



(10) **DE 10 2012 224 211 A1** 2014.06.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 224 211.2**

(22) Anmeldetag: **21.12.2012**

(43) Offenlegungstag: **26.06.2014**

(51) Int Cl.: **B60W 20/00 (2006.01)**

B60W 10/02 (2006.01)

B60W 10/06 (2006.01)

B60W 30/192 (2012.01)

B60W 30/20 (2006.01)

(71) Anmelder:

**ZF Friedrichshafen AG, 88046, Friedrichshafen,
DE**

(72) Erfinder:

**Schiele, Peter, 88079, Kressbronn, DE; Zöllner,
Tobias, 88131, Lindau, DE; Lemp, Thomas,
88085, Langenargen, DE; Allgaier, Bernd, 88079,
Kressbronn, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

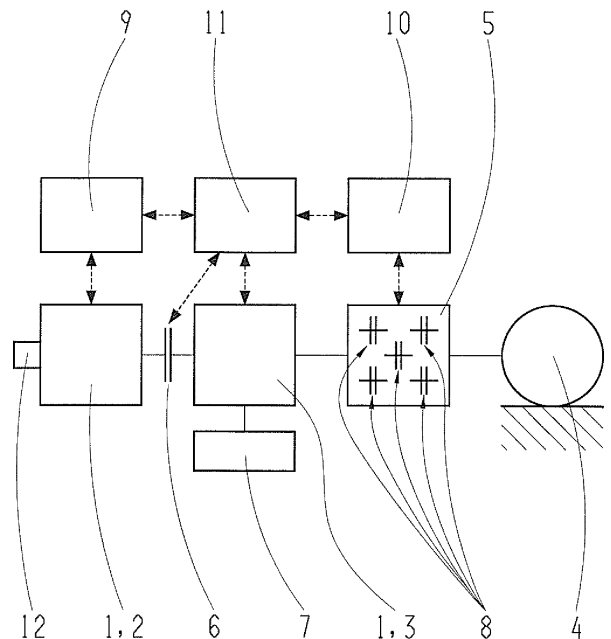
DE	102 04 981	A1
DE	10 2004 002 061	A1
DE	10 2007 050 774	A1
DE	10 2010 043 355	A1
DE	10 2011 079 079	A1
DE	698 31 468	T2
US	2008 / 0 115 986	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs und Steuerungseinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs, wobei das Hybridfahrzeug ein Antriebsaggregat (1) mit einem Verbrennungsmotor (2) und einer elektrischen Maschine (3) sowie ein zwischen das Antriebsaggregat (1) und einen Abtrieb (4) geschaltetes Getriebe (5) aufweist, wobei zwischen den Verbrennungsmotor (2) und die elektrische Maschine (3) des Antriebsaggregats (1) eine Kupplung (6) geschaltet ist, nämlich Verfahren zum Starten des Verbrennungsmotors (2), wobei das Starten des Verbrennungsmotors (2) entweder über einen Schleppstart mit Hilfe der elektrischen Maschine (3) bei zumindest teilweiser geschlossener Kupplung (6) oder über einen Zustart mit Hilfe eines Verbrennungsmotorstarters (12) bei zunächst geöffneter Kupplung (6) durchgeführt wird, wobei für das Starten des Verbrennungsmotors (2) zunächst eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl vorgegeben wird, die kleiner als die Drehzahl der elektrischen Maschine (3) ist, und wobei dann, wenn eine Verbrennungsmotor-Ist-Drehzahl die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl erreicht hat oder ein Toleranzband um die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl erreicht hat, anschließend eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben wird, die abhängig von einem Betriebspunkt des Antriebsaggregats (1) ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs, nämlich ein Verfahren zum Starten eines Verbrennungsmotors des Hybridfahrzeugs, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Steuerungseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Fig. 1 zeigt stark schematisiert ein aus der Praxis bekanntes Antriebsstrangschema eines Hybridfahrzeugs, wobei ein solches Hybridfahrzeug ein Antriebsaggregat **1** umfasst, welches von einem Verbrennungsmotor **2** und einer elektrischen Maschine **3** gebildet ist. Zwischen das Antriebsaggregat **1** und einen Abtrieb **4** ist ein Getriebe **5** geschaltet. Beim Getriebe **5** handelt es sich insbesondere um ein automatisches oder automatisiertes Schaltgetriebe mit Schaltelementen **8**, wobei in jedem Gang eine erste Anzahl von Schaltelementen **8** geschlossen und eine zweite Anzahl von Schaltelementen **8** geöffnet ist. Soll eine Schaltung ausgeführt werden, wird mindestens ein zuvor geschlossenes Schaltelement **8** geöffnet und mindestens ein zuvor geöffnetes Schaltelement **8** geschlossen. Weiterhin zeigt Fig. 1, dass zwischen den Verbrennungsmotor **2** und die elektrische Maschine **3** des Antriebsaggregats **1** eine Kupplung **6** geschaltet ist, wobei bei geöffneter Kupplung **6** der Verbrennungsmotor **2** vom Abtrieb **4** abgekoppelt ist und dann still gesetzt werden kann, um das Hybridfahrzeug ausschließlich elektromotorisch über die elektrische Maschine **3** des Antriebsaggregats zu betreiben. Dann hingegen, wenn die Kupplung **6** geschlossen ist, ist der Verbrennungsmotor **2** an den Abtrieb **4** angekoppelt und das Hybridfahrzeug kann sowohl vom Verbrennungsmotor **2** als auch von der elektrischen Maschine **3** angetrieben werden. Mit der elektrischen Maschine **3** wirkt ein elektrischer Energiespeicher **7** zusammen, der im motorischen Betrieb der elektrischen Maschine **3** des Antriebsaggregats **1** stärker entladen und im generatorischen Betrieb der elektrischen Maschine **3** des Antriebsaggregats **1** stärker aufgeladen wird. Der Betrieb des Verbrennungsmotors **2** wird von einer Motorsteuerungseinrichtung **9**, der Betrieb des Getriebes **5** von einer Getriebebesteuerungseinrichtung **10** und der Betrieb der elektrischen Maschine **3** von einer Hybridsteuerungseinrichtung **11** gesteuert bzw. geregelt. Hierzu tauschen die Steuerungseinrichtungen **9**, **10** und **11** einerseits mit den zu steuernden bzw. den zu regelnden Baugruppen **2**, **3**, **5** und **6** sowie andererseits untereinander Daten aus.

[0003] Dann, wenn ein solches Hybridfahrzeug bei geöffneter Kupplung **6** und bei stillgesetztem Verbrennungsmotor **2** rein elektromotorisch betrieben wird, ist dann, wenn ein gewünschtes Antriebsmoment von der elektrischen Maschine **3** nicht mehr alleine aufgebracht werden kann, ein Starten des Verbrennungsmotors **2** notwendig. Das Starten des Ver-

brennungsmotors **2** kann nach der Praxis auf unterschiedliche Art und Weisen ausgeführt werden. So ist es aus der Praxis bekannt, den Verbrennungsmotor **2** bei zumindest teilweiser geschlossener Kupplung **6** über einen sogenannten Schlepstart über die elektrische Maschine **3** anzutreiben. Weiterhin ist es aus der Praxis bekannt, bei einem Zustart bei zunächst geöffneter Kupplung **6** den Verbrennungsmotor **2** mit Hilfe eines Verbrennungsmotorstarters **12** zu starten und erst dann die Kupplung **6** zu schließen, wenn der Verbrennungsmotor **2** über den Verbrennungsmotorstarter **12** gestartet wurde. Ferner kann das Starten des Verbrennungsmotors **2** über einen sogenannten Impulsstart erfolgen, wobei für einen Impulsstart die elektrische Maschine **3** bei geöffneter Kupplung **6** auf eine Startdrehzahl beschleunigt und dann durch Schließen der Kupplung **6** der Verbrennungsmotor **2** zugestartet wird. Die hier vorliegende Erfindung betrifft die Fälle des Schlepstarts sowie des Zustarts und nicht den sogenannten Impulsstart.

[0004] Nach der Praxis wird für einen Schlepstart sowie Zustart des Verbrennungsmotors **2** für den Verbrennungsmotor eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl vorgegeben, auf die der Verbrennungsmotor **2** beim Starten gebracht wird, wobei nach der Praxis die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl größer als die Drehzahl der elektrischen Maschine **3** ist. Bei einem solchen Starten des Verbrennungsmotors **2** kreuzt die Ist-Drehzahl des Verbrennungsmotors **2** die Ist-Drehzahl der elektrischen Maschine **3**, das heißt, dass die Ist-Drehzahl des Verbrennungsmotors **2** größer wird als die Ist-Drehzahl der elektrischen Maschine **3** wird. Bei einem solchen Drehzahlkreuzen der Ist-Drehzahlen von Verbrennungsmotor **2** und elektrischer Maschine **3** tritt für das von der zwischen die elektrische Maschine **3** und den Verbrennungsmotor **2** geschaltete Kupplung **6** übertragene Moment ein Wechsel von einem Schubmoment in ein Zugmoment ein, wodurch im Antriebsstrang des Hybridfahrzeugs eine Stoßanregung verursacht wird. Eine solche Stoßanregung wird als unkomfortabel wahrgenommen und ist daher von Nachteil.

[0005] Es besteht daher Bedarf an einem Verfahren zum Starten eines Verbrennungsmotors eines Hybridfahrzeugs mit Hilfe eines Schlepstarts oder eines Zustarts, bei welchem eine Stoßanregung für den Antriebsstrang, die nach dem Stand der Technik beim Drehzahlkreuzen der Ist-Drehzahlen von Verbrennungsmotor und elektrischer Maschine verursacht wird, reduziert bzw. vermieden werden kann. Hier von ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein neuartiges Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs und eine Steuerungseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß wird

für das Starten des Verbrennungsmotors zunächst eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl vorgegeben, die kleiner als die Drehzahl der elektrischen Maschine ist, wobei dann, wenn eine Verbrennungsmotor-Ist-Drehzahl die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl erreicht hat oder ein Toleranzband um die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl erreicht hat, anschließend eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben wird, die abhängig von einem Betriebspunkt des Antriebsaggregats ist.

[0007] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst für das Starten des Verbrennungsmotors eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl vorgegeben, die kleiner als die Drehzahl der elektrischen Maschine ist. Hierdurch wird zunächst ein Drehzahlkreuzen vermieden. Dann, wenn die Ist-Drehzahl des Verbrennungsmotors die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl erreicht oder das Toleranzband um dieselbe erreicht hat, erfolgt anschließend ein Wechsel von der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl auf eine betriebspunktabhängige Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl. Sollte die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl oberhalb der Drehzahl der elektrischen Maschine liegen, so kann hierdurch selbst bei einem Drehzahlkreuzen eine als unkomfortabel empfundene Stoßanregung für den Antriebsstrang reduziert oder gar vermieden werden.

[0008] Vorzugsweise wird dann, wenn der Betriebspunkt des Antriebsaggregats ein Schubbetriebspunkt ist, eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben, die größer als die eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl und kleiner als Drehzahl der elektrischen Maschine ist. Dann, wenn der Betriebspunkt des Antriebsaggregats ein annähernd lastfreier Betriebspunkt ist, wird eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben, die in etwa der Drehzahl der elektrischen Maschine entspricht.

[0009] Dann, wenn der Betriebspunkt des Antriebsaggregats ein Zugbetriebspunkt ist, wird eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben, die größer als die Drehzahl der elektrischen Maschine ist.

[0010] Diese betriebspunktabhängige Bestimmung der Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl erlaubt abhängig vom Betriebspunkt ein besonders komfortables Starten des Verbrennungsmotors.

[0011] Dann, wenn eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben, die größer als die Drehzahl der elektrischen Maschine ist, wird dann, wenn von der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl auf die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl gewechselt wurde, ein Vorsteuermoment der elektrischen Maschine derart beeinflusst, dass eine Schub-Zug-Umkehr des von der Kupplung übertragenen Moments zumindest teilweise kompensiert wird. Hiermit kann der Komfort

beim Starten des Verbrennungsmotors weiter gesteigert werden.

[0012] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung wird dann, wenn die Drehzahl der elektrischen Maschine relativ groß ist, eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl vorgegeben, die einen relativ geringen Abstand von der Drehzahl der elektrischen Maschine aufweist, wohingegen dann, wenn die Drehzahl der elektrischen Maschine relativ klein ist, eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl vorgegeben wird, die einen relativ großen Abstand von der Drehzahl der elektrischen Maschine aufweist. Eine derartige Festlegung der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl berücksichtigt, dass bei kleinen Drehzahlen der elektrischen Maschine und demnach bei einer kleinen Soll-Drehzahl für den Verbrennungsmotor die Drehzahlregelung ungenauer arbeitet als bei relativ großen Drehzahlen. Auch hierdurch kann der Komfort beim Starten des Verbrennungsmotors weiter gesteigert werden.

[0013] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung wird für die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl ein zeitlicher Gradient vorgegeben, dessen Abweichung zum zeitlichen Gradienten der Drehzahl der elektrischen Maschine kleiner als ein Grenzwert ist. Dann, wenn diese zeitlichen Gradienten nur eine geringe Abweichung aufweisen, ist ein besonders komfortables Starten des Verbrennungsmotors möglich.

[0014] Nach einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird dann, wenn die Verbrennungsmotor-Ist-Drehzahl die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl oder das Toleranzband um dieselbe innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer nicht erreicht hat, nach Ablauf der Zeitdauer die Übertragungsfähigkeit der Kupplung weiter erhöht und anschließend der drehzahlgeregelte Betrieb des Verbrennungsmotors beendet. Dann, wenn der Verbrennungsmotor die Soll-Drehzahl nicht erreicht, wird dennoch die Kupplung geschlossen, um das Starten des Verbrennungsmotors auszuführen.

[0015] Die erfindungsgemäße Steuerungseinrichtung ist in Anspruch 13 definiert.

[0016] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

[0017] Fig. 1 ein exemplarisches Schema eines als Hybridfahrzeug ausgebildeten Kraftfahrzeugs;

[0018] Fig. 2 ein Diagramm zur Verdeutlichung der Erfindung; und

[0019] Fig. 3 ein Diagramm zur Verdeutlichung einer Weiterbildung der Erfindung. Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs sowie eine Steuerungseinrichtung eines Hybridfahrzeugs zur Durchführung des Verfahrens.

[0020] Fig. 1 zeigt ein Antriebsstrangschema eines als Hybridfahrzeug ausgebildeten Kraftfahrzeugs, bei welchem das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Steuerungseinrichtung **11** zum Einsatz kommen können. Hinsichtlich Fig. 1 wird auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0021] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Erfindung jedoch nicht auf die Antriebsstrangkonfiguration der Fig. 1 beschränkt ist. Vielmehr können das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Steuerungseinrichtung auch bei anderen Antriebsstrangkonfigurationen eines Hybridfahrzeugs zum Einsatz kommen.

[0022] Die hier vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren, mit Hilfe dessen der Verbrennungsmotor **2** des Antriebsaggregats **1** des Hybridfahrzeugs gestartet werden kann, und zwar entweder über einen sogenannten Schlepstart mit Hilfe der elektrischen Maschine **3** oder über einen sogenannten Zustart mit Hilfe des Verbrennungsmotorstarters **12**.

[0023] Für das Starten des Verbrennungsmotors **2** wird erfindungsgemäß zunächst eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl vorgegeben, die kleiner als die Drehzahl der elektrischen Maschine **3** ist. Dann, wenn eine Verbrennungsmotor-Ist-Drehzahl die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl erreicht hat oder ein Toleranzband um dieselbe erreicht hat, wird anschließend von der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl auf eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl gewechselt, die abhängig von einem Betriebspunkt des Antriebsaggregats **1** ist.

[0024] Dann, wenn der Betriebspunkt des Antriebsaggregats **1**, nämlich des Verbrennungsmotors **2** desselben, ein Schubbetriebspunkt ist, wird eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben, die größer als die Verbrennungsmotor-Soll-Leerlauf Drehzahl jedoch kleiner als die Drehzahl der elektrischen Maschine **3** ist. Dann, wenn der Betriebspunkt des Antriebsaggregats **1**, nämlich des Verbrennungsmotors **2**, ein annähernd lastfreier Betriebspunkt ist, wird eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben, die in etwa der Drehzahl der elektrischen Maschine **3** entspricht. Dann, wenn der Betriebspunkt des Antriebsaggregats **1**, nämlich des Verbrennungsmotors **2**, ein Zugbetriebspunkt ist, wird eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben, die größer als die Drehzahl der elektrischen Maschine **3** ist.

[0025] Mit einer solchen betriebspunktabhängigen Vorgabe der Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl, auf

die nach dem Erreichen der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl bzw. des Toleranzbands um dieselbe gewechselt wird, ist ein besonders komfortabler Start des Verbrennungsmotors **2** möglich, und zwar unter Vermeidung von als unkomfortabel empfundenen Stoßanregungen des Antriebsstrangs, die sich nach dem Stand der Technik bei einem Drehzahlkreuzen der Ist-Drehzahl des Verbrennungsmotors **2** sowie der Ist-Drehzahl der elektrischen Maschine **3** ausbilden.

[0026] Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben, wobei in Fig. 2 über der Zeit t mehrere Signalverläufe aufgetragen sind. So zeigt ein Signalverlauf **13** den Verlauf der Drehzahl der elektrischen Maschine **3**. Der Signalverlauf **14a** entspricht der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl und ein Signalverlauf **14b** der Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl. Der Signalverlauf **15** entspricht der Ist-Drehzahl des Verbrennungsmotors **2**. Der Signalverlauf **16** visualisiert den Kupplungsdruck für die zwischen dem Verbrennungsmotor **2** und die elektrische Maschine **3** geschaltete Kupplung **6**. Der Signalverlauf **17** entspricht einem Vorsteuermoment für die elektrische Maschine **3**, welches das von der Kupplung **6** übertragene Moment antriebsstrangseitig kompensieren soll.

[0027] In Fig. 2 ist zum Zeitpunkt t_0 der Verbrennungsmotor **2** des Antriebsaggregats **1** des Hybridfahrzeugs stillgesetzt, die zwischen dem Verbrennungsmotor **2** und die elektrische Maschine **3** geschaltete Kupplung **6** ist vollständig geöffnet und das Hybridfahrzeug wird ausschließlich über die elektrische Maschine **3** betrieben. Anschließend an den Zeitpunkt t_0 soll der Verbrennungsmotor **2** gestartet werden, wobei dies in Fig. 2 für den Fall des Schlepstarts gezeigt ist, bei welchem der Verbrennungsmotor **2** über die elektrische Maschine **3** angeschleppt wird.

[0028] Für einen solchen Schlepstart des Verbrennungsmotors **2** über die elektrische Maschine **3** wird zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 eine sogenannte Schnellbefüllung für die zwischen Verbrennungsmotor **2** und die elektrische Maschine **3** geschaltete Kupplung **6** durchgeführt, wobei zum Zeitpunkt t_2 die Schnellbefüllung abgeschlossen und die Kupplung **6** zum sogenannten Anlegepunkt geschlossen ist. Spätestens zum Zeitpunkt t_2 wird für das Starten des Verbrennungsmotors **2** steuerungsseitig die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a** für den drehzahleregelt betriebenen Verbrennungsmotor **2** vorgegeben, die kleiner ist als die Drehzahl der elektrischen Maschine **3**.

[0029] Fig. 2 verdeutlicht einen Abstand X zwischen der Drehzahl **13** der elektrischen Maschine **3** und der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a**, wobei dieser Abstand X vorzugsweise dann relativ klein ist, wenn

die Drehzahl der elektrischen Maschine **3** relativ groß ist, wohingegen der Abstand X relativ groß ist, wenn die Drehzahl **13** der elektrischen Maschine **3** relativ klein ist.

[0030] Hierdurch wird der bei kleinen Drehzahlen der elektrischen Maschine **3** und damit bei kleinen Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahlen ungenauen Drehzahlregelung des Verbrennungsmotors **2** Rechnung getragen.

[0031] Beginnend mit dem Zeitpunkt t_2 wird die Übertragungsfähigkeit der zwischen dem Verbrennungsmotor **2** und die elektrische Maschine **3** geschalteten Kupplung **6** durch Erhöhen des Kuppelungsdrucks erhöht, wobei zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 die Ist-Drehzahl **15** des Verbrennungsmotors **2** zunächst relativ langsam und anschließend nach einem Befeuerungsbeginn des Verbrennungsmotors **2** relativ schnell ansteigt.

[0032] In **Fig. 2** erreicht zum Zeitpunkt t_3 die Ist-Drehzahl des Verbrennungsmotors **15** die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a**. Demzufolge wird dann erfindungsgemäß von der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl auf die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl **14b** gewechselt, wobei die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl **14b** abhängig vom Betriebspunkt des Antriebsaggregats **1**, nämlich vom Betriebspunkt des Verbrennungsmotors **2**, ist.

[0033] In **Fig. 2** handelt es sich beim Betriebspunkt des Antriebsaggregats **1**, nämlich des Verbrennungsmotors **2**, um einen Zugbetriebspunkt, sodass demnach die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl **14b** größer als die Drehzahl **13** der elektrischen Maschine **3** gewählt wird.

[0034] **Fig. 2** kann entnommen werden, dass bei einem solchen Zugbetriebspunkt für den Verbrennungsmotor **2** im Zusammenhang mit dem Wechsel von der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a** auf die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl **14b** zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_4 das Vorsteuermoment **17** der elektrischen Maschine **3** derart beeinflusst wird, dass eine sich beim Drehzahlkreuzen von Ist-Drehzahl **15** des Verbrennungsmotors **2** und Ist-Drehzahl **13** von elektrischer Maschine **3** ausbildende Schub-Zug-Umkehr des von der Kupplung **6** übertragenen Moments zumindest teilweise kompensiert wird. So kann **Fig. 2** entnommen werden, dass zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_4 das Vorsteuermoment **17** ein negatives Vorzeichen annimmt.

[0035] Der Übergang von der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a** auf die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl **14b** zum Zeitpunkt t_3 erfolgt derart, dass eine Abweichung zwischen dem zeitlichen Gradienten der Drehzahl **13** der elektrischen Maschine **3** und dem zeitlichen Gradienten der Verbrennungsmotor-

Ziel-Drehzahl **14b** kleiner als ein Grenzwert ist. Hiermit kann dann ein besonders komfortabler Übergang vom Schubbetrieb in den Zugbetrieb des Verbrennungsmotors **2** realisiert werden.

[0036] Mit dem Zeitpunkt t_4 wird die Übertragungsfähigkeit der zwischen dem Verbrennungsmotor **2** und die elektrische Maschine **3** geschalteten Kupplung **6** weiter erhöht, um die Kupplung **6** vorzugsweise vollständig zu schließen, wobei dieser Schließvorgang der Kupplung **6** zum Zeitpunkt t_5 abgeschlossen ist. Mit dem Zeitpunkt t_5 endet die Drehzahlregelung für den Verbrennungsmotor **2** und derselbe wird nachfolgend in einer Drehmomentregelung betrieben.

[0037] In **Fig. 2** wird der Zeitpunkt t_5 dadurch erreicht, dass an der Kupplung **6** kein Schlupf mehr vorliegt, so dass dieselbe also vollständig geschlossen wurde. Alternativ kann ein Zeitpunkt t_5 , bei welchem der Wechsel von der Drehzahlregelung in die Drehmomentregelung für den Verbrennungsmotor **2** erfolgt, auch dann vorliegen, wenn entweder ein von der elektrischen Maschine **3** oder dem Verbrennungsmotor **2** bereitgestelltes Moment um mehr als einen vorgegebenen Betrag erhöht wurde, oder wenn eine definierte Zeitspanne nach dem Zeitpunkt t_4 abgelaufen ist.

[0038] Abweichend zur Ausgestaltung der **Fig. 2** kann vorgesehen sein, dass dann, wenn nach der Vorgabe der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a** die Ist-Drehzahl **15** des Verbrennungsmotors **2** diese Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a** bzw. ein Toleranzband um dieselbe nicht erreicht, nach Ablauf einer definierten Zeitdauer die Übertragungsfähigkeit der Kupplung **6** erhöht wird, um die Kupplung **6** vollständig zu schließen und nachfolgend den drehzahlgeregelten Betrieb des Verbrennungsmotors **2** zu beenden.

[0039] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a** sowie die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl **14b** abhängig von einem Fahrerwunschmoment, also abhängig von einer fahrerseitigen Fahrpedalbetätigung, bestimmt werden.

[0040] In Abweichung zum Ausführungsbeispiel der **Fig. 2a** kann vorgesehen sein, die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a** nicht zu Beginn des Verfahrens statisch vorzugeben, sondern vielmehr eine kontinuierliche Berechnung der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a** auszuführen. Dies hat den Vorteil, dass mit Beginn der Befeuerung des Verbrennungsmotors **2** eine relativ kleine Regeldifferenz zwischen der Ist-Drehzahl **15** des Verbrennungsmotors **2** und der Soll-Drehzahl **14a** desselben vorliegt, wodurch dann die Regelqualität der Drehzahlregelung verbessert werden kann.

[0041] In **Fig. 2** wurde das Starten des Verbrennungsmotors **2** für den Fall des Schleppstarts beschrieben. Auf analoge Art und Weise kann das Starten des Verbrennungsmotors für den sogenannten Zustart erfolgen, wobei beim Zustart zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 die Kupplung **6** nur zum Anlegepunkt geschlossen wird und erst dann, wenn die Ist-Drehzahl **15** des Verbrennungsmotors **2** die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a** bzw. das Toleranzband um dieselbe erreicht hat, und nachdem auf die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl **14b** gewechselt wurde, die Übertragungsfähigkeit der zwischen Verbrennungsmotor **2** und die elektrische Maschine **3** geschalteten Kupplung **6** ausgehend vom Anlegepunkt weiter erhöht wird, also beginnend mit dem Zeitpunkt t_4 . Ab dem Zeitpunkt t_4 bestehen dann keine weiteren Unterschiede zum oben beschriebenen Verfahren.

[0042] **Fig. 3** verdeutlicht das erfindungsgemäße Verfahren für den Fall, für welchen als Betriebspunkt für den Verbrennungsmotor **2** ein Zugbetriebspunkt vorliegt und für welchen der Start des Verbrennungsmotors **2** mit einer Rückschaltung überlagert wird.

[0043] So zeigt **Fig. 3** nicht nur den Druckverlauf **16'** für die zwischen dem Verbrennungsmotor **2** und die elektrische Maschine **3** geschaltete Kupplung **6**, sondern darüber hinaus auch einen Druckverlauf **16a'** für ein bei Ausführung der Schaltung zu öffnendes Schaltelement **8** und einen Druckverlauf **16z'** für eine Ausführung der Schaltung zu schließendes Schaltelement **8** des Getriebes **5**. Zum Zeitpunkt t_0' wird mit der Ausführung der Schaltung begonnen, zum Zeitpunkt t_1' wird eine Synchronbedingung des auszuliegenden Gangs der Schaltung verlassen und zum Zeitpunkt t_4' wird eine Synchronbedingung des einzuliegenden Gangs der Schaltung erreicht.

[0044] **Fig. 3** kann entnommen werden, dass bei Ausführung der Schaltung das Drehzahlniveau der Ist-Drehzahl **13'** der elektrischen Maschine **3** ansteigt. Für das Starten des Verbrennungsmotors **2** wird zunächst eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a'** gewählt, die kleiner als die Drehzahl **13'** der elektrischen Maschine **3** ist, und zwar vorzugsweise derart, dass die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a'** um einen Abstand γ unterhalb einer Soll-Übersetzungsänderung **18'** der auszuführenden Schaltung liegt.

[0045] Mit dem Wechsel von der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a'** auf die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl **14b'** wird gewartet, bis die Synchronisierung der Schaltung, nämlich des einzuliegenden Gangs derselben, abgeschlossen ist. Dies ist in **Fig. 3** zum Zeitpunkt t_4' der Fall, sodass demnach in **Fig. 3** zum Zeitpunkt t_4' der Wechsel von der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl **14a'** auf die Verbren-

nungsmotor-Ziel-Drehzahl **14b'**, die größer als die Drehzahl **15** der elektrischen Maschine **3** ist, erfolgt.

[0046] In **Fig. 3** wird beginnend mit dem Zeitpunkt t_5' nach dem Wechsel auf die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl **14b'** die Übertragungsfähigkeit der Kupplung **6** weiter erhöht, wobei zum Zeitpunkt t_6' der drehzahlgeregelte Betrieb des Verbrennungsmotors **2** beendet und auf einen drehmomentgeregelten Betrieb gewechselt wird. In **Fig. 3** ist die Schnellbefüllungsphase für die Kupplung **6** zum Zeitpunkt t_2' abgeschlossen, zum Zeitpunkt t_3' erfolgt die Befeuerung des Verbrennungsmotors **2** beim Schleppstart.

[0047] Ebenso wie im Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** erfolgt auch im Ausführungsbeispiel der **Fig. 3** über eine Beeinflussung des Vorsteuer Moments **17'** der elektrischen Maschine **3** eine zumindest teilweise Kompensation der Schub-Zug-Umkehr des von der Kupplung **6** übertragenen Moments.

[0048] Dann, wenn eine Schaltung im Schubbetrieb ausgeführt wird, verbleibt die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl unterhalb der Ist-Drehzahl der elektrischen Maschine. Es erfolgt dann kein Wechsel für den Verbrennungsmotor **2** in den Zugbetrieb.

[0049] Die hier vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Steuerungseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Die Steuerungseinrichtung umfasst Mittel, die der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dienen.

[0050] Eine solche Steuerungseinrichtung umfasst Datenschnittstellen, um mit den bei der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens beteiligten Baugruppen Datensignale auszutauschen. Weiterhin umfasst eine solche Steuerungseinrichtung einen Speicher zur Speicherung und einen Prozessor zur Verarbeitung entsprechender Datensignale.

[0051] Bei der Steuerungseinrichtung, die der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dient, kann es sich um die Hybridsteuerungseinrichtung **11** oder auch um die Motorsteuerungseinrichtung **9** oder auch um die Getriebesteuerungseinrichtung **10** handeln.

Bezugszeichenliste

1	Antriebsaggregat
2	Verbrennungsmotor
3	elektrische Maschine
4	Abtrieb
5	Getriebe
6	Kupplung
7	elektrischer Energiespeicher
8	Schaltelemente
9	Steuerungseinrichtung
10	Steuerungseinrichtung

11	Steuerungseinrichtung
12	Verbrennungsmotorstarter
13, 13'	Signalverlauf
14a, 14a'	Signalverlauf
14b, 14b'	Signalverlauf
15, 15'	Signalverlauf
16, 16'	Signalverlauf
16a'	Signalverlauf
16z'	Signalverlauf
17, 17'	Signalverlauf
18'	Signalverlauf

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs, wobei das Hybridfahrzeug ein Antriebsaggregat (1) mit einem Verbrennungsmotor (2) und einer elektrischen Maschine (3) sowie ein zwischen das Antriebsaggregat (1) und einen Abtrieb (4) geschaltetes Getriebe (5) aufweist, wobei zwischen den Verbrennungsmotor (2) und die elektrische Maschine (3) des Antriebsaggregats (1) eine Kupplung (6) geschaltet ist, nämlich Verfahren zum Starten des Verbrennungsmotors (2), wobei das Starten des Verbrennungsmotors (2) entweder über einen Schleppstart mit Hilfe der elektrischen Maschine (3) bei zumindest teilweiser geschlossener Kupplung (6) oder über einen Zustart mit Hilfe eines Verbrennungsmotorstarters (12) bei zunächst geöffneter Kupplung (6) durchgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass für das Starten des Verbrennungsmotors (2) zunächst eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl vorgegeben wird, die kleiner als die Drehzahl der elektrischen Maschine (3) ist, und dass dann, wenn eine Verbrennungsmotor-Ist-Drehzahl die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl erreicht hat oder ein Toleranzband um die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl erreicht hat, anschließend eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben wird, die abhängig von einem Betriebspunkt des Antriebsaggregats (1) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn der Betriebspunkt des Antriebsaggregats (1) ein Schubbetriebspunkt ist, eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben wird, die größer als die eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl und kleiner als Drehzahl der elektrischen Maschine (3) ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn der Betriebspunkt des Antriebsaggregats (1) ein annähernd lastfreier Betriebspunkt ist, eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben wird, die in etwa der Drehzahl der elektrischen Maschine (3) entspricht.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn der Betriebspunkt des Antriebsaggregats (1) ein Zugbetriebspunkt ist, eine Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl vorgegeben wird,

die größer als die Drehzahl der elektrischen Maschine (3) ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn von der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl auf die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl gewechselt wurde, ein Vorsteuermoment der elektrischen Maschine (3) derart beeinflusst wird, dass eine Schub-Zug-Umkehr des von der Kupplung (6) übertragenen Moments zumindest teilweise kompensiert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn die Drehzahl der elektrischen Maschine (3) relativ groß ist, eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl vorgegeben wird, die einen relativ geringen Abstand von der Drehzahl der elektrischen Maschine (3) aufweist, wohingegen dann, wenn die Drehzahl der elektrischen Maschine (3) relativ klein ist, eine Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl vorgegeben wird, die einen relativ großen Abstand von der Drehzahl der elektrischen Maschine (3) aufweist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, für die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl ein zeitlicher Gradient vorgegeben wird, dessen Abweichung zum zeitlichen Gradienten der Drehzahl der elektrischen Maschine (3) kleiner als ein Grenzwert ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn das Starten des Verbrennungsmotors (2) des Antriebsaggregats (1) über den Schleppstart erfolgt, zunächst die zwischen den Verbrennungsmotor (2) und die elektrische Maschine (3) geschaltete Kupplung (6) bis zu einem Anlegepunkt geschlossen und anschließend durch Erhöhung der Übertragungsfähigkeit der Kupplung (6) der Verbrennungsmotor (2) drehzahlregelt der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl nachgeführt wird, und dass anschließend, nachdem die Verbrennungsmotor-Ist-Drehzahl die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl erreicht oder das Toleranzband um dieselbe erreicht hat und von der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl auf die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl gewechselt wurde, die Übertragungsfähigkeit der zwischen den Verbrennungsmotor (2) und die elektrische Maschine (3) geschalteten Kupplung (6) weiter erhöht und anschließend der drehzahlregelte Betrieb des Verbrennungsmotors (2) beendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn das Starten des Verbrennungsmotors (2) des Antriebsaggregats (1) über den Zustart erfolgt, zunächst die zwischen den Verbrennungsmotor (2) und die elektrische Maschine (3) geschaltete Kupplung (6) bis zu einem Anlegepunkt geschlossen wird, und dass

anschließend nachdem die Verbrennungsmotor-Ist-Drehzahl die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl erreicht oder das Toleranzband um dieselbe erreicht hat und von der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl auf die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl gewechselt wurde, die Übertragungsfähigkeit der zwischen den Verbrennungsmotor (2) und die elektrische Maschine (3) geschalteten Kupplung (6) ausgehend vom Anlegepunkt weiter erhöht und anschließend der drehzahlgeregelte Betrieb des Verbrennungsmotors beendet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn die Verbrennungsmotor-Ist-Drehzahl die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl oder das Toleranzband um dieselbe innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer nicht erreicht hat, nach Ablauf der Zeitdauer die Übertragungsfähigkeit der Kupplung (6) weiter erhöht und anschließend der drehzahlgeregelte Betrieb des Verbrennungsmotors (2) beendet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl und/oder die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl abhängig von einem Fahrerwunschmoment bestimmt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn das Starten des Verbrennungsmotors (2) mit der Ausführung einer Schaltung im Getriebe (5) überlagert wird, mit dem Wechsel von der Verbrennungsmotor-Soll-Drehzahl auf die Verbrennungsmotor-Ziel-Drehzahl gewartet wird, bis die Synchronisierung der Schaltung abgeschlossen ist.

13. Steuerungseinrichtung eines Hybridfahrzeugs, gekennzeichnet durch Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

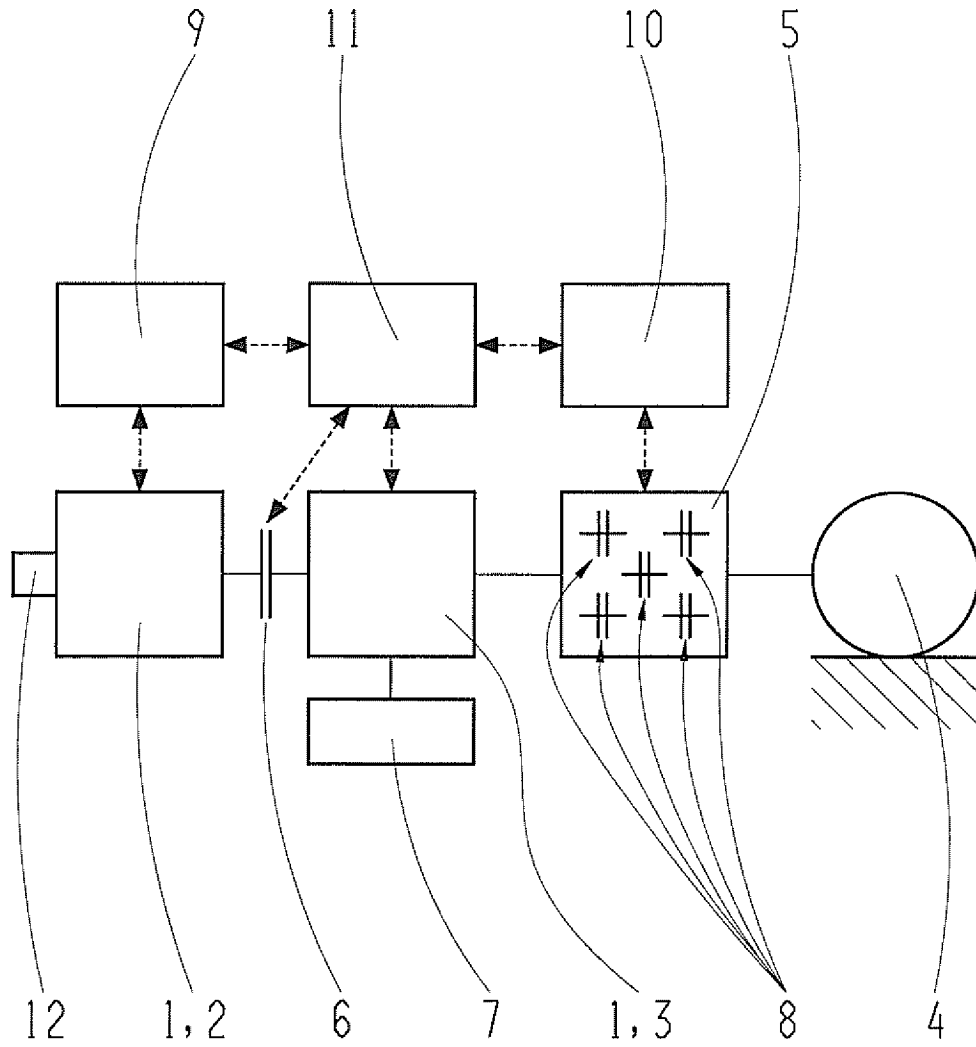


Fig. 1

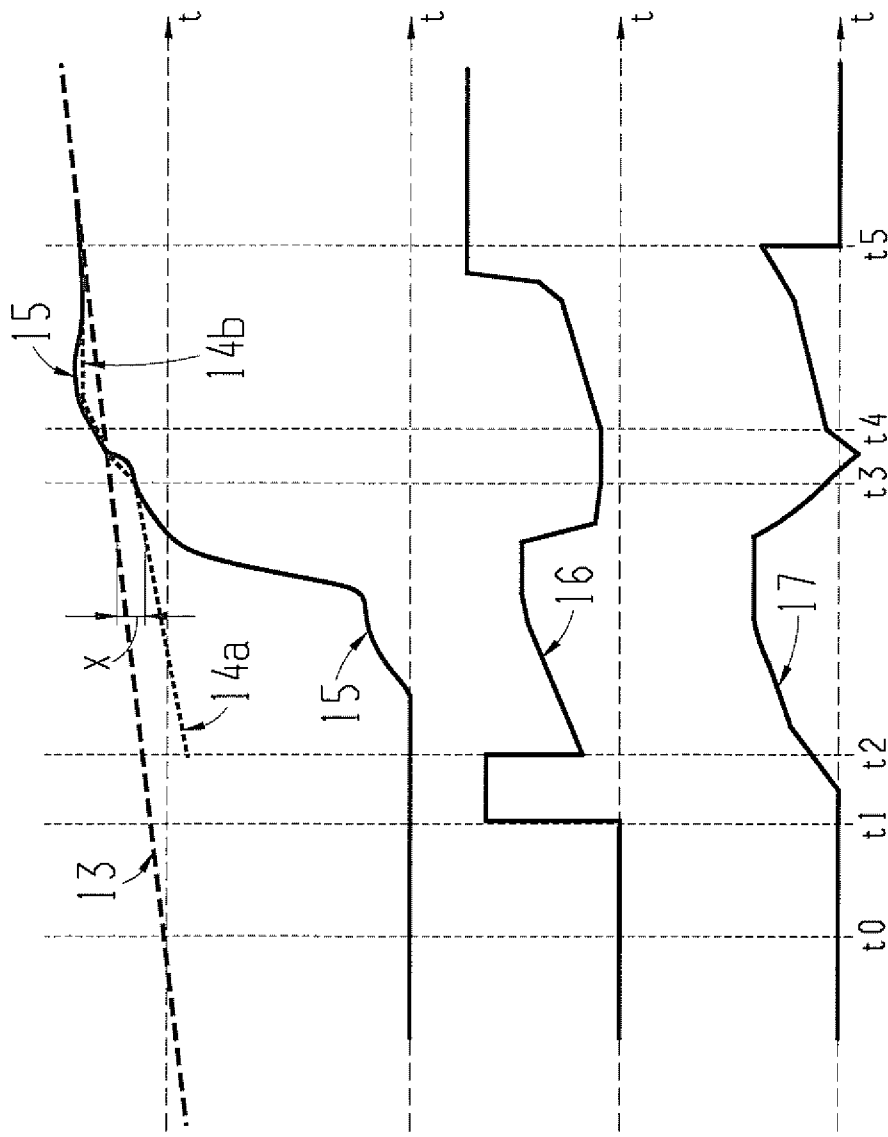


Fig. 2

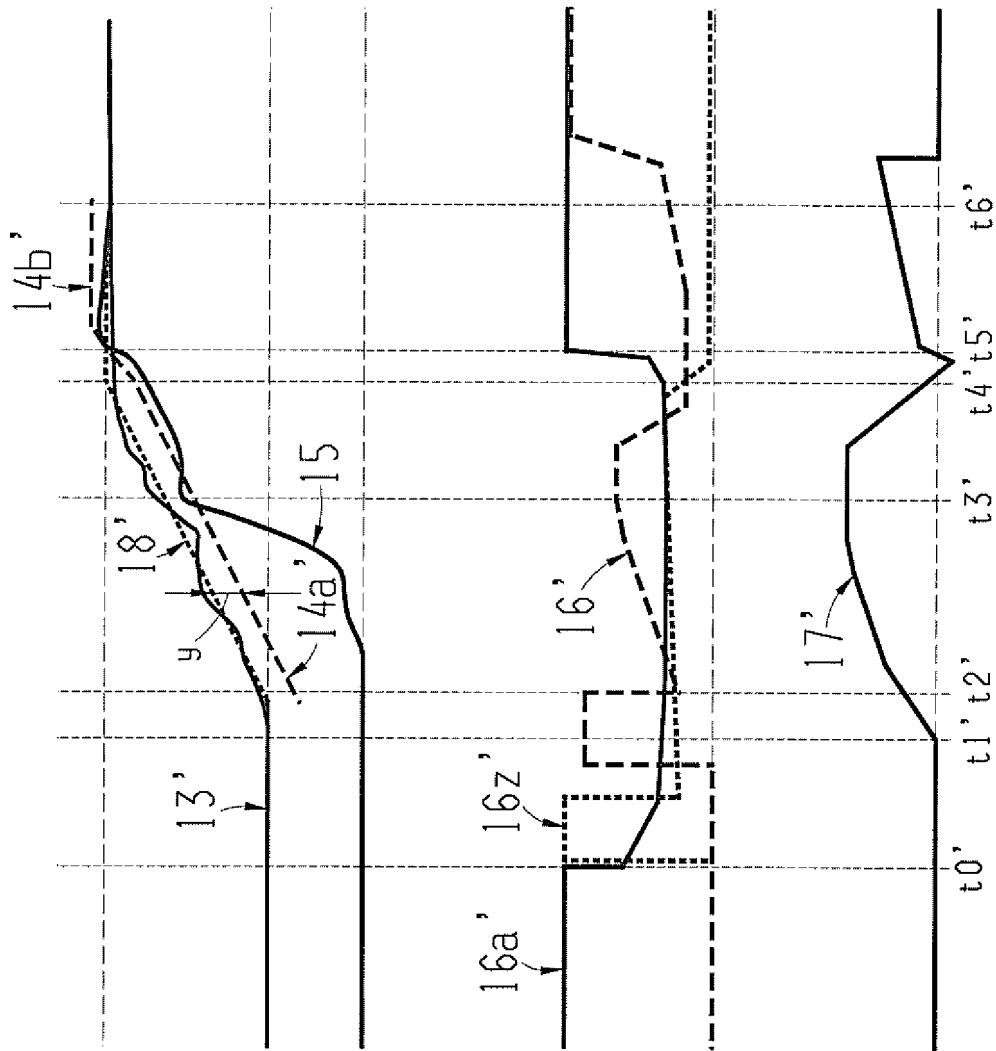


Fig. 3