

(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
07. April 2022 (07.04.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/069332 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01F 38/30 (2006.01) *G01R 15/18* (2006.01)
H02B 13/035 (2006.01) *H01F 5/02* (2006.01)

(71) Anmelder: **SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Otto-Hahn-Ring 6, 81739 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/076157

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. September 2021 (23.09.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 212 350.0
30. September 2020 (30.09.2020) DE

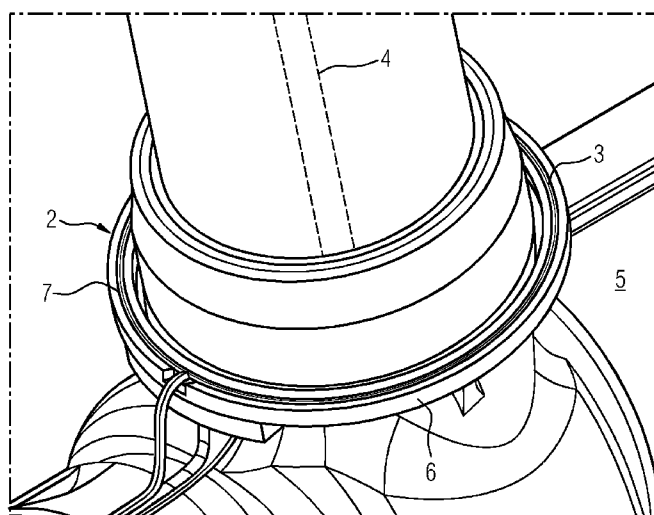
(72) Erfinder: **HELMIG, Marina**; Humboldtstr. 29, 13403 Berlin (DE). **HILKER, Thomas**; Bergstraße 17, 14532 Stahnsdorf (DE). **JENICHEN, Henry**; Huttenstraße 31, 10553 Berlin (DE). **SCHRÄDER, Dirk**; An der Vogelweide 4, 13158 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,

(54) Title: ENCAPSULATED HIGH-VOLTAGE DEVICE AND CURRENT TRANSFORMER FOR THE ENCAPSULATED HIGH-VOLTAGE DEVICE

(54) Bezeichnung: GEKAPSELTES HOCHSPANNUNGSGERÄT UND STROMWANDLER FÜR DAS GEKAPSELTE HOCHSPANNUNGSGERÄT

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to a current transformer (2) for encapsulated high-voltage devices (1) and to an encapsulated high-voltage device (1) having the current transformer (2), wherein the current transformer (2) has at least one coil (3) which is arranged around at least one conductor (4) through which current flows, the at least one conductor (4) through which current flows is arranged in an encapsulation housing (5), and the at least one coil (3) is an air-core coil without a magnetic core.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Stromwandler (2) für gekapselte Hochspannungsgeräte (1) und ein gekapseltes Hochspannungsgerät (1) mit dem Stromwandler (2), wobei der Stromwandler (2) wenigstens eine Spule (3) aufweist, welche um wenigstens einen stromdurchflossenen Leiter (4) angeordnet ist, wobei der wenigstens eine stromdurchflossene Leiter (4) in einem

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2022/069332 A1

NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM,
ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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)

Kapselungsgehäuse (5) angeordnet ist und die wenigstens eine Spule (3) eine magnetkernlose Luftspule ist.

Beschreibung

Gekapseltes Hochspannungsgerät und Stromwandler für das gekapselte Hochspannungsgerät

5

Die Erfindung betrifft einen Stromwandler für gekapselte Hochspannungsgeräte und ein gekapseltes Hochspannungsgerät mit dem Stromwandler, wobei der Stromwandler wenigstens eine Spule aufweist, welche um wenigstens einen stromdurchflossenen Leiter angeordnet ist, wobei der wenigstens eine stromdurchflossene Leiter in einem Kapselungsgehäuse angeordnet ist.

Hochspannungsgeräte sind ausgebildet für Spannungen in einem zweistelligen Kilovolt-Bereich bis zu einem Spannungs-Bereich von einigen hundert Kilovolt, insbesondere 1200 kV, und für Ströme im Bereich von bis zu einigen hundert Kilo-Ampere. Hochspannungsgeräte umfassen z. B. Schaltanlagen mit Hochspannungsleistungsschaltern, Trenner, Transformatoren, Ableiter, Messwandler und/oder Durchführungen. Schaltanlagen sind z. B. Freiluftschaltanlagen und/oder Gas-Isolierte-Schaltanlagen, d. h. Gas-Insulated-Switchgears, welche als Live-Tank, d. h. auf Hochspannungspotential, mit einer Schalteinheit in einem Isolator, wie z. B. in einem gerippten Keramik-, Silikon- und/oder Kompositwerkstoff-Isolatorgehäuse angeordnet, ausgeführt sind, oder als Dead-Tank, d. h. mit einer Schalteinheit in einem geerdeten Gehäuse, insbesondere in Kesselform, angeordnet ausgeführt sind.

Die Messung elektrischer Ströme an gekapselten Hochspannungsgeräten, insbesondere Gas-Insulated-Switchgears als Dead Tank ausgeführt, ist für den Betrieb der Geräte wesentlich, insbesondere zur Überwachung, Steuerung und/oder Regelung. Elektrische Ströme im Bereich der gekapselten Hochspannungsgeräte werden z. B. mit induktiven Durchsteckstromwandlern gemessen, welche um stromdurchflossene Leiter des Hochspannungsgerätes angeordnet sind. Dieser Stromwandler-Typ besteht aus einem

Ringkern mit Sekundärwicklung, welcher konzentrisch um den stromdurchflossenen Leiter angeordnet ist. Der Ringkern wird aus hochwertigen Blechen hoher Permeabilität gefertigt und mit einer entsprechenden insbesondere Sekundär-Wicklung versehen. Neben guter Messgenauigkeit, auch bei hohen transien-
5 ten Spannungen/Strömen, und thermischer Überstromfestigkeit ist erforderlich, dass die Messeinrichtung den auftretenden mechanischen Belastungen, verursacht durch hohe Ströme und/oder Magnetfelder, standhält, ohne Beschädigung und/oder
10 dauerhafte Zerstörung.

Durchsteckstromwandler weisen ein hohes Eigengewicht auf und benötigen einen großen Bauraum, sind mit hohen Kosten insbesondere durch den Ringkern verbunden, und weisen frequenz-
15 und amplitudenabhängige Nicht-Linearitäten auf.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Stromwandler für gekapselte Hochspannungsgeräte und ein gekapseltes Hochspannungsgerät mit dem Stromwandler anzugeben, welche die zu-
20 vor beschriebenen Probleme lösen. Insbesondere ist es Aufgabe einen Stromwandler für gekapselte Hochspannungsgeräte anzugeben, welcher einfach und kostengünstig ist, ein geringes Gewicht aufweist, keinen Ringkern benötigt, welcher keine frequenz- und amplitudenabhängige Nicht-Linearitäten aufweist,
25 und welcher einen sicheren, dauerhaften, zerstörungsfreien Betrieb des Hochspannungsgerätes mit dem Stromwandler ermöglicht.

Die angegebene Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen
30 Stromwandler für gekapselte Hochspannungsgeräte mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 und/oder durch ein gekapseltes Hochspannungsgerät gemäß Patentanspruch 12 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Stromwandlers für gekapselte Hochspannungsgeräte und/oder des erfindungsgemäßen
35 gekapselten Hochspannungsgeräts, sind in den Unteransprüchen angegeben. Dabei sind Gegenstände des Hauptanspruchs mit

Merkmale von Unteransprüchen und Merkmale der Unteransprüche untereinander kombinierbar.

Ein erfindungsgemäßer Stromwandler für gekapselte Hochspannungsgeräte umfasst wenigstens eine Spule, welche um wenigstens einen stromdurchflossenen Leiter angeordnet ist, wobei der wenigstens eine stromdurchflossene Leiter in einem Kapselungsgehäuse angeordnet ist. Die wenigstens eine Spule ist in Form einer magnetkernlose Luftspule ausgebildet bzw. ist eine magnetkernlose Luftspule.

Eine Luftspule ohne magnetischen Kern, d. h. eine magnetkernlose Luftspule spart einen Ringkern ein, weist ein geringeres Gewicht auf verglichen mit einer Spule mit magnetischem Kern, ist einfach und kostengünstig, und weist keine frequenz- und amplitudenabhängigen Nicht-Linearitäten einer Spule mit Ringkern auf. Der erfindungsgemäße Stromwandler mit der magnetkernlosen Luftspule ist kleiner in der Bauform als mit Spulen mit magnetischem Kern, leichter, günstiger in der Anschaffung, die Messung besitzt im gesamten Messbereich eine hohe Linearität und es treten keine Sättigungseffekte auf. Weiterhin treten auch bei hohen Strömen nur geringe elektrische Verluste auf und es wirken keine Kräfte auf das Messsystem, d. h. den Stromwandler, womit eine erheblich vereinfachte konstruktive Implementierung des Messsystems verbunden ist. Es können identische Spulen für den gesamten Strommessbereich von einigen Ampere bis zu einigen hundert Kilo-Ampere verwendet werden, was ebenfalls einen kostentechnischen Vorteil darstellt. Weitere Vorteile ergeben sich durch ein geringeres Gefahrenpotenzial für z. B. Wartungspersonal im Umgang mit dem Stromwandler und Hochspannungsgerät, insbesondere bei der Installation und Wartung. Dadurch ist ein sicherer, dauerhafter, zerstörungsfreier Betrieb des Hochspannungsgerätes mit dem Stromwandler ermöglicht.

35

Die magnetkernlose Luftspule kann nach Art einer Rogowski-Spule ausgebildet sein. Rogowski-Spulen sind einfach und kos-

tengünstig in hohen Stückzahlen zu fertigen und weisen die zuvor beschriebenen Vorteile auf.

Die wenigstens eine Spule kann außerhalb des Kapselungsgehäuses angeordnet sein. Dadurch ist eine einfache Wartung, ohne Öffnung des Kapselungsgehäuses möglich und Bauraum im Kapselungsgehäuse wird eingespart, was insbesondere Kosten und Material spart.

Die wenigstens eine Spule kann in einer Halterung angeordnet sein, insbesondere in einer Nut, welche in der Halterung ausgebildet sein kann. Die Anordnung der wenigstens einen Spule in einer Halterung, insbesondere in einer Nut, ermöglicht eine genaue räumliche und dauerhafte Positionierung der wenigstens einen Spule. Dies ermöglicht eine genaue, fehlerfreie Messung des Stroms durch den stromdurchflossenen Leiter mit dem Stromwandler bzw. der wenigstens einen Spule.

Die Halterung kann eine Abdeckung umfassen, welche die wenigstens eine Spule insbesondere vollständig bedeckt. Dadurch ist ein dauerhafter Schutz der wenigstens einen Spule in der Halterung insbesondere gegenüber Umwelteinflüssen, z. B. Wettereinflüssen ermöglicht.

Die Halterung kann aus einem elektrisch nichtleitenden Material, insbesondere Kunststoff bestehen. Kunststoff ermöglicht eine Messung von Magnetfeldern um einen stromdurchflossenen Leiter mit einer Spule ohne Messfehler bzw. Verfälschungen.

Die wenigstens eine Spule kann kreisförmig ausgebildet sein, und im Mittelpunkt der Kreisform kann der wenigstens eine stromdurchflossene Leiter angeordnet sein, insbesondere mit seiner Längsachse senkrecht zur Kreisebene. Eine genaue Positionierung der Spule um den stromdurchflossenen Leiter, insbesondere zeitlich konstant in einer Nut, mit dem stromdurchflossenen Leiter im Mittelpunkt der Kreisform der Spule, er-

möglicht eine fehlerfreie Messung und Bestimmung des Stroms, welcher durch den stromdurchflossenen Leiter fließt.

Das Kapselungsgehäuse kann Aluminium umfassen und/oder aus Aluminium bestehen. Aluminium verfälscht magnetische Felder des stromdurchflossenen Leiters nicht bzw. nur geringfügig, womit eine fehlerfreie bzw. im Wesentlichen fehlerfreie Messung des Stroms durch den stromdurchflossenen Leiter ermöglicht wird, über das dadurch erzeugte magnetische Feld um den Leiter und durch den in der Spule induzierten Strom durch das Feld, mit einer Spule außerhalb des Kapselungsgehäuses.

Die wenigstens eine Spule kann aus einem ummantelten elektrischen Leiter bestehen, insbesondere einem Kupfer-Leiter, insbesondere mit einer Ummantelung aus elektrisch nichtleitendem Kunststoff. Derartige ummantelte Leiter, d. h. Leitungen bzw. Kabel, sind einfach und kostengünstig zu einer Spule zu formen bzw. zu wickeln. Kupferleiter-Spulen sind gut geeignet für elektrische Messungen, insbesondere induzierter Ströme.

Die wenigstens eine Spule kann auf einem Träger, insbesondere einem Träger aus elektrisch nichtleitendem Material, insbesondere Papier, Kunststoff und/oder Teflon, gewickelt sein. Die Wicklung auf einem Träger ist kostengünstig und einfach möglich, und der Träger gibt der Wicklung mechanisch dauerhaft halt. Träger aus Papier, Kunststoff und/oder Teflon verfälschen die Induktion und Messungen von Strömen, in Leitern induziert, nicht. Damit sind diese gut für die Verwendung in Stromwandlern mit magnetkernlosen Spulen geeignet.

Hilfseinheiten, insbesondere wenigstens eine Auswerteeinheit, ein Verstärker, und/oder eine Spannungsversorgung, können vom erfindungsgemäßen Stromwandler umfasst sein, insbesondere angeordnet in einem Gehäuse in Form einer Box und/oder eines Schrankes, insbesondere angeordnet am und/oder nahe dem Kapselungsgehäuse, insbesondere mit wenigstens einer Kabelverbindung der wenigstens einen Spule mit den Hilfseinheiten.

Die Hilfseinheiten ermöglichen eine Messung mit Hilfe der Spule und eine Auswertung, Anzeige und/oder Übermittlung von Messergebnissen. Die Anordnung in einem Gehäuse außerhalb des Kapselungsgehäuses ermöglicht eine einfache, störungsfreie Auswertung und Ablesung sowie Übermittlung von Messergebnissen, sowie eine einfache Wartung der Hilfseinheiten.

Ein erfindungsgemäßes gekapseltes Hochspannungsgerät umfasst wenigstens einen zuvor beschriebenen Stromwandler, insbesondere außerhalb eines Kapselungsgehäuses angeordnet, welches gasdicht ausgeführt ist und/oder mit einem Schaltgas, insbesondere SF₆ und/oder Clean Air, befüllt ist.

Ein Hochspannungsleistungsschalter kann vom gekapselten Hochspannungsgerät umfasst sein, welcher durch den wenigstens einen stromdurchflossenen Leiter insbesondere an Stromerzeuger, Stromverbraucher und/oder Stromleitungen eines Stromnetzes angeschlossen sein kann.

Das gekapselte Hochspannungsgerät kann nach Art eines Gas-Insulated-Switchgears sein, insbesondere einem Dead-Tank Gas-Insulated-Switchgear.

Die Vorteile des gekapseltes Hochspannungsgeräts gemäß Anspruch 12 sind analog den zuvor beschriebenen Vorteilen des erfindungsgemäßen Stromwandlers für gekapselte Hochspannungsgeräte gemäß Anspruch 1 und umgekehrt.

Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung schematisch in den Figuren dargestellt und nachfolgend näher beschrieben.

Dabei zeigen die

Figur 1 schematisch ein gekapseltes Hochspannungsgerät 1 mit einem stromdurchflossenen Leiter in einem Kapselungsgehäuse 5, an welchem ein Stromwandler 9

nach dem Stand der Technik mit einem Ringkern mit Sekundärwicklung und ein erfindungsgemäßer Stromwandler 2 mit einer magnetkernlosen Luftspule angeordnet sind, und

5

Figur 2 den Stromwandler 2 der Figur 1 vergrößert dargestellt, mit einer Halterung 6 der magnetkernlosen Luftspule mit Abdeckung 8 am Kapselungsgehäuse 5 angeordnet, und

10

Figur 3 den Stromwandler 2 der Figur 2, mit der Halterung 6 ohne Abdeckung 8 und der Spule 3 in einer Nut 7 angeordnet.

15 In Figur 1 ist schematisch ein gekapseltes Hochspannungsgerät 1 mit einem Kapselungsgehäuse 5 dargestellt. Das Hochspannungsgerät 1 ist z. B. als eine Schaltanlage ausgebildet, mit einem Hochspannungsleistungsschalter im Inneren des Kapselungsgehäuses 5. Die Schaltanlage ist insbesondere als Dead-
20 Tank Gas-Isolierte-Schaltanlage ausgebildet, d. h. Gas-Insulated-Switchgear, mit dem Hochspannungsleistungsschalter bzw. der Schalteinheit in einem geerdeten Gehäuse angeordnet. Das Hochspannungsgerät 1 ist z. B. ausgebildet für Spannungen in einem zweistelligen Kilovolt-Bereich bis zu einem Span-
25 nungs-Bereich von einigen hundert Kilovolt, insbesondere 1200 kV, und für Ströme im Bereich von bis zu einigen hundert Kilo-Ampere.

Das Kapselungsgehäuse 5 ist z. B. in Kesselform ausgebildet
30 und ist z. B. aus Aluminium. Zwei Durchführungen für stromdurchflossene Leiter bzw. Anschlüsse mit Anschlussfahnen für elektrische Strom-Erzeuger, Verbraucher und/oder Netzleitungen sind an dem Kapselungsgehäuse 5 angeordnet, insbesondere in schrägem Winkel nach oben vom Kapselungsgehäuse 5 wegge-
35 führt. Die stromdurchflossenen Leiter sind im Inneren der Durchführungen angeordnet, und in der Außenansicht der Figur 1 nicht dargestellt. Die Durchführungen sind z. B. aus Kera-

mik, Silikon und/oder einem Kompositwerkstoff. Die strom-
durchflossenen Leiter verbinden z. B. den Hochspannungsleis-
tungsschalter im Inneren des Kapselungsgehäuses 5 elektrisch
mit den Anschlussfahnen für die elektrischen Strom-Erzeuger,
5 Verbraucher und/oder Netzleitungen.

Das Kapselungsgehäuse 5 ist z. B. auf zwei mechanisch stabili-
len Trägern angeordnet, insbesondere zwei leiterförmigen Me-
tallgestellen, welche auf einem Fundament, z. B. aus Beton,
10 angeordnet sind. Ein Stromwandler 9 nach dem Stand der Tech-
nik, mit einem Ringkern mit Sekundärwicklung, ist am Umfang
einer Durchführung bzw. um eine Durchführung herum angeord-
net, in Figur 1 auf der rechten Seite des Kapselungsgehäuses
5 dargestellt. Der Stromwandler 9 mit Ringkern und Sekun-
15 därwicklung ist z. B. als induktiver Durchsteckstromwandler
ausgebildet. Der Ringkern wird aus hochwertigen Blechen hoher
Permeabilität gefertigt und mit einer entsprechenden Sekun-
där-Wicklung versehen. Der Ringkern aus Blechen führt zu ei-
ner räumlich voluminösen Bauform des Stromwandlers 9, mit ho-
20 hem Gewicht, und erfordert eine massive Ausführung mit hoher
mechanischer Stabilität, um Belastungen zu widerstehen, wel-
che durch hohe Ströme bzw. Magnetfelder verursacht werden.

Ein erfindungsgemäßer Stromwandler 2 mit einer magnetkernlo-
sen Luftspule ist in Figur 1 auf der linken Seite des Kapse-
lungsgehäuses 5 dargestellt, benachbart zur Durchführung auf
der linken Seite. In den Figuren 2 und 3 ist die Anordnung
des erfindungsgemäßen Stromwandlers 2 am Kapselungsgehäuse 5
vergrößert, im Detail dargestellt. Der stromdurchflossene
30 Leiter 4 im Inneren der Durchführungen, welcher in das Kapse-
lungsgehäuse 5 ragt bzw. im Kapselungsgehäuse 5 verläuft, ist
in den Figuren 2 und 3 gestrichelt dargestellt. Der Leiter 4
ist z. B. stangenförmig und/oder schienenförmig ausgebildet,
insbesondere massiv aus Kupfer, Aluminium und/oder Stahl. Die
35 Leiter 4, welche von den Anschlussfahnen für elektrische
Strom-Erzeuger, Verbraucher und/oder Netzleitungen zum Hoch-
spannungsschaltgerät bzw. der Schalteinheit im Inneren des

Kapselungsgehäuses 5 führen, und die Schalteinheit mit dem Stromnetz und/oder Geräten im Netz verbinden, sind z. B. im eingeschalteten Zustand der Schalteinheit stromdurchflossen, mit Strömen im Bereich von bis zu einigen hundert Ampere.

5

Die Ströme erzeugen ein Magnetfeld, welches das Kapselungsgehäuse 5, insbesondere aus Aluminium, durchdringt und vom erfindungsgemäßen Stromwandler 2 gemessen wird, durch Induktion von Strom in einer magnetkernlosen Spule 3 des Stromwandlers 2. Der Stromwandler 2 misst somit den Strom über einen Leiter 4 im Kapselungsgehäuse 5 bzw. über die Schalteinheit. Dies ist für einen sicheren, störungsfreien Betrieb z. B. der Schalteinheit und/oder verbundener Geräte sowie des Netzes notwendig. Der Zustand der Schalteinheit und dessen störungsfreie Funktion können derart festgestellt werden und insbesondere bei kritischen Strömen kann z. B. eine Abschaltung erfolgen.

Das Kapselungsgehäuse 5 des Hochspannungsgerätes 1 weist an der Anschlussstelle zur Durchführung des Leiters 4 einen Flansch auf, insbesondere einen hohlzylinderförmigen Flansch als Öffnung des kesselförmigen Kapselungsgehäuses 5. Der erfindungsgemäße Stromwandler 2 mit magnetkernloser Luftspule ist außen, kreisförmig um den Flansch herum angeordnet. Der Stromwandler 2 weist eine Halterung 6 auf, in der die Spule 3 angeordnet ist. In Figur 2 ist die Halterung 6 mit einer Abdeckung 8 dargestellt, welche die Spule 6 bedeckt und gegen Umwelteinflüsse wie z. B. Feuchtigkeit, UV-Strahlung und/oder andere Wettereinflüsse schützt. Die Halterung 6 mit Abdeckung 8 kapselt die Spule 3 insbesondere vollständig ein, z. B. wasserdicht.

In Figur 3 ist die Halterung 6 ohne Abdeckung 8 dargestellt. Die Halterung 6 ist ringförmig mit insbesondere kreisrunder Form ausgebildet, und weist eine Nut 7 auf, d. h. eine insbesondere kreisringförmige Ausnehmung in der Halterung 6. In der Nut 7 ist die magnetkernlose Spule 6 angeordnet, insbe-

sondere räumlich fixiert gelagert. Die räumliche Fixierung der Spule 3 in der Halterung 6 mit Nut 7 ermöglicht eine fehlerfreie Messung von Strömen im stromdurchflossenen Leiter 4 mit Hilfe der Spule 4. Durch die Fixierung der Spule 3 in der Nut 7 der Halterung 6 ist die Spule räumlich und zeitlich unverändert gelagert, auch bei großen Kräften auf die Spule 3 insbesondere durch Magnetfelder und in der Spule 3 induzierten Strömen.

Die Halterung 6 und damit die Spule 3 in der Nut 7 der Halterung 6, sind derart um den stromdurchflossenen Leiter angeordnet, dass bei kreisrunder Spule 3 der stromdurchflossene Leiter 4 mit seiner Längsachse senkrecht die Ebene der Spule 3 durchstößt, insbesondere im Mittelpunkt der Kreisform der Spule 3. Dadurch ist eine dauerhaft fehlerfreie, genaue Messung der Ströme ermöglicht. Die Halterung 6 und/oder die Abdeckung 8 sind z. B. aus Kunststoff ausgebildet, und über Befestigungsmittel wie z. B. Schrauben und/oder Klemmen am Kapself Gehäuse 5 zeitlich unveränderlich und räumlich stabil befestigt. Die magnetkernlose Spule 3 ist insbesondere nach Art einer Rogowski-Spule ausgebildet. Die Spule 3 ist über elektrische Leitungen insbesondere mit Hilfseinheiten, z. B. einer Auswerteeinheit, einem Verstärker, und/oder einer Spannungsversorgung verbunden, welche der Einfachheit halber in den Figuren nicht dargestellt sind. Mit Hilfe der Hilfseinheiten sind die in der Spule 3 induzierten Ströme insbesondere messbar, auswertbar, anzeigbar und/oder an andere Einrichtungen sendbar, wie z. B. an eine zentrale Leitwarte, Sense-Boxen, und/oder dezentrale Handheldgeräte wie z. B. Laptops, Tablets, und/oder Handys.

Wie in der Figur 1 veranschaulicht ist, ist ein erfindungsgemäßer Stromwandler 2 mit einer magnetkernlosen Spule 3, insbesondere mit Halterung 6 und Abdeckung 8, räumlich wesentlich kleiner als ein Stromwandler 9 nach dem Stand der Technik mit einem Ringkern mit Sekundärwicklung, insbesondere in einem dazugehörigen Gehäuse, gewichtsmäßig leichter, und er-

möglichst eine dauerhafte, zuverlässige fehlerfreie Messung der Ströme durch einen im Kapselungsgehäuse 5 angeordneten stromdurchflossenen Leiter 4 des erfindungsgemäßen gekapselten Hochspannungsgerätes 1.

5

Die zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele können untereinander kombiniert werden und/oder können mit dem Stand der Technik kombiniert werden. So können z. B. wie in Figur 1 dargestellt ist, klassische Stromwandler 9 nach dem Stand der Technik mit einem Ringkern mit Sekundärwicklung sowie erfindungsgemäße Stromwandler 2 mit einer magnetkernlosen Spule 3, insbesondere einer Rogowski-Spule, an einem gekapselten Hochspannungsgerät 1 verwendet werden, insbesondere gleichzeitig verwendet werden. Das Hochspannungsgerät 1 ist oder umfasst z. B. einen Hochspannungsleistungsschalter, einen Trenner, einen Ableiter und/oder eine Durchführung für Hochspannungen, und/oder kann in Mittelspannungsanwendungen eingesetzt werden. Das Hochspannungsgerät 1 ist z. B. als Freiluftschaltanlage und/oder als Gas-Isolierte-Schaltanlage ausgeführt. Die Ausführung erfolgt z. B. als Live-Tank, mit einer Schalteinheit in einem Isolator angeordnet, wie z. B. in einem gerippten Keramik-, Silikon- und/oder Kompositwerkstoff-Isolatorgehäuse, oder als Dead-Tank, d. h. mit einer Schalteinheit in einem geerdeten Gehäuse angeordnet, insbesondere einem Gehäuse in Kesselform. Die Spule 3 umfasst z. B. ein insbesondere ummanteltes Kupferkabel, und/oder Kabel aus elektrisch leitenden Materialien wie z. B. Aluminium und/oder Stahl, oder Supraleiter. Die Halterung 6 und/oder die Abdeckung 8 sind z. B. aus Kunststoff, und/oder umfassen Keramik-, Silikon- und/oder Kompositwerkstoffe.

Bezugszeichen:

- 1 gekapseltes Hochspannungsgerät
- 35 2 Stromwandler mit magnetkernloser Luftspule
- 3 magnetkernlose Spule
- 4 stromdurchflossener Leiter

- 5 Kapselungsgehäuse
- 6 Halterung
- 7 Nut
- 8 Abdeckung
- 5 9 Stromwandler mit Ringkern

Patentansprüche

1. Stromwandler (2) für gekapselte Hochspannungsgeräte (1),
mit wenigstens einer Spule (3), welche um wenigstens einen
5 stromdurchflossenen Leiter (4) angeordnet ist, wobei der we-
nigstens eine stromdurchflossene Leiter (4) in einem Kapse-
lungsgehäuse (5) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Spule (3)
eine magnetkernlose Luftspule ist.

10

2. Stromwandler (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die magnetkernlose Luftspule nach Art einer Rogowski-
Spule ausgebildet ist.

15 3. Stromwandler (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Spule (3)
außerhalb des Kapselungsgehäuses (5) angeordnet ist.

4. Stromwandler (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Spule (3) in
einer Halterung (6) angeordnet ist, insbesondere in einer Nut
(7), welche in der Halterung (6) ausgebildet ist.

5. Stromwandler (2) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
25 dass die Halterung (6) eine Abdeckung (8) umfasst, welche die
wenigstens eine Spule (3) insbesondere vollständig bedeckt.

6. Stromwandler (2) nach einem der Ansprüche 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (6) aus einem
30 elektrisch nichtleitenden Material, insbesondere Kunststoff
besteht.

7. Stromwandler (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Spule (3)
35 kreisförmig ausgebildet ist, und im Mittelpunkt der Kreisform
der wenigstens eine stromdurchflossene Leiter (4) angeordnet
ist.

8. Stromwandler (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kapselungsgehäuse (5) Aluminium umfasst und/oder aus Aluminium besteht.

5

9. Stromwandler (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Spule (3) aus einem ummantelten elektrischen Leiter besteht, insbesondere einem Kupfer-Leiter, insbesondere mit einer Ummantelung aus elektrisch nichtleitendem Kunststoff.

10

10. Stromwandler (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Spule (3) auf einem Träger, insbesondere einem Träger aus elektrisch nichtleitendem Material, insbesondere Papier, Kunststoff und/oder Teflon, gewickelt ist.

15

11. Stromwandler (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Hilfseinheiten, insbesondere wenigstens eine Auswerteeinheit, ein Verstärker, und/oder eine Spannungsversorgung, umfasst sind, insbesondere angeordnet in einem Gehäuse in Form einer Box und/oder eines Schrankes, insbesondere angeordnet am und/oder nahe dem Kapselungsgehäuse (5), insbesondere mit wenigstens einer Kabelverbindung der wenigstens einen Spule (3) mit den Hilfseinheiten.

20

25

12. Gekapseltes Hochspannungsgerät (1), dadurch gekennzeichnet, dass das gekapselte Hochspannungsgerät (1) wenigstens einen Stromwandler (2) nach einem der vorerghenden Ansprüche aufweist, insbesondere außerhalb eines Kapselungsgehäuses (5) angeordnet, welches gasdicht ausgeführt ist und/oder mit einem Schaltgas, insbesondere SF₆ und/oder Clean Air, befüllt ist.

30

13. Gekapseltes Hochspannungsgerät (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Hochspannungsleistungsschalter umfasst ist, welcher durch den wenigstens einen strom-

35

durchflossenen Leiter (4) insbesondere an Stromerzeuger, Stromverbraucher und/oder Stromleitungen eines Stromnetzes angeschlossen ist.

- 5 14. Gekapseltes Hochspannungsgerät (1) nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das gekapselte Hochspannungsgerät (1) nach Art eines Gas-Insulated-Switchgears ist, insbesondere einem Dead-Tank Gas-Insulated-Switchgear.

FIG 1

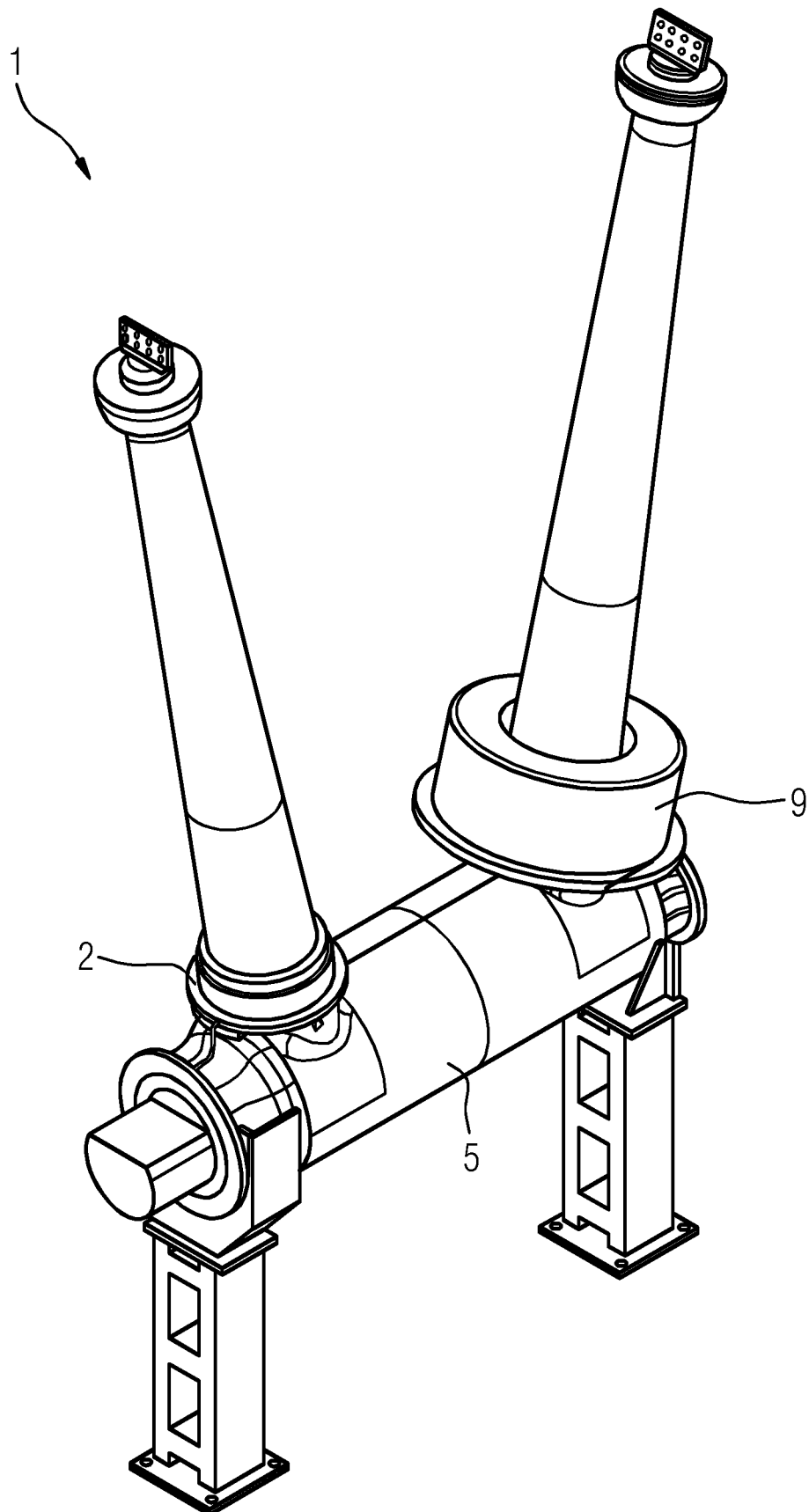


FIG 2

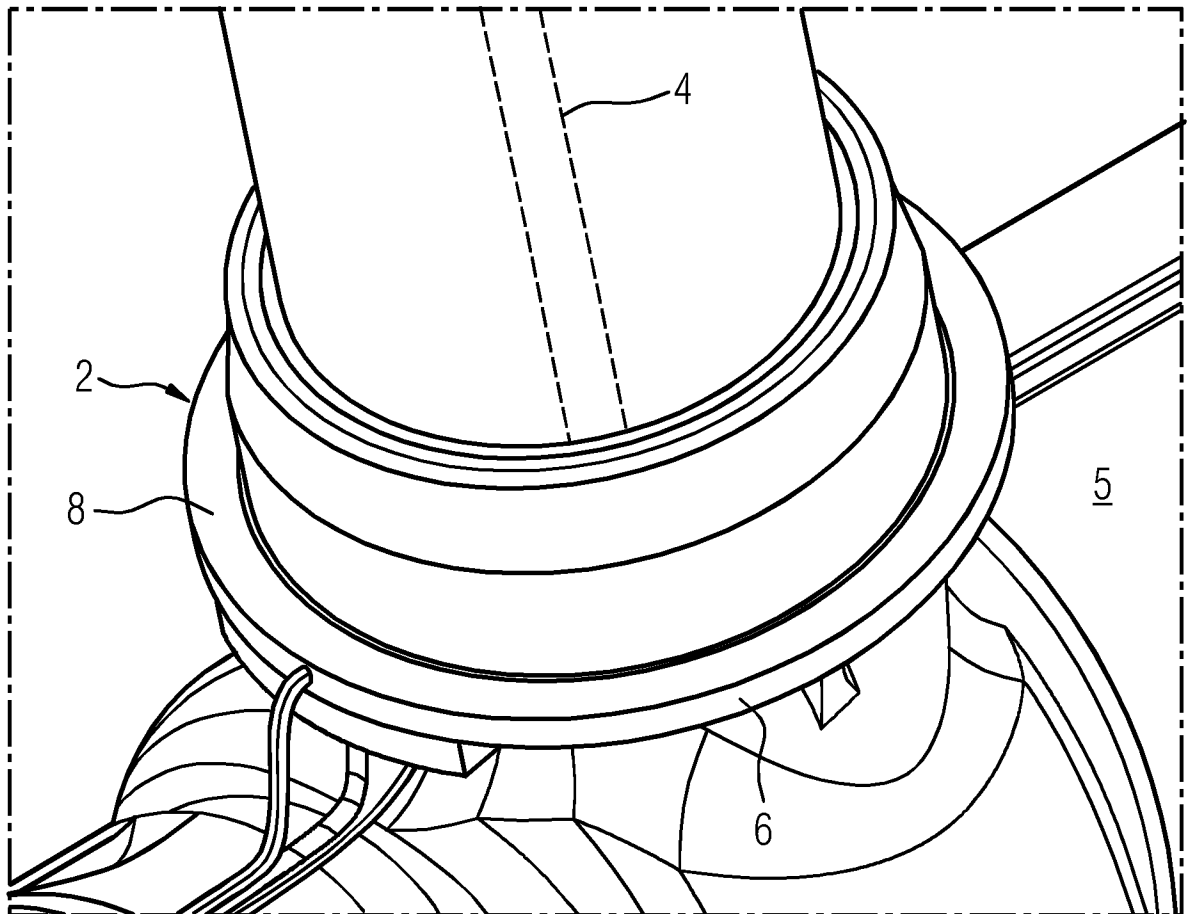
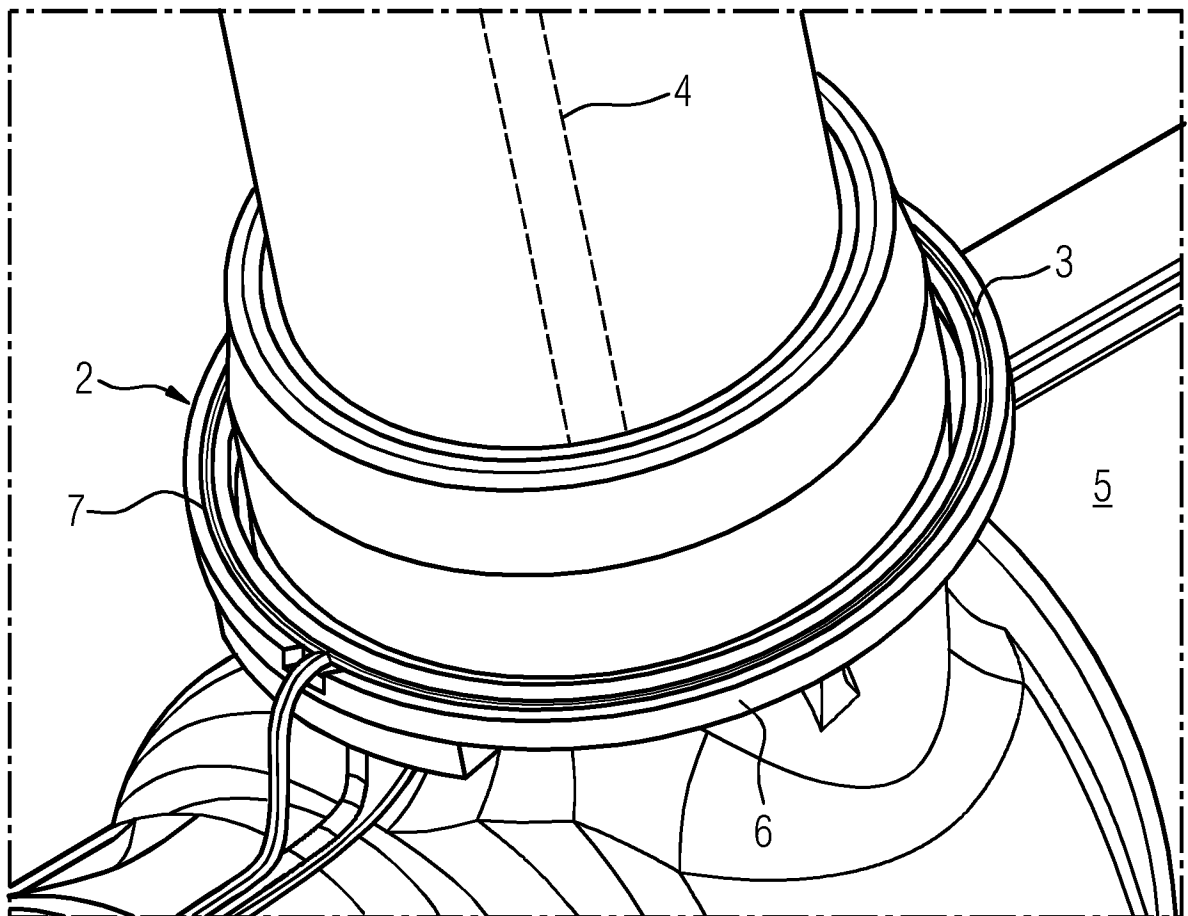


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/076157

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01F 38/30(2006.01)i; H02B 13/035(2006.01)i; G01R 15/18(2006.01)i; H01F 5/02(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) H01F; H02G; H02B; 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	US 6850399 B1 (KATO TATSURO [JP] ET AL) 01 February 2005 (2005-02-01) abstract; figures 1,2,8,9,15 column 3, line 64 - column 5, line 64 column 12, line 66 - column 13, line 63	1-4,7,11-14
X	JP 2002315120 A (HITACHI LTD) 25 October 2002 (2002-10-25) abstract paragraphs [0001], [0044] - [0055]; figures 16-18	1,2,12-14
X	US 6424059 B1 (AOKI HIROHIDE [JP] ET AL) 23 July 2002 (2002-07-23) abstract column 5, lines 29-35; figure 4 column 3, line 58 - column 4, line 67; figure 1 column 1, lines 5-7	1-5,12-14
X	WO 2020174522 A1 (NISSIN ELECTRIC CO LTD [JP]) 03 September 2020 (2020-09-03) abstract paragraphs [0054] - [0056]; figures 7,8 paragraphs [0001], [0002]	1-4,6-14
☒ 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 14 January 2022		Date of mailing of the international search report 28 January 2022
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Reder, Michael Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/076157

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009139521 A1 (TAEHWATRANS CO LTD [KR]; CHO WON-JANG [KR]) 19 November 2009 (2009-11-19) abstract page 1, lines 7-21 page 5, line 13 - page 10, line 12; figures 2-5	1,2,4-7,10,12-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/076157

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	6850399	B1	01 February 2005	EP	1261091	A1	27 November 2002
				TW	471204	B	01 January 2002
				US	6850399	B1	01 February 2005
				US	2005135028	A1	23 June 2005
				WO	0165653	A1	07 September 2001
JP	2002315120	A	25 October 2002	NONE			
US	6424059	B1	23 July 2002	CN	1308398	A	15 August 2001
				DE	60023641	T2	20 July 2006
				EP	1113550	A1	04 July 2001
				HK	1038108	A1	01 March 2002
				JP	3774604	B2	17 May 2006
				JP	2001186611	A	06 July 2001
				US	6424059	B1	23 July 2002
WO	2020174522	A1	03 September 2020	NONE			
WO	2009139521	A1	19 November 2009	KR	20090118298	A	18 November 2009
				WO	2009139521	A1	19 November 2009

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01F38/30 H02B13/035 G01R15/18 H01F5/02 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01F H02G H02B 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	US 6 850 399 B1 (KATO TATSURO [JP] ET AL) 1. Februar 2005 (2005-02-01) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,8,9,15 Spalte 3, Zeile 64 – Spalte 5, Zeile 64 Spalte 12, Zeile 66 – Spalte 13, Zeile 63 -----	1-4,7, 11-14
X	JP 2002 315120 A (HITACHI LTD) 25. Oktober 2002 (2002-10-25) Zusammenfassung Absätze [0001], [0044] – [0055]; Abbildungen 16-18 ----- -/--	1,2, 12-14
☒ 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
14. Januar 2022		28/01/2022
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Reder, Michael

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 424 059 B1 (AOKI HIROHIDE [JP] ET AL) 23. Juli 2002 (2002-07-23) Zusammenfassung Spalte 5, Zeilen 29-35; Abbildung 4 Spalte 3, Zeile 58 - Spalte 4, Zeile 67; Abbildung 1 Spalte 1, Zeilen 5-7 -----	1-5, 12-14
X	WO 2020/174522 A1 (NISSIN ELECTRIC CO LTD [JP]) 3. September 2020 (2020-09-03) Zusammenfassung Absätze [0054] - [0056]; Abbildungen 7, 8 Absätze [0001], [0002] -----	1-4, 6-14
X	WO 2009/139521 A1 (TAEHWATRANS CO LTD [KR]; CHO WON-JANG [KR]) 19. November 2009 (2009-11-19) Zusammenfassung Seite 1, Zeilen 7-21 Seite 5, Zeile 13 - Seite 10, Zeile 12; Abbildungen 2-5 -----	1, 2, 4-7, 10, 12-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/076157

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6850399	B1	01-02-2005	EP	1261091 A1	27-11-2002
			TW	471204 B	01-01-2002
			US	6850399 B1	01-02-2005
			US	2005135028 A1	23-06-2005
			WO	0165653 A1	07-09-2001

JP 2002315120	A	25-10-2002	KEINE		

US 6424059	B1	23-07-2002	CN	1308398 A	15-08-2001
			DE	60023641 T2	20-07-2006
			EP	1113550 A1	04-07-2001
			HK	1038108 A1	01-03-2002
			JP	3774604 B2	17-05-2006
			JP	2001186611 A	06-07-2001
			US	6424059 B1	23-07-2002

WO 2020174522	A1	03-09-2020	KEINE		

WO 2009139521	A1	19-11-2009	KR	20090118298 A	18-11-2009
			WO	2009139521 A1	19-11-2009