

(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
14. November 2013 (14.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/167103 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2013/000239
- (22) Internationales Anmeldedatum:
3. Mai 2013 (03.05.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2012 008 945.7 5. Mai 2012 (05.05.2012) DE
- (71) Anmelder: MAHLE INTERNATIONAL GMBH
[DE/DE]; Pragstraße 26-46, 70376 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: BISCHOFBERGER, Ulrich; Hegensberger
Strasse 137, 73732 Esslingen (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, KM, 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.

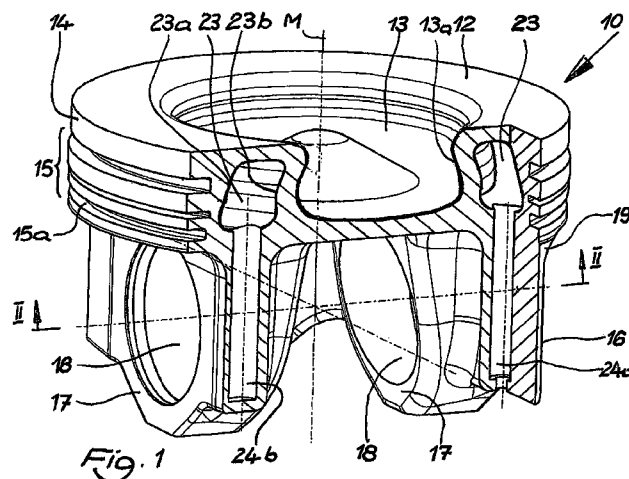
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: PISTON FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : KOLBEN FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR



(57) Abstract: The invention relates to a piston (10,) for an internal combustion engine, comprising a piston head (11) and a piston skirt (16), said piston head (11) having a peripheral annular part (15) and in the region of said annular part (15), a peripheral cooling channel (23). The piston skirt (16) comprises piston bores (17) provided with hub bores (18), which are arranged over the hub connections (19) on the underside (11a) of the piston head (11). Said piston hubs (17) are interconnected over the running surfaces (21, 22). According to the invention, the wall (23a) of the cooling channel (23) which extends in the region of the annular part (15) comprises an inclined portion and together with the central axis of the piston (M), forms an acute angle (a). At least one bore (24a, 24b, 24c, 24d) which is closed towards the outside is arranged between a running surface (21, 22) and a hub bore (18) such that the at least one bore (24a, 24b, 24c, 24d) leads into the cooling channel (23), and that the cooling channel (23) and the at least one bore (24a, 24b, 24c, 24d) contain a coolant (27) in the form of a metal or a metal alloy which have a low-melting point.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/167103 A2



Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolben (10) für einen Verbrennungsmotor, mit einem Kolbenkopf (11) und einem Kolbenschaft (16), wobei der Kolbenkopf (11) eine umlaufende Ringpartie (15) sowie im Bereich der Ringpartie (15) einen umlaufenden Kühlkanal (23) aufweist, wobei der Kolbenschaft (16) mit Nabenbohrungen (18) versehene Kolbennaben (17) aufweist, die über Nabenanbindungen (19) an der Unterseite (11a) des Kolbenkopfes (11) angeordnet sind, wobei die Kolbennaben (17) über Laufflächen (21, 22) miteinander verbunden sind. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die im Bereich der Ringpartie (15) verlaufende Wand (23a) des Kühlkanals (23) eine Neigung aufweist und mit der Kolbenmittelachse (M) einen spitzen Winkel (α) einschließt, dass mindestens eine nach außen verschlossene Bohrung (24a, 24b, 24c, 24d) vorgesehen ist, die zwischen einer Lauffläche (21, 22) und einer Nabenbohrung (18) angeordnet ist, dass die mindestens eine Bohrung (24a, 24b, 24c, 24d) in den Kühlkanal (23) mündet, und dass der Kühlkanal (23) und die mindestens eine Bohrung (24a, 24b, 24c, 24d) ein Kühlmittel (27) in Form eines niedrig schmelzenden Metalls oder einer niedrig schmelzenden Metalllegierung enthalten.

Kolben für einen Verbrennungsmotor

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolben für einen Verbrennungsmotor, mit einem Kolbenkopf und einem Kolbenschaft, wobei der Kolbenkopf eine umlaufende Ringpartie sowie im Bereich der Ringpartie einen umlaufenden Kühlkanal aufweist, wobei der Kolbenschaft mit Nabenbohrungen versehene Kolbennaben aufweist, die über Nabenanbindungen an der Unterseite des Kolbenkopfes angeordnet sind, wobei die Kolbennaben über Laufflächen miteinander verbunden sind.

In modernen Verbrennungsmotoren sind die Kolben im Bereich der Kolbenböden immer höheren Temperaturbelastungen ausgesetzt. Dies führt im Betrieb zu erheblichen Temperaturunterschieden zwischen dem Kolbenkopf und dem Kolbenschaft. Damit ist auch das Einbauspiel der Kolben im kalten Motor unterschiedlich zum Einbauspiel im warmen Motor.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen gattungsgemäßen Kolben so weiterzuentwickeln, dass sich im Betrieb eine gleichmäßigere Temperaturverteilung zwischen dem Kolbenkopf und dem Kolbenschaft einstellt.

Die Lösung besteht darin, dass die im Bereich der Ringpartie verlaufende Wand des Kühlkanals eine Neigung aufweist und mit der Kolbenmittelachse einen spitzen Winkel einschließt, dass mindestens eine nach außen verschlossene Bohrung vorgesehen ist, die zwischen einer Lauffläche und einer Nabenbohrung angeordnet ist, dass die mindestens eine Bohrung in den Kühlkanal mündet, dass der Kühlkanal und die mindestens eine Bohrung ein Kühlmittel in Form eines niedrig schmelzenden Metalls oder einer niedrig schmelzenden Metalllegierung enthalten.

Der erfindungsgemäße Kolben zeichnet sich dadurch aus, dass die im Bereich des Kolbenbodens erzeugte Wärme über den Kolbenkopf in den Kolben geleitet und über die vergleichsweise großflächigen Laufflächen abgegeben wird. Damit wird im

Betrieb eine gleichmäßigere Wärmeverteilung über den gesamten Kolben erreicht. Ferner wird eine effektivere Kühlung des gesamten Kolbens erzielt.

Die erfindungsgemäß vorgesehene Neigung der im Bereich der Ringpartie verlaufenden Wand des Kühlkanals bewirkt, dass das Kühlmittel im Motorbetrieb bei seiner Abwärtsbewegung diesen Bereich weitgehend nicht und bei der Aufwärtsbewegung nur in einem geringen Ausmaß berührt. Das Kühlmittel wird sich vielmehr im Wesentlichen linear nach oben bzw. unten bewegen. Die erfindungsgemäß vorgesehene Neigung bildet also zwischen dem im Motorbetrieb bewegten Kühlmittel und der im Bereich der Ringpartie verlaufenden Wand des Kühlkanals einen toten Winkel, so dass das sich bewegende Kühlmittel mit den im toten Winkel liegenden Wandbereich keinen oder nur wenig Kontakt hat. Dadurch werden eine Überhitzung der Ringpartie und die damit einhergehende Gefahr der Ölkohlebildung im Bereich der Ringnuten und Ringstege vermieden.

Wenn zusätzlich die Unterseite des Kolbenkopfes mit Kühlöl gekühlt wird, wird die Bildung von Ölkohle vermieden. Insgesamt ist außerdem der Kühlölverbrauch reduziert.

Durch die zusätzliche Erwärmung des Bereiches zwischen Kolbennabe und Kolbenschaft wird eine zusätzliche thermische Ausdehnung des Kolbenschafts bewirkt und dadurch das Warmspiel zwischen Kolben und Zylinder reduziert. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn ein Kurbelgehäuse aus einem Leichtmetallwerkstoff, bspw. einem aluminiumbasierten Werkstoff, mit einem höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten als dem des Kolbenwerkstoffs verwendet wird.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Der Winkel, den die im Bereich der Ringpartie verlaufende Wand des Kühlkanals mit der Kolbenmittelachse einschließt, beträgt vorzugsweise nicht mehr als 10° , um eine übermäßige Verengung des Kühlkanals und eine damit einhergehende Reduzierung der Kühlleistung zu vermeiden. Aus demselben Grund beginnt die Neigung dieser Wand vorzugsweise in Höhe der Oberkante der untersten Ringnut der Ringpartie.

Wenn eine Verbrennungsmulde vorgesehen ist, ist es von Vorteil, wenn die im Bereich der Verbrennungsmulde verlaufende Wand des Kühlkanals zur Kontur der Wand der Verbrennungsmulde parallel verläuft, um den Wärmeübergang zwischen der Verbrennungsmulde und dem im Kühlkanal aufgenommenen Kühlmittel zu optimieren.

Niedrig schmelzende Metalle, die zur Verwendung als Kühlmittel geeignet sind, sind insbesondere Natrium oder Kalium. Als niedrig schmelzende Metalllegierungen können insbesondere Galinstan®-Legierungen, niedrig schmelzende Bismut-Legierungen und Natrium-Kalium-Legierungen eingesetzt werden.

Als sog. Galinstan®-Legierungen werden Legierungssysteme aus Gallium, Indium und Zinn bezeichnet, die bei Raumtemperatur flüssig sind. Diese Legierungen bestehen aus 65 Gew.-% bis 95 Gew.-% Gallium, 5 Gew.-% bis 26 Gew.-% Indium und 0 Gew.-% bis 16 Gew.-% Zinn. Bevorzugte Legierungen sind bspw. solche mit 68 Gew.-% bis 69 Gew.-% Gallium, 21 Gew.-% bis 22 Gew.-% Indium und 9,5 Gew.-% bis 10,5 Gew.-% Zinn (Schmp. -19°C), 62 Gew.-% Gallium, 22 Gew.-% Indium und 16 Gew.-% Zinn (Schmp. $10,7^{\circ}\text{C}$) sowie 59,6 Gew.-% Gallium, 26 Gew.-% Indium und 14,4 Gew.-% Zinn (ternäres Eutektikum, Schmp. 11°C).

Niedrig schmelzende Bismut-Legierungen sind zahlreich bekannt. Dazu gehören bspw. LBE (eutektische Bismut-Blei-Legierung, Schmp. 124°C), Roses Metall (50 Gew.-% Bismut, 28 Gew.-% Blei und 22 Gew.-% Zinn, Schmp. 98°C), Orionmetall (42 Gew.-% Bismut, 42 Gew.-% Blei und 16 Gew.-% Zinn, Schmp. 108°C); Schnelllot (52 Gew.-% Bismut, 32 Gew.-% Blei und 16 Gew.-% Zinn, Schmp. 96°C), d'Arcets-Metall (50 Gew.-% Bismut, 25 Gew.-% Blei und 25 Gew.-% Zinn), Woodsches Metall (50 Gew.-% Bismut, 25 Gew.-% Blei, 12,5 Gew.-% Zinn und 12,5 Gew.-% Cadmium, Schmp. 71°C), Lipowitzmetall (50 Gew.-% Bismut, 27 Gew.-% Blei, 13 Gew.-% Zinn und 10 Gew.-% Cadmium, Schmp. 70°C), Harpers Metall (44 Gew.-% Bismut, 25 Gew.-% Blei, 25 Gew.-% Zinn und 6 Gew.-% Cadmium, Schmp. 75°C), Cerrolow 117 (44,7 Gew.-% Bismut, 22,6 Gew.-% Blei, 19,1 Gew.-% Indium, 8,3 Gew.-% Zinn und 5,3 Gew.-% Cadmium, Schmp. 47°C); Cerrolow 174 (57 Gew.-% Bismut, 26 Gew.-% Indium, 17 Gew.-% Zinn, Schmp. $78,9^{\circ}\text{C}$), Fields Metall (32 Gew.-% Bismut, 51

Gew.-% Indium, 17 Gew.-% Zinn, Schmp. 62°C) sowie die Walkerlegierung (45 Gew.-% Bismut, 28 Gew.-% Blei, 22 Gew.-% Zinn und 5 Gew.-% Antimon).

Geeignete Natrium-Kalium-Legierungen können 40 Gew.-% bis 90 Gew.-% Kalium enthalten. Besonders geeignet ist die eutektische Legierung NaK mit 78 Gew.-% Kalium und 22 Gew.-% Natrium (Schmp. -12,6°C).

Das Kühlmittel kann zusätzlich Lithium und/oder Lithiumnitrid enthalten. Falls beim Befüllen Stickstoff als Schutzgas verwendet wird, kann dieses mit dem Lithium zu Lithiumnitrid abreagieren und auf diese Weise aus dem Kühlkanal entfernt werden.

Das Kühlmittel kann ferner Natriumoxide und/oder Kaliumoxide enthalten, falls während des Befüllens ggf. vorhandene trockene Luft mit dem Kühlmittel reagiert hat.

Vorzugsweise sind vier Bohrungen vorgesehen, die zwischen einer Laufläche und einer Nabenbohrung angeordnet sind, um eine besonders gleichmäßige Temperaturverteilung im Kolben zu erreichen.

Die Menge des im Kühlkanal bzw. in der mindestens einen Bohrung aufgenommenen Kühlmittels hängt von seiner Wärmeleitfähigkeit und dem Grad der gewünschten Temperatursteuerung ab. Vorzugsweise weist das Kühlmittel eine Füllhöhe bis zur halben Höhe des Kühlkanals auf, um den erwünschten Shaker-Effekt und damit eine besonders wirksame Wärmeverteilung im Kolben zu erzielen.

Insbesondere wenn der Anteil der Verbrennungswärme, welcher während des Motorbetriebs in den Kolben abfließt, begrenzt werden soll, kann dies mit der Menge an eingefülltem Kühlmittel gesteuert werden. Es hat sich gezeigt, dass mitunter bereits eine Füllung von 3% bis 10% des Kühlkanalvolumens mit dem Kühlmittel ausreicht, um die Funktion des Kolbens sicherzustellen.

Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen in einer schematischen, nicht maßstabsgetreuen Darstellung:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kolbens, teilweise im Schnitt;

Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II – II in Figur 1;

Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie III – III in Figur 2;

Fig. 4 eine vergrößerte Teildarstellung einer Bohrung gemäß Figur 3 im Schnitt;

Fig. 5 eine vergrößerte Teildarstellung des Kühlkanals gemäß Figur 3 im Schnitt.

Die Figuren 1 bis 5 zeigen ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kolbens 10. Der Kolben 10 kann ein einteiliger oder mehrteiliger Kolben sein. Der Kolben 10 kann aus einem eisenbasierten Werkstoff und/oder einem Leichtmetallwerkstoff hergestellt sein, wobei der eisenbasierte Werkstoff bevorzugt ist.

Die Figuren 1 bis 3 zeigen beispielhaft einen einteiligen Kastenkolben 10. Der Kolben 10 weist einen Kolbenkopf 11 mit einem eine Verbrennungsmulde 13 aufweisenden Kolbenboden 12, einem umlaufenden Feuersteg 14 und einer Ringpartie 15 zur Aufnahme von Kolbenringen (nicht dargestellt) auf. In Höhe der Ringpartie 15 ist ein umlaufender Kühlkanal 23 vorgesehen. Der Kolben 10 weist ferner einen Kolbenschaft 16 mit Kolbennaben 17 und Nabenbohrungen 18 zur Aufnahme eines Kolbenbolzens (nicht dargestellt) auf. Die Kolbennaben 17 sind über Nabenanbindungen 19 mit der Unterseite 11a des Kolbenkopfes verbunden. Die Kolbennaben 17 sind über Laufflächen 21, 22 miteinander verbunden (vgl. insbesondere Figur 2).

Die im Bereich der Ringpartie 15 verlaufende Wand 23a des Kühlkanals 23 weist eine Neigung auf und schließt mit der Kolbenmittelachse M einen spitzen Winkel α von bis zu 10° ein. Die Neigung beginnt etwa im Bereich der Oberkante der untersten Ringnut 15a der Ringpartie 15 und setzt bis zum oberen Ende des Kühlkanals 23 fort. Die im Bereich der Verbrennungsmulde 13 verlaufende Wand 23b des Kühlkanals 23 verläuft parallel zur Kontur der Wand 13a der Verbrennungsmulde 13.

Der Kolbenschaft 16 weist im Ausführungsbeispiel vier Bohrungen 24a, 24b, 24c, 24d auf. Die Bohrungen 24a-d verlaufen im Ausführungsbeispiel in etwa axial und parallel zur Kolbenmittelachse M. Die Bohrungen 24a-d können aber auch geneigt unter einem Winkel zur Kolbenmittelachse M verlaufen. Die Bohrungen 24a-d sind zwischen einer Lauffläche 21, 22 und einer Nabenbohrung 18 angeordnet. Die Bohrungen 24a-d münden in den Kühlkanal 23.

Im Ausführungsbeispiel kann der Kolben 10 bspw. in an sich bekannter Weise gegossen sein, wobei der Kühlkanal 23 und die Bohrungen 24a-d in an sich bekannter Weise mittels eines Salzkerns eingebracht werden können. Wesentlich ist, dass zumindest eine Bohrung 24a eine Öffnung 25 nach außen aufweist. Erfindungsgemäß wird das Kühlmittel 27, nämlich ein niedrig schmelzendes Metall oder eine niedrig schmelzende Metalllegierung, wie sie weiter oben beispielhaft aufgezählt sind, durch die Öffnung 25 in die Bohrung 24a gefüllt. Von dort aus verteilt sich das Kühlmittel 27 im Kühlkanal 23 sowie in den weiteren Bohrungen 24b-d. Die Öffnung 25 wird anschließend dicht verschlossen, im Ausführungsbeispiel mittels einer eingepressten Stahlkugel 26. Die Öffnung 25 kann auch bspw. durch Aufschweißen eines Deckels oder Einpressen einer Kappe verschlossen werden (nicht dargestellt).

Die Größe der Bohrungen 24a-d und die Füllmenge des Kühlmittels 27 richten sich nach der Größe und dem Werkstoff des Kolbens 10. Durchschnittlich werden etwa 10g bis 40g Kühlmittel 27 pro Kolben 10 benötigt. Die Kühlleistung kann über die Menge des zugegebenen Kühlmittels 27 unter Berücksichtigung seines Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten gesteuert werden. Bspw. ist ein Füllstand im Kühlkanal 23 geeignet, der in etwa der halben Höhe des Kühlkanals 23 entspricht. In diesem Fall kann im Betrieb der an sich bekannte Shaker-Effekt für eine besonders wirksame Wärmeverteilung im Kolben zusätzlich genutzt werden. Für Natrium als Kühlmittel 27 mit einer Temperatur im Betrieb von 220°C ergibt sich bei einer Kühlleistung von 350kW/m² eine maximale Oberflächentemperatur des Kolbens 10 von etwa 260°C.

Zusätzlich kann die Unterseite 11a des Kolbenkopfes 11 durch Anspritzen mit Kühlöl gekühlt werden.

Zum Befüllen der Bohrung 24a wird durch die Öffnung 25 eine Lanze eingeführt und mittels Stickstoff oder mittels eines anderen geeigneten Inertgases oder mittels trockener Luft gespült. Zur Einführung des Kühlmittels 27 wird dieses unter Schutzgas (bspw. Stickstoff, Inertgas oder trockene Luft) durch die Öffnung 25 geleitet, so dass das Kühlmittel 27 in die Bohrung 24a bzw. den Kühlkanal 23 aufgenommen wird.

Ein weiteres Verfahren zum Befüllen der Bohrung 24a zeichnet sich dadurch aus, dass nach dem Spülen mit Stickstoff, Inertgas oder trockener Luft die Bohrungen 24a-d und der Kühlkanal 23 evakuiert werden und das Kühlmittel 27 im Vakuum eingebracht wird. Damit kann sich das Kühlmittel 27 leichter im Kühlkanal 23 hin und her und in den Bohrungen 24a-d hinein und hinaus bewegen, da es nicht durch vorhandenes Schutzgas behindert wird.

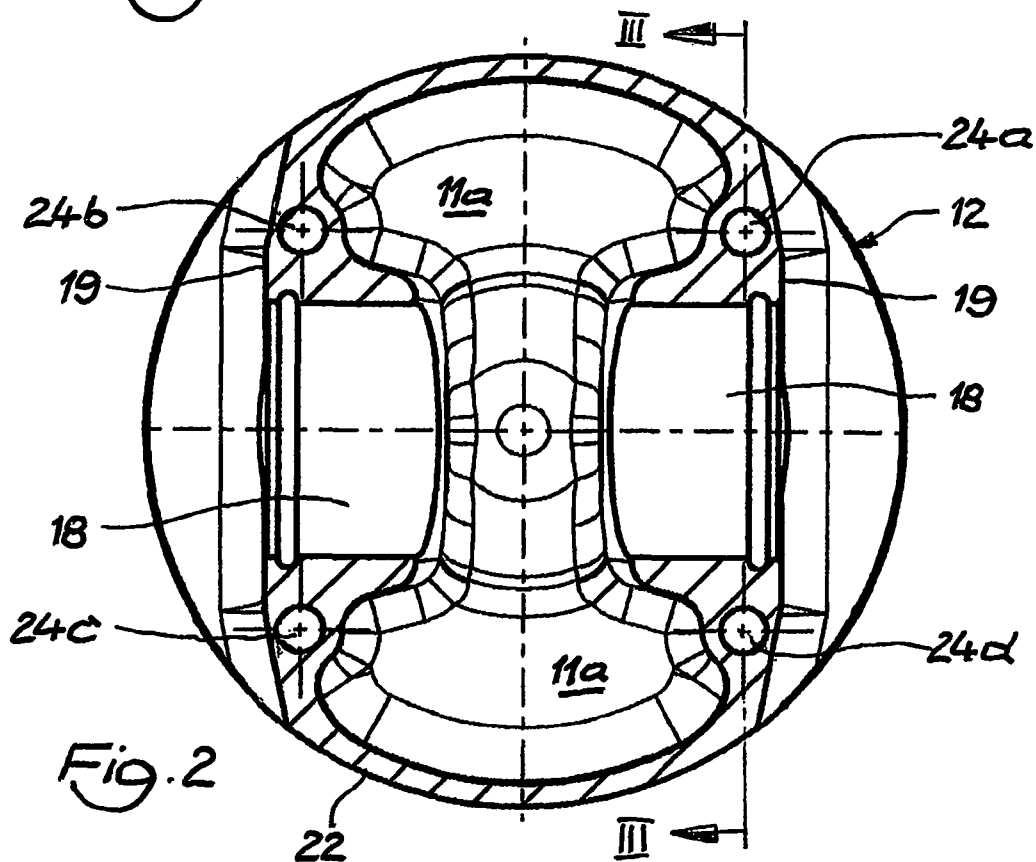
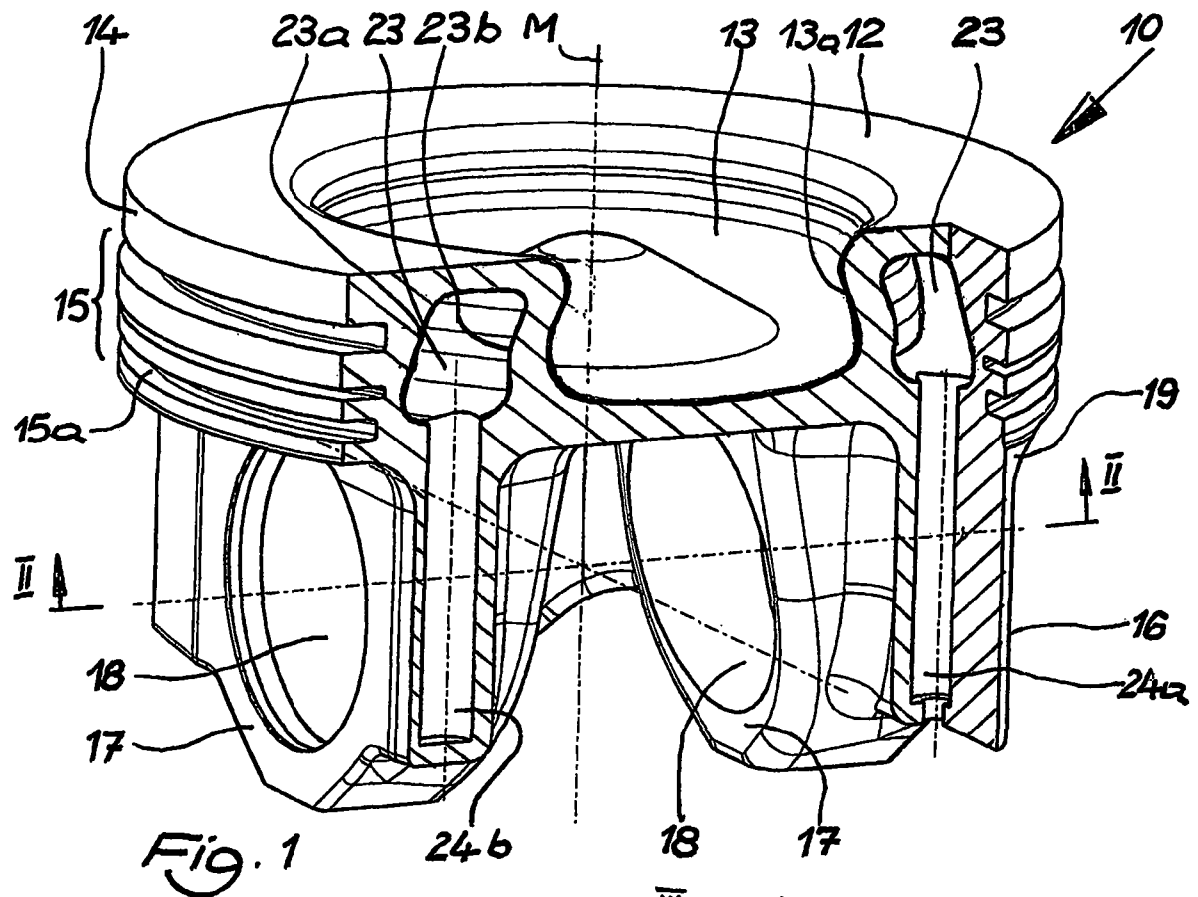
Eine andere Möglichkeit, das Schutzgas aus dem Kühlkanal 23 bzw. den Bohrungen 24a-d zu entfernen, besteht darin, dass Stickstoff oder trockene Luft (d.h. im Wesentlichen eine Mischung aus Stickstoff und Sauerstoff) als Schutzgas zu verwenden und dem Kühlmittel 27 eine kleine Menge Lithium zuzusetzen, erfahrungsgemäß etwa 1,8mg bis 2,0mg Lithium pro Kubikzentimeter Gasraum (d.h. Volumen des Kühlkanal 23 plus Volumen der Bohrungen 24a-d). Während bspw. Natrium und Kalium mit Sauerstoff zu Oxiden reagieren, reagiert das Lithium mit Stickstoff zu Lithiumnitrid. Das Schutzgas wird somit praktisch vollständig als Feststoff im Kühlmittel 27 gebunden.

Patentansprüche

1. Kolben (10) für einen Verbrennungsmotor, mit einem Kolbenkopf (11) und einem Kolbenschaft (16), wobei der Kolbenkopf (11) eine umlaufende Ringpartie (15) sowie im Bereich der Ringpartie (15) einen umlaufenden Kühlkanal (23) aufweist, wobei der Kolbenschaft (16) mit Nabenbohrungen (18) versehene Kolbennaben (17) aufweist, die über Nabenanbindungen (19) an der Unterseite (11a) des Kolbenkopfes (11) angeordnet sind, wobei die Kolbennaben (17) über Laufflächen (21, 22) miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass die im Bereich der Ringpartie (15) verlaufende Wand (23a) des Kühlkanals (23) eine Neigung aufweist und mit der Kolbenmittelachse (M) einen spitzen Winkel (α) einschließt, dass mindestens eine nach außen verschlossene Bohrung (24a, 24b, 24c, 24d) vorgesehen ist, die zwischen einer Lauffläche (21, 22) und einer Nabenbohrung (18) angeordnet ist, dass die mindestens eine Bohrung (24a, 24b, 24c, 24d) in den Kühlkanal (23) mündet, und dass der Kühlkanal (23) und die mindestens eine Bohrung (24a, 24b, 24c, 24d) ein Kühlmittel (27) in Form eines niedrig schmelzenden Metalls oder einer niedrig schmelzenden Metalllegierung enthalten.
2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel (α) maximal 10° beträgt.
3. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Neigung der Wand (23a) in Höhe der Oberkante der untersten Ringnut (15a) der Ringpartie (15) beginnt.
4. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Kolbenkopf (11) eine Verbrennungsmulde (13) vorgesehen ist und dass die im Bereich der Verbrennungsmulde (13) verlaufende Wand (23b) des Kühlkanals (23) zur Kontur der Wand (13a) Verbrennungsmulde (13) parallel verläuft.

5. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als niedrig schmelzendes Metall Natrium oder Kalium enthalten ist.
6. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die niedrig schmelzende Metalllegierung aus der Gruppe umfassend Galinstan®-Legierungen, niedrig schmelzende Bismut-Legierungen und Natrium-Kalium-Legierungen ausgewählt ist.
7. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel (27) Lithium und/oder Lithiumnitrid enthält.
8. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel (27) Natriumoxide und/oder Kaliumoxide enthält.
9. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vier Bohrungen (24a, 24b, 24c, 24d) vorgesehen sind, die zwischen einer Lauffläche (21, 22) und einer Nabenbohrung (18) angeordnet sind.
10. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel (27) eine Füllhöhe bis zur halben Höhe des Kühlkanals (23) aufweist.
11. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel (27) eine Füllmenge von 3% bis 10% des Volumens des Kühlkanals (23) aufweist.

1/2



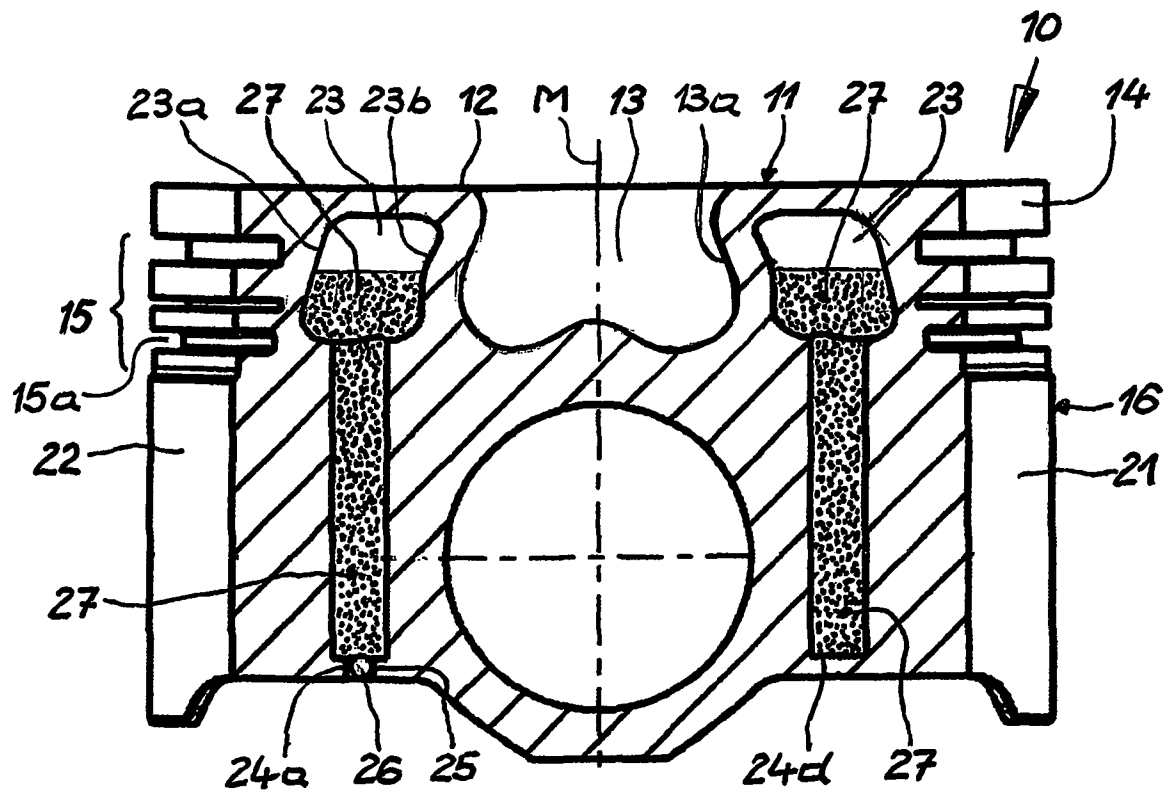


Fig. 3

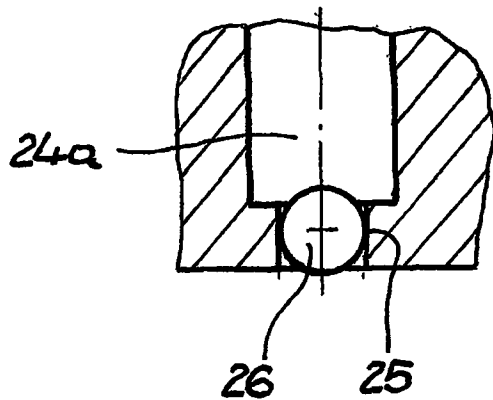


Fig. 4

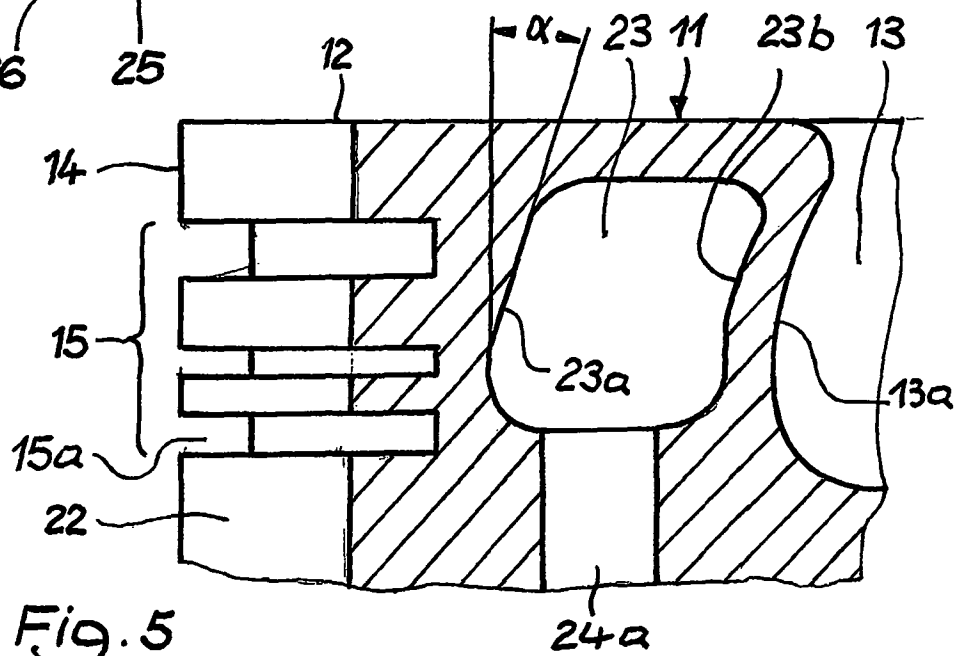


Fig. 5