



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Publication number:

0 111 961
A2

(12)

EUROPEAN PATENT APPLICATION

(21) Application number: 83201735.4

(22) Date of filing: 08.12.83

(51) Int. Cl.³: F 02 B 77/02
F 02 B 77/11, F 02 F 1/00
F 02 F 3/14, F 02 F 7/00

(30) Priority: 17.12.82 DE 3246713

(43) Date of publication of application:
27.06.84 Bulletin 84/26

(84) Designated Contracting States:
DE FR GB IT

(71) Applicant: KARL SCHMIDT GMBH
Christian-Schmidt-Strasse 8/12 Postfach 1351
D-7107 Neckarsulm(DE)

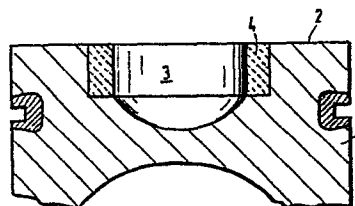
(72) Inventor: Rühle, Manfred, Dr.
Münchener Strasse 19
D-6053 Obertshausen(DE)

(74) Representative: Fischer, Ernst, Dr.
Reuterweg 14
D-6000 Frankfurt am Main 1(DE)

(54) Members for internal-combustion engines.

(57) Die Bauteile für Brennkraftmaschinen sind in thermisch hochbelasteten Zonen aus einem Nitrid-Keramikwerkstoff bestehende Einlagen eingegossen.

Um die Fertigkeit der zwischen den Bauteilen und den eingegossenen Einlagen gebildeten Verbindung zu verbessern, sind aus Siliziumnitrid bestehende, eine offene Porosität von 20-50 % aufweisende, Einlagen vorgesehen, deren Poren mit einem mit dem Werkstoff der Bauteile eine stoffschlüssige Verbindung bildenden metallischen Werkstoff getränkt sind.



EP 0 111 961 A2

METALLGESELLSCHAFT
Aktiengesellschaft
Reuterweg 14

15. Dezember 1961
DRQ/USCHW (0072P)

6000 Frankfurt/Main

Prov. Nr. 8955 M

Bauteile für Brennkraftmaschinen

Die Erfindung betrifft Bauteile für Brennkraftmaschinen, die den heißen Verbrennungsgasen ausgesetzt sind, insbesondere deren Kolben, Zylinder, Vorbrennkammern, wobei in deren thermisch hochbelasteten Zonen und/oder zur thermischen Isolierung aus einem Nitrid-Keramikwerkstoff mit relativ niedriger Dichte, kleiner Wärmeleitzahl, kleinem Wärmeausdehnungskoeffizienten, großer Warmfestigkeit sowie guter Korrosionsbeständigkeit bestehende Einlagen eingegossen sind.

Keramikwerkstoffe haben gegenüber Metallen die Vorteile, daß sie gegen Verschleiß und Korrosion sehr beständig sind und auch hohen Temperaturen ohne Einbußen an Festigkeit standhalten. Vor allem die vergleichsweise hohe Temperaturbeständigkeit läßt Keramikwerkstoffe als ein geeignetes Material für Bauteile von Brennkraftmaschinen erscheinen. Bei Brennkraftmaschinen führen nämlich die zunehmenden Forderungen nach höherer Leistung pro Zylinder und Erhöhung der Abgastemperatur bei gleichzeitiger Begrenzung bzw. Verringerung der über das Kühlsystem abzuführenden Verlustwärmemenge zu besserer Energieausnutzung des Kraftstoffs durch sekundäre Maßnahmen, wie z.B. Abgasturbolader, einerseits zu hohen thermischen Belastungen und verlangen andererseits deren thermische Isolierung.

0111961

Bei der Serienfertigung von Brennkraftmaschinen mit aus Leichtmetallwerkstoffen bestehenden Bauteilen ist es bekannt, in den hochbelasteten Zonen Schutzelemente aus einem Keramikwerkstoff anzuordnen. So ist z.B. bei "Stang, J.H.: Designing Adiabatic Engine Components, SEA 780 069" ein Leichtmetallkolben mit aufgeschraubtem, gegenüber der Basis durch Stahlscheiben isoliertem Keramikboden vorgesehen. Mit einem derartigen Leichtmetallkolben können Temperaturen um 900 C° am Kolbenboden erreicht werden. Nachteilig sind jedoch die Herstellungskosten eines den Festigkeitsanforderungen genügenden keramischen Schutzelements sowie das relativ große Totvolumen oberhalb der ersten Ringnut.

Bekannt geworden ist auch ein Leichtmetallkolben mit im Kolbenboden angeordneter Brennraummulde, an deren Rand zum Schutz gegen thermische Belastung ein aus einem Keramikwerkstoff mit kleiner Wärmeleitzahl ($\lambda = 2 \text{ W/mK}$), kleinem Wärmeausdehnungskoeffizienten ($\alpha = 1,5 \times 10^{-6}/\text{K}$) und kleinem Elastizitätsmodul ($E = 2 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$) bestehender Ring ausreichender Druckfestigkeit aus Aluminiumtitanat (Al_2TiO_5) mit eingegossen ist, der eine sehr gute thermische Ermüdungsfestigkeit und Thermoschockbeständigkeit besitzt. Durch die Kontraktion des Leichtmetallwerkstoffs beim Erstarren nach dem Gießen entsteht zwischen dem Ring und dem ihn umgebenden Leichtmetallwerkstoff eine Schrumpfverbindung. Durch die sich daraus ergebenden Druckspannungen werden sowohl der Festsitz des Ringes gewährleistet als auch in dem Ring Druckspannungen erzeugt. Infolge der im Motorbetrieb auftretenden Verformungen des Leichtmetallkolbens ergeben sich im Bereich des Kolbenbodens sowohl Zug- als auch Druckspannungen, wobei sich die dabei in dem Ring auftretenden Zugspannungen den aus der Schrumpfverbindung herrührenden Druckspannungen überlagern. Solange die Druckspannungen in dem Ring

0111961

größer als die Zugspannungen sind, ist sichergestellt, daß insgesamt keine oder nur geringe Zugspannungen in dem Ring auftreten. Dies ist jedoch bei längerer Betriebsdauer des Kolbens nicht gewährleistet, da es bei den im Leichtmetallkolben auftretenden Temperaturen von $> 250^{\circ}\text{C}$ schon nach relativ kurzer Betriebsdauer zum Abbau der aus der Schrumpfverbindung stammenden Druckspannungen durch Kriech- und/oder Relaxationsvorgänge kommt, die zur Lockerung bzw. zum Bruch des Ringes und damit zur Beeinträchtigung der Funktion des Leichtmetallkolbens mit allen Folgeschäden führen. Um das zu vermeiden, ist in dem älteren Recht P 32 30 388.2 vorgesehen, auf die aus einem Keramikwerkstoff, vorzugsweise Aluminiumtitanat, gebildeten Einlagen vor dem Eingießen, einen gegen Kriechen und/oder Relaxation beständigen Werkstoff aufzuschumpfen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Festigkeit der zwischen den Werkstoffen der gegossenen Bauteile von Brennkraftmaschinen und den eingegossenen Einlagen bestehenden Verbindung gemäß der eingangs beschriebenen Bauart zu verbessern.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß die offenen Poren von einer offenen Porosität von 20 bis 50 Vol.-%, vorzugsweise 25 bis 45 Vol.-% aufweisenden aus reaktionsgesinterten Siliziumnitrid gebildeten Einlagen, mit einem mit dem metallischen Werkstoff des Bauteils eine stoffschlüssige Verbindung bildenden metallischen Werkstoff getränkt sind.

Die Herstellung der aus Siliziumnitrid bestehenden Einlagen erfolgt in der Weise, daß feinkörniges Siliziumpulver mit einem organischen Bindemittel z.B. hochmolekularem bzw. niedermolekularem Polyäthylen vermischt und dann durch Spritzgießen zu Formkörpern mit Endmaß geformt wird.

0111961

Die Formkörper werden nach dem Trocknen und Ausheizen des organischen Bindemittels in sauerstofffreier Stickstoffatmosphäre bei 1100 bis 1500 °C nitridiert. Die so behandelten Einlagen besitzen eine maßgenaue Form und können, nachdem ihre Poren mit einem metallischen Werkstoff, gegebenenfalls unter Vakuum oder Schutzgas, gefüllt worden sind, in die den heißen Verbrennungsgasen ausgesetzten Bauteile von Brennkraftmaschinen eingegossen werden.

In dem Prospekt D-3. 1.80 FR der Annawerk, Keramische Betriebe GmbH, Rödental, sind aus Siliziumnitrid bestehende Bauteile für Brennkraftmaschinen, wie Kolbenböden, Kolben, Zylinder, Vorbrennkammern, Auskleidungen des Abgassystems und Rotoren für Abgasturbolader erwähnt, die jedoch bisher keinen Eingang in die Praxis gefunden haben und im wesentlichen nur einzelne Demonstrationsobjekte geblieben sind, da, wie die Frankfurter Allgemeine Zeitung, Beilage Natur und Wissenschaft vom 04.08.1982 berichtet, noch viel Grundlagenforschung notwendig ist, um den sogenannten "Keramikmotor" betriebsreif zu machen.

Die erfindungsgemäß eingesetzten Einlagen wurden in der Weise hergestellt, daß Siliziumpulver mit einer Korngröße von 37 bis 60 µm und einer Reinheit von ca. 98 % mit organischen Bindemitteln gemischt und das pastöse Gemisch mittels einer Spritzgießmaschine zu Formkörpern verarbeitet wurde. Die organischen Bindemittel wurden in einem Luftumwälzofen ausgeheizt. Die Umwandlung der spritzgegossenen und ausgeheizten Formkörper gemäß der Summenformel $3\text{Si}_{(s)} + 2\text{N}_{2(g)} = \text{Si}_3\text{N}_{4(s)}$ erfolgte in einem Vakuum-/Schutzgasofen in sauerstofffreier Stickstoffatmosphäre. Vor dem eigentlichen Nitridierprozeß wurden die Formkörper zur Entfernung letzter Reste anorganischen Bestandteilen und von physikalisch absorbierten Gasen im Nitridierofen einige Stunden ausgegast. Die durch die Nitridierungsreaktion erhaltenen gesinterten Einlagen

wiesen ein Porenvolumen von 35 % auf. Die Maßänderung gegenüber dem durch Spritzgießen hergestellten Formkörper war geringer als 1 %. Die Festigkeit im Biegeversuch betrug bei Raumtemperatur im Mittel 11 kp/mm² und veränderte sich nicht bei Prüftemperaturen bis 500 °C. Die Einlagen wurden unter Vakuum bei 600 °C mit einer AlSil2-Legierung getränkt und konnten danach mit einer Kolbenlegierung des Typs AlSil2CuNiMg stoffschlüssig umgossen werden.

Die Zeichnung zeigt einen Längsschnitt durch das Oberteil eines aus einem Aluminiumkolbenwerkstoff des Typs AlSil2CuNiMG gegossenen Kolbens 1 mit im Kolbenboden 2 angeordneter Brennraummulde 3, in die eine ringförmige Einlage 4 aus reaktionsgesintertem Siliziumnitrid stoffschlüssig eingegossen ist.

PATENTANSPRÜCHE

1. Bauteile von Brennkraftmaschinen, die den heißen Verbrennungsgasen ausgesetzt sind, insbesondere deren Kolben, Zylinder, Vorbrennkammern, wobei in deren thermisch hochbelasteten Zonen und/oder zur thermischen Isolierung aus einem Nitrid-Keramikwerkstoff mit kleiner Wärmeleitzahl, kleinem Wärmeausdehnungskoeffizienten, großer Warmfestigkeit sowie guter Korrosionsbeständigkeit bestehende Einlagen eingegossen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die offenen Poren der aus reaktionsgesintertem Siliziumnitrid bestehenden und eine Porosität von 20 bis 50 Vol.-% aufweisenden Einlagen (4) mit einem metallischen Werkstoff getränkt sind, der mit dem Werkstoff der Bauteile (1) eine stoffschlüssige Verbindung bildet.
2. Bauteile nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die offene Porosität 25 bis 45 Vol.-% beträgt.
3. Verfahren zur Herstellung der Einlagen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß elementares Siliziumpulver mit einem oder mehreren organischen Bindemittel gemischt, das pastöse Gemisch durch Spritzgießen zu Formkörpern geformt werden, die nach dem Ausheizen des Bindemittels bei einer Temperatur von 1100 bis 1500 °C durch nitridierende Behandlung reaktionsgesintert und deren offene Poren anschließend mit einem metallischen Werkstoff getränkt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Tränken der offenen Poren der Einlagen unter Vakuum bzw. unter Schutzgas erfolgt.

1/1

0111961

