



(11) **EP 1 298 680 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.10.2009 Patentblatt 2009/44

(51) Int Cl.:
H01F 27/26^(2006.01) H01F 27/30^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02090340.7**

(22) Anmeldetag: **19.09.2002**

(54) **Elektrische Wicklungsanordnung**

Electrical winding arrangement

Ensemble d'enroulement électrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI SE

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.04.2003 Patentblatt 2003/14

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

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

• **Sorg, Fritz
70180 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 19 854 439 DE-C- 19 912 280

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 011, no. 231
(E-527), 28. Juli 1987 (1987-07-28) & JP 62 048009
A (HITACHI LTD), 2. März 1987 (1987-03-02)
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1997, no.
06, 30. Juni 1997 (1997-06-30) & JP 09 045551 A
(HITACHI LTD), 14. Februar 1997 (1997-02-14)
• **DATABASE WPI** Section Ch, Week 200062
Derwent Publications Ltd., London, GB; Class
A85, AN 2000-642234 XP002271763 & JP 2000
252138 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 14.
September 2000 (2000-09-14)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 298 680 B1

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 ein 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] Ein gleichartiger Stand der Technik ist aus DE-A-198 54 439 bekannt.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, eine elektrische Wicklungsanordnung der eingangs genannten Art anzugeben, die einen vergleichsweise geringen Aufwand erfordert.

[0005] 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.

[0006] Die Abstützteile können jeweils eine Wärmebeständigkeit aufweisen, die speziell im Hinblick auf die ausgeübte 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.

[0007] 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.

[0008] 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.

[0009] 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.

[0010] Vorzugsweise ist das elastische Abstützelement mit einem Elastomer ausgebildet. Diese Materialien sind aufgrund ihrer federnden Eigenschaften besonders gut zur Ausbildung des federnden Abstützelements geeignet.

[0011] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das federnde Abstützelement des wärmebeständigeren Abstützteils mit einem Silikonkautschuk ausgebildet. Silikonkautschuk ist ein entsprechend wärmebeständiges Material.

[0012] 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.

[0013] Nachstehend wird die Erfindung anhand der Figur näher erläutert.

[0014] Die Figur zeigt einen dreiphasigen Transformator 1 mit einem dreischenkigen Transformator Kern 2 und drei Wicklungskombinationen 3 bis 5, die jeweils einen

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 perspektivischen 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.

[0015] 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.

[0016] 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 23 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 Strömung von Kühlluft ein. Dabei tritt in den Ringkanal 29 der Wicklungs-

kombination 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 wärmeesterer ausgebildet sind als die Abstützelemente 16. Oder anders ausgedrückt: Das Abstützelement 16 muss nicht so wärmeesterer ausgebildet sein wie die Abstützelemente 13 und 14.

[0017] Die Abstützelemente 13 und 14 weisen insbesondere eine thermische Festigkeit der Klasse F nach DIN 532, Teil 6 und das weniger wärmeesterer Abstützteile 16 weist eine thermische Festigkeit der Klasse B der gleichen DIN-Norm auf.

[0018] Entsprechend sind auch die Abstützteile 17, 19 und 20 wärmeesterer ausgebildet als die Abstützteile 18 und 21.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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 Abstützteile ausgeführt.

Patentansprüche

1. Elektrische Wicklungsanordnung mit mindestens einer elektrischen Wicklung (11), die mit zumindest zwei Abstützteilen (13, 16) gegen eine Halteanordnung (22, 24) abgestützt ist, 5
dadurch gekennzeichnet, 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. 10
2. Elektrische Wicklungsanordnung nach Anspruch 1, 15
dadurch gekennzeichnet, dass das wärmefestere Abstützteil (13) eine thermische Festigkeit der Klasse F nach DIN 532, Teil 6 und das weniger wärmefeste Abstützteil (16) eine thermische Festigkeit der Klasse B nach DIN 532, Teil 6 aufweist. 20
3. Elektrische Wicklungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, 25
dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklung (11) zylindrisch ist und stehend angeordnet ist und an ihrer oberen Stirnseite (28) mit dem wärmefesteren Abstützteil (13) und an ihrer unteren Stirnseite (27) mit dem weniger wärmefesten Abstützelement (16) gegen die Halteanordnung (22, 24) abgestützt ist. 30
4. Elektrische Wicklungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 35
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. 40
5. Elektrische Wicklungsanordnung nach Anspruch 4, 45
dadurch gekennzeichnet, dass das unelastische Abstützelement (15, 16B) mit Hartpapier, Hartgewebe, Holz und/oder Duroplast ausgebildet ist. 50
6. Elektrische Wicklungsanordnung nach Anspruch 4 oder 5, 55
dadurch gekennzeichnet, dass das federnde Abstützelement (15A, 16A) mit einem Elastomer ausgebildet ist.
7. Elektrische Wicklungsanordnung nach Anspruch 6, 55
dadurch gekennzeichnet, dass das federnde Abstützelement (15A) des wärmefesteren Abstützteils (13) mit einem Silikonkautschuk ausgebildet ist.
8. Elektrische Wicklungsanordnung (1) nach Anspruch

6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet, dass das federnde Abstützelement (16A) des weniger wärmefesten Abstützteils (16) mit Neopren ausgebildet ist.

Claims

1. Electrical winding arrangement having at least one electrical winding (11) which is supported against a holding arrangement (22, 24) by at least two supporting parts (13, 16), 10
characterized in that the supporting parts (13, 16) are designed to have different thermal resistance and are arranged such that the supporting part (13) with the better thermal resistance is arranged on an area of the winding arrangement which is relatively hot during operation, and **in that** the supporting part (16) which is less thermally resistant is located on a relatively cool area of the winding arrangement. 15
2. Electrical winding arrangement according to Claim 1, 25
characterized in that the supporting part (13) which is more thermally resistant has a thermal strength in Class F according to DIN 532, part 6, and the supporting part (16) which is less thermally resistant has a thermal strength in Class B according to DIN 532, part 6. 30
3. Electrical winding arrangement according to Claim 1 or 2, 35
characterized in that the winding (11) is cylindrical and is arranged vertically, and is supported against the holding arrangement (22, 24) by the more thermally resistant supporting part (13) on its upper end face (28) and by the less thermally resistant supporting part (16) on its lower end face (27). 40
4. Electrical winding arrangement according to one of Claims 1 to 3, 45
characterized in that at least one of the supporting parts (13, 16) has an inelastic supporting element (15, 16B) and a further spring supporting element (15A, 16A) resting thereon, with one supporting element (15, 16B) resting on the holding arrangement (22, 24), and the further supporting element (15A, 16A) resting on the winding (11). 50
5. Electrical winding arrangement according to Claim 4, 55
characterized in that the inelastic supporting element (15, 16B) is formed using resin-impregnated paper, resin-impregnated fabric, wood and/or thermosetting plastic.
6. Electrical winding arrangement according to Claim

4 or 5,

characterized in that

the sprung supporting element (15A, 16A) is formed using an elastomer.

7. Electrical winding arrangement according to Claim 6, **characterized in that**

the sprung supporting element (15A) of the more thermally resistant supporting part (13) is formed using a silicone rubber.

8. Electrical winding arrangement (1) according to Claim 6 or 7, **characterized in that**

the sprung supporting element (16A) of the less thermally resistant supporting part (16) is formed using neoprene.

Revendications

1. Agencement d'enroulement électrique comprenant au moins un enroulement (11) électrique qui est appuyé par au moins deux parties (13, 16) d'appui sur un dispositif (22, 24) de maintien,

caractérisé en ce que les parties (13, 16) d'appui sont constituées d'une manière différente en ce qui concerne la résistance à la chaleur et sont disposées de façon à ce que la partie (13) d'appui qui résiste le plus à la chaleur, soit disposée sur une partie de l'agencement d'enroulement relativement chaude en fonctionnement et de manière à ce que la partie (16) d'appui qui résiste le moins à la chaleur, se trouve sur une partie relativement froide de l'agencement d'enroulement.

2. Agencement d'enroulement électrique suivant la revendication 1,

caractérisé en ce que la partie (13) d'appui, qui résiste le plus à la chaleur, a une résistance thermique de la classe F suivant la norme DIN 532 partie 6 et la partie (16) d'appui qui résiste le moins à la chaleur, a une résistance thermique de la classe B suivant la norme DIN 532 partie 6.

3. Agencement d'enroulement électrique suivant la revendication 1 ou 2,

caractérisé en ce que l'enroulement (11) est cylindrique et est disposé verticalement et est appuyé sur le dispositif (22, 24) de maintien sur son côté (28) frontal supérieur par la partie (16) d'appui qui résiste le plus à la chaleur et sur son côté (27) frontal inférieur par l'élément (16) d'appui qui résiste le moins à la chaleur.

4. Agencement d'enroulement électrique suivant l'une des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce qu'au moins l'une des parties

(13, 16) d'appui a un élément (15, 16B) d'appui inélastique et un autre élément (15A, 16A) d'appui élastique qui s'y applique, le premier élément (15, 16B) d'appui s'appliquant au dispositif (22, 24) de maintien et l'autre élément (15A, 16A) d'appui à l'enroulement (11).

5. Agencement d'enroulement électrique suivant la revendication 4,

caractérisé en ce que l'élément (15, 16B) d'appui inélastique est en papier dur, en tissu dur, en bois et/ou en matière thermodurcissable.

6. Agencement d'enroulement électrique suivant la revendication 4 ou 5,

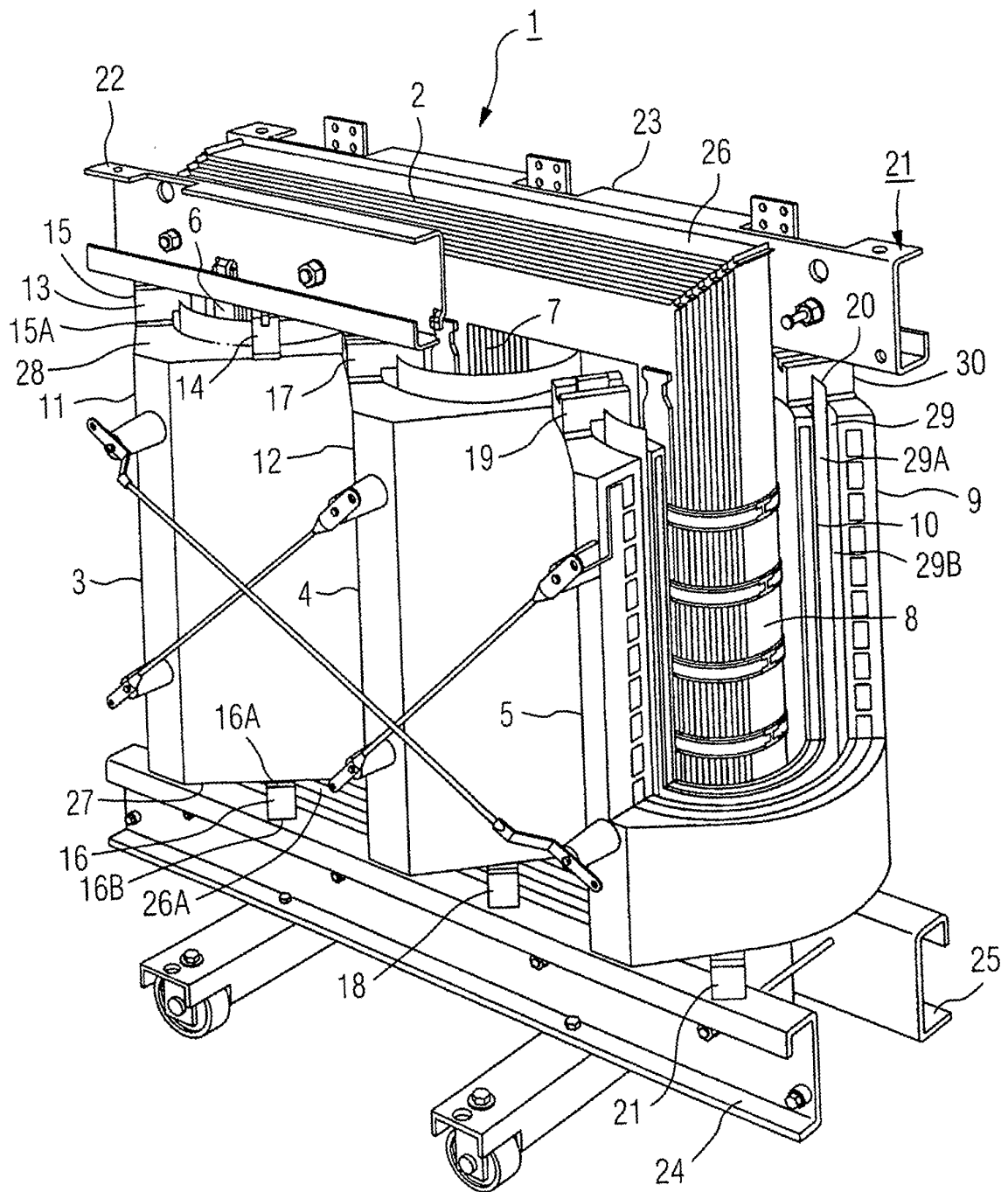
caractérisé en ce que l'élément (15A, 16A) d'appui élastique est constitué par un élastomère.

7. Agencement d'enroulement électrique suivant la revendication 6,

caractérisé en ce que l'élément (15A) d'appui élastique de la partie (13) d'appui, qui résiste le plus à la chaleur, est en un caoutchouc de silicone.

8. Agencement d'enroulement électrique suivant la revendication 6 ou 7,

caractérisé en ce que l'élément (16A) élastique de la partie (16) d'appui, qui résiste le moins à la chaleur, est en néoprène.



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 19854439 A [0003]