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

(10) **DE 698 26 089 T2** 2005.01.20

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 913 287 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 26 089.9**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 120 316.9**
(96) Europäischer Anmeldetag: **27.10.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.05.1999**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **08.09.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.01.2005**

(51) Int Cl.[7]: **B60K 6/04**

(30) Unionspriorität:
29373297 27.10.1997 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

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

(74) Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679 München

(72) Erfinder:
Shimasaki, Yuichi, 4-1, Saitama-ken, JP; Nakano, Kenji, 4-1, Saitama-ken, JP; Fukuchi, Hironao, 4-1, Saitama-ken, JP; Takahashi, Hideyuki, 4-1, Saitama-ken, JP; Sawamura, Kazutomo, 4-1, Saitama-ken, JP; Wakashiro, Teruo, 4-1, Saitama-ken, JP

(54) Bezeichnung: **Hybridfahrzeug**

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] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Hybridfahrzeug, und insbesondere ein Parallelhybridfahrzeug.

Beschreibung der relevanten Technik

[0002] Allgemein bekannte Parallelhybridfahrzeuge haben eine Brennkraftmaschine als Primärantriebseinheit sowie einen Elektromotor, genauer einen Generatormotor, der auch als Stromgenerator arbeiten kann, um eine Unterstützungsausgangsleistung zu erzeugen, um die von der Maschine erzeugte Ausgangsleistung zu unterstützen. Die Ausgangsleistungen (mechanische Leistungen), die von der Maschine und dem Generatormotor erzeugt werden, werden durch ein Getriebe auf Antriebsräder des Hybridfahrzeugs übertragen. Wenn das Getriebe ein manuelles Getriebe ist, dann ist zwischen der Maschine und dem Getriebe ein Kupplungsmenchanismus angeordnet.

[0003] Zum Beschleunigen des Hybridfahrzeugs wird der Generatormotor gesteuert, um eine Hilfsausgangsleistung zu erzeugen, und sowohl die von der Maschine erzeugte Ausgangsleistung als auch die Hilfsausgangsleistung von dem Generatormotor werden auf die Antriebsräder übertragen. Daher können die Leistungsanforderungen zum Beschleunigen des Hybridfahrzeugs erfüllt werden, und die von der Maschine erzeugte Ausgangsleistung kann relativ gering sein, wodurch der Kraftstoffverbrauch von der Maschine und die von der Maschine abgegebenen Abgase reduziert werden.

[0004] Wenn das Hybridfahrzeug verzögert wird, wird eine kinetische Energie von den Antriebsrädern durch das Getriebe auf den Generatormotor übertragen, um zu bewirken, dass der Generatormotor in einem Regenerativmodus arbeitet, und die von dem Generatormotor erzeugte elektrische Energie wird in einer Stromenergiespeichereinheit, wie etwa einer Batterie, gespeichert, die als Stromversorgung für die elektrische Energie verwendet wird.

[0005] Wenn bei Verzögerung des Hybridfahrzeugs der Generatormotor in dem Regenerativmodus arbeitet, ist es zur effektiven Energienutzung erwünscht, dass die kinetische Energie des Fahrzeugs effizient in elektrische Energie umgewandelt wird.

[0006] Bei den herkömmlichen Hybridfahrzeugen wird das Getriebe zur Übertragung der kinetischen Energie des Fahrzeugs von den Antriebsrädern auf den Generatormotor durch den Fahrer für eine gewünschte Gangstellung (manuelles Getriebe) betätigt, oder wird für eine gewünschte Gangstellung automatisch betätigt, die zu den Leistungsanforderungen zum Beschleunigen oder Konstantfahren passt (Automatikgetriebe).

[0007] Bei Betrieb des Generatormotors in dem Regenerativmodus, wenn das Hybridfahrzeug verzögert wird, könnte die Drehzahl und die Last des Generatormotors zum effizienten Regenerativbetrieb des Generatormotors nicht am besten geeignet sein, wobei er nicht in der Lage ist, die kinetische Energie des Fahrzeugs effizient in elektrische Energie umzuwandeln.

[0008] Ein Hybridfahrzeug nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 ist aus der US 5,285,111 bekannt. Herkömmliche Hybridfahrzeuge wie diese sind im US 5,285,111 erwähnt, die gewöhnlich zwei Einstellungen in dem Regenerativmodus zum Regenerieren kinetischer Energie aufweisen, einerseits eine minimale Ladeeinstellung und andererseits eine maximale Ladeeinstellung. Die Einstellung wird durch nur einen Parameter bestimmt, nämlich den Ladezustand der Batterie.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein Steuer/Regelsystem anzugeben, das in der Lage ist, die kinetische Energie bei der Verzögerung des Hybridfahrzeugs effizient zu regenerieren und das allgemeine Management des Hybridfahrzeugs zu verbessern.

[0010] Zur Lösung der obigen Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung ein Hybridfahrzeug gemäß Anspruch 1 angegeben.

[0011] Das Hybridfahrzeug umfasst: eine Maschine zum Antreiben des Hybridfahrzeugs, wobei die Maschine eine Ausgangswelle aufweist; ein Getriebe, das mit der Ausgangswelle der Maschine gekoppelt ist, um eine Ausgangsleistung der Maschine auf eine Antriebswelle zu übertragen; ein Getriebesteuermittel zum Etablieren eines Untersetzungsverhältnisses für das Getriebe und Steuern/Regeln des Getriebes mit dem etablierten Untersetzungsverhältnis; einen Generatormotor, der mit dem Getriebe gekoppelt ist, zur Übertragung einer Unterstützungsausgangsleistung zur Unterstützung der Maschine durch das Getriebe auf die Antriebswelle in einem Unterstützungsmodus; und zum Regenerieren elektrischer Energie aus kinetischer Energie des Hybridfahrzeugs, die von der Antriebswelle durch das Getriebe übertragen wird, in einem Regenerationsmodus, wenn das Hybridfahrzeug verzögert wird; ein Generatormotorsteuermittel zum Steuern des Generatormotors; ein Stromenergiespeichermittel zum Speichern von durch den Generatormotor regenerierter elektrischer Energie; ein Kupplungsmittel zur selektiven Kraftübertra-

gung zwischen der Ausgangswelle der Maschine und dem Generatormotor und dem Getriebe; und ein Kupplungssteuermittel zum Einrücken oder Ausrücken des Kupplungsmittels; dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn das Hybridfahrzeug verzögert wird, das Generatormotorsteuermittel eine Sollmenge an regenerierter Energie auf der Basis einer Fahrzeuggeschwindigkeit, einer Restkapazität des Stromspeichermittels und einer elektrischen Last auf das Speichermittel berechnet; wobei das Getriebesteuermittel eine Drehzahl des Generatormotors auf der Basis des Sollbetrags an regenerierter elektrischer Energie und einer vorbestimmten Generiereffizienz bestimmt, die definiert ist als das Verhältnis der durch den Generatormotor erzeugten elektrischen Energie zu der dem Generatormotor zugeführten mechanischen Energie, wobei dann das Getriebesteuermittel ein Untersetzungsverhältnis auf der Basis einer Drehzahl der Antriebswelle und der bestimmten Drehzahl des Generatormotors berechnet.

[0012] Die vorliegende Erfindung berücksichtigt zwei Parameter für die Entscheidung, wie die Batterie zu laden ist, eine Statikparameter-Batteriespeicherkapazität sowie eine Dynamikparameter-Fahrzeuggeschwindigkeit, die die maximale Energie (kinetische Energie des Fahrzeugs) repräsentiert, die zur Regeneration verwendet werden könnte. Wenn die zu regenerierende optimale Energie bestimmt ist (Sollmenge regenerierter Energie), stellt sie ferner das Getriebe in den optimalen Energieeffizienzbereich des Generatormotors ein.

[0013] Wenn bei der obigen Anordnung das Hybridfahrzeug verzögert wird, etabliert das Getriebesteuermittel das Untersetzungsverhältnis für das Getriebe so, um eine vorbestimmte Regenerationseffizienz für den Generatormotor zu erreichen, und steuert das Getriebe auf das etablierte Untersetzungsverhältnis. Daher kann der Generatormotor als Elektromotor zum Regenerieren elektrischer Energie mit einer Drehzahl und unter einer Last für eine optimale Regenerationseffizienz arbeiten.

[0014] Demzufolge kann die kinetische Energie des Hybridfahrzeugs bei Verzögerung effizient in elektrische Energie umgewandelt werden, um durch den als Elektromotor arbeitenden Generatormotor wiedergewonnen zu werden.

[0015] Bevorzugt rückt das Kupplungssteuermittel die Kupplung aus, wenn der Generatormotor im Regenerationsmodus ist. In diesem Fall kann das Getriebesteuermittel das Getriebe steuern, um das bestimmte Untersetzungsverhältnis zu etablieren, nachdem die Kupplung ausgerückt ist.

[0016] Bevorzugt rückt das Kupplungssteuermittel das Kupplungsmittel aus, wenn die Maschine leerläuft.

[0017] Wenn die Maschine leerläuft, wird die Last auf die Maschine reduziert, und daher wird der Kraftstoffverbrauch der Maschine gesenkt.

[0018] Wenn das Kupplungsmittel bei Verzögerung des Hybridfahrzeugs eingerückt würde, würde ein Teil der kinetischen Energie des Hybridfahrzeugs durch die Maschinenbremsung der Maschine verbraucht. Wenn jedoch das Kupplungsmittel durch das Kupplungssteuermittel bei Verzögerung des Hybridfahrzeugs ausgerückt wird, wird eine größere Menge der kinetischen Energie des Hybridfahrzeugs auf den Generatormotor übertragen. Daher wird die Effizienz, mit der die kinetische Energie des Hybridfahrzeugs bei Verzögerung des Hybridfahrzeugs in elektrische Energie (generierte elektrische Leistung) durch den Generatormotor umgewandelt wird, erhöht.

[0019] Bevorzugt berechnet das Generatorsteuermittel eine durch den Generatormotor zu erzeugende Sollunterstützungsausgangsleistung auf der Basis einer Drehzahl, eines Ansaugluftdrucks, einer Drosselventilbetätigungsgröße der Maschine, eines Energiespeicherzustands des Stromspeichermittels und einer elektrischen Last an dem Stromspeichermittel, wenn das Hybridfahrzeug beschleunigt wird; wobei dann das Getriebesteuermittel ein Untersetzungsverhältnis des Getriebes bestimmt, um eine vorbestimmte Energieeffizienz zu erreichen, die definiert ist als das Verhältnis der von dem Generatormotor ausgegebenen mechanischen Energie zu der dem Generatormotor zugeführten elektrischen Energie, gemäß einer Drehzahl des Generatormotors und einer Drehzahl der Antriebswelle; wobei die Drehzahl des Generatormotors in Beziehung zwischen einer Energieeffizienz, einer Drehzahl und einem Drehmoment des Generatormotors entsprechend der Sollunterstützungsausgabe des Elektromotors bestimmt wird.

[0020] Mit dieser Anordnung ist es möglich, die Maschine und den Generatormotor bei einer Drehzahl und unter einer Last für eine optimale Energieeffizienz zu betreiben, wenn das Hybridfahrzeug ohne Verzögerung fährt, z.B. wenn das Hybridfahrzeug beschleunigt wird. Demzufolge kann das Hybridfahrzeug mit einer optimalen Energieeffizienz fahren, während der Kraftstoffverbrauch durch die Maschine und der elektrische Stromverbrauch durch den Generatormotor reduziert wird.

[0021] Bevorzugt umfasst das Hybridfahrzeug ein Drehungsübertragungsgetriebemittel, um die Welle des Generatormotors mit Eingangswelle des Getriebes zu koppeln, wobei das Drehungsübertragungsgetriebemittel das Untersetzungsverhältnis zwischen der Drehzahl des Generatormotors, die durch das Generatorsteuermittel bestimmt ist, und der Drehzahl der Ausgangswelle der Maschine in dem Zustand seiner optimalen Energieeffizienz einstellt. Hierin wird die Drehung zwischen der Ausgangswelle der

Maschine und dem Generatormotor mit einem Untersetzungsverhältnis zum Betreiben der Maschine und des Motorgenerators in einem Drehzahlbereich übertragen, um vorbestimmte Energieeffizienz für die Maschine und den Motorgenerator zu erreichen, wenn das Getriebe gesteuert/geregelt wird, um eine vorbestimmte Energieeffizienz für die Maschine oder eine vorbestimmte Energieeffizienz für den Generatormotor zu erreichen, wenn das Hybridfahrzeug ohne Verzögerung fährt.

[0022] Da die Ausgangswelle der Maschine und der Generatormotor durch das Drehübertragungsgetriebemittel verbunden sind, können, wenn das Getriebe zum Erreichen einer vorbestimmten Energieeffizienz für die Maschine oder eine vorbestimmte Energieeffizienz für den Generatormotor gesteuert/geregelt wird, wenn das Hybridfahrzeug ohne Verzögerung fährt, die Maschine und der Generatormotor in einem Drehzahlbereich betrieben werden, um vorbestimmte Energieeffizienzen für die Maschine und den Generatormotor zu erreichen.

[0023] Die obigen und anderen Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen ersichtlich, die bevorzugte Ausführungen der vorliegenden Erfindung als Beispiel darstellen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0024] **Fig.** 1 ist ein Blockdiagramm einer Systemanordnung eines Hybridfahrzeugs gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung;

[0025] **Fig.** 2 ist ein Flussdiagramm einer Betriebssequenz des in **Fig.** 1 gezeigten Hybridfahrzeugs bei Verzögerung desselben;

[0026] **Fig.** 3 ist ein Diagramm von Betriebscharakteristiken eines Generatormotors, der als Stromgenerator arbeitet, an dem in **Fig.** 1 gezeigten Hybridfahrzeug;

[0027] **Fig.** 4 ist ein Flussdiagramm einer Betriebssequenz des in **Fig.** 1 gezeigten Hybridfahrzeugs bei Beschleunigung desselben;

[0028] **Fig.** 5 ist ein Diagramm von Betriebscharakteristiken des Generatormotors, der als Stromgenerator arbeitet, an dem in **Fig.** 1 gezeigten Hybridfahrzeug; und

[0029] **Fig.** 6 ist ein Blockdiagramm einer Systemanordnung eines Hybridfahrzeugs gemäß einer anderen Ausführung der vorliegenden Erfindung.

DETAILBESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGEN

[0030] Wie in **Fig.** 1 gezeigt, hat ein Hybridfahrzeug gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung eine Brennkraftmaschine **1**, einen Generatormotor **2** sowie ein Getriebe **3**. Die Maschine **1** hat eine Kurbelwelle **1a** als Ausgangswelle, die durch einen Kupplungsmenchanismus **4** koaxial zu einer drehbaren Welle (nicht gezeigt) des Generatormotors **2** gekoppelt ist. Die drehbare Welle des Generatormotors **2** ist mit einer Eingangswelle des Getriebes **3** verbunden, deren Ausgangsantriebswelle **3a** mit Antriebsrädern des Hybridfahrzeugs durch einen Differenzialgetriebemechanismus (nicht gezeigt) betriebsmäßig verbunden ist.

[0031] Wenn der Kupplungsmenchanismus **4** eingerückt ist, wird die Ausgangsleistung der Maschine **1** durch die drehbare Welle des Generators **2** und das Getriebe **3** auf die Antriebsräder übertragen, um hierdurch das Hybridfahrzeug anzutreiben. Während das Hybridfahrzeug fährt, arbeitet der Generatormotor **2** als Elektromotor zum Erzeugen einer Unterstützungsausgangsleistung zum Unterstützen der von der Maschine erzeugten Ausgangsleistung.

[0032] Die erzeugte Unterstützungsausgangsleistung und die von der Maschine **1** erzeugte Ausgangsleistung werden durch das Getriebe **3** auf die Antriebsräder übertragen.

[0033] Das Getriebe **3** wird zum Ändern seiner Gangstellung durch einen Getriebeaktuator **5** betätigt, der eine Hydraulikpumpe und einen Hydraulikkreis aufweist (nicht gezeigt). Ähnlich wird der Kupplungsmenchanismus **3** zum Einrücken und Ausrücken durch einen hydraulischen Kupplungsaktuator **6** betätigt.

[0034] Das Hybridfahrzeug hat, zusätzlich zu seiner oben beschriebenen Ausrüstung, eine unten beschriebene elektrische Ausrüstung.

[0035] Das Hybridfahrzeug hat eine Batterie **7** (Stromenergiespeichermittel), das als Stromversorgung für den Generatormotor **2** dient, wenn dieser als Elektromotor arbeitet, einen Regler/Inverter **8** zum Übertragen elektrischer Energie zwischen der Batterie **7** und dem Generatormotor **2** sowie ein Steuergerät **9**, das einen Mikrocomputer oder dgl. aufweist.

[0036] Das Steuergerät **9** erhält verschiedene Daten einer Fahrzeuggeschwindigkeit V, einer Drehzahl NE der Maschine **1**, eines Ansaugluftdrucks PB, einer Drosselventilbetätigungsgröße θTH, eines Energiespeicherzustands (Restkapazität) der Batterie **7** und einer elektrischen Last an der Batterie **7** von entsprechenden Sensoren (nicht gezeigt). Das Steuergerät **9** erhält auch Daten, welche die vom Fahrer des

Hybridfahrzeugs gewählte Gangstellung eines Gangschalthebels (nicht gezeigt) einte Gangschalthebelvorrichtung **10** anzeigen, die mit dem Getriebe **3** gekoppelt ist. Die Gangschalthebelvorrichtung **10** weist ein Muster von Gangstellungen auf, wie gezeigt, das es dem Fahrer erlaubt, einen manuellen Modus zu wählen (mit den Gangstellungen "1" – "5" angezeigt, um manuell eingewünschtes Untersetzungsverhältnis für das Getriebe **3** mit dem Gangschalthebel zu erreichen, sowie einen Automatikmodus, mit "AUTO" angegeben, zum automatischen Erreichen eines geeigneten Untersetzungsverhältnisses für das Getriebe **3**. Das Muster der Gangstellungen enthält auch eine Gangstellung "N", die der Neutralstellung des Getriebes **3** entspricht.

[0037] Das Steuergerät **9** hat als seine Funktionen ein Generatormotorsteuermittel **11** zum Steuern/Regeln des Generatormotors **2** durch den Regler/Inverter **r**, ein Getriebesteuermittel **12** zum Steuern/Regeln des Getriebes **3** durch den Getriebeaktuator **5** sowie ein Kupplungssteuermittel **13** zum Steuern/Regeln des Kupplungsmenchanismus **4** durch den Kupplungsaktuator **6**.

[0038] Das Generatormotorsteuermittel **11** steuert/regelt den Regler/Inverter **8**, um den Generatormotor **2** als Elektromotor mit von der Batterie **7** zugeführter elektrischer Energie zu betreiben, wenn das Hybridfahrzeug beschleunigt wird, und steuer/regelt auch den Regler/Inverter, um den Generatormotor **2** als Stromgenerator zum Regenerieren elektrischer Energie zur Speicherung in der Batterie **7** zu betreiben, d.h. um die Batterie **7** zu laden, wenn das Hybridfahrzeug verzögert wird.

[0039] Das Getriebesteuermittel **12** steuert/regelt den Getriebeaktuator **5** zum Betreiben des Getriebes **3** mit einem Untersetzungsverhältnis, das durch eine Gangstellung repräsentiert wird, die durch den Gangschalthebel der Gangschalthebelvorrichtung **10** manuell gewählt wird, wenn es in dem manuellen Modus ist, und steuert/regelt auch den Getriebeaktuator **5** zum Betreiben des Getriebes **3** mit einem Untersetzungsverhältnis, das automatisch gewählt ist, wenn der Gangschalthebel der Gangschalthebelvorrichtung **10** in dem Automatikmodus ist.

[0040] Das Kupplungssteuermittel **13** steuert/regelt den Kupplungsaktuator **6** zum Ausrücken des Kupplungsmechanismus **4**, wenn die Maschine **1** leerläuft, d.h. wenn das Hybridfahrzeug parkt, oder wenn das Hybridfahrzeug verzögert.

[0041] Der Kupplungsmechanismus **4** und der Kupplungsaktuator **6** bilden gemeinsam ein Kupplungsmittel **15**.

[0042] Nachfolgend wird der Betrieb des Hybridfahrzeugs gemäß der in **Fig.** 1 gezeigten Ausführung beschrieben.

[0043] **Fig.** 2 zeigt eine Betriebssequenz des in **Fig.** 1 gezeigten Hybridfahrzeugs bei dessen Verzögerung zum Regenerieren elektrischer Energie mit dem Generatormotor **2**. Ob das Hybridfahrzeug verzögert wird oder nicht, wird z.B. dadurch bestimmt, dass die Drosselventilbetätigungsgröße θTH oder eine Bremswirkung an dem Hybridfahrzeug erfasst wird.

[0044] Wie in **Fig.** 2 gezeigt, gibt das Kupplungssteuermittel **13** des Steuergeräts **9** in SCHRITT2–1 einen Ausrückbefehl für den Kupplungsmechanismus **4** an den Kupplungsaktuator **6**, der dann den Kupplungsmechanismus **4** ausrückt. Der Generatormotor **2** und das Getriebe **3** werden von der Maschine **1** getrennt, und der Generatormotor **2** wird nun durch die kinetische Energie des Hybridfahrzeugs gedreht, die von den Antriebsrädern durch das Getriebe **3** übertragen wird. Hierbei ist die Drehzahl des Generatormotors **2** von der Fahrzeuggeschwindigkeit V des Hybridfahrzeugs und dem Untersetzungsverhältnis des Getriebes **3** abhängig.

[0045] Dann bestimmt das Generatormotorsteuermittel **11** des Steuergeräts **9** einen Sollbetrag der elektrischen Energie, die durch den als Stromgenerator arbeitenden Generatormotor **2** regeneriert werden soll, unter Verwendung eines vorbestimmten Kennfelds oder einer Form auf der Basis der Fahrzeuggeschwindigkeit V, dem Energiespeicherzustand (Restkapazität) der Batterie und der elektrischen Last an der Batterie **7** in SCHRITT2-2.

[0046] Danach bestimmt in SCHRITT2-3 das Getriebesteuermittel **12** des Steuergeräts **9** ein Untersetzungsverhältnis des Getriebes **3** zur Optimierung einer Energieeffizienz (Verhältnis der durch den Generatormotor **2** erzeugten elektrischen Energie zu der dem Generatormotor **2** zugeführten mechanischen Energie) für den Generatormotor **2**, um den Sollbetrag elektrischer Energie zu regenerieren, unter Verwendung eines vorbestimmten Kennfelds auf der Basis der Fahrzeuggeschwindigkeit V und des bestimmten Sollbetrags elektrischer Energie.

[0047] Insbesondere repräsentieren in **Fig.** 3 die Kurven a1, a2 Beziehungen zwischen der Drehzahl des Generatormotors **2** und dessen Drehmoment, wenn die durch den Generatormotor **2** regenerierte elektrische Energiemenge 10 kW (konstant) bzw. 5 kW (konstant) ist, und die Mehrzahl konturlinienartiger Kurven b sind Kurven konstanter Effizienz des Generatormotors (die Arbeitspunkte repräsentieren, wo die Energieeffizienz des Generatormotors **2** konstant ist). Wenn z.b., wie in **Fig.** 3 gezeigt, 10 kW durch den Generatormotor **2** regeneriert wird, dann ist die Energieeffizienz des Generatormotors **2** maximal (etwa 93 %), wenn die Drehzahl des Generator-

motors **2** etwa 3000 Upm beträgt. Wenn daher die Sollmenge elektrischer Energie, die durch den Generatormotor **2** regeneriert werden soll, in SCHRITT2-2 als 10 kW bestimmt wird, dann wird das Untersetzungsverhältnis des Getriebes **3** bestimmt, um die Drehzahl des Generatormotors **2** auf etwa 3000 Upm oder einen Wert in der Nähe davon anzugleichen.

[0048] Wie oben beschrieben, wird in SCHRITT2-3 das Untersetzungsverhältnis des Getriebes **3** so bestimmt, um den Generatormotor **2** mit einer Drehzahl zu betreiben, um die Energieeffizienz des Generatormotors **2** zu optimieren.

[0049] Dann gibt das Getriebesteuermittel **12** das in SCHRITT2-3 bestimmte Untersetzungsverhältnis an den Getriebeaktuator **5**, der dann in SCHRITT2-4 das Getriebe **3** gemäß dem angegebenen Untersetzungsverhältnis betätigt.

[0050] Danach ermöglicht das Generatormotorsteuermittel **11** in SCHRITT2-5, dass der Regler/Inverter **8** einen durch den Generatormotor **2** fließenden Strom steuert/regelt, um zu bewirken, dass der Generatormotor **2** die in SCHRITT2-2 bestimmte Sollmenge elektrischer Energie regeneriert. Die regenerierte elektrische Energie wird in der Batterie **7** gespeichert oder wiedergewonnen.

[0051] Der obige Betrieb des Hybridfahrzeugs wird bei dessen Verzögerung ausgeführt, wenn der Automatikmodus durch die Gangschalthebelvorrichtung **10** gewählt ist. In dem manuellen Modus wird der Prozess von SCHRITT2-3, 2-4 weggelassen. In dem manuellen Modus steuert/regelt das Getriebesteuermittel **12** den Getriebeaktuator **5**, um das Getriebe **3** gemäß einem Untersetzungsverhältnis zu betreiben, das durch die Gangschalthebelvorrichtung **10** manuell gewählt ist.

[0052] Wenn, wie oben beschrieben, der Generatormotor **2** elektrische Energie bei der Verzögerung des Hybridfahrzeugs regeneriert, wird das Untersetzungsverhältnis des Getriebes **3** automatisch geregelgt, um die Energieeffizienz des Generatormotors **2** zu optimieren. Dementsprechend kann die kinetische Energie des Hybridfahrzeugs durch den Generatormotor **2** effizient in elektrische Energie umgewandelt werden, die in der Batterie **7** gespeichert wird.

[0053] Da hierbei der Kupplungsmechanismus **4** ausgerückt ist, wird die kinetische Energie des Hybridfahrzeugs nicht durch die Maschine **1** verbraucht, sondern auf den Generatormotor **2** übertragen und durch den Generatormotor **2** effizient in elektrische Energie umgewandelt, zur Aufnahme in der Batterie **7**.

[0054] **Fig.** 4 zeigt eine Betriebssequenz des in **Fig.** 1 gezeigten Hybridfahrzeugs bei dessen Beschleunigung zum Betreiben des Generatormotors **2** als Elektromotor. Ob das Hybridfahrzeug beschleunigt wird oder nicht, wird z.B. durch die Erfassung einer Änderungsrate der Drosselventilbetätigungsgröße θTH bestimmt.

[0055] Wie in **Fig.** 4 gezeigt, bestimmt in SCHRITT4-1 das Steuergerät **9** ein Untersetzungsverhältnis des Getriebes **3**, um den Generatormotor **2** als Elektromotor mit einer Drehzahl zu betreiben, um eine Energieeffizienz (das Verhältnis der von dem Generatormotor **2** ausgegebenen mechanischen Energie zur dem Generatormotor **2** zugeführten elektrischen Energie) für den Generatormotor **2** als Elektromotor auf der Basis der Fahrzeuggeschwindigkeit V zu optimieren.

[0056] Insbesondere zeigt **Fig.** 5 Betriebscharakteristiken des Generatormotors **2**, der als Elektromotor arbeitet, ähnlich den in **Fig.** 3 gezeigten Betriebscharakteristiken. Wie in **Fig.** 5 gezeigt, ist die Energieeffizienz des Generatormotors **2** als Elektromotor optimal, wenn dessen Drehzahl etwa 2000 Upm beträgt. Daher wird in SCHRITT4-1 das Untersetzungsverhältnis des Getriebes **3** so bestimmt, dass es den Generatormotor **2** mit einer Drehzahl von etwa 2000 Upm oder einem Wert in der Nähe davon betreibt.

[0057] Dann gibt das Getriebesteuermittel **12** das in SCHRITT4-1 bestimmte Untersetzungsverhältnis an den Getriebeaktuator **5**, der dann in SCHRITT4-2 das Getriebe **3** gemäß dem angegebenen Untersetzungsverhältnis betreibt. Der Generatormotor **2** dreht sich nun in einem Drehzahlbereich, in dem er als Elektromotor mit optimaler Energieeffizienz arbeitet.

[0058] Das Generatormotorsteuermittel **11** bestimmt eine Sollunterstützungsausgangsleistung, die durch den Generatormotor **2** erzeugt werden soll, unter Verwendung eines vorbestimmten Kennfelds oder einer Formel auf der Basis der Drehzahl NE der Maschine **1**, des Ansaugluftdrucks PB, der Drosselöffnungsbetriebsgröße θTH, des Energiespeicherzustands (Restkapazität) der Batterie **7** sowie der elektrischen Last an der Batterie **7** in SCHRITT4-3.

[0059] Danach ermöglicht in SCHRITT4-4 das Generatormotorsteuermittel **11**, dass der Regler/Inverter **8** einen durch den Generatormotor **2** fließenden Strom steuert/regelt, um zu bewirken, dass der Motorgenerator **2** die in SCHRITT4-3 bestimmte Sollunterstützungsausgangsleistung erzeugt. Hierbei werden die durch den Generatormotor **2** erzeugte Unterstützungsausgangsleistung und die von der Maschine **1** erzeugte Ausgangsleistung durch das Getriebe **3** auf die Antriebsräder des Hybridfahrzeugs übertragen, um das Hybridfahrzeug nach Wunsch zu beschleunigen.

[0060] Der obige Betrieb des Hybridfahrzeugs bei

dessen Beschleunigung wird ausgeführt, wenn durch die Gangschalthebelvorrichtung **10** der Automatikmodus gewählt ist. In dem manuellen Modus wird der Prozess in SCHRITT4-1, 4-2 weggelassen. In dem manuellen Modus steuert/regelt das Getriebesteuermittel **12** den Getriebeaktuator **5**, um das Getriebe **3** gemäß einem Untersetzungsverhältnis zu betreiben, das durch die Gangschalthebelvorrichtung **10** manuell gewählt ist.

[0061] Wenn, wie oben beschrieben, der Generatormotor **2** die Unterstützungsausgangsleistung bei Beschleunigen des Hybridfahrzeugs erzeugt, wird das Untersetzungsverhältnis des Getriebes **3** automatisch gesteuert/geregelt, um die Energieeffizienz des Generatormotors **2** zu optimieren. Dementsprechend kann die Unterstützungsausgangsleistung durch den Generatormotor **2** effizient erzeugt werden, um das Hybridfahrzeug nach Wunsch zu beschleunigen.

[0062] Insofern durch die Gangschalthebelvorrichtung **10** der Automatikmodus gewählt ist, arbeitet das Steuergerät **9** wie folgt, wenn z.B. die Maschine **1** leerläuft, während das Hybridfahrzeug geparkt werden soll:

[0063] Das Kupplungssteuermittel **13** des Steuergeräts **9** gibt einen Ausrückbefehl für den Kupplungsmechanismus **4** an den Kupplungsaktuator **6**, der dann den Kupplungsmechanismus **4** ausrückt.

[0064] Da der Kupplungsmechanismus **4** ausgerückt ist, wird die Last an der Maschine **1** minimiert, was den Kraftstoffverbrauch der Maschine **1** bei deren Leerlauf reduziert.

[0065] Wenn in dieser Ausführung das Hybridfahrzeug beschleunigt wird, wird das Getriebe **3** für einen solchen Betrieb angesteuert, um die Energieeffizienz des Generatormotors **2** zu optimieren. Jedoch kann das Getriebe **3** auch für einen solchen Betrieb angesteuert werden, um die Energieeffizienz der Maschine **1** zu optimieren. Gemäß dieser Modifikation kann auf der Basis der Fahrzeuggeschwindigkeit V im Hinblick auf die Energieeffizienzcharakteristiken der Maschine **1** im in **Fig.** 4 gezeigten SCHRITT4-1 ein Untersetzungsverhältnis des Getriebes **3** bestimmt werden, um die Maschine **1** mit einer Drehzahl zu betreiben, um dessen Energieeffizienz zu optimieren.

[0066] Alternativ kann das Getriebe **3** für einen Betrieb gesteuert werden, um die Energieeffizienz sowohl des Generatormotors **2** als auch der Maschine **1** relativ zu optimieren. Gemäß dieser Modifikation kann ein Untersetzungsverhältnis des Getriebes **3** bestimmt werden, um die Maschine **1** und den Generatormotor **2** mit einer Drehzahl mittig zwischen der Drehzahl, bei der die Energieeffizienz der Maschine **1** optimal ist, und der Drehzahl, bei der die Energieeffizienz des Generatormotors **2** als Elektromotor optimal ist, zu betreiben.

[0067] Ein Hybridfahrzeug gemäß einer anderen Ausführung der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend in Bezug auf **Fig.** 6 beschrieben. **Fig.** 6 zeigt eine Systemanordnung eines Hybridfahrzeugs gemäß einer anderen Ausführung der vorliegenden Erfindung. Jene in **Fig.** 6 gezeigten Teile, die mit den in **Fig.** 1 gezeigten identisch sind, sind mit identischen Bezugszeichen versehen und werden nachfolgend im Detail nicht beschrieben.

[0068] Das Hybridfahrzeug gemäß der in **Fig.** 6 gezeigten Ausführung unterscheidet sich von dem Hybridfahrzeug gemäß der in **Fig.** 1 gezeigten Ausführung nur in einer Kupplungsstruktur zwischen dem Generatormotor **2** und dem Getriebe **3**, d.h. nur darin, dass die drehbare Welle des Generatormotors **2** mit der Eingangswelle des Getriebes **3** durch ein Drehübertragungsgetriebemittel **16** hinter dem Kupplungsmechanismus **4** gekoppelt ist. Das Drehübertragungsgetriebemittel **16**, das z.B. einen Riemenscheibenmechanismus aufweist, überträgt die Drehung zwischen der Maschine **1** und dem Generatormotor **2** derart, dass das Verhältnis der Drehzahl der Maschine **1** zu der Drehzahl des Generatormotors **2** z.B. 1 : 3 beträgt, d.h. die Drehzahl des Generatormotors **2** das Dreifache der Drehzahl der Maschine **1** beträgt, wenn der Kupplungsmechanismus **4** eingerückt ist.

[0069] Andere Details des Hybridfahrzeugs gemäß der in **Fig.** 6 gezeigten Ausführung sind mit jenen des Hybridfahrzeugs gemäß der in **Fig.** 1 gezeigten Ausführung identisch.

[0070] An dem Hybridfahrzeug gemäß der in **Fig.** 6 gezeigten Ausführung arbeiten das Getriebe **3**, der Kupplungsmechanismus **4** und der Generatormotor **2** in der gleichen Weise wie jene des Hybridfahrzeugs gemäß der in **Fig.** 1 gezeigten Ausführung, wenn das Hybridfahrzeug verzögert oder beschleunigt wird, und auch dann, wenn die Maschine **1** leerläuft. Daher bietet das Hybridfahrzeug gemäß der in **Fig.** 6 gezeigten Ausführung die gleichen Vorteile wie jene des Hybridfahrzeugs gemäß der in **Fig.** 1 gezeigten Ausführung.

[0071] Ferner bietet das Hybridfahrzeug gemäß der in **Fig.** 6 gezeigten Ausführung zusätzliche Vorteile, wie unten beschrieben, weil die Drehzahl des Generatormotors **2** das Dreifache der Drehzahl der Maschine **1** beträgt, wenn der Kupplungsmechanismus **4** eingerückt ist.

[0072] Allgemein ist die Drehzahl des Generatormotors, bei der die Energieeffizienz des als der Elektromotor **1** arbeitenden Generatormotors **2** relativ gut ist, höher als die Drehzahl der Maschine, bei der die Energieeffizienz der Maschine **1** relativ gut ist. Die Drehzahl des als Elektromotor arbeitenden Genera-

tormotors **2** beträgt z.B. etwa das Dreifache der Drehzahl der Maschine **1**.

[0073] Wenn daher das Untersetzungsverhältnis des Getriebes **3** gesteuert/geregelt wird, um den Generatormotor **2** als Elektromotor mit einer Drehzahl für dessen optimale Energieeffizienz zu betreiben, wenn das Hybridfahrzeug beschleunigt wird (siehe **Fig.** 4), wird auch die Maschine **1** mit einer Drehzahl für deren optimale Energieeffizienz betrieben. Demzufolge werden, wenn das Hybridfahrzeug beschleunigt wird, sowohl der Generatormotor **2** als der Elektromotor als auch die Maschine **1** für die gewünschte Beschleunigungsleistung effizient betrieben.

[0074] In der in **Fig.** 6 gezeigten Ausführung ist das Untersetzungsverhältnis, das zwischen den Drehzahlen der Maschine **1** und dem Generatormotor **2** durch das Drehungsübertragungsgetriebemittel **16** erreicht wird, konstant. Jedoch kann das Drehungsübertragungsgetriebemittel **16** z.B. ein stufenlos verstellbares Getriebe aufweisen, um in der Lage zu sein, dessen Drehzahlverhältnis einzustellen, um sowohl den Generatormotor **2** als den Elektromotor als auch die Maschine **1** effizient zu betreiben, während das Getriebe **3** bei Beschleunigung des Hybridfahrzeugs gesteuert wird.

[0075] In jeder der obigen Ausführungen wird der Kupplungsmechanismus **4** ausgerückt, wenn die Maschine **1** leerläuft. Wenn jedoch die Maschine **1** leerläuft, kann das Getriebe **3** durch den Getriebeaktuator **5** automatisch in eine Neutralstellung gebracht werden. Auf diese Weise kann, wenn die Maschine **1** leerläuft, auch die Last auf die Maschine **1** gesenkt werden, um den Kraftstoffverbrauch der Maschine **1** zu minimieren.

[0076] In jeder der obigen Ausführungen hat das Hybridfahrzeug den Kupplungsmechanismus **4**. Jedoch kann der Kupplungsmechanismus **4** auch weggelassen werden und die Kurbelwelle **1a** der Maschine **1** kann mit dem Generatormotor **2** und dem Getriebe **3** jederzeit gekoppelt sein, sodass der Prozess in SCHRITT2-1 bei der Verzögerung des Hybridfahrzeugs weggelassen werden kann. Wenn gemäß dieser Modifikation das Hybridfahrzeug verzögert, kann das Untersetzungsverhältnis des Getriebes **3** gesteuert/geregelt werden, um den Generatormotor **2** zum Regenerieren elektrischer Energie mit optimaler Energieeffizienz zu betreiben.

[0077] Wenn das Hybridfahrzeug den Kupplungsmechanismus **4** nicht aufweist, dann kann, wenn die Maschine **1** leerläuft, das Getriebe **3** automatisch in eine Neutralstellung gebracht werden, um die Last an der Maschine **1** zu reduzieren.

[0078] In jeder der obigen Ausführungen wird die Batterie **7** als Stromenergiespeichermittel verwendet. Jedoch kann auch ein kapazitätsstarker Kondensator, wie etwa ein elektrischer Doppelschichtkondensator, als Stromenergiespeichermittel verwendet werden.

[0079] Obwohl bestimmte bevorzugte Ausführungen der vorliegenden Erfindung gezeigt und im Detail beschrieben worden sind, sollte sich verstehen, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen darin vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der beigefügten Ansprüche abzuweichen.

Patentansprüche

1. Hybridfahrzeug, umfassend:

eine Maschine (**1**) zum Antreiben des Hybridfahrzeugs, wobei die Maschine eine Ausgangswelle (**1a**) aufweist;

ein Getriebe (**3**), das mit der Ausgangswelle (**1a**) der Maschine (**1**) gekoppelt ist, um eine Ausgangsleistung der Maschine (**1**) auf eine Antriebswelle (**3a**) zu übertragen;

ein Getriebesteuermittel (**12**) zum Etablieren eines Untersetzungsverhältnisses für das Getriebe (**3**) und Steuern/Regeln des Getriebes mit dem etablierten Untersetzungsverhältnis;

einen Generatormotor (**2**), der mit dem Getriebe (**3**) gekoppelt ist, zur Übertragung einer Unterstützungsausgangsleistung zur Unterstützung der Maschine (**1**) durch das Getriebe (**3**) auf die Antriebswelle (**3a**) in einem Unterstützungsmodus; und zum Regenerieren elektrischer Energie aus kinetischer Energie des Hybridfahrzeugs, die von der Antriebswelle (**3a**) durch das Getriebe (**3**) übertragen wird, in einem Regenerationsmodus, wenn das Hybridfahrzeug verzögert wird;

ein Generatormotorsteuermittel (**11**) zum Steuern/Regeln des Generatormotors (**2**);

ein Stromenergiespeichermittel (**7**) zum Speichern von durch den Generatormotor (**2**) regenerierter elektrischer Energie;

ein Kupplungsmittel (**4**) zur selektiven Kraftübertragung zwischen der Ausgangswelle (**1a**) der Maschine (**1**) und dem Generatormotor (**2**) und dem Getriebe (**3**); und

ein Kupplungssteuermittel (**13**) zum Einrücken oder Ausrücken des Kupplungsmittels (**4**);

dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn das Hybridfahrzeug verzögert wird, das Generatormotorsteuermittel (**11**) eine Sollmenge an regenerierter Energie auf der Basis einer Fahrzeuggeschwindigkeit, einer Restkapazität des Stromspeichermittels (**7**) und einer elektrischen Last auf das Speichermittel (**7**) berechnet;

wobei das Getriebesteuermittel eine Drehzahl des Generatormotors auf der Basis des Sollbetrags an regenerierter elektrischer Energie und einer vorbestimmten Generiereffizienz bestimmt, die definiert ist als das Verhältnis der durch den Generatormotor (**2**) erzeugten elektrischen Energie zu der dem Genera-

tormotor (**2**) zugeführten mechanischen Energie, wobei dann das Getriebesteuermittel (**12**) ein Untersetzungsverhältnis auf der Basis einer Drehzahl der Antriebswelle (**3a**) und der bestimmten Drehzahl des Generatormotors (**2**) berechnet.

2. Hybridfahrzeug nach Anspruch 1, worin das Kupplungssteuermittel (**13**) das Kupplungsmittel (**4**) ausrückt, wenn der Generatormotor (**2**) in dem Regenerationsmodus ist.

3. Hybridfahrzeug nach Anspruch 2, worin das Getriebesteuermittel (**12**) das Getriebe (**3**) steuert/regelt, um das bestimmte Untersetzungsverhältnis zu etablieren, nachdem die Kupplung (**4**) ausgerückt ist.

4. Hybridfahrzeug nach Anspruch 1, worin das Generatorsteuermittel (**11**) eine durch den Generatormotor (**2**) zu erzeugende Sollunterstützungsausgangsleistung auf der Basis einer Drehzahl, eines Ansaugluftdrucks, einer Drosselventilbetätigungsgröße der Maschine (**1**), eines Energiespeicherzustands des Stromspeichermittels (**7**) und einer elektrischen Last an dem Stromspeichermittel (**7**) berechnet, wenn das Hybridfahrzeug beschleunigt wird;
wobei dann das Getriebesteuermittel (**12**) ein Untersetzungsverhältnis des Getriebes (**3**) bestimmt, um eine vorbestimmte Energieeffizienz zu erreichen, die definiert ist als das Verhältnis der von dem Generatormotor (**2**) ausgegebenen mechanischen Energie zu der dem Generatormotor (**2**) zugeführten elektrischen Energie, gemäß einer Drehzahl des Generatormotors (**2**) und einer Drehzahl der Antriebswelle (**3a**);
wobei die Drehzahl des Generatormotors (**2**) in Beziehung zwischen einer Energieeffizienz, einer Drehzahl und einem Drehmoment des Generatormotors (**2**) entsprechend der Sollunterstützungsausgabe des Elektromotors (**2**) bestimmt wird.

5. Hybridfahrzeug nach Anspruch 4, worin das Kupplungssteuermittel (**13**) das Kupplungsmittel (**4**) ausrückt, wenn die Maschine leerläuft.

6. Hybridfahrzeug nach Anspruch 4, das ferner ein Drehungsübertragungsgetriebemittel (**16**) umfasst, um die Welle des Generatormotors (**2**) mit Eingangswelle des Getriebes (**3**) zu koppeln, wobei das Drehungsübertragungsgetriebemittel (**16**) das Untersetzungsverhältnis zwischen der Drehzahl des Generatormotors (**2**), die durch das Generatorsteuermittel (**11**) bestimmt ist, und der Drehzahl der Ausgangswelle (**1a**) der Maschine (**1**) in dem Zustand seiner optimalen Energieeffizienz einstellt.

7. Hybridfahrzeug nach Anspruch 6, worin das Drehungsübertragungsgetriebemittel (**16**) ein Riemenscheibenmechanismus ist.

8. Hybridfahrzeug nach Anspruch 1 oder 4, worin das Getriebe (**3**) ein manuelles Getriebe ist, das einen Automatikmodus aufweist, in dem dessen Gangstellungen durch einen Aktuator (**5**) automatisch gewählt werden, und die Neutralstellung gewählt wird, wenn die Maschine leerläuft.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

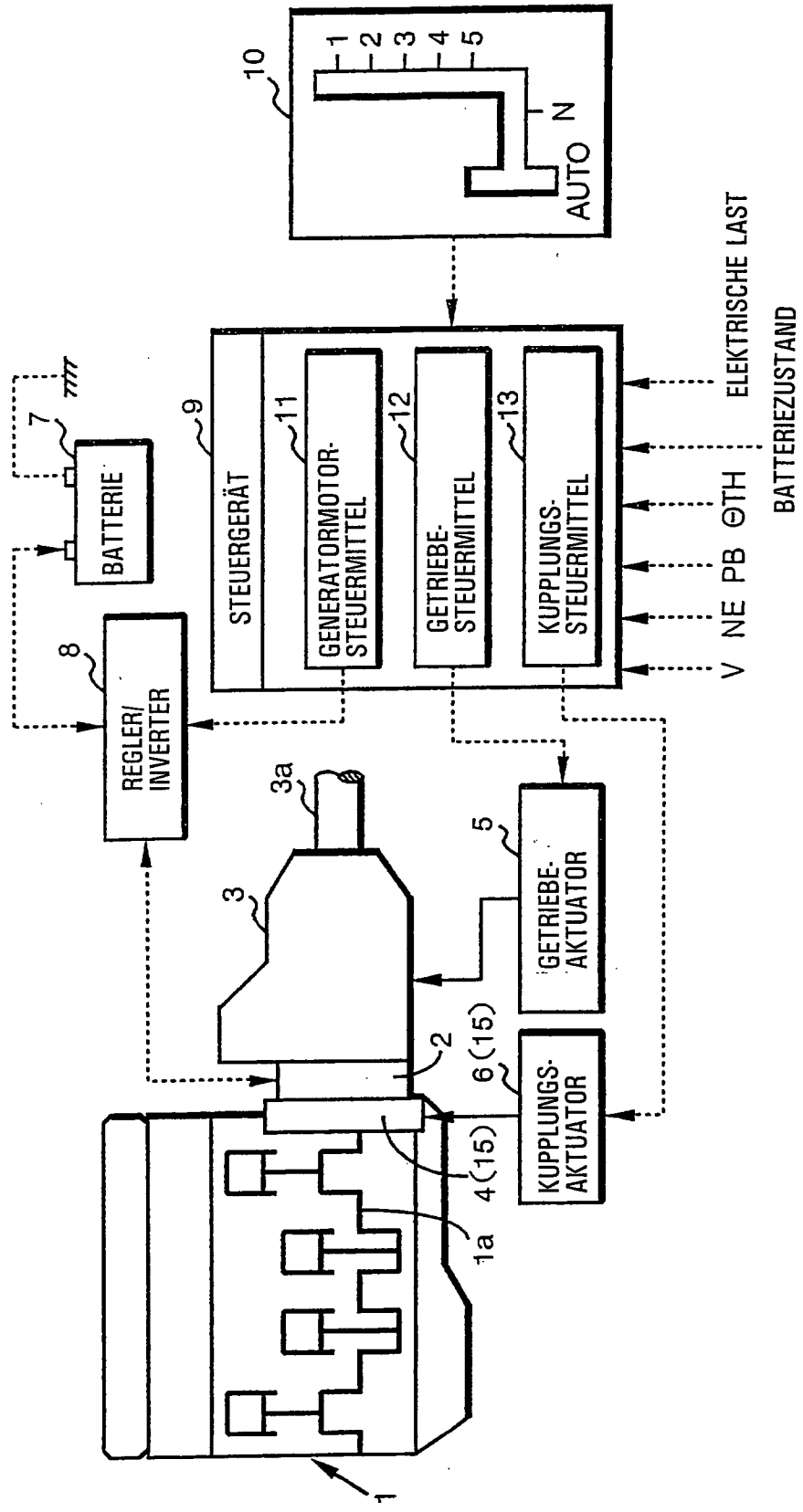


FIG. 2

VERZÖGERUNG

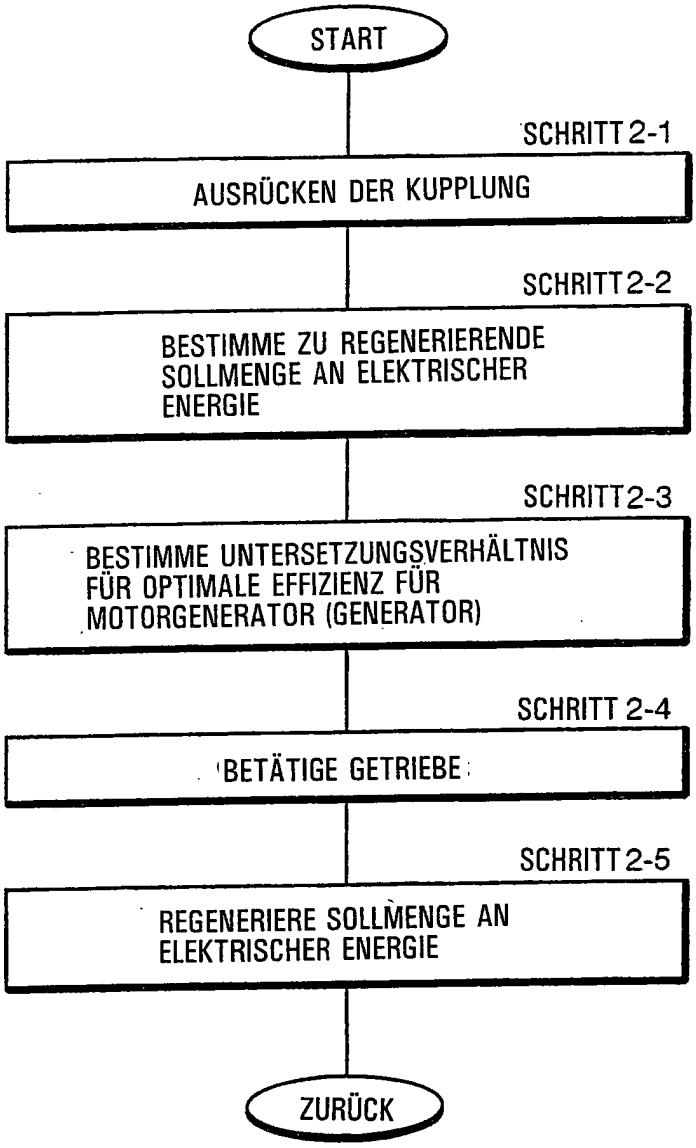


FIG. 3

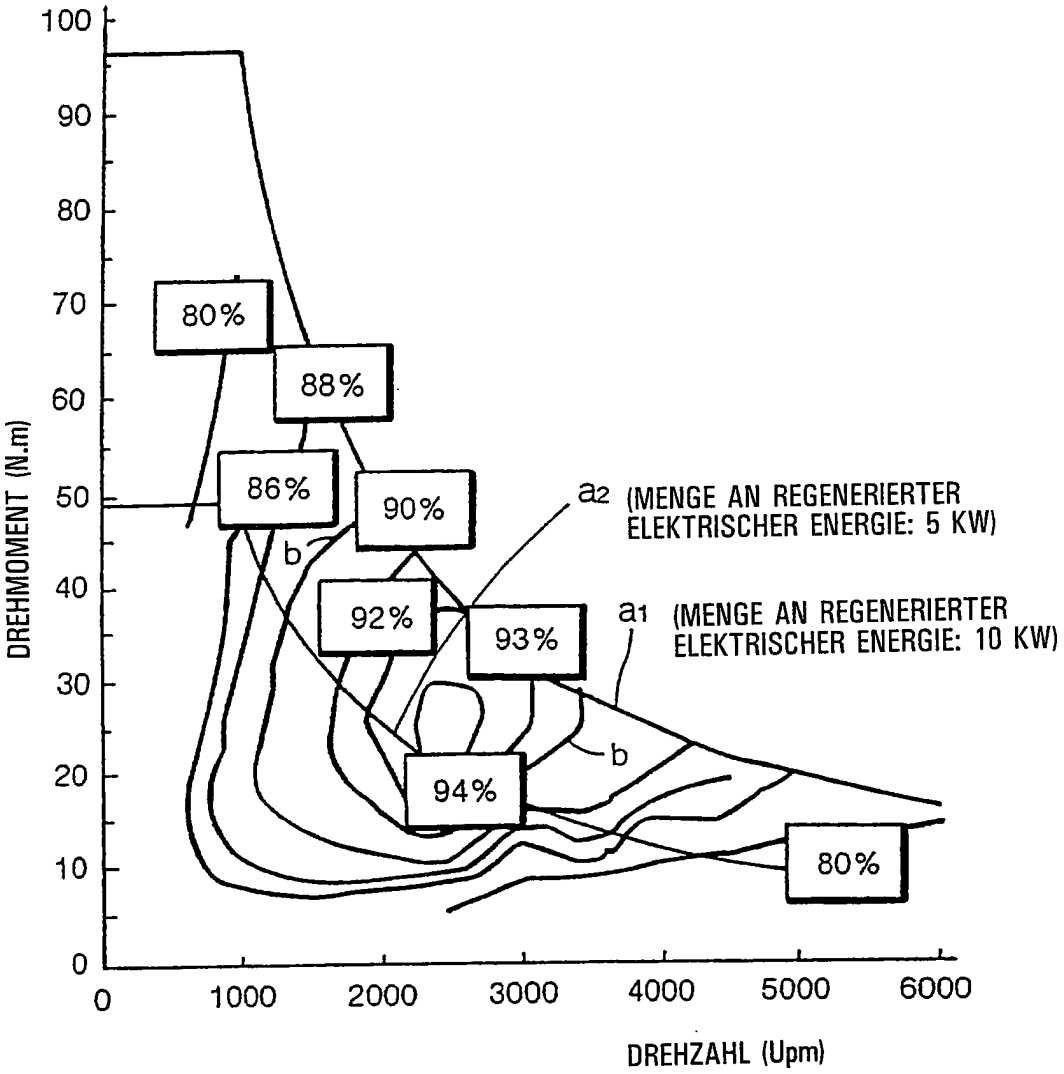

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
DREHMOMENT (N.m)
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
DREHZAHL (Upm)
80%
88%
86%
90%
92%
93%
94%
80%
b
b
a2 (MENGE AN REGENERIERTER ELEKTRISCHER ENERGIE: 5 KW)
a1 (MENGE AN REGENERIERTER ELEKTRISCHER ENERGIE: 10 KW)

FIG. 4

BESCHLEUNIGUNG

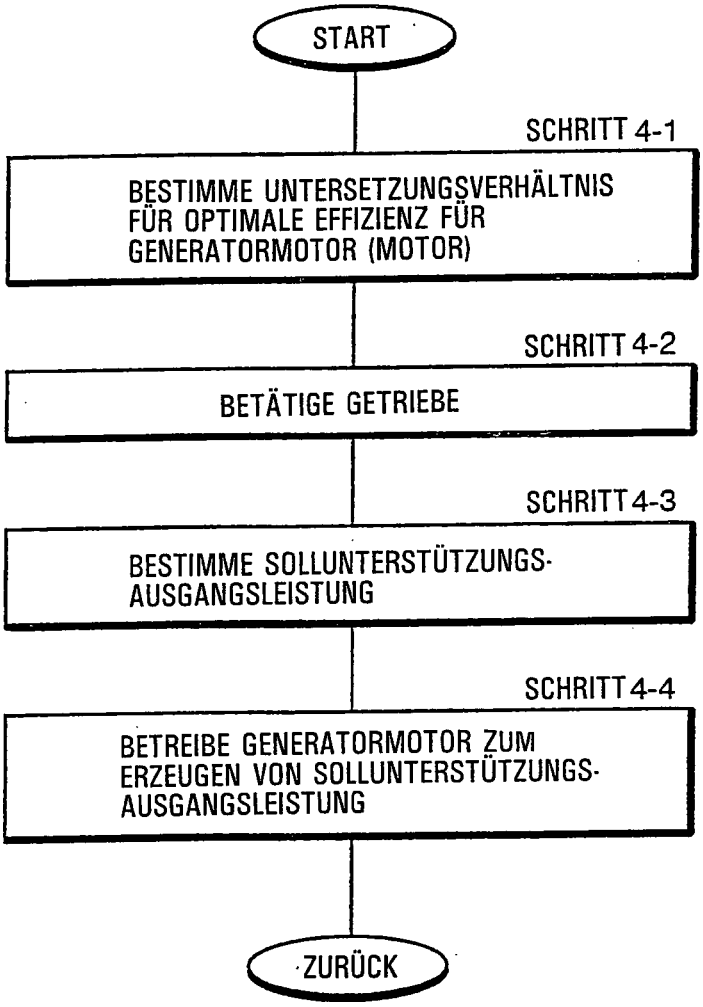


FIG. 5

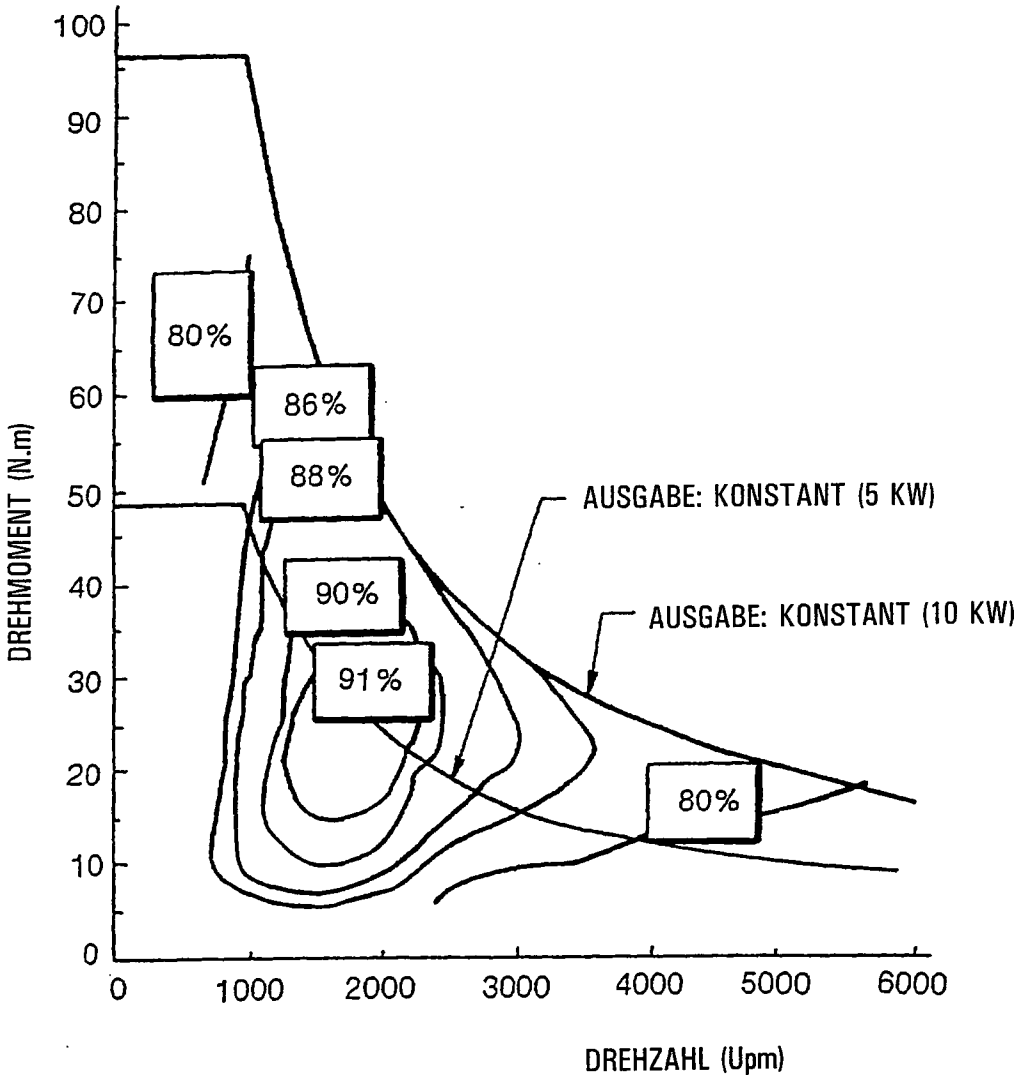
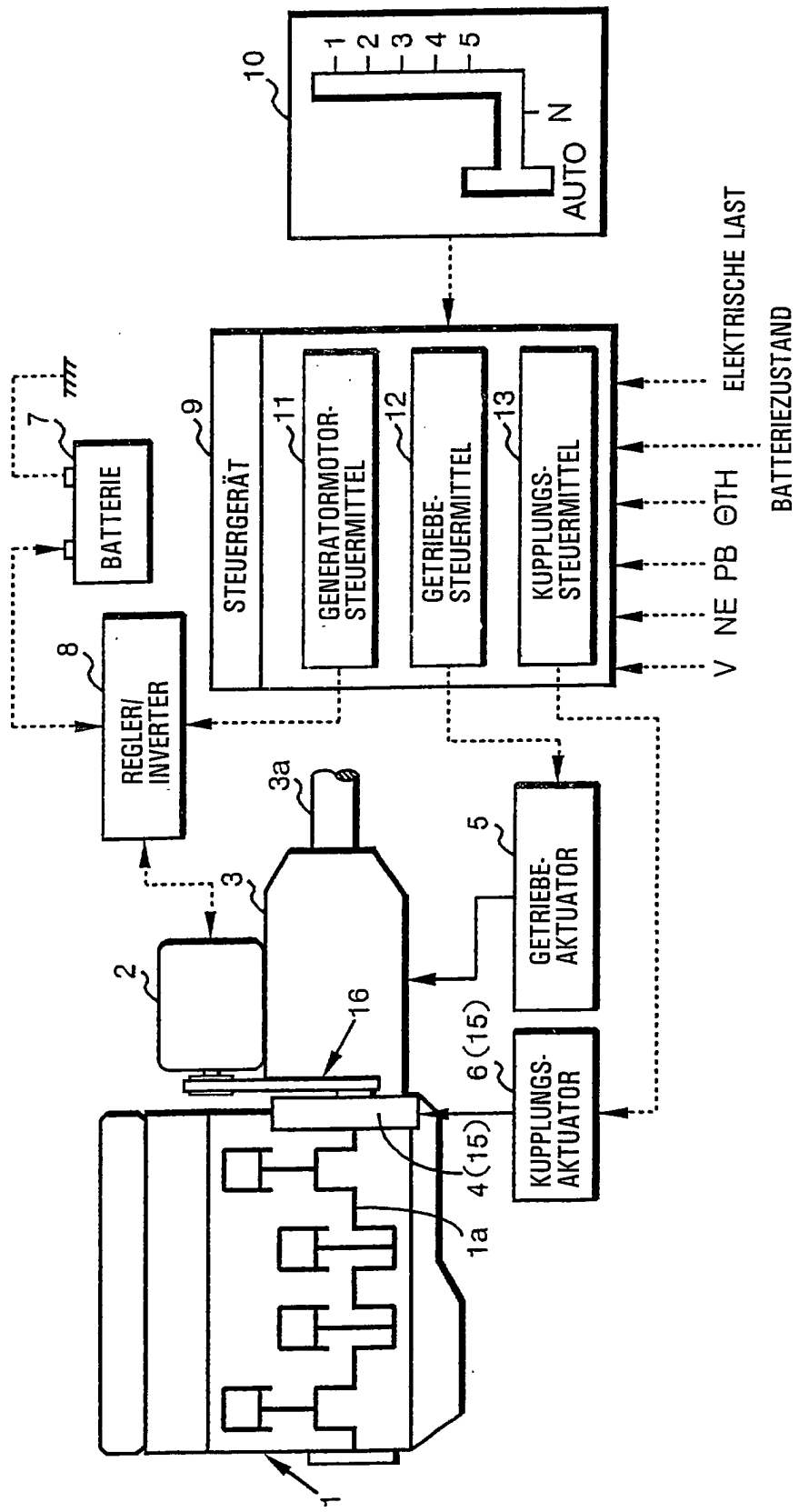

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
DREHMOMENT (N.m)
80%
86%
88%
90%
91%
80%
AUSGABE: KONSTANT (5 KW)
AUSGABE: KONSTANT (10 KW)
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
DREHZAHL (Upm)

FIG.6


10
1
2
3
4
5
N
AUTO
ELEKTRISCHE LAST
BATTERIEZUSTAND
V
NE
PB
ΘTH
9
STEUERGERÄT
11
GENERATORMOTOR-STEUERMITTEL
12
GETRIEBE-STEUERMITTEL
13
KUPPLUNGS-STEUERMITTEL
7
BATTERIE
8
REGLER/ INVERTER
3a
3
2
16
5
GETRIEBE-AKTUATOR
6(15)
KUPPLUNGS-AKTUATOR
4(15)
1a
1