

(19)



(11)

EP 2 248 610 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.11.2010 Patentblatt 2010/45

(51) Int Cl.:
B21C 1/00 (2006.01) **B21C 23/01** (2006.01)
B21K 1/20 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10004622.6**

(22) Anmeldetag: **03.05.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL 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:
BA ME RS

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke
80809 München (DE)**

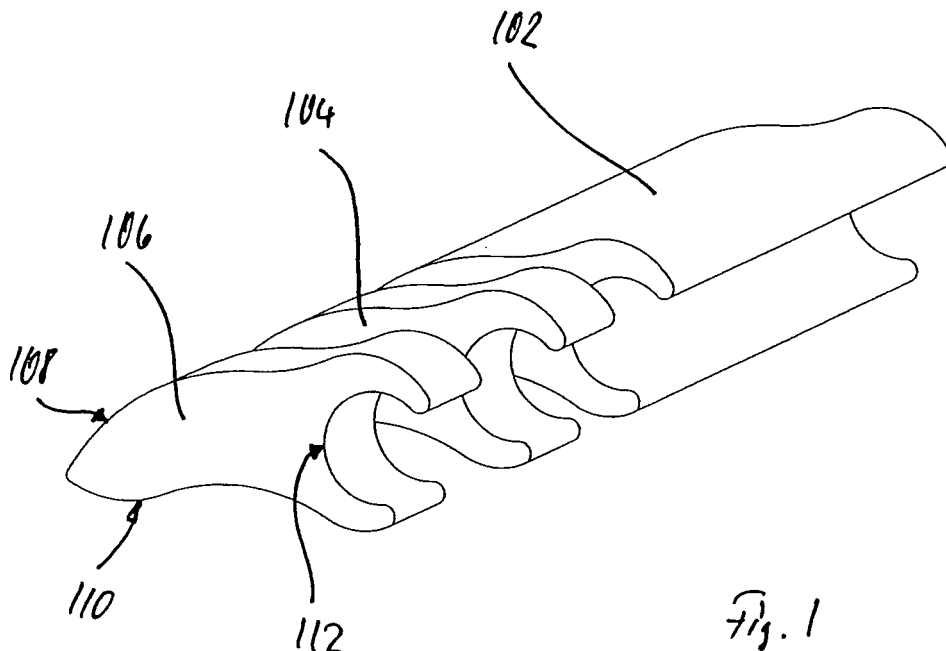
(72) Erfinder: **Gatzka, Norbert
85386 Eching (DE)**

(30) Priorität: **06.05.2009 DE 102009020094**

(54) **Verfahren zur Herstellung von Hebeln zur Ventilbetätigung in einem Ventiltrieb einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine**

(57) Verfahren zur Herstellung von Hebeln zur Ventilbetätigung in einem Ventiltrieb einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine, wobei zunächst ein profilierter Strangabschnitt hergestellt wird, dessen Profil dem des herzustellenden Hebels zumindest weitgehend ent-

spricht, wobei der Strangabschnitt ausschließlich aus einer Metalllegierung hergestellt wird und nachfolgend Hebel durch Abtrennen einzelner Abschnitte von dem Strangabschnitt hergestellt werden, wobei ein spanendes oder spanloses Verfahren der Metallverarbeitung angewendet wird.



EP 2 248 610 A1

Beschreibung

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Hebeln zur Ventilbetätigung in einem Ventiltrieb einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine.

[0002] Aus der WO 01/87524 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung von Hebeln für einen Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine bekannt, bei dem zunächst ein profilierter Strangabschnitt aus einem Metallmatrix-Verbundwerkstoff (engl. metal matrix composites, MMC) hergestellt wird. Dieser Werkstoff besteht aus einer zusammenhängenden Metallmatrix mit einer keramischen oder organischen Verstärkung in ihrem Inneren, beispielsweise aus einer Aluminium- oder Titan-Matrix mit Siliciumcarbid-Partikeln oder Kohlefasern. In einem weiteren Arbeitsschritt werden von dem Strangabschnitt einzelne Hebel durch Abtrennen hergestellt.

[0003] Metallmatrix-Verbundwerkstoffe weisen ein sehr vorteilhaftes Festigkeits-Gewichtverhältnis sowie eine gute Wärmeleitfähigkeit bei geringer Wärmeausdehnung auf. Auch andere Eigenschaften lassen sich bei der Herstellung den Anforderungen entsprechend gezielt einstellen. Jedoch sind sie nur sehr schwer zerspanbar.

[0004] Bei dem aus der WO 01/87524 A1 Herstellungsverfahren erfolgt daher eine Weiterbearbeitung des profilierten Strangabschnitts mittels Hochleistungszerspanung mit wesentlich höheren Schnittgeschwindigkeiten als üblich.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein eingangs genanntes Verfahren bereit zu stellen, bei dem einerseits der Fertigungsaufwand minimiert ist und bei dem andererseits ausgefallene Werkstoffe und aufwändige Herstellverfahren vermieden werden. Insbesondere soll eine von einem Hochleistungszerspanen unabhängige Fertigung ermöglicht werden.

[0006] Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, indem zunächst ein profilierter Strangabschnitt hergestellt wird, dessen Profil dem des herzustellenden Hebels zumindest weitgehend entspricht, wobei der Strangabschnitt ausschließlich aus einer Metalllegierung hergestellt wird und nachfolgend Hebel durch Abtrennen einzelner Abschnitte von dem Strangabschnitt hergestellt werden, wobei ein spanendes oder spanloses Verfahren der Metallverarbeitung angewendet wird.

[0007] "Ausschließlich aus einer Metalllegierung hergestellt" bedeutet vorliegend, dass der Strangabschnitt zumindest in seinen überwiegenden Bereichen aus einer Metalllegierung ohne beispielsweise keramische oder organische Verstärkung in seinem Inneren hergestellt wird. Dem steht nicht entgegen, dass der Strangabschnitt in einzelnen ausgewählten Bereichen aus einem anderen Material als Metall hergestellt ist. Selbstverständlich kann das Metall neben seinem Hauptbestandteil weitere Legierungselemente enthalten. Insbesondere handelt es sich bei der Metalllegierung um Stahl mit dem Hauptbe-

standteil Eisen und Legierungselementen, wie Kohlenstoff, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei, Mangan oder Silizium. Jedoch kann der Hauptbestandteil der Legierung neben Eisen auch Magnesium, Titan oder Aluminium sein.

[0008] "Spanendes oder spanloses Verfahren der Metallverarbeitung" bedeutet vorliegend ein übliches Verfahren der Metallverarbeitung, wie Scheren, Sägen, Drehen, Fräsen, Bohren, Schleifen und Richten und Varianten oder Kombinationen derselben mit für Metall üblichen Werkzeugen und für Metall üblichen Schnittgeschwindigkeiten, die unterhalb der bei der Bearbeitung von Metallmatrix-Verbundwerkstoffen erforderlichen besonders hohen Schnittgeschwindigkeiten liegen. Ebenfalls angewendet werden können Verfahren wie Erodieren, Wasserstrahlschneiden, Laser- oder Elektronenstrahlbearbeitung.

[0009] Zwar wurden Hebel zur Ventilbetätigung in einem Ventiltrieb einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine bereits früher aus Stahl hergestellt, dabei erfolgte aber, insbesondere in Hinblick auf das Erfordernis, die bewegten Massen der Brennkraftmaschine zu minimieren, eine Herstellung durch Schmieden oder Gießen, wobei beispielsweise durch Materialausparungen in Hebel-Breiten-Richtung eine Gewichtsreduzierung erzielt wurde. Das vorliegende Verfahren kommt demnach vor allem zur Herstellung besonders kleiner Hebel in Betracht, bei denen der Masseunterschied bei einer Herstellung in einem Schmiede- oder Gießverfahren mit Materialausparungen einerseits und dem erfindungsgemäßen Verfahren andererseits weniger in Gewicht fällt oder sogar vernachlässigbar ist.

[0010] Besonders zu bevorzugende Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Vorzugsweise wird der Strangabschnitt aus einem Stahl, wie Vergütungs-, Einsatz- oder Werkzeugstahl hergestellt. Ein derartiges Material weist die erforderlichen Eigenschaften insbesondere hinsichtlich Festigkeit, Bearbeitbarkeit und Vergütbarkeit auf. Der fertige Hebel aus diesem Material ist geeignet, die in dem Ventiltrieb auftretenden Kräfte zu übertragen und ist dabei hinreichend verschleißbeständig. Der Strangabschnitt kann mit für Stahl üblichen Verfahren bearbeitet und gegebenenfalls vergütet werden.

[0012] Als sehr zweckmäßig hat es sich erwiesen, wenn der Strangabschnitt in einem Zugdruckumform-Verfahren hergestellt wird, indem ein Umformen bei gleichzeitiger Beanspruchung durch Zug- und Druckbelastungen unterschiedlicher Wirkrichtung erfolgt. Insbesondere wird der Strangabschnitt durch Kaltziehen hergestellt.

[0013] Gegebenenfalls umfasst die Herstellung der Hebel eine zumindest bereichsweise Wärmebehandlung, wie Vergütung, eine zumindest bereichsweise Beschichtung, ein zumindest bereichsweises Schleifen und/oder ein zumindest bereichsweises Gleitschleifen

[0014] Nachfolgend ist ein besonders zu bevorzugendes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnah-

me auf Figuren näher erläutert, dabei zeigen schematisch und beispielhaft

Figur 1 einen profilierten Strangabschnitt und einzelne abgetrennte Abschnitte und

Figur 2 Hebel zur Ventilbetätigung in einem Ventiltrieb einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine.

[0015] Figur 1 zeigt einen profilierten Strangabschnitt 102 und einzelne abgetrennte Abschnitte 104, 106. Der Strangabschnitt ist ausschließlich aus einem Metall, wie Vergütungs-, Einsatz- oder Werkzeugstahl, hergestellt.

[0016] Ein Vergütungsstahl wird verwendet, wenn durch Vergüten - Härten und Anlassen - eine hohe Zug- und Dauerfestigkeit erzielt werden soll. Dabei wird die Zähigkeit des Stahls durch das Verhältnis von Härte und Temperatur des folgenden Anlassvorganges bestimmt. Bei der Härtung erfolgt eine Gefügeumwandlung, in der gezielt auf das Verhältnis von Festigkeit zu Zähigkeit Einfluss genommen wird. Der verwendete Vergütungsstahl weist üblicherweise einen Kohlenstoffgehalt von ca. 0,2-0,65 Gew.-% und die Legierungselemente Chrom, Mangan, Molybdän und Nickel auf. Beispielsweise wird ein Vergütungsstahl mit der Bezeichnung C45E, C50E, 1050, HCK60Cr, HCK67Cr, HCK67, SAE8667Mod., Ck45 oder 1074 verwendet.

[0017] Hebel mit einer hohen inneren Zähigkeit und einer erheblich größeren Oberflächenhärte und somit eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiß können bei Verwendung eines Einsatzstahls hergestellt werden. Der verwendete Einsatzstahl kann un- oder niedriglegiert sein und weist üblicherweise einen maximalen Kohlenstoffgehalt ca. 0,20 Gew.-% auf. Das Einsetzen erfolgt in einer kohlenstoffhaltige Atmosphäre bei Temperaturen von ca. 880-1050 °C, wobei in einer Randschicht der Kohlenstoffanteil etwa 0,8 Gew.-%, erhöht und damit die Härte der Oberfläche gesteigert wird. Beispielsweise wird ein Einsatzstahl mit der Bezeichnung C10E, C15E, 25 Mo Cr 4 BF, 20MnCr5, 17CrNiMo6, 16MnCr5 oder 15CrNi6 verwendet.

[0018] Gegebenenfalls können die Hebel auch aus einem legierten oder unlegierten Werkzeugstahl hergestellt werden. Wenn ein unlegierter Werkzeugstahl verwendet wird, weist dieser einen Kohlenstoffanteil von ca. 0,5-1,5 Gew.-% auf, eventuell mit geringen Mengen Wolfram. Durch Aufhärtung kann eine signifikante Erhöhung der Oberflächenhärte erzielt werden. Insbesondere wenn eine Durchhärtung erfolgen soll, wird ein legierter Werkzeugstahl verwendet, der üblicherweise die Legierungselemente Chrom, Mangan, Molybdän, Nickel und Wolfram aufweist und sich beim Härten nur wenig verzieht. Beispielsweise wird ein Werkzeugstahl mit der Bezeichnung C85W verwendet.

[0019] Dafür wird zunächst in einem Stranggießverfahren ein geeignetes Ausgangswerkstück hergestellt, das nachfolgend durch Ziehhole in mehreren Schritten

in die in Figur 1 dargestellt profilierte Form gebracht wird.

[0020] Zunächst wird in einem Stranggießverfahren ein geeignetes Ausgangswerkstück hergestellt. Aus diesem Ausgangswerkstück wird dann der Strangabschnitt 102 in einem Zugdruckumform-Verfahren, vorliegend in einem Durchzieh-Verfahren, hergestellt, indem, gegebenenfalls in mehreren aufeinanderfolgenden Bearbeitungsschritten, eine Verformung des Ausgangsmaterials durch kombinierte Druck- und Zugausübung erfolgt, um eine gezielte plastische Verformung zu erreichen. Die Umformung erfolgt deutlich unterhalb der Rekristallisationstemperatur des Materials, sodass Dehngrenze und Härte erhöht werden und eine Kaltverfestigung erzielt wird. Es wird eine Ziehmaschine mit Ziehhol, wie Trommelziehmaschine oder Ziehbank verwendet.

[0021] Von dem Strangabschnitt 102 werden in einem nachfolgenden Arbeitsgang einzelne Abschnitte 104, 106 abgetrennt. Vorliegend werden die Abschnitte 104, 106 vom Strangabschnitt 102 abgesägt.

[0022] Die Herstellung der Hebel 104, 106 umfasst auch ein(e) zumindest bereichsweise(s) Vergütung, Beschichtung, Schleifen und/oder Gleitschleifen. Dabei sind vorzugsweise die Kontaktflächen, wie Nockenkontaktfläche 108, Ventilkontaktfläche 110 und/oder Achsenkontaktfläche 112 wärmebehandelt, beschichtet, geschliffen und/oder gleitgeschliffen. Jede dieser Bearbeitungen (Vergüten, Beschichten, Schleifen und/oder Gleitschleifen) kann bereits am Strangabschnitt 102 erfolgen oder nach dem Abtrennen an den einzelnen Abschnitten/Hebeln 104, 106.

[0023] Die Beschichtung kann eine diamantähnliche Beschichtung (engl. diamond-like carbon, DLC-Beschichtung) sein, die sich durch besondere Reibungsarmut, Härte und mechanische Belastbarkeit auszeichnet. Eine derartige Schicht basiert auf amorphen Kohlenstoffverbindungen und wird in einem Vakuumbeschichtungsverfahren aufgebracht.

[0024] Ein Vorteil des Schleifens ist die Möglichkeit, auch harte Materialien zu bearbeiten, insbesondere auch bereits vergütete Stähle. Das Gleitschleifen, auch Gleitspanen oder Trowalisieren genannt, bietet den Vorteil, dass eine größere Anzahl einzelner Abschnitte/Hebel 104, 106 als Schüttgut gemeinsam bearbeitet werden können, indem die Werkstücke zusammen mit Schleifkörpern und gegebenenfalls Zusatzmitteln in wässriger Lösung in einem Behälter bewegt werden.

[0025] Figur 2 zeigt einen Hebel 206 zur Ventilbetätigung in einem Ventiltrieb 200 einer nicht näher dargestellten Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine. Vorliegend ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nur ein einziges Ventil mit Ventiltrieb 200 gezeigt, der erfindungsgemäße Hebel 206 wird jedoch regelmäßig in Brennkraftmaschinen mit mehreren Ventilen verwendet. Die Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine umfasst eine Kurbelwelle, Nockenwellen sowie einen oder mehrere Zylinder mit Ein- und Auslassventilen, deren Betätigung ausgehend von der Kurbelwelle mittels des Ventiltriebs 200 erfolgt. Beispielsweise ist die Brennkraftmaschine in Einzylinder

der-, Zweizylinder-Paralleltwin-, Zweizylinder-Boxer-, Vierzylinder-Reihen, Sechszylinder-Reihen, V-8-Zylinder-, V-10-Zylinder- oder V-12-Zylinder-Bauweise ausgeführt.

[0026] Die Kurbelwelle treibt ein Zugmittel, wie Steuerriemen oder Steuerkette, an, das seinerseits eine Nockenwelle 216 antreibt. Die Nockenwelle 216 weist Nocken 218 mit einer Lauffläche 219 auf. Zwischen Nocken 216 und Ein- oder Auslassventile 220 ist ein Hebel 206 angeordnet, der an einer Welle 214 verschwenkbar angebracht ist. Der Hebel 206 weist eine Nockenkontaktfläche 208 und eine Ventilkontaktfläche 210 auf. Beim Betrieb der Brennkraftmaschine rotiert die Nockenwelle 216 entsprechend der Pfeilrichtung a und mit ihr der Nocken 218. Dabei folgt bei einem Auflaufen des Nockens 218 der Hebel 206 dem Nocken 218 und das Ventil 220 wird entsprechend der Pfeilrichtung b geöffnet. Beim Ablaufen des Nockens 218 bleibt aufgrund der Kraft der Ventildfedern 222 der Kontakt zwischen Nocken 218 und Nockenkontaktfläche 208 des Hebels 206 bestehen und das Ventil 220 schließt entgegen der Pfeilrichtung b.

lung der Hebel (104, 106, 206) eine zumindest bereichsweise Wärmebehandlung, insbesondere Vergütung, umfasst.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Herstellung der Hebel (104, 106, 206) eine zumindest bereichsweise Beschichtung umfasst.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Herstellung der Hebel (104, 106, 206) ein zumindest bereichsweises Schleifen umfasst.
- 15 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Herstellung der Hebel (104, 106, 206) ein zumindest bereichsweises Gleitschleifen umfasst.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Hebeln (104, 106, 206) zur Ventilbetätigung in einem Ventiltrieb (200) einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- zunächst ein profilierter Strangabschnitt (102) hergestellt wird, dessen Profil dem des herzustellenden Hebels (104, 106, 206) zumindest weitgehend entspricht, wobei der Strangabschnitt (102) ausschließlich aus einer Metalllegierung hergestellt wird und
- nachfolgend Hebel (104, 106, 206) durch Abtrennen einzelner Abschnitte (104, 106) von dem Strangabschnitt (102) hergestellt werden, wobei ein spanendes oder spanloses Verfahren der Metallverarbeitung angewendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strangabschnitt (102) aus einem Stahl, wie Vergütungs-, Einsatz- oder Werkzeugstahl hergestellt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strangabschnitt in einem Zugdruckumform-Verfahren hergestellt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strangabschnitt durch Kaltziehen hergestellt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Herstel-

25

30

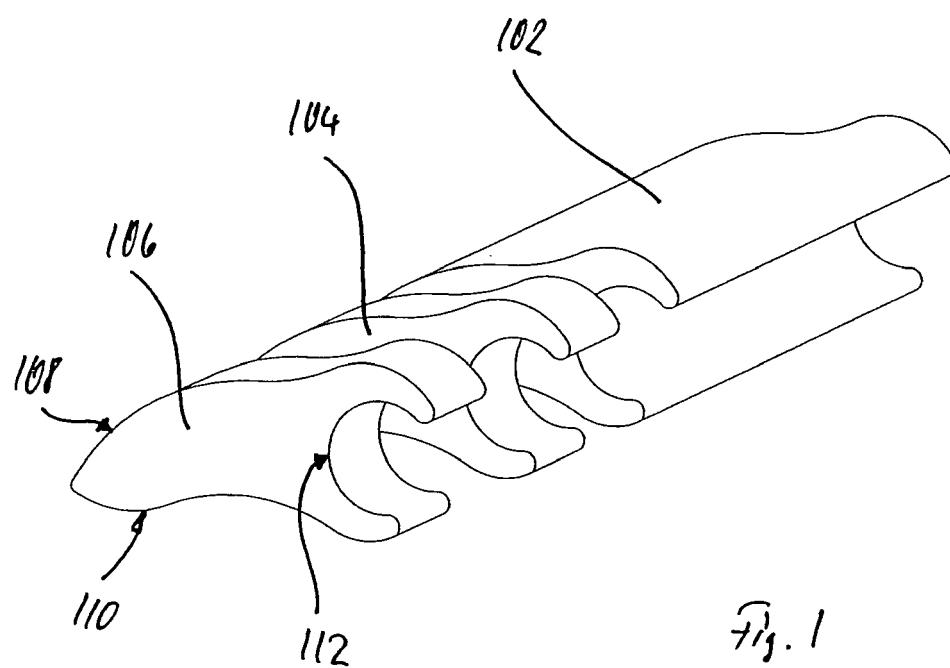
35

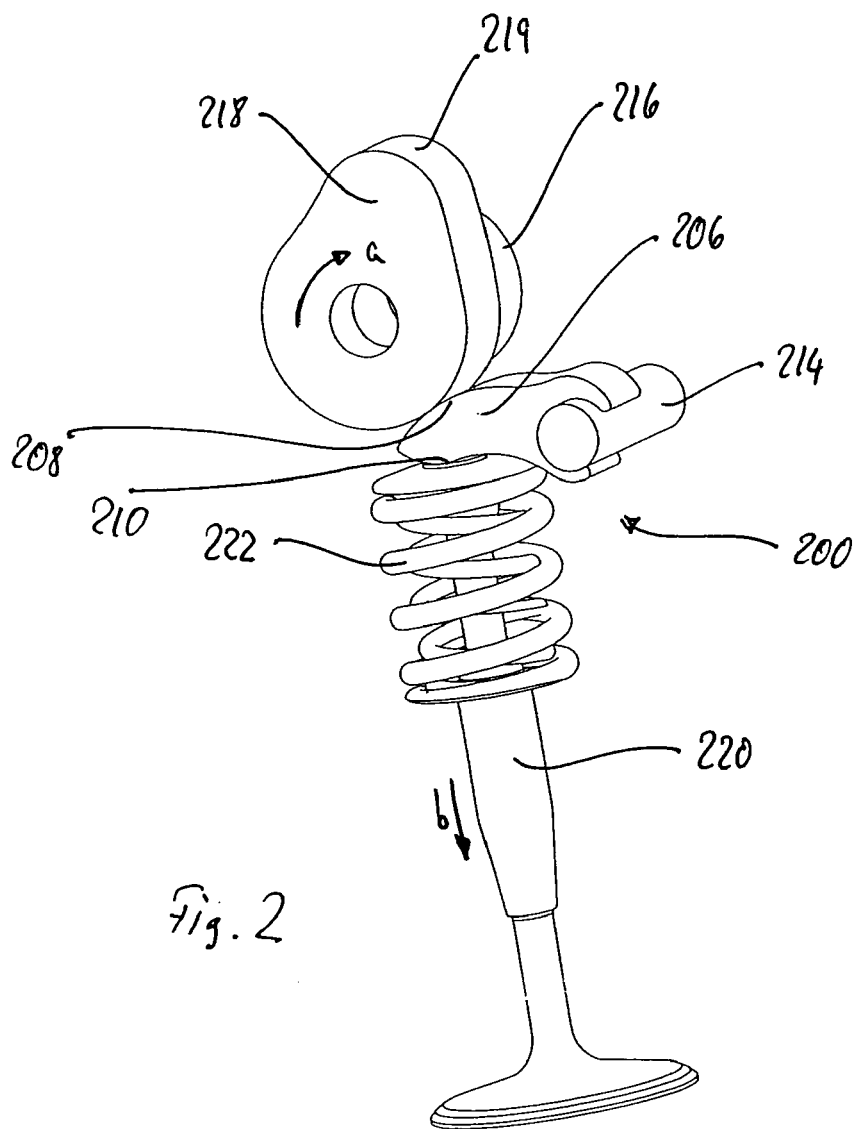
40

45

50

55







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 10 00 4622

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	WO 01/87524 A1 (SAAB AB [SE]; STRAND KENT [SE]; KARLSSON SVEN AAKE [SE]; EKBLAD STEFAN) 22. November 2001 (2001-11-22) * Ansprüche 1-3; Abbildung 2 *	1	INV. B21C1/00 B21C23/01 B21K1/20
Y	JP 2000 079433 A (UNIPRES CORP; NIPPON LIGHT METAL CO) 21. März 2000 (2000-03-21) * Abbildung 1 *	1	
A	US 2 239 203 A (N. C. RENDLEMAN) 22. April 1941 (1941-04-22) * Seite 1, Spalte 1, Zeile 55 - Seite 1, Spalte 2, Zeile 46; Abbildungen 1,2,6-9 *	1,3	
A	US 6 435 979 B1 (MOUNFIELD JR WILLIAM PRATT [US]) 20. August 2002 (2002-08-20) * Spalte 8, Zeile 51 - Spalte 9, Zeile 37; Abbildung 1 *	1,5,6	
A	US 2 617 178 A (LEAKE JAMES M) 11. November 1952 (1952-11-11) * das ganze Dokument *	1	
A	EP 1 810 764 A1 (BEHR THERMOT TRONIK GMBH [DE]) 25. Juli 2007 (2007-07-25) * Absatz [0011]; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1,2	
A	US 2006/151972 A1 (ANDERSEN JOHN I [US]) 13. Juli 2006 (2006-07-13) * Absatz [0028] - Absatz [0036]; Abbildungen 1,2 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. Juli 2010	Prüfer Ritter, Florian
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 Patentdokument, 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 10 00 4622

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.

08-07-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0187524 A1	22-11-2001	AT 296703 T	15-06-2005
		DE 60020611 D1	07-07-2005
		DE 60020611 T2	16-03-2006
		EP 1313586 A1	28-05-2003
		US 7052637 B1	30-05-2006
JP 2000079433 A	21-03-2000	JP 3937604 B2	27-06-2007
US 2239203 A		KEINE	
US 6435979 B1	20-08-2002	KEINE	
US 2617178 A	11-11-1952	KEINE	
EP 1810764 A1	25-07-2007	DE 102006003259 A1	26-07-2007
		JP 2007192407 A	02-08-2007
		KR 20070077070 A	25-07-2007
		US 2007164249 A1	19-07-2007
US 2006151972 A1	13-07-2006	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

- WO 0187524 A1 [0002] [0004]