

⑫

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmeldenummer: 79102173.6

⑸ Int. Cl.<sup>3</sup>: **H 01 F 1/14, H 01 F 1/16,**  
**C 22 F 1/00**

⑱ Anmeldetag: 29.06.79

⑳ Priorität: 26.07.78 DE 2832731

⑦ Anmelder: **VACUUMSCHMELZE GMBH, Bereich**  
**Verträge und Patente Grüner Weg 37 Postfach 109,**  
**D-6450 Hanau 1 (DE)**

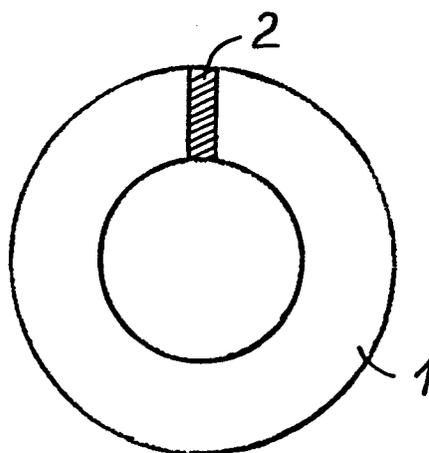
④ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 20.02.80  
Patentblatt 80/4

⑦ Erfinder: **Boll, Richard, Dr. Phys., Kreuzstrasse 25,**  
**D-6052 Mülheim (DE)**

⑥ Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT NL SE**

⑤ **Magnetkern aus einer weichmagnetischen amorphen Legierung.**

⑦ Die Erfindung betrifft einen Magnetkern aus einer weichmagnetischen amorphen Legierung. Erfindungsgemäß ist die amorphe Legierung 1 wenigstens an einer Stelle 2 entlang des Kerns wenigstens über einen Teil des Kernquerschnitts an dieser Stelle in den kristallinen Zustand übergeführt. Die in den kristallinen Zustand übergeführte Zone wirkt wie ein Luftspalt, da die Permeabilität im kristallinen Zustand erheblich niedriger ist als im amorphen Zustand. Der erfindungsgemäße Magnetkern eignet sich somit für Anwendungen, bei denen eine gescherte Hystereschleife erforderlich ist.



**EP 0 007 994 A1**

VACUUMSCHMELZE GMBH  
Hanau

Unser Zeichen  
VP 78 P 9558 BRD

5 Magnetkern aus einer weichmagnetischen amorphen  
Legierung

Die Erfindung betrifft einen Magnetkern aus einer weich-  
magnetischen amorphen Legierung.

10

Elektromagnetische Bauelemente mit Kernen aus weichmagne-  
tischen amorphen Legierungen sind bereits bekannt (DE-OS  
25 46 676 und 25 53 003).

15 Amorphe Metallegierungen lassen sich bekanntlich dadurch  
herstellen, daß man eine entsprechende Schmelze so rasch  
abkühlt, daß ein Erstarren ohne Kristallisation eintritt.  
Die Legierungen können dabei gleich bei ihrer Entstehung  
in Form dünner Bänder gewonnen werden, deren Dicke bei-  
20 spielsweise einige hundertstel mm und deren Breite einige  
mm bis mehrere cm betragen kann.

Kb/Bz 25.7.1978

Von den kristallinen Legierungen lassen sich die amorphen Legierungen durch Röntgenbeugungsmessungen unterscheiden. Im Gegensatz zu kristallinen Materialien, die charakteristische scharfe Beugungslinien zeigen, verändert sich bei amorphen Metallegierungen die Intensität im Röntgenbeugungsbild nur langsam mit dem Beugungswinkel, ähnlich wie dies auch bei Flüssigkeiten oder gewöhnlichem Glas der Fall ist.

- 10 Je nach den Herstellungsbedingungen können die amorphen Legierungen vollständig amorph sein oder ein zweiphasiges Gemisch des amorphen und des kristallinen Zustandes umfassen. Im allgemeinen versteht man unter einer amorphen Metallegierung eine Legierung, die zu wenigstens 50 %, vorzugsweise zu wenigstens 80 %, amorph ist.

Für jede amorphe Metallegierung gibt es eine charakteristische Temperatur, die sogenannte Kristallisationstemperatur. Erhitzt man die amorphe Legierung auf oder über diese Temperatur, so geht sie in den kristallinen Zustand über, in dem sie auch nach Abkühlung verbleibt. Bei Wärmebehandlungen unterhalb der Kristallisationstemperatur bleibt dagegen der amorphe Zustand erhalten.

- 25 Die bislang bekannten weichmagnetischen amorphen Metallegierungen haben die Zusammensetzung  $M_y X_{1-y}$ , wobei M wenigstens eines der Metalle Eisen, Kobalt und Nickel, und X wenigstens eines der sogenannten glasbildenden Elemente Bor, Kohlenstoff, Silizium und Phosphor bedeutet und y zwischen etwa 0,60 und 0,95 liegt. Zusätzlich zu den Metallen M können die amorphen Legierungen auch noch weitere Metalle, insbesondere Titan, Zirkon, Hafnium, Vanadin, Niob, Tantal, Chrom, Molybdän, Wolfram, Mangan, Palladium, Platin, Kupfer, Silber oder Gold

enthalten, während zusätzlich zu den glasbildenden Elementen X oder gegebenenfalls auch an Stelle von diesen die Elemente Aluminium, Gallium, Indium, Germanium, Zinn, Arsen, Antimon, Wismut oder Beryllium vorhanden sein  
5 können.

Für die Herstellung von Magnetkernen sind die amorphen weichmagnetischen Legierungen besonders geeignet, da sie sich, wie bereits erwähnt, unmittelbar in Form dünner  
10 Bänder herstellen lassen, ohne daß, wie bei den bisher in der Technik üblichen kristallinen weichmagnetischen Metallegierungen, eine Vielzahl von Walzschritten mit zahlreichen Zwischenglühungen erforderlich ist.

15 Für verschiedene Anwendungszwecke, beispielsweise für Drosseln, werden häufig Kerne mit gescherter Hystereseschleife verwendet. Bei Kernen aus üblichen kristallinen weichmagnetischen Legierungen erreicht man eine Scherung bekanntlich dadurch, daß man an wenigstens einer Stelle  
20 entlang des Kernes einen Luftspalt vorsieht, der sich über den gesamten Kernquerschnitt an dieser Stelle erstreckt.

Solche Luftspalte müssen oft in verhältnismäßig aufwendiger Weise eingeschliffen werden oder der Kern muß  
25 zur Erzeugung der Luftspalte völlig zerschnitten werden, wie dies beispielsweise bei Schnittbandkernen der Fall ist, so daß zusätzliche Teile zum Zusammenhalten des Kernes, beispielsweise Spannbänder, erforderlich  
30 werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einem Magnetkern aus einer weichmagnetischen amorphen Legierung unter Vermeidung von Luftspalten dennoch eine Scherung zu erzielen.

5

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die amorphe Legierung wenigstens an einer Stelle entlang des Kernes wenigstens über einen Teil des Kernquerschnitts an dieser Stelle in den kristallinen Zustand  
10 übergeführt ist.

Während nämlich die amorphen weichmagnetischen Legierungen im amorphen Zustand eine verhältnismäßig hohe Permeabilität haben, wird durch den Übergang in den  
15 kristallinen Zustand durch lokale Überhitzung über die Kristallisationstemperatur die Permeabilität erheblich vermindert. Es entsteht somit dabei eine sich an der erhitzten Stelle wenigstens über einen Teil des Kernquerschnitts erstreckende kristalline Zone, die ähn-  
20 lich wie ein Luftspalt wirkt.

Um einen möglichst großen Permeabilitätsunterschied zwischen der kristallinen Zone und den restlichen Teilen des Magnetkernes zu erreichen, kann vorzugsweise  
25 als Ausgangsmaterial eine vollständig amorphe weichmagnetische Legierung verwendet werden.

Je nach der vorgesehenen Anwendung des Magnetkernes können eine oder mehrere über den Kern verteilte kristalline Zonen vorgesehen sein, deren Breite über den  
30 Kernquerschnitt gegebenenfalls auch variieren kann.

Besonders wirksam in Art eines Luftspaltes ist es, wenn man die amorphe Legierung wenigstens an einer Stelle des Magnetkernes über den gesamten Kernquerschnitt an dieser Stelle in den kristallinen Zustand überführt.

5

Man kann die anmeldungsgemäßen Magnetkerne beispielsweise dadurch herstellen, daß man ein amorphes Band zu einem Kern wickelt oder aus amorphem Band ausgestanzte Bleche zu einem Kern schichtet. Die lokale Erwärmung über die Kristallisationstemperatur zur Erzeugung der kristallinen Zone kann dann beispielsweise mittels einer an der entsprechenden Stelle um den Kern herumgelegten Induktionsschleife erfolgen. Vor der Erzeugung der kristallinen Zone können die Magnetkerne in an sich bekannter Weise beispielsweise bei einer Temperatur unterhalb der Kristallisationstemperatur in Gegenwart eines Magnetfeldes wärmebehandelt werden, das den Magnetkern annähernd bis zur Sättigung magnetisiert. Das Magnetfeld kann ein magnetisches Querfeld oder ein magnetisches Längsfeld sein.

Insbesondere bei größeren Dimensionen, wenn sich der Kern nur schwer über den gesamten Querschnitt erhitzen läßt, oder in Fällen, wo man nur einen bestimmten Teil des Querschnitts in den kristallinen Zustand überführen will, kann der Kern beispielsweise auch aus Blechen geschichtet werden, die vorher an wenigstens einer Stelle über ihren gesamten Querschnitt oder einen Teil desselben in den kristallinen Zustand übergeführt wurden. Hierbei kann die Erwärmung beispielsweise durch Widerstandserhitzung zwischen zwei als Kontakte dienenden Metallschneiden oder auch durch Laserstrahlen erfolgen.

Anhand einiger Figuren soll die Erfindung noch näher erläutert werden.

Figuren 1 bis 4 zeigen jeweils in Draufsicht schematisch  
5 verschiedene Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Magnetkerns.

Der in Figur 1 dargestellte Magnetkern ist beispielsweise aus einer Anzahl aufeinandergestapelter Scheiben 1  
10 aus einer weichmagnetischen amorphen Legierung aufgebaut, in denen durch induktive Erhitzung jeweils eine Zone 2 in den kristallinen Zustand übergeführt wurde. Verwendet man beispielsweise Scheiben mit einem Innendurchmesser  
15 von 20 mm und einem Außendurchmesser von 30 mm aus einer weichmagnetischen amorphen Legierung der Zusammensetzung  
 $\text{Fe}_{0,40}\text{Ni}_{0,40}\text{P}_{0,14}\text{B}_{0,06}$  und schichtet diese zu einem 10 mm hohen Kern auf, so kann man nach entsprechender  
Anlaßbehandlung im Magnetfeld im amorphen Material eine  
20 Permeabilität  $\mu = 250\ 000$  (gemessen als Gleichfeldpermeabilität bei 4 mA/cm) erreichen. Beim Übergang in den kristallinen Zustand durch lokale Erhitzung auf eine Temperatur oberhalb der Kristallisationstemperatur von etwa  
400° C wird diese Permeabilität in der kristallinen Zone auf etwa 500 herabgesetzt. Eine 5 mm breite kristalline  
25 Zone 2 entspricht demnach einem scheinbaren Luftspalt mit einer Länge von 0,01 mm. Da die mittlere Eisenweglänge des Kernes bei den oben erwähnten Abmessungen  
78,5 mm beträgt, ergibt sich eine Permeabilität des gescherten Kreises von etwa 7630.

30

Figur 2 zeigt einen weiteren Kern, der beispielsweise aus Blechen aufgeschichtet oder in Form eines Ringbandkernes aus Band gewickelt sein kann. Im amorphen

Material 11 sind an vier Stellen des Kernumfangs durch lokale Erwärmung kristalline Zonen 12 erzeugt, die sich über den gesamten Kernquerschnitt erstrecken.

5 Figur 3 zeigt einen entsprechend aufgebauten Magnetkern, bei dem im amorphen Material 21 an zwei Stellen kristalline Zonen 22 erzeugt sind, deren Begrenzungsflächen gekrümmt sind. Durch derartige kristalline Zonen, deren Breite über den Kernquerschnitt variiert, können bei-  
10 spielsweise nichtlineare Kennlinien erzielt werden.

Figur 4 zeigt einen Magnetkern, bei dem in der amorphen Legierung 31 an zwei Stellen kristalline Zonen 32 erzeugt sind, die sich jeweils nur über einen Teil des  
15 Kernquerschnitts erstrecken.

Wie die Ausführungsbeispiele zeigen, kann man durch unterschiedliche Wahl der kristallinen Zonen die Scherung in weiten Grenzen variieren. Dabei lassen sich bei-  
20 spielsweise flache Hystereseschleifen, Perminvar-ähnliche Schleifen, stark gescherte lineare Schleifen oder auch nichtlineare Kennlinien erzielen.

Sieht man entlang des Kernumfangs mehrere kristalline  
25 Zonen vor, so läßt sich - ähnlich wie bei einem Pulverkern - eine gleichmäßige Scherung bei geringer magnetischer Ausstreuung erreichen.

Die Kerne können in üblicher Weise verklebt, in  
30 Schutztröge eingesetzt oder vergossen werden.

Patentansprüche

1. Magnetkern aus einer weichmagnetischen amorphen Legierung, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
5 daß die amorphe Legierung (1) wenigstens an einer Stelle (2) entlang des Kerns wenigstens über einen Teil des Kernquerschnitts an dieser Stelle in den kristallinen Zustand übergeführt ist.
- 10 2. Magnetkern nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die als Ausgangsmaterial verwendete amorphe Legierung (1) vollständig amorph ist.
- 15 3. Magnetkern nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die amorphe Legierung (1) wenigstens an einer Stelle (2) entlang des Kernes über den gesamten Kernquerschnitt an dieser Stelle in den kristallinen Zustand übergeführt ist.
- 20 4. Magnetkern nach Anspruch 3, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die Breite der kristallinen Zone (22) über den Kernquerschnitt variiert.

1/1

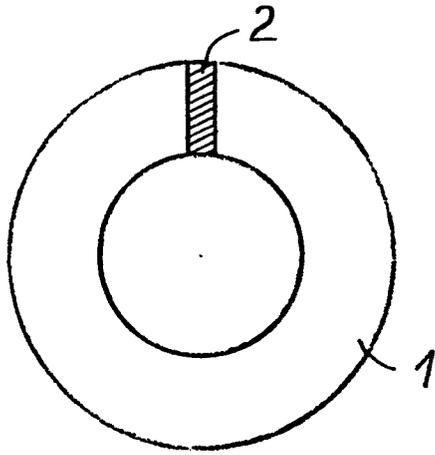


Fig. 1

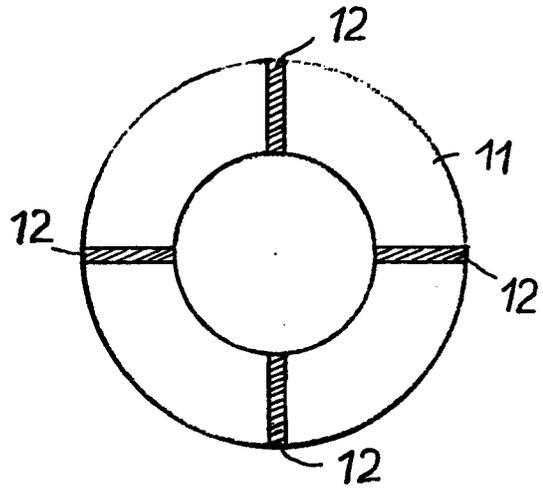


Fig. 2

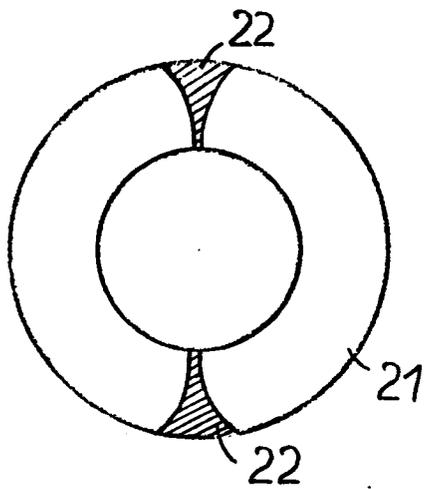


Fig. 3

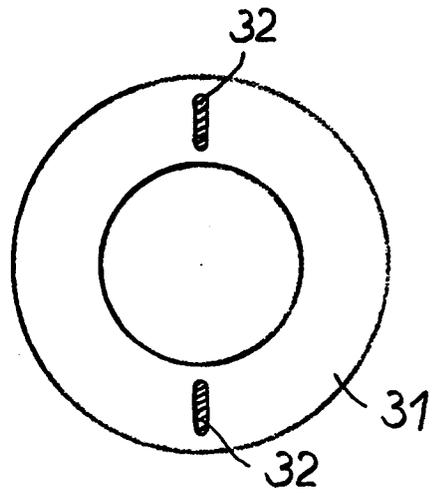


Fig. 4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<p><u>DE - A - 2 659 820</u> (TDK ELECTRONICS CO.)</p> <p>* Ansprüche 1,3 *</p> <p>--</p>	1	<p>H 01 F 1/14</p> <p>1/16</p> <p>C 22 F 1/00</p>
	<p><u>DE - A - 2 605 615</u> (TDK ELECTRONICS CO.)</p> <p>* Anspruch 1 *</p> <p>--</p>	1	
A	<p><u>DE - A - 1 514 333</u> (RUST)</p> <p>* Anspruch 2 *</p> <p>--</p>	1	<p>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)</p>
A	<p><u>FR - A - 2 236 944</u> (TSENTRALNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTITUT CHERNOI METALLURGII IMENI I.P. BARDINA)</p> <p>* Anspruch 1 *</p> <p>--</p>	1	<p>H 01 F 1/14</p> <p>1/16</p>
AD	<p><u>DE - A - 2 553 003</u> (ALLIED CHEMICAL)</p> <p>* Anspruch 1 *</p> <p>----</p>	1	
			<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X: von besonderer Bedeutung</p> <p>A: technologischer Hintergrund</p> <p>O: nichtschriftliche Offenbarung</p> <p>P: Zwischenliteratur</p> <p>T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E: kollidierende Anmeldung</p> <p>D: in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L: aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp;: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>
<p>6 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.</p>			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	07-11-1979	LIPPENS	