(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 35 448 T2** 2006.10.12

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 093 950 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 35 448.2**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 100 006.4**
(96) Europäischer Anmeldetag: **08.04.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.04.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **15.03.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.10.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***B60K 6/04*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
11218796 10.04.1996 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, GB

(73) Patentinhaber:
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Kohler Schmid Möbus Patentanwälte, 70565 Stuttgart

(72) Erfinder:
Tamagawa, Yutaka, Wako-shi, Saitama-ken, JP;
Yano, Toru, Wako-shi, Saitama-ken, JP;
Yamamoto, Yoshio, Wako-shi, Saitama-ken, JP

(54) Bezeichnung: **Steuersystem für Hybridfahrzeuge**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf ein Steuersystem für Hybridfahrzeuge mit einer Kraftmaschine mit innerer Verbrennung und einem Traktionsmotor als Primärantriebe.

Stand der Technik

[0002] Herkömmliche Hybridfahrzeuge mit einer Kraftmaschine mit innerer Verbrennung (im folgenden einfach als „die Kraftmaschine" bezeichnet) und einem Traktionsmotor als Primärantriebe sind weitgehend bekannt, und ein Steuersystem zum Steuern der Primärantriebe solcher Hybridfahrzeuge wurde bereits z.B. in der japanischen offengelegten Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 5-229351 vorgeschlagen.

[0003] Das vorgeschlagene Steuersystem bestimmt das optimale Drehmoment, bei welchem die maximale Kraftmaschineneffektivität erreicht wird, in Abhängigkeit von Fahrtbedingungen des Fahrzeugs und detektiert gleichzeitig das tatsächliche Drehmoment, welches von der Kraftmaschine erzeugt wird, um das Fahrzeug tatsächlich anzutreiben. Dann bestimmt oder wählt das Steuersystem ein gefordertes oder erforderliches Drehmoment aus dem optimalen Drehmoment und dem tatsächlichen Drehmoment aus. Wenn das optimale Drehmoment als gefordertes Drehmoment ausgewählt wird und gleichzeitig das optimale Drehmoment größer als das tatsächliche Drehmoment ist, wird ein regenerativer Strom erzeugt, um Energie (insbesondere elektrische Energie) zu regenerieren.

[0004] Ein Steuersystem für ein Hybridfahrzeug mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 ist aus DE-A-4217668 bekannt.

[0005] Das herkömmliche Steuersystem steuert jedoch nicht die Leistung von dem Traktionsmotor in Abhängigkeit des Ladezustands (Menge an Restladung) einer elektrischen Speicherbatterie, welche dem Traktionsmotor elektrische Leistung zuführt, um ihn anzutreiben. Folglich besteht die Möglichkeit, dass die Restladung der Batterie während der Fahrt des Fahrzeugs plötzlich abfällt. Weiterhin betrachtet das vorgeschlagene Steuersystem das Gleichgesicht der Unterstützung des Traktionsmotors an die Kraftmaschine durch Bereitstellen eines Drehmoments und der Motorleistung nicht gut. Folglich ist es schwierig, den Betrieb des Hybridfahrzeugs so zu steuern, dass sowohl die Kraftstoffökonomie als auch die Leistungseffizienz des Hybridfahrzeugs verbessert werden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Steuersystem für ein Hybridfahrzeug bereitzustellen, welches die Unterstützung des Traktionsmotors an die Kraftmaschine mit innerer Verbrennung und die Regeneration von elektrischer Energie durch den Traktionsmotor richtig steuern kann, wodurch sich die Kraftstoffökonomie und die Leistung des Hybridfahrzeugs verbessern, während eine ausreichende Menge an Restladung in der elektrischen Speicherbatterie verbleibt.

[0007] Um die oben genannte Aufgabe zu lösen, stellt die vorliegende Erfindung ein Steuersystem für ein Hybridfahrzeug bereit, das eine Kraftmaschine mit innerer Verbrennung, eine von der Kraftmaschine angetriebene Antriebswelle, einen Motor mit einer Unterstützungsfunktion zum Antreiben der Antriebswelle mit elektrischer Energie und mit einer Regenerierfunktion des Konvertierens von kinetischer Energie der Antriebswelle in elektrische Energie und eine elektrische Speichereinrichtung zum Zuführen von elektrischer Energie an den Motor und zum Speichern einer von dem Motor gelieferten elektrischen Energieleistung beinhaltet.

[0008] Das erfindungsgemäße Steuersystem weist auf:
eine Restladung-Detektiereinrichtung zum Detektieren einer Restladungsmenge in der elektrischen Speichereinrichtung;
eine Kraftmaschine-Anforderungsleistung-Berechnungseinrichtung zum Berechnen einer geforderten Leistung der Kraftmaschine auf der Basis der Betriebsbedingungen der Kraftmaschine;
eine Fahrtwiderstand-Berechnungseinrichtung zum Berechnen des Fahrtwiderstands des Hybridfahrzeugs auf der Basis der Fahrtbedingungen des Hybridfahrzeugs;
eine Kraftmaschine-Extraleistung-Berechnungseinrichtung zum Berechnen einer Extraleistung der Kraftmaschine auf der Basis der geforderten Leistung der Kraftmaschine, berechnet durch die Kraftmaschine-Anforderungsleistung-Berechnungseinrichtung, und des Fahrtwiderstands des Hybridfahrzeugs, berechnet durch die Fahrtwiderstand-Berechnungseinrichtung;
eine Soll-Leistung-Berechnungseinrichtung zum Berechnen einer Soll-Leistung des Motors auf der Basis der Extraleistung der Kraftmaschine, berechnet durch die Kraftmaschine-Extraleistung-Berechnungseinrichtung;
eine Betriebsmodus-Feststelleinrichtung zum Feststellen eines Betriebsmodus des Motors auf der Basis der Restladungsmenge in der elektrischen Speichereinrichtung, detektiert von der Restladung-Detektiereinrichtung, und der Soll-Leistung des Motors, berechnet durch die Soll-Leistung-Berechnungseinrichtung; und

eine Steuereinrichtung zum Steuern einer Leistung von dem Motor auf der Basis des Betriebsmodus des Motors, festgestellt durch die Betriebsmodus-Feststelleinrichtung, und der Soll-Leistung des Motors, berechnet durch die Soll-Leistung-Berechnungseinrichtung,
wobei der Betriebsmodus des Motors mindestens einen Unterstützungs-Betriebsmodus zum Ausführen der Unterstützungsfunktion und einen regenerativen Betriebsmodus zum Ausführen der Regenerierfunktion beinhaltet, wobei die Betriebsmodus-Feststelleinrichtung den Betriebsmodus mindestens von dem Unterstützungsbetriebsmodus und dem regenerativen Betriebsmodus auswählt, und dadurch gekennzeichnet ist, dass das Steuersystem eine Entladefähigkeit-Feststelleinrichtung beinhaltet zum Feststellen, ob eine Entladung von der elektrischen Speichereinrichtung erlaubt werden sollte, auf der Basis der Restladungsmenge in der elektrischen Speichereinrichtung, und der regenerative Betriebsmodus des Motors einen ersten Modus, in welchem der Motor elektrische Leistung in einer ersten vorbestimmten Menge erzeugt, wenn die Entladung von der elektrischen Speichereinrichtung erlaubt ist, und einen zweiten Modus umfasst, in welchem der Motor elektrische Leistung in einer zweiten vorbestimmten Menge, welche größer ist als die erste vorbestimmte Menge, erzeugt, wenn die Entladung von der elektrischen Speichereinrichtung nicht erlaubt ist.

[0009] Das Steuersystem beinhaltet vorzugsweise eine Ladefähigkeit-Feststelleinrichtung zum Feststellen, ob das Laden der elektrischen Speichereinrichtung erlaubt sein sollte, auf der Basis der Restladungsmenge in der elektrischen Speichereinrichtung, und die Ladefähigkeit-Feststelleinrichtung blockiert das Laden der elektrischen Speichereinrichtung, wenn die elektrische Speichereinrichtung im Wesentlichen vollständig geladen ist,
wobei der Betriebsmodus des Motors weiterhin einen Null-Leistungsmodus beinhaltet, in welchem die Leistung des Motors auf Null gesetzt ist, und die Betriebsmodus-Feststelleinrichtung den Null-Leistungsmodus anstelle des regenerativen Betriebsmodus auswählt, wenn das Laden der elektrischen Speichereinrichtung von der Ladefähigkeit-Feststelleinrichtung verhindert wird.

[0010] Das Hybridfahrzeug beinhaltet vorzugsweise Antriebsräder und ein Getriebe, das zwischen den Antriebsrädern und der Kraftmaschine und dem Motor angeordnet ist, und vorzugsweise beinhaltet das Steuersystem eine Untersetzungsverhältnis-Detektiereinrichtung zum Detektieren eines Parameters, welcher ein Gang-Untersetzungsverhältnis des Getriebes darstellt, und eine Kraftmaschinendrehzahl-Detektiereinrichtung zum Detektieren der Drehzahl der Kraftmaschine, wobei die Soll-Leistung-Berechnungseinrichtung die Soll-Leistung des Motors berechnet auf der Basis der Extraleistung der Kraftmaschine, des Parameters, welcher das Gang-Untersetzungsverhältnis des Getriebes darstellt, welches von der Gang-Untersetzungsverhältnis-Detektiereinrichtung detektiert wurde, und der Drehzahl der Kraftmaschine, detektiert von der Kraftmaschinendrehzahl-Detektiereinrichtung.

[0011] Noch bevorzugter beinhaltet die Kraftmaschine einen Einlassdurchgang und ein Drosselventil, welches in dem Einlassdurchgang angeordnet ist, und bevorzugt beinhaltet das Steuersystem weiterhin eine Drosselventilöffnung-Detektiereinrichtung zum Detektieren der Drosselventilöffnung, wobei die Kraftmaschinen-Anforderung-Leistung-Berechnungseinrichtung die geforderte Leistung der Kraftmaschine berechnet auf der Basis der Drehzahl der Kraftmaschine, detektiert von der Kraftmaschinendrehzahl-Detektiereinrichtung, und der Drosselventilöffnung, detektiert von der Drosselventilöffnung-Berechnungseinrichtung.

[0012] Das Hybridfahrzeug beinhaltet ein Beschleunigungspedal, und bevorzugt beinhaltet das Steuersystem weiterhin eine Beschleunigungspedalöffnung-Detektiereinrichtung zum Detektieren einer Öffnung des Beschleunigungspedals entsprechend einer Beschleunigungspedalstrecke, die vom Fahrer ausgeübt wurde, wobei die Kraftmaschinen-Anforderungs-Leistung-Berechnungseinrichtung die geforderte Kraftmaschinenleistung berechnet auf der Basis der von der Kraftmaschinendrehzahl-Detektiereinrichtung detektierten Drehzahl der Kraftmaschine und der Öffnung des Beschleunigungspedals, detektiert von der Beschleunigungspedalöffnung-Detektiereinrichtung.

[0013] Vorzugsweise beinhaltet das Steuersystem eine Kraftmaschinendrehzahl-Detektiereinrichtung zum Detektieren der Drehzahl der Kraftmaschine, und die Soll-Leistung-Berechnungseinrichtung berechnet die Soll-Leistung des Motors auf der Basis der Extraleistung der Kraftmaschine und der von der Kraftmaschinendrehzahl-Detektiereinrichtung detektierten Drehzahl der Kraftmaschine.

[0014] Vorzugsweise beinhaltet das Steuersystem eine Fahrzeuggeschwindigkeit-Detektiereinrichtung zum Detektieren der Fahrtgeschwindigkeit des Hybridfahrzeugs, und die Fahrtwiderstand-Berechnungseinrichtung berechnet den Fahrtwiderstand des Hybridfahrzeugs auf der Basis der Fahrtgeschwindigkeit des Hybridfahrzeugs, detektiert von der Fahrzeuggeschwindigkeit-Detektiereinrichtung, wobei die Kraftmaschinen-Extraleistung-Berechnungseinrichtung die Extraleistung der Kraftmaschine durch Subtrahieren des Fahrtwiderstands des Hybridfahrzeugs von der geforderten Leistung der Kraftmaschine berechnet.

[0015] Die oben genannten und weitere Aufgaben,

Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich deutlicher aus der folgenden detaillierten Beschreibung im Zusammenhang mit den beiliegenden Zeichnungen.

[0016] Die in den Zeichnungen gezeigten Merkmale können einzeln für sich oder gemeinsam in beliebiger Kombination verwendet werden, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, welches die gesamte Anordnung eines Antriebssystems eines Hybridfahrzeugs und ein Steuersystem dafür zeigt, entsprechend einer Ausführungsform der Erfindung;

[0018] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, welches schematisch die Anordnung einer Kraftmaschine mit innerer Verbrennung und ein Steuersystem dafür zeigt;

[0019] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, welches schematisch die Anordnung eines Traktionsmotors und ein Steuersystem dafür zeigt;

[0020] Fig. 4 ist ein Blockdiagramm, welches schematisch die Anordnung eines Getriebes und ein Steuersystems dafür zeigt;

[0021] Fig. 5 ist ein Flußdiagramm, welches ein Programm zur Unterstützungs/Regenerations-Feststellverarbeitung zeigt, bei welchem auf der Basis der Restlademenge in einer Speicherbatterie festgestellt wird, ob die Unterstützung des Traktionsmotors für die Kraftmaschine oder die Regeneration von elektrischer Energie durch den Traktionsmotor ausgeführt werden soll;

[0022] Fig. 6 zeigt ein ASSISTP-Kennfeld zur Verwendung bei der Verarbeitung der Fig. 5;

[0023] Fig. 7 ist ein Flußdiagramm, das ein Programm für die gesamte Traktionsmotorsteuerung zeigt;

[0024] Fig. 8 ist ein Flußdiagramm, welches eine Routine für die von dem Motor geforderte Leistungs-Feststellverarbeitung zeigt;

[0025] Fig. 9 zeigt eine RUNRST-Tabelle zum Feststellen des Fahrtwiderstands des Fahrzeugs;

[0026] Fig. 10 zeigt ein MOTORPOWER-Kennfeld zum Feststellen der von dem Motor geforderten Leistung;

[0027] Fig. 11 ist ein Flußdiagramm, welches eine Routine für die Motorleistungs-Feststellverarbeitung zeigt;

[0028] Fig. 12 ist eine Fortsetzung des Flußdiagramms von Fig. 11;

[0029] Fig. 13 ist ein Flußdiagramm, das eine Subroutine für die Fahrtregenerationsverarbeitung zeigt;

[0030] Fig. 14 ist ein Flußdiagramm, das eine Subroutine für die Leerlauf-Regenerationsverarbeitung zeigt;

[0031] Fig. 15 zeigt eine IDLEREG-Tabelle zur Verwendung bei der Verarbeitung in Fig. 14;

[0032] Fig. 16 ist ein Flußdiagramm, das eine Subroutine für die Abbrems-Regenerationsverarbeitung zeigt;

[0033] Fig. 17 ist ein Flußdiagramm, das eine Subroutine für die Drehmoment-Schwankungs-Reduktionsverarbeitung zeigt;

[0034] Fig. 18 ist ein Flußdiagramm, das ein Programm zur gesamten Motorsteuerung zeigt;

[0035] Fig. 19 ist ein Flußdiagramm, das eine Subroutine für die Kraftmaschinen-Betriebszustand-Feststellverarbeitung zeigt;

[0036] Fig. 20 ist ein Flußdiagramm, das eine Subroutine für die Kraftstoffzufuhr-Steuerungsverarbeitung zeigt;

[0037] Fig. 21 ist ein Flußdiagramm, das eine Subroutine für die Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis-Koeffizient-(KCOM)-Feststellverarbeitung zeigt;

[0038] Fig. 22 zeigt eine KCOML2-Tabelle zur Verwendung bei der Verarbeitung in Fig. 21;

[0039] Fig. 23 ist ein Flußdiagramm, das eine Subroutine zur Drosselventilöffnungs-(DBW)-Steuerungsverarbeitung zeigt;

[0040] Fig. 24 zeigt eine θTHIDLREG-Tabelle zur Verwendung bei der Verarbeitung in Fig. 23;

[0041] Fig. 25 ist ein Flußdiagramm, das eine Subroutine zur Drosselventil-Sollöffnungs(θTHO) Feststellverarbeitung zeigt;

[0042] **Fig.** 26 zeigt eine θTHLCRU/θTHHCRU-Tabelle zur Verwendung bei der Verarbeitung in Fig. 25;

[0043] Fig. 27A ist ein Schaubild, welches zur Erklärung der bremsspezifischen Kraftstoffverbrauch-(BSFC)-Eigenschaften dient, welche sich zeigen, wenn die Kraftmaschine mit einem auf einen stöchiometrischen Wert gesetzten Luft-Kraftstoffverhältnis eines der Maschine zugeführten Gemisches betrieben wird;

[0044] Fig. 27B ist ein Schaubild, welches zur Erklärung der bremsspezifischen Kraftstoffverbrauch-(BSFC)-Eigenschaften dient, welche sich zeigen, wenn die Kraftmaschine mit dem auf einen magereren Wert als der stöchiometrische Wert gesetzten Luft-Kraftstoffverhältnis betrieben wird; und

[0045] Fig. 28 ist ein Schaubild, welches die Parameteränderungen zeigt, welche die Betriebsbedingungen der Kraftmaschine anzeigen, wenn Leerlaufregeneration gestartet wird.

Detaillierte Beschreibung

[0046] Die Erfindung wird nun im Detail mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben, welche eine Ausführungsform zeigen. Die Ausführungsformen in den Zeichnungen haben beispielhaften Charakter und stellen keine abschließende Aufzählung der erfindungsgemäßen Ausbildungen dar.

[0047] Mit Bezug zuerst auf Fig. 1 sind die Anordnung eines Antriebssystems für ein Hybridfahrzeug sowie ein Steuersystem dafür (Sensoren, Betätigungsorgane und andere zugeordnete Komponenten wurden weggelassen) gemäß einer Ausführungsform der Erfindung schematisch gezeigt.

[0048] Wie die Figur zeigt, treibt eine Kraftmaschine mit innerer Verbrennung (im Folgenden einfach als „die Kraftmaschine" bezeichnet) **1** rotierend eine Antriebswelle **2** an, um ein Drehmoment über ein Getriebe **4** auf Antriebsräder **5** zu übertragen, um diese rotierend anzutreiben. Ein Traktionsmotor **3** ist derart an der Antriebswelle **2** angeordnet, dass der Traktionsmotor die Antriebswelle direkt rotierend antreiben kann. Der Traktionsmotor **3** dient nicht nur als Primärantrieb zum Unterstützen der Kraftmaschine **1**, sondern auch als Generator zum Ausführen einer regenerativen Funktion des Konvertierens eines Teils der kinetischen Energie des Fahrzeugs, welche von der sich drehenden Antriebswelle **2** in elektrische Energie übertragen wird, und zum Ausgeben der elektrischen Energie, um eine Speicherbatterie **14**, die elektrisch mit dieser über eine Leistungs-Treibereinheit (im folgenden als „die PDU" bezeichnet) **13** verbunden ist, wiederaufzuladen. Der Betrieb des Traktionsmotors **3** wird über ein Steuersignal gesteuert, welches über die PDU **13** empfangen wird.

[0049] Das Steuersystem beinhaltet eine elektronische Steuereinheit (im folgenden als „ENGECU" bezeichnet) **11** zum Steuern der Kraftmaschine **1**, eine elektronische Steuereinheit (im folgenden als „MOTECU" bezeichnet) **12** zum Steuern des Traktionsmotors **3**, eine elektronische Steuereinheit (im folgenden als „BATECU" bezeichnet) **15** zum Steuern der Speicherbatterie **14** und eine elektronische Steuereinheit (im folgenden als „T/MECU" bezeichnet) **16** zum Steuern des Getriebes **4**. Diese ECUs sind miteinander über einen Datenbus **21** verbunden und übertragen Daten von detektierten Parametern, Informationen über Kennzeichen usw. untereinander.

[0050] Fig. 2 zeigt die Anordnung der Kraftmaschine **1**, der ENGECU **11** und periphärer Einrichtungen, die damit verbunden sind. Verbunden mit dem Zylinderblock der Kraftmaschine ist ein Einlassrohr **102**, in welchem ein Drosselventil **103** angeordnet ist. Ein Drosselventilöffnungs(θTH)-Sensor **104** ist mit dem Drosselventil **103** verbunden, um ein elektrisches Signal zu erzeugen, welches die gemessene Drosselventilöffnung θTH anzeigt, und dieses der ENGECU **11** zuzuführen. Das Drosselventil **103** ist ein sogenanntes „drive-by-wire"(DBW)-Ventil und ist mit einem Drossel-Betätigungsorgan **105** verbunden, um die Ventilöffnung θTH elektrisch zu steuern. Der Betrieb des Drossel-Betätigungsorgans **105** wird von einem Signal von der ENGECU **11** gesteuert.

[0051] Kraftstoff-Einspritzventile **106**, von welchen nur eines gezeigt ist, sind in das Einlassrohr **102** an Stellen zwischen dem Zylinderblock der Kraftmaschine **1** und dem Drosselventil **103** und etwas stromaufwärts der jeweils entsprechenden, nicht gezeigten, Einlassventile angeordnet. Die Kraftstoffeinspritz-Ventile **106** sind mit einer Kraftstoffpumpe über einen Druckregler verbunden, welche beide nicht gezeigt sind, und elektrisch mit der ENGECU **11** verbunden, um ihre Ventilöffnungsperioden und Ventilöffnungszeit durch Signale von dieser zu steuern.

[0052] Andererseits ist ein Einlassrohr-Absolutdruck(PBA)-Sensor **108** in Verbindung mit dem Inneren des Einlassrohres **102** über eine Leitung **107** an einer Stelle direkt stromabwärts des Drosselventils **103** angeordnet, um ein elektrisches Signal, welches den gemessenen Absolutdruck PEA innerhalb des Einlassrohres **102** anzeigt, an die ENGECU **11** zu liefern.

[0053] Ein Einlassluft-Temperatur-(TA)-Sensor **109** ist in das Einlassrohr **102** an einer Stelle stromabwärts der Leitung **107** angeordnet, um ein elektrisches Signal, welches die gemessene Einlassluft-Temperatur TA anzeigt, an die ENGECU **11** zu liefern.

[0054] Ein Kraftmaschinen-Kühlmitteltemperatur(TW)-Sensor **110**, welcher aus einem Thermistor oder dergleichen gebildet sein kann, ist in dem Zylinderblock der Kraftmaschine **1** angeordnet, um ein elektrisches Signal, welches die gemessene Kraftmaschinen-Kühlmitteltemperatur TW anzeigt, an die ENGECU **11** zu liefern.

[0055] Ein Kraftmaschinendrehzahl(NE)-Sensor **111** ist einer nicht gezeigten Nockenwelle oder Kurbelwelle der Kraftmaschine **1** gegenüber angeordnet. Der Kraftmaschinendrehzahl(NE)-Sensor **111** er-

zeugt einen Impuls (im folgenden als „der TDC-Signalimpuls" bezeichnet) bei einer vorbestimmten Kurbelwinkelposition jedes Zylinders um einen vorbestimmten Winkel vor einer TDC-Position des Zylinders entsprechend dessen Einlasshubbeginn, jedesmal wenn die Kurbelwelle um 180 Grad rotiert. Der TDC-Signalimpuls wird an die ENGECU **11** geliefert.

[0056] Die Kraftmaschine **1** hat Zündkerzen **113**, die jeweils für die Zylinder vorgesehen sind und jeweils mit der ENGECU **11** verbunden sind, so dass ihr Zündzeitpunkt durch ein Signal von dieser gesteuert wird.

[0057] Ein Drei-Wege-Katalysator **115** ist in einem Abgasrohr **114** angeordnet, welches mit dem Zylinderblock der Kraftmaschine **1** verbunden ist, um schädliche Komponenten, wie HC, CO und NOx, zu reinigen. Ein linearer Ausgangs-Luft-Kraftstoffverhältnis-Sensor (im folgenden als „der LAF-Sensor" bezeichnet) **117** ist in dem Abgasrohr **114** an einer Stelle stromaufwärts des Drei-Wege-Katalysators **115** angeordnet. Der LAF-Sensor **117** liefert ein elektrisches Signal, welches im wesentlichen proportional zur Konzentration des in den Abgasen vorhandenen Sauerstoffs ist, an die ENGECU **11**. Der LAF-Sensor **117** kann das Luft-Kraftstoffverhältnis eines der Kraftmaschine **1** zugeführten Gemisches über einen weiten Bereich von einer magereren zu einer fetteren Seite detektieren.

[0058] Der Drei-Wege-Katalysator **115** hat einen Katalysatortemperatur(TCAT)-Sensor **118**, dessen Ausgangssignal, welches die gemessene Katalysatortemperatur TCAT anzeigt, der ENGECU **11** zugeführt wird. Weiterhin sind ein Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensor **119** zum Detektieren einer Fahrzeuggeschwindigkeit VCAR, mit welcher das Fahrzeug fährt, und ein Beschleunigungspedal-Öffnungssensor **120** zum Detektieren einer Beschleunigungspedalstrecke (im folgenden als „Beschleunigungspedalöffnung" bezeichnet) θAP, die von dem Fahrer zurückgelegt wird, mit der ENGECU **11** verbunden, und Signale, welche die gemessene Fahrzeuggeschwindigkeit VCAR und die gemessene Beschleunigungsöffnung θAP anzeigen, werden der ENGECU **11** zugeführt.

[0059] Die ENGECU **11** besteht aus einer nicht gezeigten Eingangsschaltung, welche die Funktionen hat, Wellenformen von Eingangssignalen von verschiedenen Sensoren zu bilden, die Spannungspegel der Sensorausgangssignale auf einen vorbestimmten Pegel zu verschieben, analoge Signale von analogen Ausgangssensoren in digitale Signale zu konvertieren usw., einer nicht gezeigten zentralen Verarbeitungseinheit (im folgenden als die „CPU" bezeichnet), einer nicht gezeigten Speichereinrichtung, welche verschiedene Betriebsprogramme, welche von der CPU ausgeführt werden, und Berechnungsergebnisse von dieser usw. speichert, und einer nicht gezeigten Ausgangsschaltung, welche Treibersignale an die Kraftstoffeinspritzventile **106**, die Zündkerzen **113** usw. ausgibt. Die Konstruktion jeder der anderen ECUs ist im Wesentlichen ähnlich zu der der ENGECU **11**.

[0060] Fig. 3 zeigt Einzelheiten der Verbindung des Traktionsmotors **3**, der PDU **13**, der Speicherbatterie **14**, der MOTECU **12** und der BATECU **15**.

[0061] Ein an dem Traktionsmotor **3** angeordneter Motordrehzahl-Sensor **202** detektiert die Drehzahl des Traktionsmotors **3**, von welchem ein Ausgangssignal, welches die gemessene Motordrehzahl anzeigt, an die MOTECU **12** geliefert wird. Ein Strom/Spannungssensor **201** ist an Leitungen, die die PDU **13** und den Traktionsmotor **3** elektrisch verbinden, angeordnet, um Spannung und Strom von Elektrizität, welche dem Traktionsmotor **3** zugeführt wird oder von diesem erzeugt wird, zu detektieren. Weiterhin ist an der PDU **13** ein Temperatursensor **203** angeordnet, um die Temperatur TD eines Schutzwiderstands einer nicht gezeigten Treiberschaltung des Traktionsmotors **3** zu detektieren. Diese Sensoren **201**, **203** liefern Signale, welche die entsprechenden detektierten Parameter anzeigen, an die MOTECU **12**.

[0062] An Leitungen, die die Speicherbatterie **14** und die PDU **13** elektrisch verbinden, ist ein Spannungs/Stromsensor **204** angeordnet, um eine Spannung über den Ausgangsanschlüssen der Speicherbatterie **14** und einen von der oder in die Speicherbatterie **14** fließenden elektrischem Strom zu detektieren, wobei die Ausgangssignale, welche die gemessene Spannung und den gemessenen elektrischen Strom anzeigen, an die BATECU **15** geliefert werden.

[0063] Fig. 4 zeigt die Verbindung zwischen dem Getriebe **4** und der T/MECU **16**. Ein Gangpositionssensor **301** ist an dem Getriebe **4** angeordnet, um eine Gangposition GP des Getriebes **4** zu detektieren, wobei ein Ausgangssignal, welches die gemessene Gangposition anzeigt, an die T/MECU **16** geliefert wird. Wenn das Getriebe **4** ein AT (automatisches Getriebe) ist, ist daran ein Getriebe-Betätigungsorgan **302** angeordnet, so dass sein Betrieb über das Getriebe-Betätigungsorgan **302** durch ein Signal von der T/MECU **16** gesteuert wird.

[0064] Fig. 5 zeigt ein Programm zur Unterstützungs/Regenerations-Feststellverarbeitung, welches von der BATECU **15** z.B. in vorbestimmten Zeitintervallen ausgeführt wird.

[0065] Zuerst werden in einem Schritt S1 ein kumulativer Entladewert BATTDISCH und ein kumulativer Ladewert BATTCHG berechnet. Insbesondere wer-

den ein Ausgangsstrom von der Speicherbatterie **14** und ein Eingangsstrom (Ladestrom), der in diese fließt, von dem Strom/Spannungssensor **204** detektiert, und ein kumulativer Wert des ersteren (BATTDISCH) und ein kumulativer Wert des letzteren (BATTCHG) werden jedesmal berechnet, wenn die vorliegende Verarbeitung ausgeführt wird. Bei der vorliegenden Ausführungsform nimmt der kumulative Entladewert BATTDISCH einen positiven Wert an, wohingegen der kumulative Ladewert BATTCHG einen negativen Wert annimmt. Weiterhin wird der kumulative Entladewert BATTDISCH zurückgesetzt, wenn die Unterstützung des Traktionsmotors **3** für die Kraftmaschine **1** gestartet wird (in einem Schritt S49 in Fig. 11), wohingegen der kumulative Ladewert BATTCHG zurückgesetzt wird, wenn die Regeneration von elektrischer Energie durch den Traktionsmotor **3** gestartet wird (in einem Schritt S73 in Fig. 12).

[0066] Bei dem folgenden Schritt S2 wird eine Entladetiefe DOD der Speicherbatterie **14** berechnet. Insbesondere vorausgesetzt, dass BATTFULL die Kapazität der Speicherbatterie **14** darstellt, d.h. eine Menge an elektrischer Ladung, welche die Speicherbatterie **14** entladen kann, wenn sie in ihrem vollständig geladenen Zustand ist, kann die Entladetiefe DOD durch Verwendung der folgenden Gleichung (1) berechnet werden:

$$DOD = (BATTDISCH + BATTCHG)/BATTULL \quad (1)$$

[0067] Demgemäß können eine Restladung BATTREM in der Speicherbatterie **14** durch eine Gleichung von BATTERM = BATTFULL – (BATTDISCH + BATTCHG) und ein Restladeverhältnis RREM durch eine Gleichung RREM = BATTREM/BATTFULL = 1 – DOD berechnet werden.

[0068] Bei einem Schritt S3 wird festgestellt, ob ein Entlade-Zulaß-Kennzeichen FDISCH, welches, wenn es auf „1" gesetzt ist, anzeigt, dass Entladung der Speicherbatterie **14** erlaubt ist, „1" annimmt oder nicht. Wenn FDISCH = 1 wird bei einem Schritt S9 festgestellt, ob die Entladetiefe DOD kleiner als ein vorbestimmter Referenzwert DODL, welcher einer unteren Grenze der in der Speicherbatterie **14** gespeicherten elektrischen Ladungsmenge entspricht, ist oder nicht. Wenn DOD ≥ DODL zutrifft, was bedeutet, dass die Restladung BATTREM in der Speicherbatterie **14** klein ist, wird das Entlade-Zulaß-Kennzeichen FDISCH bei einem Schritt S11 auf „0" gesetzt, um hierdurch eine Entladung der Speicherbatterie **14** zu verhindern, woraufhin das Programm beendet wird.

[0069] Wenn bei dem Schritt S9 DOD < DODL zutrifft, wird ein ASSISTP-Kennfeld entsprechend der Entladetiefe DOD bei Schritt S10 gewonnen, um eine erlaubte Entlademenge ASSISTP festzustellen. Das ASSISTP-Kennfeld wird, wie z.B. in Fig. 6 gezeigt, so gesetzt, dass, bis die Entladetiefe DOD einen vorbestimmten Referenzwert DODM entsprechend einer mittleren Lademenge in der Speicherbatterie **14** erreicht, die erlaubte Entlademenge ASSISTP auf einen vorbestimmten festen Wert ASSISTPO gesetzt wird und, wenn die Entladetiefe DOD in einem Bereich des vorbestimmten Referenzwerts DODM zu dem vorbestimmten Referenzwerts DODL liegt, der ASSISTP-Wert auf einen kleineren Wert gesetzt wird, während die Entladetiefe DOD zunimmt.

[0070] Bei dem folgenden Schritt S12 nimmt ein Unterstützungs-Zulass-Kennzeichen FASSIST, welches, wenn es auf 1 gesetzt ist, anzeigt, dass der Traktionsmotor **3** die Kraftmaschine **1** durch Bereitstellen eines Drehmoments an die Antriebsräder **5** unterstützen kann, „1" an. Wenn FASSIST = 1 zutrifft, wird bei einem Schritt S13 festgestellt, ob der kumulative Entladewert BATTDISCH gleich oder größer als die erlaubte Entlademenge ASSISTP ist oder nicht. Wenn BATTDISCH < ASSISTP zutrifft, wird das Programm sofort beendet, d.h., die Unterstützung des Traktionsmotors **3** für die Kraftmaschine wird weiterhin zugelassen, wohingegen, wenn BATTDISCH > ASSISTP zutrifft, das Unterstützungs-Zulaß-Kennzeichen FASSIST bei einem Schritt S14 auf „0" gesetzt wird, um hierdurch die Unterstützung des Traktionsmotors **3** zu verhindern, woraufhin das Programm beendet wird.

[0071] Die Schritte S13 und S14 ermöglichen es zu verhindern, dass die Speicherbatterie **14** übermäßig entladen wird, da die Unterstützung des Traktionsmotors **3** verhindert wird, wenn der kumulative Entladewert BATTDISCH gleich oder größer als die erlaubte Entlademenge ASSISTP ist.

[0072] Wenn andererseits FASSIST = 0 bei dem Schritt S12 zutrifft, was bedeutet, dass die Unterstützung des Traktionsmotors **3** nicht erlaubt ist, wird bei einem Schritt S16 festgestellt, ob ein Unterstützungs-Ausführung-Kennzeichen FASSISTON, welches, wenn es auf 1 gesetzt ist, anzeigt, dass die Unterstützung des Traktionsmotors **1** ausgeführt wird, „1" annimmt oder nicht. Wenn FASSISTON = 1 zutrifft, wird das Programm sofort beendet, wohingegen, wenn FASSISTON = 0 zutrifft, das Unterstützungs-Zulass-Kennzeichen FASSIST bei einem Schritt S17 auf „1" gesetzt wird, woraufhin das Programm beendet wird.

[0073] Wenn FDISCH = 0 bei dem Schritt S3 zutrifft, was bedeutet, dass die Entladung der Speicherbatterie **14** nicht erlaubt ist, wird bei einem Schritt S4 festgestellt, ob die Entladetiefe DOD kleiner als ein vorbestimmter Referenzwert DODR ist oder nicht, bei oder unterhalb dem ein entladbarer Zustand der Speicherbatterie **14** zum Neuspeichern zugelassen ist. Wenn DOD ≥ DODR zutrifft, wird das Programm sofort beendet, um weiterhin das Entladen der

Speicherbatterie **14** zu verhindern, wohingegen, wenn DOD < DODR zutrifft, das Entladungs-Zulass-Kennzeichen FDISCH bei einem Schritt S5 auf „1" gesetzt wird, und weiterhin wird bei einem Schritt S6 bestimmt, ob die Entladetiefe DOD kleiner als ein vorbestimmter Referenzwert DODF, der einen im wesentlichen vollständig geladenen Zustand der Speicherbatterie **14** (siehe Fig. 6) anzeigt, ist oder nicht. Wenn DOD ≥ DODF zutrifft, was bedeutet, dass die Speicherbatterie **14** nicht vollständig geladen ist, wird ein Lade-Zulass-Kennzeichen FCH bei einem Schritt S8 auf „1" gesetzt, wodurch das Aufladen oder Wiederaufladen der Speicherbatterie **14** erlaubt ist, wohingegen, wenn DOD < DODF zutrifft, was bedeutet, dass die Speicherbatterie **14** im Wesentlichen vollständig geladen ist, das Lade-Zulass-Kennzeichen FCH auf „0" bei einem Schritt F7 gesetzt wird, wodurch das Laden der Speicherbatterie verhindert wird, woraufhin das Programm beendet wird.

[0074] Als nächstes zeigt Fig. 7 ein Programm für die Traktionsmotor-Steuerverarbeitung, welche von der MOTECU **12** in vorbestimmten Zeitintervallen ausgeführt wird. Dieses Programm weist zwei Schritte auf: einen Schritt S21 zum Ausführen der von dem Motor geforderten Leistungs-Feststellverarbeitung (die in Fig. 8 gezeigte Subroutine) und einen Schritt S22 zum Ausführen der Motorleistungs-Feststellverarbeitung (die in Fig. 11 und Fig. 12 gezeigte Subroutine).

[0075] Mit Bezug auf die Subroutine von Fig. 8 für die von dem Motor geforderte Leistung-Feststellverarbeitung werden zuerst bei einem Schritt S31 die Motordrehzahl NE, die Drosselventilöffnung θTH (oder alternativ die Beschleunigungspedalöffnung θAP) und die Gangposition GP bei einem Schritt S31 detektiert. Dann wird bei einem Schritt S32 ein ENGPOWER-Kennfeld entsprechend den detektierten Werten dieser Parameter gelesen, um die von der Kraftmaschine geforderte Leistung ENGPOWER, d.h. eine von dem Fahrer des Fahrzeugs geforderte Kraftmaschinenleistung, festzustellen.

[0076] Bei dem folgenden Schritt S33 wird eine RUNRST-Tabelle entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit VCAR gelesen, um einen Fahrtwiderstand RUNRST festzustellen, d.h. einen Widerstand, welchen das Fahrzeug erfährt, wenn es fährt. Die RUNRST-Tabelle wird, wie z.B. in Fig. 9 gezeigt, so gesetzt, dass, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit VCAR zunimmt, der Fahrtwiderstand RUNRST einen höheren Wert annimmt. Dann wird eine Extraleistung EXPOWER durch Subtrahieren des Fahrtwiderstands RUNRST von der von der Kraftmaschine geforderten Leistung ENGPOWER berechnet. Bei den obengenannten Feststellungen und Berechnung werden sowohl die von der Kraftmaschine geforderte Leistung ENGPOWER und der Fahrtwiderstand RUNRST beide in Watt (W) gemessen.

[0077] Bei dem folgenden Schritt S35 wird ein MOTORPOWER-Kennfeld entsprechend der Gangposition GP, der Kraftmaschinendrehzahl NE und der Extraleistung EXPOWER gelesen, um die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER festzustellen. Das MOTORPOWER-Kennfeld wird z.B. wie in Fig. 10 gezeigt, so gesetzt, dass eine Mehrzahl von MOTORPOWER-Kennfeldern in Abhängigkeit von der Gangposition GP bereitgestellt werden, d.h., sie werden ausgewählt, wenn die Gangposition jeweils in einer ersten Geschwindigkeitsposition, einer zweiten Geschwindigkeitsposition, einer dritten Geschwindigkeitsposition und einer vierten Geschwindigkeitsposition ist. Weiterhin wird in einem Bereich oberhalb einer Kurve L in jedem MOTORPOWER-Kennfeld, d.h. in einem Betriebsbereich, in welchem die Extraleistung EXPOWER groß ist, die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER auf einen positiven Wert (MOTORPOWER > 0) gesetzt, wodurch die Unterstützung des Traktionsmotors **3** erlaubt wird, wohingegen in einem Bereich unterhalb der Kurve L, d.h. in einem Betriebsbereich, in welchem die Extraleistung EXPOWER einen kleinen positiven Wert oder einen negativen Wert annimmt, die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER auf einen negativen Wert (MOTORPOWER < 0) gesetzt wird, wodurch die Regeneration von elektrischer Energie durch den Traktionsmotor **3** erlaubt wird. Wie in Fig. 10 gezeigt ist, steigt die Kurve L progressiv mit einem Anstieg der Kraftmaschinendrehzahl NE an, was bedeutet, dass, wenn die Kraftmaschinendrehzahl NE höher ist, die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER auf einen positiven Wert gesetzt wird relativ zu einem größeren Wert der Extraleistung EXPOWER, d.h., die Unterstützung des Traktionsmotors **3** ist zulässig.

[0078] Wie oben beschrieben ist, wird entsprechend der Verarbeitung der Fig. 8 die Extraleistung EXPOWER der Kraftmaschine durch Subtrahieren des Fahrtwiderstands RUNRST von der von der Kraftmaschine geforderten Leistung ENGPOWER berechnet, und die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER wird entsprechend der Extraleistung EXPOWER und der Kraftmaschinendrehzahl NE berechnet.

[0079] Fig. 11 und Fig. 12 zeigen Details der Subroutine für die Motorleistungs-Feststellverarbeitung, welche bei dem Schritt S22 in Fig. 7 ausgeführt wird.

[0080] Zuerst wird bei einem Schritt S41 festgestellt, ob die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER größer als „0" ist oder nicht. Wenn MOTORPOWER > 0 zutrifft, wird bei einem Schritt S42 festgestellt, ob das Unterstützungs-Ausführungs-Kennzeichen FASSISTON „1" annimmt oder nicht. Wenn FASSISTON = 1 zutrifft, was bedeutet, dass die Un-

terstützung des Traktionsmotors **3** für die Kraftmaschine ausgeführt wird, geht das Programm zu einem Schritt S50, wohingegen, wenn FASSISTON = 0 zutrifft, was bedeutet, dass die Unterstützung des Traktionsmotors **3** nicht ausgeführt wird, bei einem Schritt S43 festgestellt wird, ob der detektierte Änderungsbetrag DTH in der Drosselventilöffnung θTH größer als ein vorbestimmter Wert DTHREF (> 0) ist oder nicht.

[0081] Wenn DTH ≤ DTHREF zutrifft, springt das Programm zu einem Schnitt S51, wohingegen, wenn DTH > DTHREF zutrifft, was bedeutet, dass eine Beschleunigung der Kraftmaschine **1** gefordert wird, das Unterstützung-Ausführung-Kennzeichen FASSISTON bei einem Schritt S45 auf „1" gesetzt wird, und das Programm geht zu einem Schritt S47 weiter.

[0082] Bei dem Schritt S47 werden alle Arten von Regenerations-Kennzeichen (welche auf „1" gesetzt sind, wenn die Regeneration der elektrischen Energie durch den Traktionsmotor **3** ausgeführt wird), d.h. ein Höherrate-Fahrtregenerations-Kennzeichen FHCRUREG, ein Niedrigrate-Fahrtregenerations-Kennzeichen FLCRUREG, ein Leerlauf-Fahrtregenerations-Kennzeichen FIDLEREG und ein Abbremsregeneration-Kennzeichen FDREG auf „0" gesetzt. Dann wird ein Schwankungsreduktions-Kennzeichen FREDDNE, welches, wenn es auf „1" gesetzt ist, anzeigt, dass eine Drehmomentschwankungs-Reduktionsverarbeitung (Schritt S70 in Fig. 12) ausgeführt wird, bei einem Schritt S48 auf „0" gesetzt, und der kumulative Entladewert BATTDISCH wird bei dem Schritt S49 auf „0" zurückgesetzt, woraufhin das Programm zu dem Schritt S50 weitergeht.

[0083] Bei dem Schritt S50 wird festgestellt, ob das Unterstützungs-Zulass-Kennzeichen FASSIST „1" annimmt oder nicht. Wenn FASSIST = 1 zutrifft, springt das Programm zu einem Schritt S53, wohingegen, wenn FASSIST = 0 zutrifft, das Programm zu dem Schritt S51 weitergeht.

[0084] Beidem Schritt S51 wird das Unterstützungs-Ausführungs-Kennzeichen FASSISTON auf „0" gesetzt, und die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER wird bei einem Schritt S52 auf „0" gesetzt. Dann geht das Programm zu dem Schritt S53, wobei die Motorleistung OUTPUTPOWER auf die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER gesetzt wird, woraufhin das Programm beendet wird.

[0085] Entsprechend den oben genannten Schritten S42 bis S52 wird, solange die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER > 0 zutrifft, das Antriebssystem des Hybridfahrzeugs auf folgende Weise gesteuert:

1) Selbst wenn MOTORPOWER > 0 zutrifft, wird die Unterstützung des Traktionsmotors **3** für die Kraftmaschine **1** verhindert, es sei denn, dass die Beschleunigung der Kraftmaschine gefordert wird (Schritte S43, S51 und S52); und

2) Wenn die Beschleunigung der Kraftmaschine gefordert wird, wird, wenn der Magerungsbetrieb der Kraftmaschine **1** und die Unterstützung des Traktionsmotors **3** für die Kraftmaschine erlaubt sind, was im Detail mit Bezug auf Fig. 20 und Fig. 21 beschrieben ist, das Antriebssystem des Hybridfahrzeugs mit der Unterstützung des Traktionsmotors **3** an die Kraftmaschine **1** betrieben, so dass das Luft-Kraftstoffverhältnis des der Kraftmaschine **1** zugeführten Gemisches auf einen festen mageren Wert oder auf einen mageren Wert, der abhängig ist von der Unterstützungsmenge des Traktionsmotors **3** für die Kraftmaschine **1**, gesteuert wird, wohingegen, wenn der Magerungsbetrieb der Kraftmaschine **1** und die Unterstützung des Traktionsmotors **3** für die Kraftmaschine **1** nicht erlaubt sind, das Antriebssystem des Hybridfahrzeugs mit der Unterstützung des Traktionsmotors **3** für die Kraftmaschine **1** betrieben wird, so dass das Luft-Kraftstoffverhältnis des Gemisches normalerweise auf einen stöchiometrischen Wert gesteuert wird.

[0086] Wenn bei dem Schritt S41 MOTORPOWER ≤ 0 zutrifft, geht das Programm zu einem Schritt S61 in Fig. 12, wobei festgestellt wird, ob die Temperatur TD des Schutzwiderstands der PDU **13** höher als ein vorbestimmter Wert TDF ist oder nicht. Wenn TD > TDF zutrifft, besteht die Gefahr, dass die Temperatur der Treiberschaltung des Traktionsmotors **3** zu hoch wird, wenn die Regeneration von elektrischer Energie durch den Traktionsmotor **3** ausgeführt wird, so dass alle Arten von Regeneration-Kennzeichen bei einem Schritt S63 auf „0" gesetzt werden, um hierdurch die Regeneration zu verhindern, und weiterhin wird die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER bei einem Schritt S71 auf „0" gesetzt, woraufhin das Programm zu dem Schritt S53 in Fig. 11 weitergeht. Dadurch kann verhindert werden, dass die Temperatur der Treiberschaltung der PDU **13** zu hoch wird.

[0087] Wenn andererseits TD ≤ TDF bei dem Schritt S61 zutrifft, wird bei einem Schritt S62 festgestellt, ob das Lade-Zulass-Kennzeichen FCH „1" annimmt oder nicht. Wenn FCH = 0 zutrifft, was bedeutet, dass Laden oder Neuladen der Speicherbatterie **14** nicht erlaubt ist, geht das Programm zu dem Schritt S63 weiter, um hierdurch die Regeneration zu verhindern. Dadurch wird es möglich, übermäßiges Laden der Speicherbatterie **14**, Wärmeverlust der PDU **13** aufgrund übermäßiger Ladung der Speicherbatterie **14** und andere Unannehmlichkeiten zu verhindern.

[0088] Wenn bei dem Schritt S62 FCH = 1 zutrifft, was bedeutet, dass das Laden der Speicherbatterie **14** erlaubt ist, wird bei einem Schritt S72 festgestellt,

ob eines der Regenerations-Kennzeichen FLCRUREG, FHCRUREG, FIDLEREG und FDREG „1" annimmt. Wenn eines dieser Kennzeichen „1" annimmt, springt das Programm zu einem Schritt S64, wohingegen, wenn alle Regenerations-Kennzeichen „0" annehmen, der kumulative Ladewert BATTCHG bei dem Schritt S73 auf „0" gesetzt wird, und dann geht das Programm weiter zu dem Schritt S64.

[0089] Bei dem Schritt S64 wird festgestellt, ob ein Abbrems-Kennzeichen FDEC, welches, wenn es auf „1" gesetzt ist, anzeigt, dass die Kraftmaschine **1** abgebremst werden soll (siehe Schritte S144 bis S146 in Fig. 19), „1" annimmt oder nicht. Wenn FDEC = 1 zutrifft, wird bei einem Schritt S65 eine Abbremsregenerationsverarbeitung ausgeführt (durch Ausführen einer in Fig. 16 gezeigten Subroutine), und dann geht das Programm zu dem Schritt S53 weiter.

[0090] Wenn FDEC = 0 zutrifft, was bedeutet, dass Abbremsen der Kraftmaschine **1** nicht gefordert ist, wird bei einem Schritt S66 festgestellt, ob ein Leerlauf-Kennzeichen FIDLE, welches, wenn es auf „1" gesetzt ist, anzeigt, dass die Kraftmaschine 1 im Leerlauf ist (siehe Schritte S151 bis S155 in Fig. 19), „1" annimmt oder nicht. Wenn FIDLE = 0 zutrifft, was bedeutet, dass die Kraftmaschine nicht im Leerlauf ist, wird bei einem Schritt S67 eine Fahrtregenerationsverarbeitung ausgeführt (durch Ausführen einer in Fig. 13 gezeigten Subroutine), und dann geht das Programm zu Schritt S53 weiter.

[0091] Wenn bei dem Schritt S66 FIDLE = 1 zutrifft, wird bei einem Schritt S68 festgestellt, ob ein Rotationsschwankungs-Kennzeichen FDNE, welches, wenn es auf „1" gesetzt ist, anzeigt, dass die Drehzahl der Kraftmaschine **1** weitgehend schwankt, „1" annimmt oder nicht. Wenn FDNE = 1 zutrifft, wird die Drehmomentschwankungs-Reduktionsverarbeitung bei dem Schritt S70 ausgeführt (durch Ausführen einer in Fig. 17 gezeigten Subroutine), wohingegen, wenn FDNE = 0 zutrifft, bei einem Schritt S69 eine Leerlauf-Regenerationsverarbeitung ausgeführt wird (durch Ausführen einer in Fig. 14 gezeigten Subroutine), und dann geht das Programm zu dem Schritt S53 weiter.

[0092] Wie oben beschrieben ist, wird gemäß der Motorleistungs-Feststellverarbeitung in Fig. 11 und Fig. 12 der Traktionsmotor **3** selektiv auf einen Unterstützungsmodus, bei welchem der Traktionsmotor **3** die Kraftmaschine **1** unterstützt (durch die Schritte S44 bis S50 und S53), oder einen Regenerationsmodus, bei welchem die Regeneration von elektrischer Energie ausgeführt wird (durch die Schritte S65, S67 und S69) oder einen Null-Leistungsmodus gesetzt, bei welchem der Traktionsmotor **3** keine Leistung erzeugt (durch die Schritte S52 und S71), auf der Basis der von dem Motor geforderten Leistung MOTORPOWER, festgestellt in der Verarbeitung der Fig. 8, und in Abhängigkeit der Zustände des Unterstützung-Zulass-Kennzeichens FASSIST und des Lade-Zulass-Kennzeichens FCH, die beide in Abhängigkeit der Restlademenge in der Speicherbatterie **14** gesetzt sind. Dadurch ist es möglich, den Traktionsmotor **3** so zu steuern, dass er die Unterstützung der Kraftmaschine **1** und die Regeneration von elektrischer Energie in geeigneter Weise ausführt, wodurch die Kraftstoffökonomie und die Drehmoment-Erzeugungseffizienz des Antriebssystems des Hybridfahrzeugs verbessert werden können, während eine ausreichende Menge an Restladung in der Speicherbatterie **14** verbleibt.

[0093] Fig. 13 zeigt Details der Subroutine für die Fahrtregenerations-Verarbeitung, die bei dem Schritt S67 in Fig. 12 ausgeführt wird.

[0094] Zuerst wird das Unterstützung-Ausführung-Kennzeichen FASSISTON bei einem Schritt S81 auf „0" gesetzt, und dann wird das Schwankungsreduktions-Kennzeichen FREDDNE bei einem Schritt S82 auf „0" gesetzt. Dann wird bei einem Schritt S83 festgestellt, ob das Entlade-Zulass-Kennzeichen FDISCH „1" annimmt oder nicht (siehe die Schritte S5 und S11 in Fig. 5). Wenn FDISCH = 1 zutrifft, was bedeutet, dass die Entladung der Speicherbatterie **14** erlaubt ist, wird bei einem Schritt S84 eine Niederrate-Fahrtregenerationsmenge LCRUREG festgestellt. Insbesondere wird ein LCRUREG-Kennfeld, welches ähnlich zu dem MOTORPOWER-Kennfeld der Fig. 10 so gesetzt ist, dass eine Mehrzahl von LCRUREG-Kennfeldern für entsprechende Geschwindigkeitspositionen der Gangposition GP vorgesehen ist, wobei LCRUREG-Werte jedes LCRUREG-Kennfeldes vorbestimmten Werten der Motordrehzahl NE und vorbestimmten Werten der Extraleistung EXPOWER entsprechen, gewonnen, um hierdurch die Niederrate-Fahrtregenerationsmenge LCRUREG festzustellen.

[0095] Bei dem folgenden Schritt S85 wird eine Regenerationsleistung REGPOWER auf einen Wert der Niederrate-Fahrtregenerationsmenge LCRUREG, festgestellt bei Schritt S84, gesetzt, und dann wird das Niederrate-Fahrtregenerations-Kennzeichen FLCRUREG, welches, wenn es auf „1" gesetzt ist, anzeigt, dass die Niederrate-Fahrtregeneration ausgeführt wird, bei einem Schritt S86 auf „1" gesetzt, und die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER wird bei einem Schritt S90 auf die Regenerationsleistung REGPOWER gesetzt, woraufhin das Programm beendet wird.

[0096] Wenn andererseits FDISCH = 0 bei dem Schritt S83 zutrifft, was bedeutet, dass die Restlademenge in der Speicherbatterie **14** klein ist, wird bei einem Schritt S87 eine Höherrate-Fahrtregenerationsmenge HCRUREG festgestellt. Insbesondere wird ein HCRUREG-Kennfeld, welches ähnlich zu dem

MOTORPOWER-Kennfeld der Fig. 10 so gesetzt ist, dass eine Mehrzahl von HCRUREG-Kennfeldern für entsprechende Geschwindigkeitspositionen der Gangposition GP vorgesehen sind, wobei HCRUREG-Werte jedes HCRUREG-Kennfelds vorbestimmten Werten der Kraftmaschinendrehzahl NE und vorbestimmten Werten der Extraleistung EXPOWER entsprechen, gelesen, um hierdurch die Höherrate-Fahrtregenerationsmenge HCRUREG festzustellen. Bei dem HCRUREG-Kennfeld wird jeder HCRUREG-Wert auf eine größere Regenerationsmenge von elektrischer Energie als ein entsprechender LCRUREG-Wert für identische Werte der Parameter (NE, EXPOWER, GP) gesetzt. Dann wird die Regenerationsleistung REGPOWER bei einem Schritt S88 auf die vorbestimmte Höherrate-Fahrtregenerationsmenge HCRUREG gesetzt, und das Höherrate-Fahrtregenerations-Kennzeichen FHCRUREG, welches, wenn es auf „1" gesetzt ist, anzeigt, dass die Höherrate-Fahrtregeneration ausgeführt wird, wird bei einem Schritt S89 auf „1" gesetzt, woraufhin das Programm zu dem Schritt S90 weitergeht.

[0097] Wie oben beschrieben ist, wird gemäß der Verarbeitung der Fig. 13, wenn die Entladung der Speicherbatterie **14** erlaubt ist, d.h., die Menge an Restladung in der Speicherbatterie **14** gleich oder größer als der vorbestimmte Wert ist, die Niederrate-Fahrtregeneration ausgeführt, wohingegen, wenn die Menge an Restladung in der Speicherbatterie **14** klein ist und die Entladung der Speicherbatterie **14** nicht erlaubt ist, die Höherrate-Fahrtregeneration ausgeführt, um eine größere Menge an Elektrizität zu erzeugen. Deshalb ist es möglich, die Speicherbatterie **14** in geeigneter Weise in Abhängigkeit der Restlademenge in der Speicherbatterie **14** zu laden oder neu zu laden.

[0098] Fig. 14 zeigt Details der Subroutine für die Leerlauf-Regenerationsverarbeitung, welche bei dem Schritt S69 in Fig. 12 ausgeführt wird.

[0099] Bei dieser Subroutine wird zuerst das Unterstützung-Ausführung-Kennzeichen FASSISTON bei einem Schritt S101 auf „0" gesetzt, und das Schwankungsreduktion-Kennzeichen FREDDNE wird bei einem Schritt S102 auf „0" gesetzt. Dann wird eine IDLEREG-Tabelle entsprechend der Entladetiefe DOD gewonnen, um eine Leerlaufregenerationsmenge IDLEREG bei einem Schritt S103 festzustellen. Die IDLEREG-Tabelle ist, z.B. wie in Fig. 15 gezeigt, so gesetzt, dass in einem Bereich, in welchem die Entladetiefe DOD kleiner als der vorbestimmte Referenzwert DODL ist, die Leerlaufregenerationsmenge IDLEREG zunimmt, wenn die Entladetiefe DOD zunimmt, wohingegen in einem Bereich, in welchem die Entladetiefe DOD größer als der vorbestimmte Referenzwert DODL ist, dieser auf einen festen Wert gesetzt wird. Wenn weiterhin die Temperatur TD der Treiberschaltung des Traktionsmotors **3** niedriger als ein vorbestimmter Wert ist, werden Werte, die durch eine Linie A angedeutet sind, verwendet, wohingegen, wenn die Temperatur TD der Treiberschaltung des Traktionsmotors **3** höher als der vorbestimmte Wert ist, Werte, die durch eine Linie B angedeutet sind, verwendet werden. Dies verhindert einen übermäßigen Anstieg der Temperatur TD der Treiberschaltung des Traktionsmotors **3** durch Setzen der Regenerationsmenge an elektrischer Energie auf einen kleinen Wert, wenn der TD-Wert hoch ist.

[0100] Dann wird die Regenerationsleistung REGPOWER auf die vorbestimmte Leerlauf-Regenerationsmenge IDLEREG bei einem Schritt S104 gesetzt, und das Leerlauf-Regenerations-Kennzeichen FIDLEREG wird bei einem Schritt S105 auf „1" gesetzt. Dann wird die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER auf die Regenerationsleistung REGPOWER bei einem Schritt S106 gesetzt, woraufhin das Programm beendet wird.

[0101] Fig. 16 zeigt Details der Subroutine für die Abbrems-Regenerationsverarbeitung, welche bei dem Schritt S65 in Fig. 12 ausgeführt wird.

[0102] Bei dieser Subroutine wird zuerst das Unterstützung-Ausführung-Kennzeichen FASSISTON bei einem Schritt S111 auf „0" gesetzt, und das Schwankungsreduktions-Kennzeichen FREDDNE wird bei einem Schnitt **112** auf „0" gesetzt. Dann wird bei einem Schritt S113 eine Abbrems-Regenerationsmenge DECREG festgestellt. Insbesondere wird das in Fig. 10 gezeigte MOTORPOWER-Kennfeld gemäß der Kraftmaschinendrehzahl NE und der Extraleistung EXPOWER (während des Abbremsens der Kraftmaschine wird ein Bereich von EXPOWER < 0 gewonnen) gelesen. Dann wird ein vorbestimmter Wert zu dem MOTORPOWER-Wert hinzugefügt, welcher gelesen wird, um die Abbrems-Regenerationsmenge DECREG zu erhalten. Die vorbestimmte Menge wird hinzugefügt, um die Abbremsregenerationsmenge DECREG für einen im wesentlichen vollständig geöffneten Zustand des Drosselventils **103** geeignet zu machen, welcher gesetzt wird, wenn die Regeneration von elektrischer Energie während des Abbremsens der Kraftmaschine **1** ausgeführt wird, was im folgenden beschrieben wird (Schritt S200 in Fig. 23).

[0103] Dann wird die Regenerationsleistung REGPOWER auf die berechnete Abbremsregenerationsmenge DECREG bei einem Schritt S114 gesetzt, und das Abbrems-Regenerations-Kennzeichen FDREG, welches, wenn es auf „1" gesetzt ist, anzeigt, dass die Abbremsregeneration ausgeführt wird, wird bei einem Schritt S115 auf „1" gesetzt. Dann wird die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER auf die Regenerationsleistung REGPOWER bei einem Schritt S116 gesetzt, woraufhin das Programm beendet wird.

[0104] Fig. 17 zeigt Details der Subroutine für die Drehmomentschwankungs-Reduktionsverarbeitung, die bei dem Schritt S70 in Fig. 12 ausgeführt wird. Wenn die Drehzahl der Kraftmaschine **1** weitgehend schwankt, wird diese Verarbeitung ausgeführt, um hierdurch die Schwankungen des Drehmoments der Antriebswelle **2** mittels der Unterstützung des Traktionsmotors **3** oder der Regeneration von elektrischer Energie durch den Traktionsmotor **3** zu steuern oder zu reduzieren.

[0105] Bei dieser Subroutine wird zuerst das Unterstützungs-Ausführungs-Kennzeichen FASSISTON bei einem Schritt S121 auf „0" gesetzt, und alle Regenerationskennzeichen (FLCRUREG, FHCRUREG, FIDLEREG, FDREG) werden bei einem Schritt S122 auf „0" gesetzt. Dann wird bei einem Schritt S123 eine Drehmoment-Schwankungssteuermenge REDDNE, d.h. eine Menge an Motorleistung, die zum Steuern oder Reduzieren der Drehmomentschwankungen der Antriebswelle **2** erforderlich ist, auf folgende Weise berechnet:
Zuerst werden eine durchschnittliche kinetische Tätigkeits-Energie EA der Kraftmaschine **1** und eine momentane kinetische Tätigkeits-Energie EI derselben durch die folgenden Gleichungen (**2**) und (3) berechnet:

$$EA = I \times NEA^2/2 \quad (2)$$

$$EI = I \times NE^2/2 \quad (3),$$

wobei I ein virtuelles Trägheitsmoment, NE ein momentaner Wert der Kraftmaschinendrehzahl und NEA ein Durchschnittswert der Kraftmaschinendrehzahl (erhalten durch Detektieren der NE-Werte in vorbestimmten Zeitintervallen und Mitteln desselben in einer vorbestimmten Weise) sind.

[0106] Dann wird die Drehmomentschwankungs-Steuermenge REDDNE durch Verwendung der folgenden Gleichung berechnet:

$$REDDNE = EA - EI \quad (4)$$

[0107] Anstatt die obige Gleichung (4) zu verwenden, kann die Drehmomentschwankungs-Steuermenge REDDNE durch Lesen eines Kennfeldes berechnet werden, welches so gesetzt ist, dass REDDNE-Werte entsprechend vorbestimmten Werten des Durchschnittswerts NEA der Kraftmaschinendrehzahl und vorbestimmten Werten einer Änderungsmenge ΔNE der Kraftmaschinendrehzahl (Differenz zwischen dem vorliegenden Wert und dem direkt vorhergehenden Wert der Kraftmaschinendrehzahl NE, detektiert in vorbestimmten Zeitintervallen) gemäß dem NEA-Wert und ΔNE-Wert vorgesehen werden.

[0108] Dann wird eine Schwankung-Steuerleistung DNEPOWER auf die Drehmomentschwankung-Steuermenge REDDNE bei einem Schritt S124 gesetzt, und das Schwankungsreduktion-Kennzeichen FREDDNE wird bei einem Schritt S125 auf „1" gesetzt. Dann wird die von dem Motor geforderte Leistung MOTORPOWER bei einem Schritt S126 auf die Schwankung-Steuerleistung DNEPOWR gesetzt, woraufhin das Programm beendet wird.

[0109] Wie oben beschrieben ist, steuert die MOTECU **12** die PDU **13** auf der Basis der durch die in Fig. 11 und Fig. 12 gezeigte Motorleistungs-Feststellverarbeitung festgestellten Motorleistung OUTPUTPOWER, um hierdurch den Betriebsmodus des Traktionsmotors **3** (Unterstützungsmodus, Regenerationsmodus und Null-Leistungsmodus) zu steuern.

[0110] Im Folgenden wird eine Weise der Kraftmaschinensteuerung, die durch die ENGECU **11** ausgeführt wird, beschrieben. Fig. 18 zeigt ein Programm für die gesamte Kraftmaschinensteuerung, welche z.B. in vorbestimmten Zeitintervallen ausgeführt wird.

[0111] Zuerst werden verschiedene Kraftmaschinen-Betriebsparameter, wie die Kraftmaschinendrehzahl NE und der Einlassrohr-Absolutdruck PBA, bei einem Schritt S131 detektiert, und dann werden Betriebszustand-Feststellverarbeitung (Schritt S132), Kraftstoffzufuhr-Steuerverarbeitung (Schritt S133), Zündzeit-Steuerverarbeitung (Schritt S134) und DBW-Steuerung (Drosselventilöffnungssteuerung über das Drosselbetätigungsorgan **105**)-Verarbeitung (Schritt S135) nacheinander ausgeführt.

[0112] Fig. 19 zeigt eine Subroutine für die Betriebsbedingung-Feststellverarbeitung, die bei dem Schritt S132 in Fig. 18 ausgeführt wird.

[0113] Bei einem Schritt S141 wird festgestellt, ob die Änderungsmenge DTH in der Drosselventilöffnung θTH (DTH = vorliegender θTH-Wert – direkt vorausgehender θTH-Wert) größer als ein vorbestimmter positiver Wert DTHA ist oder nicht. Wenn DTH > DTHA zutrifft, wird bei einem Schritt S143 ein Beschleunigungs-Kennzeichen FACC auf „1" gesetzt, wohingegen, wenn DTH ≤ DTHA zutrifft, das Beschleunigung-Kennzeichen bei einem Schritt S142 auf „0" gesetzt wird, und dann geht das Programm zu einem Schritt S144 weiter.

[0114] Bei dem Schritt S144 wird festgestellt, ob die Änderungsmenge DTH in der Drosselventilöffnung θTH kleiner als ein vorbestimmter negativer Wert DTHD ist oder nicht. Wenn DTH < DTHD zutrifft, wird das Abbrems Kennzeichen FDEC bei einem Schritt S146 auf „1" gesetzt, wohingegen, wenn DTH ≥ DTHA zutrifft, das Abbrems-Kennzeichen bei einem Schritt S145 auf „0" gesetzt wird, und dann geht das Programm zu einem Schritt S147 weiter.

[0115] Bei dem Schritt S147 wird festgestellt, ob die

Kühlmitteltemperatur TW gleich oder höher als ein vorbestimmter Wert TWREF ist oder nicht. Wenn TW ≥ TWREF zutrifft, wird weiterhin bei einem Schritt S148 festgestellt, ob die Katalysatortemperatur TCAT gleich oder höher als ein vorbestimmter Referenzwert TCATREF ist oder nicht. Wenn TW < TWREF bei dem Schritt S147 zutrifft oder wenn TCAT < TCATREF bei dem Schritt S148 zutrifft, wird ein Magerungs-Kennzeichen FLEAN bei einem Schritt S150 auf „0" gesetzt, um den Magerungsbetrieb der Kraftmaschine **1** zu verhindern, wohingegen, wenn TW ≥ TWREF bei dem Schritt S147 zutrifft und gleichzeitig TCAT ≥ TCATREF bei dem Schritt S148 zutrifft, wird das Magerungs-Kennzeichen FLEAN bei einem Schritt S149 auf „1" gesetzt, um den Magerungsbetrieb der Kraftmaschine **1** zuzulassen.

[0116] Bei dem folgenden Schritt S151 wird festgestellt, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit VCAR gleich oder niedriger als 0 ist oder nicht. Wenn VCAR ≤ 0 zutrifft, was bedeutet, dass das Fahrzeug angehalten hat, wird bei einem Schritt S152 festgestellt, ob die Gangposition GP in der neutralen Position ist oder nicht. Wenn die Gangposition GP in der neutralen Position ist, wird bei einem Schritt S153 festgestellt, ob die Beschleunigungsöffnung θAP gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Leerlaufwert θIDLE ist oder nicht. Wenn alle Antworten auf die Fragen der Schritte S151 bis S153 bestätigend (JA) sind, wird beurteilt, dass die Kraftmaschine im Leerlauf ist, so dass das Leerlauf-Kennzeichen FIDLE bei einem Schritt S154 auf „1" gesetzt ist, wohingegen, wenn eine der Antworten auf die Fragen der Schritte S151 bis S153 negativ (NEIN) ist, beurteilt wird, dass die Kraftmaschine nicht im Leerlauf ist, so dass das Leerlauf-Kennzeichen FIDLE bei einem Schritt S155 auf „0" gesetzt wird, und dann geht das Programm zu einem Schritt S156 weiter.

[0117] Bei dem Schritt S156 wird festgestellt, ob die Änderungsmenge ΔNE der Kraftmaschinendrehzahl NE (ΔNE = vorliegender NE-Wert – direkt vorhergehender NE-Wert) gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ΔNEREF ist oder nicht. Wenn ΔNE ≥ ΔNEREF zutrifft, wird das Rotationsschwankung-Kennzeichen FDNE bei einem Schritt S157 auf „1" gesetzt, wohingegen, wenn ΔNE < ΔNEREF zutrifft, das Rotationsschwankungs-Kennzeichen bei einem Schritt S158 auf „0" gesetzt wird, woraufhin das Programm beendet wird.

[0118] Fig. 20 zeigt eine Subroutine für die Kraftstoffzufuhr-Steuerverarbeitung, die bei dem Schritt S133 in Fig. 18 ausgeführt wird.

[0119] Zuerst wird bei einem Schritt S161 festgestellt, ob das Abbrems-Kennzeichen FDEC „1" annimmt oder nicht. Wenn FDEC = 1 zutrifft, was bedeutet, dass die Kraftmaschine **1** abbremst, wird ein Kraftstoff-Unterbrechung-Kennzeichen FFC, welches, wenn es auf „1" gesetzt ist, anzeigt, dass die Kraftstoffzufuhr unterbrochen wird, bei einem Schritt S162 auf „1" gesetzt, und eine Kraftstoffeinspritz-Zeitspanne TCYL wird bei einem Schritt S163 auf „0" gesetzt, woraufhin das Programm zu einem Schritt S169 weitergeht.

[0120] Wenn bei dem Schritt S161 FDEC = 0 zutrifft, was bedeutet, dass die Kraftmaschine nicht abbremst, wird bei einem Schritt S164 das Kraftstoff-Unterbrechungs-Kennzeichen FFC auf „0" gesetzt, und eine Basis-Kraftstoffeinspritzperiode TI wird bei einem Schritt S165 auf der Basis der Kraftmaschinendrehzahl NE und dem Einlassrohr-Absolutdruck PBA festgestellt. Dann werden Korrekturkoeffizienten KTW, KTA, KLAF usw. jeweils auf der Basis der Kraftmaschinenkühlmitteltemperatur TW, der Einlasslufttemperatur TA, dem durch den LAF-Sensor **117** detektierten Luft-Kraftstoffverhältnis usw. festgestellt. Die so festgestellten Korrekturkoeffizienten werden miteinander multipliziert, um einen gesamten Korrekturkoeffizienten KTOTAL bei einem Schritt S166 zu erhalten.

[0121] Bei dem folgenden Schritt S167 wird ein Luft-Kraftstoff-Sollverhältniskoeffizient KCOM durch Ausführen einer Subroutine für die in Fig. 21 gezeigte KCOM-Feststellverarbeitung, festgestellt. Dann werden die bei den Schritten S165 bis S167 festgestellten Parameter auf die folgende Gleichung (5) angewendet, um die Kraftstoffeinspritzperiode TCYL bei einem Schritt S168 zu berechnen, woraufhin das Programm zu dem Schritt S169 weitergeht.

$$TCYL = TI \times KTOTAL \times KCOM \quad (5)$$

[0122] Bei Schritt S169 wird der TCYL-Wert auf ein Ausgaberegister für die Kraftstoffeinspritzung durch die Kraftstoffeinspritzventile **106** zum richtigen Zeitpunkt eingestellt.

[0123] Fig. 21 zeigt Einzelheiten der Subroutine für die KCOM-Feststellverarbeitung, welche bei Schritt S167 in Fig. 20 ausgeführt wird. Der Luft-Kraftstoff-Sollverhältniskoeffizient KCOM ist proportional zu dem Reziprokwert des Luft-Kraftstoff-Sollverhältnisses, wobei sein Wert von „1,0" dem stöchiometrischen Luft-Kraftstoff-Verhältnis entspricht.

[0124] Zuerst wird bei einem Schritt S171 festgestellt, ob das Magerung-Kennzeichen FLEAN „1" annimmt oder nicht. Wenn FLEAN = 0 zutrifft, was bedeutet, dass der Magerungsbetrieb der Kraftmaschine nicht erlaubt ist, wird der Luft-Kraftstoff-Sollverhältniskoeffizient KCOM bei einem Schritt S172 auf „1,0" gesetzt, worauf das Programm beendet wird.

[0125] Wenn bei Schritt S171 FLEAN = 1 zutrifft, wird bei einem Schritt S173 festgestellt, ob das Unterstützung-Ausführung-Kennzeichen FASSISTON

„1" annimmt oder nicht. Wenn FASSISTON = 1 zutrifft, wird eine KCOML2-Tabelle entsprechend der Unterstützungsmenge des Traktionsmotors **3**, d.h. der Motorleistung MOTORPOWER gelesen, um einen Magerungs-Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis-Koeffizienten KCOML2 festzustellen, welcher für den Unterstützungsmodus des Traktionsmotors **3** (< 1,0) bei einem Schritt S174 geeignet ist. Die KCOML2-Tabelle wird z.B. wie in Fig. 22 gezeigt, so gesetzt, dass, wenn die Unterstützungsmenge (MOTORPOWER) zunimmt, das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des der Kraftmaschine **1** zugeführten Gemisches magerer wird.

[0126] Bei dem folgenden Schritt S175 wird der Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis-Korrekturkoeffizient KCOM auf den bei Schritt S174 festgestellten KCOML2-Wert gesetzt, worauf das Programm beendet wird.

[0127] Wenn bei Schritt S173 FASSISTON = 0 zutrifft, was bedeutet, dass die Unterstützung des Traktionsmotors **3** nicht ausgeführt wird, wird bei einem Schritt S176 festgestellt, ob das Leerlaufkennzeichen FIDLE „1" annimmt oder nicht. Wenn FIDLE = 0 zutrifft, was bedeutet, dass die Kraftmaschine nicht im Leerlauf ist, wird ein Magerungs-Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis-Koeffizient KCOML1 (< 1,0) bei einem Schritt S177 entsprechend der Kraftmaschinendrehzahl NE und dem Einlassrohr-Absolutdruck PBA festgestellt und der Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis-Koeffizient KCOM wird bei einem Schritt S178 auf den KCOML1-Wert gesetzt, worauf das Programm beendet wird.

[0128] Wenn bei dem Schritt S176 FILDE = 1 zutrifft, was bedeutet, dass die Kraftmaschine im Leerlauf ist, wird bei einem Schritt S179 festgestellt, ob das Leerlaufregenerationskennzeichen FIDLEREG „1" annimmt oder nicht. Wenn FIDLEREG = 0 zutrifft, was bedeutet, dass die Regeneration von elektrischer Energie durch den Traktionsmotor **3** nicht ausgeführt wird, wird der Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis-Koeffizient KCOM bei einem Schritt S182 auf einen vorbestimmten Leerlauf-Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis-Koeffizienten gesetzt, worauf das Programm beendet wird. Wenn bei Schritt S179 FIDLEREG = 1 zutrifft, was bedeutet, dass die Regeneration ausgeführt wird, wird bei einem Schritt S180 ein Magerungs-Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis-Koeffizient KCOMIDLREG, d.h. der Regenerationsmodus des Traktionsmotors **3** während des Leerlaufs des Fahrzeugs **1** (z.B. entsprechend A/F = ungefähr 22,0) festgestellt und der Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis-Koeffizient KCOM wird auf den KCOMIDLREG-Wert gesetzt, worauf das Programm beendet wird. Es sollte bemerkt werden, dass der KCOMIDLREG-Wert als Funktion der Regenerationsmenge der elektrischen Energie durch den Traktionsmotor **3** gesetzt werden kann.

[0129] Indem somit das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des der Kraftmaschine zugeführten Gemisches auf einen magereren Wert als den stöchiometrischen Wert während der Leerlaufregeneration gesetzt wird, ist es möglich das Verhältnis der spezifischen Wärmen zu verbessern und den Wärmeverlust zu reduzieren, wodurch sich die Kraftstoffökonomie der Kraftmaschine **1** verbessert.

[0130] Fig. 27A und Fig. 27B sind Schaubilder, welche zur Erklärung der Magerungswirkungen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des Gemisches während der Ausführung der Unterstützung der Kraftmaschine **1** durch den Traktionsmotor **3** bei Schritten S173 bis 175 dienen. Jede Figur zeigt bremsspezifische Kraftstoffverbrauchscharakteristiken (BSFC). Fig. 27A zeigt einen Fall, in welchem die Kraftmaschine mit dem auf einen stöchiometrischen Wert gesetzten Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Gemisch betrieben wird, wohingegen Fig. 27B einen Fall zeigt, in welchem die Kraftmaschine mit einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis betrieben wird, das auf einen magereren Wert als der stöchiometrische Wert gesetzt ist.

[0131] In allen Figuren stellt die Abszisse die Kraftmaschinendrehzahl NE und die Ordinate die Motorleistung (ps; metrische Pferdestärke) dar. L1 bis L5 bezeichnen jeweils eine Kurve, entlang welcher die Kraftstoffverbrauchsrate konstant ist. Z.B. ist auf einer Kurve L2 die Kraftstoffverbrauchsrate 220 g/psh. g/psh stellt eine Einheit der Kraftstoffverbrauchsrate dar, d.h. eine Kraftstoffverbrauchsmenge (Gramm) pro ps und Stunde. Wie aus den Figuren deutlich wird, verbessert sich die Kraftstoffökonomie je mehr sich die Kraftmaschinendrehzahl NE und Motorleistung dem Zentrum jedes charakteristischen Diagramms nähern.

[0132] Wenn der Traktionsmotor **3** keine Unterstützung ausübt und die Kraftmaschinen-Betriebsbedingung einem Punkt A1 (NE = 1500 U/min und Motorleistung = 10ps) auf der Kurve L2 entspricht, beträgt der Kraftstoffverbrauch pro Stunde 220 g/ps × 10 ps = 2200 g/h. Wenn die Unterstützung des Traktionsmotors **3** durch 3,7 Kilowatt geliefert wird, wird die von der Kraftmaschine geforderte Leistung 5 ps, so dass der Betriebspunkt der Kraftmaschine **1** in der Figur sich zu einem Punkt A2 auf der Kurve L3 bewegt. In diesem Zustand beträgt der Kraftstoffverbrauch pro Stunde 300g/psh × 5 ps = 1500 g/h, was bedeutet, dass der Kraftstoffverbrauch um 700 g/h reduziert ist im Vergleich ohne Unterstützung des Traktionsmotors **3**. Die Effektivität der Kraftmaschine (Kraftstoffverbrauchsrate) verschlechtert sich jedoch von 220 g/psh auf 300 g/psh.

[0133] Wenn weiterhin die Kraftmaschinen-Betriebsbedingung ohne Unterstützung des Traktionsmotors 3 einem Punkt B1 entspricht (NE = 3500 U/min und Kraftmaschinenleistung = 47ps), beträgt

der Kraftstoffverbrauch pro Stunde 195 g/psh × 47 ps = 9165 g/h. Wenn die Unterstützung des Traktionsmotors **3** durch 16 Kilowatt bereitgestellt ist, bewegt sich der Betriebspunkt der Kraftmaschine **1** in der Figur zu einem Punkt B2 auf der Kurve L2, was bedeutet, dass der Kraftstoffverbrauch pro Stunde 220 g/psh × 25 ps = 5500 g/h beträgt. Deshalb reduziert sich der Kraftstoffverbrauch pro Stunde um 3665 g/h, aber die Effektivität der Kraftmaschine (Kraftstoffverbrauchsrate) verschlechtert sich von 195 g/psh auf 220 g/psh.

[0134] In Anbetracht der obengenannten Schwierigkeiten der verschlechterten Effektivität der Kraftmaschine wird gemäß der vorliegenden Ausführungsform das Luft-Kraftstoff-Verhältnis magerer, wenn die Kraftmaschine von dem Traktionsmotor **3** unterstützt wird, so dass der Betriebspunkt A2 auf der Kurve L3 in Fig. 27A sich zu einem Punkt A3 auf einer Kurve L5 in Fig. 27B bewegt, wohingegen der Betriebspunkt B2 auf der Kurve L2 in Fig. 27A sich zu einem Punkt B3 auf einer Kurve L4 in Fig. 27B bewegt. Bei dem Betriebspunkt A3 in Fig. 27B beträgt der Kraftstoffverbrauch pro Stunde 240 g/psh × 5 ps = 1200 g/h, was bedeutet, dass sich die Kraftstoffökonomie weiterhin um 300 g/h verbessert, selbst im Vergleich zum Betriebspunkt A2 in Fig. 27A. Die Effektivität der Kraftmaschine (Kraftstoffverbrauchsrate) verbessert sich von 300 g/psh auf 240 g/psh. Weiterhin beträgt beim Betriebspunkt B3 in Fig. 27B der Kraftstoffverbrauch pro Stunde 200 g/psh × 25 ps = 5000 g/p, was bedeutet, dass sich die Kraftstoffökonomie weiterhin um 500 g/h verbessert. Die Effektivität der Kraftmaschine (Kraftstoffverbrauchsrate) verbessert sich von 220 g/psh auf 200 g/psh, da eine Magerung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses zur Verbesserung des Verhältnisses der spezifischen Wärmen, Reduktion des Kühlverlustes usw. beiträgt.

[0135] Weiterhin wird entsprechend der vorliegenden Ausführungsform der Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis-Koeffizient KCOML2 während des Magerungsbetriebs der Kraftmaschine entsprechend der Unterstützungsmenge des Traktionsmotors **3** gesetzt. Dadurch kann das Magerungs-Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis so gesetzt werden, dass es Kontrolle über den Anstieg der Drehzahl der Kraftmaschine **1** durch die Unterstützung des Traktionsmotors **3** ausübt, wodurch es möglich ist, die Magerungsgrenze des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses höher zu setzen (d.h. die Kraftmaschine **1** kann noch magerer betrieben werden).

[0136] Fig. 23 zeigt eine Subroutine für die DBW-Steuerungsverarbeitung, d.h. Verarbeitung zum Steuern der Drosselventilöffnung, welche bei Schritt S135 in Fig. 18 ausgeführt wird.

[0137] Zuerst wird bei einem Schritt S191 festgestellt, ob das Leerlaufkennzeichen FIDLE „1" annimmt oder nicht. Wenn FIDLE = 1 zutrifft, was bedeutet, dass die Kraftmaschine im Leerlauf ist, wird bei einem Schritt S192 festgestellt, ob das Leerlauf-Regenerationskennzeichen FIDLEREG „1" annimmt oder nicht. Wenn FIDLEREG = 0 zutrifft, was bedeutet, dass die Regeneration von elektrischer Energie nicht ausgeführt wird, wird eine Drosselventil-Sollöffnung θTHO auf einen vorbestimmten Wert θTHIDL für den normalen Leerlaufbetrieb der Kraftmaschine bei einem Schritt S195 gesetzt, worauf das Programm zu einem Schritt S201 weitergeht.

[0138] Wenn bei einem Schritt S192 FIDLEREG = 1 zutrifft, wird eine Drosselventil-Sollöffnung θTHIDLREG für die Leerlaufregeneration festgestellt. Insbesondere wird die Sollöffnung θTHIDLREG durch Lesen einer θTHIDLREG-Tabelle festgestellt, welche z.B. wie in Fig. 24 gezeigt, so gesetzt ist, dass, wenn der Absolutwert |REGPOWER| der Regenerationsmenge REGPOWER zunimmt, der θTHIDLREG-Wert entsprechend der Regenerationsmenge REGPOWER zunimmt. Wenn weiterhin das Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis auf das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis gesetzt wird, werden Werte verwendet, die zur Steuerung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses auf das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis geeignet sind. Wenn dagegen das Luft-Kraftstoff-Sollverhältnis auf einen magereren Wert als das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis gesetzt wird, werden die Werte verwendet, die zur Steuerung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses auf das magerere Luft-Kraftstoff-Verhältnis geeignet sind. Dann wird die Drosselventil-Sollöffnung θTHO bei Schritt S194 auf den θTHIDLREG-Wert gesetzt, worauf das Programm zu Schritt S201 weitergeht.

[0139] Wenn somit die Leerlaufregeneration ausgeführt wird, steigt die Einlassluftmenge, um hierdurch zu ermöglichen, dass kinetische Energie in einer Menge erzeugt wird, die für die Regeneration von elektrischer Energie durch den Traktionsmotor **3** erforderlich ist.

[0140] Fig. 28 zeigt die Änderungen der Kraftmaschinen-Betriebsparameter vor und nach Beginn der Leerlaufregeneration. Durch Ausführen der obigen Schritte S192 bis S194 steigen die Einlassluftmenge und der Einlassrohr-Absolutdruck PBA und durch Ausführen der Schritte S179 bis S181 in Fig. 21 ändert sich das Luft-Kraftstoff-Verhältnis z.B. auf einen Wert von A/F = ungefähr 22,0. Dadurch kann das Verhältnis der spezifischen Wärmen verbessert werden und der Wärmeverlust reduziert werden, wodurch sich die Kraftstoffökonomie der Kraftmaschine verbessert.

[0141] Wenn andererseits FIDLE = 0 bei Schritt S191 zutrifft, was bedeutet, dass die Kraftmaschine nicht im Leerlauf ist, wird bei einem Schritt S196 fest-

gestellt, ob das Kraftstoff-Unterbrechung-Kennzeichen FFC „1" annimmt oder nicht. Wenn FFC = 1 zutrifft, was bedeutet, dass die Kraftstoffunterbrechung ausgeführt wird, wird die Drosselventil-Sollöffnung θTHO auf einen weit geöffneten Drosselventilwert θTHWOT gesetzt, welcher angenommen wird, wenn das Drosselventil bei Schritt S200 im wesentlichen geöffnet ist. Dadurch wird verhindert, dass Einlassluft einen Widerstand aufgrund eines vollkommen geschlossenen Zustands des Drosselventils **103** erfährt, um einen erhöhten Pumpverlust zu bewirken und somit die Regeneration von elektrischer Energie durch den Traktionsmotor **3** gefördert, wodurch die kinetische Energie des Fahrzeugs effektiv in elektrische Energie umgewandelt wird.

[0142] Wenn bei Schritt S196 FFC = 0 zutrifft, was bedeutet, dass die Kraftstoffunterbrechung nicht ausgeführt wird, wird eine Basis-Drosselventilöffnung θTHM gemäß der Beschleunigungspedalöffnung θAP und der Kraftmaschinen-Drehzahl NE bei Schritt S198 festgestellt und eine Subroutine für die θTHO Berechnungsverabeitung, gezeigt in Fig. 25, wird bei einem Schritt S199 ausgeführt, worauf das Programm zu Schritt S201 weitergeht.

[0143] Bei Schritt S201 wird die Drosselventil-Sollöffnung θTHO und die detektierte Drosselventilöffnung θTH auf die folgende Gleichung (6) angewandt, um hierdurch einen Betätigungsorgan-Befehlswert θTHCOM zu berechnen:

$$\theta THCOM = \theta THO - \theta TH \quad (6)$$

[0144] Die Drosselventilöffnung θTH in dieser Gleichung kann durch einen kumulativen Befehlswert θTHP ersetzt werden, welcher ein kumulativer Wert der Befehlswerte θTHCOM ist, welche dem Drosselventilbetätigungsorgan **105** zugeführt werden (θTHP = direkt vorhergehender θTHP-Wert + direkt vorhergehender θTHCOM-Wert).

[0145] Der berechnete Befehlswert θTHCOM wird bei Schritt S202 auf das Ausgaberegister gesetzt, woraufhin das Programm beendet wird.

[0146] Fig. 25 zeigt Details der Subroutine für die θTHO-Berechnungsverarbeitung, die bei dem Schritt S199 in Fig. 23 ausgeführt wird.

[0147] Zuerst werden bei einem Schritt S211 die Korrekturterme zum Korrigieren der Drosselventilöffnung θTH in Abhängigkeit der entsprechenden Kraftmaschinen-Betriebsparameter zusammengezählt, um hierdurch einen Gesamtkorrekturterm θTHK zu berechnen. Dann wird bei einem Schritt S212 festgestellt, ob das Höherrate-Fahrtregenerationskennzeichen FHCRUREG „1" annimmt oder nicht. Wenn FHCRUREG = 1 zutrifft, was bedeutet, dass die Höherrate-Fahrtregeneration ausgeführt wird, wird ein Höherrate-Fahrtregenerations-abhängiger Korrekturterm θTHHCRU festgestellt. Insbesondere wird der Höherrate-Fahrtregenerations-abhängige Korrekturterm θTHHCRU durch Lesen einer θTHHCRU-Tabelle festgestellt, welche z.B. wie in **Fig.** 26 gezeigt, so gesetzt ist, dass, wenn der Absolutwert |REGPOWER| der Regenerationsmenge REGPOWER zunimmt, der θTHHCRU-Wert entsprechend der Regenerationsmenge REGPOWER zunimmt.

[0148] Bei dem folgenden Schritt S214 wird der Gesamtkorrekturterm θTHK durch Addieren des Höherrate-Fahrtregenerations-abhängigen Korrekturterms θTHHCRU zu dem Gesamt-Korrekturterm θTHK korrigiert, welcher bei Schritt S211 festgestellt wird, und dann geht das Programm weiter zu einem Schritt S218.

[0149] Wenn bei dem Schritt S212 FHCRUREG = 0 zutrifft, wird bei einem Schritt S215 festgestellt, ob das Niederrate-Fahrtregenerationskennzeichen FLCRUREG „1" annimmt oder nicht. Wenn FLCRUREG = 0 zutrifft, was bedeutet, dass die Niederrate-Fahrtregeneration nicht ausgeführt wird, springt das Programm zu Schritt S218, wohingegen, wenn FLCRUREG = 1 zutrifft, was bedeutet, dass die Niederrate-Fahrtregeneration ausgeführt wird, wird ein Niederrate-Fahrtregenerations-abhängiger Korrekturterm θTHLCRU durch Lesen einer θTHLCRU-Tabelle, gezeigt in **Fig.** 26, in Kombination mit der θTHLCRU-Tabelle gelesen. Der Niederrate-Fahrtregeneration-abhängige Korrekturterm θTHLCRU wird so gesetzt, dass, wenn der Absolutwert |REGPOWER| der Regenerationsmenge REGPOWER zunimmt, der θTHLCRU-Wert zunimmt, wobei jeder θTHLCRU-Wert kleiner als ein entsprechender θTHHCRU-Wert für einen identischen Wert des Absolutwerts |REGPOWER| ist.

[0150] Bei dem folgenden Schritt S217 wird der Niedrigrate-Fahrtregenerationsterm θTHLCRU zu dem bei Schritt S211 berechneten Gesamtkorrekturterm θTHK addiert, um den Gesamtkorrekturterm θTHK zu korrigieren, und dann geht das Programm zu dem Schritt S218 weiter.

[0151] Bei dem Schritt S218 werden die Basis-Drosselventilöffnung θTHM und der Gesamtkorrekturterm θTHK auf die folgende Gleichung (7) angewandt, um hierdurch die Drosselventil-Sollöffnung θTHO zu berechnen, worauf das Programm beendet wird:

$$\theta THO = \theta THM + \theta THK \quad (7)$$

[0152] Die Erfindung ist nicht auf die oben beschriebene Ausführungsform beschränkt, sondern es können verschiedene Modifikationen und Variationen davon ausgeführt werden, z.B. kann als elektrische Energie-Speichereinrichtung ein Kondensator mit einer großen elektrostatischen Kapazität in Kombination

mit oder anstelle der Speicherbatterie **14** verwendet werden.

[0153] Weiterhin kann die Erfindung bei einer Kraftmaschine angewandt werden, welche anstelle des Drosselventils **103** des sogenannten DBW-Typs ein Drosselventil eines gewöhnlichen Typs verwendet, welches mechanisch mit dem Beschleunigungspedal verbunden ist. In einem solchen Fall kann die Einlassluftmenge in Abhängigkeit der Regenerationsmenge der elektrischen Energie durch Steuerung eines in einem das Drosselventil umgehenden Bypassdurchgang gesteuert werden. Bei einer Kraftmaschine mit mit Solenoiden angetriebenen Einlassventilen (nicht angetrieben durch einen Nockenmechanismus sondern durch ein Solenoid) kann die Einlassluftmenge durch Ändern der Ventilöffnungsperiode der Einlassventile gesteuert werden. Wenn weiterhin FFC = 1 zutrifft, d.h., wenn die Kraftstoffzufuhr der Kraftmaschine unterbrochen ist, ist es bevorzugt, dass die Steuerventile in dem Bypassdurchgang oder die Solenoidangetriebenen Einlassventile so gesteuert werden, dass die Einlassluftmenge auf das Maximum steigt (Verarbeitung entsprechend Schritt S200 in Fig. 23).

[0154] Obwohl bei der vorliegenden Ausführungsform, wenn FCH = 0 zutrifft, d.h. wenn Wiederaufladen der Speicherbatterie nicht zulässig ist oder wenn die Temperatur TD des Schutzwiderstands der PDU **13** höher ist als der vorbestimmte Wert TDF, wird weiterhin die Regeneration der elektrischen Energie blockiert (Regenerationsmenge = 0) (Schritte S61, S62, S63 und S71 in Fig. 12), was jedoch nicht einschränkend ist, sondern die Regenerationsmenge kann auf einen sehr kleinen Wert gesetzt werden.

[0155] Weiterhin kann das Getriebe **4** durch ein Getriebe mit variabler Geschwindigkeit ersetzt werden, welches das Getriebereduktionsverhältnis unbeschränkt ändern kann. In diesem Fall wird das Getriebereduktionsverhältnis nicht durch Detektieren der Getriebeposition GP festgestellt, sondern durch Detektieren eines Verhältnisses der Drehzahl einer nachgeordneten Welle zu der der Antriebswelle des Getriebes mit variabler Geschwindigkeit. Dann ist es bevorzugt, dass das in Fig. 10 gezeigte MOTORPOWER-Kennfeld und ein LCRUREG-Kennfeld und ein HCRUREG-Kennfeld, welche nicht gezeigt sind, für jeden der vorbestimmten Bereiche des Getriebereduktionsverhältnisses vorgesehen werden können oder dass Werte von diesen Kennfeldern mit einem Koeffizienten in Abhängigkeit des Getriebereduktionsverhältnisses multipliziert werden können.

Patentansprüche

1. Steuersystem für ein Hybridfahrzeug mit einer Kraftmaschine mit innerer Verbrennung, einer von der Kraftmaschine angetriebenen Antriebswelle, einem mit elektrischer Energie betriebenen Motor mit einer Unterstützungsfunktion zum Antreiben der Antriebswelle und einer Regenerationsfunktion zum Umwandeln von kinetischer Energie der Antriebswelle in elektrische Energie, und einer elektrischen Speichereinrichtung zum Liefern von elektrischer Energie an den Motor und zum Speichern einer von dem Motor gelieferten elektrischen Energie, wobei das Steuersystem aufweist:
eine Restladung-Detektiereinrichtung zum Detektieren einer Restladungsmenge in der elektrischen Speichereinrichtung,
eine Kraftmaschine-Anforderungsleistung-Berechnungseinrichtung zum Berechnen einer geforderten Leistung der Kraftmaschine auf der Basis von Betriebsbedingungen der Kraftmaschine,
eine Fahrtwiderstand-Berechnungseinrichtung zum Berechnen des Fahrtwiderstands des Hybridfahrzeugs auf der Basis von Fahrtbedingungen des Hybridfahrzeugs, eine Kraftmaschine-Extraleistung-Berechnungseinrichtung zum Berechnen einer Extraleistung der Kraftmaschine auf der Basis der geforderten Leistung der Kraftmaschine, berechnet durch die Kraftmaschine-Anforderungsleistung-Berechnungseinrichtung, und des Fahrtwiderstands des Hybridfahrzeugs, berechnet durch die Fahrtwiderstand-Berechnungseinrichtung,
eine Sollleistung-Berechnungseinrichtung zum Berechnen einer Sollleistung des Motors auf der Basis der Extraleistung der Kraftmaschine, berechnet durch die Kraftmaschine-Extraleistung-Berechnungseinrichtung,
eine Betriebsmodus-Feststelleinrichtung zum Feststellen eines Betriebsmodus des Motors auf der Basis der Restladungsmenge in der elektrischen Speichereinrichtung, detektiert durch die Restladung-Detektiereinrichtung, und der Sollleistung des Motors, berechnet durch die Sollleistung-Berechnungseinrichtung, und
eine Steuereinrichtung zum Steuern einer Leistung von dem Motor auf der Basis des Betriebsmodus des Motors, festgestellt durch die Betriebsmodus-Feststelleinrichtung, und der Sollleistung des Motors, berechnet durch die Sollleistung-Berechnungseinrichtung, und
wobei der Betriebsmodus des Motors mindestens einen Unterstützung-Betriebsmodus zum Ausführen der Unterstützungsfunktion und einen Regeneration-Betriebsmodus zum Ausführen der Regenerationsfunktion beinhaltet, wobei die Betriebsmodus-Feststelleinrichtung den Betriebsmodus mindestens aus dem Unterstützung-Betriebsmodus und dem Regeneration-Betriebsmodus auswählt, gekennzeichnet durch Beinhalten einer Entladevermögen-Feststelleinrichtung zum Feststellen, ob ein Entladen von der elektrischen Speichereinrichtung zugelassen werden sollte, auf der Basis der Restladungsmenge in der elektrischen Speichereinrichtung, und wobei der Regeneration-Betriebsmodus des Motors einen ersten Modus, in welchem der Motor einen

elektrischen Strom in einer ersten vorbestimmten Menge erzeugt, wenn die Entladung von der elektrischen Speichereinrichtung zulässig ist, und einen zweiten Modus aufweist, in welchem der Motor eine elektrische Leistung in einer zweiten vorbestimmten Menge erzeugt, die größer ist als die erste vorbestimmte Menge, wenn die Entladung von der elektrischen Speichereinrichtung nicht zulässig ist.

2. Steuersystem nach Anspruch 1, wobei das Hybridfahrzeug Antriebsräder und eine Übertragung beinhaltet, die zwischen den Antriebsrädern und der Kraftmaschine und dem Motor angeordnet ist, wobei das Steuersystem eine Untersetzungsverhältnis-Detektiereinrichtung zum Detektieren eines Parameters, der ein Untersetzungsverhältnis der Übertragung darstellt, und eine Kraftmaschinendrehzahl-Detektiereinrichtung zum Detektieren der Drehzahl der Kraftmaschine aufweist, wobei die Sollleistung-Berechnungseinrichtung die Sollleistung des Motors auf der Basis der Extraleistung der Kraftmaschine berechnet, wobei der Parameter das von der Untersetzungsverhältnis-Detektiereinrichtung detektierte Untersetzungsverhältnis der Übertragung und die von der Kraftmaschinendrehzahl-Detektiereinrichtung detektierte Drehzahl der Kraftmaschine darstellt.

3. Steuersystem nach Anspruch 2, wobei die Kraftmaschine einen Einlassdurchgang und ein in dem Einlassdurchgang angeordnetes Drosselventil beinhaltet, wobei das Steuersystem eine Drosselventilöffnung-Detektiereinrichtung zum Detektieren der Öffnung des Drosselventils beinhaltet, wobei die Kraftmaschine-Anforderungsleistung-Berechnungseinrichtung die geforderte Leistung der Kraftmaschine auf der Basis der Drehzahl der Kraftmaschine, detektiert von der Kraftmaschinendrehzahl-Detektiereinrichtung, und der Drosselventilöffnung, detektiert von der Drosselventilöffnung-Detektiereinrichtung, berechnet.

4. Steuersystem nach Anspruch 2, wobei das Hybridfahrzeug ein Gaspedal beinhaltet, wobei das Steuersystem eine Gaspedalöffnung-Detektiereinrichtung zum Detektieren der Öffnung des Gaspedals entsprechend einer von dem Fahrer betätigten Gaspedalbewegung beinhaltet, wobei die Kraftmaschine-Anforderungsleistung-Berechnungseinrichtung die geforderte Kraftmaschinenleistung auf der Basis der von der Kraftmaschinendrehzahl-Berechnungseinrichtung detektierten Drehzahl der Kraftmaschine und der von der Gaspedalöffnung-Detektiereinrichtung detektierten Öffnung des Gaspedals berechnet.

5. Steuersystem nach Anspruch 2 mit einer Kraftmaschinendrehzahl-Detektiereinrichtung zum Detektieren der Drehzahl der Kraftmaschine, und wobei die Sollleistung-Berechnungseinrichtung die Sollleistung des Motors auf der Basis der Extraleistung der Kraftmaschine und der von der Kraftmaschinendrehzahl-Detektiereinrichtung detektierten Drehzahl der Kraftmaschine berechnet.

6. Steuersystem nach Anspruch 5 mit einer Fahrzeuggeschwindigkeit-Detektiereinrichtung zum Detektieren der Fahrtgeschwindigkeit des Hybridfahrzeugs, und wobei die Fahrtwiderstand-Berechnungseinrichtung den Fahrtwiderstand des Hybridfahrzeugs auf der Basis der Fahrtgeschwindigkeit des Hybridfahrzeugs, detektiert durch die Fahrzeuggeschwindigkeit-Detektiereinrichtung, berechnet, wobei die Kraftmaschine-Extraleistung-Berechnungseinrichtung die Extraleistung der Kraftmaschine durch Subtrahieren des Fahrtwiderstands des Hybridfahrzeugs von der geforderten Leistung der Kraftmaschine berechnet.

7. Steuersystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Beinhalten einer Ladevermögen-Feststelleinrichtung zum Feststellen, ob ein Laden der elektrischen Speichereinrichtung zugelassen werden sollte, auf der Basis der Restladungsmenge in der elektrischen Speichereinrichtung, wenn der Regeneration-Betriebsmodus gewählt ist, und wobei die Ladevermögen-Feststelleinrichtung das Laden der elektrischen Speichereinrichtung verhindert, wenn die elektrische Speichereinrichtung im Wesentlichen vollständig geladen ist, wobei der Betriebsmodus des Motors weiterhin einen Null-Leistungsmodus beinhaltet, in welchem die Leistung des Motors auf Null gesetzt ist, und wobei die Betriebsmodus-Feststelleinrichtung den Null-Leistungsmodus anstelle des Regeneration-Betriebsmodus wählt, wenn das Laden der elektrischen Speichereinrichtung durch die Ladevermögen-Feststelleinrichtung verhindert wird.

Es folgen 23 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

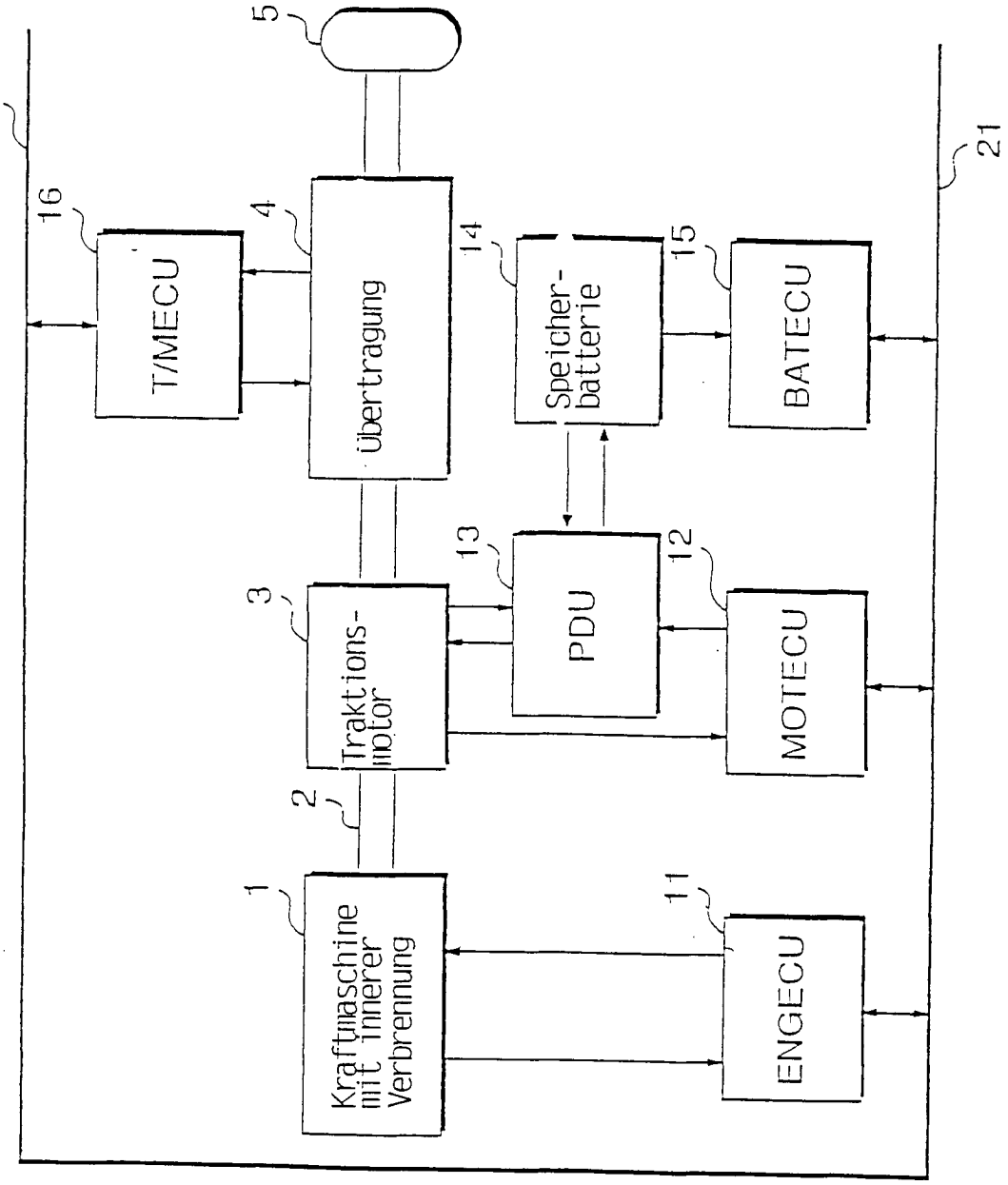


FIG.2

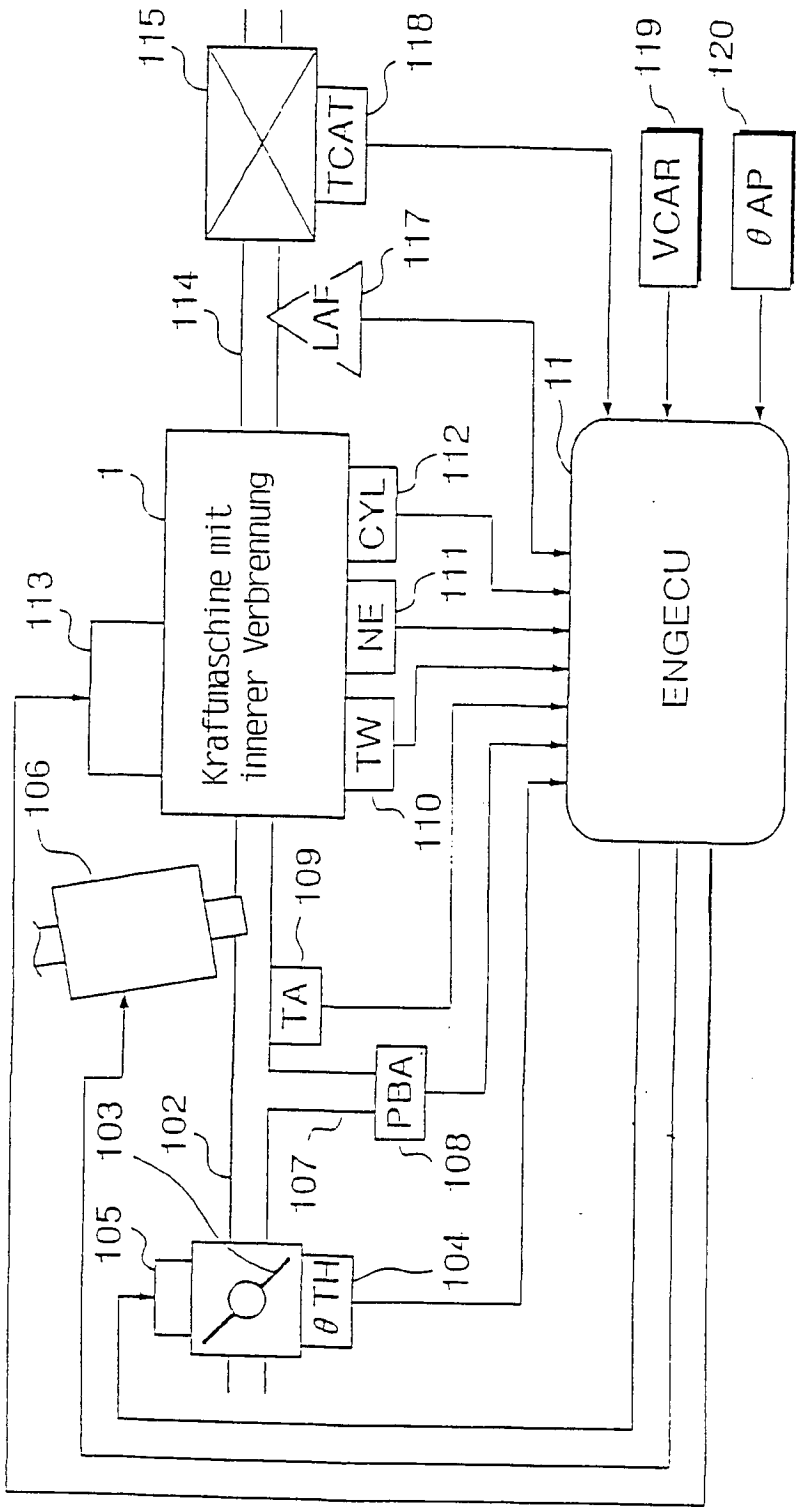

115
118
TCAT
119
VCAR
120
θ AP
117
LAF
114
11
1
Kraftmaschine mit innerer Verbrennung
CYL
112
NE
111
TW
110
ENGECU
113
106
109
TA
PBA
108
103
102
107
105
θ TH
104

FIG.3

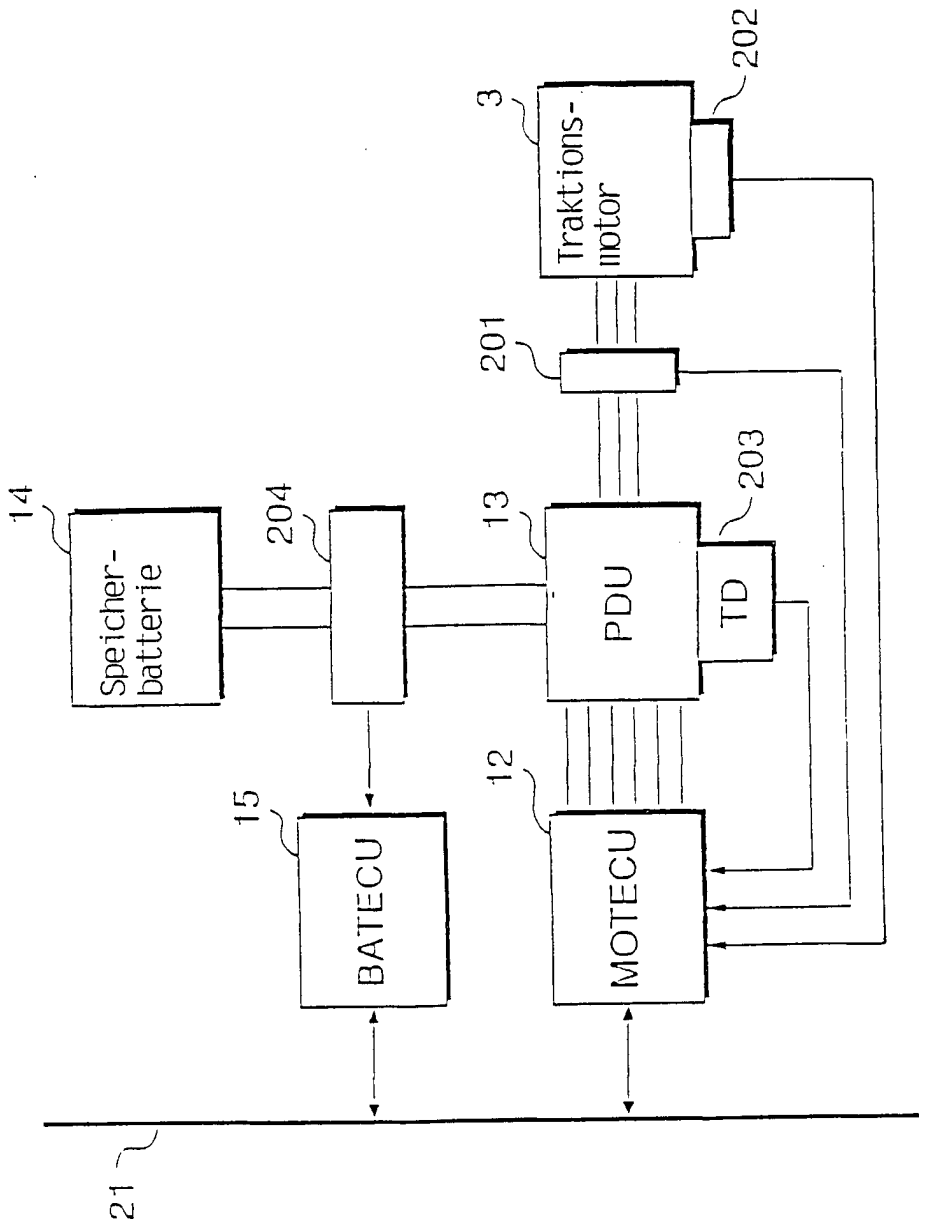

Speicher-
batterie
14
204
13
PDU
TD
203
201
3
Traktions-
motor
202
15
BATECU
12
MOTECU
21

FIG.4

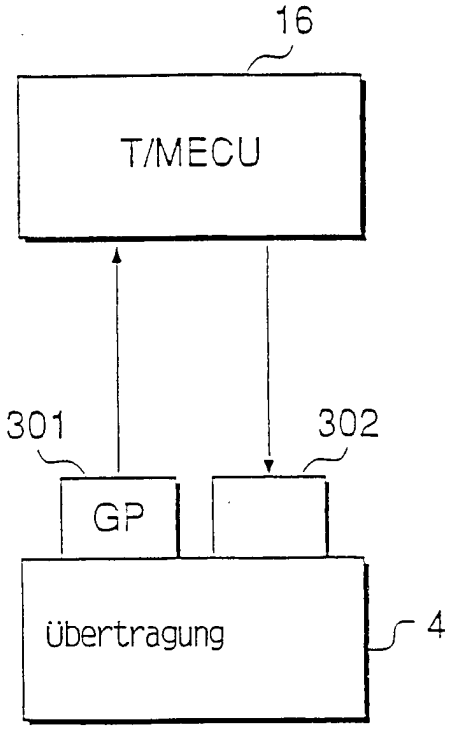

16
T/MECU
301
302
GP
Übertragung
4

FIG.6

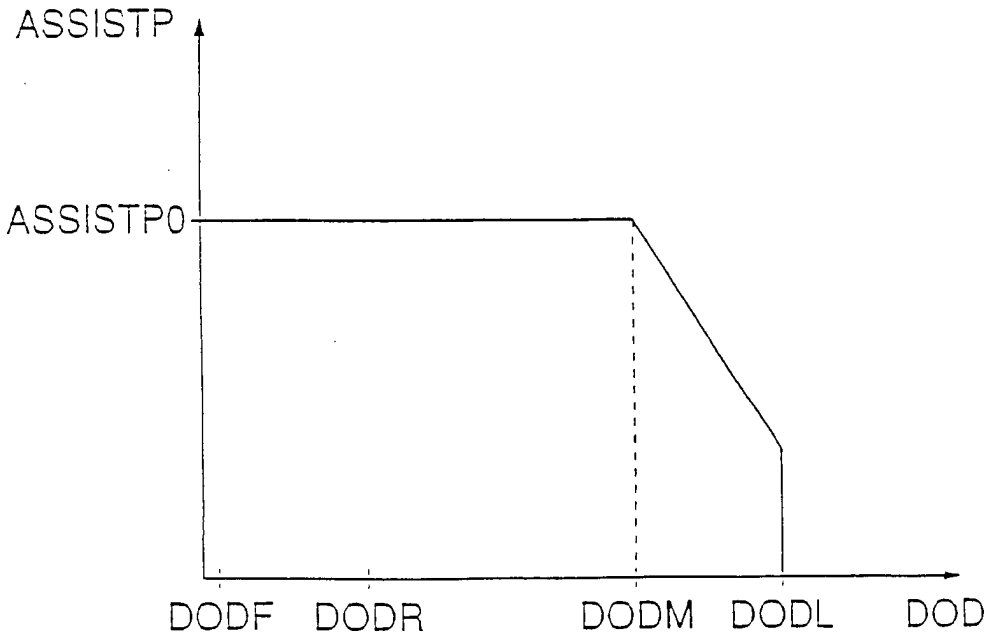

ASSISTP
ASSISTP0
DODF
DODR
DODM
DODL
DOD

FIG.5

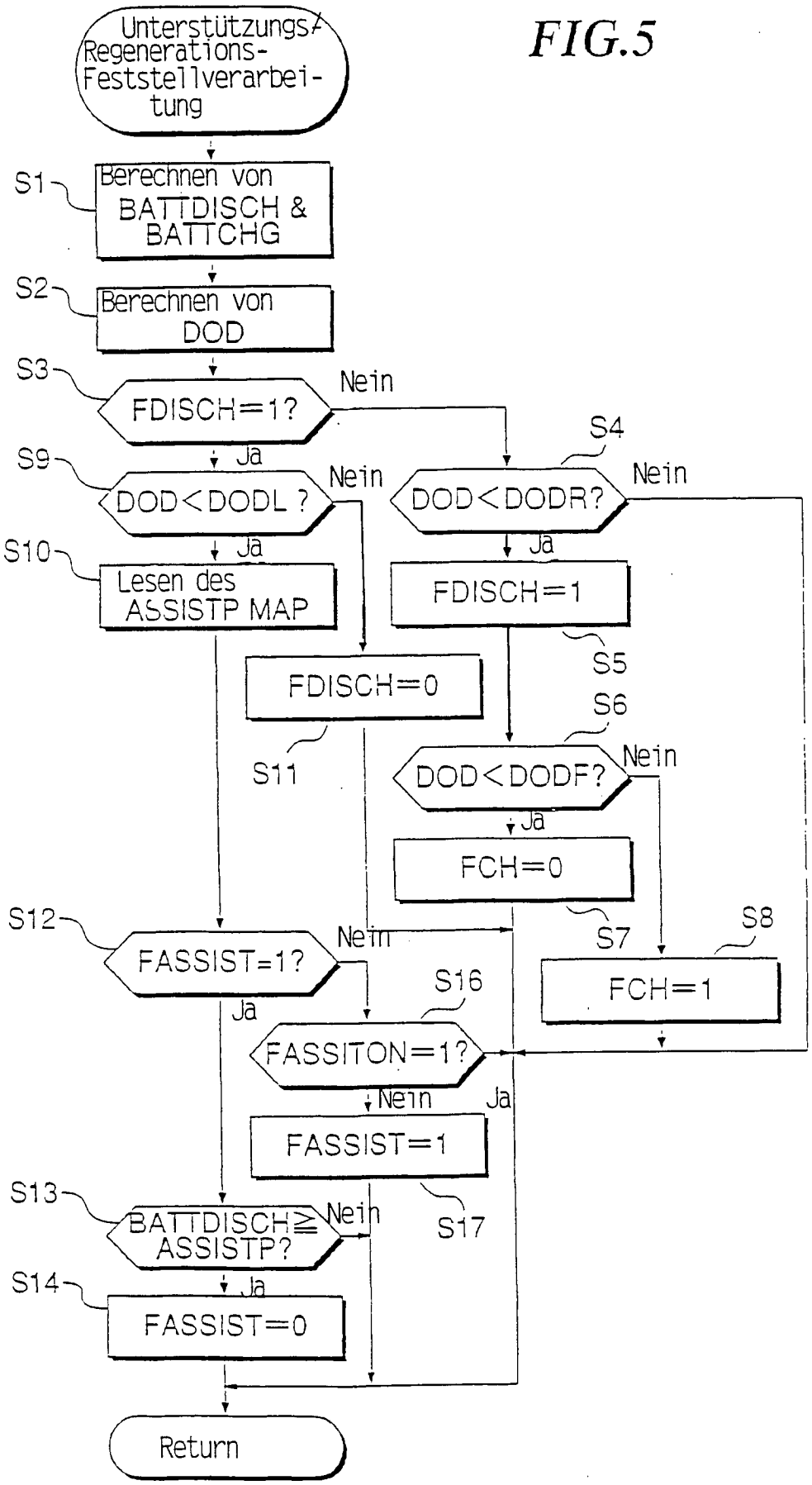

Unterstützungs/Regenerations-Feststellverarbeitung
S1
Berechnen von BATTDISCH & BATTCHG
S2
Berechnen von DOD
S3
FDISCH=1?
Nein
Ja
S4
DOD<DODR?
Nein
Ja
S9
DOD<DODL ?
Nein
Ja
S10
Lesen des ASSISTP MAP
FDISCH=1
S5
FDISCH=0
S6
S11
DOD<DODF?
Nein
Ja
FCH=0
S7
S8
FCH=1
S12
FASSIST=1?
Nein
Ja
S16
FASSITON=1?
Nein
Ja
FASSIST=1
S17
S13
BATTDISCH≧ ASSISTP?
Nein
Ja
S14
FASSIST=0
Return

FIG.7

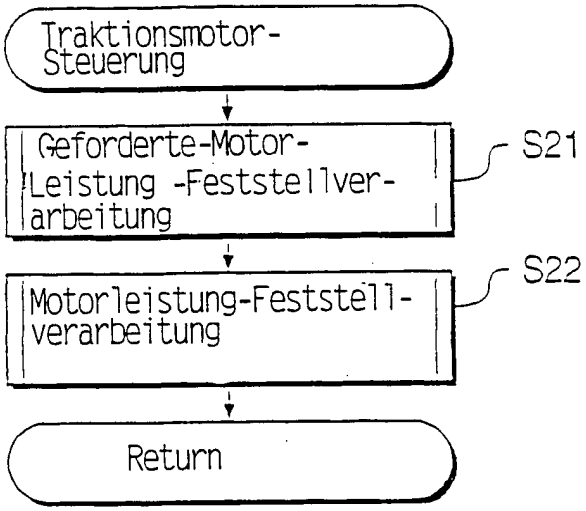

Traktionsmotor-Steuerung
Geforderte-Motor-Leistung -Feststellverarbeitung
S21
Motorleistung-Feststellverarbeitung
S22
Return

FIG.8

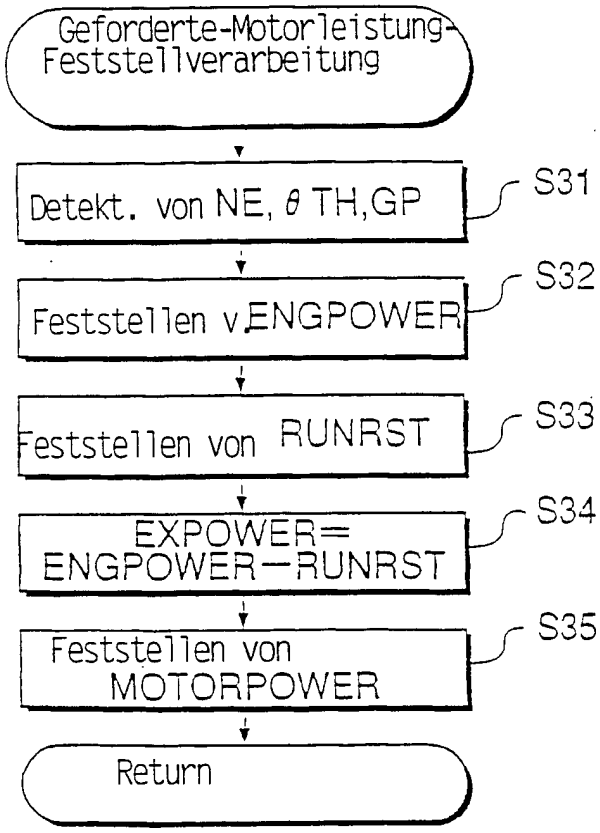

Geforderte-Motorleistung-Feststellverarbeitung
Detekt. von NE, θ TH,GP
S31
Feststellen v.ENGPOWER
S32
Feststellen von RUNRST
S33
EXPOWER= ENGPOWER−RUNRST
S34
Feststellen von MOTORPOWER
S35
Return

FIG.9

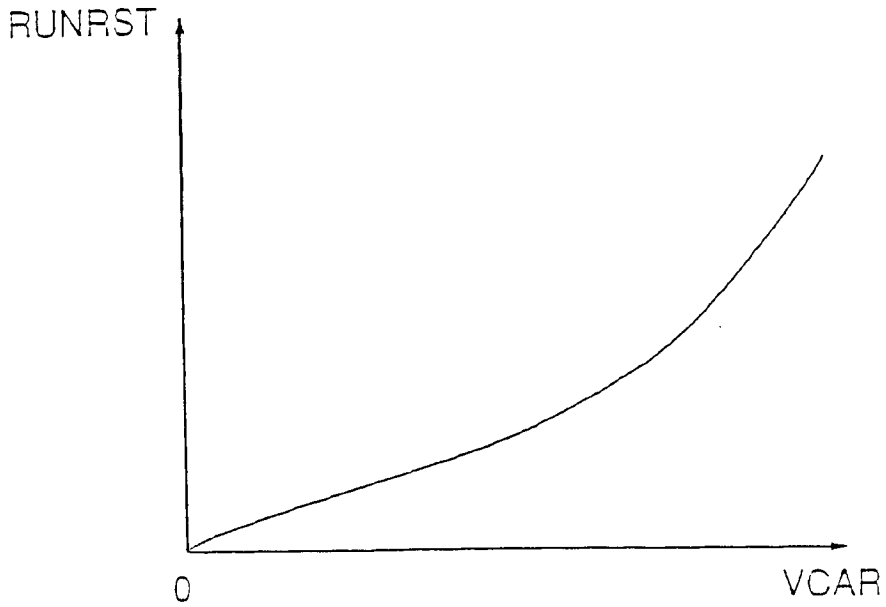

RUNRST
0
VCAR

FIG.10

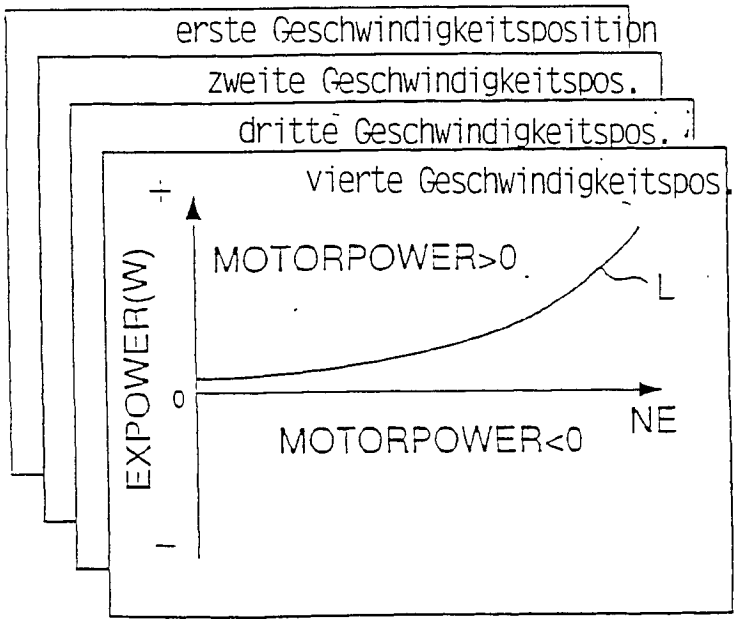

erste Geschwindigkeitsposition
zweite Geschwindigkeitspos.
dritte Geschwindigkeitspos.
vierte Geschwindigkeitspos.
+
EXPOWER(W)
0
−
MOTORPOWER>0
L
MOTORPOWER<0
NE

FIG.11

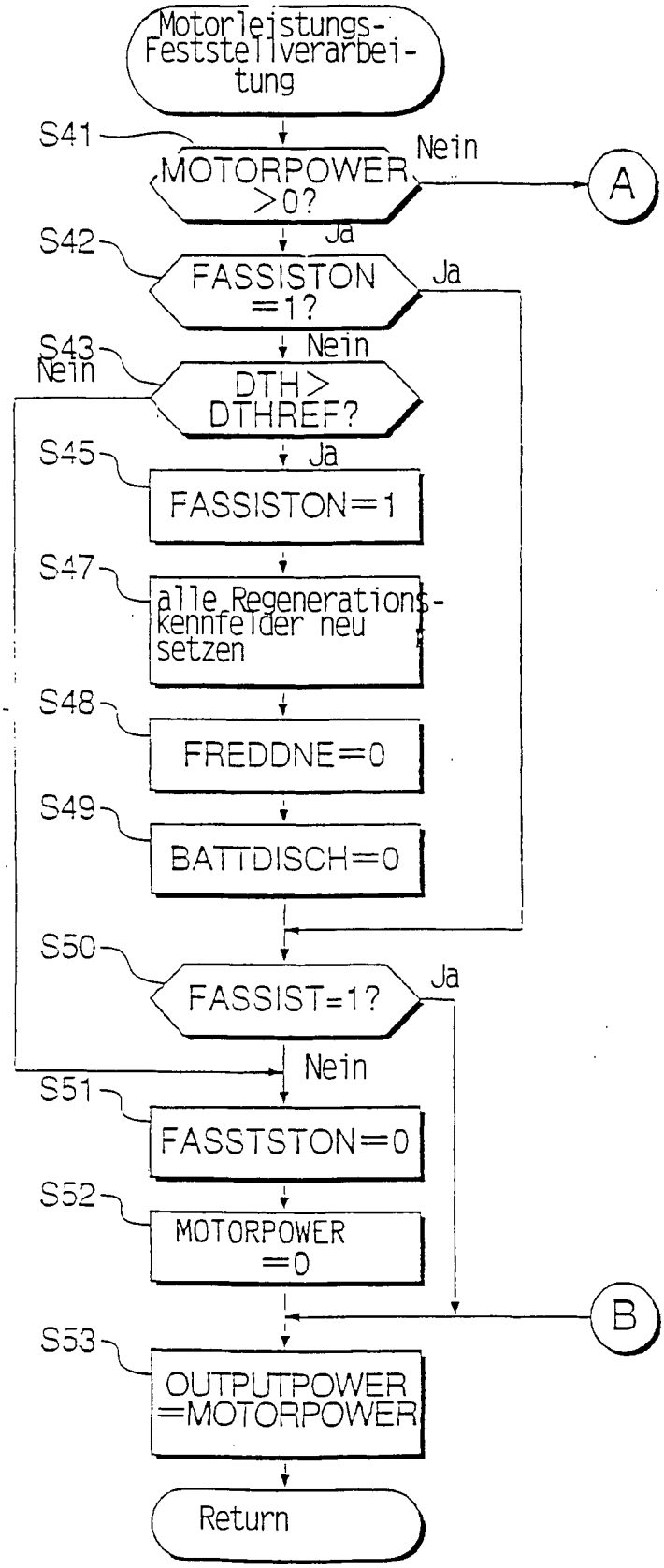

Motorleistungs-Feststellverarbeitung
S41
MOTORPOWER >0?
Nein
A
Ja
S42
FASSISTON =1?
Ja
Nein
S43
Nein
DTH> DTHREF?
Ja
S45
FASSISTON=1
S47
alle Regenerations-kennfelder neu setzen
S48
FREDDNE=0
S49
BATTDISCH=0
S50
FASSIST=1?
Ja
Nein
S51
FASSTSTON=0
S52
MOTORPOWER =0
B
S53
OUTPUTPOWER =MOTORPOWER
Return

FIG.12

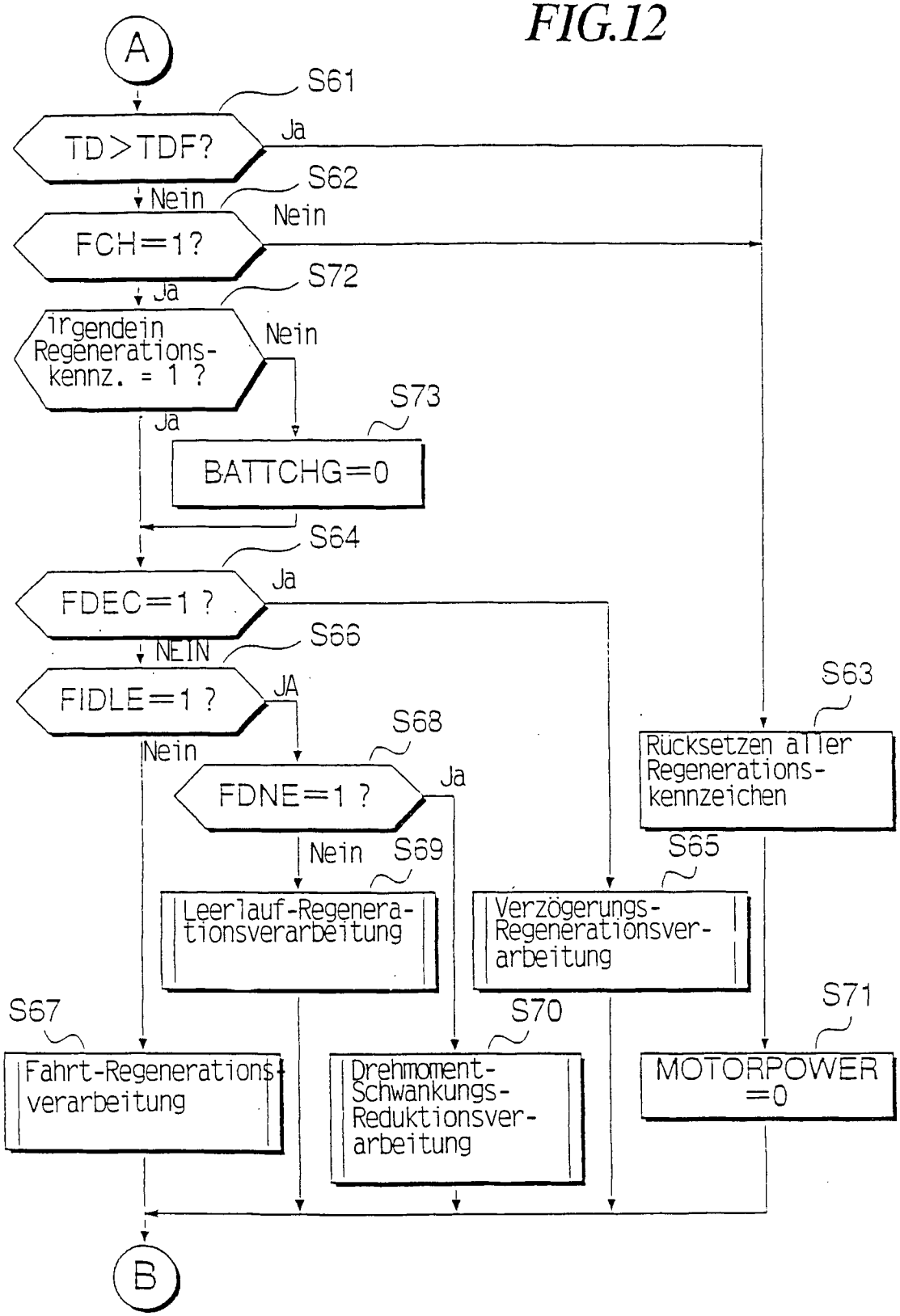

A
S61
TD>TDF?
Ja
Nein
S62
FCH=1?
Nein
Ja
S72
Irgendein Regenerations-kennz. = 1 ?
Nein
Ja
S73
BATTCHG=0
S64
FDEC=1 ?
Ja
NEIN
S66
FIDLE=1 ?
JA
Nein
S68
FDNE=1 ?
Ja
Nein
S69
Leerlauf-Regenera-tionsverarbeitung
S63
Rücksetzen aller Regenerations-kennzeichen
S65
Verzögerungs-Regenerationsver-arbeitung
S67
Fahrt-Regenerations-verarbeitung
S70
Drehmoment-Schwankungs-Reduktionsver-arbeitung
S71
MOTORPOWER =0
B

FIG.13

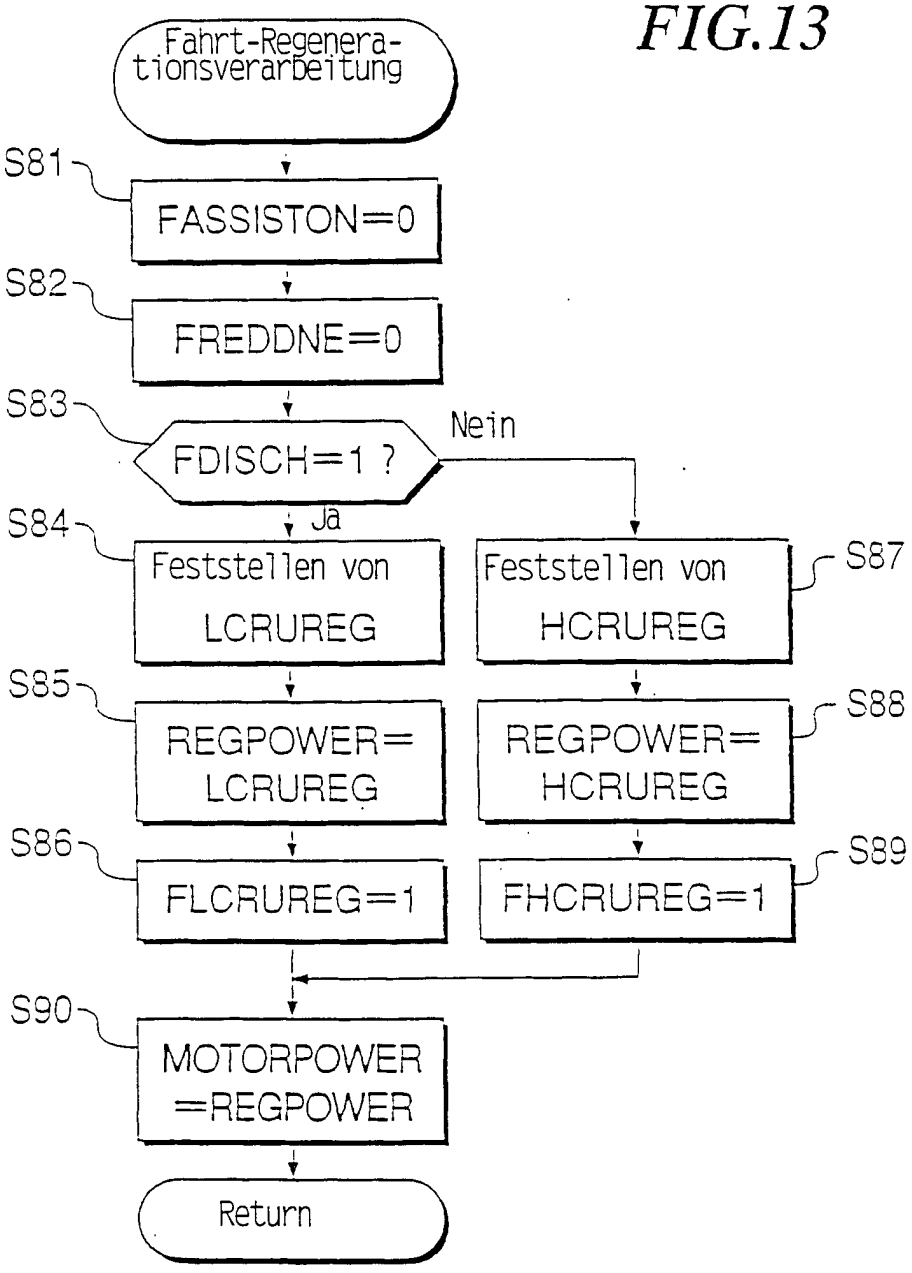

Fahrt-Regenera-tionsverarbeitung
S81
FASSISTON=0
S82
FREDDNE=0
S83
FDISCH=1 ?
Nein
Ja
S84
Feststellen von LCRUREG
S87
Feststellen von HCRUREG
S85
REGPOWER= LCRUREG
S88
REGPOWER= HCRUREG
S86
FLCRUREG=1
S89
FHCRUREG=1
S90
MOTORPOWER =REGPOWER
Return

FIG.14

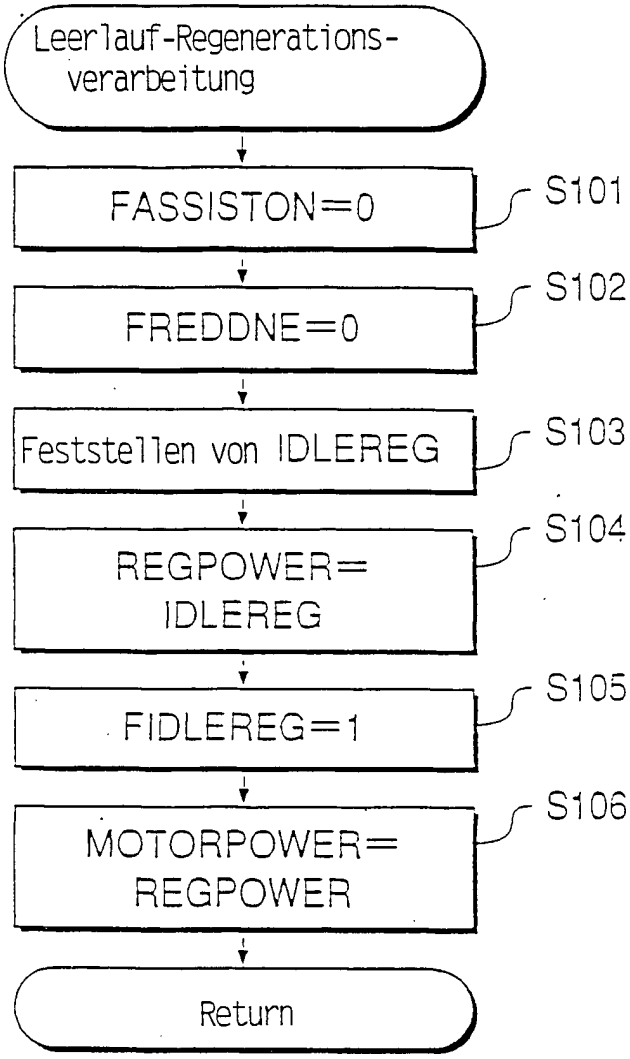

Leerlauf-Regenerations-verarbeitung
FASSISTON=0
S101
FREDDNE=0
S102
Feststellen von IDLEREG
S103
REGPOWER= IDLEREG
S104
FIDLEREG=1
S105
MOTORPOWER= REGPOWER
S106
Return

FIG.15

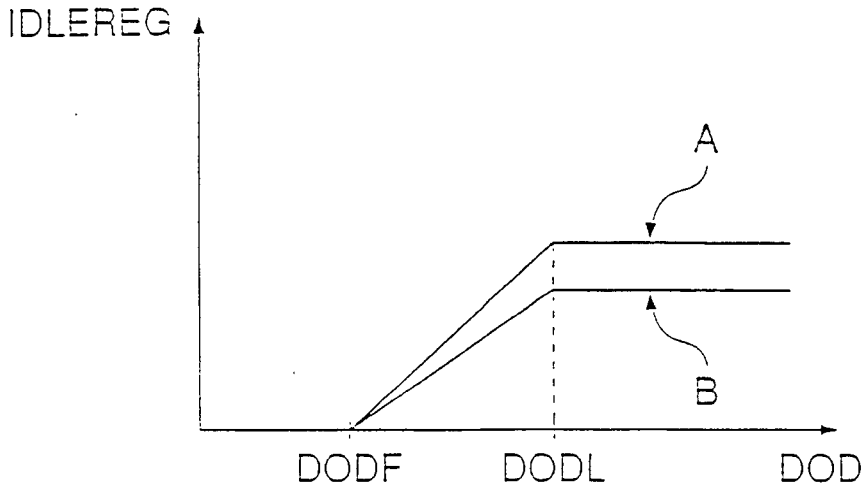


FIG.22

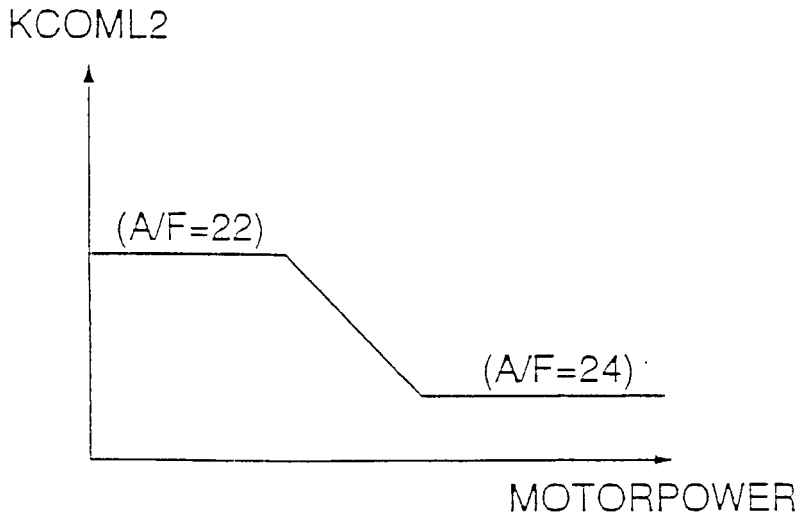


FIG.16

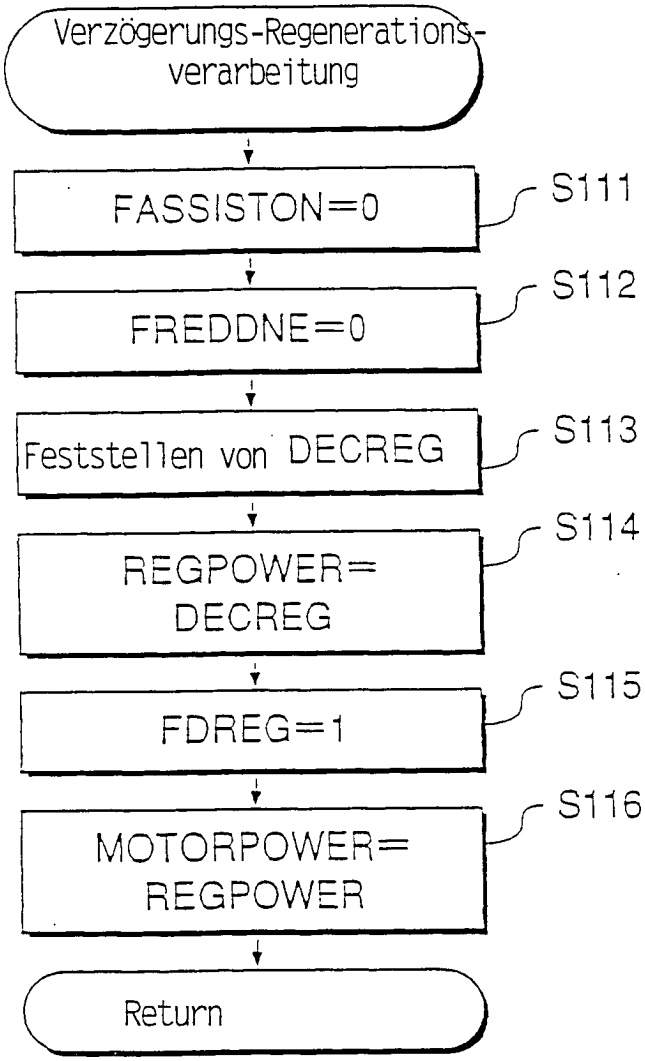

Verzögerungs-Regenerations-verarbeitung
FASSISTON=0
S111
FREDDNE=0
S112
Feststellen von DECREG
S113
REGPOWER= DECREG
S114
FDREG=1
S115
MOTORPOWER= REGPOWER
S116
Return

FIG.17

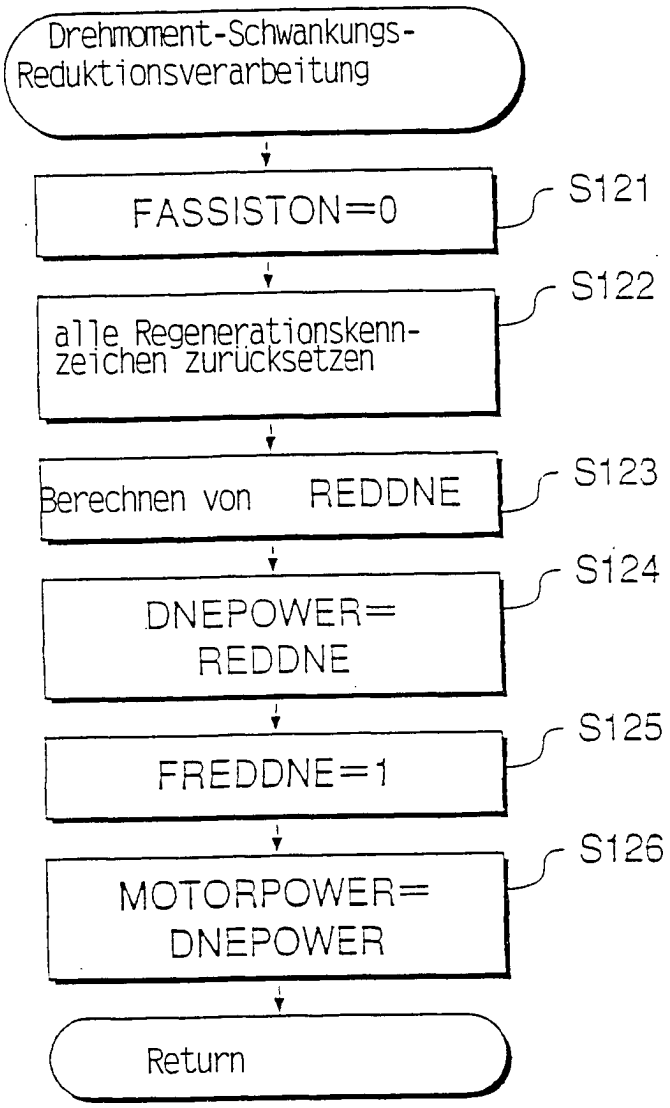

Drehmoment-Schwankungs-Reduktionsverarbeitung
FASSISTON=0
S121
alle Regenerationskenn-zeichen zurücksetzen
S122
Berechnen von REDDNE
S123
DNEPOWER= REDDNE
S124
FREDDNE=1
S125
MOTORPOWER= DNEPOWER
S126
Return

FIG.18

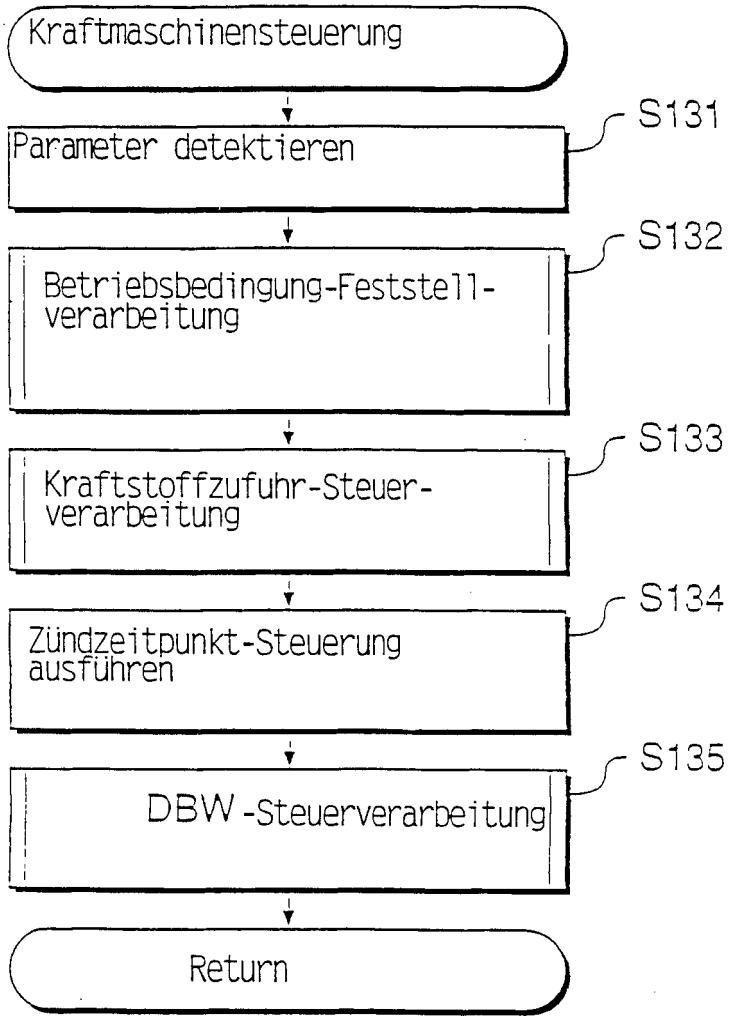

Kraftmaschinensteuerung
Parameter detektieren
S131
Betriebsbedingung-Feststell-verarbeitung
S132
Kraftstoffzufuhr-Steuer-verarbeitung
S133
Zündzeitpunkt-Steuerung ausführen
S134
DBW-Steuerverarbeitung
S135
Return

FIG.19

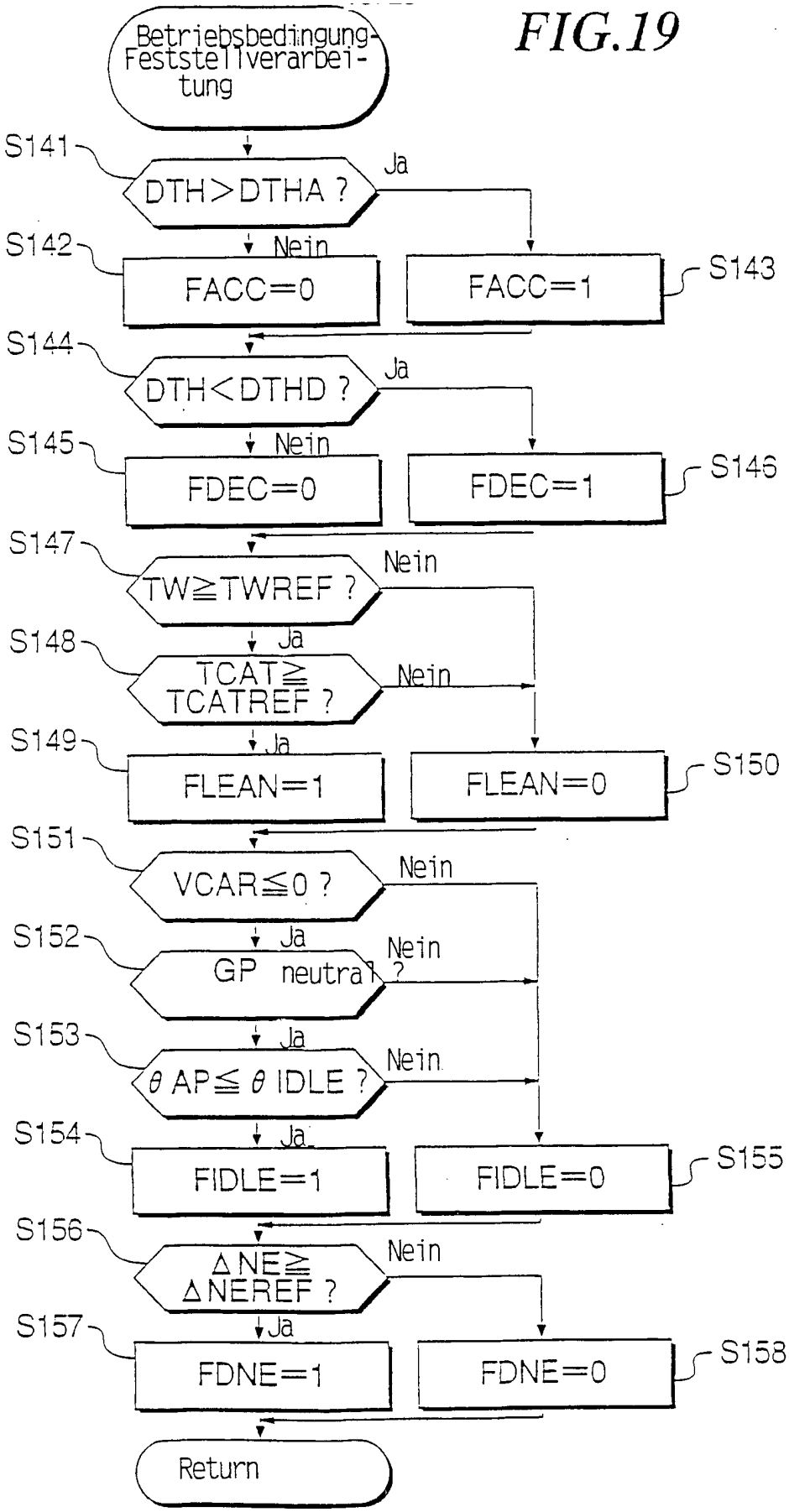

Betriebsbedingung-Feststellverarbeitung
S141
DTH>DTHA ?
Ja
Nein
S142
FACC=0
FACC=1
S143
S144
DTH<DTHD ?
Ja
Nein
S145
FDEC=0
FDEC=1
S146
S147
TW≧TWREF ?
Nein
Ja
S148
TCAT≧ TCATREF ?
Nein
Ja
S149
FLEAN=1
FLEAN=0
S150
S151
VCAR≦0 ?
Nein
Ja
S152
GP neutral ?
Nein
Ja
S153
θAP≦θIDLE ?
Nein
Ja
S154
FIDLE=1
FIDLE=0
S155
S156
ΔNE≧ ΔNEREF ?
Nein
Ja
S157
FDNE=1
FDNE=0
S158
Return

FIG.20

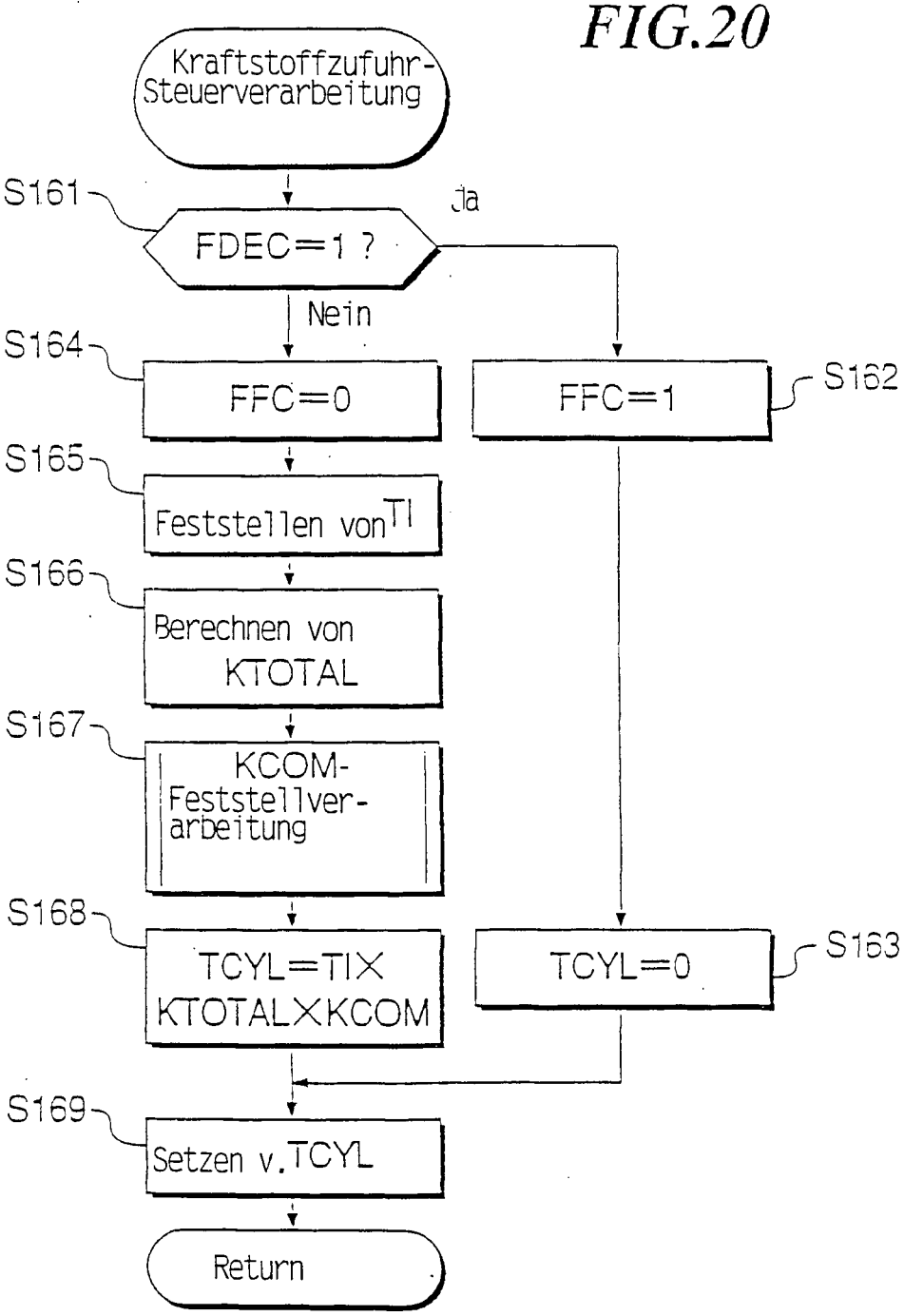

Kraftstoffzufuhr-Steuerverarbeitung
S161
FDEC=1 ?
Ja
Nein
S164
FFC=0
FFC=1
S162
S165
Feststellen von TI
S166
Berechnen von KTOTAL
S167
KCOM-Feststellver-arbeitung
S168
TCYL=TI×KTOTAL×KCOM
TCYL=0
S163
S169
Setzen v.TCYL
Return

FIG.21

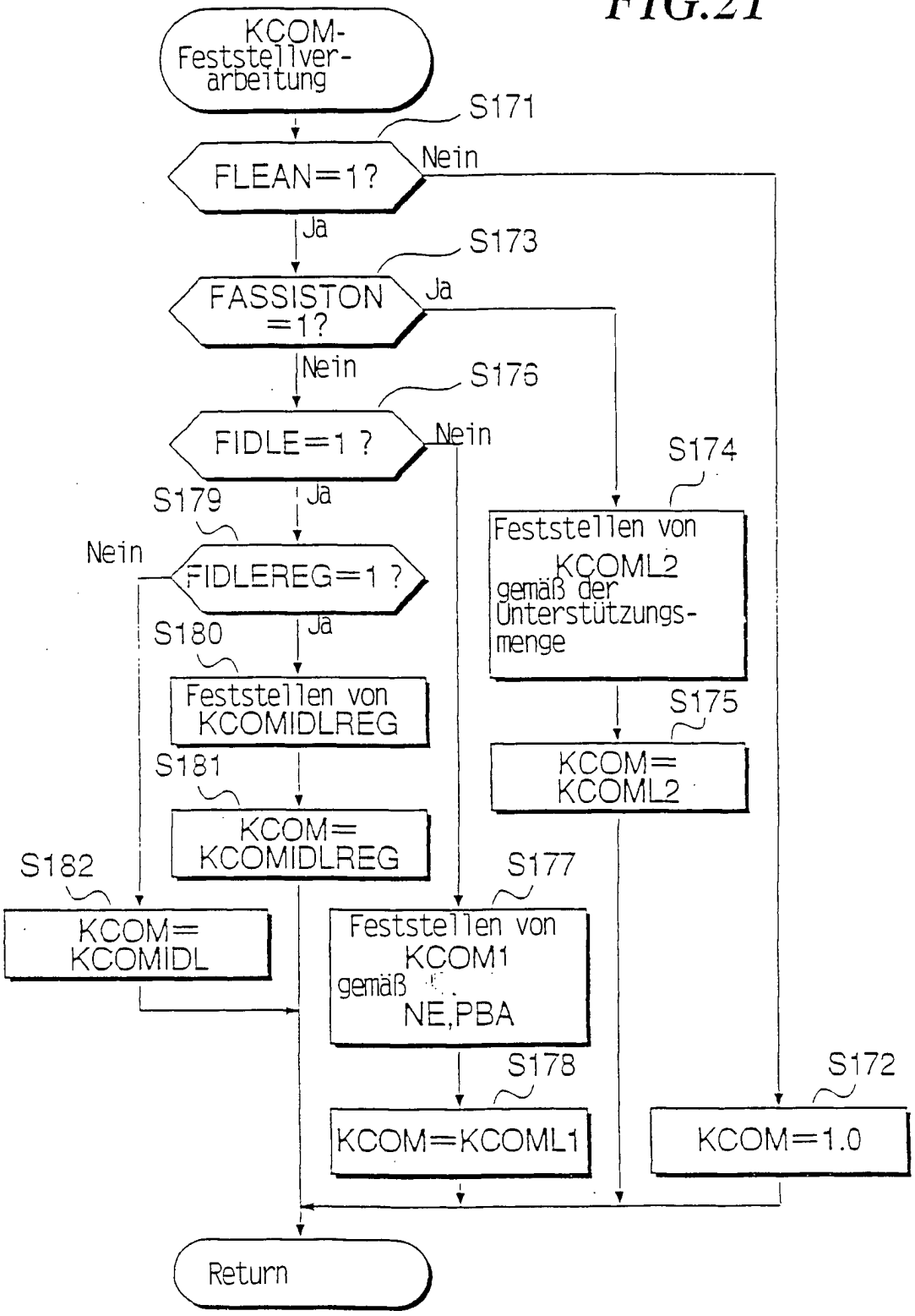

KCOM-Feststellverarbeitung
S171
FLEAN=1?
Nein
Ja
S173
FASSISTON=1?
Ja
Nein
S176
FIDLE=1 ?
Nein
S174
S179
Ja
Feststellen von KCOML2 gemäß der Unterstützungsmenge
Nein
FIDLEREG=1 ?
S180
Ja
Feststellen von KCOMIDLREG
S175
S181
KCOM= KCOML2
KCOM= KCOMIDLREG
S182
S177
KCOM= KCOMIDL
Feststellen von KCOM1 gemäß NE,PBA
S178
S172
KCOM=KCOML1
KCOM=1.0
Return

FIG.23

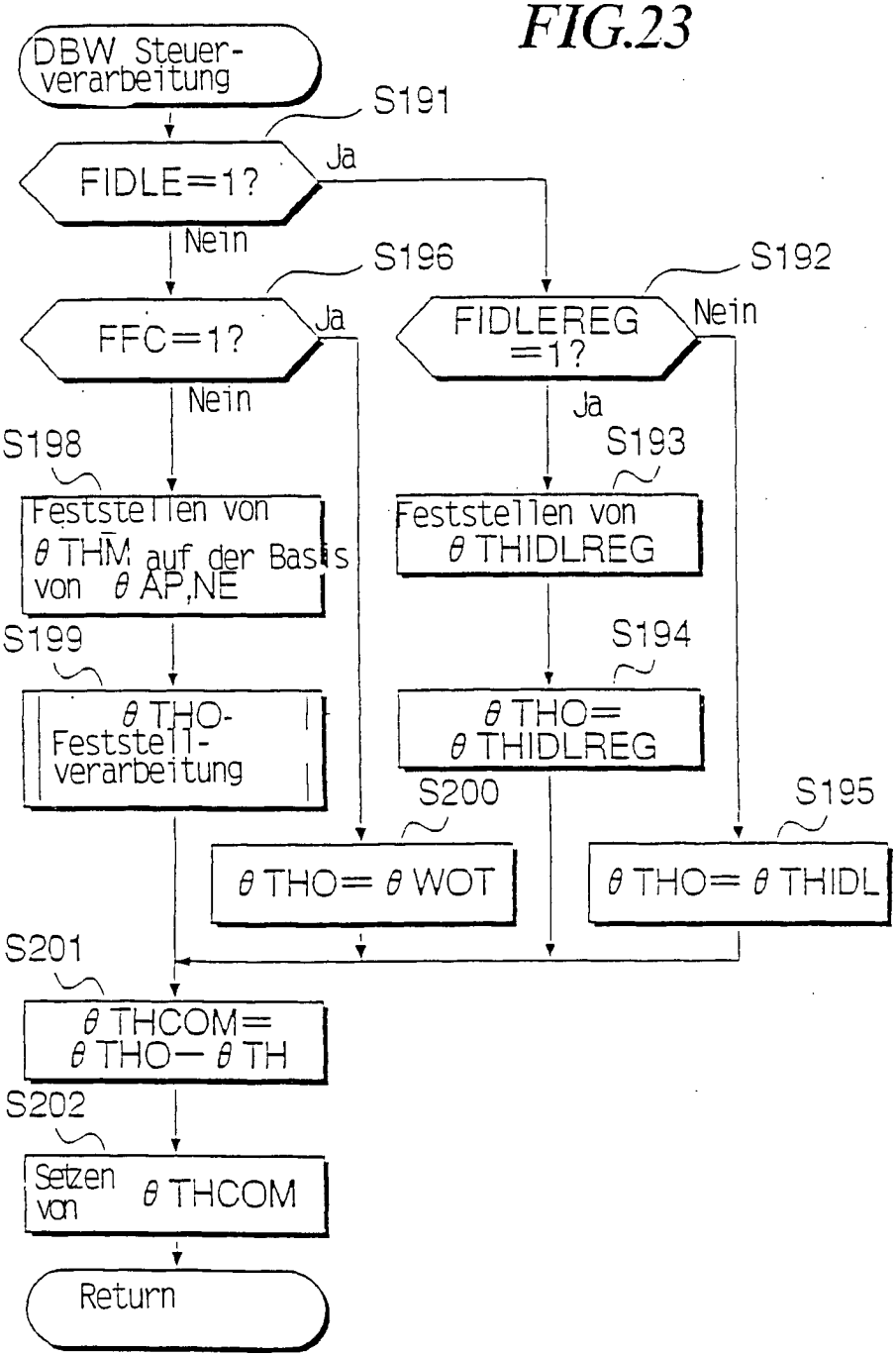

DBW Steuer-verarbeitung
S191
FIDLE=1?
Ja
Nein
S196
FFC=1?
Ja
Nein
S192
FIDLEREG =1?
Nein
Ja
S198
Feststellen von θ THM auf der Basis von θ AP,NE
S193
Feststellen von θ THIDLREG
S199
θ THO-Feststell-verarbeitung
S194
θ THO= θ THIDLREG
S200
θ THO= θ WOT
S195
θ THO= θ THIDL
S201
θ THCOM= θ THO− θ TH
S202
Setzen von θ THCOM
Return

FIG.24

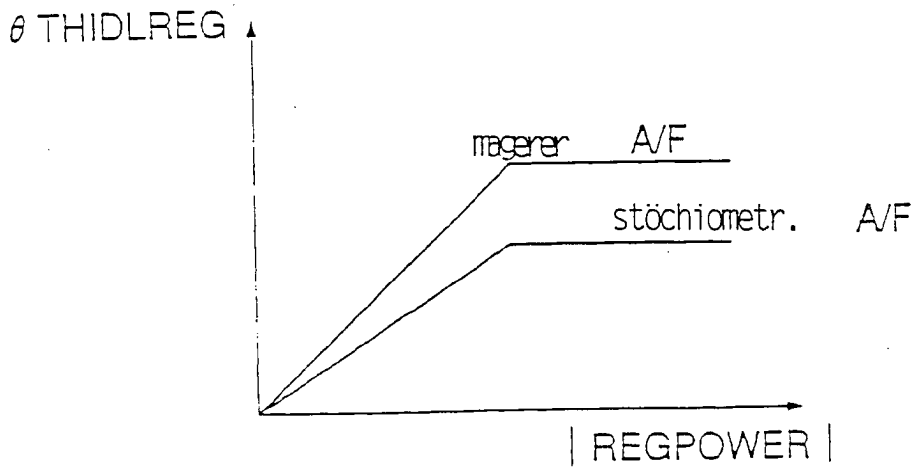

θ THIDLREG
magerer A/F
stöchiometr. A/F
| REGPOWER |

FIG.26

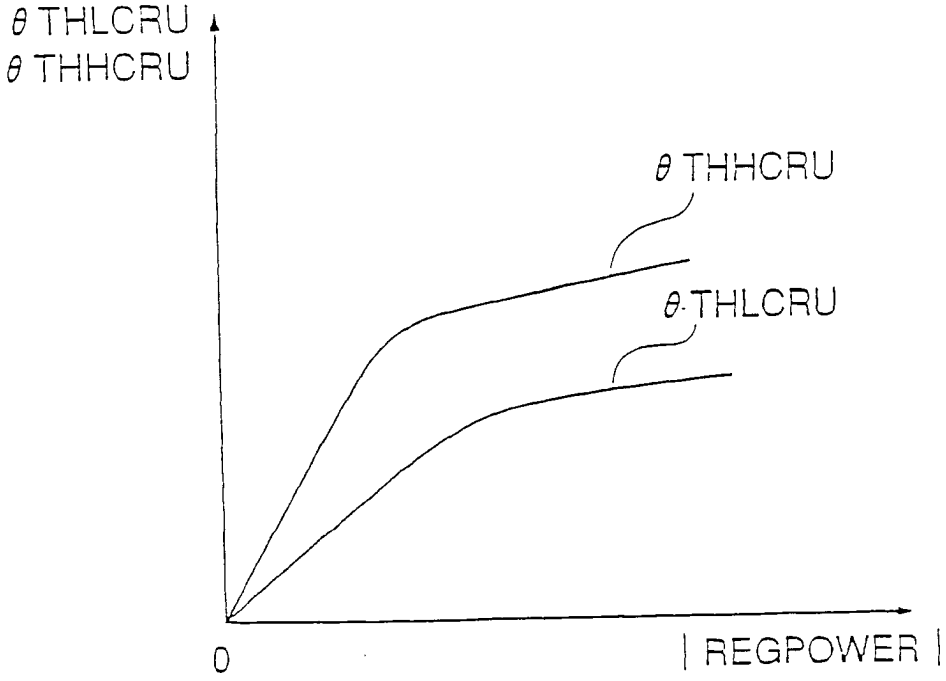

θ THLCRU
θ THHCRU
θ THHCRU
θ THLCRU
0
| REGPOWER |

FIG.25

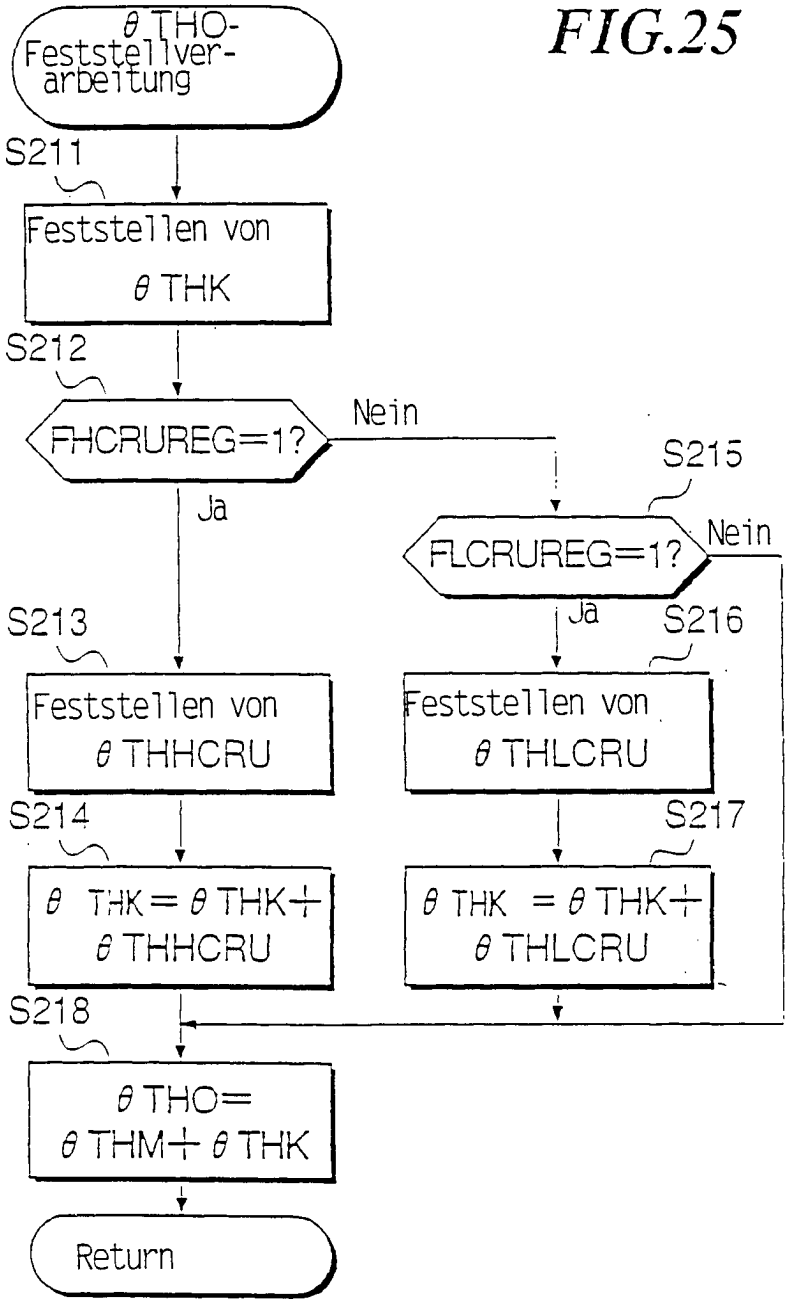

θ THO-Feststellver-arbeitung
S211
Feststellen von θ THK
S212
FHCRUREG=1?
Nein
Ja
S215
FLCRUREG=1?
Nein
Ja
S213
Feststellen von θ THHCRU
S216
Feststellen von θ THLCRU
S214
θ THK = θ THK + θ THHCRU
S217
θ THK = θ THK + θ THLCRU
S218
θ THO = θ THM + θ THK
Return

FIG.27A

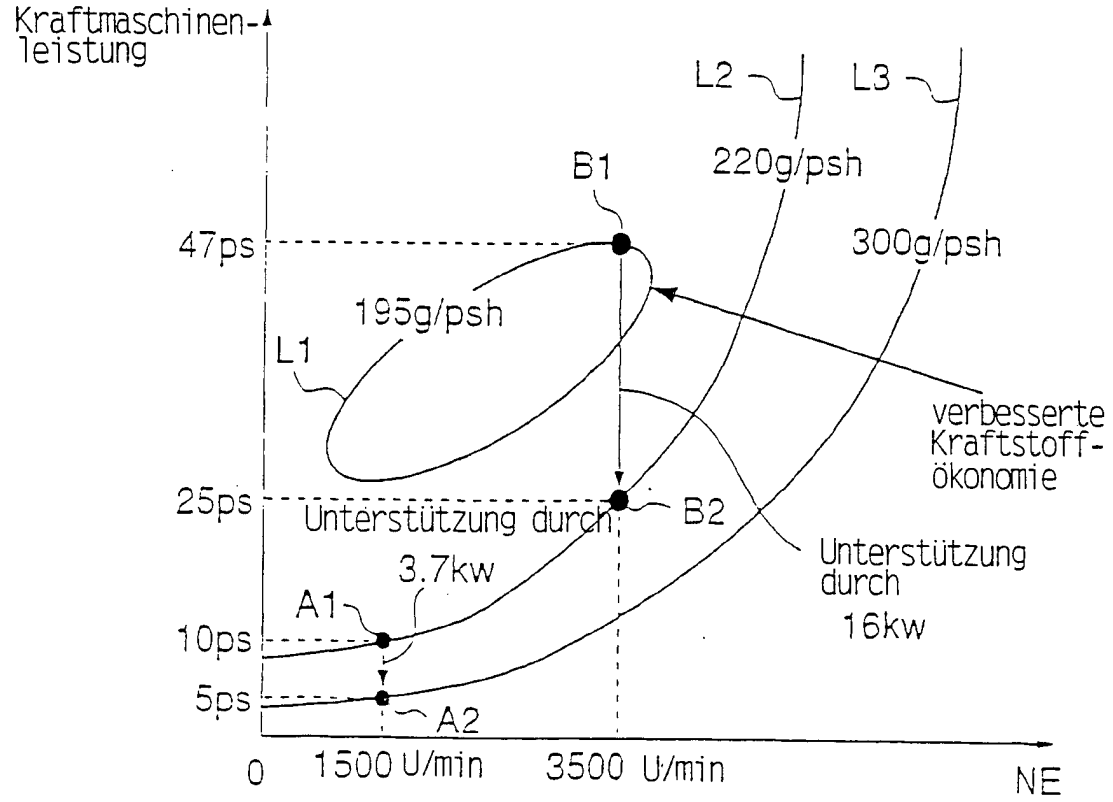


FIG.27B

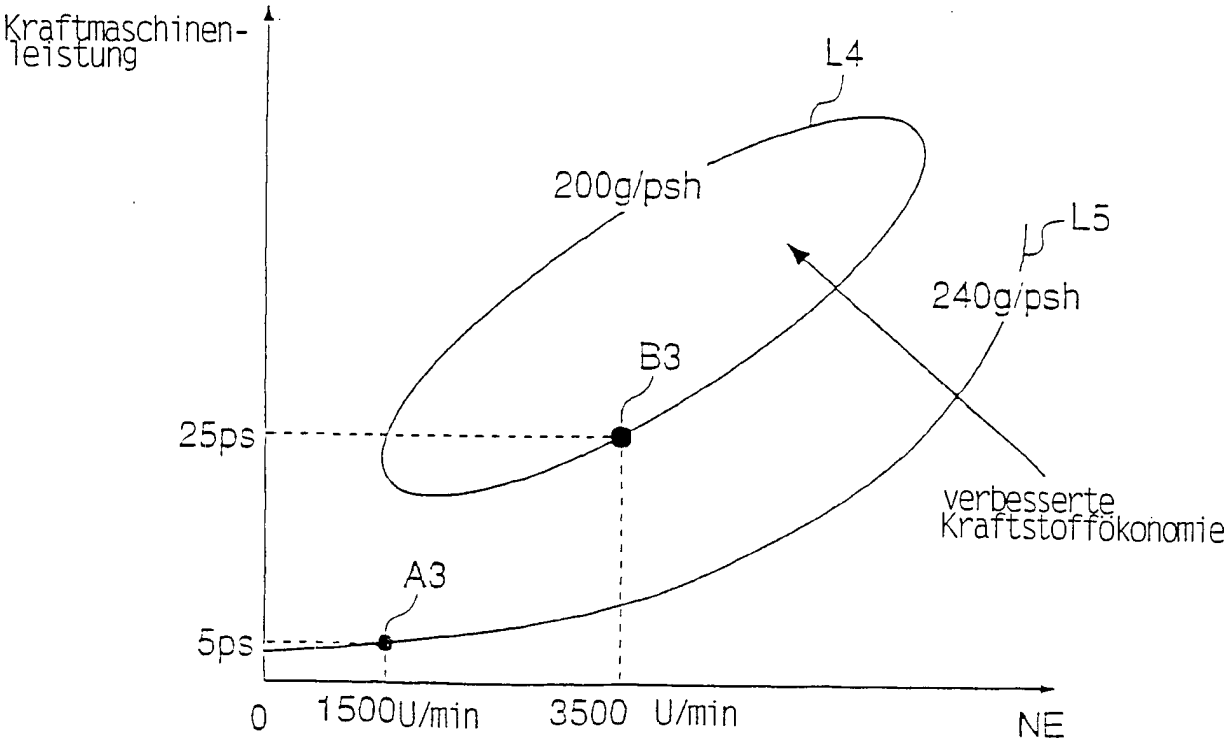
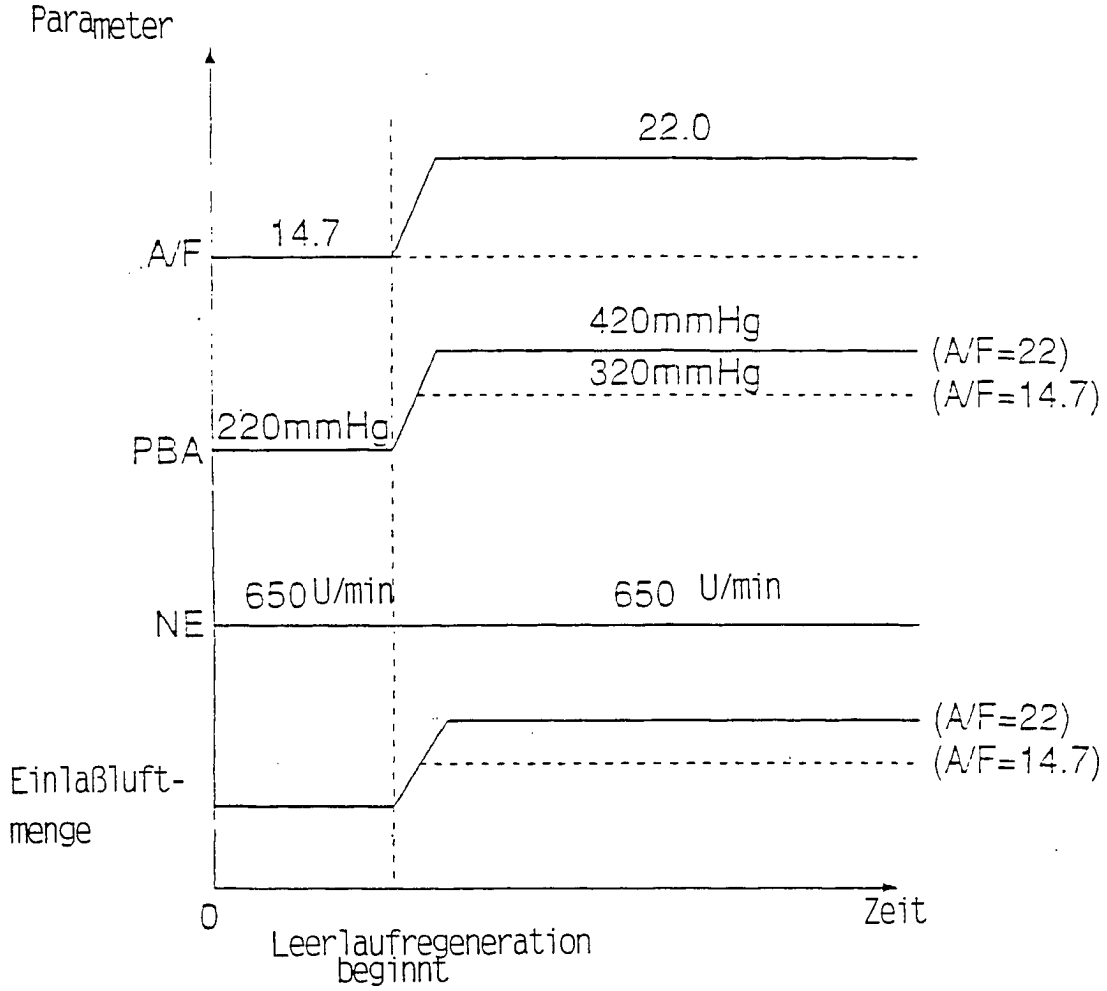


FIG.28


Parameter
22.0
A/F
14.7
420mmHg
(A/F=22)
320mmHg
(A/F=14.7)
PBA
220mmHg
650U/min
650 U/min
NE
(A/F=22)
(A/F=14.7)
Einlaßluft-
menge
0
Zeit
Leerlaufregeneration
beginnt