(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
30. August 2012 (30.08.2012)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/113496 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 9/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/000273

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Januar 2012 (23.01.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 012 357.1
24. Februar 2011 (24.02.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SEW-EURODRIVE GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Ernst-Blickle-Str. 42, 76646 Bruchsal (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **STANEK, Klaus** [DE/DE]; Sperlingweg 16, 76694 Forst (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, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)*

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: ARRANGEMENT FOR DETERMINING THE ANGULAR POSITION OF A SHAFT AND ELECTRIC MOTOR

(54) **Bezeichnung** : ANORDNUNG ZUR BESTIMMUNG DER WINKELSTELLUNG EINER WELLE UND ELEKTROMOTOR

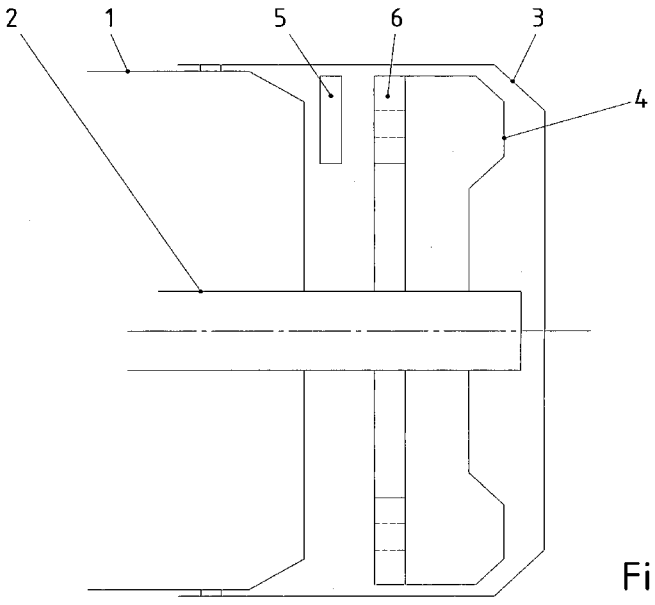


Fig. 1

(57) **Abstract**: Arrangement for determining the angular position of a shaft which is mounted in a housing part with at least one bearing, wherein an impeller wheel is connected in a rotationally fixed fashion to the shaft, wherein a printed circuit board is attached to the housing part, in particular wherein the normal direction of the printed circuit board is oriented parallel to the shaft axis, wherein magnetized regions, in particular a pole disc are provided on the side of the impeller wheel arranged towards the printed circuit board and can be detected by sensors arranged on the printed circuit board, wherein the magnetized regions form three concentric tracks and each track is assigned at least one sensor on the printed circuit board, wherein the axially embodied magnetization direction is embodied in an alternating fashion in the circumferential direction in each track, in particular that is to say a north pole region which is magnetized in the axial direction is followed by a south pole region.

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/113496 A2

Veröffentlicht:

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

Anordnung zur Bestimmung der Winkelstellung einer Welle, die in einem Gehäuseteil mit zumindest einem Lager gelagert ist, wobei mit der Welle ein Lüfterrad drehfest verbunden ist, wobei am Gehäuseteil eine Leiterplatte befestigt ist, insbesondere wobei die Normalenrichtung der Leiterplatte parallel zur Wellenachse ausgerichtet ist, wobei an der zur Leiterplatte hin angeordneten Seite des Lüfterrades magnetisierte Bereiche, insbesondere einer Polscheibe, vorgesehen sind, die von auf der Leiterplatte angeordneten Sensoren detektierbar sind, wobei die magnetisierten Bereiche drei konzentrische Spuren bilden und jeder Spur mindestens ein Sensor auf der Leiterplatte zugeordnet ist, wobei in jeder Spur in Umfangsrichtung die axial ausgeführte Magnetisierungsrichtung abwechselnd ausgeführt ist, insbesondere also auf einen in axialer Richtung magnetisierten Nordpol-Bereich ein Südpol-Bereich folgt.

Anordnung zur Bestimmung der Winkelstellung einer Welle und Elektromotor

Beschreibung:

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Bestimmung der Winkelstellung einer Welle und einen Elektromotor.

Bei Elektromotoren ist es bekannt, auf der Rotorwelle B-seitig, also an einem axialen Endbereich einen Winkelsensor anzuordnen, der allerdings eine eigene Rotorwelle aufweist, die über eine Kupplung mit der Rotorwelle des Elektromotors verbunden werden muss.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Elektromotor möglichst kompakt weiterzubilden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei der Anordnung nach den in Anspruch 1 und bei dem Elektromotor nach den in Anspruch 12 angegebenen Merkmalen gelöst.

Wichtige Merkmale der Erfindung bei der Anordnung zur Bestimmung der Winkelstellung einer Welle sind, dass die Welle in einem Gehäuseteil mit zumindest einem Lager gelagert ist,

wobei mit der Welle ein Lüfterrad drehfest verbunden ist,

wobei am Gehäuseteil eine Leiterplatte befestigt ist, insbesondere wobei die Normalenrichtung der Leiterplatte parallel zur Wellenachse ausgerichtet ist,

wobei an der zur Leiterplatte hin angeordneten Seite des Lüfterrades magnetisierte Bereiche, insbesondere einer Polscheibe, vorgesehen sind, die von auf der Leiterplatte angeordneten Sensoren detektierbar sind,

wobei die magnetisierten Bereiche drei konzentrische Spuren bilden und jeder Spur mindestens ein Sensor auf der Leiterplatte zugeordnet ist,

BESTÄTIGUNGSKOPIE

wobei in jeder Spur in Umfangsrichtung die axial ausgeführte Magnetisierungsrichtung abwechselnd ausgeführt ist, insbesondere also auf einen in axialer Richtung magnetisierten Nordpol-Bereich ein Südpol-Bereich folgt,

- wobei an der zur Leiterplatte hin angeordneten Seite des Lüfterrades magnetisierte Bereiche, insbesondere einer Polscheibe, vorgesehen sind, die von auf der Leiterplatte angeordneten Sensoren detektierbar sind, so dass der Winkelwert der Welle erfassbar ist,

- am Lüfterrad ein weiterer Dauermagnet angeordnet ist, dem auf der Leiterplatte ein Sensor zur Erfassung der Umdrehungszahl zugeordnet ist,

- mit der Leiterplatte ein Drehbeschleunigungssensor, insbesondere Ferraris-Sensor, verbunden ist, der einen elektrisch leitfähigen Ring umfasst, welcher mit dem Lüfterrad drehfest verbunden ist,

wobei die von den Sensoren erfassten Werte, insbesondere Winkelwert, Drehbeschleunigungswert und Umdrehungszahlwert, über dieselbe Kommunikationsschnittstelle, insbesondere über dieselbe digitale Kommunikationsschnittstelle, an eine weitere elektronische Schaltung, wie Umrichter und/oder übergeordnete Steuerung übertragen werden.

Von Vorteil ist dabei, dass der Elektromotor kompakt ausbildbar ist, nach Interpolation eine hohe Winkelauflösung erreichbar ist und möglichst wenige zusätzliche Teile notwendig sind. Denn die Polscheibe ist direkt am Lüfterrad anbringbar. Mittels der Mehrzahl von Spuren magnetisierten Materials ist eine hohe Auflösung erreichbar. Außerdem sind eine Vielzahl von Werten über die kommunikationsschnittstelle übertragbar und somit ohne großen Zusatzaufwand derselben Regelungseinheit zuführbar. Somit ist dort wiederum eine verbesserte Regelung ausführbar.

Besonders vorteilhaft ist, dass alle Sensoren auf einer einzigen Leiterplatte anordenbar sind und der Lüfter nur mit entsprechend gegenüberliegend angeordneten Magneten und/oder magnetisierten Bereichen ausgestattet werden muss. In jeweils verschiedenen Radialabständen sind dann die Sensoren beziehungswiese am Lüfter deren zugeordnete Dauermagnete oder magnetisierte Bereiche anordenbar.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist auf der Leiterplatte ein Energiespeicher angeordnet zur Versorgung eines elektronischen Bauelements bei Ausfall der der auf der Leiterplatte angeordneten elektronischen Schaltung zugeordneten Versorgungsspannung. Von Vorteil ist dabei, dass eine netzunabhängige Energiequelle vorhanden ist und somit die gesamte Umdrehungszahl ab Montage und Herstellung detektierbar ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Ring des Drehbeschleunigungssensors mit dem Lüfterrad stoffschlüssig verbunden. Von Vorteil ist dabei, dass die Drehbeschleunigung am metallischen Ring detektierbar ist, wobei der Lüfter im Wesentlichen aus nicht elektrisch leitfähigem Material aufbaubar ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die Sensoren und mit einer elektronischen Schaltung verbunden, die mit der Kommunikationsschnittstelle verbunden ist, wobei zumindest Teile der Kommunikationsschnittstelle, die Sensoren und die elektronische Schaltung auf der Leiterplatte angeordnet sind,

insbesondere wobei auf der Leiterplatte eine Auswerteelektronik angeordnet ist, der die Sensorsignale zugeführt werden und die Auswerteelektronik derart ausgeführt ist, dass

- ein Winkelwert für die Winkelstellung des Lüfterrades,
- ein Umdrehungszahlwert des Lüfterrades und
- ein Drehbeschleunigungswert des Lüfterrades

bestimmt wird. Von Vorteil ist dabei, dass Sensoren und die Teile schnell und einfach auf der Leiterplatte bestückbar sind und somit eine Sensoranordnung zur Erfassung der drei Werte und die zugehörige Auswertung mit gleichem axialen Raumbedarf wie eine Sensoranordnung mit nur einer einzigen erfassten physikalischen Größe benötigt. Vorteiligerweise werden die Daten über nur eine einzige Schnittstelle weitergeleitet, insbesondere in digitaler Weise. Auf diese Art ist eine besonders effektive und kompakte Herstellung der erfindungsgemäßen Ausführung ermöglicht.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die Kommunikationsschnittstelle zumindest ein Interface und/oder ein Steckverbinderteil auf. Von Vorteil ist dabei, dass die Schnittstelle in einfacher Weise herstellbar ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Kommunikationsschnittstelle mit einer Regeleinheit eines Umrichters verbunden, welcher einen Elektromotor speist, dessen Rotorwelle die Welle ist, insbesondere welcher ein erfasster Motorstromwert zugeführt wird und die eine Motorspannung stellt. Insbesondere werden die erfassten Winkelwerte und Drehbeschleunigungswerte der Regeleinheit zugeführt. Von Vorteil ist dabei, dass ein verbessertes Regelverhalten erreichbar ist. Denn die Zuführung der Drehbeschleunigung zusätzlich zum Winkelwert stützt die Regelung mit einem physikalisch realen und erfassten Wert.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung entwärmt der vom Lüfterrad erzeugte Kühlluftstrom das Gehäuseteil, insbesondere wobei das Lüfterrad ein Radiallüfterrad ist und der erzeugte radiale Kühlluftstrom von einer am Gehäuseteil vorgesehenen Lüfterhaube umlenkbar ist in im Wesentlichen axiale Richtung. Von Vorteil ist dabei, dass ein besonders einfaches Lüfterrad verwendbar ist und mittels der sowieso aus Sicherheitsgründen notwendigen Lüfterhaube eine Umlenkung des Kühlluftstroms ausführbar ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die Spuren in einer Scheibe, insbesondere Polscheibe, aus Ferritmaterial aufgebracht und/oder realisiert. Von Vorteil ist dabei, dass ein kostengünstiges Material verwendet wird.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die innerhalb der jeweiligen Spur in Umfangsrichtung vorgesehenen Periodenlängen des jeweiligen Magnetisierungsverlaufs nach dem Nonius-Prinzip zugeordnet. Von Vorteil ist dabei, dass eine eineindeutige Zuordnung der Sensorsignale oder Sensorsignalverteilung zur absoluten Winkelstellung des Lüfterrades ermöglicht ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind drei Spuren vorgesehen, wobei die Anzahl der Nordpol-Bereiche

- in einer ersten Spur 2^N,
- in einer zweiten Spur 2^N - 1,
- in einer dritten Spur 2^N - 2^(N/2)

beträgt, wobei N eine ganze Zahl ist. Von Vorteil ist dabei, dass ein einfaches Nonius Prinzip anwendbar ist und somit eine eineindeutige Bestimmung der Winkelstellung mittels der drei Sensorsignale ermöglicht ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind drei Spuren vorgesehen, wobei die Anzahl der Nordpol-Bereiche

- in einer ersten Spur 10 * N,
- in einer zweiten Spur 10 * N - 1,
- in einer dritten Spur 9 * N

beträgt, wobei N eine ganze Zahl ist. Von Vorteil ist dabei, dass ein einfaches Nonius Prinzip anwendbar ist und somit eine eineindeutige Bestimmung der Winkelstellung mittels der drei Sensorsignale ermöglicht ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist in jeder Spur die Magnetisierungsrichtung axial ausgeführt und weist einen in Umfangsrichtung sinusförmig verlaufenden Betrag auf. Von Vorteil ist dabei, dass eine hohe Winkelauflösung erreichbar ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind jeder Spur mindestens zwei Sensoren zugeordnet, insbesondere zur differentiellen Erfassung des Magnetisierungsverlaufs in Umfangsrichtung. Von Vorteil ist dabei, dass homogene Störfelder keine Störende Wirkung entfalten.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist das Gehäuseteil für eine magnetfelderzeugende Einrichtung, wie Statorwicklung eines Elektromotors und/oder Bremsspulenwicklung einer elektromagnetisch betätigbaren Bremse, zumindest teilweise gehäusebildend. Von Vorteil ist dabei, dass eine Magnetfeld-abschirmende Wirkung durch das Gehäuseteil erreichbar ist, wenn dieses aus Aluminium oder Stahl ausführbar ist, wobei niederfrequente Felder besser durch Stahl und höher frequente Wechselfelder eher durch Aluminium abschirmbar sind.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist zwischen Gehäuseteil und Sensoren ein Mittel zur Abschirmung magnetischer Felder vorgesehen. Von Vorteil ist dabei, dass in einfacher Weise Störungen eliminierbar sind.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die Sensoren Hallsensoren. Von Vorteil ist dabei, dass einfache kostengünstige Sensoren verwendbar sind.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist auf der Leiterplatte eine Auswerteelektronik angeordnet, der die Sensorsignale zugeführt werden und die Auswerteelektronik derart ist ausgeführt, dass ein Winkelwert für die Winkelstellung des Lüfterrades bestimmt wird. Von Vorteil ist dabei, dass eine eineindeutige Bestimmung des Winkels ermöglicht ist.

Wichtige Merkmale bei dem Elektromotor sind, dass die Welle die Rotorwelle des Elektromotors ist und das Lüfterrad auf der Rotorwelle angeordnet ist.

Von Vorteil ist dabei, dass ein kompakter Antrieb geschaffen ist, dessen Winkelstellung eineindeutig bestimmbar ist aufgrund des Prinzips der magnetischen Detektion von mehreren Spuren. Dieses Prinzip ist im Gegensatz zu anderen Prinzipien gegen viele Störungen unanfällig, wie beispielsweise Einwirkung von Licht und Wärme oder auch Wasser.

Weitere Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nun anhand von Abbildungen näher erläutert:

In der Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung schematisch teilweise dargestellt.

Hierbei handelt es sich um eine Elektromaschine, insbesondere Elektromotor, der ein Gehäuseteil 1, insbesondere Lagerschild, umfasst, in welchem zumindest ein Lager vorgesehen ist zur Lagerung der Rotorwelle 2 der Maschine.

Am axialen Endbereich der Rotorwelle 2 ist ein Lüfterrad 4 drehfest mit der Rotorwelle 2 verbunden, so dass der vom Lüfterrad 4 angetriebene Kühlluftstrom am Gehäuseteil 1 vorbeiströmt und somit zur Kühlung des Motors, insbesondere auch des Stators, dient. Dabei ist der Stator auf der axial vom Lüfterrad abgewandten Seite des Gehäuseteils vorgesehen. Der Stator umfasst Statorwicklungen, die ein Drehfeld erzeugen und somit ein starkes Magnetfeld bewirken.

Das Lüfterrad 4 ist von einer Lüfterhaube 3 umgeben, so dass eine Lenkung, insbesondere Umlenkung, des Kühlluftstroms in einfacher Weise ermöglicht ist. Die Lüfterhaube 3 ist am Gehäuseteil 1 befestigt.

Trotz der abschirmenden Wirkung des Gehäuseteils 1, welches vorzugsweise aus Stahlguss oder Aluminium gefertigt ist, tritt also ein Teil des Magnetfeldes des Stators oder einer Bremsspule in den Bereich des Lüfterrades ein.

Das Lüfterrad 4 weist an seiner dem Gehäuseteil 1 zugewandten Seite eine Polscheibe auf, die magnetisiert ist. Dabei sind mindestens zwei in Umlaufrichtung verlaufende Spuren vorhanden, wobei die Magnetisierung in Umfangsrichtung abwechselnd ist. Jede Spur weist also für sich einen jeweils konstanten Radialabstand von der Achse der Rotorwelle auf. In Umfangsrichtung wechseln sich Bereiche mit unterschiedlicher Magnetisierung in axialer Richtung ab; auf einen Nordpol folgt also ein Südpol. Vorzugsweise verläuft der Betrag der Magnetisierung sinusförmig oder zumindest näherungsweise sinusförmig

Am Gehäuseteil 1 ist eine Leiterplatte 5, umfassend Sensoren, vorgesehen. Dabei ist jeder Spur ein Sensor auf der Leiterplatte 5 zugeordnet zur Detektion des Magnetfeldes. Vorzugsweise werden als Sensoren Hall-Sensoren verwendet. Die Signale der Sensoren

werden einem Analog-Digital- Wandler zugeführt, der eine Auflösung von beispielsweise 10 bit oder mehr hat.

Die jeweilige Ausdehnung der Nordpol- und Südpol-Bereiche, also die Periodenlänge der im Wesentlichen sinusförmig verlaufenden Magnetisierung, in einer jeweiligen Spur ist in jeder Spur unterschiedlich und insbesondere derart gewählt, dass jeder Winkelstellung des Lüfterrades die Sensorsignale eineindeutig zuordenbar sind. Insbesondere sind dabei die Periodenlängen und die zugehörigen Phasendifferenzen zwischen den sinusförmigen Verläufen in den einzelnen Spuren nach de Nonius-Prinzip ausgeführt.

Vorzugsweise werden drei Spuren verwendet, wobei die Anzahl der in Umfangsrichtung vorgesehenen Nordpolbereiche in der erste Spur 56, in der zweiten Spur 63 und in der dritten Spur 64 beträgt. Aber auch andere Anzahlkombinationen, die nach dem Nonius-Prinzip gewählt sind, sind vorteilhaft verwendbar. Insbesondere ist eine Anzahlkombination vorteilhaft, bei der in der ersten Spur (2^N) , in der zweiten Spur (2^N - 1) und in der dritten Spur (2^N - 2^(N/2)) gewählt wird, wobei N eine ganze Zahl ist. Alternativ ist auch eine Ausführung denkbar, bei der in der ersten Spur (9 * N) , in der zweiten Spur (–1 + 10* N) und in der dritten Spur (10 * N) gewählt wird, wobei N eine ganze Zahl ist.

Auf diese Weise ist also während einer Umdrehung des Lüfterrades die Winkelstellung eindeutig aus den jeweiligen Sensorsignalen nach deren Analog-Digital-Wandlung bestimmbar.

Bei weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen ist im Bereich des Gehäuseteils 1 eine elektromagnetisch betätigbare Bremse vorgesehen. Diese umfasst auch eine Bremsspule, so dass ein starkes Magnetfeld, insbesondere auch in axialer Richtung erzeugbar ist, das zumindest teilweise vom Gehäuseteil 1 abschirmbar ist.

Bei weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen arbeiten die Sensoren differentiell. Hierzu sind jeder Spur mindestens zwei Sensoren zugeordnet, die in Umfangsrichtung voneinander beabstandet sind und jeweils die Magnetisierung derselben Spur detektieren. Zur Winkelbestimmung wird hier aber nur die Differenz der beiden zugehörigen Sensorsignale bestimmt, so dass ein homogener Anteil im Magnetfeld, also eine Magnetfeldkomponente, die auf beide einer selben Spur zugeordnete Sensoren gleichermaßen wirkt, eliminiert wird. Als solcher Magnetfeldanteil ist beispielsweise das

Magnetfeld der Bremse oder des Stators wirksam und wegen der differentiellen Erfassung eliminierbar.

Indem für jede Spur auf der Leiterplatte 5 jeweils eine differentielle Erfassung angeordnet ist, ist eine besonders störarme Information über den Winkel des Lüfterrades 4 erfassbar.

Auch bei thermisch bedingten Längenänderungen, also insbesondere Abstandsänderungen zwischen Leiterplatte 5 mit Sensoren und dem Lüfterrad 4 vermindert die differentielle Erfassung die Temperaturabhängigkeit der erfassten Winkelinformation.

Die Polscheibe 6 ist vorzugsweise aus gesintertem Ferritmaterial ausgeführt und mit dem Lüfterrad 4 klebend verbunden, das aus Aluminium ausgeführt ist.

Bei weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen ist die Polscheibe 6 vergossen in einem aus Kunststoff gefertigten Lüfterrad 4, insbesondere gespritzt gefertigten Lüfterrad 4.

Bei weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen ist bei der differentiellen Erfassung statt zwei Sensoren eine größere Anzahl von Sensoren in jeweiliger entsprechender Beabstandung anordenbar. Auf diese Weise ist eine noch störärmere Erfassung ausführbar.

Bei weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen ist der Analog-Digital-Wandler mit 12 bit oder mehr ausgeführt.

In Figur 2 ist ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel dargestellt. Dabei ist auf kleinerem Radialabstand als die drei Spuren ein Ferraris Sensor angeordnet, dessen Erregerwicklung 26 auf einem C-förmigen Kern angeordnet ist, auf welchem auch eine Aufnehmerwicklung 28 aufgewickelt ist. Insgesamt ist diese Spulenanordnung mit dem C-förmigen Kern schraubverbunden mit dem Gehäuseteil 1. Mit der Rotorwelle drehfest verbunden ist ein Wirbelstromring 27. Somit ist durch Bestromung der Erregerwicklung und Bestimmung der in der Aufnehmerwicklung 28 induzierten Spannung aufgrund der im Wirbelstromring 27 induzierten Wirbelströme eine Drehbeschleunigung bestimmbar. Die zur Ausführung der Bestimmung notwendigen elektronischen Bauteile sind ebenfalls auf der Leiterplatte 5 angeordnet. Somit sind alle Sensoren auf der Leiterplatte anordenbar und die zugehörigen Auswerteelektronikbauelemente ebenfalls. Auf diese Weise ist eine besonders einfache Fertigung ermöglicht. Außerdem sind die erfassten Werte in digitale Werte

umwandelbar und somit von der Leiterplatte an ein anderes elektronisches Gerät, wie beispielsweise Umrichter oder übergeordnete Steuerung, ein digitaler Datenstrom übertragbar. Infolge der digitalen Übertragung und zugehörigen Ausbildung einer digitalen Kommunikationsschnittstelle ist ein hoher Datenstrom übertragbar, der nicht nur die nach dem Nonius –Prinzip erfassten Winkelwerte sondern auch die erfassten Drehbeschleunigungswerte aufweist.

Bei Zuführung dieser Daten ist eine Regeleinheit eines Umrichters mit besonders guten Regeleigenschaften realisierbar. Denn aus den jeweiligen erfassten Winkelwerten ist zwar eine Drehgeschwindigkeit der Rotorwelle bestimmbar, welche der Regeleinheit als Istwert zur Verfügung stellbar ist, jedoch ist daraus nur eine Drehbeschleunigung mit hohem Rauschanteil, also geringem Signal-Rausch-Verhältnis, bestimmbar. Zur Verbesserung des Regelverhaltens wird daher der Regeleinheit auch der erfasste Drehbeschleunigungswert zugeführt, der ein verbessertes Signal-Rausch-Verhältnis aufweist.

In Figur 2 ist der die Drehbeschleunigung erfassende Ferraris-Sensor (26, 27, 28) auf kleinerem Radialabstand angeordnet als die den Spuren gegenüberstehend angeordneten Hallsensoren. Auf diese Weise ist ein Verminderung von störenden Feldern erreichbar. Somit sind störende Einflüsse verringert.

In Figur 5 ist ein Umdrehungszähler zusätzlich zur Ausführung nach Figur 1 auf der Leiterplatte 5 integriert angeordnet. Dabei wird der magnetempfindliche Sensor mittels einer Abschirmung 11 vor den Magnetfeldern geschützt, welche von einer auf der vom Lüfter abgewandten Seite der Leiterplatte 5 angeordneten elektromagnetisch betätigbaren Bremse erzeugt werden. Somit ist das Magnetfeld eines auf dem Lüfter angeordneten zusätzlichen Dauermagneten 9 detektierbar mit einem sehr guten Signal-Rausch-Verhältnis.

Ein Energiespeicher, beispielsweise Batterie 10, ist mit der Leiterplatte verbunden und ermöglicht ein Erfassen der Umdrehungen auch bei Versorgungsstromausfall. Somit sind zur Detektion des vorbeidrehenden Magneten 9 beispielsweise Hallsensoren oder andere Energieversorgung benötigende Sensoren notwendig.

Wie in Figur 4 gezeigt, sind im Unterschied zur Figur 3 als Sensoren beim Vorbeidrehen des Dauermagneten 9 Energie erzeugende Sensoren verwendbar. Insbesondere sind als Sensor hierbei Impulsdrähte, also Wieganddrähte, oder Mikrogeneratoren einsetzbar. Dabei lösen

die Impulsdrähte und Mikrogeneratoren an einer kritischen Winkelstellung des Dauermagneten 9 plötzlich aus und erzeugen dabei genügend Energie um nicht die elektronische Verarbeitung, insbesondere das Zählen, zu ermöglichen. Hierbei wird vorzugsweise FRAM Technologie bei den Zählbausteinen eingesetzt. Vor dem Auslösen wird der Impulsdraht abhängig von der Drehbewegung des Dauermagneten auf der atomaren Ebene langsam vorgespannt. Auch beim Mikrogenerator wird eine langsame Vorspannung ausgeführt und ein REED Kontakt genutzt, um bei der kritischen Winkelstellung ein plötzliches Auslösen zu erreichen und somit zum Freisetzen von genügend viel Energie zur Versorgung der Zählbausteine.

Vorteiligerweise sind die Sensoren auf der Leiterplatte 5 angeordnet. Somit sind die erfassten und vorverarbeiteten Werte über eine einzige Datenleitung digital übertragbar. Zusätzliche mechanische Steckverbinder oder Leitungen sind somit einsparbar.

Durch die Integration der Sensoren auf der Leiterplatte gemäß Figur 1 bis 4 ist jeweils die Sensorik im Wesentlichen im gleichen axialen Bauraum angeordnet und somit eine besonders kompakte Anordnung erreichbar. Insbesondere ist die axiale Baulänge unabhängig von der Anzahl der Sensoren, also Sensor für Winkelstellung der Rotorwelle, Sensor für die Anzahl der schon zurückgelegten ganzen Umdrehungen nach Figur 3 oder 4 und Sensor für die Drehbeschleunigung nach Figur 2.

Alle zugehörigen erfassten Werte, also Winkelwert, Umdrehungszahl und/oder Drehbeschleunigungswert, sind übertragbar mittels derselben Schnittstelle an einen Umrichter und/oder eine Steuerung. Dabei wird die Erfassung der Werte zeitlich nacheinander wiederholt ausgeführt, so dass der Verlauf der Werte im Wesentlichen in Echtzeit erfasst und übertragen wird.

Zusätzlich ist auf der Leiterplatte ein Temperatursensor angeordnet, dessen erfasster Wert über eine galvanische Trennung der auf der Leiterplatte angeordneten elektronischen Schaltung zugeleitet wird. Somit sind systematische Temperatureinflüsse eliminierbar. Der Temperaturwert wird ebenfalls über die Kommunikationsschnittstelle übertragen.

Bei weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen werden auch die Motortemperatur und/oder das von der Rotorwelle des Motors übertragene Drehmoment erfasst und die erfassten Werte über eine galvanische Trennung der auf der Leiterplatte angeordneten

elektronischen Schaltung zugeleitet. Danach erfolgt wiederum die Übertragung über die Kommunikationsschnittstelle.

Bezugszeichenliste

1 Gehäuseteil, insbesondere Lagerschild
2 Rotorwelle
3 Lüfterhaube
4 Lüfterrad
5 Leiterplatte, umfassend Sensoren
6 Polscheibe
9 Dauermagnet
10 Batterie
11 Abschirmung
12 Impulsdraht oder Microgenerator
26 Erregerwicklung
27 Wirbelstromring
28 Aufnehmerwicklung

Patentansprüche:

1. Anordnung zur Bestimmung der Winkelstellung einer Welle,

die in einem Gehäuseteil mit zumindest einem Lager gelagert ist,

wobei mit der Welle ein Lüfterrad drehfest verbunden ist,

wobei am Gehäuseteil eine Leiterplatte befestigt ist, insbesondere wobei die Normalenrichtung der Leiterplatte parallel zur Wellenachse ausgerichtet ist,

insbesondere wobei die Leiterplatte zwischen einem Gehäuseteil und dem Lüfterrad angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- an der zur Leiterplatte hin angeordneten Seite des Lüfterrades magnetisierte Bereiche, insbesondere einer Polscheibe, vorgesehen sind, die von auf der Leiterplatte angeordneten Sensoren detektierbar sind, so dass der Winkelwert der Welle erfassbar ist,

- am Lüfterrad ein weiterer Dauermagnet angeordnet ist, dem auf der Leiterplatte ein Sensor zur Erfassung der Umdrehungszahl zugeordnet ist,

- mit der Leiterplatte ein Drehbeschleunigungssensor, insbesondere Ferraris-Sensor, verbunden ist, der einen elektrisch leitfähigen Ring umfasst, welcher mit dem Lüfterrad drehfest verbunden ist,

wobei die von den Sensoren erfassten Werte, insbesondere Winkelwert, Drehbeschleunigungswert und Umdrehungszahlwert, über dieselbe Kommunikationsschnittstelle, insbesondere über dieselbe digitale Kommunikationsschnittstelle, an eine weitere elektronische Schaltung, wie Umrichter und/oder übergeordnete Steuerung übertragen werden.

2. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf der Leiterplatte zusätzlich ein Temperatursensor angeordnet ist, dessen erfasster Wert ebenfalls über die Kommunikationsschnittstelle übertragen wird.

3. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ist die Welle in einem Motor angeordnet und im Motor, insbesondere in den Statorwicklungen des Motors, ist ein Mittel zur Erfassung der Motortemperatur und/oder im Motor ist ein Mittel zur Erfassung des von der Welle durchgeleiteten Drehmoments angeordnet,

insbesondere wobei die erfassten Werte über eine galvanische Trennung zu der auf der Leiterplatte angeordneten elektronischen Schaltung zugeleitet werden, insbesondere wobei die erfassten Werte auch über dieselbe digitale Schnittstelle an die weitere elektronische Schaltung übertragen werden

4. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf der Leiterplatte ein Energiespeicher angeordnet ist zur Versorgung eines elektronischen Bauelements bei Ausfall der der auf der Leiterplatte angeordneten elektronischen Schaltung zugeordneten Versorgungsspannung.

5. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Ring des Drehbeschleunigungssensors mit dem Lüfterrad stoffschlüssig verbunden ist.

6. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Sensoren und mit einer elektronischen Schaltung verbunden sind, die mit der Kommunikationsschnittstelle verbunden ist, wobei zumindest Teile der Kommunikationsschnittstelle, die Sensoren und die elektronische Schaltung auf der Leiterplatte angeordnet sind,

insbesondere wobei auf der Leiterplatte eine Auswerteelektronik angeordnet ist, der die Sensorsignale zugeführt werden und die Auswerteelektronik derart ausgeführt ist, dass

- ein Winkelwert für die Winkelstellung des Lüfterrades,
- ein Umdrehungszahlwert des Lüfterrades und
- ein Drehbeschleunigungswert des Lüfterrades

bestimmt wird.

7. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kommunikationsschnittstelle zumindest ein Interface und/oder ein Steckverbinderteil aufweist.

8. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kommunikationsschnittstelle mit einer Regeleinheit eines Umrichters verbunden ist, welcher einen Elektromotor speist, dessen Rotorwelle die Welle ist, insbesondere welcher ein erfasster Motorstromwert zugeführt wird und die eine Motorspannung stellt,

und/oder dass

die erfassten Winkelwerte und Drehbeschleunigungswerte der Regeleinheit zugeführt werden.

9. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die magnetisierten Bereiche drei konzentrische Spuren bilden und jeder Spur mindestens ein Sensor auf der Leiterplatte zugeordnet ist,

wobei in jeder Spur in Umfangsrichtung die axial ausgeführte Magnetisierungsrichtung abwechselnd ausgeführt ist, insbesondere also auf einen in axialer Richtung magnetisierten Nordpol-Bereich ein Südpol-Bereich folgt.

10. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

der vom Lüfterrad erzeugte Kühlluftstrom das Gehäuseteil entwärmt, insbesondere wobei das Lüfterrad ein Radiallüfterrad ist und der erzeugte radiale Kühlluftstrom von einer am Gehäuseteil vorgesehenen Lüfterhaube umlenkbar ist in im Wesentlichen axiale Richtung.

11. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Spuren in einer Scheibe, insbesondere Polscheibe, aus Ferritmaterial aufgebracht und/oder realisiert sind.

12. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die innerhalb der jeweiligen Spur in Umfangsrichtung vorgesehenen Periodenlängen des jeweiligen Magnetisierungsverlaufs nach dem Nonius-Prinzip zugeordnet sind.

13. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
drei Spuren vorgesehen sind, wobei die Anzahl der Nordpol-Bereiche

- in einer ersten Spur 2^N,
- in einer zweiten Spur 2^N - 1,
- in einer dritten Spur 2^N - 2^(N/2)

beträgt, wobei N eine ganze Zahl ist,

und/oder dass

drei Spuren vorgesehen sind, wobei die Anzahl der Nordpol-Bereiche

- in einer ersten Spur 10 * N,
- in einer zweiten Spur 10 * N - 1,
- in einer dritten Spur 9 * N

beträgt.

14. Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
in jeder Spur die Magnetisierungsrichtung axial ausgeführt ist und einen in Umfangsrichtung sinusförmig verlaufenden Betrag aufweist,

und/oder dass

jeder Spur mindestens zwei Sensoren zugeordnet sind, insbesondere zur differentiellen Erfassung des Magnetisierungsverlaufs in Umfangsrichtung,

und/oder dass

das Gehäuseteil für eine magnetfelderzeugende Einrichtung, wie Statorwicklung eines Elektromotors und/oder Bremsspulenwicklung einer elektromagnetisch betätigbaren Bremse, zumindest teilweise gehäusebildend ist,

und/oder dass

zwischen Gehäuseteil und Sensoren ein Mittel zur Abschirmung magnetischer Felder vorgesehene ist,

und/oder dass

die Sensoren Magnetfeldempfindliche Sensoren sind, insbesondere Hallsensoren.

15. Elektromotor mit einer Anordnung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Welle die Rotorwelle des Elektromotors ist und das Lüfterrad auf der Rotorwelle angeordnet ist.

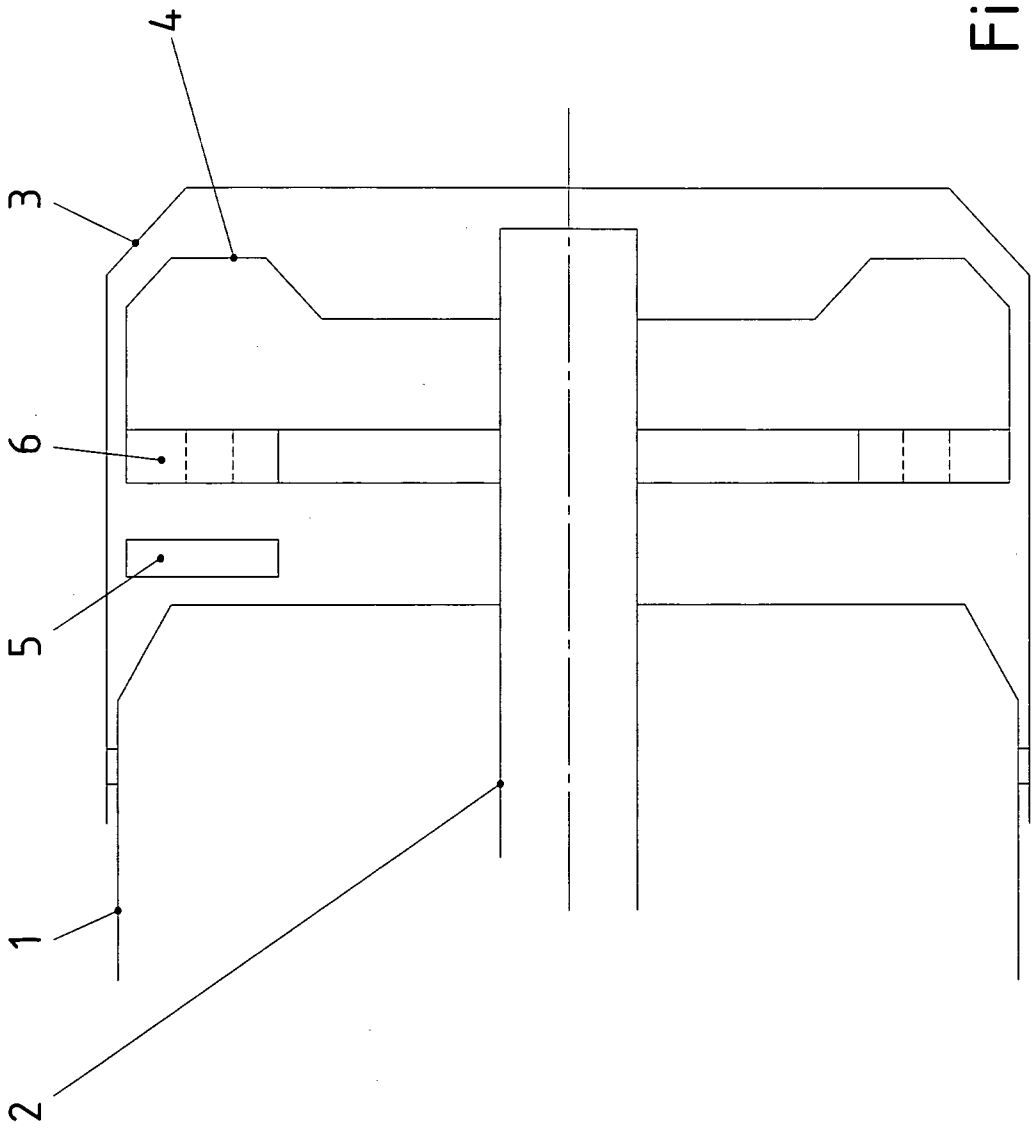


Fig. 1

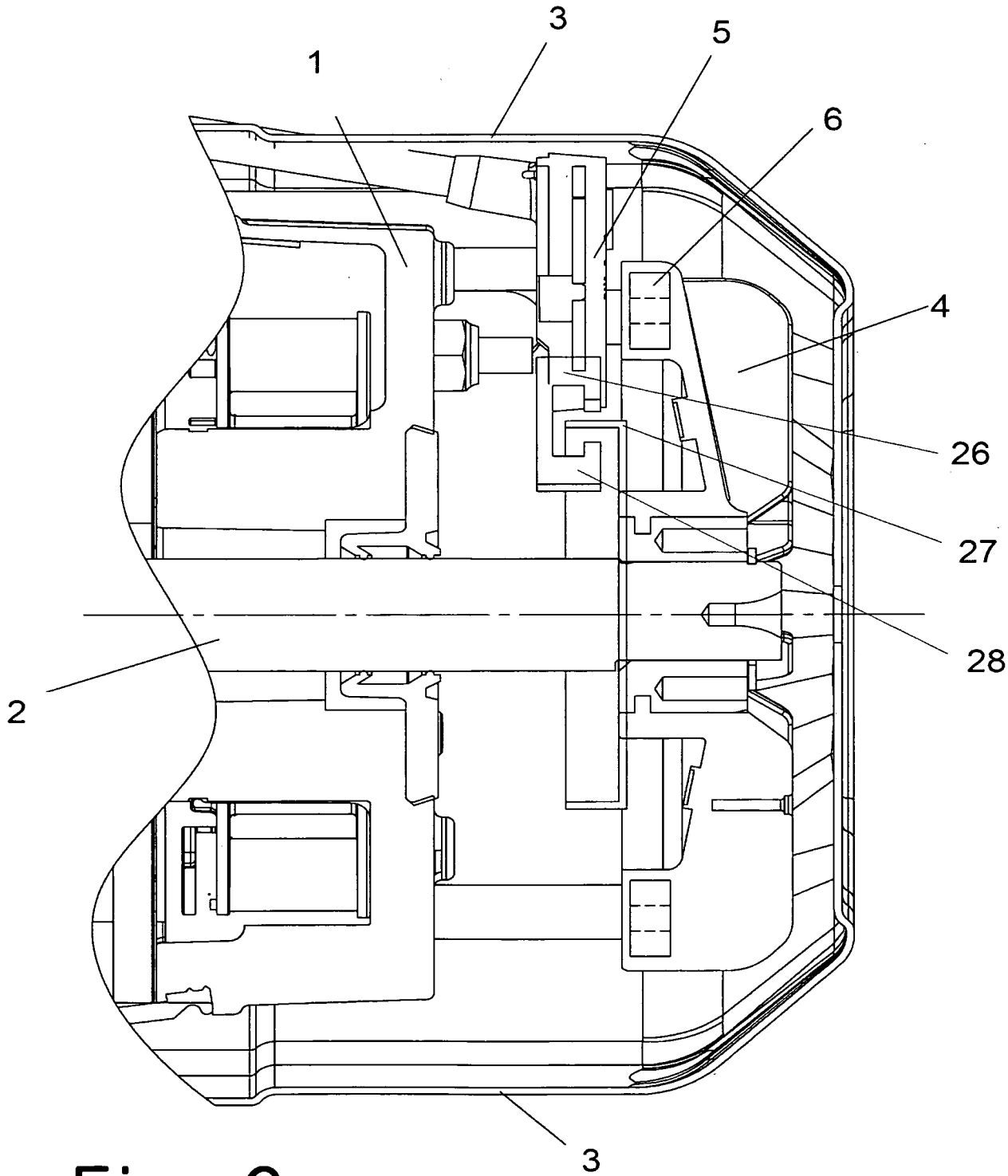


Fig. 2

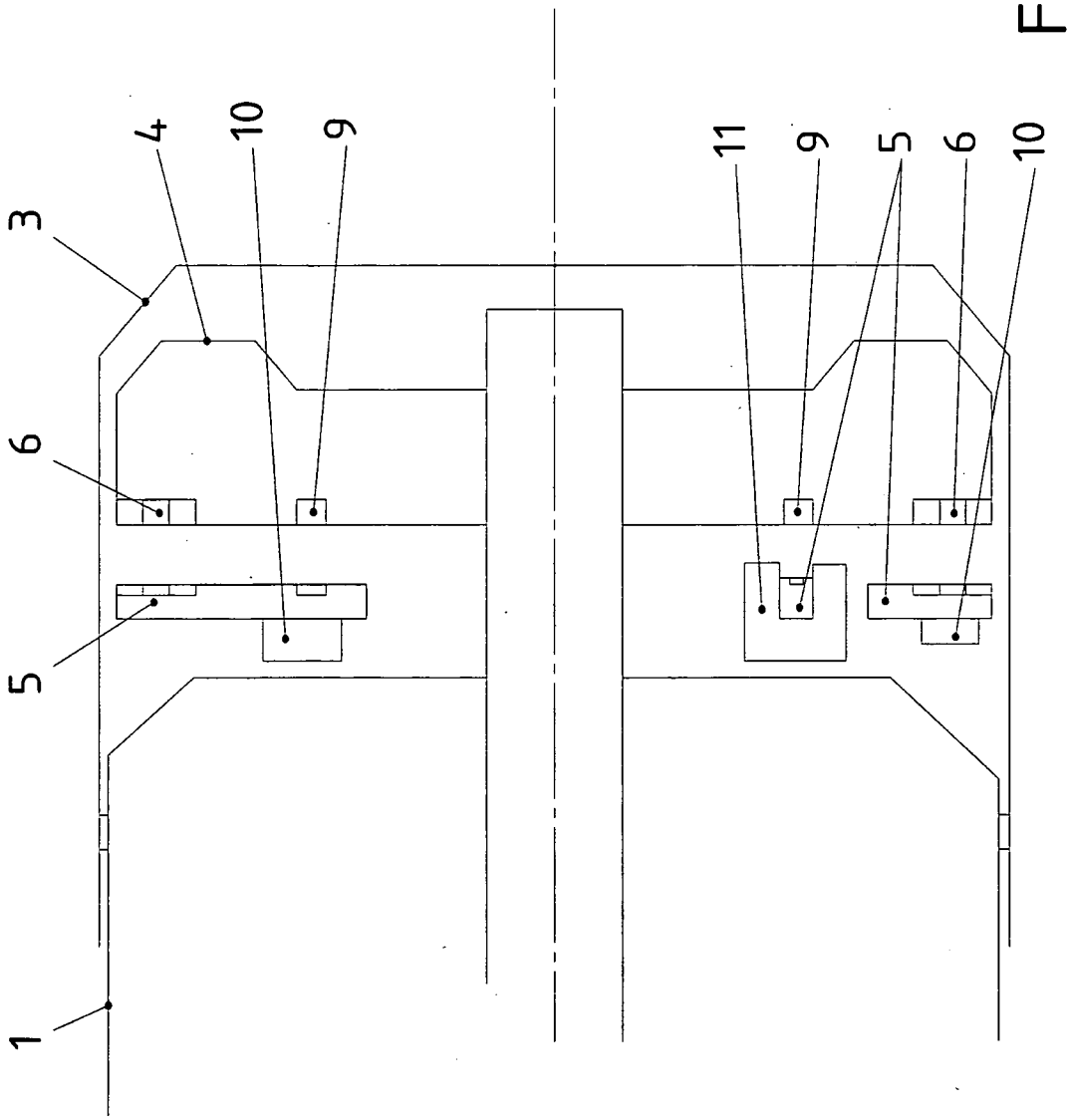


Fig. 3

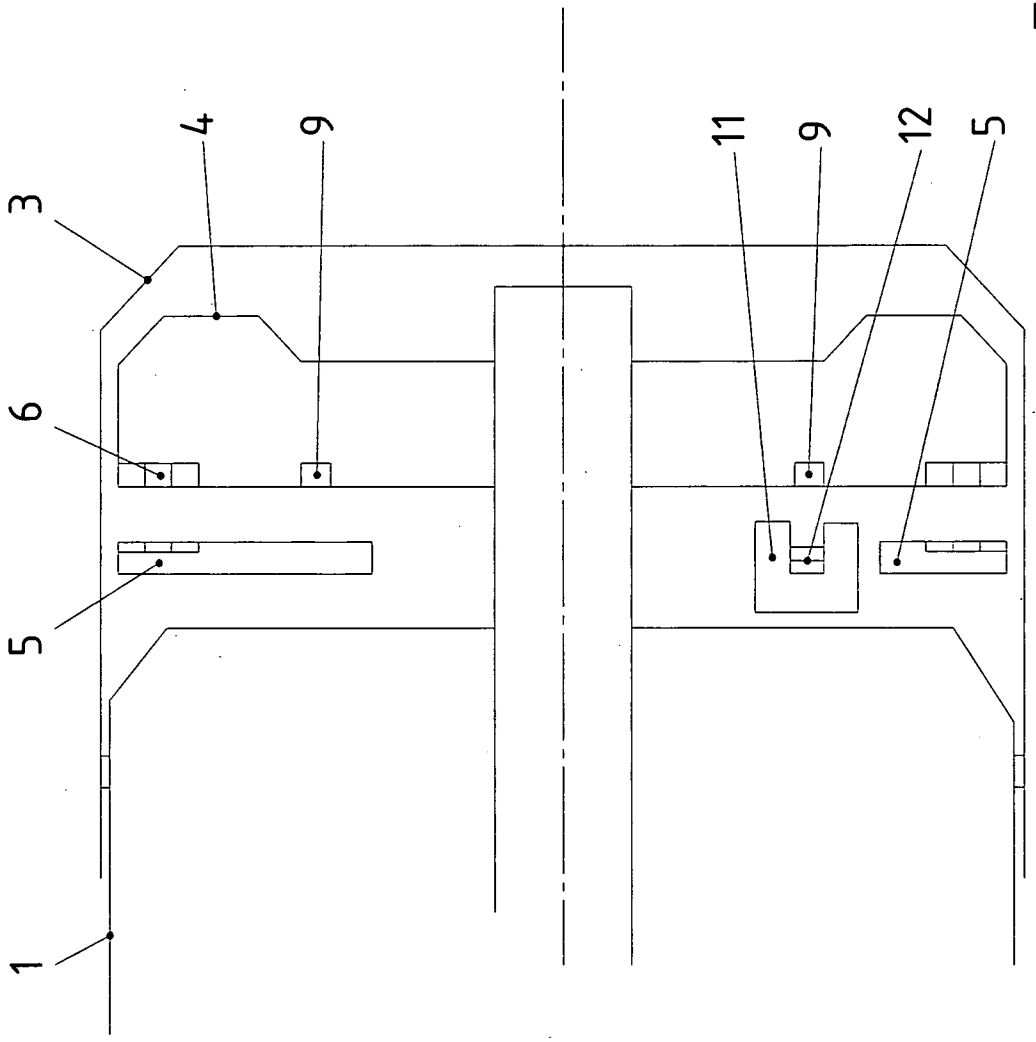


Fig. 4