



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer : **0 030 717 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift :
13.06.84

51 Int. Cl.³ : **H 01 B 13/14, H 01 B 3/42**

21 Anmeldenummer : **80107816.3**

22 Anmeldetag : **11.12.80**

54 Verfahren zur Herstellung von Wickeldrähten durch Extrusion von Thermoplasten.

30 Priorität : **18.12.79 AT 7988/79**
21.12.79 AT 8106/79

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung :
24.06.81 Patentblatt 81/25

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **13.06.84 Patentblatt 84/24**

64 Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

56 Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 002 224
CH-A- 602 999
CH-A- 612 789
US-A- 2 360 097
DEUTSCHE ELEKTROTECHNISCHE KOMMISSION IM
DIN UND VDE (DKE): Deutsche Norm DIN 46 435
(Wickeldrähte), BEUTH-Verlag GmbH, Berlin und
Köln, April 1977

73 Patentinhaber : **Dr. Beck & Co. AG**
Grossmannstrasse 105
D-2000 Hamburg 28 (DE)

72 Erfinder : **Janssen, Harald, Dr.**
Birkenkamp 1
D-2057 Reinbek (DE)
Erfinder : **Kertscher, Eberhard**
Clé des Champs 4
CH-1032 Romanel (CH)

74 Vertreter : **Rutkowski, Rudi, Dr.**
c/o BASF Farben + Fasern AG Patentabteilung
D-4400 Münster (DE)

EP 0 030 717 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Wickeldrähten mit zwei Isolierschichten aus unterschiedlichen Materialien, sogenannten Zweischichtlackdrähten.

Lackisolierte Wickeldrähte sind in der Deutschen Norm DIN 46435 von April 1977, wie in der Tabelle gezeigt wird, genau charakterisiert. Sie kommen in großem Umfang im Elektromaschinenbau, Transformatorenbau und in der Elektronik zum Einsatz.

	Nenndurchmesser des Metalldrahtes	Außendurchmesser des lackierten Drahtes	
		Kleinstmaß	Grösstmaß
10	0,1	0,109	0,129
	0,2	0,216	0,245
15	0,5	0,526	0,569
	0,6	0,626	0,674
	0,9	0,929	0,990
	1,0	1,030	1,093
20	2,0	2,032	2,120
	3,0	3,030	3,142

25 Das Leitermetall, vorzugsweise Kupfer oder Aluminium, ist mit einer dünnen, jedoch mechanisch und thermisch äußerst widerstandsfähigen Kunstharzlackschicht isoliert.

Die Herstellung derartiger Lackdrähte erfolgt auf Drahtlackiermaschinen durch mehrfaches kontinuierliches Auftragen eines Drahtlackes auf den Metalldraht.

Außer den lösungsmittelhaltigen Drahtlacken werden zur Drahtlackierung auch Drahtlackharz- 30 Schmelzen oder -Dispersionen sowie wässrige Lösungen von Drahtlackharzen eingesetzt.

Alle diese bekannten Verfahren sind durch die damit erreichbaren verhältnismäßig niedrigen Abzugsgeschwindigkeiten jedoch recht arbeits- und zeitaufwendig.

Aus der Kabelindustrie ist seit langem die Extrusion von Thermoplasten zur dickwandigen Ummantelung elektrischer Leiterbündel sowie zur Herstellung von Leitungsdrähten bekannt.

35 In der DE-B-2 638 763 wird ein Verfahren zur Herstellung von lackisolierten Wickeldrähten durch Extrusion von teilkristallinen thermoplastischen Polykondensaten mit Kristallitschmelzpunkten oberhalb 170 °C, vorzugsweise oberhalb 250 °C, beschrieben.

Der Vorteil dieses Verfahrens ist es, daß keine Nachbehandlung — etwa ein Nachstrecken oder eine Härtungsreaktion — erforderlich ist, was eine beträchtliche Zeit- und Energieeinsparung zur Folge hat.

40 Für spezielle Anwendungen in der Elektrotechnik, z. B. im Elektromaschinenbau und in der Unterhaltungselektronik, besteht nun ein Bedürfnis, auf die vorhandene Isolation eine weitere Schicht eines andersartigen Polymeren aufzubringen, um den erhöhten Anforderungen hinsichtlich der Verarbeitungssicherheit solcher Wickeldrähte zu genügen oder spezielle Effekte zu erzielen. Dazu gehören die Erhöhung der Oberflächenhärte und der Abriebfestigkeit sowie die Eigenschaft der isolierten Drähte, 45 nach dem Wickeln durch Wärme oder Lösungsmittelbehandlung miteinander zu verkleben.

Im allgemeinen geschieht das in der Weise, daß als Grundisolierung ein Lack aus einem härtbaren wärmebeständigen Harz — wie z. B. Terephthalsäurepolyester- oder Polyesterimid-Harz — verwendet wird, der in üblichen Lackieranlagen mehrmals auf den Draht aufgetragen und dann eingebrannt wird.

Anschließend oder auch in einem Arbeitsgang wird dann als zweite Schicht ein Lack aus einem 50 weiteren, vorzugsweise linearen Polymeren — wie z. B. Polyamid, Polyvinylacetat, Polyester, Polyamidimid — nach dem gleichen Verfahren auf die Leiter aufgetragen.

Nachteilig bei dem Verfahren ist die oft geringe Löslichkeit der vorzugsweise verwendeten linearen Polykondensate, so daß diese Lacke nur sehr geringe Festkörpergehalte aufweisen und aggressive Lösungsmittel erfordern, die beim Lackieren die Grundisolierung des Leiters nachteilig beeinflussen 55 können.

Die US-A-2 360 097 beschreibt ein Extruderverfahren, bei dem Polyamid in Form eines Schlauches auf einen Draht aufextrudiert wird. Da der Draht eine höhere Geschwindigkeit besitzt als der austretende Kunststoff wird der Polyamidüberzug auf dem Draht verstreckt und aufgeschrumpft. Auf den derart beschichteten Draht kann eine zweite Schicht aus Polyamid aufgebracht werden.

60 Es wurde nun ein Verfahren zur Herstellung von Wickeldrähten mit zwei Isolierschichten aus unterschiedlichen Materialien gefunden, daß dadurch gekennzeichnet ist, daß auf einen mittels bekannter Drahtlacke oder Drahtlackharze bzw. auf einen durch Extrusionsbeschichtung mit teilkristalli-

nen oder amorphen thermoplastischen Polykondensaten isolierten elektrischen Leiter eine zweite Schicht durch Extrusion eines thermoplastischen Kunststoffes derart aufgebracht wird, daß die Gesamtschichtstärke beider Isolierschichten den Anforderungen der Deutschen Norm DIN 46435 (April 1977) genügt.

- 5 Für die Grundisolierung des elektrischen Leiters sind alle üblichen und bekannten Drahtlacke bzw. Drahtlackharze geeignet, die zur Herstellung von wärmostabilen Wickeldrähten der Typen M, W 155 und W 180 gemäß der Deutschen Norm DIN 46416, Teil 1, 4 und 5 verwendet werden. Dies sind insbesondere Drahtlacke bzw. Drahtlackharze auf der Basis von Terephthalsäurepolyester, Polyesterimid, Polyamidimid und Polyimid. Die Drahtlacke können in organischen Lösungsmitteln oder in Wasser gelöst oder
10 dispergiert sein, oder aber aus der Schmelze aufgetragen werden.

- Für die durch Extrusionsbeschichtung hergestellte Grundisolierung des elektrischen Leiters sind die in der DE-B-2 638 763 beschriebenen teilkristallinen thermoplastischen Polykondensate, wie z. B. lineare Polyester und Polyamide sowie amorphe Polyäthersulfone bzw. teilkristalline Polyätherketone geeignet. Diese Polykondensate können gegebenenfalls in Mischung mit Farbstoffen, Pigmenten, Füllstoffen und
15 sonstigen Hilfsmitteln eingesetzt werden.

In diesem Fall ist eine besonders bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens darin zu sehen, daß für die zweite Schicht thermoplastische Kunststoffe eingesetzt werden, deren Erweichungspunkte niedriger liegen als die der Polykondensate der ersten Schicht.

- Für die erfindungsgemäß durch Extrusion aufzutragende zweite Isolationsschicht sind im Prinzip
20 zwar alle extrudierbaren thermoplastischen Kunststoffe geeignet, wobei gegebenenfalls zur Verbesserung der Haftung zwischen den beiden Isolationsschichten die Applizierung eines Haftvermittlers auf die Grundsicht oder auch eine zwischenzeitliche Erwärmung des isolierten Drahtes angebracht sein kann. In der Praxis beschränkt man sich jedoch auf solche Polymere, die entweder durch Erwärmung oder durch leicht flüchtige Lösungsmittel verbackbar sind oder die den bereits isolierten wärmoständigen
25 Lackdraht in seinen mechanischen Eigenschaften — wie Oberflächenhärte, Abrieb oder Elastizität — verbessern. Besonders bevorzugt sind teilkristalline oder amorphe Polyamide. Als teilkristalline Polyamide kommen z. B. durch Polykondensation aus aliphatischen Dicarbonsäuren und aliphatischen Diaminen hergestellte 6,6-Polyamide, 6,10-Polyamide u. a. in Frage, weiterhin die aus den Lactamen oder ω -Aminocarbonsäuren gebildeten 6-Polyamide, 11-Polyamide, 12-Polyamide u. a.

- 30 Als amorphe Polyamide sind z. B. geeignet: Ein aus Terephthalsäure bzw. Dimethylterephthalat und Trimethylhexamethyldiamin (Gemisch aus 2,2,4 und 2,4,4-Isomeren) hergestelltes transparentes Polyamid, weiterhin ein Mischpolyamid aus 3 Komponenten auf der Grundlage von Caprolactam, Hexamethyldiamin/Adipinsäure und p,p'-Diaminodicyclohexylmethan/Adipinsäure sowie weitere glas- klare Mischpolyamide auf der Grundlage mehrerer Komponenten mit Glastemperaturen zwischen 100
35 und 200 °C.

Vorteilhaft sind solche Polyamide für die zweite Schicht, die bereits bei mäßig erhöhten Temperaturen verfließen und die beispielsweise im Elektromaschinenbau und in der Unterhaltungselektronik eingesetzten Wicklungen bzw. Spulen fest verbacken, was den Einsatz der sonst üblichen Tränklacke bzw. Tränklarze überflüssig macht.

- 40 Weiterhin einsetzbar sind Polyvinylacetate für die zweite Schicht. Innerhalb dieser Stoffklasse besonders bevorzugt sind Polyvinylbutyrate wegen ihrer Quellbarkeit in leicht flüchtigen Lösungsmitteln, z. B. Alkoholen, die als Alternative zum vorgenannten thermischen Verbacken eine Verfestigung der Spulen durch Lösungsmiteleinwirkung zuläßt.

- Besonders geeignet für dieses Anwendungsgebiet sind Polyvinylbutyrate mit Butyralisierungsgraden
45 von 70-80 % und durchschnittlichen Molekulargewichten von 30 000-200 000.

Ein entscheidender Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß auch Polymere eingesetzt werden können, die nur schwer oder gar nicht in üblichen Lösungsmitteln löslich sind.

Eine bevorzugte Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist in der DE-A-2 728 883 beschrieben.

- 50 Im Fall der Herstellung der Grund- und der Deckschicht im Extrusionsverfahren wird entweder auf ein und demselben Extruder ein bereits mit einer Grundisolation der beschriebenen Art versehener Draht anschließend mit der zweiten Schicht versehen oder aber es werden im Tandemverfahren unter Verwendung von zwei hintereinandergeschalteten Extrudern beide Schichten in einem Arbeitsgang aufgetragen.

- 55 In den folgenden Beispielen werden die Verarbeitungsbedingungen für die einzelnen Polymersysteme sowie eigene Eigenschaften der gefertigten Wickeldrähte bei Benutzung der in der DE-A-2 728 883 beschriebenen Fertigungseinrichtung angegeben.

- In den Beispielen 1 und 2 kam weichgeglühter Kupferrunddraht von 0,6 mm Durchmesser zum Einsatz, der über eine Abspulvorrichtung zunächst eine Vorheizstrecke und nach Passieren der
60 Beschichtungszone im Extruderkopf eine Abstreiferdüse, die die Schichtstärke reguliert, durchlief. Nach Passieren einer Kühlstrecke wurde der beschichtete Draht aufgespult. Anschließend wurde die zweite Schicht aufgetragen. Die nach DIN 46435 zulässige Mindestschichtdicke für Grad 1 (L) beträgt 0,026 μm , die zulässige maximale Schichtdicke für Grad 2 (2 L) 0,074 μm .

- Die angegebenen Extrudertemperaturen beziehen sich jeweils auf die Strecke vom Einlauf bis zur
65 Düse. Die drei letzten Temperaturangaben gelten für das Düsensystem.

0 030 717

Beispiel 1

Beschichtungsmaterial :

1. Schicht : Polyäthylenterephthalat pigmentiert mit 8 % Titandioxid
2. Schicht : 12-Polyamid (Polymeres aus Laurinlactam, Schmelzpunkt ca. 180 °C)

Verarbeitungsbedingungen :

Extrusionstemperatur :

1. Schicht : 240/250/260/270/270/280 °C
2. Schicht : 165/180/180/190/200/220 °C

Abzugsgeschwindigkeit :

1. Schicht : 200 m/min
2. Schicht : 200 m/min

Schichtstärke (Durchmesserzunahme)

1. Schicht : 34 µm
2. Schicht : 30 µm

Eigenschaften der Wickeldrähte :

Härte : B

Erweichungstemperatur : 245 °C

- Die hohe Elastizität und gute Haftung der Beschichtung wird dadurch dokumentiert, daß nach Dehnen des Drahtes bis zum Bruch (23 %) eine Wickellocke um den einfachen Drahtdurchmesser (0,6 mm) noch rissfrei war.

Verzinnbarkeit : bei 375 °C in Lötzinn 60/40/3,5 s

bei 420 °C in Lötzinn 60/40 : 2,0 s

Durchschlagsspannung (nach DIN 46453). Teil 1, (Abs. 13.2.2.) : 5,0 kV

- Verbackungstemperatur (nach DIN 46453, Teil 1, Abs. 18.2.1.) : 200 °C

Wiedererweichungstemperatur (nach DIN 46453, Teil 1, Abs. 18.2.2.) : 130 °C

Beispiel 2

Beschichtungsmaterial

1. Schicht : Polyäthylenterephthalat pigmentiert mit 8 % Titandioxid

2. Schicht : Polyvinylbutyrat, mittleres Molekulargewicht ca. 100 000

Verarbeitungsbedingungen :

Extrusionstemperaturen :

1. Schicht : 240/250/260/270/270/280 °C
2. Schicht : 120/160/180/170/170/190 °C

Abzugsgeschwindigkeit :

1. Schicht : 200 m/min
2. Schicht : 100 m/min

Schichtstärke (Durchmesserzunahme)

1. Schicht : 44 µm
2. Schicht : 22 µm

also Gesamtdurchmesserzunahme : 66 µm

Eigenschaften der Wickeldrähte :

Härte : H

- Wickellocke über den einfachen Drahtdurchmesser nach 20 % Vordehnung des Drahtes ohne Risse

Verbackungstest :

2 Drahtenden werden ohne sich zu berühren 5 Sekunden in Lösungsmittel getaucht und anschließend aneinandergedrückt. Beim Auseinanderziehen wird die Verklebung der Drähte beurteilt.

- Bei Verwendung von Äthanol oder Methanol war die Verklebung ausgezeichnet.

Beispiel 3

- Zum Einsatz kam ein mit einem Drahtlack auf Polyesterimidbasis nach üblichen Methoden isolierter gleitmittelfreier Kupferdraht mit einem Nenndurchmesser von 0,04 mm. Der Gesamtdurchmesser des

isolierten Drahtes betrug 0,430 mm. Die Durchmesserzunahme durch die Grundisolierung betrug also 30 μm . Die nach DIN 46435 zulässige Mindestschichtdicke für Grad 1 (L) beträgt 0,024 μm , die zulässige maximale Schichtdicke für Grad 2 (2 L) 0,062 μm .

- 5 Die Eigenschaften dieses Drahtes waren folgende :
- | | |
|--|------------|
| Oberflächenhärte (Bleistifthärte) : | 4 H-5 H |
| Wickellocke um den einfachen Drahtdurchmesser nach 25 % Vordehnung : | ohne Risse |
| Erweichungstemperatur (nach DIN 46453) : | 285 °C |
| Wärmeschock (nach DIN 46453) : | 250 °C |
- 10 Beschichtungsmaterial für die zweite Schicht : Transparentes amorphes Polyamid aus Dimethylterephthalat und Trimethylhexamethylendiamin (Isomerengemisch aus 2,2,4- und 2,4,4-Trimethylhexamethylendiamin).
- 15 Verarbeitungsbedingungen :
- | | |
|---|------------------|
| Extrusionstemperatur : 310/300/290/280/280/300 °C | |
| Abzugsgeschwindigkeit : | 200 m/min |
| Düsendurchmesser : | 0,445 mm |
| Durchmesserzunahme 2. Schicht : | 16 μm |
| 20 Durchmesserzunahme Gesamtsolierung : | 46 μm |
- Eigenschaften der Wickeldrähte :
- | | |
|---|------------|
| Oberflächenhärte (Bleistifthärte) : | 3 H |
| 25 Wickellocke um den einfachen Drahtdurchmesser nach 25 % Vordehnung : | ohne Risse |
| Erweichungstemperatur (nach DIN 46453) : | 280 °C |
| Wärmeschock (nach DIN 46453) : | 250 °C |
| Verbackungstemperatur (nach DIN 46453, Teil 1, Abs. 18.2.1) : | 170 °C |
| 30 Wiedererweichungstemperatur (nach DIN 46453, Teil 1, Abs. 18.2.2) : | 136 °C |

Ansprüche

- 35 1. Verfahren zur Herstellung von Wickeldrähten mit zwei Isolierschichten aus unterschiedlichen Materialien, dadurch gekennzeichnet, daß auf einen mittels bekannter Drahtlacke oder Drahtlackharze bzw. auf einen durch Extrusionsbeschichtung mit teilkristallinen oder amorphen thermoplastischen Polykondensaten isolierten elektrischen Leiter eine zweite Schicht durch Extrusion eines thermoplastischen Kunststoffes derart aufgebracht wird, daß die Gesamtschichtstärke beider Isolierschichten den
- 40 Anforderungen der Deutschen Norm 46435 (April 1977) genügt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die zweite Schicht teilkristalline oder amorphe Polyamide verwendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die zweite Schicht Polyvinylacetal verwendet wird.
- 45 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Polyvinylacetal Polyvinylbutyral verwendet wird.

Claims

- 50 1. Process for the production of winding wires having two insulating layers of different materials, characterized by that onto an electrical conductor insulated by means of a suitable wire lacquer or wire lacquer resins or coated by extrusion with partly crystalline or amorphous thermoplastic polycondensates a second layer is applied by the extrusion of a thermoplastic synthetic resin in such a manner that the total
- 55 thickness of coating of both insulating layers satisfies the requirements of German standard DIN 46435 (April 1977).
2. Process according to claim 1, wherein as material for the second layer partly crystalline or amorphous polyamine is used.
3. Process according to claim 1, wherein as material for the second layer polyvinyl acetal is used.
- 60 4. Process according to claim 3, wherein polyvinyl butyral is used as the polyvinyl acetal.

Revendications

- 65 1. Procédé de fabrication de fils de bobinage munis de deux couches isolantes de matières

différentes, caractérisé par le fait que sur un conducteur électrique isolé au moyen d'émaux connus pour fils ou de résines d'émail pour fil, ou isolé par revêtement par extrusion au moyen de produits de polycondensation thermoplastiques partiellement cristallin ou amorphes, on applique une deuxième couche par extrusion d'une matière synthétique thermoplastique de façon telle que l'épaisseur totale des deux couches isolantes réponde aux exigences de la norme allemande 46435 (Avril 1977).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que, comme matière pour la deuxième couche, on utilise des polyamides partiellement cristallins ou amorphes.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que, comme matière pour la deuxième couche, on utilise un polyvinylacétal.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé par le fait que, comme polyvinylacétal, on utilise le polyvinylbutyral.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65