



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 049 844 A1** 2008.04.24

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 049 844.5**

(22) Anmeldetag: **20.10.2006**

(43) Offenlegungstag: **24.04.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B22F 3/22** (2006.01)

(71) Anmelder:

**GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH,  
21502 Geesthacht, DE**

(74) Vertreter:

**Uexküll & Stolberg, 22607 Hamburg**

(72) Erfinder:

**Aust, Eckard, Dr., 21039 Hamburg, DE; Limberg,  
Wolfgang, 21037 Hamburg, DE; Pieplow, Ralf,  
21483 Güzow, DE; Mildner, Nils, Dipl.-Ing., 21220  
Seevetal, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 198 04 053 A1**

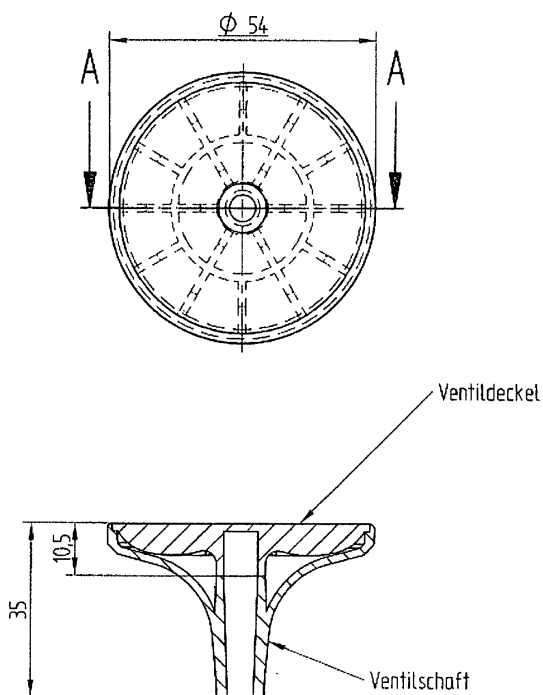
**EP 00 65 702 A2**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Verbrennungsmotoren oder Turbinen**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Verbrennungsmotoren oder Turbinen, insbesondere zur Herstellung von Hohlventilbauteilen, mit dem neben konventionellen Werkstoffen erstmals pulverförmige Titanbasislegierungen zu diesen Bauteilen verarbeitet werden können. Bei dem Verfahren werden Metallpulver und/oder Metalllegierungspulver mit einem Bindemittel und gegebenenfalls einem Zuschlagstoff in einem Kneteter vermischt, die Mischung durch Spritzgießen in Form gebracht, die in Form gebrachte Masse chemisch entbindert, chemisch entbinderte Masse bei einer Temperatur von weniger als 450°C thermisch entbindert und die chemisch und thermisch entbinderte bei einer Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur des Metalls und/oder der Metalllegierung zur Herstellung des Bauteils gesintert. Die Bauteile können auf konventionelle Weise durch form- und kraftschlüssige sowie schmelzflüssige Fügeverfahren miteinander verbunden werden.



SCHNITT A-A

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Verbrennungsmotoren oder Turbinen, insbesondere zur Herstellung von Hohlventilbauteilen.

**[0002]** Von Verbrennungsmotoren werden heutzutage hohe Leistungen und ein geringer Kraftstoffverbrauch erwartet. Ventile zum Gasaustausch, wie sie in Verbrennungsmotoren verwendet werden, müssen sehr hohen Betriebstemperaturen und mechanischen Beanspruchungen standhalten. Einlassventile, die bei jedem Ansaugtakt von kühlen Frischgasen umströmt und gekühlt werden, erreichen Ventilteller-Temperaturen von über 500°C. Auslassventile erreichen Temperaturen von über 800°C.

**[0003]** Da es sich bei Ventilen um bewegliche Bauteile handelt, wächst die aufzubringende Antriebsleistung exponentiell mit dem Gewicht der oszillierenden Massen, d. h. der Ventile. Daraus ergibt sich die Forderung, Ventile bezüglich des Gewichts ohne Einbußen der mechanischen und thermischen Festigkeit weiter zu optimieren.

**[0004]** Hohlventile mit einem Schaft, einem Ventilkegel und einem Ventilteller, wobei Ventilkegel und Ventilteller gemeinsam einen Hohlraum bilden, sind beispielsweise aus der DE 198 04 053 A1 bekannt. Nach dem derzeitigen Stand werden derartige Hohlventile oder Hohlventilteile entweder durch Warmfließpressen oder Stauchen und Schmieden geformt. Dabei werden für den Ventilkegel und Ventilteller überwiegend hitzebeständige Stähle wie Werkstoff-Nr. 1.4882 (X 50 CrMnNiNbN 21 9), 1.4871 (X 53 CrMnNiN 21 9) oder 2.4955 (NiFe 25 Cr 20 NbTi) verwendet. Andere Werkstoffe, insbesondere Leichtbauwerkstoffe auf Titanbasis in Pulverform lassen sich mit den genannten Verfahren auf Grund der hohen Reaktivität von Titan gegenüber Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff und der damit verbundenen Versprödung des Materials nicht oder nicht wirtschaftlich zu Hohlventilbauteilen verarbeiten.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es daher ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Verbrennungsmotoren oder Turbinen, insbesondere zur Herstellung von Hohlventilbauteilen wie Ventilkegeln oder Ventiltellern bereitzustellen, mit dem wirtschaftlich auch andere Materialien verarbeitet werden können.

**[0006]** Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Verbrennungsmotoren oder Turbinen gelöst, bei dem

- (a) Metallpulver und/oder Metalllegierungspulver mit einem Bindemittel und gegebenenfalls einem Zuschlagstoff in einem Knetzer vermischt werden,
- (b) die Mischung durch Spritzgießen in Form ge-

bracht wird,

(c) die in Form gebrachte Masse chemisch entbindert wird,

(d) chemisch entbinderte Masse bei einer Temperatur von weniger als 450°C thermisch entbindert wird,

(e) die chemisch und thermisch entbinderte bei einer Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur des Metalls und/oder der Metalllegierung zur Herstellung des Bauteils gesintert wird.

**[0007]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich neben den martensitisch-ferritischen und austenitischen Stählen oder Nickelbasislegierungen insbesondere auch Titanbasiswerkstoffe wirtschaftlich zu Hohlventilbauteilen verarbeiten, womit eine weitere Gewichtsersparnis gegenüber bekannten Hohlventilen erreicht werden kann. Bevorzugt werden Titanlegierungen verwendet, die Aluminium und/oder Vanadium als zusätzliche Bestandteile enthalten. Diese zusätzlichen Legierungsbestandteile sind jeweils vorzugsweise in einer Menge von 2 bis 10 Gew.-% auf Basis des Gesamtgewichts der Legierung enthalten.

**[0008]** Das Bindemittel ist vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Polyamiden, Polyoxymethylen, Polycarbonat, Styrol-Acrylnitril-Copolymerisat, Polyimid, natürlichen Wachsen und ölen, Duroplasten, Cyanaten, Polypropylen, Polyacetat, Polyethylen, Ethylen-Vinylacetat, Polyvinylalkohol, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Polymethylmethacrylat, Anilinen, Mineralölen, Wasser, Agar, Glycerin, Polyvinylbutyryl, Polybutylmethacrylat, Cellulose, Ölsäure, Phtalaten, Paraffinwachsen, Carnaubwachs, Ammoniumpolyacrylat, Diglyceridstearat und -oleat, Glycerylmonostearat, Isopropyltitanat, Lithiumstearat, Monoglyceriden, Formaldehyd, Octylsäurephosphat, Olefinsulfonaten, Phosphateestern, Stearinsäure und Mischungen derselben. Der Volumanteil des Bindemittels ist vorzugsweise kleiner als 60%, bevorzugter 20 bis 50%.

**[0009]** Die Vermischung im Knetzer erfolgt vorzugsweise bei einer Temperatur von 50 bis 250°C, besonders bevorzugt 90 bis 150°C.

**[0010]** Auch das Spritzgießen erfolgt vorzugsweise bei einer Temperatur der Mischung von 90 bis 150°C und bevorzugt bei einem Druck von 400 bis 800 bar.

**[0011]** Die chemische Entbinderung erfolgt bevorzugt in einem Paraffinbad, vorzugsweise in einem Hexanbad. Die chemische Entbinderung erfolgt bei einer Temperatur von vorzugsweise 10 bis 65°C, bevorzugter von 30 bis 50°C.

**[0012]** Die thermische Entbinderung erfolgt bei einer Temperatur von weniger als 450°C, bevorzugt 200 bis 350°C und vorzugsweise im Vakuum bei ei-

nem Druck von vorzugsweise 2 bis 20 mbar.

**[0013]** Die Sinterung erfolgt vorzugsweise bei 80 bis 90% der Schmelztemperatur des Metalls bzw. der Metalllegierung und bevorzugter in einer Schutzgasatmosphäre. Vorzugsweise ist das Schutzgas Argon. Alternativ kann die Sinterung auch im Vakuum erfolgen. In diesem Fall beträgt der Druck vorzugsweise  $10^{-3}$  bis  $10^{-5}$  mbar.

**[0014]** Derartig hergestellte Hohlventilbauteile lassen sich auf konventionelle Weise durch form- und kraftschlüssige sowie schmelzflüssige Fügeverfahren miteinander verbinden. Beispielsweise können Ventilteller und Ventilkegel durch eine Schrumpfverbindung zusammengefügt werden. Ventilkegel und Ventilschaft können durch ein schmelzflüssiges Fügeverfahren verbunden werden.

Bevorzugte Ausführung:

**[0015]** Mit dem oben beschriebenen Verfahren wurde eine Titanlegierung mit 6 Gew.-% Aluminium und 4 Gew.-% Vanadium zu einem Ventilteller und einem Ventilkegel verarbeitet. Ventilkegel und -teller wurden durch eine Schrumpfverbindung zusammengefügt.

**[0016]** [Fig. 1](#) zeigt eine Abbildung des zusammengefügten Ventiltellers und -kegels in Aufsicht und als Schnitt entlang der Linie A-A.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Verbrennungsmotoren oder Turbinen, bei dem  
(a) Metallpulver und/oder Metalllegierungspulver mit einem Bindemittel und gegebenenfalls einem Zuschlagstoff in einem Knetter vermischt werden,  
(b) die Mischung durch Spritzgießen in Form gebracht wird,  
(c) die in Form gebrachte Masse chemisch entbindert wird,  
(d) chemisch entbinderte Masse bei einer Temperatur von weniger als 450°C thermisch entbindert wird,  
(e) die chemisch und thermisch entbinderte bei einer Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur des Metalls und/oder der Metalllegierung zur Herstellung des Bauteils gesintert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Bauteil um ein Hohlventilbauteil handelt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei es sich bei dem Hohlventilbauteil um einen Ventilkegel handelt.

4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei es sich bei dem Hohlventilbauteil um einen Ventilteller handelt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass als Metalllegierungspulver eine Titanlegierung verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Titanlegierung Aluminium und/oder Vanadium als zusätzliche Bestandteile enthält.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Titanlegierung 2 bis 10 Gew.-% Aluminium und/oder 2 bis 10 Gew.-% Vanadium auf Basis des Gesamtgewichts der Legierung enthält.

8. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittel ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus: Polyamiden, Polyoxymethylen, Polycarbonat, Styrol-Acrylnitril-Copolymerisat, Polyimid, natürlichen Wachsen und ölen, Duroplasten, Cyanaten, Polypropylen, Polyacetat, Polyethylen, Ethylen-Vinylacetat, Polyvinylalkohol, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Polymethylmethacrylat, Anilinen, Mineralölen, Wasser, Agar, Glycerin, Polyvinylbutyryl, Polybutylmethacrylat, Cellulose, Ölsäure, Phtalaten, Paraffinwachsen, Carnaubwachs, Ammoniumpolyacrylat, Diglyceridstearat und -oleat, Glycerylmonostearat, Isopropyltitanat, Lithiumstrarat, Monoglyceriden, Formaldehyd, Octylsäurephosphat, Olefinsulfonaten, Phosphatesterne, Stearinsäure und Mischungen derselben.

9. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumenanteil des Binders am Gemisch weniger als 60% beträgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumanteil des Rindermittels am Gemisch 20% bis 50% beträgt.

11. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vermischung im Knetter bei einer Temperatur im Bereich von 50 bis 250°C erfolgt.

12. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Spritzgießen bei einer Temperatur der Mischung von 90 bis 150°C erfolgt.

13. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Spritzgießen bei einem Druck von 400 bis 800 bar erfolgt.

14. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die chemische Entbinderung in einem Hexanbad erfolgt.

15. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die chemi-

sche Entbinderung bei einer Temperatur von 10 bis 65°C erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die chemische Entbinderung bei einer Temperatur von 30 bis 50°C erfolgt.

17. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die thermische Entbinderung bei einem Druck von 2 bis 20 mbar erfolgt.

18. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sinterung bei 80% bis 90% der Schmelztemperatur des Metalls bzw. der Metallegierung erfolgt.

19. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sinterung in einer Schutzgasatmosphäre erfolgt.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgas Argon ist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Sinterung im Vakuum erfolgt.

22. Hohlventilbauteil, das mit einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 21 hergestellt ist, dadurch gekennzeichnet, dass es aus einer Titanbasislegierung besteht.

23. Hohlventilbauteil gemäß Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die titanbasislegierung neben Titan 2 bis 10 Gew.-% Aluminium und/oder 2 bis 10 Gew.-% Vanadium enthält.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

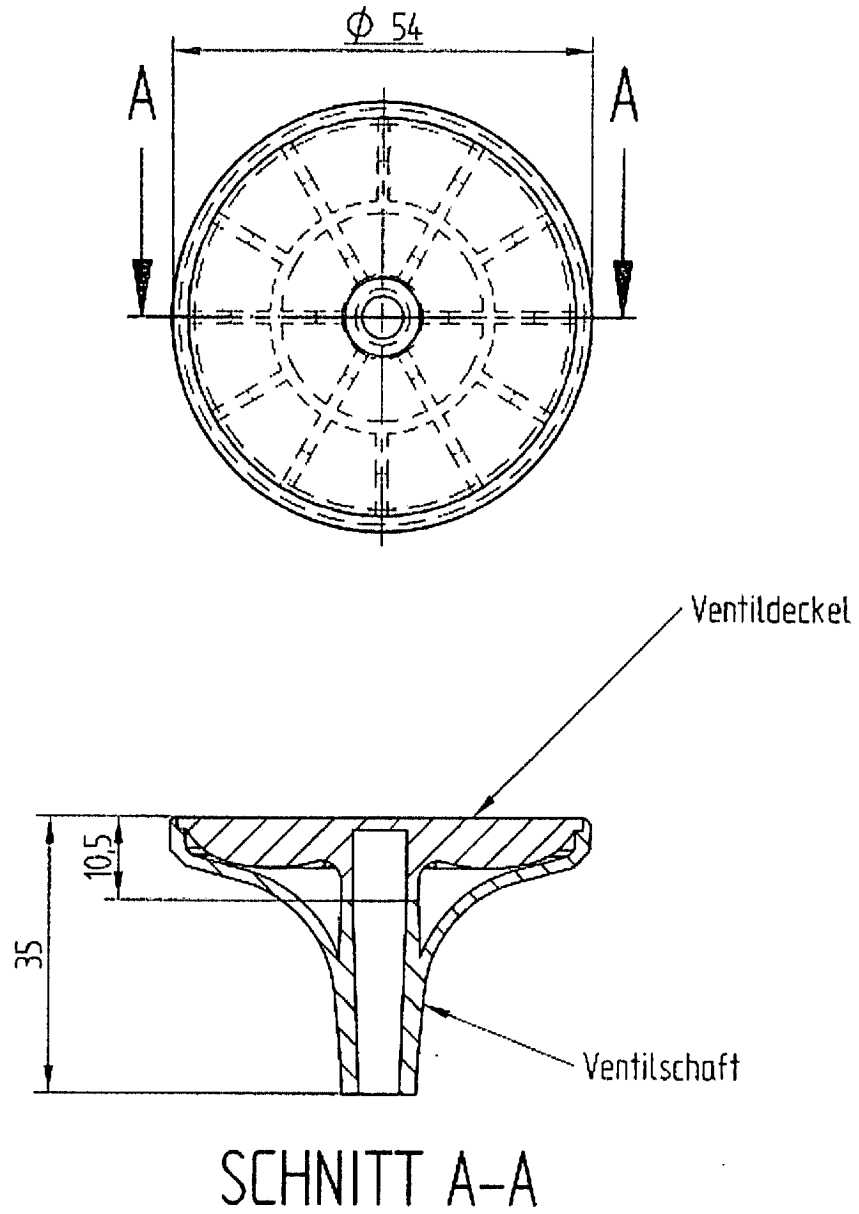


FIG. 1