



(11) **EP 2 330 603 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.06.2011 Patentblatt 2011/23

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

(21) Anmeldenummer: **09015033.5**

(22) Anmeldetag: **04.12.2009**

(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 MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

- **Cornelius, Frank**
59936 Olsberg (DE)
- **Esenlik, Burak**
33102 Paderborn (DE)
- **Tepper, Jens**
59929 Brilon (DE)
- **Weber, Benjamin**
59955 Winterberg (DE)

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

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

(72) Erfinder:
• **Bockholt, Marcos**
33104 Paderborn (DE)

(54) **Transformator mit Bandwicklung**

(57) Die Erfindung betrifft Transformator, beispielsweise ein Trockentransformator, mit wenigstens einer Spule (10), die eine aus Bandmaterial (14) gebildete Bandwicklung (10) aufweist, welche Spule (10) aus jeweils einer Unterspannungs- und einer radial anschließenden Oberspannungswicklung mit jeweils einem inneren und einem äußeren elektrischen Anschluss gebildet ist, die zumindest bereichsweise wechselweise nach innen und nach außen parallel zur Wickelachse mit röhrenähnlich geformten Wellbereichen (26) versehen ist,

so dass in den derart vorgesehenen Wellbereichen (26) Kanäle (24) gebildet sind, durch welche Kühlfluid strömbar ist, wobei sowohl die Unterspannungs- als auch die Oberspannungswicklung jeweils glattbandig ausgeführt sind, zumindest im Bereich des Hauptstreukanals zwischen Ober- und Unterspannungswicklung ein erster Wellbereich vorgesehen ist und ein zweiter Wellbereich vorgesehen ist, der von einer an die letzte Wicklungslage der außenliegenden Wicklung angefügten weiteren Lage gewellten Wicklungsbandes gebildet ist.

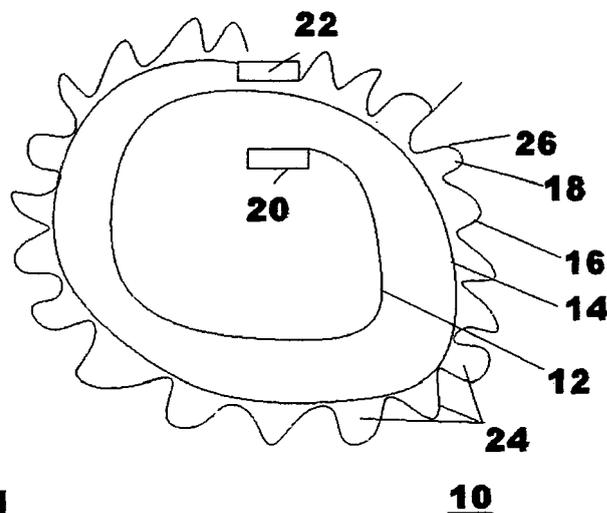


Fig. 1

EP 2 330 603 A1

Beschreibung

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Transformator, beispielsweise einen Trockentransformator, mit wenigstens einer Spule, die eine aus Bandmaterial gebildete Bandwicklung aufweist, welche Spule aus jeweils einer Unterspannungs- und einer radial anschließenden Oberspannungswicklung mit jeweils einem inneren und einem äußeren elektrischen Anschluss gebildet ist, die zumindest bereichsweise wechselweise nach innen und nach außen parallel zur Wickelachse mit röhrenähnlich geformten Wellbereichen versehen ist, in denen das Wicklungsband gewellt ist, so dass in den derart vorgesehenen Wellbereichen Kanäle gebildet sind, durch welche Kühlfluid strömbar ist.

[0002] Insbesondere betrifft die Erfindung die Kühlung von Wicklungen in Transformatoren, speziell in Trockentransformatoren.

[0003] Aus der DE 10 2008 031 746 ist eine Wicklung für einen Transformator, insbesondere eine aus einem Bandleiter gebildete Bandwicklung für einen Gießharztransformator bekannt geworden, die mit wenigstens einem zur Führung eines Kühlfluids vorgesehenen axial verlaufenden Hohlraum versehen ist, der radial nach innen wie nach außen durch Wicklungslagen des Wicklungsleiters begrenzt ist, wobei eine Mehrzahl von außermittig angeordneten, axial verlaufenden Hohlräumen vorgesehen ist, welche als Kühlkanäle dienen, sowie die Hohlräume entlang einer Wicklungslage angeordnet sind und die Hohlräume durch Wellformgebung des Wicklungsleiters in dieser Wicklungslage gebildet sind.

[0004] Aus der DE 10 2008 033 125 ist ein Transformator mit einer mit Leitermaterial bewickelten Spule bekannt, in der Kühlkanäle eingebracht sind, durch welche ein Kühlfluid hindurchströmt, wobei zur Bildung der Kühlkanäle gewellte Bauteile in die Spule eingebracht werden, deren Wellenform an die Außenfläche, insbesondere an die Außenkontur in Eckbereichen der Spule angepasst ist, wobei diese Bauteile auch durch geeignetes Leitermaterial gebildet sein können.

[0005] Die beschriebenen Varianten sind allerdings nur für Kühlkanäle angegeben und dementsprechend hinsichtlich ihrer Kühlwirkung erläutert. Außerdem haben die im Stand der Technik beschriebenen Maßnahmen keinen Effekt auf der Außenoberfläche der Wicklung.

[0006] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, einen Transformator der eingangs genannten Art anzugeben, der hinsichtlich der Kühlung seiner Wicklung auf einfache und mit wenig Aufwand verbessert ist.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Demgemäß ist vorgesehen, dass sowohl die Unterspannungs- als auch die Oberspannungswicklung jeweils glattbandig ausgeführt sind, dass zumindest im Bereich des Hauptstreukanals zwischen Ober- und Unterspannungswicklung ein erster Wellbe-

reich vorgesehen ist und dass ein zweiter Wellbereich vorgesehen ist, der von einer an die letzte Wicklungslage der außenliegenden Wicklung angefügten weiteren Lage gewellten Wicklungsbandes gebildet ist. Hier und im Folgenden wird unter glattbandig ein Bandleiter verstanden, der ungewellt ist und in der Abwicklung eben verläuft.

[0008] Durch diese erfindungsgemäß vorgesehenen Merkmale wird im Zuge der Fertigung eines Transformators ohne merklichen Mehraufwand erreicht, gleichzeitig mit dem Wicklungsaufbau auch die zur Kühlung der Transformatorwicklung erforderlichen beziehungsweise vorgesehenen Kühlkanäle auf einfache Weise einzubeziehen und in den Wicklungsaufbau zu integrieren.

[0009] Hierdurch ist entsprechend dem betreffenden Transformator beziehungsweise entsprechend dessen betriebsbedingter Wärmeentwicklung auf einfache Weise für Kühlung gesorgt, indem durch die erfindungsgemäß vorgesehenen Kühlkanäle Kühlfluid hindurchströmen kann.

[0010] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Transformators ist die erwähnte weitere Wicklungslage, die aus gewelltem Wicklungsband vorgesehen ist, an das weitgehend glattbandige Wicklungsband einstückig, zum Beispiel mittels Schweißen, angefügt.

[0011] Als mögliche Schweißverfahren bieten sich hierbei an Laserschweißen, Schutzgasschweißen, Punktschweißen oder elektrisches Lichtbogenschweißen, wobei die Auswahl des benutzten Fügeverfahrens im Wesentlichen von den jeweiligen Fertigungsmöglichkeiten sowie von dem Werkstoff des Materials abhängt, da beispielsweise bei elektrisch gut leitendem Leitermaterial der zum elektrischen Widerstandsschweißen erforderliche spezifische elektrische Widerstand möglicherweise zu gering ist beziehungsweise erhebliche Stromstärken erfordert.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Transformators ist vorgesehen, dass die erwähnte weitere Wicklungslage aus gewelltem Wicklungsband an den äußeren elektrischen Anschluss angefügt ist, der prinzipiell bei bandförmigen Wicklungsleitern vorgesehen ist.

[0013] Entsprechend einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Transformators kann ferner vorgesehen sein, dass die angefügte weitere Wicklungslage aus gewelltem Wicklungsband im Bereich zu einer benachbart angeordneten Wicklung glattbandig ausgeführt ist, um so den durch die Wellverformung des Wicklungsbandes erhöhten Raumbedarf zu kompensieren, das heißt, den Abstand jeder Spule zu den benachbarten Wicklungsspulen trotz erhöhten Durchmessers der erfindungsgemäßen Bandwicklungsspule und damit die üblichen Abmessungen dreiphasiger Transformatoren einzuhalten.

[0014] Eine zweckmäßige Weiterbildung des erfindungsgemäßen Transformators sieht vor, dass das Wicklungsband im ersten und/oder im zweiten Wellbereich, das heißt zum einen im Bereich zwischen den

Oberspannungs- und Unterspannungswicklungen wie auch zum anderen an der Außenseite ähnlich Sinuswellen geformt ist, wobei die Amplitude und die Wellenlänge dieser sinuswellenähnlichen Bandwicklung entsprechend den vorgesehenen Abmessungen beziehungsweise der erforderlichen Kühlleistung des betreffenden Transformators angepasst ist.

[0015] In vorteilhafter Weiterbildung des erfindungsgemäßen Transformators ist die radial innenliegende Wicklung bei Erreichen der vorgesehenen Windungszahl mit dem inneren elektrischen Anschluss einstückig verbunden, wobei an den inneren Anschluss eine weitere Wicklungslage gewellten Wicklungsbandes angefügt ist, um so im Bereich zwischen der Unter- und Oberspannungswicklung die erfindungsgemäßen Kühlkanäle zu bilden.

[0016] Entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann aber auch vorgesehen sein, dass die radial innenliegende Wicklung bei Erreichen der für den betreffenden Transformator vorgesehenen Windungszahl um eine weitere Wicklungslage gewellten Wicklungsbandes verlängert ist, wobei an das eine Ende dieser Windung aus gewelltem Wicklungsband an die innere Ausleitungsschiene angefügt ist, vorzugsweise mittels Schweißen.

[0017] Alternativ kann stattdessen aber auch vorgesehen sein, dass die erste Wicklungslage der sich radial an die innenliegende Wicklung anschließenden außen liegenden Wicklung gewellt ausgeführt ist, das heißt, dass die erste Windung der die innenliegende Wicklung außen umfassenden Bandwicklung aus sinuswellenähnlich geformtem Wicklungsband gebildet ist.

[0018] In weiterer Verbesserung und Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Transformators ist vorgesehen, dass das Ende einer jeden gewellten Wicklungslage gegenüber der Wicklung elektrisch isoliert ist.

[0019] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Transformators kann aber auch vorgesehen sein, dass er mit einer Spule, die aus einer aus Bandmaterial bestehenden Bandwicklung sowie aus einer aus Draht bestehenden Drahtwicklung gebildet ist, das heißt, dass nur eine der beiden Wicklungen jeder Spule als Bandwicklung ausgeführt ist, während die jeweils andere radial anschließende Wicklung als Drahtwicklung ausgeführt ist.

[0020] Die weitere Ausführung dieser Variante entspricht dem bereits eingangs beschriebenen Transformator, der jeweils eine Unterspannungs- und eine radial anschließende Oberspannungswicklung mit elektrischen Anschlüssen aufweist. Zwischen der innenliegenden und der radial außen daran anschließenden Wicklung ist zumindest teilweise ein Bereich mit wechselweise nach innen und nach außen parallel zur Wickelachse mit röhrenähnlich geformten Wellbereichen vorgesehen, so dass in den derart vorgesehenen Wellbereichen Kanäle gebildet sind, durch welche Kühlfluid strömbar ist.

[0021] Im Einzelnen unterscheidet sich die zuvor angegebene Variante von dem eingangs beschriebenen

Transformator dadurch, dass bei innenliegender Drahtwicklung die röhrenähnlich geformten Wellbereiche zwischen beiden Wicklungen von der radial außen anschließenden Bandwicklung gebildet sind.

[0022] Bei einer Variante mit außenliegender Drahtwicklung sind demgemäß die röhrenähnlich geformten Bereiche von der innenliegenden Bandwicklung an deren Außenseite gebildet.

[0023] Schließlich kann auch eine Variante mit außenliegender Drahtwicklung vorgesehen sein, bei welcher die röhrenähnlich geformten Bereiche von der innen anliegenden Bandwicklung gebildet sind. Dabei ist aber außen auf der Drahtwicklung eine weitere Lage aus wellenförmig ausgeführtem Band angefügt, wobei dieses angefügte Band keine elektrisch leitende Verbindung zur Wicklung hat.

[0024] Insbesondere um die Kühlung der Außenoberfläche des erfindungsgemäßen Transformators zu gewährleisten, kann an der Außenseite der außenliegenden Wicklung ebenfalls eine sinuswellen-ähnlich geformte Wicklungslage vorgesehen sein, die an das Ende der glattbandigen Bandwicklung anschließt.

[0025] Entsprechend dem Hauptzweck des erfindungsgemäßen Transformators, nämlich der Verbesserung der Kühlung und damit der Abfuhr der Verlustwärme ist gemäß einer bevorzugten Weiterbildung vorgesehen, dass zumindest partiell die gewellten Wicklungslagen mit Ausnehmungen in den Wellen versehen sind. Hierbei erweist es sich als besonders vorteilhaft, dass in den gewellten Flächen der Wicklungslagen zumindest partiell Ausnehmungen eingeformt sind.

[0026] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Transformators sieht vor, dass die Außenfläche der außenliegenden gewellten Wicklungslage in dunkler Farbgebung ausgeführt ist und damit die an die Oberfläche gelangende Verlustwärme abstrahlt.

[0027] Diese und weitere vorteilhafte Merkmale sowie Vorteile und Verbesserungen sind Gegenstand der weiteren Ansprüche.

[0028] Anhand eines in der beigefügten Zeichnung schematisch gezeigten Ausführungsbeispiels sollen die Erfindung, besondere vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung sowie besondere Vorteile der Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

[0029] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Querschnittes durch eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Bandwicklung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Querschnittes durch eine alternative Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Bandwicklung;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer ausschnittweisen Draufsicht auf Ausnehmungen im Wellenbereich einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Bandwicklung.

[0030] In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines kreisförmigen Querschnittes durch eine erste Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Bandwicklung 10 für einen nicht näher gezeigten Transformator wiedergegeben. Die Bandwicklung besteht hierbei aus einer Anzahl von ersten Windungen 12 aus glattem Leiterband 14 sowie aus einer zusätzlichen Windung 16 aus gewelltem Leiterband 18.

[0031] Die Wellenform des gewellten Leiterbandes ist gemäß der Erfindung ähnlich Sinuswellen ausgebildet, wobei ihre Amplitude und jeweilige Wellenlänge auf die thermischen Erfordernisse des betreffenden Transformators und auf dessen Größe und Leistung abgestimmt sind.

[0032] Von den ersten Windungen 12 ist in Fig. 1 quasi symbolisch allerdings nur eine Windung dargestellt, wobei diese einzige gezeigte Windung 12 an ihrem innenliegenden Ende mit einer inneren Anschlussschiene oder Ausleitung 20 verbunden ist und an ihrem äußeren Ende an eine äußere Anschlussschiene oder Ausleitung 22 angeschlossen ist.

[0033] Die erwähnte zusätzliche Windung 16 aus gewelltem Leiterband 18 schließt ihrerseits an die äußere Anschlussschiene oder Ausleitung 22 an und endet nach einem kompletten Umlauf, so dass die so gebildete zylinderförmige Bandwicklung 10 auf ihrer Außenseite von einer aus koaxial angeordneten röhrenähnlichen Kanälen 24 umfasst ist, durch welche Kühlfluid strömen kann.

[0034] Als Kühlfluid ist vorwiegend ein Kühlgas, zum Beispiel Luft, vorgesehen. Stattdessen kann als Kühlfluid aber auch ein anderes Gas oder aber eine Flüssigkeit vorgesehen sein, wobei im Falle der Verwendung einer Kühlflüssigkeit weitere, dem Fachmann geläufige Isolier- sowie Abdichtungsmaßnahmen vorzusehen sind.

[0035] In Fig. 2 ist eine schematische Darstellung eines kreisförmigen Querschnittes durch eine zweite, zur ersten alternative Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Bandwicklung 10 wiedergegeben. Die Bandwicklung besteht hierbei ebenfalls aus einer Anzahl von ersten Windungen 12 aus glattem Leiterband 14 sowie aus einer zusätzlichen Windung 17 aus zumindest teilweise gewelltem Leiterband 19.

[0036] Auch hier ist die Wellenform des gewellten Leiterbandes gemäß der Erfindung ähnlich Sinuswellen ausgebildet, wobei ihre Amplitude und jeweilige Wellenlänge ebenfalls auf die thermischen Erfordernisse des betreffenden Transformators und auf dessen Größe und Leistung abgestimmt sind.

[0037] Von den ersten Windungen 12 ist in Fig. 1 auch hier quasi symbolisch nur eine Windung gezeigt, wobei diese einzige gezeigte Windung 12 an ihrem innenliegenden Ende mit einer inneren Anschlussschiene oder Ausleitung 20 verbunden ist und an ihrem äußeren Ende an eine äußere Anschlussschiene oder Ausleitung 22 angeschlossen ist.

[0038] Die erwähnte zusätzliche Windung 17 aus zumindest teilweise gewelltem Leiterband 19 schließt ihrerseits an die äußere Anschlussschiene oder Ausleitung

22 an und endet ebenfalls nach einem kompletten Umlauf.

[0039] Allerdings ist diese zusätzliche Windung 17 nicht über ihre gesamte Umfangslänge wellenartig geformt, so dass die so gebildete zylinderförmige Bandwicklung 10 nicht komplett auf ihrer Außenseite von einer aus koaxial angeordneten röhrenähnlichen Kanälen 24 umfasst ist, durch welche Kühlfluid strömen kann, sondern sie ist in dem Bereich, der bei einem dreiphasigen Transformator einer weiteren Spule benachbart ist, glatt ausgeführt, um so die Bauabmessungen des Transformators durch Einhaltung der üblichen Spulenabstände möglichst nicht zu überschreiten.

[0040] Die wegen der in diesem der Nachbarspule benachbarten Bereich fehlenden Kühlkanäle 24 eingeschränkte Möglichkeit der Wärmeabfuhr ist beispielsweise durch dementsprechende Gestaltung der Kühlungsmaßnahmen am übrigen Umfang auszugleichen.

[0041] Als Kühlfluid ist auch hier ein Kühlgas, zum Beispiel Luft, vorgesehen. Stattdessen kann als Kühlfluid aber auch ein anderes Gas oder aber eine Flüssigkeit, wegen deren höheren Wärmekapazität als Gas, vorgesehen sein, wobei im Falle der Verwendung einer Kühlflüssigkeit weitere, dem Fachmann allgemein geläufige Maßnahmen zur elektrischen Isolierung sowie zur Abdichtung vorzusehen sind.

[0042] In Fig. 3 ist ausschnittsweise eine Draufsicht auf eine gewellte Fläche 26 eines gewellten Bandleiters 16 beziehungsweise eines partiell gewellten Bandleiters 17 wiedergegeben, in welcher Draufsicht Ausnehmungen 28 in der gewellten Fläche erkennbar sind, die vorzugsweise als Ausstanzungen 28 vorgesehen sind. Diese Ausnehmungen 28 können aber auch beispielsweise mittels Laserschneiden in den gewellten Flächen 26 eingebracht sein.

[0043] Die Ausnehmungen 28 in der gewellten Fläche 26 dienen zur Erhöhung der Verweildauer des Kühlmediums, insbesondere Kühlluft, im Bereich der Kühlkanäle 24. Die Ausnehmungen 28 können als Kühlschlitze oder in anderer Geometrie ausgebildet sein, durch welche das Kühlfluid eintreten und wieder austreten kann. Mit 30 sind die Eintrittsöffnungen für das Kühlfluid und mit 32 die Austrittsöffnungen für das Kühlfluid bezeichnet, wobei die gezeigten Strömungspfeile die Strömungsrichtung anzeigen.

[0044] Die der Erfindung zugrundeliegende Idee sieht vor, für eine verbesserte Kühlung auf der Außenfläche einer außenliegenden Bandwicklung 10 zu sorgen, indem die Wicklung 10 nach Anschweißen an die die Wicklung 10 normalerweise abschließenden Anschlussschiene 22 noch mit einer gewellten Windung 18 um die Wicklung 10 fortgesetzt wird. So wird durch die Fortsetzung der Wicklung 10 ein guter Wärmeübergang von der Wicklung 10 zum gewellten Teil 18 durch Wärmeleitung erreicht.

[0045] Um eine Vergrößerung des Kernbereichs durch Vergrößerung der Spule 10 zu vermeiden, kann es sinnvoll sein, im Bereich zu benachbarten Spulen die Wel-

ligkeit des gewellten Leiterbandes 19 zu verkleinern oder ganz wegzulassen, wie in Fig. 2 gezeigt.

[0046] In Fig. 2 ist als Beispiel eine äußere Spule eines dreiphasigen Transformators gezeigt, bei der zu der benachbarten Spule der an sich gewellte Bandleiter 19 glattbandig ausgeführt ist.

[0047] In ähnlicher Weise kann dieses Kühlprinzip auch auf den Hauptstreukanal, das ist der Hauptisolationsbereich, zwischen zwei Band-Wicklungen 10 mit jeweils einer gewellten Windung angewendet werden, insbesondere wenn beide Wicklungen Niederspannungswicklungen sind. In den in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten Abbildungen ist der Hauptstreukanal nicht dargestellt, sondern nur die Außenkühlung.

[0048] Hierzu wird entweder das Leitermaterial der inneren Wicklung nicht am Ende der Wicklung vor Anschweißen des zweiten elektrischen Anschlusses abgeschnitten, sondern noch für eine weitere Windung in gewellter Form fortgesetzt. Die Verbindung mit der Wicklung hat den Vorteil der guten Wärmeleitung in das gewellte Teil. Alternativ kann das gewellte Bauteil auch durch eine Windung der zweiten Wicklung am Anfang vor Befestigung des ersten elektrischen Anschlusses hergestellt werden.

[0049] In beiden Fällen muss das Ende der fortgeführten Windung gegenüber der eigentlichen Wicklung elektrisch isoliert werden, um eine Kurzschlusswindung zu vermeiden.

[0050] Um die Kühlwirkung zu verbessern, kann auch vorgesehen sein, Ausstanzungen in der gewellten Fläche vorzusehen, wie in Fig. 3 ausschnittsweise dargestellt.

[0051] Außerdem ist es für verbesserten Strahlungsaustausch günstig, die Außenfläche dunkel zu beschichten, das heißt dunkelfarbig auszuführen.

Bezugszeichenliste

[0052]

10	Bandwicklung, Wicklung, Spule
12	erste Windung, Wicklungslage
14	Leiterband
16	zusätzliche Windung, zusätzliche Wicklungslage
17	zusätzliche Windung, zusätzliche Wicklungslage
18	gewelltes Leiterband
19	partiell gewelltes Leiterband
20	innere Anschlussschiene oder Ausleitung
22	äußere Anschlussschiene oder Ausleitung

24	Kühlkanal
26	gewellte Fläche, Wellbereich
5 28	Ausnehmung, Ausstanzung
30	Eintrittsöffnungen für das Kühlfluid (Strömungspfeile)
10 32	Austrittsöffnungen für das Kühlfluid (Strömungspfeile)

Patentansprüche

1. Transformator, beispielsweise ein Trockentransformator, mit wenigstens einer Spule (10), die eine aus Bandmaterial (14) gebildete Bandwicklung (10) aufweist, welche Spule (10) aus jeweils einer Unterspannungs- und einer radial anschließenden Oberspannungswicklung mit elektrischen Anschlüssen besteht, die zumindest bereichsweise wechselweise nach innen und nach außen parallel zur Wickelachse mit röhrenähnlich geformten Wellbereichen (26) versehen ist, so dass in den derart vorgesehenen Wellbereichen (26) Kanäle (24) gebildet sind, durch welche Kühlfluid strömbar ist.
2. Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl die Unterspannungs- als auch die Oberspannungswicklung jeweils glattbandig ausgeführt sind, dass zumindest im Bereich des Hauptstreukanals zwischen Ober- und Unterspannungswicklung ein erster Wellbereich (26) vorgesehen ist und dass ein zweiter Wellbereich (26) vorgesehen ist, der von einer an die letzte Wicklungslage der außenliegenden Wicklung angefügten weiteren Lage gewellten Wicklungsbandes (18) gebildet ist.
3. Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weitere Wicklungslage (16, 17) aus gewelltem Wicklungsband (18) an das glattbandige Wicklungsband (14) einstückig, zum Beispiel mittels Schweißen, angefügt ist.
4. Transformator nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weitere Wicklungslage (16, 17) aus gewelltem Wicklungsband (18) an den äußeren elektrischen Anschluss (22) angefügt ist.
5. Transformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die angefügte weitere Windung (17) aus gewelltem Wicklungsband (19) im Bereich zu einer benachbart angeordneten Wicklung (10) glattbandig ausgeführt ist.
6. Transformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wick-

- lungsband im ersten und/oder im zweiten Wellbereich ähnlich Sinuswellen geformt ist, wobei deren Amplitude sowie Wellenlänge entsprechend den vorgesehenen Abmessungen des Transformators angepasst ist. 5
7. Transformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radial innenliegende Wicklung bei Erreichen der vorgesehenen Windungszahl um eine weitere Wicklungslage gewellten Wicklungsbandes verlängert ist und dass an das Ende dieser Windung aus gewelltem Wicklungsband der innere elektrische Anschluss elektrisch leitend verbunden ist. 10
8. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radial innenliegende Wicklung bei Erreichen der vorgesehenen Windungszahl mit dem inneren elektrischen Anschluss verbunden ist und dass an den Anschluss eine weitere Wicklungslage gewellten Wicklungsbandes angefügt ist. 20
9. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** erste Wicklungslage der sich radial an die innenliegende Wicklung anschließenden außen liegenden Wicklung gewellt ausgeführt ist. 25
10. Transformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ende einer jeden gewellten Wicklungslage gegenüber der Wicklung elektrisch isoliert ist. 30
11. Transformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest partiell die gewellten Wicklungslagen mit Ausnehmungen in den Wellen versehen sind. 35
12. Transformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gewellten Flächen der Wicklungslagen zumindest partiell mit Ausnehmungen versehen sind. 40
13. Transformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenfläche der außenliegenden gewellten Wicklungslage in dunkler Farbgebung ausgeführt ist. 45
14. Transformator nach Anspruch 1 mit einer Spule, die aus einer aus Bandmaterial (14) bestehenden Bandwicklung (10) sowie aus einer aus Draht bestehenden Drahtwicklung gebildet ist, welche Spule (10) jeweils eine Unterspannungs- und eine radial anschließende Oberspannungswicklung mit elektrischen Anschlüssen aufweist und die zumindest bereichsweise wechselweise nach innen und nach außen parallel zur Wickelachse mit röhrenähnlich geformten Wellbereichen (26) versehen ist, so dass in den derart vorgesehenen Wellbereichen (26) Kanäle (24) gebildet sind, durch welche Kühlfluid strömbar ist. 50
15. Transformator nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei innenliegender Drahtwicklung die röhrenähnlich geformten Wellbereiche zwischen beiden Wicklungen von der radial außen anschließenden Bandwicklung gebildet sind. 55
16. Transformator nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei außenliegender Drahtwicklung die röhrenähnlich geformten Bereiche von der innenliegenden Bandwicklung an deren Außenseite gebildet sind.
17. Transformator nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei innenliegender Bandwicklung die röhrenähnlich geformten Bereiche zwischen beiden Wicklungen von der innen liegenden Bandwicklung gebildet sind, wobei auf der Außenseite der Drahtwicklung eine weitere Lage aus wellenförmig ausgeführtem Band angefügt ist, welches keine elektrisch leitende Verbindung zur Wicklung hat.

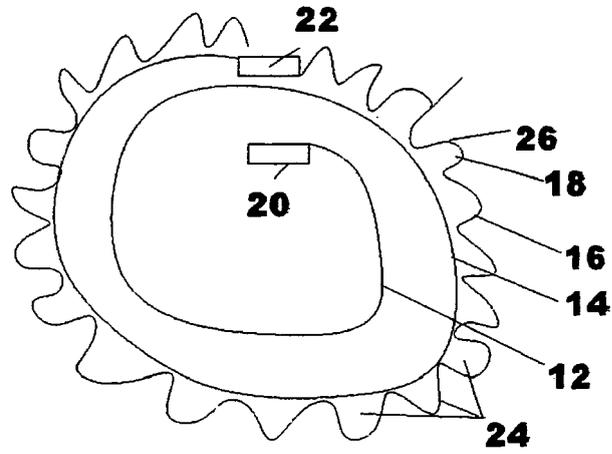


Fig. 1

10

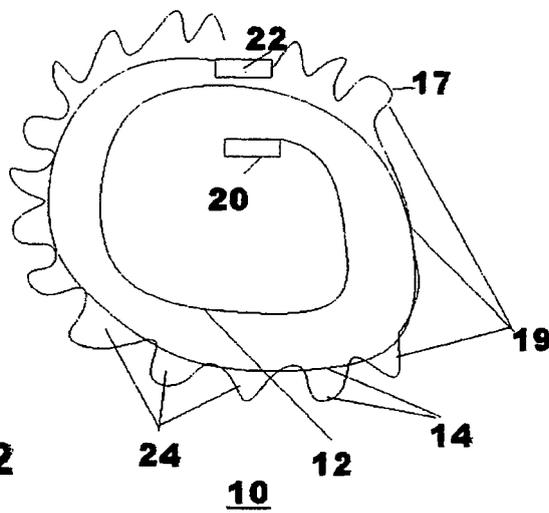


Fig. 2

10

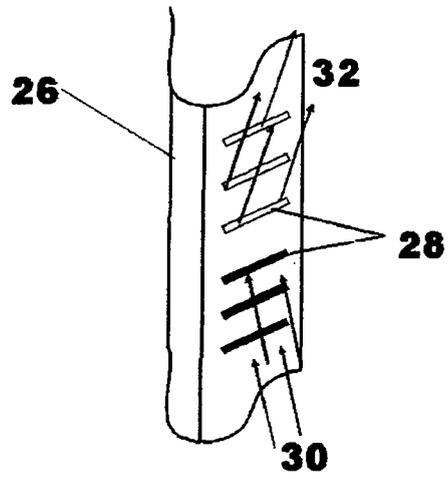


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 01 5033

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 08 316052 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 29. November 1996 (1996-11-29) * Zusammenfassung *	1,12	INV. H01F27/28
X	JP 59 132606 A (TAKAOKA ELECTRIC MFG CO LTD) 30. Juli 1984 (1984-07-30) * Zusammenfassung *	1,2	
X	US 3 585 276 A (BECKETT JAMES GILBERT) 15. Juni 1971 (1971-06-15) * Spalte 1, Zeilen 3 - 39, 64-69 * * Spalte 2, Zeilen 34-42; Abbildung 1 *	1	
X	DE 28 42 061 A1 (TRANSFORMATOREN UNION AG) 3. April 1980 (1980-04-03) * Seite 3, Zeilen 8-13; Ansprüche 1, 5, 6 * * Seite 5, Zeile 29 - Seite 6, Zeile 8; Abbildung 2 *	1	
A	EP 1 255 258 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6. November 2002 (2002-11-06) * Absätze [0004], [0026], [0027]; Abbildung 1 *	1,2	
A	EP 0 049 382 A1 (TRANSFORMATOREN UNION AG [DE]) 14. April 1982 (1982-04-14) * Seite 1, Zeilen 8-13 * * Seite 5, Zeilen 13-17; Abbildung 1 * * Ansprüche 3,6; Abbildung 1 *	1,2	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
A	DE 24 30 035 A1 (TRANSFORMATOREN UNION AG) 8. Januar 1976 (1976-01-08) * Seite 1, Zeilen 1-4 * * Seite 3, Zeile 30 - Seite 4, Zeile 5; Abbildungen 1-3 *	1,2	H01F
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. April 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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 09 01 5033

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.

30-04-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 8316052	A	29-11-1996	KEINE	
JP 59132606	A	30-07-1984	KEINE	
US 3585276	A	15-06-1971	CH 504767 A GB 1213365 A SE 358504 B	15-03-1971 25-11-1970 30-07-1973
DE 2842061	A1	03-04-1980	KEINE	
EP 1255258	A1	06-11-2002	DE 10120236 C1	30-01-2003
EP 0049382	A1	14-04-1982	DE 3036230 A1 PT 73723 A	06-05-1982 01-10-1981
DE 2430035	A1	08-01-1976	JP 51017572 A	12-02-1976

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 102008031746 [0003]
- DE 102008033125 [0004]