

(19)



(11)

EP 2 189 990 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.05.2010 Patentblatt 2010/21

(51) Int Cl.:
H01F 5/04 (2006.01) H01F 29/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08020348.2**

(22) Anmeldetag: **22.11.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(72) Erfinder: **Weber, Benjamin**
59955 Winterberg (DE)

(74) Vertreter: **Partner, Lothar et al**
ABB AG
GF-IP
Wallstadter Strasse 59
68526 Ladenburg (DE)

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

(54) Einphasen-Wicklungsmodul und Anordnung von Einphasen-Wicklungsmodulen

(57) Die Erfindung betrifft ein Einphasen-Wicklungsmodul (10,52,54,56,94,96,98) mit wenigstens einer elektrischen Wicklung (12,68,70,72,X1,X2,X3) und mit mehreren elektrischen Anschlussvorrichtungen (14,16,18,20,22,24,26,28,100). Wenigstens je drei elektrische Anschlussvorrichtungen (14,16,18) sind in einer ersten Anschlussgruppe (38) und wenigstens je drei Anschlussvorrichtungen (22,24,26) in einer zugeordneten zweiten Anschlussgruppe (40) angeordnet. Zwischen jeder Anschlussvorrichtung (14,16,18) der ersten Anschlussgruppe (38) und jeder Anschlussvorrichtungen

(22,24,26) der zweiten Anschlussgruppe (40) besteht jeweils eine elektrische Verbindung (30,32,34), wodurch jeweils ein Anschlussvorrichtungspaar (14,24), (16,26), (18,22) gebildet ist. Die Anordnung der Anschlussvorrichtungen dieser Anschlussvorrichtungspaare (14,24), (16,26), (18,22) ist zyklisch gegeneinander vertauscht (62,64). Die Wicklung (12,68,70,72) ist mit dem ersten ihrer beiden Wicklungsenden mit einem dieser Anschlussvorrichtungspaare (14,24), (16,26), (18,22) verbunden und mit ihrem zweiten Ende mit einem weiteren Anschlussvorrichtungspaar.

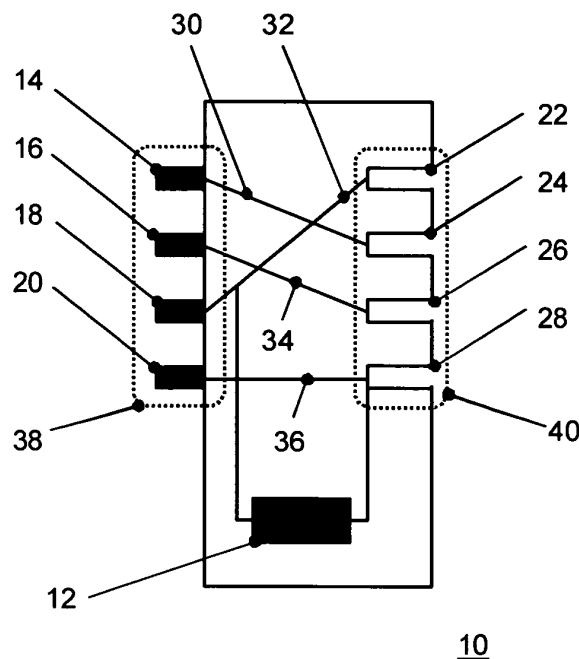


Fig. 1

10**EP 2 189 990 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Einphasen-Wicklungsmodul mit wenigstens einer ersten elektrischen Wicklung, welche zwei Wicklungsenden aufweist, und mit mehreren elektrischen Anschlussvorrichtungen. Die Erfindung betrifft zudem eine Anordnung von erfindungsgemäßen Einphasen-Wicklungsmodulen.

[0002] Es ist allgemein bekannt, dass in elektrischen Energieversorgungsnetzen Transformatoren zum Einsatz kommen. Deren Aufgabe besteht darin, Netzbereiche mit verschiedenen Spannungsebenen elektrisch miteinander zu koppeln. Für die Übertragung über längere Strecken sind hierbei höhere Spannungen, beispielsweise 10kV oder 110kV geeignet, weil die elektrischen Übertragungsverluste aufgrund des geringeren Stromflusses reduziert werden.

[0003] Elektrische Energieversorgungsnetze sind üblicher Weise als Drehstromnetze ausgeführt, d.h. als ein System von drei Einzeileitern, wobei Strom- und Spannung bei einer symmetrischen Netzbelastung zwischen den jeweiligen Leitern um jeweils 120° gegeneinander verschoben sind.

[0004] Folglich sind Transformatoren in derartigen Drehstromnetzen ebenfalls dreiphasig, d.h. mit wenigstens drei Wicklungen, auszuführen, wobei aber auch dreiphasige Wicklungen beziehungsweise Induktivitäten zum Einsatz kommen, beispielsweise zur Kompensation von elektrischer Blindleistung. Es besteht einerseits die Möglichkeit, die Wicklungen auf einem gemeinsamen Transformatorkern anzuordnen oder andererseits drei einphasige Transformatoren bzw. Wicklungsmodule zu einer dreiphasigen Transformatorbank zu verschalten. Je nach Randbedingungen und Anforderungen im Netz erfolgt unterspannungsseitig beispielsweise eine Dreieckschaltung der Transformatorwicklungen und oberspannungsseitig eine Sternschaltung mit gemeinsamen Mittelleiter.

[0005] Aus Kostenersparnisgründen sind Einphasen-Wicklungsmodule bevorzugt baugleich auszuführen. Die Verschaltung von Einphasen-Wicklungsmodulen zu einer derartigen Transformatorbank wird üblicherweise durch externe Verbindungen vorgenommen, beispielsweise mittels Kupferstäben oder Kabeln, wobei die Verschaltung in die gewünschte Schaltgruppe ein platzaufwändiges Kreuzen bzw. Vertauschen der Verbindungsleiter erfordert.

[0006] Nachteilig an der Verschaltung von bisherigen gleichartigen Einphasen-Wicklungsmodule in eine Stern- bzw. Dreieckschaltung ist insbesondere der erforderliche hohe Aufwand bei der Zusammenschaltung, wobei zudem ein Risiko von irrtümlichen Fehlverschaltungen gegeben ist.

[0007] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, ein Einphasen-Wicklungsmodul bereitzustellen, welches sich besonders einfach zu einer dreiphasigen Wicklung verschalten lässt. Es ist auch Aufgabe der Erfindung, eine diesbezügliche Anord-

nung von derartigen Einphasen-Wicklungsmodulen anzugeben.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Einphasen-Wicklungsmodul mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

[0009] Demgemäß kennzeichnet sich das erfindungsgemäße Einphasen-Wicklungsmodul dadurch, dass wenigstens je drei elektrische Anschlussvorrichtungen in einer ersten Anschlussgruppe und wenigstens je drei Anschlussvorrichtungen in einer zugeordneten zweiten Anschlussgruppe angeordnet sind, dass zwischen jeder Anschlussvorrichtung der ersten Anschlussgruppe und jeder Anschlussvorrichtungen der zweiten Anschlussgruppe jeweils eine elektrische Verbindung besteht, wodurch jeweils ein Anschlussvorrichtungspaar gebildet ist, dass die Anordnung der Anschlussvorrichtungen dieser Anschlussvorrichtungspaare zyklisch gegeneinander vertauscht ist und dass die erste Wicklung mit dem ersten ihrer beiden Wicklungsenden mit einem dieser Anschlussvorrichtungspaare verbunden ist und mit ihrem zweiten Ende mit einem weiteren Anschlussvorrichtungspaar.

[0010] Vorzugsweise sind drei Einphasen-Wicklungsmodule miteinander verschaltet, was genau der Anzahl an Phasen in einem Drehstromnetz entspricht. Die Verschaltung wird idealerweise so realisiert, dass die zweite Anschlussgruppe eines ersten Moduls mit der ersten Anschlussgruppe eines benachbarten weiteren vorzugsweise baugleichen Moduls verbunden ist, wobei hierbei eine Kreuzung bzw. Vertauschung der Verbindungsleiter aufgrund der bereits innerhalb des Einphasen-Wicklungsmoduls erfolgten zyklischen Vertauschung vermieden ist.

[0011] Aufgrund der zyklischen Vertauschung der Anordnung der Anschlussvorrichtungspaare ist bei drei derart verschalteten Einphasen-Wicklungsmodulen jede elektrische Phase des verbundenen Drehstromnetzes in jedem Einphasen-Wicklungsmodul anders geführt. Jede wenigstens eine erste Wicklung jedes Einphasen-Wicklungsmoduls ist somit mit wenigstens einem ihrer beiden Wicklungsenden mit einer unterschiedlichen elektrischen Phase verbunden. Damit ist eine dreiphasige Verschaltung der Einphasen-Wicklungsmodule gegeben.

[0012] Durch Bildung von Anschlusspaaren und die Integration einer zyklischen Vertauschung der elektrischen Verbindung als Teil des Einphasen-Wicklungsmoduls werden der Aufwand für die jeweilige externe Verschaltung vorteilhaft verringert und Fehlerquellen bei der Installation reduziert. Bei einer erfindungsgemäßen Verschaltung sind nämlich alle Verbindungselemente zwischen den Modulen - wie beispielsweise Kabel oder Metallschienen - kreuzungsfrei geführt.

[0013] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltungsform des erfindungsgemäßen Einphasen-Wicklungsmoduls ist das weitere Anschlussvorrichtungspaar, mit dem die erste Wicklung mit ihrem zweiten Wicklungsende verbunden ist, ein weiteres der wenigstens drei zyklisch vertauschten Anschlussvorrichtungspaare, so

dass sich bei Verschaltung dreier derartiger Einphasen-Wicklungsmodule eine Dreieckschaltung dieser Wicklungen ergibt.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weisen die erste und zweite Anschlussgruppe jeweils eine vierte Anschlussvorrichtung auf, wobei diese vierten Anschlussvorrichtungen ohne zyklische Vertauschung elektrisch miteinander verbunden sind. Das so gebildete vierte Anschlussvorrichtungspaar ist jeweils mit dem zweiten Ende der ersten Wicklung verbunden.

[0015] In vorteilhafter Weise ist so eine Sternschaltung der jeweils wenigstens einen ersten Wicklungen dreier miteinander verschalteter erfindungsgemäßer Einphasen-Wicklungsmodule realisiert.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Einphasen-Wicklungsmoduls ist die geometrische Anordnung der Anschlussvorrichtungen der ersten Anschlussgruppe ähnlich der geometrischen Anordnung der Anschlussvorrichtungen der zweiten Anschlussgruppe.

[0017] Durch eine derartige ähnliche Ausgestaltung, beispielsweise längs einer Linie oder in einem winkligen Dreieck, ist die Anordnung von Verbindungselementen zwischen einer ersten Anschlussgruppe eines ersten Moduls und einer gegenüberliegenden zweiten Anschlussgruppe eines zweiten Moduls weiter vereinfacht.

[0018] Entsprechend einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind mehrere baugleiche aneinandergrenzende Einphasen-Wicklungsmodule derart anordenbar, dass sich die Anschlussvorrichtungen von ersten und zweiten Anschlussgruppen benachbarter Module jeweils einander genau gegenüber befinden.

[0019] Die Verbindungselemente zwischen benachbarten Modulen sind demgemäß in diesem Fall alle parallel zueinander anzuordnen wodurch eine Fehlverschaltung bei der Montage praktisch ausgeschlossen ist. Es ist beispielsweise möglich, dass die Anschlussvorrichtungen eines Moduls jeweils als eine Vertiefung, beispielsweise in Form einer Buchse, ausgeführt sind, in welche ein formschlüssiges Verbindungselement, beispielsweise ein stabförmig ausgeformter Verbindungsleiter, einführbar ist.

[0020] Nach Einfügen aller vorgesehenen Verbindungsleiter ist ein benachbartes Modul durch eine seitliche Bewegung längs der Verbindungsleiter besonders einfach anzuschließen. Durch die Baugleichheit der jeweiligen Einphasen-Wicklungsmodule sind deren Herstellungskosten zudem vorteilhaft gesenkt.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die einander gegenüber befindlichen Anschlussvorrichtungen der ersten und der zweiten Anschlussgruppen von benachbarten Einphasen-Wicklungsmodulen direkt miteinander durch Steckverbindungen verbindbar, wobei zusätzliche Verbindungselemente vorteilhaft vermieden sind. In diesem Fall sind beispielsweise die Anschlussvorrichtungen der ersten Anschlussgruppe als

buchsenförmige Vertiefungen ausgeformt und die entsprechenden Gegenstücke einer zweiten Anschlussgruppe eines baugleichen Moduls als dazu formschlüssig ausgeformte Stecker. Es ist aber durchaus realisierbar, die Anschlussvorrichtungen der ersten und zweiten Anschlussgruppen jeweils verschieden auszuführen.

[0022] Durch den daraus resultierenden Entfall der Verbindungselemente ist eine elektrische Verbindung von Einphasen-Wicklungsmodulen durch einfaches ineinanderschieben der den Einphasen-Wicklungsmodulen zugehörigen Verbindungselemente realisierbar und damit weiter vorteilhaft vereinfacht.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform weist das erfindungsgemäße Einphasen-Wicklungsmodul eine dritte und eine dieser zugeordnete vierte Anschlussgruppe sowie eine zweite elektrische Wicklung auf, wobei die erste Wicklung magnetisch mit der zweiten Wicklung gekoppelt ist, welche mit wenigstens einem ihrer beiden Wicklungsenden mit einem Anschlussvorrichtungspaar der dritten und vierten Anschlussgruppe verbunden ist. Eine magnetische Koppelung ist beispielsweise durch eine gemeinsame Anordnung von erster und zweiter Wicklung um einen magnetischen Kern, beispielsweise aus Eisen, realisiert. Dies ist dem Fachmann jedoch aus dem Transformatorbau bekannt.

[0024] Ein derartiges Einphasen-Wicklungsmodul weist somit eine Primär- und eine Sekundärwicklung auf, welche in einem bestimmten Übersetzungsverhältnis zueinander stehen und als einphasiger Transformator verwendbar sind. Die Anschlüsse der Primärwicklung sind hierbei in der ersten bzw. zweiten Anschlussgruppe herausgeführt und die Anschlüsse der Sekundärwicklung in der dritten bzw. vierten Anschlussgruppe. Es ergeben sich somit wenigstens sechs Anschlussvorrichtungspaare.

[0025] Durch eine elektrische Verbindung dreier derartiger Einphasen-Wicklungsmodule ist in vorteilhafter Weise die Funktionalität eines dreiphasigen Transformators realisiert.

[0026] Je nachdem, ob das jeweils zweite Ende der ersten bzw. zweiten Wicklung eines Einphasen-Wicklungsmoduls auf ein viertes, nicht zyklisch vertauschtes Anschlussvorrichtungspaar oder auf ein weiteres der drei zyklisch vertauschten Anschlussvorrichtungspaare der zugeordneten Anschlussgruppen geführt ist, sind jeweils eine Stern- bzw. Dreieckschaltung der ersten bzw. zweiten Wicklungen realisiert.

[0027] Somit lassen sich die gängigen Schaltgruppen von dreiphasigen Transformatoren durch Verschalten dreier baugleicher Einphasen-Wicklungsmodule realisieren. Die jeweilige Schaltgruppe ist durch die jeweils zu verschaltenden Einphasen-Wicklungsmodule vorgegeben. Es ist selbstverständlich auch möglich, auf diese Weise einen dreiphasigen Transformator mit einer Tertiärwicklung zu realisieren, wobei in diesem Fall noch eine fünfte und sechste Anschlussgruppe anzuordnen sind. Bei jeder Sternschaltung einer Wicklung ist vorzugsweise der verschaltete Sternpunkt durch ein jeweils

viertes, nicht zyklisch vertauschtes Anschlussvorrichtungspaar herauszuführen.

[0028] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Einphasen-Wicklungsmoduls ist dieses mit einem geeigneten Isolationsmedium, beispielsweise auf Basis eines Harzes, vergossen. Derartige Harze sind sowohl als Einkomponentenharz als auch als Zweikomponentenharz mit Basismaterial und Härter verfügbar, wobei letztere Variante den Vorteil einer geringeren Aushärtungstemperatur des Harzes nach dem Verguss aufweist.

[0029] Bei einem vergossenen Einphasen-Wicklungsmodul sind vorzugsweise alle Wicklungen sowie die Verbindungen zwischen den Anschlussvorrichtungsparen von dem Isolationsmaterial umschlossen. Auch die Anschlussgruppen sind in dem Vergussmaterial verankert bzw. in dieses eingelassen, so dass eine sehr hohe mechanische Belastbarkeit eines vergossenen Moduls realisiert ist. Zudem wird die Anfälligkeit gegen Verschmutzungen vorteilhaft reduziert. Eine Anschlussgruppe kann sowohl eine Anzahl von einzelnen Anschlussvorrichtungen sein, welche ohne direkte Verbindungselemente an oder in der Oberfläche des Einphasen-Wicklungsmoduls angeordnet sind, beispielsweise durch Verguss. Ein Anschlussmodul kann aber auch eine Baugruppe mit mehreren Anschlussvorrichtungen sein, welches als Gruppe an oder in der Oberfläche des Einphasen-Wicklungsmoduls angeordnet ist.

[0030] In einer bevorzugten Ausführungsform des Einphasen-Wicklungsmoduls sind die erste Wicklung und/oder die zweite Wicklung für eine elektrische Spannung von wenigstens 1kV vorgesehen. Ab dieser Spannungsebene ist der Einsatz von dreiphasigen Transformatoren besonders sinnvoll und die erfindungsgemäßen Vorteile, beispielsweise der reduzierte Aufwand bei der Verschaltung von Modulen, kommt besonders zum Tragen. Selbstverständlich sind erfindungsgemäße Einphasen-Wicklungsmodule auch für höhere Spannungen vorteilhaft, beispielsweise 10kV, 110kV oder 380kV.

[0031] Die Aufgabe wird auch gelöst durch eine Anordnung von drei Einphasen-Wicklungsmodulen, wobei diese nebeneinander angeordnet und über die jeweiligen Anschlussgruppen elektrisch miteinander verbunden sind. Besonders platzsparend ist die Anordnung der Module längs einer horizontalen oder vertikalen Linie.

[0032] In einer Variante der erfindungsgemäßen Anordnung sind alle Einphasen-Wicklungsmodule baugleich. Dies senkt einerseits durch Synergieeffekte deren Produktionsaufwand und reduziert auch die Lagerhaltung von Ersatztransformatoren. Bei einem dreiphasigen Transformator ist zur Lagerhaltung wenigstens ein kompletter Ersatztransformator vorzuhalten, wohingegen bei der erfindungsgemäßen Anordnung die Lagerhaltung eines einzigen Einphasen-Wicklungsmoduls ausreichend ist.

[0033] In verschiedenen Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Anordnung sind Stern- und oder Dreieckschaltung der jeweiligen Wicklungen realisiert.

[0034] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung werden mehr als drei, vorzugsweise aber ein ganzzahliges Vielfaches von drei, also sechs, neun, zwölf, fünfzehn etc. derartiger Einphasen-Wicklungsmodule miteinander verschaltet. Auf diese Weise lässt sich die Leistung der durch Verschaltung gebildeten Transformatorbank den jeweiligen Anforderungen anpassen, beispielsweise in Form einer Leistungssteigerung bei einem Netzausbau. Besonders vorteilhaft ist hierbei, dass stets jeweils nur baugleiche Module miteinander verschaltet werden.

[0035] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten sind den weiteren abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

[0036] Anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung, weitere Ausführungsformen und weitere Vorteile näher beschrieben werden.

[0037] Es zeigen:

- Fig. 1 ein exemplarisches erstes Einphasen-Wicklungsmodul,
- Fig. 2 eine exemplarische Sternschaltung von Einphasen-Wicklungsmodulen,
- Fig. 2 eine exemplarische Dreieckschaltung von Einphasen-Wicklungsmodulen,
- Fig. 4 eine exemplarische Verschaltung von drei Einphasen-Wicklungsmodulen zu einem Dreiphasen-Transformator sowie
- Fig. 5 eine exemplarische Anordnung von drei Einphasen-Wicklungsmodulen

[0038] Fig. 1 zeigt ein exemplarisches quaderähnliches erstes Einphasen-Wicklungsmodul 10 mit einer ersten Anschlussgruppe 38 und einer zweiten Anschlussgruppe 40 in einer schematischen Schnittansicht. Die erste Anschlussgruppe 38 weist eine erste 14, eine zweite 16, eine dritte 18 und eine vierte 20 Anschlussvorrichtung auf, welche längs einer Linie äquidistant und parallel zueinander angeordnet sind. Die Anschlussvorrichtungen 15, 16, 18, 20 sind als stabförmige Erhebung eines leitenden Materials, beispielsweise Kupfer, ähnlich einem Stecker ausgeprägt.

[0039] Auf der gegenüberliegenden Seite des Einphasen-Wicklungsmoduls 10 sind die fünfte 22, sechste 24, siebte 26 und achte 28 Anschlussvorrichtungen der zugeordneten zweiten Anschlussgruppe 40 ebenfalls längs einer Linie in äquidistanten Abständen angeordnet. Die erste Anschlussvorrichtung 14 ist über eine zyklisch vertauschte erste elektrische Verbindung 30 mit der sechsten Anschlussvorrichtung 24 verbunden, die zweite Anschlussvorrichtung 16 ist über eine zyklisch vertauschte dritte elektrische Verbindung 34 mit der siebten Anschlussvorrichtung 26 verbunden und die dritte Anschlussvorrichtung 18 ist über eine zyklisch vertauschte zweite elektrische Verbindung 32 mit der fünften Anschlussvorrichtung 22 verbunden. Die vierte Anschlussvorrichtung 20 ist über eine nicht-zyklisch ver-

tauschte vierte Verbindung 36 mit der achten Verbindungsvorrichtung 28 verbunden.

[0040] Die Verbindungsvorrichtungen 22, 24, 26, 28 der zweiten Anschlussgruppe sind jeweils als buchsenähnliche Vertiefung ausgeprägt, deren Innenraum formschlüssig auf die steckerähnlichen Anschlussvorrichtungen 14, 16, 18, 20 der gegenüber befindlichen ersten Anschlussgruppe 38 angepasst ist. Somit lassen sich die Anschlussvorrichtungen der ersten Anschlussgruppe 38 des ersten Einphasen-Wicklungsmoduls 10 in die Anschlussvorrichtungen einer zweiten Anschlussgruppe 40 eines baugleichen Einphasen-Wicklungsmoduls 10 schieben, womit dann ein direkter elektrischer Kontakt zwischen den jeweiligen Anschlussvorrichtungen [14, 16, 18, 20], [22, 24, 26, 28] hergestellt ist. Vorzugsweise enthält eine derartige Steckverbindung einen federähnlichen Mechanismus, der einen sicheren elektrischen Kontakt auch bei geringfügigen Toleranzen der jeweiligen Anschlussvorrichtungen sicherstellt.

[0041] Eine erste Wicklung 12 des ersten Einphasen-Transformators 10 ist mit ihrem ersten Ende mit dem zyklisch vertauschten ersten Anschlussvorrichtungspaar, welches aus der dritten 18 und fünften 22 Anschlussvorrichtung gebildet ist, verbunden. Das zweite Ende der Wicklung ist mit dem vierten nicht zyklisch vertauschten Anschlussvorrichtungspaar, welches aus der vierten 20 und achten 28 Anschlussvorrichtung gebildet ist, verbunden.

[0042] Fig. 2 zeigt eine exemplarische Sternschaltung von drei baugleichen Einphasen-Wicklungsmodulen. Mit der Bezugsziffer 112 sind drei ineinander geschobene Einphasen-Wicklungsmodule gezeigt, bei denen das jeweilige zweite Ende des Wicklungsleiters der jeweiligen Wicklungen X1, X2, X3 auf den gemeinsamen Mittelleiter N1 geführt ist. Es ist gut zu sehen, dass die Anschlussvorrichtungen der einzelnen Module ineinander greifen und so eine elektrische Verbindung zwischen den Einphasen-Wicklungsmodulen herstellen. Das entsprechende elektrische Ersatzschaltbild ist mit der Bezugsnummer 114 gekennzeichnet.

[0043] Fig. 3 zeigt in analoger Weise eine exemplarische Dreieckschaltung von drei baugleichen Einphasen-Wicklungsmodulen. Mit der Bezugsziffer 122 sind drei ineinander geschobene Einphasen-Wicklungsmodule gezeigt, bei denen das jeweilige zweite Ende des Wicklungsleiters der jeweiligen Wicklungen X1, X2, X3 auf ein weiteres zyklisch vertauschtes Anschlussvorrichtungspaar geführt ist. Mit der Bezugsnummer 124 ist das entsprechende elektrische Ersatzschaltbild gekennzeichnet.

[0044] Fig. 4 zeigt eine exemplarische Verschaltung 50 von drei baugleichen quaderförmigen Einphasen-Wicklungsmodulen 52, 54, 56, welche längs einer nicht gezeigten Linie nebeneinander angeordnet sind, zu einem Dreiphasen-Transformator. Jedes Einphasen-Wicklungsmodul 52, 54, 56 weist auf seiner einen Seite eine erste und eine dritte Anschlussgruppe auf und auf der jeweils gegenüberliegenden Seite eine zugeordnete

zweite beziehungsweise vierte Anschlussgruppe, wobei die benachbarten Einphasen-Wicklungsmodule 52, 54, 56 entsprechend der Beschreibung aus Fig. 1 miteinander verschaltet sind.

5 **[0045]** Die Einphasen-Wicklungsmodule 52, 54, 56 sind als vergossen anzunehmen, d.h. die aus dem magnetischen Kern, den Wicklungen und den weiteren Komponenten gebildete Kontur ist mit einem entsprechenden Harz vergossen und es ist beispielsweise eine
10 überwiegend quaderförmige oder scheibenförmige Außenkontur gebildet.

[0046] Die ersten Wicklungen 68, 70, 72 der Einphasen-Transformatorwicklungsmodule 52, 54, 56 sind elektrisch im Dreieck geschaltet, wobei die gesamte Verschaltung mit der Bezugsnummer 58 gekennzeichnet ist. Eine Verbindung der aus den Einphasen-Transformatorwicklungsmodule 52, 54, 56 gebildeten Transformatorbank mit den ersten Drehstromleitern R1, S1, T1 erfolgt an den ersten Anschlussgruppe des in einer Randposition angeordneten zweiten Einphasen-Transformatorwicklungsmoduls 52. Exemplarisch ist die zyklische Vertauschung der durchgeschleiften Drehstromleiter im vierten Einphasen-Transformatorwicklungsmoduls 56 durch die Bezugsnummer 62 angedeutet.

25 **[0047]** Die ersten Wicklungen 68, 70, 72 der jeweiligen Einphasen-Wicklungsmodule 52, 54, 56 sind über eine jeweilige magnetische Kopplung 80, 82, 84 mit der zugehörigen zweiten Wicklung 74, 76, 78 verbunden. Eine magnetische Koppelung ist beispielsweise durch eine
30 gemeinsame Anordnung von erster 80, 82, 84 und zweiter 74, 76, 78 Wicklung um einen magnetischen Kern, beispielsweise aus Eisen, realisiert. Das Übersetzungsverhältnis zwischen jeweiliger erster und zweiter Wicklung beträgt beispielsweise 1 zu 10, wie beispielsweise für einen Transformator mit einer Nennspannung von 1
35 kV / 10kV benötigt wird.

[0048] Die elektrische Verschaltung der zweiten Wicklungen 74, 76, 78 ist mit der Bezugsnummer 60 angedeutet. Diese sind in Sternschaltung angeordnet, wobei
40 jede Wicklung in diesem Fall mit einem ihrer beiden Enden auf einen gemeinsamen Mittelleiter geführt ist. Die Verbindung der Transformatorbank mit den zweiten Drehstromleitern R2, S2, T2 sowie dem Mittelleiter N2 erfolgt analog zu der Verbindung mit den ersten Drehstromleitern R1, S1, T1. Die zyklische Vertauschung von drei der vier durchgeschleiften Leiter ist wieder exemplarisch im vierten Einphasen-Wicklungsmodul 56 mit der Bezugsnummer 64 angedeutet.

[0049] Fig. 5 zeigt eine weitere exemplarische Anordnung von drei als vergossen angenommenen, baugleichen Einphasen-Wicklungsmodulen 94, 96, 98 in einer dreidimensionalen Ansicht. Die Einphasen-Wicklungsmodule entsprechen im Wesentlichen den in Fig.2 dargestellten Modulen 52, 54, 56 und sind längs einer Linie in einem Abstand angeordnet, welcher mit der Bezugsziffer 102 markiert ist.

[0050] Sieben Anschlussvorrichtungen der ersten und dritten Anschlussgruppe sind jeweils als steckerähnliche

Erhebung ausgeprägt und summarisch mit der Bezugsziffer 100 gekennzeichnet. Nicht gezeigt sind die entsprechenden Gegenstücke der zweiten und vierten Anschlussgruppen auf der jeweils gegenüber liegenden Seite der Einphasen-Wicklungsmodule 94, 96, 98. Die Gegenstücke sind buchsenähnlich ausgeprägt, form-schlüssig auf die stecherähnlichen Erhebungen angepasst und jeweils längs einer Linie mit den gezeigten Anschlussvorrichtungen angeordnet.

[0051] Die Einphasen-Wicklungsmodule sind durch einen Verschiebevorgang längs des mit der Bezugsziffer 102 gekennzeichneten Abstandes ineinander zu schieben, so dass bei deren aneinander grenzender Anordnung eine elektrische Verbindung gegeben ist.

Bezugszeichenliste

[0052]

10 Exemplarische erstes Einphasen-Wicklungsmodul
 12 Erste Wicklung des ersten Einphasen-Wicklungsmoduls
 14 Erste Anschlussvorrichtung
 16 Zweite Anschlussvorrichtung
 18 Dritte Anschlussvorrichtung
 20 Vierte Anschlussvorrichtung
 22 Fünfte Anschlussvorrichtung
 24 Sechste Anschlussvorrichtung
 26 Siebente Anschlussvorrichtung
 28 Achte Anschlussvorrichtung
 30 Erste elektrische Verbindung
 32 Zweite elektrische Verbindung
 34 Dritte elektrische Verbindung
 36 Vierte elektrische Verbindung
 38 Erste Anschlussgruppe
 40 Zweite Anschlussgruppe
 50 Exemplarische Verschaltung von drei Einphasen-Wicklungsmodulen
 52 Zweites Einphasen-Wicklungsmodul
 54 Drittes Einphasen-Wicklungsmodul
 56 Viertes Einphasen-Wicklungsmodul
 58 Verschaltung der ersten Wicklungen der Einphasen-Wicklungsmodule in einer Dreieckschaltung
 60 Verschaltung der zweiten Wicklungen der Einphasen-Wicklungsmodule in einer Sternschaltung
 62 Erste zyklische Vertauschung der elektrischen Verbindungen
 64 Zweite zyklische Vertauschung der elektrischen Verbindungen
 68 Erste Wicklung des zweiten Einphasen-Wicklungsmoduls
 70 Erste Wicklung des dritten Einphasen-Wicklungsmoduls
 72 Erste Wicklung des vierten Einphasen-Wicklungsmoduls
 74 Zweite Wicklung des zweiten Einphasen-Wick-

lungsmoduls
 76 Zweite Wicklung des dritten Einphasen-Wicklungsmoduls
 78 Zweite Wicklung des vierten Einphasen-Wicklungsmoduls
 80 Erste magnetische Kopplung
 82 Zweite magnetische Kopplung
 84 Dritte magnetische Kopplung
 90 Exemplarische Anordnung von drei Einphasen-Wicklungsmodulen
 94 Fünftes Einphasen-Wicklungsmodul
 96 Sechstes Einphasen-Wicklungsmodul
 98 Siebtes Einphasen-Wicklungsmodul
 100 Anschlussvorrichtungen der ersten und dritten Anschlussgruppe des siebten Einphasen-Wicklungsmoduls
 102 Abstand
 110 Sternschaltung von Einphasen-Wicklungsmodulen
 112 Erste Anordnung von Einphasen-Wicklungsmodulen
 114 Ersatzschaltbild für Sternschaltung
 120 Dreieckschaltung von Einphasen-Wicklungsmodulen
 122 Zweite Anordnung von Einphasen-Wicklungsmodulen
 124 Ersatzschaltbild für Dreieckschaltung
 R1, S1, T1 Phasenkennzeichnung
 R2, S2, T2 Phasenkennzeichnung
 N1, N2 Nulleiter
 X1, X2, X3 Wicklungen

35 Patentansprüche

1. Einphasen-Wicklungsmodul (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) mit wenigstens einer ersten elektrischen Wicklung (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3), welche zwei Wicklungsenden aufweist, und mit mehreren elektrischen Anschlussvorrichtungen (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 100), **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens je drei elektrische Anschlussvorrichtungen (14, 16, 18) in einer ersten Anschlussgruppe (38) und wenigstens je drei Anschlussvorrichtungen (22, 24, 26) in einer zugeordneten zweiten Anschlussgruppe (40) angeordnet sind, dass zwischen jeder Anschlussvorrichtung (14, 16, 18) der ersten Anschlussgruppe (38) und jeder Anschlussvorrichtungen (22, 24, 26) der zweiten Anschlussgruppe (40) jeweils eine elektrische Verbindung (30, 32, 34) besteht, wodurch jeweils ein Anschlussvorrichtungs-paar (14, 24), (16, 26), (18, 22) gebildet ist, dass die Anordnung der Anschlussvorrichtungen dieser Anschlussvorrichtungs-paare (14, 24), (16, 26), (18, 22) zyklisch gegeneinander vertauscht (62, 64) ist und dass die erste Wicklung (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) mit dem ersten ihrer beiden Wicklungsenden mit ei-

nem dieser Anschlussvorrichtungspaare (14, 24), (16, 26), (18, 22) verbunden ist und mit ihrem zweiten Ende mit einem weiteren Anschlussvorrichtungspaar.

2. Einphasen-Wicklungsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das weitere Anschlussvorrichtungspaar, mit dem die erste Wicklung (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) mit ihrem zweiten Wicklungsende verbunden ist, ein weiteres der wenigstens drei zyklisch vertauschten Anschlussvorrichtungspaare (14, 24), (16, 26), (18, 22) ist, so dass sich bei Verschaltung dreier derartiger Einphasen-Wicklungsmodule eine Dreieckschaltung (124) dieser Wicklungen ergibt.
3. Einphasen-Wicklungsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste (38) und zweite (40) Anschlussgruppe jeweils eine vierte Anschlussvorrichtung (20, 28) aufweisen, dass diese vierten Anschlussvorrichtungen (20, 28) ohne zyklische Vertauschung elektrisch miteinander verbunden (36) sind und so ein viertes Anschlussvorrichtungspaar (20, 28) gebildet ist und dass die erste Wicklung (12, 68, 70, 72) mit ihrem zweiten Wicklungsende mit diesem (20, 28) elektrisch verbunden ist, so dass sich bei Verschaltung dreier derartiger Einphasen-Wicklungsmodule eine Sternschaltung (114) der Wicklungen ergibt.
4. Einphasen-Wicklungsmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geometrische Anordnung der Anschlussvorrichtungen (14, 16, 18, 20) der ersten Anschlussgruppe (38) ähnlich der geometrischen Anordnung der Anschlussvorrichtungen (22, 24, 26, 28) der zweiten Anschlussgruppe (40) ist.
5. Einphasen-Wicklungsmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere baugleiche aneinandergrenzende Einphasen-Wicklungsmodule (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) derart anordenbar sind, dass sich die Anschlussvorrichtungen (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 100) von ersten (38) und zweiten Anschlussgruppen (40) benachbarter Module (52, 54, 56), (94, 96, 98) jeweils einander gegenüber befinden.
6. Einphasen-Wicklungsmodul nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einander gegenüber befindlichen Anschlussvorrichtungen (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 100) der ersten (38) und einer zweiten (40) Anschlussgruppen zwecks elektrischer Verbindung miteinander durch Steckverbindungen verbindbar sind.
7. Einphasen-Wicklungsmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

dieses (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) eine dritte und eine zugeordnete vierte Anschlussgruppe sowie eine zweite elektrische Wicklung (74, 76, 78) aufweist, wobei die jeweilige erste Wicklung (68, 70, 72) magnetisch mit der zweiten Wicklung (74, 76, 78) gekoppelt (80, 82, 84) ist und dass diese (74, 76, 78) mit wenigstens einem ihrer beiden Wicklungsenden mit einem Anschlussvorrichtungspaar (14, 24), (16, 26), (18, 22) der dritten und vierten Anschlussgruppe verbunden ist.

8. Einphasen-Wicklungsmodul nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte und vierte Anschlussgruppe entsprechend der ersten (38) und zweiten (40) Anschlussgruppe nach einem der Ansprüche 5 oder 6 ausgestaltet sind.
9. Einphasen-Wicklungsmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieses vergossen ist.
10. Einphasen-Wicklungsmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Wicklung (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) und/oder die zweite Wicklung (74, 76, 78) für eine elektrische Spannung von wenigstens 1 kV vorgesehen ist.
11. Anordnung von drei Einphasen-Wicklungsmodulen (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einphasen-Wicklungsmodule (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) nebeneinander angeordnet sind und über die jeweiligen Anschlussgruppen (38, 40) elektrisch miteinander verbunden (58, 60) sind.
12. Anordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einphasen-Wicklungsmodule (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) baugleich sind.
13. Anordnung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) und/oder zweiten Wicklungen (74, 76, 78) jeweils in elektrischer Sternschaltung (60, 114) miteinander verbunden sind.
14. Anordnung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten (12, 68, 70, 72, X1, X2, X3) und/oder zweiten (74, 76, 78) Wicklungen jeweils in elektrischer Dreieckschaltung (58, 124) miteinander verbunden sind.
15. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der Einphasen-Wicklungsmodule (10, 52, 54, 56, 94, 96, 98) ein ganzzahliges Vielfaches von drei beträgt.

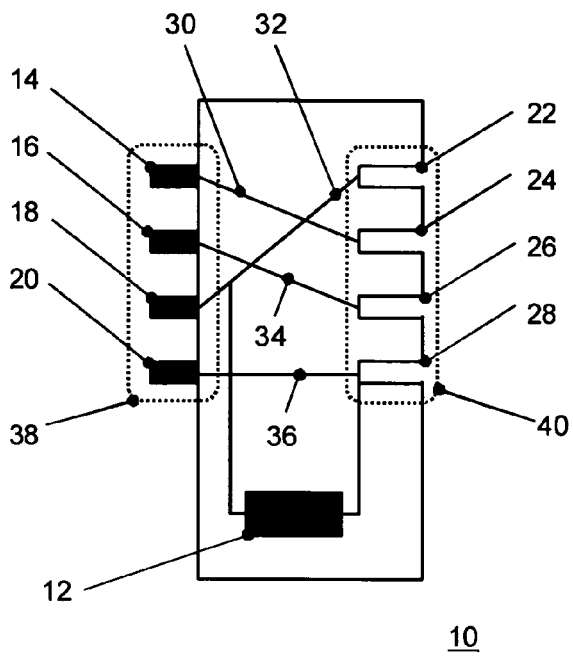


Fig. 1

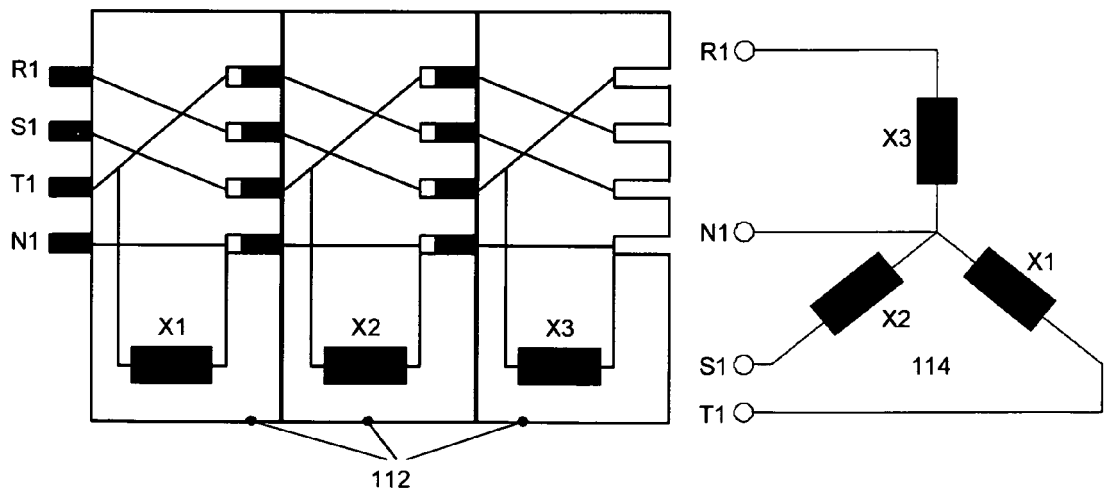


Fig. 2

110

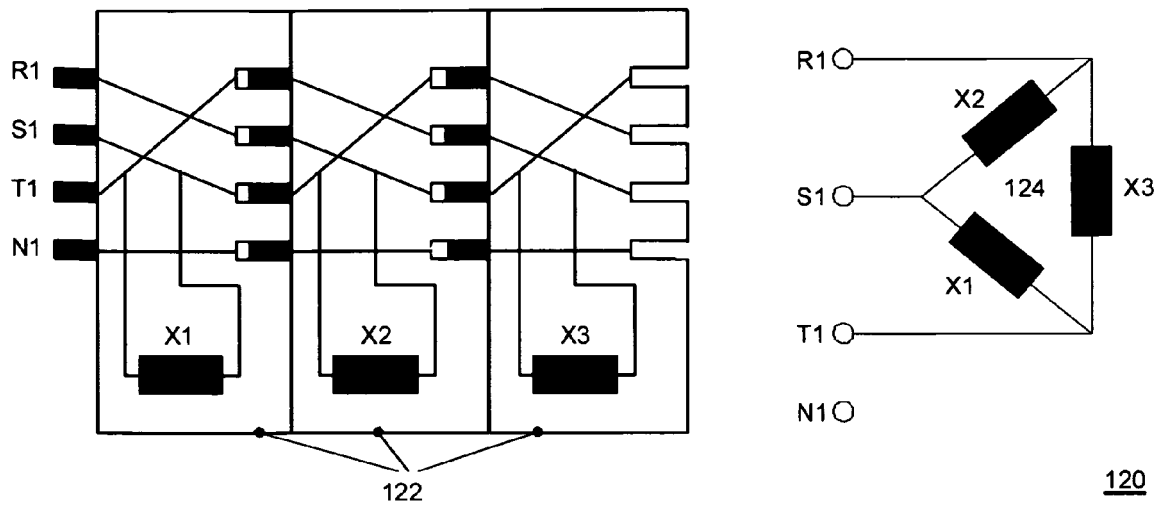


Fig. 3

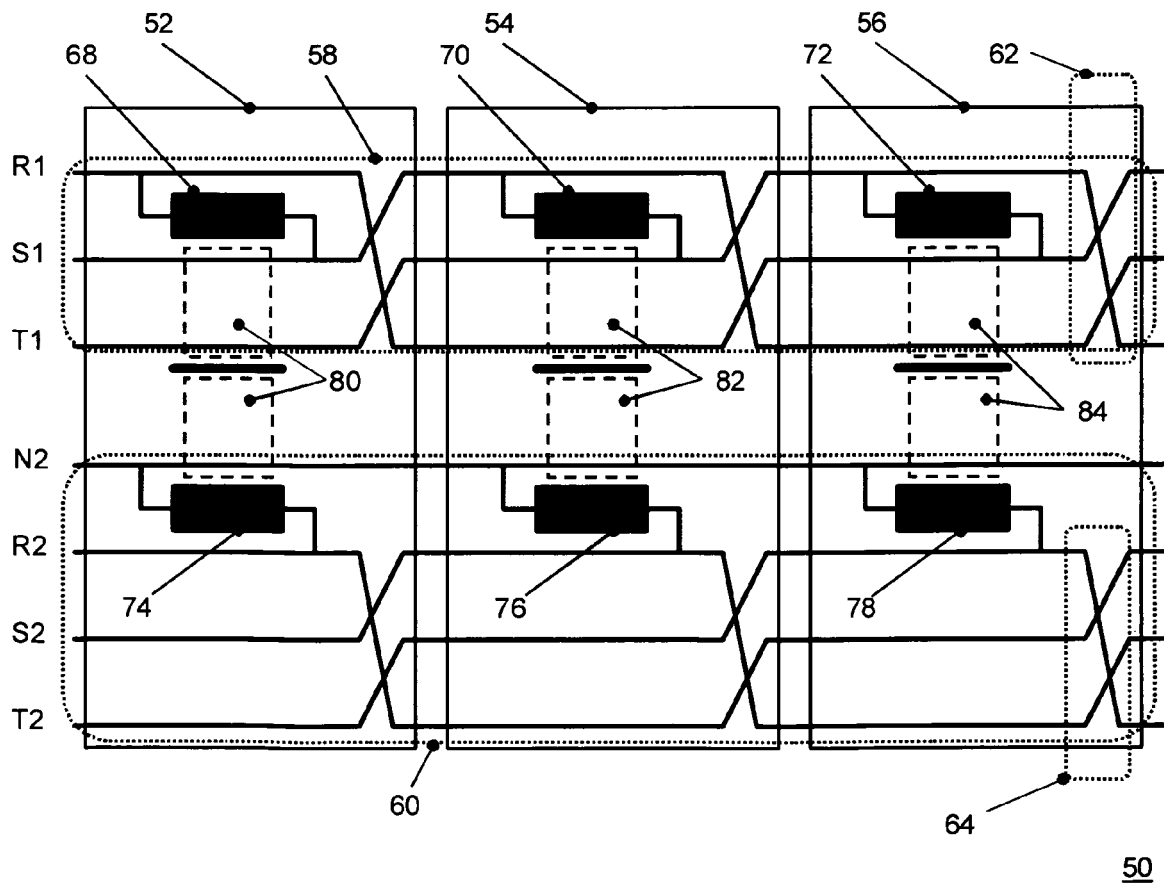


Fig. 4

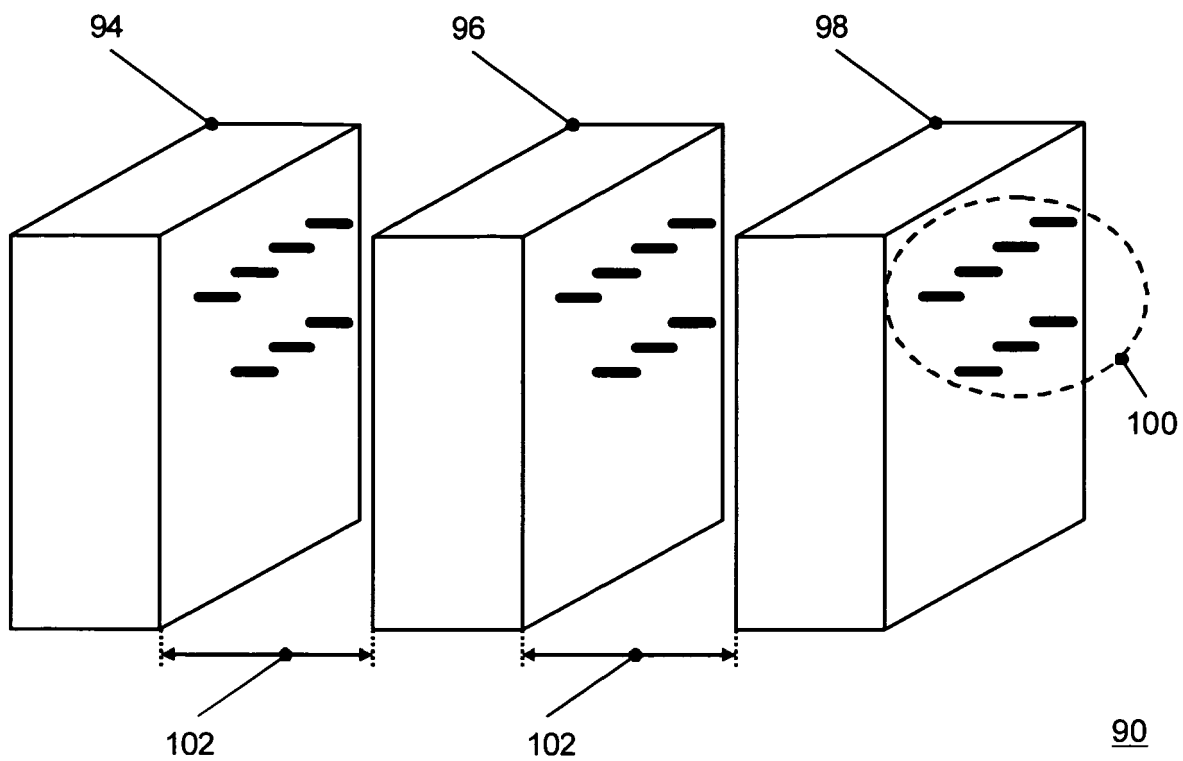


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 02 0348

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	GB 2 337 863 A (BOTT FREDERICK E [GB]) 1. Dezember 1999 (1999-12-01) * Seite 10, Zeile 1 - Seite 11, Zeile 27; Abbildungen 11-16 *	1	INV. H01F5/04 H01F29/02
A	EP 1 973 126 A (SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR]) 24. September 2008 (2008-09-24) * Absätze [0020] - [0025]; Abbildungen 1,2,3A,3B *	1	
A	DE 19 71 623 U (LICENTIA GMBH [DE]) 2. November 1967 (1967-11-02) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		15. April 2009	
		Prüfer	
		Teske, Ekkehard	
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 : mündliche 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	

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 02 0348

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.

15-04-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 2337863	A	01-12-1999	KEINE		
EP 1973126	A	24-09-2008	FR	2914105 A1	26-09-2008
DE 1971623	U	02-11-1967	KEINE		

EPO FORM P0461

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