

(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
28. November 2013 (28.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/174564 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60W 20/00 (2006.01) B60K 6/485 (2007.10)

B60W 10/06 (2006.01) B60K 6/20 (2007.10)

B60W 10/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/057074

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. April 2013 (04.04.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 208 461.4 21. Mai 2012 (21.05.2012) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **REUTER, Axel**; Tannenweg 15/1, 71665
Vaihingen An Der Enz (DE). **SCHMIDT, Matthias**;
Reinsburgstrasse 184, 70197 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE

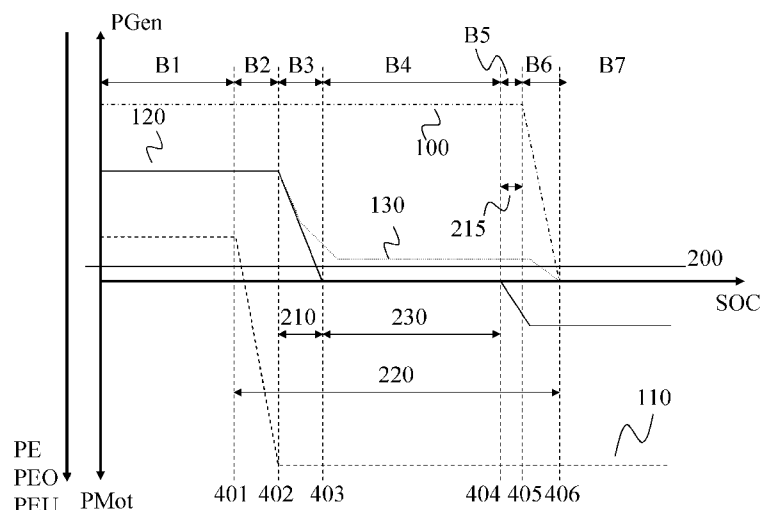


Fig. 4

(57) Abstract: Method for operating a drive train which comprises an electrical machine (1) for generating a mechanical setpoint torque (MEM_{Setp}) which corresponds to an electrical desired power (PE), in which method the electrical desired power (PE) is predefined as a function of a state of charge (SOC) of a power battery (3), wherein the electrical desired power (PE) is independent of the state of charge (SOC) of the power battery (3) if the state of charge (SOC) of the power battery (3) is in a plateau region (230).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/174564 A1



Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs, der eine elektrische Maschine (1) zum Erzeugen einer elektrischen Wunscheistung (PE) entsprechenden mechanischen Sollmoments (MEM_{Soll}) umfasst, bei dem abhängig von einem Ladezustand (SOC) einer Leistungsbatterie (3) die elektrische Wunscheistung (PE) vorgegeben wird, wobei die elektrische Wunscheistung (PE) unabhängig vom Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) ist, wenn sich der Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) in einem Plateaubereich (230) befindet.

Beschreibung

5

Titel

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern und/oder Regeln eines elektrischen Antriebs in Hybridfahrzeugen, insbesondere für Einstiegshybridisierungen mit Spannungen kleiner als 60V. In weiteren Aspekten betrifft die Erfindung ein Computerprogramm zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, ein elektrisches Speichermedium, auf dem dieses Computerprogramm gespeichert ist, sowie eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung, die derart ausgestaltet ist, dass sie das erfindungsgemäße Verfahren durchführen kann.

15

Im Rahmen der öffentlich geführten CO₂ Diskussion sowie stetig steigenden Kraftstoffpreisen steigt die Bedeutung von Systemen zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und damit der CO₂-Emission. Eine Hybridisierung des Antriebsstranges wird vor diesem Hintergrund zunehmend an Bedeutung gewinnen.

20

Ein Ziel von Hybridfahrzeugen ist die Rückgewinnung (Rekuperation) der beim Bremsen freiwerdenden kinetischen Energie bzw. der bei Bergabfahrt freiwerdenden potentiellen Energie. Diese kann z. B. genutzt werden, um das Bordnetz zu versorgen, welches einen deutlichen Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch hat.

25

Ermöglicht die elektrische Maschine durch einen Wechselrichter auch einen motorischen Betrieb, so kann das Antriebsmoment des Verbrennungsmotors durch ein elektrisches Moment erhöht werden (Boost) um z.B. die Fahrbarkeit zu erhöhen. Wird ferner z.B. durch Rekuperation mehr Energie zurück gewonnen als für die Versorgung des Bordnetzes und die Boostfunktion benötigt wird, so besteht ferner die Möglichkeit, das Antriebsmoment des Verbrennungsmotors gezielt zu reduzieren und durch ein elektrisches Moment zu kompensieren.

30

35

Durch diese Lastpunktverschiebung kann eine weitere Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs erreicht werden. Zur Hybridisierung des Antriebstranges sind also eine geeignete elektrische Maschine und ein geeigneter Energiespeicher wie z.B. eine Lilonen-Batterie als Leistungsbatterie sowie eine geeignete Regelungs-
strategie notwendig.

Der elektrische Antrieb kann in den Hybridfahrzeugen entweder motorisch zur Unterstützung des Verbrennungsmotors oder generatorisch, z.B. zur Rückgewinnung von Bremsenergie genutzt werden. Hat die Leistungsbatterie jedoch einen niedrigen Ladezustand oder allgemein einen schlechtem Zustand z.B. aufgrund von Temperatur oder Alterung, kann jedoch auch außerhalb der Bremsphasen ein generatorischer Betrieb notwendig sein. In diesem Fall wird der elektrische Antrieb nicht aus der kinetischen bzw. potentiellen Energie des Fahrzeugs angetrieben, sondern muss vom Verbrennungsmotor unter Einsatz von zusätzlichem Kraftstoff angetrieben werden, um Strom zum Laden der Leistungsbatterie bzw. zur Versorgung des Bordnetzes zu erzeugen. In diesem Fall führt der generatorische Betrieb zu einer Erhöhung des Kraftstoffverbrauchs.

Zur Regelung der Betriebsmodi des elektrischen Antriebs, also sowohl seiner motorischen Leistung als seiner generatorischen Leistung, sind verschiedene Energiemanagementstrategien möglich. Ziel dieser Strategien kann sein, einen Soll-Ladezustand einzuregeln. Dies führt dazu, dass nach einer Rekuperationsphase und damit einem Ladezustand größer als dem Soll-Ladezustand eine Boostphase eingeleitet wird, bis der Soll-Ladezustand eingeregelt ist. Wird jedoch vom Fahrer längere Zeit eine elektrische Unterstützung gefordert, so würde ebenfalls versucht, nach dieser Boostphase durch einen generatorischen Betrieb des elektrischen Antrieb möglichst schnell den Soll-ladezustand wieder herzustellen, in diesem Fall unter Einsatz von Kraftstoff zum Antrieb des elektrischen Antriebs im generatorischen Modus. Das Ziel, den Soll-Ladezustand möglichst schnell wieder einzuregeln führt zu einer Zyklisierung und damit Alterung der Leistungsbatterie.

Aus der DE 103 46 213 A1 ist beispielsweise ein Verfahren zur Regelung des Ladezustands eines Energiespeichers bei einem Fahrzeug mit Hybridantrieb be-

kannt, bei dem der Ladezustand des Energiespeichers von einem Laderegler in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs geregelt wird.

Offenbarung der Erfindung

5

Die Erfindung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche hat demgegenüber den Vorteil, dass die Zyklisierung und damit Alterung der Leistungsbatterie vermindert wird.

10

In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs, der eine elektrische Maschine zum Erzeugen einer elektrischen Wunschleistung entsprechenden mechanischen Sollmoments, umfasst, bei dem abhängig von einem Ladezustand einer Leistungsbatterie die elektrische Wunschleistung vorgegeben wird, wobei die elektrische Wunschleistung unabhängig vom Ladezustand der Leistungsbatterie ist, wenn sich der Ladezustand der Leistungsbatterie in einem Plateaubereich befindet.

15

20

Das heißt, in dem Antriebsstrang, der alle Antriebsaggregate umfasst, gibt es mindestens auch die elektrische Maschine. Es wird eine elektrische Wunschleistung (generatorisch oder motorisch) vorgegeben, die diese elektrische Maschine erzeugen soll. Diese elektrische Wunschleistung entspricht je nach Drehzahl der elektrischen Maschine einem Drehmoment, dem mechanischen Sollmoment. Die elektrische Maschine versucht, dieses mechanische Sollmoment einzustellen, d.h. dass das von ihr abgegebene Drehmoment möglichst genau (d.h. z.B. abgesehen von immanenten Trägheiten) dem mechanischen Sollmoment entspricht.

25

30

Es ist nun vorgesehen, dass der Verlauf der elektrischen Wunschleistung als Funktion des Ladezustands der Leistungsbatterie einen Plateaubereich aufweist, in dem sich die elektrische Wunschleistung als Funktion des Ladezustands nicht ändert. Dieser Plateaubereich umfasst erfindungsgemäß einen substanziellen Anteil (mindestens 10%, vorteilhafterweise >30%) des möglichen Ladezustands, der von 0% bis 100% reicht.

35

In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen werden, dass die elektrische Maschine weder generatorisch noch motorisch betrieben wird, wenn sich

der Ladezustand der Leistungsbatterie im Plateaubereich befindet und ein Kupplungssollmoment so klein ist, dass es durch einen Verbrennungsmotor des Antriebsstrangs bereitgestellt werden kann.

5 Das Kupplungssollmoment, also das Drehmoment, das im Antriebsstrang über die Kupplung auf die Antriebsräder übertragen werden soll, wird von der elektrischen Maschine und dem Verbrennungsmotor bereitgestellt. Kann der Verbrennungsmotor alleine genug Drehmoment erzeugen, um dieses Kupplungssollmoment zu erreichen, wird die elektrische Maschine so angesteuert, dass sie (abgesehen von Reibungsverlusten) kein Drehmoment erzeugt, wenn der Ladezustand sich im Plateaubereich befindet. Hierdurch wird die Zyklisierung der Leistungsbatterie besonders wirksam unterbunden.

15 Dies kann beispielsweise dann der Fall sein, wenn sich das Kupplungssollmoment hinreichend langsam ändert, sodass die Trägheit insbesondere des Luftsystems des Verbrennungsmotors dem nicht im Wege steht, dass das vom Verbrennungsmotor generierte Drehmoment an der Kupplung das Kupplungssollmoment in guter Näherung stellen kann.

20 In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen werden, dass das mechanische Sollmoment so gewählt wird, dass die Leistungsbatterie geladen wird, wenn ihr Ladezustand Werte kleiner als ein erster Schwellwert annimmt. Stellt die elektrische Maschine dieses mechanische Sollmoment ein, ist die von ihr generierte elektrische Leistung also größer als die Bordnetzleistung, also größer als die elektrische Leistung, die alle Verbraucher im Bordnetz mit Ausnahme der Leistungsbatterie verbrauchen. Dies hat den Vorteil, dass sich durch Wahl des ersten Schwellwerts eine untere Grenze des Ladezustands der Leistungsbatterie vorgeben lässt, die im Normalbetrieb nicht unterschritten wird. Dies erhöht die Lebensdauer der Leistungsbatterie.

30 In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen werden, dass das mechanische Sollmoment aus einem nicht limitierten mechanischem Sollmoment ermittelt wird, indem das nicht limitierte mechanische Sollmoment in einem Limitierungsschritt auf Werte größer oder gleich als eine untere mechanische Begrenzung und/oder auf Werte kleiner oder gleich als eine obere mechanische

Begrenzung begrenzt wird. Obere mechanische Begrenzung und untere mechanische Begrenzung sind hierbei Drehmomente. Die obere mechanische Grenze entspricht hierbei dem maximal zulässigen Drehmoment der elektrischen Maschine im motorischen Betrieb. Die untere mechanische Grenze ist entsprechend das minimal zulässige Drehmoment der elektrischen Maschine, als das betragsmäßig größte generatorische Drehmoment der elektrischen Maschine (mit negativem Vorzeichen). Ist das nicht limitierte mechanische Sollmoment größer als die obere mechanische Begrenzung bzw. kleiner als die untere mechanische Begrenzung, so wird das mechanische Sollmoment gleich der oberen bzw. unteren mechanischen Begrenzung gesetzt. Andernfalls wird das mechanische Sollmoment gleich dem nicht limitierten mechanischen Sollmoment gesetzt. Auf diese Weise lässt sich besonders wirksam verhindern, dass ein von der elektrischen Maschine ein mechanisches Sollmoment angefordert wird, das diese nicht einstellen kann.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen werden, dass untere mechanische Begrenzung und/oder obere mechanische Begrenzung abhängig vom Ladezustand der Leistungsbatterie gewählt werden. Auf diese Weise lässt sich besonders einfach verhindern, dass die Leistungsbatterie tiefentladen bzw. überladen wird.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen werden, dass das nicht limitierte mechanische Sollmoment als Differenz zwischen Kupplungssollmoment und einem Istmoment des Verbrennungsmotors des Antriebsstrangs ermittelt wird. Auf diese Weise wird besonders einfach sichergestellt, dass in einem stationären Zustand (also dann, wenn sich die Sollwertvorgaben im Antriebsstrang so langsam ändern, dass die Antriebsaggregate Drehmomente liefern, die ihren Sollwerten entsprechen) Die Summe der Drehmomente des Verbrennungsmotors und der elektrischen Maschine das Kupplungssollmoment ergeben.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen werden, dass das ein Verbrennungsmotorsollmoment als Differenz des Kupplungssollmoment und eines mechanischen Wunschmoments ermittelt wird. Das mechanische Wunschmoment ist hierbei das Drehmoment, das (bei gegebener Drehzahl der elektrischen Maschine) gerade der elektrischen Wunschleistung entspricht. Das Ver-

brennungsmotorsollmoment ist das Soll-Drehmoment, dass der Steuerung und/oder Regelung des Verbrennungsmotors vorgegeben wird. Die Steuerung und/oder Regelung des Verbrennungsmotors stellt die Betriebsparameter des Verbrennungsmotors derart, dass das Verbrennungsmotoristmoment dem Verbrennungsmotorsollmoment bestmöglich folgt. Durch die vorgesehene Differenzbildung ist sichergestellt, dass das Verbrennungsmotorsollmoment weitgehend so eingestellt wird, dass das schlussendlich resultierende mechanische Sollmoment möglichst gut (nämlich bis auf Limitierungen der Komponenten des Antriebsstrangs) dem mechanischen Wunschmoment entspricht.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen werden, dass das mechanische Wunschmoment abhängig vom Ladezustand der Leistungsbatterie ermittelt wird. Auf diese Weise lassen sich die Lade- und/oder Entladevorgänge der Leistungsbatterie besonders einfach kontrollieren.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen werden, dass das mechanische Wunschmoment unabhängig vom Ladezustand der Leistungsbatterie ist, wenn der Ladezustand der Leistungsbatterie sich im Plateaubereich befindet. Auf diese Weise lässt sich besonders einfach eine Zyklisierung der Leistungsbatterie minimieren.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen werden, dass das mechanische Wunschmoment gleich null gewählt wird, wenn der Ladezustand der Leistungsbatterie sich im Plateaubereich befindet. Auf diese Weise lässt sich besonders einfach eine Zyklisierung der Leistungsbatterie unterdrücken.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen werden, dass das mechanische Wunschmoment so gewählt wird, dass die elektrische Maschine generatorisch betrieben wird, wenn der Ladezustand der Leistungsbatterie kleiner ist als eine untere Grenze des Plateaubereichs. Auf diese Weise lässt sich ein Tiefentladen der Leistungsbatterie besonders einfach wirkungsvoll unterdrücken.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen werden, dass das mechanische Wunschmoment so gewählt wird, dass die elektrische Maschine

generatorisch betrieben wird, wenn der Ladezustand der Leistungsbatterie größer ist als eine obere Grenze des Plateaubereichs. Auf diese Weise lässt sich ein Überladen der Leistungsbatterie besonderes einfach wirkungsvoll unterdrücken.

5 Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein Computerprogramm vorgesehen ist, dass programmiert ist, alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen. Ein solches Computerprogramm ist besonders vorteilhafterweise auf einem elektrisches Speichermedium für eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung des Verbrennungsmotors abgespeichert. Dies Steuer- und/oder Regeleinrichtung ist
10 also vorteilhafterweise so programmiert ist, dass sie alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens durchführen kann.

Die Figuren zeigen besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung. Es zeigen:

15 Figur 1 schematisch ein Zweispannungsbordnetz;

Figur 2 schematisch den Aufbau von Informationsflüssen zur Steuerung der elektrischen Maschine;

20 Figur 3 schematisch den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahren;

Figur 4 schematisch die Abhängigkeit von gewünschten elektrischen Leistungen der elektrischen Maschine als Funktion des Ladezustands der Leistungsbatterie;
25

Figur 5 schematisch die Leistungscharakteristik einer Leistungsbatterie;

Figur 6 schematisch die Abhängigkeit von gewünschten elektrischen Leistungen der elektrischen Maschine als Funktion des Ladezustands der Leistungsbatterie bei einer vorgesehenen Hysterese;
30

Beschreibung der Ausführungsbeispiele
35

Figur 1 zeigt schematisch ein Zweispannungsbordnetz eines hybridisierten Antriebsstrangs mit einem 14 Volt-Niederspannungsbordnetz und einem 48 Volt-Hochspannungsbordnetz. Im Hochspannungsteil des Bordnetzes sind elektrische Maschine 1, beispielsweise ein Starter-Generator 1, weitere elektrische Verbraucher 2 (nur schematisch angedeutet) und eine Leistungsbatterie 3 vorhanden. Im Niederspannungsbereich des Bordnetzes sind ein Starter 5, der beispielsweise für konventionelle Starts verwendet werden kann, weitere elektrische Verbraucher 6 (nur schematisch angedeutet) sowie eine herkömmliche Batterie 7 vorhanden. Hochspannungsteile und Niederspannungsteil des Bordnetzes sind durch einen DC-DC-Wandler 4 gekoppelt. Die Steuerung und/oder Regelung der Komponenten des Antriebsstrangs geschieht beispielsweise durch die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 8 (im Folgenden kurz „Steuergerät“ genannt), auf der auch das erfindungsgemäße Verfahren durch ein in einem elektrischen Speichermedium gespeichertes Computerprogramm durchgeführt werden kann.

Aus der elektrischen Maschine 1 fließt ein Stromfluss I_{EM} der elektrischen Maschine 1. Dieser Stromfluss I_{EM} der elektrischen Maschine 1 teilt sich auf in einen Batteriestrom I_{Bat} , der die Leistungsbatterie 3 lädt, und einen Bordnetzstrom I_{BN} , der den verbleibenden Anteil des Stroms I_{EM} der elektrischen Maschine, der nicht der Leistungsbatterie 3 zugeführt wird, den übrigen Komponenten des restlichen Bordnetzes zur Verfügung stellt. Über der Leistungsbatterie 3 fällt eine Batteriespannung U_{Bat} ab.

Ein Fahrpedal 9 bzw. ein Bremspedal 10 liefern über jeweilige Sensorik ihre Aktuierungsgrade an das Steuergerät 8. Das Fahrpedal 9 übermittelt seinen Aktuierungsgrad w_{ped} an das Steuergerät 8, das Bremspedal 10 übermittelt seinen Aktuierungsgrad B_{ped} an das Steuergerät 8. Im Steuergerät 8 kann insbesondere eine Auswertelogik vorhanden sein, die entscheidet, wie in dem Fall zu verfahren ist, dass sowohl Aktuierungsgrad des Fahrpedals als auch des Bremspedals $\neq 0$ ist. Beispielsweise ist es hierbei möglich, dass in einem solchen Fall der Aktuierungsgrad des Fahrpedals w_{ped} intern auf 0 gesetzt wird und so der Aktuierungsgrad des Bremspedals Vorrang erhält. Ist im Folgenden vom Aktuierungsgrad des Fahrpedals bzw. des Bremspedals die Rede, so ist dies stets im Sinne von Aktuierungsgraden zu verstehen, die durch eine derartige Aus-

wertelogik ausgewertet wurden, so dass insbesondere stets mindestens eine der beiden Größen w_{ped} , $B_{ped} = 0$ ist.

Beispielsweise über geeignete Sensorik oder beispielsweise über geeignete Verfahren ermittelt das Steuergerät den Ladezustand SOC der Leistungsbatterie 3.

Figur 2 zeigt schematisch den Aufbau von Steuerungskomponenten des Antriebsstrangs. Zentral ist das elektrische-Maschine-Management 14, das einen Umrechnungsblock 16 umfasst. Der Umrechnungsblock 16 empfängt die elektrische Wunschleistung PE sowie eine obere elektrische Begrenzung PEO und/oder eine untere elektrische Begrenzung PEU, die beide ebenfalls Leistungen entsprechen.

Der Umrechnungsblock 16 empfängt ferner eine Umdrehungszahl der elektrischen Maschine 1, die beispielsweise mittels eines Sensors ermittelt wird. Dieser Sensor kann beispielsweise auch die Drehzahl einer Kurbelwelle erfassen, aus der dann die Umdrehungszahl der elektrischen Maschine 1 ermittelt wird.

Der Umrechnungsblock 16 ermittelt aus elektrischer Wunschleistung PE das mechanische Wunschmoment MM. Analog werden aus oberer elektrischer Begrenzung PEO und/oder unterer elektrischer Begrenzung PEU die obere mechanische Begrenzung MMO bzw. die untere mechanische Begrenzung MMU ermittelt. Diese Ermittlung erfolgt beispielsweise mit Hilfe von Kennfeldern, die beispielsweise in Versuchen oder mittels theoretische Überlegungen gewonnen werden können, in denen der Zusammenhang zwischen generiertem Drehmoment, Stromfluss und Drehzahl der elektrischen Maschine 1 dargestellt ist. Unter der Annahme einer nicht veränderlichen Spannung des Bordnetzes, im Ausführungsbeispiel einer Nominalspannung von 48V, wird dann z.B. aus einer elektrischen Leistung ein entsprechender Stromfluss und hieraus das zugehörige Drehmoment ermittelt.

Das mechanische Wunschmoment MM, sowie obere mechanische Begrenzung MMO und/oder untere mechanische Begrenzung MMU werden einem Riementrieb-Management 18 übermittelt. Dieses Riementrieb-Management 18 ist beispielsweise in einem Powertrain-Management 20 enthalten. Das Riementrieb-

Management 18 rechnet mechanisches Wunschmodent MM , sowie obere mechanische Begrenzung MMO und/oder untere mechanische Begrenzung MMU ggf. auf die Drehzahl der Kurbelwelle um, sodass alle Drehmomente eine gemeinsame Bezugsbasis haben.

Das Powertrain-Management 18 ermittelt auf Basis des mechanischen Wunschmodents MM , oberer mechanischer Begrenzung MMO und/oder unterer mechanischer Begrenzung MMU beispielsweise anhand des in Figur 3 dargestellten Verfahrens das mechanische Sollmoment MEM_{Soll} . Dieses mechanische Sollmoment MEM_{Soll} wird dem elektrischen-Maschine-Management 14 zugeführt, das die elektrische Maschine 1 derart ansteuert, dass sie ein Drehmoment erzeugt, das dem mechanischen Sollmoment MEM_{Soll} entspricht. Dies bewirkt, dass die elektrische Maschine 1 den Stromfluss I_{EM} der elektrischen Maschine erzeugt, der wenigstens zum Teil der Leistungsbatterie 3 zugeführt oder entnommen wird, was durch den schraffierten Pfeil angedeutet wird.

Die Leistungsbatterie 3 umfasst eine Steuerlogik, die die momentanen Batteriestrom I_{Bat} , Batteriespannung U_{Bat} und Ladezustand SOC ermitteln und an ein Energie-Management 12 übermitteln. Optional kann vorgesehen sein, dass das elektrische-Maschine-Management 14 dem Energie-Management 12 den (beispielsweise als Schätzwert ermittelten) Wert des Stromflusses I_{EM} der elektrischen Maschine 1 übermittelt. Das Energiemanagement 12 ermittelt elektrische Wunschleistung PE sowie obere elektrische Begrenzung PEO und/oder untere elektrische Begrenzung PEU und übermittelt diese dem Umrechnungsblock 16 des elektrischen-Maschine-Managements 14.

Figur 3 zeigt beispielhaft den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens im Powertrain-Management 20. In einem Schritt 2000 werden Aktuierungsgrad des Fahrpedals w_{Ped} und Aktuierungsgrad des Bremspedals $BPed$ ermittelt und hieraus das vom Fahrer gewünschte Fahrerwunsch-Radmoment $FWRM$ ermittelt. Dies wird einem Schritt 2010 zugeführt, in dem momentensteuernde Eingriffe wie beispielsweise fahrdynamische Eingriff (z.B. durch ESP) und/oder Getriebeeingriff (z.B. bei Schaltvorgängen) berücksichtigt werden, um so das am Antriebsrad einzustellende Radsollmoment RSM zu ermitteln, das einem Schritt 2020 zuge-

führt wird. In Schritt 2020 wird aus dem Radsollmoment 2020 das Kupplungs-
sollmoment KSM ermittelt.

In Schritt 2030 wird das Verbrennungsmotorsollmoment VMSM als Kupplungs-
sollmoment KSM minus mechanisches Wunschmoment MM ermittelt. Das Ver-
brennungsmotorsollmoment VMSM wird in einem Schritt 2040 vom Steuergerät 8
durch entsprechende Ansteuerung der Stellgrößen des Verbrennungsmotors
eingestellt, d.h. der Verbrennungsmotor stellt ein Drehmoment ein, das dem Ver-
brennungsmotorsollmoment VMSM entspricht. Beispielsweise über eine Model-
lierung oder auch alternativ oder Sensorik wird in Schritt 2040 das Verbren-
nungsmotor-Istmoment VMIM ermittelt, also das Drehmoment, das der Verbren-
nungsmotor tatsächlich erzeugt. In Schritt 2050 wird das nicht limitierte mechani-
sche Sollmoment MEM_{nl} als Differenz von Kupplungssollmoment KSM und Ver-
brennungsmotor-Istmoment VMIM ermittelt. Das nicht limitierte mechanische
Sollmoment MEM_{nl} wird dem Limitierungsschritt 2060 zugeführt, in dem das me-
chanische Sollmoment MEM_{soll} ermittelt wird. Ist das nicht limitierte mechani-
sche Sollmoment MEM_{nl} größer als die obere mechanische Begrenzung MMO,
wird das mechanische Sollmoment MEM_{soll} gleich der oberen mechanischen
Begrenzung MMO gewählt. Ist das nicht limitierte mechanische Sollmoment
 MEM_{nl} kleiner als die untere mechanische Begrenzung MMU, wird das mechani-
sche Sollmoment MEM_{soll} gleich der unteren mechanischen Begrenzung MMU
gewählt. Andernfalls wird das mechanische Sollmoment MEM_{soll} gleich dem
nicht limitierten mechanischen Sollmoment MEM_{nl} gewählt. In Schritt 2070 wird
das mechanische Sollmoment MEM_{soll} dem elektrische Maschine-Management
14 übermittelt.

Figur 3 zeigt, wie im Energie-Management 12 elektrische Wunschleistung PE,
obere elektrische Begrenzung PEO und untere elektrische Begrenzung PEU er-
mittelt werden.

In Abhängigkeit des Ladezustands SOC der Leistungsbatterie 3 wird die elektri-
sche Wunschleistung PE durch eine Wunschleistungskennlinie 120 ermittelt oder
ggf. durch eine optionale Wunschleistungskennlinie im Schubbetrieb 130 vorge-
geben. Ob Schubbetrieb vorliegt, wird z.B. durch ein Flag „An/Aus“ von der Mo-
torsteuerung mitgeteilt. Es kann vorgesehen sein, dass dann, wenn das dieses

Flag anzeigt, dass der Schubbetrieb „an“ ist, die elektrische Wunschleistung gemäß der Wunschleistungskennlinie im Schubbetrieb 130 ermittelt wird, und andernfalls durch die Wunschleistungskennlinie 120.

5 In Abhängigkeit des Ladezustands SOC der Leistungsbatterie 3 wird die obere elektrische Begrenzung PEO durch eine Boostkennlinie 110 ermittelt. Analog wird die untere elektrische Begrenzung PEU durch eine Bremskennlinie 100 ermittelt.

10 In Figur 3 ist der Ladezustand SOC der Leistungsbatterie 3 auf der Abszisse und die elektrische Leistung auf der Ordinate angeordnet. Eine motorische elektrische Leistung ist nach unten, eine generatorische Leistung ist nach oben aufgetragen, d.h. positive Wunschleistung PE und obere bzw. untere Begrenzung PEO/PEU sind mit positiver Achse nach unten aufgetragen.

15 Der Ladezustand SOC ist durch 6 Schwellwerte (in aufsteigender Reihenfolge erster Schwellwert 401, zweiter Schwellwert 402, dritter Schwellwert 403, vierter Schwellwert 404, fünfter Schwellwert 405 und sechster Schwellwert 406) in insgesamt 7 Bereiche unterteilt: einen ersten Bereich B1 zwischen Ladezustand SOC = 0 und erstem Schwellwert, einem zweiten Bereich B2 zwischen erstem Schwellwert 401 und zweitem Schwellwert 402, einem dritten Bereich B3 zwischen zweitem Schwellwert 402 und drittem Schwellwert 403, einem vierten Bereich B4 zwischen viertem Schwellwert 404 und fünftem Schwellwert 405, einem sechsten Bereich B6 zwischen fünftem Schwellwert 405 und sechstem Schwellwert 406, und einem siebten Bereich bei einem Ladezustand größer als dem sechsten Schwellwert 406.

25 Strichpunktiert eingezeichnet ist die Bremskennlinie 100, die bei Ladezuständen SOC kleiner als fünfter Schwellwert 405 einen im Wesentlichen konstanten Wert positiver generatorischer Leistung PGen annimmt. Diese positive generatorische Leistung PGen wird so gewählt, dass diese Leistung von elektrischer Maschine 1 und Leistungsbatterie 3 während eines Zeitraums, der einige Sekunden, z.B. 5s umfasst, gestellt werden kann. Die Bremskennlinie 100 fällt dann bis zum sechsten Schwellwert 406 kontinuierlich auf 0 ab, und ist im siebten Bereich B7 unab-

30

hängig vom Ladezustand SOC konstant = 0. Es ist auch möglich, sie im siebten Bereich B7 konstant gleich der Bordnetzleistung 200 zu wählen.

5 Ebenso dargestellt ist die Boostkennlinie 110, die bei einem Ladezustand SOC größer als der zweite Schwellwert 402 eine im Wesentlichen konstante motorische Leistung P_{Mot} annimmt. Diese motorische Leistung P_{Mot} wird so gewählt, dass diese Leistung von elektrischer Maschine 1 und Leistungsbatterie 3 während eines Zeitraums, der einige Sekunden, z.B. 5s umfasst, gestellt werden kann. Die Boostkennlinie fällt dann im zweiten Bereich B2 mit sinkendem Ladezustand SOC kontinuierlich auf 0 und darunter ab, kehrt sich also in eine generatorische Leistung um. Diese generatorische Leistung P_{Gen} steigt mit weiter fallendem Ladezustand SOC der Leistungsbatterie 3 weiter an, und überschreitet vor Erreichen des ersten Schwellwerts 401 die Bordnetzlast 200. Im ersten Bereich B1 nimmt die durch die Boostkennlinie gegebene generatorische Leistung P_{Gen} im Wesentlichen konstanten Wert als Funktion des Ladezustands SOC an.

10 Die Bordnetzlast 200 wird im Energie-Management 12 beispielsweise als Produkt aus Bordnetzstrom I_{BN} und nominaler Spannung des Hochvolt-Teilbordnetzes, im Ausführungsbeispiel 48V, ermittelt. Bordnetzstrom I_{BN} kann beispielsweise als Differenz zwischen Stromfluss I_{EM} der elektrischen Maschine 1 und Batteriestrom I_{Bat} ermittelt werden.

25 Die Normalfahrtkennlinie 120 (durchgezogene Linie) liegt im gesamten Ladezustandsbereich SOC der Leistungsbatterie 3 oberhalb der Boostkennlinie 110 (d. h. es wird eine höhere generatorische Leistung P_{Gen} bzw. eine geringere motorische Leistung P_{Mot} angegeben) und unterhalb der Bremskennlinie 100 (d. h. es wird eine geringere generatorische Leistung P_{Gen} bzw. eine größere motorische Leistung P_{Mot} angegeben). Im ersten Bereich B1 und zweiten Bereich B2 nimmt die Normalfahrtkennlinie 120 einen im Wesentlichen konstanten Wert an positiver generatorischer Leistung P_{Gen} an. Diese generatorische Leistung P_{Gen} wird z.B. so gewählt, dass die Leistungsbatterie 3 mit dieser Leistung kontinuierlich, also z.B. bis der Ladezustand SOC den zweiten Schwellwert 402 überschreitet, geladen werden kann.

Sie fällt dann im dritten Bereich B3 mit steigendem Ladezustand SOC kontinuierlich auf die vorgebbare Lastschwelle 200 ab. Im vierten Bereich B4 ist die generatorische Leistung P_{Gen} wie auch die motorische Leistung $P_{Mot} = 0$, und im fünften Bereich B5 bzw. im sechsten Bereich B6 steigt die durch die Normalfahrtkennlinie 120 gegebene motorische Leistung P_{Mot} mit steigendem Ladezustand SOC der Leistungsbatterie 3 kontinuierlich an.

Strichpunktiert eingezeichnet ist die optionale Schubkennlinie 130, die im ersten Bereich B1 und im zweiten Bereich B2 mit der Normalfahrtkennlinie 120 übereinstimmt, und im dritten Bereich B3, im vierten Bereich B4, im fünften Bereich B5 und im sechsten Bereich B6 eine generatorische Leistung P_{Gen} angibt, die zwischen Normalfahrtkennlinie 120 und Bremskennlinie 100 liegt. Die durch die Schubkennlinie 130 gegebene positive generatorische Leistung P_{Gen} nimmt im dritten Bereich B3 und vierten Bereich B4 mit steigendem Ladezustand SOC zunächst kontinuierlich ab auf einen Wert, der oberhalb der vorgebbaren Lastschwelle 200 liegt. Bei weiter steigendem Ladezustand SOC ist die generatorische Leistung P_{Gen} der Schubkennlinie 130 dann im vierten Bereich B4 und im fünften Bereich B5 im Wesentlichen konstant, um im sechsten Bereich B6 mit steigenden Ladezustand SOC kontinuierlich auf 0 abzufallen. Im siebten Bereich B7 sind sowohl generatorische Leistungen P_{Gen} als auch motorische Leistungen P_{Mot} der Schubkennlinie 130 = 0.

Im ersten Bereich B1, der einem Ladezustand SOC der Leistungsbatterie 3 unterhalb des zulässigen Ladezustands SOC der Leistungsbatterie 3 entspricht, sind alle Kennlinien so zu wählen, dass sie einer generatorischen Leistung P_{Gen} entsprechen, die über der Bordnetzlast liegt. Die Boostkennlinie 100 ist in diesem Bereich also z.B. so zu wählen, dass sie sicher über der maximal auftretenden Bordnetzlast liegt. Alternativ kann die der Boostkennlinie 110 entsprechende generatorische Leistung P_{Gen} in diesem Bereich auch dynamisch in Abhängigkeit der aktuellen Bordnetzlast 200 angepasst werden, z.B. als Bordnetzlast 200 plus eine feste Leistung, z.B. 500W.

Die Darstellung von Figur 4 bei dem negative Werte der Ordinate einem motorischen Betrieb der elektrischen Maschine 1 entsprechen, und bei dem positive

Werte der Ordinate einem generatorischen Betrieb der elektrischen Maschine 1 entsprechen, ermöglicht folgende einfache Lesart:

Ist die generatorische Leistung in Figur 3 größer als die Bordnetzlast 200, so wird die Leistungsbatterie 3 geladen, und der Ladungszustand SOC steigt entsprechend. Analog sinkt der Ladungszustand SOC, wenn die generatorische Leistung PGen kleiner als die Bordnetzlast 200 ist.

Der Ladezustands-Bereich zwischen zweiten Schwellwert 402 und drittem Schwellwert 403 stellt eine Boostreserve 210 dar, d.h. in diesem zweiten Bereich B2 des Ladezustands SOC ist ein Boosten mit maximaler möglicher Boostleistung verfügbar (während diese maximale mögliche Boostleistung bei niedrigerem Ladezustand SOC nicht mehr verfügbar ist).

Analog stellt der Ladezustands-Bereich zwischen viertem Schwellwert 404 und fünftem Schwellwert 405 eine Rekuperationsreserve 215 dar, d.h. in diesem fünften Bereich B5 ist Rekuperation mit maximal möglicher generatorischer Leistung verfügbar.

Der Ladezustands-Bereich zwischen erstem Schwellwert 401 und sechstem Schwellwert 406 stellt den nutzbaren Ladezustands-Bereich 220 dar, d.h. im normalen Betrieb wird sich der Ladezustand SOC stets in diesem Ladezustands-Bereich 220 bewegen, und ihn nicht verlassen.

Der Ladezustands-Bereich zwischen drittem Schwellwert 403 und viertem Schwellwert 404 stellt den Plateaubereich 230 dar, in dem durch die Wunschleistungskennlinie 230 gegebene elektrische Wunschleistung PE als Funktion des Ladezustands SOC nicht ändert. Der dritte Schwellwert 403 stellt somit die untere Grenze des Plateaubereichs 230 dar, der vierte Schwellwert 404 die obere Grenze des Plateaubereichs 230.

In dem in Figur 4 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die durch Wunschleistungskennlinie 120 und/oder Wunschleistungskennlinie im Schubbetrieb 130 gegebene generatorische Leistung PGen als Funktion des Ladezustands SOC im zweiten Bereich B2 konstant, um dann am Übergang zum dritten Bereich abzukni-

cken, und mit steigendem Ladezustand SOC auf null abzufallen. Der Ladezustand SOC, an dem dieser Abfall beginnt, kann auch bereits im zweiten Bereich B2 oder im dritten Bereich B3 liegen.

5 Zur Illustration der Wahl von erstem Schwellwert 401 und sechstem Schwellwert 406 wird auf Figur 5 verwiesen. Hier dargestellt ist eine Batterieleistung P_{Bat} der Leistungsbatterie 3 (gegeben durch das Produkt aus Batteriestrom I_{Bat} und Batteriespannung U_{Bat}) über dem Ladezustand SOC der Leistungsbatterie 3. Eine Ladekennlinie 500 gibt den charakteristischen Zusammenhang zwischen Batterieleistung P_{Bat} und Ladezustand SOC beim Laden der Batterie wieder, eine Entladekennlinie 510 beim Entladen.

10 Die Ladekennlinie 500 nimmt bei kleineren Werten des Ladezustands einen näherungsweise konstanten Wert der Batterieleistung P_{Bat} an. Bei einem charakteristischen Wert, beispielsweise bei einem Ladezustand SOC von ca. 60%, beginnt die Batterieleistung P_{Bat} mit steigendem Ladezustand SOC zu sinken. Die durch Entladekennlinie 510 charakterisierte Batterieleistung P_{Bat} steigt über den gesamten Bereich des Ladezustands SOC mit wachsendem Ladezustand SOC an.

20 Die Lebensdauer der Leistungsbatterie 3 hängt charakteristisch von der gewählten Breite des nutzbaren Ladezustands-Bereichs 220 ab – je breiter der nutzbare Ladezustands-Bereich 220 gewählt wird, desto kürzer ist die Lebensdauer der Leistungsbatterie 3. Aus Abwägung der Vorteile eines breiten nutzbaren Ladezustand-Bereichs 220 gegen die Nachteile einer verkürzten Lebensdauer kann man die Breite des nutzbaren Ladezustand-Bereichs 220 festlegen, beispielsweise auf 50% der Gesamtbreite der Bereichs möglicher Ladezustände SOC. Die Position des Ladezustand-Bereichs 220 hingegen hat in weiten Teilen keine wesentliche Auswirkung auf die Lebensdauer der Leistungsbatterie 3, sodass erster Schwellwert 401 und sechster Schwellwert 406 unter dem Gesichtspunkt der Lebensdauer der Leistungsbatterie 3 in weiten Grenzen frei gewählt werden können, sofern nur ihr Abstand gleich der gewählten Breite des nutzbaren Ladezustand-Bereichs 220 ist. Beispielsweise kann der erste Schwellwert 401 gleich 30% gewählt werden, und der sechste Schwellwert 406 gleich 80%.

Nach fixiertem erstem Schwellwert 401 kann der zweite Schwellwert 402 vorteilhafterweise derart gewählt werden, dass die Steigung der Boostkennlinie 110 im Bereich zwischen erstem Schwellwert 401 und zweitem Schwellwert 402 so steil wie möglich wird, aber doch so flach ist, dass sie vom Fahrer nicht bemerkt wird. D.h. wird während eines Boostvorgangs bedingt durch die Entladung der Leistungsbatterie 3 die motorische Leistung PMot der elektrischen Maschine 1 reduziert, soll dies für den Fahrer keine wahrnehmbaren Konsequenzen haben. Dies lässt sich beispielsweise mit Fahrversuchen ermitteln.

Ebenso kann nach fixiertem sechstem Schwellwert 406 der fünfte Schwellwert 405 so gewählt werden, dass die Steigung der Bremskennlinie 100 im Bereich zwischen fünftem Schwellwert 405 und sechstem Schwellwert 406 so steil wie möglich wird, aber doch so flach ist, dass sie vom Fahrer nicht bemerkt wird.

Nach fixiertem zweitem Schwellwert 402 kann der dritte Schwellwert 403 so gewählt werden, dass die Boostreserve 210 eine charakteristische gewählte Größe hat. Diese Größe der Boostreserve 210 gibt die charakteristische Zeitdauer an, während der mit maximaler motorischer Leistung PMot geboostet werden kann, nachdem im durch die Wunschleistungskennlinie 120 geführten Fahrbetrieb die Leistungsbatterie 3 geladen wurde. Diese charakteristische Zeitdauer kann beispielsweise als einige Sekunden, z.B. 5s, gewählt werden.

Ebenso kann nach fixiertem fünften Schwellwert 405 der vierte Schwellwert 404 so gewählt werden, dass die Rekuperationsreserve 215 eine charakteristische gewählte Größe hat. Diese Größe der Rekuperationsreserve 215 gibt die charakteristische Zeitdauer an, während der mit maximaler generatorischer Leistung PGen rekuperiert werden kann, nachdem im durch die Wunschleistungskennlinie 120 geführten Fahrbetrieb die Leistungsbatterie 3 entladen wurde. Diese charakteristische Zeitdauer kann beispielsweise als einige Sekunden, z.B. 5s, gewählt werden.

Figur 6 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der die in Figur 4 dargestellten Kennlinien, also die Bremskennlinie 100, Boostkennlinie 110, Normalfahrkennlinie 120 und Schubkennlinie 130 durch jeweils ein Kennlinienpaar ersetzt wurden, die gegeneinander entlang der Abszisse, auf der der Ladezu-

stand SOC der Leistungsbatterie 3 dargestellt ist, parallelverschoben sind. Figur 4 zeigt eine linke Bremskennlinie 100a, eine rechte Bremskennlinie 100b, eine linke Boostkennlinie 110a, eine rechte Boostkennlinie 110b, eine linke Normalfahrkennlinie 120a, eine rechte Normalfahrkennlinie 120b, eine linke Schubkennlinie 130a und eine rechte Schubkennlinie 130b.

Das erfindungsgemäße Verfahren in diesem Ausführungsbeispiel funktioniert analog zu dem vorhergehend dargestellten, wobei jeweils eine Kennlinie eines jeden verwendeten Paares linke/rechte Kennlinie ausgewählt wird, um das erfindungsgemäße Verfahren mit Bremskennlinie und/oder Boostkennlinie und/oder Normalfahrkennlinie und/oder Schubkennlinie durchzuführen.

Sinkt der Ladezustand SOC der Leistungsbatterie 3, so wird die linke Kennlinie eines Kennlinienpaares ausgewählt, steigt der Ladezustand SOC, so wird die rechte Kennlinie ausgewählt. Auf diese Weise sind die Kennlinien mit Hysteresen versehen, was sicherstellt, dass sich ein besser Nachvollziehbares Verhalten ergibt, das die durch diese Kennlinien definierten generatorischen bzw. motorischen Drehmomente, die sich als Funktion des Ladezustands ändern, nicht für eine kurze Zeit reduziert und kurz darauf wieder erhöht werden.

Ansprüche

- 5 1. Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs, der eine elektrische Maschine (1) zum Erzeugen einer elektrischen Wunschleistung (PE) entsprechenden mechanischen Sollmoments (MEM_{Soll}) umfasst, bei dem abhängig von einem Ladezustand (SOC) einer Leistungsbatterie (3) die elektrische Wunschleistung (PE) vorgegeben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Wunschleistung (PE) unabhängig vom Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) ist, wenn sich der Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) in einem Plateaubereich (230) befindet.
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Maschine (1) weder generatorisch noch motorisch betrieben wird, wenn sich
15 der Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) im Plateaubereich (230) befindet und ein Kupplungssollmoment (KSM) so klein ist, dass es durch einen Verbrennungsmotor des Antriebsstrangs bereitgestellt werden kann.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das
20 mechanische Sollmoment (MEM_{Soll}) so gewählt wird, dass die Leistungsbatterie (3) geladen wird, wenn ihr Ladezustand (SOC) Werte kleiner als ein erster Schwellwert (401) annimmt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mechanische Sollmoment (MEM_{Soll}) aus einem nicht
25 limitierten mechanischen Sollmoment (MEM_{nl}) ermittelt wird, indem das nicht limitierte mechanische Sollmoment (MEM_{nl}) in einem Limitierungsschritt (2060) auf Werte größer oder gleich als eine untere mechanische Begrenzung (MMU) und/oder auf Werte kleiner oder gleich als eine obere mechanische Begrenzung (MMO) begrenzt wird.
30
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** untere mechanische Begrenzung (MMU) und/oder obere mechanische Begrenzung (MMO) abhängig vom Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) gewählt

werden.

- 5 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das nicht limitierte mechanische Sollmoment (MEM_{nl}) als Differenz zwischen Kupplungssollmoment (KSM) und einem Istmoment (VMIM) des Verbrennungsmotors des Antriebsstrangs ermittelt wird.
- 10 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das ein Verbrennungsmotorsollmoment (VMSM) als Differenz des Kupplungssollmoment (KSM) und eines mechanischen Wunschements (MM) ermittelt wird.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mechanische Wunschement (MM) abhängig vom Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) ermittelt wird.
- 20 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mechanische Wunschement (MM) unabhängig vom Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) ist, wenn der Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) sich im Plateaubereich (230) befindet.
- 25 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mechanische Wunschement (MM) gleich null gewählt wird, wenn der Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) sich im Plateaubereich (230) befindet.
- 30 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mechanische Wunschement (MM) so gewählt wird, dass die elektrische Maschine (1) generatorisch betrieben wird, wenn der Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) kleiner ist als eine untere Grenze (403) des Plateaubereichs (220)
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mechanische Wunschement (MM) so gewählt wird, dass die elektrische Maschine (1) generatorisch betrieben wird, wenn der Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) größer ist als eine obere Grenze (404)

des Plateaubereichs (220) .

5 13. Computerprogramm, **dadurch gekennzeichnet, dass** es programmiert ist, alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 durchzuführen.

10 14. Elektrisches Speichermedium für eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung einer Brennkraftmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf ihm ein Computerprogramm zur Durchführung aller Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13 abgespeichert ist.

15 15. Steuer- und/oder Regeleinrichtung (8) eines Antriebsstrangs, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie so programmiert ist, dass sie alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14 durchführen kann.

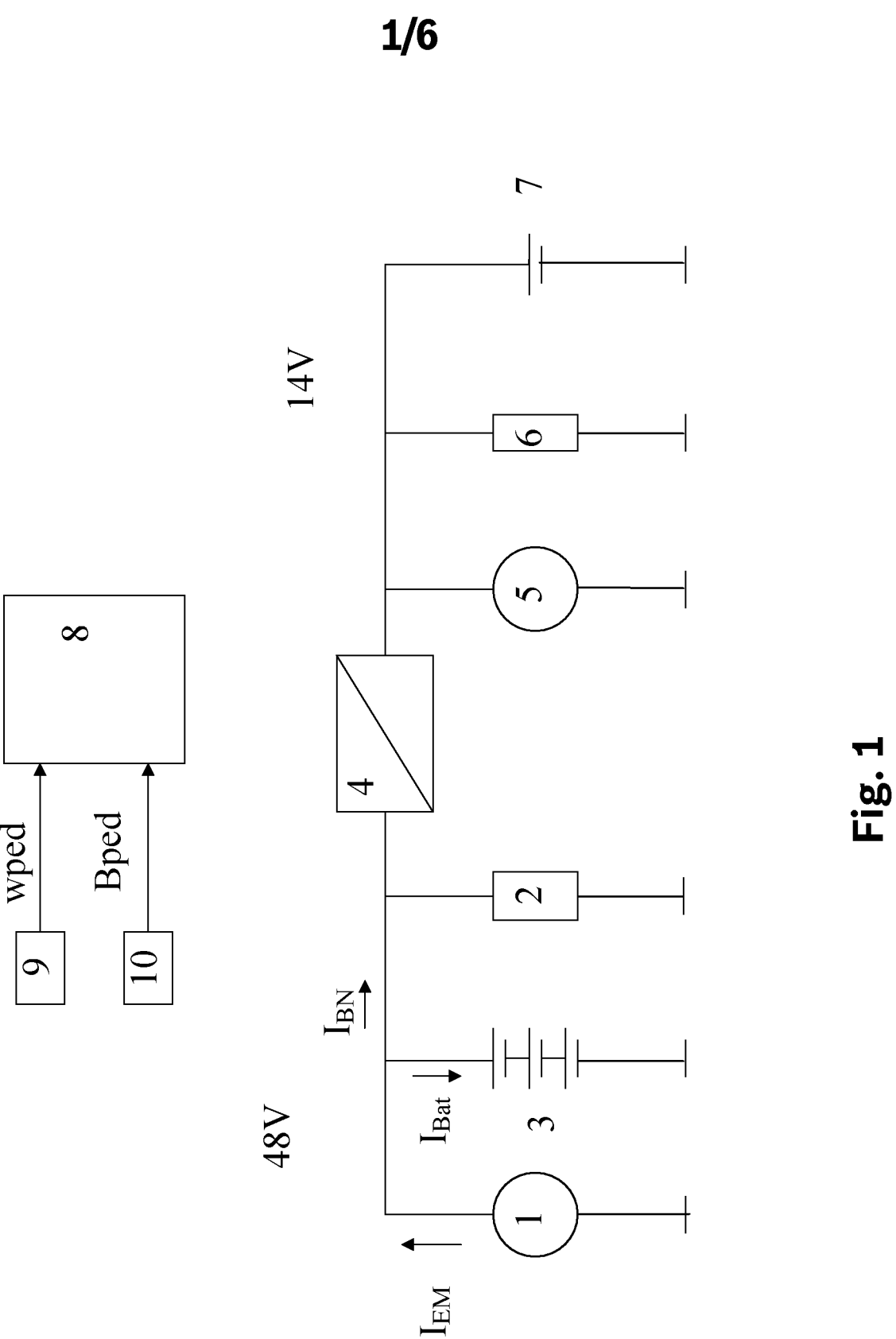


Fig. 1

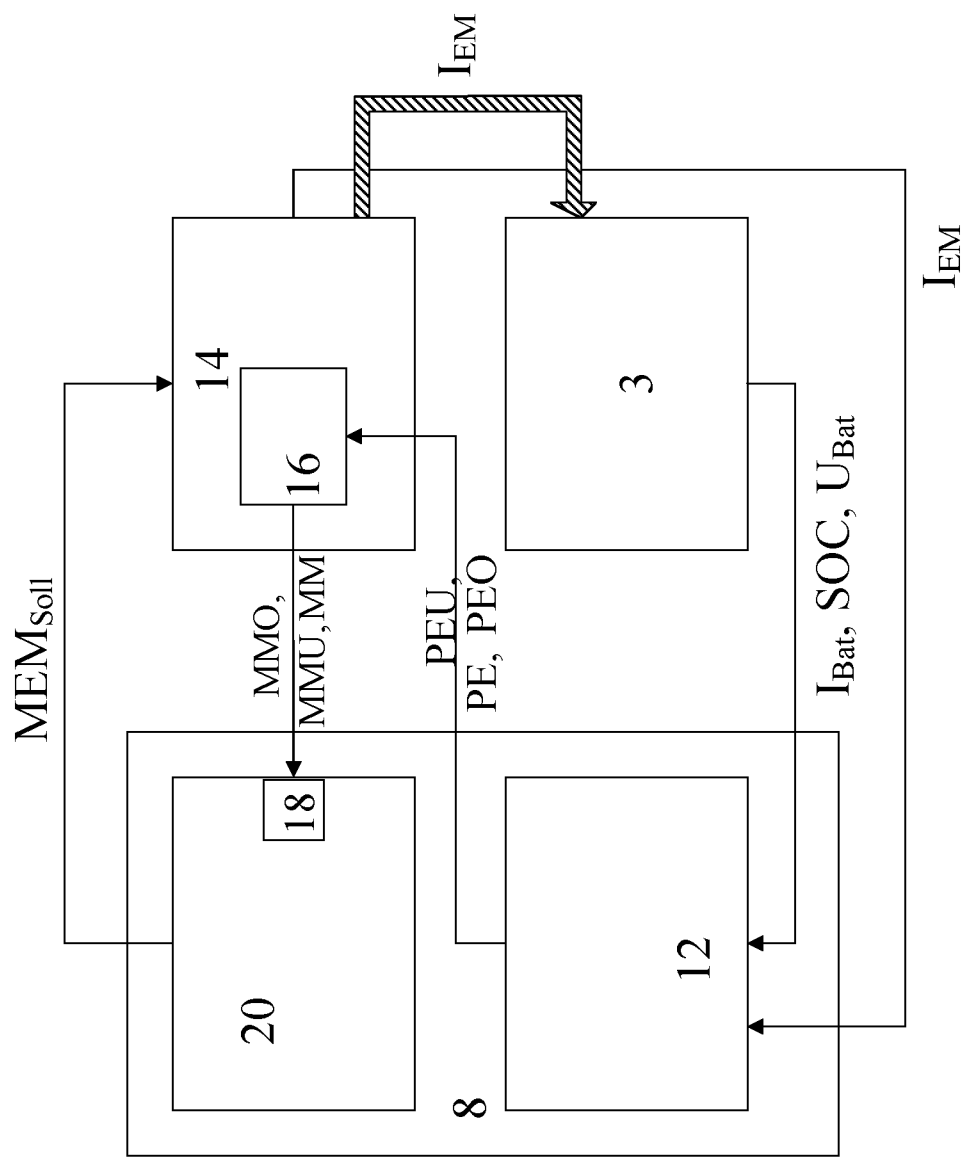


Fig. 2

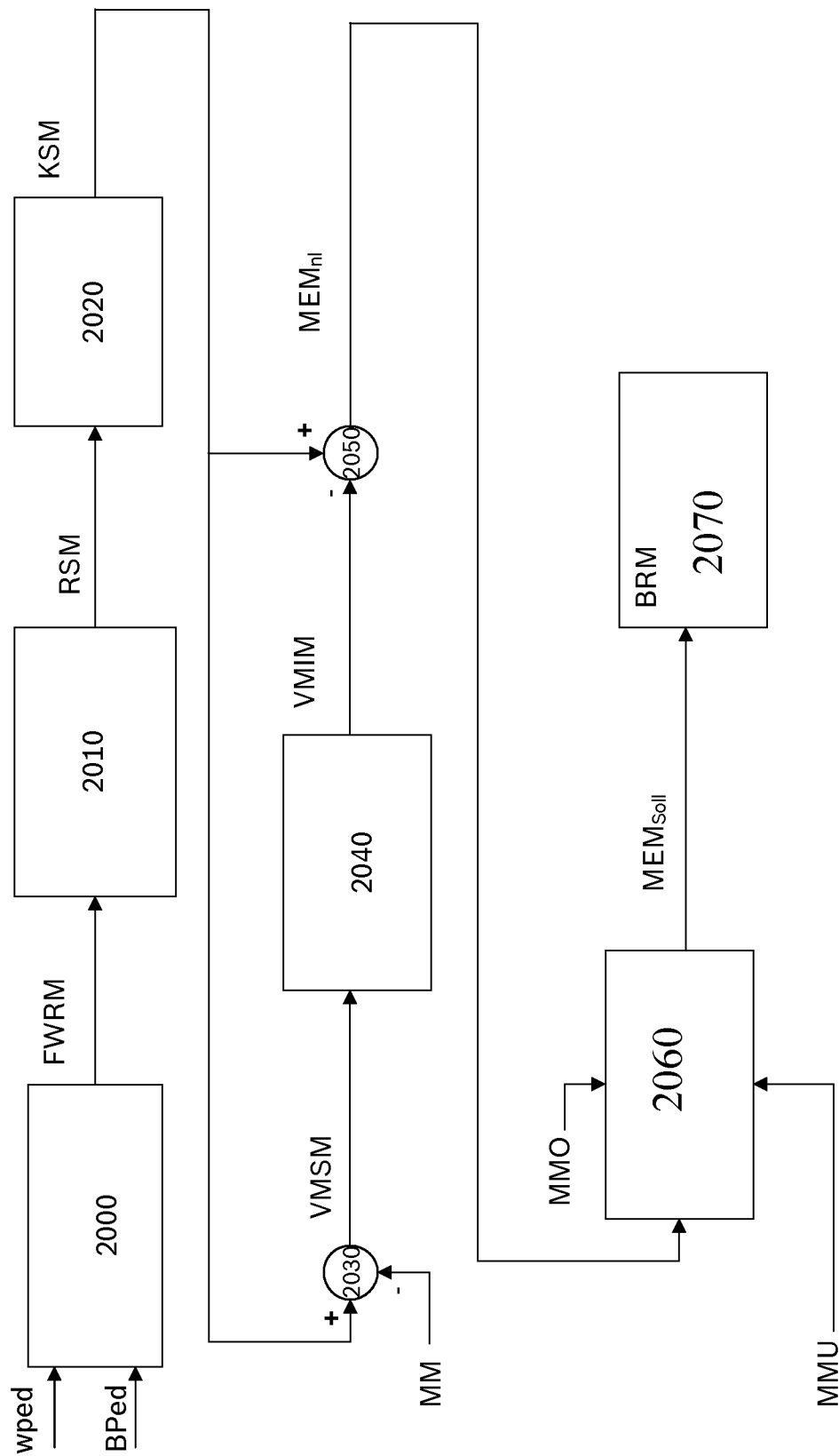


Fig. 3

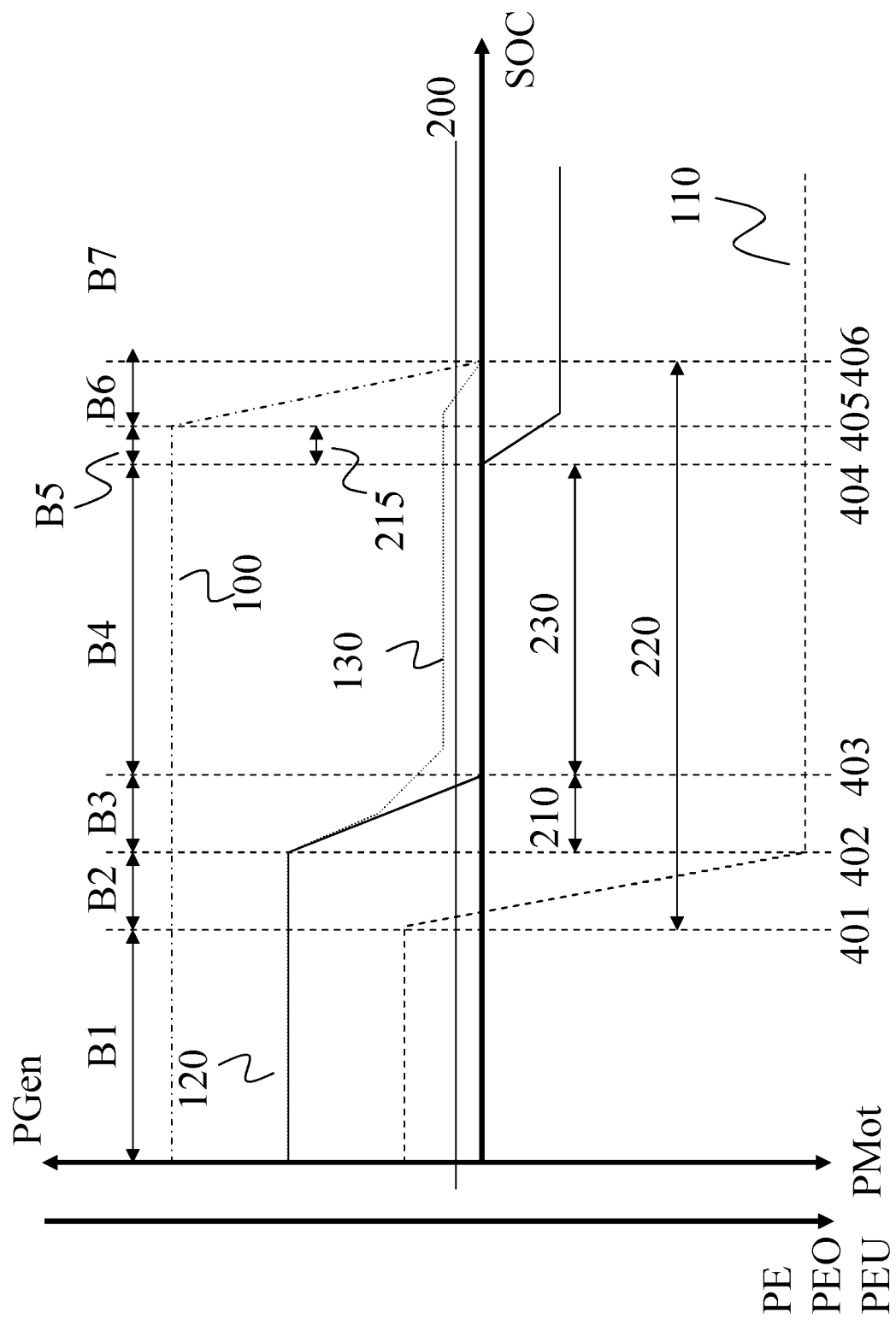


Fig. 4

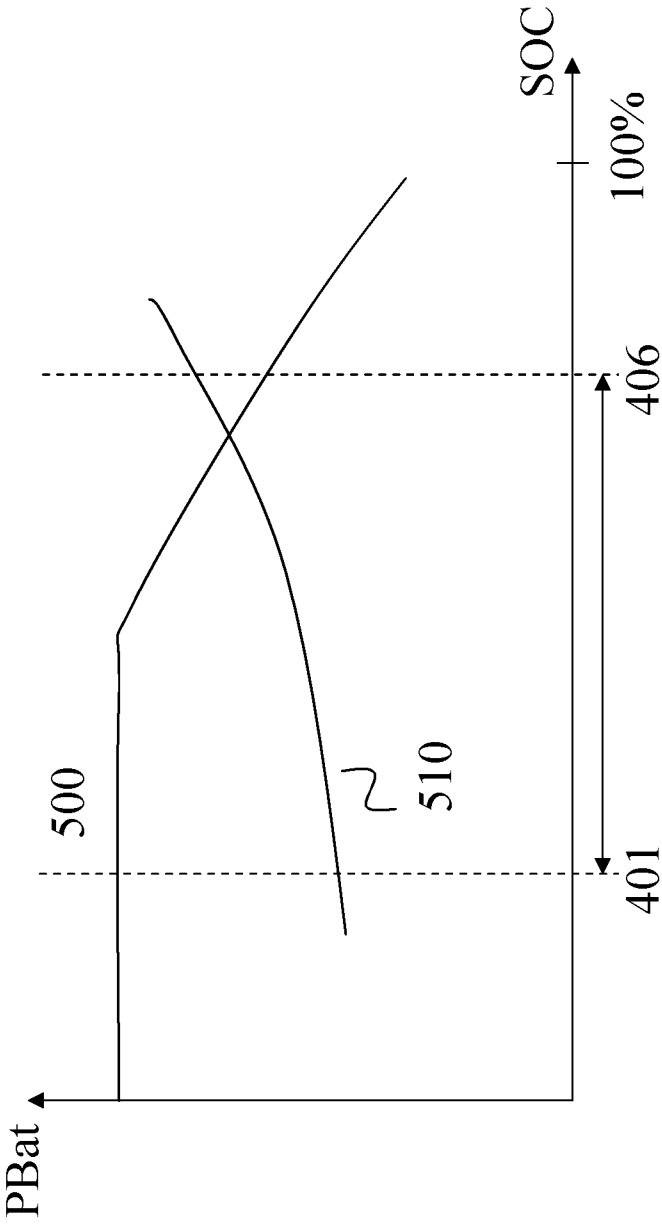


Fig. 5

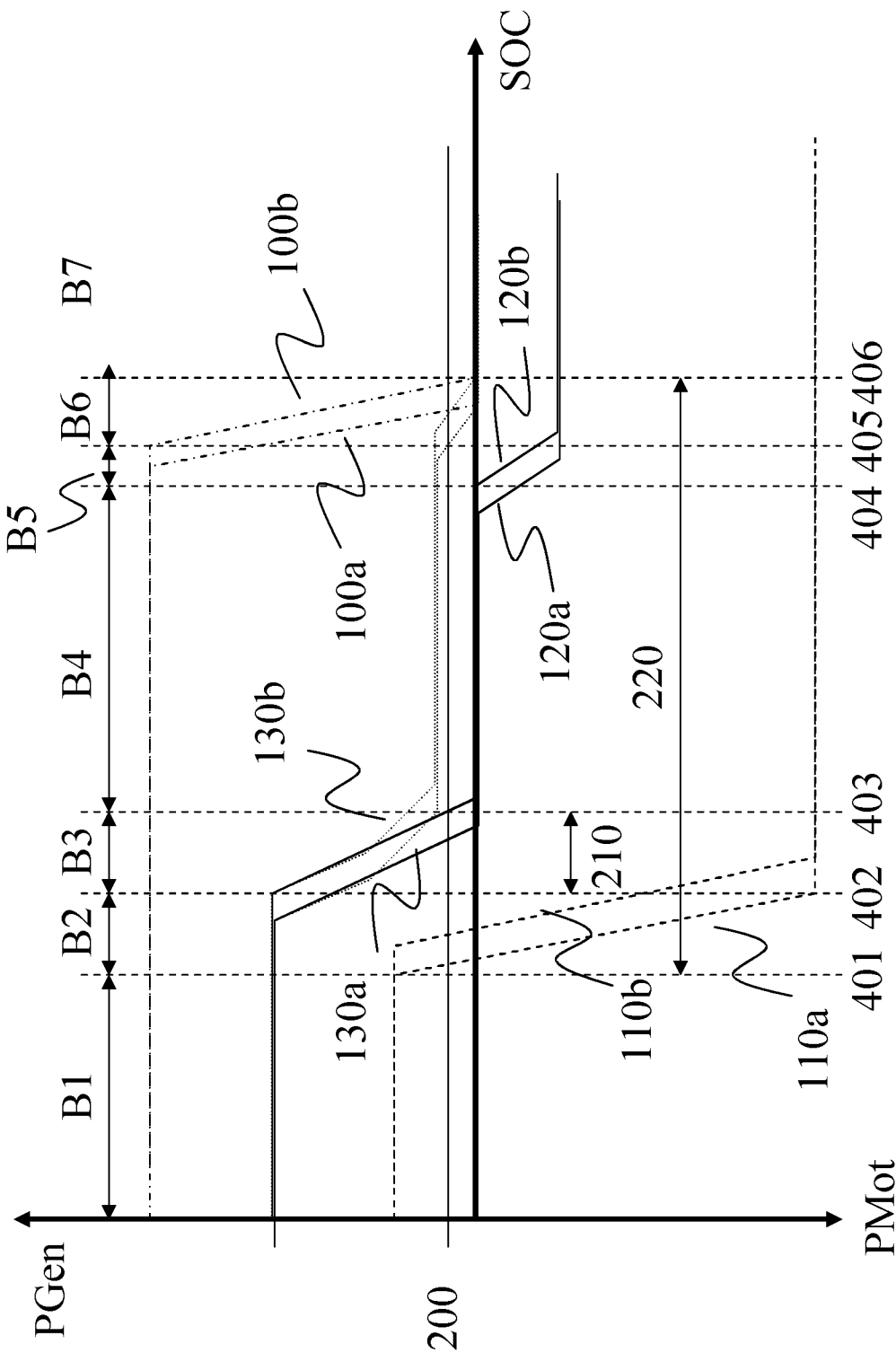


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/057074

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60W20/00 B60W10/06 B60W10/08
ADD. B60K6/485 B60K6/20

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)
B60W 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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 468 865 A2 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 20 October 2004 (2004-10-20)	1,13-15
Y	paragraphs [0008], [0009], [0018], [0023] the whole document	2-5,8-12
Y	----- DE 10 2010 005837 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 28 July 2011 (2011-07-28) paragraph [0006]; figure 1 the whole document	2-5,8-12
A	----- DE 10 2008 050737 A1 (PORSCHE AG [DE]) 15 April 2010 (2010-04-15) paragraph [0031]; figure 2 ----- -/-	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family 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 application or patent 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 June 2013

Date of mailing of the international search report

26/06/2013

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Plenk, Rupert

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/057074

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2007 024471 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]; SKODA AUTO AS [CZ]) 27 November 2008 (2008-11-27) paragraphs [0004], [0005], [0014], [0017], [0025] -----	1
A	DE 10 2006 036443 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7 February 2008 (2008-02-07) the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/057074

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1468865 A2	20-10-2004	DE 10318882 A1 EP 1468865 A2	04-11-2004 20-10-2004
DE 102010005837 A1	28-07-2011	CN 102712261 A DE 102010005837 A1 EP 2528769 A1 US 2012316719 A1 WO 2011091831 A1	03-10-2012 28-07-2011 05-12-2012 13-12-2012 04-08-2011
DE 102008050737 A1	15-04-2010	DE 102008050737 A1 JP 2010089777 A US 2010087978 A1	15-04-2010 22-04-2010 08-04-2010
DE 102007024471 A1	27-11-2008	DE 102007024471 A1 WO 2008145263 A1	27-11-2008 04-12-2008
DE 102006036443 A1	07-02-2008	DE 102006036443 A1 WO 2008015049 A1	07-02-2008 07-02-2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60W20/00 B60W10/06 B60W10/08 ADD. B60K6/485 B60K6/20																				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC																				
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60W 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, WPI Data																				
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie*</th> <th>Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile</th> <th>Betr. Anspruch Nr.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>EP 1 468 865 A2 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 20. Oktober 2004 (2004-10-20)</td> <td>1,13-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>Absätze [0008], [0009], [0018], [0023] das ganze Dokument</td> <td>2-5,8-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>DE 10 2010 005837 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 28. Juli 2011 (2011-07-28) Absatz [0006]; Abbildung 1 das ganze Dokument</td> <td>2-5,8-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE 10 2008 050737 A1 (PORSCHE AG [DE]) 15. April 2010 (2010-04-15) Absatz [0031]; Abbildung 2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">----- -/-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.	X	EP 1 468 865 A2 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 20. Oktober 2004 (2004-10-20)	1,13-15	Y	Absätze [0008], [0009], [0018], [0023] das ganze Dokument	2-5,8-12	Y	DE 10 2010 005837 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 28. Juli 2011 (2011-07-28) Absatz [0006]; Abbildung 1 das ganze Dokument	2-5,8-12	A	DE 10 2008 050737 A1 (PORSCHE AG [DE]) 15. April 2010 (2010-04-15) Absatz [0031]; Abbildung 2	1		----- -/-	
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.																		
X	EP 1 468 865 A2 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 20. Oktober 2004 (2004-10-20)	1,13-15																		
Y	Absätze [0008], [0009], [0018], [0023] das ganze Dokument	2-5,8-12																		
Y	DE 10 2010 005837 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 28. Juli 2011 (2011-07-28) Absatz [0006]; Abbildung 1 das ganze Dokument	2-5,8-12																		
A	DE 10 2008 050737 A1 (PORSCHE AG [DE]) 15. April 2010 (2010-04-15) Absatz [0031]; Abbildung 2	1																		
	----- -/-																			
☒ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts																		
18. Juni 2013		26/06/2013																		
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Plenk, Rupert																		

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2007 024471 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]; SKODA AUTO AS [CZ]) 27. November 2008 (2008-11-27) Absätze [0004], [0005], [0014], [0017], [0025] -----	1
A	DE 10 2006 036443 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7. Februar 2008 (2008-02-07) das ganze Dokument -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/057074

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1468865 A2	20-10-2004	DE 10318882 A1	04-11-2004
		EP 1468865 A2	20-10-2004

DE 102010005837 A1	28-07-2011	CN 102712261 A	03-10-2012
		DE 102010005837 A1	28-07-2011
		EP 2528769 A1	05-12-2012
		US 2012316719 A1	13-12-2012
		WO 2011091831 A1	04-08-2011

DE 102008050737 A1	15-04-2010	DE 102008050737 A1	15-04-2010
		JP 2010089777 A	22-04-2010
		US 2010087978 A1	08-04-2010

DE 102007024471 A1	27-11-2008	DE 102007024471 A1	27-11-2008
		WO 2008145263 A1	04-12-2008

DE 102006036443 A1	07-02-2008	DE 102006036443 A1	07-02-2008
		WO 2008015049 A1	07-02-2008
