



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 298 680 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**02.04.2003 Patentblatt 2003/14**

(51) Int Cl.7: **H01F 27/26**

(21) Anmeldenummer: **02090340.7**

(22) Anmeldetag: **19.09.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: **28.09.2001 DE 10148946**

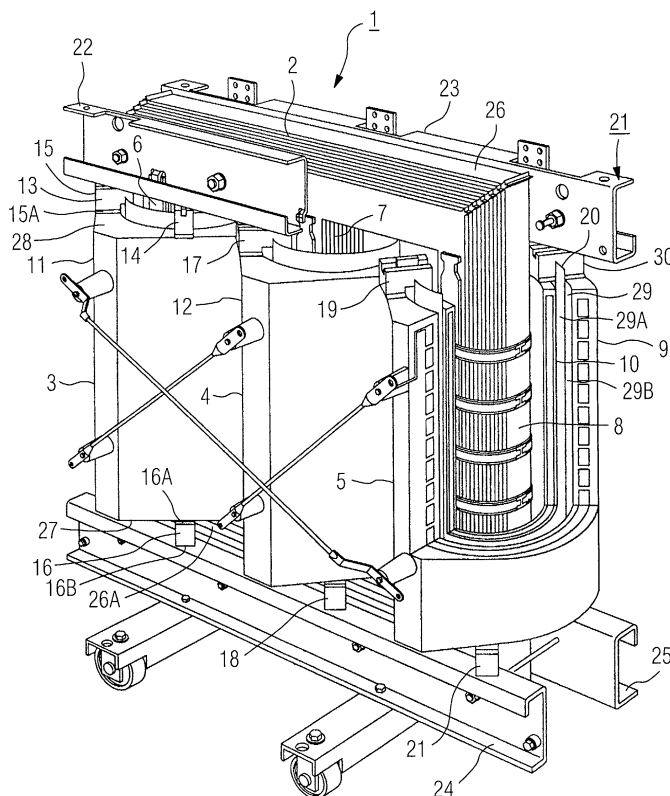
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Alber, Friedrich  
73257 Koengen (DE)**  
• **Dedelmahr, Rudolf  
72631 Aichtal (DE)**  
• **Navarro, Martin Alsina  
BR-13219-710 Jundiai, SP (BR)**  
• **Sorg, Fritz  
70180 Stuttgart (DE)**

### (54) Elektrische Wicklungsanordnung

(57) Die Erfindung betrifft eine elektrische Wicklungsanordnung (1) mit mindestens einer elektrischen Wicklung (11), die mit zumindest zwei Abstützteilen (13, 16) gegen eine Halteanordnung (22, 24) abgestützt ist. Um die elektrische Wicklungsanordnung (1), so auszubilden, dass sie einen vergleichsweise geringen Aufwand erfordert, ist vorgesehen, dass die Abstützteile

(13, 16) unterschiedlich wärmefest ausgebildet sind und derart angeordnet sind, dass das wärmefestere Abstützteil (13) an einem im Betrieb relativ warmen Bereich der Wicklungsanordnung angeordnet ist und dass sich das weniger wärmefeste Abstützteil (16) an einem relativ kühlen Bereich der Wicklungsanordnung befindet.



EP 1 298 680 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine elektrische Wicklungsanordnung mit mindestens einer elektrischen Wicklung, die mit zumindest zwei Abstützteilen gegen eine Halteanordnung abgestützt ist.

**[0002]** Eine solche elektrische Wicklungsanordnung ist bei dem GEAFOL-Gießharztransformator der Siemens AG/Trafo-Union offenkundig vorbenutzt; dieser Transformator ist auch in der Broschüre "GEAFOL-Gießharztransformatoren - Spitzentechnik aus einem Guss" der Trafo Union abgebildet. Der bekannte Transformator ist dreiphasig ausgebildet und weist drei Wicklungskombinationen mit jeweils zwei koaxial ineinander stehend angeordneten Wicklungen auf, die jeweils einen Kernschenkel eines dreischenkigen Kerns des Transformators umgeben. Die Wicklungen sind an jeder ihrer Stirnseiten mit zumindest einem Abstützteil gegen eine Haltevorrichtung bildendes Rahmengestell abgestützt, das mit die Kernschenkel zu dem dreischenkigen Kern verbindenden Kernjochen verbunden ist. Jedes Abstützteil weist ein unelastisches Abstützelement und ein weiteres daran anliegendes federndes Abstützelement auf, wobei das unelastische Abstützelement an der Halteanordnung und das weitere federnde Abstützelement stirnseitig an der Wicklung anliegt. Die Abstützelemente sind alle wärmebeständig nach Klasse F der DIN 532, Teil 6 ausgebildet.

**[0003]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine elektrische Wicklungsanordnung der eingangs genannten Art anzugeben, die einen vergleichsweise geringen Aufwand erfordert.

**[0004]** Die Aufgabe wird bei einer elektrischen Wicklungsanordnung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Abstützteile unterschiedlich wärmebeständig ausgebildet sind und derart angeordnet, dass das wärmebeständige Abstützteil in einem im Betrieb relativ warmen Bereich der Wicklungsanordnung angeordnet ist und dass sich das weniger wärmebeständige Abstützteil an einem relativ kühlen Bereich der Wicklungsanordnung befindet. Bei der Erfindung wird ausgenutzt, dass die elektrische Wicklungsanordnung nicht in allen Bereichen die gleiche Temperatur annimmt und die Abstützteile dementsprechend auch nicht alle einer gleich hohen Temperatur ausgesetzt sind, so dass auch nicht alle Abstützteile die gleiche, für die höchstmögliche auftretende thermische Belastung der Abstützteile ausgelegte Wärmebeständigkeit aufweisen müssen. Vielmehr sind die Abstützteile, die am im Betrieb relativ kühlen Bereich der Wicklungsanordnung angeordnet sind, weniger wärmebeständig als die Abstützteile, die sich am im Betrieb relativ warmen Bereich der Wicklungsanordnung befinden. Da die weniger wärmebeständigen Abstützteile kostengünstiger sind, erfordert die erfindungsgemäße Wicklungsanordnung auch nur einen geringen Aufwand.

**[0005]** Die Abstützteile können jeweils eine Wärmebeständigkeit aufweisen, die speziell im Hinblick auf die aus-

geübte thermische Belastung am jeweiligen Einbauort angepasst ist. Bevorzugt weist das wärmebeständige Abstützteil eine thermische Festigkeit der Klasse F nach DIN 532, Teil 6 und das weniger wärmebeständige Abstützteil eine thermische Festigkeit der Klasse B nach DIN 532, Teil 6 auf.

**[0006]** In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Wicklung zylindrisch und stehend angeordnet und an ihrer oberen Stirnseite mit dem wärmebeständigeren Abstützteil und an ihrer unteren Stirnseite mit dem weniger wärmebeständigen Abstützteil gegen die Halteanordnung abgestützt. Bei dieser Ausgestaltung macht sich das aufgrund der stehenden Anordnung entlang der Wicklung ausbildende Temperaturgefälle zwischen der unteren und der oberen Stirnseite stark bemerkbar; im Bereich der oberen Stirnseite treten erheblich höhere Temperaturen auf, als im Bereich der unteren Stirnseite. Entsprechend sind die Wärmebeständigkeiten der beiden Abstützteile gewählt.

**[0007]** Die Abstützteile können einteilig und aus einem einzigen Material ausgebildet sein, sie können aber auch beliebig aus mehreren Einzelteilen zusammengesetzt sein, sofern jedes der Einzelteile die erforderliche Wärmebeständigkeit hat. Bevorzugt weist zumindest eines der Abstützteile ein unelastisches Abstützelement und ein daran anliegendes weiteres federndes Abstützelement auf, wobei das eine Abstützelement an der Halteanordnung und das weitere Abstützelement an der Wicklung anliegt. Dadurch ist die Wicklung federnd abgestützt, so dass die im Betrieb auftretenden unterschiedlichen Wärmedehnungen der Wicklung federnd aufgenommen werden.

**[0008]** Vorzugsweise ist das unelastische Abstützelement mit Hartpapier, Hartgewebe, Holz und/oder Duroplast ausgebildet. Dies sind besonders geeignete Materialien für das unelastische Abstützelement. Insbesondere bei einem mit Duroplast ausgebildeten Abstützelement kann das Duroplast entsprechend der geforderten Wärmebeständigkeit gewählt werden.

**[0009]** Vorzugsweise ist das elastische Abstützelement mit einem Elastomer ausgebildet. Diese Materialien sind aufgrund ihrer federnden Eigenschaften besonders gut zur Ausbildung des federnden Abstützelements geeignet.

**[0010]** In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das federnde Abstützelement des wärmebeständigeren Abstützteils mit einem Silikonkautschuk ausgebildet. Silikonkautschuk ist ein entsprechend wärmebeständiges Material.

**[0011]** Bevorzugt ist das federnde Abstützelement des weniger wärmebeständigen Abstützteils mit Neopren ausgebildet. Neopren ist ein preiswertes und federndes und damit entsprechend für das weniger wärmebeständige Abstützteil gut geeignete Material.

**[0012]** Nachstehend wird die Erfindung anhand der Figur näher erläutert.

**[0013]** Die Figur zeigt einen dreiphasigen Transformator 1 mit einem dreischenkigen Transformator Kern 2 und drei Wicklungskombinationen 3 bis 5, die jeweils ei-

nen Kernschenkel 6, 7 bzw. 8 umgeben. Der Aufbau der Wicklungskombinationen 3, 4 und 5 ist jeweils gleichartig und wird anhand der aufgeschnitten dargestellten Wicklungskombination 5 erläutert. Die Wicklungskombination 5 weist eine erste äußere Wicklung 9 auf, die eine innere Wicklung 10 unter Belassung eines Ringkanals 29 koaxial umgibt. Der Ringkanal 29 ist mittels eines Kühlzylinders 30 in zwei Teilkanäle 29A und 29B geteilt, die mit Kühlluft durchströmbar sind. Bei den Wicklungskombinationen 3 und 4 sind nur die der äußeren Wicklung 9 entsprechenden jeweiligen äußeren Wicklungen 11 und 12 sichtbar. Zur Halterung aller Wicklungen 9, 10, 11 und 12 ist eine Halteanordnung in Form eines Rahmengestells 21 vorgesehen, das Rahmenträger 22, 23, 24, 25 aufweist. Die Rahmenträger 22 und 23 sind mit dem oberen, die Kernschenkel 6, 7 und 8 miteinander magnetisch verbindenden Kernjoch 26 verbunden. Die Rahmenträger 24 und 25 sind mit dem entsprechend unteren Kernjoch 26A verbunden. Gegen die Rahmenträger 22 bis 25 sind die Wicklungen 9 bis 12 und die der inneren Wicklung 10 entsprechenden inneren Wicklungen der Wicklungskombinationen 3 und 4 (aufgrund der perspektivischer Darstellung verdeckt) zu deren Halterung abgestützt. Dazu sind Abstützteile vorgesehen, von denen auf der perspektivischen Darstellung nur sichtbar sind: Die Abstützteile 13, 14 und 16, die zur Abstützung der Wicklung 11 und der zur Wicklung 9 entsprechenden inneren Wicklung der Wicklungskombination 3 dienen, die Abstützteile 17 und 18, die der Abstützung der Wicklung 12 und der zur Wicklung 10 entsprechenden inneren Wicklung der Wicklungskombination 4 dienen und die Abstützteile 19, 20 und 21 zur Abstützung der Wicklungen 9 und 10. Die Abstützelemente 13, 14, 17, 19 und 20 sind dabei aus einem wärmeesteren Material ausgebildet, als die Abstützelemente 16, 18 und 21.

**[0014]** Das Rahmengestell 21 und die Wicklungskombinationen 3, 4 und 5 mit ihren jeweiligen Wicklungen - von denen nur die Wicklungen 9, 10, 11 und 12 sichtbar sind - und die Abstützelemente - von denen nur die Abstützelemente 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21 sichtbar sind - bilden gemeinsam eine elektrische Wicklungsanordnung.

**[0015]** Im Betrieb des Transformators 1 erwärmen sich die Wicklungskombinationen 3 bis 5 aufgrund ihrer elektrischen Verluste, wobei diese in ihren näher zu den Rahmenträgern 22 und 23 hin liegenden Bereichen sich stärker erwärmen, als in ihren zu den Rahmenträgern 24 und 25 liegenden Bereichen. Diese unterschiedliche Wärmeverteilung in den Wicklungskombinationen 3 bis 5 ist vor allem darauf zurückzuführen, dass deren obere, zu den Rahmenträgern 21 und 22 hin liegenden Bereiche, schlechter mit der durch den Ringkanal 29 bzw. der durch die entsprechenden Ringkanäle der Wicklungskombinationen 3 und 4 strömenden Kühlluft gekühlt werden. In den Ringkanal 29 und den entsprechenden Ringkanälen der Wicklungskombinationen 3 und 4 stellt sich nämlich eine von unten nach oben gerichtete Strö-

mung von Kühlluft ein. Dabei tritt in den Ringkanal 29 der Wicklungskombination 5 von unten, also an der den Rahmenträgern 24 und 25 zugewandten Seite frische, kühle Kühlluft ein, die an der Oberseite der Wicklungskombination 5, also an der den Rahmenträgern 22 und 23 zugewandten Seite des Ringkanals 29 als erwärmte Kühlluft austritt. Dementsprechend werden die Wicklungen 9 und 10 im unteren Bereich der Wicklungskombination mit kühlerer Kühlluft und daher besser gekühlt, als im oberen Bereich der Wicklungskombination 5. Der Temperaturunterschied, der sich beispielsweise entlang der Wicklung 11 zwischen der an ihrer unteren (verdeckten) Stirnseite 27 und der Temperatur an ihrer oberen Stirnseite 28 ausbildet, kann mehrere 10°C betragen. Dementsprechend erfahren die Abstützelemente 13 und 14 eine stärkere thermische Belastung als das Abstützelement 16, so dass die Abstützelemente 13 und 14 wärmeester ausgebildet sind als die Abstützelemente 16. Oder anders ausgedrückt: Das Abstützelement 16 muss nicht so wärmeester ausgebildet sein wie die Abstützelemente 13 und 14.

**[0016]** Die Abstützelemente 13 und 14 weisen insbesondere eine thermische Festigkeit der Klasse F nach DIN 532, Teil 6 und das weniger wärmeester Abstützteile 16 weist eine thermische Festigkeit der Klasse B der gleichen DIN-Norm auf.

**[0017]** Entsprechend sind auch die Abstützteile 17, 19 und 20 wärmeester ausgebildet als die Abstützteile 18 und 21.

**[0018]** Vorliegend ist das Abstützteile 13 mit einem unelastischen Abstützelement 15 und einem daran anliegenden federnden Abstützelement 15a ausgebildet. Das unelastische Abstützelement 15 liegt dabei an dem Rahmenträger 22 an und das federnde Abstützelement 15a liegt an der Stirnseite 28 der Wicklung 11 an. Dadurch ist die Wicklung 11 federnd gegenüber dem Rahmengestell 21 abgestützt und unterschiedliche Wärmedehnungen der Wicklung 11 werden mittels des federnden Abstützelements 15a so aufgenommen, dass die Wicklung A stets fixiert ist. Das Abstützteile 16 ist ebenfalls mit einem unelastischen Abstützelement 16b und einem elastischen Abstützelement 16a ausgebildet.

**[0019]** Als Materialien für das unelastische Abstützelement 15 oder 16b eignet sich beispielsweise Hartpapier, Hartgewebe, Holz und/oder ein entsprechend wärmeesteres Duroplast; ebenso kann ein keramisches Material dafür verwendet werden. Für das elastische Abstützelement 15a des wärmeesteren Abstützteils 13 eignet sich ein Elastomer insbesondere ein Silikonkautschuk.

**[0020]** Das federnde Abstützelement 16a des weniger wärmeesteren Abstützteils 16 kann beispielsweise mit Neopren ausgebildet sein. Die Abstützteile 17, 19 und 20 sind gleichartig zum Abstützteile 13 ebenfalls mit einem entsprechenden unelastischen und einem entsprechenden federnden Abstützelement ausgebildet; ebenso sind die Abstützteile 18 und 21 gleich wie das Abstützteile 16 mit einem entsprechend unelastisch und

einem entsprechend federnden Abstützteil ausgeführt.

stützelement (15A) des wärmeesteren Abstützteils (13) mit einem Silikonkautschuk ausgebildet ist.

#### Patentansprüche

1. Elektrische Wicklungsanordnung mit mindestens einer elektrischen Wicklung (11), die mit zumindest zwei Abstützteilen (13, 16) gegen eine Halteanordnung (22, 24) abgestützt ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützteile (13, 16) unterschiedlich wärmeest ausgebildet sind und derart angeordnet sind, dass das wärmeestere Abstützteil (13) an einem im Betrieb relativ warmen Bereich der Wicklungsanordnung angeordnet ist und dass sich das weniger wärmeeste Abstützteil (16) an einem relativ kühlen Bereich der Wicklungsanordnung befindet.
2. Elektrische Wicklungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wärmeestere Abstützteil (13) eine thermische Festigkeit der Klasse F nach DIN 532, Teil 6 und das weniger wärmeeste Abstützteil (16) eine thermische Festigkeit der Klasse B nach DIN 532, Teil 6 aufweist.
3. Elektrische Wicklungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklung (11) zylindrisch ist und stehend angeordnet ist und an ihrer oberen Stirnseite (28) mit dem wärmeesteren Abstützteil (13) und an ihrer unteren Stirnseite (27) mit dem weniger wärmeesten Abstützelement (16) gegen die Halteanordnung (22, 24) abgestützt ist.
4. Elektrische Wicklungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines der Abstützteile (13, 16) ein unelastisches Abstützelement (15, 16B) und ein daran anliegendes weiteres federndes Abstützelement (15A, 16A) aufweist, wobei das eine Abstützelement (15, 16B) an der Halteanordnung (22, 24) und das weitere Abstützelement (15A, 16A) an der Wicklung (11) anliegt.
5. Elektrische Wicklungsanordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das unelastische Abstützelement (15, 16B) mit Hartpapier, Hartgewebe, Holz und/oder Duroplast ausgebildet ist.
6. Elektrische Wicklungsanordnung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das federnde Abstützelement (15A, 16A) mit einem Elastomer ausgebildet ist.
7. Elektrische Wicklungsanordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das federnde Ab-

8. Elektrische Wicklungsanordnung (1) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das das federnde Abstützelement (16A) des weniger wärmeesten Abstützteils (16) mit Neopren ausgebildet ist.

