



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 096 510 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.05.2001 Patentblatt 2001/18

(51) Int Cl.7: **H01B 13/06**

(21) Anmeldenummer: **00402693.6**

(22) Anmeldetag: **29.09.2000**

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

(72) Erfinder: **Runge, Joachim**
34454 Arolsen (DE)

(74) Vertreter: **Döring, Roger, Dipl.-Ing.**
Patentanwalt,
Weidenkamp 2
30855 Langenhagen (DE)

(30) Priorität: **27.10.1999 DE 19951709**

(71) Anmelder: **ALCATEL**
75008 Paris (FR)

(54) **Elektrischer Leiter mit rechteckigem oder quadratischem Querschnitt**

(57) Es wird ein elektrischer Leiter (1) mit rechteckigem oder quadratischem Querschnitt mit einer ersten den Leiter allseitig umgebenden elektrisch isolierenden Schicht (2) sowie einer auf der ersten Schicht angeord-

neten zweiten Backlackschicht (3) beschrieben. Die Backlackschicht (3) ist lediglich auf eine Fläche, höchstens jedoch auf zwei einander gegenüberliegende Flächen aufgebracht.

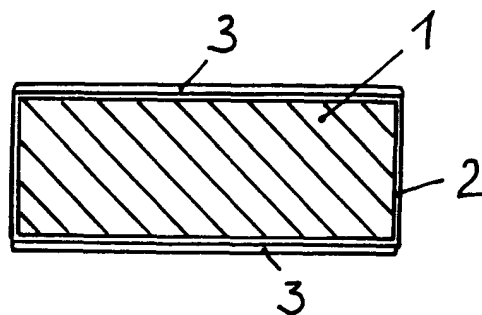


Fig 1

EP 1 096 510 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen elektrischen Leiter nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Leiters nach dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

[0002] Es sind elektrisch isolierte Leiter bekanntgeworden, die zur Herstellung von Wicklungen für Transformatoren verwendet werden. Die elektrische Isolierung wird in Form eines Lackfilmes allseitig auf den Leiter aufgetragen.

[0003] Werden solche Leiter als sogenannte Drilleiter verwendet, werden an die Lackschicht erhebliche mechanische Anforderungen gestellt. So muß die Isolierung die mechanischen Verformungen und Beanspruchungen durch das Verdrillen sowie das spätere Verwickeln und Verpressen innerhalb der Transformatorenwicklung unbeschadet überstehen. Elektrische Teilleiterschlüsse sind unerwünscht, da sie unter Umständen den Wirkungsgrad mindern.

[0004] Geeignet für diesen Zweck sind Lacke auf der Basis von Polyvinylacetal (PVA), da dieser Werkstoff sehr günstige Eigenschaften bezüglich der Öl- und Hydrolyse-Beständigkeit zeigt.

[0005] Die mechanische Festigkeit der Transformatorenwicklung läßt sich durch eine zusätzliche Beschichtung der lackisolierten Einzelleiter mit einem Backlack weiter erhöhen. Backlack kann bei allen Festigkeitsgraden des Leitermaterials aufgebracht werden. Die Schichtdicke beträgt zwischen 0.040 und 0.080 mm.

[0006] Nach dem Verwickeln und Verpressen werden die Drilleiter beim Trocknungsprozeß ausgehärtet. Bei einer Temperatur von 120 - 130° und unter Preßdruck verbacken die Teilleiter miteinander.

[0007] Durch die innige Verklebung der Einzelleiter erhält man einen kompakten Leiter mit einem sehr hohen mechanischen Widerstandsmoment. Dadurch können die Transformatorenschichten hohen elektrodynamischen Kräften widerstehen.

[0008] Der Herstellungsprozeß für solche Backlackdrähte erfordert wegen der üblicherweise unterschiedlichen Kinetik der Härtungsreaktion zwei getrennte Lacköfen und zwei getrennte Beschichtungsverfahren. Bei der herkömmlichen Vorgehensweise wird der mit der ersten Lackschicht versehene Leiter durch einen aus in üblicher Weise organischen Lösungsmitteln gelösten Bindemitteln bestehenden Backlack gezogen und die aufgetragene Menge des Backlackes zum Erzeugen einer definierten Schichtdicke durch Kalibrierdüsen begrenzt. Dabei wird der lackisolierte Leiter allseitig mit Backlack überzogen (US-A-4 420 535, US-A-3 953 649, DE-A-39 09 483).

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Backlackdraht anzugeben, der eine hohe Beständigkeit gegen Teilentladungen aufweist, und der Wicklungen ermöglicht, bei denen zwischen den Leiterstapeln oder zwischen benachbarten Windungen einer Wicklung keine unkontrollierten Hohlräume entstehen.

me entstehen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 sowie des Anspruchs 5 erfaßten Merkmale gelöst.

[0011] Neben den sich aus der Aufgabenstellung direkt ergebenden Vorteilen ergibt sich ein weiterer Vorteil, der darin besteht, daß eine erhebliche Einsparung an Backlack sowie eine Energieersparnis erreicht wird.

[0012] Die Erfindung ist anhand der in den Figuren 1 bis 3 schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0013] Es zeigen:

[0014] Figur 1 einen Schnitt durch einen elektrischen Leiter.

[0015] Figur 2 einen Schnitt durch einen kleinen Bereich eines Drilleiters.

[0016] Figur 3 eine seitliche Ansicht einer Fertigungsanlage.

[0017] In der Figur 1 ist ein flacher metallischer Leiter 1 vorzugsweise aus Kupfer dargestellt, der eine allseitige Beschichtung 2 eines Isolierlacks aufweist. Der Isolierlack kann beispielsweise aus einem Polyesterimid, Polyamidimid oder einem ähnlichen Werkstoff bestehen. Die Dicke der Beschichtung 2 beträgt zwischen 10 und 100 µm und kann in mehreren Schichten aufgebracht sein. Auch können die einzelnen Schichten aus unterschiedlichen Materialien bestehen.

[0018] Die Abmessungen des Leiters sind z. B.

Breite: 3,0 - 12,5 mm
Höhe: 1,1 - 3,3 mm.

[0019] Auf den langen Flachseiten des mit der Beschichtung 2 versehenen Leiters 1 ist je eine Schicht 3 aus einem Backlack aufgebracht. Die kurzen Seiten sind frei von Backlack. Die Dicke der Schichten 3 liegt zwischen 40 und 80 µm.

[0020] Der Backlack besteht vorzugsweise aus einem Copolyamid, dem ein Vernetzungsmittel zugegeben ist, welches unter Wärmeeinwirkung eine chemische Vernetzung des thermoplastischen Copolyamids bewirkt. Das Vernetzungsmittel umfaßt einen mehrwertigen Alkohol, ein Polyisocyanat sowie ein Polyol. Auch die Schichten 3 aus Backlack können aus mehreren Einzelschichten bestehen.

[0021] Der Backlack kann auch aus einem Epoxidharz bestehen, der vorzugsweise ebenfalls vernetzt ist.

[0022] Die Figur 2 zeigt einen kleinen Ausschnitt aus einem sogenannten Drilleiter. Nach dem Aufbringen der Beschichtung 2 und der Backlackschicht werden mehrere solcher Einzelleiter zu einem Drilleiter verarbeitet. Ein Verfahren zur Herstellung von Drilleitern ist aus der EP-A-0 408 832 bekannt. Nach dem Verdrillen wird der Drilleiter auf ca. 120 - 130 °C erwärmt. Bei dieser Temperatur verkleben die Einzelleiter an ihren mit Backlack beschichteten Oberflächen. Dadurch, daß die kurzen Seitenflächen der Einzelleiter frei von Backlack bleiben, entsteht zwischen den einzelnen Stapeln der Einzellei-

ter ein enger Spalt 4. Wird ein solcher Drilleiter für Wicklungen für ölgekühlte Transformatoren verwendet, kann in den Spalt 4 das Transformatoröl eindringen, sodaß keine unkontrollierten Hohlräume entstehen, die zu einer Zerstörung des Transformators führen würden. Die Backlackschicht zwischen den Einzelleitern eines Leiterstapels im Drilleiter bewirkt darüber hinaus einen festen Verbund zwischen den Einzelleitern. Durch die Vernetzung des thermoplastischen Copolyamids wird seine Wiedererweichungstemperatur wesentlich herabgesetzt. Sie kann bis zu 200 °C betragen.

[0023] Die Herstellung eines Leiters 1, wie er in Figur 1 dargestellt ist, wird anhand der Figur 3 beschrieben.

[0024] Von einer Vorratsspule 5 wird der mit der Isolierlackschicht 2 versehene Leiter 1 abgezogen und mittels einer Auftragswalze 6 an seiner oberen Seite mit Backlack beschichtet. Die Auftragswalze 6 wird von einem Vorratsbehälter 7, in dem sich der flüssige Backlack befindet, getränkt. Eine zweite Auftragswalze 8 beschichtet die untere Seite des Leiters 1, 2 mit Backlack. Die Auftragswalze 8 rotiert in einem Bad 9 aus Backlack.

[0025] Die beiden Backlackschichten 3 werden sodann in einem Trockenofen 10 bei ca 300 °C getrocknet. Der fertige Leiter wird dann auf eine Vorratsspule 11 aufgewickelt.

[0026] Die Vernetzung des Backlacks erfolgt nach der Verarbeitung der Einzelleiter zu den Drilleiter, vorzugsweise nach dem Wickeln der Drilleiter zu der Transformatorenspule.

[0027] Die Beschichtung des Leiters mit Backlack kann auch in vertikalem Durchlauf geschehen.

Patentansprüche

1. Elektrischer Leiter (1) mit rechteckigem oder quadratischem Querschnitt mit einer ersten den Leiter allseitig umgebenden elektrisch isolierenden Schicht (2) sowie einer auf der ersten Schicht angeordneten zweiten Backlackschicht (3), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Backlackschicht (3) lediglich auf eine Fläche, höchstens jedoch auf zwei einander gegenüberliegende Flächen aufgebracht ist.

2. Elektrischer Leiter nach Anspruch 1, bei dem der elektrische Leiter (1) einen rechteckigen Querschnitt aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß nur die langen Seiten des Rechtecks mit Backlack (3) beschichtet sind.

3. Elektrischer Leiter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Backlack ein Harz auf der Basis von Epoxid, ein Polyester, Polyesterimid oder ein Polyamid ist.

4. Elektrischer Leiter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Backlack ein

Vernetzungsmittel enthält.

5. Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Leiters mit viereckigem Querschnitt, bei dem zunächst die Oberfläche des Leiters mit einem Lackfilm beschichtet und anschließend eine Schicht aus einem Backlack auf den Lackfilm aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Backlack lediglich auf eine, höchstens auf zwei einander gegenüberliegende Flächen des lackierten Leiters aufgebracht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf einen Leiter mit rechteckigem Querschnitt der Backlack auf die langen Seiten des Rechtecks aufgetragen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Backlack mittels rotierender Walzen aufgebracht wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Backlack ein reaktives Prepolymer aufgetragen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein vernetzend härtendes Prepolymer aufgetragen wird.

10. Verwendung eines elektrischen Leiters nach einem der Ansprüche 1 bis 4 bzw. ein nach einem in den Ansprüchen 5 bis 10 beanspruchten Verfahren hergestellter elektrischer Leiter als Drilleiter für Wicklungen für ölgekühlte Transformatoren.

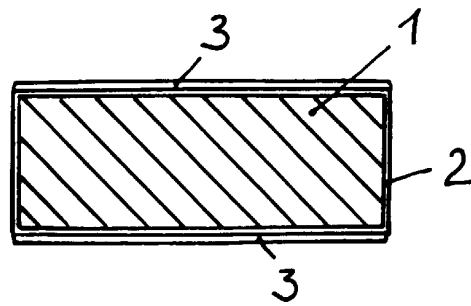


Fig 1

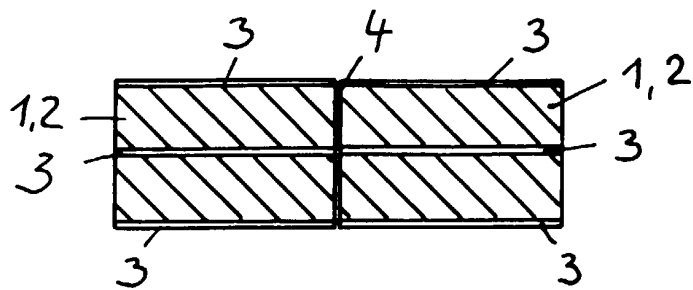


Fig.2

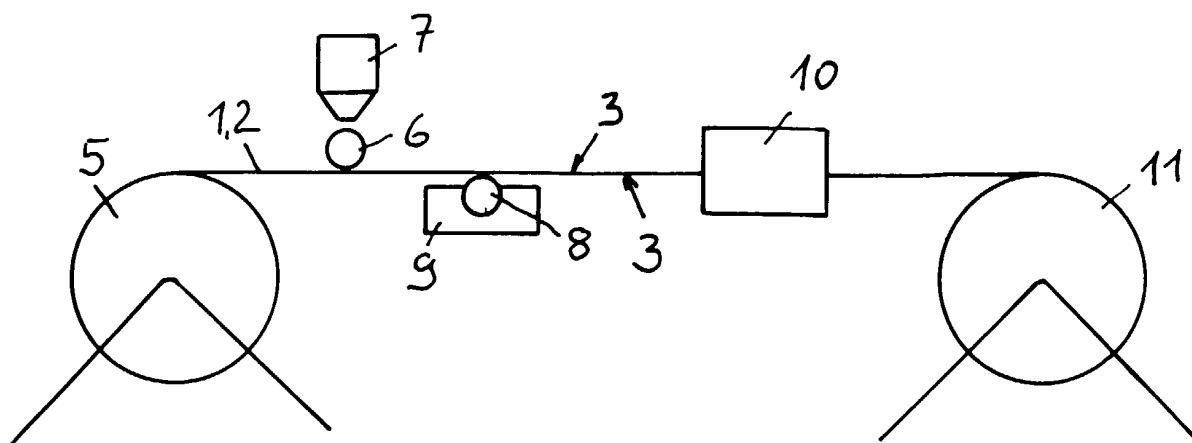


Fig 3