



(10) **DE 10 2016 208 989 B4** 2018.11.08

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 208 989.7**

(22) Anmeldetag: **24.05.2016**

(43) Offenlegungstag: **01.12.2016**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **08.11.2018**

(51) Int Cl.: **B62D 6/00 (2006.01)**
B62D 5/04 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2015-109718 29.05.2015 JP

(73) Patentinhaber:
TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-shi, Aichi-ken, JP

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

(72) Erfinder:
**Ueyama, Masao, Toyota-shi, Aichi-ken, JP;
Kunihiro, Yoji, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Suzuki,
Yoshiaki, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Kojo,
Takahiro, Toyota-shi, Aichi-ken, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2009 000 244	A1
DE	11 2012 007 208	T5
WO	2014/ 087 546	A1
JP	S62- 241 768	A

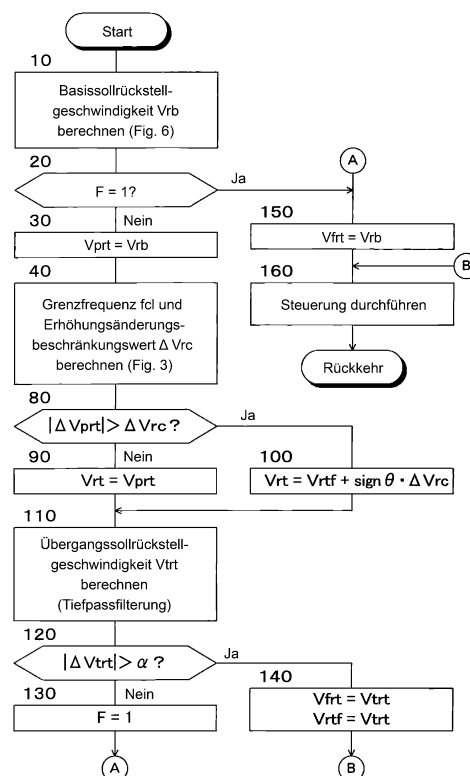
(54) Bezeichnung: **Elektrische Servolenkvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Elektrische Servolenkvorrichtung (10), die aufweist:

eine Lenkunterstützungsmomentanwendungsvorrichtung (46); und

eine Steuervorrichtung (50), die ausgelegt ist, ein Lenkunterstützungsmoment (T_a), das von der Lenkunterstützungsmomentanwendungsvorrichtung (46) auf eine Lenkvorrichtung (12) für ein Fahrzeug angewendet wird, zu steuern, wobei die Steuervorrichtung (50) eine Speichervorrichtung (60) aufweist, die ausgelegt ist, eine Beziehung zwischen einer Basissollrückstellgeschwindigkeit (V_{rb}), deren Größe sich erhöht, wenn sich eine Größe eines Lenkwinkels (θ) erhöht, und dem Lenkwinkel (θ) zu speichern und ausgelegt ist, wenn ein Lenkrad (14) zu einer neutralen Position zurückkehrt, die Basissollrückstellgeschwindigkeit (V_{rb}) auf der Grundlage eines tatsächlichen Lenkwinkels (θ) und der Beziehung zu berechnen und eine Rückführungssteuerung für das Lenkunterstützungsmoment (T_a) anzuwenden, so dass eine Rückstellgeschwindigkeit (V_r) des Lenkrads (14) die berechnete Basissollrückstellgeschwindigkeit (V_{rb}) erreicht; dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuervorrichtung (50) ausgelegt ist, wenn das Lenkrad (14) zu der neutralen Position zurückkehrt, eine Übergangssollrückstellgeschwindigkeit (V_{rt}) zu berechnen, deren Größe sich graduell erhöht und graduell der Basissollrückstellgeschwindigkeit (V_{rb}) annähert, wenn sich eine Größe des tatsächlichen Lenkwinkels (θ) verringert, und wenn eine Größe einer Differenz (ΔV_{rt}) zwischen der Basissollrückstellgeschwindigkeit ...



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Servolenkvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Bei einer elektrischen Servolenkvorrichtung ist eine Steuerung einer Rückstellgeschwindigkeit derart bekannt, dass, wenn ein Lenkrad in einen Zustand eines Rückkehrens zu einer neutralen Position gebracht wird, das Lenkrad näherungsweise zu der neutralen Position sogar dann zurückkehrt, wenn das Selbstausrichtungsmoment der gelenkten Räder niedrig ist. Bei dieser Rückstellgeschwindigkeitssteuerung wird eine Basissollrückstellgeschwindigkeit, die eine ideale Rückstellgeschwindigkeit ist, auf der Grundlage einer Fahrzeuggeschwindigkeit und eines Lenkwinkels berechnet, und es wird ein Lenkunterstützungsmoment durch Rückführungssteuerung (Regelung) auf der Grundlage einer Abweichung zwischen einer tatsächlichen Rückstellgeschwindigkeit und der Basissollrückstellgeschwindigkeit gesteuert (geregelt), so dass die tatsächliche Rückstellgeschwindigkeit die Basissollrückstellgeschwindigkeit erreicht.

[0003] Die Basissollrückstellgeschwindigkeit wird derart berechnet, dass sich deren Größe erhöht, wenn sich die Größe des Lenkwinkels erhöht. Zu Beginn der Rückstellgeschwindigkeitssteuerung ist die Größe der Abweichung zwischen der tatsächlichen Rückstellgeschwindigkeit und der Basissollrückstellgeschwindigkeit groß. Somit ist die Rückführungssteuerungsgröße signifikant groß, und es tritt häufig ein Nacheilen auf, bei dem ein Zustand einer zu hohen tatsächlichen Rückstellgeschwindigkeit und ein Zustand einer zu kleinen tatsächlichen Rückstellgeschwindigkeit in Bezug auf die Basissollrückstellgeschwindigkeit abwechselnd auftreten. Um eine unnötige Erhöhung bzw. Verringerung der Rückstellgeschwindigkeit aufgrund des Nacheilens zu vermeiden, ist beispielsweise aus der JP S62 - 241 768 A eine Konfiguration bekannt, bei der, wenn sich die Größe der Abweichung der Rückstellgeschwindigkeit erhöht, eine Verstärkung der Rückführungssteuerung verringert wird.

[0004] In der elektrischen Servolenkvorrichtung, die in der JP S62 - 241 768 A beschrieben ist, ist die Größe der Abweichung der Rückstellgeschwindigkeit zu Beginn der Rückstellgeschwindigkeitssteuerung groß. Somit wird die Verstärkung der Rückführungssteuerung verringert, und die Rückführungssteuerungsgröße erhöht sich nicht auf einen großen

Wert. Daher wird die Größe der tatsächlichen Rückstellgeschwindigkeit nicht ausreichend groß, und somit ist eine Verringerungsgeschwindigkeit des Lenkwinkels klein. Somit ist die Änderung der Basissollrückstellgeschwindigkeit im Verlaufe der Zeit gering, und ein Zustand, bei dem die Größe der Abweichung der Rückstellgeschwindigkeit groß ist, dauert eine lange Zeitdauer an. Daher dauert ebenfalls ein Zustand, in dem die Verstärkung der Rückführungssteuerung auf einen kleinen Wert eingestellt wird, eine lange Zeitdauer an. Als Ergebnis wird die Zeitdauer, bis das Lenkrad zu der neutralen Position zurückkehrt, signifikant lang. Mit der elektrischen Servolenkvorrichtung, die in der JP S62 - 241 768 A beschrieben ist, kann somit eine unnötige Erhöhung bzw. Verringerung der Rückstellgeschwindigkeit aufgrund des Nacheilens vermieden werden, aber der ursprüngliche Zweck der Rückstellgeschwindigkeitssteuerung, die das Lenkrad geeignet zur neutralen Position zurückkehren lässt, kann nicht erzielt werden.

[0005] Die DE 10 2009 000 244 A1 offenbart eine gattungsgemäße elektrische Servolenkvorrichtung, die aufweist: eine Lenkunterstützungsmomentanwendungsvorrichtung; und eine Steuervorrichtung, die ausgelegt ist, ein Lenkunterstützungsmoment, das von der Lenkunterstützungsmomentanwendungsvorrichtung auf eine Lenkvorrichtung für ein Fahrzeug angewendet wird, zu steuern, wobei die Steuervorrichtung eine Speichervorrichtung aufweist, die ausgelegt ist, eine Beziehung zwischen einer Basissollrückstellgeschwindigkeit, deren Größe sich erhöht, wenn sich eine Größe eines Lenkwinkels erhöht, und dem Lenkwinkel zu speichern und ausgelegt ist, wenn ein Lenkrad zu einer neutralen Position zurückkehrt, die Basissollrückstellgeschwindigkeit auf der Grundlage eines tatsächlichen Lenkwinkels und der Beziehung zu berechnen und eine Rückführungssteuerung für das Lenkunterstützungsmoment anzuwenden, so dass eine Rückstellgeschwindigkeit des Lenkrads die berechnete Basissollrückstellgeschwindigkeit erreicht

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in der Rückstellgeschwindigkeitssteuerung für die elektrische Servolenkvorrichtung die Rückstellgeschwindigkeit so nahe wie möglich synchron zu der Basissollrückstellgeschwindigkeit zu ändern und das Lenkrad geeignet an die neutrale Position zurückkehren zu lassen, während gleichzeitig eine unnötige Erhöhung bzw. Verringerung der Rückstellgeschwindigkeit aufgrund des Nacheilens verhindert wird.

[0007] Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch eine elektrische Servolenkvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0008] Erfindungsgemäß wird, wenn das Lenkrad zu der neutralen Position zurückkehrt, die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit, deren Größe sich graduell erhöht und der Basissollrückstellgeschwindigkeit annähert, wenn sich die Größe des tatsächlichen Lenkwinkels verringert, berechnet. Zu Beginn der Rückstellgeschwindigkeitssteuerung ist die Größe der Differenz zwischen der Basissollrückstellgeschwindigkeit und der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit größer als der Bezugswert, und die Rückführungssteuerung wird für das Lenkunterstützungsmoment derart angewendet, dass die Rückstellgeschwindigkeit des Lenkrads die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit erreicht.

[0009] Die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit wird derart berechnet, dass sie sich graduell der Basissollrückstellgeschwindigkeit annähert, wenn sich die Größe des tatsächlichen Lenkwinkels verringert, und somit erhöht sich die Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit graduell, wenn die Rückstellgeschwindigkeitssteuerung fortschreitet. Die tatsächliche Rückstellgeschwindigkeit des Lenkrads wird derart gesteuert, dass sie die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit erreicht, und somit erhöht sich die Größe der tatsächlichen Rückstellgeschwindigkeit graduell, wenn die Rückstellgeschwindigkeitssteuerung fortschreitet. Somit erhöht sich die Größe der Differenz zwischen der tatsächlichen Rückstellgeschwindigkeit und der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit nicht, und somit erhöht sich die Rückführungssteuergröße nicht übermäßig.

[0010] Somit kann eine unnötige Erhöhung bzw. Verringerung der Rückstellgeschwindigkeit aufgrund des Nacheilens, das durch die schnelle Erhöhung der Rückstellgeschwindigkeit des Lenkrads bewirkt wird, vermieden werden. Außerdem muss die Verstärkung der Rückführungssteuerung nicht verringert werden, und es kann außerdem eine übermäßige Verlängerung der Zeitdauer, bis das Lenkrad zu der neutralen Position zurückkehrt, wie es für die elektrische Servolenkvorrichtung in der JP S62 - 241 768 A beschrieben ist, vermieden werden.

[0011] Wenn sich die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit graduell der Basissollrückstellgeschwindigkeit annähert und die Größe der Differenz zwischen der Basissollrückstellgeschwindigkeit und der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit gleich oder kleiner als ein Bezugswert wird, wird die Rückstellgeschwindigkeit des Lenkrads derart gesteuert, dass sie die Basissollrückstellgeschwindigkeit erreicht. Somit wird die Rückstellgeschwindigkeit des Lenkrads derart gesteuert, dass sie die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit erreicht, die sich graduell der Basissollrückstellgeschwindigkeit annähert, und dann die Basissollrückstellgeschwindigkeit erreicht, die der ursprüngliche Sollwert ist. Somit kann die Rückstellgeschwindigkeit so nahe wie mög-

lich synchron zu der Basissollrückstellgeschwindigkeit geändert werden, während eine unnötige Erhöhung bzw. Verringerung der Rückstellgeschwindigkeit aufgrund des Nacheilens vermieden wird, wodurch das Lenkrad geeignet zu der neutralen Position zurückkehren kann.

[0012] Ausdrücke wie „das Lenkrad kehrt zu der neutralen Position zurück“ und „das Lenkrad zu der neutralen Position zurückkehren lassen“ usw. sind hier nicht auf einen Fall beschränkt, bei dem die Sollposition die neutrale Position für die Rückstellgeschwindigkeitssteuerung ist. Mit anderen Worten, die Ausdrücke beinhalten ein Zurückkehren des Lenkrads zu der neutralen Position in einem Fall, in dem das Lenkrad inkrementell über die neutrale Position hinaus in die entgegengesetzte Richtung wie bei einem Hin-und-her-Lenken gedreht wird. Außerdem beinhalten die Ausdrücke einen Fall, bei dem die Rückkehr des Lenkrads beendet wird, bevor das Lenkrad die neutrale Position erreicht, beispielsweise einen Fall, bei dem, wenn das Lenkrad zu der neutralen Position zurückgebracht wird, das Lenkrad gehalten wird oder inkrementell in die entgegengesetzte Richtung in Bezug auf die neutrale Position gelenkt wird.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Steuervorrichtung ausgelegt, zu bestimmen, ob das Lenkrad durch eine aktive Rückstelllenkung durch einen Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, und in einem Fall, in dem das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit derart zu berechnen, dass sich die Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit im Vergleich zu einem Fall erhöht, in dem das Lenkrad nicht durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt.

[0014] Im Allgemeinen wird, wenn das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position gebracht wird, angenommen, dass der Fahrer eine effiziente Rückkehr des Lenkrads zu der neutralen Position wünscht. Im Gegensatz dazu wird, wenn das Lenkrad nicht durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückgebracht wird, angenommen, dass der Fahrer eine moderate Rückkehr zu der neutralen Position wünscht.

[0015] Mit der oben beschriebenen Konfiguration wird bestimmt, ob das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt. Außerdem wird in dem Fall, in dem das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt bzw. zurückgebracht wird, die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit derart berechnet, dass sich

deren Größe im Vergleich zu einem Fall erhöht, in dem das Lenkrad nicht durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt.

[0016] Während das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, wird somit die Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit erhöht. Somit kann das Lenkrad durch Erhöhen der Größe des Lenkunterstützungsmomentes effizient zu der neutralen Position zurückgebracht werden. Während das Lenkrad nicht durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, wird im Gegensatz dazu die Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit nicht erhöht, somit kann das Lenkrad dadurch, dass verhindert wird, dass sich die Größe des Lenkunterstützungsmomentes übermäßig erhöht, moderat zu der neutralen Position zurückkehren.

[0017] Die Bestimmung, ob das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, kann auf beliebige Weise erfolgen. In der WO 2014 / 087 546 A, die von der Anmelderin der vorliegenden Anmeldung eingereicht wurde, wird beispielsweise auf der Grundlage einer Summe aus einem Produkt aus einer Lenkwinkelgeschwindigkeit und dem Lenkmoment und einem Produkt aus dem Lenkwinkel und der Ableitung des Lenkmoments bestimmt, ob der Fahrer einen aktiven Betrieb, einen passiven Betrieb oder einen Haltebetrieb als Lenkbetrieb durchführt.

[0018] Der „aktive Betrieb“ ist ein Betrieb, bei dem eine Lenkenergie von dem Fahrer auf eine Lenkvorrichtung ausgeübt wird, das heißt, ein Betrieb, bei dem der Fahrer aktiv die Übergangslenkung durchführt, wodurch die Energie des Lenkens, die von der Lenkvorrichtung gehalten wird, erhöht wird. Der „passive Betrieb“ ist ein Betrieb, bei dem die Lenkenergie dem Fahrer von der Lenkvorrichtung bereitgestellt wird, das heißt, ein Betrieb, bei dem die Energie des Lenkens, die von der Lenkvorrichtung gehalten wird, auf den Fahrer übertragen wird und der Fahrer passiv die Übergangslenkung durchführt. Der „Haltebetrieb“ ist ein Zustand, bei dem zwischen der Lenkvorrichtung und dem Fahrer keine Lenkenergie ausgetauscht wird, das heißt ein Zustand, in dem der Fahrer die Übergangslenkung nicht durchführt und die potentielle Energie, die von der Lenkvorrichtung gehalten wird, nicht geändert wird.

[0019] Wie es in der WO 2014 / 087 546 A beschrieben ist, reflektiert eine Lenkleistung basierend auf einem Produkt aus der Lenkwinkelgeschwindigkeit und dem Lenkmoment eine Stärke einer Absicht des Fahrers, eine Fahrtrichtung des Fahrzeugs in einem Zustand zu ändern, in dem der Fahrer den Übergangslenkbetrieb durchführt. Andererseits reflektiert eine

Lenkleistung basierend auf einem Produkt aus dem Lenkwinkel und der Ableitung des Lenkmoments eine Stärke einer Absicht des Fahrers, eine Drehung des Lenkrads, das umgekehrt durch eine Eingabe von einer Straßenoberfläche dreht, zu erlauben. Somit kann in dem Zustand, in dem das Lenkrad zu der neutralen Position zurückkehrt, bestimmt werden, dass das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, wenn der Lenkbetrieb auf der Grundlage der Summe der Produkte als aktiver Betrieb bestimmt wird.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Steuervorrichtung ausgelegt, in vorbestimmten Perioden die berechnete Basissollrückstellgeschwindigkeit auf eine vorläufige Sollrückstellgeschwindigkeit einzustellen; wenn eine Größe einer Differenz zwischen der vorläufigen Sollrückstellgeschwindigkeit und einer vorherigen Sollrückstellgeschwindigkeit größer als ein Erhöhungsbeschränkungswert ist, eine derzeitige Sollrückstellgeschwindigkeit derart einzustellen, dass eine Größe der derzeitigen Sollrückstellgeschwindigkeit eine Summe aus einer Größe der vorherigen Sollrückstellgeschwindigkeit und dem Erhöhungsbeschränkungswert ist; wenn die Größe der Differenz zwischen der vorläufigen Sollrückstellgeschwindigkeit und der vorherigen Sollrückstellgeschwindigkeit nicht größer als der Erhöhungsbeschränkungswert ist, die derzeitige Sollrückstellgeschwindigkeit auf die vorläufige Sollrückstellgeschwindigkeit einzustellen; und eine Tiefpassfilterung auf die derzeitige Sollrückstellgeschwindigkeit anzuwenden, um die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit zu berechnen.

[0021] Mit der obigen Konfiguration wird die berechnete Basissollrückstellgeschwindigkeit in vorbestimmten Perioden auf die vorläufige Sollrückstellgeschwindigkeit eingestellt. Wenn die Größe der Differenz zwischen der vorläufigen Sollrückstellgeschwindigkeit und der vorherigen Sollrückstellgeschwindigkeit größer als der Erhöhungsbeschränkungswert ist, wird die derzeitige Sollrückstellgeschwindigkeit derart eingestellt, dass die Größe der derzeitigen Sollrückstellgeschwindigkeit die Summe aus der Größe der vorherigen Sollrückstellgeschwindigkeit und dem Erhöhungsbeschränkungswert ist. Wenn die Größe der Differenz zwischen der vorläufigen Sollrückstellgeschwindigkeit und der vorherigen Sollrückstellgeschwindigkeit nicht größer als der Erhöhungsbeschränkungswert ist, wird die derzeitige Sollrückstellgeschwindigkeit auf die vorläufige Sollrückstellgeschwindigkeit eingestellt. Außerdem wird die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit durch Anwenden der Tiefpassfilterung auf die derzeitige Sollrückstellgeschwindigkeit berechnet.

[0022] Durch Beschränken der Größe der Erhöhung der Sollrückstellgeschwindigkeit in vorbestimmten

Perioden auf gleich oder kleiner als der Erhöhungsbeschränkungswert kann verhindert werden, dass die Erhöhungsrates der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit übermäßig ist. Außerdem wird die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit durch Anwenden der Tiefpassfilterung auf die Sollrückstellgeschwindigkeit berechnet, und somit kann sich die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit zuverlässig und graduell der Basissollrückstellgeschwindigkeit annähern.

[0023] Gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Steuervorrichtung ausgelegt, zu bestimmen, ob das Lenkrad durch eine aktive Rückstelllenkung durch einen Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, und in einem Fall, in dem das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, eine Grenzfrequenz zum Ausführen der Tiefpassfilterung im Vergleich zu einem Fall zu erhöhen, in dem das Lenkrad nicht durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt.

[0024] Mit der obigen Konfiguration wird bestimmt, ob das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt. In dem Fall, in dem das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, wird die Grenzfrequenz für die Tiefpassfilterung im Vergleich zu dem Fall erhöht, in dem das Lenkrad nicht durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt.

[0025] Wenn das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, wird somit die Grenzfrequenz erhöht. Somit kann das Lenkrad durch Erhöhen der Größe und der Erhöhungsrates der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit effizient zu der neutralen Position zurückgebracht werden. Wenn im Gegensatz dazu das Lenkrad nicht durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, wird die Grenzfrequenz nicht erhöht. Somit kann das Lenkrad dadurch moderat zu der neutralen Position zurückgebracht werden, dass verhindert wird, dass die Größe und die Erhöhungsrates der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit übermäßig werden.

[0026] Gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Steuervorrichtung ausgelegt, in einem Fall, in dem die Größe des tatsächlichen Lenkwinkels klein ist, den Erhöhungsbeschränkungswert im Vergleich zu einem Fall zu erhöhen, in dem die Größe des tatsächlichen Lenkwinkels groß ist.

[0027] Mit der obigen Konfiguration kann in dem Zustand, in dem die Größe des tatsächlichen Lenkwinkels klein ist und das Selbstausrichtungsmoment der gelenkten Räder niedrig ist, das Lenkrad dadurch effizient zu der neutralen Position zurückgebracht werden, dass der Erhöhungsbeschränkungswert erhöht wird, um die Größe und die Erhöhungsrates der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit weiter zu erhöhen. Im Gegensatz dazu kann in dem Zustand, in dem die Größe des tatsächlichen Lenkwinkels groß ist und das Selbstausrichtungsmoment der gelenkten Räder hoch ist, eine unnötige Erhöhung bzw. Verringerung der Rückstellgeschwindigkeit aufgrund eines Nachteilens dadurch vermieden werden, dass der Erhöhungsbeschränkungswert verringert wird, um die Befürchtung zu verringern, dass sich die Größe und die Erhöhungsrates der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit übermäßig erhöhen.

[0028] Außerdem ist die Steuervorrichtung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgelegt, zu bestimmen, ob das Lenkrad durch eine aktive Rückstelllenkung durch einen Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, und in einem Fall, in dem das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, den Erhöhungsbeschränkungswert im Vergleich zu einem Fall zu erhöhen, in dem das Lenkrad nicht durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt.

[0029] Mit der obigen Konfiguration wird bestimmt, ob das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt. In dem Fall, in dem das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, wird der Erhöhungsbeschränkungswert im Vergleich zu einem Fall erhöht, in dem das Lenkrad nicht durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt.

[0030] Wenn das Lenkrad durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, wird somit der Erhöhungsbeschränkungswert erhöht. Somit kann das Lenkrad dadurch effizient zu der neutralen Position zurückgebracht werden, dass die Größe und die Erhöhungsrates der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit erhöht werden. Wenn im Gegensatz dazu das Lenkrad nicht durch die aktive Rückstelllenkung durch den Fahrer zu der neutralen Position zurückkehrt, wird der Erhöhungsbeschränkungswert nicht erhöht. Somit kann das Lenkrad dadurch moderat zu der neutralen Position zurückgebracht werden, dass verhindert wird, dass sich die Größe und die Erhöhungsrates der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit übermäßig erhöhen.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Diagramm zur Erläuterung einer Übersicht über eine elektrische Servolenkvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung einer Steueroutine für eine Rückstellgeschwindigkeit V_r in Richtung einer neutralen Position eines Lenkrads gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 3 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung einer Berechnungsroutine für eine Grenzfrequenz f_{cl} und einen Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} , die in Schritt 40 der **Fig. 2** ausgeführt wird.

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung einer Steueroutine für die Rückstellgeschwindigkeit V_r zu der neutralen Position des Lenkrads in einer elektrischen Servolenkvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung einer Berechnungsroutine für die Grenzfrequenz f_{cl} und den Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} , die in Schritt 40 der **Fig. 4** ausgeführt wird.

Fig. 6 ist eine Graphik, die ein Kennlinienfeld zeigt, das zum Berechnen einer Basisollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} auf der Grundlage des Absolutwertes eines Lenkwinkels θ und einer Fahrzeuggeschwindigkeit V verwendet wird.

Fig. 7 ist eine Graphik, die ein Kennlinienfeld zeigt, das zum Berechnen eines Korrekturkoeffizienten K_s auf der Grundlage des Absolutwertes des Lenkwinkels θ verwendet wird.

Fig. 8 ist eine Graphik, die ein Kennlinienfeld zeigt, das zum Berechnen des Erhöhungsänderungsbeschränkungswertes V_{rc} auf der Grundlage des Absolutwertes des Lenkwinkels θ verwendet wird.

Fig. 9 ist eine Graphik, die eine Beziehung zwischen dem Lenkwinkel θ und der Lenkwinkelgeschwindigkeit θ_d für ein Beispiel eines Lenkbetriebs zeigt, bei dem in einem Fahrzeug, in dem die Rückstellgeschwindigkeit V_r nicht gesteuert wird, das Lenkrad inkrementell von der neutralen Position aus gesteuert wird, einem Haltelenkzustand unterzogen wird und zu der neutralen Position zurückkehrt.

Fig. 10 ist eine Graphik, die Änderungen des Lenkwinkels θ (oberes Diagramm) und der Lenkwinkelgeschwindigkeit θ_d (unteres Diagramm) für das Beispiel zeigt, bei dem das Lenkrad inkrementell von der neutralen Position aus ge-

lenkt wird, dem Haltelenkzustand unterzogen wird und zu der neutralen Position zurückkehrt.

Fig. 11 ist eine Graphik, die ein Beispiel für Änderungen des Lenkwinkels θ (oberes Diagramm), der Sollrückstellgeschwindigkeit (mittleres Diagramm) und eines Lenkunterstützungsmoments (unteres Diagramm) zeigt, um einen Vergleich zwischen Aktionen und Wirkungen der ersten Ausführungsform mit denjenigen der elektrischen Servolenkvorrichtung zu zeigen, die in der JP S62 - 241 768 A beschrieben ist.

Fig. 12 ist eine Graphik, die gemäß der ersten Ausführungsform Unterschiede einer Erhöhungsrate einer Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} in Abhängigkeit davon zeigt, ob ein Lenkbetrieb eines Fahrers ein passiver Lenkbetrieb ist oder nicht.

Fig. 13 ist eine Graphik, die gemäß der zweiten Ausführungsform Unterschiede einer Erhöhungsrate der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} in Abhängigkeit davon zeigt, ob der Lenkbetrieb des Fahrers ein passiver Lenkbetrieb ist oder nicht.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0031] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung genauer mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen beschrieben.

Erste Ausführungsform

[0032] **Fig. 1** ist ein Diagramm zur Erläuterung eines Überblicks über eine elektrische Servolenkvorrichtung **10** gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die elektrische Servolenkvorrichtung **10** gemäß dieser Ausführungsform ist als eine elektrische Servolenkvorrichtung mit Säulenunterstützung aufgebaut. Die elektrische Servolenkvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine Servolenkvorrichtung eines anderen Typs sein, beispielsweise mit Zahnstangenunterstützung, bei der ein Elektromotor coaxial zu einer Zahnstange verwendet wird, solange wie das Lenkunterstützungsmoment gesteuert bzw. geregelt werden kann.

[0033] In **Fig. 1** wird die elektrische Servolenkvorrichtung **10** für eine Lenkvorrichtung **12** verwendet. Die Lenkvorrichtung **12** enthält ein Lenkrad **14**, das von einem Fahrer betätigt wird, eine obere Lenkwelle **16**, die sich zusammen mit dem Lenkrad **14** dreht, eine Zwischenwelle **18** und einen Lenkmechanismus **20**. Die Zwischenwelle **18** ist an ihrem oberen Ende über ein Kardangelenk **22** mit einem unteren Ende der oberen Lenkwelle **16** gekoppelt und ist an ihrem unteren Ende mit einer Ritzelwelle **26** des Lenkmechanismus **20** über ein Kardangelenk **24** gekoppelt.

[0034] Der Lenkmechanismus **20** enthält eine Zahnstangenantriebsvorrichtung **28** und Spurstangen **30L** und **30R**. Die Zahnstangenantriebsvorrichtung **28** wandelt eine Drehung der Ritzelwelle **26** in eine Translationsbewegung in einer Fahrzeugquerrichtung einer Zahnstange **32** um und führt auch eine Umwandlung in einer entgegengesetzten Richtung durch. Die Spurstangen **30L** und **30R** sind an ihren inneren Enden drehbar mit Enden der Zahnstange **32** verbunden. Die Spurstangen **30L** und **30R** sind an ihren äußeren Enden drehbar mit Spurstangenhebel **36L** und **36R** verbunden, die an Trägern (nicht gezeigt) für vordere linke und rechte Räder (**34L** und **34R**) vorhanden sind.

[0035] Somit werden die Drehverschiebung und das Drehmoment des Lenkrads **14** von dem Lenkmechanismus **20** in eine Schwenkverschiebung bzw. Drehverschiebung und Schwenkmomente bzw. Drehmomente um Achszapfenachsen (nicht gezeigt) der vorderen Räder **34L** und **34R** umgewandelt und dann auf die vorderen Räder **34L** und **34R** übertragen. Außerdem werden die Schwenkverschiebung und die Schwenkmomente um die Achszapfenachsen, die von den vorderen linken und rechten Rädern **34L** und **34R** von einer Straßenoberfläche **38** empfangen werden, durch den Lenkmechanismus **20** auf das Lenkrad **14** als jeweils eine Drehverschiebung und ein Drehmoment übertragen.

[0036] Die elektrische Servolenkvorrichtung **10** enthält eine Servolenkeinheit **46**, die einen Elektromotor **42** und eine Umwandlungsvorrichtung **44** enthält. Die Umwandlungsvorrichtung **44** enthält ein Schneckenrad, das an einer Drehwelle des Elektromotors **42** fixiert ist, und ein Schneckenrad, das an der oberen Lenkwelle **16** fixiert ist, die in **Fig. 1** nicht gezeigt sind. Ein Drehmoment des Elektromotors **42** wird durch die Umwandlungsvorrichtung **44** in ein Drehmoment der oberen Lenkwelle **16** umgewandelt und als Lenkunterstützungsmoment auf die obere Lenkwelle **16** übertragen. Somit dient die Servolenkeinheit **46** als eine Lenkunterstützungsmomentanwendungsvorrichtung zum Anwenden des Lenkunterstützungsmomentes auf die Lenkvorrichtung **12**.

[0037] Außerdem enthält die elektrische Servolenkvorrichtung **10** eine elektronische Steuervorrichtung **50**. Die elektronische Steuervorrichtung **50** dient als eine Steuervorrichtung, die ausgelegt ist, ein Lenkunterstützungsmoment durch Steuern bzw. Regeln des Drehmomentes, das von dem Elektromotor **42** ausgeübt wird, wie es später genauer beschrieben wird, zu steuern bzw. regeln. Signale, die einen Lenkwinkel θ und ein Lenkmoment T repräsentieren, werden jeweils von einem Lenkwinkelsensor **52** und einem Drehmomentsensor **54**, die an der oberen Lenkwelle **16** angeordnet sind, in die elektronische Steuervorrichtung **50** eingegeben. Außerdem wird ein Signal, das eine Fahrzeuggeschwindigkeit V repräsentiert,

von einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **56** in die elektronische Steuereinheit **50** eingegeben. Man beachte, dass der Lenkwinkelsensor **52** und der Drehmomentsensor **54** jeweils einen Lenkwinkel θ und ein Lenkmoment T erfassen, die als positiv definiert sind, wenn das Fahrzeug nach rechts gelenkt wird.

[0038] Die elektronische Steuervorrichtung **50** enthält einen Mikrocomputer **66**, der eine CPU **58**, einen ROM **60**, einen RAM **62** und eine Eingangs-/Ausgangsportvorrichtung enthält, die über einen bidirektionalen gemeinsamen Bus **64** miteinander verbunden sind. Der ROM **60** dient als eine Speichervorrichtung, die ein Programm zum Ausführen der Steuerung des Lenkunterstützungsmomentes speichert, die entsprechend Flussdiagrammen, die in **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt sind, die später beschrieben werden, Kennlinienfeldern, die in **Fig. 6** bis **Fig. 8** gezeigt sind, und Ähnlichem ausgeführt wird. Die CPU **58** und der RAM **62** dienen als eine Berechnungsvorrichtung, die ausgelegt ist, verschiedene Berechnungen zum Steuern des Lenkunterstützungsmomentes durchzuführen, wie es später genauer beschrieben wird.

[0039] Insbesondere zeigt **Fig. 6** eine Graphik, die eine Beziehung zwischen dem Lenkwinkel θ , der Fahrzeuggeschwindigkeit V und einer Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} für einen Bereich zeigt, in dem der Lenkwinkel θ gleich oder größer als 0 ist. Eine Kurve, die die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} für einen Bereich repräsentiert, in dem der Lenkwinkel θ negativ ist, der in **Fig. 6** nicht gezeigt ist, ist punktsymmetrisch zu der Kurve der **Fig. 6** in Bezug auf den Ursprung. Die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} ist eine ideale Rückstellgeschwindigkeit, wenn das Lenkrad **14** von einer Position, bei der die Größe des Lenkwinkels θ unendlich ist, zu der neutralen Position zurückkehrt, und wird durch Spezifikationen des Fahrzeugs bestimmt. Die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} ist im Allgemeinen eine Funktion der Quadratwurzel aus dem Absolutwert des Lenkwinkels θ , und die Größe der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} erhöht sich, wenn sich der Absolutwert des Lenkwinkels θ erhöht, und verringert sich, wenn sich die Fahrzeuggeschwindigkeit V erhöht. Die Rückstellgeschwindigkeit wie beispielsweise die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} ist eine Drehwinkelgeschwindigkeit, wenn das Lenkrad **14** zur neutralen Position zurückkehrt.

[0040] Die elektronische Steuervorrichtung **50** ist ausgelegt, wenn das Lenkrad **14** inkrementell gelenkt oder gehalten wird, das Lenkunterstützungsmoment für das inkrementelle Lenken oder das gehaltene Lenken zu steuern. Mit anderen Worten, die elektronische Steuervorrichtung **50** ist ausgelegt, ein Solllenkunterstützungsmoment T_{at} auf der Grundlage des Lenkmomentes T und der Fahrzeuggeschwin-

digkeit V zu berechnen. Außerdem ist die elektronische Steuervorrichtung **50** ausgelegt, die Servolenkeinheit **46** derart zu steuern, dass ein Lenkunterstützungsmoment T_a das Solllenkunterstützungsmoment T_{at} erreicht, wodurch eine Lenkbelastung für den Fahrer verringert wird.

[0041] Im Gegensatz dazu ist die elektronische Steuervorrichtung **50** ausgelegt, in einem Zustand, in dem das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückkehrt, den Flussdiagrammen, die in **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt sind, zu folgen, um eine Rückstellgeschwindigkeit V_r des Lenkrads **14** in Richtung der neutralen Position zu steuern. Mit anderen Worten, die elektronische Steuervorrichtung **50** ist ausgelegt, die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} auf der Grundlage des Lenkwinkels θ und der Fahrzeuggeschwindigkeit V zu berechnen und eine Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} zum geeigneten Zurückbringen des Lenkrads **14** zu der neutralen Position auf der Grundlage der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} zu berechnen. Außerdem ist die elektronische Steuervorrichtung **50** ausgelegt, das Lenkunterstützungsmoment T_a durch Steuern der Servolenkeinheit **46** mittels Rückführungssteuerung auf der Grundlage der Abweichung zwischen der tatsächlichen Rückstellgeschwindigkeit V_r des Lenkrads **14** und der Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} zu steuern, so dass die tatsächliche Rückstellgeschwindigkeit V_r die Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} erreicht.

[0042] Mit Bezug auf die Flussdiagramme der **Fig. 2** und **Fig. 3** wird nun die Steuerung der Rückstellgeschwindigkeit V_r des Lenkrads **14** in Richtung der neutralen Position (im Folgenden nach Bedarf einfach als „Steuerung“ bezeichnet) gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben. Die Steuerung gemäß dem Flussdiagramm der **Fig. 2** wird in vorbestimmten Perioden in dem Zustand wiederholt, in dem das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückgebracht wird. In dem Verlauf der Steuerung gemäß dem Flussdiagramm der **Fig. 2** geht die Steuerung des Lenkunterstützungsmomentes in die Steuerung des Lenkunterstützungsmomentes für das inkrementelle Lenken oder das gehaltene Lenken über, wenn das Lenkrad **14** in den inkrementellen Lenkzustand oder den Haltelenkzustand gebracht wird.

[0043] Die Bestimmung, ob das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückkehrt, ist kein Teil der vorliegenden Erfindung und kann auf beliebige Weise erfolgen. Die obige Bestimmung kann beispielsweise auf der Grundlage dessen, ob die Größe des Lenkmomentes T größer als ein Wert ist, der für das gehaltene Lenken benötigt wird, ob die Vorzeichen des Lenkwinkels θ und der Lenkwinkelgeschwindigkeit $\dot{\theta}$ sich voneinander unterscheiden, ob die Vorzeichen des Lenkwinkels θ und des Lenkmomentes T sich voneinander unterscheiden und/oder ob die Vorzeichen des Lenkmomentes T und der Lenkwinkelgeschwin-

digkeit $\dot{\theta}$ sich voneinander unterscheiden, durchgeführt werden.

[0044] Zunächst wird in Schritt **10** unter Verwendung des Kennlinienfeldes, das in **Fig. 6** gezeigt ist, die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} entsprechend dem Lenkwinkel θ und der Fahrzeuggeschwindigkeit V berechnet. In diesem Fall wird die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} als ein negativer Wert berechnet, wenn der Lenkwinkel θ einen positiven Wert aufweist, und wird als ein positiver Wert berechnet, wenn der Lenkwinkel θ einen negativen Wert aufweist.

[0045] In Schritt **20** wird bestimmt, ob ein Flag F gleich 1 ist, das heißt, ob eine Berechnung einer Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} , die später beschrieben wird, nicht nötig ist, und es wird eine endgültige Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} auf die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} eingestellt. Wenn das Ergebnis der Bestimmung positiv ist, schreitet die Steuerung zum Schritt **150**. Wenn das Ergebnis der Bestimmung negativ ist, wird in Schritt **30** eine vorläufige Sollrückstellgeschwindigkeit V_{prt} auf die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} eingestellt, und dann schreitet die Steuerung zum Schritt **40**. Das Flag F wird auf 0 zurückgesetzt, wenn die Steuerung startet, und wird ebenfalls auf 0 zurückgesetzt, wenn das Lenkrad **14** in den inkrementellen Lenkzustand oder den Haltelenkzustand im Verlaufe der Steuerung entsprechend dem Flussdiagramm der **Fig. 2** gebracht wird.

[0046] In Schritt **40** werden entsprechend dem Flussdiagramm, das in **Fig. 3** dargestellt ist, eine Grenzfrequenz f_{cl} zur Tiefpassfilterung in Schritt **110**, der später beschrieben wird, und außerdem ein Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} zum Beschränken der Größe der Erhöhung der Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} berechnet. Die Berechnung der Grenzfrequenz f_{cl} und des Erhöhungsänderungsbeschränkungswertes ΔV_{rc} , die entsprechend dem Flussdiagramm durchgeführt wird, das in **Fig. 3** dargestellt ist, wird später beschrieben.

[0047] In Schritt **80** wird bestimmt, ob der Absolutwert einer Abweichung ΔV_{prt} zwischen der vorläufigen Sollrückstellgeschwindigkeit V_{prt} und einer vorherigen Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rtf} größer als der Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} ist, das heißt, ob die Beschränkung hinsichtlich der Größe der Erhöhung der Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} notwendig ist. Wenn das Ergebnis der Bestimmung negativ ist, wird in Schritt **90** die Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} auf die vorläufige Sollrückstellgeschwindigkeit V_{prt} eingestellt. Wenn im Gegensatz dazu das Ergebnis der Bestimmung positiv ist, wird in Schritt **100** die Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} auf eine Summe $V_{rtf} + \text{sign } \theta \cdot \Delta V_{rc}$ aus der vorherigen Rückstellgeschwindigkeit V_{rtf} und einem Pro-

dukt $\text{sign } \theta \cdot \Delta V_{rc}$ aus $\text{sign } \theta$ und dem Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} eingestellt, wobei $\text{sign } \theta$ das Vorzeichen des Lenkwinkels θ repräsentiert.

[0048] In Schritt **110** wird durch Anwendung der Tiefpassfilterung auf die Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} mit der in Schritt **40** eingestellten Grenzfrequenz f_{cl} die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} berechnet.

[0049] In Schritt **120** wird bestimmt, ob der Absolutwert einer Abweichung ΔV_{trt} zwischen der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} und der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} größer als ein Bezugswert α ist (positive Konstante). Mit anderen Worten, es wird bestimmt, ob die Rückstellgeschwindigkeitssteuerung nicht in die Steuerung, die auf der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} basiert, übergehen kann, und somit die Steuerung auf der Grundlage der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} fortgesetzt werden muss. Wenn das Ergebnis der Bestimmung negativ ist, wird in Schritt **130** das Flag F auf 1 eingestellt, und dann schreitet die Steuerung zum Schritt **150**. Wenn im Gegensatz dazu das Ergebnis der Bestimmung positiv ist, werden in Schritt **140** die endgültige Sollrückstellgeschwindigkeit V_{frt} und die vorherige Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rtf} , die in dem nächsten Steuerzyklus zu verwenden sind, auf die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} eingestellt, und dann schreitet die Steuerung zum Schritt **160**.

[0050] In Schritt **150** kann die Rückstellgeschwindigkeitssteuerung von der Steuerung, die auf der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} basiert, zu der Steuerung auf der Grundlage der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} übergehen, und somit wird die endgültige Sollrückstellgeschwindigkeit V_{frt} auf die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} eingestellt.

[0051] In Schritt **160** wird die tatsächliche Rückstellgeschwindigkeit V_r als eine zeitliche Ableitung des Lenkwinkels θ berechnet, und auf der Grundlage einer Abweichung zwischen der endgültigen Sollrückstellgeschwindigkeit V_{frt} und der tatsächlichen Rückstellgeschwindigkeit V_r wird eine Rückführungssteuerung auf das Lenkunterstützungsmoment T_a (Unterstützungsmoment in der Rückstellrichtung) angewendet, so dass sich die Abweichung verringert.

[0052] Mit Bezug auf das Flussdiagramm der **Fig. 3** werden nun die Berechnungen der Grenzfrequenz f_{cl} und des Erhöhungsänderungsbeschränkungswertes ΔV_{rc} , die in Schritt **40** durchzuführen sind, beschrieben.

[0053] Zunächst wird in Schritt **44** eine zeitliche Ableitung T_d des Lenkmomentes T berechnet, und gemäß dem Ausdruck (1) wird ein aktiver/passiver Indexwert

IN_s berechnet. Wenn IN_s positiv ist, ist der Lenkbetrieb des Fahrers ein aktiver Lenkbetrieb, und der Fahrer stellt das Lenkrad **14** aktiv zu der neutralen Position zurück. Wenn IN_s negativ ist, ist der Lenkbetrieb des Fahrers ein passiver Lenkbetrieb, und die Arme des Fahrers werden durch die Drehung des Lenkrads **14**, das zu der neutralen Position zurückkehrt, bewegt. Wenn IN_s gleich 0 ist, ist der Lenkbetrieb des Fahrers weder der aktive Lenkbetrieb noch der passive Lenkbetrieb, und es liegt ein Zustand vor, in dem sich das Lenkrad **14** nicht dreht.

$$IN_s = \theta_d \cdot T + \theta \cdot T_d \quad (1)$$

[0054] In Schritt **46** wird bestimmt, ob der aktive/passive Indexwert IN_s der Lenkung negativ ist, das heißt, ob der Lenkbetrieb des Fahrers der passive Lenkbetrieb ist. Wenn das Ergebnis der Bestimmung negativ ist, schreitet die Steuerung zum Schritt **56**, und wenn das Ergebnis der Bestimmung positiv ist, schreitet die Steuerung zum Schritt **48**.

[0055] In Schritt **48** wird auf der Grundlage des Absolutwertes des Lenkwinkels θ ein Korrekturkoeffizient K_s (positiver Wert) auf der Grundlage der Größe des Lenkwinkels θ anhand des Kennlinienfeldes, das in **Fig. 7** gezeigt ist, berechnet. Wie es in **Fig. 7** gezeigt ist, wird der Korrekturkoeffizient K_s derart berechnet, dass er sich generell verringert, wenn sich der Absolutwert des Lenkwinkels θ erhöht, so dass er kleiner als 1 in einem Bereich ist, in dem der Absolutwert des Lenkwinkels θ groß ist, und größer als 1 in einem Bereich ist, in dem der Absolutwert des Lenkwinkels θ klein ist.

[0056] In Schritt **50** wird entsprechend dem Ausdruck (2) die Grenzfrequenz f_{cl} zur Tiefpassfilterung in Schritt **110** berechnet. In diesem Ausdruck ist f_{clb} ein Basiswert (positive Konstante) für die Grenzfrequenz. Der aktive/passive Indexwert IN_s für die Lenkung ist negativ und „1 + IN_s “ ist somit kleiner als 1. Somit ist $f_{clb} \cdot (1 + IN_s)$ kleiner als der Basiswert f_{clb} .

$$f_{cl} = f_{clb} \cdot (1 + IN_s) \cdot K_s \quad (2)$$

[0057] In Schritt **52** wird der Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} (positiver Wert) auf der Grundlage des Absolutwertes des Lenkwinkels θ anhand des Kennlinienfeldes, das in **Fig. 8** gezeigt ist, berechnet. Wie es in **Fig. 8** gezeigt ist, wird der Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} derart berechnet, dass er sich generell verringert, wenn sich der Absolutwert des Lenkwinkels θ erhöht.

[0058] In Schritt **56** wird bestimmt, ob der aktive/passive Indexwert IN_s der Lenkung positiv ist, das heißt, ob der Lenkbetrieb des Fahrers der aktive Lenkbetrieb ist. Wenn das Ergebnis der Bestimmung negativ ist, schreitet die Steuerung zum Schritt **64**, und wenn

das Ergebnis der Bestimmung positiv ist, schreitet die Steuerung zum Schritt **58**. Man beachte, dass in Schritt **56** das Ergebnis der Bestimmung negativ ist, wenn der aktive/passive Indexwert INs der Lenkung gleich 0 ist. Der aktive/passive Indexwert INs wird entsprechend dem Ausdruck (1) berechnet. Somit kann der aktive/passive Indexwert INs sogar dann gleich 0 sein, wenn bestimmt wird, dass das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückkehrt.

[0059] In Schritt **58** wird gemäß dem Ausdruck (3) die Grenzfrequenz fcl zur Tiefpassfilterung berechnet. Der aktive/passive Indexwert INs für die Lenkung ist positiv und „1 + INs “ ist somit größer als 1. Somit ist $fclb \cdot (1 + INs)$ größer als der Basiswert $fclb$.

$$fcl = fclb \cdot (1 + INs) \quad (3)$$

[0060] In Schritt **60** wird der Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔVrc auf den maximalen Wert $\Delta Vrcmax$ (positiver Wert), der im Voraus eingestellt wird, eingestellt. In diesem Fall ist der maximale Wert $\Delta Vrcmax$ ein Wert, der gleich oder größer als der maximale Wert des Erhöhungsänderungsbeschränkungswertes ΔVrc ist, der in **Fig. 8** gezeigt ist.

[0061] In Schritt **64** wird die Grenzfrequenz fcl zur Tiefpassfilterung auf den Basiswert $fclb$ der Grenzfrequenz eingestellt.

[0062] In Schritt **66** wird der Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔVrc auf einen Basiswert $\Delta Vrcb$ (positiver Wert) eingestellt, der im Voraus eingestellt wird. Der Basiswert $\Delta Vrcb$ liegt zwischen dem maximalen Wert und dem minimalen Wert des Erhöhungsänderungsbeschränkungswertes ΔVrc , der in **Fig. 8** gezeigt ist.

[0063] Wie es aus der obigen Beschreibung ersichtlich ist, wird in Schritt **10** durch die Verwendung des Kennlinienfeldes, das in **Fig. 6** gezeigt ist, die Basissollrückstellgeschwindigkeit Vrb entsprechend dem Lenkwinkel θ und der Fahrzeuggeschwindigkeit V berechnet. Wenn der Absolutwert der Abweichung $\Delta Vtrt$ zwischen der Basissollrückstellgeschwindigkeit Vrb und der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit $Vtrt$ größer als der Bezugswert α ist, ist das Flag F gleich 0. Somit ist das Ergebnis der Bestimmung in Schritt **20** negativ, und in den Schritten **30** bis **100** wird die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit $Vtrt$ berechnet. Außerdem ist das Ergebnis der Bestimmung in Schritt **120** positiv, in Schritt **140** wird die endgültige Sollrückstellgeschwindigkeit $Vfrt$ auf die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit $Vtrt$ eingestellt, und in Schritt **160** wird die Rückstellgeschwindigkeit Vr des Lenkrads **14** derart gesteuert, dass sie die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit $Vtrt$ erreicht.

[0064] Wenn im Gegensatz dazu der Absolutwert der Abweichung $\Delta Vtrt$ zwischen der Basissollrückstellgeschwindigkeit Vrb und der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit $Vtrt$ gleich oder kleiner als der Bezugswert α ist, ist das Ergebnis der Bestimmung in Schritt **120** negativ, und in Schritt **130** wird das Flag F auf 1 eingestellt. Somit ist das Ergebnis in Schritt **20** positiv, in Schritt **150** wird die endgültige Sollrückstellgeschwindigkeit $Vfrt$ auf die Basissollrückstellgeschwindigkeit Vrb eingestellt, und in Schritt **160** wird die Rückstellgeschwindigkeit Vr des Lenkrads **14** derart gesteuert, dass sie die Basissollrückstellgeschwindigkeit Vrb erreicht.

[0065] **Fig. 9** ist eine Graphik, die ein Beispiel eines Lenkbetriebs zeigt, bei dem in einem Fahrzeug, in dem die Rückstellgeschwindigkeit Vr nicht gesteuert wird, das Lenkrad **14** inkrementell von der neutralen Position aus gelenkt wird, momentan dem Haltelenkzustand unterzogen wird und zu der neutralen Position zurückkehrt. In **Fig. 9** repräsentiert ein Punkt P1 die neutrale Position und ein Punkt P2 repräsentiert einen Zustand, in dem eine inkrementelle Lenkgeschwindigkeit (Lenkgeschwindigkeit des inkrementellen Lenkens) maximal ist. Ein Punkt P3 repräsentiert den Haltelenkzustand und ein Punkt P4 repräsentiert einen Zustand, in dem eine Rückstelllenkgeschwindigkeit maximal ist.

[0066] Außerdem repräsentiert die lang-kurz-gestrichelte Linie in **Fig. 9** eine ideale Rückstellgeschwindigkeit, wenn das Lenkrad **14** zu der neutralen Position von einer Position zurückkehrt, bei der die Basissollrückstellgeschwindigkeit Vrb , das heißt die Größe des Lenkwinkels θ , unendlich ist, und die lang-doppeltkurz-gestrichelte Linie repräsentiert die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit $Vtrt$ gemäß der ersten Ausführungsform. Der Punkt **P5** repräsentiert einen Zustand, in dem die Rückstellgeschwindigkeit Vr , die in der ersten Ausführungsform gesteuert wird, maximal ist, und der Punkt P6 repräsentiert einen Punkt, bei dem die Berechnung der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit $Vtrt$ nicht länger notwendig wird.

[0067] Wenn in der ersten Ausführungsform der Zustand, in dem das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückkehrt, errichtet wird, wird die Steuerung der Rückstellgeschwindigkeit Vr des Lenkrads **14** in Richtung der neutralen Position, die gemäß den Flussdiagrammen der **Fig. 2** und **Fig. 3** durchgeführt wird, gestartet. Somit wird die Rückstellgeschwindigkeit Vr von dem Punkt **P3** bis zu dem Punkt **P1** gesteuert, wie es durch die lang-doppeltkurz-gestrichelte Linie gemäß der ersten Ausführungsform repräsentiert wird. Insbesondere wird die Rückstellgeschwindigkeit Vr derart gesteuert, dass sie die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit $Vtrt$ von dem Punkt P3 zu dem Punkt P6 erreicht, und wird derart gesteuert, dass sie die

Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} von dem Punkt P6 bis zu dem Punkt P1 erreicht.

[0068] Gemäß der ersten Ausführungsform wird das Lenkunterstützungsmoment derart gesteuert, dass die Rückkehr des Lenkrads **14** zu der neutralen Position gefördert wird. Somit kann im Vergleich zu einem Fahrzeug, bei dem die Rückstellgeschwindigkeit nicht gesteuert wird, die Größe der Rückstellgeschwindigkeit V_r , nachdem der Zustand, in dem das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückkehrt, errichtet wurde, erhöht werden. Somit kann beispielsweise sogar in einem Zustand, in dem das Selbstausrichtungsmoment, das auf die gelenkten Räder wirkt, klein ist, beispielsweise einem Zustand, in dem sich das Fahrzeug mit einer niedrigen Geschwindigkeit dreht, das Lenkrad **14** effizient zu der neutralen Position zurückgebracht werden.

[0069] Außerdem erhöht sich, wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, die Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} graduell im Wesentlichen von 0 aus, so dass sie sich graduell der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} annähert, wenn sich die Größe des Lenkwinkels θ von dem Punkt **P3** bis zu dem Punkt **P6** verringert.

[0070] Somit kann die Erhöhungsrate der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} im Vergleich zu einem Sollwert der Rückstellgeschwindigkeit V_r (im Folgenden als „Sollwert eines Vergleichsbeispiels“ bezeichnet), der durch Anwenden einer Tiefpassfilterung auf die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} berechnet wird, verringert werden. Somit ist es gemäß der ersten Ausführungsform im Vergleich zu dem Vergleichsbeispiel möglich, die Befürchtung zu verringern, dass sich die Rückstellgeschwindigkeit V_r zu Beginn der Rückstellgeschwindigkeitssteuerung schnell erhöht, das Lenkrad **14** sich übermäßig schnell dreht und demzufolge sich die Insassen des Fahrzeugs unwohl fühlen.

[0071] **Fig. 10** ist eine Graphik, die Änderungen des Lenkwinkels θ (oberes Diagramm) und der Lenkwinkelgeschwindigkeit $\dot{\theta}$ (unteres Diagramm) für das Beispiel zeigt, bei dem das Lenkrad **14** inkrementell von der neutralen Position aus gelenkt wird, dem Haltelenkzustand unterzogen wird und zu der neutralen Position zurückkehrt. In **Fig. 10** repräsentiert die durchgezogene Linie das Beispiel, bei dem die Rückstellgeschwindigkeit nicht gesteuert wird, und die lang-kurz-gestrichelte Linie repräsentiert die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} . Die lang-doppelt-kurz-gestrichelte Linie repräsentiert den Fall der ersten Ausführungsform, und die gestrichelte Linie repräsentiert den Fall des Vergleichsbeispiels.

[0072] In dem Fall des Vergleichsbeispiels wird, wenn der Zustand, bei dem das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückkehrt, errichtet wird,

der Sollwert der Rückstellgeschwindigkeit V_r auf den Wert eingestellt, der durch Anwenden der Tiefpassfilterung auf die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} erlangt wird, und somit erhöht sich die Größe der Rückstellgeschwindigkeit V_r schnell. Daher dreht sich zumindest zu Beginn des Zustands, in dem das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückkehrt, das Lenkrad **14** übermäßig schnell zu der neutralen Position, und die Größe des Lenkwinkels θ verringert sich schnell.

[0073] Außerdem erhöht sich die Größe des Sollwertes der Rückstellgeschwindigkeit V_r schnell, und somit besteht die Tendenz, dass das Lenkunterstützungsmoment zum Zurückkehren des Lenkrads **14** zu der neutralen Position übermäßig ist. Daher wird häufig ein Nacheilen verursacht, bei dem der Zustand, in dem die Größe der Rückstellgeschwindigkeit V_r größer als die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} ist, und der Zustand, in dem die Größe der Rückstellgeschwindigkeit V_r kleiner als die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} ist, abwechselnd wiederholt werden, und die Drehzahl des Lenkrads **14** zum Zurückkehren zu der neutralen Position erhöht bzw. verringert sich unnötig.

[0074] Um das Auftreten des oben beschriebenen Problems zu vermeiden, ist es denkbar, wie bei der elektrischen Servolenkvorrichtung, die in der JP S62 - 241 768 A beschrieben ist, wenn die Größe der Abweichung der Rückstellgeschwindigkeit groß ist, eine Verstärkung der Rückführungssteuerung für das Lenkunterstützungsmoment auf der Grundlage der Abweichung der Rückstellgeschwindigkeit auf einen kleinen Wert einzustellen. Alternativ ist es denkbar, die Grenzfrequenz der Tiefpassfilterung auf einen kleinen Wert einzustellen.

[0075] Wenn jedoch die Verstärkung der Rückführungssteuerung auf einen kleinen Wert eingestellt wird, wird die Größe des Lenkunterstützungsmomentes zum Fördern der Rückkehr des Lenkrads **14** zu der neutralen Position beschränkt. Wenn andererseits die Grenzfrequenz der Tiefpassfilterung auf einen kleinen Wert eingestellt wird, wird die Erhöhungsrate des Sollwertes der Rückstellgeschwindigkeit V_r beschränkt. Somit wird bei jeweiligen obigen Gegenmaßnahmen der Zeitpunkt, zu dem der Sollwert der Rückstellgeschwindigkeit V_r im Wesentlichen die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} erreicht, übermäßig verzögert, und als Ergebnis kann eine übermäßige Verzögerung des Zeitpunktes, zu dem das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückkehrt, nicht vermieden werden.

[0076] Im Gegensatz dazu wird gemäß der ersten Ausführungsform in den Schritten **80** bis **100** die Erhöhungsgröße der Größe der Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} für jeden Steuerzyklus auf einen Wert beschränkt, der gleich oder kleiner als der Erhöhungs-

änderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} ist, und somit erhöht sich die Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} graduell. Außerdem wird in Schritt **110** die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} , die der Sollwert der Rückstellgeschwindigkeit V_r ist, durch Anwenden der Tiefpassfilterung auf die Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} berechnet, und somit verringert sich eine Änderungsrate der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} und nähert sich einer Änderungsrate der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} an. Somit kann eine Befürchtung, dass sich zu Beginn der Rückstellgeschwindigkeitssteuerung die Größe und die Änderungsrate des Lenkunterstützungsmomentes übermäßig erhöhen, verringert werden. Somit kann die Befürchtung hinsichtlich des Nacheilens der Größe der Rückstellgeschwindigkeit V_r in Bezug auf die Größe der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} verringert werden, und es kann die Befürchtung hinsichtlich einer unnötigen Erhöhung bzw. Verringerung der Drehgeschwindigkeit des Lenkrads **14** verhindert werden.

[0077] Außerdem wird verhindert, dass sich die Größe der Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} , auf die die Tiefpassfilterung angewendet wird, um die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} zu berechnen, übermäßig erhöht, und somit muss die Grenzfrequenz der Tiefpassfilterung auf keinen übermäßig kleinen Wert eingestellt werden. Somit kann verhindert werden, dass der Zeitpunkt, zu dem die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} im Wesentlichen die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} erreicht, übermäßig verzögert wird, und es kann verhindert werden, dass der Zeitpunkt, zu dem das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückkehrt, übermäßig verzögert wird.

[0078] Fig. **11** ist eine Graphik, die ein Beispiel für Änderungen des Lenkwinkels θ (oberes Diagramm), der Sollrückstellgeschwindigkeit (mittleres Diagramm) und des Lenkunterstützungsmomentes T_a (unteres Diagramm) zum Beschreiben eines Vergleiches der Aktionen und Wirkungen der ersten Ausführungsform mit der elektrischen Servolenkvorrichtung, die in der JP S62 - 241 768 A beschrieben ist, zeigt.

[0079] Zu Beginn der Rückstellgeschwindigkeitssteuerung für das Lenkrad **14** ist die Größe der Abweichung zwischen der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} , die durch die lang-kurz-gestrichelte Linie repräsentiert wird, und der tatsächlichen Rückstellgeschwindigkeit V_r , die in Fig. **11** nicht gezeigt ist, groß. Somit wird in dem Fall der elektrischen Servolenkvorrichtung, die in der JP S62 - 241 768 A beschrieben ist, die Verstärkung der Rückführungssteuerung auf einen kleinen Wert eingestellt, und somit ist, wie es durch die gestrichelte Linie in dem unteren Diagramm gezeigt ist, die Größe des Lenkunterstützungsmomentes T_a klein. Somit erhöht sich die

Größe der tatsächlichen Rückstellgeschwindigkeit V_r nicht ausreichend, und die Verringerungsgeschwindigkeit der Größe des Lenkwinkels θ ist klein, wie es durch die gestrichelte Linie in dem oberen Diagramm gezeigt ist.

[0080] Daher ist, wie es durch die gestrichelte Linie in dem mittleren Diagramm gezeigt ist, die Änderung der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} im Verlauf der Zeit niedrig, und der Zustand, in dem die Größe der Abweichung der Rückstellgeschwindigkeit groß ist, dauert eine lange Zeitdauer an. Somit dauert der Zustand, in dem die Verstärkung der Rückführungssteuerung auf einen kleinen Wert eingestellt wird, ebenfalls eine lange Zeitdauer an. Als Ergebnis wird, wie es durch die gestrichelte Linie in dem oberen Diagramm gezeigt ist, eine signifikant lange Zeit benötigt, bis das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückkehrt und der Lenkwinkel θ gleich 0 wird.

[0081] Im Gegensatz dazu nähert sich gemäß der ersten Ausführungsform, wenn die Rückstellgeschwindigkeitssteuerung startet, wie es durch die durchgezogene Linie in dem mittleren Diagramm gezeigt ist, die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} graduell der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} an, wie es durch die lang-kurz-gestrichelte Linie gezeigt ist. Wenn die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} erreicht, ändert sich die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{trt} entsprechend der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} . Somit erhöht sich, wie es durch die lang-doppeltkurz-gestrichelte Linie in dem unteren Diagramm gezeigt ist, die Größe des Lenkunterstützungsmomentes T_a graduell, und die Verringerungsgeschwindigkeit der Größe des Lenkwinkels θ ist schneller als diejenige in dem Fall der elektrischen Servolenkvorrichtung, die in der JP S62 - 241 768 A beschrieben ist, wie es durch die lang-doppeltkurz-gestrichelte Linie in dem oberen Diagramm gezeigt ist. Somit erhöht sich die Größe der tatsächlichen Rückstellgeschwindigkeit V_r ausreichend, und das Lenkrad **14** kehrt schneller zu der neutralen Position zurück als in dem Fall der elektrischen Servolenkvorrichtung, die in der JP S62 - 241 768 A beschrieben ist.

[0082] Außerdem wird gemäß der ersten Ausführungsform in Schritt **44** der aktive/passive Indexwert I_N s für die Lenkung berechnet, und in Schritt **46** wird bestimmt, ob der aktive/passive Indexwert I_N s für die Lenkung negativ ist, das heißt, ob der Lenkbetrieb des Fahrers der passive Lenkbetrieb ist. Wenn der Lenkbetrieb des Fahrers der passive Lenkbetrieb ist, wird in Schritt **50** die Grenzfrequenz f_{cl} für die Tiefpassfilterung als ein Wert berechnet, der kleiner als der Basiswert f_{clb} ist. Wenn im Gegensatz dazu der Lenkbetrieb des Fahrers ein aktiver Lenkbetrieb ist, wird in Schritt **56** das Ergebnis der Bestimmung posi-

tiv, und in Schritt **58** wird die Grenzfrequenz f_{cl} als ein Wert berechnet, der größer als der Basiswert f_{clb} ist.

[0083] Fig. 12 ist eine Graphik, die Unterschiede der Erhöhungsraten der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} in Abhängigkeit davon zeigt, ob der Lenkbetrieb des Fahrers der passive Lenkbetrieb ist oder nicht, und θ_h ist ein Lenkwinkel, wenn das Lenkrad **14** seine Rückkehr zu der neutralen Position startet. In Fig. 12 repräsentiert die durchgezogene Linie einen Fall, bei dem der Lenkbetrieb des Fahrers weder der passive Lenkbetrieb noch der aktive Lenkbetrieb ist. Die dünne lang-doppeltkurz-gestrichelte Linie und die dicke lang-doppeltkurz-gestrichelte Linie repräsentieren jeweils den Fall, in dem der Lenkbetrieb der passive Lenkbetrieb ist, und den Fall, in dem der Lenkbetrieb der aktive Lenkbetrieb ist.

[0084] Wenn der Lenkbetrieb des Fahrers der passive Lenkbetrieb ist, versucht der Fahrer nicht aktiv, das Lenkrad **14** zur neutralen Position zurückzubringen. Wenn der Lenkbetrieb des Fahrers der passive Lenkbetrieb ist, kann, wie es durch die dünne lang-doppeltkurz-gestrichelte Linie in Fig. 12 gezeigt ist, die Erhöhungsrates der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} ein moderater Wert ähnlich wie in dem Fall eines Fahrzeugs sein, in dem die Rückstellgeschwindigkeit nicht gesteuert wird. Somit kann verhindert werden, dass das Lenkrad **14** zu der neutralen Position übermäßig schnell zurückkehrt, und der Fahrer kann die Korrekturlenkung einfach durchführen, wenn er fühlt, dass eine Korrekturlenkung notwendig ist.

[0085] Wenn im Gegensatz dazu der Lenkbetrieb des Fahrers der aktive Lenkbetrieb ist, versucht der Fahrer aktiv, das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückzubringen. Wenn der Lenkbetrieb des Fahrers der aktive Lenkbetrieb ist, kann, wie es durch die dicke lang-doppeltkurz-gestrichelte Linie der Fig. 12 gezeigt ist, die Erhöhungsrates der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} ein großer Wert sein. Somit kann das Lenkunterstützungsmoment T_a zum Veranlassen der Rückkehr des Lenkrads **14** zu der neutralen Position schnell erhöht werden, und die Absicht des Fahrers, das Lenkrad **14** schnell zu der neutralen Position zurückzubringen, kann wirksam erfüllt werden.

[0086] Insbesondere wenn gemäß der ersten Ausführungsform der Lenkbetrieb des Fahrers der passive Lenkbetrieb ist, wird in Schritt **50** die Grenzfrequenz f_{cl} zur Tiefpassfilterung als das Produkt aus $f_{clb} \cdot (1 + I_Ns)$ und dem Korrekturkoeffizienten K_s berechnet. In Schritt **48** wird der Korrekturkoeffizient K_s derart berechnet, dass er sich verringert, wenn sich der Absolutwert des Lenkwinkels θ erhöht. Somit ist in einer Stufe, in der das Lenkrad **14** seine Rückkehr zur neutralen Position startet, der Absolut-

wert des Lenkrads θ groß, und somit kann die Grenzfrequenz f_{cl} erhöht werden, wodurch die Erhöhungsrates der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} erhöht wird.

[0087] Außerdem verringert sich der Absolutwert des Lenkwinkels θ , wenn die Steuerung der Rückstellgeschwindigkeit fortschreitet, und der Korrekturkoeffizient K_s erhöht sich dementsprechend graduell. Somit verringert sich der Absolutwert des Lenkwinkels θ , wenn die Steuerung der Rückstellgeschwindigkeit fortschreitet, die Grenzfrequenz f_{cl} kann graduell erhöht werden, und dieses kann ebenfalls die Erhöhungsrates der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} graduell erhöhen.

[0088] Außerdem wird gemäß der ersten Ausführungsform in Schritt **52** der Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} derart berechnet, dass er sich verringert, wenn sich der Absolutwert des Lenkwinkels θ erhöht. In den Schritten **80** bis **100** wird die Erhöhungsrates der Größe der Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} für jeden Steuerzyklus auf gleich oder kleiner als der Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} beschränkt. Wenn die Größe des Lenkwinkels θ klein ist und die Größe des Selbstausrichtungsmomentes, das auf die gelenkten Räder wirkt, somit klein ist, kann somit die Erhöhungsrates der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} erhöht werden, wodurch die Rückkehr des Lenkrads **14** zu der neutralen Position wirksam gefördert wird. Wenn im Gegensatz dazu die Größe des Lenkwinkels θ groß ist und somit die Größe des Selbstausrichtungsmomentes, das auf die gelenkten Räder wirkt, groß ist, kann die Erhöhungsrates der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} verringert werden, wodurch die Befürchtung einer übermäßigen Erhöhung des Lenkunterstützungsmomentes T_a verringert wird.

Zweite Ausführungsform

[0089] Fig. 4 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung einer Steuerroutine für die Rückstellgeschwindigkeit V_r in Richtung der neutralen Position des Lenkrads **14** in der elektrischen Servolenkvorrichtung **10** gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In Fig. 4 werden dieselben Schritte wie in Fig. 2 mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

[0090] Wie es aus einem Vergleich zwischen Fig. 4 und Fig. 2 ersichtlich ist, werden in der zweiten Ausführungsform die Schritte, die nicht Schritt **40** und Schritt **150** sind, wie in der ersten Ausführungsform durchgeführt. In Schritt **40** werden die Grenzfrequenz f_{cl} und der Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} entsprechend dem Flussdiagramm, das in Fig. 5 dargestellt ist, anstelle entsprechend

dem Flussdiagramm, das in **Fig. 3** dargestellt ist, berechnet.

[0091] In Schritt **150** wird die endgültige Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} auf die Basisollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} eingestellt, und außerdem wird ein Zähler Cr , der die Anzahl der negativen Bestimmungen in Schritt **20**, das heißt die Anzahl der Einstellungen der endgültigen Sollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} auf die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} , auf 0 zurückgesetzt. Der Zähler Cr wird auf 0 zurückgesetzt, wenn die Steuerung startet, und wird ebenfalls auf 0 zurückgesetzt, wenn das Lenkrad **14** im Verlaufe der Steuerung gemäß dem Flussdiagramm der **Fig. 4** in den inkrementellen Lenkzustand oder den Haltelenkzustand gebracht wird.

[0092] Anhand des Flussdiagramms der **Fig. 5** werden nun die Berechnungen der Grenzfrequenz f_{cl} und des Erhöhungsänderungsbeschränkungswertes ΔV_{rc} , die in Schritt **40** ausgeführt werden, beschrieben.

[0093] Wie es aus dem Vergleich zwischen **Fig. 5** und **Fig. 3** ersichtlich ist, wird in der zweiten Ausführungsform Schritt **42** vor Schritt **44** durchgeführt, und in Schritt **42** wird der Zähler Cr um 1 inkrementiert.

[0094] Die Schritte **46** bis **50** werden auf dieselbe Weise wie in der ersten Ausführungsform durchgeführt, und in Schritt **54**, der anschließend an den Schritt **50** durchgeführt wird, wird ein Korrekturkoeffizient K_{in} (positive ganze Zahl) für den Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} gemäß dem Ausdruck (4) berechnet. In dem Ausdruck (4) ist C_{pa} eine konstante ganze Zahl, die im Voraus eingestellt wird und größer als 3 ist. Die Funktion RU in dem Ausdruck (4) und dem Ausdruck (5) ist eine Funktion zum Aufrunden einer Zahl in den Klammern auf eine ganze Zahl.

$$K_{in} = RU(Cr/C_{pa}) \quad (4)$$

[0095] Schritt **56** und Schritt **58** werden auf dieselbe Weise wie in der ersten Ausführungsform durchgeführt, und in Schritt **62**, der anschließend an den Schritt **58** durchgeführt wird, wird der Korrekturkoeffizient K_{in} entsprechend dem Ausdruck (5) berechnet. In dem Ausdruck (5) ist C_{po} eine positive konstante ganze Zahl, die im Voraus eingestellt wird, und ist kleiner als C_{pa} . Somit ist der Korrekturkoeffizient K_{in} , der in Schritt **62** berechnet wird, für dasselbe Cr größer als der Korrekturkoeffizient K_{in} , der in Schritt **54** berechnet wird.

$$K_{in} = RU(Cr/C_{po}) \quad (5)$$

[0096] Der Schritt **64** wird auf dieselbe Weise wie in der ersten Ausführungsform durchgeführt, und in

Schritt **68**, der anschließend an den Schritt **64** durchgeführt wird, wird der Korrekturkoeffizient K_{in} entsprechend dem Ausdruck (6) berechnet. In dem Ausdruck (6) ist C_{pb} eine positive konstante ganze Zahl, die im Voraus eingestellt wird, ist größer als C_{po} und kleiner als C_{pa} . Somit ist der Korrekturkoeffizient K_{in} , der in Schritt **64** berechnet wird, für dasselbe Cr größer als der Korrekturkoeffizient K_{in} , der in Schritt **54** berechnet wird, und kleiner als der Korrekturkoeffizient K_{in} , der in Schritt **62** berechnet wird.

$$K_{in} = RU(Cr/C_{pb}) \quad (6)$$

[0097] Wenn irgendeiner der Schritte **54**, **62** und **68** beendet ist, schreitet die Steuerung zum Schritt **70**. In Schritt **70** wird der Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} als ein Produkt aus dem Korrekturkoeffizienten K_{in} und dem Basiswert V_{rcb} (positive ganze Zahl), der im Voraus eingestellt wird, berechnet.

[0098] Wie es aus der obigen Beschreibung ersichtlich ist, werden gemäß der zweiten Ausführungsform Schritte, die nicht die Schritte **42**, **54**, **62**, **68**, **70** und **150** sind, auf dieselbe Weise wie in der ersten Ausführungsform durchgeführt. Insbesondere werden die Schritte **54**, **62**, **68** und **70** anstelle der Schritte **52**, **60** und **66** der ersten Ausführungsform durchgeführt. Somit können die Aktionen und Wirkungen, die nicht die Aktionen und Wirkungen sind, die gemäß den Schritten **52**, **60** und **66** geschaffen werden, ebenfalls in der zweiten Ausführungsform geschaffen werden.

[0099] Wie es oben beschrieben wurde, wird in den Schritten **42**, **54**, **62** und **68** der Korrekturkoeffizient K_{in} , der verwendet wird, um den Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} in Schritt **70** zu berechnen, derart berechnet, dass er sich stufenweise im Verlaufe der Steuerung der Rückstellgeschwindigkeit erhöht. Somit erhöht sich die Größe des Erhöhungsänderungsbeschränkungswertes ΔV_{rc} ebenfalls stufenweise im Verlaufe der Steuerung der Rückstellgeschwindigkeit. Somit kann, wie es in **Fig. 13** gezeigt ist, im Vergleich zu der ersten Ausführungsform ein Verhältnis der Erhöhung der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} zu der Verringerung der Größe des Lenkwinkels θ verringert werden, wodurch die Erhöhungsrate der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} zu Beginn der Rückstellgeschwindigkeitssteuerung gemäßigt wird.

[0100] Außerdem wird in den Schritten **54**, **62** und **68** der Korrekturkoeffizient K_{in} variabel in Abhängigkeit von den Bestimmungsergebnissen in den Schritten **46** und **56** eingestellt. Insbesondere wird der Korrekturkoeffizient K_{in} als ein kleiner Wert in dem Fall berechnet, in dem der Lenkbetrieb des Fahrers der passive Lenkbetrieb ist, im Vergleich zu dem Fall, in dem der Lenkbetrieb des Fahrers der akti-

ve Lenkbetrieb ist. Wenn somit der Lenkbetrieb des Fahrers der passive Lenkbetrieb ist und der Fahrer nicht aktiv versucht, das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückzubringen, kann die Erhöhungsrates der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} ein moderater Wert sein. Somit kann verhindert werden, dass das Lenkrad **14** zu der neutralen Position übermäßig schnell zurückkehrt.

[0101] Wenn im Gegensatz dazu der Lenkbetrieb des Fahrers der aktive Lenkbetrieb ist und der Fahrer aktiv versucht, das Lenkrad **14** zu der neutralen Position zurückzubringen, kann die Erhöhungsrates der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} ein großer Wert sein. Somit kann die Größe des Lenkunterstützungsmomentes T_a zum Veranlassen der Rückkehr des Lenkrads **14** zu der neutralen Position schnell erhöht werden, wodurch die Absicht des Fahrers, das Lenkrad **14** schnell zu der neutralen Position zurückzubringen, wirksam erfüllt wird.

[0102] Außerdem erhöht sich der Korrekturkoeffizient K_{in} stufenweise im Verlaufe der Steuerung der Rückstellgeschwindigkeit, aber die Erhöhungsrates, wenn der Lenkbetrieb des Fahrers der aktive Lenkbetrieb ist, ist größer als die Erhöhungsrates, wenn der Lenkbetrieb des Fahrers der passive Lenkbetrieb ist. Wenn somit der Lenkbetrieb des Fahrers der passiver Lenkbetrieb ist, wird verhindert, dass die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} übermäßig schnell erreicht. Wenn im Gegensatz dazu der Lenkbetrieb des Fahrers der aktive Lenkbetrieb ist, wird verhindert, dass die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} übermäßig langsam erreicht.

[0103] Außerdem kann gemäß der zweiten Ausführungsform die Erhöhungsrates der Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} zu Beginn der Steuerung der Rückstellgeschwindigkeit im Vergleich zu der ersten Ausführungsform moderat sein. Sogar wenn die Grenzfrequenz f_{cl} für die Tiefpassfilterung im Vergleich zu der ersten Ausführungsform auf einen großen Wert gesteuert bzw. eingestellt wird, kann die Befürchtung einer übermäßigen Erhöhung der Größe des Lenkunterstützungsmomentes T_a zur Rückkehr des Lenkrads **14** zu der neutralen Position zu Beginn der Rückstellgeschwindigkeitssteuerung verringert werden. Somit kann im Vergleich zu der ersten Ausführungsform die Grenzfrequenz f_{cl} auf einen großen Wert eingestellt werden, und somit kann die Befürchtung einer übermäßigen Verzögerung des Erreichens der Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} durch die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit V_{rt} aufgrund der Tiefpassfilterung verringert werden.

[0104] Oben wurden spezielle Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung genauer beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die obi-

gen Ausführungsformen beschränkt. Es ist für den Fachmann offensichtlich, dass verschiedene andere Ausführungsformen innerhalb des Bereiches der vorliegenden Erfindung möglich sind.

[0105] In den ersten und zweiten Ausführungsformen wird beispielsweise in Schritt **48** der Korrekturkoeffizient K_s auf der Grundlage des Absolutwertes des Lenkwinkels θ berechnet, und in Schritt **50** wird die Grenzfrequenz f_{cl} für die Tiefpassfilterung entsprechend dem Ausdruck **(2)** berechnet, der den Korrekturkoeffizienten K_s enthält, eine derartige Korrektur kann jedoch derart erfolgen, dass die Berechnung des Korrekturkoeffizienten K_s in Schritt **48** weggelassen wird und in Schritt **50** die Grenzfrequenz f_{cl} zur Tiefpassfilterung gemäß $f_{clb} \cdot (1 + I_Ns)$ berechnet wird.

[0106] Außerdem schreitet in den ersten und zweiten Ausführungsformen die Steuerung zum Schritt **64**, wenn in den Schritten **46** und **56** das Ergebnis der Bestimmung negativ ist, das heißt, wenn der Lenkbetrieb des Fahrers weder der aktive Lenkbetrieb noch der passive Lenkbetrieb ist. In der ersten Ausführungsform können jedoch die Schritte **56**, **64** und **66** weggelassen werden, und in der zweiten Ausführungsform können die Schritte **56**, **64** und **68** weggelassen werden. Mit anderen Worten, eine derartige Korrektur kann derart durchgeführt werden, dass die Steuerung zum Schritt **58** schreitet, wenn in Schritt **46** das Ergebnis der Bestimmung negativ ist, das heißt, wenn der Lenkbetrieb des Fahrers nicht der passive Lenkbetrieb ist.

[0107] Alternativ kann eine Korrektur derart durchgeführt werden, dass die Schritte **46**, **64** und **66** weggelassen werden und die Steuerung zum Schritt **56** schreitet, wenn Schritt **44** beendet ist, und die Steuerung zum Schritt **48** schreitet, wenn das Ergebnis der Bestimmung in Schritt **56** negativ ist. Auf ähnliche Weise kann in der zweiten Ausführungsform eine Korrektur derart erfolgen, dass die Schritte **46**, **64** und **68** weggelassen werden, und die Steuerung zum Schritt **56** fortschreitet, wenn Schritt **44** beendet ist, und die Steuerung zum Schritt **48** schreitet, wenn das Ergebnis der Bestimmung in Schritt **56** negativ ist.

[0108] Außerdem wird in der zweiten Ausführungsform wie in der ersten Ausführungsform in den Schritten **50**, **58** und **64** die Grenzfrequenz f_{cl} zur Tiefpassfilterung variabel in Abhängigkeit von dem Lenkbetriebszustand des Fahrers eingestellt. Es kann jedoch eine Korrektur derart erfolgen, dass die Schritte **48**, **50**, **58** und **64** weggelassen werden und die Grenzfrequenz f_{cl} unabhängig von dem Lenkbetriebszustand des Fahrers auf einen konstanten Wert eingestellt wird.

[0109] Außerdem wird in der zweiten Ausführungsform in den Schritten **54**, **62** und **68** der Korrekturko-

effizient K_{in} für den Erhöhungsänderungsbeschränkungswert ΔV_{rc} als eine positive ganze Zahl berechnet. Der Korrekturkoeffizient K_{in} muss jedoch keine ganze Zahl sein, und es kann beispielsweise eine Korrektur derart durchgeführt werden, dass in den Schritten **54**, **62** und **68** die Korrekturkoeffizienten K_{in} jeweils auf Cr/C_{pa} , Cr/C_{po} und Cr/C_{pb} in dem jeweiligen C_{pa} -Zyklus, C_{po} -Zyklus und C_{pb} -Zyklus aktualisiert werden.

[0110] Außerdem wird in der zweiten Ausführungsform in Schritt **68** der Korrekturkoeffizient K_{in} gemäß dem Ausdruck **(6)** berechnet, wenn das Ergebnis in den Schritten **46** und **56** negativ ist. Der Korrekturkoeffizient K_{in} kann jedoch auch auf eine vorbestimmte positive Konstante wie beispielsweise 1 eingestellt werden.

[0111] In den ersten und zweiten Ausführungsformen ist, wie es in **Fig. 6** gezeigt ist, die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} eine Funktion des Lenkwinkels θ und der Fahrzeuggeschwindigkeit V . Die Basissollrückstellgeschwindigkeit V_{rb} kann jedoch eine Funktion nur des Lenkwinkels θ sein.

Patentansprüche

1. Elektrische Servolenkvorrichtung (10), die aufweist:
eine Lenkunterstützungsmomentanwendungsvorrichtung (46); und
eine Steuervorrichtung (50), die ausgelegt ist, ein Lenkunterstützungsmoment (T_a), das von der Lenkunterstützungsmomentanwendungsvorrichtung (46) auf eine Lenkvorrichtung (12) für ein Fahrzeug angewendet wird, zu steuern, wobei
die Steuervorrichtung (50) eine Speichervorrichtung (60) aufweist, die ausgelegt ist, eine Beziehung zwischen einer Basissollrückstellgeschwindigkeit (V_{rb}), deren Größe sich erhöht, wenn sich eine Größe eines Lenkwinkels (θ) erhöht, und dem Lenkwinkel (θ) zu speichern und ausgelegt ist, wenn ein Lenkrad (14) zu einer neutralen Position zurückkehrt, die Basissollrückstellgeschwindigkeit (V_{rb}) auf der Grundlage eines tatsächlichen Lenkwinkels (θ) und der Beziehung zu berechnen und eine Rückführungssteuerung für das Lenkunterstützungsmoment (T_a) anzuwenden, so dass eine Rückstellgeschwindigkeit (V_r) des Lenkrads (14) die berechnete Basissollrückstellgeschwindigkeit (V_{rb}) erreicht;
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuervorrichtung (50) ausgelegt ist, wenn das Lenkrad (14) zu der neutralen Position zurückkehrt, eine Übergangssollrückstellgeschwindigkeit (V_{trt}) zu berechnen, deren Größe sich graduell erhöht und graduell der Basissollrückstellgeschwindigkeit (V_{rb}) annähert, wenn sich eine Größe des tatsächlichen Lenkwinkels (θ) verringert, und wenn eine Größe einer Differenz (ΔV_{trt}) zwischen der Basissollrückstellgeschwindigkeit (V_{rb}) und der Übergangssollrück-

stellgeschwindigkeit (V_{trt}) größer als ein Bezugswert (α) ist, eine Rückführungssteuerung für das Lenkunterstützungsmoment (T_a) anzuwenden, so dass die Rückstellgeschwindigkeit (V_r) des Lenkrads (14) die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit (V_{trt}) anstatt die berechnete Basissollrückstellgeschwindigkeit (V_{rb}) erreicht.

2. Elektrische Servolenkvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (50) ausgelegt ist, zu bestimmen, ob das Lenkrad (14) durch eine aktive Rückstelllenkung eines Fahrers zu der neutralen Position zurückkehrt, und in einem Fall, in dem das Lenkrad (14) durch die aktive Rückstelllenkung des Fahrers zu der neutralen Position zurückkehrt, die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit (V_{trt}) derart zu berechnen, dass die Größe der Übergangssollrückstellgeschwindigkeit (V_{trt}) im Vergleich zu einem Fall größer ist, in dem das Lenkrad (14) nicht durch die aktive Rückstelllenkung des Fahrers zu der neutralen Position zurückkehrt.

3. Elektrische Servolenkvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (50) ausgelegt ist, die berechnete Basissollrückstellgeschwindigkeit (V_{rb}) in vorbestimmten Perioden auf eine vorläufige Sollrückstellgeschwindigkeit (V_{prt}) einzustellen; wenn eine Größe einer Differenz zwischen der vorläufigen Sollrückstellgeschwindigkeit (V_{prt}) und einer vorherigen Sollrückstellgeschwindigkeit (V_{rtf}) größer als ein Erhöhungsbeschränkungswert (ΔV_{rc}) ist, eine derzeitige Sollrückstellgeschwindigkeit (V_{rt}) derart einzustellen, dass eine Größe der derzeitigen Sollrückstellgeschwindigkeit (V_{rt}) eine Summe aus einer Größe der vorläufigen Sollrückstellgeschwindigkeit (V_{prt}) und dem Erhöhungsbeschränkungswert (ΔV_{rc}) ist;
wenn die Größe der Differenz zwischen der vorläufigen Sollrückstellgeschwindigkeit (V_{prt}) und der vorläufigen Sollrückstellgeschwindigkeit (V_{rtf}) nicht größer als der Erhöhungsbeschränkungswert (ΔV_{rc}) ist, die derzeitige Sollrückstellgeschwindigkeit (V_{rt}) auf die vorläufige Sollrückstellgeschwindigkeit (V_{prt}) einzustellen; und
eine Tiefpassfilterung auf die derzeitige Sollrückstellgeschwindigkeit (V_{rt}) anzuwenden, um die Übergangssollrückstellgeschwindigkeit (V_{trt}) zu berechnen.

4. Elektrische Servolenkvorrichtung (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (50) ausgelegt ist, zu bestimmen, ob das Lenkrad (14) durch eine aktive Rückstelllenkung eines Fahrers zu der neutralen Position zurückkehrt, und in einem Fall, in dem das Lenkrad (14) durch die aktive Rückstelllenkung des Fahrers zu der neutralen Position zurückkehrt, eine Grenzfrequenz (f_{cl}) zur Durchführung der Tiefpassfilterung im Vergleich zu

einem Fall zu erhöhen, in dem das Lenkrad (14) nicht durch die aktive Rückstelllenkung des Fahrers zu der neutralen Position zurückkehrt.

5. Elektrische Servolenkvorrichtung (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (50) ausgelegt ist, in einem Fall, in dem die Größe des tatsächlichen Lenkwinkels (θ) klein ist, den Erhöhungsbeschränkungswert (ΔV_{rc}) im Vergleich zu einem Fall zu erhöhen, in dem die Größe des tatsächlichen Lenkwinkels (θ) groß ist.

6. Elektrische Servolenkvorrichtung (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (50) ausgelegt ist, zu bestimmen, ob das Lenkrad (14) durch eine aktive Rückstelllenkung eines Fahrers zu der neutralen Position zurückkehrt, und in einem Fall, in dem das Lenkrad (14) durch die aktive Rückstelllenkung des Fahrers zu der neutralen Position zurückkehrt, den Erhöhungsbeschränkungswert (ΔV_{rc}) im Vergleich zu einem Fall zu erhöhen, in dem das Lenkrad (14) nicht durch die aktive Rückstelllenkung des Fahrers zu der neutralen Position zurückkehrt.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

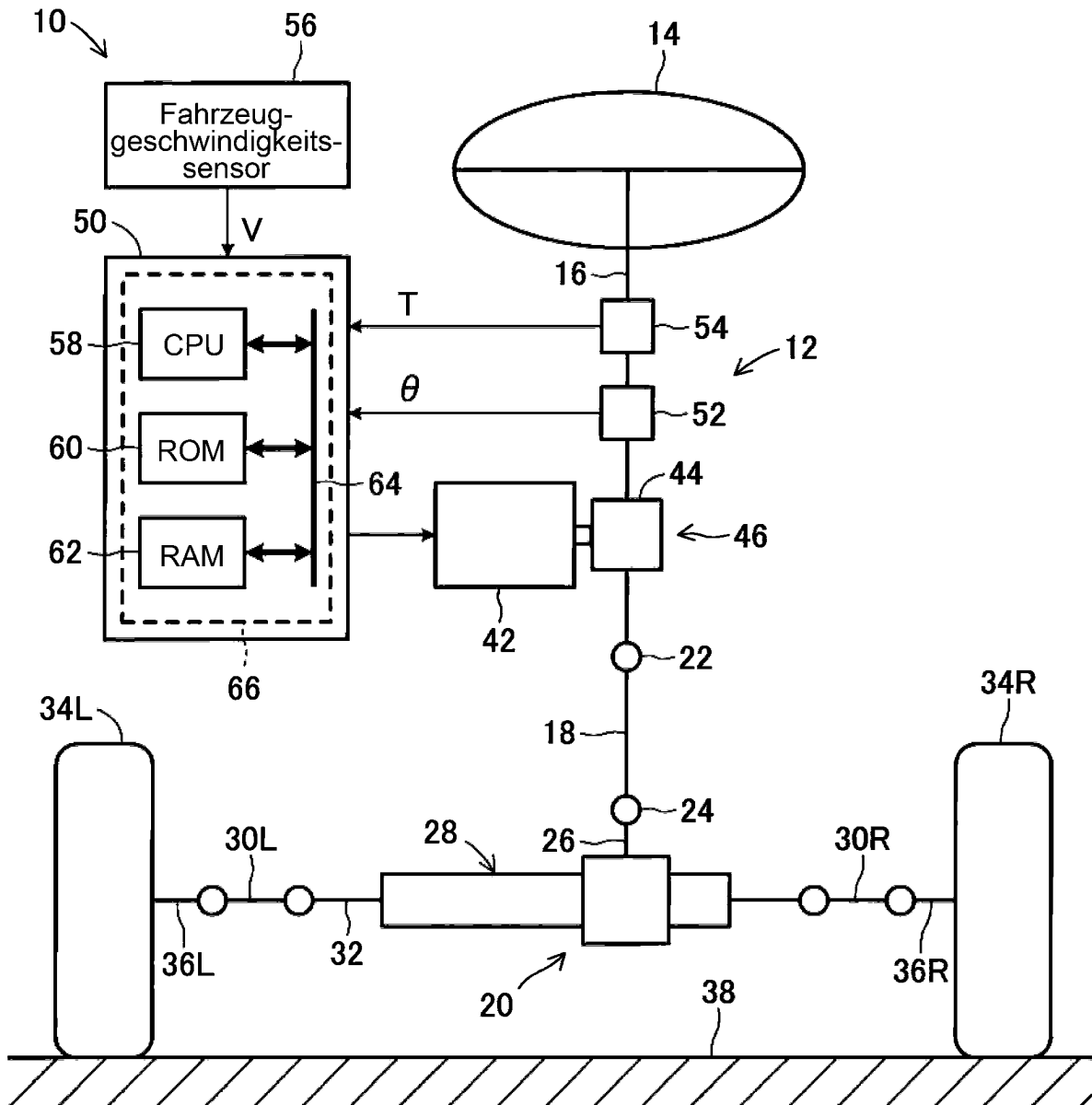


FIG.1

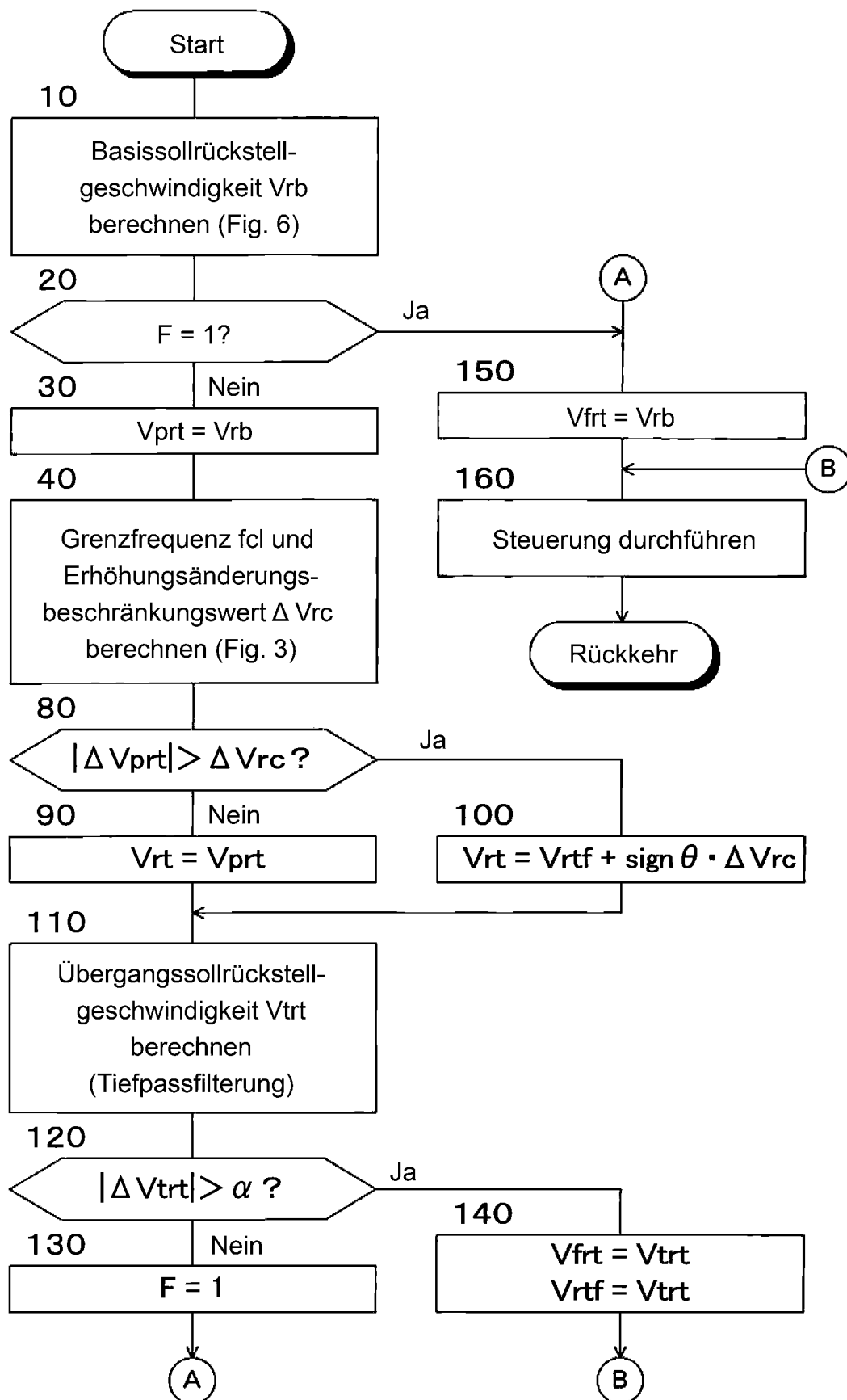


FIG.2

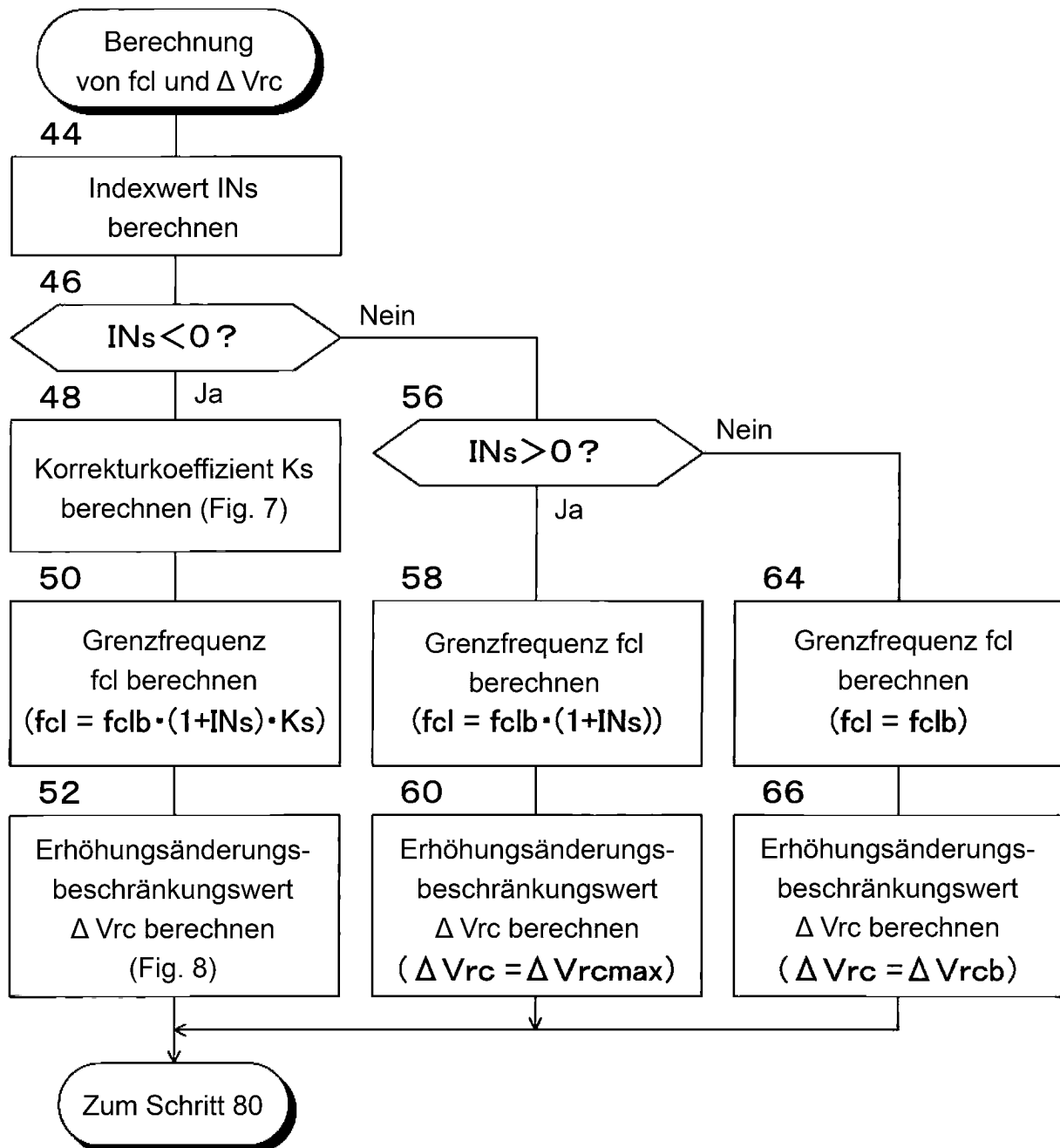


FIG.3

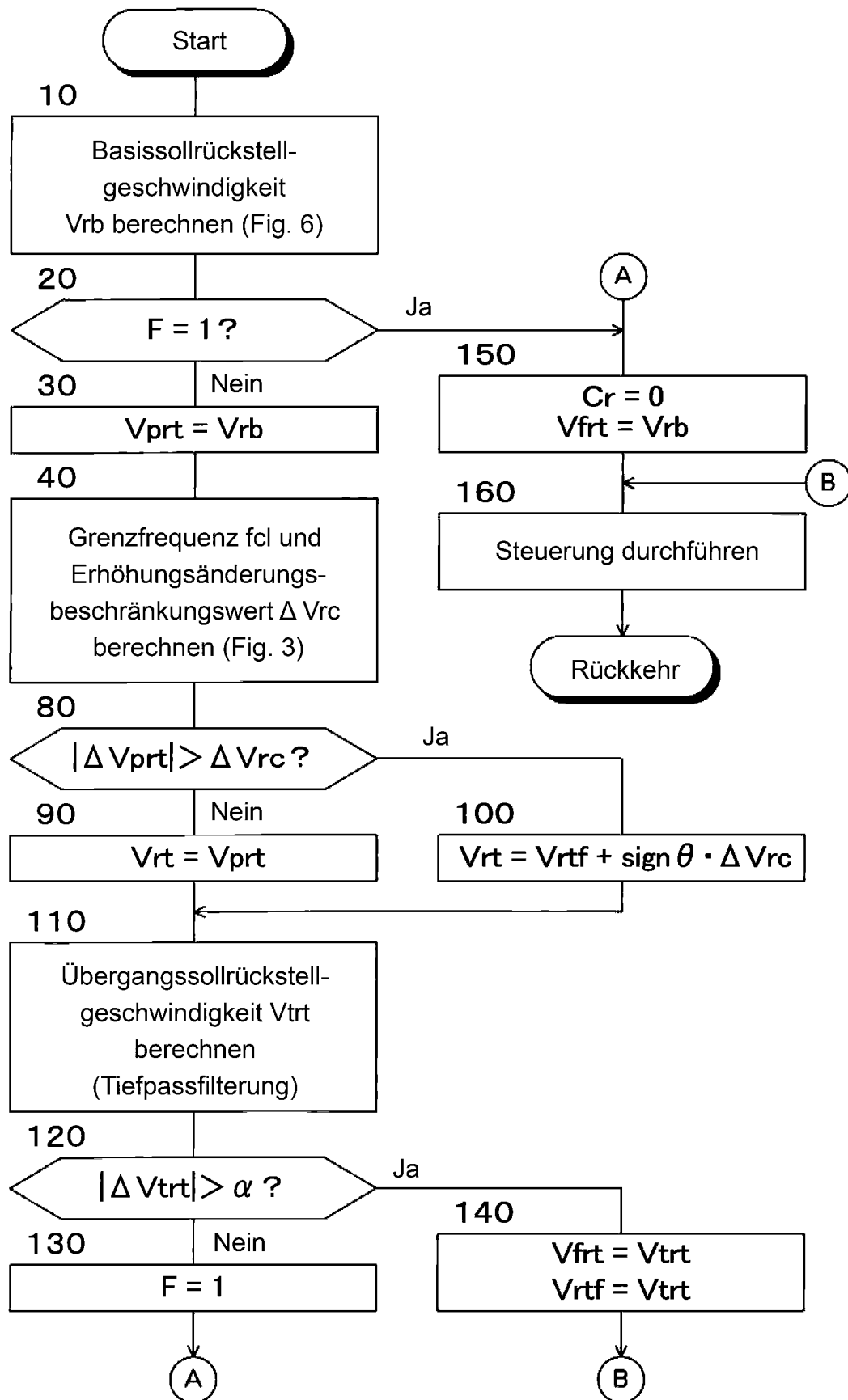


FIG.4

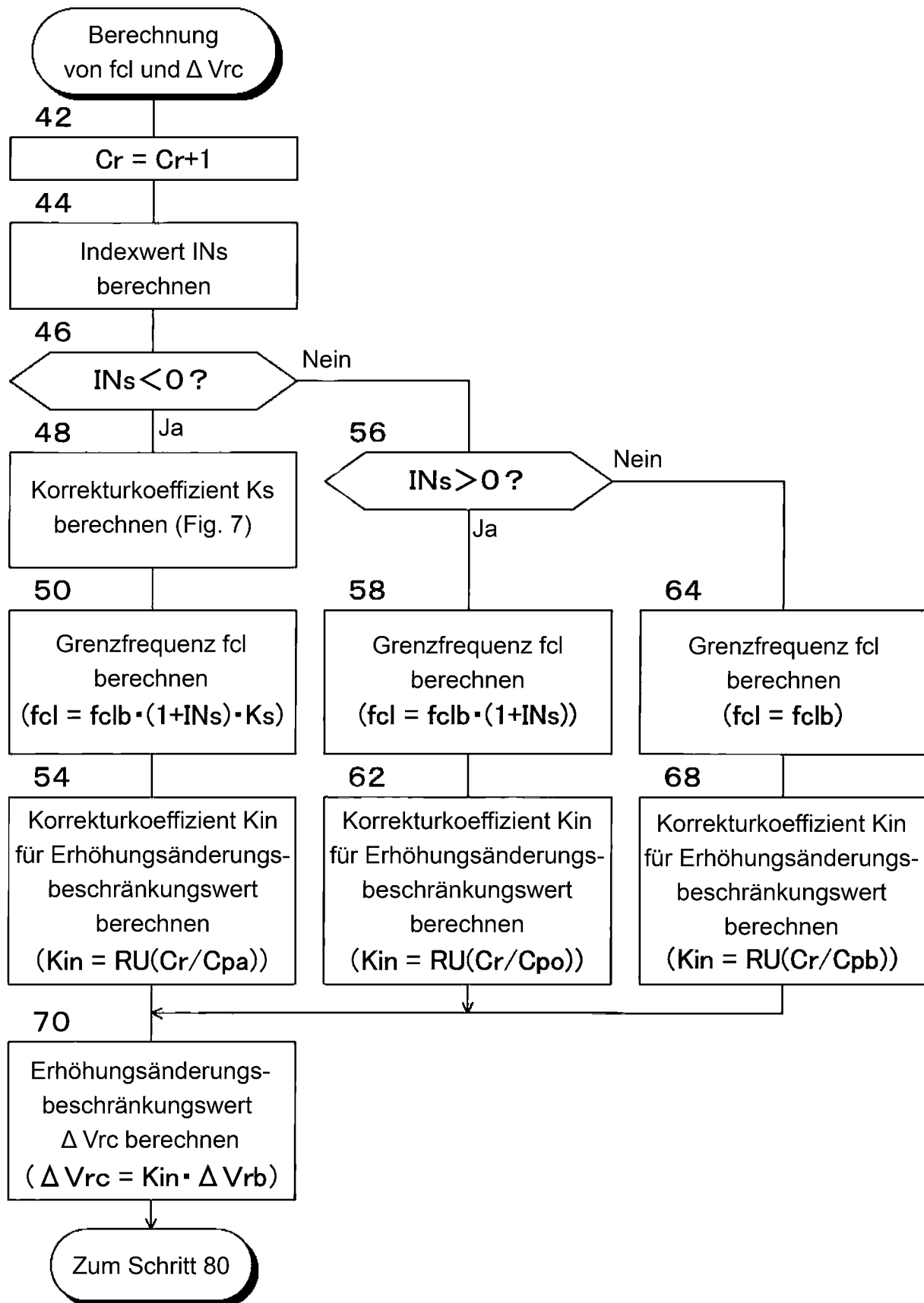


FIG.5

FIG.6

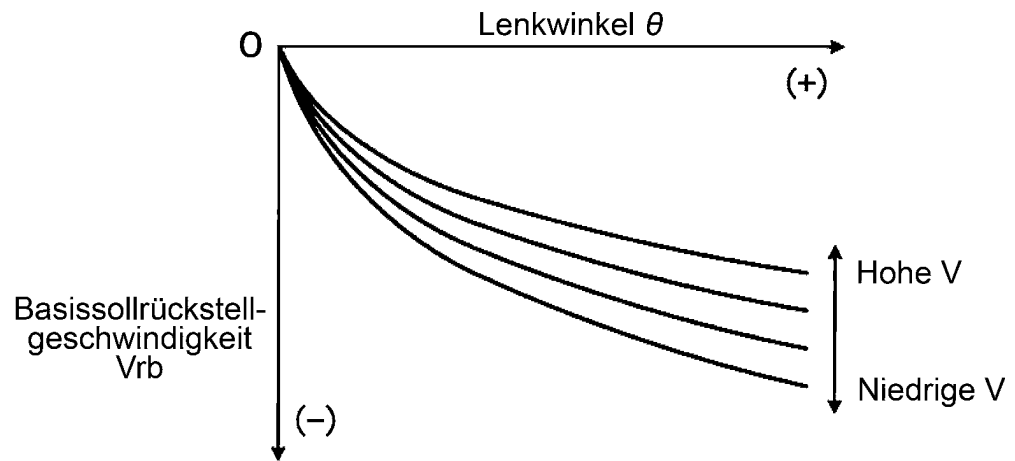


FIG.7

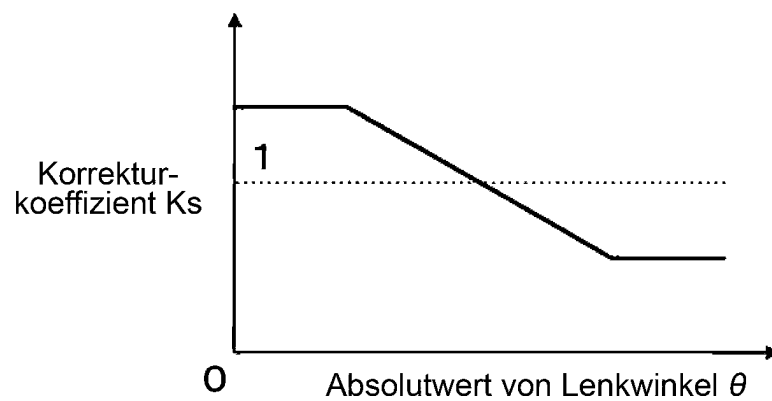


FIG.8

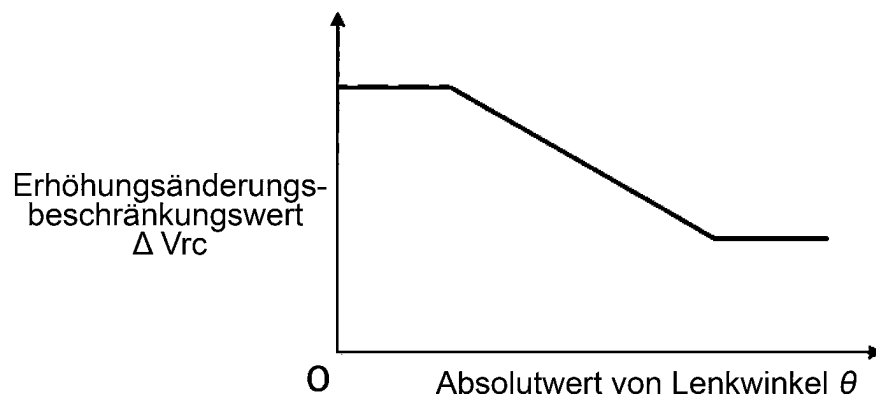


FIG.9

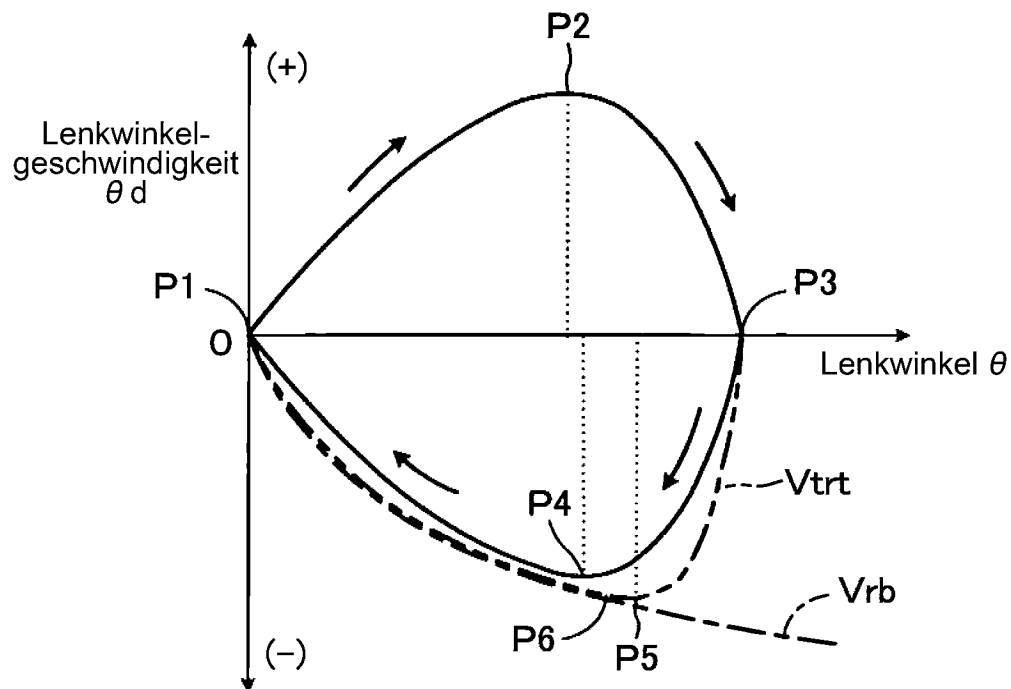
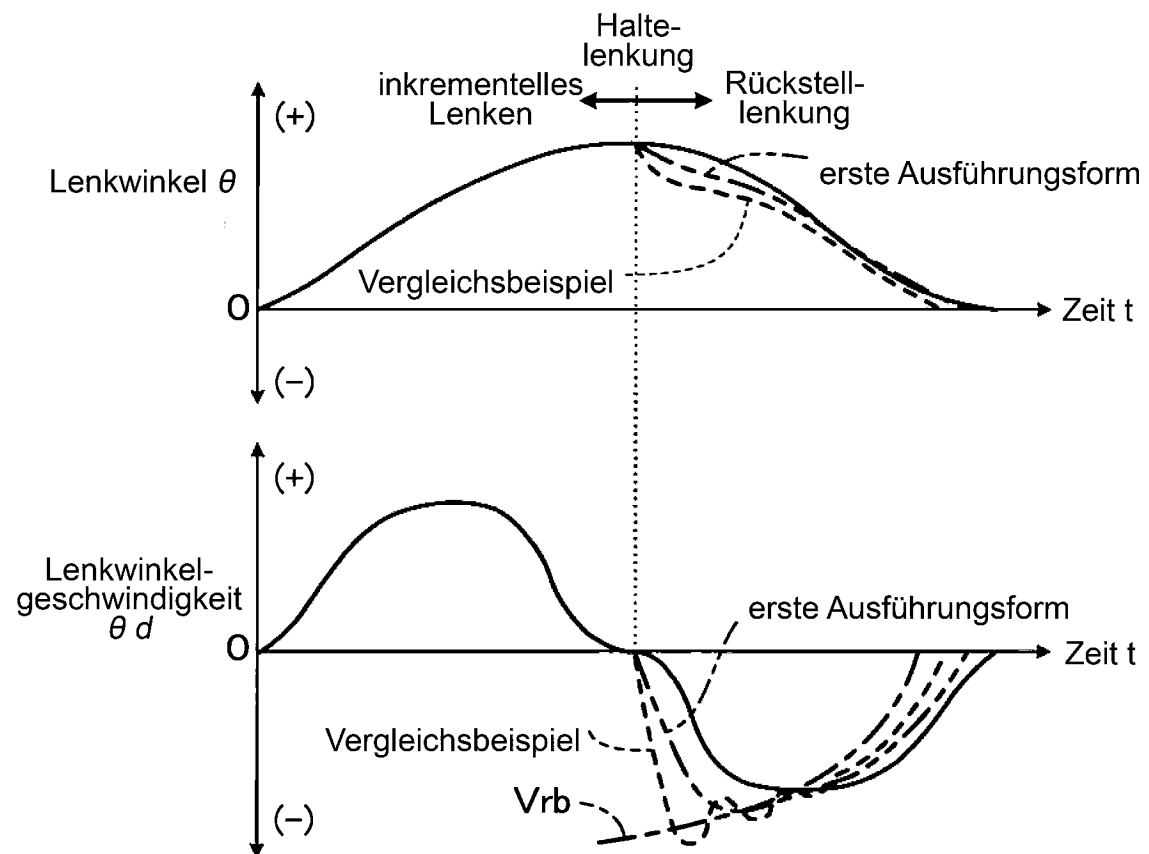


FIG.10



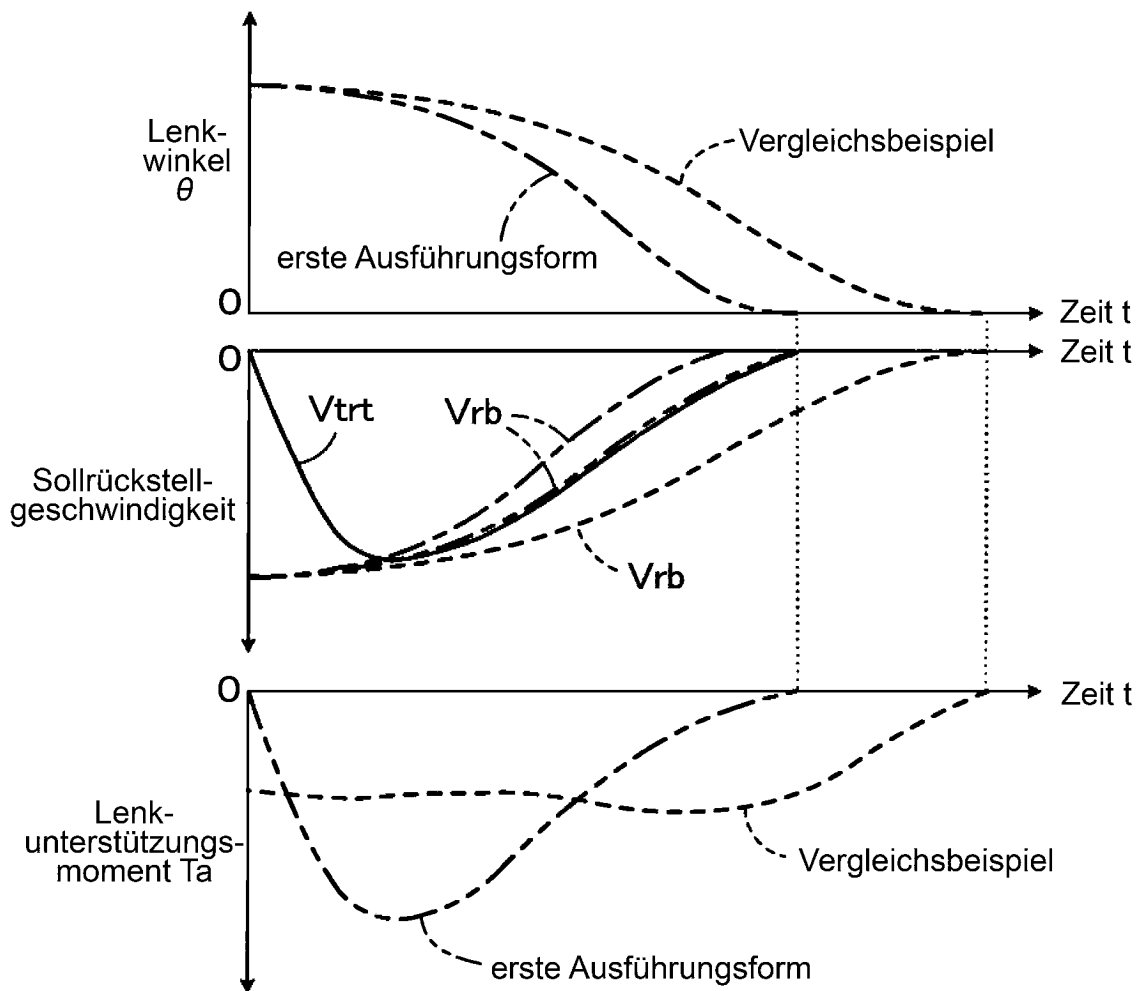


FIG.11

FIG.12

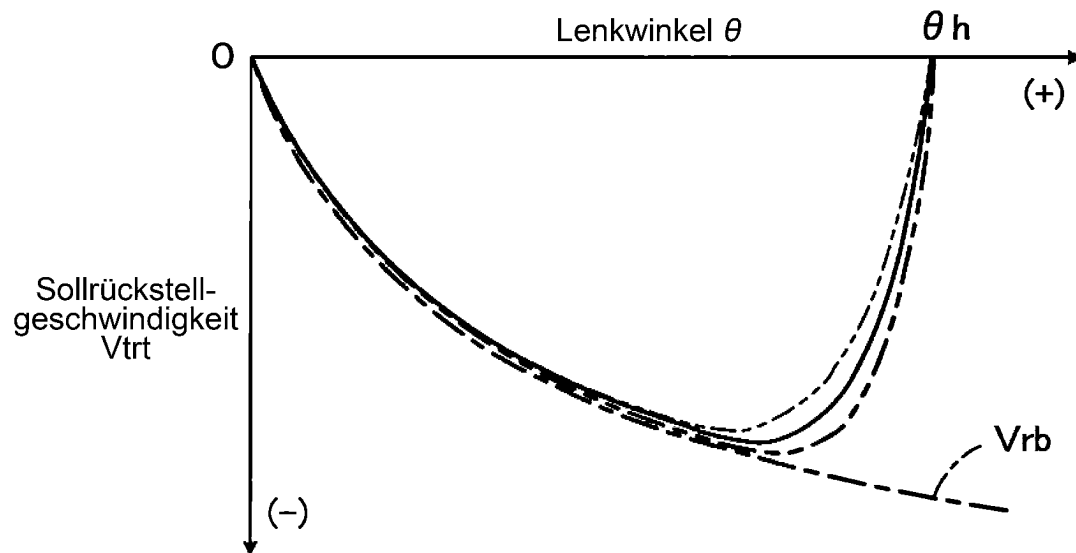


FIG.13

