DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) **Wirtschaftspatent**

(19) **DD** (11) **216 348 A1**

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

3(51) **H 01 F 27/28**

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 F / 252 564 8 (22) 30.06.83 (44) 05.12.84

(71) VEB Transformatorenwerk „Karl Liebknecht", 1160 Berlin, Wilhelminenhofstraße 83–85, DD
(72) Schmidt, Joachim, Dr.-Ing.; Rindfleisch, Hans-Jochen, Dr.-Ing.; Janke, Klaus; Baarz, Klaus; Lindenberg, Hans-Eberhard, DD

(54) Verfahren zur Herstellung von Leiterverdrillungen für Röhrenwicklungen

(57) Das Verfahren kommt in Wicklungen von Transformatoren zur Anwendung, deren Windungen aus mehreren elektrisch parallelgeschalteten Leitern bestehen, die in zwei axial nebeneinander angeordnete, jeweils vier radial übereinanderliegende Leiter enthaltende Leiterbündel aufgeteilt sind. Ziel und Aufgabe bestehen darin, das zeit- und kostenaufwendige Anfertigen und Isolieren von Formstücken einzusparen bzw. Stillstandszeiten der Wickelmaschine und isoliertechnische Probleme an den Kreuzungsstellen zu reduzieren. Das wird dadurch erreicht, daß die für die Ausführung der Leiterverdrillung innerhalb des Umfangsbereichs der Leiterverdrillung innerhalb des Umfangsbereichs einer Windung erforderliche Auskröpfung der Leiter in die jeweils nächstfolgende axiale Wickelebene in mindestens einem der dem Wicklungsumfang am nächsten liegenden Leiterbündel unvollständig ausgeführt wird, derart, daß zwei Leiter wie üblich in die axial nächstfolgende Wickelebene ausgekröpft werden und zwei Leiter vorerst über die Verdrillungsstelle hinausgewickelt und erst nach Ausführung einer Windung in die nächstfolgende Wickelebene ausgekröpft und dort mit den anderen Leitern zu einem Leiterbündel vereinigt werden. Figur

ISSN 0433-6461

11 Seiten

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Leiterverdrillungen in Röhrenwicklungen von Transformatoren und Drosselspulen, deren Windungen aus mehreren elektrisch parallelgeschalteten Leitern bestehen, die in einer beliebigen Anzahl m axial nebeneinander angeordnete, jeweils n radial übereinander liegende Leiter enthaltende Leiterbündel aufgeteilt sind.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Die Windungen einer Röhrenwicklung von Transformatoren sind abhängig von ihrem Durchmesser mit unterschiedlichen Anteilen des Streuflusses der Wicklung verkettet, so daß die durch den Streufluß in den Windungen induzierten Spannungen abhängig vom Durchmesser der Windung variieren. Auf Grund der radialen Breite einer Windung ist diese ebenfalls an ihrem inneren Durchmesser mit einem anderen Streufluß verkettet als an ihrem äußeren Durchmesser. Infolgedessen tritt eine Verdrängung des Stromes zu dem Rand der Windung auf, der mit dem geringeren Streuflußanteil verkettet ist. Um die dadurch bedingte Verringerung des effektiven Leiterquerschnitts und die damit verbundene Erhöhung der Stromwärmeverluste zu vermeiden, wird der Leiterquerschnitt der Windungen in mehrere radial übereinander angeordnete, parallelgeschaltete Leiter aufgeteilt.

Infolge ihrer unterschiedlichen Durchmesser werden in diesen Leitern durch das Streufeld Spannungen mit unterschiedlicher Höhe induziert, wodurch Ausgleichströme in den parallelgeschalteten Leitern entstehen, die erhöhte Stromwärmeverluste hervorrufen.
Zur Vermeidung dieser Ausgleichströme werden sogenannte Leiterverdrillungen hergestellt, deren parallelgeschaltete Leiter über die Wickellänge im Durchmesser gemittelt werden und zwar so, daß die in ihnen induzierten Spannungen gleich groß sind.
Es ist ein derartiges Verfahren zur Herstellung einer Leiterverdrillung bekannt, bei dem z.B. der Leiter einer Spule in eine Anzahl parallele Teilleiter aufgelöst wird, die dann radial als Gruppen aufgewickelt werden, derart, daß in der axialen Mitte der Spule innerhalb dreier Gruppen jeder Teilleiter am Umfang nacheinander in die nächste Schicht zum inneren oder äußeren Wicklungsumfang hin übergeht, und zwar in der den parallelen Teilleitern entsprechenden Anzahl.
Durch diesen Wechsel durchlaufen die einzelnen Teilleiter alle genau gleich starke Teile des Streufeldes, womit ein Auftreten von Spannungsdifferenzen und somit Ausgleichströmen vermieden wird.
Nachteilig an diesem Verfahren ist, daß auf Grund dessen, daß im Bereich des Wechselns der Teilleiter, also im Bereich der Verdrillung, eine Wechselgruppe zusätzlich benötigt wird, am übrigen Umfang eine axiale Wicklungslücke in der Größe einer axialen Leiterhöhe entsteht, die derart hohe Feldstärken im elektrischen Feld zu radial benachbarten Wicklungen oder Spulen zur Folge hat, daß sie nur durch zusätzliche, aufwendige Isolationsmaßnahmen vermieden werden können.

Als weiterer Nachteil macht sich bemerkbar, daß Formstücke zum Ausgleich der Drähte innerhalb der Leiterverdrillung in axialer wie radialer Richtung benötigt werden, die bei ihrer großen Anzahl in ihrer Gestalt sehr von einander abweichen. Die Gestalt selbst ist sehr kompliziert und erfordert auf Grund dessen einen hohen manuellen Fertigungsaufwand.

Bei einem nur für Lagenwicklung anwendbaren Verfahren werden, um die Nachteile der axialen Wicklungslücken zu vermeiden, die parallelen Leiter der ebenfalls in die axiale Mitte der Spule gelegten Leiterverdrillung aufgetrennt und leitende Zwischenstücke mit teilweise doppelter, am Anfang und Ende oben bzw. unten einfacher Leiterbreite, mit Einschnitten für die Übergänge der Verdrillung versehen, insgesamt über einen ganzen Wicklungsumfang eingelötet.

Bei diesem Verfahren ergeben sich neben Isolationsproblemen an den Kreuzungsstellen der Verdrillungen erhebliche, zusätzliche konstruktive sowie manuelle Fertigungsaufwendungen.

Die Form- bzw. Füllstücke müssen im produktionsvorbereitenden Prozeß konstruiert und technologisch bearbeitet werden.

Da die Form- bzw. Füllstücke eine komplizierte Gestalt haben, muß ihre Anfertigung manuell vorgenommen werden, d.h. jedes Kupferblech muß entsprechend einer Zeichnung zugeschnitten und bearbeitet werden.

Nach dem Anfertigen der Kupferstücke müssen diese mit dem vorgegebenen nötigen Isolationsauftrag versehen werden.

Dies muß von Hand erfolgen, da die komplizierte Form den Einsatz einer Isoliermaschine nicht zuläßt. Bei diesem Vorgang werden viele der Isolationsteile stückweise aufgeklebt, so daß die Gefahr besteht, daß die Isolationsdicke nicht genau eingehalten wird. An der Wicklung selbst werden die Leiter während des Wicklungsprozesses aufgetrennt, derart, daß die Anfänge der Verdrillungsstelle angezeichnet, die Spule zurückgewickelt und die Drähte durchgeschnitten werden, wobei die Schnittstellen am Umfang entsprechend versetzt sind. Danach werden die Form- bzw. Füllstücke einzeln und, da sie ineinandergreifen, zueinander passend eingelötet. Die Lötstellen sind dann sorgfältig unter Vermeidung von Kanten und Spitzen zu befeilen, wobei ein evtl. Eindringen der Feilspäne in die Wicklung vermieden werden muß. Darauf sind die Lötstellen sorgfältig mit der nötigen Isolation zu versehen. Erst nach diesen Herstellungsstufen kann die Spule weiter gewickelt werden, d.h. während dieser ganzen Zeit steht die Wickelmaschine still.

Ziel der Erfindung:

Ziel der Erfindung ist es, das zeit- und kostenaufwendige Anfertigen, Bearbeiten, Anpassen und Isolieren von Form- und Füllstücken einzusparen.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Es ist Aufgabe der Erfindung, durch ein neues Verfahren zur Herstellung von Leiterverdrillungen in Röhrenwicklungen zu erreichen, daß die Stillstandszeiten der Wickelmaschine sowie die isolier- und hochspannungstechnischen Probleme bei der Isolation der Kreuzungsstellen auf ein Minimum reduziert werden. Das wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die für die Ausführung der Leiterverdrillung innerhalb des Umfangsbereichs einer Windung erforderliche Auskröpfung der Leiter in die jeweils nächstfolgende axiale Wickelebene in mindestens einem der dem Wicklungsumfang am nächsten liegenden Leiterbündel unvollständig ausgeführt wird, wobei zunächst von diesem Leiterbündel mindestens zwei Leiter wie üblich in die axial nächstfolgende Wickelebene ausgekröpft werden und mindestens zwei Leiter vorerst über den Umfangsbereich der Verdrillungsstelle hinaus weitergewickelt und erst nach Ausführung einer Windung in die nächstfolgende Wickelebene ausgekröpft und dort mit den bereits vorher ausgekröpften Leitern wieder zu einem gemeinsamen Leiterbündel vereinigt werden. Anschließend wird dann im Umfangsbereich der unvollständigen Leiterverdrillung von den Leitern des vor der Verdrillungsstelle dem Wicklungsanfang am nächsten liegenden Leiterbündels in jeder der von diesen Leitern belegten axialen Wicklungsebenen mindestens je ein Leiter an den inneren Wicklungsumfang und mindestens je ein Leiter an den äußeren Wicklungsumfang gelegt. Danach werden die Lücken zwischen diesen Leitern in jeder dieser Wickelebenen durch Isolierstofformteile ausgefüllt.

Durch die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens entfällt die kosten- und zeitaufwendige Anfertigung, Anpassung und Isolierung von elektrisch leitenden Form- und Füllstücken zum Ausfüllen der axialen Wicklungslücken. Die sonst bei der Herstellung von Verdrillungen unumgängliche Stillstandszeit der Wickelmaschine kann auf ein Minimum herabgesetzt werden. Auch die an den Kreuzungsstellen auftretenden isolier- und hochspannungstechnischen Schwierigkeiten werden weitgehendst ausgeschaltet. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß durch die Erhöhung der elektrischen Festigkeit der Isolationsabstand zwischen radial benachbarten Wicklungen verringert werden kann.

Ausführungsbeispiel:

Anhand eines Ausführungsbeispiels soll das erfindungsgemäße Verfahren näher beschrieben werden. Hierzu ist in der Zeichnung ein Ausschnitt aus der Röhrenwicklung eines Transformators im Bereich einer Verdrillungsstelle schematisch dargestellt. Die Röhrenwicklung ist aus Windungen aufgebaut, die aus zwei parallelen, axial nebeneinander angeordneten Leiterbündeln 1; 2 bestehen. Jedes der beiden Leiterbündel enthält je vier radial übereinander angeordnete Leiter 3 mit den Bezeichnungen a, b, c, d bzw. a', b', c' d', die von radial außen nach radial innen vor der Verdrillungsstelle 4 in der Reihenfolge a, b, c, d bzw. a', b', c', d' übereinanderliegen und innerhalb der Verdrillungsstelle in die axial jeweils nächstfolgende

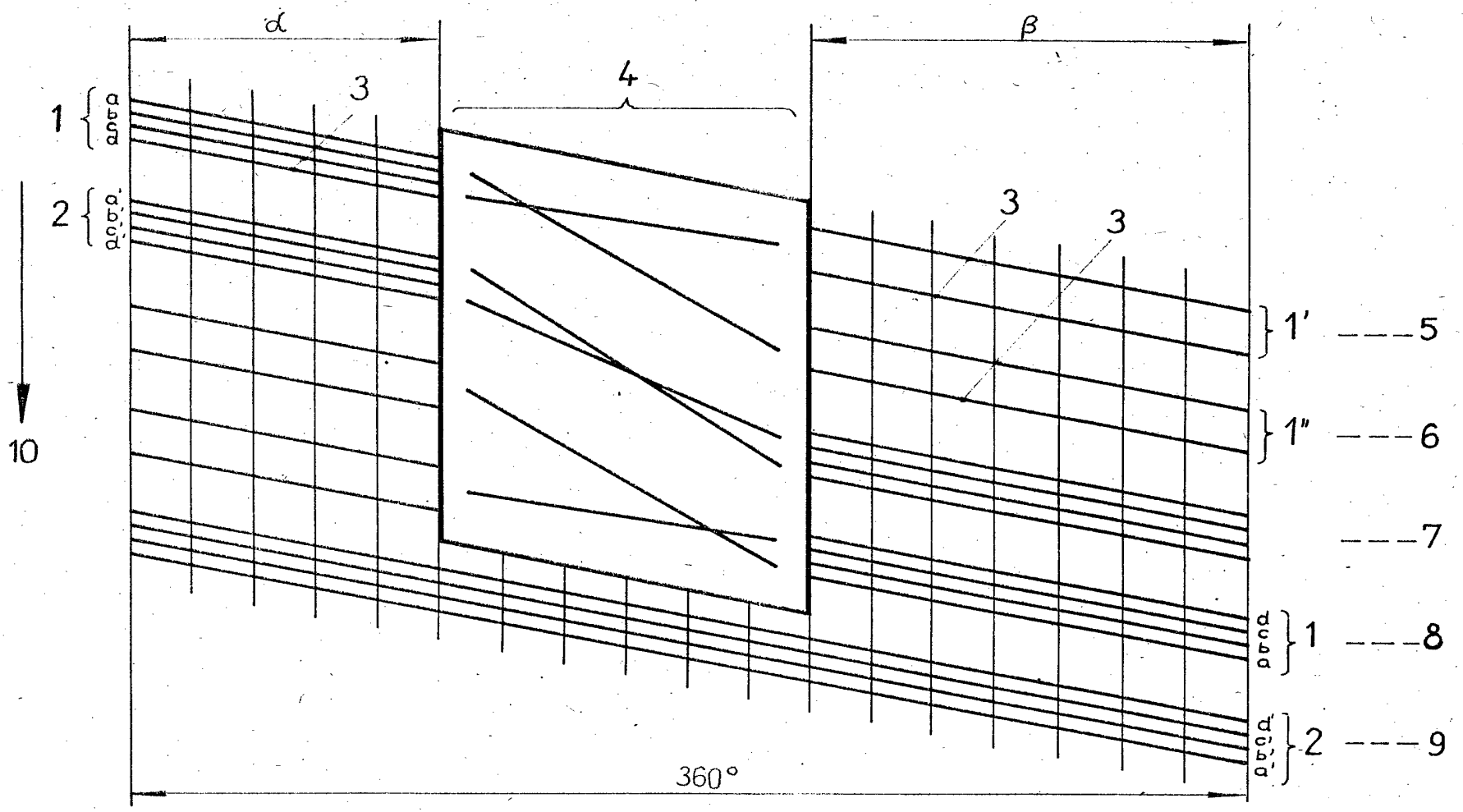
Wickelebene so ausgekröpft werden, daß sie danach von radial außen nach radial innen in der Reihenfolge d, c, b, a bzw. d', c', b', a' übereinanderliegen. Die Verdrillungsstelle erstreckt sich dabei über die axialen Wickelebenen 5; 6; 7; 8. Die Leiterbündel 1 und 2 werden in zwei axialen Wickelebenen nebeneinanderliegend aufgewickelt. Im Bereich der Verdrillungsstelle 4 werden die Leiter des Leiterbündels 2 wie üblich in Wickelrichtung 10 nacheinander aus der axialen Wickelebene 6 in die nächstfolgende axiale Wickelebene 7 ausgekröpft, wobei eine vollständige Verdrillung der Leiter erfolgt. Die Leiter des Leiterbündels 1 werden nach Eintritt in die Verdrillungsstelle 4 erfindungsgemäß in zwei Teilbündel 1' und 1" so aufgeteilt, daß in jedem Teilbündel mindestens je zwei in vorliegendem Beispiel also gerade zwei Leiter 3 enthalten sind. Die Leiter 3 des Teilbündels 1" werden in Wickelrichtung 10 nacheinander aus der axialen Wickelebene 5 in die nächstfolgende axiale Wickelebene 6 ausgekröpft, während die Leiter 3 des Teilbündels 1'innerhalb des Umfangsbereichs der Verdrillungsstelle 4 so geführt und/oder ausgekröpft werden, daß sie danach noch in der gleichen axialen Wickelebene 5 wie vor der Verdrillungsstelle 4 liegen. Dabei erfolgt eine zunächst noch unvollständige Verdrillung der Leiter 3 des Leiterbündels 1.
In dem in Wickelrichtung folgenden Umfangsbereich der unvollständigen Verdrillung ($\alpha + \beta$) verläuft der weitere Wickelprozeß nun erfindungsgemäß in drei benachbarten axialen Wickelebenen 5; 6; 7 bis der Umfangsbereich der Verdrillungsstelle wieder erreicht ist.

Hierbei werden die Leiter der Teilbündel 1' und 1" so geführt, daß in jeder von ihnen belegten axialen Wickelebene mindestens je ein Leiter 3 am inneren und je ein Leiter 3 am äußeren Wicklungsumfang liegt. Der dabei zwischen den Leitern eines Teilbündels entstehende freie Raum wird mit Isolierstoff ausgefüllt.
Innerhalb der Verdrillungsstelle werden dann die Leiter des Teilbündels 1' aus der Wickelebene 7 in die axial nächstfolgende Wickelebene 8 ausgekröpft und mit den Leitern des Teilbündels 1" so vereinigt, daß eine vollständige Verdrillung auch der Leiter des Leiterbündels 1 erfolgt.
Danach verläuft der Wickelprozeß wieder wie üblich in zwei axial benachbarten axialen Wickelebenen 8 und 9 mit den Leiterbündeln 1 und 2.

Erfindungsanspruch:

Verfahren zur Herstellung von Leiterverdrillungen in Röhrenwicklungen von Transformatoren und Drosselspulen, deren Windungen aus mehreren elektrisch parallelgeschalteten Leitern bestehen, die in einer beliebigen Anzahl m axial nebeneinander angeordnete, jeweils in einer Anzahl n radial übereinanderliegende Leiter enthaltende Leiterbündel aufgeteilt sind, g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h, daß die für die Ausführung der Leiterverdrillung innerhalb des Umfangsbereiches einer Windung erforderliche Auskröpfung der Leiter in die jeweils nächstfolgende axiale Wickelebene in mindestens einem der dem Wicklungsumfang am nächsten liegenden Leiterbündel unvollständig ausgeführt wird dergestalt, daß zunächst von diesem Leiterbündel mindestens zwei Leiter wie üblich in die axial nächstfolgende Wickelebene ausgekröpft werden und mindestens zwei Leiter vorerst über den Umfangsbereich der Verdrillungsstelle hinaus weitergewickelt und erst nach Ausführung einer Windung in die nächstfolgende Wickelebene ausgekröpft und dort mit den bereits vorher ausgekröpften Leitern wieder zu einem gemeinsamen Leiterbündel vereinigt werden; daß dann im Umfangsbereich der unvollständigen Leiterverdrillung von den Leitern des vor der Verdrillungsstelle dem Wicklungsanfang am nächsten liegenden Leiterbündels in jeder der von diesen Leitern belegten axialen Wickelebenen mindestens je ein Leiter an den inneren Wicklungsumfang und mindestens je ein Leiter an den äußeren Wicklungsumfang gelegt wird und daß danach die Lücken zwischen diesen Leitern in jeder dieser Wickelebenen durch Isolierstofformteile ausgefüllt werden.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen


α
β
4
3
3
3
1
a
a
a
2
a
a
a
10
1'
5
1"
6
7
1
8
2
9
360°