

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84115569.0

51 Int. Cl.⁴: **C 22 C 1/00**

22 Anmeldetag: 17.12.84

30 Priorität: 16.05.84 DE 3418209

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.11.85 Patentblatt 85/48

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB NL SE

71 Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
Berlin und München Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

72 Erfinder: **Schultz, Ludwig, Dr.**
Amselweg 22
D-8521 Bubenreuth(DE)

72 Erfinder: **Gaube, Franz**
Hans-Sachs-Strasse 13
D-8522 Herzogenaurach(DE)

54 **Verfahren zur Herstellung eines metallischen Körpers unter Verwendung einer amorphen Legierung.**

57 Mit dem Verfahren ist ein metallischer Körper unter Verwendung einer aus mindestens zwei vorbestimmten Ausgangselementen oder -verbindungen gebildeten amorphen Legierung, insbesondere eines metallischen Glases, herzustellen, wobei ein Vorprodukt mit jeweils benachbarten Schichten aus den Ausgangselementen oder -verbindungen mit jeweiliger Schichtdicke von höchstens 0,001 mm erstellt wird, anschließend in einer schnellen Diffusionsreaktion bei einer vorbestimmten, verhältnismäßig niedrigen Temperatur aus dem Vorprodukt ein Zwischenprodukt mit dem nicht-kristallinen Gefüge ausgebildet wird, und schließlich das Zwischenprodukt zu dem metallischen Körper weiterverarbeitet wird. Es soll eine großtechnische Herstellung derartiger Körper mit verhältnismäßig großen Dicken ermöglicht werden. Hierzu ist erfindungsgeäß vorgesehen, daß zunächst ein Ausgangsprodukt mittels einer Bündelungs- oder Schichtungstechnik aus einer vorbestimmten Anzahl von untereinander benachbarten Einzelteilen aus den jeweiligen Ausgangselementen bzw. -verbindungen zusammengefügt wird und daß dann aus diesem Ausgangsprodukt durch mindestens eine querschnittsvermindernde Verformungsbehandlung das Vorprodukt mit den vorbestimmten Schichtdicken aus den Ausgangselementen bzw. -verbindungen erstellt wird.

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 84P 3174 E

5 Verfahren zur Herstellung eines metallischen Körpers
unter Verwendung einer amorphen Legierung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur
10 Herstellung eines metallischen Körpers unter Verwendung
einer aus mindestens zwei vorbestimmten Ausgangselemen-
ten oder -verbindungen gebildeten amorphen Legierung,
insbesondere eines metallischen Glases, bei welchem Ver-
fahren ein Vorprodukt mit jeweils benachbarten Schich-
15 ten aus den Ausgangselementen oder -verbindungen mit je-
weiliger Schichtdicke von höchstens 0,001 mm erstellt
wird, anschließend in einer schnellen Diffusionsreaktion
bei einer vorbestimmten, verhältnismäßig niedrigen
Temperatur aus dem Vorprodukt ein Zwischenprodukt mit
20 dem nicht-kristallinen Gefüge ausgebildet wird und
schließlich das Zwischenprodukt zu dem metallischen
Körper weiterverarbeitet wird. Ein derartiges Verfahren
ist z.B. in "Frankfurter Zeitung: Blick durch die Wirt-
schaft" - Herausgeber: "Frankfurter Allgemeine Zeitung"
25 - , 27. Jahrgang, Nr. 23, 1.2.1984, Seite 5 angedeutet.

Als "metallische Gläser" bezeichnete Materialien sind
allgemein bekannt (vgl. z.B. "Zeitschrift für Metall-
kunde", Band 69, 1978, Heft 4, Seiten 212 bis 220 oder
30 "Elektrotechnik und Maschinenbau", 97. Jahrgang, Sept.
1980, Heft 9, Seiten 378 bis 385). Bei diesen
Materialien handelt es sich im allgemeinen um spezielle
Legierungen, die aus mindestens zwei vorbestimmten,
auch als Legierungspartner bezeichneten Ausgangs-
35 elementen oder -verbindungen mittels besonderer Ver-

fahren hergestellt sind. Diese speziellen Legierungen weisen anstelle eines kristallinen ein glasartiges, amorphes Gefüge auf und besitzen deshalb Eigenschaften bzw. Eigenschaftskombinationen, die denen kristalliner metallischer Werkstoffe überlegen sind. So können sich metallische Gläser insbesondere durch hohe Verschleiß- und Korrosionsfestigkeit, große Härte und Zugfestigkeit bei gleichzeitiger guter Duktilität sowie durch besondere magnetische Eigenschaften auszeichnen.

10

Die Herstellung metallischer Gläser erfolgt bisher im allgemeinen durch schnelles Abschrecken aus der Schmelze. Dieses Verfahren erfordert jedoch, daß mindestens eine Dimension des Materials kleiner als etwa 0,1 mm ist. Ferner wurde vorgeschlagen, metallische Gläser durch eine Festkörperreaktion herzustellen, wenn einer der Legierungspartner im anderen schnell diffundiert, während der andere Partner bei einer vorbestimmten, verhältnismäßig niedrigen Temperatur praktisch unbeweglich ist. Eine derartige Diffusionsreaktion wird im allgemeinen auch als anomale, schnelle Diffusion bezeichnet. Für eine solche Reaktion müssen bestimmte energetische Voraussetzungen gegeben sein (vgl. z.B. Physical Review Letters", vol. 51, no. 5, August 1983, Seiten 415 bis 418 oder "Journal of Non-Crystalline Solids", vol. 61 und 62, 1984, Seiten 817 bis 822). So ist insbesondere eine exotherme Reaktion der beiden Legierungspartner vorauszusetzen.

30

Bei diesem Verfahren der schnellen Diffusion wurden weniger als 0,001 mm dicke Schichten der Legierungspartner abwechselnd aufeinandergelegt und das so ausgebildete sandwichartige Vorprodukt bei für das Verfahren typischen Temperaturen zwischen 100 und 300°C

35

erhitzt, wobei ein Zwischenprodukt als Halbzeug mit einer dünnen Schicht des nichtkristallinen Gefüges des metallischen Glases ausgebildet wird. Anschließend kann dann dieses Halbzeug aus dem sehr dünnen metallischen
5 Glas zu einem metallischen Körper als Endprodukt in bekannter Weise weiterverarbeitet werden.

Für verschiedene Anwendungen wäre es jedoch wünschenswert, wenn metallische Gläser in beliebiger Form und
10 Abmessung, insbesondere mit größeren Dicken zur Verfügung stünden. Um zu derartigen dickeren metallischen Gläsern zu gelangen, wurde für das Verfahren der schnellen Diffusion vorgeschlagen, Metallpulver in der gewünschten Zusammensetzung zu mischen,
15 durch Verformung zu kompaktieren und das so ausgebildete Vorprodukt durch anomale schnelle Diffusion in das gewünschte Zwischenprodukt zu überführen (vgl. z.B. die genannte Veröffentlichung "Blick durch die Wirtschaft"). Bei diesem Verfahren treten jedoch einige
20 Schwierigkeiten auf. So müssen die sich an der Oberfläche der Metallpulver befindlichen Oxidschichten durch die Verformung entfernt werden. Außerdem ist das sich bei der Kompaktierung und Verformung ergebende Gefüge sehr unregelmäßig.

25

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, das eingangs genannte Verfahren so auszugestalten, daß mit ihm metallische Körper mit verhältnismäßig ausgedehnter Form und Abmessung unter Verwendung von amorphen Legierungen, insbesondere metallischen Gläsern großtechnisch
30 zu erstellen sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zunächst ein Ausgangsprodukt mittels einer Bündelungs-
35 oder Schichtungstechnik aus einer vorbestimmten Anzahl

von untereinander benachbarten Einzelteilen aus den jeweiligen Ausgangselementen bzw. -verbindungen zusammengefügt wird und daß dann aus diesem Ausgangsprodukt durch mindestens eine querschnittsvermindernde Verformungsbehandlung das Vorprodukt mit den vorbestimmten Schichtdicken aus den Ausgangselementen bzw. -verbindungen erstellt wird.

Die mit dieser Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens verbundenen Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, daß es aufgrund der an sich bekannte Bündelungs- oder Schichtungstechnik auf verhältnismäßig einfache Weise ermöglicht ist, die erwünschten amorphen Legierungen auch mit größeren Dicken zu erhalten. Entsprechende Bündelungs- oder Schichtungstechniken sind beispielsweise zur Herstellung von Supraleitern allgemein üblich (vgl. z.B. die US-PSen 3 218 693, 3 296 684, 3 273 092 oder 3 465 430).

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Erfindung wird nachfolgend noch weiter anhand der Herstellung eines metallischen Glases erläutert, deren vorbestimmte Ausgangselemente oder -verbindungen nicht alle unbedingt metallisch sein müssen, sondern zum Teil auch Metalloide sein können.

Das herzustellende metallische Glas soll eine mittlere Zusammensetzung $A_x B_y$ aufweisen, wobei A und B die beispielsweise metallischen Ausgangselemente sowie x und y Atomprozentante bedeuten. Zum Aufbau des Ausgangsproduktes werden handelsübliche Folien der Metalle A und B mit Dicken zwischen 0,001 mm und 1 mm, vorzugsweise zwischen

0,01 und 0,1 mm verwendet. Über das Verhältnis der Dicke der Folien A und B wird die spätere mittlere Zusammensetzung der Legierung AB festgelegt. Statt einer Folie des Metalls A oder B können auch mehrere übereinander-
5 andergeschichtete Folien eines Metalls verwendet werden, um die richtigen Schichtdicken des jeweiligen Metalls einzustellen. Diese Folien werden nun, nachdem sie in geeigneter Weise geschichtet wurden, auf Dicken zwischen 0,00005 und 0,001 mm, vorzugsweise zwischen
10 0,0001 und 0,0005 mm verformt, da die Diffusionslängen bei den zur Verfügung stehenden Temperaturen, die bekanntlich unterhalb der Kristallisationstemperatur des jeweiligen metallischen Glases AB liegen, sehr gering sind. Der bei der Verformung benötigte Verformungs-
15 grad entspricht dem Verhältnis der Ausgangsfoliendicke zu der für die Diffusionsglühung gewünschten Schichtdicke.

Die jeweilige Bündelungstechnik richtet sich dann nach
20 dem benötigten Verformungsgrad sowie der gewünschten Verformung des Ausgangsproduktes. Unter Umständen ist eine mehrfache Bündelung angebracht. Die erste Bündelung läßt sich entweder durch alternierendes Aufeinanderlegen entsprechend geschnittener Folien der
25 Metalle A und B oder durch gemeinsames Aufwickeln der übereinandergelegten Folien vornehmen. Im letzteren Fall kann das Aufwickeln entweder oval oder kreisförmig erfolgen. Diese Folienbündel können somit aus beliebig vielen Doppel-Folienlagen bestehen unter Berücksichtigung
30 der Ausgangsdicke der Folien und gewünschten Enddicke des Bündels nach der Verformung. Typische Werte liegen zwischen 50 und 500 Lagen. Die Folienbündel werden dann zur Verformung vorteilhaft in eine geeignete Hülle, z.B. aus Stahl oder Kupfer, gesteckt.

Zur Herstellung eines Bleches aus metallischem Glas eignet sich besonders eine Bündelung durch alternierendes Aufeinanderlegen oder ovales Aufwickeln der Folien. Die Verformung erfolgt hier zweckmäßig durch
5 Walzen. Die Hülle des so hergestellten Vorproduktes läßt sich nach der Verformung entweder mechanisch oder chemisch entfernen.

Eine Bündelung durch kreisförmiges Aufwickeln eignet
10 sich zur Herstellung eines draht- oder stabförmigen Zwischenkörpers aus dem metallischen Glas. Hierzu wird das Ausgangsprodukt bildende Folienbündel mit Hülle durch Hämmern, Drahtziehen oder Profilwalzen auf den
15 gewünschten Durchmesser des zu erstellenden Vorproduktes verformt. Auch nicht-kreisförmige Profile können auf diese Weise hergestellt werden.

Sind nach Abschluß dieser Verformungsschritte entweder
20 die Einzelfolien noch zu dick, um eine vollständige Diffusionsreaktion in angemessener Zeit zu ermöglichen oder werden größere Endabmessungen für das Zwischenprodukt gewünscht, so kann sich gegebenenfalls ein
25 zweiter Bündelungsschritt anschließen, mit dem sich dann auch die gewünschte Form des Zwischenprodukts herstellen läßt.

Für die Herstellung von Blechen können ferner die vor-
erwähnten Techniken entsprechend angewandt werden, indem statt der Doppellagen der Metallfolien A und B in
30 dem Ausgangsprodukt bereits verformte Folienbündel verwendet werden. Dabei können wieder beliebig viele Lagen in einer Hülle gebündelt werden. Allerdings ist darauf zu achten, daß die folgende Verformung zur Herstellung
35 des Vorproduktes durch Walzen für eine gute Kompaktierung ausreicht. Drähte oder Stäbe können in einem zwei-

ten Bündelungsschritt entweder entsprechend der oben-
erwähnten Technik durch kreisförmiges Aufwickeln oder
aber durch Bündeln der im ersten Bündelungsschritt er-
zeugten Drähte in einer Hülle und geeigneter Ver-
5 formung hergestellt werden.

Zur Herstellung von Rohren wird das in einem ersten
Bündelungsschritt erzeugte Folienbündel auf ein dünnes
Rohr, z.B. aus Stahl, aufgewickelt und dann in ein
10 zweites Rohr als Hülle hineingesteckt. Die Verformung
zu dem Vorprodukt erfolgt dann durch Rohrziehen oder
Rohrhämmern. Die Hüllrohre können nach Abschluß der
Verformung mechanisch oder chemisch wieder entfernt
werden.

15

Unter besonderen Umständen kann auch auf eine Hülle bei
der ersten oder zweiten Bündelung verzichtet werden.

Ist nach Abschluß der Verformung das gewünschte Vor-
20 produkt mit den vorbestimmten Schichtdicken aus den
Ausgangselementen oder Verbindungen erstellt, erfolgt
die Umwandlung dieses Vorproduktes zu dem Zwischen-
produkt durch eine geeignete Temperaturbehandlung unter
Ausnutzung der anomalen, schnellen Diffusion in be-
25 kannter Weise (vgl. die genannten Literaturstellen
"Phys.Rev.Lett." oder "J.Non-Cryst.Sol."). Hierbei ist
zu beachten, daß je feiner das Gefüge ist, desto
niedrigere Temperaturen oder desto kürzere Glühzeiten
für die vollständige Umwandlung ausreichen. Die Glüh-
30 temperatur muß dabei auf jeden Fall in bekannter Weise
unterhalb der Kristallisationstemperatur des metallischen
Glases liegen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann bei allen Systemen angewandt werden, bei denen sich die amorphe Phase in einer schnellen Diffusionsreaktion erzeugen läßt. Entsprechende Elementkombinationen, bei denen anomale, schnelle Diffusion auftritt, sind allgemein bekannt (vgl. z.B. "Journal of Nuclear Materials", vol. 69 und 70, 1978, Seiten 70 bis 96). Insbesondere sind zu nennen:

- 10 - Ni, Co, Fe, Cu, Ag oder Au in Ti, Zr, Hf, Nb, Y, La, Pb, Sn oder Ge
- sowie in Lanthaniden oder Actiniden;
- B, C in Fe, Ni oder Co.

Neben diesen Elementkombinationen können auch einer oder beide Partner aus einer Verbindung, insbesondere aus einer Legierung mehrerer Elemente bestehen. Als Beispiel hierfür ist B in FeNi aufzuführen.

Ist nur einer der beiden Partner verformbar, so kann das obige Verfahren so abgewandelt werden, daß der nichtverformbare Partner in Pulverform hinzugegeben wird. Hierzu wird das Pulver auf die Folie des verformbaren Partners aufgebracht, beispielsweise aufgestreut oder aufgespritzt, zwischen zwei entsprechende Folien eingelegt oder eingewalzt. Ein entsprechendes Beispiel ist FeNi-B, wo das Bor nicht verformbar ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend noch anhand von zwei Ausführungsbeispielen weiter erläutert.

30

Ausführungsbeispiel I

Zur Herstellung eines amorphen Ni-Zr-Blechtes werden 0,025 mm dicke Ni- und Zr-Folien übereinandergelegt und zu einem ovalen Bündel aufgerollt, das dann in einem Stahlmantel durch Walzen verformt wird. Die Gesamt-

35

dicke wird dabei von 10 mm auf 0,5 mm reduziert. Dabei verringert sich die Dicke der einzelnen Folien auf ca. 0,0012 mm. Nun wird der Stahlmantel durch chemisches Ätzen beispielsweise mit HCl entfernt. Die Ni-Zr-Verbundbleche werden darauf in einem zweiten Bündelungsschritt in einem Stahlmantel 19fach gebündelt und in diesem ebenfalls durch Walzen verformt. Die Gesamtdicke wird dabei wiederum von 10 mm auf 0,5 mm reduziert. Das so entstandene, als Vorprodukt dienende Folienpaket ist dann 0,25 mm dick, 10 mm breit und ca. 300 mm lang. Dabei sind die Einzelfolien zwischen 0,0001 und 0,0005 mm dick. Eine Glühung dieses Vorproduktes zur Ausbildung des Zwischenproduktes bei Temperaturen zwischen 180°C und 400°C, vorzugsweise zwischen 250°C und 350°C für Zeiten zwischen 2 bis 100 Stunden führt dann zur Bildung des amorphen Ni-Zr. Die Bildung dieses amorphen Zustandes kann durch Röntgenuntersuchungen verfolgt werden.

20 Ausführungsbeispiel II

Zur Herstellung eines amorphen Ni-Zr-Drahtes wird entsprechend dem Ausführungsbeispiel I die Doppellage aus Ni- und Zr zu einer Spirale mit etwa 200 Windungen aufgerollt, die dann in einem runden Stahlmantel durch Hämmern und Drahtziehen verformt wird. Dabei wird der Gesamtdurchmesser von 15 mm auf 0,6 mm reduziert. Der Stahlmantel wird dann durch Ätzen mit HCl entfernt. Die Dicke der einzelnen Folien ist hierbei auf ca. 0,001 mm verringert worden. In einem zweiten Bündelungsschritt werden 91 dieser so entstandenen Folienverbunddrähte in einem Stahlmantel mit 8 mm Außendurchmesser gebündelt und erneut durch Hämmern und Drahtziehen auf 1,2 mm verformt. Nach Ablösen des Stahlmantels verbleiben 0,8 mm dicke Ni-Zr-Drähte aus Vorprodukte. Diese Drähte

können dann in einer dem Ausführungsbeispiel I entsprechenden Glühbehandlung zu dem metallischen Glas reagieren.

5 Gemäß den Ausführungsbeispielen wurde davon ausgegangen, daß der zu erstellende metallische Körper in dem Endprodukt ein amorphes, d.h. nicht-kristallines Gefüge, insbesondere das eines metallischen Glases aufweist. Das erfindungsgemäße Verfahren kann jedoch besonders
10 vorteilhaft auch zur Herstellung von mikrokristallinen Materialien über den Umweg des amorphen Zustands vorgesehen werden. Dementsprechend können Zwischenprodukte aus z.B. Nd-Fe-B-Legierungen zunächst in amorpher Form gemäß der Erfindung hergestellt werden. Bei einer
15 folgenden Glühbehandlung wird dann diese Legierung kristallisiert. Das hierbei entstehende mikrokristalline Gefüge weist ausgezeichnete hartmagnetische Eigenschaften auf (vgl. z.B. "Applied Physics Letters", vol. 44, no. 1, Jan. 1984, Seiten 148 und
20 149).

Ferner ist es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht unbedingt erforderlich, daß man mindestens eines der Ausgangselemente bzw. eine der -verbindungen in Folienform
25 vorsieht. Statt durch Aufeinanderlegen oder Bündeln von Folien kann man nämlich das Ausgangsprodukt auch durch Bündeln von Stäben oder Drähten der beiden Ausgangselemente bzw. -verbindungen ausbilden. Darüber hinaus ist es auch möglich, von Rohren aus einem der Ausgangselemente bzw. aus einer der -verbindungen auszu-
30 gehen, die mit dem anderen Element bzw. der anderen Legierung gefüllt sind. Diese Rohre werden dann in bekannter Weise zu dem Ausgangsprodukt gebündelt. Das andere Ausgangselement bzw. die andere Ausgangslegierung kann
35 dabei in fester Form als Draht oder Stab oder auch in

Pulverform vorliegen. Auch kann von einem draht- oder stabförmigen Ausgangselement bzw. einer entsprechenden -verbindung ausgegangen werden, die mit einer mantelförmigen Schicht aus dem mindestens einen weiteren Element bzw. der mindestens einen weiteren Verbindung versehen wird. Entsprechende, für diese Verfahren geeignete Bündelungstechniken sind beispielsweise aus der Supraleitertechnik allgemein bekannt.

10 15 Patentansprüche

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines metallischen Körpers unter Verwendung einer aus mindestens zwei vorbestimmten
- 5 Ausgangselementen oder -verbindungen gebildeten amorphen Legierung, insbesondere eines metallischen Glases, bei welchem Verfahren
- a) ein Vorprodukt mit jeweils benachbarten Schichten aus den Ausgangselementen oder -verbindungen mit
- 10 jeweiliger Schichtdicke von höchstens 0,001 mm erstellt wird,
- b) anschließend in einer schnellen Diffusionsreaktion bei einer vorbestimmten, verhältnismäßig niedrigen Temperatur aus dem Vorprodukt ein Zwischenprodukt
- 15 mit dem nicht-kristallinen Gefüge ausgebildet wird, und
- c) schließlich das Zwischenprodukt zu dem metallischen Körper weiterverarbeitet wird,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- 20 zunächst ein Ausgangsprodukt mittels einer Bündelungs- oder Schichtungstechnik aus einer vorbestimmten Anzahl von untereinander benachbarten Einzelteilen aus den jeweiligen Ausgangselementen bzw. -verbindungen zusammen-
- gefügt wird und daß dann aus diesem Ausgangsprodukt
- 25 durch mindestens eine querschnittsvermindernde Verformungsbehandlung das Vorprodukt mit den vorbestimmten Schichtdicken aus den Ausgangselementen bzw. -verbindungen erstellt wird.
- 30 2. Verfahren 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 eine mehrfache Bündelung oder Schichtung der Ausgangselemente bzw. -verbindungen vorgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der Ausgangselemente bzw. eine der -verbindungen in Folienform vorgesehen wird.
- 5
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß alle Ausgangselemente bzw. -verbindungen als Folien zu dem Ausgangsprodukt zusammengefügt werden.
- 10
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der Ausgangselemente bzw. eine der -verbindung in Draht- oder Stabform vorgesehen wird.
- 15
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß alle Ausgangselemente bzw. -verbindungen als Drähte oder Stäbe zu dem Ausgangsprodukt zusammengefügt werden.
- 20
7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Ausgangselemente bzw. eine der -verbindungen in Rohrform vorgesehen wird und mit dem mindestens einen weiteren
- 25
- Ausgangselement bzw. der mindestens einen weiteren -verbindung als Kern ausgefüllt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine
- 30
- weitere Ausgangselement bzw. die mindestens eine weitere -verbindung in das rohrförmige Ausgangselement bzw. die rohrförmige -verbindung in Draht- oder Stabform oder pulverförmig eingebracht wird.
- 35
9. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das eine draht- oder

stabförmige Ausgangselement bzw. die eine draht- oder stabförmige -verbindung mit dem weiteren Ausgangselement bzw. der weiteren -verbindung ummantelt wird.

5 10. Verfahren 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 eines der Ausgangs-
elemente bzw. eine der -verbindungen in Pulverform zu
dem mindestens einen weiteren folienförmigen Ausgangs-
element bzw. der weiteren folienförmigen -verbindung
10 hinzugefügt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, d a d u r c h g e-
k e n n z e i c h n e t , daß das pulverförmige Aus-
gangselement bzw. die pulverförmige -verbindung auf das
15 weitere Ausgangselement bzw. die weitere -verbindung
aufgestreut oder aufgespritzt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10, d a d u r c h g e-
k e n n z e i c h n e t , daß das pulverförmige Aus-
20 gangselement bzw. die pulverförmige -verbindung
zwischen zwei Folien aus dem weiteren Ausgangselement
bzw. der weiteren -verbindung eingelegt und/oder einge-
walzt wird.

25 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, d a-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das
nicht-kristalline Gefüge des Zwischenproduktes durch
eine vorbestimmte Glühbehandlung in ein mikro-
kristallines Gefüge umgewandelt wird.

30

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, d a-
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß neben
mindestens einem metallischen Ausgangselement oder

35

0162143

-15-

VPA 84P 3174 E

einer metallischen Ausgangsverbindung als mindestens ein weiteres Ausgangselement bzw. weitere -verbindung ein Metalloid verwendet wird.

- 5 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß als die
mindestens eine Ausgangsverbindung eine Legierung vor-
gesehen wird.