



(11) **EP 2 321 513 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**  
Nach dem Einspruchsverfahren

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
**21.12.2016 Patentblatt 2016/51**
- (45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**01.02.2012 Patentblatt 2012/05**
- (21) Anmeldenummer: **09776111.8**
- (22) Anmeldetag: **26.08.2009**
- (51) Int Cl.:  
**F02F 3/00** <sup>(2006.01)</sup> **F02F 3/22** <sup>(2006.01)</sup>
- (86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2009/001189**
- (87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2010/025703 (11.03.2010 Gazette 2010/10)**

(54) **KOLBEN FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR**  
PISTON FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE  
PISTON POUR UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE

- |   |   |
|---|---|
| <p>(84) Benannte Vertragsstaaten:<br/><b>AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR</b></p> <p>(30) Priorität: <b>02.09.2008 DE 102008045456</b></p> <p>(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:<br/><b>18.05.2011 Patentblatt 2011/20</b></p> <p>(73) Patentinhaber: <b>MAHLE International GmbH 70376 Stuttgart (DE)</b></p> <p>(72) Erfinder:<br/>• <b>KEMNITZ, Peter 71397 Leutenbach (DE)</b></p> | <p>• <b>KLUSCH, Carmen 71642 Ludwigsburg (DE)</b></p> <p>• <b>SCHARP, Rainer 71665 Vaihingen (DE)</b></p> <p>(74) Vertreter: <b>Stumkat, Ulrich Mahle International GmbH Patent Department CRP Pragstraße 26-46 70376 Stuttgart (DE)</b></p> <p>(56) Entgegenhaltungen:<br/><b>WO-A1-2007/031107 WO-A1-2007//031107</b><br/><b>JP-A- 2003 025 076 JP-A- 2006 150 397</b><br/><b>US-A- 5 934 174 US-A1- 2003 051 694</b><br/><b>US-A1- 2003 051 694 US-B1- 6 557 514</b></p> |
|---|---|

**EP 2 321 513 B2**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolben für einen Verbrennungsmotor, mit einem Kolbenunterteil und einem Kolbenoberteil, die durch Reibschweißen miteinander verbunden sind und einen äußeren umlaufenden Kühlkanal bilden, wobei das Kolbenoberteil einen äußeren umlaufenden Feuersteg sowie eine unterhalb des Feuerstegs angeordnete, mit Ringnuten versehene umlaufende Ringpartie aufweist, deren Innenwand den umlaufenden äußeren Kühlkanal begrenzt, wobei das Kolbenoberteil ein äußeres umlaufendes Stützelement und das Kolbenunterteil ein äußeres umlaufendes Stützelement aufweist, die unterhalb der Ringpartie eine äußere umlaufende Reibschweißnaht bilden.

**[0002]** Ein gattungsgemäßer Kolben ist in der US 6,557,514 B1 offenbart. Die äußere umlaufende Reibschweißnaht zwischen dem Kolbenunterteil und dem Kolbenoberteil ist im Bereich der Ringpartie zwischen zwei Ringnuten angeordnet. Hierbei besteht jedoch die Gefahr, dass beim Reibschweißen Spannungen aufgebaut werden, welche die Stabilität des Kolbens beeinträchtigen.

**[0003]** Ein reibgeschweißter Kolben wird auch in der US 2003/0051694 A1 gezeigt.

**[0004]** Die JP 2003/025076 A offenbart einen gattungsgemäßen Kolben, dessen die äußere Reibschweißnaht bildende Stützelemente radial nach innen zurückgesetzt angeordnet ist.

**[0005]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, einen gattungsgemäßen Kolben so weiterzuentwickeln, dass die Gefahr von Spannungen verringert und die Stabilität des Kolbens verbessert wird.

**[0006]** Die Lösung besteht in einem Kolben mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Breite der äußeren umlaufenden Reibschweißnaht höchstens genauso groß ist wie die Wanddicke zwischen dem jeweiligen Nutgrund der Ringnuten und der Innenwand der Ringpartie, und dass im umlaufenden äußeren Kühlkanal im Bereich der äußeren umlaufenden Reibschweißnaht eine Mulde gebildet ist, in die ein Schweißwulst aufgenommen ist.

**[0007]** Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung ist der Ausdruck "höchstens genauso groß" so zu verstehen, dass übliche Fertigungstoleranzen mit umfasst sind. Die Breite der äußeren umlaufenden Reibschweißnaht und die Wanddicke liegen also im Rahmen der üblichen Fertigungstoleranzen.

**[0008]** Der erfindungsgemäße Kolben ist trotz der gegenüber dem Stand der Technik deutlich verringerten Breite der Reibschweißnaht (und, damit einhergehend, der deutlich verringerten Wanddicke der Ringpartie im Bereich der Reibschweißnaht) sehr stabil. Zugleich weist der erfindungsgemäße Kolben eine verbesserte Flexibilität auf. Somit kann der erfindungsgemäße Kolben die beim Verbrennungsvorgang auf den Kolbenboden einwirkende Kräfte besser aufnehmen und gleichmäßiger über seine Struktur ableiten. Ein weiterer großer Vorteil

des erfindungsgemäßen Kolbens besteht darin, dass durch die Verringerung der Wanddicke im Bereich der äußeren umlaufenden Reibschweißnaht eine Material- und Gewichtsersparnis erzielt wird. Erfindungsgemäß bilden die äußeren Stützelemente von Kolbenoberteil und Kolbenunterteil eine Mulde innerhalb des Kühlkanals, in der ein Schweißwulst aufgenommen ist. Damit wird entlang der Reibschweißnaht eine möglichst gleichmäßige Oberfläche erhalten, und insbesondere wird vermieden, die Größe des Kühlkanals durch einen in diesen hineinragenden Schweißwulst zu reduzieren sowie den Kühlölfluss durch Verwirbelungen u. dgl. zu beeinträchtigen.

**[0009]** Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0010]** Die Breite der äußeren umlaufenden Reibschweißnaht ist vorzugsweise genauso groß ist wie die Wanddicke zwischen dem jeweiligen Nutgrund der Ringnuten und der Innenwand der Ringpartie, wodurch ein optimaler Kraftfluss bei optimaler Materialausnutzung erzielt werden.

**[0011]** Der erfindungsgemäße Kolben weist zwischen einem Innenbereich und dem äußeren umlaufenden Kühlkanal Stützelemente auf, die über eine innere umlaufende Reibschweißnaht miteinander verbunden sind.

**[0012]** Die Breite der inneren umlaufenden Reibschweißnaht kann größer/gleich oder kleiner als die Breite der äußeren umlaufenden Reibschweißnaht sein. Beide Reibschweißverbindungen werden in einem Arbeitsgang ausgebildet.

**[0013]** Auch bei dieser bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Breite der inneren Reibschweißnaht geringer als bisher im Stand der Technik bekannt. Dennoch ist der erfindungsgemäße Kolben aus den oben beschriebenen Gründen sehr stabil.

**[0014]** Es ist zweckmäßig, dass auch das innere Stützelement (27) des Kolbenoberteils (12) und das innere Stützelement (28) des Kolbenunterteils (15) derart ausgebildet sind, dass entlang der inneren umlaufenden Reibschweißnaht (30, 130) im äußeren umlaufenden Kühlkanal (19) und/oder im Innenbereich (24) eine Mulde (31) gebildet ist, in die ein Schweißwulst (32) aufgenommen ist.

**[0015]** Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen in einer schematischen, nicht maßstabsgetreuen Darstellung:

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kolbens im Schnitt, wobei die linke Hälfte der Darstellung gegenüber der rechten Hälfte um 90° gedreht ist;

Figur 2A eine vergrößerte Teildarstellung des Kolbens gemäß Figur 1;

Figur 2B eine vergrößerte Teildarstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfin-

dungsgemäßen Kolbens.

**[0016]** Die Figuren 1 und 2A zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kolbens 10. Der Kolben 10 weist ein Kolbenunterteil 15 und ein Kolbenoberteil 12 auf, die durch Reibschweißen miteinander verbunden sind. Das Kolbenunterteil 15 und das Kolbenoberteil 12 können aus jedem metallischen Werkstoff bestehen, der einer Bearbeitung durch Reibschweißen zugänglich ist.

**[0017]** Das Kolbenunterteil 15 weist einen Kolbenschaft 14 sowie mit Nabenbohrungen 17 versehene Bolzennaben 16 auf. Das Kolbenoberteil 12 weist einen Kolbenboden 13 auf, der im Ausführungsbeispiel mit einer Brennraummulde 11 versehen ist. An den Kolbenboden 13 schließt sich ein äußerer umlaufender Feuersteg 18 an. Unterhalb des Feuerstegs 18 ist eine umlaufende Ringpartie 20 vorgesehen, die im Ausführungsbeispiel mit drei umlaufenden Ringnuten 21, 22, 23 für Kolbenringe (nicht dargestellt) versehen ist. Das Kolbenunterteil 15 und das Kolbenoberteil 12 bilden ferner gemeinsam einen äußeren umlaufenden Kühlkanal 19.

**[0018]** Zur Bildung der Reibschweißverbindungen ist das Kolbenoberteil 12 mit einem umlaufenden äußeren Stützelement 25 und einem umlaufenden inneren Stützelement 27 versehen. In korrespondierender Weise ist das Kolbenunterteil 15 ebenfalls mit einem umlaufenden äußeren Stützelement 26 und einem umlaufenden inneren Stützelement 28 versehen. Hierbei weisen die äußere Mantelfläche 25a des Stützelements 25 des Kolbenoberteils 12, die äußere Mantelfläche 26a des Stützelements 26 des Kolbenunterteils 15 sowie die äußere Mantelfläche 12a des Feuerstegs 12 denselben Außendurchmesser D auf.

**[0019]** Die äußeren Stützelemente 25, 26 bilden unterhalb der Ringpartie 20 eine äußere umlaufende Reibschweißnaht 29, während die inneren Stützelemente 27, 28 unterhalb des Kolbenbodens 13 eine innere umlaufende Reibschweißnaht 30 bilden. Die inneren Stützelemente 27, 28 trennen den äußeren umlaufenden Kühlkanal 19 von einem Innenbereich 24 des Kolbens 10. Die Innenwand 20' der Ringpartie 20 bildet die äußere Wand des äußeren umlaufenden Kühlkanals 19.

**[0020]** Die äußere Reibschweißnaht 29 weist eine Breite b1 auf, die im Ausführungsbeispiel im Rahmen der üblichen Fertigungstoleranzen gleich groß ist wie die Wanddicke d der Ringpartie 20 zwischen dem jeweiligen Nutgrund 21', 22', 23' der Ringnuten 21, 22, 23 und der Innenwand 20' der Ringpartie 20.

**[0021]** Die innere Reibschweißnaht 30 weist eine Breite b2 auf, die im Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 und 2A im Rahmen der üblichen Fertigungstoleranzen geringer ist als die Breite b1 der äußeren Reibschweißnaht 29. Die Breite b2 kann aber auch genau so groß sein wie die Breite b1.

**[0022]** Die äußeren und inneren Stützelemente 26, 28 bzw. 25, 27 des Kolbenunterteils 15 und des Kolbenoberteils 12 sind im Ausführungsbeispiel im Bereich der

Reibschweißnähte 30, 29 derart ausgestaltet, dass zum äußeren umlaufenden Kühlkanal 19 bzw. zum Innenbereich 24 hin ausgerichtete, im Ausführungsbeispiel umlaufende, Mulden 31 gebildet sind. In den Mulden 31 sind die Schweißwulste 32 aufgenommen, die ggf. während des Reibschweißvorgangs entstehen. Auf diese Weise sind im Ausführungsbeispiel die Oberflächen der Wände des Kühlkanals 19 vergleichsweise glatt. Dadurch bleibt das Volumen des Kühlkanals 19 zur Aufnahme von Kühlöl unbeeinträchtigt. Ferner kann das Kühlöl im Kühlkanal 19 im Wesentlichen störungsfrei strömen. Die Kühlwirkung des Kühlöls bleibt somit bei dieser vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kolbens im Wesentlichen erhalten.

**[0023]** Figur 2B zeigt in einer mit der Figur 2A vergleichbaren Darstellung ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Kolbens 110. Der Kolben 110 unterscheidet sich vom Kolben 10 nur dadurch, dass die innere Reibschweißnaht 130 eine Breite b3 aufweist, die im Rahmen der üblichen Fertigungstoleranzen größer ist als die Breite b1 der äußeren Reibschweißnaht 29.

## Patentansprüche

1. Kolben (10, 110) für einen Verbrennungsmotor, mit einem Kolbenunterteil (15) und einem Kolbenoberteil (12), die durch Reibschweißen miteinander verbunden sind und einen äußeren umlaufenden Kühlkanal (19) bilden, wobei das Kolbenoberteil (12) einen äußeren umlaufenden Feuersteg (18) sowie eine unterhalb des Feuerstegs (18) angeordnete, mit Ringnuten (21, 22, 23) versehene umlaufende Ringpartie (20) aufweist, deren Innenwand (20') den umlaufenden äußeren Kühlkanal (19) begrenzt, wobei das Kolbenoberteil (12) ein äußeres umlaufendes Stützelement (25) und das Kolbenunterteil (15) ein äußeres umlaufendes Stützelement (26) aufweist, die unterhalb der Ringpartie (20) eine äußere umlaufende Reibschweißnaht (29) bilden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite (b1) der äußeren umlaufenden Reibschweißnaht (29) höchstens genauso groß ist wie die Wanddicke (d) zwischen dem jeweiligen Nutgrund (21', 22', 23') der Ringnuten (21, 22, 23) und der Innenwand (20') der Ringpartie (20), und dass die äußeren umlaufenden Stützelemente (25, 26) im Bereich der Reibschweißnaht (29) derart ausgestaltet sind, dass im umlaufenden äußeren Kühlkanal (19) eine Mulde (31) gebildet ist, in die ein Schweißwulst (32) aufgenommen ist.
2. Kolben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite (b1) der äußeren umlaufenden Reibschweißnaht (29) genauso groß ist wie die Wanddicke (d) zwischen dem jeweiligen Nutgrund (21', 22', 23') der Ringnuten (21, 22, 23) und der Innenwand (20') der Ringpartie (20).

3. Kolben nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einem Innenbereich (24) des Kolbens (10, 110) und dem äußeren umlaufenden Kühlkanal (19) eine innere umlaufende Reibschweißnaht (30, 130) vorgesehen ist.
4. Kolben nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite (b3) der inneren umlaufenden Reibschweißnaht (130) mindestens genauso groß ist wie die Breite (b1) der äußeren umlaufenden Reibschweißnaht (29).
5. Kolben nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite (b2) der inneren umlaufenden Reibschweißnaht (30) kleiner ist als die Breite (b1) der äußeren umlaufenden Reibschweißnaht (29).
6. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das innere Stützelement (27) des Kolbenoberteils (12) und das innere Stützelement (28) des Kolbenunterteils (15) derart ausgebildet sind, dass entlang der inneren umlaufenden Reibschweißnaht (30, 130) im äußeren umlaufenden Kühlkanal (19) und/oder im Innenbereich (24) eine Mulde (31) gebildet ist, in die ein Schweißwulst (32) aufgenommen ist.

#### Claims

1. A piston (10, 110) for an internal combustion engine, having a lower piston part (15) and an upper piston part (12), which are connected with one another by means of friction welding and form an outer circumferential cooling channel (19), wherein the upper piston part (12) has an outer circumferential top land (18) as well as a circumferential ring belt (20) disposed below the top land (18) and provided with ring grooves (21, 22, 23), the inner wall (20') of which ring belt delimits the circumferential outer cooling channel (19), wherein the upper piston part (12) has an outer circumferential support element (25) and the lower piston part (15) has an outer circumferential support element (26), which elements form an outer circumferential friction-weld seam (29), **characterized in that** the width (b1) of the outer circumferential friction-weld seam (29) is maximally at least as great as the wall thickness (d) between the respective groove base (21', 22', 23') of the ring grooves (21, 22, 23) and the inner wall (20') of the ring belt (20), that the outer mantle surfaces (25a, 26a) of the support elements (25, 26) as well as the outer mantle surface (12a) of the top land (12) have the same outside diameter (D), in such a manner that in the circumferential outer cooling channel (19), in the region of the outer circumferential friction-weld seam (29), a trough (31) is formed, in which a weld bead (32) is accommodated.

2. The piston according to claim 1, **characterized in that** the width (b1) of the outer circumferential friction-weld seam (29) is equally as great as the wall thickness (d) between the respective groove base (21', 22', 23') of the ring grooves (21, 22, 23) and the inner wall (20') of the ring belt (20).
3. The piston according to claim 1 or 2, **characterized in that** an inner circumferential friction-weld seam (30, 130) is provided between an inner region (24) of the piston (10, 110) and the outer circumferential cooling channel (19).
4. The piston according to claim 3, **characterized in that** the width (b3) of the inner circumferential friction-weld seam (130) is at least as great as the width (b1) of the outer circumferential friction-weld seam (29).
5. The piston according to claim 3, **characterized in that** the width (b2) of the inner circumferential friction-weld seam (30) is less than the width (b1) of the outer circumferential friction-weld seam (29).
6. The piston according to one of the preceding claims, **characterized in that** the inner support element (27) of the upper piston part (12) and the inner support element (28) of the lower piston part (15) are configured in such a manner that a trough (31) is formed along the inner circumferential friction-weld seam (30, 130), in the outer circumferential cooling channel (19) and/or in the inner region (24), in which trough a weld bead (32) is accommodated.

#### Revendications

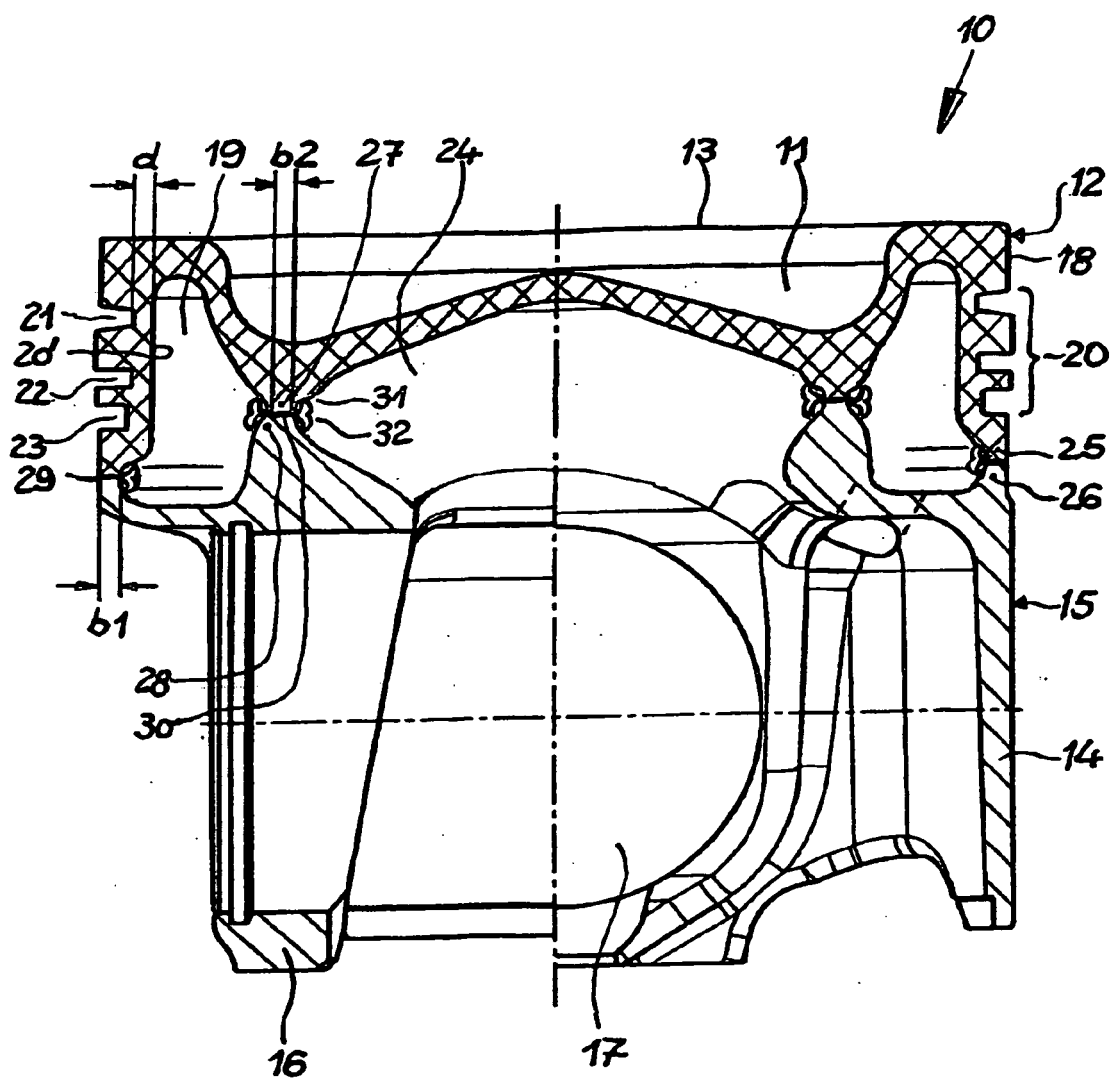
1. Piston (10, 110) pour un moteur à combustion interne, avec une partie inférieure de piston (15) et une partie supérieure de piston (12), qui sont reliées ensemble par une soudure par friction et forment un canal de refroidissement (19) périphérique externe, où la partie supérieure de piston (12) présente un cordon de feu (18) périphérique externe ainsi qu'une partie annulaire (20) périphérique, munie de rainures annulaires (21, 22, 23), disposée en dessous du cordon de feu (18), dont la paroi interne (20') limite le canal de refroidissement (19) périphérique externe, où la partie supérieure de piston (12) présente un élément d'appui (25) périphérique externe et la partie inférieure de piston (15) présente un élément d'appui (26) périphérique externe, qui forment en dessous de la partie annulaire (20) un cordon de soudure par friction (29) périphérique externe, **caractérisé en ce que** la largeur (b1) du cordon de soudure par friction (29) périphérique externe est au plus aussi grande que l'épaisseur de paroi (d) entre les fonds de rainures (21', 22', 23') respectifs des rainures annulai-

res (21, 22, 23) et la paroi interne (20') de la partie annulaire (20), de sorte que les surfaces d'enveloppe externes (25a, 26a) des éléments d'appui (25, 26) ainsi que la surface d'enveloppe externe (12a) du cordon de feu (12) présentent le même diamètre extérieur (D), de telle manière qu'une cuvette (31) est formée dans le canal de refroidissement (19) externe dans la région du cordon de soudure par friction (29) périphérique externe, dans laquelle est logé un bourrelet de soudure (32). 5 10

2. Piston selon la revendication 1, caractérisé en ce la largeur (b1) du cordon de soudure par friction (29) périphérique externe est aussi grande que l'épaisseur de paroi (d) entre les fonds de rainures (21', 22', 23') respectifs des rainures annulaires (21, 22, 23) et la paroi interne (20') de la partie annulaire (20). 15
3. Piston selon la revendication 1, ou 2, **caractérisé en ce qu'**entre une région interne (24) du piston (10, 110) et le canal de refroidissement (19) périphérique externe, un cordon de soudure par friction (30, 130) périphérique interne est prévu. 20
4. Piston selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la largeur (b3) du cordon de soudure par friction (130) périphérique interne est aussi grande que la largeur (b1) du cordon de soudure par friction (29) périphérique externe. 25 30
5. Piston selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la largeur (b2) du cordon de soudure par friction (30) périphérique interne est inférieure à la largeur (b1) du cordon de soudure par friction (29) périphérique externe. 35
6. Piston selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément d'appui (27) interne de la partie supérieure de piston (12) et l'élément d'appui (28) interne de la partie inférieure de piston (15) sont conçus de telle manière que le long du cordon de soudure par friction (30, 130) périphérique interne dans le canal de refroidissement (19) périphérique externe et/ou dans la région interne (24), une cuvette (31) est formée, dans laquelle est logé un bourrelet de soudure (32). 40 45

50

55



**FIG. 1**

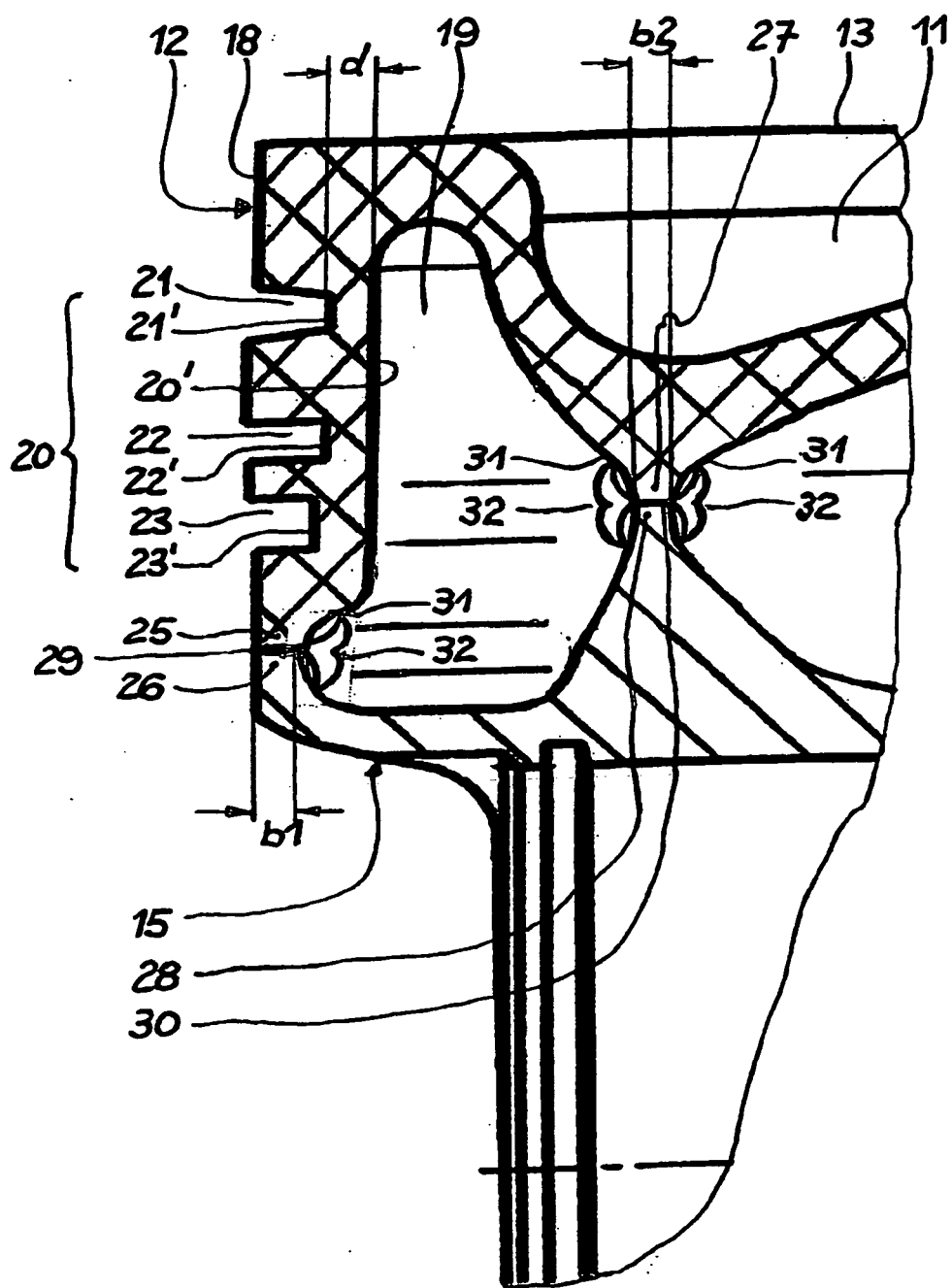


FIG. 2 A

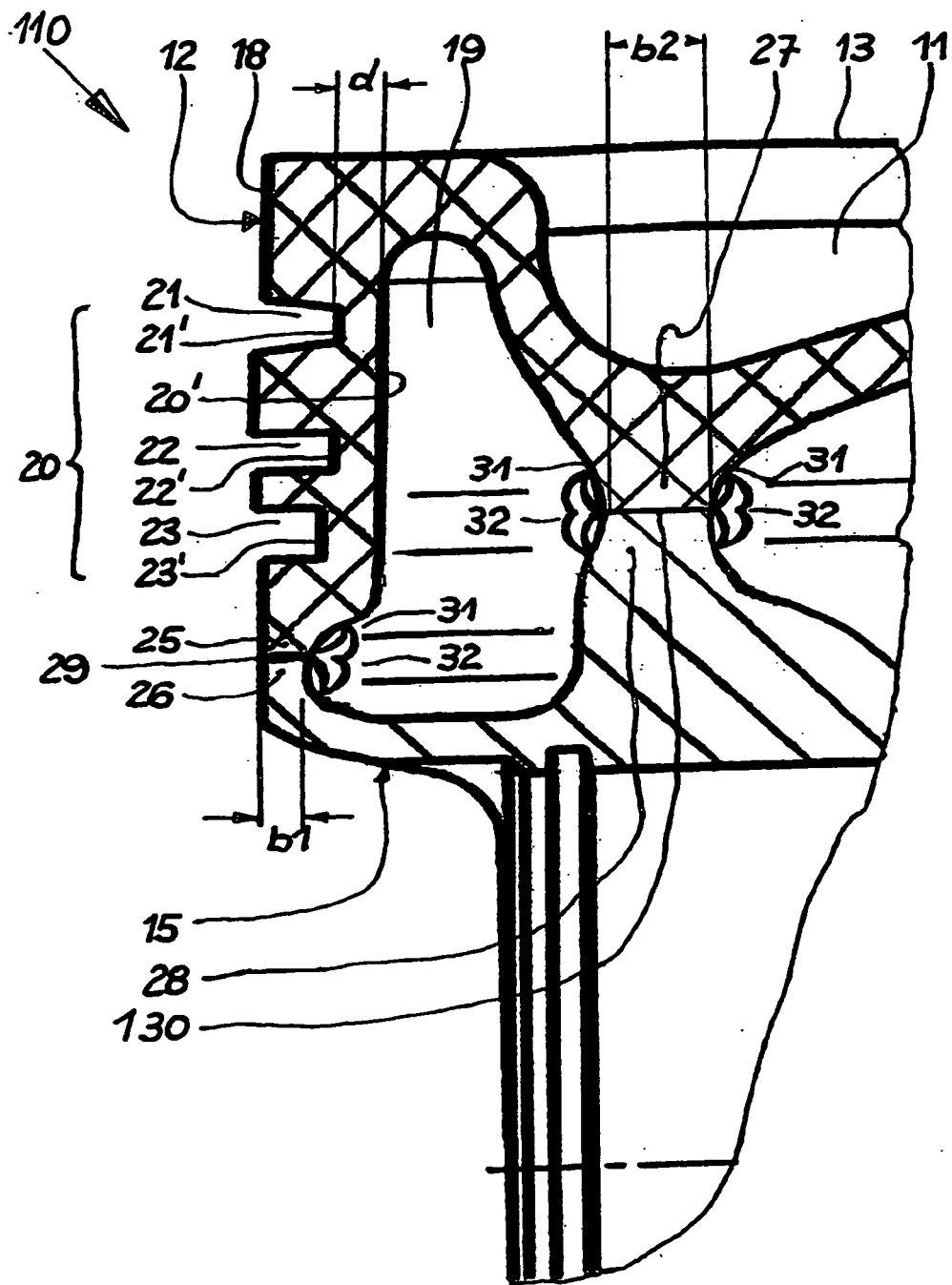


FIG. 2B



**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**

- US 6557514 B1 [0002]
- US 20030051694 A1 [0003]
- JP 2003025076 A [0004]