

(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
20. Februar 2020 (20.02.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/035533 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01R 15/14 (2006.01) G01R 15/18 (2006.01)
G01R 15/16 (2006.01) G01R 15/20 (2006.01)

(72) Erfinder: JUSCHICZ, Norbert; Bernsteinstrasse 25,
2404 Petronell-Carnuntum (AT). BACHER, Willibald;
Bernsteinstrasse 25, 2404 Petronell-Carnuntum (AT).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/071827

(74) Anwalt: PUCHBERGER & PARTNER PATENTAN-
WÄLTE; Reichsratsstraße 13, 1010 Wien (AT).

(22) Internationales Anmeldedatum:

14. August 2019 (14.08.2019)

(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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

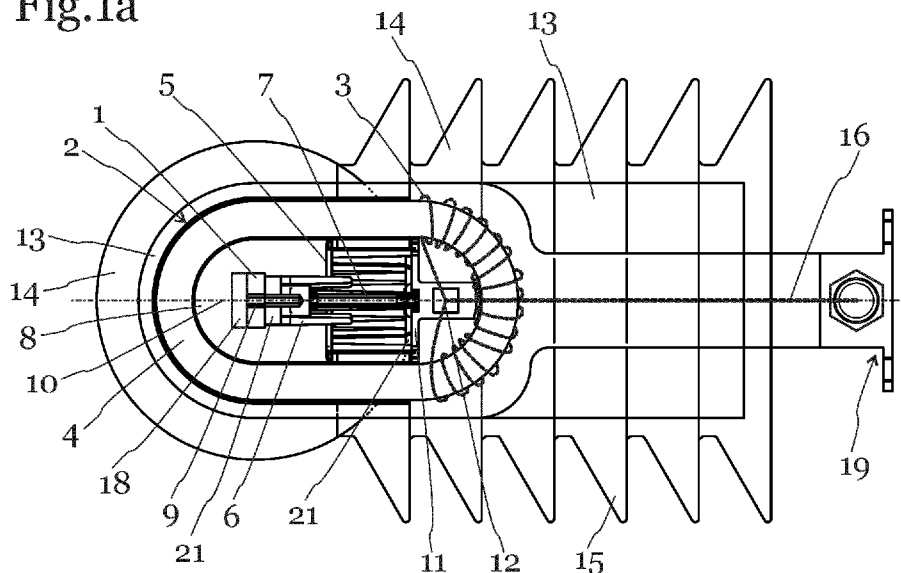
A50694/2018 16. August 2018 (16.08.2018) AT

(71) Anmelder: GREENWOOD-POWER OG [AT/AT];
Bernsteinstrasse 25, 2404 Petronell-Carnuntum (AT).

(54) Title: APPARATUS FOR MEASURING CURRENT INTENSITY AND VOLTAGE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR MESSUNG VON STROMSTÄRKE UND SPANNUNG

Fig.1a



(57) Abstract: The invention relates to an apparatus for measuring current intensity and voltage in an electrical conductor (1) conducting alternating current, comprising an inductive alternating current sensor (2), which comprises an induction ring (4) provided with a measuring coil (3) or consisting of a measuring coil (3), and a voltage sensor (5) which comprises at least one capacitive element, in particular a capacitor arrangement (6), and/or at least one resistive element, in particular a resistor arrangement (7), wherein the apparatus is designed in such a manner that the electrical conductor (1) can be guided through an inner circumferential region (8) of the induction ring (4), wherein the voltage sensor (5) is arranged at least partially, preferably entirely, in the inner circumferential region (8) of the induction ring (4). The invention also relates to an arrangement of an apparatus according to the invention in an electrical line network, wherein the current sensor (2) and the voltage sensor (5) are completely embedded in a non-conductive cast resin, preferably

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(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).

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)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

in an epoxy cast resin, with the result that the non-conductive cast resin forms a sensor sheath (13).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung von Stromstärke und Spannung in einem Wechselstrom führenden elektrischen Leiter (1), umfassend einen induktiven Wechselstromsensor (2), welcher einen mit einer Messspule (3) versehenen oder einen aus einer Messspule (3) bestehenden Induktionsring (4) umfasst und einen Spannungssensor (5), welcher wenigstens ein kapazitives Element, insbesondere eine Kondensatoranordnung (6), und/oder wenigstens ein resistives Element, insbesondere eine Widerstandsanordnung (7), umfasst, wobei die Vorrichtung derart ausgeführt ist, dass der elektrische Leiter (1) durch einen inneren Umfangsbereich (8) des Induktionsrings (4) führbar ist, wobei der Spannungssensor (5) zumindest teilweise, vorzugsweise gänzlich im inneren Umfangsbereich (8) des Induktionsrings (4) angeordnet ist. Ferner betrifft die Erfindung eine Anordnung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem elektrischen Leitungsnetz, und wobei der Stromsensor (2) und der Spannungssensor (5) vollständig in ein nichtleitendes Gießharz, vorzugsweise in ein Epoxid-Gießharz, eingebettet sind, sodass das nichtleitende Gießharz eine Sensorummantelung (13) bildet.

Vorrichtung zur Messung von Stromstärke und Spannung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung von Stromstärke und Spannung in einem Wechselstrom führenden elektrischen Leiter gemäß dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs.

Durch das vermehrte Einbringen von Energie aus verschiedenartigen Quellen, wie beispielsweise Solarenergie oder Windenergie, in Stromnetze, wird die Bestimmung und Überwachung von elektrischen Parametern des Stromnetzes immer wichtiger. Hierzu zählen unter anderem die Netzspannung und die Stromstärke.

Die Messung der Stromstärke erfolgt bei Wechselströmen, wie sie üblicherweise in Stromnetzen vorliegen mithilfe sogenannter Stromsensoren, auch als Stromwandler bezeichnet, die auf verschiedenen, im Stand der Technik bekannten Prinzipien beruhen können. Beispiele für derartige Stromsensoren sind etwa Rogowski-Spulen, Hall-Effekt-Sensoren oder induktive Stromwandler, welche mit oder ohne Shunt-Widerstand abgeschlossen sind.

Für die Messung der Spannung werden üblicherweise Spannungssensoren, auch als nicht konventionelle Spannungswandler bezeichnet, eingesetzt. Auch hier sind im Stand der Technik wiederum verschiedene Prinzipien bekannt, wie derartige Spannungswandler aufgebaut sein können. Insbesondere sind Spannungswandler mit kapazitiven Teilern, ohmschen Teilern und ohmsch-kapazitiven Teilern bekannt.

Um eine möglichst einfache Bestimmung der Stromstärke und Spannung in einem bestehenden Stromnetz durchführen zu können, werden im Stand der Technik oft Vorrichtungen eingesetzt, in denen sowohl ein Stromsensor als auch ein Spannungssensor verbaut sind. Hierdurch wird sowohl der apparative Aufwand minimiert, als auch die Installationskosten reduziert, da nur eine einzige Vorrichtung an der Messstelle installiert werden muss.

Im Stand der Technik sind bereits Vorrichtungen bekannt, in denen ein Stromwandler und ein Spannungswandler verbaut sind. Jedoch muss innerhalb dieser Vorrichtungen die Messleitung des Stromsensors an der Hochspannung des Spannungssensors vorbeigeführt werden muss. Die kapazitive Kopplung durch das elektrische Feld beeinträchtigt die Genauigkeit der Messung.

Es ist also eine Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Messung von Stromstärke und Spannung bereitzustellen, die die oben angeführten Probleme minimiert oder überwindet.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die kennzeichnenden Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs gelöst.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Messung von Stromstärke und Spannung in einem Wechselstrom führenden elektrischen Leiter umfasst einen induktiven Wechselstromsensor, welcher einen mit einer Messspule versehenen oder einen aus einer Messspule bestehenden Induktionsring umfasst, sowie einen Spannungssensor, welcher wenigstens ein kapazitives Element, insbesondere eine Kondensatoranordnung, und/oder wenigstens ein resistives Element, insbesondere eine Widerstandsanordnung, umfasst.

Die Vorrichtung ist derart ausgeführt, dass der elektrische Leiter durch einen inneren Umfangsbereich des Induktionsrings führbar ist.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Stromsensor und der Spannungssensor vollständig in ein nichtleitendes Material, insbesondere in ein Gießharz, vorzugsweise in

ein Epoxid-Gießharz, eingebettet sind, sodass das nichtleitende Material eine Sensorummantelung bildet. Einerseits kann dadurch die relative Position der einzelnen Elemente zueinander, also auch die Position der Verbindungsleitungen, insbesondere der Messleitungen, zueinander fixiert werden. Andererseits ist es durch das Einbetten der Sensoren in ein nichtleitendes Material möglich, die Sensoren besser gegen äußere Einflüsse zu schützen.

Ferner können durch die Wahl von geeigneten nichtleitenden Materialien temperatur- und/oder feuchtigkeitsbedingte Schwankungen der Leistungsparameter der erfindungsgemäßen Vorrichtungen minimiert werden. Besonders bevorzugt ist hierbei die Verwendung eines Epoxid-basierten Gießharzes. Dieses weist üblicherweise eine geringe Wasserdurchlässigkeit bzw. geringe Wasseraufnahmefähigkeit auf.

Der induktive Wechselstromsensor kann auf verschiedenen im Stand der Technik bekannten Technologien beruhen. Beispielsweise kann es sich um einen Wechselstromsensor handeln, der aus einem von einer Messspule umwickelten Ringkern aufgebaut ist. Dabei kann der Ringkern insbesondere nur teilweise vom der Messspule umwickelt sein. Alternativ kann der Induktionsring auch durch die Messspule selbst gebildet werden, wie dies beispielsweise bei einer Rogowski-Spule der Fall ist. In diesem Fall ist kein Ringkern vorgesehen, es handelt sich also um einen kernlosen Stromwandler.

Auch der Spannungssensor kann auf verschiedenen Technologien basieren, beispielsweise kann es sich um einen ohmschen Spannungswandler, um einen kapazitiven Spannungswandler oder um einen ohmsch-kapazitiven Spannungswandler handeln. Im Fall des ohmschen Spannungswandlers ist eine Widerstandsanordnung vorgesehen, die zur Messung der Spannung eingesetzt wird. Üblicherweise umfasst die Widerstandsanordnung wenigstens zwei Widerstandselemente. Über die bekannten Widerstandsgrößen kann durch das Messen des Spannungsabfalls an den einzelnen Widerständen die Gesamtspannung bestimmt werden.

Im Fall der kapazitiven Spannungswandler ist eine Kondensatoranordnung vorgesehen, die zur Messung der Spannung eingesetzt wird. Üblicherweise umfasst die

Kondensatoranordnung wenigstens zwei Kondensatorelemente. Über die bekannten Kapazitäten der Kondensatorelemente kann wiederum die Gesamtspannung bestimmt werden. Die Klasse der ohmsch-kapazitiven Spannungswandler stellt eine Mischform der beiden oben beschriebenen Arten dar und umfasst daher sowohl eine Kondensatoranordnung als auch eine Widerstandsanordnung, insbesondere wenigstens ein Kondensatorelement und wenigstens ein Widerstandselement.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Spannungssensor zumindest teilweise, vorzugsweise gänzlich im inneren Umfangsbereich des Induktionsrings angeordnet ist.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung des Spannungssensors wird das Auftreten von Störungen, die durch Interferenzen der einzelnen Verbindungsleitungen bzw. Messleitungen hervorgerufen werden, minimiert.

Insbesondere wird dadurch erreicht, dass keine Leitung mit hoher elektrischer Wechsellspannung in den Nahebereich von Messleitungen oder der Erdleitung geführt werden muss. Der Spannungssensor verbleibt gänzlich in unmittelbarer Nähe der zu messenden Leitung, sodass keine Interferenzen mit den Messleitungen auftreten. Insbesondere muss die Messleitung des Stromsensors nicht nahe an den hochspannungsführenden Komponenten des Spannungssensors vorbeigeführt werden. Auch wird die Gefahr einer Teilentladung minimiert, da die Hochspannungsleitung nicht in die Nähe des Erdpotentials oder die niederspannungsführende Messleitung des Stromsensors nicht nah zur Bauteilaußenfläche geführt wird. Zusätzlich können Erdpotenziale an der Bauteilaußenfläche auch zu Teilentladungen, sowie zu negativen Blitzstoßspannungstests (Typetests) führen. Darüber hinaus wird eine sehr kompakte Bauweise erreicht.

Gegebenenfalls kann also der Induktionsring derart ausgeführt sein, dass er in seinem inneren Umfangsbereich einen Aufnahmebereich für den Spannungssensor aufweist.

Vorteilhafterweise ist der innere Umfangsbereich derart ausgebildet, dass er den Spannungssensor in wenigstens einer seiner maximalen Außenabmessungen vollständig aufnehmen kann. Dabei sollte vorteilhafterweise gewährleistet sein, dass der

Spannungssensor an keiner Stelle in elektrisch leitender Weise mit dem Stromsensor, insbesondere mit dem Induktionsring, in Verbindung steht.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der innere Umfangsbereich des Induktionsrings kreisförmig, elliptisch, oval oder langlochförmig ausgeführt ist. So kann gewährleistet werden, dass der innere Umfangsbereich des Induktionsrings den Spannungssensor aufnehmen kann.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der Spannungssensor mit einem Erdpotenzialanschluss sowie über ein Anschlussstück mit dem elektrischen Leiter verbindbar ist, wobei das Anschlussstück vorzugsweise gänzlich im inneren Umfangsbereich des Induktionsrings angeordnet ist.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der Spannungssensor eine zylindrische Form aufweist, deren Zentralachse im inneren Umfangsbereich des Induktionsrings verläuft und vorzugsweise mit einer Symmetrieachse des Induktionsrings zusammenfällt.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der Durchmesser des Spannungssensors an seiner größten Stelle geringer ist als der Durchmesser des inneren Umfangsbereichs. Dadurch kann gewährleistet werden, dass der Spannungssensor wenigstens mit einer maximalen Raumabmessung, also insbesondere mit seinem Durchmesser, in den inneren Umfangsbereich des Induktionsrings einführbar ist.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass eine, zwei, oder drei maximale Raumabmessungen, insbesondere maximale Außenabmessungen, des Spannungssensors kleiner sind, als eine, zwei oder drei minimale Raumabmessungen, insbesondere minimale Innenabmessungen, des inneren Umfangsbereichs der Induktionsspule.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass im inneren Umfangsbereich des Induktionsrings eine Haltevorrichtung zur Halterung des Spannungssensors vorgesehen

ist, wobei die Haltevorrichtung aus einem elektrischen Isolator, vorzugsweise aus Kunststoff, gebildet ist. Dadurch wird eine feste Positionierung des Spannungssensors ermöglicht, wobei der Spannungssensor trotzdem nicht in elektrisch leitender Weise mit dem Induktionsring verbunden ist. Gegebenenfalls kann die Haltevorrichtung auch derart ausgebildet sein, um weitere Elemente der Vorrichtung halten zu können.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der von dem elektrischen Leiter geführte Strom eine Stromstärke zwischen 1 A und 3150 A aufweist.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass die Potenzialdifferenz zwischen dem elektrischen Leiter und dem Erdpotenzialanschluss zwischen 0,72 kV und 50 kV beträgt.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der Induktionsring und/oder die Messspule nicht in elektrisch leitender Verbindung mit dem elektrischen Leiter stehen. In diesem Fall kann eine kontaktlose Strommessung erfolgen. Der vom elektrischen Leiter geführte Wechselstrom induziert beispielsweise im Induktionsring ein magnetisches Feld, welches in der Messspule einen Strom induziert. Gegebenenfalls kann der elektrische Leiter als im Wesentlichen gerader Leitungsabschnitt durch den Induktionsring führbar sein bzw. geführt sein.

Im Bereich der erfindungsgemäßen Anordnung ist der elektrische Leiter vorzugsweise als Primärleitungselement ausgebildet, das über Anschlusselemente mit der stromführenden Leitung verbunden ist. Das Primärleitungselement ist vorzugsweise jener Leitungsabschnitt, der durch den Induktionsring führbar bzw. geführt ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Primärleitungselement gemeinsam mit dem Stromsensor und dem Spannungssensor in ein nichtleitendes Gießharz eingegossen. Dadurch wird die Position des Primärleiters in Bezug auf die Sensorelemente fixiert und die Messgenauigkeit verbessert. In diesem Fall ist das Primärleitungselement zumindest teilweise in das Gießharz eingebettet, sodass die Anschlusselemente zur Verbindung mit der Leitung freiliegen.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der Leiter gemeinsam mit Stromsensor und Spannungssensor zumindest teilweise in ein nichtleitendes Gießharz eingebettet ist.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der Stromsensor einen Shunt-Widerstand umfasst, der in elektrisch leitender Verbindung mit der Messspule und der Messeinrichtung steht, wobei der Shunt-Widerstand vorzugsweise an der Haltevorrichtung befestigt ist.

Ein derartiger Stromsensor, der eine Messspule und einen Shunt-Widerstand umfasst, ist besonders robust insbesondere gegen äußere Einflüsse und auch ökonomisch bevorzugt. Insbesondere kann der Shunt-Widerstand mit der Messspule parallel geschaltet sein.

Der Shunt-Widerstand kann insbesondere ein niederohmiger Widerstand sein, wobei von einer Messeinrichtung der vom Shunt-Widerstand hervorgerufene Spannungsabfall zur Bestimmung der Stromstärke eingesetzt werden kann. Insbesondere kann der Shunt-Widerstand also zur Bestimmung der Stromstärke eingesetzt werden, die durch den elektrischen Leiter in der Messspule induziert wurde. Vorteilhafterweise können derartige Shunt-Widerstände aufgrund ihres robusten Aufbaus auch zur Messung hoher Stromstärken eingesetzt werden. Bevorzugt fließen nur geringe Leistungen durch den Shunt-Widerstand. Im Fehlerfall, welche typischerweise für maximal drei Sekunden auftritt, können auch höhere Ströme durch den Shunt-Widerstand fließen.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der Stromsensor und der Spannungssensor in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind. Dadurch wird eine möglichst kompakte Bauweise und eine einfache Montage am Anwendungsort ermöglicht.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass die Sensorummantelung von einer Außenummantelung umgeben ist, wobei die Außenummantelung vorzugsweise aus einem Siloxan-basierten Polymer gebildet ist. Eine Außenummantelung kann die Elemente der erfindungsgemäßen Vorrichtung mechanisch schützen und ebenfalls das

Eindringen von Feuchtigkeit verhindern. Bevorzugt ist daher die Verwendung eines Siloxan-basierten Polymers, welches eine geringe Wasserdurchlässigkeit, sowie einen über einen weiten Temperaturbereich stabile Dielektrizitätskonstante aufweist.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass die Außenummantelung die Vorrichtung umlaufende Rippen aufweist.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der Stromsensor und der Spannungssensor über voneinander getrennte Messleitungen mit einer Messeinrichtung verbunden sind. Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass der Stromsensor und der Spannungssensor über eine gemeinsame Messleitung mit einer Messeinrichtung verbunden sind. In einer gemeinsamen Messleitung können bevorzugt mehrere voneinander isolierte elektrische Leiter vorliegen.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Anordnung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem elektrischen Leitungsnetz, insbesondere in einem Stromversorgungsnetz, umfassend einen elektrischen Leiter, der mit einer Leitung des elektrischen Leitungsnetzes verbunden ist, oder wobei der elektrische Leiter eine Leitung des elektrischen Leitungsnetzes ist.

Weitere erfindungsgemäße Merkmale ergeben sich aus den Figuren, dem Ausführungsbeispiel, sowie aus den Patentansprüchen.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines exemplarischen Ausführungsbeispiels im Detail erläutert.

Das Ausführungsbeispiel dient der Veranschaulichung des Erfindungsgegenstandes und soll nicht den Schutzbereich der Ansprüche einschränken. Es zeigen:

Fig. 1a: eine schematische Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 1b: eine weitere schematische Schnittansicht des Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 1a und Fig. 1b zeigen schematische Schnittansichten eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei der Stromsensor 2 und der

Spannungssensor 5 in einer Sensorummantelung 13 eingebettet sind. Die Sensorummantelung 13 ist von einer Außenummantelung 14 umgeben, welche Rippen 15 aufweist, die die erfindungsgemäße Vorrichtung vollständig umlaufen.

Der Spannungssensor 5, der in diesem Ausführungsbeispiel als ohmsch-kapazitiver Spannungsteiler ausgebildet ist, umfasst eine Kondensatoranordnung 6, sowie eine Widerstandsanordnung 7. Die Kondensatoranordnung 6 ist aus zwei konzentrisch angeordneten Kondensatorteilen 21 aufgebaut. Die Widerstandsanordnung 7 wird durch einen im Zentrum der konzentrischen Kondensatorteile 21 angeordneten Widerstand gebildet. Insbesondere liegt also die Widerstandsanordnung 7 auf der Zentralachse 10 des zylindrisch aufgebauten Spannungssensors 5. Der Stromsensor 2 umfasst in diesem Ausführungsbeispiel einen mit einer Messspule 3 versehenen Induktionsring 4, sowie einen niederohmigen Shunt-Widerstand 12. Dabei bildet die Messspule 3 Wicklungen um den Induktionsring 4. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Messspule 3 nur im unteren Abschnitt des Induktionsrings 4 angeordnet.

Der Induktionsring 4 weist einen inneren Umfangsbereich 8 auf, wobei der innere Umfangsbereich 8 in diesem Ausführungsbeispiel langlochförmig ausgebildet ist. Der Spannungssensor 5 ist innerhalb des inneren Umfangsbereichs 8 angeordnet. Die Abmessungen des inneren Umfangsbereichs 8 sind so gewählt, dass der Durchmesser des inneren Umfangsbereichs 8 größer ist als der Durchmesser des zylinderförmigen Spannungssensors 5. Weiterhin liegt in diesem Ausführungsbeispiel die Zentralachse 10 des Spannungssensors 5 auf einer Symmetrieachse des Induktionsrings 4.

Insbesondere ist in diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass zwei maximale Raumabmessungen des Spannungssensors 5 kleiner sind als die entsprechenden Raumabmessungen des inneren Umfangsbereichs 8 des Induktionsrings 4.

Um den Spannungssensor 5 korrekt und stabil im inneren Umfangsbereich 8 des Induktionsrings 4 zu platzieren, ist eine Haltevorrichtung 11 vorgesehen, die den Spannungssensor 5 mit dem Induktionsring 4 verbindet. Dabei ist die Haltevorrichtung 11 aus einem elektrisch isolierenden Material, insbesondere aus Kunststoff, gebildet, um keine elektrisch leitende Verbindung zwischen Stromsensor 2 und

Spannungssensor 5 herzustellen. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Haltevorrichtung 11 auch zur Halterung des Shunt-Widerstandes 12 vorgesehen.

Zum Abgreifen der Spannung ist der Spannungssensor 5 über ein Anschlussstück 9 mit einem elektrischen Leiter 1 verbunden, welcher seinerseits mit einer Leitung 18 verbunden ist, die in diesem Ausführungsbeispiel einen Teil eines Stromnetzes bildet. Der Spannungssensor 5 ist über eine Messleitung 16, welche mit einem Erdpotenzialanschluss 19 verbunden ist, mit einer Messeinrichtung 17 verbunden. Die Messeinrichtung 17 ist dazu eingerichtet, den durch die Kondensatoranordnung 6 und die Widerstandsanordnung 7 erzeugten Spannungsabfall zu messen und bei bekannter Kapazität der Kondensatoranordnung 6 sowie bekanntem ohmschen Widerstand der Widerstandsanordnung 7 die Spannung des elektrischen Leiters 1 im Vergleich zum Erdpotenzial zu bestimmen.

Die Messung der Stromstärke über den Stromsensor 2 erfolgt in diesem Ausführungsbeispiel kontaktlos. Der im Wesentlichen geradlinig verlaufende elektrische Leiter 1 wirkt als Primärspule mit einer einzigen Windung und induziert in den Induktionsring 4, welcher aus einem Ferrit-Ringkern gebildet ist, ein magnetisches Feld. Dieses magnetische Feld induziert wiederum in die als Sekundärspule wirkende Messspule 3 einen elektrischen Strom. Mit der Messspule 3 in Serie geschaltet ist der Shunt-Widerstand 12, welcher einen Spannungsabfall in der Messspule 3 bewirkt.

Zwei an beiden Seiten des Shunt-Widerstandes 12 angeordnete Messleitungen 16 verbinden den Shunt-Widerstand 12 mit der Messeinrichtung 17, welche dazu ausgebildet ist, den durch den Shunt-Widerstand 12 generierten Spannungsabfall zu bestimmen. Mithilfe des bekannten ohmschen Widerstandes des Shunt-Widerstandes 12 kann die Stromstärke in der Messspule 3 bestimmt werden, welche indirekt proportional über das Windungsverhältnis zwischen Primärspule, also dem elektrischen Leiter 1, und Sekundärspule, also der Messspule 3, mit der Stromstärke im elektrischen Leiter 1 zusammenhängt.

Die Messeinrichtung 17 muss also dazu geeignet sein, den Spannungsabfall zwischen Spannungssensor 5 und Erdpotenzialanschluss 19, sowie den Spannungsabfall am

Shunt-Widerstand 12 zu bestimmen. Die Messeinrichtung 17 kann die beiden Messgrößen vorzugsweise simultan bestimmen, wobei die Messeinrichtung 17 auch als zwei separate Messeinrichtungen 17 ausgebildet sein kann. Zur besseren Darstellbarkeit ist die Messeinrichtung 17 in Fig. 1a nicht gezeigt. Gegebenenfalls kann eine Rechneinheit vorgesehen sein, die die gemessenen Spannungsabfälle in Spannung und Stromstärke umrechnet. Die Rechneinheit ist in den gezeigten Figuren nicht dargestellt.

In diesem Ausführungsbeispiel sind sowohl der Stromsensor 2 als auch der Spannungssensor 5 von einer Sensorummantelung 13 umgeben, welche aus Epoxid-Gießharz gebildet ist. Dadurch werden der Stromsensor 2 und des Spannungssensor 5 in ihrer relativen Position zueinander stabilisiert und das Risiko ungewollter Spannungsüberschläge wird minimiert. Weiters kann durch die Verwendung von Epoxid-Gießharz gewährleistet werden, dass die Sensorummantelung 13 nur wenig Wasser in Form von Luftfeuchte oder Regenwasser aufnehmen kann, was die Messgenauigkeit der Vorrichtung reduzieren könnte.

In diesem Ausführungsbeispiel schließt die Sensorummantelung 13 nicht nur den Stromsensor 2 und den Spannungssensor 5 ein, sondern auch große Teile der Messleitungen 16, die die Sensoren mit der Messeinrichtung 17 verbinden.

Zusätzlich ist in diesem Ausführungsbeispiel eine Außenummantelung 14 vorgesehen, die aus Siloxan-basiertem Gießharz hergestellt ist. Diese Außenummantelung 14 dient einer weiteren Verbesserung der Beständigkeitseigenschaften der erfindungsgemäßen Vorrichtung, indem das Eindringen von Wasser weiter hintangehalten wird.

Wie in Fig. 1b erkennbar, ist der elektrische Leiter 1 über Anschlüsselemente 20 mit zwei Leitungen 18 verbunden, die einen Teil des Stromnetzes bilden.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf das vorliegende Ausführungsbeispiel, sondern umfasst sämtliche Vorrichtungen und Anordnungen im Rahmen der nachfolgenden Patentansprüche.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|------------------------|
| 1 | Elektrischer Leiter |
| 2 | Stromsensor |
| 3 | Messspule |
| 4 | Induktionsring |
| 5 | Spannungssensor |
| 6 | Kondensatoranordnung |
| 7 | Widerstandsanordnung |
| 8 | Innerer Umfangsbereich |
| 9 | Anschlussstück |
| 10 | Zentralachse |
| 11 | Haltevorrichtung |
| 12 | Shunt-Widerstand |
| 13 | Sensorummantelung |
| 14 | Außenummantelung |
| 15 | Rippe |
| 16 | Messleitung |
| 17 | Messeinrichtung |
| 18 | Leitung |
| 19 | Erdpotenzialanschluss |
| 20 | Anschlusselement |
| 21 | Kondensatorteil |

Patentansprüche

1. **Vorrichtung** zur Messung von Stromstärke und Spannung in einem Wechselstrom führenden elektrischen Leiter (1), umfassend:
 - a. einen induktiven Wechselstromsensor (2), welcher einen mit einer Messspule (3) versehenen oder einen aus einer Messspule (3) bestehenden Induktionsring (4) umfasst, und
 - b. einen Spannungssensor (5), welcher wenigstens ein kapazitives Element, insbesondere eine Kondensatoranordnung (6), und/oder wenigstens ein resistives Element, insbesondere eine Widerstandsanordnung (7), umfasst,wobei die Vorrichtung derart ausgeführt ist, dass der elektrische Leiter (1) durch einen inneren Umfangsbereich (8) des Induktionsrings (4) führbar ist, wobei der Spannungssensor (5) zumindest teilweise, vorzugsweise gänzlich im inneren Umfangsbereich (8) des Induktionsrings (4) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stromsensor (2) und der Spannungssensor (5) vollständig in ein nichtleitendes Gießharz, vorzugsweise in ein Epoxid-Gießharz, eingebettet sind, sodass das nichtleitende Gießharz eine Sensorummantelung (13) bildet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der innere Umfangsbereich (8) des Induktionsrings (4) kreisförmig, elliptisch, oval oder langlochförmig ausgeführt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungssensor (5) mit einem Erdpotenzialanschluss (19) sowie über ein Anschlussstück (9) mit dem elektrischen Leiter (1) verbindbar ist, wobei das Anschlussstück (9) vorzugsweise gänzlich im inneren Umfangsbereich (8) des Induktionsrings (4) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungssensor (5) eine zylindrische Form aufweist, deren Zentralachse (10) im inneren Umfangsbereich (8) des Induktionsrings (4) verläuft und vorzugsweise mit einer Symmetrieachse des Induktionsrings (4) zusammenfällt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser des Spannungssensors (5) an seiner größten Stelle geringer ist als der Durchmesser des inneren Umfangsbereichs (8).
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass im inneren Umfangsbereich (8) des Induktionsrings (4) eine Haltevorrichtung (11) zur Halterung des Spannungssensors (5) vorgesehen ist, wobei die Haltevorrichtung (11) aus einem elektrischen Isolator, vorzugsweise aus Kunststoff, gebildet ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der von dem elektrischen Leiter (1) geführte Strom eine Stromstärke zwischen 1 A und 3150 A aufweist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Potenzialdifferenz zwischen dem elektrischen Leiter (1) und dem Erdpotenzialanschluss (19) zwischen 0,72 kV und 50 kV beträgt.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Induktionsring (4) und/oder die Messspule (3) nicht in elektrisch leitender Verbindung mit dem elektrischen Leiter (1) stehen.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromsensor einen Shunt-Widerstand (12) umfasst, der in elektrisch leitender Verbindung mit der Messspule (3) und der Messeinrichtung (17) steht, wobei der Shunt-Widerstand (12) vorzugsweise an der Haltevorrichtung (11) befestigt ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromsensor und der Spannungssensor in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorummantelung (13) von einer Außenummantelung (14) umgeben ist, wobei

die Außenummantelung (14) vorzugsweise aus einem Siloxan-basierten Polymer gebildet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenummantelung (14) die Vorrichtung umlaufende Rippen (15) aufweist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromsensor (2) und der Spannungssensor (5) über eine gemeinsame Messleitung (16) mit einer Messeinrichtung (17) verbunden ist.
15. **Anordnung** einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14 in einem elektrischen Leitungsnetz, insbesondere in einem Stromversorgungsnetz, umfassend einen elektrischen Leiter (1), der mit einer Leitung (18) des elektrischen Leitungsnetzes verbunden ist, oder wobei der elektrische Leiter (1) eine Leitung des elektrischen Leitungsnetzes ist.

1/1

Fig.1a

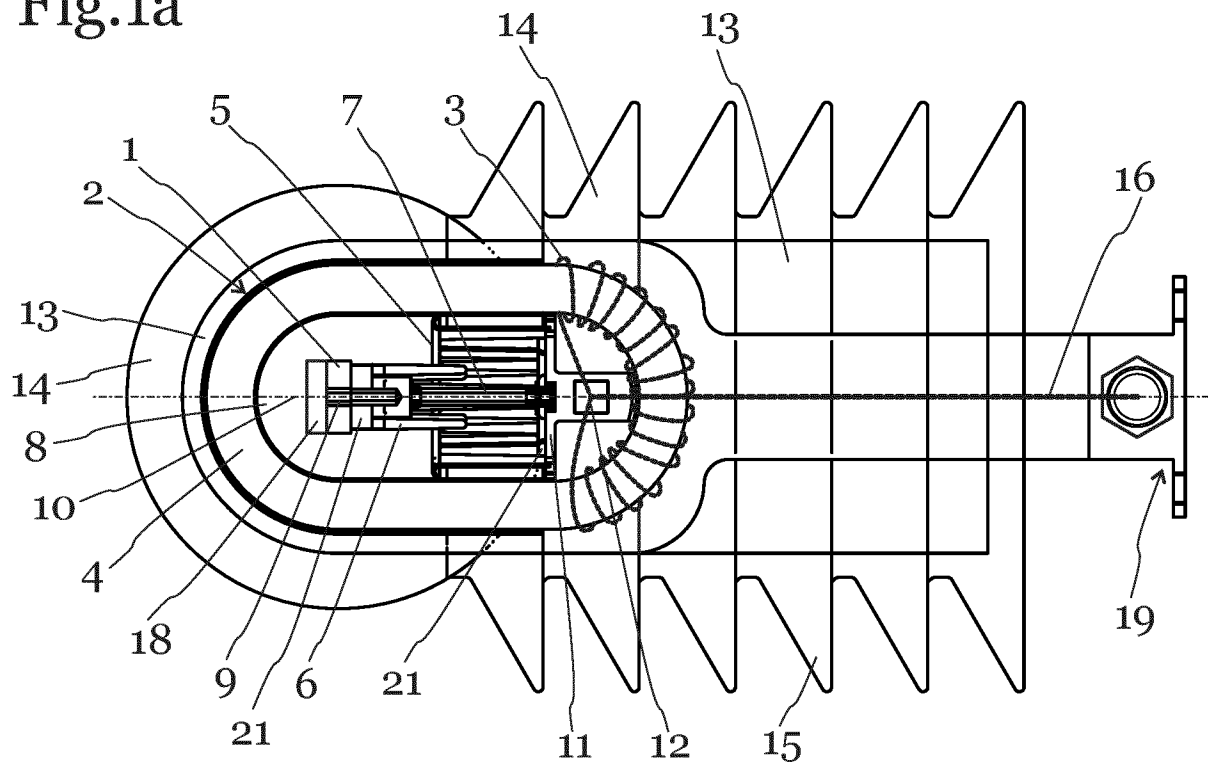
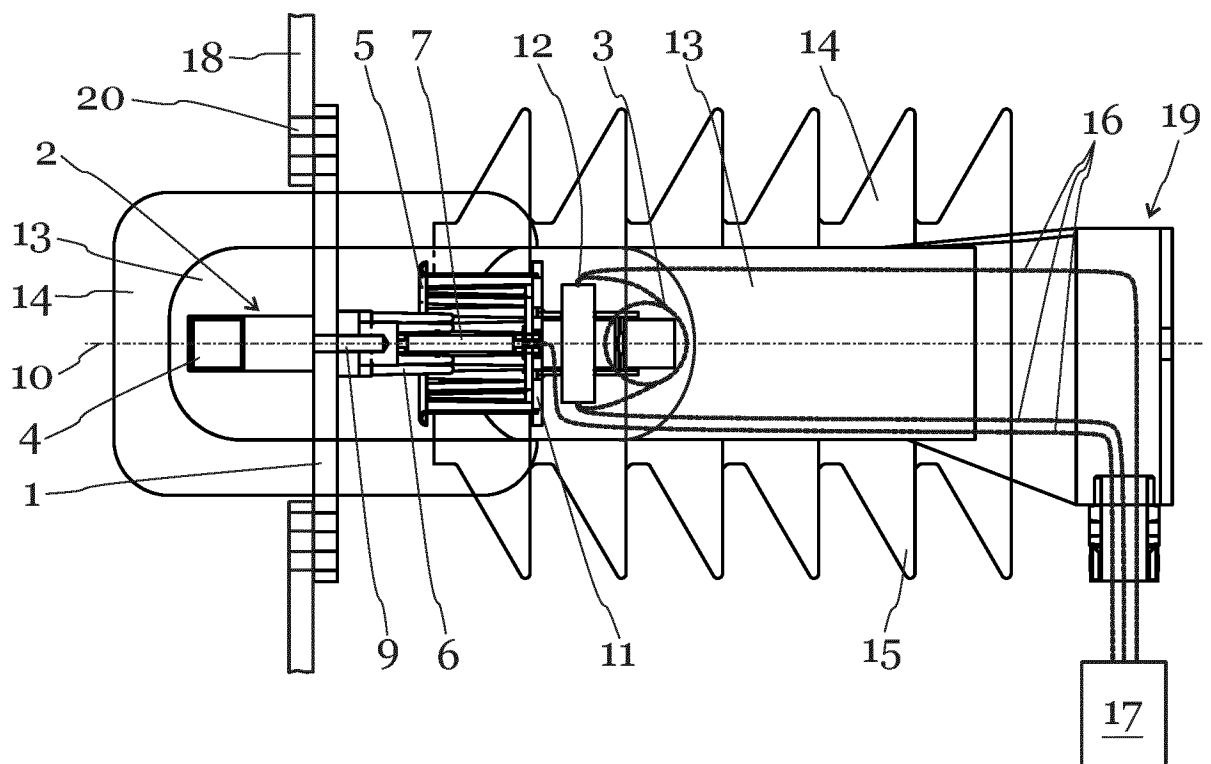


Fig.1b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/071827

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01R 15/14**(2006.01)i; **G01R 15/16**(2006.01)i; **G01R 15/18**(2006.01)i; **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	EP 3276363 A1 (GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH [CH]) 31 January 2018 (2018-01-31) paragraphs [0001], [0018] - [0048]; figures 1-8	1-15
X	US 5017859 A (ENGEL JOSEPH C [US] ET AL) 21 May 1991 (1991-05-21) column 4, line 58 - column 5, line 44; figures 6,7	1-15
X	EP 2136216 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]) 23 December 2009 (2009-12-23) paragraphs [0001], [0011] - [0042]; figures 1-11	1-15
X A	US 6717395 B2 (MC GRAW EDISON CO [US]) 06 April 2004 (2004-04-06) column 3, line 66 - column 4, line 48; figures 1-4	1 2-15
X A	EP 2722678 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]) 23 April 2014 (2014-04-23) paragraph [0016] - paragraph [0023]; figures 1-4	1 2-15
X A	CN 103076481 A (BEIJING CREATIVE DISTRIB AUTOMATION CO LTD) 01 May 2013 (2013-05-01) figures 1,2	1 2-15

☒ 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 November 2019

Date of mailing of the international search report

11 December 2019

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

O'Callaghan, D

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/071827**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4241373 A (LECOURT WILLIAM N [US] ET AL) 23 December 1980 (1980-12-23) column 5, line 4 - column 7, line 50; figures 1-4	1-15
A	DE 19854436 A1 (SIEMENS AG [DE]) 15 June 2000 (2000-06-15) paragraph [0002]	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/071827

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	3276363	A1	31 January 2018	EP	3276363	A1	31 January 2018
				WO	2018020043	A1	01 February 2018
US	5017859	A	21 May 1991	NONE			
EP	2136216	A1	23 December 2009	AT	541218	T	15 January 2012
				CN	102066954	A	18 May 2011
				EP	2136216	A1	23 December 2009
				ES	2380265	T3	10 May 2012
				KR	20110036708	A	08 April 2011
				RU	2011101680	A	27 July 2012
				US	2011089933	A1	21 April 2011
				WO	2009153223	A1	23 December 2009
US	6717395	B2	06 April 2004	US	2002190705	A1	19 December 2002
				WO	02097455	A1	05 December 2002
EP	2722678	A1	23 April 2014	BR	112015008560	A2	04 July 2017
				CN	104813175	A	29 July 2015
				EP	2722678	A1	23 April 2014
				EP	2909641	A1	26 August 2015
				WO	2014060106	A1	24 April 2014
CN	103076481	A	01 May 2013	NONE			
US	4241373	A	23 December 1980	NONE			
DE	19854436	A1	15 June 2000	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	G01R15/14	G01R15/16
		G01R15/18
		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	EP 3 276 363 A1 (GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH [CH]) 31. Januar 2018 (2018-01-31) Absätze [0001], [0018] - [0048]; Abbildungen 1-8	1-15
X	US 5 017 859 A (ENGEL JOSEPH C [US] ET AL) 21. Mai 1991 (1991-05-21) Spalte 4, Zeile 58 - Spalte 5, Zeile 44; Abbildungen 6,7	1-15
X	EP 2 136 216 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]) 23. Dezember 2009 (2009-12-23) Absätze [0001], [0011] - [0042]; Abbildungen 1-11	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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. November 2019		11/12/2019
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 O'Callaghan, D

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 717 395 B2 (MC GRAW EDISON CO [US]) 6. April 2004 (2004-04-06)	1
A	Spalte 3, Zeile 66 - Spalte 4, Zeile 48; Abbildungen 1-4 -----	2-15
X	EP 2 722 678 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]) 23. April 2014 (2014-04-23)	1
A	Absatz [0016] - Absatz [0023]; Abbildungen 1-4 -----	2-15
X	CN 103 076 481 A (BEIJING CREATIVE DISTRIB AUTOMATION CO LTD) 1. Mai 2013 (2013-05-01)	1
A	Abbildungen 1,2 -----	2-15
X	US 4 241 373 A (LECOURT WILLIAM N [US] ET AL) 23. Dezember 1980 (1980-12-23) Spalte 5, Zeile 4 - Spalte 7, Zeile 50; Abbildungen 1-4 -----	1-15
A	DE 198 54 436 A1 (SIEMENS AG [DE]) 15. Juni 2000 (2000-06-15) Absatz [0002] -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/071827

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3276363	A1	31-01-2018	EP 3276363 A1	31-01-2018
			WO 2018020043 A1	01-02-2018

US 5017859	A	21-05-1991	KEINE	

EP 2136216	A1	23-12-2009	AT 541218 T	15-01-2012
			CN 102066954 A	18-05-2011
			EP 2136216 A1	23-12-2009
			ES 2380265 T3	10-05-2012
			KR 20110036708 A	08-04-2011
			RU 2011101680 A	27-07-2012
			US 2011089933 A1	21-04-2011
			WO 2009153223 A1	23-12-2009

US 6717395	B2	06-04-2004	US 2002190705 A1	19-12-2002
			WO 02097455 A1	05-12-2002

EP 2722678	A1	23-04-2014	BR 112015008560 A2	04-07-2017
			CN 104813175 A	29-07-2015
			EP 2722678 A1	23-04-2014
			EP 2909641 A1	26-08-2015
			WO 2014060106 A1	24-04-2014

CN 103076481	A	01-05-2013	KEINE	

US 4241373	A	23-12-1980	KEINE	

DE 19854436	A1	15-06-2000	KEINE	
