



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen insbesondere aus einem Leichtmetallwerkstoff gegossenen Kolben, der für Brennkraftmaschinen bestimmt ist. Der über ein Pleuel mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbundene Kolben bildet einen Kolbenschaft, der zwei diametral gegenüberliegende Bolzennaben einschließt. In jede Bolzennabe ist eine Nabenbohrung eingebracht, die zur Aufnahme eines Kolbenbolzens bestimmt ist, an dem das Pleuel gelenkig an dem Kolben angelenkt ist.

**[0002]** Der zunehmende Anstieg der spezifischen Leistung von Brennkraftmaschinen führt gleichzeitig zu erhöhten Verbrennungsdrücken, wodurch weiterhin die Flächenpressung im Bereich der Kolbenbolzenlagerung steigt. Eine Überschreitung kritischer Belastungswerte löst Folgeschäden aus wie beispielsweise Materialrisse oder Bolzennabenspaltbrüche in Nabenbohrungen oder einen Materialverschleiß in Form eines Materialabtrags, der auch als Fressen bezeichnet wird, wodurch die Lebensdauer des Kolbens eingeschränkt wird. Die auf einen Kolben für Brennkraftmaschinen einwirkenden Kräfte werden vom Kolbenboden über die Bolzennaben in den Kolbenbolzen und damit über das Pleuel in die Kurbelwelle eingeleitet. Die Bolzennaben zählen zu den am höchsten beanspruchten Abschnitten des Kolbens, so dass damit ihre Gestaltung zusammen mit der Dimensionierung des Kolbenbolzens von maßgebender Bedeutung für die Belastbarkeit des Kolbens ist. Für die Lagerung des Kolbenbolzens in den Nabenbohrungen eines Leichtmetallkolbens sind bei hochbelasteten Motoren besondere Maßnahmen zu ergreifen, um die Ausbildung von Rissen in der Nabenbohrung im Motorbetrieb zu vermeiden. Die kritischen Nabenrisse treten in der Regel im Zenitbereich der Nabenbohrung auf. Die Ursache für diese Nabenrisse sind in diesem Bereich auftretende Zug-Umfangsspannungen. Mit steigender Belastung des Kolbens muss daher der Abstützung des Kolbenbolzens in den Nabenbohrungen bzw. der Gestaltung der Bolzennaben des Kolbens besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

**[0003]** Aus der DE 36 09 019 C ist zur Vermeidung von Nabenanrissen bekannt, in die Nabenbohrungen jeweils beidseitig taschenförmige Ausnehmungen einzubringen. Diese Ausnehmungen erstrecken sich über eine begrenzte Länge der Nabenbohrung in Richtung der Bohrungslängsrichtung. Eine Verbindung zwischen diesen Ausnehmungen und dem kolbenaußenseitigen Ende der Nabenbohrung wird durch entsprechende Nuten in den Nabenbohrungen sichergestellt. Das Einbringen der Nuten erfordert nachteilig eine zusätzliche mechanische Nacharbeit.

**[0004]** Gemäß der DE 38 40 841 A1 ist ein Leichtmetallkolben bekannt, bei dem die Stirnseiten der Bolzennaben auf der dem Pleuelkopf zugewandten Seite gestuft gestaltet sind. Dabei stellt sich beidseitig unterhalb der Kolbenbolzen-Längsachse eine nach außen versetzte Ebene ein, die sich über einen Winkel  $\geq 180$  Grad er-

streckt. Dieser Bolzennabenaufbau des Kolbens erfordert speziell angepasste Gießkerne sowie eine an die gestuften Bolzennaben angepasste Gestaltung des Pleuelkopfes.

**[0005]** Die DE 198 37 596 C1 zeigt einen Leichtmetallkolben, der zur Lagerung des Kolbenbolzens aus einem gewalzten Metallband gerollte Lagerbuchsen aufweist. Die Lagerbuchsen werden lageorientiert so in die Nabenbohrungen eingeschrumpft bzw. eingepresst, dass deren Stoßfuge im Einbauzustand gegenüber einer Kolbenlängsachse versetzt ausgerichtet ist. Derartige Lagerbuchsen erfordern einen erhöhten Montageaufwand bzw. ein aufwändiges Handling sowie definierte Formtoleranzen, um einen dauerhaften Festsitz zu gewährleisten.

**[0006]** Zur lokalen Verfestigung von Nabenbohrungen gegossener Leichtmetallkolben ist aus der EP 0 270 139 A bekannt, in Richtung des Kolbenbodens ausgerichtete Faserformkörper in die Nabenbohrungen einzugießen. Abgesehen davon, dass der Faserformkörper bei der Bearbeitung der Nabenbohrung einen erhöhten Aufwand erfordert, führt diese Maßnahme nicht zu einer Steigerung der Gestaltfestigkeit in allen Spannungsebenen.

**[0007]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, durch kostengünstige Maßnahmen die Belastbarkeit der Kolbenbolzenlagerung, insbesondere der Bolzennabe zu steigern.

**[0008]** Die Lösung dieser Problemstellung besteht gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 in einer Anordnung der Kolbenbolzenlagerung, bei der die Bolzennabe in einem oberen, dem Kolbenboden zugewandten Bereich eine die Abstützfläche des Kolbenbolzens vergrößernde lokale Anformung, Wölbung oder Ansatz bildet. Die erfindungsgemäße Anformung bewirkt gleichzeitig eine verlängerte Scheitellinie der Nabenbohrung in Richtung einer Pleuelaufnahme bzw. in Richtung des oberen Pleuelauges.

**[0009]** Die lokal vergrößerte Abstützfläche des Kolbenbolzens im Bereich des oberen auch als Bolo-Scheitel bezeichneten Scheitelpunktes der Nabenbohrung reduziert entscheidend die Flächenpressung. Durch die Erfindung wird in dem oberen Scheitelbereich der Nabenbohrung, in dem die Schwenkbewegung des oberen Pleuelauges sich nur gering auswirkt, aufgrund der in Bolzenachsrichtung vorstehenden Anformung ein vorteilhaft geringer Abstand zu dem Pleuelauge realisiert. Die Anformung im Bereich der Nabenbohrung ist so gestaltet und dimensioniert, dass sich eine gleichmäßige Spannungsverteilung, d.h. eine optimale Gestaltfestigkeit in allen Spannungsebenen einstellt.

**[0010]** Die einfach und kostengünstig realisierbaren erfindungsgemäßen Maßnahmen bewirken eine aufgabengerechte erhöhte Bolzennabenbelastung und damit eine hohen Kolbenbelastungen standhaltende Abstützung und Lagerung des Kolbenbolzens. Diese Maßnahme verbessert entscheidend die Standfestigkeit von hochbelastbaren, aus Leichtmetall hergestellten Kolben, die bevorzugt für leistungsgesteigerte Diesel-Brennkraft-

maschinen einsetzbar sind. Das konstruktive, die Nabenbohrung partiell verlängernde erfindungsgemäße, die Lebensdauer des Kolbens steigernde Konzept ist durch eine einfache, den Gießprozess nicht beeinflussende Anpassung des Gießwerkzeugs kostengünstig realisierbar. Die erfindungsgemäße, die Kolbenbelastung steigernde Maßnahme hat vorteilhaft weiterhin keinen nachteiligen Einfluss auf das Kolbengewicht, so dass dieser Kolben auch in leistungsgesteigerten und mit höheren Drehzahlen umlaufenden Brennkraftmaschinen einsetzbar ist.

**[0011]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung nach Anspruch 1 sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 8.

**[0012]** Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Anformung der Bolzennabe eine stirnseitige gerundete Kontur aufweist, die beabstandet zu der Hüllkurve des schwenkenden Pleuels verläuft. Dazu bietet es sich an, die gekrümmte oder gewölbte verlaufende Kontur der Anformung gerundet so zu gestalten, dass diese unter Einhaltung eines Sicherheitsabstandes bis nahe an das Pleuelauge oder den Pleuelkopf des Pleuels geführt ist.

**[0013]** Zur optimalen Anpassung bietet es sich außerdem an, die stirnseitige gewölbte oder gekrümmte, auch als Ausbeulung oder Ansatz zu bezeichnende, erfindungsgemäße Anformung einer durch den Schwenkbereich des Pleuels bestimmten Hüllkurve des Pleuelauges anzupassen. Diese Maßnahme ermöglicht über die gesamte Breite der Bolzennabe, dass sich ein nahezu unverändertes optimal geringes Abstandsmaß des geschwenkten Pleuelauges zwischen der stirnseitigen Kontur der Anformung und der Hüllkurve einstellt.

**[0014]** Um die Belastbarkeit der Kolbenbolzenlagerung zu beeinflussen, schließt die Erfindung weiterhin ein, die Abstände zwischen der Anformung und dem Pleuelauge lokal zu verringern. Diese Maßnahme bietet sich beispielsweise an, um spezielle konstruktive Gegebenheiten des Pleuelauges zu berücksichtigen. Gemäß einer weiteren Anordnung der Erfindung ist vorgesehen, dass von der Scheitellinie der Abstützfläche bzw. der Aufnahme ausgehend, sich das Maß der Längserstreckung beidseitig kontinuierlich verringert, wobei sich dabei gerundete Konturen einstellen. Eine bevorzugte Auslegung der Abstützfläche bzw. der Aufnahme sieht vor, dass diese sich beidseitig von der Scheitellinie ausgehend über einen Winkelbereich zwischen  $\geq 10^\circ$  und  $\leq 80^\circ$  erstrecken, d.h.  $10^\circ$  nach links,  $+10^\circ$  nach rechts =  $20^\circ = 2 \cdot a$ , analog dazu  $80^\circ$  nach links und  $+80^\circ$  nach rechts =  $160^\circ = 2 \cdot \beta$ .

**[0015]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

**[0016]**

Fig. 1: eine Schnittdarstellung eines Kolbens entlang einer Längsachse des Kolbenbolzens,

Fig. 2: einen um  $90^\circ$  zu der Längsachse des Kolbenbolzens versetzten Kolbenlängsschnitt,

Fig. 3: eine Teilansicht auf einen Kolbeninnenraum,

Fig. 4: in einer Detailansicht einen Endabschnitt der Kolbennabe.

**[0017]** Die Figur 1 zeigt einen Kolben 1 in einem Längsschnitt, der als Gusskolben aus Leichtmetall hergestellt ist. An einen Kolbenboden 2 des Kolbens 1, der eine Brennraummulde 3 umfasst, schließt sich außenseitig ein Ringfeld 4 sowie ein Kolbenschaft 5 an. Das Ringfeld 4 ist zur Aufnahme von in Figur 1 nicht abgebildeten Kolbenringen bestimmt. Der Kolbenschaft 5 bildet zwei diametral gegenüberliegende, jeweils eine Nabenbohrung 7 einschließende Bolzennaben 6. Der Kolben 1 ist mit einem Pleuel 8 gelenkig verbunden. Dazu ist in der auch als Bolzenbohrung zu bezeichnenden Nabenbohrung 7 ein Kolbenbolzen 9 schwimmend gelagert eingesetzt, der gleichzeitig durch eine Aufnahme 10 eines Pleuelauges 11 geführt ist. Übereinstimmend bildet jede Bolzennabe 6 oberhalb der Nabenbohrung 7, zum Kolbenboden 2 ausgerichtet, eine in Richtung einer Pleuelaufnahme 12 axial vorstehende, für den Kolbenbolzen 9 bestimmte Abstützfläche 13. Die als eine lokale Ausbeulung oder Anformung 14 gestaltete Abstützfläche 13 verlängert im Bereich eines Nabenscheitelpunkts eine Scheitellinie 15 der Nabenbohrung 7, wodurch sich gleichzeitig eine sich einstellende Flächenpressung zwischen dem Kolbenbolzen 9 und der Nabenbohrung 7 verringert. Die Anformungen 14 reduzieren einen Nabenabstand "L", der sich zwischen Stirnseiten 16 der Bolzennaben 6 einstellt und beeinflusst ebenso ein Einbauspiel zwischen den Stirnseiten 16 und dem Pleuelauge 11, das sich von dem Maß "S<sub>1</sub>" auf "S<sub>2</sub>" verringert.

**[0018]** Die Schnittdarstellung gemäß Figur 2 verdeutlicht insbesondere die Gestaltung der Anformung 14 an dem Kolben 1, der mit dem in Figur 1 abgebildeten Kolben 1 weitestgehend übereinstimmt. Die weitere Beschreibung beschränkt sich daher auf die Ausbildung der Anformung 14, die sich an die Nabenbohrung 7 anschließt und sich kuppelartig innerhalb der Pleuelaufnahme 12 zum Kolbenboden 2 gerichtet verjüngt. Die mit unterschiedlichen Grautönen gekennzeichnete Anformung 14 verdeutlicht unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten. Der durch den Winkel "a" bezeichnete Bereich beschränkt sich auf eine eng begrenzte Zone beidseitig der Scheitellinie 15 von  $\geq 10^\circ$ . Die weit größere, mit "β" bezeichnete Anformung erstreckt sich beidseitig der Scheitellinie 15 über einen Winkel von  $\leq 80^\circ$ .

**[0019]** Die in Figur 3 abgebildete Teilansicht des Kolbens 1 auf einen Kolbeninnenraum 19 zeigt die Abstützfläche 13 zum Teil als ein Kreissegment. Diese Darstellung verdeutlicht die größte axiale Erstreckung der Ab-

stützfläche 13 im Bereich einer Längsachse 17 der Nabenbohrung 7, die gemäß Figur 3 übereinstimmt mit der Scheitellinie 15 der Nabenbohrung 7. Von der größten Länge der die Abstützfläche 13 unterstützenden Anformung 14 ausgehend, verjüngt sich diese kontinuierlich bis auf einen Wert, der weitestgehend einem Durchmesser der Nabenbohrung 7 entspricht.

**[0020]** Die Figur 4 zeigt verschiedene geometrische Gestaltungsformen der axial vorstehenden Anformung 14 an der Stirnseite 16 der Bolzennabe 6 oberhalb der Nabenbohrung 7. Die mit "a" bezeichnete Anformung 14 zeigt einen gekrümmt verlaufenden stirnseitigen Verlauf der Anformung 14. Eine Alternative dazu bildet die gewölbte stirnseitige mit "b" gekennzeichnete Anformung 12. Weiterhin ist in Figur 4 eine Hüllkurve 18 des Pleuelauges 11 dargestellt, die einem Schwenkweg des Pleuelauges 11 entspricht. Das Abstandsmaß "S<sub>2</sub>" verdeutlicht den sich einstellenden Sicherheitsabstand zwischen der mit "b" bezeichneten Anformung 14 und der Hüllkurve 18 des Pleuelauges 11 im Betriebszustand, das nahezu über den gesamten Stellweg bzw. Schwenkweg des Pleuelauges 11 konstant ist.

**[0021]** Bezugszeichenliste

1	Kolben
2	Kolbenboden
3	Brennraummulde
4	Ringfeld
5	Kolbenschaft
6	Bolzennabe
7	Nabenbohrung
8	Pleuel
9	Kolbenbolzen
10	Aufnahme
11	Pleuelauge
12	Pleuelaufnahme
13	Abstützfläche
14	Anformung
15	Scheitellinie
16	Stirnseite
17	Längsachse
18	Hüllkurve
19	Kolbeninnenraum

$\alpha$	Erstreckungswinkel (Anformung 14)
$\beta$	Erstreckungswinkel (Anformung 14)
a	gekrümmter Verlauf (Anformung 14)
b	gewölbter Verlauf (Anformung 14)
L	Nabenabstand
S <sub>1</sub>	Einbauspil
S <sub>2</sub>	Einbauspil

#### Patentansprüche

1. Kolben, insbesondere ein aus einem Leichtmetallwerkstoff gegossener Kolben (1), eingesetzt in Brennkraftmaschinen, der in einem Kolbenschaft (5)

zwei diametral gegenüberliegende Bolzennaben (6) aufweist, deren Nabenbohrungen (7) zur Aufnahme eines Kolbenbolzens (9) bestimmt sind, über den ein Pleuel (8) gelenkig mit dem Kolben (1) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bolzennabe (6) in einem oberen, einem Kolbenboden (2) zugewandten Bereich eine Scheitellinie (15) der Nabenbohrung (7) in Richtung einer Pleuelaufnahme (12) partiell verlängernde Anformung (14) aufweist, die eine Abstützfläche (13) des Kolbenbolzens (9) vergrößert.

2. Kolben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gekrümmt oder gewölbt gestaltete Anformung (14) beabstandet zu einer, einen Schwenkbereich des Pleuels (8) definierenden Hüllkurve (18) verläuft.

3. Kolben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bolzennabe (6) stirnseitig eine gekrümmt verlaufende Anformung (14) bildet, die unter Einhaltung eines Sicherheitsabstandes "S<sub>2</sub>" bis an ein Pleuelauge (11) des Pleuels (8) geführt ist.

4. Kolben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Stirnseite (16) der Bolzennabe (6) eine gewölbte Anformung (14) einschließt, die unter Einhaltung eines Abstandsmaßes "S<sub>2</sub>" bis an ein Pleuelauge (11) des Pleuels (8) geführt ist.

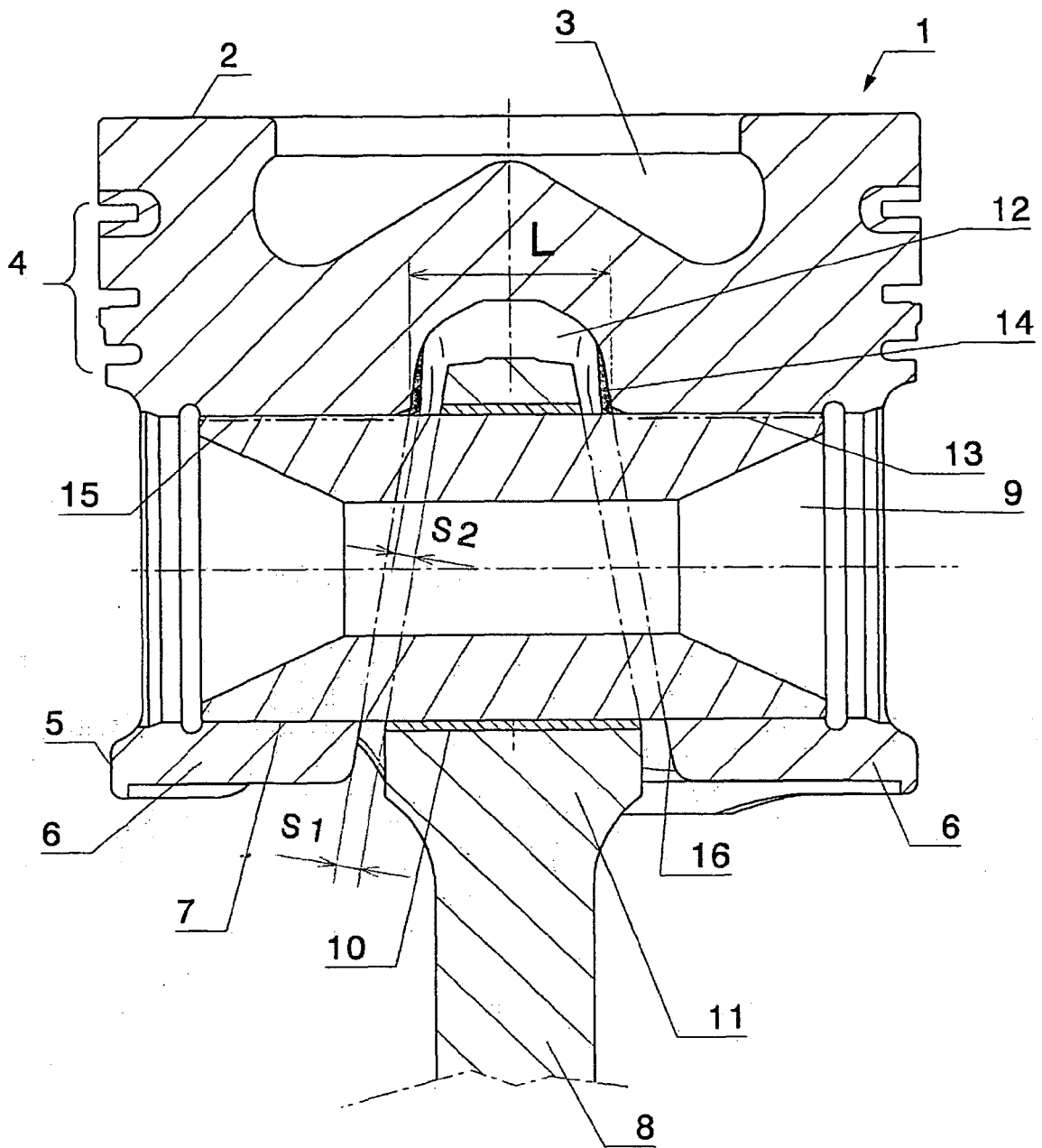
5. Kolben nach Anspruch 3 oder nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stirnseitige gekrümmt oder gewölbt verlaufende Anformung (14) in einem nahezu unveränderten Abstand zu einer von einem Schwenkbereich des Pleuels (8) bestimmten Hüllkurve (18) des Pleuelauges (11) verläuft.

6. Kolben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Längserstreckung der Abstützfläche (13) bzw. der Aufnahme (14) von der Scheitellinie (15) ausgehend, sich beidseitig kontinuierlich gerundet verringert.

7. Kolben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützfläche (13) bzw. die Aufnahme (14) von der Scheitellinie (16) ausgehend, sich beidseitig zumindest über einen Winkel  $\alpha \geq 10^\circ$  erstreckt.

8. Kolben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützfläche (13) bzw. die Aufnahme (14) von der Scheitellinie (16) ausgehend sich maximal beidseitig über einen Winkel  $\beta \leq 80^\circ$  erstreckt.

55



**FIG. 1**

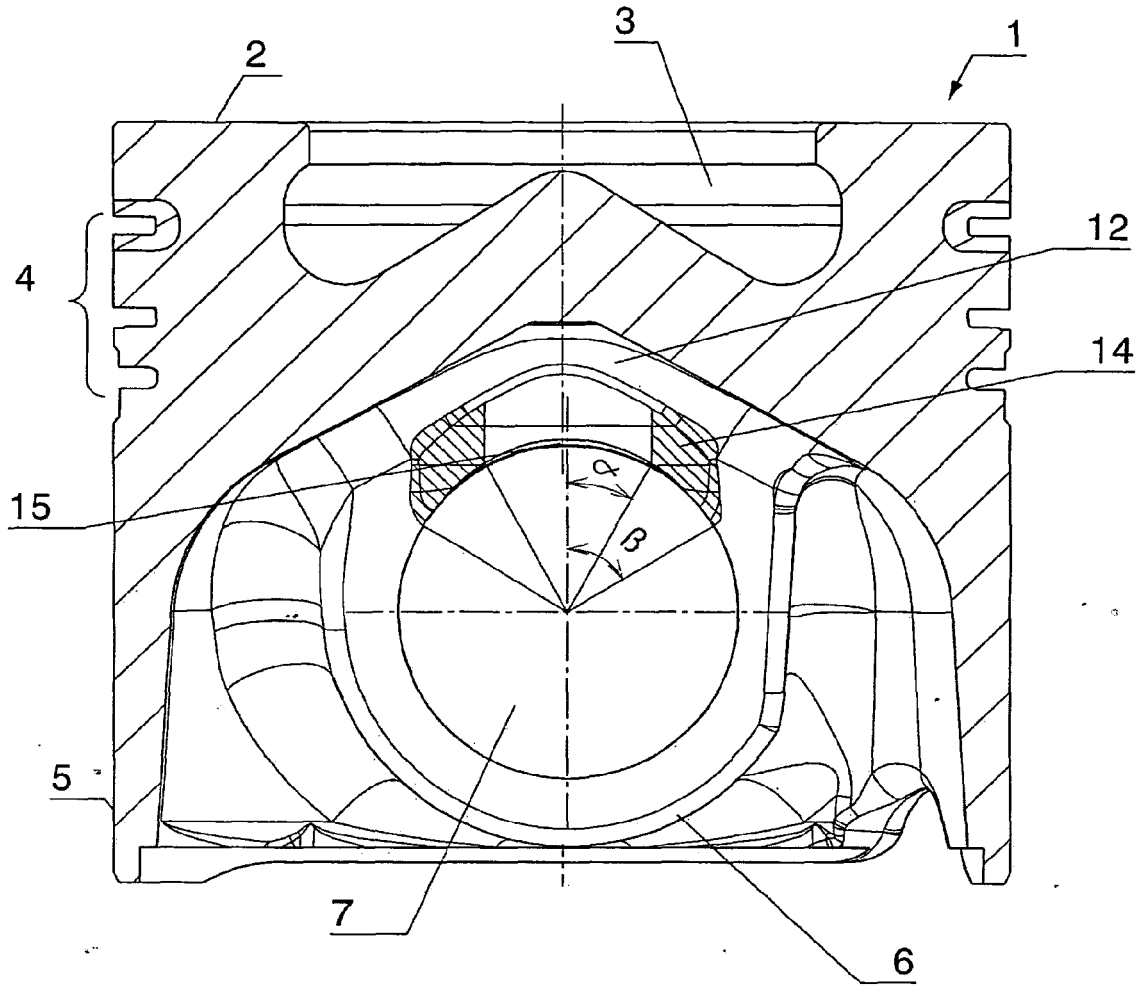


FIG. 2



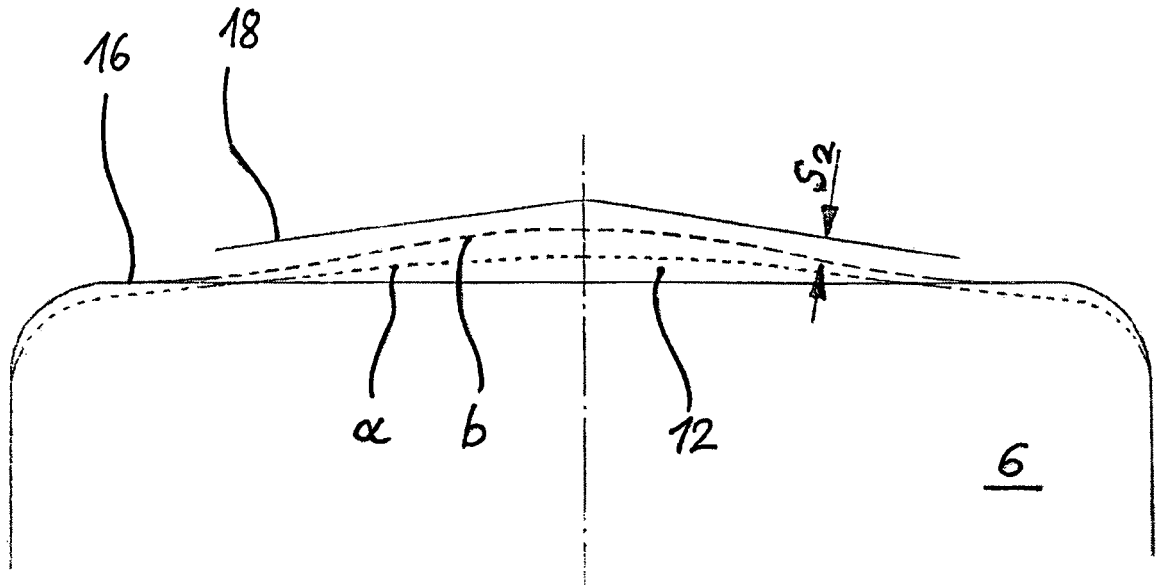


FIG. 4

**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 3609019 C [0003]
- DE 3840841 A1 [0004]
- DE 19837596 C1 [0005]
- EP 0270139 A [0006]