

(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  
31. Januar 2013 (31.01.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/014031 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01F 27/28* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/063992

(22) Internationales Anmeldedatum:  
17. Juli 2012 (17.07.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 079 648.7 22. Juli 2011 (22.07.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FINDEISEN, Jörg**  
[DE/DE]; Obere Bergstr. 12, 01156 Dresden (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506  
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
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.

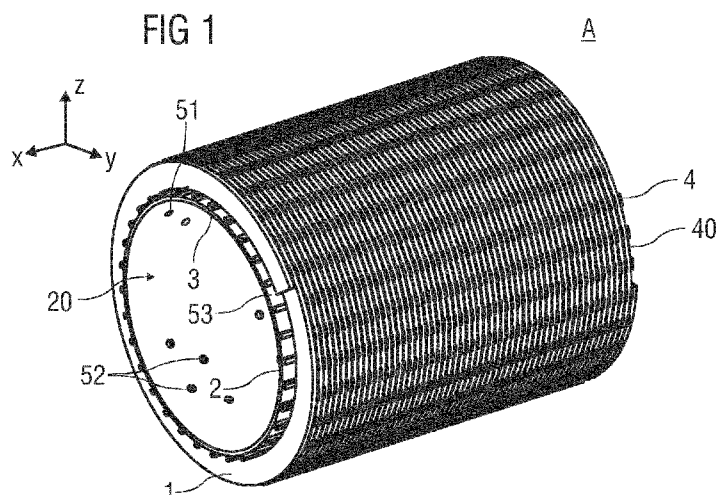
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

(54) Title: WINDING ARRANGEMENT HAVING COIL WINDINGS AND A COOLING DUCT SYSTEM

(54) Bezeichnung : WICKLUNGSANORDNUNG MIT SPULENWICKLUNGEN UND EINEM KÜHLKANALSYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to a winding arrangement (A) having at least one coil winding (1) and a cooling duct system for receiving a cooling means for cooling the coil winding (1). Cooling ducts (40) of the cooling duct system are arranged between turns of the coil winding (1). The cooling duct system is formed in such a way that, with suitable orientation of the winding arrangement (A) in the Earth's gravitational field and filling of the cooling duct system with the coolant, heating of the coil windings (1) which is generated by a flow of current causes convection flow of the coolant through all the cooling ducts (40) of the cooling duct system.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/014031 A1



---

Die Erfindung betrifft eine Wicklungsanordnung (A) mit wenigstens einer Spulenwicklung (1) und einem Kühlkanalsystem zur Aufnahme eines Kühlmittels zur Kühlung der Spulenwicklung (1). Zwischen Windungen der Spulenwicklung (1) sind Kühlkanäle (40) des Kühlkanalsystems angeordnet. Das Kühlkanalsystem ist derart ausgebildet, dass bei geeigneter Ausrichtung der Wicklungsanordnung (A) im Erdschwerefeld und Befüllung des Kühlkanalsystems mit dem Kühlmittel eine durch einen Stromfluss erzeugte Erwärmung der Spulenwicklungen (1) eine Konvektionsströmung des Kühlmittels durch sämtliche Kühlkanäle (40) des Kühlkanalsystems bewirkt.

Beschreibung

5 Wicklungsanordnung mit Spulenwicklungen und einem Kühlkanal-  
system

Die Erfindung betrifft eine Wicklungsanordnung mit Spulen-  
wicklungen und einem Kühlkanalsystem für einen elektrischen  
Apparat, vorzugsweise für eine ölgefüllte Drossel oder einen  
10 Transformator.

Die Strömung des Kühlmittels wird in solchen Wicklungen ent-  
weder durch eine Pumpe erzwungen (OD/OF-Kühlung) oder erfolgt  
selbständig auf Grund der thermisch bedingten Dichteänderung  
15 der Kühlflüssigkeit (ON-Kühlung). Die in der Wicklung erwärm-  
te Kühlflüssigkeit steigt auf Grund des geringeren spezifi-  
schen Raumgewichts gegenüber der umgebenden Flüssigkeitsmenge  
auf und wird durch von unten zuströmende Kühlflüssigkeit er-  
setzt.

20 Solche Wicklungen werden vorzugsweise als Spulen- oder Schei-  
benwicklungen ausgeführt bei denen die Kühlkanäle radial an-  
geordnet sind.

25 In einer Vielzahl von Anwendungsfällen ist es vorteilhaft,  
solche Wicklungen mit radial angeordneten Kühlkanälen liegend  
(Wicklungsachse parallel zum Boden) einzusetzen.

Das Problem dabei ist, dass ab einer bestimmten radialen  
30 Breite der Wicklung in radial verlaufenden weitgehend hori-  
zontal angeordneten Kühlkanälen keine ausreichende natürliche  
Ölzirkulation mehr sichergestellt werden kann.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Wick-  
35 lungsanordnung mit Spulenwicklungen und einem Kühlkanal-  
system zu deren Kühlung anzugeben.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand  
5 der Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Wicklungsanordnung umfasst wenigstens eine Spulenwicklung und ein Kühlkanalsystem zur Aufnahme eines Kühlmittels zur Kühlung der Spulenwicklung. Dabei sind  
10 die Spulenwicklungen um eine in einer x-Richtung verlaufende x-Achse gewickelt. Zwischen Windungen der Spulenwicklung sind Kühlkanäle des Kühlkanalsystems angeordnet. Das Kühlkanalsystem ist derart ausgebildet, dass bei geeigneter Ausrichtung der Wicklungsanordnung im Erdschwerefeld und Befüllung  
15 des Kühlkanalsystems mit dem Kühlmittel eine durch einen Stromfluss erzeugte Erwärmung der Spulenwicklungen eine Konvektionsströmung des Kühlmittels durch sämtliche Kühlkanäle des Kühlkanalsystems bewirkt.

20 Mit dem Begriff Spulenwicklungen werden hier nicht nur Spulenwicklungen im wörtlichen Sinne bezeichnet, sondern auch Scheibenwicklungen.

Erfindungsgemäß wird eine Strömung des Kühlmittels somit allein durch dessen Erwärmung durch die Spulenwicklungen erzeugt. Dies wird durch die Ausbildung des Kühlkanalsystems erreicht. Dies hat den Vorteil, dass keine weiteren Vorrichtungen zur Erzeugung einer Strömung des Kühlmittels erforderlich sind. Insbesondere sind keine Pumpen zur Erzeugung einer  
30 Kühlmittelströmung erforderlich.

Dadurch wird die Konstruktion der Wicklungsanordnung gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Wicklungsanordnungen mit gekühlten Spulenwicklungen erheblich vereinfacht und verbilligt. Außerdem wird die Betriebs-sicherheit  
35 der Wicklungsanordnung erhöht, da der Wegfall von separaten Vorrichtungen zur Erzeugung einer Kühlmittel-strömung auch die Gefahr eines Ausfalls derartiger Vorrichtungen beseitigt.

Die Auslegung des Kühlkanalsystems zur Durchströmung sämtlicher Kühlkanäle des Kühlkanalsystems vermeidet vorteilhaft lokale Überhitzungen von Spulenwicklungen und reduziert somit die Gefahr von Beschädigungen und Funktionseinbußen der Wicklungsanordnung durch derartige Überhitzungen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Wicklungsanordnung sind die Kühlkanäle an einem Trägerkörper angeordnet. Ferner weist das Kühlkanalsystem wenigstens eine im Inneren des Trägerkörpers angeordnete Speicherkammer auf und jede Speicherkammer ist über Verbindungskanäle mit Kühlkanälen verbunden.

In den Speicherkammern kann ausreichend Kühlmittel zur Kühlung der Spulenwicklungen zur Verfügung gestellt werden. Über die Verbindungskanäle kann das Kühlmittel aus den Speicherkammern den Kühlkanälen zugeführt bzw. auf diese verteilt und aus ihnen abgeführt werden. Dadurch wird eine Kühlmittelzirkulation innerhalb des Kühlkanalsystems ermöglicht, die eine erfindungsgemäße Kühlung der Spulenwicklungen bewirkt.

Vorzugsweise ist dabei jeder Kühlkanal an einer Außenseite des Trägerkörpers angeordnet. Dadurch kann einerseits die Kühlung der Spulenwicklungen durch einen thermischen Kontakt der Kühlkanäle mit der Umgebung der Wicklungsanordnung vorteilhaft verbessert werden. Andererseits können die Kühlkanäle in einfacher und effizienter Weise um die Speicherkammern im Inneren des Trägerkörpers herum angeordnet und mit diesen verbunden werden.

Von jeder Speicherkammer gehen vorzugsweise wenigstens ein erster Verbindungskanal, der wenigstens näherungsweise in einer z-Richtung verläuft, und wenigstens ein zweiter Verbindungskanal, der wenigstens näherungsweise in einer zu der z-Richtung und der x-Richtung orthogonalen y-Richtung verläuft, aus. Diese geometrische Anordnung der von den Speicherkammern ausgehenden Verbindungskanäle ermöglicht es vorteilhaft, den durch Erwärmung der Spulenwicklungen entstehenden Auftrieb

innerhalb des Kühlmittels zur Durchströmung sämtlicher Kühlkanäle des Kühlkanalsystems zu nutzen, indem die Wicklungsanordnung im Erdschwerefeld mit der z-Richtung in Richtung der Schwerkraft ausgerichtet wird.

5

Dabei verlaufen alle von Speicherkammern ausgehenden zweiten Verbindungskanäle vorzugsweise wenigstens näherungsweise in der y-Richtung. Dies ermöglicht eine geometrisch einfache und zweckmäßige Gestaltung der Verbindungskanäle zur Durchströmung der Kühlkanäle mit dem Kühlmittel.

10

In einer bevorzugten Ausgestaltung des Kühlkanalsystems sind dabei erste und zweite Verbindungskanäle über in der x-Richtung verlaufende dritte Verbindungskanäle mit den Kühlkanälen verbunden. Die dritten Verbindungskanäle unterstützen dabei vorteilhaft die Verteilung des Kühlmittels auf die Kühlkanäle, insbesondere in der x-Richtung.

15

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung weist das Kühlkanalsystem wenigstens zwei Speicherkammern auf und die Speicherkammern sind entlang der x-Richtung hintereinander angeordnet. Durch eine Mehrzahl hintereinander angeordneter Speicherkammern wird die Strömung von Kühlmittel durch das Kühlkanalsystem verbessert, indem das Kühlkanalsystem vorteilhaft segmentiert wird.

20

In dieser Ausgestaltung sind die von benachbarten Speicherkammern ausgehenden ersten und zweiten Verbindungskanäle vorzugsweise versetzt zueinander angeordnet. Dadurch ergänzen sich die Strömungen aus und zu benachbarten Speicherkammern vorteilhaft, indem Kühlkanäle, die von einer Speicherkammer weniger versorgt werden, umso besser von einer benachbarten Speicherkammer versorgt werden.

30

Der Trägerkörper ist vorzugsweise zylinderförmig mit einer in der x-Richtung verlaufenden Zylinderachse ausgebildet. Dies ermöglicht vorteilhaft eine geometrisch einfache Konstruktion einer erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung.

35

Ferner umfasst der Trägerkörper vorzugsweise mehrere Hohlzylindersegmente, deren Hohlräume jeweils eine Speicherkammer bilden und durch Trennscheiben voneinander getrennt sind, wobei die von den Speicherkammern ausgehenden ersten und zweiten Verbindungskanäle Öffnungen in den Hohlzylinderwänden der Hohlzylindersegmente sind. Auf diese Weise kann in einfacher Weise die oben beschriebene besonders bevorzugte Ausgestaltung der Wicklungsanordnung mit mehreren hintereinander angeordneten Speicherkammern realisiert werden.

Alternativ ist innerhalb des Trägerkörpers ein Innenkörper angeordnet und die Speicherkammern sind durch Trennscheiben voneinander getrennte Zwischenräume zwischen dem Trägerkörper und dem Innenkörper. Auch diese Ausgestaltung realisiert die besonders bevorzugte Ausgestaltung der Wicklungsanordnung mit mehreren hintereinander angeordneten Speicherkammern. Diese Ausgestaltung kann insbesondere vorteilhaft, beispielsweise als Wicklungsanordnung für Transformatoren, insbesondere Fahrzeugtransformatoren, verwendet werden. Als Trägerkörper oder Innenkörper eignen sich beispielsweise elektrische Barriereanordnungen zur Hochspannungsisolation. Wenn hochspannungstechnisch nur eine Hochspannungsbarriere erforderlich ist, kann als Innenkörper beispielsweise vorteilhaft ein Transformatorkern genutzt werden.

Der Innenkörper ist dabei beispielsweise zylinderförmig ausgebildet. Dies ist besonders in Verbindung mit einem ebenfalls zylinderförmig ausgebildeten Trägerkörper vorteilhaft, da dann gleichmäßig geformte Speicherkammern in den Zwischenräumen zwischen beiden Körpern entstehen.

Erfindungsgemäß wird somit eine Wicklungsanordnung vorgeschlagen, in der durch Kombination verschieden ausgerichteter Kanäle (Kühlkanäle, Verbindungskanäle) und anderer Kühlmittelräume (Speicherkammern) jeweils Kanäle mit starkem Strömungsantrieb (weitgehend vertikale Kanäle) und Kanäle mit ungünstigem Kühlmittelantrieb (weitgehend horizontale Kanäle)

zu einem Strömungskanal zusammengefasst werden. Durch diese Verkettung von Kanälen wird die Strömung des Kühlmittels durch die Wicklungsanordnung vergleichmäßig und eine übermäßige Erwärmung von Teilen der Wicklung vermieden, indem ein  
5 Stagnieren der Strömung in den weitgehend horizontalen Kanälen vermieden wird.

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht  
10 werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, das im Zusammenhang mit einer Zeichnung näher erläutert wird.

15 Dabei zeigen:

- FIG 1 eine perspektivische Darstellung einer Wicklungsanordnung mit einem zylinderförmigen Trägerkörper,
- 20 FIG 2 eine perspektivische Teildarstellung einer Wicklungsanordnung mit einem zylinderförmigen Trägerkörper,
- FIG 3 eine perspektivische Darstellung eines zylinderförmigen Trägerkörpers mit Axialleisten,  
25
- FIG 4 eine perspektivische Darstellung einer Trennscheibe und deren Befestigung zur Aufteilung eines zylindrischen Hohlraumes in zwei Speicherkammern,  
30
- FIG 5 einen Längsschnitt durch eine Wicklungsanordnung mit einem zylinderförmigen Trägerkörper und drei Speicherkammern,
- 35 FIG 6 einen Querschnitt durch eine Wicklungsanordnung mit einem zylinderförmigen Trägerkörper in einer Schnittebene durch eine erste Speicherkammer,

- FIG 7 einen Querschnitt durch eine Wicklungsanordnung mit einem zylinderförmigen Trägerkörper in einer Schnittebene durch eine zweite Speicherkammer,
- 5 FIG 8 eine Draufsicht auf einen in eine Ebene abgewickelten zylinderförmigen Trägerkörper mit zwei Speicherkammern,
- 10 FIG 9 eine Draufsicht auf einen in eine Ebene abgewickelten zylinderförmigen Trägerkörper mit drei Speicherkammern,
- 15 FIG 10 eine Draufsicht auf einen in eine Ebene abgewickelten zylinderförmigen Trägerkörper mit vier Speicherkammern,
- 20 FIG 11 einen Querschnitt durch eine Wicklungsanordnung mit einem zylinderförmigen Trägerkörper ohne dritte Verbindungskanäle in einer Schnittebene durch eine erste Speicherkammer,
- 25 FIG 12 einen Querschnitt durch eine Wicklungsanordnung mit einem zylinderförmigen Trägerkörper ohne dritte Verbindungskanäle in einer Schnittebene durch eine zweite Speicherkammer,
- 30 FIG 13 einen Querschnitt durch eine Wicklungsanordnung mit einem zylinderförmigen Trägerkörper und einem Innenkörper in einer Schnittebene durch eine erste Speicherkammer, und
- 35 FIG 14 einen Querschnitt durch eine Wicklungsanordnung mit einem zylinderförmigen Trägerkörper und einem Innenkörper in einer Schnittebene durch eine zweite Speicherkammer.

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Figur 1 und Figur 2 zeigen eine perspektivische Darstellung bzw. Teildarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung A. Die Wicklungs-

5 anordnung A umfasst eine Spulenwicklung 1, einen hohlzylinderförmigen Trägerkörper 2 und ein Kühlkanalsystem, das mit einem Kühllöl als Kühlmittel zur Kühlung der Spulenwicklungen 1 befüllt wird.

10 Die Spulenwicklung 1 verläuft helikal um eine Längsachse (Zylinderachse) des Trägerkörpers 2 an dessen Außenseite.

Das Kühlkanalsystem umfasst Kühlkanäle 40, die jeweils zwischen benachbarten Windungen der Spulenwicklung 1 angeordnet

15 sind, eine Speicherkammer 20, die durch den Hohlraum im Inneren des Trägerkörpers 2 gebildet wird, und Verbindungskanäle 51, 52, 53, über die die Speicherkammer 20 mit den Kühlkanälen 40 verbunden ist.

20 Erste Verbindungskanäle 51 und zweite Verbindungskanäle 52 sind Öffnungen in der Hohlzylinderwand des Trägerkörpers 2. Dabei verlaufen die ersten Verbindungskanäle 51 wenigstens näherungsweise in einer z-Richtung, die orthogonal zu einer

25 x-Richtung ist, welche durch die Längsachse (Zylinderachse) des Trägerkörpers 2 definiert wird. Die zweiten Verbindungskanäle 52 verlaufen wenigstens näherungsweise in einer y-Richtung, welche orthogonal zu der x-Richtung und der z-Richtung ist. Die ersten und zweiten Verbindungskanäle 51, 52

30 führen von der Speicherkammer 20 durch die Hohlzylinderwand des Trägerkörpers 2 zu dritten Verbindungskanälen 53, die an der Außenoberfläche des Trägerkörpers 2 in x-Richtung verlaufen.

Die dritten Verbindungskanäle 53 sind voneinander durch an

35 der Außenoberfläche des Trägerkörpers 2 anliegende, in x-Richtung verlaufende Axialleisten 3 getrennt und regelmäßig über die gesamte Außenoberfläche des Trägerkörpers 2 verteilt.

Die Kühlkanäle 40 schließen sich jeweils an einen dritten Verbindungskanal 53 an und sind durch diesen von der Außen-  
oberfläche des Trägerkörpers 2 beabstandet. Sie verlaufen in  
5 einer yz-Ebene jeweils radial von einem dritten Verbindungs-  
kanal 53 nach außen. In der yz-Ebene sind die Kühlkanäle 40  
durch Trennungsleisten 4 voneinander getrennt, die jeweils  
auf einer Axialleiste 3 aufliegen und sich von dieser zwi-  
schen benachbarten Windungen der Spulenwicklung 1 radial nach  
10 außen erstrecken.

Figur 3 zeigt eine perspektivische Darstellung des Träger-  
körpers 2 der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Wicklungs-  
anordnung A mit an dem Trägerkörper 2 angeordneten Axialleis-  
15 ten 3.

Die in den Figuren 1 bis 3 dargestellte Wicklungsanordnung A  
ist dazu vorgesehen, im Erdschwerefeld mit der z-Richtung in  
Richtung der Schwerkraft ausgerichtet zu werden. Das Kühlka-  
20 nalsystem ist so konzipiert, dass bei einer derartigen Aus-  
richtung eine Erwärmung der Spulenwicklung 1, die durch einen  
Stromfluss durch die Spulenwicklung 1 erzeugt wird, eine Kon-  
vektionsströmung des Kühllöls durch sämtliche Kühlkanäle 40  
des Kühlkanalsystems bewirkt. Die Konvektions-strömung wird  
25 dabei durch einen Auftrieb erzeugt, der durch die Erwärmung  
der Spulenwicklung 1 in dem Kühllöl entsteht. Die Anordnung  
insbesondere der ersten und zweiten Verbindungskanäle 51, 52  
und deren näherungsweise Verlauf in z- bzw. y-Richtung be-  
wirken dabei, dass alle Kühlkanäle 40 in die Strömung des  
30 Kühllöls einbezogen werden. Um eine solche Strömung zu för-  
dern, werden die zweiten Verbindungskanäle 52 vorzugsweise  
nicht exakt in y-Richtung verlaufend ausgeführt, sondern  
leicht davon abweichend, so dass sie jeweils eine aufwärts  
gerichtete Komponente der Strömung zulassen.

35

Eine Ausgestaltung des in den Figuren 1 bis 3 dargestellten  
ersten Ausführungsbeispiels sieht anstelle einer Spulen-  
wicklung 1 mehrere derartige Spulenwicklungen 1 vor, deren

Windungen beispielsweise gegeneinander versetzt oder miteinander verflochten sind.

Hinsichtlich der Ausgestaltung des Kühlkanalsystems trifft  
5 Entsprechendes auch für die im Folgenden anhand der Figuren 4  
bis 14 beschriebenen Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer  
Wicklungsanordnungen A zu. Auch diese weisen näherungsweise  
in z- bzw. y-Richtung verlaufende erste und zweite Verbindungs-  
10 kanäle 51, 52 auf, die eine Konvektionsströmung durch  
sämtliche Kühlkanäle 40 ermöglichen, wenn die Spulenwicklungen  
1 von elektrischem Strom durchflossen werden und die jeweilige  
Wicklungsanordnung A im Erdschwerefeld mit der z-  
Richtung in Richtung der Schwerkraft ausgerichtet ist. Die  
15 Wicklungsanordnungen A dieser Ausführungsbeispiele weisen  
ebenfalls jeweils einen zylinderförmigen Trägerkörper 2 auf.  
Sie unterscheiden sich aber von dem ersten Ausführungs-  
beispiel dadurch, dass im Inneren des Trägerkörpers 2 zur  
weiteren Verbesserung der Konvektionsströmung des Kühllöls  
mehrere Speicherkammern 21, 22, 23, 24 entlang der Längsachse  
20 (Zylinderachse) des Trägerkörpers 2 hintereinander angeordnet  
sind. Die Längsachse des Trägerkörpers 2 definiert dabei je-  
weils wiederum eine x-Richtung. Die y- und die z-Richtung be-  
zeichnen zu der x-Richtung und zueinander orthogonale Rich-  
tungen.

25

Figur 4 zeigt eine perspektivische Darstellung einer Trennscheibe 5 zur Aufteilung eines zylindrischen Hohlraumes innerhalb eines hier nicht dargestellten zylindrischen Trägerkörpers 2 in zwei Speicherkammern 21, 22. Die Trennscheibe 5  
30 ist dabei mittels einer entlang der Längsachse des Trägerkörpers 2 angeordneten Befestigungsstange 6 an einer Tragevorrichtung 7 des Trägerkörpers 2 befestigt. Die Befestigungsstange 6 kann entfallen, wenn die Trennscheibe 5 an ihrem Außenrand mit der Innenoberfläche des Trägerkörpers 2 verbunden  
35 ist.

Figur 5 zeigt einen Längsschnitt in einer xz-Ebene durch ein zweites Ausführungsbeispiel einer Wicklungsanordnung A. Die

Wicklungsanordnung A weist einen zylinderförmigen Trägerkörper 2 mit drei Speicherkammern 21, 22, 23 auf, die jeweils als ein Hohlraum eines Hohlzylindersegmentes innerhalb des Trägerkörpers 2 ausgebildet sind. Benachbarte Speicherkammern 21, 22, 23 sind jeweils durch eine Trennscheibe 5 voneinander getrennt.

Von jeder Speicherkammer 21, 22, 23 gehen mehrere wenigstens annähernd in z-Richtung verlaufende erste Verbindungskanäle 51 und mehrere wenigstens annähernd in y-Richtung verlaufende zweite Verbindungskanäle 52 aus, die jeweils als eine Öffnung in der Hohlzylinderwand des jeweiligen Hohlzylindersegmentes ausgebildet sind. Wie im ersten Ausführungsbeispiel sind die ersten und zweiten Verbindungskanäle 51, 52 jeweils mit einem dritten Verbindungskanal 53 verbunden. Ebenfalls wie im ersten Ausführungsbeispiel verlaufen die dritten Verbindungskanäle 53 in x-Richtung an der Außenoberfläche des Trägerkörpers 2 und sind mit sich nach außen anschließenden Kühlkanälen 40 verbunden, in denen Spulenwicklungen 1 angeordnet sind.

Die ersten Verbindungskanäle 51 und die zweiten Verbindungskanäle 52 benachbarter Speicherkammern 21, 22, 23 sind jeweils versetzt zueinander angeordnet. Dadurch wird die Konvektionsströmung des Kühllöls vorteilhaft weiter verbessert.

Die Figuren 6 und 7 zeigen jeweils einen Querschnitt in einer yz-Ebene durch die in Figur 5 dargestellte Wicklungsanordnung A, wobei die Schnittebene in Figur 6 durch eine erste Speicherkammer 21 verläuft und die Schnittebene in Figur 7 durch eine der ersten Speicherkammer 21 benachbarte zweite Speicherkammer 22 verläuft. Dargestellt sind außerdem die Richtungen der Konvektionsströmung des Kühllöls durch die ersten und zweiten Verbindungskanäle 51, 52, die in den beiden Speicherkammern 21, 22 versetzt zueinander angeordnet sind.

Die Figuren 8 bis 10 zeigen jeweils eine Draufsicht auf einen entlang einer x-Richtung aufgeschnittenen und in eine

xy-Ebene abgewickelten zylinderförmigen Trägerkörper 2 von Ausführungsbeispielen von Wicklungsanordnungen A, die sich durch die Anzahl von Speicherkammern 21, 22, 23, 24 und die Anzahl und/oder Verteilung von ersten und zweiten Verbindungs-  
5 dungskanälen 51, 52 unterscheiden, im Übrigen aber jeweils dem in den Figuren 5 bis 7 dargestellten Ausführungsbeispiel entsprechen. Dargestellt ist jeweils auch die Lage der Trennscheiben 5, die die Speicherkammern 21, 22, 23, 24 voneinander trennen. Wie in dem in den Figuren 5 bis 7 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die ersten und zweiten Verbindungs-  
10 kanäle 51, 52 benachbarter Speicherkammern 21, 22, 23, 24 versetzt zueinander angeordnet.

Die Figuren 11 und 12 zeigen jeweils einen Querschnitt in einer yz-Ebene durch eine Wicklungsanordnung A gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von den in den Figuren 5 bis 10 dargestellten Ausführungsbeispielen im Wesentlichen dadurch, dass die Wicklungsanordnung A keine dritten Verbindungs-  
15 kanäle 53 aufweist, sondern die ersten und zweiten Verbindungs-kanäle 51, 52 direkt mit den Kühlkanälen 40 verbunden sind. Abgesehen davon ist die Wicklungsanordnung A analog zu den in den Figuren 5 bis 10 dargestellten Ausführungsbeispielen ausgebildet. Insbesondere weist sie mehrere Speicherkammern 21, 22, 23, 24  
20 auf, wobei die von benachbarten Speicherkammern 21, 22, 23, 24 ausgehenden ersten und zweiten Verbindungs-kanäle 51, 52 versetzt zueinander angeordnet sind. Figur 11 zeigt einen Querschnitt, dessen Schnittebene durch eine erste Speicherkammer 21 verläuft. Figur 12 zeigt einen Querschnitt, dessen  
25 Schnittebene durch eine der ersten Speicherkammer 21 benachbarte zweite Speicherkammer 22 verläuft.  
30

Die Figuren 13 und 14 zeigen jeweils einen Querschnitt in einer yz-Ebene durch eine Wicklungsanordnung A gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Wie das in den Figuren 11 und 12 dargestellte Ausführungsbeispiel weist auch dieses Ausführungsbeispiel keine dritten Verbindungs-  
35 kanäle 53 auf. Der Unterschied zu dem in den Figuren 11 und 12 dargestellten Aus-

führungsbeispiel besteht in der Ausbildung der Speicherkammern 21, 22, 23, 24. Innerhalb des Trägerkörpers 2 ist ein zylinderförmiger Innenkörper 8 angeordnet, dessen Zylinderachse mit der Zylinderachse des Trägerkörpers 2 zusammenfällt. Die Speicherkammern 21, 22, 23, 24 werden in diesem Ausführungsbeispiel von Zwischenräumen zwischen dem Trägerkörper 2 und dem Innenkörper 8 gebildet, die voneinander durch ringförmige Trennscheiben 5 voneinander getrennt sind. Abgesehen davon ist die Wicklungsanordnung A analog zu dem in den Figuren 11 und 12 dargestellten Ausführungsbeispiel ausgebildet. Figur 13 zeigt einen Querschnitt, dessen Schnittebene durch eine erste Speicherkammer 21 verläuft. Figur 14 zeigt einen Querschnitt, dessen Schnittebene durch eine der ersten Speicherkammer 21 benachbarte zweite Speicherkammer 22 verläuft.

Bei dem in den Figuren 13 und 14 dargestellten Ausführungsbeispiel eignen sich als Trägerkörper 2 und/oder Innenkörper 8 beispielsweise elektrische Barriereanordnungen zur Hochspannungsisolation. Dieses Ausführungsbeispiel kann insbesondere vorteilhaft als Wicklungsanordnung für Fahrzeugtransformatoren verwendet werden. Wenn hochspannungstechnisch nur eine Hochspannungsbarriere erforderlich ist, kann als Innenkörper 8 beispielsweise vorteilhaft der Kern eines Transformators genutzt werden.

In allen beschriebenen Ausführungsbeispielen kann ein Außenbereich um die Kühlkanäle 40 und Spulenwicklungen 1 herum ebenfalls als mit Kühlmittel befüllbarer und mit den Kühlkanälen 40 verbundener Bereich des Kühlkanalsystems ausgebildet sein.

Obwohl die Erfindung im Detail durch ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Wicklungsanordnung (A) mit wenigstens einer um eine in einer x-Richtung verlaufende x-Achse gewickelte Spulenwicklung (1) und einem Kühlkanalsystem zur Aufnahme eines Kühlmittels zur Kühlung der Spulenwicklung (1), wobei zwischen Windungen der Spulenwicklung (1) Kühlkanäle (40) des Kühlkanalsystems angeordnet sind und das Kühlkanalsystem derart ausgebildet ist, dass bei geeigneter Ausrichtung der Wicklungsanordnung (A) im Erdschwerefeld und Befüllung des Kühlkanalsystems mit dem Kühlmittel eine durch einen Stromfluss erzeugte Erwärmung der Spulenwicklung (1) eine Konvektionsströmung des Kühlmittels durch sämtliche Kühlkanäle (40) des Kühlkanalsystems bewirkt.
2. Wicklungsanordnung (A) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle (40) an einem Trägerkörper (2) angeordnet sind, das Kühlkanalsystem wenigstens eine im Inneren des Trägerkörpers (2) angeordnete Speicherkammer (20, 21, 22, 23, 24) aufweist und jede Speicherkammer (20, 21, 22, 23, 24) über Verbindungs-kanäle (51, 52, 53) mit Kühlkanälen (40) verbunden ist.
3. Wicklungsanordnung (A) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jede Spulenwicklung (1) und die Kühlkanäle (40) an einer Außenseite des Trägerkörpers (2) angeordnet sind.
4. Wicklungsanordnung (A) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass von jeder Speicherkammer (20, 21, 22, 23, 24) wenigstens ein erster Verbindungskanal (51), der wenigstens näherungsweise in einer zu der x-Richtung orthogonalen z-Richtung verläuft, und wenigstens ein zweiter Verbindungskanal (52), der wenigstens näherungsweise orthogonal zu der z-Richtung und der x-Richtung verläuft, ausgehen.
5. Wicklungsanordnung (A) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass erste und zweite Verbindungska-

näle (51, 52) über in der x-Richtung verlaufende dritte VerbindungsKanäle (53) mit Kühlkanälen (40) verbunden sind.

6. Wicklungsanordnung (A) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlkanalsystem wenigstens zwei Speicherkammern (20, 21, 22, 23, 24) aufweist und die Speicherkammern (20, 21, 22, 23, 24) entlang der x-Richtung hintereinander angeordnet sind.

10 7. Wicklungsanordnung (A) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die von benachbarten Speicherkammern (20, 21, 22, 23, 24) ausgehenden ersten und zweiten VerbindungsKanäle (51, 52) versetzt zueinander angeordnet sind.

15

8. Wicklungsanordnung (A) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Trägerkörper (2) zylinderförmig mit einer in der x-Richtung verlaufenden Zylinderachse ausgebildet ist.

20

9. Wicklungsanordnung (A) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Trägerkörper (2) mehrere Hohlzylindersegmente umfasst, deren Hohlräume jeweils eine Speicherkammer (20, 21, 22, 23, 24) bilden und durch Trennscheiben (5) voneinander getrennt sind, und dass die von den Speicherkammern (20, 21, 22, 23, 24) ausgehenden ersten und zweiten VerbindungsKanäle (51, 52) Öffnungen in den Hohlzylinderwänden der Hohlzylindersegmente sind.

30

10. Wicklungsanordnung (A) nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Trägerkörpers (2) ein Innenkörper (8) angeordnet ist und die Speicherkammern (20, 21, 22, 23, 24) durch Trennscheiben voneinander getrennte Zwischenräume zwischen dem Trägerkörper (2) und dem Innenkörper (8) sind.

35

11. Wicklungsanordnung (A) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenkörper (8) zylinderförmig

mig ausgebildet ist.

FIG 1

A

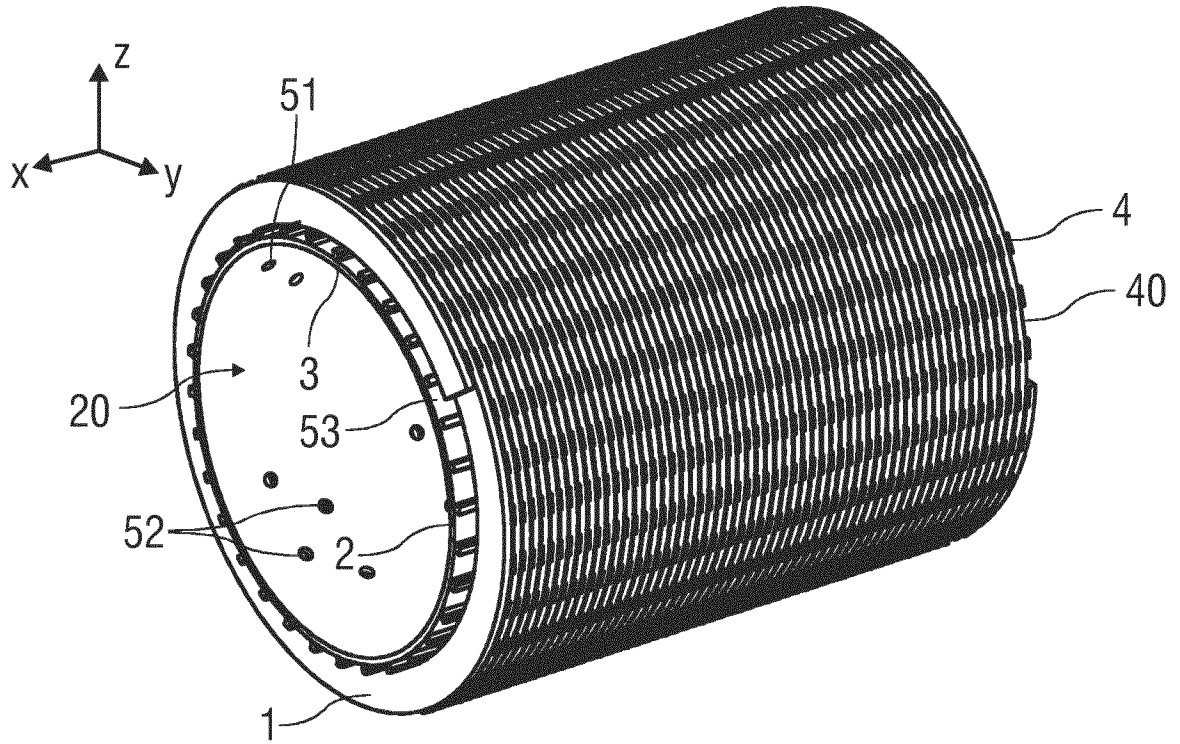
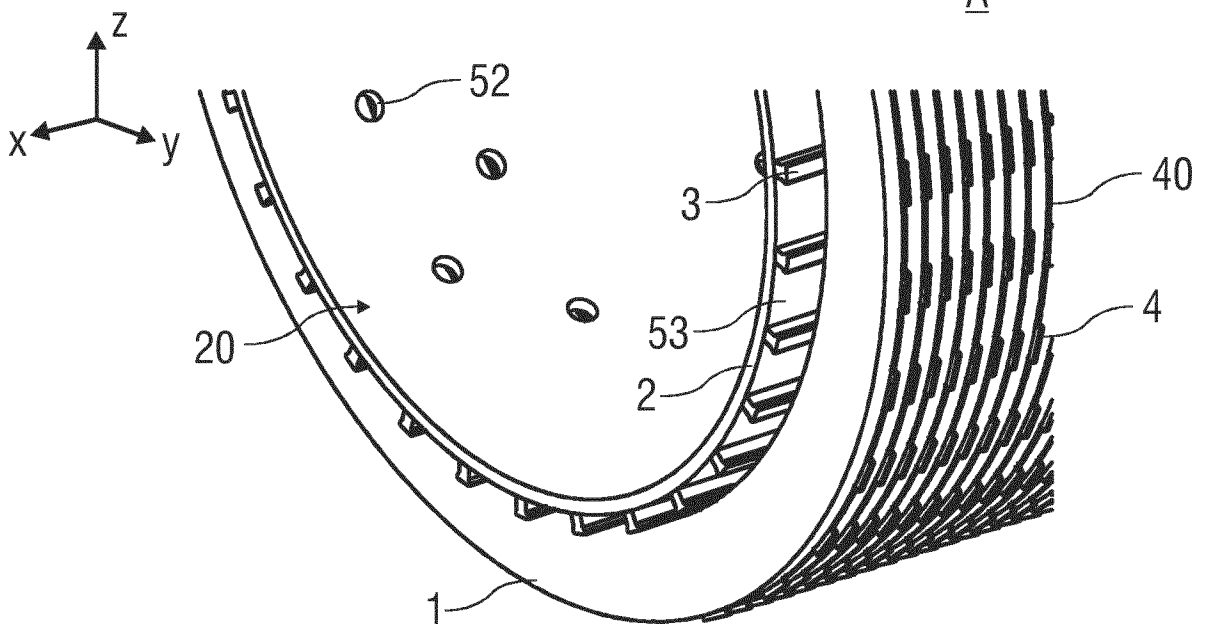


FIG 2

A



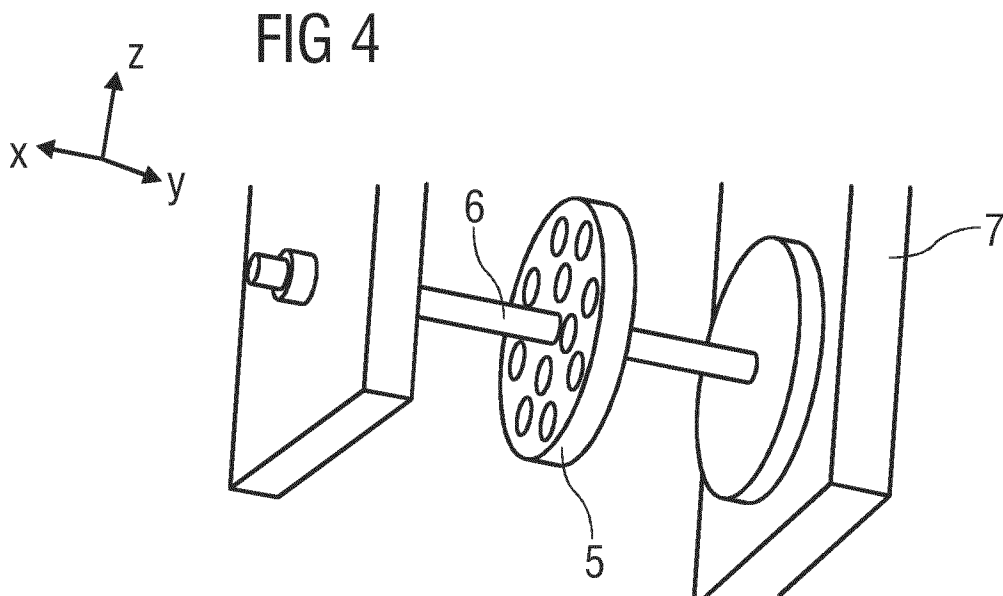
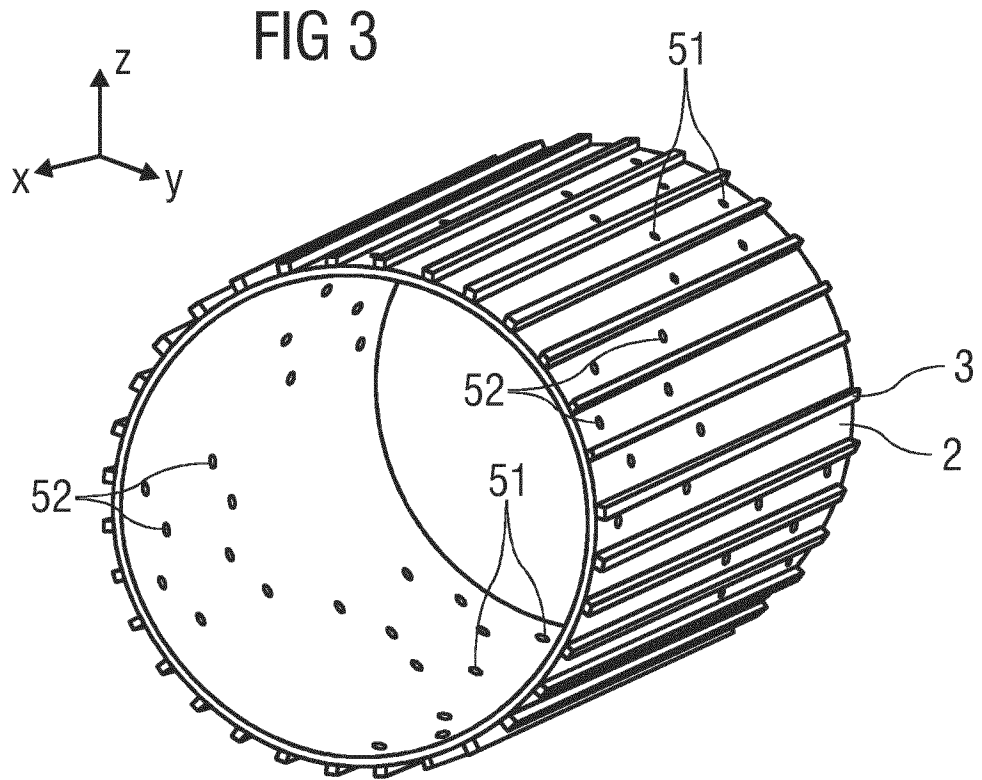


FIG 5

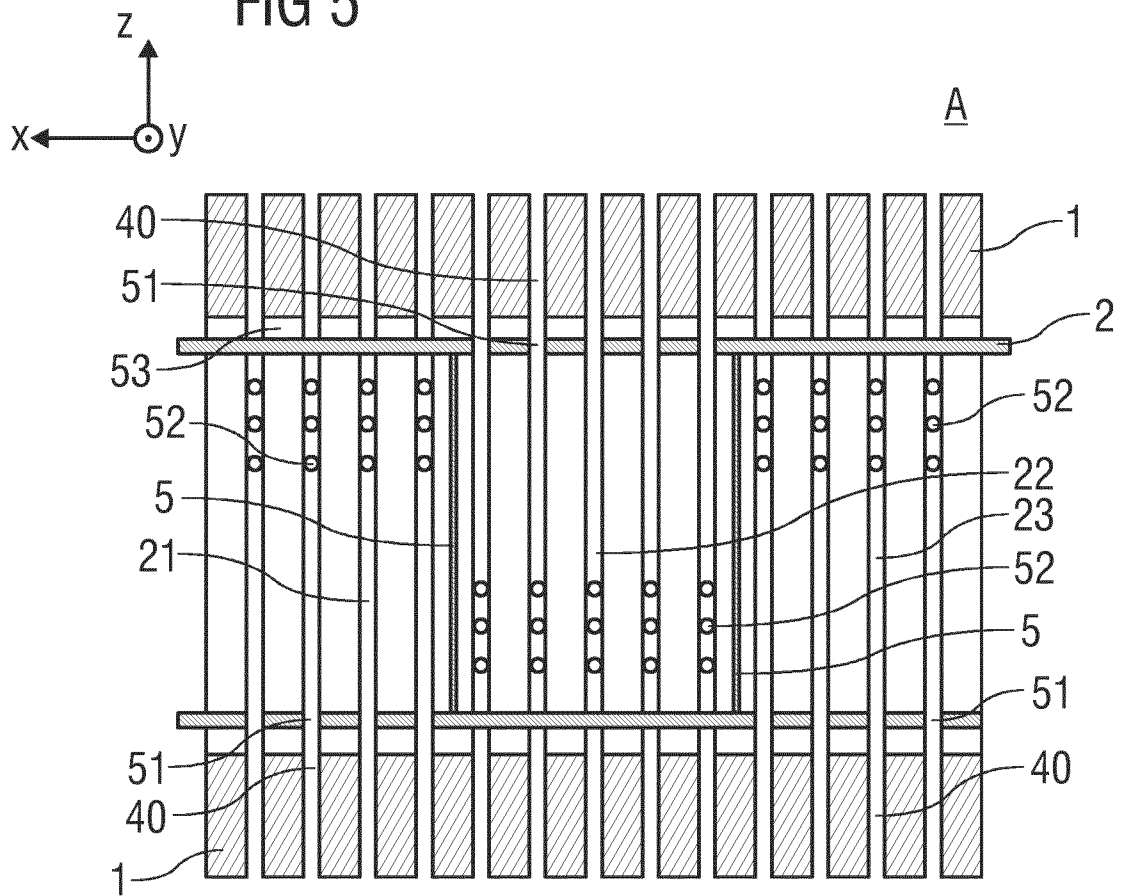


FIG 6

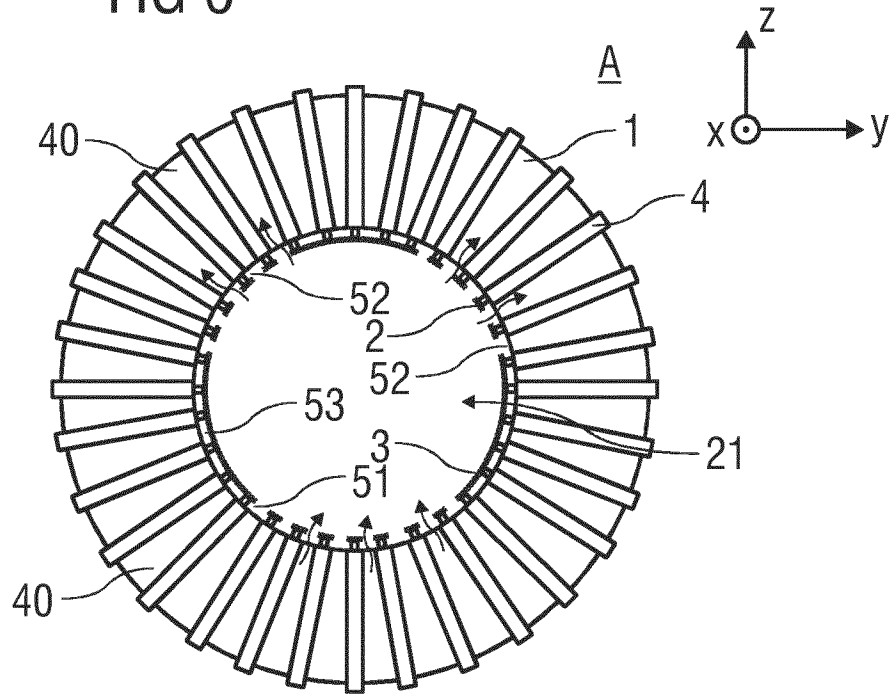


FIG 7

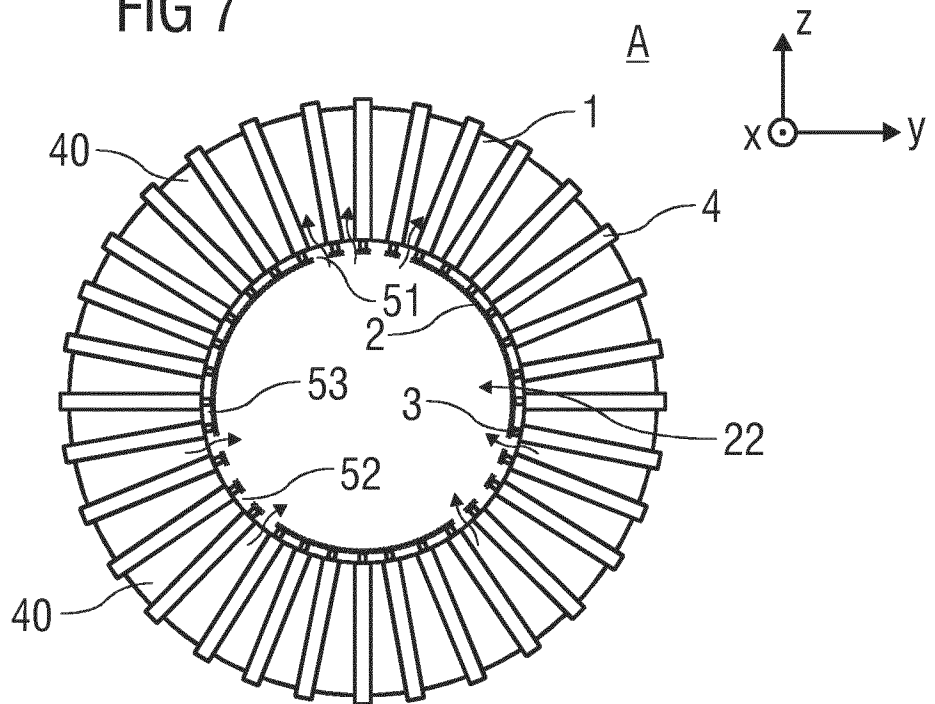


FIG 8

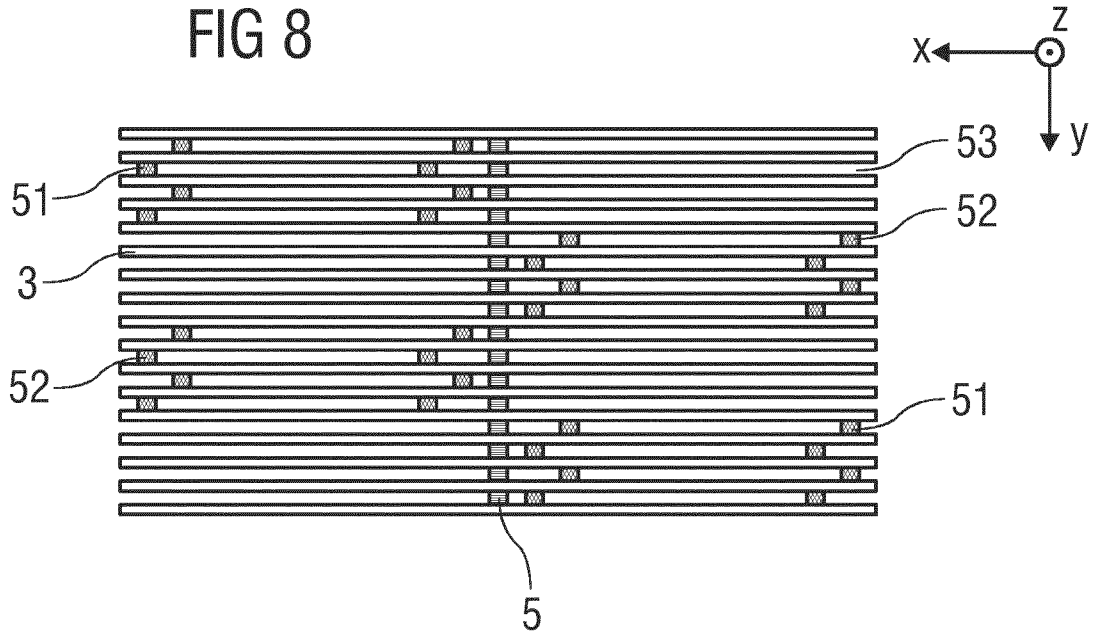


FIG 9

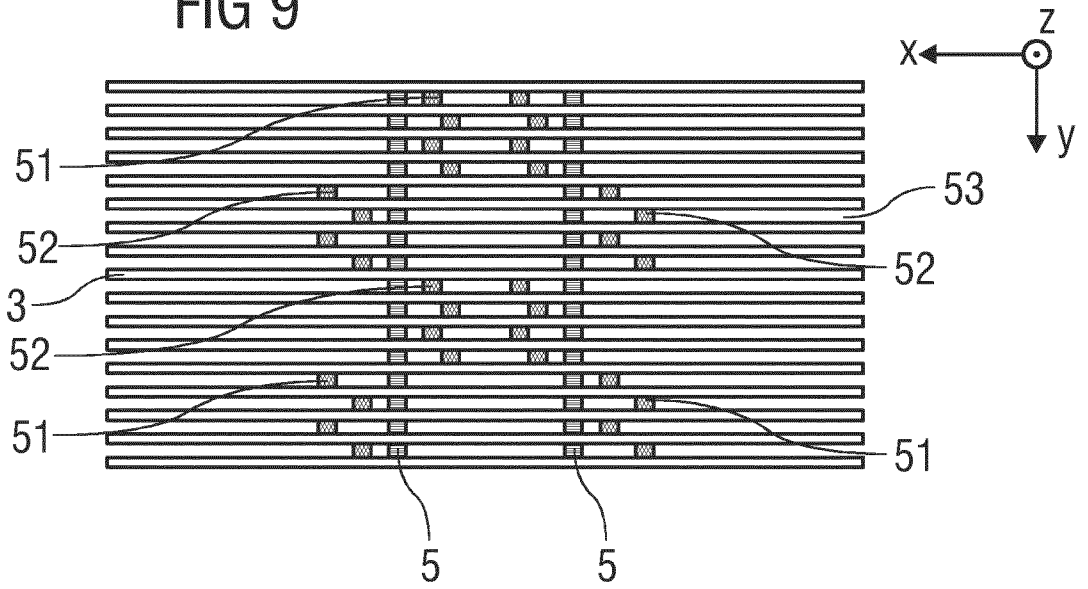


FIG 10

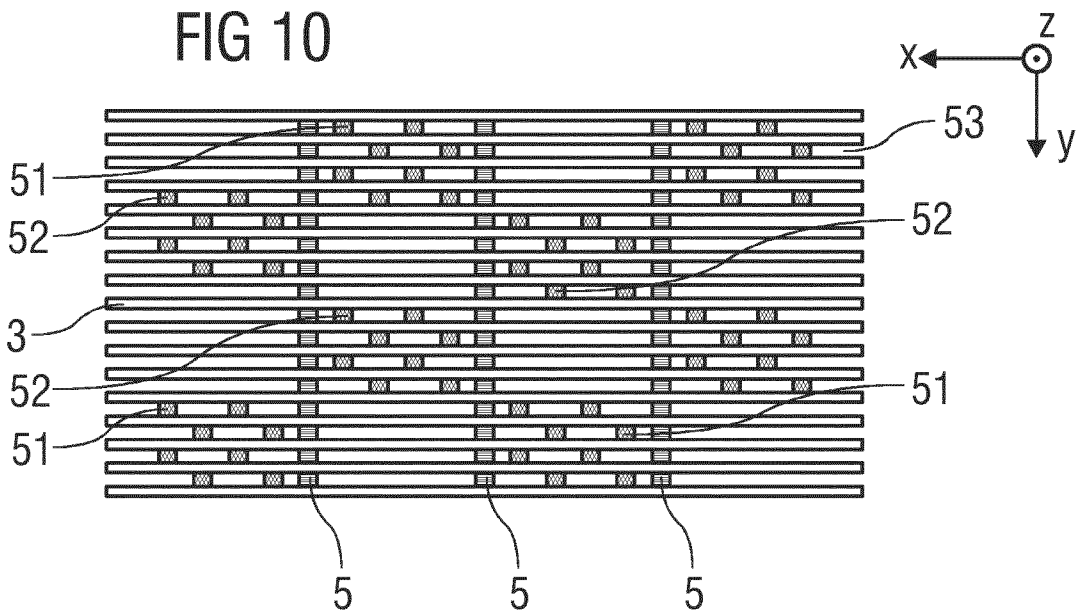


FIG 11

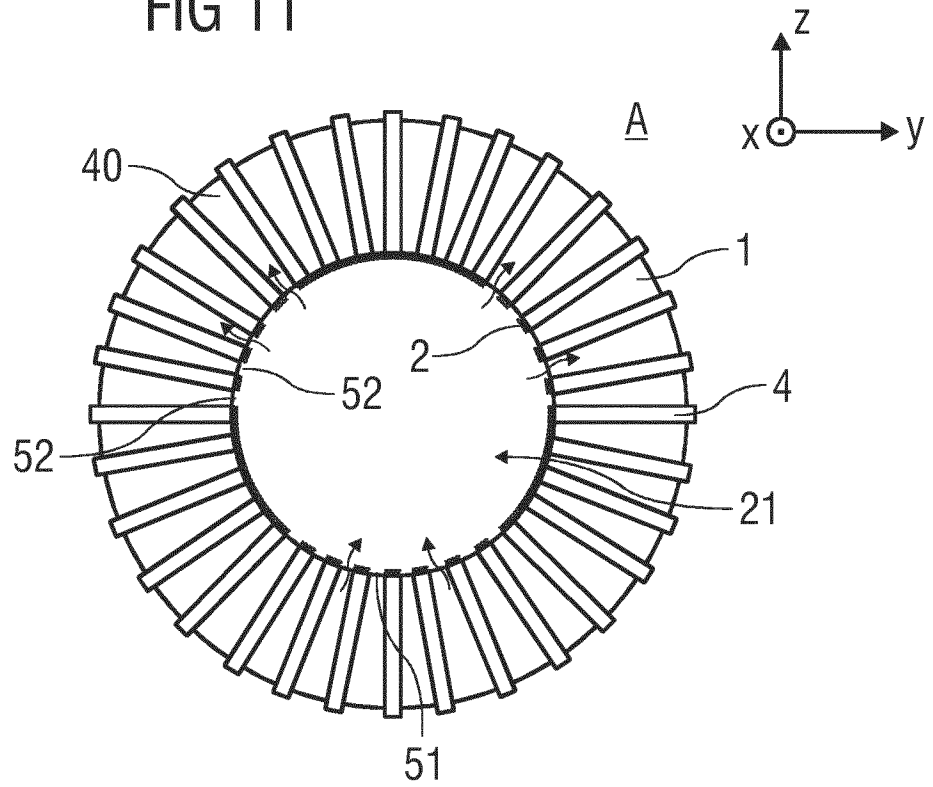


FIG 12

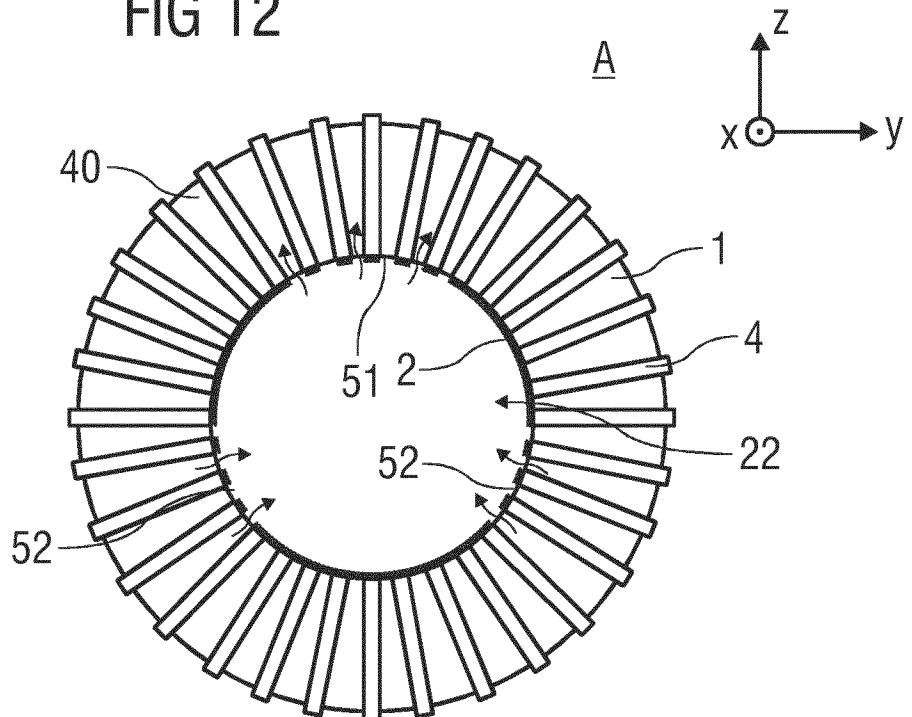


FIG 13

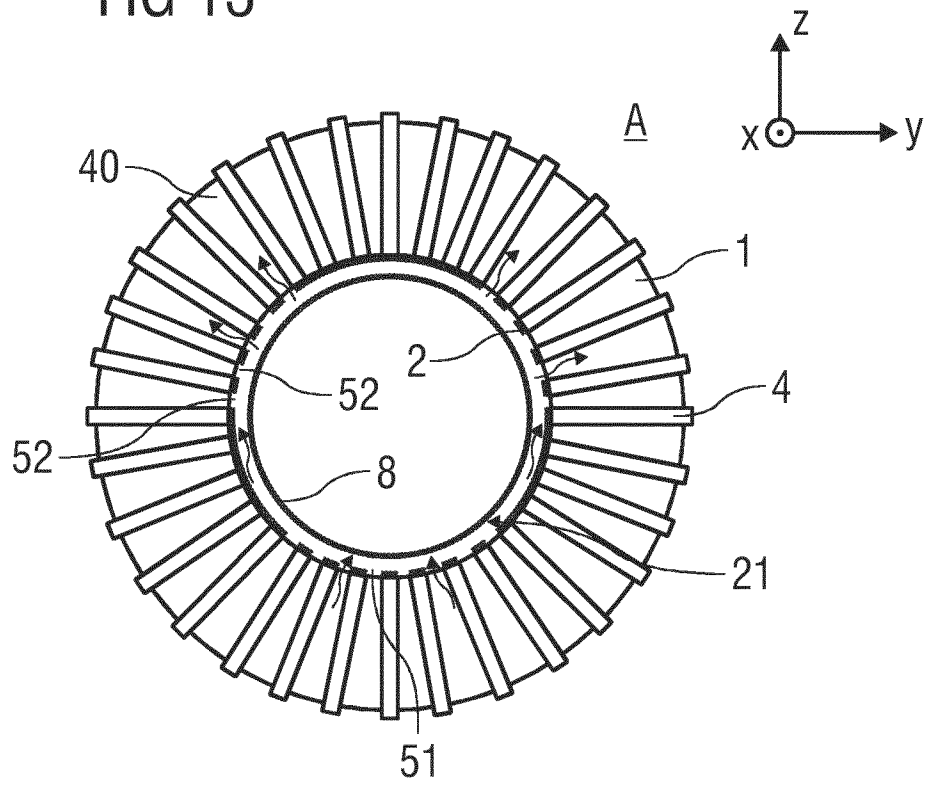
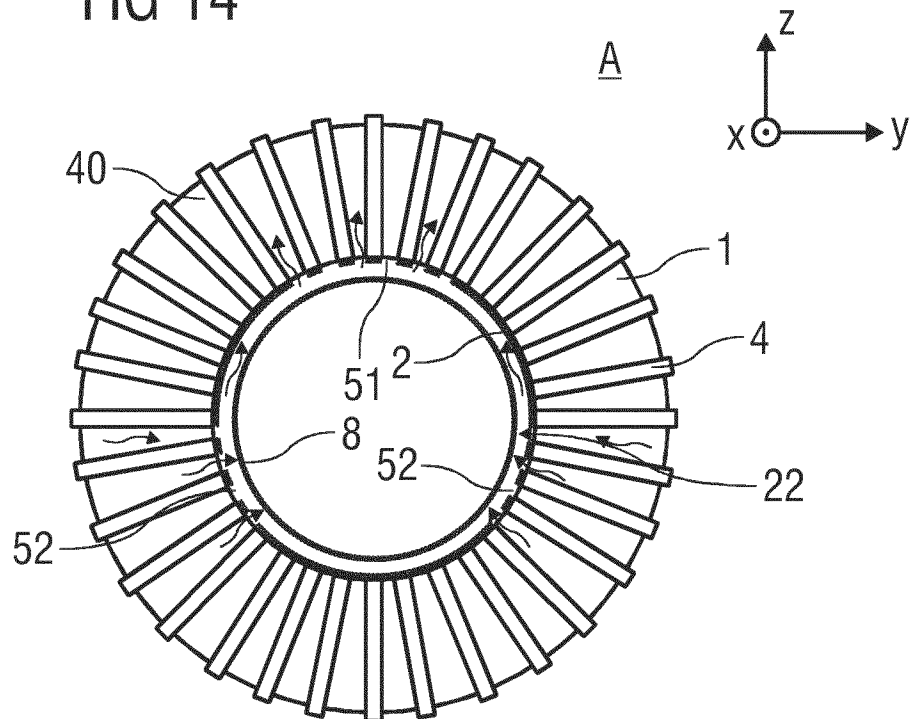


FIG 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/063992

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H01F27/28  
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  
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	CH 297 561 A (OERLIKON MASCHF [CH]) 31 March 1954 (1954-03-31)	1,2,8
A	page 1, line 16 - page 2, line 89; figures 1-6	10,11
X	GB 937 161 A (ENGLISH ELECTRIC CO LTD) 18 September 1963 (1963-09-18)	1
A	page 2, lines 12-31; figures 1-3	2
X	US 4 000 482 A (STAUB FRED W ET AL) 28 December 1976 (1976-12-28)	1
A	abstract; figures 1-3 column 2, line 45 - line 4; figure 66	2
X	US 2002/024262 A1 (HAYASE GAKU [JP] ET AL) 28 February 2002 (2002-02-28)	1
	paragraphs [0087] - [0092]; figures 1,2	
	-/--	

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  15 October 2012	Date of mailing of the international search report  26/10/2012
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  Reder, Michael

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/063992

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 040 262 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP [US]) 25 November 1981 (1981-11-25) abstract; figures 1-3,5 page 7, line 8 - page 11, line 5 -----	1-5,8, 10,11
A	EP 0 582 218 A1 (ABB PATENT GMBH [DE]) 9 February 1994 (1994-02-09) column 2, line 25 - column 5, line 30; figures 1-6 -----	1,2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2012/063992
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CH 297561	A	31-03-1954	NONE
-----			
GB 937161	A	18-09-1963	NONE
-----			
US 4000482	A	28-12-1976	NONE
-----			
US 2002024262	A1	28-02-2002	CA 2335668 A1 28-02-2002
			CN 1339803 A 13-03-2002
			JP 2002075749 A 15-03-2002
			US 2002024262 A1 28-02-2002
-----			
EP 0040262	A1	25-11-1981	CA 1144246 A1 05-04-1983
			DE 3069179 D1 18-10-1984
			EP 0040262 A1 25-11-1981
			JP 1525608 C 30-10-1989
			JP 57007107 A 14-01-1982
			JP 64010923 B 22-02-1989
			US 4307364 A 22-12-1981
-----			
EP 0582218	A1	09-02-1994	DE 4225677 A1 10-03-1994
			EP 0582218 A1 09-02-1994
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. H01F27/28  
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTER GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 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	CH 297 561 A (OERLIKON MASCHF [CH]) 31. März 1954 (1954-03-31)	1,2,8
A	Seite 1, Zeile 16 - Seite 2, Zeile 89; Abbildungen 1-6	10,11
	-----	
X	GB 937 161 A (ENGLISH ELECTRIC CO LTD) 18. September 1963 (1963-09-18)	1
A	Seite 2, Zeilen 12-31; Abbildungen 1-3	2
	-----	
X	US 4 000 482 A (STAUB FRED W ET AL) 28. Dezember 1976 (1976-12-28)	1
A	Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 Spalte 2, Zeile 45 - Zeile 4; Abbildung 66	2
	-----	
X	US 2002/024262 A1 (HAYASE GAKU [JP] ET AL) 28. Februar 2002 (2002-02-28)	1
	Absätze [0087] - [0092]; Abbildungen 1,2	
	-----	
	-/--	

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

15. Oktober 2012

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/10/2012

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.
A	EP 0 040 262 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP [US]) 25. November 1981 (1981-11-25) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3,5 Seite 7, Zeile 8 - Seite 11, Zeile 5 -----	1-5,8, 10,11
A	EP 0 582 218 A1 (ABB PATENT GMBH [DE]) 9. Februar 1994 (1994-02-09) Spalte 2, Zeile 25 - Spalte 5, Zeile 30; Abbildungen 1-6 -----	1,2

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/063992

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CH 297561	A	31-03-1954	KEINE
-----			
GB 937161	A	18-09-1963	KEINE
-----			
US 4000482	A	28-12-1976	KEINE
-----			
US 2002024262	A1	28-02-2002	CA 2335668 A1 28-02-2002
			CN 1339803 A 13-03-2002
			JP 2002075749 A 15-03-2002
			US 2002024262 A1 28-02-2002
-----			
EP 0040262	A1	25-11-1981	CA 1144246 A1 05-04-1983
			DE 3069179 D1 18-10-1984
			EP 0040262 A1 25-11-1981
			JP 1525608 C 30-10-1989
			JP 57007107 A 14-01-1982
			JP 64010923 B 22-02-1989
			US 4307364 A 22-12-1981
-----			
EP 0582218	A1	09-02-1994	DE 4225677 A1 10-03-1994
			EP 0582218 A1 09-02-1994
-----			