

**EP 0 056 107 B1**



**Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets**

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 056 107  
B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**22.05.85**

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: **F 02 B 77/02, B 22 F 7/08,  
F 02 F 1/24, F 16 J 15/08**

(21) Anmeldenummer: **81109612.2**

(22) Anmeldetag: **11.11.81**

(54) **Zylinderkopf für eine Brennkraftmaschine.**

(30) Priorität: **13.01.81 DE 3100755**

(73) **Patentinhaber: Klöckner-Humboldt-Deutz  
Aktiengesellschaft,  
Deutz-Mülheimer-Strasse 111 Postfach 80 05 09,  
D-5000 Köln 80 (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**21.07.82 Patentblatt 82/29**

(72) **Erfinder: Krczal, Robert, Kullerstrasse 8,  
D-5650 Solingen (DE)**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**22.05.85 Patentblatt 85/21**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE FR GB IT**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE - A - 1 426 122  
DE - A - 2 059 219  
DE - A - 2 838 797  
DE - C - 837 467  
FR - A - 992 440  
US - A - 3 065 073**

Lueger, Lexikon der Technik, Band 3: Werkstoffe und  
Werkstoffprüfung; Aluminium Taschenbuch

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingeleitet, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Zylinderkopf aus einer Aluminiumlegierung für eine Brennkraftmaschine mit zumindest einer als Brennraumboden dienenden Fläche, die wenigstens zwei Durchbrüche für Gaswechselventile und wenigstens eine Bohrung für eine Einspritzdüse und/oder Zündhilfe aufweist, sowie ferner mit einer den Brennraumboden begrenzenden Dichtfläche.

Die Beanspruchung des Zylinderkopfes einer Brennkraftmaschine im Bereich des Brennraumbodens und im Bereich der Dichtfläche zwischen Zylinderkopf und Zylinderrohr stellt an den Werkstoff zwei wesentliche Forderungen. So soll der Werkstoff der Stegpartie zwischen den Gaswechselventilen eine hohe Duktilität (Thermoschockbeständigkeit) und die Dichtfläche zwischen Zylinderkopf und Zylinderrohr eine hohe Resthärte bei erhöhten Temperaturen sowie auch bei erhöhten Temperaturen eine hohe Beständigkeit gegen plastische Verformungen aufweisen (Druckkriechfestigkeit).

In heutigen Hochleistungsbrennkraftmaschinen treten in der Stegpartie Temperaturen von 280°C bis 300°C auf. Beabsichtigte Leistungssteigerungen von Brennkraftmaschinen verursachen, wenn alle konstruktiven Massnahmen zur Optimierung der Kühlung ausgeschöpft sind, eine höhere thermische Belastung der Zylinderköpfe, insbesondere im Bereich des Steges zwischen Ein- und Auslasskanal. Für die bekannten warmfesten Aluminium-Gusslegierungen gilt aber, dass bei einer Temperaturbeaufschlagung des Brennraumes von mehr als 300°C die an den Werkstoff zu stellenden Forderungen insbesondere hinsichtlich der Thermoschockbeständigkeit innerhalb der Stegpartie und hinsichtlich der Druckkriechfestigkeit innerhalb der Dichtfläche nicht mehr erfüllt werden können.

Es ist grundsätzlich bekannt (DE-A-1 426 122), zur Erhöhung der thermischen Belastbarkeit des Zylinderkopfes Einsätze aus einem warmfesteren Material als der Leichtmetallzylinderkopfwerkstoff in den Brennraumboden einzubringen. Bei der aus der DE-A-1 426 122 bekannten Konfiguration soll der Einsatz beispielsweise aus Stahlblech bestehen, um im örtlich besonders gefährdeten Bereich des Zylinderkopfes ein höheren Temperaturbeanspruchungen standhaltendes Bauteil vorgesehen zu haben. Besonders nachteilig bei einer Stahlblecheinlage ist allerdings, dass kein inniger Verbund zwischen der Aluminium-Gusslegierung des Zylinderkopfes und der Stahlblecheinlage darstellbar ist, was ursächlich auf die hohe Affinität des Aluminiums zu Sauerstoff zurückzuführen ist. Hierdurch ist letztlich auch eine hohe Lunkerbildung im Bereich des Stahlblecheinrates begründet. Daneben weisen der Stahlblecheinheit und der Zylinderkopf eine unterschiedliche Wärmeausdehnung auf. Dies kann insgesamt dazu führen, dass sich der Einsatz lockert, was gravierende Schäden nach sich ziehen kann. Ein weiterer wesentlicher Nachteil des be-

kannten Stahlblecheinrates ist darin zu sehen, dass die Aluminiumgusslegierung in nur geringem Masse mit Metallzusätzen, die die Thermoschockbeständigkeit des Aluminium-Gusswerkstoffes steigern, behandelt werden kann. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass aufgrund des vorgenannten losen Verbundes des Stahlblecheinrates von diesem Einsatz eine Kerbwirkung ausgeht, die eine erhöhte Warmrissneigung des Zylinderkopfes im Bereich des Einsatzes zur Folge hat. Da ebenfalls die Thermoschockbeständigkeit eines Aluminium-Gusswerkstoffes verbessernden Metallzusätze eine erhöhte Warmrissneigung begründen, sind somit der Zugabe derartiger Metallzusätze bei dem Vorhandensein eines Stahlblecheinrates Grenzen gesetzt, so dass insgesamt der Zylinderkopf nach der DE-A-1 426 122 nur unzureichende Thermoschockbeständigkeitseigenschaften aufweist. Somit ist der vorbekannte Leichtmetallzylinderkopf mit einem Stahlblecheinheit für Hochleistungsbrennkraftmaschinen mit einer Brennraumtemperaturbeaufschlagung von mehr als 300°C ungeeignet.

Bei den Dichtflächen, insbesondere im Bereich des Auslasskanals, führen erhöhte Temperaturen auch bei als warmfest bekannten Aluminium-Gusslegierungen zu einem erheblichen Abfall der durch eine Ausscheidungshärtung erzielbaren Härte. Dadurch ist die Druckkriechfestigkeit der Dichtflächen zu gering, so dass es zu Undichtigkeiten zwischen Zylinderkopf und Zylinderrohr kommt. In die Dichtfläche eingegossenen oder mechanisch verankerten Einlagen aus Werkstoffen, wie sie in der DE-A-2 059 219 und DE-A-2 838 797 beschrieben sind, haften ähnliche Nachteile an, wie sie im Zusammenhang mit dem Stahlblecheinheit der DE-A-1 426 122 eingehend erläutert worden sind. Insgesamt ergibt sich somit auch bei den bekannten Einsätzen im Bereich der Dichtflächen, dass hierdurch die Druckkriechfestigkeitseigenschaften des Zylinderkopfes in nur unzureichender Weise den Anforderungen bei erhöhter Temperaturbeaufschlagung genügen können.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Aluminium-Zylinderkopf insbesondere hinsichtlich der Thermoschockbeständigkeit und der Druckkriechfestigkeit so zu verbessern, dass er einer Temperaturbeaufschlagung des Brennraumes von mehr als 300°C standhalten kann.

Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, dass der zwischen den Gaswechselventilen gelegene und die Bohrung für die Einspritzdüse und/oder Zündhilfe umfassende Brennraumbodenbereich einerseits und der den Brennraum begrenzende Dichtflächenbereich andererseits mit je einem Einsatz aus dispersionsgehärtetem Sinteraluminium versehen sind. Durch einen Einsatz aus dispersionsgehärtetem Sinteraluminium ist bei dem erfindungsgemäßen Zylinderkopf erreichbar, dass der Einsatz und die Aluminium-Gusslegierung einen innigen Verbund eingehen, in dem aus dem Sinteraluminiumeinsatz Aluminium in

die Leichtmetalllegierung diffundiert. Dies geschieht beispielsweise bei einem Umgießen dieses Einsatzes oder, falls der Einsatz mechanisch in den Zylinderkopf eingebracht werden soll, bei einer Wärmebehandlung im Rahmen eines Aushärteprozesses. Die Aluminium-Gusslegierung des Zylinderkopfes und die dispersionsgehärteten Sinteraluminiumeinsätze weisen annähernd den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten auf, so dass auch bei einer sehr hohen Temperaturbeaufschlagung Wärmespannungen weitgehend vermieden werden und somit die Gefahr des Herausfallens bei einem dispersionsgehärteten Sinteraluminiumeinsatz nicht besteht. Aufgrund dieses innigen Verbundes kann eine Kerbwirkung von dem dispersionsgehärteten Sinteraluminiumeinsatz nicht ausgehen, so dass diese Einsatzes auch bei Zylinderköpfen, die aus mit Metallzusätzen behandelten warmfesten Aluminiumlegierungen hergestellt sind, vorgesehen werden können. Ein weiterer wesentlicher Vorteil eines aus dispersionsgehärtetem Sinteraluminium hergestellten Einsatzes ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Zylinderkopf dadurch, dass die erreichbaren Druckkriechfestigkeitswerte und die Thermoschockbeständigkeitseigenschaften auch bei einer um 50°C höheren Temperaturbeaufschlagung als sie in den heutigen Brennkraftmaschinen üblich sind, d.h. bei Temperaturbeaufschlagungen von mehr als 300°C, noch grösser sind als bei bekannten warmfesten Aluminiumgusslegierungen (z.B. HID RR 350), die geringeren Temperaturen ausgesetzt werden.

Die guten Warmfestigkeitseigenschaften (z.B. Zugfestigkeit, Härte) von dispersionsgehärtetem Sinteraluminium oder von gesintertem Aluminiumpulver sind zwar grundsätzlich bekannt (Lueger, Lexikon der Technik, 4. Aufl., S. 572, 637; Aluminium-Taschenbuch, 14. Aufl., Herausgeber: Aluminium-Zentrale, Düsseldorf, S. 153). Daneben ist gesintertes Aluminiumpulver bereits zur Warmfestigkeitsverbesserung von Leichtmetallkolben (US-A-3 065 073) eingesetzt worden. Die vorteilhaften Einsatzmöglichkeiten von dispersionsgehärteten Sinteraluminiumeinsätzen in zwischen den Gaswechselventilen gelegenem und die Bohrung für die Einspritzdüse und/oder die Zündhilfe umfassenden Brennraumbereich einerseits und dem den Brennraumboden begrenzenden Dichtflächenbereich andererseits sind hierbei jedoch nicht bekanntgeworden.

Vorzugsweise werden die Sinteraluminiumteile in den Zylinderkopf eingegossen. Als Ausführungsvariante können die Einsatzes aus Sinteraluminium auch in den Zylinderkopf eingepresst und dort mechanisch verankert werden. Als weitere Möglichkeit der Verbindung der Bauteile bietet sich das Schweißen mittels Elektronenstrahl-, Laserstrahl- oder sonstiger schweisstechnischer Verfahren an.

Die Dispersoide der Sinteraluminiumeinsätze sind den jeweiligen Werkstoffanforderungen im Dichtflächenbereich bzw. Ventilstegbereich bevorzugt angepasst. Der Zylinderkopf selbst kann durch das Vorhandensein der erfindungsgemäss-

sen Einsatzes aus einer weniger warmfesten und somit besser giessbaren Aluminiumlegierung als bekannte hochwarmfeste Aluminiumlegierungen für Leichtmetallzylinderköpfe (z.B. HID RR 350) hergestellt sein, die nicht warm ausgelagert zu werden braucht. Neben den giesstechnischen Vorteilen, die die Verarbeitung vereinfachen, bieten derartige weniger warmfeste Aluminiumlegierungen auch den Vorteil geringerer Materialkosten.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnungen verwiesen, in denen als Ausführungsbeispiel ein luftgekühlter Zylinderkopf dargestellt ist. Es stellen dar:

Fig. 1 einen Zylinderkopf, der in der Stegpartie und der Dichtfläche mit je einem Einsatz aus dispersionsgehärtetem Sinteraluminium versehen ist;

Fig. 2 den Zylinderkopf nach Fig. 1 im Schnitt.

In den Fig. 1 und 2 sind mit 1 jeweils der Zylinderkopf, mit 2 die Durchbrüche für die Gaswechselventile und mit 3 die Bohrung für eine Einspritzdüse bezeichnet. In der Dichtfläche und in der Stegpartie sind jeweils Einsatz 5 und 6 aus einem dispersionsgehärteten Sinteraluminium vorgesehen.

### Patentansprüche

1. Zylinderkopf (1) aus einer Aluminiumlegierung für eine Brennkraftmaschine, mit zumindest einer als Brennraumboden dienenden Fläche, die wenigstens zwei Durchbrüche (2) für Gaswechselventile und wenigstens eine Bohrung (3) für eine Einspritzdüse und/oder Zündhilfe aufweist, sowie ferner mit einer den Brennraumboden begrenzenden Dichtfläche, dadurch gekennzeichnet, dass der zwischen den Gaswechselventilen gelegene und die Bohrung (3) für die Einspritzdüse und/oder die Zündhilfe umfassende Brennraumbodenbereich einerseits und der den Brennraumboden begrenzende Dichtflächenbereich andererseits mit je einem Einsatz (5, 6) aus dispersionsgehärtetem Sinteraluminium versehen sind.

2. Zylinderkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einsatzes (5, 6) aus dispersionsgehärtetem Sinteraluminium mit den jeweiligen Werkstoffanforderungen entsprechenden Dispersoiden hergestellt sind.

3. Zylinderkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einsatzes (5, 6) in den Zylinderkopf (1) eingegeben sind.

4. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 1, 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einsatzes (5, 6) in den Zylinderkopf eingepresst sind.

5. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 1, 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einsatzes (5, 6) im Zylinderkopf mechanisch verankert sind.

6. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 1, 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einsatzes (5,

6) mittels Elektronenstrahl, Laserstrahl oder sonstiger schweisstechnischer Verfahren in den Zylinderkopf (1) eingeschweisst sind.

### Claims

1. An aluminium-alloy cylinder head (1) for an internal combustion engine, the head having at least one surface serving as the bottom of the combustion chamber and being provided with at least two openings (2) for the induction and exhaust valves, with at least one bore (3) for an injection nozzle and/or an ignition aid and also with a sealing surface bounding the bottom of the combustion chamber, characterized in that, on the one hand, the area of the combustion chamber bottom between the induction and exhaust valves and the bore (3) for the injection nozzle and/or ignition aid and, on the other hand, the area of the sealing surface bounding the combustion chamber bottom are each provided with an insert (5, 6) of dispersion-hardened sintered aluminium.

2. A cylinder head according to claim 1, characterized in that the inserts (5) of dispersion-hardened sintered aluminium are made under inclusion of dispersoids capable of meeting the specification governing the respective raw material.

3. A cylinder head according to any of the preceding claims characterized in that the inserts (5, 6) are cast into the cylinder head (1).

4. A cylinder head according to claim 1 or claim 2, characterized in that the inserts (5, 6) are pressed into the cylinder head.

5. A cylinder head according to claim 1 or claim 2, characterized in that the inserts (5, 6) are mechanically secured to the cylinder head.

6. A cylinder head according to claim 1 or claim 2, characterized in that the inserts (5, 6) are welded into the cylinder head by means of an

electron beam, a laser beam or any other welding technique.

### Revendications

5

1. Culasse de cylindre (1) en alliage d'aluminium, pour un moteur à combustion interne, avec au moins une surface servant de fond de chambre de combustion laquelle présente au moins deux évidements (2) pour des soupapes d'échange de gaz et au moins un perçage (3) pour une buse d'injection et/ou un allumage auxiliaire, et, en outre, une surface d'étanchéité délimitant le fond de la chambre de combustion, culasse caractérisée en ce que, d'une part, le domaine de fond de chambre de combustion compris entre les soupapes d'échange de gaz et le perçage (3) pour la buse d'injection et/ou l'auxiliaire d'allumage, et d'autre part, le domaine de la surface d'étanchéité limitant le fond de chambre de combustion, sont pourvus respectivement d'une insertion (5 et 6) constituée en aluminium fritté durci par dispersion.

10

2. Culasse suivant la revendication 1, caractérisée en ce que les insertions (5, 6) sont fabriquées en aluminium fritté durci par dispersion avec des dispersants correspondant aux caractéristiques des matériaux en question.

15

3. Culasse suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que les insertions (5, 6) sont introduites par coulée dans la culasse (1).

20

4. Culasse suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que les insertions sont introduites à la presse dans la culasse.

25

5. Culasse suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que les insertions (5, 6) sont ancrées mécaniquement dans la culasse.

30

6. Culasse suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que les insertions (5, 6) sont soudées dans la culasse (1) au moyen de rayonnement d'électrons, rayonnement laser ou autres procédés de la technique de soudage.

35

40

45

50

55

60

65

4

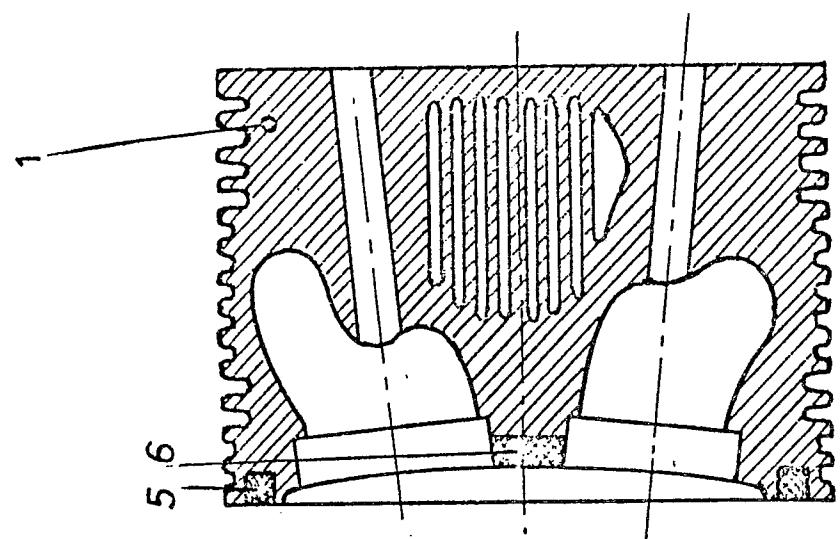


Fig. 2

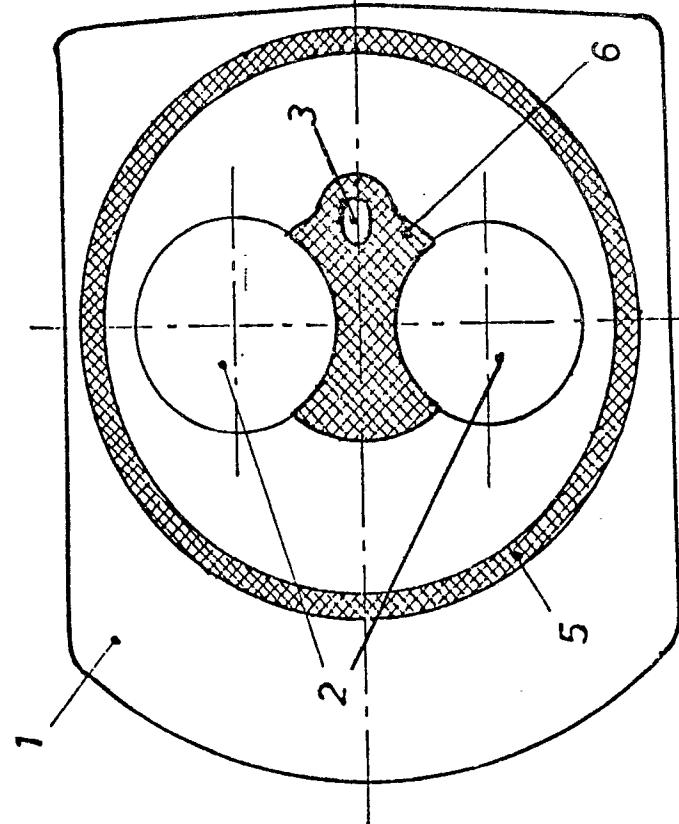


Fig. 1