



(10) **DE 103 53 320 B4** 2019.03.14

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 53 320.6**  
(22) Anmeldetag: **14.11.2003**  
(43) Offenlegungstag: **03.06.2004**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **14.03.2019**

(51) Int Cl.: **B60K 31/00** (2006.01)  
**B60W 30/045** (2012.01)  
**B60W 30/14** (2006.01)  
**B60W 10/04** (2006.01)  
**B60W 10/18** (2012.01)  
**B60W 10/10** (2012.01)  
**B60W 40/072** (2012.01)  
**B60W 40/105** (2012.01)

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

(30) Unionspriorität:  
**02-340877** **25.11.2002** **JP**  
**02-342462** **26.11.2002** **JP**

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

(74) Vertreter:  
**Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser, Polte Partnerschaft mbB, Patentanwälte, 85354 Freising, DE**

(72) Erfinder:  
**Kagawa, Masakazu, Kariya, Aichi, JP; Tamaoki, Fumihito, Kariya, Aichi, JP; Isogai, Akira, Kariya, Aichi, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

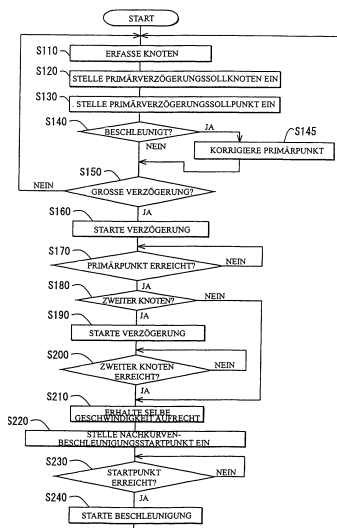
<b>DE</b>	<b>198 15 854</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>199 32 200</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>6 385 528</b>	<b>B1</b>
<b>US</b>	<b>6 138 084</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2002- 096 654</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren**

(57) Hauptanspruch: Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren, das aufweist:

Erfassen einer Position eines Fahrzeugs mittels einer Positionserfassungseinrichtung (5),  
Speichern von Karteninformation, die Knoteninformation enthält, in einer Karteninformationsspeichereinrichtung (5),  
Erfassen eines oder mehrerer Durchgangssollknoten, die das Fahrzeug überfahren wird, auf der Grundlage der Position des Fahrzeugs und der Karteninformation mittels einer Durchgangssollknotenerfassungseinrichtung (5),  
Berechnen einer Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt, bei der das Fahrzeug sicher fährt, wenn das Fahrzeug über einen Durchgangssollknoten fährt, für jeden Durchgangssollknoten mittels einer Geschwindigkeitsberechnungseinrichtung für eine stabile Fahrt (2),  
Erfassen einer aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs mittels einer Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungseinrichtung (16),  
Berechnen einer Verzögerung, mit der das Fahrzeug durch eine Verzögerungseinrichtung (4) verzögert wird, für jeden Durchgangssollknoten mittels einer Verzögerungsberechnungseinrichtung (2), so dass die Geschwindigkeit des Fahrzeugs von der aktuellen Geschwindigkeit auf die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Durchgangssollknoten verringert wird, auf der Grundlage der Position des Fahrzeugs, der Durchgangssollknoten, der Geschwindigkeit

keit für eine stabile Fahrt an jedem der Durchgangssollknoten und der aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs, Bestimmen eines Durchgangssollknotens aus den Durchgangssollknoten, ...



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs, so dass das Fahrzeug Straßenkurven etc. stabil durchfahren kann.

**[0002]** Es ist ein Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem zur Verringerung der Belastung des Fahrers beim Fahren des Fahrzeugs bekannt. Dieses System führt eine Steuerung zum Fahren mit konstanter Geschwindigkeit aus, bei der ein Fahrer ein Fahrzeug unter Einhaltung einer von dem Fahrer eingestellten Fahrzeuggeschwindigkeit fahren kann, wenn zum Beispiel die Fahrzeuggeschwindigkeit auf eine konstante Geschwindigkeit gehalten werden soll, wenn das Fahrzeug auf einer städtischen Schnellstraße oder Ähnlichem fährt. Die Steuerung zum Fahren mit konstanter Geschwindigkeit bezeichnet eine Steuerung zum Fahren eines Fahrzeugs unter Einhaltung einer eingestellten Fahrzeuggeschwindigkeit durch Steuern einer Beschleunigungsvorrichtung zur Beschleunigung des Fahrzeugs und einer Verzögerungsvorrichtung zur Verzögerung des Fahrzeugs.

**[0003]** Es wurden verschiedene Arten von Steuersystemen vorgeschlagen, um die Ansteuerung des Fahrzeugs auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung mit höherer Sicherheit durchzuführen. Es ist zum Beispiel ein Steuersystem zum Steuern (d. h. Verringerung) der Fahrzeuggeschwindigkeit bekannt, bei dem das Fahrzeug stabil in einer Kurve fahren kann (JP 2002-96654 A).

**[0004]** Wenn die oben beschriebene Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung ausgeführt wird, könnte die Fahrzeuggeschwindigkeit jedoch auf eine Geschwindigkeit verringert werden, bei der das Fahrzeug stabil um eine Kurve fahren kann, bevor das Fahrzeug die Kurve erreicht (d. h. vor der Einfahrt in die Kurve).

**[0005]** Wenn sich das Fahrzeug einer Kurve nähert, steuert der Fahrer die Fahrzeuggeschwindigkeit wie folgt: der Fahrer bremst das Fahrzeug ab, während er unmittelbar eine Fahrzeuggeschwindigkeit, ein Fahrzeugfahrortskurve etc., bei denen das Fahrzeug sicher in der Kurve fahren kann, unter Berücksichtigung verfügbarer Informationen über die Gestalt der Kurve, der aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs, der Straßenoberflächenbedingung, der Umgebungsbedingungen des Fahrzeugs und der Kurve, der Leistungsfähigkeit des Fahrzeugs, etc. schätzt, und außerdem die zum Zeitpunkt der Einfahrt des Fahrzeugs in die Kurve benötigte Verzögerung schätzt.

**[0006]** Wenn sich das Fahrzeug der Kurve nähert, fährt der Fahrer mit der Ansteuerung des Fahrzeugs durch geeignetes Anpassen des Verzögerungsgrades durch Bremsen oder Ähnlichem fort, während er die Fahrzeuggeschwindigkeit, bei der das Fahrzeug

in der Spitze der Kurve entsprechend der engsten Position der Kurve stabil fahren kann, und die zum Zeitpunkt des Erreichens der Kurvenspitze benötigte Verzögerung des Fahrzeugs schätzt. Wenn das Fahrzeug die Kurvenspitze durchfahren hat, wartet der Fahrer auf die Ankunft des Fahrzeugs am Ausgang der Kurve, während er die Fahrzeuggeschwindigkeit aufrechterhält, und der Fahrer beschleunigt anschließend das Fahrzeug, bis die Fahrzeuggeschwindigkeit eine gesetzliche Geschwindigkeit für die Straße oder eine Geschwindigkeit erreicht, bei der der Fahrer glaubt, dass das Fahrzeug sicher auf der anschließenden geraden Straße fahren kann.

**[0007]** Wie oben beschrieben unterscheidet sich die von dem herkömmlichen Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem durchgeführte Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung von der von allgemeinen Fahrern durchgeführten Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung in einigen Fällen. Somit haben die Fahrer ein Gefühl der Unstimmigkeit. Wenn ein Fahrzeug außerdem hinter einem anderen Fahrzeug fährt, kann sich das folgende Fahrzeug sich dem vorhergehenden Fahrzeug zu stark annähern, wenn das vorhergehende Fahrzeug auf die Fahrzeuggeschwindigkeit verzögert wird, bei der es sicher um eine Kurve fahren kann, bevor es die Kurve erreicht.

**[0008]** Außerdem sind verschiedene andere Arten von Steuersystemen vorgeschlagen worden, um die Ansteuerung eines Fahrzeugs auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung mit höherer Sicherheit durchzuführen. Es ist zum Beispiel ein Steuersystem bekannt, bei dem der Kurvenradius einer Kurve auf der Grundlage mehrerer Knoten einer Kartendatenbank berechnet wird und eine zulässige Geschwindigkeit für die Annäherung an die Kurve auf der Grundlage des somit berechneten Kurvenradius eingestellt wird, um die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung durchzuführen (USP 6,138,084).

**[0009]** Es hat sich jedoch herausgestellt, dass der Kurvenradius einer Kurve, der auf die oben beschriebene Weise berechnet wird, häufig von der gekrümmten Gestalt der tatsächlichen Kurve abweicht. Das heißt, dass es einige Kurven gibt, die nicht entsprechend einer einheitlichen gekrümmten Gestalt verlaufen, wie sie mit einem Zirkel gezogen wird, sondern eine zusammengesetzte bogenförmige Gestalt aufweisen, wie sie durch Kombinieren einiger gekrümmter Formen, die sich hinsichtlich des Kurvenradius unterscheiden, erhalten wird. Daher stimmt der auf der Grundlage des somit berechneten Kurvenradius gezeichnete Bogen nicht notwendigerweise mit der Gestalt der tatsächlichen Kurve überein, wenn wie oben beschrieben der Kurvenradius auf der Grundlage der Knoten der Kartendatenbank berechnet wird. Dieses ist noch auffälliger, wenn die Gestalt der Kurve noch komplizierter ist.

**[0010]** Außerdem zeigen nicht alle Knoten der Kartendatenbank, die als Standardpunkte zur Berechnung des Kurvenradius dienen, notwendigerweise die Mitte (Mittelpunkt) der Straße an. Sie sind mit einer gewissen Streuung über die Breite der Straße angeordnet. Dieses führt zu einem Unterschied zwischen dem auf der Grundlage des berechneten Kurvenradius gezogenen Bogens und der Gestalt der tatsächlichen Kurve. Somit führt das herkömmliche Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem zum Einstellen der zulässigen Geschwindigkeit für die Annäherung an die Kurve die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung auf der Grundlage des Kurvenradius aus, der von der Gestalt der tatsächlichen Kurve abweicht.

**[0011]** Ein allgemeiner Fahrer schätzt unmittelbar eine Fahrzeuggeschwindigkeit, eine Fahrzeugfahrortskurve, etc., bei denen das Fahrzeug sicher in der Kurve fahren kann, unter Berücksichtigung verfügbarer Informationen über die Gestalt der tatsächlichen Kurve, der aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs, der Straßenoberflächenbedingung, der Umgebungsbedingungen des Fahrzeugs und der Kurve, der Leistungsfähigkeit des Fahrzeugs etc., wonach er das Fahrzeug steuert. Dementsprechend kann sich in einigen Fällen die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung des herkömmlichen Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystems zum Einstellen der zulässigen Geschwindigkeit für die Annäherung an die Kurve auf der Grundlage des Kurvenradius von der von dem allgemeinen Fahrer ausgeführten Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung unterscheiden. Somit hat der Fahrer das Gefühl einer Unstimmigkeit.

**[0012]** Die DE 198 15 854 A1 beschreibt ein Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren, das aufweist: Erfassen einer Position eines Fahrzeugs, Speichern von Karteninformation, die Knoteninformation enthält; Erfassen einer oder mehrerer Durchgangssollknoten, die das Fahrzeug überfahren wird, auf der Grundlage der Position des Fahrzeugs und der Karteninformation; Berechnen einer Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt für jeden der Durchgangssollknoten; Berechnen einer Verzögerung, mit der das Fahrzeug verzögert wird, so dass die Geschwindigkeit des Fahrzeugs von der aktuellen Geschwindigkeit auf die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt an den Durchgangssollknoten verringert wird, auf der Grundlage der Position des Fahrzeugs, der Durchgangssollknoten, der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt an jedem der Durchgangssollknoten und der aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs; und Steuern des Verzögerns des Fahrzeugs auf der Grundlage der berechneten Verzögerung.

Die US 6 385 528 B1 beschreibt ein Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem, das auf der Grundlage der Position des Fahrzeugs und von Kartendaten Durchgangssollknoten einer vorausliegenden Kurve ermittelt und für diese Knoten Maximalgeschwindig-

keiten berechnet, um die Kurve sicher zu durchfahren. Dazu werden Segmente zwischen den Knoten und die Winkel zwischen zwei aufeinanderfolgenden Segmenten berechnet.

Die DE 199 32 200 A1 beschreibt ein Fahrzeuggeschwindigkeitssteuereinrichtung, die gemäß einem aus einer Straßenkarteninformations-Speichervorrichtung ausgelesenen Profil einer bestimmten Straße und einem erfassten Zustand eines Fahrzeugs entscheidet, ob das Fahrzeug die bestimmte Straße passieren kann, und das Fahrzeugs entsprechend dem, ob das Fahrzeug tatsächlich auf der bestimmten Straße fährt, steuert.

**[0013]** Daher ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren anzugeben, das dem Fahrer nicht das Gefühl einer Unstimmigkeit vermittelt und eine stabile Fahrzeuggeschwindigkeit in Übereinstimmung mit der tatsächlichen Gestalt einer Straße berechnet.

**[0014]** Die Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gerichtet. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird die Position eines Fahrzeugs und außerdem die aktuelle Geschwindigkeit des Fahrzeugs erfasst. Anschließend werden ein oder mehrere Knoten, über die das Fahrzeug fahren wird (Durchgangssollknoten), auf der Grundlage der Position des Fahrzeugs und Karteninformationen erfasst. Außerdem wird eine Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt, bei der das Fahrzeug beim Überfahren jedes Durchgangssollknotens stabil fährt, berechnet. Im Hinblick auf die Berechnung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt können die Geschwindigkeiten für eine stabile Fahrt im voraus für jeden Knoten einer Karte berechnet, im voraus gespeichert und dann verwendet werden, anstatt die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt des Fahrzeugs an jedem Durchgangssollknoten zu berechnen.

**[0015]** Danach wird eine Verzögerung, mit der das Fahrzeug von der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit auf die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt an einem Durchgangssollknoten in einem Zeitpunkt verzögert wird, in dem das Fahrzeug den Durchgangssollknoten erreicht, auf der Grundlage der Position des Fahrzeugs, des Durchgangssollknotens, der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Durchgangssollknoten und der aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs berechnet. Der Knoten der maximalen Verzögerung, für den die maximale Verzögerung berechnet wird, wird aus den Durchgangssollknoten auf der Grundlage der somit berechneten Verzögerungen ausgewählt, und der Knoten der maximalen Verzögerung wird als ein Sollpunkt entsprechender Primärverzögerungssollpunkt eingestellt, wenn eine erste Verzögerungssteuerung nach der Auswahl

des Knotens der maximalen Verzögerung ausgeführt wird.

**[0016]** Außerdem wird ein Verzögerungsendknoten, der von dem Knoten der maximalen Verzögerung weit entfernt ist und bei dem die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt gegenüber der Verringerung wieder erhöht wird, aus den Durchgangssollknoten ausgewählt. Der Verzögerungsendknoten wird als ein einem Sollpunkt entsprechender Sekundärverzögerungssollpunkt eingestellt, wenn eine zweite Verzögerungssteuerung nach der Auswahl des Knotens der maximalen Verzögerung ausgeführt wird. Die Geschwindigkeit des Fahrzeugs wird so gesteuert, dass die Geschwindigkeit gleich der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Knoten der maximalen Verzögerung in dem Zeitpunkt ist, in dem das Fahrzeug den Primärverzögerungszielpunkt erreicht.

**[0017]** Wenn sich der Primärverzögerungssollpunkt und der Sekundärverzögerungssollpunkt voneinander unterscheiden, wird die Fahrzeuggeschwindigkeit außerdem so gesteuert, dass die Geschwindigkeit gleich der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Verzögerungsendknoten in einem Zeitpunkt ist, in dem das Fahrzeug den Sekundärverzögerungssollpunkt erreicht. Wenn das Fahrzeug in Richtung des Primärverzögerungssollpunktes oder des Sekundärverzögerungssollpunktes gesteuert wird, kann das Fahrzeug mit einer konstanten Verzögerung verzögert werden. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf diesen Modus der Verzögerung beschränkt, sondern die Verzögerung kann auch schrittweise durchgeführt werden.

**[0018]** Dementsprechend ist die von dem erfindungsgemäßen Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem durchgeführte Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung, das heißt die schrittweise Verzögerungssteuerung, die den Eingang der Kurve und die Kurvenspitze als Verzögerungsziele einstellt, wie es in **Fig. 2** gezeigt ist, im Vergleich zur herkömmlichen Steuerung zur Einstellung nur des Eingangs einer Kurve als ein Verzögerungsziel dichter an der Verzögerungssteuerung, die durch einen allgemeinen Fahrer in Übereinstimmung mit der tatsächlichen Kurvengestalt durchgeführt wird. Wenn ein folgendes Fahrzeug hinter dem betreffenden Fahrzeug fährt, kann das folgende Fahrzeug außerdem leicht das Verhalten des betreffenden Fahrzeugs vorhersagen, und somit kann die Sicherheit erhöht werden. Dementsprechend kann die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung durchgeführt werden, ohne dem Fahrer ein Gefühl der Unstimmigkeit zu vermitteln.

**[0019]** Nachdem das Fahrzeug den Sekundärverzögerungssollpunkt überfahren hat, kann die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung so ausgeführt werden, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit gehalten wird, bis das Fahrzeug um die Kurve gefahren ist oder dass

die Fahrzeuggeschwindigkeit für eine Weile gehalten wird und dann das Fahrzeug beschleunigt wird. In diesem Fall kann wie in **Fig. 7** gezeigt ein Beschleunigungsstartpunkt auf einen Punkt entsprechend eines Beschleunigungsstartpunktes nach der Kurve eingestellt werden, bei dem die Fahrzeuggeschwindigkeit gleich einer Fahrzeuggeschwindigkeit ist, die durch Multiplizieren der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt, die einer korrigierten Fahrzeugbeschleunigungssollgeschwindigkeit am Sekundärverzögerungssollpunkt entspricht, mit einem Koeffizienten (zum Beispiel ein numerischer Wert, der größer als 1 ist (zum Beispiel 1,2)) oder Ähnlichem erhalten wird.

**[0020]** Zur Lösung der Aufgabe wird andererseits bei einem System gemäß der vorliegenden Erfindung die Position eines Fahrzeugs erfasst und danach ein oder mehrere Durchgangssollknoten entsprechend Knoten, über die das Fahrzeug fahren wird, auf der Grundlage der Position des Fahrzeugs und Karteninformationen erfasst. Hier wird, wenn ein vorhergehendes Segment als ein Segment definiert ist, das einen Endpunkt und einen Bezugsknoten besitzt, der einem der Durchgangssollknoten entspricht und vor dem Endpunkt liegt, ein Erweiterungsliniensegment eines vorhergehenden Segmentes als ein Liniensegment definiert, das durch Erweitern des vorhergehenden Segmentes vom Referenzknoten ausgehend definiert, und es wird ein Bezugssegment als ein Segment definiert, das an der gegenüberliegenden Seite des Bezugsknotens des vorherigen Segmentes angeordnet ist, und ein Bezugsknotenwinkel wird als der Schnittwinkel zwischen dem Erweiterungsliniensegment des vorhergehenden Segmentes und dem Bezugssegment definiert. Das Bezugssegment wird auf der Grundlage der Karteninformation berechnet.

**[0021]** Wie in **Fig. 13** gezeigt ist, wird hier der Bezugsknotenwinkel als ein Drehwinkel ( $d\theta$ ) in der Nachbarschaft des Bezugsknotens angenommen, wenn das Fahrzeug das vorhergehende Segment ( $L_{n-1}$ ) und das Bezugssegment ( $L_n$ ) dieser Reihenfolge aufeinanderfolgend überfährt. Die Gestalten der tatsächlichen Kurven entsprechen jedoch nicht den durch Verbinden der Segmente erhaltenen Gestalten, sondern den durch Kombinieren mehrerer Bögen erhaltenen Gestalten. Dementsprechend fährt ein Fahrzeug, das um eine tatsächliche Kurve fährt, nicht linear am vorderen Segment, dreht dann um einen Bezugswinkel ( $d\theta$ ) und fährt dann am Bezugssegment weiter, sondern fährt längs der Gestalt der Kurve als ob es eine Fahrortskurve mit einer im wesentlichen gekrümmten Gestalt zeichnet. Daher wird der Bezugsknotenwinkel am Bezugsknoten auf der Grundlage der Länge des vorhergehenden Segmentes und der Länge des Bezugssegmentes, die von der Karteninformation abhängen, korrigiert.

**[0022]** Im Speziellen wird der Bezugsknotenwinkel ( $d\theta$ ) wie folgt korrigiert: Die Länge ( $L_n$ ) Des Bezugssegmentes wird durch die Summe der Länge ( $L_{n-1}$ ) des vorhergehenden Segmentes und der Länge ( $L_n$ ) des Bezugssegmentes geteilt. Danach wird das Teilungsergebnis ( $L_n/(L_{n-1} + L_n)$ ) mit dem Bezugsknotenwinkelwert ( $d\theta$ ) multipliziert, um den korrigierten Bezugsknotenwinkel  $\{L_n/(L_{n-1} + L_n)\} \times d\theta$  zu erhalten. Wird ein Liniensegment  $F_n$ , das das Bezugssegment im korrigierten Bezugsknotenwinkel ( $d\theta_1$ ) im Bezugsknoten schneidet, betrachtet, stellt ein Abschnitt, der in der Nachbarschaft des Bezugsknotens am Liniensegment  $F_n$  angeordnet ist, die Ortskurve des Fahrzeugs dar, wenn das Fahrzeug entlang der Gestalt der tatsächlichen Straße über den Bezugsknoten fährt.

**[0023]** Wenn in **Fig. 13** ein Punkt X eines der beiden Endpunkte des Bezugssegmentes darstellt, der an der vom Bezugsknoten entfernten Seite angeordnet ist, und ein Punkt Y einen der beiden Endpunkte des Bezugssegmentes darstellt, der an der entfernten Seite vom Bezugsknoten angeordnet ist, wenn das Bezugssegment in Richtung des Erweiterungsliniensegmentes des vorhergehenden Segments um den korrigierten Bezugsknotenwinkel um den Bezugsknoten gedreht wird, wird der Zwischenpunktabstand ( $s$ ) zwischen den Punkten X und Y auf der Grundlage der Karteninformation berechnet. Die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt ( $v_r$ ), bei der das Fahrzeug beim Überfahren des Bezugsknotens stabil fahren kann, wird auf der Grundlage des korrigierten Bezugsknotenwinkels ( $d\theta_1$ ) und des Zwischenpunktabstands ( $s$ ) berechnet.

**[0024]** Wie oben beschrieben korrigiert ein erfindungsgemäßes System zur Berechnung einer Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt eines Fahrzeugs den Bezugsknotenwinkel, so dass sich die auf der Grundlage des vorherigen Segmentes und des Bezugssegmentes gezogene Ortskurve einer im wesentlichen gekrümmten Ortskurve annähert, entlang der das Fahrzeug tatsächlich fährt. Das System berechnet außerdem die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt auf der Grundlage des korrigierten Bezugsknotenwinkels. Das heißt, dass das erfindungsgemäße Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem im Vergleich zur herkömmlichen Weise zur Berechnung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt auf der Grundlage des Kurvenradius, der häufig von der tatsächlichen Kurvengestalt abweicht, die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt in Übereinstimmung mit der tatsächlichen Kurvengestalt berechnen kann.

**[0025]** Die Erfindung wird im Folgenden mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** ein Blockdiagramm, das ein Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,

**Fig. 2** ein Zeitdiagramm, das eine von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem der ersten Ausführungsform ausgeführte Verzögerungssteuerung zeigt,

**Fig. 3** ein Flussdiagramm, das die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der ersten Ausführungsform ausgeführte Verzögerungssteuerung zeigt,

**Fig. 4** ein erstes Diagramm, das die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der ersten Ausführungsform ausgeführte Verzögerungssteuerung zeigt,

**Fig. 5** ein zweites Diagramm, das die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der ersten Ausführungsform ausgeführte Verzögerungssteuerung zeigt,

**Fig. 6** ein drittes Diagramm, das die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der ersten Ausführungsform ausgeführte Verzögerungssteuerung zeigt,

**Fig. 7** ein viertes Diagramm, das die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der ersten Ausführungsform ausgeführte Verzögerungssteuerung zeigt,

**Fig. 8** ein fünftes, das die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der ersten Ausführungsform ausgeführte Verzögerungssteuerung zeigt,

**Fig. 9** ein sechstes Diagramm, das die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der ersten Ausführungsform ausgeführte Verzögerungssteuerung zeigt,

**Fig. 10** ein siebtes Diagramm, das die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der ersten Ausführungsform ausgeführte Verzögerungssteuerung zeigt,

**Fig. 11** ein schematisches Blockdiagramm, das ein Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,

**Fig. 12** ein Diagramm, das die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der zweiten Ausführungsform ausgeführte Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung zeigt,

**Fig. 13** ein schematisches Diagramm, das eine Verarbeitung zur Berechnung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt zeigt, die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der zweiten Ausführungsform ausgeführt wird,

**Fig. 14** ein Diagramm, das einen Prozess zur Mittelung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt zeigt, der von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der zweiten Ausführungsform ausgeführt wird,

**Fig. 15** ein Diagramm, das eine Verarbeitung zur Korrektur der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt zeigt, die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der zweiten Ausführungsform ausgeführt wird,

**Fig. 16** ein Flussdiagramm, das den Ablauf der Berechnung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt zeigt, der von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der zweiten Ausführungsform ausgeführt wird,

**Fig. 17A** ein Flussdiagramm, das den Ablauf zur Mittelung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt zeigt, der von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der zweiten Ausführungsform ausgeführt wird, und

**Fig. 17B** ein Flussdiagramm, das den Ablauf der Korrektur der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt zeigt, der von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der zweiten Ausführungsform ausgeführt wird.

**[0026]** Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen beschrieben.

[Erste Ausführungsform]

**[0027]** In **Fig. 1** ist ein Geschwindigkeitsregelsystem als ein Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gezeigt. Das Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem besteht hauptsächlich aus einer elektrischen Steuereinheit **2** zur Zwischenfahrzeugsteuerung (Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU), einer elektrischen Steuereinheit **6** zur Motorsteuerung (Motor-ECU) und einer elektrischen Bremsensteuereinheit **4** (Bremsen-ECU).

**[0028]** Die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** ist eine elektronische Schaltung, die hauptsächlich einen Mikrocomputer aufweist und ein Signal der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit ( $V_n$ ), ein Lenkwinkelsignal, ein Gierratensignal, ein Sollzwischenfahrzeugzeitsignal, eine Wischerschalterinformation, ein Steuerzustandssignal der Leerlaufsteuerung, Bremsensteuerung etc. von der Motor-ECU **6** empfängt. Die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** empfängt außerdem eine Reiserouteninformationen von einer Navigationsvorrichtung **5**, wie später beschrieben wird. Außerdem führt die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** eine Schätzung des Kurvenradius  $R$  einer Kurve, eine Zwischenfahrzeugsteuerung, eine Berechnung einer Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt, bei der ein Fahrzeug an jedem Knoten sta-

bil fährt, wie es später beschrieben wird, eine Berechnung einer Verzögerung an jedem Knoten, wie es später beschrieben wird, eine Einstellung eines Verzögerungssollpunktes, wie es später beschrieben wird, eine Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung etc. auf der Grundlage der empfangenen Daten durch. Die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** führt somit die Berechnung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt, die Berechnung der Verzögerung, die Einstellung des Verzögerungssollpunktes und verschiedene Steuerungen durch.

**[0029]** Ein Laserradarsensor **3** ist eine elektrische Schaltung, die hauptsächlich einen laserbasierten Abtastbereichfinder und einen Mikrocomputer aufweist. Sie berechnet die Wahrscheinlichkeit, dass jedes vorhergehende Objekt (ein Objekt, das vor dem betreffenden Fahrzeug fährt) auf der derzeitigen Spur des betreffenden Fahrzeugs vorhanden ist (die derzeitige Fahrbahnwahrscheinlichkeit eines vorherigen Fahrzeugs), als ein Teil der Funktion des Zwischenfahrzeugsteuerung auf der Grundlage des Winkels, der Relativgeschwindigkeit etc. des vorhergehenden Fahrzeugs, das von dem Abtastbereichfinder erfasst wird, und dem Signal der aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs ( $V_n$ ), dem Kurvenradius  $R$  der Kurve etc., die von der Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** empfangen werden. Sie überträgt das Berechnungsergebnis als Information über das vorhergehende Fahrzeug, die die Information über die Relativgeschwindigkeit etc. enthält, an die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2**. Außerdem wird ein Diagnosesignal des Laserradarsensors **3** an die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** übertragen.

**[0030]** Der Abtastbereichfinder strahlt eine Übertragungswelle oder einen Laserstrahl in einem vorbestimmten Winkelbereich in Fahrzeugbreitenrichtung aus, während die Übertragungswelle oder der Laserstrahl abtastet, und erfasst den Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorherigen Objekt (Objekt vor dem betreffenden Fahrzeug) entsprechend dem Abtastwinkel auf der Grundlage einer vom Objekt reflektierten Welle oder eines Lichtes.

**[0031]** Außerdem bestimmt die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** ein vorhergehendes Fahrzeug, das der fahrzeuginternen Steuerung unterzogen wird, auf der Grundlage der Fahrbahnwahrscheinlichkeit etc., die in der von dem Laserradarsensor **3** empfangenen Information über das vorhergehende Fahrzeug enthalten ist, und überträgt ein Sollbeschleunigungs/-verzögerungssignal, ein Kraftstoffbegrenzungsanforderungssignal, ein Schongangbegrenzungsanforderungssignal (OD), ein Getriebeherunterschaltanforderungssignal (z. B. 3-Gang-Herunterschaltanforderungssignal) und ein Bremsenanforderungssignal als Steueranweisungswerte zur richtigen Anpassung des Folgeabstandes (der Abstand zum vorhergehenden Fahrzeug) an die Mo-

tor-ECU **6**. Außerdem bestimmt sie, ob ein Alarm erzeugt werden sollte oder nicht, und überträgt dann ein Alarmschallanforderungssignal oder ein A-larmschallbeendigungsanforderungssignal. Sie überträgt außerdem ein Diagnosesignal, ein Anzeigedatensignal etc.

**[0032]** Die Navigationsvorrichtung **5** weist hauptsächlich eine Navigations-ECU, einen GPS-Sensor (Global Positioning System) als Positionserfassungseinrichtung, eine DVD-ROM als Karteninformationsspeichereinrichtung, bei der eine Kartendatenbank aufgezeichnet wird, etc. auf. Sie berechnet die Position des Fahrzeugs und gibt eine Information über eine Reiseroute (entlang der das betreffende Fahrzeug fährt) an die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** in einem festgelegten Intervall (etwa jede 1 Sekunde) aus.

**[0033]** Hier enthält die Information über die Reiseroute eine Verbindungsinformation, Knoteninformation, Segmentinformation, Zwischenverbindungsverbundungsinformation etc., und diese Informationsteile sind in der oben beschriebenen Straßendatenbank gespeichert.

**[0034]** Die Verbindungsinformation enthält eine „Verbindungs-ID“, die eine inhärente Nummer zur Spezifizierung einer Verbindung ist, eine „Verbindungsklasse“ zur Identifizierung einer städtischen Schnellstraße, einer Zollstraße, eines offenen Weges, einer Zufahrtstraße oder Ähnlichem, und eine Information über eine Verbindung selbst wie zum Beispiel „Startpunktcoordinate“ und „Anschlusspunktcoordinate“ der Verbindung, eine „Verbindungslänge“, die die Länge der Verbindung angibt, etc.

**[0035]** Die Knoteninformation enthält eine „Knoten-ID“, die eine inhärente Nummer für einen Knoten zur Einrichtung einer Verbindung darstellt, und eine Information über die Knotenbreite, Knotenlänge, Rechts-/Links-drehverbot an einer Kreuzung, Vorhandensein oder Abwesenheit eines Lichtsignals etc. Die Segmentinformation enthält eine Segment-ID, eine Startpunktbreite (Knoten) (Grad), eine Startpunktlänge (Knoten) (Grad), die Richtung eines Segmentes (dir), die Länge eines Segmentes (Zwischenknotenabstand, len), etc. Die Werte der Startpunktbreite und -länge enthalten Werte nach dem Dezimalpunkt und werden durch Umwandeln von „Minute“, „Sekunde“ in „Grad“ erhalten. Die Richtung (dir) des Segmentes dreht im Gegenuhrzeigersinn mit der östlichen Richtung auf der Karte als Bezugsrichtung (dir=0), und eine Einheit (dir=1) wird auf einen Wert eingestellt, der durch Teilen einer Drehung von 360 Grad in 1024 Winkelteile erhalten wird. „dir=30“ stellt zum Beispiel eine Richtung dar, die durch Drehen der östlichen Richtung auf der Karte im Gegenuhrzeigersinn um (30x360/1024) Grad erhalten wird. Im Hinblick auf die Länge des Segmentes (Zwischenknotenabstand,

len) wird eine Einheit (len=1) auf tatsächliche 10cm eingestellt.

**[0036]** Daten, die anzeigen, ob auf Grund einer Einbahnstraße oder Ähnlichem eine Durchfahrt möglich ist oder nicht, werden in der Zwischenverbindungsinformation eingestellt. Sogar im Falle derselben Verbindungen kann ein Fall vorkommen, dass eine Durchfahrt von der selben Verbindung möglich ist, aber eine Durchfahrt von einer anderen Verbindung auf Grund einer Einbahnstraße unmöglich ist. Dementsprechend wird die Durchfahrtsmöglichkeit oder Unmöglichkeit gemäß dem Verbindungsmodus zwischen den Verbindungen bestimmt. Somit erfasst die Navigationsvorrichtung **5** den Durchgangssollknoten.

**[0037]** Die Bremsen-ECU **4** ist eine elektrische Schaltung, die hauptsächlich einen Mikrocomputer aufweist. Die Bremsen-ECU **4** bestimmt einen Lenkwinkel und eine Gierrate auf der Grundlage von Signalen, die von einem Lenkwinkelsensor **8** zur Erfassung des Lenkwinkels des Fahrzeugs und einem Gierratensensor **10** zur Erfassung der Gierrate ausgegeben werden, und überträgt diese Daten an die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** durch die Motor-ECU **6**. Außerdem steuert die Bremsen-ECU **4** ein Bremsenstellglied **25** zur Durchführung einer Einschaltdauersteuerung für den Öffnungs-/Schließbetrieb eines Druckerhöhungssteuerventils und eines Druckerniedrigungssteuerventils, die in einer Brems-hydraulikschaltung zur Steuerung der Bremskraft vorgesehen sind. Die Bremsen-ECU **4** bewirkt, dass ein Alarmsummer **14** auf ein Alarmanforderungssignal von der Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** durch die Motor-ECU **6** hin erschallt. Die Bremsen-ECU **4** dient zur Verzögerung des Fahrzeugs.

**[0038]** Die Motor-ECU **6** ist eine elektrische Schaltung, die hauptsächlich einen Mikrocomputer aufweist und Empfangssignale von einem Drosselöffnungsgradsensor **15**, einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **16** zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit, einem Bremsenschalter **18** zur Erfassung, ob der Fahrer die Bremse betätigt oder nicht, einem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerschalter **20**, einem Geschwindigkeitsregelungshauptschalter **22** und anderen Arten von Sensoren und einer Schaltergruppe, und Wischerschalterinformationen, Heckschalterinformationen etc., die über eine bekannte Kommunikationsleitung wie z. B. einem Karosserie-LAN **28** oder Ähnlichem empfangen werden, empfängt. Außerdem empfängt sie das Lenkwinkelsignal und das Gierratensignal von der Bremsen-ECU **4** und das Sollbeschleunigungssignal, das Kraftstoffbegrenzungsanforderungssignal, das OD-Begrenzungsanforderungssignal, das Getriebe-Herunterschaltanforderungssignal (z. B. 3-Gang-Herunterschaltanforderungssignal), das Alarmanforderungssignal, das Diagnosesignal, das Anzeigeda-

tensignal etc. von der Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU 2.

**[0039]** Hier ist der Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerschalter **20** mit einem Steuerungsstartschalter, einem Steuerungsendschalter, einem Zugangsschalter, einem Leerlaufschalter etc. versehen. Der Steuerungsstartschalter dient zum Einstellen eines erlaubten Zustandes der Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung, bei dem die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung gestartet werden kann. Der erlaubte Zustand der Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung wird durch Einstellen des Steuerungsstartschalters auf EIN eingestellt, wobei der Hauptschalter auf EIN eingestellt ist. Bei der Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung werden die Zwischenfahrzeugsteuerung und die Steuerung für eine Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit wahlweise unter einer vorbestimmten Bedingung durchgeführt. Der Zugangsschalter dient zur schrittweisen Erhöhung der eingestellten Fahrzeuggeschwindigkeit, die durch Betätigen des Zugangsschalters gespeichert wird. Der Leerlaufschalter dient zur schrittweisen Verringerung der eingestellten Fahrzeuggeschwindigkeit, die durch Betätigen des Leerlaufschalters gespeichert wird. Außerdem kann der Zwischenfahrzeugabstand zwischen dem betreffenden Fahrzeug und dem vorhergehenden Fahrzeug über den Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerschalter eingestellt werden. Der Zwischenfahrzeugabstand kann schrittweise in Übereinstimmung mit dem Wunsch eines Fahrers eingestellt werden.

**[0040]** Die Motor-ECU **6** gibt eine Ansteueranweisung an ein Drosselstellglied **24** zur Anpassung des Drosselöffnungsgrades der Brennkraftmaschine (in diesem Fall ein Benzinmotor) und an die Stellgliedansteuervorrichtung eines Getriebes **26** gemäß einem Ansteuerzustand aus, der auf der Grundlage der empfangenen Signale bestimmt wird. Mittels dieser Stellglieder können der Ausgang der Brennkraftmaschine, die Bremskraft oder der Getriebegang gesteuert werden. In diesem Fall ist das Getriebe **26** ein 5-Gang-Automatikgetriebe, das mit vier Gängen und einer Schongangstufe (OD) ausgelegt ist, bei der das Untersetzungsverhältnis des vierten Ganges zu „1“ eingestellt wird, und das Untersetzungsverhältnis des fünften Ganges auf einen Wert (z. B. 0,7) eingestellt wird, der kleiner als der des vierten Ganges ist. Wenn das Herunterschaltanforderungssignal ausgegeben wird, wird das Getriebe **26** außerdem auf den vierten Gang heruntergeschaltet, wenn sich das Getriebe **26** im fünften Gang befindet. Daher wird durch das Herunterschalten eine große Motorbremsung erzielt, und das Fahrzeug wird durch die Motorbremse verzögert.

**[0041]** Die Motor-ECU **6** überträgt und zeigt benötigte Anzeigeeinformationen durch das Karosserie-LAN **28** auf einer Anzeigevorrichtung wie z. B. einer LCD-Anzeige oder ähnlichem an, die in einem Meßclus-

ter vorgesehen ist, oder überträgt das Signal der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit ( $V_n$ ), das Lenkwinkelsignal, das Gierratensignal, das Sollzwischenfahrzeugzeitsignal, das Wischerschalterinformationssignal und Steuerzustandssignale der Leerlaufsteuerung und der Bremsensteuerung an die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2**.

**[0042]** Im folgenden wird die Verzögerungssteuerungsverarbeitung, die von der Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** ausgeführt wird, mit Bezug auf das für die Verzögerungssteuerungsverarbeitung der **Fig. 3** verwendete Flußdiagramm und die Diagramme **1** bis **7** der **Fig. 4** bis **Fig. 10**, die die Verzögerungssteuerung zeigen, beschrieben. In den **Fig. 4** bis **Fig. 10** wird der Abstand  $L$  von der derzeitigen Position des Fahrzeugs auf der Abszisse dargestellt, und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs (in den Figuren durch die Fahrzeuggeschwindigkeit  $v$  dargestellt) wird auf der Ordinate dargestellt. Weiterhin sind die Positionen der jeweiligen Knoten, der Geschwindigkeiten für eine stabile Fahrt  $V_r$ , die später beschrieben werden, etc. dargestellt, und die dargestellten Punkte sind miteinander verbunden, wodurch eine im wesentlichen gekrümmte Linie gezeigt ist. In den Figuren sind die Punkte, die die Verzögerungssteuerung betreffen, wie z. B. der Primärverzögerungssollpunkt etc., die später beschrieben werden, gezeigt.

**[0043]** Im ersten Schritt (S) 110 werden Knoten in einer vorbestimmten Reihenfolge erfasst. In diesem Schritt berechnet die Navigationsvorrichtung **5** die Position des Fahrzeugs, und der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **16** erfasst die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit. Anschließend wird der Fahrzeugstoppabstand  $L_0$  (m) zur Position des Punktes, bei dem das Fahrzeug anhält, wenn es mit einer Bezugsverzögerung  $\alpha_0$  verzögert wird, unter Verwendung der folgenden Gleichung (1) berechnet.

$$L_0 = V_0^2 / 2\alpha_0 = V_0^2 / (2 \times 0,784) \quad (1)$$

$v_0$  : aktuelle Geschwindigkeit des Fahrzeugs (m/s)

$\alpha_0$  : Bezugsverzögerung (m/s<sup>2</sup>)

**[0044]** Hier stellt die Bezugsverzögerung  $\alpha_0$  einen Verzögerungspegel dar, bei dem der Fahrer und andere Mitfahrer eines Fahrzeugs kein ungutes Gefühl haben, wenn das Fahrzeug mit der betreffenden Verzögerung verzögert wird. Sie kann experimentell oder auf andere Weise im voraus vorbestimmt werden. In dieser Ausführungsform wird die Bezugsverzögerung  $\alpha_0$  auf 0,08G (= 0,784 m/s<sup>2</sup>) eingestellt. Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, erfasst die Navigationsvorrichtung **5** auf der Grundlage der Kartendatenbank die zwischen der Fahrzeugposition und einem Punkt vorhandenen Knoten, der im Fahrzeugstoppabstand  $L_0$  vor der Fahrzeugposition liegt, d. h., ein Punkt, bei



dem das Fahrzeug anhalten würde, wenn das Fahrzeug mit der Bezugsverzögerung  $\alpha_0$  von der aktuellen Fahrzeugposition ausgehend verzögert werden würde, und gibt die Information über die somit erfassten Knoten an die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU 2 aus.

**[0045]** Anschließend werden eine Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $v_r$ , mit der das Fahrzeug über jeden Knoten stabil fährt, und eine Verzögerung  $\alpha_n$ , die zur Beschleunigung/Verzögerung des Fahrzeugs auf die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt an jedem Knoten benötigt wird, wenn das Fahrzeug den Knoten erreicht, in dieser Reihenfolge berechnet.

**[0046]** Im speziellen wird der Winkel  $d\theta$  zwischen einem Segment  $l_{n-1}$ , der einen Bezugsknoten (entsprechend einem der erfassten Knoten) und einen Knoten (vorhergehender Knoten), der an einer vorhergehenden Seite des Bezugsknotens angeordnet ist, verbindet, und einem Segment  $l_n$ , das den Bezugsknoten und einen Knoten (anschließender Knoten), der an einer anschließenden Seite des Bezugsknotens angeordnet ist, verbindet, unter Verwendung der folgenden Gleichung (2) oder (2') berechnet.

$$d\theta = (dir_n - dir_{n-1}) \times 360 / 1024 \quad (2)$$

$$d\theta = \{1024 - (dir_n - dir_{n-1})\} \times 360 / 1024 \quad (2')$$

$d\theta$  : Winkel zwischen dem Segment  $l_{n-1}$  und dem Segment  $l_n$

$dir_n$  : Richtung des Segmentes  $l_n$

$dir_{n-1}$  : Richtung des Segments  $l_{n-1}$

**[0047]** In diesem Fall wird angenommen, dass die Gleichung (2) verwendet wird, wenn der Absolutwert von  $(dir_n - dir_{n-1})$  kleiner als ein numerischer Wert (512) ist, und die Gleichung (2') verwendet wird, wenn der Absolutwert von  $(dir_n - dir_{n-1})$  nicht kleiner als der numerische Wert (512) ist. Wenn der Wert von  $(dir_n - dir_{n-1})$  ein negativer Wert ist, wird der Absolutwert des negativen Wertes zur Berechnung verwendet.

**[0048]** Anschließend wird der Winkel  $d\theta$  unter Verwendung der folgenden Gleichung (3) aus dem folgenden Grund korrigiert: Da das in der Kurve fahrende Fahrzeug nicht an dem Abschnitt, der einem Segment an einer Straße entspricht, geradeaus fährt und bei jedem Knoten um den Winkel  $d\theta$  dreht, sondern an der Außenseite der Abschnitte entsprechend dem Segment auf der Straße fährt, während er den Nachbarknoten jedes Knotens überfährt, als ob er einen Bogen zieht.  $l_n$  und  $l_{n-1}$  stellen jeweils die Länge des Segmentes  $l_n$  und die Länge von  $l_{n-1}$  dar. In diesem Fall wird die Länge des Segmentes in der Kartendatenbank durch „len“ dargestellt, und somit wird ein un-

ter Verwendung der Berechnungsgleichung  $len \times 0,1$  (mm) berechneter Wert verwendet.

$$d\theta_1 = (l_n / (l_{n-1} + l_n)) \times d\theta \quad (3)$$

$d\theta_1$  : durch Korrigieren des Winkels  $d\theta$  zwischen dem Segment  $l_{n-1}$  und  $l_n$  erhaltene korrigierte Winkel.

**[0049]** Wenn das über das Segment  $l_{n-1}$  fahrende Fahrzeug mit dem Winkel  $d\theta_1$  am Bezugsknoten geradeaus fährt, wird ein seitlicher Bewegungsabstand  $S$  (m), der für das Fahrzeug benötigt wird, um an die nächste Knotenposition zu gelangen, anhand der folgenden Gleichung (4) berechnet.

$$S = l_n \times \sin d\theta_1 \quad (4)$$

**[0050]** Außerdem wird die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_r$  (m/s), bei der das Fahrzeug über den jeweiligen Knoten stabil fährt, für jeden Knoten unter Verwendung der folgenden Gleichung (5) berechnet.

$$V_r = l_m \times (N/2S)^{1/2} \quad (5)$$

$N$  : Voreinstellung (m/s<sup>2</sup>)

**[0051]** Die Voreinstellung  $N$  wird in dieser Ausführungsform auf 0,3G (=2,94m/s<sup>2</sup>) eingestellt.

**[0052]** Weiterhin wird die Verzögerung  $\alpha_n$  (m/s<sup>2</sup>), die zur Beschleunigung/Verzögerung des Fahrzeugs benötigt wird, so dass die Fahrzeuggeschwindigkeit gleich der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt an dem jeweiligen Knoten ist, wenn das Fahrzeug den Knoten erreicht, für jeden Knoten unter Verwendung der folgenden Gleichung (6) berechnet.

$$\alpha_n = (V_o^2 - V_r^2) / 2L_r \quad (6)$$

$L_r$  : Abstand (m) zwischen der aktuellen Position des Fahrzeugs und dem Knoten

**[0053]** Im anschließenden Schritt **S120** wird der Knoten, bei dem der Verzögerungswert maximal ist, auf der Grundlage der im Schritt **S110** berechneten Verzögerung  $\alpha_n$  jedes Knotens ausgewählt, wie es in **Fig. 5** gezeigt ist. Der somit ausgewählte Knoten wird als ein Primärverzögerungssollknoten eingestellt, und außerdem wird die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Primärverzögerungssollknoten auf eine Primärverzögerungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_1$  eingestellt. Wenn mehrere Kandidaten für den Primärverzögerungssollknoten vorhanden sind, wird ein Knoten, der dem Fahrzeug am nächsten liegt, als Primärverzögerungssollknoten eingestellt.

Der Primärverzögerungssollknoten entspricht dem Knoten maximaler Verzögerung.

**[0054]** Im Schritt **S130** wird ein Primärverzögerungssollpunkt eingestellt. Der Primärverzögerungssollpunkt ist ein Sollpunkt für eine erste Verzögerungssteuerung nachdem der Knoten, bei dem der Verzögerungswert maximal ist, im Schritt **S120** ausgewählt wurde. Im speziellen wird, wie es in **Fig. 5** gezeigt ist, der durch Multiplizieren der Primärverzögerungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_1$  mit dem Verzögerungssollgeschwindigkeitsverhältnis (in dieser Ausführungsform der numerische Wert 1,2) erhaltene Wert als korrigierte Primärverzögerungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_{11}$  eingestellt. Ein Punkt auf einer gekrümmten Linie, die durch Verbinden der Knoten erhalten wird, bei dem die korrigierte Primärverzögerungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_{11}$  erreicht wird, wird als ein Primärverzögerungssollpunkt eingestellt, da die Knoten der Karteninformation so eingestellt sind, dass sie zueinander beabstandet sind. Somit stimmt der tatsächliche Punkt, an dem die Verzögerung maximal ist, nicht notwendigerweise mit der Position auf der Straße, die dem Primärverzögerungssollknoten entspricht, überein.

**[0055]** Im anschließenden Schritt **S140** wird bestimmt, ob das Fahrzeug beschleunigt wird oder nicht. Wenn das Fahrzeug beschleunigt wird (S140: JA), wird der Abstand  $L_s$  (m), um den sich das Fahrzeug bewegt hat, bis sich die Beschleunigung auf Null verringert hat, anhand der folgenden Gleichung (7) berechnet.

$$L_s = \alpha V_0 / d\alpha \quad (7)$$

$\alpha_n$  : aktuelle Beschleunigung des Fahrzeugs ( $m/s^2$ )

$d\alpha$  : maximale Beschleunigungsveränderungsrate ( $m/s^3$ )

**[0056]** Die maximale Beschleunigungsveränderungsrate  $d\alpha$  wird so eingestellt, dass sich die Beschleunigung des Fahrzeugs nicht schnell verändert, und sie wird in dieser Ausführungsform auf  $1,0 \text{ m/s}^3$  eingestellt.

**[0057]** Wie in **Fig. 9** gezeigt ist, wird die Korrekturverarbeitung des Verschiebens des Primärverzögerungspunktes zur vorherigen Seite um nur den Bewegungsabstand  $L_s$  (entsprechend dem Unterbeschleunigungs-Verzögerungssollverschiebungsbetrag in **Fig. 9**) durchgeführt (S145), und dann schreitet der Prozeß in Schritt **S150** fort. Wenn andererseits das Fahrzeug nicht beschleunigt wird (S140: NEIN), springt die Verarbeitung direkt zum Schritt **S150**.

**[0058]** Im Schritt **S150** wird bestimmt, ob der Verzögerungswert am Primärverzögerungssollknoten groß, d. h. nicht kleiner als die Bezugsverzögerung ist. Wenn der Verzögerungswert am Primärverzögerungssollknoten kleiner als die Bezugsverzögerung ist (S150: NEIN), wird die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerungsverarbeitung angehalten, und der Prozeß kehrt zum Schritt **S110** zurück. Wenn andererseits der Beschleunigungswert am Primärverzögerungssollknoten nicht kleiner als die Bezugsverzögerung ist (S150: JA), wird bestimmt, dass das Fahrzeug verzögert werden muß, da eine Kurve oder Ähnliches vor dem Fahrzeug vorhanden ist, und der Prozeß schreitet im Schritt **S160** fort.

**[0059]** Im Schritt **S160** wird die Verzögerung berechnet, so dass die Fahrzeuggeschwindigkeit so verringert wird, dass sie der Primärverzögerungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_{11}$  entspricht, wenn das Fahrzeug den Primärverzögerungssollpunkt erreicht, und die Verzögerung wird in einem Bereich A, wie in **Fig. 8** gezeigt, gestartet.

**[0060]** Das Fahrzeug wird so verzögert, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit gleich der korrigierten Primärverzögerungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_{11}$  wird. Im Schritt **S170** wird bestimmt, ob das Fahrzeug den Primärverzögerungssollpunkt erreicht hat. Wenn das Fahrzeug den Primärverzögerungssollpunkt erreicht hat (S170: JA), springt der Prozeß zum Schritt **S180**.

**[0061]** Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, wird im Schritt **S180** ein Knoten, bei dem die Verzögerung beendet ist und in eine Beschleunigung übergegangen ist, auf der Grundlage der Beschleunigung/Verzögerung für jeden Knoten, der im vorhergehenden Schritt **S120** berechnet wurde, ausgewählt. Wenn der somit ausgewählte Knoten derselbe wie der Primärverzögerungssollknoten ist (S180: NEIN), wird der betreffende Knoten als Sekundärverzögerungssollknoten eingestellt. Danach springt der Prozeß direkt zum Schritt **S210**, um dieselbe Fahrzeuggeschwindigkeit aufrechtzuerhalten (S210).

**[0062]** Wenn sich andererseits der Knoten von dem Primärverzögerungssollknoten unterscheidet (S180: JA), wird der betreffende Knoten als Sekundärverzögerungssollknoten eingestellt. Die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Sekundärverzögerungssollknoten wird als Sekundärverzögerungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_2$  eingestellt, und danach springt der Prozeß zum Schritt **S190**. Dieser Sekundärverzögerungssollknoten wird als ein Sollpunkt eingestellt, wenn die Sekundärverzögerungssteuerung ausgeführt wird, nachdem bestimmt wurde, dass die Verzögerung am Primärverzögerungssollknoten nicht kleiner als die Bezugsverzögerung ist. Der Sekundärverzögerungssollknoten entspricht dem Verzöge-

rungsendknoten und dem Sekundärverzögerungssollpunkt.

**[0063]** Im Schritt **S190** wird die Verzögerung in Richtung des im vorhergehenden Schritt **S180** eingestellten Sekundärverzögerungssollknotens gestartet (Bereich B in **Fig. 8**), und der Prozeß springt zum Schritt **S200**.

**[0064]** Im Schritt **S200** wird das Fahrzeug verzögert, so dass die Fahrzeuggeschwindigkeit gleich der Sekundärverzögerungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_2$  ist, wenn das Fahrzeug den Sekundärverzögerungssollknoten erreicht (S200: NEIN). Wenn das Fahrzeug den Sekundärverzögerungssollknoten erreicht (S200: JA), wird die Fahrzeuggeschwindigkeit aufrechterhalten (S210).

**[0065]** Im anschließenden Schritt **S220** wird ein Punkt, bei dem die Beschleunigung gestartet wird, nachdem das Fahrzeug die Kurve durchfahren hat (Nachkurvenbeschleunigungsstartpunkt) eingestellt. Im speziellen wird der durch Multiplizieren der Sekundärverzögerungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_2$  mit dem Beschleunigungssollgeschwindigkeitsverhältnis (in dieser Ausführungsform der numerische Wert 1,2) erhaltene Wert als eine korrigierte Beschleunigungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_{21}$  eingestellt, wie es in **Fig. 7** gezeigt ist. Ein Punkt auf einer im wesentlichen gekrümmten Linie, die Knoten verbindet, bei denen die Fahrzeuggeschwindigkeit der korrigierten Beschleunigungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_{21}$  entspricht, wird als Nachkurvenbeschleunigungsstartpunkt eingestellt.

**[0066]** Die Fahrzeuggeschwindigkeit wird so lange aufrechterhalten, bis das Fahrzeug am Nachkurvenbeschleunigungsstartpunkt angekommen ist (S230: NEIN, Fahren mit konstanter Geschwindigkeit in **Fig. 2**). Wenn das Fahrzeug den Nachkurvenbeschleunigungsstartpunkt erreicht hat (S230: JA), wird die Verzögerungssteuerung beendet und das Fahrzeug beschleunigt (S240, Bereich in **Fig. 8**).

**[0067]** Wie oben beschrieben stellt das Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem dieser Ausführungsform den Primärverzögerungssollpunkt und den Sekundärverzögerungssollpunkt wie oben beschrieben ein, um eine schrittweise Verzögerungssteuerung durch Einstellen des Eingangs einer Kurve und der Kurven spitze als Verzögerungssoll jedes Mal, wenn die Verzögerungssteuerung benötigt wird, z. B., wenn das Fahrzeug eine Kurve oder ähnliches erreicht, ein.

**[0068]** Wie durch den Bereich A der **Fig. 8** gezeigt ist, kann die Fahrzeuggeschwindigkeit aufgrund eines vorhergehenden Fahrzeugs oder eines Staus mehr als benötigt verzögert werden, bevor das Fahrzeug den Primärverzögerungssollpunkt durchfährt. In einem derartigen Fall wird die Verzögerungssteuerung

angehalten, und die Beschleunigungssteuerung wird der Situation entsprechend durchgeführt. Im speziellen wird der Fahrabstand  $L_u(m)$  bei einer Fahrt des Fahrzeugs, bei der es mit einer zulässigen Beschleunigung für eine Verzögerungsfreigabekoeffizientenzeit beschleunigt wird (im folgenden nur als „Fahrabstand“ bezeichnet), unter Verwendung der folgenden Gleichung (8) berechnet.

$$L_u = V_0 k + \alpha_u k^2 / 2 \quad (8)$$

$\alpha_u$  : zulässige Beschleunigung ( $m/s^2$ )

$k$  : Verzögerungsfreigabekoeffizientenzeit (s)

**[0069]** Hier gibt die zulässige Beschleunigung  $\alpha_u$  einen Beschleunigungspegel an, bei dem der Fahrer und andere Mitfahrer des Fahrzeugs kein unangenehmes Gefühl haben, und diese wird in dieser Ausführungsform auf 0,08G ( $=0,784m/s^2$ ) eingestellt. Die Verzögerungsfreigabekoeffizientenzeit  $k$  gibt die minimale Beschleunigungszeit an, während der der Fahrer und andere Mitfahrer des Fahrzeugs kein unangenehmes Gefühl haben, und diese wird in dieser Ausführungsform auf 1,0 s eingestellt.

**[0070]** Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, wird der Primärverzögerungspunkt in Richtung der vorhergehenden Seite des Fahrabstandes  $L_u$  verschoben (entsprechend dem Verzögerungsfreigabesollverschiebungsbetrag in **Fig. 9**), und die somit verschobene Position wird als Verzögerungsfreigabesollpunkt eingestellt. Wenn die Verzögerung am Verzögerungsfreigabesollpunkt nicht größer als die Bezugsverzögerung ist, wird die Verzögerungssteuerung angehalten und die Beschleunigungssteuerung ausgeführt, die dem Fahrer kein Gefühl der Unstimmigkeit vermittelt. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit mehr als benötigt verzögert wird und somit kleiner als die Sekundärverzögerungssollfahrzeuggeschwindigkeit ist, wird die Verzögerungssteuerung freigegeben und die Fahrzeuggeschwindigkeit so gesteuert, dass sie gleich der Sekundärverzögerungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_2$  ist.

**[0071]** Wie oben beschrieben werden mit dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem dieser Ausführungsform jeweilige Knoten, die vor dem Fahrzeug vorhanden sind, erfasst, und die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$ , bei der das Fahrzeug stabil fährt, wenn es einen jeweiligen Knoten durchfährt, und die Verzögerung  $\alpha_n$ , die zur Verzögerung des Fahrzeugs benötigt wird, so dass die Fahrzeuggeschwindigkeit gleich der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am jeweiligen Knoten ist, wenn das Fahrzeug den Knoten erreicht, aufeinanderfolgend berechnet (**S110**). Der Punkt, bei dem der Verzögerungswert maximal ist, wird auf der Grundlage der Verzögerung  $\alpha_n$  jedes Knotens ausgewählt, und die Verzögerungssteuerung wird für das Fahr-

zeug so ausgeführt, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit gleich der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt an dem Punkt ist, wenn das Fahrzeug den Punkt erreicht (**S140** bis **S170**). Wenn sich ein Punkt, an dem der Krümmungsgrad maximal ist (d. h. Kurvenspitzenpunkt), von dem obigen Punkt, bei dem der Verzögerungswert maximal ist, unterscheidet, und der betreffende Kurvenspitzenpunkt vor dem Fahrzeug liegt (**S180**: JA (vorhanden)), wird eine weitere benötigte Verzögerungssteuerung ausgeführt (**S190**, **S200**). Das heißt, dass sich die auf dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem dieser Ausführungsform basierende Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung der schrittweisen Verzögerungssteuerung annähert, die in den Kurven durch die Fahrer ausgeführt wird. Wenn ein folgendes Fahrzeug vorhanden ist, kann das folgende Fahrzeug das Verhalten des betreffenden Fahrzeugs (vorhergehendes Fahrzeug) leicht vorhersehen, so dass die Sicherheit erhöht werden kann. Dementsprechend kann die Fahrzeugsteuerung durchgeführt werden, ohne dem Fahrer ein Gefühl der Unstimmigkeit zu vermitteln.

**[0072]** Die oben beschriebene erste Ausführungsform kann wie folgt modifiziert werden:

(1) In dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem der ersten Ausführungsform werden der Primärverzögerungssollpunkt und der Sekundärverzögerungssollpunkt auf der Grundlage der von der Kartendatenbank durch die Navigationsvorrichtung **5** erfassten Knoteninformationen eingestellt. Die Verzögerungssollpunkte können jedoch auch auf der Grundlage von von dem Laserradarsensor **3** erhaltenen Informationen oder von der Bildverarbeitungsvorrichtung empfangenen Bildinformationen eingestellt werden.

(2) In dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem der ersten Ausführungsform berechnet die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  für jeden Knoten. Dieser Modus kann jedoch so modifiziert werden, dass die Navigationsvorrichtung **5** die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  in der Kartendatenbank in Verbindung mit der Knoteninformation im Voraus speichert und die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  zusammen mit der Knoteninformation an die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** überträgt. Außerdem kann die Navigationsvorrichtung **5** die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  berechnen. In diesem Fall ist es nicht notwendig, dass die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  zu jedem Zeitpunkt berechnet. Somit kann die Belastung für die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** verringert werden.

Außerdem kann die Fahrgeschwindigkeit  $V_T$  des Fahrzeugs, während der Fahrt des Fahrzeugs zusammen mit der Knoteninformation entspre-

chend der Fahrgeschwindigkeit  $V_T$  von der Navigationsvorrichtung **5** gespeichert werden. In diesem Fall kann die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** die Fahrgeschwindigkeit  $V_T$  aus der Navigationsvorrichtung **5** auslesen, wenn das Fahrzeug zuvor gefahren ist, wenn das Fahrzeug auf einer Straße fährt, auf der das Fahrzeug zuvor gefahren ist, und die Fahrgeschwindigkeit  $V_T$  verwenden, so dass das Fahrzeug mit derselben Geschwindigkeit wie immer fahren kann.

(3) In der Verzögerungsverarbeitung der ersten Ausführungsform steuert die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** derart, dass das Fahrzeug mit einer konstanten Verzögerung verzögert wird, bis das Fahrzeug den Primärverzögerungssollpunkt oder den Sekundärverzögerungssollknoten erreicht. Das Fahrzeug kann jedoch auch schrittweise verzögert werden.

(4) In der Verzögerungsverarbeitung der ersten Ausführungsform erfasst die Navigationsvorrichtung **5** die zwischen der aktuellen Position des Fahrzeugs und dem Punkt, an dem das Fahrzeug anhält, wenn das Fahrzeug mit der Bezugsverzögerung  $\alpha_0$  verzögert wird, vorhandenen Knoten und berechnet die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  für diese Knoten. Die innerhalb eines vorbestimmten Abstandsbereiches (zum Beispiel innerhalb 500m) zur Position des Fahrzeugs vorhandenen Knoten können jedoch auch aus der Kartendatenbank erfasst werden. In diesem Fall kann die für die Verarbeitung benötigte Anzahl der Schritte im Vergleich zur Verarbeitung der ersten Ausführungsform verringert werden. Somit kann die Belastung für die Navigationsvorrichtung **5** verringert werden.

(5) In der Verzögerungssteuerungsverarbeitung der ersten Ausführungsform kann der Sekundärverzögerungssollknoten als Sekundärverzögerungssollpunkt an der vorhergehenden Seite zurückgesetzt werden. Im Speziellen wird wie in dem Fall, in dem der Primärverzögerungssollpunkt im Schritt **S140** zurückgesetzt wird, die Sekundärverzögerungssollfahrzeuggeschwindigkeit  $V_C$  mit dem Verzögerungssollgeschwindigkeitsverhältnis multipliziert, und ein Punkt auf der im wesentlichen gekrümmten Linie, die die Knoten verbindet, an denen das Multiplikationsergebnis erhalten wird, auf den Sekundärverzögerungssollpunkt zurückgesetzt. Dieser Modus kann die Wahrscheinlichkeit dafür erhöhen, dass das Fahrzeug zufriedenstellend verzögert wird, wenn das Fahrzeug einen Punkt erreicht, bei dem die Verzögerung tatsächlich beendet ist.

(6) Die erste Ausführungsform kann so modifiziert werden, dass der Fahrer die durch die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** einge-

stellten Geschwindigkeitswerte für eine stabile Fahrt  $V_T$  im Primärverzögerungssollpunkt, Sekundärverzögerungssollpunkt und Nachkurvenbeschleunigungsstartpunkt ändern kann. Im Speziellen kann die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  an jedem Punkt mit einem Koeffizienten multipliziert werden und das Multiplikationsergebnis als Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  gesetzt werden. In diesem Fall kann der Koeffizientenwert gleich einem numerischen Wert (zum Beispiel 1,2) von größer als 1,0 eingestellt werden, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit insgesamt erhöht werden muss. Wenn andererseits die Fahrzeuggeschwindigkeit insgesamt erniedrigt werden muss, kann der Koeffizientenwert auf einen numerischen Wert (zum Beispiel 0,8) von kleiner als 1,0 eingestellt werden. In diesem Fall kann der Fahrer die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung entsprechend seiner bevorzugten Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung einstellen, so dass die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung in Übereinstimmung mit dem Fahrerwunsch durchgeführt werden kann (d. h. kein Gefühl der Unstimmigkeit). In diesem Fall kann der Fahrer seinen bevorzugten numerischen Wert als Koeffizienten eingeben.

**[0073]** Die erste Ausführungsform kann außerdem so modifiziert werden, dass die Hersteller verschiedene Möglichkeiten für die Koeffizienten vorsehen (zum Beispiel die numerischen Werte von 0,8, 1, 0, 2,0 etc.), die eingestellt werden, um den Fahrerwunsch zu reflektieren, und der Fahrer wählt eine dieser Möglichkeiten aus. Weiterhin ist es vorzuziehen, dass anstelle der Darstellung der numerischen Werte der Koeffizienten Namen wie zum Beispiel weicher Modus, normaler Modus, Sportmodus etc. den numerischen Werten in numerisch ansteigender Ordnung zugewiesen werden, um das Verständnis der Koeffizienten für den Fahrer zu erleichtern. Die Möglichkeiten können voreingestellt werden, wenn das Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem dieser Ausführungsform hergestellt wird, oder der Fahrer kann die Möglichkeiten einstellen, wenn die Einstellung der Möglichkeiten nachträglich geändert werden kann.

#### [Zweite Ausführungsform]

**[0074]** Im folgenden wird eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Wie in **Fig. 11** gezeigt ist, ist das Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem gemäß der zweiten Ausführungsform im wesentlichen so wie das der ersten Ausführungsform aufgebaut (**Fig. 1**).

**[0075]** In der zweiten Ausführungsform erfasst die Navigationsvorrichtung **5** Informationen über Knoten, die vor dem Fahrzeug angeordnet sind, und gibt die Knoteninformation an die Zwischenfahrzeug-

steuerungs-ECU **2** in einem festgelegten Zeitintervall aus. Im Speziellen berechnet die Navigationsvorrichtung **5** die Position des Fahrzeugs, und der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor der später beschriebenen Motor-ECU **6** erfasst die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit. Anschließend berechnet die Navigationsvorrichtung **5** unter Verwendung der folgenden Gleichung (I) den Fahrzeugstopabstand  $L_0$  von der Position des Fahrzeugs zu einem Punkt, an dem das Fahrzeug anhalten wird, wenn das Fahrzeug mit der Bezugsverzögerung  $\alpha_0$  verzögert wird.

$$L_0 = V_0 t - \alpha_0 t^2 / 2 = V_0^2 / (2 \times 0,784) \quad (I)$$

$L_0$  : Fahrzeugstopabstand (m)

$V_0$  : tatsächliche Geschwindigkeit des Fahrzeugs (m/s)

$\alpha_0$  : Bezugsverzögerung (m/s<sup>2</sup>)

$t$  : verstrichene Zeit (s)

**[0076]** Hier gibt die Bezugsverzögerung  $\alpha_0$  einen Verzögerungspegel an, bei dem der Fahrer und andere Mitfahrer eines Fahrzeugs kein unangenehmes Gefühl haben, wenn das Fahrzeug mit der betreffenden Verzögerung verzögert wird. Er kann experimentell oder auf ähnliche Weise im voraus vorbestimmt werden. In dieser Ausführungsform wird die Bezugsverzögerung  $\alpha_0$  auf 0,08G (= 0,784m/s<sup>2</sup>) eingestellt. Wie in **Fig. 12** gezeigt ist, erfasst die Navigationsvorrichtung **5** auf der Grundlage der Kartendatenbank die zwischen der Fahrzeugposition und einem Punkt, der im Fahrzeugstopabstand  $L_0$  vor dem Fahrzeug liegt, das heißt einem Punkt, bei dem das Fahrzeug anhalten würde, wenn das Fahrzeug mit der Bezugsverzögerung  $\alpha_0$  von der tatsächlichen Fahrzeugposition ausgehend verzögert werden würde, vorhandenen Knoten und gibt die Information über die somit erfassten Knoten an die Zwischenfahrzeugsteuerungs-ECU **2** in einem festgelegten Zeitintervall (etwa 1 Sekunde) aus.

**[0077]** Die Motor-ECU **6** ist eine elektrische Schaltung, die hauptsächlich einen Mikrocomputer aufweist. Sie empfängt auf ähnliche Weise wie in der ersten Ausführungsform Erfassungssignale von einem Drosselöffnungsgradsensor, einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit, einem Bremsenschalter zur Erfassung, ob der Fahrer die Bremse betätigt oder nicht, einem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerungsschalter, einem Geschwindigkeitsregelungshauptschalter, anderen Sensoren und einer Schaltergruppe, und auch Wischerschalterinformationen und Heckschalterinformationen, die über eine bekannte Kommunikationsleitung wie zum Beispiel einem Karosserie-LAN oder Ähnlichem empfangen werden. Außerdem empfängt sie ein Lenkwinkelsignal und ein Gierraten-signal von der Bremsen-ECU (nicht gezeigt), und

ein Sollbeschleunigungssignal, ein Kraftstoffbegrenzungsanforderungssignal, ein OD-Begrenzungsanforderungssignal, ein Getriebe-Herunterschaltanforderungssignal (z. B. 3-Gang-Herunterschaltanforderungssignal), ein Alarmanforderungssignal, ein Diagnosesignal, ein Anzeigedatensignal etc. von der Zwischenfahrzeug-ECU 2.

**[0078]** Die Motor-ECU 6 überträgt benötigte Anzeigeeinformationen an eine Anzeigevorrichtung wie zum Beispiel einer in einem Meßcluster vorgesehene LCD über das Karosserie-LAN zur Anzeige der Anzeigeeinformationen und überträgt außerdem das Signal der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit ( $V_n$ ), das Lenkwinkelsignal, das Gierratensignal, das Sollzwischenfahrzeugzeitsignal, das Wischerschalterinformationssignal und die Steuerzustandssignale der Leerlaufsteuerung und der Bremsensteuerung an die Zwischenfahrzeug-ECU 2.

**[0079]** Im folgenden wird die von der oben beschriebenen Zwischenfahrzeug-ECU 2 ausgeführte Verarbeitung zur Berechnung einer Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt mit Bezug auf das Diagramm der Fig. 13, das die Verarbeitung zur Berechnung einer Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt zeigt, und das Flussdiagramm der Fig. 16, das den Ablauf zur Berechnung einer Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt zeigt, beschrieben.

**[0080]** In Fig. 16 wird im Schritt S310 auf der Grundlage der Information über eine Knotengruppe, die von der Navigationsvorrichtung 5 in einem festgelegten Zeitintervall (in dieser Ausführungsform jede 1 Sekunde) übertragen wird, bestimmt, ob eine Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$ , bei der das Fahrzeug stabil fährt, wenn es einen jeweiligen Knoten der Knotengruppe überfährt, für jeden Knoten berechnet ist. Wenn die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  nicht für jeden Knoten berechnet ist (S310: NEIN), wird einer der Knoten, für den die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  noch nicht berechnet wurde, in der Reihenfolge des Überfahrens ausgewählt, und als Bezugsknoten eingestellt (S320).

**[0081]** Anschließend wird die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am Bezugsknoten auf der Grundlage der Informationen des im Schritt S320 ausgewählten Bezugsknotens berechnet, wie es in dem Prozess der Schritte S330 bis S360 gezeigt ist. Als erstes wird im Schritt S330 der Fig. 16, wie es in Fig. 13 gezeigt ist, der Winkel  $d\theta$  zwischen einem Segment  $L_{n-1}$ , der einen Bezugsknoten (entsprechend einem der erfassten Knoten) und einen Knoten (vorhergehender Knoten), der an der vorhergehenden Seite des Bezugsknotens angeordnet ist, verbindet, und einem Segment  $L_n$ , der den Bezugsknoten und einen Knoten (anschließender Knoten), der an einer anschließenden Seite des Bezugsknotens an-

geordnet ist, verbindet, unter Verwendung der folgenden Gleichung (II) oder (II') berechnet.

$$d\theta = (\text{dir}_n - \text{dir}_{n-1}) \times 360 / 1024 \quad (\text{II})$$

$$d\theta = \{1024 - (\text{dir}_n - \text{dir}_{n-1})\} \times 360 / 1024 \quad (\text{II}')$$

$d\theta$  : Winkel zwischen dem Segment  $L_{n-1}$  und dem Segment  $L_n$

$\text{dir}_n$  : Richtung des Segmentes  $L_n$

$\text{dir}_{n-1}$  : Richtung des Segmentes  $L_{n-1}$

**[0082]** In diesem Fall wird angenommen, dass die Gleichung (II) verwendet wird, wenn der Absolutwert von  $(\text{dir}_n - \text{dir}_{n-1})$  kleiner als ein numerischer Wert (512) ist, und die Gleichung (II') verwendet wird, wenn der Absolutwert von  $(\text{dir}_n - \text{dir}_{n-1})$  nicht kleiner als der numerische Wert (512) ist. Wenn der Wert von  $(\text{dir}_n - \text{dir}_{n-1})$  ein negativer Wert ist, wird der Absolutwert des negativen Wertes für die Berechnung verwendet.

**[0083]** Wie es in Fig. 13 gezeigt ist, wird hier der Winkel  $d\theta$  auf der Grundlage des Winkels angenommen, der sich ergibt, wenn das Fahrzeug in der Nachbarschaft des Bezugsknotens dreht, während anschließend längs des Segments  $L_{n-1}$  und des Segments  $L_n$  in dieser Reihenfolge fährt. Die Gestalt jeder der vielen Kurven ist jedoch keine Gestalt wie sie durch Verbinden der Segmente durch die Knoten, wie es in Fig. 13 gezeigt ist, erhalten wird, sondern eine Gestalt, wie sie durch Kombinieren mehrerer Bögen erhalten wird. Dementsprechend fährt das Fahrzeug, das um die tatsächliche Kurve fährt, nicht auf dem Segment  $L_{n-1}$  geradeaus, dreht mit dem Winkel  $d\theta$  am Bezugsknoten und fährt dann auf dem Segment  $L_n$ . Stattdessen fährt es eher längs der Gestalt der Kurve als ob es eine im wesentlichen gebogene Gestalt nachzieht. Daher wird im an den Schritt S330 anschließenden Schritt S340, der Winkel  $d\theta$  unter Verwendung der Gleichung (III) korrigiert.

$$d\theta_1 = (l_n / (l_{n-1} + l_n)) \times d\theta \quad (\text{III})$$

$d\theta_1$  : korrigierter Winkel  $d\theta$

**[0084]** Hier stellen  $l_n$  und  $l_{n-1}$  jeweils die Länge des Segmentes  $L_{n-1}$  und des Segmentes  $L_n$  dar. In diesem Fall wird die Länge jedes Segmentes in der Kartendatenbank unter Verwendung von „len“ dargestellt, und somit wird in diesem Fall der unter Verwendung der Berechnungsgleichung  $\text{len} \times 0,1$  (m) berechnete Wert verwendet.

**[0085]** Wird ein Liniensegment  $F_n$ , das das Segment  $L_n$  unter dem Winkel  $d\theta_1$  am Bezugsknoten schnei-

det, betrachtet, stellt ein Abschnitt des Liniensegmentes  $F_n$  in der Nachbarschaft des Bezugsknotens die Ortskurve dar, die sich ergibt, wenn das Fahrzeug längs der tatsächlichen Kurvengestalt fährt, die über dem Bezugsknoten verläuft.

**[0086]** Im anschließenden Schritt **S350** wird der Abstand  $S$  (m) zwischen dem Endpunkt  $X$  des Segmentes  $L_n$  und dem Endpunkt  $Y$  des Segmentes  $L_n$ , das um den korrigierten Winkel  $d\theta_1$  um den Bezugsknoten in Richtung des Erweiterungsliniensegmentes des Segmentes  $L_{n-1}$  gedreht wird, unter Verwendung der folgenden Gleichung (IV) berechnet.

$$S = l_n \times \sin d\theta_1 \quad (IV)$$

**[0087]** Im anschließenden Schritt **S360** wird die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  (m/s), bei der das Fahrzeug stabil fährt, wenn über einen jeweiligen Knoten fährt, unter Verwendung der folgenden Gleichung (V) berechnet.

$$V_T = l_n \times (N/2S)^{1/2} \quad (V)$$

$N$  : Voreinstellung (m/s<sup>2</sup>).

**[0088]** Die Voreinstellung  $N$  wird in dieser Ausführungsform auf 0,3G (= 2,94m/s<sup>2</sup>) eingestellt.

**[0089]** Anschließend kehrt der Prozess zum Schritt **S310** zurück, wobei jeder der oben beschriebenen Schritte solange wiederholt wird, bis die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  für jeden Knoten der Knotengruppe berechnet ist. Wenn die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  für jeden Knoten der Knotengruppe berechnet ist (**S310**: JA), ist diese Verarbeitung beendet.

**[0090]** Wie oben beschrieben wird entsprechend dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem dieser Ausführungsform die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am Bezugsknoten auf der Grundlage der tatsächlichen Kurvengestalt berechnet. Wenn daher die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  verwendet wird, kann die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung durchgeführt werden, ohne dem Fahrer ein Gefühl der Unstimmigkeit zu vermitteln.

**[0091]** Im folgenden wird die von der Zwischenfahrzeug-ECU 2 durchgeführte Verarbeitung zur Mittelung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  mit Bezug auf ein Diagramm der **Fig. 14**, das die Verarbeitung zur Mittelung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt zeigt, und ein Flussdiagramm der **Fig. 17A**, das den Ablauf zur Mittelung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt zeigt, erläutert.

**[0092]** Die Mittelungsverarbeitung zielt darauf ab, die Streuung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  zwischen den jeweiligen Knoten zu korrigieren, die durch die Streuung der in der Kartendatenbank eingestellten Knoten verursacht wird. In **Fig. 14** wird der Abstand  $L$  von der aktuellen Position des Fahrzeugs an der Abszisse und die Fahrzeuggeschwindigkeit (in **Fig. 14** als Sollfahrzeuggeschwindigkeit  $v$  dargestellt) auf der Ordinate dargestellt, und es sind die Position jedes Knotens, die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  an jedem Knoten etc. dargestellt. Außerdem ist in **Fig. 14** eine im wesentlichen gekrümmte Linie, die durch Verbinden der jeweiligen dargestellten Punkte erhalten wird, gezeigt.

**[0093]** Zuerst wird im Schritt **S410** bestimmt, ob der oben beschriebene Mittelungsprozess für die jeweiligen Knoten der Knotengruppe, für die die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  bereits berechnet wurde, vollendet ist. Wenn der Mittelungsprozess noch nicht für die jeweiligen Knoten der Knotengruppe (**S410**: NEIN) vollendet ist, wird einer der Knoten, für den der Mittelungsprozess noch nicht vollendet wurde (bestimmter Knoten und entsprechend dem Grundsollfahrzeuggeschwindigkeitsberechnungsergebnis in **Fig. 14**) ausgewählt (**S420**).

**[0094]** Anschließend werden im Schritt **S430** andere Knoten, die vor und nach dem bestimmten Knoten (Knoten, die in dieser Ausführungsform an den vorhergehenden und anschließenden Seiten innerhalb 30m angeordnet sind) vorhanden sind, erfasst. Wenn keine anderen Knoten vorhanden sind (**S430**: NEIN), wird der Mittelungsprozess für den bestimmten Knoten beendet, und der Prozess kehrt zum Schritt **S410** zurück. Wenn andererseits andere Knoten vorhanden sind (**S430**: JA), werden die anderen Knoten ausgewählt, und danach springt der Prozess zum Schritt **S440**.

**[0095]** Im Schritt **S440** werden die Geschwindigkeitswerte für eine stabile Fahrt  $V_T$  an den ausgewählten Knoten und der Geschwindigkeitswert für eine stabile Fahrt  $V_T$  am bestimmten Knoten gemittelt, und danach wird der somit erhaltene Mittelwert als Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am bestimmten Knoten gesetzt, um die Korrekturverarbeitung durchzuführen.

**[0096]** Anschließend wird im Schritt **S410** jeder Schritt solange wiederholt, bis die oben beschriebene Mittelungsverarbeitung der jeweiligen Knoten der Knotengruppe durchgeführt wurde. Wenn die Mittelungsverarbeitung der jeweiligen Knoten der Knotengruppe durchgeführt wurde (**S410**: JA), ist diese Verarbeitung beendet.

**[0097]** Entsprechend der oben beschriebenen Mittelungsverarbeitung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  kann die Streuung der Geschwindigkeit für

eine stabile Fahrt  $V_T$  korrigiert werden. Wenn daher die gemittelte Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  verwendet wird, kann die Wahrscheinlichkeit dafür, dass eine unnötige Beschleunigung oder Verzögerung durchgeführt wird, verringert werden. Demzufolge kann die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung durch Glätten der Fahrzeuggeschwindigkeitsveränderung und ohne dem Fahrer ein Gefühl der Unstimmigkeit zu vermitteln, durchgeführt werden.

**[0098]** Im folgenden wird die Korrekturverarbeitung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$ , die von der oben beschriebenen Zwischenfahrzeug-ECU **2** ausgeführt wird, mit Bezug auf ein Diagramm der **Fig. 15**, das die Korrekturverarbeitung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt zeigt, und ein Flussdiagramm der **Fig. 17B**, das einen Ablauf der Korrektur der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt zeigt, beschrieben.

**[0099]** Diese Korrekturverarbeitung zielt darauf ab, eine unnatürliche Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am jeweiligen Knoten, die durch die Streuung der in der Kartendatenbank eingestellten Knoten verursacht wird, zu korrigieren. In **Fig. 15** wird der Abstand  $L$  von der aktuellen Position des Fahrzeugs an der Abszisse und die Fahrzeuggeschwindigkeit (in **Fig. 15** als Sollfahrzeuggeschwindigkeit  $v$  dargestellt) an der Ordinate dargestellt. Die Position jedes Knotens, die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  an jedem Knoten etc. und eine im wesentlichen gekrümmte Linie, die durch Verbinden dieser Punkte erhalten wird, sind ebenfalls in **Fig. 15** gezeigt.

**[0100]** Zunächst wird im Schritt **S510** bestimmt, ob die später beschriebene Korrekturverarbeitung für die jeweiligen Knoten der Knotengruppe, für die die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  bereits berechnet wurde, vervollständigt wurde. Wenn die Korrekturverarbeitung für die jeweiligen Knoten in der Knotengruppe noch nicht vervollständigt wurde (**S510:NEIN**), wird einer der Knoten, für den die Korrekturverarbeitung noch nicht vollendet wurde, als der dem Grundsollfahrzeuggeschwindigkeitsberechnungsergebnis in **Fig. 15** entsprechende bestimmte Knoten ausgewählt (**S520**).

**[0101]** Anschließend wird im Schritt **S530** wie folgt bestimmt, ob die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  an dem bestimmten Knoten unnatürlich ist oder nicht: (I) wenn der Wert der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am ersten vorhergehenden Knoten des bestimmten Knotens kleiner als der Wert der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am zweiten vorhergehenden Knoten des bestimmten Knotens ist, und außerdem die Werte der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  an den Knoten direkt vor und nach dem bestimmten Knoten kleiner als der Wert der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am bestimmten Knoten sind, oder (II) wenn der Wert der Geschwin-

digkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am ersten vorhergehenden Knoten des bestimmten Knotens größer als der Wert der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am zweiten vorhergehenden Knoten des bestimmten Knotens ist und außerdem die Werte der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  an den Knoten unmittelbar vor und nach dem Knoten größer als der Wert der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am bestimmten Knoten sind, wird bestimmt, dass die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am bestimmten Knoten unnatürlich ist.

**[0102]** Wenn die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am bestimmten Knoten nicht unnatürlich ist (**S530:NEIN**), wird die Korrekturverarbeitung am bestimmten Knoten beendet, und der Prozess kehrt zum Schritt **S510** zurück. Wenn andererseits die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am bestimmten Knoten unnatürlich ist (**S520:JA**), werden die Knoten unmittelbar vor und nach dem bestimmten Knoten (in dieser Ausführungsform jeder eine Knoten vor und nach dem bestimmten Knoten) ausgewählt, und die Verarbeitung springt zum Schritt **S540**.

**[0103]** Im Schritt **S540** werden die Werte der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  an den ausgewählten Knoten, ohne die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am bestimmten Knoten gemittelt, und der Mittelwert wird als Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  am bestimmten Knoten gesetzt, um dadurch die Korrekturverarbeitung durchzuführen. Danach kehrt der Prozess zum Schritt **S510** zurück, und es wird jeder Schritt solange wiederholt, bis die oben beschriebene Korrekturverarbeitung für die jeweiligen Knoten der Knotengruppe durchgeführt wurde. Wenn die Korrekturverarbeitung für die jeweiligen Knoten der Knotengruppe durchgeführt wurde (**S510:JA**), ist diese Verarbeitung beendet.

**[0104]** Gemäß der oben beschriebenen Korrekturverarbeitung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  werden unnatürliche Geschwindigkeitswerte für eine stabile Fahrt  $V_T$  ausgeschlossen. Wenn daher die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  nach der Korrekturverarbeitung verwendet wird, kann die Wahrscheinlichkeit, dass eine unnötige Verzögerung durchgeführt wird, verringert werden, so dass die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung mit einer Glättung der Fahrzeuggeschwindigkeitsveränderung und ohne dem Fahrer ein Gefühl der Unstimmigkeit zu vermitteln durchgeführt werden kann.

**[0105]** Die oben beschriebene zweite Ausführungsform kann wie folgt modifiziert werden:

- (1) Die berechnete Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  kann nicht nur für die Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung auf der Grundlage des oben beschriebenen Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystems, sondern auch für eine



Bremsensteuerung oder Ähnlichem verwendet werden.

(2) Wenn die aktuelle Geschwindigkeit des Fahrzeugs die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  an dem Knoten überschreitet, der dem Fahrzeug am nächsten ist, oder wenn die aktuelle Geschwindigkeit des Fahrzeugs als die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  an einem Durchgangssollknoten überschreitend geschätzt wird, kann dieses dem Fahrer mittels eines Alarms mitgeteilt werden. In diesem Fall kann zum Beispiel eine Anzeige, ein Geräusch, ein Summergeräusch, das Einschalten einer Lampe oder Ähnliches von der Navigationsvorrichtung **5** ausgegeben werden. Außerdem kann einer von mehreren Anzeigeeinhalten ausgewählt werden oder ein Alarmpegel wie zum Beispiel ein Schalllautstärkepegel oder Ähnliches entsprechend dem benötigten Grad der Verzögerung geändert werden.

(3) In der obigen Ausführungsform führt die Zwischenfahrzeug-ECU **2** die Verarbeitung zur Berechnung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt, die Verarbeitung zur Mittelung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  und die Verarbeitung zur Korrektur der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  aus. Diese Verarbeitung kann jedoch auch durch eine andere ECU ausgeführt werden. Außerdem kann eine ECU vorgesehen sein, die nur für die besonderen Zwecke der Ausführung der jeweiligen Verarbeitung verwendet wird.

(4) In dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuersystem der obigen Ausführungsform wird die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  auf der Grundlage der durch die Navigationsvorrichtung **5** von der Kartendatenbank erfassten Knoteninformationen berechnet. Sie kann jedoch auch auf der Grundlage der von dem Leserradarsensor **3** empfangenen Information oder der von einer Bildverarbeitungsvorrichtung (nicht gezeigt) erhaltenen Bildinformation berechnet werden.

(5) Die Navigationsvorrichtung **5** kann die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$ , die von der Zwischenfahrzeug-ECU **2** berechnet wird, zusammen mit der der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  entsprechenden Knoteninformation speichern. In diesem Fall kann, wenn ein Fahrzeug auf einer Straße fährt, auf der das Fahrzeug zuvor gefahren ist, die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$ , die zuvor berechnet wurde, aus der Navigationsvorrichtung **5** ausgelesen werden und von der Zwischenfahrzeug-ECU **2** verwendet werden. Daher kann die Belastung für die Zwischenfahrzeug-ECU **2** verringert werden. Außerdem kann die Navigationsvorrichtung **5** die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  selbst berechnen. In diesem Fall

kann die Belastung für die Zwischenfahrzeug-ECU **2** verringert werden.

(6) In der Verzögerungssteuerungsverarbeitung der obigen Ausführungsform erfasst die Navigationsvorrichtung **5** die zwischen der aktuellen Position des Fahrzeugs und dem Punkt, an dem das Fahrzeug anhält, wenn das Fahrzeug mit der Bezugsverzögerung  $\alpha_0$  verzögert wird, vorhandenen Knoten und berechnet die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  für diese somit erfassten Knoten. Die innerhalb eines vorbestimmten Abstandsbereiches (z.B. innerhalb 500m) von der aktuellen Fahrzeugposition angeordneten Knoten können jedoch auch als Zielknoten für die Berechnung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  erfasst werden. In diesem Fall kann die Belastung der Verarbeitung im Vergleich zu derjenigen der obigen Ausführungsform verringert werden, und somit kann die Belastung für die Navigationsvorrichtung **5** verringert werden.

(7) In der obigen Ausführungsform werden die Verarbeitung zur Mittelung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  und die Verarbeitung zur Korrektur der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  unabhängig voneinander ausgeführt. Die Verarbeitung zur Korrektur der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  kann jedoch auch vor oder nach der Verarbeitung zur Mittelung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  ausgeführt werden.

(8) In der Verarbeitung zur Mittelung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  gemäß der obigen Ausführungsform werden vor und nach dem bestimmten Knoten (Knoten, die an den vorherigen und anschließenden Seiten des bestimmten Knotens innerhalb von 30m angeordnet sind) vorhandene Knoten ausgewählt (**S420**). Es kann jedoch nur jeweils ein Knoten vor und nach dem bestimmten Knoten ausgewählt werden.

(9) In der Verarbeitung zur Korrektur der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt  $V_T$  gemäß der obigen Ausführungsform wird jeder eine Knoten, der vor und nach dem bestimmten Knoten vorhanden ist, ausgewählt (**S520**). Es können jedoch Knoten ausgewählt werden, die an den vorhergehenden und anschließenden Seiten des bestimmten Knotens innerhalb eines vorbestimmten Abstandsbereiches (z.B. 30m) angeordnet sind.

**[0106]** Außerdem kann die vorliegende Erfindung modifiziert oder gegenüber den beschriebenen Ausführungsformen und Modifikationen geändert werden, ohne vom Bereich der Erfindung abzuweichen.

## Patentansprüche

1. Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren, das aufweist:

Erfassen einer Position eines Fahrzeugs mittels einer Positionserfassungseinrichtung (5),

Speichern von Karteninformation, die Knoteninformation enthält, in einer Karteninformationsspeichereinrichtung (5),

Erfassen eines oder mehrerer Durchgangssollknoten, die das Fahrzeug überfahren wird, auf der Grundlage der Position des Fahrzeugs und der Karteninformation mittels einer Durchgangssollknotenerfassungseinrichtung (5),

Berechnen einer Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt, bei der das Fahrzeug sicher fährt, wenn das Fahrzeug über einen Durchgangssollknoten fährt, für jeden Durchgangssollknoten mittels einer Geschwindigkeitsberechnungseinrichtung für eine stabile Fahrt (2),

Erfassen einer aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs mittels einer Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungseinrichtung (16),

Berechnen einer Verzögerung, mit der das Fahrzeug durch eine Verzögerungseinrichtung (4) verzögert wird, für jeden Durchgangssollknoten mittels einer Verzögerungsberechnungseinrichtung (2), so dass die Geschwindigkeit des Fahrzeugs von der aktuellen Geschwindigkeit auf die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Durchgangssollknoten verringert wird, auf der Grundlage der Position des Fahrzeugs, der Durchgangssollknoten, der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt an jedem der Durchgangssollknoten und der aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs, Bestimmen eines Durchgangssollknotens aus den Durchgangssollknoten, für den die größte Verzögerung von der Verzögerungsberechnungseinrichtung (2) berechnet wurde, als einen Knoten einer maximalen Verzögerung,

Bestimmen eines Primärverzögerungssollpunkts auf der Grundlage des Knotens der maximalen Verzögerung,

Bestimmen eines Durchgangssollknotens aus den Durchgangssollknoten, an dem die berechnete Änderung der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt sich von einer Verringerung in eine Erhöhung umkehrt, als einen Verzögerungsendknoten,

Bestimmen eines Sekundärverzögerungssollpunktes auf der Grundlage des Verzögerungsendknotens,

Steuern eines ersten Verzögerns des Fahrzeugs, so dass die Geschwindigkeit des Fahrzeugs auf die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Primärverzögerungssollpunkt zum Zeitpunkt gesteuert wird, in dem das Fahrzeug den Primärverzögerungssollpunkt erreicht, und

anschließendes Steuern eines zweiten Verzögerns des Fahrzeugs, so dass die Geschwindigkeit des Fahrzeugs auf die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Verzögerungsendknoten zum Zeitpunkt gesteuert wird, in dem das Fahrzeug den Sekundär-

verzögerungssollpunkt erreicht, wenn sich der Primärverzögerungssollpunkt und der Sekundärverzögerungssollpunkt voneinander unterscheiden.

2. Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren nach Anspruch 1, wobei das Steuern des zweiten Verzögerns des Fahrzeugs gestartet wird, wenn die berechnete Verzögerung bei dem Primärverzögerungssollpunkt einen vorbestimmten Wert erreicht.

3. Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei der Primärverzögerungssollpunkt vor dem Knoten der maximalen Verzögerung von dem Fahrzeug überfahren wird.

4. Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei, wenn das Fahrzeug beschleunigt wird, der Primärverzögerungssollpunkt um einen Betrag von dem Knoten der maximalen Verzögerung weiter entfernt in Richtung der Position des Fahrzeugs verschoben wird, der einem Fahrabstand entspricht, der sich aufgrund der Beschleunigung im Vergleich zu einem Fall, bei dem das Fahrzeug mit einer konstanten Geschwindigkeit fährt, vergrößert, und wobei der Sekundärverzögerungssollpunkt um den Betrag von dem Verzögerungsendpunkt weiter entfernt in Richtung der Position des Fahrzeugs verschoben wird.

5. Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, das außerdem aufweist:

Anhalten des Steuerns der Verzögerung des Fahrzeugs, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs eine Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Knoten der maximalen Verzögerung an einer Position erreicht, die vor dem Primärverzögerungssollpunkt liegt, und Steuern eines Beschleunigens des Fahrzeugs, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs kleiner als die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Knoten der maximalen Verzögerung an einer Position ist, die vor dem Primärverzögerungssollpunkt liegt.

6. Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, das außerdem aufweist:

Anhalten des Steuerns der Verzögerung des Fahrzeugs, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs eine Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Verzögerungsendknoten zwischen dem Primärverzögerungssollpunkt und einem Beschleunigungsstartpunkt erreicht, bei dem das Fahrzeug zu beschleunigen beginnt, und Steuern eines Beschleunigens des Fahrzeugs, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs kleiner als die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Verzögerungsendknoten zwischen dem Primärverzögerungssollpunkt und dem Beschleunigungsstartpunkt ist.

7. Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei mindestens ein Wert aus dem Wert der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Primärverzögerungssollpunkt und dem Wert der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am Sekundärverzögerungssollpunkt durch den Fahrer verändert werden kann.

8. Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren für ein Fahrzeug, das aufweist:

Erfassen einer Position eines Fahrzeugs mittels einer Positionserfassungseinrichtung (5),

Speichern von Karteninformation, die Knoteninformation und Segmentinformation enthält, in einer Karteninformationsspeichereinrichtung (5),

Erfassen eines oder mehrerer Durchgangssollknoten, die das Fahrzeug überfahren wird, auf der Grundlage der Position des Fahrzeugs und der Karteninformation mittels einer Durchgangssollknotenerfassungseinrichtung (5),

Berechnen eines Bezugsknotenwinkels entsprechend einem Schnittwinkel zwischen einem Erweiterungsliniensegment eines vorhergehenden Segments und einem Bezugssegment auf der Grundlage der Karteninformation mittels einer Bezugsknotenwinkelberechnungseinrichtung (2), wobei das vorhergehende Segment als ein Segment definiert wird, das einen Endpunkt als Bezugsknoten aus den Durchgangssollknoten aufweist, die von der Durchgangssollknotenerfassungseinrichtung erfasst werden, und das an einer vorhergehenden Seite des Bezugsknotens vorhanden ist, wobei das Erweiterungsliniensegment des vorhergehenden Segments als ein Segment definiert wird, das durch Erweitern des vorhergehenden Segments in Richtung der gegenüberliegenden Seite des Bezugsknotens erhalten wird, und wobei das Bezugssegment als ein Segment definiert wird, das an einer in Bezug auf den Bezugsknoten gegenüberliegenden Seite des vorhergehenden Segments angeordnet ist,

Korrigieren des Bezugsknotenwinkels im Bezugsknoten auf der Grundlage einer Länge des vorhergehenden Segments und einer Länge des Bezugssegments auf der Grundlage der Karteninformation mittels einer Bezugsknotenwinkelkorrektureinrichtung (2),

Berechnen eines Zwischenpunktabstands (S) zwischen einem Endpunkt (X) des Bezugssegments ( $L_n$ ), der sich von dem Bezugsknoten unterscheidet, und einem Endpunkt (Y) des in Richtung des Erweiterungsliniensegments des vorhergehenden Segments um den Bezugsknoten um einen von der Bezugsknotenwinkelkorrektureinrichtung (2) korrigierten Bezugsknotenwinkel ( $d\theta_1$ ) gedrehten Bezugssegments, der sich von dem Bezugsknoten unterscheidet, auf der Grundlage der Karteninformation mittels einer Abstandsberechnungseinrichtung (2), und

Berechnen einer Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt, bei der das Fahrzeug sicher fährt, wenn das Fahrzeug den Bezugsknoten überfährt, auf der

Grundlage des von der Bezugsknotenwinkelkorrektureinrichtung (2) korrigierten Bezugsknotenwinkels und des von der Abstandsberechnungseinrichtung (2) berechneten Zwischenpunktabstands mittels einer Geschwindigkeitsberechnungseinrichtung für eine stabile Fahrt (2).

9. Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren nach Anspruch 8, wobei der Bezugsknotenwinkel durch Dividieren der Länge des Bezugssegments durch eine Summe aus der Länge des vorhergehenden Segments und der Länge des Bezugssegments und anschließendes Multiplizieren des Teilungsergebnisses mit einem Wert des Bezugsknotenwinkels korrigiert wird.

10. Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren nach Anspruch 8 oder 9, das außerdem aufweist:

Auswählen von vor und nach einem bestimmten Knoten vorhandenen Vergleichsknoten aus den Knoten, wenn mehrere Knoten vorhanden sind, Mitteln der Werte der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt an den ausgewählten Knoten und des Wertes der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am bestimmten Knoten und Festlegen des Mittelwertes als die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am bestimmten Knoten mittels einer Geschwindigkeitskorrektureinrichtung für eine stabile Fahrt (2).

11. Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren nach Anspruch 8 oder 9, das außerdem aufweist:

Auswählen von vor und nach einem bestimmten Knoten vorhandenen Vergleichsknoten aus den Knoten, wenn mehrere Knoten vorhanden sind, Mitteln der Werte der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt an den Vergleichsknoten, wobei der Wert der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am bestimmten Knoten nicht enthalten ist, wenn der Wert der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am bestimmten Knoten im Vergleich zu den Werten der Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt an den Vergleichsknoten unnatürlich ist, und Festlegen des Mittelwertes als die Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt am bestimmten Knoten mittels einer Geschwindigkeitskorrektureinrichtung für eine stabile Fahrt (2).

12. Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, das außerdem aufweist:

Steuern der Geschwindigkeit des Fahrzeugs, so dass die Geschwindigkeit des Fahrzeugs gleich der von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerverfahren berechneten Geschwindigkeit für eine stabile Fahrt wird.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

**FIG. 1**

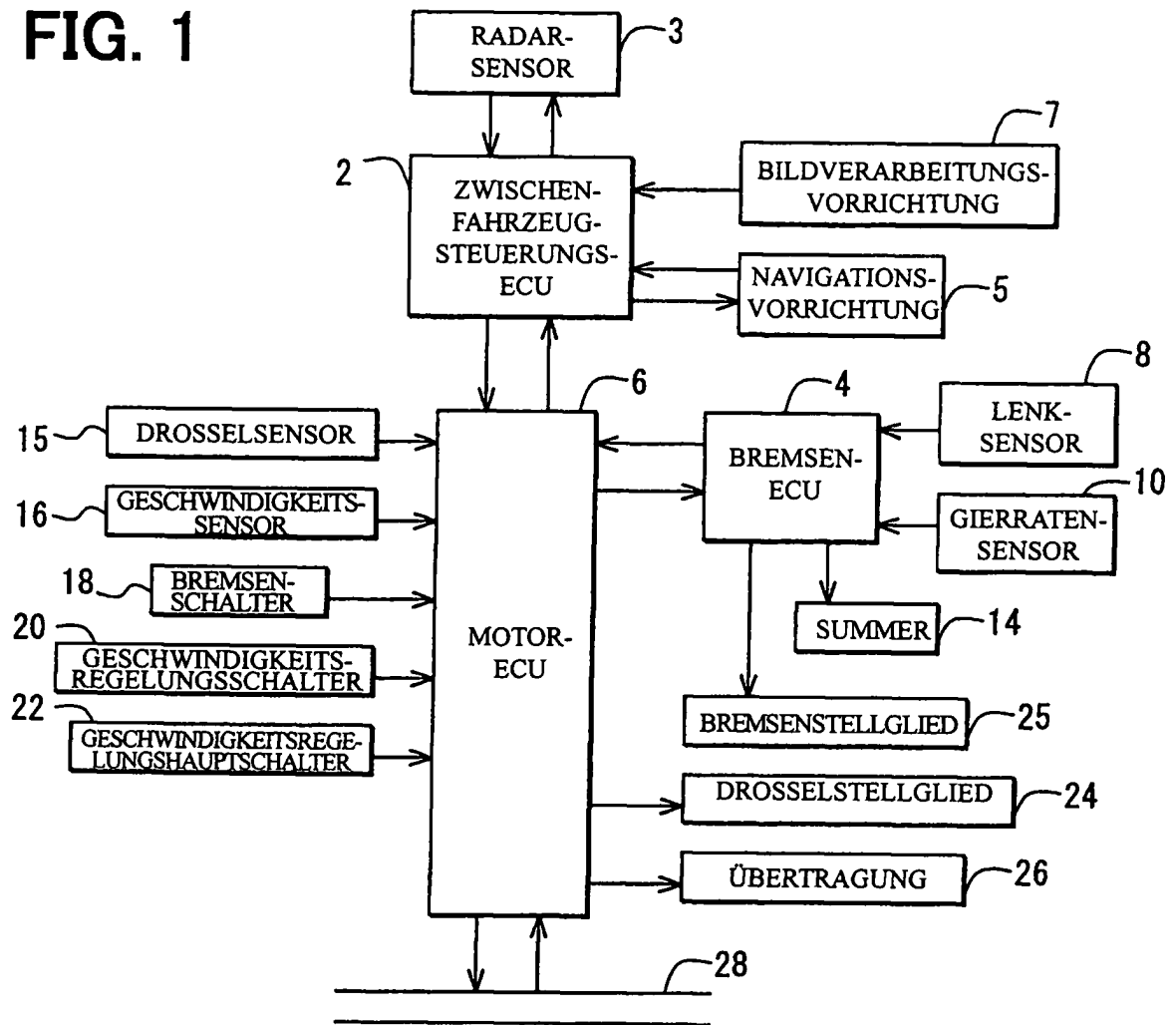
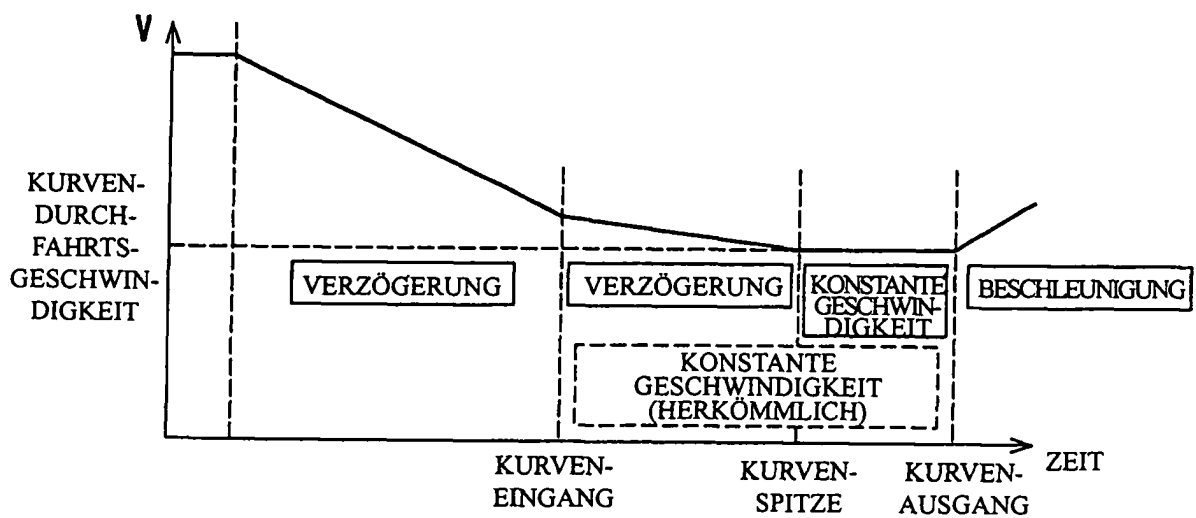


FIG. 2



ND1795  
DENSO CORPORATION  
PATENTANMELDUNG

FIG. 3

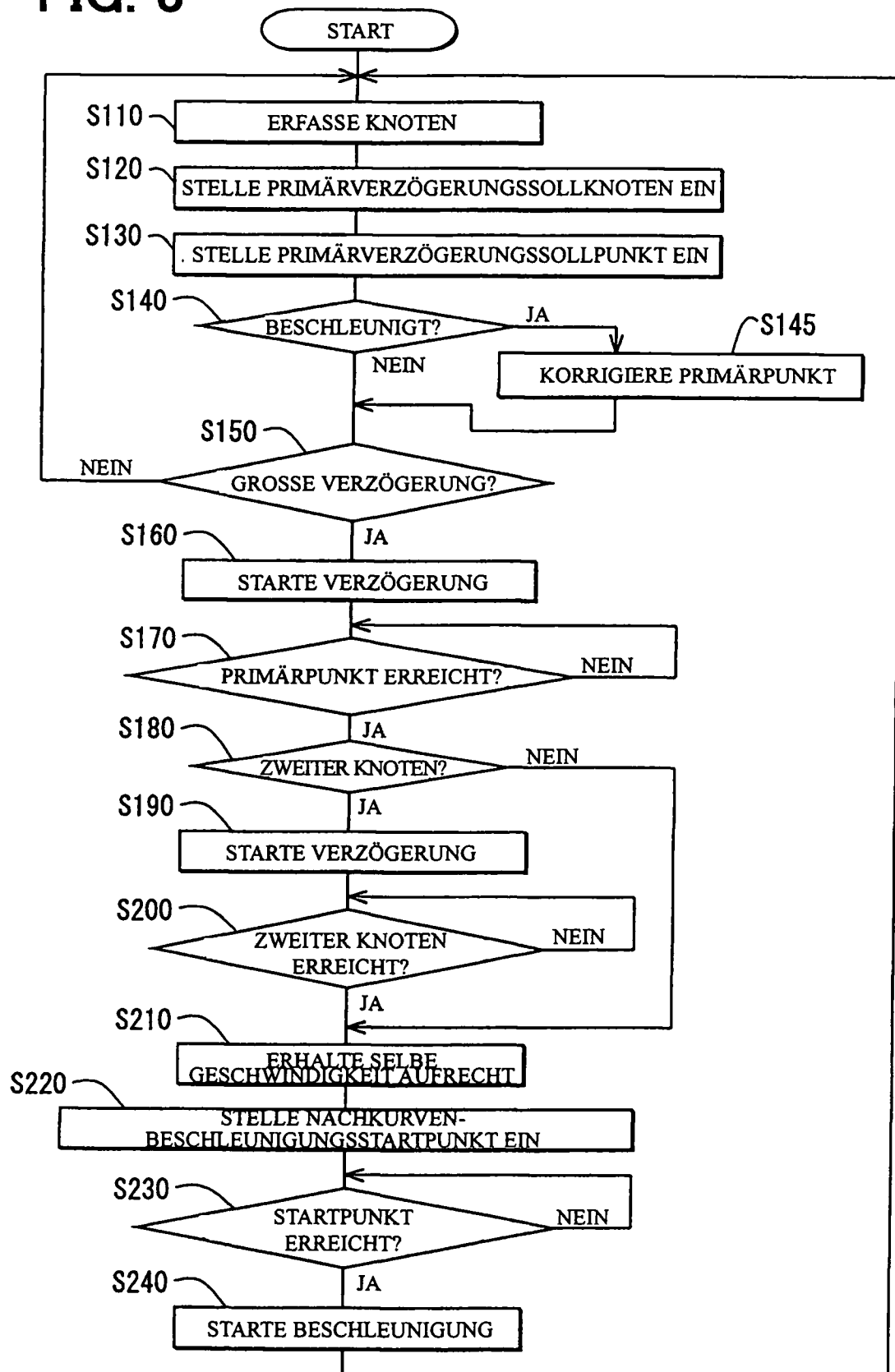


FIG. 4

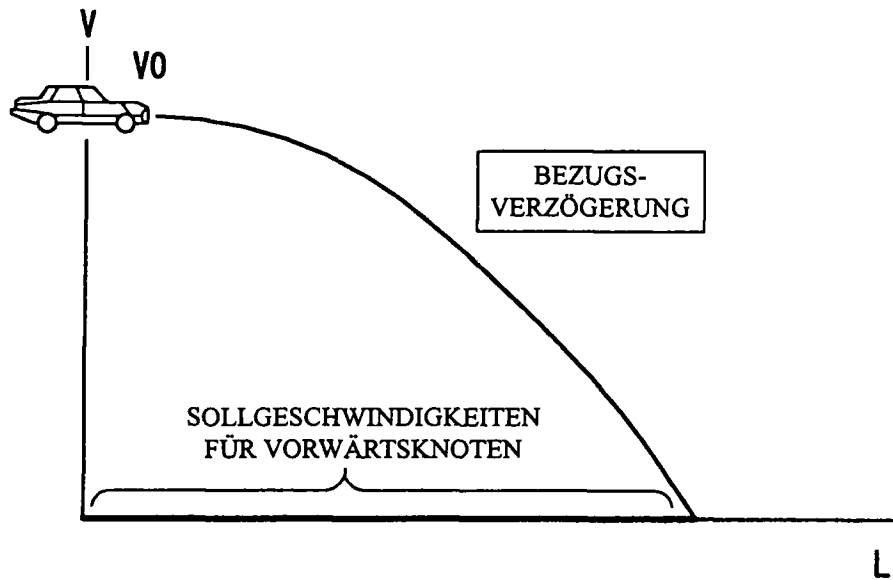


FIG. 5

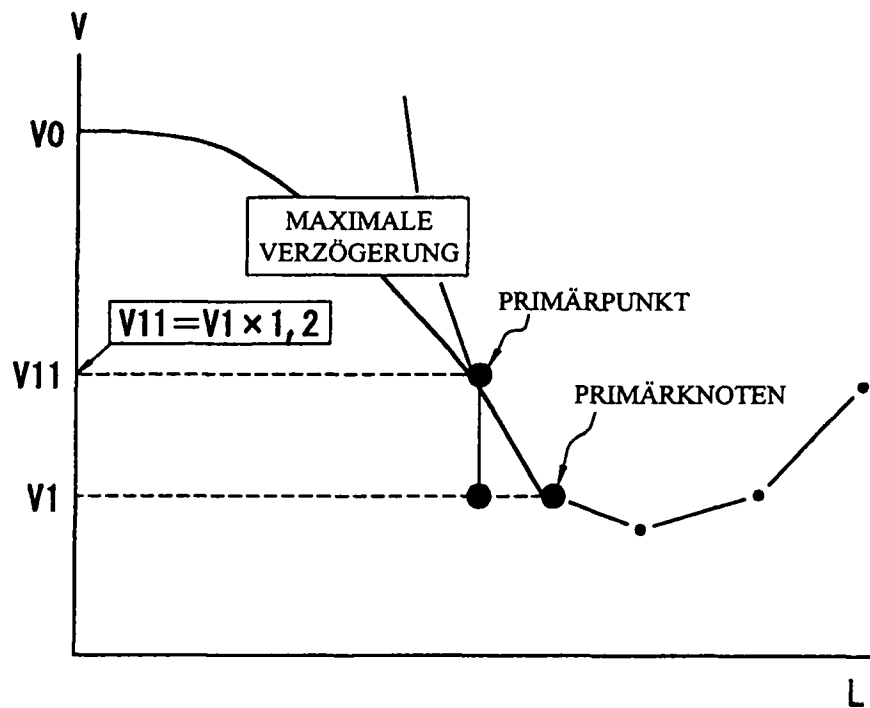


FIG. 6

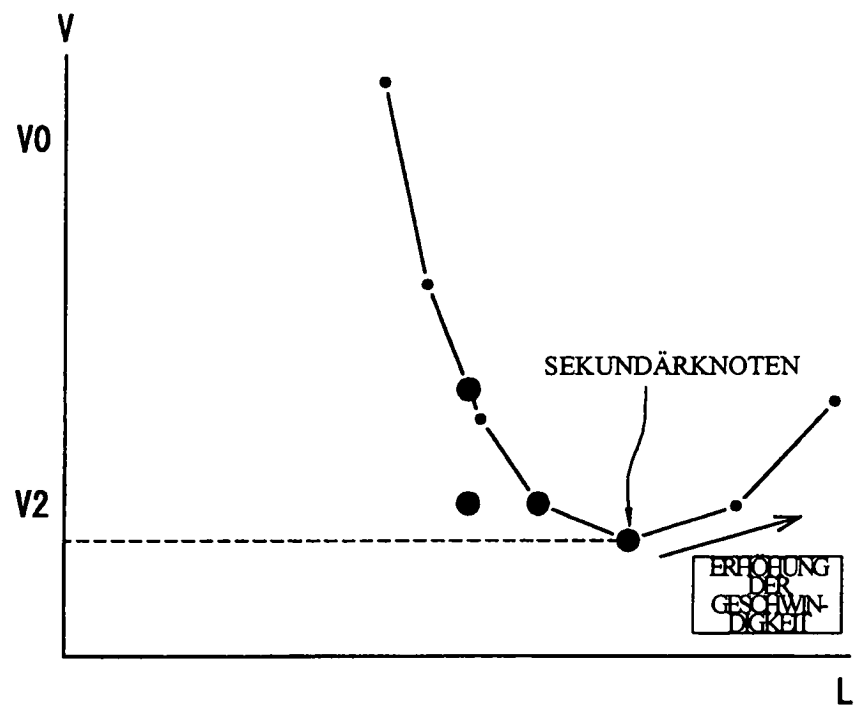


FIG. 7

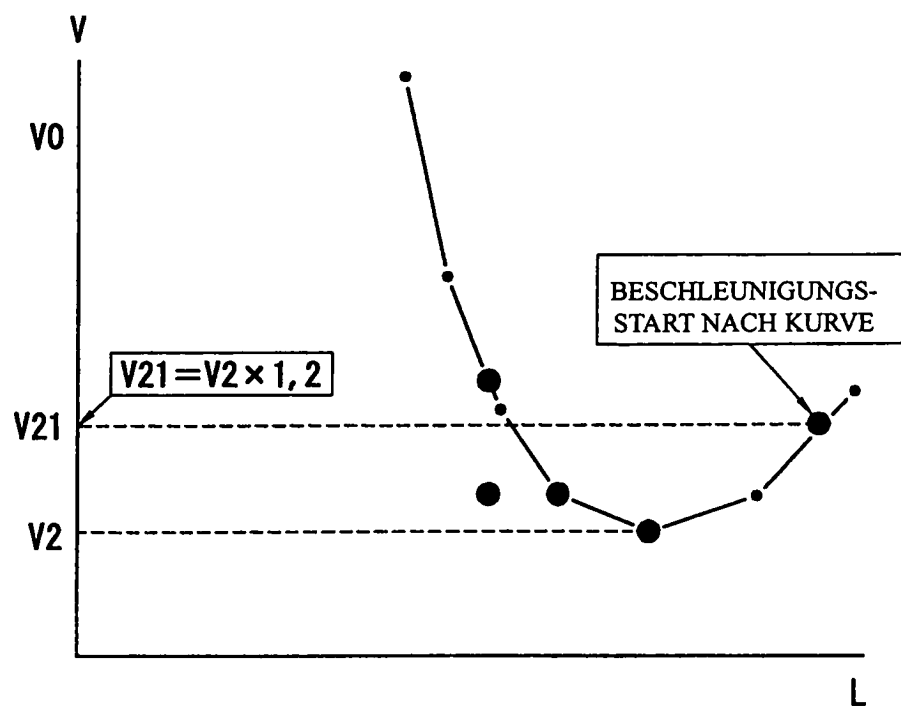


FIG. 8

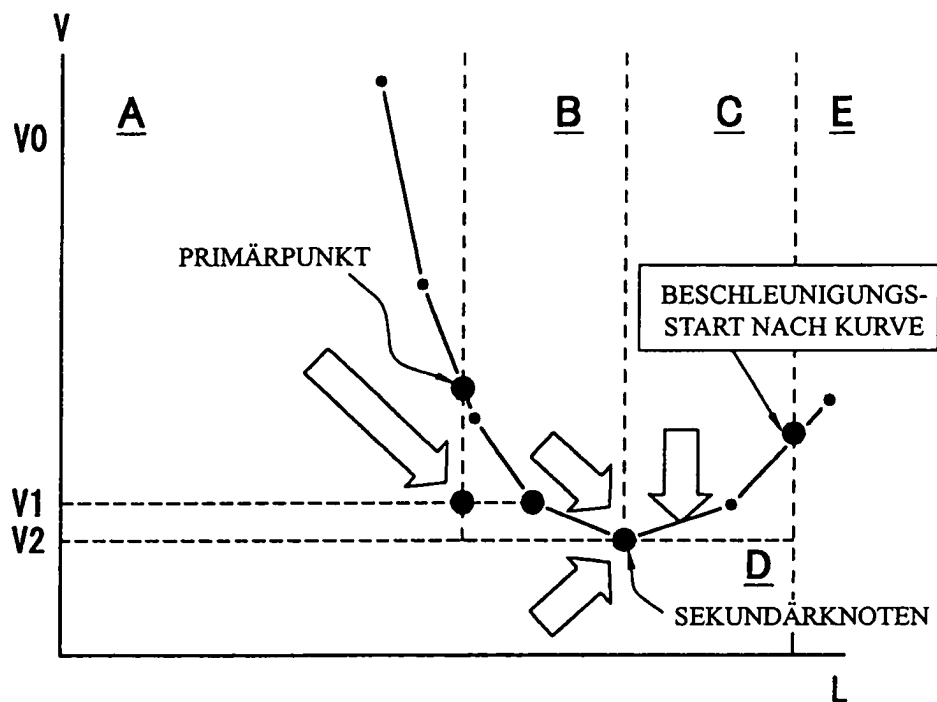


FIG. 9

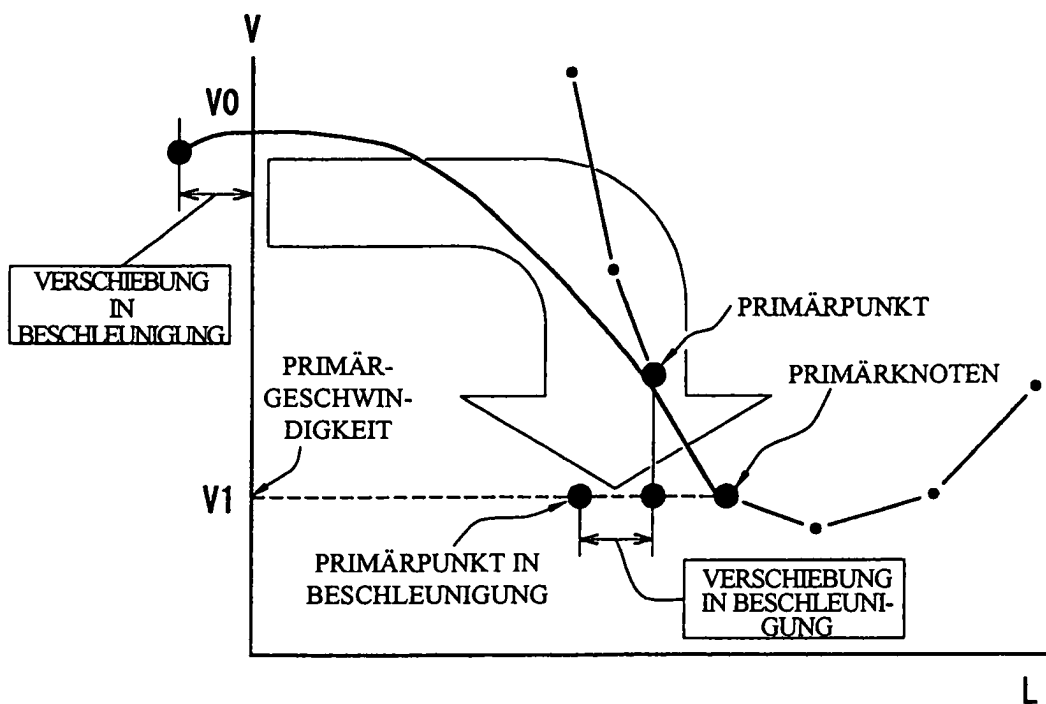




FIG. 10

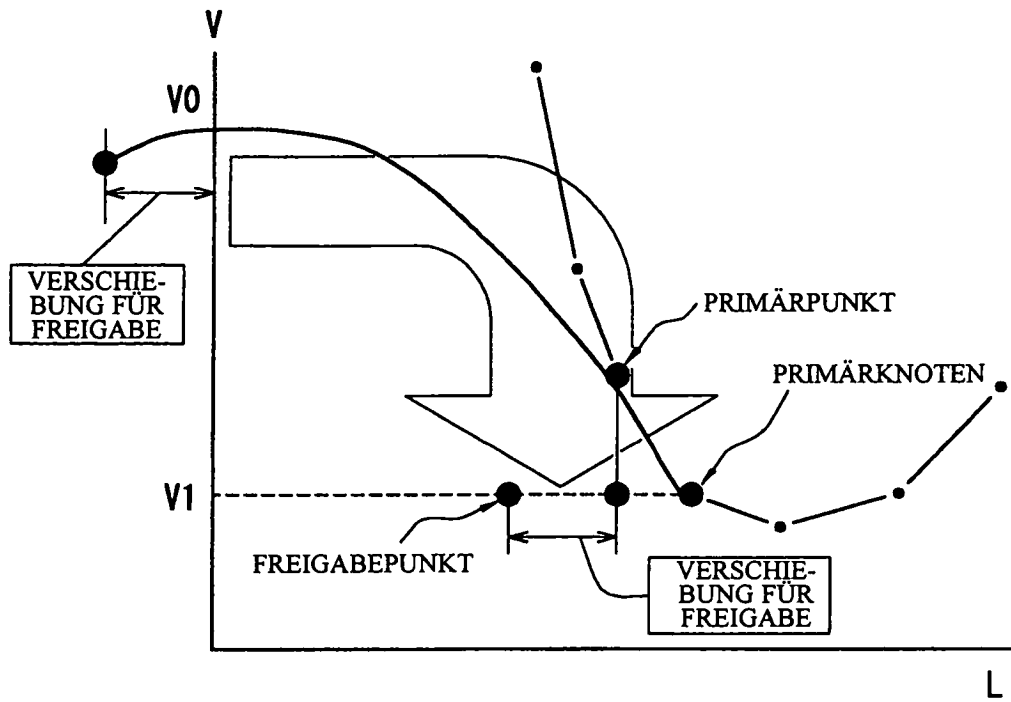


FIG. 11

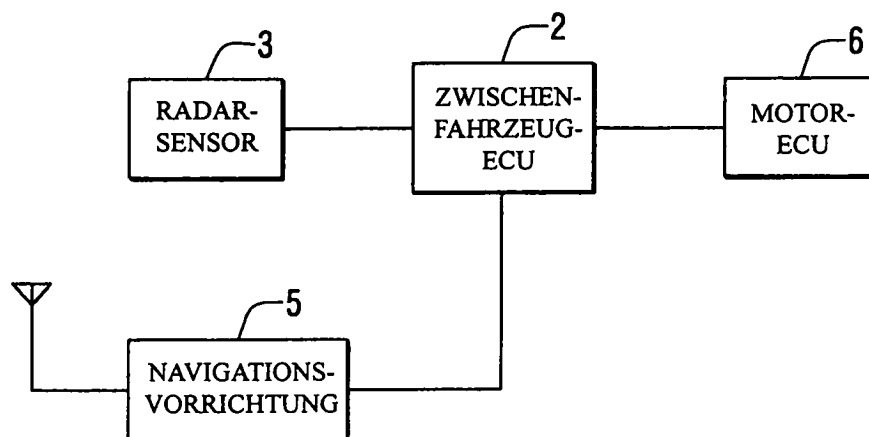


FIG. 12

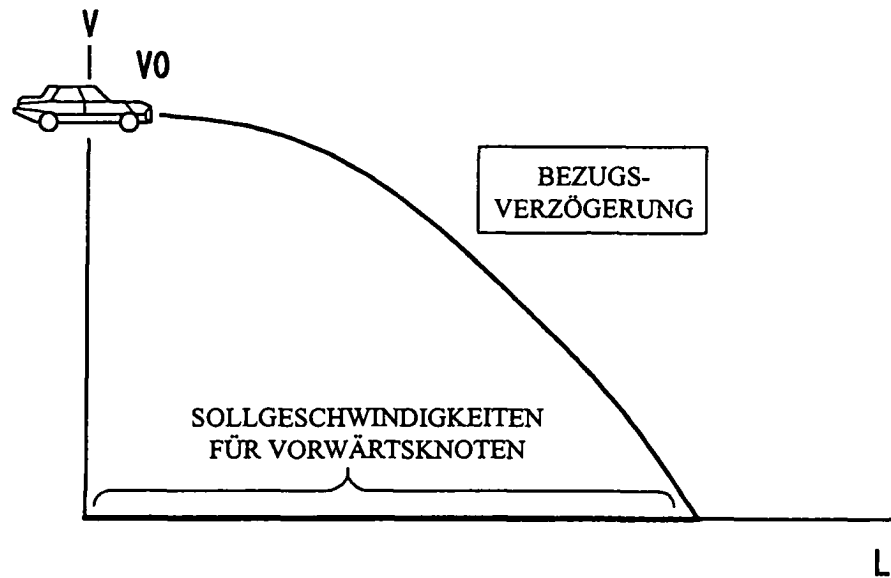


FIG. 13

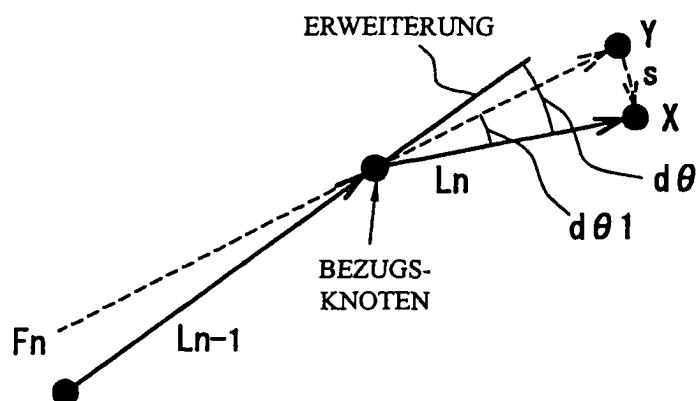


FIG. 14

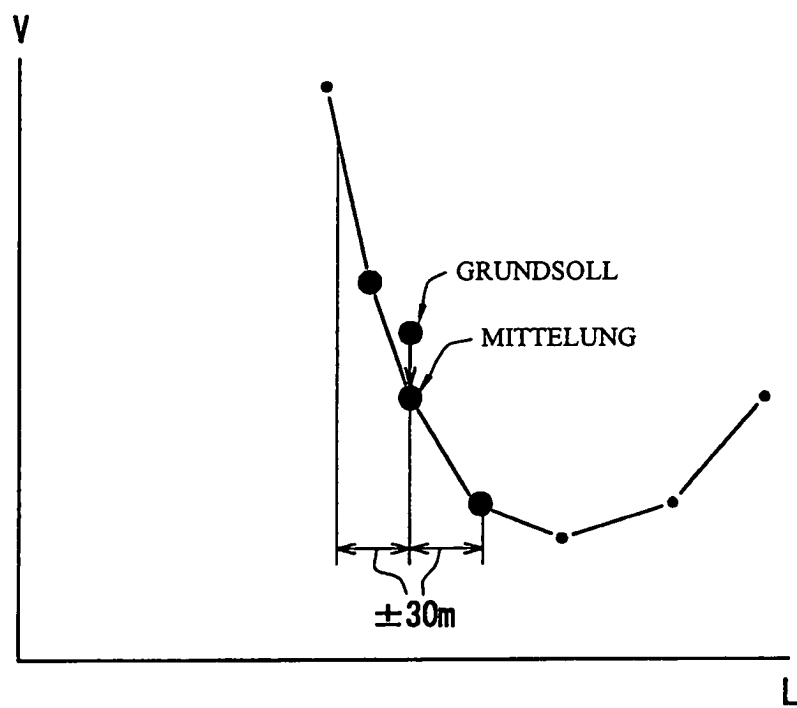


FIG. 15

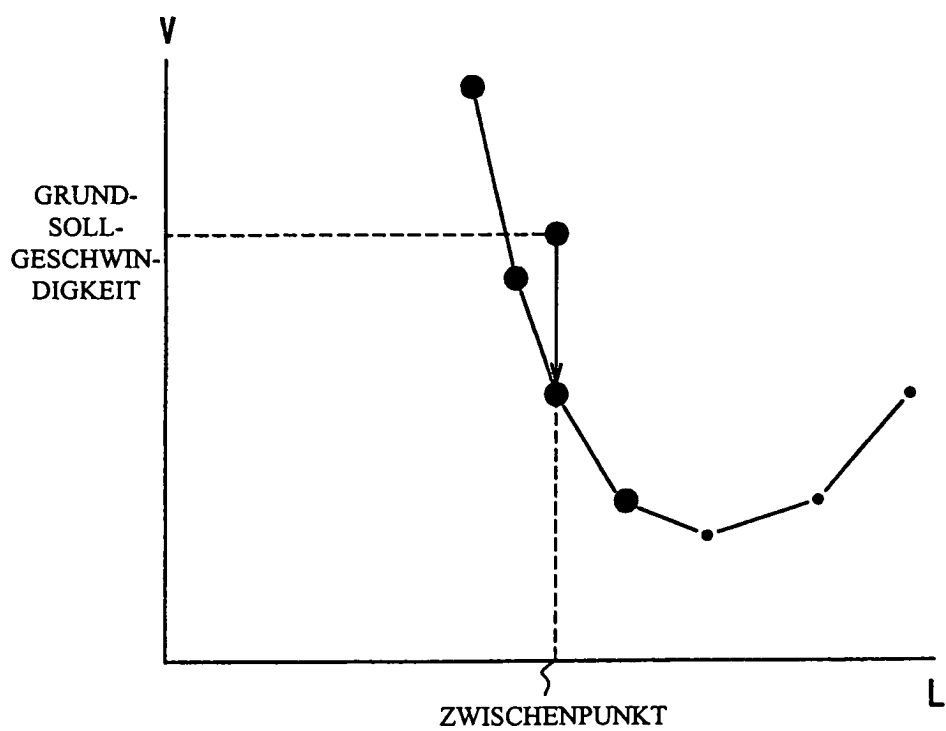


FIG. 16

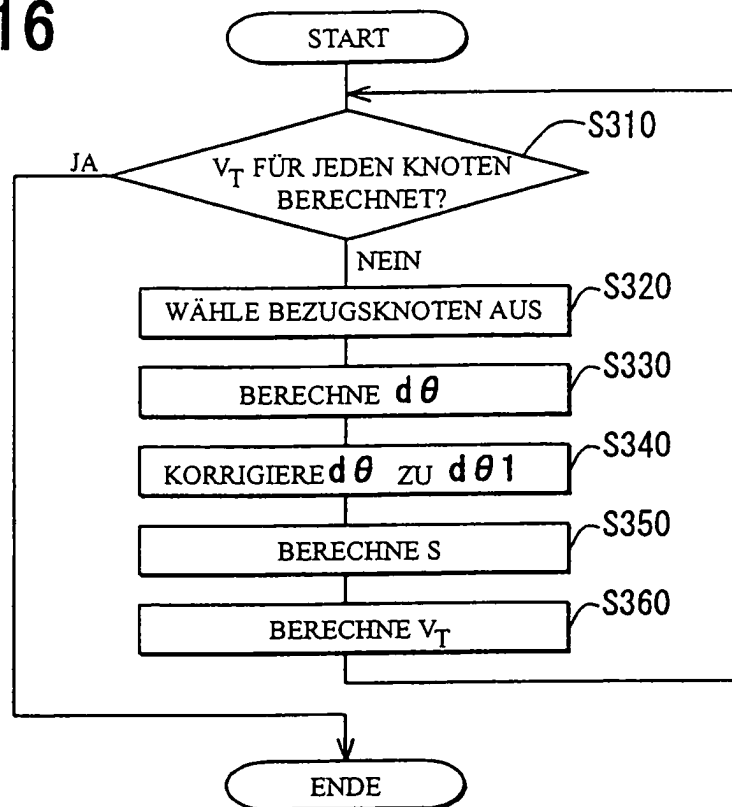


FIG. 17A

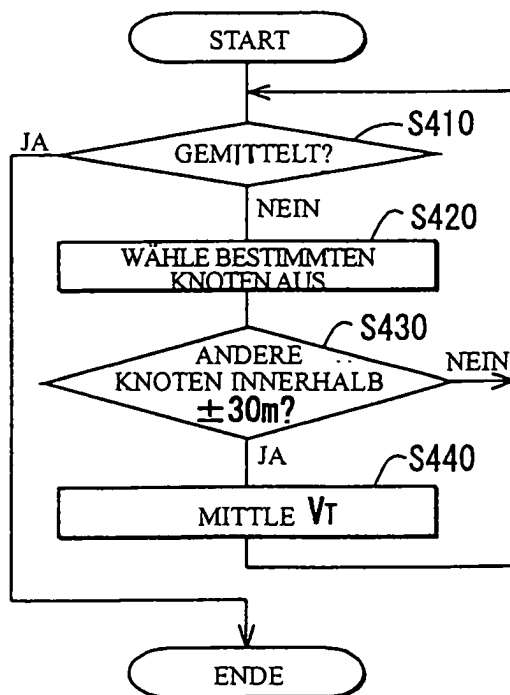


FIG. 17B

