

(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
17. Oktober 2013 (17.10.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/152925 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
F16D 48/06 (2006.01) G01D 5/14 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/055600
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
19. März 2013 (19.03.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2012 205 822.2
11. April 2012 (11.04.2012) DE
10 2012 214 227.4
10. August 2012 (10.08.2012) DE
- (71) **Anmelder:** SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).
- (72) **Erfinder:** DIETRICH, Markus; Brestenberg 15, 77704 Oberkirch (DE). LINZ, Steffen; Schulstraße 3, 77815 Bühl (DE). GERHART, Jürgen; Burgunderstraße 29, 77767 Appenweier (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, PA, 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, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** DETERMINATION OF THE POSITION OF A HYDROSTATIC ACTUATOR

(54) **Bezeichnung :** POSITIONSBESTIMMUNG EINES HYDROSTATISCHEN AKTORS

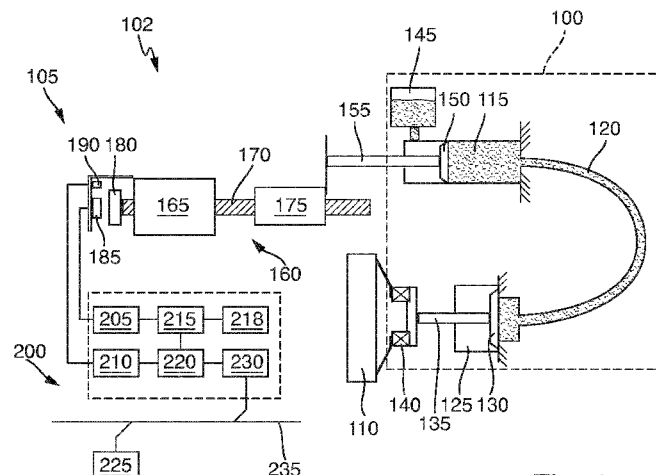
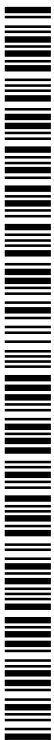


Fig. 1

(57) **Abstract:** A hydrostatic actuator comprises a gearing spindle with two elements which are rotatable relative to one another. A magnet element is mounted on the first element, and on the second element there are mounted a first magnetic field sensor for the determination of an absolute angular position of the two elements and a second magnetic field sensor for the provision of a signal indicative of a predetermined rotational position of the two elements. A method for determining a position of the actuator comprises steps for determining a first signal from the first magnetic field sensor and a second signal from the second magnetic field sensor, determining a rotational position of the first element with respect to the second element on the basis of the first signal, and checking the plausibility of the determined rotational position on the basis of the second signal. A control unit is provided for executing the method. A position sensor comprises the two magnetic field sensors for providing a first signal, which is indicative of the absolute position of the first element with respect to the second element, and a second signal, which is indicative of a predetermined rotational position of the two elements.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/152925 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Ein hydrostatischer Aktors umfasst eine Getriebspindel mit zwei zueinander drehbaren Elementen. Am ersten Element ist ein Magnetelement und am zweiten Element sind ein erster Magnetfeldsensor zur Bestimmung einer absoluten Winkelposition der beiden Elemente sowie ein zweiter Magnetfeldsensor zur Bereitstellung eines auf eine vorbestimmte Rotationslage der beiden Elemente hinweisenden Signals angebracht. Ein Verfahren zum Bestimmen einer Position des Aktors umfasst Schritte des Bestimmens eines ersten Signals des ersten Magnetfeldsensors und eines zweiten Signals des zweiten Magnetfeldsensors, des Bestimmens einer Rotationslage des ersten bezüglich des zweiten Elements auf der Basis des ersten Signals und Plausibilisieren der bestimmten Rotationslage auf der Basis des zweiten Signals. Ein Steuergerät ist zur Ausführung des Verfahrens vorgesehen. Ein Positionssensor umfasst die beiden Magnetfeldsensoren zur Bereitstellung eines ersten Signals, das auf die absolute Position des ersten bezüglich des zweiten Elements hinweist, und eines zweiten Signals, das auf eine vorbestimmte Rotationslage der beiden Elemente hinweist.

Positionsbestimmung eines hydrostatischen Aktors

Die Erfindung betrifft einen hydrostatischen Aktor, insbesondere zur Betätigung einer Reibkupplung in einem Kraftfahrzeug. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Technik zur Bestimmung einer Position des hydrostatischen Aktors.

In einem Antriebsstrang, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs, ist eine Kupplung vorgesehen, um den Antriebsstrang selektiv zu unterbrechen. Die Kupplung ist hydraulisch betätigt, wobei im Bereich der Kupplung ein hydraulischer Nehmerzylinder angeordnet ist, der über eine Druckleitung mit einem hydraulischen Geberzylinder verbunden ist. Der Geberzylinder ist mittels einer Getriebespindel durch einen Elektromotor verschiebbar, sodass der Elektromotor gesteuert werden kann, um die Kupplung ein- oder auszurücken.

Um eine genaue Steuerung des Zustands der Kupplung zu erlauben, ist es erforderlich, einen Öffnungsgrad der Kupplung möglichst genau zu bestimmen. Dazu kann eine rotatorische Position an der Getriebespindel abgenommen werden, deren Position ausreichend genau mit dem Öffnungsgrad der Kupplung gekoppelt ist.

Zur Abtastung der rotatorischen Position sind Sensoren verfügbar, die die Position eines Permanentmagneten auf der Getriebespindel anhand des Magnetfelds des Permanentmagneten bestimmen und in ein Signal umwandeln, das auf den Drehwinkel der Spindel hinweist. Die Qualität des Sensors hinsichtlich Ausfallwahrscheinlichkeit und Ausfallhäufigkeit kann in Klassen ausgedrückt werden, wie sie beispielsweise durch die Norm ISO CD 26262 „ASIL“ definiert sind. Je höher die ASIL-Klasse des Sensors ist, desto aufwendiger ist die Herstellung und desto teurer der Einsatz des Sensors. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Qualität eines Sensorsignals über die Klassifikation des zugeordneten Sensors hinaus zu verbessern.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mittels eines Verfahrens, eines Steuergeräts und eines Positionssensors und den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Unteransprüche geben bevorzugte Ausführungsformen wieder.

- 2 -

Ein hydrostatischer Aktors umfasst eine Getriebespindel mit zwei zueinander drehbaren Elementen. Am ersten Element ist ein Magnetelement und am zweiten Element sind ein erster Magnetfeldsensor zur Bestimmung einer absoluten Winkelposition der beiden Elemente sowie ein zweiter Magnetfeldsensor zur Bereitstellung eines auf eine vorbestimmte Rotationslage der beiden Elemente hinweisenden Signals angebracht. Ein Verfahren zum Bestimmen einer Position des Aktors umfasst Schritte des Bestimmens eines ersten Signals des ersten Magnetfeldsensors und eines zweiten Signals des zweiten Magnetfeldsensors, des Bestimmens einer Rotationslage des ersten bezüglich des zweiten Elements auf der Basis des ersten Signals und Plausibilisieren der bestimmten Rotationslage auf der Basis des zweiten Signals.

Das plausibilisierte Signal kann eine Qualität aufweisen, die über der Klassifikation des dem ersten Magnetfeldsensors liegt, ohne dass der zweite Magnetfeldsensor eine höhere Klassifikation als der erste Magnetfeldsensor aufweist. Dadurch kann auf einfache und kostengünstige Weise die Position des hydrostatischen Aktors bestimmt werden, wodurch eine genaue und hochgradig zuverlässige Steuerung des Aktors ermöglicht werden kann.

In einer Ausführungsform wird eine auf der Basis des ersten Magnetfeldsensors bestimmte Rotationslage, die zum Signal des zweiten Magnetfeldsensors korrespondiert, mit einer abgespeicherten Rotationslage verglichen und als plausibel akzeptiert, falls sie nicht mehr als ein vorbestimmtes Maß von der abgespeicherten Rotationslage abweicht. Hierfür kann eine Bestimmung der Rotationslage auf der Basis des Signals des ersten Magnetfeldsensors durchgeführt werden, wenn das Signal des zweiten Magnetfeldsensors eintrifft oder aus einer Reihe von Rotationslagen, die auf der Basis des Signals des ersten Magnetfeldsensors bestimmt wurden, kann eine ausgewählt werden, die zu dem Signal des zweiten Magnetfeldsensors korrespondiert, beispielsweise auf der Basis von Zeitstempeln der Signale. In einer Lernphase kann die Rotationslage bestimmt werden, zu der das zweite Signal bereitgestellt wird. Dadurch kann das Verfahren an eine spezifische Anordnung von Magnetfeldsensoren angepasst werden, so dass beispielsweise Fertigungstoleranzen kompensiert werden können.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst die abgespeicherte Rotationslage ein Intervall, das die vorbestimmte Rotationslage enthält, auf die das Signal des zweiten Magnetfeldsensors hinweist. Durch passende Wahl des Intervalls kann eine Toleranz des Verfahrens gegenüber kleinen Abweichungen zwischen den Signalen steuerbar sein. Alternativ dazu kann auch bestimmt werden, ob die bestimmte Drehposition um mehr als ein vorbestimmtes Maß von der abgespeicherten Rotationslage abweicht.

- 3 -

Ein erfindungsgemäßes Steuergerät ist dazu eingerichtet, die Rotationslage des ersten Elements bezüglich des zweiten Elements mittels des beschriebenen Verfahrens zu bestimmen. Das Steuergerät kann integriert mit der Anordnung von Magnetfeldsensoren ausgeführt sein und ferner optional zur Ausführung weiterer Steueraufgaben eingerichtet sein, beispielsweise der Steuerung eines Elektromotors zum Antrieb des hydrostatischen Aktors.

Ein Positionssensor zur Bereitstellung von Signalen zur Bestimmung einer Position des beschriebenen hydrostatischen Aktors umfasst ein drehfest am ersten Element angebrachtes Magnetelement, einen ersten Magnetfeldsensor, der drehfest bezüglich des zweiten Elements angebracht ist, zur Bereitstellung eines auf die absolute Winkelposition der Elemente hinweisenden Signals, und einen zweiten Magnetfeldsensor, der drehfest bezüglich des zweiten Elements angebracht ist, zur Bereitstellung eines auf eine vorbestimmte Rotationslage der beiden Elemente hinweisendes Signals.

Der erfindungsgemäße Positionssensor erfordert gegenüber einem bekannten, absoluten Positionssensor nur einen zweiten Magnetfeldsensor, der keine hohe ASIL-Klassifikation aufweisen muss. Das vorhandene Magnetelement kann für beide Magnetfeldsensoren genutzt werden, wodurch Kosten eingespart werden können. In einer bevorzugten Ausführungsform stellt der zweite Magnetfeldsensor ein digitales Signal bereit, insbesondere ein eine steigende oder fallende Flanke eines zweiwertigen Signals, wenn die beiden Elemente die vorbestimmte Rotationslage zueinander einnehmen. Auf der Basis der Flanke kann ein mit dem Positionssensor verbindbares Steuergerät zeitgenau zur Abtastung des Signals des ersten Magnetfeldsensors aufgefordert werden, wodurch die Korrelation der Signale der beiden Magnetfeldsensoren verbessert erfolgen kann. Ein solcher digitaler Magnetfeldsensor kann außerdem als kostengünstiges integriertes Bauelement verfügbar sein.

Es können mehrere, in Umfangsrichtung versetzte weitere zweite Magnetfeldsensoren vorgesehen sein. Dadurch können pro Umdrehung des ersten bezüglich des zweiten Elements mehrere Signale bereitgestellt werden, von denen jedes auf eine andere vorbestimmte Drehstellung hinweist. Die Plausibilisierung kann so mit erhöhter Häufigkeit durchgeführt werden, wodurch eine noch höhere Qualität der Positionsbestimmung ermöglicht werden kann.

In einer anderen Alternative, die mit der vorgenannten kombinierbar ist, kann das Magnetelement einen ersten Magneten umfassen, der dem analogen Magnetfeldsensor zugeordnet ist, und mehrere, in Umfangsrichtung versetzte zweite Magneten, die dem zweiten Magnetfeld-

- 4 -

sensor zugeordnet sind. So kann ebenfalls die Anzahl von Signalen des zweiten Magnetfeldsensors pro Umdrehung des ersten bezüglich des zweiten Elements gesteigert werden. Gegenüber der letztgenannten Ausführungsform ist hier zwar der Aufbau des Magnetelements aufwendiger, dafür ist der zweite Magnetfeldsensor weniger komplex.

Die Verarbeitungseinrichtung kann dazu eingerichtet sein, ein Fehlersignal auszugeben, falls die von den Magnetfeldsensoren bereitgestellten Signale nicht zueinander korrespondieren. So kann eine Verarbeitungseinrichtung, die die bestimmte Position weiter auswertet, von einem Problem bei der Bestimmung der Aktorposition aktiv in Kenntnis werden. Eine Fehlerbehandlung durch die Verarbeitungseinrichtung kann dadurch unterstützt werden. Gegebenenfalls können die durch den Positionssensor bestimmten Rotationslagen im Fehlerfall unter Vorbehalt weiter verwendet werden.

Der Positionssensor kann ferner eine Verarbeitungseinrichtung zur Plausibilisierung der auf der Basis des ersten Magnetfeldsensors bestimmten absoluten Winkelposition mittels des Signals des zweiten Magnetfeldsensors, und Übertragungsmittel zur Übertragung der Signale der Magnetfeldsensoren zur Verarbeitungseinrichtung über einen Datenbus umfassen. So können teilverarbeitete Signale über den Datenbus, insbesondere einen Steuerbus an Bord eines Kraftfahrzeugs, übermittelt werden, um eine Endverarbeitung in einem Steuergerät zu ermöglichen, das noch weiteren Aufgaben zugeordnet ist bzw. dem noch weitere Signale bereitgestellt sind, die mit den teilverarbeiteten Signalen kombinierbar sind.

Die Erfindung soll nun mit Bezug auf die beigefügten Figuren genauer beschrieben werden, in denen:

Figur 1 eine hydraulische Kupplungsbetätigung mit einem Positionssensor;

Figur 2 ein Magnetelement des Positionssensors aus Figur 1;

Figur 3 Signale von Sensoren des Positionssensors aus Figur 1, und

Figur 4 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Positionsbestimmung des hydrostatischen Aktors aus Figur 1;

darstellt.

- 5 -

Figur 1 zeigt eine hydraulische Kupplungsbetätigung 100 mit einem Positionssensor 105. Die Kupplungsbetätigung 100 ist dazu eingerichtet, eine Kupplung 110, insbesondere eine automatisierte Kupplung in einem Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs, zu betätigen. Die Kupplungsbetätigung 100 umfasst einen Geberzylinder 115, der über eine auch als Druckleitung bezeichnete Hydraulikleitung 120 mit einem Nehmerzylinder 125 verbunden ist. Im Nehmerzylinder 125 ist ein Nehmerkolben 130 hin und her bewegbar, der über ein Betätigungsorgan 135 und üblicherweise unter Zwischenschaltung eines Lagers 140 die als doppelte Reibungskupplung aufgebaute Kupplung 110 betätigt.

Der Geberzylinder 115 ist über eine Verbindungsöffnung mit einem Ausgleichsbehälter 145 verbindbar. In dem Geberzylinder 115 ist ein Geberkolben 150 hin und her bewegbar. Von dem Geberkolben 150 geht eine Kolbenstange 155 aus, die in Längsrichtung zusammen mit dem Geberkolben 150 translatorisch bewegbar ist. Die Kolbenstange 155 des Geberkolbens 150 ist über eine Gewindespindel 160, die bevorzugterweise als Magneten-Wälz-Gewindespindel ausgeführt ist, mit einem elektromotorischen Stellantrieb 165 gekoppelt. Die Gewindespindel 160 umfasst ein erstes Element 170, das hier als Spindel ausgeführt ist, und ein zweites Element 175, das hier als Buchse ausgeführt ist. Der Positionssensor 105 ist dazu eingerichtet, eine Rotationslage des ersten Elements 170 bezüglich des zweiten Elements 175 zu bestimmen. Dazu umfasst der Positionssensor 105 ein drehfest am ersten Element 170 angebrachtes Magnetelement 180 sowie einen ersten Magnetfeldsensor 185 und einen zweiten Magnetfeldsensor 190, die drehfest bezüglich des zweiten Elements 175 angebracht sind.

Ferner umfasst der Positionssensor 105 eine Auswerteschaltung 200, die auf unterschiedliche Weisen aufgebaut sein kann. In einer Ausführungsform umfasst die Auswerteschaltung 200 lediglich eine Verarbeitungseinrichtung, die alle für die Verarbeitung der Signale erforderlichen Aufgaben durchführt. Die gezeigte Auswerteschaltung 200 umfasst eine erste Verarbeitungseinrichtung 215, die mit dem ersten Magnetfeldsensor 185 verbunden ist, eine zweite Abtasteinrichtung 210, die mit dem zweiten Magnetfeldsensor 190 verbunden ist, eine erste Verarbeitungseinrichtung 215 und eine zweite Verarbeitungseinrichtung 220, die mit der ersten Abtasteinrichtung 205 bzw. der zweiten Abtasteinrichtung 210 verbunden ist. Die Verarbeitungseinrichtungen 215, 220 verarbeiten die von den Abtasteinrichtungen 205, 210 bereitgestellten Signale derart, dass sie miteinander korrelierbar bzw. vergleichbar sind. Zur Plausibilisierung der Signale kann eine dritte Verarbeitungseinrichtung 225 sein, die integriert mit den Elementen 205 bis 220 oder, wie in Figur 1 dargestellt ist, diskret davon aufgebaut sein kann. In der dargestellten Ausführungsform ist ein Bustreiber 230 vorgesehen, um die dritte Verarbei-

- 6 -

tungseinrichtung 225 mittels eines Datenbusses 235, der nicht nur billiger Weise von der Auswerteschaltung 200 umfasst sein muss, anzubinden.

Die dritte Verarbeitungseinrichtung 225 hat die Aufgabe, die Rotationslage des ersten Elements 170 bezüglich des zweiten Elements 175 auf der Basis von Signalen des ersten Magnetfeldsensors 185 zu bestimmen und auf der Basis der durch den zweiten Magnetfeldsensor 190 bereitgestellten Signale zu plausibilisieren. Die durch die dritte Verarbeitungseinrichtung 225 bestimmte Position kann dadurch eine Zuverlässigkeit aufweisen, die gegenüber den Zuverlässigkeiten der Elemente des Positionssensors 105, insbesondere über den Zuverlässigkeiten der Magnetfeldsensoren 185 und 190, liegt.

Figur 2 zeigt das Magnetelement 180 des Positionssensors 105 aus Figur 1. In einer einfachen Ausführungsform umfasst das Magnetelement 180 nur einen einzigen Magneten 180.1, der drehfest und bevorzugterweise koaxial mit dem ersten Element 170 der Gewindespindel 160 verbunden ist. Der erste Magnetfeldsensor 185 ist bevorzugter Weise ebenfalls koaxial zum ersten Element 170 im Bereich des ersten Magneten 180.1 angebracht. Der erste Magnetfeldsensor 185 stellt ein Signal bereit, das auf die Richtung des Magnetfelds hinweist. Aus diesem Signal ist die Rotationslage des ersten Elements 170 bezüglich des zweiten Elements 175 bestimmbar, wobei diese Bestimmung integriert innerhalb des ersten Magnetfeldsensors 185 durchgeführt werden kann.

Der zweite Magnetfeldsensor 190 kann ebenfalls ein analoger Magnetfeldsensor sein, der bevorzugterweise koaxial oder achsennah zum ersten Magnet 180.1 angeordnet ist. In einer anderen, bevorzugten Ausführungsform ist der zweite Magnetfeldsensor 190 digital und in einem radialen Abstand der Drehachse des ersten Elements 170 der Gewindespindel 160 angeordnet. Der digitale Magnetfeldsensor 190 liefert ein digitales Signal, wobei eine steigende oder fallende Signalfanke auf eine vorbestimmte Rotationslage der Elemente 175 und 180 hinweist. Der zweite Magnetfeldsensor 190 kann insbesondere einen integrierten Hallsensor mit digitalem Ausgang umfassen. Ist der digitale Magnetfeldsensor 190 im Bereich des einzelnen Magneten 180.1 angeordnet, so stellt er üblicherweise ein digitales Signal bereit, das pro Umdrehung des ersten Elements 170 eine steigende und eine fallende Flanke umfasst. In unterschiedlichen Ausführungsformen können nur eine oder beide Flanken ausgewertet werden.

Um eine größere Anzahl steigender und fallender Flanken pro Umdrehung des ersten Elements 170 zu erzielen, können mehrere zweite Magnetfeldsensoren 190 umfasst sein, die

- 7 -

in Umfangsrichtung im Bereich des Magneten 180.1 versetzt sind. In einer anderen Ausführungsform kann ein koaxialer Ring vom zweiten Magneten 180.2 bereitgestellt sein, wobei der zweite Magnetfeldsensor 190 im Bereich der zweiten Magneten 180.2 angeordnet ist. Die beiden Maßnahmen können auch kombiniert werden sodass mehrere zweite Magnetfeldsensoren 190 im Bereich der mehreren zweiten Magneten 180.2 angeordnet sind.

Figur 3 zeigt Signale der Magnetfeldsensoren 180 und 190 des Positionssensors 105 aus Figur 1. Bezüglich Figur 2 wird davon ausgegangen, dass der zweite Magnetfeldsensor 190 im Bereich des ersten Magneten 180.1 angebracht ist und keine zweiten Magneten 180.2 vorgesehen sind. In horizontaler Richtung ist ein Drehwinkel und in vertikaler Richtung ein Signal angetragen. Ein erster Verlauf 305 korrespondiert zum Signal des ersten Magnetfeldsensors 185 und ein zweiter Verlauf 310 zum Signal des zweiten Magnetfeldsensors 190. Es wird deutlich, wie die steigenden bzw. fallenden Flanken des digitalen Signals im zweiten Verlauf 310 zu vorbestimmten Rotationslagen korrespondieren, die auf der Basis des Signals des ersten Signals 305 bestimmt werden können.

Je nach Position des zweiten Magnetfeldsensors 190 in Umfangsrichtung können die Rotationslagen, zu denen eine steigende oder fallende Flanke des zweiten Verlaufs 310 stattfindet, in horizontaler Richtung verschoben sein. Eine horizontale Verschiebung kann auch auf der Basis von Serienstreuungen oder Temperatureffekten eintreten. Bevorzugterweise ist jedoch der Zusammenhang zwischen einer Flanke des zweiten Verlaufs 310 und einer Rotationslage bekannt, sodass immer dann, wenn der zweite Verlauf 310 eine Flanke aufweist, auf der Basis des ersten Verlaufs 305 die Rotationslage bestimmt und mit der zugeordneten, bekannten Rotationslage verglichen wird. Stimmt die bestimmte Rotationslage ausreichend genau mit der vorbestimmten Rotationslage überein, so ist die bestimmte Rotationslage plausibilisiert. Andernfalls muss von einem Fehler im Bereich des Positionssensors 105 ausgegangen werden.

Figur 4 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens 400 zur Bestimmung der Rotationslage der Getriebebspindel 160 aus Figur 1. In einem ersten Schritt 405 wird abgewartet, bis ein Signal zur Bestimmung der Rotationslage eintrifft. Ein solches Signal wird üblicherweise periodisch erzeugt. Ist das Signal eingetroffen, so wird in einem Schritt 410 das durch den ersten Magnetfeldsensor 185 bereitgestellte Signal bestimmt bzw. abgetastet. Auf der Basis des bestimmten Signals wird in einem Schritt 415 sodann die Rotationslage des ersten Elements 170 bezüglich des zweiten Elements 175 der Gewindespindel 160 bestimmt. Diese Bestimmung

- 8 -

wird in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform von der ersten Verarbeitungseinrichtung 215 durchgeführt. Anschließend wird die bestimmte Rotationslage in einem Schritt 420 an die dritte Verarbeitungseinrichtung 225 übermittelt, falls diese vorgesehen ist.

Unabhängig davon wird in einem Schritt 425 das Signal des zweiten Magnetfeldsensors 190 abgetastet. Handelt es sich um einen analogen Magnetfeldsensor, so kann eine Verarbeitung entsprechend den Schritten 410 und 415 folgen. Handelt es sich um einen digitalen Magnetfeldsensor 190, so kann der Schritt 425 das Erfassen einer fallenden oder steigenden Flanke des bereitgestellten Signals umfassen, wie oben mit Bezug auf Figur 3 beschrieben wurde. In einem folgenden Schritt 430, der zum Schritt 420 korrespondiert, wird auch das zweite Signal an die dritte Verarbeitungseinrichtung 225 übermittelt. Das Übermitteln der Schritte 420 und 430 kann das Versehen des abgetasteten Signals mit einem Messzeitpunkt und ggf. einer Prüfsumme in einer Datennachricht umfassen.

In einem Schritt 435 treffen die in den Schritten 420 bzw. 430 ausgesandten Nachrichten an der dritten Verarbeitungseinrichtung 225 ein und werden empfangen. Im Fall eines digitalen zweiten Magnetfeldsensors 190 werden nun in einem Schritt 440 aus einem Speicher einer oder mehrere Hinweise auf einer Rotationslage des ersten Elements 170 bezüglich des zweiten Elements 175 beschafft. Die Hinweise können in Form von absoluten Rotationslagen oder in Form von Intervallen vorgehalten sein.

Dann wird in einem Schritt 445 überprüft, ob die im Schritt 415 bestimmte Rotationslage plausibel ist, das heißt, dass sie ausreichend nahe an der vorbestimmten Rotationslage liegt. Ist dies nicht der Fall, so wird in einem Schritt 450 ein Fehlersignal ausgegeben. Anderenfalls steht in einem Schritt 455 eine plausibilisierte Rotationslage bereit. Diese Rotationslage kann in einem nachfolgenden Schritt 460 in eine translatorische Position des ersten Elements 170 bezüglich des zweiten Elements 175 umgerechnet werden. Beide Positionen sind charakteristisch für einen Öffnungsgrad der Kupplung 110. Eine der beiden Positionen kann im Folgenden dazu verwendet werden, den elektromotorischen Stellantrieb 165 so anzusteuern, dass sich ein vorbestimmter zeitlicher Verlauf des Öffnens bzw. Schließens der Kupplung 110 ergibt.

Bezugszeichenliste

100	Kupplungsbetätigung
102	hydrostatischer Aktor
105	Positionssensor
110	Kupplung
115	Geberzylinder
120	Druckleitung
125	Nehmerzylinder
130	Nehmerkolben
135	Betätigungsorgan
140	Lager
145	Ausgleichsbehälter
150	Geberkolben
155	Kolbenstange
160	Gewindespindel
165	elektromotorischer Stellantrieb
170	erstes Element
175	zweites Element
180	Magnetelement
180.1	erster Magnet
180.2	zweiter Magnet
185	erster Magnetfeldsensor
190	zweiter Magnetfeldsensor
200	Auswerteschaltung
205	erste Abtasteinrichtung
210	zweite Abtasteinrichtung
215	erste Verarbeitungseinrichtung
218	Speichervorrichtung
220	zweite Verarbeitungseinrichtung
225	dritte Verarbeitungseinrichtung
230	Bustreiber
235	Datenbus
305	erster Verlauf
310	zweiter Verlauf
400	Verfahren

- 10 -

405	Abwarten
410	Bestimmen erstes Signal
415	Bestimmen Rotationslage
420	Versenden auf CANbus
425	zweites Signal
430	Versenden auf CANbus
435	Empfangen von CANbus
440	Intervall aus Speicher
445	Rotationslage in Intervall?
450	Fehlersignal ausgeben
455	plausibilisierte Rotationslage
460	translatorische Position bestimmen

Patentansprüche

1. Verfahren (400) zum Bestimmen einer Position eines hydrostatischen Aktors (102) mit einer Getriebespindel (160), wobei
 - die Getriebespindel (160) zwei zueinander drehbare Elemente (170, 175) umfasst;
 - am ersten Element (170) ein Magnetelement (180) angebracht ist;
 - am zweiten Element (175) ein erster Magnetfeldsensor (185) zur Bestimmung einer absoluten Winkelposition der beiden Elemente (170, 175) angebracht ist, und
 - am zweiten Element (175) ein zweiter Magnetfeldsensor (190) zur Bereitstellung eines auf eine vorbestimmte Rotationslage der beiden Elemente (170, 175) hinweisenden Signals angebracht ist,wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
 - Bestimmen (410) eines ersten Signals des ersten Magnetfeldsensors (185) und eines zweiten Signals des zweiten Magnetfeldsensors (190);
 - Bestimmen (415) einer Rotationslage des ersten (170) bezüglich des zweiten Elements (175) auf der Basis des ersten Signals, und
 - Plausibilisieren (445) der bestimmten Rotationslage auf der Basis des zweiten Signals.
2. Verfahren (400) nach Anspruch 1, wobei eine auf der Basis des ersten Magnetfeldsensors (185) bestimmte Rotationslage, die zum Signal des zweiten Magnetfeldsensors (190) korrespondiert, mit einer abgespeicherten Rotationslage verglichen und als plausibel akzeptiert wird, falls sie nicht mehr als ein vorbestimmtes Maß von der abgespeicherten Rotationslage abweicht.
3. Verfahren (400) nach Anspruch 2, wobei die abgespeicherte Rotationslage ein Intervall umfasst, das die vorbestimmte Rotationslage enthält, auf die das Signal des zweiten Magnetfeldsensors (190) hinweist.
4. Steuergerät (200) zur Bestimmung einer Position eines hydrostatischen Aktors (102) mit einer Getriebespindel (160), wobei die Getriebespindel (160) zwei zueinander drehbare Elemente (170, 175) umfasst und am ersten Element (170) ein Magnetelement (180) und am zweiten Element (175) ein erster Magnetfeldsensor (185) zur Bestimmung einer absoluten Winkelposition der beiden Elemente (170, 175) sowie ein zweiter Magnetfeldsensor (190) zur Bereitstellung eines auf eine vorbestimmte Rotationslage der beiden Elemente (170, 175) hinweisendes Signals angebracht sind, und das Steuergerät (200) dazu eingerichtet ist, die Rotationslage des ersten Elements (170) bezüglich des zwei-

- ten Elements (175) mittels eines Verfahrens (400) nach einem der vorangehenden Ansprüche zu bestimmen.
5. Positionssensor (105) zur Bereitstellung von Signalen zur Bestimmung einer Position eines hydrostatischen Aktors (102) mit einer Getriebespindel (160), wobei die Getriebespindel (160) zwei zueinander drehbare Elemente (170, 175) umfasst, und der Positionssensor (105) folgendes umfasst:
 - ein drehfest am ersten Element (170) angebrachtes Magnelement (180);
 - einen ersten Magnetfeldsensor (185), der drehfest bezüglich des zweiten Elements (175) angebracht ist, zur Bereitstellung eines auf die absolute Winkelposition der Elemente (170, 175) hinweisenden Signals, und
 - einen zweiten Magnetfeldsensor (190), der drehfest bezüglich des zweiten Elements (175) angebracht ist, zur Bereitstellung eines auf eine vorbestimmte Rotationslage der beiden Elemente (170, 175) hinweisendes Signals.
 6. Positionssensor (105) nach Anspruch 5, wobei mehrere, in Umfangsrichtung versetzte zweite Magnetfeldsensoren (190) vorgesehen sind.
 7. Positionssensor (105) nach Anspruch 5 oder 6, wobei das Magnelement (180) einen ersten Magneten (180.1), der dem analogen Magnetfeldsensor (185) zugeordnet ist, und mehrere, in Umfangsrichtung versetzte zweite Magneten (180.2) umfasst, die dem zweiten Magnetfeldsensor (190) zugeordnet sind.
 8. Positionssensor (105) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die Verarbeitungseinrichtung (215, 220, 225) dazu eingerichtet ist, ein Fehlersignal auszugeben, falls die von den Magnetfeldsensoren (185, 190) bereitgestellten Signale nicht zueinander korrespondieren.
 9. Positionssensor (105) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, ferner umfassend eine Verarbeitungseinrichtung (225) zur Plausibilisierung der auf der Basis des ersten Magnetfeldsensors (185) bestimmten absoluten Winkelposition mittels des Signals des zweiten Magnetfeldsensors (190), und Übertragungsmittel (230) zur Übertragung der Signale der Magnetfeldsensoren (185, 190) zur Verarbeitungseinrichtung (225) über einen Datenbus (235).

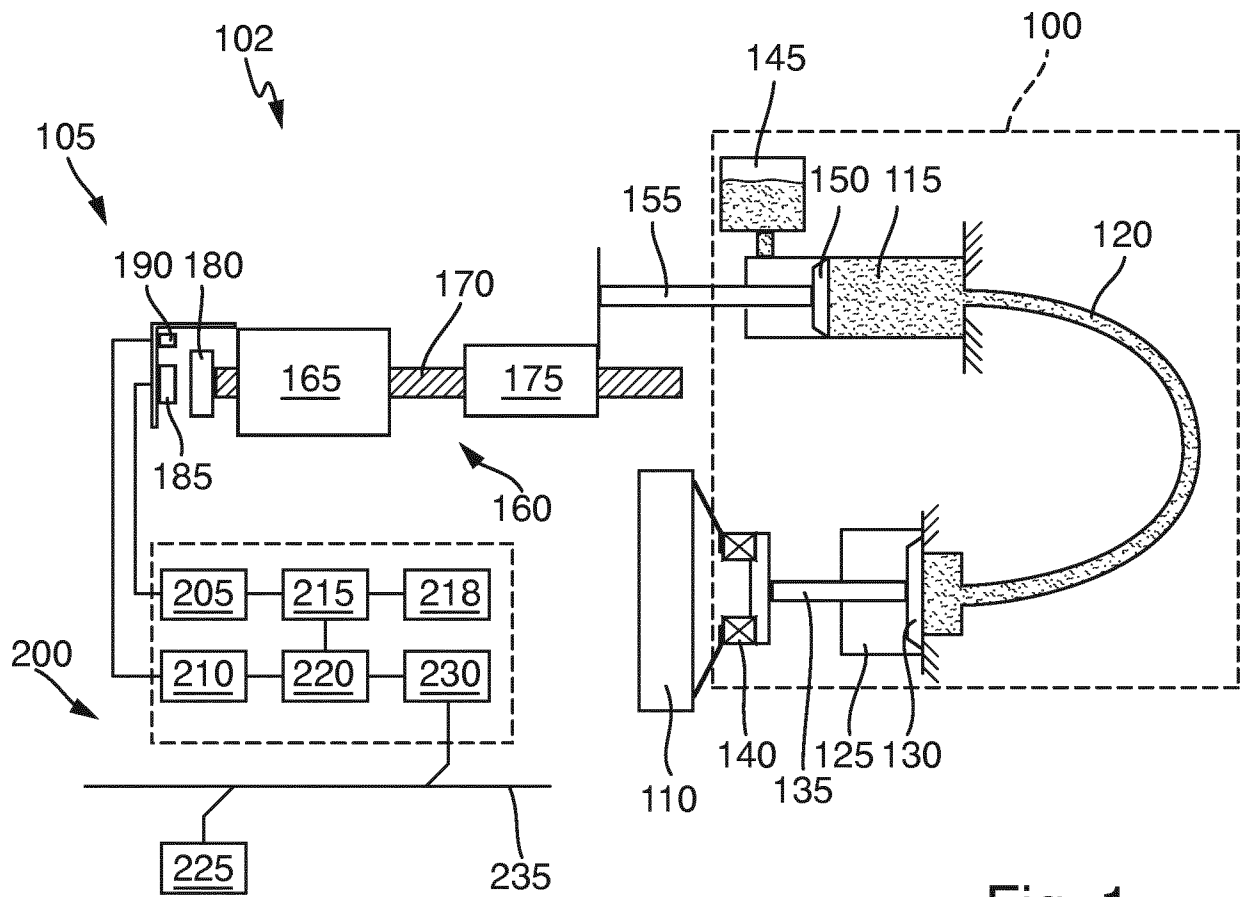
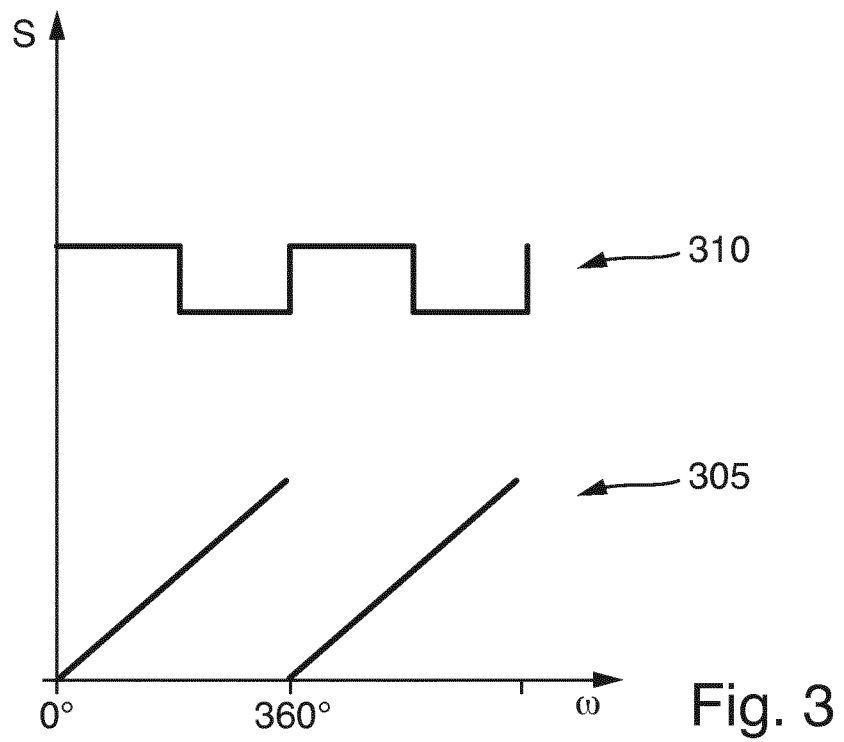
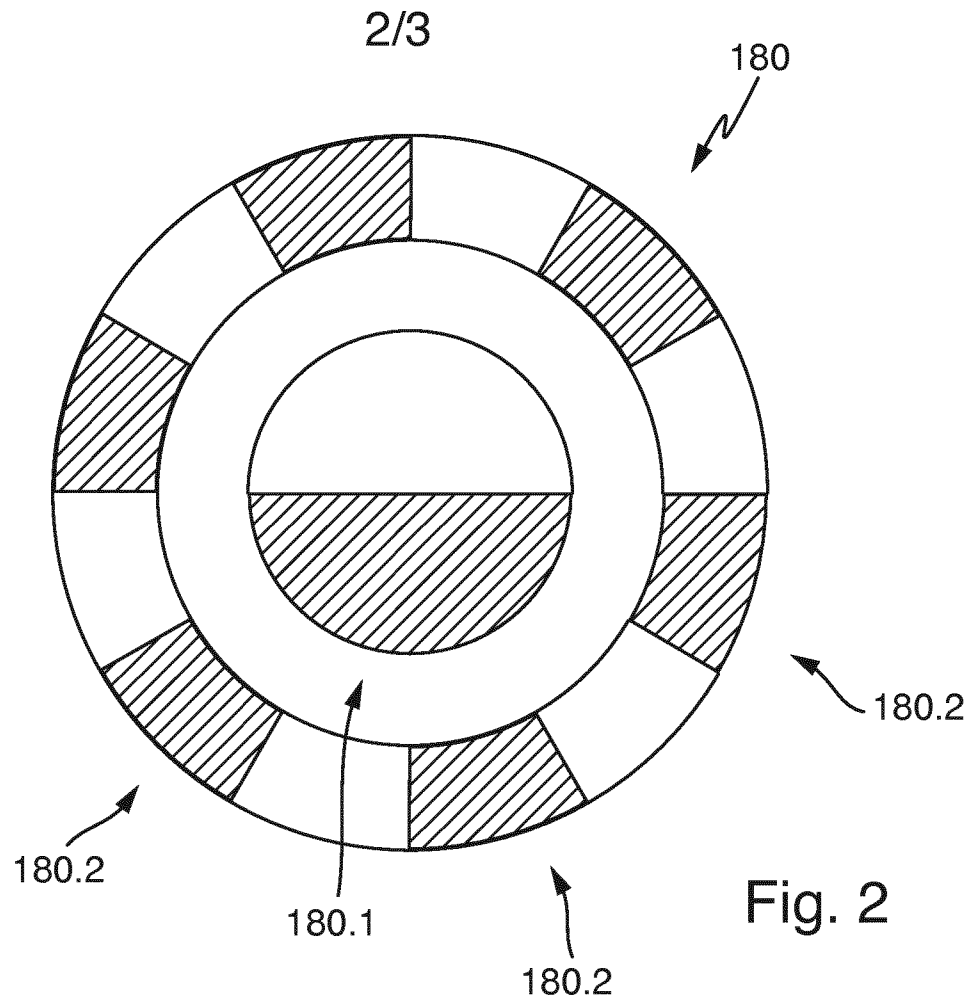


Fig. 1



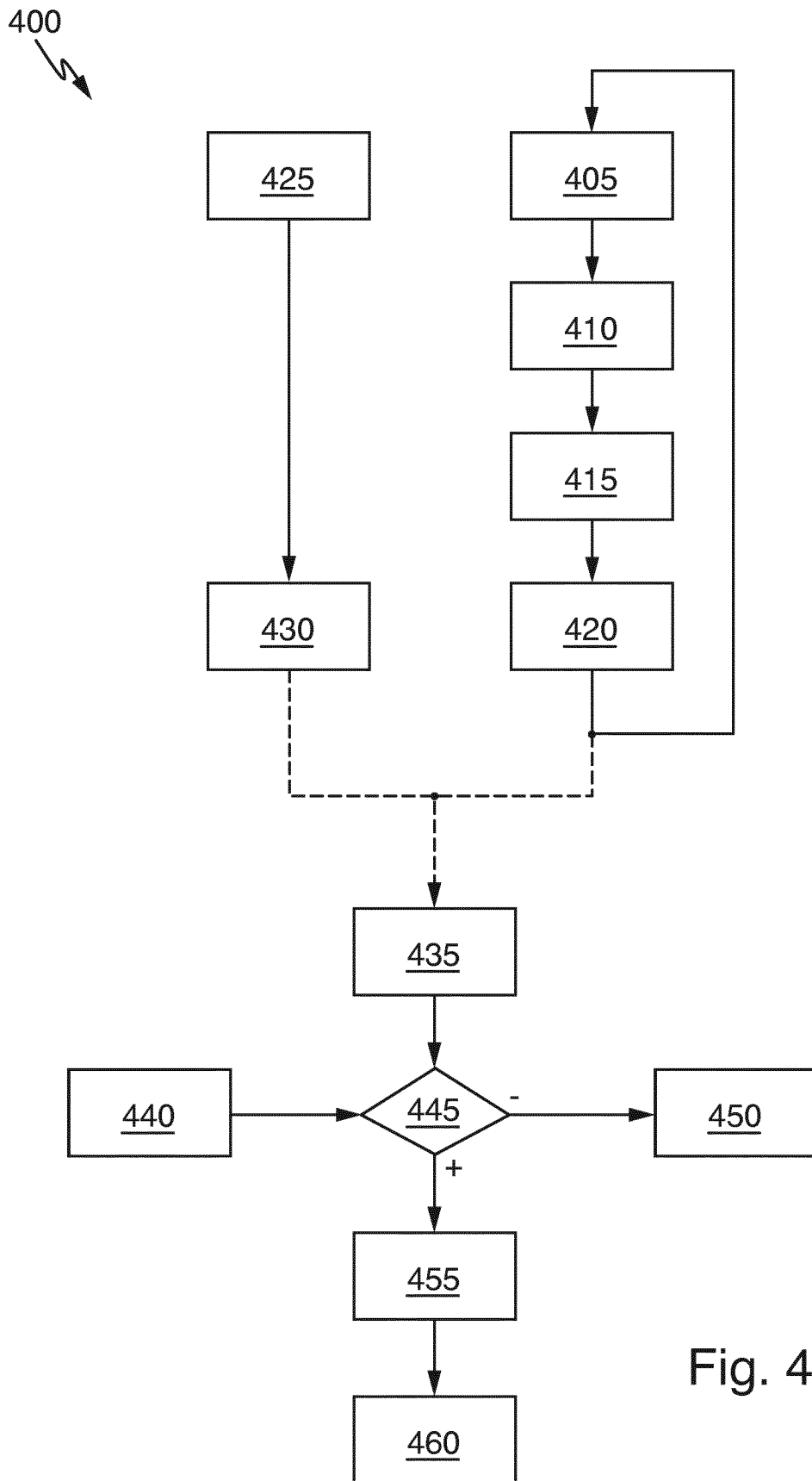


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/055600

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F16D48/06 G01D5/14
 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)
 F16D 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	DE 10 2010 031506 A1 (HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES [DE]) 19 January 2012 (2012-01-19) paragraph [0047] - paragraph [0055]; figures -----	1-9
X	DE 102 10 372 A1 (SIEMENS AG [DE]) 25 September 2003 (2003-09-25) column 6, line 10 - line 29; figures -----	1-9
A	DE 10 2011 014932 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 13 October 2011 (2011-10-13) figures -----	1,4,5



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

21 June 2013

Date of mailing of the international search report

02/07/2013

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

Foulger, Matthew

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/055600

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010031506 A1	19-01-2012	NONE	

DE 10210372 A1	25-09-2003	NONE	

DE 102011014932 A1	13-10-2011	CN 102947609 A	27-02-2013
		DE 102011014932 A1	13-10-2011
		DE 112011101281 A5	14-03-2013
		WO 2011127888 A2	20-10-2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/055600

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F16D48/06 G01D5/14 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F16D 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	DE 10 2010 031506 A1 (HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES [DE]) 19. Januar 2012 (2012-01-19) Absatz [0047] - Absatz [0055]; Abbildungen -----	1-9
X	DE 102 10 372 A1 (SIEMENS AG [DE]) 25. September 2003 (2003-09-25) Spalte 6, Zeile 10 - Zeile 29; Abbildungen -----	1-9
A	DE 10 2011 014932 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 13. Oktober 2011 (2011-10-13) Abbildungen -----	1,4,5
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 21. Juni 2013		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 02/07/2013
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 Foulger, Matthew

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/055600

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010031506 A1	19-01-2012	KEINE	

DE 10210372 A1	25-09-2003	KEINE	

DE 102011014932 A1	13-10-2011	CN 102947609 A	27-02-2013
		DE 102011014932 A1	13-10-2011
		DE 112011101281 A5	14-03-2013
		WO 2011127888 A2	20-10-2011
