

(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
12. September 2013 (12.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/131680 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02N 11/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/051291

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Januar 2013 (24.01.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 203 374.2 5. März 2012 (05.03.2012) DE

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

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder (nur für US): **JACOB, Andreas** [DE/DE];
Albstrasse 12/1, 89143 Blaubeuren (DE). **SCHMIDT, Matthias** [DE/DE]; Reinsburgstrasse 184, 70197 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **JACOB, Andreas**; Albstrasse 12/1, 89143 Blaubeuren (DE). **SCHMIDT, Matthias**; Reinsburgstrasse 184, 70197 Stuttgart (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PREPARING THE START-UP OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE BY MEANS OF A BELT-DRIVEN STARTER GENERATOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM VORBEREITEN DES STARTENS EINES VERBRENNUNGSMOTORS DURCH EINEN RIEMENGETRIEBENEN STARTERGENERATOR

Fig. 1

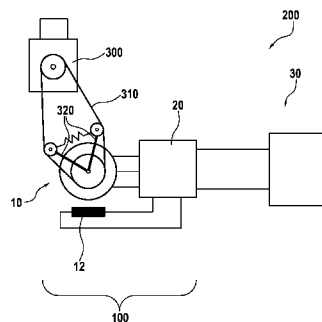
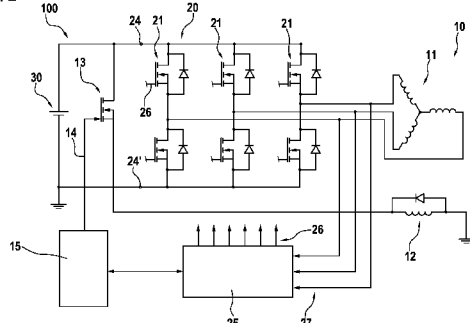


Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for preparing the start-up of an internal combustion engine (300) by means of a belt-driven starter generator (100), which has a stator winding (11) and a rotor winding (12), wherein the starter generator (100) is operated such that the generated torque thereof gradually increases over a duration of more than two rotor winding time constants. Current is fed to the stator winding (11) in such a manner that the generated torque gradually increases over a duration of more than two rotor winding time constants. Current is fed to the rotor winding (12) and, if an excitation current through the rotor winding (12) is below a lower threshold before the current feed, the stator winding (11) is fed with current before the excitation current is above an upper threshold. According to the invention, the belt of the starter generator is pretensioned prior to the actual starting process by means of actuation of the electrical machine and thus lurches, vibrations and noises that occur during the start-up of the internal combustion engine by means of a starter generator can be prevented.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vorbereiten des Startens eines Verbrennungsmotors (300) durch einen riemengetriebenen Startergenerator (100), der eine Ständerwicklung (11) und eine Läuferwicklung (12) aufweist, wobei der Startergenerator (100) so betrieben wird, dass sein erzeugtes Drehmoment allmählich über eine Zeitdauer von mehr als zwei Läuferwicklungs-Zeitkonstanten ansteigt. Die Ständerwicklung (11) wird so bestromt, dass das erzeugte Drehmoment allmählich über eine Zeitdauer von mehr als zwei Läuferwicklungs-Zeitkonstanten ansteigt. Die Läuferwicklung (12) wird bestromt und, wenn ein Erregerstrom durch die Läuferwicklung (12) vor Beginn ihrer Bestromung unterhalb eines unteren Schwellwerts liegt, wird die Ständerwicklung (11) bestromt, bevor der Erregerstrom oberhalb eines oberen Schwellwerts liegt. Durch die Erfindung wird der Riemen des Startergenerators vor dem eigentlichen Startvorgang durch Ansteuern der elektrischen Maschine vorgespannt, so dass Rucke, Vibrationen und Geräusche, die beim Starten des Verbrennungsmotors durch einen Startergenerators auftreten, vermieden werden können.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren zum Vorbereiten des Startens eines Verbrennungsmotors durch einen riemengetriebenen Startergenerator

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vorbereiten des Startens eines Verbrennungsmotors durch einen riemengetriebenen Startergenerator sowie eine Recheneinheit zu dessen Durchführung.

15 Stand der Technik

20

Elektrische Maschinen können in Kraftfahrzeugen als sog. Startergeneratoren eingesetzt werden, um einerseits den Verbrennungsmotor im Motorbetrieb der elektrischen Maschine zu starten und andererseits Strom für das Bordnetz und zum Laden der Kraftfahrzeugbatterie im Generatorbetrieb der elektrischen Maschine zu erzeugen. Startergeneratoren können über einen Riementrieb mit dem Verbrennungsmotor bzw. der Kurbelwelle verbunden sein.

25

Für den Einsatz als riemengetriebene Startergeneratoren (RSG) eignen sich besonders fremderregte Drehstrom-Synchronmaschinen, da deren motorisches Moment besonders gut regelbar ist. Ein erwünschtes Drehmoment kann durch entsprechende Ansteuerung der Läuferwicklung (Erregerspule) und/oder der Ständerwicklung (üblich sind z.B. drei oder fünf Ständerphasen) eingestellt werden. Es kann eine zeitliche Modulation des Drehmoments bevorzugt sein, um einen möglichst geräusch- und vibrationsarmen Startvorgang zu erzielen.

30

Um Schlupf im Riementrieb zu reduzieren, können Riemenspanner eingesetzt werden, wie z.B. sog. Pendelspannsysteme. Aufgrund des Wechsels von Lasttrum und Leertrum bei motorischem Betrieb und generatorischem Betrieb

gestaltet sich das Spannen des Riemens jedoch schwierig. Insbesondere können Rucke, Vibrationen und Geräusche beim Starten des Verbrennungsmotors durch einen RSG auftreten, die vermieden werden sollen.

5 Offenbarung der Erfindung

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zum Vorbereiten des Startens eines Verbrennungsmotors durch einen riemengetriebenen Startergenerator mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

10

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung schlägt vor, den Riemen eines RSG vor dem eigentlichen Startvorgang durch Ansteuern der elektrischen Maschine vorzuspannen. Dafür wird das vom RSG erzeugte Drehmoment nicht wie im Stand der Technik ruckartig, sondern allmählich erhöht. Dies kann durch eine besondere Bestromung der Ständerwicklung erreicht werden.

15

Vorzugsweise wird die Ständerwicklung bereits bestromt, bevor der Erregerstrom sein Maximum erreicht hat, vorzugsweise bereits innerhalb von zwei Zeitkonstanten nach dem Beginn der Bestromung der Läuferwicklung, mehr vorzugsweise innerhalb einer Zeitkonstante. Die Läuferwicklung weist aufgrund ihrer großen Induktivität eine relativ große Zeitkonstante (Induktivität geteilt durch Widerstand, üblicherweise einige 100 ms) auf, so dass in der Folge eine gewisse Zeit nötig ist, bis nach Beginn der Bestromung der Läuferwicklung der erwünschte Erregerstrom tatsächlich fließt.

20

25

Ist die Läuferwicklung im Wesentlichen entregt (d.h. liegt der Erregerstrom durch die Läuferwicklung unter einem unteren Schwellwert von z.B. 50% oder 25% des für das Starten des Verbrennungsmotors verwendeten Erregerstroms), kann ihre relativ große Zeitkonstante vorteilhaft genutzt werden. Dieser im Stand der Technik unerwünschte Effekt des langsamen Erregerfeldaufbaus kann genutzt werden, wenn gleichzeitig die Ständerwicklung bereits während des Erregerfeldauf-

30

baus bestromt wird. Infolgedessen steigt auch das Drehmoment langsam an. Der Beginn der Bestromung der Ständerwicklung erfolgt zweckmäßigerweise strom- und/oder zeitabhängig. Die Ständerwicklung kann bestromt werden, bevor der Erregerstrom durch die Läuferwicklung oberhalb eines oberen Schwellwerts (von z.B. 10%, 25%, 50% oder 75% des für das Starten des Verbrennungsmotors verwendeten Erregerstroms) liegt und/oder innerhalb von höchstens zwei Läuferwicklungs-Zeitkonstanten nach dem Beginn der Bestromung der Läuferwicklung, vorzugsweise innerhalb von höchstens einer oder innerhalb von höchstens einem Viertel der Läuferwicklungs-Zeitkonstanten. Der obere Schwellwert liegt demzufolge vorzugsweise zwischen ca. 1A und 7A, die Bestromung erfolgt innerhalb von ca. 10-100 ms).

Der im Rahmen der Erfindung hervorgerufene allmählich ansteigende Drehmomentenverlauf dient dazu, den Riemen vorzuspannen und somit einen möglichst schnellen sowie geräusch- und vibrationsarmen Motorstart zu gewährleisten. Durch den allmählichen (insbesondere rampenförmigen) Momentenanstieg kann ein ggf. vorhandenes Pendelspannsystem langsam ausgependelt werden. Dadurch werden die Geräuschentwicklung und auftretende Vibrationen, wie sie durch ruckartiges Spannen eines Riemens auftreten, vermieden.

Zu Beginn des Momentenanstiegs reicht das an der Kurbelwelle anliegende Moment noch nicht aus, um den Verbrennungsmotor anzudrehen. Die Größe des Moments ist aber ausreichend, um den Riemen zu spannen. Sobald nun ausreichend Moment an der Kurbelwelle anliegt, dreht der Verbrennungsmotor sofort los. Da üblicherweise die Ständerwicklung erst dann bestromt wird, wenn die Läuferwicklung erregt ist, und zu diesem Zeitpunkt der Riemen auch noch nicht gespannt ist, führt die Erfindung zu einer doppelten Zeitersparnis, da erfindungsgemäß die Bestromung der Ständerwicklung bereits zu einem früheren Zeitpunkt erfolgt und der Riemen schon vorgespannt ist, wenn das nötige Drehmoment zur Verfügung steht. Eine Reduzierung des Rucks auf den Riemen und ein zugehöriges (Pendel-)Riemenspannsystem verringert die mechanische Belastung und ist somit komponentenschonend. Dadurch kann bei gleichbleibender Auslegung eine Erhöhung der Lebensdauer erreicht werden.

Eine erfindungsgemäße Recheneinheit, z.B. ein Steuergerät eines Kraftfahrzeugs, ist, insbesondere programmtechnisch, dazu eingerichtet, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

5

Auch die Implementierung des Verfahrens in Form von Software ist vorteilhaft, da dies besonders geringe Kosten verursacht, insbesondere wenn ein ausführendes Steuergerät noch für weitere Aufgaben genutzt wird und daher ohnehin vorhanden ist. Geeignete Datenträger zur Bereitstellung des Computerprogramms sind insbesondere Disketten, Festplatten, Flash-Speicher, EEPROMs, CD-ROMs, DVDs u.a.m. Auch ein Download eines Programms über Computernetze (Internet, Intranet usw.) ist möglich.

10

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

15

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachfolgend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

20

Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

25

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Figur 1 zeigt schematisch eine Anordnung aus einem Verbrennungsmotor, einem riemengetriebenen Startergenerator und einem Bordnetz, wie sie der Erfindung zugrunde liegen kann.

30

Figur 2 zeigt eine Ausführungsform eines Startergenerators mit Stromrichter mit ansteuerbaren Schaltelementen, wie er der Erfindung zugrunde liegen kann.

Ausführungsform(en) der Erfindung

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 beschrieben, in denen gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

In Figur 1 ist schematisch eine Anordnung 200 aus einem Verbrennungsmotor 300, einem riemengetriebenen Startergenerator 100 als elektrische Maschine und einem Bordnetz 30 dargestellt, anhand derer eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung erläutert wird.

Der Verbrennungsmotor 300 ist über einen Riemen 310 mit dem Startergenerator 100 verbunden, wobei ein als Pendelriemenspannsystem 320 ausgebildeter Riemenspanner vorgesehen ist, der den Riemen 310 im Betrieb unabhängig von der Momentenrichtung spannen kann.

In Figur 2 ist der Startergenerator 100 schaltplanartig dargestellt. Der Startergenerator weist eine Generatorkomponente 10 und eine Stromrichterkomponente 20 auf. Die Stromrichterkomponente wird im generatorischen Betrieb der Maschine üblicherweise als Gleichrichter, im motorischen Betrieb als Wechselrichter betrieben.

Die Generatorkomponente 10 ist lediglich schematisch in Form von sternförmig verschalteten Ständerwicklungen 11 und einer zu einer Diode parallel geschalteten Erreger- bzw. Läuferwicklung 12 dargestellt. Die Läuferwicklung wird durch einen Leistungsschalter 13, der mit einem Anschluss 24 der Stromrichterkomponente 20 verbunden ist, getaktet geschaltet. Die Ansteuerung des Leistungsschalters 13 erfolgt über eine Ansteuerleitung 14 nach Maßgabe eines Feldreglers 15, wobei der Leistungsschalter 13 ebenso wie die zur Läuferwicklung 12 parallel geschaltete Diode in der Regel in einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung (ASIC) des Feldreglers integriert sind. Der Erregerstrom kann über ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal eingestellt werden, wobei bei dauerhafter Ansteuerung (also einem Tastgrad von 100% bzw. 1) ein Erregerstrom mit

einer Nennstromstärke fließt. Nach dem Einstellen eines Tastgrads von 100% wird aufgrund der hohen Induktivität der Läuferwicklung die Nennstromstärke erst mit einer gewissen Verzögerung von bis zu fünf Läuferwicklungs-Zeitkonstanten erreicht.

5

Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung ist ein dreiphasiger Generator dargestellt. Im Prinzip ist die vorliegende Erfindung jedoch auch bei weniger- oder mehrphasigen Generatoren, beispielsweise fünfphasigen Generatoren einsetzbar. Die Ständerwicklungs-Zeitkonstante ist typischerweise deutlich kürzer als Läuferwicklungs-Zeitkonstante.

10

Die Stromrichterkomponente 20 ist hier als B6-Schaltung ausgeführt und weist Schaltelemente 21 auf, die beispielsweise als MOSFET 21 ausgeführt sein können. Die MOSFET 21 sind, beispielsweise über Stromschienen, mit den jeweiligen Ständerwicklungen 11 des Generators verbunden. Ferner sind die MOSFET mit Anschlüssen 24, 24' verbunden und stellen bei entsprechender Ansteuerung einen Gleichstrom für ein Bordnetz 30 inkl. Batterie eines Kraftfahrzeugs zur Verfügung. Die Ansteuerung der Schaltelemente 21 erfolgt durch eine Ansteuereinrichtung 25 über Ansteuerkanäle 26, von denen aus Gründen der Übersicht nicht alle mit Bezugszeichen versehen sind. Die Ansteuereinrichtung 25 erhält über Phasenkanäle 27 jeweils die Phasenspannung der einzelnen Ständerwicklungen. Zur Bereitstellung dieser Phasenspannungen können weitere Einrichtungen vorgesehen sein, die jedoch der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt sind.

15

20

25

Im Motorbetrieb wird der Startergenerator 100 verwendet, um den Verbrennungsmotor 300 zu starten. Hier wird die Stromrichterkomponente 20 gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung, wie nachfolgend beschrieben, betrieben. Der Startergenerator wird von der Batterie versorgt.

30

Ist zu diesem Zeitpunkt die Läuferwicklung 12 im Wesentlichen entregt, d.h. liegt der Erregerstrom unter einem unteren Schwellwert von z.B. 10% des Nennstroms (entspricht ca. 1 A), wird zunächst die Läuferwicklung 12 bestromt, indem insbesondere von dem Feldregler 15 ein Tastgrad von 100% eingestellt wird. Der

Stromfluss durch die Läuferwicklung und damit das Erregerfeld steigen nach dem bekannten Einschaltverhalten bei Induktivitäten an.

5 Dieser Anstieg des Erregerfelds wird auf einen erwünschten Anstieg des Drehmoments übertragen, indem sehr frühzeitig auch die Ständerwicklung 11 bestromt wird. Dies erfolgt vorzugsweise, bevor der Erregerstrom einen oberen Schwellwert von z.B. 25% des Nennstroms erreicht. Es ist bekannt, dass der Strom durch eine entregte Spule nach einer Zeitkonstante etwa 63,2 % des Nennstroms und nach fünf Zeitkonstanten etwa 99,3 % des Nennstroms erreicht
10 hat. Vorzugsweise wird die Ständerwicklung 11 innerhalb bzw. etwa bei einer viertel Zeitkonstante, spätestens innerhalb von bzw. etwa bei zwei Zeitkonstanten bestromt.

15 Die Bestromung der Ständerwicklung 11 kann in einem ungetakteten (sog. Blockbetrieb) oder getakteten (sog. PWM-Betrieb, pulsweitenmoduliert) Pulswechselrichterbetrieb erfolgen. Das gewählte Ansteuermuster kann dabei abhängig von der Drehzahl und dem gewünschten Drehmoment gewählt werden. Bei der Blockkommutierung bleiben, im Gegensatz zu dem
20 pulsweitenmodulierten Betrieb, die Halbleiterschalter für den Zeitraum einer Phasensteuerung durchgängig eingeschaltet. Im pulsweitenmodulierten Betrieb werden durch ein bestimmtes Ansteuermuster die Halbleiterschalter mit vorzugsweise hoher Frequenz (typischerweise zw. 2 und 20 kHz) angesteuert, hierdurch entsteht ein harmonischer Verlauf des Phasenstroms, was in einer verringerten Drehmomentwelligkeit und besserem Wirkungsgrad resultiert. Beide Ver-
25 fahren sind aus dem Stand der Technik wohlbekannt.

Am Abtrieb des Startergenerators stellt sich zunächst ein geringes Drehmoment ein, das in Abhängigkeit von der Zeitkonstante der Läuferwicklung ansteigt. Proportional zum Moment erhöht sich die mechanische Spannung im Lasttrum des Riemens 310, wodurch langsam eine Kraft auf das Pendelriemenspannsystem
30 320 ausgeübt wird. Da diese Kraft nicht sprunghaft ansteigt, kommt es zu einem langsamen Auspendeln des Pendelriemenspannsystems 320 und damit zu einem verringerten Auftreten von Geräuschen und Vibrationen. Ist nach einer bestimmten Zeit der Riemen gespannt und das Moment ausreichend groß, kommt

es zu einer Beschleunigung der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 300 und damit zum Start.

Ist zu dem oben genannten Zeitpunkt die Läuferwicklung 12 noch signifikant erregt, d.h. liegt der Erregerstrom über dem unteren Schwellwert von ca. 10%, wird ebenfalls zunächst die Läuferwicklung 12 bestromt, indem insbesondere von dem Feldregler 15 ein Tastgrad von 100% eingestellt wird. Das Erregerfeld ist jedoch bereits so hoch, dass sich bei oben beschriebener Bestromung der Ständerwicklung bereits ein unerwünscht hohes Drehmoment ergibt. Daher wird vorzugsweise die Ständerwicklung 11 so bestromt, dass sich wiederum ein allmählicher Drehmomentanstieg ergibt. Die Bestromung der Ständerwicklung 11 erfolgt hier zweckmäßigerweise in einem getakteten (sog. PWM-Betrieb) Pulswechselrichterbetrieb. Das gewählte Ansteuermuster kann dabei abhängig von der Drehzahl und dem gewünschten Drehmoment gewählt werden.

In beiden beschriebenen Fällen wird vorzugsweise ein rampenförmiger Anstieg des Drehmoments erzielt, wobei die Steigung der Momentenrampe in Abhängigkeit vom Betriebsfall vorgegeben werden kann und die Rampen für beide beschriebenen Fälle auch unterschiedlich sein können.

5 Ansprüche

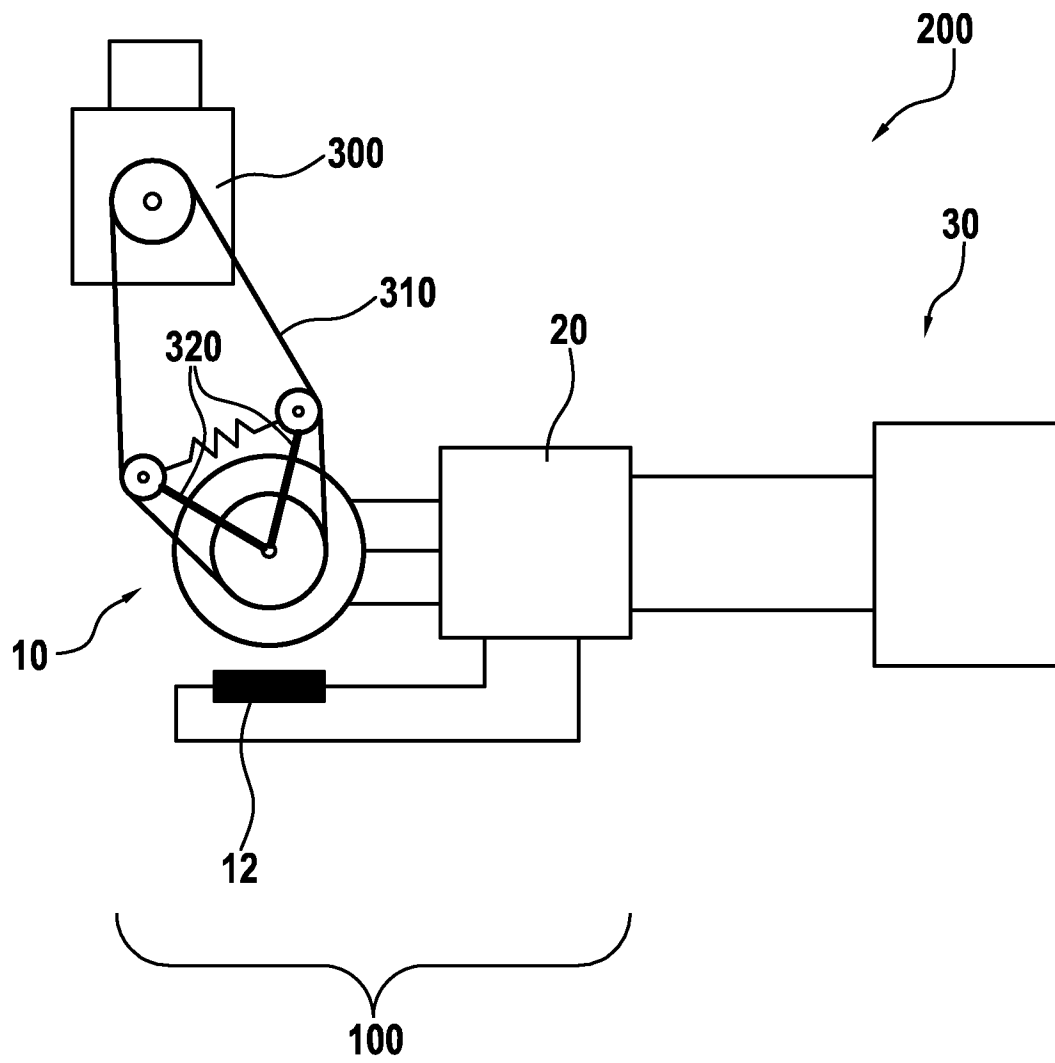
1. Verfahren zum Vorbereiten des Startens eines Verbrennungsmotors (300) durch einen riemengetriebenen Startergenerator (100), der eine Ständerwicklung (11) und eine Läuferwicklung (12) aufweist, wobei der Startergenerator (100) so betrieben wird, dass sein erzeugtes Drehmoment allmählich über eine Zeitdauer von mehr als zwei Läuferwicklungs-Zeitkonstanten ansteigt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Ständerwicklung (11) so bestromt wird, dass das erzeugte Drehmoment allmählich über eine Zeitdauer von mehr als zwei Läuferwicklungs-Zeitkonstanten ansteigt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Läuferwicklung (12) bestromt wird und, wenn ein Erregerstrom durch die Läuferwicklung (12) vor Beginn ihrer Bestromung unterhalb eines unteren Schwellwerts liegt, die Ständerwicklung (11) bestromt wird, bevor der Erregerstrom oberhalb eines oberen Schwellwerts liegt.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Läuferwicklung (12) bestromt wird und, wenn ein Erregerstrom durch die Läuferwicklung (12) vor Beginn ihrer Bestromung unterhalb eines unteren Schwellwerts liegt, die Ständerwicklung (11) innerhalb von höchstens zwei, vorzugsweise höchstens einer, insbesondere höchstens einer viertel, Läuferwicklungs-Zeitkonstanten nach dem Beginn der Bestromung der Läuferwicklung (12) ebenfalls bestromt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei an die Ständerwicklung (11) für die Bestromung eine blockkommutierte Versorgungsspannung angelegt wird.

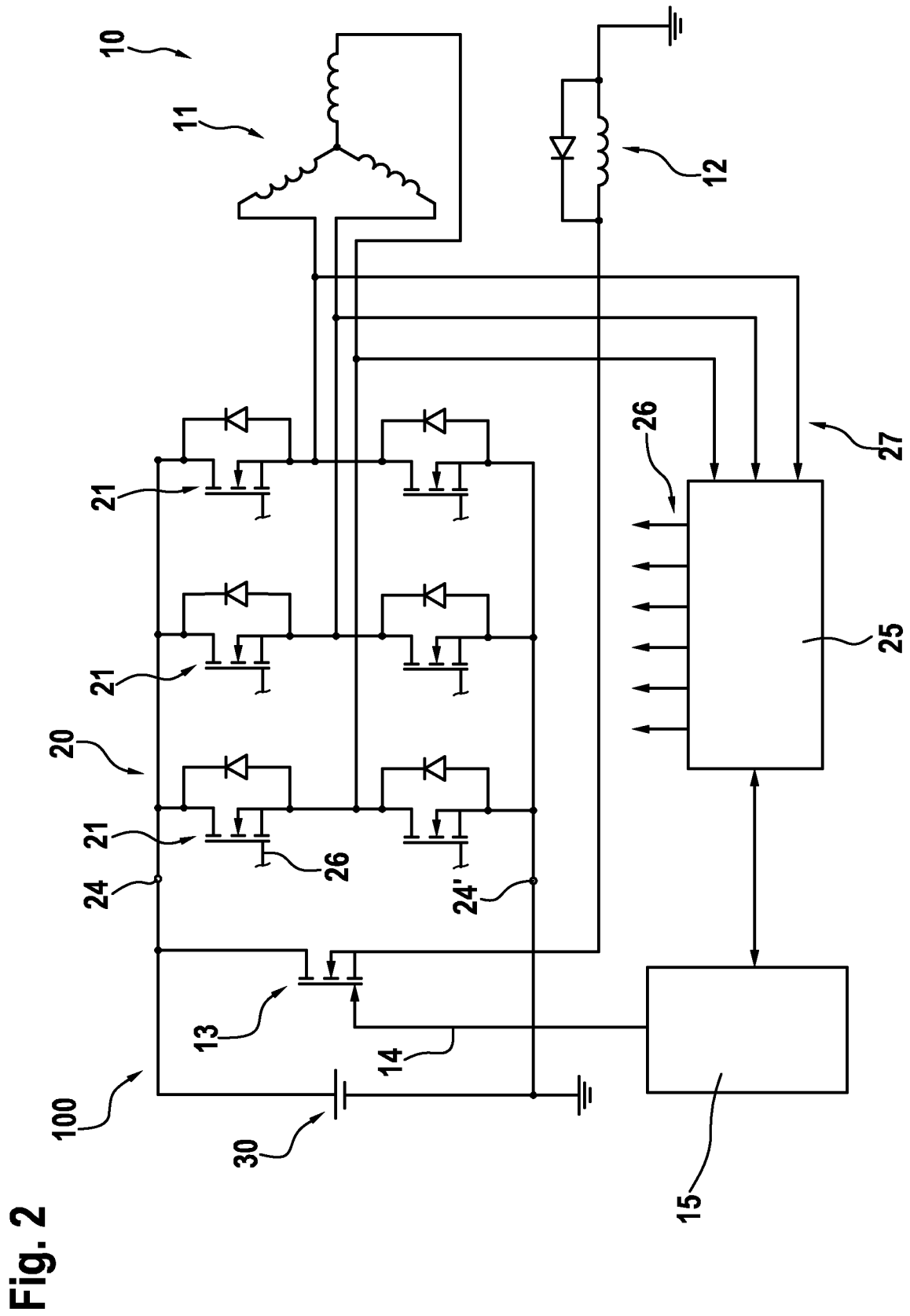
- 10 -

- 5 6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Läuferwicklung (12) bestromt wird und, wenn ein Erregerstrom durch die Läuferwicklung (12) vor Beginn ihrer Bestromung oberhalb eines unteren Schwellwerts liegt, an die Ständerwicklung (11) für die Bestromung eine PWM-kommutierte Versorgungsspannung angelegt wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Läuferwicklung (12) mit einem Tastgrad von wenigsten 50%, vorzugsweise wenigstens 75% oder wenigstens 90% oder 100% bestromt wird.
- 15 8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Verbrennungsmotor (300) durch den riemengetriebenen Startergenerator (100) gestartet wird.
- 20 9. Recheneinheit (25), die dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche durchzuführen.
- 20 10. Computerprogramm mit Programmcodemitteln, die einen Computer oder eine entsprechenden Recheneinheit veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen, wenn sie auf dem Computer bzw. der entsprechenden Recheneinheit, insbesondere nach Anspruch 9, ausgeführt werden.
- 25 11. Maschinenlesbares Speichermedium mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm, welches Programmcodemittel aufweist, die einen Computer oder eine entsprechende Recheneinheit veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen, wenn sie auf dem Computer bzw. der entsprechenden Recheneinheit ausgeführt werden.
- 30

1 / 2

Fig. 1





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/051291

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02N11/04
ADD.

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)
F02N

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 2 128 427 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 2 December 2009 (2009-12-02) abstract paragraphs [0010] - [0012] figures	1,2,6-11
A	----- US 2004/153231 A1 (ITOH YOSHIKI [JP] ET AL) 5 August 2004 (2004-08-05) abstract figures	1-11
A	----- EP 1 106 824 A1 (VISTEON GLOBAL TECH INC [US]) 13 June 2001 (2001-06-13) abstract figure 2	1-11
	----- -/-	



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

24 April 2013

Date of mailing of the international search report

02/05/2013

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

Trotureau, Damien

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/051291

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 44 30 650 A1 (NIPPON DENSO CO [JP]) 9 March 1995 (1995-03-09) abstract figures -----	1-11
A	EP 1 289 120 A1 (SIEMENS AG [DE]) 5 March 2003 (2003-03-05) abstract figures 1-5 -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/051291

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2128427	A1	02-12-2009	EP 2128427 A1 02-12-2009
			FR 2931902 A1 04-12-2009
			US 2009295319 A1 03-12-2009

US 2004153231	A1	05-08-2004	DE 102004002705 A1 02-09-2004
			JP 3841297 B2 01-11-2006
			JP 2004225574 A 12-08-2004
			US 2004153231 A1 05-08-2004

EP 1106824	A1	13-06-2001	EP 1106824 A1 13-06-2001
			JP 2001165021 A 19-06-2001

DE 4430650	A1	09-03-1995	DE 4430650 A1 09-03-1995
			JP H07119594 A 09-05-1995
			US 5495127 A 27-02-1996

EP 1289120	A1	05-03-2003	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02N11/04
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02N

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

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 128 427 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 2. Dezember 2009 (2009-12-02) Zusammenfassung Absätze [0010] - [0012] Abbildungen	1,2,6-11
A	----- US 2004/153231 A1 (ITOH YOSHIKI [JP] ET AL) 5. August 2004 (2004-08-05) Zusammenfassung Abbildungen	1-11
A	----- EP 1 106 824 A1 (VISTEON GLOBAL TECH INC [US]) 13. Juni 2001 (2001-06-13) Zusammenfassung Abbildung 2	1-11
	----- -/-	



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

24. April 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/05/2013

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

Trotureau, Damien

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 44 30 650 A1 (NIPPON DENSO CO [JP]) 9. März 1995 (1995-03-09) Zusammenfassung Abbildungen	1-11
A	----- EP 1 289 120 A1 (SIEMENS AG [DE]) 5. März 2003 (2003-03-05) Zusammenfassung Abbildungen 1-5 -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/051291

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2128427	A1	02-12-2009	EP 2128427 A1 02-12-2009
			FR 2931902 A1 04-12-2009
			US 2009295319 A1 03-12-2009

US 2004153231	A1	05-08-2004	DE 102004002705 A1 02-09-2004
			JP 3841297 B2 01-11-2006
			JP 2004225574 A 12-08-2004
			US 2004153231 A1 05-08-2004

EP 1106824	A1	13-06-2001	EP 1106824 A1 13-06-2001
			JP 2001165021 A 19-06-2001

DE 4430650	A1	09-03-1995	DE 4430650 A1 09-03-1995
			JP H07119594 A 09-05-1995
			US 5495127 A 27-02-1996

EP 1289120	A1	05-03-2003	KEINE
