(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 196 50 723 B4** 2016.02.04

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **196 50 723.5**
(22) Anmeldetag: **06.12.1996**
(43) Offenlegungstag: **12.06.1997**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **04.02.2016**

(51) Int Cl.: ***B60W 20/00*** (2006.01)
B60W 10/08 (2006.01)
B60W 10/02 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
7-345919 **08.12.1995** **JP**

(73) Patentinhaber:
Aisin AW Co., Ltd., Anjo-shi, Aichi-ken, JP

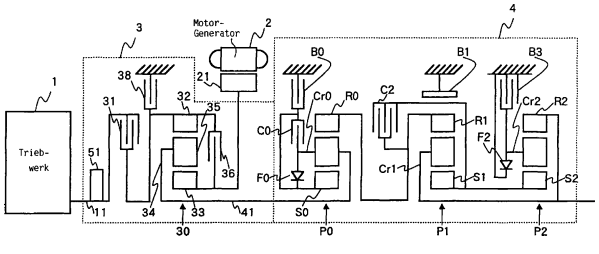
(74) Vertreter:
VOSSIUS & PARTNER Patentanwälte Rechtsanwälte mbB, 81675 München, DE

(72) Erfinder:
Omote, Kenji, Nishio, Aichi, JP; Tsuzuki, Shigeo, Takahama, Aichi, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:
EP **0 622 262** **A2**

(54) Bezeichnung: **Steuersystem für Fahrzeugantriebseinheit sowie ein dazugehöriges Verfahren**

(57) Hauptanspruch: Steuersystem für eine Fahrzeugantriebseinheit mit:
einem Motor-Generator (2),
einem Getriebe (4),
einem Planetengetriebe (30), das
ein erstes Rad (32) enthält, welches über eine Anfahrkupplung (31) mit einem Triebwerk (1) verbunden ist,
ein zweites Rad (33) enthält, welches mit dem Motor/Generator (2) verbunden ist und
ein drittes Rad (34) enthält, welches mit dem Getriebe (4) verbunden ist,
einer Anfahrkupplung-Steuereinrichtung zum Schalten der Anfahrkupplung (31), und einer Motorantriebseinrichtung, die den Motor-Generator (2) vor dem Einrücken der Anfahrkupplung (31) durch die Anfahrkupplung-Steuereinrichtung in eine vorbestimmte Drehrichtung ansteuert, so dass die Drehzahl des ersten Rades (32) mit der Triebwerkdrehzahl synchronisiert werden kann.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Fahrzeugantriebseinheit und insbesondere ein Steuersystem für eine Fahrzeugantriebseinheit, in dem ein Verbrennungsmotor (im folgenden kurz ”Triebwerk” genannt) und ein Elektromotor und Elektrogenerator (im folgenden kurz ”Motor-Generator” genannt) kombiniert sind, sowie ein Verfahren zum Steuern einer Fahrzeugantriebseinheit.

[0002] In den letzten Jahren wurden verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der Kilometerleistung und Abgasreinigung in der Fahrzeugantriebseinheit ergriffen. Eine davon ist ein Hybrid-Triebwerk/Antriebsstrang, in dem ein Triebwerk und ein Motor-Generator kombiniert sind. Der Motor-Generator wird aus der Batteriestromquelle gespeist und wirkt als Elektromotor zur Unterstützung der Triebwerkausgangsleistung beim Beschleunigen, wenn die Last beim Fahrzeugantrieb für die Triebwerkausgangsleistung hoch ist. Andererseits wirkt der Motor-Generator als Stromgenerator, um die überschüssige Triebwerkausgangsleistung beim Bremsen als Elektroenergie zu speichern, wenn die Triebwerkausgangsleistung die Antriebslast des Fahrzeugs übersteigt.

[0003] Die EP 06 22 262 A2 betrifft ein Kraftfahrzeuggetriebe, das ein Eingangsdrehmoment sowohl von einem Elektromotor als auch von einem Verbrennungsmotor empfangen kann. Zur Unterstützung des Fahrzeugvorschubes soll der Drehmomentausgang eines Elektromotors/Generators und eines Verbrennungsmotors koordiniert werden. Das Leistungsgetriebe weist einen Verbund-Planetenzahnradsatz auf sowie zwei Kupplungen die in der Lage sind selektiv Drehmoment zwischen dem Verbrennungsmotor bzw. dem Elektromotor/Generator und dem Planetenzahnradsatz zu übertragen. Der Planetenzahnradsatz ist über eine Starterkupplung mit dem Verbrennungsmotor sowie mit dem Elektromotor/Generator und dem Getriebe verbunden.

[0004] Als eine Art des Hybrid-Triebwerk/Antriebsstrangs offenbart die JP S50-30223 A einen Aufbau, bei dem das Triebwerk und der Motor-Generator mit der Ausgangswelle über ein Planetengetriebe verbunden sind. Dieser Antriebsstrang kann als einen Fahrsteuerungsmodus hauptsächlich zum Anfahren und Beschleunigen des Fahrzeugs einen geteilten Modus realisieren, bei dem die Reaktionskraft des Ausgangsdrehmoments des Triebwerks durch den Motor-Generator ausgegeben wird, so daß das Drehmoment in Übereinstimmung mit der Reaktionkraft zur Ausgangswelle ausgegeben wird, um das Fahrzeug durch den Drehmomentausgleich des Planetengetriebes anzutreiben.

[0005] Im übrigen wird nach dem Stand der Technik das Drehmoment des Triebwerks im Leerlaufzustand zum Planetengetriebe durch Einrücken einer Anfahrkupplung übertragen, wenn das Fahrzeug aus dem Stillstand im geteilten Modus anfährt, indem der Fahrer von N auf D schaltet. Bei diesem Einrücken der Anfahrkupplung muß jedoch die Drehzahl des Motor-Generators in einem einzigen Vorgang vom Stillstand mit Nullumdrehung auf eine vorbestimmte Drehzahl des Drehmomentausgleichs erhöht werden. Indes ist dieser abrupte Drehzahlanstieg aufgrund der Trägheitsmasse des Läufers o. ä. im Motor-Generator unmöglich, so daß das Trägheitsdrehmoment der Drehzahldifferenz, das mit dem Einrücken der Anfahrkupplung einhergeht, zur Ausgangswelle übertragen wird und Schaltstöße verursacht. Übersteigt diese Trägheit das Ausgangsdrehmoment des Triebwerks, wird das Triebwerk leicht abgewürgt.

[0006] Die Gegenmaßnahmen zum Unterdrücken dieses Trägheitsdrehmoments werden im Zusammenhang mit dem allgemeinen Automatikgetriebe nach dem Stand der Technik diskutiert. Das normale Automatikgetriebe unterdrückt das Trägheitsdrehmoment, um Schaltstöße beim Anfahren zu verringern, durch Regulieren der Einrückdrücke mit Aufnehmern, Meßblenden, Steuerventilen (Linearmagnetventil, Arbeitsmagnetventil, Abstimmungsventil und Servoventil) im Hydraulikkreis, um die Kupplungen allmählich für eine vorbestimmte Zeitdauer einzurücken, die zulässig ist, damit der Fahrer keine Betätigungssverzögerung erfährt. Wird jedoch diese Technik unverändert auf den Hybrid-Triebwerk/Antriebsstrang angewendet, muß eine Einrückzeitdauer zum Unterdrücken des Trägheitsdrehmoments auf einen ähnlichen Wert auf recht groß eingestellt werden, was das Anfahren des Fahrzeugs verzögert. Grund dafür ist, daß die Trägheitsmasse am Läufer des Motor-Generators wesentlich größer als die an der Kupplung des normalen Automatikgetriebes ist.

[0007] Daher besteht eine Aufgabe der Erfindung darin, ein Steuersystem für eine Fahrzeugantriebseinheit mit einem Triebwerk und einem Motor-Generator sowie ein Verfahren zum Steuern einer Fahrzeugantriebseinheit bereitzustellen, womit Einrückstöße einer Anfahrkupplung verringert werden können, ohne die erforderliche Einrückzeitdauer zu verlängern. Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 6 gelöst.

[0008] Das Steuersystem der Erfindung erreicht Verringerungen der Einrückzeit und der Einrückstöße der Anfahrkupplung stabil und unabhängig von den Betriebsbedingungen. Das Steuersystem der Erfindung ist im wesentlichen frei von Einrückstößen der Anfahrkupplung.

[0009] Als Ergebnis der Erfindung kann ein Auftreten des Trägheitsdrehmoments wesentlich verrin-

gert werden, das ansonsten infolge des verzögerten Umdrehungsanstiegs im Motor-Generator verursacht würde. Aufgrund der so erfolgenden Verringerung des Trägheitsmoments wird andererseits die Einrückzeitdauer auch in dem Fall einer Steuerung nicht verlängert, der dem des Einrückdrucks des Automatikgetriebes nach dem Stand der Technik ähnelt.

[0010] Als Ergebnis der Erfindung wird weder der Einrückstoß noch die Einrückzeitdauer auch beim Anfahren in dem Zustand erhöht, in dem die Triebwerkdrehzahl beim Warmlaufen erhöht wird, um das Trägheitsdrehmoment zu steigern.

[0011] Als Ergebnis der Erfindung kann beim Einrücken der Anfahrkupplung die Drehzahl des Motor-Generators reguliert werden, um Einrückstöße im wesentlichen zu beseitigen.

[0012] Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

[0013] Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Aufbaus eines Steuersystems für eine Fahrzeugantriebseinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

[0014] Fig. 2 ein Prinzipschaltbild eines Antriebsstrangs der Fahrzeugantriebseinheit;

[0015] Fig. 3 eine Einrück- bzw. Betätigungsdiagramm eines Getriebes des Antriebsstrangs;

[0016] Fig. 4 einen Ablaufplan einer Hauptroutine durch ein ECU (Steuerrechnergerät) der Steuereinheit;

[0017] Fig. 5 einen Ablaufplan einer Subroutine zur Stillstandsteuerung in der Hauptroutine;

[0018] Fig. 6 einen Ablaufplan einer Subroutine zur Schaltsteuerung in der Subroutine zur Stillstandsteuerung;

[0019] Fig. 7(a)–(b) Betriebsabläufe erläuternde Darstellungen des Betriebs eines Kraftaufteilungsabschnitts der Fahrzeugantriebseinheit beim Anfahren des Fahrzeugs;

[0020] Fig. 8(a)–(b) Drehzahldiagramme der Betriebsabläufe des Kraftaufteilungsabschnitts der Fahrzeugantriebseinheit beim Anfahren des Fahrzeugs; und

[0021] Fig. 9 eine erläuternde Darstellung einer Ausführungsform der Steuerung durch eine Motorantriebseinrichtung der Ausführungsform zusammen mit dem Antriebsstrang.

[0022] Im folgenden wird eine Ausführungsform der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben. **Fig.** 1 ist ein Blockschaltbild eines Aufbaus eines Steuersystems einer Fahrzeugantriebseinheit. Diese Antriebseinheit ist so aufgebaut, daß sie aufweist: ein Triebwerk (E/G) **1**, einen Motor-Generator (M/G) **2** vom Dauermagnet-Synchronmotortyp, ein Getriebe (T/M) **4** und eine Kraftaufteilungseinheit **3**. Diese Kraftaufteilungseinheit **3** setzt sich aus einem Planetengetriebe **30**, zwei Kupplungen **31** und **36** zum Steuern des Planetengetriebes **30** und einer Bremse **38** zusammen.

[0023] Das Steuersystem ist so aufgebaut, daß es aufweist: ein Steuerrechnergerät für den Motor-Generator und das Getriebe (M/G & T/M-ECU) **70** (kurz ECU genannt) zum Steuern des Motor-Generators **2** über einen Wechselrichter **20** sowie der Kraftaufteilungseinheit **3** und des Getriebes **4** über eine nicht gezeigte hydraulischen Steuereinrichtung. Als Einrichtung zur Informationserfassung für die Steuervorgänge sind ferner ein Triebwerkdrehzahlsensor **71**, ein Drosselklappen-Öffnungssensor **72**, ein Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **73**, ein Motor-Generator-Drehzahlsensor (M/G-RPM-Sensor) **74** und ein Schaltpositionssensor **75** vorgesehen. Hierbei wird der Motor-Generator **2** durch eine Batterie **8** gespeist und über den Wechselrichter **20** gesteuert. Außerdem ist die Motorantriebseinrichtung gemäß dem Gegenstand der Erfindung als Programm im ECU **70** realisiert, wobei ihre Einzelheiten in der späteren Beschreibung anhand der Ablaufpläne klar werden.

[0024] Fig. 2 ist ein Prinzipschaltbild des Antriebsstrangs der Fahrzeugantriebseinheit. Das Planetengetriebe **30** der Kraftaufteilungseinheit **3** hat die einfachste Getriebekonstruktion mit Drehelementen aus einem Ringrad **32**, einem Sonnenrad **33** und einem Träger **34** eines Planetenrads **35** im Radeingriff mit den beiden Rädern **32** und **33**. Hierbei ist das Ringrad **32** über die Kupplung **31** mit dem Triebwerk (E/G) **1** verbunden, das Sonnenrad **33** ist mit einem Läufer **21** des Motor-Generators **2** verbunden, und der Träger **34** ist mit einer Eingangswelle **41** des Getriebes **4** verbunden. Ferner ist die direkte Kupplung **36** vorgesehen, um das Ringrad **32** und das Sonnenrad **33** so zu verbinden/trennen, so daß das Planetengetriebe **30** direkt oder im Umlaufgetriebebetrieb gedreht werden kann. Andererseits kann das Ringrad **32** durch die Rückwärtsbremse **38** gestoppt werden. Mit einer Eingangswelle **11** der Kraftaufteilungseinheit **3**, die mit dem Triebwerk **1** verbunden ist, ist außerdem eine Ölpumpe **51** angetrieben verbunden, die eine Druckquelle der hydraulischen Steuereinrichtung bildet.

[0025] Im Aufbau entspricht das Getriebe **4** einem Automatikgetriebe mit vier Gängen durch Kombinieren eines Planetengetriebes (P0), das einen Overdrive-Mechanismus bildet, der durch Einrücken/Betätigen und Ausrücken/Lösen mehrerer Kupplungen und Bremsen zu steuern ist, mit einem Getriebemechanismus mit drei Vorwärtsgängen, die durch

Einrücken/Betätigen und Ausrücken/Lösen mehrerer Kupplungen und Bremsen zu steuern sind. Ein Träger Cr0 und ein Sonnenrad S0 des mit der Eingangswelle **41** des Getriebes **4** verbundenen Planetengetriebes (P0) sind über eine Kupplung C0 und eine Freilaufkupplung F0 parallel verbunden, und das Sonnenrad S0 kann durch eine Bremse B0 gestoppt werden. Ein die Ausgangskomponente des Planetengetriebes (P0) bildendes Ringrad R0 ist mit einem Ringrad R1 des Planetengetriebes (P1) und mit einem Sonnenrad S2 über eine Kupplung C2 verbunden. Das Sonnenrad S2 und ein Ringrad R2 des Planetengetriebes (P2) sind mit einem Sonnenrad S1 bzw. einem Träger Cr1 des Planetengetriebes (P1) verbunden, und das Ringrad R2 wirkt als Ausgangskomponente des Automatikgetriebes **4**. Außerdem können die beiden Sonnenräder S1 und S2 durch eine Bremse B1 gestoppt werden, und ein Träger Cr2 des Planetengetriebes (P2) kann durch eine parallele Freilaufkupplung F2 und Bremse B3 gestoppt werden.

[0026] Im übrigen dürfte aus dem Antriebsstrang von **Fig.** 2 hervorgehen, daß im Getriebe **4** gemäß dieser Ausführungsform auf eine Leerlaufkupplung zum Blockieren der Kraft im Getriebe zur Vereinfachung des Mechanismus verzichtet wurde. Dadurch wird das von der Kraftaufteilungseinheit **3** ausgegebene Drehmoment durch die Übersetzung auch im 1. Gang beim Anfahren verstärkt und auf die Räder übertragen und bewirkt Schaltstöße. Ähnlich kann der Fall diskutiert werden, in dem das Getriebe als Beispiel ein stufenloses Getriebe ist (z. B. ein stufenloses Riemen- oder Toroidgetriebe).

[0027] Das Steuersystem der Ausführungsform führt die im folgenden beschriebenen Steuerbetriebsabläufe durch. Zur näheren Beschreibung des Steuersystems dienen hauptsächlich die einzelnen Ablaufpläne. **Fig.** 4 zeigt eine Hauptroutine zur Fahrzeugsteuerung. Im ersten Schritt S1 wird auf der Grundlage der Informationen vom Drosselklappen-Öffnungssensor **72** entschieden, ob das Gaspedal betätigt ist (EIN). Bei verneinender Antwort (NEIN) wird im nächsten Schritt S2 auf der Grundlage der Informationen vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **73** entschieden, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit null ist. Bei bejahender Antwort (JA) wird entschieden, daß sich das Fahrzeug im Stillstand befindet, und die Routine geht zu einer Subroutine zur Stillstandsteuerung im Schritt S3 über.

[0028] Bei Eintritt in die Subroutine zur Stillstandsteuerung von **Fig.** 5 wird in einem ersten Schritt S10 anhand der Informationen vom Schaltpositionssensor entschieden, ob ein ”D”-Bereich gewählt ist, d. h., anhand der Schaltposition wird entschieden, ob der Fahrer die Absicht hat zu fahren. Bei bejahender Antwort (JA) wird im nächsten Schritt S11 entschieden, ob die Anfahrkupplung **31** eingerückt (EIN) oder nicht eingerückt (AUS) ist. Wurde die Anfahrkupplung **31** bereits eingerückt, wird das Drehmoment durch den Motor-Generator (M/G) nicht im Schritt S13 ausgegeben, und die Routine wird beendet. Nur wenn die Anfahrkupplung **31** nicht eingerückt ist (NEIN), erfolgt im Schritt S12 der Eintritt in die Subroutine zur Schaltsteuerung gemäß dem Gegenstand der Erfindung. Auch wenn im übrigen im Schritt S10 entschieden wird, daß der ”D”-Bereich nicht ausgewählt ist, wird die Routine natürlich beendet, ohne ein Drehmoment durch den Motor-Generator (M/G) auszugeben.

[0029] Bei Eintritt in die Subroutine zur Schaltsteuerung von **Fig.** 6 wird eine Solldrehzahl des Motor-Generators **2** im ersten Schritt S20 anhand einer Triebwerkdrehzahl (Ne) in der tatsächlichen Messung durch den Triebwerkdrehzahlsensor **71** sowie der Übersetzung (λ) des Planetengetriebes **30** berechnet. Im nächsten Schritt S21 erfolgt die Berechnung eines Trägheitsdrehmoments ($Im\,\dot{\omega}$) anhand der Solldrehzahl des Motor-Generators, der Übersetzung des Planetengetriebes **30**, eines Trägheitsmoments (Im) für den Läufer des Motor-Generators und einer Einrückzeit (ts) der Anfahrkupplung. Im nächsten Schritt S22 wird ein Drehzahlbefehl zur Ausgabe eines dem Trägheitsdrehmoment gemäß der Berechnung im vorherigen Schritt entsprechenden Drehmoments (Tm) zum Motor-Generator (M/G) zum Wechselrichter **20** ausgegeben, so daß ein vorbestimmtes Drehmoment mittels elektrischer Stromsteuerung durch den Inverter **20** ausgegeben wird. Damit wird im abschließenden Schritt S23 die Anfahrkupplung (CF) eingerückt (EIN).

[0030] Im folgenden wird das Verhalten des Planetengetriebes bei Schaltsteuerung durch die Subroutine zur Schaltsteuerung im Vergleich mit dem Verhalten ohne Steuerung beschrieben. Hierbei wird der als ”Ohne Schaltsteuerung” in **Fig.** 7(a) bezeichnete Drehmomentausgleich berücksichtigt. Bei Übertragung eines Triebwerkdrehmoments (Te) zum Sonnenrad **33** im nicht drehenden Zustand durch Einrücken der Anfahrkupplung **31** (gemäß **Fig.** 1), so daß sich das Ringrad **32** darstellungsgemäß im Uhrzeigersinn dreht, wird das Planetenrad **35** im Uhrzeigersinn durch eine Ringrad-Tangentialkraft Fr gedreht, aber nicht durch eine Reaktionskraft Fs gedreht, die durch ein Trägheitsdrehmoment (Ti) des Sonnenrads **33** im nicht drehenden Zustand verursacht ist. Damit wird das Planetenrad durch die Kraft **2Fs** gedreht. Diese Kraft wird zum Träger **34** ausgegeben, der das Planetenrad **35** hält, und verursacht Schaltstöße. Übersteigt dagegen die Reaktionskraft Fs die Tangentialkraft Fr, wird das Triebwerk leicht abgewürgt.

[0031] Im Gegensatz dazu wird beim Drehzahlausgleich, der in **Fig.** 7(b) als ”Mit Schaltsteuerung” bezeichnet ist, das Sonnenrad vorab entgegen dem Uhrzeigersinn durch das Ausgangsdrehmoment (Tm) des Motor-Generators **2** gedreht, so daß das Ringrad **32** durch die im Uhrzeigersinn erfolgende Drehung

des Planetenrads **35** ebenfalls im Uhrzeigersinn gedreht wird, wobei der Träger feststeht. Auch bei Übertragung des Triebwerkdrehmoments (Te) zum Ringrad **32** durch Einrücken der Anfahrkupplung **31** erzeugt daher die gegebenenfalls vorhandene transiente Unausgeglichenheit zwischen den beiden Drehmomenten (Te und Tm) die Kraft zum Drehen des Planetenrads **35**, aber es erfolgt keine Drehmomentausgabe vom Träger.

[0032] Der Grund, weshalb Schaltstöße durch das Verhalten des Planetengetriebes beim Anfahren verursacht werden, ist in den Drehzahldiagrammen in **Fig.** 8(a)–(b) veranschaulicht. In **Fig.** 8(a) befinden sich beim Schalten von N auf D im Leerlaufzustand ”N” zunächst die einzelnen Drehkomponenten des Planetengetriebes mit einem Ringrad R, einem Träger C und einem Sonnenrad S gemäß der strichpunktierten Linie im angehaltenen Zustand. Beim Einrücken der Anfahrkupplung, wenn die Triebwerkdrehzahl Ne vorliegt, muß das Sonnenrad sofort in Rückwärtsdrehung –Nm versetzt werden, was im Fahrzustand ”D” durch eine Vollinie bezeichnet ist, um einen Ausgleich zwischen der Triebwerkdrehzahl Ne und der Drehzahl des synchronen Ringrads R herzustellen. Infolge einer Verzögerung im Anstieg der Drehzahlen durch das Trägheitsmoments kommt es aber zu einer Drehzahldifferenz, was durch eine Strichlinie gezeigt ist. Diese Drehzahldifferenz wird eine Kraft zum Drehen des Trägers C. Als Vergleich ist ein Drehzahldiagramm für das Schalten von N auf R in **Fig.** 8(b) gezeigt. In diesem Fall wird der Motor-Generator im Zustand der eingerückten direkten Kupplung rückwärts gedreht, so daß die Trägerumdrehung mit zunehmender Sonnenradumdrehung ansteigt, während das Problem des Trägheitsdrehmoments nicht auftritt.

[0033] Fig. 9 veranschaulicht die vorstehend beschriebene Schaltsteuerung. In diesem Beispiel erfolgt die Berechnung eines zu den Rädern durch das Trägheitsdrehmoment auszugebenden Ausgangsdrehmoments (Tout) für den Fall einer Triebwerkdrehzahl Ne = 650 U/min sowie für das Planetengetriebe **30** mit Ringradeingabe, Reaktionskraftunterstützung des Sonnenrads und Trägerausgabe durch Einstellen der Übersetzung auf λ = 0,5, des Trägheitsmoments Im am Motor-Generator (M/G) mit dem Sonnenrad auf Im = 0,04 kgm^2, der Übersetzung i im 1. Gang des Getriebes (T/M) auf i = 3,1 und der Übersetzung id des Differentials auf id = 4,3. In den Berechnungsformeln unter dem Antriebsstrang wird der Rechenwert von $\dot{\omega}$ als Angabe der Winkelbeschleunigung bei einer Einstellung der Schaltzeit ts auf 0, 3 Sekunden gemäß der eines normalen Automatikgetriebes zugrunde gelegt. Wie aus diesem Ergebnis hervorgeht, nimmt das Ausgangsdrehmoment (Tout) einen Wert von 726 Nm (oder 72,6 kgm) an, der offenkundig größer als der Wert von etwa 250 Nm des normalen Automatikgetriebes ist, so daß das Triebwerk eventuell abgewürgt wird. Daher wird der Antrieb des Motor-Generators (M/G) mit dem Antriebsdrehmoment Tm = 18 Nm (oder 1,8 kgm) zum Aufheben des Trägheitsdrehmoments Im $\dot{\omega}$ in der vorgenannten Formel gesteuert.

[0034] Anhand von **Fig.** 4 werden im folgenden kurz die anderen Steuervorgänge mit Ausnahme der Stillstandsteuerung beschrieben. Bei bejahender Entscheidung (JA) hinsichtlich der Gaspedalbetätigung im Schritt S1 wird die Routine zur Fahrsteuerung von Schritt S5 abgearbeitet. Bei dieser Steuerung können das Triebwerk **1**, der Motor-Generator **2** und die Kraftaufteilungseinheit **3** im geteilten Modus, parallelen Hybridmodus, Motormodus und Triebwerkmodus betrieben werden. Insbesondere ist beim Fahren im geteilten Modus, der nach der Schaltsteuerung gemäß dem Gegenstand der Erfindung durchzuführen ist, die Anfahrkupplung **31** eingerückt, während die direkte Kupplung **36** ausgerückt ist, und das Triebwerk **1** wird auf einer vorbestimmten Umdrehung gehalten, so daß der Motor-Generator (M/G) **2** bei steigender Fahrzeuggeschwindigkeit von Stromerzeugung auf Motorsteuerung umgeschaltet wird. Dabei wird das Ausgangsdrehmoment des Triebwerks über die Anfahrkupplung **31** zum Ringrad **32** des Planetengetriebes **30** übertragen, so daß das Ausgangsdrehmoment gemäß der Reaktionsdrehmomentunterstützung des Sonnenrads **33** durch den Motor-Generator **2** vom Träger **34** zum Getriebe **4** ausgegeben wird.

[0035] Andererseits sind beim Fahren im parallelen Hybridmodus sowohl die Anfahrkupplung **31** als auch die direkte Kupplung **36** eingerückt, so daß der Motor-Generator (M/G) **2** gesteuert wird, um Strom zu erzeugen oder als Motor entsprechend der Fahrbelastung des Fahrzeugs im Verhältnis zur Triebwerkausgangsleistung zu wirken. Hierbei wird das Ausgangsdrehmoment des Triebwerks zum Getriebe über die Anfahrkupplung **31** und das Planetengetriebe **30** in Direktverbindung ausgegeben, und das Ausgangsdrehmoment des Motor-Generators **2** wird zum Getriebe **4** über das Planetengetriebe im direkt verbundenen Zustand ausgegeben.

[0036] Beim Fahren im Motormodus ist die Anfahrkupplung **31** ausgerückt, während die direkte Kupplung **36** eingerückt ist, so daß das Triebwerk (E/G) **1** so gesteuert wird, daß es im Leerlauf dreht, während der Motor-Generator (M/G) **2** so gesteuert wird, daß er als Motor wirkt. Hierbei wird im Antriebsstrang von **Fig.** 2 das Ausgangsdrehmoment des Motor-Generators **2** zum Getriebe **4** über das Planetengetriebe **30** im direkt verbundenen Zustand übertragen.

[0037] Andererseits sind beim Fahren im Triebwerkmodus sowohl die Anfahrkupplung **31** als auch die direkte Kupplung **36** eingerückt. Hierbei wird das Ausgangsdrehmoment des Triebwerks **1** zum Getriebe **4**

über die Anfahrkupplung **31** und das Planetengetriebe im direkt verbundenen Zustand ausgegeben.

[0038] Ist andererseits die Entscheidung über die Fahrzeuggeschwindigkeit null im Schritt S2 verneinend (NEIN), so daß die Fahrentscheidung getroffen wird, obwohl das Gaspedal nicht betätigt (AUS) ist, wird die Steuerung im Regenerativmodus von Schritt S4 abgearbeitet. Beim Fahren in diesem Regenerativmodus ist die Anfahrkupplung **31** ausgerückt, während die direkte Kupplung **36** eingerückt ist, so daß der Motor-Generator (M/G) **2** so gesteuert wird, daß er Strom erzeugt. Hierbei wird das Rückwärtsantriebsdrehmoment, das von den Rädern über das Getriebe **4** zum Planetengetriebe **30** im direkt verbundenen Zustand zu übertragen ist, als Bremskraft für das Fahrzeug entsprechend der Drehmomentsteuerung des Motor-Generators **2** genutzt, der gesteuert wird, um Strom zu erzeugen.

[0039] Beim Fahren in diesen einzelnen Modi wird das vom Planetengetriebe **30** zum Getriebe **4** zu übertragene Drehmoment im Gang wie beim normalen Automatikgetriebe geändert, bis es zu den Rädern übertragen wird, um das Fahrzeug anzutreiben. Die Betriebsabläufe der einzelnen reibschlüssigen Komponenten in den einzelnen Bereichspositionen und den einzelnen Gängen sind tabellarisch in **Fig.** 3 aufgeführt, um von einer Beschreibung der Betriebsabläufe des Automatikgetriebes **4** abzusehen. In dieser Tabelle bezeichnen das Symbol O den eingerückten/betätigten Zustand der Kupplungen und Bremsen sowie den gesperrten Zustand der Freilaufkupplungen, das Symbol × den ausgerückten/gelösten Zustand der Kupplungen und Bremsen sowie den Freizustand der Freilaufkupplungen, und das Symbol (O) bezeichnet den betätigten Zustand für den Betrieb der Triebwerkbremse. Da im übrigen dieses Getriebe nicht mit einer Getriebestufe zum Herstellen des Rückwärtsgangs versehen ist, wird der Rückwärtsgang (”R”) erreicht, indem das Getriebe in den 1. Gang im Bereich ”D” geschaltet und der Motor-Generator (M/G) reversiert wird.

[0040] In der Ausführungsform steuert gemäß der vorstehenden näheren Beschreibung die Motorantriebseinrichtung den Motor-Generator **2** vor Einrücken der Anfahrkupplung **31** in die Richtung an, in die der Motor-Generator **2** nach Einrücken der Anfahrkupplung drehen soll, d. h., in Rückwärtsrichtung, so daß das Trägheitsdrehmoment, das ansonsten durch verzögerte Umdrehungszunahme des Motor-Generators **2** verursacht werden könnte, wesentlich verringert werden kann. Da das Trägheitsdrehmoment stark verringert ist, verlängert sich ferner die Einrückzeitdauer auch dann nicht, wenn der Einrückdruck des Automatikgetriebes nach dem Stand der Technik gesteuert wird. Da überdies die Motorantriebseinrichtung die Solldrehzahl berechnet, um die Antriebskraft des Motor-Generators **2** in Übereinstimmung mit dem erwartungsgemäß auftretenden Trägheitsdrehmoment zu ändern, kommt es weder zu stärkeren Einrückstößen noch zu längerer Einrückzeitdauer, was auch für den Zustand gilt, in dem die Triebwerkdrehzahl durch Warmlaufen erhöht wird, was das Trägheitsdrehmoment steigert. Außerdem ändert die Motorantriebseinrichtung die Antriebskraft des Motor-Generators **2** so, daß die Drehzahl des Ringrads **32** des Planetengetriebes **30** in Verbindung mit dem Triebwerk **1** durch Einrücken der Anfahrkupplung **31** mit der Triebwerkdrehzahl synchronisiert werden kann. Als Ergebnis nimmt beim Einrücken der Anfahrkupplung **31** die Drehzahl des Motor-Generators **2** den festgelegten Wert an, so daß Einrückstöße im wesentlichen beseitigt werden können.

[0041] Obwohl die Erfindung näher im Zusammenhang mit ihrer Ausführungsform beschrieben wurde, ist sie nicht auf diese Ausführungsform beschränkt, sondern könnte auf verschiedene Weise durch Änderung des spezifischen Aufbaus innerhalb des Schutzumfang der beigefügten Ansprüche realisiert werden. Beispielsweise könnte zwischen dem Schritt S22 und dem Schritt S23 der anhand von **Fig.** 6 beschriebenen Schaltsteuerung die Drehzahl des Motor-Generators **2** durch den Drehzahlsensor **74** des Motor-Generators überwacht werden, so daß die Steuerung so erfolgen könnte, daß die Anfahrkupplung **31** eingerückt wird, nachdem die Solldrehzahl bestätigt wurde. In dieser Abwandlungen lassen sich Schaltstöße vollständig beseitigen, wenn man den Fehler in der Steuergenauigkeit ignoriert.

Patentansprüche

1. Steuersystem für eine Fahrzeugantriebseinheit mit:
einem Motor-Generator (**2**),
einem Getriebe (**4**),
einem Planetengetriebe (**30**), das
ein erstes Rad (**32**) enthält, welches über eine Anfahrkupplung (**31**) mit einem Triebwerk (**1**) verbunden ist,
ein zweites Rad (**33**) enthält, welches mit dem Motor/Generator (**2**) verbunden ist und
ein drittes Rad (**34**) enthält, welches mit dem Getriebe (**4**) verbunden ist,
einer Anfahrkupplung-Steuereinrichtung zum Schalten der Anfahrkupplung (**31**), und einer Motorantriebseinrichtung, die den Motor-Generator (**2**) vor dem Einrücken der Anfahrkupplung (**31**) durch die Anfahrkupplung-Steuereinrichtung in eine vorbestimmte Drehrichtung ansteuert, so dass die Drehzahl des ersten Rades (**32**) mit der Triebwerkdrehzahl synchronisiert werden kann.

2. Steuersystem nach Anspruch 1, wobei die Motorantriebseinrichtung die Antriebskraft des Motor-Generators (**2**) in Übereinstimmung mit einem Trägheitsdrehmoment des Motor-Generators ändert.

3. Steuersystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei die vorbestimmte Drehrichtung die Richtung entgegen dem Uhrzeigersinn ist, in die sich mit dem Motor-Generator (**2**) das zweite Rad (**33**) dreht, nachdem die Anfahrkupplung (**31**) eingerückt wurde.

4. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner mit einer Stillstandsentscheidungseinrichtung zum Feststellen, ob sich das Fahrzeug im Stillstand befindet, wobei die Motorantriebseinrichtung den Motor-Generator vor dem Einrücken der Anfahrkupplung (**31**) durch die Anfahrkupplung-Steuereinrichtung in eine vorbestimmte Drehrichtung ansteuert, so dass die Drehzahl des ersten Rades (**32**) mit der Triebwerkdrehzahl synchronisiert werden kann, wenn die Stillstandsentscheidungseinrichtung den Stillstand des Fahrzeuges feststellt.

5. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4 ferner mit einer Einrichtung zum Feststellen, ob der Fahrer die Absicht hat zu fahren, wobei die Motorantriebseinrichtung den Motor-Generator vor dem Einrücken der Anfahrkupplung (**31**) durch die Anfahrkupplung-Steuereinrichtung in eine vorbestimmte Drehrichtung ansteuert, so dass die Drehzahl des ersten Rades (**32**) mit der Triebwerkdrehzahl synchronisiert werden kann, wenn die Fahrerabsichtsentscheidungseinheit entscheidet, dass der Fahrer die Absicht hat zu fahren.

6. Verfahren zum Steuern einer Fahrzeugantriebseinheit mit
einem Motor-Generator (**2**),
einem Getriebe (**4**) und
einem Planetengetriebe (**30**), das
ein erstes Rad (**32**) enthält, welches über eine Anfahrkupplung (**31**) mit einem Triebwerk (**1**) verbunden ist,
ein zweites Rad (**33**) enthält, welches mit dem Motor-Generator (**2**) verbunden ist und
ein drittes Rad (**34**) enthält, welches mit dem Getriebe (**4**) verbunden ist,
wobei der Motor-Generator (**2**) vor dem Einrücken der Anfahrkupplung (**31**) in eine vorbestimmte Drehrichtung angesteuert wird, so dass die Drehzahl des ersten Rades (**32**) mit der Triebwerkdrehzahl synchronisiert werden kann.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

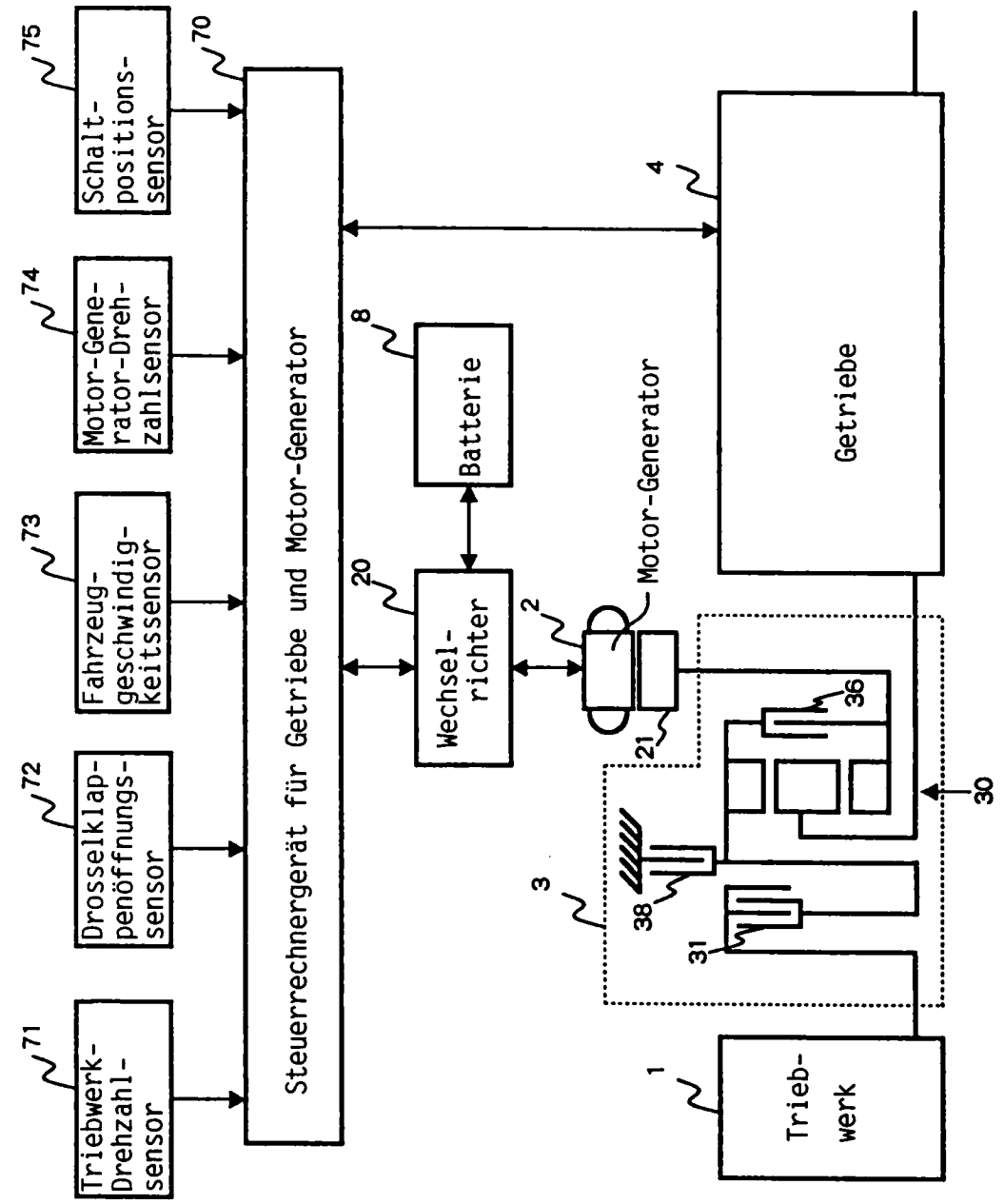


FIG. 2

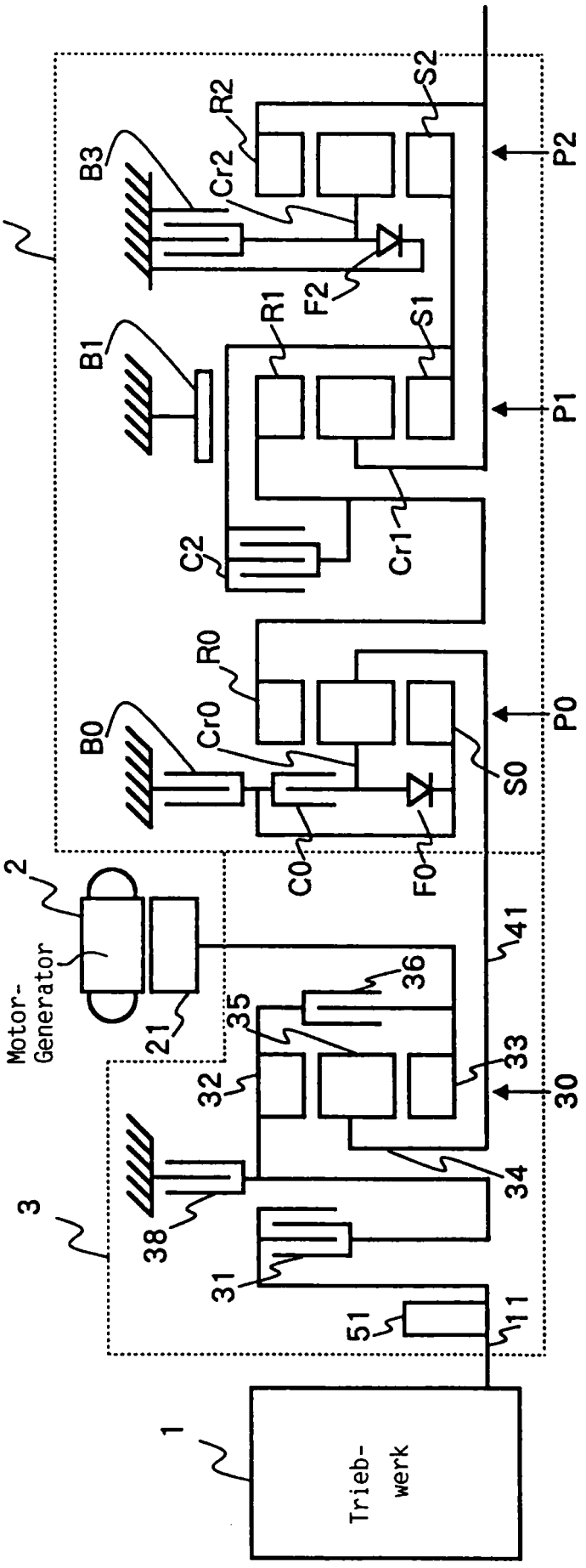

Trieb-
werk
1
Motor-
Generator
2
3
4
B0
B1
B3
C0
C2
Cr0
Cr1
Cr2
F0
F2
R0
R1
R2
S0
S1
S2
P0
P1
P2
11
21
30
31
32
33
34
35
36
38
41
51

FIG. 3

		C0	C2	B0	B1	B3	F0	F2	Bemerkungen
P, N		X	X	X	X	X	X	X	
R		O	X	X	X	O	O	X	1. Gang im Bereich "D"
D	1. Gang	O	X	X	X	(O)	O	O	
	2. Gang	O	X	X	O	X	O	X	
	3. Gang	O	O	X	X	X	O	X	
	4. Gang	X	O	O	X	X	X	X	

FIG. 4

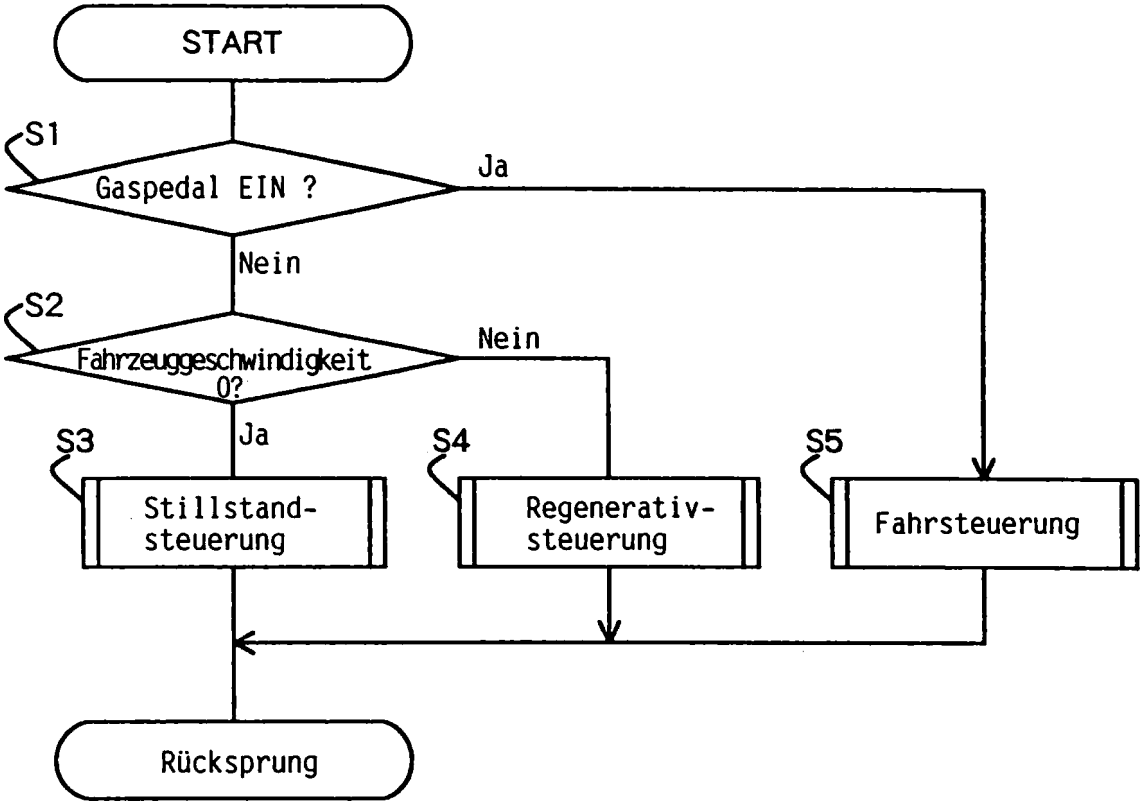

START
S1
Gaspedal EIN ?
Ja
Nein
S2
Fahrzeuggeschwindigkeit 0?
Nein
Ja
S3
Stillstand-steuerung
S4
Regenerativ-steuerung
S5
Fahrsteuerung
Rücksprung

FIG. 5

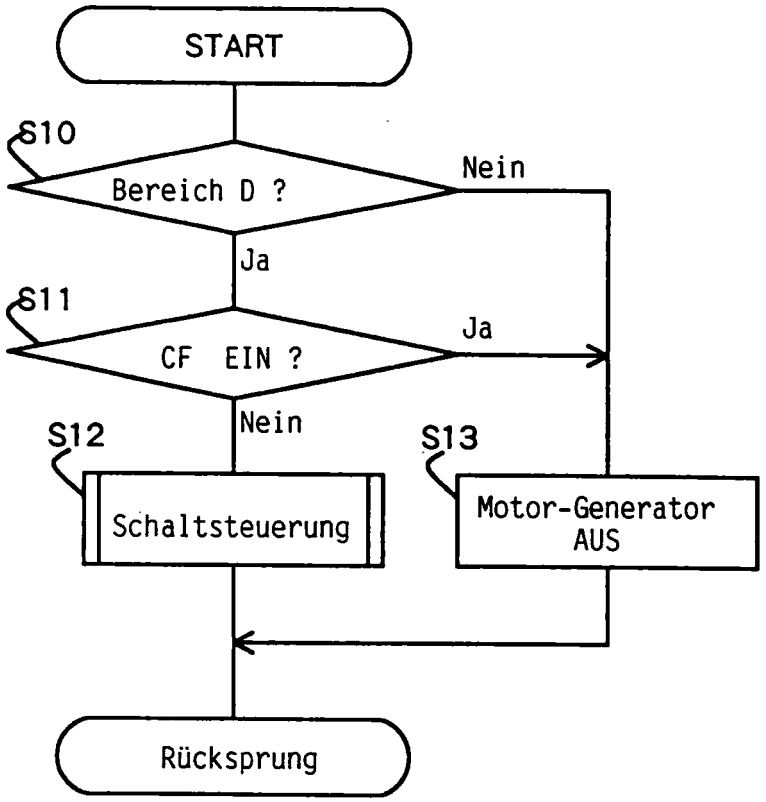

START
S10
Bereich D ?
Nein
Ja
S11
CF EIN ?
Ja
Nein
S12
Schaltsteuerung
S13
Motor-Generator
AUS
Rücksprung

FIG. 6

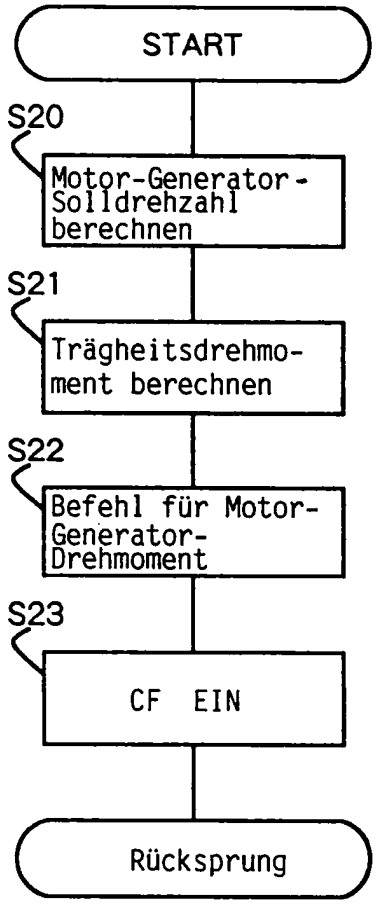

START
S20
Motor-Generator-Solldrehzahl berechnen
S21
Trägheitsdrehmoment berechnen
S22
Befehl für Motor-Generator-Drehmoment
S23
CF EIN
Rücksprung

FIG. 7

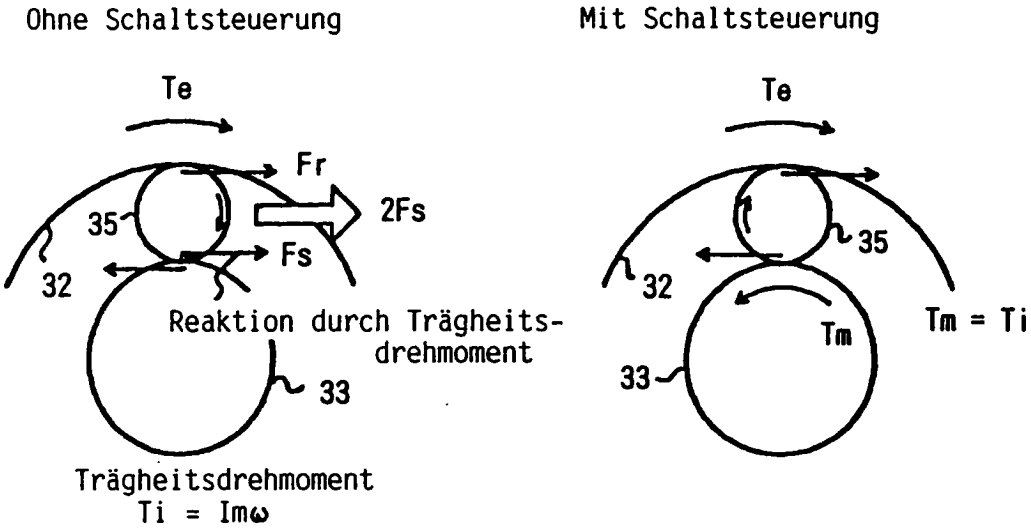

Ohne Schaltsteuerung
Mit Schaltsteuerung
Te
Fr
2Fs
35
Fs
32
Reaktion durch Trägheits-
drehmoment
33
Trägheitsdrehmoment
Ti = Imω
Te
35
32
Tm
Tm = Ti
33

FIG. 8

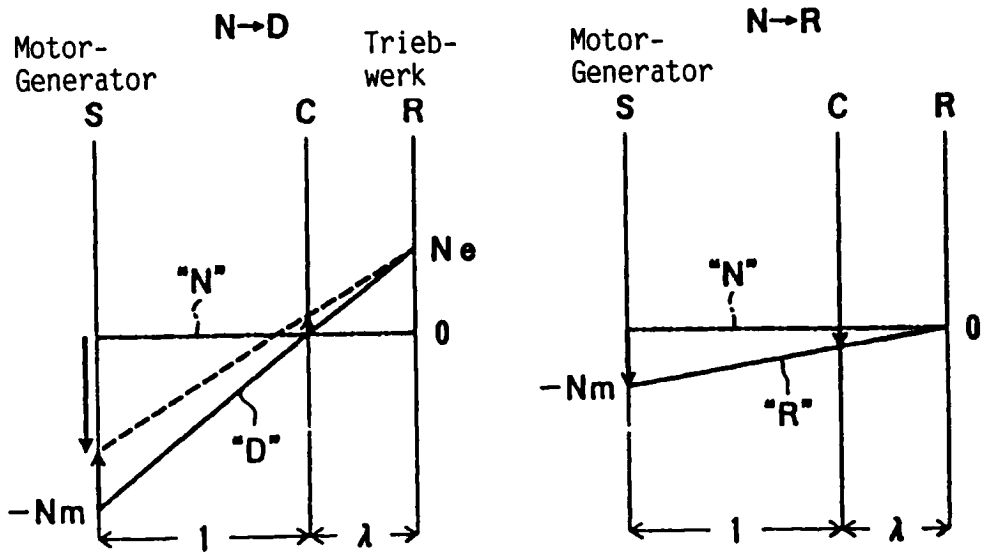
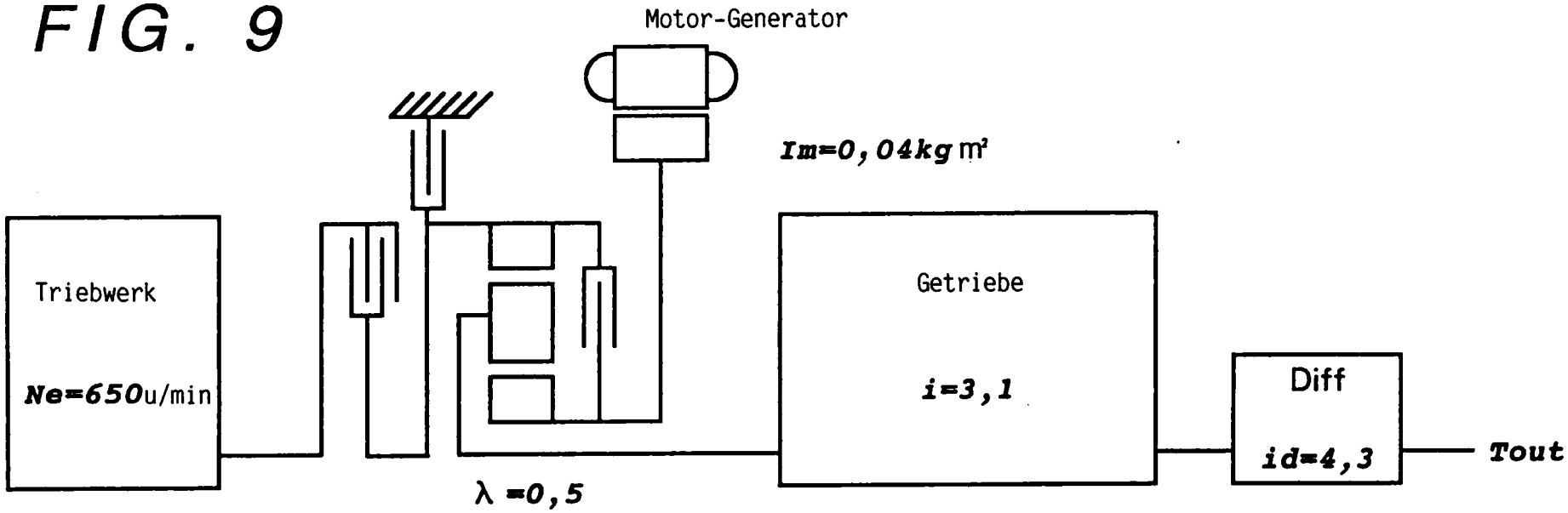

Motor-
Generator
N→D
Trieb-
werk
S
C
R
Ne
"N"
0
"D"
-Nm
1
λ
Motor-
Generator
N→R
S
C
R
"N"
0
-Nm
"R"
1
λ

FIG. 9



$$Tout = Im\,\dot{\omega}\,\frac{1+\lambda}{\lambda}\,i\;id = 0.04 \times \frac{2\pi\,(1300-0)}{60 \times 0,3} \times \frac{1+0.5}{0,5} \times 3,1 \times 4,3 = 726Nm$$

$(ts=0,3s)$

$$Tout = Im\,\dot{\omega} = 0,04 \times \frac{2\pi\,(1300-0)}{60 \times 0,3} = 18Nm$$