

(19)



(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)

F01L 1/46 (2006.01)

C22F 1/043 (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.

EP 2 166 200 A1

Beschreibung

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

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

Ventildfederteller 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 Ventildfedertellers einen limitierenden Faktor.

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

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

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

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

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

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

[0008] Aus EP 0 693 615 A ist ein Ventildfederteller 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.

[0009] Aus EP 0 864 731 A ist ein aus einer Al-Legierung hergestellter Ventildfederteller 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 Ventildfederteller, wie die vorhergehenden beschriebenen Ventildfederteller zu geringe Haltbarkeit, Abriebbeständigkeit und Lebensdauer für den dauernden Betrieb auf.

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

[0011] Aufgabe der Erfindung war es ein Ventildfederteller und ein Verfahren zu dessen Herstellung bereitzustellen, wobei der Ventildfederteller 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 Ventildfederteller für Motoren, **dadurch gekennzeichnet, dass** er aus einer keramikverstärkten Aluminium-Legierung besteht.

[0013] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Ventildfedertellers 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 Ventildfedertellers

e) Beschichten des Formstücks

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.

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 Legierungen

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- 0,9 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.

[0017] Zur Herstellung des Ventildfedertellers 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.

[0018] Anschließend erfolgt in einem Schmiedevorgang die Umformung des Materials zu gewünschter Form des Ventildfedertellers.

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.

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

Vorzugsweise wird ein beschichtetes Schmiedewerkzeug verwendet um eine hohe Lebensdauer des Werkzeugs bei den erforderlichen hohen Temperaturen der zu verformten 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.

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

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

Anschließend wird der Ventildfederteller 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 Ventildfedertellers positiv beeinflusst.

[0021] In einem weiteren Verfahrensschritt wird der so hergestellte Ventildfederteller 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.

[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 Ventildfedertellers in eine keramikähnliche Schicht, die überwiegend aus amorphen Aluminiumoxid besteht.

Beispiele:

Beispiel 1:

[0024]

Werkstoff:
AMC225xe:
Matrixwerkstoff 2124
Verstärkungskomponente 25 Vol% SiC

Vorwärmen:

[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 Ventildfederteller wurden einer Wärmebehandlung unterzogen. Die Parameter der Wärmebehandlung sind unten stehender Tabelle 1 zu entnehmen.

10

	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:

- [0028]** Folgende Beschichtungsvarianten wurden durchgeführt:

20

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 Ventildfedertellers

a) Statischer Belastungstest

[0030] Prüfanordnung:

35

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:

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

55

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

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

Zur Krafteinleitung in den Ventildfederteller 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 ⁶)	Betriebsstunden
T1 Hart Coat®	8,5	21, 8
T6 Hart Coat®	8,5	21, 8

[0032] Keiner der getesteten Ventildfederteller zeigte Verschleißerscheinungen.

Patentansprüche

1. Ventildfederteller für Motoren, **dadurch gekennzeichnet, dass** er aus einer keramikverstärkten Aluminium-Legierung besteht.
2. Ventildfederteller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** er aus einer mit SiC oder Korund verstärkten Aluminiumlegierung besteht.
3. Ventildfederteller nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminiumlegierung 10 - 45 Vol % an Verstärkungsmaterial aufweist.
4. Verfahren zur Herstellung eines Ventildfedertellers **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 Ventildfedertellers
 - e) Beschichten des Formstücks,

wobei die Schritte c und d auch in umgekehrter Reihenfolge durchgeführt werden können.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt a) bei einer Temperatur von 450 bis 520°C durchgeführt wird.
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.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt e) eine Hartstoff-Beschichtung, chemisches Vernickeln oder eine DLC-Beschichtung umfasst.



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 09 01 1575

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 701 003 A (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 13. März 1996 (1996-03-13)	1-3	INV. F01L3/10 F01L1/46 C22F1/043 C04B41/50
Y	* Seite 3, Zeilen 15-26; Anspruch 8; Abbildung 7 * * Seite 13, Zeile 14 - Seite 15, Zeile 30 *	4-7	
X	----- JP 02 102306 A (SHOWA DENKO KK; HONDA MOTOR CO LTD) 13. April 1990 (1990-04-13) * Zusammenfassung *	1	
D,X	----- EP 0 693 615 A (FUJI VALVE [JP]) 24. Januar 1996 (1996-01-24)	1	
A	* Spalte 1, Zeilen 32-39; Anspruch 4 *	4	
Y	----- KR 2008 0015224 A (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]) 19. Februar 2008 (2008-02-19) * das ganze Dokument *	4-7	
Y	----- EP 0 864 731 A (FUJI VALVE [JP]) 16. September 1998 (1998-09-16) * Anspruch 1 *	4,6	
A	----- JP 63 183144 A (SUMITOMO METAL IND) 28. Juli 1988 (1988-07-28)	4,5,7	
A	----- US 5 040 501 A (LEMELSON JEROME H [US]) 20. August 1991 (1991-08-20) * Spalte 5, Zeilen 38-48 *	7	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01L C22F B21K C22C C04B
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 9. November 2009	Prüfer Clot, Pierre
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		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	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**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 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.

09-11-2009

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

EPO FORM P0461

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

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]