

(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
19. Mai 2022 (19.05.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/101032 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01D 5/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/080138

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Oktober 2021 (29.10.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 214 235.1
12. November 2020 (12.11.2020) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Post-
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) **Erfinder: KURZ, Andreas**; Streusselaeckerweg 8, 74321
Bietigheim (DE). **DAUTH, Robert Alexander**; Vogels-
angstr. 18, 74080 Heilbronn (DE). **FELLA, Sina**; Berli-
ner Ring 37, 74196 Neuenstadt (DE). **KRZYZANOWSKI,**
Tim; Muehltorstrasse 16, 74348 Lauffen Am Neckar (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, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

(54) **Title:** INDUCTIVE POSITION SENSOR DEVICE, DRIVE DEVICE

(54) **Bezeichnung:** INDUKTIVE POSITIONSENSOREINRICHTUNG, ANTRIEBSEINRICHTUNG

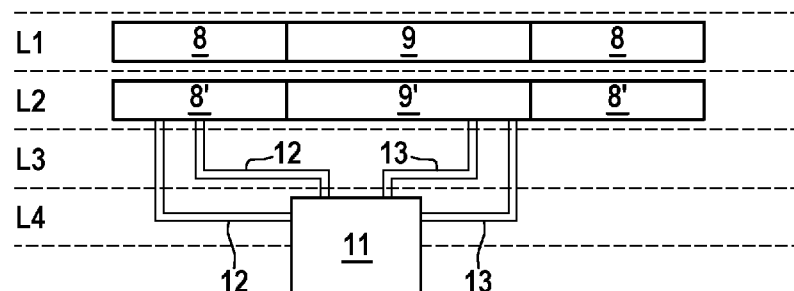


Fig. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to an inductive position sensor device (5) for detecting the position of a coupling element which can be arranged on a movable actuator element of an electric machine (2), comprising at least one transmitter coil (8, 8') for generating electromagnetic waves; at least one receiver coil (9, 9') for detecting the electromagnetic waves which are generated by the transmitter coil (8) and are influenced by the actuator element; and a computing unit (11) which is designed to actuate the transmitter coil (8) and evaluate the electromagnetic waves detected by the receiver coil (9, 9') in order to determine the position, wherein the coils (8, 9) are arranged on a front face of a common printed circuit board (6), and the computing unit (11) is arranged on a rear face of the common printed circuit board. The coils (8, 8', 9, 9') are electrically connected to the computing unit (11) by connection lines (12, 13) which extend along the printed circuit board (6) and through the printed circuit board (6). According to the invention, the connection lines (12, 13) run substantially parallel to one another.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine induktive Positionssensoreinrichtung (5) zur Erfassung einer Position eines an einem beweglichen Aktuatorelement einer elektrischen Maschine (2) anordenbaren Koppellement, mit zumindest einer Senderspule (8, 8') zur Erzeugung elektromagnetischer Wellen und zumindest einer Empfängerspule (9, 9') zum Erfassen der von der Senderspule (8) erzeugten und durch das Aktuatorelement beeinflussten elektromagnetischen Wellen, mit einer Recheneinheit (11), die dazu ausgebildet ist, die Senderspule (8) anzusteuern und die durch die Empfängerspule (9, 9') erfassten elektromagnetischen Wellen zur Bestimmung der Position auszuwerten, wobei die Spulen (8, 9) auf einer Vorderseite und die Recheneinheit (11) auf einer Rückseite einer gemeinsamen Leiterplatte (6) angeordnet sind, und wobei die Spulen (8, 8', 9, 9') durch Verbindungsleitungen (12, 13), die sich entlang der Leiterplatte (6) und durch die Leiterplatte (6) hindurch erstrecken, mit der Recheneinheit (11) elektrisch verbunden sind. Es ist vorgesehen, dass die Verbindungsleitungen (12, 13) im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

5 Beschreibung

Titel

Induktive Positionssensoreinrichtung, Antriebseinrichtung

10 Die Erfindung betrifft eine induktive Positionssensoreinrichtung zum Erfassen einer Position eines an einem beweglichen Aktuatorelement einer elektrischen Maschine anordenbaren Koppellements, mit einer Senderspule zur Erzeugung elektromagnetischer Wellen und mit zumindest einer Empfängerspule zum
15 beeinflussen elektromagnetischen Wellen, und mit einer Recheneinheit, die dazu ausgebildet ist, die Senderspule anzusteuern und die durch die Empfängerspule erfassten elektromagnetischen Wellen zur Bestimmung der Position des Aktuatorelements auszuwerten, wobei die Spulen und die Recheneinheit auf einer gemeinsamen Leiterplatte angeordnet sind, und wobei
20 die Spulen auf einer Vorderseite und die Recheneinheit auf einer von der Vorderseite abgewandten Rückseite der Leiterplatte angeordnet ist, und wobei die Spulen durch Verbindungsleitungen, die sich entlang der Leiterplatte und durch die Leiterplatte hindurch erstrecken, mit der Recheneinheit elektrisch verbunden sind.

25 Weiterhin betrifft die Erfindung eine Antriebseinrichtung, insbesondere für eine Bremseinrichtung eines Kraftfahrzeugs, mit einer elektrischen Maschine und mit einer der elektrischen Maschine zugeordneten, induktiven Positionssensoreinrichtung zur Erfassung einer Position eines beweglichen
30 Aktuatorelements, insbesondere Rotor- oder Linearaktor, der elektrischen Maschine.

Stand der Technik

Induktive Positionssensoreinrichtungen sind aus dem Stand der Technik bereits bekannt, insbesondere in Form von Rotorlagesensoreinrichtungen, die die Rotorlageposition oder Winkelposition eines Rotors einer elektrischen Maschine erfassen. Diese nutzen den Effekt aus, dass in Abhängigkeit von der Winkellage des an dem Rotor, insbesondere stirnseitig befestigten Koppellements einem Feld von elektromagnetischen Wellen einer Senderspule ausgesetzt ist, diese elektromagnetischen Wellen nachvollziehbar beeinflusst werden. Um die Senderspule anzusteuern und das durch die Empfängerspule erfasste Ergebnis auszuwerten, weisen derartige Sensoreinrichtungen regelmäßig auch eine Steuereinheit oder Recheneinheit auf, beispielsweise in Form eines Mikroprozessors oder einer anwenderspezifischen integrierten Schaltung (ASIC). Die Recheneinheit ist dabei insbesondere dazu ausgebildet, die Senderspule zum Erzeugen eines modulierten Signals anzusteuern. Das durch die Empfängerspule empfangene Signal wird dann von der Recheneinheit oder optional einer weiteren Recheneinheit demoduliert, um eine Auswertung des Signals und damit die Beeinflussung des Signals durch den Rotor der elektrischen Maschine zu ermöglichen. Die elektromagnetischen Wellen koppeln somit von der Senderspule in das Koppellement und von dem Koppellement in die Empfängerspule ein, sodass das durch die Empfängerspule erfasste elektromagnetische Signal Aufschluss über die Rotorwinkellage zulässt.

Typischerweise sind die Recheneinheit und die zumindest zwei Spulen, also die Senderspule und die Empfängerspule, auf derselben Leiterplatte angeordnet, um eine einfache elektrische und/oder signaltechnische Verbindung zwischen Recheneinheit und Spulen zu realisieren, sowie um eine kompakte Bauform zu erhalten.

Offenbarung der Erfindung

Die erfindungsgemäße Positionssensoreinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass die Leiterplatte weniger aufwendig und kostengünstiger als bisher herstellbar ist, weil insbesondere auf sogenannte Abschirmschichten oder Schirmungsschichten verzichtet werden kann. Diese werden bisher dafür eingesetzt, elektromagnetische Störfelder zwischen einzelnen Ebenen der Leiterplatte zu unterbrechen beziehungsweise zu

begrenzen. Durch die erfindungsgemäße Ausführung der Positionssensoreinrichtung werden derartige elektromagnetische Störsignale oder -felder jedoch von vornherein unterbunden oder zumindest derart weit reduziert, dass auf zusätzliche Abschirmschichten verzichtet werden kann.

5 Dadurch ist insbesondere eine Reduzierung der Anzahl der Lagen oder Ebenen der Leiterplatte möglich. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Verbindungsleitungen, welche die Recheneinheit mit den Spulen verbinden, zumindest im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen. Durch den parallelen Verlauf wird die Induktion im Bereich der Verbindungsleitungen minimiert,
10 wodurch ein Offset im Ausgangssignal verhindert und damit das Messergebnis optimiert wird. Vorzugsweise werden die Verbindungsleitungen außerdem möglichst kurz ausgeführt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung verlaufen die
15 Verbindungsleitungen auf unterschiedlichen Ebenen der Leiterplatte zumindest abschnittsweise parallel zueinander. Die Verbindungsleitungen liegen in diesem Fall somit nicht auf der gleichen Ebene der Leiterplatte, sondern sind durch die Ebenen der Leiterplatte voneinander beabstandet. Durch den Verlauf auf unterschiedlichen Ebenen wird eine besonders kompakte Bauform der
20 Leiterplatte gewährleistet und die Möglichkeit gegeben, dass die Verbindungsleitungen auch direkt übereinanderliegend auf der Leiterplatte ausgebildet sein und dadurch besonders nahe zueinander liegen können.

Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass die Verbindungsleitungen auf den
25 unterschiedlichen Ebenen zumindest abschnittsweise übereinanderliegend parallel zueinander verlaufen. Ist die Leiterplatte kreis- oder kreisringförmig ausgebildet, wie bei einer Ausbildung als Rotorlagesensor, so liegen die Ebenen axial übereinander und die parallel zueinander verlaufenden Verbindungsleitungen liegen axial direkt übereinander. Hierdurch wird eine
30 besonders kompakte Bauform und eine vorteilhafte Reduzierung elektromagnetischer Steuereffekte erreicht.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung verlaufen die oder
35 zumindest zwei der Verbindungsleitungen auf einer Ebene der Leiterplatte im Wesentlichen parallel zueinander. Dadurch liegen die Verbindungsleitungen nicht

übereinander, sondern nebeneinander auf der Leiterplatte beziehungsweise auf einer Ebene der Leiterplatte. Auch hierbei werden elektromagnetische Steuereffekte in vorteilhafter Weise reduziert, wobei die Anordnung auf einer Ebene gegebenenfalls kostengünstig realisierbar ist.

5

Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass die Leiterplatte übereinanderliegend eine erste, eine zweite, eine dritte und eine vierte Ebene oder Lage aufweist, wobei auf der ersten Ebene und der zweiten Ebene jeweils mindestens eine der Spulen zumindest teilweise angeordnet ist, auf der vierten Ebene die Recheneinheit und zumindest auf der dritten und/oder vierten Ebene die parallel zueinander verlaufenden Abschnitte der Verbindungsleitungen. Die Leiterplatte ist somit vierlagig beziehungsweise mit vier Ebenen ausgebildet, wobei vorzugsweise auf zwei Ebenen die Spulen, und auf den zwei verbleibenden Ebenen die Recheneinheit und die Verbindungsleitungen beziehungsweise zumindest die parallel zueinander verlaufenden Abschnitte der Verbindungsleitungen liegen. Dadurch ist eine vorteilhafte Trennung der Funktionen in der Sensoreinrichtung gewährleistet, die eine kostengünstige Herstellung der Leiterplatte mit den darauf angeordneten Elementen erlaubt. Das Routing beziehungsweise das Verlegen der parallel zueinander verlaufenden Abschnitte der Verbindungsleitungen in der dritten und/oder vierten Ebene bietet den Vorteil, dass die Verbindungsleitungen unabhängig von der Erstreckung der Spulen positioniert werden können, wodurch die Verläufe der Verbindungsleitungen optimal ausgeführt werden können.

10

15

20

25

30

Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass die Positionssensoreinrichtung zumindest eine Senderspule und zumindest zwei Empfängerspulen aufweist, wobei die Empfängerspulen insbesondere versetzt zueinander an dem Aktuatorelement angeordnet sind. Hierdurch ergibt sich eine hohe und eindeutige Auflösung der empfangenen Signale beziehungsweise eine eindeutige und insbesondere absolute Positionsbestimmung des Aktuatorelements.

35

Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass sich die jeweilige Empfängerspule zumindest über die erste und die zweite Ebene erstreckt. Die Empfängerspule erstreckt sich somit jeweils über die zwei obersten Ebenen der Leiterplatte, wodurch vorteilhafte Spulenverläufe gewährleistet sind, bei welchen sich

insbesondere Abschnitte ein und derselben Spule durch das Verlegen auf unterschiedliche Ebenen überkreuzen können.

Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass sich die zumindest eine Senderspule nur über die erste Ebene oder über zumindest die erste und die zweite Ebene erstreckt.

Besonders bevorzugt ist die Leiterplatte abschirmschichtfrei ausgebildet, sie weist somit also keine insbesondere aus Kupfer gefertigte Zwischenschicht auf, durch welche elektromagnetische Störfelder oder Signale an einem Übergang in die nächste Ebene gehindert werden. Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausbildung der Positionssensoreinrichtung ist das Vorsehen einer derartigen Abschirmschicht nicht notwendig und wird somit vorliegend bevorzugt vermieden. Dadurch werden insbesondere die Herstellungskosten für die Leiterplatte deutlich reduziert.

Besonders bevorzugt ist die Leiterplatte kreisscheibenförmig, insbesondere kreisringscheibenförmig, oder streifenförmig ausgebildet, je nachdem, ob die Positionssensoreinrichtung als Rotorlagesensoreinrichtung oder Linearaktuatorlagesensoreinrichtung ausgebildet ist.

Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass auf der Rückseite der Leiterplatte außerdem zumindest ein EMV-Entstörkondensator, vorzugsweise mehrere EMV-Entstörkondensatoren angeordnet sind, um die EMV-Verträglichkeit der Positionssensoreinrichtung zu verbessern.

Die erfindungsgemäße Antriebseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 12 zeichnet sich durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Positionssensoreinrichtung aus. Es ergeben sich hierdurch die bereits genannten Vorteile.

Weitere Vorteile und bevorzugte Merkmale und Merkmalskombinationen ergeben sich insbesondere aus dem zuvor Beschriebenen sowie aus den Ansprüchen. Im Folgenden soll die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert werden. Dazu zeigen

- Figur 1 eine vorteilhafte Antriebseinrichtung in einer vereinfachten Darstellung,
- 5 Figur 2 eine vorteilhafte Positionssensoreinrichtung der Antriebseinrichtung in einer Draufsicht,
- Figur 3 eine vereinfachte Darstellung der Positionssensoreinrichtung in einer Seitenansicht,
- 10 Figur 4 eine vergrößerte Detailansicht der Positionssensoreinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel und
- Figur 5 eine vergrößerte Detailansicht der Positionssensoreinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.
- 15

Figur 1 zeigt in einer vereinfachten Darstellung eine vorteilhafte Antriebseinrichtung 1 für einen hier nicht näher dargestellten Verbraucher, beispielsweise ein Bremssystem, insbesondere eine Parkbremse, eines Kraftfahrzeugs. Die Antriebseinrichtung 1 weist eine elektrische Maschine 2 auf, die eine Antriebswelle 3 aufweist, die in einem hier nicht dargestellten Gehäuse drehbar gelagert ist und einen Rotor 4 trägt, welchem ein gehäusefester Stator 4' zugeordnet ist. Die Antriebswelle 3 ist mit dem Verbraucher mechanisch gekoppelt oder koppelbar, um diesen anzutreiben.

25 Dem Rotor 4 der elektrischen Maschine 2 ist eine Positionssensoreinrichtung 5, vorliegend in der Art einer Rotorlagensensoreinrichtung, zugeordnet, die durch Induktion eine Rotorwinkellage des Rotors 4 erfasst. Dazu weist die Positionssensoreinrichtung 5 eine Leiterplatte 6 auf, die gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kreisringscheibenförmig ausgebildet und koaxial zu der Antriebswelle 3 einer Stirnseite des Rotors 4 zugeordnet angeordnet ist. Die Leiterplatte 6 trägt auf ihrer dem Rotor 4 zugewandten Vorderseite 7 zumindest eine Senderspule 8 sowie zumindest zwei Empfängerspulen 9, 9'. Auf der von dem Rotor 4 abgewandten Rückseite 10 der

30

35 Leiterplatte 6 ist eine Recheneinheit 11 angeordnet, die gemäß dem

vorliegenden Ausführungsbeispiel als anwenderspezifische integrierte Schaltung (ASIC) ausgebildet und elektrisch mit den beiden Spulen 8, 9, 9' verbunden ist. Insbesondere sind die Spulen 8, 9, 9' auf die Leiterplatte 6, insbesondere auf unterschiedliche Ebenen der Leiterplatte 6 aufgedruckt, wie im Folgenden näher erläutert werden soll. In Figur 1 sind die Spulen 8, 9, 9' zur Veranschaulichung stark vereinfacht als Blöcke dargestellt. Vorzugsweise ist auf der Rückseite 10 außerdem wenigstens ein EMV-Entstörkondensator 14 angeordnet und insbesondere mit der Recheneinheit 11 und/oder den Spulen 8, 9, 9' elektrisch verbunden.

Die Recheneinheit 11 ist dazu ausgebildet, die Senderspule 7 dazu anzusteuern, ein Signal mittels elektromagnetischer Wellen auszusenden, das ein stirnseitig an dem Rotor 4, der Leiterplatte 6 zugewandt angeordnetes Koppellement 15 der Positionssensoreinrichtung 5 durchdringt. Die elektromagnetischen Wellen werden durch das Koppellement 15 beeinflusst und werden zu der Empfängerspule 9 reflektiert oder geleitet, wobei sie in Abhängigkeit von der Drehwinkelstellung des Koppellements 15 beziehungsweise des Rotors 4 beeinflusst werden. Die Recheneinheit 11 ist dazu ausgebildet, das von der Empfängerspule 9 erfasste und durch den Rotor 4 beeinflusste Signal zu demodulieren und in Abhängigkeit des erfassten Signals die Rotorwinkellagestellung des Rotors 4 zu bestimmen. Verfahren zur Bestimmung der Rotorwinkellage mittels einer induktiven Rotorlagesensoreinrichtung, der auch allgemein als induktiver Rotorlagesensor bezeichnet wird, sind grundsätzlich bekannt, sodass auf die konkrete Funktion und Durchführung des Verfahrens an dieser Stelle nicht eingegangen werden soll.

Figur 2 zeigt in einer vereinfachten Draufsicht die Positionssensoreinrichtung 5. Die Leiterplatte 6 ist, wie bereits erwähnt, kreisringförmig ausgebildet. Die Spulen 8, 9 liegen in unterschiedlichen Ebenen der Leiterplatte 6 übereinander, sodass sie sich in der in Figur 2 gezeigten Draufsicht an mehreren Stellen kreuzen. Die Recheneinheit 11 liegt hinter den Spulen 8, 9, sodass in der Draufsicht die Spulen 8, 9 über der Recheneinheit 11 liegen. Somit sind Recheneinheit 11 und Spulen 8, 9 nicht nur auf unterschiedlichen Seiten der Leiterplatte 6 angeordnet, sondern auch direkt übereinanderliegend angeordnet, wodurch eine besonders

kompakte Bauform mit kurzen Verbindungsstrecken zu der Recheneinheit 11 gewährleistet wird.

Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Leiterplatte vierlagig ausgebildet und weist somit vier Ebenen auf. Dies ist in Figur 3 in einer vereinfachten Seitenansicht illustriert. In einer ersten Ebene L1 liegen Teile der Senderspule 8 und der Empfängerspulen 9, 9', die sich beispielsweise auch in ihrem Verlauf überschneiden.

In der darunterliegenden zweiten Ebene L2 ist jeweils ein weiterer Teil von Senderspule 8 und Empfängerspulen 9, 9' ausgebildet. Insbesondere sind nur eine Senderspule 8 und zwei Empfängerspulen 9, 9' vorhanden, die sich jeweils über die Ebenen L1 und L2 erstrecken.

In der untersten Ebene L4, auf der Rückseite 10 der Leiterplatte 6, ist die Recheneinheit 11 angeordnet, wie zuvor bereits erwähnt. In der zwischen der Ebene L4 und der Ebene L2 liegenden dritten Ebene L3 sowie in der Ebene L4 sind Verbindungsleitungen 12 der Senderspule 8 und Verbindungsleitungen 13 der Empfängerspulen 9, 9' ausgebildet, durch welche die Senderspulen 8, 8' und 9, 9' mit der Recheneinheit 11 elektrisch verbunden sind. Die Verbindungsleitungen 12, 13 erstrecken sich selbstverständlich durch alle Ebenen hindurch, die notwendig sind, um die jeweilige Spule 8, 8', 9, 9' zu erreichen. In den Ebenen L3 und L4 verlaufen die Verbindungsleitungen 12, 13 jedoch zumindest im Wesentlichen parallel zueinander, wie in Figur 3 vereinfacht gezeigt.

Figur 4 zeigt eine vereinfachte Draufsicht auf die Leiterplatte 6, wobei die Verbindungsleitungen 12, 13 in den Ebenen L3, L4, die radial beziehungsweise nicht axial verlaufen, parallel derart zueinander, dass sie direkt übereinander liegen. Dabei verlaufen die Verbindungsleitungen 12, 13 zwischen der Recheneinheit 11 und den Spulen 8, 9 möglichst lange parallel auf der dritten und vierten Lage L3, L4 oder parallel auf dergleichen Lage L3, L4. Dadurch ist die Induktionswirkung im Anschlussbereich minimal, sodass auch der Offset im Signal minimiert wird. Zumindest ist es derart vernachlässigbar, dass es zu keinen Fehlmessungen kommt oder das Ausgangssignal möglichst linear ist.

Vorzugsweise sind die Verbindungsleitungen 12, 13 zwischen der Recheneinheit 11 und den Spulen 8, 9 außerdem möglichst kurz ausgebildet, um auch Störfelder oder Signale, die durch Induktion entstehen, zu minimieren.

5 Während bei heutigen Sensoreinrichtungen die Recheneinheit üblicherweise nicht auf die Rückseite einer vierlagigen Leiterplatte aufgebracht wird, weil die Induktion im Bereich der Spulenanschlüsse zu einem großen Offset und damit zu einer hohen Linearitätsabweichung führen, ist die vorteilhafte Ausführungsform der Sensoreinrichtung 5 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel dazu
10 geeignet, dies auch in einer vierlagigen Leiterplatte zu ermöglichen, und ohne dass zusätzliche Abschirmschichten zwischen den einzelnen Ebenen eingesetzt werden müssen. Aus dem demodulierten Signal der Empfängerspule 9, 9' werden Sinus- und Cosinus-artige Ausgangssignale erhalten. Um ein lineares Signal abhängig von Weg oder Winkel zu erhalten, wird der ATAN gebildet. Je
15 ähnlicher die Signale zu Cosinus und Sinus sind, desto geringer fallen die höhen harmonischen Signalanteile aus, und desto linearer ist das Ausgabesignal. Die Linearität lässt sich quantifizieren: Wird von dem ATAN (Signal 1, Signal 2) einen perfekten ATAN aus Sinus und Cosinus (eine Gerade) ab, wird die Linearitätsabweichung also die Abweichung von idealen Sinus- und Cosinus-
20 Signalen erhalten. Da typischerweise nur eine endliche Anzahl von Stützpunkten der Weg-Signal-Kurve hinterlegt werden kann, bedeutet eine hohe Nicht-Linearität entweder eine geringe Genauigkeit oder einen erhöhten Kalibrationsaufwand. Bei elektrischen Maschinen mit schlechteren Regelungen kann es dabei zu Vibrationen und Geräuschen kommen. Um die Fehler zu
25 reduzieren, werden bisher Abschirmschichten, beispielsweise aus Kupfer, zwischen die Ebenen gelegt, um den Einfluss der Störfelder zu reduzieren. Aufgrund der vorteilhaften Ausbildung der vorliegenden Positionssensoreinrichtung 5 kann auf derartige Schichten aus den oben genannten Gründen verzichtet werden, wodurch die Leiterplatte 6 insgesamt
30 kostengünstig und noch bauraumsparender ausgebildet wird.

Während gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel das zu prüfende Aktuatorelement ein Rotor 4 ist, ist gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel das Aktuatorelement ein Linearaktuatorelement 15, wie es in Figur 5 gezeigt ist.
35 Dieses unterscheidet sich von dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel

dadurch, dass die Leiterplatte 6 nicht kreisringförmig, sondern streifenförmig ausgebildet ist, wobei sich die Spulen 8, 9, 8', 9' in Längserstreckung der streifenförmigen Leiterplatte 6 erstrecken. Ansonsten ist auch hier die Recheneinheit 11 in der Ebene L4 und die Spulen in den Ebenen L1, L2 angeordnet. Auch hier sind die Verbindungsleitungen der Spulen zu der Recheneinheit 11 zumindest im Wesentlichen parallel zueinander in unterschiedlichen Ebenen, insbesondere direkt übereinanderliegend, ausgebildet.

Alternativ zu einem Verlauf der Verbindungsleitungen 12, 13 übereinander in unterschiedlichen Lagen ist es auch denkbar, die Verbindungsleitungen 12, 13 oder zumindest eine der Verbindungsleitungen 12, 13 in einer Ebene L1 – L4 oder Lage parallel zueinander verlaufen zu lassen. Auch hierdurch können die Störsignale durch den parallelen Verlauf reduziert werden.

5 Ansprüche

1. Induktive Positionssensoreinrichtung (5) zur Erfassung einer Position eines an einem beweglichen Aktuatorelement einer elektrischen Maschine (2) anordenbaren Koppelement, mit zumindest einer Senderspule (8,8') zur
10 Erzeugung elektromagnetischer Wellen und zumindest einer Empfängerspule (9,9') zum Erfassen der von der Senderspule (8) erzeugten und durch das Aktuatorelement beeinflussten elektromagnetischen Wellen, mit einer Recheneinheit (11), die dazu ausgebildet ist, die Senderspule (8) anzusteuern und die durch die Empfängerspule (9,9') erfassten
15 elektromagnetischen Wellen zur Bestimmung der Position auszuwerten, wobei die Spulen (8,9) auf einer Vorderseite und die Recheneinheit (11) auf einer Rückseite einer gemeinsamen Leiterplatte (6) angeordnet sind, und wobei die Spulen (8,8',9,9') durch Verbindungsleitungen (12,13), die sich entlang der Leiterplatte (6) und durch die Leiterplatte (6) hindurch erstrecken,
20 mit der Recheneinheit (11) elektrisch verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungsleitungen (12,13) im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.
2. Induktive Positionssensoreinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungsleitungen (12,13) auf
25 unterschiedlichen Ebenen (L3,L4) der Leiterplatte (6) zumindest im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.
3. Induktive Positionssensoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungsleitungen
30 (12,13) auf den unterschiedlichen Ebenen (L3,L4) zumindest abschnittsweise übereinanderliegend parallel zueinander verlaufen.
4. Induktive Positionssensoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungsleitungen
35

(12,13) auf einer Ebene (L3,L4) der Leiterplatte zumindest im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.

- 5 5. Induktive Positionssensoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leiterplatte (6) übereinanderliegend eine erste, eine zweite, eine dritte und eine vierte Ebene (L1-L4) aufweist, wobei auf der ersten Ebene (L1) und der zweiten Ebene (L2) jeweils mindestens eine der Spulen (8,9,8',9') zumindest teilweise angeordnet ist, dass auf der vierten Ebene (L4) die Recheneinheit (11) angeordnet ist, und dass zumindest auf der dritten und/oder vierten Ebene (L3,L4) die parallel zueinander verlaufenden Abschnitte der Verbindungsleitungen (12,13) liegen.
- 10
- 15 6. Induktive Positionssensoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Senderspule (8) und zumindest zwei Empfängerspulen (9,9'), wobei die Empfängerspulen (9,9') versetzt zueinander an dem Aktuatorelement angeordnet sind.
- 20 7. Induktive Positionssensoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die jeweilige Empfängerspule (9,9') zumindest über die erste und die zweite Ebene erstreckt.
- 25 8. Induktive Positionssensoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die zumindest eine Senderspule (8) nur über die erste Ebene (L1) oder über zumindest die erste und die zweite Ebene erstreckt.
- 30 9. Induktive Positionssensoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leiterplatte (6) abschirmschichtfrei ausgebildet ist.
- 35 10. Induktive Positionssensoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leiterplatte (6) kreisscheibenförmig, insbesondere kreisringscheibenförmig, oder streifenförmig ausgebildet ist.

11. Induktive Positionssensoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der Rückseite (10) zumindest ein EMV-Entstörkondensator (14) angeordnet ist.

5 12. Antriebseinrichtung (1), insbesondere für eine Parkbremse eines Kraftfahrzeugs, mit einer elektrischen Maschine mit einer der elektrischen Maschine zugeordneten induktiven Positionssensoreinrichtung (5) zur Erfassung einer Position eines beweglichen Aktuatorelements der elektrischen Maschine, insbesondere Rotor (4) oder Linearaktor (15),
10 **gekennzeichnet durch** die Ausbildung der Positionseinrichtung (5) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11.

1 / 4

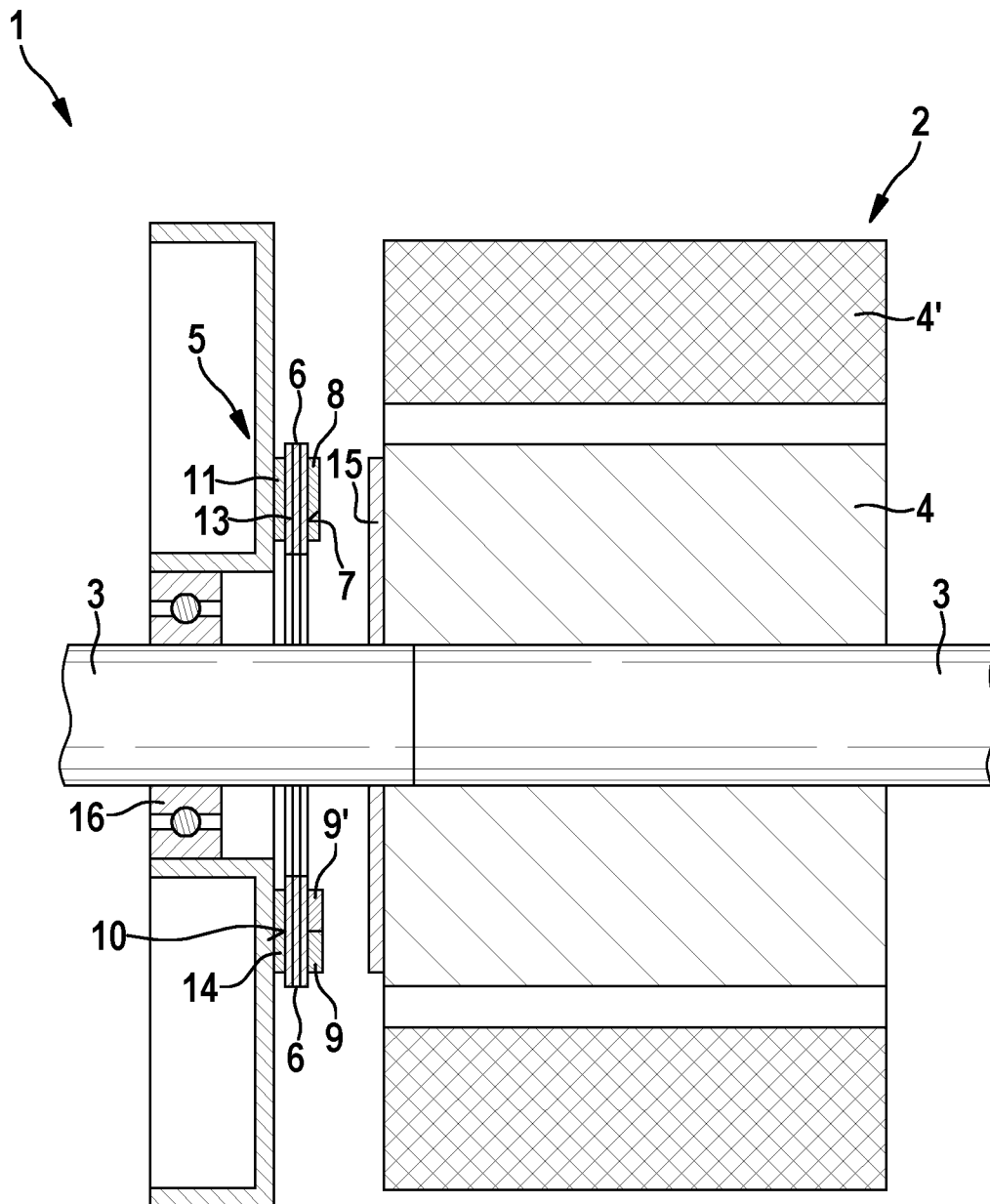


Fig. 1

2 / 4

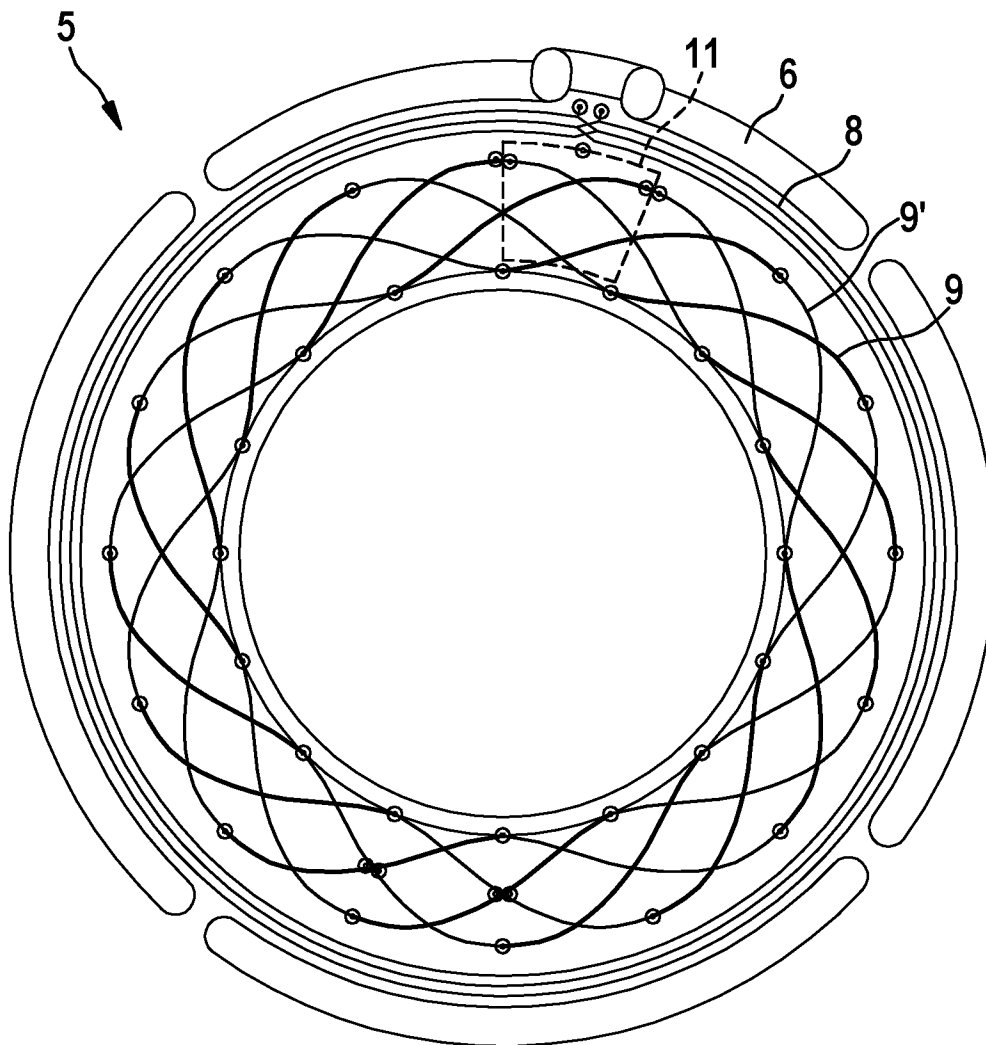


Fig. 2

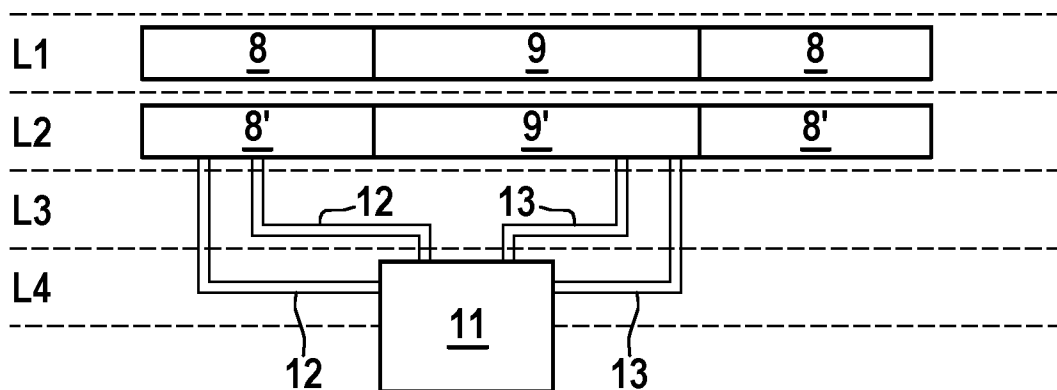


Fig. 3

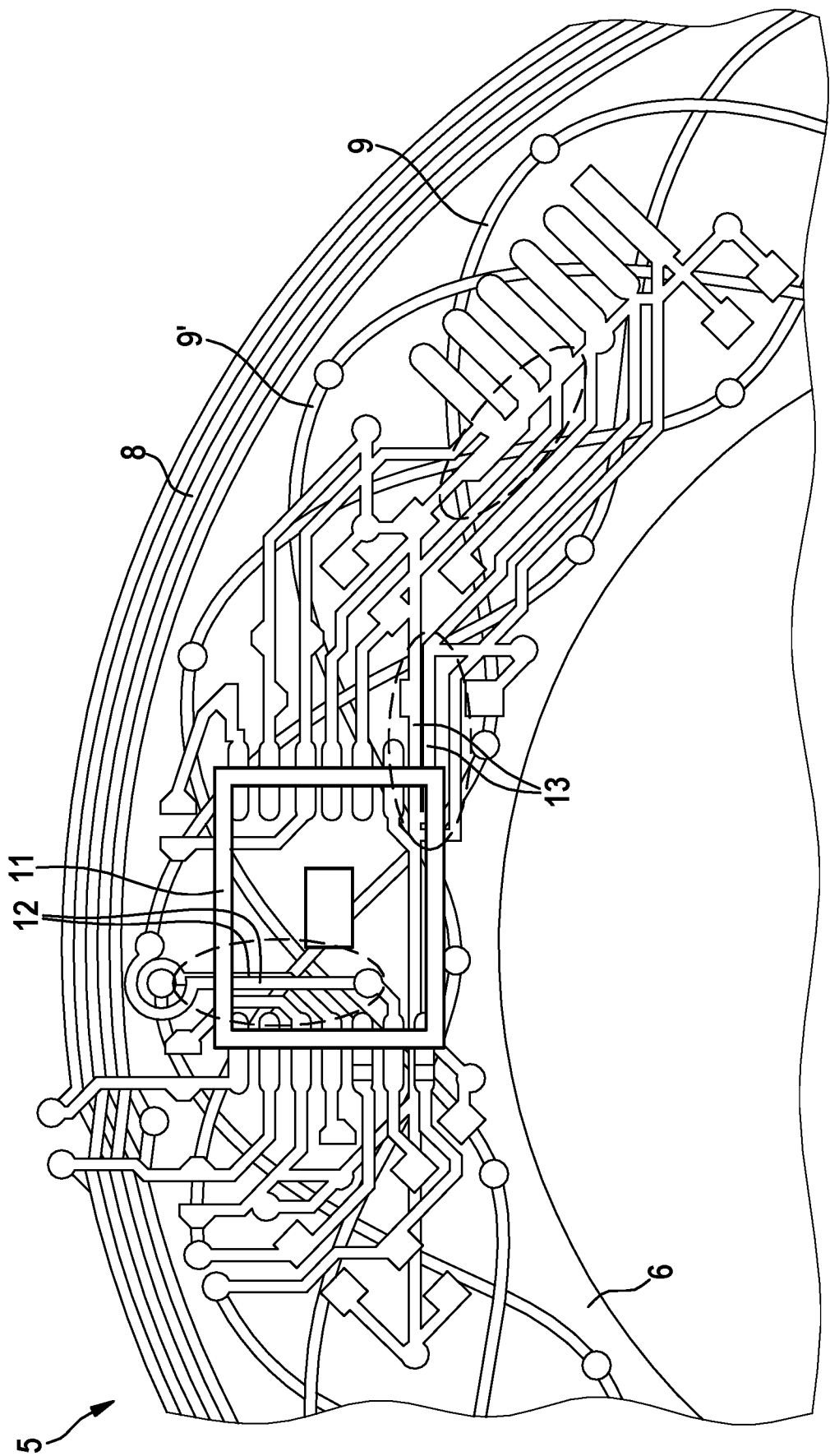


Fig.4

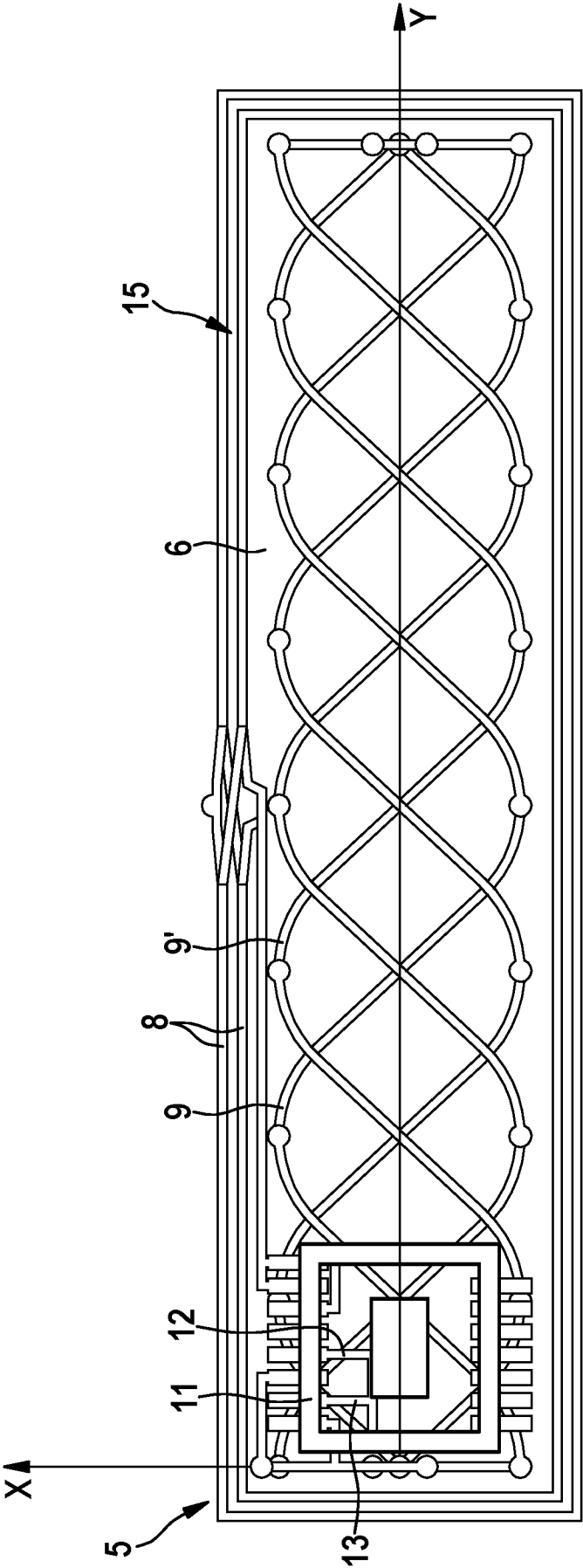


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/080138

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01D 5/20**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

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 19719905 A1 (MITUTOYO CORP [JP]) 20 November 1997 (1997-11-20)	1-11
Y	abstract, description [0031], [0071]-[0118], [0122] [0148], Figs. 1-3, 7	12
X	DE 102015220615 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27 April 2017 (2017-04-27)	1,10
Y	abstract, description [0049]-[0051], Figs. 1, 6	12
X	EP 3683551 A1 (HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES [DE]) 22 July 2020 (2020-07-22)	1,9,10
Y	abstract, description [0033]-[0034], Fig. 1	12
X	US 2002011839 A1 (MIYATA TOSHIHARU [JP] ET AL) 31 January 2002 (2002-01-31)	1,10
Y	abstract, description [0029], [0033], Fig. 1	12
X	EP 3355032 A1 (HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES [DE]) 01 August 2018 (2018-08-01)	1
	abstract, description [0033]-[0038], Figs. 1-2	
Y	US 2020271480 A1 (SHAGA GANESH [IN] ET AL) 27 August 2020 (2020-08-27)	12
	abstract, description [0023]-[0025]	



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

18 January 2022

Date of mailing of the international search report

26 January 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Reim, Klaus

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/080138

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	19719905	A1	20 November 1997	CN	1171544	A	28 January 1998
				DE	19719905	A1	20 November 1997
				GB	2313199	A	19 November 1997
				JP	H09329407	A	22 December 1997
				US	5973494	A	26 October 1999
DE	102015220615	A1	27 April 2017	CN	106996737	A	01 August 2017
				DE	102015220615	A1	27 April 2017
EP	3683551	A1	22 July 2020	CN	111442787	A	24 July 2020
				DE	102019007667	A1	23 July 2020
				EP	3683551	A1	22 July 2020
				JP	2020115129	A	30 July 2020
				US	2020232820	A1	23 July 2020
US	2002011839	A1	31 January 2002	GB	2370123	A	19 June 2002
				JP	3521132	B2	19 April 2004
				JP	2002039796	A	06 February 2002
				US	2002011839	A1	31 January 2002
EP	3355032	A1	01 August 2018	CN	108375333	A	07 August 2018
				DE	102017219931	A1	02 August 2018
				EP	3355032	A1	01 August 2018
				JP	2018124273	A	09 August 2018
				US	2018220533	A1	02 August 2018
US	2020271480	A1	27 August 2020	CN	113424025	A	21 September 2021
				DE	112019006893	T5	04 November 2021
				US	2020271480	A1	27 August 2020
				WO	2020171840	A1	27 August 2020

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01D5/20 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 19 905 A1 (MITUTOYO CORP [JP])	1-11
Y	20. November 1997 (1997-11-20)	12
	Zusammenfassung, Beschr. [0031],	
	[0071]-[0118], [0122] [0148], Figs. 1-3, 7	

X	DE 10 2015 220615 A1 (BOSCH GMBH ROBERT	1, 10
	[DE]) 27. April 2017 (2017-04-27)	
Y	Zusammenfassung, Beschr. [0049]-[0051],	12
	Figs. 1, 6	

X	EP 3 683 551 A1 (HEIDENHAIN GMBH DR	1, 9, 10
	JOHANNES [DE]) 22. Juli 2020 (2020-07-22)	
Y	Zusammenfassung, Beschr. [0033]-[0034],	12
	Fig. 1	

	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. Januar 2022		26/01/2022
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 Reim, Klaus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/011839 A1 (MIYATA TOSHIHARU [JP] ET AL) 31. Januar 2002 (2002-01-31)	1, 10
Y	Zusammenfassung, Beschr. [0029], [0033], Fig. 1 -----	12
X	EP 3 355 032 A1 (HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES [DE]) 1. August 2018 (2018-08-01)	1
	Zusammenfassung, Beschr. [0033]-[0038], Figs. 1-2 -----	
Y	US 2020/271480 A1 (SHAGA GANESH [IN] ET AL) 27. August 2020 (2020-08-27)	12
	Zusammenfassung, Beschr. [0023]-[0025] -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/080138

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19719905 A1	20-11-1997	CN 1171544 A	28-01-1998
		DE 19719905 A1	20-11-1997
		GB 2313199 A	19-11-1997
		JP H09329407 A	22-12-1997
		US 5973494 A	26-10-1999

DE 102015220615 A1	27-04-2017	CN 106996737 A	01-08-2017
		DE 102015220615 A1	27-04-2017

EP 3683551 A1	22-07-2020	CN 111442787 A	24-07-2020
		DE 102019007667 A1	23-07-2020
		EP 3683551 A1	22-07-2020
		JP 2020115129 A	30-07-2020
		US 2020232820 A1	23-07-2020

US 2002011839 A1	31-01-2002	GB 2370123 A	19-06-2002
		JP 3521132 B2	19-04-2004
		JP 2002039796 A	06-02-2002
		US 2002011839 A1	31-01-2002

EP 3355032 A1	01-08-2018	CN 108375333 A	07-08-2018
		DE 102017219931 A1	02-08-2018
		EP 3355032 A1	01-08-2018
		JP 2018124273 A	09-08-2018
		US 2018220533 A1	02-08-2018

US 2020271480 A1	27-08-2020	CN 113424025 A	21-09-2021
		DE 112019006893 T5	04-11-2021
		US 2020271480 A1	27-08-2020
		WO 2020171840 A1	27-08-2020
