



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.06.2010 Patentblatt 2010/24

(51) Int Cl.:
H01F 27/28 ^(2006.01) **H01F 27/10** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08021489.3**

(22) Anmeldetag: **11.12.2008**

(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

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

(72) Erfinder:
• **Zillmann, Karl-Heinz**
34431 Marsberg (DE)

• **Mönig, Wolfgang**
59929 Brilon (DE)
• **Weber, Benjamin**
59955 Winterberg (DE)

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

(54) **Flüssigkeitsgekühlte Bandwicklung**

(57) Es wird eine flüssigkeitsgekühlte Bandwicklung (1) vorgeschlagen,
- wobei die Bandwicklung (1) in mindestens zwei Wicklungsteile (5, 12, 20) unterteilt ist, wobei jeder Wicklungsteil mindestens eine Windung aufweist,
- wobei zwischen je zwei Wicklungsteilen (5, 12, 20) eine zur Durchleitung einer Kühlflüssigkeit geeignete Kühllage (8, 25) angeordnet ist,
- wobei der Anfang des ersten Wicklungsteils (5) einen ersten Wicklungs-Endanschluss (2) bildet,
- wobei das Ende des ersten Wicklungsteiles (5) mit einer Endschiene (6, 21) und an den Anfang des benachbarten, zweiten Wicklungsteils (12) mit einer Anfangsschiene (13, 22) elektrisch verbunden sind,
- wobei Endschiene (6, 21) und Anfangsschiene (13, 22) benachbarter Wicklungsteile (5, 12, 20) an einer Kopfseite der Bandwicklung (1) elektrisch miteinander verbunden sind,
- und wobei das Ende des zweiten Wicklungsteiles (12) einen zweiten Wicklungs-Endanschluss (3) bildet.

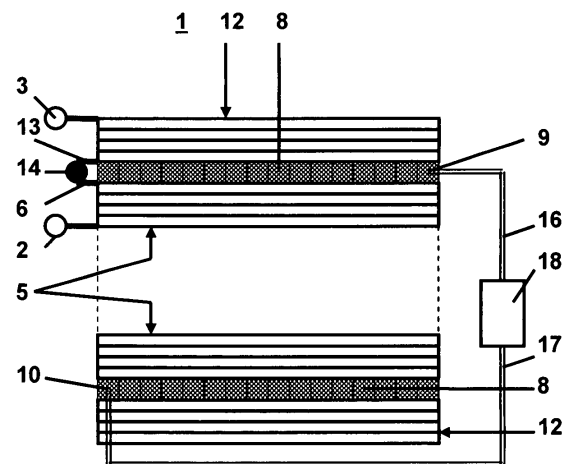


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine flüssigkeitsgekühlte Bandwicklung und kann bei Drosseln oder Transformatoren - insbesondere auch Trockentransformatoren, wie Gießharz-Transformatoren - Anwendung finden.

[0002] Aus der DE 2515873 A1 ist eine direkt gekühlte Bandlagenwicklung für Transformatoren bekannt, welche eine oder mehrere zur Wicklung koaxiale Kühlschichten aufweist, welche im Wesentlichen gleiche axiale Länge wie die Wicklung haben und in zweckmäßigen und von der gewünschten Kühlung bestimmten, radialen Abständen voneinander angeordnet sind. Jede Kühlschicht besteht aus einem Bündel mehrerer paralleler, rohrförmiger Kühlleiter aus elektrisch leitendem Material, die spiralförmig zu einer Lage gewickelt sind, wobei der Ein- bzw. Auslauf der Lager an den Enden der Wicklungen angeordnet ist. Das Kühlrohrbündel wird mit dem Bandleiter in Reihe geschaltet, so dass die Kühlrohrlage elektrisch gesehen einer Bandlage entspricht.

[0003] Um die Kühlung von Drosseln oder Transformatoren zu verbessern, ist es sinnvoll, eine direkte Flüssigkeitskühlung der Wicklung vorzusehen. Bei einer spiralförmig angeordneten Bandwicklung ist die Möglichkeit des Einbaus eines Kühlrohres in die Wicklung nicht möglich, wenn das Kühlrohr nicht mit elektrischem Potential beaufschlagt werden soll. Selbst wenn für eine Lage eines Kühlrohres in radialer Richtung ein Raum vorgesehen wird, verläuft doch der Übergang von einer Windung zur nächsten in voller Breite über diesen Raum hinweg. Somit können Kühlrohre nur axial pendelnd innerhalb einer solchen Wicklung verlegt werden.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine hinsichtlich der Kühlung optimierte flüssigkeitsgekühlte Bandwicklung anzugeben.

[0005] Diese Aufgabe wird bei einer flüssigkeitsgekühlte Bandwicklung dadurch gelöst,

- dass die Bandwicklung in mindestens zwei Wicklungsteile unterteilt ist, wobei jeder Wicklungsteil mindestens eine Windung aufweist,
- dass zwischen je zwei Wicklungsteilen eine zur Durchleitung einer Kühlflüssigkeit geeignete Kühllage angeordnet ist,
- dass der Anfang des ersten Wicklungsteils einen ersten Wicklungs-Endanschluss bildet,
- dass an das Ende des ersten Wicklungsteiles mit einer Endschiene und der Anfang des benachbarten, zweiten Wicklungsteils mit einer Anfangsschiene elektrisch verbunden sind,
- dass Endschiene und Anfangsschiene benachbarter Wicklungsteile an einer Kopfseite der Bandwicklung (1) elektrisch miteinander verbunden sind,
- und dass das Ende des zweiten Wicklungsteiles einen zweiten Wicklungs-Endanschluss bildet.

[0006] Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile liegen insbesondere darin, dass die wärmeproduzierende

Fläche der Bandwicklung vollständig mit der Kühllage (Kühlschicht) in Kontakt tritt, was zu einer gleichmäßigen Abfuhr der innerhalb der Wicklung erzeugten Wärmeenergie beiträgt. Es werden lokale Übertemperaturen vermieden. Aufgrund der verbesserten Wärmeabfuhr kann die Wicklung sehr kompakt ausgeführt werden, was zu einer volumen- und gewichtsoptimierten Bandwicklung führt. Da die Kühllage gegenüber dem Wicklungsband elektrisch isoliert ist, sind hinsichtlich eines Rückkühlers für die Kühlflüssigkeit inklusive der erforderlichen Kühlleitungen keinerlei besondere Maßnahmen hinsichtlich der elektrischen Isolation erforderlich.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0008] Die Erfindung wird nachstehend an Hand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Sicht auf die Frontseite einer Bandwicklung gemäß einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 einen Schnitt durch eine Breitseite einer Bandwicklung gemäß der ersten Ausführungsform,

Fig. 3 eine Sicht auf die Frontseite einer Bandwicklung gemäß einer zweiten Ausführungsform.

[0009] In Fig. 1 ist eine Sicht auf die Frontseite einer spiralförmig aufgebauten Bandwicklung gemäß einer ersten Ausführungsform dargestellt. Die aus einem elektrisch isolierten Wicklungsband aufgebaute Bandwicklung 1 - welche zwei an ihrer ersten Kopfseite angeordnete / zugängliche Wicklungs-Endanschlüsse 2, 3 aufweist - ist in (mindestens) zwei Wicklungsteile unterteilt, und zwar

- in einen ersten Wicklungsteil 5 mit mindestens einer, vorzugsweise mehreren (z. B. vier) Windungen,
- in einen zweiten Wicklungsteil 12 mit mindestens einer, vorzugsweise mehreren (z. B. vier) Windungen.

[0010] Zwischen den beiden Wicklungsteilen 5, 12 ist eine Kühllage 8 vorgesehen, welche mit Hilfe eines Kühlkanals gebildet wird. Der Kühlkanal besitzt zwei an den Kopfseiten der Bandwicklung 1 angeordnete / zugängliche Kühlkanal-Anschlüsse 9, 10, welche über Kühlleitungen 16, 17 mit einem Rückkühler 18 verbunden sind. Der vorzugsweise zur Flüssigkeitskühlung geeignete Kühlkanal kann z. B. in Form einer spiralförmig gewundenen Kühlrohr-Anordnung ausgebildet sein, so dass sich eine Kühllage von dicht an dicht nebeneinander über die gesamte Breite der Wicklung angeordneten Kühlrohren ergibt.

[0011] Der erste Wicklungs-Endanschluss 2 wird durch den Anfang des Wickelbandes des Wicklungsteils 5 gebildet, z. B. durch eine hieran angeschweißte / angelötete Schiene. Für die elektrische Verbindung zwischen den beiden durch die Kühllage 8 getrennten Wick-

lungsteilen 5, 12 ist eine Endschiene 6 (Ausleitungsschiene) an das Ende des Wickelbandes des ersten Wicklungsteils 5 angeschweißt / angelötet. In gleicher Art und Weise ist an den Anfang des Wickelbandes des Wicklungsteils 12 eine Anfangsschiene 13 angeschweißt / angelötet. Die Endschiene 6 und die Anfangsschiene 13 sind endseitig außerhalb der Bandwicklung 1, vorzugsweise an der ersten Kopfseite der Bandwicklung 1 mittels einer elektrischen Verbindung 14 dauerhaft elektrisch miteinander verbunden, z. B. verschweißt / verlötet. Der zweite Wicklungs-Endanschluss 3 wird durch das Ende des Wicklungsbandes des Wicklungsteils 12 gebildet, respektive durch eine hieran angeschweißte / angelötete Schiene.

[0012] In Fig. 2 ist ein Schnitt durch eine Breitseite einer Bandwicklung gemäß der ersten Ausführungsform dargestellt. Die Schnitt-Darstellung zeigt die mittig zwischen beiden Wicklungsteilen 5, 12 angeordnete, zur Durchleitung einer Kühlflüssigkeit geeignete Kühllage 8 sowie schematisch

- die elektrischen Anschlüsse respektive Verschaltung an der ersten Kopfseite der Bandwicklung 1 mit erstem Wicklungs-Endanschluss 2, zweitem Wicklungs-Endanschluss 3, elektrischer Verbindung 14 zwischen Endschiene 6 und Anfangsschiene 13,
- die Kühlkreis-Anordnung mit Rückkühler 18, Kühlleitungen 16, 17 und Kühlkanal-Anschlüssen 9 und 10.

[0013] Die Herstellung der Bandwicklung 1 erfolgt z. B.

- indem zunächst die den ersten Wicklungs-Endanschluss 2 bildende Schiene an das Wicklungsband angeschweißt / angelötet wird,
- indem nun die gewünschte Anzahl an Windungen des ersten Wicklungsteils 5 gewickelt wird,
- indem anschließend die Endschiene 6 des ersten Wicklungsteils 5 an das Wicklungsband angeschweißt / angelötet wird,
- indem nun eine dicht an dicht gewickelte Lage eines Kühlrohrs zur Bildung der Kühllage 8 gewickelt wird,
- indem anschließend eine Anfangsschiene 13 des zweiten Wicklungsteils 12 an das Wicklungsband angeschweißt / angelötet wird,
- indem nun zunächst die gewünschte Anzahl an Windungen des zweiten Wicklungsteils 12 gewickelt wird,
- indem anschließend die den zweiten Wicklungs-Endanschluss 3 bildende Schiene an das Wicklungsband angeschweißt / angelötet wird,
- indem abschließend außerhalb der Bandwicklung Endschiene 6 und Anfangsschiene 13 miteinander verschweißt / verlötet werden, um somit die elektrische Verbindung 14 zu realisieren.

[0014] In Fig. 3 ist eine Sicht auf die Frontseite einer Bandwicklung gemäß einer zweiten Ausführungsform

dargestellt. Mit diesem Ausführungsbeispiel soll gezeigt werden, dass die Erfindung selbstverständlich nicht auf eine aus zwei Wicklungsteilen bestehende Bandwicklung beschränkt ist, sondern dass es prinzipiell möglich ist, die Bandwicklung 1 in drei oder beliebig mehr Wicklungsteile zu unterteilen, wobei jeweils eine Kühllage zwischen zwei Wicklungsteilen angeordnet ist. Im Einzelnen sind zu erkennen:

- der erste Wicklungsteil 5 mit mindestens einer, vorzugsweise mehreren Windungen, wobei der Anfang des Wickelbandes wiederum den ersten Wicklungs-Endanschluss 2 bildet und das Ende des Wickelbandes über die Endschiene 6 zur ersten Kopfseite der Bandwicklung 1 geführt ist,
- der zweite Wicklungsteil 12 mit mindestens einer, vorzugsweise mehreren Windungen, wobei der Anfang respektive das Ende des Wickelbandes über eine Anfangsschiene 13 respektive eine Endschiene 21 zur ersten Kopfseite der Bandwicklung 1 geführt ist,
- ein dritter Wicklungsteil 20 mit mindestens einer, vorzugsweise mehreren Windungen, wobei der Anfang des Wickelbandes über eine Anfangsschiene 22 zur ersten Kopfseite der Bandwicklung 1 geführt ist und das Ende des Wickelbandes des dritten Wicklungsteils 20 den zweiten Wicklungs-Endanschluss 3 bildet,
- eine dauerhafte elektrische Verbindung 14 der Endschiene 6 und der Anfangsschiene 13 an der ersten Kopfseite der Bandwicklung 1, z. B. durch Verschweißen / Verlöten realisiert,
- eine dauerhafte elektrische Verbindung 23 der Endschiene 21 und der Anfangsschiene 22 an der ersten Kopfseite der Bandwicklung 1, z. B. durch Verschweißen / Verlöten realisiert,
- die zwischen den Wicklungsteilen 5 und 12 angeordnete erste Kühllage 8 mit den Kühlkanal-Anschlüssen 9, 10,
- eine zwischen den Wicklungsteilen 12 und 20 angeordnete zweite Kühllage 25 mit Kühlkanal-Anschlüssen 26, 27.

[0015] Dabei kann der Rückkühler 18 über Kühlleitungen 16, 17 mit den Kühlkanal-Anschlüssen 9, 10 sowie über parallel hierzu angeordnete Kühlleitungen 28, 29 mit den Kühlkanal-Anschlüssen 26, 27 verbunden sein, wodurch sich kühltechnisch eine Parallelschaltung der Kühlkanäle 8, 25 ergibt, es ist jedoch alternativ auch eine Serienschaltung der Kühlkanäle 8, 25 realisierbar.

Bezugszeichenliste

[0016]

- 1 Bandwicklung
- 2 erster Wicklungs-Endanschluss

3	zweiter Wicklungs-Endanschluss		Patentansprüche
4	---		1. Flüssigkeitsgekühlte Bandwicklung (1) <u>dadurch gekennzeichnet,</u>
5	erster Wicklungsteil mit mindestens einer Windung	5	- dadurch die Bandwicklung (1) in mindestens zwei Wicklungsteile (5, 12, 20) unterteilt ist, wobei jeder Wicklungsteil mindestens eine Windung aufweist,
6	Endschiene des ersten Wicklungsteils (Ausleitungsschiene), an Wickelband angeschweißt / angelötet	10	- dadurch zwischen je zwei Wicklungsteilen (5, 12, 20) eine zur Durchleitung einer Kühlflüssigkeit geeignete Kühllage (8, 25) angeordnet ist,
7	---		- dadurch der Anfang des ersten Wicklungsteils (5) einen ersten Wicklungs-Endanschluss (2) bildet,
8	Kühllage		- dadurch das Ende des ersten Wicklungsteiles (5) mit einer Endschiene (6, 21) und der Anfang des benachbarten, zweiten Wicklungsteils (12) mit einer Anfangsschiene (13, 22) elektrisch verbunden sind,
9	Kühlkanal-Anschluss	15	- dadurch Endschiene (6, 21) und Anfangsschiene (13, 22) benachbarter Wicklungsteile (5, 12, 20) an einer Kopfseite der Bandwicklung (1) elektrisch miteinander verbunden sind,
10	Kühlkanal-Anschluss		- und dadurch das Ende des zweiten Wicklungsteiles (12) einen zweiten Wicklungs-Endanschluss (3) bildet.
11	---	20	
12	zweiter Wicklungsteil mit mindestens einer Windung		2. Bandwicklung (1) nach Anspruch 1, <u>dadurch gekennzeichnet, dass</u> eine Kühllage (8, 25) in Form einer spiralförmig gewundenen Kühlrohr-Anordnung gebildet ist.
13	Anfangsschiene des zweiten Wicklungsteils, an Wickelband angeschweißt / angelötet	25	
14	elektrische Verbindung zwischen den Schienen 5 und 11		3. Bandwicklung (1) nach Anspruch 1 oder 2, <u>dadurch gekennzeichnet, dass</u> die Wicklungs-Endanschlüsse (2, 3) durch mit dem Wickelband elektrisch verbundene Schienen gebildet werden.
15	---	30	
16	Kühlleitung		
17	Kühlleitung	35	
18	Rückkühler		4. Bandwicklung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, <u>dadurch gekennzeichnet, dass</u> elektrischen Verbindungen Lötverbindungen oder Schweißverbindungen sind.
19	---		
20	dritter Wicklungsteil mit mindestens einer Windung	40	
21	Endschiene		
22	Anfangsschiene	45	
23	elektrische Verbindung zwischen den Schienen		
24	---		
25	Kühllage	50	
26	Kühlkanal-Anschluss		
27	Kühlkanal-Anschluss	55	
28	Kühlleitung		
29	Kühlleitung		

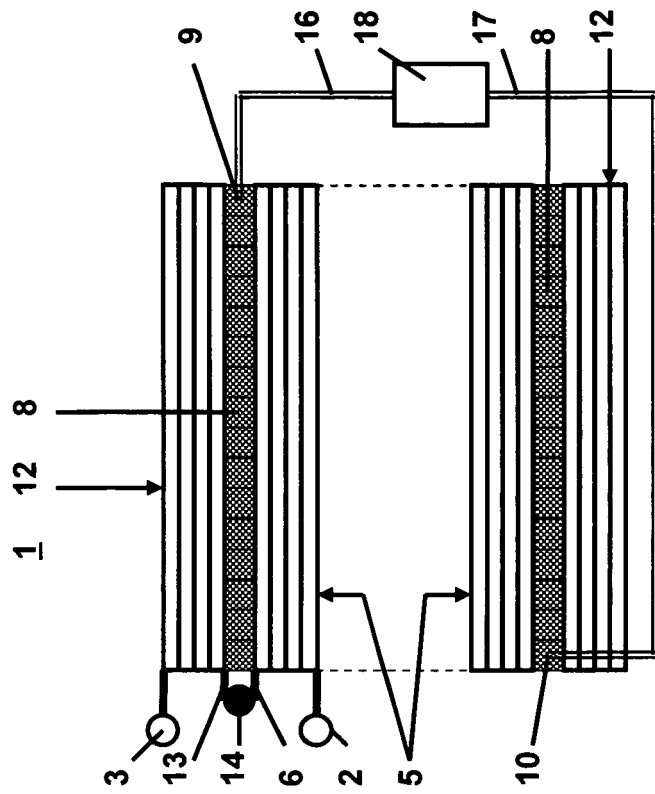


Fig. 1

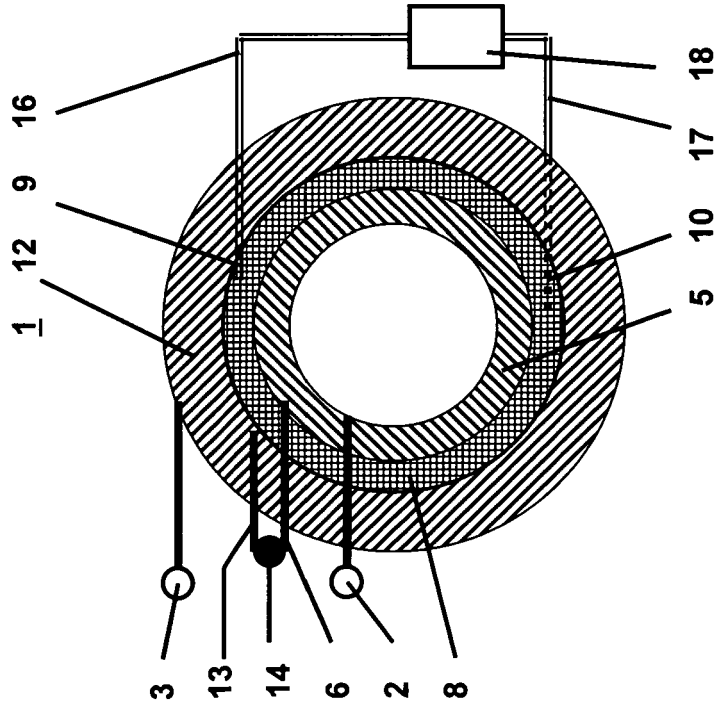


Fig. 2

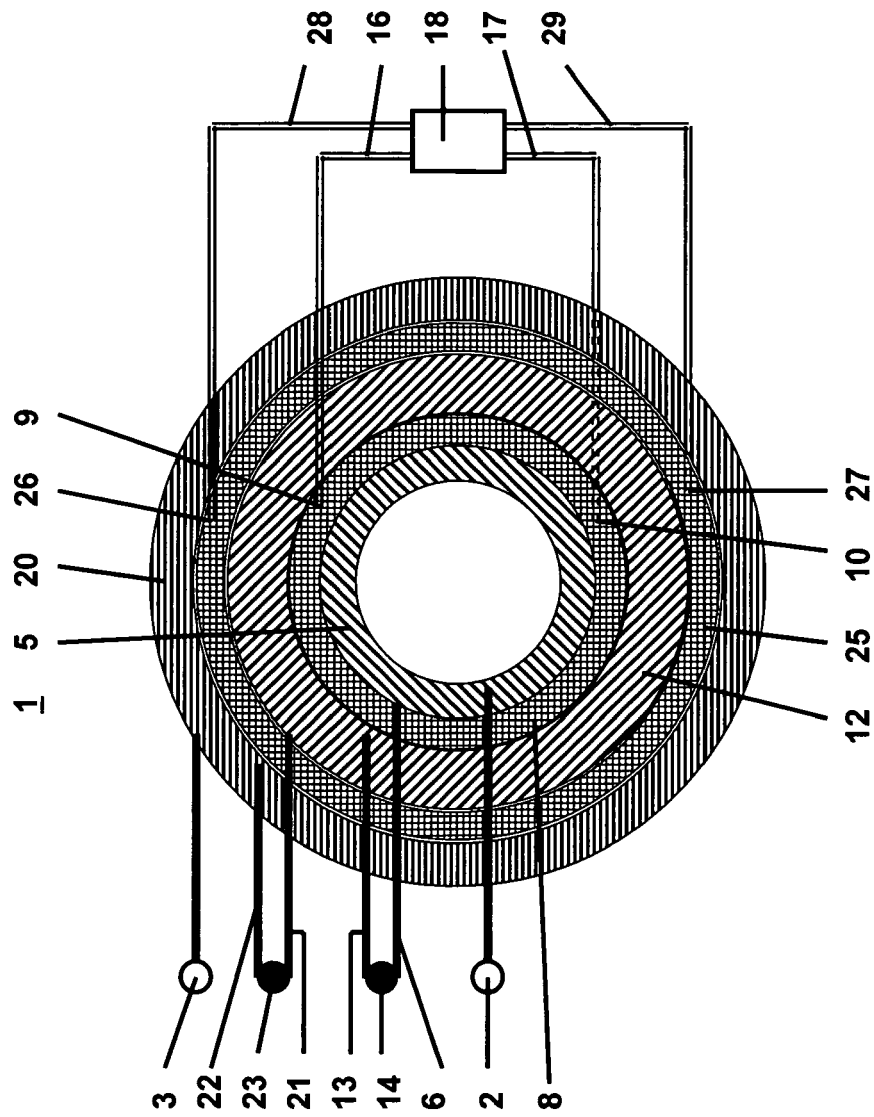


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 02 1489

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 56 061103 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 26. Mai 1981 (1981-05-26) * Abbildungen 1-4 *	1-4	INV. H01F27/28 H01F27/10
X	DE 71 26 814 U (TRANSFORMATOREN UNION AG) 16. März 1972 (1972-03-16) * Seite 2; Abbildungen 1,2 *	1-4	
A	JP 60 065503 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 15. April 1985 (1985-04-15) * Abbildungen 1,4,5 *	2	
A	DE 10 2005 004166 A1 (ZOLLER GMBH & CO KG [DE]) 19. Oktober 2006 (2006-10-19) * Absätze [0029], [0030]; Abbildung 2 *	2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. 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 1489

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

23-04-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 56061103 A	26-05-1981	JP 1299864 C JP 60022487 B	31-01-1986 03-06-1985
DE 7126814 U	16-03-1972	NL 7209447 A SE 387467 B	16-01-1973 06-09-1976
JP 60065503 A	15-04-1985	KEINE	
DE 102005004166 A1	19-10-2006	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2515873 A1 [0002]