

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 563 424 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **92105660.2**

51 Int. Cl.⁵: **C22C 1/09**

22 Anmeldetag: **02.04.92**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.10.93 Patentblatt 93/40

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI SE

71 Anmelder: **MTU MOTOREN- UND
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH**
Postfach 50 06 40
D-80976 München(DE)
Anmelder: **GKSS-FORSCHUNGSZENTRUM
GEESTHACHT GMBH**
Max-Planck-Strasse
D-21502 Geesthacht(DE)

72 Erfinder: **Smarsly, Wilfried, Dr.**
Schraudolphstrasse 24
W-8000 München 40(DE)
Erfinder: **Dahms, Michael, Dr.**
Gertstentwiet 10
W-2045 Geesthacht(DE)

74 Vertreter: **Baum, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
MTU MOTOREN- UND
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH,
Postfach 50 06 40
D-80976 München (DE)

54 **Verbundwerkstoff aus einem metallischen Matrixwerkstoff und festigkeitserhöhenden Langfasern und Verfahren zu seiner Herstellung.**

57 Die Erfindung betrifft einen Verbundwerkstoff aus einem metallischen Matrixwerkstoff und festigkeitserhöhenden Langfasern und ein Verfahren zu seiner Herstellung. Der Verbundwerkstoff besteht aus einer spröden intermetallischen Verbindung, die aus mindestens einer duktilen und niedrigschmelzenden Komponente und mindestens einer Komponente aus den Elementen Al, Ni, Co, Nb oder Fe besteht und aus Langfasern, die allseits voneinander beabstandet im Matrixwerkstoff angeordnet sind. Bei der Herstellung wird zunächst aus einem Pulvergemisch, das die elementaren Komponenten der intermetallischen Verbindung enthält ein Verbundwerkstoffrohling mit den festigkeitserhöhenden Langfasern hergestellt. Dieser Verbundwerkstoffrohling wird formgebend bis zur sandkonturnahen Ausbildung des Bauteils bearbeitet und anschließend zur Bildung der intermetallischen Verbindung reaktionsges-

intert.

EP 0 563 424 A1

Die Erfindung betrifft einen Verbundwerkstoff aus einem metallischen Matrixwerkstoff und festigkeitserhöhenden Langfasern und ein Verfahren zu seiner Herstellung.

Die zukünftige Antriebs- und Zellentechnologie für Hyperschallflugzeuge erfordert für Strukturbauteile wie Gehäuse und Aufhängung sowie Funktionsbauteile wie Heißgaskanal, Verstelldüse oder Schaufeln im Kerntriebwerk Werkstoffe, die leichter, zug- und druckfester und stabiler bei hohen Betriebstemperaturen sind, als bisher eingesetzte Materialien. Der Vorteil von leichteren Antrieben bei gleichzeitig verminderten Anforderungen an die Kühlsysteme liegt in einem besseren Schub zu Gewichts-Verhältnis. Wegen hoher Oxidationsbeständigkeit, hoher Korrosionsfestigkeit, hohem Schmelzpunkt und relativ geringem spezifischem Gewicht sind besonders intermetallische Verbindungen wie Ti_3Al , $TiAl$, $FeAl$ und $NbAl_3$ vielversprechende Materialien für künftige Luft- und Raumfahrtanwendungen. Allerdings sind die meisten Modifikationen der intermetallischen Verbindung bei niedrigen Temperaturen spröde und haben geringe Zugfestigkeiten und Kerbschlagzähigkeiten.

Ein gattungsgemäßer Verbundwerkstoff und sein Herstellungsverfahren sind aus US-PS 3,936,550 bekannt. Der Verbundwerkstoff ist ein faserverstärktes Metallband. Wobei die festigkeitserhöhenden Fasern zwischen zwei Metallfolien, die plastisch zu einer Metallmatrix verformt werden, eingebettet sind. Die Metallfolien bestehen vorzugsweise aus Aluminium, Titan und ihren Legierungen und die festigkeitserhöhenden Fasern sind vorzugsweise Borfasern.

Diese Anordnung und die Herstellungsmethode dieser Anordnung ist auf spröde intermetallische Verbindungen wie sie beispielsweise $TiAl$ und $NiAl$ darstellen nicht anwendbar, da ihre Verformbarkeit begrenzt ist und die Unterschiede in den thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Fasern aus amorphem Bor und spröden intermetallischen Verbindungen als Matrix problematisch sind. Der letztere Nachteil führt dazu, daß die spröde Matrix aus einer intermetallischen Verbindung bereits beim Abkühlen nach einem Heißpreßvorgang reißt. Es ist bekannt, daß duktile Legierungen intermetallischer Verbindungen wie die duktile Legierung des Ti_3Al mit Legierungskomponenten wie V, Mo, Nb erfolgreich als Matrixmaterial für faserverstärkte Bauteile einsetzbar ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen gattungsgemäßen Verbundwerkstoff und ein Verfahren zu seiner Herstellung anzugeben, der die hochtemperaturfesten und korrosionsbeständigen Eigenschaften einer spröden intermetallischen Verbindung mit den Festigkeitseigenschaften eines elastischen faserverstärkten Metalles oder einer faserverstärkten Metallegierung zeigt.

Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß der Matrixwerkstoff eine spröde durch Reaktionssintern gebildete intermetallische Verbindung aus mindestens einer duktilen und niedrigschmelzenden Komponente und mindestens einer Komponente aus den Elementen Al, Ti, Ni, Co, Nb oder Fe ist und die Langfasern allseits voneinander beabstandet im Matrixwerkstoff angeordnet sind.

Dieser Verbundwerkstoff hat den Vorteil, daß er nicht nur alle Vorteile spröder intermetallischer Verbindungen und die Vorteile eines faserverstärkten Metalles aufweist, sondern daß er in einem Zwischenstadium nämlich bevor die intermetallische Matrix durch Reaktionssintern gebildet wird, bei niedrigen Temperaturen duktil und damit formbar und bearbeitbar vorliegt und alle Bauteile, die aus faserverstärkten Metallen oder Metallegierungen als Verbundwerkstoff herstellbar sind, können nun mit verbesserten Eigenschaften aus faserverstärkten intermetallischen Verbindungen entstehen.

In einer bevorzugten Ausbildung der Erfindung bestehen die Langfasern aus Mo, Ta, W oder Legierungen dieser Elemente oder aus SiC , TiB_2 , TiC oder Al_2O_3 . Ein Verbundwerkstoff aus einer Matrix aus W oder ihren Legierungen hat den Vorteil, daß die hohe Flexibilität W oder ihren Legierungen hat den Vorteil, daß die hohe Flexibilität und Elastizität der metallischen Fasern mit der Korrosions- und Oxidationsbeständigkeit von spröden intermetallischen Verbindungen gepaart ist und außerdem das Gewicht gegenüber Bauteilen aus den Schwermetallen Mo, Ta, W oder ihren Legierungen vermindert wird.

Die keramischen Langfasern SiC , TiB_2 , TiC und Al_2O_3 haben neben erhöhten Festigkeitseigenschaften den Vorteil, daß sie zusätzlich korrosionsbeständig und oxidationsbeständig sind und deshalb eine größere konstruktive Gestaltungsfreiheit für das Bauteil zulassen, da ein Verbundwerkstoff mit diesen Fasern in allen Raumrichtungen geschnitten oder bearbeitet werden kann, ohne besondere Korrosions- oder Oxidationsschutzmaßnahmen für freiliegende Fasern oder Faserenden vorsehen zu müssen.

Eine weitere bevorzugte Ausbildung des Verbundwerkstoffes besteht darin, daß der Matrixwerkstoff die intermetallische Verbindung $NiAl$ oder Ni_3Al ist. Diese intermetallischen Verbindungen sind extrem spröde bei niedrigen Temperaturen und nur als Verbundwerkstoff bei hohem Anteil an Faserwerkstoff zwischen 30 und 60 vol% als temperaturwechselbeständiger Werkstoff einsetzbar.

Darüberhinaus besteht der Matrixwerkstoff vorzugsweise aus den hochtemperaturfesten, steifen und gewichtssparenden intermetallischen Verbindungen $NbAl_3$, $FeAl_3$ oder $TiAl$. Diese intermetallischen Verbindungen weisen eine extrem geringe Kerbschlagzähigkeit auf, die mit der Bildung eines

faserverstärkten Verbundwerkstoffes vorteilhaft überwunden wird, so daß ein Verbundwerkstoff für großflächige, dünnwandige Struktur- und Zellen-segmente im Flugzeug-, Raumfahrzeug-, Motoren- und Turbinenbau zur Verfügung steht.

Ein bevorzugter Verbundwerkstoff weist als Material der Langfasern TiC oder TiB₂ und als Matrixwerkstoff die intermetallische Verbindung TiAl auf. Eine derartige Materialkombination hat den Vorteil, daß die thermisch induzierten Spannungen durch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten zwischen Matrixmaterial und Langfasern minimiert werden, da einerseits die Unterschiede im thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei dieser bevorzugten Kombination gering sind und andererseits eine verbesserte Oberflächenhaftung zwischen Fasermaterial und Matrixmaterial auftritt.

Die Aufgabe ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem Verbundwerkstoff mit Matrixwerkstoff aus spröden durch Reaktionssintern gebildeten intermetallischen Verbindungen und aus mindestens einer duktilen und niedrigschmelzenden Komponente und mindestens einer Komponente aus den Elementen Al, Ti, Ni, Co, Nb oder Fe anzugeben, wobei die Langfasern allseits voneinander beabstandet im Matrixwerkstoff angeordnet sind, wird durch folgende Verfahrensschritte gelöst:

a) Herstellen eines Pulvergemisches aus elementaren metallischen Komponenten mit mindestens einer niedrigschmelzenden Komponente einer intermetallischen Verbindung oder aus elementaren metallischen Komponenten und Vorlegierungen einer intermetallischen Verbindung in einem stöchiometrischen Verhältnis einer intermetallischen Verbindung, wobei mindestens eine Komponente aus den Elementen Al, Ti, Ni, Co, Nb oder Fe gebildet wird.

b) Aufheizen des Pulvergemisches zu einem Heißpulvergemisch oder zu einem teigigen Sinterkuchen auf eine Temperatur, die höchstens die Schmelztemperatur der niedrigschmelzenden Komponente des Pulvergemisches erreicht und deutlich unter der Reaktionstemperatur für die intermetallische Verbindung liegt.

c) Einlegen von keramischen oder amorphen Langfasern in das Heißpulvergemisch oder in ein zu Folien verdichtetes Heißpulvergemisch oder in den teigigen Sinterkuchen in gleichmäßigen Abständen zur Bildung eines Verbundwerkstoffrohlings.

d) Vorverdichten und/oder Abkühlen des Heißpulvergemisches oder des teigigen Sinterkuchens mit keramischen oder amorphen Langfasern zu einem form- und sinterbaren Verbundwerkstoffrohling aus Sintermatrix und Langfasern.

e) Formung des Verbundwerkstoffrohlings aus Sintermatrix und Langfasern durch Pressen, Walzen, Schmieden oder mechanisches Bearbeiten wie spanabhebendes Bearbeiten, Schleifen oder Polieren, zu einem sinterbaren endkonturnahen Bauteil und Reaktionssintern des endkonturnahen Bauteils bei der Reaktionstemperatur für die intermetallische Verbindung, wobei die Sintermatrix zur intermetallischen Verbindung reagiert und die Langfasern das Bauteil gleichmäßig beabstandet durchziehen.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß es in einer Vorstufe, also bis zum Verfahrensschritt e) einen Verbundwerkstoffrohling liefert, der äußerst flexibel ist und wie bekannte faserverstärkte Metalle bearbeitet werden kann. Dazu wird vorzugsweise ein Vorpressen oder Vorsintern durchgeführt, bei dem eine 95% Raumerfüllung der Sintermatrix erreicht wird, wobei die Duktilität und Bearbeitbarkeit der niedrigschmelzenden Komponente der intermetallischen Verbindung ausschlaggebend ist, da noch keine spröde intermetallische Verbindung gebildet wird.

Formfestigkeit und Maßgenauigkeit werden erst nach dem Reaktionssintern erreicht, wobei sich die spröde Phase der intermetallischen Verbindung als Matrixmetall ausbildet und eine gegenüber der sinterfähigen Metallkomponentenmatrix des Verbundwerkstoffrohling erhöhte Oberflächenhärte, Korrosions- und Oxidationsbeständigkeit bewirkt.

Um die Langfasern gleichmäßig beabstandet im Verbundwerkstoffrohling anzuordnen wird vorzugsweise das Heißpulvergemisch zunächst zu Folien oder Platten aus Sintermatrix vorverdichtet und anschließend die Langfasern zwischen den vorverdichteten Folien oder Platten gleichmäßig beabstandet eingelegt und durch Schmieden, Walzen oder Pressen in die vorverdichteten Folien oder Platten eingebettet. Aus dem duktilen Verbundwerkstoffrohling mit vorverdichteter Sintermatrix wird bei der Formgebung das Bauteil vorteilhaft aus dem duktilen Verbundwerkstoffrohling endkonturnah gestaltet und anschließend durch ein Reaktionssintern aus dem Sintermatrixwerkstoff die intermetallische Verbindung als Matrixwerkstoff des Verbundwerkstoffs hergestellt. Das Reaktionssintern kann vorzugsweise bei geeigneter Vorverdichtung von mindestens 95% der maximal möglichen Dichte drucklos erfolgen.

In einer weiteren bevorzugten Durchführung des Verfahrens werden verdichtende Formgebung und Reaktionssintern in einem Verfahrensschritt wie Strangpressen, Walzen oder Schmieden bei Reaktionstemperatur für die intermetallische Verbindung erfolgen. Mit dieser Verfahrensvariante können vorteilhaft Strukturbauteile wie Profilstützen, Träger, Spanten oder Rippen hergestellt werden. In diesem Fall werden vorzugsweise als Lang-

fasern keramische Langfasern aus Oxiden, Boriden, Nitriden oder Karbiden eingesetzt, da ein Verbundwerkstoff mit diesen Langfasern ohne Nachteil für die Struktur in beliebige Bauteillängen ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen für die Faserenden trennbar ist.

Zum Reaktionssintern des Bauteils wird vorzugsweise auch ein heißostatisches Preßverfahren eingesetzt. Dieses findet vorteilhaft Anwendung, wenn die Sintermatrix des Verbundwerkstoffrohrlings eine Vorverdichtung unter 95% der maximal möglichen Dichte aufweist oder wenn die Dichte des Verbundwerkstoffs bis zur maximal möglichen Dichte beim Reaktionssintern gesteigert werden soll.

Beim Reaktionssintern können Modifikationen der intermetallischen Verbindung auftreten, die erst durch eine Wärmebehandlung nach dem Reaktionssintern in andere Modifikationen umgesetzt werden müssen, um vorteilhafte Eigenschaften, wie hohe Haftung zwischen Matrixwerkstoff und Faserwerkstoff oder hohe Elastizität oder geeignete Oberflächenhärte oder volumenspezifische Ausscheidungshärtung zu bewirken. Deshalb erfolgt vorzugsweise nach dem Reaktionssintern des Bauteils eine abschließende Wärmebehandlung.

Die folgenden Beispiele sind Ausführungsbeispiele der Erfindung.

Beispiel 1

Ein Deckbandring für die Laufschaufeln eines Turbinenrades besteht aus der reaktionsgesinterten intermetallischen Verbindung NiAl als Metallmatrix und ist mit gleichmäßig beabstandeten Langfasern aus Mo durchzogen, wobei die Langfasern 30 bis 60 Vol% des Deckbandringes erfüllen und die Metallmatrix 98% ihrer maximalen Dichte aufweist.

Zur Herstellung dieses Bauteils wurde zunächst ein Pulvergemisch aus den elementaren metallischen Komponenten Ni und Al mit der niedrigschmelzenden Komponente Al der intermetallischen Verbindung NiAl im stöchiometrischen Verhältnis der intermetallischen Verbindung gebildet. Dazu wurde das Ni- und Al-Elementpulver mit 31,5 Gew.% Al gemischt.

Für ein Strangpreßverfahren wurde das Pulvergemisch aus Ni/Al31,5 zu einem Heißpulvergemisch auf eine Temperatur die höchstens der Schmelztemperatur der niedrigschmelzenden Komponente Al entsprach aufgeheizt, die damit deutlich unter der Reaktionstemperatur für die intermetallische Verbindung lag. Beim Strangpressen wurde das Heißpulvergemisch zu einem metallischen Strang verpreßt und der Preßling anschließend zu 50µm bis 150µm dicken Folien gewalzt.

Anschließend wurden metallische Langfasern aus Mo zwischen die Folien aus dem vorverdichte-

ten Heißpulvergemisch gleichmäßig beabstandet gelegt und dabei auf einen Zylinder mit den Folien unter kaltverformendem Walzendruck zu einem Verbundwerkstoffrohling gewickelt, wobei Außendurchmesser und Außenkontur des Zylinders dem Innendurchmesser und der Innenkontur des Bauteils entsprechen.

Dieser vorverdichtete Verbundwerkstoffrohling eines Deckbandringes wird anschließend bei 700 ° C für 24 h unter Schutzgas bei 50 bis 200 MP zu einem Bauteil aus einem Verbundwerkstoff aus der intermetallischen Verbindung NiAl und Mo-Langfasern reaktionsgesintert.

Beispiel 2

Rechteckige Stützträger einer Flugzeugdruckkabine bestehen aus einem Verbundwerkstoff aus der intermetallischen Verbindung TiAl als Matrixwerkstoff und Al₂O₃ aus festigkeitserhöhenden keramischen Langfasern aus Al₂O₃.

Zur Herstellung dieser Bauteile wurde zunächst ein Pulvergemisch aus den elementaren metallischen Komponenten Ti und Al mit der niedrigschmelzenden Komponente Al der intermetallischen Verbindung gebildet. Dazu wurde das Ti- und Al-Elementpulver mit einem Anteil von 35 Gew.% Al gemischt.

Für ein Strangpressen wurde das Pulvergemisch aus Ni/Al35 zu einem Heißpulvergemisch auf eine Temperatur die höchstens der Schmelztemperatur der niedrigschmelzenden Komponente Al entsprach aufgeheizt, die damit deutlich unter der Reaktionstemperatur für die intermetallische Verbindung lag. Beim Strangpressen wurde das Heißpulvergemisch zu einem metallischen Strang verpreßt und der Preßling anschließend zu 50µm bis 150µm dicken Folien gewalzt.

Anschließend wurden zwischen mehrere Lagen der aus dem Heißpulvergemisch vorverdichteten und gewalzten Folien Langfaserlagen aus gleichmäßig beabstandeten Langfasern aus Al₂O₃ gelegt und dieses Paket zu einem Verbundkörperrohling kaltverpreßt.

Dieser Verbundkörperrohling einer Sintermatrix aus Ti/Al35 und Langfasern aus Al₂O₃ wurde anschließend durch Sägen und Schleifen zu rechteckigen Trägern verarbeitet. Abschließend erfolgte das Reaktionssintern zu einem Bauteil aus einem Verbundwerkstoff aus der intermetallischen Verbindung TiAl und den festigkeitserhöhenden Langfasern Al₂O₃ bei 900 ° C für 24 h drucklos im technischen Hochvacuum von weniger als 1 mP.

Patentansprüche

1. Verbundwerkstoff aus einem metallischen Matrixwerkstoff und festigkeitserhöhenden Langfa-

- sern, dadurch gekennzeichnet, daß der Matrixwerkstoff eine spröde intermetallische Verbindung aus mindestens einer duktilen und niedrighschmelzenden Komponente und mindestens einer Komponente aus den Elementen Al, Ti, Ni, Co, Nb oder Fe ist und die Langfasern allseits voneinander beabstandet im Matrixwerkstoff angeordnet sind.
- 5
2. Verbundwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Langfasern aus Mo, Ta, W oder Legierungen dieser Elemente oder aus SiC, TiB₂, TiC oder Al₂O₃ bestehen.
- 10
3. Verbundwerkstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Matrixwerkstoff die intermetallische Verbindung NiAl oder Ni₃Al ist.
- 15
4. Verbundwerkstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Matrixwerkstoff die intermetallische Verbindung NbAl₃, FeAl₃ oder TiAl ist.
- 20
5. Verbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Langfasern aus TiC oder TiB₂ bestehen und der Matrixwerkstoff die intermetallische Verbindung TiAl ist.
- 25
6. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem Verbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5 gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte,
- 30
- a) Herstellen eines Pulvergemisches aus elementaren metallischen Komponenten mit mindestens einer niedrighschmelzenden Komponente einer intermetallischen Verbindung oder aus elementaren metallischen Komponenten und Vorlegierungen einer intermetallischen Verbindung in einem stöchiometrischen Verhältnis einer intermetallischen Verbindung, wobei mindestens eine Komponente aus den Elementen Al, Ti, Ni, Co, Nb oder Fe gebildet wird,
- 35
- b) Aufheizen des Pulvergemisches zu einem Heißpulvergemisch oder zu einem teigigen Sinterkuchen auf eine Temperatur, die höchstens die Schmelztemperatur der niedrighschmelzenden Komponente des Pulvergemisches erreicht und deutlich unter der Reaktionstemperatur für die intermetallische Verbindung liegt.
- 40
- c) Einlegen von keramischen oder amorphen Langfasern in das Heißpulvergemisch oder in ein zu Folien vorverdichtetes Heißpulvergemisch oder in den teigigen Sinterkuchen in gleichmäßigen Abständen zur Bildung eines Verbundwerkstoffrohlings,
- 45
- d) Vorverdichten und/oder Abkühlen des Heißpulvergemisches oder des teigigen Sinterkuchens mit keramischen oder amorphen Langfasern zu einem form- und sinterbaren Verbundwerkstoffrohling aus Sintermatrix und Langfasern.
- 50
- e) Formung des Verbundwerkstoffrohlings aus Sintermatrix und Langfasern durch Pressen, Walzen, Schmieden oder mechanisches Bearbeiten wie spanabhebendes Bearbeiten, Schleifen oder Polieren, zu einem sinterbaren endkonturnahen Bauteil und Reaktionssintern des endkonturnahen Bauteils bei der Reaktionstemperatur für die intermetallischen Verbindung, wobei die Sintermatrix zur intermetallischen Verbindung reagiert und die Langfasern des Bauteils gleichmäßig beabstandet durchziehen.
- 55
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Heißpulvergemisch zunächst zu Folien oder Platten aus Sintermatrix vorverdichtet wird und anschließend die Langfasern zwischen den vorverdichteten Folien oder Platten gleichmäßig beabstandet eingelegt und durch Schmieden, Walzen oder Pressen in die vorverdichteten Folien oder Platten eingebettet werden und schließlich die Formgebung (Kaltverformen) und das Reaktionssintern erfolgen.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß Formgebung und Reaktionssintern in einem Verfahrensschritt wie Strangpressen oder Walzen bei Reaktionstemperatur für die intermetallische Verbindung erfolgen (Heißverformen).
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Reaktionssintern des Bauteils drucklos erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zum Reaktionssintern des Bauteils ein heißsostatisches Preßverfahren eingesetzt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Reaktionssintern des Bauteils eine abschließende Wärmebehandlung erfolgt.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 10 5660

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	EP-A-0 360 468 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) * Spalte 9, Zeile 20 - Zeile 45; Ansprüche 1,4-6,12; Abbildungen 4A,4B; Beispiel c * ---	1-2,4-6	C22C1/09
X	US-A-4 816 347 (ROSENTHAL ET AL.) * Ansprüche 1-3,10 * ---	1-2,4-5,7-11	
X	US-A-4 847 044 (GHOSH) * Spalte 3, Zeile 20 - Zeile 23; Ansprüche 1,3,6-8,10 * ---	1-5	
A	EP-A-0 332 430 (TOYOTA JIDOSHA K.K.) * Beispiele; Tabellen * ---	1-11	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 120 (M-1096)(1991) 18. Januar 1991 & JP-A-30 10 834 (KOBE STEEL LTD.) * Zusammenfassung * -----	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	10 DEZEMBER 1992	LOISELET-TAISNE S.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 01.82 (P0400)