



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑳ Anmeldenummer : **92890055.4**

⑤① Int. Cl.⁵ : **H01F 1/053**

㉒ Anmeldetag : **11.03.92**

③⑩ Priorität : **18.03.91 AT 596/91**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
23.09.92 Patentblatt 92/39

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

⑦① Anmelder : **BÖHLER YBBSTALWERKE**
G.m.b.H.
A-3333 Böhlerwerk (AT)

⑦② Erfinder : **Diebold, Adolf, Dipl.-Ing.**
Raifberg 1
A-3340 Waidhofen (AT)
Erfinder : **Pacher, Oskar, Dr.**
Kleinweg 6
A-8041 Graz (AT)
Erfinder : **Heiss, Siegfried, Dr.**
Raifberg 70/4
A-3340 Waidhofen (AT)

⑤④ **Gesinterter Permanentmagnet(-werkstoff und Verfahren zur Herstellung von Permanentmagnet(en)(-werkstoffen).**

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf einen Permanentmagnet (-werkstoff) enthaltend 8 bis 30 At.-% Seltene Erden (SE), 2 bis 28 At.-% Bor, Rest Eisen (Fe) und Kobalt (Co) sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung.

Um hohe magnetische Kennwerte bei verbesserten Temperaturstabilität und erhöhter Curie-Temperatur des Permanentmagneten(-werkstoffes) zu erreichen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der hartmagnetische Anteil aus mindestens zwei magnetischen Phasen besteht, wobei an die diffusionseingeformten Körner mindestens einer Zentralphase mindestens eine weitere Peripherphase angelagert oder dieser zugeordnet ist und die paramagnetischen Bindephasen eine höhere Konzentration an SE aufweisen.

Die Erfindung betrifft einen gesinterten Permanentmagnet(-werkstoff) enthaltend 8 bis 30 At.-% Seltene Erden (SE), 2 bis 28 At.-% Bor (B), Rest Eisen (Fe) oder Eisen und Kobalt (Co).

Permanentmagnete bzw. Permanentmagnetwerkstoffe aus im wesentlichen einer Legierung von Eisen (Fe,) gegebenenfalls Kobalt (Co), Bor (B) und Seltenen Erden (SE) im Sinterverfahren gefertigt, werden bevorzugt dann verwendet, wenn hohe Koerzitivkraft, hohe Remanenz und/ oder großes Energieprodukt gefordert sind. Dabei wird der die magnetische Phase vom Typ SE₂Fe₁₄B, wobei ein Teil der Fe-Atome durch Co-Atome ersetzt sein können, bildende oder enthaltende Bestandteil schmelzmetallurgisch hergestellt und pulverisiert, welches Pulver gegebenenfalls mit Zusätzen vermengt im Magnetfeld zu einem Grünling verpreßt und dieser gesintert wird und der Sinterkörper gegebenenfalls mindestens einer weiteren Wärmebehandlung unterworfen werden kann.

Aus der EP-B1-0126802 sind gesinterte Permanentmagnete des Typs Fe-B-R (R bedeutet mindestens ein SE-Element einschließlich Y) bekannt geworden, bei welchen Fe teilweise durch Co ersetzt werden kann. Die Elemente sind dabei auf Grund des verwendeten Herstellverfahrens in der magnetischen Phase homogen verteilt und eine Wärme -oder Alterungsbehandlung des Sinterkörpers soll die magnetischen Werte verbessern. Wird Fe teilweise durch Co ersetzt, so erfolgt dadurch eine Erhöhung des Curie-Punktes bzw. der Curie-Temperatur (T_c) des Magnetwerkstoffes, dessen Koerzitivkraft, wie dem Fachmann bekannt ist, jedoch mit steigendem Co-Gehalt sinkt, wodurch auch das Energieprodukt nachteilig beeinflusst werden kann.

Um Permanentmagnete mit verbesserten magnetischen Eigenschaften bei Raumtemperatur zu schaffen, wird gemäß EP-B1-0102552 vorgeschlagen, eine Co-freie Legierung mit einem Gehalt an Fe-B-R einzusetzen, die mindestens eine stabile Verbindung des ternären Systems Fe-B-R enthält, wobei R mindestens ein Seltenerdenelement einschließlich Yttrium bedeutet. Die magnetische Hauptphase muß dabei eine intermetallische Verbindung mit konstanter Zusammensetzung sein, was eine homogene Verteilung der Legierungselemente bedingt. Abgesehen von dem großen legierungstechnischen Aufwand bei der Fertigung der Ausgangslegierung und den starken Streuungen der magnetischen Werte des sintertechnisch hergestellten Magnetwerkstoffes weist dieser eine signifikante Abnahme der magnetischen Kennwerte mit steigender Temperatur im Bereich von Raumtemperatur bis 200°C auf, wobei der Curie-Punkt schon bei etwa 300°C erreicht wird.

Ferner ist aus der EP-A1 0265006 ein Verfahren zur Herstellung von gesinterten Permanentmagneten bekannt, bei welchem stöchiometrisch zusammengesetztes kristallines RE₂(FeCo)₁₄B-Material (RE bedeutet Seltene Erden) mit einem anderen Material gemahlen wird, wobei dieses andere Material beim Sinterprozeß eine zweite nicht magnetische Phase an der Oberfläche der magnetischen Körner aus RE₂(FeCo)₁₄B bildet. Damit soll erreicht werden, daß die genaue chemische Zusammensetzung bei homogener Verteilung aller Elemente der magnetischen Phase im Magnetwerkstoff unabhängig von der zweiten paramagnetischen Phase, die besondere schmelztechnische Eigenschaften und/oder Zusammensetzungen aufweisen kann, einstellbar ist. Bei dieser Ausführungsform besteht jedoch der Nachteil im großen legierungstechnischen Aufwand und der schlechten Reproduzierbarkeit der magnetischen Werkstoffdaten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile der bekannten SE,(FeCo),B- enthaltenden Magnete(-werkstoffe) sowie ihrer Herstellverfahren zu beseitigen und gesinterte Permanentmagnete anzugeben sowie zu erstellen, die hohe Sättigungsmagnetisierung, hohe Koerzitivkraft und hohes Energieprodukt bei guter Temperaturstabilität und hohem Curie-Punkt bei geringen Herstellkosten aufweisen. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist, die Höhe des Curie-Punktes der Permanentmagnete(-werkstoffe) den Anforderungen entsprechend auf einfache Weise einstellbar zu machen.

Diese Aufgabe wird bei einem Permanentmagnet(-werkstoff) der eingangs genannten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Beim erfindungsgemäßen Permanentmagnet(-werkstoff) werden synergetisch eine Reihe von Vorteilen erreicht, wobei nachteilige Wechselwirkungen von einzelnen Maßnahmen weitgehend unterdrückt sind und die Gesamtheit der magnetischen Eigenschaften wesentlich erhöht wird. Die wissenschaftlichen Grundlagen und Ursachen dieser Kombinationseffekte sind noch nicht vollkommen geklärt; es handelt sich jedoch im wesentlichen dabei um physikalisch-chemische Wirkungen im Verbindung mit der Magnetokinetik.

Beim erfindungsgemäßen Permanentmagnet(-werkstoff) wird der hartmagnetische Anteil aus mehreren magnetischen Phasen gebildet, die, wie sich völlig überraschend gezeigt hat, in vorteilhafter Wechselwirkung zueinander stehen. Wichtig dabei ist, daß eine oder mehrere magnetische Phasen als Zentralphase oder Kernphase aus oberflächengeglätteten bzw. diffusionseingeförmten Körnern gebildet ist, wobei nach neuesten Erkenntnissen durch Diffusion ein oberflächliches Umkristallisieren erfolgen kann und ein weiterer magnetischer Phasenanteil sich orientiert als Peripherphase an die Zentralphase anlagert bzw. dieser zuordnet. Dadurch kann ein hoher Anteil an magnetischem Volumen im Werkstoff erreicht und eine Domänenwandbildung und/oder Domänenwandverschiebung vermindert werden, wodurch eine Vergrößerung der Koerzitivkraft und in

der Folge des Energieproduktes eintritt. Die paramagnetische Zwischen- oder Bindephase soll eine höhere Konzentration an SE als die magnetischen Phasen und gegebenenfalls Einlagerungen und/oder Zusätze aufweisen, wodurch eine weitere Blockierung von Domänenwänden bewerkstelligt wird. Besondere magnetische Eigenschaften des Werkstoffes werden erreicht, wenn die Körner der Zentral- oder Kernphase einen Durchmesser von 10 bis 100 μm aufweisen und um die Körner die magnetische Peripherphase oder Phasen schalenartig angelagert ist oder sind.

Wenn zwei oder gegebenenfalls mehrere magnetische Phasen unterschiedliche SE-Elemente und/oder Co-Konzentrationen besitzen und insbesondere zumindest eine Zentral- oder Kernphase einen höheren Co-Gehalt aufweist, so wird synergetisch ein hoher Sättigungsmagnetismus bei hoher Koerzitivkraft des Permanentmagneten erreicht werden. Gute magnetische Stabilität bei hohen magnetischen Kennwerten werden erhalten, wenn die örtliche Co-Konzentration an den Korngrenzen bzw. in Korngrenzenbereich zwischen Phasen mit unterschiedlichem Co-Gehalt diffusionskinetisch gebildete Übergänge, das bedeutet einen überproportionalen Anstieg vom niedrigen Niveau mit einer anschließenden asymptotischen Angleichung an ein höheres Niveau, aufweist. Trotz orientierter Anlagerung zwischen zwei magnetischen Phasen wird wahrscheinlich auf Grund der unterschiedlichen Austauschkopplung der magnetischen Momente durch den diffusionskinetisch gebildeten Übergang der Co-Konzentration im Grenzenbereich eine für Domänenwände wirkende energetische Barriere gebildet.

Wenn gemäß einer bevorzugten Form der SE-Anteil in den magnetischen Phasen im wesentlichen durch leichte Seltene Erden (LSE), insbesondere Nd, gebildet ist und der SE-Anteil in der Zwischen- oder Bindephase schwere Seltene Erden (SSE) enthält, werden besonders hohe magnetische Kennwerte des Magneten erreicht

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung von Seltenen Erden (SE) enthaltendem(n), magnetisch ausgerichtetem(n), gesintertem(n) Permanentmagnet(en) (-werkstoff(en)), dessen (deren) Grundwerkstoff bzw. Ausgangsmaterial schmelzmetallurgisch hergestellt ist.

Erfindungsgemäß ist ein derartiges Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 8 bezeichnet.

Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin, daß mindestens zwei magnetische Phasen bildende Grundwerkstoffe bzw. Ausgangsmaterialien mit unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen und daher unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften hergestellt, zu Pulver zerkleinert und vermengt werden, wodurch eine die magnetischen Kennwerte günstig beeinflussende Wechselwirkung der Grundwerkstoffe erreicht werden kann. Die Zerkleinerung eines Grundwerkstoffes erfolgt dabei zu Pulver mit geringeren Teilchengrößen bzw. zu Feinpulver, welches bei der Sinterung des unter Magnetfeldausrichtung gepreßten Grünlings eine frühere Erweichung bzw. Plastizität zeigt und einen besonders guten Kontakt zu den Teilchen bzw. Körnern des Grobpulvers herstellt. Dies ist für die Wirkung der Diffusionsbehandlung bzw.- glühung, wobei die Phasengrenzen entsprechend günstig ausgebildet werden, wichtig.

Insbesondere im Hinblick auf eine Oxidation bei der Zerkleinerung hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn die SE-Konzentration der Grundwerkstoffe höher bemessen wird als diejenige der magnetischen Phase vom Typ SE2(FeCo)14B, wobei, wie gefunden wurde, die Zusammensetzungen SE16(FeCo)77B7, SE15(FeCo)77B8 und SE14(FeCo)80B6 besonders gute Eignung aufweisen. Ist zumindest ein Grundwerkstoff mit Co legiert und der Eisenanteil der magnetischen Phase bis zu 40 % durch Co substituiert, so sind besonders gute Temperaturstabilität und hohe Curie-Temperaturen der Magnete erreichbar.

Wenn weiters in günstiger Weise vorgesehen der SE-Anteil der Grundwerkstoffe im wesentlichen durch LSE gebildet wird, sind die Remanenz und das Energieprodukt erhöht. Im Sinne besonders guter magnetischer Kennwerte hat es sich als günstig erwiesen, wenn ein oder mehrere Grundwerkstoffe zu Grobpulver mit einem Korndurchmesser von 10 bis 100 μm , vorzugsweise von 10 bis 60 μm , insbesondere von 15 bis 30 μm , zerkleinert werden und mindestens ein weiterer Grundwerkstoff zu Feinpulver mit einem Teilchendurchmesser von 0,5 bis 8 μm , insbesondere von 3 bis 8 μm , gemahlen wird, wobei unterschiedliche Co-Gehalte im Grob- und Feinpulver die magnetischen Kennwerte weiters verbessern.

Wenn gemäß einer bevorzugten Form als Zusätze zu den Pulvern Verbindungen von SSE wie beispielsweise Dy2O3 und/oder Boride, z.B. Fe2B, und/oder Metalle, z.B. Al, und/oder Oxide, z.B. Al2O3, und/oder SE-Oxide eingebracht, insbesondere die Pulver mit diesen Stoffen mechanisch legiert werden, werden eine Domänenwandbildung und eine Domänenwandverschiebung weiter vermindert und höhere Koerzitivkräfte erreicht.

Ein besonders wichtiges Kennzeichen der Erfindung ist eine Diffusionsbehandlung des gesinterten Magnet(en)(-werkstoffes), welche vorteilhaft bei einer Temperatur unterhalb der Sintertemperatur und günstigerweise im Pendelglühverfahren erfolgt, weil dabei eine Einformung der Körner bzw. eine Glättung der Kornoberflächen des Grobpulvers erfolgt und an den geglätteten Kornoberflächen mikrostrukturorientiert eine im wesentlichen schalige Anlagerung der vom Feinpulver gebildeten Phase bewirkt wird, was eine wesentliche Verbesserung der magnetischen Kennwerte erbringt.

Fertigungstechnisch, jedoch auch im Hinblick auf besondere magnetische Einzelwerte kann es weiters günstig

sein, wenn Pulver mit bestimmten Zusammensetzungen, insbesondere Co-Gehalten, anteilmäßig vermengt werden. Auf einfache Weise und besonders wirtschaftlich sind dadurch Permanentmagnete mit für bestimmte Anwendungen bzw. Anforderungen besonders ausgebildeten magnetischen Einzelwerten herstellbar.

Aus den Zeichnungen kann die Erfindung beispielsweise ersehen werden.

5 Es zeigen Fig. 1 und Fig. 2 schematisch den Ablauf der erfindungsgemäßen Herstellung von Permanentmagnetwerkstoffen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von beiliegenden Tabellen 1,2, 3a und 3b, in welchen Legierungsgehalte und Mittelwerte von magnetischen Messungen von Permanentmagnetkörpern angegeben sind, weiter erläutert.

10 In Tabelle 1 sind Zusammensetzungen der Grundwerkstoffe mit stöchiometrischen Parametern bezeichnet. In Tabelle 2 sind mit der Bezeichnung V 1 bis V 7 die Zusammensetzung und die magnetischen Kennwerte von Vergleichsmagneten(-werkstoffen) angegeben.

In Tabelle 3a und 3b unter den Nummern 1 bis 23 werden erfindungsgemäße Permanentmagnet(-werkstoffe) angeführt.

15 Wie aus den Mittelwerten der magnetischen Messungen hervorgeht, werden bei den erfindungsgemäßen Permanentmagneten durch den Aufbau mit mehreren unterschiedlich zusammengesetzten magnetischen Phasen mit diffusionseingeformten Körnern und Anlagerungen hohe magnetische Kennwerte bei erhöhter Curie-Temperatur erreicht. Die Wechselwirkung der mikrostrukturorientiert aneinander angelagerten oder einander zugeordneten magnetischen Phasen führt dabei synergetisch, im Vergleich mit üblichen SE-Permanentmagneten, zu verbesserten magnetischen Eigenschaften.

20

Patentansprüche

- 25 **1.** Gesinterter Permanentmagnet(-werkstoff) enthaltend 8 bis 30 At.-% Seltene Erden (SE), 2 bis 28 At.-% Bor (B), Rest Eisen (Fe) oder Eisen und Kobalt (Co), dadurch gekennzeichnet, daß dessen hartmagnetischer Anteil vom Typ SE₂Fe₁₄B, wobei ein Teil der Fe-Atome durch Co-Atome ersetzt sein können, mindestens 65 Vol.-% beträgt und dieser hartmagnetische Anteil aus mindestens zwei magnetischen Phasen besteht, wobei mindestens eine magnetische Phase als Zentralphase oder Kernphase aus oberflächen-
- 30 geglätteten bzw. in ihrer Oberflächenenergie verringerten oder minimierten diffusionseingeformten Körnern gebildet ist, an welchen mindestens eine weitere magnetische Phase als Peripherphase angelagert oder dieser zugeordnet ist und dessen im wesentlichen paramagnetische Zwischen- oder Bindephase(n) im Vergleich mit den magnetischen Phasen eine höhere Konzentration an SE und gegebenenfalls Einlagerungen und/oder Zusätze aufweist(en).
- 35 **2.** Gesinterter Permanentmagnet(-werkstoff) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die diffusionseingeformten Körner der magnetischen Zentral- oder Kernphase(n) einen Durchmesser von 10 bis 100 µm, vorzugsweise von 10 bis 60 µm, insbesondere von 15 bis 30 µm, aufweisen.
- 40 **3.** Gesinterter Permanentmagnet(-werkstoff) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetische Peripherphase(n) im wesentlichen an den diffusionseingeformten Korngrenzen der magnetischen Zentral- oder Kernphase(en) insbesondere schalenförmig angelagert ist (sind).
- 45 **4.** Gesinterter Permanentmagnet(-werkstoff) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetischen Zentral- oder Kernphase(n) und/oder die magnetische(n) Peripherphase(n) verschiedene SE-Elemente und/oder unterschiedliche Co-Konzentrationen aufweisen.
- 5.** Gesinterter Permanentmagnet(-werkstoff) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine magnetische Zentral- oder Kernphase eine höhere Co-Konzentration aufweist als die magnetische(n) Peripherphase(n), welche vorzugsweise Co-arm bzw. Co-frei ist (sind).
- 50 **6.** Gesinterter Permanentmagnet(-werkstoff) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die örtlichen Co-Konzentrationen an den Korngrenzen bzw. im Korngrenzenbereich zwischen Phasen mit unterschiedlichem Co-Gehalt diffusionskinetisch gebildete Übergänge aufweisen.
- 55 **7.** Gesinterter Permanentmagnet(-werkstoff) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der SE- Anteil in den magnetischen Phasen im wesentlichen durch leichte Seltene Erden (LSE), insbesondere durch Nd, gebildet ist und der SE- Anteil in der(den) Zwischen- oder Bindephase(n), welche Zusätze von Boriden und/oder Oxiden und/oder Metallen aufweisen kann (können), im wesentlichen

schwere Seltene Erden (SSE), insbesondere Dy, enthält (enthalten).

- 5
8. Verfahren zur Herstellung von Seltene Erden (SE) enthaltendem(n), magnetisch ausgerichtetem(n), gesintertem(n) Permanentmagnet(en)(-werkstoff(en)), dessen (deren) Grundwerkstoff bzw. Ausgangsmaterial schmelzmetallurgisch hergestellt ist, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Grundwerkstoffe bzw. Ausgangsmaterialien mit bestimmten chemischen Zusammensetzungen erschmolzen und erstarren gelassen werden, wobei bei mindestens einem Grundwerkstoff eine von dem (den) anderen Grundwerkstoff(en) verschiedene chemische Zusammensetzung eingestellt wird und die Grundwerkstoffe zu Pulver zerkleinert werden, wobei die Zerkleinerung von mindestens einem Grundwerkstoff zu einem Pulver mit im wesentlichen geringeren Teilchengrößen bzw. Korndurchmessern durchgeführt wird, worauf Zusätze beigegeben und die pulverisierten Grundwerkstoffe vermengt werden, wonach das Gemenge unter Magnetfeldausrichtung zu einem Grünling gepreßt und dieser gesintert wird und der Sinterkörper einer Diffusionsbehandlung bzw. -glühung und gegebenenfalls einer oder mehreren weiteren Wärmebehandlung/en) unterworfen wird.
- 10
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundwerkstoffe mit einer höheren SE-Konzentration als jener, die der magnetischen Phase vom Typ SE₂(FeCo)₁₄B entspricht, erschmolzen, insbesondere mit Zusammensetzungen entsprechend
- 15
- SE₁₆(Fe,Co)₇₇B₇
SE₁₅(Fe,Co)₇₇B₈
SE₁₄(Fe,Co)₈₀B₆
- 20
- hergestellt werden, wobei der Ausdruck (Fe, Co) den Anteil von Fe, der gegebenenfalls teilweise durch Co substituiert ist, bedeutet.
- 25
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Grundwerkstoff mit Co legiert und der Eisenanteil bis 40 % durch Co substituiert wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der SE-Anteil der Grundwerkstoffe im wesentlichen mit leichten Seltenen Erden (LSE) gebildet wird.
- 30
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Grundwerkstoff(e) zu Grobpulver mit einem Teilchen- bzw. Korndurchmesser von 10 bis 100 µm, vorzugsweise von 10 bis 60 µm, insbesondere von 15 bis 30 µm, zerkleinert wird (werden) und daß mindestens ein weiterer Grundwerkstoff zu Feinpulver mit einem Korndurchmesser von 0,5 bis 8, insbesondere von 3 bis 8 µm, gemahlen wird.
- 35
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der oder zumindest ein Grundwerkstoff, welcher zu Grobpulver zerkleinert wird, im Vergleich mit dem oder zumindest einem Grundwerkstoff, welcher zu Feinpulver gemahlen wird, mit verschiedenen SE und/oder mit unterschiedlichen Co- Gehalten hergestellt wird.
- 40
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß dem Grob-und/oder Feinpulver der Grundwerkstoffe, insbesondere vor oder bei deren Vermahlen oder Vermengen, Zusätze in fester und/oder flüssiger Form, z.B. metallorganische Verbindungen, eingebracht und im Pulvergemenge homogen verteilt werden.
- 45
15. Verfahren nach Anspruch 8 und 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Zusätze Verbindungen von schweren Seltenen Erden (SSE) und gegebenenfalls Metalle, Boride, z.B. des Eisens und/oder Aluminiums, Oxide, z.B. Al₂O₃, oder Oxide von SE und dergleichen dem (den) pulverförmigen Grundwerkstoff(en) beigegeben und homogen verteilt werden.
- 50
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der aus dem mit Zusätzen versehenen homogenen Pulvergemenge unter Magnetfeldausrichtung gepreßte Grünling gesintert und nachfolgend bei einer unterhalb der Sintertemperatur liegenden Temperatur, vorzugsweise im Pendelglühverfahren um diese Temperatur, diffusionsbehandelt wird.
- 55
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Körner der (des) Grobpulver(s) diffusionseingeformt werden und an den geglätteten Kornoberflächen mikrostrukturorientiert eine vorzugsweise schalige Anlagerung der vom Feinpulver gebildeten Phase bewirkt wird.

- 18.** Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß Grundstoffe mit bestimmten Co-Gehalten erschmolzen und entsprechend gewünschten magnetischen Kennwerten des Permanentmagneten die aus den Grundwerkstoffen hergestellten Pulver anteilmäßig vermengt werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

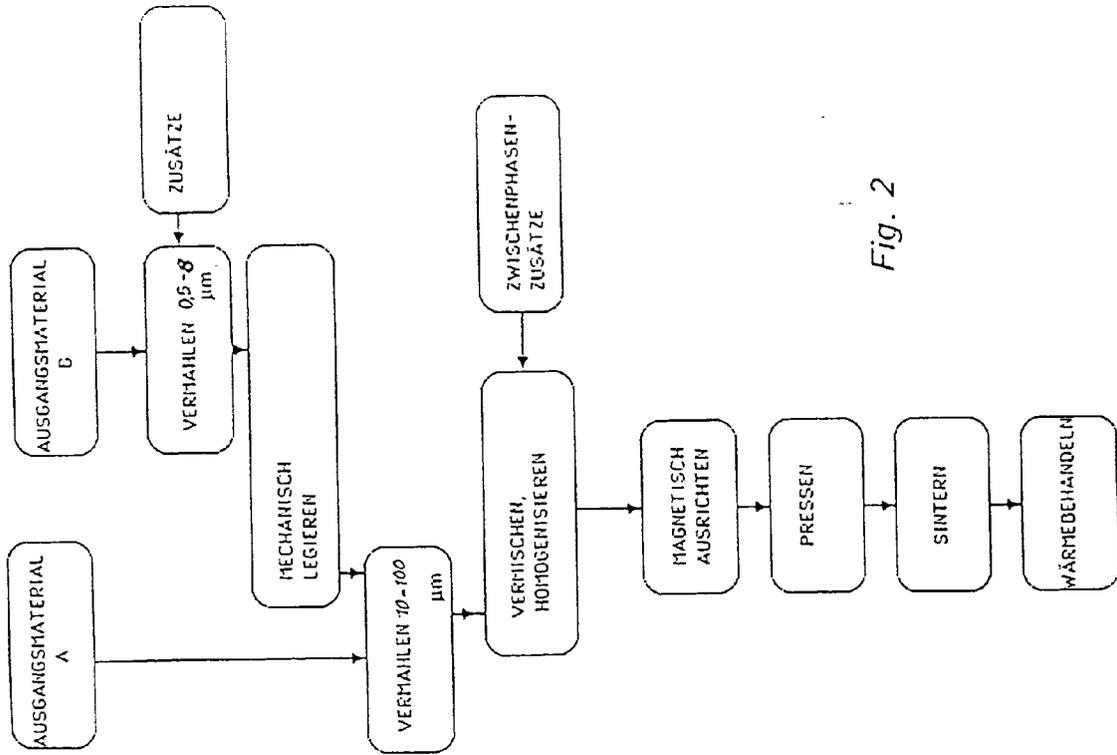


Fig. 2

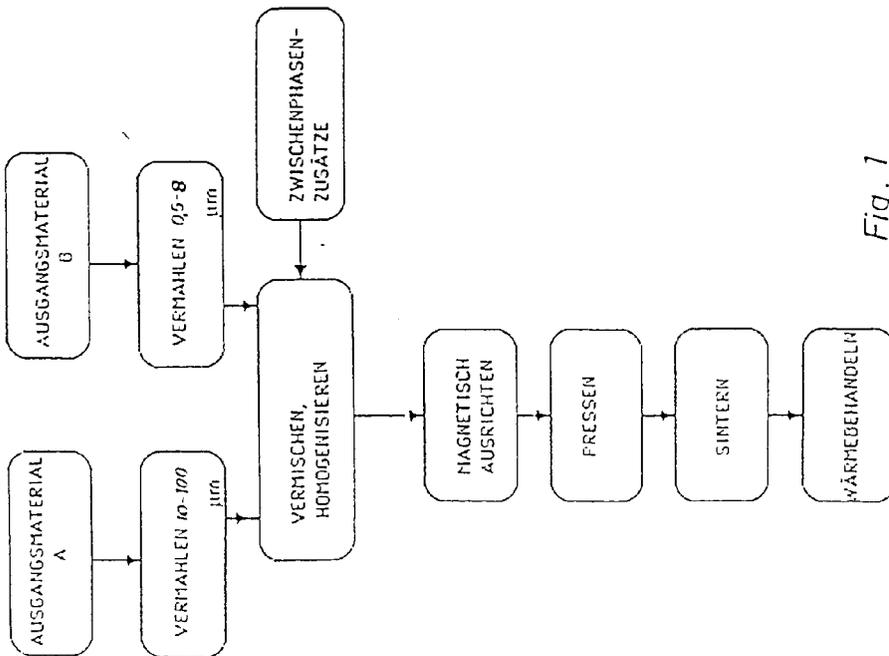


Fig. 1

Grundwerkstoff	Bezeichnung
$Nd_{16} (Fe_{1-x} Co_x)_{77} B_7$	A
$Nd_{15} (Fe_{1-x} Co_x)_{77} B_8$	B
$Nd_{14} (Fe_{1-x} Co_x)_{80} B_6$	C
$(Nd_{1-y} Dy_y)_{16} Fe_{77} B_7$	D
$(Nd_{1-y} Dy_y)_{16} (Fe_{1-x} Co_x)_{78} B_6$	E

Tabelle: 1

Nr.	Magnetische Grundphase			Magnetische Werte				
	Bez.	Stö. Vert. x	Vert. y	Korndurchm. μm	iH_c kA/m	BH_{max} kJ/m ³	M_r T	T_c °C
V1	A	0,3	-	13	235	133	1,10	550
V2	E	0,3	0,3	14	1020	191	1,03	535
V3	D	-	0,2	10	1989	215	1,07	315
V4	E	0,1	0,1	15	808	250	1,17	390
V5	B	0,2	-	10	245	165	1,12	435
V6	A	0	-	16	750	285	1,21	305
V7	C	0,2	-	18	210	140	1,15	430

Tabelle: 2

Nr.	Zentral- oder Kernphase(n)			Peripherphase(n)			Zusätze		Magnetische Werte					
	Bez.	Sto. Kerl. X	Korngr. μm	Anteil %	Bez.	Sto. Kerl. X	Sto. Kerl. Y	Korngr. μm	Art	Anteil Gew. %	Hc kA/m	BHmax kJ/m ³	M _R T	T _c °C
1	A	0,2	20	50	A	0	-	4		-	520	265	1,2	423
2	A	0,2	25	50	A	0	-	6	Dy ₂ O ₃	1,5	610	250	1,15	420
3	A	0,2	30	70	A	0	-	3		-	420	230	1,19	435
4	A	0,2	15	70	A	0	-	5	Dy ₂ O ₃	2	650	255	1,14	437
5	B	0,2	15	50	A	0	-	8		-	510	268	1,21	425
6	B	0,2	25	50	A	0	-	5	Dy ₂ O ₃	2	640	245	1,14	428
7	B	0,2	15	50	D	-	0,1	7		-	815	262	1,18	422
8	B	0,2	15	50	D	-	0,1	3	Dy ₂ O ₃	2	1015	255	1,15	425
9	B	0,2	25	70	D	-	0,2	3	Dy ₂ O ₃	2	1730	240	1,16	440
10	C	0,1	24	50	D	-	0,2	5		-	1620	235	1,12	380
11	C	0,1	23	50	D	-	0,2	6	Dy ₂ O ₃	2	2115	205	1,05	382
12	C	0,1	28	70	D	-	0,2	8		-	1430	245	1,14	410
13	C	0,1	20	70	D	-	0,2	4	Dy ₂ O ₃	2	1805	220	1,08	415
14	E	0,2	18	50	D	-	0,2	3		-	1130	248	1,15	430
15	E	0,2	20	50	D	-	0,2	3	Dy ₂ O ₃	2	1535	241	1,13	432
16	E	0,2	22	50	D	-	0,2	5	Al	1	1320	242	1,14	435
17	E	0,3	18	50	D	-	0,2	7	Al	1	1210	256	1,15	455
18	A D	0,2 0,1	25 26	25 25	D	-	0,15	6	Dy ₂ O ₃ Al	2	1590	243	1,14	430

Tabelle: 3a



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 89 0055

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	EP-A-0 395 625 (BÖHLER GESELLSCHAFT M.B.H.) * Seite 3, Zeile 56 - Seite 4, Zeile 13; Ansprüche 1,3-6,11,17; Abbildungen 1-3; Tabellen 1,2 *	1, 3, 4, 7-10, 15-17	H01F1/053
X	WO-A-8 902 156 (MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN) * das ganze Dokument *	1, 8, 9, 11, 15, 16	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 165 (C-496)(3012) 18. Mai 1988 & JP-62 274 046 (INOUE JAPAX RES INC) 28. November 1987 * Zusammenfassung *	1, 8, 9	
A	IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, Bd. 22, Nr. 5, September 1986, NEW YORK US Seiten 904 - 909; M. TOKUNAGA ET AL: 'MICROSTRUCTURE OF R-Fe-B SINTERED MAGNET'		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
P,X	EP-A-0 425 469 (BÖHLER GESELLSCHAFT M.B.H.) * Seite 4, Zeile 21 - Seite 5, Zeile 4; Ansprüche 1,3,4,6,9,20,26 *	1, 3, 7, 8, 10, 11, 14-17	H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemart	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	09 JUNI 1992	DECANNIERE L.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 01.92 (P0403)