

(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
24. Dezember 2020 (24.12.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/254017 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 15/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/061600

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. April 2020 (27.04.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 116 331.5
17. Juni 2019 (17.06.2019) DE

(71) Anmelder: **LISA DRÄXLMAIER GMBH** [DE/DE];
Landshuter Straße 100, 84137 Vilsbiburg (DE).

(72) Erfinder: **RAPOLDER, Thomas**; Erika-Schienagel-Strasse 1, 85560 Ebersberg (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, 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, 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,

(54) Title: CURRENT-MEASURING DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING A CURRENT-MEASURING DEVICE

(54) Bezeichnung: STROMMESSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER STROMMESSVORRICHTUNG

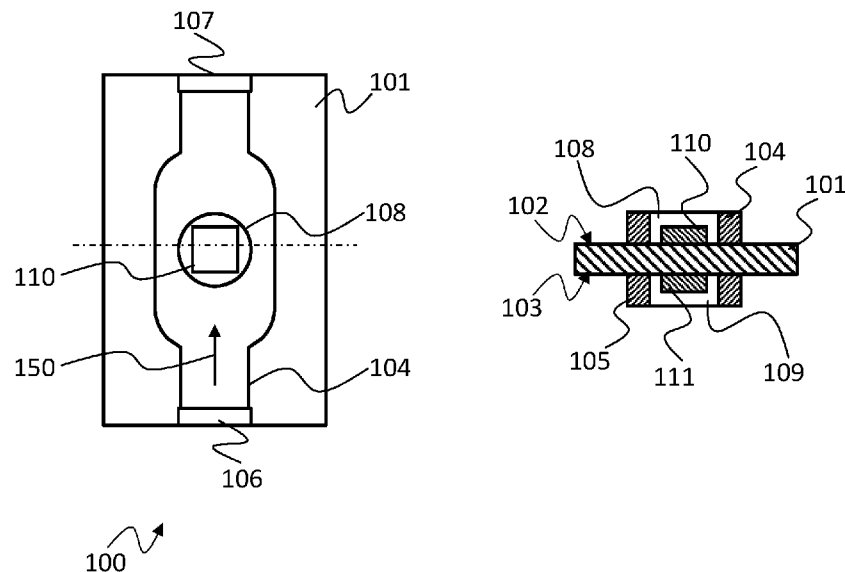


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention discloses a measuring device (100, 200, 300) for measuring an electric current (150), comprising: - a planar carrier structure (101, 201) having at least two planes (102, 103); - a number of conducting structures (104, 105, 204, 205, 219, 304), each of the conducting structures (104, 105, 204, 205, 219, 304) having a power input terminal (106) and a power output terminal (107) and each of the conducting structures (104, 105, 204, 205, 219, 304) having an opening (108, 109, 308), the conducting structures (104, 105, 204, 205, 219, 304) being arranged one over the other on the carrier structure (101, 201) in such a way that the openings (108, 109, 308) at least partially overlap; and - a differentially measuring current sensor, which has two measuring elements (110, 111, 310), the measuring elements (110, 111, 310) being arranged in different planes (102, 103) of the carrier structure (101, 201) at the position of the at least partially overlapping openings (108, 109, 308). The present invention also discloses a method for producing a measuring device (100, 200, 300).



WO 2020/254017 A1

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)

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung offenbart eine Messvorrichtung (100, 200, 300) zum Messen eines elektrischen Stroms (150), aufweisend eine flächig ausgebildete Trägerstruktur (101, 201) mit mindestens zwei Ebenen (102, 103), eine Anzahl von Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304), wobei jede der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) einen Leistungseingangsanschluss (106) und einen Leistungsausgangsanschluss (107) aufweist und wobei jede der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) eine Öffnung (108, 109, 308) aufweist, wobei die Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) auf der Trägerstruktur (101, 201) übereinander derart angeordnet sind, dass die Öffnungen (108, 109, 308) sich zumindest teilweise überlappen, und einen differenziell messenden Stromsensor, welcher zwei Messelemente (110, 111, 310) aufweist, wobei die Messelemente (110, 111, 310) jeweils in unterschiedlichen Ebenen (102, 103) der Trägerstruktur (101, 201) an der Position der sich zumindest teilweise überlappenden Öffnungen (108, 109, 308) angeordnet sind. Ferner offenbart die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer Messvorrichtung (100, 200, 300).

5

STROMMESSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER STROMMESSVORRICHTUNG

10

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Messvorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen
15 einer Messvorrichtung.

Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden hauptsächlich in Verbindung mit der Messung
20 von Strömen in Fahrzeugen, insbesondere Elektrofahrzeugen, beschrieben. Es versteht sich, dass die vorliegende Erfindung auch in anderen Anwendungen genutzt werden kann.

In modernen Fahrzeugen kann zur Reduktion der Emissionen ein Elektromotor den
Verbrennungsmotor unterstützen, beispielsweise in Hybridfahrzeugen, beziehungsweise
25 diesen ersetzen, beispielsweise in Elektrofahrzeugen. Für den Betrieb eines solchen Fahrzeugs mit Elektromotor ist es nötig, in jedem Moment den Betriebszustand des Gesamtsystems aus Energiequelle, also beispielsweise Batterie, Leistungselektronik und Elektromotor zu kennen.

30 Dazu können unterschiedliche Größen in dem System erfasst und/oder gemessen werden. Eine wichtige Größe ist insbesondere der in dem System an unterschiedlichen Stellen fließende Strom. Je nach Betrag des Stroms kann dieser beispielsweise mit Hilfe von Shunt-Widerständen oder auf magnetischer Basis arbeitenden Sensoren gemessen werden.

Insbesondere in Anwendungen mit hohen Strömen, also beispielsweise in Stromschienen eines Elektrofahrzeugs, bietet sich die kontaktlose Strommessung an. Beispielsweise können Sensoren benutzt werden, die nach dem Fluxgate-Prinzip arbeiten.

- 5 Bei solchen Sensoren ist die exakte und dauerhafte Positionierung der Stromsensoren ausschlaggebend für die Genauigkeit der Strommessung über die gesamte Lebensdauer der Sensoren.

Beschreibung der Erfindung

10

Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, unter Einsatz konstruktiv möglichst einfacher Mittel eine Strommessung mit hoher Genauigkeit zu ermöglichen.

15

Die Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den begleitenden Figuren angegeben. Insbesondere können die unabhängigen Ansprüche einer Anspruchskategorie auch analog zu den abhängigen Ansprüchen einer anderen Anspruchskategorie weitergebildet sein.

20

Eine erfindungsgemäße Messvorrichtung zum Messen eines elektrischen Stroms weist auf: eine flächig ausgebildete Trägerstruktur mit mindestens zwei Ebenen, also beispielsweise einer Oberseite und einer Unterseite, eine Anzahl, also eine oder mehrere, von Leitungsstrukturen, wobei jede der Leitungsstrukturen einen Leistungseingangsanschluss und einen Leistungsausgangsanschluss aufweist und wobei jede der Leitungsstrukturen eine
25 Öffnung aufweist, wobei die Leitungsstrukturen auf der Trägerstruktur übereinander, also bezogen auf die Fläche der flächig ausgebildeten Trägerstruktur, derart angeordnet sind, dass die Öffnungen sich zumindest teilweise überlappen, und einen differenziell messenden Stromsensor, welcher zwei Messelemente aufweist, wobei die Messelemente jeweils in unterschiedlichen Ebenen der Trägerstruktur an der Position der sich zumindest teilweise
30 überlappenden Öffnungen angeordnet sind.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Herstellen einer Messvorrichtung zum Messen eines elektrischen Stroms weist die folgenden Schritte auf: Bereitstellen einer flächig ausgebildeten Trägerstruktur mit mindestens zwei Ebenen, Ausbilden einer Anzahl von Leitungsstrukturen

mit jeweils einem Leistungseingangsanschluss und einem Leistungsausgangsanschluss, Ausbilden einer Öffnung in jeder der Leitungsstrukturen, Anordnen der Leitungsstrukturen auf der Trägerstruktur derart übereinander, dass die Öffnungen sich zumindest teilweise überlappen, und Anordnen zweier Messelemente eines differentiell messenden Stromsensors in unterschiedlichen Ebenen der Trägerstruktur an der Position der sich
5 zumindest teilweise überlappenden Öffnungen.

Die vorliegende Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass bisherige Sensoren zur Strommessung beispielsweise in Stromschienen mechanisch sehr aufwändig in der
10 Herstellung sind oder auf Grund der mechanischen Toleranzen lediglich eine geringe, reproduzierbare Genauigkeit aufweisen. Die geringere Genauigkeit auf Grund von Fertigungstoleranzen kann unter Umständen durch einen Abgleichsprozess ausgeglichen werden. Dies ist allerdings ein zusätzlich notwendiger, aufwändiger Veredelungsschritt, den es zu vermeiden gilt.

15 Die vorliegende Erfindung stellt deshalb einen sehr einfachen Aufbau für eine Messvorrichtung bereit, die beispielsweise in Elektrofahrzeugen eingesetzt werden kann, um elektrische Ströme zu messen.

20 Dazu wird eine flächig ausgebildete Trägerstruktur bereitgestellt, auf der zwei Messelemente eines differentiell messenden Stromsensors angeordnet sind. Die Trägerstruktur kann beispielsweise eine Oberseite und eine Unterseite aufweisen, auf welchen jeweils eines der Messelemente angeordnet ist. Die Trägerstruktur weist folglich mindestens zwei Ebenen auf. Die Ebenen können auch als diejenigen Flächen angesehen werden, auf welchen die
25 Leitungsstrukturen und/oder Sensorelemente angeordnet werden können.

Auf der Trägerstruktur sind ferner Leitungsstrukturen angeordnet. Die Leitungsstrukturen tragen in der Messvorrichtung den zu messenden Strom. Dabei kann die Anzahl und die Dimensionierung der Leitungsstrukturen dem jeweils zu messenden Strom angepasst
30 werden. Beispielsweise kann eine Leitungsstruktur auf der Oberseite und eine Leitungsstruktur auf der Unterseite der Trägerstruktur angeordnet werden. Die Leitungsstrukturen können dabei beispielsweise als Kupfer-Leiterbahnen oder Leiterbahnen aus jedem anderen elektrisch leitfähigen Material ausgebildet sein. Die Leistungseingangsanschlüsse können elektrisch miteinander verbunden sein. Ebenso

können die Leistungsausgangsanschlüsse elektrisch miteinander verbunden sein. Die einzelnen Leitungsstrukturen sind folglich elektrisch parallel angeordnet.

5 Jede der Leitungsstrukturen weist eine Öffnung auf. Die Öffnungen liegen parallel zu der Fläche der Trägerstruktur. In einer Aufsicht auf die Trägerstruktur liegen die Öffnungen also parallel zur Bildebene. Die Öffnungen können eine runde beziehungsweise kreisförmige, rechteckige, ovale Außenkontur oder dergleichen aufweisen.

10 Auf der Trägerstruktur werden die Leitungsstrukturen derart angeordnet, dass die Öffnungen der einzelnen Leitungsstrukturen sich zumindest teilweise oder auch vollständig überlagern. Es versteht sich, dass bei einer vollständigen Überlagerung fertigungsbedingte Toleranzen und Bauteiltoleranzen inbegriffen sein können.

15 Liegt also eine Leitungsstruktur auf der Oberseite der Trägerstruktur und eine Leitungsstruktur auf der Unterseite der Trägerstruktur, können die Leitungsstrukturen exakt gleichförmig ausgebildet sein und in der jeweiligen Ebene gleichverlaufend auf der Trägerstruktur angeordnet sein.

20 Die Leitungsstrukturen können zur Strommessung in eine Stromschiene beispielsweise in einem Elektrofahrzeug oder einem Steuergerät eines solchen Elektrofahrzeugs integriert sein. Dazu kann die Stromschiene an der entsprechenden Stelle unterbrochen werden und ein Ende der Stromschiene mit den Leistungseingangsanschlüssen der Leitungsstrukturen verbunden werden. Das andere Ende der Stromschiene kann mit den Leistungsausgangsanschlüssen der Leitungsstrukturen verbunden werden. Der gesamte in
25 der Stromschiene fließende Strom fließt folglich auch über die Messvorrichtung.

30 Fließt ein Strom durch die Leitungsstrukturen bildet sich um die Leitungsstrukturen ein Magnetfeld aus. Innerhalb der Öffnung wirken die entstehenden Magnetfelder gegeneinander und heben sich exakt in der Mitte der Öffnung – zumindest bei einem symmetrischen Aufbau – vollständig auf.

Der differenziell messende Stromsensor mit den zwei Messelementen, die in den Öffnungen beziehungsweise in der jeweiligen Ebene an der Position der Öffnungen angeordnet sind,

messen folglich jeweils die Differenz der zwei Magnetfelder an der jeweiligen Position. Diese Messung ist sehr robust und weitgehend unabhängig von äußeren Störeinflüssen.

5 Folglich kann mit Hilfe der Messvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ein hoher Strom beispielsweise in einem Elektrofahrzeug sehr einfach und genau erfasst werden.

Weitere Ausführungsformen und Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren.

10 In einer Ausführungsform kann die flächig ausgebildete Trägerstruktur als doppelseitige Leiterplatte mit einer Oberseite und einer Unterseite ausgebildet sein. Dabei kann auf der Oberseite der Leiterplatte eine Leitungsstruktur angeordnet sein und auf der Unterseite der Leiterplatte kann eine weitere Leitungsstruktur angeordnet sein.

15 Eine doppelseitige Leiterplatte kann mit sehr einfachen Mitteln hergestellt werden. Insbesondere können die Leitungsstrukturen sehr einfach mit Mitteln der Leiterplattenherstellung auf Ober- und Unterseite der Leiterplatte angebracht werden.

20 Es versteht sich, dass als Material für die Leiterplatte jedes für die jeweilige Anwendung geeignete Material, wie beispielsweise FR4 oder Keramik, genutzt werden kann.

Bei der Herstellung einer solchen Leiterplatte kann jeweils eine Leitungsstruktur auf der Oberseite und eine auf der Unterseite hergestellt werden. Die Leitungsstrukturen können, wie bereits erläutert, als Leiterbahnen ausgebildet sein. Es versteht sich, dass die
25 Materialstärke der Leiterbahnen abhängig von dem zu tragenden beziehungsweise messenden Strom gewählt werden kann. Es versteht sich ferner, dass die Leitungsstrukturen alternativ oder zusätzlich elektrisch leitende Elemente aufweisen können, die zusätzlich auf die Leiterplatte aufgebracht werden können. Beispielsweise können massive Kupfer- oder Aluminiumdrähte oder dergleichen auf der Leiterplatte aufgebracht werden.

30

In einer weiteren Ausführungsform kann die flächig ausgebildete Trägerstruktur als mehrlagige Leiterplatte, auch Multilayer-Leiterplatte genannt, ausgebildet sein. Dabei können die Leitungsstrukturen insbesondere symmetrisch in den Lagen der mehrlagigen Leiterplatte verteilt angeordnet sein.

Wird die Trägerstruktur als mehrlagige Leiterplatte ausgeführt, können in den einzelnen Lagen der Leiterplatte entsprechende Leitungsstrukturen angeordnet werden. Damit kann die Stromtragfähigkeit der Messvorrichtung flexibel an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Die Stromtragfähigkeit der Messvorrichtung ergibt sich aus der Stromtragfähigkeit einer einzelnen Leitungsstruktur multipliziert mit der Anzahl der Leitungsstrukturen.

Die symmetrische Anordnung der einzelnen Leitungsstrukturen in den Ebenen der Trägerstruktur führt zu einer symmetrischen Magnetfeldverteilung innerhalb der Öffnungen. Damit kann die Messung vereinfacht werden, da die einzelnen Messelemente nicht an ein asymmetrisches Magnetfeld angepasst werden müssen.

In noch einer Ausführungsform kann eine der Lagen als Informationsübertragungslage ausgebildet sein. Die Informationsübertragungslage kann beispielsweise Leiterbahnen zur Kontaktierung der Messelemente aufweisen.

Insbesondere, wenn auf der Oberseite und der Unterseite der Trägerstruktur Leitungsstrukturen angeordnet sind, kann die Informationsübertragungslage die elektrische Kontaktierung der Messelemente vereinfachen. Es versteht sich, dass beispielsweise eine bedrahtete Kontaktierung der Messelemente in jedem Fall möglich ist. Durch die Informationsübertragungslage kann die Kontaktierung der Messelemente aber in das Innere der Trägerstruktur verlagert werden. Es sind folglich keine freiliegenden Drähte in der Messvorrichtung vorhanden. Dadurch wird die Messvorrichtung robuster und weniger fehleranfällig.

In noch einer weiteren Ausführungsform können die Messelemente zumindest teilweise als Leiterstrukturen in der Trägerstruktur ausgebildet sein.

Es versteht sich, dass die Messelemente als diskrete Bauteile, beispielsweise als SMD Bauteile, ausgebildet sein können. Solche Messelemente können beispielsweise im Rahmen der Leiterplattenherstellung sehr exakt auf der Trägerstruktur platziert und verlötet werden.

Alternativ können aber beispielsweise einzelne Bestandteile der Messelemente, beispielsweise die Messaufnehmer in Form von Messspulen oder Messleitungen oder dergleichen als Leiterstrukturen ausgebildet sein.

- 5 Beispielsweise kann eine Messleitung eines Messelements als Leiterbahn in einer der inneren Lagen einer mehrlagigen Leiterplatte ausgebildet sein. Eine Anregungsspule kann beispielsweise mit Hilfe einer Kombination aus Durchkontaktierungen, auch Vias genannt, und entsprechenden Leiterbahnen um die Messleitung gebildet werden. Es versteht sich, dass weitere Bauteile der Messelemente, wie beispielsweise (Differenz-)Verstärker, Filter
10 und dergleichen als auf der Oberseite beziehungsweise Unterseite der Trägerstruktur angebracht werden können.

- In einer Ausführungsform können die Messelemente jeweils ausgebildet sein, einen Strom nach dem Prinzip eines Fluxgate-Magnetometers zu messen. Solche Messelemente können
15 auch Saturationskern-Magnetometer oder Förster-Sonde genannt werden.

- Die Messung von Strömen nach dem Prinzip eines Fluxgate-Magnetometers ist sehr resistent gegen äußere Störeinflüsse. Werden zwei solche Messelemente zu einem differentiell messenden Stromsensor kombiniert, kann eine sehr robuste und exakte
20 Messung des Stroms in der Messvorrichtung durchgeführt werden.

- In noch einer Ausführungsform können die Messelemente jeweils eine Messachse aufweisen. Die Messelemente können derart angeordnet sein, dass die Messachse jeweils in einem vorgegebenen Winkel zur Richtung des Stromflusses durch die Leitungsstrukturen
25 liegt, insbesondere in einem Winkel von 0° oder 90° .

- In der Messvorrichtung können die einzelnen Messelemente gegenüber der Richtung des Stromflusses und damit der Richtung der entstehenden Magnetfelder auf unterschiedliche Art angeordnet werden.

30

Die Messachse bezeichnet dabei jeweils die Achse der höchsten Empfindlichkeit des jeweiligen Messelements.

Je nach Anordnung der Messachsen kann der Aufbau des Stromsensors in einer Achse empfänglich für Störfelder sein, beispielsweise wenn eine weitere Stromschiene in der Nähe der Messvorrichtung verläuft. Entsprechend können die Messelemente derart angeordnet werden, dass dieser externe Einfluss eliminiert beziehungsweise minimiert wird.

5

Es versteht sich, dass auch ein weiteres Paar aus Messelementen vorgesehen werden kann, dessen Messachsen zu den Messachsen der ersten zwei Messelemente beispielsweise orthogonal angeordnet sein können. Somit können zwei Strommessung durchgeführt und miteinander abgeglichen werden, um externe Störeinflüsse zu identifizieren.

10

In noch einer weiteren Ausführungsform können die Messelemente bezogen auf die Fläche der Trägerstruktur mit einem vorgegebenen Abstand gegeneinander versetzt angeordnet sein.

15

Die Messelemente weisen also bei einer Aufsicht auf die Fläche der Trägerstruktur einen Versatz zueinander auf. Durch diesen Versatz kann der Abstand der Messachsen beziehungsweise Messmittel innerhalb der Messelemente exakt eingestellt werden. Der Versatz bestimmt dabei den Abstand der Messmittel von dem Punkt, an welchem sich die Magnetfelder aufheben. Je größer der Abstand ist, desto größer ist das in dem jeweiligen

20

Messelement zu messende Magnetfeld. Die zu messende Differenz wird dadurch ebenfalls größer und die Messung robuster. Allerdings gerät das System früher in die Sättigung und der Messbereich wird dadurch eingeschränkt.

25

In einer weiteren Ausführungsform können die Leistungseingangsanschlüsse der Leitungsstrukturen mit einem ersten externen Anschluss der Messvorrichtung gekoppelt sein. Die Leistungsausgangsanschlüsse der Leitungsstrukturen können mit einem zweiten externen Anschluss der Messvorrichtung gekoppelt sein.

30

Die Messvorrichtung kann beispielsweise direkt in ein Steuergerät oder eine andere Schaltung innerhalb der jeweiligen Anwendung integriert werden. Beispielsweise kann die Messvorrichtung auf der Leiterplatte eines Wechselrichters oder einer Sicherungsvorrichtung in einem Elektrofahrzeug integriert werden.

Alternativ kann die Messvorrichtung mit entsprechenden externen Anschlüssen versehen werden. Diese externen Anschlüsse können in Ihrer Form und Beschaffenheit an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Beispielsweise können die externen Anschlüsse als Lötflächen oder Kontaktbleche ausgebildet sein, die verschweißt oder mittels
5 Durchsetzfugen kontaktiert werden können. Damit kann die Messvorrichtung sehr flexibel in unterschiedlichen Anwendungen eingesetzt werden.

Kurze Figurenbeschreibung

10 Nachfolgend werden vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitenden Figuren erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer Messvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung in einer Aufsicht und einer Schnittansicht;

15 Figur 2 ein Blockschaltbild eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Messvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung in einer Seitenansicht;

Figur 3 einen Ausschnitt eines Ausführungsbeispiels einer Messvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung in einer Aufsicht; und

Figur 4 ein Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens gemäß der
20 vorliegenden Erfindung.

Die Figuren sind lediglich schematische Darstellungen und dienen nur der Erläuterung der Erfindung. Gleiche oder gleichwirkende Elemente sind durchgängig mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

25

Detaillierte Beschreibung

Figur 1 zeigt eine Messvorrichtung 100 in einer Aufsicht (links) und einer Schnittansicht (rechts) durch die Mitte der Aufsicht (durch eine gestrichelte Linie dargestellt). Die
30 Messvorrichtung 100 weist eine Trägerstruktur 101 auf. Die Trägerstruktur 101 ist als zweiseitige Leiterplatte ausgebildet und weist damit zwei Ebenen 102, 103 auf, in beziehungsweise auf welchen weitere Elemente der Messvorrichtung 100 angeordnet werden können.

Bei der Messvorrichtung 100 ist in jeder Ebene eine Leitungsstruktur 104, 105 angeordnet. Es ist also eine Leitungsstruktur 104 auf der Oberseite der Platine und eine Leitungsstruktur 105 auf der Unterseite der Platine angeordnet. In der Aufsicht ist zu erkennen, dass die Leitungsstrukturen 104, 105 einen Leistungseingangsanschluss 106 und einen Leistungsausgangsanschluss 107 aufweisen (nur für die obere Leitungsstruktur 104 dargestellt). Die einzelnen Leitungsstrukturen 104, 105 sind über die Leistungseingangsanschlüsse und die Leistungsausgangsanschlüsse elektrisch miteinander gekoppelt und damit elektrisch parallel angeordnet.

- Die Leitungsstrukturen 104, 105 weisen zwischen dem Leistungseingangsanschluss 106 und dem Leistungsausgangsanschluss 107 einen verbreiterten Abschnitt auf, in dessen Mitte eine Öffnung 108, 109 angeordnet ist. Durch die Öffnung ist jeweils die Oberfläche der Trägerstruktur 101 zugänglich. Die Leitungsstrukturen 104, 105 sind dabei derart angeordnet, dass sich die Öffnungen 108, 109 in der Aufsicht überdecken. In den Öffnungen ist auf jeder Ebene 102, 103 ein Messelement 110, 111 eines differentiell messenden Stromsensors angeordnet.

- Bei dem Aufbau der Trägerstruktur 101 als zweiseitige Platine fließt der zu messende Strom 150 an den Öffnungen 108, 109 an zwei Seiten vorbei. Damit bildet jede der Seiten einen stromdurchflossenen Leiterabschnitt, um den sich ein Magnetfeld ausbildet. Innerhalb der Öffnungen 108, 109 überlagern sich die Magnetfelder und heben sich teilweise beziehungsweise im Zentrum vollständig auf.

- Das Zentrum des Aufbaus der Messvorrichtung 100 liegt in der Mitte der Trägerstruktur 101. Damit können die Messelemente 110, 111 nicht exakt in diesem Zentrum positioniert werden. Folglich liegen die Messelemente 110, 111 jeweils in Bereiche, in welchen ein Magnetfeld messbar ist. Diese Anordnung ermöglicht folglich die Anwendung des differentiellen Messsystems in dem Stromsensor.

- Obwohl nicht separat dargestellt, versteht sich, dass die Messelemente 110, 111 beispielsweise mittels Drähten oder Leitungen kontaktiert werden können. Wie in Figur 2 dargestellt, können die Messelemente bei einer mehrlagigen Leiterplatte auch über eine Informationsübertragungslage kontaktiert werden. Ferner versteht sich, dass die Messelemente 110, 111 mit einer entsprechenden Energiequelle gekoppelt werden können

und eine Auswerte- oder Recheneinrichtung aufweisen können beziehungsweise mit einer solchen gekoppelt sein können.

Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild einer weiteren Messvorrichtung 200. Die Messvorrichtung 200 weist ebenfalls eine Trägerstruktur 201 auf. Die Trägerstruktur 201 ist als mehrlagige Leiterplatte ausgebildet und weist vier Prepregs 215, 216, 217, 218 auf. Es versteht sich, dass der Begriff Prepregs hier lediglich beispielhaft gewählt wurde und dass jede Technologie zur Herstellung mehrlagiger Leiterplatten genutzt werden kann. Die vier Prepregs 215, 216, 217, 218 führen dazu, dass die Trägerstruktur 201 fünf Ebenen aufweist, die Oberseite, die Unterseite und drei zwischen dem oberen Prepreg 215 und dem unteren Prepreg 218 liegende Ebenen. Die einzelnen Ebenen sind der Übersichtlichkeit halber nicht mit Bezugszeichen versehen.

Die Messvorrichtung 200 weist drei Leitungsstrukturen 204, 205, 219 auf. Die Leitungsstruktur 204 ist auf der Oberseite der Trägerstruktur 201 angeordnet. Die Leitungsstruktur 205 ist auf der Unterseite der Trägerstruktur 201 angeordnet. Die dritte Leitungsstruktur ist zwischen den inneren Prepregs 216, 217 angeordnet. Es versteht sich, dass für die Ausbildung der Magnetfelder jede der Leitungsstrukturen 204, 205, 219 eine entsprechende Öffnung aufweist. Die nicht sichtbaren Messelemente können innerhalb der Öffnungen auf der Oberseite und der Unterseite der Trägerstruktur 201 angeordnet sein. Zur Kontaktierung der Messelemente sind beispielhaft zwei Informationsübertragungslagen oder -Ebenen zwischen Prepregs 215 und 216 beziehungsweise Prepregs 217 und 218 dargestellt, in welchen Leiterbahnen 220, 221, 222, 223 angeordnet sind. Die Leiterbahnen 220, 221, 222, 223 sind jeweils mittels einer Durchkontaktierung mit einem entsprechenden Anschluss 224, 225, 226, 227 auf der Oberseite beziehungsweise der Unterseite der Trägerstruktur 201 verbunden. Über die Anschlüsse 224, 225, 226, 227 können folglich die Messelemente kontaktiert beziehungsweise mit elektrischer Energie versorgt werden.

Figur 3 zeigt einen Ausschnitt einer Messvorrichtung 300. In Figur 3 ist lediglich ein Abschnitt einer Leitungsstruktur 304 der Messvorrichtung 300 dargestellt. Die Leitungsstruktur 304 weist eine Öffnung 308 auf, in welcher ein Messelement 310 angeordnet ist. In dem Messelement 310 ist der entsprechende Messaufnehmer 330 als Pfeil dargestellt. Der Messaufnehmer 331 des zweiten Messelements ist als gestrichelter Pfeil dargestellt.

Es ist zu erkennen, dass die Messaufnehmer 330, 331 in gleichem Abstand von der Mittelachse jeweils auf gegenüberliegenden Seiten in der Öffnung angeordnet sind. Die symmetrische Anordnung der Messaufnehmer 330, 331 ermöglicht eine sehr einfache Implementierung des differentiellen Messprinzips. Es versteht sich, dass die Messaufnehmer
5 330, 331 alternativ auch asymmetrisch angeordnet werden können. In solch einer Ausführung kann eine entsprechende Offsetkorrektur vorgesehen werden.

Figur 4 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Herstellen einer Messvorrichtung (100, 200, 300) zum Messen eines elektrischen Stroms
10 (150). Zum leichteren Verständnis werden in der folgenden Beschreibung die Bezugszeichen zu den Figuren 1-3 als Referenz beibehalten.

In einem ersten Schritt S1 des Bereitstellens wird eine flächig ausgebildete Trägerstruktur (101, 201) mit mindestens zwei Ebenen (102, 103) bereitgestellt. Beispielsweise kann dies
15 eine Leiterplatte aus FR4 Material, Keramik oder dergleichen sein. In einem zweiten Schritt S2 des Ausbildens wird eine Anzahl von Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) mit jeweils einem Leistungseingangsanschluss (106) und einem Leistungsausgangsanschluss (107) ausgebildet. In einem dritten Schritt S3 des Ausbildens wird eine Öffnung (108, 109, 308) in jeder der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219,
20 304) ausgebildet. In einem vierten Schritt S4 des Anordnens werden die Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) auf der Trägerstruktur (101, 201) derart übereinander angeordnet, dass die Öffnungen (108, 109, 308) sich zumindest teilweise überlappen. In einem fünften Schritt S5 werden zwei Messelemente (110, 111, 310) eines differentiell messenden Stromsensors in unterschiedlichen Ebenen (102, 103) der Trägerstruktur (101,
25 201) an der Position der sich zumindest teilweise überlappenden Öffnungen (108, 109, 308) angeordnet.

Es versteht sich, dass einzelne Schritte des beschriebenen Verfahrens kombiniert werden können. Beispielsweise können die Schritte S2, S3 und S4 im Rahmen einer
30 Leiterplattenfertigung in einem einzelnen Schritt durchgeführt werden.

Die flächig ausgebildete Trägerstruktur (101, 201) kann beispielsweise als doppelseitige Leiterplatte mit einer Oberseite und einer Unterseite ausgebildet werden. Dabei kann auf der Oberseite der Leiterplatte eine Leitungsstruktur (104, 105, 204, 205, 219, 304) angeordnet

werden und wobei auf der Unterseite der Leiterplatte kann eine weitere Leitungsstruktur (104, 105, 204, 205, 219, 304) angeordnet werden.

Die flächig ausgebildete Trägerstruktur (101, 201) kann alternativ auch als mehrlagige
5 Leiterplatte ausgebildet werden. Die Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) können dabei insbesondere symmetrisch in den Lagen der mehrlagigen Leiterplatte verteilt angeordnet werden.

Eine der Lagen in der mehrlagigen Leiterplatte kann auch als Informationsübertragungslage
10 ausgebildet werden. In der Informationsübertragungslage können zumindest Leiterbahnen (220, 221, 222, 223) zur Kontaktierung der Messelemente (110, 111, 310) angeordnet werden. Weitere Leiterbahnen beispielsweise zur Energieversorgung der Messelemente (110, 111, 310) sind ebenfalls möglich.

15 Die Messelemente (110, 111, 310) können als diskrete Elemente ausgebildet sein. Die Messelemente können aber zumindest teilweise als Leiterstrukturen in der Trägerstruktur (101, 201) ausgebildet werden. Dies ist insbesondere für die Messleitungen beziehungsweise Anregungsspulen der Fall, wenn die Messelemente (110, 111, 310) jeweils ausgebildet werden, einen Strom (150) nach dem Prinzip eines Fluxgate-Magnetometers zu
20 messen.

Die Messelemente (110, 111, 310) können jeweils eine Messachse aufweisen und derart angeordnet werden, dass die Messachse jeweils in einem vorgegebenen Winkel zur Richtung des Stromflusses durch die Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) liegt.
25 Ein solcher Winkel kann beispielsweise ein Winkel 0° oder 90° sein. Ferner können die Messelemente (110, 111, 310) bezogen auf die Fläche der Trägerstruktur (101, 201) mit einem vorgegebenen Abstand gegeneinander versetzt angeordnet werden.

Um die Messvorrichtung als dedizierten Sensor einsetzen zu können, können die
30 Leistungseingangsanschlüsse der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) mit einem ersten externen Anschluss der Messvorrichtung (100, 200, 300) gekoppelt werden. Die Leistungsausgangsanschlüsse der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) können mit einem zweiten externen Anschluss der Messvorrichtung (100, 200, 300) gekoppelt werden.

Da es sich bei der vorhergehend detailliert beschriebenen Vorrichtungen und Verfahren um Ausführungsbeispiele handelt, können sie in üblicher Weise vom Fachmann in einem weiten Umfang modifiziert werden, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. Insbesondere sind

5 die mechanischen Anordnungen und die Größenverhältnisse der einzelnen Elemente zueinander lediglich beispielhaft.

BEZUGSZEICHENLISTE

	100, 200, 300	Messvorrichtung
	101, 201	Trägerstruktur
5	102, 103	Ebene
	104, 105, 204, 205, 219, 304	Leistungsstruktur
	106	Leistungseingangsanschluss
	107	Leistungsausgangsanschluss
	108, 109, 308	Öffnung
10	110, 111, 310	Messelement
	215, 216, 217, 218	Prepreg
	220, 221, 222, 223	Leiterbahn
	224, 225, 226, 227	Anschluss
15	330, 331	Position des Messaufnehmers
	332	Abstand
	150	Strom
20	S1 – S5	Verfahrensschritt

ANSPRÜCHE

1. Messvorrichtung (100, 200, 300) zum Messen eines elektrischen Stroms (150), aufweisend:

5

eine flächig ausgebildete Trägerstruktur (101, 201) mit mindestens zwei Ebenen (102, 103),

eine Anzahl von Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304), wobei jede der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) einen Leistungseingangsanschluss (106)

10

und einen Leistungsausgangsanschluss (107) aufweist und wobei jede der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) eine Öffnung (108, 109, 308) aufweist, wobei die Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) auf der Trägerstruktur (101, 201) übereinander derart angeordnet sind, dass die Öffnungen (108, 109, 308) sich zumindest teilweise überlappen, und

15

einen differenziell messenden Stromsensor, welcher zwei Messelemente (110, 111, 310) aufweist, wobei die Messelemente (110, 111, 310) jeweils in unterschiedlichen Ebenen (102, 103) der Trägerstruktur (101, 201) an der Position der sich zumindest teilweise überlappenden Öffnungen (108, 109, 308) angeordnet sind.

20

2. Messvorrichtung (100, 200, 300) nach Anspruch 1, wobei die flächig ausgebildete Trägerstruktur (101, 201) als doppelseitige Leiterplatte mit einer Oberseite und einer Unterseite ausgebildet ist und wobei auf der Oberseite der Leiterplatte eine Leitungsstruktur (104, 105, 204, 205, 219, 304) angeordnet ist und wobei auf der Unterseite der Leiterplatte eine weitere Leitungsstruktur (104, 105, 204, 205, 219, 304) angeordnet ist.

25

3. Messvorrichtung (100, 200, 300) nach Anspruch 1, wobei die flächig ausgebildete Trägerstruktur (101, 201) als mehrlagige Leiterplatte ausgebildet ist, wobei die Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) insbesondere symmetrisch in den Lagen der mehrlagigen Leiterplatte verteilt angeordnet sind.

30

4. Messvorrichtung (100, 200, 300) nach Anspruch 3, wobei eine der Lagen als Informationsübertragungslage ausgebildet ist und zumindest Leiterbahnen (220, 221, 222, 223) zur Kontaktierung der Messelemente (110, 111, 310) aufweist.

5. Messvorrichtung (100, 200, 300) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Messelemente (110, 111, 310) zumindest teilweise als Leiterstrukturen in der Trägerstruktur (101, 201) ausgebildet sind.

5

6. Messvorrichtung (100, 200, 300) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Messelemente (110, 111, 310) jeweils ausgebildet sind, einen Strom (150) nach dem Prinzip eines Fluxgate-Magnetometers zu messen.

10 7. Messvorrichtung (100, 200, 300) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Messelemente (110, 111, 310) jeweils eine Messachse aufweisen und wobei Messelemente (110, 111, 310) derart angeordnet sind, dass die Messachse jeweils in einem vorgegebenen Winkel zur Richtung des Stromflusses durch die Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) liegt, insbesondere in einem Winkel von 0° oder 90° .

15

8. Messvorrichtung (100, 200, 300) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Messelemente (110, 111, 310) bezogen auf die Fläche der Trägerstruktur (101, 201) mit einem vorgegebenen Abstand gegeneinander versetzt angeordnet sind.

20 9. Messvorrichtung (100, 200, 300) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Leistungseingangsanschlüsse der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) mit einem ersten externen Anschluss der Messvorrichtung (100, 200, 300) gekoppelt sind und die Leistungsausgangsanschlüsse der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) mit einem zweiten externen Anschluss der Messvorrichtung (100, 200, 300) gekoppelt sind.

25

10. Verfahren zum Herstellen einer Messvorrichtung (100, 200, 300) zum Messen eines elektrischen Stroms (150), aufweisend die Schritte:

30 Bereitstellen (S1) einer flächig ausgebildeten Trägerstruktur (101, 201) mit mindestens zwei Ebenen (102, 103),

Ausbilden (S2) einer Anzahl von Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) mit jeweils einem Leistungseingangsanschluss (106) und einem Leistungsausgangsanschluss (107),

Ausbilden (S3) einer Öffnung (108, 109, 308) in jeder der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304),

- 5 Anordnen (S4) der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) auf der Trägerstruktur (101, 201) derart übereinander, dass die Öffnungen (108, 109, 308) sich zumindest teilweise überlappen, und

- Anordnen (S5) zweier Messelemente (110, 111, 310) eines differentiell messenden
10 Stromsensors in unterschiedlichen Ebenen (102, 103) der Trägerstruktur (101, 201) an der Position der sich zumindest teilweise überlappenden Öffnungen (108, 109, 308).

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die flächig ausgebildete Trägerstruktur (101, 201) als doppelseitige Leiterplatte mit einer Oberseite und einer Unterseite ausgebildet wird
15 und wobei auf der Oberseite der Leiterplatte eine Leitungsstruktur (104, 105, 204, 205, 219, 304) angeordnet wird und wobei auf der Unterseite der Leiterplatte eine weitere Leitungsstruktur (104, 105, 204, 205, 219, 304) angeordnet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die flächig ausgebildete Trägerstruktur (101, 201) als mehrlagige Leiterplatte ausgebildet wird, wobei die Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) insbesondere symmetrisch in den Lagen der mehrlagigen Leiterplatte verteilt angeordnet werden, und insbesondere wobei eine der Lagen als Informationsübertragungslage ausgebildet wird und zumindest Leiterbahnen (220, 221, 222, 223) zur Kontaktierung der Messelemente (110, 111, 310) in der
25 Informationsübertragungslage angeordnet werden.

13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 10 bis 12, wobei die Messelemente (110, 111, 310) zumindest teilweise als Leiterstrukturen in der Trägerstruktur (101, 201) ausgebildet werden, und/oder
30 wobei die Messelemente (110, 111, 310) jeweils ausgebildet werden, einen Strom (150) nach dem Prinzip eines Fluxgate-Magnetometers zu messen, und/oder

wobei die Messelemente (110, 111, 310) jeweils eine Messachse aufweisen und wobei die Messelemente (110, 111, 310) derart angeordnet werden, dass die Messachse jeweils in einem vorgegebenen Winkel zur Richtung des Stromflusses durch die Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) liegt, insbesondere in einem Winkel von 0° oder 90°.

5

14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 10 bis 13, wobei die Messelemente (110, 111, 310) bezogen auf die Fläche der Trägerstruktur (101, 201) mit einem vorgegebenen Abstand gegeneinander versetzt angeordnet werden.

- 10 15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 10 bis 14, wobei die Leistungseingangsanschlüsse der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) mit einem ersten externen Anschluss der Messvorrichtung (100, 200, 300) gekoppelt werden und die Leistungsausgangsanschlüsse der Leitungsstrukturen (104, 105, 204, 205, 219, 304) mit einem zweiten externen Anschluss der Messvorrichtung (100, 200, 300) gekoppelt
- 15 werden.

1/2

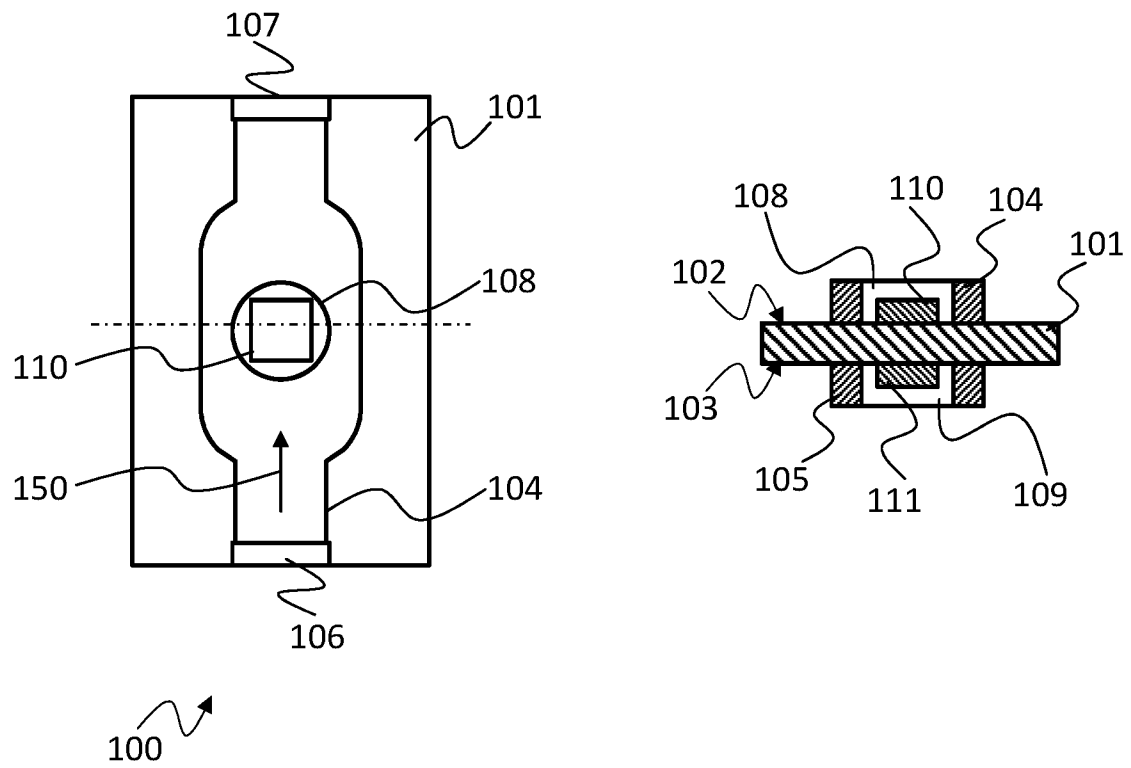


Fig. 1

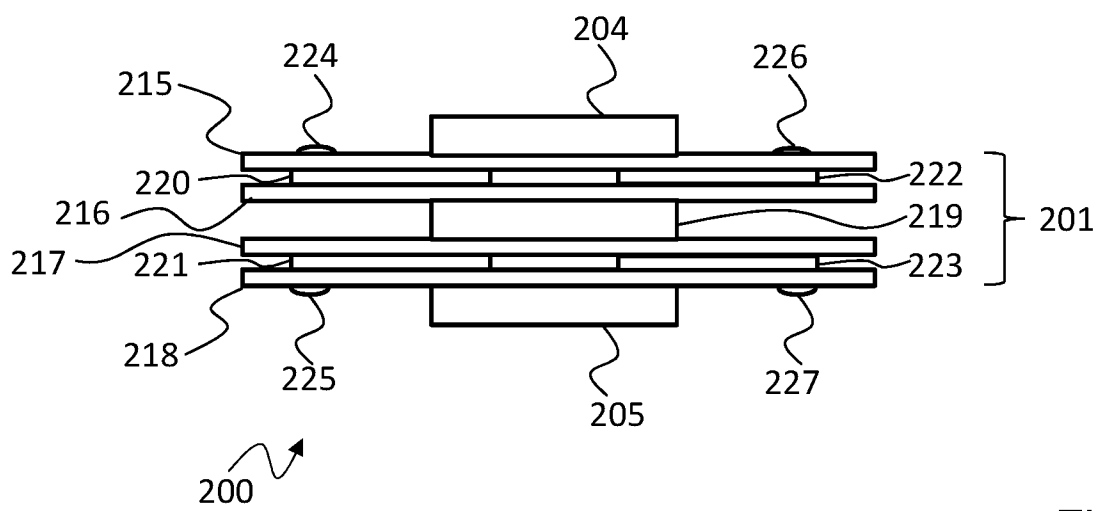


Fig. 2

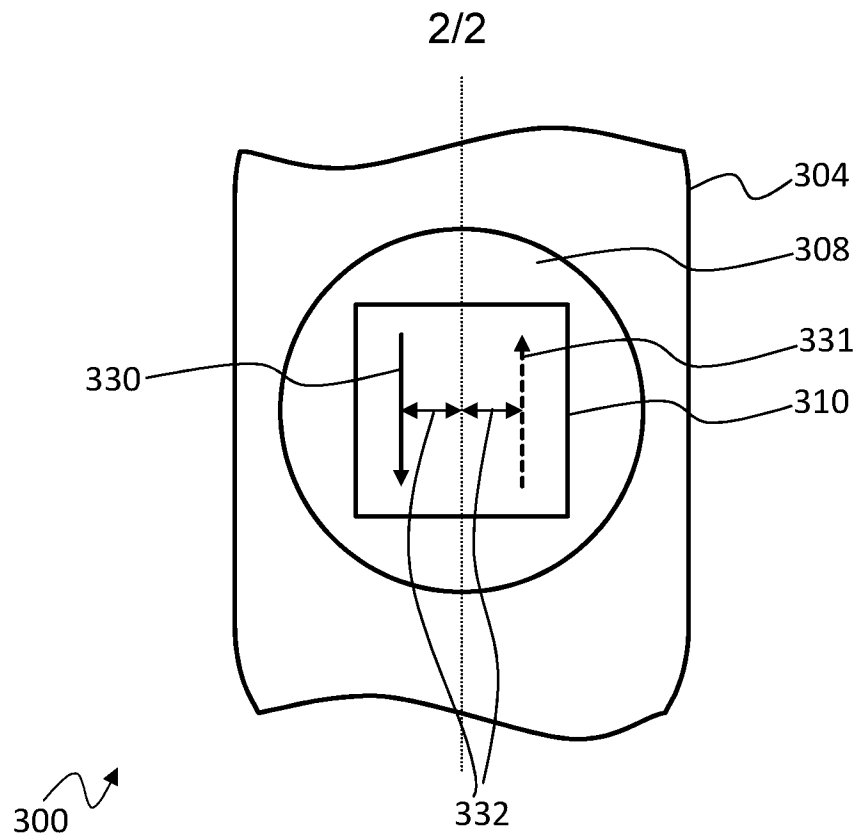


Fig. 3

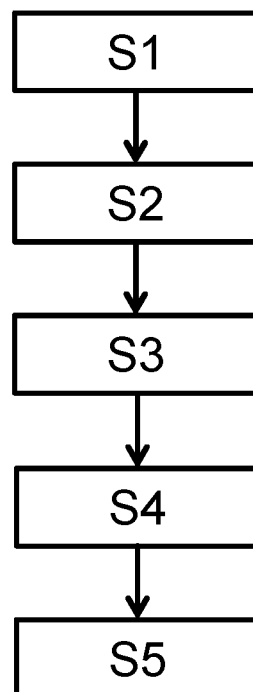


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/061600

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01R 15/20**(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)

G01R

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 10243645 A1 (SSG SEMICONDUCTOR SYSTEMS GMBH [DE]) 17 June 2004 (2004-06-17) paragraph [0004] figure 2 paragraph [0017] - paragraph [0019]	1-15
X	DE 10054016 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 08 May 2002 (2002-05-08) figures 1,2 paragraph [0024] - paragraph [0030]	1-15
X	US 2009021249 A1 (KUMAR SACHIN [US] ET AL) 22 January 2009 (2009-01-22) paragraph [0028] - paragraph [0038] figure 4	1-15
X	DE 10110254 A1 (SENSITEC GMBH [DE]) 05 September 2002 (2002-09-05) figure 8 paragraph [0021] - paragraph [0026]	1-15
A	EP 1553420 A1 (ENERMET OY [FI]) 13 July 2005 (2005-07-13) the whole document	1-15

☒ 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

28 July 2020

Date of mailing of the international search report

05 August 2020

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

Meliani, Chafik

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/061600

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1396929 A2 (SWITCHED RELUCTANCE DRIVES LTD [GB]) 10 March 2004 (2004-03-10) the whole document	1-15
A	WO 2019072421 A1 (SENSITEC GMBH [DE]) 18 April 2019 (2019-04-18) the whole document	1-15
A	TIPEK A ET AL. "PCB technology used in fluxgate sensor construction" <i>SENSORS AND ACTUATORS A: PHYSICAL</i> , ELSEVIER BV, NL, Vol. 115, No. 2-3, 21 September 2004 (2004-09-21), pages 286-292 DOI: 10.1016/J.SNA.2004.03.061 ISSN: 0924-4247, XP004562084 the whole document	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/061600

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	10243645	A1	17 June 2004	NONE			
DE	10054016	A1	08 May 2002	NONE			
US	2009021249	A1	22 January 2009	NONE			
DE	10110254	A1	05 September 2002	NONE			
EP	1553420	A1	13 July 2005	AU	2004240255	A1	28 July 2005
				EP	1553420	A1	13 July 2005
				FI	20040018	A	10 July 2005
				NZ	537451	A	29 July 2005
EP	1396929	A2	10 March 2004	CN	1487663	A	07 April 2004
				EP	1396929	A2	10 March 2004
				US	2004055395	A1	25 March 2004
WO	2019072421	A1	18 April 2019	CN	111164433	A	15 May 2020
				EP	3695234	A1	19 August 2020
				WO	2019072421	A1	18 April 2019

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01R15/20

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G01R

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 102 43 645 A1 (SSG SEMICONDUCTOR SYSTEMS GMBH [DE]) 17. Juni 2004 (2004-06-17) Absatz [0004] Abbildung 2 Absatz [0017] - Absatz [0019] -----	1-15
X	DE 100 54 016 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8. Mai 2002 (2002-05-08) Abbildungen 1,2 Absatz [0024] - Absatz [0030] -----	1-15
X	US 2009/021249 A1 (KUMAR SACHIN [US] ET AL) 22. Januar 2009 (2009-01-22) Absatz [0028] - Absatz [0038] Abbildung 4 ----- -/-	1-15



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

28. Juli 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/08/2020

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

Meliani, Chafik

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 10 254 A1 (SENSITEC GMBH [DE]) 5. September 2002 (2002-09-05) Abbildung 8 Absatz [0021] - Absatz [0026] -----	1-15
A	EP 1 553 420 A1 (ENERMET OY [FI]) 13. Juli 2005 (2005-07-13) das ganze Dokument -----	1-15
A	EP 1 396 929 A2 (SWITCHED RELUCTANCE DRIVES LTD [GB]) 10. März 2004 (2004-03-10) das ganze Dokument -----	1-15
A	WO 2019/072421 A1 (SENSITEC GMBH [DE]) 18. April 2019 (2019-04-18) das ganze Dokument -----	1-15
A	TIPEK A ET AL: "PCB technology used in fluxgate sensor construction", SENSORS AND ACTUATORS A: PHYSICAL, ELSEVIER BV, NL, Bd. 115, Nr. 2-3, 21. September 2004 (2004-09-21), Seiten 286-292, XP004562084, ISSN: 0924-4247, DOI: 10.1016/J.SNA.2004.03.061 das ganze Dokument -----	4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/061600

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10243645	A1	17-06-2004	KEINE
DE 10054016	A1	08-05-2002	KEINE
US 2009021249	A1	22-01-2009	KEINE
DE 10110254	A1	05-09-2002	KEINE
EP 1553420	A1	13-07-2005	AU 2004240255 A1 28-07-2005 EP 1553420 A1 13-07-2005 FI 20040018 A 10-07-2005 NZ 537451 A 29-07-2005
EP 1396929	A2	10-03-2004	CN 1487663 A 07-04-2004 EP 1396929 A2 10-03-2004 US 2004055395 A1 25-03-2004
WO 2019072421	A1	18-04-2019	CN 111164433 A 15-05-2020 EP 3695234 A1 19-08-2020 WO 2019072421 A1 18-04-2019