



(10) **DE 10 2012 208 461 A1 2013.11.21**

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 208 461.4**

(22) Anmeldetag: **21.05.2012**

(43) Offenlegungstag: **21.11.2013**

(51) Int Cl.: **B60W 20/00 (2012.01)**

B60W 10/04 (2012.01)

B60W 10/08 (2012.01)

B60L 15/00 (2012.01)

B60L 11/18 (2012.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 103 18 882 A1

DE 10 2005 047 940 A1

(72) Erfinder:

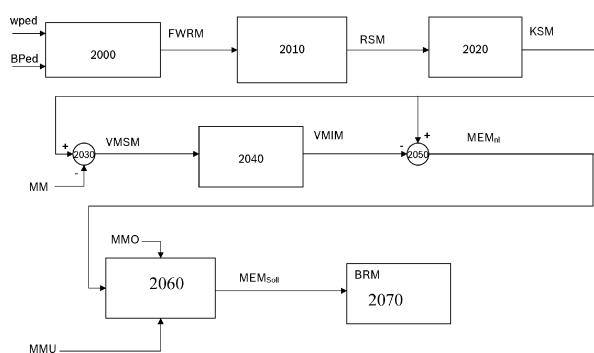
Schmidt, Matthias, 70197, Stuttgart, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: 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, wobei 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.



Beschreibung**Stand der Technik**

[0001] 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.

[0002] 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.

[0003] 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.

[0004] 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.

[0005] Durch diese Lastpunktverschiebung kann eine weitere Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs erreicht werden. Zur Hybridisierung des Antriebsstranges sind also eine geeignete elektrische Maschine und ein geeigneter Energiespeicher wie z.B. eine Lilonen-Batterie als Leistungsbatterie sowie eine geeignete Regelungsstrategie notwendig.

[0006] 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 schlechten 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.

[0007] 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 Sollladezustand 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.

[0008] Aus der DE 103 46 213 A1 ist beispielsweise ein Verfahren zur Regelung des Ladezustands eines Energiespeichers bei einem Fahrzeug mit Hybridantrieb bekannt, bei dem der Ladezustand des Energiespeichers von einem Laderegler in Abhängigkeit von der Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs geregelt wird.

Offenbarung der Erfindung

[0009] Die Erfindung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche hat demgegenüber den Vorteil, dass die Zyklisierung und damit Alterung der Leistungsbatterie vermindert wird.

[0010] 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.

[0011] Das heißt, in dem Antriebsstrang, der alle Antriebsaggregate umfasst, gibt es mindestens auch die elektrische Maschine. Es wird eine elektrische Wunschleistung vorgegeben, die unabhängig vom Ladezustand der Leistungsbatterie ist, wenn sich der Ladezustand der Leistungsbatterie in einem Plateaubereich befindet.

sche 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.

[0012] 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 erfahrungsgemäß einen substanziellen Anteil (mindestens 10%, vorteilhafterweise >30%) des möglichen Ladezustands, der von 0% bis 100% reicht.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] 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 verbrauen. 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.

[0017] In einem weiteren Aspekt der Erfindung kann vorgesehen werden, dass das mechanische Sollmoment aus einem nicht limitierten mechanischen 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.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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 Verbrennungsmotorsollmoment 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 dar, dass das Verbrennungsmotorsollmoment 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 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 elektrischen Speichermedium für eine Steuer- und/oder Regelungseinrichtung des Verbrennungsmotors abgespeichert. Dies Steuer- und/oder Regeleinrichtung ist also vorteilhafterweise so programmiert ist, dass sie alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens durchführen kann.

[0027] Die Figuren zeigen besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung. Es zeigen:

[0028] [Fig. 1](#) schematisch ein Zweispannungsbordnetz;

[0029] [Fig. 2](#) schematisch den Aufbau von Informationsflüssen zur Steuerung der elektrischen Maschine;

[0030] [Fig. 3](#) schematisch den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0031] [Fig. 4](#) schematisch die Abhängigkeit von gewünschten elektrischen Leistungen der elektrischen Maschine als Funktion des Ladezustands der Leistungsbatterie;

[0032] [Fig. 5](#) schematisch die Leistungscharakteristik einer Leistungsbatterie;

[0033] [Fig. 6](#) schematisch die Abhängigkeit von gewünschten elektrischen Leistungen der elektrischen Maschine als Funktion des Ladezustands der Leistungsbatterie bei einer vorgesehenen Hysterese;

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0034] [Fig. 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 Niederspannungsteile des Bordnetzes sind durch einen DC-DC-Wandler **4** gekoppelt. Die Steuerung und/oder Regelung der Komponenten des Antriebsstrangs geschieht beispielsweise durch die

Steuerund/oder Regeleinrichtung **8** (im Folgenden kurz „Steuergerät“ genannt), auf der auch das erfundungsgemäße Verfahren durch ein in einem elektrischen Speichermedium gespeichertes Computerprogramm durchgeführt werden kann.

[0035] 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.

[0036] 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 Auswertelogik ausgewertet wurden, so dass insbesondere stets mindestens eine der beiden Größen w_{ped} , $B_{ped} = 0$ ist.

[0037] Beispielsweise über geeignete Sensorik oder beispielsweise über geeignete Verfahren ermittelt das Steuergerät den Ladezustand SOC der Leistungsbatterie **3**.

[0038] [Fig. 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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 Wunschmoment 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.

[0042] Das Powertrain-Management **18** ermittelt auf Basis des mechanischen Wunschmoments MM, oberer mechanischer Begrenzung MMO und/oder unterer mechanischer Begrenzung MMU beispielsweise anhand des in [Fig. 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 mechanische 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.

[0043] 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 Umrech-

nungsblock **16** des elektrische-Maschine-Managements **14**.

[0044] [Fig. 3](#) zeigt beispielhaft den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens im Powertrain-Management **20**. In einem Schritt **2000** werden Aktuierungsgrad des Fahrendals wPed 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** zugeführt wird. In Schritt **2020** wird aus dem Radsollmoment **2020** das Kupplungssollmoment KSM ermittelt.

[0045] In Schritt **2030** wird das Verbrennungsmotorsollmoment VMSM als Kupplungssollmoment KSM minus mechanisches Wunschmoment MM ermittelt. Das Verbrennungsmotorsollmoment 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 Verbrennungsmotorsollmoment VMSM entspricht. Beispielsweise über eine Modellierung oder auch alternativ oder Sensorik wird in Schritt **2040** das Verbrennungsmotor-Istmoment VMIM ermittelt, also das Drehmoment, das der Verbrennungsmotor tatsächlich erzeugt. In Schritt **2050** wird das nicht limitierte mechanische Sollmoment MEM_{nl} als Differenz von Kupplungssollmoment KSM und Verbrennungsmotor-Istmoment VMIM ermittelt. Das nicht limitierte mechanische Sollmoment MEM_{nl} wird dem Limitierungsschritt **2060** zugeführt, in dem das mechanische Sollmoment MEM_{soll} ermittelt wird. Ist das nicht limitierte mechanische 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 mechanische 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.

[0046] [Fig. 3](#) zeigt, wie im Energie-Management **12** elektrische Wunschleistung PE, obere elektrische Begrenzung PEO und untere elektrische Begrenzung PEU ermittelt werden.

[0047] In Abhängigkeit des Ladezustands SOC der Leistungsbatterie **3** wird die elektrische Wunschleis-

tung PE durch eine Wunschleistungskennlinie **120** ermittelt oder ggf. durch eine optionale Wunschleistungskennlinie im Schubbetrieb **130** vorgegeben. Ob Schubbetrieb vorliegt, wird z.B. durch ein Flag „An/Aus“ von der Motorsteuerung 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**.

[0048] 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.

[0049] In [Fig. 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.

[0050] 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 zweiten 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**.

[0051] Strichpunktier eingezzeichnet 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 unabhängig vom Ladezustand SOC konstant = 0. Es ist auch möglich, sie im siebten Bereich B7 konstant gleich der Bordnetzleistung **200** zu wählen.

[0052] Ebenso dargestellt ist die Boostkennlinie **110**, die bei einem Ladezustand SOC größer als der zweite Schwellwert **402** eine im Wesentlichen konstante motorische Leistung PMot annimmt. Diese motorische Leistung PMot 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 PGen 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 PGen im Wesentlichen konstanten Wert als Funktion des Ladezustands SOC an.

[0053] 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 IE_M der elektrischen Maschine **1** und Batteriestrom I_{Bat} ermittelt werden.

[0054] 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 PGen bzw. eine geringere motorische Leistung PMot angegeben) und unterhalb der Bremskennlinie **100** (d. h. es wird eine geringere generatorische Leistung PGen bzw. eine größere motorische Leistung PMot angegeben). Im ersten Bereich B1 und zweiten Bereich B2 nimmt die Normalfahrtkennlinie **120** einen im Wesentlichen konstanten Wert an positiver generatorischer Leistung PGen an. Diese generatorische Leistung PGen 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.

[0055] Sie fällt dann im dritten Bereich B3 mit steigendem Ladezustand SOC kontinuierlich auf die vorhbare Lastschwelle **200** ab. Im vierten Bereich B4 ist die generatorische Leistung PGen wie auch die motorische Leistung PMot = 0, und im fünften Bereich B5 bzw. im sechsten Bereich B6 steigt die durch die Normalfahrtkennlinie **120** gegebene motorische Leistung PMot mit steigendem Ladezustand SOC der Leistungsbatterie **3** kontinuierlich an.

[0056] Strichpunktierter 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 vier-

ten Bereich B4, im fünften Bereich B5 und im sechsten Bereich B6 eine generatorische Leistung PGen angibt, die zwischen Normalfahrtkennlinie **120** und Bremskennlinie **100** liegt. Die durch die Schubkennlinie **130** gegebene positive generatorische Leistung PGen nimmt im dritten Bereich B3 und vierten Bereich B4 mit steigendem Ladezustand SOC zunächst kontinuierlich ab auf einen Wert, der oberhalb der vorhbaren Lastschwelle **200** liegt. Bei weiter steigendem Ladezustand SOC ist die generatorische Leistung PGen 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 PGen als auch motorische Leistungen PMot der Schubkennlinie **130** = 0.

[0057] 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 PGen 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 PGen 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.

[0058] Die Darstellung von [Fig. 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:

[0059] Ist die generatorische Leistung in [Fig. 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.

[0060] 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).

[0061] 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.

[0062] 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.

[0063] 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**.

[0064] In dem in [Fig. 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 abzuknicken, 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.

[0065] Zur Illustration der Wahl von erstem Schwellwert **401** und sechstem Schwellwert **406** wird auf [Fig. 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.

[0066] 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.

[0067] 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%.

[0068] 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.

[0069] 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.

[0070] 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 Zeitspanne 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 Zeitspanne kann beispielsweise als einige Sekunden, z.B. 5s, gewählt werden.

[0071] Ebenso kann nach fixiertem fünftem 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 Zeitspanne 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 Zeitspanne kann beispielsweise als einige Sekunden, z.B. 5s, gewählt werden.

[0072] [Fig. 6](#) zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der die in [Fig. 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 Ladezustand SOC der Leistungsbatterie 3 dargestellt ist, parallelverschoben sind. [Fig. 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**.

[0073] 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 Normalfahrtkennlinie und/oder Schubkennlinie durchzuführen.

[0074] 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.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10346213 A1 [[0008](#)]

Patentansprüche

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.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (1) weder generatorisch noch motorisch betrieben wird, wenn sich 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 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 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.

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.

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.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das ein Verbrennungsmotorsollmoment (VMSM) als Differenz des Kupplungssollmoment (KSM) und eines mechanischen Wunschmoments (MM) ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Wunschmoment (MM) abhängig vom Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) ermittelt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Wunschmoment (MM) unabhängig vom Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) ist, wenn der Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) sich im Plateaubereich (230) befindet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Wunschmoment (MM) gleich null gewählt wird, wenn der Ladezustand (SOC) der Leistungsbatterie (3) sich im Plateaubereich (230) befindet.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Wunschmoment (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 Wunschmoment (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).

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

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. 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.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

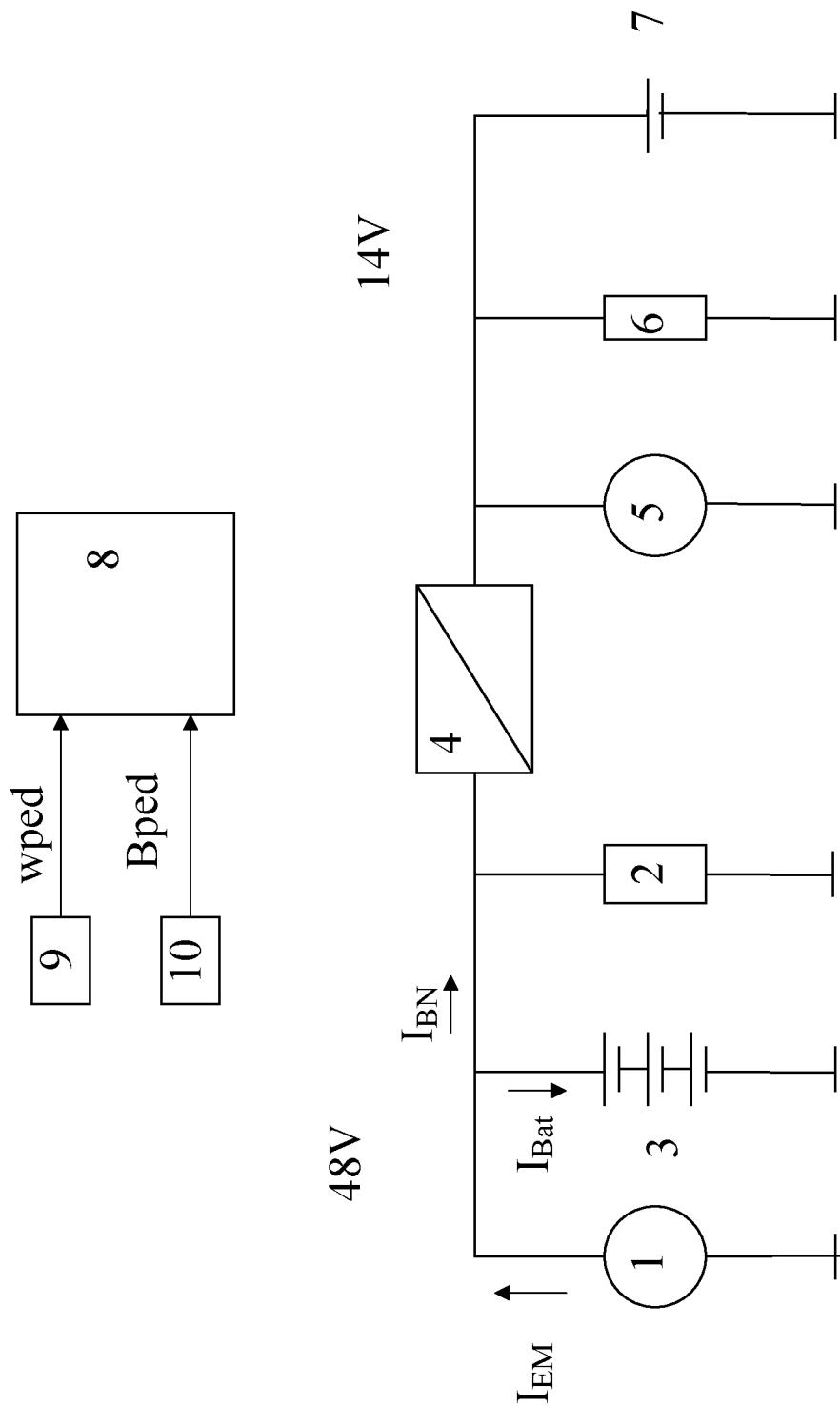
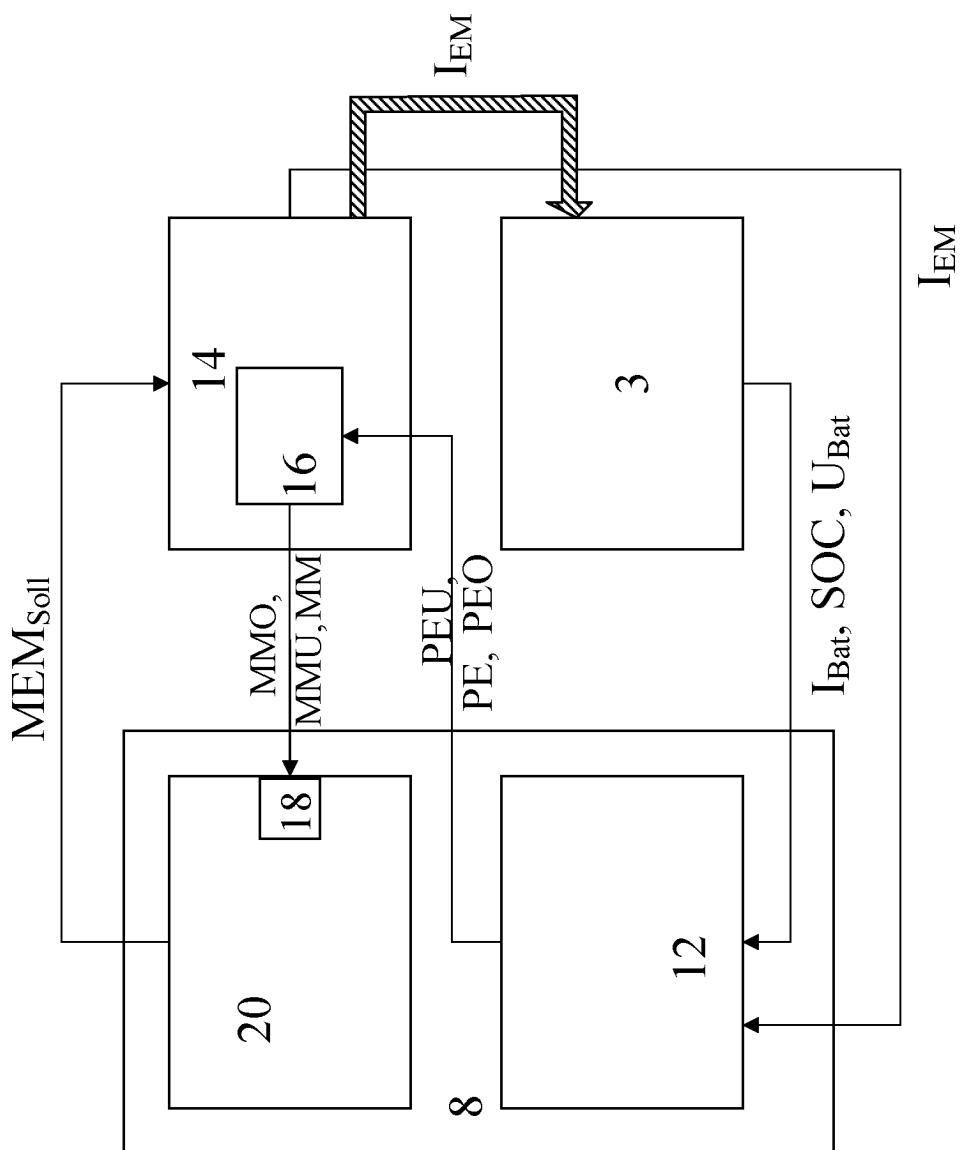
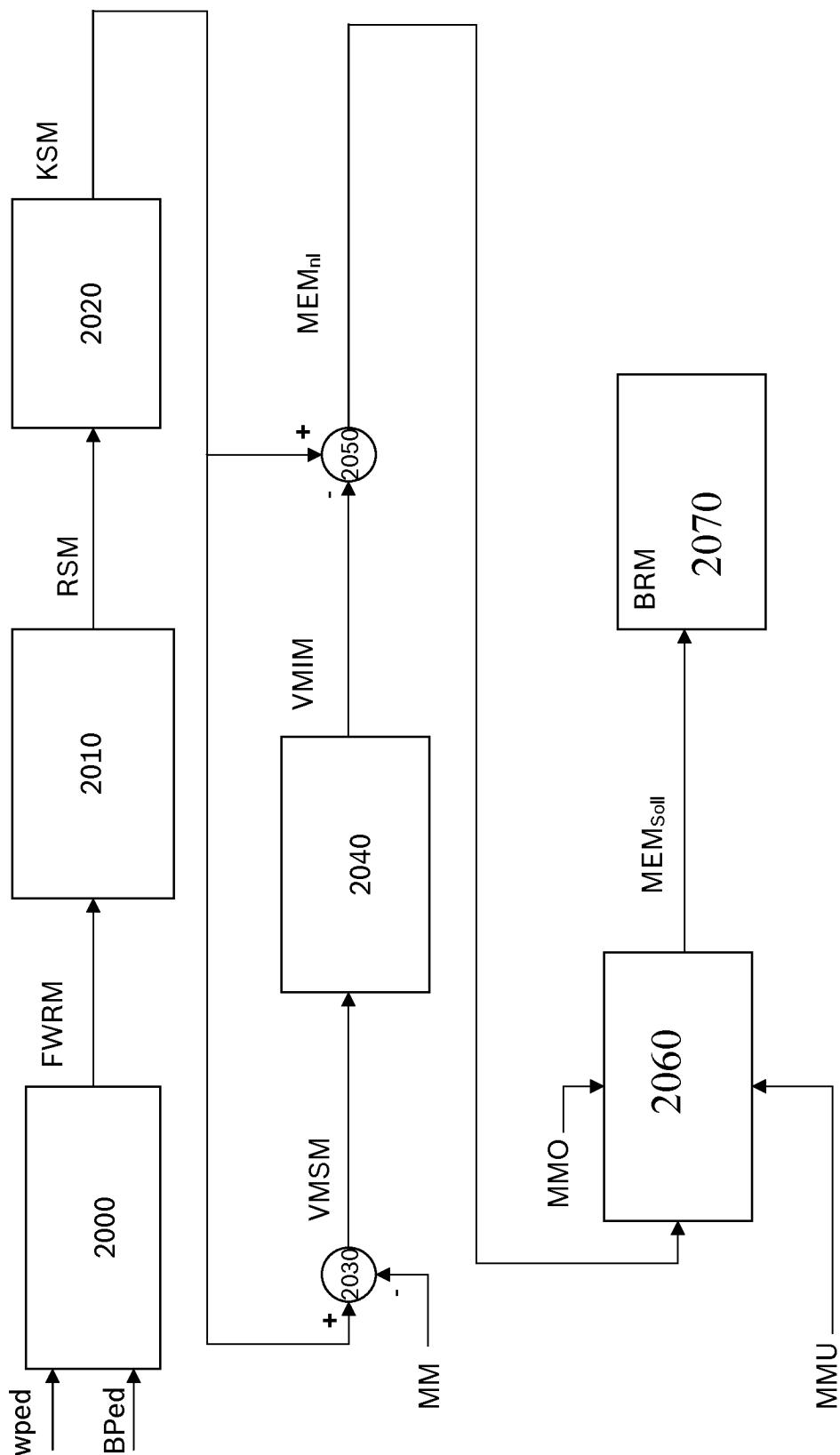
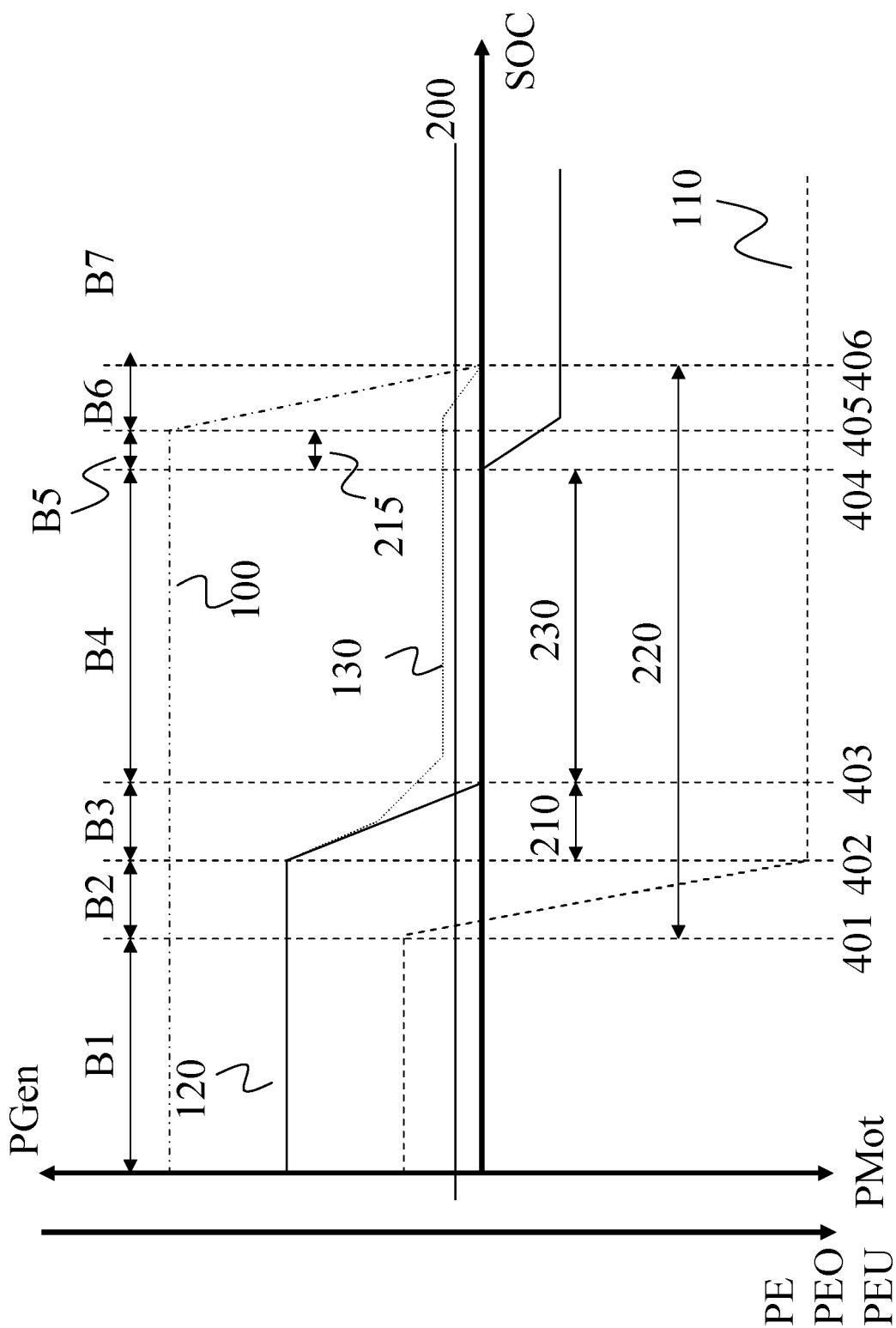


Fig. 1

**Fig. 2**

**Fig. 3**

**Fig. 4**

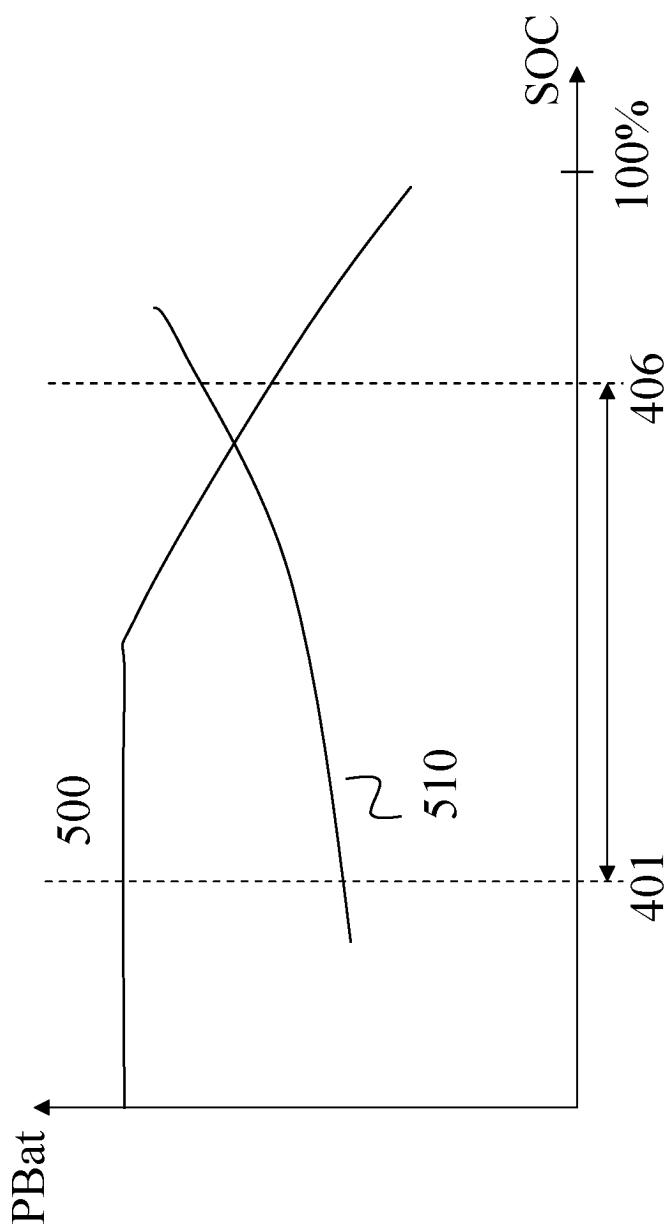
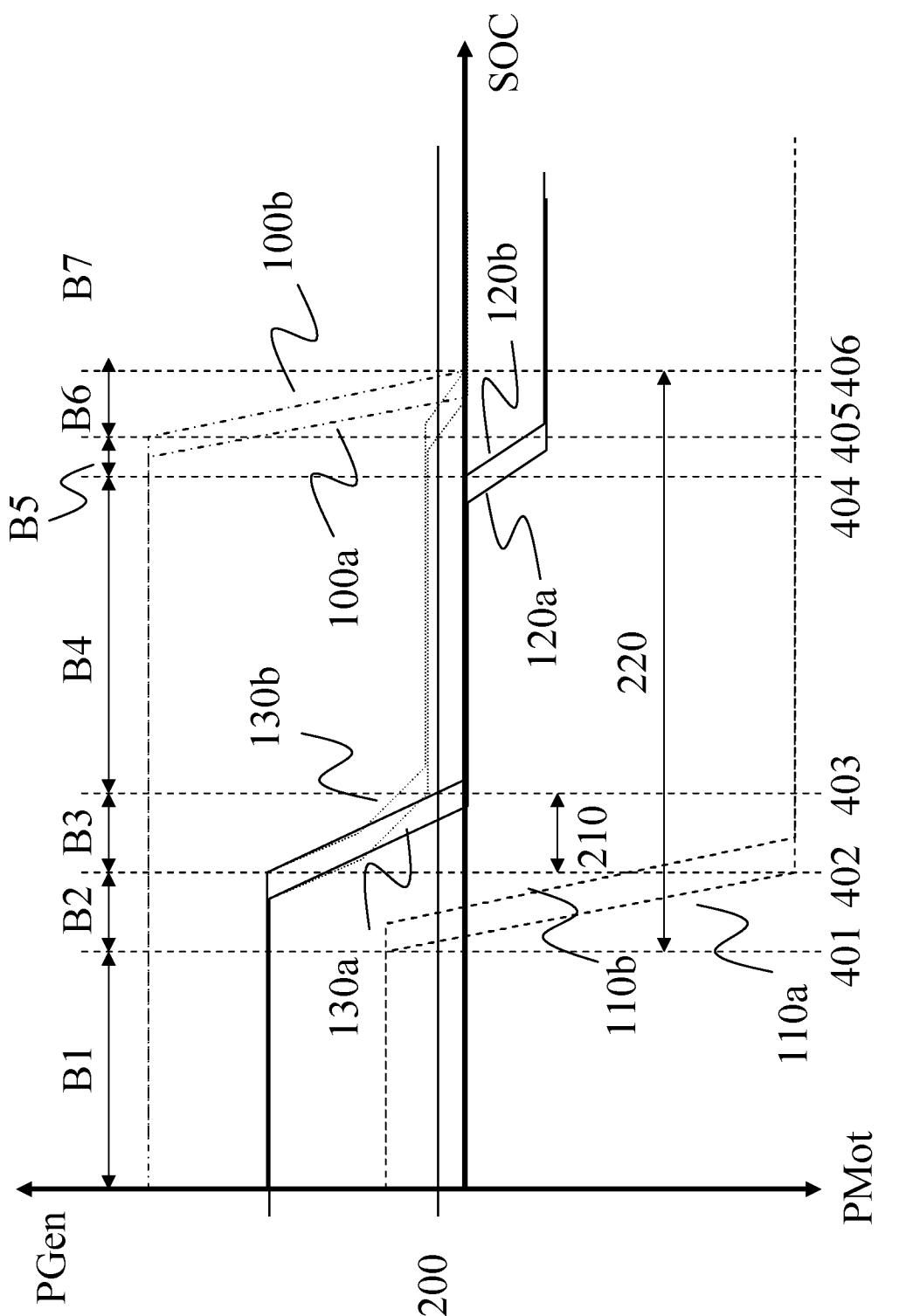


Fig. 5

**Fig. 6**