

(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
02. November 2017 (02.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/186429 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01F 29/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/057155

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. März 2017 (27.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 206 947.0
25. April 2016 (25.04.2016) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München
(DE).

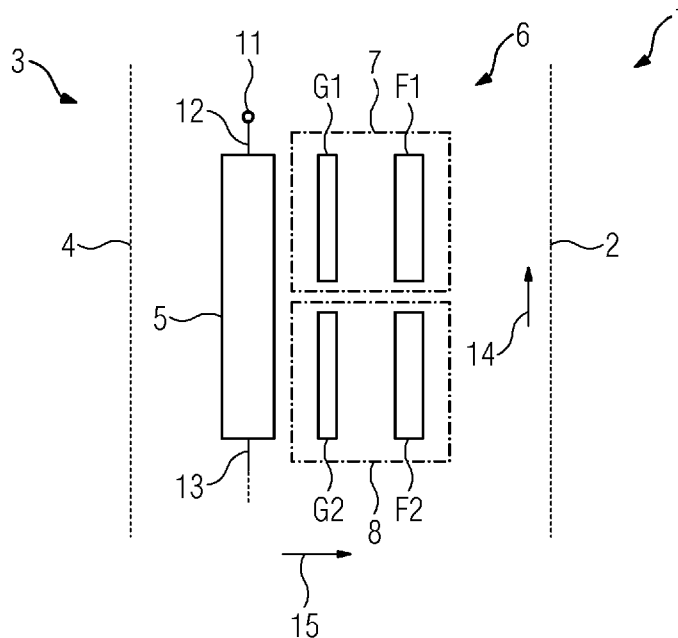
(72) Erfinder: KOCZULA, Carsten; Peterstr. 3, 90478 Nürnberg (DE). BIEGEL, Manfred; Schiestlstraße 23, 90427 Nürnberg (DE). TELI, Zsolt; Pirkheimerstraße 124, 90409 Nürnberg (DE). TRAUTMANN, Frank; Thuisbrunner Str. 1, 90411 Nürnberg (DE). HOPPE, Jens; Flurstr. 29, 90592 Schwarzenbruck (DE). KÖHL, Johann; Petersauracher Str. 9a, 90449 Nürnberg (DE). WELSS, Klaus; Dr.-Carlo-Schmid-Str. 152, 90491 Nürnberg (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, 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,

(54) Title: ELECTRICAL HIGH-VOLTAGE DEVICE WITH A REGULATING WINDING GROUP

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHES HOCHSPANNUNGSGERÄT MIT EINER REGELWICKLUNGSGRUPPE

FIG 1



(57) Abstract: In order to provide an electrical device (1) for connection to a high-voltage supply system, having a housing (2) which can be filled with a cooling liquid, having a core (3) which is arranged in the housing (3) and is composed of a magnetizable material, having a main winding (5) which encloses one section (4) of the core (3), having a regulating winding group (6) with regulating windings which each enclose a section (4) of the core (3), and having a switch (19) which selectively allows or prevents a current flow across each regulating winding, which electrical device has a larger reactive power setting range, it is proposed that the regulating winding group (6) has a first regulating winding subgroup (7) and a second regulating winding subgroup (8), wherein the first regulating winding subgroup (7) and the second regulating winding subgroup (8) are of identical construction to one another.



WO 2017/186429 A1

SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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)

(57) Zusammenfassung: Um ein elektrisches Gerät (1) zum Anschluss an ein Hochspannungsnetz mit einem Gehäuse (2), das mit einer Kühlflüssigkeit befüllbar ist, einem in dem Gehäuse (2) angeordneten Kern (3) aus einem magnetisierbaren Material, einer Stammwicklung (5), die einen Abschnitt (4) des Kerns (3) umschließt, einer Regelwicklungsgruppe (6) mit Regelwindungen, die jeweils einen Abschnitt (4) des Kerns (3) umschließen, und einem Schalter (19), der einen Stromfluss über jede Regelwindungen wahlweise ermöglicht oder verhindert, zu schaffen, das einen größeren Blindleistungseinstellbereich aufweist, wird vorgeschlagen, dass die Regelwicklungsgruppe (6) über eine erste Regelwicklungsuntergruppe (7) und eine zweite Regelwicklungsuntergruppe (8) verfügt, wobei die erste Regelwicklungsuntergruppe (7) und die zweite Regelwicklungsuntergruppe (8) zueinander identisch aufgebaut sind.

Beschreibung

Elektrisches Hochspannungsgerät mit einer Regelwicklungsgruppe

5

Die Erfindung betrifft ein elektrisches Gerät zum Anschluss an ein Hochspannungsnetz mit einem Gehäuse, das mit einer Kühlflüssigkeit befüllbar ist, einem in dem Gehäuse angeordneten Kern aus einem magnetisierbaren Material, einer Stammwicklung, die einen Abschnitt des Kerns umschließt, einer Regelwicklungsgruppe mit Regelungswicklungen, die jeweils einen Abschnitt des Kerns umschließen, und einem Schalter, der einen Stromfluss über jede Regelungswicklungen wahlweise ermöglicht oder verhindert.

15

Ein solches elektrisches Gerät ist aus der Praxis bekannt. So wird eine Drossel in elektrischen Versorgungsnetzen eingesetzt, um zum Beispiel kapazitive Blindleistung zu kompensieren. Hierzu ist die Drossel mit einem Laststufenschalter ausgerüstet, mit dem Windungen einer Regelwicklungsgruppe einer Stammwicklung zugeschaltet werden können. Bisher lag der maximal realisierbare Blindleistungseinstellbereich für eine solche Drossel beispielsweise bei etwa 60% in einem 420kV Netz, bezogen auf deren maximale Betriebsleistung. Aufgrund der zunehmenden Schwankung der Blindleistung im Versorgungsnetz, ist es jedoch wünschenswert die Blindleistung im Netz über einen größeren Bereich hinweg regeln zu können.

20

25

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein elektrisches Gerät der eingangs genannten Art bereitzustellen, die einen Blindleistungseinstellbereich zu vergrößern. Beispielsweise soll der Blindleistungseinstellbereich bezogen auf die maximale Leistung des elektrischen Geräts bei einer Spannung von 420 kV größer als 60% sein.

30

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass die Regelwicklungsgruppe eine erste Regelwicklungsuntergruppe und eine zweite Regelwicklungsuntergruppe aufweist, wobei die erste

Regelwicklungsuntergruppe und die zweite Regelwicklungsuntergruppe zueinander identisch aufgebaut sind.

Erfindungsgemäß sind zum Bereitstellen eines größeren Einstellbereichs der Blindleistung zwei Regelungsuntergruppen vorgesehen, die einen zueinander gleichen Aufbau aufweisen. Durch die Verdopplung der Regelungswicklungsgruppen werden die zusätzlichen Windungen bereitgestellt, die zum Vergrößern des Einstellbereichs notwendig sind. Dabei sind die erste Regelungsuntergruppe und die zweite Regelungsuntergruppe so in dem Gehäuse des elektrischen Gerätes angeordnet, dass in dem durch das Gehäuse begrenzten Bauraum die vorgegebenen Randbedingungen eingehalten werden. Diese vorgegebenen Randbedingungen umfassen beispielsweise die durch den Schalter begrenzte maximal zulässige Streureaktanz zwischen jedem Grob- und Feinstufenpaar des Schalters, die nicht überschritten werden dürfen, um einen sicheren Betrieb des elektrischen Gerätes zu ermöglichen. Die Streureaktanz kann auf üblichem dem Fachmann bekanntem Wege ermittelt werden. Sind beispielsweise zwei Wicklungen nebeneinander angeordnet, kann die die Streureaktanz aus den Messungen der Kurzschlussimpedanz beider Wicklungen ermittelt werden.

Die Regelwicklungsuntergruppen weisen bevorzugt jeweils wenigstens eine Grob- und wenigstens eine Feinstufe auf. Der Stromfluss über die Grob- und Feinstufe(n) der Regelungswicklungsuntergruppe kann durch den besagten Schalter je nach Bedarf unterbrochen werden. Bei dem Schalter handelt es sich beispielsweise um einen handelsüblichen Laststufenschalter. Eine Grobstufe ist eine Wicklung mit mehr Windungen als eine Feinstufe. Dabei kann im Rahmen der Erfindung die Feinstufe in mehrere Feinstufenuntereinheiten unterteilt sein. Das Zuschalten einer Grobstufe ändert die Blindleistung im Netz also stärker als das Zuschalten einer Feinstufe. Die Begriffe Grobstufe, Feinstufe und Grobwicklung bzw. Feinwicklung werden hier synonym verwendet.

Um bei dem vorgegebenen und somit begrenzten Bauraum das zulässige Maß an Streureaktanz nicht zu überschreiten, sind die Regelungswicklungsuntergruppen die Stammwicklung in einer erfinderischen Weise in dem allen Wicklungen gemeinsamen Gehäuse des elektrischen Gerätes angeordnet.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umschließt die Stammwicklung einen sich in axialer Richtung erstreckenden Kernabschnitt. Der besagte Kernabschnitt ist beispielsweise ein Schenkel eines Kerns. Die Stammwicklung umfasst eine erste Windung, die zum direkten Anschluss an das Hochspannungsnetz eingerichtet ist. Mit anderen Worten ist die erste Windung über einen windungsfreien Leiterabschnitt mit einem Hochspannungsanschluss des elektrischen Gerätes verbunden. Dieser Hochspannungsanschluss ist beispielsweise eine zweckmäßige Durchführung, deren Hochspannungsleiter an seinem Wicklungsende mit der ersten Windung verbunden ist. An der vom Wicklungsende abgewandten Seite der Hochspannungsdurchführung ist beispielsweise ein Freiluftanschluss ausgebildet. Über den Freiluftanschluss ist die jeweilige Stammwicklung mit einer Phase eines Hochspannungsnetzes verbunden. Die erste Regelungswicklungsuntergruppe und die zweite Regelungswicklungsuntergruppe sind bei dieser Ausführung der Erfindung in der besagten axialen Richtung übereinander beabstandet angeordnet und umschließen einen Teil des Kernabschnittes, den auch die Stammwicklung umschließt. Dabei sind die Regelungswicklungsuntergruppen in axialer Richtung jeweils kürzer und bevorzugt jeweils etwas weniger als halb so lang wie die Stammwicklung ausgebildet. Die axial übereinander gestapelten Regelungswicklungsuntergruppen umschließen daher in Summe den gleichen Kernabschnitt, also beispielsweise den gleichen Schenkelbereich wie die Stammwicklung. Bei dieser Anordnung, die kostengünstig herstellbar ist, ist sichergestellt, dass die zulässigen Streureaktanzen nicht überschritten und der Schalter, also beispielsweise ein Stufenschalter, störungsfrei arbeiten kann.

Gemäß einer diesbezüglich abweichenden Ausgestaltung der Erfindung umschließt die Stammwicklung einen sich in axialer Richtung erstreckenden Kernabschnitt, wobei die erste Windung zum direkten Anschluss an das Hochspannungsnetz eingerichtet ist. Mit anderen Worten ist die erste Windung über einen ungewundenen windungsfreien Leiterabschnitt mit dem Hochspannungsanschluss des elektrischen Gerätes verbunden. Bei dieser Ausgestaltung umschließen jedoch die erste Regelungswicklungsuntergruppe und die zweite Regelungswicklungsuntergruppe jeweils den gleichen Kernabschnitt wie die Stammwicklung, wobei die erste Regelungswicklungsuntergruppe und die zweite Regelungswicklungsuntergruppe konzentrisch zueinander und somit natürlich auch zur Stammwicklung angeordnet sind. Weisen die Regelwicklungsuntergruppen jeweils eine Grob- und eine Feinstufe auf, ist bei einer Ausführung der Erfindung eine Grobstufe in radialer Richtung der Stammwicklung zugewandt. In radialer Richtung nach außen folgt dann die Feinstufe dieser Regelwicklungsuntergruppe. Hieran schließt sich bevorzugt eine Feinstufe der zweiten Regelwicklungsuntergruppe an. Die Reihenfolge in radialer Richtung von innen nach außen ist dann Grob-, Fein-, Fein-, Grobstufe. Im Rahmen der Erfindung kann die besagte Reihenfolge aber auch Grob-, Fein, Grob-, Feinstufe sein. Auch bei dieser Ausgestaltung der Erfindung können die Streureaktanzen auf ein zulässiges Maß begrenzt werden, so dass es zu einem fehlerfreien Betrieb des elektrischen Gerätes und insbesondere des Schalters kommen kann.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung, die von den bisherigen Ausführungsbeispielen abweicht, umschließt die Stammwicklung einen sich in axialer Richtung erstreckenden Kernabschnitt, wobei eine mittlere Windung zum direkten Anschluss an das Hochspannungsnetz eingerichtet ist. Eine solche Ausgestaltung wird auch als Mittenanschluss bezeichnet. Hierbei umschließen die erste Regelungswicklungsuntergruppe und die zweite Regelungswicklungsuntergruppe jeweils den gleichen Kernabschnitt und sind in radialer Richtung nebeneinander angeordnet, wobei sie jedoch jeweils in zwei identische Wicklungsuntergruppen unterteilt sind. Mit anderen Wor-

ten sind die erste Regelwicklungsuntergruppe und die zweite
Regelungswicklungsuntergruppe konzentrisch zueinander und zur
Stammwicklung angeordnet. Sie weisen jedoch darüber hinaus
jeweils zwei Wicklungsuntergruppen auf, die ebenfalls iden-
5 tisch zueinander ausgebildet sind und einen Abstand in axia-
ler Richtung zueinander aufweisen. Aufgrund dieser beabstan-
deten Anordnung begrenzen die Wicklungsuntergruppen einen An-
schlusspalt, durch den sich ein ungewundener, also windungs-
freier, Leiterabschnitt erstreckt, der die mittlere Wicklung
10 mit dem Hochspannungsanschluss des elektrischen Gerätes ver-
bindet. Auch gemäß dieser Ausgestaltung ist ein störungsfrei-
es Schalten der Regelungswicklungsuntergruppen durch handels-
übliche Schalter, beispielsweise Stufenschalter, ermöglicht.
Der Mittenanschluss ist für bestimmte Anforderungen, vorteil-
15 haft. Hinsichtlich der Anordnung der Grob- und Feinstufen
gelten die zuvor gemachten Ausführungen hier entsprechend.

Zweckmäßigerweise weist jede Regelungswicklungsuntergruppe
eine Grob- und eine Feinwicklung auf. Gemäß einer diesbezüg-
20 lich zweckmäßigen Weiterentwicklung ist die Feinwicklung in
zwei Feinunterwicklungen unterteilt. Gemäß dieser vorteilhaf-
ten Weiterentwicklung können die Einstellbereiche genauer ge-
wählt und somit die Blindleistung in dem mit dem elektrischen
Gerät verbundenen Versorgungsnetz noch genauer geregelt wer-
25 den.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfin-
dung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von Aus-
führungsbeispielen der Erfindung unter Bezug auf die Figuren
30 der Zeichnung, wobei gleich wirkende Bauteile mit gleichen
Bezugszeichen versehen sind und wobei

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungs-
gemäßen elektrischen Gerätes in einer schema-
35 tischen Seitenansicht,

Figur 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Gerätes in einer schematischen Seitenansicht,

5 Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Gerätes in einer schematischen Seitenansicht und

10 Figuren 4 und 5 jeweils die Stellung eines Schalters eines elektrischen Gerätes gemäß der Figuren 1 bis 3 schematisch verdeutlichen.

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektrischen Gerätes 1, das in diesem Fall als Drossel oder mit anderen Worten Kompensationsdrossel 1 ausgeführt
15 ist. Die Drossel 1 weist ein Gehäuse 2 auf, das aus einem elektrischen leitenden Metall besteht und auf einem Erdpotential liegt. In dem Gehäuse 2 ist ein Drosselkern 3 angeordnet, von dem in Figur 2 lediglich ein Schenkel 4 als Kernabschnitt schematisch angedeutet ist. Der Drosselkern 3 besteht
20 aus flachen, ebenen Blechen, die aus einem magnetisierbaren Material bestehen. Durch den Einsatz magnetisierbarer Blechen zum Aufbau des Kerns werden bekanntermaßen Wirbelströme unterdrückt.

25

In Figur 1 ist lediglich ein Schenkel 4 des Drosselkerns 3 gezeigt. Der Kern 3 kann jedoch weitere entsprechend aufgebaute Schenkel 4 aufweisen. Darüber hinaus kann der Kern über Rückflussschenkel verfügen, die von keiner Wicklung umgeben
30 sind. Mit anderen Worten kann die Drossel 1 einphasig oder mehrphasig ausgebildet sein.

Der Schenkel 4 ist in Figur 1 von einer Stammwicklung 5 umgeben, die in der gezeigten Schnittansicht nur an einer Seite
35 des Schenkels 4 schematisch verdeutlicht ist. Neben der Stammwicklung 5 weist die Drossel 1 eine Regelwickelgruppe 6 auf, die aus einer ersten Regelwicklungsuntergruppe 7 und einer zweiten Regelwicklungsuntergruppe 8 besteht. Die erste

Regelwicklungsuntergruppe 7 und die zweite Regelwicklungsuntergruppe 8 sind identisch zueinander aufgebaut. Das Gehäuse 2 der Drossel 1 ist mit einer Isolierflüssigkeit, beispielsweise einem Öl oder Ester, befüllt, die neben der elektrischen Isolierung auch zur Kühlung des Aktivteils 4, 5, 6 der Drossel 1 dient.

Jede Regelwicklungsuntergruppe 7 beziehungsweise 8 verfügt über eine Grobwicklung und eine Feinwicklung als Grob- bzw. Feinstufe. Die Grob- und Feinwicklung der ersten Regelwicklungsuntergruppe 7 sind mit G1 bzw. F1 referenziert. G verweist hierbei auf die Grobwicklung und F auf die Feinwicklung. Entsprechend verweist G2 auf die Grobwicklung der zweiten Regelwicklungsgruppe und F2 auf deren Feinwicklung. Grobwicklungen weisen deutlich mehr Windungen auf als Feinwicklungen.

Die Stammwicklung 5 bildet eine erste Windung aus, die mit einem Hochspannungsanschluss 11 über einen windungsfreien Leitungsabschnitt 12 verbunden ist. An ihrer vom Hochspannungsanschluss 1 abgewandten Seite bildet die Stammwicklung 5 einen Sternpunktanschluss 13 aus. Der Sternpunktanschluss ist in dem gezeigten Beispiel mit dem Erdpotenzial verbunden. Abweichend davon kann der Anschluss 13 mit den anderen Phasen der Drossel 1 eine Dreiecksschaltung ausbilden.

Die Drossel 1 verfügt darüber hinaus über einen Stufenschalter als Schalter, der in Figur 1 nicht gezeigt ist und der später im Zusammenhang mit der Erläuterung der Figuren 4 und 5 beschrieben wird. Mit Hilfe des Schalters ist es möglich, die Stammwicklung 5 mit den Wicklungen der ersten Regelwicklungsuntergruppen 7 und/oder 8 so zu verbinden, dass die Blindleistung in einem an dem Hochspannungsanschluss 11 angeschlossenen Versorgungsnetz stufenweise geregelt werden kann. In axialer Richtung 14 ist jede Regelwicklungsuntergruppe 7 oder 8 weniger als halb so lang dimensioniert wie die Stammwicklung 5. In radialer Richtung 15 ist die Stammwicklung 5 dem Schenkel 4 zugewandt, wobei die Grobwicklungen G1 bezie-

hungsweise G2 und die Feinwicklungen F1 beziehungsweise F2 folgen. Somit umschließen die Grobwicklungen G1 und G2 die Stammwicklung 5. Die Feinwicklungen F1 und F2 umschließen ihrerseits die Grobwicklungen G1 beziehungsweise G2.

5

Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektrischen Gerätes 1, das auch hier wieder als Drossel 1 ausgeführt ist. Die in Figur 2 dargestellte Drossel 1 unterscheidet sich von der Drossel gemäß Figur 1 lediglich durch die Anordnung der Regelwicklungsuntergruppen 7 und 8. So sind in dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel die Regelwicklungsuntergruppen 7 und 8 konzentrisch oder mit radialem Abstand zueinander angeordnet, im Gegensatz zur axialen Anordnung gemäß Figur 1. Mit anderen Worten umgibt die Regelwicklungsuntergruppe 7 die Stammwicklung 5 konzentrisch, wobei diese wiederum innerhalb der Regelwicklungsuntergruppe 8 liegt, die die Regelwicklungsuntergruppe 7 und die Stammwicklung 5 sowie den Schenkel 4 des Kerns konzentrisch umgibt. Dabei ist die erste Windung mit der Stammwicklung 5 mit dem Hochspannungsanschluss 11 direkt, also über einen windungsfreien Leistungsabschnitt 12 verbunden. Die axiale Ausdehnung oder Länge jeder Regelwicklungsuntergruppe entspricht in etwa derjenigen der Stammwicklung 5. Die Grobwicklung G1 ist in dem gezeigten Beispiel als Grobstufe der Stammwicklung 5 zugewandt. Die Feinstufe der ersten Regelwicklungsuntergruppe 7 umfasst zwei konzentrische Feinwicklungen F1, die wiederum einer zwei Feinwicklungen F2 aufweisenden Feinstufe der zweiten Regelwicklungsuntergruppe zugewandt sind. Die Grobwicklung G2 liegt in radialer Richtung 15 außen. Die Reihenfolge in radialer Richtung 15 von innen nach außen kann somit als Grob-, Fein-, Fein-, Fein-, Fein-, Grobstufe bezeichnet werden. Ansonsten gelten die Ausführungen zu Figur 1 hier entsprechend.

Figur 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektrischen Gerätes 1, das wieder als Drossel ausgeführt ist. Die hier dargestellte Drossel 1 unterscheidet sich von der in Figur 2 gezeigten Ausgestaltung wieder ledig-

lich durch die Ausgestaltung der ersten Regelwicklungsuntergruppe 7 und der zweiten Regelwicklungsuntergruppe 8. Wie in Figur 2 sind die beiden Regelwicklungsuntergruppen 7 und 8 konzentrisch zueinander und zur Stammwicklung 5 angeordnet, die den Schenkel 4 des Kerns 3 konzentrisch umgibt. Im Gegensatz zu dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist jedoch nicht die erste Windung der Stammwicklung 5 mit dem Hochspannungsanschluss 11 verbunden. Vielmehr wurde ein Mit-

5 tenanschluss gewählt, so dass eine in der Mitte der Stammwicklung 5 liegende Windung über einen windungsfreien Leiterabschnitt 12 mit dem Hochspannungsanschluss 11 der Drossel 1 verbunden ist. Dabei erstreckt sich der Leiterabschnitt 12 durch zwei identisch zueinander aufgebaute Wicklungsunter-

10 gruppen 16 und 17, die in axialer Richtung 14 mit Abstand zueinander angeordnet sind, so dass ein Anschlusspalt 18 ausgebildet ist. Der Leiterabschnitt 12 erstreckt sich durch den Anschlusspalt 18. Wie in Figur 2 sind die Grobwicklungen G1 und G2 in radialer Richtung 15 innen beziehungsweise außen angeordnet. Die Wicklungen der Wicklungsgruppen 16 und 17 der

15 ersten und zweiten Regelwicklungsuntergruppe 7 beziehungsweise 8 sind miteinander elektrisch verbunden, jedoch nicht mit dem Leiterabschnitt 12.

Figur 4 zeigt eine Schaltstellung eines Stufenschalters 19 bei einer Drossel 1 gemäß Figur 1. In der gezeigten Schaltstellung sind alle Grob- und Feinwicklungen sowohl der ersten Regelwicklungsuntergruppe 7 als auch der zweiten Regelwick-

25 lungenuntergruppe 8 zwischen den Hochspannungsanschluss 11 und den geerdeten Sternpunkt 13 geschaltet. Der Stufenschalter 19 verfügt über zwei Vorwähler 20a und 20b zum Zuschalten oder überbrücken jeweils einer Grobwicklung G1 bzw. G2 sowie über

30 einen Feinwähler 21 zum Zuschalten oder Überbrücken jeweils einer Feinwicklung F1 bzw. F2.

Figur 5 zeigt eine weitere Variante zum Schalten der Kompensationsdrosselspule gemäß Figur 1, das sich von dem in Figur 4 gezeigten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass zwei separate Stufenschalter 19a und 19b pro Phase der Dros-

sel 1 verwendet werden. Darüber hinaus unterscheidet sich die axiale Achssymmetrie der Grob- und Feinstufenwicklungen voneinander. Während in Figur 4 eine Achssymmetrie Grob/Fein Fein/Grob gewählt wurde, wurde in dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 eine Achssymmetrie Grob/Fein Grob/Fein eingestellt.

Patentansprüche

1. Elektrisches Gerät (1) zum Anschluss an ein Hochspannungsnetz mit

- 5 - einem Gehäuse (2), das mit einer Kühlflüssigkeit befüllbar ist,
- einem in dem Gehäuse (2) angeordneten Kern (3) aus einem magnetisierbaren Material,
- einer Stammwicklung (5), die einen Abschnitt (4) des Kerns
10 (3) umschließt,
- einer Regelwicklungsgruppe (6) mit Regelungswicklungen, die jeweils einen Abschnitt des Kerns umschließen, und
- einem Schalter (19), der einen Stromfluss über jede Regelungswicklungen wahlweise ermöglicht oder verhindert,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Regelwicklungsgruppe (6) eine erste Regelwicklungsuntergruppe (7) und eine zweite Regelwicklungsuntergruppe (8) aufweist, wobei die erste Regelwicklungsuntergruppe (7) und die zweite Regelwicklungsuntergruppe (8) zueinander identisch
20 aufgebaut sind.

2. Elektrisches Gerät (1) nach Anspruch 1,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Stammwicklung (1) einen sich in axialer Richtung erstreckenden Kernabschnitt (4) umschließt und eine erste Windung
25 aufweist, die zum direkten Anschluss an das Hochspannungsnetz eingerichtet ist, wobei die erste Regelwicklungsuntergruppe (7) und die zweite Regelwicklungsuntergruppe (8) in axialer Richtung übereinander angeordnet sind und jeweils einen Teil
30 des Kernabschnittes (4) umschließen, den die Stammwicklung (5) umgibt.

3. Elektrisches Gerät (1) nach Anspruch 1,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
35 die Stammwicklung (5) einen sich in axialer Richtung erstreckenden Kernabschnitt (4) umschließt und erste Windung zum direkten Anschluss an das Hochspannungsnetz eingerichtet ist, wobei die erste Regelwicklungsuntergruppe (7) und die zweite

Regelwicklungsuntergruppe (8) jeweils den gleichen Kernabschnitt (4) wie die Stammwicklung (5) umschließen und konzentrisch zueinander angeordnet sind.

5 4. Elektrische Gerät (1) nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Stammwicklung (5) einen sich in axialer Richtung erstreckenden Kernabschnitt (4) umschließt und eine mittlere Windung zum direkten Anschluss an das Hochspannungsnetz eingerichtet ist, wobei die erste Regelwicklungsuntergruppe (7)
10 und zweite Regelwicklungsuntergruppe (8) jeweils den gleichen Kernabschnitt (4) umschließen und in radialer Richtung (15) nebeneinander angeordnet sind, wobei die erste Regelwicklungsuntergruppe (7) und die zweite Regelwicklungsuntergruppe
15 (8) jeweils in zwei identische Wicklungsuntergruppen (16, 17) unterteilt sind, die in axialer Richtung voneinander beabstandet sind, so dass ein Anschlusspalt (18) zum Anschluss der mittleren Windung gebildet ist.

20 5. Elektrisches Gerät (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
jede Regelwicklungsuntergruppe (7, 8) eine Grob- (G) und eine
Feinwicklung (F) aufweist.

25 6. Elektrisches Gerät (1) nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Feinwicklung (F) aus zwei Feinunterwicklungen besteht.

30

FIG 1

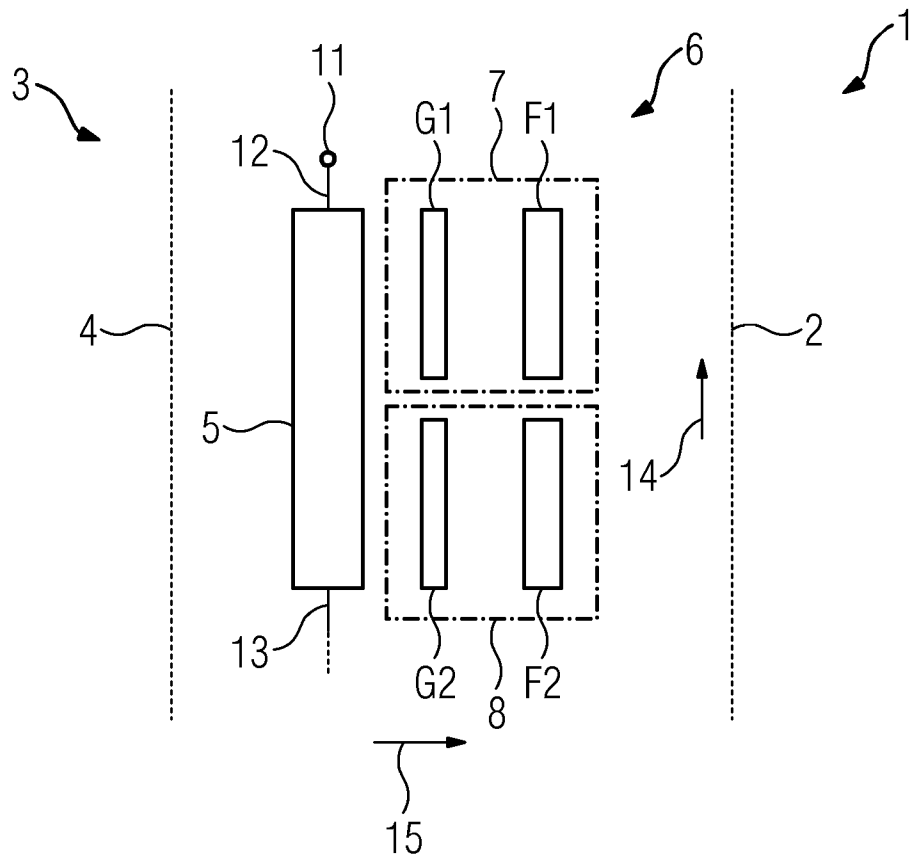


FIG 2

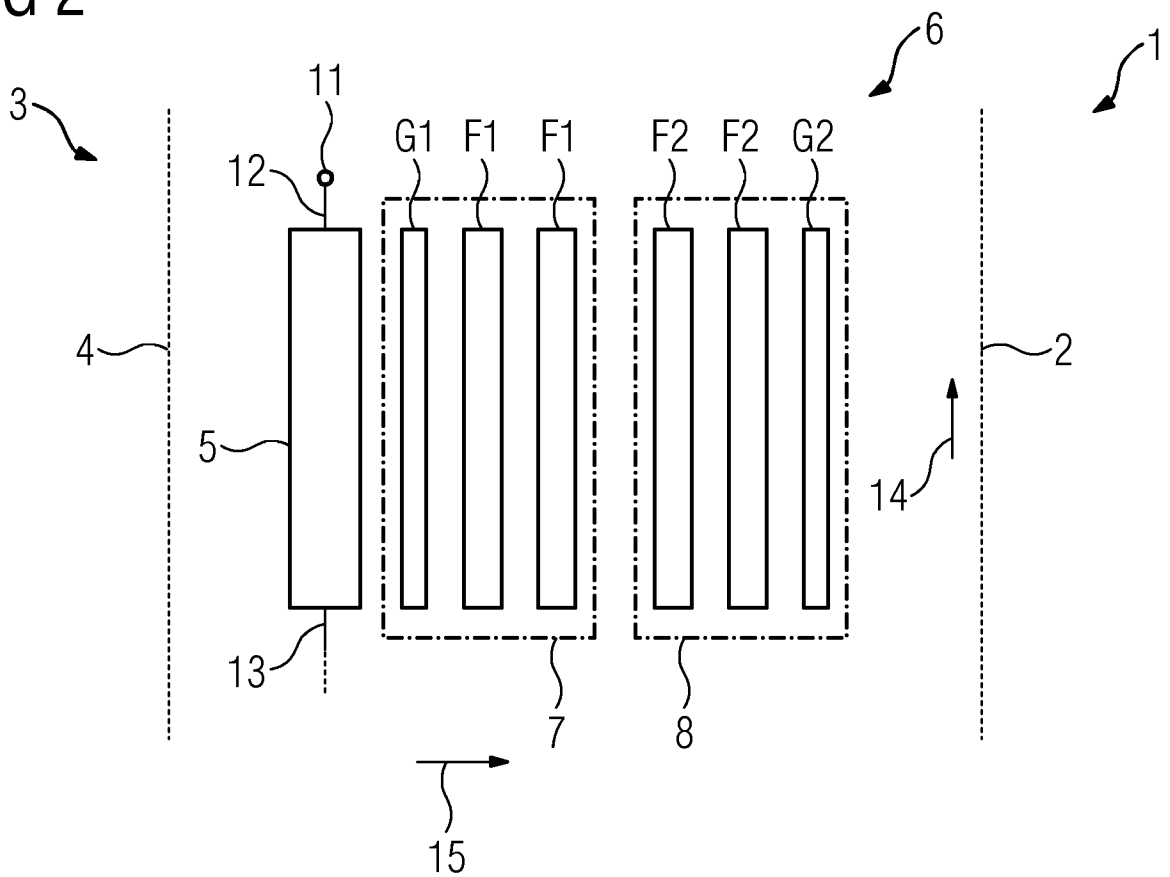


FIG 3

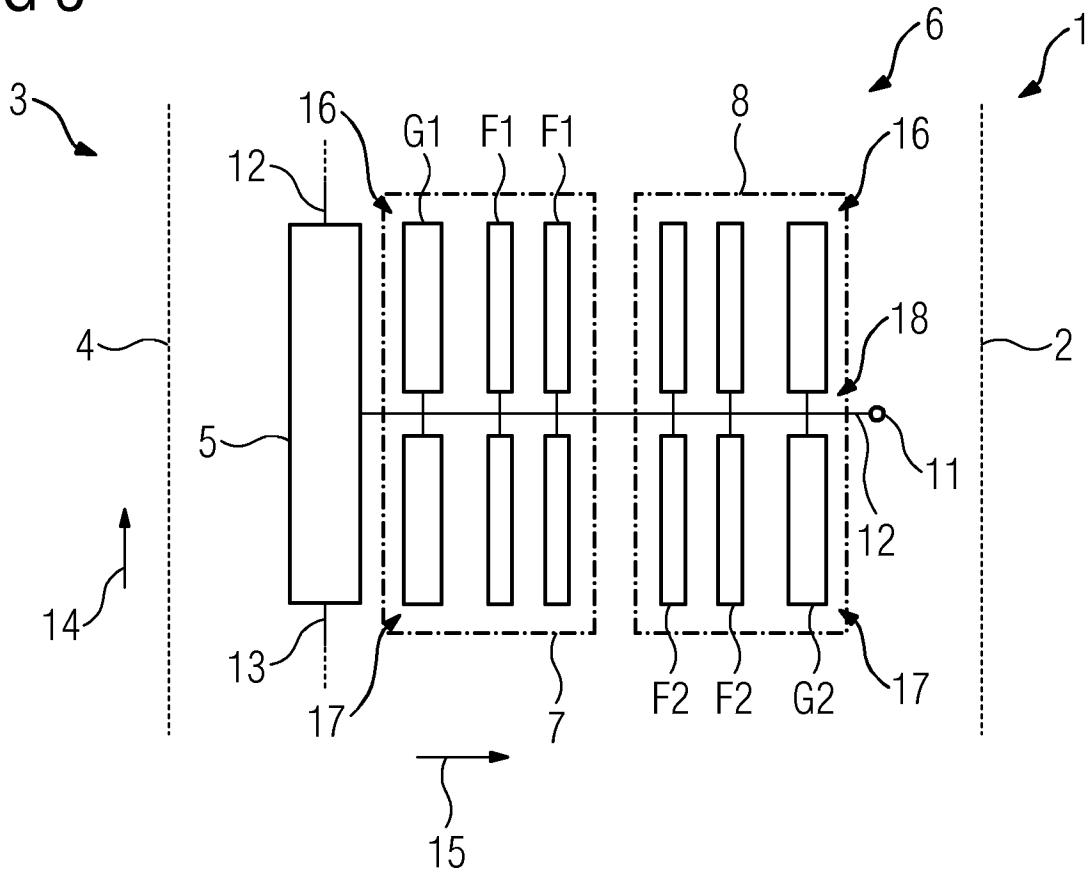


FIG 4

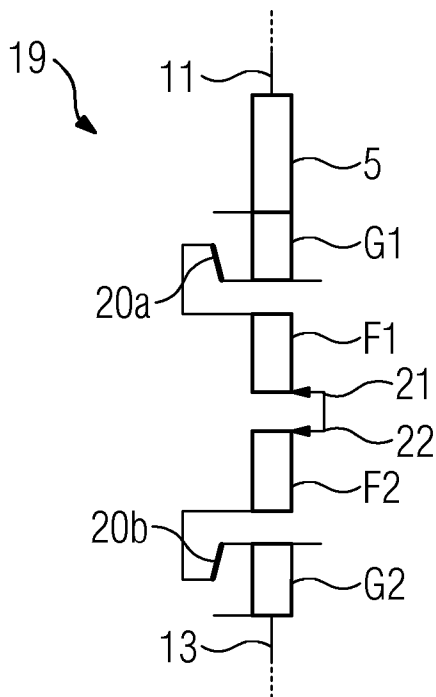
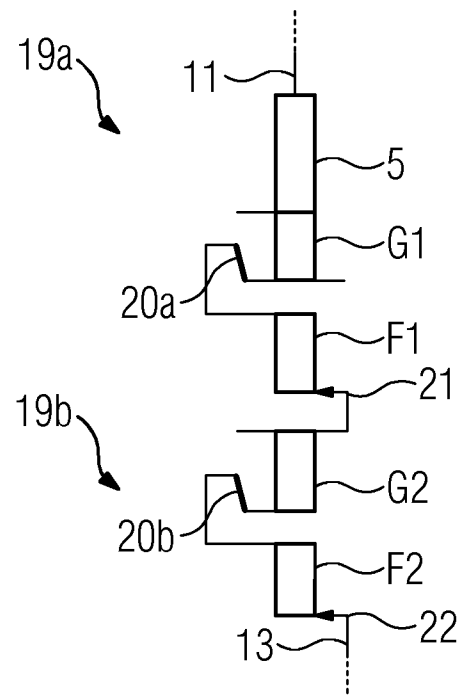


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/057155

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01F29/02
ADD.

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)
H01F H02J G05F H01H H02H

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 29 04 470 A1 (TRANSFORMATOREN UNION AG) 7 August 1980 (1980-08-07)	1-3
A	page 5, lines 26 - 33 page 6, line 18 - page 7, line 3 page 8, line 1 - page 9, line 5 page 9, lines 19 - 27 page 10, lines 18 - 20 figure 1	4-6
X	----- DE 10 2014 100949 A1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE]) 30 July 2015 (2015-07-30) paragraphs [0001] - [0003], [0008], [0009], [0040], [0041], [0051] ----- -/--	1-3

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 3 July 2017	Date of mailing of the international search report 10/07/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Van den Berg, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/057155

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>WO 2015/193011 A1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE]) 23 December 2015 (2015-12-23) page 1, lines 6 - 8 page 4, lines 20 - 33 page 5, lines 19 - 25 page 7, lines 5 - 14 page 9, lines 6 - 24 page 13, line 33 - page 14, line 10 page 14, lines 19 - 27 figures 1 - 15</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-3
X	<p>DE 20 2013 007892 U1 (FED GRID COMPANY OF UNIFIED ENERGY SYSTEM JOINT STOCK COMPANY [RU]; IE) 16 October 2013 (2013-10-16) paragraphs [0001] - [0003], [0015], [0016] figures 1, 2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1
X	<p>DE 22 19 734 A1 (INST CERCETARE SI PROIECTARE T) 31 October 1973 (1973-10-31) page 2, paragraph 1. Absatz figure 2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/057155

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
DE 2904470	A1	07-08-1980	DE 2904470 A1 JP S55107220 A	07-08-1980 16-08-1980

DE 102014100949	A1	30-07-2015	CN 105960694 A DE 102014100949 A1 EP 3100294 A1 US 2016329168 A1 WO 2015113800 A1	21-09-2016 30-07-2015 07-12-2016 10-11-2016 06-08-2015

WO 2015193011	A1	23-12-2015	CA 2917404 A1 CN 105556815 A DE 102014012266 A1 EP 3183738 A1 KR 20170042456 A UA 112510 C2 US 2017154738 A1 WO 2015193011 A1	23-12-2015 04-05-2016 07-01-2016 28-06-2017 19-04-2017 12-09-2016 01-06-2017 23-12-2015

DE 202013007892	U1	16-10-2013	NONE	

DE 2219734	A1	31-10-1973	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01F29/02 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01F H02J G05F H01H H02H		
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 29 04 470 A1 (TRANSFORMATOREN UNION AG) 7. August 1980 (1980-08-07)	1-3
A	Seite 5, Zeilen 26 - 33 Seite 6, Zeile 18 - Seite 7, Zeile 3 Seite 8, Zeile 1 - Seite 9, Zeile 5 Seite 9, Zeilen 19 - 27 Seite 10, Zeilen 18 - 20 Abbildung 1	4-6
X	DE 10 2014 100949 A1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE]) 30. Juli 2015 (2015-07-30) Absätze [0001] - [0003], [0008], [0009], [0040], [0041], [0051]	1-3
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
3. Juli 2017		10/07/2017
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 Van den Berg, G

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2015/193011 A1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE]) 23. Dezember 2015 (2015-12-23) Seite 1, Zeilen 6 - 8 Seite 4, Zeilen 20 - 33 Seite 5, Zeilen 19 - 25 Seite 7, Zeilen 5 - 14 Seite 9, Zeilen 6 - 24 Seite 13, Zeile 33 - Seite 14, Zeile 10 Seite 14, Zeilen 19 - 27 Abbildungen 1 - 15 -----	1-3
X	DE 20 2013 007892 U1 (FED GRID COMPANY OF UNIFIED ENERGY SYSTEM JOINT STOCK COMPANY [RU]; IE) 16. Oktober 2013 (2013-10-16) Absätze [0001] - [0003], [0015], [0016] Abbildungen 1, 2 -----	1
X	DE 22 19 734 A1 (INST CERCETARE SI PROIECTARE T) 31. Oktober 1973 (1973-10-31) Seite 2, Absatz 1. Absatz Abbildung 2 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/057155

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2904470 A1	07-08-1980	DE 2904470 A1 JP S55107220 A	07-08-1980 16-08-1980

DE 102014100949 A1	30-07-2015	CN 105960694 A DE 102014100949 A1 EP 3100294 A1 US 2016329168 A1 WO 2015113800 A1	21-09-2016 30-07-2015 07-12-2016 10-11-2016 06-08-2015

WO 2015193011 A1	23-12-2015	CA 2917404 A1 CN 105556815 A DE 102014012266 A1 EP 3183738 A1 KR 20170042456 A UA 112510 C2 US 2017154738 A1 WO 2015193011 A1	23-12-2015 04-05-2016 07-01-2016 28-06-2017 19-04-2017 12-09-2016 01-06-2017 23-12-2015

DE 202013007892 U1	16-10-2013	KEINE	

DE 2219734 A1	31-10-1973	KEINE	
