

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 240 755
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 87103342.9

(51)

Int. Cl.4: C21D 6/00 , H01F 1/16

(22)

Anmeldetag: 09.03.87

(30)

Priorität: 05.04.86 DE 3611527

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.10.87 Patentblatt 87/42

(64)

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

(71)

Anmelder: VACUUMSCHMELZE GMBH
Grüner Weg 37 Postfach 2253
D-6450 Hanau 1(DE)

(72)

Erfinder: Hilzinger, Hans-Reiner, Dr.
Leipziger Strasse 65
D-6456 Langenselbold(DE)
Erfinder: Herzer, Giselher, Dr.
Humperdinckweg 2
D-6450 Hanau 1(DE)

(54)

Verfahren zur Erzielung einer flachen Magnetisierungsschleife in amorphen Kernen durch eine Wärmebehandlung.

(57)

Kerne für induktive Bauelemente, die einer Gleichstromvor magnetisierung unterliegen, müssen eine niedrige Remanenzmagnetisierung und eine niedrige, möglichst lineare Permeabilität bei kleiner Koerzitivfeldstärke besitzen. Diese Eigenschaften lassen sich erfindungsgemäß besonders gut einstellen, wenn eine Wärmebehandlung von mehr als 10 Stunden bei einer Temperatur vorgenommen wird, bei der im Inneren des zum Kern gewickelten amorphen Bandes aus einer eisenreichen Legierung noch keine Kristallisationskeime gebildet werden.

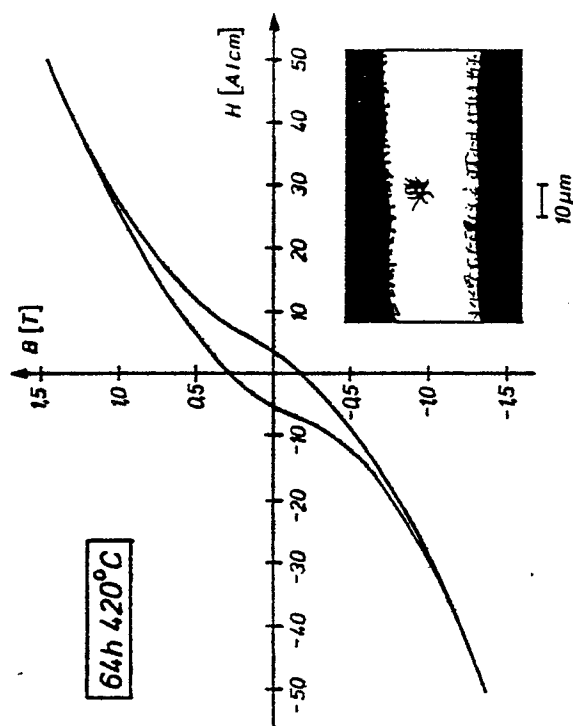


FIG 2

EP 0 240 755 A1

Verfahren zur Erzielung einer flachen Magnetisierungsschleife in amorphen Kernen durch eine Wärmebehandlung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzielung einer flachen Magnetisierungsschleife in Kernen für induktive Bauelemente, die aus amorphen Bändern gewickelt sind und die einer Wärmebehandlung soweit unterhalb der Kristallisationstemperatur ausgesetzt werden, daß vorwiegend an der Bandoberfläche kristalline Ausscheidungen auftreten.

In der Zeitschrift IEEE Transactions on Magnetics, September 1984, Seiten 1415 bis 1416 ist beschrieben, daß man bei einer eisenreichen, amorphen Legierung durch eine fünfstündige Wärmebehandlung bei Temperaturen zwischen 425 und 595°C unterschiedliche Magnetisierungskurven erhält. Je nach Wahl der Temperatur bei der Wärmebehandlung lassen sich Permeabilitäten von $\mu_r = 700$ bis zu einer vormagnetisierenden Feldstärke von $H_c = 15$ A/cm bzw. eine Permeabilität von $\mu_r = 200$ bis zu einer vormagnetisierenden Feldstärke von $H_c = 100$ A/cm erzielen.

Weiterhin ist es aus einem Aufsatz von Ok und Morrish, Phys. Rev., Band 23 (1981) Seiten 2257 bis 2261 bekannt, Eisen-Nickel-Legierungen mit jeweils 40 % Eisen und Nickel bei einer Temperatur zwischen 375° und 400°C für 10 Stunden einer Wärmebehandlung auszusetzen. Eisenreiche Legierungen mit 65 % bzw. 82 % Eisen werden jeweils 1 Stunde bzw. 20 Minuten wärmebehandelt. Durch diese Wärmebehandlung entstehen kristalline Ausscheidungen vorwiegend an der Oberfläche des Bandes, die eine Volumenreduzierung an der Oberfläche bewirken. Als Folge ergeben sich Druckspannungen im Inneren des Bandes, die wegen der positiven Magnetostraktion der eisenreichen Legierung eine bevorzugte Magnetisierungsrichtung senkrecht zur Bandlängsrichtung im amorphen Kern zur Folge haben. Dies bewirkt, daß die Remanenzmagnetisierung und die Permeabilität durch die Wärmebehandlung verringert werden, so daß derartig wärmebehandelte Kerne für induktive Bauelemente mit Gleichstromvor. magnetisierung geeignet sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, mit dem man die Eigenschaften der Kerne so einstellen kann, daß bei gleicher Remanenz wie bei bekannten Kernen sich eine besonders niedrige Koerzitivfeldstärke ergibt, so daß sehr kleine Permeabilitätswerte bei noch vertretbarer Koerzitivfeldstärke erreicht werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Langzeitwärmebehandlung von mehr als 10 Stunden vorgenommen wird und daß die Temperatur bei der Langzeitwärmebehandlung so niedrig gewählt wird, daß weniger als die Hälfte des Bandquerschnittes kristalline Ausscheidungen aufweist.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die durch eine Wärmebehandlung an der Oberfläche eisenreicher amorpher Bänder entstehenden kristallinen Ausscheidungen bei begrenzter Temperatur langsam ins Innere des Bandes hineinwachsen, so daß durch zeitliche Ausdehnung der Wärmebehandlung eine zunehmende Dicke der kristallinen Oberflächenschicht erreicht werden kann, ohne daß im Bandinneren sich Keime für Kristalle bilden.

Dies wird am Beispiel einer Legierung mit 78 Atom-% Eisen, 9 Atom-% Silizium und 13 Atom-% Bor nachstehend näher erläutert:

Fig. 1 zeigt die Magnetisierungskennlinie mit niedriger Remanenzmagnetisierung und ein Schliffbild durch ein Bandstück, nachdem das Band 16 Stunden bei 420°C gelagert wurde. Die Schicht mit den kristallinen Ausscheidungen ist in dem Schliffbild schwarz zu erkennen. An den Grenzschichten zwischen dem amorphen Kern und den mit kristallinen Ausscheidungen durchsetzten Oberflächenschichten sieht man, daß die Kristalle von den Rändern zur Mitte wachsen. In der Mitte des Bandes tritt so gut wie keine Keimbildung auf. Verlängert man die Wärmebehandlung, so erhält man im Mittel dickere Kristallschichten an der Oberfläche.

Fig. 2 zeigt dazu die Magnetisierungskennlinie und ein Schliffbild der gleichen Legierung wie in Fig. 1. Hier wurde die Wärmebehandlung bei 420°C 64 Stunden lang durchgeführt. Gemessen wurde beim Kern mit dem Band nach Fig. 1 eine relative Permeabilität $\mu_r = 796$ bei einer Koerzitivfeldstärke von 0,695 A/cm und bei dem Kern mit dem Band nach Fig. 2 eine relative Permeabilität $\mu_r = 246$ bei einer Koerzitivfeldstärke von 3,49 A/cm. Man kann also durch besonders lange Wärmebehandlungszeiten besonders niedrige Permeabilitäten erreichen, ohne daß die Koerzitivfeldstärke zu sehr ansteigt.

Als Vergleich ist in Fig. 3 die Magnetisierungskennlinie und das Schliffbild dargestellt für einen Kern, der 8 Stunden bei 460°C wärmebehandelt wurde. Hier sieht man deutlich die Keimbildung im

Inneren des Bandes. Gemessen wurde ebenfalls eine geringe relative Permeabilität $\mu_r = 214$, während allerdings die Koerzitivfeldstärke $H_c = 5,25$ A/cm doch schon relativ hoch ist.

Fig. 4 zeigt nun die Magnetisierungskennlinie und das Schlißbild bei einer extremen Langzeitbehandlung von 455 Stunden bei 410°C. Hier sieht man im Kern ebenfalls wenig Keimbildung, allerdings wachsen die Kristalle von den Seiten ziemlich weit in die Mitte des Bandes hinein. Als Ergebnis erhält man eine besonders niedrige relative Permeabilität $\mu_r = 137$. Wegen der doch schon sehr weitgehenden Kristallisation im Bandinneren ist auch hier die Koerzitivfeldstärke mit $H_c = 5,8$ A/cm recht hoch, so daß nach der Lehre der Erfindung bei dieser langen Zeit eine weitere Verringerung der Temperatur vorzunehmen wäre.

Diese Beispiele zeigen, daß man bei Verwendung einer eisenreichen Legierung, die mehr als 60 Atom-% Eisen enthalten sollte, eine hohe Sättigungsinduktion (über 1,2 Tesla) bei einstellbarer relativer Permeabilität und im Verhältnis zur Permeabilität eine niedrige Koerzitivfeldstärke erreichen kann.

der Langzeitwärmebehandlung so niedrig gewählt wird, daß weniger als die Hälfte des Bandquerschnittes kristalline Ausscheidungen aufweist.

Ansprüche

1. Verfahren zur Erzielung einer flachen Magnetisierungsschleife in Kernen für induktive Bauelemente, die aus amorphen Bändern gewickelt sind und die einer Wärmebehandlung soweit unterhalb der Kristallisationstemperatur ausgesetzt werden, daß vorwiegend an der Bandoberfläche kristalline Ausscheidungen auftreten, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Langzeitwärmebehandlung von mehr als 10 Stunden vorgenommen wird und daß die Temperatur bei der Langzeitwärmebehandlung so niedrig gewählt wird, daß weniger als die Hälfte des Bandquerschnittes kristalline Ausscheidungen aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß amorphe Bänder aus einer Legierung mit mehr als 60 Atom-% Eisen zur Erzielung einer Sättigungsinduktion über 1,2 Tesla zu Kernen gewickelt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Erzielung einer relativen Permeabilität unter 500 und einer Koerzitivfeldstärke unterhalb 5 A/cm eine Langzeitwärmebehandlung von mehr als 30 Stunden vorgenommen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kerne einer Langzeitwärmebehandlung von mehr als 5 Stunden unterworfen werden und daß die Temperatur bei

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

86 P 9555

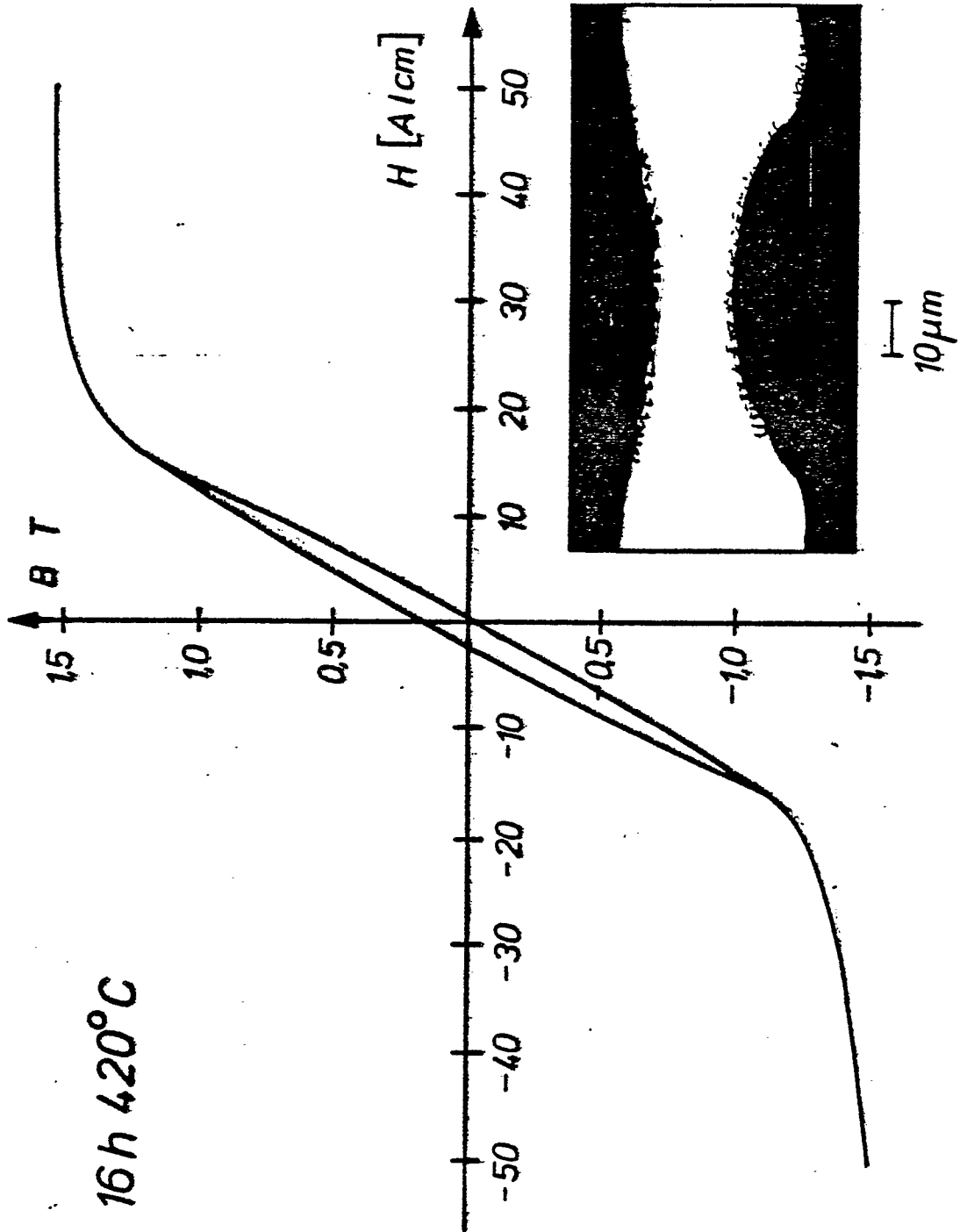


FIG 1

86P9555

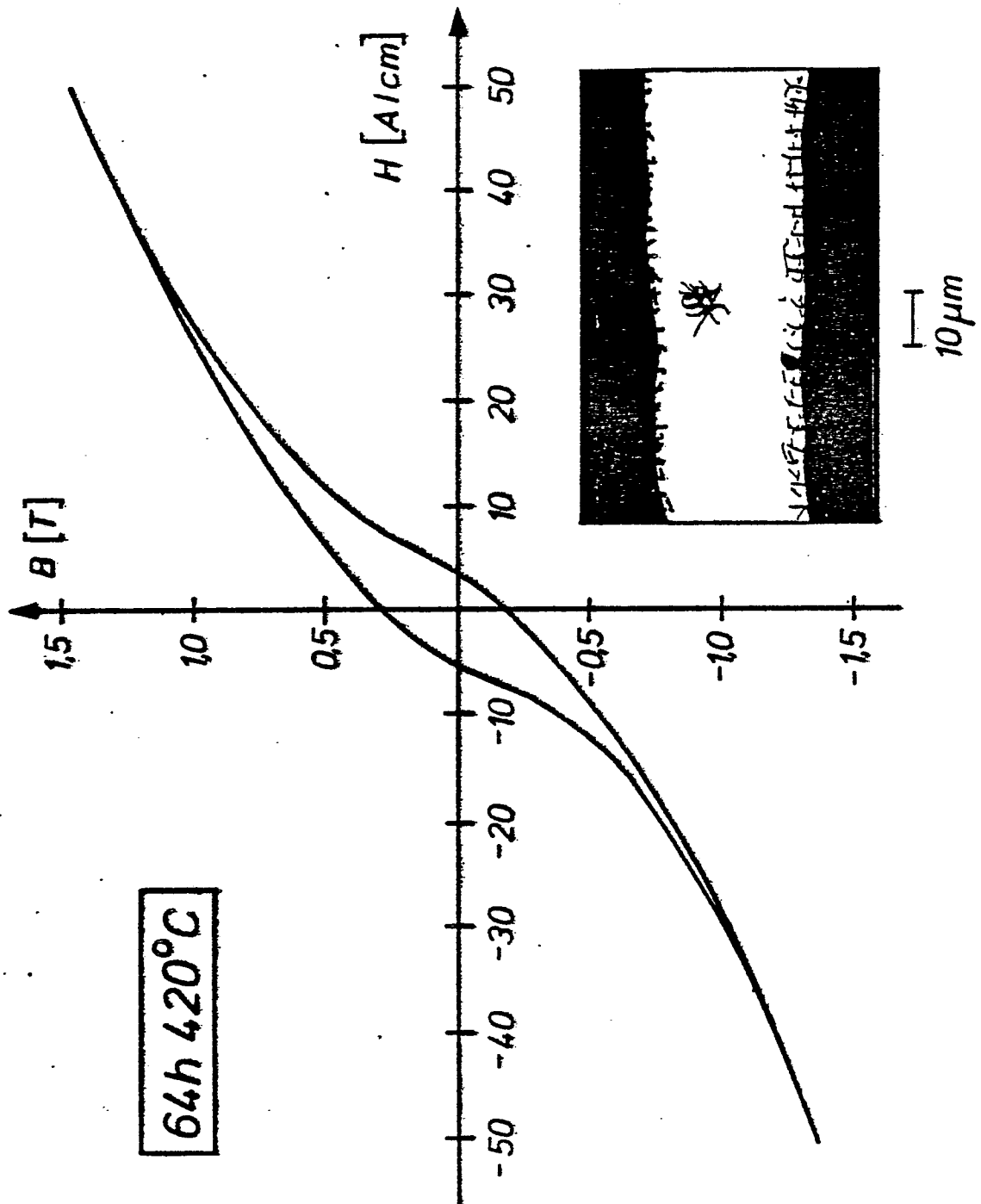


FIG 2

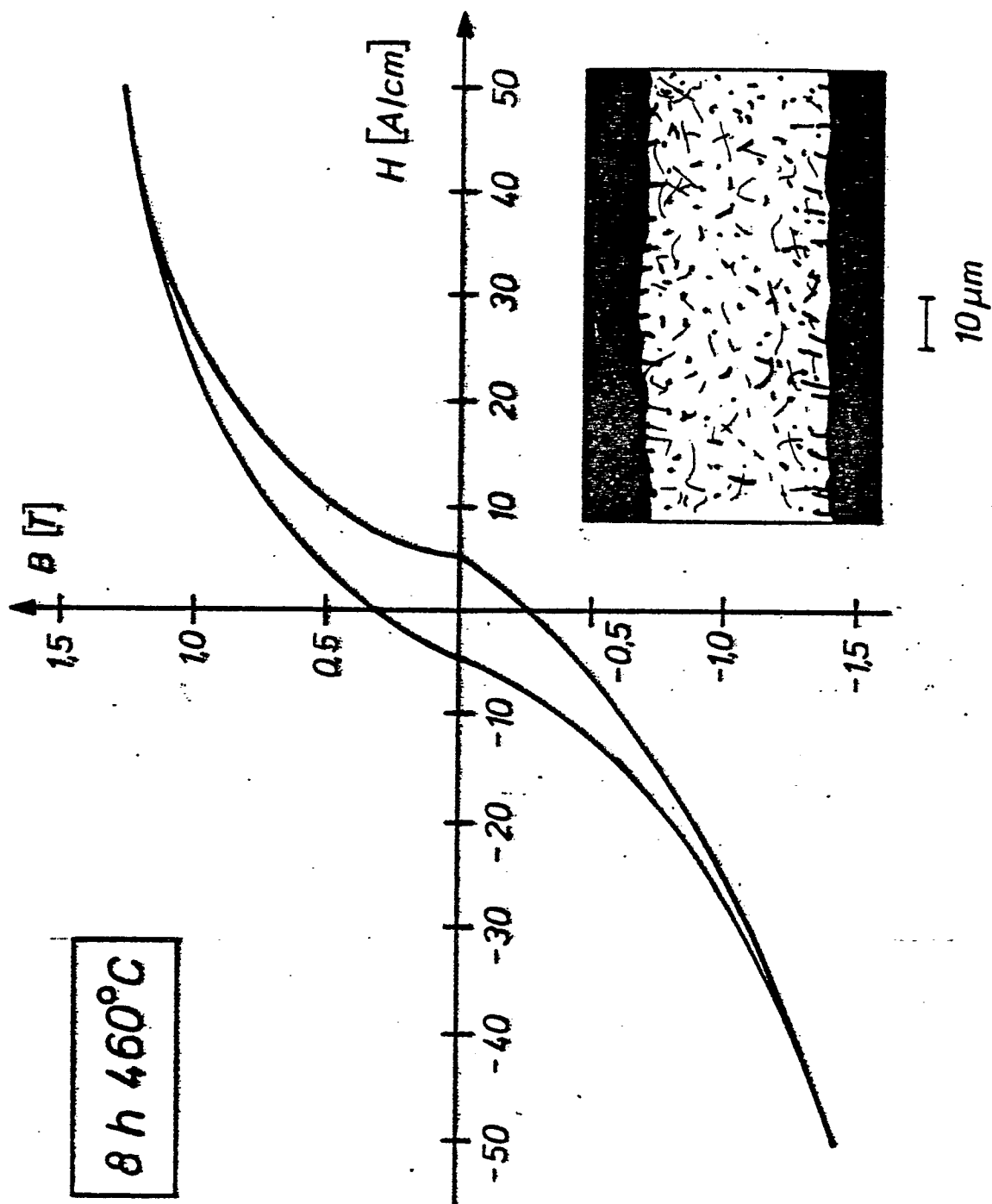


FIG 3

86 P 95 55

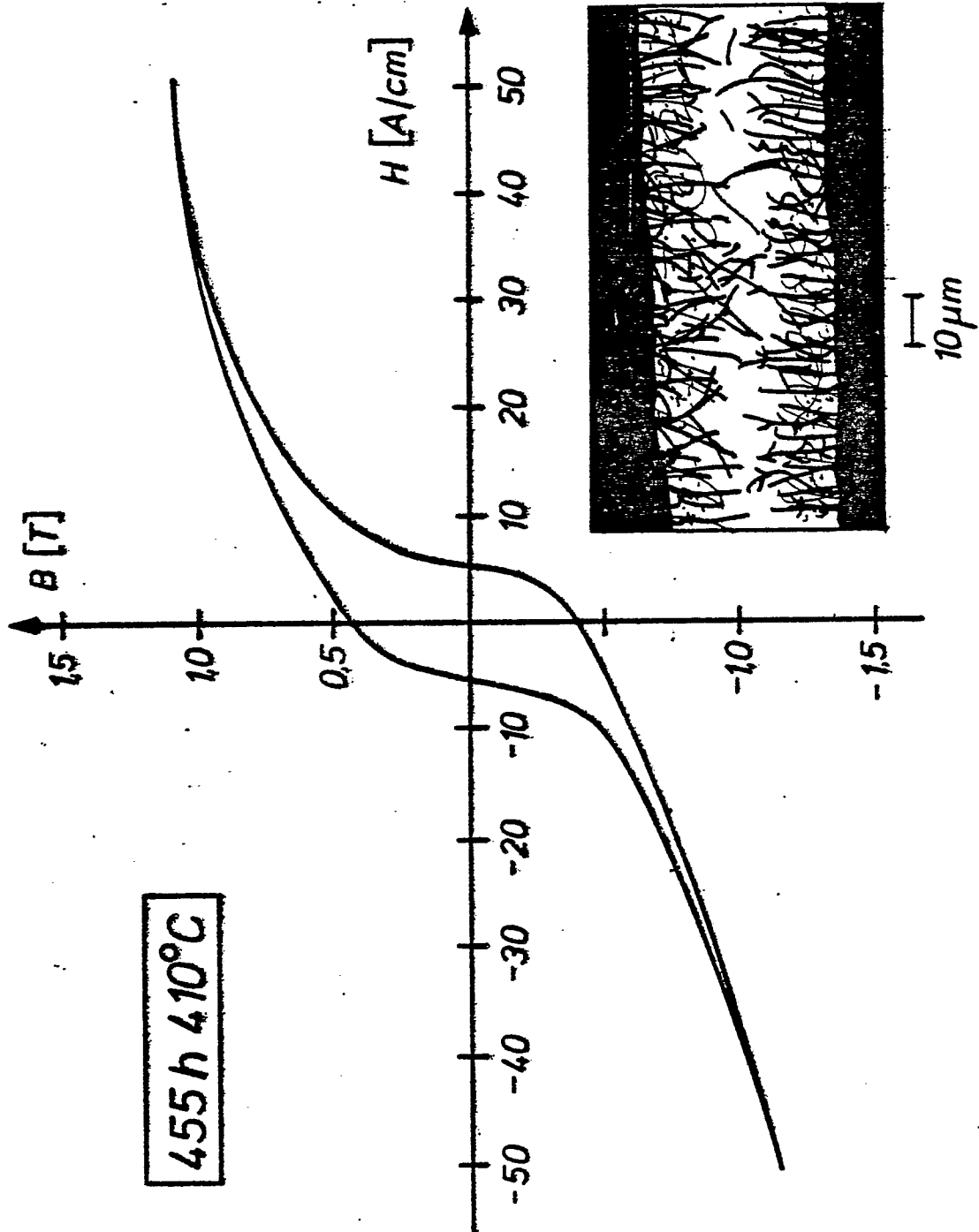


FIG 4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)														
Y	GB-A-2 117 979 (TELCON METALS) * Anspruch 1 *	1	C 21 D 6/00 H 01 F 1/16														
Y	--- IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, Band MAG-17, Nr. 6, November 1981, Seiten 2618-2620, New York, US; M. IMAMURA et al.: "Magnetic properties and relaxation processes of magnetic anisotropy in amorphous magnetic ribbons due to heat treatment" * Figuren 1, 5 *	1															
A	--- DD-A- 211 422 (AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN) * Anspruch 1 *	1															
A,D	--- IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, Band MAG-20, Nr. 5, Part 2, September 1984, Seiten 1415-1416, New York, US; R.V. MAJOR et al.: "Development of amorphous Fe-B based alloys for choke and inductor applications"		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4) C 21 D 6/00 H 01 F 1/16														
A,D	--- PHYSICAL REVIEW B, Band 23, Nr. 5, 1. März 1981, Seiten 2257-2261, New York, US; H.N. OK et al.: "Origin of the perpendicular anisotropy in amorphous Fe ₈₂ B ₁₂ Si ₆ ribbons" -----																
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 07-07-1987	Prüfer SUTOR W														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</td><td>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : nichtschriftliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td></td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : nichtschriftliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : nichtschriftliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur																	
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																