

(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
26. Oktober 2012 (26.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/143250 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/056322
- (22) Internationales Anmeldedatum:
5. April 2012 (05.04.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 002 254.6
22. April 2011 (22.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WENDORFF, Eckhard** [DE/DE]; Hauptstraße 72, 98544 Zella-Mehlis (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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, MD, 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:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: POSITION SENSOR, IN PARTICULAR FOR DETERMINING THE POSITION OF A ROTOR OF A PLANAR DIRECT DRIVE

(54) Bezeichnung : POSITIONSGEBER INSBESONDERE ZUR BESTIMMUNG DER POSITION EINES LÄUFERS EINES PLANAREN DIREKTANTRIEBS

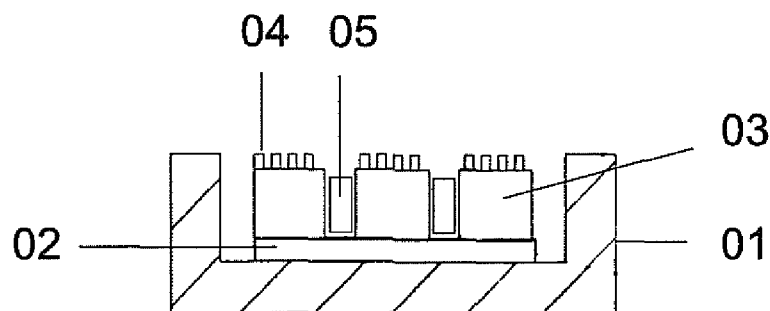


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a position sensor in particular for determining the position of a rotor of a planar direct drive, comprising a pan- or box-shaped, softmagnetic base body (01), at least one permanent magnet (02) arranged within the base body (01), wherein the north pole-south pole axis of the permanent magnet (02) extends perpendicularly to an open base surface of the base body (01), poles (03) having a tooth structure (04) and being arranged on the permanent magnet (02) in two rows parallel to the measurement direction, wherein the tooth flanks of the tooth structure (04) run parallel to a plane extending through the north pole-south pole axis of the permanent magnet (02), and further comprising sensors (05) arranged between the poles (03) for determining the field strength and/or the magnetic flux.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/143250 A2



Die Erfindung betrifft einen Positionsgeber insbesondere zur Bestimmung der Position eines Läufers eines planaren Direktantriebs mit einem wannen- oder kastenförmigen, weichmagnetischen Grundkörper (01), mindestens einem innerhalb des Grundkörpers (01) angeordneten Permanentmagneten (02), wobei die Nord-Südpol-Achse des Permanentmagneten (02) senkrecht zu einer offenen Grundfläche des Grundkörpers (01) verläuft, auf dem Permanentmagneten (02) in zwei zur Messrichtung parallelen Reihen angeordneten Polen (03) mit einer Zahnstruktur (04), wobei die Zahnflanken der Zahnstruktur (04) parallel zu einer durch die Nord-Südpol-Achse des Permanentmagneten (02) verlaufenden Ebene verlaufen, zwischen den Polen (03) angeordneten Sensoren (05) zur Ermittlung der Feldstärke und / oder des magnetischen Flusses.

Bezeichnung der Erfindung

5 Positionsgeber insbesondere zur Bestimmung der Position eines Läufers eines
planaren Direktantriebs

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Positionsgeber insbesondere zur Bestimmung der
10 Position eines Läufers eines planaren Direktantriebs.

Planare Direktantriebe, auch als Planarmotor bezeichnet, sind aus dem Stand der Technik bekannt. Hierzu sei beispielhaft auf die WO 2007/135006 A1 verwiesen, in welcher ein planarer Direktantrieb mit einer planen Passiveinheit mit magnetisierbaren Zähnen und einer Aktiveinheit mit Spulen zur Erzeugung eines veränderlichen Magnetflusses beschrieben ist.

20 Positionsgeber nach dem Gebiet der Erfindung werden bei linearen und planaren Direktantrieben zur Bestimmung der Lage des Läufers bezüglich der Zahnstruktur des Stators verwendet.

Aus der DE 195 13 325 A1 ist eine Hallsensorwegmesseinrichtung insbesondere zur planaren Feinpositionierung im μ -Bereich bekannt. Nachteilig bei dieser Wegmesseinrichtung ist, dass die Hysterese relativ groß ist. Ein weiterer Nach-
25 teil ist die Abhängigkeit der Sensorsignale von der Geschwindigkeit der Läuferbewegung.

Die DE 101 03 478 A1 beschreibt einen Positionssensor für den Anker eines elektromagnetischen Schrittmotors. Der Positionssensor umfasst zwei mehrteilige U-förmige Magnetleiter, wobei auf den Polen der Eisenkerne jedes Magnetleiters Zähne ausgebildet sind und die Differenz der Gruppenkoordination der Zähne gleich $(a \pm 0,5)Z$ ist (a beliebige ganze Zahl, Z Periode der Anordnung der Zähne). An eines der Teile der U-förmigen Magnetleiter ist ein Dauerma-

net in Reihe angeschlossen. Magnet-Induktionswandler sind konstruktiv oder in magnetischer Beziehung so in der Nähe eines Paares von gleichnamigen Magnetpolen der Eisenkerne eines Paares von U-förmigen Magnetleitern angebracht, dass das Ausgangssignal der Wandler direkt proportional zur Differenz
5 der magnetomotorischen Kraft dieser Magnetpole ist. Nachteilig bei diesem Positionssensor ist, dass der Nord-Südpol des Dauermagneten quer zwischen den Zähnen der Magnetleiter verläuft, wodurch der magnetische Fluss immer durch zwei Pole verläuft. Das erzeugte Sensorsignal ist dadurch bedingt relativ schwach und außerdem auch empfindlich für magnetische Störfelder.

10

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht ausgehend von der DE 101 03 478 A1 darin, einen Positionsgeber zur Verfügung zu stellen, welcher ein stärkeres Sensorsignal liefert und relativ unempfindlich gegenüber magnetischen Störfeldern ist.

15

Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe dient ein Positionsgeber gemäß dem beigefügtem Anspruch 1.

Der erfindungsgemäße Positionsgeber umfasst einen wannen- oder kasten-
20 förmigen Grundkörper aus einem weichmagnetischen Material. Innerhalb dieses Grundkörpers ist mindestens ein Permanentmagnet derart angeordnet, dass seine Nord-Südpol-Achse senkrecht zu einer offenen Grundfläche des Grundkörpers verläuft. Auf diesem Permanentmagneten sind in zwei zur Messrichtung parallele Reihen Pole mit einer Zahnstruktur angeordnet, wobei die
25 Zahnflanken der Zahnstruktur parallel zu einer die Nord-Südpol-Achse des Permanentmagneten einschließenden Ebene verlaufen. Zwischen den Polen befinden sich Sensoren zur Ermittlung der Feldstärke und/oder des magnetischen Flusses.

30 Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Gebers besteht darin, dass durch die Anordnung des Permanentmagneten der sich beim Schließen der magnetischen Kreise jeweils ergebende magnetische Fluss immer nur durch einen Pol des Gebers verläuft. Aus diesem Grund kann ein im Vergleich zum

Stand der Technik wesentlich stärkeres Sensorsignal erzeugt werden. Durch die Realisierung einer höheren magnetischen Aussteuerung besteht eine geringere Störempfindlichkeit gegenüber Restmagnetfeldern. Außerdem steht ein höherer Nutzpegel zur Verfügung. Da der Permanentmagnet nicht mehr zwischen den Polen des Gebers angeordnet ist, kann ein geringerer seitlicher Abstand zwischen den Polen und damit eine geringere Ausdehnung des Positionsgebers realisiert werden, was den Vorteil einer geringeren Empfindlichkeit auf Verdrehung mit sich bringt. Die magnetische Aussteuerung der einzelnen Pole kann separat eingestellt werden. Da die Pole nicht mehr in Reihe geschaltet sind, besteht auch nicht mehr das Problem einer gegenseitigen Beeinflussung des magnetischen Flusses.

Der Grundkörper, der ein- oder mehrteilig ausgebildet sein kann, dient neben seiner Funktion als Gebergehäuse auch als magnetische Abschirmung und sorgt somit für die magnetische und elektromagnetische Abschirmung der Pole sowie der Sensoren. Es erfolgt insbesondere eine Abschirmung gegen magnetische Störfelder aus dem Motorluftspalt (Kurzschluss dieser Felder) sowie eine allseitige Abschirmung gegen elektromagnetische Felder. Durch die Abschirmfunktion des Grundkörpers wird sichergestellt, dass die Magnetfelder des Antriebs nur einen vernachlässigbar geringen Einfluss auf die Messsignale der Sensoren haben. Weiterhin wird durch den Grundkörper eine konstante Vormagnetisierung für den genutzten Statorabschnitt erreicht. Damit werden durch Vormagnetisierung hervorgerufene Störungen der Messsignale weitestgehend verhindert.

25

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst der Geber sechs Pole. Die Zahnstruktur der sich in einer ersten Reihe befindenden Pole sind hierbei um jeweils eine Viertel Periode versetzt und die Zahnstruktur der in einer zweiten Reihe angeordneten Pole ist jeweils in Bezug zur ersten Reihe um eine halbe Periode versetzt.

30

Als das Messmagnetfeld erzeugende Quelle kann ein Permanentmagnet, der vorzugsweise als magnetische Platte ausgebildet ist, verwendet werden. Dar-

über hinaus ist es aber auch möglich, z.B. sechs auf dem Grundkörper regelmäßig verteilt angeordnete Permanentmagnete einzusetzen. Die magnetische Platte und die einzelnen Permanentmagneten nehmen den gleichen Bauraum ein.

5

Nach einer weiteren zweckmäßigen Ausführungsform ist der Positionsgeber mit acht Polen ausgebildet. Bei dieser Ausführung ist die Zahnstruktur eines sich in einer ersten Reihe befindenden zweiten Pols um 0,5 Periode versetzt, die Zahnstruktur eines sich in einer ersten Reihe befindenden dritten Pols ist um 0,25 Periode versetzt, die Zahnstruktur eines sich in einer ersten Reihe befindenden vierten Pols ist um 0,75 Periode versetzt, die Zahnstruktur der in einer zweiten Reihe angeordneten Pole in Bezug zur ersten Reihe ist jeweils um eine halbe Periode versetzt. Auch bei dieser Ausführungsform kann ein als magnetische Platte ausgeführter Permanentmagnet eingesetzt werden. Alternativ ist die Verwendung von acht Permanentmagneten möglich.

Von Vorteil ist es, den Positionsgeber auf einer Platte aus einem weichmagnetischen Material anzuordnen. Durch die weichmagnetische Platte schließen sich die magnetischen Kreise, bestehend aus den Permanentmagneten, den Polen und dem kastenförmigen Grundkörper.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die weichmagnetische Platte ein Statorabschnitt, welcher eine Zahnstruktur aufweist. Hierbei hat es sich als günstig erwiesen, wenn die Periode der Zahnstruktur der einzelnen Pole der Periode der Zahnstruktur des Stators entspricht.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform, unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

30

Fig. 1: einen erfindungsgemäßen Geber in einer Ansicht von oben;

Fig. 2: den erfindungsgemäßen Geber in einer Schnittdarstellung entlang einer Linie A-A in Fig. 1;

Fig. 3: den erfindungsgemäßen Geber in einer Schnittdarstellung entlang einer Linie B-B in Fig. 1.

5

Ein erfindungsgemäßer Geber umfasst einen wannen- oder kastenförmigen, weichmagnetischen Grundkörper 01. Der Grundkörper 01 ist ein- oder mehrteilig aufgebaut und umschließt den Sensor an seinen Seitenflächen und der Deckfläche. Die der Deckfläche gegenüberliegende Grundfläche bleibt zumindest teilweise geöffnet. Im Inneren dieses Grundkörpers 01 ist bei der hier gezeigten Ausführungsform ein Permanentmagnet 02 in Form einer magnetischen Platte angeordnet. Bei alternativen Ausführungsformen können mehrere, einzelne Permanentmagneten 02 zum Einsatz kommen. Die Einzelmagneten und die magnetische Platte nehmen dabei im Wesentlichen den gleichen Bauraum ein. Auf dem Permanentmagneten 02 sind in zwei zur Messrichtung parallelen Reihen jeweils drei Pole 03 angeordnet. Eine andere Polzahl ist natürlich ebenfalls möglich. Als vorteilhaft hat sich beispielsweise die Anordnung von insgesamt acht Polen 03 erwiesen.

20 Die Pole 03 weisen eine Zahnstruktur 04 auf. Die Zahnflanken der Zahnstruktur 04 verlaufen parallel zu einer die Nord-Südpol-Achse des Permanentmagneten 02 einschließenden Ebene. Wie insbesondere Fig. 1 bzw. Fig. 2 entnommen werden kann, ist die Zahnstruktur 04 der sich in einer ersten Reihe befindenden Pole 03 um jeweils eine Viertel Periode versetzt. Die Zahnstruktur 04 der in einer zweiten Reihe angeordneten Pole 03 ist in Bezug zur ersten Reihe jeweils um eine halbe Periode versetzt.

Zwischen den Polen 03 sind Sensoren 05 angeordnet, welche zur Ermittlung der Feldstärke und/oder des magnetischen Flusses dienen. Als Sensoren können beispielsweise magnetoresistive Sensoren oder Hall-Sensoren eingesetzt werden.

30

Wird der erfindungsgemäße Geber auf einer weichmagnetischen Platte (nicht dargestellt) angeordnet, schließen sich bei der gezeigten Ausführungsform insgesamt sechs magnetische Kreise bestehend aus dem Permanentmagnet 02, 5 den Polen 03 und dem Grundkörper 01. Die Feldlinien jedes Kreises verlaufen aufgrund der senkrecht zur Lauffläche des Antriebes stehenden Nord-Südpol-Achse des Permanentmagnetes 02 jeweils nur durch einen Pol 03 des Gebers.

Der Grundkörper 01 dient nicht nur als Gebergehäuse, sondern bietet gleichzeitig eine magnetische und elektromagnetische Abschirmung der Pole 03 sowie 10 der Sensoren 05. Der Grundkörper 01 ist dafür magnetisch im Wesentlichen geschlossen, mit Ausnahme der Grundfläche, in der die Zahnstruktur 04 der Pole liegt. Außerdem sorgt der Grundkörper 01 für eine gleichartige, konstante Magnetisierung der Lauffläche des Antriebes im jeweils vom Geber überdeck- 15 ten Bereich. Nach einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Lauffläche ein Statorabschnitt. Der Statorabschnitt weist eine Zahnstruktur auf. Zweckmäßigerweise entspricht die Periode der Zahnstruktur 04 der einzelnen Pole 03 der Periode der Zahnstruktur des Statorabschnitts.

20 Der erfindungsgemäße Geber kann am Läufer des Direktantriebs befestigt oder in diesen integriert sein. Die Pole des Gebers befinden sich dann vorzugsweise in einer Ebene mit den Polzähnen des Läufers.

Bezugszeichenliste

- 01 - Grundkörper
- 02 - Permanentmagnet
- 5 03 - Pole
- 04 - Zahnstruktur
- 05 - Sensor

Patentansprüche

1. Positionsgeber, insbesondere zur Bestimmung der Position eines Läufers eines planaren Direktantriebs, umfassend:
 - einen wannen- oder kastenförmigen, weichmagnetischen Grundkörper (01);
 - mindestens einen innerhalb des Grundkörpers (01) angeordneten Permanentmagneten (02), wobei die Nord-Südpol-Achse des Permanentmagneten (02) senkrecht zu einer offenen Grundfläche des Grundkörpers (01) verläuft;
 - auf dem Permanentmagneten (02) in zwei zur Messrichtung parallelen Reihen angeordnete Pole (03) mit einer Zahnstruktur (04), wobei die Zahnflanken der Zahnstruktur (04) parallel zu einer die Nord-Südpol-Achse des Permanentmagneten (02) einschließenden Ebene verlaufen;
 - zwischen den Polen (03) angeordnete Sensoren (05) zur Ermittlung der Feldstärke und/oder des magnetischen Flusses.
2. Positionsgeber nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** er sechs Pole (03) umfasst, wobei die Zahnstruktur (04) der sich in einer ersten Reihe befindenden Pole (03) um jeweils eine Viertel Periode versetzt ist und die Zahnstruktur (04) der in einer zweiten Reihe angeordneten Pole (03) in Bezug zur ersten Reihe jeweils um eine halbe Periode versetzt ist.
3. Positionsgeber nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Permanentmagnet in mehrere Permanentmagnete (02) zerteilt ist, die im Grundkörper (01) regelmäßig verteilt und mit jeweils einem der Pole in axialer Richtung ausgerichtet sind.

4. Positionsgeber nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** er acht Pole (03) umfasst, wobei die Zahnstruktur (04) eines sich in einer ersten Reihe befindenden zweiten Pols (03) um 0,5 Periode versetzt ist, wobei die Zahnstruktur (04) eines sich in einer ersten Reihe befindenden dritten Pols (03) um 0,25 Periode versetzt ist, wobei die Zahnstruktur (04) eines sich in einer ersten Reihe befindenden vierten Pols (03) um 0,75 Periode versetzt ist, wobei die Zahnstruktur (04) der in einer zweiten Reihe angeordneten Pole (03) in Bezug zur ersten Reihe um jeweils eine halbe Periode versetzt ist.
5. Positionsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** er in oder an einem Läufer eines Direktantriebs angeordnet ist.
6. Positionsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grundkörper (01) die weiteren Bestandteile des Positionsgebers seitlich und an einer Deckfläche vollständig umschließt, während eine der Deckfläche gegenüberliegende Grundfläche des Grundkörpers wenigstens teilweise geöffnet ist, um die Pole (03) frei zu geben.
7. Positionsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Periode der Zahnstruktur (04) der einzelnen Pole (03) der Periode der Zahnstruktur des Stators des Direktantriebs entspricht.

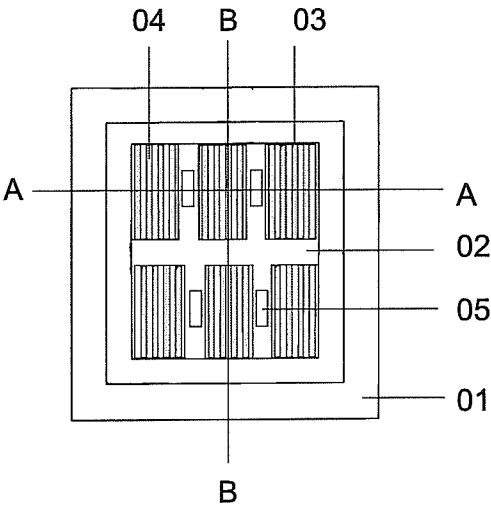


Fig. 1

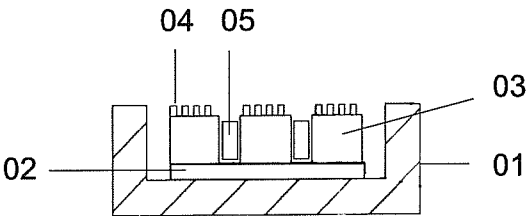


Fig. 2

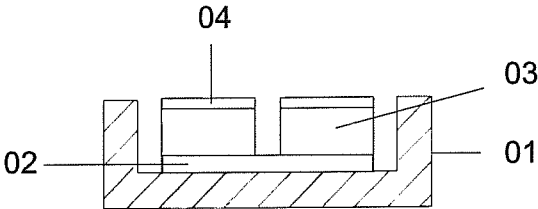


Fig. 3