



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 133 305.1**
(22) Anmeldetag: **14.12.2022**
(43) Offenlegungstag: **29.06.2023**

(51) Int Cl.: **B60W 30/14** (2006.01)
B60W 30/16 (2020.01)
B60W 40/02 (2006.01)
B60W 30/12 (2020.01)
G06V 20/58 (2022.01)

(30) Unionspriorität:
2021-213300 **27.12.2021** **JP**

(74) Vertreter:
**Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte
Partnerschaft mbB, 80538 München, DE**

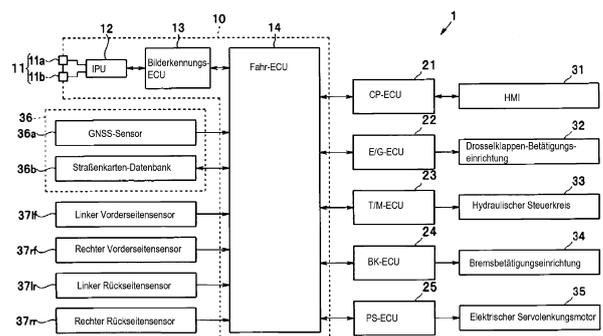
(71) Anmelder:
SUBARU CORPORATION, Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Horiguchi, Harunobu, Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **FAHRUNTERSTÜTZUNGSVORRICHTUNG FÜR EIN FAHRZEUG**

(57) Zusammenfassung: Eine Fahrunterstützungsvorrichtung für ein Fahrzeug (1) besitzt eine Fahrumgebungs-Erkennungseinrichtung (ECU 13, 11, IPU 12) und eine adaptive Geschwindigkeits-Regleinrichtung (ECU 14). Die Fahrumgebungs-Erkennungseinrichtung (ECU 13, 11, IPU 12) erkennt Fahrumgebungsinformation in Bezug auf die Außenseite eines Fahrzeugs. Basierend auf der Fahrumgebungsinformation führt die adaptive Geschwindigkeits-Regleinrichtung (ECU 14) eine Nachfolge-Fahrsteuerung aus, die das Fahrzeug veranlasst, einem vorausfahrenden Fahrzeug zu folgen, falls ein solches Fahrzeug erkannt wird, und führt eine Konstantgeschwindigkeits-Fahrsteuerung aus, die das Fahrzeug veranlasst, mit konstanter Geschwindigkeit zu fahren. Wenn das Fahrzeug während der Fahrt auf der Basis der Nachfolge-Fahrsteuerung einen Spurwechsel zu einer Fahrspur beginnt, behält die adaptive Geschwindigkeits-Regleinrichtung (ECU 14) eine Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) bei Beginn des Spurwechsels zumindest bis zum Ende des Spurwechsels bei und beschleunigt anschließend das Fahrzeug, indem sie eine vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit als neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) vorgibt und eine Ziel-Beschleunigungsrate (a_t) auf der Basis der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) vorgibt.



Beschreibung

HINTERGRUND

1. Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Fahrunterstützungsvorrichtung für ein Fahrzeug, die dazu ausgebildet ist, eine adaptive Geschwindigkeitsregelung (Cruise Control) auszuführen.

2. Einschlägiger Stand der Technik

[0002] Um einen Fahrer bei Fahrvorgängen zu entlasten und die Sicherheit zu erhöhen, sind Fahrunterstützungsvorrichtungen zur Unterstützung des Fahrers bei Fahrvorgängen in neueren Fahrzeugen, wie z.B. Automobilen, in der Praxis zum Einsatz gekommen.

[0003] Solche Fahrunterstützungsvorrichtungen sind beispielsweise mit den folgenden Fahrmodi ausgestattet: einem manuellen Fahrmodus, in dem Lenkvorgänge und Beschleunigungs- oder Verzögerungsvorgänge in Abhängigkeit von aktiven Fahrvorgängen des Fahrers ausgeführt werden; einem Fahrunterstützungsmodus, in dem eine Lenkunterstützungsteuerung und eine Beschleunigungs- oder Verzögerungssteuerung unter der Annahme von aktiven Fahrvorgängen des Fahrers ausgeführt werden; sowie einem Fahrunterstützungsmodus, d.h. einem autonomen Fahrmodus, in dem das Fahrzeug zum Fahren veranlasst wird, ohne dass dies einen Fahrvorgang durch den Fahrer erfordert.

[0004] Die Fahrunterstützungssteuerung in dem jeweiligen Fahrunterstützungsmodus wird beispielsweise durch eine adaptive Geschwindigkeitsregelung (ACC) und eine Spurhaltesteuerung, wie z.B. aktive Spurhalte-Zentrierungssteuerung (ALKC-Steuerung) ausgeführt. Eine solche Fahrunterstützungssteuerung kann dem Fahrzeug ein autonomes Fahren entlang einer Fahrspur ermöglichen, während ein Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beibehalten wird.

[0005] Bei der adaptiven Geschwindigkeitsregelung, wie sie in der ungeprüften japanischen Patentanmeldungs-Veröffentlichung JP 2007- 186 097 A offenbart ist, wird beispielsweise bei der Erfassung eines vorausfahrenden Fahrzeugs auf einer Fahrspur, auf der das eigene Fahrzeug fährt, eine Nachfolge-Fahrsteuerung zum Nachfolgen des vorausfahrenden Fahrzeugs ausgeführt. Bei der Nachfolge-Fahrsteuerung wird eine Ziel-Beschleunigungsrate, die zum Setzen einer Abweichung zwischen einem vorgegebenen Ziel-Fahrzeugabstand und dem aktuellen Fahrzeugabstand auf Null verwendet werden soll, beispielsweise auf der Basis

einer relativen Geschwindigkeit und dem Fahrzeugabstand zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug berechnet.

[0006] Es wird die Beschleunigungs- oder Verzögerungssteuerung entsprechend der Ziel-Beschleunigungsrate ausgeführt, so dass es bei der Nachfolge-Fahrsteuerung möglich wird, dass das eigene Fahrzeug dem vorausfahrenden Fahrzeug unter Aufrechterhaltung des Fahrzeugabstands zwischen den Fahrzeugen folgt.

[0007] Dagegen wird bei der adaptiven Geschwindigkeitsregelung eine Konstantgeschwindigkeits-Fahrsteuerung ausgeführt, wenn auf einer Fahrspur, auf der das eigene Fahrzeug fährt, kein vorausfahrendes Fahrzeug erfasst wird. Bei der Konstantgeschwindigkeits-Fahrsteuerung wird eine Ziel-Beschleunigungsrate berechnet, die verwendet wird, um eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs und einer vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit auf Null zu setzen. Die Beschleunigungs- oder Verzögerungssteuerung entsprechend der Ziel-Beschleunigungsrate wird ausgeführt, so dass es möglich wird, das eigene Fahrzeug mit der vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit in der Konstantgeschwindigkeits-Fahrsteuerung zu fahren.

[0008] Eine solche adaptive Geschwindigkeitsregelung kann auch angewendet werden, wenn das eigene Fahrzeug einen Spurwechsel vornimmt. In einem Zustand, in dem das eigene Fahrzeug fährt, um einem vorausfahrenden Fahrzeug zu folgen, ist die Fahrzeuggeschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs in der Regel niedriger als die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit. Ein Fahrspurwechsel wird in der Regel unter der Annahme ausgeführt, dass sich in einem bestimmten Abstand kein vorausfahrendes Fahrzeug auf einer benachbarten Spur befindet, zu der der Spurwechsel ausgeführt werden soll. Dementsprechend wird bei einem Spurwechsel aus einem Zustand, in dem das eigene Fahrzeug einem vorausfahrenden Fahrzeug nachfährt bzw. hinterher fährt, die Fahrzeuggeschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs durch die adaptive Geschwindigkeitsregelung im Allgemeinen auf die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit erhöht.

KURZBESCHREIBUNG

[0009] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird eine Fahrunterstützungsvorrichtung für ein Fahrzeug angegeben, die eine Fahrumgebungs-Erkennungseinrichtung und eine adaptive Geschwindigkeits-Regelungseinrichtung aufweist. Die Fahrumgebungs-Erkennungseinrichtung ist dazu ausgebildet, Fahrumgebungsinformation in Bezug auf die Außenseite eines ersten Fahrzeugs zu erkennen, in dem die

Fahrerunterstützungsvorrichtung für ein Fahrzeug verwendet werden soll.

[0010] Die adaptive Geschwindigkeits-Regeleinrichtung ist dazu ausgebildet, auf der Basis der von der Fahrumgebungs-Erkennungseinrichtung erkannten Fahrumgebungsinformation in einem Fall, in dem ein vorausfahrendes Fahrzeug vor dem ersten Fahrzeug erfasst wird, eine Nachfolge-Fahrsteuerung auszuführen, die das erste Fahrzeug veranlasst, dem vorausfahrenden Fahrzeug mit einer Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit zu folgen, die in Abhängigkeit von einer Fahrzeuggeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs vorgegeben ist, und in einem Fall, in dem kein vorausfahrendes Fahrzeug vor dem ersten Fahrzeug erfasst wird, eine Konstantgeschwindigkeits-Fahrsteuerung auszuführen, die das erste Fahrzeug veranlasst, mit konstanter Geschwindigkeit zu fahren, indem als Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit eine vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit vorgegeben wird, die von einem Fahrer eingegeben wird, der das erste Fahrzeug fährt.

[0011] Die adaptive Geschwindigkeits-Regeleinrichtung ist dazu ausgebildet, in einem Fall, in dem das erste Fahrzeug während der Fahrt auf der Basis der Nachfolge-Fahrsteuerung einen Spurwechsel zu einer Fahrspur beginnt, die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit bei Beginn des Spurwechsels zumindest bis zum Ende des Spurwechsels beizubehalten und anschließend das erste Fahrzeug zu beschleunigen, indem sie die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit als neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit vorgibt und eine Ziel-Beschleunigungsrate auf der Basis der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit vorgibt.

Figurenliste

[0012] Die Begleitzeichnungen sind beigefügt, um ein besseres Verständnis der Erfindung zu vermitteln, und bilden einen integralen Bestandteil der vorliegenden Beschreibung. Die Zeichnungen veranschaulichen exemplarische Ausführungsformen und dienen zusammen mit der Beschreibung zur Erläuterung der Prinzipien der Erfindung. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein Gesamtkonfigurationsdiagramm zur Erläuterung einer Fahrerunterstützungsvorrichtung;

Fig. 2 ein Diagramm zur Erläuterung von Bereichen, die von einer Stereokamera und Radareinrichtungen überwacht werden;

Fig. 3 ein Flussdiagramm zur Erläuterung einer Routine einer Spurwechselsteuerung;

Fig. 4 einen ersten Teil eines Flussdiagramms zur Erläuterung einer Fahrzeuggeschwindigkeits-Steueroutine mit einem Spurwechsel während einer Nachfolge-Fahrsteuerung;

Fig. 5 einen zweiten Teil des Flussdiagramms zur Erläuterung der Fahrzeuggeschwindigkeits-Steueroutine mit dem Spurwechsel während der Nachfolge-Fahrsteuerung;

Fig. 6 einen dritten Teil des Flussdiagramms zur Erläuterung der Fahrzeuggeschwindigkeits-Steueroutine mit dem Spurwechsel während der Nachfolge-Fahrsteuerung;

Fig. 7 ein Zeitdiagramm zur Erläuterung eines Beispiels für Lenkwinkel- und Fahrzeuggeschwindigkeitseigenschaften zum Zeitpunkt eines Spurwechsels auf eine Fahrspur;

Fig. 8 ein Zeitdiagramm zur Erläuterung eines Beispiels für Lenkwinkel- und Fahrzeuggeschwindigkeitseigenschaften zum Zeitpunkt eines Spurwechsels auf eine Überholspur;

Fig. 9 ein Diagramm zur Erläuterung einer Situation, in der das eigene Fahrzeug einem vorausfahrenden Fahrzeug auf der Überholspur hinterher fährt;

Fig. 10 ein Diagramm zur Erläuterung einer Situation des eigenen Fahrzeugs während des Spurwechsels auf die Fahrspur;

Fig. 11 ein Diagramm zur Erläuterung einer Situation des eigenen Fahrzeugs nach dem Spurwechsel auf die Fahrspur;

Fig. 12 ein Diagramm zur Erläuterung einer Situation, in der das eigene Fahrzeug einem vorausfahrenden Fahrzeug auf der Fahrspur hinterher fährt;

Fig. 13 ein Diagramm zur Erläuterung einer Situation des eigenen Fahrzeugs während des Spurwechsels auf die Überholspur; und

Fig. 14 ein Diagramm zur Erläuterung einer Situation des eigenen Fahrzeugs nach dem Spurwechsel auf die Überholspur.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0013] Wenn das eigene Fahrzeug einen Spurwechsel auf eine Nachbarspur vornimmt, ändert sich beispielsweise das relative Verhältnis zwischen dem eigenen Fahrzeug und einem in der Umgebung vorhandenen Fahrzeug auf unterschiedliche Weise. Dementsprechend kann in einem Fall, in dem die mit dem Spurwechsel verbundene Beschleunigung mittels einer adaptiven Geschwindigkeitsregelung gleichmäßig ausgeführt wird, eine Fahrzeuggeschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs möglicherweise keine angemessene Fahrzeuggeschwindigkeit sein, um eine Behinderung hinsichtlich des in der Umgebung vorhandenen Fahrzeugs zu vermeiden. In einem solchen Fall kann eine weitere Beschleunigung oder Verlangsamung erforderlich sein, um die Behinderung bzw. Kollision hinsichtlich

des in der Umgebung vorhandenen Fahrzeugs zu vermeiden.

[0014] Es ist wünschenswert, eine Fahrunterstützungsvorrichtung für ein Fahrzeug bereitzustellen, die es ermöglicht, Behinderungen hinsichtlich eines in der Umgebung vorhandenen Fahrzeugs auf einer neuen Fahrspur nach einem Fahrspurwechsel in angemessener Weise zu vermeiden.

[0015] Im Folgenden werden einige exemplarische Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen ausführlich beschrieben. Es sei erwähnt, dass die nachfolgende Beschreibung auf der Erläuterung dienende Beispiele der Erfindung gerichtet ist und nicht als die Erfindung einschränkend zu verstehen ist. In den einzelnen Zeichnungen, auf die in der nachfolgenden Beschreibung Bezug genommen wird, sind Elemente in unterschiedlichen Maßstäben dargestellt, um die jeweiligen Elemente in Größen darzustellen, die in den Zeichnungen erkennbar sind.

[0016] Somit dienen solche Faktoren, wie z.B., jedoch nicht ausschließlich, die Anzahl der jeweiligen Elemente, eine Abmessung der jeweiligen Elemente, ein Material der jeweiligen Elemente, ein Verhältnis zwischen den jeweiligen Elementen, eine relative positionsmäßige Relation zwischen den Elemente sowie jeglicher weitere spezifische Zahlenwert lediglich einem besseren Verständnis und sind nicht als die Erfindung einschränkend zu verstehen, wenn nichts anderes erwähnt ist.

[0017] Ferner sind Elemente in den nachfolgenden exemplarischen Ausführungsformen, die nicht in einem übergeordneten unabhängigen Anspruch der Erfindung genannt sind, optional und können nach Bedarf vorgesehen werden. In der gesamten vorliegenden Beschreibung und den Zeichnungen sind Elemente mit im Wesentlichen der gleichen Funktion und Konfiguration mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, um jegliche Redundanz in der Beschreibung zu vermeiden. Außerdem sind Elemente, die in keiner direkten Beziehung zu einer Ausführungsform der Erfindung stehen, in den Zeichnungen nicht dargestellt.

[0018] Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt, kann eine Fahrunterstützungsvorrichtung 1 beispielsweise eine Kameraeinheit 10 aufweisen, die in der oberen Mitte eines vorderen Bereichs in einem Fahrgastraum eines Fahrzeugs M angebracht ist. Das Fahrzeug M kann auch als eigenes Fahrzeug M bezeichnet werden. Bei einer Ausführungsform kann das eigene Fahrzeug M als „erstes Fahrzeug“ dienen.

[0019] Die Kameraeinheit 10 kann eine Stereokamera 11, eine Bildverarbeitungseinheit (IPU) 12, eine Bilderkennungseinheit (Bilderkennungs-ECU)

13 und eine Fahrsteuerungseinheit (Fahr-ECU) 14 aufweisen.

[0020] Die Stereokamera 11 kann eine Hauptkamera 11a und eine Nebenkamera 11b aufweisen. Die Hauptkamera 11a und die Nebenkamera 11b können beispielsweise einen CMOS-Halbleiter (wobei CMOS für Complementary Metal Oxide Semiconductor steht) aufweisen und an symmetrischen Positionen in Bezug auf einen Mittelpunkt in Fahrzeugbreitenrichtung angeordnet sein. Die Hauptkamera 11a und die Nebenkamera 11b können in vorbestimmten, miteinander synchronisierten Bildaufnahmezyklen Stereobilder von einer Fahrumgebung in einem vorderen Bereich Af außerhalb des Fahrzeugs M (siehe **Fig. 2**) aus verschiedenen Blickwinkeln aufnehmen.

[0021] Die Bildverarbeitungseinheit 12 kann eine vorbestimmte Bildverarbeitung an dem von der Stereokamera 11 aufgenommenen Fahrumgebungsbild ausführen und Kanten bzw. Ränder verschiedener Ziele, wie z.B. bei einem dreidimensionalen Objekt oder einer Spurlinie auf einer Straße, auf dem Bild erkennen. Die Bildverarbeitungseinheit 12 kann Abstandsinformation auf der Basis eines Betrags einer Positionsverschiebung zwischen entsprechenden Rändern auf dem linken und dem rechten Bild bestimmen. Die Bildverarbeitungseinheit 12 kann somit Bildinformation erzeugen, die diese Abstandsinformation enthält. Mit anderen Worten: die Bildverarbeitungseinheit 12 kann Abstandsbildinformation erzeugen.

[0022] Auf der Basis z.B. der von der Bildverarbeitungseinheit 12 empfangenen Abstandsbildinformation kann die Bilderkennungs-ECU 13 eine Straßenkrümmung [1/m] von jeweiligen Spurlinien bzw. Markierungslinien bestimmen, die die linke und rechte Seite einer Fahrspur definieren, auf der das Fahrzeug M entlang eines Fahrwegs des eigenen Fahrzeugs fährt, sowie auch die Breite (d.h. eine Spurbreite) zwischen der linken und rechten Markierungslinie bestimmen. Die Bilderkennungs-ECU 13 kann auch die Straßenkrümmung von jeweiligen Markierungslinien bestimmen, die die linke und rechte Seite beispielsweise einer Fahrspur definieren, die der Fahrspur, auf der das Fahrzeug M fährt, benachbart ist, und kann auch die Breite zwischen der linken und rechten Markierungslinie bestimmen.

[0023] Die Bestimmung der Straßenkrümmung und der Spurbreite kann durch verschiedene bekannte Verfahren erfolgen. Beispielsweise kann die Bilderkennungs-ECU 13 die Straßenkrümmung durch Erkennen der linken und der rechten Markierungslinie auf der Basis der Abstandsbildinformation bestimmen sowie die Krümmung jeder der linken und rechten Markierungslinien in jedem vorbestimmten Abschnitt bestimmen.

[0024] Die rechte und die linke Fahrspur können durch einen Binarisierungsprozess erkannt werden, der eine Differenz in der Leuchtdichte nutzt. Die Krümmung der rechten und linken Markierungslinien kann beispielsweise durch einen Kurvenannäherungsausdruck bestimmt werden, der auf einer Methode der kleinsten Quadrate basiert. Darüber hinaus kann die Bilderkennungs-ECU 13 die Fahrspurbreite aus einer Differenz zwischen den jeweiligen Krümmungen der linken und rechten Markierungslinien berechnen.

[0025] Die Bilderkennungs-ECU 13 kann z.B. die Mitte der Fahrspur und eine Positionsabweichung des eigenen Fahrzeugs in der lateralen Richtung auf der Basis der Krümmung der linken und rechten Fahrspurlinie und der Fahrspurweite berechnen. Die laterale Positionsabweichung des eigenen Fahrzeugs kann ein Abstand von der Mitte der Fahrspur zu der Mitte des eigenen Fahrzeugs M in der Fahrzeugweitenrichtung sein.

[0026] Die Bilderkennungs-ECU 13 kann auch einen vorgegebenen Musterabgleich ausführen, z.B. anhand der Abstandsbildinformation, um ein dreidimensionales Objekt zu erkennen. Nicht einschränkende Beispiele für das dreidimensionale Objekt können eine Leitplanke und ein Bordstein sein, die sich entlang der Straße erstrecken, sowie ein in der Umgebung vorhandenes Fahrzeug. Bei der Erkennung des dreidimensionalen Objekts kann die Bilderkennungs-ECU 13 beispielsweise einen Typ des dreidimensionalen Objekts, einen Abstand zu dem dreidimensionalen Objekt, eine Geschwindigkeit des dreidimensionalen Objekts und eine relative Geschwindigkeit zwischen dem dreidimensionalen Objekt und dem eigenen Fahrzeug M erkennen.

[0027] Diese verschiedenen Informationen, die von der Bilderkennungs-ECU 13 erkannt werden, können als Fahrumgebungsinformation an die Fahrumgebungs-ECU 14 ausgegeben werden.

[0028] Bei einer Ausführungsform kann die Bilderkennungs-ECU 13 somit zusammen mit der Stereokamera 11 und der Bildverarbeitungseinheit 12 als „Fahrumgebungs-Erkennungseinrichtung“ dienen, die die Fahrumgebungsinformation bezüglich der Außenseite des Fahrzeugs erkennt.

[0029] Die Fahr-ECU 14 kann eine Steuereinheit sein, die die Fahrunterstützungsvorrichtung 1 zentral steuert.

[0030] Die Fahr-ECU 14 kann über eine fahrzeuginterne Kommunikationsleitung, wie z.B. ein CAN (Controller Area Network), mit verschiedenen Steuereinheiten gekoppelt sein, wie z.B. einer Cockpit-Steuereinheit (CP-ECU) 21, einer Motorsteuereinheit (E/G-ECU) 22, einer Getriebesteuereinheit

(T/M-ECU) 23, einer Bremssteuereinheit (BK-ECU) 24 und einer Servolenkungs-Steuereinheit (PS-ECU) 25.

[0031] Darüber hinaus kann die Fahr-ECU 14 mit verschiedenen Sensoren gekoppelt sein, die eine Ortungseinheit bzw. Positionsbestimmungseinheit 36, einen linken Vorderseitensensor 37lf, einen rechten Vorderseitensensor 37rf, einen linken Rückseitensensor 37lr und einen rechten Rückseitensensor 37rr beinhalten.

[0032] Die Cockpit-ECU 21 kann mit einer Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) 31 gekoppelt sein, die in der Nähe eines Fahrersitzes angeordnet ist. Die Mensch-Maschine-Schnittstelle 31 kann z.B. einen Betätigungsschalter, einen Moduswechselschalter, einen Lenkrad-Berührungssensor, einen Blinkerschalter, ein Fahrerüberwachungssystem (DMS), eine Berührungsbildschirm-Anzeige bzw. ein Touchscreen-Display, ein Kombinationsmessgerät und einen Lautsprecher aufweisen.

[0033] Der Betätigungsschalter kann z.B. zum Ausführen und Vorgeben von verschiedenen Fahrerunterstützungssteuerungen verwendet werden. Der Moduswechselschalter kann zum Schalten eines Fahrerunterstützungsmodus verwendet werden. Der Lenkrad-Berührungssensor kann zum Erfassen eines Lenkrad-Haltezustands eines das Fahrzeug fahrenden Fahrers verwendet werden. Das Fahrerüberwachungssystem kann z.B. das Gesicht des Fahrers erkennen oder die Blickrichtung des Fahrers erfassen.

[0034] Beim Empfang eines Steuersignals von der Fahr-ECU 14 kann die Cockpit-ECU 21 dem Fahrer nach Bedarf verschiedene Informationen zukommen lassen, wie z.B. verschiedene Warnungen hinsichtlich eines vorausfahrenden Fahrzeugs, einen Ausführungsstatus der Fahrerunterstützungssteuerung sowie die Fahrumgebung des eigenen Fahrzeugs M. Solche Mitteilungsinformation kann z.B. als Anzeige oder als Ton erfolgen, die über die Mensch-Maschine-Schnittstelle 31 ausgegeben wird.

[0035] Außerdem kann die Cockpit-ECU 21 auch verschiedene Arten von Eingabeinformation an die Fahr-ECU 14 ausgeben, wie z.B. EIN/AUS-Betriebszustände für die verschiedenen Fahrerunterstützungs-Steuerungsvorgänge, die von dem Fahrer über die Mensch-Maschine-Schnittstelle 31 eingegeben werden, eine vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit Vs für das eigene Fahrzeug M und einen Betriebszustand des Blinkerschalters.

[0036] Die Motor-ECU 22 kann einen Ausgangsanschluss aufweisen, der z.B. mit einer Drosselklappen-Betätigungseinrichtung 32 einer elektronischen

Drosselklappenvorrichtung verbunden ist. Die Motor-ECU 22 kann einen Eingangsanschluss aufweisen, der mit verschiedenen Sensoren, einschließlich eines nicht dargestellten Beschleunigungssensors, verbunden ist.

[0037] Die Motor-ECU 22 kann die Drosselklappen-Betätigungseinrichtung 32 beispielsweise auf der Basis eines Steuersignals von der Fahr-ECU 14 oder eines Erfassungssignals von den verschiedenen Sensoren betreiben und steuern. Die Motor-ECU 22 kann somit die Ansaugluftmenge eines Motors regeln, um eine gewünschte Motorausgangsleistung zu erzeugen. Darüber hinaus kann die Motor-ECU 22 an die Fahr-ECU 14 ein Signal eines Faktors, wie z.B. eine von einem der verschiedenen Sensoren erfasste Gaspedalstellung, ausgeben.

[0038] Die Getriebe-ECU 23 kann einen Ausgangsanschluss aufweisen, der mit einem hydraulischen Steuerkreis 33 gekoppelt ist. Die Getriebe-ECU 23 kann einen Eingangsanschluss aufweisen, der mit verschiedenen Sensoren, einschließlich eines nicht dargestellten Schaltstellungssensors, gekoppelt ist. Die Getriebe-ECU 23 kann eine hydraulische Steuerung für den hydraulischen Steuerkreis 33 ausführen, beispielsweise auf der Basis eines von der Motor-ECU 22 geschätzten Motordrehmomentsignals oder eines Erfassungssignals von den verschiedenen Sensoren.

[0039] Die Getriebe-ECU 23 kann somit ein Teil, wie z.B. ein Reibungseingriffselement oder eine Riemenscheibe in einem Automatikgetriebe, betätigen, um einen Schaltvorgang der Motorausgangsleistung mit einem gewünschten Schaltverhältnis auszuführen. Darüber hinaus kann die Getriebe-ECU 23 an die Fahr-ECU 14 ein Signal eines Faktors, wie z.B. eine von einem der verschiedenen Sensoren erfasste Schaltposition, ausgeben.

[0040] Die Brems-ECU 24 kann einen Ausgangsanschluss aufweisen, der mit einer Bremsbetätigungseinrichtung 34 verbunden ist. Die Bremsbetätigungseinrichtung 34 kann einen Bremsfluiddruck regeln, der auf einen an jedem Rad vorgesehenen Bremsradzylinder aufzubringen ist. Die Brems-ECU 24 kann einen Eingangsanschluss aufweisen, der mit verschiedenen Sensoren gekoppelt ist, die einen Bremspedalsensor, einen Gierratensensor, einen Längsbeschleunigungssensors und einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor beinhalten, die nicht eigens dargestellt sind.

[0041] Die Brems-ECU 24 kann die Bremsbetätigungseinrichtung 34 auf der Basis eines Steuersignals von der Fahr-ECU 14 oder eines Erfassungssignals von den verschiedenen Sensoren betreiben und steuern. Die Brems-ECU 24 kann somit an jedem Rad eine passende Bremskraft erzeugen, die zum

Ausführen beispielsweise einer Zwangsbremssteuerung oder Gierratensteuerung für das eigene Fahrzeug M verwendet werden kann. Zusätzlich kann die Brems-ECU 24 an die Fahr-ECU 14 Signale von Faktoren ausgeben, die einen Bremsbetätigungsstatus, eine Gierrate, eine Längsbeschleunigungsrate und eine Fahrzeuggeschwindigkeit (d.h. eine Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs) beinhalten, die von den verschiedenen Sensoren erfasst werden.

[0042] Die Servolenkungs-ECU 25 kann einen Ausgangsanschluss aufweisen, der mit einem elektrischen Servolenkungsmotor 35 gekoppelt ist. Der elektrische Servolenkungsmotor 35 kann ein Lenkmoment auf einen Lenkmechanismus unter Verwendung einer Drehkraft des Motors aufbringen. Die Servolenkungs-ECU 25 kann einen Eingangsanschluss aufweisen, der mit verschiedenen Sensoren gekoppelt ist, einschließlich eines Lenkmomentsensors und eines Lenkwinkelsensors, die nicht dargestellt sind.

[0043] Die Servolenkungs-ECU 25 kann den elektrischen Servolenkungsmotor 35 auf der Basis eines Steuersignals von der Fahr-ECU 14 oder eines Erfassungssignals von den verschiedenen Sensoren betreiben und steuern. Die Servolenkungs-ECU 25 kann somit das Lenkmoment für den Lenkmechanismus erzeugen. Darüber hinaus kann die Servolenkungs-ECU 25 an die Fahr-ECU 14 Signale von Faktoren ausgeben, die das Lenkmoment und einen Lenkwinkel beinhalten, die von den verschiedenen Sensoren erfasst werden.

[0044] Die Positionsbestimmungseinheit bzw. Ortungseinheit 36 kann einen GNSS-Sensor (wobei GNSS für Global Navigation Satellite System steht) 36a und eine hochauflösende Straßenkarten-Datenbank (Straßenkarten-DB) 36b aufweisen.

[0045] Der GNSS-Sensor 36a kann Positionsbestimmungssignale von mehreren Positionsbestimmungssatelliten empfangen, um eine Position (z.B. einen Breitengrad, einen Längengrad und eine Höhe) des eigenen Fahrzeugs M zu messen.

[0046] Die Straßenkarten-Datenbank 36b kann ein Speichermedium mit großer Kapazität sein, z.B. ein Festplattenlaufwerk (HDD). Die Straßenkarten-Datenbank 36b kann hochauflösende Straßenkarteninformation speichern, wie z.B. eine dynamische Karte. Die Straßenkarteninformation kann z.B. Fahrspurdaten enthalten, die bei der Ausführung des autonomen Fahrens beteiligt sind. Nicht einschränkende Beispiele für die Fahrspurdaten können Daten zur Fahrspurbreite, Koordinatendaten der Fahrspurmitte, Daten bezüglich des Azimutwinkels in Fahrtrichtung sowie Daten über die Höchstgeschwindigkeit umfassen.

[0047] Die Fahrspurdaten können in Abständen von mehreren Metern auf jeder Fahrspur der Straßenkarte gespeichert sein. Die Straßenkarten-Datenbank 36b kann die Straßenkarteninformation eines Bereichs, der in Bezug auf die eigene, von dem GNSS-Sensor 36a gemessene Fahrzeugposition vorgegeben ist, beispielsweise auf der Basis eines Anforderungssignals von der Fahr-ECU 14 als Fahrumgebungsinformation an die Fahr-ECU 14 ausgeben.

[0048] Bei einer Ausführungsform kann der Straßenkarten-Datenbank 36b somit zusammen mit dem GNSS-Sensor 36a als „Fahrumgebungs-Erkennungseinrichtung“ dienen, die die Fahrumgebungsinformation bezüglich der Außenseite des Fahrzeugs erkennt.

[0049] Der linke Vorderseitensensor 37lf und der rechte Vorderseitensensor 37rf können zum Beispiel jeweils ein Millimeterwellenradar aufweisen. Der linke Vorderseitensensor 37lf und der rechte Vorderseitensensor 37rf können z.B. an einem linken bzw. rechten Seitenbereich eines vorderen Stoßfängers angebracht sein. Der linke Vorderseitensensor 37lf und der rechte Vorderseitensensor 37rf können als Fahrumgebungsinformation ein dreidimensionales Objekt erfassen, das in Bereichen Alf und Arf (siehe **Fig. 2**) vorhanden ist, die aus dem Bild der Stereokamera 11 nur schwer zu erkennen sind. Der Bereich Alf kann ein Bereich schräg links vor und seitlich des eigenen Fahrzeugs M sein. Der Bereich Arf kann ein Bereich schräg rechts vor und seitlich des eigenen Fahrzeugs M sein.

[0050] Der linke Rückseitensensor 37lr und der rechte Rückseitensensor 37rr können z.B. jeweils ein Millimeterwellenradar aufweisen. Der linke Rückseitensensor 37lr und der rechte Rückseitensensor 37rr können z.B. an einem linken bzw. rechten Seitenbereich eines hinteren Stoßfängers angebracht sein. Der linke Rückseitensensor 37lr und der rechte Rückseitensensor 37rr können als Fahrumgebungsinformation ein dreidimensionales Objekt erfassen, das in Bereichen Alr und Arr (siehe **Fig. 2**) vorhanden ist, die von dem linken Vorderseitensensor 37lf und dem rechten Vorderseitensensor 37rf nur schwer zu erkennen sind. Der Bereich Alr kann ein Bereich links und rückwärts von dem eigenen Fahrzeug M sein. Der Bereich Arr kann ein Bereich rechts und rückwärts von dem eigenen Fahrzeug M sein.

[0051] Wenn das jeweilige Radar ein Millimeterwellenradar beinhaltet, kann das Millimeterwellenradar eine Funkwelle aussenden und eine Analyse einer von einem Objekt reflektierten Welle ausführen, um in erster Linie ein dreidimensionales Objekt, wie etwa ein parallel fahrendes Fahrzeug oder ein nachfolgendes Fahrzeug zu erfassen. Bei einem Beispiel kann jedes Radar als Information über das dreidimensionale

Objekt eine Breite des dreidimensionalen Objekts, eine Position (z.B. eine relative Position zu dem eigenen Fahrzeug M) eines repräsentativen Punkts des dreidimensionalen Objekts sowie eine Geschwindigkeit des dreidimensionalen Objekts erfassen.

[0052] Bei einer Ausführungsform können der linke Vorderseitensensor 37lf, der rechte Vorderseitensensor 37rf, der linke Rückseitensensor 37lr und der rechte Rückseitensensor 37rr somit als „Fahrumgebungs-Erkennungseinrichtung“ dienen, die die Fahrumgebungsinformation in Bezug auf die Außenseite des Fahrzeugs erkennt.

[0053] Es sei erwähnt, dass die Koordinaten jedes Ziels außerhalb des Fahrzeugs, die in der erkannten Fahrumgebungsinformation enthalten sind, alle von der Fahr-ECU 14 beispielsweise in Koordinaten eines dreidimensionalen Koordinatensystems umgewandelt werden können, dessen Ursprung im Zentrum des eigenen Fahrzeugs M liegt (siehe **Fig. 2**).

[0054] Die erkannte Fahrumgebungsinformation kann die von der Bilderkennungs-ECU 13 erkannte Fahrumgebungsinformation, die von der Positionsbestimmungseinheit 36 erkannte Fahrumgebungsinformation, die von dem linken Vorderseitensensor 37lf erkannte Fahrumgebungsinformation, die von dem rechten Vorderseitensensor 37rf erkannte Fahrumgebungsinformation, die von dem linken Rückseitensensor 37lr erkannte Fahrumgebungsinformation und die von dem rechten Rückseitensensor 37rr erkannte Fahrumgebungsinformation umfassen.

[0055] Die Fahr-ECU 14 kann als Fahrmodi einen manuellen Fahrmodus, einen ersten Fahrsteuerungsmodus, einen zweiten Fahrsteuerungsmodus und einen Rückzugsmodus aufweisen. Der erste Fahrsteuerungsmodus und der zweite Fahrsteuerungsmodus können Modi für die Fahrsteuerung sein. Die Fahr-ECU 14 kann in der Lage sein, selektiv zwischen diesen Fahrmodi umzuschalten, z.B. auf der Basis eines Betätigungsstatus des Moduswechselschalters, der in der Mensch-Maschine-Schnittstelle 31 angeordnet ist.

[0056] Der manuelle Fahrmodus kann ein Fahrmodus sein, in dem der Fahrer ein Lenkrad halten muss. Beispielsweise kann der manuelle Fahrmodus ein Fahrmodus sein, die dem eigenen Fahrzeug M das Fahren in Abhängigkeit von einem von dem Fahrer ausgeführten Fahrvorgang gestattet. Nicht einschränkende Beispiele für den von dem Fahrer ausgeführten Fahrvorgang können einen Lenkvorgang, einen Beschleunigungsvorgang und einen Bremsvorgang beinhalten.

[0057] Der erste Fahrsteuerungsmodus kann ebenfalls ein Fahrmodus sein, in dem der Fahrer das

Lenkrad halten muss. Beispielsweise kann der erste Fahrsteuerungsmodus ein halbautonomer Fahrmodus sein, die dem eigenen Fahrzeug M das Fahren gestattet, während sich der von dem Fahrer ausgeführte Fahrvorgang darin widerspiegelt. Der erste Fahrsteuerungsmodus kann beispielsweise durch die Fahr-ECU 14 implementiert werden, die verschiedene Steuersignale an die Motor-ECU 22, die Brems-ECU 24 und die Servolenkungs-ECU 25 ausgibt.

[0058] In dem ersten Fahrsteuerungsmodus können Steuerungen, die hauptsächlich eine adaptive Geschwindigkeitsregelung (ACC), eine Spurhaltesteuerung, z.B. eine aktive Spurhalte-Zentrierungssteuerung (ALKC), eine Steuerung zum Verhindern des Verlassens der Fahrspur, z.B. eine aktive Spurhalte-Aufprallsteuerung, und eine Spurwechselsteuerung beinhalten, in einer geeigneten Kombination ausgeführt werden. Dies gestattet es dem eigenen Fahrzeug M, entlang einer Zielfahrroute zu fahren. In dem ersten Fahrsteuerungsmodus kann auch die Spurwechselsteuerung ausgeführt werden, wenn der Blinkerschalter von dem Fahrer betätigt wird.

[0059] Die adaptive Geschwindigkeitsregelung bzw. ACC-Regelung wird grundsätzlich auf der Basis der beispielsweise von der Bilderkennungs-ECU 13 empfangenen Fahrumgebungsinformation ausgeführt.

[0060] Bei einem Beispiel, in dem ein vorausfahrendes Fahrzeug vor dem eigenen Fahrzeug M beispielsweise durch die Bilderkennungs-ECU 13 erkannt wird, führt die Fahr-ECU 14 eine Nachfolge-Fahrsteuerung als Teil der adaptiven Geschwindigkeitsregelung aus. Bei der Nachfolge-Fahrsteuerung kann die Fahr-ECU 14 einen Ziel-Fahrzeugabstand L_t und eine Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t beispielsweise auf der Basis einer Fahrzeuggeschwindigkeit V_1 des vorausfahrenden Fahrzeugs vorgeben.

[0061] Die Fahr-ECU 14 kann eine Beschleunigungs- oder Verzögerungssteuerung für das eigene Fahrzeug M auf der Basis des Ziel-Fahrzeugabstands L_t und der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t ausführen. Dadurch kann die Fahr-ECU 14 das eigene Fahrzeug M grundsätzlich dazu veranlassen, dem vorausfahrenden Fahrzeug in einem Zustand zu folgen, in dem ein Fahrzeugabstand L auf dem Ziel-Fahrzeugabstand L_t gehalten wird und eine Fahrzeuggeschwindigkeit V auf der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t gehalten wird.

[0062] Im Gegensatz dazu führt die Fahr-ECU 14 in einem Fall, in dem beispielsweise durch die Bilderkennungs-ECU 13 kein vorausfahrendes Fahrzeug vor dem eigenen Fahrzeug M erkannt wird, eine Kon-

stantgeschwindigkeits-Fahrsteuerung als Teil der adaptiven Geschwindigkeitsregelung aus. Bei der Konstantgeschwindigkeits-Fahrsteuerung gibt die Fahr-ECU 14 die von dem Fahrer eingegebene bzw. vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit V_s als Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t vor. Die Fahr-ECU 14 kann die Beschleunigungs- oder Verzögerungssteuerung für das eigene Fahrzeug M auf der Basis der Fahrzeug-Zielgeschwindigkeit V_t ausführen. Die Fahr-ECU 14 ist dadurch in der Lage, die Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs M auf der vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit V_s zu halten.

[0063] Die Spurhaltesteuerung und die Steuerung zum Verhindern des Verlassens der Fahrspur können grundsätzlich auf der Basis der Fahrumgebungsinformation ausgeführt werden, die von der Bilderkennungs-ECU 13 oder der Positionsbestimmungseinheit 36 oder beiden derselben empfangen wird. Beispielsweise kann die Fahr-ECU 14 die Spurhaltesteuerung und die Steuerung zum Verhindern des Verlassens der Fahrspur für eine Fahrspur ausführen, auf der das eigene Fahrzeug M fährt, und zwar auf der Basis von Information, wie etwa Fahrspurlinieninformation, die in der Fahrumgebungsinformation enthalten ist. Dies ermöglicht es der Fahr-ECU 14, das eigene Fahrzeug M in der Mitte der Fahrspur zu halten.

[0064] Die Spurwechselsteuerung kann grundsätzlich auf der Basis der Fahrumgebungsinformation ausgeführt werden, die von der Bilderkennungs-ECU 13, dem linken Vorderseitensensor 37lf, dem rechten Vorderseitensensor 37rf, dem linken Rückseitensensor 37lr und dem rechten Rückseitensensor 37rr empfangen wird. Die Spurwechselsteuerung kann zum Beispiel dann ausgeführt werden, wenn der Blinkerschalter durch den Fahrer betätigt wird.

[0065] Die Fahr-ECU 14 kann zum Beispiel auf der Basis der Fahrumgebungsinformation eine benachbarte Spur bzw. Nachbarspur erkennen, die in einer Betätigungsrichtung des Blinkerschalters vorhanden ist. Die Fahr-ECU 14 kann außerdem erkennen, ob sich auf der Nachbarspur ein Objekt, wie etwa ein Fahrzeug befindet, das einen Spurwechsel behindert. Bei der Feststellung, dass auf der Nachbarspur Platz vorhanden ist, der einen Spurwechsel zulässt, kann die Fahr-ECU 14 die Spurwechselsteuerung für einen Spurwechsel auf die Nachbarspur ausführen. Die Spurwechselsteuerung kann in Koordination mit der adaptiven Geschwindigkeitsregelung ausgeführt werden.

[0066] Der zweite Fahrsteuerungsmodus kann ein Fahrmodus sein, der ein Fahren des eigenen Fahrzeugs M zulässt, ohne dass der Fahrer das Lenkrad halten muss oder den Beschleunigungs- oder Bremsvorgang ausführen muss. Zum Beispiel kann

der zweite Fahrsteuerungsmodus ein automatischer Fahrmodus sein, der dem eigenen Fahrzeug M ein autonomes Fahren ermöglicht, ohne dass der Fahrer den Fahrvorgang ausführen muss.

[0067] Der zweite Fahrsteuerungsmodus kann beispielsweise durch die Fahr-ECU 14 implementiert werden, die verschiedene Steuersignale an die Motor-ECU 22, die Brems-ECU 24 und die Servolenkungs-ECU 25 ausgibt. In dem zweiten Fahrsteuerungsmodus können Steuerungen, die hauptsächlich die adaptive Geschwindigkeitsregelung, die Spurhaltesteuerung und die Steuerung zum Verhindern des Verlassens der Fahrspur beinhalten, in einer geeigneten Kombination ausgeführt werden.

[0068] Dies ermöglicht es dem eigenen Fahrzeug M, in Übereinstimmung mit einer Zielroute, d.h. Routenkarteninformation, zu fahren. In dem zweiten Fahrsteuerungsmodus kann auch die Spurwechselsteuerung ausgeführt werden. Es sei erwähnt, dass in dem zweiten Fahrsteuerungsmodus die Spurwechselsteuerung bei Bedarf auch automatisch ausgeführt werden kann, beispielsweise in Abhängigkeit von der Fahrumgebungsinformation des eigenen Fahrzeugs M, und nicht auf eine Ausführung beschränkt ist, bei der der Blinkerschalter durch den Fahrer betätigt wird.

[0069] Der Rückzugsmodus kann ein Modus sein, der es dem eigenen Fahrzeug M ermöglicht, automatisch an einer Stelle, wie etwa einem Seitenstreifen anzuhalten, zum Beispiel in einem Fall, in dem das eigene Fahrzeug M in dem zweiten Fahrsteuerungsmodus fährt, die Fahrt in dem zweiten Fahrsteuerungsmodus nicht weiter fortgesetzt werden kann und es schwierig ist, den Fahrer den Fahrvorgang übernehmen zu lassen, d.h. wenn es schwierig ist, den Fahrmodus in den manuellen Fahrmodus oder den ersten Fahrsteuerungsmodus zu schalten.

[0070] In den vorstehend beschriebenen Fahrmodi kann die Fahr-ECU 14 bei Bedarf eine Notbremssteuerung, z.B. eine autonome Notbremssteuerung (AEB), für ein Hindernis, wie z.B. ein Fahrzeug, ausführen, das mit dem eigenen Fahrzeug M in Kontakt zu kommen droht.

[0071] Außerdem kann die Fahr-ECU 14, wenn sie feststellt, dass es schwierig ist, den Kontakt mit dem Hindernis durch die Notbremssteuerung zu vermeiden, eine Notlenksteuerung zur Vermeidung des Kontakts mit dem Hindernis anstelle der Notbremssteuerung oder zusammen mit dieser ausführen.

[0072] Als Nächstes wird die Spurwechselsteuerung bei der vorstehend beschriebenen Fahrunterstützungsvorrichtung 1 ausführlich beschrieben.

[0073] Bei der Spurwechselsteuerung kann die Fahr-ECU 14 bestimmen, ob ein Spurwechsel ausgeführt werden soll. Die Fahr-ECU 14 kann zum Beispiel bestimmen, dass ein Spurwechsel ausgeführt werden soll, wenn der Blinkerschalter von dem Fahrer während der Ausführung des ersten Fahrsteuerungsmodus oder des zweiten Fahrsteuerungsmodus betätigt wird. In einem weiteren Beispiel kann die Fahr-ECU 14 bestimmen, dass ein Spurwechsel in einem Fall ausgeführt werden soll, in dem während der Ausführung des zweiten Fahrsteuerungsmodus das eigene Fahrzeug M fährt, um einem vorausfahrenden Fahrzeug zu folgen, und die Fahrzeuggeschwindigkeit V_f des vorausfahrenden Fahrzeugs in einem vorbestimmten Ausmaß niedriger ist als die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit V_s des eigenen Fahrzeugs M.

[0074] Bei einem weiteren Beispiel kann die Fahr-ECU 14 bestimmen, dass ein Spurwechsel ausgeführt werden soll, wenn sich während der Ausführung des zweiten Fahrsteuerungsmodus ein nachfolgendes Fahrzeug, das mit einer Fahrzeuggeschwindigkeit V_f fährt, die um ein vorbestimmtes Maß höher ist als die Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs M, hinter dem eigenen Fahrzeug M nähert.

[0075] Bei der Feststellung, dass ein Spurwechsel ausgeführt werden soll, kann die Fahr-ECU 14 feststellen, ob ein Spurwechsel möglich ist. Die Fahr-ECU 14 kann zum Beispiel feststellen, ob ein Spurwechsel möglich ist, indem sie verschiedene Bedingungen umfassend feststellt, einschließlich der Frage, ob ein Abschnitt auf einer Straße, auf dem das eigene Fahrzeug M gerade fährt, ein Abschnitt ist, in dem ein Spurwechsel erlaubt ist, und ob ein Objekt, wie zum Beispiel ein anderes Fahrzeug, auf einer Nachbarspur, zu der der Spurwechsel erfolgen soll, innerhalb eines Bereichs eines Front-Heck-Abstands vorhanden ist, der in Bezug auf das eigene Fahrzeug M festgelegt ist. Der Front-Heck-Abstand kann zum Beispiel 45 Meter vor und hinter dem eigenen Fahrzeug M betragen.

[0076] Die Fahr-ECU 14 kann in einem Fall, in dem sie feststellt, dass ein Spurwechsel ausgeführt werden soll, und ferner feststellt, dass ein Spurwechsel auf die Nachbarspur möglich ist, beispielsweise die Mitte der Nachbarspur, zu der der Spurwechsel stattfinden soll, als seitliche bzw. laterale Zielposition vorgeben.

[0077] Die Fahr-ECU 14 kann z.B. auch eine Zielroute vorgeben, die es dem eigenen Fahrzeug M ermöglicht, die laterale Zielposition in einer bestimmten Zeitspanne, z.B. innerhalb von drei Sekunden, zu erreichen. Die Fahr-ECU 14 kann bei der Festlegung der Zielroute beispielsweise einen Abschnitt von einer lateralen Position (d.h. einer lateralen Startpo-

sition) des eigenen Fahrzeugs M bis zu der lateralen Zielposition in einen Lenkungsvergrößerungsabschnitt oder ersten Abschnitt und einen Lenkungsverringerungsabschnitt oder zweiten Abschnitt unterteilen. Der Lenkungsvergrößerungsabschnitt kann z.B. ein Abschnitt von der lateralen Startposition bis zu einer lateralen Zwischenposition sein.

[0078] Die laterale Zwischenposition kann eine Position zwischen der lateralen Startposition und der lateralen Zielposition sein. Der Lenkungsvergrößerungsabschnitt kann ein Abschnitt sein, der hauptsächlich der Bewegung des eigenen Fahrzeugs M auf die Nachbarspur dient. Der Lenkungsverringerungsabschnitt kann z.B. ein Abschnitt von der lateralen Zwischenposition bis zu der lateralen Zielposition sein. Der Lenkungsverringerungsabschnitt kann ein Abschnitt sein, der hauptsächlich der Bewegung des eigenen Fahrzeugs M in die Mitte der Nachbarspur und der Auflösung eines durch den Spurwechsel verursachten Gierwinkels relativ zu der Fahrspur dient.

[0079] Die Fahr-ECU 14 kann die Zielroute für jeden der unterteilten Abschnitte z.B. anhand vorgegebener Ruckcharakteristiken festlegen. Der Ruck kann eine Änderungsrate in der Beschleunigungsrate sein.

[0080] Die Fahr-ECU 14 kann den elektrischen Servolenkungsmotor 35 über die Servolenkungs-ECU 25 ansteuern, um das eigene Fahrzeug M zum Fahren entsprechend der Zielroute zu veranlassen.

[0081] Als Nächstes wird die adaptive Geschwindigkeitsregelung, z.B. eine Fahrzeuggeschwindigkeitsregelung, in einem Fall beschrieben, in dem das einem vorausfahrenden Fahrzeug folgende eigene Fahrzeug M die Spurwechselsteuerung startet. Die adaptive Geschwindigkeitsregelung während der Spurwechselsteuerung kann sich unterscheiden zwischen einem Fall, in dem das eigene Fahrzeug M einen Spurwechsel von einer Fahrspur zu einer Überholspur vornimmt, und einem Fall, in dem das eigene Fahrzeug M einen Spurwechsel von der Überholspur zu der Fahrspur vornimmt.

[0082] Die Fahrspur kann sich beispielsweise auf eine andere Spur als die äußerste rechte Spur beziehen, wenn mehrere Spuren auf einer Straße vorhanden sind, auf der die Fahrer gesetzlich links fahren müssen. Die Überholspur kann sich z.B. auf die äußerste rechte Spur beziehen, wenn mehrere Spuren auf einer Straße vorhanden sind, auf der das Linksfahrgebot gilt. Dementsprechend können auf einer Straße mit drei Spuren auf jeder Seite, die in den **Fig. 9** bis **Fig. 14** als Beispiel dargestellt ist, die erste und die zweite Spur von der linken Seite jeweils als Fahrspur dienen und die dritte Spur von der linken Seite als Überholspur dienen. Es sei erwähnt, dass

auf einer Straße, auf der das Rechtsfahrgebot gilt, links und rechts bei der Definition der Fahrspur und der Überholspur vertauscht werden können.

[0083] Wenn das eigene Fahrzeug M beim Hinterherfahren einen Spurwechsel zu der Fahrspur beginnt, behält die Fahr-ECU 14 die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t zu Beginn des Spurwechsels zumindest bis zum Ende des Spurwechsels bei. Es ist auch möglich, die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t für eine vorbestimmte Zeitspanne (z.B. etwa mehrere Sekunden) nach dem Ende des Spurwechsels beizubehalten.

[0084] Nachdem das eigene Fahrzeug M den Spurwechsel auf die Fahrspur beendet hat, gibt die Fahr-ECU 14 grundsätzlich die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit V_s als neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t vor. Die Fahr-ECU 14 gibt darüber hinaus auf der Basis der neu vorgegebenen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t (und der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs M) eine Ziel-Beschleunigungsrate a_t vor, z.B. durch Zurückgreifen auf ein vorgegebenes Kennfeld. Die Fahr-ECU 14 beschleunigt das eigene Fahrzeug M auf der Basis der Ziel-Beschleunigungsrate a_t auf die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t . Das Kennfeld für die Ziel-Beschleunigungsrate a_t kann z.B. so vorgegeben sein, dass die Ziel-Beschleunigungsrate a_t größer wird, wenn eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs M und der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t größer wird.

[0085] Es sei erwähnt, dass die Fahr-ECU 14 beim Vorgeben der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t eine Referenz-Fahrzeuggeschwindigkeit V_1 auf der Basis einer für den Verkehrsfluss um das eigene Fahrzeug M geeigneten Geschwindigkeit, z.B. einer durchschnittlichen Fahrzeuggeschwindigkeit eines oder mehrerer in der Umgebung vorhandener Fahrzeuge, vorgeben kann. Wenn die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t größer ist als die Referenz-Fahrzeuggeschwindigkeit V_1 , kann die Fahr-ECU 14 die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t nach unten korrigieren. Bei einem Beispiel kann die Fahr-ECU 14 die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t auf die Referenz-Fahrzeuggeschwindigkeit V_1 reduzieren.

[0086] Dies ermöglicht es dem eigenen Fahrzeug M, mit einer für den Verkehrsfluss geeigneten Geschwindigkeit zu fahren, ohne auch nach dem Spurwechsel auf eine überhöhte Fahrzeuggeschwindigkeit beschleunigt zu werden.

[0087] Es wird auch möglich, die Zeit zu verzögern, bis das eigene Fahrzeug M nach dem Spurwechsel parallel neben einem Fahrzeug fährt, das vor dem Spurwechsel das vorausfahrende Fahrzeug war.

Dadurch wird es möglich, dass das Fahrzeug, das das vorausfahrende Fahrzeug war, genau erkennt, dass das eigene Fahrzeug M den Spurwechsel vorgenommen hat.

[0088] Selbst wenn das davor vorausfahrende Fahrzeug einen Spurwechsel auf die Fahrspur vornimmt, ohne die Anwesenheit des eigenen Fahrzeugs M zu bemerken, ist es ferner möglich, dem eigenen Fahrzeug M Zeit zu verschaffen, um einen Kontakt mit dem Fahrzeug, das den Spurwechsel vorgenommen hat, zu vermeiden, z.B. durch eine Notbremsung bzw. Vollbremsung. Bei einer Ausführungsform kann das davor vorausfahrende Fahrzeug als „zweites Fahrzeug“ dienen.

[0089] Die Geschwindigkeit, z.B. die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit des einen oder der mehreren Fahrzeuge in der Umgebung, kann auf der Basis der Fahrumgebungsinformation berechnet werden. Bei einem weiteren Beispiel kann die Geschwindigkeit, wie z.B. die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit des einen oder der mehreren Fahrzeuge in der Umgebung, durch eine Straße-zu-Fahrzeug-Kommunikation mit einer Infrastruktur, die z.B. auf einer Straße installiert ist, ermittelt werden.

[0090] Wenn die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t gleich der oder kleiner als die Referenz-Fahrzeuggeschwindigkeit V_1 ist, kann die Fahr-ECU 14 eine Geschwindigkeitsdifferenz ΔV zwischen der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t und der Fahrzeuggeschwindigkeit V_l des davor vorausfahrenden Fahrzeugs berechnen. Wenn die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV gleich der oder größer als ein vorgegebener erster Schwellenwert ΔV_{th1} ist, kann die Fahr-ECU 14 eine oder beide von der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t und der Ziel-Beschleunigungsrate a_t auf der Basis der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t nach unten korrigieren.

[0091] Dies ermöglicht es, die Zeit zu verzögern, die das eigene Fahrzeug M nach dem Spurwechsel benötigt, um parallel neben dem Fahrzeug zu fahren, das vor dem Spurwechsel das vorausfahrende Fahrzeug war. Dadurch wird erreicht, dass das davor vorausfahrende Fahrzeug genau erkennt, dass das eigene Fahrzeug M den Spurwechsel vorgenommen hat. Auch wenn das davor vorausfahrende Fahrzeug einen Spurwechsel auf die Fahrspur vornimmt, ohne die Anwesenheit des eigenen Fahrzeugs M zu bemerken, ist es möglich, dem eigenen Fahrzeug M Zeit zu verschaffen, um einen Kontakt mit dem Fahrzeug zu vermeiden, das den Spurwechsel vorgenommen hat, beispielsweise durch eine Notbremsung.

[0092] Wie vorstehend beschrieben, kann bei der exemplarischen Ausführungsform in einem Fall, in

dem das eigene Fahrzeug M einen Spurwechsel auf die Fahrspur vornimmt, die Fahrzeuggeschwindigkeitsregelung zur Vermeidung einer Behinderung bzw. Kollision mit dem Fahrzeug ausgeführt werden, das vor dem Spurwechsel das vorausfahrende Fahrzeug war.

[0093] Nachdem die Fahrzeuggeschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs M auf die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t (mit dem korrigierten Wert) durch eine solche Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung bzw. -regelung beim Spurwechsel auf die Fahrspur erhöht ist, kann die normale adaptive Geschwindigkeitsregelung ausgeführt werden. Die Fahr-ECU 14 kann beispielsweise in einem Fall, in dem ein vorausfahrendes Fahrzeug vor dem eigenen Fahrzeug M auf der Fahrspur nach dem Spurwechsel neu erkannt wird, das eigene Fahrzeug M veranlassen, dem vorausfahrenden Fahrzeug zu folgen. Wenn nach dem Spurwechsel kein vorausfahrendes Fahrzeug vor dem eigenen Fahrzeug M auf der Fahrspur erkannt wird, kann die Fahr-ECU 14 das eigene Fahrzeug M veranlassen, mit konstanter Geschwindigkeit mit der vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit V_s zu fahren.

[0094] Im Gegensatz dazu kann in einem Fall, in dem das eigene Fahrzeug M während des Nachfahrens nach einem vorausfahrenden Fahrzeug einen Spurwechsel auf die Überholspur beginnt, die Fahr-ECU 14 grundsätzlich die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit V_s als neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t festlegen. Die Fahr-ECU 14 kann darüber hinaus auf der Basis der neu vorgegebenen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t (und der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs M) die Ziel-Beschleunigungsrate a_t vorgeben, beispielsweise unter Zurückgreifen auf ein vorgegebenes Kennfeld. Die Fahr-ECU 14 kann somit das eigene Fahrzeug M auf der Basis der Ziel-Beschleunigungsrate a_t auf die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t beschleunigen. Die Fahr-ECU 14 kann also parallel zu dem Spurwechsel die Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs M auf die neu vorgegebene Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t erhöhen.

[0095] Im Fall eines Spurwechsels auf die Überholspur kann es erwünscht sein, dass das eigene Fahrzeug M schnell beschleunigt, um das vorausfahrende Fahrzeug zu überholen. Bei einem Spurwechsel auf die Überholspur kann es auch erwünscht sein, dass das eigene Fahrzeug M, wenn sich ein nachfolgendes Fahrzeug mit hoher Geschwindigkeit von weitem auf der Überholspur nähert, schnell auf eine Fahrzeuggeschwindigkeit beschleunigt, bei der eine Behinderung bzw. Kollision mit dem nachfolgenden Fahrzeug vermieden werden kann.

[0096] Die Fahr-ECU 14 kann daher die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV zwischen der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t und der Fahrzeuggeschwindigkeit V_l des vorausfahrenden Fahrzeugs berechnen. Wenn die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV in einem vorbestimmten Ausmaß gering ist, kann die Fahr-ECU 14 die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t nach oben korrigieren. Die Fahr-ECU 14 kann die Ziel-Beschleunigungsrate a_t auf der Basis der korrigierten neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t vorgeben, indem sie sich beispielsweise auf das vorgegebene Kennfeld zurückgreift. Mit anderen Worten: Wenn die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t nach oben korrigiert wird, kann die Ziel-Beschleunigungsrate a_t entsprechend nach oben korrigiert werden.

[0097] Es sei erwähnt, dass für die Korrektur der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t nach oben z.B. eine für die Straße festgelegte gesetzliche Höchstgeschwindigkeit als Obergrenze festgelegt werden kann. Dementsprechend kann in einem Fall, in dem die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t , d.h. die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit V_s , z.B. auf die gesetzliche Höchstgeschwindigkeit eingestellt ist, nur die Ziel-Beschleunigungsrate a_t nach oben korrigiert werden.

[0098] Die Korrekturbeträge, die zur Korrektur der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t und die Ziel-Beschleunigungsrate a_t nach oben verwendet werden, können z.B. auf der Basis eines vorgegebenen Kennfelds derart vorgegeben werden, dass sie beispielsweise jeweils zu einem größeren Korrekturbetrag werden, wenn die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV kleiner wird. Die Obergrenze kann ein Wert sein, der es dem eigenen Fahrzeug M erlaubt, einen Spurwechsel sicher durchzuführen, z.B. ein Wert, der die Ruckcharakteristik zum Zeitpunkt des Spurwechsels erfüllt.

[0099] Es kann erwünscht sein, eine solche Beschleunigung, die mit einem Spurwechsel auf die Überholspur verbunden ist, schneller auszuführen, wenn während des Spurwechsels ein neues nachfolgendes Fahrzeug erkannt wird, als wenn kein nachfolgendes Fahrzeug erkannt wird. Mit anderen Worten, es kann erwünscht sein, die Beschleunigung auch aus einem Zustand, in dem die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV relativ gering ist, schneller auszuführen, wenn ein nachfolgendes Fahrzeug erkannt wird, als in einem Fall, in dem kein nachfolgendes Fahrzeug erkannt wird.

[0100] Daher können als Schwellenwert für die Bestimmung, ob die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t und die Ziel-Beschleunigungsrate a_t nach oben korrigiert werden sollen, unterschiedliche Werte zwischen einem Fall, in dem kein nachfolgendes Fahrzeug erkannt wird, und einem Fall, in dem ein nach-

folgendes Fahrzeug erkannt wird, festgelegt werden. Beispielsweise kann ein zweiter Schwellenwert ΔV_{th2} für die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV in einem Fall, in dem kein nachfolgendes Fahrzeug erkannt wird, auf einen größeren Wert eingestellt werden als ein dritter Schwellenwert ΔV_{th3} für die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV in einem Fall, in dem ein nachfolgendes Fahrzeug erkannt wird.

[0101] In Anbetracht des Vorstehenden können die Korrekturbeträge, die zum Korrigieren der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t und der Ziel-Beschleunigungsrate a_t nach oben verwendet werden, beispielsweise auch so vorgegeben werden, dass sie in einem Fall, in dem ein nachfolgendes Fahrzeug erkannt wird, relativ größer sind als in einem Fall, in dem kein nachfolgendes Fahrzeug erkannt wird.

[0102] Wie vorstehend beschrieben, kann bei der exemplarischen Ausführungsform in einem Fall, in dem das eigene Fahrzeug M einen Spurwechsel auf die Überholspur vornimmt, zumindest dann, wenn ein nachfolgendes Fahrzeug auf der Überholspur erkannt wird, die Fahrzeuggeschwindigkeitsregelung zur Vermeidung einer Kollision bzw. Behinderung bezüglich des nachfolgenden Fahrzeugs ausgeführt werden.

[0103] Nachdem die Fahrzeuggeschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs M durch eine solche Fahrzeuggeschwindigkeitsregelung beim Spurwechsel auf die Überholspur auf die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t (mit dem korrigierten Wert) erhöht worden ist, kann die normale adaptive Geschwindigkeitsregelung ausgeführt werden. Die Fahr-ECU 14 kann zum Beispiel in einem Fall, in dem ein vorausfahrendes Fahrzeug vor dem eigenen Fahrzeug M auf der Spur nach dem Spurwechsel neu erkannt wird, das eigene Fahrzeug M veranlassen, dem vorausfahrenden Fahrzeug zu folgen. In einem Fall, in dem nach dem Spurwechsel kein vorausfahrendes Fahrzeug vor dem eigenen Fahrzeug M auf der Spur erkannt wird, kann die Fahr-ECU 14 das eigene Fahrzeug M veranlassen, mit konstanter Geschwindigkeit mit der vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit V_s zu fahren.

[0104] Bei einer Ausführungsform kann die Fahr-ECU 14 somit als „adaptive Geschwindigkeits-Regel-einrichtung“ dienen.

[0105] Nachfolgend wird die vorstehend beschriebene Spurwechselsteuerung anhand eines Flussdiagramms einer Spurwechsel-Steuerungsroutine in **Fig. 3** beschrieben. Diese Spurwechsel-Steuerungsroutine kann von der Fahr-ECU 14 wiederholt in einem bestimmten Zeitintervall ausgeführt werden, z.B. wenn der zweite Fahrsteuerungsmodus ausgewählt ist.

[0106] Die Fahr-ECU 14 kann nach dem Start der Routine im Schritt S101 prüfen, ob derzeit ein Spurwechsel ausgeführt werden soll. Die Fahr-ECU 14 kann die Feststellung, ob ein Spurwechsel ausgeführt werden soll, z.B. auf der Basis davon treffen, ob der Blinkerschalter vom Fahrer betätigt wird, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit V_I des vorausfahrenden Fahrzeugs um ein vorbestimmtes Ausmaß geringer ist als die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit V_s des eigenen Fahrzeugs M, oder ob sich ein nachfolgendes Fahrzeug mit einer um ein vorbestimmtes Ausmaß höheren Fahrzeuggeschwindigkeit V_f als der Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs M dem eigenen Fahrzeug M nähert.

[0107] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S101 feststellt, dass kein Spurwechsel ausgeführt werden soll (Schritt S 101: Nein), kann die Fahr-ECU 14 die Routine verlassen.

[0108] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S101 feststellt, dass ein Spurwechsel ausgeführt werden soll (Schritt S 101: Ja), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S102 veranlassen.

[0109] Im Schritt S102 kann die Fahr-ECU 14 eine Nachbarspur erkennen, auf die der Spurwechsel erfolgen soll. Die Fahr-ECU 14 kann zum Beispiel auf der Basis der Fahrumgebungsinformation Fahrspurlinien erkennen, die die Nachbarspur definieren. Die Fahr-ECU 14 kann auch erkennen, ob sich ein Objekt, wie z.B. ein anderes Fahrzeug, auf der Nachbarspur befindet.

[0110] In einem nachfolgenden Schritt S103 kann die Fahr-ECU 14 prüfen, ob die Bedingungen für einen Spurwechsel erfüllt sind. Die Fahr-ECU 14 kann beispielsweise die Feststellung, ob ein Spurwechsel möglich ist, auf der Basis davon treffen, ob ein Abschnitt der Straße, auf dem das eigene Fahrzeug M fährt, ein Abschnitt ist, in dem ein Spurwechsel erlaubt ist, und ob sich ein anderes Fahrzeug auf der Nachbarspur befindet, zu der der Spurwechsel erfolgen soll.

[0111] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S103 feststellt, dass die Bedingungen für einen Spurwechsel nicht erfüllt sind (Schritt S103: Nein), kann die Fahr-ECU 14 die Routine verlassen.

[0112] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S103 feststellt, dass die Bedingungen für den Spurwechsel erfüllt sind (Schritt S103: Ja), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S104 veranlassen.

[0113] Im Schritt S104 kann die Fahr-ECU 14 die laterale Zielposition vorgeben, die verwendet werden soll, wenn das eigene Fahrzeug M den Spurwechsel ausführt. Die Fahr-ECU 14 kann als laterale Zielposi-

tion beispielsweise die Mitte der Nachbarspur vorgeben, die auf der Basis der die Nachbarspur definierenden linken und rechten Fahrspurlinie berechnet wird.

[0114] Im nachfolgenden Schritt S105 kann die Fahr-ECU 14 die Zielroute vorgeben, die es dem eigenen Fahrzeug M ermöglicht, den Spurwechsel zu der lateralen Zielposition vorzunehmen.

[0115] Im nachfolgenden Schritt S106 kann die Fahr-ECU 14 den elektrischen Servolenkungsmotor 35 über die Servolenkungs-ECU 25 ansteuern, um eine der Zielroute entsprechende Lenksteuerung auszuführen.

[0116] Die Fahr-ECU 14 kann beim Fortfahren vom Schritt S106 mit Schritt S107 prüfen, ob das eigene Fahrzeug M die laterale Zielposition erreicht hat.

[0117] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S107 feststellt, dass das eigene Fahrzeug M die laterale Zielposition nicht erreicht hat (Schritt S107: Nein), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf veranlassen, zum Schritt S106 zurückzuspringen.

[0118] Stellt die Fahr-ECU 14 im Schritt S107 fest, dass das eigene Fahrzeug M die laterale Zielposition erreicht hat (Schritt S107: Ja), kann die Fahr-ECU 14 die Routine verlassen.

[0119] Nachfolgend wird die Fahrzeuggeschwindigkeitsregelung bei einem Spurwechsel während der Nachfolge-Fahrsteuerung anhand eines Flussdiagramms einer Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungsroutine in **Fig. 4** bis **Fig. 6** beschrieben. Diese Routine kann von der Fahr-ECU 14 während der Nachfolge-Fahrsteuerung in einem bestimmten Zeitintervall wiederholt ausgeführt werden.

[0120] Beim Start der Routine kann die Fahr-ECU 14 im Schritt S201 prüfen, ob ein Spurwechsel gestartet worden ist.

[0121] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S201 feststellt, dass kein Spurwechsel gestartet worden ist (Schritt S201: Nein), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S202 veranlassen. Im Schritt S202 kann die Fahr-ECU 14 die Nachfolge-Fahrsteuerung fortsetzen und danach die Routine verlassen.

[0122] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S201 feststellt, dass ein Spurwechsel gestartet worden ist (Schritt S201: Ja), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S203 veranlassen. Die Fahr-ECU 14 kann im Schritt S203 prüfen, ob es sich bei einer Spur, auf die der Spurwechsel des eigenen Fahrzeugs M erfolgen soll, um die Fahrspur handelt.

[0123] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S203 feststellt, dass es sich bei der Spur, auf die der Spurwechsel erfolgen soll, um die Fahrspur handelt (Schritt S203: Ja), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S204 veranlassen. Im Schritt S204 kann die Fahr-ECU 14 die Fahrzeuggeschwindigkeitsregelung ausführen, wobei die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t zu Beginn des Spurwechsels beibehalten wird.

[0124] In einem nachfolgenden Schritt S205 kann die Fahr-ECU 14 prüfen, ob der Spurwechsel des eigenen Fahrzeugs M auf die Fahrspur beendet ist.

[0125] Stellt die Fahr-ECU 14 im Schritt S205 fest, dass der Spurwechsel noch nicht beendet ist (Schritt S205: Nein), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Schritt S204 zurückspringen lassen.

[0126] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S205 feststellt, dass der Spurwechsel beendet ist (Schritt S205: Ja), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S206 veranlassen. Im Schritt S206 kann die Fahr-ECU 14 prüfen, ob nach dem Spurwechsel eine vorgegebene Zeitspanne (z.B. einige Sekunden) verstrichen ist.

[0127] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S206 feststellt, dass die vorgegebene Zeitspanne noch nicht verstrichen ist (Schritt S206: Nein), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Zurückspringen zum Schritt S204 veranlassen.

[0128] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S206 feststellt, dass die vorgegebene Zeitspanne verstrichen ist (Schritt S206: Ja), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S207 veranlassen. Im Schritt S207 kann die Fahr-ECU 14 zum Beispiel die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit V_s als neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t einstellen. Die Fahr-ECU 14 kann auf der Basis der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t auch die Ziel-Beschleunigungsrate a_t vorgeben.

[0129] In dem nachfolgenden Schritt S208 kann die Fahr-ECU 14 die Referenz-Fahrzeuggeschwindigkeit V_1 beispielsweise auf der Basis der durchschnittlichen Fahrzeuggeschwindigkeit des einen oder der mehreren in der Umgebung vorhandenen Fahrzeuge vorgeben.

[0130] Wenn der Ablauf vom Schritt S208 mit Schritt S209 fortfährt, kann die Fahr-ECU 14 prüfen, ob die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t gleich der oder kleiner als die Referenz-Fahrzeuggeschwindigkeit V_1 ist.

[0131] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S209 feststellt, dass die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t größer als die Referenz-Fahrzeuggeschwindigkeit V_1 ist

(Schritt S209: Nein), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S210 veranlassen. Im Schritt S210 kann die Fahr-ECU 14 die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t um einen vorbestimmten Minderungsbetrag nach unten korrigieren und danach den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S214 veranlassen.

[0132] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S209 feststellt, dass die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t gleich der oder kleiner als die Referenz-Fahrzeuggeschwindigkeit V_1 ist (Schritt S209: Ja), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S211 veranlassen. Im Schritt S211 kann die Fahr-ECU 14 die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV berechnen, indem sie von der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t die Fahrzeuggeschwindigkeit V_l des davor vorausfahrenden Fahrzeugs subtrahiert.

[0133] Die Fahr-ECU 14 kann im nachfolgenden Schritt S212 prüfen, ob die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV kleiner ist als der vorgegebene erste Schwellenwert ΔV_{th1} .

[0134] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S212 feststellt, dass die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV gleich dem oder größer als der erste Schwellenwert ΔV_{th1} ist (Schritt S212: Nein), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S213 veranlassen. Im Schritt S213 kann die Fahr-ECU 14 die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t um einen vorgegebenen Minderungsbetrag nach unten korrigieren. Die Fahr-ECU 14 kann ferner die Ziel-Beschleunigungsrate a_t auf der Basis der korrigierten Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t um einen vorbestimmten Minderungsbetrag nach unten korrigieren.

[0135] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S212 feststellt, dass die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV kleiner ist als der erste Schwellenwert ΔV_{th1} (Schritt S212: Ja), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S214 veranlassen, ohne die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t (und die Ziel-Beschleunigungsrate a_t) zu korrigieren.

[0136] Wenn der Ablauf vom Schritt S210, Schritt S212 oder Schritt S213 mit dem Schritt S214 fortfährt, kann die Fahr-ECU 14 eine Beschleunigungssteuerung unter Verwendung der neuen Ziel-Beschleunigungsrate a_t (mit dem korrigierten Wert) ausführen.

[0137] Die Fahr-ECU 14 kann im nachfolgenden Schritt S215 prüfen, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs M die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t (mit dem korrigierten Wert) erreicht hat.

[0138] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S215 feststellt, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit V des eige-

nen Fahrzeugs M die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t nicht erreicht hat (Schritt S215: Nein), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Zurückspringen zum Schritt S214 veranlassen.

[0139] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S215 feststellt, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs M die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t erreicht hat (Schritt S215: Ja), kann die Fahr-ECU 14 die Routine verlassen.

[0140] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S203 feststellt, dass die Spur, auf die gewechselt werden soll, die Überholspur ist (Schritt S203: Nein), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S216 veranlassen.

[0141] Im Schritt S216 kann die Fahr-ECU 14 zum Beispiel die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit V_s als neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t vorgeben. Die Fahr-ECU 14 kann auch die Ziel-Beschleunigungsrate a_t auf der Basis der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t vorgeben.

[0142] Die Fahr-ECU 14 kann im nachfolgenden Schritt S217 die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV berechnen, indem sie von der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t die Fahrzeuggeschwindigkeit V_l des davor vorausfahrenden Fahrzeugs subtrahiert.

[0143] Wenn der Ablauf vom Schritt S217 mit Schritt S218 fortfährt, kann die Fahr-ECU 14 prüfen, ob ein nachfolgendes Fahrzeug auf der Überholspur, auf die der Spurwechsel erfolgen soll, erfasst worden ist.

[0144] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S218 feststellt, dass kein nachfolgendes Fahrzeug erfasst worden ist (Schritt S218: Nein), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S219 veranlassen. Im Schritt S219 kann die Fahr-ECU 14 prüfen, ob die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV kleiner als der vorgegebene zweite Schwellenwert ΔV_{th2} ist.

[0145] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S219 feststellt, dass die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV kleiner als der zweite Schwellenwert ΔV_{th2} ist (Schritt S219: Ja), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S220 veranlassen. Im Schritt S220 kann die Fahr-ECU 14 die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t nach oben korrigieren, z.B. mit der gesetzlichen Höchstgeschwindigkeit als Obergrenze. Die Fahr-ECU 14 kann auch die Ziel-Beschleunigungsrate a_t nach oben korrigieren, und zwar in Übereinstimmung mit der Korrektur der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t nach oben.

[0146] In einem Fall, in dem die gesetzliche Höchstgeschwindigkeit und die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t übereinstimmen, oder in einem Fall, in dem die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der gesetz-

lichen Höchstgeschwindigkeit und der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t gering ist, ist es schwierig, die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t ausreichend nach oben zu korrigieren. In einem solchen Fall kann die Fahr-ECU 14 die Ziel-Beschleunigungsrate a_t separat nach oben korrigieren.

[0147] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S219 feststellt, dass die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV gleich dem oder größer als der zweite Schwellenwert ΔV_{th2} ist (Schritt S219: Nein), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S223 veranlassen, ohne die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t und die Ziel-Beschleunigungsrate a_t zu korrigieren.

[0148] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S218 feststellt, dass ein nachfolgendes Fahrzeug erfasst worden ist (Schritt S218: Ja), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S221 veranlassen. Im Schritt S221 kann die Fahr-ECU 14 prüfen, ob die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV kleiner als der vorgegebene dritte Schwellenwert ΔV_{th3} ist.

[0149] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S221 feststellt, dass die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV kleiner als der dritte Schwellenwert ΔV_{th3} ist (Schritt S221: Ja), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S22 veranlassen. Im Schritt S222 kann die Fahr-ECU 14 die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t nach oben korrigieren, z.B. mit der gesetzlichen Höchstgeschwindigkeit als Obergrenze.

[0150] Die Fahr-ECU 14 kann auch die Ziel-Beschleunigungsrate a_t nach oben korrigieren, und zwar in Übereinstimmung mit Korrektur der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t nach oben. In einem Fall, in dem die gesetzliche Höchstgeschwindigkeit und die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t übereinstimmen oder in einem Fall, in dem eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der gesetzlichen Höchstgeschwindigkeit und der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t gering ist, ist es schwierig, die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t ausreichend nach oben zu korrigieren.

[0151] In einem solchen Fall kann die Fahr-ECU 14 die Ziel-Beschleunigungsrate a_t separat nach oben korrigieren. Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S221 feststellt, dass die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV gleich dem oder größer als der dritte Schwellenwert ΔV_{th3} ist (Schritt S221: Nein), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S223 veranlassen, ohne die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t und die Ziel-Beschleunigungsrate a_t zu korrigieren.

[0152] Wenn der Ablauf vom Schritt S219, Schritt S220, Schritt S221 oder Schritt S222 mit Schritt S223 fortfährt, kann die Fahr-ECU 14 die Beschleunigungssteuerung für das eigene Fahrzeug M ausführen, indem sie die neu vorgegebene Fahrzeugge-

schwindigkeit V_t (mit dem korrigierten Wert) und die neu vorgegebene Ziel-Beschleunigungsrate a_t (mit dem korrigierten Wert) verwendet.

[0153] Die Fahr-ECU 14 kann im nachfolgenden Schritt S224 prüfen, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs M auf die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t erhöht worden ist.

[0154] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S224 feststellt, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs M nicht auf die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t erhöht worden ist (Schritt S224: Nein), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Zurückspringen zum Schritt S218 veranlassen.

[0155] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S224 feststellt, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit V des eigenen Fahrzeugs M auf die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t erhöht worden ist (Schritt S224: Ja), kann die Fahr-ECU 14 den Ablauf zum Fortfahren mit Schritt S225 veranlassen. Im Schritt S225 kann die Fahr-ECU 14 prüfen, ob der Spurwechsel des eigenen Fahrzeugs M auf die Überholspur beendet ist.

[0156] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S225 feststellt, dass der Spurwechsel noch nicht beendet ist (Schritt S225: Nein), kann die Fahr-ECU 14 in Bereitschaft bzw. Standby versetzt werden.

[0157] Wenn die Fahr-ECU 14 im Schritt S225 feststellt, dass der Spurwechsel beendet ist (Schritt S225: Ja), kann die Fahr-ECU 14 die Routine verlassen.

[0158] Wenn bei einer solchen exemplarischen Ausführungsform das eigene Fahrzeug M während der Fahrt auf der Basis der Nachfolge-Fahrsteuerung einen Spurwechsel auf die Fahrspur beginnt, behält die Fahr-ECU 14 die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t zu Beginn des Spurwechsels zumindest bis zum Ende des Spurwechsels bei und beschleunigt danach das eigene Fahrzeug M, indem sie die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit V_s als neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t vorgibt und die Ziel-Beschleunigungsrate a_t auf der Basis der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t vorgibt (siehe durchgezogene Linie in **Fig. 7**).

[0159] Dadurch wird es möglich, die Zeit zu verzögern, bis das eigene Fahrzeug M nach dem Spurwechsel parallel neben einem Fahrzeug A fährt, das vor dem Spurwechsel das vorausfahrende Fahrzeug war (siehe Relation zwischen dem eigenen Fahrzeug M und dem Fahrzeug A in **Fig. 9** und **Fig. 10**). Dadurch kann das davor vorausfahrende Fahrzeug A genau erkennen, dass das eigene Fahrzeug M den Spurwechsel ausgeführt hat.

[0160] Darüber hinaus ist es selbst dann, wenn das davor vorausfahrende Fahrzeug A einen Spurwechsel auf die Fahrspur vornimmt, ohne die Anwesenheit des eigenen Fahrzeugs M zu bemerken (siehe **Fig. 11**), möglich, Zeit für das eigene Fahrzeug M sicherzustellen, um einen Kontakt mit dem Fahrzeug A zu vermeiden, das den Spurwechsel vorgenommen hat, beispielsweise durch eine Notbremsung, im Gegensatz zu dem Fall des in **Fig. 11** dargestellten eigenen Fahrzeugs M'.

[0161] Wenn nach dem Spurwechsel auf die Fahrspur die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t höher ist als die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit des einen oder der mehreren in der Umgebung des eigenen Fahrzeugs M vorhandenen Fahrzeuge, d.h. höher als die Referenz-Fahrzeuggeschwindigkeit V_1 , die Fahr-ECU 14 die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t nach unten korrigieren.

[0162] Dadurch kann das eigene Fahrzeug M mit der für den Verkehrsfluss geeigneten Fahrzeuggeschwindigkeit V fahren, ohne dass es auch nach dem Spurwechsel auf eine überhöhte Fahrzeuggeschwindigkeit beschleunigt wird (siehe gestrichelte und einfach gepunktete Linie in **Fig. 7**).

[0163] Nach dem Spurwechsel auf die Fahrspur kann in einem Fall, in dem die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit gleich der oder kleiner als die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit, d.h. die Referenz-Fahrzeuggeschwindigkeit V_1 , ist und die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV zwischen der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t und der Fahrzeuggeschwindigkeit des davor vorausfahrenden Fahrzeugs gleich dem oder größer als der vorgegebene erste Schwellenwert ΔV_{th1} ist, die Fahr-ECU 14 eine oder beide von der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t und der Ziel-Beschleunigungsrate a_t auf der Basis der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t nach unten korrigieren (siehe die gestrichelte und einfach gepunktete Linie und die gestrichelte und doppelt gepunktete Linie in **Fig. 7**).

[0164] Dies ermöglicht es, die Zeit zu verzögern, bis das eigene Fahrzeug M nach dem Spurwechsel parallel neben dem Fahrzeug fährt, das vor dem Spurwechsel das vorausfahrende Fahrzeug war. Dadurch wird ermöglicht, dass das davor vorausfahrende Fahrzeug genau erkennt, dass das eigene Fahrzeug M den Spurwechsel vorgenommen hat. Selbst wenn das davor vorausfahrende Fahrzeug einen Spurwechsel auf die Fahrspur vornimmt, ohne die Anwesenheit des eigenen Fahrzeugs M zu bemerken, ist es möglich, dem eigenen Fahrzeug M Zeit zu verschaffen, um einen Kontakt mit dem Fahrzeug zu vermeiden, das den Spurwechsel vorgenommen hat, z.B. durch eine Notbremsung.

[0165] Die Fahr-ECU 14 kann in einem Fall, in dem das eigene Fahrzeug M während der Fahrt auf der Basis der Nachfahr-Fahrsteuerung einen Spurwechsel auf die Überholspur beginnt, das eigene Fahrzeug M parallel zu dem Spurwechsel beschleunigen, indem sie die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit V_s als neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit festlegt und die Ziel-Beschleunigungsrate a_t auf der Basis der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit vorgibt (siehe durchgezogene Linie in **Fig. 8**).

[0166] Dadurch ist es möglich, zum Zeitpunkt des Spurwechsels auf die Überholspur schnell zu beschleunigen, um das davor vorausfahrende Fahrzeug A zu überholen (siehe **Fig. 12** und **Fig. 13**).

[0167] In diesem Fall kann die Fahr-ECU 14 in einem Fall, in dem die Geschwindigkeitsdifferenz ΔV zwischen der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t und der Fahrzeuggeschwindigkeit V_l des vorausfahrenden Fahrzeugs in einem vorbestimmten Ausmaß gering ist, die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t auf eine Fahrzeuggeschwindigkeit korrigieren, die gleich der oder größer als die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit V_s ist, und die Ziel-Beschleunigungsrate a_t nach oben korrigieren.

[0168] Auf diese Weise ist es möglich, eine schnelle Beschleunigung exakt zu erzielen. Bei der Korrektur können die Korrekturbeträge für die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit V_t und die neue Ziel-Beschleunigungsrate a_t in einem Fall, in dem ein nachfolgendes Fahrzeug erfasst wird (siehe gestrichelte und doppelt gepunktete Linie in **Fig. 8**), relativ größer gemacht werden als in einem Fall, in dem kein nachfolgendes Fahrzeug erfasst wird (siehe gestrichelte und einfach gepunktete Linie in **Fig. 8**). Dadurch ist es möglich, eine Behinderung eines nachfolgenden Fahrzeugs B exakt zu verhindern, im Gegensatz zu dem Fall des eigenen Fahrzeugs M' (siehe **Fig. 14**).

[0169] Bei den vorstehend beschriebenen exemplarischen Ausführungsformen können die Bilderkennungs-ECU 13, die Fahr-ECU 14, die Cockpit-ECU 21, die Motor-ECU 22, die Getriebe-ECU 23, die Brems-ECU 24 und die Servolenkungs-ECU 25 einen bekannten Mikrocomputer und periphere Gerätschaften desselben aufweisen. Der bekannte Mikrocomputer kann zum Beispiel eine CPU, einen RAM, einen ROM und einen nichtflüchtigen Speicher enthalten. In dem ROM können festgelegte Daten, wie ein von der CPU auszuführendes Programm, oder eine Datentabelle vorab gespeichert werden.

[0170] Alle oder ein Teil der Funktionen der Bilderkennungs-ECU 13, der Fahr-ECU 14, der Cockpit-ECU 21, der Motor-ECU 22, der Getriebe-ECU 23, der Brems-ECU 24 und der Servolenkungs-ECU 25 können durch eine Logikschaltung oder eine Analogschaltung konfiguriert werden. Die Verarbeitung der

verschiedenen Programme kann durch eine elektronische Schaltung, wie z.B. ein FPGA, implementiert werden.

[0171] Obwohl einige exemplarische Ausführungsformen der Erfindung vorstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand von Beispielen beschrieben worden sind, ist die Erfindung keineswegs auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Es versteht sich, dass Modifikationen und Änderungen von Fachleuten vorgenommen werden können, ohne dass man den durch die beigefügten Ansprüche definierten Umfang verlässt.

[0172] Die Erfindung soll solche Modifikationen und Änderungen mit umfassen, soweit diese im Umfang der beigefügten Ansprüche oder deren Äquivalenten liegen. Ferner umfassen die vorstehenden exemplarischen Ausführungsformen jeweils verschiedene Stufen der Erfindung, und verschiedene Ausführungsformen der Erfindung können durch geeignete Kombination der vorliegend offenbarten Merkmale der Erfindung herausgearbeitet werden.

[0173] Beispielsweise kann die vorstehend beschriebene Fahrzeuggeschwindigkeitsregelung auch ausgeführt werden, wenn der erste Fahrsteuerungsmodus ausgewählt ist, ohne darauf beschränkt zu sein, wenn der zweite Fahrsteuerungsmodus ausgewählt ist.

[0174] Ferner können in einem Fall, in dem die vorstehend beschriebenen Probleme gelöst und die vorstehend beschriebenen Wirkungen erzielt werden können, selbst wenn einige Merkmale von allen in den vorstehenden exemplarischen Ausführungsformen offenbarten Merkmalen weggelassen werden, die verbleibenden Merkmale als eine Ausführungsform der Erfindung extrahiert werden.

[0175] Die Fahrerunterstützungsvorrichtung für ein Fahrzeug gemäß zumindest einer Ausführungsform der Erfindung ermöglicht es, eine Kollision mit einem in der Umgebung vorhandenen Fahrzeug auf einer neuen Fahrspur nach einem Spurwechsel in angemessener Weise zu vermeiden.

[0176] Die in **Fig. 1** dargestellte Bilderkennungs-ECU 13 und Fahr-ECU 14 können jeweils durch Schaltungseinrichtungen implementiert werden, die zumindest eine integrierte Halbleiterschaltung, wie etwa zumindest einen Prozessor (z.B. eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU)), zumindest eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) und/oder zumindest ein feldprogrammierbares Gate-Array (FPGA) aufweisen. Zumindest ein Prozessor kann durch Lesen von Anweisungen von zumindest einem maschinenlesbaren nicht-flüchtigen greifbaren Medium konfiguriert werden, um alle

oder einem Teil der jeweiligen Funktionen der Bilderkennungs-ECU 13 und der Fahr-ECU 14 auszuführen.

[0177] Ein solches Medium kann in vielen Formen vorliegen, die einen beliebigen Typ eines magnetischem Mediums, wie z.B. eine Festplatte, einen beliebigen Typ eines optischem Mediums, wie z.B. eine CD und eine DVD, einen beliebigen Typ eines Halbleiterspeichers (d.h. eine Halbleiterschaltung), wie z.B. einen flüchtigen Speicher und einen nicht-flüchtigen Speicher beinhalten, jedoch nicht darauf beschränkt sind. Der flüchtige Speicher kann einen DRAM und einen SRAM beinhalten, und der nicht-flüchtige Speicher kann einen ROM und einen NVRAM beinhalten. Bei dem ASIC handelt es sich um eine kundenspezifische integrierte Schaltung (IC) und bei dem FPGA um eine integrierte Schaltung für die Konfiguration nach der Herstellung zum Ausführen von allen oder einem Teil der jeweiligen Funktionen der Bilderkennungs-ECU 13 und der Fahr-ECU 14, die in **Fig. 1** dargestellt sind.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2007186097 A [0005]

Patentansprüche

1. Fahrunterstützungsvorrichtung (1) für ein Fahrzeug, wobei die Fahrunterstützungsvorrichtung (1) Folgendes aufweist:

- eine Fahrumgebungs-Erkennungseinrichtung (ECU 13, 11, IPU 12), die dazu ausgebildet ist, Fahrumgebungsinformation in Bezug auf die Außenseite eines ersten Fahrzeugs zu erkennen, in dem die Fahrunterstützungsvorrichtung (1) für ein Fahrzeug verwendet werden soll; und
- eine adaptive Geschwindigkeits-Regeleinrichtung (ECU 14), die dazu ausgebildet ist, auf der Basis der von der Fahrumgebungs-Erkennungseinrichtung (ECU 13, 11, IPU 12) erkannten Fahrumgebungsinformation in einem Fall, in dem ein vorausfahrendes Fahrzeug vor dem ersten Fahrzeug erkannt wird, eine Nachfolge-Fahrsteuerung auszuführen, die das erste Fahrzeug veranlasst, dem vorausfahrenden Fahrzeug mit einer Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) zu folgen, die in Abhängigkeit von einer Fahrzeuggeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs vorgegeben ist, und in einem Fall, in dem kein vorausfahrendes Fahrzeug vor dem ersten Fahrzeug erkannt wird, eine Konstantgeschwindigkeits-Fahrsteuerung auszuführen, die das erste Fahrzeug veranlasst, mit konstanter Geschwindigkeit zu fahren, indem als Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) eine vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit vorgegeben wird, die von einem Fahrer eingegeben wird, der das erste Fahrzeug fährt,
- wobei die adaptive Geschwindigkeits-Regeleinrichtung (ECU 14) dazu ausgebildet ist, in einem Fall, in dem das erste Fahrzeug während der Fahrt auf der Basis der Nachfolge-Fahrsteuerung einen Spurwechsel zu einer Fahrspur beginnt, die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) bei Beginn des Spurwechsels zumindest bis zum Ende des Spurwechsels beizubehalten und anschließend das erste Fahrzeug zu beschleunigen, indem sie die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit als neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) vorgibt und eine Ziel-Beschleunigungsrate (a_t) auf der Basis der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) vorgibt.

2. Fahrunterstützungsvorrichtung (1) für ein Fahrzeug nach Anspruch 1, wobei die adaptive Geschwindigkeits-Regeleinrichtung (ECU 14) dazu ausgebildet ist, nach dem Spurwechsel auf die Fahrspur die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) nach unten zu korrigieren, wenn die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) höher ist als eine durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit von einem oder mehreren in der Umgebung vorhandenen Fahrzeugen im Umfeld des ersten Fahrzeugs.

3. Fahrunterstützungsvorrichtung (1) für ein Fahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, wobei die adaptive Geschwindigkeits-Regeleinrichtung (ECU 14) dazu ausgebildet ist, nach dem Spurwechsel auf

die Fahrspur eine oder beide von der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) und der Ziel-Beschleunigungsrate (a_t) auf der Basis der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) nach unten zu korrigieren, wenn die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) gleich der oder niedriger als eine durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit von einem oder mehreren in der Umgebung vorhandenen Fahrzeugen im Umfeld des ersten Fahrzeugs ist, und wenn eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) und einer Fahrzeuggeschwindigkeit eines zweiten Fahrzeugs, das das vorausfahrende Fahrzeug war, gleich oder größer als ein vorgegebener erster Schwellenwert ist.

4. Fahrunterstützungsvorrichtung (1) für ein Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die adaptive Geschwindigkeits-Regeleinrichtung (ECU 14) dazu ausgebildet ist, in einem Fall, in dem das erste Fahrzeug während des Fahrens auf der Basis der Nachfolge-Fahrsteuerung einen Spurwechsel zu einer Überholspur beginnt, das erste Fahrzeug parallel zu dem Spurwechsel zu beschleunigen, indem sie die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit als neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) vorgibt und die Ziel-Beschleunigungsrate (a_t) auf der Basis der neuen Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) vorgibt.

5. Fahrunterstützungsvorrichtung (1) für ein Fahrzeug nach Anspruch 4, wobei die adaptive Geschwindigkeits-Regeleinrichtung (ECU 14) dazu ausgebildet ist, die neue Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit (V_t) mit einer Fahrzeuggeschwindigkeit vorzugeben, die gleich der oder größer als die vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit ist, wenn ein nachfolgendes Fahrzeug auf der Überholspur erkannt wird, nachdem der Spurwechsel auf die Überholspur begonnen worden ist.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

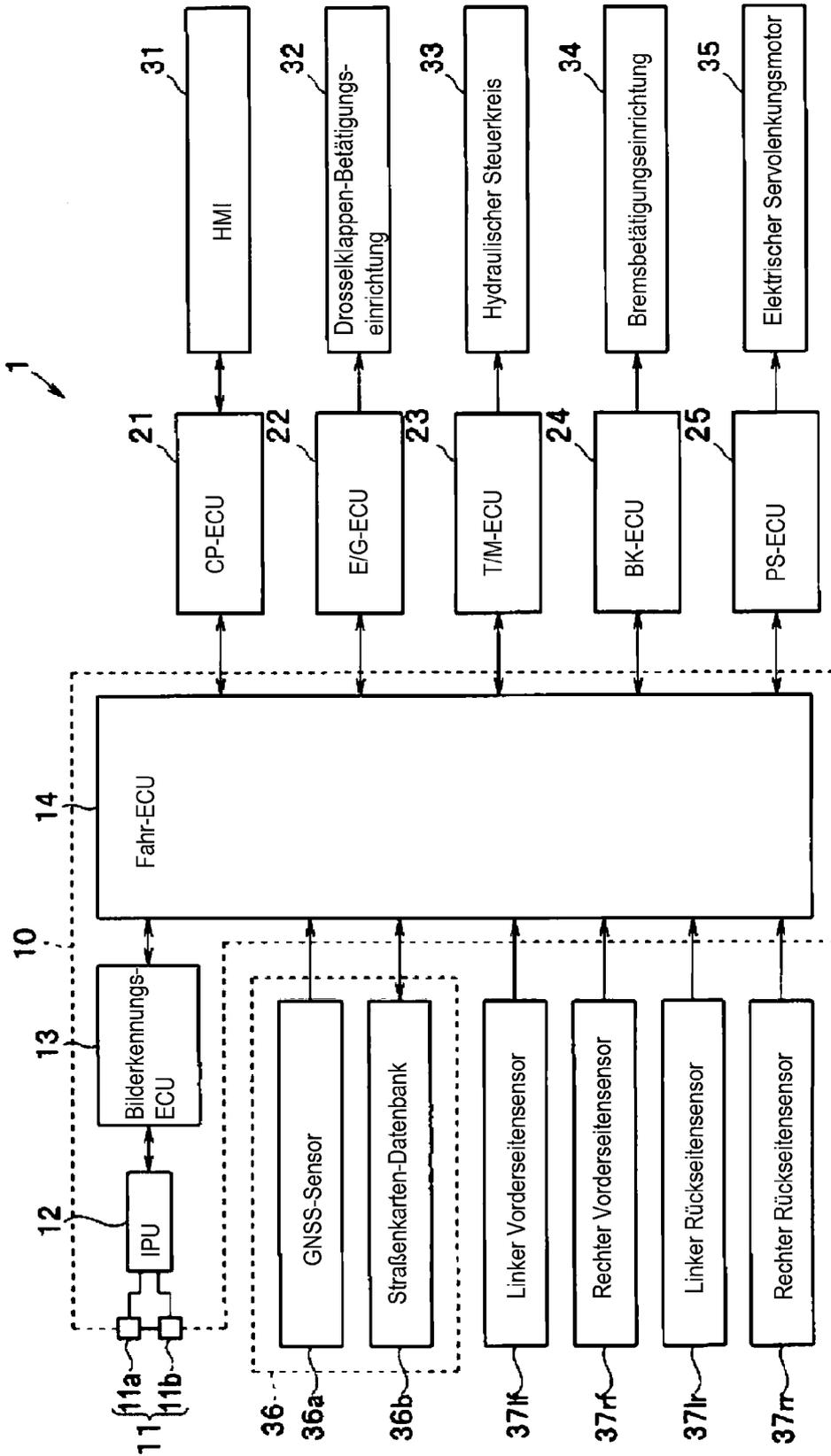


FIG. 1

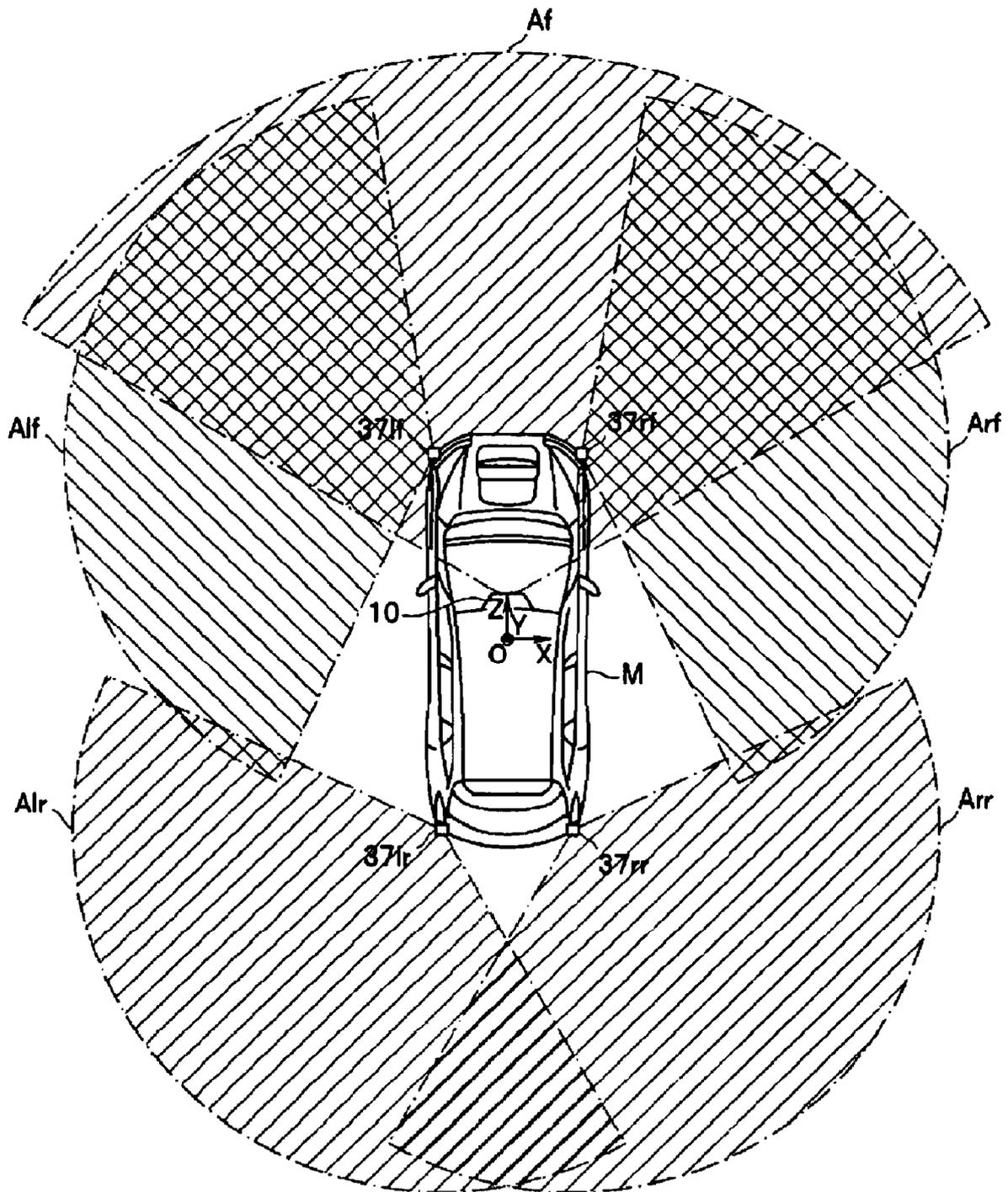


FIG. 2

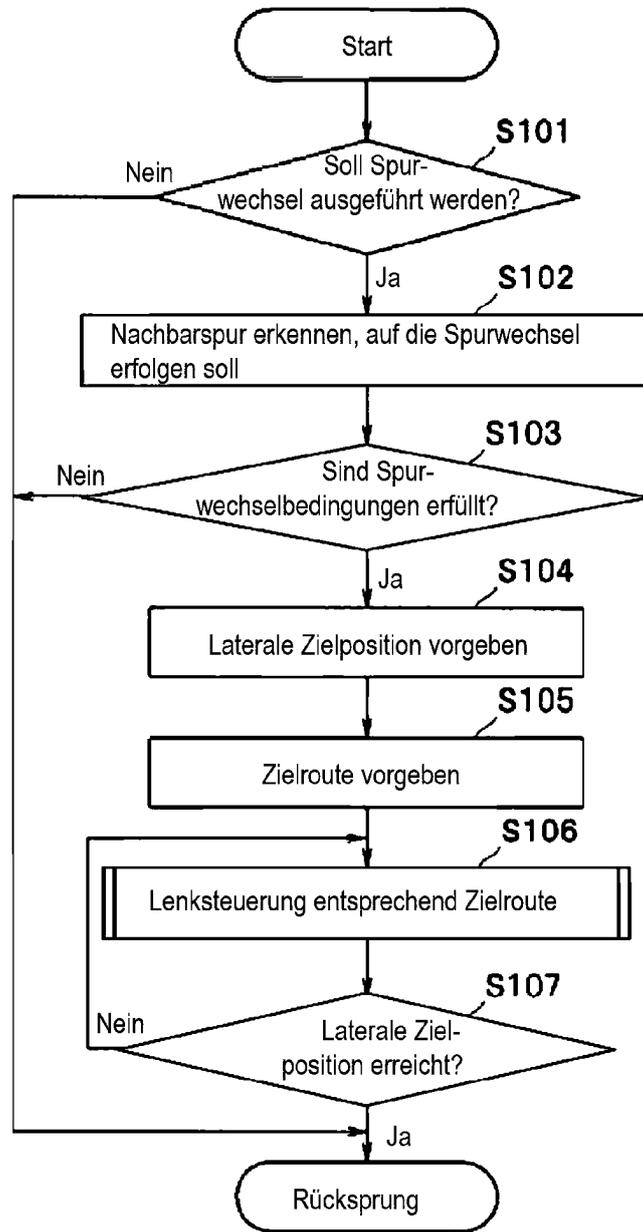


FIG. 3

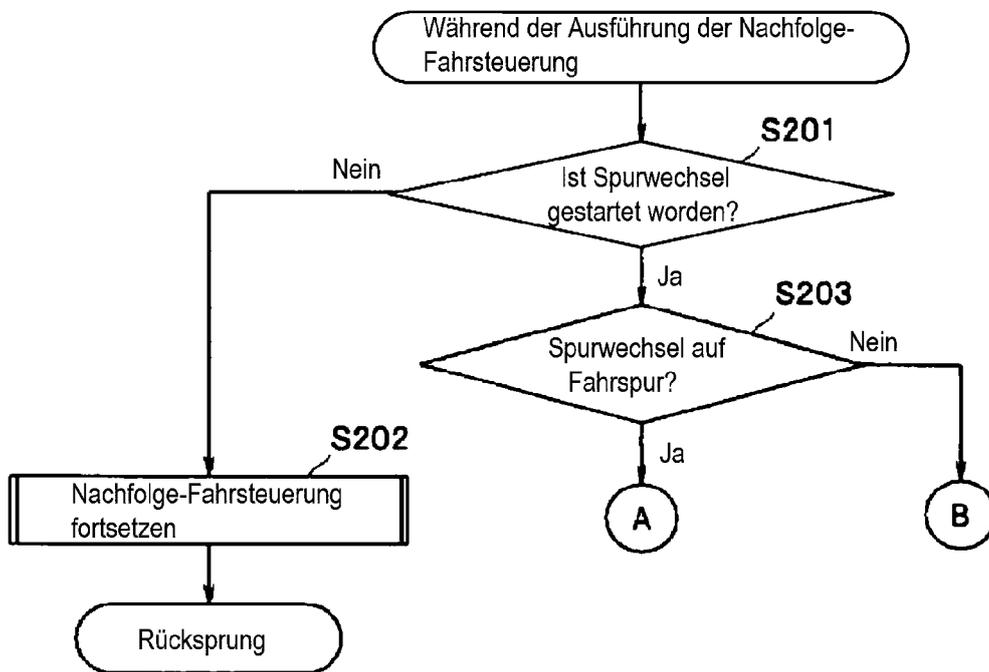


FIG. 4

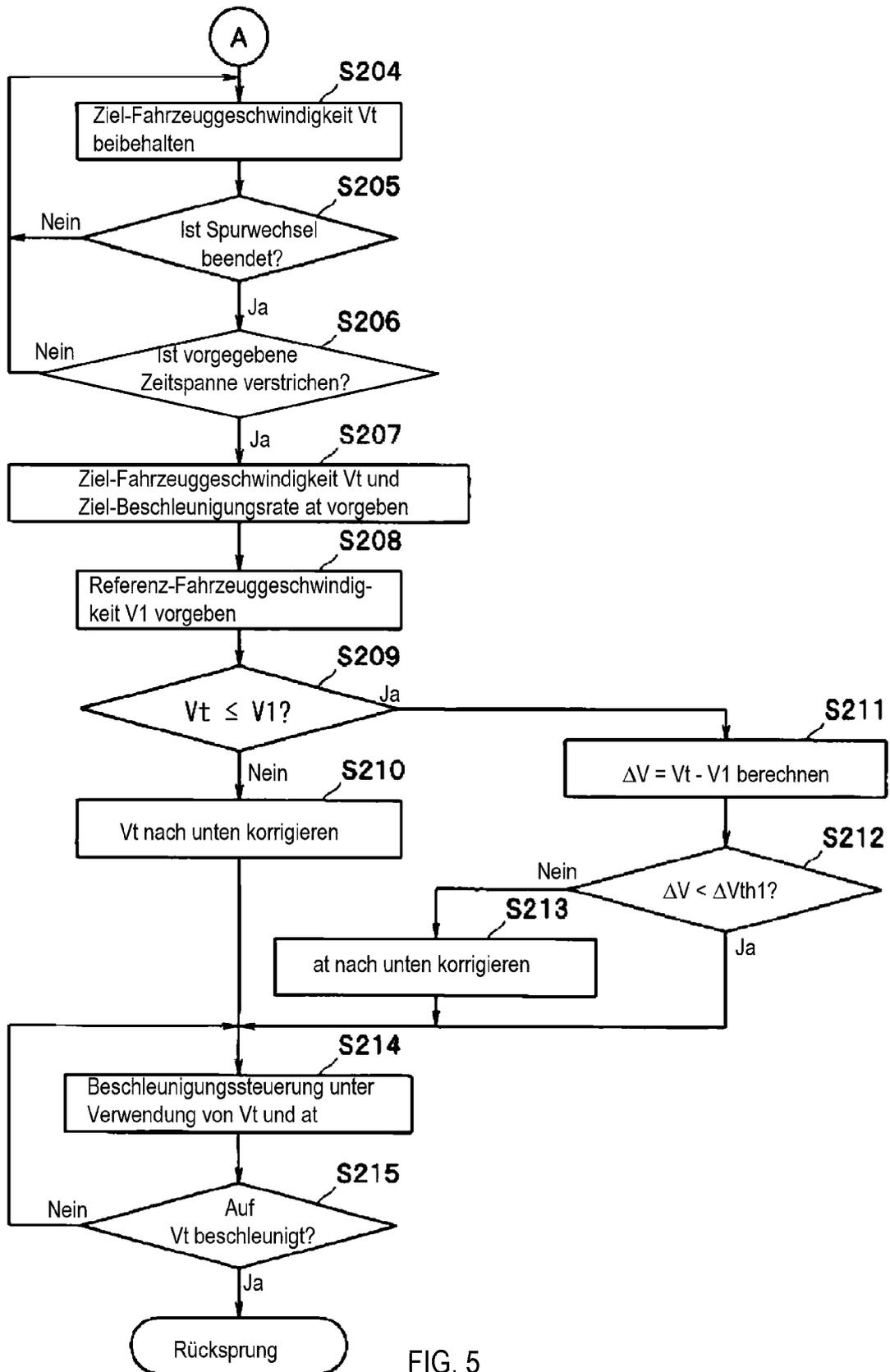


FIG. 5

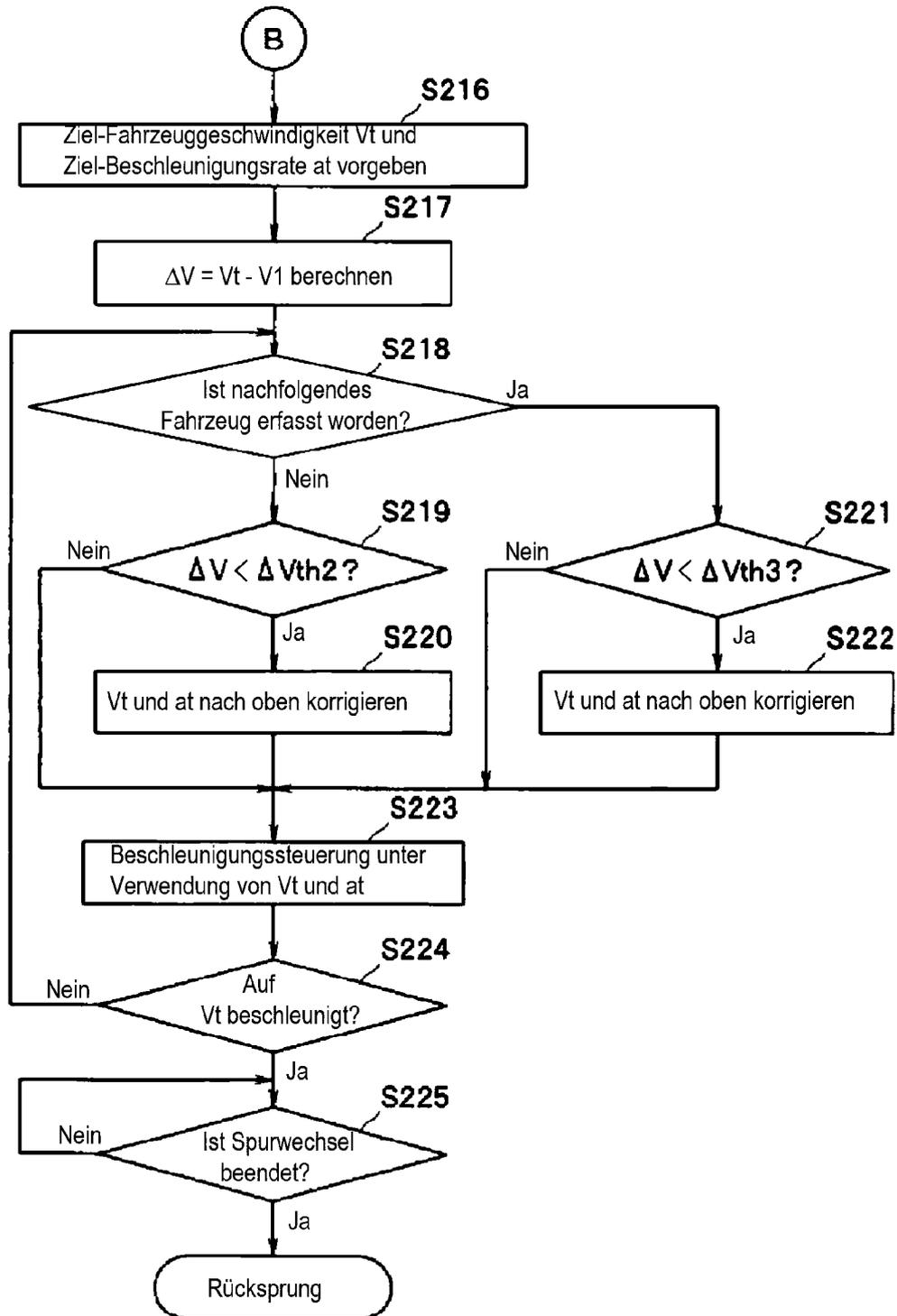


FIG. 6

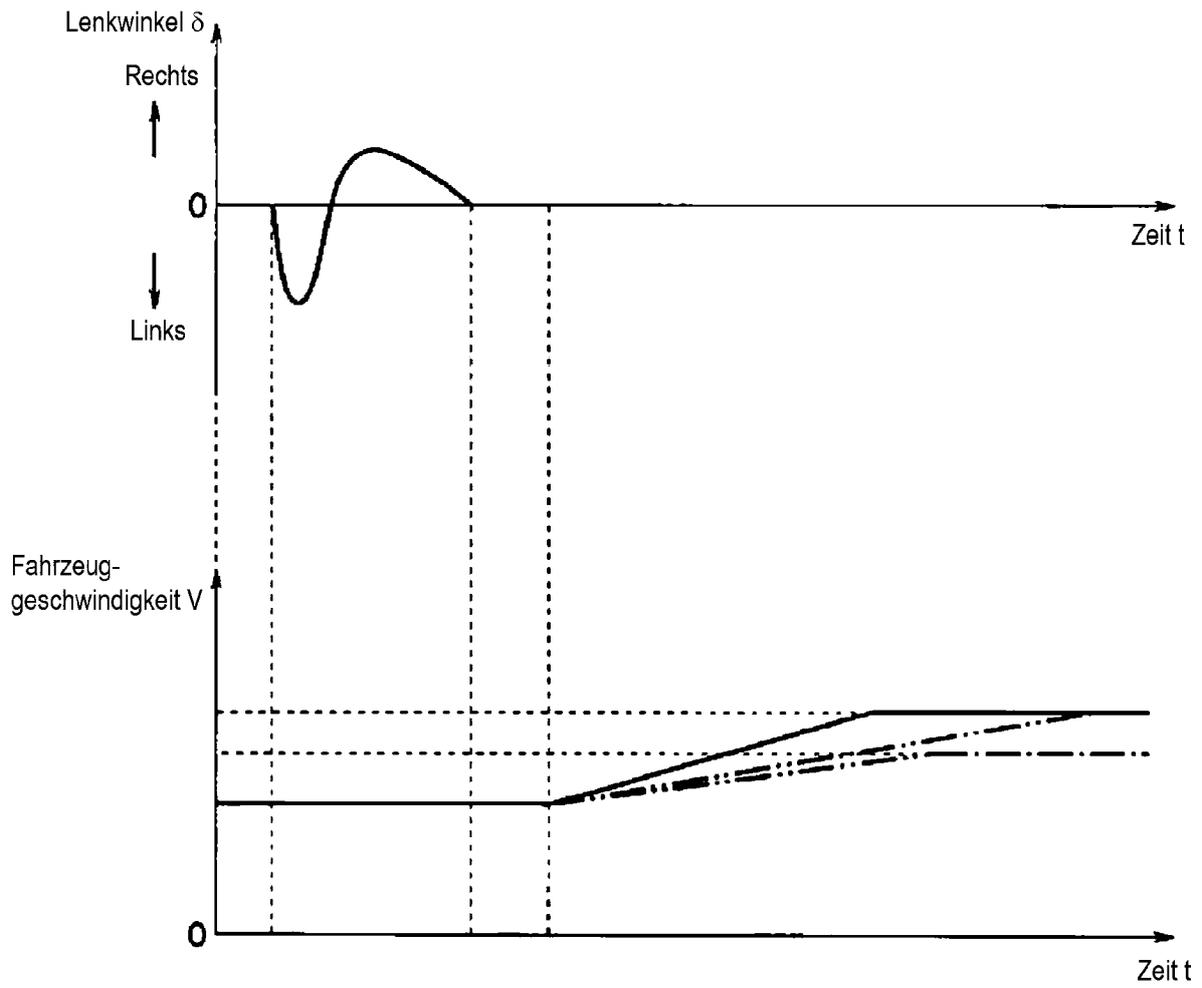


FIG. 7

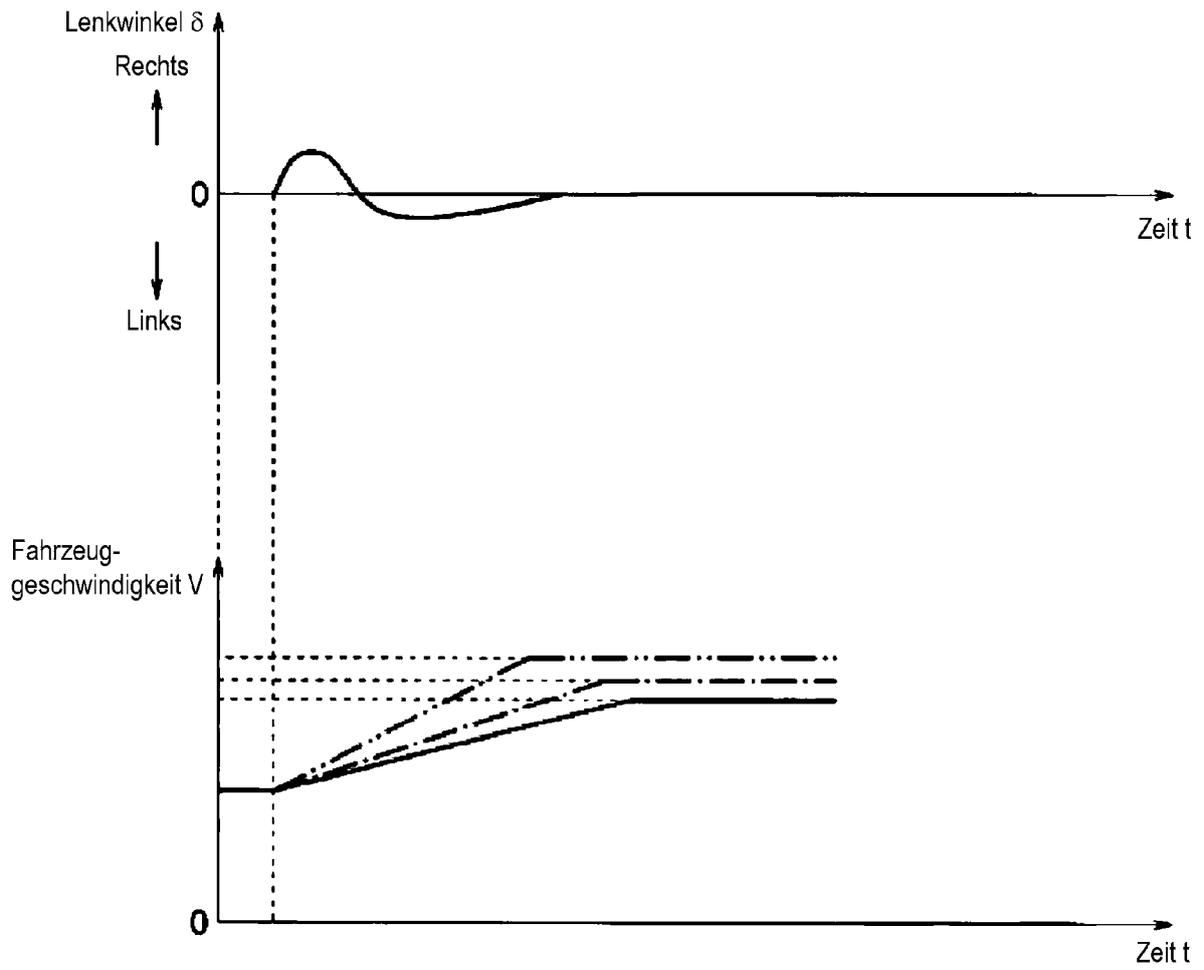


FIG. 8

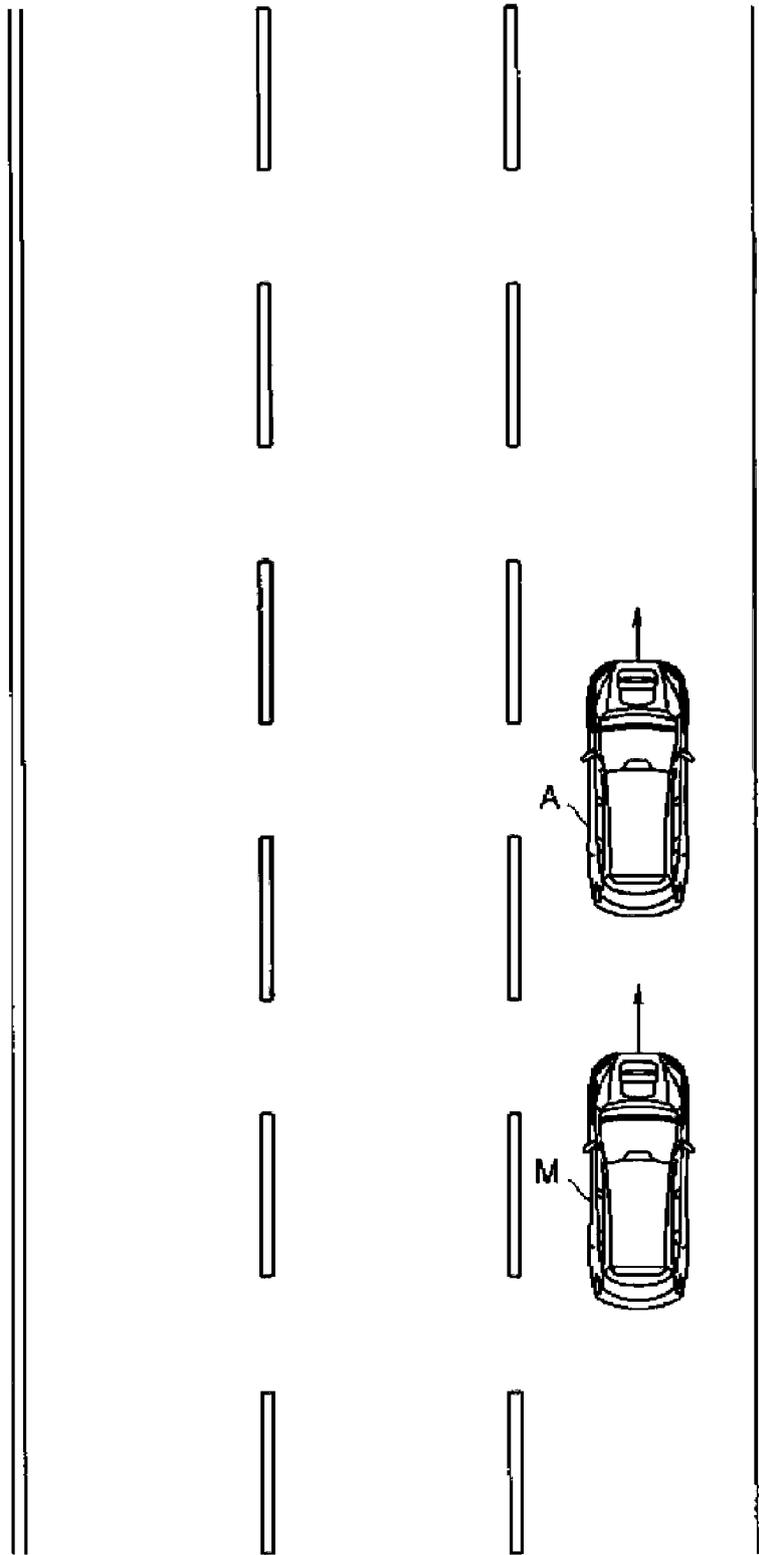


FIG. 9

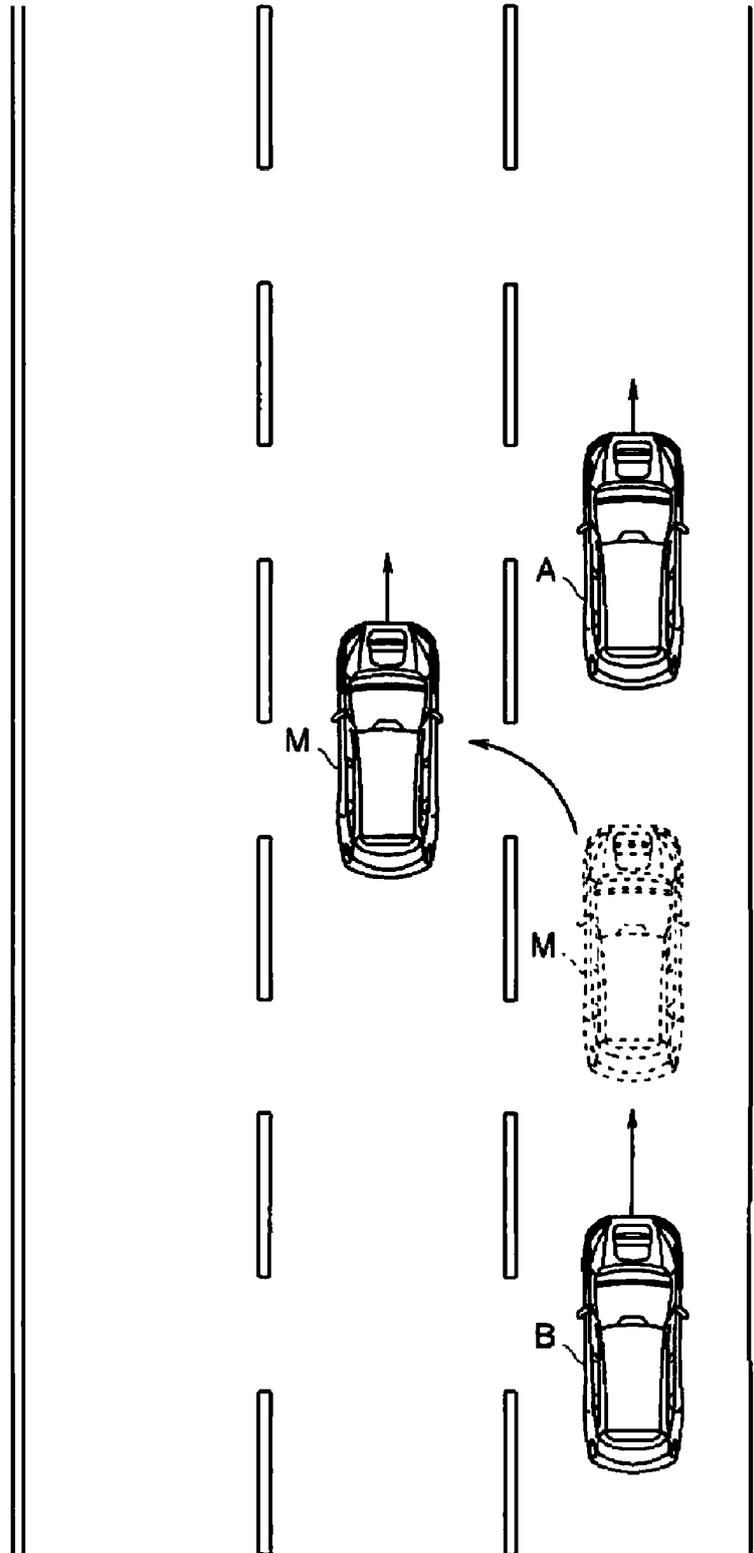


FIG. 10

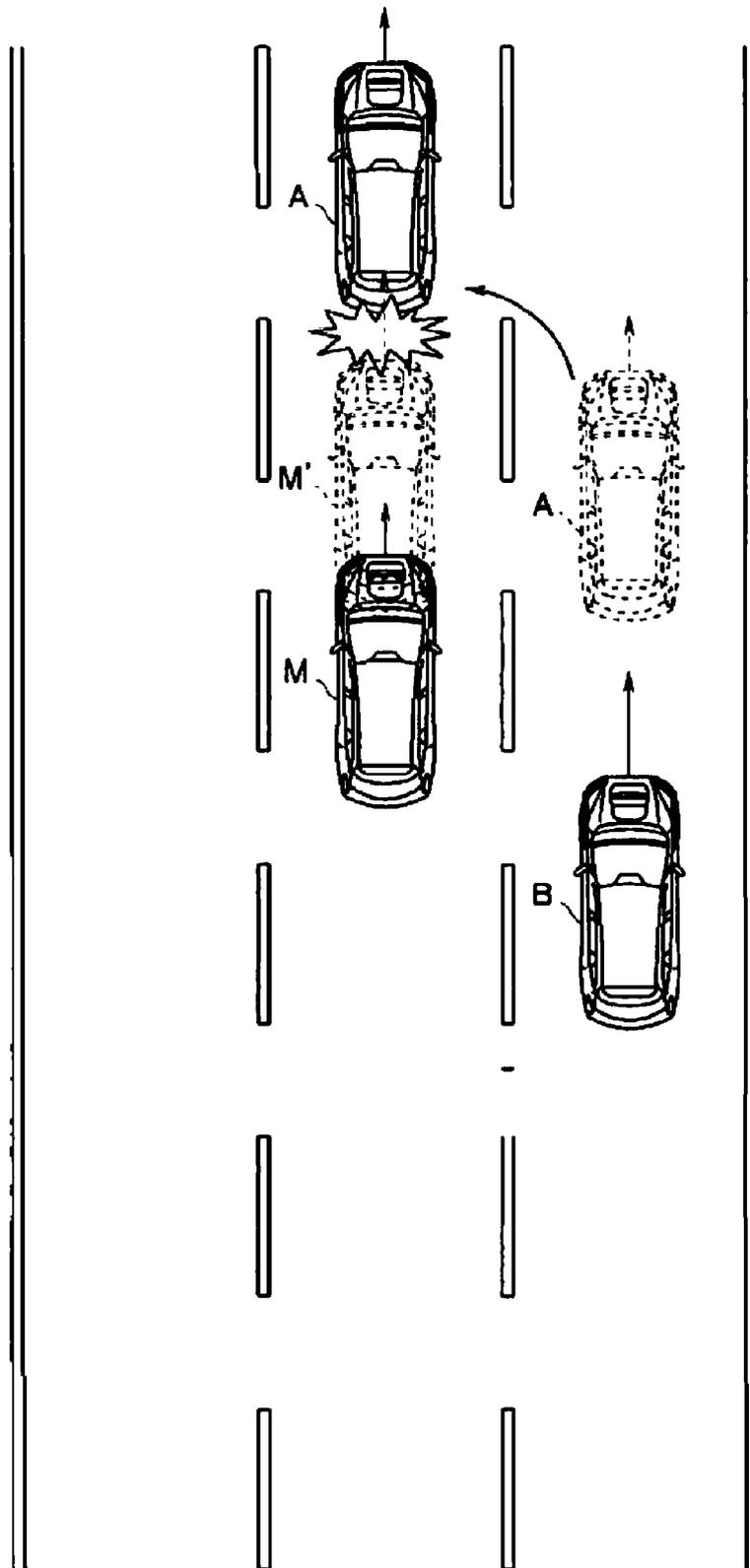


FIG. 11

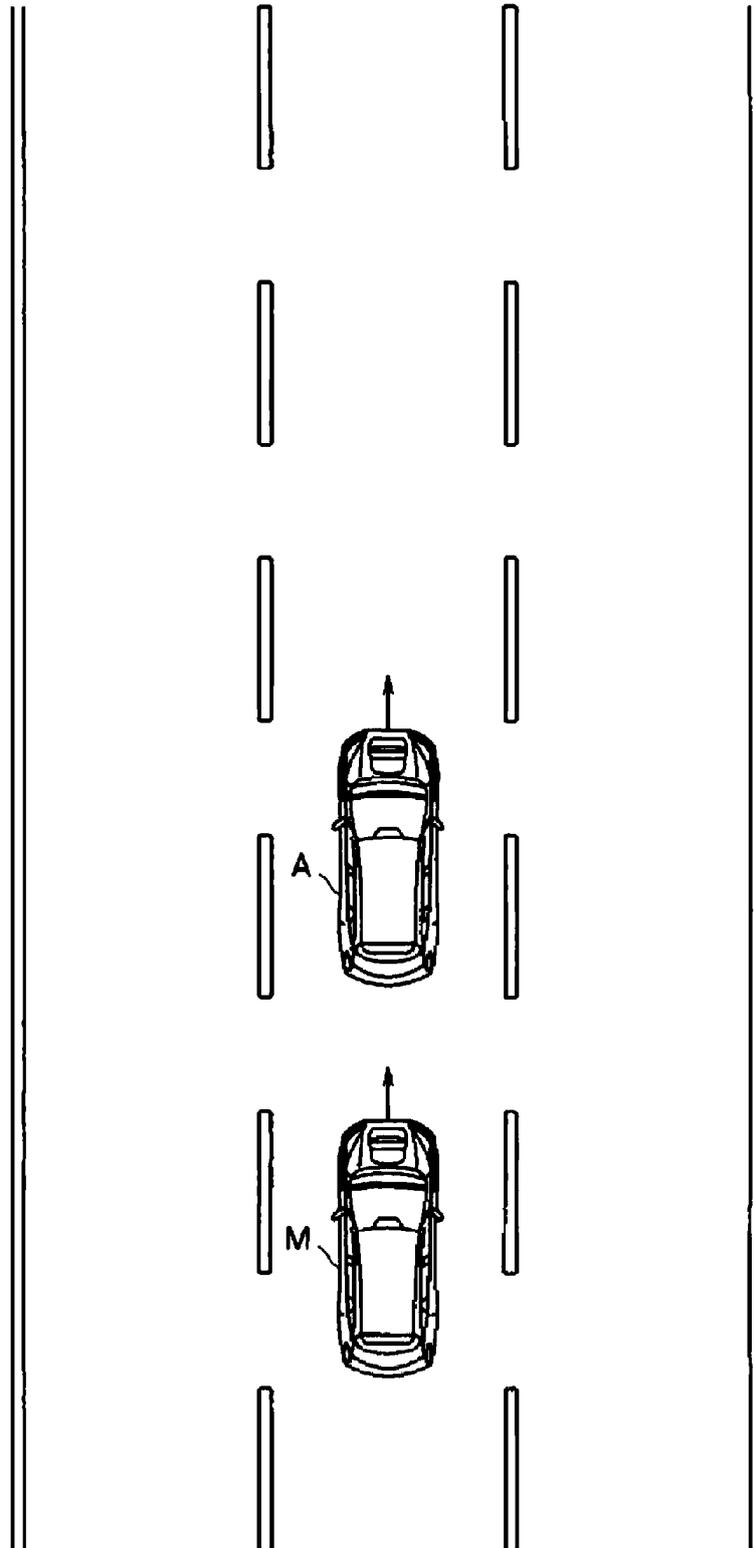


FIG. 12

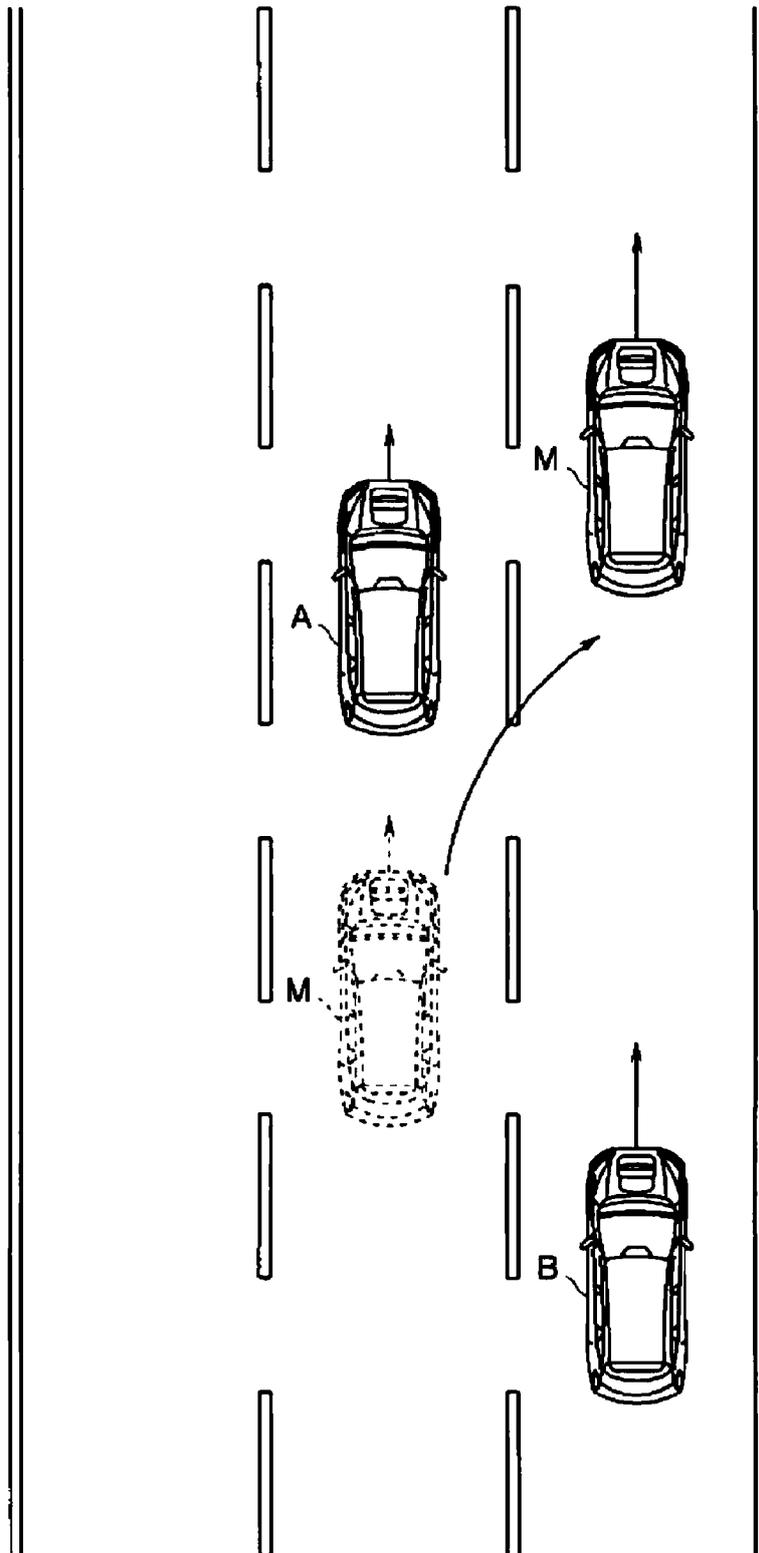


FIG. 13

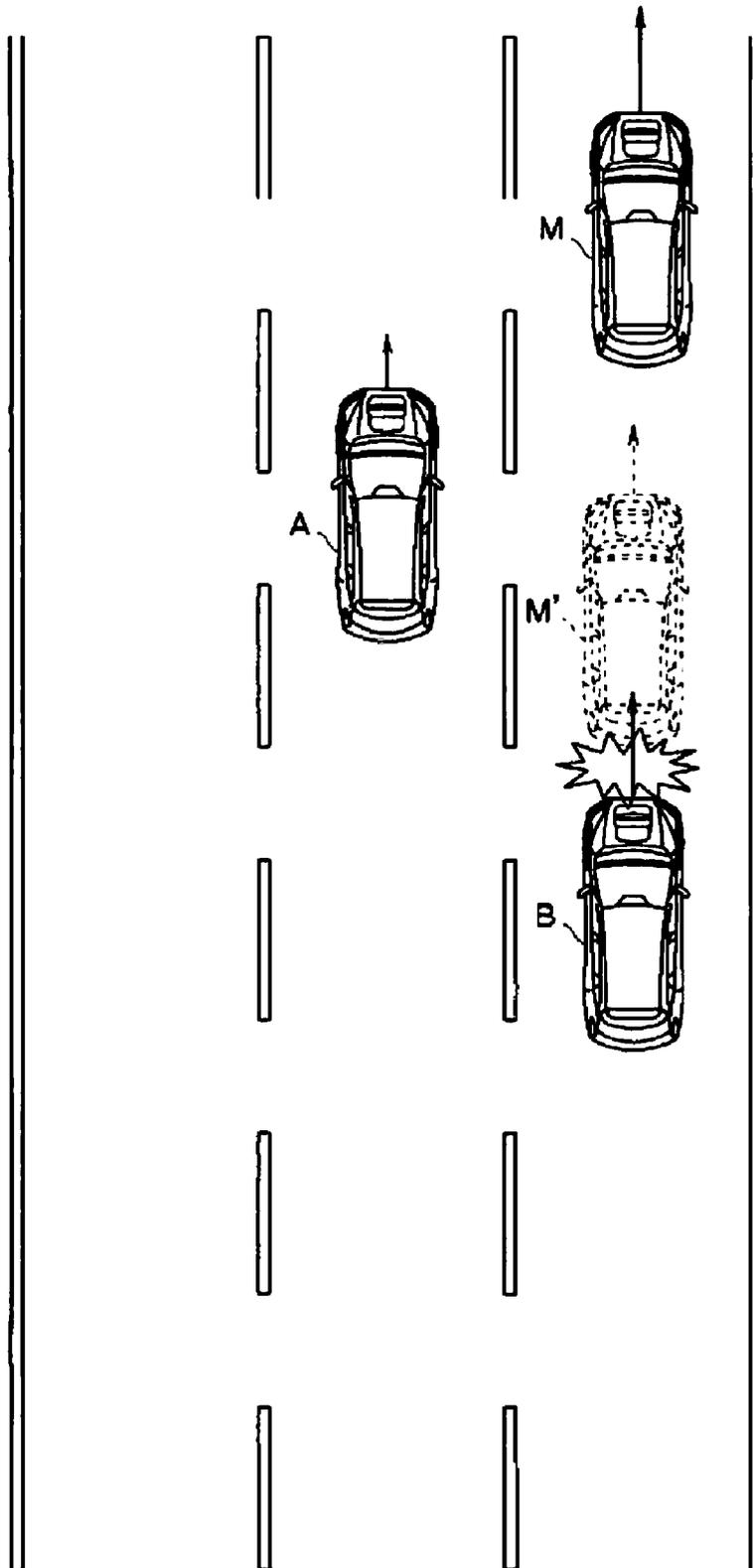


FIG. 14