

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: 11 2007 000 061.9
 (86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP2007/059453
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2007/135849
 (86) PCT-Anmeldetag: 07.05.2007
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: 29.11.2007
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: 04.09.2008
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: 31.10.2024

(51) Int Cl.: **B60L 15/20 (2006.01)**
B60K 6/46 (2007.10)
B60W 10/08 (2006.01)
B60W 10/30 (2006.01)
B60W 20/10 (2016.01)
F02D 29/00 (2006.01)
F02D 29/06 (2006.01)
B60L 50/13 (2019.01)

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).

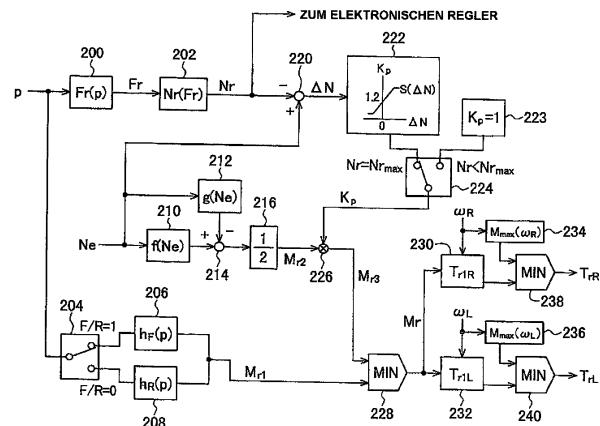
(30) Unionspriorität: 2006-144378	24.05.2006	JP
(73) Patentinhaber: Hitachi Construction Machinery Co., Ltd., Tokio/ Tokyo, JP		
(74) Vertreter: MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann Patentanwälte PartG mbB, 80336 München, DE		

(72) Erfinder: Tanaka, Yasuo, Tsuchiura-shi, Ibaraki, JP; Yasuda, Tomohiko, Tsuchiura-shi, Ibaraki, JP; Yagyu, Takashi, Tsuchiura-shi, Ibaraki, JP; Watanabe, Yutaka, Tsuchiura-shi, Ibaraki, JP
(56) Ermittelter Stand der Technik: US 6 087 791 A US 5 939 846 A JP 2001- 107 762 A

(54) Bezeichnung: Antriebssystem für elektrisch angetriebenes Kipperfahrzeug

(57) Hauptanspruch: Antriebssystem für ein elektrisch angetriebenes Kipperfahrzeug mit:
 einer Kraftmaschine (4);
 einem elektronischen Regler (4a) zum Regeln der Drehzahl und des Drehmoments der Kraftmaschine;
 einem von der Kraftmaschine angetriebenen Wechselstromgenerator (5);
 anderen Kraftmaschinenlasten (18) als dem Wechselstromgenerator, die von der Kraftmaschine angetrieben werden;
 mindestens zwei Elektromotoren (12R, 12L) zum Fahren, von denen jeder von der elektrischen Leistung angetrieben wird, die von dem Wechselstromgenerator zugeführt wird; und mindestens zwei Wechselrichtern (73R, 73L), von denen jeder mit dem Wechselstromgenerator verbunden ist und von denen jeder jeden der Elektromotoren steuert, wobei das Antriebssystem eine Zieldrehzahl-Berechnungseinrichtung (3, 101 bis 103, 200, 202) zum Berechnen der Zieldrehzahlgeschwindigkeit (Nr) entsprechend dem Betätigungsbeitrag (p) eines Gaspedals (1) umfasst, und eine Motorsteuereinrichtung (3, 7, 104 bis 123, 204 bis 240, 71R, 71L, 72R, 72L) zum Steuern der Wechselrichter um die Elektromotoren (12R, 12L) in Ansprechung auf den Betätigungsbeitrag (p) des Gaspedals (1) zu steuern; der elektronische Regler (4a) konfiguriert ist, um die Kraftstoffeinspritzungsmenge für die Kraftmaschine (4) auf der

Basis der Zieldrehzahlgeschwindigkeit (Nr) zu regeln, und so eingestellt ist, dass, wenn die Zieldrehzahl mindestens auf die maximale Drehzahlgeschwindigkeit (Nrmax) eingestellt ist, die Regelung der Kraftstoffeinspritzungsmenge eine Droop-Regelung wird; und die Motorsteuereinrichtung (3, 7, 104 bis 123, 204 bis 240, 71R, 71L, 72R, 72L) Folgendes beinhaltet: eine erste Zielmotorpferdestärken-Berechnungseinrichtung (105, 106, 107, 204, 206, 208) zum Berechnen einer ersten ...



Beschreibung**Technisches Gebiet**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Antriebssystem für ein elektrisch angetriebenes Kipperfahrzeug und insbesondere ein Antriebssystem für ein großes Kipperfahrzeug, das einen Elektrogenerator durch eine Kraftmaschine antreibt und das einen elektrischen Fahrmotor durch die elektrische Leistung antreibt, um zu bewirken, dass das Kipperfahrzeug fährt, wobei die elektrische Leistung von dem Elektrogenerator erzeugt wird.

Hintergrund der Technik

[0002] Wie zum Beispiel in einem Patentdokument 1 beschrieben ist, beinhaltet ein Antriebssystem für ein elektrisch angetriebenes Kipperfahrzeug Folgendes: eine Kraftmaschine; einen elektronischen Regler zum Regeln der Drehzahl und des Drehmoments der Kraftmaschine; einen von der Kraftmaschine angetriebenen Wechselstromgenerator; zwei Elektromotoren, von denen jeder von der elektrischen Leistung angetrieben wird, die von dem Wechselstromgenerator zugeführt wird, wobei die zwei Elektromotoren beispielsweise rechte und linke Hinterräder antreiben; zwei Wechselrichter, von denen jeder mit dem Wechselstromgenerator verbunden ist und von denen jeder jeden der Elektromotoren (beispielsweise Induktionsmotoren) steuert; und eine Steuereinheit zum Berechnen der Zieldrehzahl entsprechend dem Betätigungsbeitrag eines Gaspedals zum Steuern des elektronischen Reglers und zum Steuern der zwei Wechselrichter in Anspruch auf den Betätigungsbeitrag des Gaspedals, um jeden der Elektromotoren zu steuern.

[0003] Ein Steuerungssystem für ein Antriebssystem einer dieselelektrischen Lokomotive ist beispielsweise aus der US 6,087,791 A bekannt. Hierbei ist eine Kontrolleinrichtung vorgesehen, die zur Regelung des Antriebsmotors auch weitere Verbraucher berücksichtigt. Des Weiteren ist aus der US 5,939,846 A ein seriell-hybrides Erdbewegungsfahrzeug bekannt mit zwei Drehstromantriebsmotoren, wobei die Leistungsvorgabe über ein Fußpedal erfolgt, wobei die Sollantriebsleistung als Funktion der Ist-Drehzahl des Verbrenners begrenzt wird.

[0004] Patentdokument 1: JP-A-2001-107762

Offenbarung der Erfindung**Durch die Erfindung zu lösende Probleme**

[0005] In dem elektrisch angetriebenen Kipperfahrzeug, wie es im Patentdokument 1 beschrieben ist, treibt die Kraftmaschine nicht nur den Elektrogenerator zum Antreiben der Elektromotoren an, sondern

auch andere Lasten als den Elektrogenerator. Beispielsweise beinhalten die anderen Lasten als der Elektrogenerator: eine Ölhydraulikpumpe zum Auf- und Abbewegen eines Behälters eines Kipperfahrzeugs und zum Antreiben von hydraulischer Ausstattung, die für den Lenkbetrieb eingesetzt wird; ein Gebläse, um einem Kühler Luft zuzuführen; und einen zweiten Elektrogenerator zum Antreiben eines elektrischen Gebläses, das zum Kühlen der elektrischen Fahrmotoren und einer Steuereinheit dient. Aus diesem Grund legt die Steuereinheit als die Verlustpferdestärke die Pferdestärke, die erforderlich ist, um die anderen Kraftmaschinenlasten als den Elektrogenerator anzutreiben, vorab fest und stellt einen Wert, der durch Subtrahieren der Verlustpferdestärke von der maximalen Ausgangspferdestärke erhalten wird, die von der Kraftmaschine ausgegeben werden kann, als die verfügbare maximale Pferdestärke (einen Zuweisungswert der Pferdestärke) für die elektrischen Fahrmotoren ein. Mit der maximalen Pferdestärke, die als Obergrenze verwendet wird, berechnet die Steuereinheit die Zielpferdestärke der Elektromotoren, so dass die Zielpferdestärke die Obergrenze nicht überschreitet. Wenn die Verlustpferdestärke auf einen stabilen Wert eingestellt wird, besteht in diesem Fall die Möglichkeit, dass die gesamte verbrauchte Pferdestärke, die durch Aufaddieren der verbrauchten Pferdestärke der Elektromotoren und der verbrauchten Pferdestärke der anderen Kraftmaschinenlasten erhalten wird (ein tatsächlicher Wert der Verlustpferdestärke), die Ausgangspferdestärke der Kraftmaschine während des Fahrens überschreitet, was bewirkt, dass die Kraftmaschine stehen bleibt. Daher ist es notwendig, die Verlustpferdestärke auf einen größeren Wert mit ausreichendem Spielraum einzustellen. Als Ergebnis tritt eine solche Fehlfunktion auf, dass, obwohl die Kraftmaschine einen ausreichenden Spielraum für die Ausgabe belässt, es nicht möglich ist, den Spielraum für die Ausgabe der elektrischen Fahrmotoren vollständig zu nutzen.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Antriebssystems für ein elektrisch angetriebenes Kipperfahrzeug, das imstande ist, zu verhindern, dass eine Kraftmaschine stehen bleibt, und das imstande ist, zu ermöglichen, dass elektrische Fahrmotoren die Ausgangspferdestärke der Kraftmaschine bis zu einer Ausgangsgrenze der Kraftmaschine vollständig nutzen.

Mittel zur Lösung des Problems

[0007] Zur Lösung des vorgenannten Problems gibt die vorliegende Erfindung ein Antriebssystem mit den Merkmalen von Anspruch 1 an. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0008] In dem Antriebssystem gemäß der vorliegenden Erfindung, das wie oben beschrieben konfiguriert ist, erfasst, wenn die verbrauchte Pferdestärke von anderen Kraftmaschinenlasten als dem Wechselstromgenerator klein ist, die zweite Zielmotorpferdestärken-Berechnungseinrichtung die betreffende kleine verbrauchte Pferdestärke durch die Drehzahlabweichung und nimmt dann eine Modifikation vor, so dass die verfügbare maximale Pferdestärke für die elektrischen Fahrmotoren erhöht wird. Dementsprechend wird die zweite Zielmotorpferdestärke, die ein Grenzwert der Zielpferdestärke der Elektromotoren ist, erhöht. Als Ergebnis ist es möglich, die Ausgangspferdestärke bis zur Ausgangsgrenze der Kraftmaschine vollständig zu nutzen, so dass die Elektromotoren von der Ausgangspferdestärke angetrieben werden können. Zusätzlich erfasst, wenn die verbrauchte Pferdestärke der anderen Kraftmaschinenlasten als dem Wechselstromgenerator zunimmt, die zweite Zielmotorpferdestärken-Berechnungseinrichtung die Zunahme an verbrauchter Pferdestärke durch die Drehzahlabweichung und nimmt dann eine Modifikation vor, so dass die maximale Pferdestärke, die zugenommen hat, verringert wird. Dementsprechend wird die zweite Zielmotorpferdestärke, die ein Grenzwert der Zielpferdestärke der Elektromotoren ist, verringert, um die verbrauchte Pferdestärke der Elektromotoren zu reduzieren. Als Ergebnis ist es möglich, die Überlastung der Kraftmaschine zu vermeiden und dadurch ein Stehenbleiben der Kraftmaschine zu verhindern.

[0009] In dem oben beschriebenen Element ist es wünschenswert, dass, wenn die Zieldrehzahl der Kraftmaschine auf mindestens die maximale Drehzahl eingestellt ist, die Geschwindigkeitsmess-Steuereinrichtung funktioniert und dass in allen anderen Fällen die Geschwindigkeitsmess-Steuereinrichtung nicht funktioniert.

Als Ergebnis, wie oben beschrieben, modifiziert die zweite Zielmotorpferdestärken-Berechnungseinrichtung, wenn die Drehzahl der Kraftmaschine auf zumindest die maximale Drehzahl eingestellt ist, die verfügbare maximale Pferdestärke für die elektrischen Fahrmotoren in Ansprechung auf die Drehzahlabweichung und führt die Steuerung (Geschwindigkeitsmess-Steuerung) des Erhöhens/Verringerns der zweiten Zielmotorpferdestärke durch, die ein Grenzwert der Zielpferdestärke der Elektromotoren ist. Daher ist es möglich, das Stehenbleiben der Kraftmaschine zu verhindern, und die elektrischen Fahrmotoren zu befähigen, die Ausgangspferdestärke der Kraftmaschine bis zu einer Ausgangsgrenze der Kraftmaschine vollständig zu nutzen. Wenn die Drehzahl der Kraftmaschine zumindest niedriger als die maximale Drehzahl ist, berechnet die zweite Zielmotorpferdestärken-Berechnungseinrichtung die zweite Zielmotorpferdestärke ohne die verfügbare maximale Pferdestärke für die elektrischen Fahrmotoren zu modifizieren. Daher wird,

wenn das Gaspedal aus einer halben Position niedergedrückt wird, um den Niederdrückbetrag zu erhöhen, keine Fehlfunktion von der Geschwindigkeitsmess-Steuerung verursacht. Dementsprechend ist es möglich, die Elektromotoren in Ansprechung auf den Niederdrückvorgang des Gaspedals sanft zu beschleunigen.

Wirkungen der Erfindung

[0010] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, das Stehenbleiben einer Kraftmaschine zu verhindern und elektrische Fahrmotoren zu befähigen, die Ausgangspferdestärke der Kraftmaschine bis zu einer Ausgangsgrenze der Kraftmaschine vollständig zu nutzen.

[0011] Außerdem ist es gemäß der vorliegenden Erfindung, wenn die Drehzahl der Kraftmaschine auf zumindest die maximale Drehzahl eingestellt ist, möglich, das Stehenbleiben der Kraftmaschine zu verhindern, wie oben beschrieben, und die elektrischen Fahrmotoren zu befähigen, die Ausgangspferdestärke der Kraftmaschine bis zu einer Ausgangsgrenze der Kraftmaschine vollständig zu nutzen. Wenn andererseits die Drehzahl der Kraftmaschine zumindest niedriger als die maximale Drehzahl ist, ist es möglich, die Elektromotoren in Ansprechung auf den Niederdrückvorgang eines Gaspedals sanft zu beschleunigen, ohne eine Fehlfunktion zu verursachen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist ein Diagramm, das eine Gesamtkonfiguration eines Antriebssystems für ein elektrisch angetriebenes Kipperfahrzeug gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;

Fig. 2 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der tatsächlichen Drehzahl einer Kraftmaschine und ihrem Ausgangsdrehmoment veranschaulicht;

Fig. 3 ist Diagramm, das die Kraftstoffeinspritzungskennlinien eines elektronischen Reglers veranschaulicht;

Fig. 4 ist ein Funktionsblockdiagramm, das Verarbeitungsschritte veranschaulicht,

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das Verarbeitungsschritte veranschaulicht;

Fig. 6 ist ein Flussdiagramm, das Verarbeitungsschritte veranschaulicht;

Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, das Verarbeitungsschritte veranschaulicht;

Fig. 8 ist ein Diagramm, das eine Funktion $Fr(p)$ des Gaspedalbetätigungs betrags und der Zielkraftmaschinengröße veranschaulicht;

Fig. 9 ist ein Diagramm, das eine Funktion Nr (Fr) der Zielpferdestärke und der Zieldrehzahl veranschaulicht;

Fig. 10 ist ein Diagramm, das eine Funktion hF (p) des Gaspedalbetätigungsbeitrags zum Vorwärtsfahren und der Zielmotorpferdestärke veranschaulicht;

Fig. 11 ist ein Diagramm, das eine Funktion hR (p) des Gaspedalbetätigungsbeitrags zum Rückwärtsfahren und der Zielmotorpferdestärke veranschaulicht;

Fig. 12 ist ein Diagramm, das sowohl eine Funktion f(Ne) der Drehzahl einer Kraftmaschine und ihrer Ausgangspferdestärke als auch eine Funktion g(Ne) der Drehzahl und der Verlustpferdestärke anderer Kraftmaschinenlasten veranschaulicht;

Fig. 13 ist ein Diagramm, das eine Funktion Kp = S(ΔN) einer Drehzahlabweichung und eines Pferdestärkenkoeffizienten veranschaulicht;

Fig. 14 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Zielmotorpferdestärke Mr, der Motorrotationsgeschwindigkeit ω_R , ω_L und dem Zielmotordrehmoment Tr1R, Tr1L veranschaulicht;

Fig. 15 ist ein Diagramm, das eine Funktion Mmax(ω) der Rotationsgeschwindigkeit von Motoren und des maximalen Ausgangsdrehmoments der Motoren veranschaulicht;

Fig. 16 ist ein Funktionsblockdiagramm, das als Vergleichsbeispiel ein Antriebssystem veranschaulicht, das in einem Fall verwendet wird, in dem die Geschwindigkeitsmess-Gesamtpferdestärkensteuerung nicht durchgeführt wird, wobei das Funktionsblockdiagramm ähnlich **Fig. 4** ist; und

Fig. 17 ist ein Pferdestärken-Kennliniendiagramm, das Betätigungskenntlinien einer Kraftmaschine veranschaulicht, wenn Nr = Nrmax.

Beschreibung der Bezugsziffern

1	Gaspedal
2	Verzögerungs- bzw. Bremspedal
3	Gesamtsteuereinheit
4	Kraftmaschine (Dieselmotor)
5	Wechselstromgenerator
6	Gleichrichterschaltung
7	Wechselrichtersteuereinheit
8	Chopper- bzw. Pendelwechselrichterschaltung
9	Gitterwiderstand

10	Kondensator
11	Widerstand, der zur Erfassung der Spannung nach dem Gleichrichten verwendet wird
12R, 12L	Rechter und linker Elektromotor (Induktionsmotoren)
13R, 13L	Untersetzungsgtriebe
14R, 14L	Rechtes und linkes Hinterrad4-Reifen)
15R, 15L	Elektromagnetische Aufnehmersensoren
16	Schaltthebel
18	Andere Kraftmaschinenlasten
71R, 71L	Drehmomentanweisungsbetätigungsseinheiten
72R, 72L	Motorsteuerungsbetätigungsseinheiten
73R, 73L	Wechselrichter (Schaltelemente)
Mr1	Die Zielmotorpferdestärke (die erste Zielmotorpferdestärke)
Mr2	Die Zielmotorpferdestärke (die verfügbare maximale Pferdestärke für die Elektromotoren)
Mr3	Die Zielmotorpferdestärke (die zweite Zielmotorpferdestärke)
Mr	Die Zielmotorpferdestärke (die dritte Zielmotorpferdestärke)

Beste Art und Weise der Ausführung der Erfindung

[0012] Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0013] **Fig. 1** ist ein Diagramm, das eine Gesamtkonfiguration eines Antriebssystems für ein elektrisch angetriebenes Kipperfahrzeug gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

[0014] In **Fig. 1** beinhaltet das Antriebssystem für das elektrisch angetriebene Kipperfahrzeug Folgendes: ein Gaspedal 1; ein Bremspedal 2; einen Schaltthebel 16; eine Gesamtsteuereinheit 3; eine Kraftmaschine 4; einen Wechselstromgenerator 5; andere Kraftmaschinenlasten 18; eine Gleichrichterschaltung 6; eine Wechselrichtersteuereinheit 7; eine Chopperschaltung 8; einen Gitterwiderstand 9; einen Kondensator 10; einen Widerstand 11; rechte und linke Elektromotoren (zum Beispiel Induktionsmotoren) 12R, 12L; Untersetzungsgtriebe 13R, 13L, Reifen 14R, 14L; und elektromagnetische Aufnehmersensoren 15R, 15L. Die Wechselrichters-

teuereinheit 7 beinhaltet: Drehmomentanweisungsbetätigungsseinheiten 71R, 71L, die jeweils für die rechten und linken Elektromotoren 12R, 12L verwendet werden; Motorteuerbetätigungsseinheiten 72R, 72L; und Wechselrichter (Schaltelemente) 73R, 73L.

[0015] Ein Manipulatorsignal p des Gaspedals 1 und ein Manipulatorsignal q des Bremspedals 2 werden in die Gesamtsteuereinheit 3 eingegeben. Die Manipulatorsignale p und q werden zu einem Signal zum Steuern der Größe der Antriebskraft bzw. einem Signal zum Steuern der Größe der Verzögerungskraft.

[0016] Wenn das Gaspedal 1 niedergedrückt wird, um zu bewirken, dass sich das Kipperfahrzeug vorwärts oder rückwärts bewegt, gibt die Gesamtsteuereinheit 3 an die Kraftmaschine 4 eine Anweisung aus, die die Zieldrehzahl Nr angibt. Auf der Seite der Kraftmaschine 4 wird die tatsächliche Drehzahl Ne von einem Drehzahlsensor, der nicht veranschaulicht ist, erfasst. Dann wird ein Signal, das die tatsächliche Drehzahl Ne angibt, von der Kraftmaschine 4 an die Gesamtsteuereinheit 3 zurückgesendet. Die Kraftmaschine 4 ist ein Dieselmotor, der mit einem elektronischen Regler 4a ausgestattet ist. Wenn der elektronische Regler 4a eine Anweisung empfängt, die die Zieldrehzahl Nr angibt, regelt der elektronische Regler 4a die Kraftstoffeinspritzungsmenge, so dass sich die Kraftmaschine 4 mit der Ziel-drehzahl Nr dreht.

[0017] Der Wechselstromgenerator 5 ist mit der Kraftmaschine 4 verbunden. Der Wechselstromgenerator 5 führt die Wechselstromerzeugung durch. Die durch die Wechselstromerzeugung erhaltene elektrische Leistung wird durch die Gleichrichterschaltung 6 gleichgerichtet, bevor die elektrische Leistung im Kondensator 10 gesammelt wird. Ein Gleichspannungswert wird zu V. Der Wechselstromgenerator 5 rückkoppelt einen Spannungswert, in den die Gleichspannung V durch den Erfassungswiderstand 11 geteilt wird. Die Gesamtsteuereinheit 3 steuert den Wechselstromgenerator 5, so dass der betreffende Spannungswert zu einer spezifizierten konstanten Spannung V0 wird.

[0018] Die von dem Wechselstromgenerator 5 erzeugte elektrische Leistung wird durch die Wechselrichtersteuereinheit 7 dem rechten und linken Elektromotor 12R, 12L zugeführt. Indem der Wechselstromgenerator 5 so gesteuert wird, dass die Gleichspannung V, die durch die Gleichrichterschaltung 6 gleichgerichtet worden ist, zu der spezifizierten konstanten Spannung V0 wird, steuert die Gesamtsteuereinheit 3 die Zufuhr der elektrischen Leistung, so dass die für die Elektromotoren 12R, 12L erforderliche elektrische Leistung zugeführt wird.

[0019] Die Pferdestärke MR, ML des rechten und linken Elektromotors 12R, 12L, die von der Gesamt-

steuereinheit 3 angewiesen wird, und die Rotationsgeschwindigkeit ω_R , ω_L der Elektromotoren 12R, 12L, die von den elektromagnetischen Aufnehmern 15R, 15L erfasst wird, werden in die Wechselrichtersteuereinheit 7 eingegeben. Dann treibt die Wechselrichtersteuereinheit 7 die Elektromotoren 12R, 12L mit einem Schlupfverhältnis von mehr als 0 durch die Drehmomentanweisungsbetätigungsseinheiten 71R, 71L bzw. die Motorsteuerbetätigungsseinheiten 72R, 72L bzw. die Wechselrichter (Schaltelemente) 73R, 73L an.

[0020] Die rechten und linken Hinterräder (Reifen) 14R, 14L sind jeweils durch die Untersetzungsgetriebe 13R, 13L mit den Elektromotoren 12R, 12L verbunden. Die elektromagnetischen Aufnehmer 15R, 15L sind typischerweise Sensoren zur Erfassung der Umfangsgeschwindigkeit von einem Zahnrad, das jeweils in den Untersetzungsgetrieben 13R, 13L beinhaltet ist. Zusätzlich kann, beispielsweise, wenn das rechtsseitige Antriebssystem als Beispiel herangezogen wird, ein zur Erfassung verwendetes Zahnrad auch an eine Antriebswelle innerhalb des Elektromotors 12R gegeben werden oder an eine Antriebswelle, mit der das Untersetzungsgetriebe 13R und der Reifen 14R verbunden sind, so dass der elektromagnetische Aufnehmer 15R sich an der Position des Zahnrads befindet.

[0021] Wenn während des Fahrens das Gaspedal 1 losgelassen wird, um das Bremspedal 2 niederzudrücken, steuert die Gesamtsteuereinheit 3 den Wechselstromgenerator 5, so dass der Wechselstromgenerator 5 keine Elektrizität erzeugt. Da die von der Gesamtsteuereinheit 3 ausgegebenen Pferdestärkenanweisungen MR, ML negativ werden, übt weiterhin die Wechselrichtersteuereinheit 7 die Bremskraft auf ein Fahrzeugchassis aus, das durch Antreiben von jedem der Elektromotoren 12R, 12L mit einem Schlupfverhältnis von mehr als 0 fährt. Zu diesem Zeitpunkt wirkt jeder der Elektromotoren 12R, 12L als Elektrogenerator. Dementsprechend arbeitet jeder der Elektromotoren 12R, 12L so, dass der Kondensator 10 durch eine Gleichrichtungsfunktion geladen wird, die in die Wechselrichtersteuereinheit 7 eingebaut ist. Die Chopperschaltung 8 arbeitet so, dass der Gleichspannungswert V zu einem vorgegebenen Direktspannungswert V1 wird. Als Ergebnis wird dem Gitterwiderstand 9 ein elektrischer Strom zugeführt, um die elektrische Energie in Wärmeenergie umzuwandeln.

[0022] Vorliegend werden Drehmomentkennlinien der Kraftmaschine 4 beschrieben. **Fig. 2** ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Drehzahl Ne (der tatsächlichen Drehzahl) und dem Ausgangsdrehmoment Te der Kraftmaschine 4 veranschaulicht. **Fig. 3** ist ein Diagramm, das die Kraftstoffeinspritzungskennlinien des elektronischen Reglers 4a veranschaulicht.

[0023] Der elektronische Regler 4a der Kraftmaschine 4 gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist so konfiguriert, dass, wenn die Zieldrehzahl Nr zumindest äquivalent zu der maximalen Drehzahl (der Nenndrehzahl) Nrmax ist, genauer gesagt, wenn Nr = Nrmax (zum Beispiel 2000 UpM) beträgt, die Regelung der Kraftstoffeinspritzungsmenge zur Droop-Regelung wird. Wenn die Zieldrehzahl Nr niedriger als die maximale Drehzahl (die Nenndrehzahl) Nrmax ist, genauer gesagt, wenn Nr < Nrmax, kann die Droop-Regelung oder die isochronale Regelung ausgewählt werden. Jedoch ist gewünscht, dass die isochronale Regelung, deren Drehzahlfluktuationen klein sind, ausgewählt wird.

[0024] In **Fig. 2** geben gerade Linien R1, R2, R3 Drehmomentkennlinien der Kraftmaschine 4 in einem Regelbereich des elektronischen Reglers 4a an. Genauer gesagt, gibt die gerade Linie R1 Kennlinien an, die erhalten werden, wenn die Droop-Regelung auf die Bedingung eingestellt ist, dass Nr = Nrmax; die gerade Linie R2 gibt Kennlinien an, die erhalten werden, wenn die Droop-Regelung auf die Bedingung eingestellt ist, dass Nr = Nrmid (< Nrmax); und die gerade Linie R3 gibt Kennlinien an, die erhalten werden, wenn die isochronale Steuerung auf die Bedingung eingestellt ist, dass Nr = Nrmid (< Nmax).

[0025] Es wird die Droop-Regelung beschrieben.

[0026] Es wird angenommen, dass die Kraftmaschine 4 an einem Punkt A auf der geraden Linie R1 eines Bereichs Y0 in einem Zustand arbeitet, in dem Nr = Nrmax ist. Wenn eine an die Kraftmaschine 4 angelegte Last aus diesem Zustand beginnend zunimmt, erhöht der elektronische Regler 4a die Menge des eingespritzten Kraftstoffs in Ansprechung auf die Lastzunahme, so dass das Ausgangsdrehmoment der Kraftmaschine 4 äquivalent zu der spezifizierten Menge wird, gleicht sich das Ausgangsdrehmoment der Kraftmaschine 4 aus, beispielsweise am Punkt B. Wenn die Kraftmaschinenlast weiter zunimmt, erreicht das Ausgangsdrehmoment der Kraftmaschine 4 einen Punkt Y. Der Punkt Y ist ein Punkt, an dem die Kraftstoffeinspritzungsmenge maximal wird. Dementsprechend ist es nicht möglich, das Ausgangsdrehmoment der Kraftmaschine 4 noch weiter zu erhöhen. Wenn die an die Kraftmaschine 4 angelegte Last weiter zunimmt, erreicht das Ausgangsdrehmoment der Kraftmaschine 4 einen Punkt C eines Bereichs Y1, wo die Kraftmaschine 4 in kurzer Zeit stehen bleibt. Somit gibt der Bereich Y0 (Regelbereich des elektronischen Reglers 4a) einen Zustand an, in dem die Kraftmaschine 4 einen ausreichenden Spielraum für die Ausgabe lässt. Andererseits gibt der Bereich Y1 (Bereich außerhalb des Regelbereichs des elektronischen Reglers 4a) einen Zustand an, in dem die

Kraftmaschine 4 keinen Spielraum für die Ausgabe lässt.

[0027] Die gerade Linie R1 der Droop-Regelung hat eine spezifizierte Neigung. Auf dieser gerade Linie R1 regelt der elektronische Regler 4a die Kraftstoffeinspritzungsmenge so, dass das Ausgangsdrehmoment erhöht wird, wenn die Drehzahl Ne der Kraftmaschine verringert wird.

[0028] Gleichermaßen weist auch die gerade Linie R2 der Droop-Regelung eine spezifizierte Neigung auf. Auf dieser geraden Linie R2 regelt der elektronische Regler 4a die Kraftstoffeinspritzungsmenge so, dass das Ausgangsdrehmoment erhöht wird, wenn die Drehzahl Ne der Kraftmaschine verringert wird.

[0029] Im Fall der isochronalen Regelung, wie in der geraden Linie R3 der **Fig. 2** gezeigt, wird im Gegensatz zur Droop-Regelung das Drehmoment durch einen Änderungsbereich der Drehzahl nicht verändert. Idealerweise wird die Kraftstoffeinspritzungsmenge so geregelt, dass die Kraftmaschine immer in einem Zustand arbeitet, in dem Nr = Ne ist. Jedoch weist ein tatsächlicher elektronischer Regler einen Änderungsbereich der Drehzahl auf, dessen Wert annähernd von 10 bis 20 UpM reicht.

[0030] Wenn die Droop-Regelung in einem Zustand durchgeführt wird, in dem Nr = Nrmax ist, regelt der elektronische Regler 4a die Kraftstoffeinspritzungsmenge so, dass ΔN (= Ne - Nr) äquivalent zu 0 wird. Vorliegend ist ΔN eine Drehzahlabweichung, die eine Abweichung der tatsächlichen Drehzahl Ne von der Zieldrehzahl Nr ist. **Fig. 3** ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der augenblicklichen Drehzahlabweichung ΔN und der Kraftstoffeinspritzungsmenge Q ist. Vorliegend entsprechen die Punkte A1, B1, Y1, C1 jeweils den in **Fig. 2** gezeigten Punkten A, B, Y, C. Mit der Zunahme des Lastdrehmoments von jedem der Elektromotoren 12R, 12L, welche bewirkt, dass die Drehzahlabweichung ΔN (> 0) abnimmt, nimmt die Kraftstoffeinspritzungsmenge wie folgt zu: A1 \rightarrow B1 \rightarrow Y1. In Antwort darauf ändert sich ein Betätigungszeitpunkt der Kraftmaschine 4 wie folgt: A \rightarrow B \rightarrow Y. Da sich die Kraftstoffeinspritzungsmenge nicht auf einen Wert erhöht, der höher als der Punkt Y1 ist, wenn die Last der Kraftmaschine 4 den Punkt Y1 überschreitet, ändert sich der Betätigungszeitpunkt wie folgt: Y \rightarrow C. Dementsprechend bleibt die Kraftmaschine 4 stehen, wenn die Last von diesem Zustand aus weiter zunimmt.

[0031] Wenn die isochronale Regelung in einem Zustand durchgeführt wird, in dem Nr < Nrmax ist, berechnet der elektronische Regler 4a ein Verhältnis (Lastfaktor) des aktuellen Lastdrehmoments zum maximalen Ausgangsdrehmoment der Kraftmaschine entsprechend der augenblicklichen Zieldrehzahl. Der elektronische Regler 4a verwendet dann

den Lastfaktor, um die Kraftstoffeinspritzungsmenge so zu regeln, dass ΔN ($= N_e - N_r$) äquivalent zu 0 wird.

[0032] Bis zu diesem Punkt ist die grundlegende Konfiguration des normalen elektrisch angetriebenen Kipperfahrzeugs beschrieben worden.

[0033] Als Nächstes wird ein kennzeichnender Teil der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0034] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird der Betrieb von jeder Komponente einer arithmetischen Verarbeitung nach Maßgabe der in einem Speicher, der nicht gezeigt ist, gespeicherten Verarbeitungsschritte unterzogen. Der Speicher ist in die Gesamtsteuereinheit 3 und die Wechselrichtersteuereinheit 7 eingebaut. **Fig. 4** ist ein Funktionsblockdiagramm, das die Verarbeitungsschritte veranschaulicht. **Fig. 5** bis 7 sind Flussdiagramme, die jeweils die Verarbeitungsschritte veranschaulichen. Die Verarbeitungsschritte werden hauptsächlich in Übereinstimmung mit den in **Fig. 5** bis 7 gezeigten Flussdiagrammen und ergänzend mittels des in **Fig. 4**, wie unten, gezeigten Funktionsblockdiagramms beschrieben.

[0035] Gemäß dem in den **Fig. 5** bis 7 gezeigten Ablauffluss beginnt der Ablauf bei START; und wenn die Verarbeitungsschritte bis ENDE durchgeführt sind, kehrt der Ablauf wieder zu START zurück.

[0036] In den Schritten 101, 102 wird der Betätigungsbeitrag eines Gaspedals (nachstehend als der Gaspedalbetätigungsbeitrag bezeichnet) p ausgelesen. Aus diesem Gaspedalbetätigungsbeitrag p wird eine dem Gaspedalbetätigungsbeitrag p entsprechende Zielkraftmaschinenpferdestärke Fr unter Bezugnahme auf einen in einem Speicher (ein in **Fig. 4** gezeigter Block 200) gespeicherten Datenkatalog berechnet. Der Datenkatalog zeigt die Beziehung zwischen dem Gaspedalbetätigungsbeitrag und der Zielkraftmaschinenpferdestärke, wobei die Beziehung durch eine in **Fig. 8** gezeigte Funktion $Fr(p)$ ausgedrückt ist. Die Funktion $Fr(p)$ ist so eingestellt, dass sich, wenn der Gaspedalbetätigungsbeitrag p sich von 0, das keine Betätigung bedeutet, zu p_{max} , das das Maximum ist, welche, eine Zielpferdestärke Fr der Kraftmaschine 4 von F_{min} zu F_{max} verändert, wie in **Fig. 8** gezeigt. In **Fig. 8** ist beispielsweise, wenn der Gaspedalbetätigungsbeitrag p_1 ist, $Fr = Fr$. Zusätzlich erreicht an einem Punkt X , an dem der Gaspedalbetätigungsbeitrag p niedriger als p_{max} ist, die Zielkraftmaschinenpferdestärke Fr F_{max} , das das Maximum ist. Der Gaspedalbetätigungsbeitrag p_x am Punkt X beträgt zum Beispiel etwa 90% des maximalen Betätigungsbeitrags p_{max} .

[0037] In einem Schritt 103 wird von der Zielkraftmaschinenpferdestärke Fr die Zieldrehzahl N_r der Kraftmaschine 3, die der Zielkraftmaschinenpferdestärke

Fr entspricht, unter Bezugnahme auf einen in dem Speicher (einem in **Fig. 4** gezeigten Block 202) gespeicherten Datenkatalog berechnet. Der Datenkatalog zeigt die Beziehung zwischen der Zielpferdestärke und der Zieldrehzahl und wird durch eine in **Fig. 9** gezeigte Funktion $Nr(Fr)$ ausgedrückt. Vorliegend ist die in **Fig. 9** gezeigte Funktion $Nr(Fr)$ eine Umkehrfunktion der Funktion $fr = f(Nr)$ der Beziehung zwischen der Zieldrehzahl der Kraftmaschine 4 und der Ausgangspferdestärke, die später beschrieben wird. Wenn zum Beispiel in **Fig. 9** die Zielkraftmaschinenpferdestärke F_1 ist, ist $Nr = Nr_1$. Wenn dagegen die Zielkraftmaschinenpferdestärke F_{max} ist, ist $Nr = Nr_{max}$ (beispielsweise 2000 UpM). Die Zieldrehzahl Nr wird an die Kraftmaschine 4 als eine Anweisung des elektronischen Reglers 4a gesendet. Als Ergebnis wird die Kraftmaschine 4 so angetrieben, dass sich die Kraftmaschine 4 mit der Zieldrehzahl Nr dreht.

[0038] In einem Schritt 104 wird die Zustandsgröße F/R , die einen Zustand einer Position des Schaltwheels 16 angibt, eingegeben. Es gibt drei Schaltpositionen des Schaltwheels 16, die N (Leerlauf), F (Vorwärts) und R (Rückwärts) sind. Da jedoch die Fahrsteuerung nicht in der Leerlaufposition durchgeführt wird, wird vorliegend die Zustandsgröße F/R eingegeben. Zur Zeit des Vorwärtsfahrens ist ein Wert der Zustandsgröße F/R äquivalent zu 1 ($F/R = 1$). Andererseits ist zur Zeit des Rückwärtsfahrens ein Wert der Zustandsgröße F/R äquivalent zu 0 ($F/R = 0$).

[0039] In den Schritten 105, 106, 107 wird die grundlegende Zielpferdestärke Mr_1 von jedem der Elektromotoren 12R, 12L auf der Basis von F/R berechnet. Genauer gesagt, wird, wenn $F/R = 1$, ein in dem Speicher gespeicherter Datenkatalog, der die Beziehung zwischen dem Gaspedalbetätigungsbeitrag zum Vorwärtsfahren und der Zielmotorpferdestärke zeigt, ausgelesen. Die Beziehung wird durch eine in **Fig. 10** gezeigte Funktion $hF(p)$ ausgedrückt. Dann wird unter Bezugnahme auf diese Funktion $hF(p)$ die Zielmotorpferdestärke H ($= Mr_1$) entsprechend dem Gaspedalbetätigungsbeitrag p berechnet (in **Fig. 4** gezeigte Blöcke 204, 206). Wenn $F/R = 0$, wird ein in dem Speicher gespeicherter Datenkatalog, der die Beziehung zwischen dem Gaspedalbetätigungsbeitrag zum Rückwärtsfahren und der Zielmotorpferdestärke zeigt, ausgelesen. Die Beziehung wird durch eine in **Fig. 11** gezeigte Funktion $hR(p)$ ausgedrückt. Dann wird unter Bezugnahme auf diese Funktion $hR(p)$ die Zielmotorpferdestärke H ($= Mr_1$) entsprechend dem Gaspedalbetätigungsbeitrag p berechnet (in **Fig. 4** gezeigte Blöcke 204, 208). In diesem Ausführungsbeispiel ist die in **Fig. 10** gezeigte Funktion $hF(p)$ zum Vorwärtsfahren wie folgt eingestellt: wenn der Gaspedalbetätigungsbeitrag $p = 0$ ist, ist die Zielmotorpferdestärke $H = 0$; in einem Zustand, in dem das Gaspedal leicht niederr-

gedrückt wird, genauer gesagt, beginnend von einem in **Fig. 10** gezeigten Punkt A, nimmt H zu; eine Zuwachsrate von H nimmt von einem Punkt B an zu; und an einem Punkt C, an dem der Gaspedalbetätigungsbeitrag niedriger als p_{max} ist, erreicht H die maximale Pferdestärke HP_{max} , die von jedem der Elektromotoren 12R, 12L erzeugt werden kann. Im Fall der in **Fig. 11** gezeigten Funktion $hR(p)$ nimmt die Zielmotorpferdestärke H mit dem Wachsen des Gaspedalbetätigungsbeitrags p zu. Jedoch ist der maximale Wert HR_{max} der Zielmotorpferdestärke auf einen Wert eingestellt, der kleiner als der maximale Wert HF_{max} der Funktion $hF(p)$ für das Vorwärtsfahren ist. Im Übrigen kann die Zielmotorpferdestärke zum Rückwärtsfahren auch durch Multiplizieren der Zielmotorpferdestärke, die durch die Funktion $hF(p)$ zum Vorwärtsfahren bestimmt worden ist, mit einer positiven Konstante, deren Wert kleiner als 1 ist, bestimmt werden. Der Gaspedalbetätigungsbeitrag p_C an dem in **Fig. 10** gezeigten Punkt C beträgt beispielsweise ungefähr 95% des maximalen Betätigungsbeitrags p_{max} .

[0040] In einem Schritt 109 wird die tatsächliche Drehzahl Ne der Kraftmaschine 4 ausgelesen. Danach werden in einem Schritt 110 unter Bezugnahme auf einen Datenkatalog der Drehzahl und der maximalen Ausgangspferdestärke der Kraftmaschine, wobei die Beziehung durch eine in **Fig. 12** gezeigte Funktion $f(Ne)$ ausgedrückt wird, und unter Bezugnahme auf einen Datenkatalog der Drehzahl und der anderen Kraftmaschinenlast-Verlustpferdestärke, wobei die Beziehung durch eine in **Fig. 12** gezeigte Funktion $g(Ne)$ ausgedrückt wird, wobei beide Datenkataloge im Speicher gespeichert sind, die maximale Ausgangspferdestärke $f(Ne)$ der Kraftmaschine 4, die der tatsächlichen Drehzahl Ne der Kraftmaschine 4 entspricht, und die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ der anderen Kraftmaschinenlasten 18, die der tatsächlichen Drehzahl Ne der Kraftmaschine 4 entspricht, berechnet (in **Fig. 4** gezeigte Blöcke 210, 212).

[0041] Vorliegend werden die Funktionen $f(Ne)$ und $g(Ne)$ auf die folgende Weise erzeugt. In **Fig. 12** wird die Funktion $f(Ne)$ verwendet, um die maximale Ausgangspferdestärke zu bestimmen, die von der Kraftmaschine 4 erzeugt werden kann. Vorliegend werden die Funktion $f1(Ne)$, die Funktion $f2(Ne)$ und die Funktion $f3(Ne)$ zur Funktion $f(Ne)$ kombiniert. Die Funktion $f1(Ne)$ ist äquivalent zu der Funktion $f_r = f(Nr)$ der Beziehung zwischen der Zieldrehzahl Nr und der Ausgangspferdestärke der Kraftmaschine 4. Wenn sich die tatsächliche Drehzahl Ne der Kraftmaschine 4 von Nr_{min} (beispielsweise 750 UpM) bis zu Nr_{max} (beispielsweise 2.000 UpM) ändert, ändert sich die maximale Ausgangspferdestärke $f(Ne)$, die von der Kraftmaschine 4 erzeugt werden kann, vom Minimalwert F_{min} bis zum Maximalwert F_{max} . Dies ist ein Diagramm, das eine charakteristische Linie

veranschaulicht, die für die Kraftmaschine 4 spezifisch ist. Die Funktion $f2(Ne)$ basiert auf der Annahme, dass die maximale Ausgangspferdestärke $f(Ne)$ der Kraftmaschine 4 auf einem konstanten Wert $f2 = F_{min}$ innerhalb eines Bereichs von $0 \leq Ne < Nr_{min}$ gehalten wird. Die Funktion $f3(Ne)$ basiert auf der Annahme, dass die maximale Ausgangspferdestärke $f(Ne)$ der Kraftmaschine 4 auf einem konstanten Wert $f3 = F_{max}$ innerhalb eines Bereichs von $Nr_{max} < Ne \leq Nr_{max}$ gehalten wird.

[0042] Die Kraftmaschine 4 treibt nicht nur den Wechselstromgenerator 5, sondern auch Komponenten an, welche folgende beinhalten: ein (nicht gezeigtes) Gebläse, um Luft an einen Kühler zu senden; eine Ölhydraulikpumpe zum Antreiben von Hydraulikausstattung, die dazu dient, einen Behälter des Kipperfahrzeugs auf und ab zu bewegen, und die zur Durchführung eines Lenkvorgangs verwendet wird; und einen (nicht gezeigten) zweiten elektrischen Generator zum Antreiben eines (nicht gezeigten) elektrischen Gebläses, das zum Kühlung des Wechselstromgenerators 5, des Gitterwiderstands 9, der Elektromotoren 12R, 12L und der Steuereinheiten 3, 7 dient. In **Fig. 1** sind diese Komponenten als die anderen Kraftmaschinenlasten 18 veranschaulicht. Pferdestärkenwerte, die im Voraus zugeteilt werden, um die anderen Kraftmaschinenlasten 18 anzutreiben, werden durch die in **Fig. 12** gezeigte $g(Ne)$ ausgedrückt. Die Pferdestärke $g(Ne)$ ist auf Werte eingestellt, die ein wenig größer als diejenigen der Pferdestärke sind, die tatsächlich von den anderen Kraftmaschinenlasten 18 verbraucht wird, so dass ein ausreichender Spielraum der Pferdestärke $g(Ne)$ übrig bleibt. In dieser Spezifikation wird diese Pferdestärke als Verlustpferdestärke bezeichnet.

[0043] Wie bei der Funktion (Ne) sind die Funktion $g1(Ne)$, die Funktion $g2(Ne)$ und die Funktion $g3(Ne)$ zur Verlustpferdestärke $g(Ne)$ kombiniert. Wenn sich im Fall der Funktion $g1(Nr)$ die tatsächliche Drehzahl Ne der Kraftmaschine 4 von Nr_{min} (beispielsweise 750 UpM) zu Nr_{max} (beispielsweise 2.000 UpM) ändert, ändert sich die Verlustpferdestärke $g1(Ne)$ von dem Minimalwert G_{min} bis zum Maximalwert G_{max} . Die Funktion $g2(Ne)$ basiert auf der Annahme, dass die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ auf einem konstanten Wert $g2 = G_{min}$ innerhalb eines Bereichs von $0 \leq Ne < Nr_{min}$ gehalten wird. Die Funktion $g3(Ne)$ basiert auf der Annahme, dass die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ auf einem konstanten Wert $g3 = G_{max}$ innerhalb eines Bereichs von $Nr_{max} < Ne \leq Nr_{max}$ gehalten wird.

[0044] In **Fig. 12** ist Mr , die die Differenz $(f(Ne) - g(Ne))$ zwischen $f(Ne)$ und $g(Ne)$ ist, die gesamte effektive verfügbare maximale Pferdestärke für die Elektromotoren 12R, 12L. Mit anderen Worten, $Mr = (f(Ne) - g(Ne))$ ist die verfügbare maximale Pferdestärke (ein zugeteilter Pferdestärkenwert) für die

Elektromotoren 12R, 12L, die zum Fahren verwendet werden, aus der maximalen Ausgangspferdestärke f (Ne), die von der Kraftmaschine 4 erzeugt werden kann.

[0045] In einem Schritt 111 wird die Zielmotorpferdestärke Mr2 von einem Elektromotor aus der maximalen Ausgangspferdestärke f(Ne) der Kraftmaschine und der den anderen Kraftmaschinenlasten 18 zugeteilten Verlustpferdestärke g(Ne) bestimmt, die beide in Schritt 110 (in **Fig. 4** gezeigte Blöcke 214, 216) berechnet worden sind.

$$Mr2 = (f(Ne) - g(Ne)) / 2$$

[0046] Diese Mr2 wird als Grenzwert für die oben beschriebene grundlegende Zielpferdestärke Mr1 verwendet. Bezüglich des Maximalwerts HFmax der oben beschriebenen Funktion hF(P), die zum Vorwärtsfahren herangezogen wird, ist $Mr2 \leq HFmax$.

[0047] In einem Schritt 113 wird die Differenz (Drehzahlabweichung) ΔN zwischen der Zieldrehzahl Nr der Kraftmaschine 4 und der tatsächlichen Drehzahl Ne der Kraftmaschine 4 berechnet (ein in **Fig. 4** gezeigter Block 220). Genauer gesagt, ist $\Delta N = Ne - Nr$.

[0048] In einem Schritt 114 wird eine Beurteilung vorgenommen, ob die aktuelle Zieldrehzahl Nr äquivalent zu der maximalen Drehzahl Nrmax ist oder nicht. Wenn beurteilt wird, dass die Zieldrehzahl Nr auf die maximale Drehzahl Nrmax (Nr = Nrmax) eingestellt ist, geht der Vorgang zu einem Schritt 115 weiter, wo unter Bezugnahme auf einen im Speicher gespeicherten Datenkatalog, der die Drehzahlabweichung ΔN durch eine in **Fig. 13** gezeigte Funktion S (ΔN) ausdrückt, ein Pferdestärkenkoeffizient Kp, der der augenblicklichen Drehzahlabweichung ΔN entspricht, berechnet wird (in **Fig. 4** gezeigte Blöcke 222, 224).

$$Kp = S(\Delta N)$$

[0049] Vorliegend, in **Fig. 13**, ist die Beziehung zwischen der Drehzahlabweichung ΔN und dem Pferdestärkenkoeffizienten Kp so eingestellt, dass der Pferdestärkenkoeffizient Kp in einem konstanten Verhältnis zunimmt und abnimmt (ein Neigungskoeffizient k einer in **Fig. 13** gezeigten geraden Linie S (ΔN)) innerhalb eines Bereichs von $\Delta N_3 \leq \Delta N \leq \Delta N_4$ einschließlich $\Delta N = 0$ in Ansprechung auf das Zunehmen und Abnehmen der Drehzahlabweichung ΔN , und dass der Pferdestärkenkoeffizient Kp innerhalb eines Bereichs von $\Delta N < \Delta N_3$ oder $\Delta N > \Delta N_4$ konstant gehalten wird. $\Delta N = 0$ ist ein Zustand, in dem der Ausgang der Kraftmaschine 4 und der von den Elektromotoren 12R, 12L verbrauchte Ausgang im Gleichgewicht gehalten werden; $\Delta N < 0$ ist ein Zustand, in dem der Ausgang der Kraftmaschine

nicht ausreichend ist; und $\Delta N > 0$ ist ein Zustand, in dem der Ausgang der Kraftmaschine ausreichend ist. ΔN_3 ist ein Zustand, der in den Bereich $\Delta N < 0$ fällt, während ΔN_4 ein Wert ist, der in den Bereich $\Delta N > 0$ fällt. Als Beispiel ist $Kp = 1,2$, wenn $\Delta N = 0$; $Kp = 1$, wenn $\Delta N = \Delta N_3$; und $Kp = 1,4$, wenn $\Delta N = \Delta N_4$. In diesem Fall ist $\Delta N_3 = -50$ UpM; und $\Delta N_4 = 50$ UpM. Genauer gesagt, wenn sich die Drehzahlabweichung ΔN innerhalb eines Bereichs von ± 50 UpM ändert, ändert sich der Pferdestärkenkoeffizient Kp innerhalb eines Bereichs von 1,0 bis 1,4. Wenn $\Delta N < -50$ UpM, wird der Pferdestärkenkoeffizient Kp bei $Kp = 1,0$ konstant gehalten. Wenn $\Delta N > 50$ UpM, wird der Pferdestärkenkoeffizient Kp bei $Kp = 1,4$ konstant gehalten. Es wird gewünscht, dass ein Wert des Pferdestärkenkoeffizienten an einem Punkt, an dem $\Delta N = 0$ ist, ein gegebener Wert innerhalb eines Bereichs von 1,1 bis 1,3 ist. Zusätzlich ist gewünscht, dass, wenn $\Delta N = \Delta N_3$ ist, ΔN_4 , ein Wert des Pferdestärkenkoeffizienten Kp ein gegebener Wert innerhalb eines Bereichs von ± 30 bis ± 100 ist. Es ist gewünscht, dass ein Änderungsbereich des Pferdestärkenkoeffizienten Kp an einem Punkt, an dem $\Delta N_3 < \Delta N < \Delta N_4$ ist, 10 bis 20% des Pferdestärkenkoeffizienten Kp an einem Punkt beträgt, an dem $\Delta N = 0$ ist.

[0050] Wenn die Zieldrehzahl Nr niedriger als die maximale Drehzahl Nrmax (wenn Nr < Nrmax) in Schritt 114 ist, wird der Pferdestärkenkoeffizient Kp bei $Kp = 1$ in einem Schritt 116 eingestellt (in **Fig. 4** gezeigte Blöcke 223, 224).

[0051] In einem Schritt 117 wird die Zielmotorpferdestärke Mr2, die in Schritt 111 berechnet worden ist, mit Kp multipliziert, um die Zielmotorpferdestärke Mr3 zu bestimmen (in **Fig. 4** gezeigter Block 226). Genauer gesagt, ist $Mr3 = Kp \times Mr2$.

[0052] Diese Mr2 wird ein Endgrenzwert für die oben beschriebene Zielmotorpferdestärke Mr3 und für die grundlegende Zielmotorpferdestärke Mr1, die in den Schritten 105, 106, 107 berechnet worden ist. In einem Schritt 118 wird im Vergleich mit der grundlegenden Zielmotorpferdestärke Mr1 ein kleinerer Wert als die Zielmotorpferdestärke Mr ausgegeben (in **Fig. 4** gezeigter Block 228).

$$Mr = \min(Mr1, Mr3)$$

[0053] Genauer gesagt, wird in Schritt 118 (in **Fig. 4** gezeigter Block 228) die Zielmotorpferdestärke Mr3 als Grenzwert für die Zielmotorpferdestärke Mr1 verwendet; und eine Grenze wird so gesetzt, dass die Zielmotorpferdestärke Mr Mr3 nicht überschreitet, die ein anvisierter Endwert ist, der den Elektromotoren 12R, 12L gegeben wird. Diese Zielmotorpferdestärke Mr entspricht der in **Fig. 1** gezeigten angewiesenen Pferdestärke MR, ML (MR = ML = Mr).

[0054] In den Schritten 119, 120 wird jeweils aus der Zielmotorpferdestärke Mr und aus der Rotationsgeschwindigkeit ω_R, ω_L der Elektromotoren 12R, 12L das erste Zielmotordrehmoment $Tr1R, Tr1L$ berechnet (in **Fig. 4** gezeigte Blöcke 230, 232). Genauer gesagt, ist

$$Tr1R = K1 \times Mr / \omega_R$$

$$Tr1L = K1 \times Mr / \omega_L$$

[0055] K : Konstante, die zur Berechnung des Drehmoments aus der Pferdestärke und der Rotationsgeschwindigkeit dient.

[0056] **Fig. 14** ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Zielmotorpferdestärke Mr , der Rotationsgeschwindigkeit ω_R, ω_L der Elektromotoren 12R, 12L und dem Zielmotordrehmoment $Tr1R, Tr1L$ veranschaulicht. Wenn die Zielmotorpferdestärke Mr bestimmt ist, wird jeweils das Zielmotordrehmoment $Tr1R, Tr1L$ in Ansprechung auf die augenblickliche Motorrotationsgeschwindigkeit ω_R, ω_L bestimmt. Wenn zum Beispiel die Motorrotationsgeschwindigkeit $\omega_R, \omega_L \omega_1$ ist, wird das Zielmotordrehmoment $Tr1R = Mr(\omega_1)$ bzw. $Tr1L = Mr(\omega_1)$. Des Weiteren nimmt, wenn das Kipperfahrzeug zum Beispiel an eine Steigung kommt, das Lastdrehmoment der Elektromotoren 12R, 12L zu und entsprechend nimmt die Motorrotationsgeschwindigkeit ω_R, ω_L ab, mit dem Ergebnis, dass das Zielmotordrehmoment $Tr1R, Tr1L$ jeweils in Ansprechung auf die Zunahme des Lastdrehmoments zunimmt. Im Gegensatz dazu nimmt, wenn das Lastdrehmoment der Elektromotoren 12R, 12L abnimmt, das Zielmotordrehmoment $Tr1R, Tr1L$ jeweils ab. Wenn andererseits die Zielmotorpferdestärke Mr erhöht wird, nimmt jeweils das Zielmotordrehmoment $Tr1R, Tr1L$ in Ansprechung auf die Zunahme der Zielmotorpferdestärke Mr zu. Wenn das augenblickliche Motorlastdrehmoment konstant ist, nimmt die Motorrotationsgeschwindigkeit ω_R, ω_L jeweils zu. Im Gegensatz dazu nimmt, wenn die Zielmotorpferdestärke in einem Zustand verringert wird, in dem das Motorlastdrehmoment konstant gehalten wird, die Motorrotationsgeschwindigkeit ω_R, ω_L jeweils ab.

[0057] In einem Schritt 121 werden unter Bezugnahme auf einen Datenkatalog, der in einer in **Fig. 15** gezeigten Funktion $Mmax(\omega)$ ausgedrückt ist, jeweils die Obergrenze $Mmax(\omega_R), Mmax(\omega_L)$ von Motordrehmomentanweisungen, die der Rotationsgeschwindigkeit ω_R, ω_L der Elektromotoren 12R, 12L entsprechen, bestimmt (in **Fig. 4** gezeigte Blöcke 234, 236). Wenn zum Beispiel die Motorrotationsgeschwindigkeit $\omega_R, \omega_L \omega_1$ ist, sind die Obergrenzen $Mmax(\omega_R), Mmax(\omega_L)$ der Motordrehmomentanweisungen jeweils $Mmax(\omega_1)$. Die Funktion $Mmax(\omega)$ ist ein Datenkatalog der Rotationsgeschwindigkeit jedes Motors und des maximalen Ausgangsdrehmoments jedes Motors. Die Funktion

$Mmax(\omega)$ wird auf der Basis von Folgendem vorherbestimmt: dem Maximalwert des Stroms, den der Wechselrichter 73R, 73L den Elektromotoren 12R, 12L jeweils zuführen kann; einer Ausgangsgrenze eines Antriebselementes, wie etwa einem in den Wechselrichtern 73R, 73L beinhalteten IGBT oder GTO; und der Festigkeit jeder Motorachse.

[0058] In einem Schritt 122 werden die Obergrenzen $Mmax(\omega_R), Mmax(\omega_L)$ des Motordrehmoments, die in Schritt 121 bestimmt worden sind, mit dem in Schritt 120 bestimmten ersten Zielmotordrehmoment $Tr1R, Tr1L$ verglichen und dann wird das Drehmoment, dessen Wert kleiner ist, als das zweite Zielmotordrehmoment TrR bzw. TrL verwendet (in **Fig. 4** gezeigte Blöcke 238, 240).

[0059] Genauer gesagt, ist

$$TrR = \min(Mmax(\omega_R), Tr1R)$$

$$TrL = \min(Mmax(\omega_L), Tr1L)$$

[0060] Die in den Schritten 101 bis 118 (die in **Fig. 4** gezeigten Blöcke 200 bis 228) durchgeführte Verarbeitung ist eine von der Gesamtsteuereinheit 3 durchgeführte Verarbeitung. Die in den Schritten 119 bis 122 (die in **Fig. 4** gezeigten Blöcke 230, 232, 234, 236, 238, 240) gezeigte Verarbeitung ist eine von den Drehmomentanweisungsbetätigungsseinheiten 71R, 71L der Wechselrichtersteuereinheit 7 durchgeführte Verarbeitung.

[0061] In einem Schritt 123 steuern die in der Wechselrichtersteuereinheit 7 beinhalteten Motorsteuerungsbetätigungsseinheiten 72R, 72L die Wechselrichter 73R, 73L in Ansprechung auf das Zielmotordrehmoment TrR, TrL , so dass das Drehmoment der Elektromotoren 12R, 12L jeweils gesteuert wird.

[0062] In der obigen Beschreibung bildet eine Verarbeitungsfunktion, die in den Schritten 101 bis 103 (die in **Fig. 4** gezeigten Blöcke 200, 202) eine Zieldrehzahlberechnungseinrichtung zum Berechnen der Zieldrehzahl Nr in Ansprechung auf den Betätigungsbeitrag des Gaspedals 1. Eine in den Schritten 104 bis 123 (die Blöcke 204 bis 240) ausgeführte Verarbeitungsfunktion und die Motorsteuerungsbetätigungsseinheiten 72R, 72L der Wechselrichtersteuereinheiten 7 bilden Motorsteuerungseinrichtungen zum Steuern der Wechselrichter 73R, 73L in Ansprechung auf den Betätigungsbeitrag des Gaspedals 1, um jeweils die Elektromotoren 12R, 12L zu steuern. Der elektronische Regler 4a regelt die Kraftstoffeinspritzungsmenge für die Kraftmaschine 4 auf der Basis der Zieldrehzahl Nr. Der elektronische Regler 4a ist so konfiguriert, dass, wenn die Zieldrehzahl Nr auf zumindest die maximale Drehzahl $Nrmax$ einge-

stellt ist, die Regelung der Kraftstoffeinspritzungsmenge die Droop-Regelung wird.

[0063] Zusätzlich bildet eine in den Schritten 105, 106, 107 (die in **Fig. 4** gezeigten Blöcke 204, 206, 208) ausgeführte Verarbeitungsfunktion eine erste Zielausgangspferdestärken-Berechnungseinrichtung zum Berechnen der Zielmotorpferdestärke Mr_1 (erste Zielmotorpferdestärke) entsprechend dem Betätigungsbeitrag p des Gaspedals 1. Eine in den Schritten 113 bis 117 ausgeführte Verarbeitungsfunktion (die in **Fig. 4** gezeigten Blöcke 220 bis 226) bildet eine Geschwindigkeitsmess-Steuerungseinrichtung zum Modifizieren der verfügbaren maximalen Pferdestärke ($f(Ne) - g(Ne)$) für die elektrischen Fahrmotoren 12R, 12L, so dass die verfügbare maximale Pferdestärke zunimmt, wenn die tatsächliche Drehzahl Ne der Kraftmaschine höher als die Zieldrehzahl Nr ist, und die erhöhte maximale Pferdestärke nimmt mit dem Absinken der tatsächlichen Drehzahl der Kraftmaschine 4 ab. Eine in den Schritten 110 bis 117 (den in **Fig. 4** gezeigten Blöcken 210 bis 226) ausgeführte Verarbeitungsfunktion beinhaltet die Geschwindigkeitsmess-Steuerungseinrichtung und bildet eine zweite Zielmotorpferdestärken-Berechnungseinrichtung zum Bestimmen der verfügbaren maximalen Pferdestärke, die durch die Geschwindigkeitsmess-Steuerungseinrichtung modifiziert worden ist, als zweite Zielmotorpferdestärke Mr_3 . Des Weiteren bildet eine in Schritt 118 (der in **Fig. 4** gezeigte Block 228) ausgeführte Verarbeitungsfunktion eine Zielmotorpferdestärken-Begrenzungseinrichtung zum Begrenzen der ersten Zielmotorpferdestärke Mr_1 , so dass die erste Zielmotorpferdestärke Mr_1 nicht die zweite Zielmotorpferdestärke Mr_3 überschreitet, um dadurch die Zielmotorpferdestärke Mr (die zweite Zielmotorpferdestärke) zu erzeugen. Eine in den Schritten 119 bis 123 (die in **Fig. 4** gezeigten Blöcke 230 bis 240) ausgeführte Verarbeitungsfunktion und die Motorsteuerungsbetätigungenseinheiten 72R, 72L der Wechselrichtersteuereinheit 7 bilden Wechselsteuereinrichtungen zum Bestimmen des ersten Zielmotordrehmoments $Tr1R$, $Tr1L$ von jedem der zwei Elektromotoren 12R, 12L auf der Basis der dritten Zielmotorpferdestärke Mr , um jeweils die Wechselrichter 73R, 73L zu steuern.

[0064] Die Geschwindigkeitsmess-Steuerungseinrichtung (die in **Fig. 4** gezeigten Blöcke 220 bis 226) funktioniert, wenn die Zieldrehzahl Nr der Kraftmaschine 4 auf zumindest die maximale Drehzahl eingestellt ist, und funktioniert in allen anderen Fällen nicht.

[0065] Zusätzlich bildet eine in den Schritten 110, 111 (die in **Fig. 4** gezeigten Blöcke 210, 212, 214) ausgeführte Verarbeitungsfunktion eine Maximalpferdestärken-Berechnungseinrichtung zum Subtrahieren der Verlustpferdestärke $g(Ne)$, die erforderlich ist, um die anderen Kraftmaschinenlasten 18 als den

Wechselstromgenerator 5 anzutreiben, von der maximalen Ausgangspferdestärke $f(Ne)$, die von der Kraftmaschine 4 ausgegeben werden kann, und dadurch zum Bestimmen der verfügbaren maximalen Pferdestärke ($f(Ne) - g(Ne)$) für die elektrischen Fahrmotoren 12R, 12L:

[0066] In dieser Spezifikation wird die Steuerung durch die Geschwindigkeitsmess-Steuerungseinrichtung (die Schritte 113 bis 117, die in **Fig. 4** gezeigten Blöcke 220 bis 226) als „Geschwindigkeitsmess-Steuerung“ bezeichnet; und die Steuerung durch die Maximalpferdestärken-Berechnungseinrichtung (die Schritte 110, 111, die in **Fig. 4** gezeigten Blöcke 210, 212, 214) und durch die Zielmotorpferdestärken-Begrenzungseinrichtung (der Schritt 118, der in **Fig. 4** gezeigte Block 228) wird als „Gesamtpferdestärkensteuerung“ bezeichnet. Des Weiteren wird die Steuerung, zu der die Geschwindigkeitsmess-Steuerung und die Gesamtpferdestärkensteuerung kombiniert werden, als „Geschwindigkeitsmess-Gesamtpferdestärkensteuerung“ bezeichnet.

[0067] Als Nächstes wird der Betrieb dieses Ausführungsbeispiels beschrieben. Der Betrieb wird unter Bezugnahme auf ein in **Fig. 4** gezeigtes funktionelles Blockdiagramm beschrieben.

1. Fahren mit hoher Geschwindigkeit

[0068] Mit der Absicht, ein Kipperfahrzeug vorwärts zu bewegen, wird, wenn das Gaspedal 1 bis zu einer Position niedergedrückt wird, an der fast die maximale Pferdestärke erlangt wird und an der der Betätigungsbeitrag des Gaspedals 1 Px überschreitet (siehe **Fig. 8**), $Fmax$ als Zielpferdestärke Fr der Kraftmaschine 4 in einem in **Fig. 4** gezeigten Block 200 berechnet und $Nrmax$ wird als die Zieldrehzahl Nr ($Nr = Nrmax$) im Block 202 berechnet. Bei Empfang einer Anweisung der Zieldrehzahl $Nrmax$ regelt der elektronische Regler 4a die Kraftstoffeinspritzungsmenge so, dass sich die Kraftmaschine 4 mit der Zieldrehzahl $Nrmax$ dreht. Wie oben beschrieben ist, wird, wenn $Nr = Nrmax$, der elektronische Regler 4a unter der Droop-Regelung gehalten.

[0069] Auf der Seite des Elektromotors wird F/R in dem in **Fig. 4** gezeigten Block 204 äquivalent zu 1 ($F/R = 1$) und dementsprechend wird die Verarbeitungsfunktion im Block 206 ausgewählt. Im Block 206 wird die Zielmotorpferdestärke $HFmax$ entsprechend fast dem maximalen Betätigungsbeitrag des Gaspedals als die grundlegende Zielpferdestärke Mr_1 der Elektromotoren 12R, 12L berechnet.

[0070] In den in **Fig. 4** gezeigten Blöcken 210, 212 wird die Zieldrehzahl Nr der Kraftmaschine 4 unter Bezugnahme auf einen Datenkatalog der in **Fig. 12** gezeigten Funktionen $f(Ne)$, $g(Ne)$ bestimmt, um Werte von $f(Ne)$, $g(Ne)$ zu berechnen. Dann wird in

Block 214, 216 aus den Werten von $g(Ne)$, $f(Ne)$ die Zielmotorpferdestärke Mr_2 (die verfügbare maximale Pferdestärke für einen Elektromotor) eines Elektromotors unter Verwendung von $Mr_2 = (f(Ne) - g(Ne))/2$ bestimmt.

[0071] In dem in **Fig. 4** gezeigten Block 220 wird eine Drehzahlabweichung ΔN , die eine Abweichung der tatsächlichen Drehzahl Ne von der Zieldrehzahl Nr der Kraftmaschine 4 ist, bestimmt. Im Block 222 wird der Pferdestärkenkoeffizient K_p entsprechend der Drehzahlabweichung ΔN unter Verwendung der Gleichung $K_p = S(\Delta N)$ berechnet. Da $Nr = Nr_{max}$, wird im Block 224 der Pferdestärkenkoeffizient K_p ausgewählt. Im Block 226 wird die Zielmotorpferdestärke Mr_2 mit dem Pferdestärkenkoeffizienten K_p multipliziert, um die Zielmotorpferdestärke Mr_3 zu berechnen.

[0072] In dem in **Fig. 4** gezeigten Block 228 wird der kleinere Wert aus Werten der Zielmotorpferdestärke Mr_1 und der Zielmotorpferdestärke Mr_3 ausgewählt, um die Zielmotorpferdestärke Mr zu erzeugen. Des Weiteren wird in den Blöcken 230 bis 240 jeweils das Zielmotordrehmoment Tr_R , Tr_L der rechten und linken Elektromotoren 12R, 12L berechnet. Das Zielmotordrehmoment Tr_R , Tr_L wird als die angewiesene Pferdestärke der Elektromotoren 12R, 12L jeweils an die in der Wechselrichtersteuereinheit 7 beinhalteten Motorsteuerungsbetätigungsseinheiten 72R, 72L gegeben. Dann werden die Wechselrichter 73R, 73L nach Maßgabe des Zielmotordrehmoments Tr_R , Tr_L gesteuert, so dass das Drehmoment der Elektromotoren 12R, 12L jeweils gesteuert wird.

[0073] Somit wird in einem Zustand, in dem Nr_{max} als ein Ergebnis des Niederdrückens des Gaspedals 1 fast bis zum maximalen Ausmaß eingestellt wird, die Geschwindigkeitsmess-Gesamtpferdestärkensteuerung in den Blöcken 220 bis 226 durchgeführt. Die Geschwindigkeitsmess-Gesamtpferdestärkensteuerung ermöglicht es, die Ausgangspferdestärke bis zur Ausgangsgrenze der Kraftmaschine 4 vollständig zu nutzen und dadurch die Kraftmaschinenpferdestärke auf der (später beschriebenen) Motorseite wirksam zu nutzen.

2. Fahren bei niedriger Geschwindigkeit

[0074] Wenn das Ausmaß, bis zu dem das Gaspedal 1 niedergedrückt wird, klein ist, wird die Zielpferdestärke Fr , deren Wert kleiner als Fr_{max} ist, in dem in **Fig. 4** gezeigten Block 200 berechnet. Dann wird die Zieldrehzahl Nr , deren Wert niedriger als Nr_{max} ist, im Block 202 berechnet ($Nr < Nr_{max}$), so dass die Kraftstoffeinspritzungsmenge der Kraftmaschine 4 in Ansprechung auf die Zieldrehzahl Nr gesteuert wird.

[0075] Da $Nr < Nr_{max}$ auf der Seite des Elektromotors, wird $K_p = 1$, das im Block 223 eingestellt ist, im

Block 222 ausgewählt, so dass die Geschwindigkeitsmess-Steuerung deaktiviert wird. Im Block 226 wird die Zielmotorpferdestärke Mr_3 berechnet ($Mr_3 = Mr_2$). Im Block 228 ist die erste Zielmotorpferdestärke begrenzt, um nicht die Zielmotorpferdestärke Mr_3 zu überschreiten, um dadurch die Zielmotorpferdestärke Mr zu bestimmen. In den Blöcken 228 bis 240 wird das Drehmoment der Elektromotoren 12R, 12L in Ansprechung auf das Zielmotordrehmoment Tr_R , Tr_L , das jeweils von der Zielmotorpferdestärke Mr bestimmt worden ist, gesteuert.

[0076] Somit wird, wenn $Nr < Nr_{max}$, die in den Blöcken 220 bis 226 beschriebene Verarbeitung (die Geschwindigkeitsmess-Steuerung), die die Drehzahlabweichung ΔN verwendet, deaktiviert. Dementsprechend wird die Gesamtpferdestärkensteuerung, die die Geschwindigkeitsmess-Steuerung nicht beinhaltet, durchgeführt.

3. Rückwärtsfahren

[0077] Wenn das Gaspedal 1 niedergedrückt wird, um zu bewirken, dass das Kipperfahrzeug rückwärts fährt, wird die Zielmotorpferdestärke H zum Rückwärtsfahren im Block 208 berechnet. In diesem Fall wird der Maximalwert HR_{max} der Zielmotorpferdestärke H in der zum Fahren herangezogenen Funktion $hR(P)$ auf einen etwas kleineren Wert eingestellt. Dementsprechend wird in dem in **Fig. 4** gezeigten Block 228 die Zielmotorpferdestärke Mr_1 ausgewählt und dann wird das Drehmoment der Elektromotoren 12R, 12L gesteuert, ohne durch die Zielmotorpferdestärke Mr_3 begrenzt zu werden.

[0078] Als Nächstes werden Wirkungen der Geschwindigkeitsmess-Gesamtpferdestärkensteuerung gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf Diagramme beschrieben.

[0079] **Fig. 16** ist ein Funktionsblockdiagramm, das als Vergleichsbeispiel ein Antriebssystem veranschaulicht, das in einem Fall verwendet wird, in dem die Gesamtpferdestärkensteuerung, die die Geschwindigkeitsmess-Steuerung nicht beinhaltet, durchgeführt wird, wobei das Funktionsblockdiagramm ähnlich **Fig. 4** ist. In **Fig. 16** werden gleiche Bezugszeichen verwendet, um Teile zu bezeichnen, die denjenigen, die **Fig. 4** gezeigt sind, gleich sind. Da die Geschwindigkeitsmess-Steuerung in dem in **Fig. 16** gezeigten Vergleichsbeispiel nicht durchgeführt wird, sind die in **Fig. 4** gezeigten Blöcke 220 bis 226 (die in **Fig. 6** gezeigten Schritte 112 bis 117) nicht eingeschlossen. Daher wird die Zielmotorpferdestärke Mr_2 , die in den Blöcken 210 bis 216 berechnet worden ist, mit der Zielmotorpferdestärke Mr_1 gerade so, wie sie ist, im Block 228 verglichen.

[0080] **Fig. 17** ist ein Diagramm, das Betriebskennlinien der Kraftmaschine 4 veranschaulicht, wenn $Nr =$

Nrmax. In der Figur ist $fr(Nr)$ äquivalent zur Funktion $f1(Ne)$ der maximalen Ausgangspferdestärke, die von der Kraftmaschine 4 ausgegeben werden kann, wobei die Funktion $f1(Ne)$ in **Fig. 12** gezeigt ist. Die gerade Linie D gibt Pferdestärkenkennlinien an, die der geraden Linie R1 der Droop-Regelung entsprechen, die in einem Diagramm gezeigt ist, welches die Kraftmaschinen-Ausgangsdrehmomentkennlinien in **Fig. 2** veranschaulicht.

[0081] Wie oben beschrieben, wird, wenn $Nr = Nrmax$, in den in **Fig. 4** gezeigten Blöcken 210, 212 die tatsächliche Drehzahl Ne der Kraftmaschine 4 unter Bezugnahme auf die in **Fig. 12** gezeigten Funktionen $f(Ne)$, $g(Ne)$ bestimmt, um Werte von $f(Ne)$, $g(Ne)$ zu berechnen, die der maximalen Drehzahl $Nrmax$ entsprechen. In den Blöcken 214, 216 wird aus den Werten von $g(Ne)$, $f(Ne)$ die Zielmotorpferdestärke $Mr2$ von einem Elektromotor (die verfügbare maximale Pferdestärke für einen Elektromotor) unter Verwendung der Gleichung $Mr2 = (f(Ne) - g(Ne))/2$ bestimmt.

[0082] Vorliegend drückt die Funktion $f(Ne)$ die maximale Ausgangspferdestärke aus, die von der Kraftmaschine 4 erzeugt werden kann; und die Funktion $g(Ne)$ drückt einen Wert der Pferdestärke (Verlustpferdestärke) aus, die vorab festgelegt wird, um die anderen Kraftmaschinenlasten 18 anzutreiben. Diese Verlustpferdestärke wird auf der Basis eines Schätzwerts der Pferdestärke, die von den anderen Kraftmaschinenlasten 18 verbraucht werden wird, bestimmt. Jedoch ist die tatsächlich verbrauchte Pferdestärke der anderen Kraftmaschinenlasten 18 ein Wert, der sich in Ansprechung auf Betriebsbedingungen ändert. Zusätzlich liegt die Änderung im Bereich von 10 bis 20% der maximalen Ausgangspferdestärke der Kraftmaschine 4, was es schwierig macht, die tatsächliche verbrauchte Pferdestärke zu schätzen. Weiterhin wiederholt ein Gebläse zum Kühlung von Motoröl automatisch Betrieb und Stopp und die von dem Gebläse verbrauchte Pferdestärke wird zu etwa 5 bis 10% der Ausgangspferdestärke der Kraftmaschine 4. Daher kann, wenn die Verlustpferdestärke der anderen Kraftmaschinenlasten 18 auf einen bestimmten Schätzwert eingestellt ist, die tatsächliche verbrauchte Pferdestärke größer als der Schätzwert werden, und sie kann auch kleiner als der Schätzwert werden. Wenn die tatsächliche verbrauchte Pferdestärke größer als der Schätzwert wird, besteht die Möglichkeit, dass die Kraftmaschine 4 stehen bleibt. Aus diesem Grund ist es notwendig, die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ auf einen Wert einzustellen, der größer als derjenige der tatsächlich verbrauchten Pferdestärke ist, wobei ein ausreichender Spielraum der Verlustpferdestärke $g(Ne)$ übrig bleibt. Beispielsweise wird unter den Annahmen, dass, wenn $Nr = Nrmax$, $f(Ne) = 1500$ kW ist und dass ein Schätzwert der Verlustpferdestärke ungefähr 200 kW beträgt, die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ auf ungefähr

300 kW eingestellt. In diesem Fall wird die Zielmotorpferdestärke $Mr2$ von einem Elektromotor wie folgt berechnet: $Mr2 = (f(Ne) - g(Ne)) \times 1/2 = (1500 \text{ kW} - 300 \text{ kW}) \times 1/2 = 1200 \text{ kW} \times 1/2 = 600 \text{ kW}$.

[0083] Wenn andererseits die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ auf diese Weise auf einen größeren Wert eingestellt wird, wobei der ausreichende Spielraum der Verlustpferdestärke $g(Ne)$ übrig ist, verfügt die Kraftmaschine 4 in dem in **Fig. 12** gezeigten Vergleichsbeispiel noch über ausreichend Pferdestärke. Jedoch ist es nicht möglich, die betreffende Pferdestärke als die Ausgabe der Elektromotoren 12R, 12L wirksam zu nutzen. Wenn zum Beispiel die oben beschriebene Verlustpferdestärke $g(Ne)$ äquivalent zu 300 kW ist, beträgt die tatsächlich verbrauchte Pferdestärke 200 kW, was dieselbe wie der Schätzwert ist. Dementsprechend wird die gesamte verbrauchte Pferdestärke, die die Elektromotoren beinhaltet, wie folgt berechnet: $200 \text{ kW} + (600 \times 2) \text{ kW} = 1400 \text{ kW}$. Als Ergebnis beträgt die nutzlose Pferdestärke, die nicht wirksam genutzt werden kann, 100 kW. **Fig. 17** ist ein Diagramm, das mit einem X1-Punkt einen Betriebspunkt der Kraftmaschine 4 während des Fahrens in einem Zustand anzeigt, in dem die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ auf diese Weise eingestellt wird.

[0084] Da die Gesamtpferdestärkensteuerung, die die Geschwindigkeitsmess-Steuerung beinhaltet, für ein solches Vergleichsbeispiel durchgeführt wird, ist es in diesem Ausführungsbeispiel möglich, die Ausgangspferdestärke bis zur Ausgangsgrenze der Kraftmaschine 4 vollständig zu nutzen und dadurch die Kraftmaschinenpferdestärke auf der Motorseite effektiv zu verwenden.

[0085] Genauer gesagt, ist in diesem Ausführungsbeispiel, wenn die Kraftmaschine 4 einen ausreichenden Spielraum für eine Ausgabe lässt, $\Delta N > 0$ als Ergebnis der Droop-Regelung. Dementsprechend wird die Zielmotorpferdestärke $Mr2$ durch die Geschwindigkeitsmesssteuerung in den Blöcken 220 bis 226 berechnet, so dass die Zielmotorpferdestärke $Mr2$ einen größeren Wert hat. Dieser Wert wird als die dritte Zielpferdestärke $Mr2$ verwendet. Daher ist es während des Fahrens bei $Nr = Nrmax$ möglich, die Pferdestärke bis zur Ausgangsgrenze der Kraftmaschine 4 vollständig zu nutzen und die Elektromotoren 12R, 12L anzutreiben. In dem obigen Beispiel befindet sich ein Betriebspunkt der Kraftmaschine 4 an dem in **Fig. 17** gezeigten X1. Unter der Annahme, dass der Pferdestärkenkoeffizient Kp , der durch ΔN im Block 222 berechnet wurde, $Kp = 1,3$ ist, nimmt die dritte Zielmotorausgangspferdestärke $Mr3$ von 600 kW, was dasselbe wie die Zielmotorpferdestärke $Mr2$ ist, auf $600 \text{ kW} \times 1,3 = 780 \text{ kW}$ zu. Als Ergebnis bewegt sich der Betriebspunkt der Kraftmaschine 4 von dem in **Fig. 17** gezeigten X1 zur Überlastungsseite, wo $\Delta N < 0$. Beispielsweise spielt sich

der Betriebspunkt der Kraftmaschine 4 an einem Punkt X2 ein, an dem die Drehzahl um ungefähr -10 bis -30 UpM niedriger als Nrmax bei $\Delta N = 0$ ist. Wenn der im Block 222 erzielte Pferdestärkenkoeffizient Kp beispielsweise 1,1 beträgt, wird am Punkt X2 die Zielmotorpferdestärke Mr3 wie folgt berechnet: $600 \times 1,1 = 660$ kW. Dementsprechend wird die gesamte verbrauchte Pferdestärke, die die anderen Kraftmaschinenlasten 18 beinhaltet, wie folgt berechnet: 200 kW + (660×2) kW = 1500 kW. Somit ist es möglich, die Ausgangspferdestärke der Kraftmaschine 4 bis zu einer Ausgangsgrenze der Kraftmaschine 4 ohne Verschwendungen wirksam zu nutzen.

[0086] Andererseits nimmt, während das Kipperfahrzeug wie oben beschrieben fährt, wenn die verbrauchte Pferdestärke der anderen Kraftmaschinenlasten 8 aus irgendeinem Grund (beispielsweise aufgrund einer Temperaturänderung) zunimmt, was bewirkt, dass der in **Fig. 17** gezeigte Betriebspunkt X2 weiter zur linken Seite der **Fig. 17** bewegt wird, die Drehzahlabweichung ΔN weiter ab, was bewirkt, dass der im Block 222 berechnete Pferdestärkenkoeffizient Kp sinkt. Als Ergebnis nimmt die Zielmotorpferdestärke Mr3 ebenfalls ab, was die Zielmotorpferdestärke Mr1 einschränkt. Beispielsweise sinkt in dem obigen Beispiel, wenn ΔN sinkt und Kp = 1,0 dann im Block 222 berechnet wird, die dritte Zielmotorausgangspferdestärke Mr3 von 660 kW auf 600 kW, was dasselbe ist wie die zweite Zielmotorausgangspferdestärke Mr2. Als Ergebnis kehrt der Betriebspunkt der Kraftmaschine 4 wieder zur Seite von $\Delta N = 0$ zurück und spielt sich an einem Punkt ein, an dem die Summe der verbrauchten Pferdestärke der Kraftmaschinenlast 8 und der verbrauchten Pferdestärke (der dritten Zielmotorausgangspferdestärke Mr2) der Elektromotoren 12R, 12L mit der maximalen Ausgangspferdestärke der Kraftmaschine 4 (1500 kW in dem obigen Beispiel) zusammenfällt. Dies ermöglicht es zu verhindern, dass die Kraftmaschine 4 stehen bleibt.

[0087] Wie oben beschrieben ist, wird gemäß diesem Ausführungsbeispiel, wenn die verbrauchte Pferdestärke der anderen Kraftmaschinenlasten 8 bei Nr = Nrmax klein ist, der Grenzwert der Zielpferdestärke von jedem der Elektromotoren 12R, 12L (die Zielmotorpferdestärke Mr3) erhöht, um die Pferdestärke bis zur Ausgangsgrenze der Kraftmaschine 4 vollständig zu nutzen, so dass jeder der Elektromotoren 12R, 12L angetrieben wird. Zusätzlich wird, wenn die verbrauchte Pferdestärke der anderen Kraftmaschinenlasten 8 zunimmt, der Grenzwert der Zielpferdestärke von jedem der Elektromotoren 12R, 12L (die Zielmotorpferdestärke Mr3) verringert, um die verbrauchte Pferdestärke von jedem der Elektromotoren 12R, 12L zu reduzieren. Als Ergebnis ist es möglich, die Überlastung der Kraftmaschine 4 zu vermeiden und zu verhindern, dass die Kraftmaschine 4 stehen bleibt.

[0088] Wenn andererseits das Gaspedal nicht bis zum maximalen Ausmaß betätigt wird, mit dem Ergebnis, dass die Zieldrehzahl Nr der Kraftmaschine 4 kleiner als die maximale Drehzahl Nrmax ist (Nr < Nrmax), kann die Geschwindigkeitsmess-Steuerung, die von den Blöcken 220 bis 226, wie oben beschrieben, durchzuführen ist, eine Fehlfunktion verursachen. Beispielsweise nimmt in einem Zustand, in dem das Gaspedal 1 bis zu einem halben Ausmaß betätigt wird, wenn das Kipperfahrzeug während des Fahrens bei Nr < Nrmax entlang einer ebenen Straße an eine Steigung kommt, die Fahrgeschwindigkeit ab. Dementsprechend erhöht der Fahrer das Ausmaß, in dem der Fahrer das Gaspedal 1 niederdrückt, um die Fahrgeschwindigkeit konstant zu halten. In diesem Fall wird ein Fall betrachtet, in dem die Geschwindigkeitsmess-Steuerung durch die in **Fig. 4** gezeigten Blöcke 220 bis 226 durchgeführt wird. Während das Kipperfahrzeug die ebene Straße entlangfährt, lässt die Kraftmaschine 4 einen ausreichenden Spielraum für die Ausgabe, und dementsprechend ist $\Delta N > 0$. Sobald der Fahrer das Ausmaß erhöht, bis zu dem der Fahrer das Gaspedal 1 niederdrückt, nimmt die Zielmotorpferdestärke Mr1 zu. Dies bewirkt, dass die Lasten der Kraftmaschine 4 zunehmen und dementsprechend ist $\Delta N < 0$. Als Ergebnis nimmt der im Block 222 berechnete Pferdestärkenkoeffizient Kp ab und die Zielmotorpferdestärke Mr3 nimmt ebenfalls ab. Daher ist die Zielmotorpferdestärke Mr1 durch die Zielmotorpferdestärke Mr3 begrenzt. Selbst wenn das Gaspedal 1 niedergedrückt wird, nimmt das Zieldrehmoment Mr der Elektromotoren 12R, 12L ab, was bewirkt, dass die Fahrgeschwindigkeit sinkt.

[0089] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird, wenn die Zieldrehzahl Nr der Kraftmaschine 4 kleiner als die maximale Drehzahl Nrmax ist (genauer gesagt, wenn Nr < Nrmax), der Pferdestärkenkoeffizient Kp in den in **Fig. 4** gezeigten Blöcken 223, 224 zu Kp = 1 umgeschaltet, so dass die Geschwindigkeitsmess-Steuerung deaktiviert wird. Als Ergebnis tritt die oben beschriebene Fehlfunktion nicht auf; und es wird eine glatte bzw. störungsfreie Beschleunigung in Ansprechung auf den Vorgang des Niederdrückens des Gaspedals 1 möglich.

[0090] Andere Wirkungen dieses Ausführungsbeispiels werden wie nachstehend beschrieben.

[0091] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird in den Blöcken 206, 208, den Blöcken 210 bis 226 und dem Block 228, die in **Fig. 3** gezeigt sind, nicht das Zieldrehmoment, sondern die Zielpferdestärke Mr1, Mr2, Mr3 als Anweisungswert der Elektromotoren 12R, 12L bestimmt. Dann wird in den Blöcken 230, 232 die Zielpferdestärke Mr3 durch die augenblickliche Motorrotationsgeschwindigkeit geteilt, um das erste Zielmotordrehmoment Tr1R, Tr1L zu berechnen. Weiterhin wird das Zielmotordrehmo-

ment mit einem Wert verglichen, der aus einer Funktion des maximalen Drehmoments, die für den Wechselrichter spezifisch ist, und den Motoren ermittelt wird, so dass ein kleinerer Wert als das finale Ziel-drehmoment TrR, TrL gesteuert wird.

[0092] Vorliegend wird überlegt, dass nicht die Ziel-motorpferdestärke, sondern das Zielmotordrehmo-ment als Wert berechnet wird, der direkt aus dem Betätigungsbeitrag p des Gaspedals zu berechnen ist. Jedoch nehmen in diesem Fall, wenn der Betätigungsbeitrag des Gaspedals 1 klein ist, alle von der Zieldrehzahl der Kraftmaschine 4, der Pferdestärke der Elektromotoren 12R, 12L und dem Drehmoment ab. Daher kann der Fahrer in Situationen, in denen der Fahrer das Drehmoment mit dem Betätigungsbe-trag des Gaspedals erhöhen will, welcher verringert wird, so dass die an die Elektromotoren 12R, 12L anzulegende Pferdestärke sinkt, das Gaspedal nicht richtig betätigen. Beispielsweise führt zum Zeitpunkt des Beginns des Befahrens einer Steigung das Niederdrücken des Gaspedals 1 in nur einem kleinen Ausmaß zu einem unzureichenden Drehmoment. Daher muss der Fahrer das Gaspedal 1 in einem größeren Ausmaß niederdrücken. Jedoch kann sich, während sich der Fahrer in einem Verlust befindet bzw. unzureichend tätig ist, das Kipperfahrzeug wegen des Eigengewichts des Kipperfahrzeugs auch rückwärts bewegen, was gefährlich ist.

[0093] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird in den Blöcken 206 bis 228 die Zielpferdestärke Mr als angewiesener Wert der Elektromotoren 12R, 12L bestimmt. Danach wird das Zielmotordrehmoment unter Bezugnahme auf die augenblickliche Rotationsgeschwindigkeit der Elektromotoren 12R, 12L berechnet, um die Elektromotoren 12R, 12L zu steuern. Als Ergebnis ist der Betätigungsbeitrag des Gaspedals 1 klein, wenn die Rotationsgeschwindigkeit von jedem der Elektromotoren 12R, 12L niedrig ist. Dementsprechend ist es, selbst wenn die an jeden der Elektromotoren 12R, 12L angelegte Pferdestärke klein ist, möglich, das Ausgangsdrehmoment zu erhöhen. Daher tritt eine solche Fehlfunktion, dass sich das Kipperfahrzeug zum Zeitpunkt des Beginns des Befahrens der Steigung rückwärts bewegt, nicht auf.

[0094] Zusätzlich kann ein ausgezeichnetes Betriebsgefühl erreicht werden, da die Motoraus-gangspferdestärke dem Betätigungsbeitrag p des Gaspedals 1 entspricht.

[0095] Somit ist es gemäß diesem Ausführungsbeispiel in einem Zustand, in dem der Betätigungsbe-trag des Gaspedals 1 klein ist und in dem, obwohl die an jeden der Elektromotoren 12R, 12L angelegte Pferdestärke klein, die Fahrgeschwindigkeit langsam und die Rotationsgeschwindigkeit der Motoren niedrig ist, möglich, das an die Elektromotoren 12R, 12L

anzulegende Drehmoment genau bis zur Ober-grenze zu erhöhen. Dementsprechend bewegt sich das Kipperfahrzeug nicht rückwärts, wenn das Kipperfahrzeug mit dem Befahren der Steigung beginnt. Als Ergebnis wird das Betriebsgefühl verbessert und eine höhere Sicherheit wird sichergestellt.

[0096] Zusätzlich wird gemäß diesem Ausführungs-beispiel in den in **Fig. 4** gezeigten Blöcken 200, 202 die Zieldrehzahl Nr der Kraftmaschine 4 nicht direkt aus dem Betätigungsbeitrag p des Gaspedals 1 bestimmt. Zuerst wird die Zielpferdestärke Fr der Kraftmaschine 4 durch die Funktion $Fr(p)$ berechnet (Block 200). Dann wird unter Verwendung der Ziel-pferdestärke Fr die Zieldrehzahl Nr durch die Funk-tion $Nr(Fr)$ berechnet, die eine Umkehrfunktion der in **Fig. 12** gezeigten $fr(Nr)$ ist (Block 202). Dies ermög-licht es, die Nichtlinearität der Pferdestärkenkennli-nien der Kraftmaschine 4 zu modifizieren.

[0097] Bis zu diesem Punkt sind die Ausführungs-beispiele der vorliegenden Erfindung beschrieben worden. Jedoch kann die vorliegende Erfindung auf verschiedene Weisen innerhalb der Idee und des Umfangs der vorliegenden Erfindung geändert werden. Repräsentative Beispiele dafür werden nach-stehend beschrieben.

1. In den oben beschriebenen Ausführungsbei-spielen wird, wenn die Geschwindigkeitsmess-Steuerung der Gesamtpferdestärkensteuerung durchgeführt wird, der Pferdestärkenkoeffizient Kp als Pferdestärkenmodifikationswert im Block 222 bestimmt und dann wird der Pferde-stärkenkoeffizient Kp mit der Zielmotorpferde-stärke $Mr2$ multipliziert, um die Zielmotorpferde-stärke $Mr3$ im Block 226 zu bestimmen. Jedoch kann er auch so konfiguriert sein, dass eine Funktion einer Drehzahlabweichung ΔN und eine Funktion eines Pferdestärkenmodifi-kationswerts ΔM als die Funktionen im Block 222 ver-wendet werden, um den Pferdestärkenmodifi-kationswert ΔM entsprechend der augenblick-lichen Drehzahlabweichung ΔN zu bestimmen, und dass dieser Pferdestärkenmodifikations-wert ΔM zur Zielmotorpferdestärke $Mr2$ addiert wird, um die Zielmotorpferdestärke $Mr3$ zu bestimmen.

2. In den oben beschriebenen Ausführungsbei-spielen werden in den in **Fig. 4** gezeigten Blö-cken 210, 212 unter der Annahme, dass die maximale Ausgangspferdestärke und die Ver-lustpferdestärke jeweils die Funktionen $f(Ne)$, $g(Ne)$ der tatsächlichen Drehzahl Ne der Kraftmaschine 4 sind, die maximale Ausgangspferde-stärke und die Verlustpferdestärke aus der tat-sächlichen Drehzahl Ne der Kraftmaschine 4 bestimmt. Jedoch ist Ne grob äquivalent zu Nr ($Ne = Nr$), da das Gaspedal normalerweise nicht rasch betätigt wird. Daher können unter der

Annahme, dass die maximale Ausgangspferdestärke und die Verlustpferdestärke jeweils Funktionen $f(Nr)$, $g(Nr)$ der Zieldrehzahl Nr der Kraftmaschine 4 sind, die maximale Ausgangspferdestärke und die Verlustpferdestärke auch aus der Zieldrehzahl Nr der Kraftmaschine 4 bestimmt werden.

3. In den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen wird im Block 224 die Geschwindigkeitsmess-Steuerung auf der Basis dessen, ob die Zieldrehzahl Nr der Kraftmaschine 4 äquivalent zu Nrmax ist oder nicht ($Nr = Nrmax$), aktiviert oder deaktiviert. Jedoch ist die Drehzahl, die als Beurteilungskriterium herangezogen wird, nicht auf einen Punkt ($Nrmax$) beschränkt. Die Drehzahl kann auch annähernd von 0 bis 50 UpM reichen. Zusätzlich kann anstelle der Zieldrehzahl Nr der Betätigungsbeitrag p des Gaspedals 1 auch als Beurteilungsparameter dienen. Wenn die Beurteilung durch den Betätigungsbeitrag p des Gaspedals 1 vorgenommen wird, zum Beispiel, wenn $p \geq 90\%$ ist, wird die Geschwindigkeitsmess-Steuerung aktiviert, wogegen, wenn $p < 90\%$ ist, die Geschwindigkeitsmess-Steuerung deaktiviert wird. Als Ergebnis ist es möglich, Wirkungen zu erzielen, die denjenigen ähnlich sind, die in dem Fall erzielt werden, in dem die Geschwindigkeitsmess-Steuerung auf der Basis dessen, ob die Zieldrehzahl Nr äquivalent zu Nrmax ist oder nicht ($Nr = Nrmax$), aktiviert oder deaktiviert wird.

4. In den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen ist die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ der anderen Kraftmaschinenlasten 8 auf einen Wert mit einem ausreichenden Spielraum für einen übrig gebliebenen Schätzwert eingestellt. Jedoch kann die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ der anderen Kraftmaschinenlasten 8 ebenfalls auf einen Wert eingestellt sein, der derselbe, oder annähernd derselbe, ist wie der Schätzwert, ohne einen ausreichenden Spielraum für den Schätzwert zu lassen. Durch Konfigurieren der Funktion $S(\Delta N)$ im Block 222, so dass, wenn die Drehzahlabweichung $\Delta N = 0$ ist, ein Wert des Pferdestärkenkoeffizienten Kp ungefähr 1 wird (wenn $\Delta N = 0$, $Kp \approx 1$), wenn die verbrauchte Pferdestärke der anderen Kraftmaschinenlasten 8 kleiner als der Schätzwert (die Verlustpferdestärke $g(Ne)$) ist, mit dem Ergebnis, dass $\Delta N > 0$, übersteigt in diesem Fall die im Block 226 berechnete Zielmotorpferdestärke $Mr3$ die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ als eingestellten Wert und dementsprechend kann die Kraftmaschinenpferdestärke auf der Motorseite wirksam genutzt werden. Wenn andererseits die verbrauchte Pferdestärke der anderen Kraftmaschinenlasten 8 den Schätzwert (die Verlustpferdestärke $g(Ne)$) übersteigt, mit dem

Ergebnis, dass $\Delta N < 0$, wird die im Block 226 berechnete Zielmotorpferdestärke $Mr3$ als Ergebnis niedriger als die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ als eingestellter Wert, was es ermöglicht, zu verhindern, dass die Kraftmaschine 4 aufgrund der Überlastung der Kraftmaschine 4 stehen bleibt. Im Übrigen ist es in diesem Fall, wenn die Geschwindigkeitsmess-Steuerung nicht durchgeführt wird, wenn $Ne < Nrmax$, notwendig, den Pferdestärkenkoeffizienten Kp im Block 223 auf einen Wert mit einem ausreichenden Spielraum einzustellen (Kp ist auf ungefähr 0,9 eingestellt), so dass die verbrauchte Pferdestärke der elektrischen Fahrmotoren 12R, 12L nicht übermäßig ansteigt.

5. In den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen wird in den Blöcken 210 bis 226, um die Zielmotorpferdestärke $Mr3$ zur Durchführung der Geschwindigkeitsmess-Gesamtpferdestärkensteuerung zu bestimmen, die Zielmotorpferdestärke $Mr3$ durch die folgende Reihenfolge berechnet: in den Blöcken 210, 212, die separat die maximale Ausgangspferdestärke $f(Ne)$ und die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ bestimmen; im Block 214, der die Differenz zwischen der maximalen Ausgangspferdestärke $f(Ne)$ und der Verlustpferdestärke $g(Ne)$ bestimmt; im Block 216, in dem die Differenz mit 1/2 multipliziert wird, um die Zielmotorpferdestärke $Mr2$ zu bestimmen; und im Block 226, in dem die Zielmotorpferdestärke $Mr2$ durch den Pferdestärkenkoeffizienten Kp multipliziert wird. Jedoch ist dies nur ein Beispiel. Die Reihenfolge der Berechnung, und wie $Mr3$ berechnet wird, sind nicht auf das Beispiel beschränkt, solange wie $Mr3$, deren Wert derselbe ist, als Ergebnis der Rechnung bestimmt wird. Beispielsweise kann sie auch so konfiguriert sein, dass in den Blöcken 210, 212 die maximale Ausgangspferdestärke $f(Ne)$ und die Verlustpferdestärke $g(Ne)$ durch Verwendung von jeder der Funktionen $f(Ne)$, $g(Ne)$ bestimmt wird und dass im Block 214, anstelle der Bestimmung der Differenz zwischen der maximalen Ausgangspferdestärke $f(Ne)$ und der Verlustpferdestärke $g(Ne)$, eine Funktion vorab vorgesehen ist, die $f(Ne) - g(Ne)$ entspricht, um einen Wert zu bestimmen, der um einen Verarbeitungsschritt äquivalent zu der betreffenden Differenz ist. Weiterhin wird in den Blöcken 216, 226 die Differenz $f(Ne) - g(Ne)$ zwischen der maximalen Ausgangspferdestärke $f(Ne)$ und der Verlustpferdestärke $g(Ne)$ bestimmt, bevor die Differenz mit 1/2 und mit dem Pferdestärkenkoeffizienten Kp multipliziert wird. Jedoch kann die Differenz auch mit 1/2 und mit dem Pferdestärkenkoeffizienten Kp vor der Berechnung im Block 214 multipliziert werden. In einem anderen Fall kann die Multiplikation auch mit der Reihenfolge von entweder 1/2

oder dem Pferdestärkenkoeffizienten K_p umgekehrt durchgeführt werden.

6. Obwohl die Elektromotoren 12R, 12L Induktionsmotoren sind, können sie auch Synchronmotoren sein.

7. In den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen wird eine Funktion, die sich von den Funktionen $hF(P)$, $hR(P)$ zur Bestimmung der Zielmotorpferdestärke in den Blöcken 206, 208 unterscheidet, als die im Block 200 herangezogene Funktion $Fr(P)$ benutzt. Jedoch kann eine Funktion, die dieselbe wie die Funktionen $hF(P)$, $hR(P)$ zum Bestimmen der Zielmotorpferdestärke in den Blöcken 206, 208 ist, verwendet werden. Da die Kraftmaschine 4 so angetrieben wird, dass die Kraftmaschine 4 nur die für die Elektromotoren 12R, 12L erforderliche Pferdestärke ausgibt, wird es in diesem Fall möglich, die optimale Kraftmaschinensteuerung ohne Verschwendungen zu erreichen. Im Übrigen ist es in diesem Fall gewünscht, dass die Zielpferdestärke der Kraftmaschine 4 so korrigiert wird, dass die Drehzahl etwas höher wird, wobei die Zielmotorpferdestärke $+ \alpha$ als Zielwert verwendet wird.

Patentansprüche

1. Antriebssystem für ein elektrisch angetriebenes Kipperfahrzeug mit:
 einer Kraftmaschine (4);
 einem elektronischen Regler (4a) zum Regeln der Drehzahl und des Drehmoments der Kraftmaschine;
 einem von der Kraftmaschine angetriebenen Wechselstromgenerator (5);
 anderen Kraftmaschinenlasten (18) als dem Wechselstromgenerator, die von der Kraftmaschine angetrieben werden;
 mindestens zwei Elektromotoren (12R, 12L) zum Fahren, von denen jeder von der elektrischen Leistung angetrieben wird, die von dem Wechselstromgenerator zugeführt wird;
 und mindestens zwei Wechselrichtern (73R, 73L), von denen jeder mit dem Wechselstromgenerator verbunden ist und von denen jeder jeden der Elektromotoren steuert,
 wobei das Antriebssystem eine Zieldrehzahl-Berechnungseinrichtung (3, 101 bis 103, 200, 202) zum Berechnen der Zieldrehzahlgeschwindigkeit (Nr) entsprechend dem Betätigungsbeitrag (p) eines Gaspedals (1) umfasst, und eine Motorsteuereinrichtung (3, 7, 104 bis 123, 204 bis 240, 71R, 71L, 72R, 72L) zum Steuern der Wechselrichter um die Elektromotoren (12R, 12L) in Ansprechung auf den Betätigungsbeitrag (p) des Gaspedals (1) zu steuern;
 der elektronische Regler (4a) konfiguriert ist, um die Kraftstoffeinspritzungsmenge für die Kraftmaschine (4) auf der Basis der Zieldrehzahlgeschwindigkeit

(Nr) zu regeln, und so eingestellt ist, dass, wenn die Zieldrehzahl mindestens auf die maximale Drehzahlgeschwindigkeit (Nrmax) eingestellt ist, die Regelung der Kraftstoffeinspritzungsmenge eine Droop-Regelung wird;
 und die Motorsteuereinrichtung (3, 7, 104 bis 123, 204 bis 240, 71R, 71L, 72R, 72L) Folgendes beinhaltet:
 eine erste Zielmotorpferdestärken-Berechnungseinrichtung (105, 106, 107, 204, 206, 208) zum Berechnen einer ersten Zielmotorpferdestärke (Mr1) entsprechend dem Betätigungsbeitrag (p) des Gaspedals (1); eine zweite Zielmotorpferdestärken-Berechnungseinrichtung (110 bis 117, 210 bis 226) mit einer Geschwindigkeitsmess-Steuereinrichtung (113 bis 117, 220 bis 226) zur Berechnung einer Abweichung (ΔN) zwischen der Zieldrehzahlgeschwindigkeit (Nr) der Kraftmaschine (4) und der tatsächlichen Drehzahlgeschwindigkeit (Ne) der Kraftmaschine (4) und basierend auf der Abweichung (ΔN) eine verfügbaren maximalen Pferdestärke (Mr2) für die Elektromotoren (12R, 12L) zum Fahren zu modifizieren, so dass die verfügbare maximale Pferdestärke zunimmt, wenn die tatsächliche Drehzahlgeschwindigkeit (Ne) der Kraftmaschine höher als die Zieldrehzahlgeschwindigkeit (Nr) ist, und die verfügbare maximale Pferdestärke abnimmt, wenn die tatsächliche Drehzahlgeschwindigkeit (Ne) der Kraftmaschine niedriger als die Zieldrehzahlgeschwindigkeit (Nr) ist, wobei die zweite Zielmotorpferdestärken-Berechnungseinrichtung (110 bis 117, 210 bis 226) eine Maximalpferdestärken-Berechnungseinrichtung (110, 111, 210, 212, 214, 216) beinhaltet, um von einer maximalen Ausgangspferdestärke, die von der Kraftmaschine (4) ausgegeben werden kann, die Verlustpferdestärke zu subtrahieren, die erforderlich ist, um andere Kraftmaschinenlasten (18) als den Wechselstromgenerator anzutreiben, um die verfügbare maximale Pferdestärke (Mr2) für die elektrischen Fahrmotoren (12R, 12L) zu bestimmen, wobei die zweite Zielmotorpferdestärken-Berechnungseinrichtung (110 bis 117, 210 bis 226) als zweite Zielmotorpferdestärke (Mr3) die verfügbare maximale Pferdestärke bestimmt, die von der Geschwindigkeitsmess-Steuereinrichtung modifiziert worden ist;
 eine Zielmotorpferdestärken-Begrenzungseinrichtung (118, 228) zum Begrenzen der ersten Zielmotorpferdestärke, so dass die erste Zielmotorpferdestärke die zweite Zielmotorpferdestärke nicht übersteigt, um dadurch eine dritte Zielmotorpferdestärke (Mr) zu erzeugen;
 und eine Wechselrichter-Steuereinrichtung (119 bis 123, 230 bis 240, 71R, 71L, 72R, 72L) zum Bestimmen eines ersten Zielmotordrehmoments (Tr1R, Tr1L) von jedem der zwei Elektromotoren (12R, 12L) auf der Basis der dritten Zielmotorpferdestärke, um dadurch die Wechselrichter zu steuern.

2. Antriebssystem für das elektrisch angetriebene Kipperfahrzeug nach Anspruch 1, wobei: die Geschwindigkeitsmess-Steuereinrichtung (113 bis 117 , 220 bis 226) funktioniert, wenn die Zieldrehzahlgeschwindigkeit (Nr) der Kraftmaschine (4) auf mindestens die maximale Drehzahlgeschwindigkeit (Nrmax) eingestellt ist und in allen anderen Fällen nicht funktioniert.

3. Antriebssystem für das elektrisch angetriebene Kipperfahrzeug nach Anspruch 2, wobei die Maximalpferdestärken-Berechnungseinrichtung (110 , 111 , 210 , 212 , 214 , 216) die maximale Ausgangspferdestärke und die Verlustpferdestärke entsprechend einer augenblicklichen tatsächlichen Drehzahlgeschwindigkeit auf der Basis einer ersten Funktion ($f(Ne)$) der tatsächlichen Drehzahlgeschwindigkeit (Ne) der Kraftmaschine (4) und der maximalen Ausgangspferdestärke und einer zweiten Funktion ($g(Ne)$) der tatsächlichen Drehzahlgeschwindigkeit der Kraftmaschine und der Verlustpferdestärke berechnet.

4. Antriebssystem für das elektrisch angetriebene Kipperfahrzeug nach irgendeinem der, Ansprüche 1 bis 3, wobei wenn ein Wert, der durch Subtrahieren der Zieldrehzahlgeschwindigkeit (Nr) der Kraftmaschine (4) von der tatsächlichen Drehzahlgeschwindigkeit (Ne) der Kraftmaschine erhalten wird, als Abweichung (ΔN) der Drehzahlgeschwindigkeit definiert wird, die Geschwindigkeitsmess-Steuereinrichtung (113 bis 117 , 220 bis 226) einen Pferdestärkenmodifikationswert (K_p) berechnet, der mit der Abnahme der Abweichung (ΔN) der Drehzahlgeschwindigkeit von einem positiven Wert auf einen negativen Wert sinkt, und zwar auf der Basis einer dritten Funktion ($S(\Delta N)$) der Abweichung (ΔN) der Drehzahlgeschwindigkeit und des Pferdestärkenmodifikationswerts, und dann die verfügbare maximale Pferdestärke (Mr2) für die Elektromotoren (12R , 12L) unter Verwendung des Pferdestärkenmodifikationswerts modifiziert.

5. Antriebssystem für das elektrisch angetriebene Kipperfahrzeug nach Anspruch 4, wobei der Pferdestärkenmodifikationswert ein Pferdestärkenkoeffizient (K_p) ist und die Geschwindigkeitsmess-Steuereinrichtung (113 bis 117 , 220 bis 226) den Pferdestärkenkoeffizienten mit der verfügbaren maximalen Pferdestärke (Mr2) für die Elektromotoren (12R , 12L) multipliziert, um die zweite Zielmotorpferdestärke (Mr3) zu bestimmen.

6. Antriebssystem für das elektrisch angetriebene Kipperfahrzeug nach irgendeinem der, Ansprüche 1 bis 5, wobei die Geschwindigkeitsmess-Steuereinrichtung (113 bis 117 , 220 bis 226) die verfügbare maximale Pferdestärke (Mr2) für die Elektromotoren (12R , 12L) so modifiziert, dass die

verfügbare maximale Pferdestärke (Mr2) um einen Faktor erhöht wird, der vom 1,1- bis zum 1,3-Fachen reicht, wenn die tatsächliche Drehzahlgeschwindigkeit (Ne) der Kraftmaschine (4) äquivalent zur Zieldrehzahlgeschwindigkeit (Nr) ist.

7. Antriebssystem für das elektrisch angetriebene Kipperfahrzeug nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Wechselrichter-Steuereinrichtung (119 bis 123 , 230 bis 240, 71R, 71L, 72R, 72L) ein erstes Zielmotordrehmoment ($Tr1R$, $Tr1L$) aus der dritten Zielmotorpferdestärke (Mr) und einer augenblicklichen Rotationsgeschwindigkeit (ωR , ωL) der Elektromotoren (12R , 12L) berechnet, eine Obergrenze ($M_{max}(\omega R)$, $M_{max}(\omega L)$) eines Zielmotordrehmoments auf der Basis einer tatsächlichen Rotationsgeschwindigkeit der Elektromotoren berechnet, das erste Zielmotordrehmoment so eingrenzt, dass das erste Zielmotordrehmoment die Obergrenze des Zielmotordrehmoments nicht überschreitet, um dadurch ein zweites Zielmotordrehmoment (TrR , TrL) zu bestimmen, und dann die Wechselrichter (73R , 73L) auf der Basis des zweiten Zielmotordrehmoments steuert.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

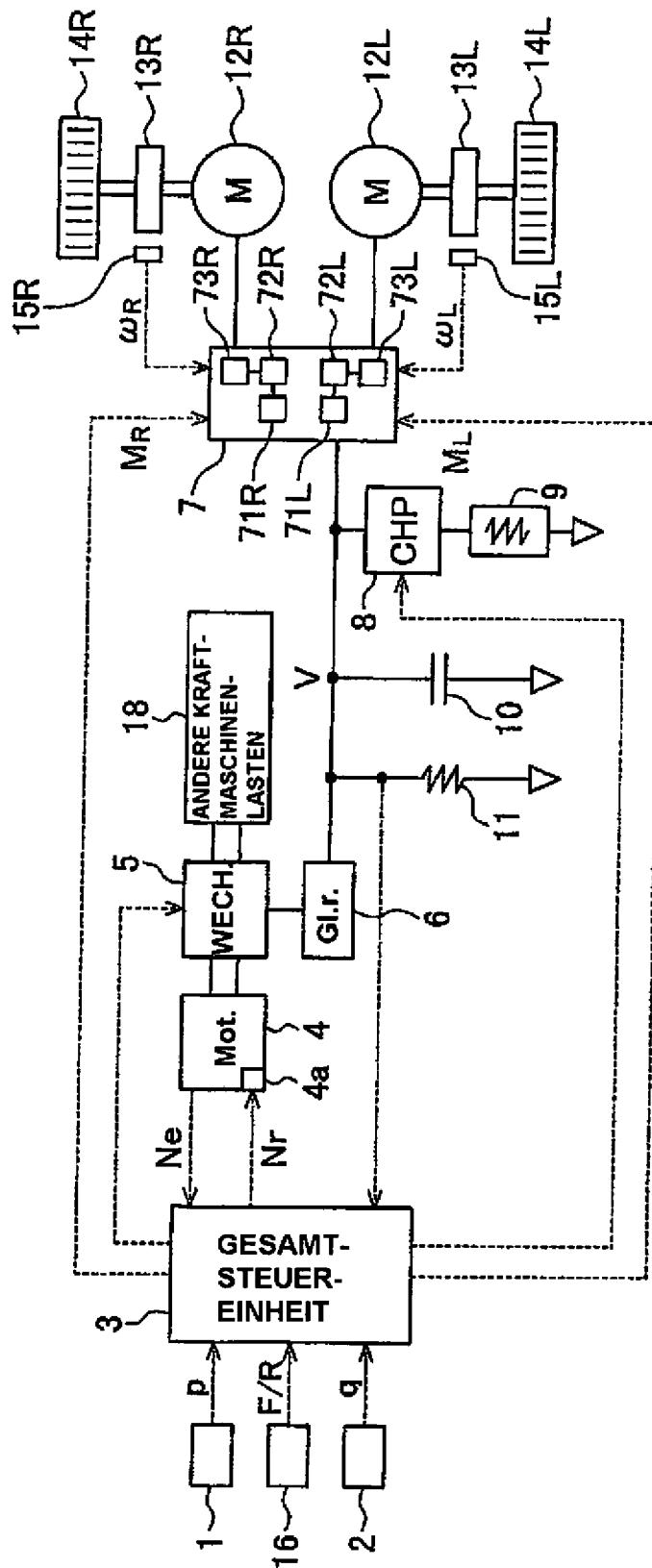


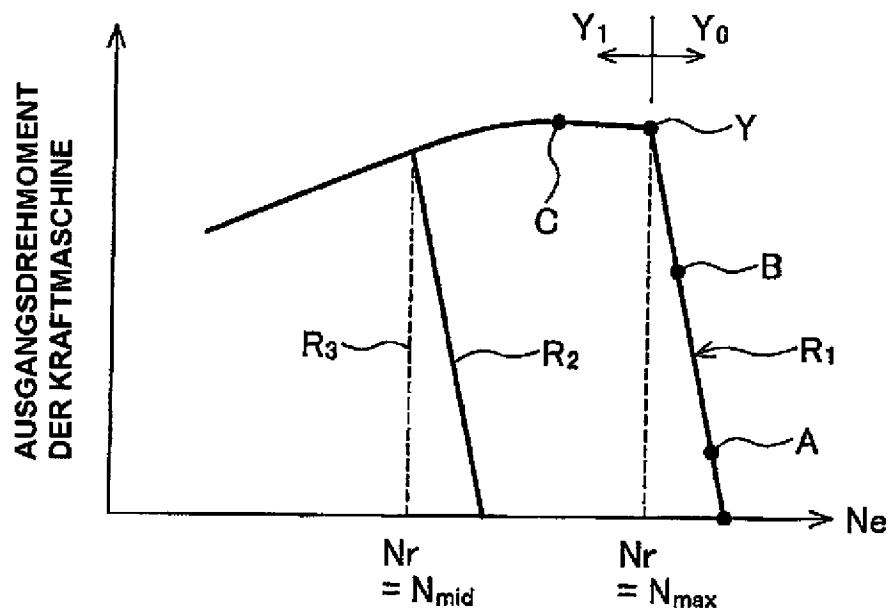
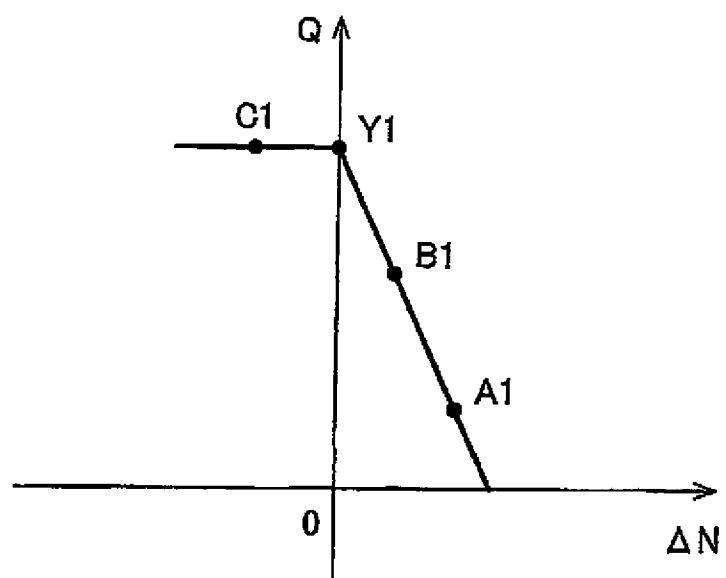
FIG.2**FIG.3**

FIG.4

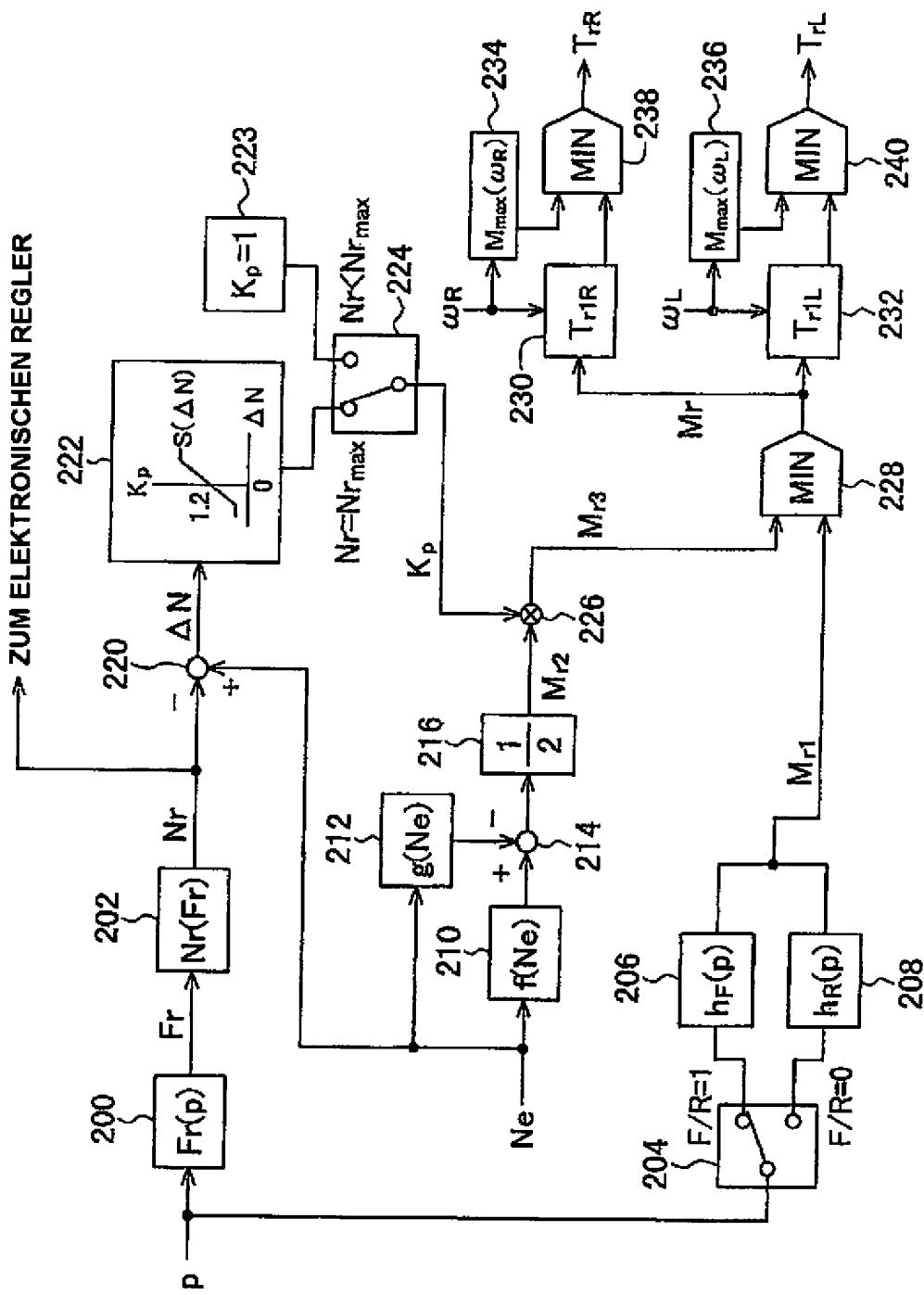


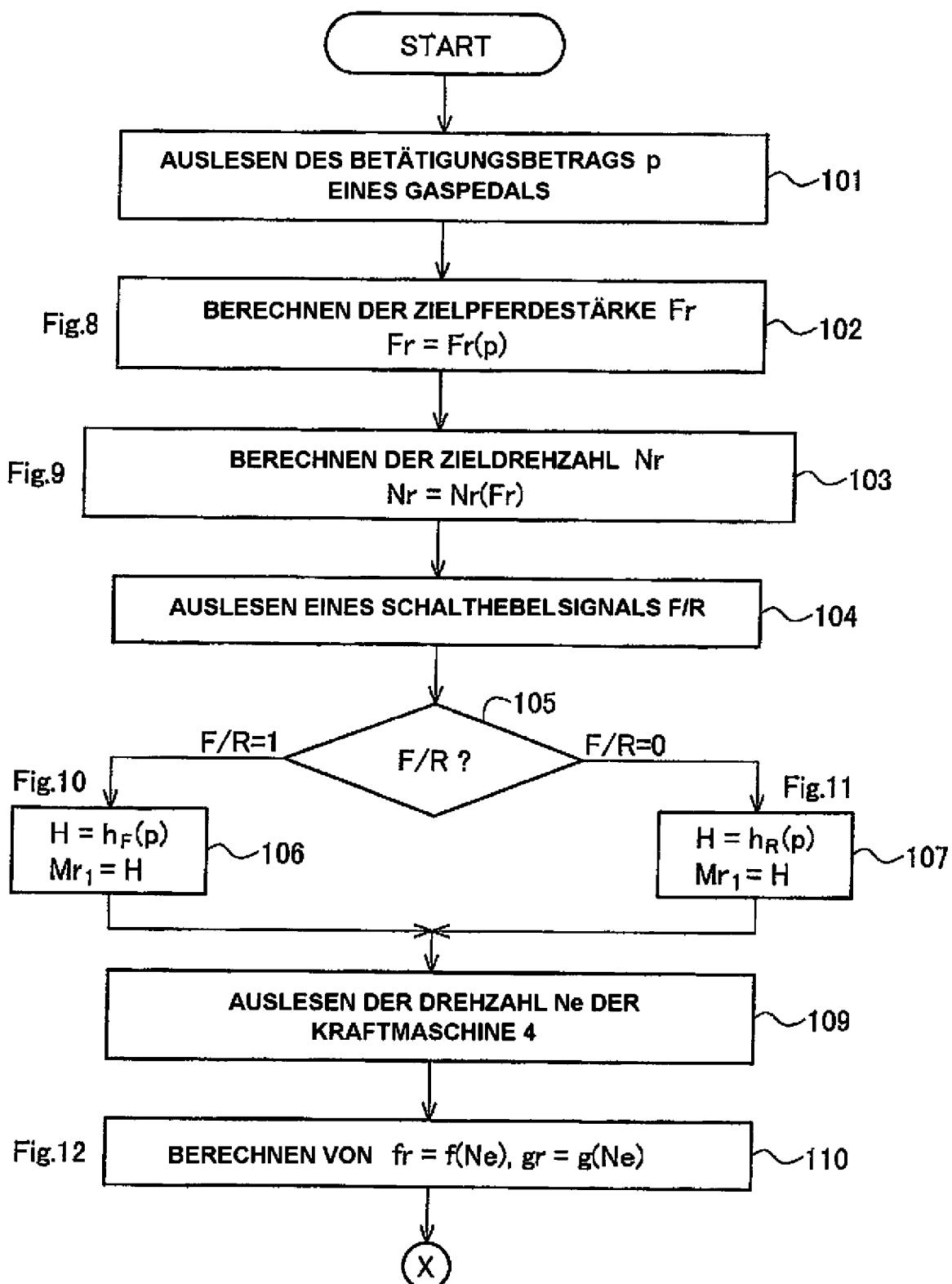
FIG.5

FIG.6

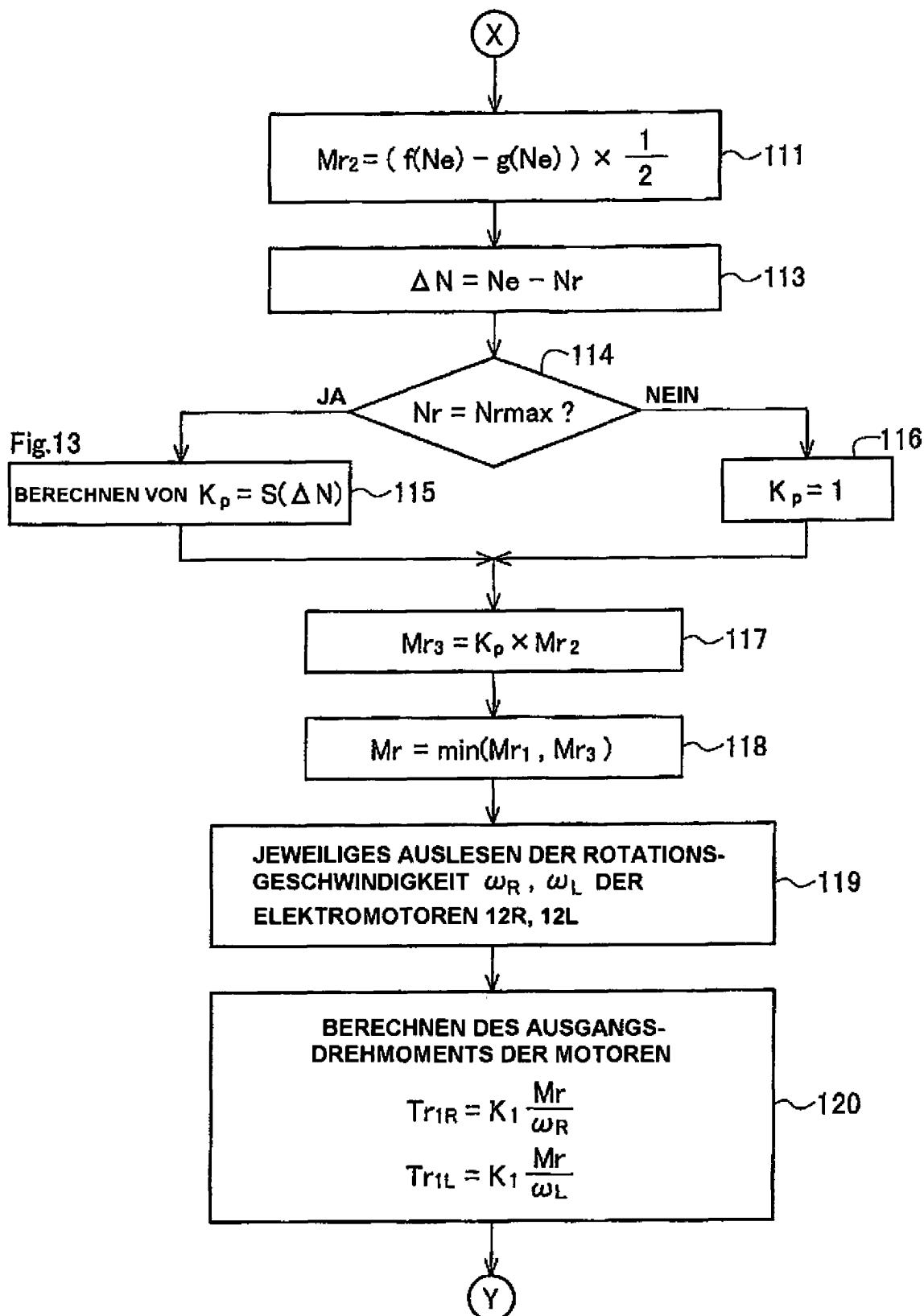


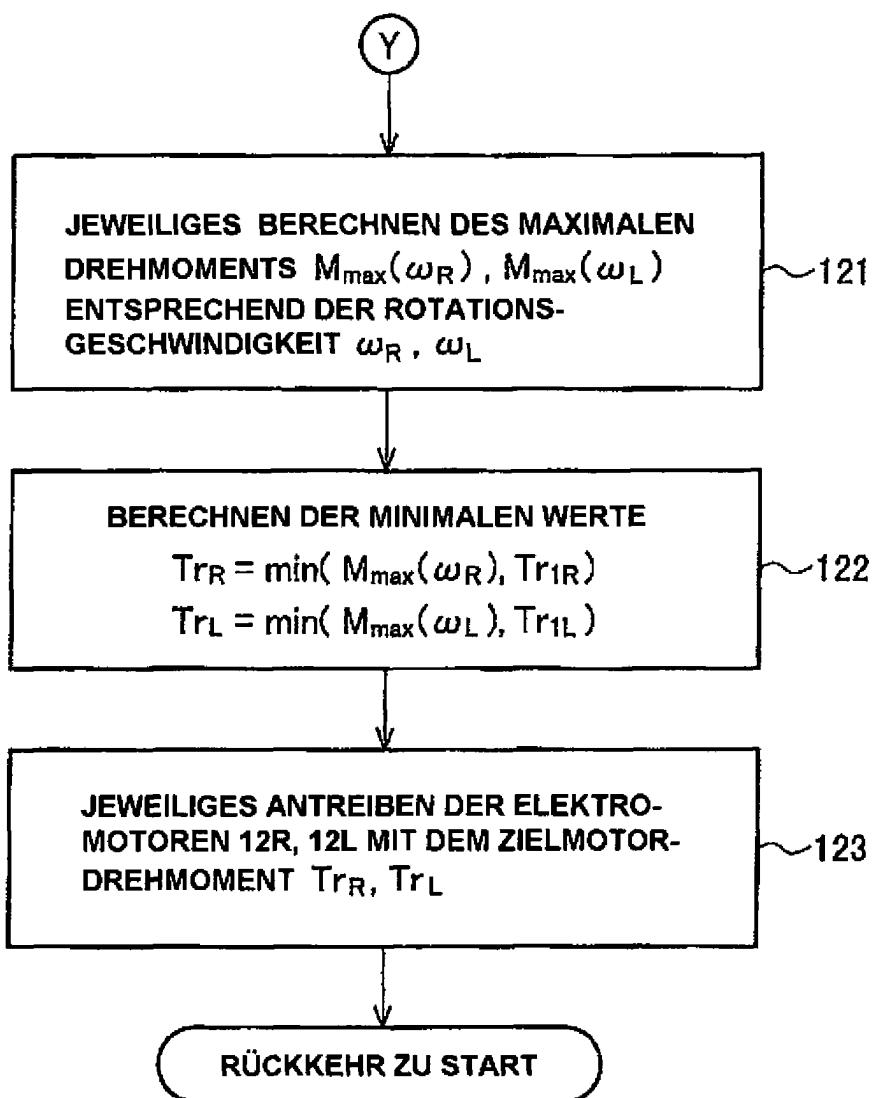
FIG.7

FIG.8

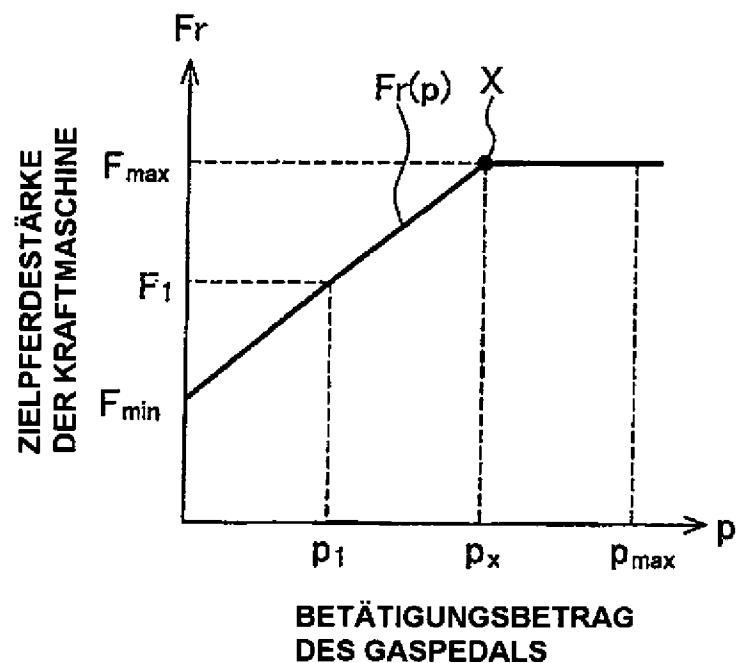


FIG.9

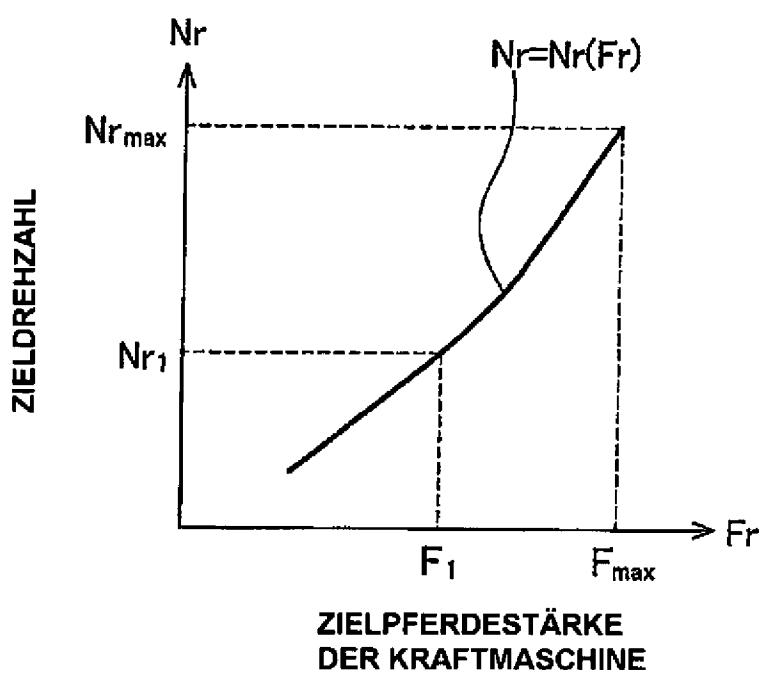


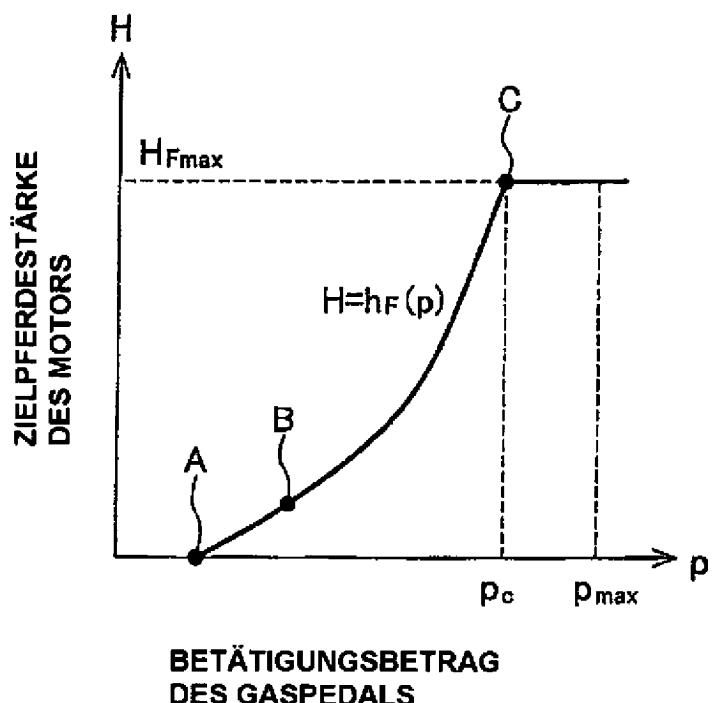
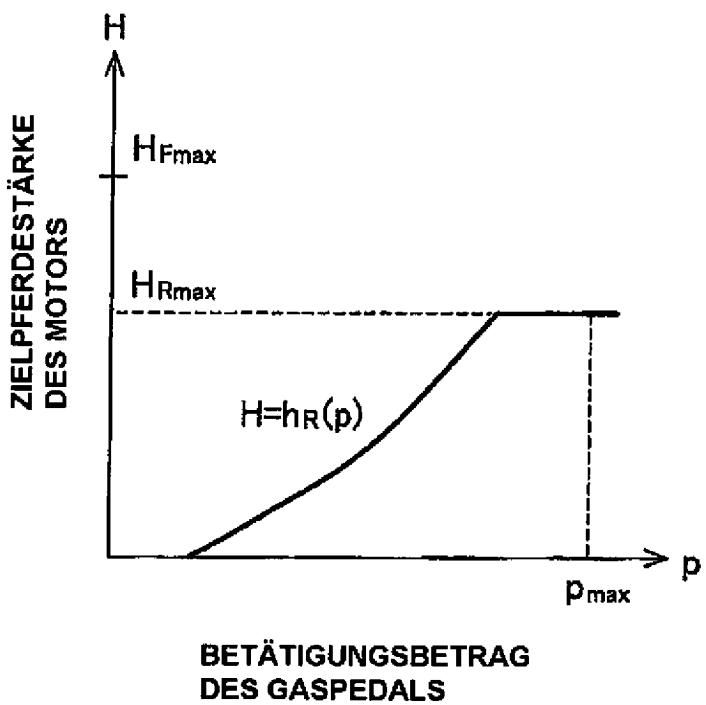
FIG. 10**FIG. 11**

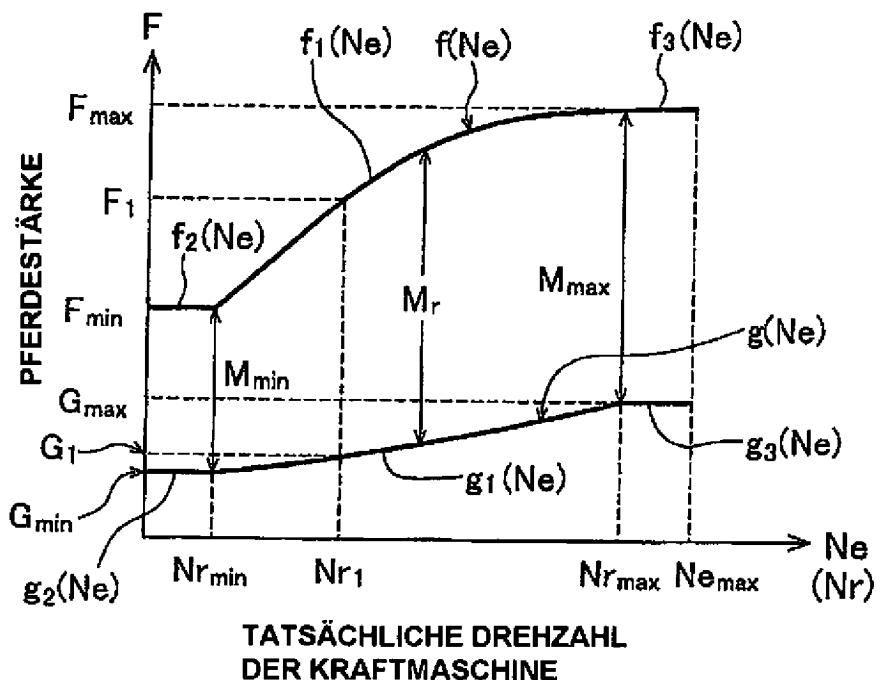
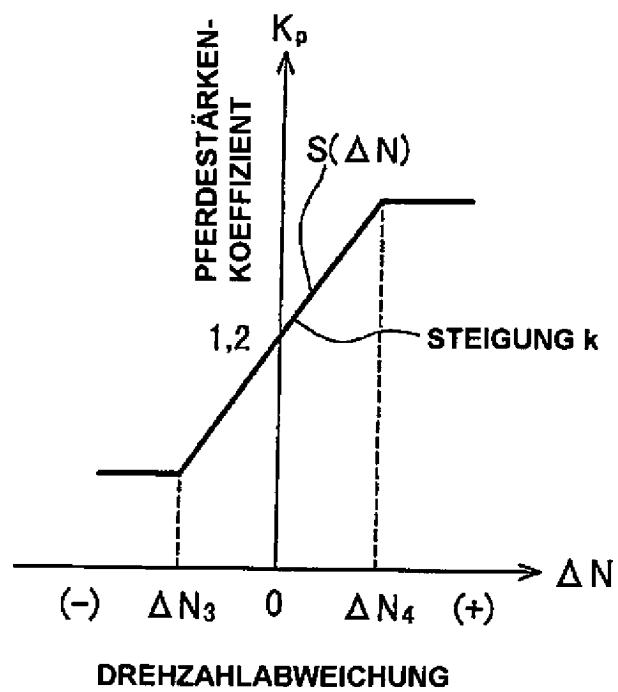
FIG.12**FIG.13**

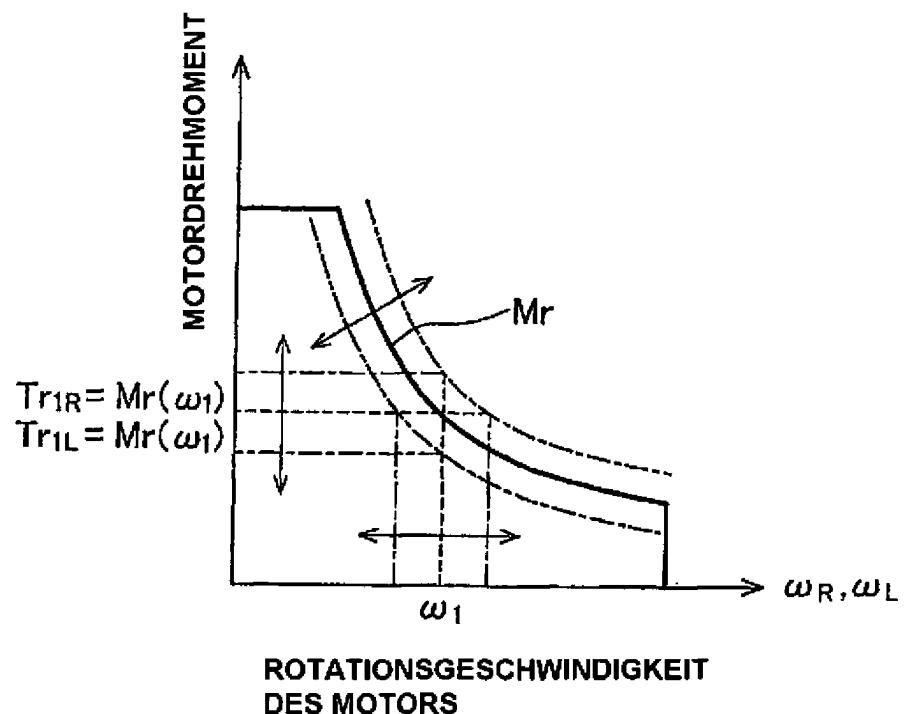
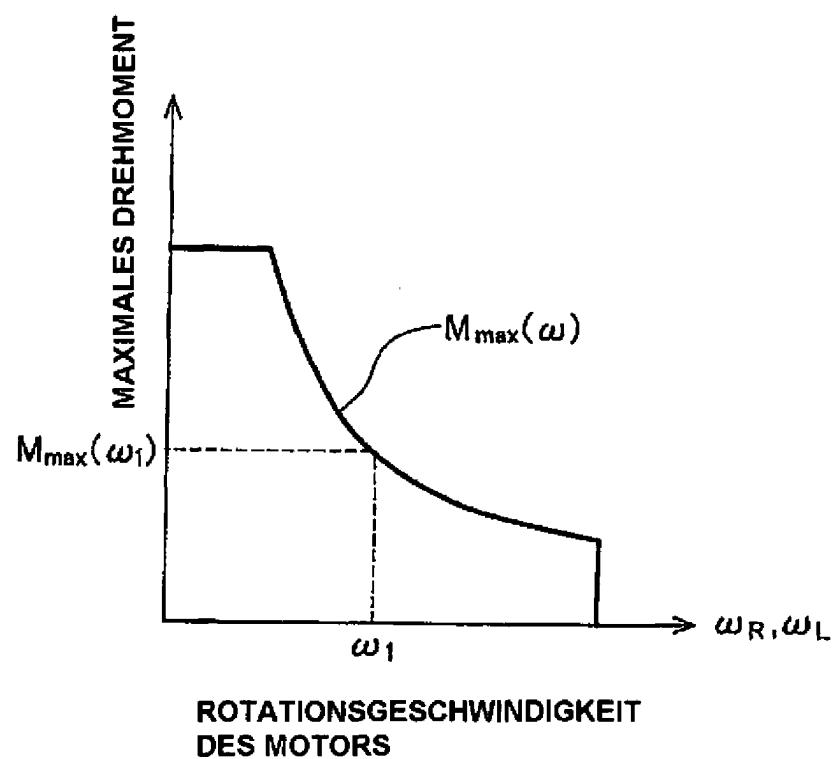
FIG.14**FIG.15**

FIG. 16

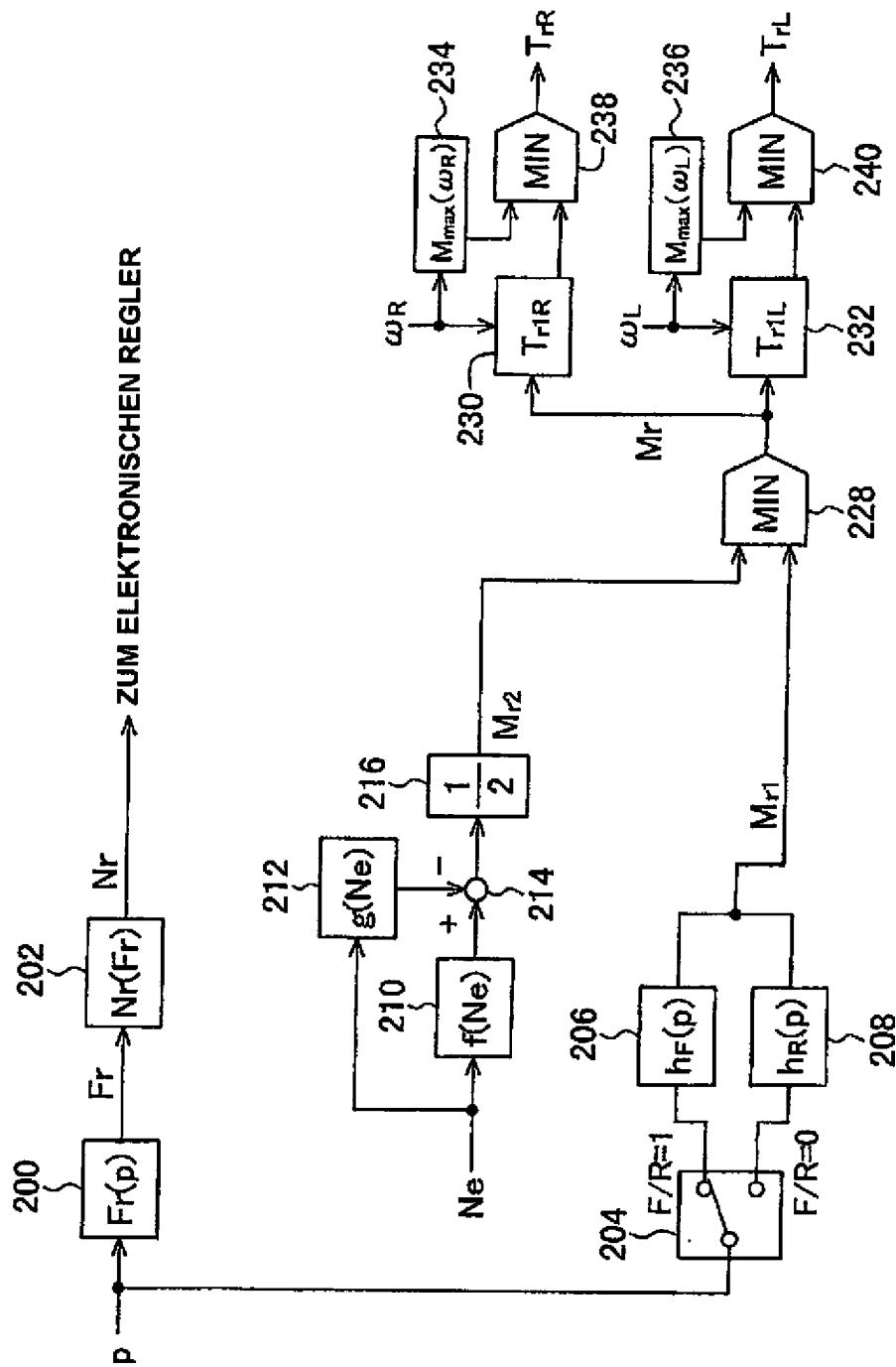


FIG.17