



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 266 706 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.12.2002 Patentblatt 2002/51

(51) Int Cl.7: **B22C 3/00**, B22C 9/24,
B22C 9/10

(21) Anmeldenummer: **01114393.0**

(22) Anmeldetag: **13.06.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Hermann, Wolfgang, Dr.**
45481 Muelheim A.D. Ruhr (DE)
• **Scheppe, Frank**
52134 Herzogenrath (DE)

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(54) **Gussvorrichtung, Verfahren zur Herstellung einer Gussvorrichtung und Verwendung einer Gussvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Gussvorrichtung (1). Diese weist eine Wand (6) auf, die sandwich-artig aus einer Frontschicht (7), einer nachgiebigen Zwischenschicht (5) und einer stützenden Außenschicht (9) gebildet ist. Hierdurch werden die bei einer Abkühlung auf-

tretenden, kontraktionsbedingten Eigenspannungen durch Abfedern mittels der Zwischenschicht (5) gering gehalten und eine Rissbildung im zu gießenden Bauteil vermieden. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung einer Gussvorrichtung (1) sowie eine Verwendung einer Gussvorrichtung (1).

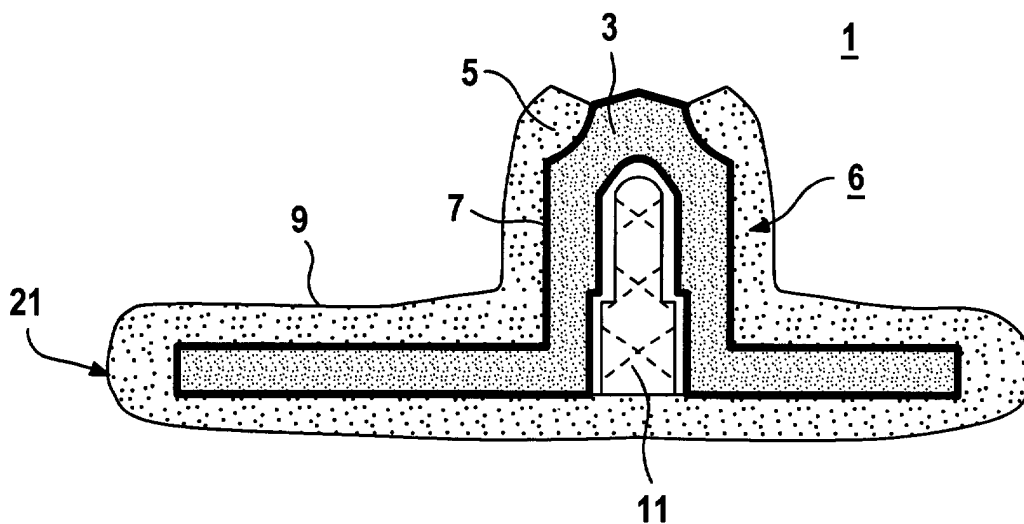


FIG 1

EP 1 266 706 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gussvorrichtung zum Gießen eines metallischen Bauteils. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren und eine Verwendung einer solchen Gussvorrichtung. 5

[0002] Ein Gießverfahren und eine Gussvorrichtung zur Herstellung eines metallischen Hohlkörpers zeigt die DE 198 21 770 C1. Die Gussvorrichtung umfasst eine Außengussform, die zumindest einen Innenkern aufweist, der zur Ausbildung des Hohlraums des Hohlkörpers dient. Die Außengussform ist in mindestens zwei Außenteile teilbar ausgeführt und der Innenkern ist über mindestens ein Verbindungselement, das der Ausbildung einer Durchtrittsöffnung in der Wandung in den Hohlraum hinein dient, mit einem Außenteil der Außengussform verbunden. Die gezeigte Gussvorrichtung dient zum Gießen hohler Gasturbinenschaufeln. Solche Gasturbinenschaufeln sind im Betrieb thermisch sehr hoch belastet. Daher kommen hier häufig thermisch hoch beanspruchbare Materialien, wie z.B. Superlegierungen, zum Einsatz. Solche Materialien können aber bei der Herstellung im Gussprozess zu Schwierigkeiten führen. 10 15 20

[0003] Aufgabe der Erfindung ist die Angabe einer Gussvorrichtung zum Gießen eines metallischen Bauteils, mit der insbesondere eine Rissbildung reduziert wird. Weitere Aufgaben der Erfindung sind die entsprechenden Angaben der Herstellung und Verwendung einer Gussvorrichtung. 25 30

[0004] Erfindungsgemäß wird die auf eine Gussvorrichtung gerichtete Aufgabe gelöst durch eine Gussvorrichtung zum Gießen eines metallischen Bauteils in einem von der Gussvorrichtung begrenzten Hohlraum, mit einer dem Hohlraum zugewandten Frontschicht und einer an die Frontschicht angrenzenden Zwischenschicht, wobei die Zwischenschicht so weich ausgebildet ist, dass sie einer abkühlungsbedingten Kontraktion des metallischen Bauteils nachgibt. 35

[0005] Mit diesem sandwich-artigen Aufbau der Gussvorrichtung wird erstmals von einer völlig starren Konfiguration der Gussvorrichtung abgewichen und eine nachgiebige Zwischenschicht eingeführt, durch die eine Kontraktion des metallischen Bauteils abgefedert wird. Das metallische Bauteil zieht sich aufgrund der thermisch bedingten Längenverkürzung zusammen. Dies führt bei einer starren Gussvorrichtung zum Aufbau hoher Eigenspannungen in dem Bauteil. Hierdurch kann es zur Bildung von Rissen kommen, die die Qualität des Bauteils beeinträchtigen. Indem nun eine vergleichsweise weiche Zwischenschicht vorgesehen ist, wird dieser Kontraktion des metallischen Bauteils nachgegeben. Die bei der Abkühlung auftretenden Eigenspannungen sind somit erheblich geringer als bei einer starren Gussvorrichtung. Gleichzeitig wird mit der Frontschicht trotz der vergleichsweise weichen Zwischenschicht eine Formtreue sichergestellt. 40 45 50 55

A) Vorzugsweise ist die Frontschicht im wesentlichen frei von Siliciumdioxid. Dies hat eine besonders geringe Neigung einer chemischen Reaktion mit dem metallischen Bauteil zur Folge.

B) Bevorzugt ist die Zwischenschicht im wesentlichen frei von Siliciumdioxid.

C) Bevorzugtermaßen weist die Zwischenschicht als Zwischenschicht-Grundstoff Korundmehl auf. Weiter bevorzugt ist dem Zwischenschicht-Grundstoff als Binder Mowiol zugesetzt. Weiter bevorzugt ist dem Zwischenschicht-Grundstoff Octanol als Entschäumer zugesetzt.

D) Bevorzugtermaßen weist die Frontschicht als Frontschicht-Grundstoff Korundmehl auf. Weiter bevorzugt ist dem Frontschicht-Grundstoff als Binder Mowolith zugesetzt. Weiter bevorzugt ist dem Frontschicht-Grundstoff Octanol als Entschäumer zugesetzt. Mowiol und Mowolith sind keramische Binder auf Wasserbasis. Der Bindemechanismus läuft über den Wasserentzug (Polykondensation) und nicht über eine Sol-Gel-Bildung auf Si-Basis. Octanol ist Octan-Alkohol, $C_8H_{17}-OH$ und dient zum Entschäumen infolge der Herabsetzung der Oberflächenspannung.

E) Vorzugsweise ist eine die Zwischenschicht umgebende und an die Zwischenschicht angrenzende Außenschicht vorgesehen, die so hart ist, dass sie die Zwischenschicht formerhaltend stützt. Eine solche Außenschicht, die insbesondere aus einem sonst für Formschalen üblichen harten keramischen Material besteht, wird die vergleichsweise weiche Zwischenschicht gestützt, so dass die Gussvorrichtung gut handhabbar bleibt und keinen Formveränderungen unterliegt.

F) Vorzugsweise umfasst die Gussvorrichtung eine die Frontschicht und die Zwischenschicht aufweisende Formschale sowie einen die Frontschicht und die Zwischenschicht aufweisenden Gusskern. Der Gusskern wird in der Formschale angeordnet, so dass zwischen der Formschale und dem Gusskern der Hohlraum verbleibt. Eine solche Anordnung dient zum Gießen hohler oder Hinterschneidungen oder Bohrungen aufweisender metallischer Bauteile. Gerade auf den Gusskern werden bei der abkühlungsbedingten Kontraktion des metallischen Bauteils hohe Kräfte ausgeübt, die sich im konventionellen Gusskern in den erwähnten (hohen) Eigenspannungen im metallischen Bauteil widerspiegeln. Gerade im Gusskern ist somit der Aufbau mit der nachgiebigen Zwischenschicht besonders vorteilhaft.

[0006] Die Ausführungen gemäß den Punkten A) bis

F) können natürlich auch untereinander kombiniert werden.

[0007] Die auf Angabe eines Verfahrens gerichtete Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Gussvorrichtung gemäß einem der oben genannten Ausführungen, bei dem die Gussvorrichtung durch einen Brennvorgang gehärtet wird, wobei die Brenntemperatur unter 1300 °C liegt.

[0008] Durch die Begrenzung der Brenntemperatur wird sichergestellt, dass der sandwich-artige Aufbau aus Frontschicht und Zwischenschicht ausreichend gehärtet wird, gleichzeitig aber die nachgiebige Eigenschaft der Zwischenschicht nicht beeinträchtigt wird.

[0009] Vorzugsweise wird der Gusskern mit einem Füllmaterial gefüllt und anschließend durch einen Brennvorgang gehärtet, wobei das Füllmaterial bei dem Brennvorgang verbrennt, wodurch der Gußkern als Hohlkern ausgebildet wird. Insbesondere kommen Polystyrolkugeln als Füllmaterial in Betracht. Hierdurch wird der Gusskern stabilisiert. Die Stabilisierung kann nach Härtung des Gusskerns im Brennvorgang wegfallen.

[0010] Die auf Angabe einer Verwendung gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Verwendung einer Gussvorrichtung gemäß einer der obigen Ausführungen zum Gießen eines metallischen Bauteils aus einer intermetallischen Nickel-Aluminium-Legierung.

[0011] Bei einer intermetallischen Nickel-Aluminium-Legierung kommt es zu einem schlagartigen Wechsel von duktilem zu sprödem Werkstoffverhalten während der Abkühlung. Dies führt nun bei solchen Werkstoffen zu einer besonderen Anfälligkeit hinsichtlich der Rissbildung bei einer Kontraktion des Metalls. Das Abfedern mittels der nachgiebigen Zwischenschicht führt somit für diese Materialgruppe zu besonders großen Vorteilen.

[0012] Vorzugsweise ist das Bauteil eine Gasturbinenschaufel oder ein Hitzeschildelement.

[0013] Die Erfindung wird beispielhaft anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen teilweise schematisch und nicht maßstäblich:

FIG 1 eine Gussvorrichtung zum Gießen eines Hitzeschildelementes,

FIG 2 eine Gussvorrichtung zum Gießen eines hohlen Bauteils,

FIG 3 eine Gasturbine und

FIG 4 eine Gasturbinenschaufel.

[0014] Gleiche Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

[0015] Figur 1 zeigt in einem Längsschnitt eine Gussvorrichtung 1. Die Gussvorrichtung 1 ist zum Gießen eines Hitzeschildelementes geeignet. Nähere Aus-

führungen zu solchen Hitzeschildelementen folgen später im Zusammenhang mit Figur 3. Die Gussvorrichtung 1 weist einen Hohlraum 3 auf, der zum Aufnehmen von flüssigem Metall vorgesehen ist. Der Hohlraum 3 wird von einer Wand 6 begrenzt. Die Wand 6 ist sandwich-artig aus mehreren Schichten aufgebaut: eine Frontschicht 7 grenzt an den Hohlraum 3. Die Frontschicht 7 ist umgeben von einer Zwischenschicht 5. An die Zwischenschicht 5 schließt sich wiederum eine Außenschicht 9 an. Die Wand 6 bildet so eine Formschale 21 zum Gießen eines Hitzeschildelementes. Zur späteren Aufnahme eines Haltebolzens durchdringt die Formschale 21 mit einem zentralen, etwa zylinderförmigen Raum 11 den Hohlraum 3.

[0016] Als flüssiges Metall, welches in den Hohlraum 3 eingefüllt wird, wird eine intermetallische Nickel-Aluminium-Legierung verwendet. Diese kühlt in der Formschale 21 ab. Dabei zieht sie sich zusammen. Durch dieses Zusammenziehen werden im kristallisierten Metall Eigenspannungen aufgebaut. Die Zwischenschicht 5 ist nunmehr nachgiebig gestaltet, so dass die Kontraktion des Metalls durch ein Eindringen der Zwischenschicht 5 abgefedert wird. Hierdurch bleiben die im Metall induzierten Eigenspannungen so klein, dass es nicht zu einer Rissbildung kommt. Gleichzeitig ist die Frontschicht 7 frei von Siliciumdioxid ausgeführt, so dass es nicht zu Reaktionen zwischen der Metallschmelze und dem Material der Zwischenschicht kommt. Die Außenschicht 9 ist aus einer Keramik gebildet, die in konventionellen Formschalen zum Einsatz kommt. Hierdurch wird der gesamten Formschale 21 die nötige Stabilität verliehen.

[0017] Als Frontschicht wird ein Material gewählt, das als ein Frontschicht-Grundstoff sehr feines Korundmehl, Korundmehl etwas gröberer Art und Korundpulver einer Körnung bis 0,12 mm verwendet. Diesen Frontschicht-Grundstoff wird Siliciumdioxid-freies Mowolith auf Wasserbasis als Binder hinzugefügt. Auf einen Benetzer kann verzichtet werden. Als Entschäumer kommt Octanol zum Einsatz. Die Zwischenschicht setzt sich aus einem Zwischenschicht-Grundstoff aus feinem Korundmehl und Korundpulver der Körnung bis 0,12 mm und einem Binder aus Siliciumdioxid-freiem Mowiol auf Wasserbasis zusammen. Es wird ebenfalls Octanol als Entschäumer verwendet. Auch hier kommt kein Benetzer zum Einsatz. Als ein die Werkstückablösung erleichterndes Besandungsmaterial kommt für die Frontschicht Korund einer Korngröße bis 0,25 mm, für die Zwischenschicht bis 0,5 mm und für die Außenschicht bis 1 mm zum Einsatz.

[0018] In Figur 2 ist schematisch eine Gussvorrichtung 1 gezeigt, die das Gießen eines hohlen Bauteils ermöglicht. In eine konventionelle Formschale 21 ist ein Gusskern 23 montiert, der den oben beschriebenen Aufbau aus einer Frontschicht, einer Zwischenschicht und einer Außenschicht aufweist. Die Außenschicht begrenzt in diesem Fall einen inneren Hohlraum des Gusskerns 23, der durch Ausbrennen einer Polystyrolkugel-

füllung aus Polystyrolkugeln 25 entstanden ist.

[0019] Figur 3 zeigt schematisch eine Gasturbine 51. Die Gasturbine 51 weist einen Verdichter 53, eine Brennkammer 55 und ein Turbinenteil 57 auf. Die Brennkammer 55 weist eine innere Brennkammerauskleidung 56 auf. Die Brennkammerauskleidung 56 ist gebildet aus Hitzeschildelementen 33, wie sie vergrößert zusätzlich dargestellt sind. Im Turbinenteil 57 sind Gasturbinenschaufeln 31 angeordnet. Eine solche Gasturbinenschaufel 31 ist in Figur 4 näher dargestellt. Sie weist ein Schaufelblatt 35 auf, welches einen Hohlraum 37 für eine innere Kühlung umschließt. An das Schaufelblatt 35 grenzt ein Befestigungsbereich 39 an. Sowohl die Gasturbinenschaufel 31 als auch das Hitzeschildelement 33 sind thermisch sehr hoch belastet. Aus diesem Grund kommen hier spezielle Legierungen wie Nickel-Aluminium-Legierungen zum Einsatz, die eine besondere Hochwarmfestigkeit zeigen. Gerade bei einem durch Fliehkräfte auch besonders mechanisch belasteten Bauteil wie einer Gasturbinenschaufel 31 müssen Risse im Gussprozess unbedingt vermieden werden. Dies wird mit der oben beschriebenen Gussvorrichtung 1 erreicht.

Patentansprüche

1. Gussvorrichtung (1) zum Gießen eines metallischen Bauteils (31, 33) in einem von der Gussvorrichtung (1) begrenzten Hohlraum (37), mit einer dem Hohlraum (37) zugewandten Frontschicht (7) und einer an die Frontschicht (7) angrenzenden Zwischenschicht (5), wobei die Zwischenschicht (5) so weich ausgebildet ist, daß sie einer abkühlungsbedingten Kontraktion des metallischen Bauteils (31, 33) nachgibt.
2. Gussvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Frontschicht (7) im wesentlichen frei von SiO₂ ist.
3. Gussvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Zwischenschicht (5) im wesentlichen frei von SiO₂ ist.
4. Gussvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Zwischenschicht (5) als Zwischenschicht-Grundstoff Korundmehl aufweist.
5. Gussvorrichtung nach Anspruch 4, bei der dem Zwischenschicht-Grundstoff als Binder Mowiol zugesetzt ist.
6. Gussvorrichtung nach Anspruch 4, bei der dem Zwischenschicht-Grundstoff Octanol als Entschäumer zugesetzt ist.
7. Gussvorrichtung nach Anspruch 1,

bei der die Frontschicht (7) als Frontschicht-Grundstoff Korundmehl aufweist.

8. Gussvorrichtung nach Anspruch 7, bei der dem Frontschicht-Grundstoff als Binder Mowiolith zugesetzt ist.
9. Gussvorrichtung nach Anspruch 7, bei der dem Frontschicht-Grundstoff Octanol als Entschäumer zugesetzt ist.
10. Gussvorrichtung nach Anspruch 1, mit einer die Zwischenschicht (5) umgebenden und an die Zwischenschicht (5) grenzenden Außenschicht (9), die so hart ist, daß sie die Zwischenschicht (5) formerhaltend stützt.
11. Gussvorrichtung nach Anspruch 1, mit einer die Frontschicht (7) und die Zwischenschicht (5) aufweisenden Formschale (21) und mit einem die Frontschicht (7) und die Zwischenschicht (5) aufweisenden Gußkern (23) zur Anordnung in der Formschale (21) zum Gießen zumindest teilweise hohler Bauteile (31).
12. Verfahren zur Herstellung einer Gussvorrichtung (1) nach Anspruch 1, bei dem die Gussvorrichtung (1) durch einen Brennvorgang gehärtet wird, wobei die Brenntemperatur unter 1300 °C liegt.
13. Verfahren zur Herstellung einer Gussvorrichtung (1) nach Anspruch 11, bei dem der Gußkern (23) mit einem Füllmaterial (25) gefüllt und anschließend durch einen Brennvorgang gehärtet wird, wobei das Füllmaterial (25) bei dem Brennvorgang verbrennt, wodurch der Gusskern (23) als Hohlkern ausgebildet wird.
14. Verwendung einer Gussvorrichtung (1) gemäß Anspruch 1 zum Gießen eines metallischen Bauteils (31, 33) aus einer intermetallischen Nickel-Aluminium Legierung.
15. Verwendung gemäß Anspruch 14, wobei das Bauteil eine Gasturbinenschaufel (31) ist.
16. Verwendung gemäß Anspruch 14, wobei das Bauteil ein Hitzeschildelement (33) einer Brennkammerauskleidung (56) ist.

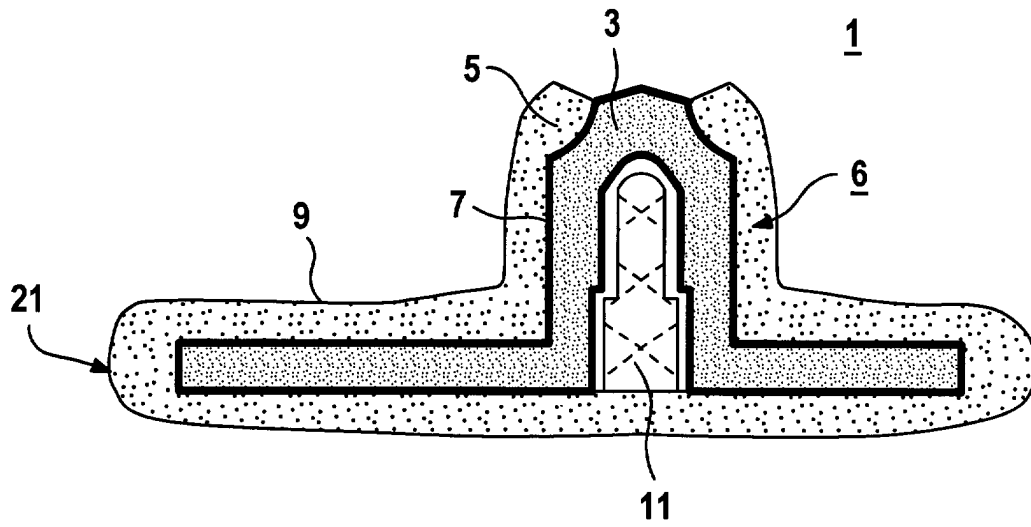


FIG 1

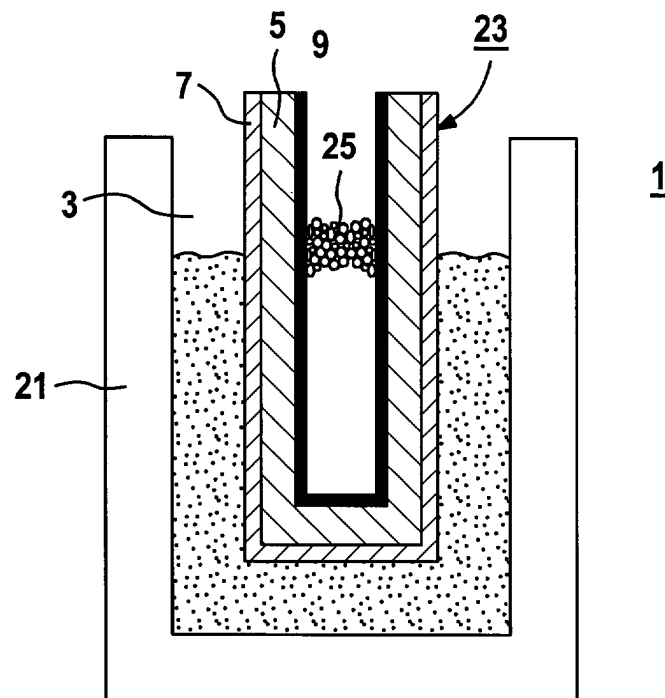


FIG 2

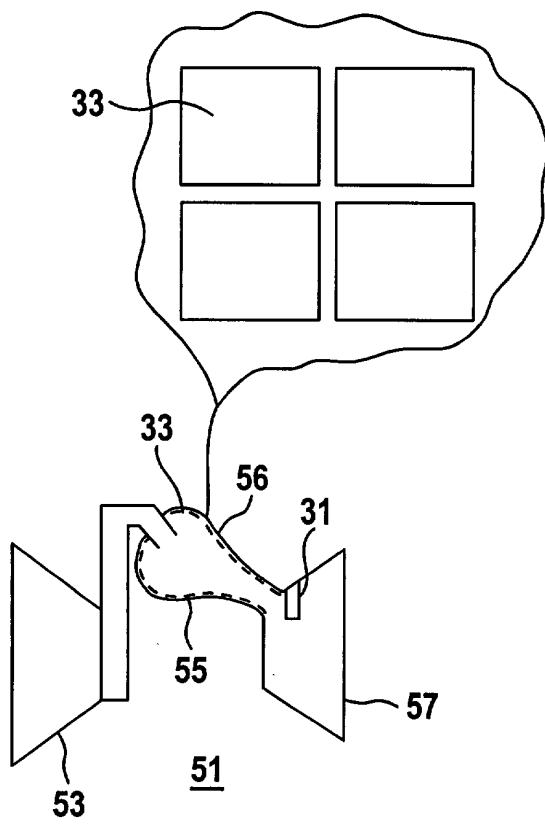


FIG 3

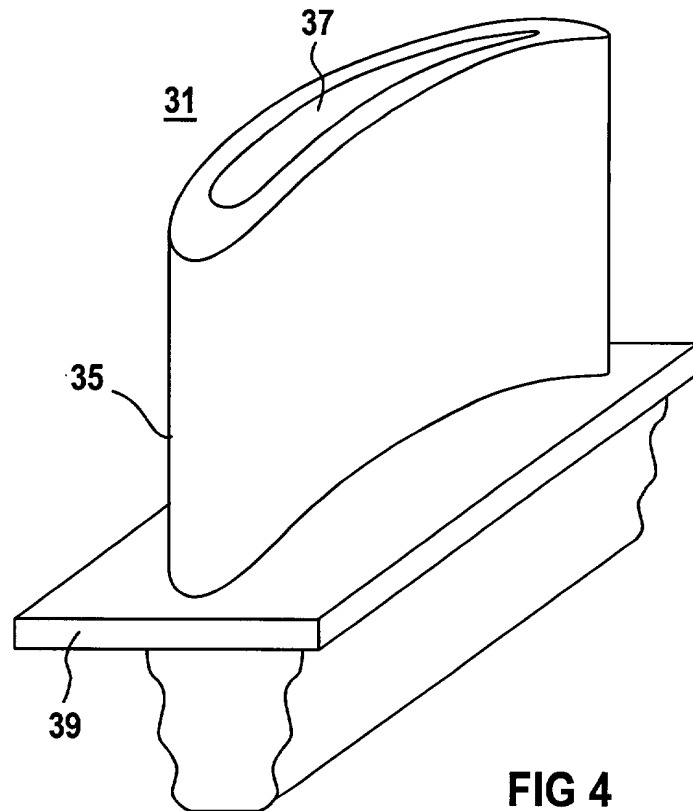


FIG 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 4393

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	CH 645 283 A (KOVACS JANOS) 28. September 1984 (1984-09-28) * Zusammenfassung *	1	B22C3/00 B22C9/24 B22C9/10
A	GB 1 344 090 A (SAKABE INDUSTRY CO LTD) 16. Januar 1974 (1974-01-16) * Ansprüche * * Abbildungen *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 20, 10. Juli 2001 (2001-07-10) -& JP 2001 071114 A (ASAHI TEC CORP), 21. März 2001 (2001-03-21) * Zusammenfassung *	1	
A	EP 0 370 751 A (ROLLS ROYCE PLC) 30. Mai 1990 (1990-05-30) * Ansprüche *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Forschungsort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12. Dezember 2001	Prüfer Riba Vilanova, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen 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 03 92 (IP-407)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 11 4393

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-12-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
CH 645283	A	28-09-1984	CH	645283 A5	28-09-1984
GB 1344090	A	16-01-1974	US	3862660 A	28-01-1975
JP 2001071114	A	21-03-2001	KEINE		
EP 0370751	A	30-05-1990	GB	2225329 A	30-05-1990
			AU	611375 B2	06-06-1991
			AU	4540989 A	24-05-1990
			DE	68902981 D1	29-10-1992
			DE	68902981 T2	18-03-1993
			EP	0370751 A2	30-05-1990
			JP	2182343 A	17-07-1990
			US	4989667 A	05-02-1991

EPO FORM P461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82