

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Regenerationssteuervorrichtung und ein Regenerationssteuerverfahren für ein Fahrzeug gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 6.

[0002] Ein bekanntes Fahrzeug beinhaltet: (a) eine Brennkraftmaschine, die über ein zur Änderung des Übersetzungsverhältnisses eingerichtetes Getriebe mit einem Antriebsrad des Fahrzeugs verbunden ist, (b) eine Koppel-Entkoppel-Einrichtung, die eingekuppelt ist, um eine Leistungsübertragung zwischen der Brennkraftmaschine und dem Getriebe zu ermöglichen, und die ausgekuppelt ist, um eine Leistungsübertragung zwischen der Brennkraftmaschine und dem Getriebe zu unterbinden, (c) Dreheinrichtung, die mit dem Antriebsrad über das Getriebe verbunden ist und die zumindest als eine elektrische Stromerzeugungseinrichtung dient und (d) eine Regenerationssteuereinrichtung, die während des Fahrzustands des Fahrzeugs die Dreheinrichtung durch eine Regenerationssteuerung der Dreheinrichtung veranlasst, elektrische Leistung zu erzeugen und eine Bremskraft auf das Fahrzeug auszuüben.

[0003] Ein Beispiel derartiger Fahrzeuge ist ein Hybridfahrzeug, das in der JP H08- 251 708 A A beschrieben ist, bei dem die Dreheinrichtung einem Motor-Generator entspricht, der in selektiver Weise sowohl als ein Stromgenerator und als ein Elektromotor dient, und das Getriebe einem kontinuierlich variablen Riementyp-Getriebe entspricht. Während der Regenerationssteuerung durch die Regenerationssteuereinrichtung wird die Geschwindigkeitsänderung durch das Getriebe so gesteuert, dass der Motor-Generator sich mit einer Drehgeschwindigkeit dreht, die die höchste Leistungserzeugungseffizienz bereitstellt.

[0004] Wird jedoch die Geschwindigkeitsänderungssteuerung auf der Grundlage lediglich der elektrischen Leistungserzeugungseffizienz des Motors-Generators ausgeführt, tritt ein Problem hinsichtlich der Energieeffizienz wie nachstehend beschrieben auf. Das heißt, ist die Koppelinrichtung eingekuppelt und wird daher die Brennkraftmaschine durch die Drehung des Motors-Generators in passiver Weise gedreht, wird eine Bremskraft durch den Drehwiderstand der Kraftmaschine infolge der Pumpenwirkung, des Reibungsverlusts, etc. erzeugt, so dass das Maß an durch den Motor-Generator erzeugter elektrischer Leistung (regeneratives Bremsdrehmoment) fällt. Somit verschlechtert sich die Energieeffizienz. Während der Regenerationssteuerung ist es passend, die Koppel-Entkoppel-Einrichtung auszukuppeln und dadurch die Kraftmaschine abzutrennen. Es gibt jedoch Fälle, in welchen die Regenerationssteuerung ausgeführt werden muss, während die Koppel-Entkoppel-Einrichtung eingekuppelt ist, so dass die Kraftma-

schine in passiver Weise gedreht wird; dies beinhaltet beispielsweise den Fall, dass eine schnelle Zufuhr einer Antriebsleistung von der Brennkraftmaschine beispielsweise während einer erneuten Beschleunigung in einem Hochgeschwindigkeitsfahrzustand des Fahrzeugs notwendig ist, während dem eine ausreichende Antriebsleistung durch den Elektromotor allein nicht erzeugt werden kann.

[0005] Die DE 196 29 235 A1 offenbart eine Regenerationssteuervorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Regenerationssteuerverfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

[0006] Eine weitere Regenerationssteuervorrichtung sowie das zugehörige Regenerationssteuerverfahren sind aus der DE 196 23 847 A1 bekannt.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Regenerationssteuervorrichtung für ein Fahrzeug sowie ein Verfahren zum Steuern der Regeneration elektrischer Leistung bei einem Fahrzeug zu schaffen, die eine maximale Energieausbeute während der regenerativen Bremsung ermöglichen und ein optimales Fahrverhalten sicherstellen.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Regenerationssteuervorrichtung gemäß Anspruch 1 und das Verfahren gemäß Anspruch 6 gelöst.

[0009] Bei der Regenerationssteuervorrichtung und dem Regenerationssteuerverfahren für ein Fahrzeug gemäß der erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird die Änderungssteuerung des Getriebes beruhend auf verschiedenen Grundlagen in Abhängigkeit davon ausgeführt, ob die Koppel-Entkoppel-Einrichtung im eingekuppelten Zustand ist, so dass die Kraftmaschine passiv gedreht wird, oder im ausgekuppelten Zustand ist, so dass die Kraftmaschine getrennt ist. Daher kann während eines jeden der Zustände die Regenerationssteuerung der Dreheinrichtung mit einer exzellenten Energieeffizienz ausgeführt werden.

[0010] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann das Drehzahlverhältnis so gesteuert sein, dass eine elektrische Leistungserzeugungseffizienz der Dreheinrichtung steigt, falls die Koppel-Entkoppel-Einrichtung sich in dem ausgekuppelten Zustand befindet.

[0011] Gemäß der Erfindung wird das Übersetzungsverhältnis so gesteuert, dass ein Drehwiderstand der Brennkraftmaschine sich verringert, falls die Koppel-Entkoppel-Einrichtung sich in dem eingekuppelten Zustand befindet.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann das Übersetzungsverhältnis so gesteuert sein, dass ein Drehwiderstand der Brennkraftmaschine steigt, falls die Dreheinrichtung einen Feh-

ler aufweist, wenn die Koppel-Entkoppel-Einrichtung sich in dem eingekuppelten Zustand befindet.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann das Getriebe einem kontinuierlich variablen Getriebe entsprechen.

[0014] Bei der Regenerationssteuervorrichtung für ein Fahrzeug wird die Änderungssteuerung des Getriebes beruhend auf verschiedenen Grundlagen in Abhängigkeit davon ausgeführt, ob die Koppel-Entkoppel-Einrichtung sich in dem eingekuppelten Zustand, so dass die Brennkraftmaschine passiv gedreht wird, und in dem ausgekuppelten Zustand befindet, so dass die Brennkraftmaschine getrennt ist. Daher kann die Regenerationssteuervorrichtung die Regenerationssteuerung der Dreheinrichtung während eines jeden der Zustände mit einer exzellenten Energieeffizienz ausführen. Das heißt, befindet sich die Koppel-Entkoppel-Einrichtung in dem ausgekuppelten Zustand, so dass die Kraftmaschine getrennt ist, wird die Änderungssteuerung, das heißt die Drehgeschwindigkeitssteuerung der Dreheinrichtung so ausgeführt, dass die elektrische Leistungserzeugungseffizienz der Dreheinrichtung ansteigt. Daher kann die elektrische Leistungserzeugung mit einer derartigen hohen Energieeffizienz wie nach der konventionellen Art ausgeführt werden. Befindet sich die Koppel-Entkoppel-Einrichtung in dem eingekuppelten Zustand, so dass die Kraftmaschine in passiver Weise gedreht wird, wird die Änderungssteuerung, das heißt die Drehgeschwindigkeitssteuerung der Kraftmaschine so ausgeführt, dass der Drehwiderstand der Kraftmaschine fällt. Daher wird der Energieverlust infolge des Drehwiderstands der Kraftmaschine verringert und steigt das Elektrizitätsmaß entsprechend an, das durch die Regenerationssteuerung der Dreheinrichtung wiedergewonnen werden kann.

[0015] Die Änderungssteuerung auf der Grundlage des Drehwiderstands der Kraftmaschine verringert die elektrische Leistungserzeugungseffizienz der Dreheinrichtung. Jedoch ist die Änderung der elektrischen Leistungserzeugungseffizienz der Dreheinrichtung gering im Vergleich zu der Änderung des Drehwiderstands der Kraftmaschine. Durch Ausführung der Änderungssteuerung, so dass der Drehwiderstand der Kraftmaschine verringert wird, kann daher das durch die Dreheinrichtung erzeugte Elektrizitätsmaß im Ganzen erhöht werden. Es ist ebenso möglich, die Änderungssteuerung so auszuführen, dass eine elektrische Leistungserzeugung mit einer erhöhten Leistungseffizienz im Gesamten ermöglicht wird, indem der Drehwiderstand der Kraftmaschine als eine grundlegende Operation reduziert wird, während die Änderung der elektrischen Leistungserzeugungseffizienz der Dreheinrichtung als ein Faktor eingeführt wird. Neben der Leistungserzeugungseffizienz der Dreheinrichtung kann die Ladeeffizienz ei-

ner elektrische Energie speichernden Batterie und dergleichen ebenso in der Änderungssteuerung, das heißt in die Drehgeschwindigkeitssteuerung der Dreheinrichtung als ein Faktor berücksichtigt werden.

[0016] Weist die Dreheinrichtung einen Fehler auf, wenn die Koppel-Entkoppel-Einrichtung sich in dem eingekuppelten Zustand befindet, wird ferner wie vorstehend angeführt das Drehzahlverhältnis so gesteuert, dass der Drehwiderstand der Kraftmaschine ansteigt. Selbst wenn eine Bremskraft durch die Regenerationssteuerung infolge eines Fehlers der Dreheinrichtung nicht bereitgestellt werden kann, wird daher die Bremskraft auf der Grundlage des Drehwiderstands der Kraftmaschine erzeugt. Somit verringert oder eliminiert die Erfindung das Problem einer unkomfortablen Empfindung, die durch die Präsenz oder Absenz einer Regenerationsbremskraft erzeugt wird.

[0017] Da ferner das angewendete Getriebe einem kontinuierlich variablen Getriebe entspricht, kann die Regenerationssteuerung der Dreheinrichtung in konstanter Weise mit einer hohen Energieeffizienz ausgeführt werden, indem das Übersetzungsverhältnis gemäß den Änderungen der Fahrzeuggeschwindigkeit kontinuierlich geändert bzw. verschoben wird.

[0018] Das vorstehende und weitere Ziele, Merkmale, Vorteile, die technische und industrielle Bedeutung der Erfindung werden durch Berücksichtigung der nachstehenden detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung in Verbindung mit der angefügten Zeichnung verständlich. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung zur Veranschaulichung einer Hybridantriebssteuervorrichtung, auf welche ein Ausführungsbeispiel der Erfindung angewendet wird,

Fig. 2 eine hochgestellte Darstellung zur Veranschaulichung eines Antriebsleistungsübertragungssystems der Hybridantriebssteuervorrichtung gemäß der Darstellung von **Fig. 1**,

Fig. 3 ein Schaltbild zur Veranschaulichung von Abschnitten einer Öldrucksteuerschaltung gemäß der Darstellung von **Fig. 1**,

Fig. 4 eine Tabelle zur Angabe von Beziehungen zwischen verschiedenen Fahrmodi, in die die Hybridantriebssteuervorrichtung gemäß der Darstellung von **Fig. 1** eingetreten ist, und den Betriebszuständen von Kupplungen und einer Bremse,

Fig. 5a bis Fig. 5c Nomogramme zur Angabe von Beziehungen zwischen den Drehgeschwindigkeiten von Drehelementen einer Planetengetriebeeinheit in einem ETC-Modus, einem Schließmodus und einem Motorlaufmodus (vorwärts) gemäß der Darstellung von **Fig. 4**,

Fig. 6 ein Flussdiagramm einer Regenerationssteuerung gemäß dem Ausführungsbeispiel, das einen Vorgang darstellt, der bei einer Regenerationssteuerung des Motors-Generators während einer Vorwärtsfahrt eines Fahrzeugs ausgeführt wird,

Fig. 7a eine Darstellung zur Veranschaulichung einer Änderungssteuerung und einer Regenerationssteuerung, welche gemäß dem Flussdiagramm von **Fig. 6** während eines ausgekuppelten Zustands ausgeführt werden, in dem die Kraftmaschine ausgekuppelt ist, wobei die horizontale Achse die Motordrehgeschwindigkeit angibt und die vertikale Achse das regenerative Bremsdrehmoment angibt, und

Fig. 7b eine Darstellung zur Veranschaulichung einer Änderungssteuerung und einer Regenerationssteuerung, die gemäß dem Flussdiagramm von **Fig. 6** während eines angekuppelten Zustands ausgeführt werden, in dem die Kraftmaschine angekuppelt ist, wobei die horizontale Achse die Motordrehgeschwindigkeit angibt und die vertikale Achse das regenerative Drehmoment angibt.

[0019] In der nachstehenden Beschreibung und der angefügten Zeichnung wird die Erfindung detaillierter unter Bezugnahme auf exemplarische bevorzugte Ausführungsbeispiele erläutert.

[0020] Es wird bevorzugt, dass das verwendete Getriebe einem kontinuierlich variablen Getriebe eines Riementyps, eines Torus-Typs, etc. entspricht. Die Erfindung ist jedoch auch auf Fahrzeuge mit einem schrittweise variablen Getriebe anwendbar. Die Koppel-Entkoppel-Einrichtung entspricht vorzugsweise einer Kupplung oder Bremse eines Reibungseingriffstyps. Die Koppel-Entkoppel-Einrichtung ist beispielsweise so angeordnet, dass sie eine Leistungsübertragung zwischen einer Brennkraftmaschine und einer mit einem Getriebe verbundenen Dreheinrichtung in selektiver Weise zulässt oder unterbindet. Im Einkuppelzustand veranlasst die Koppel-Entkoppel-Einrichtung die Dreheinrichtung und die Kraftmaschine zu einer gemeinsamen Drehung als eine Einheit. Hinsichtlich der Koppel-Entkoppel-Einrichtung sind verschiedene Anordnungen möglich, wie z. B. eine Anordnung, in der eine von 3 Drehelementen einer Differentialgetriebeeinrichtung (eine Planetengetriebeeinheit oder dergleichen) durch eine Bremse festgestellt ist, und die Dreheinrichtung und die Kraftmaschine, welche mit den weiteren zwei Drehelementen verbunden sind, unter Bezug zueinander gedreht werden und ein resultierendes Drehmoment von der Dreheinrichtung und der Kraftmaschine zu dem Getriebe ausgegeben wird.

[0021] Die Erfindung kann in passender Weise auf ein Hybridfahrzeug angewendet werden, das zusätz-

lich zu einer Brennkraftmaschine mit einem Elektromotor als Antriebsleistungsquellen des Fahrzeugs ausgestattet ist. Bei dem Hybridfahrzeug entspricht die Dreheinrichtung vorzugsweise einem Motor-Generator, der sowohl die Funktion eines Elektromotors als auch die Funktion eines Elektrogenerators ausführt. Die Erfindung ist ebenso auf ein Fahrzeug, das lediglich durch eine Brennkraftmaschine fährt, und ein Fahrzeug anwendbar, das durch eine Brennkraftmaschine fährt, während als eine Reaktionskraft das durch eine Leistungserzeugung der Dreheinrichtung erzeugte regenerative Bremsdrehmoment verwendet wird. Die Erfindung kann ebenso auf ein Hybridfahrzeug angewendet werden, das mit einem Fahrzeugsantriebs Elektromotor oder einem Fahrzeugsantriebs Elektromotor-Fahrzeugsantriebs Elektrogenerator zusätzlich zu der Dreheinrichtung zur Verwendung als Elektrogenerator ausgestattet ist.

[0022] Eine Regenerationssteuerung der Dreheinrichtung wird beispielsweise ausgeführt, wenn die von einem Fahrer des Fahrzeugs angeforderte Leistungsabgabe wie etwa das Betätigungsmaß eines Gaspedals oder dergleichen während einer Vorwärtsfahrt des Fahrzeugs null wird, oder wenn ein Bremspedal betätigt wird. Die Regenerationssteuerung kann ebenso während eines Rückwärtsfahrens des Fahrzeugs ausgeführt werden. Das regenerative Drehmoment der Dreheinrichtung kann auf einen vorbestimmten Wert voreingestellt sein. Es ist ebenso möglich, ein regeneratives Bremsdrehmoment der Dreheinrichtung zu bestimmen, indem als Parameter ein angefordertes Maß hinsichtlich der Bremse wie beispielsweise die Betätigungskraft an einer Fußbremse oder dergleichen, das Übersetzungsverhältnis des Getriebes, etc. verwendet werden. Somit sind verschiedene Ausführungsbeispiele hinsichtlich des regenerativen Bremsdrehmoments der Dreheinrichtung möglich. Obwohl es einer üblichen Praxis entspricht, die Kraftstoffzufuhr zu der Kraftmaschine während der Regenerationssteuerung zu unterbrechen, kann die Kraftmaschine ebenso im Betrieb wie beispielsweise in einem Leerlaufzustand oder dergleichen während der Regenerationssteuerung gehalten werden.

[0023] Bei der Regenerationssteuerung wird das Getriebe üblicherweise wie nachstehend beschrieben gesteuert. Das heißt, befindet sich die Koppel-Entkoppel-Einrichtung in einem ausgekuppelten Zustand, wird eine angeforderte Bremsenergie je Zeiteinheit (Bremsleistung) gemäß beispielsweise dem angeforderten Bremsdrehmoment und der Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt. Unter Verwendung eines vorbestimmten Kennfelds oder dergleichen wird eine die elektrische Leistungserzeugungseffizienz maximierende Solldrehgeschwindigkeit unter der Bedingung bestimmt, dass die Solldrehgeschwindigkeit auf einer Dreheinrichtungsdrehgeschwindigkeit-

Bremsdrehmoment-Linie liegt, die die vorstehend angeführte angeforderte Bremsleistung bereitstellt, und in einem Bereich einer durch die Änderungssteuerung des Getriebes erreichbaren Drehgeschwindigkeit liegt. Dann wird die Änderungssteuerung ausgeführt, so dass die Drehgeschwindigkeit der Dreheinrichtung gleich der Soll Drehgeschwindigkeit wird. Es ist ebenso möglich, die elektrische Leistungserzeugungseffizienz durch Verwendung einer Absicherung (Bereitstellen einer Grenze) oder dergleichen zu begrenzen oder eine Soll Drehgeschwindigkeit durch Einführung der Ladeeffizienz der Batterie als einen Faktor einzustellen. Verschiedene weitere Ausführungsbeispiele sind möglich. Die Änderungssteuerung kann beispielsweise so ausgeführt werden, dass die Dreheinrichtung mit einer vorbestimmten Drehgeschwindigkeit oder einem vorbestimmten regenerativen Drehmoment arbeitet, bei welchen die beste Erzeugungseffizienz erreicht wird.

[0024] Befindet sich die Koppel-Entkoppel-Einrichtung in einem eingekuppelten Zustand, wird ferner die Steuerung des Getriebes bei der Regenerationssteuerung wie nachstehend beschrieben ausgeführt. Das heißt, die Änderungssteuerung wird beispielsweise so ausgeführt, dass die Drehgeschwindigkeit der Brennkraftmaschine einen minimalen Wert in einem durch die Änderungssteuerung des Getriebes erreichbaren Bereich von Drehgeschwindigkeiten der Kraftmaschine erreicht (sie erreicht eine Leerlaufgeschwindigkeit, falls die Kraftmaschine in einem Leerlaufzustand arbeitet), so dass der Drehwiderstand der Kraftmaschine minimiert ist. Wird jedoch die Drehgeschwindigkeit übermäßig gering, während die Kraftmaschine sich in einem gestoppten Zustand (Kraftstoffunterbrechungszustand) befindet, kann die Kraftmaschine nicht wieder gestartet werden. Daher wird es bevorzugt, eine vorbestimmte untere Kraftmaschinengrenzgeschwindigkeit (beispielsweise 1200 UpM oder dergleichen) vorzusehen. Somit wird bevorzugt, die Änderungssteuerung so auszuführen, dass die Drehgeschwindigkeit der Kraftmaschine eine minimale Drehgeschwindigkeit erreicht, die größer oder gleich dem unteren Grenzwert ist und die durch die Änderungssteuerung des Getriebes erreichbar ist.

[0025] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert.

[0026] Fig. 1 zeigt eine Prinzipdarstellung zur Veranschaulichung einer Hybridantriebssteuervorrichtung 10, auf die die Erfindung angewendet wird. Fig. 2 zeigt eine hochgestellte Darstellung zur Veranschaulichung eines Getriebes 12. Die Hybridantriebssteuervorrichtung 10 beinhaltet eine Kraftmaschine 14, die Leistung durch Verbrennung eines Kraftstoffs erzeugt, einen Motor-Generator 16 zur Verwendung als Elektromotor und als Elektrogenerator und eine

Doppelrad-Planetengetriebeeinheit 18. Die Hybridantriebssteuervorrichtung 10 ist in Querrichtung an einem nachstehend als FF-Fahrzeug bezeichneten Fahrzeug mit Frontmotor und Vorderantrieb oder dergleichen angebracht. Ein Sonnenrad 18s der Planetengetriebeeinheit 18 ist mit der Kraftmaschine 14 verbunden. Ein Zwischenrad bzw. ein Trägerelement 18c davon ist mit dem Motor-Generator 16 verbunden. Ein Ringrad 18r ist mit einem Gehäuse 20 über eine erste Bremse B1 verbindbar. Das Zwischenrad 18c ist mit einer Eingangswelle 22 des Getriebes 12 über eine erste Kupplung C1 verbindbar. Das Ringrad 18r ist mit Eingangswelle 22 über eine zweite Kupplung C2 verbindbar. Die Kraftmaschine 14 entspricht einer Brennkraftmaschine und der Motor-Generator 16 entspricht einer Dreheinrichtung gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung. Die Planetengetriebeeinheit 18 entspricht einer Differentialgetriebeeinrichtung. Zusammen mit der ersten Kupplung C1, der zweiten Kupplung C2 und der ersten Bremse B1 bildet die Planetengetriebeeinheit 18 eine Koppel-Entkoppel-Einrichtung, die in selektiver Weise einen eingekuppelten Zustand zur Ermöglichung einer Leistungsübertragung und einen ausgekuppelten Zustand zur Unterbindung einer Leistungsübertragung zwischen der Kraftmaschine 14 und dem Getriebe 12 ermöglicht.

[0027] Die Kupplungen C1, C2 und die erste Bremse B1 entsprechen jeweils einer hydraulischen Mehrplatten-Nassreibungseingriffseinrichtung, die durch einen hydraulischen Aktuator in einen Friktions- bzw. Reibungseingriffszustand gebracht wird. Jede Einrichtung wird in einen Reibungseingriffszustand gebracht, indem hydraulisches Öl von einer Öldrucksteuerschaltung 24 zugeführt wird. Fig. 3 zeigt eine Darstellung zur Veranschaulichung von Abschnitten der Öldrucksteuerschaltung 24. Eine elektrisch angetriebene Öldruckerzeugungseinrichtung 26, die eine elektrische Pumpe beinhaltet, erzeugt einen Quelldruck PC, der den Kupplungen C1, C2 und der Bremse B1 über ein mechanisches Ventil 28 gemäß der Schaltposition eines Schalthebels 30 (vergleiche Fig. 1) zugeführt wird. Der Schalthebel 30 entspricht einem Schaltbetätigungselement, das durch einen Fahrer des Fahrzeugs bestätigt wird. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird der Schalthebel 30 in selektiver Weise in fünf Schaltpositionen geschaltet: „B“, „D“, „N“, „R“ und „P“. Das mechanische Ventil 28 ist mit dem Schalthebel 30 über ein Kabel, ein Verbindungselement, etc. verbunden und wird gemäß der Betätigung des Schalthebels 30 mechanisch geschaltet.

[0028] Die „B“-Position entspricht einer Schaltposition, in der eine relativ große Leistungsquellenbremsung beispielsweise auf ein Herunterschalten des Getriebe 12 während eines Vorwärtsfahrzustands des Fahrzeugs hin erzeugt wird. Die „D“-Position entspricht einer Schaltposition zum Vorwärtsfahren. An

diesen Positionen wird der Quellendruck PC über eine Ausgangsöffnung **28a** den Kupplungen **C1** und **C2** zugeführt. Der Quellendruck PC wird der ersten Kupplung **C1** über ein Durchgangsventil **31** zugeführt. Die „N“-Position entspricht einer Schaltposition, in der eine Leistungsübertragung von der Antriebsleistungsquelle unterbunden oder abgetrennt ist. Die „R“-Position entspricht einer Schaltposition zum Rückwärtsfahren. Die „P“-Position entspricht einer Schaltposition, in der die Leistungsübertragung von der Antriebsleistungsquelle unterbrochen ist und eine Drehung der Antriebsräder durch eine Parkblockiereinrichtung (nicht dargestellt) mechanisch unterbunden ist. In diesen Schaltpositionen wird der Quellendruck PC der ersten Bremse **B1** über eine Ausgangsöffnung **28b** zugeführt. Der von der Ausgangsöffnung **28b** ausgegebene Quellendruck PC wird ebenso einer Rückführungsöffnung **28c** eingespeist. In der „R“-Position wird der Quellendruck PC über die Rückführungsöffnung **28c**, eine Ausgangsöffnung **28d** und ein Durchgangsventil **31** der ersten Kupplung **C1** zugeführt.

[0029] Die Kupplungen **C1**, **C2** und die Bremse **B1** sind jeweils mit Steuerventilen **32**, **34**, **36** ausgestattet, die den Öldruck P_{C1} , P_{C2} , P_{B1} daran steuern. Der Öldruck P_{C1} an der Kupplung **C1** wird durch ein Ein-Aus-Ventil **38** reguliert. Der Öldruck P_{C2} , P_{B1} und der Kupplung **C2** und der Bremse **B1** werden durch ein Linearsolenoidventil **40** reguliert.

[0030] Es werden verschiedene Fahrmodi, die in **Fig. 4** gezeigt sind, gemäß den Betriebszuständen der Kupplungen **C1**, **C2** und der Bremse **B1** eingeleitet. Das heißt, befindet sich der Schalthebel **30** in der „B“-Position oder der „D“-Position, wird der „ETC-Modus“, der „Schließmodus“ oder „Motorlaufmodus (vorwärts)“ eingeleitet. In dem „ETC-Modus“ ist die zweite Kupplung **C2** eingekuppelt und sind die erste Kupplung **C1** und die erste Bremse **B1** freigegeben, das heißt währenddessen sind das Sonnenrad **18s**, das Zwischenrad **18c** und das Ringrad **18r** relativ drehbar. Wird dieser Zustand beibehalten, werden sowohl die Kraftmaschine **14** als auch der Motor-Generator **16** so betrieben, dass sie ein Drehmoment auf das Sonnenrad **18s** und das Zwischenrad **18c** ausüben, so dass das Ringrad **18r** so gedreht wird, dass das Fahrzeug vorwärts fährt. In dem „Schließmodus“ wird die Kraftmaschine **14** betrieben, während die Kupplungen **C1**, **C2** eingekuppelt sind und die Bremse **B1** freigegeben ist, so dass das Fahrzeug vorwärts fährt. In dem „Motorlaufmodus (vorwärts)“ wird der Motor-Generator **16** betrieben, während die erste Kupplung **C1** eingekuppelt ist und die zweite Kupplung **C2** und die erste Bremse **B1** freigegeben sind, so dass das Fahrzeug vorwärts fährt. Ferner kann in dem „Motorlaufmodus (vorwärts)“ Elektrizität aus der kinetischen Energie des Fahrzeugs erzeugt werden, so dass eine Batterie **42** (vergleiche **Fig. 1**) geladen wird und eine Bremskraft dem Fahrzeug durch die Regenerations-

steuerung des Motors-Generators **16** bei Betätigung der Fußpedalbremse (während der Bremsenschaltzeit) oder dergleichen zugeführt wird.

[0031] **Fig. 5a** bis **Fig. 5c** zeigen Nomogramme zur Angabe der Betriebszustände der Planetengetriebeeinheit **18** während der vorstehend beschriebenen vorwärtsgerichteten Betriebsmodi. In den Nomogrammen bezeichnen „S“, „R“ und „C“ jeweils das Sonnenrad **18s**, das Ringrad **18r** und das Zwischenrad **18c**. Die Abstände zwischen den Linien „S“, „R“ und „C“ sind durch ein Getriebeverhältnis ρ (= die Zahl der Zähne des Sonnenrads **18s**/die Zahl der Zähne des Ringsrads **18r**) bestimmt. Unter der Annahme, dass der Abstand zwischen den Linien „S“ und „C“ „1“ entspricht, wird im Einzelnen der Abstand zwischen den Linien „R“ und „C“ ρ , was etwa einem Wert von „0,6“ gemäß diesem Ausführungsbeispiel entspricht. Hinsichtlich des Drehmomentverhältnisses in dem „ETC-Modus“ (**Fig. 5a**) entspricht das Verhältnis des Kraftmaschinendrehmoments T_e : CVT-Eingangswellendrehmoment T_{in} : Motordrehmoment $T_m = \rho:1:1-\rho$. Somit ist das benötigte Motordrehmoment T_m geringer als das Kraftmaschinendrehmoment T_e . Ferner ist während eines beständigen Zustands ein durch Summierung des Motordrehmoments T_m und des Kraftmaschinendrehmoments T_e erlangtes Drehmoment gleich dem CVT-Eingangswellendrehmoment T_{in} . Es sollte angemerkt werden, dass „CTV“ sich auf ein kontinuierlich variables Getriebe bezieht und dass das Getriebe **12** in diesem Ausführungsbeispiel einem kontinuierlich variablen Riemmentyp-Getriebe entspricht.

[0032] Gemäß **Fig. 4** wird der „Leerlaufmodus“ oder der „Lade-Kraftmaschinenstartmodus“ eingeleitet, wenn der Schalthebel **30** in der „N“ oder der „P“-Position ist. Während des „Leerlaufmodus“ sind die Kupplungen **C1**, **C2** und die erste Bremse **B1** freigegeben. Während des „Lade-Kraftmaschinenstartmodus“ sind die Kupplungen **C1**, **C2** freigegeben und ist die erste Bremse **B1** eingekuppelt. Wird dieser Zustand beibehalten, wird der Motor-Generator **16** zum Starten der Kraftmaschine **14** in umgekehrter Weise betrieben oder wird der Motor-Generator **16** durch die Kraftmaschine **14** über die Planetengetriebeeinheit **18** angetrieben und wird eine elektrische Leistungserzeugungssteuerung zur Erzeugung elektrischer Energie ausgeführt, so dass die Batterie **42** (vergleiche **Fig. 1**) geladen wird.

[0033] Befindet sich der Schalthebel **30** in der „R“-Position wird der „Motorlaufmodus (rückwärts)“ oder der „Frikions- bzw. Reibungslaufmodus“ eingeleitet. Während des „Motorlaufmodus (rückwärts)“ ist die erste Kupplung **C1** eingekuppelt und sind die zweite Kupplung **C2** und die erste Bremse **B1** freigegeben. Wird dieser Zustand beibehalten, wird der Motor-Generator **16** in umgekehrter Weise zum Rückwärtsdrehen des Zwischenrads **18c** und daher der Ein-

gangswelle **22** angetrieben, so dass das Fahrzeug rückwärts fährt. Der „Reibungsfahrmodus“ wird eingeleitet, wenn eine Unterstützungsanforderung während des Rückwärtsfahrens in dem „Motorlaufmodus (rückwärts)“ erfolgt. Während des „Reibungsfahrmodus“ wird die Kraftmaschine **14** gestartet, so dass das Sonnenrad **18s** sich vorwärts dreht. Während das Ringrad **18r** sich entlang der Drehung des Sonnenrads **18r** vorwärts dreht, wird die erste Bremse **B1** in einen Gleitangriffszustand zur Beschränkung der Drehung des Ringsrads **18r** gebracht, so dass eine rückwärts gerichtete Antriebskraft dem Zwischenrad **18c** zur Unterstützung des Rückwärtsfahrvorgangs des Fahrzeugs zugeführt wird.

[0034] Das Getriebe **12**, das heißt ein kontinuierlich variables Riemengetriebe gibt Leistung von einer Ausgangswelle **44** (**Fig. 2**) aus. Die Leistung wird dann über ein Ringrad **50** einer Differentialeinrichtung **48** über ein Zählrad **46** übertragen. Die Differentialeinrichtung **48** verteilt Leistungen auf ein rechtes und ein linkes Antriebsrad (Vorderräder gemäß diesem Ausführungsbeispiel) **52**.

[0035] Die Hybridantriebssteuervorrichtung **10** des Ausführungsbeispiels wird durch eine HV-ECU **60** gemäß der Darstellung von **Fig. 1** gesteuert. Die HV-ECU **60** beinhaltet eine CPU, ein RAM, ein ROM, etc. Durch Verarbeitung von Signalen gemäß in dem ROM vorgespeicherten Programmen während einer Verwendung der temporären Speicherfunktion des RAM steuert die HV-ECU **60** eine Elektrodrossel-ECU **62**, eine Kraftmaschinen-ECU **64**, eine M/G-ECU **66**, eine T/M-ECU **68**, das Ein-Aus-Ventil **38** der Öldrucksteuerschaltung **24**, das Linearsolenoidventil **40**, eine Starteinrichtung **70** der Kraftmaschine **14**, etc. Die Elektrodrossel-ECU **62** steuert das Öffnen und das Schließen eines elektronischen Drosselventils **72** der Kraftmaschine **14**. Die Kraftmaschinen-ECU **64** steuert die Ausgabe bzw. die Leistungsausgabe der Kraftmaschine **14** auf der Grundlage des Kraftstoffeinspritzmaßes, eines variablen Ventil-Zeitsteuerungsmechanismus, eines Zündungsverlaufs, etc.. Die M/G-ECU **66** steuert das Motordrehmoment, das regenerative Bremsdrehmoment, etc. des Motors-Generators **16** über einen Wandler **74**. Die T/M-ECU **68** steuert das Übersetzungsverhältnis γ (= Eingangswellendrehgeschwindigkeit N_{in} / Ausgangswellendrehgeschwindigkeit N_{out}) des Getriebes **12**, seine Riemen Spannung, etc. Die Öldrucksteuerschaltung **24** beinhaltet eine Schaltung zur Steuerung des Übersetzungsverhältnisses γ und der Riemen Spannung des Getriebes **12**. Die Starteinrichtung **70** entspricht einem Motor-Generator, der mit einer Kurbelwelle der Kraftmaschine **14** über eine Leistungsübertragungseinrichtung wie etwa einem Riemen oder eine Kette verbunden ist.

[0036] Der HV-ECU **60** wird ein Signal zugeführt, das das Betätigungsmaß θ_{ac} eines als Beschleunigungseinrichtungsbetätigungselement vorgesehenen Gaspedals **78** von einem Beschleunigungseinrichtungsbetätigungsmaßsensor **76** angibt. Der HV-ECU **60** wird ebenso von einem Schaltpositionssensor **80** ein Signal zugeführt, das die Schaltposition des Schalthebels **30** angibt. Ferner werden der HV-ECU **60** Signale von einem Kraftmaschinendrehgeschwindigkeitssensor **82**, einem Motordrehgeschwindigkeitssensor **84**, einem Eingangswellendrehgeschwindigkeitssensor **86** und einem Ausgangswellendrehgeschwindigkeitssensor **88** und einer Bremssteuereinrichtung **90** wie etwa einer ABS-Einheit oder dergleichen zugeführt, die eine Kraftmaschinendrehgeschwindigkeit (Zahl der Drehungen) N_e , eine Motordrehgeschwindigkeit (Zahl der Drehungen) N_m , eine Eingangswellendrehgeschwindigkeit (Drehgeschwindigkeit der Eingangswelle **22**) N_{in} , eine Ausgangswellendrehgeschwindigkeit (Drehgeschwindigkeit der Ausgangswelle **44**) N_{out} und ein angefordertes Bremsdrehmoment T_b angeben. Die Ausgangswellendrehgeschwindigkeit N_{out} entspricht der Fahrzeuggeschwindigkeit V . Verschiedene weitere Signale, die Betriebszustände wie etwa den Ladezustand SOC der Batterie **42** und dergleichen angeben, werden ebenso der HV-ECU **60** zugeführt. Das Lademaß SOC kann lediglich der Batteriespannung entsprechen und kann ebenso durch serielles Akkumulieren der Lade- und Entlademaße bestimmt werden. Das Maß der Beschleunigungseinrichtungsbetätigung θ_{ac} entspricht dem Maß der durch einen Fahrer des Fahrzeugs angeforderten Leistungsabgabe.

[0037] **Fig. 6** zeigt ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung eines Regenerationssteuerprozesses zur Erzeugung von Elektrizität durch eine Regenerationssteuerung des Motors-Generators **16** und zum Beaufschlagen des Fahrzeugs mit einer vorbestimmten Bremskraft während eines Vorwärtsfahrzustands des Fahrzeugs. Der Regenerationssteuerprozess wird mit einer vorbestimmten Zyklusdauer durch die Signalverarbeitung wiederholt ausgeführt, die durch die HV-ECU **60**, die M/G-ECU **66** und die T/M-ECU **68** ausgeführt wird. Die Schritte **S6** und **S9** von **Fig. 6** werden durch die M/G-ECU **66** ausgeführt. Die Schritte **S5**, **S7** und **S8** werden durch die T/M-ECU **68** ausgeführt.

[0038] In Schritt **S1** von **Fig. 6** wird bestimmt, ob eine Verlangsamungsanforderung von der Bremssteuereinrichtung **90** vorhanden ist, das heißt ob ein Signal zugeführt worden ist, das das angeforderte Bremsdrehmoment T_B angibt. Ist das das angeforderte Bremsdrehmoment T_B angegebende Signal zugeführt worden, schreitet der Prozess zu einem Schritt **S2** voran. Das angeforderte Bremsdrehmoment T_B wird gemäß der Betätigungskraft der Fußpedalbremse (das durch einen Fahrer angeforderte Bremsmaß) und dergleichen bestimmt, so dass eine gewünschte Bremskraft durch Zusammenwirken der für die Räder vorgesehenen Bremsvorrichtungen er-

reicht wird, beispielsweise falls die Fußpedalbremse während eines Vorwärtsfahrzustands des Fahrzeugs betätigt wird, während der Schalthebel **63** sich in der „**B**“ oder „**D**“- Position befindet.

[0039] In Schritt **S2** wird bestimmt, ob eine vorbestimmte Bedingung zum Zulassen einer Regeneration erfüllt ist. Ist die Bedingung erfüllt, schreitet der Prozess zu einem Schritt **S3** voran. Die Regenerationszulassungsbedingung entspricht beispielsweise der Bedingung, dass das Lademaß SOC der Batterie **42** geringer als ein vorbestimmter Wert ist oder gleich einem vorbestimmten Wert ist, so dass das Laden der Batterie **42** zulässig ist, einer Bedingung, dass die Temperatur des Motor-Generators **16** oder die Temperatur des Wandlers **74** geringer als ein vorbestimmter Wert ist oder gleich zu einem vorbestimmten Wert ist, so dass die Regenerationssteuerung möglich ist, einer Bedingung, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit V größer als ein vorbestimmter Wert oder gleich einem vorbestimmten Wert (beispielsweise 10 km/h) ist, so dass keine Gefahr für eine Regenerationssteuerung besteht, die das Fahrgefühl beeinträchtigt, und keine Notwendigkeit für eine komplizierte Steuerung wie etwa eine Schleichsteuerung oder dergleichen, etc. besteht.

[0040] In Schritt **S3** wird bestimmt, ob die Kraftmaschine **14** in einer Schließweise angeschlossen ist, das heißt ob der „Schließmodus“ eingeleitet worden ist, in dem die erste Kupplung **C1** und die zweite Kupplung **C2** beide eingekuppelt sind. Ist der tatsächliche Modus der „Schließmodus“, schreitet der Prozess zu einem Schritt **S4** voran. Ist der tatsächliche Modus nicht der „Schließmodus“, das heißt, falls der tatsächliche Modus der „Motorslaufmodus (vorwärts)“ ist, in dem die zweite Kupplung **C2** freigegeben ist, schreitet der Prozess zu einem Schritt **S8** voran. Während der Regenerationssteuerung ist es wünschenswert, dass die zweite Kupplung **C2** zum Auskuppeln der Kraftmaschine **14** freigegeben ist, um die kinetische Energie des Fahrzeugs in effizienter Weise in elektrische Energie zu wandeln. Besteht jedoch die Notwendigkeit, die Kraftmaschine **14** als Fahrzeugsantriebsleistungsquelle für eine Wiederbeschleunigung zu verwenden, beispielsweise falls das Fahrzeug mit einer hohen Fahrzeuggeschwindigkeit V fährt, die größer als ein vorbestimmter Wert oder gleich zu dem vorbestimmten Wert ist (beispielsweise 55 km/h), oder ist das Lademaß SOC der Batterie **42** geringer als ein vorbestimmter Wert oder gleich zu dem vorbestimmten Wert, ist es wünschenswert, schnell eine Antriebsleistung von der Kraftmaschine **14** zu erlangen. Unter einer derartigen Bedingung wird daher die zweite Kupplung **C2** eingekuppelt, so dass die Kraftmaschine **14** passiv gedreht wird. Es sollte hier angeführt werden, dass während der Regenerationssteuerung, das heißt während der Betätigung der Fußpedalbremse, die Kraftstoffzufuhr zu der Kraftmaschine **14** unterbrochen ist. Ist die Kraft-

maschine **14** abgekuppelt, endet die Drehung der Kraftmaschine **14**.

[0041] In einem Schritt **S4** wird bestimmt, ob die Regenerationssteuerung infolge eines Fehlers des Motors-Generators **16**, des Wandlers **74** oder eines elektrischen Systems davon auf der Grundlage beispielsweise einer Beziehung zwischen der Motordrehgeschwindigkeit N_m und dem Steuerbefehl für den Motor-Generator **16**, eine Diagnose, etc. nicht möglich ist. Besteht kein derartiger Fehler, wird das Übersetzungsverhältnis γ des Getriebes **12** in Schritt **S5** so gesteuert, dass der Drehwiderstand der Kraftmaschine **14** infolge des Reibungsverlustes oder der Pumpenwirkung minimiert wird. Der Drehwiderstand der Kraftmaschine **14** verringert sich mit einer Abnahme der Kraftmaschinendrehgeschwindigkeit N_e . In geeigneter Weise wird daher das Übersetzungsverhältnis γ so minimiert, dass der Drehwiderstand in einem Bereich der Drehgeschwindigkeit N_e (gleich der Eingangswellendrehgeschwindigkeit N_{in}) minimiert wird, der durch die Änderungssteuerung des Getriebes **12** erzielt werden kann. Wird jedoch die Drehgeschwindigkeit N_e übermäßig gering, wird ein schneller Neustart der Kraftmaschine unmöglich. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist daher ein vorbestimmter Untergrenzenwert $N_{e_{min}}$ (beispielsweise 1200 UpM oder dergleichen) vorgesehen, der der Kraftmaschine **14** durch Kraftstoffeinspritzung oder Zündung einen schnellen Start ermöglicht. Folglich wird die Änderungssteuerung so ausgeführt, dass eine minimale Kraftmaschinendrehgeschwindigkeit erzielt wird, die größer als der Untergrenzenwert $N_{e_{min}}$ ist oder gleich diesem Wert ist, und die durch die Änderungssteuerung des Getriebes **12** erzielbar ist.

[0042] Nachfolgend wird in Schritt **S6** das regenerative Bremsdrehmoment T_{EB} des Motors-Generators **16** so gesteuert, das eine Bremsarbeit je Zeiteinheit (Bremsleistung) P_B erzielt wird, die durch Subtraktion eines Maßes entsprechend dem Drehwiderstand der Kraftmaschine **14** von einer angeforderten Bremsleistung erlangt wird, welche gemäß dem angeforderten Bremsdrehmoment T_B und der Fahrzeuggeschwindigkeit V bestimmt ist. **Fig. 7b** zeigt eine Darstellung zur Veranschaulichung eines Umstands, in dem die Eingangswellendrehgeschwindigkeit N_{in} ($= N_e = N_m$) durch die Änderungssteuerung in Schritt **S5** auf den Untergrenzenwert $N_{e_{min}}$ eingestellt ist. Gemäß dieser Darstellung ist beispielsweise ein regeneratives Bremsdrehmoment T_{EB1} bestimmt, das durch einen Punkt einer Kreuzung zwischen einer Linie A bezüglich einer Motor-Generator-Drehgeschwindigkeit N_m und einem Bremsdrehmoment T_{EB} , welche die angeforderte Bremsleistung P_B bereitstellt, und der Linie der dann auftretenden Motordrehgeschwindigkeit N_m ($= N_{e_{min}}$) angegeben ist. Durch Subtraktion des Drehwiderstands drehmoments der Kraftmaschine **14** von dem regenerativen Bremsdrehmoment T_{EB1} an das regenerative Bremsdrehmoment T_{EB2}

des Motors-Generators **16** bestimmt werden. Die angeforderte Bremsleistung P_B kann durch Multiplikation des angeforderten Bremsdrehmoments T_B mit der Fahrzeuggeschwindigkeit V bestimmt werden. Das regenerative Bremsdrehmoment T_{EB1} , das durch den Kreuzungspunkt angegeben ist, kann durch Teilen der angeforderten Bremsleistung P_B durch die dann auftretende Motordrehgeschwindigkeit N_m ($= N_{e_{min}}$) bestimmt werden. Das Drehungswiderstandsdrehmoment der Kraftmaschine **14** kann aus einem vorbestimmten Kennfeld oder einem arithmetischen Ausdruck unter Verwendung der Drehgeschwindigkeit N_e als einem Parameter bestimmt werden. Daher wird dem Fahrzeug das angeforderte Bremsdrehmoment T_B auf der Grundlage Regenerationssteuerung des Motors-Generators **16** und dem Drehungswiderstand der Kraftmaschine **14** zugeführt, so dass eine gewünschte Bremskraft im Zusammenwirken mit der Radbremseinrichtung erzeugt werden kann.

[0043] Ist die Regenerationssteuerung infolge eines Fehler des Motors-Generators **16** oder dergleichen nicht möglich, folgt auf Schritt **S4** der Schritt **S7**, in dem der Drehungswiderstand der Kraftmaschine infolge des Reibungsverlustes und des Pumpeneffekts erhöht wird und das Übersetzungsverhältnis γ des Getriebes **12** auf der Grundlage des erhöhten Drehungswiderstands so gesteuert wird, dass das angeforderte Bremsdrehmoment T_B erzielt wird. In einem speziellen Beispiel wird eine Kraftmaschinendrehgeschwindigkeit N_e , die eine gemäß dem angeforderten Bremsdrehmoment T_B und der Fahrzeuggeschwindigkeit V bestimmte angeforderte Bremsleistung P_B bereitstellt, durch Verwendung eines vorbestimmten Kennfelds oder eines arithmetischen Ausdrucks oder dergleichen bestimmt, und wird das Übersetzungsverhältnis γ so gesteuert, dass die bestimmte Kraftmaschinendrehgeschwindigkeit N_e erreicht wird. Daher wird dem Fahrzeug auf der Grundlage des Drehungswiderstands der Kraftmaschine **14** ein angefordertes Bremsdrehmoment T_B zugeführt, so dass eine gewünschte Bremskraft im Zusammenwirken mit der Radbremseinrichtung erreicht werden kann. Ein Sicherheitswert aus einem Obergrenzenwert $N_{e_{max}}$ kann eingestellt sein, um zu verhindern, dass die Kraftmaschine **14** eine zu hohe Geschwindigkeit erreicht. Kann in einem derartigen Fall die gewünschte Drehgeschwindigkeit N_e nicht erreicht werden, obwohl das Übersetzungsverhältnis γ auf einen maximalen Wert γ_{max} eingestellt ist, wird das Übersetzungsverhältnis γ auf den maximalen Wert γ_{max} eingestellt.

[0044] Ist die zweite Kupplung **C2** freigegeben und ist die Kraftmaschine **14** ausgekuppelt, wird der Schritt **S8** ausgeführt, wie es vorstehend angeführt ist. In dem Schritt **S8** wird das Übersetzungsverhältnis γ des Getriebes **12** so gesteuert, dass die elektrische Leistungserzeugungseffizienz des Motor-Generators **16** maximiert wird. Das heißt, gemäß der Dar-

stellung von **Fig. 7a** wird ein Betriebspunkt B, an dem die elektrische Leistungserzeugungseffizienz maximiert wird, aus einem vorbestimmten Effizienzkennefeld (die schlanken Linien von **Fig. 7a**) an einer Linie A bezüglich einer Motor-Generator-Drehgeschwindigkeit N_m und einem Bremsdrehmoment T_{EB} , die eine gemäß dem angeforderten Bremsdrehmoment T_B und der Fahrzeuggeschwindigkeit V bestimmte angeforderte Bremsleistung P_B bereitstellt, und in dem Bereich der durch die Änderungssteuerung des Getriebes **12** erreichbaren Drehgeschwindigkeit bestimmt. Die Drehgeschwindigkeit N_m in dem Betriebspunkt B wird als Solldrehgeschwindigkeit N_m^* eingestellt. Das Übersetzungsverhältnis γ des Getriebes **12** wird so gesteuert, dass die Eingangswellendrehgeschwindigkeit N_{in} ($= N_m$) die Solldrehgeschwindigkeit N_m^* erreicht.

[0045] Nachfolgend wird in Schritt **S9** die Regenerationssteuerung des Motors-Generators **16** mit dem regenerativen Bremsdrehmoment T_{EB} in dem Betriebspunkt B ausgeführt. Daher kann Elektrizität mit der maximalen Energieeffizienz erzeugt werden und in der Batterie **42** gespeichert werden. Ferner wird dem Fahrzeug das angeforderte Bremsdrehmoment T_B auf der Grundlage der Regenerationssteuerung des Motors-Generators **16** zugeführt, so dass eine gewünschte Bremskraft im Zusammenwirken mit der Radbremseinrichtung erzielt werden kann.

[0046] Wird somit gemäß der Hybridantriebssteuervorrichtung **10** dieses Ausführungsbeispiel die Regenerationssteuerung des Motors-Generators **16** zum Laden der Batterie **42** und zum Zuführen einer vorbestimmten Bremskraft zu dem Fahrzeug ausgeführt, wird die Änderungssteuerung des Getriebes **12** in den Schritten **S5** und **S8** beruhend auf verschiedenen Grundlagen ausgeführt, das heißt während eines eingekuppelten Zustands (Schließmodus), in dem die Kraftmaschine **14** passiv angetrieben wird, und während eines ausgekuppelten Zustands (Motorlaufmodus), in dem die Kraftmaschine **14** abgekuppelt ist. Daher kann in jedem der Zustände die Regenerationssteuerung des Motors-Generators **16** mit einer exzellenten Energieeffizienz ausgeführt werden.

[0047] Das heißt gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird während des ausgekuppelten Zustands, in dem die Kraftmaschine **14** ausgekuppelt ist, die Änderungssteuerung in Schritt **S8** so ausgeführt, dass die elektrische Leistungserzeugungseffizienz des Motors-Generators **16** unter einer vorbestimmten Bedingung einen maximalen Wert erreicht. Daher kann Elektrizität wie in der konventionellen Technologie mit einer derartig hohen Energieeffizienz erzeugt werden und in der Batterie **42** gespeichert werden. Während des eingekuppelten Zustands, in dem die Kraftmaschine **14** passiv angetrieben wird, wird die Änderungssteuerung in Schritt **S5** so ausgeführt, dass der Drehwiderstand unter einer vorbestimmten Be-

dingung minimiert wird. Daher wird die Energieabnahme infolge des Drehwiderstand der Kraftmaschine **14** minimiert und steigt entsprechend die elektrische Energie, die durch die Regenerationssteuerung des Motors-Generators **16** wiedergewonnen werden kann.

[0048] Die Änderungssteuerung auf der Grundlage des Drehwiderstands der Kraftmaschine **14** verringert die elektrische Leistungserzeugungseffizienz des Motors-Generators **16**. Die Änderung der elektrischen Leistungserzeugungseffizienz des Motors-Generators **16** ist jedoch im Vergleich zu Änderung des Drehwiderstands der Kraftmaschine **14** gering. Durch Ausführung der Änderungssteuerung, so dass der Drehwiderstand der Kraftmaschine **14** fällt, kann daher das Maß an durch den Motor-Generator **16** erzeugter Elektrizität im gesamten erhöht werden. Das heißt, falls während des angekuppelten Zustands der Kraftmaschine **14**, das heißt während des Schließmodus, die Änderungssteuerung so ausgeführt wird, dass die Kraftmaschinendrehgeschwindigkeit die Soll Drehgeschwindigkeit Nm^* erreicht, verringert sich das durch den Motor-Generator **16** erzeugte regenerative Bremsdrehmoment T_{EB} infolge des großen Drehwiderstands der Kraftmaschine **14**. Das Maß an durch den Motor-Generator **16** erzeugter Elektrizität fällt entsprechend. Dies ist ebenso möglich, die Änderungssteuerung durch Reduzierung des Drehwiderstands der Kraftmaschine **14** als eine grundlegende Operation durchzuführen, während die Änderung der elektrischen Leistungserzeugungseffizienz des Motors-Generators **16** als ein Faktor eingeführt wird, so dass im Gesamten eine elektrische Leistungserzeugung mit höherer Energieeffizienz ermöglicht wird. Neben der Leistungserzeugungseffizienz des Motors-Generators **16** kann ebenso die Ladeeffizienz der Batterie **42** und dergleichen als ein Faktor in die Änderungssteuerung, das heißt in die Drehgeschwindigkeitssteuerung des Motors-Generators **16** eingehen.

[0049] Ist gemäß dem Ausführungsbeispiel die Regenerationssteuerung durch einen Fehler des Motors-Generators **16** oder dergleichen während des angekuppelten Zustands (Schließmodus) unmöglich, in welchem die Kraftmaschine **14** passiv gedreht wird, wird das Übersetzungsverhältnis γ des Getriebes **12** auf der Grundlage des Drehwiderstands der Kraftmaschine **14** grundlegend so gesteuert, dass das erforderliche Bremsdrehmoment T_B erreicht werden kann. Selbst wenn daher das regenerative Bremsdrehmoment durch den Motor-Generator **16** nicht bereitgestellt werden kann, wird eine vorbestimmte Bremskraft auf der Grundlage des Drehwiderstands der Kraftmaschine **14** erzeugt. Folglich wird eine unkomfortable Empfindung aufgrund der Präsenz oder Abwesenheit des durch den Motor-Generator **16** bereitgestellten regenerativen Bremsdrehmoments reduziert oder eliminiert.

[0050] Da ferner das Getriebe **12** in diesem Ausführungsbeispiel ein kontinuierlich variables Riemenge triebe ist, kann die Regenerationssteuerung des Motors-Generators **16** in konstanter Weise bei einer hohen Energieeffizienz durch eine kontinuierliche Änderung des Übersetzungsverhältnisses γ gemäß den Änderungen der Fahrzeuggeschwindigkeit V ausgeführt werden.

[0051] Die Änderungssteuerung eines Getriebes **12** wird beruhend auf verschiedenen Grundlagen in Abhängigkeit davon ausgeführt, ob eine Kraftmaschine **14** angekuppelt ist, so dass sie passiv gedreht wird (JA in Schritt **S3**), oder abgekuppelt ist (NEIN in Schritt **S3**). Während des abgekuppelten Zustands wird die Änderungssteuerung so ausgeführt (in Schritt **S8**), dass die Leistungserzeugungseffizienz eines Motors-Generators **16** nach einer vorbestimmten Bedingung maximiert wird. Während des angekuppelten Zustands wird die Änderungssteuerung in Schritt **S5** so ausgeführt, dass der Drehwiderstand der Kraftmaschine **14** nach einer vorbestimmten Bedingung minimiert wird. Während eines Fahrzustands des Fahrzeugs kann daher eine Batterie **42** durch die Regenerationssteuerung des Motors-Generators **16** geladen werden. Selbst wenn die Regenerationssteuerung ausgeführt wird, während ein passiver Drehvorgang der Kraftmaschine **14** zulässig ist, kann eine gute elektrische Leistungserzeugungseffizienz erzielt werden.

[0052] Die Steuereinrichtung (beispielsweise die verschiedenen ECU-Einheiten) des veranschaulichten Ausführungsbeispiels ist als eine oder mehrere programmierte Mehrzweckcomputer ausgeführt. Für den Fachmann ist es offensichtlich, dass die Steuereinrichtung unter Verwendung einer einzigen speziell angepassten integrierten Schaltung (beispielsweise eines ASIC) ausgeführt werden kann, die einen Hauptprozessorabschnitt oder einen Zentralprozessorabschnitt für eine allgemeine Systemstufensteuerung und getrennte Abschnitte aufweist, die zur Ausführung verschiedener unterschiedlicher spezieller Berechnungen, Funktionen und weiterer Prozesse nach der Steuerung des Zentralprozessorabschnitts vorgesehen sind. Die Steuereinrichtung kann einer Vielzahl von getrennten zweckbestimmten oder programmierbaren integrierten oder weiteren elektronischen Schaltungen oder Einrichtungen (beispielsweise festverdrahteten elektronischen oder logischen Schaltungen wie etwa Schaltungen für diskrete Elemente oder programmierbaren logischen Einrichtungen wie etwa PLD, PLA, PAL oder dergleichen) entsprechen. Die Steuereinrichtung kann unter Verwendung eines in geeigneter Weise programmierbaren Mehrzweckcomputers beispielsweise eines Mikroprozessors, eines Mikrocontrollers oder einer weiteren Prozesseinrichtung (CPU oder MPU) entweder allein oder in Verbindung mit einer oder mehreren peripheren Einrichtungen zur Verarbeitung von Da-

ten und Signalen (beispielsweise integrierte Schaltungen) ausgeführt sein. Allgemein kann jede Einrichtung oder jeder Aufbau von Einrichtungen, an welchen eine Maschine für finite Zustände die hier beschriebenen Prozeduren ausführen kann, als die Steuereinrichtung verwendet werden. Eine verteilte Verarbeitungsarchitektur kann für eine maximale Daten/Signal-Verarbeitungsfähigkeit und Geschwindigkeit verwendet werden.

[0053] Während die Erfindung unter Bezugnahme auf ihre bevorzugten Ausführungsbeispiele beschrieben worden ist, ist es selbstverständlich, dass die Erfindung nicht auf die bevorzugten Ausführungsbeispiele oder Konstruktionen beschränkt ist. Im Gegensatz dazu ist für die Erfindung beabsichtigt, dass sie verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen abdeckt. Während darüber hinaus die verschiedenen Elemente der bevorzugten Ausführungsbeispiele in verschiedenen Kombinationen und Konfigurationen gezeigt sind, welche beispielhaft sind, sind weitere Kombinationen und Konfigurationen einschließlich zusätzlicher, weniger oder nur eines einzigen Elements ebenso im Bereich der Erfindung.

[0054] Die Änderungssteuerung eines Getriebes (12) wird auf verschiedenen Grundlagen beruhend ausgeführt, die davon abhängen, ob eine Kraftmaschine (12) eingekuppelt ist, so dass sie passiv gedreht wird (Ja in Schritt S3), oder ob sie ausgekuppelt ist (NEIN in Schritt S3). Während des ausgekuppelten Zustands wird die Änderungssteuerung so ausgeführt (Schritt S8), dass die Leistungserzeugungseffizienz eines Motors-Generators (16) nach einer vorbestimmten Bedingung maximiert wird. Während des eingekuppelten Zustands wird die Änderungssteuerung in Schritt S5 so ausgeführt, dass der Drehwiderstand der Kraftmaschine (14) nach einer vorbestimmten Bedingung minimiert wird. Während eines Fahrzustands des Fahrzeugs kann eine Batterie (42) daher durch die Regenerationssteuerung des Motors-Generators (16) geladen werden. Selbst wenn die Regenerationssteuerung ausgeführt wird, während der passive Drehvorgang der Kraftmaschine (14) zulässig ist, kann eine gute elektrische Leistungserzeugungseffizienz erzielt werden.

Patentansprüche

1. Regenerationssteuervorrichtung für ein Fahrzeug, wobei das Fahrzeug aufweist eine Brennkraftmaschine (14), ein Getriebe (12), dessen Übersetzungsverhältnis veränderbar ist und das mit einem Antriebsrad (52) des Fahrzeugs verbunden ist, eine ein- und auskuppelbare Kupplungseinrichtung (18, C1, C2, B1), die zwischen der Brennkraftmaschine (14) und dem Getriebe (12) angeordnet ist und im eingekuppelten Zustand eine Leistungsübertragung zwischen der Brennkraftmaschine (14) und dem Ge-

triebe (12) ermöglicht und im ausgekuppelten Zustand verhindert, dass Leistung zwischen der Brennkraftmaschine (14) und dem Getriebe (12) übertragen wird, und einem elektrischen Generator (16), der mit dem Antriebsrad (52) über das Getriebe (12) verbindbar ist,

wobei die Regenerationssteuervorrichtung aufweist eine Regenerationssteuereinrichtung (60, 66) zum Ausführen einer regenerativen Bremsung mittels des elektrischen Generators (12), während der elektrische Generator (12) elektrische Energie erzeugt und das fahrende Fahrzeug bremst, und

eine Schaltsteuereinrichtung (60, 62, 64, 66, 68) zum Einstellen des Übersetzungsverhältnisses des Getriebes (12) während der regenerativen Bremsung, **dadurch gekennzeichnet**, dass

die Schaltsteuereinrichtung (60, 62, 64, 66, 68) das Übersetzungsverhältnis des Getriebes (12) verschieden einstellt in Abhängigkeit davon, ob während der regenerativen Bremsung die Kupplungseinrichtung (18, C1, C2, B1) eingekuppelt- oder ausgekuppelt ist, die Schaltsteuereinrichtung (60, 62, 64, 66, 68) während der regenerativen Bremsung bei eingekuppelter Kupplungseinrichtung (18, C1, C2, B1) das Übersetzungsverhältnis des Getriebes (12) so einstellt, dass der Drehwiderstand der Brennkraftmaschine (14) fällt,

wenn die Brennkraftmaschine (14) in einem Leerlaufzustand arbeitet, die Schaltsteuereinrichtung (60, 62, 64, 66, 68) das Übersetzungsverhältnis des Getriebes (12) so steuert, dass die Drehzahl der Brennkraftmaschine (14) gleich wie oder größer als die Leerlaufdrehzahl ist und die Drehzahl der Brennkraftmaschine (14) ein Minimum innerhalb eines Drehzahlbereichs der Brennkraftmaschine (14) erreicht, der durch die Schaltsteuerung des Getriebes (12) erreicht werden kann, und

wenn die Brennkraftmaschine (14) in einem gestoppten Zustand ist, die Schaltsteuereinrichtung (60, 62, 64, 66, 68) das Übersetzungsverhältnis so steuert, dass die Drehzahl der Brennkraftmaschine (14) gleich wie oder größer als eine untere Grenze ist, bei der die Brennkraftmaschine (14) wiedergestartet werden kann, und die Drehzahl der Brennkraftmaschine (14) ein Minimum innerhalb eines Drehzahlbereichs der Brennkraftmaschine (14) erreicht, der durch die Schaltsteuerung des Getriebes (12) erreicht werden kann.

2. Regenerationssteuervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Generator (16) als Motor-Generator ausgebildet ist, der sowohl als elektrischer Generator als auch als Elektromotor arbeiten kann.

3. Regenerationssteuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltsteuereinrichtung (60, 62, 64, 66, 68) während der regenerativen Bremsung bei ausgekuppelter Kupplungseinrichtung (18, C1, C2, B1) das Über-

setzungsverhältnis des Getriebes (12) so einstellt, dass der Energieerzeugungswirkungsgrad des elektrischen Generators (16) ansteigt.

4. Regenerationssteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltsteuereinrichtung (60, 62, 64, 66, 68) während der regenerativen Bremsung bei eingekuppelter Kupplungseinrichtung (18, C1, C2, B1) das Übersetzungsverhältnis des Getriebes (12) so einstellt, dass der Drehwiderstand der Brennkraftmaschine (14) ansteigt, wenn der elektrische Generator (16) einen Fehler aufweist, der eine Verringerung der Bremsleistung des elektrischen Generators (16) verursacht.

5. Regenerationssteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Getriebe (12) ein stufenloses Getriebe ist.

6. Verfahren zum Steuern der Regeneration elektrischer Leistung bei einem Fahrzeug, wobei das Fahrzeug aufweist eine Brennkraftmaschine (14), ein Getriebe (12), dessen Übersetzungsverhältnis veränderbar ist und das mit einem Antriebsrad (52) des Fahrzeugs verbunden ist, eine ein- und auskuppelbare Kupplungseinrichtung (18, C1, C2, B1), die zwischen der Brennkraftmaschine (14) und dem Getriebe (12) angeordnet ist und im eingekuppelten Zustand eine Leistungsübertragung zwischen der Brennkraftmaschine (14) und dem Getriebe (12) ermöglicht und im ausgekuppelten Zustand verhindert, dass Leistung zwischen der Brennkraftmaschine (14) und dem Getriebe (12) übertragen wird, und einem elektrischen Generator (16), der mit dem Antriebsrad (52) über das Getriebe (12) verbindbar ist, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
Ermitteln (S1), ob eine Verzögerungsanforderung vorliegt, gemäß der das Fahrzeug verzögert werden soll;
Ermitteln (S3), ob bei vorliegender Verzögerungsanforderung die Kupplungseinrichtung (18, C1, C2, B1) eingekuppelt oder ausgekuppelt ist;
und
Ausführen (S6, S9) einer regenerativen Bremsung mittels des elektrischen Generators (16), während der elektrische Generator (16) elektrische Energie erzeugt und das fahrende Fahrzeug bremst,
gekennzeichnet durch folgende Schritte:
Einstellen (S5, S8) verschiedener Übersetzungsverhältnisse des Getriebes (12) in Abhängigkeit davon, ob der eingekuppelte oder der ausgekuppelte Zustand der Kupplungseinrichtung (18, C1, C2, B1) ermittelt worden ist;
Einstellen, während der regenerativen Bremsung bei eingekuppelter Kupplungseinrichtung (18, C1, C2, B1), des Übersetzungsverhältnisses des Getriebes (12) so, dass der Drehwiderstand der Brennkraftmaschine (14) fällt (S5),

wenn die Brennkraftmaschine (14) in einem Leerlaufzustand arbeitet, Steuern des Übersetzungsverhältnisses des Getriebes (12) so, dass die Drehzahl der Brennkraftmaschine (14) gleich wie oder größer als die Leerlaufdrehzahl ist und die Drehzahl der Brennkraftmaschine (14) ein Minimum innerhalb eines Drehzahlbereichs der Brennkraftmaschine (14) erreicht, der durch eine Schaltsteuerung des Getriebes (12) erreicht werden kann, und
wenn die Brennkraftmaschine (14) in einem gestoppten Zustand ist, Steuern des Übersetzungsverhältnisses so, dass die Drehzahl der Brennkraftmaschine (14) gleich wie oder größer als eine untere Grenze ist, bei der die Brennkraftmaschine (14) wiedergestartet werden kann, und die Drehzahl der Brennkraftmaschine (14) ein Minimum innerhalb eines Drehzahlbereichs der Brennkraftmaschine (14) erreicht, der durch die Schaltsteuerung des Getriebes (12) erreicht werden kann.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der regenerativen Bremsung bei ausgekuppelter Kupplungseinrichtung (18, C1, C2, B1) das Übersetzungsverhältnis des Getriebes (12) so eingestellt wird (S8), dass der Energieerzeugungswirkungsgrad des elektrischen Generators (16) ansteigt.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der regenerativen Bremsung bei eingekuppelter Kupplungseinrichtung (18, C1, C2, B1) das Übersetzungsverhältnis des Getriebes (12) so eingestellt wird, dass der Drehwiderstand der Brennkraftmaschine (14) ansteigt, wenn der elektrische Generator (16) einen Fehler aufweist, der eine Verringerung der Bremsleistung des elektrischen Generators (16) verursacht.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

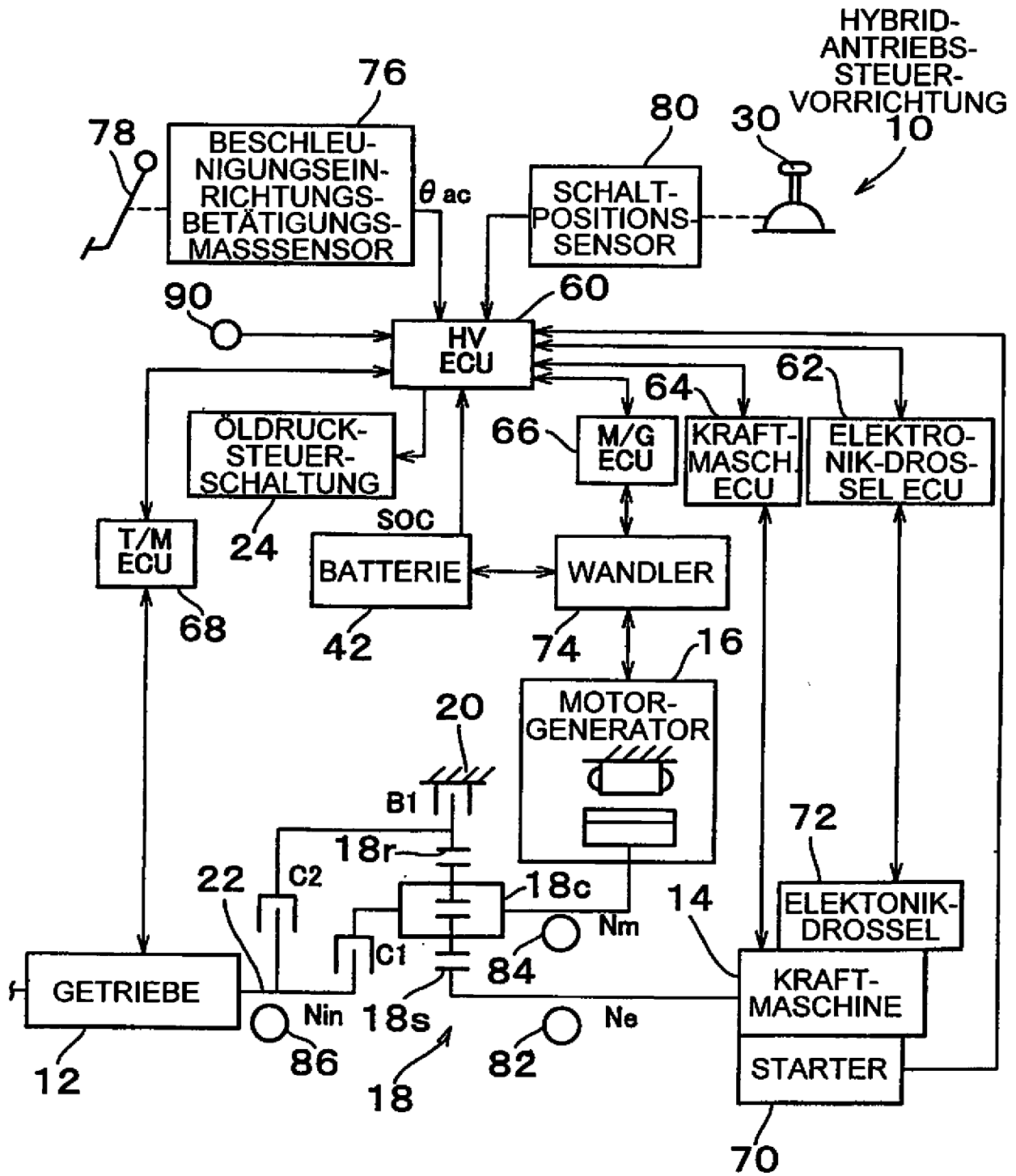


FIG. 2

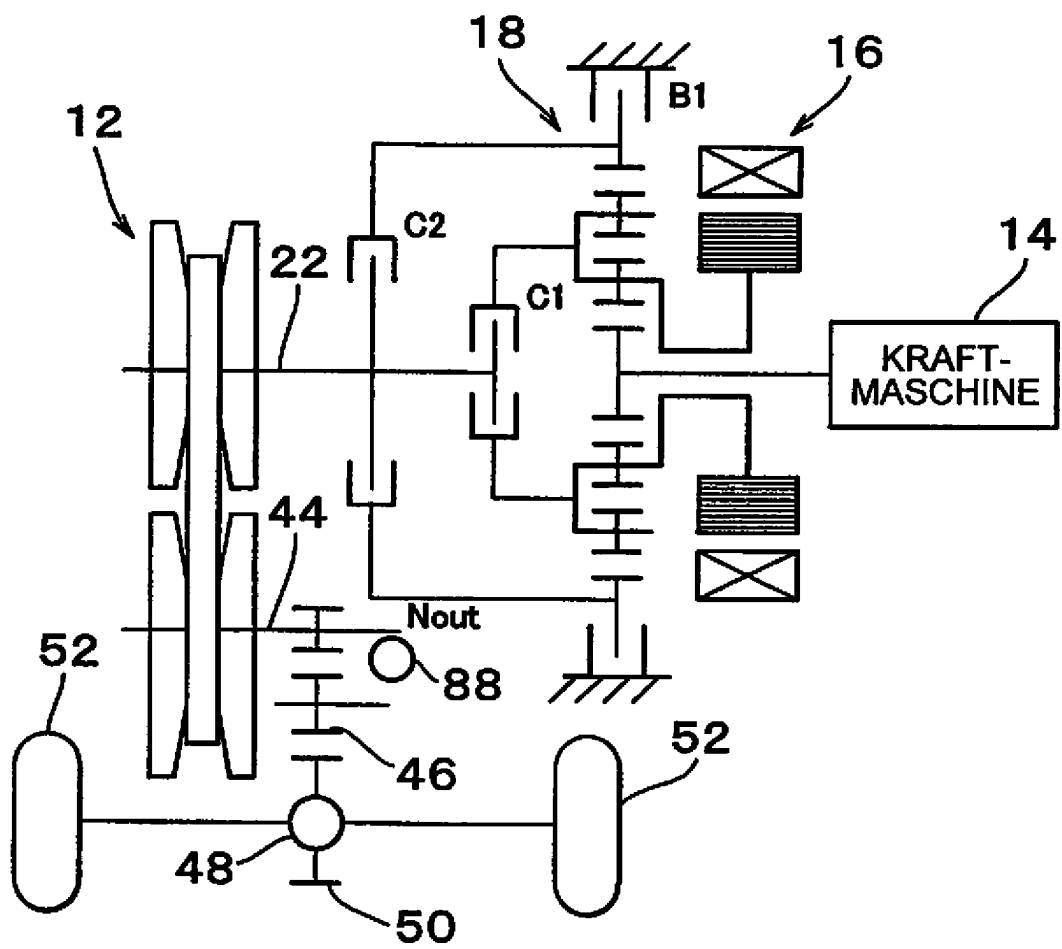


FIG. 3

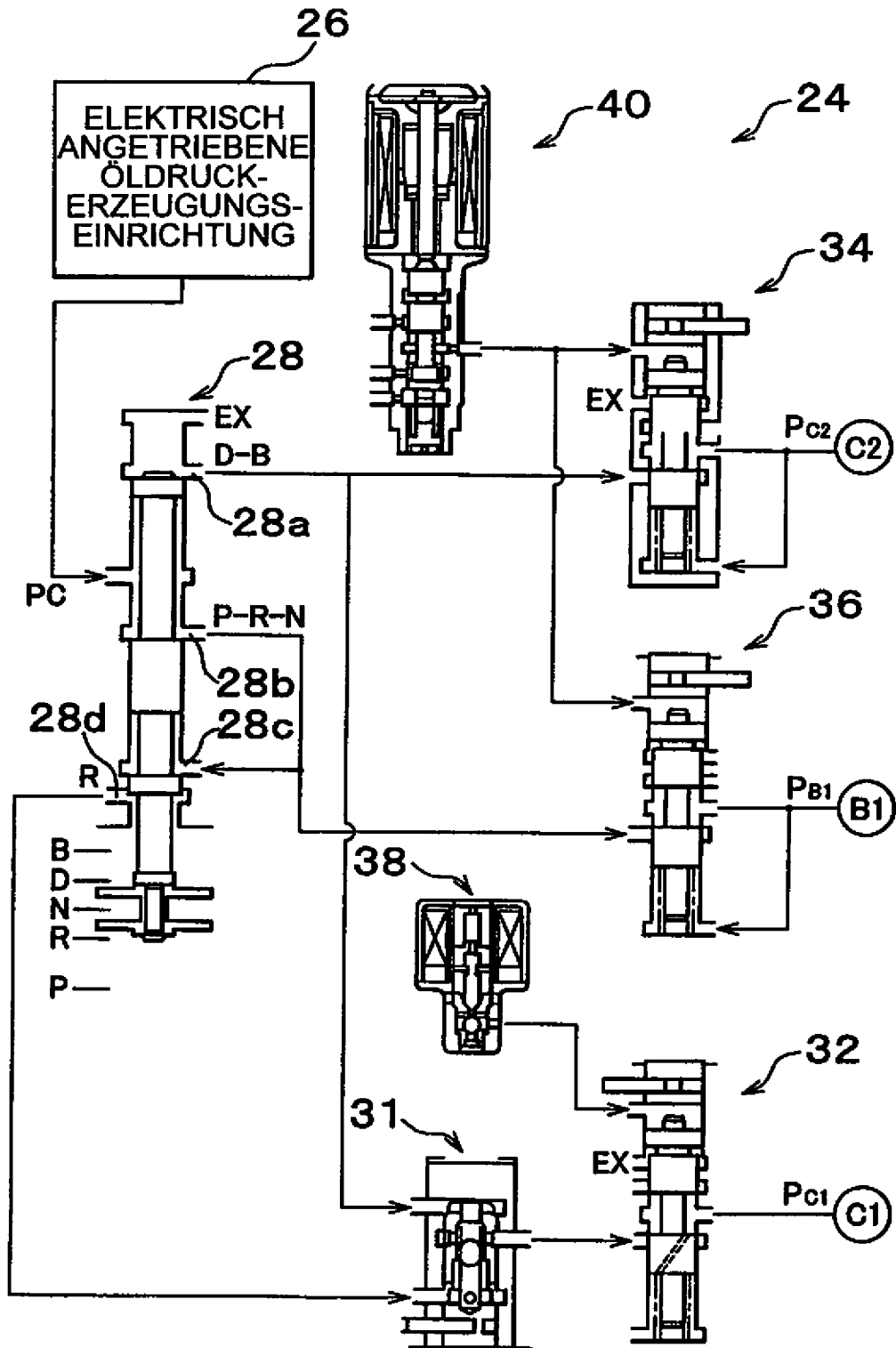


FIG. 4

POSITION	MODUS	KUPPELELEMENT	C1	C2	B1
B,D	ECT-MODUS		x	○	x
	SCHLIESSMODUS		○	○	x
	MOTORLAUFMODUS (VORWÄRTS)		○	x	x
N,P	LEERLAUF		x	x	x
	LADE-,KRAFTMASCH. START- MODUS		x	x	○
R	MOTORLAUFMODUS (RÜCKWÄRTS)		○	x	x
	FRIKTIONS-LAUFMODUS		○	x	△

FIG. 5a

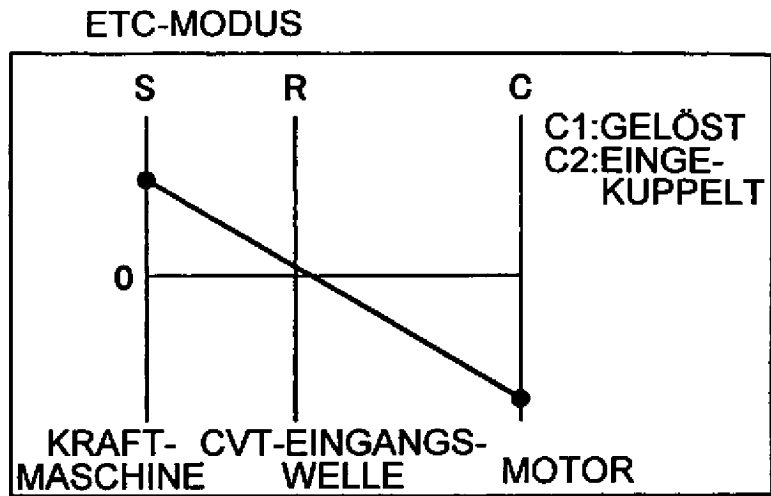


FIG. 5b

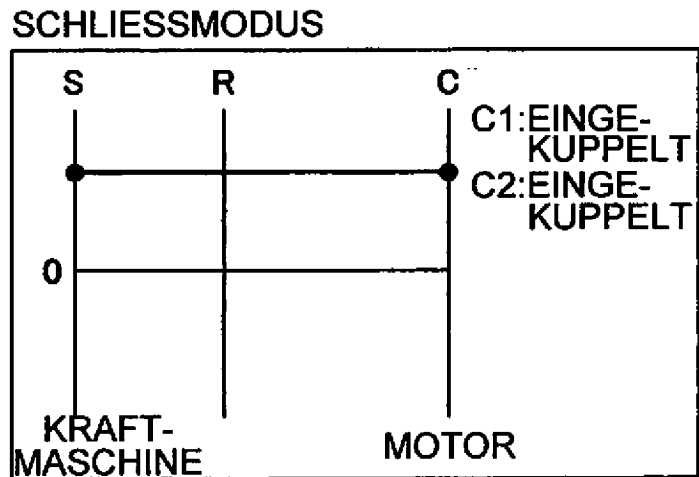


FIG. 5c

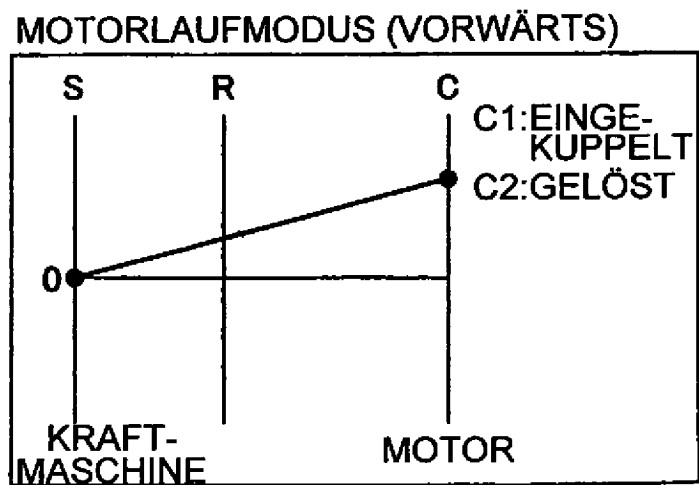


FIG. 6

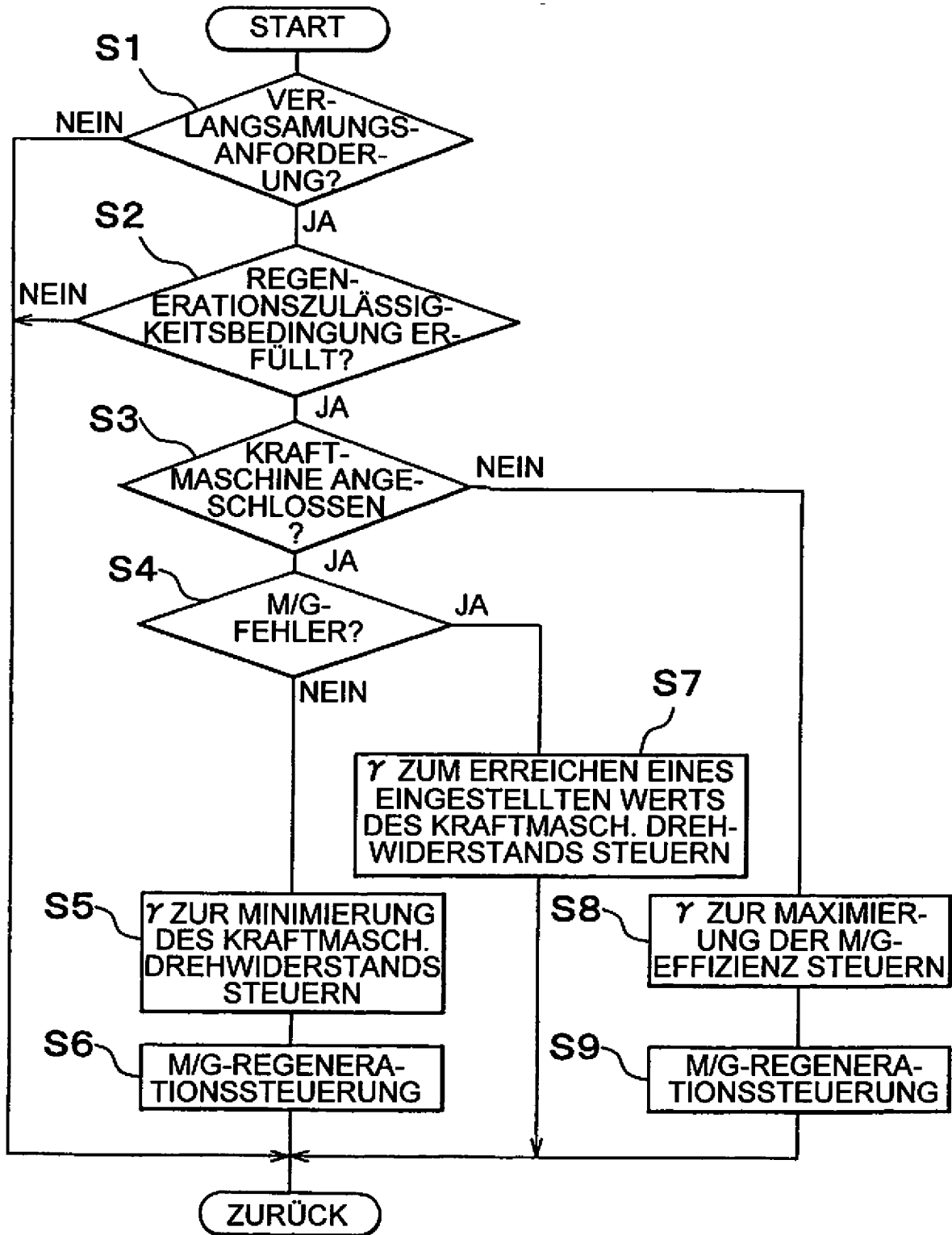


FIG. 7a

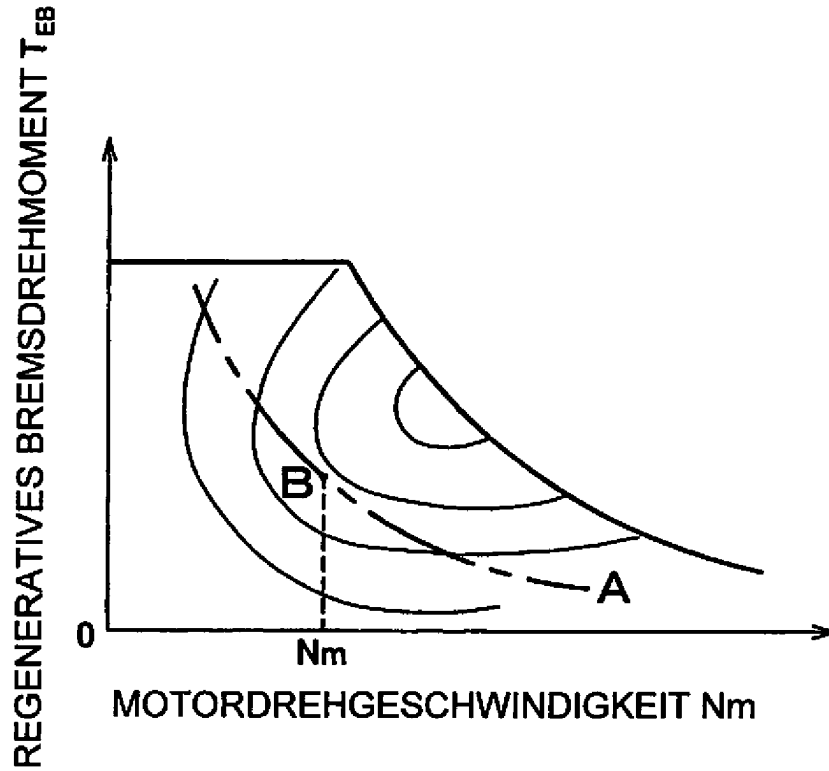


FIG. 7b

