

(19)



(11)

EP 2 428 967 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

14.03.2012 Patentblatt 2012/11

(51) Int Cl.:

H01F 27/08 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **10175699.7**(22) Anmeldetag: **08.09.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME RS(71) Anmelder: **ABB Technology AG****8050 Zürich (CH)**

(72) Erfinder:

- **Bockholt, Marcos**
33104 Paderborn (DE)
- **Cornelius, Frank**
59936 Olsberg (DE)

• **Esenlik, Burak****33102 Paderborn (DE)**• **Patel, Bhavesh****59929 Brilon (DE)**• **Tepper, Jens****59929 Brilon (DE)**• **Weber, Benjamin****59955 Winterberg (DE)**(74) Vertreter: **Partner, Lothar****ABB AG****GF-IP****Wallstadter Strasse 59****68526 Ladenburg (DE)**(54) **Transformatorwicklung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Transformatorwicklung (10, 40, 60, 80), mit wenigstens zwei hohlzylindrisch ineinandergeschachtelten sich um eine gemeinsame Wickelachse (18, 50, 62, 82) erstreckenden elektrisch in Reihe geschalteten (24) mehrlagigen Wicklungsmodulen (12, 14, 42, 44, 46, 48, 64, 66) und mit wenigstens einem Kühlkanal (16, 52, 68, 90), welcher längs derselben Wickelachse (18, 50, 62, 82) hohlzylindrisch zwi-

schen den Wicklungsmodulen (12, 14, 42, 44, 46, 48, 64, 66) angeordnet ist. Innerhalb des wenigstens einen Kühlkanals (16, 52, 68, 90) ist zumindest abschnittsweise längs dessen radialen Umfangs ein sich über annähernd die gesamte axiale Länge erstreckender flächiger elektrischer Schirm (20, 22, 54, 56, 58, 72, 74, 92, 94) vorgesehen, durch welchen die elektrische Kapazitätsverteilung in der elektrisch in Reihe geschalteten Transformatorwicklung beeinflusst ist.

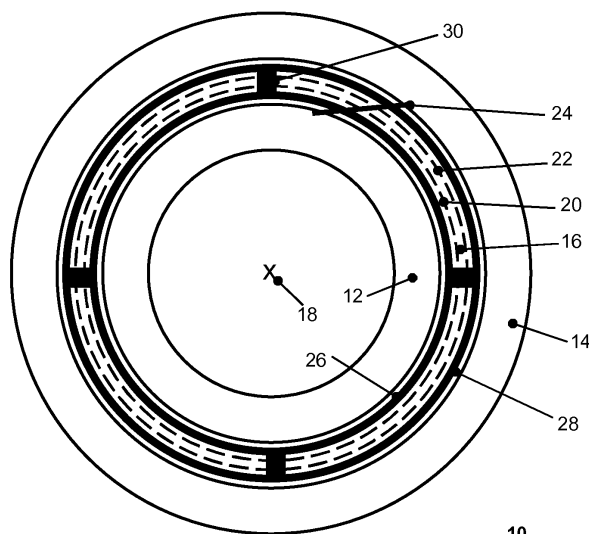


Fig. 1

10**EP 2 428 967 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Transformatorwicklung, mit wenigstens zwei hohlzylindrisch ineinandergeschachtelten sich um eine gemeinsame Wickelachse erstreckenden elektrisch in Reihe geschalteten mehrlagigen Wicklungsmodulen und mit wenigstens einem Kühlkanal, welcher längs derselben Wickelachse hohlzylindrisch zwischen den Wicklungsmodulen angeordnet ist.

[0002] Es ist allgemein bekannt, dass Leistungstransformatoren, beispielsweise mit einer Nennleistung von einigen MVA und in einem Spannungsbereich von beispielsweise 5kV bis 30kV oder 110kV, teilweise sogar bis 170kV, auch als Trockentransformatoren ausgeführt werden, wobei in dem zuletzt genannten Spannungsbereich durchaus auch Nennleistungen von 50MVA und darüber möglich sind. Beim Betrieb eines Transformators entsteht in dessen elektrischen Wicklungen eine Verlustwärme, die an die Umgebung abzuführen ist. Daher ist zu Kühlzwecken eines derartigen Trockentransformators zumeist wenigstens ein längs der axialen Erstreckung der Wicklung geführter Kühlkanal ausgeprägt, um die Verlustwärme vorzugsweise mittels natürlicher Luftkühlung aus dem Wicklungsinnen herauszuführen. Um die Kühlwirkung zu vergrößern, ist insbesondere die üblicherweise radial innen liegende Unterspannungswicklung in mehrere radial beabstandete und elektrisch in Reihe geschaltete hohlzylindrische Wicklungssegmente geteilt, zwischen denen ein ebenfalls hohlzylindrischer Kühlkanal angeordnet ist.

[0003] Nachteilig hieran ist jedoch, dass die (Streu-) Kapazität der zusammen geschalteten Wicklung nicht mehr annähernd homogen auf die einzelnen Wicklungswindungen verteilt ist, sondern sich vielmehr ein Bereich mit geringer Kapazität im Bereich des Kühlkanals ausprägt. Dies ist insbesondere bei Trockentransformatoren der Fall, weil dort Kühlkanäle mit einer Dicke von einigen Zentimetern üblich sind, wohingegen bei ölgefüllten Transformatoren die Dicke der Kühlkanäle im Millimeterbereich liegt, so dass die kapazitive Änderung der Wicklung entsprechend gering ausfällt.

[0004] Dieser Effekt ist insbesondere bei einer Stossspannungsbelastung der Wicklung von Bedeutung, also bei einem von außen an die Anschlüsse der Wicklung einlaufenden Spannungsimpuls, beispielsweise mit einer Anstiegszeit im μs Bereich. Aufgrund des hochfrequenten Grundanteils eines derartigen Spannungsimpulses verteilt sich die Spannung längs der einzelnen Windungen der Wicklung entsprechend deren jeweiliger Kapazität. Da die Kapazität aufgrund der Einbringung des Kühlkanals nunmehr ungleichmäßig verteilt ist, ergibt sich auch eine nachteilige ungleichmäßige Spannungsbeanspruchung des Leiters, der üblicherweise über seine gesamte Länge für dieselbe Spannungsbeanspruchung ausgelegt ist.

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine Transformatorwicklung mit homogenisierter Spannungsverteilung bei

Stossspannungsbelastung anzugeben.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Transformatorwicklung der eingangs genannten Art. Diese ist dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des wenigstens einen Kühlkanals zumindest abschnittsweise längs dessen radialen Umfangs ein sich über annähernd die gesamte axiale Länge erstreckender flächiger elektrischer Schirm vorgesehen ist, durch welchen die elektrische Kapazitätsverteilung in der elektrisch in Reihe geschalteten Transformatorwicklung beeinflusst ist.

[0007] Die Grundidee der Erfindung besteht darin, den hohlzylindrischen Innenraum des wenigstens einen Kühlkanals, welcher sich zumeist über die gesamte axiale Länge der Transformatorwicklung erstreckt, mit einem jeweiligen inneren, elektrisch leitfähigen Schirm zu versehen, so dass einerseits die kapazitiven Eigenschaften von weiteren Windungen, welche ohne Vorhandensein eines Kühlkanals dort vorzusehen wären, in etwa zumindest teilweise nachgebildet sind.

[0008] Andererseits ist der jeweilige Schirm derart auszugestalten, dass die Kühlfunktion des Kühlkanals nicht negativ beeinflusst, oder im Idealfall sogar noch verbessert wird. Dies wird durch eine vorzugsweise flache, blechähnliche Ausgestaltung des jeweiligen Schirms, welcher längs der axialen Erstreckung des Kühlkanals angeordnet ist, erreicht. Vorzugsweise ist eine Ausrichtung des Schirmes - auch in Teilbereichen - quer zu einer Strömungsrichtung durch den jeweiligen Kühlkanal zu vermeiden, um die Kühlwirkung nicht negativ zu beeinflussen. Ein Beispiel hierfür ist ein Blech, welches - beispielsweise in Zylinderform gerollt - in dem Kühlkanal vorzusehen ist. Es wird dann allerdings in gewissen Bereichen des Schirmes ein jeweiliger Durchbruch notwendig sein, um dort die erforderliche Beabstandung der beiden radial angrenzenden Wicklungsmodule zu ermöglichen, beispielsweise durch Stege oder Klötze. Auch eine zylinderschalenähnliche Segmentierung eines Schirmes ist denkbar.

[0009] In einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Transformatorwicklung weist der wenigstens eine Kühlkanal eine radial innere und eine radial äußere Wandung auf, durch welche ein Kanalhohlraum umschlossen ist, wobei an wenigstens einer der beiden dem Hohlraum zugewandten Wandungsseiten ein elektrischer Schirm angeordnet ist. Derartige den Kanalhohlraum umschließende Wandungen sind einerseits nicht unüblich bei der Ausgestaltung eines Kühlkanals, auch wenn keine zusätzlichen elektrischen Schirme in diesem vorgesehen sind. So lässt sich ein derartiger Kühlkanal durch Ineinanderschachtelung von zwei Rohrstücken aus einem Isolationsmaterial mit zusätzlicher radialer Beabstandung in vorteilhaft einfacher Weise fertigen. Andererseits ist während der Fertigung ein jeweiliger elektrischer Schirm entsprechend problemlos an wenigstens einer der beiden dem inneren Kühlkanal zugewandten Seiten vorzusehen. Hier ist neben dem Anbringen eines blech-ähnlichen Schirms auch das Bestreichen der betreffenden Wandungsseite mit einem leitfähigen

higen Lackmaterial denkbar.

[0010] Es sei darauf verwiesen, dass sich eine weitere Anordnung eines Schirmes - beispielsweise in der radialen Mitte des Kühlkanals - vorteilhaft zur Erreichung einer möglichst homogenen Kapazitätsverteilung auswirkt. Ein derart mittig angebrachter Schirm erhöht zudem in vorteilhafter Weise die Interaktionsfläche mit dem durch den Kühlkanal strömenden Kühlmedium Luft und die Kühlwirkung wird dadurch verbessert.

[0011] In einer weiteren Erfindungsvariante ist der wenigstens eine elektrische Schirm galvanisch mit einer radial benachbarten Wicklungslage verbunden. Dies wirkt sich - je nach weiterer Ausgestaltung der Wicklung - positiv auf die Potentialverteilung im Falle einer Stoßspannungsbelastung aber auch auf die Spannungsbeanspruchung der Leiter im stationären Betriebsfall mit Netzfrequenz aus.

[0012] Erfindungsgemäß erweist es sich bei Bandleiterwicklungen mit einer Windung pro Wickellage als vorteilhaft, wenn der wenigstens eine elektrische Schirm parallel zur Wickelachse angeordnet ist. In diesem Fall ist die Potentialverteilung längs der axialen Länge der Wicklung in jeder Wickellage konstant, daher ist auch die sich an einer zu erwartenden Potentialverteilung im Stossspannungsbeanspruchungsfall orientierende Ausrichtung des elektrischen Schirmes parallel zur Wickelachse zu wählen. Dies erweist sich zudem als die den Kühlmittefluss durch den Kühlkanal am wenigsten beeinflussende Anordnungsvariante.

[0013] Entsprechend einer weiteren Ausgestaltungsform der Erfindung, welche für Transformatorwicklungen mit mehreren axial nebeneinander liegenden Windungen pro Wickellage ausgeführt vorgesehen ist, ist der wenigstens eine elektrische Schirm schräg zur Wickelachse entsprechend einer zu erwartenden elektrischen Potentialverteilung angeordnet. Bei axial nebeneinander liegenden Wickelagen ist nämlich längs der axialen Erstreckung der Transformatorwicklung ein Spannungsgefälle vorhanden, welchem dann durch eine entsprechend schräge Anordnung des Schirms Rechnung getragen wird. Dieser ist jedoch derart auszugestalten, dass die Luftströmung durch den Kühlkanal möglichst wenig beeinflusst wird.

[0014] In einer besonders bevorzugten Erfindungsvariante sind mehrere axial aneinander grenzende Wicklungsmodule mit Kühlkanal und flächigem elektrischen Schirm vorgesehen. Durch eine derartige axiale Segmentierung ist der Zusammenbau - insbesondere von größeren Wicklungen von beispielsweise 10MVA Leistung und höher, deutlich vereinfacht. Dennoch sind die Kühlkanäle zumeist derart ausgestaltet, dass sie längs der gemeinsamen axialen Erstreckung aller axial benachbarten Wicklungsmodule geführt sind.

[0015] Gemäß einer weiteren Variante der Erfindung erstreckt sich demgemäß ein gemeinsamer Kühlkanal über die gesamte axiale Länge der axial aneinandergrenzenden Wicklungsmodule, wobei wenigstens ein flächiger elektrischer Schirm längs der gesamten axialen Län-

ge des Kühlkanals vorgesehen ist. Hierdurch ist die Konstruktion weiter vereinfacht.

[0016] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind zwei galvanisch getrennte Wicklungen für jeweils unterschiedliche Nennspannungen vorgesehen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn eine Unterspannungswicklung und eine Oberspannungswicklung auf demselben Spulenkörper angeordnet sind. Üblicherweise ist die Unterspannungswicklung, beispielsweise für eine Nennspannung von 10kV, radial innen angeordnet und die Oberspannungswicklung, beispielsweise für eine Nennspannung von 30kV, radial außen. Jede dieser galvanisch getrennten Wicklungen kann erfindungsgemäß aus Wicklungsmodulen mit dazwischen angeordneten Kühlkanälen mit jeweiligem elektrischem Schirm aufgebaut sein. Die Vorteile einer erfindungsgemäßen Transformatorwicklung erschließen sich auch für einen Transformator mit Transformator kern und wenigstens einer, vorzugsweise aber drei Transformatorwicklungen. Hiermit ist der Einsatz in einem dreiphasigen Energieversorgungsnetz ermöglicht.

[0017] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten sind den weiteren abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

[0018] Anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung, weitere Ausführungsformen und weitere Vorteile näher beschrieben werden.

[0019] Es zeigen:

- Fig. 1 eine Draufsicht auf eine erste exemplarische Transformatorwicklung,
- Fig. 2 eine Schnittansicht durch eine zweite exemplarische Transformatorwicklung,
- Fig. 3 eine Teilschnittansicht durch eine dritte exemplarische Transformatorwicklung sowie
- Fig. 4 eine Teilschnittansicht durch eine vierte exemplarische Transformatorwicklung

[0020] Fig. 1 zeigt eine Draufsicht 10 auf eine erste exemplarische Transformatorwicklung. Um eine gemeinsame Wickelachse 18 angeordnet ist ein hohlzylindrisches erstes Wicklungsmodul 12, welches beispielsweise mehrere aufeinander gewickelte Lagen eines Bandleiters umfasst. Radial außen schließt sich eine radial innere Wandung 26 und eine radial äußere Wandung 28 an, welche durch Beabstandungsklötze 30 radial voneinander beabstandet sind. Zwischen den beiden isolierenden Wandungen 26, 28 ist der eigentliche Kühlkanal 16 gebildet, welcher im Betrieb der Wicklung beispielsweise als Bestandteil eines dreiphasigen Transformators durch von unten nach oben durchströmende Luft gekühlt ist. In dem Kühlkanal 16 sind zudem zwei zylindrische elektrische Schirme 20, 22 angedeutet, welche beispielsweise überwiegend aus einem geeigneten leitfähigem Blechmaterial bestehen. Um die Beabstandungsklötze 30 zwischen den Wandungen 26, 28 anbringen zu können, ist ein zumindest partieller Durchbruch der elektri-

schen Schirme 20, 22 notwendig.

[0021] Radial außen schließt sich ein zweites Wicklungsmodul 14 an, welches ebenfalls mehrere Lagen eines elektrischen Leiters aufweist, welche jedoch in der Fig. nicht angedeutet sind. Eine elektrische Reihenschaltung der beiden Wicklungsteile ist mit einem Reihenschaltungselement 24 angedeutet, beispielsweise einem Aluminiumprofil oder einem radial durch den Kühlkanal geführten Leitersegment. Die von den Wicklungsmodulen im Betriebsfall abgegebene Wärme wird durch die Wandungen 26, 28 in den Kühlkanal 16 übertragen und strahlt auch auf die elektrischen Schirme 20, 22 ein. Der Luftstrom durch den Kühlkanal 16 ist durch die Anordnung der elektrischen Schirme 20, 22 nicht negativ beeinflusst, es wird sogar noch eine verbesserte Kühlwirkung erreicht. Die Wärmestrahlung erwärmt nämlich auch die beiden elektrischen Schirme 20, 22 welche dann eine erhöhte Austauschfläche für den Wärmeaustausch mit der Kühlluft bilden. Selbstverständlich sind weitere sich radial außen anschließende weitere Kühlkanäle und weitere sich radial außen anschließende Wicklungsmodule denkbar.

[0022] Fig. 2 zeigt eine Schnittansicht 40 durch eine zweite exemplarische Transformatorwicklung. Um eine gemeinsame Wickelachse 50 sind radial innen angeordnet ein drittes Wicklungsmodul 42 und ein axial angrenzendes viertes Wicklungsmodul 44, beispielsweise mit einer Vielzahl von Windungen eines isolierten Kupferdrahtes. Radial außen schließt sich ein Kühlkanal 52 an, welcher über die gesamte axiale Länge der axial aneinander grenzenden Wicklungsmodule 42, 44 geführt ist. Im Kühlkanal 52 selber ist radial innen, über die axiale Länge beider Wicklungsmodule 42, 44 hinweggehend, ein elektrischer Schirm 54 angeordnet, wobei radial außen im Kühlkanal 52 ein zweigeteilter Schirm 56, 58 angeordnet ist. Beide Schirmteile 56, 58 entsprechen in ihrer axialen Ausdehnung der axialen Ausdehnung von sich jeweils radial außen am Kühlkanal 52 anschließenden und axial aneinandergrenzenden Wicklungsmodulen 46, 48. Alle vier Wicklungsmodule 42, 44, 46, 48 sind elektrisch in Reihe geschaltet. Je nach Art der Reihenschaltung oder auch entsprechend den konstruktiven Randbedingungen kann eine Zweiteilung des radial äußeren Schirmes in einen ersten 56 und einen zweiten 58 Schirmteil sinnvoll sein. Üblicherweise ist davon auszugehen, dass alle radial innen liegenden Wicklungsmodule 42, 44 in Reihe geschaltet sind und dann eine Reihenschaltung mit den radial außen liegenden Wicklungsmodulen 46, 48 erfolgt.

[0023] Fig. 3 zeigt eine Teilschnittansicht 60 durch eine dritte exemplarische Transformatorwicklung. Um eine gemeinsame Wickelachse 62 angeordnet ist ein radial innen liegendes hohlzylinderförmiges siebtes Wicklungsmodul 64, dem sich radial außen ein hohlzylinderförmiger Kühlkanal 68 und ein hohlzylinderförmiges achtes Wicklungsmodul 68 anschließen. Die beiden Wicklungsmodule 64, 66 sind als Bandleiterwicklung mit einer einzigen Windung eines Bandleiters 70 je Wickellage und

mit mehreren Wickellagen angedeutet. Im Inneren des Kühlkanals 68 angedeutet sind zwei elektrische Schirme 72, 74, welche sich parallel zur Wickelachse 62 und längs fast der gesamten axialen Länge der Wicklungsmodule 64, 66 erstrecken. Aufgrund der zu erwartenden konstanten Potentialverteilung im Bandleiter 70 längs seiner axialen Erstreckung sind die elektrischen Schirme 72, 74 ebenfalls parallel anzuordnen, wobei beide Schirme 72, 74 mit der jeweils angrenzenden Lage des Bandleiters 70 über Verbindungselemente 76 galvanisch verbunden sind. Hierdurch wird der radiale Zwischenraum zwischen den beiden den Kühlkanal 68 radial umschließenden Bandleiterwindungen elektrisch reduziert, womit eine Erhöhung der Kapazität erreicht ist.

[0024] Fig. 4 zeigt eine Teilschnittansicht 80 durch eine vierte exemplarische Transformatorwicklung. Auch hier sind um eine gemeinsame Wickelachse 82 zwei ineinander verschachtelte hohlzylindrische Wicklungsmodule angeordnet, wobei eine Wickellage nunmehr mehrere nebeneinander liegende Windungen 84 bzw. 88 eines Rundleiters umfasst. Radial zwischen den Wicklungsmodulen angeordnet ist ein Kühlkanal 90 mit zwei elektrischen Schirmen 92, 94. Aufgrund der mehreren Windungen je Wickellage ist im Falle einer Stossspannungsbelastung keine Potentialverteilung zu erwarten, welche längs der axialen Erstreckung der Windungsmodule konstant ist. Daher sind die elektrischen Schirme 92, 94 leicht gewinkelt, beispielsweise $1^\circ - 10^\circ$ zur Wickelachse 82, angeordnet, um so eine möglichst homogene Spannungsverteilung zu gewährleisten. Die Anordnung von Wicklungsmodulen und Kühlkanälen um eine gemeinsame Rotationsachse muss nicht zwangsläufig kreisrund sein, es ist mit Hinblick auf Transformatorschenkel, welche gegebenenfalls nur annähernd kreisrund sind, möglich, die Form der Wicklung entsprechend anzupassen und bedarfsweise einem Rechteck anzunähern.

Bezugszeichenliste

[0025]

- | | |
|----|---|
| 10 | Draufsicht auf eine erste exemplarische Transformatorwicklung |
| 12 | erstes Wicklungsmodul |
| 14 | zweites Wicklungsmodul |
| 16 | erster Kühlkanal |
| 18 | Wickelachse |
| 20 | erster elektrischer Schirm |
| 22 | zweiter elektrischer Schirm |
| 24 | elektrische Reihenschaltung |

26	radial innere Wandung	
28	radial äußere Wandung	
30	Beabstandung	5
40	Schnittansicht durch eine zweite exemplarische Transformatorwicklung	
42	drittes Wicklungsmodul	10
44	viertes Wicklungsmodul	
46	fünftes Wicklungsmodul	15
48	sechstes Wicklungsmodul	
50	Wickelachse	
52	zweiter Kühlkanal	20
54	dritter elektrischer Schirm	
56	vierter elektrischer Schirm	25
58	fünfter elektrischer Schirm	
60	Teilschnittansicht durch eine dritte exemplarische Transformatorwicklung	30
62	Wickelachse	
64	siebtes Wicklungsmodul	
66	achtes Wicklungsmodul	35
68	dritter Kühlkanal	
70	Bandleiter des siebten Wicklungsmoduls	40
72	sechster elektrischer Schirm	
74	siebter elektrischer Schirm	
76	galvanische Verbindung zum elektrischen Schirm	45
80	Teilschnittansicht durch eine vierte exemplarische Transformatorwicklung	
82	Wickelachse	50
84	elektrische Leiterwindungen des achten Wicklungsmoduls	
88	elektrische Leiterwindungen des neunten Wicklungsmoduls	55
90	vierter Kühlkanal	

92	achter elektrischer Schirm
94	neunter elektrischer Schirm

Patentansprüche

1. Transformatorwicklung (10, 40, 60, 80), mit wenigstens zwei hohlzylindrisch ineinandergeschachtelten sich um eine gemeinsame Wickelachse (18, 50, 62, 82) erstreckenden elektrisch in Reihe geschalteten (24) mehrlagigen Wicklungsmodulen (12, 14, 42, 44, 46, 48, 64, 66), mit wenigstens einem Kühlkanal (16, 52, 68, 90), welcher längs derselben Wickelachse (18, 50, 62, 82) hohlzylindrisch zwischen den Wicklungsmodulen (12, 14, 42, 44, 46, 48, 64, 66) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** innerhalb des wenigstens einen Kühlkanals (16, 52, 68, 90) zumindest abschnittsweise längs dessen radialen Umfangs ein sich über annähernd die gesamte axiale Länge erstreckender flächiger elektrischer Schirm (20, 22, 54, 56, 58, 72, 74, 92, 94) vorgesehen ist, durch welchen die elektrische Kapazitätsverteilung in der elektrisch in Reihe geschalteten Transformatorwicklung beeinflusst ist.
2. Transformatorwicklung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Kühlkanal (16, 52, 68, 90) eine radial innere (26) und eine radial äußere (28) Wandung aufweist, durch welche ein Kanalhohlraum umschlossen ist und dass an wenigstens einer der beiden dem Hohlraum zugewandten Wandungsseiten ein elektrischer Schirm (20, 22, 54, 56, 58, 72, 74, 92, 94) angeordnet ist.
3. Transformatorwicklung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** wenigstens ein elektrischer Schirm (20, 22, 54, 56, 58, 72, 74, 92, 94) galvanisch mit einer radial benachbarten Wicklungslage verbunden (76) ist.
4. Transformatorwicklung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Transformatorwicklung als Bandleiterwicklung (70) mit einer Windung pro Wickellage ausgeführt ist und der wenigstens eine elektrische Schirm (20, 22, 54, 56, 58, 72, 74, 92, 94) parallel zur Wickelachse (18, 50, 62, 82) angeordnet ist.
5. Transformatorwicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Wicklungsmodule (12, 14, 42, 44, 46, 48, 64, 66) mit mehreren axial nebeneinander liegenden Windungen (84, 88) pro Wickellage ausgeführt ist und der wenigstens eine elektrische Schirm (92, 94) schräg zur Wickelachse (18, 50, 62, 82) entsprechend einer zu erwartenden elektrischen Potentialverteilung angeordnet ist.

6. Transformatorwicklung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere axial aneinander grenzende Wicklungsmodule (12, 14, 42, 44, 46, 48, 64, 66) mit Kühlkanal (16, 52, 68, 90) und flächigem elektrischen Schirm (20, 22, 54, 56, 58, 72, 74, 92, 94) vorgesehen sind. 5
7. Transformatorwicklung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich wenigstens ein gemeinsamer Kühlkanal (52) über die gesamte axiale Länge der axial aneinandergrenzenden Wicklungsmodule erstreckt und das wenigstens ein flächiger elektrischer Schirm (54) längs der gesamten axialen Länge des Kühlkanals (52) vorgesehen ist. 10 15
8. Transformatorwicklung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei galvanisch getrennte Wicklungen für jeweils unterschiedliche Nennspannungen vorgesehen sind. 20
9. Transformator, umfassend einen Transformator Kern und wenigstens eine Transformatorwicklung nach Anspruch 8. 25

30

35

40

45

50

55

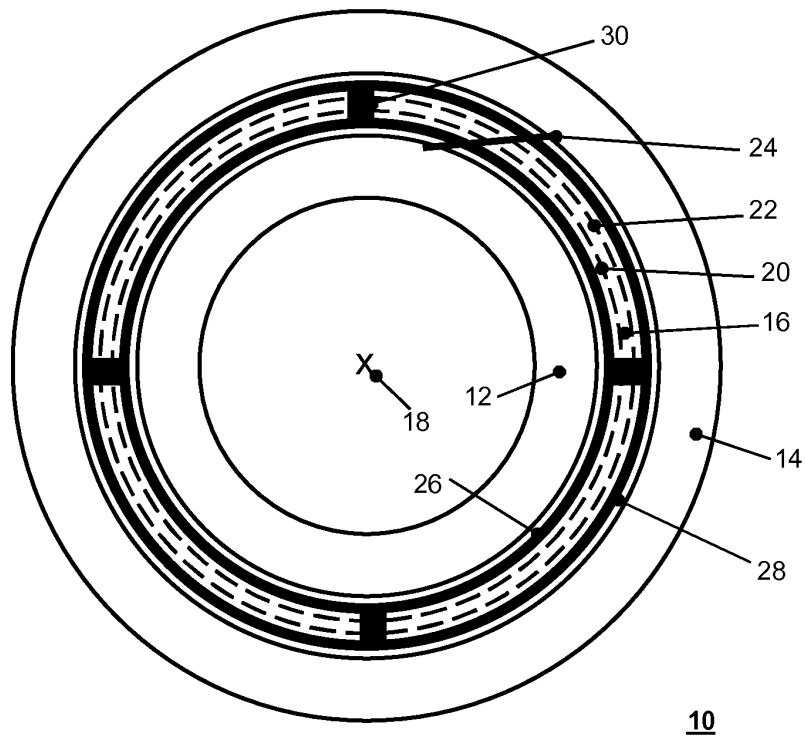


Fig. 1

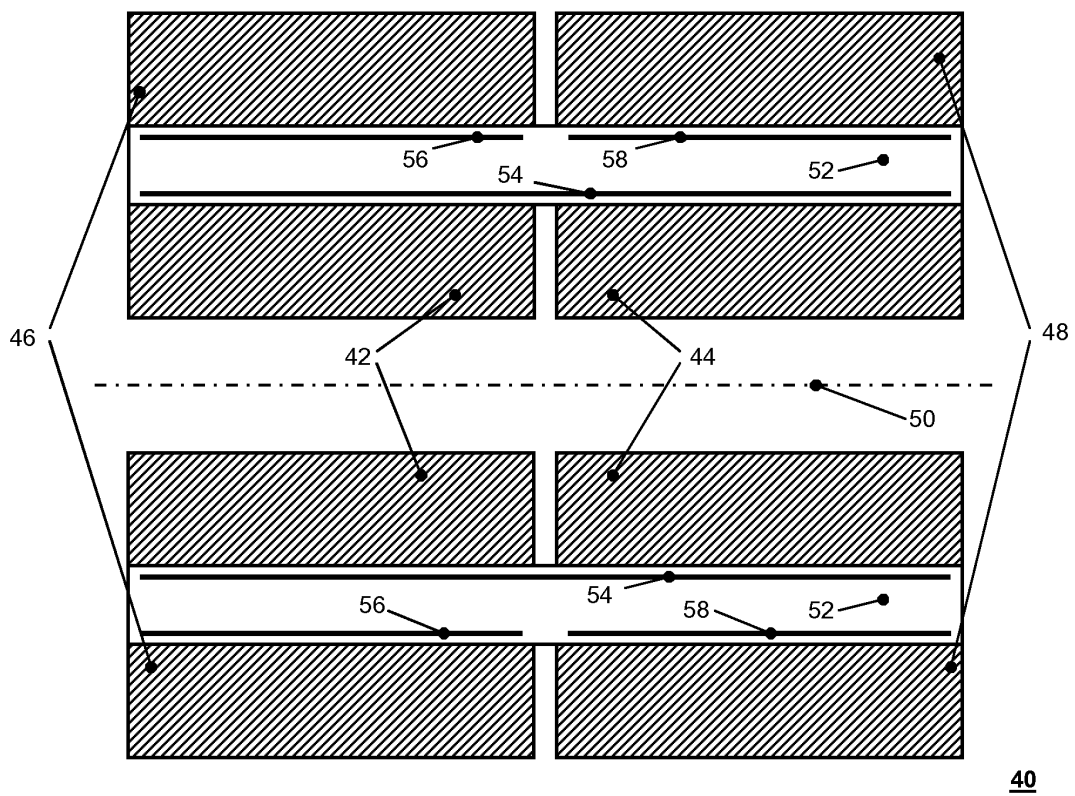
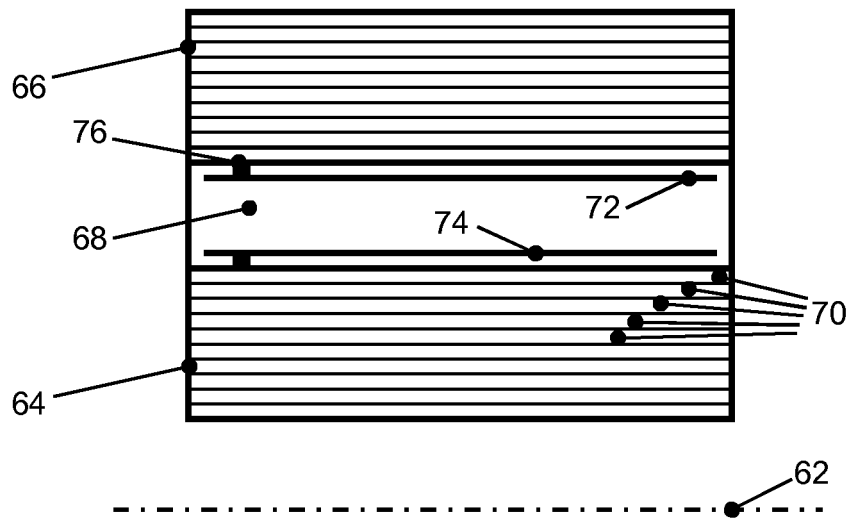
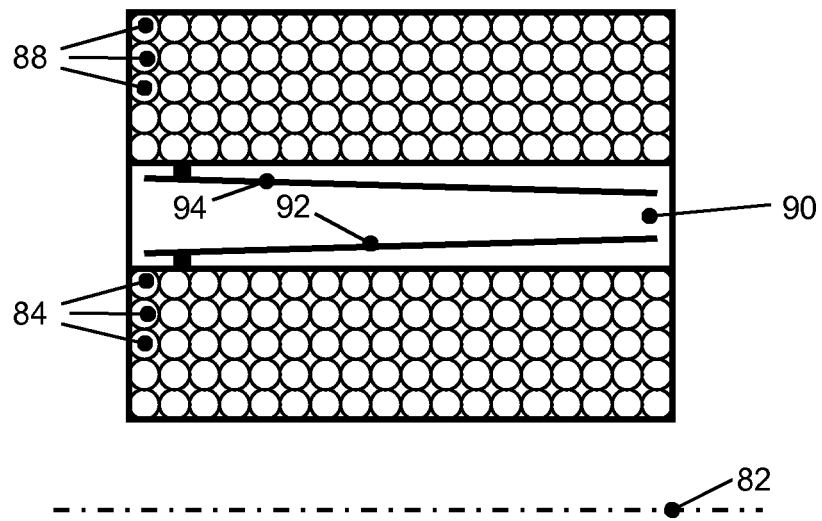


Fig. 2



60

Fig. 3



80

Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 17 5699

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	WO 2006/103193 A2 (SIEMENS AG [DE]; HANOV RUDOLF [DE]) 5. Oktober 2006 (2006-10-05) * Absätze [0006], [0022], [0023] * -----	1,2,6,7,9	INV. H01F27/08
A	DE 12 58 966 B (MAY & CHRISTE GES MIT BESCHRAE) 18. Januar 1968 (1968-01-18) * Spalte 1, Zeilen 1-4 * * Spalte 3, Zeile 36 - Spalte 4, Zeile 53 * -----	1-3,6,7,9	
A	GB 829 983 A (SMIT & WILLEM & CO NV) 9. März 1960 (1960-03-09) * Seite 1, Zeilen 9-15 * * Seite 1, Zeile 76 - Seite 2, Zeile 8; Anspruch 2; Abbildungen 1,2 * -----	1,2,4-7,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. November 2010	Prüfer Van den Berg, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 4
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 17 5699

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-11-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006103193 A2	05-10-2006	BR PI0609599 A2	20-04-2010
		CN 101151689 A	26-03-2008
		DE 102005015785 A1	16-11-2006
		EP 1864304 A2	12-12-2007
		US 2008211611 A1	04-09-2008

DE 1258966 B	18-01-1968	KEINE	

GB 829983 A	09-03-1960	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82