(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
2. Februar 2017 (02.02.2017)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/016769 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 15/18 (2006.01) *G01R 19/00* (2006.01)
H01F 38/30 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/064687

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Juni 2016 (24.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 214 043.1 24. Juli 2015 (24.07.2015) DE

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: **ARMSCHAT, Christoph**; Görlitzer Str. 07, 91058 Erlangen (DE). **KUNDE, Kerstin**; Donauschwabenstr. 16, 91301 Forchheim (DE). **PRUCKER, Udo**; Am Roggenbühl 14, 90571 Schwaig (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

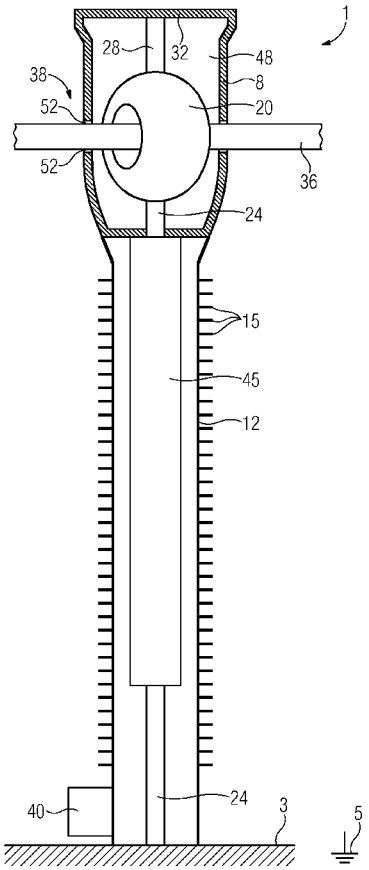
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/016769 A1

(54) **Title**: ZERO FLUX CURRENT TRANSFORMER

(54) **Bezeichnung** : NULLFLUSSSTROMWANDLER

FIG 1



(57) **Abstract**: The invention relates to an arrangement comprising a zero flux current transformer (1) having a compensation winding (310) and a detection coil (316). The compensation winding (310) and said detection coil (316) are arranged in a housing (8) which is supported by a vertically oriented support insulator (12).

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft eine Anordnung mit einem Nullflussstromwandler (1), der eine Kompensationswicklung (310) und eine Detektionswicklung (316) aufweist. Die Kompensationswicklung (310) und die Detektionswicklung (316) sind in einem Gehäuse (8) angeordnet, das von einem vertikal ausgerichteten Stützisolator (12) abgestützt ist.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

Beschreibung

Nullflussstromwandler

Die Erfindung betrifft einen Nullflussstromwandler, der eine Kompensationswicklung und eine Detektionswicklung aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Messen von Strömen mittels eines solchen Nullflussstromwandlers.

Mittels eines Nullflussstromwandlers (Zero Flux Current Transformer) wird ein in einem Leiter (sogenannter Primärleiter) fließender Strom gemessen. Der Nullflussstromwandler weist eine elektrische Detektionswicklung auf, mit der der durch den fließenden Strom erzeugte, den Leiter umgebende, magnetische Fluss gemessen wird. Der Nullflussstromwandler weist weiterhin eine elektrische Kompensationswicklung auf, mit der der magnetische Fluss zu Null kompensiert wird. Mittels einer Regelschaltung und einer Verstärkerschaltung wird der durch die Kompensationswicklung fließende Strom (Kompensationsstrom) so eingestellt, dass der magnetische Fluss des Leiters stets zu Null kompensiert wird (sogenannte Nullflussbedingung). Die Größe des zum Erreichen der Nullflussbedingung benötigten Kompensationsstroms ist ein Maß für die Größe des durch den Leiter fließenden Stroms, d.h. für die Größe des zu messenden Stroms.

Aufgrund des hohen Energiebedarfs der Kompensationswicklung und der Verstärkerschaltung werden Nullflussstromwandler in der Regel auf Erdpotential betrieben. Wenn der durch einen auf Hochspannungspotential liegenden Leiter (Hochspannungsleiter) fließende Strom gemessen werden soll, dann wird eine elektrische Isolation zwischen dem Leiter und dem Nullflussstromwandler benötigt. Je größer das Hochspannungspotential ist, desto höher sind die Anforderungen an diese elektrische Isolation.

Eine Möglichkeit zur Realisierung dieser elektrischen Isolation wäre die Verwendung einer horizontal angeordneten Hochspannungs-Wanddurchführung. Die Kompensationswicklung und die Detektionswicklung des Nullflussstromwandlers würden im Außenraum um die Wanddurchführung herum angeordnet werden. Eine Hochspannungs-Wanddurchführung als solche wird dann verwendet, wenn ein Hochspannungsleiter durch eine senkrecht stehende Wand hindurchgeführt werden soll. Eine solche Wanddurchführung weist zwei horizontal (waagerecht) ausgerichtete, meterlange Isolatoren auf, welche sich von der Wand ausgehend in entgegengesetzten Richtungen erstrecken. Dadurch benötigt eine Anordnung mit einer waagerecht ausgestalteten Wanddurchführung viel Platz, d. h. sie hat einen großen Platzbedarf. Außerdem besteht insbesondere dann ein hoher zusätzlicher Materialaufwand, wenn am Ort der Strommessung gar keine Wanddurchführung benötigt wird. Daher wäre die Lösung mit einer waagerecht angeordneten Hochspannungs-Wanddurchführung aufwendig und teuer.

Eine weitere Möglichkeit zur Realisierung der benötigten Spannungsisolation wäre die Isolation mittels eines Ölbads (Ölisolation). Allerdings kann bei einer Ölisolation im Fehlerfall Öl auslaufen (Grundwassergefährdung), das Öl kann sich im Fehlerfall entzünden und bei einem schweren Fehler als brennendes Öl durch die Umgebung gespritzt werden. Dadurch kann es zu einer erheblichen Gefährdung von Personen, Anlagen und/oder Gebäuden kommen. Daher ist oftmals eine Erhöhung der Brandlast durch eine Ölisolation nicht erwünscht bzw. erfordert aufwendige und teure Schutzmaßnahmen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung mit einem Nullflussstromwandler und ein Verfahren zum Messen von Strömen anzugeben, die einfach und/oder preiswert realisiert werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Anordnung und ein Verfahren nach den unabhängigen

Patentansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Anordnung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

Offenbart wird eine Anordnung mit einem Nullflussstromwandler, der eine Kompensationswicklung und eine Detektionswicklung aufweist, wobei die Kompensationswicklung und die Detektionswicklung in einem Gehäuse angeordnet sind, das von einem vertikal ausgerichteten Stützisolator abgestützt ist. Hierbei ist vorteilhaft, dass das Gehäuse von dem vertikal ausgerichteten Stützisolator abgestützt ist. Im Gegensatz zu einer waagerechten Wanddurchführung benötigt ein vertikal ausgerichteter Stützisolator wesentlich weniger Grundfläche. Über die Länge des Stützisolators lässt sich die Spannungsisolation an den benötigten Wert anpassen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass ein vertikal ausgerichteter Nullflussstromwandler im Vergleich zu einer horizontal ausgerichteten Durchführung geringere Abmessungen hat und daher kostengünstiger hergestellt werden kann.

Die Anordnung kann so ausgestaltet sein, dass im Inneren des Gehäuses ein Kerngehäuse angeordnet ist, welches die Kompensationswicklung und die Detektionswicklung umgibt. Mittels dieses Kerngehäuses lässt sich das elektrische Potential in der Umgebung der Kompensationswicklung und der Detektionswicklung festlegen.

Die Anordnung kann so ausgestaltet sein, dass das Kerngehäuse mit Erdpotential verbunden ist. Dadurch wird vorteilhafterweise sichergestellt, dass die Kompensationswicklung und die Detektionswicklung potentialbezogen in der Nähe des Erdpotentials liegen.

Die Anordnung kann so ausgestaltet sein, dass das Kerngehäuse gegenüber dem Gehäuse elektrisch isoliert ist. Mittels einer elektrischen Isolierung zwischen dem Kerngehäuse und dem Gehäuse wird das Hochspannungspotential des zu messenden Stroms (das im Wesentlichen auch am Gehäuse anliegt)

gegenüber dem Erdpotential (das am Kerngehäuse anliegt) elektrisch isoliert.

Die Anordnung kann auch so ausgestaltet sein, dass das Kerngehäuse mittels SF_6-Gas gegenüber dem Gehäuse elektrisch isoliert ist. Die elektrische Isolierung zwischen dem Kerngehäuse und dem Gehäuse (und damit die elektrische Isolierung zwischen dem Hochspannungspotential des zu messenden Stroms und dem Erdpotential) erfolgt vorteilhafterweise mittels des Gases SF_6 (Schwefelhexafluorid). Dadurch wird vorteilhafterweise erreicht, dass im Havariefall schlimmstenfalls (nicht brennbares) Schwefelhexafluorid aus dem Gehäuse austreten kann. Im Unterschied zu einer Ölisolierung besteht jedoch nicht die Gefahr, dass sich Öl im Havariefall entzünden und brennend verspritzt werden könnte.

Die Anordnung kann auch so ausgestaltet sein, dass das Kerngehäuse mittels eines isolierenden Abstandshalters in dem Gehäuse gehaltert/befestigt ist. Mittels des isolierenden Abstandshalters kann eine robuste mechanische Halterung /Befestigung des Kerngehäuses in dem Gehäuse realisiert werden. Insbesondere lassen sich mittels eines oder mehrerer isolierender Abstandshalter auch vergleichsweise große und schwere Kerngehäuse in dem Gehäuse befestigen.

Die Anordnung kann auch so ausgestaltet sein, dass das Kerngehäuse mittels eines metallischen Rohrs mit Erdpotential verbunden ist. Mittels des metallischen Rohrs wird vorteilhafterweise zum einen das Kerngehäuse mit Erdpotential verbunden, zum anderen werden im Inneren des metallischen Rohrs elektrische Leitungen (Messleitungen, beispielsweise die Zuleitungen der Kompensationswicklung und der Detektionswicklung) von dem Kerngehäuse zum auf Erdpotential liegenden Anschlusskasten geführt.

Die Anordnung kann auch so ausgestaltet sein, dass das metallische Rohr zumindest teilweise von einer

Potentialabsteuereinrichtung (Einrichtung zum Absteuern des elektrischen Potentials) umgeben ist. Mittels dieser Potentialabsteuereinrichtung kann die Potentialdifferenz zwischen dem metallischen Rohr (Erdpotential), dem Stützisolator und dem stromführenden Leiter (Hochspannungsleiter) kontrolliert abgebaut/verringert werden. Potentialabsteuereinrichtungen als solche sind bekannt. Potentialabsteuereinrichtungen weisen beispielsweise mehrere (beabstandete und gegeneinander isolierte) konzentrische Lagen eines oder mehrerer in ihren elektrischen Eigenschaften passend abgestimmten Medien auf, um das elektrische Feld gezielt zu steuern und unerwünschte Feldkonzentrationen zu vermeiden.

Die Anordnung kann auch so ausgestaltet sein, dass das metallische Rohr zumindest teilweise von dem Stützisolator umgeben ist. Dabei nimmt vorteilhafterweise der Stützisolator im Wesentlichen die Gewichtskräfte des Gehäuses und des Kerngehäuses auf.

Die Anordnung kann auch so ausgestaltet sein, dass der Stützisolator ein Hohlisolator, insbesondere ein mit Schirmen versehener Hohlisolator, ist. Ein derartiger Hohlisolator kann vorteilhafterweise sowohl in Innenräumen als auch im Freien aufgestellt werden.

Die Anordnung kann auch so ausgestaltet sein, dass das Gehäuse mit SF_6-Gas gefüllt ist. Durch Füllung des Gehäuses mit dem Gas SF_6 kann auf einfache Weise eine gute elektrische Isolation zwischen dem Gehäuse und den in dem Gehäuse angeordneten Komponenten (z. B. Kerngehäuse mit Kompensationswicklung, Detektionswicklung) realisiert werden.

Die Anordnung kann so ausgestaltet sein, dass die Detektionswicklung eine eisenkernbehaftete Detektionswicklung ist und der Nullflussstromwandler zusätzlich eine eisenkernlose Detektionswicklung aufweist. Mit dem Begriff „eisenkernbehaftete Detektionswicklung“ ist hier eine

elektrische Wicklung gemeint, die einen Eisenkern umschließt. Man könnte diese Detektionswicklung auch als eine „Eisenkern-Detektionswicklung" bezeichnen. Die eisenkernlose Detektionswicklung weist im Unterschied dazu keinen Eisenkern auf. Es handelt sich also um eine Luftspule (die auch als Rogowskispule bezeichnet wird). Vorteilhafterweise weist der Nullflussstromwandler also eine Detektionswicklung mit Eisenkern (eisenkernbehaftete Detektionswicklung) und eine Detektionswicklung ohne Eisenkern (eisenkernlose Detektionswicklung) auf. Mittels der eisenkernbehafteten Detektionswicklung kann vorteilhafterweise ein Gleichstrom (insbesondere ein Hochspannungs-Gleichstrom) gemessen werden oder es können mit der eisenkernbehafteten Detektionswicklung Wechselströme mit relativ niedrigen Frequenzen (hier: Frequenzen > 0 und ≤ 30 kHz gemessen werden. Solche Wechselströme können beispielsweise dem Gleichstrom überlagerte Ströme sein. Solche Ströme werden im Folgenden auch kurz als „überlagerte Ströme" bezeichnet. Solche überlagerten Ströme können zum Beispiel bei der Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom entstehen. Für die Messung von Wechselströmen (beispielsweise überlagerten Strömen) höherer Frequenz (hier sind dies Frequenzen > 30 kHz und ≤ 1 MHz) wird jedoch die eisenkernlose Detektionswicklung verwendet. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass bei hohen Frequenzen > 30 kHz die induktiven Energiespeicher der Eisenkerne die Messung verfälschen können. Durch die Verwendung sowohl der eisenkernbehafteten Detektionswicklung als auch der eisenkernlosen Detektionswicklung in einem Nullflussstromwandler wird also der Frequenzbereich der Strommessung erheblich vergrößert.

Die Anordnung kann auch so ausgestaltet sein, dass die eisenkernbehaftete Detektionswicklung mit einer ersten Messschaltung zum Messen von Gleichstrom elektrisch verbunden ist und die eisenkernlose Detektionswicklung mit einer zweiten Messschaltung zum Messen von Wechselstrom elektrisch verbunden ist. Mittels der ersten Messschaltung wird also vorteilhafterweise mindestens der Gleichstrom gemessen;

mittels der zweiten Messschaltung wird der Wechselstrom gemessen.

Die Anordnung kann auch so ausgestaltet sein, dass die zweite Messschaltung zum Messen von Wechselströmen mit Frequenzen zwischen ca. 10 kHz und 1 MHz, insbesondere zum Messen von Wechselströmen mit Frequenzen zwischen ca. 30 kHz und 1 MHz, eingerichtet ist. Mittels der zweiten Messschaltung werden also Wechselströme zwischen 10 kHz und 1 MHz gemessen, insbesondere werden mit der zweiten Messschaltung Wechselströme zwischen 30 kHz und 1 MHz gemessen.

Die Anordnung kann auch so ausgestaltet sein, dass die erste Messschaltung zum Messen von Gleichstrom und zum Messen von Wechselströmen mit Frequenzen zwischen Null und ca. 30 kHz eingerichtet ist. Dabei ist vorteilhaft, dass die erste Messschaltung nicht nur zum Messen von Gleichstrom, sondern auch zum Messen von Strömen mit Frequenzen von 0 bis zu 30 kHz eingerichtet ist. Bis zu Frequenzen von 30 kHz lassen sich Strommessungen nämlich auch mit einer eisenkernbehafteten Detektionswicklung noch zufriedenstellend durchführen.

Im Übergangsbereich (das ist hier der Bereich zwischen ca. 10 kHz und 30 kHz) kann die Strommessung wahlweise mit der ersten Messschaltung oder der zweiten Messschaltung oder auch mit beiden Messschaltungen parallel durchgeführt werden.

Offenbart wird weiterhin eine Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Einrichtung (HGÜ-Einrichtung) mit einer der vorstehend genannten Anordnungen. Die genannten Anordnungen mit dem Nullflussstromwandler können nämlich mit Vorteil in Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungseinrichtungen eingesetzt werden, um die Größe des Hochspannungsgleichstromes des Gleichstromkreises, die Größe von dem Hochspannungsgleichstrom überlagerten Wechselströmen und Gleichströmen und/oder die Größe von überlagerten Wechselströmen und Gleichströmen in Transformatorströmen auf

der Netzseite und auf der Umrichterseite zu messen. Insbesondere im Transformatorstrom ist die Messung von kleinsten Gleichstrom-Anteilen von großer Wichtigkeit, da diese soweit möglich auf Null ausgeregelt werden sollen.

Offenbart wird weiterhin ein Verfahren zum Messen von Strömen mittels eines Nullflussstromwandlers, bei dem mittels einer eisenkernbehafteten Detektionswicklung des Nullflussstromwandlers ein Gleichstrom gemessen wird und mittels einer eisenkernlosen Detektionswicklung des Nullflussstromwandlers ein Wechselstrom (insbesondere ein dem Gleichstrom überlagerter Störstrom) gemessen werden.

Dieses Verfahren kann auch so ausgestaltet sein, dass der Wechselstrom eine Frequenz zwischen ca. 10 kHz und 1 MHz aufweist.

Dieses Verfahren kann so ausgestaltet sein, dass mittels der eisenkernbehafteten Detektionswicklung zusätzlich ein Wechselstrom, insbesondere ein dem Gleichstrom überlagerter Wechselstrom, gemessen wird.

Das Verfahren weist gleichartige Vorteile auf, wie sie oben im Zusammenhang mit der Anordnung beschrieben sind.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dazu ist in

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel einer Anordnung mit einem Nullflussstromwandler, in

Figur 2 eine vergrößerte Darstellung eines beispielhaften Gehäuses des Nullflussstromwandlers, in

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel eines Kerngehäuses des Nullflussstromwandlers und in

Figur 4 ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur

Strommessung mittels des Nullflussstromwandlers

dargestellt.

In Figur 1 ist in einer teilweisen Schnittdarstellung ein Ausführungsbeispiel eines Nullflussstromwandlers 1 dargestellt. Der Nullflussstromwandler 1 steht auf einer Oberfläche 3, die Erdpotential 5 aufweist. Bei der Oberfläche 3 kann es sich beispielsweise um die Erdoberfläche, ein Betonfundament oder ein Stahlgerüst handeln. Der Nullflussstromwandler 1 weist ein Gehäuse 8 (äußeres Gehäuse 8, Kapselungsgehäuse 8) auf, welches von einem vertikal angeordneten Stützisolator 12 abgestützt ist. Der Stützisolator 12 ist als ein Hohlisolator 12 ausgebildet. Der Stützisolator 12 weist eine Vielzahl von Schirmen 15 auf und besteht im Ausführungsbeispiel aus einem Kompositmaterial (Verbundmaterial aus mindestens zwei verbundenen Materialien). Der Stützisolator weist z.B. ein glasfaserverstärktes Kunststoffrohr und Silikonrippen auf. Das Gehäuse 8 besteht im Ausführungsbeispiel aus Metall.

Das Gehäuse 8 wird auch als Stromwandlerkopf bezeichnet. Im Inneren des Gehäuses 8 ist ein Kerngehäuse 20 (inneres Gehäuse 20) angeordnet, welches mit einem metallischen Rohr 24 verbunden ist. Zusätzlich ist das Kerngehäuse 20 mittels eines isolierenden Abstandshalters 28 an dem Gehäuse 8 befestigt, genauer gesagt an einem Deckel 32 des Gehäuses 8. In dem Kerngehäuse 20 (und damit auch in dem Gehäuse 8) sind eine Kompensationswicklung 310 und eine Detektionswicklung 316 (vgl. Figur 3)angeordnet. Zusätzlich sind im Kerngehäuse 20 noch weitere Wicklungen 320, 330 angeordnet. Das Kerngehäuse 20 besteht im Ausführungsbeispiel aus Aluminium.

Das Kerngehäuse 20 (und die in dem Kerngehäuse 20 angeordneten Wicklungen 310, 316, 320 und 330) umschließen einen Leiter 36 (Primärleiter). Durch den Leiter 36 fließt der zu messende Strom (Messstrom, Primärstrom). Der Leiter 36 liegt auf einem Hochspannungspotential 38. Bei dem zu

messenden Strom handelt es sich im Ausführungsbeispiel um einen Hochspannungsgleichstrom, dem Wechselströme überlagert sind. Derartige Wechselströme können beispielsweise Oberwellen sein, die beim Umrichten von Hochspannungswechselstrom in Hochspannungsgleichstrom entstehen (überlagerte Ströme).

Die Anschlüsse der in dem Kerngehäuse 20 angeordneten Wicklungen (also insbesondere die Anschlüsse der Wicklungen 310, 316, 320 und 330, vgl. Figur 3) verlaufen durch das metallische Rohr 24 hindurch zu einem Anschlusskasten 40, der nahe der Oberfläche 3 angeordnet ist und auf Erdpotential liegt. An diesem Anschlusskasten 40 können die durch die einzelnen Wicklungen fließenden Ströme aus dem Nullflussstromwandler herausgeführt und den jeweiligen Messschaltungen zugeführt werden.

Der dem Gehäuse 8 benachbarte Abschnitt des Rohrs 24 ist von einer Potentialabsteuereinrichtung 45 umgeben. Mittels dieser Potentialabsteuereinrichtung 45 wird sichergestellt, dass die Potentialunterschiede zwischen dem Gehäuse 8, dem Stützisolator 12 und dem auf Erdpotential 5 liegenden Rohr 24 kontrolliert abgebaut werden. Das metallische Rohr 24 und die Potentialabsteuereinrichtung 45 sind mindestens teilweise von dem Stützisolator 12 umgeben.

Das Kerngehäuse 20 ist mittels des metallischen Rohrs 24 mit der Oberfläche 3 (und damit mit Erdpotential 5) elektrisch verbunden, das Kerngehäuse 20 befindet sich also auf Erdpotential 5. Das Gehäuse 8 befindet sich auf Hochspannungspotential 38. Um das Kerngehäuse 20 gegenüber dem Gehäuse 8 elektrisch zu isolieren, ist das Gehäuse 8 mit dem Gas SF_6 gefüllt (Gasfüllung 48). Das Gehäuse 8 kann optional mit einer Berstplatte versehen sein, durch die bei Überdruck die Gasfüllung 48 austreten kann, ohne das Gehäuse 8 als solches zu zerstören.

Zwischen dem Gehäuse 8 und dem Leiter 36 sind an der Stelle 52 gasdichte Dichtungselemente angeordnet, die in der Figur 1 der besseren Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt sind. Diese Dichtungselemente 52 sorgen dafür, dass das SF_6-Gas der Gasfüllung 48 nicht aus dem Gehäuse 8 entweichen kann. Der Leiter 36 ist an einer Eintrittstelle in das Gehäuse 8 gegenüber dem Gehäuse 8 elektrisch isoliert.

Das Kerngehäuse 20 (welches aus einem Metall, insbesondere aus Aluminium, besteht) schirmt vorteilhafterweise äußere Magnetfelder von den Wicklungen ab. Durch in dem Kerngehäuse 20 angeordnete Isolierschlitze werden umlaufende Wirbelströme vermieden, welche das Messsignal verfälschen würden. Mittels des Gehäuses 8 wird eine weitere Abschirmung von äußeren magnetischen Feldern erreicht. Dadurch kann der Nullflussstromwandler auch in der Nähe von Magnetfelderzeugern aufgestellt werden, beispielsweise in der Nähe von Drosseln oder Transformatoren, ohne dass die Strommessung nennenswert verfälscht wird.

In Figur 2 ist eine Schnittdarstellung des Gehäuses 8 dargestellt. Hierbei ist gut zu erkennen, dass das Rohr 24 in das Kerngehäuse 20 einmündet, so dass die in dem Kerngehäuse 20 angeordneten Wicklungen mit in dem Rohr 24 verlegten Messleitungen mit dem Anschlusskasten 40 verbunden werden können. Weiterhin ist gut zu erkennen, dass der Leiter 36 von dem torusförmigen Kerngehäuse 20 umschlossen wird.

In Figur 3 ist in einer schematischen Schnittdarstellung das Kerngehäuse 20 dargestellt, wobei die Kompensationswicklung 310 die erste Detektionswicklung 316, eine zweite Detektionswicklung 320 sowie eine dritte Detektionswicklung 330 sichtbar sind. Die Kompensationswicklung 310, die erste Detektionswicklung 316 und die zweite Detektionswicklung 320 sind eisenkernbehaftete Wicklungen, d. h. sie sind auf einen Eisenkern gewickelt. So ist beispielsweise die erste Detektionswicklung 316 auf den Eisenkern 335 gewickelt. In der Darstellung der Figur 3 ist der Eisenkern jeweils als

kleines Quadrat und die auf den Eisenkern aufgewickelte Wicklung als größeres Quadrat symbolhaft dargestellt. Die Wicklungen 310, 316 und 320 sowie die zugehörigen Eisenkerne haben jeweils einen quadratischen Querschnitt. Die dritte Detektionswicklung 330 ist eine eisenkernlose Detektionswicklung (Rogowskispule 330, Luftspule 330). Diese weist im Ausführungsbeispiel der Figur 3 einen runden Querschnitt auf und ist mittels eines Kreises dargestellt. Das Kerngehäuse 20 ist im Wesentlichen rotationssymmetrisch bezüglich der Rotationsachse 350.

In Figur 4 ist das Kerngehäuse 20 und der von dem Kerngehäuse 20 umschlossenen Leiter 36 dargestellt. Weiterhin ist schematisch dargestellt, dass die erste Detektionswicklung 316 mittels einer ersten Messleitung 410 (über den nicht dargestellten Anschlusskasten 40) mit einer ersten Messschaltung 420 elektrische verbunden ist. Weiterhin ist die dritte Detektionswicklung 330 mittels einer zweiten Messleitung 430 (über den nicht dargestellten Anschlusskasten 40) mit einer zweiten Messschaltung 440 elektrisch verbunden.

Die erste Messschaltung 420 ist dazu eingerichtet, einen Gleichstrom sowie Wechselströme mit Frequenzen zwischen 0 und ca. 30 kHz zu messen. Derartige Wechselströme können beispielsweise dem Gleichstrom überlagerte Wechselströme sein. Die zweite Messschaltung 440 ist dazu eingerichtet, Wechselströme mit Frequenzen zwischen 10 kHz und 1 MHz zu messen. Die zweite Messschaltung 440 ist insbesondere dazu eingerichtet, Wechselströme mit Frequenzen zwischen 30 kHz und 1 MHz zu messen. Mittels der ersten (eisenkernbehafteten) Detektionswicklung 316 und der ersten Messschaltung 420 werden also der Gleichstrom und Wechselströme mit Frequenzen bis ca. 30 kHz gemessen. Mittels der dritten (eisenkernlosen) Detektionswicklung 330 und der zweiten Messschaltung 440 werden ausschließlich Wechselströme mit Frequenzen zwischen 10 kHz und 1 MHz, insbesondere Frequenzen zwischen 30 kHz und 1 MHz, gemessen.

Mittels der eisenkernlosen Detektionswicklung 330 können also vorteilhafterweise auch höhere Frequenzanteile im zu messenden Strom gemessen werden. Es lassen sich mittels dieser eisenkernlosen Detektionswicklung Ströme bis ca. 1 MHz messen. Dies ist insbesondere bei den Themen RFI (Radio Frequency Interference, Überlagerung von elektromagnetischen Wellen) und EMV (elektromagnetische Verträglichkeit) bei Hochspannungsanlagen mit geforderten niedrigen elektromagnetischen Störpegeln von Vorteil. Weitere vorteilhafte Anwendungsmöglichkeiten bestehen bei der Messung der harmonischen und dynamischen Performance von Hochspannungsanlagen.

Durch den zusätzlichen Einbau der eisenkernlosen Detektionswicklung 330 wird folgender Nachteil der eisenkernbehafteten Detektionswicklung 316 überwunden: Aufgrund der hohen elektrischen Isolationsanforderungen hat das Kerngehäuse 20 mit den Wicklungen einen relativ großen Durchmesser. Daher weist auch der Eisenkern 335 der eisenkernbehafteten Detektionswicklung 316 einen großen Durchmesser auf. Folglich ergeben sich bei der eisenkernbehafteten Detektionswicklung 316 nennenswerte Reaktanzen und Streukapazitäten. Diese begrenzen den Frequenzgang des Nullflussstromwandlers bei Hochspannungsanwendungen.

Mit dem beschriebenen Nullflussstromwandler können Ströme von beispielsweise bis zu 5000 A gemessen werden bei einer Spannung von beispielsweise bis zu ca. 600 kV.

Der beschriebene SF_6-gekapselte vertikale Nullflussstromwandler benötigt (im Vergleich zu einem waagerecht angeordneten Nullflussstromwandler) eine wesentlich geringere Grundfläche. Dadurch kann er insbesondere mit Vorteil im Inneren von Gebäuden und in Schaltfeldern angeordnet werden. Durch die Isolierung mit dem Gas SF_6 wird vorteilhafterweise erreicht, dass im Falle eines internen Isolationsfehlers lediglich das Gas aufgrund des

entstehenden Überdrucks in die Umgebung entweicht - beispielsweise durch eine als Überdruckventil wirkende Berstplatte hindurch. Es wird jedoch - anders als bei einer Ölisolierung - keine zusätzliche Brandlast in Innenräume eingebracht.

Es wurde eine Anordnung und ein Verfahren beschrieben, mit denen insbesondere auf Hochspannungspotential liegende Ströme einfach und preiswert gemessen werden können.

Patentansprüche

1. Anordnung mit einem Nullflussstromwandler (1), der eine Kompensationswicklung (310) und eine Detektionswicklung (316) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Kompensationswicklung (310) und die Detektionswicklung (316) in einem Gehäuse (8) angeordnet sind, das von einem vertikal ausgerichteten Stützisolator (12) abgestützt ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
- im Inneren des Gehäuses (8) ein Kerngehäuse (20) angeordnet ist, welches die Kompensationswicklung (310) und die Detektionswicklung (316) umgibt.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das Kerngehäuse (20) mit Erdpotential (5) verbunden ist.

4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das Kerngehäuse (20) gegenüber dem Gehäuse (8) elektrisch isoliert ist.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das Kerngehäuse (20) mittels SF_6-Gas (48) gegenüber dem Gehäuse (8) elektrisch isoliert ist.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das Kerngehäuse (20) mittels eines isolierenden Abstandshalters (28) in dem Gehäuse (8) gehaltert ist.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass

- das Kerngehäuse (20) mittels eines metallischen Rohrs (24) mit Erdpotential (5) verbunden ist.

8. Anordnung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das metallische Rohr (24) zumindest teilweise von einer Potentialabsteuereinrichtung (45) umgeben ist.

9. Anordnung nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das metallische Rohr (24) zumindest teilweise von dem Stützisolator (12) umgeben ist.

10. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Stützisolator (12) ein Hohlisolator (12), insbesondere ein mit Schirmen (15) versehener Hohlisolator, ist.

11. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das Gehäuse (8) mit SF_6-Gas (48) gefüllt ist.

12. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Detektionswicklung (316) eine eisenkernbehaftete (335) Detektionswicklung ist und der Nullflussstromwandler (1) zusätzlich eine eisenkernlose Detektionswicklung (330) aufweist.

13. Anordnung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die eisenkernbehaftete Detektionswicklung (316) mit einer ersten Messschaltung (420) zum Messen von Gleichstrom elektrisch verbunden ist und die eisenkernlose Detektionswicklung (330) mit einer zweiten Messschaltung (440) zum Messen von Wechselstrom elektrisch verbunden ist.

14. Anordnung nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite Messschaltung (440) zum Messen von Wechselströmen mit Frequenzen zwischen ca. 10 kHz und 1 MHz eingerichtet ist.

15. Anordnung nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die erste Messschaltung (420) zum Messen von Gleichstrom und zum Messen von Wechselströmen mit Frequenzen zwischen Null und ca. 30 kHz eingerichtet ist.

16. Hochspannungs-Gleichstrom-Energieübertragungseinrichtung mit einer Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

17. Verfahren zum Messen von Strömen mittels eines Nullflussstromwandlers (1), bei dem
- mittels einer eisenkernbehafteten Detektionswicklung (316) des Nullflussstromwandlers (1) ein Gleichstrom gemessen wird (420) und
- mittels einer eisenkernlosen Detektionswicklung (330) des Nullflussstromwandlers (1) ein Wechselstrom gemessen wird (440).

18. Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, dass
- mittels der eisenkernbehafteten Detektionswicklung (316) zusätzlich ein Wechselstrom, insbesondere ein dem Gleichstrom überlagerter Wechselstrom, gemessen wird (420).

FIG 1

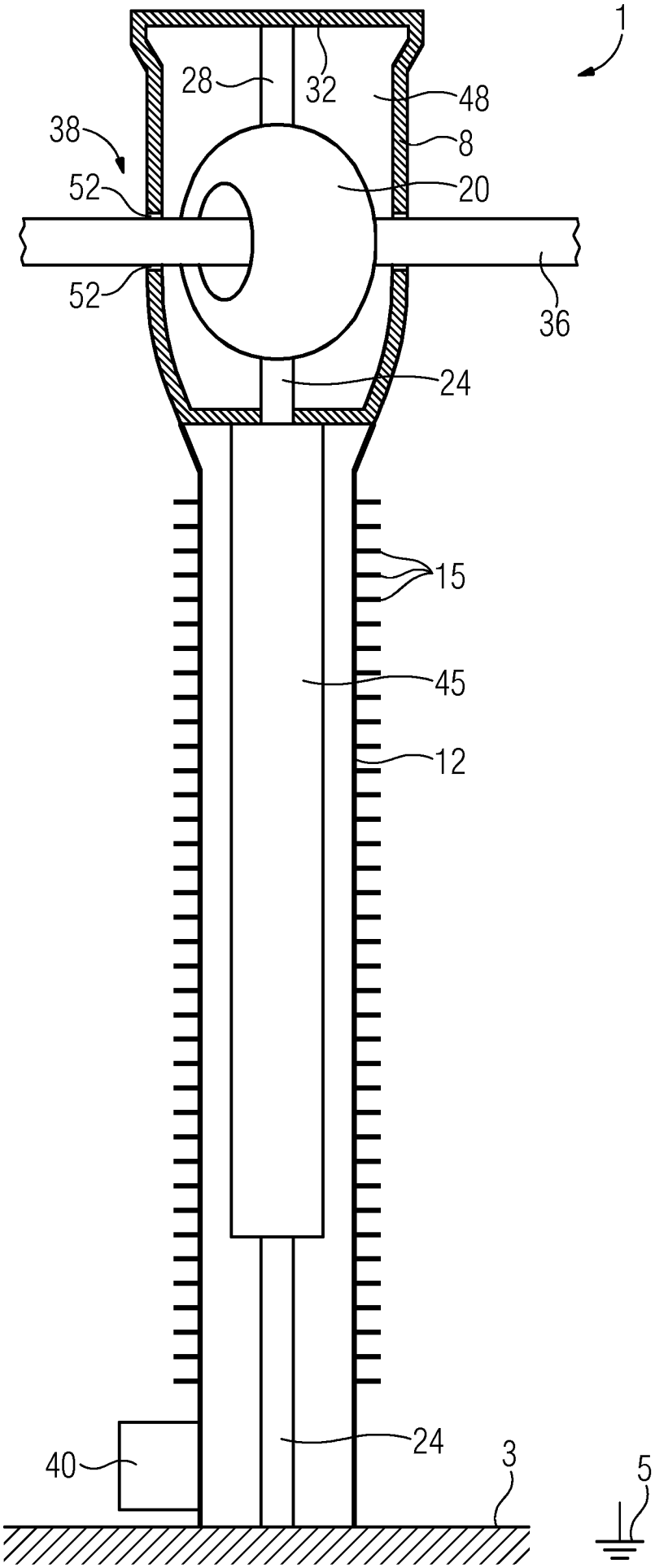


FIG 2

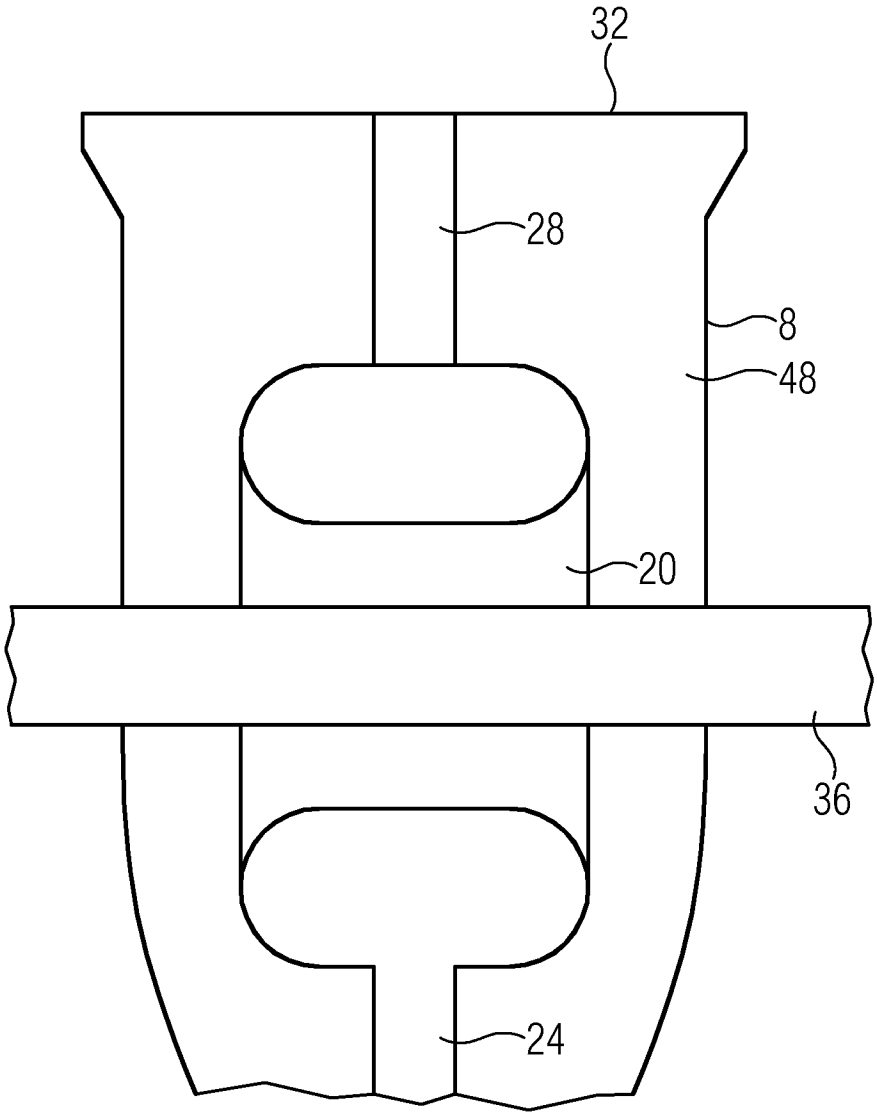


FIG 3

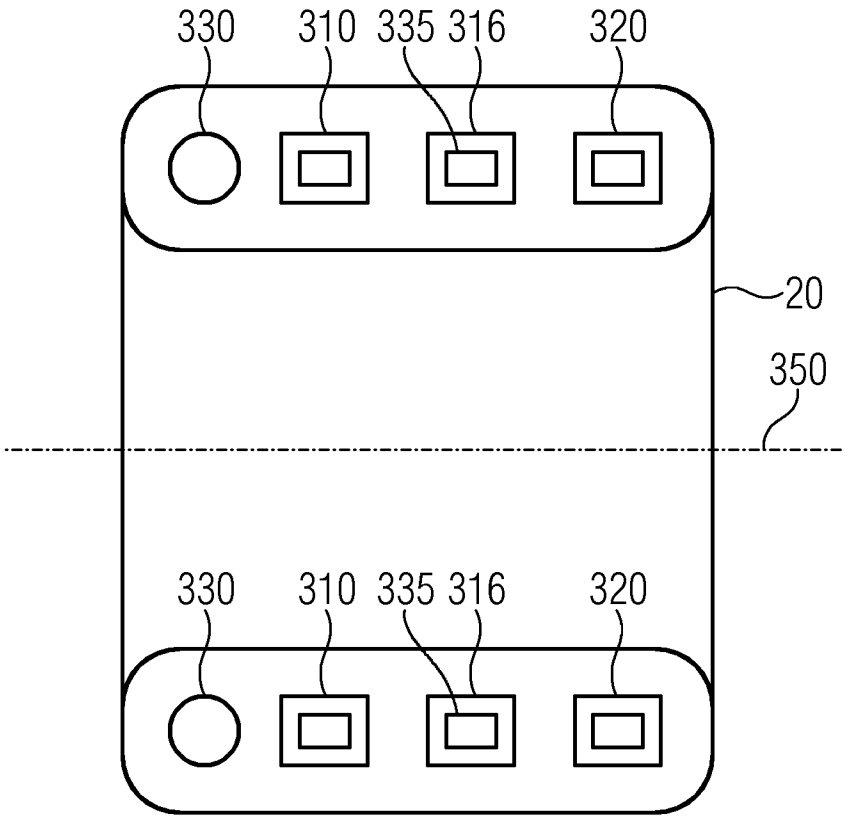
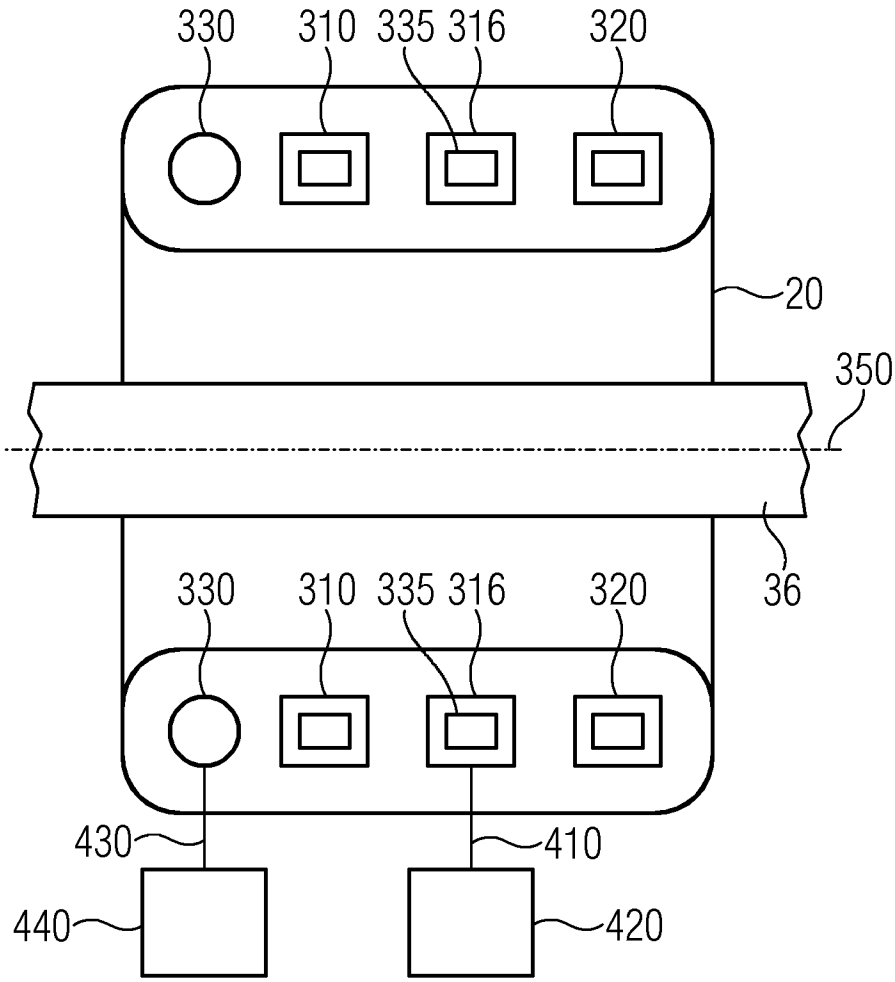

330
310
335
316
320
20
350
330
310
335
316
320

FIG 4


330
310
335
316
320
20
350
36
330
310
335
316
320
430
410
440
420

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/064687

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01R15/18 H01F38/30
ADD. G01R19/00

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 H01F

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	CN 102 496 446 B (CHINA XD ELECTRIC CO LTD) 16 April 2014 (2014-04-16)	1-11,16
Y	paragraph [0001] - paragraph [0024]; figures 1,2	12-15, 17,18
A	DE 35 40 547 A1 (MESSWANDLER BAU AG [DE]) 21 May 1987 (1987-05-21) column 4, line 18 - line 38; figures 1-4 column 5, line 31 - line 45 column 6, line 21 - line 27	1-11
X	CN 203 551 641 U (ANHUI ONESKY ELECTRIC TECH CO LTD) 16 April 2014 (2014-04-16)	17,18
Y	the whole document	12-15

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
30 November 2016	09/12/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Hof, Klaus-Dieter

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2016/064687

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see extra sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International application No.
PCT/EP2016/064687

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-11 (in full); 16 (in part)

Mechanical design and grounding/insulation of the current transformer

---

2. Claims 12-15, 17, 18 (in full); 16 (in part)

Current transformer comprising an iron-cored and air-cored detection winding

---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/064687

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 203 241 471 U (ELEC POWER RES INST GUANGDONG; NANJING XINNING OPTO ELECTRONICS ENGINE) 16 October 2013 (2013-10-16)	12-15
Y	the whole document	17,18
Y	WO 98/16839 A1 (SIEMENS AG [DE]; ERMISCH JOCHEN [DE]; STEPHAN UWE [DE]; THIEME FRANK [) 23 April 1998 (1998-04-23) page 3, line 29 - page 3, line 7; figure 1 page 4, line 17 - line 19 page 5, line 12 - page 9, line 17	12-15, 17,18
Y	JP 2002 286763 A (NISSIN ELECTRIC CO LTD) 3 October 2002 (2002-10-03) paragraphs [0000], [0003] - paragraphs [0006], [0009], [0010], [0014], [0019]; figures 1,2	12-15, 17,18

5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/064687

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 102496446 B	16-04-2014	NONE	
DE 3540547 A1	21-05-1987	DD 250806 A5	21-10-1987
		DE 3540547 A1	21-05-1987
		JP S62183103 A	11-08-1987
		ZA 8608399 B	29-07-1987
CN 203551641 U	16-04-2014	NONE	
CN 203241471 U	16-10-2013	NONE	
WO 9816839 A1	23-04-1998	EP 0931267 A1	28-07-1999
		US 6346805 B1	12-02-2002
		WO 9816839 A1	23-04-1998
JP 2002286763 A	03-10-2002	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/064687

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01R15/18 H01F38/30
ADD. G01R19/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01R H01F

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 Y	CN 102 496 446 B (CHINA XD ELECTRIC CO LTD) 16. April 2014 (2014-04-16) Absatz [0001] - Absatz [0024]; Abbildungen 1,2	1-11,16 12-15, 17,18
A	DE 35 40 547 A1 (MESSWANDLER BAU AG [DE]) 21. Mai 1987 (1987-05-21) Spalte 4, Zeile 18 - Zeile 38; Abbildungen 1-4 Spalte 5, Zeile 31 - Zeile 45 Spalte 6, Zeile 21 - Zeile 27	1-11
X Y	CN 203 551 641 U (ANHUI ONESKY ELECTRIC TECH CO LTD) 16. April 2014 (2014-04-16) das ganze Dokument	17,18 12-15

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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
30. November 2016	09/12/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Hof, Klaus-Dieter

5

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CN 203 241 471 U (ELEC POWER RES INST GUANGDONG; NANJING XINNING OPTO ELECTRONICS ENGINE) 16. Oktober 2013 (2013-10-16)	12-15
Y	das ganze Dokument	17,18
Y	WO 98/16839 A1 (SIEMENS AG [DE]; ERMISCH JOCHEN [DE]; STEPHAN UWE [DE]; THIEME FRANK [) 23. April 1998 (1998-04-23) Seite 3, Zeile 29 - Seite 3, Zeile 7; Abbildung 1 Seite 4, Zeile 17 - Zeile 19 Seite 5, Zeile 12 - Seite 9, Zeile 17	12-15, 17,18
Y	JP 2002 286763 A (NISSIN ELECTRIC CO LTD) 3. Oktober 2002 (2002-10-03) Absätze [0000], [0003] - Absätze [0006], [0009], [0010], [0014], [0019]; Abbildungen 1,2	12-15, 17,18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/064687

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchengebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.

☐ Die zusätzlichen Recherchengebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.

☒ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN **PCT/ISA/** 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-11(vollständig); 16(teilweise)

   Mechanischer Aufbau und Erdung/Isolierung des Stromwandlers

   ---

2. Ansprüche: 12-15, 17, 18(vollständig); 16(teilweise)

   Stromwandler mit eisenkernbehafteter und eisenkernloser Detektionswicklung

   ---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/064687

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 102496446 B	16-04-2014	KEINE	
DE 3540547 A1	21-05-1987	DD 250806 A5	21-10-1987
		DE 3540547 A1	21-05-1987
		JP S62183103 A	11-08-1987
		ZA 8608399 B	29-07-1987
CN 203551641 U	16-04-2014	KEINE	
CN 203241471 U	16-10-2013	KEINE	
WO 9816839 A1	23-04-1998	EP 0931267 A1	28-07-1999
		US 6346805 B1	12-02-2002
		WO 9816839 A1	23-04-1998
JP 2002286763 A	03-10-2002	KEINE	