

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
16. Juli 2015 (16.07.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/104013 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02F 3/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2014/000651

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Dezember 2014 (30.12.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 000 253.5
8. Januar 2014 (08.01.2014) DE

(71) Anmelder: MAHLE INTERNATIONAL GMBH
[DE/DE]; Pragstr. 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: SCHARP, Rainer; Jägerstrasse 28, 71665
Vaihingen (DE). KELLER, Klaus; Lamngasse 14, 73547
Lorch (DE). MOCK, Daniel; Weilimdorfer Str. 14, 71254
Ditzingen (DE).

(74) Anwalt: POHLE, Reinhard; MAHLE International
GmbH, Patentabteilung CRP, Pragstrasse 26-46, 70376
Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: PISTON FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung : KOLBEN FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG

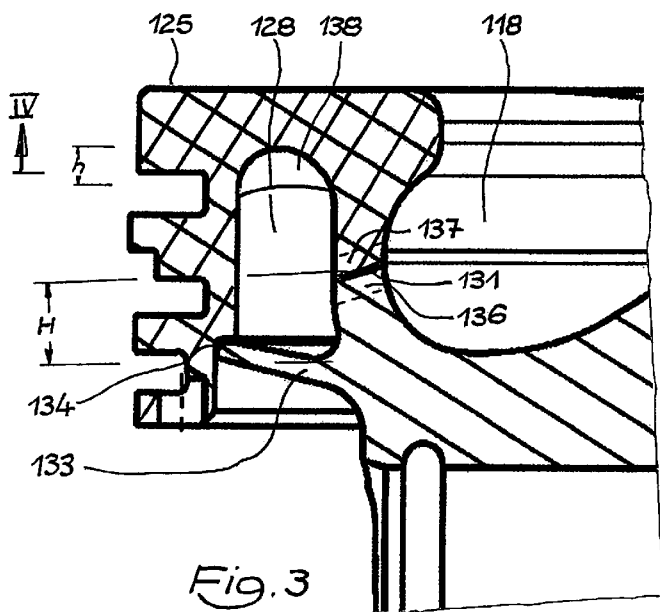


Fig. 3

(57) Abstract: The present invention relates to a piston (10, 110) for an internal combustion engine, having a piston main body (11, 111) and having a piston depression element (12, 112), wherein the piston main body (11, 111) has a base region (19, 119) and has a part (23, 123) of the depression wall (22, 122) of a combustion depression (18, 118) and has a piston skirt (14, 114), said combustion depression having a dome (21, 121), wherein the piston depression element (12, 112) has at least a part of a piston crown (25, 125) and a part (24, 124) of the depression wall (22, 122) of the combustion depression (18, 118), wherein the piston main body (11, 111) and the piston depression element (12, 112) form an encircling cooling duct (28, 128), and wherein the piston main body (11, 111) and the piston depression element (12, 112) are non-detachably connected to one another by way of a laser weld seam (31, 131) in the region of the depression wall (22, 122) of the combustion depression (18, 118). According to the invention, it is provided that, on the piston main body (11, 111), the mean height (H) of the part (23, 123) of the depression wall (22, 122) amounts to 4% to 12% of the greatest diameter (D) of the combustion

depression (18, 118), and that the laser weld seam (31, 131) encloses an angle (a) of at least 5° with a tangent (T) applied to the dome (21, 121) proceeding from the laser weld seam (31, 131).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/104013 A1



Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolben (10, 110) für einen Verbrennungsmotor, mit einem Kolbengrundkörper (11, 111) und einem Kolbenmuldenelement (12, 112), wobei der Kolbengrundkörper (11, 111) einen Bodenbereich (19, 119) und einen Teil (23, 123) der Muldenwand (22, 122) einer einen Dom (21, 121) aufweisenden Verbrennungsmulde (18, 118) sowie einen Kolbenschaft (14, 114) aufweist, wobei das Kolbenmuldenelement (12, 112) zumindest einen Teil eines Kolbenbodens (25, 125) und einen Teil (24, 124) der Muldenwand (22, 122) der Verbrennungsmulde (18, 118) aufweist, wobei der Kolbengrundkörper (11, 111) und das Kolbenmuldenelement (12, 112) einen umlaufenden Kühlkanal (28, 128) bilden, und wobei der Kolbengrundkörper (11, 111) und das Kolbenmuldenelement (12, 112) im Bereich der Muldenwand (22, 122) der Verbrennungsmulde (18, 118) über eine Laserschweißnaht (31, 131) unlösbar miteinander verbunden sind. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass am Kolbengrundkörper (11, 111) die mittlere Höhe (H) des Teils (23, 123) der Muldenwand (22, 122) 4 % bis 12 % des größten Durchmessers (D) der Verbrennungsmulde (18, 118) beträgt und dass die Laserschweißnaht (31, 131) mit einer ausgehend von der Laserschweißnaht (31, 131) am Dom (21, 121) angelegten Tangente (T) einen Winkel (α) von mindestens 5° einschließt.

Kolben für einen Verbrennungsmotor und Verfahren zu seiner Herstellung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolben für einen Verbrennungsmotor, mit einem Kolbengrundkörper und einem Kolbenmuldenelement, wobei der Kolbengrundkörper einen Bodenbereich und einen Teil der Muldenwand einer einen Dom aufweisenden Verbrennungsmulde sowie einen Kolbenschaft aufweist, wobei das Kolbenmuldenelement zumindest einen Teil eines Kolbenbodens und einen Teil der Muldenwand der Verbrennungsmulde aufweist, wobei der Kolbengrundkörper und das Kolbenmuldenelement einen umlaufenden Kühlkanal bilden, und wobei der Kolbengrundkörper und das Kolbenmuldenelement im Bereich der Muldenwand der Verbrennungsmulde über eine Laserschweißnaht unlösbar miteinander verbunden sind.

Ein gattungsgemäßer Kolben ist bspw. aus der DE 10 2011 013 113 A1 bekannt und wird auch als „Kolben mit thermisch entkoppeltem Kolbenschaft“ bezeichnet. Derartige Kolben zeichnen sich durch eine hohe Festigkeit und aufgrund der thermischen Entkopplung von Kolbenkopf und Kolbenschaft durch eine hohe Wärmebeständigkeit aus.

Der gattungsgemäße Kolben weist eine vergleichsweise niedrige Kompressionshöhe auf. Dies hat beim Laserschweißen den Nachteil, dass der Laserstrahl so gesteuert werden muss, dass er den Dom der Verbrennungsmulde nicht berührt. Im gattungsgemäßen Kolben ist die Schweißnaht daher sehr steil und in der Nähe des Bodens der Verbrennungsmulde angeordnet, wo der Kolbengrundkörper und das Kolbenmuldenelement im Bereich ihrer Fügeflächen unterschiedliche Werkstoffvolumina aufweisen. Insbesondere beim Kolbengrundkörper sind die Werkstoffvolumina in diesem Bereich sehr unterschiedlich. Daher besteht die Gefahr, dass der Werkstoff von Kolbengrundkörper und Kolbenmuldenelement im Bereich der Laserschweißnaht ungleichmäßig aufschmilzt. Dies führt zu Spannungen im Werkstoffgefüge, welche Rissbildungen im Kolben verursachen können.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen gattungsgemäßen Kolben so weiterzuentwickeln, dass das Auftreten von Spannungen im Werkstoffgefüge nach dem Laserschweißen zumindest reduziert wird.

Die Lösung besteht darin, dass am Kolbengrundkörper die mittlere Höhe H des Teils der Muldenwand 4 % bis 12 % des größten Durchmessers der Verbrennungsmulde beträgt und dass die Laserschweißnaht mit einer ausgehend von der Laserschweißnaht am Dom angelegten Tangente einen Winkel α von mindestens 5° einschließt.

Die erfindungsgemäße Idee besteht somit darin, die erfindungsgemäßen Parameter mittlere Höhe H und Winkel α so festzusetzen, dass unabhängig von den individuellen Abmessungen des einzelnen Kolbens die Laserschweißnaht möglichst nahe an einem Bereich der Muldenwand anzuordnen, in dem ihre Dicke konstant ist. Damit ist die wesentliche Voraussetzung dafür erfüllt, dass während des Laserschweißens die Werkstoffe des Kolbengrundkörpers und des Kolbenmuldenelements zu beiden Seiten der Laserschweißnaht, insbesondere über den Umfang der Fügeflächen möglichst gleichmäßig aufschmelzen und abzukühlen, so dass das Auftreten von Spannungen im Bereich der Laserschweißnaht reduziert oder sogar vermieden wird. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Idee besteht darin, dass die Laserschweißnaht möglichst flach verläuft, um die Schweißlänge und die notwendige Schweißenergie zu reduzieren. Zugleich ist es von Vorteil, die Laserschweißnaht in einem möglichst großen Abstand vom hoch belasteten Muldenrandbereich anzuordnen.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Der Winkel α kann bis zu 20° betragen, um einen ausreichenden Abstand des Laserstrahls vom Dom der Verbrennungsmulde zu bewirken.

Der größte Durchmesser D der Verbrennungsmulde kann bspw. 100mm betragen. In diesem Fall beträgt die Höhe H des Teils der Muldenwand am Kolbengrundkörper 4mm bis 12mm.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Laserschweißnaht genau in dem Bereich der Muldenwand angeordnet, in dem ihre Dicke konstant ist. In diesem Fall wird der Werkstoff sowohl des Kolbengrundkörpers als auch des Kolbenmuldenelements beim Laserschweißen zu beiden Seiten der Laserschweißnaht immer gleichmäßig aufgeschmolzen.

Der erfindungsgemäße Kolben kann einen nach unten offen ausgebildeten und mit einem Verschlusselement verschlossenen Kühlkanal aufweisen. In diesem Fall umfasst das Kolbenmuldenelement neben dem Teil der Muldenwand den ganzen Kolbenboden, den umlaufenden Feuersteg und die umlaufende Ringpartie.

Eine bevorzugte Weiterbildung dieses Kolbens besteht darin, dass das Verschlusselement einstückig am Kolbengrundkörper angeformt ist. Damit muss kein separates Verschlusselement hergestellt und am Kolben montiert werden.

Das mit dem Kolbengrundkörper einstückig ausgebildete Verschlusselement ist vorzugsweise als umlaufender, sich zum Kolbenmuldenelement erstreckender Flansch ausgebildet, der in besonders zweckmäßigerweise in einer am Kolbenmuldenelement ausgebildeten Hinterschneidung spannungsfrei anliegt.

Der erfindungsgemäße Kolben kann aber auch einen verschlossen ausgebildeten Kühlkanal aufweisen. In diesem Fall genügt ein Kolbenmuldenelement, das neben dem Teil der Muldenwand lediglich noch einen Teil des Kolbenbodens umfasst.

Die vorliegende Erfindung ist insbesondere für Kolben geeignet, deren Kompressionshöhe maximal 55% des Kolbendurchmessers beträgt.

Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird 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 rechte Hälfte gegenüber der linken Hälfte um 90° gedreht dargestellt ist;
- Figur 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kolbens im Schnitt, wobei die rechte Hälfte gegenüber der linken Hälfte um 90° gedreht dargestellt ist;
- Figur 3 eine vergrößerte Darstellung des Kolbenmuldenelements und der Laserschweißnaht des Kolbens gemäß Figur 2;
- Figur 4 eine Schnittdarstellung des Kolbens entlang der Linie IV – IV gemäß Figur 3.

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kolbens 10. Der Kolben 10 weist einen Kolbengrundkörper 11 und ein Kolbenmuldenelement 12 auf. Beide Bauteile können aus jedem beliebigen metallischen Werkstoff bestehen, der zum Fügen der Bauteile durch Laserschweißen geeignet ist. Der Kolbengrundkörper 11 und das Kolbenmuldenelement 12 bilden zusammen den Kolbenkopf 13 des Kolbens 10.

Der Kolbengrundkörper 11 bildet ferner den Kolbenschaft 14 des Kolbens 10, der in an sich bekannter Weise mit Kolbennaben 15 und Nabenbohrungen 16 zur Aufnahme eines Kolbenbolzens (nicht dargestellt) sowie mit Laufflächen 17 versehen ist.

Der Kolbenkopf 13 ist ferner mit einer Verbrennungsmulde 18 versehen. Hierbei bildet der Kolbengrundkörper 11 den einen Dom 21 aufweisenden Boden 19 der Verbrennungsmulde 18. Der Kolbengrundkörper 11 bildet ferner einen Teil 23 der Muldenwand 22 der Verbrennungsmulde 18. Das Kolbenmuldenelement 12 bildet den verbleibenden Teil 24 der Muldenwand 22 sowie einen Teil des Kolbenbodens 25. Der verbleibende Teil des Kolbenbodens 25, der umlaufende Feuersteg 26 sowie die mit Ringnuten versehene umlaufende Ringpartie 27 des Kolbens 10 werden ebenfalls vom Kolbengrundkörper 11 gebildet.

Der Kolbengrundkörper 11 und das Kolbenmuldenelement 12 bilden einen auf der Höhe der Ringpartie 27 umlaufenden Kühlkanal 28.

Der Kolbengrundkörper 11 und das Kolbenmuldenelement 12 sind durch Laserschweißen miteinander verbunden. Dadurch sind in der Muldenwand 22 sowie im Kolbenboden 25 Laserschweißnähte 31, 32 ausgebildet.

Erfindungsgemäß beträgt die Höhe H des vom Kolbengrundkörper 11 gebildeten Teils 23 der Muldenwand 22 4 % bis 12 % des größten Durchmessers D der Verbrennungsmulde 18. Die Höhe H ist definiert als der Abstand zwischen einer sich vom tiefsten Punkt der Verbrennungsmulde 18 zum tiefsten Punkt des Kühlkanals 28 erstreckenden Grundlinie und einem Punkt, der mittig auf der Laserschweißnaht 31 angeordnet ist (siehe hierzu auch Figur 3).

Erfindungsgemäß schließt die Laserschweißnaht 31 mit einer ausgehend von der Laserschweißnaht 31 am Dom 21 angelegten Tangente T einen Winkel α von mindestens 5° ein.

Die Figuren 2 und 3 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kolbens 110. Der Kolben 110 weist einen Kolbengrundkörper 111 und ein Kolbenmuldenelement 112 auf. Beide Bauteile können aus jedem beliebigen metallischen Werkstoff bestehen, der zum Laserschweißen der Bauteile geeignet ist. Der Kolbengrundkörper 111 und das Kolbenringelement 112 bilden zusammen den Kolbenkopf 113 des Kolbens 110.

Der Kolbengrundkörper 111 bildet ferner den Kolbenschaft 114 des Kolbens 110, der in an sich bekannter Weise mit Kolbennaben 115 und Nabenbohrungen 116 zur Aufnahme eines Kolbenbolzens (nicht dargestellt) sowie mit Laufflächen 117 versehen ist.

Der Kolbenkopf 113 ist ferner mit einer Verbrennungsmulde 118 versehen. Hierbei bildet der Kolbengrundkörper 111 den einen Dom 121 aufweisenden Boden 119 der Verbrennungsmulde 118. Der Kolbengrundkörper 111 bildet ferner einen Teil 123 der

Muldenwand 122 der Verbrennungsmulde 118. Das Kolbenmuldenelement 112 bildet den verbleibenden Teil 124 der Muldenwand 122 sowie den Kolbenboden 125, den umlaufenden Feuersteg 126 sowie die mit Ringnuten versehene umlaufende Ringpartie 127 des Kolbens 110.

Der Kolbengrundkörper 111 und das Kolbenmuldenelement 112 bilden einen nach unten offen ausgebildeten Kühlkanal 128, der mit einem Verschlusselement 133 verschlossen ist. Das Verschlusselement 133 ist als einstückig am Kolbengrundkörper 111 angeformter umlaufender, sich zum Kolbenmuldenelement 112 erstreckender Flansch ausgebildet. Das Verschlusselement 133 liegt in einer am Kolbenmuldenelement 112 ausgebildeten Hinterschneidung 134 spannungsfrei an (siehe insbesondere Figur 3).

Der Kolbenschaft 114 ist durch eine umlaufende ringförmige Ausnehmung 135 von der Ringpartie 127 getrennt. Somit ist der Kolbenschaft 114 vom Kolbenkopf 113 thermisch entkoppelt.

Der Kolbengrundkörper 111 und das Kolbenmuldenelement 112 sind durch Laserschweißen miteinander verbunden. Dadurch ist in der Muldenwand 122 eine Laserschweißnaht 131 ausgebildet.

Erfindungsgemäß beträgt die Höhe H des vom Kolbengrundkörper 111 gebildeten Teils 123 der Muldenwand 122 4 % bis 12 % des größten Durchmessers D der Verbrennungsmulde 118. Die Höhe H ist definiert als der Abstand zwischen einer sich vom tiefsten Punkt der Verbrennungsmulde 118 zum tiefsten Punkt des Kühlkanals 128 erstreckenden Grundlinie und einem Punkt, der mittig auf der Laserschweißnaht 131 angeordnet ist (siehe Figur 3).

Erfindungsgemäß schließt die Laserschweißnaht 131 mit einer ausgehend von der Laserschweißnaht 131 am Dom 121 angelegten Tangente T einen Winkel α von mindestens 5° ein.

Zu beiden Seiten der Laserschweißnaht 131 sind so genannte Wärmeeinflusszonen 136, 137 gestrichelt angedeutet, in denen beim Laserschweißen der Werkstoff der Kolbengrundkörpers 11, 111 und des Kolbenmuldenelements 12, 112 ganz oder teilweise mit aufschmilzt. Wie es insbesondere aus Figur 3 hervorgeht, ist die Laserschweißnaht 31, 131 in einem Bereich der Muldenwand 22, 122 angeordnet, in dem ihre Dicke, insbesondere auch über den Umfang der Fügeflächen des Kolbengrundkörpers und des Kolbenmuldenelements, im Wesentlichen konstant ist. Dies bedeutet, dass die Volumina der Werkstoffe von Kolbengrundkörper 11, 111 und Kolbenmuldenelement 12, 112 in den Wärmeeinflusszonen 136, 137 im optimalen Fall konstant sind. Damit schmelzen diese Wärmeeinflusszonen 136, 137 beim Laserschweißen gleichmäßig auf bzw. kühlen gleichmäßig ab.

Damit ist die wesentliche Voraussetzung dafür erfüllt, dass während des Laserschweißens die Werkstoffe des Kolbengrundkörpers 11, 111 und des Kolbenmuldenelements 12, 112 zu beiden Seiten der Laserschweißnaht 31, 131 möglichst gleichmäßig aufschmelzen und abkühlen, so dass das Auftreten von Spannungen im Bereich der Laserschweißnaht 31, 131 reduziert oder sogar vermieden wird.

Bei unterschiedlichen Volumina im Bereich der Wärmeeinflusszonen 136, 137, insbesondere über den Umfang der Fügeflächen von Kolbengrundkörper und Kolbenmuldenelement, würde in Bereichen kleinerer Volumina die Wärmeeinflusszone stärker aufschmelzen, als die in Bereichen größere Volumina. Zugleich würde in Bereichen größerer Volumina die Wärmeeinflusszone schneller abkühlen, als in Bereichen kleinerer Volumina. Diese Ungleichmäßigkeit verursacht das Auftreten von Spannungen an der Laserschweißnaht und in den Wärmeeinflusszonen 136, 137, die zur Rissbildung in der Muldenwand führen. Dieses Risiko wird beim erfindungsgemäßen Kolben 10, 110 zumindest stark reduziert und im günstigsten Fall ganz vermieden.

Aus den Figuren 3 und 4 ist ferner zu entnehmen, dass der Kolben 110 zur Erhöhung seiner Stabilität im Kühlkanal 128 Stützrippen 138 aufweist. Die Stützrippen 138 sind in Richtung des Kolbenbodens 125 angeordnet und erstrecken sich in den Kühlkanal 128 hinein. Die Höhe h der Stützrippen 138 beträgt maximal die Hälfte der Gesamthöhe des Kühlkanals 128, so dass ein ungehinderter Kühlölstrom gewährleistet

bleibt. Durch diese Konstruktion werden Shaker-Räume für das Kühlöl gebildet, welche die Kühlwirkung erhöhen. Die Stützrippen 138 sind, wie in Figur 4 dargestellt, radial symmetrisch mit einem Winkel β , bezogen auf die Kolbenhauptachsen K_H , von 45° über den Umfang des Kühlkanals 128 verteilt angeordnet und können durch mechanische Bearbeitung, wie spanabhebende Bearbeitung, oder durch Schmieden hergestellt werden.

Patentansprüche

1. Kolben (10, 110) für einen Verbrennungsmotor, mit einem Kolbengrundkörper (11, 111) und einem Kolbenmuldenelement (12, 112), wobei der Kolbengrundkörper (11, 111) einen Bodenbereich (19, 119) und einen Teil (23, 123) der Muldenwand (22, 122) einer einen Dom (21, 121) aufweisenden Verbrennungsmulde (18, 118) sowie einen Kolbenschaft (14, 114) aufweist, wobei das Kolbenmuldenelement (12, 112) zumindest einen Teil eines Kolbenbodens (25, 125) und einen Teil (24, 124) der Muldenwand (22, 122) der Verbrennungsmulde (18, 118) aufweist, wobei der Kolbengrundkörper (11, 111) und das Kolbenmuldenelement (12, 112) einen umlaufenden Kühlkanal (28, 128) bilden, und wobei der Kolbengrundkörper (11, 111) und das Kolbenmuldenelement (12, 112) im Bereich der Muldenwand (22, 122) der Verbrennungsmulde (18, 118) über eine Laserschweißnaht (31, 131) unlösbar miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass am Kolbengrundkörper (11, 111) die mittlere Höhe (H) des Teils (23, 123) der Muldenwand (22, 122) 4 % bis 12 % des größten Durchmesser (D) der Verbrennungsmulde (18, 118) beträgt und dass die Laserschweißnaht (31, 131) mit einer ausgehend von der Laserschweißnaht (31, 131) am Dom (21, 121) angelegten Tangente (T) einen Winkel (α) von mindestens 5° einschließt.
2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel (α) bis zu 20° beträgt.
3. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserschweißnaht (31, 131) in einem Bereich der Wand (22, 122) der Verbrennungsmulde (18, 118) angeordnet ist, in dem ihre Dicke konstant ist.
4. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkanal (128) nach unten offen ausgebildet und mit einem Verschlusselement (133) verschlossen ist und dass das Kolbenmuldenelement (112) neben dem Teil (124) der Wand (122) der Verbrennungsmulde (118) den ganzen Kolbenboden

- (125), den umlaufenden Feuersteg (126) und die umlaufende Ringpartie (127) umfasst.
5. Kolben nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlusselement (133) einstückig am Kolbengrundkörper (111) angeformt ist.
 6. Kolben nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlusselement (133) als umlaufender, sich zum Kolbenmuldenelement (112) erstreckender Flansch ausgebildet ist.
 7. Kolben nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlusselement (133) in einer am Kolbenmuldenelement (112) ausgebildeten Hinterschneidung (134) spannungsfrei anliegt.
 8. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkanal (28) verschlossen ausgebildet ist und dass das Kolbenmuldenelement (12) neben dem Teil (24) der Wand (22) der Verbrennungsmulde (18) einen Teil des Kolbenbodens (25) umfasst.
 9. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass seine Kompressionshöhe maximal 55% des Kolbendurchmessers beträgt.
 10. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine radial verlaufende Stützrippe (138) im Kühlkanal angeordnet ist.
 11. Kolben nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass sich die mindestens eine radial verlaufende Stützrippe (138) maximal über die halbe Höhe des Kühlkanals erstreckt

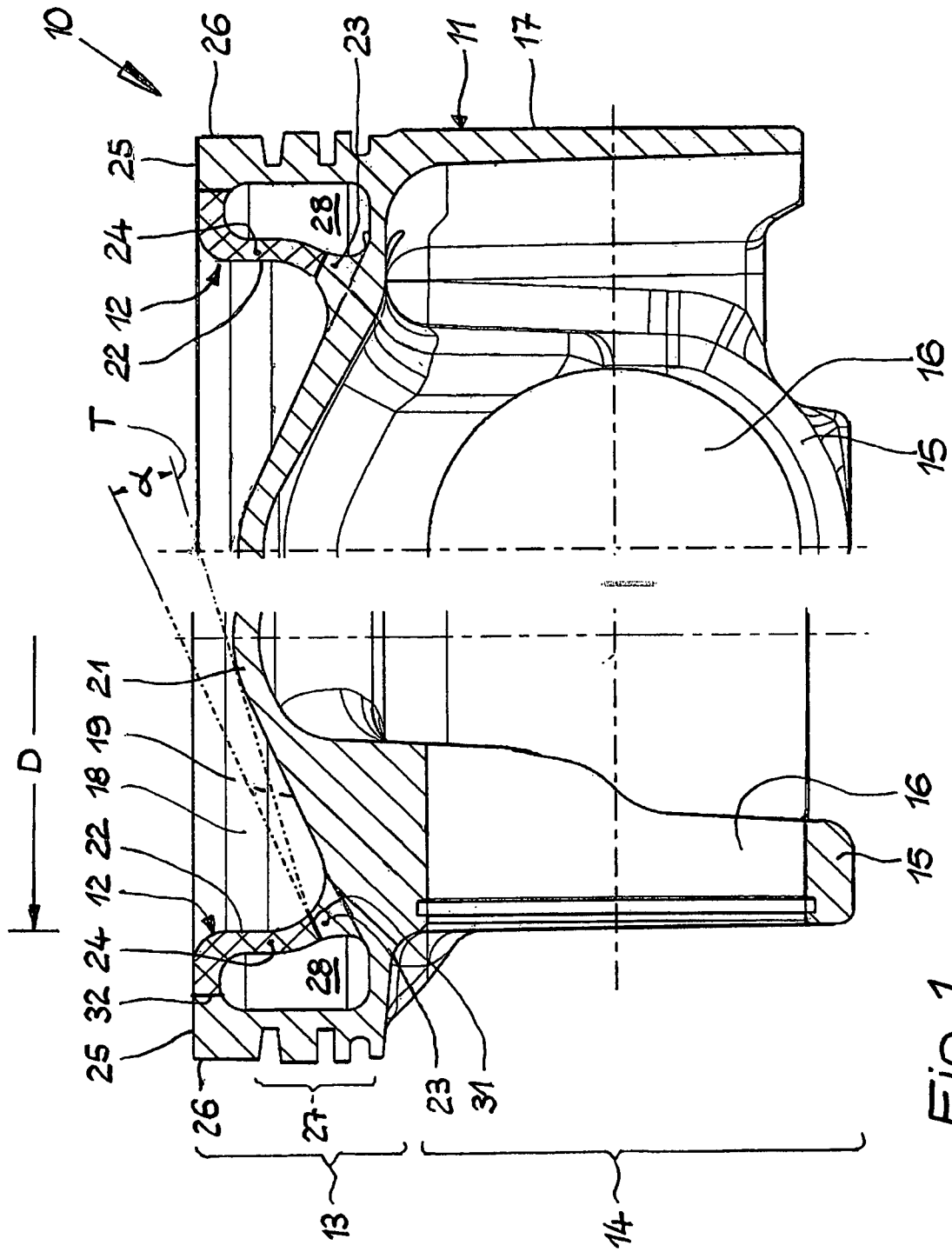


Fig. 1

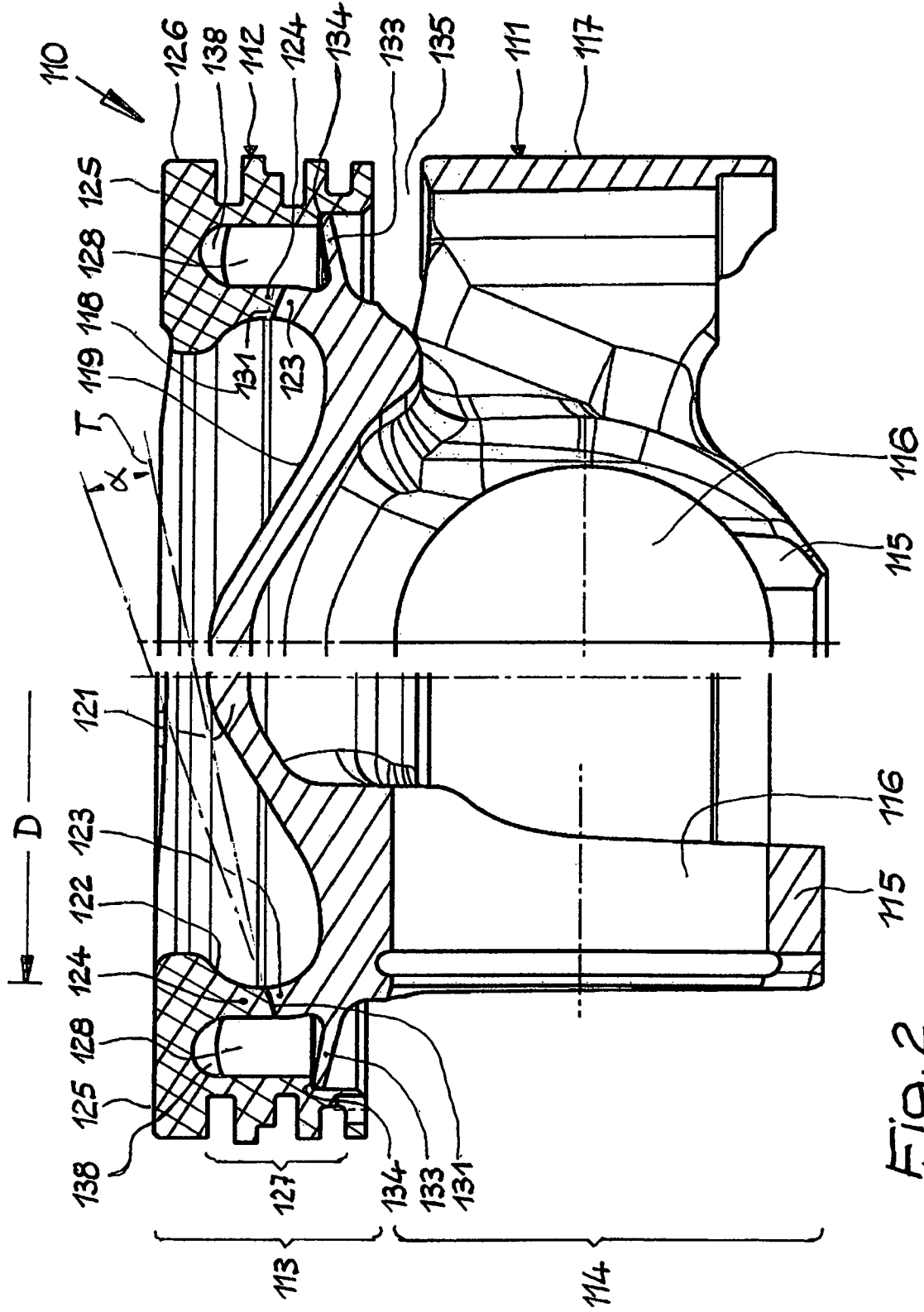


FIG. 2

3/3

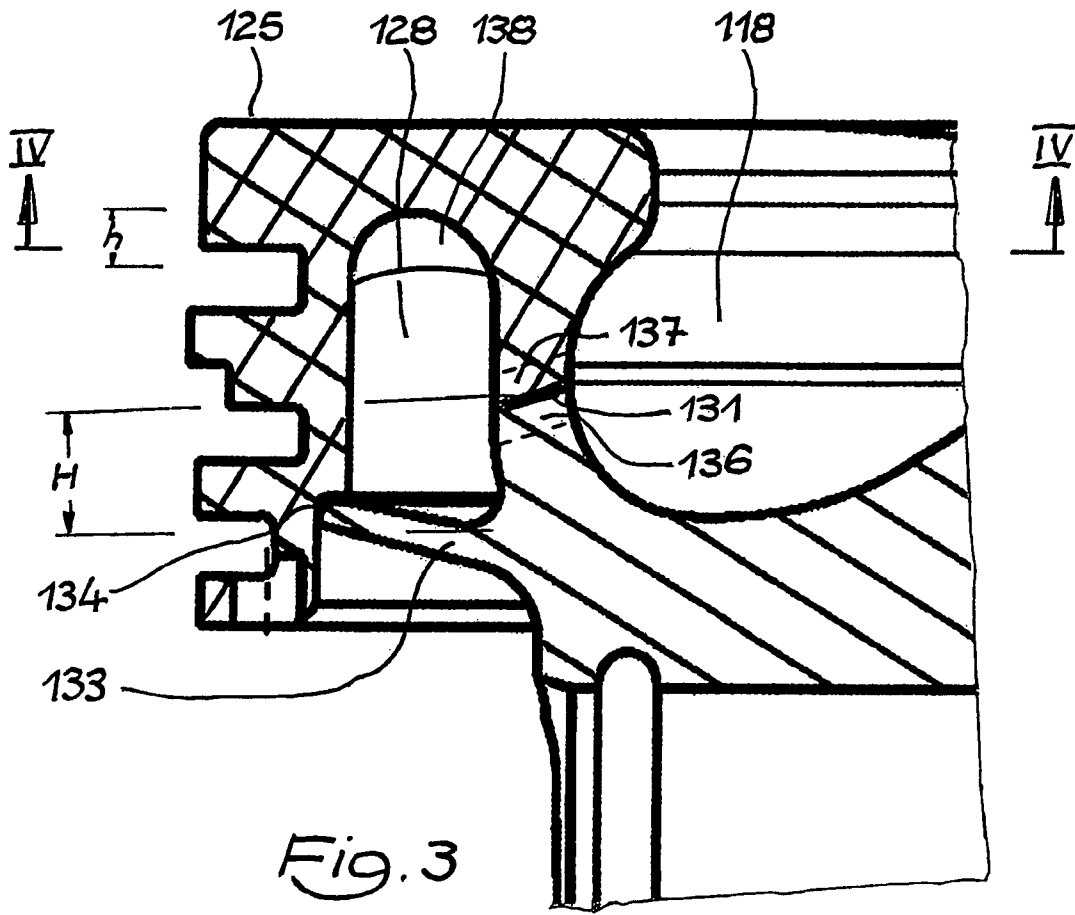


Fig. 3

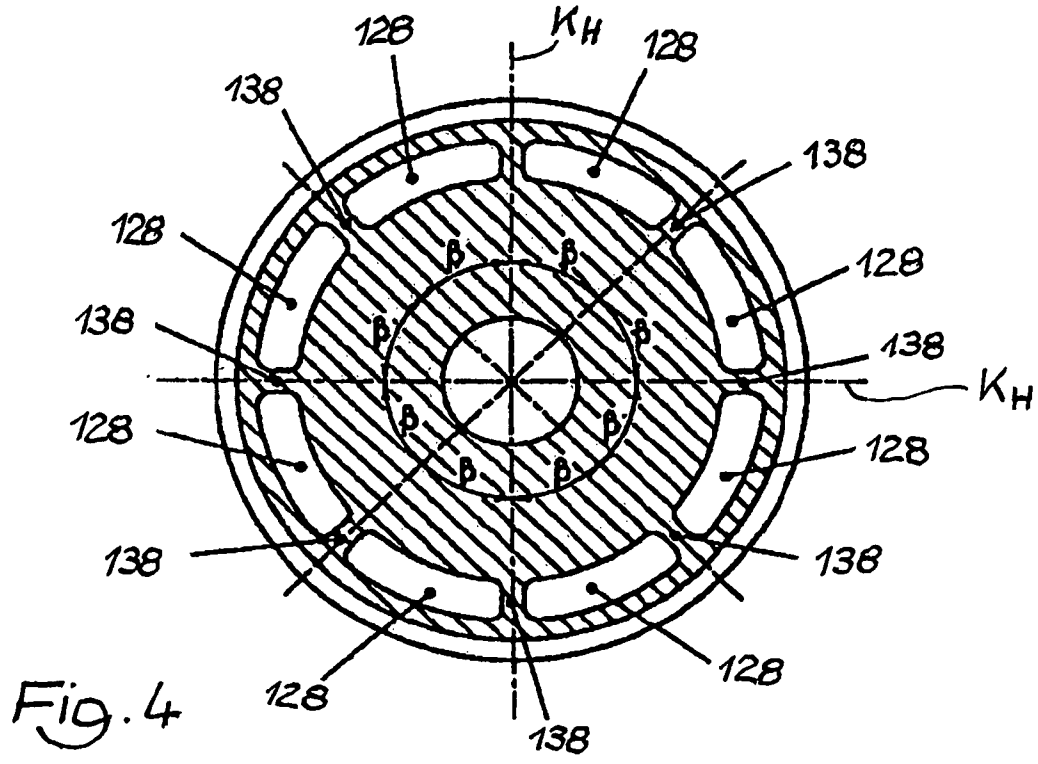


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2014/000651

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02F3/22
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2011 107656 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 17 January 2013 (2013-01-17)	1-9
Y	paragraph [0055]; figures 1,2,5 -----	10,11
X	US 2013/068096 A1 (GABRIEL DIETER [US] ET AL) 21 March 2013 (2013-03-21) figures 1-4 -----	1-3,8,9
X	DE 10 2012 008682 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 17 January 2013 (2013-01-17) figure 3 -----	1-3,8,9
X	DE 10 2011 013143 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 6 September 2012 (2012-09-06) figures 1,3-4 -----	1-7,9
Y	DE 10 2012 216367 A1 (KS KOLBENSCHMIDT GMBH [DE]) 28 March 2013 (2013-03-28) paragraph [0008]; figures 1-3 -----	10,11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 5 March 2015	Date of mailing of the international search report 16/03/2015
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Flamme, Emmanuel
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/DE2014/000651

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011107656 A1	17-01-2013	DE 102011107656 A1 US 2013014724 A1 WO 2013007238 A1	17-01-2013 17-01-2013 17-01-2013

US 2013068096 A1	21-03-2013	CN 103826793 A EP 2758208 A1 JP 2014531558 A US 2013068096 A1 WO 2013044015 A1	28-05-2014 30-07-2014 27-11-2014 21-03-2013 28-03-2013

DE 102012008682 A1	17-01-2013	CN 103732352 A DE 102012008682 A1 JP 2014521001 A US 2013014722 A1 US 2014137405 A1 WO 2013007237 A1	16-04-2014 17-01-2013 25-08-2014 17-01-2013 22-05-2014 17-01-2013

DE 102011013143 A1	06-09-2012	CN 103429878 A DE 102011013143 A1 EP 2681435 A2 US 2012222645 A1 US 2014190443 A1 WO 2012119590 A2	04-12-2013 06-09-2012 08-01-2014 06-09-2012 10-07-2014 13-09-2012

DE 102012216367 A1	28-03-2013	DE 102012216367 A1 EP 2761210 A1 US 2014305401 A1 WO 2013045289 A1	28-03-2013 06-08-2014 16-10-2014 04-04-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02F3/22 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02F		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2011 107656 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 17. Januar 2013 (2013-01-17)	1-9
Y	Absatz [0055]; Abbildungen 1,2,5 -----	10,11
X	US 2013/068096 A1 (GABRIEL DIETER [US] ET AL) 21. März 2013 (2013-03-21)	1-3,8,9
	Abbildungen 1-4 -----	
X	DE 10 2012 008682 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 17. Januar 2013 (2013-01-17)	1-3,8,9
	Abbildung 3 -----	
X	DE 10 2011 013143 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 6. September 2012 (2012-09-06)	1-7,9
	Abbildungen 1,3-4 -----	
Y	DE 10 2012 216367 A1 (KS KOLBENSCHMIDT GMBH [DE]) 28. März 2013 (2013-03-28)	10,11
	Absatz [0008]; Abbildungen 1-3 -----	
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
5. März 2015		16/03/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Flamme, Emmanuel

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/000651

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011107656 A1	17-01-2013	DE 102011107656 A1	17-01-2013
		US 2013014724 A1	17-01-2013
		WO 2013007238 A1	17-01-2013

US 2013068096 A1	21-03-2013	CN 103826793 A	28-05-2014
		EP 2758208 A1	30-07-2014
		JP 2014531558 A	27-11-2014
		US 2013068096 A1	21-03-2013
		WO 2013044015 A1	28-03-2013

DE 102012008682 A1	17-01-2013	CN 103732352 A	16-04-2014
		DE 102012008682 A1	17-01-2013
		JP 2014521001 A	25-08-2014
		US 2013014722 A1	17-01-2013
		US 2014137405 A1	22-05-2014
		WO 2013007237 A1	17-01-2013

DE 102011013143 A1	06-09-2012	CN 103429878 A	04-12-2013
		DE 102011013143 A1	06-09-2012
		EP 2681435 A2	08-01-2014
		US 2012222645 A1	06-09-2012
		US 2014190443 A1	10-07-2014
		WO 2012119590 A2	13-09-2012

DE 102012216367 A1	28-03-2013	DE 102012216367 A1	28-03-2013
		EP 2761210 A1	06-08-2014
		US 2014305401 A1	16-10-2014
		WO 2013045289 A1	04-04-2013
