

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑲ Anmeldenummer: 83109257.2

⑤① Int. Cl.³: **F 02 F 3/00**
F 16 B 4/00, F 16 J 1/00

⑳ Anmeldetag: 19.09.83

③① Priorität: 09.10.82 DE 3237469

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.04.84 Patentblatt 84/17

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑦① Anmelder: Feldmühle Aktiengesellschaft
Fritz-Vomfelde-Platz 4
D-4000 Düsseldorf 11(DE)

⑦② Erfinder: Dworak, Ulf Dr. Dipl.-Mineraloge
Pfarrstrasse 50
D-7066 Baltmannsweiler 2(DE)

⑦② Erfinder: Olapinski, Hans, Dr. Dipl.-Chem.
Talstrasse 12
D-7307 Aichwald 1(DE)

⑦② Erfinder: Fingerle, Dieter, Dr. Dipl.-Ing.
Kirchheimer Strasse 34
D-7311 Hochdorf(DE)

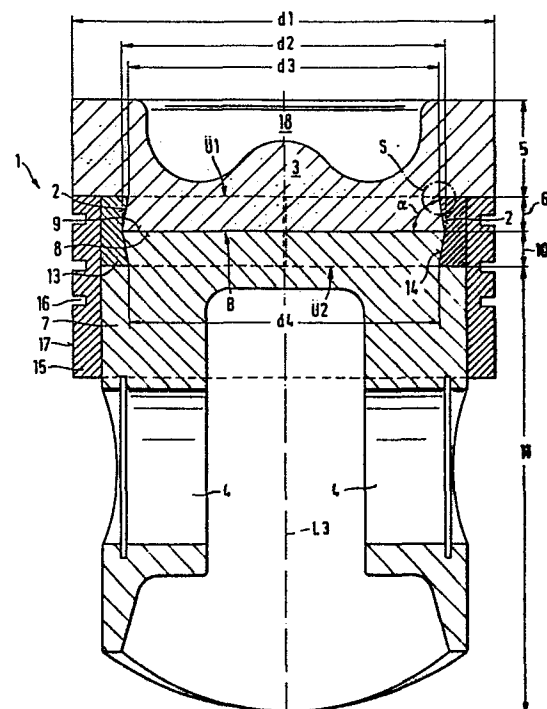
⑦② Erfinder: Krohn, Ulrich, Dr. Dipl.-Ing.
Elsterweg 8
D-7520 Leonberg(DE)

⑦④ Vertreter: Uhlmann, Hans, Dr. rer.nat., Dipl.-Chem.
Gladbacher Strasse 189
D-4060 Viersen 1(DE)

⑤④ Kolben mit einem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid.

⑤⑦ Bei einem Kolben (1) mit einem metallischen Kolbenschaft (7) und einem mittels einer Schrumpfverbindung damit verbundenen Bauteil (3) aus teilstabilisiertem Zirkonoxid besteht der den Brennraum begrenzende obere Bereich (5) des Kolbenbodens über den gesamten Querschnitt aus dem Bauteil (3) aus teilstabilisiertem Zirkonoxid.

Das in seinem unteren Bereich (6) kegelförmig ausgebildete Bauteil (3) ist mit dem in seinem oberen Bereich (10) ebenfalls kegelförmig ausgebildeten metallischen Schaft (7) durch ein in Richtung der Längsachse L3 des Kolbens (1) zweigeteiltes, ringförmiges Bauteil (13) verbunden, das durch einen darauf und über den metallischen Schaft (7) aufgeschraubten Außenring (15) gehalten wird.



Kolben mit einem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid

5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolben mit einem metallischen Kolbenschaft und einem mittels einer Schrumpfverbindung damit verbundenen, dem Brennraum gegenüberliegenden, gegebenenfalls eine Brennmulde aufweisenden
10 Kolbenboden mit einem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid. Der metallische Schaft kann ein Kolbenbolzennabenpaar oder eine andere Befestigungsmöglichkeit für eine Pleuelstange aufweisen.

15

Aus der Literaturstelle: "Piston Design for High Combustion Pressures and Reduced Heat Rejection to Coolant" von Wacker/Sander ist bereits ein Kolben mit einem Bauteil aus teilstabilisiertem
20 Zirkonoxid (PSZ), das einen Teil des Kolbenbodens bildet, bekanntgeworden. Die dort beschriebene Verbindung mit dem Kolbenschaft sieht einen Stahlring vor, der über das Zirkonoxidbauteil geschrumpft ist und der mittels einer Schraubverbindung mit dem Kolbenschaft aus Aluminium ver-
25 bunden ist. Nachteilig ist bei dem dort gezeigten

Kolben, daß der Kolbenboden brennraumseitig nur teilweise aus dem Zirkonoxidbauteil besteht, der Stahlring aber eine wärmeableitende Brücke bildet. Als entscheidender Nachteil aber wird
5 beschrieben, daß sich infolge der Zirkonoxid-eigenschaften hohe thermisch induzierte Spannungen entwickeln und zur Zerstörung des Bauteils aus Zirkonoxid führen.

10 In der Literaturstelle "PSZ Ceramics for Adiabatic Engine Components" von Woods/Oda ist ein weiterer Kolben mit einem Bauteil aus Zirkonoxid beschrieben. Das eine Brennmulde aufweisende Zirkonoxidbauteil weist einen Kragen auf,
15 der randseitig in einen aus Eisen bestehenden Kolbenschaft eingeschrumpft ist. Der Kolbenschaft schließt bündig mit dem Kragen ab, so daß auch hier der Nachteil einer nicht vollkommenen Isolierung besteht, weil der Randbereich des Kolbenschaftes eine wärmeleitende
20 Brücke bildet. Ein weiterer Nachteil dieses Kolbens besteht darin, daß als Material zur Herstellung des Kolbenschaftes im wesentlichen nur Eisen in Frage kommt, weil seine thermische
25 Ausdehnung im wesentlichen der von Zirkonoxid entspricht. Die meisten Stähle und das vielfach verwendete Aluminium sind dagegen nicht geeignet, weil sie eine höhere thermische Ausdehnung haben.

Eine Weiterführung dieses Vorschlages mit einer Überdeckung des metallischen Kolbenschaftes durch den Kragen des Zirkonoxidbauteils und einer Schrumpfverbindung zwischen metallischem Kolbenschaft und dem unterhalb des Kragens liegenden Bereich des Zirkonoxidbauteils würde zwar eine vollständige Isolierung schaffen, jedoch verspricht eine solche Schrumpfverbindung nur eine minimale Sicherheit gegenüber einer Lockerung des Bauteils.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, bei einem Kolben mit metallischem Kolbenschaft und einem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid eine verbesserte Wärmeisolation gegenüber dem Brennraum zu bewirken. Ferner will die Erfindung eine feste und betriebssichere Verbindung zwischen metallischem Kolbenschaft und Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid schaffen und dabei thermisch induzierte Spannungsrisse in den einzelnen Bauteilen vermeiden. Eine weitere Aufgabe sieht die Erfindung in der Schaffung eines leichtmontierbaren Kolbens.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung einen Kolben mit einem metallischen Kolbenschaft und einem mittels einer Schrumpfverbindung damit verbundenen, dem Brennraum gegenüberliegenden, gegebenenfalls eine Brennmulde aufweisenden

Kolbenboden mit einem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid vor, der durch die folgenden Merkmale gekennzeichnet ist:

- 5 a) der den Brennraum begrenzende obere Bereich des Kolbenbodens besteht über den gesamten Querschnitt aus dem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid,
- 10 b) in seinem unteren Bereich ist das Bauteil kegelstumpfförmig ausgebildet, wobei die den Berührungsbereich des Bauteils mit dem metallischen Schaft bildende untere Bodenfläche des Bauteils einen größeren Durchmesser aufweist als der Durchmesser des
15 Kegelstumpfes im Übergangsbereich in den oberen Bereich des Bauteils,
- 20 c) der metallische Schaft ist in seinem oberen Bereich kegelstumpfförmig ausgebildet, wobei die den Berührungsbereich bildende Fläche den gleichen Durchmesser wie die untere Bodenfläche des Bauteils aufweist;
25 in dem auf den oberen kegelstumpfförmig ausgebildeten Bereich folgenden unteren Bereich des Schaftes ist der Schaft zylinderförmig ausgebildet, wobei im Übergangsbereich vom oberen in den unteren Bereich der Durchmesser kleiner ist als der Durchmesser der unteren Bodenfläche des Bauteils,
30

d) der kegelstumpfförmig ausgebildete untere Bereich des Bauteils und der kegelstumpfförmig ausgebildete obere Bereich des metallischen Schaftes werden von einem in
5 Richtung der Längsachse des Kolbens zweigeteilten ringförmigen Bauteil mit einer den kegelstumpfförmigen Ausbildungen des unteren Bereichs des Bauteils und des oberen Bereichs des Kolbenschaftes entsprechenden
10 Innenkontur umklammert,

e) das ringförmige Bauteil wird durch einen aufgeschlumpften Außenring gehalten.

15 Durch die vorliegende Erfindung ist damit ein Kolben geschaffen, der brennraumseitig vollkommen wärmeisoliert ist, der eine einfache Montage der einzelnen Bauteile ermöglicht und
20 wobei die einzelnen Bauteile einen absolut sicheren und festen Sitz unter Betriebsbedingungen aufweisen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß durch die Ausbildung des Kolbens bzw. seiner Bauteile der Kegelstumpfbereich des
25 Zirkonoxidbauteils unter Druckspannung steht, wodurch kritischen, durch thermische Belastung induzierten tangentialen Zugspannungen entgegengewirkt wird. Ein besonderer Vorteil liegt darin, daß die Vorspannungen nach Maßgabe einer Span-
30 nungsanalyse über den Kegelwinkel variiert werden

können. Die unter Berücksichtigung der Eigenschaften von teilstabilisiertem Zirkonoxid entwickelte konstruktive Gestaltung des Kolbens ermöglicht in vorteilhafter Weise auch die Verwendung von Aluminium als Material zur Herstellung des Kolbenschaftes, womit gegenüber den bisher bekannten Kolben mit einem Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid sich der Vorteil einer Gewichtsersparung ergibt. In einer in konstruktiver Hinsicht besonders vorteilhaften Ausführungsform ist der erfindungsgemäße Kolben dadurch gekennzeichnet, daß in die Außenwand des Außenringes Kolbenringnuten eingelassen sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besteht der Außenring aus Stahl.

In einer geeigneten Ausführungsform besteht auch das ringförmige Bauteil aus Stahl, in besonders bevorzugter Ausführungsform besteht das ringförmige Bauteil jedoch ebenfalls aus teilstabilisiertem Zirkonoxid.

In bevorzugter Ausführungsform weist der Kolben einen aus Aluminium bestehenden Schaft auf.

Als besonders geeignet zur Einstellung geeigneter Zugspannungen hat sich ein Bauteil aus Zirkonoxid erwiesen, bei dem der Winkel α zwischen 70° und 85° , vorzugsweise zwischen 75° und 82° liegt.

Um thermisch induzierten Spannungen in konstruktiver Hinsicht entgegenzuwirken, sieht die Erfindung in einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform vor, daß die Innenkontur des ringförmigen Bauteils der kegelstumpfförmigen Ausbildung des Bauteils in dessen Übergangsbereich vom oberen in den unteren Bereich nicht vollständig angepaßt ist. In zweckmäßiger Ausführungsform weist das ringförmige Bauteil in diesem Bereich eine Abrundung oder eine Fase auf.

Die nachfolgenden Figuren dienen der näheren Erläuterung der Erfindung, ohne daß die Erfindung auf die gezeigten Ausführungsformen beschränkt ist:

Es zeigen:

- Figur 1 einen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel des Kolbens,
- Figur 2 eine Darstellung des ringförmigen Bauteils in perspektivischer Darstellung,
- Figur 3 eine Ausführungsform des Kolbens im Schnitt, bei dem das ringförmige Bauteil eine Abschrägung im oberen Teil seiner Innenkontur aufweist, so daß es der kegelstumpfförmigen Ausbildung nur teilweise entspricht.

Bei dem in Figur 1 dargestellten Kolben 1 ist mit 3 ein Bauteil aus teilstabilisiertem Zirkonoxid bezeichnet. Der den nicht gezeigten Brennraum begrenzende obere Bereich 5 des Kolbenbodens besteht über die gesamte Fläche mit dem Durchmesser d1 aus dem aus teilstabilisiertem Zirkonoxid hergestellten Bauteil 3. Im Übergangsbereich Ü1 geht das Bauteil 3 in einen Kegelstumpf mit Neigungswinkel $\alpha \approx 80^\circ$ über, wobei der Durchmesser d3 des Kegelstumpfes im Übergangsbereich Ü1 kleiner ist als der Durchmesser d2 des Bauteils 3, der zur Bildung des Berührungsbereiches B des Bauteils 3 mit dem metallischen Schaft 7 dient. Mit 7 ist ein in seinem oberen Bereich 10 kegelstumpfförmig ausgebildeter Aluminiumschaft bezeichnet, dessen den Berührungsbereich B mit dem Bauteil 3 bildende Fläche 9 den gleichen Durchmesser d2 wie die untere Bodenfläche 8 des Bauteils 3 aufweist. In seinem auf den oberen kegelstumpfförmig ausgebildeten Bereich 10 folgenden unteren Bereich 11 ist der Schaft 7 zylinderförmig ausgebildet, wobei im Übergangsbereich Ü2 vom oberen Bereich 10 in den unteren Bereich 11 der Durchmesser d4 kleiner ist als der Durchmesser d2.

Ein ringförmiges, in axialer Richtung des Kolbens zweigeteiltes ringförmiges Bauteil 13 aus teilstabilisiertem Zirkonoxid, dessen Innenkonturen 14 den kegelstumpfförmig ausgebildeten unteren Bereich 6 des Bauteils 3 und dem kegelstumpfförmig ausgebildeten oberen Bereich 10 des Aluminiumschaftes 7 entsprechen, umklammert diese Bereiche des Aluminiumschaftes und des Bauteils aus Zirkonoxid. Durch einen nach Erhitzen auf 400°C über das ringförmige Bauteil 13 und den Schaft 7 geschobenen Außenring 15 aus Stahl sind nach dessen Erkalten das Bauteil 3, der metallische Schaft 7 und das ringförmige Bauteil 13 fest zusammengefügt. Der Außenring 15 entspricht in seinem Innendurchmesser dem Außendurchmesser des Schaftes 7.

Mit 18 ist eine Brennmulde bezeichnet, die im oberen Bereich 5 des Kolbenbodens angeordnet ist. Der Außenring 15 weist in seiner Außenwand 17 eingelassene Kolbenringnuten 16 zur Aufnahme von nicht gezeigten Kolbenringen auf. Der Außenring 15 endet oberhalb des Kolbenbolzennabenpaares 4. Gemäß einer nicht gezeigten Ausführungsform kann der Außenring 15 aber auch so ausgebildet sein, daß er den gesamten unteren Bereich 11 des Schaftes 7 umfaßt.

Bei dem in Figur 2 gezeigten ringförmigen Bauteil 13 ist mit 14 die Innenkontur zur Umklammerung des kegelstumpfförmig ausgebildeten unteren Bereichs 6 des Bauteils 3 und des kegelstumpfförmig ausgebildeten oberen Bereichs 10 des Aluminiumschaftes bezeichnet. Entlang der Linie L1, L2, die durch die Längsachse L3 des Kolbens 1 führt, ist das ringförmige Bauteil 13 zweigeteilt.

Figur 3 zeigt in einer Schnittdarstellung ein nur teilweise dargestelltes ringförmiges Bauteil 13, dessen obere spitze Kante im Bereich S unter Bildung einer Fase abgefast ist. Durch diese Ausbildung des ringförmigen Bauteils 13 bleibt bei der Montage ein Leerraum 12 an der Außenkontur 2 des ebenfalls nur teilweise dargestellten Bauteils 3 unterhalb des Übergangsbereiches Ü1.

Patentansprüche

1. Kolben mit einem metallischen Kolbenschaft
und einem mittels einer Schrumpfverbindung
5 damit verbundenen, den Brennraum begrenzenden,
gegebenenfalls eine Brennmulde aufweisenden
Kolbenboden mit einem Bauteil aus teilstabi-
lisiertem Zirkonoxid,
gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
- 10 a) der den Brennraum begrenzende obere
Bereich (5) des Kolbenbodens besteht
über den gesamten Querschnitt (d1)
aus dem Bauteil (3) aus teilstabili-
15 siertem Zirkonoxid,
- b) in seinem unteren Bereich (6) ist das
Bauteil (3) kegelstumpfförmig ausge-
bildet, wobei die den Berührungsbereich
20 (B) des Bauteils (3) mit dem metallischen
Schaft (7) bildende untere Bodenfläche
(8) des Bauteils (3) einen größeren Durch-
messer (d2) aufweist als der Durchmesser
(d3) des Kegelstumpfes im Übergangsbe-
25 reich (Ü1) in den oberen Bereich (5) des
Bauteils (3),

- c) der metallische Schaft (7) ist in seinem oberen Bereich (10) kegelstumpfförmig ausgebildet, wobei die den Berührungsbereich (B) bildende Fläche (9) den gleichen Durchmesser (d_2) wie die untere Bodenfläche (8) des Bauteils (3) aufweist,
in dem auf den oberen kegelstumpfförmig ausgebildeten Bereich (10) folgenden unteren Bereich (11) des Schaftes (7) ist der Schaft (7) zylinderförmig ausgebildet, wobei im Übergangsbereich ($Ü_2$) vom oberen (10) in den unteren Bereich (11) der Durchmesser (d_4) kleiner ist als der Durchmesser (d_2),
- d) der kegelstumpfförmig ausgebildete untere Bereich (6) des Bauteils (3) und der kegelstumpfförmig ausgebildete obere Bereich (10) des metallischen Schaftes (7) werden von einem in Richtung der Längsachse (L_3) des Kolbens (1) zweigeteilten ringförmigen Bauteil (13) mit einer den kegelstumpfförmigen Ausbildungen des unteren Bereichs (6) des Bauteils (3) und des oberen Bereichs (10) des Kolbenschaftes (7) entsprechenden Innenkontur (14) umklammert,
- e) das ringförmige Bauteil (13) wird durch einen aufgeschrumpften Außenring (15) gehalten.

2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die Außenwand (17) des Außenringes (15) Kolbenringnuten (16) eingelassen sind.
- 5 3. Kolben nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Außenring (15) aus Stahl besteht.
4. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-
10 durch gekennzeichnet, daß das ringförmige Bauteil (13) aus Stahl besteht.
5. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-
15 durch gekennzeichnet, daß das ringförmige Bauteil (13) aus teilstabilisiertem Zirkonoxid besteht.
6. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 5, da-
20 durch gekennzeichnet, daß der metallische Schaft (7) aus Aluminium besteht.
7. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 7, da-
25 durch gekennzeichnet, daß der Winkel α des Bauteils (3) 70° bis 85° , vorzugsweise 75° bis 82° beträgt.
8. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 7, da-
30 durch gekennzeichnet, daß die Innenkontur (14) des ringförmigen Bauteils (13) in ihrem Bereich (S) eine Abrundung oder eine Fase aufweist.

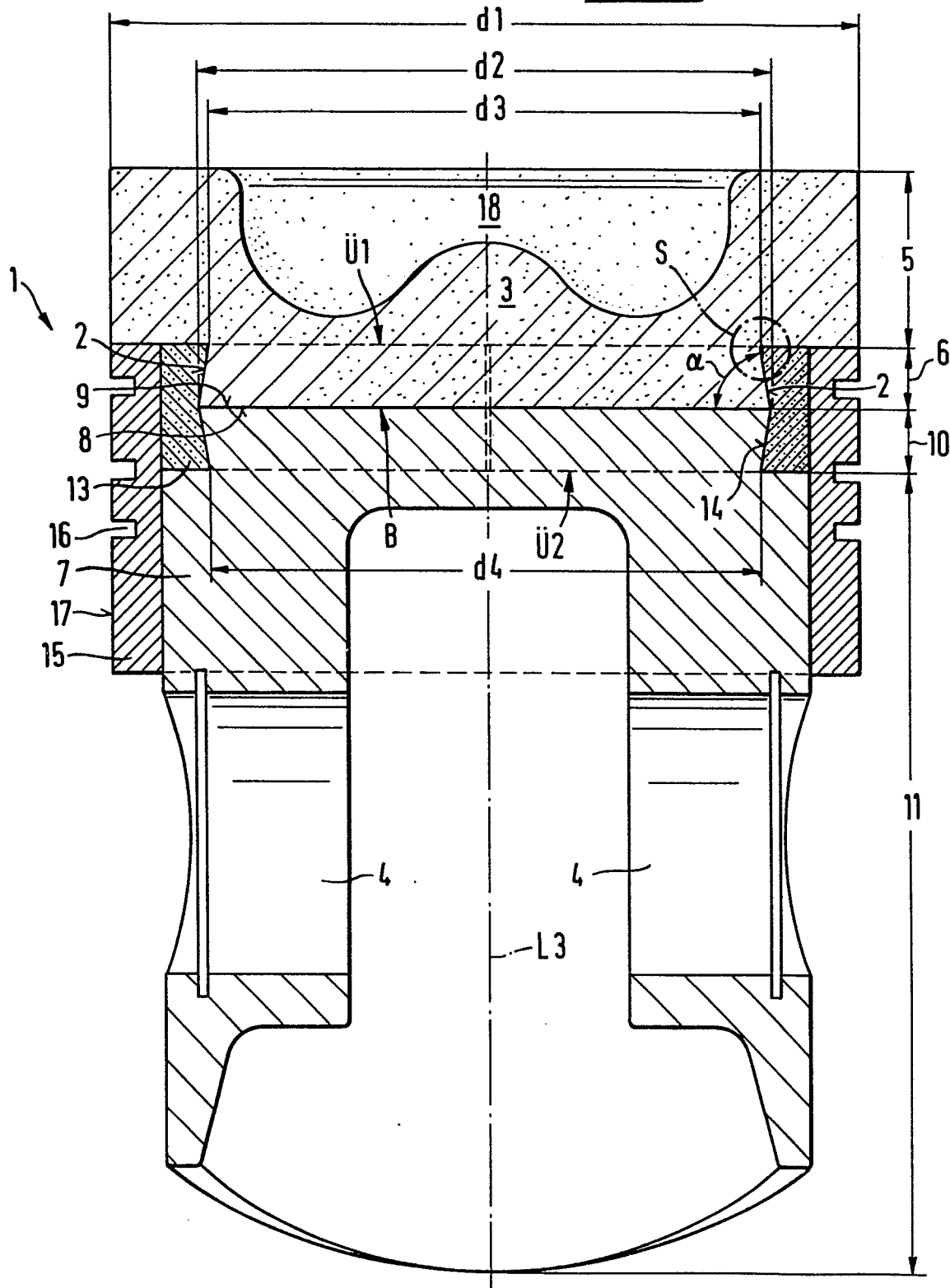
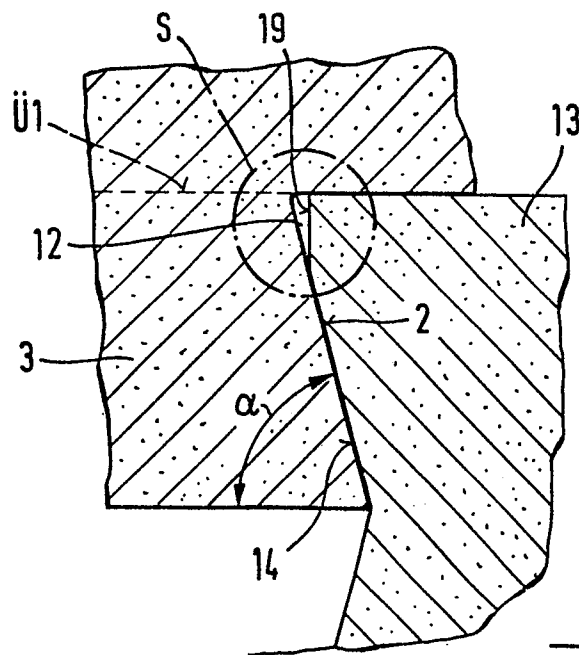
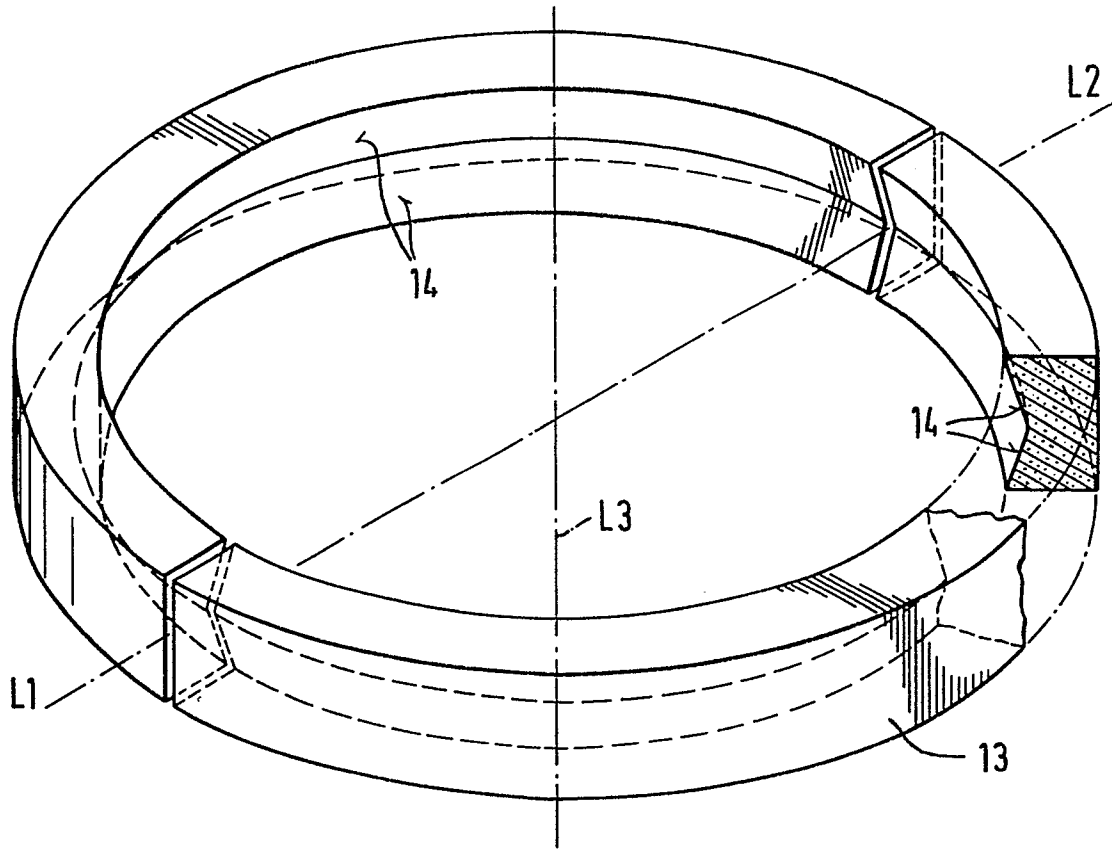
Fig. 1

Fig. 2**Fig. 3**



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0106187

Nummer der Anmeldung

EP 83 10 9257

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
A	Patent Abstracts of Japan Band 6, Nr. 26, 16. Februar 1982 & JP-A-56-143328	1, 2, 6	F 02 F 3/00 F 16 B 4/00 F 16 J 1/00
A	--- US-A-3 976 809 (DOWELL) * Zusammenfassung; Abbildung 4 *	1	
A	--- DE-A-2 923 934 (TOYOTA) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³)
			F 02 F 3/00 F 16 B 4/00 F 16 J 1/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 19-12-1983	Prüfer NORDSTROEM U.L.N.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche 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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			