

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年9月1日(01.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/105374 A1

- (51) 国際特許分類:
F01M 1/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/053852
- (22) 国際出願日: 2011年2月22日(22.02.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-037701 2010年2月23日(23.02.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人東北大学(TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP). 本田技研工業株式会社(HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山2-1-1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 圓山 重直(MARUYAMA Shigenao) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県

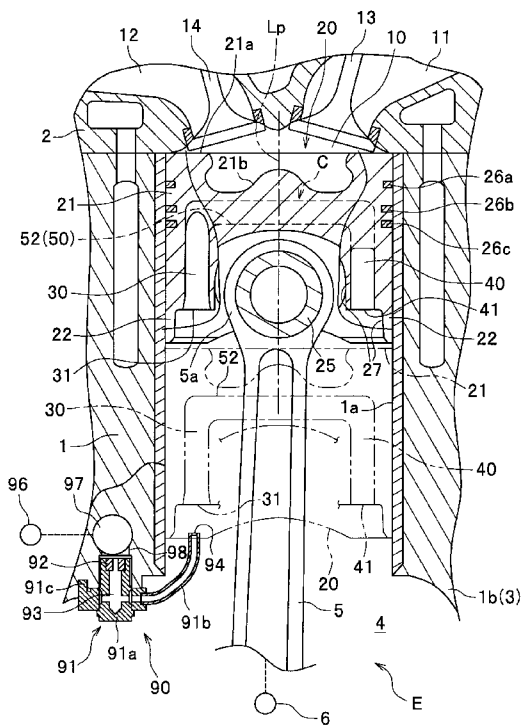
仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 小宮 敦樹(KOMIYA Atsuki) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 守谷 修一(MORIYA Shuichi) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 長田 守正(NAGATA Morimasa) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4-1 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 小坂 誠二(KOSAKA Seiji) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4-1 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 河村 康宏(KAWAMURA Yasuhiro) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4-1 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 根岸 潤也(NEGISHI Junya) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4-1 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 塚本 能人(TSUKAMOTO Yoshito) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4-1 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

[続葉有]

(54) Title: PISTON COOLING DEVICE

(54) 発明の名称: ピストン冷却装置

[図1]



AA UP
BB DOWN

(57) Abstract: Disclosed is a piston cooling device wherein the cooling efficiency of a piston is improved by oil injected from an oil jet and supplied to a cooling passage provided in the piston, and the amount of cooling oil is reduced when an internal combustion engine is operated at maximum output. The piston cooling device is provided with a piston (20) for an internal combustion engine, in which a circumferential passage (50) and a cooling passage (C) having an inlet passage (30) and an outlet passage (40) are provided, and an oil jet (90) for injecting oil from an injection port (94) to the inlet passage (30). The oil jet (90) injects oil at every stroke of the piston (20) so that a two-phase plug flow composed of gas and oil is formed in the cooling passage (C) at least when an internal combustion engine (E) is operated at maximum output. The injection speed of oil at the injection port (94) is not higher than the maximum speed of the piston (20) when the internal combustion engine is operated at maximum output.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/105374 A1



(74) 代理人: 磯野 道造 (ISONO Michizo); 〒1020093
東京都千代田区平河町2丁目7番4号 砂防
会館別館内 磯野国際特許商標事務所気付
Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, 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, PE, PG, PH,
PL, PT, RO, RS, RU, 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) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(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).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

内燃機関の最大出力運転時に、オイルジェットから噴射されてピストンに設けられた冷却通路に供給されたオイルによるピストンの冷却効率の向上および冷却用オイル量の削減を図る。本発明のピストン冷却装置は、周方向通路(50)と入口通路(30)および出口通路(40)とを有する冷却通路(C)が設けられた内燃機関用ピストン(20)と、入口通路(30)に噴射口(94)からオイルを噴射するオイルジェット(90)とを備える。冷却通路(C)に気体とオイルとの気液2相プラグ流が、少なくとも内燃機関(E)の最大出力運転時に形成されるように、オイルジェット(90)はピストン(20)の各行程においてオイルを噴射し、かつ噴射口(94)でのオイルの噴射速度は最大出力運転時のピストン(20)の最高速度以下とされる。

明 細 書

発明の名称： ピストン冷却装置

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関のピストンに設けられた冷却通路にオイルジェットから噴射されたオイルを供給し、冷却通路を流れるオイルによりピストンを冷却するピストン冷却装置に関する。

背景技術

[0002] 内燃機関の高出力化に伴い、ピストンにおいては、燃焼ガスに接触するピストン頂面を有するピストンヘッドを冷却するために、ピストンの内部に設けられた環状の冷却通路に、オイルジェットから噴射された冷却用オイルを供給するピストン冷却装置が知られている。

例えば、特許文献 1 に開示されたピストン冷却装置では、オイルジェットから噴射されたオイルをピストンの冷却通路の周方向通路に案内する案内部が設けられて、冷却効率の向上が図られている。

また、内燃機関の高速回転時に、往復運動するピストンの速度がオイルジェットから噴射されるオイルの速度よりも大きくなると、ピストンの冷却通路にオイルが供給されない期間が生じる。そこで、冷却通路にオイルが供給されない期間の発生を防止するために、オイルジェットから噴射されるオイルのオイル噴射速度を変更するピストン冷却装置が知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：実開平 5－6 1 4 2 3 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 7－2 2 4 7 7 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] オイルによるピストンの冷却効率を高めるために、ピストンの冷却通路で

の圧力損失の低減のみでは、冷却効率の向上や、オイルジェットから噴射されるオイル量の削減にも限界がある。

また、オイルジェットからのオイルの噴射速度を変更する場合には、噴射速度を変更する装置が必要になるため、ピストン冷却装置が大型化し、またコスト増を招来する。

さらに、内燃機関の運転領域においてピストンの温度が最も高くなる最大出力運転時には、ピストンの速度も大きくなるため、所要の冷却効果が得られるようにするには、オイルジェットから供給されるオイル量を増加させることが通常であるため、冷却用オイルのオイル量削減の点で改善の余地がある。

[0005] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、ピストンの往復運動を利用することにより、少なくとも内燃機関の最大出力運転時に、オイルジェットから噴射されてピストンに設けられた冷却通路に供給されたオイルによるピストンの冷却効率の向上を図ると共に、少なくとも最大出力運転時を含む高速回転領域でのピストン冷却用オイル量の削減を図ることを目的とする。

さらに、本発明は、ピストンの冷却通路の形状を工夫することにより、オイルによるピストンの冷却効率の向上およびピストン冷却用オイル量の削減を図ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の請求の範囲第1項記載の発明は、周方向に延びている周方向通路（50）と前記周方向通路（50）にそれぞれ連通する入口通路（30）および出口通路（40）とを有する冷却通路（C）が設けられた内燃機関用ピストン（20）と、前記ピストン（20）が上下方向に往復運動するとき下方に向かって開口する前記入口通路（30）に対して下方に配置された噴射口（94）からオイルを噴射するオイルジェット（90）とを備え、前記噴射口（94）から噴射されたオイルが、前記入口通路（30）から流入して前記周方向通路（50）を経て前記出口通路（40）から流出するピストン

冷却装置において、前記冷却通路（Ｃ）に気体とオイルとの気液２相プラグ流が、少なくとも内燃機関（Ｅ）の最大出力運転時に形成されるように、前記オイルジェット（９０）は前記ピストン（２０）の各行程においてオイルを噴射し、かつ前記噴射口（９４）でのオイルの噴射速度は前記最大出力運転時の前記ピストン（２０）の最高速度以下とされるピストン冷却装置である。

これによれば、ピストンの冷却通路には、少なくとも最大出力運転時に、往復運動するピストンの各行程において最大出力運転時のピストンの最高速度以下の噴射速度でオイルジェットから噴射されて供給されたオイルにより、気体とオイルとの気液２相プラグ流が形成されるので、このプラグ流によりピストンから冷却通路のオイルへの熱伝達が促進されて、オイルによるピストンの冷却効率を向上できる。そして、冷却効率の向上により、ピストンの所要の冷却性を得ながら、オイルジェットからのオイルの噴射流量を削減できる。

また、前記気液２相プラグ流は、ピストンの上下運動によって生じる加速度のため前記周方向通路の壁面を上下に移動するために、冷却効率の一層の向上がなされる。

[0007] 本発明の請求の範囲第２項記載の発明は、請求の範囲第１項記載のピストン冷却装置において、前記周方向通路（５０）は、最上流部（６１ａ，６２ａ）で前記入口通路（３０）に連なる導入通路（６１，６２；１６１，１６２；２６１，２６２）と、最上流部（７１ａ，７２ａ）で前記導入通路（６１，６２；１６１，１６２；２６１，２６２）に連なる主通路（７１，７２）とを有し、前記導入通路（６１，６２；１６１，１６２；２６１，２６２）は、上方に向かうにつれて周方向に湾曲して前記主通路（７１，７２）に連なると共に、通路面積が下流に向かって連続的に増加するディフューザ通路であるものである。

これによれば、導入通路は、その通路面積が連続的に増加するディフューザ通路であることにより、ディフューザ通路になっていない導入通路に比べ

て導入通路に連なる入口通路の通路面積を小さくできるので、入口通路でのプラグ流の形成を容易化できる。

また、オイルジェットから噴射されて入口通路から流入したオイルを主通路に導く導入通路が上方に向かうにつれて周方向に湾曲して主通路に連なる湾曲通路であることで、入口通路を経たオイルが導入通路の通路壁に衝突した際に生じる逆流や激みの発生が抑制され、導入通路でのオイルのエネルギーを維持しながら該オイルを主通路に案内することができる。

また、導入通路は連続的に拡大するディフューザ通路を構成することから、入口通路からのオイルの運動エネルギーを圧力エネルギーに円滑に変換することができるので、渦や剥離に起因する圧力損失を低減できて、オイルジェットからの低い噴射速度および少ない噴射流量のオイルで、ピストンの所要の冷却性を得ることができる。

[0008] 本発明の請求の範囲第3項記載の発明は、請求の範囲第2項記載のピストン冷却装置において、前記導入通路（61, 62; 161, 162; 261, 262）の通路中心線（Ld）上での最上流部（61a, 62a）からの距離をS（m）とし、前記通路中心線（Ld）に直交する平面上での通路面積をA（m²）としたとき、次式

$$R = d(A^{1/2}) / dS$$

で定義される前記拡大率Rが $0.06 \leq R \leq 0.8$ であるものである。

これによれば、拡大率Rが $0.06 \leq R \leq 0.8$ の範囲の値に設定されることにより、導入通路において、拡大率が0.06未満であるときの通路抵抗の増大に起因する冷却効果の低下、および拡大率が0.8を超えときのオイルの流れの剥離によるプラグ流の乱れに起因する冷却効果の低下が抑制される。この結果、オイルジェットからのオイルの噴射流量を削減しながら、湾曲したディフューザ通路である導入通路を有する冷却通路を流れるオイルによるピストンの冷却効果を高めることができる。

[0009] 本発明の請求の範囲第4項記載の発明は、請求の範囲第1項から第3項のいずれか1項記載のピストン冷却装置において、前記導入通路（61, 62

； 161， 162）は、分岐部（63）において周方向で互いに反対方向に向かって分岐する第1，第2分岐導入通路（61，62；161，162）から構成され、前記主通路（71，72）は、前記第1，第2分岐導入通路（61，62；161，162）にそれぞれ連なる第1，第2主通路（71，72）から構成され、前記分岐部（63）は、上下方向で前記第1，前記第2主通路（71，72）の最下部（71c，72c）よりもピストン頂面（21a）寄りに位置するものである。

これによれば、分岐部を形成する通路壁に衝突して反射したオイルが入口通路に向かって逆流することが抑制されるので、少ない噴射流量のオイルで、ピストンの所要の冷却性が得られる。

[0010] 本発明の請求の範囲第5項記載の発明は、請求の範囲第4項記載のピストン冷却装置において、前記分岐部（63）は、前記入口通路（30）の通路中心線（Li）上に位置するものである。

これによれば、第1，第2分岐導入通路に流入するオイル量のバラツキを抑制できるので、ピストンの冷却を周方向で均等化できて、オイルジェットからの噴射流量の減少に寄与できる。

[0011] 本発明の請求の範囲第6項記載の発明は、請求の範囲第4項記載のピストン冷却装置において、前記第1，第2分岐導入通路（61，62；161，162）のそれぞれの最上流部（61a，62a）の通路断面と、前記入口通路（30）の最下流部（32）の通路断面とが、同一で、かつ同じ位置にあるものである。

これによれば、第1，第2分岐導入通路が周方向でオーバーラップするために、ピストンに形成される両分岐導入通路の形成領域を小さくすることができるので、オイルによるピストンの所要の冷却性を確保しながら、ピストンの剛性を高めることができる。

[0012] 本発明の請求の範囲第7項記載の発明は、請求の範囲第1項から第3項、第5項、第6項のいずれか1項記載のピストン冷却装置において、前記オイルジェット（90）には、オイルポンプ（96）から吐出されたオイルがオ

イル供給通路（９７）を経て導かれると共に前記噴射口（９４）を有するオイル通路（９３）が設けられ、前記オイル通路（９３）には、前記オイル供給通路（９７）からオリフィス（９２）により減圧されたオイルが導かれ、前記噴射口（９４）の開口面積は、前記オリフィス（９２）の絞り通路面積よりも大きいものである。

これによれば、オイルポンプから吐出されたオイルのオイル圧が、オリフィスで減圧された後、オイルジェットのオイル通路に導かれるので、噴射速度を小さくできるため、噴射口から噴射されたオイルの飛散・拡散を抑えることができ、効率よく冷却通路にオイルを供給することができ、しかもオイルポンプからのオイルをオイルジェットに導くオイル供給通路でのオイル圧を高く維持できるので、オイルポンプの小型化が可能になる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、ピストンの往復運動を利用することにより、少なくとも内燃機関の最大出力運転時に、オイルジェットから噴射されてピストンに設けられた冷却通路に供給されたオイルによるピストンの冷却効率の向上が可能になり、少なくとも最大出力運転時を含む高速回転領域でのピストン冷却用のオイル量の削減が可能になる。

さらに、ピストンの冷却通路の形状を工夫することにより、オイルによるピストンの冷却効率の向上およびピストン冷却用オイル量の削減が可能になる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の第１実施形態を示し、本発明が適用されたピストン冷却装置を備える内燃機関において、ピストンの中心軸線を含む平面での要部断面図であり、概ね図２のⅠ－Ⅰ線断面図である。

[図2]図１のピストンの要部下面図である。

[図3]（ａ）は、図１のピストンの冷却通路を可視化した要部斜視図であり、（ｂ）は、（ａ）において、図２のⅠⅠⅠｂ矢視に相当する図である。

[図4]（ａ）は、図２のⅠⅤａ－ⅠⅤａ線での冷却通路の断面図であり、（ｂ

）は、（a）において、図2のI V b－I V b線での冷却通路の断面図である。

[図5]内燃機関の最大出力運転時における図1のピストンの頂面温度Tと冷却通路の導入通路の拡大率Rとの関係を示すグラフである。

[図6]本発明の第2実施形態を示し、図4（a）に対応する図である。

[図7]本発明の第3実施形態を示し、図4（a）に対応する図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施形態を図1～図7を参照して説明する。

図1～図5は、本発明の第1実施形態を説明するための図である。

図1を参照すると、本発明が適用されたピストン冷却装置を備える内燃機関Eは、4ストローク内燃機関である。内燃機関Eは、内燃機関用ピストン20が往復運動可能に嵌合するシリンダボア1aが設けられたシリンダブロック1と、該シリンダブロック1の上端部に結合されるシリンダヘッド2と、シリンダブロック1の下端部にロアブロック（図示されず）を介して結合されるオイルパン（図示されず）とから構成される機関本体を備える。

[0016] シリンダブロック1においてシリンダボア1aよりも下方の部分1bは、上部クランクケースとして、前記ロアブロックおよび前記オイルパンから構成される下部クランクケースと共にクランクケース3を構成する。そして、クランクケース3により形成されるクランク室4内には、ピストン20にコンロッド5を介して連結されると共にクランクケース3に回転可能に支持されるクランク軸6が配置される。

[0017] なお、この明細書および請求の範囲において、上下方向は、ピストン20の中心軸線Lpに平行な方向であって、必ずしも鉛直方向である必要はないものとし、上方向は、上下方向で、ピストン20においてピストン頂面21aが位置する方向であるとする。また、中心軸線Lpに直交する方向および平面は、便宜上、それぞれ水平方向および水平面であるとする。さらに、周方向および径方向とは、中心軸線Lpを中心としたときのものである。さらに、平面視とは、上下方向から見ることを意味する。

[0018] シリンダブロック 1、ピストン 20 およびシリンダヘッド 2 により、中心軸線 L_p に平行な方向（シリンダボア 1 a の中心軸線であるシリンダ軸線に平行な方向でもある。）でのピストン 20 とシリンダヘッド 2 との間に燃焼室 10 が形成される。シリンダヘッド 2 には、燃焼室 10 に開口する吸気ポート 11 および排気ポート 12 と、吸気ポート 11 および排気ポート 12 をそれぞれ開閉する吸気弁 13 および排気弁 14 とが設けられる。

[0019] そして、吸気装置（図示されず）により導かれた吸入空気は、ピストン 20 が下降する吸気行程において、開弁した吸気弁 13 を経て吸気ポート 11 から燃焼室 10 に吸入され、燃料と混合して混合気となった状態で、ピストン 20 が上昇する圧縮行程において圧縮される。前記混合気は圧縮行程の終期に点火されて燃焼し、ピストン 20 が下降する膨張行程において燃焼ガスの圧力により駆動されて往復運動するピストン 20 がクランク軸 6 を回転駆動する。燃焼ガスは、排気ガスとして、ピストン 20 が上昇する排気行程において、開弁した排気弁 14 を経て燃焼室 10 から排気ポート 12 および該排気ポート 12 に接続される排気装置（図示されず）を経て内燃機関 E の外部に排出される。

[0020] ここで、吸気行程および膨張行程は、それぞれピストン 20 の下降行程であり、圧縮行程および排気行程は、それぞれピストン 20 の上昇行程である。また、吸入空気に供給される前記燃料は、燃焼室 10 において、または吸気ポート 11 を含む吸気通路において、燃料噴射弁（図示されず）から噴射される。

また、図 1 には、上死点位置のピストン 20 が実線で示され、下死点位置のピストン 20 が二点鎖線で示されている。

[0021] 図 1、図 2 を参照すると、金属製のピストン 20 は、燃焼室 10 内の燃焼ガスの圧力を受けるピストン頂面 21 a を有する円柱状のピストンヘッド 21 と、ピストンヘッド 21 から上下方向に沿って下方に延びる 1 対のピストンスカート 22 と、コンロッド 5 の小端部 5 a が回動可能に連結されるピストンピン 25 を支持する 1 対の第 1、第 2 ピンボス 23、24 とを有する。

ピストン頂面 21 a には凹部 21 b が設けられる。ピストンヘッド 21 の外周面には第 1 ～第 3 ピストンリング 26 a, 26 b, 26 c がそれぞれ装着されるリング溝が設けられる。各ピンボス 23, 24 には、ピストンピン 25 が圧入される挿入孔 23 a, 24 a (図 3 参照) が設けられる。

[0022] 図 1 ～図 4 を参照すると、ピストン 20 のピストンヘッド 21 内には、周方向に延びている環状の周方向通路 50 と、周方向通路 50 にそれぞれ連通すると共に上下方向に沿って直線状に延びている入口通路 30 および出口通路 40 とを有する冷却通路 C が設けられる。

入口通路 30 の入口 31 および出口通路 40 の出口 41 は、第 1, 第 2 ピンボス 23, 24 にそれぞれ周方向で隣接する位置で、ピストン 20 の下面および内周面から構成されるピストン裏面 27 のうちで、下面において下方に向かって開口する。

入口通路 30 の通路中心線 L_i および出口通路 40 の通路中心線 L_o は、中心軸線 L_p に対してほぼ点対称の位置にある。

なお、「ほぼ」との表現は、「ほぼ」との修飾語がない場合を含むと共に、「ほぼ」との修飾語がない場合とは厳密には一致しないものの、「ほぼ」との修飾語がない場合と比べて作用効果に関して有意の差異がない範囲を意味する。

[0023] 円環状の周方向通路 50 は、入口通路 30 および出口通路 40 との間で周方向に延びている半円環状の第 1, 第 2 周方向通路 51, 52 から構成される。各周方向通路 51, 52 は、最上流部 61 a, 62 a で入口通路 30 の最下流部 32 に連なる導入通路 61, 62 と、最下流部 81 b, 82 b で出口通路 40 の最上流部 42 に連なる導出通路 81, 82 と、最上流部 71 a, 72 a で導入通路 61, 62 の最下流部 61 b, 62 b に連なると共に最下流部 71 b, 72 b で導出通路 81, 82 の最上流部 81 a, 82 a に連なる主通路 71, 72 とを有する。各主通路 71, 72 は、その全体で水平面と交わる位置にある。

ここで、上流および下流とは、冷却通路 C での冷却液としての冷却用オイ

ルの流れに関するもので、冷却通路Cにおいて、入口31が最上流であり、出口41が最下流である。

[0024] 第1, 第2周方向通路51, 52、したがって第1, 第2導入通路61, 62同士、第1, 第2主通路71, 72同士および第1, 第2導出通路81, 82同士は、中心軸線Lpを含む平面の1つを対称面として、ほぼ面対称に配置される。そして、入口通路30、出口通路40および第1, 第2周方向通路51, 52のそれぞれの全体は、平面視で、中心軸線Lpを中心とする円環状の円環帯の範囲内に位置する。該円環帯の径方向幅は、各導入通路61, 62、各主通路71, 72および導出通路81, 82のうちの径方向幅の最大幅に等しい。

[0025] 図3, 図4を参照すると、通路中心線Ldを有する第1, 第2導入通路61, 62は、入口通路30の最下流部32から上方（または、下流）に向かって延びていて、最下流部32よりも上方に位置する分岐部63から周方向で互いに遠ざかるように反対方向に湾曲する湾曲通路である。分岐部63は、冷却通路Cの通路壁28において下方へ突出する突出部からなる分岐壁28dにより形成される。

また、通路中心線Leを有する第1, 第2導出通路81, 82は、主通路71, 72の最下流部71b, 72bから下方（または、下流）に向かうにつれて、周方向で最下流部71b, 72bから近づくように互いに反対方向に湾曲する湾曲通路である。

第1, 第2周方向通路51, 52のそれぞれの第1, 第2主通路71, 72は、その全体において水平面にほぼ平行に位置する。主通路71, 72は、全体でほぼ均一の通路面積を有し、主通路71, 72でのオイルの流速はほぼ一定に維持される。

[0026] 第1, 第2導入通路61, 62は、それぞれ、分岐部63により分岐する第1, 第2分岐導入通路を構成する。分岐部63は、入口通路30の通路中心線Li上に位置する。

そして、第1, 第2導入通路61, 62は、それぞれの最上流部61a,

6 2 a の通路断面と、入口通路 3 0 の最下流部 3 2 の通路断面とが、同一で、かつ同じ位置にあり、最下流部 3 2 および最上流部 6 1 a, 6 2 a において、通路中心線 L i と通路中心線 L d とが一致する。このため、導入通路 6 1, 6 2 は、入口通路 3 0 の真上においてオーバーラップした形状の通路になっている。なお、図 4 (a) には、導入通路 6 1, 6 2 のそれぞれの仮想延長通路が二点鎖線で示されている。

[0027] 第 1, 第 2 導入通路 6 1, 6 2 は、分岐部 6 3 において周方向で互いに反対方向に向かって分岐し、第 1, 第 2 主通路 7 1, 7 2 は、導入通路 6 1, 6 2 にそれぞれ連なり、分岐部 6 3 は、上下方向で主通路 7 1, 7 2 の最下部 7 1 c, 7 2 c よりもピストン頂面 2 1 a (図 1 参照) 寄りに位置することにより、分岐部 6 3 を形成する分岐壁 2 8 d に衝突して反射したオイルが入口通路 3 0 に向かって逆流することが抑制されるので、少ない噴射流量のオイルで、ピストン 2 0 の所要の冷却性が得られる。

[0028] 各導入通路 6 1, 6 2 の通路面積において、最上流部 6 1 a, 6 2 a の最上流通路面積は、最下流部 6 1 b, 6 2 b の最下流通路面積よりも小さく、各導入通路 6 1, 6 2 の通路面積は、導入通路 6 1, 6 2 の全体で上流から下流に向かって連続的に増加、この実施形態では、後記するほぼ一定の拡大率 R で増加している。このため、導入通路 6 1, 6 2 は通路面積がオイルの流れ方向に沿って漸増するディフューザ通路である。

[0029] そして、導入通路 6 1, 6 2 の通路中心線 L d 上での最上流部 6 1 a, 6 2 a から下流に向かっての距離 S (メートル) の微小変化に対する、通路中心線 L d に直交する平面上での導入通路 6 1, 6 2 の通路面積 A (平方メートル) の 1 / 2 乗の微小変化を、次式で定義される拡大率 R であるとする。

$$R = d (A^{1/2}) / d S$$

この拡大率 R は、最上流部 6 1 a, 6 2 a から下流に向かうときの導入通路 6 1, 6 2 の広がり度合い (または、導入通路 6 1, 6 2 の通路面積 A の増加度合い) を表す値である。

[0030] 拡大率 R が 0 であるときは、導入通路 6 1, 6 2 の通路面積 A が距離 S に

対して変化することなく一定値を保つことを意味するので、導入通路 6 1, 6 2 がディフューザ通路であるためには、拡大率 R が 0 よりも大きい必要がある。

一方、拡大率 R が、導入通路 6 1, 6 2 において通路壁 2 8 から流れが剥離するほどの大きさになると、その剥離位置から下流の導入通路 6 1, 6 2 および主通路 7 1, 7 2 内でオイルの流れの乱れが大きくなって、第 1, 第 2 周方向通路 5 1, 5 2 での後記プラグ流の維持が困難になり、該プラグ流による冷却効果が低下する。

[0031] 導出通路 8 1, 8 2 の通路面積は、導出通路 8 1, 8 2 の全体で上流から下流に向かってほぼ一定であり、しかも導入通路 6 1, 6 2 の最上流部 6 1 a, 6 2 a での通路面積よりも大きい。

また、導出通路 8 1, 8 2 は、それぞれ、冷却通路 C の通路壁 2 8 において下方へ突出する突出部からなる分岐壁 2 8 e により形成される分岐部 8 3 により分岐する第 1, 第 2 分岐導出通路を構成する。そして、分岐部 8 3 (または分岐壁 2 8 e) は、最上流部 4 2 上にほぼ位置し、また出口通路 4 0 の通路中心線 L o 上にほぼ位置する。このため、最下流部 8 1 b, 8 2 b でのオイルの流れは、上下方向にほぼ平行で、下方に向かう。

[0032] そして、導出通路 8 1, 8 2 の通路面積が導入通路 6 1, 6 2 の通路面積よりも大きいので、導出通路 8 1, 8 2 での通路抵抗が小さくなること、および、導出通路 8 1, 8 2 が滑らかに連続する湾曲通路であると共に最下流部 8 1 b, 8 2 b が下方に向いているので、第 1, 第 2 主通路 7 1, 7 2 から導出通路 8 1, 8 2 に流入するオイルが分岐壁 2 8 e により周方向で衝突が抑制された状態で下方に向かって偏向されることから、冷却通路 C の出口 4 1 からのオイルの排出が円滑に行われる。

[0033] 図 1, 図 2 を参照すると、シリンダブロック 1 において、入口通路 3 0 の入口 3 1 よりも下方の部位には、シリンダブロック 1 内で上下方向に平行に往復運動するピストン 2 0 に対して下方に配置されて入口通路 3 0 の入口 3 1 に向けて冷却用オイルを噴射する冷却液噴射部材としてのオイルジェット

９０が設けられる。

[0034] オイルジェット９０から噴射されて入口通路３０から流入したオイルは、周方向通路５１，５２を流通して出口通路４０から流出する間にピストン２０を冷却する。それゆえ、冷却通路Ｃが設けられたピストン２０およびオイルジェット９０は、内燃機関Ｅに備えられてピストン２０を冷却するためのピストン冷却装置を構成する。

[0035] オイルジェット９０は、本体９１と、取付部９１ａに設けられた減圧部材としてオリフィス９２とを備える。本体９１は、シリンダブロック１に取り付けられて固定される取付部９１ａと、噴射口９４が設けられた噴射部としての噴射管９１ｂと、オイルジェット９０をシリンダブロック１に位置決める柱状の位置決め部９１ｃとを有する。

[0036] 本体９１には、オイル供給源としてのオイルポンプ９６から供給されたオイルがシリンダブロック１に設けられたオイル供給通路としてのメインギャラリ９７と該メインギャラリ９７に連通するオイル導入通路９７とを経て導かれる噴射用オイル通路９３が設けられる。オイル通路９３は、噴射管９１ｂに設けられてクランク室４に開口する噴射口９４を有する。噴射口９４は中心軸線Ｌｐにほぼ平行に入口３１を指向し、入口３１を含めて入口通路３０の全体は、平面視で噴射口９４の全体と重なる位置にある。

オイルポンプ９６は、前記クランク軸６の動力により駆動される容積型の回転ポンプであり、機関回転速度の増加に比例して供給オイル流量が増加する。

[0037] メインギャラリ９７とオイル通路９３との間に配置されるオリフィス９２は、メインギャラリ９７のオイルのオイル圧を減圧する。したがって、オイル通路９３には、オリフィス９２により減圧されたオイルが導かれる。別の例として、オリフィス９２は、メインギャラリ９７とオイルジェット９０とを連通させてメインギャラリ９７のオイルをオイルジェット９０に導くオイル導入通路９７に設けられてもよい。

[0038] 噴射口９４の開口面積は、オリフィス９２の絞り通路面積よりも大きい。

噴射口 9 4 の開口面積を大きくすることにより、オイルの円錐形状の噴射流の径を大きくできるので、分岐による分配のバラツキを低減できる。また、オリフィス 9 2 の絞り通路面積が噴射口 9 4 の開口面積よりも小さいことにより、メインギャラリ 9 7 でのオイル圧の低下が抑制され、噴射速度も小さくすることができて、噴射流量を低減できる。

[0039] オイルジェット 9 0 は、内燃機関 E の運転時、冷却通路 C において、オイルとクランク室 4 内の気体である空気との気液 2 相プラグ流（または、スラグ流）が、少なくとも最大出力運転時において形成されるように、吸入行程および膨張行程でのピストン 2 0 の下降行程および圧縮行程および排気行程での上昇行程の各行程において、各行程の全範囲に渡って連続してオイルを入口 3 1 に向けて噴射する。

オイルの噴射速度（以下、単に「噴射速度」という。）は、オイル通路 9 3 のオイル圧に依存し、オイル通路 9 3 のオイル圧はオイルポンプ 9 6 の回転速度、すなわち機関回転速度に依存し、該機関回転速度の増加に比例して増加する。ここで、噴射速度は、噴射口 9 4 での噴射速度である。

[0040] そして、噴射速度は、最大出力運転時のピストン 2 0 の最高速度（以下、「ピストン最高速度」という。）以下に設定され、好ましくは、ピストン最高速度の 3 0 % 以上で 9 0 % 以下の範囲に設定される。

噴射速度が、ピストン最高速度の 3 0 % 未満であるとき、またはピストン最高速度の 9 0 % を超えるときは、最大出力運転時に冷却通路 C でプラグ流が形成される確実性が低下し、冷却通路 C のオイルによる最大出力運転時のピストン 2 0 の冷却効果が低下する。

[0041] 以下、このプラグ流について詳述する。

一般に、気体と液体とが流れる通路において、気体が通路断面全体に渡る大きな気泡（以下、「気体プラグ」という。）と、該気体プラグに分断されると共に通路断面全体に亘る液体部分（以下、「液体プラグ」という。）とが交互に流れる気液 2 相プラグ流は、液体の流量に対して気体の流量が所定流量範囲にある場合に形成される一方、該所定流量範囲外では、プラグ流以

外の気液２相流が形成されることが知られている。例えば、前記所定流量範囲よりも気体の流量が少ないときには、通路断面全体に亘る液体中に小さな気泡が分散した気泡流となり、前記所定流量範囲よりも気体の流量が多いときには、液体が通路壁を膜状になって流れ、気体が通路の中心部を流れる環状流となる。

そして、プラグ流においては、液体プラグの内部で発生する液体の循環流により、通路壁と液体との間での熱伝達が促進されて、オイルによる冷却効果が向上する。

[0042] そこで、内燃機関Ｅの運転領域において、ピストン２０の温度が最も高くなるのは最大出力運転時であることから、少なくとも最大出力運転時に、冷却通路Ｃを流れるオイルによるピストン２０の冷却効果を高めるために、周方向通路５１，５２にプラグ流が形成されるように、オイルジェット９０から噴射されるオイルの噴射速度および噴射流量（以下、単に「噴射流量」という。）が設定される。

[0043] 噴射速度および噴射流量は、噴射速度が、最大出力運転時のピストン最高速度以下であること、好ましくはピストン最高速度の３０％以上で９０％以下の範囲に設定されることを条件として、ピストン２０の下降行程および上昇行程で構成される１往復行程中に、オイルジェット９０から噴射されたオイルが入口３１に達するまでに空気抵抗により減速するために、最大出力運転時において噴射速度がピストン最高速度に等しい場合にもオイルが供給されない時期が確保されること、および、オイルジェット９０から噴射されたオイルがクランク室４内の空気を随伴して、該随伴空気と共に入口通路３０に流入することなどが考慮されて、実験やシミュレーション等に基づいて決められる。そして、噴射流量については、上限値が存在するものの、該上限値に達するまでは噴射流量が多いほど冷却効果が向上する。

[0044] 図４（ａ）を参照すると、第１，第２導入通路６１，６２とプラグ流との関係では、入口通路３０で形成された後記プラグ流は、分岐壁２８ｄにより周方向に二分割されて、導入通路６１，６２でのプラグ流が形成される。

そして、導入通路 6 1, 6 2 は、その通路面積が連続的に増加するディフューザ通路である（すなわち、拡大率 R が $R > 0$ である）ことにより、ディフューザ通路になっていない導入通路に比べて導入通路 6 1, 6 2 の最上流部 6 1 a, 6 2 a に連なる入口通路 3 0 の通路面積を小さくできるので、入口通路 3 0 でのプラグ流の形成を容易化できる。しかも、導入通路 6 1, 6 2 が段差なく連続的に、したがって滑らかに湾曲している湾曲通路であることにより、上下方向に延びている入口通路 3 0 から水平方向に延びている主通路 7 1, 7 2 に、入口通路 3 0 で形成されたプラグ流が分岐壁 2 8 d により分割されて円滑に導かれる。

[0045] また、図 5 を参照すると、導入通路 6 1, 6 2 の拡大率 R に応じてプラグ流によるピストン 2 0 の冷却効果が変わることが分かる。なお、内燃機関 E の最大出力運転時における拡大率 R と冷却効果との関係については、冷却通路 C にプラグ流を形成することが可能な噴射速度および噴射流量の範囲で、噴射速度および噴射流量に殆ど依存することなく、図 5 に示される相関関係とほぼ同様の相関関係を有する。

[0046] このように拡大率 R に応じてプラグ流による冷却効果が変わる原因は、冷却効果が最大となる最適拡大率 R_o に対して拡大率 R が小さくなるほど、導入通路 6 1, 6 2 での通路抵抗が増大して、冷却効果が低下し、最適拡大率 R_o に対して拡大率 R が大きくなるほど、導入通路 6 1, 6 2 でのオイルの流れが通路壁から剥離し易くなるために、プラグ流の液体プラグと通路壁との接触が不安定化して、冷却効果が低下するためと考えられる。

そこで、内燃機関 E（図 1 参照）の最大出力運転時にオイルジェット 9 0 から噴射されるオイルの噴射速度および噴射流量が同一である条件下での比較対象ピストンに比べて、ピストン 2 0 の高い冷却効果が得られる、換言すれば、図 5 において、ピストン 2 0 の頂面温度 T が比較対象ピストンの頂面温度 T_a よりも低くなる拡大率 R として、拡大率 R は $0.06 \leq R \leq 0.8$ の範囲の値に設定される。

ここで、比較対象ピストンとは、ピストンに設けられた冷却通路が、導入

通路 6 1, 6 2 (図 3, 図 4 参照) に相当する通路部分を有しておらず、入口通路 3 0 に主通路 7 1, 7 2 (図 3, 図 4 参照) が直接連なる形状 (図 3 (b) に相当する図での冷却通路の形状が T 字状) の通路であるピストンである。

そして、拡大率 R は、より好ましくは、前記比較対象ピストンに比べて一層高い冷却効果が得られるように、最適拡大率 R_0 を含む $0.5 R_0 \leq R \leq 2 R_0$ の範囲の値に設定される。

[0047] なお、オイル通路 9 3 のオイル圧は、メインギャラリ 9 7 のオイル圧が機関回転速度に応じて変化すること、および最大出力運転時の機関回転速度よりも低い機関回転速度の運転時にはピストン 2 0 の温度が最大出力運転時の温度よりも低くなることから、前記低い機関回転速度での内燃機関 E の運転時には、冷却通路 C において、プラグ流が形成されることなく、気泡流が形成される噴射速度または噴射流量であってもよい。

[0048] 次に、前述のように構成された実施形態の作用および効果について説明する。

ピストン冷却装置は、冷却通路 C が設けられたピストン 2 0 と、ピストン 2 0 が上下方向に往復運動するとき下方に向かって開口する入口通路 3 0 に対して下方に配置された噴射口 9 4 からオイルを噴射するオイルジェット 9 0 とを備え、冷却通路 C に気体とオイルとの気液 2 相プラグ流が、少なくとも内燃機関 E の最大出力運転時に形成されるように、オイルジェット 9 0 はピストン 2 0 の各行程においてオイルを噴射し、かつ噴射口 9 4 でのオイルの噴射速度は最大出力運転時のピストン 2 0 の最高速度以下とされる。

この構造により、ピストン 2 0 の往復運動を利用することにより、冷却通路 C には、少なくとも最大出力運転時に、往復運動するピストン 2 0 の各行程において最大出力運転時のピストン 2 0 の最高速度以下の噴射速度でオイルジェット 9 0 から噴射されて供給されたオイルにより、気体とオイルとの気液 2 相プラグ流が形成されるので、このプラグ流によりピストン 2 0 から冷却通路 C 内のオイルへの熱伝達が促進されて、オイルによるピストン 2 0

の冷却効率を向上できる。そして、冷却効率の向上により、ピストン２０の所要の冷却性を得ながら、オイルジェット９０からのオイルの噴射流量を削減でき、ピストン冷却用のオイル量の削減ができる。また、前記気液２相プラグ流は、ピストン２０の上下運動によって生じる加速度のため周方向通路５０の壁面を上下に移動するために、冷却効率の一層の向上がなされる。さらにはオイルジェット９０にオイルを供給するオイルポンプ９６の小型化ができ、オイルポンプ９６を駆動するための動力損失が減少して、燃費性能が向上する。

[0049] 周方向通路５１，５２は、最上流部６１ａ，６２ａで入口通路３０に連なる導入通路６１，６２と、最上流部７１ａ，７２ａで導入通路６１，６２に連なる主通路７１，７２とを有し、導入通路６１，６２は、上方に向かうにつれて周方向に湾曲して主通路７１，７２に連なると共に、通路面積が下流に向かって連続的に、かつほぼ一定の拡大率 R で増加するディフューザ通路である。

この構造により、オイルジェット９０から噴射されて入口通路３０から流入したオイルを主通路７１，７２に導く導入通路６１，６２が上方に向かうにつれて周方向に湾曲して主通路７１，７２に連なる湾曲通路であることで、入口通路３０を経たオイルが導入通路６１，６２の通路壁２８に衝突した際に生じる逆流や激みの発生が抑制され、導入通路６１，６２でのオイルのエネルギーを維持しながら該オイルを主通路７１，７２に案内することができる。

また、各導入通路６１，６２は拡大率 R で連続的に拡大するディフューザ通路を構成することから、入口通路３０からのオイルの運動エネルギーを圧力エネルギーに円滑に変換することができるので、渦や剥離に起因する圧力損失を低減できて、オイルジェット９０からの低い噴射速度および少ない噴射流量のオイルで、ピストン２０の所要の冷却性を得ることができる。

[0050] さらに、導入通路６１，６２は、拡大率 R が $R > 0$ である、すなわちその通路面積が連続的に増加するディフューザ通路であることにより、ディフュ

一ザ通路になっていない導入通路に比べて導入通路 6 1, 6 2 の最上流部 6 1 a, 6 2 a に連なる入口通路 3 0 の通路面積を小さくできるので、入口通路 3 0 でのプラグ流の形成を容易化できる。

そして、拡大率 R が $0.06 \leq R \leq 0.8$ の範囲の値に設定されることにより、導入通路 6 1, 6 2 において、拡大率が 0.06 未満であるときの通路抵抗の増大に起因する冷却効果の低下、および拡大率が 0.8 を超えるときのオイルの流れの剥離によるプラグ流の乱れに起因する冷却効果の低下が抑制される。この結果、オイルジェット 9 0 からのオイルの噴射流量を削減しながら、湾曲したディフューザ通路である導入通路 6 1, 6 2 を有する冷却通路 C を流れるオイルによるピストン 2 0 の冷却効果を高めることができる。さらに、拡大率 R が、最適拡大率 R_0 を含む $0.5 R_0 \leq R \leq 2 R_0$ の範囲の値に設定されることで、一層高い冷却効果を得ることができる。

[0051] 分岐部 6 3 は、入口通路 3 0 の通路中心線 L_i 上に位置することにより、第 1, 第 2 分岐導入通路 6 1, 6 2 に流入するオイル量のバラツキを抑制できるので、ピストン 2 0 の冷却を周方向で均等化できて、オイルジェット 9 0 からの噴射流量の減少に寄与できる。

[0052] 第 1, 第 2 分岐導入通路であると共にいずれもディフューザ通路を構成する第 1, 第 2 導入通路 6 1, 6 2 のそれぞれの最上流部 6 1 a, 6 2 a の通路断面と、入口通路 3 0 の最下流部 3 2 の通路断面とが、同一で、かつ同じ位置にあり、最下流部 3 2 および最上流部 6 1 a, 6 2 a において、通路中心線 L_i と通路中心線 L_d とが一致する。

この構造により、導入通路 6 1, 6 2 が周方向でオーバーラップするために、ピストン 2 0 に形成される両導入通路 6 1, 6 2 の形成領域を小さくすることができるので、オイルによるピストン 2 0 の所要の冷却性を確保しながら、ピストン 2 0 の剛性を高めることができる。

[0053] オイルジェット 9 0 には、オイルポンプ 9 6 から吐出されたオイルがメインギャラリ 9 7 を経て導かれると共に噴射口 9 4 を有するオイル通路 9 3 が設けられ、オイル通路 9 3 には、メインギャラリ 9 7 からオリフィス 9 2 に

より減圧されたオイルが導かれ、噴射口 9 4 の開口面積は、オリフィス 9 2 の絞り通路面積よりも大きい。

この構造により、オイルポンプ 9 6 から吐出されたオイルのオイル圧が、オリフィス 9 2 で減圧された後、オイルジェット 9 0 のオイル通路 9 3 に導かれるので、噴射速度を小さくできるため、噴射口 9 4 から噴射されたオイルの飛散・拡散を抑えることができ、効率よく冷却通路 C にオイルを供給することができ、しかもオイルポンプ 9 6 からのオイルをオイルジェット 9 0 に導くオイル供給通路でのオイル圧を高く維持できるので、オイルポンプ 9 6 の小型化が可能になる。

このように、ピストン 2 0 の冷却通路 C の形状を工夫することにより、オイルによるピストン P の冷却効率の向上およびピストン冷却用オイル量の削減が可能になる。

[0054] 次に、図 6 を参照して本発明の第 2 実施形態を、図 7 を参照して本発明の第 3 実施形態を説明する。第 1 実施形態とは、導入通路 6 1, 6 2 のみが相違し、その他は基本的に同一の構成を有するものである。そのため、同一の部分についての説明は省略または簡略にし、異なる点を中心に説明する。なお、実施形態の部材と同一の部材または対応する部材については、必要に応じて同一の符号が使用されている。

[0055] 第 2 実施形態での第 1, 第 2 導入通路 1 6 1, 1 6 2 は、その拡大率 R が第 1 実施形態の導入通路 6 1, 6 2 よりも小さい点を除いて、該導入通路 6 1, 6 2 と同じである。

第 3 実施形態での導入通路 2 6 1, 2 6 2 の拡大率 R は、第 2 実施形態と同じである

[0056] 図 7 において、第 1, 第 2 導入通路 2 6 1, 2 6 2 は入口通路 3 0 の最下流部 3 2 から上方（または、下流）に向かうにつれて、周方向で最下流部 3 2 から遠ざかるように互いに反対方向に湾曲する湾曲通路である。そして、分岐部 6 3（または分岐壁 2 8 d）は、最下流部 3 2 上にほぼ位置し、入口通路 3 0 の通路中心線 L i 上にほぼ位置する。したがって、導入通路 2 6 1

、 262 は、入口通路 30 から互いにほぼ独立して主通路 71、72 にそれぞれ連なる 1 対の独立した形状の通路になっている。

[0057] 以下、前述した実施形態の一部の構成を変更した実施形態について、変更した構成に関して説明する。

ピストン冷却装置は、オイルジェット 90 のオイル通路 93 に空気を混入するための空気供給装置（例えば、空気噴射弁や加圧空気が供給されるベンチュリ）を備えていてもよく、その場合には、冷却通路 C にプラグ流を形成可能な噴射速度の範囲または噴射流量の範囲を拡大できる。

周方向通路は、入口通路および出口通路に対して分岐しない 1 つの通路であってもよい。

拡大率は、前記実施形態では導入通路全体において一定であったが、導入通路の最上流部から最下流部に向かって連続的に増加してもよい。

内燃機関が備えられる対象は、車両以外の装置、例えば、船外機等の船舶推進装置、または発電装置であってもよい。

符号の説明

[0058]	20	ピストン
	30	入口通路、
	40	出口通路
	51, 52	周方向通路、
	61, 62	導入通路
	71, 72	主通路、
	81, 82	導出通路、
	90	オイルジェット
	92	オリフィス
	93	オイル通路
	94	噴射口、
	96	オイルポンプ
	97	メインギャラリ

E 内燃機関

C 冷却通路

請求の範囲

[請求項1] 周方向に延びている周方向通路と前記周方向通路にそれぞれ連通する入口通路および出口通路とを有する冷却通路が設けられた内燃機関用ピストンと、前記ピストンが上下方向に往復運動するとき下方に向かって開口する前記入口通路に対して下方に配置された噴射口からオイルを噴射するオイルジェットとを備え、前記噴射口から噴射されたオイルが、前記入口通路から流入して前記周方向通路を経て前記出口通路から流出するピストン冷却装置において、

前記冷却通路に気体とオイルとの気液2相プラグ流が、少なくとも内燃機関の最大出力運転時に形成されるように、前記オイルジェットは前記ピストンの各行程においてオイルを噴射し、かつ前記噴射口でのオイルの噴射速度は前記最大出力運転時の前記ピストンの最高速度以下とされることを特徴とするピストン冷却装置。

[請求項2] 前記周方向通路は、最上流部で前記入口通路に連なる導入通路と、最上流部で前記導入通路に連なる主通路とを有し、

前記導入通路は、上方に向かうにつれて周方向に湾曲して前記主通路に連なると共に、通路面積が下流に向かって連続的に増加するディフューザ通路であることを特徴とする請求の範囲第1項記載のピストン冷却装置。

[請求項3] 前記導入通路の通路中心線上での最上流部からの距離を S (m) とし、前記通路中心線に直交する平面上での通路面積を A (m²) としたとき、

次式

$$R = d(A^{1/2}) / dS$$

で定義される拡大率 R が $0.06 \leq R \leq 0.8$ であることを特徴とする請求の範囲第2項記載のピストン冷却装置。

[請求項4] 前記導入通路は、分岐部において周方向で互いに反対方向に向かって分岐する第1、第2分岐導入通路から構成され、

前記主通路は、前記第 1、第 2 分岐導入通路にそれぞれ連なる第 1、第 2 主通路から構成され、

前記分岐部は、上下方向で前記第 1、前記第 2 主通路の最下部よりもピストン頂面寄りに位置することを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 3 項のいずれか 1 項記載のピストン冷却装置。

[請求項5] 前記分岐部は、前記入口通路の通路中心線上に位置することを特徴とする請求の範囲第 4 項記載のピストン冷却装置。

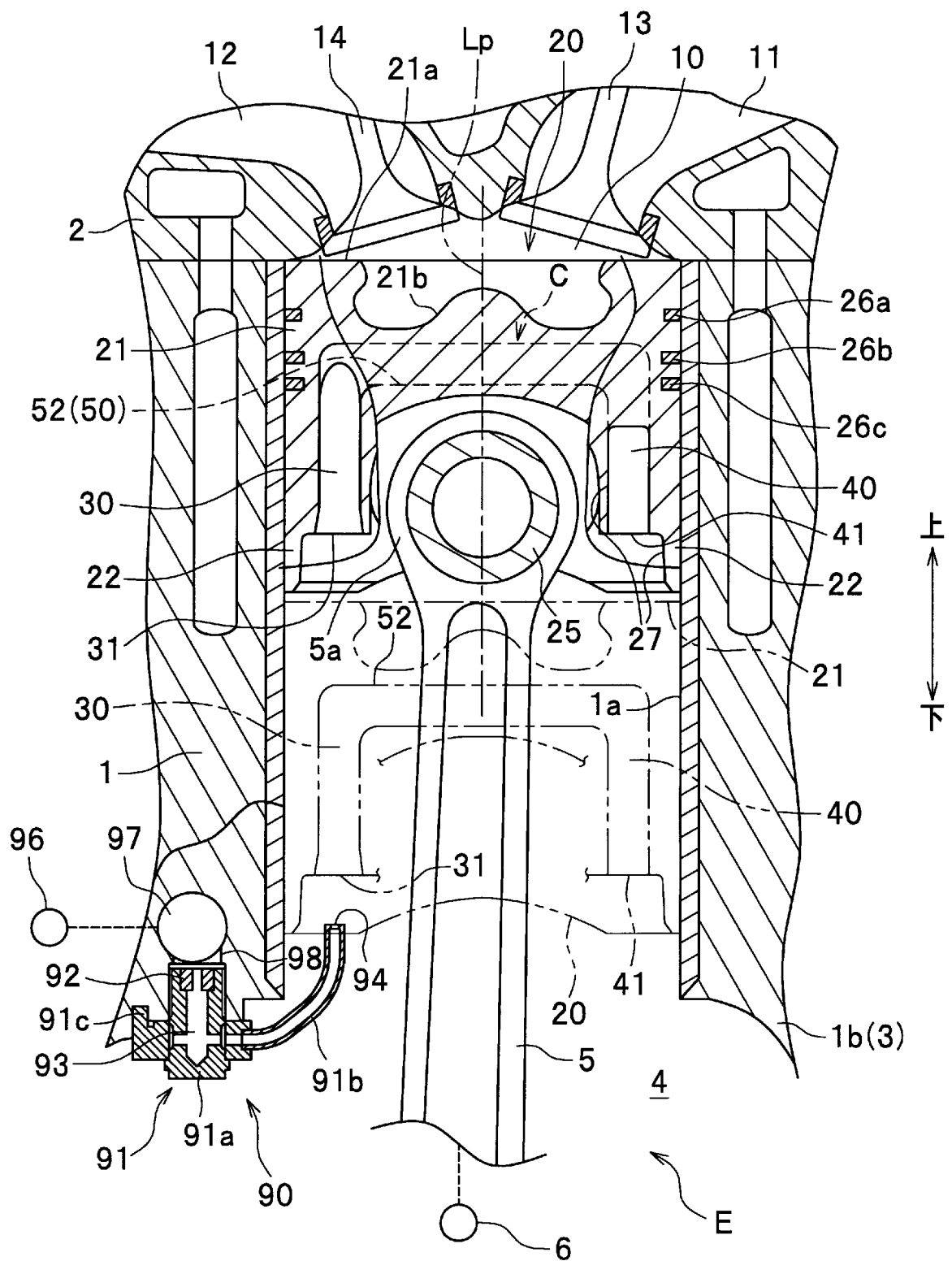
[請求項6] 前記第 1、第 2 分岐導入通路のそれぞれの最上流部の通路断面と、前記入口通路の最下流部の通路断面とが、同一で、かつ同じ位置にあることを特徴とする請求の範囲第 4 項記載のピストン冷却装置。

[請求項7] 前記オイルジェットには、オイルポンプから吐出されたオイルがオイル供給通路を経て導かれると共に前記噴射口を有するオイル通路が設けられ、

前記オイル通路には、前記オイル供給通路からオリフィスにより減圧されたオイルが導かれ、

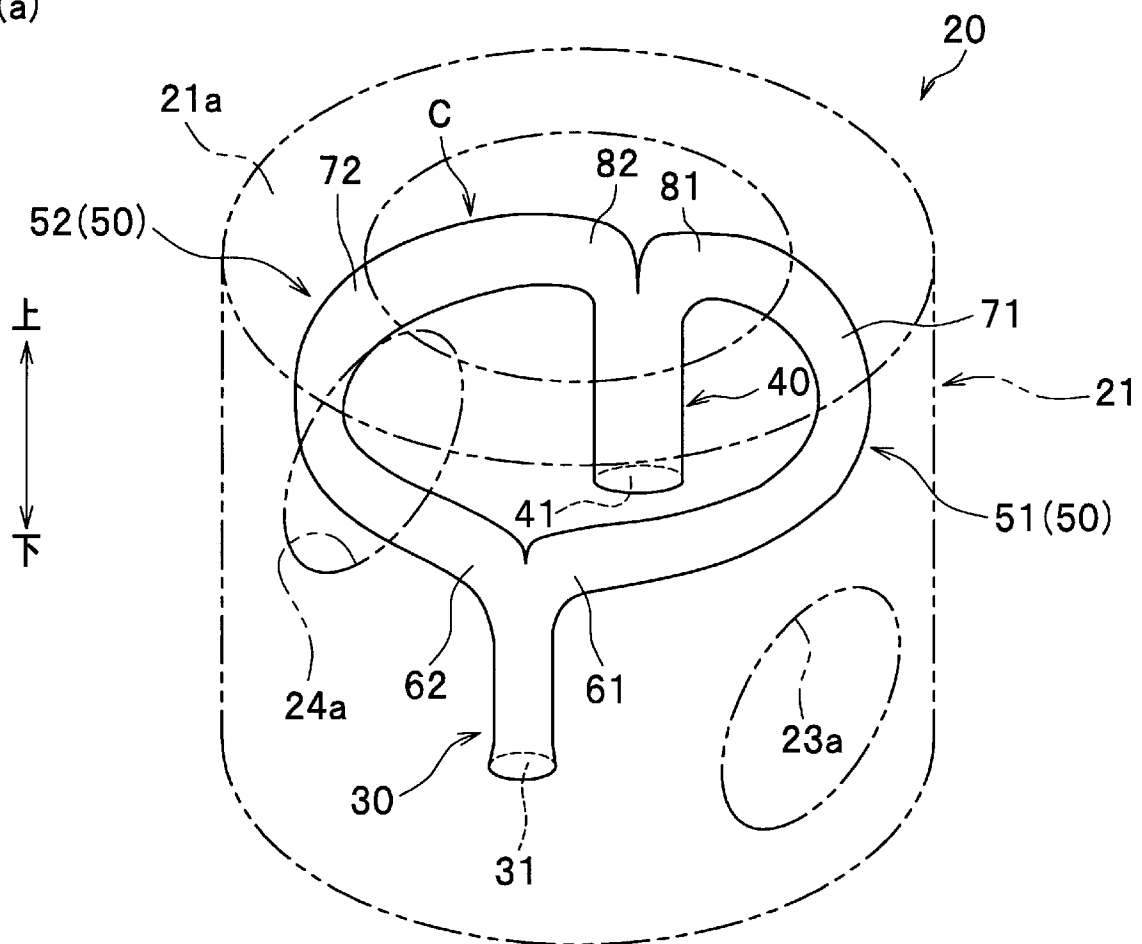
前記噴射口の開口面積は、前記オリフィスの絞り通路面積よりも大きいことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 3 項、第 5 項、第 6 項のいずれか 1 項記載のピストン冷却装置。

[図1]

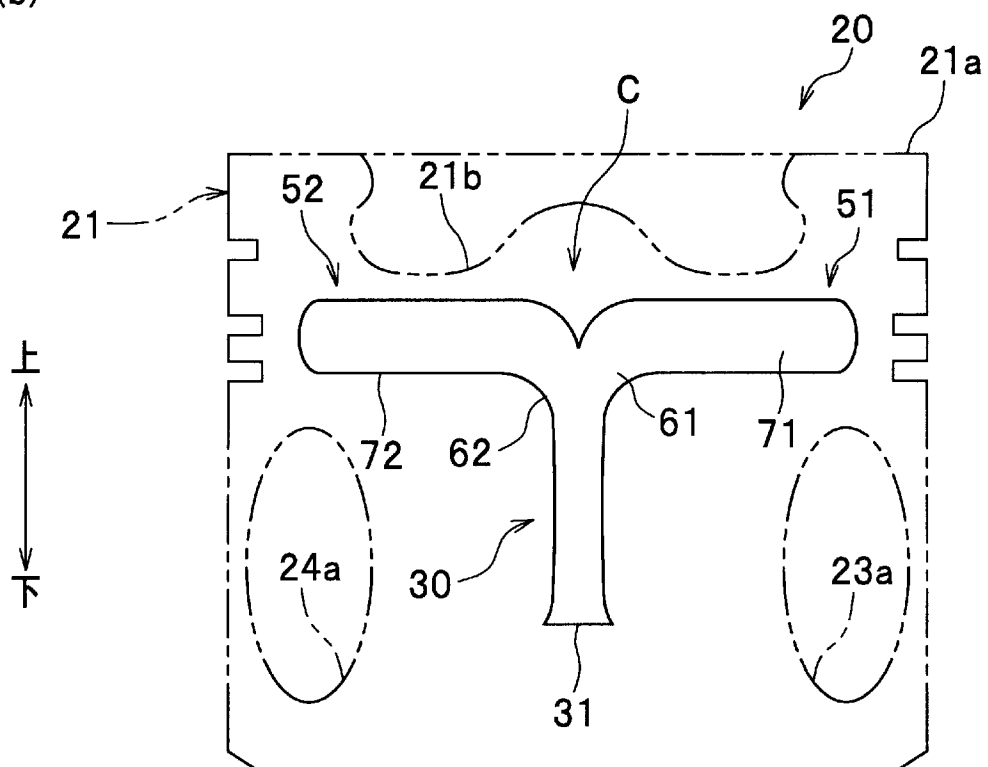


[図3]

(a)

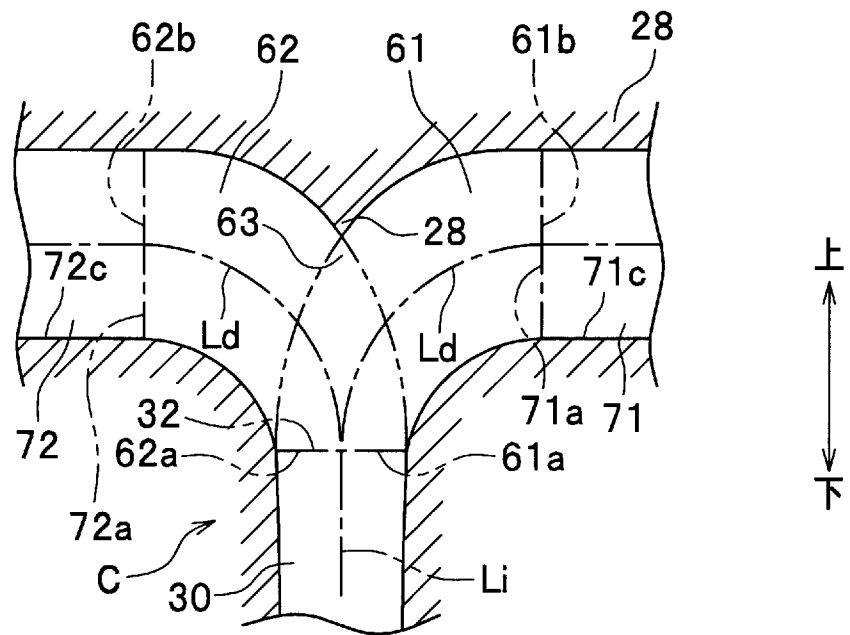


(b)

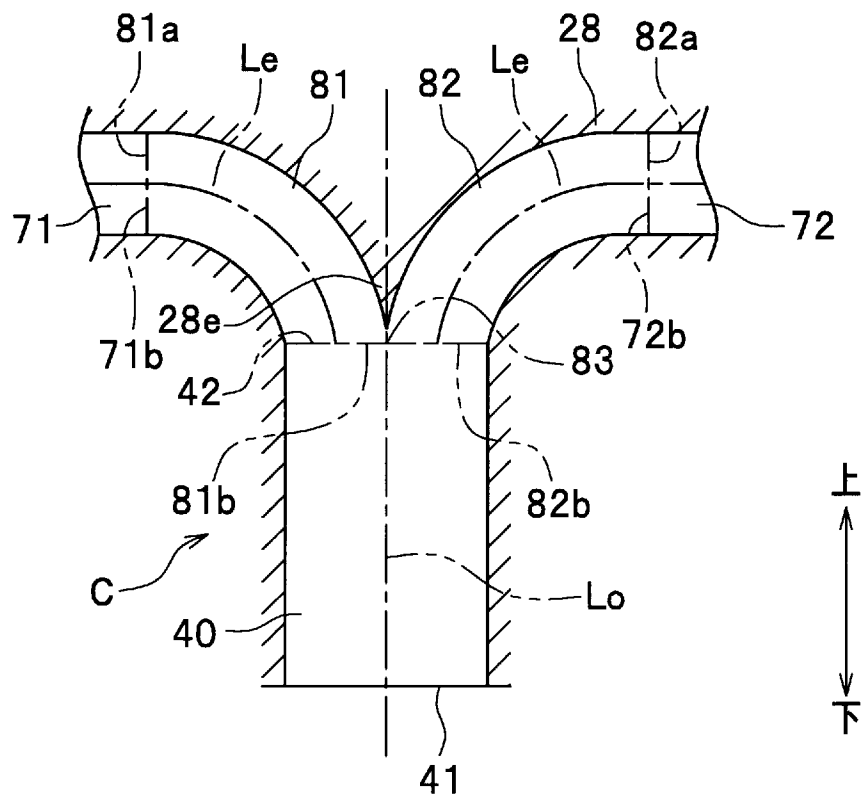


[図4]

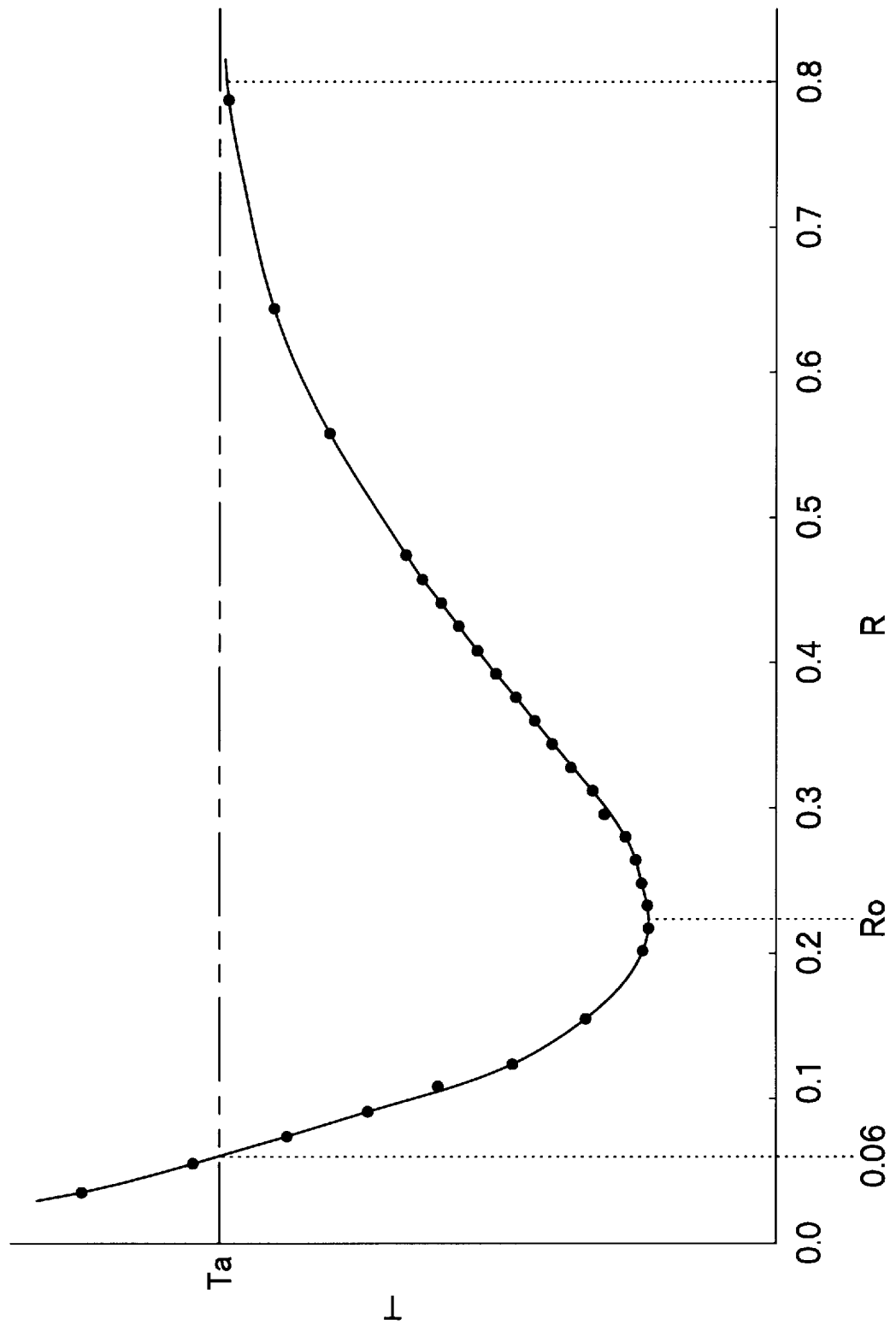
(a)



(b)



[図5]



This diagram shows a cross-sectional view of a battery cell. A curved separator (28) separates two electrodes (71 and 72). The separator has a central vertical channel (30) and side channels (32). The electrodes are labeled with various regions: 61a, 61b, 62a, 62b, 71a, 71c, 72a, and 72c. A dashed line (63) indicates a boundary. A vertical arrow on the right indicates the 'up' (上) and 'down' (下) directions. A label 'C' with an arrow points to the separator. The label 'Li' is located near the bottom of the separator channel.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053852

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01M1/08(2006.01) i

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)

F01M1/08

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 8-165924 A (Isuzu Motors Ltd.), 25 June 1996 (25.06.1996), paragraphs [0003], [0013] to [0017]; fig. 3 to 8 (Family: none)	1 4, 5 2, 3, 6, 7
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 2755/1992 (Laid-open No. 61423/1993) (Toyoda Automatic Loom Works, Ltd.), 13 August 1993 (13.08.1993), paragraphs [0005], [0006]; fig. 3 to 5 (Family: none)	4, 5

☒ 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
23 May, 2011 (23.05.11)Date of mailing of the international search report
07 June, 2011 (07.06.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053852

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-90159 A (Toyota Industries Corp., Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 06 April 2006 (06.04.2006), paragraph [0016]; fig. 1 to 3 (Family: none)	4, 5
Y	JP 2006-90158 A (Toyota Industries Corp., Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 06 April 2006 (06.04.2006), paragraph [0027]; fig. 1 (Family: none)	4, 5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F01M1/08(2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F01M1/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 8-165924 A (いすゞ自動車株式会社) 1996.06.25, 段落【0003】、【0013】 - 【0017】、図 3-8 (ファミリーなし)	1 4, 5 2, 3, 6, 7
Y	日本国実用新案登録出願 4-2755 号 (日本国実用新案登録出願公開 5-61423 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (株式会社豊田自動織機製作所) 1993.08.13, 段落【0005】、【0006】、図 3-5 (ファミリーなし)	4, 5

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 3 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

出口 昌哉

3 T

9 0 3 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2006-90159 A (株式会社豊田自動織機, 株式会社豊田中央研究所) 2006.04.06, 段落【0016】, 図 1-3 (ファミリーなし)	4, 5
Y	JP 2006-90158 A (株式会社豊田自動織機, 株式会社豊田中央研究所) 2006.04.06, 段落【0027】, 図 1 (ファミリーなし)	4, 5