

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Februar 2019 (28.02.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/038086 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02P 6/15 (2016.01) *H02P 25/03* (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/071496

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. August 2018 (08.08.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 214 637.0
22. August 2017 (22.08.2017) DE

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

(72) Erfinder: **MUELLER, Tankred**; Alter Güterbahnhof 13
d, 22303 Hamburg (DE).

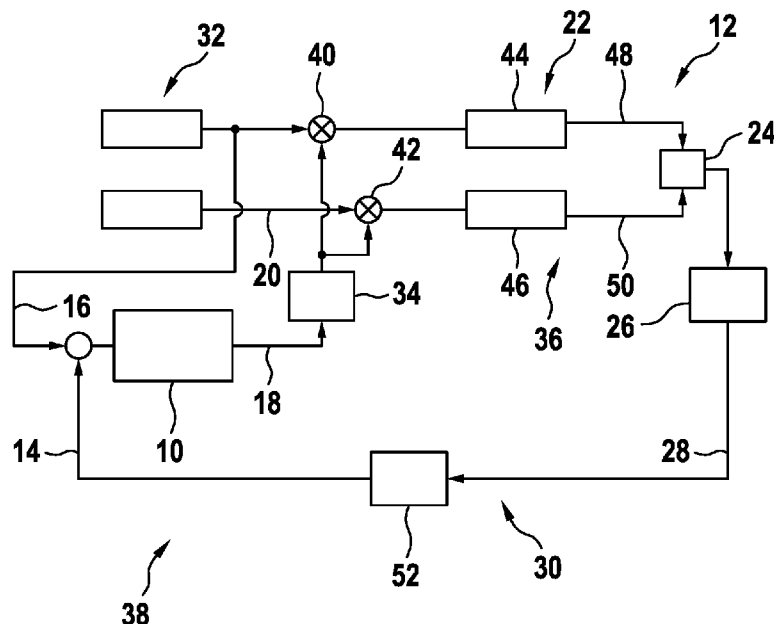
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,
SA, 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, ST,

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN ELECTRONICALLY COMMUTATED ELECTRIC MOTOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES ELEKTRONISCH KOMMUTIERTEN ELEKTROMOTORS

Fig. 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for operating an electronically commutated electric motor (10), in which method, during ongoing operation of the electric motor (10), in order to achieve an optimal operating point of the electric motor (10), a pre-commutation angle (14) provided by a control device (12) is regulated. According to the invention, during an operation of the electric motor (10), a period signal (16) is modulated to the pre-commutation angle (14) and a state parameter (18) of the electric motor (10) correlating with an efficiency of the electric motor (10) is detected.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betrieb eines elektronisch kommutierten Elektromotors (10), bei welchem während eines laufenden Betriebs des Elektromotors (10) zur Erreichung eines optimalen Betriebspunkts des Elek-

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

tromotors (10) ein von einer Regelvorrichtung (12) bereitgestellter Vorkommutierungswinkel (14) geregelt wird. Es wird vorgeschlagen, dass während eines Betriebs des Elektromotors (10) ein periodisches Signal (16) auf den Vorkommutierungswinkel (14) aufmoduliert und eine mit einer Effizienz des Elektromotors (10) korrelierende Zustandskenngröße (18) des Elektromotors (10) erfasst wird.

5 Beschreibung

Verfahren zum Betrieb eines elektronisch kommutierten Elektromotors

10 Stand der Technik

Es ist bereits ein Verfahren zum Betrieb eines elektronisch kommutierten Elektromotors, bei welchem während eines laufenden Betriebs des Elektromotors zur Erreichung eines optimalen Betriebspunkts des Elektromotors ein von einem
15 Regler bereitgestellter Vorkommutierungswinkel geregelt wird, vorgeschlagen worden.

Offenbarung der Erfindung

20

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betrieb eines elektronisch kommutierten Elektromotors, bei welchem während eines laufenden Betriebs des Elektromotors zur Erreichung eines optimalen Betriebspunkts des Elektromotors ein von einem Regler bereitgestellter Vorkommutierungswinkel geregelt wird.

25

Es wird vorgeschlagen, dass während eines Betriebs des Elektromotors ein periodisches, vorzugsweise harmonisches, Signal auf den Vorkommutierungswinkel aufmoduliert und eine mit einer Effizienz des Elektromotors korrelierende Zustandskenngröße des Elektromotors, insbesondere ein Stromsignal einer Stromaufnahme des Elektromotors, erfasst wird.

30

Der Elektromotor ist insbesondere als ein bürstenloser Gleichstrommotor ausgebildet. Insbesondere ist der Elektromotor dazu vorgesehen, eine rotierende Bewegung zu erzeugen, wobei ein vorzugsweise permanent- und/oder fremderregter Rotor des Elektromotors relativ zu einem Stator des Elektromotors, welcher
35

insbesondere eine Mehrzahl von Wicklungssträngen aufweist, drehbar gelagert ist. Der Elektromotor kann insbesondere als ein Außenläufermotor oder als ein Innenläufermotor ausgebildet sein. Es kann sich insbesondere um einen dreiphasigen Elektromotor handeln, jedoch sind auch mehrere Phasen, beispielsweise fünf oder sieben, denkbar.

Für einen optimalen Betrieb des Elektromotors ist es insbesondere erforderlich, dass sich ein insbesondere minimal möglicher Strom in dem Elektromotor einstellt. Hierzu sollten die inneren Spannungen des Elektromotors und der zugehörige Motorgrundwellenstrom in Phase liegen. Hierzu ist insbesondere aufgrund der Induktivität des Elektromotors eine zeitlich vorversetzte Ansteuerung der Phase nötig. Diese Korrektur, welche das nachteilige Verhalten des Motorgrundwellenstroms kompensiert, wird durch den sogenannten Vorkommutierungswinkel beschrieben. Ein idealer Vorkommutierungswinkel führt zu einer optimalen Effizienz des Elektromotors. Bei bestimmten Verhältnissen kann eine Regelung des Vorkommutierungswinkels unabdingbar sein, zum Beispiel, wenn der Elektromotor bei maximaler Temperatur und/oder Leistung, bedingt durch eine Belastung und durch eine Motordimensionierung, an einer Spannungsauslegungsgrenze betrieben wird.

Zur Regelung des Vorkommutierungswinkels ist der Elektromotor mit einer zusätzlichen Regelvorrichtung ausgestattet. Die Regelvorrichtung ist dazu vorgesehen, den Elektromotor durch eine Nachregelung des Vorkommutierungswinkels zu einem optimalen Betriebspunkt zu führen. Unter „vorgesehen“ soll insbesondere speziell programmiert, ausgelegt und/oder ausgestattet verstanden werden. Darunter, dass ein Objekt zu einer bestimmten Funktion vorgesehen ist, soll insbesondere verstanden werden, dass das Objekt diese bestimmte Funktion in zumindest einem Anwendungs- und/oder Betriebszustand erfüllt und/oder ausführt.

Zur Bestimmung eines an einen aktuellen Betriebszustand des Elektromotors angepassten Vorkommutierungswinkel, wird in einem Verfahrensschritt während eines Betriebs des Elektromotors ein periodisches, vorzugsweise harmonisches, Signal, insbesondere ein harmonisches Signal kleiner Amplitude, auf den aktuellen Vorkommutierungswinkel aufmoduliert. Eine Frequenz des periodischen Sig-

nals ist an eine Einschwingzeit des Elektromotors anzupassen. Zu einer Ausregelung verhältnismäßig langsamer thermischer Vorgänge des Elektromotors ist ein Signal mit einer Periodendauer von beispielsweise 10 Sekunden ausreichend. Ferner wird eine mit einer Effizienz des Elektromotors korrelierende Zustandskenngröße des Elektromotors erfasst. Vorzugsweise wird ein Stromsignal einer Stromaufnahme des Elektromotors erfasst. Anstelle einer Messung eines Gesamtstroms ist auch eine Erfassung anderer Größen, beispielsweise einer mittleren Stromaufnahme des Elektromotors, denkbar. Die Strommessung erfolgt vorzugsweise mit > 10 Messpunkten pro Periode des aufmodulierten periodischen Signals. Hierdurch kann eine formtreue Signalrekonstruktion erreicht werden.

Im weiteren Verlauf des Verfahrens wird aus einer Korrelation zwischen dem periodischen Signal und einer Variation der Zustandskenngröße ein an einen aktuellen Betriebszustand des Elektromotors angepassten Vorkommutierungswinkel bestimmt. Vorzugsweise wird in einem Verfahrensschritt die erfasste Zustandskenngröße mit dem periodischen Signal und dem um 90° phasenverschobenen periodischen Signal multipliziert. In einem weiteren Verfahrensschritt wird eine Integration der Produkte der Multiplikationen der Zustandskenngröße mit dem periodischen Signal und dem um 90° phasenverschobenen periodischen Signal durchgeführt. Ferner werden in einem weiteren Verfahrensschritt die Integrationsergebnisse dividiert und die Arkustangens-Funktion des Quotienten berechnet. In einem weiteren Verfahrensschritt wird der berechnete Winkel als an einen aktuellen Betriebszustand des Elektromotors angepasster Vorkommutierungswinkel verwendet. Der mittels des Verfahrens bestimmte Winkel kann unmittelbar als Regelsignal für den Elektromotor genutzt werden.

Durch ein derartiges Verfahren kann eine vorteilhaft einfache Regelung des Vorkommutierungswinkels und somit ein vorteilhaft effizienter Betrieb eines Elektromotors erreicht werden. Ferner kann das Antriebsverhalten des Elektromotors vorteilhaft an eine reale Ausführung des Elektromotors angepasst werden. Ferner kann durch die Regelung im laufenden Betrieb des Elektromotors der Vorkommutierungswinkel vorteilhaft an eine Erwärmung des Elektromotors angepasst werden. Zudem können Veränderungen vom Komponenten des Elektromotors durch

Verschleiß und/oder Alterung vorteilhaft ausgeglichen werden, Dimensionierungsreserven bei der Auslegung können vorteilhaft entfallen.

Des Weiteren wird eine Regelvorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagen mit zumindest einer Regeleinheit, welche dazu vorgesehen ist, während eines laufenden Betriebs eines elektronisch kommutierten Elektromotors zur Erreichung eines optimalen Betriebspunkts des Elektromotors einen Vorkommutierungswinkel zu regeln.

Es wird vorgeschlagen, dass die Regelvorrichtung zumindest eine Signalgeneratoreinheit aufweist, welche dazu vorgesehen ist, während des Betriebs des Elektromotors ein periodisches, vorzugsweise harmonisches, Signal auf den Vorkommutierungswinkel aufzumodulieren. Insbesondere ist die Signalgeneratoreinheit dazu vorgesehen, ein harmonisches Signal, insbesondere ein harmonisches Signal kleiner Amplitude, zu erzeugen und/oder auszugeben und auf den aktuellen Vorkommutierungswinkel aufzumodulieren. Eine Frequenz des periodischen Signals ist an eine Einschwingzeit des Elektromotors anzupassen. Zu einer Ausregelung verhältnismäßig langsamer thermischer Vorgänge des Elektromotors ist ein Signal mit einer Periodendauer von beispielsweise 10 Sekunden ausreichend. Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die Regelvorrichtung zumindest eine Sensoreinheit aufweist, welche dazu vorgesehen ist, eine mit einer Effizienz des Elektromotors korrelierende Zustandskenngroße des Elektromotors, vorzugsweise ein Stromsignal einer Stromaufnahme des Elektromotors, zu erfassen. Die Erfassung der Zustandskenngroße erfolgt vorzugsweise mit > 10 Messpunkten pro Periode des aufmodulierten periodischen Signals. Hierdurch kann eine formtreue Signalrekonstruktion erreicht werden. Durch eine derartige Regelvorrichtung kann eine vorteilhaft einfache Regelung des Vorkommutierungswinkels und somit ein vorteilhaft effizienter Betrieb eines Elektromotors erreicht werden.

Ferner wird vorgeschlagen, dass die Regelvorrichtung eine Recheneinheit aufweist, welche dazu vorgesehen ist, aus einer Korrelation zwischen dem periodischen Signal und einer Variation der Zustandskenngroße einen an einen aktuellen Betriebszustand des Elektromotors angepassten Vorkommutierungswinkel zu bestimmen. Unter einer „Recheneinheit“ soll insbesondere eine Einheit mit einem Informationseingang, einer Informationsverarbeitung und einer Informationsaus-

gabe verstanden werden. Vorteilhaft weist die Recheneinheit zumindest einen Prozessor, einen Speicher, Ein- und Ausgabemittel, weitere elektrische Bauteile, ein Betriebsprogramm, Regelroutinen, Steuerroutinen und/oder Berechnungsroutinen auf. Die Recheneinheit ist insbesondere dazu vorgesehen, die erfasste Zustandskenngröße mit dem periodischen Signal und dem um 90° phasenverschobenen periodischen Signal zu multiplizieren. Ferner ist die Recheneinheit zu einer Integration der Produkte der Multiplikationen der Zustandskenngröße mit dem periodischen Signal und dem um 90° phasenverschobenen periodischen Signal vorgesehen. Ferner ist die Recheneinheit dazu vorgesehen, eine Division der Integrationsergebnisse durchzuführen und die Arkustangens-Funktion des Quotienten zu berechnen. Der so berechnete Winkel kann vorteilhaft als an einen aktuellen Betriebszustand des Elektromotors angepasster Vorkommutierungswinkel verwendet werden.

Ferner wird ein Antriebssystem mit zumindest einem elektronisch kommutierten Elektromotor und zumindest einer erfindungsgemäßen Regelvorrichtung vorgeschlagen.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Regelvorrichtung soll/sollen hierbei nicht auf die oben beschriebene Anwendung und Ausführungsform beschränkt sein. Insbesondere kann das erfindungsgemäße Verfahren und/oder die erfindungsgemäße Regelvorrichtung zu einer Erfüllung einer hierin beschriebenen Funktionsweise eine von einer hierin genannten Anzahl von einzelnen Elementen, Bauteilen, Einheiten und/oder Verfahrensschritten abweichende Anzahl aufweisen.

Zeichnung

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Antriebssystems mit einem elektronisch kommutierten Elektromotor und einer Regelvorrichtung.

5

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Antriebssystems 38. Das Antriebssystem 38 umfasst einen elektronisch kommutierten Elektromotor 10 und eine Regelvorrichtung 12 zur Regelung des Elektromotors 10. Die Regelvorrichtung 12 weist eine Regeleinheit 30 auf, welche dazu vorgesehen ist, während eines laufenden Betriebs des elektronisch kommutierten Elektromotors 10 zur Erreichung eines optimalen Betriebspunkts des Elektromotors 10 einen Vorkommutierungswinkel 14 zu regeln. Insbesondere ist der Elektromotor 10 dazu vorgesehen, eine rotierende Bewegung zu erzeugen, wobei ein vorzugsweise permanent- und/oder fremderregter Rotor des Elektromotors 10 relativ zu einem Stator des Elektromotors 10, welcher insbesondere eine Mehrzahl von Wicklungssträngen aufweist, drehbar gelagert ist. Der Elektromotor 10 kann insbesondere als ein Außenläufermotor oder als ein Innenläufermotor ausgebildet sein. Es kann sich insbesondere um einen dreiphasigen Elektromotor 10 handeln, jedoch sind auch mehrere Phasen, beispielsweise fünf oder sieben, denkbar.

Die Regelvorrichtung 12 weist eine Signalgeneratoreinheit 32 auf, welche dazu vorgesehen ist, während des Betriebs des Elektromotors 10 ein periodisches, vorzugsweise harmonisches Signal 16, insbesondere ein Sinussignal, zu erzeugen und auf den Vorkommutierungswinkel 14 aufzumodulieren. Insbesondere ist die Signalgeneratoreinheit 32 dazu vorgesehen, ein harmonisches Signal 16 kleiner Amplituden zu erzeugen und/oder auszugeben und auf den aktuellen Vorkommutierungswinkel 14 aufzumodulieren. Eine Frequenz des periodischen Signals 16 ist insbesondere an eine Einschwingzeit des Elektromotors 10 angepasst. Zu einer Ausregelung verhältnismäßig langsamer thermischer Vorgänge des Elektromotors 10 ist ein harmonisches Signal 16 mit einer Periodendauer von beispielsweise 10 Sekunden ausreichend.

35

Zusätzlich ist die Signalgeneratoreinheit 32 dazu vorgesehen, parallel zu dem periodischen Signal 16 das um 90° phasenverschobene periodische Signal 20 auszugeben. Ferner weist die Regelvorrichtung 12 eine Sensoreinheit 34 auf, welche dazu vorgesehen ist, eine mit einer Effizienz des Elektromotors 10 korrelierende Zustandskenngröße 18 des Elektromotors 10, vorzugsweise ein Stromsignal einer Stromaufnahme des Elektromotors 10, zu erfassen. Die Erfassung der Zustandskenngröße 18 durch die Sensoreinheit 34 erfolgt vorzugsweise mit > 10 Messpunkten pro Periode des aufmodulierten periodischen Signals 16. Hierdurch kann eine formtreue Signalrekonstruktion erreicht werden. Zudem weist die Regelvorrichtung 12 eine Recheneinheit 36 auf, welche dazu vorgesehen ist, aus einer Korrelation zwischen dem periodischen Signal 16 und einer Variation der Zustandskenngröße 18 einen an einen aktuellen Betriebszustand des Elektromotors 10 angepassten Vorkommutierungswinkel 14 zu bestimmen.

Zur automatischen Regelung des Vorkommutierungswinkels 14 während des Betriebs des Elektromotors 10, wird während des Betriebs des Elektromotors 10 das von der Signalgeneratoreinheit 32 erzeugte periodische Signal 16 auf den aktuellen Vorkommutierungswinkel 14 aufmoduliert. Ferner wird während des Betriebs des Elektromotors 10 mittels der Sensoreinheit 34 eine mit einer Effizienz des Elektromotors 10 korrelierende Zustandskenngröße 18 des Elektromotors 10, vorzugsweise ein Stromsignal einer Stromaufnahme des Elektromotors 10, erfasst. Die erfasste Zustandskenngröße 18 wird in einem Verfahrensschritt mit dem periodischen Signal 16 und dem ebenfalls von der Signalgeneratoreinheit 32 erzeugten um 90° phasenverschobenen periodischen Signal 20 multipliziert. Hierzu weist die Recheneinheit 36 zwei Multiplizierer 40, 42 auf. Ein erster Multiplizierer 40 ist dazu vorgesehen, die Zustandskenngröße 18 mit dem periodischen Signal 16 zu multiplizieren. Der zweite Multiplizierer 42 ist dazu vorgesehen, die Zustandskenngröße 18 mit dem um 90° phasenverschobenen periodischen Signal 20 zu multiplizieren.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird jeweils eine Integration 22 der Produkte 48, 50 der Multiplikationen der Zustandskenngröße 18 mit dem periodischen Signal 16 und dem um 90° phasenverschobenen periodischen Signal 20 durchgeführt. Hierzu weist die Recheneinheit 36 zwei Integrierer 44, 46 auf. Ein erster Integrierer 44 ist dazu vorgesehen, das Produkt 48 aus der Multiplikation der Zu-

standskenngroße 18 mit dem periodischen Signal 16 zu integrieren. Der zweite Integrierer 46 ist dazu vorgesehen, das Produkt 50 der Multiplikation der Zustandskenngroße 18 mit dem um 90° phasenverschobenen periodischen Signal 20 zu integrieren.

5

In einem weiteren Verfahrensschritt wird eine Division 24 der Integrationsergebnisse durchgeführt und die Arkustangens-Funktion 26 des Quotienten berechnet. Der so bestimmte Winkel 28 ist direkt als Regelsignal für einen insbesondere als PI-Regler ausgebildeten Regler 52 nutzbar. Der so berechnete Winkel 28 wird als an einen aktuellen Betriebszustand des Elektromotors 10 angepasster Vorkommutierungswinkel 14 verwendet. Insbesondere kann der Vorkommutierungswinkel 14 während eines Betriebs des Elektromotors 10 kontinuierlich oder in vorgegebenen zeitlichen Abständen ermittelt werden. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass der im aktuellen Betriebspunkt optimale Vorkommutierungswinkel 14 ermittelt und eingestellt wird. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass nur bei einer Änderung des Betriebspunkts eine neue Ermittlung des Vorkommutierungswinkels 14 vorgenommen wird.

10

15

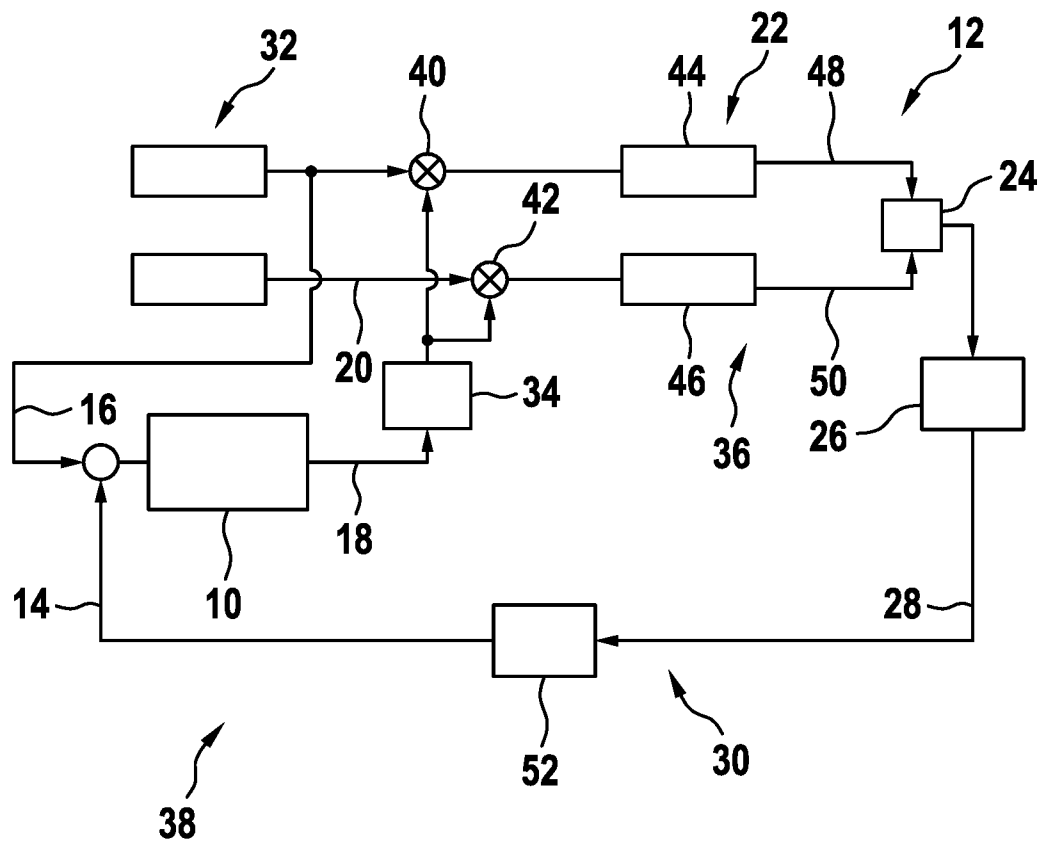
5 Ansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines elektronisch kommutierten Elektromotors (10), bei welchem während eines laufenden Betriebs des Elektromotors (10) zur Erreichung eines optimalen Betriebspunkts des Elektromotors (10) ein von einer Regelvorrichtung (12) bereitgestellter Vorkommutierungswinkel (14) geregelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** während eines Betriebs des Elektromotors (10) ein periodisches Signal (16) auf den Vorkommutierungswinkel (14) aufmoduliert und eine mit einer Effizienz des Elektromotors (10) korrelierende Zustandskenngröße (18) des Elektromotors (10) erfasst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Verfahrensschritt die Zustandskenngröße (18) mit dem periodischen Signal (16) multipliziert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Verfahrensschritt die Zustandskenngröße (18) mit dem um 90° phasenverschobenen periodischen Signal (20) multipliziert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem weiteren Verfahrensschritt eine Integration (22) der Produkte (48, 50) der Multiplikationen der Zustandskenngröße (18) mit dem periodischen Signal (16) und dem um 90° phasenverschobenen periodischen Signal (20) durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem weiteren Verfahrensschritt eine Division (24) der Integrationsergebnisse durchgeführt und die Arkustangens-Funktion (26) berechnet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem weiteren Verfahrensschritt der berechnete Winkel (28) als an einen aktuellen Betriebszustand des Elektromotors (10) angepasster Vorkommutierungswinkel (14) verwendet wird.
- 5
7. Regelvorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit zumindest einer Regeleinheit (30), welche dazu vorgesehen ist, während eines laufenden Betriebs eines elektronisch kommutierten Elektromotors (10) zur Erreichung eines optimalen Betriebspunkts des Elektromotors (10) einen Vorkommutierungswinkel (14) zu regeln, **gekennzeichnet durch** zumindest eine Signalgeneratoreinheit (32), welche dazu vorgesehen ist, während des Betriebs des Elektromotors (10) ein periodisches Signal (16) auf den Vorkommutierungswinkel (14) aufzu-
modulieren.
- 10
8. Regelvorrichtung nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** zumindest eine Sensoreinheit (34), welche dazu vorgesehen ist, eine mit einer Effizienz des Elektromotors (10) korrelierende Zustandskenngröße (18) des Elektromotors (10) zu erfassen.
- 15
9. Regelvorrichtung nach Anspruch 7, **gekennzeichnet durch** eine Recheneinheit (36), welche dazu vorgesehen ist, aus einer Korrelation zwischen dem periodischen Signal (16) und einer Variation der Zustandskenngröße (18) einen an einen aktuellen Betriebszustand des Elektromotors (10) angepassten Vorkommutierungswinkel (14) zu bestimmen.
- 20
- 25
10. Antriebssystem mit zumindest einem elektronisch kommutierten Elektromotor (10) und zumindest einer Regelvorrichtung (12) nach einem der Ansprüche 6 bis 8.
- 30

1 / 1

Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/071496**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H02P 6/15**(2016.01)i; **H02P 25/03**(2016.01)i

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)

H02P

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.
Y A	DE 10326606 A1 (MINEBEA CO LTD [JP]) 05 January 2005 (2005-01-05) abstract paragraphs [0001] - [0007], [0026] figures 1, 4	1,7,8 2-6,9,10
Y A	DE 19882041 T1 (SEAGATE TECHNOLOGY [US]) 27 January 2000 (2000-01-27) page 1, lines 9-31 page 3, line 21 - page 4, line 9 page 9, lines 5-29 figures 1-5	1,7,8 2-6,9,10
A	DE 10346711 A1 (MINEBEA CO LTD [JP]) 25 May 2005 (2005-05-25) abstract page 1, lines 9-31 page 3, line 21 - page 4, line 9 page 9, lines 5-29 figures 1-5, 7	1-10



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

10 October 2018

Date of mailing of the international search report

18 October 2018

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Roider, Anton

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/071496

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	10326606	A1	05 January 2005	CN	1574596	A	02 February 2005
				DE	10326606	A1	05 January 2005
				JP	4115423	B2	09 July 2008
				JP	2005006494	A	06 January 2005
				US	2005007051	A1	13 January 2005
DE	19882041	T1	27 January 2000	DE	19882041	T1	27 January 2000
				GB	2339349	A	19 January 2000
				HK	1023837	A1	12 April 2001
				JP	2001512655	A	21 August 2001
				KR	20000070597	A	25 November 2000
				US	6016043	A	18 January 2000
				WO	9833173	A2	30 July 1998
DE	10346711	A1	25 May 2005	DE	10346711	A1	25 May 2005
				EP	1523090	A2	13 April 2005
				JP	4633433	B2	23 February 2011
				JP	2005117895	A	28 April 2005
				US	2005077854	A1	14 April 2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02P6/15 H02P25/03
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H02P

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.
Y	DE 103 26 606 A1 (MINEBEA CO LTD [JP]) 5. Januar 2005 (2005-01-05)	1,7,8
A	Zusammenfassung Absätze [0001] - [0007], [0026] Abbildungen 1, 4	2-6,9,10
Y	DE 198 82 041 T1 (SEAGATE TECHNOLOGY [US]) 27. Januar 2000 (2000-01-27)	1,7,8
A	Seite 1, Zeilen 9-31 Seite 3, Zeile 21 - Seite 4, Zeile 9 Seite 9, Zeilen 5-29 Abbildungen 1-5	2-6,9,10
	----- -/-	



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

10. Oktober 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/10/2018

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

Roider, Anton

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 103 46 711 A1 (MINEBEA CO LTD [JP]) 25. Mai 2005 (2005-05-25) Zusammenfassung Seite 1, Zeilen 9-31 Seite 3, Zeile 21 - Seite 4, Zeile 9 Seite 9, Zeilen 5-29 Abbildungen 1-5, 7 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/071496

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10326606	A1	05-01-2005	CN 1574596 A 02-02-2005
			DE 10326606 A1 05-01-2005
			JP 4115423 B2 09-07-2008
			JP 2005006494 A 06-01-2005
			US 2005007051 A1 13-01-2005

DE 19882041	T1	27-01-2000	DE 19882041 T1 27-01-2000
			GB 2339349 A 19-01-2000
			HK 1023837 A1 12-04-2001
			JP 2001512655 A 21-08-2001
			KR 200000070597 A 25-11-2000
			US 6016043 A 18-01-2000
			WO 9833173 A2 30-07-1998

DE 10346711	A1	25-05-2005	DE 10346711 A1 25-05-2005
			EP 1523090 A2 13-04-2005
			JP 4633433 B2 23-02-2011
			JP 2005117895 A 28-04-2005
			US 2005077854 A1 14-04-2005
