

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Juli 2003 (31.07.2003)

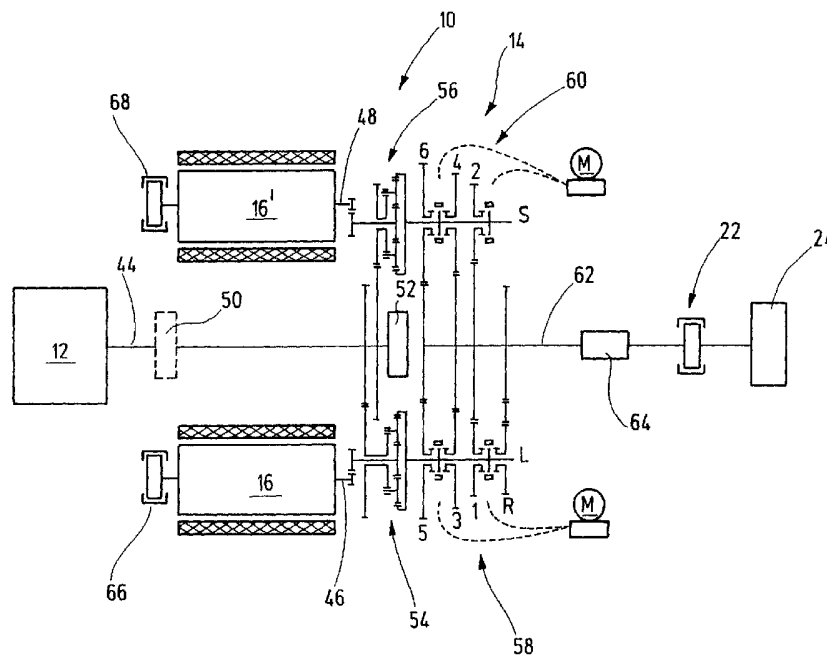
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/062004 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60K 6/04**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/03342
- (22) Internationales Anmeldedatum:
7. September 2002 (07.09.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 02 531.2 24. Januar 2002 (24.01.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BISCHOFF, Claus** [DE/DE]; Triebweg 119, 70469 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- Veröffentlicht:**
— mit internationalem Recherchenbericht
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A HYBRID DRIVE OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES HYBRIDANTRIEBES EINES FAHRZEUGES



(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling a hybrid drive of a vehicle. According to said method, the hybrid drive comprises an internal combustion engine and at least one electric motor as the drive mechanisms and the output shafts of the drive mechanisms are actively connected to a drive train of the vehicle. The invention is characterised in that during a negative moment demand (brakes) made on the drive train of the vehicle, the electric motor(s) (16) and the gearbox are controlled based on a characteristic diagram in the generator operating mode.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/062004 A1



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Hybridantriebes eines Fahrzeuges, wobei der Hybridantrieb als Antriebsmaschinen eine Verbrennungskraftmaschine und wenigstens eine elektrische Maschine umfasst und die Abtriebswellen der Antriebsmaschinen mit einem Antriebsstrang des Fahrzeuges wirkverbindbar sind. Es ist vorgesehen, dass bei einer negativen Momentenanforderung (Bremsen) an den Antriebsstrang des Fahrzeuges eine kennfeldbasierte Ansteuerung der wenigstens einen elektrischen Maschine (16) und des Getriebes im generatorischen Betriebsmodus erfolgt.

5

Verfahren zur Steuerung eines Hybridantriebes eines Fahrzeuges

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Hybridantriebes eines Fahrzeuges, wobei der Hybridantrieb als Antriebsmaschinen eine Verbrennungskraftmaschine und wenigstens eine elektrische Maschine umfasst und die Abtriebswellen der Antriebsmaschinen mit einem Antriebsstrang des Fahrzeuges wirkverbundbar sind.

20

Stand der Technik

Hybridantriebe für Fahrzeuge sind bekannt. Bei den hier angesprochenen Hybridantrieben wird eine Verbrennungskraftmaschine mit wenigstens einer elektrischen Maschine kombiniert, so dass mehrere Antriebsquellen für das Fahrzeug zur Verfügung stehen. Entsprechend vorgegebener Anforderungen durch einen Fahrzeugführer können hierbei die Antriebsquellen wahlweise ihre Antriebsmomente in einen Antriebsstrang des Fahrzeuges einspeisen. Hierdurch ergeben sich in an sich bekannter Weise in Abhängigkeit konkreter Fahrsituationen unterschiedliche Antriebsgestaltungsmöglichkeiten, die insbesondere der Ver-

besserung eines Fahrkomforts und der Reduzierung eines Energieeinsatzes sowie der Reduzierung einer Schadstoffemission dienen.

5 Bei Hybridantrieben für Fahrzeuge sind serielle Anordnungen, parallele Anordnungen und gemischte Anordnungen von Verbrennungskraftmaschine und elektrischen Maschinen bekannt. Je nach Anordnung sind die elektrischen Maschinen direkt oder indirekt in den Antriebsstrang der Verbrennungskraftmaschine schaltbar.
10 Zur Wirkverbindung der Verbrennungskraftmaschine und/oder der elektrischen Maschinen ist bekannt, diese über Getriebe, beispielsweise Planetengetriebe oder dergleichen, und Kupplungen miteinander wirkver-
15 bindbar anzuordnen.

Um einen Fahrerwunsch nach einer Antriebsleistung des Hybridantriebes optimal umsetzen zu können, ist eine koordinierte Ansteuerung der Antriebsmaschinen des Hybridantriebes erforderlich, die bekanntermaßen
20 durch ein so genanntes Motorsteuergerät erfolgt. Die Ansteuerung der Antriebsmaschinen kann hierbei basierend auf einem durch das Motorsteuergerät zu bestimmenden Soll-Betriebszustand des Hybridantriebes
25 erfolgen. Ziel bei der Bestimmung dieses Soll-Betriebszustandes ist insbesondere ein geringer Kraftstoffverbrauch, ein dynamisches Fahrverhalten des Fahrzeuges und eine geringe Schadstoffemission.

30 Ferner ist allgemein bekannt, Fahrzeuge mit einem elektronisch ansteuerbaren Bremssystem, beispiels-

weise einer elektrohydraulischen Bremse oder einer elektromechanischen Bremse, auszustatten.

Vorteile der Erfindung

5

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen bietet den Vorteil, dass mit Hilfe einer Bremsenergieregeneration der Energieverbrauch des Fahrzeuges gesenkt werden kann. Dadurch, dass bei einer negativen Momentanforderung an den Antriebsstrang des Fahrzeuges eine kennfeldbasierte Ansteuerung der wenigstens einen elektrischen Maschine im generatorischen Betriebsmodus erfolgt, wird vorteilhaft möglich, aus dem Soll-Bremsmoment 10 abgeleitete optimierte Steuergrößen für die wenigstens eine elektrische Maschine abzuleiten. Insbesondere gilt es dabei, mit der generatorisch arbeitenden elektrischen Maschine einen möglichst großen Energieeintrag in das Bordnetz des Fahrzeuges zu erzielen. Insbesondere kann hier eine optimale regenerative Bremsstrategie gefahren werden, wobei durch die kennfeldbasierte Ansteuerung wenigstens einer elektrischen Maschine unterschiedliche Bremsstrategien, insbesondere rein regeneratives Bremsen, 15 gleichzeitiges regeneratives und mechanisches Bremsen oder rein mechanisches Bremsen, realisiert werden können. Jeweils wird unter exakter Umsetzung des gewünschten Soll-Bremsmomentes eine den gewählten Betriebsmodi entsprechende maximal mögliche Bremsenergieregeneration möglich. Diese kann über den generatorischen Betrieb der elektrischen Maschine in das Bordnetz und gegebenenfalls in eine Kraftfahr-

20
25
30

zeugbatterie eingespeist werden, so dass für diese gewonnene Bremsenergie kein zusätzlicher externer Energiebedarf, beispielsweise über den Betrieb der Verbrennungskraftmaschine, aufgebracht werden muss.

5 Dies trägt insgesamt zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauches und somit zur Reduzierung einer Schadstoffemission des Fahrzeuges bei.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung
10 ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Zeichnungen

15 Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

20 Figur 1 ein Blockschaltbild zur Steuerung eines Hybridantriebes und Bremssystems eines Fahrzeuges;

25 Figur 2 eine schematische Ansicht eines Hybridantriebes in einem konkreten Ausführungsbeispiel;

30 Figur 3 ein Steuerkennfeld einer elektrischen Maschine gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 2 und

Figur 4 ein Schaltkennfeld eines Getriebes gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 2.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 zeigt schematisch in einem Blockschaltbild einen Antriebsstrang und ein Bremssystem eines Fahrzeuges. Die hier angesprochenen Fahrzeuge umfassen einen Hybridantrieb 10, der eine Verbrennungskraftmaschine 12, ein Getriebe 14 und wenigstens eine elektrische Maschine 16 umfasst. Die elektrische Maschine 16 ist mit einer in ein Bordnetz des Fahrzeuges eingebundenen Traktionsbatterie 18 verbunden, aus der sie im motorischen Betrieb elektrische Energie bezieht beziehungsweise in die sie im generatorischen Betrieb elektrische Energie einspeist. Ferner ist die elektrische Maschine 16 - und auch die Verbrennungskraftmaschine 12 - in einen Kühlkreislauf 20 eingebunden, durch den ein Kühlmedium, beispielsweise Wasser, strömt.

Das Fahrzeug umfasst ferner ein elektronisch ansteuerbares Bremssystem 22, beispielsweise ein elektrohydraulisches oder elektromechanisches Bremssystem. Hybridantrieb 10 und Bremssystem 22 wirken auf eine Antriebsanordnung 24 ein, die insbesondere Antriebswellen, Antriebsachsen, Fahrzeugräder und dergleichen umfasst.

Die Steuerung des Hybridantriebes 10 und des Bremssystems 22 erfolgt durch ein Steuergerät 26. Aufbau, Anordnung und Zusammenwirken von Steuergerät 26, Hybridantrieb 10, Bremssystem 22 und Antriebsanordnung 24 sind allgemein bekannt, so dass hierauf im Rahmen der vorliegenden Beschreibung nicht näher ein-

gegangen wird. Nachfolgend wird insbesondere auf die erfindungsgemäße Steuerung des Hybridantriebes 10 bei einer negativen Momentanforderung an die Antriebsanordnung 24 eingegangen. Diese negative Momentanforderung kann beispielsweise durch ein Betätigen eines Bremspedals oder einen Fahrautomaten erfolgen. Entsprechend dieser negativen Momentanforderung ist ein Soll-Bremsmoment an den Rädern der Antriebsanordnung 24 aufzubringen.

10

Das Steuergerät 26 umfasst unter anderem eine Schnittstelle 28, über die Signale 30 von Fahrzeugkomponenten empfangbar sind. Hierbei werden insbesondere Signale 30 von einer übergeordneten Fahrzeugsteuerung, von den Aggregaten des Hybridantriebes 10, dem Bremssystem 22 sowie der Antriebsanordnung 24 empfangen. Als Signale 30 werden unter anderem ein Getriebeausgangswellensollmoment M_A , die gemittelte Raddrehzahl n_{Rad} der Antriebsachse, ein ESP-Eingriffsflag ESP_{Flag} , ein aktueller Batteriestrom I_{Bat} , eine Batterieladefreigabe Bat_{Lad} , ein aktueller Generatorstrom I_{Gen} und eine Kühlwassertemperatur $T_{\text{Kühl}}$ des Kühlkreislaufes 20 bereitgestellt. Das Getriebeausgangswellensollmoment M_A wird beispielsweise aus einer Interpretation eines Fahrpedals und/oder Bremspedals (durch Fahrzeugführer betätigt) oder eines Fahrautomaten gewonnen. Die gemittelte Raddrehzahl und das ESP-Eingriffsflag ESP_{Flag} werden beispielsweise von einem Radschlupfregelsystem geliefert. Die Schnittstelle 28 ermittelt weiterhin eine Ableitung des Ausgangswellensollmomentes M_A/dt und aus der gemittelten Raddrehzahl n_{Rad} eine Referenzgeschwindigkeit

keit v über das Übersetzungsverhältnis zwischen Ausgangswelle des Hybridantriebes 10 und Rad.

5 Einem Regenerationsstrategieblock 32 werden die den Signalen 30 entsprechenden Informationen weitergegeben. Der Regenerationsstrategieblock 32 liefert dem Hybridantrieb 10 ein Signal 34, das als Steuergrößen ein Soll-Moment M_{16} und eine Soll-Drehzahl n_{16} für die elektrische Maschine 16 und eine Soll-Übersetzung i_{14}
10 für das Getriebe 14 vorgibt. Daneben werden selbstverständlich weitere Größen für die Fahrzeugsteuerung ermittelt und ausgegeben, die jedoch im Rahmen der vorliegenden Beschreibung nicht näher betrachtet werden sollen.

15

Der Regenerationsstrategieblock 32 umfasst vier Funktionsmodule, nämlich einen fahrzeugspezifischen Strategieblock 36, einen Bremsmodulselektor 38, eine Schaltlogik 40 und eine Aggregatsteuerung 42.

20

Der Regenerationsstrategieblock 32 sieht für unterschiedliche Betriebszustände der Aggregate des Hybridantriebes 10 und des Gesamtfahrzeuges unterschiedliche Betriebsstrategien vor. Hierzu sind im
25 Bremsmodulselektor 38 Basisbetriebsstrategien vorgesehen. Hierbei wird zunächst zwischen folgenden grundsätzlichen Möglichkeiten unterschieden:

1. rein regeneratives Bremsen an der Antriebsachse,
30 jedoch reicht die mechanische Leistung zum Antrieb der elektrischen Maschine 16 im Generatorbetrieb nicht aus, um Wandlungsverluste der elektrischen

Maschine zu decken. Obwohl die elektrische Maschine 16 im Generatorbetrieb arbeitet, muss sie aus dem Bordnetz zusätzlich mit elektrischer Leistung versorgt werden.

5

2. rein regeneratives Bremsen an der Antriebsachse und die elektrische Maschine 16 befindet sich im Generatorbetrieb und speist elektrische Leistung in das Bordnetz ein.

10

3. rein regeneratives Bremsen an der Antriebsachse und die elektrische Maschine 16 befindet sich im Generatorbetrieb und speist elektrische Leistung in das Bordnetz und in die Batterie 18 ein.

15

4. anteiliges regeneratives und mechanisches Bremsen an der Antriebsachse. Die Leistung der elektrischen Maschine 16 reicht nicht aus, um das volle Soll-Verzögerungsmoment für das Fahrzeug aufzubringen. Die elektrische Maschine 16 befindet sich im Generatorbetrieb und speist elektrische Leistung in das Bordnetz und in die Batterie 18 ein. Die mechanische Bremse übernimmt die Soll-Ist-Differenz.

25

5. rein mechanisches Bremsen.

Der Bremsmodulselektor 38 aktiviert Betriebsmodi in Abhängigkeit von den an der Schnittstelle 28 anliegenden Signalen 30 unter Zuhilfenahme der nachfolgenden Entscheidungsmatrix (0=nein, 1=ja):

30

	Bat_{rek}	$M_{Awlsoll} > M_{Awlmax}$	ESP_{Flag}	$I_{Gen} > 0$	$T_{Kühl} < T_{Kühlsoll}$	$I_{Bat} < 0$
Modus 1	0,1	0	0	1	1	0
Modus 2	0	0	0	0	0,1	0
Modus 3	1	0	0	0	0,1	1
Modus 4	1	1	0	0	0,1	1
Modus 5	In allen übrigen Fällen, und falls $FRek_{Flag}=1$					

Nur wenn in einer Bremssituation kein ESP-Eingriff erfolgt, das heißt $ESP_{Flag}=0$, und kein Fehler an den beim regenerativen Bremsen aktiven Aggregaten vorliegt, das heißt $FRek_{Flag}=0$, ist regeneratives Bremsen nach einem der Betriebsmodi 1 bis 4 zulässig. Im Betriebsmodus 1 kann keine elektrische Energie gewonnen werden. Es muss Batterieleistung aufgewendet werden, um die gewünschte Verzögerungsleistung aufzubringen. Dieser Modus ist beispielsweise nach einer Kaltstartphase des Hybridantriebes 10 sinnvoll, um das Kühlmedium des Kühlkreislaufes 20 auf optimale Betriebstemperatur zu bringen.

Hat das Kühlmedium eine geeignete Kühlmitteltemperatur, wird nur dann regenerativ gebremst, wenn der Generatorstrom I_g negativ ist, das heißt, die elektrische Maschine 16 kann effektiv elektrische Leistung abgeben. Solange die regenerierte Leistung die von den Bordnetzverbrauchern angeforderte Leistung nicht übersteigt, das heißt $I_{Bat} > 0$, kann das regenerative Bremsen auch ohne Ladebereitschaft an der Batterie erfolgen ($Bat_{rek}=0$). Dann wird der Betriebsmodus 2 ausgewählt.

Wird ein Ladestrom an der Batterie 18 detektiert, muss eine Ladebereitschaft Batterie ($Bat_{rek}=1$) vorliegen. In diesem Fall wird der Betriebsmodus 3 aktiviert. Ist dies nicht gegeben, muss das Moment der elektrischen Maschine 16 so begrenzt werden, dass der Betriebsmodus 2 wieder erreicht wird.

Steigt die Verzögerungsleistung auf Werte über der maximalen Regenerationsmomentenkennlinie M_{Amax} (abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit v), muss das Überschussmoment $M_{Aüber}=M_{Asoll}-M_{Amax}$ durch das Bremsystem 22 aufgebracht werden. Dann wird Betriebsmodus 4 angefahren.

Die Aggregatsteuerung 42 gibt die Steuergrößen (Signale 34; Soll-Moment und Soll-Drehzahl) für die elektrische Maschine 16 vor. Hierbei wird durch die Aggregatsteuerung 42 eine kennfeldbasierte Auswahl der Steuergrößen in Abhängigkeit des Soll-Momentes M_{Asoll} und der Fahrzeuggeschwindigkeit v ausgewählt. Die Steuerkennfelder sind hierbei so ausgelegt, dass für ein gefordertes Soll-Moment M_{Asoll} und die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit v der Generatorstrom I_g der elektrischen Maschine 16 maximal ist.

Die Aggregatsteuerung 42 berücksichtigt ferner eine Kennlinie für das Maximalmoment, wobei die maximale Regenerations-Momentenkennlinie sich aus der Beziehung

$$M_{MaxReg}(v_{Fzg}) = \min(M_{MaxGen}(v_{Fzg}), M_{maxLad}(v_{Fzg}))$$

ergibt. Hierbei stellt $M_{\text{MaxGen}}(v)$ die maximale Momentenkennlinie der elektrischen Maschine 16 dar und $M_{\text{maxLad}}(v)$ die Momente, bei denen der maximale Batterieladestrom I_{Bat} erzeugt werden kann. Es kann auch
5 eine minimale Grenzmomentkennlinie $M_{\text{MinReg}}(v)$ berücksichtigt werden. Diese minimale Grenzmomentkennlinie grenzt die Betriebsmodi 2 und 3 voneinander ab. Hierdurch ergibt sich eine Grenzlinie zwischen den Betriebsmodi, die einen aktiven Eintrag elektrischer
10 Leistung in das Bordnetz ermöglichen, und solchen, die das Bordnetz mit elektrischer Leistung belasten.

Die Steuerkennfelder und die Maximalmomentenkennlinie der Aggregatsteuerung 42 können anhand bekannter
15 Parameter des Hybridantriebes 10 vorab ermittelt und/oder berechnet werden und in entsprechenden Speichermodulen innerhalb des Regenerationsstrategieblockes 32 abgelegt sein.

20 Die Steuerkennfelder und Maximalmomentenkennlinien müssen hierbei für jede der möglichen zulässigen Übersetzungsverhältnisse i des Getriebes 14 bestimmt und abgespeichert sein. Die Auswahl erfolgt dann anhand des tatsächlichen Übersetzungsverhältnisses i
25 des Getriebes 14, wobei hierauf durch die Schaltlogik 40 Einfluss genommen werden kann.

Die Schaltlogik 40 kann bewirken, dass durch Gangwechsel der generatorische Wirkungsgrad der elektrischen Maschine 16 verbessert werden kann, wenn
30 sich diese im generatorischen Betrieb befindet und mit dem Getriebe 14 wirkverbunden ist.

Die für regenerative Bremsvorgänge optimalen Übersetzungen, beispielsweise Soll-Gänge, sind in einem Schaltkennfeld abgelegt, das als Parameter das Soll-Ausgangsmoment M_{Asoll} und die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit v nutzt. Diese Schaltkennfelder sind
5 ebenfalls in Speichermodulen der Regenerationsstrategieblocks 32 abgelegt.

Das Schaltkennfeld wird für alle Betriebspunkte, die
10 mit mehreren Gängen oder mehreren Schaltstufen dargestellt werden können, unter Zuhilfenahme einer Optimierung ermittelt. Hierzu kann beispielsweise der Generatorstrom I_g mittels der Steuerkennfelder der Aggregatesteuerung 42 für jede zulässige Übersetzung
15 berechnet werden und dann diejenige Übersetzung als wirkungsgradoptimal abgelegt werden, bei der der maximale Generatorstrom I_g realisierbar ist.

Ist in der übergeordneten Fahrzeugsteuerung ein
20 Schaltprogramm für das Antreiben hinterlegt, so ist ein Abgleich der aktuellen Soll-Übersetzung des Getriebes 14 für das regenerative Bremsen mit der Soll-Übersetzung des Getriebes 14 für den Antriebsfall bei einer Konstantfahrt mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit v vorzunehmen. So kann vorgesehen
25 sein, nur eine Gangstufe Differenz zwischen den beiden Soll-Übersetzungen zuzulassen. Hierdurch wird verhindert, dass ein unnötig hoher Gangwechsellaufwand beim Umschalten vom Bremsbetrieb in den Antriebs-
30 betrieb des Fahrzeuges erforderlich ist.

Liegt das Soll-Verzögerungsmoment an der Antriebsachse unter einem vorgebbaren Schwellenwert und/oder ist ein Gradient des Soll-Verzögerungsmomentes positiv, das heißt, eine Betätigung des Bremspedals wird zurückgenommen, wird beim regenerativen Bremsen auf die Soll-Übersetzung des Getriebes 14 zum Antreiben umgeschaltet. Durch den positiven Gradienten des Verzögerungsmomentes wird angezeigt, dass durch den Fahrer oder einen Fahrautomaten wieder ein Vortrieb des Fahrzeuges angefordert wird.

Der fahrzeugspezifische Parameter- beziehungsweise Strategieblock 36 enthält fahrzeug- und antriebsstrangspezifische Informationen, wie beispielsweise die Soll-Kühlwassertemperatur $T_{\text{KühlSoll}}$ oder den maximalen Batterieladestrom I_{BatMax} . Ferner können zusätzliche, fahrzeugspezifische Entscheidungskriterien für die Auswahl der Betriebsmodi durch den Bremsmodul-selektor 38 vorgehalten sein.

Figur 2 zeigt schematisch einen Hybridantrieb 10 in einer konkreten Ausführungsform, anhand der die Umsetzung der Bremsenergieregenerationsstrategie verdeutlicht werden soll. Bei dem hier dargestellten Hybridantrieb 10 handelt es sich um einen so genannten leistungsverzweigenden Dual-E-Antrieb. Der Hybridantrieb 10 umfasst die Verbrennungskraftmaschine 12, die erste elektrische Maschine 16 sowie eine zweite elektrische Maschine 16'. Eine Kurbelwelle 44 der Verbrennungskraftmaschine 12 und Antriebswellen 46 beziehungsweise 48 der elektrischen Maschinen 16, 16' sind mit dem Getriebe 14 wirkver-

bunden. Die Kurbelwelle 14 ist hierbei noch mit einem Zweimassenschwungrad 50 sowie einem Freilauf 52 gekoppelt.

5 Die Antriebswelle 46 der elektrischen Maschine 16 ist mit einem ersten Planetengetriebe 54 und die Antriebswelle 48 der elektrischen Maschine 16' mit einem zweiten Planetengetriebe 56 verbunden. Ein Hohlrads des Planetengetriebes 54 ist mit einem
10 Schaltgetriebe 58 und ein Hohlrads des Planetengetriebes 56 mit einem Schaltgetriebe 60 verbunden. Die Schaltgetriebe 58 und 60 wiederum sind mit einer Abtriebswelle 62 der Getriebeanordnung 14 wirkverbunden. Die Abtriebswelle 62 ist über ein Achsgetriebe 64 sowie dem Bremssystem 22, mit der Antriebsanordnung 24 wirkverbunden.
15

Aufbau und Wirkungsweise eines derartigen Hybridantriebes 10 sind allgemein bekannt, so dass im Rahmen der vorliegenden Beschreibung hierauf nicht näher eingegangen wird. Insbesondere kann durch gezielte Ansteuerung der Verbrennungskraftmaschine 12 und/oder der elektrischen Maschinen 16, 16' von diesen ein unterschiedliches Antriebsmoment auf die Abtriebswelle 62 abgefordert werden. Somit lassen sich verschiedene Betriebsmodi des Hybridantriebes 10 einstellen. Die Schaltgetriebe 58 und 60 gestatten durch Betätigen eines Schaltgebers in bekannter Weise das Einlegen unterschiedlicher Gänge, die hier mit den
25 Gängen 1, 2, 3, 4, 5 und 6 sowie mit einem Rückwärtsgang R bezeichnet sind. Die elektrischen Maschinen 16,16' können auch jeweils im Generatorbetrieb be-
30

trieben werden und dienen beispielsweise der Bereitstellung einer Bordnetzspannung des Kraftfahrzeuges und dem Aufladen der Kraftfahrzeugbatterie 18. Den elektrischen Maschinen 16 sind jeweils Bremsrichtungen 66 und 68 zugeordnet, mit denen Rotoren der elektrischen Maschinen 16 mechanisch gebremst werden können.

Mittels des Bremssystems 22 kann ein mechanisches Bremsen des Antriebsstranges 24 erfolgen. Bei Standardantrieben für Fahrzeugen wird an einer Vorderachse üblicherweise immer mechanisch gebremst, so dass nur ein Verzögerungsanteil der von sich im Generatorbetrieb befindenden elektrischen Maschine 16 aufgebrachtene Verzögerungsmoment an der Hinterachse ganz oder teilweise regeneriert und in das Bordnetz des Fahrzeuges eingespeist werden kann.

Bezogen auf die anhand Figur 1 erläuterten allgemeinen Zusammenhänge für die erfindungsgemäße Bremsenergieregeneration ergeben sich folgende Modifikationen.

Die Schnittstelle 28 erhält zusätzlich Signale 30, die den aktuellen Ist-Momenten der elektrischen Maschinen 16 und 16' entsprechen. Die möglichen Betriebsmodi, die durch den Bremsmodulselektor 38 ausgewählt werden, gelten auch für diese konkrete Ausgestaltung des Hybridantriebes 10.

Die Schaltlogik 40 kann Einfluss auf die Schaltstufe des Getriebes 14 nehmen. Bei der konkreten Ausführungsvariante gemäß Figur 2 sind insgesamt fünf Fahr-

stufen möglich. Figur 4 zeigt ein Schaltkennfeld für das Getriebe 14, wobei die Schaltstufen 2, 3 und 4 bezeichnet sind, welche für das regenerative Bremsen mit den entsprechenden Betriebspunkten, die abhängig von dem Ausgangssollmoment M_A und der Fahrzeuggeschwindigkeit v sind, geeignet sind.

Die Aggregatsteuerung 42, die die Steuergrößen für die elektrische Maschine 16 vorgibt, arbeitet mit dem beispielsweise in Figur 3 dargestellten Steuerkennfeld. Dieses Steuerkennfeld der elektrischen Maschine 16 ist bezogen auf die Fahrstufe 2 des Getriebes 14. In dem Steuerkennfeld sind die Grenzmomentenkennlinien eingetragen, die für das Maximalmoment $M_{MaxReg1}$ und das Minimalmoment $M_{MinReg1}$ gelten. Abhängig von dem Getriebeausgangswellensollmoment M_A und der Fahrzeuggeschwindigkeit v ergibt sich aus dem Steuerkennfeld ein Sollmoment M_{16} für die elektrische Maschine 16.

Da gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 2 der Hybridantrieb 10 über zwei elektrische Maschinen 16, 16' verfügt (die Abbildung in Figur 3 bezieht sich nur auf das Steuerkennfeld der einen elektrischen Maschine 16), ergeben sich absolute maximale Grenzmomentenkennlinien und absolute minimale Grenzmomentenkennlinien, ab der die elektrischen Maschinen 16 und 16' einen effektiven Eintrag ins Bordnetz leisten können als Summe von M_{Max16} und $M_{Max16'}$ beziehungsweise M_{Min16} und $M_{Min16'}$.

Im Bremsregenerationsfall verfügt der Hybridantrieb 10 gemäß Figur 2 über einen kontinuierlichen und

einen diskreten Freiheitsgrad. Der kontinuierliche Freiheitsgrad richtet sich der Momentenaufteilung auf die elektrischen Maschinen 16 beziehungsweise 16'. Der diskrete Freiheitsgrad richtet sich nach der Wahl der Fahrstufe des Getriebes 14. Durch die Vorgabe des Soll-Momentes M_{16} der elektrischen Maschine 16 über das Steuerkennfeld gemäß Figur 3 und eine Soll-Fahrstufe durch die Schaltlogik 40 gemäß dem Schaltkennfeld gemäß Figur 4 sind die Betriebspunkte für den Bremsregenerationsfall festgelegt.

Der fahrzeugspezifische Strategieblock 36 für den Hybridantrieb 10 gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 2 enthält beispielsweise als optimale Kühlmitteltemperatur den Wert $T_{\text{Kühl}} = 90 \text{ } ^\circ\text{C}$ und für den maximalen Batteriestrom den Wert $I_{\text{Bat}} = 500 \text{ A}$.

Ferner werden die Ist-Momente der elektrischen Maschinen 16, 16' mit den Soll-Momenten M_{16} , $M_{16'}$ verglichen. Liegt das Ist-Moment unter den Soll-Werten, wird davon ausgegangen, dass das Moment der elektrischen Maschinen 16, 16' selbsttätig begrenzt wurde, beispielsweise durch die die elektrischen Maschinen 16, 16' ansteuernden Pulswechselrichter. Dies kann der Fall sein, wenn eine Überspannung im Bordnetz vorliegt. In diesem Fall wird das Sollgetriebeausgangsmoment M_A durch das Ist-Moment der elektrischen Maschinen 16 ersetzt und dieses reduzierte Ist-Moment über das Motorsteuergerät 26 an das elektronisch betätigbare Bremssystem 22 gemeldet. Liegt das Ist-Moment der elektrischen Maschinen 16 und 16' über den Soll-Wertvorgaben oder das Ist-Moment den Wert 0, so

wird auf einen Fehler erkannt und der interne Fehlerflag $FRek_{Flag}$ wird auf 1 gesetzt, so dass durch den Regenerationsstrategieblock 32 die Betriebsmodi 1 bis 4 nicht vorgegeben werden können.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Hybridantriebes eines Fahrzeuges, wobei der Hybridantrieb als Antriebsmaschinen eine Verbrennungskraftmaschine und
10 wenigstens eine elektrische Maschine umfasst und die Abtriebswellen der Antriebsmaschinen mit einem Antriebsstrang des Fahrzeuges wirkverbindbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer negativen Momentenanforderung (Bremsen) an den Antriebsstrang
15 des Fahrzeuges eine kennfeldbasierte Ansteuerung der wenigstens einen elektrischen Maschine (16) im generatorischen Betriebsmodus erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
20 dass die Ansteuerung der wenigstens einen elektrischen Maschine (16) in Abhängigkeit von einem Soll-Bremsmoment (M_{ASoll}) und einer Fahrzeuggeschwindigkeit (v) erfolgt.

25 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerung von einem Regenerationsstrategieblock (32) erfolgt, der über eine Schnittstelle (28) die erforderlichen Signale (30) erhält und der über Funktionsmodule (36,
30 38, 40, 42) verfügt, die Steuersignale (34) für die wenigstens eine elektrische Maschine (16) generieren.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**,
dass ein Bremsmoduleselektor (38) in Abhängigkeit von
den an der Schnittstelle (28) anliegenden Signalen
(30) wahlweise unterschiedliche Betriebsmodi für das
5 Bremsen aktiviert.

5. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass als Betriebsmodi rein
regeneratives Bremsen, kombiniertes regeneratives und
10 mechanisches Bremsen und rein mechanisches Bremsen
zur Verfügung stehen.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Aggregatesteuerung
15 (42) ein Soll-Moment (M_{16}) und/oder eine Soll-Dreh-
zahl (n_{16}) für die wenigstens eine elektrische Ma-
schine (16) als Steuersignale (34) vorgibt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**,
20 dass die Steuersignale (34) aus einem Steuerkennfeld
ausgelesen werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Steuerkennfelder (34) als Parameter einen
25 maximalen Generatorstrom (I_G) der elektrischen
Maschine (16) berücksichtigen.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerkennfelder von
30 Grenzkennlinien eingegrenzt sind, die den Betriebs-
bereich der Bremsenergieregeneration begrenzen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine maximale Regenerationskennlinie einen Übergang vom regenerativen Betrieb zum kombinierten regenerativen und mechanischen Betrieb definiert.
- 5
11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine minimale Regenerationskennlinie einen Übergang definiert, bei dem ein aktiver Eintrag elektrischer Leistung in ein Bordnetz möglich ist
10 oder das Bordnetz mit elektrischer Leistung belastet ist.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Schaltlogik
15 (40) eine Schaltstufe eines Getriebes (14) auswählt, mit der ein optimierter generatorischer Wirkungsgrad der elektrischen Maschine (16) erzielbar ist.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**
20 **net**, dass die Schaltlogik (40) auf Schaltkennfelder zurückgreift.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltlogik
25 (40) von einer übergeordneten Fahrzeugsteuerung vorgegebene Ist-Schaltstufen berücksichtigt, insbesondere bei Abweichungen von mehr als einer Schaltstufe, die Bremsregenerationsschaltstufen nachführt.
- 30 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltlogik

(40) einen Gradienten des Soll-Verzögerungsmomentes berücksichtigt.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerkennfelder und/oder die Schaltkennfelder anhand konkreter Ist-Parameter des Hybridantriebes (10) berechnet und/oder ermittelt werden.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerkennfelder und Schaltkennfelder in einem Steuergerät (26) im Fahrzeug abgelegt sind, auf das der Regenerationsstrategieblock (32) Zugriff hat.

15

20

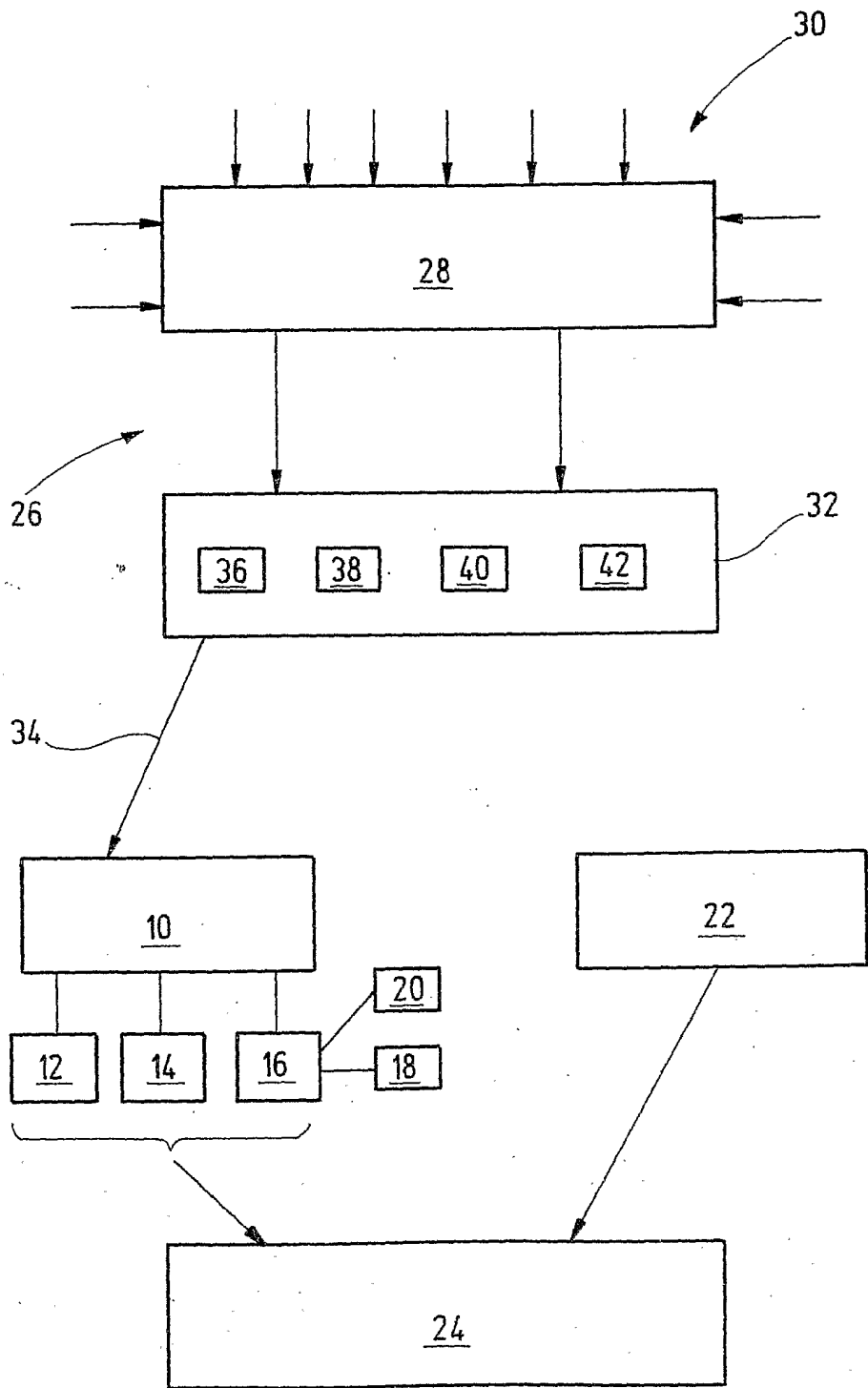


Fig.1

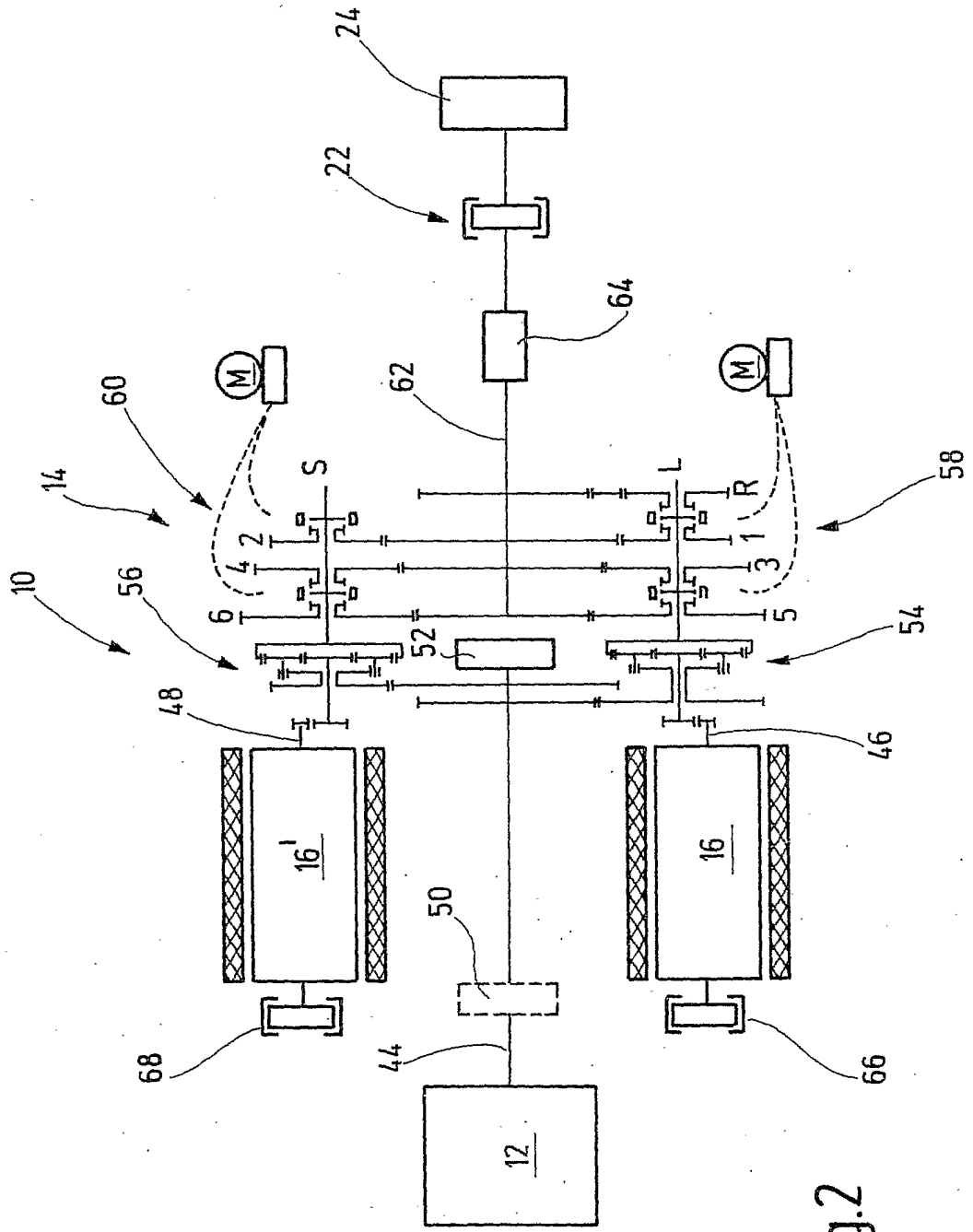
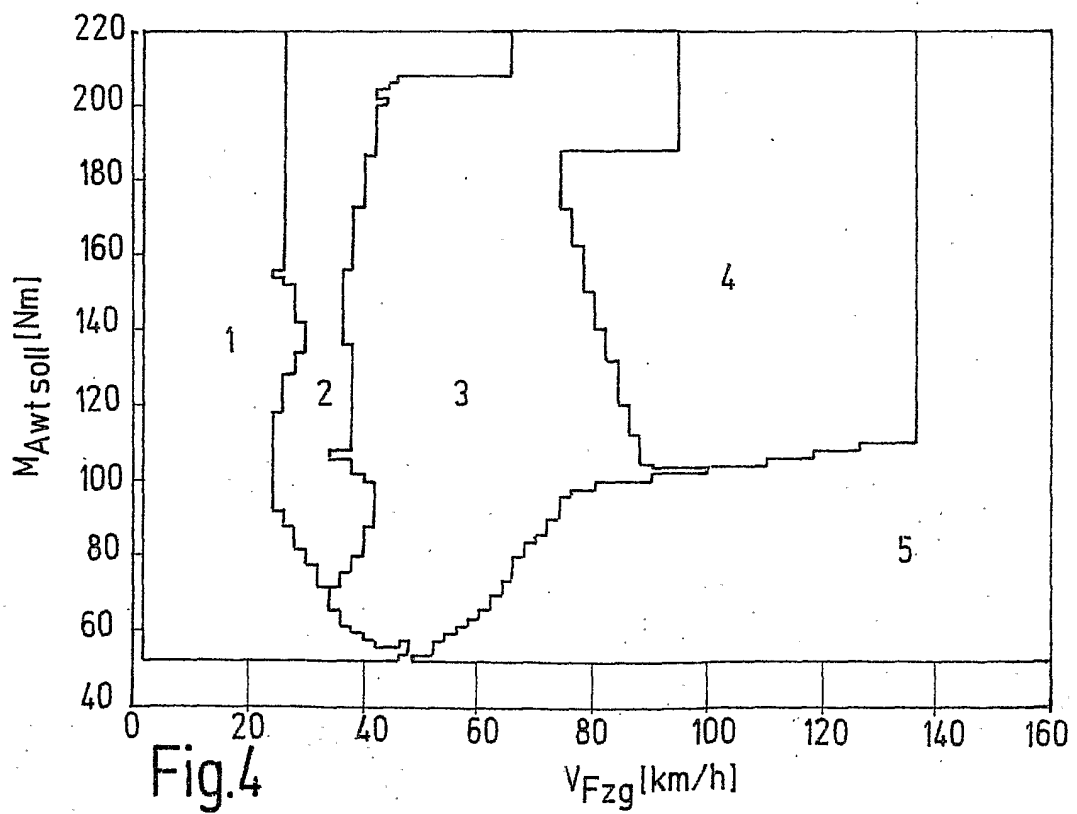
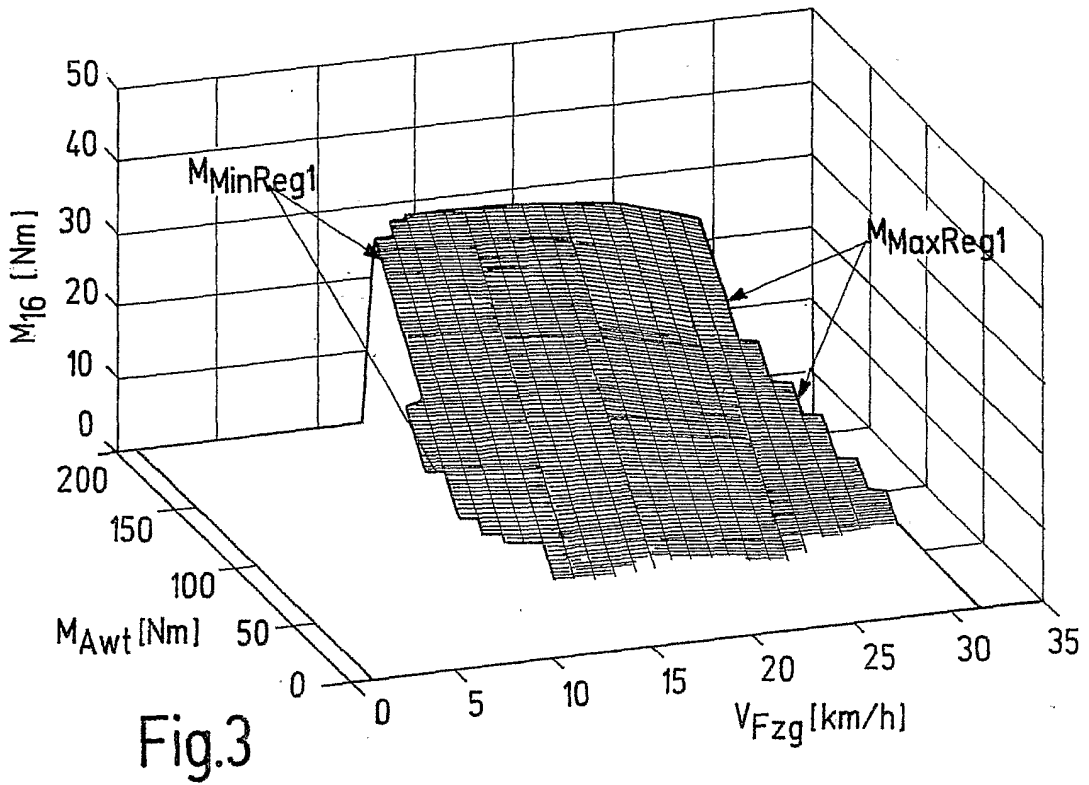


Fig.2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internati application No

PCT/LE J2/03342

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60K6/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 160 119 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 5 December 2001 (2001-12-05) column 28, line 26 -column 29, line 21; figures 9-11	1-9, 12-17
X	WO 99 46139 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ;BOEHM JUERGEN (DE); BERTHOLD THOMAS) 16 September 1999 (1999-09-16) page 9, last paragraph -page 11, last paragraph; figures 1,2,4	1-7, 16

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 February 2003

Date of mailing of the international search report

06/03/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wiberg, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internati~	Application No
PCT/DE 02/03342	

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1160119	A	05-12-2001	EP 1160119 A1	05-12-2001
			CN 1340009 T	13-03-2002
			WO 0046062 A1	10-08-2000
WO 9946139	A	16-09-1999	DE 19810656 A1	16-09-1999
			WO 9946139 A1	16-09-1999
			EP 1062114 A1	27-12-2000
			JP 2002506339 T	26-02-2002
			US 6457784 B1	01-10-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internatic Aktenzeichen

PCT/DE U2/03342

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B60K6/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 160 119 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 5. Dezember 2001 (2001-12-05) Spalte 28, Zeile 26 -Spalte 29, Zeile 21; Abbildungen 9-11 -----	1-9, 12-17
X	WO 99 46139 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ;BOEHM JUERGEN (DE); BERTHOLD THOMAS) 16. September 1999 (1999-09-16) Seite 9, letzter Absatz -Seite 11, letzter Absatz; Abbildungen 1,2,4 -----	1-7,16

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
26. Februar 2003	06/03/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Wiberg, S
---	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen in derselben Patentfamilie gehören

Internatio Aktenzeichen

PCT/DE 02/03342

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1160119 A	05-12-2001	EP 1160119 A1 CN 1340009 T WO 0046062 A1	05-12-2001 13-03-2002 10-08-2000
WO 9946139 A	16-09-1999	DE 19810656 A1 WO 9946139 A1 EP 1062114 A1 JP 2002506339 T US 6457784 B1	16-09-1999 16-09-1999 27-12-2000 26-02-2002 01-10-2002