

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 105 893 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**20.04.2005 Patentblatt 2005/16**

(21) Anmeldenummer: **99952348.3**

(22) Anmeldetag: **10.08.1999**

(51) Int Cl.7: **H01F 41/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE1999/002493**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2000/010180 (24.02.2000 Gazette 2000/08)**

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON INDUKTIVEN BAUELEMENTEN**

METHOD FOR PRODUCING INDUCTIVE COMPONENTS

PROCEDE POUR LA FABRICATION DE COMPOSANTS INDUCTIFS

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **10.08.1998 DE 19836146**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.06.2001 Patentblatt 2001/24**

(73) Patentinhaber: **Vacuumschmelze GmbH**  
**63450 Hanau (DE)**

(72) Erfinder:  
• **HUNDT, Harald**  
**D-64807 Dieburg (DE)**  
• **TRABOLD, Klemens**  
**D-63820 Elsenfeld (DE)**

(74) Vertreter: **Schmuckermaier, Bernhard et al**  
**PAe Westphal, Musgnug & Partner,**  
**Mozartstrasse 8**  
**80336 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 2 242 958**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 186 (E-084), 25. November 1981 (1981-11-25) & JP 56 112710 A (TOSHIBA CORP), 5. September 1981 (1981-09-05)**
- **PATTERSON J F B ET AL: "ENCAPSULATION OF SENSORS, SOLENOIDS AND TRANSFORMERS WITH ENGINEERING THERMOPLASTICS" PROCEEDINGS OF THE ELECTRICAL ELECTRONICS INSULATION CONFERENCE AND ELECTRICAL MANUFACTURING AND COIL WINDING CONFERENCE. (COMBINED CONFERENCE), US, NEW YORK, IEEE, 18. September 1995 (1995-09-18), Seite 1-6 XP000559192 ISBN: 0-7803-2953-8**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

**EP 1 105 893 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von induktiven Bauelementen, insbesondere Stromwandlern für Elektrizitätszähler.

**[0002]** Stromwandler sind induktive Bauelemente, die durch ihre Auslegung bezüglich Abbildungsverhalten und Phasenfehler die genaue Erfassung von Netzströmen in Industriezählern bzw. Haushaltszählern ermöglichen. Zusammen mit einer Auswerteelektronik ersetzen sie mittlerweile die sogenannten Ferraris-Meßinstrumente (Drehstromzähler).

**[0003]** Es ist allgemein bekannt, solche Stromwandler aber auch andere induktive Bauelemente wie Transformatoren für geschaltete Netzteile, Drosseln und Übertrager auf der Basis von in Kunststoffgehäusen eingeklebten oder vergossenen Magnetkernen herzustellen. Dabei wird in ein thermoplastisches Kunststoffgehäuse der mit einer Wicklung oder mehreren Wicklungen versehene Magnetkern eingelegt und mit einem Gießharz, das in der Regel aus Polyurethan bzw. einem Epoxidharz besteht, umgossen. Die Herausführung der Anschlußkabel der Wicklungen führt dabei zu mehreren Problemen. Das Herausführen der Anschlußkabel durch die Vergußoberfläche erfordert eine genau definierte Lage des Kabels während des Vergußvorgangs, so daß sogenannte Vergußpaletten mit Kabelfixierungen in der Regel notwendig sind. Die Verwendung solcher Vergußpaletten ist sehr aufwendig.

**[0004]** Eine weitere Möglichkeit stellt die Fixierung der Kabel in einer Doppelnut am oberen Rande des Gehäuses dar. Dabei kommt es jedoch häufig zum Austreten des Gießharzes in Folge auftretender Kapillarkräfte durch diese Nut.

**[0005]** Eine Kabelherausführung durch eine Bohrung in der Gehäusewand erfordert eine zusätzliche Abdichtung und damit ebenfalls einen größeren Aufwand, der ökonomisch nachteilig ist.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein neues Herstellungsverfahren für induktive Bauelemente, insbesondere für Stromwandler, anzugeben, bei dem die obengenannten Probleme weitgehend vermieden werden.

**[0007]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren von Herstellen von induktiven Bauelementen mit folgenden Schritten gelöst:

1. Bereitstellen einer metallischen Form;
2. Einlegen des mit zumindest einer Wicklung versehenen Magnetkerns in die Form;
3. Schließen der Form;
4. Einfüllen einer aufgeschmolzenen Schmelzklebermasse unter Druck in die Form;
5. Definiertes Abkühlen der Form;

6. Öffnen der Form und Entnahme des umgossenen, induktiven Bauelements.

**[0008]** Durch dieses Verfahren wird der Fertigungsablauf im Vergleich zum Stand der Technik wesentlich vereinfacht, was zu merklich verringerten Kosten führt.

**[0009]** Die verwendeten Formen bestehen in der Regel aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, die wesentlich preisgünstiger sind als die Spritzgußformen, die für die Gehäuse gemäß dem Stand der Technik verwendet werden. Durch die Verwendung dieser Formen können auch im Vergleich zum Stand der Technik wesentlich kürzere Produkteinführungszeiten erzielt werden, da die Formen wesentlich einfacher sind. Dadurch kommt es zu schnellen und einfachen Änderungen von kundenspezifischen Ausführungsformen der induktiven Bauelemente.

**[0010]** Vorzugsweise erfolgt das Einfüllen der aufgeschmolzenen Schmelzklebermasse unter einem Druck von 0 bis 20 bar, vorzugsweise von ca. 10 bis 20 bar, wobei als Schmelzklebermasse ein thermoplastischer Schmelzklebstoff auf Polyamidbasis vorgesehen ist. Dabei handelt es sich insbesondere um einen füllstofffreien Schmelzklebstoff auf Polyamidbasis. Die Verwendung dieser Polyamid-Schmelzklebstoffe eröffnet wesentlich bessere Möglichkeiten des Recycling von induktiven Bauelementen, da bei den induktiven Bauelementen nur noch ein einziger Kunststoff verwendet wird. Insbesondere sind verschiedene Polyamid-Schmelzklebstoffe kompostierbar. Ferner müssen diese thermoplastischen Kunststoffe nicht unbedingt aus fossilen Stoffen, wie Erdöl bzw. Kohle, hergestellt werden sondern können auch aus nachwachsenden Rohstoffen (Holzharze) hergestellt werden.

**[0011]** In einer Ausführungsform werden die Anschlüsse der Wicklung bzw. die Anschlüsse der Wicklungen vor dem Einlegen des Magnetkerns in die Form aus der Form in fest definierter Weise herausgeführt. Als Anschlüsse sind dabei Kabel vorgesehen. Die Herausführung dieser Kabel erfolgt unmittelbar über Nuten in der Form, wobei durch den speziellen Prozeß ein Heraustreten von Schmelzklebermasse verhindert wird.

**[0012]** In einer anderen Ausführung werden die Anschlüsse der Wicklung bzw. die Anschlüsse der Wicklungen in der Form in Sackbohrungen gelegt. Dies ermöglicht die Verwendung von relativ biegesteifen Anschlüssen, so daß mit dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren auch induktive Bauelemente hergestellt werden können, die direkt SMD-tauglich (Service Mounted Device) sind.

**[0013]** Vorzugsweise werden als Magnetkerne Ringkerne aus metallischen Legierungen, insbesondere Ringbandkerne aus amorphen oder nanokristallinen Legierungen verwendet. Durch die Verwendung von solchen amorphen bzw. nanokristallinen Legierungen ergibt sich gegenüber den bisher verwendeten kristallinen Legierungen bzw. Ferritkernen eine erhebliche Volumenreduzierung sowie wesentlich bessere technische

Eigenschaften der induktiven Bauelemente der eingangs genannten Art. Der Vorteil und die Eigenschaften dieser amorphen bzw. nanokristallinen Legierungen ist beispielsweise in der EP 0 271 657 B1 ausführlich geschildert.

**[0014]** Die Erfindung ist im folgenden beispielsweise anhand der Zeichnung dargestellt. Dabei zeigen:

Figur 1 eine Draufsicht auf einen Stromwandler, der mit dem Verfahren nach der vorliegenden Erfindung hergestellt worden ist, und

Figur 2 einen Schnitt entlang der Linie I-I durch den Stromwandler aus Figur 1.

**[0015]** Wie in den Figuren dargestellt ist, besteht ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellter Stromwandler 1 aus einem Magnetkern 2, der mit einer Sekundärwicklung 3 versehen ist. Die Sekundärwicklung 3 besteht zumeist aus einigen 100 bis einigen 1000 Windungen. Die Sekundärwicklung 3 dieses Stromwandlers 1 besteht dabei aus relativ dünnem Draht, d. h. der Draht weist eine Dicke von 0,05 bis 0,25 mm auf. Die Enden der hier gezeigten Sekundärwicklung 3 sind als zweiadrige Litze 5 ausgeführt, so daß der Stromwandler 1 auf einer Platine (nicht gezeigt) angeschlossen werden kann.

**[0016]** Der Magnetkern 2 des hier gezeigten Stromwandlers 1 ist ein Ringbandkern aus einer amorphen Legierung. Der Ringbandkern mit der darauf befindlichen Sekundärwicklung 3 wurde über das erfindungsgemäße Niederdruck-Schmelzgußverfahren hergestellt.

**[0017]** Dabei wurde eine Form aus einer Aluminiumlegierung bereitgestellt (nicht gezeigt). In diese Form wurde der Ringbandkern mit der darauf befindlichen Sekundärwicklung 3 eingelegt, wobei die Sekundärwicklung 3, deren Enden als zweiadrige Litze 5 ausgeführt sind, aus der Form herausgeführt wird. Die Form wurde geschlossen und in die Form wurde eine aufgeschmolzene thermoplastische Schmelzklebermasse auf Polyamidbasis unter einem Druck von ca. 15 bar eingeführt. Dadurch entsteht um den Magnetkern 2 ein diesen umhüllender Gußkörper 4. Im Bereich der Öffnung des Ringbandkerns weist der Gußkörper 4 eine durchgehende Öffnung 5 auf, durch die die Primärwicklung (nicht gezeigt) des Stromwandlers 1 geführt werden kann.

**[0018]** Danach wurde die Form definiert abgekühlt. Nach Abkühlen der Form wurde die Form geöffnet und der umgossene Stromwandler 1 wurde entnommen. Nach der Entnahme des umgossenen Stromwandlers 1 wurde der Anguß entfernt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von induktiven Bauele-

menten (1) mit folgenden Schritten:

- 1) Bereitstellen einer metallischen Form;
- 2) Einlegen des mit zumindest einer Wicklung (3) versehenen Magnetkerns (2) in die Form;
- 3) Schließen der Form;
- 4) Einfüllen einer aufgeschmolzenen thermoplastischen Schmelzklebermasse (4) unter Druck in die Form;
- 5) Definiertes Abkühlen der Form;
- 6) Öffnen der Form und Entnahme des umgossenen, induktiven Bauelements.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Form aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Einfüllen der aufgeschmolzenen Schmelzklebermasse unter einem Druck von 10 bis 20 bar erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei als Schmelzklebermasse ein thermoplastischer Schmelzklebstoff auf Polyamidbasis vorgesehen ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Anschlüsse der Wicklung vor dem Einlegen des Magnetkerns in die Form aus der Form herausgeführt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Anschlüsse der Wicklung in der Form in Sackbohrungen gelegt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei als Magnetkern ein Ringkern aus einer metallischen Legierung verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei als Ringkern ein Ringbandkern aus einer amorphen oder nanokristallinen Legierung verwendet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei als induktives Bauelement ein Stromsensor vorgesehen ist.

## Claims

1. Method of producing inductive components (1) comprising the following steps:

- 1) providing a metallic mould;
- 2) inserting the magnetic core (2) provided with at least one winding (3) into the mould;

- 3) closing the mould;
  - 4) pouring a molten thermoplastic hot-melt adhesive substance (4) under pressure into the mould;
  - 5) subjecting the mould to defined cooling, and
  - 6) opening the mould and removing the encapsulated inductive component.
2. Method according to claim 1, in which the mould consists of aluminium or an aluminium alloy.
  3. Method according to claim 1 or claim 2, in which the molten hot-melt adhesive substance is poured in under a pressure of 10 to 20 bar.
  4. Method according to one of claims 1 to 3, in which a polyamide-based thermoplastic hot-melt adhesive is provided as the hot-melt adhesive substance.
  5. Method according to one of claims 1 to 4, in which the terminals of the winding are brought out of the mould before the magnetic core is inserted into the mould.
  6. Method according to one of claims 1 to 4, in which the terminals of the winding are placed in blind holes in the mould.
  7. Method according to one of claims 1 to 6, in which a toroidal core consisting of a metallic alloy is used as the magnetic core.
  8. Method according to claim 7, **characterised in that** a strip-wound toroidal core consisting of an amorphous or nanocrystalline alloy is used as the toroidal core.
  9. Method according to one of claims 1 to 8, in which a current sensor is provided as the inductive component.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le moule est en aluminium ou en alliage d'aluminium
  3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le remplissage par la masse d'adhésif fusible fondu s'effectue sous une pression de 10 à 20 bar.
  4. Procédé selon une des revendications 1 à 3, dans lequel il est prévu comme masse d'adhésif fusible un adhésif thermoplastique à base de polyamide.
  5. Procédé selon une des revendications 1 à 4, dans lequel les raccords de l'enroulement sont sortis du moule avant introduction du noyau magnétique.
  6. Procédé selon les revendications 1 à 4, dans lequel les raccords de l'enroulement sont placés dans des trous borgnes du moule.
  7. Procédé selon les revendications 1 à 6, dans lequel on utilise comme noyau magnétique, un noyau annulaire en alliage métallique.
  8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel on utilise comme noyau annulaire, un noyau à bandes annulaires en un alliage amorphe ou nanocristallin.
  9. Procédé selon les revendications 1 à 8, dans lequel il est prévu un capteur d'intensité comme composant inductif.

## Revendications

1. Procédé pour la fabrication de composants inductifs (1) présentant les étapes suivantes :
  1. préparation d'un moule métallique,
  2. introduction dans le moule du noyau magnétique (2) comportant au moins un enroulement (3),
  3. fermeture du moule,
  4. remplissage du moule par une masse d'adhésif fusible thermoplastique (4) fondu,
  5. refroidissement défini du moule,
  6. ouverture du moule et extraction du composant inductif.

FIG 1

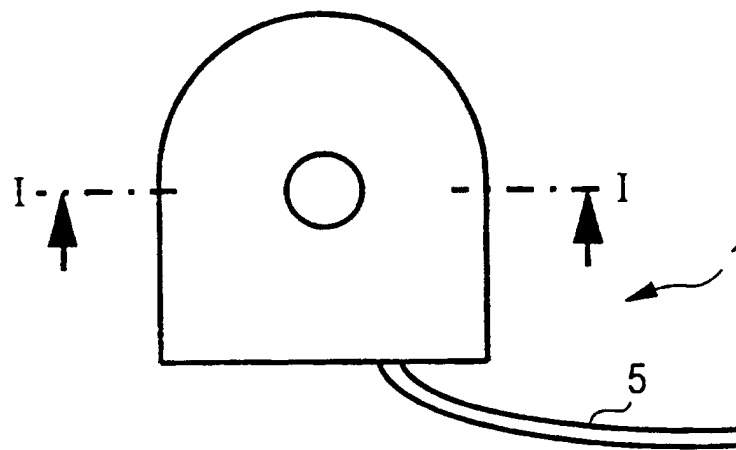


FIG 2

