

(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
29. November 2012 (29.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/159804 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01C 17/32 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/055702

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. März 2012 (29.03.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102011076337.6 24. Mai 2011 (24.05.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WEISS, Stefan** [DE/DE]; Schwaerzlocher Str. 119, 72070 Tuebingen (DE). **SCHIFFERDECKER, Daniel** [DE/DE]; Janusz-Korczak-Weg 1-3, 72072 Tuebingen (DE). **BARTHOLOMEYCZIK, Julian** [DE/DE]; Lueffestrasse

66, 72762 Reutlingen (DE). **SCHEIERMANN, Sergej** [DE/DE]; Albert-Schweitzer-Weg 7, 72800 Eningen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (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, 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.

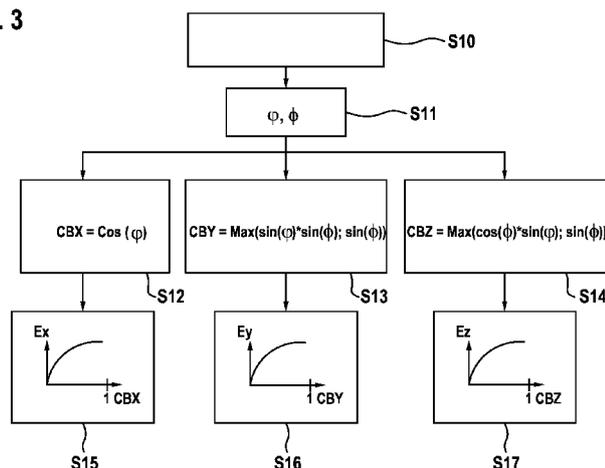
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MAGNETIC SENSOR DEVICE AND METHOD FOR ESTABLISHING AN ITEM OF INFORMATION RELATING TO A MAGNETIC FIELD STRENGTH COMPONENT IN THE DIRECTION OF AT LEAST ONE SPATIALLY FIXED SPATIAL AXIS

(54) Bezeichnung : MAGNETISENSORVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ERMITTELN EINER INFORMATION BEZÜGLICH EINER MAGNETISCHEN FELDSTÄRKEKOMPONENTE IN RICHTUNG ZUMINDEST EINER ORTSFESTEN ORTSACHSE

Fig. 3



(57) Abstract: The invention relates to a magnetic sensor device with a spatial position measurement apparatus for establishing an item of spatial position information (φ, Φ), relating to a measurement axis fixed with respect to the sensor, in respect of at least one spatially fixed spatial axis, a magnetic measurement apparatus for establishing at least one magnetic field strength variable in the direction of the at least one measurement axis fixed with respect to the sensor, and an evaluation apparatus for determining an item of information relating to a magnetic field strength component in the direction of at least one spatially fixed spatial axis taking into account the item of spatial position information (φ, Φ) and the at least one magnetic field strength variable, said evaluation apparatus additionally comprising a control apparatus for determining at least one intended measurement-quality variable (CBX, CBY, CBZ) of the at least one magnetic

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/159804 A1



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:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

field strength variable taking into account the item of spatial position information (φ , Φ) and appropriate actuation of the magnetic measurement apparatus. Moreover, the invention relates to a method for establishing an item of information relating to a magnetic field strength component in the direction of at least one spatially fixed spatial axis.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Magnetsensorvorrichtung mit einer Raumlagemesseinrichtung zum Ermitteln einer Raumlage-Information (φ , Φ) bezüglich einer sensorfesten Messachse in Bezug zu zumindest einer ortsfesten Raumachse, einer Magnetmesseinrichtung zum Ermitteln mindestens einer Magnetfeldstärke-Größe in Richtung der mindestens einen sensorfesten Messachse, und einer Auswerteinrichtung zum Festlegen einer Information bezüglich einer magnetischen Feldstärkekomponente in Richtung zumindest einer ortsfesten Ortsachse unter Berücksichtigung der Raumlage-Information (φ , Φ) und der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe, welche zusätzlich eine Steuereinrichtung zum Festlegen mindestens einer Soll-Messgröße (CBX , CBY , CBZ) der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe unter Berücksichtigung der Raumlage-Information (φ , Φ) und entsprechenden Ansteuern der Magnetmesseinrichtung umfasst. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Ermitteln einer Information bezüglich einer magnetischen Feldstärkekomponente in Richtung zumindest einer ortsfesten Ortsachse.

Beschreibung

5 Titel

Magnetsensorvorrichtung und Verfahren zum Ermitteln einer Information bezüglich einer magnetischen Feldstärkekomponente in Richtung zumindest einer ortsfesten Ortsachse

10 Die Erfindung betrifft eine Magnetsensorvorrichtung. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Ermitteln einer Information bezüglich einer magnetischen Feldstärkekomponente in Richtung zumindest einer ortsfesten Ortsachse.

Stand der Technik

15

In der DE 10 2007 024 866 A1 ist ein induktiver Magnetsensor beschrieben, welcher frei im Raum verstellbar ist. Für die Bestimmung einer räumlichen Verteilung einer magnetischen Feldstärke eines Magnetfelds bezüglich eines ortsfesten Koordinatensystems wird bei einem derartigen frei verstellbaren Magnetsensor häufig auch dessen Stellung in Bezug zu dem ortsfesten Koordinatensystem, bzw. eine Stellung seiner drei Messachsen in Bezug zu dem ortsfesten Koordinatensystem, ermittelt. Unter Berücksichtigung der ermittelten Stellung der Magnetmesseinrichtung, bzw. der ermittelten Stellung der drei Messachsen, kann anschließend eine für ein Koordinatensystem aus den drei Messachsen mittels der Magnetmesseinrichtung bestimmte Magnetfeldverteilung in die Verteilung der magnetischen Feldstärke in dem ortsfesten Koordinatensystem umgerechnet werden.

Offenbarung der Erfindung

30

Die Erfindung schafft eine Magnetsensorvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Kompassvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 7, ein Verfahren zum Ermitteln einer Information bezüglich einer magnetischen Feldstärkekomponente in Richtung zumindest einer ortsfesten Ortsachse mit den Merkmalen des Anspruchs 8 und ein Verfahren zum Festlegen mindestens einer Himmelsrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10.

Vorteile der Erfindung

Die vorliegende Erfindung ermöglicht eine Reduzierung einer
5 Messgenauigkeitsanforderung an die Bestimmung der Magnetfeldstärke-Größe in
Richtung mindestens einer dem Sensor fest vorgegebenen Messachse unter
Berücksichtigung der Ausrichtung der mindestens einen Messachse. Dabei kann die
Genauigkeitsanforderung signifikant reduziert werden, bzw. die Ermittlung/Messung der
10 Magnetstärke-Größe in Richtung dieser Messachse kann gegebenenfalls entfallen. Auf
diese Weise ist der Stromverbrauch bei der Ermittlung/Messung der Magnetfeldstärke-
Größe in Richtung der bestimmten Messachse signifikant reduzierbar. Dies ist vor allem
bei einer mobilen Magnetsensorvorrichtung, beispielsweise bei einer
Magnetsensorvorrichtung als Untereinheit eines mobilen Konsumelektronikgeräts,
vorteilhaft.

15 Aufgrund des reduzierbaren Stromverbrauchs der Magnetmessenrichtung kann die
Magnetsensorvorrichtung mit einer Batterie mit einer reduzierten Batteriekapazität
ausgestattet werden. Somit ist die Magnetsensorvorrichtung kostengünstiger und/oder
kleiner ausführbar.

20 Die vorliegende Erfindung gewährleistet insbesondere gegenüber einer herkömmlichen
Magnetfeldbestimmung in drei Raumachsen mit gleichbleibender Messgüte den Vorteil
der Reduzierung des Stromverbrauchs. Gegenüber einer herkömmlichen
zweidimensionalen Magnetfeldbestimmung unter Verwendung von nur zwei fest/konstant
25 vorgegebenen Messachsen wird mittels der im Weiteren beschriebenen
erfindungsgemäßen Technologie bei (nahezu) gleichem Energieverbrauch eine größere
Genauigkeit der ermittelten Magnetfeldverteilung erreicht.

Eine herkömmliche dreiachsige Magnetfeldmessung mit gleichbleibender Messgüte weist
30 gegenüber der erfindungsgemäßen Magnetsensorvorrichtung und dem
korrespondierenden Verfahren einen (deutlich) höheren Energieverbrauch auf. Wird statt
der herkömmlichen dreiachsigen Magnetfeldmessung mit gleichbleibender Messgüte
lediglich eine herkömmliche zweiachsige Magnetfeldmessung mit gleichbleibender
Messgüte durchgeführt, so treten bei großen Roll- und Nickwinkeln signifikante
35 Ungenauigkeit am ermittelten Ergebnis auf. Dieser Nachteil ist mittels der
erfindungsgemäßen Magnetsensorvorrichtung und des korrespondierenden Verfahrens

umgehbar, da diese auf das Vermessen einer Messachse lediglich dann verzichten, wenn diese unvorteilhaft ausgerichtet ist.

Die vorliegende Erfindung eignet sich vor allem für eine Anwendung in einem
5 lagekompensierten Kompass.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

10 Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der
Magnetsensorvorrichtung;
- 15 Fig. 2 ein Flussdiagramm zum Darstellen einer ersten Ausführungsform des Verfahrens; und
- Fig. 3 ein Flussdiagramm zum Darstellen einer zweiten Ausführungsform
20 des Verfahrens.

Ausführungsformen der Erfindung

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der
25 Magnetsensorvorrichtung.

Die in Fig. 1 schematisch wiedergegebene Magnetsensorvorrichtung weist eine
Raumlagemesseinrichtung 10 auf. Die Raumlagemesseinrichtung 10 ist dazu ausgelegt,
eine Raumlage-Information bezüglich einer Ausrichtung mindestens einer sensorfest
30 vorgegebenen Messachse der Magnetsensorvorrichtung in Bezug zu zumindest einer
ortsfesten Raumachse zu ermitteln. Unter der mindestens einen sensorfesten/sensorfest
vorgegebenen Messachse kann eine in Bezug zu der Magnetsensorvorrichtung
fest/unverstellbar vorgegebene Richtung verstanden werden. Insbesondere kann darunter
35 verstanden werden, dass die Ausrichtung der mindestens einen sensorfesten Messachse
zu der Magnetsensorvorrichtung auch bei einem Drehen der Magnetsensorvorrichtung um
mindestens eine Drehachse konstant bleibt, während die Ausrichtung der mindestens

einen sensorfesten Messachse zu der zumindest einen ortsfesten Raumachse/für einen externen Betrachter mittels einer Drehung der Magnetsensorvorrichtung veränderbar ist.

Entsprechend kann unter der mindestens einen ortsfesten Raumachse eine
5 Richtung/Achse verstanden werden, welche unabhängig von einer Lage/Stellung/Ausrichtung der Magnetsensorvorrichtung im Raum ist. Die mindestens eine ortsfeste Raumachse kann insbesondere die Gravitationsachse sein.

Vorzugsweise ist die Raumlagemesseinrichtung 10 dazu ausgelegt, die Raumlage-
10 Information bezüglich einer Ausrichtung der mindestens einen sensorfesten Messachse der Magnetsensorvorrichtung in Bezug zu einem ortsfesten Koordinatensystem mit zwei oder drei Achsen als der zumindest einen ortsfesten Raumachse zu ermitteln.

Beispielsweise kann eine der Achsen des ortsfesten Koordinatensystems parallel zu/entsprechend der Gravitationsachse ausgerichtet sein. Die Ausbildung der

15 Raumlagemesseinrichtung 10 ist jedoch nicht auf ein derartiges ortsfestes Koordinatensystem limitiert.

Die Raumlagemesseinrichtung 10 kann beispielsweise dazu ausgelegt sein, als die Raumlage-Information einen Nickwinkel und/oder einen Rollwinkel eines sensorfest
20 vorgegebenen Koordinatensystems mit einer x-Messachse, einer y-Messachse und einer z-Messachse als der mindestens einen sensorfesten Messachse in Bezug zu einem ortsfesten Koordinatensystem umfassend die Gravitationsachse (Erdkoordinatensystem) als der zumindest einen ortsfesten Raumachse zu ermitteln. Die

Raumlagemesseinrichtung 10 ist jedoch nicht auf ein Ermitteln des Nickwinkels und/oder
25 des Rollwinkels als Raumlage-Information limitiert. Als Alternative oder als Ergänzung zu mindestens einem der hier genannten Winkel kann auch eine andere Größe als Raumlage-Information mittels der Raumlagemesseinrichtung 10 ermittelbar sein.

Die Raumlagemesseinrichtung 10 kann beispielsweise eine
30 Beschleunigungssensoreinrichtung umfassen. Insbesondere kann die Raumlagemesseinrichtung 10 eine dreiachsige/dreikanalige Beschleunigungssensoreinrichtung aufweisen/sein. Mittels einer dreiachsigen Beschleunigungssensoreinrichtung ist eine Orientierung/Ausrichtung der Magnetsensorvorrichtung, bzw. der mindestens einen sensorfesten Messachse der
35 Magnetsensorvorrichtung, relativ zu einem ortsfesten Koordinatensystem mit der Gravitationsachse (Erdkoordinatensystem), z.B. als (negativer) z-Achse, verlässlich

festlegbar. Die Raumlagemesseinrichtung 10 ist jedoch nicht auf eine Ausstattung mit einer Beschleunigungssensoreinrichtung oder auf eine bestimmte Ausbildung der Beschleunigungssensoreinrichtung beschränkt.

- 5 Die Magnetsensorvorrichtung weist auch eine Magnetmesseinrichtung 12 auf, welche dazu ausgelegt ist, mindestens eine Magnetfeldstärke-Größe bezüglich einer Feldstärkekomponente eines Magnetfelds in einer Umgebung der Magnetsensorvorrichtung zu ermitteln. Dabei ermittelt die Magnetmesseinrichtung 12 mindestens eine Magnetfeldstärke-Größe als Größe bezüglich der
- 10 Magnetfeldstärkekomponente in Richtung der mindestens einen sensorfesten Messachse. Die Magnetmesseinrichtung 12 kann beispielsweise als dreiaxiale Magnetmesseinrichtung ausgebildet sein, wodurch insbesondere drei Magnetfeldstärke-Größen als Feldstärkekomponenten des Magnetfelds in Bezug zu der x-Messachse, der y-Messachse und der z-Messachse verlässlich ermittelbar/messbar sind. In einer
- 15 vorteilhaften Ausbildungsform weist die Magnetmesseinrichtung 12 drei Untereinheiten 12x, 12y und 12z auf, welche jeweils zum Ermitteln der Magnetfeldstärke-Größe bezüglich der Feldstärkekomponente in Richtung einer sensorfest vorgegebenen Messachse ausgelegt sind, wobei die Messachsen der drei Untereinheiten 12x, 12y und 12z das sensorfeste Koordinatensystem ergeben. Die in der Magnetsensorvorrichtung
- 20 eingesetzte Magnetmesseinrichtung 12 ist jedoch nicht auf eine derartige Ausbildung limitiert.

- Außerdem weist die Magnetsensorvorrichtung eine Steuereinrichtung 14 auf, an welche ein Raumlage-Informationssignal 16 mit der von der Raumlagemesseinrichtung 10
- 25 ermittelten Raumlage-Information bereitstellbar ist. Die Steuereinrichtung 14 ist dazu ausgelegt, unter Berücksichtigung der Raumlage-Information mindestens eine Soll-Messgütegröße der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe festzulegen. Zusätzlich ist die Steuereinrichtung 14 dazu ausgelegt, ein der mindestens einen festgelegten Soll-Messgütegröße entsprechendes Steuersignal 18 an die Magnetmesseinrichtung 12
- 30 auszugeben. Die Magnetmesseinrichtung 12 ist mittels des Steuersignals 18 so steuerbar, dass die mindestens eine Magnetfeldstärke-Größe entsprechend der mindestens einen festgelegten Soll-Messgütegröße ermittelbar ist.

- Auch bei der Verwendung eines herkömmlichen Modells für die Magnetmesseinrichtung
- 35 12 ist deren Energieverbrauch beim Ermitteln der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe im Allgemeinen abhängig von der mindestens einen Soll-Messgütegröße. Da bei

einem herkömmlichen Magnetsensor die mindestens eine Soll-Messgütegröße, wie beispielsweise einer Messgenauigkeit und/oder einer Signalqualität, jedoch fest vorgegeben ist, ist auch der Energieverbrauch des herkömmlichen Magnetsensors nicht variierbar/optimierbar.

5

Demgegenüber bietet die hier beschriebene Magnetsensorvorrichtung (auch bei der Verwendung eines herkömmlichen Modells für die Magnetmeseinrichtung 12) die Möglichkeit, über ein Festlegen der mindestens einen Soll-Messgütegröße unter Berücksichtigung der Raumlage-Information/des Raumlage-Informationssignals 16 zu optimieren.

10

Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung 14 dazu ausgelegt, die Soll-Messgütegröße einer sensorfesten Messachse unter Berücksichtigung einer aus der Raumlage-Information/dem Raumlage-Informationssignal 16 hergeleiteten Abweichungsgröße der sensorfesten Messachse von einer bevorzugten Ausrichtung, einer ortsfesten Achse und/oder einer ortsfesten Ebene festzulegen. Man kann dies auch so umschreiben, dass die Steuereinrichtung 14 der mindestens einen sensorfesten Messachse unter Berücksichtigung der Raumlage-Information/des Raumlage-Informationssignals 16 eine bestimmte Bedeutung/Relevanz zuweist, und die mindestens eine Soll-Messgütegröße entsprechend festlegt. Bei einer Zuweisung einer niedrigen Bedeutung/Relevanz für eine Messachse kann durch eine Reduktion einer Soll-Messgütegröße dieser Messachse der Stromverbrauch der Magnetmeseinrichtung 12 beim Ermitteln der Magnetfeldstärke-Größe in Richtung dieser Messachse gesenkt werden. Ebenso ist bei einer Zuweisung einer niedrigen Bedeutung/Relevanz für eine Messachse durch ein Festlegen einer vergleichsweise hohen/guten Soll-Messgütegröße dieser Messachse ein verlässliches Bestimmen der Magnetfeldstärke-Größe in Richtung dieser Messachse bewirkbar. Mittels eines Festlegens der Soll-Messgütegröße unter Berücksichtigung der Raumlage-Information/des Raumlage-Informationssignals 16 und eines entsprechenden Anstuerns der Magnetmeseinrichtung 12 ist somit der Energieverbrauch der Magnetmeseinrichtung 12 beim Ermitteln der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe optimierbar, wobei gleichzeitig gewährleistet ist, dass eine Magnetfeldstärke-Größe in Richtung einer vorteilhaft ausgerichteten Messachse mit einer vergleichsweise hohen/guten Messgüte ermittelbar ist.

15

20

25

30

35

Insbesondere kann die Steuereinrichtung 14 dazu ausgelegt sein, auf diese Weise für Magnetfeldstärke-Größen in Richtung unterschiedlicher sensorfester Messachsen

unterschiedliche Soll-Messgütegrößen festzulegen. Sofern aufgrund der Ausrichtung einer Messachse eine hohe/gute Messgüte beim Ermitteln der zugehörigen Magnetfeldstärke-Größe nicht notwendig ist, kann durch Reduzieren der zugehörigen Soll-Messgütegröße der Energieverbrauch beim Ermitteln dieser Magnetfeldstärke-Größe reduziert werden.

5 Gleichzeitig bleibt beim Ermitteln einer anderen Magnetfeldstärke-Größe in Richtung einer weiteren Messachse, welche aktuell so liegt, dass eine hohe/gute Messgüte beim Ermitteln der anderen Magnetfeldstärke-Größe wünschenswert ist, ein verlässliches Bestimmen der anderen Magnetfeldstärke-Größe gewährleistet. Somit kann die beim Bestimmen der Magnetfeldstärke-Größen verbrauchte Energie hinsichtlich der
10 variierenden Bedeutung der verschiedenen Messachsen optimiert werden.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Steuereinrichtung 20 zusätzlich dazu ausgelegt, als die mindestens eine Soll-Messgütegröße eine x-Soll-Messgütegröße einer Magnetfeldstärke-Größe einer Feldstärkekomponente in Richtung der x-
15 Messachse proportional zu einem Kosinus des Nickwinkels, eine y-Soll-Messgütegröße einer Magnetfeldstärke-Größe einer Feldstärkekomponente in Richtung der y-Messachse proportional zu einem Maximum aus einem Sinus des Rollwinkels und einem Produkt eines Sinus des Nickwinkels und des Sinus des Rollwinkels und/oder eine z-Soll-Messgütegröße einer Magnetfeldstärke-Größe
20 einer Feldstärkekomponente in Richtung der z-Messachse proportional zu einem Maximum aus dem Sinus des Rollwinkels und einem Produkt des Sinus des Nickwinkels und eines Kosinus des Rollwinkels festzulegen. Die auf diese Weise festlegbaren Soll-Messgütegrößen entsprechen somit den Ausrichtungen der sensorfesten Messachsen bezüglich der Lage der Messachsen im Raum. Wie unten
25 ausgeführt wird, sind in diesem Fall keine zusätzlichen Rechenschritte zum Festlegen der Soll-Messgütegrößen auszuführen. Weitere vorteilhafte Vorgehensweisen zum Festlegen der mindestens einen Soll-Messgütegröße werden unten noch beschrieben.

30 Die Steuereinrichtung 14 kann beispielsweise dazu ausgelegt sein, mindestens eine Soll-Messzeit zum Ermitteln der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe, mindestens eine Soll-Bestromungsdauer zum Ermitteln der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe, und/oder mindestens eine Soll-Stromstärke eines während des Ermitteln der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe
35 bereitgestellten Stroms als die mindestens eine Soll-Messgütegröße festzulegen. Insbesondere kann das Steuersignal 18 drei Versorgungsstrom-Signale 18x, 18y

und 18z umfassen, welche jeweils an eine Untereinheit 12x, 12y und 12z der Magnetmesseinrichtung 12 bereitstellbar sind. Die Ausbildbarkeit der Steuereinrichtung 14 ist jedoch nicht auf dieses Beispiel beschränkt.

- 5 Des Weiteren weist die Magnetsensorvorrichtung eine Auswerteeinrichtung 20 auf, an welche ein Sensorsignal 22 mit der mindestens einen ermittelten Magnetfeldstärke-Größe von der Magnetmesseinrichtung 12 und das Raumlage-Information-Signal 16 von der Raumlagemesseinrichtung 10 bereitstellbar sind. Die Auswerteeinrichtung 20 ist dazu ausgelegt, unter Berücksichtigung der Raumlage-Information und der mindestens einen
- 10 Magnetfeldstärke-Größe eine Information bezüglich einer magnetischen Feldstärkekomponente in Richtung zumindest einer in Bezug zu der mindestens einen ortsfesten Raumachse konstant ausgerichteten (ortsfesten) Ortsachse festzulegen. Vorzugsweise kann die mindestens eine Ortsachse der mindestens einen (ortsfesten) Raumachse entsprechen. Auf die mindestens eine Ortsachse sind insbesondere die oben
- 15 gemachten Ausführungen zu der mindestens einen Raumachse anwendbar. Ein Informationssignal 24 mit der festlegbaren Information ist mittels der Auswerteeinrichtung 20 ausgeben. Das Informationssignal 24 kann beispielsweise an eine (nicht skizzierte) Anzeigeeinrichtung weiterleitbar sein.
- 20 In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Auswerteeinrichtung 20 dazu ausgelegt, unter Berücksichtigung der Raumlage-Information und der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe eine magnetische Feldstärkeverteilung in einer senkrecht zu der Gravitationsrichtung ausgerichteten Ebene als Information festzulegen und als Informationssignal 24 auszugeben. In diesem Fall ist die Magnetsensorvorrichtung
- 25 insbesondere für eine geomagnetische Anwendung verwendbar. Magnetfeldkomponenten senkrecht zur Erdoberfläche beinhalten in der Regel keine relevanten geomagnetischen Informationen, insbesondere bezüglich der Ausrichtung der einzelnen Himmelsrichtungen. Zum Ermitteln einer Himmelsrichtung, insbesondere der Nord-Himmelsrichtung, sind lediglich die Magnetfeldkomponenten parallel zur Erdoberfläche auszuwerten. Eine
- 30 Ausbildung der Auswerteeinrichtung 20 zum Festlegen einer magnetischen Feldstärkeverteilung lediglich in einer senkrecht zu der Gravitationsrichtung ausgerichteten Ebene ermöglicht somit eine vereinfachte und schneller ausführbare Bestimmung von Himmelsrichtungen und ist deshalb vorteilhaft. Das Einsetzen der Magnetsensorvorrichtung ist jedoch nicht auf eine geomagnetische Verwendung
- 35 beschränkt.

Da der Stromverbrauch bevorzugter Weise lediglich beim Ermitteln mindestens einer Magnetfeldstärke-Größe für eine Messachse von geringer (aktueller) Signifikanz/Bedeutung reduziert wird, ist er nicht mit einer Verschlechterung einer Signal-zu-Rausch-Qualität der unter Berücksichtigung der Raumlage-Information und der
5 mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe festgelegten Information verbunden. Dies ist für viele Anwendungsformen der Magnetsensorvorrichtung vorteilhaft.

Die Steuereinrichtung 14 und die Auswerteeinrichtung 20 sind nicht auf eine getrennte Ausbildung limitiert. Beispielsweise können die Funktionen der Einrichtungen 14 und 20
10 auch in einer gemeinsamen Prozessoreinrichtung 26/Logik implementiert werden, welche sowohl die Lagekompensation als auch das Festlegen der mindestens einen Soll-Messgütegröße durchführt. Solche Implementierungen in einer Steuersoftware auf einem Prozessor, mittels welchem die Einrichtungen 10 und 12 ansteuerbar und/oder auswertbar sind, sind einfach ausführbar.

15 Aufgrund der Optimierung ihres Energieverbrauchs kann die Magnetsensorvorrichtung mit einer kostengünstigen und/oder wenig Bauraum benötigenden Energiespeichervorrichtung, wie beispielsweise einer Batterie, ausgestattet sein. Außerdem ist kein häufiges Wiederaufladen der Energiespeichervorrichtung trotz einer
20 vergleichsweise hohen Benutzung der Magnetsensorvorrichtung erforderlich.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Magnetsensorvorrichtung Teil einer Kompassvorrichtung. In diesem Fall kann die Kompassvorrichtung eine Himmelsrichtungs-Festlegeeinrichtung umfassen, welche dazu ausgelegt ist, unter
25 Berücksichtigung der von der Magnetsensorvorrichtung ausgegebenen Information mindestens eine Himmelsrichtung festzulegen und anzuzeigen. Auf diese Weise ist ein lagekompensierter Kompass realisierbar. Mittels der Information kann aus dem gemessenen dreidimensionalen Magnetfeld, vorzugsweise aus den Magnetfeldkomponenten parallel zur Erdoberfläche, die Nordrichtung (das sogenannte
30 Heading) festgelegt werden. Da zur Bestimmung des Headings lediglich die Magnetfeldkomponenten parallel zur Erdoberfläche auszuwerten sind, kann mittels der hier beschriebenen Magnetsensorvorrichtung die Energie zum (genauen) Messen der Magnetfeldkomponente senkrecht zur Erdoberfläche eingespart werden.

Die Magnetsensorvorrichtung kann außerdem dazu ausgelegt sein, die im Weiteren beschriebenen Verfahrensschritte auszuführen. Bezüglich weiterer Funktionen der Magnetsensorvorrichtung wird deshalb auf die nachfolgenden Verfahren verwiesen.

5 Fig. 2 zeigt ein Flussdiagramm zum Darstellen einer ersten Ausführungsform des Verfahrens.

Das in Fig. 2 schematisch dargestellte Verfahren kann beispielsweise mittels der oben beschriebenen Magnetsensorvorrichtung ausgeführt werden. Die Ausführbarkeit des
10 Verfahrens ist jedoch nicht auf die Verwendung einer derartigen Magnetsensorvorrichtung beschränkt.

In einem Verfahrensschritt S1 wird eine Raumlage-Information bezüglich einer Ausrichtung mindestens einer messeinrichtungsfest vorgegebenen Messachse einer
15 Magnetmesseinrichtung in Bezug zu zumindest einer gegenüber der zumindest einen Ortsachse konstant ausgerichteten ortsfesten Raumachse ermittelt. Beispiele für die mindestens eine messeinrichtungsfest vorgegebene/messeinrichtungsfeste Messachse und die mindestens eine ortsfest vorgegebene/ortsfeste Raumachse sind oben schon beschrieben. Vorzugsweise kann die mindestens eine ortsfeste Raumachse der
20 mindestens einen Ortsachse entsprechen.

Dabei kann als Magnetmesseinrichtung ein magnetischer Sensor verwendet werden, welcher dazu ausgelegt ist, eine Magnetfeldstärke-Größe bezüglich (mindestens) einer Feldstärkekomponente eines magnetischen Felds in seiner (äußeren) Umgebung in
25 Richtung der mindestens einen messeinrichtungsfesten Messachse zu bestimmen. Beispielsweise kann die Magnetmesseinrichtung eine dreiachsige Magnetmesseinrichtung sein.

In einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens werden in dem Verfahrensschritt
30 S1 ein Nickwinkel und/oder ein Rollwinkel eines sensorfest vorgegebenen Koordinatensystems mit einer x-Messachse, einer y-Messachse und einer z-Messachse als der mindestens einen messeinrichtungsfesten Messachse in Bezug zu einem ortsfesten Koordinatensystem als Raumlage-Information ermittelt. Bevorzugter Weise hat das ortsfeste Koordinatensystem mindestens eine Achse gleich der Gravitationsachse.
35 Mittels mindestens eines dieser Winkel lässt sich das nachfolgend beschriebene Verfahren besonders vorteilhaft ausführen.

In einem anschließenden Verfahrensschritt S2 wird unter Berücksichtigung der ermittelten Raumlage-Information mindestens eine Soll-Messgütegröße mindestens einer im Weiteren zu bestimmenden/ermittelnden Magnetfeldstärke-Größe in Richtung der

5 mindestens einen messeinrichtungsfesten Messachse festgelegt. Insbesondere können für verschiedene Messachsen der Magnetmesseinrichtung unterschiedliche Soll-Messgütegrößen festgelegt werden. Wie unten genauer beschrieben wird, kann die Soll-Messgütegröße einer bestimmten Messachse insbesondere so festgelegt werden, dass die Soll-Messgütegröße gesteigert wird, wenn die betreffende Messachse in Richtung

10 mindestens einer (vorgegebenen) ortsfesten Vorzugsrichtung ausgerichtet ist und/oder in einer von zwei (vorgegebenen) ortsfesten Vorzugsrichtungen aufgespannten Ebene liegt. Entsprechend kann die Soll-Messgütegröße reduziert werden, wenn die zugehörige Messachse um einen großen Zwischenwinkel/Neigungswinkel geneigt zu der mindestens einen ortsfesten Vorzugsrichtung ausgerichtet ist und/oder um einen großen

15 Zwischenwinkel/Neigungswinkel geneigt zu einer von zwei ortsfesten Vorzugsrichtungen aufgespannten Ebene ausgerichtet ist. Die Soll-Messgütegröße kann insbesondere mit Zunahme des mindestens einen Zwischenwinkels stetig abnehmen. Vorzugsweise bei einem Zwischenwinkel von 90° kann die Soll-Messgütegröße für die betreffende Messachse einen minimalen Wert, insbesondere Null, aufweisen.

20 Beispielsweise kann in dem Verfahrensschritt S2 als mindestens eine Soll-Messgütegröße eine x-Soll-Messgütegröße einer Magnetfeldstärke-Größe einer Feldstärkekomponente in Richtung der x-Messachse proportional zu einem Kosinus des Nickwinkels festgelegt werden. Der Kosinus des Nickwinkels ist eine Größe, welche

25 gewährleistet, dass bei einer vorteilhaften Ausrichtung der x-Messachse die zugehörige Magnetfeldstärke-Größe mit einer guten Soll-Messgütegröße ermittelt wird. Demgegenüber wird bei einer unvorteilhaften Ausrichtung der x-Messachse durch die Vorgabe der Soll-Messgütegröße proportional zu dem Kosinus des Nickwinkels verhindert, dass ein zu hoher Energieverbrauch für das Bestimmen einer kaum relevanten

30 Magnetfeldstärke-Größe zu befürchten ist. Ebenso kann eine y-Soll-Messgütegröße einer Magnetfeldstärke-Größe einer Feldstärkekomponente in Richtung der y-Messachse proportional zu einem Sinus des Rollwinkels, einem Produkt eines Sinus des Nickwinkels und dem Sinus des Rollwinkels oder einem Maximum aus dem Sinus des Rollwinkels und dem Produkt des Sinus des Nickwinkels und dem Sinus des Rollwinkels festgelegt

35 werden. Somit ist gewährleistet, dass für das Bestimmen der Magnetfeldstärke-Größe in Richtung der y-Messachse eine Menge an Energie verbraucht wird, welche Proportional

zu der Relevanz der Ausrichtung der y-Messachse ist. Des Weiteren kann eine z-Soll-Messgütegröße einer Magnetfeldstärke-Größe einer Feldstärkekomponente in Richtung der z-Messachse in dem Verfahrensschritt S2 proportional zu dem Sinus des Rollwinkels, einem Produkt des Sinus des Nickwinkels und eines Kosinus des Rollwinkels oder einem
5 Maximum aus dem Sinus des Rollwinkels und dem Produkt des Sinus des Nickwinkels und des Kosinus des Rollwinkels festgelegt werden. Bei einer vorteilhaften Ausrichtung der z-Messachse ist somit eine vorteilhafte Güte der zugehörigen Magnetfeldstärke-Größe gewährleistet. Gleichzeitig ist der Energieverbrauch bei einer unvorteilhaften Ausrichtung der z-Messachse reduzierbar. Die Ausführbarkeit des Verfahrensschritt S2 ist
10 jedoch nicht auf die aufgezählten Beispiele für Soll-Messgütegrößen beschränkt. Weitere vorteilhafte Vorgehensweisen zum Festlegen der mindestens einen Soll-Messgütegrößen werden unten noch beschrieben.

In einem weiteren Verfahrensschritt S3 wird die Magnetmesseinrichtung dazu
15 angesteuert, mindestens eine Magnetfeldstärke-Größe bezüglich einer Feldstärkekomponente eines Magnetfelds in einer Umgebung der Magnetmesseinrichtung in Richtung der mindestens einen messeinrichtungsfesten Messachse zu ermitteln. Dabei erfolgt das Ermitteln der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe entsprechend der mindestens einen festgelegten Soll-Messgütegröße. Nach einem Festlegen von
20 unterschiedlichen Soll-Messgütegrößen werden für die einzelnen Messachsen unterschiedliche Sollwerte eingehalten. Die mindestens eine ermittelte Magnetfeldstärke-Größe kann insbesondere eine magnetische Feldstärke und/oder eine Stromstärke einer Messspule sein. Die mindestens eine ermittelte Magnetfeldstärke-Größe kann auch eine mittels einer Auswertung in eine Magnetfeldstärke umwandelbare Größe sein. Weitere
25 Größen können als die mindestens eine Magnetfeldstärke-Größe ebenfalls ermittelt werden.

Man kann den Verfahrensschritt S3 auch so umschreiben, dass bei einer Ausrichtung einer messeinrichtungsfesten Messachse mit einem kleinen
30 Zwischenwinkel/Neigungswinkel zu einer ortsfesten Vorzugsachse und/oder zu einer von zwei (vorgegebenen) ortsfesten Vorzugsrichtungen aufgespannten Ebene eine große/hohe Soll-Messgütegröße beim Ermitteln der zugehörigen Magnetfeldstärke-Größe eingehalten wird. Demgegenüber wird bei einer Ausrichtung der messeinrichtungsfesten Messachse in einem großen Zwischenwinkel/Neigungswinkel zu der mindestens einen
35 ortsfesten Vorzugsachse und/oder zu einer von zwei ortsfesten Vorzugsachsen aufgespannten Ebene eine vergleichsweise kleine Soll-Messgütegröße eingehalten. Dies

ist mit dem Vorteil verbunden, dass bei einer bevorzugten Ausrichtung der Messachse die jeweilige Magnetfeldstärke-Größe verlässlich und/oder mit einer guten Messgenauigkeit ermittelt wird, während bei einer Ausrichtung der Messachse weg von der mindestens einen Vorzugsrichtung und/oder der von zwei Vorzugsrichtungen aufgespannten Ebene der Energieverbrauch beim Ermitteln der zugehörigen Magnetfeldstärke-Größe reduziert wird.

Das hier beschriebene Verfahren gewährleistet den Vorteil, dass für eine messeinrichtungsfeste Messachse in einer ortsfesten Vorzugsrichtung und/oder in einer (bevorzugten) ortsfesten Ebene eine Magnetfeldstärke-Größe verlässlich und/oder mit einer guten Messgenauigkeit bestimmt wird, während keine oder nur eine geringe Energie zum Ermitteln einer Magnetfeldstärke-Größe einer von der ortsfesten Vorzugsrichtung und/oder der (bevorzugten) ortsfesten Ebene weggerichteten messeinrichtungsfeste Messachse verbraucht wird. Der Stromverbrauch der Magnetmesseinrichtung ist somit optimierbar. Aufgrund des Vermeidens eines unnötigen Energieverbrauchs für ein Ermitteln einer Magnetfeldstärke-Größe einer unvorteilhaft ausgerichteten Messachse kann für das Ausführen des Verfahrens auch eine kostengünstige und/oder wenig Bauraum benötigende Energiespeichervorrichtung, wie beispielsweise eine billige/kleine Batterie, verwendet werden. Außerdem entfällt die Notwendigkeit eines häufigen Wiederaufladens der Energiespeichervorrichtung für ein oftmaliges Ausführen des Verfahrens.

In einem Verfahrensschritt S4 wird die Information bezüglich der magnetischen Feldstärkekomponente in Richtung der zumindest einen ortsfesten Ortsachse festgelegt/ausgegeben. Dies erfolgt unter Berücksichtigung der Raumlage-Information und der mindestens einen (ermittelten/bestimmten) Magnetfeldstärke-Größe. Beispielsweise kann eine magnetische Feldstärkeverteilung in einer senkrecht zu der Gravitationsrichtung ausgerichteten Ebene als Information festgelegt werden. Die Ausführbarkeit des Verfahrensschritts S4 ist jedoch nicht auf dieses Beispiel beschränkt.

In einer Weiterbildung kann das in dem oberen Absatz beschriebene Verfahren zum Festlegen von zumindest einer Himmelsrichtung benutzt werden. Dazu kann nach dem Festlegen der Information in dem Verfahrensschritt S4 ein optionaler Verfahrensschritt S5 ausgeführt werden. In dem Verfahrensschritt S5 wird mindestens eine Himmelsrichtung, vorzugsweise die Nord-Richtung/das Heading, unter Berücksichtigung der festgelegten Information festgelegt. Für das Ausführen des Verfahrensschritts S5 ist es ausreichend,

wenn in dem Verfahrensschritt S4 lediglich die Magnetfeldkomponenten parallel zur Erdoberfläche/senkrecht zur Gravitationsachse festgelegt werden. Das Verfahren zum Festlegen mindestens einer Himmelsrichtung ist jedoch nicht auf einen derartigen Verfahrensschritt S4 limitiert.

5

Fig. 3 zeigt ein Flussdiagramm zum Darstellen einer zweiten Ausführungsform des Verfahrens.

10

Das in Fig. 3 schematisch wiedergegebene Verfahren wird ausgeführt, um eine Himmelsrichtung, vorzugsweise die Nordrichtung/das Heading, festzulegen. Es wird hier darauf hingewiesen, dass die Ausführbarkeit der im Weiteren beschriebenen Verfahrensschritte jedoch nicht auf diesen Verwendungszweck beschränkt ist. Ebenso ist die Ausführbarkeit der Verfahrensschritte nicht auf die Verwendung der oben beschriebenen Magnetsensorvorrichtung limitiert.

15

In einem Verfahrensschritt S10 wird eine Beschleunigungsmessung durchgeführt. Dazu kann ein dreiachsiger Beschleunigungssensor eingesetzt werden. Auf diese Weise lässt sich die Raumlage/Ausrichtung/Stellung eines sensorfesten Koordinatensystems bezüglich der ortsfesten Gravitationsachse verlässlich bestimmen. Man kann dies auch als Messung der Raumlage/Ausrichtung/Stellung des Erd-Gravitationsfeldes in Bezug zu den drei Achsen des Beschleunigungssensors bezeichnen.

20

Unter Berücksichtigung der in dem Verfahrensschritt S10 ermittelten Raumlage-Information werden in einem Verfahrensschritt S11 ein Nickwinkel φ und ein Rollwinkel Φ bestimmt/berechnet. Bezüglich der Definition des Nickwinkels φ und des Rollwinkels Φ wird auf die Literatur verwiesen.

25

In den Verfahrensschritten S12 bis S14 werden die Soll-Messgütegrößen für die nachfolgende Magnetfeldbestimmung festgelegt. Man kann dies auch als ein Festlegen der Signalanteile der einzelnen Magnetsensorachsen für eine später ausgeführte Auswertung/Headingberechnung bezeichnen. Aufgrund der nachfolgend genannten vorteilhaften Werte für die Soll-Messgütegrößen ist ein vereinfachtes Bestimmen der Magnetfeldkomponenten senkrecht zur Gravitationsachse gewährleistet. Außerdem können in den Verfahrensschritten S12 bis S14 die Soll-Messgütegrößen so festgelegt werden, dass keine zusätzlichen Rechenschritte auszuführen sind.

30
35

In dem Verfahrensschritt S12 wird als x-Soll-Messgütegröße der x-Signalanteil CBX festgelegt/berechnet mit:

$$(GI\ 1) \quad CBX = \cos(\varphi);$$

5

Man kann dies auch so umschreiben, dass ein x-Beitragsanteil der Komponente des Magnetfelds in Richtung der x-Messachse als x-Soll-Messgütegröße berechnet wird.

10 Korrespondierend dazu wird in dem Verfahrensschritt S13 der y-Signalanteil CBY als y-Soll-Messgütegröße festgelegt/berechnet mit:

$$(GI\ 2) \quad CBY = \text{Max}(\sin(\Phi); \sin(\varphi) * \sin(\Phi));$$

15 Außerdem wird in dem Verfahrensschritt S14 der z-Signalanteil CBZ als z-Soll-Messgütegröße festgelegt mit:

$$(GI\ 3) \quad CBZ = \text{Max}(\sin(\Phi); \sin(\varphi) * \cos(\Phi));$$

20 In den folgenden Verfahrensschritten S15 bis S17 wird das Magnetfeld in der äußeren Umgebung (Erd-Magnetfeld) entsprechend der festgelegten Soll-Messgütegrößen ermittelt/gemessen. Dazu können z.B. ein dreiachsiger Magnetsensor oder drei voneinander getrennt angeordnete Magnetsensoren als Magnetmesseinrichtung verwendet werden. Der Stromverbrauch E_x , E_y und E_z der einzelnen Messungen wird entsprechend der festgelegten Soll-Messgütegrößen vorgegeben. Mittels der Vorgabe
25 des Stromverbrauchs E_x , E_y und E_z erfolgt eine Reduktion der Signalqualität einzelner ermittelter (Magnetfeldstärke-)Werte B_x , B_y und B_z entsprechend der festgelegten Soll-Messgütegrößen. Die Reduktion der Signalqualität kann bis zum Abschalten von Sensoren/Sensoruntereinheiten erfolgen, was auch als ein Abschalten einer einzelnen Messachse umschreibbar ist. Der Gesamt-Stromverbrauch kann somit für die
30 Verfahrensschritte S15 bis S17 erheblich reduziert werden, ohne dass es zu einer Beeinträchtigung der aus den Magnetfeldkomponenten/den Werten B_x , B_y und B_z abgeleiteten Information aufgrund einer Verschlechterung der Signalqualität kommt.

35 In einem (nicht dargestellten) weiteren Verfahrensschritt kann unter Berücksichtigung der ermittelten Werte B_x , B_y und B_z die Verteilung der Magnetfeldkomponenten in einer senkrecht zu der Gravitationsachse ausgerichteten Ebene bestimmt werden.

Beispielweise kann dies für die Magnetfeldkomponente B_{x+} in einer senkrecht zu der Gravitationsachse ausgerichteten ortsfesten x-Ortsachse erfolgen mit:

$$(GI\ 4) \quad B_{x+} = B_x \cdot \cos(\varphi) + B_y \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\Phi) + B_z \cdot \sin(\varphi) \cdot \cos(\Phi);$$

5

Ebenso kann die Magnetfeldkomponente B_{y+} in einer senkrecht zu der Gravitationsachse ausgerichteten ortsfesten y-Ortsachse ermittelt werden mit:

$$(GI\ 5) \quad B_{y+} = B_y \cdot \cos(\Phi) - B_z \cdot \sin(\Phi);$$

10

Man kann die in dem oberen Absatz beschriebene Vorgehensweise auch als Projektion des gemessenen Magnetfelds in die Ebene senkrecht zur Gravitationsachse/parallel zur Erdoberfläche bezeichnen. Dabei fällt auf, dass für die Berechnung der Magnetfeldkomponenten senkrecht zur Gravitationsachsen Terme verwendbar sind, welche bereits zur Ermittlung der Beitragsanteile als Soll-Messgütegrößen ermittelt wurden. Somit ist der Gesamt-Rechenaufwand bei der Ausführung des Verfahrens nicht gesteigert.

15

In einem weiteren Verfahrensschritt kann die Nord-Himmelsrichtung/das Heading Ψ bestimmt werden. Dies kann beispielsweise ausgeführt werden gemäß:

20

$$(GI\ 6) \quad \Psi = \text{atan}^2(B_y/B_x);$$

Nachfolgend wird noch anhand von zwei Beispielen dargestellt, dass der Energieverbrauch mittels des Ausführens des in den vorhergehenden Absätzen beschriebenen Verfahrens deutlich reduzierbar ist.

25

Beispielweise kann das sensorfeste Koordinatensystem aus der x-Messachse, der y-Messachse und der z-Messachse so gegenüber der Gravitationsachse ausgerichtet sein, dass der Nickwinkel φ und der Rollwinkel Φ gleich 0° sind. Die oben aufgeführten Gleichungen (GI 4) und (GI 5) vereinfachen sich somit wie folgt:

30

$$(GI\ 7) \quad B_{x+} = B_x;$$

35

$$(GI\ 8) \quad B_{y+} = B_y;$$

Das Messen/Bestimmen der Magnetfeldkomponente in Richtung der z-Messachse kann somit entfallen, bzw. der Stromverbrauch zum Messen dieser Achse kann stark reduziert werden.

- 5 Ebenso kann das sensorfeste Koordinatensystem gegenüber der Gravitationsachse so ausgerichtet sein, dass der Rollwinkel Φ 90° beträgt, während der Nickwinkel φ gleich 0° ist. Die oben aufgeführten Gleichungen (Gl 4) und (Gl 5) vereinfachen sich somit:

(Gl 9) $B_{x+} = B_x;$

10

(Gl 10) $B_{y+} = -B_z;$

- Somit kann bei diesem Ausführungsbeispiel das Bestimmen/Messen der Magnetfeldkomponente in Richtung der y-Messachse entfallen, bzw. die Messqualität
15 signifikant reduziert werden.

Ansprüche

5

1. Magnetsensorvorrichtung mit

10

einer Raumlagemesseinrichtung (10), welche dazu ausgelegt ist, eine Raumlage-Information (16, φ , Φ) bezüglich einer Ausrichtung mindestens einer sensorfest vorgegebenen Messachse der Magnetsensorvorrichtung in Bezug zu zumindest einer ortsfesten Raumachse zu ermitteln;

15

einer Magnetmesseinrichtung (12, 12x, 12y, 12z), welche dazu ausgelegt ist, mindestens eine Magnetfeldstärke-Größe (22, Bx, By, Bz) bezüglich einer Feldstärkekomponente eines Magnetfelds in einer Umgebung der Magnetsensorvorrichtung in Richtung der mindestens einen sensorfest vorgegebenen Messachse zu ermitteln; und

20

einer Auswerteeinrichtung (20), welche dazu ausgelegt ist, unter Berücksichtigung der Raumlage-Information (16, φ , Φ) und der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe (22, Bx, By, Bz) eine Information (24, Bx+, By+) bezüglich einer magnetischen Feldstärkekomponente in Richtung zumindest einer in Bezug zu der mindestens einen ortsfesten Raumachse konstant ausgerichteten Ortsachse festzulegen und auszugeben;

25

gekennzeichnet durch

30

eine Steuereinrichtung (14), welche dazu ausgelegt ist, unter Berücksichtigung der Raumlage-Information (16, φ , Φ) mindestens eine Soll-Messgütegröße (CBX, CBY, CBZ) der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe (22, Bx, By, Bz) festzulegen und ein der mindestens einen festgelegten Soll-Messgütegröße (CBX, CBY, CBZ) entsprechendes Steuersignal (18, 18x, 18y, 18z) an die Magnetmesseinrichtung (12, 12x, 12y, 12z) auszugeben, wobei die Magnetmesseinrichtung (12, 12x, 12y, 12z) mittels des Steuersignals (18, 18x, 18y, 18z) so steuerbar ist, dass die mindestens eine

35

Magnetfeldstärke-Größe (22, Bx, By, Bz) entsprechend der mindestens einen festgelegten Soll-Messgütegröße (CBX, CBY, CBZ) ermittelbar ist.

2. Magnetsensorvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuereinrichtung (14)
5 zusätzlich dazu ausgelegt ist, mindestens eine Soll-Messzeit zum Ermitteln der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe (22, Bx, By, Bz), mindestens eine Soll-Bestromungsdauer zum Ermitteln der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe (22, Bx, By, Bz), und/oder mindestens eine Soll-Stromstärke eines während des Ermitteln der mindestens einen
10 Magnetfeldstärke-Größe (22, Bx, By, Bz) bereitgestellten Stroms (18x, 18y, 18z) als die mindestens eine Soll-Messgütegröße (CBX, CBY, CBZ) festzulegen.
3. Magnetsensorvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die
15 Auswerteeinrichtung (20) zusätzlich dazu ausgelegt ist, unter Berücksichtigung der Raumlage-Information (16, φ , Φ) und der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe (22, Bx, By, Bz) eine magnetische Feldstärkeverteilung (Bx+, By+) in einer senkrecht zu der Gravitationsrichtung ausgerichteten Ebene als Information (24, Bx+, By+) festzulegen und
20 auszugeben.
4. Magnetsensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Raumlagemesseinrichtung (10) eine dreiaxige Beschleunigungssensoreinrichtung umfasst.
25
5. Magnetsensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Raumlagemesseinrichtung (10) zusätzlich dazu ausgelegt ist, als die Raumlage-Information (16, φ , Φ) einen Nickwinkel (φ) und einen Rollwinkel (Φ) eines sensorfest vorgegebenen Koordinatensystems mit einer x-
30 Messachse, einer y-Messachse und einer z-Messachse als der mindestens einen sensorfesten Messachse in Bezug zu einem ortsfesten Koordinatensystem umfassend die Gravitationsachse als der zumindest einen ortsfesten Raumachse zu ermitteln.
- 35 6. Magnetsensorvorrichtung nach Anspruch 5, wobei die Steuereinrichtung (14) zusätzlich dazu ausgelegt ist, als die mindestens eine Soll-Messgütegröße

(CBX, CBY, CBZ) eine x-Soll-Messgütegröße (CBX) einer Magnetfeldstärke-Größe (B_x) einer Feldstärkekomponente in Richtung der x-Messachse proportional zu einem Kosinus des Nickwinkels (φ), eine y-Soll-Messgütegröße (CBY) einer Magnetfeldstärke-Größe (B_y) einer Feldstärkekomponente in Richtung der y-Messachse proportional zu einem Maximum aus einem Sinus des Rollwinkels (Φ) und einem Produkt eines Sinus des Nickwinkels (φ) und des Sinus des Rollwinkels (Φ) und/oder eine z-Soll-Messgütegröße (CBZ) einer Magnetfeldstärke-Größe (B_z) einer Feldstärkekomponente in Richtung der z-Messachse proportional zu einem Maximum aus dem Sinus des Rollwinkels (Φ) und einem Produkt des Sinus des Nickwinkels (φ) und eines Kosinus des Rollwinkels (Φ) festzulegen.

7. Kompassvorrichtung mit

einer Magnetsensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche; und

einer Himmelsrichtungs-Festlegeinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, unter Berücksichtigung der von der Magnetsensorvorrichtung ausgegebenen Information (24) mindestens eine Himmelsrichtung (Ψ) festzulegen und anzuzeigen.

8. Verfahren zum Ermitteln einer Information (24, B_{x+} , B_{y+}) bezüglich einer magnetischen Feldstärkekomponente in Richtung zumindest einer ortsfesten Ortsachse mit den Schritten:

Ermitteln einer Raumlage-Information (16, φ , Φ) bezüglich einer Ausrichtung mindestens einer messeinrichtungsfest vorgegebenen Messachse einer Magnetmesseinrichtung in Bezug zu zumindest einer gegenüber der zumindest einen Ortsachse konstant ausgerichteten ortsfesten Raumachse (S1);

Ansteuern der Magnetmesseinrichtung zum Ermitteln mindestens einer Magnetfeldstärke-Größe (22, B_x , B_y , B_z) bezüglich einer Feldstärkekomponente eines Magnetfelds in einer Umgebung der

Magnetmesseinrichtung in Richtung der mindestens einen messeinrichtungsfest vorgegebenen Messachse; und

5 Festlegen der Information (24, B_x+ , B_y+) unter Berücksichtigung der Raumlage-Information (16, φ , Φ) und der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe (22, B_x , B_y , B_z) (S4);

gekennzeichnet durch die Schritte:

10 Festlegen mindestens einer Soll-Messgütegröße (CBX, CBY, CBZ) der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe (22, B_x , B_y , B_z) unter Berücksichtigung der Raumlage-Information (16, φ , Φ); und

15 Ansteuern der Magnetmesseinrichtung zum Ermitteln der mindestens einen Magnetfeldstärke-Größe (22, B_x , B_y , B_z) entsprechend der mindestens einen festgelegten Soll-Messgütegröße (CBX, CBY, CBZ) (S3).

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei als Raumlage-Information (16, φ , Φ) ein Nickwinkel (φ) und ein Rollwinkel (Φ) eines sensorfest vorgegebenen
- 20 Koordinatensystems mit einer x-Messachse, einer y-Messachse und einer z-Messachse als der mindestens einen sensorfesten Messachse in Bezug zu einem ortsfesten Koordinatensystem als der zumindest einen ortsfesten Raumachse ermittelt werden, und wobei als die mindestens eine Soll-Messgütegröße (CBX, CBY, CBZ) eine x-Soll-Messgütegröße (CBX) einer
- 25 Magnetfeldstärke-Größe (B_x) einer Feldstärkekomponente in Richtung der x-Messachse proportional zu einem Kosinus des Nickwinkels (φ), eine y-Soll-Messgütegröße (CBY) einer Magnetfeldstärke-Größe (B_y) einer
- Feldstärkekomponente in Richtung der y-Messachse proportional zu einem Maximum aus einem Sinus des Rollwinkels (Φ) und einem Produkt eines
- 30 Sinus des Nickwinkels (φ) und des Sinus des Rollwinkels (Φ) und/oder eine z-Soll-Messgütegröße (CBZ) einer Magnetfeldstärke-Größe (B_z) einer
- Feldstärkekomponente in Richtung der z-Messachse proportional zu einem Maximum aus dem Sinus des Rollwinkels (Φ) und einem Produkt des Sinus des Nickwinkels (φ) und eines Kosinus des Rollwinkels (Φ) festgelegt werden.

10. Verfahren zum Festlegen mindestens einer Himmelsrichtung (Ψ) mit den Schritten:

5 Ermitteln einer Information ($24, B_{x+}, B_{y+}$) bezüglich einer magnetischen Feldstärkekomponente in Richtung zumindest einer ortsfesten Ortsachse gemäß dem Verfahren nach Anspruch 8 oder 9; und

10 Festlegen der mindestens einen Himmelsrichtung (Ψ) unter Berücksichtigung der ermittelten Information (S5).

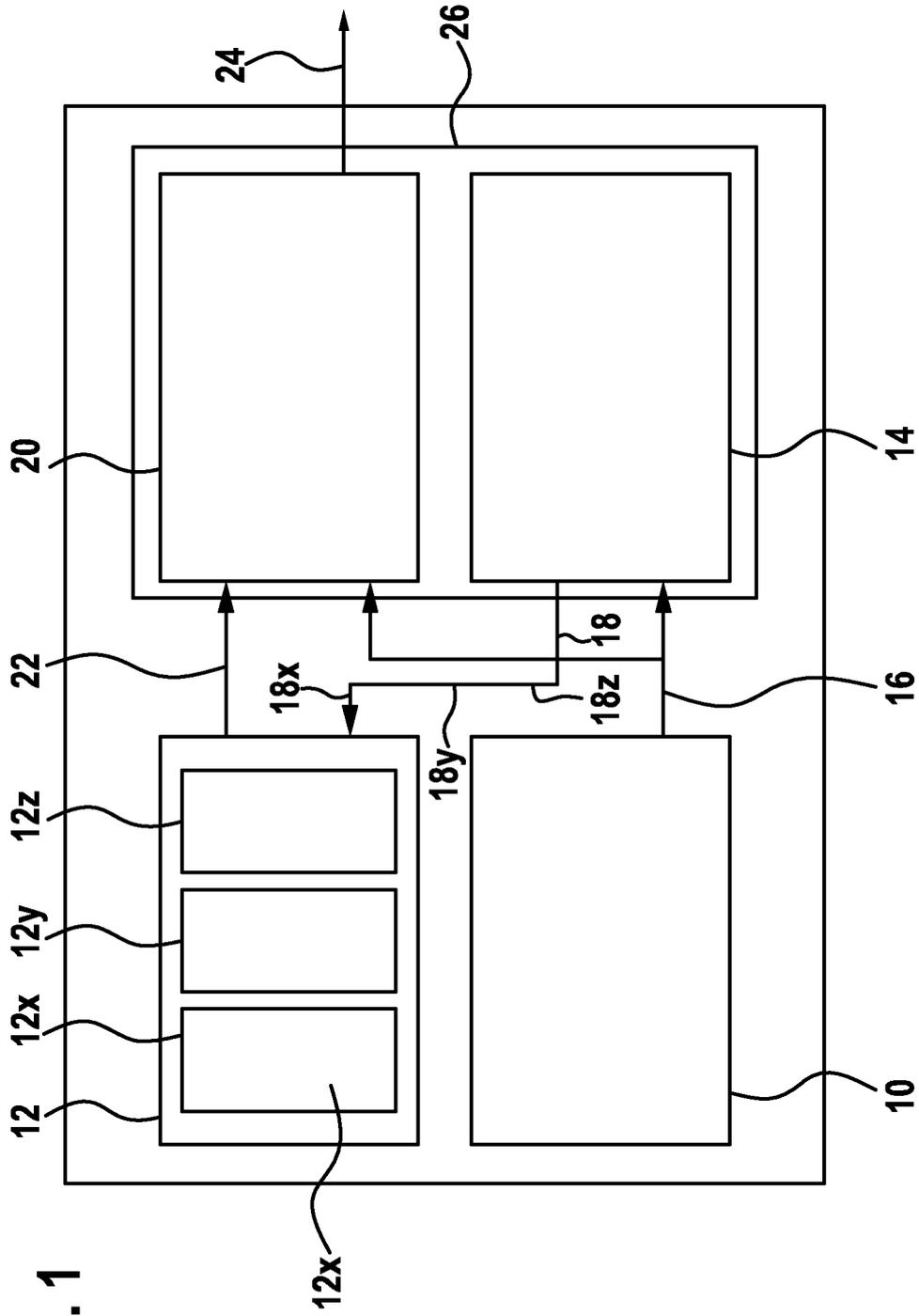
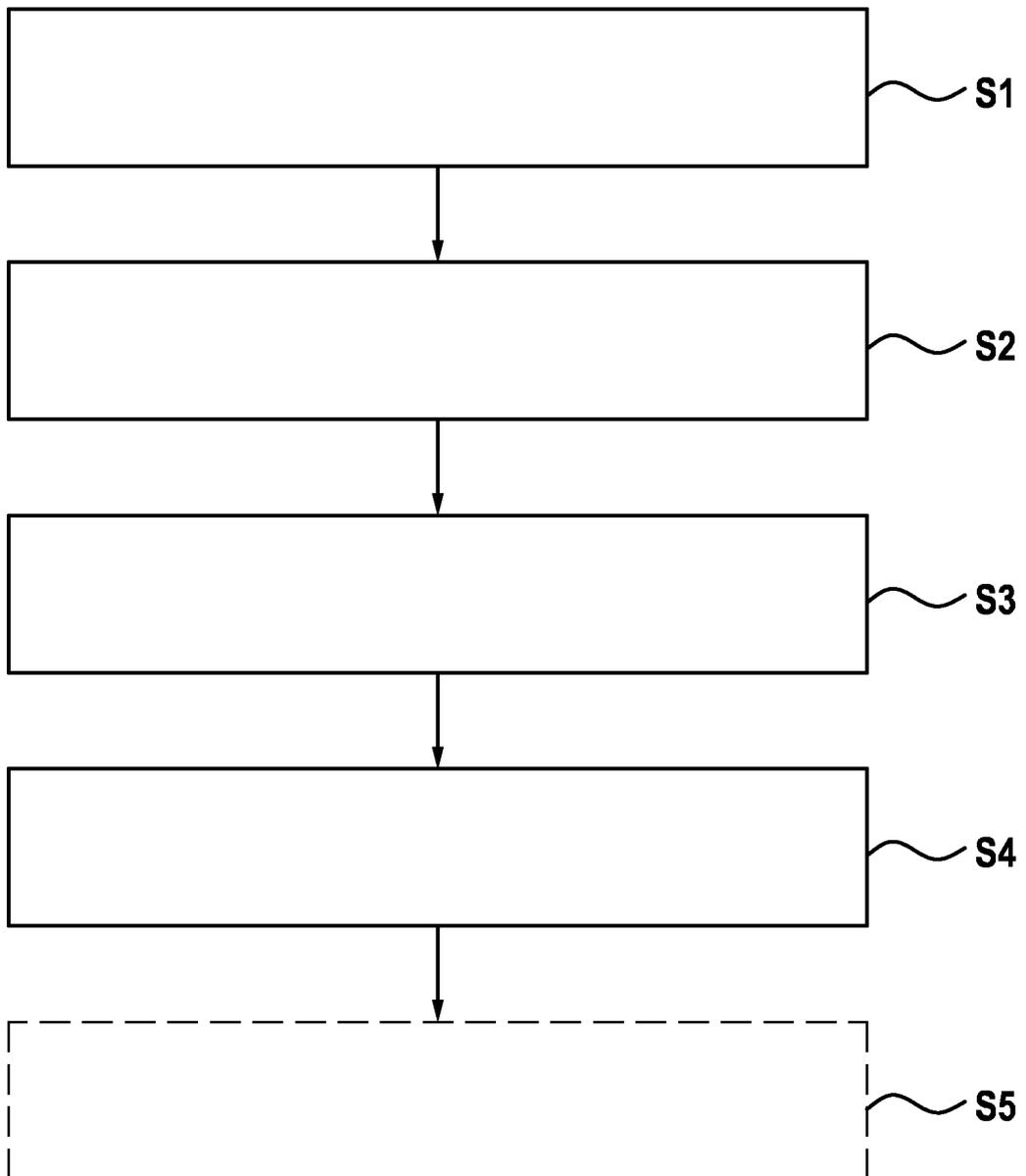
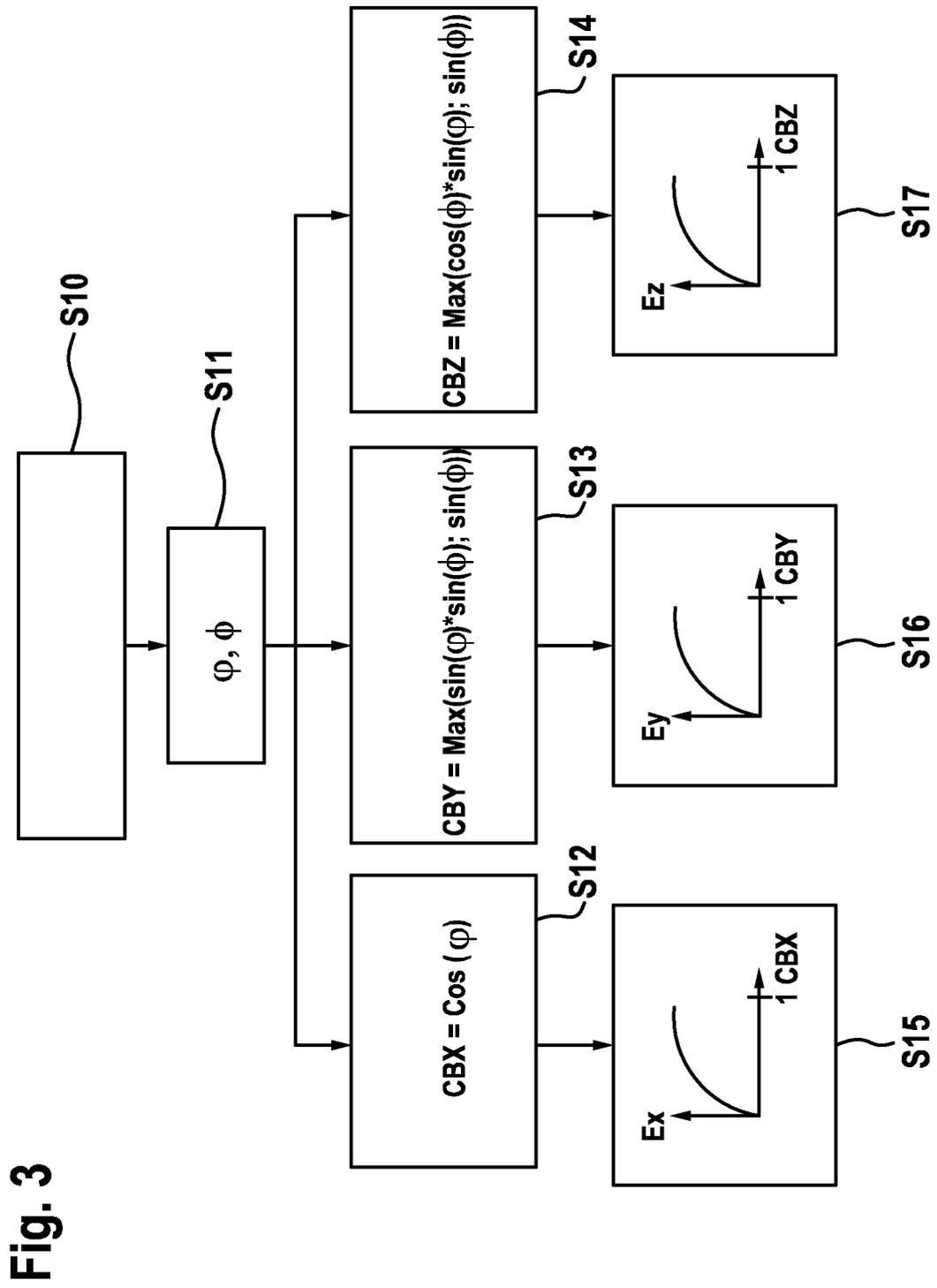


Fig. 1

Fig. 2





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/055702

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01C17/32 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) G01C 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	US 7 826 999 B1 (BOEEN ANDERS [US] ET AL) 2 November 2010 (2010-11-02) abstract; claim 1; figures 5a,5b -----	1-10
A	US 5 953 683 A (HANSEN PER KROGH [US] ET AL) 14 September 1999 (1999-09-14) abstract; claim 1; figure 2 -----	1-10
A	EP 1 772 704 A1 (YAMAHA CORP [JP]) 11 April 2007 (2007-04-11) abstract; claims 1,2; figure 2 -----	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 2 July 2012		Date of mailing of the international search report 18/07/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Katerbau, Ragnar

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/055702

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 7826999	B1	02-11-2010	US 7826999 B1 02-11-2010
			US 7844415 B1 30-11-2010
			US 8032324 B1 04-10-2011

US 5953683	A	14-09-1999	NONE

EP 1772704	A1	11-04-2007	CN 101023324 A 22-08-2007
			EP 1772704 A1 11-04-2007
			JP 4539653 B2 08-09-2010
			TW I265301 B 01-11-2006
			US 2006021238 A1 02-02-2006
			US 2008091372 A1 17-04-2008
			US 2009006020 A1 01-01-2009
			WO 2006011238 A1 02-02-2006
			WO 2006011602 A1 02-02-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/055702

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01C17/32

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G01C 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	US 7 826 999 B1 (BOEEN ANDERS [US] ET AL) 2. November 2010 (2010-11-02) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 5a,5b -----	1-10
A	US 5 953 683 A (HANSEN PER KROGH [US] ET AL) 14. September 1999 (1999-09-14) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 2 -----	1-10
A	EP 1 772 704 A1 (YAMAHA CORP [JP]) 11. April 2007 (2007-04-11) Zusammenfassung; Ansprüche 1,2; Abbildung 2 -----	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

2. Juli 2012

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/07/2012

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

Katerbau, Ragnar

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/055702

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 7826999	B1	02-11-2010	US 7826999 B1 02-11-2010
			US 7844415 B1 30-11-2010
			US 8032324 B1 04-10-2011

US 5953683	A	14-09-1999	KEINE

EP 1772704	A1	11-04-2007	CN 101023324 A 22-08-2007
			EP 1772704 A1 11-04-2007
			JP 4539653 B2 08-09-2010
			TW I265301 B 01-11-2006
			US 2006021238 A1 02-02-2006
			US 2008091372 A1 17-04-2008
			US 2009006020 A1 01-01-2009
			WO 2006011238 A1 02-02-2006
			WO 2006011602 A1 02-02-2006
