



(10) **DE 10 2005 056 069 B4 2019.01.10**

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2005 056 069.5**
 (22) Anmeldetag: **24.11.2005**
 (43) Offenlegungstag: **01.06.2006**
 (45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **10.01.2019**

(51) Int Cl.: **G01R 31/02 (2006.01)**
G01R 19/165 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2004/340900 25.11.2004 JP
2005/152967 25.05.2005 JP

(73) Patentinhaber:
DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP

(74) Vertreter:
KUHNEN & WACKER Patent- und Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising, DE

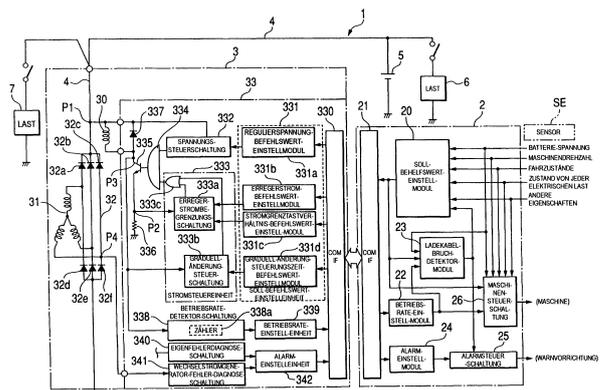
(72) Erfinder:
Aoyama, Toru, Kariya, Aichi, JP

(56) Ermittelte Stand der Technik:
EP 1 093 205 A2

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zur Bestimmung eines Bruches in einem Ladedraht**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Bestimmen, ob ein Ladedraht (4) gebrochen ist, der eine Verbindung zwischen einer Batterie (5) und einem Generator (3) herstellt, wobei der Generator (3) einen Transistor (335) und eine Spannungssteuerschaltung (332) enthält, und eine durch magnetische Flüsse erzeugte Spannung ausgibt, wobei die magnetischen Flüsse in dem Generator (3) basierend auf einem Erregerstrom erzeugt werden, wobei die Spannungssteuerschaltung (332) ein Spannungs-Steuersignal zum Steuern eines Tastverhältnisses des Transistors (335) basierend auf einer Mehrzahl von Befehlswerten ausgibt, sodass der Erregerstrom basierend auf dem gesteuerten Tastverhältnis gesteuert wird und zu dem Generator (3) zugeführt wird, wobei der Generator (3) so konfiguriert ist, um die Batterie (5) über den Ladedraht (4) basierend auf dem gesteuerten Erregerstrom zu laden, welches Verfahren die folgenden Schritte umfaßt:

Messen einer Spannung der Batterie (5);
 Detektieren eines Werts von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder einem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals, wobei sowohl das Tastverhältnis des Transistors (335) als auch das Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals eine Betriebsrate des Generators (3) darstellen; und
 Bestimmen, daß der Ladedraht (4) gebrochen ist, wenn die gemessene Batteriespannung niedriger liegt als eine vorbestimmte Schwellenwert-Spannung und der detektierte Wert von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem ...



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Systeme und Verfahren, um zu bestimmen, ob ein Ladedraht gebrochen ist.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Eine Batterie, die beispielsweise in einem Fahrzeug installiert ist, und ein Generator zum Laden der Batterie sind über ein Ladekabel angeschlossen. Als herkömmliche Batterie-Ladevorrichtungen, die einen Bruch in dem Ladekabel detektieren können, sind vielfältige Typen dieser Vorrichtungen gut bekannt.

[0003] Als ein Beispiel von herkömmlichen Batterie-Ladevorrichtungen gilt ein Spannungsreguliergeät zum Laden von Generatoren, welches in der US 4 618 811 A, entsprechend der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung JP S59 148 538 A, offenbart ist. Als ein Beispiel von herkömmlichen Batterie-Ladevorrichtungen ist ein Batterie-Wiederladesystem für Motorfahrzeuge in der US 5 151 646 A, entsprechend der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung JP H04-222 426 A, offenbart.

[0004] Das Spannungsreguliergeät, welches in der zuvor genannten Veröffentlichung offenbart ist, ist mit einem Ladegenerator und einem Spannungsregulator ausgestattet. Der Ladegenerator umfaßt einen Wechselstromgenerator und eine Gleichrichterschaltung. Der Ausgangsanschluß der Gleichrichterschaltung ist über ein Ladekabel mit einer Batterie verbunden. Der Spannungsregulator besitzt L- und S-Anschlüsse, wobei der L-Anschluß desselben mit dem Ausgangsanschluß der Gleichrichterschaltung verbunden ist, und der S-Anschluß desselben mit dem positiven Anschluß der Batterie verbunden ist.

[0005] Die Spannungsregulievorrichtung reguliert die Ausgangsspannung des Ladegenerators basierend auf den Spannungen an dem L-Anschluß und dem S-Anschluß. Die Spannungsregulievorrichtung bestimmt auch, daß das Ladekabel gebrochen ist, wenn die Differenz zwischen der Spannung an dem L-Anschluß und derjenigen an dem S-Anschluß einen vorbestimmten Wert überschreitet, wodurch der Betrieb des Ladegenerators angehalten wird und ein Alarmsignal erzeugt wird.

[0006] Darüber hinaus ist ein Batterie-Wiederladesystem für ein Fahrzeug in der letztgenannten Veröffentlichung offenbart, welches einen Stromgenerator, einen Schalter, eine Anzeigelampe und einen Spannungsregulator enthält. Der Stromgenerator enthält einen Wechselstromgenerator und einen zugeordneten Gleichrichter, dessen Ausgangsanschluß mit

dem positiven Anschluß einer Batterie über ein Anschlußkabel verbunden ist.

[0007] Der Spannungsregulator ist mit ersten und zweiten Eingangsanschlüssen **A** und **L** ausgestattet, wobei der erste Eingangsanschluß **A** mit dem Ausgangsanschluß des Stromgenerators verbunden ist, der zweite Eingangsanschluß mit dem positiven Anschluß der Batterie über den Schalter und die Lampe verbunden ist.

[0008] Der Spannungsregulator reguliert die Ausgangsspannung des Stromgenerators basierend auf dem Potential an dem ersten Eingangsanschluß **A** und demjenigen des zweiten Eingangsanschlusses **L**. Der Spannungsregulator bestimmt auch, daß das Verbindungskabel einen Bruch aufweist, wenn die Potentialdifferenz zwischen dem Potential an dem ersten Eingangsanschluß **A** und demjenigen an dem zweiten Eingangsanschluß **L** größer ist als ein im voraus erstellter Bezugswert, wodurch die Lampe zum Leuchten veranlaßt wird, um die Unterbrechung der Verbindung zwischen der Batterie und dem Stromgenerator anzuzeigen.

[0009] Um eine Umweltverschmutzung durch Fahrzeuge und den Energieverbrauch derselben zu reduzieren, wurde eine Fahrzeugsteuerung integriert. Wenn beispielsweise eine integrierte Fahrzeugsteuerung bei einem Batterie-Ladesystem angewendet wird, optimiert die integrierte Fahrzeugsteuerung die Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße oder -Ausgangsleistung, wenn eine Maschine im Leerlauf läuft, um die Emissionen zu regulieren. Die integrierte Fahrzeugsteuerung reguliert auch die Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße oder -Ausgangsleistung während der Beschleunigung und Verzögerung, um den Energieverbrauch der elektrischen Fahrzeuglasten zu steuern oder zu regeln. Die integrierte Fahrzeugsteuerung verwendet eine Vielzahl an ECUs (elektronische Steuereinheiten), und zwar als externe Steuereinheiten, verwendet auch vielfältige Sensoren, die daran angeschlossen sind, und Stellglieder, deren Operationen durch die ECUs gesteuert werden.

[0010] Um eine effiziente integrierte Fahrzeugsteuerung zu erreichen, wurden eine Vielzahl an Datenkommunikations-Steuerverfahren zwischen den ECUs (externen Steuereinheiten) und einem Wechselstromgenerator entwickelt.

[0011] Ein herkömmliches Beispiel der Datenkommunikations-Steuerverfahren zwischen ECUs und einem Wechselstromgenerator ist in der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung JP 2002-325 085 A offenbart. Das in der Veröffentlichung offenbarte Kommunikationsverfahren erstellt Busleitungsverbindungen zwischen den ECUs und einem Wechselstromgenerator und ermöglicht

es den ECUs, eine Vielzahl an Informationscodes mit dem Wechselstromgenerator über die Busleitungen auszutauschen.

[0012] Wenn Datenkommunikations-Steuerverfahren bei Kommunikationen zwischen einem Lade-generator und einem Spannungsregulator eines Spannungsreguliergerätes angewendet werden, ist es erforderlich, die Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße oder -Ausgangsleistung in einen Informationscode (digitalen Wert) umzuwandeln. Wenn in ähnlicher Weise Datenkommunikations-Steuerverfahren bei Kommunikationen zwischen einem Stromgenerator und einem Spannungsregulator eines Batterie-Wiederladesystems für Automobile eingesetzt werden, ist es auch erforderlich, die Ausgangsgröße des Stromgenerators in einen Informationscode (digitalen Wert) umzuwandeln.

[0013] Um aus diesen Gründen die Datenkommunikations-Steuerverfahren zu verwenden, muß der Wechselstromgenerator oder der Stromgenerator eine A/D (Analog-zu-Digital)-Wandlerschaltung aufweisen, um die Ausgangsgröße des Wechselstromgenerators oder des Stromgenerators in einen Informationscode umzuwandeln. Die Installation eines A/D-Umsetzers in einem Wechselstromgenerator oder in einem Stromgenerator kann jedoch zur Erhöhung der Schaltungsgröße des Wechselstromgenerators oder des Stromgenerators beitragen, was dazu führt, daß das Spannungsreguliergerät und das Batterie-Wiederladesystem in der Größe und hinsichtlich der Kosten anwächst.

[0014] Aus der EP 1 093 205 A2 ist eine Vorrichtung zur Erkennung einer Unterbrechung der Leitung zwischen einem Generator und einer Batterie eines Kraftfahrzeugs bekannt. Bei der Vorrichtung kommuniziert der Generator über eine Schnittstelle mit einem Steuergerät für Motor- oder Fahrzeugfunktionen vorzugsweise bidirektional. Über die Schnittstelle wird einerseits der Generator gesteuert und andererseits die Last des Generators an der Klemme abgefragt. Da das Steuergerät aus anderen Betriebsgründen bereits die Bordnetzspannung kennt, kann diese Spannung mit dem Sollwert für den Generator verglichen werden. Eine zusätzlich Sense-Leitung, wie sie beim Stand der Technik verwendet wird, ist nicht erforderlich. Je nach Ergebnis des Vergleichs wird eine entsprechende Anzeige gesteuert.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0015] Die vorliegende Erfindung wurde vor dem oben erläuterten Hintergrund entwickelt, so daß wenigstens eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Batterie-Ladesystem mit einer einfachen Konstruktion betrifft, welches dazu befähigt ist, einen Bruch in einem Ladekabel zu detektieren, welches zwischen einem Generator und

einem Spannungsregulator angeschlossen ist, und zwar ohne die Verwendung von A/D-Umsetzern.

[0016] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird jeweils durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angeben.

[0017] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren geschaffen, um zu bestimmen, ob ein Ladedraht gebrochen ist, der eine Verbindung zwischen einer Batterie und einem Generator herstellt. Der Generator ist so konfiguriert, um die Batterie über den Ladedraht zu laden. Das Verfahren umfaßt das Messen einer Spannung der Batterie, Detektieren einer Betriebsrate des Generators und Bestimmen, daß der Ladedraht gebrochen ist, wenn die gemessene Batteriespannung niedriger ist als eine vorherbestimmte Schwellenwertspannung, und wenn die detektierte Betriebsrate des Generators niedriger liegt als ein vorherbestimmter Schwellenwert.

[0018] Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren geschaffen, um zu bestimmen, ob ein Ladedraht gebrochen ist, der eine Verbindung zwischen einer Batterie und einem Generator herstellt, bei dem der Generator so konfiguriert ist, um die Batterie über den Ladedraht zu laden. Das Verfahren umfaßt das Bestimmen, ob die Batterie entladen ist, und das Detektieren einer Betriebsrate des Generators. Das Verfahren umfaßt auch das Bestimmen, daß der Ladedraht gebrochen ist, wenn bestimmt wird, daß die Batterie sich im Entladezustand befindet und wenn die detektierte Betriebsrate innerhalb eines vorbestimmten Bereiches liegt, wobei der vorbestimmte Bereich durch einen ersten oberen Grenz-Schwellenwert und einen unteren Grenz-Schwellenwert bestimmt ist.

[0019] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System geschaffen, um zu bestimmen, ob ein Ladedraht gebrochen ist, der eine Batterie mit einem Generator verbindet. Der Generator ist so konfiguriert, um die Batterie über den Ladedraht zu laden. Das System umfaßt eine erste Einheit, die so konfiguriert ist, um eine Spannung der Batterie zu messen, und enthält eine zweite Einheit, die so konfiguriert ist, um eine Betriebsrate des Generators zu detektieren. Das System enthält auch eine dritte Einheit, die so konfiguriert ist, um zu bestimmen, daß der Ladedraht gebrochen ist, wenn die gemessene Batteriespannung niedriger liegt als ein vorherbestimmter Schwellenwert und die detektierte Betriebsrate des Generators niedriger liegt als ein vorherbestimmter Schwellenwert.

[0020] Gemäß einem noch weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System geschaffen, um zu bestimmen, ob ein Ladedraht gebrochen ist, der eine Verbindung zwischen einer Batterie und einem

Generator herstellt. Der Generator ist so konfiguriert, um die Batterie über den Ladedraht zu laden. Das System enthält eine erste Einheit, die so konfiguriert ist, um zu bestimmen, ob die Batterie sich im Entladezustand befindet, und enthält eine zweite Einheit, die so konfiguriert ist, um eine Betriebsrate des Generators zu detektieren. Das System enthält auch eine dritte Einheit, die dafür konfiguriert ist, um zu bestimmen, daß der Ladedraht gebrochen ist, wenn bestimmt wird, daß sich die Batterie im Entladezustand befindet und wenn die detektierte Betriebsrate innerhalb eines vorbestimmten Bereiches liegt. Der vorbestimmte Bereich wird durch einen oberen Grenzwert und einen unteren Grenzwert definiert.

[0021] Gemäß einem noch weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Batterie-Ladesystem geschaffen. Das Batterie-Ladesystem enthält eine Batterie, einen Generator und einen Ladedraht, der eine Verbindung zwischen der Batterie und dem Generator herstellt. Der Generator ist so konfiguriert, um die Batterie über den Ladedraht zu laden. Das Batterie-Ladesystem enthält auch eine erste Einheit, die so konfiguriert ist, um eine Spannung der Batterie zu messen, und eine zweite Einheit, die so konfiguriert ist, um eine Betriebsrate des Generators zu detektieren. Das Batterie-Ladesystem enthält ferner eine dritte Einheit, die so konfiguriert ist, um zu bestimmen, daß der Ladedraht gebrochen ist, wenn die gemessene Batteriespannung niedriger liegt als eine vorherbestimmte Schwellenwertspannung und die detektierte Betriebsrate des Generators niedriger liegt als ein vorherbestimmter Schwellenwert.

[0022] Gemäß einem noch weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Batterie-Ladesystem geschaffen. Das Batterie-Ladesystem enthält eine Batterie, einen Generator und einen Ladedraht, der die Batterie mit dem Generator verbindet. Der Generator ist so konfiguriert, um die Batterie über den Ladedraht zu laden. Das Batterie-Ladesystem enthält ferner eine erste Einheit, die so konfiguriert ist, um zu bestimmen, ob die Batterie sich im Entladezustand befindet, und enthält eine zweite Einheit, die so konfiguriert ist, um eine Betriebsrate des Generators zu detektieren. Darüber hinaus enthält das Batterie-Ladesystem auch eine dritte Einheit, die so konfiguriert ist, um zu bestimmen, daß der Ladedraht gebrochen ist, wenn bestimmt wird, daß sich die Batterie im Entladezustand befindet und die detektierte Betriebsrate innerhalb eines vorbestimmten Bereiches liegt. Der vorbestimmte Bereich wird durch einen oberen Grenzwert und einen unteren Grenzwert festgelegt.

Figurenliste

[0023] Andere Ziele und Aspekte der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Aus-

führungsformen unter Hinweis auf die beigefügten Zeichnungen. In diesen zeigen:

Fig. 1 ein Schaltungsdiagramm, welches schematisch ein Beispiel einer Schaltungsstruktur eines Batterie-Ladesystems gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;

Fig. 2 ein Flußdiagramm, welches schematisch ein Beispiel von Operationen des Batterie-Ladesystems wiedergibt, welches in **Fig. 1** veranschaulicht ist;

Fig. 3 ein Flußdiagramm, welches schematisch ein Beispiel von Operationen eines Batterie-Ladesystems gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 4 ein Schaltungsdiagramm, welches schematisch ein Beispiel einer Schaltungsstruktur eines Batterie-Ladesystems gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 5 ein Flußdiagramm, welches schematisch ein Beispiel von Operationen des Batterie-Ladesystems wiedergibt, welches in **Fig. 4** veranschaulicht ist;

Fig. 6 ein Schaltungsdiagramm, welches schematisch ein Beispiel der Schaltungsstruktur eines Batterie-Ladesystems gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;

Fig. 7 ein Flußdiagramm, welches schematisch ein Beispiel von Operationen des Batterie-Ladesystems wiedergibt, welches in **Fig. 6** dargestellt ist;

Fig. 8 ein Flußdiagramm, welches schematisch ein Beispiel von Operationen eines Batterie-Ladesystems gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt; und

Fig. 9 ein Flußdiagramm, welches schematisch ein Beispiel von Operationen eines Batterie-Ladesystems gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0024] Es werden nun Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Bei jeder Ausführungsform ist die vorliegende Erfindung bei einem Batterie-Ladesystem zum Laden einer Batterie angewendet, die in einem Fahrzeug installiert ist.

ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0025] Ein Beispiel einer Schaltungsstruktur eines Batterie-Ladesystems **1** gemäß der ersten Ausfüh-

rungsform ist in **Fig. 1** veranschaulicht, und ein Beispiel von Operationen des Batterie-Ladesystems **1** zum Detektieren eines Bruches in einem Ladedraht **4** ist in **Fig. 2** wiedergegeben.

[0026] Gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 2** ist das Batterie-Ladesystem **1** in einem Fahrzeug, wie beispielsweise einem Automobil installiert, in welchem wenigstens eine elektrische Last **6** und eine Batterie **5** installiert sind.

[0027] Das Batterie-Ladesystem **1** enthält eine Steuereinheit **2** und einen Wechselstromgenerator **3** als Generator **3** für Fahrzeuge. Die Steuereinheit **2** ist außerhalb oder an der Außenseite des Wechselstromgenerators **3** gelegen. Der Wechselstromgenerator **3** ist mit einem Ausgangsanschluß ausgestattet, der mit dem positiven Anschluß oder der positiven Klemme der Batterie **5** über das Ladekabel **4** verbunden ist. Die positive Anschlußklemme der Batterie **5** ist mit der elektrischen Last **6** verbunden. Eine andere bzw. wenigstens eine elektrische Last **7** ist direkt mit dem Ausgangsanschluß des Wechselstromgenerators **3** verbunden.

[0028] Die externe Steuereinheit **2** ist dafür ausgelegt, um eine Vielzahl an Ziel-Befehlswerten zu bestimmen, die für die Steuerung des Wechselstromgenerators **3** erforderlich sind. Die externe Steuereinheit **2** ist auch dafür ausgelegt, um einen Bruch in dem Ladedraht **4** zu detektieren und Fehler in dem Wechselstromgenerator zu detektieren, wodurch dieser geschützt wird und ein Alarm erzeugt werden kann.

[0029] Spezifischer ausgedrückt ist die externe Steuereinheit **2** mit einem Ziel-Befehlswert-Einstellmodul **20**, einer Kommunikations-Kopplungselektronik (COM.IF) **21** und einem Betriebsraten-Einstellmodul **22**, einem Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **23**, einem Alarm-Einstellmodul **24**, einer Alarm-Steuerschaltung **25** und einer Maschinen-Steuerschaltung **26** ausgestattet.

[0030] Die externe Steuereinheit **2** kann für einen Mikrocomputer und für periphere Schaltungskommunikationen mit demselben ausgelegt sein. Bei dieser Konstruktion kann jedes der Module und können die Schaltungen der externen Steuereinheit **2** an funktionelle Module angepaßt sein oder als solche ausgelegt sein, die durch Operationen des Mikrocomputers vorgesehen werden, und zwar in Einklang mit Programmen, die in einem Speicher installiert bzw. gespeichert sind, und wobei die peripheren Schaltungen und/oder Hardware-Module durch den Mikrocomputer steuerbar sind. Darüber hinaus kann die externe Steuereinheit **2** auch für integrierte Digital-/Analog-Schaltungen ausgelegt sein, und zwar entsprechend den Modulen und den Schaltungen derselben.

[0031] Das Zielbefehl-Einstellmodul **20** arbeitet in solcher Weise, daß es die Eigenschaften des Fahrzeugs und Eigenschaften von jeder der elektrischen Lasten **6** und **7** mit vorbestimmten Bezugswerten vergleicht, um eine Vielzahl an Ziel-Befehlswerten zu ermitteln, die zum Steuern des Wechselstromgenerators **3** erforderlich sind, basierend auf den Vergleichsergebnissen und auf Daten, die angeben, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist. Die Eigenschaften des Fahrzeugs umfassen eine Spannung der Batterie **5**, eine Maschinendrehzahl und Antriebszustände (Beschleunigung/Verzögerung) und solche von jeder der elektrischen Lasten **6** und **7**, d.h. den Zustand von jeder der Lasten **6** und **7**. Diese Eigenschaften des Fahrzeugs und von jeder elektrischen Last werden gefühlt und/oder durch entsprechende Sensoren SE gemessen. Die Sensoren SE sind in dem Fahrzeug installiert, um die entsprechenden Eigenschaften zu fühlen und/oder zu messen. Die gemessenen Eigenschaften der Sensoren SE werden von diesen aus zu der externen Steuereinheit **2** gesendet (dem Zielbefehl-Einstellmodul **20**).

[0032] Die Zielbefehlswerte umfassen einen Reguliervoltspannung-Befehlswert, der dazu erforderlich ist, um die Ausgangsgröße (den Ausgangsgleichstrom bzw. Gleichspannung) des Wechselstromgenerators **3** zu bestimmen, und umfassen einen Erregerstrom-Befehlswert, der dazu erforderlich ist, um einen Erregerstrom (Feldstrom) durch wenigstens eine Feldwicklung (Erregerwicklung) **30** fließen zu lassen. Der Ziel-Befehlswert umfaßt auch einen Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlswert, der dazu erforderlich ist, um den Feldstrom zu begrenzen, der durch die Feldwicklung **30** hindurch fließt, und umfaßt einen graduellen Änderungssteuerzeit-Befehlswert, der dafür erforderlich ist, um eine Periode für ein graduelles Ändern des Feldstromes zu bestimmen.

[0033] Das Ziel-Befehlswert-Einstellmodul **20** ist auch dafür ausgelegt, um eine Vielzahl an Ziel-Befehlswerten in Informationscodes (eine Vielzahl an Teilen von digitalen Daten) umzuwandeln, die vorbestimmte Kommunikationsprozeduren zwischen dem Wechselstromgenerator **3** und der externen Steuereinheit **2** erfüllen, so daß dadurch die umgewandelten Ziel-Befehlswerte zu der Kommunikations-Kopplungselektronik **21** weitergeleitet werden können. Das Ziel-Befehlswert-Einstellmodul **20** ist ferner dafür ausgelegt, um den Reguliervoltspannung-Befehlswert und den Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlswert zu dem Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **23** weiterzuleiten, und um die Vielzahl an Ziel-Befehlswerten zu der Maschinensteuerschaltung **26** weiterzuleiten.

[0034] Die Kommunikations-Kopplungselektronik **21** (Interface) ist dafür ausgelegt, um die Informationscodes zu empfangen, die von dem Ziel-Befehlswert-Einstellmodul **20** durchgelassen werden, und um die-

se zu dem Wechselstromgenerator **3** im Einklang mit den Kommunikationsprozeduren zu senden. Die Kommunikations-Kopplungselektronik **21** ist auch dafür ausgelegt, um Informationscodes zu empfangen, die von dem Wechselstromgenerator **3** gesendet werden, und zwar als Antwort auf eine Anfrage, die durch die Steuereinheit **2** erzeugt wird, um dadurch diese sowohl zu dem Betriebsrate-Einstellmodul **22** als auch dem Alarm-Einstellmodul **24** weiterzuleiten.

[0035] Das Betriebsrate-Einstellmodul **22** ist dafür ausgelegt, um eine Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** aus den Informationscodes zu extrahieren, die durch die Kommunikations-Kopplungselektronik **21** empfangen werden; es wird die extrahierte Operationsrate des Wechselstromgenerators **3** durch eine Operationsrate-Detektorschaltung **338** detektiert, die im Folgenden beschrieben wird. Das Operationsrate-Einstellmodul **22** ist auch dafür ausgelegt, um die extrahierte Operations- oder Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** zu dem Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **23** und der Maschinensteuerschaltung **26** weiterzuleiten.

[0036] Das Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **23** ist dafür ausgebildet, um zu bestimmen, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist, basierend auf einem Regulierspannung-Befehlswert und dem bestimmten Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlswert, der Spannung der Batterie **5**, der extrahierten Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3**, einem vorbestimmten annehmbaren Spannungsabfall und einem zulässigen Tastverhältnis.

[0037] Das Alarm-Einstellmodul **24** ist dafür ausgebildet, um Informationen zu extrahieren, die angeben, ob der Wechselstromgenerator **3** fehlerhaft ist, und zwar anhand von Informationscodes, die durch die Kommunikations-Kopplungselektronik **21** empfangen werden. Das Alarm-Einstellmodul **24** ist auch dafür ausgebildet, um zu bestimmen, ob ein Fehler in dem Wechselstromgenerator **3** zu detektieren ist, basierend auf den extrahierten Informationen. Das Alarm-Einstellmodul **24** ist dafür ausgebildet, um das Bestimmungsergebnis zu der Alarm-Steuerschaltung **25** weiterzuleiten.

[0038] Die Alarm-Steuerschaltung **25** ist so konfiguriert, daß dann, wenn das Bestimmungsergebnis, welches von dem Alarm-Einstellmodul **24** weitergeleitet wird, einen Wechselstromgenerator-Fehler als gefunden angibt, vorbestimmte Operationen ausführt, um das Batterieladesystem **1** zu schützen, und ein Alarmsignal an eine Warnvorrichtung (nicht gezeigt) ausgibt.

[0039] Die Maschinensteuerschaltung **26** ist so konfiguriert, um die Maschine basierend auf den Eigenschaften des Fahrzeugs und von jeder der elektrischen Lasten **6** und **7** zu steuern, ebenso basierend

auf der Vielzahl der Ziel-Befehlswerte, die durch das Ziel-Befehlswert-Einstellmodul **20** eingestellt wurden, und basierend auf der Betriebsrate, die durch das Betriebsrate-Einstellmodul **22** bestimmt wurde. Die Eigenschaften umfassen auch die Maschinendrehzahl, die Antriebszustände und den Zustand von jeder der Lasten **6** und **7**.

[0040] Der Wechselstromgenerator **3** arbeitet in solcher Weise, um eine stabilisierte Gleichspannung zum Laden der Batterie **5** auszugeben, um dadurch der elektrischen Last **6** Energie zuzuführen und um die Ausgangs-Gleichspannung der elektrischen Last **7** direkt zuzuführen, die daran angeschlossen ist, basierend auf der Vielzahl der Ziel-Befehlswerte, die durch die Steuereinheit **2** vorgesehen werden.

[0041] Spezifischer ausgedrückt enthält der Wechselstromgenerator **3** Erregerwicklungen **30**, Dreiphasenwicklungen (Statorwicklungen) **31**, einen Gleichrichter **32** und einen Controller **33**.

[0042] Die Feldwicklung (Erregerwicklung) **30** ist um einen Rotor (nicht gezeigt) gewickelt. Der Rotor ist an eine Kurbelwelle der Maschine gekoppelt, und zwar über einen Riemen, um sich damit zu drehen. Wenn ein Feldstrom an die Feldwicklung **30** des Rotors angelegt wird, der sich dreht, erzeugt die sich drehende Feldwicklung **30** magnetische Flüsse. Ein Ende der Feldwicklung **30** ist mit der Batterie **5** und dem Controller **33** über den Ladedraht **4** angeschlossen, und das andere Ende der Feldwicklung **30** ist mit dem Controller **33** verbunden.

[0043] Die Dreiphasenwicklungen (Statorwicklungen) **31** sind um einen Stator (nicht gezeigt) gewickelt, der den Rotor umschließt. Die durch die Feldwicklung **30** erzeugten Magnetflüsse umfassen einen Dreiphasen-Wechselstrom (**AC**) bzw. Spannung in den Statorwicklungen **31**.

[0044] Der Gleichrichter **32** ist dafür ausgelegt, um die induzierte Dreiphasen-Wechselstromspannung in den Statorwicklungen **31** in eine Gleichspannung gemäß einer Vollweg-Gleichrichtung gleichzurichten.

[0045] Spezifischer ausgedrückt ist der Gleichrichter **21** beispielsweise aus ersten bis sechsten Dioden **32a - 32f** gemäß einer Brückenschaltung zusammengesetzt. Die Kathode von jeder der spannungsmäßig hoch liegenden Diodenzeiten der Dioden **32a - 32c** der Dreiphasenbrücke ist mit der Batterie **5** über den Ladedraht **4** verbunden, und die Anode von jeder der Dioden **32d - 32f** auf der spannungsmäßig niedrigen Seite ist mit dem Körper des Fahrzeugs verbunden, um geerdet oder mit Masse verbunden zu werden.

[0046] Der Controller **33** ist dafür ausgelegt, um den Feldstrom (Erregerstrom) basierend auf der Vielzahl der Ziel-Befehlswerte zu steuern oder zu regeln, um

die Gleichspannung zu steuern oder zu regeln, die von dem Generator **3** ausgegeben wird.

[0047] Spezifischer ausgedrückt enthält der Controller **33** ein Kommunikations-Interface **330**, eine Ziel-Befehlswert-Einstelleinheit **331**, eine Spannungs-Steuerschaltung **332**, eine Strom-Steuerschaltung **333**, eine UND-Schaltung **334** und einen Transistor, wie beispielsweise einen NPN-Bipolar-Transistor **335**. Der Controller **33** enthält auch einen Widerstand **336** zum Detektieren des Erregerstromes, eine Schwungraddiode **337**, eine Betriebsrate-Detektorschaltung **338**, eine Betriebsrate-Einstelleinheit **339**, eine Eigen-Fehlerdiagnoseschaltung **340**, eine Wechselstromgenerator-Fehlerdiagnoseschaltung **341** und eine Alarm-Einstelleinheit **342**.

[0048] Der Controller **33** kann als ein Mikrocomputer ausgelegt sein und kann periphere Schaltungen aufweisen, die mit diesem kommunizieren, so daß jede der Einheiten und der Schaltungen des Controllers **33** so ausgelegt sein kann, um als Module zu funktionieren, die durch Operationen des Mikrocomputers vorgesehen werden, und zwar im Einklang mit Programmen, die in einem Speicher desselben installiert sind, und im Einklang mit peripheren Schaltungen und/oder Hardware-Modulen, die durch den Mikrocomputer gesteuert werden. Darüber hinaus kann der Controller **33** für Digital-/ Analog-Integrierschaltungen ausgelegt sein, entsprechend den Modulen und den Schaltungen desselben.

[0049] Das Kommunikations-Interface **330** ist dafür ausgebildet, um die Informationscodes zu empfangen, die von der Steuereinheit **3** gesendet werden, und um diese zu der Ziel-Befehlswert-Einstelleinheit **331** weiterzuleiten. Das Kommunikations-Interface **330** ist auch dafür ausgelegt, um zu der Steuereinheit **2** bei den Kommunikationsprozeduren Informationscodes zu senden, und zwar entsprechend den Betriebsraten des Wechselstromgenerators **3**, die durch die Betriebsrate-Einstelleinheit **339** eingestellt wurden, und entsprechend den Informationen, die angeben, ob der Wechselstromgenerator **3** defekt ist, die durch die Alarm-Einstelleinheit **342** eingestellt werden.

[0050] Die Ziel-Befehlswert-Einstelleinheit **331** umfaßt eine Funktion gemäß einem Extrahieren einer Vielzahl von Ziel-Befehlswerten aus den empfangenen Informationscodes. Spezifischer ausgedrückt umfaßt die Ziel-Befehlswert-Einstelleinheit **331** ein Regulierspannung-Befehlswert-Einstellmodul **331a**, ein Erregerstrom-Befehlswert-Einstellmodul **331b**, ein Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert-Einstellmodul **331c** und ein Graduell-Änderungssteuerzeit-Befehlswert-Einstellmodul **331d**.

[0051] Das Regulierspannung-Befehlswert-Einstellmodul **331a** ist dafür ausgelegt, um den Regulier-

spannung-Befehlswert aus den empfangenen Informationscodes zu extrahieren, um diesen in eine Sollspannung oder Zielspannung umzuwandeln. Das Erregerstrom-Befehlswert-Einstellmodul **331b** ist dafür ausgelegt, um den Erregerstrom (Feldstrom)-Befehlswert aus den empfangenen Informationscodes zu extrahieren, um diesen zu der Stromsteuerschaltung **333** weiterzuleiten.

[0052] Das Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert-Einstellmodul **331c** ist dafür ausgelegt, um den Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlswert aus den empfangenen Informationscodes zu extrahieren, um diesen zu der Stromsteuerschaltung **333** weiterzuleiten. Das Graduell-Änderungssteuerzeit-Befehlswert-Einstellmodul **331d** ist dafür ausgelegt, um den graduellen oder allmählichen Änderungssteuerzeit-Befehlswert aus den empfangenen Informationscodes zu extrahieren und um diesen zu der Stromsteuerschaltung **333** weiterzuleiten.

[0053] Ein Eingangsanschluß der Schaltung **332** ist mit einem Verbindungspunkt **P1** verbunden, der eine Verbindung zwischen dem Ladekabel **4** und dem Gleichrichter **32** herstellt und von welcher ein Ausgangsanschluß mit der UND-Schaltung **334** verbunden ist.

[0054] Die Spannungssteuerschaltung **332** ist dafür ausgelegt, um basierend auf der Zielspannung, die durch das Modul **331a** und der Gleichspannung, die von dem Wechselstromgenerator **3** ausgegeben wird, ein Spannungssteuersignal zu generieren, wie beispielsweise ein PWM (Impulsbreite-Modulations-Signal), welches dafür erforderlich ist, um den Erregerstrom zu steuern. Das PWM-Signal besteht aus einer Folge von Impulsen mit hohem und niedrigem Spannungspegel in vorbestimmten Zeitintervallen (Perioden) mit einem vorbestimmten Bezugstastverhältnis in jeder Periode. Das Bezugstastverhältnis wird basierend auf einem Vergleich des Regulierspannung-Befehlswertes mit der Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße bestimmt, so daß die Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße an den Regulierspannung-Befehlswert (Sollspannung) angenähert wird.

[0055] Die Spannungssteuerschaltung **332** ist dafür ausgelegt, um das Spannungssteuersignal an die UND-Schaltung **334** auszugeben.

[0056] Die Stromsteuerschaltung **333** ist dafür ausgelegt, um basierend auf dem Erregerstrom-Befehlswert, dem Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlswert, dem Graduell-Änderungssteuerzeit-Befehlswert, dem Erregerstrom und dem Schaltzustand des Transistors **335** ein Stromsteuersignal zum Steuern eines Erregerstromes zu erzeugen, der durch die Erregerwicklungen **30** fließt.

[0057] Die Stromsteuerschaltung **333** ist auch dafür ausgelegt, um das Stromsteuersignal an die UND-Schaltung **334** auszugeben. Spezifischer ausgedrückt besteht die Stromsteuerschaltung **333** aus einer Erregerstrom-Begrenzungsschaltung **333a**, einer Allmählich-Änderung-Steuerschaltung **333b** und einer ODER-Schaltung **333c**.

[0058] Ein Eingangsanschluß der Erregerstrom-Begrenzungsschaltung **333a** ist mit einem Verbindungspunkt **P2** zwischen dem Emitteranschluß des Transistors **335** und dem Widerstand **336** verbunden, und ein Ausgangsanschluß derselben ist mit der ODER-Schaltung **333c** verbunden.

[0059] Die Erregerstrom-Begrenzungsschaltung **333a** ist dafür ausgelegt, um ein Erregerstrom-Grenzsignal basierend auf dem Erregerstrom-Befehlswert, dem Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlswert und dem Erregerstrom zu erzeugen, der durch die Erregerwicklungen **30** fließt.

[0060] Spezifischer ausgedrückt besteht beispielsweise das Erregerstrom-Grenzsignal aus einer Folge von Impulsen mit hohen und niedrigen Spannungen bei vorbestimmten Zeitintervallen mit einem vorbestimmten Tastverhältnis zum Reduzieren des Bezugstastverhältnisses des Spannungssteuersignals, um zu bewirken, daß der Erregerstrom niedriger wird als ein vorbestimmter Wert.

[0061] Ein Eingangsanschluß der Allmählich-Änderung-Steuerschaltung **333b** ist mit dem Verbindungspunkt **P3** zwischen dem anderen Ende der Erregerwicklung **30** und dem Kollektor des Transistors **335** verbunden, und deren Ausgangsanschluß ist mit der ODER-Schaltung **333c** verbunden.

[0062] Die Allmählich-Änderung-Steuerschaltung **333b** ist dafür ausgelegt, um basierend auf der Allmählich-Änderung-Steuerzeit und dem Schaltzustand des Transistors **335** ein Allmählich-Änderung-Steuersignal zu erzeugen, um den Erregerstrom allmählich zu ändern.

[0063] Spezifischer ausgedrückt besteht beispielsweise das Allmählich-Änderung-Steuersignal aus einer Folge von Impulsen mit hohen und niedrigen Spannungen zu vorbestimmten Zeitintervallen mit einem vorbestimmten Tastverhältnis, um das Bezugstastverhältnis des Spannungs-Steuersignals zu erhöhen (allmählich zu erhöhen).

[0064] Ein Eingangsanschluß der ODER-Schaltung **333c** ist mit den Ausgangsanschlüssen der Erregerstrom-Begrenzungsschaltung **333a** und der Allmählich-Änderung-Steuerschaltung **333b** verbunden, und ein Ausgangsanschluß der ODER-Schaltung **333c** ist mit der UND-Schaltung **334** verbunden.

[0065] Die ODER-Schaltung **333c** ist dafür ausgelegt, um eine logische ODER-Operation in Verbindung mit dem Erregerstrom-Grenzwertsignal und dem Allmählich-Änderung-Steuersignal durchzuführen, um ein Stromsteuersignal zum Steuern des Erregerstromes zu erzeugen.

[0066] Spezifischer ausgedrückt, wenn beispielsweise das Wechselstromgenerator-Drehmoment abrupt reduziert wird, gibt die ODER-Schaltung **333c** das Stromsteuersignal äquivalent zu dem Erregerstrom-Grenzwertsignal an die UND-Schaltung **334** aus. Wenn die Energieanforderungen der elektrischen Lasten **6** und **7** anwachsen (beispielsweise nimmt die Maschinendrehzahl ab oder es werden die elektrischen Lasten **6** und **7** angelegt), gibt die ODER-Schaltung **333c** das Stromsteuersignal äquivalent dem Allmählich-Änderung-Steuersignal an die UND-Schaltung **334** aus.

[0067] Ein Eingangsanschluß der UND-Schaltung **334** ist mit den Ausgangsanschlüssen der Spannungssteuerschaltung **332** und der Stromsteuerschaltung **333** verbunden, und ein Ausgangsanschluß der UND-Schaltung **334** ist mit der Basis des Transistors **335** verbunden.

[0068] Die UND-Schaltung **334** ist dafür ausgelegt, um eine logische UND-Operation in Verbindung mit dem Spannungssteuersignal, welches von der Schaltung **332** ausgegeben wird, und dem Stromsteuersignal durchzuführen, welches von der Schaltung **333** ausgegeben wird, um ein Schaltsignal zum Schalten des Transistors **335** zu erzeugen, um dadurch den Erregerstrom zu steuern.

[0069] Die Operation der UND-Schaltung **334** schafft die Möglichkeit dann, wenn das Wechselstromgenerator-Drehmoment abrupt reduziert wird, den Erregerstrom zu reduzieren und, wenn die Energieanforderungen der elektrischen Lasten **6** und **7** anwachsen (beispielsweise nimmt die Maschinendrehzahl ab oder es werden die elektrischen Lasten **6** und **7** angelegt), den Erregerstrom allmählich zu erhöhen. Dies schafft die Möglichkeit, die Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße abhängig von Schwankungen in den Energieanforderungen der elektrischen Lasten und/oder der Maschinendrehzahl zu optimieren.

[0070] Der Transistor **335** arbeitet in solcher Weise, um ein- oder ausgeschaltet zu werden, und zwar basierend auf dem Schaltsignal, welches von der UND-Schaltung **334** ausgegeben wird, um auf diese Weise den Erregerstrom zu steuern. Spezifischer ausgedrückt ist die Basis des Transistors **335** mit dem Ausgangsanschluß der UND-Schaltung **334** verbunden und der Kollektor desselben ist mit dem Ausgangsanschluß der Erregerwicklung **30** verbunden. Der Emitter des Transistors **335** ist mit dem Körper des Fahrzeugs über den Widerstand **336** verbunden und ge-

erdet oder mit Masse verbunden. Der Verbindungspunkt **P3** zwischen dem Kollektor des Transistors **335** und dem Ausgangsanschluß der Erregerwicklung **30** ist mit der Graduell-Änderung-Steuerschaltung **333b** und der Betriebsrate-Detektorschaltung **338** verbunden. Der Verbindungspunkt **P2** zwischen dem Emittter des Transistors **335** und dem Widerstand **336** ist mit der Erregerstrom-Begrenzerschaltung **333a** verbunden.

[0071] Die Schwungraddiode **337** arbeitet in solcher Weise, daß ein Schwungradstrom (flywheel current) dort hindurchfließen kann; wobei dieser Schwungradstrom erzeugt wird, wenn der Transistor **335** ausgeschaltet wird. Die Kathode der Schwungraddiode **337** ist mit einem Ende der Erregerwicklung **30** verbunden, und die Anode der Schwungraddiode **337** ist mit dem anderen Ende derselben verbunden.

[0072] Ein Eingangsanschluß der Betriebsrate-Detektorschaltung **338** ist mit dem Verbindungspunkt **P3** zwischen dem Ausgangsanschluß der Erregerwicklung **30** und dem Kollektor des Transistors **335** verbunden.

[0073] Die Betriebsrate-Detektorschaltung **338** ist dafür ausgebildet, um ein Tastverhältnis des Transistors **335** zu detektieren, welches der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** entspricht. Die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** bedeutet ein Verhältnis aus der Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße (Ausgangsleistung) zur maximalen Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße (Ausgangsleistung), die der Wechselstromgenerator **3** ausgeben kann. Die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** bedeutet auch das Verhältnis zwischen dem Erregerstrom zum maximalen Erregerstrom, der durch die Erregerwicklung **30** fließen darf.

[0074] Das Tastverhältnis des Transistors **335** bedeutet ein Verhältnis der Einschaltzeit des Transistors **335** zu jeder Schaltperiode (Ein und Aus). Wenn beispielsweise der Transistor **335** immer in einem Einschaltzustand ist, liegt das Tastverhältnis des Transistors bei 100 %, was die Möglichkeit bietet, daß der Transistor **335** den maximalen Erregerstrom zur Erregerwicklung **30** zuführt. Wenn im Gegensatz dazu der Transistor **335** immer im ausgeschalteten Zustand ist, beträgt das Tastverhältnis des Transistors gleich 0 %, was bewirkt, daß der Transistor **335** den Strom zu der Erregerwicklung **30** unterbricht.

[0075] Um zusammenzufassen, so zeigt das Tastverhältnis des Transistors **335** das Verhältnis des Erregerstromes zu dem maximalen Erregerstrom, d.h. die Leitfähigkeit oder Leitzustand des Transistors **335**, die äquivalent zur Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** ist.

[0076] Bei der ersten Ausführungsform ist die Betriebsrate-Detektorschaltung **338** als einfach konstruierte digitale Schaltung ausgelegt, wie beispielsweise als ein Zähler **338a** ohne Verwendung von A/D-Umsetzern.

[0077] Beispielsweise mißt der Zähler **338a** jede Schaltperiode des Transistors **335** und die Einschaltzeit des Transistors **335** in jeder Periode, um basierend auf den gemessenen Werten das Verhältnis der Einschaltzeit zu jeder Schaltperiode als Tastverhältnis des Transistors **335** zu berechnen, ausgedrückt in Prozenten. Als anderes Beispiel zählt der Zähler **338a** die Einschaltzeit des Transistors **335** in jeder Schaltperiode, um basierend auf dem Zählwert das Verhältnis zwischen der Einschaltzeit zu jeder Schaltperiode der Zeit als Tastverhältnis des Transistors **335** zu berechnen, ausgedrückt in Prozenten, wenn jede Schaltperiode konstant ist.

[0078] Die Betriebsrate-Einstelleinheit **339** ist dafür ausgelegt, um das Tastverhältnis des Transistors **335** entsprechend der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** umzuwandeln, welche durch die Betriebsrate-Detektorschaltung **338** detektiert wurde, und zwar in einen Informationscode, der dadurch zu dem Kommunikations-Interface **330** durchgelassen wird. Der Informationscode erfüllt die vorbestimmten Kommunikationsprozeduren zwischen dem Wechselstromgenerator **3** und der Steuereinheit **2**.

[0079] Die Eigenfehler-Diagnoseschaltung **340** ist dafür ausgelegt, um Fehler des Controllers **33** selbst zu diagnostizieren und um Informationen, welche das Diagnose-Ergebnis anzeigen, zu der Alarm-Einstelleinheit **342** durchzulassen. Ein Eingangsanschluß der Wechselstromgenerator-Fehlerdetektorschaltung **341** ist ein Verbindungspunkt **P4** zwischen den gepaarten Dioden **32c** und **32f** auf der spannungsmäßig hohen Seite und der spannungsmäßig niedrigen Seite, die mit einer Phase der Statorwicklungen **31** verbunden sind.

[0080] Die Wechselstromgenerator-Fehler-Diagnoseschaltung **341** ist dafür ausgelegt, um Fehler in der Erregerwicklung **30** und/oder den Statorwicklungen **31** basierend auf der Ausgangs-Wechselspannung von der Statorwicklung **31** zu diagnostizieren und um Informationen, welche das Diagnose-Ergebnis angeben, zu der Alarm-Einstelleinheit **342** hindurchzulassen oder zu übertragen.

[0081] Die Alarm-Einstelleinheit **342** ist dafür ausgebildet, um Teile der Informationen, die von der Selbstdiagnose-Detektorschaltung **340** durchgelassen werden, und von der Wechselstromgenerator-Fehler-Diagnoseschaltung **341** in einen Informationscode umzuwandeln, welcher vorbestimmten Kommunikationsprozeduren zwischen dem Wechselstromgenerator **3** und der Steuereinheit **2** erfüllt, um da-

durch diese Informationen zu dem Kommunikations-Interface **330** hindurch zu übertragen.

[0082] Als nächstes werden die Operationen des Controllers **33** und der Steuereinheit **2** im Folgenden unter Hinweis auf die **Fig. 1** und **Fig. 2** beschrieben. Das Einschalten eines Zündschalters (nicht gezeigt) ermöglicht es, daß die Maschine gestartet wird und daß die Steuereinheit **2** die Steuerung des Wechselstromgenerators **3** startet.

[0083] Wenn bei dieser Konstruktion des Batterie-Ladesystems **1** die Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße größer ist als die Batteriespannung, fließt ein Strom von dem Wechselstromgenerator **3** zu der elektrischen Last **7** und zu der Batterie **5**. Die Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße wird durch den Controller **33** und die Steuereinheit **2** abhängig von der Batteriespannung und abhängig von anderen Parametern gesteuert.

[0084] Spezifischer ausgedrückt vergleicht gemäß der Darstellung in **Fig. 1** das Ziel-Befehlswert-Einstellmodul **20** der Steuereinheit **2** die Eigenschaften des Fahrzeugs und von jeder der elektrischen Lasten **6** und **7** mit vorbestimmten Bezugswerten. Als nächstes bestimmt das Modul **20** den Regulierspannung-Befehlswert, den Erregerstrom-Befehlswert, den Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert und den Allmählich-Änderungs-Steuerzeit-Befehlswert, basierend auf den Vergleichsergebnissen. Diese bestimmten oder festgelegten Befehlswerte werden in Informationscodes umgewandelt, um sie zu dem Kommunikations-Interface **21** weiterzuleiten.

[0085] Das Kommunikations-Interface **21** sendet die Informationscodes zu dem Controller **33** des Wechselstromgenerators **3** entsprechend dem Regulierspannung-Befehlswert, dem Erregerstrom-Befehlswert, dem Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert und dem Allmählich-Änderungs-Steuerzeit-Befehlswert.

[0086] Das Kommunikations-Interface **330** des Controllers **33** empfängt die Informationscodes, die von der Steuereinheit **2** gesendet werden und leitet diese zu dem Regulierspannung-Befehlswert-Einstellmodul **331a** bzw. dem Erregerstrom-Befehlswert-Einstellmodul **331b** bzw. dem Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert-Einstellmodul **331c** bzw. dem Allmählich-Änderungs-Steuerzeit-Befehlswert-Einstellmodul **331d**.

[0087] Das Regulierspannung-Befehlswert-Einstellmodul **331a** extrahiert den Regulierspannung-Befehlswert aus den empfangenen Informationscodes, um diese in die Zielspannung oder Sollspannung umzuwandeln. Das Erregerstrom-Befehlswert-Einstellmodul **331b** extrahiert den Erregerstrom-Befehlswert aus den empfangenen Informationscodes, um

diesen zu der Stromsteuerschaltung **333** weiterzuleiten. Darüber hinaus extrahiert das Einstellmodul **331c** den Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert aus den empfangenen Informationscodes, um diesen zu der Stromsteuerschaltung **333** weiterzuleiten, und das Allmählich-Änderungs-Steuerzeit-Befehlswert-Einstellmodul **331d** extrahiert den Allmählich-Änderungs-Steuerzeit-Befehlswert aus den empfangenen Informationscodes, um diesen zu der Stromsteuerschaltung **333** weiterzuleiten.

[0088] Die Spannungssteuerschaltung **332** erzeugt das Spannungssteuersignal, welches dafür erforderlich ist, um den Erregerstrom basierend auf der Sollspannung zu steuern, die durch das Modul **331a** bestimmt wird, und auch durch die Gleichspannung, die von dem Wechselstromgenerator **3** ausgegeben wird, um dadurch das erzeugte Spannungs-Steuersignal an die UND-Schaltung **334** auszugeben.

[0089] Die Stromsteuerschaltung **333** erzeugt basierend auf dem Erregerstrom-Befehlswert, dem Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert, dem Allmählich-Änderungs-Zeitsteuer-Befehlswert, dem Erregerstrom und dem Schaltzustand des Transistors **335** das Stromsteuersignal zum Steuern des Erregerstromes, der durch die Erregerwicklungen **30** fließt. Danach gibt die Stromsteuerschaltung **333** das erzeugte Stromsteuersignal an die UND-Schaltung **334** aus.

[0090] Die UND-Schaltung **334** führt eine logische UND-Operation an dem Spannungssteuersignal durch, welches von der Schaltung **332** ausgegeben wird, und in Verbindung mit dem Stromsteuersignal, welches von der Schaltung **333** ausgegeben wird, um das Schaltsignal zum Schalten des Transistors **335** zu erzeugen, um dadurch den Erregerstrom zu steuern oder zu regeln. Die UND-Schaltung **334** gibt das erzeugte Schaltsignal an die Basis des Transistors **335** aus.

[0091] Der Transistor **335** arbeitet in solcher Weise, um basierend auf dem Schaltsignal ein- und auszuschalten, welches von der UND-Schaltung **334** ausgegeben wird, und zwar bei jeder Schaltperiode. Das Tastverhältnis des Transistors **335** in jeder Schaltperiode steuert den Erregerstrom. Dies schafft die Möglichkeit, daß der Wechselstromgenerator **3** in stabiler Weise die Gleichspannung entsprechend der Soll- oder Zielspannung ausgibt (den Regulierspannung-Befehlswert).

[0092] Auf der anderen Seite sendet der Wechselstromgenerator **3** Informationen aus, die dessen Zuständen oder Bedingungen zugeordnet sind. Spezifischer ausgedrückt detektiert die Betriebsrate-Dektorschaltung **338** das Tastverhältnis des Transistors **335** entsprechend der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3**. Das Tastverhältnis des Transis-

tors **335** ist äquivalent zu der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** und wird mit Hilfe der Betriebsrate-Einstelleinheit **339** in einen Informationscode umgewandelt, der an die vorbestimmten Kommunikationsprozeduren zwischen dem Wechselstromgenerator **3** und der Steuereinheit **2** angepaßt ist, um dadurch zu dem Kommunikations-Interface **330** weitergeleitet zu werden.

[0093] Zusätzlich diagnostiziert die Eigenfehler-Diagnoseschaltung **340** Fehler in dem Controller **33** selbst und leitet die Informationen, die das Diagnoseergebnis angeben, zu der Alarm-Einstelleinheit **342** weiter. In ähnlicher Weise diagnostiziert die Wechselstromgenerator-Fehlerdiagnoseschaltung **341** Fehler in der Erregerwicklung **30** und/oder den Statorwicklungen **31**, basierend auf der Ausgangs-Wechselspannung aus der Statorwicklung **31** und leitet die Informationen, die das Diagnose-Ergebnis angeben, zu der Alarm-Einstelleinheit **342** weiter. Teile der Informationen, die von der Eigenfehler-Detektorschaltung **340** und der Wechselstromgenerator-Fehlerdiagnoseschaltung **341** weitergeleitet werden, wandelt die Alarm-Einstelleinheit **342** in einen Informationscode um, der die vorbestimmten Kommunikationsprozeduren zwischen dem Wechselstromgenerator **3** und der Steuereinheit **2** erfüllt bzw. an diese angepaßt ist, so daß diese zu dem Kommunikations-Interface **330** weitergeleitet werden.

[0094] Das Kommunikations-Interface **330** sendet die Informationscodes, die von der Betriebsrate-Einstelleinheit **339** und der Alarm-Einstelleinheit **342** stammen, an die Steuereinheit **2** bei den Kommunikationsprozeduren.

[0095] Das Kommunikations-Interface **21** empfängt die Informationscodes, die von dem Kommunikations-Interface **330** des Wechselstromgenerators **3** gesendet werden, um diese empfangenen Informationscodes zu dem Betriebsrate-Einstellmodul **22** und dem Alarm-Einstellmodul **24** weiterzuleiten.

[0096] Das Betriebsrate-Einstellmodul **22** extrahiert das Tastverhältnis des Wechselstromgenerators **3** aus den Informationscodes, die von den Kommunikations-Interface **21** weitergeleitet werden; dieses extrahierte Tastverhältnis des Wechselstromgenerators **3** entspricht der Betriebsrate desselben. Das Betriebsrate-Einstellmodul leitet das extrahierte Tastverhältnis des Wechselstromgenerators **3** zu dem Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **23** und der Maschinen-Steuerschaltung **26** weiter.

[0097] Das Alarm-Einstellmodul **24** extrahiert Informationen, die angeben, ob der Wechselstromgenerator **3** defekt ist, und zwar aus den Informationscodes, die von dem Kommunikations-Interface **21** weitergeleitet werden, und bestimmt, ob ein Fehler in dem Wechselstromgenerator **3** basierend auf den

extrahierten Informationen zu detektieren ist. Das Alarm-Einstellmodul **24** leitet das Bestimmungsergebnis desselben zu der Alarm-Steuerschaltung **25** weiter.

[0098] Das Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **23** bestimmt, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist, und zwar basierend auf dem Regulierspannung-Befehlswert und dem Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert, die durch das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20**, die Spannung der Batterie **5**, das Tastverhältnis des Wechselstromgenerators **3** entsprechend der Betriebsrate desselben, die durch das Betriebsrate-Einstellmodul **33** extrahiert wurden, den vorbestimmten annehmbaren Spannungsabfall ΔV und das zulässige Tastverhältnis ΔD bestimmt werden.

[0099] Wenn das Bestimmungsergebnis, welches von dem Alarm-Einstellmodul **24** weitergeleitet wird, angibt, daß ein Wechselstromgenerator-Fehler gefunden wurde, führt die Alarm-Steuerschaltung **25** vorbestimmte Operationen aus, um das Batterie-Ladesystem **1** zu schützen, und gibt ein Alarmsignal an eine Warnvorrichtung (nicht gezeigt) aus.

[0100] Die Maschinensteuerschaltung **26** steuert die Maschine basierend auf den Eigenschaften des Fahrzeugs und von jeder der Lasten **6** und **7**, anhand der Vielzahl der Ziel-Befehlswerte, die durch das Ziel-Befehlswert-Einstellmodul **20** eingestellt wurden, und basierend auf der Betriebsrate, die durch das Betriebsrate-Einstellmodul **22** festgelegt wurde.

[0101] Als nächstes werden die Bruch-Auffindungsoperationen des Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmoduls **23** der Steuereinheit **2** spezifisch unter Hinweis auf **Fig. 2** beschrieben. Spezifischer ausgedrückt führt die Steuereinheit **2** (die Module derselben) ein Programm (Algorithmus) aus, dessen Struktur (Prozedur) in **Fig. 2** veranschaulicht ist.

[0102] Das Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **23** stellt den Regulierspannung-Befehlswert ein, der durch das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** bestimmt wurde, und zwar als Regulierspannung-Befehlsvariable VREG, und stellt den Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert, der durch das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** bestimmt wurde, als Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlsvariable D bei dem Schritt **S101** ein.

[0103] Als nächstes stellt das Bestimmungsmodul **23** die Spannung der Batterie **5** ein, die mit Hilfe des entsprechenden Sensors gefühlt (gemessen) wurde, und zwar als Batterie-Spannungsvariable VS, und stellt das Tastverhältnis des Transistors **335** entsprechend der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** als eine Steuer-Tastverhältnis-Variable Fduty bei dem Schritt **S102** ein.

[0104] Anschließend vergleicht das Bestimmungsmodul **23** die Batterie-Spannungsvariable VS, die bei dem Schritt **S102** eingestellt wurde, mit einem Spannungs-Schwellenwert, der dadurch erhalten wird, indem der vorbestimmte annehmbare Spannungsabfall ΔV von dem Regulierspannung-Befehlswert VREG subtrahiert wird, was bei dem Schritt **S103** erfolgt. Es sei darauf hingewiesen, daß der annehmbare Spannungsabfall ΔV einen annehmbaren Wert eines Spannungsabfalls über dem Ladedraht **4** angibt, wenn ein Strom durch den Ladedraht **4** von dem Wechselstromgenerator **3** zur Batterie **5** fließt. Der annehmbare Spannungsabfall ΔV wird beispielsweise auf 1,5V festgelegt.

[0105] Zusätzlich vergleicht das Bestimmungsmodul **23** bei dem Schritt **S103** die Steuer-Tastverhältnis-Variable Fduty, die bei dem Schritt **S102** eingestellt wurde, mit einem Tastverhältnis-Schwellenwert, der dadurch erhalten wird, indem das vorbestimmte annehmbare Tastverhältnis ΔD von dem Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert D subtrahiert wird, der bei dem Schritt **S101** eingestellt wurde. Es sei darauf hingewiesen, daß das annehmbare Tastverhältnis ΔD eine Tastverhältnis-Verschiebung bedeutet, die annehmbar ist, wenn der Vergleich bei dem Schritt **S 103** durchgeführt wird. Der Tastverhältnis-Schwellenwert bestimmt die obere Grenze der Steuer-Tastverhältnis-Variablen Fduty entsprechend dem Tastverhältnis des Transistors **335** (der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3**).

[0106] Als ein Ergebnis des Vergleiches, der bei dem Schritt **S103** durchgeführt wird, erfolgt dann, wenn die Batteriespannung-Variable VS niedriger liegt als der Spannungs-Schwellenwert und die Steuer-Tastverhältnis-Variable Fduty niedriger liegt als der Tastverhältnis-Schwellenwert, mit anderen Worten, wenn die folgenden Gleichungen gelten $VS < VREG - \Delta V$ und $Fduty < D - \Delta D$ (die Bestimmung bei dem Schritt **S103** lautet JA), erfolgt eine Verschiebung des Bestimmungsmoduls **23** zu dem Schritt **S104**.

[0107] Bei dem Schritt **S104** bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, daß die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** abgenommen hat, obwohl die Spannung der Batterie **5** abgefallen ist, so daß dadurch entschieden wird, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist. Mit anderen Worten bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, daß die Energieanforderungen der elektrischen Lasten **6** und **7** reduziert worden sind, obwohl die Spannung der Batterie **5** abgenommen hat, wodurch eine Entscheidung getroffen wird, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0108] Wenn entschieden wird, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, stellt das Ziel-Befehlswert-Einstellmodul **20** den Regulierspannung-Befehlswert auf einen vorbestimmten Wert ein, der es ermöglicht, daß der

Wechselstromgenerator **3** und die elektrische Last **7** geschützt werden. Beispielsweise stellt das Einstellmodul **20** den Regulierspannung-Befehlswert auf einen vorbestimmten Wert von 14,5 V ein. Der vorbestimmte Wert von 14,5 V liegt höher als die Offenkreis-Spannung der Batterie **5** von beispielsweise 12,8 V und ist gleich mit oder niedriger als die maximal zulässige Spannung von jeweils dem Wechselstromgenerator **3** und den elektrischen Lasten **6** und **7** bei dem Schritt **S104**. Die Alarm-Steuerschaltung **25** veranlaßt die Warnvorrichtung, ein hörbares oder sichtbares Alarmsignal an einen Fahrer des Fahrzeugs auszugeben, was bei dem Schritt **S104** erfolgt.

[0109] Wenn im Gegensatz dazu beispielsweise nach der Operation bei dem Schritt **S104** als Ergebnis des Vergleichs bei dem Schritt **S 103** die Batteriespannung-Variable VS niedriger liegt als der Spannungs-Schwellenwert und die Steuer-Tastverhältnis-Variable Fduty gleich ist mit oder höher liegt als der Tastverhältnis-Schwellenwert, mit anderen Worten, wenn die Gleichungen gelten $VS < VREG - \Delta V$ und $Fduty \geq D - \Delta D$ (die Bestimmung oder Entscheidung bei dem Schritt **S103** lautet NEIN), erfolgt eine Verschiebung des Bestimmungsmoduls **23** zu dem Schritt **S105**.

[0110] Bei dem Schritt **S105** bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, daß die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** zugenommen hat, und zwar mit einer Abnahme der Spannung der Batterie **5**, wodurch eine Entscheidung getroffen wird, daß der Ladedraht **4** nicht gebrochen ist. Mit anderen Worten bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, daß die Energieanforderungen der elektrischen Lasten **6** und **7** mit Abnahme der Spannung der Batterie **5** angestiegen sind.

[0111] Wenn in ähnlicher Weise als Ergebnis des Vergleichs bei dem Schritt **S103** die Batteriespannung-Variable VS gleich ist mit oder höher liegt als der Spannungs-Schwellenwert, und selbst wenn die Steuer-Tastverhältnis-Variable Fduty niedriger liegt als der Tastverhältnis-Schwellenwert (die Bestimmung oder Entscheidung bei dem Schritt **S 103** lautet NEIN), erfolgt eine Verschiebung des Bestimmungsmoduls **23** zu dem Schritt **S105**. Bei dem Schritt **S105** bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, daß die Batteriespannung angestiegen ist, und zwar mit einer Abnahme der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3**, so daß dadurch die Entscheidung getroffen wird, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist.

[0112] Wenn bei dem Schritt **S105** bestimmt wird, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist, stellt das Ziel-Befehlswert-Einstellmodul **20** den Regulierspannung-Befehlswert zurück, um den Schutz des Wechselstromgenerators **3** aufzuheben, wodurch normalerweise der Regulierspannung-Befehlswert bestimmt wird. Die Alarm-Steuerschaltung **25**

bricht den Alarm ab, der von der Warnvorrichtung ausgegeben wird.

[0113] Es werden nunmehr in spezifischer Weise die Bruchfeststell-Operationen des Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmoduls **23** der Steuereinheit **2** beschrieben, während die Steuereinheit **2** den Wechselstromgenerator **3** so steuert, daß die Regulierspannung-Befehlsvariable **VREG** auf 14,5 V eingestellt wird und die Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlsvariable **D** auf 100 % eingestellt wird.

[0114] Wenn der Ladedraht **4** gebrochen ist, kann der Wechselstromgenerator **3** die Batterie **5** nicht laden, so daß die Spannung der Batterie **5** abfällt, und zwar bis angenähert etwa 12 V. Die Abtrennung des Ladedrahtes bewirkt, daß die elektrische Last des Wechselstromgenerators reduziert wird, wodurch die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** reduziert wird. Das Tastverhältnis des Transistors **335** nimmt beispielsweise auf angenähert 7 % ab, und zwar mit dem Abfall der Betriebsrate des Wechselstromgenerators.

[0115] Daher bestimmt das Bestimmungsmodul **23** bei dem Schritt **S103** aufgrund dessen, daß die folgenden Gleichungen gelten: $VS < VREG - \Delta V (12 \text{ V} < 14,5 \text{ V} - 1,5 \text{ V})$ und $Fduty < D - \Delta D (7 \% < 100 \% - 5 \%)$, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0116] Es sei in Verbindung mit diesem spezifischen Beispiel darauf hingewiesen, daß dann, wenn der Ladedraht gebrochen ist, das Tastverhältnis des Transistors **335** auf ca. 7 % abfällt.

[0117] Wenn in diesem Fall der Wechselstromgenerator-Rotor mit einer hohen Drehzahl angetrieben wird, nimmt das Tastverhältnis des Transistors **335** weiter ab. Selbst wenn die elektrische Last **7** direkt an den Wechselstromgenerator **3** angeschlossen ist, können die Operationen des Bestimmungsmoduls **23**, wie in **Fig. 2** veranschaulicht ist, eine Bestimmung oder Entscheidung treffen, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist, und zwar mit Genauigkeit, da das Tastverhältnis lediglich nicht mehr als mehrere 10 % anwächst.

[0118] Wenn im Gegensatz dazu bei diesem spezifischen Beispiel der Ladedraht nicht gebrochen ist, reduziert eine Zunahme der Energieanforderungen der elektrischen Last **6** und **7** die Spannung der Batterie **5** bis ca. 12 V. In diesem Fall erhöht die Abnahme der Batteriespannung die elektrische Last des Wechselstromgenerators, wobei bewirkt wird, daß die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** ansteigt. Das Tastverhältnis des Transistors **335** wächst an, und zwar mit Ansteigen der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3**, so daß dieses 100 % erreicht.

[0119] Bei dem Schritt **S 103** bestimmt daher das Bestimmungsmodul **23**, da die Gleichungen gelten $VS < VREG - \Delta V (12 \text{ V} < 14,5 \text{ V} - 1,5 \text{ V})$ und $Fduty > D - \Delta D (100 \% > 100 \% - 5 \%)$, daß der Ladedraht **4** nicht gebrochen ist.

[0120] Bei diesem spezifischen Beispiel sinkt die Batteriespannung auf etwa 12 V ab, und zwar mit Erhöhung des Energieverbrauchs der elektrischen Lasten **6** und **7**. Wenn die Energieanforderungen der elektrischen Lasten **6** und **7** innerhalb der verfügbaren Stromversorgungsenergie des Wechselstromgenerators **3** gehalten wird, wird das Absenken der Batteriespannung begrenzt, wodurch die Möglichkeit geschaffen wird, zu verhindern, daß die Batteriespannung von dem Spannungs-Schwellenwert aus absinkt; dieser Spannungs-Schwellenwert wird dadurch erhalten, indem man den annehmbaren Spannungsabfall (ΔV) von der Regulierspannung-Befehlsvariablen (**VREG**) subtrahiert.

[0121] Wie oben beschrieben ist, ist bei der ersten Ausführungsform das Batterie-Ladesystem **1** in solcher Weise konfiguriert, daß der Wechselstromgenerator **3** basierend auf einer Vielzahl von Ziel- oder Soll-Befehlswerten gesteuert oder geregelt wird, die zwischen dem Wechselstromgenerator **3** und der Steuereinheit **2** übertragen werden. Bei einer solchen Konfiguration des Systems **1** ist es möglich zu bestimmen, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, wenn die Batteriespannung-Variable **VS** niedriger liegt als der Spannungs-Schwellenwert, der erhalten wird, indem man den annehmbaren Spannungsabfall ΔV von der Regulierspannung-Befehlsvariablen **VREG** subtrahiert, und wenn die Steuer-Tastverhältnis-Variable **Fduty** niedriger liegt als der Tastverhältnis-Schwellenwert, der dadurch erhalten wird, indem man das vorbestimmte annehmbare Tastverhältnis ΔD von der Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlsvariablen **D** subtrahiert. Dies ermöglicht eine Bestimmung, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist, und zwar ohne die Verwendung von A/D-Umsetzern, die für die herkömmliche Bestimmung erforderlich sind, bei der die Spannungsdifferenz zwischen der Ausgangsgröße des Wechselstromgenerators und der Batteriespannung verwendet wird. Dies schafft die Möglichkeit, das Ladesystem **1** einfach zu konstruieren, um zu detektieren, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0122] Darüber hinaus ist es bei der ersten Ausführungsform möglich, die Steuer-Tastverhältnis-Variable **Fduty** mit dem Tastverhältnis-Schwellenwert zu vergleichen, der dadurch erhalten wird, indem man das vorbestimmte annehmbare Tastverhältnis ΔD von der Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlsvariablen **D** subtrahiert. Dies erlaubt eine zuverlässige Bestimmung darüber, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist, und zwar unter Vermeidung einer fehlerhaften Entscheidung oder Bestimmung.

[0123] Bei der Konstruktion des Systems **1** gemäß der ersten Ausführungsform, bei der das Tastverhältnis des Transistors **335** zur Steuereinheit **2** geliefert wird, wird die Möglichkeit geschaffen, daß die Steuereinheit **2** in einfacher Weise die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** aufnehmen kann.

[0124] Wenn ferner bestimmt wird, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, wird der Regulierspannung-Befehlswert auf eine vorbestimmte Spannung eingestellt, die einen Schutz des Wechselstromgenerators **3** und der elektrischen Last **7** ermöglicht, die direkt an diesen angeschlossen ist, wobei kontinuierlich Energie zu der elektrischen Last **7** zugeführt wird und die Abtrennung des Ladedrahtes **4** dem Fahrer mitgeteilt wird.

[0125] Wenn bei der ersten Ausführungsform die Ladeleitung oder der Ladedraht **4** als gebrochen bestimmt wird, ist es möglich, den Regulierspannung-Befehlswert höher einzustellen als die Offenkreis-Spannung der Batterie **5** und auch gleich mit oder niedriger als die maximal zulässige Spannung einzustellen von beispielsweise der elektrischen Last **7**, die direkt an den Wechselstromgenerator **3** angeschaltet ist. Dies bedingt eine Fortsetzung der Bestimmung, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, und zwar nach der Bestimmung des Bruches in der Ladeleitung **4**, um den Wechselstromgenerator **3** und die elektrische Last **7** zu schützen, und um dem Fahrer mitzuteilen, daß eine Abtrennung des Ladedrahtes **4** stattgefunden hat.

ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM

[0126] Ein Beispiel der Operationen eines Batterie-Ladesystems gemäß einer zweiten Ausführungsform zum Detektieren eines Bruches in einem Ladedraht **4** ist in **Fig. 3** veranschaulicht. Bei der zweiten Ausführungsform sind einige Operationen des Ladesystems gemäß der zweiten Ausführungsform, die von den Operationen des Ladesystems **1** gemäß der ersten Ausführungsform verschieden sind, hauptsächlich beschrieben. Die Beschreibung der gleichen Operationen des Ladesystems gemäß der zweiten Ausführungsform wie derjenigen des Ladesystems **1** sind daher hier weggelassen oder vereinfacht, ausgenommen, wenn dies erforderlich ist. Es sei erwähnt, daß Elemente des Ladesystems gemäß der zweiten Ausführungsform, die im wesentlichen identisch mit solchen des Ladesystems **1** gemäß der ersten Ausführungsform sind, die in **Fig. 1** gezeigt ist, durch die gleichen Bezugszeichen wie in **Fig. 1** bezeichnet sind. Die Beschreibung der Elemente des Ladesystems gemäß der zweiten Ausführungsform wird daher weggelassen oder vereinfacht.

[0127] Bruch-Feststelloperationen des Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmoduls **23** der Steuereinheit **2** werden unter Hinweis auf **Fig. 3** spezifisch beschrie-

ben. Die Steuereinheit **2** (die Module derselben) führen ein Programm (Algorithmus) aus, dessen Struktur (Prozedur) in **Fig. 3** veranschaulicht ist.

[0128] Gemäß **Fig. 3** stellt das Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **23** der Steuereinheit **2** nach der Vervollständigung einer Operation bei einem vorbestimmten Schritt in einem vorbestimmten Programm den Regulierspannung-Befehlswert, der durch das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** bestimmt wurde, als Regulierspannung-Befehlsvariable VREG bei dem Schritt **S201** ein und stellt die Spannung der Batterie **5**, die durch den entsprechenden Sensor gefühlt (gemessen) wurde, als Batteriespannung-Variable VS ein, was bei dem Schritt **S202** geschieht.

[0129] Als nächstes vergleicht das Bestimmungsmodul **23** bei dem Schritt **S203** die Batteriespannung-Variable VS, die bei dem Schritt **S202** eingestellt wurde, mit einem Spannungs-Schwellenwert, der dadurch erhalten wird, indem der vorbestimmte annehmbare Spannungsabfall ΔV von dem Regulierspannung-Befehlswert VREG subtrahiert wird, der bei dem Schritt **S201** eingestellt wurde.

[0130] Als ein Ergebnis des Vergleichs bei dem Schritt **S203** erfolgt dann, wenn die Batteriespannung-Variable VS gleich ist mit oder größer ist als der Spannungs-Schwellenwert ($VS \geq VREG - \Delta V$) (die Entscheidung bei dem Schritt **S203** lautet NEIN), eine Verschiebung des Bestimmungsmoduls **23** zu dem Schritt **S204**.

[0131] Bei dem Schritt **S204** bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, da der Abfall in der Batteriespannung gering ist, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist. Im Ansprechen auf die Bestimmung des Moduls **23** beseitigt das Ziel-Befehlswert-Einstellmodul **20** den Schutz des Wechselstromgenerators **3**, um auf normale Weise den Regulierspannung-Befehlswert zu bestimmen, und hebt den Alarm auf, der von der Warnvorrichtung ausgegeben wird, und zwar in Fällen, bei denen die zuvor erläuterte Operation bei dem Schritt **S211** bereits ausgeführt worden ist. Danach erfolgt eine Verschiebung der Steuereinheit **2** zu einem Schritt, nächstfolgend dem vorbestimmten Schritt in dem vorbestimmten Programm.

[0132] Wenn im Gegensatz dazu als Ergebnis des Vergleichs bei dem Schritt **S203** die Batteriespannung-Variable VS niedriger liegt als der Spannungs-Schwellenwert ($VREG < VREG - \Delta V$) (die Entscheidung bei dem Schritt **S203** lautet JA), bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, ob der Strom-Tastverhältnis-Befehlswert durch das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** eingestellt wurde, was bei dem Schritt **S205** erfolgt.

[0133] Bei dem Schritt **S205** wird bestimmt, daß kein Strom-Tastverhältnis-Befehlswert durch das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** eingestellt wurde (die Entschei-

dung bei dem Schritt **S205** lautet NEIN), das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** stellt den Strom-Tastverhältnis-Befehlswert auf 100 % als eine Strom-Tastverhältnis-Befehlsvariable **D** bei dem Schritt **S206** ein.

[0134] Im Gegensatz dazu wird bei dem Schritt **S205** bestimmt, daß der Strom-Tastverhältnis-Befehlswert durch das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** eingestellt worden ist (die Entscheidung bei dem Schritt **S205** lautet JA), so bestimmt das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20**, ob eine Bestimmung eines Bruches in dem Ladedraht **4** auszuführen ist, und zwar basierend auf dem Strom-Tastverhältnis-Befehlswert, was bei dem Schritt **S207** erfolgt.

[0135] Wenn als ein Ergebnis der Bestimmung bei dem Schritt **S207** der Strom-Tastverhältnis-Befehlswert nicht zeitweilig eingestellt wurde, um beispielsweise die Maschinenlast zu reduzieren, so daß bestimmt wird, daß eine Bestimmung eines Bruches in dem Ladedraht **4** erfolgt (die Entscheidung bei dem Schritt **S207** lautet JA), erfolgt eine Verschiebung des Ziel-Befehl-Einstellmoduls **20** zu dem Schritt **S208**. Bei dem Schritt **S208** stellt das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** den Strom-Tastverhältnis-Befehlswert, der dadurch bestimmt wurde, als Strom-Tastverhältnis-Befehlsvariable **D** ein.

[0136] Wenn im Gegensatz dazu der Strom-Tastverhältnis-Befehlswert zeitweilig eingestellt wurde, um beispielsweise die Maschinenlast zu reduzieren, so daß bestimmt wird, daß keine Bestimmung hinsichtlich eines Bruches in dem Ladedraht **4** ausgeführt wird, und zwar aufgrund der Vermeidung einer fehlerhaften Bestimmung (die Bestimmung oder Entscheidung bei dem Schritt **S207** lautet NEIN), kehrt das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** zu dem Schritt **S201** zurück.

[0137] Wenn die Strom-Befehlsvariable **D** bei dem Schritt **S206** oder **S208** eingestellt wurde, stellt das Bestimmungsmodul **23** das Tastverhältnis des Transistors **335** entsprechend der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** ein, die durch das Modul **22** extrahiert wurde, und zwar als Steuer-Tastverhältnis-Variable **Fduty**, was bei dem Schritt **S209** erfolgt.

[0138] Als nächstes vergleicht das Bestimmungsmodul **23** die Steuer-Tastverhältnis-Variable **Fduty** mit einem Tastverhältnis-Schwellenwert, der dadurch erhalten wird, indem das vorbestimmte annehmbare Tastverhältnis ΔD von dem Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert **D** subtrahiert wird, der bei dem Schritt **S206** oder **S208** eingestellt wurde, was bei dem Schritt **S210** erfolgt.

[0139] Wenn die Steuer-Tastverhältnis-Variable **Fduty** niedriger liegt als der Tastverhältnis-Schwellenwert, also mit anderen Worten, wenn die Gleichung gilt entsprechend $Fduty < D - \Delta D$ (die Entschei-

dung bei dem Schritt **S210** lautet JA), bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0140] Wenn bestimmt wird, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, stellt das Einstellmodul **20** den Regulierspannung-Befehlswert auf einen vorbestimmten Wert ein, der es ermöglicht, daß der Wechselstromgenerator **3** und die elektrische Last **7** geschützt werden. Beispielsweise stellt das Einstellmodul **20** den Regulierspannung-Befehlswert auf einen vorbestimmten Wert von 14,5 V ein. Der vorbestimmte Wert von 14,5 V liegt höher als die Offenkreis-Spannung der Batterie **5** von beispielsweise 12,8 V und liegt gleich mit oder niedriger als die maximal zulässige Spannung von jeder der Vorrichtungen gemäß dem Wechselstromgenerator **3** und den elektrischen Lasten **6** und **7**, was bei dem Schritt **S211** erfolgt. Die Alarm-Steuerschaltung **25** bewirkt, daß die Warnvorrichtung ein hörbares oder sichtbares Alarmsignal ausgibt, und zwar an den Fahrer des Fahrzeugs, was bei dem Schritt **S211** erfolgt. Danach kehrt das Modul **23** zu dem Schritt **S201** zurück.

[0141] Wenn im Gegensatz dazu die Steuer-Tastverhältnis-Variable **Fduty** gleich ist mit oder größer ist als der Tastverhältnis-Schwellenwert, mit anderen Worten, wenn die Gleichung gemäß $Fduty \geq D - \Delta D$ gilt (die Entscheidung bei dem Schritt **S210** lautet NEIN), bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, daß der Ladedraht **4** keine Unterbrechungen aufweist.

[0142] Wenn bei dem Schritt **S212** bestimmt wird, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen oder Unterbrechungen aufweist, beseitigt das Ziel-Befehls-Einstellmodul **20** den Schutz des Wechselstromgenerators **3**, um auf normale Weise den Regulierspannung-Befehlswert zu bestimmen, und hebt den Alarm auf, der von der Warnvorrichtung ausgegeben wird, und zwar in Fällen, bei denen die Operation bei dem Schritt **S211** bereits ausgeführt worden ist. Danach kehrt das Modul **23** zu dem Schritt **S 201** zurück.

[0143] Es werden nun im Folgenden die Bruchauffindungs-Operationen des Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmoduls **23** der Steuereinheit **2** beschrieben, wobei die Steuereinheit **2** den Wechselstromgenerator **3** in solcher Weise steuert, daß die Regulierspannung-Befehlsvariable **VREG** auf 14,5 V eingestellt ist.

[0144] Wenn der Ladedraht keine Bruchstellen aufweist, wird die Batteriespannung auf beispielsweise angenähert 14 V gehalten. Da in diesem Zustand bei dem Schritt **S203** die Gleichung gilt gemäß $VS > VREG - \Delta V (14V > 14,5 V - 1,5 V)$, bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist.

[0145] Wenn im Gegensatz dazu der Ladedraht gebrochen wurde und/oder die Energieanforderungen

der elektrischen Last **6** und **7** zunehmen, fällt die Spannung der Batterie **5** auf beispielsweise annähernd 12 V ab. In diesem Zustand bestimmt das Bestimmungsmodul **23** bei dem Schritt **S203**, da die Gleichung gilt gemäß $VS < VREG - \Delta F (12 V < 14,5 V - 1,5 V)$, bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, wodurch bestimmt wird, ob der Strom-Tastverhältnis-Befehlswert durch das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** gesetzt wurde, was bei dem Schritt **S205** erfolgt.

[0146] Bei dem Schritt **S205** wird bestimmt, daß kein Strom-Tastverhältnis-Befehlswert durch das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** gesetzt wurde, und das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** setzt dann den Strom-Tastverhältnis-Befehlsvariable D , wodurch die Ladedraht-Bruch-Bestimmungsoperationen bei den Schritten **209** und **S 210** ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform ausgeführt werden.

[0147] Wenn im Gegensatz dazu bestimmt wird, daß der Strom-Tastverhältnis-Befehlswert das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20** bei dem Schritt **S207** gesetzt wurde, bestimmt das Ziel-Befehl-Einstellmodul **20**, ob eine Bestimmung eines Bruches des Ladedrahtes **4** basierend auf dem Strom-Tastverhältnis-Befehlswert auszuführen ist.

[0148] Wenn als Ergebnis der Bestimmung bei dem Schritt **S207** der Strom-Tastverhältnis-Befehlswert zeitweilig gesetzt wurde, um beispielsweise die Maschinenlast zu reduzieren, so daß eine Bestimmung durchgeführt wird, daß eine Entscheidung hinsichtlich eines Bruches in dem Ladedraht **4** nicht ausgeführt wird, führt das Bestimmungsmodul **23** keine Bestimmung oder Entscheidung hinsichtlich eines Bruches des Ladedrahtes **4** durch, wodurch eine fehlerhafte Bestimmung oder Entscheidung vermieden wird. Es ist darüber hinaus in diesem Fall möglich, Fehlfunktionen der Wechselstromgenerator-Schutzoperationen und der Alarmgabe-Operationen zu vermeiden. Spezifisch dann, wenn der Strom-Tastverhältnis-Befehlswert zeitweilig gesetzt worden ist, um beispielsweise die Maschinenlast zu reduzieren, kann das Bestimmungsmodul **23** bestimmen, daß die Ladeleitung bzw. der Ladedraht **4** gebrochen ist, obwohl der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist.

[0149] Wenn im Gegensatz dazu der Strom-Tastverhältnis-Befehlswert nicht zeitweilig gesetzt worden ist, um beispielsweise die Maschinenlast zu reduzieren, und gesetzt wurde, um konstant die Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße **3** zu begrenzen, führt das Bestimmungsmodul **23** eine Bestimmung hinsichtlich eines Bruches des Ladedrahtes **4** durch.

[0150] Wenn beispielsweise der Strom-Tastverhältnis-Befehlswert auf beispielsweise 70 % gesetzt wor-

den ist, wenn der Ladedraht **4** gebrochen ist, und zwar bei dem Schritt **S210**, da die Gleichung gilt gemäß $Fduty < D - \Delta D (7 \% < 70 \% - 5 \%)$, bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0151] Wenn im Gegensatz dazu die Energieanforderungen der elektrischen Lasten **6** und **7** zunehmen, und zwar bei dem Schritt **S210**, da die Gleichung gilt entsprechend $Fduty > D - \Delta D (70 \% > 70 \% - 5 \%)$, bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist.

[0152] Wie oben beschrieben ist, ist es bei der zweiten Ausführungsform möglich, die Steuer-Tastverhältnis-Schwellenwert zu vergleichen, der dadurch erhalten wird, indem das vorbestimmte annehmbare Tastverhältnis ΔD von dem Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert D subtrahiert wird, und zwar nach dem Vergleich der Batteriespannungs-Variablen VS mit dem Spannungs-Schwellenwert, der erhalten wird, indem der vorbestimmte annehmbare Spannungsabfall ΔV von dem Regulierspannung-Befehlswert $VREG$ subtrahiert wird. Dies kann den Bedarf nach einer Kompensation der Steuer-Tastverhältnis-Variablen $Fduty$ mit dem Tastverhältnis-Schwellenwert beseitigen, wenn die Batteriespannung-Variable VS gleich ist mit oder höher ist als der Spannungs-Schwellenwert, der erhalten wird, indem der vorbestimmte annehmbare Spannungsabfall ΔV von dem Regulierspannung-Befehlswert $VREG$ subtrahiert wird. Dies schafft die Möglichkeit, die Betriebszeit der Bestimmung zu reduzieren, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0153] Wenn die Steuereinheit **2** zeitweilig den Strom-Tastverhältnis-Befehlswert einstellt, um beispielsweise die Maschinenlast zu reduzieren, erlaubt es die zweite Ausführungsform, zusätzlich zu bestimmen, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist, bzw. diese Bestimmung zu unterbrechen. Dies kann eine fehlerhafte Bestimmung vermeiden, die durch Begrenzung des Tastverhältnisses des Transistors **335** verursacht wird, um den Erregerstrom zu steuern oder zu regeln.

DRITTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0154] Ein Beispiel eines Schaltungsaufbaus eines Batterie-Ladesystems **1A** gemäß einer dritten Ausführungsform ist in **Fig. 4** veranschaulicht. Bei der dritten Ausführungsform sind einige der Elemente und Operationen des Ladesystems **1A**, die verschieden von den Elementen und Operationen des Ladesystems **1** gemäß der ersten und der zweiten Ausführungsform sind, hauptsächlich beschrieben. Beschreibungen der gleichen Elemente und Operationen des Ladesystems **1A** wie diejenigen des Ladesystems **1** sind daher hier weggelassen oder vereinfacht, ausgenommen, wenn dies erforderlich wird. Es

sei darauf hingewiesen, daß Elemente des Ladesystems **1A**, die im wesentlichen identisch mit denjenigen des Ladesystems **1** sind, welches in **Fig. 1** gezeigt ist, durch die gleichen Bezugszeichen wie in **Fig. 1** bezeichnet sind. Die Beschreibung der Elemente des Ladesystems **1A** derselben wird hier weggelassen oder vereinfacht.

[0155] Das Batterie-Ladesystem **1A** enthält einen Controller **33A**, und der Controller **33A** ist mit einer Spannungs-Steuerschaltung **332A** und einer Betriebsrate-Detektorschaltung **343** ausgestattet.

[0156] Wie in **Fig. 4** veranschaulicht ist, ist die Spannungs-Steuerschaltung **332A** dafür ausgelegt, um basierend auf der Zielspannung, die durch das Modul **331a** und durch die Ausgangs-Gleichspannung aus dem Wechselstromgenerator **3** bestimmt wird, das Spannungs-Steuersignal (PWM-Signal) zu erzeugen, welches zur Steuerung des Erregerstromes erforderlich ist, um dadurch das Spannungs-Steuersignal an die UND-Schaltung **334** auszugeben.

[0157] Spezifischer ausgedrückt ist die Spannungs-Steuerschaltung **332A** mit einem ersten Widerstand **332a**, einem zweiten Widerstand **332b** und einem Komparator **332c** ausgestattet. Der erste und der zweite Widerstand **332a** und **332b** sind in Reihe geschaltet. Ein Ende des ersten Widerstandes **332a** ist mit dem Verbindungspunkt **P1** verbunden, der eine Verbindung zwischen der Ladeleitung und dem Gleichrichter **32** herstellt. Ein Ende des zweiten Widerstandes **332b** ist mit dem Fahrzeugkörper verbunden, um geerdet zu werden oder mit Masse verbunden zu werden. Der Komparator **332c** besitzt einen Invertierungs-Eingangsanschluß, einen Nicht-Invertierungs-Eingangsanschluß und einen Ausgangsanschluß. Der Invertierungsanschluß ist mit einem Verbindungspunkt zwischen dem ersten und dem zweiten Widerstand **332a** und **332b** verbunden. Der Nicht-Invertierungs-Eingangsanschluß ist mit dem Regulierspannung-Befehlswert-Einstellmodul **331a** verbunden. Der Ausgangsanschluß ist mit der UND-Schaltung **334** verbunden.

[0158] Die Betriebsrate-Detektorschaltung **343** ist so konfiguriert, um ein Tastverhältnis des Transistors **335** zu detektieren, welches der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** entspricht, bevor eine Begrenzung erfolgt, und zwar basierend auf dem Strom-Steuersignal.

[0159] Die UND-Schaltung **334** zum Erzeugen des Schaltsignals ist dafür ausgelegt, um die logische UND-Operation in bezug auf das Spannungs-Steuersignal auszuführen, welches von der Schaltung **332A** ausgegeben wird, und in bezug auf das Strom-Steuersignal auszuführen, welches von der Schaltung **333** ausgegeben wird. Das Schaltsignal für den Transistor **335** wird daher in solcher Weise be-

stimmt, daß das Spannungs-Steuersignal begrenzt wird, und zwar basierend auf dem Strom-Steuersignal. Dies bewirkt, daß das Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals äquivalent zur Betriebsrate des Wechselstromgenerators ist, und zwar bevor eine Begrenzung erfolgt, basierend auf dem Strom-Steuersignal.

[0160] Spezifischer ausgedrückt ist die Betriebsrate-Detektorschaltung **343** mit einem Verbindungspunkt **R** zwischen dem Ausgangsanschluß des Komparators **332c** und der UND-Schaltung **334** verbunden. Die Betriebsrate-Detektorschaltung **343** ist als eine einfach strukturierte digitale Schaltung, wie beispielsweise ein Zähler ausgelegt, und zwar ohne Verwendung von A/D-Umsetzern, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform.

[0161] Spezifischer ausgedrückt ist der Komparator **332c** so ausgelegt, daß er basierend auf der Zielspannung, die durch das Modul **331a** und die Gleichspannung, welche von dem Wechselstromgenerator **3** ausgegeben wird, bestimmt wird, ein Spannungs-Steuersignal wie ein PWM-Signal erzeugt, welches zur Steuerung des Erregerstromes erforderlich ist. Das PWM-Signal besteht aus einer Folge von Impulsen mit hohen und niedrigen Spannungen in vorbestimmten Zeitintervallen (Perioden) mit einem vorbestimmten Bezugs-Tastverhältnis.

[0162] Beispielsweise mißt der Zähler jede Periode des Spannungs-Steuersignals und einer Hochpegel-Periode, während welcher das Spannungs-Steuersignal sich auf einem hohen Spannungspegel in jeder Periode des Spannungs-Steuersignals befindet. Der Zähler berechnet auch, basierend auf den gemessenen Werten, das Verhältnis der Periode entsprechend dem hohen Pegel mit jeder Periode des Spannungs-Steuersignals als Bezugs-Tastverhältnis des Transistors **335**, ausgedrückt in Prozenten.

[0163] Die Betriebsrate-Einstelleinheit **339** arbeitet in solcher Weise, um das Bezugs-Tastverhältnis des Transistors **335** entsprechend der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** vor einer Begrenzung basierend auf dem Strom-Steuersignal, welches durch die Betriebsrate-Detektorschaltung **343** detektiert wird, in einen Informationscode umzuwandeln, um diesen dann zu dem Kommunikations-Interface **330** weiterzuleiten. Der Informationscode erfüllt vorbestimmte Kommunikationsprozeduren zwischen dem Wechselstromgenerator **3** und der Steuereinheit **2**. Der Informationscode wird zu der Steuereinheit **2** über das Kommunikations-Interface **330** gesendet.

[0164] Die Bruch-Auffindungsoperationen des Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmoduls **23** der Steuereinheit **2** werden nun in spezifischer Form unter Hinweis auf **Fig. 5** beschrieben. Die Steuereinheit **2** führt ein

Programm aus, dessen Struktur in **Fig. 5** veranschaulicht ist.

[0165] Gemäß **Fig. 5** wurden die Operationen des Zielbefehl-Einstellmoduls **20** oder des Bestimmungsmoduls **23** bei den Schritten **S201 - S204** bereits in Verbindung mit der zweiten Ausführungsform beschrieben, so daß Beschreibungen derselben hier weggelassen werden.

[0166] Als ein Ergebnis des Vergleichs bei dem Schritt **S203** wird, wenn die Batteriespannungs-Variable **VS** niedriger liegt als der Spannungs-Schwellenwert ($VS < VREG - \Delta V$) (die Entscheidung bei dem Schritt **S203** lautet JA), das Bestimmungsmodul **23** zu dem Schritt **S301** verschoben. Bei dem Schritt **S301** stellt das Bestimmungsmodul **23** als eine Spannungs-Steuer-Tastverhältnis-Variable **Rduty** das Bezugs-Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals entsprechend der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** ein, und zwar vor einer Begrenzung basierend auf dem Stromsteuersignal, welches durch das Betriebsrate-Einstellmodul **23** extrahiert wurde.

[0167] Als nächstes bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, ob die Spannungs-Steuer-Tastverhältnis-Variable **Rduty** gleich ist mit 100 % (Betriebsrate-Schwellenwert) entsprechend den Fällen, bei denen der maximale Erregerstrom durch die Erregerwicklung **30** fließt, was bei dem Schritt **S302** erfolgt.

[0168] Wenn bestimmt wird, daß die Spannungs-Steuer-Tastverhältnis-Variable **Rduty** verschieden von 100 % ist (die Bestimmung oder Entscheidung bei dem Schritt **S302** lautet NEIN), bewirkt der Controller **33** nicht, daß ein maximaler Erregerstrom durch die Erregerwicklung **30** fließt, selbst wenn die Batteriespannung abfällt. Das Bestimmungsmodul **23** bestimmt daher, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0169] Wenn bestimmt wird, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, stellt das Einstellmodul **20** den Regulierspannung-Befehlswert auf einen vorbestimmten Wert ein, der es dem Wechselstromgenerator **3** und der elektrischen Last **7** ermöglicht, geschützt zu werden. Beispielsweise stellt das Einstellmodul **20** den Regulierspannung-Befehlswert auf einen vorbestimmten Wert von 14,5 V ein. Der vorbestimmte Wert von 14,5 V liegt höher als die Offenkreis-Spannung der Batterie **5**, die beispielsweise bei 12,8 V liegt, und ist gleich mit oder niedriger als die maximal zulässige Spannung von sowohl dem Wechselstromgenerator **3** als auch den elektrischen Lasten **6** und **7**, was bei dem Schritt **S303** erfolgt. Die Alarm-Steuerschaltung **25** veranlaßt die Warnvorrichtung, eine Warnmeldung an einen Fahrer des Fahrzeugs in hörbarer oder sichtbarer Form auszugeben, was bei dem Schritt **S303** stattfindet. Danach erfolgt eine Verschiebung des Moduls **23** zu dem Schritt **S201**.

[0170] Wenn im Gegensatz dazu bestimmt wird, daß die Spannungs-Steuer-Tastverhältnis-Variable **Rduty** gleich ist mit 100 % (die Bestimmung bei dem Schritt **S302** lautet JA), bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, da der Controller **33** versucht, den maximalen Erregerstrom durch die Erregerwicklung **30** fließen zu lassen, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist. Wenn bei dem Schritt **S304** bestimmt wird, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist, beseitigt das Zielbefehlswert-Einstellmodul **20** den Schutz für den Wechselstromgenerator **3**, um auf normale Weise den Regulierspannung-Befehlswert zu bestimmen, und hebt auch den Alarm auf, der von der Warnvorrichtung ausgegeben wird, und zwar in Fällen, bei denen die Operation bei dem Schritt **S303** bereits ausgeführt worden ist. Danach kehrt das Modul **23** zu dem Schritt **S201** zurück.

[0171] Es werden nun im Folgenden spezifischer die Bruch-Auffindungs-Operationen des Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmoduls **23** der Steuereinheit **2** beschrieben, wobei die Steuereinheit **2** den Wechselstromgenerator **3** derart steuert, daß die Regulierspannung-Befehlsvariable **VREG** auf 14,5 V eingestellt ist.

[0172] Wenn der Ladedraht keine Bruchstellen aufweist, wird die Batteriespannung auf beispielsweise angenähert 14 V gehalten. Da in diesem Zustand bei dem Schritt **S203** die Gleichung gilt, die gegeben ist als $VS > VREG - \Delta V$ ($14 \text{ V} > 14,5 \text{ V} - 1,5 \text{ V}$), bestimmt das Bestimmungsmodul **23**, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist.

[0173] Wenn im Gegensatz dazu der Ladedraht gebrochen ist und/oder die Energieanforderungen der elektrischen Last **6** und **7** ansteigen, fällt die Spannung der Batterie **5** ab, und zwar auf beispielsweise angenähert 12 V. Da in diesem Zustand und bei dem Schritt **S203** die Gleichung gilt, die gegeben ist als $VS < VREG - \Delta V$ ($12 \text{ V} < 14,5 \text{ V} - 1,5 \text{ V}$), stellt das Bestimmungsmodul **23** das Bezugs-Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals als Spannungs-Steuer-Tastverhältnis-Variable **Rduty** ein.

[0174] Die Ladedraht-Abtrennung bewirkt, daß die elektrische Wechselstromgenerator-Last reduziert wird. Dies beseitigt das Erfordernis zu bewirken, daß der maximale Erregerstrom durch die Erregerwicklung **30** fließt, und zwar mit Absenkung des Bezugs-Tastverhältnisses des Spannungs-Steuersignals bis herab auf beispielsweise angenähert 7 %. Bei dem Schritt **S303** bewirkt daher eine Reduzierung des Bezugs-Tastverhältnisses des Spannungs-Steuersignals, daß die Gleichung gilt, die gegeben ist als $Rduty < 100 \%$ ($7 \% < 100 \%$), so daß das Bestimmungsmodul **23** bestimmt, daß die Ladeleitung bzw. der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0175] Wenn im Gegensatz dazu die Energieanforderungen der elektrischen Lasten **6** und **7** ansteigen, steigt die elektrische Last des Wechselstromgenerators an, so daß der Controller **33** versucht, den maximalen Erregerstrom durch die Erregerwicklung **30** fließen zu lassen. Dies erhöht dann das Bezugs-Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals bis hinauf auf 100 %. Bei dem Schritt **S303** bewirkt eine Erhöhung des Bezugs-Tastverhältnisses des Spannungs-Steuersignals, daß die Gleichung gilt, die gegeben ist als $Rduty = 100\%$ ($100\% = 100\%$), so daß das Bestimmungsmodul **23** bestimmt, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist.

[0176] Wie oben dargelegt ist, kann bei der dritten Ausführungsform die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** aufgrund des Bezugs-Tastverhältnisses des Spannungs-Steuersignals einfach in Erfahrung gebracht werden.

[0177] Wenn zusätzlich bei der dritten Ausführungsform die Batteriespannung niedriger liegt als der Spannungs-Schwellenwert und die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** basierend auf dem Bezugs-Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals erhalten wird und niedriger liegt als der vorbestimmte Betriebsrate-Schwellenwert, ist es möglich zu bestimmen, daß die Ladeleitung oder der Ladedraht **4** gebrochen ist. Dies beseitigt den Bedarf für eine Bestimmung unter Verwendung des Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlswertes zur Steuerung der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3**, die von dem Controller **3** gesendet wird. Dies ermöglicht auch eine Vereinfachung des Programms, welches durch die Steuereinheit **2** ausgeführt wird.

[0178] Wenn spezifischer ausgedrückt die Batteriespannung VS niedriger liegt als der Spannungs-Schwellenwert und das Bezugs-Tastverhältnis $Rduty$ des Spannungs-Steuersignals, entsprechend der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** vor einer Begrenzung basierend auf dem Stromsteuersignal, niedriger liegt als 100 %, wird es möglich zu bestimmen, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0179] Dies ermöglicht es, daß Prozeduren (Instruktionen) in dem Programm weggelassen werden können; diese Prozeduren sind den Befehlswerten zugeordnet, die zum Begrenzen des Erregerstromes erforderlich sind, wie beispielsweise dem Erregerstrom-Befehlswert, dem Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlswert, dem Allmählich-Änderung-Steuerzeit-Befehlswert und ähnlichen. Dies kann das Programm vereinfachen.

[0180] Bei jeder der ersten bis dritten Ausführungsformen kann das Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **23** den Erregerstrom-Befehlswert anstelle des Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlswertes dafür verwenden, um zu bestimmen, ob der Ladedraht **4** ge-

brochen ist, basierend auf einem vorbestimmten annehmbaren Spannungsabfall und einem vorbestimmten annehmbaren Erregerstrom.

VIERTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0181] Ein Batterie-Ladesystem gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist dafür ausgelegt, um die Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße basierend auf den Antriebszuständen des Fahrzeugs zu steuern oder zu regeln. Spezifischer ausgedrückt ist das Batterie-Ladesystem so ausgelegt, um die Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße bei einer Beschleunigung zu reduzieren und um diese während einer Verzögerung zu erhöhen. Dies ermöglicht es, daß die Maschinenlast durch den Wechselstromgenerator reduziert wird und ein niedriger Brennstoffverbrauch der Maschine erreicht wird.

[0182] Zusätzlich ist das Batterie-Ladesystem gemäß der vierten Ausführungsform dafür ausgelegt, um die Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße so regulieren, daß eine Berechnung des Batterie-Eingangstromes und des Batterie-Ausgangstromes über eine Zeit hinweg einem vorbestimmten Sollwert angenähert wird, wenn die Maschine im Leerlauf läuft oder mit einer konstanten Drehzahl läuft.

[0183] Ein Beispiel eines Schaltungsaufbaus eines Batterie-Ladesystems **1B** gemäß der vierten Ausführungsform ist in **Fig. 6** veranschaulicht, und ein Beispiel der Operationen des Batterie-Ladesystems **1B** zum Detektieren eines Bruches in einem Ladedraht **4** ist in **Fig. 7** veranschaulicht. Verglichen mit dem Batterie-Ladesystem **1** gemäß der ersten Ausführungsform ist das Batterie-Ladesystem **1B** so konfiguriert, um den Wechselstromgenerator **3** basierend auf einem Lade-/Entlade-Batteriestrom zusätzlich zu den Befehlswerten zu steuern oder zu regeln, die in Verbindung mit der ersten Ausführungsform beschrieben wurden.

[0184] Bei der vierten Ausführungsform werden einige Elemente und Operationen des Ladesystems **1B**, die sich von den Elemente und Operationen des Ladesystems **1** gemäß der ersten Ausführungsform unterscheiden, hauptsächlich beschrieben. Die Beschreibungen der gleichen Elemente und Operationen des Ladesystems **1B** wie derjenigen des Ladesystems **1** werden daher weggelassen oder vereinfacht, ausgenommen, wenn eine solche Beschreibung erforderlich wird. Es sei darauf hingewiesen, daß Elemente des Ladesystems **1B**, die im wesentlichen identisch mit denjenigen des Ladesystems **1** gemäß **Fig. 1** sind, durch die gleichen Bezugszeichen wie in **Fig. 1** bezeichnet sind. Die Beschreibungen der Elemente des Ladesystems **1B** werden daher hier weggelassen oder vereinfacht.

[0185] Das Batteriesystem **1B** enthält eine externe Steuereinheit **2A**, und die externe Steuereinheit **2A** enthält ein Soll-Befehlswert-Einstellmodul **27**, ein Kommunikations-Interface **21**, ein Betriebsrate-Einstellmodul **22**, ein Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **28**, ein Alarm-Einstellmodul **24**, eine Alarm-Steuerschaltung **25** und eine Maschinen-Steuerschaltung **29**.

[0186] Das Soll-Befehlswert-Einstellmodul **27** arbeitet in solcher Weise, um die Eigenschaften des Fahrzeugs und von jeder der elektrischen Lasten **6** und **7** mit vorbestimmten Bezugswerten zu vergleichen und um eine Vielzahl an Soll-Befehlswerten zu bestimmen, die zur Steuerung des Wechselstromgenerators **3** erforderlich sind, basierend auf den Vergleichsergebnissen und basierend auf Daten, die angeben, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0187] Zusätzlich zu den Soll-Befehlswerten, die bei der ersten Ausführungsform beschrieben wurden, umfassen die Soll-Befehlswerte einen Batterielade-Unterbrechungs-Befehlswert, der erforderlich ist, um zu bewirken, daß die Wechselstromgenerator-Ausgangsgröße niedriger wird als die Batteriespannung, wodurch der Batterie-Ladevorgang unterbrochen wird.

[0188] Das Soll-Befehlswert-Einstellmodul **27** arbeitet auch in solcher Weise, um die Vielzahl der Ziel-Befehlswerte in Informationscodes umzuwandeln, die vorbestimmte Kommunikationsprozeduren zwischen dem Wechselstromgenerator **3** und der externen Steuereinheit **2A** erfüllen, um dadurch die umgewandelten Soll-Befehlswerte zu dem Kommunikations-Interface **21** weiterzuleiten. Das Soll-Befehlswert-Einstellmodul **27** arbeitet ferner auch in solcher Weise, um einen Regulierspannung-Befehlswert und einen Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlswert zu dem Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **28** weiterzuleiten und um eine Vielzahl der Soll-Befehlswerte zu der Maschinen-Steuerschaltung **29** weiterzuleiten.

[0189] Das Betriebsrate-Einstellmodul **22** arbeitet in solcher Weise, um die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** aus den Informationscodes zu extrahieren, die durch das Kommunikations-Interface **21** empfangen werden; diese extrahierte Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** wird durch die Betriebsrate-Detektorschaltung **338** detektiert, was noch im Folgenden beschrieben wird. Das Betriebsrate-Einstellmodul **22** arbeitet auch in solcher Weise, um die extrahierte Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** zu dem Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **28** und der Maschinen-Steuerschaltung **29** weiterzuleiten.

[0190] Das Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul **28** arbeitet in solcher Weise, um zu bestimmen, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist, basierend auf einem

Lade-/Entlade-Batteriestrom, einem vorbestimmten Bezugsstromwert, der Betriebsrate, die durch das Modul **22** eingestellt wird, einem vorbestimmten Tastverhältnis und einem annehmbaren Tastverhältnis und dem Regulierspannung-Befehlswert, der durch das Modul **27** bestimmt wird.

[0191] Die Maschinen-Steuerschaltung **29** ist so konfiguriert, um die Maschine basierend auf den Eigenschaften des Fahrzeugs und von jeder der Lasten entsprechend den elektrischen Lasten **6** und **7**, basierend auf einer Vielzahl von Soll-Befehlswerten, die durch das Soll-Befehlswert-Einstellmodul **20** eingestellt werden, und der Betriebsrate, die durch das Betriebsrate-Einstellmodul **22** eingestellt wird, zu steuern. Die Eigenschaften umfassen die Maschinendrehzahl, die Antriebs- oder Fahrzustände und den Zustand von jeder der Lasten **6** und **7**.

[0192] Als nächstes werden die Bruch-Auffindungs-Operationen des Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmoduls **28** der Steuereinheit **2A** unter Hinweis auf **Fig. 7** spezifisch beschrieben. Spezifischer ausgedrückt führt die Steuereinheit **2A** (die Module derselben) ein Programm aus, dessen Struktur in **Fig. 7** veranschaulicht ist.

[0193] Wie in **Fig. 7** veranschaulicht ist, bestimmt das Bestimmungsmodul **28** ob die Batterie **5** entladen ist, was bei dem Schritt **S401** erfolgt. Spezifischer gesagt vergleicht das Bestimmungsmodul **28** den Lade-/Entlade-Batteriestromwert mit einem vorbestimmten Bezugsstromwert, wie beispielsweise **0 A**, der auch als ein Schwellen-Stromwert bezeichnet wird.

[0194] Wenn sich die Batterie **5** von dem Ladezustand zu dem Entladezustand verschiebt, nimmt der Batterie-Ladestrom, der in die Batterie **5** fließt, ab, so daß der Batterie-Entladestrom aus dieser herausfließt. Ein Vergleich des Lade-/Entlade-Batteriestromwertes mit dem Bezugsstromwert ermöglicht die Bestimmung des Entladezustandes der Batterie **5**. Spezieller gesagt bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, daß die Batterie **5** in einem Entladezustand ist, wenn der Lade-/Entlade-Batteriestrom niedriger liegt als der Bezugsstromwert.

[0195] Es sei darauf hingewiesen, daß die Übergangsladung und -entladung der Batteriestrome, verursacht durch eine Ausgangsstrom-Verzögerung des Wechselstromgenerators im Ansprechen darauf, wenn jede der elektrischen Lasten **6** und **7** ein- und ausgeschaltet wird, beispielsweise durch ein Filter beseitigt werden kann, so daß das Bestimmungsmodul **28** einen konstanten Lade-/Entlade-Batteriestromwert mit dem Bezugsstromwert vergleichen kann.

[0196] Wenn sich die Batterie **5** in einem voll geladenen Zustand befindet, besteht der Batteriestrom, der in die Batterie **5** fließt, aus einem geringen Ladestrom. In diesem Fall kann der Bezugsstromwert auf einen Wert kleiner als 0 A, wie beispielsweise -5 A entsprechend dem Entladestrom von 5 A eingestellt werden. Es sei darauf hingewiesen, daß ein Stromsensor zum Messen des Lade-/Entlade-Batteriestromes eine Übergangsverzögerung im Ansprechen aufweist. Aus diesem Grund gibt der Stromsensor, während sich die Batterie **5** von dem Ladezustand zu dem Entladezustand verschiebt, selbst dann, wenn der Lade-/Entlade-Batteriestrom auf 0 V absinkt, nicht 0 A aus, sondern gibt einen Wert größer als 0 A aus. Der Bezugsstromwert kann auf einen Wert größer als 0 A eingestellt werden, und zwar im Hinblick auf die Verzögerung des Stromsensors, im Ansprechverhalten.

[0197] Wenn sich die Batterie **5** in einem Entladezustand befindet (die Entscheidung bei dem Schritt **S401** lautet JA), stellt das Bestimmungsmodul **28** den Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlswert, der durch das Sollbefehlswert-Einstellmodul **27** eingestellt wird, als Grenz-Tastverhältnis-Variable **D** bei dem Schritt **S402** ein. Als nächstes stellt das Bestimmungsmodul **28** das Tastverhältnis des Transistors **335** entsprechend der Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** ein, die durch das Modul **22** extrahiert wurde, und zwar als Steuer-Tastverhältnis-Variable **Fduty**, was bei dem Schritt **S403** erfolgt.

[0198] Nachfolgend, beim Schritt **S404**, vergleicht das Bestimmungsmodul **28** die Steuer-Tastverhältnis-Variable **Fduty**, die bei dem Schritt **S403** eingestellt worden ist, mit einem vorbestimmten Tastverhältnis (unterer Grenz-Schwellenwert der Betriebsrate) **DO** und mit einem Tastverhältnis-Schwellenwert (oberer Grenz-Schwellenwert der Betriebsrate), der durch Subtrahieren des vorbestimmten annehmbaren Tastverhältnisses **ΔD** von der Grenz-Tastverhältnis-Variable **D** erhalten wird, die bei dem Schritt **S402** eingestellt wurde. Es sei erwähnt, daß das Tastverhältnis **DO** höher als die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** eingestellt wird entsprechend dem Batterielade-Unterbrechungs-Befehlswert. Spezifischer ausgedrückt kann das Tastverhältnis **DO** höher eingestellt werden als das Tastverhältnis des Transistors **335** entsprechend dem Batterielade-Unterbrechungs-Befehlswert.

[0199] Wenn der Batterielade-Unterbrechungs-Befehlswert den Wechselstromgenerator veranlaßt, eine Ausgangsgröße gemäß 0 V auszugeben, oder mit anderen Worten das Tastverhältnis des Transistors **335** bei 0 % liegt, wird das Tastverhältnis **DO** beispielsweise auf 1 % eingestellt. Der Batterielade-Unterbrechungs-Befehlswert zeigt an, daß die Ausgangsgröße des Wechselstromgenerators niedriger liegt als die Batteriespannung, wodurch der Batterieladevorgang unterbrochen wird.

Der Batterielade-Unterbrechungs-Befehl bewirkt nicht notwendigerweise, daß die Ausgangsgröße des Wechselstromgenerators zu 0 V wird.

[0200] Wenn der Batterielade-Unterbrechungs-Befehlswert bewirkt, daß die Ausgangsgröße des Wechselstromgenerators höher liegt als 0 V, liegt auch das Tastverhältnis des Transistors **335** höher als 0 %. In diesem Fall wird das Tastverhältnis **DO** beispielsweise größer eingestellt als 1 %. Um zusammenzufassen, so wird das Tastverhältnis **DO** höher eingestellt als das Tastverhältnis des Transistors **335**. Zusätzlich bedeutet das annehmbare Tastverhältnis ΔD eine Tastverhältnis-Verschiebung, die annehmbar ist, wenn der Vergleich bei dem Schritt **S404** durchgeführt wird.

[0201] Als ein Ergebnis des Vergleichs bei dem Schritt **S404**, wenn die Steuer-Tastverhältnis-Variable **Fduty** höher ist als das Tastverhältnis $\Delta 0$ und niedriger ist als der Tastverhältnis-Schwellenwert, der durch Subtrahieren des vorbestimmten annehmbaren Tastverhältnisses **ΔD** von dem Grenz-Tastverhältniswert bzw. Variablen **D** erhalten wird, oder mit anderen Worten, wenn die Gleichung gilt, die gegeben ist als $DO < Fduty < D - \Delta D$ (die Entscheidung bei dem Schritt **S404** lautet JA), und da die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** nicht innerhalb eines vorbestimmten Bereiches unter normalen Betriebsbedingungen stattfinden kann, und zwar selbst, wenn die Batterie **5** sich in einem Entladezustand befindet, bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0202] Wenn bestimmt wird, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, stellt das Soll-Befehlswert-Einstellmodul **27** den Regulierspannung-Befehlswert auf einen vorbestimmten Wert ein, der es dem Wechselstromgenerator **3** und auch der elektrischen Last **7** ermöglicht, geschützt zu werden. Beispielsweise stellt das Einstellmodul **27** den Regulierspannung-Befehlswert auf einen vorbestimmten Wert von 14,5 V ein. Der vorbestimmte Wert von 14,5 V liegt höher als die Offenkreis-Spannung der Batterie **5** von beispielsweise 12,8 V und ist gleich mit oder niedriger als die maximal zulässige Spannung von jeder der Einrichtungen gemäß dem Wechselstromgenerator **3** und den elektrischen Lasten **6** und **7**, was bei dem Schritt **S405** erfolgt. Die Alarm-Steuerschaltung **25** veranlaßt die Warnvorrichtung, ein Warnsignal an den Fahrer des Fahrzeugs in hörbarer oder sichtbarer Form auszugeben, was bei dem Schritt **S405** erfolgt.

[0203] Wenn im Gegensatz dazu die Batterie **5** nicht in einem Entladezustand ist (die Entscheidung bei dem Schritt **S401** lautet NEIN), da die Batterie **5** in einem Ladezustand steht, bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist.

[0204] Wenn darüber hinaus als Ergebnis des Vergleichs bei dem Schritt **S404** die Steuer-Tastverhältnis-Variable F_{duty} gleich ist mit oder niedriger ist als das Tastverhältnis DO oder gleich ist oder höher ist als der Tastverhältnis-Schwellenwert, der durch Subtrahieren des vorbestimmten annehmbaren Tastverhältnisses ΔD von der Grenz-Tastverhältnis-Variablen D erhalten wird, oder mit anderen Worten, wenn die Gleichungen gelten, die gegeben sind als $F_{duty} \leq D_0$ und $F_{duty} \geq D - \Delta D$ (die Entscheidung bei dem Schritt **S404** lautet NEIN), und da sich die Batterie **5** in dem Entladezustand befindet und die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** innerhalb des vorbestimmten Bereiches unter normalen Betriebsbedingungen liegen kann, bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist.

[0205] Spezifischer ausgedrückt, wenn die Steuer-Tastverhältnis-Variable F_{duty} gleich ist mit oder niedriger liegt als das Tastverhältnis DO ($F_{duty} \leq D_0$), bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, daß der Ladedraht **4** einen normalen Zustand aufweist, bei dem die Batterieladung durch den Batterielade-Unterbrechungsbefehlswert unterbrochen wird, so daß sich die Batterie **5** in einem Entladezustand befindet. Wenn zusätzlich die Steuer-Tastverhältnis-Variable F_{duty} gleich ist mit oder größer ist als der Tastverhältnis-Schwellenwert, der durch Subtrahieren des vorbestimmten annehmbaren Tastverhältnisses ΔD von der Grenz-Tastverhältnis-Variablen D erhalten wird ($F_{duty} \geq D - \Delta D$), bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, daß der Ladedraht **4** einen normalen Zustand aufweist, bei dem die Batterie **5** sich in einem Ladezustand befindet, obwohl die Energieanforderungen der elektrischen Lasten **6** und **7** anwachsen und die Energie-Erzeugungskapazität des Wechselstromgenerators **3** überschreiten, so daß die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** seinen Spitzenwert erreicht.

[0206] Wenn bestimmt wird, daß sich der Ladedraht im normalen Zustand befindet (keine Bruchstellen aufweist), beseitigt das Soll-Befehlswert-Einstellmodul **27** den Schutz des Wechselstromgenerators **3**, wodurch auf normale Weise der Regulierspannung-Befehlswert bestimmt wird. Die Alarm-Steuerung **25** hebt das Alarmsignal auf, welches von der Warnvorrichtung ausgegeben wird, was bei dem Schritt **S406** erfolgt.

[0207] Um dies spezifischer auszudrücken, so werden die Bruch-Auffindungs-Operationen des Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmoduls **28** der Steuereinheit **2A** im Folgenden beschrieben, wobei die Steuereinheit **2A** den Wechselstromgenerator **3** so steuert, daß der Regulierspannung-Befehlswert auf 14, 5 V eingestellt wird, und die Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlsvariable D auf 100 % eingestellt wird.

[0208] Wenn der Ladedraht **4** gebrochen wurde, wird die Batterie **5** nicht durch den Wechselstromgenerator **3** geladen. Die Batterie **5** schickt Energie zu der elektrischen Last **6**, so daß sie sich im Entladezustand befindet. Die Ladedraht-Unterbrechung bewirkt, daß die elektrische Last des Wechselstromgenerators absinkt, wodurch dann die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** reduziert wird. Das Tastverhältnis des Transistors **335** fällt auf angenähert beispielsweise 7 % ab, und zwar mit der Abnahme der Wechselstromgenerator-Betriebsrate.

[0209] Daher bestimmt das Bestimmungsmodul **28** bei dem Schritt **S404**, da gilt $DO < F_{duty} < D - \Delta D$ ($0\% < 7\% < 100\% - 5\%$), daß der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0210] Es sei darauf hingewiesen, daß bei diesem speziellen Beispiel dann, wenn der Ladedraht gebrochen wurde, das Tastverhältnis des Transistors **335** bis herab auf angenähert 7 % reduziert wird. Wenn in diesem Fall der Wechselstromgenerator-Rotor mit einer hohen Drehzahl angetrieben wird, nimmt das Tastverhältnis des Transistors **335** weiter ab. Selbst wenn Maßnahmen getroffen sind, daß die elektrische Last **7** direkt an den Wechselstromgenerator **3** angeschlossen ist, können, da das Tastverhältnis nicht mehr als mehrere zehn Prozent ansteigen kann, die Operationen des Bestimmungsmoduls **28**, die in **Fig. 6** veranschaulicht sind, bestimmen, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist, was mit Genauigkeit erfolgt.

[0211] Wenn im Gegensatz dazu der Ladedraht keine Bruchstellen aufweist und wenn die Energieanforderungen der elektrischen Last **6** und **7** anwachsen, so daß sie die Energie-Erzeugungskapazität des Wechselstromgenerators **3** überschreiten, verschiebt sich die Batterie **5** von dem Ladezustand zu dem Entladezustand, um Energie zu jeder der elektrischen Lasten **6** und **7** hin abzugeben bzw. zu entladen. Dies bewirkt, daß die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** seinen Spitzenwert erreicht, was auch zur Folge hat, daß das Tastverhältnis des Transistors **335** 100 % erreicht.

[0212] Daher bestimmt das Bestimmungsmodul **28** bei dem Schritt **S404**, da gilt $F_{duty} > D - \Delta D$ ($100\% > 100\% - 5\%$), daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist.

[0213] Zusätzlich erlaubt es der Batterielade-Unterbrechungsbefehlswert während einer Fahrzeugbeschleunigung, daß der Wechselstromgenerator **3** den Batterieladevorgang unterbricht. Die Batterie **5** verschiebt sich zu dem Entladezustand, um Energie den elektrischen Lasten **6** und **7** zuzuführen. In diesem Zustand hält der Wechselstromgenerator **3** die Erzeugung von Energie an, so daß das Tastverhältnis des Transistors **335** zu 0 % wird. Das Bestimmungsmodul **28** bestimmt daher bei dem Schritt **S404**, da

gilt $DO = F_{duty}$ (0 % = 0 %), daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist.

[0214] Wie oben beschrieben wurde, ist bei der vierten Ausführungsform das Batterie-Ladesystem **1B** in solcher Weise konfiguriert, daß der Wechselstromgenerator **3** basierend auf der Vielzahl der Soll-Befehlswerte gesteuert wird, die zwischen dem Wechselstromgenerator **3** und der Steuereinheit **2A** übertragen werden. Bei solch einer Konfiguration des Systems **1B** ist es möglich zu bestimmen, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, wenn sich die Batterie **5** in dem Entladezustand befindet und die Steuer-Tastverhältnis-Variable F_{duty} höher liegt als das Tastverhältnis DO und niedriger liegt als der Tastverhältnis-Schwellenwert, der erhalten wird, indem das vorbestimmte annehmbare Tastverhältnis ΔD von der Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlsvariablen D subtrahiert wird. Dies ermöglicht die Bestimmung darüber, ob der Ladedraht **4** gebrochen wurde, und zwar ohne Verwendung von A/D-Umsetzern, die bei der herkömmlichen Bestimmung erforderlich sind, bei der die Spannungsdifferenz zwischen der Ausgangsgröße des Wechselstromgenerators und der Batteriespannung verwendet wird. Dies ermöglicht es, daß das einfach aufgebaute Ladesystem **1B** eine Detektierung vornehmen kann, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist.

[0215] Darüber hinaus ist es bei der vierten Ausführungsform möglich, in sicherer Weise zu bestimmen, ob sich die Batterie **5** im Ladezustand befindet, indem der Lade-/Entlade-Batteriestrom mit dem Bezugs-Stromwert verglichen wird.

[0216] Bei der vierten Ausführungsform ist es möglich, die Steuer-Tastverhältnis-Variable F_{duty} mit dem Tastverhältnis DO zu vergleichen und auch mit dem Tastverhältnis-Schwellenwert, der durch Subtrahieren des vorbestimmten annehmbaren Tastverhältnisses ΔD von der Stromgrenz-Tastverhältnis-Befehlsvariablen D erhalten wird. Dies schafft die Möglichkeit, daß die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3**, die nicht innerhalb des vorbestimmten Bereiches unter normalen Betriebsbedingungen auftreten kann, während die Batterie **5** im Entladezustand ist, in sicherer Weise bestimmt wird. Selbst wenn die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** auf den Betriebsrate-Grenzbereich beschränkt wird oder die Batterie-Aufladung unterbrochen wird, ist es möglich, in zuverlässiger Weise zu bestimmen, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist, und zwar unter Vermeidung einer fehlerhaften Entscheidung.

[0217] Es ist bei der vierten Ausführungsform möglich, die Steuer-Tastverhältnis-Variable F_{duty} mit dem Tastverhältnis-Schwellenwert zu vergleichen, der erhalten wird, indem das vorbestimmte annehmbare Tastverhältnis ΔD von dem Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert D subtrahiert wird, nachdem

der Lade-/Entlade-Batteriestrom mit dem Bezugs-Stromwert verglichen wurde. Dies kann den Bedarf nach einem Vergleich der Steuer-Tastverhältnis-Variablen F_{duty} mit dem Tastverhältnis-Schwellenwert eliminieren, wenn sich die Batterie **5** in dem Ladezustand befindet. Dies schafft auch die Möglichkeit, die Operationszeit für die Bestimmung, ob der Ladedraht **4** gebrochen ist, zu reduzieren.

[0218] Bei der vierten Ausführungsform kann das Tastverhältnis des Transistors **335** entsprechend dem Leitzustand desselben dazu führen, daß die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** einfach in Erfahrung gebracht werden kann.

[0219] Wenn bei der vierten Ausführungsform bestimmt wird, daß der Ladedraht gebrochen ist, wird der Regulierspannung-Befehlswert auf eine vorbestimmte Spannung eingestellt, die einen Schutz des Wechselstromgenerators **3** und der elektrischen Last **7** ermöglicht, welche direkt daran angeschlossen ist, und ermöglicht, daß kontinuierlich Energie zu der elektrischen Last **7** zugeführt wird und daß die Abtrennung des Ladedrahtes **4** dem Fahrer mitgeteilt wird.

[0220] Wenn bei der vierten Ausführungsform bestimmt wird, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, ist es möglich, den Regulierspannung-Befehlswert höher einzustellen als die Offenkreis-Spannung der Batterie **5** und so einzustellen, daß dieser gleich wird oder niedriger wird als die maximal zulässige Spannung von beispielsweise der elektrischen Last **7**, die direkt an den Wechselstromgenerator **3** angeschlossen ist. Dies führt auch dazu, daß bestimmt werden kann, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, und zwar nach der Bestimmung des Bruches in dem Ladedraht **4**, um den Wechselstromgenerator **3** und die elektrische Last **7** zu schützen und um dem Fahrer die Abtrennung des Ladedrahtes **4** mitzuteilen.

FÜNFTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0221] Ein Beispiel der Operationen eines Batterie-Ladesystems gemäß einer fünften Ausführungsform zum Detektieren eines Bruches in einem Ladedraht **4** ist in **Fig. 8** veranschaulicht. Bei der fünften Ausführungsform werden einige Operationen des Ladesystems gemäß der fünften Ausführungsform, die von denjenigen Operationen des Ladesystems **1B** gemäß der vierten Ausführungsform verschieden sind, hauptsächlich beschrieben. Die Beschreibungen von einigen Operationen des Ladesystems gemäß der fünften Ausführungsform, die gleich sind mit denjenigen des Ladesystems **1B** werden jedoch weggelassen oder vereinfacht, ausgenommen für den Fall, wenn dies erforderlich ist. Es sei darauf hingewiesen, daß Elemente des Ladesystems gemäß der fünften Ausführungsform, die im wesentlichen identisch mit denjenigen des Ladesystems **1B** der vierten Ausfüh-

rungsform sind, die in **Fig. 6** gezeigt ist, durch die gleichen Bezugszeichen wie in **Fig. 6** angegeben sind. Die Beschreibungen der Elemente des Ladesystems gemäß der fünften Ausführungsform sind daher weggelassen oder vereinfacht.

[0222] Die Bruch-Auffindungs-Operationen des Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmoduls **23** der Steuereinheit **2A** werden spezifisch unter Hinweis auf **Fig. 8** beschrieben. Die Steuereinheit **2A** führt ein Programm aus, dessen Struktur in **Fig. 8** veranschaulicht ist.

[0223] Die Bestimmungs-Operationen gemäß der fünften Ausführungsform sind in solcher Weise ausgelegt, daß bei den Bestimmungs-Operationen gemäß der zweiten Ausführungsform die Operationen bei den Schritten **S201** bis **S203** durch die Operation bei dem Schritt **S401** gemäß der vierten Ausführungsform ersetzt sind. In ähnlicher Weise ist die Operation bei dem Schritt **S210** durch die Operation bei dem Schritt **S404** gemäß der vierten Ausführungsform ersetzt.

[0224] Bei der fünften Ausführungsform werden die Operationen bei dem Schritt **S401** und **S404** des Ladesystems hauptsächlich beschrieben, so daß Beschreibungen von anderen Operationen gemäß den Schritten **S204** bis **S209**, **S211** und **S212**, die in Verbindung mit der zweiten Ausführungsform beschrieben wurden, hier weggelassen oder vereinfacht dargestellt werden, ausgenommen, wenn dies erforderlich wird.

[0225] Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, ob die Batterie **5** sich im Entladezustand befindet, was bei dem Schritt **S401** erfolgt. Wenn die Batterie **5** sich im Entladezustand befindet (Entscheidung bei dem Schritt **S401** lautet JA), führt das Bestimmungsmodul **28** die Operationen gemäß den Schritten **S205** und folgenden aus. Wenn die Operation bei dem Schritt **S209** ausgeführt wird, und zwar in dem Schritt **S404**, vergleicht das Bestimmungsmodul **28** die Steuer-Tastverhältnis-Variable F_{duty} , die bei dem Schritt **S209** eingestellt wurde, mit dem vorbestimmten Tastverhältnis DO und mit dem Tastverhältnis-Schwellenwert, der dadurch erhalten wird, indem das vorbestimmte annehmbare Tastverhältnis ΔD von der Grenz-Tastverhältnis-Variablen D subtrahiert wird, die bei dem Schritt **S206** oder **S208** eingestellt wird.

[0226] Wenn bei dem Schritt **S404** die Steuer-Tastverhältnis-Variable F_{duty} höher ist als das Tastverhältnis DO und niedriger liegt als der Tastverhältnis-Schwellenwert, der durch Subtrahieren des vorbestimmten annehmbaren Tastverhältnisses ΔD von der Grenz-Tastverhältnis-Variablen D erhalten wird, oder mit anderen Worten, wenn die Gleichung gilt, die gegeben ist durch $DO < F_{duty} < D - \Delta D$ (die Ent-

scheidung bei dem Schritt **S404** lautet JA), da die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** nicht innerhalb eines vorbestimmten Bereiches liegen kann, und zwar unter normalen Betriebsbedingungen, und zwar selbst wenn die Batterie **5** sich im Entladezustand befindet, bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, wodurch dann die Operation bei dem Schritt **S211** ausgeführt wird.

[0227] Wenn im Gegensatz dazu bei dem Schritt **S404** die Steuer-Tastverhältnis-Variable F_{duty} gleich ist mit oder kleiner ist als das Tastverhältnis DO oder gleich ist mit oder größer ist als der Tastverhältnis-Schwellenwert, der durch Subtrahieren des vorbestimmten annehmbaren Tastverhältnisses ΔD von der Grenz-Tastverhältnis-Variablen D erhalten wird, oder mit anderen Worten, wenn die Gleichungen gelten, die gegeben sind als $F_{duty} \leq DO$ und $F_{duty} \geq D - \Delta D$ (die Entscheidung bei dem Schritt **S404** lautet NEIN), da sich die Batterie **5** im Entladungs-zustand befindet und die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** innerhalb des vorbestimmten Bereiches unter normalen Betriebsbedingungen liegen kann, bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist, wodurch dann die Operationen bei dem Schritt **S212** ausgeführt werden.

[0228] Andererseits befindet sich die Batterie **5** bei dem Schritt **S401** nicht in einem Entladezustand (die Entscheidung bei dem Schritt **S401** lautet NEIN), da die Batterie **5** durch den Wechselstromgenerator **3** geladen wird, so bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist, so daß dann eine Verschiebung der Operation gemäß dem Schritt **S204** erfolgt, um diesen auszuführen.

[0229] Wenn gemäß der obigen Beschreibung bei der fünften Ausführungsform bestimmt wird, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist, und zwar basierend auf dem Lade-/Entlade-Batteriestrom und der Steuer-Tastverhältnis-Variablen F_{duty} , und wenn die Steuereinheit **2** zeitweilig den Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert einstellt, um die Maschinenlast zu reduzieren, wird es möglich, die Bestimmung zu unterbrechen, ob der Ladedraht **4** gebrochen wurde. Dies kann eine fehlerhafte Bestimmung vermeiden, die durch Begrenzung des Tastverhältnisses des Transistors **335** verursacht wird, um den Erregerstrom zu steuern.

SECHSTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0230] Ein Beispiel der Operationen eines Batterie-Ladesystems gemäß einer sechsten Ausführungsform zum Detektieren eines Bruches in einem Ladedraht **4** ist in **Fig. 9** veranschaulicht. Bei der sechsten Ausführungsform sind einige der Operationen der Ladesysteme gemäß der vierten und der fünften Aus-

führungsform, die sich von den Operationen des Ladesystems **1B** gemäß der vierten und der fünften Ausführungsform unterscheiden, hauptsächlich beschrieben. Die Beschreibungen der gleichen Operationen des Ladesystems gemäß der sechsten Ausführungsform wie denjenigen des Ladesystems **1B** sind daher weggelassen oder vereinfacht dargestellt, ausgenommen, wenn dies erforderlich ist. Es sei darauf hingewiesen, daß Elemente des Ladesystems gemäß der sechsten Ausführungsform, die im wesentlichen identisch mit denjenigen des Ladesystems **1B** gemäß der vierten Ausführungsform sind, durch die gleichen Bezugszeichen wie in **Fig. 6** bezeichnet sind. Die Beschreibungen der Elemente des Ladesystems gemäß der sechsten Ausführungsform sind daher weggelassen oder vereinfacht.

[0231] Die Bruch-Auffindungsoperationen des Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmoduls **23** der Steuereinheit **2A** werden spezifisch unter Hinweis auf **Fig. 9** beschrieben. Die Steuereinheit **2A** führt ein Programm aus, dessen Struktur in **Fig. 9** veranschaulicht ist.

[0232] Die Bestimmungsoperationen gemäß der sechsten Ausführungsform sind derart ausgelegt, daß bei den Bestimmungsoperationen gemäß der dritten Ausführungsform die Operationen bei den Schritten **S201 - S203** durch die Operation bei dem Schritt **S401** ersetzt sind, und zwar gemäß der vierten Ausführungsform. In ähnlicher Weise ist die Operation bei dem Schritt **S302** durch die Operation bei dem Schritt **S501** ersetzt, welche im Folgenden beschrieben wird.

[0233] Bei der sechsten Ausführungsform werden die Operationen bei dem Schritt **S401** und **S501** des Ladesystems hauptsächlich beschrieben, so daß die Beschreibungen der anderen Operationen bei den Schritten **S204, S301, S303** und **S304**, die in Verbindung mit der dritten Ausführungsform beschrieben wurden, daher hier weggelassen werden oder vereinfacht dargestellt werden, ausgenommen, wenn dies erforderlich ist.

[0234] Wie in **Fig. 9** veranschaulicht ist, bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, ob die Batterie **5** sich im Entladezustand befindet, was bei dem Schritt **S401** erfolgt. Wenn sich die Batterie **5** im Entladezustand befindet (die Entscheidung bei dem Schritt **S401** lautet JA), führt das Bestimmungsmodul **28** die Operation bei dem Schritt **S301** aus.

[0235] Wenn die Operation bei dem Schritt **S301** ausgeführt wurde, vergleicht das Bestimmungsmodul **28** bei dem Schritt **S501** die Spannungs-Steuer-Tastverhältnis-Variable R_{duty} , die bei dem Schritt **S301** eingestellt wurde, mit:

0 % (untere Grenze der Betriebsrate) entsprechend den Fällen einer Unterbrechung des Erregerstromes durch die Erregerwicklung **30**; und

100 % (obere Grenze der Betriebsrate) entsprechend den Fällen, bei denen der maximale Erregerstrom durch die Erregerwicklung **30** zum Fließen gebracht wird.

[0236] Wenn bei dem Schritt **S501** die Spannungs-Steuer-Tastverhältnis-Variable R_{duty} größer ist als 0 % und kleiner ist als 100 %, mit anderen Worten, wenn die Gleichung gilt, die gegeben ist mit $0 \% < R_{duty} < 100 \%$ (die Entscheidung bei dem Schritt **S501** lautet JA), bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, da die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** nicht innerhalb eines vorbestimmten Bereiches unter normalen Betriebsbedingungen liegen kann, selbst wenn sich die Batterie in dem Entladezustand befindet, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist. Danach führt das Bestimmungsmodul **28** die Operation bei dem Schritt **S303** aus.

[0237] Wenn im Gegensatz dazu bei dem Schritt **S501** die Spannungs-Steuer-Tastverhältnis-Variable R_{duty} gleich ist mit 0 % oder 100 %, bestimmt das Bestimmungsmodul **28**, da die Betriebsrate des Wechselstromgenerators **3** nicht innerhalb eines vorbestimmten Bereiches unter normalen Betriebsbedingungen liegen kann, selbst wenn die Batterie **5** im Entladezustand ist, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist. Danach führt das Bestimmungsmodul **28** die Operation bei dem Schritt **S304** aus.

[0238] Bei dem Schritt **S401** befindet sich die Batterie **5** nicht im Entladezustand (die Bestimmung oder Entscheidung bei dem Schritt **S401** lautet NEIN), da die Batterie **5** durch den Wechselstromgenerator **3** geladen wird, und das Bestimmungsmodul **28** bestimmt, daß der Ladedraht **4** keine Bruchstellen aufweist, wodurch dann die Operation zum Schritt **S204** verschoben wird, um diesen auszuführen.

[0239] Wenn gemäß der obigen Beschreibung bei der sechsten Ausführungsform die Batterie **5** im Ladezustand ist und die Betriebsrate R_{duty} des Wechselstromgenerators **3** innerhalb des vorbestimmten Bereiches von 0 % bis 100 % liegt ($0 \% < R_{duty} < 100 \%$), ist es möglich zu bestimmen, daß der Ladedraht **4** gebrochen ist. Dies beseitigt den Bedarf nach einer Bestimmung unter Verwendung der Prozeduren (Instruktionen) in dem Programm; diese Prozeduren sind Befehlswerten zugeordnet, die zum Begrenzen des Erregerstroms erforderlich sind, wie beispielsweise der Erregerstrom-Befehlswert, der Strom-Grenz-Tastverhältnis-Befehlswert, der Allmählich-Änderung-Steuerzeit-Befehlswert und ähnliche. Dies ermöglicht es, daß das Programm vereinfacht wird.

[0240] Bei jedem der Batterie-Ladesysteme gemäß der ersten bis sechsten Ausführungsform bestimmt die Steuereinheit **2**, nachdem die Steuereinheit **2** mit dem Betrieb gestartet hat, ob das Ladekabel **4** gebrochen ist. Wenn der Ladedraht **4** gebrochen ist, bevor jedes der Batterie-Ladesysteme seinen Betrieb gestartet hat, ist es möglich zu bestimmen, ob das Ladekabel **4** gebrochen ist, und zwar unter Verwendung bekannter Bestimmungsverfahren. Es ist beispielsweise möglich zu überprüfen, ob eine von dem Wechselstromgenerator gesendete Antwort vorhanden ist oder abwesend ist, was detektiert werden kann.

[0241] Darüber hinaus kann das Ladedraht-Bruch-Bestimmungsmodul extern von der Steuereinheit vorgesehen sein.

[0242] Bei jeder der Ausführungsformen und deren Abwandlungen ist jedes der Batterie-Ladesysteme in einem Fahrzeug installiert, es kann jedoch auch jedes der Batterie-Ladesysteme bei anderen Mechanismen angewendet werden.

[0243] Bei jeder der Ausführungsformen und deren Abwandlungen wird als ein Beispiel von Generatoren ein Wechselstromgenerator zum Laden der Batterie verwendet, es können jedoch auch andere Typen von Generatoren zum Laden der Batterie angewendet werden.

[0244] Bei jeder der Ausführungsformen und deren Abwandlungen wird ein NPN Bipolartransistor **335** dazu verwendet, um den Erregerstrom zu steuern, es können jedoch auch andere Transistortypen verwendet werden, wie beispielsweise ein NMOSFET, von denen jeder so konfiguriert ist, um dessen Leitfähigkeit zu steuern, und zwar in Bezug auf den Erregerstrom.

[0245] Bei jeder Ausführungsform und deren Abwandlungen wird als ein Beispiel von Generatoren ein Wechselstromgenerator zum Laden der Batterie verwendet, es können jedoch auch andere Typen von Generatoren zum Aufladen der Batterie angewendet werden.

[0246] Obwohl hier beschrieben wurde, was momentan als Ausführungsformen und modifizierte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung betrachtet wird, sei darauf hingewiesen, daß vielfältige Abwandlungen vorgenommen werden können, die hier nicht beschrieben sind, und daß beabsichtigt ist, mit den anhängenden Ansprüchen alle solche abgewandelten Ausführungsformen mit zu erfassen, die in den Rahmen der vorliegenden Erfindung fallen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen, ob ein Ladedraht (4) gebrochen ist, der eine Verbindung zwischen ei-

ner Batterie (5) und einem Generator (3) herstellt, wobei der Generator (3) einen Transistor (335) und eine Spannungssteuerschaltung (332) enthält, und eine durch magnetische Flüsse erzeugte Spannung ausgibt, wobei die magnetischen Flüsse in dem Generator (3) basierend auf einem Erregerstrom erzeugt werden, wobei die Spannungssteuerschaltung (332) ein Spannungs-Steuersignal zum Steuern eines Tastverhältnisses des Transistors (335) basierend auf einer Mehrzahl von Befehlswerten ausgibt, sodass der Erregerstrom basierend auf dem gesteuerten Tastverhältnis gesteuert wird und zu dem Generator (3) zugeführt wird, wobei der Generator (3) so konfiguriert ist, um die Batterie (5) über den Ladedraht (4) basierend auf dem gesteuerten Erregerstrom zu laden, welches Verfahren die folgenden Schritte umfaßt:

Messen einer Spannung der Batterie (5);
Detektieren eines Werts von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder einem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals, wobei sowohl das Tastverhältnis des Transistors (335) als auch das Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals eine Betriebsrate des Generators (3) darstellen; und

Bestimmen, daß der Ladedraht (4) gebrochen ist, wenn die gemessene Batteriespannung niedriger liegt als eine vorbestimmte Schwellenwert-Spannung und der detektierte Wert von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals niedriger liegt als ein vorbestimmter Schwellenwert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Vielzahl der Befehlswerte einen ersten Befehlswert enthalten, der eine obere Grenze von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals festlegt, und wobei der vorbestimmte Schwellenwert niedriger ist als der erste Befehlswert.

3. Verfahren nach Anspruch 1, ferner mit den folgenden Schritten:

Vergleichen der gemessenen Batteriespannung mit der Schwellenwert-Spannung; und
Vergleichen des detektierten Werts von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals mit dem Schwellenwert nach dem Vergleich der Batteriespannung mit der Schwellenwert-Spannung, wobei der Bestimmungsschritt bestimmt, daß der Ladedraht (4) gebrochen ist, und zwar basierend auf den Vergleichsergebnissen bei den Vergleichsschritten.

4. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem ferner der Bestimmungsvorgang des Ladedrahtes (4) basierend auf dem ersten Befehlswert unterbrochen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die Vielzahl der Befehlswerte einen zweiten Befehlswert enthält, der zum Bestimmen der Ausgangsspannung des Ge-

nerators (3) verwendet wird, wobei die vorbestimmte Schwellenspannung ein durch Subtraktion eines vorbestimmten Spannungsabfalls über den Ladedraht (4) von dem zweiten Befehlswert erhaltener Wert ist.

6. Verfahren zum Bestimmen, ob ein Ladedraht (4) gebrochen ist, der eine Verbindung zwischen einer Batterie (5) und einem Generator (3) herstellt, bei dem der Generator (3) einen Transistor (335) und eine Spannungssteuerschaltung (332) enthält, und eine durch magnetische Flüsse erzeugte Spannung ausgibt, wobei die magnetischen Flüsse in dem Generator (3) basierend auf einem Erregerstrom erzeugt werden, wobei die Spannungssteuerschaltung (332) ein Spannungs-Steuersignal zum Steuern eines Tastverhältnisses des Transistors (335) basierend auf einer Mehrzahl von Befehlswerten ausgibt, sodass der Erregerstrom basierend auf dem gesteuerten Tastverhältnis gesteuert wird und zu dem Generator (3) zugeführt wird, wobei der Generator (3) so konfiguriert ist, um die Batterie (5) über den Ladedraht (4) basierend auf dem gesteuerten Erregerstrom zu laden, welches Verfahren die folgenden Schritte umfaßt:

Bestimmen, ob sich die Batterie (5) im Entladezustand befindet;

Detektieren eines Werts von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder einem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals, wobei sowohl das Tastverhältnis des Transistors (335) als auch das Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals eine Betriebsrate des Generators (3) darstellen; und

Bestimmen, daß der Ladedraht (4) gebrochen ist, wenn bestimmt wird, daß die Batterie (5) sich im Entladezustand befindet und der detektierte Wert von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals innerhalb eines vorbestimmten Bereiches liegt, wobei der vorbestimmte Bereich durch einen oberen Grenz-Schwellenwert und einen unteren Grenz-Schwellenwert festgelegt ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Bestimmung, ob sich die Batterie (5) im Entladezustand befindet, einen Vergleich eines Stromes der Batterie (5) mit einem vorbestimmten Schwellenwert-Stromwert umfaßt, und bei dem das Bestimmen, daß sich die Batterie (5) im Entladezustand befindet, auf dem Vergleichsergebnis basiert.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die Vielzahl der Befehlswerte einen ersten Befehlswert enthält, der es dem Generator (3) ermöglicht, seine Ausgangsspannung zu ändern, so daß diese niedriger ist als die Batteriespannung, und einen zweiten Befehlswert enthält, der den oberen Grenz-Schwellenwert bestimmt, wobei der obere Grenz-Schwellenwert niedriger liegt als der zweite Befehlswert und der untere Grenz-Schwellenwert höher liegt als ein

Wert von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals, wobei der Wert von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals dem ersten Befehlswert entspricht.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei welchem der Bestimmungsvorgang, daß der Ladedraht (4) gebrochen ist, die folgenden Schritte umfaßt:

Vergleichen des detektierten Werts von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals mit dem oberen und dem unteren Grenz-Schwellenwert nach dem Vergleich des Stromes der Batterie (5) mit dem vorbestimmten Schwellenwert-Stromwert; und

Bestimmen, ob der detektierte Wert von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals innerhalb des vorbestimmten Bereiches liegt, basierend auf dem Vergleichsergebnis.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem ferner der Bestimmungsvorgang des Ladedrahtes (4) basierend auf dem zweiten Befehlswert unterbrochen wird.

11. System zum Bestimmen, ob ein Ladedraht (4) gebrochen ist, der eine Verbindung zwischen einer Batterie (5) und einem Generator (3) herstellt, wobei der Generator (3) einen Transistor (335) und eine Spannungssteuerschaltung (332) enthält, und eine durch magnetische Flüsse erzeugte Spannung ausgibt, wobei die magnetischen Flüsse in dem Generator (3) basierend auf einem Erregerstrom erzeugt werden, wobei die Spannungssteuerschaltung (332) ein Spannungs-Steuersignal zum Steuern eines Tastverhältnisses des Transistors (335) basierend auf einer Mehrzahl von Befehlswerten ausgibt, sodass der Erregerstrom basierend auf dem gesteuerten Tastverhältnis gesteuert wird und zu dem Generator (3) zugeführt wird, wobei der Generator (3) so konfiguriert ist, um die Batterie (5) über den Ladedraht (4) basierend auf dem gesteuerten Erregerstrom zu laden, welches System Folgendes aufweist:

eine erste Einheit (28), die dafür konfiguriert ist, um eine Spannung der Batterie (5) zu messen;

eine zweite Einheit (22), die dafür konfiguriert ist, um einen Wert von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder einem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals zu detektieren, wobei sowohl das Tastverhältnis des Transistors (335) als auch das Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals eine Betriebsrate des Generators (3) darstellen; und

eine dritte Einheit (23), die dafür konfiguriert ist, um zu bestimmen, daß der Ladedraht (4) gebrochen ist, wenn die gemessene Batteriespannung niedriger ist als eine vorbestimmte Schwellenwert-Spannung, und der detektierte Wert von wenigstens dem Tastverhält-

nis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals niedriger liegt als ein vorbestimmter Schwellenwert.

12. System nach Anspruch 11, bei dem die Vielzahl der Befehlswerte einen ersten Befehlswert enthält, der eine obere Grenze von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis von dem Spannungssteuersignal festlegt, und wobei der vorbestimmte Schwellenwert niedriger liegt als der erste Befehlswert.

13. System nach Anspruch 12, bei dem die Vielzahl der Befehlswerte einen zweiten Befehlswert enthält, der zum Bestimmen der Ausgangsspannung des Generators (3) verwendet wird, und bei dem eine elektrische Last direkt an den Generator (3) und nicht über die Ladeleitung angeschlossen ist, ferner mit:
einer vierten Einheit (24), die dafür konfiguriert ist, um den zweiten Befehlswert auf einen vorbestimmten Wert zum Schützen der elektrischen Last zu ändern, wenn die dritte Einheit (23) bestimmt, daß der Ladedraht (4) gebrochen ist; und
einer fünften Einheit (25), die dafür konfiguriert ist, um ein Alarmsignal auszugeben, wenn die dritte Einheit (23) bestimmt hat, daß der Ladedraht (4) gebrochen ist.

14. System nach Anspruch 13, bei dem die vorbestimmte Spannung größer ist als eine Offenkreis-Spannung der Batterie (5) und gleich ist oder kleiner ist als eine maximal zulässige Spannung der elektrischen Last, die direkt an den Generator (3) angeschlossen ist.

15. System zum Bestimmen, ob ein Ladedraht (4) gebrochen ist, der eine Batterie (5) und einen Generator (3) verbindet, bei dem der Generator (3) einen Transistor (335) und eine Spannungssteuerschaltung (332) enthält, und eine durch magnetische Flüsse erzeugte Spannung ausgibt, wobei die magnetischen Flüsse in dem Generator (3) basierend auf einem Erregerstrom erzeugt werden, wobei die Spannungssteuerschaltung (332) ein Spannungs-Steuersignal zum Steuern eines Tastverhältnisses des Transistors (335) basierend auf einer Mehrzahl von Befehlswerten ausgibt, sodass der Erregerstrom basierend auf dem gesteuerten Tastverhältnis gesteuert wird und zu dem Generator (3) zugeführt wird, wobei der Generator (3) so konfiguriert ist, um die Batterie (5) über den Ladedraht (4) basierend auf dem gesteuerten Erregerstrom zu laden, wobei das System Folgendes aufweist:

eine erste Einheit (28), die dafür konfiguriert ist, um zu bestimmen, ob sich die Batterie (5) im Entladezustand befindet;

eine zweite Einheit (22), die dafür konfiguriert ist, um einen Wert von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder einem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals zu detektieren, wo-

bei sowohl das Tastverhältnis des Transistors (335) als auch das Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals eine Betriebsrate des Generators (3) zu darstellen; und

eine dritte Einheit (23), die dafür konfiguriert ist, um zu bestimmen, daß der Ladedraht (4) gebrochen ist, wenn bestimmt wird, daß sich die Batterie (5) im Entladezustand befindet und der detektierte Wert von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals innerhalb eines vorbestimmten Bereiches liegt, wobei der vorbestimmte Bereich durch einen oberen Grenz-Schwellenwert und einen unteren Grenz-Schwellenwert festgelegt ist.

16. System nach Anspruch 15, bei dem die erste Einheit (28) dafür konfiguriert ist, um einen Strom der Batterie (5) mit einem vorbestimmten Schwellen-Stromwert zu vergleichen und um zu bestimmen, ob sich die Batterie (5) im Entladezustand befindet, basierend auf dem Vergleichsergebnis.

17. System nach Anspruch 15, bei dem die Vielzahl der Befehlswerte einen ersten Befehlswert enthält, der zum Bestimmen der Ausgangsspannung des Generators (3) verwendet wird, und bei dem eine elektrische Last direkt an den Generator (3) und nicht über die Ladeleitung angeschlossen ist, ferner mit:
einer vierten Einheit (24), die dafür konfiguriert ist, um den ersten Befehlswert in einen vorbestimmten Wert zu ändern, um die elektrische Last zu schützen, wenn die dritte Einheit (23) bestimmt, daß der Ladedraht (4) gebrochen ist; und
einer fünften Einheit (25), die dafür konfiguriert ist, um ein Alarmsignal auszugeben, wenn die dritte Einheit (23) bestimmt, daß der Ladedraht (4) gebrochen ist.

18. System nach Anspruch 17, bei dem die vorbestimmte Spannung höher ist als eine Offenkreis-Spannung der Batterie (5) und gleich ist mit oder kleiner ist als eine maximal zulässige Spannung der elektrischen Last, die direkt an den Generator (3) angeschlossen ist.

19. Batterie-Ladesystem, mit
einer Batterie (5);
einem Generator (3);
einem Ladedraht (4), der die Batterie (5) mit dem Generator (3) verbindet, wobei der Generator (3) dafür konfiguriert ist, um die Batterie (5) über den Ladedraht (4) zu laden;
wobei der Generator (3) einen Transistor (335) und eine Spannungssteuerschaltung (332) enthält, und eine durch magnetische Flüsse erzeugte Spannung ausgibt, wobei die magnetischen Flüsse in dem Generator (3) basierend auf einem Erregerstrom erzeugt werden, wobei die Spannungssteuerschaltung (332) ein Spannungs-Steuersignal zum Steuern eines Tastverhältnisses des Transistors (335) basierend auf einer Mehrzahl von Befehlswerten ausgibt,

sodass der Erregerstrom basierend auf dem gesteuerten Tastverhältnis gesteuert wird und zu dem Generator (3) zugeführt wird, wobei der Generator (3) so konfiguriert ist, um die Batterie (5) über den Ladedraht (4) basierend auf dem gesteuerten Erregerstrom zu laden;

einer ersten Einheit (28), die dafür konfiguriert ist, um eine Spannung der Batterie (5) zu messen;

einer zweiten Einheit (22), die dafür konfiguriert ist, um einen Wert von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder einem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals zu detektieren, wobei sowohl das Tastverhältnis des Transistors (335) als auch das Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals eine Betriebsrate des Generators (3) zu darstellen; und

einer dritten Einheit (23), die dafür konfiguriert ist, um zu bestimmen, daß der Ladedraht (4) gebrochen ist, wenn die gemessene Batteriespannung niedriger liegt als eine vorbestimmte Schwellenwert-Spannung und der detektierte Wert von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals niedriger liegt als ein vorbestimmter Schwellenwert.

bestimmt wird, daß sich die Batterie (5) im Entladezustand befindet und der detektierte Wert von wenigstens dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder dem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals innerhalb eines vorbestimmten Bereiches liegt, wobei der vorbestimmte Bereich durch einen oberen Grenz-Schwellenwert und einen unteren Grenz-Schwellenwert festgelegt ist.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

20. Batterie-Ladesystem, mit:

einer Batterie (5);

einem Generator (3);

einem Ladedraht (4), der die Batterie (5) mit dem Generator (3) verbindet, wobei der Generator (3) dafür ausgelegt ist, um die Batterie (5) über den Ladedraht (4) zu laden;

wobei der Generator (3) einen Transistor (335) und eine Spannungssteuerschaltung (332) enthält, und eine durch magnetische Flüsse erzeugte Spannung ausgibt, wobei die magnetischen Flüsse in dem Generator (3) basierend auf einem Erregerstrom erzeugt werden, wobei die Spannungssteuerschaltung (332) ein Spannungs-Steuersignal zum Steuern eines Tastverhältnisses des Transistors (335) basierend auf einer Mehrzahl von Befehlswerten ausgibt, sodass der Erregerstrom basierend auf dem gesteuerten Tastverhältnis gesteuert wird und zu dem Generator (3) zugeführt wird, wobei der Generator (3) so konfiguriert ist, um die Batterie (5) über den Ladedraht (4) basierend auf dem gesteuerten Erregerstrom zu laden;

einer ersten Einheit (28), die dafür ausgelegt ist, zu bestimmen, ob die Batterie (5) sich im Entladezustand befindet;

einer zweiten Einheit (22), die dafür ausgelegt ist, um einen Wert von wenigstens: dem Tastverhältnis des Transistors (335) und/oder einem Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals zu detektieren, wobei sowohl das Tastverhältnis des Transistors (335) als auch das Tastverhältnis des Spannungs-Steuersignals eine Betriebsrate des Generators (3) darstellen; und

einer dritten Einheit (23), die dafür ausgelegt ist, zu bestimmen, ob der Ladedraht (4) gebrochen ist, wenn

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

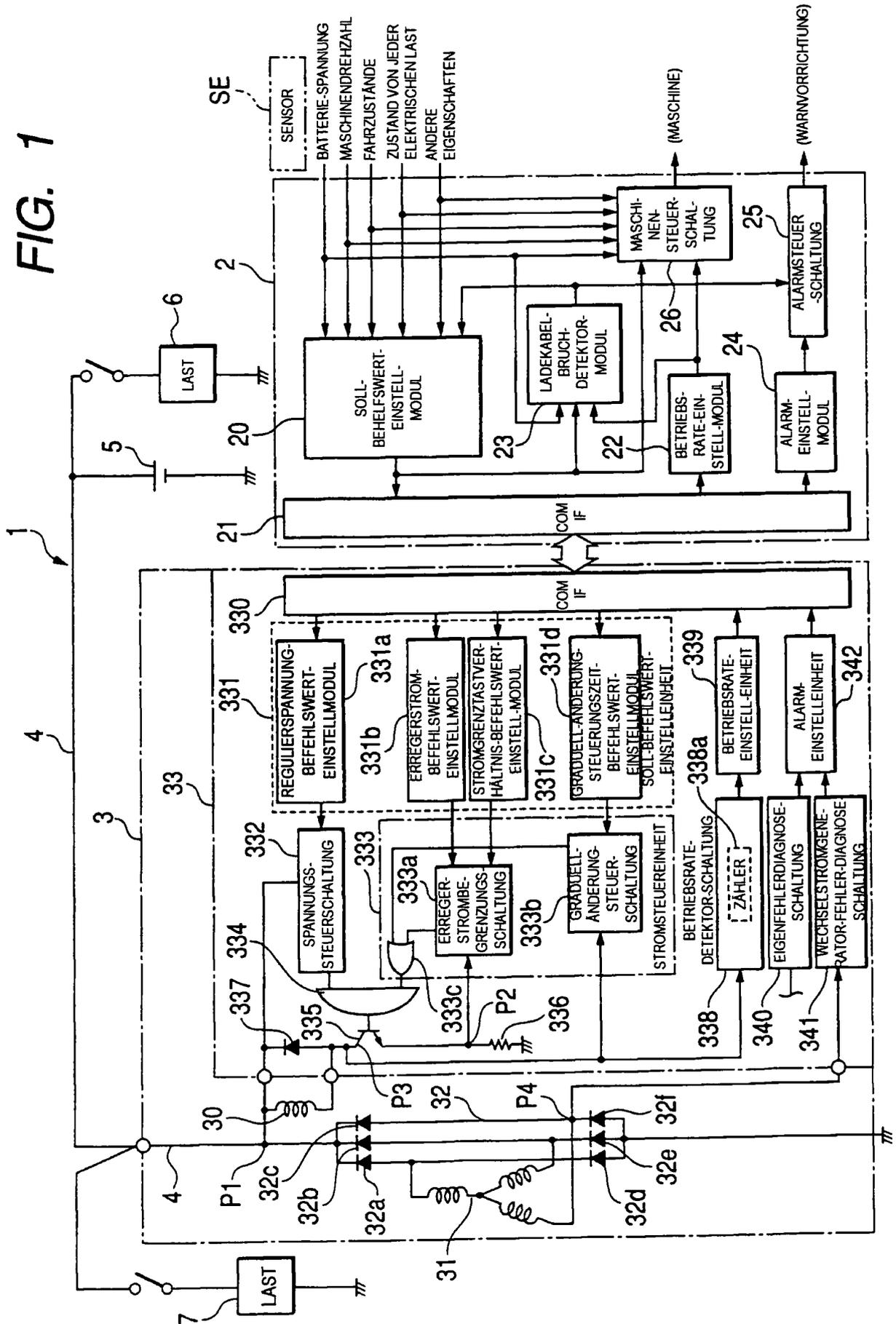


FIG. 2

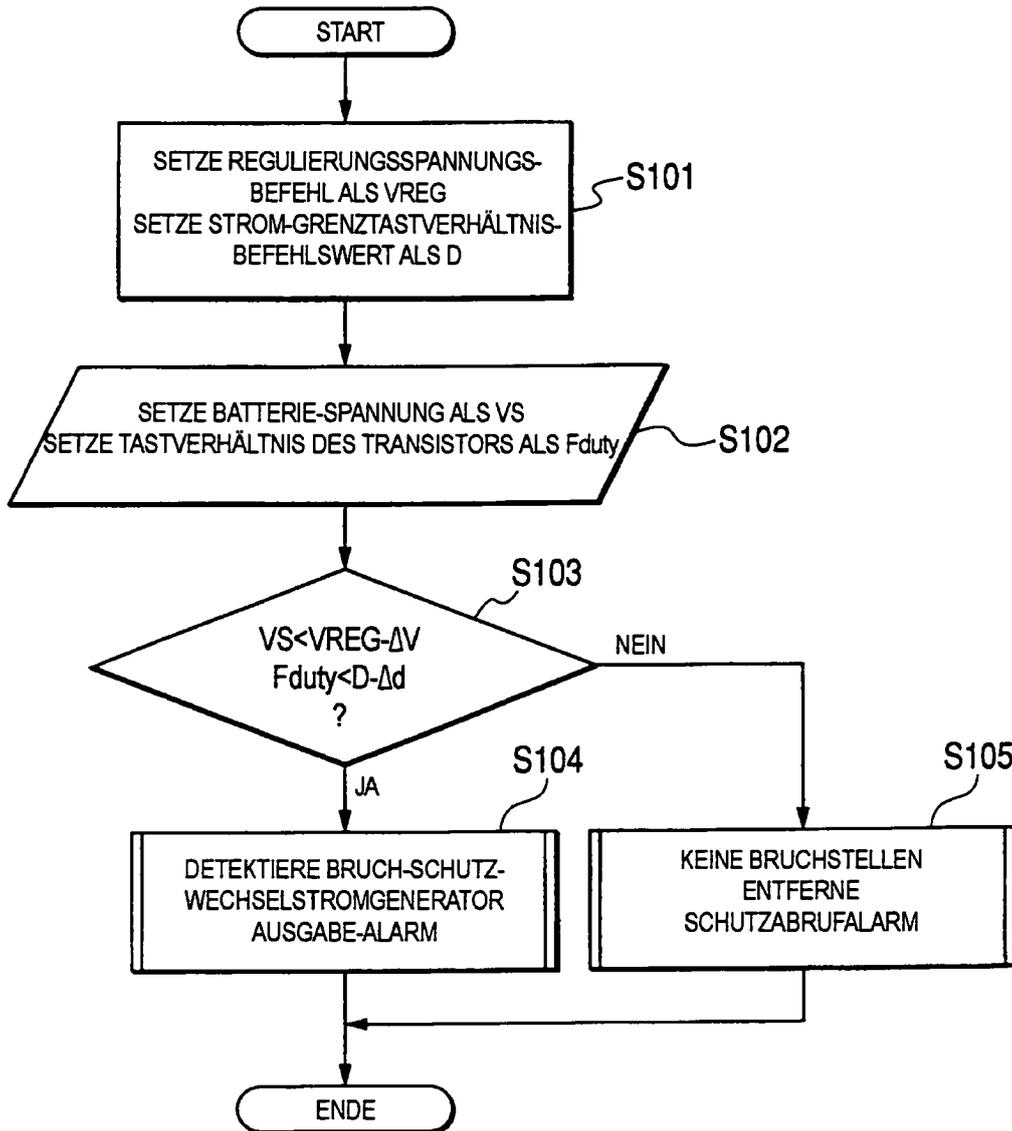


FIG. 3

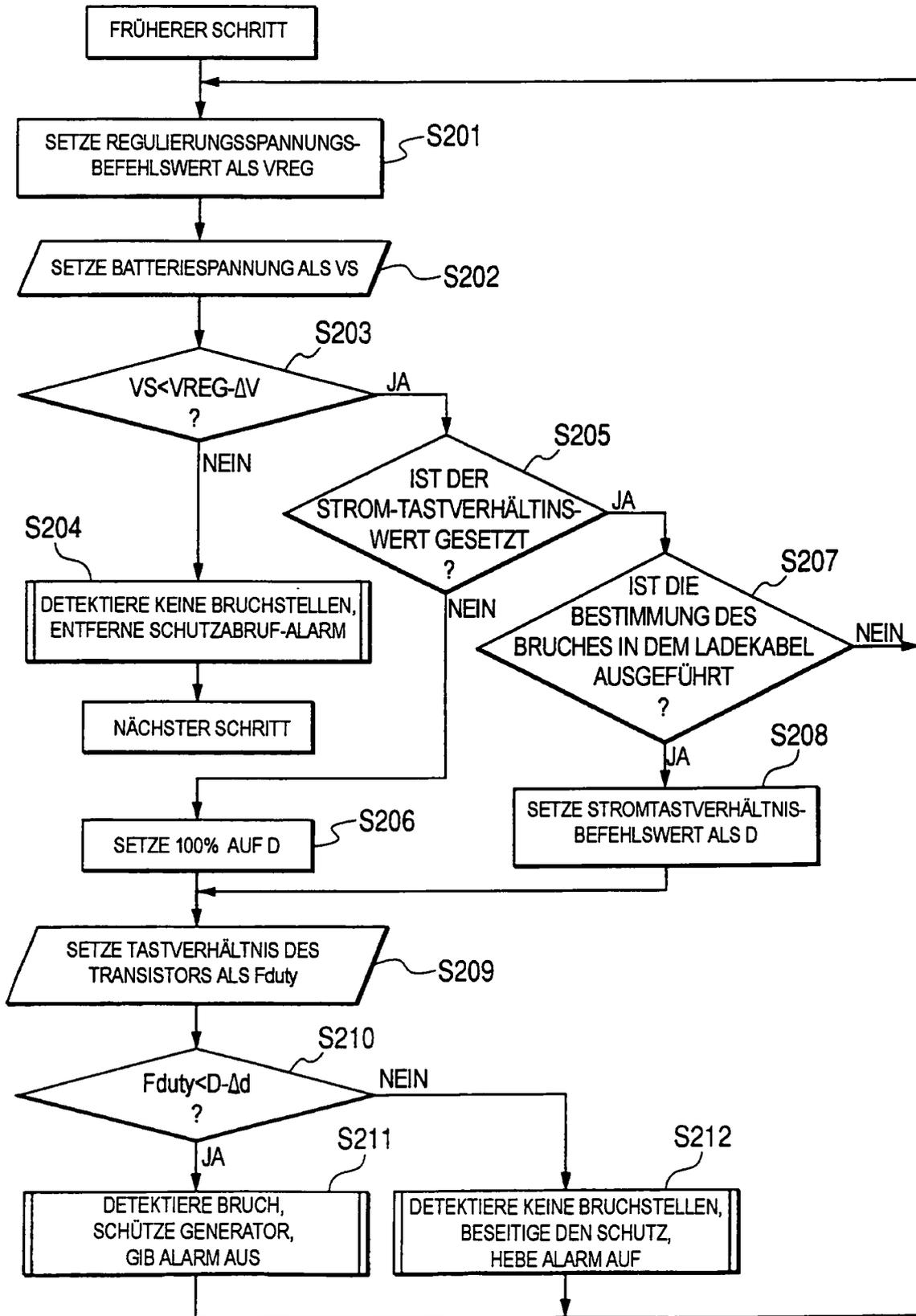


FIG. 4

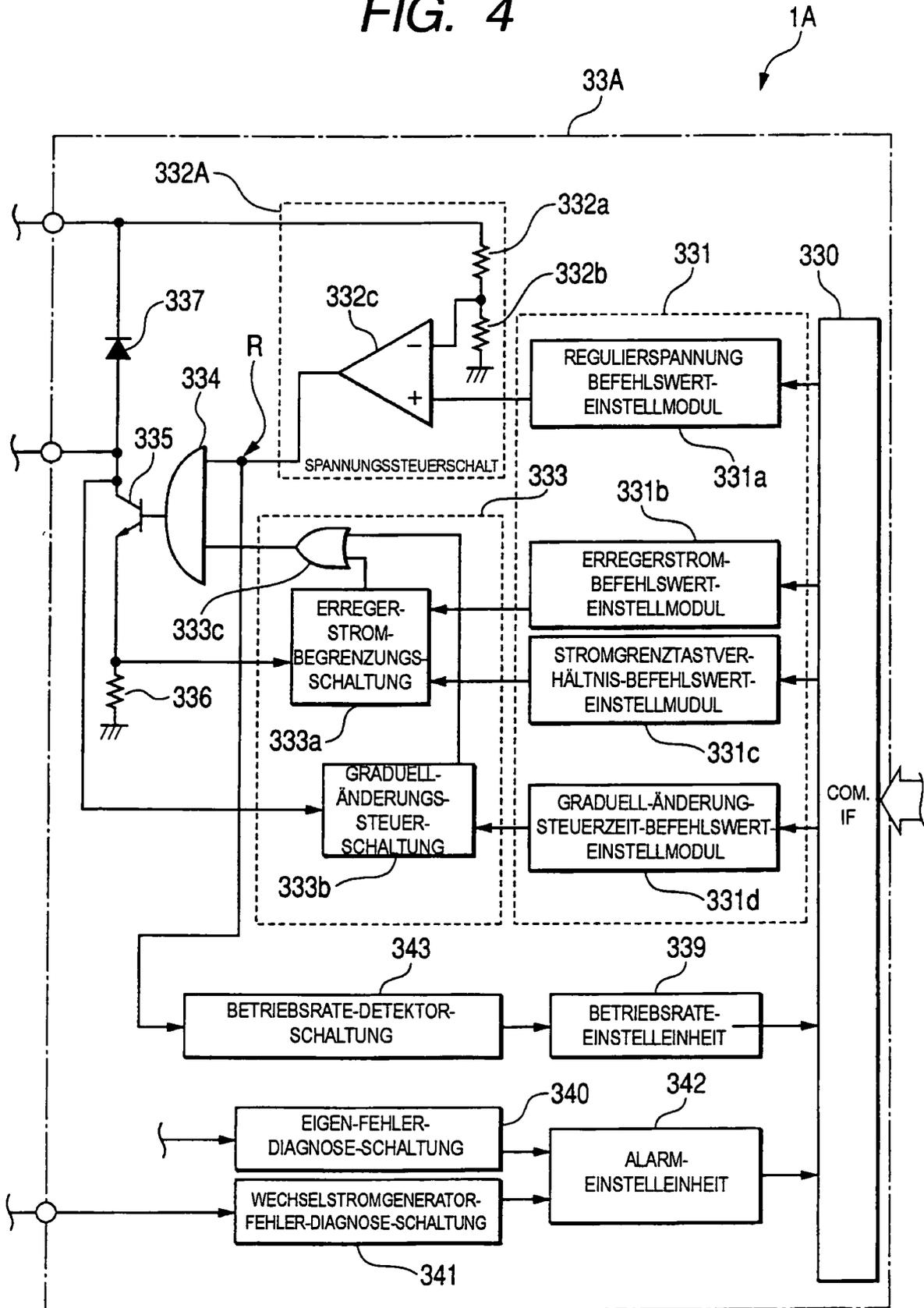


FIG. 5

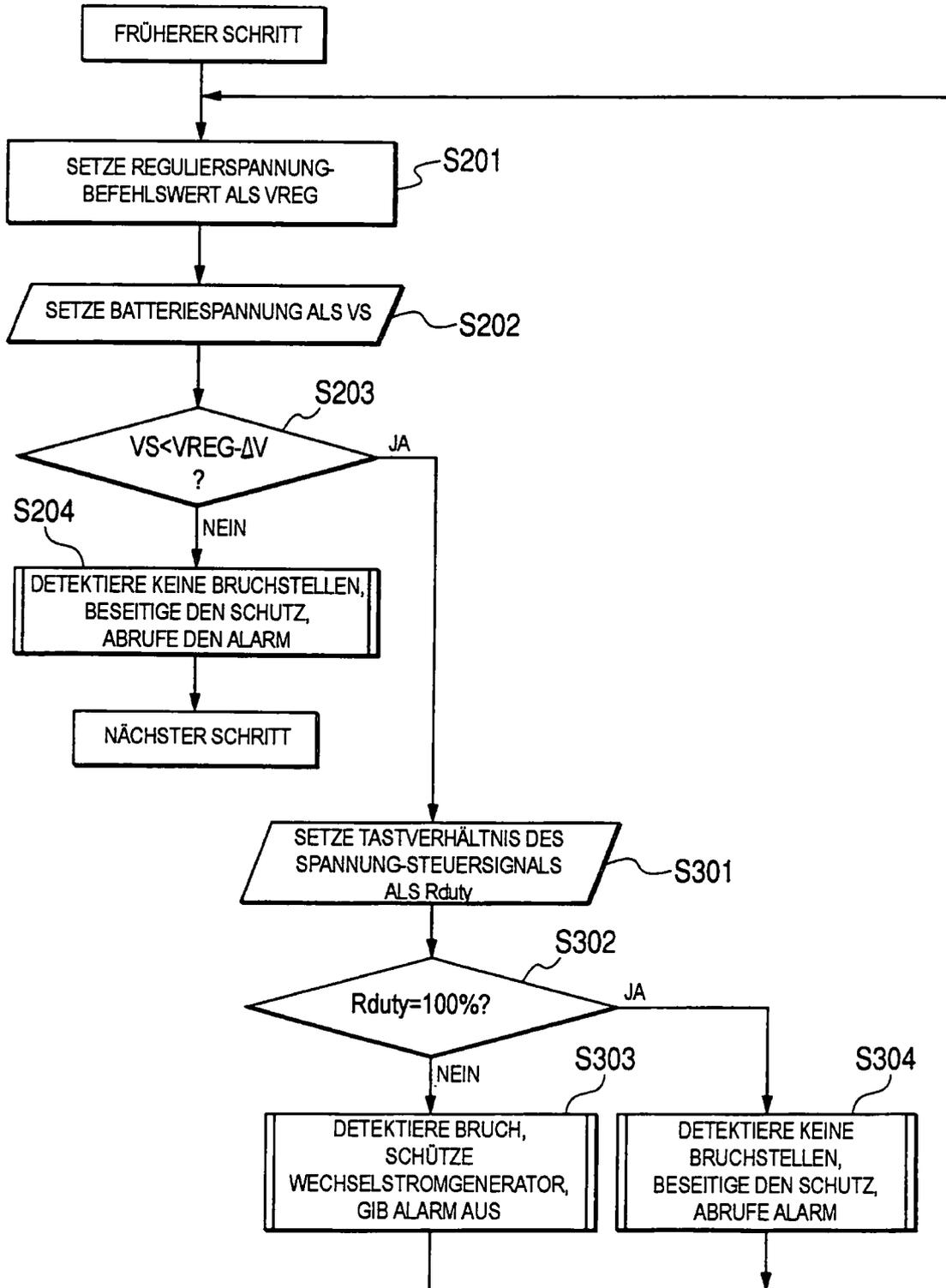


FIG. 6

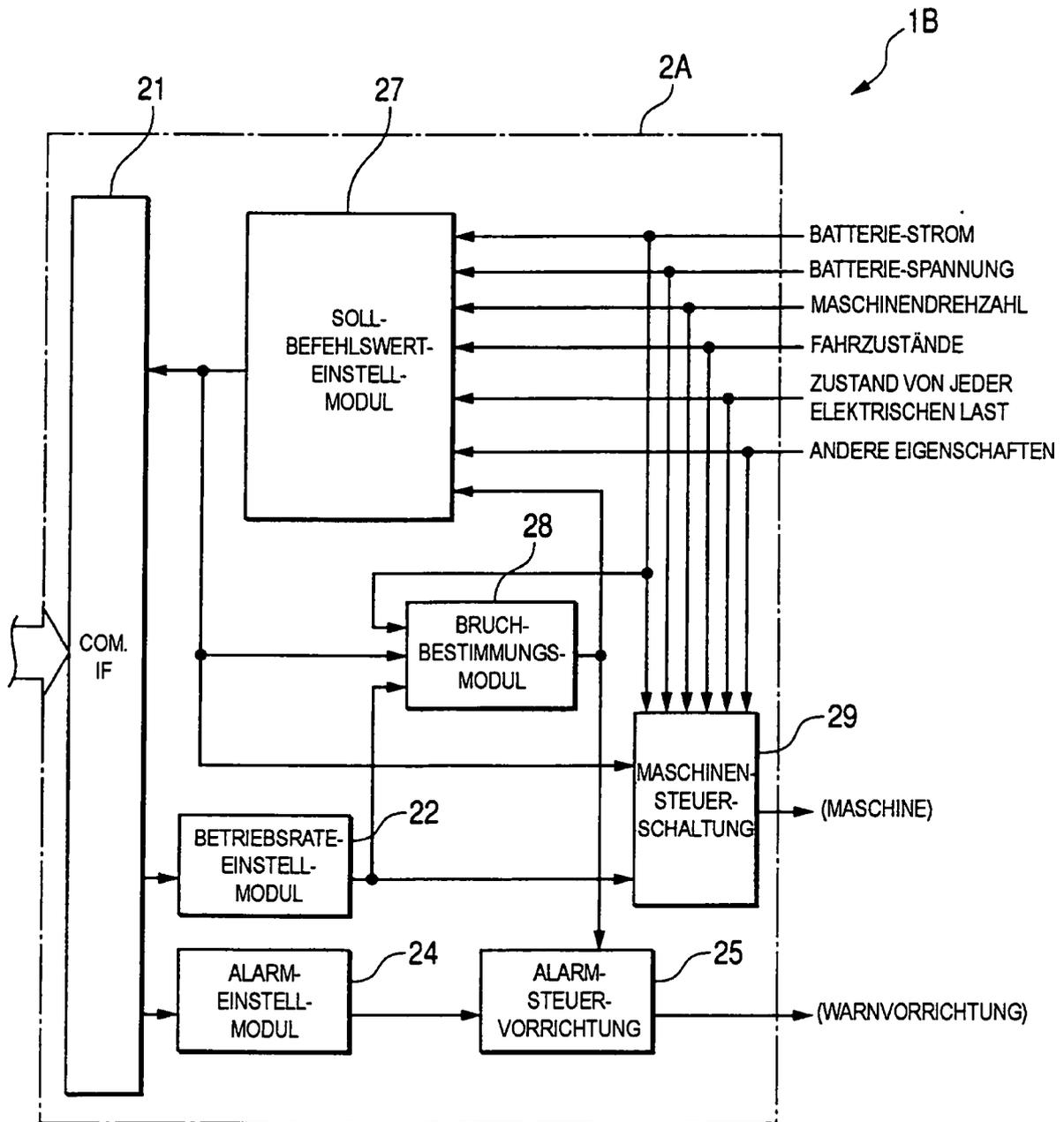


FIG. 7

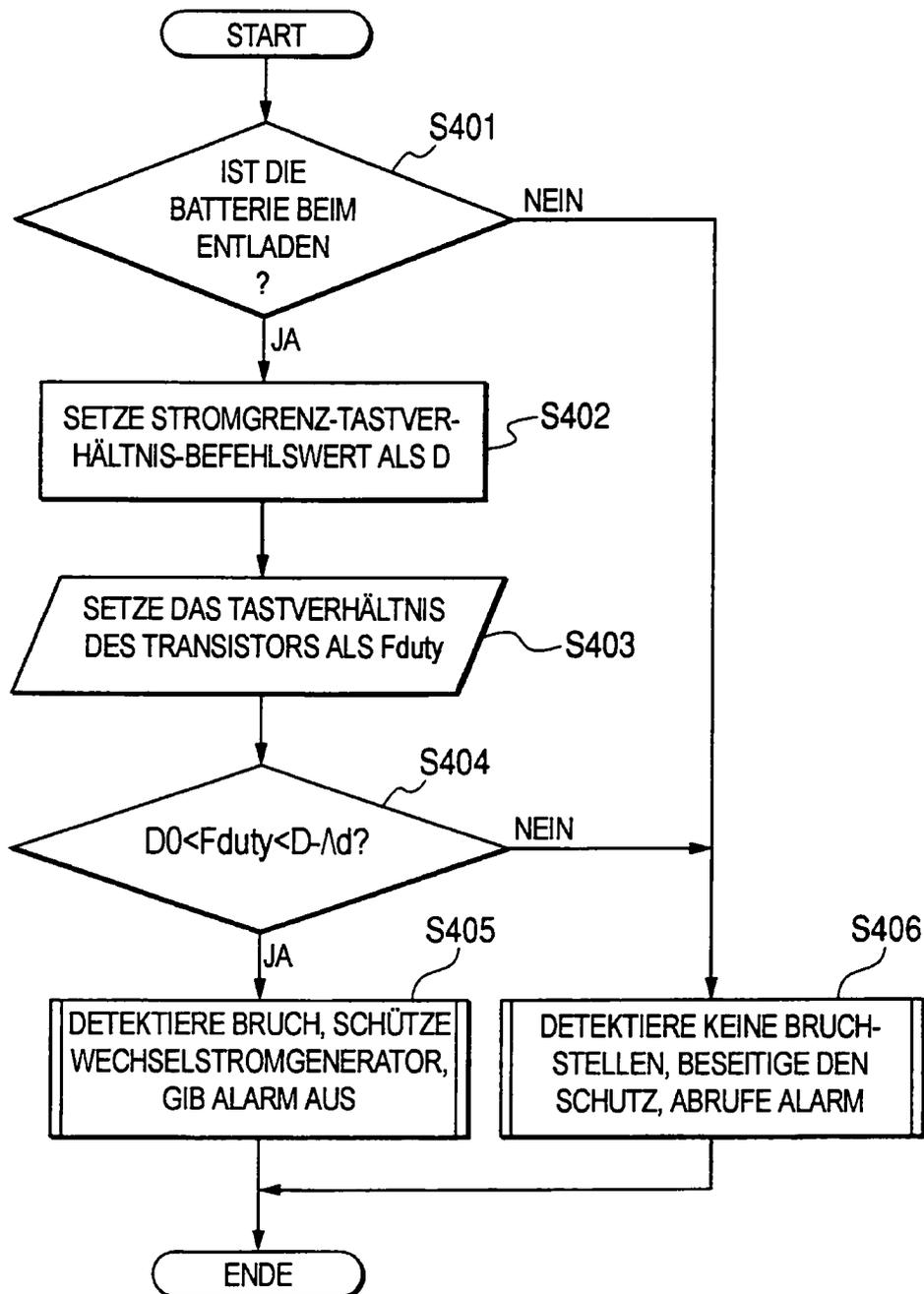


FIG. 8

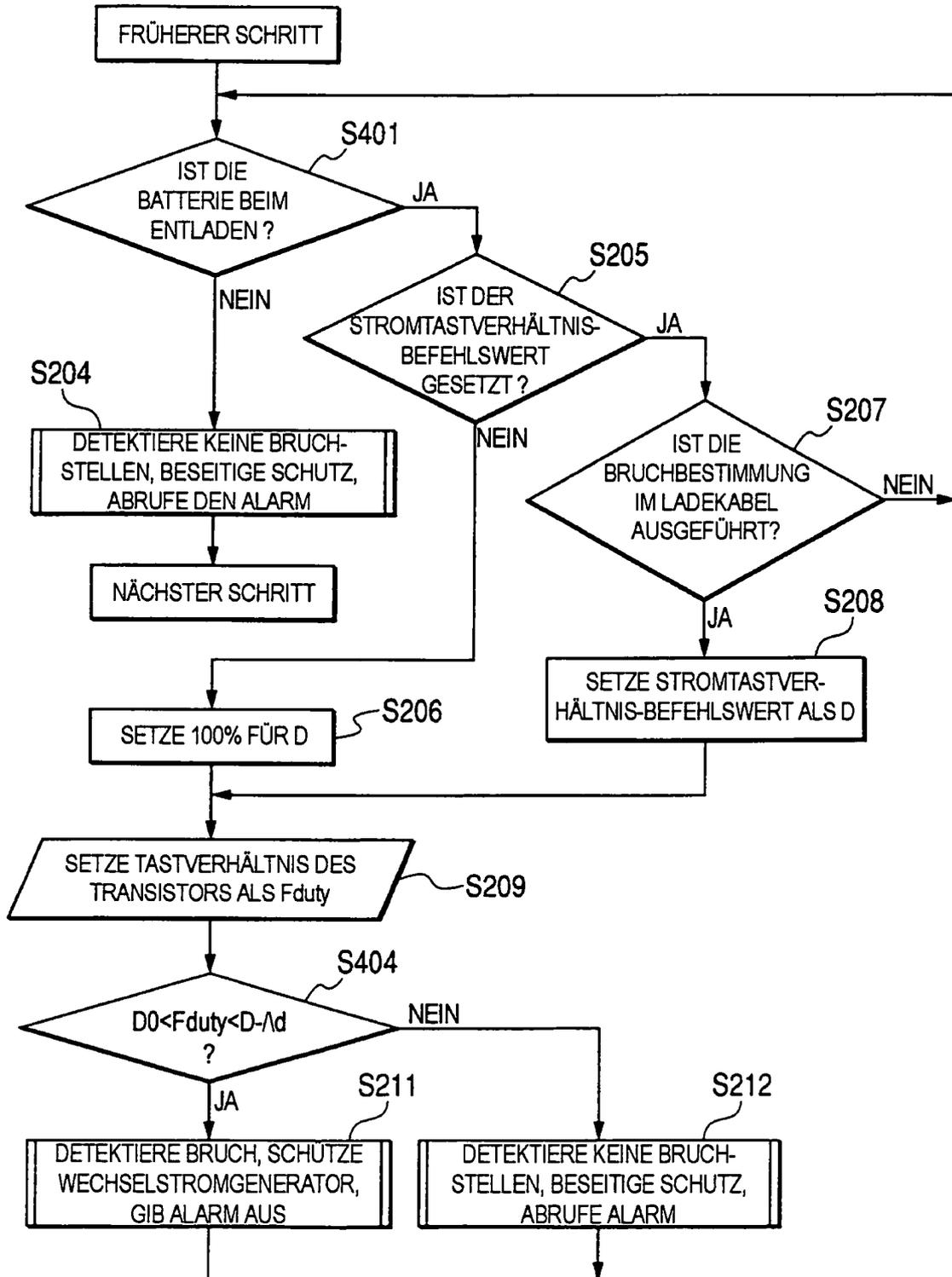


FIG. 9

