(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
24. Dezember 2014 (24.12.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/202065 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01D 5/245 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2014/200173

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. April 2014 (16.04.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 211 797.3 21. Juni 2013 (21.06.2013) DE

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

(72) Erfinder: **KAUFNER, Benjamin**; An den Weihern 9, 96135 Stegaurach (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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, 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, 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).

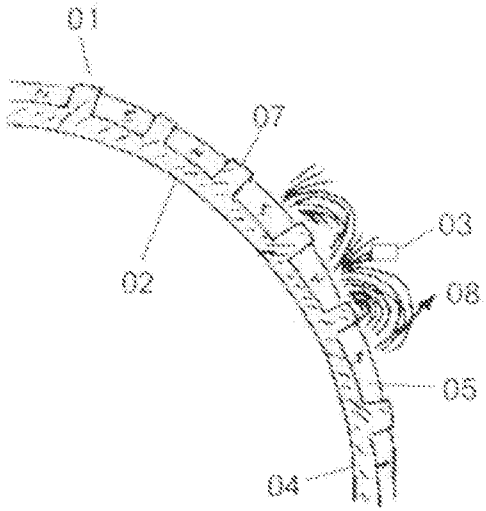
Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

WO 2014/202065 A1

(54) Title: MAGNETIC ROTOR WITH IMPROVED FIELD ANGLE ADJUSTMENT

(54) Bezeichnung : POLRAD MIT VERBESSERTER FELDWINKELÄNDERUNG



(57) Abstract: The invention relates to a magnetic rotor (02) comprising a disc-like support (04) with at least one track (05) composed of alternatingly arranged magnetic north and south poles. The rotor according to the invention is characterised in that each magnetic pole is provided with a magnetic yoke (07) which magnetically isolates the pole from the adjacent pole. The invention also relates to a sensor system for measuring the speed of a rotating component, comprising such a magnetic rotor (02) and at least one magnetic field sensor (03) for scanning the track (05) on the magnetic rotor (02).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Polrad (02) umfassend einem scheibenförmigen Träger (04) mit mindestens einer Spur (05) von abwechselnd angeordneten magnetischen Nord- und Südpolen. Das erfindungsgemäße Polrad zeichnet sich dadurch aus, dass jeder magnetische Pol mit jeweils einem magnetischen Rückschluss (07) versehen ist welcher den Pol vom jeweiligen Nachbarpol magnetisch trennt Die Erfindung betrifft auch ein Sensorsystem zur Drehzahlmessung eines drehbaren Bauteile umfassend ein derartiges Polrad (02) sowie mindestens einen Magnetfeldsensor (03) zum Abtasten der Spur (05) des Polrades (02).

Polrad mit verbesserter Feldwinkeländerung

Die Erfindung betrifft ein Polrad umfassend einen vorzugsweise scheibenförmigen Träger mit mindestens einer Spur von abwechselnd angeordneten magnetischen Nord- und Südpolen. Die Erfindung betrifft weiterhin auch ein Sensorsystem zur Drehzahlmessung eines drehbaren Bauteils umfassend ein derartiges Polrad.

Polräder können als Drehzahl- oder Winkelgeber verwendet werden. Ein typisches Einsatzfeld sind elektrische Antriebe für Fahrzeuge. So werden in der Winkel- und Kommutierungssensorik Polräder verwendet, um abhängig von der Drehbewegung eines Bauteils Signale zu erzeugen. Polräder werden beispielsweise häufig als Signalgeber für ABS- und Drehzahlsensoren verwendet. Polräder umfassen einen scheiben- oder ringförmigen Träger, welcher mindestens eine Spur von magnetischen Nord- und Südpolen aufweist. Die Magnetpole dienen als Maßverkörperung und können mit Magnetfeldsensoren berührungslos abgetastet werden.

Die WO 2012/038169 A1 zeigt ein Sensorsystem zur Drehzahlmessung eines drehbaren Maschinenelementes, insbesondere einer Radnabe, mit einem Signalgeber und einem ersten und einem zweiten Sensor. Der Signalgeber ist mit dem drehbaren Maschinenelement gekoppelt und zu dessen Drehachse konzentrisch angeordnet und weist in Umfangsrichtung sich abwechselnde alternierende Informationsbereiche zweier unterschiedlicher Arten auf. Der erste Sensor steht in Wechselwirkung mit einem Informationsbereich und der zweite Sensor steht in Wechselwirkung mit einem Grenzbereich zweier benachbarter Informationsbereiche. Ein Informationsbereich erster Art ist vorzugsweise als

magnetischer Pluspol und ein Informationsbereich zweiter Art als magnetischer Minuspol ausgeführt.

Aus der DE 10 2004 010 948 B4 ist eine Winkelmesseinrichtung für eine Kurbelwelle einer Verbrennungskraftmaschine bekannt. Die Winkelmesseinrichtung umfasst einen Tragkörper mit einer ersten als Kreisringfläche ausgebildeten magnetischen Spur und einer zweiten als Zylindermantelfläche ausgebildeten Spur. Jede Spur ist durch mindestens einen elektromagnetischen Sensor abtastbar.

Die DE 102 10 372 A1 beschreibt einen Drehwinkelsensor mit einem scheibenförmigen Träger einer ersten Spur von magnetischen Nord- und Südpolen und einer zweiten Spur von magnetischen Nord- und Südpolen mit einer von der ersten Spur abweichenden Anzahl von Nord- und Südpolen und mit je einem Sensorelement zur Detektion der ersten und der zweiten Spur. Mit der ersten Spur wird nach Inbetriebnahme des Drehwinkelsensors eine erste grobe Erfassung des Drehwinkels des Spurträgers durchgeführt und mit der zweiten Spur eine hochaufgelöste Erfassung des Drehwinkels realisiert. Das sinusförmige Signal des Drehwinkelsensors wird durch Anwendung einer Winkelfunktion linearisiert.

Die im Stand der Technik verwendeten Polräder weisen naturgemäß nichtlineare Kennlinien ihres Feldverlaufs zur Polradposition auf. Soweit nur die Winkelstellung des Polrades mit einer Genauigkeit, die etwa dem Abstand benachbarter Pole entspricht, erfasst werden muss, können die von den Polen am Sensor hervorgerufenen Impulse ausgewertet werden. Insbesondere wenn die Position zwischen zwei benachbarten Polen genauer bestimmt werden soll, bereitet die Auswertung der nicht-linearen Kennlinien erhebliche Schwierigkeiten. Um ein in vielen Anwendungen gewünschtes Maß an linearem Signalverlauf zu erhalten, ist es bekannt, das vom Sensor erfasste Signal nachträglich über geeignete Softwarealgorithmen auf einem Mikrocontroller oder in einem Steuergerät zu linearisieren. Problematisch an dieser Vorgehensweise ist, dass die rechnerische Linearisierung eines Sensorsignals in der Regel eine ungleichmäßig über

den Messbereich verteilte Sensitivität überdeckt. Ein originär bereits lineares Signal ist wesentlich robuster und reagiert auf Toleranzschwankungen im gesamten Messbereich auf gleiche Art und Weise. Weiterhin nachteilig ist, dass Mikrocontroller und die zur Linearisierung verwendeten Softwarealgorithmen Kosten verursachen. Außerdem muss die Nichtlinearität des Signals bekannt sein, um einen geeigneten Linearisierungsalgorithmus darauf anwenden zu können.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Polrad zur Verfügung zu stellen, dessen magnetisches Feld einem Sensor, der die Feldrichtung bzw. –stärke auswertet, eine möglichst lineare Feldwinkeländerung pro Polraddrehung bietet. Weiterhin soll ein Sensorsystem zur Drehzahlmessung, welches ein derartiges Polrad verwendet, zur Verfügung gestellt werden.

Zur Lösung der Aufgabe dient ein Polrad gemäß dem beigefügten Anspruch 1.

Das erfindungsgemäße Polrad zeichnet sich dadurch aus, dass jeder magnetische Pol mit jeweils einem magnetischen Rückschluss versehen ist, welcher den Pol vom jeweiligen Nachbarpol magnetisch trennt. Die Verwendung magnetischer Rückschlüsse bewirkt eine Optimierung des Verlaufs des Vektorfeldes dahingehend, dass an einer geeigneten Sensorposition ein näherungsweise linearer Zusammenhang zwischen Feldwinkeländerung und Polradwinkeländerung entsteht. Ein zum Abtasten der Spur des Polrades verwendeter Sensor liefert somit ein näherungsweise lineares Sensorsignal, welches wesentlich robuster ist und auf Toleranzschwankungen im gesamten Messbereich gleich reagiert. Da am Sensor erfindungsgemäß bereits ein lineares Signal vorliegt, entfällt die bislang erforderliche, aufwendige Linearisierung des Sensorsignals, was nicht zuletzt auch aus Kostengründen sehr vorteilhaft ist.

Der magnetische Rückschluss ist vorzugsweise als ferromagnetisches Flussleitstück ausgeführt.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform weist der magnetische Rückschluss zwischen den Polen eine Breite von 25 % bis 30 % der Breite eines magnetischen Poles auf. Weiterhin hat es sich als zweckmäßig erwiesen, wenn der magnetische Rückschluss eine Dicke von 100 % bis 120 % der Dicke eines magnetischen Poles besitzt. Diese Angaben stellen Optimalwerte dar, welche bei Praxistests mit einem Polrad mit 20 magnetischen Nordpolen und 20 magnetischen Südpolen ermittelt wurden. Anders dimensionierte magnetische Rückschlüsse sind natürlich möglich. So können für mehr bzw. weniger als 20 magnetische Polpaare andere Dimensionierungen für die magnetischen Rückschlüsse sinnvoll sein.

Das Polrad kann als radiales Polrad ausgeführt sein. Bei radialen Polrädern ist die Spur der magnetischen Nord- und Südpole als Zylindermantelfläche ausgebildet. Die Spur weist eine radiale Wirkrichtung auf und kann mittels eines magnetischen Sensors radial abgefragt werden.

Bei alternativen Ausführungsformen kann das Polrad als axiales Polrad ausgebildet sein. Axiale Polräder besitzen eine als Zylindermantelfläche ausgebildete Spur magnetischer Nord- und Südpole. Die Spur weist eine axiale Wirkrichtung auf und kann mit Hilfe eines magnetischen Sensors axial abgefragt werden.

Weiterhin sind Ausführungsformen möglich, bei denen das Polrad mehr als eine Spur magnetischer Nord- und Südpole aufweist. Es können mehrere Spuren mit radialer bzw. axialer Wirkrichtung ausgebildet sein. Ebenso ist eine Kombination von Spuren mit radialer und axialer Wirkrichtung möglich. Bei diesen Ausführungen besitzt wiederum jeder magnetische Pol einen magnetischen Rückschluss.

Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, wenn alle Pole jeweils einen gleichen Polwinkel aufweisen.

Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe dient auch ein Drehwinkelsensor gemäß dem beigefügten Anspruch 10. Der erfindungsgemäße Drehwinkel-

sensor umfasst das bereits beschriebene Polrad sowie mindestens einen Magnetfeldsensor zum Abtasten der Spur des Polrades.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: ein erfindungsgemäßes Sensorsystem zur Drehzahlmessung in einer Teilansicht von oben;

Fig. 2: ein Sensorsystem zur Drehzahlmessung nach dem Stand der Technik in einer Teilansicht von oben;

Fig. 3: ein Diagramm zur vektorielle Darstellung der magnetischen Flussdichte im Luftspalt bei einem Polpaar eines erfindungsgemäßen Polrades;

Fig. 4: ein Diagramm zur Darstellung der vom Magnetfeldsensor des erfindungsgemäßen Sensorsystems detektierten bzw. ermittelten Signale;

Fig. 5: ein Diagramm zur Darstellung des Linearisierungsfehlers des erfindungsgemäßen Sensorsystems;

Fig. 6: ein Diagramm zur vektoriellen Darstellung der magnetischen Flussdichte im Luftspalt bei einem Polpaar eines Polrades nach dem Stand der Technik;

Fig. 7: ein Diagramm zur Darstellung der vom Magnetfeldsensor eines Sensorsystems nach dem Stand der Technik detektierten bzw. ermittelten Signale;

Fig. 8: ein Diagramm zur Darstellung des Linearisierungsfehlers des Sensorsystems nach dem Stand der Technik.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Sensorsystem zur Drehzahlmessung in einer Teilansicht von oben. Das erfindungsgemäße Sensorsystems 01 umfasst ein Polrad 02 sowie einen Magnetfeldsensor 03. Das Polrad 02 besteht aus einem scheibenförmigen Träger 04, welcher eine als Zylindermantelfläche ausgebildete Spur 05 von abwechselnd angeordneten magnetischen Nord- und Südpolen aufweist. Ein Polrad 02 mit derart angeordneten magnetischen Nord- und Südpolen wird als radiales Polrad 02 bezeichnet, da das Magnetmaterial radial auf dem Träger 04 aufgebracht ist und somit eine radiale Wirkrichtung hat.

Jeder magnetische Pol ist mit einem magnetischen Rückschluss 07 versehen, welcher den Pol vom jeweiligen Nachbarpol trennt. Die magnetischen Rückschlüsse 07 sind vorzugsweise als ferromagnetische Flussleitstücke ausgeführt. Diese Flussleitstücke fassen den magnetischen Pol vorzugsweise allseits ein, mit Ausnahme der Fläche, die dem Magnetfeldsensor 03 unmittelbar gegenüberliegt und von diesem erfasst werden soll. Jeder magnetische Rückschluss 07 ist bevorzugt so dimensioniert, dass er zwischen den Polen einen Materialsteg ausbildet mit einer Breite von 25 % bis 30 % der Breite eines magnetischen Poles, welcher sich zwischen zwei Materialstege erstreckt. Eine Bodenfläche des Rückschlusses 07, die unter dem magnetischen Pol liegt, weist vorzugsweise eine Dicke von 100 % - 120 % der Dicke eines magnetischen Poles auf. Der magnetische Rückschluss 07 fasst die einzelnen Pole taschenartig ein und ist bevorzugt als Ring aufgebaut mit radial nach Außen stehenden Stegen, die zwischen den einzelnen Polen liegen. Diese Ausführung der magnetischen Rückschlüsse 07 hat sich insbesondere bei Verwendung von 20 magnetischen Nordpolen und 20 magnetischen Südpolen (20 Polpaaren) als besonders günstig erwiesen. Der beispielsweise als Hallsensor ausgeführte Magnetfeldsensor 03 ist radial zum Polrad 02 ausgerichtet, um die Spur 05 radial abtasten zu können.

Bei alternativen Ausführungsformen kann die Spur 05 magnetischer Nord- und Südpole als Kreisringfläche ausgebildet sein. Derartige Polräder 02 werden als axiale Polräder 02 bezeichnet. Bei axialen Polrädern 02 ist das Magnetmaterial

axial auf dem Träger 04 aufgebracht und weist somit eine axiale Wirkrichtung auf. Der Magnetfeldsensor 03 ist wiederum entsprechend positioniert, d. h. in diesem Fall axial zum Polrad 02 ausgerichtet, um axial abtasten zu können.

In Fig. 1 ist auch das magnetische Feld des erfindungsgemäßen Polrades 02 dargestellt. Durch Verwendung der magnetischen Rückschlüsse 07 wird das magnetische Feld des erfindungsgemäßen Polrades 02 dahingehend optimiert, dass es dem Magnetfeldsensor 03 eine annähernd lineare Feldwinkeländerung pro Polraddrehung bietet. Somit kann die bislang erforderliche, nachträgliche rechentechnische Linearisierung des Sensorsignals entfallen.

Zum Aufzeigen der Unterschiede des erfindungsgemäßen Sensorsystems 01 zum bekannten Stand der Technik ist in Fig. 2 ein Sensorsystem 01 nach dem Stand der Technik in einer Teilansicht von oben dargestellt. Das vorbekannte Sensorsystems 01 umfasst ein radiales Polrad 02 mit einem Träger 04, auf welchem eine Spur 05 von abwechselnd angeordneten magnetischen Nord- und Südpolen aufgebracht ist, sowie einen Magnetfeldsensor 03. Das vorbekannte Polrad 02 weist jedoch keine magnetischen Rückschlüsse auf. Das sich ergebende magnetische Feld des vorbekannten Polrades 02 bietet dem Magnetfeldsensor 03 eine nichtlineare Feldwinkeländerung bei der Polraddrehung zwischen benachbarten Polen. Zur Erzielung eines linearen Signalverlaufs muss das vom Magnetfeldsensor 03 erfasste Signal nachträglich aufwendig rechentechnisch linearisiert werden.

Die Unterschiede bezüglich des erfindungsgemäß gewonnenen Sensorsignals und dem beim Stand der Technik gewonnenen Sensorsignal werden nachfolgend anhand der Fig. 3 bis 8 näher erläutert.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm zur vektoriellen Darstellung der magnetischen Flussdichte im Luftspalt bei einem Polpaar eines erfindungsgemäßen Polrades 02. Bei dem gezeigten Diagramm sind beide Achsen Raumachsen. Die Darstellung entspricht somit dem Erfassungsbild des Magnetfeldsensors, der radial auf ein axial magnetisiertes Polrad 02 blickt, wobei die x-Achse genau die Strecke ent-

lang eines Polpaar abbildet (d.h. 18 mechanische Winkelgrad bei Verwendung von 20 Polpaaren) und die y-Achse den Luftspalt in mm abbildet, welcher im gezeigten Ausführungsbeispiel 2,5 mm beträgt. Die Vektoren stellen die Richtung und den Betrag der magnetischen Flussdichte im Messabstand des Magnetfeldsensors 03 dar. Der Winkel der Vektoren wird vom Magnetfeldsensor 03 zum Sensorausgangssignal verarbeitet.

Fig. 4 zeigt ein Diagramm zur Darstellung der vom Magnetfeldsensor des erfindungsgemäßen Sensorsystems gelieferten Signale. In diesem Diagramm ist über demselben Polpaar wie bei Fig. 3 die Art und Weise dargestellt, wie der magnetische Sensor 03 sein Ausgangssignal proportional zum Winkel erzeugt: Der Magnetfeldsensor 03 interpretiert zwei senkrecht aufeinander stehende Komponenten der Flussdichte (siehe Fig. 3) als Sinus und Cosinus und wendet darauf die Arkustangens-Funktion (arctan2) an.

Fig. 5 enthält ein Diagramm zur Darstellung des Linearisierungsfehlers des erfindungsgemäßen Sensorsystems. Es wird von dem Idealfall ausgegangen, dass über einem Polpaar eine gerade Ausgangslinie von $-\pi$ bis π ausgegeben werden sollte. In Fig. 5 ist die Differenz des simulierten Sensorausgangssignals zu dieser Idealen, bezogen auf den gesamten Wertebereich dargestellt. Zusätzlich zum nominellen Luftspalt (2,5 mm), siehe Kurve a, werden mit den Kurven b und c noch die Luftspaltfehler ±0,5 mm gezeigt. Kurve a zeigt einen verhältnismäßig flachen Verlauf und weist somit nur eine verhältnismäßig geringe Abweichung vom Idealfall auf. Auf eine nachträgliche Linearisierung kann daher verzichtet werden.

In den Fig. 6 bis 8 sind die gleichen Sachverhalte wie in den Fig. 3 bis 5 bezogen auf ein Polrad bzw. ein Sensorsystem nach dem Stand der Technik dargestellt. Hinzuweisen ist insbesondere auf Fig. 8, welche ein Diagramm zur Darstellung des Linearisierungsfehlers des Sensorsystems nach dem Stand der Technik zeigt. Kurve a bezieht sich wiederum auf einen Luftspalt von 2,5 mm, Kurve b auf einen Luftspalt von 2,0 mm und Kurve c auf einen Luftspalt von 3,0 mm. Alle Kurven a, b und c weisen deutliche Abweichungen vom Idealfall (ge-

rade Ausgangslinie) auf. Hier ist in jedem Fall eine nachträgliche Linearisierung erforderlich, wenn das Sensorsignal zur Positionsbestimmung zwischen zwei Polen herangezogen werden soll.

Bezugszeichenliste

01 -	Sensorsystem zur Drehzahlmessung
02 -	Polrad
03 -	Magnetfeldsensor
04 -	Träger
05 -	Spur
06 -	-
07 -	magnetische Rückschlüsse
08 -	Feldvektor

Patentansprüche

1. Polrad (02) umfassend einen Träger (04) mit mindestens einer Spur (05) von abwechselnd angeordneten magnetischen Nord- und Südpolen, dadurch gekennzeichnet, dass jeder magnetische Pol mit jeweils einem magnetischen Rückschluss (07) versehen ist, welcher den Pol vom jeweiligen magnetisch Nachbarpol trennt.

2. Polrad (02) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der magnetische Rückschluss (07) ein ferromagnetisches Flussleitstück ist, welches den Pol taschenförmig umfasst, wobei nur die von einem dem Polrad gegenüberliegenden Magnetfeldsensor (03) zur erfassende Fläche frei bleibt.

3. Polrad (02) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der magnetische Rückschluss (07) zwischen den Polen Materialstege mit einer Breite von 25 % bis 30 % der Breite des zugehörigen magnetischen Poles aufweist.

4. Polrad (02) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der magnetische Rückschluss (07) eine Bodenfläche mit einer Dicke von 100 % bis 120 % der Dicke eines magnetischen Poles aufweist.

5. Polrad (02) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass es 20 magnetische Nordpole und 20 magnetische Südpole aufweist.

6. Polrad (02) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Spur (05) als Zylindermantelfläche ausgebildet ist.

7. Polrad (02) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Spur (05) als Kreisringfläche ausgebildet ist.

8. Polrad (02) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass es mehr als eine Spur (05) aufweist.

9. Polrad (02) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass alle Pole jeweils einen gleichen Polwinkel umfassen.

10. Sensorsystem (01) zur Drehzahlmessung eines drehbaren Bauteils umfassend ein Polrad (02) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 sowie mindestens einen Magnetfeldsensor (03) zum Abtasten der Spur (05) des Polrades (02).

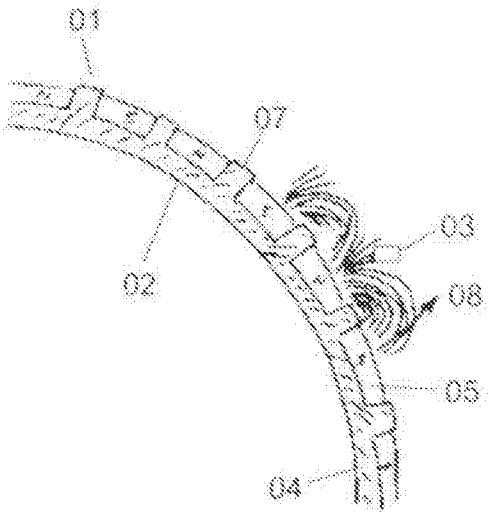


Fig. 1

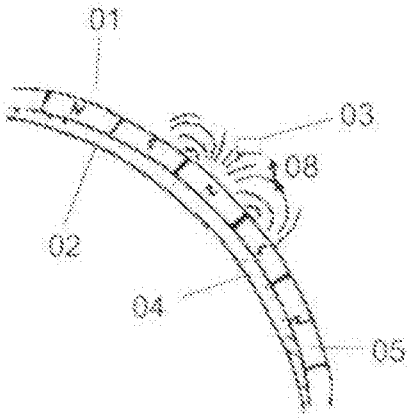


Fig. 2

- Stand der Technik -

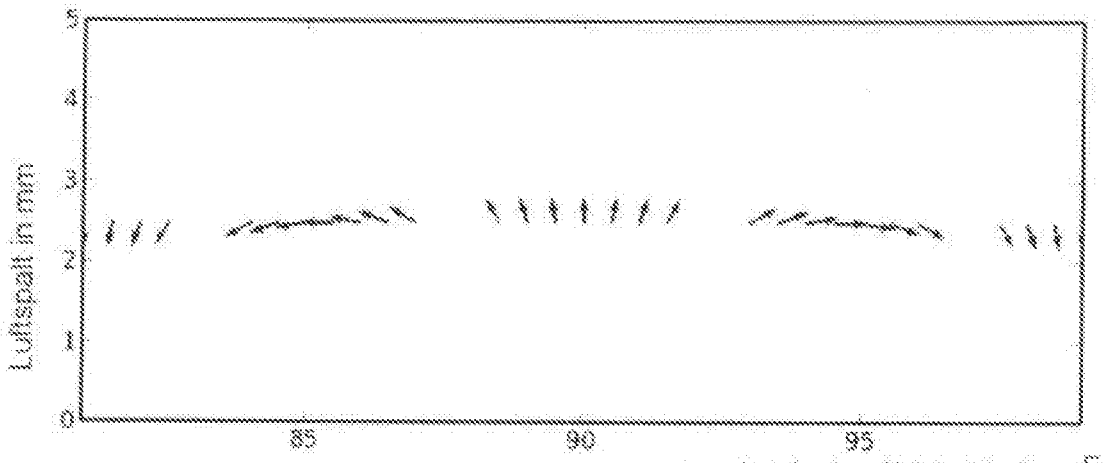


Fig. 3

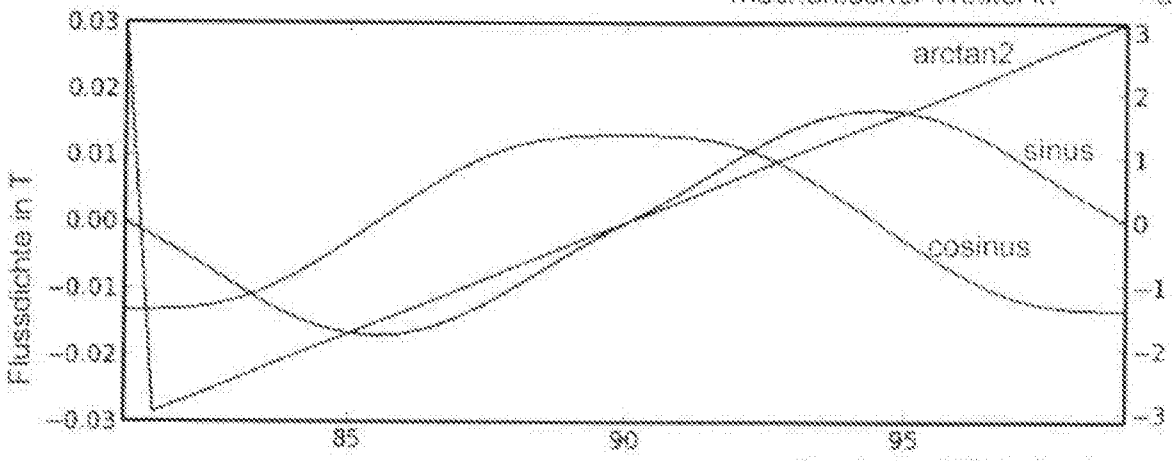


Fig. 4

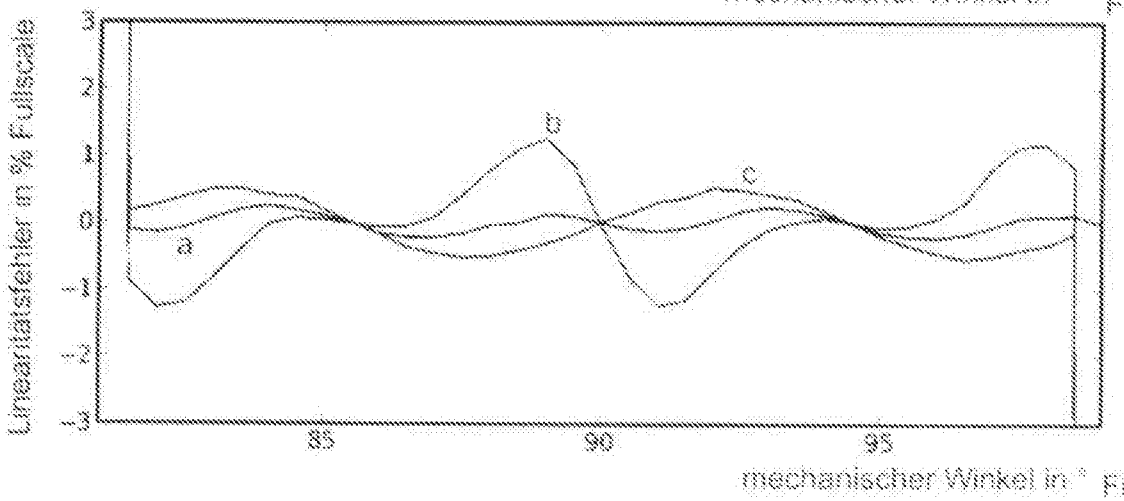


Fig. 5

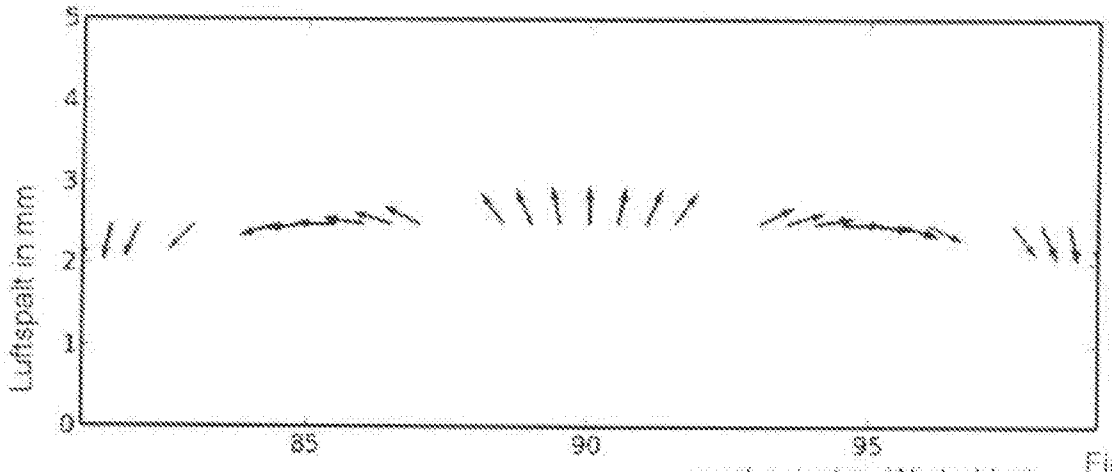


Fig. 6

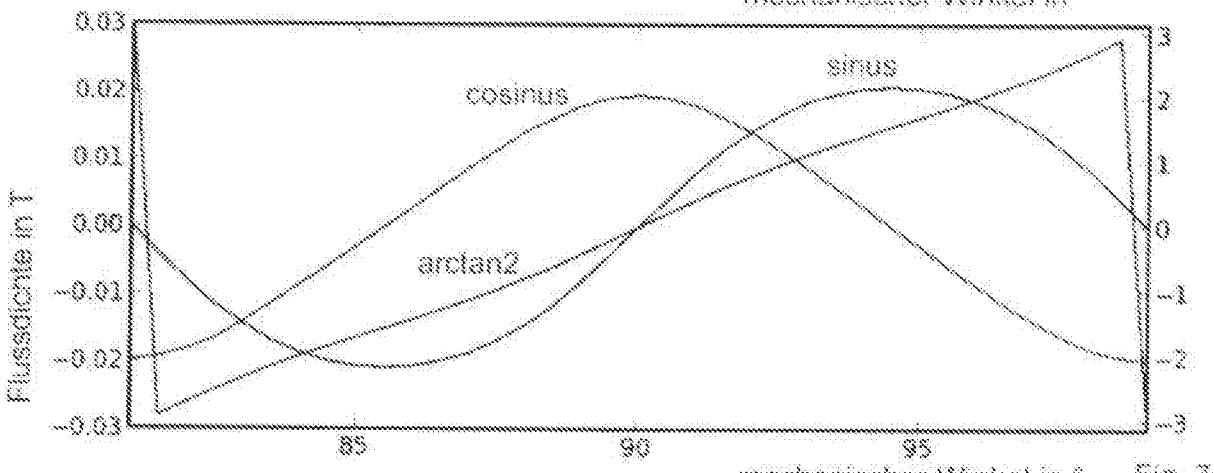


Fig. 7

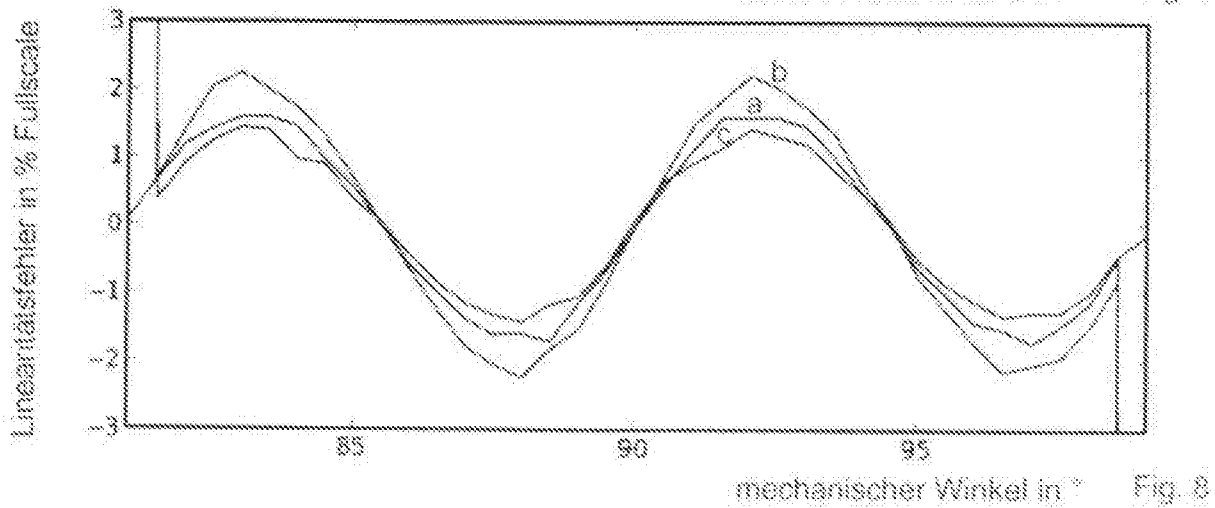


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2014/200173

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01D5/245
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)
G01D

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	JP H06 109414 A (MAZDA MOTOR) 19 April 1994 (1994-04-19) page 2, paragraph 7 - page 3, paragraph 21; figures 2-5	1-10
X	JP 2006 322779 A (TOYOTA MOTOR CORP) 30 November 2006 (2006-11-30) page 6, paragraph 28 - page 7, paragraph 33; figures 2-3	1-10
A	GB 2 123 562 A (INOUE JAPAX RES) 1 February 1984 (1984-02-01) the whole document	1-10
A	JP 2001 255336 A (NSK LTD) 21 September 2001 (2001-09-21) 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	Date of mailing of the international search report
4 August 2014	12/08/2014

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Lyons, Christopher

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2014/200173

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP H06109414 A	19-04-1994	NONE	
JP 2006322779 A	30-11-2006	NONE	
GB 2123562 A	01-02-1984	DE 3324176 A1	05-01-1984
		FR 2529666 A1	06-01-1984
		GB 2123562 A	01-02-1984
		IT 1170425 B	03-06-1987
		JP S597213 A	14-01-1984
		US 4646088 A	24-02-1987
JP 2001255336 A	21-09-2001	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2014/200173

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01D5/245
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01D

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	JP H06 109414 A (MAZDA MOTOR) 19. April 1994 (1994-04-19) Seite 2, Absatz 7 - Seite 3, Absatz 21; Abbildungen 2-5	1-10
X	JP 2006 322779 A (TOYOTA MOTOR CORP) 30. November 2006 (2006-11-30) Seite 6, Absatz 28 - Seite 7, Absatz 33; Abbildungen 2-3	1-10
A	GB 2 123 562 A (INOUE JAPAX RES) 1. Februar 1984 (1984-02-01) das ganze Dokument	1-10
A	JP 2001 255336 A (NSK LTD) 21. September 2001 (2001-09-21) 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
4. August 2014	12/08/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Lyons, Christopher

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2014/200173

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP H06109414	A	19-04-1994	KEINE		
JP 2006322779	A	30-11-2006	KEINE		
GB 2123562	A	01-02-1984	DE	3324176 A1	05-01-1984
			FR	2529666 A1	06-01-1984
			GB	2123562 A	01-02-1984
			IT	1170425 B	03-06-1987
			JP	S597213 A	14-01-1984
			US	4646088 A	24-02-1987
JP 2001255336	A	21-09-2001	KEINE		