



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 525 325 A1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: **92108827.4**

⑮ Int. Cl. 5: **B28B 1/26, B22F 3/22,
C23C 24/00**

⑭ Anmeldetag: **26.05.92**

⑯ Priorität: **22.06.91 DE 4120706**

⑰ Anmelder: **FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH
GMBH
Wilhelm-Johnen-Strasse
W-5170 Jülich(DE)**

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.02.93 Patentblatt 93/05

⑱ Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI SE

⑲ Erfinder: **Ruder, Arie, Dr.
Haubourdinstrasse 12a
W-5170 Jülich(DE)**
Erfinder: **Buchkremer, Hans Peter, Dr.
Im Mühlenkamp 31
W-5138 Heinsberg(DE)**
Erfinder: **Hecker, Rudolf, Prof.
Gelderner Strasse 18
W-5170 Jülich(DE)**
Erfinder: **Stöver, Detlev, Dr.
Taubenforst 9
W-5162 Niederzier(DE)**

⑳ Verfahren zur Herstellung dichter Sinterwerkstücke.

⑵ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen dichter Sinterwerkstücke aus metallischen oder keramischen Materialien. Es wird eine fließfähige Gießmasse aus dem pulverisierten Material, einem Binder und einem Lösungsmittel in eine vorbestimmte Form gegossen und anschließend getrocknet. Der so gebildete Grünkörper wird entbündert und gesintert.

In der Gießmasse sollte der Binderanteil minimiert sein. Zweckmäßig wird die Form während des Gießens erschüttert. Von Vorteil ist eine Temperierung während des Trocknens bei gleichzeitigem Unterdruck. Durch entsprechende Anwendung des Verfahrens können auch mehrschichtige Werkstücke hergestellt werden.

EP 0 525 325 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen dichter Sinterwerkstücke aus Metall, einer Metalllegierung oder aus keramischen Werkstoffen, bei dem zunächst aus einem Gemisch des als Pulver vorliegenden Metalls, der Metalllegierung oder des keramischen Werkstoffs und einem Binder ein Grünkörper geformt wird, dieser entbindert, gesintert und der Sinterkörper ggf. durch Heißisostatisches Pressen (HIP-Verfahren) verdichtet wird.

Dieses bekannte Verfahren, bei dem der Grünkörper z.B. im Vakuum gesintert und anschließend der HIP-Schritt angewandt wird, dient dazu, Werkstücke annähernd auf ihre theoretisch mögliche Werkstoffdichte zu kompaktieren.

Zur Herstellung des Grünkörpers wurde bisher ein viskoses Gemisch aus Pulver und Binder (Wachse und Kunststoffe) hergestellt und dieses Gemisch unter Druck von einigen Hundert Bar in die vorbestimmte Form gepreßt. Ganz abgesehen davon, daß bei dieser Verfahrensweise enge Hohlräume der zu füllenden Form für die viskose Masse unzugänglich sein können, zeigt sich auch, daß beim anschließenden Binderentfernungs- bzw. Sinterungsvorgang, dem die unter Druck in die Form gefüllte viskose Masse unterworfen wird, der Binder nicht vollständig aus der Masse bzw. dem Grünkörper entweicht, so daß unerwünschte Rückstände im Werkstück verbleiben können.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren der eingangs bezeichneten Art zu schaffen, daß die vorgenannten Nachteile weitgehend vermeidet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zunächst das Gemisch derart aus dem Pulver, dem Binder, dessen Anteil im Gemisch so bemessen ist, daß er zur Verfestigung des Pulver-Binder-Gemisches zur Bildung des Grünkörpers ausreicht und dabei am Gemisch 2 bis 5 Vol% beträgt, und einem Lösungsmittel für den Binder gebildet wird, daß es als fließfähige, festflüssige Masse (Gießmasse) vorliegt, wonach diese Masse in die vorbestimmte Form gegossen, aufgetragen oder aufgesprayt und anschließend getrocknet wird, wobei das Lösungsmittel entweicht und der verbleibende Binder das Pulver-Binder-Gemisch verfestigt, so daß der Grünkörper gebildet wird, der anschließend entbindert und gesintert wird.

Wie sich gezeigt hat, können durch diese erfindungsgemäße Verfahrensweise, die als "Naß-Pulvergießen" bezeichnet werden kann, aus Pulvern verschiedener Materialien und mit verschiedenen Teilchengrößenverteilungen dreidimensionale, endkonturnahe, feste Körper von vorher entworfener Gestalt und/oder Größe geformt werden. Die rheologischen Eigenschaften der Pulver-Träger-Binder-mischung vor dem Gießen werden genutzt, um eine freie (durch Gravitation), ggf. auch erzwungene Formfüllung zu erreichen, wobei nach der Ent-

fernung des Lösungsmittel (während der Trocknung) das Pulver-Bindergemisch sich in einen festen Grünkörper verfestigt, der die Innenkonturen der Form wiedergibt. Zur erzwungenen Formfüllung werden allenfalls Drücke wenig oberhalb Atmosphärendruck eingesetzt.

Der Grünkörper wird nach dem Trocknen aus der Form entfernt und ist damit bereit für die weitere Bearbeitung.

Die Gießmasse wird zweckmäßigerweise in einem separaten Gefäß hergestellt, wonach sie durch einen Einguß oder einen Trichter in die Form gegossen wird.

Ein ausreichendes Verfüllen der Form wird durch die Gravitation erreicht und kann durch gezielte Erschütterung der Form begleitet werden. Hierzu sind äußere Vibrationen und/oder Rotationen der Form von hand oder mechanisch dienlich.

Die Entfernung des Lösungsmittels aus der in die Form gefüllten Masse kann unter Normaldruck und bei Raumtemperatur erfolgen. Dieser Trocknungsvorgang kann aber auch bei erhöhter Temperatur und/oder unter leichtem Unterdruck stattfinden bzw. dadurch beschleunigt werden.

Sollen Werkstücke aus unterschiedlichen Schichtungen (graduierte Werkstoffe) hergestellt werden, so kann der Aufbau der Füllung in mehreren Schritten mit unterschiedlichen Materialien erfolgen. Eine hierfür zweckmäßige Verfahrensweise besteht dabei darin, daß aus unterschiedlichen Materialien gebildete Gemische nacheinander in die Form gegossen werden, so daß die eingegossene Masse und damit auch der danach gebildete Grünkörper aus übereinanderliegend angeordneten Schichten unterschiedlicher Zusammensetzung besteht.

Nach dem Eingießen des ersten Materials mit bestimmter Zusammensetzung wird ein zweites auf das erste gegossen. Dieser Prozeß wird bis zur vollständigen Füllung der Form fortgesetzt, so daß ein aus verschiedenen Materialien aufgebauter Schichtsystem-Grünkörper mit einer abgestuften Struktur, z.B. bezüglich Material, Porosität, Korn/Teilchengrößenverteilung, entsteht.

Eine weitere Verfahrensvariante besteht darin, daß das Gemisch über/oder um einen in die Form vorab eingebrachten Grünkörper oder ein bereits fertiges Werkstück eingefüllt wird.

Auf diese Weise läßt sich eine innere oder äußere Beschichtung(en) oder Umhüllung eines bereits erzeugten, festen Teils herstellen, wobei nach dem Einbringen in eine geeignete Form die Gießmasse in die Hohlräume und die zu beschichtende Oberfläche gegossen wird.

Wie sich gezeigt hat, kann die Gießmasse auch mit einem Pinsel aufgetragen oder aufgesprayt und dann mit gutem Erfolg weiterbehandelt werden.

Verbundwerkstoffe bzw. graduierte Werkstoffe

können hergestellt werden, indem die Einlagekomponente in die Vormischung eingebracht wird oder indem sie vor dem Gießen in die Form eingebracht wird.

Die erzielte Festigkeit des Grünkörpers hängt im allgemeinen von 2 Parametern ab:

- a. vom relativen Volumenanteil des Binders im Grünkörpers und
- b. von der mittleren Teilchengröße des verwendeten Pulvers.

Generelle Regel ist dabei, daß der Anteil des Binders im Gemisch so zu bemessen ist, daß er gerade zur Verfestigung der Masse zur Bildung eines handhabbaren Grünkörpers ausreicht. Die hierzu erforderliche Menge des Binders ist leicht durch einige Vorversuche zu ermitteln, sie liegt im Bereich zwischen 2 und 5 Vol%.

Wie sich gezeigt hat, haben Grünkörper mit einem Binderanteil von 0,02 (2,00 Vol%) mit Teilchengrößen von ca. 20 µm eine beachtliche Festigkeit. Bei der Verwendung von größeren Teilchen mit demselben Binderanteil ist die Festigkeit jedoch immer noch hinreichend, um ein sicheres Handhaben der Grünkörper zu gewährleisten. Der Binderanteil läßt sich durch kontrolliertes Hinzufügen oder Verdampfen des flüssigen, flüchtigen Lösungsmittel-Bestandteils (Träger) variieren. In der Praxis wird der maximale Volumenanteil durch die Löslichkeitsgrenze des Binders im Lösungsmittel oder durch die relative natürliche Porosität begrenzt, die ungefähr 26 % bei ideal gepackten Kugelteilchen beträgt.

Da das erfundungsgemäße Verfahren nur verhältnismäßig kleine Bindermengen (2 - 5 Vol.-%) verwendet, ist nur ein Teil des Raumes zwischen den Teilchen von Binder erfüllt. Deshalb kondensiert der Binder während der Entfernung (Verdampfung) des Lösungsmittels (Trägers) als dünner Film auf den Pulverteilchen und eine schnelle, kontinuierliche Entfernung des Lösungsmittels (Trägers) durch die freien Teilchenzwischenräume findet statt.

Die Endfestigkeit des Grünkörpers wird erreicht nach der vollständigen Entfernung des Lösungsmittels (Trägers) und nach dem Festwerden des Binders bei Raumtemperatur (ggfs. auch bei erhöhter Temperatur) als festes Netzwerk mit Verbindungsbrücken zwischen benachbarten Pulverteilchen.

Die Tatsache, daß die Bindung der Pulverteilchen, eines mit dem anderen, durch die Bildung von lokalen Brücken gewährleistet wird, ist nicht nur vorteilhaft für die Entfernung der Lösungsmittel, sondern ist auch für den anschließenden Prozeß der Sinterung von großer Bedeutung.

Nach Bildung des Grünkörpers wird dieser einer thermisch aktivierten Entbinderungs- und Sinterbehandlung unterzogen. Dabei wird der Grünkör-

per zur Entfernung des Binders erhitzt. Dieser Entbinderungsprozeß ist nicht auf ein bestimmtes Zeit-Temperatur-Programm beschränkt (Profile, Zeifolgen, Zyklen), obwohl einige Teilschritte erforderlich sind, um eine vollständige Binderentfernung zu ermöglichen. Eine typische Verfahrensweise besteht darin, daß die Grünkörper mit einer Rate von 3 - 10 °C/min auf eine Temperatur im Bereich von 280 bis 420 °C aufgeheizt und je nach der Größe des Körpers auf dieser Temperatur bis zur Entfernung des Binders gehalten wird. Anschließend wird der Körper auf Sintertemperatur bis mit einer Rate von > 10 °C/min aufgeheizt.

Die besten Entbinderungsergebnisse erhält man in der Regel unter Fein- bis Hochvakuumbedingungen, wenn auch ein beachtlicher Entwachsumfang bei Atmosphärendruck oder leichtem Vakuum stattfindet. Eine Entbinderung unter strömender Gasatmosphäre ist ebenso möglich.

Die Unempfindlichkeit des Entbinderungsprozesses auf den speziellen thermischen Zyklus als auch die Möglichkeit relativ hohe Heizraten zu verwenden liegt primär an zwei Faktoren:

- a. der geringe Volumenanteil des Binders hat eine offene Struktur zwischen den Teilchen zur Folge. Diese gewährleistet für die Dämpfe, die von dem sich zersetzenen Binder stammen, einen unbehinderten Weg aus dem Grünkörper.
- b. die intrinsichen Eigenschaften des Binders, der, wenn er über den Schmelzpunkt erhitzt wird, in ein hoch-viskoses Produkt polymerisiert, so daß die netzwerkartige Struktur zwischen den Teilchen und die damit verbundene Form des Grünkörpers bestehen bleibt.

Hohe Temperaturen fördern das schnelle Aufspalten des Binders in einen Dampf, der außerhalb des Grünkörpers entweder in der Atmosphäre oder abgepumpt von einem Vakuumsystem sublimiert. Das Aufspalten und Entfernen dauert so lange, bis der Binder herausgebrannt ist.

Die Tatsache, daß die Festigkeit des entbundenen Grünkörpers ausreichend ist, um eine weitere Handhabbarkeit zu gewährleisten, liegt an möglichen Binder-Spaltungsrückständen, die die Pulverteilchen in der jeweiligen Lage halten.

Als Material für die herzustellenden Werkstücke können Materialien, wie Superlegierungen, Edelstahl, Titanlegierungen und Aluminiumlegierungen, Eisenwerkstoffe, keramische Pulver z.B. Zirkonoxid, Chromoxid, Lathanoxid, Perovskite, Aluminiumoxid, Siliziumoxid vorgesehen werden. Als Binder sind Wachs, Schellak, PMMA und als Lösungsmittel Alkohol, Trichlorethylen, Toluol (Toluol) zu nennen.

Das Sintern der nach dem erfundungsgemäßen Verfahren hergestellten Grünkörper wurde unter Verwendung von spezifischen, bekannten Schemen für jedes Material durchgeführt. Dichtemessungen zeigten, daß die Sinterfähigkeit der Materialien

nicht vom Verfahren selbst beeinflußt wird. Das Endprodukt kann bis zur geschlossenen Porosität gesintert werden. Die gesinterten Teile mit geschlossener Porosität können deshalb containerlos bis zur theoretischen Dichte durch HIP kompaktiert werden.

Chemische Analysen von Endprodukten, die nach dem erfundungsgemäßen Verfahren erzeugt wurden, zeigten keinen Konzentrationsanstieg von Veruneinigungselementen die mit der chemischen Zusammensetzung des Binders in Verbindung standen, wie Sauerstoff, Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff. Die gesamte Zusammensetzung lag im Rahmen der nominellen Konzentrationen der Ausgangsprodukte.

Ausführungsbeispiel Nr. 1

1. Werkstoff

Pulver:

Ni-Basis-Superlegierung (2.4636)

Teilchengröße: $\leq 100 \mu\text{m}$

Masse: 100 g

Volumen: 12,6 ml (berechnet aus der theor. Dichte)

Lösungsmittel

(Träger): Alkohol (Ethanol)

Volumen (20 °C): 50 ml

Masse: 39,5g

Binder:

Schellack

Masse: 2g

Volumen: 1,8 ml (berechnet)

Gewichtsanteil Binder:

0,014 (1.4 %)

Volumenanteil Binder:

0,028 (2.8 %)

2. Mischung der Komponenten

Die Werkstoffe wurden in einem Taumelmixer für 2 Stunden gemischt.

3. Gießen (Formfüllung) und Trocknung

Die Mischung wurde in eine zweiteilige stabile Teflonform gegossen, die aus zwei exzentrisch zueinander angeordneten Zylindern (20 und 10 mm ϕ und 10 bzw. 15 mm Länge) bestand. Das Produkt erreichte nach 14 h Trockenzeit in der Luft oder nach 4 h Trocknung im Exsikkator hohe Festigkeit, so daß die Handhabung gut möglich ist.

4. Entbinderung und Sinterung

Entbinderung und Sinterung wurden im selben Ofen in einem kontinuierlichen Zyklus folgenderma-

ßen durchgeführt:

- 1) Aufheizen von Raumtemperatur auf 350 °C mit 3 °C/min (1,9h).
 - 2) Halten bei 350 °C für 3 h.
 - 3) Aufheizen von 350 °C auf 900 °C mit 10 °C/min (0,9 h).
 - 4) Halten bei 900 °C für 3 h.
 - 5) Aufheizen von 900 °C auf 1265 °C mit 10 °C/min (0,6 h).
 - 6) Halten bei 1265 °C für 3 h.
- Der Druck im Ofen wurde dabei zwischen 10^{-5} und 10^{-4} mbar gehalten.
Die Gesamtprozeßzeit betrug 12,4 h.

5. Dichte und chem. Analyse

Die Dichte des gesinterten Teiles war 96 % der theor. Dichte (Archimedische Methode) des Werkstoffes und die chem. Analyse erbrachte keine Abweichung von der Nominalzusammensetzung dieses Werkstoffes.

Ausführungsbeispiel Nr. 2

1. Werkstoff

Pulver:

Ti6Al4V

Teilchengröße: +53 -180 μm

Masse: 275 g

Volumen: 62,2 ml (berechnet aus der theor. Dichte)

Lösungsmittel (Träger):

Alkohol (Ethanol)

Volumen (20 °C): 50 ml

Masse: 39,5 g

Binder:

Schellak

Masse: 3g

Volumen: 2,75 ml (berechnet)

Gewichtsanteil Binder:

0,009 (0,9 %)

Volumenanteil Binder:

0,027 (2,7 %)

2. Mischung der Komponenten

Wie 2. in Ausführungsbeispiel Nr. 1

3. Gießen (Formfüllung) und Trocknung

Die Mischung wurde in eine vierteilige stabile Teflonform gegossen, mit den Maßen 80x20x1 mm. Das Produkt erreichte nach 2 h Trockenzeit in Luft hohe Festigkeit, so daß Handhabung gut möglich ist.

4. Entbinderung und Sinterung

- 1) Aufheizen von Raumtemperatur auf 350 °C mit 25 °C/min (0,22 h).
 - 2) Halten bei 350 °C für 1 h.
 - 3) Aufheizen von 350 °C auf 1100 °C mit 100 °C/min (0,12 h).
 - 4) Halten bei 1100 °C für 20 Minuten (0,33 h).
 - 5) Argonfüllung auf 400 mbar Druck.
 - 6) Aufheizen von 1100 °C auf 1600 °C mit 100 °C/min (0,1 h).
 - 7) Halten bei 1600 °C für 2,5 h.
- Die Gesamtprozeßzeit betrug 4.27 h.

5. Dichte und chem. Analyse

Die Dichte des gesinterten Teiles war 92,5 % der theor. Dichte von Ti6Al4V und die chem. Analyse ergab im Rahmen der Meßgenauigkeit die gleiche Zusammensetzung wie die des Ausgangspulvers.

Ausführungsbeispiel Nr. 3

1. Werkstoff

Pulver:
Perovskite La_{0,84} Sr_{0,16} MnO₃
Teilchengröße: + 45 -90 µm
Masse: 25 g
Lösungsmittel:
Alkohol (Ethanol)
Volumen 25 ml
Binder.
Schellack
Masse: 0.5 g
Substratdichte: ZrO₂-8Y Folie
40 mm Ø.

2. Mischung der Komponenten

Wie 2 in Ausführungsbeispiel Nr. 1 und Nr. 2

3. Anwendung der Mischung und Trocknung

Die Mischung wurde mit einer Bürste auf das Substrat aufgebracht. Die hierdurch erzeugte ca. 50 µm dicke Schicht wurde anschließend eine halbe Stunde an der Luft getrocknet.

4. Entbinderung und Sinterung

Entbinderung und Sinterung wurden im selben Ofen in einem kontinuierlichen Zyklus folgendermaßen durchgeführt:

- 1) Aufheizen von Raumtemperatur auf 350 °C mit 1 °C/min (5.7 h)
- 2) Halten bei 350 °C für 2 h.
- 3) Aufheizen von 350 °C auf 1500 °C mit 1 °C/min (19.2 h)

- 4) Halten bei 350 °C für 5 h.

5. Ergebnis

Metallographische Analyse der hergestellten Perovskiteschicht ergab eine deutlich sichtbare Haftung zum Zirkonoxidsubstrat. Außerdem konnte eine gleichmäßige poröse Struktur mit ausgeprägter Teilchenverbindung festgestellt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen dichter Sinterwerkstücke aus Metall, einer Metalllegierung oder aus keramischen Werkstoffen, bei dem zunächst aus einem Gemisch des als Pulver vorliegenden Metalls, der Metalllegierung oder des keramischen Werkstoffs und einem Binder ein Grünkörper geformt wird, dieser entbindert, gesintert und der Sinterkörper ggfs. durch Heißisostatisches Pressen (HIP-Verfahren) verdichtet wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß zunächst das Gemisch derart aus dem Pulver, dem Binder, dessen Anteil im Gemisch so bemessen ist, daß er zur Verfestigung des Pulver-Binder-Gemisches zur Bildung des Grünkörpers ausreicht und dabei am Gemisch 2 bis 5 Vol% beträgt, und einem Lösungsmittel für den Binder gebildet wird, daß es als fließfähige, festflüssige Masse (Gießmasse) vorliegt, wonach diese Masse in die vorbestimmte Form gegossen, aufgetragen oder aufgesprayt und anschließend getrocknet wird, wobei das Lösungsmittel entweicht und der verbleibende Binder das Pulver-Binder-Gemisch verfestigt, so daß der Grünkörper gebildet wird, der anschließend entbindert und gesintert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Masse unter gleichzeitiger gezielter Erschütterung der Form in diese eingeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

daß die in der Form befindliche Gießmasse während des Trocknens einem Unterdruck ausgesetzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,

daß die in der Form befindliche Gießmasse während des Trocknens temperiert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,

daß aus unterschiedlichen Materialien gebildete Gemische nacheinander in die Form gegossen werden, so daß die Gießmasse und damit auch der anschließend gebildete Grünkörper aus übereinanderliegenden Schichten unterschiedlicher Zusammensetzung besteht.

5

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Gemisch über/oder um einen in die Form vorab eingebrachten Grünkörper oder ein bereits fertiges Werkstück eingefüllt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Grünkörper mit einer Rate von 3 bis 10 °C/min auf eine Temperatur im Bereich von 280 bis 420 °C aufgeheizt und je nach der Größe des gebildeten Körpers auf dieser Temperatur bis zur Entfernung des Binders gehalten wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Grünkörper anschließend auf eine Sintertemperatur mit einer Rate von > 10 °C/min aufgeheizt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Ausheizung unter Fein- bis Hochvakuumbedingungen erfolgt.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 10 8827

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	WO-A-8 807 901 (CERAMIC SYSTEMS CORP) * Ansprüche 1-21; Beispiele 1-2 * ---	1-9	B28B1/26 B22F3/22 C23C24/00
A	DE-A-4 037 258 (ASEA BROWN BOVERI) * Ansprüche 1-2 *	2-3	
A	US-A-4 491 559 (G.P.GRAB ET AL) * Spalte 5, Zeile 34 - Zeile 45 * * Spalte 8, Zeile 53 - Spalte 9, Zeile 22; Anspruch 1 *	1,5	
A	EP-A-0 260 101 (MIXALLOY LTD) * Ansprüche 1,3,5; Beispiel 1 *	1,5,6	
A	EP-A-0 177 209 (CDP) * Anspruch 1; Beispiele 1,2 *	1,6	

RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.5)			
			B28B B22F C23C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	13 OKTOBER 1992	SCHRUERS H.J.	
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 : nichtschriftliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur			