



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 210 781.8**
 (22) Anmeldetag: **27.09.2021**
 (43) Offenlegungstag: **31.03.2022**

(51) Int Cl.: **B60W 30/188 (2012.01)**
B60L 58/40 (2019.01)

(30) Unionspriorität:
2020-163084 **29.09.2020** **JP**

(71) Anmelder:
Hitachi, Ltd., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann
Patentanwälte PartG mbB, 80336 München, DE

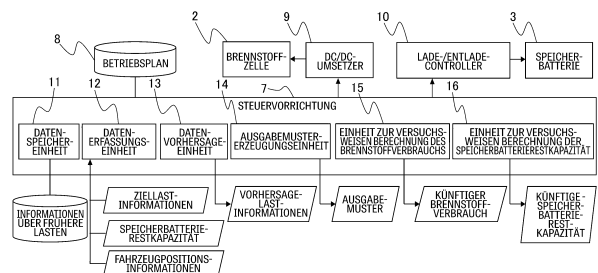
(72) Erfinder:
Watanabe, Keiji, Tokyo, JP; Furuta, Futoshi,
Tokyo, JP; Yamazoe, Takanori, Tokyo, JP;
Ishikawa, Takao, Tokyo, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Fahrzeugsteuervorrichtung und Fahrzeugsteuerverfahren**

(57) Zusammenfassung: Um eine Fahrzeugsteuervorrichtung und eine Fahrzeugsteuerverfahren, die den Brennstoffverbrauch verbessern und die Verschlechterung einer Zelle in einem Zustand unterdrücken, in dem ein Betriebsplan eines Fahrzeugs definiert worden ist und der Zeitpunkt des Ladens bestimmt werden kann. Eine Fahrzeugsteuervorrichtung, die ein Fahrzeug gemäß einem vorgegebenen Betriebsplan steuert, enthält: eine Datenspeichereinheit, die die Informationen über frühere Lasten speichert, die die Last der elektrischen Leistung während der Fahrt des Fahrzeugs in der Vergangenheit angeben; eine Datenerfassungseinheit, die die Ziellastinformationen, die die Last der elektrischen Leistung während der Fahrt eines Zielfahrzeugs angeben, eine Speicherbatterierestkapazität in dem Zielfahrzeug und die Positionsinformationen des Zielfahrzeugs erfasst; und eine Datenvorhersageeinheit, die die Vorhersage-Lastinformationen, die eine zukünftige Last der elektrischen Leistung während eines Zeitraums bis zum Laden der Speicherbatterie angeben, gemäß dem Betriebsplan auf der Grundlage der Informationen über frühere Lasten [engl.: , the target] berechnet, wobei die Fahrzeugsteuervorrichtung eine Ausgabe aus der Brennstoffzelle während des Zeitraums bis zum Laden auf der Grundlage der Speicherbatterierestkapazität und der Vorhersage-Lastinformationen steuert.



Beschreibung**ZUSAMMENFASSUNG****HINTERGRUND**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Fahrzeugsteuervorrichtung und ein Fahrzeugs-teuerverfahren.

[0002] Im Zusammenhang mit den Problemen der globalen Erwärmung ist als ein Bestreben zur Dekarbonisierung des Verkehrssystems (Verringerung der Kohlendioxidemissionen) ein Fahrzeug entwickelt worden, das mit einer Brennstoffzelle ausgestattet ist, die als eine Leistungsquelle Wasserstoff einsetzt. Die Ausgabekennlinie der Brennstoffzelle weist einen Punkt des maximalen Wirkungsgrads (Punkt des maximalen Wirkungsgrads: MEP), an dem sich der Energiewirkungsgrad (= Erzeugung elektrischer Leistung/Wasserstoffverbrauch) an seiner Spitze befindet, auf der Seite einer geringeren Ausgabe als der Punkt maximaler Leistung (Punkt maximaler Leistung: MPP) auf, wie in **Fig. 23** veranschaulicht ist. Um den Brennstoffverbrauch eines Fahrzeugs, wie z. B. eines Eisenbahnfahrzeugs oder eines Kraftfahrzeugs, zu verbessern, ist es deshalb wichtig, den Energiewirkungsgrad unter Verwendung einer Betriebsart zu erhöhen, die sich so nah wie möglich beim MEP befindet.

[0003] Überdies sind verschiedene Techniken bekannt, um eine Ausgabe aus der Brennstoffzelle in Abhängigkeit von der Speicherbatterierestkapazität in einem Hybridfahrzeug zu steuern, das die Brennstoffzelle und eine Speicherbatterie als Antriebsquellen verwendet. Das japanische Patent Nr. 6224302 offenbart z. B. ein Verfahren zum Steuern der Ausgabe der Brennstoffzelle des Eisenbahnfahrzeugs durch das Steuern der Verringerung der Speicherbatterierestkapazität durch das Verschieben der Ausgabe der Brennstoffzelle vom MEP zum MPP, wenn die Speicherbatterierestkapazität verringert ist. Überdies offenbart die ungeprüfte japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungs-Nr. 2019-196124, ein Fahrzeugsteuerverfahren zum Schätzen des Energieverbrauchs und zum Erzeugen eines Leistungserzeugungssplans, um eine Leistungserzeugungseinheit zum Beibehalten der Speicherbatterierestkapazität auf der Grundlage des geschätzten Energieverbrauchs zu betreiben.

Entgegenhaltungsliste**Patentliteratur**

PTL1: JP 6224302

PTL 2: JP 2019-196124

[0004] Mit der im japanischen Patent Nr. 6224302 offenbarten Technik wird eine Steuerung ausgeführt, ohne zu wissen, welche Fahrlast in der Zukunft erforderlich sein sollte, weil die Ausgabe aus der Brennstoffzelle auf der Grundlage des aktuellen Werts der Speicherbatterierestkapazität (SOC) bestimmt wird. Entsprechend muss ein Schwellenwert der SOC zum Bestimmen des Wechsels vom MEP zum Nicht-MEP im Hinblick auf die Sicherheit höher festgelegt werden, was einen Anteil des Nicht-MEP erhöhen kann, was den Brennstoffverbrauch verschlechtert. Überdies erhöhen häufige Wechsel vom MEP zum Nicht-MEP eine Anzahl der Leistungsvariation von der Brennstoffzelle, was die Brennstoffzelle verschlechtern kann.

[0005] Weil das in der ungeprüften japanischen Patentanmeldung, Veröffentlichungs-Nr. 2019-196124, beschriebene Fahrzeugsteuerverfahren eine Technik ist, die Kraftfahrzeuge betrachtet, ist der Zeitpunkt des Ladens nicht explizit definiert, wobei eine versuchsweise Berechnung des zukünftigen Brennstoffverbrauchs bis zum Zeitpunkt und dergleichen nicht in Betracht gezogen werden.

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Fahrzeugsteuervorrichtung und ein Fahrzeugs-teuerverfahren zu schaffen, die den Brennstoffverbrauch verbessern und die Verschlechterung einer Zelle in einem Zustand steuern, in dem ein Betriebsplan des Fahrzeugs definiert ist und der Zeitpunkt des Ladens spezifiziert werden kann.

[0007] Um die oben beschriebenen Probleme anzugehen, schafft die vorliegende Erfindung eine Fahrzeugsteuervorrichtung, die ein Fahrzeug gemäß einem vorgegebenen Betriebsplan steuert, die enthält: eine Datenspeichereinheit, die darin Informationen über frühere Lasten speichert, die eine Last der elektrischen Leistung während der Fahrt des Fahrzeugs in der Vergangenheit angeben; eine Datenerfassungseinheit, die die Ziellastinformationen, die die Last der elektrischen Leistung während der Fahrt eines Zielfahrzeugs angeben, eine Speicherbatterierestkapazität in dem Zielfahrzeug und die Positionsinformationen des Zielfahrzeugs erfasst; und eine Datenvorhersageeinheit, die Vorhersage-Lastinformationen, die eine zukünftige Last der elektrischen Leistung während eines Zeitraums bis zum Laden der Speicherbatterie angeben, gemäß dem Betriebsplan auf der Grundlage der Informationen über frühere Lasten, der Ziellastinformation und der Positionsinformation berechnet, wobei die Fahrzeugsteuervorrichtung eine Ausgabe aus der Brennstoffzelle während des Zeitraums bis zum Laden auf der Grundlage der Speicherbatterierestkapazität und der Vorhersage-Lastinformationen steuert.

[0008] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine Fahrzeugsteuervorrichtung und ein Fahrzeugsteuerungsverfahren zu schaffen, die den Brennstoffverbrauch verbessern und eine Verschlechterung einer Zelle unterdrücken.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine graphische Darstellung der Gesamtkonfiguration eines Eisenbahnsystems;

Fig. 2 ist ein Blockschaltplan, der eine Konfiguration einer Steuervorrichtung eines Eisenbahnfahrzeugs gemäß einer ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 3 ist ein Ablaufplan, der ein Steuerungsverfahren durch die Steuervorrichtung des Eisenbahnfahrzeugs gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 4 veranschaulicht ein Beispiel eines Vorhersageverfahrens für eine Fahrlast;

Fig. 5 ist eine graphische Darstellung, die ein Beispiel der durch eine Einheit zur versuchsweisen Berechnung der Speicherbatterierestkapazität hinsichtlich eines Falls eines bestimmten Ausgabemusters versuchsweise berechneten zeitlichen Änderung der Speicherbatterierestkapazität veranschaulicht;

Fig. 6 veranschaulicht ein Ausgabemuster einer Brennstoffzelle in einem Fall eines kurzen Zeitraums bis zum Laden (Stand der Technik);

Fig. 7 veranschaulicht ein Ausgabemuster der Brennstoffzelle in dem Fall eines kurzen Zeitraums bis zum Laden (erste Ausführungsform);

Fig. 8 veranschaulicht einen Übergang der Speicherbatterierestkapazität in dem Fall des kurzen Zeitraums bis zum Laden;

Fig. 9 veranschaulicht die akkumulierten Werte des Wasserstoffverbrauchs in dem Fall des kurzen Zeitraums bis zum Laden;

Fig. 10 veranschaulicht ein Ausgabemuster der Brennstoffzelle in einem Fall eines langen Zeitraums bis zum Laden (Stand der Technik);

Fig. 11 veranschaulicht ein Ausgabemuster der Brennstoffzelle in dem Fall eines langen Zeitraums bis zum Laden (erste Ausführungsform);

Fig. 12 veranschaulicht einen Übergang der Speicherbatterierestkapazität in dem Fall des langen Zeitraums bis zum Laden;

Fig. 13 veranschaulicht die akkumulierten Werte des Wasserstoffverbrauchs in dem Fall des langen Zeitraums bis zum Laden;

Fig. 14 veranschaulicht ein Ausgabemuster der Brennstoffzelle in dem Fall des langen Zeitraums bis zum Laden (Stand der Technik);

Fig. 15 veranschaulicht ein weiteres Ausgabemuster der Brennstoffzelle in dem Fall des langen Zeitraums bis zum Laden (erste Ausführungsform);

Fig. 16 veranschaulicht einen Übergang der Speicherbatterierestkapazität in dem Fall des langen Zeitraums bis zum Laden;

Fig. 17 veranschaulicht die akkumulierten Werte des Wasserstoffverbrauchs in dem Fall des langen Zeitraums bis zum Laden;

Fig. 18 ist ein Blockschaltplan, der eine Konfiguration einer Steuervorrichtung eines Eisenbahnfahrzeugs gemäß einer zweiten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 19 ist ein Ablaufplan, der ein Steuerungsverfahren durch die Steuervorrichtung des Eisenbahnfahrzeugs gemäß der zweiten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 20 veranschaulicht einen Übergang der Batteriespeicherrestkapazität in jedem Fahrzeug in einem Fall, in dem elektrische Leistung von einem Eisenbahnfahrzeug B einem Eisenbahnfahrzeug A zugeführt wird;

Fig. 21 ist ein Blockschaltplan, der einen Überblick über ein Eisenbahnsystem gemäß einer dritten Ausführungsform veranschaulicht;

Fig. 22 ist ein Ablaufplan, der einen Prozess des Austauschs elektrischer Leistung in der dritten Ausführungsform veranschaulicht; und

Fig. 23 ist eine graphische Darstellung, die einen Punkt des maximalen Wirkungsgrads (MEP) und einen Punkt maximaler Leistung (MPP) veranschaulicht.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0009] Im Folgenden werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung bezüglich der Zeichnungen beschrieben. Die vorliegende Ausführungsform beschreibt eine Vorrichtung, die ein Eisenbahnfahrzeug steuert, als ein Beispiel eine Fahrzeugsteuervorrichtung, die ein Fahrzeug gemäß einem vorgegebenen Betriebsplan steuert.

[0010] **Fig. 1** ist eine graphische Darstellung der Gesamtkonfiguration eines Eisenbahnsystems gemäß der vorliegenden Ausführungsform. Das Eisenbahnsystem gemäß der vorliegenden Ausführungsform besteht, wie in **Fig. 1** veranschaulicht ist, aus einer Betriebsmanagementvorrichtung 1, die einen Betrieb des Eisenbahnfahrzeugs steuert, einem Hybrid-Wasserstoff-Eisenbahnfahrzeug 4, das mit einer Brennstoffzelle 2 und einer Speicherbatterie 3 als Antriebsquellen ausgestattet ist, einer Wasserstoff-Füllvorrichtung 5 und einer Ladevorrichtung 6, die an einem spezifischen Bahnhof installiert

sind, und dergleichen. Es wird angegeben, dass die Betriebsmanagementvorrichtung 1 ein Computersystem ist, das Positionsinformationen und dergleichen von mehreren Eisenbahnfahrzeugen empfängt und jedem Eisenbahnfahrzeug eine Betriebsanweisung gibt. Kürzlich ist ein System eingeführt worden, bei dem die Betriebsmanagementvorrichtung 1 und die Steuervorrichtungen 7 der mehreren Eisenbahnfahrzeuge über drahtlose Kommunikation verbunden sind und die Betriebsmanagementvorrichtung 1 eine Anweisung eines ausführlichen Fahrmusters an die Steuervorrichtungen 7 der Eisenbahnfahrzeuge gibt. Überdies ist ein Zeitplan des Füllens des Wasserstoff-Brennstoffs durch die Wasserstoff-Füllvorrichtung 5 oder das Laden durch die Ladevorrichtung 6 auf der Grundlage eines Betriebsplans 8 vorgegeben.

[0011] Das Wasserstoff-Eisenbahnfahrzeug 4 gemäß der vorliegenden Ausführungsform enthält zusätzlich zu der Brennstoffzelle 2, der Speicherbatterie 3 und der Steuervorrichtung 7, die oben erwähnt worden sind, einen Brennstofftank 22, einen DC/DC-Umsetzer 9, einen Lade-/Entlade-Controller 10, einen Wechselrichter 20 und einen Motor 21. Der Brennstofftank 22 speichert darin Wasserstoff-Brennstoff zum Erzeugen von Gleichstromleistung mit der Brennstoffzelle 2. Der DC/DC-Umsetzer 9 ist mit der Brennstoffzelle 2 verbunden und verstärkt die Gleichstromausgabe aus der Brennstoffzelle 2. Der Lade-/Entlade-Controller 10 ist mit der Speicherbatterie 3 verbunden und steuert das Laden und Entladen der Speicherbatterie 3. Der Wechselrichter 20 ist mit dem DC/DC-Umsetzer 9 und dem Lade-/Entlade-Controller 10 verbunden und setzt die von der Brennstoffzelle 2 und der Speicherbatterie 3 zugeführte Gleichstromleistung in Dreiphasen-Wechselstromleistung um, die an den Motor 21 ausgegeben wird. Der Motor 21 treibt mit der zugeführten elektrischen Leistung ein Rad an und lässt so das Eisenbahnfahrzeug fahren.

[0012] Während die Brennstoffzelle 2 durch die Reaktion zwischen dem Wasserstoff und dem Sauerstoff in der Luft elektrische Leistung erzeugt, kann hier Wasserstoff als der Brennstoff durch die Wasserstoff-Füllvorrichtung 5, die sich an einem spezifischen Bahnhof befindet, in den Brennstofftank 22 gefüllt werden. Andererseits ist die Speicherbatterie 3 z. B. eine Lithium-Ionen-Sekundärbatterie, wobei sie durch die Ladevorrichtung 6 geladen werden kann, die sich an dem spezifischen Bahnhof befindet. Die Speicherbatterie 3 kann außerdem mit der durch die Brennstoffzelle 2 erzeugten elektrischen Leistung und der elektrischen Leistung zum Zeitpunkt des Wiedergewinnens des Motors 21 geladen werden und entlädt die elektrische Leistung nach Bedarf.

[0013] Die Vorrichtung 7 steuert die Ausgabe elektrischer Leistung aus der Brennstoffzelle 2 über den

DC/DC-Umsetzer 9 und steuert außerdem die elektrische Leistung, die in die Speicherbatterie 3 geladen wird, und die elektrische Leistung, die aus der Speicherbatterie 3 über den Lade-/Entlade-Controller 10 entladen wird.

Erste Ausführungsform

[0014] Fig. 2 ist ein Blockschaltplan, der eine Konfiguration der Steuervorrichtung 7 des Eisenbahnfahrzeugs gemäß einer ersten Ausführungsform veranschaulicht. Wie in Fig. 2 veranschaulicht ist, enthält die Steuervorrichtung 7 gemäß der vorliegenden Ausführungsform eine Datenspeichereinheit 11, eine Datenerfassungseinheit 12, eine Datenvorhersageeinheit 13, eine Ausgabemuster-Erzeugungseinheit 14, eine Einheit 15 zur versuchsweisen Berechnung des Brennstoffverbrauchs und eine Einheit 16 zur versuchsweisen Berechnung der Speicherbatterierestkapazität.

[0015] Die Datenspeichereinheit 11 speichert darin Informationen über frühere Lasten, die eine Last der elektrischen Leistung während der Fahrt des Eisenbahnfahrzeugs in der Vergangenheit angeben. Die Datenerfassungseinheit 12 erfasst Ziellastinformationen, die die Last der elektrischen Leistung während der Fahrt eines Zielfahrzeugs angeben, eine Restkapazität in der am Ziel-Eisenbahnfahrzeug angebrachten Speicherbatterie 3 und die Fahrzeugpositionsinformationen des Ziel-Eisenbahnfahrzeugs. Die Datenvorhersageeinheit 13 berechnet Vorhersage-Lastinformationen, die eine zukünftige Last der elektrischen Leistung der Speicherbatterie 3 während eines Zeitraums bis zum Laden der Eisenbahn angeben, gemäß dem Betriebsplan 8 auf der Grundlage der Informationen über frühere Lasten, der Ziellastinformationen und der Fahrzeugpositionsinformationen.

[0016] Die Ausgabemuster-Erzeugungseinheit 14 erzeugt ein Ausgabemuster der Brennstoffzelle 2 in der Zukunft innerhalb des Zeitraums bis zum Laden auf der Grundlage des Betriebsplans 8 und der durch die Datenvorhersageeinheit 13 berechneten Vorhersage-Lastinformationen. Die Einheit 15 zur versuchsweisen Berechnung des Brennstoffverbrauchs berechnet versuchsweise den zukünftigen Brennstoffverbrauch der Brennstoffzelle 2 auf der Grundlage des Ausgabemusters und der Eigenschaften der Brennstoffzelle 2. Die Einheit 16 zur versuchsweisen Berechnung der Speicherbatterierestkapazität berechnet versuchsweise auf der Grundlage der Vorhersage-Lastinformationen und des Ausgabemusters die Restkapazität in der Speicherbatterie 3 in der Zukunft innerhalb des Zeitraums bis zum Laden. Es wird angegeben, dass der Betriebsplan 8 in der Steuervorrichtung 7 des Eisenbahnfahrzeugs gespeichert sein kann oder von der Betriebsmanage-

mentvorrichtung 1 über eine Kommunikationsleitung empfangen werden kann.

[0017] Im Folgenden wird die ausführliche Ausgabesteuerung der Brennstoffzelle 2 in der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0018] Fig. 3 ist ein Ablaufplan, der ein Steuerverfahren durch die Steuervorrichtung 7 des Eisenbahnfahrzeugs gemäß der vorliegenden Ausführungsform veranschaulicht. Wie in Fig. 3 veranschaulicht ist, erfasst die Datenerfassungseinheit 12 zuerst die Ziellastinformationen, die Restkapazität in der Speicherbatterie 3 und die Positionsinformationen (Schritt S101). Als Nächstes berechnet die Datenvorhersageeinheit 13 die Vorhersage-Lastinformationen während des Zeitraums bis zum Laden auf der Grundlage des Betriebsplans 8, der Informationen über frühere Lasten, der Ziellastinformationen und der Fahrzeugpositionsinformationen (Schritt S102).

[0019] Fig. 4 veranschaulicht ein Beispiel eines Vorhersageverfahrens für eine Fahrlast. Wie in Fig. 4 veranschaulicht ist, berechnet die Datenvorhersageeinheit 13 die Vorhersage-Lastinformationen durch das Vergleichen der Informationen über frühere Lasten, die einen Durchschnitt der Lastdaten in der Vergangenheit angeben, mit den Ziellastinformationen, die aktuelle Lastdaten angeben, und das Einstellen eines Unterschieds zwischen ihnen (z. B. aufgrund einer Wirkung der Temperatur des Tages) unter Verwendung eines Korrekturfaktors oder dergleichen.

[0020] Als Nächstes steuert die Steuervorrichtung 7 eine Ausgabe aus der Brennstoffzelle 2 während des Zeitraums bis zum Laden auf der Grundlage der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 und der Vorhersage-Lastinformationen. Spezifisch erzeugt die Ausgabemuster-Erzeugungseinheit 14 zuerst mehrere Ausgabemuster der Brennstoffzelle 2 in der Zukunft innerhalb des Zeitraums bis zum Laden auf der Grundlage des Betriebsplans 8 des Eisenbahnfahrzeugs und der in Fig. 4 berechneten Vorhersage-Lastinformationen (Schritt S103). Anschließend berechnet die Einheit 15 zur versuchsweisen Berechnung des Brennstoffverbrauchs versuchsweise den Brennstoffverbrauch während des Zeitraums bis zum Laden auf der Grundlage jedes Ausgabemusters und der Brennstoffzelleneigenschaften (Schritt S104). Die Einheit 16 zur versuchsweisen Berechnung der Speicherbatterierestkapazität berechnet dann versuchsweise die Restkapazität in der Speicherbatterie 3 während des Zeitraums bis zum Laden auf der Grundlage der Vorhersage-Lastinformationen und jedes Ausgabemusters (Schritt S105). Es wird angegeben, dass Fig. 5 eine graphische Darstellung ist, die eine beispielhafte zeitliche Änderung der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 veranschaulicht, die durch die Einheit 16 zur versuchsweisen Berechnung der Speicherbatterierest-

kapazität hinsichtlich eines Falls eines bestimmten Ausgabemusters versuchsweise berechnet wird. Als Nächstes wählt die Steuervorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform unter der Bedingung, dass eine zulässige Untergrenze Δ_L der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 nicht unterschritten wird, ein Ausgabemuster mit weniger Brennstoffverbrauch aus mehreren Ausgabemustern aus, (Schritt S106).

[0021] Während in einem Fall der Ausgabesteuerung mit einer Technik, die in dem obenerwähnten japanischen Patent Nr. 6224302 (im Folgenden „Technik des Standes der Technik“) beschrieben ist, die Brennstoffzelle in einem Streckenabschnitt, in dem die Restkapazität in der Speicherbatterie 3 gleich einem oder kleiner als ein Schwellenwert Δ_0 ist, der höher als die oben beschriebene Untergrenze Δ_L ist, immer zu dem Nicht-MEP wechselt, wird hier im Fall der vorliegenden Ausführungsform der Brennstoffverbrauch im Vergleich zur Technik des Standes der Technik verbessert, weil die Ausgabe so gesteuert wird, dass sie sich näher am MEP befindet, so dass der Brennstoffverbrauch unter der Bedingung verringert ist, dass die oben beschriebene Untergrenze Δ_L nicht unterschritten wird, selbst wenn sie gleich dem oder kleiner als der Schwellenwert Δ_0 ist. In der vorliegenden Ausführungsform wird infolge des Brennstoffverbrauchs der Brennstoffzelle 2 und der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 in der Zukunft innerhalb des Zeitraums bis zum Laden die oben beschriebene Untergrenze Δ_L hinsichtlich des Sicherstellens der Fahrsicherheit festgelegt, die niedriger als der Schwellenwert Δ_0 im Stand der Technik sein darf. Es wird angegeben, dass ein Ausgabeverhältnis P_{MEP}/P_{MPP} bezüglich jedes Produkts der Brennstoffzelle 2 unterschiedlich ist, wobei, wenn das P_{MEP}/P_{MPP} extrem niedrig ist, es keinen strengen MEP gibt und es wünschenswert ist, einen Punkt zwischen dem strengen MEP und dem MPP (Standard: ca. 60 % der MPP-Ausgabe) zu verwenden, wobei sich entsprechend der MEP in der Beschreibung im Folgenden auf den Letzteren bezieht.

[0022] Im Folgenden werden die Ergebnisse des Verifizierens der Wirkungen der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0023] Es werden die Bedingungen bei dieser Verifikation beschrieben. Ein Ausgabewert der Brennstoffzelle 2 beträgt 200 kW am MPP und 120 kW am MEP. Der Energieumsetzungswirkungsgrad der Brennstoffzelle 2 beträgt 30 % am MPP und 50 % am MEP und variiert linear in einem Zwischenbereich zwischen ihnen. Die Kapazität der Speicherbatterie 3 beträgt 100 kWh. Bei der Ausgabesteuerung des Standes der Technik beträgt der Schwellenwert Δ_0 der Restkapazität in der Speicherbatterie 3, wenn die Brennstoffzelle 2 zum Nicht-MEP wechselt, 50

%, wobei die Brennstoffzelle 2 an dem Punkt, an dem die Restkapazität in der Speicherbatterie 3 auf 35 % fällt, zum MPP wechselt. Bei der Ausgabesteuerung der vorliegenden Ausführungsform beträgt die zulässige Untergrenze Δ_L der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 20 %. Es ist überflüssig, zu sagen, dass diese Bedingungen lediglich ein Beispiel für die Verifikation sind.

[0024] Zuerst wird das Ausgabemuster der Brennstoffzelle 2 in einem Fall, in dem die Fahrlast bis zum Laden zeitlich relativ kurz ist (erstes Ausgabemuster), bezüglich der **Fig. 6** bis **Fig. 9** beschrieben. Bei der Technik des Standes der Technik nimmt die Ausgabe zu, um den MPP (200 kW Ausgabe) zu erreichen, sobald die Restkapazität in der Speicherbatterie 3 unter Δ_0 sinkt, nachdem die Ausgabeeigenschaft der Brennstoffzelle 2 vom MEP (120 kW Ausgabe) zum Nicht-MEP gewechselt hat, (siehe **Fig. 6**). Andererseits unterschreitet bei der Technik der vorliegenden Ausführungsform, selbst wenn angenommen wird, dass der MEP bis zum Laden andauert, der versuchsweise berechnete Wert der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 nicht die zulässige Untergrenze Δ_L , (siehe **Fig. 8**), wobei er deshalb konstant der MEP (120 kW Ausgabe) ist, (siehe **Fig. 7**). Im Ergebnis wird gemäß der vorliegenden Ausführungsform erwartet, dass es möglich ist, den Wasserstoffverbrauch im Vergleich zur Technik des Standes der Technik um 22 % zu verringern (siehe **Fig. 9**). Es wird außerdem bestätigt, dass die Anzahl, wie oft die Ausgabesteuerung zwischen dem MEP und dem Nicht-MEP wechselt, verringert ist, was zum Unterdrücken der Verschlechterung der Brennstoffzelle 2 wirksam ist.

[0025] Als Nächstes wird ein Ausgabemuster der Brennstoffzelle 2 in einem Fall, in dem die Fahrlast bis zum Laden zeitlich relativ lang ist (zweites Ausgabemuster), bezüglich der **Fig. 10** bis **Fig. 13** beschrieben. Bei der Technik des Standes der Technik nimmt die Ausgabe der Brennstoffzelle 2 zu, um den MPP (200 kW Ausgabe) zu erreichen, sobald die Restkapazität in der Speicherbatterie 3 unter Δ_0 sinkt, nachdem die Ausgabeeigenschaft der Brennstoffzelle 2 vom MEP (120 kW Ausgabe) zum Nicht-MEP gewechselt hat, (siehe **Fig. 10**). Andererseits ist es bei der Technik der vorliegenden Ausführungsform, wenn der MEP bis zum Laden andauert, weil der versuchsweise berechnete Wert der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 in der Mitte der Strecke unter die zulässige Untergrenze Δ_L fällt, durch das Fortsetzen einer Ausgabe (148 kW Ausgabe), die höher als der MEP (120 kW Ausgabe) ist, seit unmittelbar nach einem Beginn des Fahrens (siehe **Fig. 11**) möglich, zu verhindern, dass der versuchsweise berechnete Wert der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 die zulässige Untergrenze Δ_L unterschreitet, (siehe **Fig. 12**). Im Ergebnis wird festgestellt, dass die vorliegende Ausführungsform den

Wasserstoffverbrauch im Vergleich zum Stand der Technik um 11 % verringern kann (siehe **Fig. 13**). In dieser Weise ist es durch das Fortsetzen einer bestimmten Ausgabe zwischen dem MEP und dem MPP, selbst wenn der Fahrstreckenabschnitt lang ist, möglich, den Wasserstoffverbrauch zu verringern, während die Restkapazität in der Speicherbatterie 3 bis zum Laden auf einem bestimmten Niveau gehalten wird. Überdies ist es möglich, eine Verschlechterung der Brennstoffzelle 2 zu unterdrücken, weil die Ausgabe der Brennstoffzelle 2 in der Mitte des Fahrstreckenabschnitts nicht geändert wird.

[0026] Weiterhin wird bezüglich der **Fig. 14** bis **Fig. 17** ein weiteres Ausgabemuster der Brennstoffzelle 2 in einem Fall beschrieben, in dem der Fahrstreckenabschnitt zeitlich relativ lang ist (drittes Ausgabemuster). Die Technik des Standes der Technik ist zu der ähnlich, die in **Fig. 10** veranschaulicht ist, (siehe **Fig. 14**). Andererseits ist es bei der Technik der vorliegenden Ausführungsform durch das Verwenden des MEP (120 kW Ausgabe) unmittelbar nach dem Beginn des Fahrens und das Erhöhen der Ausgabe auf einen bestimmten Pegel (160 kW Ausgabe) zwischen dem MEP und dem MPP in der Mitte der Strecke (siehe **Fig. 15**) möglich, zu verhindern, dass der versuchsweise berechnete Wert der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 die zulässige Untergrenze Δ_L unterschreitet (siehe **Fig. 16**). Im Ergebnis wird festgestellt, dass die vorliegende Ausführungsform den Wasserstoffverbrauch im Vergleich zur Technik des Standes der Technik um 9 % verringern kann (siehe **Fig. 17**). Es wird angegeben, dass das dritte Ausgabemuster eine geringere Verringerungswirkung als der Fall des zweiten Ausgabemusters darstellt, weil die Ausgabe von einer bestimmten Ausgabe (148 kW) in der Mitte der Strecke zu der höheren Ausgabe (160 kW) gewechselt wird. In einem Fall, in dem sich die Fahrlast in der Mitte der Strecke ändert, wie z. B. wenn die Last in der ersten Hälfte des Fahrstreckenabschnitts (z. B. Flachland) gering ist und in der letzten Hälfte (z. B. Aufwärtsanstieg) höher ist, kann die Verringerungswirkung des Wasserstoffverbrauchs mit dem dritten Ausgabemuster jedoch möglicherweise höher als bei dem zweiten Ausgabemuster sein.

[0027] Weil in der vorliegenden Ausführungsform, wie oben beschrieben worden ist, das Ausgabemuster der Brennstoffzelle unter der Bedingung, dass die zukünftige Restkapazität die vorgegebene Untergrenze nicht unterschreiten sollte, anstatt unter der Bedingung der aktuellen Restkapazität in der Speicherbatterie gewählt wird, ist es möglich, die Untergrenze noch tiefer zu machen und die Ausgabe mit weniger Brennstoffverbrauch zu steuern. Im Ergebnis muss das Eisenbahnfahrzeug nicht mit der Speicherbatterie 3 mit einer großen Kapazität ausgestattet sein, wodurch die Batteriekosten niedrig gehalten werden und außerdem die Zunahme des Volumens

und des Gewichts des Eisenbahnfahrzeugs unterdrückt wird, was den Brennstoffverbrauch verbessert. Weil überdies mehrere Ausgabemuster der Brennstoffzelle 2 auf der Grundlage der Eigenschaften der Brennstoffzelle 2 erzeugt werden und ein Ausgabemuster mit weniger Brennstoffverbrauch unter ihnen ausgewählt wird, ist es möglich, sicherzustellen, den Verbrauch des Wasserstoff-Brennstoffs niedrig zu halten. Weil weiterhin die mehreren Ausgabemuster eine Kombination aus einer oder mehreren einer Betriebsart mit hoher Ausgabe, die eine hohe Ausgabe und einen geringen Energiewirkungsgrad aufweist, und einer Betriebsart mit hohem Wirkungsgrad, die eine geringe hohe Ausgabe und einen hohen Energiewirkungsgrad aufweist, enthalten, ist es möglich, eine Ausgabesteuerung der Brennstoffzelle mit besserem Brennstoffverbrauch zu wählen, solange es nicht an der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 mangelt, unabhängig davon, welche Fahrlast vorhergesagt wird.

Zweite Ausführungsform

[0028] Fig. 18 ist ein Blockschaltplan, der eine Konfiguration der Steuervorrichtung 7 des Eisenbahnfahrzeugs gemäß einer zweiten Ausführungsform veranschaulicht. Die Steuervorrichtung 7 der vorliegenden Ausführungsform ist im Wesentlichen zu derjenigen in der ersten Ausführungsform ähnlich, mit der Ausnahme, dass die durch die Datenerfassungseinheit 12 erfassten Informationen hinzugefügt werden, wie in Fig. 18 veranschaulicht ist, um die Vorhersagegenauigkeit der Lastinformationen durch die Datenvorhersageeinheit 13 zu verbessern. Das heißt, die Datenerfassungseinheit 12 gemäß der vorliegenden Ausführungsform erfasst außerdem wenigstens eines der Wetterinformationen, der Fahrwiderstandsinformationen, der Lastgewichtsinformationen, der Gewichtsvorhersageinformationen, der Klimatisierungsinformationen und der Informationen über das vorausfahrende Fahrzeug.

[0029] Die Wetterinformationen sind Informationen über das Wetter in einem Gebiet, in dem das Eisenbahnfahrzeug fährt, wie z. B. dass die Fahrlast bei Gegenwind tendenziell zunimmt. Die Fahrwiderstandsinformationen sind Informationen, die aus dem Zustand eines Rades des Eisenbahnfahrzeugs oder eines Schienenwegs, auf dem das Eisenbahnfahrzeug fährt, geschätzt werden, wobei z. B. eine Verformung des Rades oder des Schienenwegs den Fahrwiderstand erhöhen kann, was zu einer Zunahme der Fahrlast führt. Die Lastgewichtsinformationen sind Informationen über das Gewicht der Passagiere oder einer Fracht in dem Eisenbahnfahrzeug, die außerdem indirekt durch Messung eines Stroms im Wechselrichter 20 abgeleitet werden können. Die Gewichtsvorhersageinformationen sind Informationen über die Zunahme/Abnahme der Passagiere oder der Fracht in der Zukunft innerhalb des

Zeitraums bis zum Laden, die auf der Grundlage der Anzahl der einsteigenden und aussteigenden Passagiere an einem Bahnhof, der Lastgewichtsinformation in der Vergangenheit und dergleichen vorhergesagt werden. Die Klimatisierungsinformationen sind die Betriebsinformationen einer Klimaanlage im Eisenbahnfahrzeug, wobei z. B. außerdem die Fahrlast des Eisenbahnfahrzeugs zunimmt, wenn die Klimaanlage eine große Menge an elektrischer Leistung verbraucht. Die Informationen über das vorausfahrende Fahrzeug sind Information über eine Fahrlast eines vorausfahrenden Fahrzeugs, die durch einen vorausfahrenden Zug bereitgestellt werden, der in der Vergangenheit denselben Fahrstreckenabschnitt wie das Eisenbahnfahrzeug befahren hat.

[0030] Weiterhin können die durch die Datenerfassungseinheit 12 erfassten Informationen geographische Informationen und Betriebsinformationen enthalten. An einem Ort mit vielen Steigungen nimmt z. B. die Fahrlast im Vergleich zu einem Flachland zu, während in einem Fall einer Verkehrsunterbrechung das Fahrzeug an einem Ort, an dem das Fahrzeug unter normalen Bedingungen mit konstanter Geschwindigkeit fahren sollte, anhalten und beschleunigen muss, wodurch sich die Fahrlast im Allgemeinen im Vergleich zu einem normalen Betrieb erhöht.

[0031] Überdies kann die Datenerfassungseinheit 12 ein Sensor sein, der am Eisenbahnfahrzeug angebracht ist (in einem Fall des Messens eines Stroms im Wechselrichter 20 oder dergleichen), oder sie kann (in einem Fall des Erfassens von Wetterinformationen, eines Schienenweg-Widerstands, der Anzahl der einsteigenden und aussteigenden Fahrgäste an einem Bahnhof und dergleichen) etwas sein, das Informationen von einem Sensor, der an einem anderen Ort als dem Eisenbahnfahrzeug installiert ist, unter Verwendung einer elektrischen Kommunikationsleitung empfängt. Weiterhin kann die Datenerfassungseinheit 12 das Ergebnis der Analyse der durch diese Sensoren erhaltenen Primärdaten verwenden (wie z. B. die Vorhersage des Lastgewichts). Es wird angegeben, dass, obwohl eine Big-Data-Analyse ausgeführt wird, wie es erforderlich ist, wenn die Datenerfassungseinheit 12 Daten erfasst, im Fall der vorliegenden Ausführungsform ein Bereich von zu analysierenden Daten zeitlich auf den Punkt des Ladens und früher begrenzt ist und räumlich auf den Fahrstreckenabschnitt begrenzt ist, was zu einer geringen Analyselast führt. Weil überdies das Eisenbahnfahrzeug gemäß dem vorgegebenen Betriebsplan 8 betrieben wird, ist es außerdem möglich, die Analyse unter Verwendung von Informationen des vorausfahrenden Fahrzeugs in demselben Streckenabschnitt oder von Informationen des Zielfahrzeugs in demselben Streckenabschnitt in der Vergangenheit zu vereinfachen.

[0032] Fig. 19 ist ein Ablaufplan, der ein Steuerverfahren durch die Steuervorrichtung 7 des Eisenbahnfahrzeugs gemäß der vorliegenden Ausführungsform veranschaulicht. Die Ausgabesteuerung der Brennstoffzelle 2 in der zweiten Ausführungsform ist im Wesentlichen zu der in der ersten Ausführungsform ähnlich, mit Ausnahme, dass neue Informationen zu den durch die Datenerfassungseinheit 12 erfassten Informationen und den zur Vorhersage durch die Datenvorhersageeinheit 13 verwendeten Informationen hinzugefügt sind, wie in Fig. 19 veranschaulicht ist.

[0033] Weil es gemäß der vorliegenden Ausführungsform möglich ist, die Last der elektrischen Leistung der Speicherbatterie 3 in der Zukunft innerhalb des Zeitraums bis zum Laden mit hoher Genauigkeit vorherzusagen, ist es folglich möglich, die Ausgabe aus der Brennstoffzelle 2 zu steuern, um den Wasserstoffverbrauch weiter zu verringern.

Dritte Ausführungsform

[0034] Während die erste und die zweite Ausführungsform sowohl für einen nichtelektrifizierten Streckenabschnitt als auch für einen elektrifizierten Streckenabschnitt anwendbar sind, nimmt eine dritte Ausführungsform den elektrifizierten Streckenabschnitt an, bei dem die elektrische Leistung zwischen mehreren Zügen über einen Fahrdrabt ausgetauscht wird. Es ist angegeben, dass, während die vorliegende Ausführungsform ein Beispiel des Austauschs elektrischer Leistung zwischen zwei Zügen beschreibt, die elektrische Leistung zwischen drei oder mehr Zügen ausgetauscht werden kann.

[0035] Fig. 20 veranschaulicht einen Übergang der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 jedes Fahrzeugs in einem Fall, in dem elektrische Leistung von einem Eisenbahnfahrzeug B einem Eisenbahnfahrzeug A zugeführt wird. Hier wird angenommen, dass erwartet wird, dass die Restkapazität in der Speicherbatterie 3 während des Zeitraums bis zum Laden die zulässige Untergrenze unterschreitet, während das Eisenbahnfahrzeug A unter Verwendung der Brennstoffzelle 2 und der Speicherbatterie 3, die die Energiequellen des Ego-Fahrzeugs sind, fährt. Es wird außerdem angenommen, dass das Eisenbahnfahrzeug B entweder auf einer Strecke fährt, die von der des Eisenbahnfahrzeugs A verschieden ist (die Fahrlast geringer ist), oder auf einem kürzeren Streckenabschnitt auf derselben Strecke fährt und folglich eine Restkapazität in der Speicherbatterie 3 übrig hat. Es wird angegeben, dass ein weiteres Beispiel, dass angenommen werden kann, Restkapazität in der Speicherbatterie 3 des Eisenbahnfahrzeugs B übrig zu haben, einen Fall enthalten kann, in dem das Eisenbahnfahrzeug B ein Schnellzug mit weniger Brennstoffverbrauch

ist, um eine konstante Geschwindigkeit für eine lange Zeit zu halten.

[0036] Wie in Fig. 20 veranschaulicht ist, ist es durch das Zuführen elektrischer Leistung von dem Eisenbahnfahrzeug B zu dem Eisenbahnfahrzeug A möglich, zu verhindern, dass die Restkapazität in der Speicherbatterie 3 des Eisenbahnfahrzeugs A die zulässige Untergrenze unterschreitet, wodurch beide Eisenbahnfahrzeuge A und B in dem gesamten Streckenabschnitt bei dem MEP fahren können. Dies macht es möglich, den gesamten Brennstoffverbrauch im Vergleich zu einem Fall des separaten Steuerns der Eisenbahnfahrzeuge A und B verringern. Ein derartiger Austausch elektrischer Leistung kann gemäß dem im Voraus bestimmten Betriebsplan 8 ausgeführt werden (normaler Zeitpunkt), oder kann ausgeführt werden, wenn die Restkapazität der Speicherbatterie 3 aufgrund einer Verkehrsunterbrechung oder dergleichen von dem normalen Zeitpunkt abweicht (anomaler Zeitpunkt).

[0037] Fig. 21 ist ein Blockschaltplan, der einen Überblick über ein Eisenbahnsystem gemäß der dritten Ausführungsform veranschaulicht, und Fig. 22 ist ein Ablaufplan, der einen Prozess des Austauschs elektrischer Leistung in der dritten Ausführungsform veranschaulicht. Zuerst plant die Betriebsmanagementvorrichtung 1 den Austausch elektrischer Leistung zwischen dem Eisenbahnfahrzeug A und dem Eisenbahnfahrzeug B auf der Grundlage des Betriebsplans 8 im Voraus (Schritt S301). Als Nächstes übertragen das Eisenbahnfahrzeug A und das Eisenbahnfahrzeug B regelmäßig die aktuelle Restkapazität in der Speicherbatterie 3 bzw. die Informationen einer versuchsweisen Berechnung der Restkapazität der Speicherbatterie 3 über eine Datenkommunikationseinheit 23 zu der Betriebsmanagementvorrichtung 1, während das Eisenbahnfahrzeug fährt, (Schritt S302). Hier tauscht das Eisenbahnsystem, was den normalen Zeitpunkt anbelangt, die elektrische Leistung zwischen dem Eisenbahnfahrzeug A und dem Eisenbahnfahrzeug B über eine Leistungsübertragungs-/empfangseinheit 24 gemäß dem vorgegebenen Plan aus (Schritt S303).

[0038] Im Folgenden wird eine Beschreibung über den anomalen Zeitpunkt gegeben. Es wird z. B. angenommen, dass der versuchsweise berechnete Wert der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 des Eisenbahnfahrzeugs A die vorgegebene Untergrenze unterschreitet (Schritt S304). Zu diesem Zeitpunkt bittet das Eisenbahnfahrzeug A über die Datenkommunikationseinheit 23 die Betriebsmanagementvorrichtung 1 um den Austausch elektrischer Leistung (Schritt S305). Falls der Austausch elektrischer Leistung nicht ausgeführt wird, bestimmt dann die Betriebsmanagementvorrichtung 1, ob das Eisenbahnfahrzeug A die Ladevorrichtung 6 an dem

spezifischen Bahnhof mit einer Leistungsversorgung des Ego-Fahrzeugs erreichen kann (Schritt S306).

[0039] Wenn im Schritt S306 bestimmt wird, dass das Eisenbahnfahrzeug A die Ladevorrichtung 6 nicht erreichen kann, weist die Betriebsmanagementvorrichtung 1 das Eisenbahnfahrzeug B unter Verwendung der Datenkommunikationseinheit 23 an, dem Eisenbahnfahrzeug A elektrische Leistung zuzuführen, (Schritt S307), wobei der Austausch elektrischer Leistung wird zwischen dem Eisenbahnfahrzeug A und dem Eisenbahnfahrzeug B über die Leistungsübertragungs-/empfangseinheit 24 ausgeführt (Schritt S308). Es sollte angegeben werden, dass ein Betrag der Zufuhr elektrischer Leistung von dem Eisenbahnfahrzeug B zu dem Eisenbahnfahrzeug A in Anbetracht der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 des Eisenbahnfahrzeugs B berechnet wird. Falls die Restkapazität in der Speicherbatterie 3 des Eisenbahnfahrzeugs B überhaupt so gering ist, dass die vom Eisenbahnfahrzeug B zugeführte elektrische Leistung allein nicht ausreichend ist, wird außerdem elektrische Leistung von einem weiteren Eisenbahnfahrzeug oder einem Umspannwerk zugeführt.

[0040] Falls im Schritt S306 bestimmt wird, dass das Eisenbahnfahrzeug A die Ladevorrichtung 6 erreichen kann, bestimmt die Betriebsmanagementvorrichtung 1, ob es durch das Ausführen des Austauschs elektrischer Leistung möglich ist, den Brennstoffverbrauch (insgesamt der mehreren Fahrzeuge) zu verringern (Schritt S309).

[0041] Falls im Schritt S309 bestimmt wird, dass der Brennstoffverbrauch nicht verringert werden kann, lehnt die Betriebsmanagementvorrichtung 1 die Anforderung von dem Eisenbahnfahrzeug A über die Datenkommunikationseinheit 23 ab (die Ausgabe der Brennstoffzelle erhöhen und anweisen, das Fahren mit der Leistungsversorgung des Ego-Fahrzeugs beizubehalten) (Schritt S310).

[0042] Falls im Schritt S309 bestimmt wird, dass der Brennstoffverbrauch verringert werden kann, weist die Betriebsmanagementvorrichtung 1 das Eisenbahnfahrzeug B an, dem Eisenbahnfahrzeug A elektrische Leistung zuzuführen (Schritt S311). Es sollte angegeben werden, dass der Betrag der Zufuhr elektrischer Leistung von dem Eisenbahnfahrzeug B zu dem Eisenbahnfahrzeug A berechnet wird, um den Brennstoffverbrauch (insgesamt der mehreren Fahrzeuge) in Anbetracht der Restkapazität in der Speicherbatterie 3 des Eisenbahnfahrzeugs B am meisten zu verringern. Anschließend wird der Austausch elektrischer Leistung zwischen dem Eisenbahnfahrzeug A und dem Eisenbahnfahrzeug B über die Leistungsübertragungs-/empfangseinheit 24 ausgeführt (Schritt S312).

[0043] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann das Eisenbahnfahrzeug durch das Empfangen elektrischer Leistung von einem weiteren Eisenbahnfahrzeug einen Bahnhof mit der Ladevorrichtung 6 erreichen, selbst wenn es für einige der mehreren Eisenbahnfahrzeuge aufgrund irgendeiner Art von Anomalie schwierig ist, zum nächsten Ladepunkt gemäß der Speicherbatterie zu fahren. Selbst wenn es schwierig ist, dass die Brennstoffzelle 2 einiger der mehreren Eisenbahnfahrzeuge weiterhin beim MEP arbeitet, macht es überdies das Zuführen elektrischer Leistung von einem weiteren Eisenbahnfahrzeug möglich, den Brennstoffverbrauch des gesamten Eisenbahnsystems niedrig zu halten. Es sollte angegeben werden, dass die Bestimmungen in den Schritten S306 und S309 durch die Steuervorrichtung 7 des Eisenbahnfahrzeugs A anstatt durch die Betriebsmanagementvorrichtung 1 ausgeführt werden können.

[0044] Die obenerwähnten ersten bis dritten Ausführungsformen sind zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung ausführlich beschrieben worden, aber nicht notwendigerweise einschränkend auf jene, die alle der beschriebenen Konfigurationen enthalten. Überdies ist es möglich, einen Anteil einer Konfiguration einer Ausführungsform durch eine Konfiguration einer weiteren Ausführungsform zu ersetzen und eine Konfiguration einer Ausführungsform zu einer Konfiguration einer weiteren Ausführungsform hinzuzufügen. Es ist außerdem möglich, zu einem Anteil einer Konfiguration jeder Ausführungsform eine weitere Konfiguration hinzuzufügen, einen Anteil einer Konfiguration jeder Ausführungsform zu löschen oder einen Anteil einer Konfiguration jeder Ausführungsform zu ersetzen.

[0045] Obwohl die obenerwähnte Ausführungsform ein Beispiel einer Vorrichtung beschreibt, die das Eisenbahnfahrzeug unter den Fahrzeugsteuervorrichtungen steuert, ist die vorliegende Erfindung z. B. auf jedes andere Dienstfahrzeug unter der Steuerung gemäß einem vorgegebenen Betriebsplan (Ladeplan), wie z. B. einen Bus, anwendbar.

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1 | BETRIEBSMANAGEMENTVORRICHTUNG |
| 2 | BRENNSTOFFZELLE |
| 3 | SPEICHERBATTERIE |
| 4 | WASSERSTOFFEISENBAHNFAHRZEUG |
| 5 | WASSERSTOFFFÜLLVORRICHTUNG |
| 6 | LADEVORRICHTUNG |
| 7 | STEUERVORRICHTUNG |
| 8 | BETRIEBSPLAN |
| 9 | DC/DC-UMSETZER |

- 10 LADE-/ENTLADECONTROLLER
- 11 DATENSPEICHEREINHEIT
- 12 DATENERFASSUNGSEINHEIT
- 13 DATENVORHERSAGEEINHEIT
- 14 AUSGABEMUSTERERZEUGUNGSEINHEIT
- 15 EINHEIT ZUR VERSUCHSWEISEN
BERECHNUNG DES BRENNSTOFF-
VERBRAUCHS
- 16 EINHEIT ZUR VERSUCHSWEISEN
BERECHNUNG DER SPEICHERBAT-
TERIERESTKAPAZITÄT
- 20 WECHSELRICHTER
- 21 MOTOR
- 22 BRENNSTOFFTANK
- 23 DATENÜBERTRAGUNGSEINHEIT
- 24 LEISTUNGS-ÜBERTRAGUNGS-/EMP-
FANGS-EINHEIT

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Zitierte Patentliteratur

- JP 6224302 [0003, 0004, 0021]
- JP 2019196124 [0003]

Patentansprüche

1. Fahrzeugsteuervorrichtung, die ein Fahrzeug gemäß einem vorgegebenen Betriebsplan steuert, die umfasst:

eine Datenspeichereinheit, die Informationen über frühere Lasten speichert, die eine Last der elektrischen Leistung während der Fahrt des Fahrzeugs in der Vergangenheit angeben;

eine Datenerfassungseinheit, die die Ziellastinformationen, die die Last der elektrischen Leistung während der Fahrt eines Zielfahrzeugs angeben, eine Speicherbatterierestkapazität in dem Zielfahrzeug und die Positionsinformationen des Zielfahrzeugs erfasst; und

eine Datenvorhersageeinheit, die Vorhersage-Lastinformationen, die eine zukünftige Last der elektrischen Leistung während eines Zeitraums bis zum Laden der Speicherbatterie angeben, gemäß dem Betriebsplan auf der Grundlage der Informationen über frühere Lasten [engl.: , the target] berechnet, wobei die Fahrzeugsteuervorrichtung eine Ausgabe aus der Brennstoffzelle während des Zeitraums bis zum Laden auf der Grundlage der Speicherbatterierestkapazität und der Vorhersage-Lastinformationen steuert.

2. Fahrzeugsteuervorrichtung nach Anspruch 1, die ferner umfasst:

eine Ausgabemuster-Erzeugungseinheit, die ein Ausgabemuster der Brennstoffzelle in der Zukunft innerhalb des Zeitraums bis zum Laden auf der Grundlage des Betriebsplans und der Vorhersage-Lastinformationen erzeugt; und

eine Einheit zur versuchsweisen Berechnung des Brennstoffverbrauchs, die den zukünftigen Brennstoffverbrauch der Brennstoffzelle auf der Grundlage des Ausgabemusters und der Eigenschaften der Brennstoffzelle versuchsweise berechnet, wobei die Ausgabesteuerung der Brennstoffzelle durch das Auswählen des Ausgabemusters, bei dem der Brennstoffverbrauch geringer ist, aus mehreren der Ausgabemuster ausgeführt wird.

3. Fahrzeugsteuervorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Ausgabemuster-Erzeugungseinheit das Ausgabemuster, das eine Kombination aus einem oder mehreren einer Betriebsart mit hoher Ausgabe, die eine hohe Ausgabe und einen geringen Energiewirkungsgrad aufweist, und einer Betriebsart mit hohem Wirkungsgrad, die eine geringe hohe Ausgabe und einen hohen Energiewirkungsgrad aufweist, enthält, auf der Grundlage der Eigenschaften der Brennstoffzelle erzeugt.

4. Fahrzeugsteuervorrichtung nach Anspruch 2, die ferner umfasst

eine Einheit zur versuchsweisen Berechnung der Speicherbatterierestkapazität, die die Speicherbatterierestkapazität in der Zukunft innerhalb des Zeit-

raums bis zum Laden auf der Grundlage der Vorhersage-Lastinformationen und des Ausgabemusters versuchsweise berechnet,

wobei die Ausgabesteuerung der Brennstoffzelle durch das Auswählen des Ausgabemusters ausgeführt wird, das eine Bedingung erfüllt, dass die Speicherbatterierestkapazität in der Zukunft eine vorgegebene Untergrenze nicht unterschreiten sollte.

5. Fahrzeugsteuervorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Ausgabesteuerung der Brennstoffzelle durch das Auswählen des Ausgabemusters ausgeführt wird, das einen Betrieb an einem Punkt des maximalen Wirkungsgrads fortsetzt, an dem sich der Energiewirkungsgrad an seiner Spitze befindet, wenn die Speicherbatterierestkapazität in der Zukunft den unteren Grenzwert nicht unterschreitet, selbst wenn der Betrieb am Punkt des maximalen Wirkungsgrads aufrechterhalten wird.

6. Fahrzeugsteuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Ausgabesteuerung der Brennstoffzelle während des Zeitraums bis zum Laden eine konstante Ausgabe aus der Brennstoffzelle aufweist.

7. Fahrzeugsteuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Zielfahrzeug ein Eisenbahnfahrzeug ist, und

wobei die Datenerfassungseinheit wenigstens eines der Wetterinformationen in einem Gebiet, in dem das Eisenbahnfahrzeug fährt, der Fahrwiderstandsinformationen, die aus einem Zustand eines Reifens des Eisenbahnfahrzeugs oder eines Schienenwegs, auf dem das Eisenbahnfahrzeug fährt, geschätzt werden, der Lastgewichtsinformationen der Passagiere oder einer Fracht in dem Eisenbahnfahrzeug, der Gewichtsvorhersageinformationen über die Zunahme/Abnahme der Passagiere oder der Fracht in der Zukunft innerhalb des Zeitraums bis zum Laden, der Klimatisierungsinformationen einer Klimaanlage in dem Eisenbahnfahrzeug und der Informationen über ein vorausfahrendes Fahrzeug über eine Fahrlast eines vorausfahrenden Zuges, die von dem vorausfahrenden Zug bereitgestellt werden, der in der Vergangenheit dieselben Fahrstreckenabschnitt wie das Eisenbahnfahrzeug befahren hat.

8. Fahrzeugsteuervorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Datenvorhersageeinheit wenigstens eines der Wetterinformation, der Fahrwiderstandsinformation, der Lastgewichtsinformation, der Gewichtsvorhersageinformation, der Klimatisierungsinformation und der Informationen über das vorausfahrende Fahrzeug für die Berechnung der Vorhersage-Lastinformation verwendet.

9. Fahrzeugsteuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Zielfahrzeug ein Eisenbahnfahrzeug ist, und

wobei das Eisenbahnfahrzeug elektrische Leistung über einen Fahrdraht mit einem weiteren Eisenbahnfahrzeug austauscht.

10. Fahrzeugsteuervorrichtung nach Anspruch 9, wobei in einem Fall, in dem die Speicherbatterierestkapazität des Eisenbahnfahrzeugs und die auf der Grundlage der Vorhersage-Lastinformationen vorhergesagte Speicherbatterierestkapazität in der Zukunft eine vorgegebene Untergrenze unterschreiten, der Brennstoffverbrauch der Brennstoffzelle im Vergleich zu einem Fall, in dem die Ausgabesteuerung an den Brennstoffzellen des Eisenbahnfahrzeugs und des anderen Eisenbahnfahrzeugs separat ausgeführt werden, durch das Zuführen elektrischer Leistung von dem anderen Eisenbahnfahrzeug zu dem Eisenbahnfahrzeug verringert wird.

11. Fahrzeugsteuerungsverfahren zum Steuern eines Fahrzeugs gemäß einem vorgegebenen Betriebsplan, das die Schritte umfasst:
Erfassen von Ziellastinformationen, die eine Last der elektrischen Leistung während der Fahrt eines Zielfahrzeugs angeben, einer Restkapazität einer an dem Zielfahrzeug angebrachten Speicherbatterie und der Positionsinformationen des Zielfahrzeugs;
Berechnen von Vorhersage-Lastinformationen, die eine Last der elektrischen Leistung der Speicherbatterie in der Zukunft innerhalb des Zeitraums bis zum Laden angeben, gemäß dem Betriebsplan auf der Grundlage von Informationen über frühere Lasten, die eine Last der elektrischen Leistung während der Fahrt des Fahrzeugs in der Vergangenheit angeben, den Ziellastinformationen und den Positionsinformationen; und
Steuern einer Ausgabe aus einer Brennstoffzelle während des Zeitraums bis zum Laden auf der Grundlage der Speicherbatterierestkapazität und der Vorhersage-Lastinformationen.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

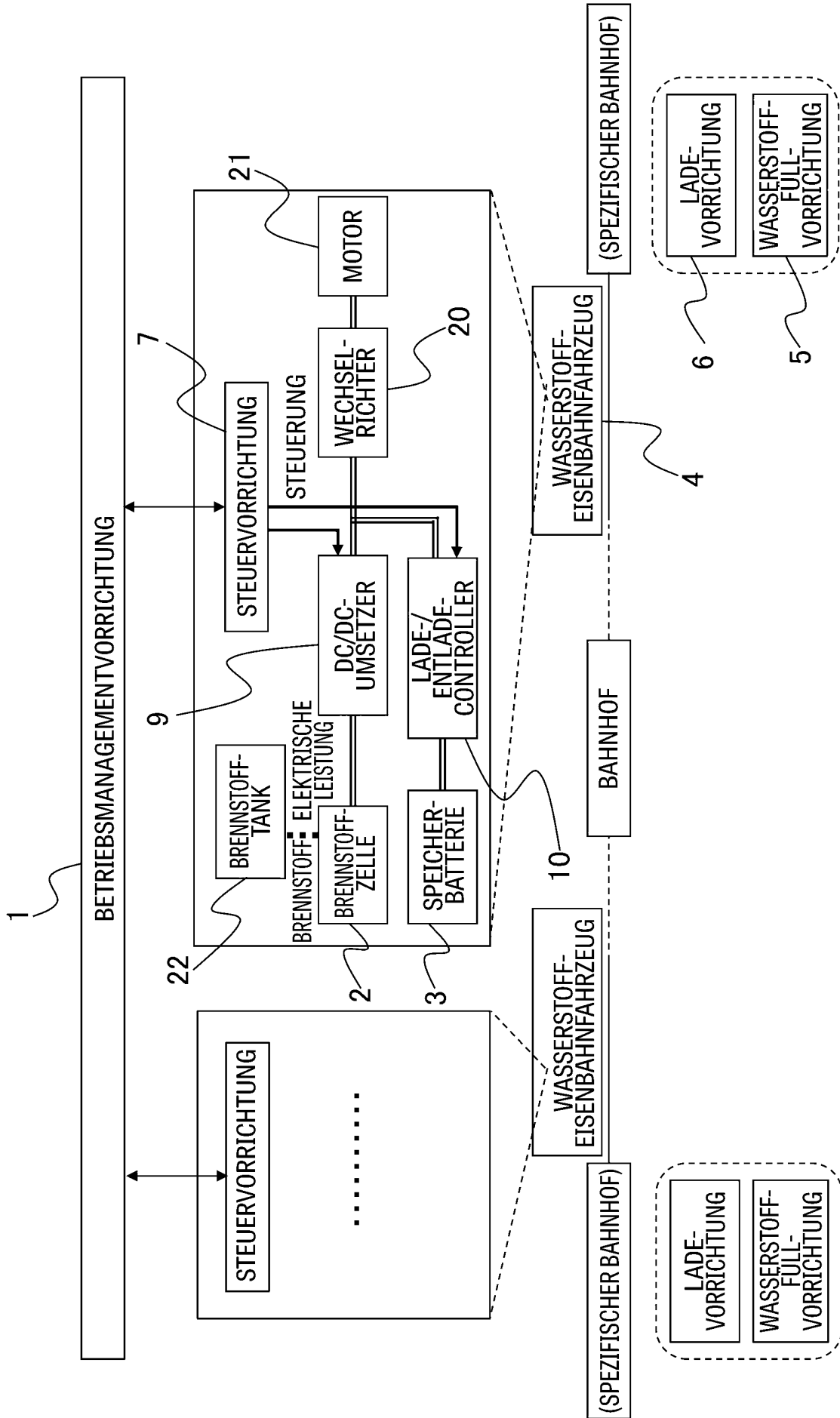


FIG.2

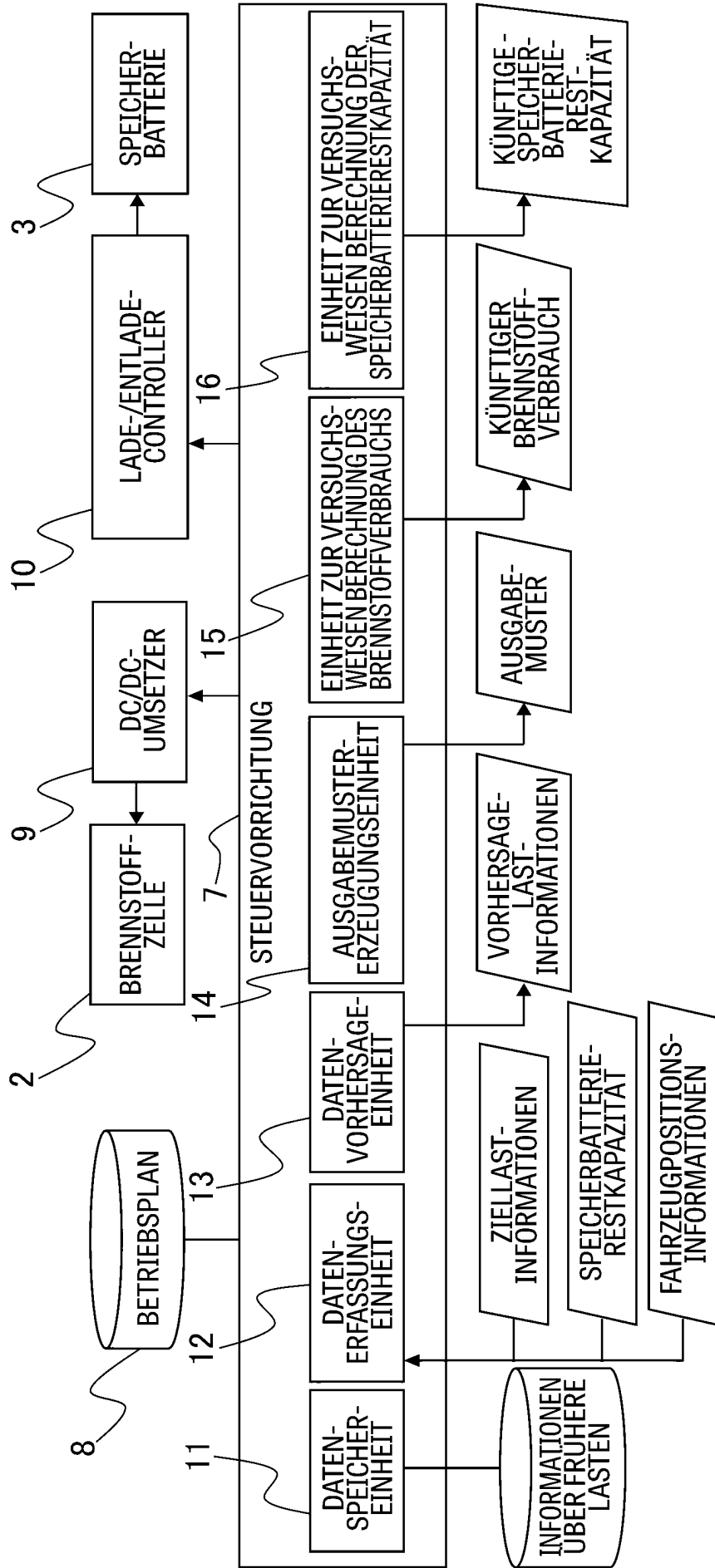


FIG.3

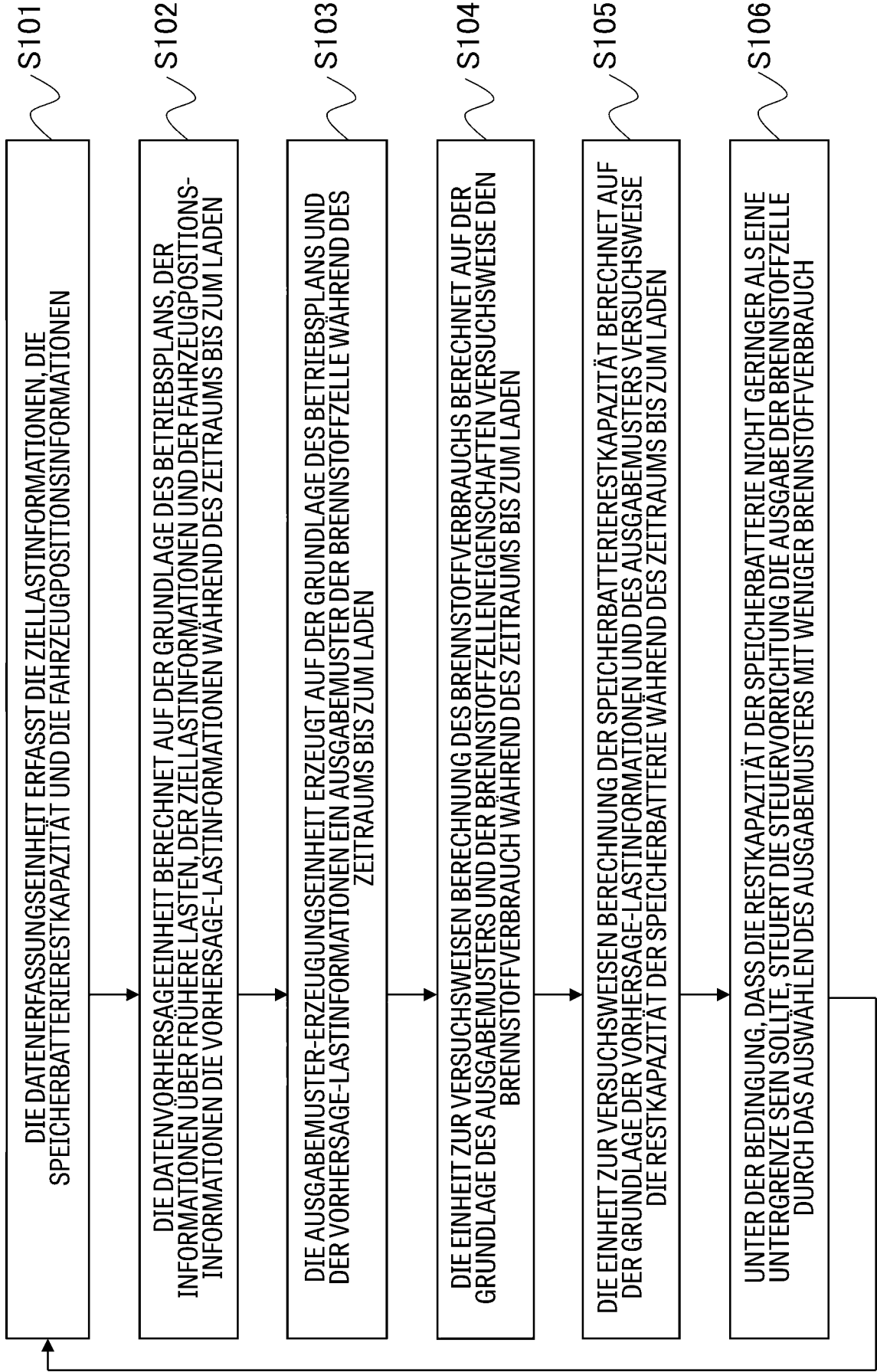


FIG.4

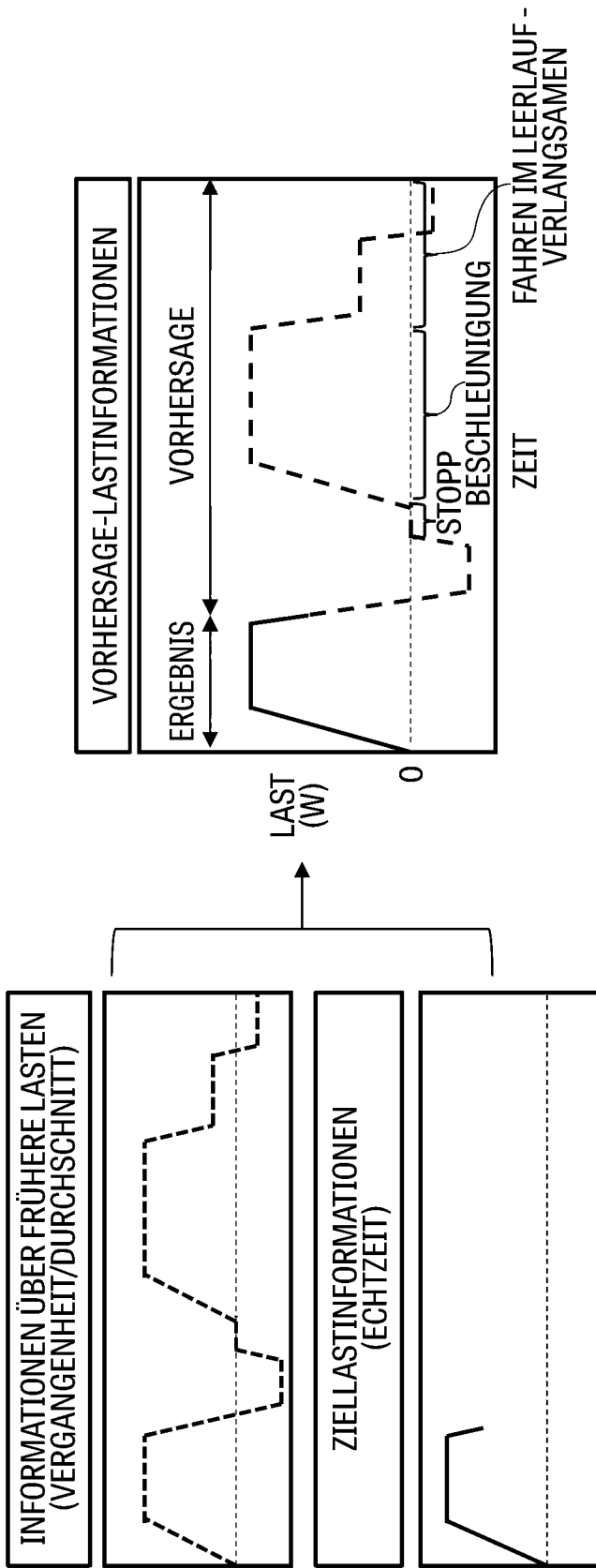


FIG.5

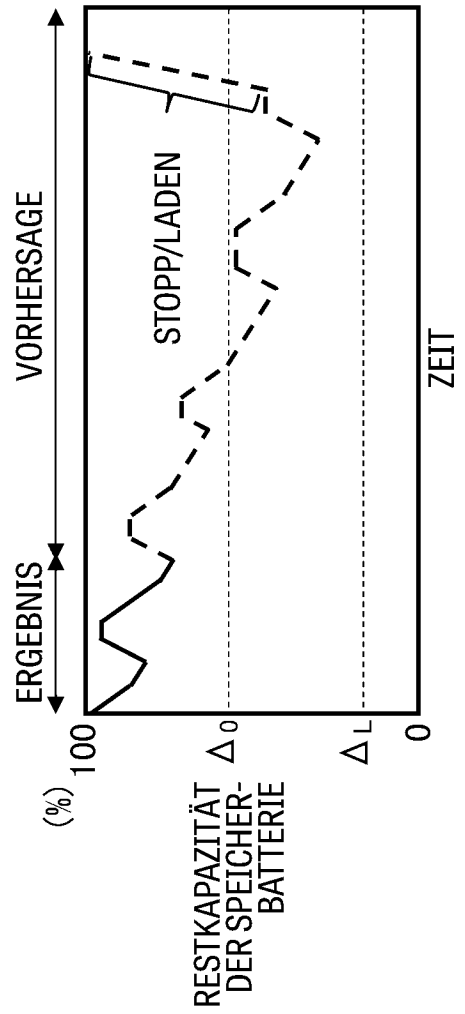


FIG.8

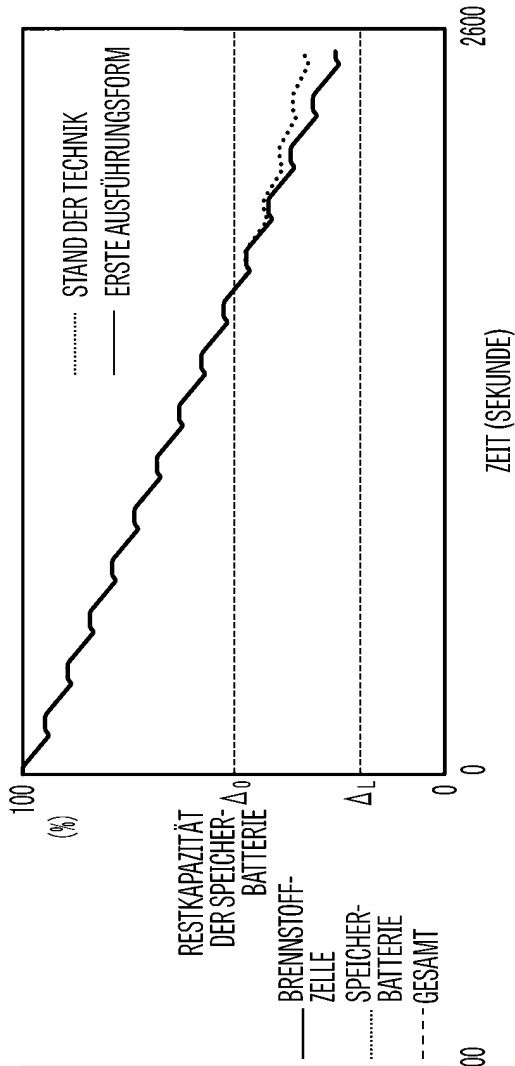


FIG.9

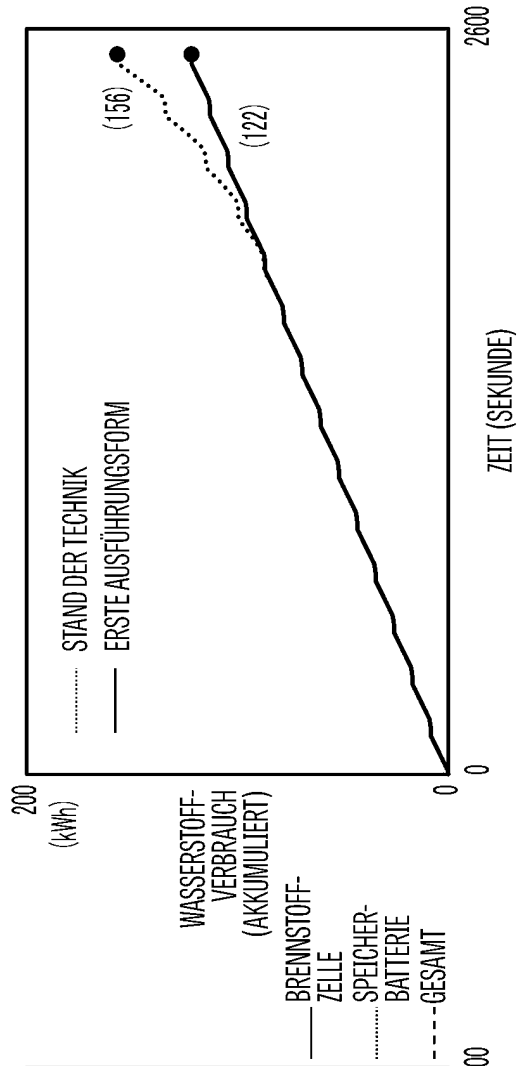


FIG.6

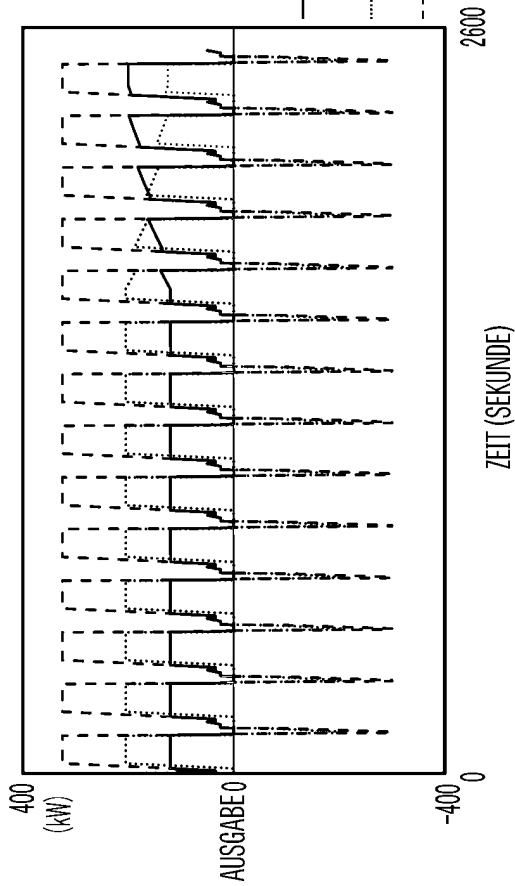


FIG.7

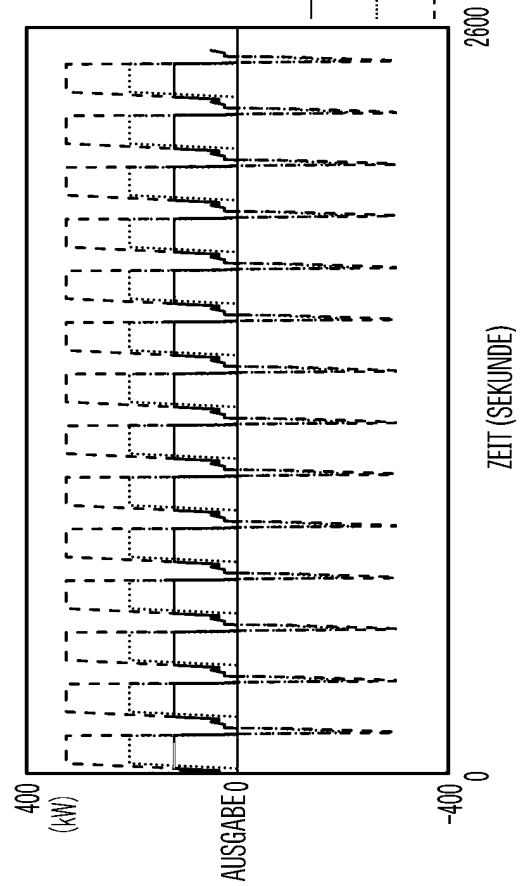


FIG.10

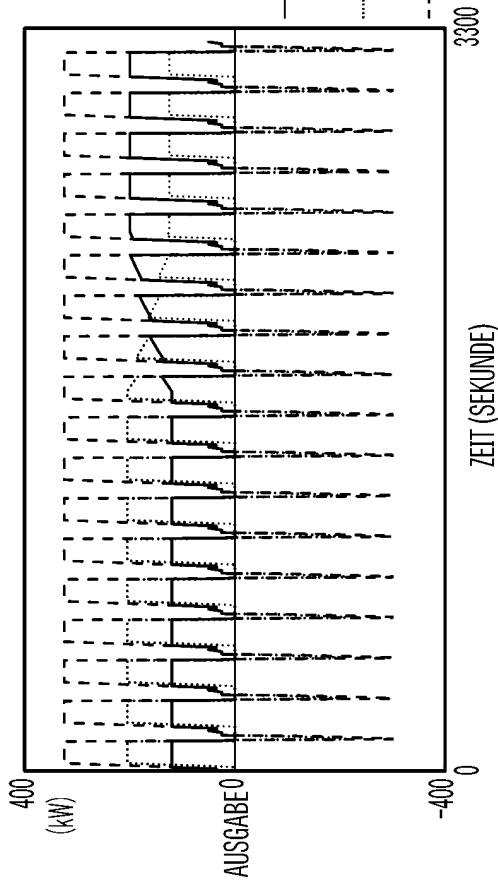


FIG.12

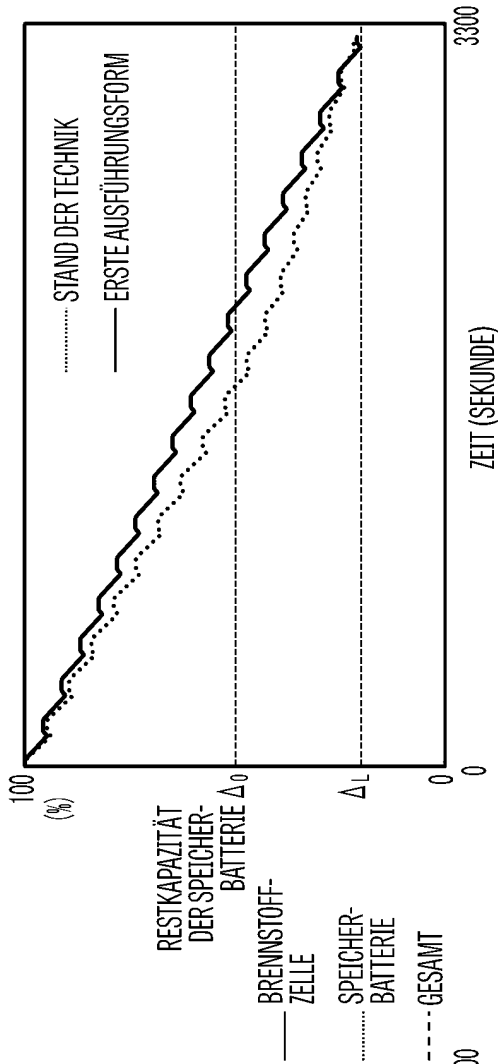


FIG.11

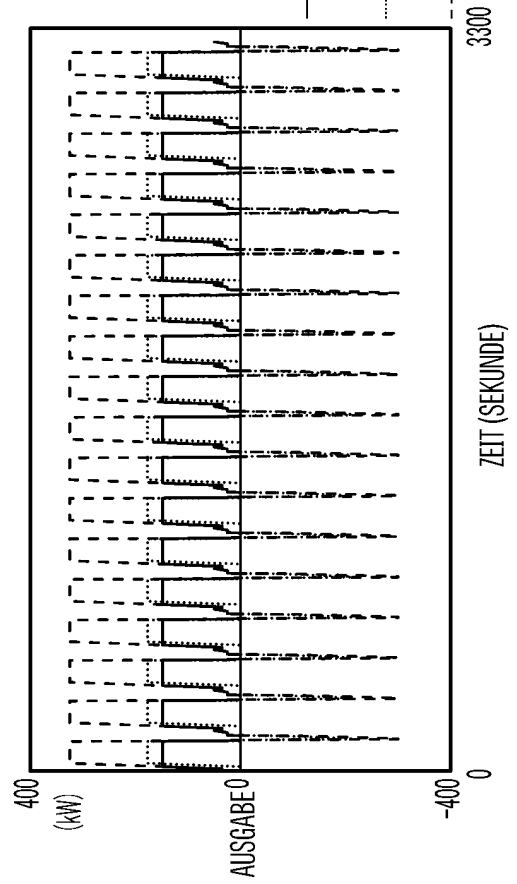


FIG.13

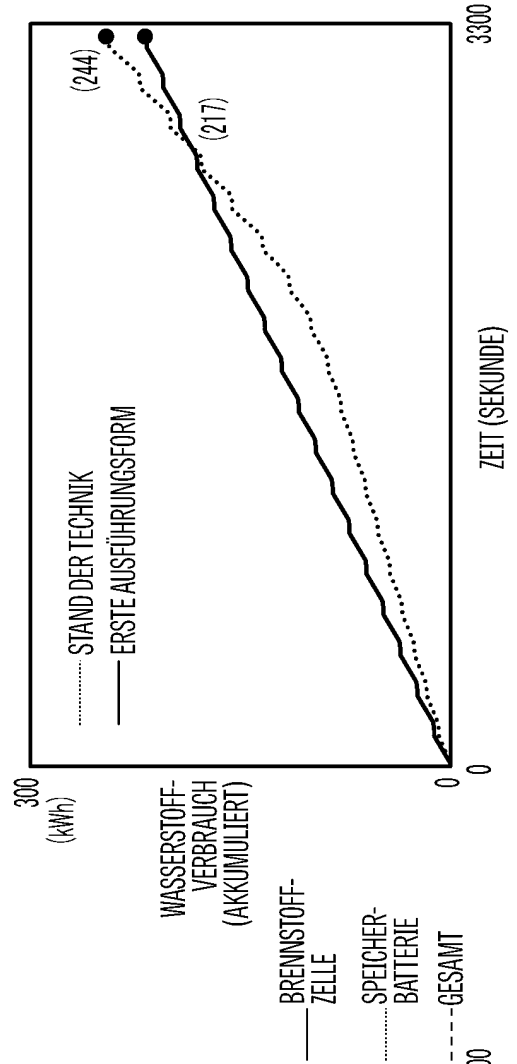


FIG.16

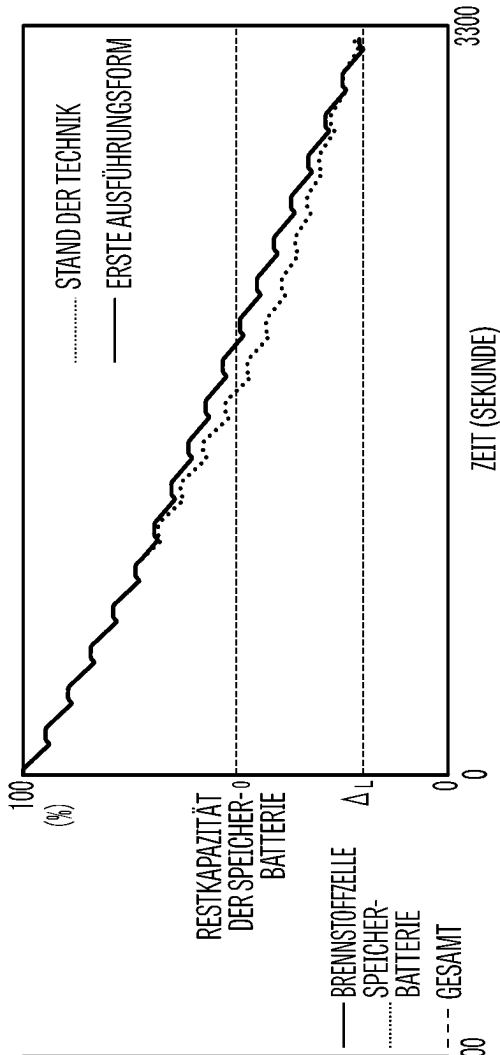


FIG.17

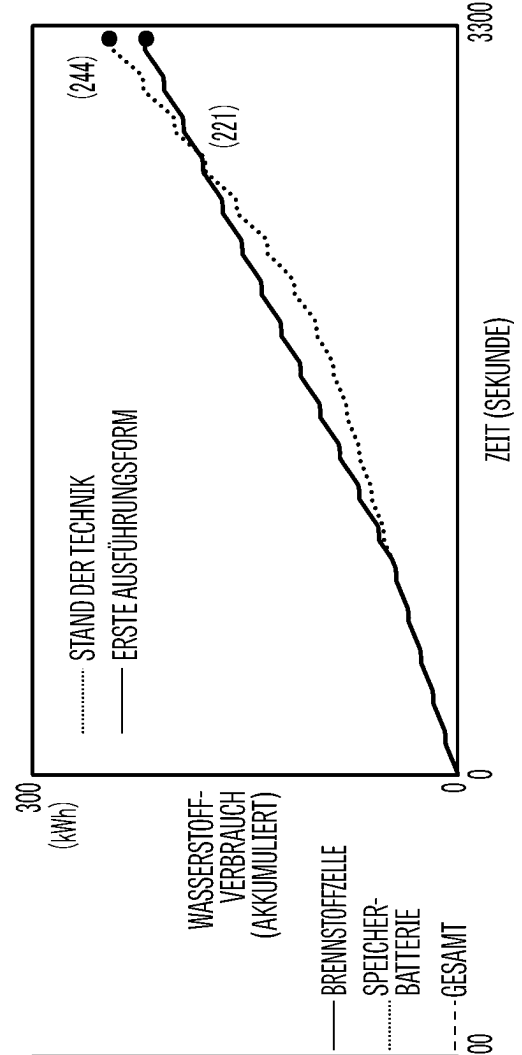


FIG.14

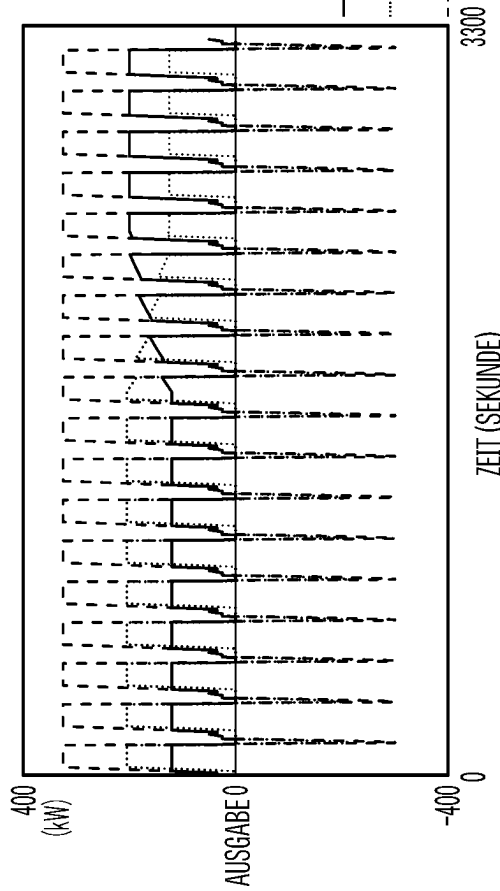


FIG.15

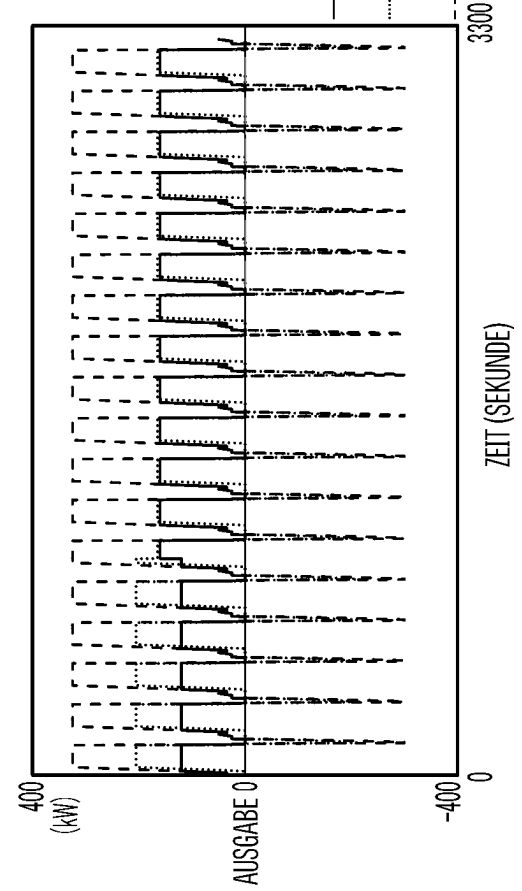


FIG.18

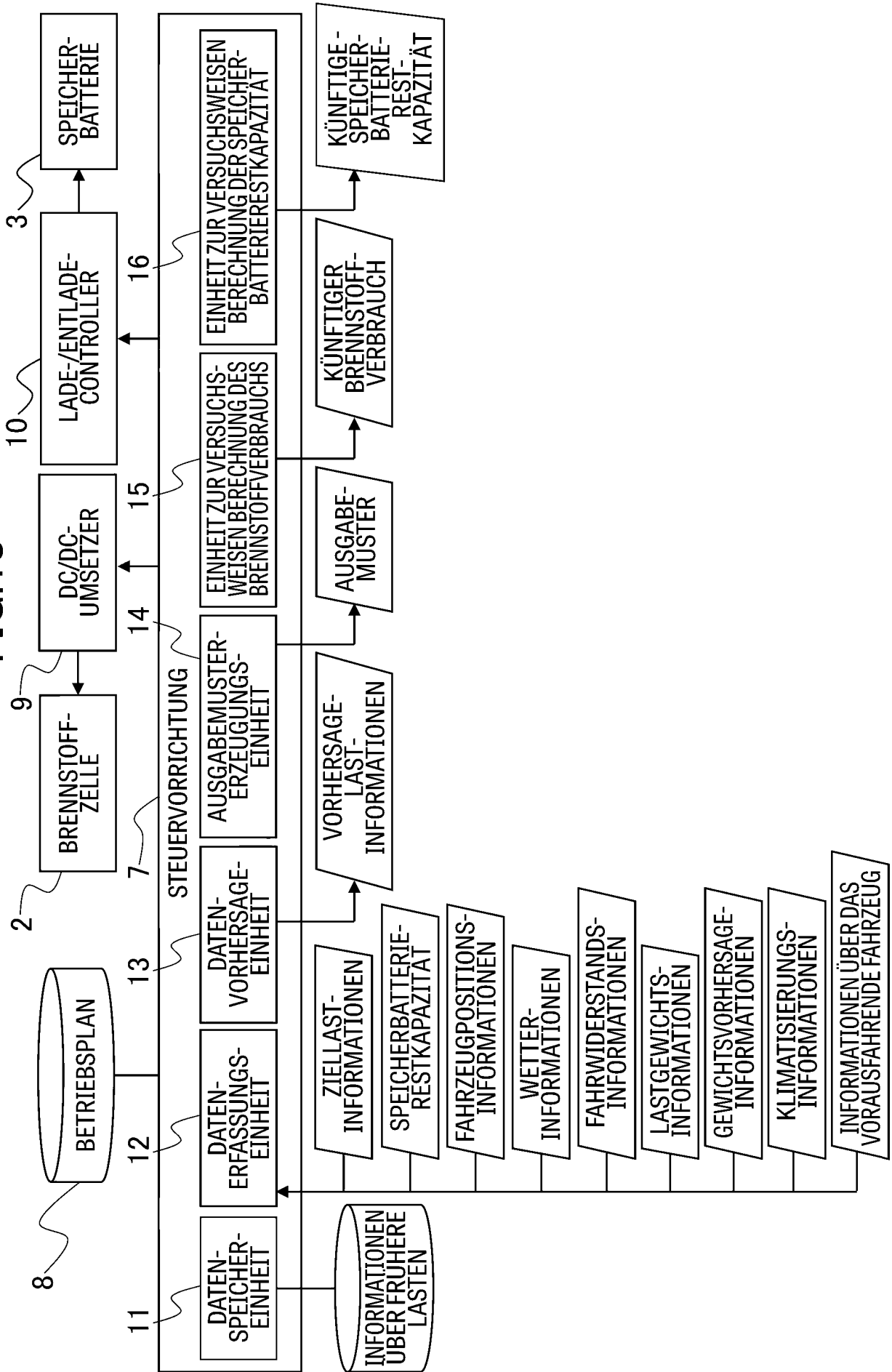


FIG.19

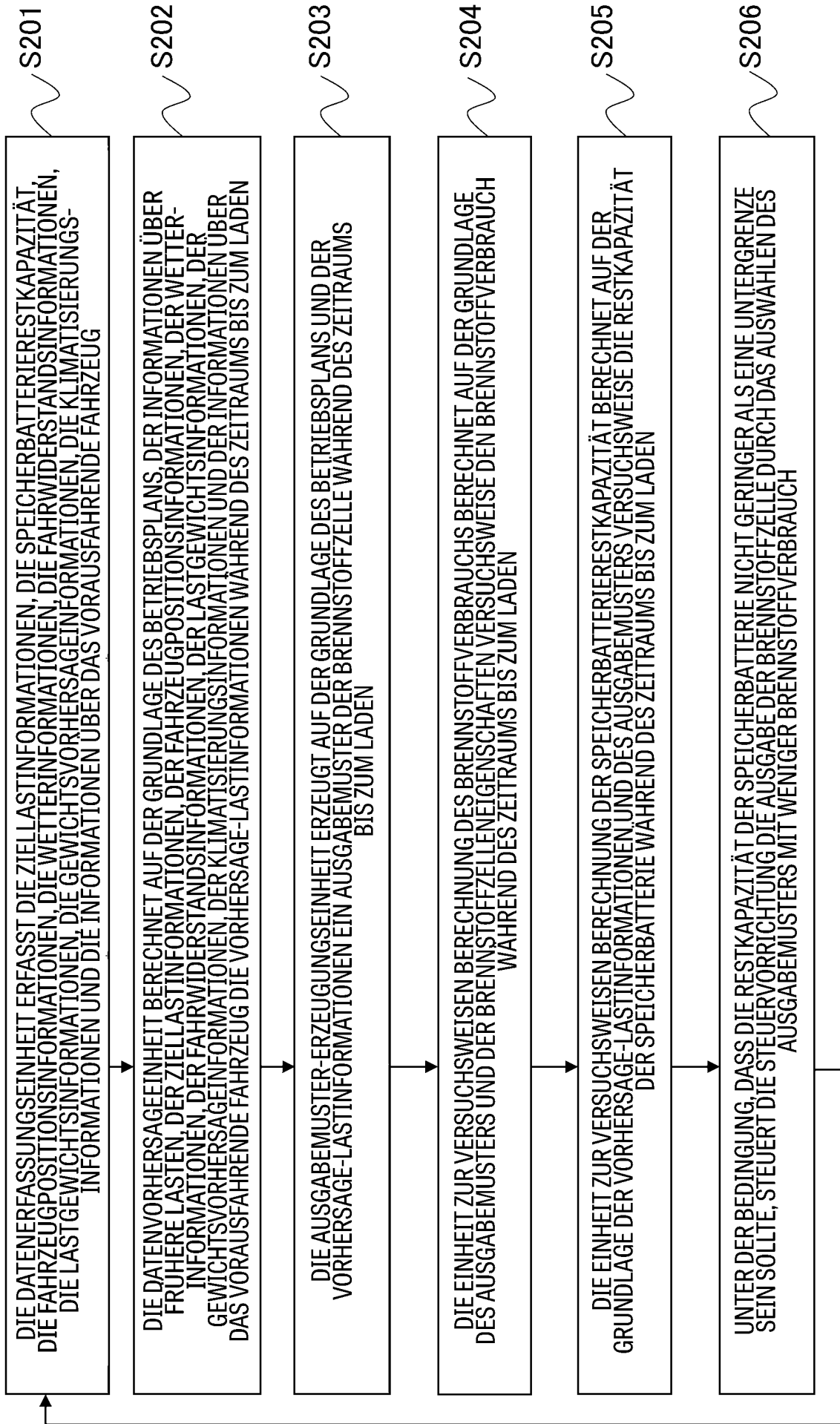


FIG.20

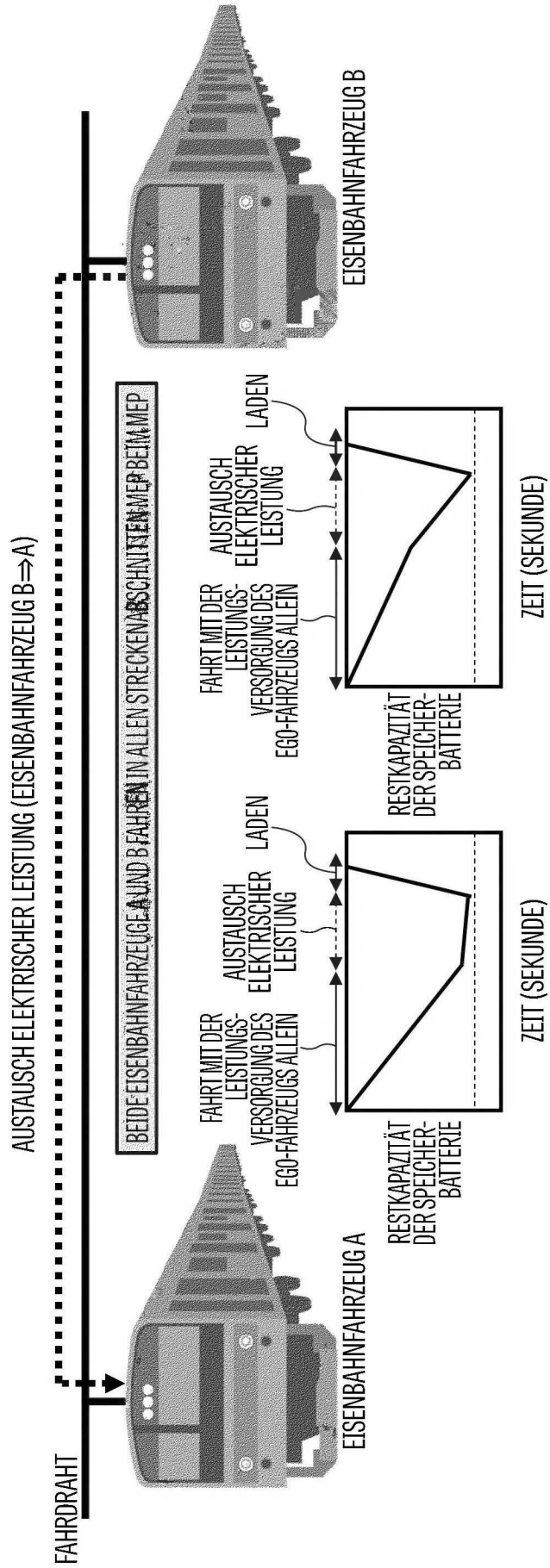


FIG.21

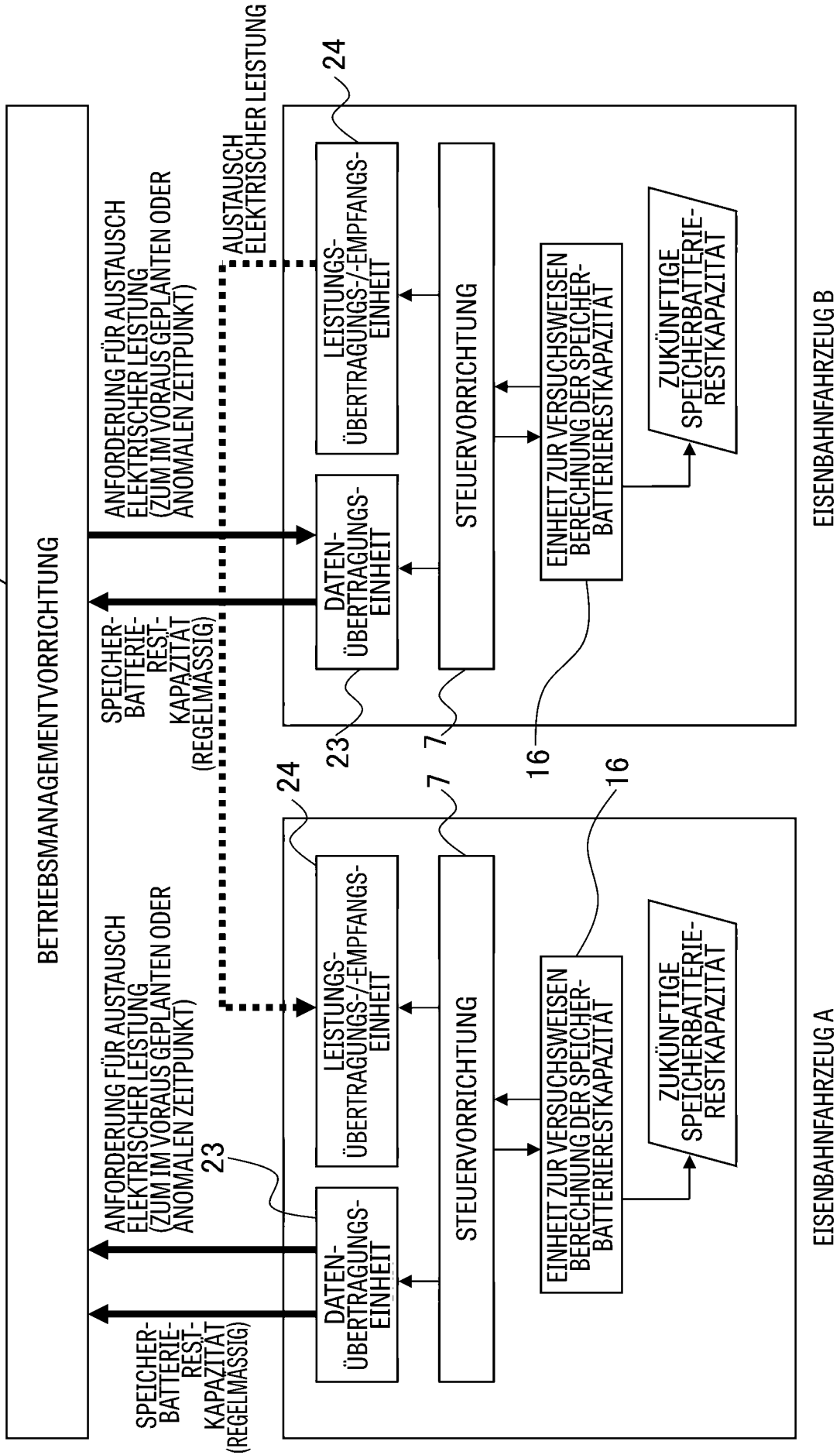


FIG.22

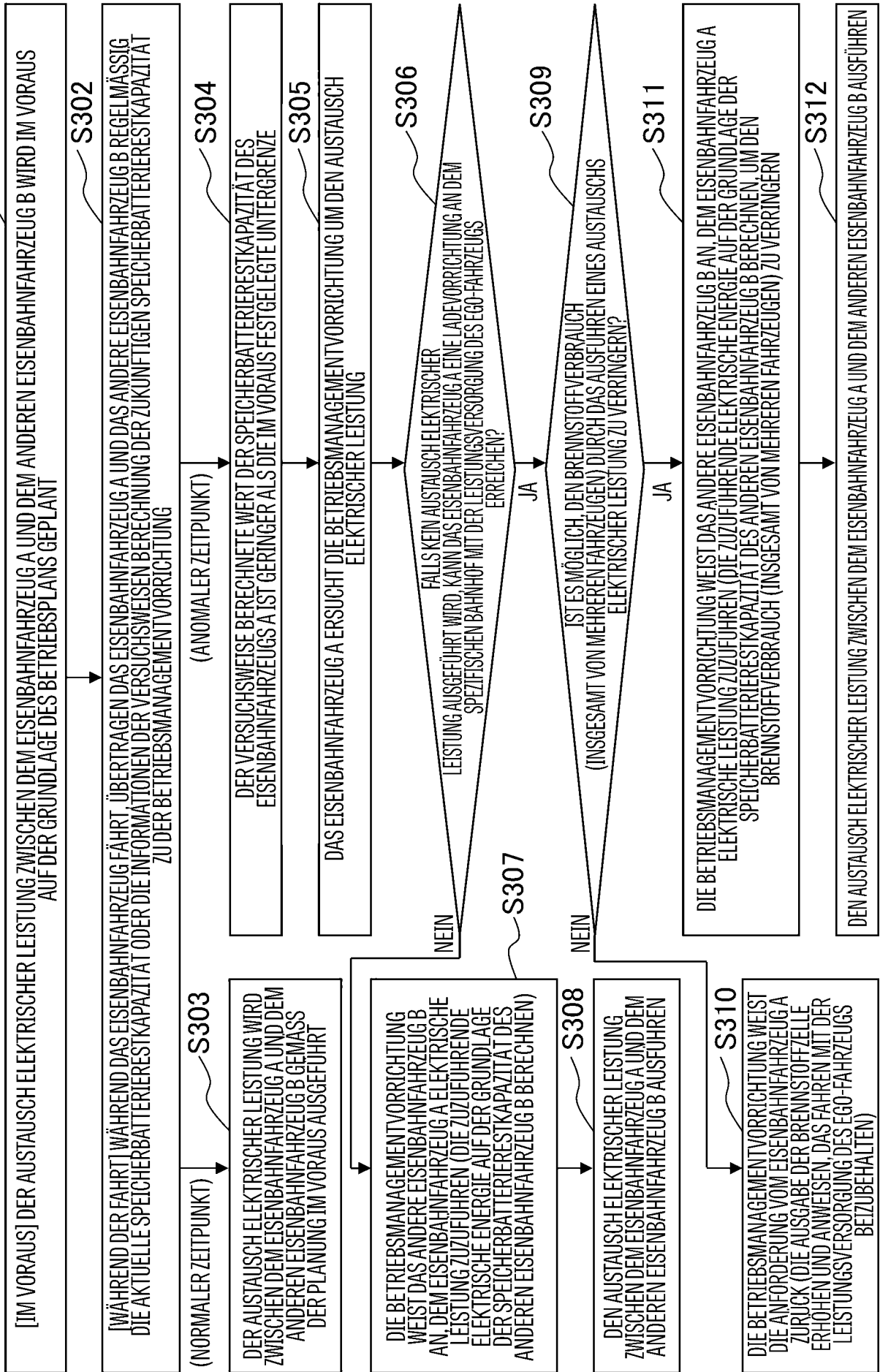


FIG.23

