(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. Mai 2019 (09.05.2019)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/086191 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16H 59/10 (2006.01) *G01B 7/00* (2006.01)
G01D 5/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/076856

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. Oktober 2018 (02.10.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 219 584.3
03. November 2017 (03.11.2017) DE

(71) Anmelder: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; Löwentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **STRATMANN, Julian**; Justus-Möser Straße 36a, 49324 Melle (DE). **KLANK, Michael**; Meller Str. 153, 49084 Osnabrück (DE). **KRAHN, Stefan**; Ziegelstrasse 27, 49074 Osnabrück (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, 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.

(54) **Title:** MAGNETIC FIELD SENSOR AND METHOD FOR MOUNTING A MAGNET

(54) **Bezeichnung:** MAGNETFELDSENSOR UND VERFAHREN ZUR MONTAGE EINES MAGNETEN

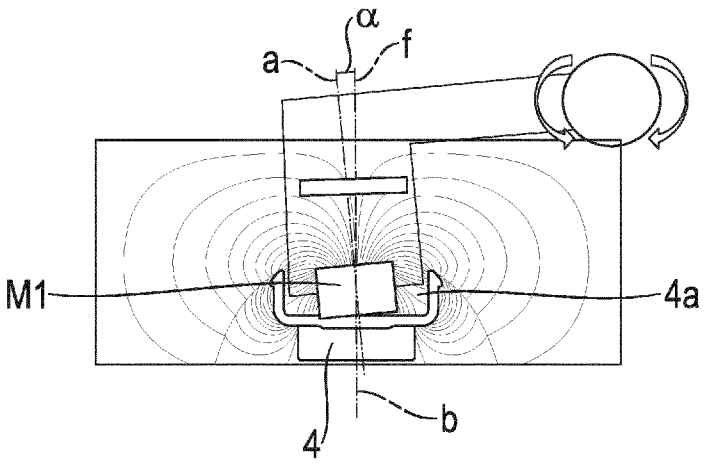


Fig. 2b

(57) **Abstract:** The invention relates to a magnetic field sensor having a magnet (M1), which generates a magnetic field having a magnetic field axis (f) and which has a magnet axis (a) and is received in a component (4), which is movable about at least one axis and has a component axis (b). The invention further relates to a method for mounting a magnet (M1) of a magnetic field sensor. According to the invention, the magnet (M1) is received in the component (4) such that the magnetic field axis (f) extensively corresponds with the component axis (b). Furthermore, according to the invention, a deviation of the magnetic field axis (f) from the magnet axis (a) is measured and the deviation angle (α) is corrected during mounting of the magnet (M1) in the component (4).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Magnetfeldsensor mit einem ein Magnetfeld mit einer Magnetfeldachse (f) erzeugenden Magneten (M1), welcher eine Magnetachse (a) aufweist und in einem um mindestens eine Achse beweglichen Bauteil (4) mit einer Bauteilachse (b) aufgenommen ist. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Montage eines Magneten (M1) eines Magnetfeldsensors. Es wird vorgeschlagen, dass der Magnet (M1) derart in dem Bauteil (4) aufgenommen ist, dass die Magnetfeldachse

WO 2019/086191 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(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).

Veröffentlicht:

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

(f) weitestgehend mit der Bauteilachse (b) übereinstimmt. Es wird ferner vorgeschlagen, dass eine Abweichung der Magnetfeldachse (f) von der Magnetachse (a) gemessen und der Abweichwinkel (α) bei der Montage des Magneten (M1) im Bauteil (4) korrigiert wird.

Magnetfeldsensor und Verfahren zur Montage eines Magneten

Die Erfindung betrifft einen Magnetfeldsensor nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 13 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 14.

Magnetfeldsensoren sind u. a. als Positionssensoren, insbesondere auch zur Messung einer Winkelposition bekannt. Magnetfeldsensoren bestehen aus zwei Sensorelementen, nämlich einem ersten Sensorelement, welches als Permanentmagnet ausgebildet ist und als Signalgeber wirkt, und einem zweiten Sensorelement, welches als Magnetfeld empfindliches Sensorelement ausgebildet ist und als Signalempfänger wirkt. Das zweite Sensorelement kann beispielsweise als Hall-Element ausgebildet sein.

Durch die ältere Anmeldung der Anmelderin mit dem Aktenzeichen 10 2017 208 410.3 wurde ein Magnetfeldsensor, bestehend aus einem Permanentmagneten als Signalgeber und einem Sensorelement als Signalempfänger, bekannt, welcher in einem Kugelgelenk verbaut ist. Dabei befindet sich der Permanentmagnet in einer Ausnehmung, insbesondere einer Sacklochbohrung des Kugelzapfens, während das zweite Sensorelement, der Signalempfänger, in einem den Kugelzapfen aufnehmenden Gehäuse angeordnet ist. Bei Winkelbewegungen des Kugelzapfens gegenüber dem Gehäuse registriert das zweite Sensorelement eine Änderung des Magnetfeldes. Durch Auswertung dieses Änderungssignals kann auf die Winkelposition geschlossen werden.

Ein Problem bei derartigen Magnetfeldsensoren besteht darin, dass das Magnetfeld, welches vom Magneten erzeugt wird, Toleranz behaftet ist und Abweichungen vom Sollzustand, insbesondere Fehlstellungen der Achse des Magnetfeldes aufweisen kann. Eine solche Fehlstellung liegt dann vor, wenn die Achse des Magnetfeldes und die Achse des Magneten, welcher in einem beweglichen Bauteil angeordnet ist, nicht übereinstimmen, sondern einen Winkel miteinander bilden. Die Anzeige einer Win-

kelposition mit einem derart fehlerhaften Magnetfeld wäre dann ebenfalls mit einem Fehler bzw. einer Abweichung behaftet.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Messgenauigkeit eines Magnetfeldsensors der eingangs genannten Art zu verbessern.

Die Erfindung umfasst die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 1, 13 und 14 Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Nach einem ersten Aspekt der Erfindung ist bei einem Magnetfeldsensor mit einem Magneten, einer Magnetachse, einem Magnetfeld und einer Magnetfeldachse vorgesehen, dass der Magnet derart in dem beweglichen Bauteil aufgenommen ist, dass die Magnetfeldachse weitestgehend mit der Bauteilachse übereinstimmt. Unter Magnetachse wird die geometrische Achse des Magnetkörpers verstanden. Der Magnet erzeugt ein Magnetfeld, welches eine Magnetfeldachse aufweist, welche die Symmetrieachse der Feldlinien des Magnetfeldes bildet. Unter der Bauteilachse soll die Achse des beweglichen Bauteiles verstanden werden, welche eine Referenzachse für die Nulllage des Bauteiles gegenüber Winkelbewegungen nach der einen oder anderen Seite darstellt. Handelsübliche Magneten weisen in der Regel eine Abweichung der Magnetfeldachse gegenüber der geometrischen Achse des Magneten, also der Magnetachse auf, wobei die Abweichung in einem Bereich von Plus/minus 5° liegen kann. Für eine exakte, möglichst fehlerfreie Messung einer Winkelauslenkung des Bauteiles aus der Nulllage ist es erforderlich, dass die Magnetfeldachse mit der Referenzachse, d. h. der Bauteilachse in der Nulllage übereinstimmt. Damit wird erreicht, dass sich das Magnetfeld respektive die Magnetfeldachse nach beiden Seiten oder in entgegen gesetzten Richtungen um den gleichen Winkelbetrag bewegt wie das Bauteil.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist der Magnet als zylindrischer Körper und die Magnetachse als Zylinderachse ausgebildet. Magnetkörper mit Zylinderform lassen sich einfach herstellen, d.h. formen und magnetisieren, wobei sich ein radialsymmetrisches Magnetfeld mit radialsymmetrisch angeordneten Feldlinien ergibt.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Magnetachse gegenüber der Bauteilachse verkippt angeordnet, und zwar in dem Maße, dass die Magnetfeldachse mit der Bauteilachse übereinstimmt. Vorzugsweise ist die Magnetachse um den Betrag des Abweichwinkels verkippt. Der Abweichwinkel ergibt sich aus der Fehlstellung zwischen Magnetfeldachse und Magnetachse für den in das Bauteil einzubauenden Magneten.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Magnetachse achsparallel zur Bauteilachse versetzt angeordnet, und zwar indem Maße bzw. mit einem Versatz, dass die Magnetfeldachse mit der Bauteilachse übereinstimmt. Vorzugsweise ist der Achsversatz an den Abweichwinkel zwischen Magnetachse und Magnetfeldachse angepasst. Durch den Achsversatz rückt der Magnet näher an die Wandung der Ausnehmung des Bauteils, was zu einer Verkippung oder Verlagerung der Magnetfeldachse führt. Durch die exzentrische Anordnung des Magneten in der Aufnahmeöffnung des Bauteiles ergibt sich eine unsymmetrische Beeinflussung des Magnetfeldes, so dass der Abweichwinkel kompensiert wird.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Magnet, vorzugsweise ein zylinderförmiger Magnet, koaxial, d. h. zentrisch in der Aufnahmeöffnung des Bauteiles angeordnet. Zur Kompensation einer Abweichung des Magnetfeldes bzw. einer Fehlstellung der Magnetfeldachse sind Kompensationskörper im Umfangsbereich angeordnet. Die Kompensationskörper, welche aus einem magnetisch leitfähigen Material bestehen und nur bereichsweise auf dem Umfang angeordnet sind, haben die Wirkung, dass das Magnetfeld in der Weise verändert wird, dass die Magnetfeldachse ihre Lage verändert und in die Bauteilachse verlagert wird.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Magnet von einem ringförmigen Kunststoffgehäuse umgeben, in welchem die Kompensationskörper an unterschiedlichen Stellen des Umfanges deponiert werden können. Das Kunststoffgehäuse stellt somit ein Magazin dar, welches nur auf Teilen des Umfanges bestückt wird, vorzugsweise diametral zu der Lage der Abweichung der Magnetfeldachse.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Kompensationskörper als Stifte oder Drahteinlagen ausgebildet, womit sich eine feine Dosierung zur Beeinflussung des Magnetfeldes erreichen lässt.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Bauteil als Kugelzapfen eines Kugelgelenks oder als Kugelhülse eines Kugelhülsengelenks ausgebildet. In beiden Fällen dient der Magnetfeldsensor zur Winkelmessung. Bei einem Kugelzapfen entspricht die Bauteilachse der Längsachse des Kugelzapfens. Bei einer Kugelhülse würde die Bauteilachse senkrecht zur Längsachse der Kugelhülse verlaufen.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Kugel- oder das Kugelhülsengelenk jeweils ein Gelenkgehäuse auf, in welchem sich ein Magnetfeld empfindliches Sensorelement im Wirkungsbereich des Magnetfeldes befindet. Somit führt eine Winkelbewegung der Kugel oder der Kugelhülse zu einem Signal in dem Sensorelement und damit zu einer Winkelanzeige.

Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung sind bei einem Verfahren zur Montage eines Magneten eines Magnetfeldsensors folgende Verfahrensschritte vorgesehen: Zunächst wird ein handelsüblicher Magnet für den Einbau in das Bauteil vorgesehen, wobei der Magnet in der Regel eine Abweichung der Magnetfelsachse gegenüber der Magnetachse aufweist. Im folgenden Verfahrensschritt wird der Magnet im Hinblick auf eine Abweichung, gegebenenfalls die Lage und die Stärke der Abweichung, d. h. einerseits den Umfangswinkel und andererseits den Abweichwinkel zwischen Magnetachse und Magnetfeldachse überprüft. Im nächsten Verfahrensschritt wird der Magnet von einer Montagevorrichtung aufgenommen und im Bauteil, d. h. in einer im Bauteil vorgesehenen Aufnahmeöffnung positioniert, wobei gleichzeitig eine Korrektur des Abweichwinkels in der Weise vorgenommen wird, dass die Magnetfeldachse mit der Bauteilachse übereinstimmt. Die Erfassung der Fehlstellung am Magneten und die anschließende Korrektur der Fehlstellung beim Einbau des Magneten in das Bauteil werden somit in einer Arbeitsfolge ohne Zwischenschritte durchgeführt.

Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung weist die Vorrichtung zur Durchführung des Montageverfahrens einen Schwenkarm auf, welcher einen ersten gelenkig an-

geordneten Schenkel und einen zweiten gegenüber dem ersten Schenkel abgewinkelten Schenkel mit einem Greifkopf zur Aufnahme des Magneten aufweist. Über die gelenkige Anordnung kann der Abweichwinkel beim Einbau des Magneten korrigiert werden, und durch den Greifkopf wird der Magnet erfasst und im Bauteil derart positioniert, dass der Abweichwinkel korrigiert ist und die Magnetfeldachse mit der Bauteilachse übereinstimmt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben, wobei sich aus der Beschreibung und/oder der Zeichnung weitere Merkmale und/oder Vorteile ergeben können. Es zeigen

Fig. 1a einen Magneten mit einem Magnetfeld im Sollzustand,
Fig. 1b einen Magneten mit einem Magnetfeld, welches eine Fehlstellung der Magnetfeldachse aufweist,
Fig. 2a eine Vorrichtung zur Vermessung einer Winkelabweichung zwischen Magnet- und Magnetfeldachse (Feldwinkelfehler) eines Magneten,
Fig. 2b Montage des Magneten, korrigiert um den Feldwinkelfehler, in verkippter Position im Bauteil,
Fig. 3a Vorrichtung gemäß Fig. 2a zur Vermessung des Feldwinkelfehlers,
Fig. 3b Montage des Magneten, korrigiert um den Feldwinkelfehler, in achsparalleler, außermittiger Position im Bauteil,
Fig. 4a Vermessung des Feldwinkelfehlers eines Magneten und
Fig. 4b Montage des Magneten mit Korrektur des Feldwinkelfehlers durch Stahleinlagen in Kunststoffgehäuse.

Fig. 1a zeigt einen Magneten M mit einer Magnetachse a, wobei der Magnet M vorzugsweise zylinderförmig ausgebildet ist und die Magnetachse a der Zylinderachse entspricht. Grundsätzlich ist die Magnetachse a die geometrische Achse des Magneten M. Der Magnet M erzeugt ein Magnetfeld F, dessen Feldlinienverlauf symmetrisch zur Magnetachse a angeordnet ist, d. h. die Magnetfeldachse fällt mit der Magnetachse a zusammen. Die Darstellung des Magnetfeldes F und des Magneten M entspricht somit einem Sollzustand, wie er für einen Magnetfeldsensor verlangt wird.

Fig. 1b zeigt einen handelsüblichen Magneten M' mit einer Magnetachse a, welche – wie zuvor erwähnt – der geometrischen Achse des Magneten M' entspricht. Der Magnet M' erzeugt ein Magnetfeld F', welches eine Magnetfeldachse f aufweist, die gegenüber der Magnetachse a um einen Abweichwinkel α geneigt ist. Das Magnetfeld F' ist somit nicht symmetrisch zur Magnetachse a angeordnet, so dass die Magnetachse a und die Magnetfeldachse f auseinanderfallen. Der Abweichwinkel α wird im Folgenden auch als Feldwinkelfehler α bezeichnet. Bei dem handelsüblichen Magneten M' treten herstellungsbedingt Feldwinkelfehler im Bereich von plus/minus 5° auf. Werden derartige Magnete mit einem Feldwinkelfehler in Magnetfeldsensoren, welche zur Winkelmessung eingesetzt werden, verbaut, so ist das Ergebnis der Messung mit einem Winkelfehler behaftet. Die Erfindung zielt darauf ab, derartige Messfehler zu vermeiden.

Fig. 2a zeigt eine Vorrichtung 1 zur Aufnahme, Vermessung und Montage eines Magneten M1, welcher ein mit einem Feldwinkelfehler α behaftetes Magnetfeld F1 erzeugt. Die geometrische Achse des zylinderförmig ausgebildeten Magneten M1, d. h. die Magnetachse a, bildet mit der Achse des Magnetfeldes F1, d. h. der Magnetfeldachse f, den Abweichwinkel α, auch Feldwinkelfehler α genannt. Die Vorrichtung 1 weist ein Sensorelement 2 auf, welches den Feldwinkelfehler α erfasst. Die Vorrichtung 1 ist über ein Gelenk 3 schwenkbar angeordnet und weist einen in der Zeichnung etwa horizontal verlaufenden ersten Schenkel 1a sowie einen in der Zeichnung etwa vertikal verlaufenden zweiten Schenkel 1b auf, in welchem das Sensorelement 2 angeordnet ist. Der zweite Schenkel 1b weist stirnseitig einen Greifkopf 1c auf, in welchem der Magnet M1 aufgenommen ist.

Fig. 2b zeigt die schwenkbare Vorrichtung 1 bei der Montage des Magneten M1 in einem Bauteil 4, welches eine Aufnahmeöffnung 4a für den Magneten M1 aufweist. Das Bauteil 4 kann vorzugsweise als Kugelzapfen 4 eines Kugelgelenks, wie es beispielsweise durch die DE 10 2004 039 781 A1 der Anmelderin bekannt wurde, ausgebildet sein. Das Bauteil 4 respektive der Kugelzapfen 4 weist eine Bauteilachse b respektive eine Kugelzapfenachse b auf. Wie aus der Darstellung ersichtlich, ist die Vorrichtung 1 im Vergleich zu Fig. 2a verschwenkt, so dass die Magnetachse a gegenüber der Bauteilachse b verkippt ist, und zwar um den Feldwinkelfehler α. Dies

hat zur Folge, dass die Magnetfeldachse f mit der Bauteilachse b zusammenfällt. In der Zeichnung sind also Magnetfeldachse f und Bauteilachse b senkrecht angeordnet. Die verkippte Position des Magneten M1 kann durch Verkleben des Magneten M1 mit dem Bauteil 4 fixiert werden. Neben der Verkippung kann auch der radiale Versatz über die Vorrichtung 1, insbesondere den Greifkopf 1c des zweiten Schenkels 1b eingestellt werden.

Fig. 3a zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung zur Kompensation eines Feldwinkelfehlers bei der Montage eines Magneten M2. Fig. 3a entspricht der Fig. 2a und zeigt die mittels des Gelenks 3 schwenkbar angeordnete Vorrichtung 1 zur Vermessung des Feldwinkelfehlers α. Die Magnetachse ist mit a und die Magnetfeldachse mit f bezeichnet. Der Feldwinkelfehler α, d. h. die Neigung des Magnetfeldes wird über das Sensorelement 2 erfasst.

Fig. 3b zeigt die Montage des Magneten M2 mittels der Vorrichtung 1 in einer Öffnung 4a des Bauteiles 4 respektive des Kugelzapfens 4, welcher die Zapfen- bzw. Bauteilachse b aufweist. Aus der Darstellung ist erkennbar, dass die Magnetachse a achsparallel zur Bauteilachse b versetzt ist, und zwar um den Versatz e. Der Magnet M2 ist somit außermittig in der Aufnahmeöffnung, ausgebildet als Sacklochbohrung 4a mit der Achse b, angeordnet. Der Vorteil dieser Ausführungsform gegenüber der Ausführungsform gemäß Fig. 2b besteht darin, dass der Magnet M2 plan auf dem Boden der Aufnahmeöffnung 4a aufliegt.

Fig. 4a zeigt einen Magneten M3 mit einem Magnetfeld F, dessen Magnetfeldachse f gegenüber der Magnetachse a geneigt ist und einen Feldwinkelfehler α aufweist, welcher durch das Sensorelement 2 erfasst wird. Auf der rechten Seite von Fig. 4a ist der Magnet M3 in einer Draufsicht dargestellt und in einem ringförmigen Kunststoffgehäuse 5 angeordnet, welches eine Vielzahl von auf dem Umfang angeordneten, zylinderförmig ausgebildeten Kammern 5a aufweist. In einigen der Kammern 5a (in der Zeichnung sind es drei Kammern) sind Kompensationskörper 6, ausgebildet als Stifte oder Drahteinlagen 6, eingesetzt. Die Kompensationskörper 6 sind aus einem magnetisch leitfähigen Material, vorzugsweise aus Stahl hergestellt. Die Stahlstifte 6

haben die Wirkung, dass das Magnetfeld F gemäß Fig. 4a verzerrt und damit der Feldwinkelfehler α korrigiert wird.

Fig. 4b zeigt den Magneten M3 mit Kunststoffgehäuse 5 einschließlich Kompensationskörper 6, eingebaut in der Aufnahmeöffnung 4a des Bauteiles 4 mit der Bauteilachse b. Man erkennt aus der Darstellung, dass das Magnetfeld F symmetrisch zur Bauteilachse b angeordnet ist und die Magnetfeldachse f sowie die Magnetachse a mit der Bauteilachse b zusammenfallen. Vorteilhaft bei dieser Ausführungsform ist, dass der Magnet M3 zentrisch und plan verbaut oder bei Bedarf radial mit einem Versatz korrigiert werden kann.

Das Bauteil 4 kann auch als Kugelhülse eines Kugelhülsengelenks, wie es beispielsweise durch die DE 103 58 763 A1 der Anmelderin bekannt wurde, ausgebildet sein.

Bezugszeichen

1	Vorrichtung
1a	erster Schenkel
1b	zweiter Schenkel
1c	Greifkopf
2	Sensorelement
3	Gelenk
4	Bauteil/Kugelzapfen
4a	Aufnahmeöffnung/Bohrung
5	Kunststoffgehäuse
5a	Kammer
6	Kompensationskörper/Stahlstift
a	Magnetachse
b	Bauteilachse
e	Achsversatz
f	Magnetfeldachse
F	Magnetfeld
F'	Magnetfeld mit Fehlstellung
F1	Magnetfeld
M	Magnet
M'	Magnet (handelsüblich)
M1	Magnet
M2	Magnet
M3	Magnet
α	Abweichwinkel/Feldwinkelfehler

Patentansprüche

1. Magnetfeldsensor mit einem ein Magnetfeld (F) mit einer Magnetfeldachse (f) erzeugenden Magneten (M), welcher eine Magnetachse (a) aufweist und in einem um mindestens eine Achse beweglichen Bauteil (4) mit einer Bauteilachse (b) aufgenommen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnet (M1, M2, M3) derart in dem Bauteil (4) aufgenommen ist, dass die Magnetfeldachse (f) weitestgehend mit der Bauteilachse (b) übereinstimmt.

2. Magnetfeldsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnet (M) als zylindrischer Körper (M1, M2, M3) und die Magnetachse (a) als Zylinderachse (a) ausgebildet sind.

3. Magnetfeldsensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetachse (a) des Magneten (M1) gegenüber der Bauteilachse (b) verkippt angeordnet ist.

4. Magnetfeldsensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetfeldachse (f) und die Magnetachse (a) einen Abweichwinkel (α) bilden und dass die Magnetachse (a) gegenüber der Bauteilachse (b) um dem Abweichwinkel (α) verkippt ist.

5. Magnetfeldsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetachse (a) des Magneten (M2) achsparallel mit einem Versatz (e) zur Bauteilachse (b) angeordnet ist.

6. Magnetfeldsensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetfeldachse (f) und die Magnetachse (a) einen Abweichwinkel (α) bilden und dass der Versatz (e) an den Abweichwinkel (α) angepasst ist.

7. Magnetfeldsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetachse (a) des Magneten (M3) mit der Bauteilachse (b) übereinstimmt und dass im Umfangsbereich des Magneten (M3) Kompensationskörper (6) aus magnetisch leitfähigem Material angeordnet sind.

8. Magnetfeldsensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnet (M3) in einem ringförmigen Kunststoffgehäuse (5) angeordnet ist, in welchem die Kompensationskörper (6) deponierbar sind.

9. Magnetfeldsensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffgehäuse (5) achsparallel zur Magnetachse (a) angeordnete, über den Umfang verteilte Kammern (5a) zur Aufnahme der Kompensationskörper (6) aufweist.

10. Magnetfeldsensor nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationskörper (6) als Stifte oder Drahteinlagen ausgebildet sind.

11. Magnetfeldsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil als Kugelzapfen (4) eines Kugelgelenks oder als Kugelhülse eines Kugelhülsengelenks ausgebildet ist.

12. Magnetfeldsensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kugel- oder Kugelhülsengelenk ein Gelenkgehäuse aufweist, und dass in dem Gelenkgehäuse ein Magnetfeld empfindliches Sensorelement im Bereich des Magnetfeldes (F) des Magneten (M) angeordnet ist.

13. Verfahren zur Montage eines Magneten (M) eines Magnetfeldsensors nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

a) Bereitstellen eines handelsüblichen Magneten (M1, M2, M3),
b) Überprüfung des Magneten (M1, M2, M3) auf fertigungsbedingte Abweichungen, Messung einer eventuellen Abweichung der Magnetfeldachse (f) von der Magnetachse (a) und Feststellung des Abweichwinkels (α),
c) Aufnahme des Magneten (M1, M2, M3) mit einer Montagevorrichtung (1) und Positionierung des Magneten (M1, M2, M3) bei gleichzeitiger Korrektur des Abweichwinkels (α) im Bauteil (4) und
d) Fixierung des Magneten (M1, M2, M3) im Bauteil (4), so dass die Magnetfeldachse (f) mit der Bauteilachse (b) übereinstimmt.

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch einen Schwenkarm (1) mit einem ersten, gelenkig angeordneten Schenkel (1a) und mit einem zweiten, gegenüber dem ersten abgewinkelten Schenkel (1b), welcher stirnseitig einen Greifkopf (1c) zur Aufnahme des Magneten (M1, M2, M3) aufweist.

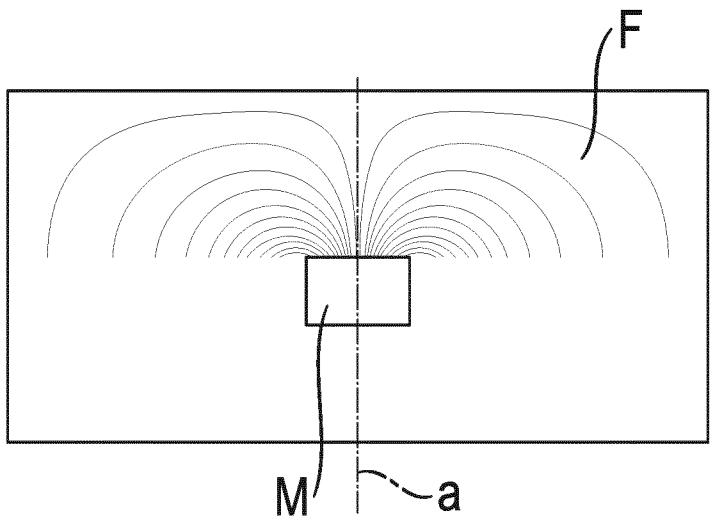


Fig. 1a

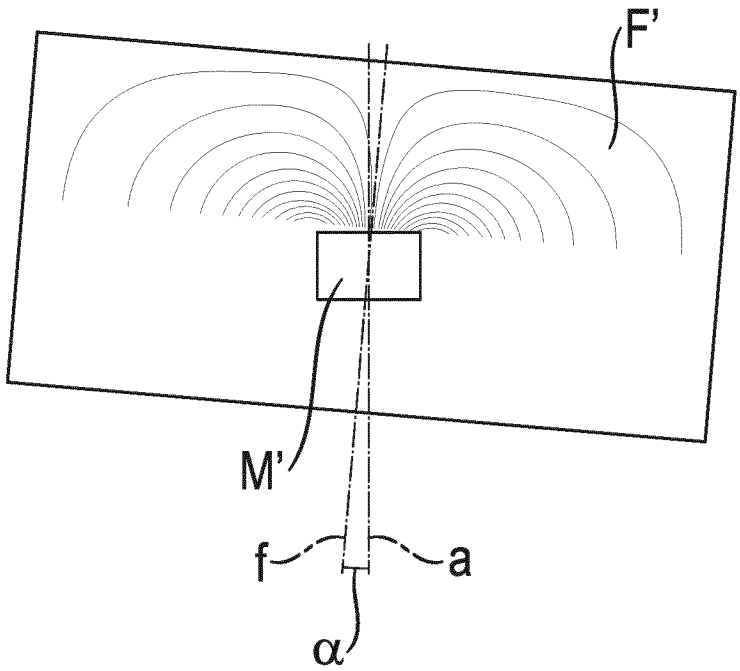


Fig. 1b

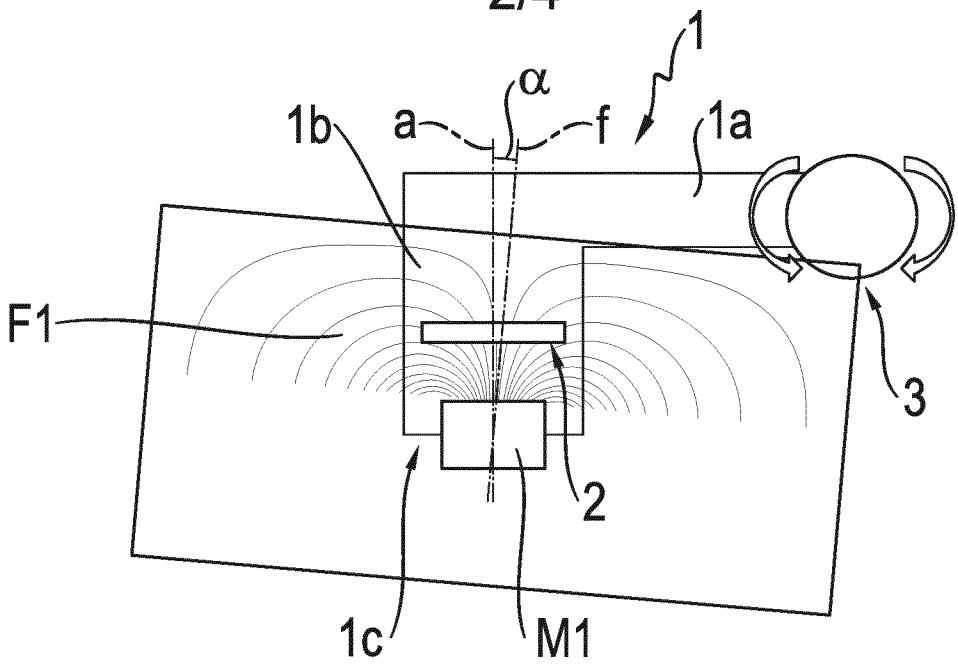


Fig. 2a

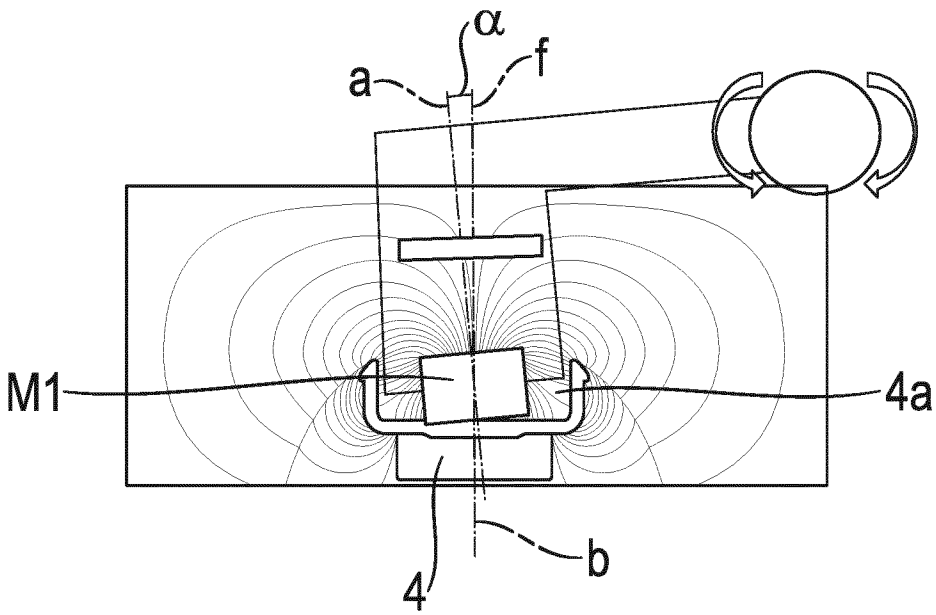


Fig. 2b

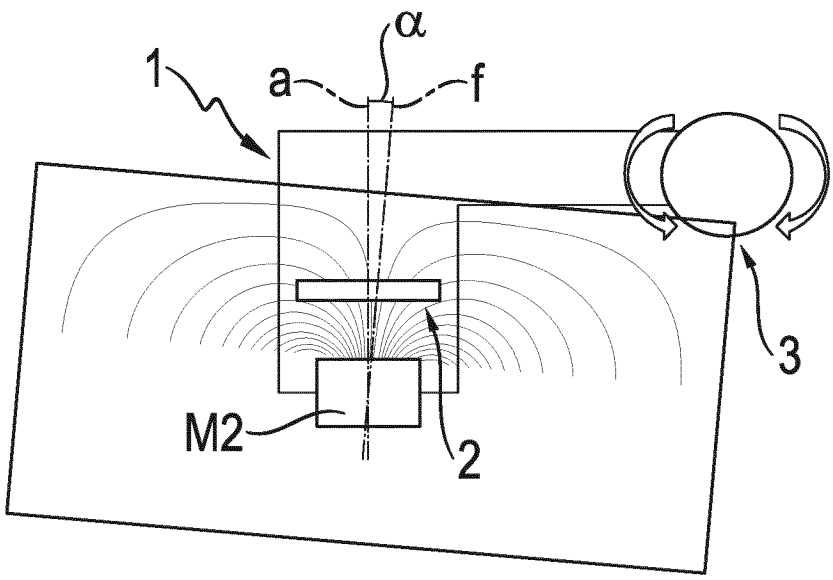


Fig. 3a

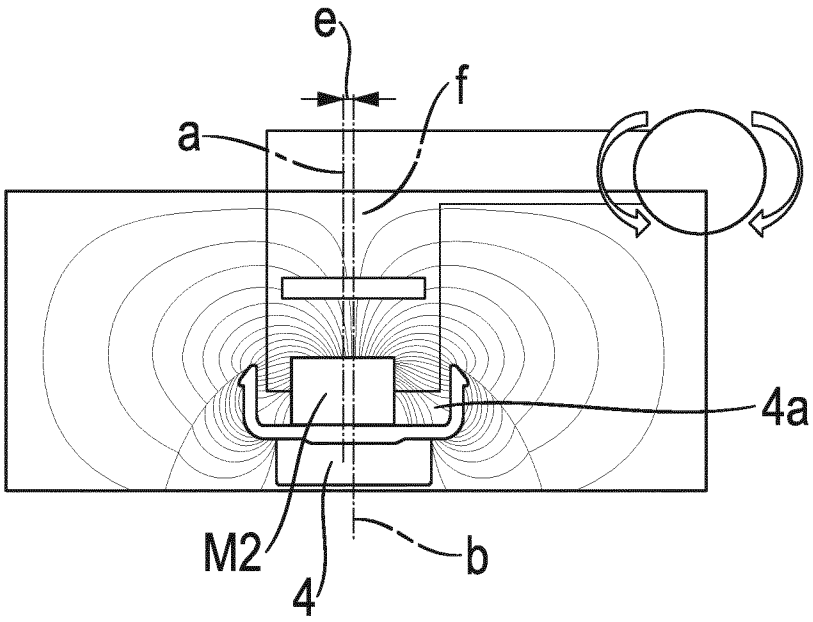


Fig. 3b

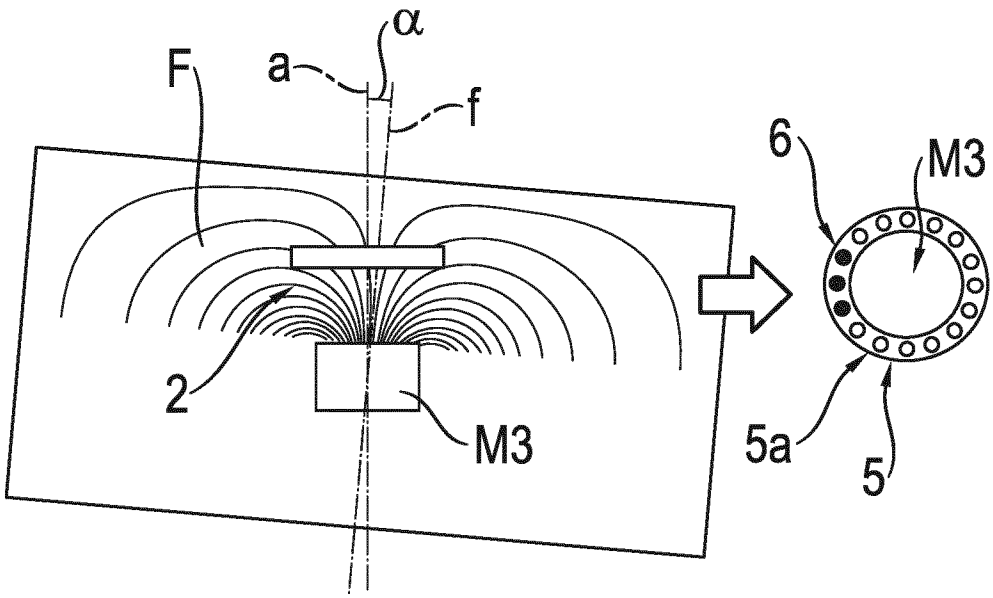


Fig. 4a

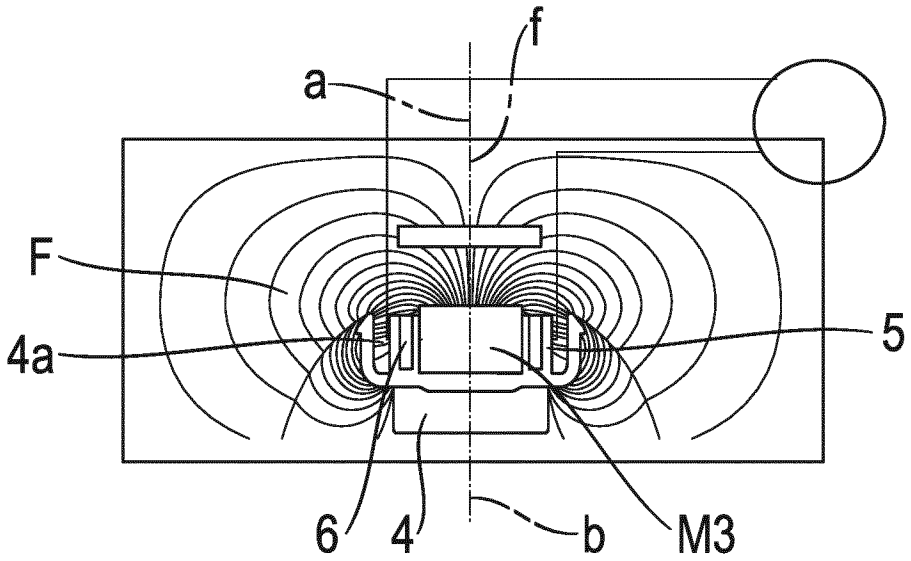


Fig. 4b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2018/076856

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H 59/10(2006.01)i; ***G01D 5/14***(2006.01)i; ***G01B 7/00***(2006.01)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)

G01B; G01D; F16C; F16H

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	US 2012025810 A1 (UHLENBRUCK FALK [DE]) 02 February 2012 (2012-02-02)	1-5,7,13,14
Y	paragraph [0041] - paragraph [0051]; figures 1,2	1-14
X	US 2009016811 A1 (SPRATTE JOACHIM [DE]) 15 January 2009 (2009-01-15)	1,13,14
Y	paragraph [0025] - paragraph [0031]; figures 1,2	1-14
X	EP 0617260 A1 (HELLA KG HUECK & CO [DE]) 28 September 1994 (1994-09-28)	1,13
Y	the whole document	1-14
X	US 2008231262 A1 (WOLF MARCO [DE] ET AL) 25 September 2008 (2008-09-25)	1,13
Y	the whole document	1-14
X	US 2004100357 A1 (KRUSE JOCHEN [DE]) 27 May 2004 (2004-05-27)	1,13
Y	the whole document	1-14
Y	US 2015168124 A1 (BONDAR YAN [DE]) 18 June 2015 (2015-06-18)	1-14
	the whole document	

☐ 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
14 November 2018	**21 November 2018**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands**	**Grand, Jean-Yves**
Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2018/076856

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2012025810 A1	02 February 2012	CN 102378868 A	14 March 2012
		DE 102009015883 A1	07 October 2010
		EP 2414706 A1	08 February 2012
		ES 2430466 T3	20 November 2013
		JP 5537647 B2	02 July 2014
		JP 2012522674 A	27 September 2012
		KR 20120013956 A	15 February 2012
		US 2012025810 A1	02 February 2012
		WO 2010112186 A1	07 October 2010
US 2009016811 A1	15 January 2009	BR PI0417558 A	27 March 2007
		CN 1890474 A	03 January 2007
		DE 10358763 A1	14 July 2005
		EP 1692406 A1	23 August 2006
		JP 4617316 B2	26 January 2011
		JP 2007517169 A	28 June 2007
		KR 20070005927 A	10 January 2007
		MX PA06006632 A	31 August 2006
		US 2009016811 A1	15 January 2009
		WO 2005057028 A1	23 June 2005
		ZA 200604814 B	28 November 2007
EP 0617260 A1	28 September 1994	DE 4309226 A1	29 September 1994
		EP 0617260 A1	28 September 1994
		ES 2111195 T3	01 March 1998
US 2008231262 A1	25 September 2008	DE 102007013755 A1	09 October 2008
		JP 2008233090 A	02 October 2008
		US 2008231262 A1	25 September 2008
US 2004100357 A1	27 May 2004	DE 10134259 A1	06 February 2003
		EP 1407153 A1	14 April 2004
		ES 2246015 T3	01 February 2006
		JP 2004522115 A	22 July 2004
		US 2004100357 A1	27 May 2004
		WO 03008819 A1	30 January 2003
US 2015168124 A1	18 June 2015	DE 102013020578 A1	18 June 2015
		US 2015168124 A1	18 June 2015

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/076856

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F16H59/10 G01D5/14 G01B7/00
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01B G01D F16C F16H

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	US 2012/025810 A1 (UHLENBRUCK FALK [DE]) 2. Februar 2012 (2012-02-02)	1-5,7, 13,14
Y	Absatz [0041] - Absatz [0051]; Abbildungen 1,2	1-14

X	US 2009/016811 A1 (SPRATTE JOACHIM [DE]) 15. Januar 2009 (2009-01-15)	1,13,14
Y	Absatz [0025] - Absatz [0031]; Abbildungen 1,2	1-14

X	EP 0 617 260 A1 (HELLA KG HUECK & CO [DE]) 28. September 1994 (1994-09-28)	1,13
Y	das ganze Dokument	1-14

X	US 2008/231262 A1 (WOLF MARCO [DE] ET AL) 25. September 2008 (2008-09-25)	1,13
Y	das ganze Dokument	1-14

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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
14. November 2018	21/11/2018

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	Grand, Jean-Yves

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/076856

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/100357 A1 (KRUSE JOCHEN [DE]) 27. Mai 2004 (2004-05-27)	1,13
Y	das ganze Dokument -----	1-14
Y	US 2015/168124 A1 (BONDAR YAN [DE]) 18. Juni 2015 (2015-06-18) das ganze Dokument -----	1-14

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/076856

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012025810 A1	02-02-2012	CN 102378868 A	14-03-2012
		DE 102009015883 A1	07-10-2010
		EP 2414706 A1	08-02-2012
		ES 2430466 T3	20-11-2013
		JP 5537647 B2	02-07-2014
		JP 2012522674 A	27-09-2012
		KR 20120013956 A	15-02-2012
		US 2012025810 A1	02-02-2012
		WO 2010112186 A1	07-10-2010
US 2009016811 A1	15-01-2009	BR PI0417558 A	27-03-2007
		CN 1890474 A	03-01-2007
		DE 10358763 A1	14-07-2005
		EP 1692406 A1	23-08-2006
		JP 4617316 B2	26-01-2011
		JP 2007517169 A	28-06-2007
		KR 20070005927 A	10-01-2007
		MX PA06006632 A	31-08-2006
		US 2009016811 A1	15-01-2009
		WO 2005057028 A1	23-06-2005
		ZA 200604814 B	28-11-2007
EP 0617260 A1	28-09-1994	DE 4309226 A1	29-09-1994
		EP 0617260 A1	28-09-1994
		ES 2111195 T3	01-03-1998
US 2008231262 A1	25-09-2008	DE 102007013755 A1	09-10-2008
		JP 2008233090 A	02-10-2008
		US 2008231262 A1	25-09-2008
US 2004100357 A1	27-05-2004	DE 10134259 A1	06-02-2003
		EP 1407153 A1	14-04-2004
		ES 2246015 T3	01-02-2006
		JP 2004522115 A	22-07-2004
		US 2004100357 A1	27-05-2004
		WO 03008819 A1	30-01-2003
US 2015168124 A1	18-06-2015	DE 102013020578 A1	18-06-2015
		US 2015168124 A1	18-06-2015