

(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
09. Juni 2022 (09.06.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/117136 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02P 6/16 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2021/100464

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Mai 2021 (28.05.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 132 310.7 04. Dezember 2020 (04.12.2020) DE
10 2021 113 301.7 21. Mai 2021 (21.05.2021) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **BENDER, Marco**; Michelbach 14, 77887 Sasbachwalden (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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

(54) Title: METHOD FOR ASCERTAINING A ROTARY POSITION, METHOD FOR ASCERTAINING AN ELECTRICAL ANGULAR POSITION AND METHOD FOR DRIVING AN ELECTRIC MOTOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG EINER DREHPOSITION, VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG EINER ELEKTRISCHEN WINKELPOSITION UND VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNG EINES ELEKTROMOTORS

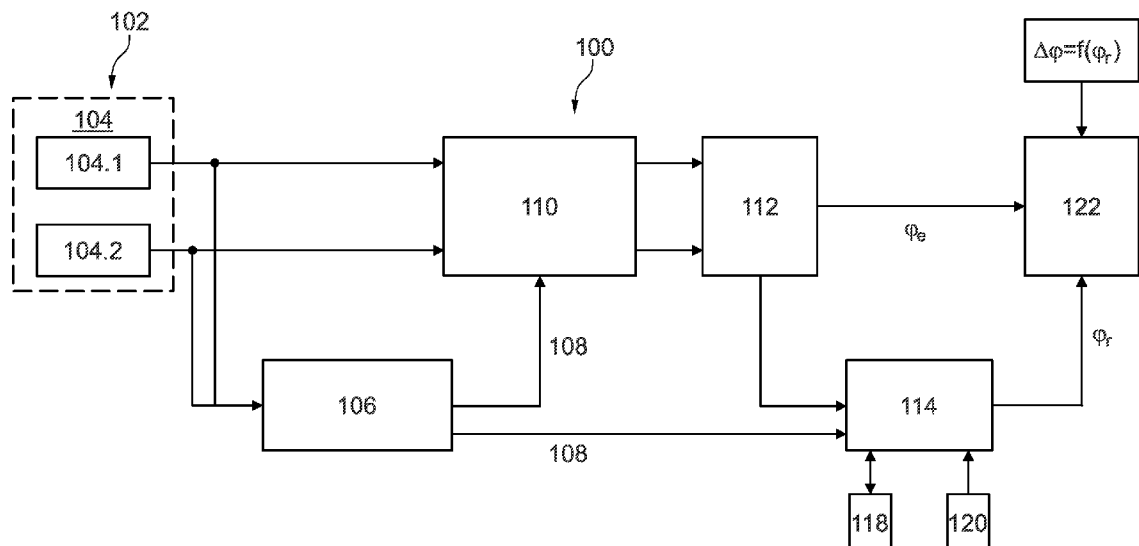


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method (100) for ascertaining a rotary position (ϕ_r) of a rotor (12), which is assigned to an electric motor (10) and which is able to rotate about an axis of rotation (14) with respect to a stator and the rotary position (ϕ_r) of which is ascertained by at least one measurement value (M) of a rotary sensor by virtue of at least one measurement value (M) of the rotary sensor being compared at a first time (X) during operation of the rotor (12) with a stored sensor measurement value reference (118), comprising

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

reference values (R) as previously stored measurement values of the rotary sensor at various rotary positions (ϕ_r) of the rotary sensor, wherein the sensor measurement value reference (118) comprises a stipulated sequence (120) of reference values (R) and measurement values (M) that were recorded before the first time (X) are stored as a sequence (120) of measurement values (M), wherein the rotary position (ϕ_r) present at the rotor (12) at the first time (X) is calculated on the basis of a comparison between the sequence (120) of measurement values (M) and the sequence of reference values (R). The invention furthermore relates to a method for ascertaining an electrical angular position (ϕ_e) and to a method for electrically driving an electric motor (10).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren (100) zur Ermittlung einer Drehposition (ϕ_r) eines einem Elektromotor (10) zugeordneten Rotors (12), der um eine Drehachse (14) gegenüber einem Stator drehbar ist und dessen Drehposition (ϕ_r) durch wenigstens einen Messwert (M) eines Drehsensors ermittelt wird, indem zu einem ersten Zeitpunkt (X) im Betrieb des Rotors (12) wenigstens ein Messwert (M) des Drehsensors mit einer gespeicherten Sensormesswertreferenz (118), umfassend Referenzwerte (R) als zuvor gespeicherte Messwerte des Drehsensors an verschiedenen Drehpositionen (ϕ_r) des Drehsensors, verglichen wird, wobei die Sensormesswertreferenz (118) eine festgelegte Abfolge (120) von Referenzwerten (R) aufweist und zeitlich vor dem ersten Zeitpunkt (X) aufgezeichnete Messwerte (M) als eine Abfolge (120) von Messwerten (M) gespeichert werden, wobei die an dem Rotor (12) zu dem ersten Zeitpunkt (X) vorliegende Drehposition (ϕ_r) abhängig von einem Vergleich zwischen der Abfolge (120) von Messwerten (M) und der Abfolge von Referenzwerten (R) berechnet wird. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Ermittlung einer elektrischen Winkelposition (ϕ_e) und ein Verfahren zur elektrischen Ansteuerung eines Elektromotors (10).

Verfahren zur Ermittlung einer Drehposition, Verfahren zur Ermittlung einer elektrischen Winkelposition und Verfahren zur Ansteuerung eines Elektromotors

5 Beschreibungseinleitung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Ermittlung einer elektrischen Winkelposition und ein Verfahren zur Ansteuerung eines Elektromotors.

10 In DE 10 2016 207 643 A1 ist ein Verfahren zur Ermittlung einer Position eines Rotors eines Elektromotors bezüglich eines Stators des Elektromotors beschrieben, wobei der Rotor Permanentmagnete und einen Magnetgeber mit mehreren Magnetpolen aufweist, der Stator Drehstromwicklungen und wenigstens einen Magnetfeldaufnehmer aufweist und der Elektromotor elektronisch sensorgesteuert schrittweise kommutiert ist, wobei der Rotor relativ zu dem Stator bewegt wird, dabei in mehreren Kommutierungsschritten Signale des
15 wenigstens einen Magnetfeldaufnehmers erfasst werden und eine Position des Rotors bezüglich des Stators unter Berücksichtigung der in den mehreren Kommutierungsschritten erfassten Signale des wenigstens einen Magnetfeldaufnehmers ermittelt wird.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, die Drehposition eines Rotors genauer zu erfassen. Der Elektromotor soll genauer angesteuert werden. Der Elektromotor soll
20 effizienter betrieben werden und kostengünstiger aufgebaut sein.

Wenigstens eine dieser Aufgaben wird durch ein Verfahren zur Ermittlung einer Drehposition mit den Merkmalen nach Anspruch 1 gelöst. Dadurch kann die Drehposition des Rotors im Betrieb des Elektromotors genau und zuverlässig erfasst werden. Der Elektromotor kann kostengünstiger ausgeführt werden.

25 Der Elektromotor kann in einem Fahrzeug angeordnet sein. Das Fahrzeug kann ein Hybridfahrzeug oder ein Elektrofahrzeug sein. Der Elektromotor kann in einem Antriebsstrang des Fahrzeugs angeordnet sein. Der Elektromotor kann ein Antriebsdrehmoment zur Fortbewegung des Fahrzeugs bereitstellen. Der Elektromotor kann eine Betätigung eines Betätigungselements, beispielsweise eines Getriebes und/oder einer
30 Kupplung, bewirken.

Der Elektromotor kann ein bürstenloser Gleichstrommotor sein. Der Elektromotor kann mit einer Wechselspannung angesteuert werden. Der Elektromotor kann mehrpolig aufgebaut sein.

5 Der Drehsensor kann ein Rotorlagesensor sein. Der Drehsensor kann ein Messelement und ein Drehelement aufweisen. Das Drehelement kann mit dem Rotor verbunden und um die Drehachse drehbar sein. Das Drehelement kann stirnseitig an dem Rotor angeordnet sein. Das Drehelement kann mehrere umfangsseitig angeordnete Teilsegmente aufweisen. Das Drehelement kann umfangsseitig angeordnete Teilsegmente aufweisen. Das Teilsegment
10 kann ein Kreissegment sein. Das einzelne Teilsegment kann als magnetisiertes Polpaar ausgeführt sein. Die Anzahl an Teilsegmenten kann gleich der Anzahl n an Polpaaren des Elektromotors sein. Das Messelement kann ein analoges Sensorsignal ausgeben. Das Sensorsignal kann ein sinusförmiges Sensorsignal oder ein kosinusförmiges Sensorsignal sein. Weisen die Teilsegmente Fehlstellungen auf, kann die Drehposition durch das vorgeschlagene Verfahren dennoch genau erfasst werden.

15 Das Messelement kann als Hallsensor ausgeführt sein. Das Messelement kann dem Drehelement axial gegenüberliegen. Das Messelement kann gehäusefest angeordnet sein.

Die Drehposition wird bevorzugt unabhängig von einer Drehgeschwindigkeit und/oder Drehbeschleunigung des Rotors ermittelt.

Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist es vorteilhaft, wenn die Abfolge von
20 Messwerten wenigstens zwei Messwerte aufweist, die zeitlich unmittelbar vor dem ersten Zeitpunkt liegen. Die Abfolge von Messwerten kann eine Anzahl an Messwerten aufweisen, die der Anzahl an Referenzwerten der Sensormesswertreferenz entspricht. Dadurch kann ein genauer Vergleich der Messwerte durchgeführt werden.

Bei einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Drehsensor ein
25 erstes Sensorelement und ein zweites Sensorelement aufweist und wenigstens einer der Messwerte einen ersten Teilmesswert des ersten Sensorelements und einen zweiten Teilmesswert des zweiten Sensorelements umfasst. Der erste Teilmesswert kann durch ein Sensorsignal des ersten Sensorelements und der zweite Teilmesswert kann durch ein Sensorsignal des zweiten Sensorelements berechnet werden. Das erste Sensorelement
30 kann als erstes Messelement ausgeführt sein. Das zweite Sensorelement kann als zweites Messelement ausgeführt sein. Das erste und zweite Sensorelement können um 90° zueinander um die Drehachse versetzt angeordnet sein. Das erste und/oder zweite Messelement kann als Hall-Sensor ausgeführt sein.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist vorteilhaft, bei der jeder der Referenzwerte und/oder der Messwerte aus der Abfolge an Messwerten den ersten Teilmesswert und den zweiten Teilmesswert umfasst. Auch kann der Referenzwert und/oder der Messwert mehr als zwei Teilmesswerte umfassen.

- 5 Bei einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass der erste Teilmesswert eine Amplitude eines sinusförmigen Sensorsignals des ersten Sensorelements ist. Auch kann der erste Teilmesswert eine Phase und/oder ein Offset des sinusförmigen Sensorsignals sein.

- Bei einer speziellen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorteilhaft, wenn der zweite
- 10 Teilmesswert eine Amplitude eines kosinusförmigen Sensorsignals des zweiten Sensorelements ist. Auch kann der zweite Teilmesswert eine Phase und/oder ein Offset des kosinusförmigen Sensorsignals sein.

- Bei einer speziellen Ausführung der Erfindung ist es von Vorteil, wenn der Elektromotor n Polpaare und die Sensormesswertreferenz wenigstens n Referenzwerte aufweist. Die Anzahl
- 15 an Referenzwerten kann gleich zu der Anzahl an Polpaaren des Elektromotors sein.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist vorteilhaft, bei der jeder einem jeweiligen Polpaar entsprechenden Drehposition wenigstens ein Referenzwert zugeordnet wird. Dadurch kann die zu ermittelnde Drehposition und die elektrische Periode des Elektromotors auf das zugeordnete Polpaar eingegrenzt werden.

- 20 Weiterhin wird wenigstens eine der zuvor angegebenen Aufgaben durch ein Verfahren zur Ermittlung einer elektrischen Winkelposition eines einem Elektromotor zugeordneten Rotors gelöst, mit dem die elektrische Winkelposition ermittelt wird, indem ein Verlauf einer Winkelabweichung der elektrischen Winkelposition abhängig von der wie zuvor beschriebenen ermittelten Drehposition berechnet und die elektrische Winkelposition
- 25 abhängig von der Winkelabweichung berichtigt wird.

- Weiterhin wird wenigstens eine der zuvor angegebenen Aufgaben durch ein Verfahren zur elektrischen Ansteuerung eines Elektromotors durch eine Kommutierung abhängig von einer wie zuvor beschrieben ermittelten elektrischen Winkelposition des Rotors gelöst. Dadurch kann die elektrische Winkelposition zur Kommutierung genauer erfasst werden. Die
- 30 elektrische Winkelposition kann unabhängiger von mechanischen Fehlern und Toleranzen ermittelt werden.

Bevorzugt wird die Kommutierung abhängig von der berichtigten elektrischen Winkelposition eingestellt. Die berichtigte elektrische Winkelposition kann kostengünstiger ermittelt und

dadurch die elektrische Ansteuerung des Elektromotors kostengünstiger durchgeführt werden. Der Elektromotor kann genauer elektrisch angesteuert werden. Die Winkelabweichung kann einen Korrekturwert für die auf Grundlage der elektrischen Winkelposition erfolgende Kommutierung bilden.

- 5 Die elektrische Winkelposition kann aus einem Sensorsignal des Drehsensors, bevorzugt aus dem Sensorsignal des ersten Sensorelements und dem Sensorsignal des zweiten Sensorelements, bevorzugt über eine Arcustangens-Funktion, insbesondere atan2-Funktion, berechnet werden. Dadurch kann die elektrische Winkelposition genau und kostengünstig ermittelt werden. Dabei können das kosinusförmige und sinusförmige Sensorsignal als
- 10 Eingabesignal zur Berechnung der elektrischen Winkelposition verwendet werden.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Figurenbeschreibung und den Abbildungen.

Figurenbeschreibung

- 15 Die Erfindung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Abbildungen ausführlich beschrieben. Es zeigen im Einzelnen:

Figur 1: Einen Ausschnitt einer räumlichen Ansicht eines Rotors zur Anwendung in einem Verfahren in einer speziellen Ausführungsform der Erfindung.

- Figur 2: Ein Verfahren zur Ermittlung einer Drehposition in einer speziellen Ausführungsform der Erfindung.
- 20

Figur 3: Einen Verlauf einer Winkelabweichung der elektrischen Winkelposition von der Drehposition.

Figur 4: Eine Sensormesswertreferenz und eine Abfolge von Messwerten.

- 25 Figur 1 zeigt einen Ausschnitt einer räumlichen Ansicht eines Rotors zur Anwendung in einem Verfahren in einer speziellen Ausführungsform der Erfindung. Der Elektromotor 10 umfasst einen Rotor 12, der um eine Drehachse 14 drehbar ist und einen hier nicht dargestellten Stator. Der Stator ist bevorzugt radial innerhalb des Rotors 12 angeordnet und umfasst Drehstromwicklungen, die durch eine Kommutierung elektrisch angesteuert werden,
- 30 um den Rotor 12 anzutreiben.

Der Elektromotor 10 ist mehrpolig aufgebaut und weist eine Anzahl n an Polpaaren 16 auf. Die Polpaare 16 werden durch Permanentmagnete 18 gebildet, die an einem Innenumfang des Rotors 12 angeordnet sind. Die Permanentmagnete 18 dienen dazu, dem von den Drehstromwicklungen ausgehenden Magnetfeld zu folgen, damit sich der Rotor 12 um die Drehachse 14 dreht.

An der Stirnseite des Rotors 12 ist ein ringförmig aufgebautes Drehelement 20 angeordnet. Das Drehelement 20 weist eine vorgegebene Anzahl von Teilsegmenten auf, die jeweils zumindest ein Polpaar 22 umfassen und umfangsseitig abwechselnd um die Drehachse 14 angeordnet sind. Die Permanentmagnete 18 weisen die gleiche Anzahl von Polpaaren 16 wie das Drehelement 20 auf. Ein Polpaar 22 des Drehelements 20 wird dabei von zwei gegensätzlich magnetisierten Magnetpolen N, S gebildet. Die Anzahl der Permanentmagnete 18 wird durch die Anzahl an Polpaaren 16 des Rotors 12 vorgegeben, wodurch bevorzugt auch die Anzahl der Magnetpole N, S auf dem Drehelement 20 vorgegeben wird.

Ein Magnetfeld des Drehelements 20 ist durch Messelemente, insbesondere Hall-Sensoren, erfassbar. Die Messelemente können dem Drehelement 20 axial gegenüberliegen und bevorzugt fest mit dem Stator verbunden sein.

Figur 2 zeigt ein Verfahren 100 zur Ermittlung einer Drehposition in einer speziellen Ausführungsform der Erfindung. Das Verfahren 100 zur Ermittlung einer Drehposition eines Rotors kann im Betrieb des Elektromotors angewendet werden. Die Drehposition des Rotors wird abhängig von Messwerten eines Drehsensors ermittelt, indem zu einem ersten Zeitpunkt im Betrieb des Rotors in einem einleitenden Schritt 102 ein Messsignal 104 des Drehsensors erfasst und aufgenommen wird. Das Messsignal 104 ist bevorzugt ein analoges Signal und umfasst insbesondere ein sinusförmiges Sensorsignal 104.1 und ein kosinusförmiges Sensorsignal 104.2. Das sinusförmige Sensorsignal 104.1 kann von einem ersten Sensorelement des Drehsensors und das kosinusförmige Sensorsignal 104.2 kann von einem zweiten Sensorelement des Drehsensors bereitgestellt werden. Das Messsignal 104 wird in einem nächsten Schritt 106 aufbereitet und als aufbereitetes Messsignal 108 ausgegeben. Dabei kann eine Amplitude, Phase und/oder ein Offset des jeweiligen Sensorsignals 104.1, 104.2 ausgewertet werden und in einem weiteren Schritt 110 verarbeitet werden. Anschließend wird daraus in einem nachfolgenden Schritt 112 die elektrische Winkelposition φ_e des Rotors berechnet.

Mit dem aufbereiteten Messsignal 108 und der elektrischen Winkelposition φ_e wird in einem anschließenden Schritt 114 die Drehposition φ_r des Rotors in Bezug auf die Drehachse berechnet. Dabei wird eine Sensormesswertreferenz 118 verwendet, die eine festgelegte Abfolge von Referenzwerten R , wie in Figur 4 a) gezeigt, umfasst. Die Referenzwerte R sind

bevorzugt Messwerte des Drehsensors, die einer tatsächlichen und überprüften Drehposition des Rotors zugeordnet sind. Die Referenzwerte R können beispielsweise vor einer Inbetriebnahme, insbesondere vor einer Erstinbetriebnahme, des Rotors aufgenommen und gespeichert werden und umfassen wie in Figur 4 a) dargestellt am Beispiel eines 10-poligen Elektromotors zehn Referenzwerte R, die jeweils Messwerten entsprechen, die aus einem ersten Teilmesswert R1, der beispielsweise eine Amplitude eines sinusförmigen Sensorsignals des ersten Sensorelements ist und einem zweiten Teilmesswert R2, der eine Amplitude eines kosinusförmigen Sensorsignals des zweiten Sensorelements ist, aufgebaut und dem jeweiligen Polsegment k des Rotors zugeordnet sind. Die Referenzwerte R können alternativ während des Betriebs des Elektromotors, insbesondere während dem Schritt 106, ermittelt werden.

Wieder mit Bezug auf Figur 2, werden weiterhin zur Ermittlung der Drehposition φ_r des Rotors zu einem ersten Zeitpunkt die zeitlich vor dem ersten Zeitpunkt aufgezeichneten Messwerte als eine Abfolge 120 von Messwerten verwendet. Wie in Figur 4 b) gezeigt, sind in der Abfolge 120 an Messwerten M eine gleiche Anzahl an Messwerten M wie in der Sensormesswertreferenz enthalten. Die an dem Rotor zu dem ersten Zeitpunkt X vorliegende Drehposition wird abhängig von einem Vergleich zwischen der Abfolge 120 von Messwerten X und X-1 bis X-9, die dem Zeitpunkt X vorausgehen und der Abfolge von Referenzwerten der Sensormesswertreferenz aus Figur 4 a) berechnet. Der Vergleich der Abfolge 120 der Messwerte M zu der Abfolge der Referenzwerte R kann dabei über eine zyklische Faltung erfolgen. Der Vergleich kann im Betrieb des Elektromotors parallel zu der Ermittlung der Drehposition erstellt und aktualisiert werden, ohne den Betrieb des Elektromotors zu beeinträchtigen.

Mit Bezug auf Figur 2 können mit der ermittelten elektrischen Winkelposition φ_e und der Drehposition φ_r in einem nachfolgenden Schritt 122 vorab erfasste Winkelabweichungen $\Delta\varphi$ berücksichtigt und berichtigt werden. Die Kommutierung des Elektromotors kann abhängig von der ermittelten Drehposition φ_r , der elektrischen Winkelposition φ_e und einem zuvor ermittelten Verlauf zwischen der Winkelabweichung $\Delta\varphi$ der elektrischen Winkelposition φ_e abhängig von der Drehposition φ_r berechnet werden. Ein Verlauf der Winkelabweichung $\Delta\varphi$ ist beispielhaft über die Drehposition φ_r in Figur 3 abgebildet. In Kenntnis der Drehposition φ_r kann über den gespeicherten Verlauf der Winkelabweichung $\Delta\varphi$ zu der ermittelten Drehposition φ_r die zu berücksichtigende Winkelabweichung $\Delta\varphi$ berechnet werden. Beispielsweise besteht in Figur 3 bei der Drehposition φ_r von 72° eine Winkelabweichung $\Delta\varphi$ von 5° .

Die Abfolge der Referenzwerte R und ein Verlauf von Winkelabweichungen $\Delta\varphi$ kann durch ein Verfahren aus dem Bereich der geberlosen Regelung ermittelt werden. Der Verlauf der Winkelabweichung $\Delta\varphi$ kann wie bei der Aufnahme der Sensormesswertreferenz vorab, beispielsweise nach Fertigung des Elektromotors und einer Erstinbetriebnahme und/oder

5 während des Betriebs des Elektromotors aufgezeichnet werden. Beispielsweise kann der Abweichungsverlauf funktional oder in einer Lookup-Tabelle hinterlegt sein. Bei der Ermittlung des Abweichungsverlaufs können mechanische Toleranzen berücksichtigt werden.

Um die Referenzwerte R der Sensormesswertreferenz 118, wie in Figur 4 a) angegeben

10 und/oder die Abfolge 120 an Messwerten M, wie in Figur 4 b) aufgeführt noch unterscheidbarer auszuführen, kann der Drehsensor geeignet verändert werden.

Bezugszeichenliste

	10	Elektromotor
	12	Rotor
5	14	Drehachse
	16	Polpaar
	18	Permanentmagnet
	20	Drehelement
	22	Polpaar
10	100	Verfahren
	102	Schritt
	104	Messsignal
	104.1	Sensorsignal
	104.2	Sensorsignal
15	106	Schritt
	108	aufbereitetes Messsignal
	110	Schritt
	112	Schritt
	114	Schritt
20	118	Sensormesswertreferenz
	120	Abfolge
	122	Schritt

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zur Ermittlung einer Drehposition (φ_r) eines einem Elektromotor (10) zugeordneten Rotors (12), der um eine Drehachse (14) gegenüber einem Stator
5 drehbar ist und dessen Drehposition (φ_r) durch wenigstens einen Messwert eines Drehsensors ermittelt wird, indem
zu einem ersten Zeitpunkt (X) im Betrieb des Rotors (12) wenigstens ein Messwert des Drehsensors mit einer gespeicherten Sensormesswertreferenz (118), umfassend Referenzwerte (R) als zuvor gespeicherte Messwerte des Drehsensors an
10 verschiedenen Drehpositionen (φ_r) des Drehsensors, verglichen wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Sensormesswertreferenz (118) eine festgelegte Abfolge (120) von Referenzwerten (R) aufweist und zeitlich vor dem ersten Zeitpunkt (X) aufgezeichnete Messwerte (M) als eine Abfolge (120) von Messwerten (M)
15 gespeichert werden, wobei die an dem Rotor (12) zu dem ersten Zeitpunkt (X) vorliegende Drehposition (φ_r) abhängig von einem Vergleich zwischen der Abfolge (120) von Messwerten (M) und der Abfolge von Referenzwerten (R) berechnet wird.
2. Verfahren (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abfolge (120) von Messwerten (M) wenigstens zwei Messwerte (M) aufweist, die zeitlich unmittelbar vor dem ersten Zeitpunkt (X) liegen.
20
3. Verfahren (100) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehsensor wenigstens ein erstes Sensorelement und ein zweites Sensorelement aufweist und wenigstens einer der Messwerte (M) einen ersten Teilmesswert (R1) des ersten Sensorelements und einen zweiten Teilmesswert (R2) des zweiten Sensorelements umfasst.
25
4. Verfahren (100) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der Referenzwerte (R) und/oder der Messwerte (M) aus der Abfolge (120) an Messwerten (M) den ersten Teilmesswert (R1) und den zweiten Teilmesswert (R2) umfasst.
30
5. Verfahren (100) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teilmesswert (R1) einem sinusförmigen Sensorsignal (104.1) zugeordnet ist.
35

-10-

6. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Teilmesswert (R2) einem kosinusförmigen Sensorsignal (104.2) zugeordnet ist.
- 5 7. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor (10) n Polpaare (16) und die Sensormesswertreferenz (118) wenigstens n Referenzwerte (R) aufweist.
- 10 8. Verfahren (100) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass jeder einem jeweiligen Polpaar (16) entsprechenden Drehposition (φ_r) wenigstens ein Referenzwert (R) zugeordnet wird.
- 15 9. Verfahren zur Ermittlung einer elektrischen Winkelposition (φ_e) eines einem Elektromotor (10) zugeordneten Rotors (12),
dadurch gekennzeichnet, dass
die elektrische Winkelposition (φ_e) ermittelt wird, indem
ein Verlauf einer Winkelabweichung ($\Delta\varphi$) der elektrischen Winkelposition (φ_e)
abhängig von der mit dem Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche
ermittelten Drehposition (φ_r) berechnet und die elektrische Winkelposition (φ_e)
20 abhängig von der Winkelabweichung ($\Delta\varphi$) berichtigt wird.
10. Verfahren zur elektrischen Ansteuerung eines Elektromotors (10) durch eine
Kommutierung abhängig von einer elektrischen Winkelposition (φ_e) des Rotors (12),
dadurch gekennzeichnet, dass
25 die Kommutierung abhängig von der nach Anspruch 9 ermittelten elektrischen
Winkelposition (φ_e) erfolgt.

1/3

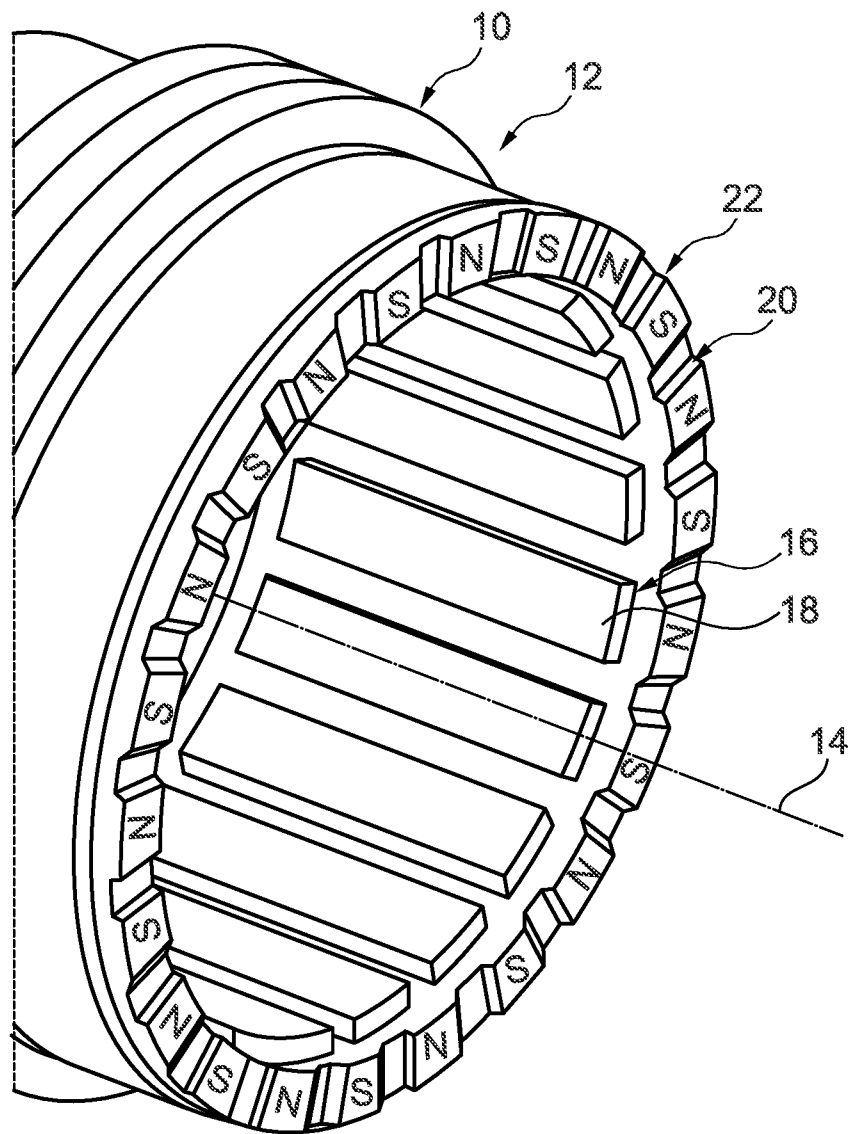


Fig. 1

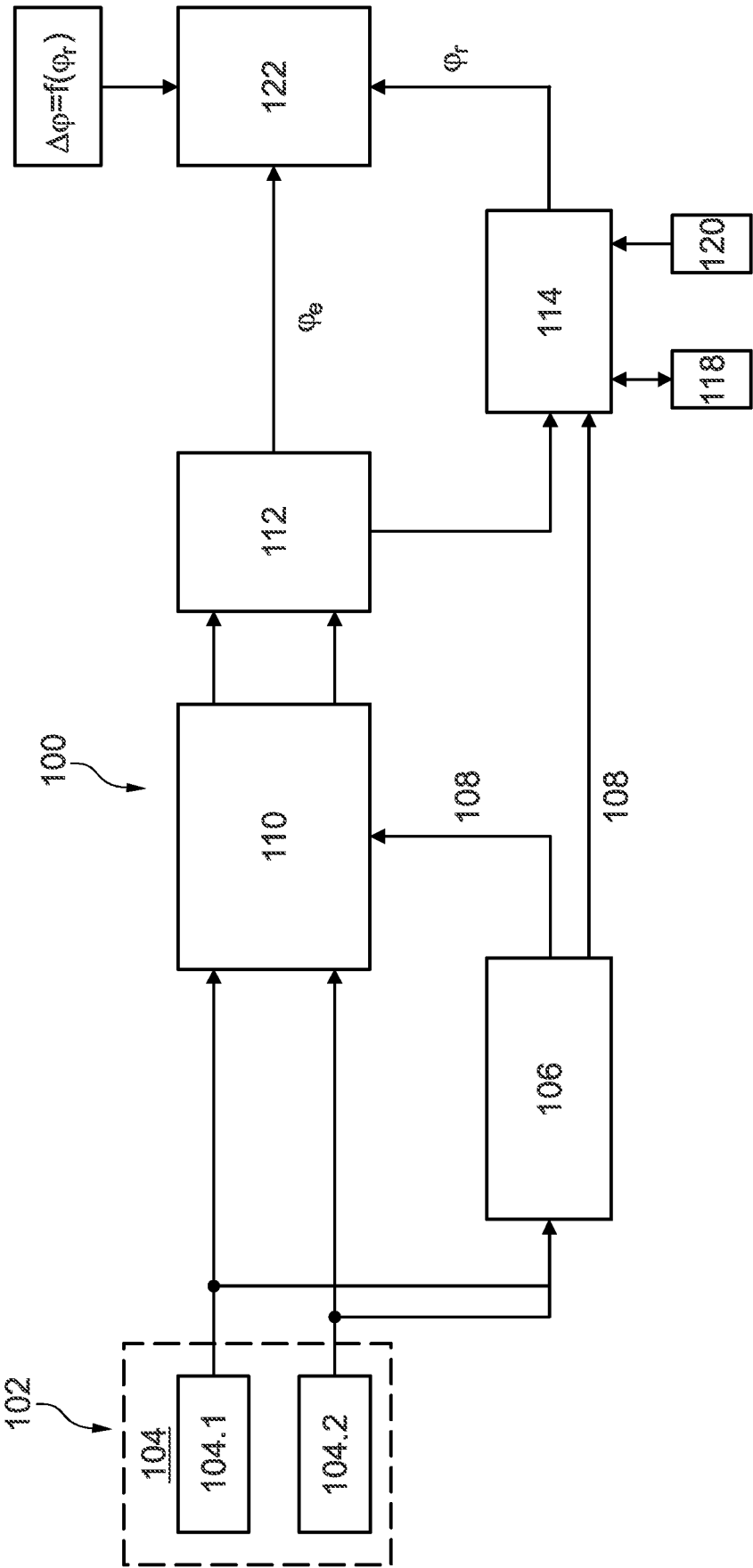


Fig. 2



Fig. 3

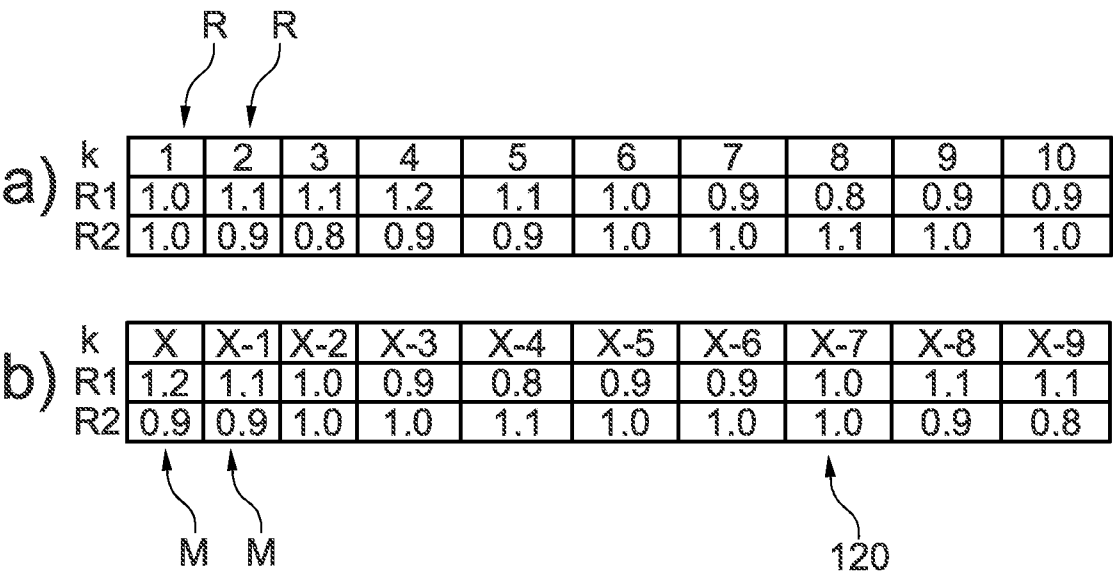


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2021/100464**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H02P 6/16**(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.
X	GB 2483177 A (PROTEAN ELECTRIC LTD [GB]) 29 February 2012 (2012-02-29) the whole document	1-10
A	DE 102005024879 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 07 December 2006 (2006-12-07) the whole document	1-10
A	US 2019367093 A1 (SUZUKI TAKAHIRO [JP] ET AL) 05 December 2019 (2019-12-05) the whole document	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

26 August 2021

Date of mailing of the international search report

03 September 2021

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

Fraïssé, Stéphane

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2021/100464

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
GB	2483177	A	29 February 2012	CN	103066756	A	24 April 2013
				EP	2771204	A2	03 September 2014
				GB	2483177	A	29 February 2012
				JP	6030142	B2	24 November 2016
				JP	2015507910	A	12 March 2015
				KR	20140079833	A	27 June 2014
				US	2014265970	A1	18 September 2014
				WO	2013057614	A2	25 April 2013
DE	102005024879	A1	07 December 2006	DE	102005024879	A1	07 December 2006
				US	2006290545	A1	28 December 2006
US	2019367093	A1	05 December 2019	DE	102019207576	A1	05 December 2019
				JP	2019207204	A	05 December 2019
				US	2019367093	A1	05 December 2019

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02P6/16
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.
X	GB 2 483 177 A (PROTEAN ELECTRIC LTD [GB]) 29. Februar 2012 (2012-02-29) das ganze Dokument	1-10
A	DE 10 2005 024879 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 7. Dezember 2006 (2006-12-07) das ganze Dokument	1-10
A	US 2019/367093 A1 (SUZUKI TAKAHIRO [JP] ET AL) 5. Dezember 2019 (2019-12-05) das ganze Dokument	1-10



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

26. August 2021

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/09/2021

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

Fraïssé, Stéphane

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2021/100464

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2483177 A	29-02-2012	CN 103066756 A	24-04-2013
		EP 2771204 A2	03-09-2014
		GB 2483177 A	29-02-2012
		JP 6030142 B2	24-11-2016
		JP 2015507910 A	12-03-2015
		KR 20140079833 A	27-06-2014
		US 2014265970 A1	18-09-2014
		WO 2013057614 A2	25-04-2013

DE 102005024879 A1	07-12-2006	DE 102005024879 A1	07-12-2006
		US 2006290545 A1	28-12-2006

US 2019367093 A1	05-12-2019	DE 102019207576 A1	05-12-2019
		JP 2019207204 A	05-12-2019
		US 2019367093 A1	05-12-2019
