

⑩



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑪

Veröffentlichungsnummer: **0 197 449**  
**B1**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

⑬

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **02.05.90**

⑭

Int. Cl.<sup>5</sup>: **F 02 F 3/00, F 01 B 3/04**

⑮

Anmeldenummer: **86104232.3**

⑯

Anmeldetag: **27.03.86**

⑰

**Mehrteiliger Hubkolben für Brennkraftmaschinen.**

⑱

Priorität: **04.04.85 DE 8510204 u**

⑲

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**15.10.86 Patentblatt 86/42**

⑳

Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**02.05.90 Patentblatt 90/18**

㉑

Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE FR GB IT**

㉒

Entgegenhaltungen:  
**EP-A-0 088 952**  
**DE-A-3 218 320**  
**FR-A-2 195 310**  
**GB-A- 119 183**  
**US-A-4 404 935**

㉓

Patentinhaber: **Ficht GmbH**  
**Spannleitenberg 1**  
**D-8011 Kirchseeon (DE)**

㉔

Patentinhaber: **Hoechst CeramTec**  
**Aktiengesellschaft**  
**Wilhelmstrasse 14**  
**D-8672 Selb (DE)**

㉕

Erfinder: **Schindler, Manfred**  
**Föhrenring 37**  
**D-8015 Markt Schwaben (DE)**  
Erfinder: **Burghardt, Helmut Werner**  
**Hauptstrasse 8**  
**D-8071 Schönwald (DE)**

㉖

Vertreter: **Isenbruck, Günter, Dr. et al**  
**HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT Zentrale**  
**Patentabteilung Postfach 80 03 20**  
**D-6230 Frankfurt/Main 80 (DE)**

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 eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen mehrteiligen Hubkolben für Brennkraftmaschinen wie er beispielsweise in der DE-A-3218320 beschrieben und dargestellt ist.

In der DE-A-3218320 wird ein Hubkolben mit Kolbenring beschrieben, der mittels Dehnschraube mit der zugeordneten Kolbenstange verbunden ist. Kolbenhemd, Kolbenhemdboden, Kolbenboden, Feuersteg sind einstückig ausgebildet. Der Hubkolben wird eingesetzt in Brennkraftmaschinen, bei denen die Translationsbewegung eines Kolbens durch einen Kurbelschleifentrieb in eine Rotationsbewegung umgewandelt wird, insbesondere in denen zwei Kolben einander gegenüber liegen.

Aus mehreren Einzelteilen zusammengesetzte Hubkolben von Brennkraftmaschinen sind im sogenannten Großmotorenbau in vielen Ausführungsformen bekannt. Dort findet der mehrteilige Arbeitskolben seit langem Verwendung. Die Gründe liegen in den verschiedenen Belastungen, denen der Motorkolben ausgesetzt ist. So ist der Kolbenboden mit seinem Feuersteg thermischen Wechselbeanspruchungen und statischen Drücken ausgesetzt. Außerdem ist der Kolben insgesamt hohen dynamischen Beschleunigungs- und Verzögerungskräften unterworfen. Bei Motoren mit Schubkurbelgetriebe, insbesondere bei Kurzhubern, lasten auf dem Kolbenhemd durch die hohen Normaldrücke große Biegekräfte.

Nachdem Keramik als Werkstoff neuerdings ebenfalls Eingang in den Motorenbau gefunden hat und bei derartigen sog. Keramik-Motoren alle gleitend miteinander in Berührung stehenden Teile aus dem gleichen Werkstoff bestehen müssen, also auch der notwendige Kolbenring aus Keramik herzustellen ist, stellt sich das Problem der Montage solcher Kolbenringe. Wie die Erfahrung zeigt, reicht die Elastizität solcher Kolbenringe nicht dazu aus, diesen über das Kolbenhemd zu streifen, um ihn in die Kolbenringnut zu bringen.

Die Aufgabe der Erfindung ist daher darin zu sehen, die Mehrteiligkeit eines Hubkolbens derart unter dem Aspekt auszurichten, daß die Montage bzw. Anordnung eines aus keramischem Werkstoff bestehenden Kolbenringes in seiner dafür vorgesehenen Ringnut im Feuersteg des Kolbenbodens, also eines Kolbenringes, der vom Material her sich nicht aufweiten läßt ohne zu brechen, ohne weiteres möglich ist. Darüber hinaus soll die konzipierte Mehrteiligkeit den an einen solchen Kolben gestellten Forderungen bezüglich thermischer und dynamischer Belastbarkeit entgegenkommen sowie seine Laufeigenschaften und Lebensdauer verbessern.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die im Patentanspruch 1 angeführten Merkmale gelöst.

Die weitere Ausgestaltung der Erfindung erfolgt durch die in den Unteransprüchen niedergelegten Merkmale.

Der erfindungsgemäße Aufbau des Hubkolbens erlaubt vor der Montage seiner Hauptteile eine

Anordnung des Kolbenringes in der dafür vorgesehenen Ringnut im Feuersteg des Kolbenbodens ohne weiteres. Das aus keramischem Werkstoff bestehende Kolbenhemd und der aus keramischem Werkstoff hergestellte Kolbenboden mit dem Feuersteg ergeben gute Gleitfähigkeit und hohe Lebensdauer. Das aus metallischem Werkstoff bestehende Zentrierstück mit der Grundplatte und der obere Abschlußdeckel mit der Zentriernabe aus dem gleichen Werkstoff zentrieren nicht nur den Hubkolben auf dem Kolbenstangenende sondern garantieren auch eine sichere Zusammenspannung der Kolbenhauptteile, da die Elastizität des metallischen Materials den auftretenden wechselnden Dauerbelastungen gewachsen ist. Außerdem wird die während des Verbrennungsvorganges am Kolbenboden anfallende große Hitzemenge durch Wärmeströmung rasch zur Kolbenstange hin abgeführt, so daß Wärmerestau im Kolben vermieden wird.

Der erfindungsgemäße Hubkolben eignet sich insbesondere für Brennkraftmaschinen bei denen die translatorische Bewegung zweier gegenüberliegender, gleichlaufender Kolben durch einen Kurbelschleifentrieb in Rotation umgewandelt wird, und beide Kolben starr mit der zugehörigen Kolbenstange, wie es beispielsweise in der DE-C-920 758 beschrieben und dargestellt ist.

Die erfindungsgemäße Kolbenausführungs- und die beschriebene Kolbenanordnung sind auch anwendbar bei Kolbenmaschinen, bei denen die Normaldrücke des Schubkurbeltriebes durch einen Kreuzkopfschlitten aufgenommen werden, wodurch das Kolbenhemd entlastet ist. Solche Kolbenmotoren sind beispielsweise als sogenannte Bio-Gasmotoren vorgeschlagen worden.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung dargestellt. Es zeigen

Figur 1 einen Hubkolben im Längsschnitt mit einem Teil der Kolbenstange,

Figur 2 einen Teil des Kolbenbodens (3) im Radialschnitt mit Feuersteg (4) sowie Drehriefen (24) und

Figur 3 einen Teil des Kolbenringes in Draufsicht mit Kolbenringschlitz.

Wie aus Figur 1 hervorgeht, besteht der Hubkolben im wesentlichen aus einem Kolbenhemd 1 mit Kolbenhemdboden 2, einem Kolbenboden 3 mit Feuersteg 4, einer Zentrierhülse 5 zur radialen Fixierung der beiden vorgenannten Kolbenhauptteile 1, 2 und 3, 4, aus einem in einer Ringnut 6 des Feuerstegs 4 sitzenden Kolbenring 7, einem Zentrierstück 8 mit Grundplatte 9 und aus einem Abschlußdeckel 10 mit Zentriernabe 11.

Mit 12 ist eine Kolbenstange bezeichnet, an deren beiden Enden je ein Hubkolben sitzt (der zweite Hubkolben ist nicht gezeichnet), die beide starr mit der Kolbenstange 12 verbunden sind. Dies geschieht zum Beispiel durch je eine Kopfschraube (13), die in der Kolbenstange 12 eingeschraubt ist. Die radiale Fixierung des Hubkolbens gegenüber der Kolbenstange 12 erfolgt durch einen Paßsitz 14 der Grundplatte 9 auf der Kolbenstange 12. Die Grundplatte 9 fixiert ihrerseits

mit Hilfe ihres Zentrierstückes 8 die Zentriernabe 11 des Abschlußdeckels 10. Die beiden Teile 8, 9 und 10, 11 sind durch einen Paßstift 15 gegen Verdrehung gesichert, der mit seinem inneren Ende in die Kolbenstange 12 hineinragt. Der Paßstift 15 bildet gleichzeitig eine Sicherung für die Kopfschraube 13.

Das Kolbenhemd 1 mit dem Kolbenhemdboden 2, der Kolbenboden 3 mit dem Feuersteg 4, der in sich federnde Kolbenring 7, der einen Dehnungsschlitz 16 aufweist, und die Zentrierhülse 5 sind alle aus einem keramischen Werkstoff hergestellt, der thermisch hoch belastbar ist und gute Gleiteigenschaften aufweist. Am Dehnungsschlitz 16 ist der Kolbenring 7 mit einer kreisbogenförmigen Abrundung 17 zur Anordnung eines Verdrehstiftes 18, der ein Wandern des Kolbenringes 7 verhindert, versehen.

Am Übergang zwischen dem Kolbenhemd 1 und dessen Boden 2 ist an der Innenwand eine Hohlkehle 19 vorgesehen. Auch am Übergang zum Feuersteg 4 ist auf dem Kolbenboden 3, um Kerbspannungen zu vermeiden, eine Hohlkehle 20 eingearbeitet.

Sowohl zwischen der Zentriernabe 11 und der Zentrierhülse 5 als auch zwischen dem Außenumfang des Abschlußdeckels 10 und dem Feuersteg 4 ist je ein radialer Dehnspalt 21 bzw. 22 belassen.

Beim Anziehen der Kopfschraube 13 werden der Kolbenhemdboden 2 und der Kolbenboden 3 zwischen der Grundplatte 9 und dem Abschlußdeckel 10 mit Vorspannung aufeinandergepreßt. Um dies zu ermöglichen, ist zwischen dem Zentrierstück 8 und der Zentriernabe 11 ein axialer Distanzspalt 23 vorgesehen.

Um die Abdichtung gegenüber der Zylinderwand zu verstärken, kann radial außen der Feuersteg 4 mit einer Labyrinthabdichtung in Form von Drehriefen 24 versehen werden (Figur 2).

Kolbenhemd, Kolbenring und Kolbenboden werden aus Keramik hergestellt. Verwendbar sind z.B. Zirkonoxid, Siliziumnitrid und Siliziumcarbid (insbesondere Siliziuminfiltriertes Siliziumcarbid = Si-SiC). Formkörper aus Siliziumnitrid und Siliziumcarbid lassen sich mit Hilfe des isostatischen Preßverfahrens herstellen. Der Kolbenboden kann auch aus Aluminiumtitanat gefertigt werden.

Für den Kolbenring eignet sich als Material ferner ausgezeichnet siliziuminfiltrierter Graphit (Siliziumcarbid/Graphitverbundwerkstoff) oder Stahl, der mit Keramik (z.B. Zirkonoxid oder Siliziumcarbid) beschichtet wurde. Es ist bevorzugt, wenn Kolbenhemd (1) und Kolbenboden (3) aus dem gleichen Werkstoff gefertigt sind, oder wenn (1) (3), Kolbenring (7) und Zentrierhülse (5) aus dem gleichen Werkstoff gefertigt sind.

### Patentansprüche

1. Mehrteiliger Hubkolben für Brennkraftmaschinen, bei denen die translatorische Bewegung des Kolbens durch einen Kurbelschleifentrieb in eine Rotationsbewegung umgewandelt wird, mit einer starr mit dem Kolben verbundenen Kolben-

tange (12), wobei die Verbindung eine der Kolbenstange zugeordnete Verschraubung (13) einschließt, gekennzeichnet durch ein aus keramischem Werkstoff bestehendes Kolbenhemd (1) mit Kolbenhemdboden (2), einen aus keramischem Werkstoff hergestellten Kolbenboden (3) mit Feuersteg (4), versehen mit einer von Kolbenhemdboden (2) und Kolbenboden (3) gebildeten Ringnut (6) zur Aufnahme eines aus keramischem Werkstoff bestehenden, geschlitzten Kolbenringes (7), wobei der Kolbenboden (3) auf dem Kolbenhemdboden (2) sitzt und Kolbenhemdboden (2) und Kolbenboden (3) durch eine gemeinsame Zentrierhülse (5), ebenfalls aus keramischem Werkstoff, radial fixiert sind, ferner durch ein auf der Kolbenstange (12) mit Paßsitz (14) fixiertes, aus Metall oder einer Metallegierung, insbesondere einer Aluminiumlegierung hergestelltes Zentrierstück (8) mit Grundplatte (9), auf welcher der Kolbenhemdboden (2) sitzt, und durch einen, aus dem gleichen Werkstoff wie das Zentrierstück (8) mit Grundplatte (9) hergestellten, auf dem Kolbenboden (3) sitzenden und radial bis zu dessen Feuersteg (4) sich erstreckenden Abschlußdeckel (10) mit Zentriernabe (11), die gegenüber dem Zentrierstück (8) radial fixiert ist, mit einem axialen Distanzspalt (23) zwischen Zentrierstück (8) und Zentriernabe (11), wobei der Kolbenhemdboden (2) und der Kolbenboden (3) zwischen dem Abschlußdeckel (10) und der Grundplatte (9) durch eine der Kolbenstange (12) zugeordnete Verschraubung (13) axial zusammengepresst sind.

2. Hubkolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl zwischen der Zentriernabe (11) des Abschlußdeckels (10) und der Zentrierhülse (5) als auch zwischen dem Außenumfang des Abschlußdeckels (10) und dem Innenumfang des Feuersteges (4) des Kolbenbodens (3) je ein Ausdehnungsspalt (21 bzw. 22) vorgesehen ist.

3. Hubkolben nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß am Übergang zwischen dem Kolbenhemd (1) und seinem Kolbenhemdboden (2) an deren Innenwand eine ringförmige Hohlkehle (19) zum Abbau von Kerbspannungen vorgesehen ist.

4. Hubkolben nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Kolbenboden (3) radial innerhalb seines Feuersteges (4), und zwar im Bereich des Außenumfanges des Abschlußdeckels (10) eine ringförmige Hohlkehle (20) zum Abbau von insbesondere durch thermische Ungleichheiten hervorgerufenen Kerbspannungen vorgesehen ist.

5. Hubkolben nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß um ein Verdrehen der Grundplatte (9) zusammen mit dem Abschlußdeckel (10) bzw. dessen Zentriernabe (11) gegenüber der Kolbenstange (12) zu vermeiden, ein einerseits in der Kolbenstange (12) festsitzender Paßstift (15) angeordnet ist, der die Grundplatte (9) durchsetzt und andererseits in die Zentriernabe (11) des Abschlußdeckels (10) hineinragt.

6. Hubkolben nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolbenboden (3) am Außenumfang seines Feuersteges (4) mit einer Labyrinthabdichtung, insbesondere in Form von Drehriefen (24), versehen ist.

7. Hubkolben nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolbenring (7) im Bereich seines Stoßes (16) eine kreisbogenförmige Ausnehmung (17) zur Anordnung eines Fixierstiftes (18) aufweist.

## Revendications

1. Piston formé de plusieurs éléments pour moteurs à combustion interne, dans lesquels le mouvement de translation du piston est converti en un mouvement de rotation par l'intermédiaire d'un mécanisme à manivelle et coulisse, et comportant une tige de piston (12) reliée rigidement au piston, la liaison incluant un système de vissage (13) associé à la tige de piston, caractérisé par une jupe de piston (1) réalisée en un matériau céramique et comportant un fond (2), une tête de piston (3) réalisée en un matériau céramique et comportant une zone de feu (4) possédant une gorge annulaire (6) formée par le fond (2) de la jupe de piston et la tête de piston (3) et servant à loger un segment fendu (7) réalisé en un matériau céramique, la tête de piston (3) étant en appui sur le fond (2) de la jupe de piston et le fond (2) de la jupe de piston et la tête de piston (3) étant fixés radialement par une douille commune de centrage (5) également réalisée en un matériau céramique, et en outre par une pièce de centrage (8), qui est fixée au moyen d'un ajustement serré (14) sur la tige de piston (12), est réalisée en un métal ou un alliage métallique, notamment un alliage d'aluminium, et comporte une plaque de base (9), sur lequel repose le fond (2) de la jupe de piston, et par un couvercle de fermeture (10), qui est réalisé avec le même matériau que la pièce de centrage (8) munie de la plaque de base (9), est en appui sur la tête de piston (3), s'étend radialement jusqu'à la zone de feu (4) de la tête de piston et comporte un moyeu de centrage (11) fixé radialement par rapport à la pièce de centrage (9), moyennant la présence d'une fente axiale de séparation (23) entre la pièce de centrage (8) et le moyeu de centrage (11), le fond (2) de la jupe de piston et la tête de piston (3) étant serrés axialement entre le couvercle de fermeture (10) et la plaque de fond (9), par un système de vissage (13) associé à la tige de piston (12).

2. Piston selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une fente de dilatation (21 ou 22) est prévue respectivement aussi bien entre le moyeu de centrage (11) du couvercle de fermeture (10) et la douille de centrage (5), qu'entre le pourtour extérieur du couvercle de fermeture (10) et le pourtour intérieur de la zone de feu (4) de la tête de piston (3).

3. Piston selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'une gorge annulaire (19) servant à annihiler des contraintes est prévue au niveau de

la jonction entre la jupe de piston (1) et son fond (2), dans la paroi intérieure de la jupe de piston.

4. Piston selon au moins l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'une gorge annulaire (20) servant à annihiler des contraintes provoquées notamment par des inégalités thermiques, est prévue dans la tête de piston (3), intérieurement, du point de vue radial, par rapport à la zone de feu (4) de la tête de piston, et ce dans la zone de la circonférence extérieure du couvercle de fermeture (10).

5. Piston selon au moins l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que pour éviter une rotation de la plaque de fond (9) conjointement avec le couvercle de fermeture (10) ou son moyeu de centrage (11) par rapport à la tige de piston (12), il est prévu un goujon d'assemblage (15) qui d'une part est bloqué dans la tige de piston (12) et traverse la plaque de base (9) et d'autre part pénètre dans le moyeu de centrage (11) du couvercle de fermeture (10).

6. Piston selon au moins l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la tête de piston (3) comporte, au niveau du pourtour extérieur de sa zone de feu (4), un élément d'étanchéité à labyrinthe, se présentant notamment sous la forme de rainures (24) formées par tournage.

7. Piston selon au moins l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le segment (7) comporte, au voisinage de la zone de jonction (16), un évidement (17) s'étendant sur un arc de cercle et servant à loger une goupille de fixation (18).

## Claims

1. A multipart reciprocating piston for internal-combustion engines, with which the translatory movement of the piston is converted into a rotational movement by a slider crank drive, with a piston rod (12) rigidly connected to the piston, in which the connection includes a screw connection (13) assigned to the piston rod, comprising a piston skirt (1) made of ceramic material with piston skirt head (2), a piston head (3) produced from ceramic material with fire land (4), provided with an annular groove (6) formed by piston skirt head (2) and piston head (3), for receiving a slotted piston ring (7) made of ceramic material, the piston head (3) being seated on the piston skirt head (2) and piston skirt head (2) and piston head (3) being radially fixed by a common centering sleeve (5), likewise of ceramic material, further comprising a centering piece (8) fixed on the piston rod (12) with snug fit (14) and produced from metal or a metal alloy, in particular an aluminum alloy, with base plate (9), on which the piston skirt head (2) is seated, and comprising an end cover (10) produced from the same material as the centering piece (8) with base plate (9) seated on the piston head (3) and extending radially up to its fire land (4), with centering hub (11) which is radially fixed relative to the centering piece (8), with an axial distance gap (23) between centering piece (8) and centering hub

(11), the piston skirt head (2) and the piston head (3) being axially clamped together between the end cover (10) and the base plate (9) by a screw connection (13) assigned to the piston rod (12).

2. A reciprocating piston as claimed in claim 1, wherein both between the centering hub (11) of the end cover (10) and the centering sleeve (5) and between the outside circumference of the end cover (10) and the inside circumference of the fire land (4) of the piston head (3) in each case an expansion gap (21 and 22, respectively) is provided.

3. A reciprocating piston as claimed in claim 1 or 2, wherein an annular fillet (19) is provided at the transition between the piston skirt (1) and its piston skirt head (2), on its inside wall, for reducing notch stresses.

4. A reciprocating piston as claimed in at least one of claims 1 to 3, wherein an annular fillet (20) is provided on the piston head (3) radially inside its fire land (4), to be precise in the region of the

outside circumference of the end cover (10), for reducing notch stresses, in particular caused by thermal inequalities.

5. A reciprocating piston as claimed in at least one of claims 1 to 4, wherein, to avoid a twisting of the base plate (9) together with the end cover (10) or its centering hub (11) relative to the piston rod (12), a fixed alignment pin (15) is arranged on one side in the piston rod (12), passes through the base plate (9) and protrudes on the other side into the centering hub (11) of the end cover (10).

6. A reciprocating piston as claimed in at least one of claims 1 to 5, wherein the piston head (3) is provided at the outside circumference of its fire land (4) with a labyrinth seal, in particular in the form of turning grooves (24).

7. A reciprocating piston as claimed in at least one of claims 1 to 6, wherein the piston ring (7) has in the region of its joint (16) an arcuate recess (17) for the arrangement of a fixing pin (18).

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

