

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

#### **(19) Weltorganisation für geistiges**

**Eigentum**  
Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
. Januar 2014 (23.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/012532 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
*F02F 3/22* (2006.01)      *F02F 3/00* (2006.01)  
*F02B 23/06* (2006.01)

(21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/DE2013/000405

(22) **Internationales Anmeldedatum:**  
18. Juli 2013 (18.07.2013)

(25) **Einreichungssprache:** Deutsch

(26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch

(30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2012 014 193.9 18. Juli 2012 (18.07.2012) DE

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

(72) **Erfinder:** LINKE, Timo; Höhbergstr. 8, 70327 Stuttgart (DE).

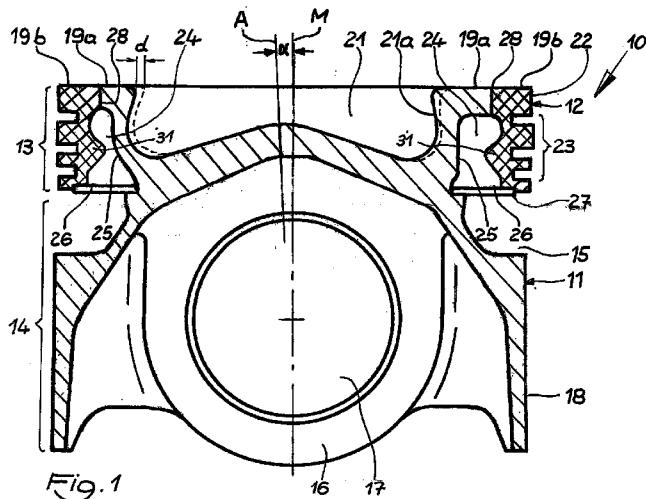
(74) **Anwalt:** POHLE, Reinhard; MAHLE International GmbH, Patentabteilung CRP, Pragstr. 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

- (54) Title:** PISTON FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE  
**(54) Bezeichnung :** KOLBEN FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR



WO 2014/012532 A1

**(57) Abstract:** The present invention relates to a piston (10, 110, 210, 310) for an internal combustion engine having a piston head (13) and a piston skirt (14), the piston (10, 110, 210, 310) comprising a piston base (11, 111, 211, 311) and a piston ring element (12, 112, 212, 312), the piston head (13) having a combustion recess (21, 121, 221). The invention is characterized in that the piston ring element (12, 112, 212, 312) has a portion (19b) of a piston crown, a circumferential fire land (22) and a circumferential ring section (23) with ring grooves, in that the piston base (11, 111, 211, 311) and the piston ring element (12, 112, 212, 312) form a circumferential cooling channel (24, 124, 224, 324) that extends between an inner lateral surface (25, 125, 225) in the region of the combustion recess (21, 121, 221) and an outer lateral surface (26, 126, 226, 326) in the region of the ring section (23), in that in the cooling channel (24, 124, 224, 324) on the outer lateral surface (26, 226) at least one flow guide element (31, 331) and/or on the inner lateral surface (125, 225) at least one heat conducting element (132, 232) is provided; and in that the piston base (11, 111, 211, 311) and the piston ring element (12, 112, 212, 312) have a circumferential seam (28) in the region of the piston crown (19a, 19b), via which they are non-detachably connected to one another.

### (57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

---

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolben (10, 110, 210, 310) für einen Verbrennungsmotor mit einem Kolbenkopf (13) und einem Kolbenschaft (14), wobei der Kolben (10, 110, 210, 310) einen Kolbengrundkörper (11, 111, 211, 311) und ein Kolbenringelement (12, 112, 212, 312) aufweist, wobei der Kolbenkopf (13) eine Verbrennungsmulde (21, 121, 221) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Kolbenringelement (12, 112, 212, 312) einen Teil (19b) eines Kolbenbodens, einen umlaufenden Feuersteg (22) und eine mit Ringnuten versehene umlaufende Ringpartie (23) aufweist, der Kolbengrundkörper (11, 111, 211, 311) und das Kolbenringelement (12, 112, 212, 312) einen umlaufenden Kühlkanal (24, 124, 224, 324) ausbilden, der zwischen einer inneren Mantelfläche (25, 125, 225) im Bereich der Verbrennungsmulde (21, 121, 221) und einer äußeren Mantelfläche (26, 126, 226, 326) im Bereich der Ringpartie (23) ausgebildet ist, im Kühlkanal (24, 124, 224, 324) an der äußeren Mantelfläche (26, 226) mindestens ein Strömungsleitelement (31, 331) und/oder an der inneren Mantelfläche (125, 225) mindestens ein Wärmeleitelement (132, 232) vorgesehen ist; der Kolbengrundkörper (11, 111, 211, 311) und das Kolbenringelement (12, 112, 212, 312) im Bereich des Kolbenbodens (19a, 19b) eine umlaufende Fugenah (28) aufweisen, über welche sie unlösbar miteinander verbunden sind.

## Kolben für einen Verbrennungsmotor

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolben für einen Verbrennungsmotor mit einem Kolbenkopf und einem Kolbenschaft, wobei der Kolben einen Kolbengrundkörper und ein Kolbenringelement aufweist und wobei der Kolbenkopf eine Verbrennungsmulde aufweist.

Die deutsche Patentanmeldung DE 10 2011 111 319.7 offenbart einen Kolben mit reduzierter Bauhöhe, der aus einem Kolbengrundkörper und einem Kolbenringelement zusammengesetzt ist und eine Verbrennungsmulde aufweist, wobei der Kolbengrundkörper und das Kolbenringelement im Bereich der Verbrennungsmulde eine umlaufende Fügenahrt aufweisen, über welche sie unlösbar miteinander verbunden sind.

Problematisch hierbei ist, dass es sehr schwierig bis unmöglich ist, weitere Strukturen zur Verbesserung der Kühlleistung in den Kühlkanal einzubringen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen gattungsgemäßen Kolben so weiterzuentwickeln, dass mit möglichst einfachen Mitteln ein Kolben mit verbesselter Kühlleistung im Bereich des Kolbenkopfes hergestellt werden kann.

Die Lösung besteht darin, dass das Kolbenringelement einen Teil eines Kolbenbodens, einen umlaufenden Feuersteg und eine mit Ringnuten versehene umlaufende Ringpartie aufweist, der Kolbengrundkörper und das Kolbenringelement einen umlaufenden Kühlkanal ausbilden, der zwischen einer inneren Mantelfläche im Bereich der Verbrennungsmulde und einer äußeren Mantelfläche im Bereich der Ringpartie ausgebildet ist, im Kühlkanal an der äußeren Mantelfläche mindestens ein Stromungsleitelement und/oder an der inneren Mantelfläche mindestens ein Wärmeleitelement vorgesehen ist und der Kolbengrundkörper und das Kolbenringelement im Bereich des Kolbenbodens eine umlaufende Fügenahrt aufweisen, über welche sie unlösbar miteinander verbunden sind.

Die erfindungsgemäße Idee besteht darin, einen Kolben mit einem als separatem Bauteil ausgebildeten Kolbenringelement zu versehen, wobei der umlaufende Kühlkanal zum Teil vom Kolbengrundkörper und zum Teil vom Kolbenringelement gebildet wird und wobei die Fügenahrt im Bereich des Kolbenbodens angeordnet ist. Dieser Aufbau ermöglicht es, den Kolbengrundkörper und das Kolbenringelement im Bereich des späteren Kühlkanals separat so zu bearbeiten, dass die innere Struktur des Kühlkanals und damit seine Kühlleistung an die verschiedensten Anforderungen moderner Verbrennungsmotoren angepasst werden können.

Erfindungsgemäß ist mindestens ein Strömungsleitelement vorgesehen, welches eine Verengung bildet, die eine Verwirbelung des Kühlöls und/oder eine Beschleunigung der Kühlölströmung bewirkt, so dass die Kühlleistung des Kühlkanals noch gesteigert wird.

Stattdessen oder zusätzlich ist erfindungsgemäß mindestens ein Wärmeleitelement vorgesehen, welches die an der Verbrennungsmulde bzw. am Kolbenboden besonders hohe Wärmeverluste gezielt an das Kühlöl im Kühlkanal abgibt. Damit werden die thermisch besonders stark belasteten Bereiche des erfindungsgemäßen Kolbens bevorzugt gekühlt.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorzugsweise verläuft zur Vereinfachung des Produktionsprozesses die im Bereich des Kolbenbodens angeordnete Fügenahrt parallel zur Mittelachse des Kolbens.

Der Kühlkanal kann als geschlossener Kühlkanal ausgebildet sein, so dass der Kolbengrundkörper und das Kolbenringelement im Bereich einer Nabenanbindung über eine zweite umlaufende Fügenahrt unlösbar miteinander verbunden sind. Auch diese zweite Fügenahrt kann zur Vereinfachung des Produktionsprozesses parallel zur Mittelachse des Kolbens verlaufen.

Der Kühlkanal kann aber auch in Richtung des Kolbenschaftes offen ausgebildet und mit einem separaten Verschlusselement verschlossen sein. Das Verschlusselement

ist vorzugsweise im Bereich der Ringpartie am Kolbenringelement gehalten, wo es auf besonders einfache Weise befestigt werden kann.

Eine bevorzugte Weiterbildung sieht vor, dass zwischen dem Kolbenkopf und dem Kolbenschaft eine umlaufende Ausnehmung ausgebildet ist. Ein derartiger Kolben mit thermisch entkoppeltem Schaft zeichnet sich durch hohe Belastbarkeit aus. Insbesondere bei diesem Kolbentyp kann der Kühlkanal in an sich bekannter Weise in Richtung des Kolbenschafts offen ausgebildet und mit einem separaten Verschlußelement verschlossen sein. Die Positionierung der Fügenahrt im Bereich des Kolbenbodens hat bei einem Kolben mit thermisch entkoppelten Schaft und in Richtung des Kolbenbodens offen ausgebildetem Kühlkanal ferner den Vorteil, dass beim Fügen von Kolbengrundkörper und Kolbenringelement möglicherweise auftretende Schweißrückstände (bspw. Schweißperlen im Zuge eines Laserschweißverfahrens) nicht im späteren Kühlkanal haften bleiben, sondern aus der noch nicht verschlossenen Öffnung des Kühlkanals austreten können.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Kolbens ermöglicht es ferner problemlos, einen Kolben mit einer zur Kolbenmittelachse radial versetzten und/oder gekippten Verbrennungsmulde herzustellen, da die Verbrennungsmulde vollständig vom Kolbengrundkörper gebildet. Es ist somit möglich, einen derartig asymmetrisch ausgebildeten Kolbengrundkörper mit einem rotationssymmetrisch ausgebildeten Kolbenringelement zu verbinden.

Erfindungsgemäß ist es möglich, die Verbrennungsmulde um bis zu 3 mm gegenüber der Mittelachse des Kolbens versetzt anzuordnen, was bei konventionellen Kolben nicht möglich ist.

Wenn die Verbrennungsmulde gegenüber der Mittelachse des Kolbens gekippt angeordnet ist, kann die Mittelachse der Verbrennungsmulde mit der Mittelachse des Kolbens einen spitzen Winkel  $\alpha$  von bis zu  $10^\circ$  einschließen.

Eine Innenwand des Kühlkanals kann parallel zur Mittelachse des Kolbens verlaufen. Wenn die Verbrennungsmulde zur Mittelachse des Kolbens gekippt angeordnet ist,

kann die Innenwand des Kühlkanals auch parallel zur Mittelachse der Verbrennungsmulde verlaufen. Damit wird die Kühlleistung des Kühlkanals optimiert.

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;

Figur 2 eine vergrößerte Teildarstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kolbens im Schnitt;

Figur 3 eine vergrößerte Teildarstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kolbens im Schnitt;

Figur 4 eine vergrößerte Teildarstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kolbens im Schnitt.

Figur 1 zeigt ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kolbens 10. Der Kolben 10 weist einen Kolbengrundkörper 11 und ein Kolbenringelement 12 auf. Beide Bauteile können aus jedem beliebigen metallischen Werkstoff bestehen, der zum Fügen der Bauteile geeignet ist. Der Kolbengrundkörper 11 und das Kolbenringelement 12 bilden zusammen den Kolbenkopf 13 und den Kolbenschaft 14 des Kolbens 10. Im Ausführungsbeispiel ist der Kolben 10 ein Kolben mit einem so genannten thermisch entkoppelten Kolbenschaft, d.h. dass zwischen dem Kolbenkopf 13 und dem Kolbenschaft 14 eine umlaufende Ausnehmung 15 vorgesehen ist. Die vorliegende Erfindung ist jedoch auch für Kolben ohne thermisch entkoppelten Kolbenschaft anwendbar (vgl. Figuren 3 und 4).

Der Kolbenschaft 14 weist in an sich bekannter Weise Naben 16 mit Nabentiefbohrungen 17 zur Aufnahme eines Kolbenbolzens (nicht dargestellt) sowie die Naben 16 verbindende Laufflächen 18 auf.

Der Kolbengrundkörper 11 bildet ferner im Bereich des Kolbenkopfes 13 einen inneren Teil 19a eines Kolbenbodens sowie eine Verbrennungsmulde 21. Im Ausführungsbeispiel ist die Verbrennungsmulde 21 gegenüber der Mittelachse M des Kolbens 10 radial versetzt. Zur Verdeutlichung ist strichpunktiert die Anordnung einer nicht versetzten Verbrennungsmulde im Kolbenkopf 13 angedeutet. Der radiale Versatz d kann bis zu 3 mm betragen. Zusätzlich ist die Verbrennungsmulde 21 gegenüber der Mittelachse M des Kolbens 10 gekippt. Dies hat zur Folge, dass die Mittelachse M des Kolbens 10 und die Mittelachse A der Verbrennungsmulde 21 einen spitzen Winkel  $\alpha$  von vorzugsweise bis zu  $10^\circ$  einschließen. Der radiale Versatz d bewirkt ferner, dass der innere Teil 19a des Kolbenbodens in umlaufender Richtung in seiner radialen Breite variiert. Ferner kann die radiale Dicke der vertikalen Wand 21a der Verbrennungsmulde 21 in umlaufender Richtung variieren. Selbstverständlich kann der Kolben auch eine Verbrennungsmulde aufweisen, die lediglich zur Mittelachse M des Kolbens radial versetzt oder lediglich um die Mittelachse M des Kolbens gekippt ist.

Das Kolbenringelement 12 bildet im Bereich des Kolbenkopfes 13 einen äußeren Teil 19b des Kolbenbodens und weist ferner einen umlaufenden Feuersteg 22 und eine umlaufende Ringpartie 23 zur Aufnahme von Kolbenringen (nicht dargestellt) auf.

Der Kolbengrundkörper 11 und das Kolbenringelement 12 bilden zusammen einen umlaufenden Kühlkanal 24, der zwischen einer inneren Mantelfläche 25 im Bereich der Verbrennungsmulde 21 und einer äußeren Mantelfläche 26 im Bereich der Ringpartie 23 ausgebildet ist. Da es sich bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel um einen Kolben mit einem thermisch entkoppelten Kolbenschaft handelt, ist der Kühlkanal 24 in an sich bekannter Weise mit einem Verschlusselement 27 verschlossen. Das Verschlusselement 27 ist im Ausführungsbeispiel im Bereich der Ringpartie 15 am Kolbenringelement 12 gehalten.

Aufgrund des radialen Versatzes d der Verbrennungsmulde 21 variiert der Querschnitt des Kühlkanals 24 in umlaufender Richtung in seiner Größe. Die äußere Mantelfläche 26 des Kühlkanals 24 verläuft bevorzugt parallel zur Mittelachse M des Kol-

bens 10. Mindestens eine Mantelfläche 25, 26 des Kühlkanals 24 kann aber auch parallel zur Mittelachse A der Verbrennungsmulde 21 verlaufen.

Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Kolbenringelement 12 vollständig symmetrisch, d.h. rotationssymmetrisch, ausgebildet. Die radiale Breite des äußeren Teils 19b des Kolbenbodens ist in umlaufender Richtung konstant. Das bedeutet, dass ein derartiges Kolbenringelement 12 mit in unterschiedlichem Grade asymmetrisch ausgebildeten Kolbengrundkörpern kombiniert werden kann.

Der Kolbengrundkörper 11 und das Kolbenringelement 12 sind durch Fügen, im Ausführungsbeispiel bevorzugt mittels Laserschweißen, miteinander verbunden.

Dadurch ist zwischen dem inneren Teil 19a und dem äußeren Teil 19b des Kolbenbodens eine Fügenahrt 28 gebildet, welche in diesem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel parallel zur Mittelachse M des Kolbens 10 verläuft.

Die erfindungsgemäße Ausbildung des Kolbens 10 erlaubt es, vor dem Fügen von Kolbengrundkörper 11 und Kolbenringelement 12 das Innere des späteren Kühlkanals 24 zu variieren, um eine optimale Kühlölströmung zu bewirken und die Kühlleistung zu verbessern.

In dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ist im Kühlkanal 24 ein Strömungsleitelement 31 aufgenommen, welches eine mittige Verengung des Querschnitts des Kühlkanals 24 bewirkt. Das Strömungsleitelement 31 wird vor dem Fügen von Kolbengrundkörper 11 und Kolbenringelement 12 einstückig an die äußere Mantelfläche 26, d.h. an das Kolbenringelement 12 angeformt, bspw. mittels Gießen oder Schmieden. Die mittige Verengung des Querschnitts des Kühlkanals 24 bewirkt eine Beschleunigung der Strömung des Kühlöls sowie eine Verwirbelung des Kühlöls in den nicht verengten Bereichen des Kühlkanals 24, so dass eine verbesserte Wärmeableitung aus dem Kolbenkopf 13 in Richtung des Kolbenschafts 14 erfolgt.

Figur 2 zeigt eine vergrößerte Teildarstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Kolbens 110 aus einem Kolbengrundkörper 111 und einem Kolbenringelement 112. Der Kolben 110 entspricht im Wesentlichen dem Kolben 10 gemäß Figur 1, so

dass übereinstimmende Strukturelemente mit denselben Bezugszeichen versehen sind und diesbezüglich auf die Figurenbeschreibung zu Figur 1 verwiesen wird.

Der wesentliche Unterschied zum Kolben 10 gemäß Figur besteht darin, dass die Verbrennungsmulde 121 nicht gegenüber der Mittelachse M des Kolbens 110 radial versetzt oder gekippt angeordnet ist. Ferner ist im Kühlkanal 124 eine Wärmeleitelement 132 ausgebildet. Das Wärmeleitelement 132 ist im Querschnitt etwa spitz zulaufend ausgebildet, wobei die Spitze 132a schräg nach unten in den Kühlkanal 124 ragt. Das Wärmeleitelement 132 wird vor dem Fügen von Kolbengrundkörper 111 und Kolbenringelement 112 einstückig in die innere Mantelfläche 125, d.h. in den Kolbengrundkörper 111, eingeformt, bspw. durch Gießen oder Schmieden und/oder mechanisches Bearbeiten. Das Wärmeleitelement 132 ist bevorzugt unterhalb des Muldenrandes 121a der Verbrennungsmulde 121 angeordnet und bewirkt eine bevorzugte Wärmeabfuhr vom Muldenrand 121a in Richtung des im Kühlkanal 124 aufgenommenen Kühlmittels und damit in Richtung des Kolbenschafts. Die äußere Mantelfläche 126 verläuft bei diesem Ausführungsbeispiel parallel zur Mittelachse M des Kolbens 110.

Figur 3 zeigt eine vergrößerte Teildarstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Kolbens 210 aus einem Kolbengrundkörper 211 und einem Kolbenringelement 212. Der Kolben 210 entspricht im Wesentlichen dem Kolben 10 gemäß Figur 1, so dass übereinstimmende Strukturelemente mit denselben Bezugszeichen versehen sind und diesbezüglich auf die Figurenbeschreibung zu Figur 1 verwiesen wird.

Ein wesentlicher Unterschied zum Kolben 10 gemäß Figur besteht darin, dass der Kühlkanal 224 geschlossen ausgebildet ist. Der Kolbengrundkörper 211 und das Kolbenringelement 212 sind über Fügenähte 28, 233 miteinander verbunden, bspw. verschweißt. Die Fügenahrt 28 ist zwischen dem inneren Teil 19a und dem äußeren Teil 19b des Kolbenbodens ausgebildet und verläuft bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel parallel zur Mittelachse M des Kolbens 210. Die Fügenahrt 233 ist zwischen der Nabenanbindung 234 des Kolbengrundkörpers 211 und der Ringpartie 23 des Kolbens 210 ausgebildet und verläuft ebenfalls parallel zur Mittelachse M des Kolbens 210.

Ein weiterer Unterschied zum Kolben 10 gemäß Figur 1 besteht darin, dass die Verbrennungsmulde 221 nicht gegenüber der Mittelachse M des Kolbens 210 radial versetzt oder gekippt angeordnet ist. Ferner ist im Kühlkanal 224 eine Wärmeleitelement 232 ausgebildet. Das Wärmeleitelement 232 ist im Querschnitt etwa spitz zulaufend ausgebildet, wobei die Spitze 232a schräg nach unten in den Kühlkanal 224 ragt. Das Wärmeleitelement 232 wird vor dem Fügen von Kolbengrundkörper 211 und Kolbenringelement 212 einstückig in die innere Mantelfläche 225, d.h. in den Kolbengrundkörper 211, eingefügt, bspw. durch Gießen oder Schmieden und /oder mechanisches Bearbeiten. Das Wärmeleitelement 232 ist bevorzugt unterhalb des Muldenrandes 221a der Verbrennungsmulde 221 angeordnet und bewirkt eine bevorzugte Wärmeabfuhr vom Muldenrand 221a in Richtung des im Kühlkanal 224 aufgenommenen Kühlmittels und damit in Richtung des Kolbenschafts. Die äußere Mantelfläche 226 verläuft bei diesem Ausführungsbeispiel parallel zur Mittelachse M des Kolbens 210.

Figur 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kolbens 310. Der Kolben 310 entspricht im Wesentlichen dem Kolben 210 gemäß Figur 3, so dass auf die Figurenbeschreibung zu Figur 3 verwiesen wird.

Der einzige Unterschied zu dem Kolben 210 gemäß Figur 3 besteht darin, dass im Kolben 310 gemäß Figur ein Strömungsleitelement 331 im Kühlkanal 324 aufgenommen ist, welches eine mittige Verengung des Querschnitts des Kühlkanals 324 bewirkt. Das Strömungsleitelement 331 wird vor dem Fügen von Kolbengrundkörper 311 und Kolbenringelement 312 einstückig an die äußere Mantelfläche 326, d.h. an das Kolbenringelement 312 angeformt, bspw. mittels Gießen oder Schmieden und/oder mechanisches Bearbeiten. Die mittige Verengung des Querschnitts des Kühlkanals 324 bewirkt eine Beschleunigung der Strömung des Kühlöls sowie eine Verwirbelung des Kühlöls in den nicht verengten Bereichen des Kühlkanals 324, so dass eine verbesserte Wärmeableitung aus dem Kolbenkopf in Richtung des Kolbenschafts erfolgt.

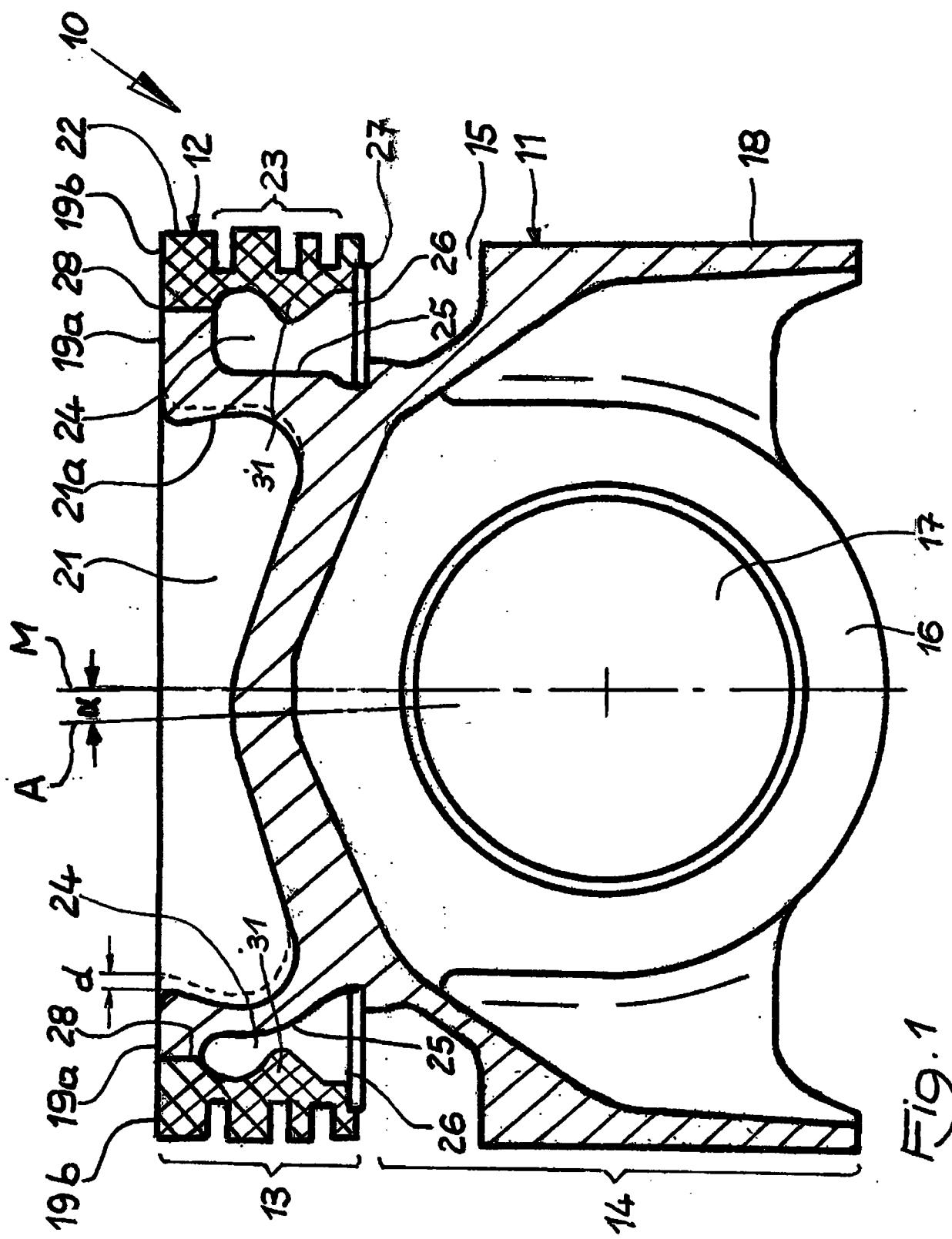
## Patentansprüche

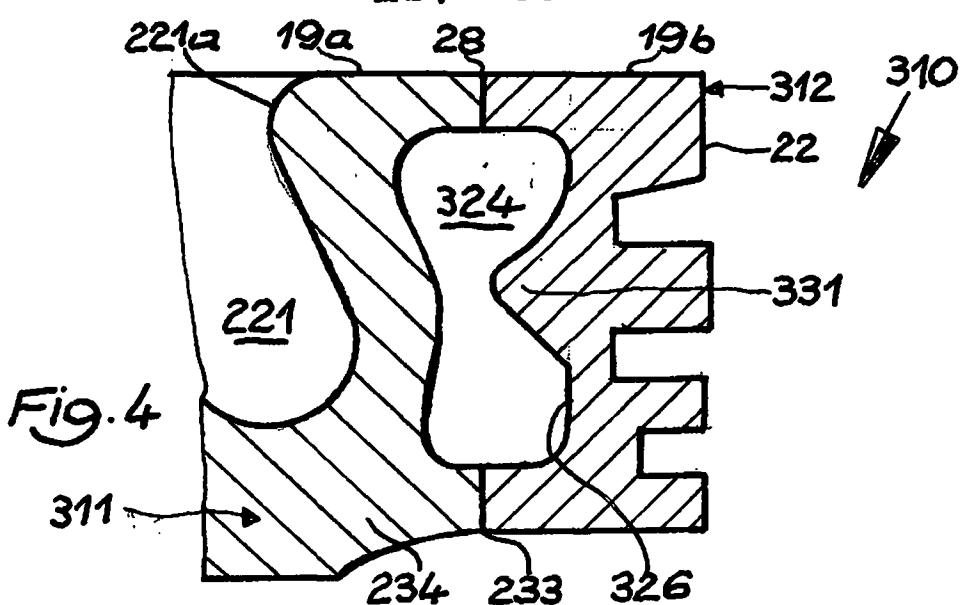
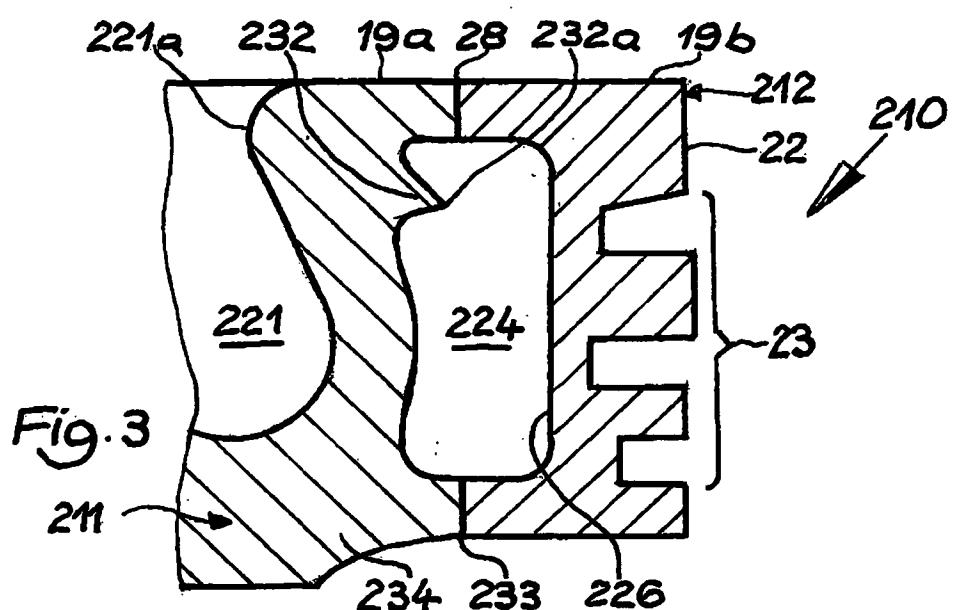
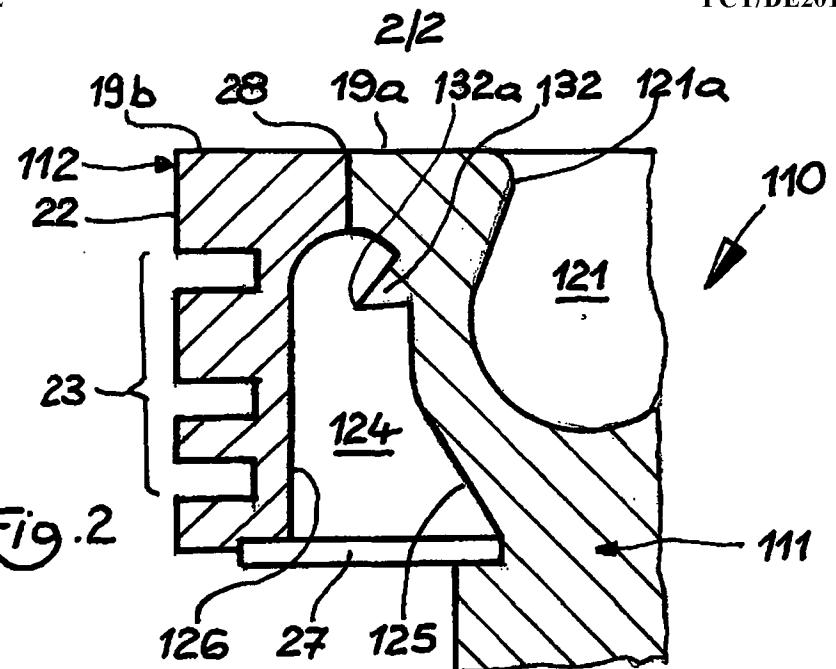
1. Kolben (10, 110, 210, 310) für einen Verbrennungsmotor mit einem Kolbenkopf (13) und einem Kolbenschaft (14), wobei der Kolben (10, 110, 210, 310) einen Kolbengrundkörper (11, 111, 211, 311) und ein Kolbenringelement (12, 112, 212, 312) aufweist, wobei der Kolbenkopf (13) eine Verbrennungsmulde (21, 121, 221) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass
  - das Kolbenringelement (12, 112, 212, 312) einen Teil (19b) eines Kolbenbodens, einen umlaufenden Feuersteg (22) und eine mit Ringnuten versehene umlaufende Ringpartie (23) aufweist,
  - der Kolbengrundkörper (11, 111, 211, 311) und das Kolbenringelement (12, 112, 212, 312) einen umlaufenden Kühlkanal (24, 124, 224, 324) ausbilden, der zwischen einer inneren Mantelfläche (25, 125, 225) im Bereich der Verbrennungsmulde (21, 121, 221) und einer äußeren Mantelfläche (26, 126, 226, 326) im Bereich der Ringpartie (23) ausgebildet ist, im Kühlkanal (24, 124, 224, 324) an der äußeren Mantelfläche (26, 226) mindestens ein Strömungsleitelement (31, 331) und/oder an der inneren Mantelfläche (125, 225) mindestens ein Wärmeleitelement (132, 232) vorgesehen ist;
  - der Kolbengrundkörper (11, 111, 211, 311) und das Kolbenringelement (12, 112, 212, 312) im Bereich des Kolbenbodens (19a, 19b) eine umlaufende Fügenaht (28) aufweisen, über welche sie unlösbar miteinander verbunden sind.
2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fügenaht (28) parallel zur Mittelachse (M) des Kolbens (10, 110, 210, 310) verläuft.
3. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkanal (224, 324) als geschlossener Kühlkanal () ausgebildet ist und der Kolbengrundkörper (211, 311) und das Kolbenringelement (212, 312) über eine zweite umlaufende Fügenaht (233) im Bereich einer Nabenanbindung (234) des Kolbens (210, 310) unlösbar miteinander verbunden sind.

4. Kolben nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite umlaufende Fügenaht (233) parallel zur Mittelachse (M) des Kolbens (210, 310) verläuft.
5. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkanal (24, 124) in Richtung des Kolbenschaftes (14) offen ausgebildet und mit einem Verschlusselement (27) verschlossen ist.
6. Kolben nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlusselement (27) im Bereich der Ringpartie (23) am Kolbenringelement (12, 112) gehalten ist.
7. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Kolbenkopf (13) und dem Kolschaft (14) eine umlaufende Ausnehmung (15) ausgebildet ist
8. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbengrundkörper (11) eine gegenüber der Mittelachse (M) des Kolbens (10) radial versetzte und/oder gekippte Verbrennungsmulde (21), einen Teil (19a) eines Kolbenbodens sowie den Kolschaft (14) aufweist.
9. Kolben nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der radiale Versatz (d) der Verbrennungsmulde (21) gegenüber der Mittelachse (M) des Kolbens (10) bis zu 3 mm beträgt.
10. Kolben nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelachse (A) der Verbrennungsmulde (21) mit der Mittelachse (M) des Kolbens (10, 110) einen spitzen Winkel ( $\alpha$ ) von bis zu  $10^\circ$  einschließt.
11. Kolben nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Mantelfläche (25) und/oder die äußere Mantelfläche (26) des Kühlkanals (24) parallel zur Mittelachse (A) der Verbrennungsmulde (21) verläuft.

12. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Mantelfläche (26, 126, 226, 326) des Kühlkanals (24, 124, 224, 324) parallel zur Mittelachse (M) des Kolbens (10, 110, 210, 310) verläuft.

1/2





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2013/000405

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. F02F3/22 F02B23/06  
 ADD. F02F3/00

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 F02B**

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, WPI Data**

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/307445 A1 (KORTAS JOCHEN [DE] ET AL) 9 December 2010 (2010-12-09) paragraphs [0014], [0017], [0025]; figures -----	1-4,8-12
X	US 3 349 672 A (ALFRED MEIER ET AL) 31 October 1967 (1967-10-31) column 1; figures -----	1-3,12
X	US 2012/080004 A1 (MENEZES LEANDRO [US] ET AL) 5 April 2012 (2012-04-05) abstract; figures -----	1,5-7
X	GB 1 117 610 A (JOHN PETER HINDLEY) 19 June 1968 (1968-06-19) figures ----- -----	1 -/-

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	Date of mailing of the international search report
12 December 2013	20/12/2013

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

Coniglio, Carlo

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/DE2013/000405
---

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP H07 180605 A (YANMAR DIESEL ENGINE CO; IZUMI KOGYO CO LTD) 18 July 1995 (1995-07-18) the whole document -----	1,8-12
A	DE 10 2005 044597 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 29 March 2007 (2007-03-29) -----	1
A	FR 2 713 282 A1 (PEUGEOT [FR]; CITROEN SA) 9 June 1995 (1995-06-09) abstract; figures -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No <b>PCT/DE2013/000405</b>
--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
US 2010307445	A1      09-12-2010	CN      101802381 A			11-08-2010
		DE      102007044106 A1			19-03-2009
		EP      2188513 A1			26-05-2010
		JP      5295245 B2			18-09-2013
		JP      2010539369 A			16-12-2010
		KR      20100069646 A			24-06-2010
		US      2010307445 A1			09-12-2010
		WO      2009033446 A1			19-03-2009
<hr/>					
US 3349672	A      31-10-1967	CH      438838 A			30-06-1967
		DE      1245640 B			27-07-1967
		GB      1069609 A			17-05-1967
		US      3349672 A			31-10-1967
<hr/>					
US 2012080004	A1      05-04-2012	CN      103201488 A			10-07-2013
		EP      2625411 A1			14-08-2013
		JP      2013538982 A			17-10-2013
		US      2012080004 A1			05-04-2012
		WO      2012045445 A1			12-04-2012
<hr/>					
GB 1117610	A      19-06-1968	NONE			
<hr/>					
JP H07180605	A      18-07-1995	NONE			
<hr/>					
DE 102005044597 A1	29-03-2007	DE 102005044597 A1			29-03-2007
		WO 2007031067 A1			22-03-2007
<hr/>					
FR 2713282	A1      09-06-1995	NONE			
<hr/>					

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2013/000405

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. F02F3/22 F02B23/06  
 ADD. F02F3/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
**F02F F02B**

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, WPI Data**

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2010/307445 A1 (KORTAS JOCHEN [DE] ET AL) 9. Dezember 2010 (2010-12-09) Absätze [0014], [0017], [0025]; Abbildungen -----	1-4,8-12
X	US 3 349 672 A (ALFRED MEIER ET AL) 31. Oktober 1967 (1967-10-31) Spalte 1; Abbildungen -----	1-3,12
X	US 2012/080004 A1 (MENEZES LEANDRO [US] ET AL) 5. April 2012 (2012-04-05) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1,5-7
X	GB 1 117 610 A (JOHN PETER HINDLEY) 19. Juni 1968 (1968-06-19) Abbildungen ----- -/-	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  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

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12. Dezember 2013

20/12/2013

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

Coniglio, Carlo

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE2013/000405
---

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP H07 180605 A (YANMAR DIESEL ENGINE CO; IZUMI KOGYO CO LTD) 18. Juli 1995 (1995-07-18) das ganze Dokument -----	1,8-12
A	DE 10 2005 044597 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 29. März 2007 (2007-03-29) -----	1
A	FR 2 713 282 A1 (PEUGEOT [FR]; CITROEN SA) 9. Juni 1995 (1995-06-09) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1
1		

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2013/000405

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
US 2010307445 A1	09-12-2010	CN 101802381 A DE 102007044106 A1 EP 2188513 A1 JP 5295245 B2 JP 2010539369 A KR 20100069646 A US 2010307445 A1 WO 2009033446 A1			11-08-2010 19-03-2009 26-05-2010 18-09-2013 16-12-2010 24-06-2010 09-12-2010 19-03-2009
US 3349672 A	31-10-1967	CH 438838 A DE 1245640 B GB 1069609 A US 3349672 A			30-06-1967 27-07-1967 17-05-1967 31-10-1967
US 2012080004 A1	05-04-2012	CN 103201488 A EP 2625411 A1 JP 2013538982 A US 2012080004 A1 WO 2012045445 A1			10-07-2013 14-08-2013 17-10-2013 05-04-2012 12-04-2012
GB 1117610 A	19-06-1968	KEINE			
JP H07180605 A	18-07-1995	KEINE			
DE 102005044597 A1	29-03-2007	DE 102005044597 A1 WO 2007031067 A1			29-03-2007 22-03-2007
FR 2713282 A1	09-06-1995	KEINE			