



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 2 166 200 A1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.03.2010 Patentblatt 2010/12**

(51) Int Cl.:  
**F01L 3/10 (2006.01)**  
**C22F 1/043 (2006.01)**

**F01L 1/46 (2006.01)**  
**C04B 41/50 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09011575.9**

(22) Anmeldetag: **10.09.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL**  
**PT RO SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA RS**

(30) Priorität: **23.09.2008 AT 14782008**

(71) Anmelder: **Franz Rübig & Söhne GmbH & Co. KG**  
**4600 Wels (AT)**

(72) Erfinder: **Rübig, Günter, Dipl. Ing.**  
**4600 Wels (AT)**

(74) Vertreter: **Landgraf, Elvira**  
**Schulfeld 26**  
**4210 Gallneukirchen (AT)**

### **(54) Ventilfederteller und Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Die Erfindung betrifft einen Ventilfederteller für Motoren, der aus einer keramikverstärkten Aluminium-Legierung besteht sowie eine Verfahren zu dessen Herstellung.

**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft einen Ventilfederteller für Ventile von Motoren, sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung.

[0002] Ein Ventilfederteller für einen Motor dient unter anderem dazu, das Ende einer Ventilfeder aufzunehmen.

5 Ventilfederteller unterliegen als Teil des Ventiltriebs enormen Beanspruchungen durch Belastungswechsel, Oberflächenverschleiß und thermische Schwankungen

Üblicherweise wird das Ventil beispielsweise durch die Bewegung einer Nocke direkt angetrieben. Zur Erhöhung der Drehzahl und somit der Leistung eines Motors bildet das Gewicht des Ventilfedertellers einen limitierenden Faktor.

10 In den meisten Motoren werden Ventilfederteller, die aus Stahl gefertigt sind, eingesetzt, da dieses Material nach wie vor beste Haltbarkeitseigenschaften und Abriebbeständigkeit aufweist.

[0003] Leichtere Ventilfederteller verringern die oszillierenden und hoch beschleunigten Massen, bewirken somit kleinere Schleppleistung und höhere Drehzahldynamik, wie sie unter anderem auch hochdrehenden Zweiradmotoren gefordert werden.

15 [0004] Ferner bewirkt jede Ventilbetätigung eine Längenänderung der zugehörigen Ventilfeder und somit eine leicht rotatorische Relativbewegung in der Kontaktfläche mit dem Ventilfederteller. Dies bewirkt einen vorwiegend abrasiven Verschleiß, sodass das Material entsprechende Abriebfestigkeiten aufweisen muss.

[0005] Es wurde bereits vorgeschlagen, Ventilfederteller in Leichtbauweise herstellen, wobei der Ventilfederteller eine Ausstanzung, einen Versteifungsbund und eine Durchsetzung aufweist (DE 44 21 408 A1).

20 [0006] Aus DE 40 21 087 ist ein Ventilfederteller aus faserverstärktem Kunststoff oder thermoplastischen Flüssigkristallpolymeren bekannt, wobei die Verstärkungsfasern bzw. die Polymerketten in einer definierten Richtung orientiert sein müssen. Allerdings weisen derartige Ventilfederteller nicht die nötige Beständigkeit und Haltbarkeit im Betrieb auf.

[0007] Aus DE 41 20 892 ist ein gewichtsreduzierter Ventilfederteller bekannt, der aus einem Federauflageteil und einem Verstärkungsteil aus Aluminium besteht, die miteinander verstemmt sind.

25 [0008] Aus EP 0 693 615 A ist ein Ventilfederteller aus einer Legierung auf Aluminiumbasis bekannt, der durch Kaltschmieden, anschließende Wärmebehandlung unter teilweisem Schmelzen und einen darauf folgenden Alterungsschritt bei 150 bis 200 °C hergestellt wird. Die Weiterverarbeitung erfolgt durch Rommeln. Zur Verleihung eines Rostschutzes wird der Formling weiter behandelt.

30 [0009] Aus EP 0 864 731 A ist ein aus einer Al-Legierung hergestellter Ventilfederteller bekannt, der nach Kaltschmiedevorgang und Alterungsvorgang durch nicht spanende Weiterverarbeitung hergestellt.

Obwohl durch die Form der Weiterverarbeitung die ursprünglichen Eigenschaften erhalten bleiben sollen, weist auch dieser Ventilfederteller, wie die vorhergehenden beschriebenen Ventilfederteller zu geringe Haltbarkeit, Abriebbeständigkeit und Lebensdauer für den dauernden Betrieb auf.

[0010] Aus EP 1 586 668 A ist ein Ventilfederteller bekannt, das aus einer Titanlegierung gefertigt ist.

35 [0011] Aufgabe der Erfindung war es ein Ventilfederteller und ein Verfahren zu dessen Herstellung bereitzustellen, wobei der Ventilfederteller geringes Gewicht, hohe Haltbarkeit und Abriebfestigkeit aufweist und somit geeignet ist, eine Drehzahlerhöhung eines Motors zu ermöglichen und somit dessen Wirksamkeit deutlich zu erhöhen.

[0012] Gegenstand der Erfindung ist daher ein Ventilfederteller für Motoren, **dadurch gekennzeichnet, dass** er aus einer keramikverstärkten Aluminium-Legierung besteht.

40 [0013] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Ventilfedertellers gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- a) Vorwärmen eines Rohlings aus einer keramikverstärkten Aluminium-Legierung auf eine Temperatur von 400 - 550 °C
- 45 b) Schmieden der Aluminiumlegierung bei einer Werkzeugtemperatur von 150 bis 360 °C,
- c) Wärmebehandeln des geschmiedeten Formstücks
- d) Mechanische Bearbeitung des Ventilfedertellers
- e) Beschichten des Formstücks

50 wobei die Schritte c und d auch in vertauschter Reihenfolge durchgeführt werden können.

[0014] Als keramikverstärkte Aluminium-Legierung kommen vor allem Aluminiumlegierungen, die mit Siliciumcarbid oder Korund verstärkt sind in Frage.

Das Verstärkungsmaterial kann in Form von Partikeln oder Fasern vorliegen. Liegt das Verstärkungsmaterial in Form von Partikel vor, beträgt die Partikelgröße vorzugsweise 1 bis 5 µm.

55 Liegt das Verstärkungsmaterial in Form von Fasern vor, beträgt die Faserlänge vorzugsweise 1,3 bis 7 µm.

[0015] Der Anteil an Verstärkungsmaterial in der Legierung beträgt vorzugsweise 10 bis 45 Vol %, besonders bevorzugt 20 - 30 Vol %.

[0016] Als Aluminium-Legierungen, die mit dem Verstärkungsmaterial verstärkt werden kommen bevorzugt Legierun-

gen in Frage, die aus 91,2 - 94,7 Gew% Aluminium, 1,2 - 1,8 Gew% Magnesium, max. 0,1 Gew% Chrom, max. 0,25 Gew% Zn, 0,3- 09 Gew% Mangan, max. 0,2 Gew% Silicium, max. 0,3 Gew% Eisen, max. 0,15 Gew% Titan und 3,8 - 4,9 Gew% Kupfer, neben max. 0,15 Gew% anderen Bestandteilen (übliche Verunreinigungen) bestehen.

Besonders geeignet ist als Aluminium - Legierung (Matrixwerkstoff) Al 2124.

5 [0017] Zur Herstellung des Ventilfedertellers wird die keramikverstärkte Aluminiumlegierung auf eine Temperatur von 400 - 550°C vorgewärmt.

Vorzugsweise liegt die Vorwärmtemperatur in einem Bereich von 450 bis 520°C. Das Material wird solange erwärmt, bis es vollständig durchgewärmt ist. Vorteilhafterweise wird das Material auch noch eine kurze Zeit nach der vollständigen Durchwärmung auf der Vorwärmtemperatur gehalten.

10 [0018] Anschließend folgt in einem Schmiedevorgang die Umformung des Materials zu gewünschten Form des Ventilfedertellers.

Der Schmiedevorgang wird vorzugsweise bei Werkzeugtemperaturen von 150 bis 360, besonders bevorzugt bei 285 - 310°C durchgeführt um das Auskühlen der Aluminiumlegierung während des Schmiedevorgangs zu vermeiden.

15 Die weiteren Parameter des Schmiedevorgangs, wie Schmiedehubgeschwindigkeit, Pressdruck und dergleichen sind vom verwendeten Schmiedewerkzeug abhängig.

Vorzugsweise wird ein beschichtetes Schmiedewerkzeug verwendet um eine hoher Lebensdauer des Werkzeugs bei den erforderlichen hohen Temperaturen der zu verformenden Legierung zu gewährleisten. Als Beschichtungen kommen beispielsweise TiN, TiAlN, TiCN, CrN, AlCrN, polykristalliner Diamant, Ni, Cr, CrCN und dergleichen, oder auch Kombinationen aus diesen Beschichtungsmaterialien in Frage.

20 [0019] Nach dem Schmieden wird der geformte Ventilfederteller einer Wärmebehandlung unterzogen.

[0020] Dabei wird der geformte Ventilfederteller gegebenenfalls einem Lösungsglühvorgang bei einer Temperatur von 400 - 550°C unterzogen. Die Zeit des Lösungsglühvorgangs beträgt etwa 5 bis 40 min.

Anschließend wird der Ventilfederteller rasch abgekühlt, vorzugsweise durch Abschrecken mit Wasser und anschließend während einer bestimmten Zeitspanne auf einer definierten konstanten Temperatur gehalten. Die Temperatur beträgt dabei vorzugsweise zwischen 20 bis 220 ° C, vorzugsweise 20 bis 200 ° C.

Die Zeitspanne beträgt vorzugsweise 10 bis 360 Stunden, vorzugsweise 12 bis 250 Stunden.

Durch die Wärmebehandlung wird das Gefüge der umgeformten Legierung und somit die mechanischen und physikalischen Eigenschaften des Ventilfedertellers positiv beeinflusst.

30 [0021] In einem weiteren Verfahrensschritt wird der so hergestellte Ventilfederteller mit einer Beschichtung zur Erhöhung der Abriebfestigkeit, der mechanischen Beständigkeit und der Korrosionsfestigkeit versehen.

[0022] Als Beschichtungen kommen dabei anodisches Vernickeln, Beschichtungen mit DLC (diamond like carbon, beispielsweise DL coat PLASTIT®), oder sonstige Hartstoffbeschichtungen, in Frage.

Verfahren zur Aufbringung von Hartstoff - Beschichtungen sind beispielsweise aus EP 0 112 439 A, DE 41 24 730 A, DE 197 51 256 A, EP 0 919 645 A und DE 296 80 628 U bekannt.

35 [0023] Im Wesentlichen erfolgt die Beschichtung in einem gekühlten Säureelektrolyten, wobei das Werkstück als Anode geschaltet wird und im Laufe der Behandlung an der Oberfläche oxidiert. Dadurch wandelt sich die Oberfläche des Ventilfedertellers in eine keramikhähnliche Schicht, die überwiegend aus amorphen Aluminumoxid besteht.

40 Beispiele:

Beispiel 1:

**[0024]**

45 Werkstoff:

AMC225xe:

Matrixwerkstoff 2124

Verstärkungskomponente 25 Vol% SiC

50

Vorwärmen:

55 [0025] Der Werkstoff wurde auf eine Temperatur von 497°C 20 min aufgewärmt, wobei der Werkstoff nach 15 min vollständig durchgewärmt war.

Schmieden:

[0026] Der Schmiedevorgang wurde bei einer Werkzeugtemperatur von 300°C durchgeführt.

## EP 2 166 200 A1

Als Schmiedepresse wurde eine Schmiedepresse mit einer Presskraft von 200 t verwendet.

Wärmebehandlung:

- 5 [0027] Wie oben angegeben geschmiedete Ventilfederteller wurden einer Wärmebehandlung unterzogen. Die Parameter der Wärmebehandlung sind unten stehender Tabelle 1 zu entnehmen.

|         | Lösungsglühen |        |             | Auslagern     |        |
|---------|---------------|--------|-------------|---------------|--------|
| Zustand | Temperatur °C | Zeit h | Abschrecken | Temperatur °C | Zeit h |
| T1      | -             | -      | -           | -             |        |
| T4      | 495           | 0,4    | Wasser      | 190           | 12     |
| T6      | 495           | 0,4    | Wasser      | 20            | 240    |

15

Beschichtung:

- 20 [0028] Folgende Beschichtungsvarianten wurden durchgeführt:

| Zustand | keine Beschichtung | Hart Coat® | Chemische Vernickelung |
|---------|--------------------|------------|------------------------|
| T1      | x                  | x          | x                      |
| T4      | x                  |            |                        |
| T6      | x                  | x          | x                      |

25

Beispiel 2:

30

- [0029] Prüfung der Eigenschaften des Ventilfedertellers

- a) Statischer Belastungstest

- 35 [0030] Prüfanordnung:

Krafteinleitung quasistatisch über den Ventilschaft. Der Probehalter wirkt ersatzweise für die Feder als Widerlager, der Prüfdorn leitet die Axialkraft am Ventilschaft ein.

Vorlast 500N

Prüfgeschwindigkeit 4mm/min

Abbruch nach Erreichen der Maximalkraft

40

| Zustand | Axiale Maximalkraft(n) | Axiale Verschiebung bei Maximalkraft (mm) |
|---------|------------------------|---|
| T1      | 6293                   | 0,58                                      |
| T4      | 8372                   | 0,98                                      |
| T6      | 7936                   | 1,19                                      |

45

- b) Dynamischer Belastungstest am Motorprüfstand

50

Prüfanordnung:

- 55 [0031] Je 4 Ventilfederteller wurden in üblicherweise in einen präparierten Motorradmotor eingebaut, 2 an Einlassventile und 2 an Auslassventilen.

Antrieb: Elektromotor, der die Kurbelwelle auf einer definierten Drehzahl hielt, die ihrerseits über Kettentrieb mit der Nockenwelle gekoppelt war.

Die Nockenwelle wirkte auf Kipphebel und erzeugte damit die oszillierende Ventilbewegung.

Zur Krafteinleitung in den Ventilfederteller wurden runde Stahlplättchen (Shims) eingesetzt.

Begonnen wurde mit einer Kurbelwellendrehzahl von 12 000/min, nach jeweils einer Stunde erfolgte Sichtkontrolle und

eine Erhöhung der Drehzahl um 100/min.

Die letzte erreichte Drehzahl betrug 14000/min

|   | Zustand       | Lastwechsel (x10 <sup>6</sup> ) | Betriebsstunden |
|---|---------------|---------------------------------|-----------------|
| 5 | T1 Hart Coat® | 8,5                             | 21, 8           |
|   | T6 Hart Coat® | 8,5                             | 21, 8           |

- 10 [0032] Keiner der getesteten Ventilfederteller zeigte Verschleißerscheinungen.

### Patentansprüche

- 15 1. Ventilfederteller für Motoren, **dadurch gekennzeichnet, dass** er aus einer keramikverstärkten Aluminium-Legierung besteht.
- 20 2. Ventilfederteller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** er aus einer mit SiC oder Korund verstärkten Aluminiumlegierung besteht.
- 25 3. Ventilfederteller nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminiumlegierung 10 - 45 Vol % an Verstärkungsmaterial aufweist.
- 30 4. Verfahren zur Herstellung eines Ventilfedertellers **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:
- a) Vorwärmen eines Rohlings aus einer keramikverstärkten Aluminium-Legierung auf eine Temperatur von 400 - 550 °C
  - b) Schmieden der Aluminiumlegierung bei einer Werkzeugtemperatur von 150 bis 360 °C,
  - c) Wärmebehandeln des geschmiedeten Formstücks
  - d) Mechanische Bearbeitung des Ventilfedertellers
  - e) Beschichten des Formstücks,
- wobei die Schritte c und d auch in umgekehrter Reihenfolge durchgeführt werden können.
- 35 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt a) bei einer Temperatur von 450 bis 520°C durchgeführt wird.
- 40 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt c) folgende Schritte beinhaltet:
  - a) ggf. erneutes Erwärmen des geschmiedeten Formstücks auf eine Temperatur von 400 - 550°C,
  - b) rasches Abkühlen des Formstücks
  - c) erneutes Erwärmen auf eine Temperatur von 20 - 220°C während einer Zeit von 10 bis 360 Stunden.
- 45 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt e) eine Hartstoff-Beschichtung, chemisches Vernickeln oder eine DLC-Beschichtung umfasst.

50

55



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 09 01 1575

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE   |   |  | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                     |
|--|---|--|--|
| Kategorie  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch  |  |
| X  | EP 0 701 003 A (HONDA MOTOR CO LTD [JP])<br>13. März 1996 (1996-03-13)<br>* Seite 3, Zeilen 15-26; Anspruch 8;<br>Abbildung 7 *<br>* Seite 13, Zeile 14 - Seite 15, Zeile 30<br>* | 1-3  | INV.<br>F01L3/10<br>F01L1/46<br>C22F1/043<br>C04B41/50 |
| Y  | -----<br>X JP 02 102306 A (SHOWA DENKO KK; HONDA MOTOR CO LTD) 13. April 1990 (1990-04-13)<br>* Zusammenfassung *   | 4-7<br>1   |  |
| D,X  | EP 0 693 615 A (FUJI VALVE [JP])<br>24. Januar 1996 (1996-01-24)  | 1  |  |
| A  | * Spalte 1, Zeilen 32-39; Anspruch 4 *  | 4  |  |
| Y  | -----<br>KR 2008 0015224 A (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]) 19. Februar 2008 (2008-02-19)<br>* das ganze Dokument *  | 4-7  |  |
| Y  | -----<br>EP 0 864 731 A (FUJI VALVE [JP])<br>16. September 1998 (1998-09-16)<br>* Anspruch 1 *  | 4,6  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)                        |
| A  | -----<br>JP 63 183144 A (SUMITOMO METAL IND)<br>28. Juli 1988 (1988-07-28)  | 4,5,7  | F01L<br>C22F<br>B21K<br>C22C<br>C04B                   |
| A  | -----<br>US 5 040 501 A (LEMELSON JEROME H [US])<br>20. August 1991 (1991-08-20)<br>* Spalte 5, Zeilen 38-48 *  | 7  |  |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt  |   |  |  |
| 1  | Recherchenort<br>München  | Abschlußdatum der Recherche<br>9. November 2009  | Prüfer<br>Clot, Pierre                                 |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE  |   | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |  |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |   |  |  |

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

EP 09 01 1575

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

09-11-2009

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung |                            | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie                                  | Datum der<br>Veröffentlichung                                      |
|--|---|-------------------------------|----------------------------|--|--|
| EP 0701003   | A | 13-03-1996                    | DE<br>DE<br>JP<br>JP<br>US | 69509990 D1<br>69509990 T2<br>2785910 B2<br>8120378 A<br>5658366 A | 08-07-1999<br>30-09-1999<br>13-08-1998<br>14-05-1996<br>19-08-1997 |
| JP 2102306   | A | 13-04-1990                    | JP                         | 2709097 B2   | 04-02-1998   |
| EP 0693615   | A | 24-01-1996                    | DE<br>DE<br>JP<br>JP       | 69406438 D1<br>69406438 T2<br>3362240 B2<br>8028224 A              | 27-11-1997<br>16-04-1998<br>07-01-2003<br>30-01-1996               |
| KR 20080015224                                     | A | 19-02-2008                    |                            | KEINE  |  |
| EP 0864731   | A | 16-09-1998                    | JP<br>US                   | 9151714 A<br>5901728 A   | 10-06-1997<br>11-05-1999   |
| JP 63183144  | A | 28-07-1988                    | JP                         | 2792020 B2   | 27-08-1998   |
| US 5040501   | A | 20-08-1991                    |                            | KEINE  |  |

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 4421408 A1 **[0005]**
- DE 4021087 **[0006]**
- DE 4120892 **[0007]**
- EP 0693615 A **[0008]**
- EP 0864731 A **[0009]**
- EP 1586668 A **[0010]**
- EP 0112439 A **[0022]**
- DE 4124730 A **[0022]**
- DE 19751256 A **[0022]**
- EP 0919645 A **[0022]**
- DE 29680628 U **[0022]**