(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 086 417**
A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **83101099.6**

(22) Anmeldetag: **05.02.83**

(51) Int. Cl.³: **B 22 F 5/04**, B 22 F 3/14

(30) Priorität: **13.02.82 DE 3205158**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **24.08.83**
Patentblatt 83/34

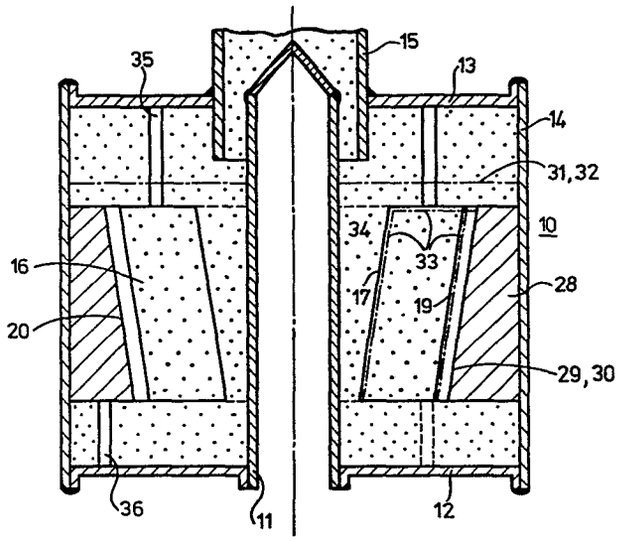
(84) Benannte Vertragsstaaten: **CH FR GB IT LI NL SE**

(71) Anmelder: **MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH, Dachauer Strasse 665 Postfach 50 06 40, D-8000 München 50 (DE)**

(72) Erfinder: **Borchert, Barbara, Dipl.-Ing., Krokusstrasse 27a, D-8000 München 21 (DE)**
Erfinder: **Schmid, Herbert, Am Sandberg 5, D-8601 Lauterbach (DE)**
Erfinder: **Hüther, Werner Dr.-Ing., Nikolaus-Lenau-Strasse 8, D-8047 Karlsfeld (DE)**
Erfinder: **Merz, Herbert Techniker, Donauwörther Strasse 21, D-8000 München 50 (DE)**

(54) Kapsel für das heissisostatische Pressen von hochbeanspruchten und kompliziert geformten Werkstücken für Turbomaschinen.

(57) Die Kapsel besteht aus einem einseitig offenen Kern mit der Negativkontur des Werkstücks, der von einer Blechaußenhaut umschlossen ist. Gemäß der Erfindung sollen große Formbeständigkeit des Kerns, leichte Lösbarkeit des Werkstücks von der Form und eine glattere Werkstückoberfläche erreicht werden. Deshalb besteht der Kern an seiner Negativkontur aus einer hochwarmfesten Legierung, insbesondere auf Nickel- oder Eisenbasis. Diese und der Pulverwerkstoff, vorzugsweise auf Titanbasis, sind beim HIP zueinander chemoreaktionsneutral und/oder diffusionsschwach oder -frei. Der Kern ist insbesondere ein Ring aus Segmenten.



EP 0 086 417 A2

ba/fr
MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION
MÜNCHEN GMBH

München, 25. Januar 1983

Kapsel für das heißisostatische Pressen von hochbeanspruchten und kompliziert geformten Werkstücken für Turbomaschinen

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kapsel für das heißisostatische Pressen von hochbeanspruchten und kompliziert geformten Werkstücken für Turbomaschinen mit einem die Negativkontur des Werkstücks aufweisenden, einseitig offenen Kern, der von einer Blechaußenhaut umschlossen ist.

Eine solche Einrichtung, mit der ein Turboverdichterlaufrad mit Radialbeschaufelung hergestellt wird, ist aus der DE-PS 30 10 299 bekannt. Bei dieser vorbekannten Einrichtung wird ein einstückiger Keramikkern zur Formung der Radialbeschaufelung verwendet. Es hat sich gezeigt, daß damit zwar höchste Formtreue des heißisostatisch zu pressenden Werkstücks erzielt wird, daß aber häufig eine innige Verbindung des Keramikkerns mit dem Werkstück nicht zu vermeiden ist und demnach Keramikkern und Werkstück schwierig voneinander zu trennen sind, wobei gleichzeitig eine den gewünschten Anforderungen nicht entsprechende rauhe Oberfläche des Werkstücks entsteht. Ein

weiterer Nachteil der vorbekannten Einrichtung ist darin zu sehen, daß der Keramikkern im Regelfall nur zerstörend entfernt werden kann und demnach nicht wieder verwendbar ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, eine gattungsgemäße Einrichtung zu schaffen, bei der zusätzlich zu hoher Formtreue des heißisostatisch zu pressenden Werkstücks leichte Lösbarkeit des Werkstücks vom Kern, besonders glatte Werkstückoberfläche und eine Wiederverwendbarkeit des Kerns möglich ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß bei einem als Werkstückmaterial vorgesehenen Legierungspulver auf Titanbasis mit etwa 80 bis 90 Gewichts% Titananteil oder reinem Titan der Kern (Segmente 16, Ring 28) zumindest im Bereich seiner Oberfläche aus einer zum Werkstückmaterial chemoreaktionsneutral und/oder diffusionsschwachen hochwarmfesten Legierung, insbesondere auf Nickel- oder Eisenbasis besteht.

Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung wird die gestellte Aufgabe vollständig gelöst, d. h. man erzielt nicht nur ein höchst formbeständiges Werkstück mit glatter Oberfläche, sondern es läßt sich auch der Kern leicht vom Werkstück lösen und ist wieder verwendbar. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß der metallische Kern weniger zur Rißbildung neigt als dies bei keramischen Kernen der Fall gewesen ist.

Eine weitere Ausbildung der Erfindung besteht darin, daß der Kern mehrteilig ausgebildet ist mit einer der Anzahl der Radialschaufeln entsprechenden Zahl von Segmentstücken, die in ihrer Gesamtheit die Negativkontur der

Beschaufelung bilden und mit einem die Segmentstücke umfassenden äußeren Haltering.

Durch die mehrteilige Ausbildung des Kerns erfährt die erfindungsgemäße Einrichtung im Sinne der Aufgabenstellung eine weitere Verbesserung, da hierdurch der Kern nach dem Heißisostatpressen noch leichter und problemloser vom fertiggepreßten Werkstück entfernbar ist. Schließlich ist auch die Herstellung der Einzelteile des Kerns einfacher als die Herstellung eines integralen Kerns, bei dem die Hohlräume für die Radialbeschaufelung oft erheblichen Herstellaufwand bedingen.

Weitere Ausgestaltungen und Verbesserungen der erfindungsgemäßen Einrichtung sind in den Patentansprüchen 3 bis 5 offenbart, wobei sowohl die konische Ausbildung der Segmentstücke und des Halterings nach Patentanspruch 3 als auch die Verbindung von Trennmitteln wie Bornitrid gemäß Patentanspruch 4 einer Sicherstellung der leichten Lösbarkeit des Kerns vom fertigen Werkstück dienen.

Mit den im Patentanspruch 5 angegebenen Materialien für den Kern sind besonders gute Ergebnisse erzielt worden, wobei an dieser Stelle darauf hingewiesen wird, daß es wesentlich auf die Abstimmung des Kernmaterials auf das Werkstückmaterial ankommt. Die mit dem Warenzeichen Inconel 718 bekannte Nickel-Chromlegierung weist folgende Zusammensetzung auf - in Gewichtsprozenten - 50 bis 55 % Nickel, 17 bis 21 % Chrom, 4,75 bis 5,5 % Niob und Tantal, 2,8 bis 3,3 % Molybdän, 0,65 bis 1,15 % Titan, 0 bis 1 % Kobalt, 0,2 bis 0,8 % Aluminium, 0 bis 0,35 % Silizium, 0 bis 0,35 % Mangan, 0 bis 0,3 % Kupfer, 0 bis 0,08 % Kohlenstoff, 0 bis 0,015 % Phosphor, 0 bis 0,015 % Schwefel, 0 bis 0,006 % Bor und einem Rest aus Eisen oder eine ähnliche Nickel-Chrom-Legierung.

Die unter der Bezeichnung EPC 10 bekannte Eisen-Nickel-Legierung weist folgende Zusammensetzung auf: - in Gewichtsprozenten - 45,7 bis 52,35 % Eisen, 31 bis 34 % Nickel, 13,5 bis 15 % Kobalt, 1,2 bis 2 % Titan, O bis 0,4 % Kupfer, 0 bis 0,4 % Mangan, 0 bis 0,3 % Silizium, 0 bis 0,2 % Aluminium und 0 bis 0,05 % Kohlenstoff oder eine ähnliche Eisen-Nickel-Legierung.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einrichtung, mit einem mehrteiligen Kern zur Herstellung eines Radialverdichterlaufrads vereinfacht dargestellt.

Fig. 1 zeigt diese Einrichtung in einem vertikalen Schnitt, wobei die linke und rechte Figurenhälfte zwei unterschiedliche Ausführungsbeispiele der Erfindung darstellen,

Fig. 2 zeigt ein Segmentstück, wie es bei der Einrichtung gemäß Fig. 1 verwendet wird, verkleinert,

Fig. 3 zeigt einen Haltering für die Segmentstücke gesondert und verkleinert und

Fig. 4 zeigt das mit der Einrichtung nach Fig. 1 hergestellte Werkstück verkleinert.

Die Einrichtung nach Fig. 1 weist einen dünnwandigen Blechbehälter 10 aus einer zylindrischen Umfangswand 14, einem Boden 12, einem Deckel 13 und einem koaxialen, zylindrischen Rohr 11 auf. Das untere, offene Ende des Rohrs 11 sitzt in einer Öffnung des Bodens 12. In einer dieser gegenüber größeren, zentralen Öffnung des Deckels 13 sitzt ein Rohrstutzen 15 mit Umfangsabstand von dem oberen, in ihn hineinragenden, geschlossenen Ende des

Rohrs 11. Ein Rohrstutzen 15 dient dem Einfüllen von Pulver 34 aus einer Titanbasislegierung. Die Teile 11 bis 15 bestehen aus Stahl und sind miteinander verschweißt.

Die Einrichtung weist ferner einen Kern auf, der vor dem Verschweißen des Deckels 13 mit der Umfangswand 14 in den Behälter 10 eingebracht worden ist. Dieser Kern umfaßt vier gleiche Segmentstücke 16 mit inneren Negativkontur-Flächen 17 bis 19 und stirnseitigen Negativkontur-Flächen 25. Das Laufrad besteht einstückig aus einem Schaufelträger, der ein Umdrehungskörper aus einer Scheibe 22 und einer außen konischen Nabe 24 ist, und einem Kranz aus vier ebenen, radialen Schaufeln 21. Die Nabe 24 weist eine zentrale zylindrische Bohrung 23 auf. Der Außendurchmesser des Rohrs 11 ist etwas kleiner als der Durchmesser der Bohrung 23. Die konischen Negativkonturflächen 17 bilden die Konsulflächen der Nabe 24. Die ebenen, radialen Negativkonturflächen 18 und die Negativkonturflächen 19 bilden vier Spalte bzw. die Oberflächen der Schaufeln 21. Die Negativkonturflächen 25 bilden die inneren Stirnflächen 26 der Scheibe 22. Die Segmentstücke 16 liegen, einen Segmentring bildend, im Behälter 10 mit Flächen 27 aneinander, wobei unmittelbar radial innerhalb davon die genannten vier Spalte beginnen, und sind dabei durch einen sie umschließenden, formbeständigen Haltering 28 zusammengehalten. Die aneinanderliegenden Mantelflächen 29 und 30 der Segmentstücke 16 und des Halterings 28 sind konisch, wobei der größere Durchmesser oben liegt. Die oberen und unteren Stirnflächen des Segmentstücks 16 und des Halterings 28 liegen jeweils in derselben Ebene.

Der Kern ist in der Mitte des Behälters 10 angeordnet. Zwischen jedem Segmentstück 16 und dem Deckel 13 ist jeweils ein vertikaler Abstandshalter 35 vorgesehen. Zwi-

schen dem Haltering 28 und dem Boden 12 sind vertikale Abstandshalter 36 vorgesehen. Die Abstandshalter 35 und 36 bestehen aus Stahl. Der Haltering 28 liegt an der Umfangswand 14 an.

Die Segmentstücke 16 und der Haltering 28 bestehen jeweils aus einer Nickel-Chrom-Legierung, insbesondere Inconel 718, oder einer Eisen-Nickel-Legierung, insbesondere EPC 10. Die Mantelflächen 29 und 30 sind jeweils mit dünnen Gleithilfeüberzügen versehen, die mit dem Bezugszeichen 20 angedeutet sind. Der gesamte freie Innenraum des Behälters 10 mit allen Hohlräumen des Kernes ist mit dem Pulver 34 vollgefüllt und der Rohrstutzen 15 zugeschweißt. Zum HIP wird der Behälter 10 unter einen Druck eines Gases in einem Bereich von etwa 1100 bis etwa 2000 bar gesetzt, wobei das Gas eine Temperatur von 1000 bis 1400 K aufweist. Auch das Pulver 34 ist dann durch das Gas auf etwa diese Temperatur aufgeheizt. Das Gas dringt nicht in den Behälter 10 ein; dieser ist druckdicht. Durch den genannten Gasdruck werden die nachgiebigen Teile 11 bis 15 des Behälters 10 mit Ausnahme der am Haltering 28 anliegenden Zone in Richtung zum Pulver 34 hin, etwas eingedrückt, wodurch das Pulver 34 zusammengepreßt wird. Nach Beendigung dieses Heißisostatpressens und Abkühlung wird die Umfangswand 14 durch Abdrehen oder Aufschneiden entfernt; auch das Rohr 11 wird entfernt. Schließlich wird das obere Teil der Kapsel bis zu der durch die strichpunktierte Linie 31 gekennzeichneten Querebene durch Drehbearbeitung entfernt, wodurch sich die in Fig. 4 nach unten weisende Stirnfläche 32 des Radialverdichterlaufrads ergibt. Nun wird der Haltering 28 axial von den Segmenten 16 abgezogen und die Segmente 16 können einzeln von der Nabe 24 abgenommen werden.

ba/fr

MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION
MÜNCHEN GMBH

München, 25. Januar 1983

Patentansprüche

1. Kapsel für das heißisostatische Pressen von hochbeanspruchten und kompliziert geformten Werkstücken für Turbomaschinen mit einem die Negativkontur des Werkstücks aufweisenden, einseitig offenen Kern, der von einer Blechaußenhaut umschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem als Werkstückmaterial vorgesehenen Legierungspulver auf Titanbasis mit etwa 80 bis 90 Gewichts% Titananteil oder reinem Titan der Kern (Segmente 16, Ring 28) zumindest im Bereich seiner Oberfläche aus einer zum Werkstückmaterial chemoreaktionsneutral und/oder diffusionsschwachen hochwarmfesten Legierung, insbesondere auf Nickel- oder Eisenbasis besteht.

2. Einrichtung nach Anspruch 1 zur Herstellung eines Turborotors (22, 24) mit Radialbeschaufelung (21), dadurch gekennzeichnet, daß der Kern mehrteilig ausgebildet ist mit einer der Anzahl der Radialschaufeln entsprechenden Zahl von Segmentstücken (16), die in ihrer Gesamtheit die Negativkontur der Beschaufelung bilden und mit einem die Segmentstücke umfassenden äußeren Haltering (28).

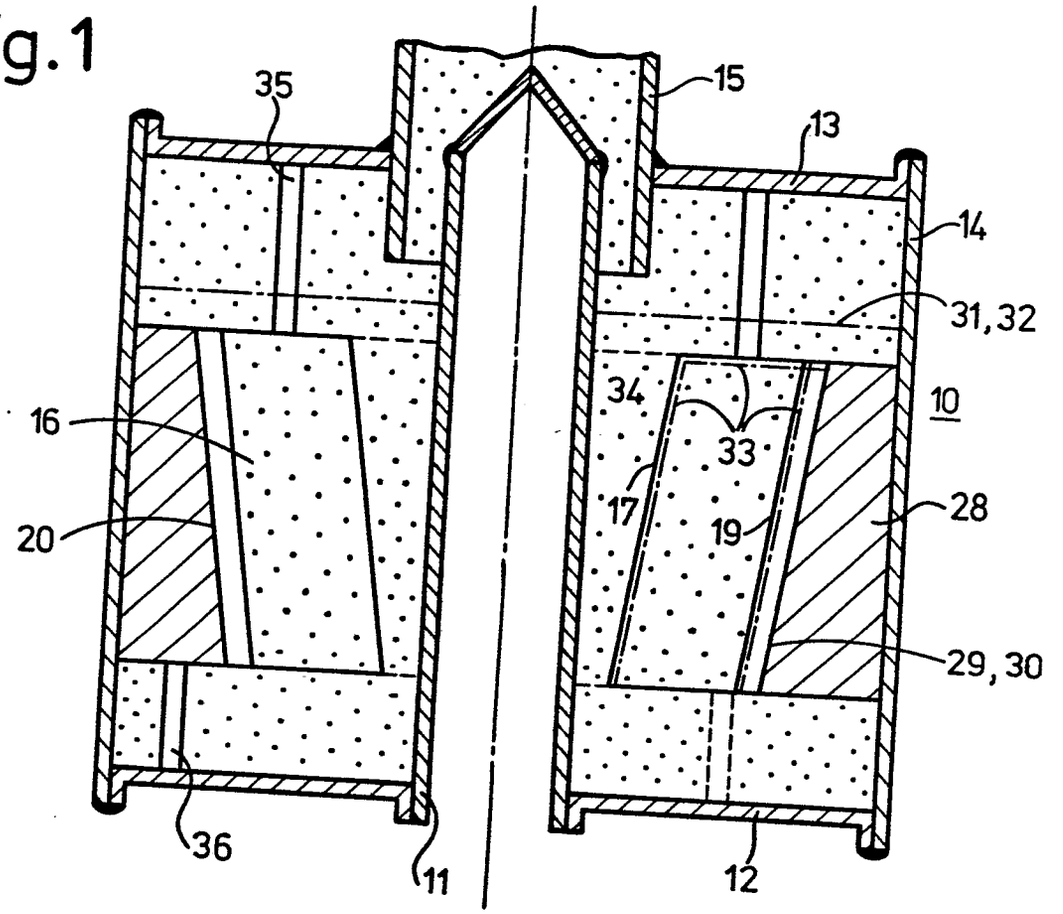
3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die aneinander anliegenden Mantelflächen (29, 30) der Segmentstücke (16) und des Halterings (28) konisch ausgebildet sind.

4. Einrichtung nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei gleicher Legierung für die Segmentstücke (16) und den Haltering (28), deren angrenzende Mantelflächen (29, 30) mit einem eine Diffusionsverbindung verhindernden Überzug (20), wie z. B. Bornitrid, versehen sind.

5. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Legierungspulver für den Kern vorzugsweise eine Nickelchromlegierung, wie Inconel 718^{R} oder eine Eisennickellegierung mit einem linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten, der kleiner ist als der des Werkstückmaterials, wie z. B. EPC 10 verwendet wird.

0086417

Fig.1



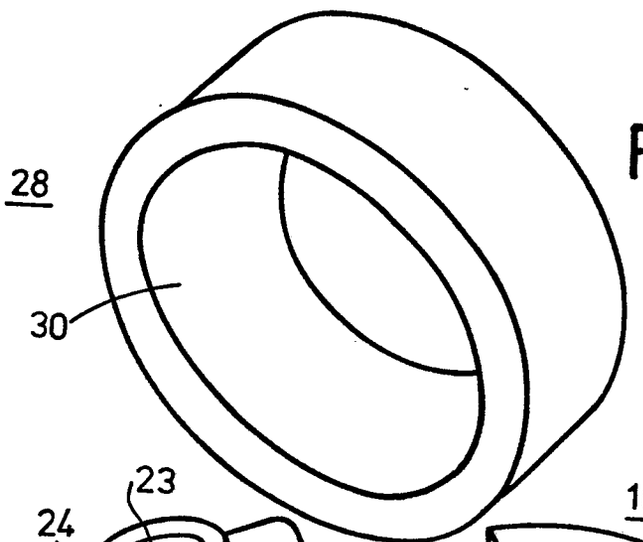


Fig.3

Fig.4

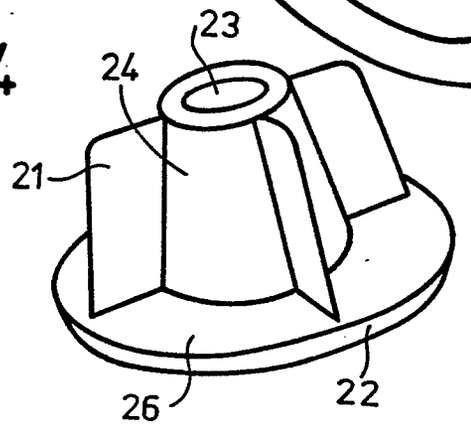


Fig.2

