

(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
2018年2月1日(01.02.2018)



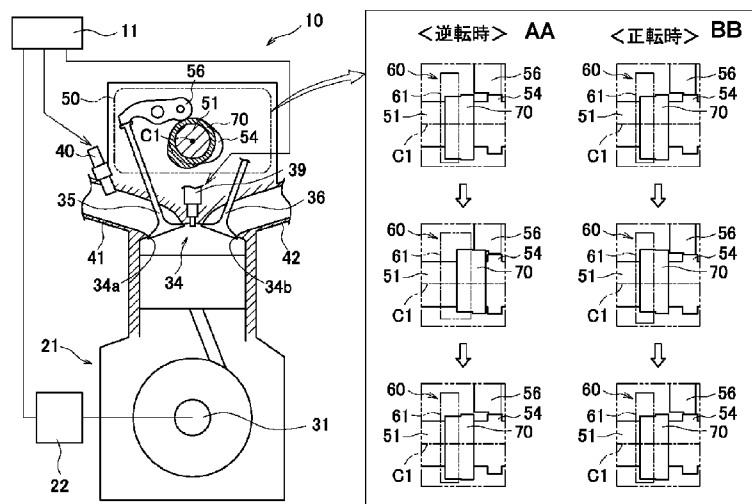
(10) 国際公開番号

WO 2018/021399 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 29/02 (2006.01) *F02D 41/06* (2006.01)
F01L 13/00 (2006.01) *F02D 43/00* (2006.01)
F02D 27/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/027022
- (22) 国際出願日: 2017年7月26日(26.07.2017)
- (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 2016-149211 2016年7月29日(29.07.2016) JP
- (71) 出願人: ヤマハ発動機株式会社 (YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 加来 淳一 (KAKU, Junichi); 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人梶・須原特許事務所 (K&J, SUHARA & ASSOCIATES); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5-14-22 リクルート新大阪ビル Osaka (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: ENGINE SYSTEM AND STRADDLE-TYPE VEHICLE

(54) 発明の名称: エンジンシステムおよび鞍乗型車両



AA During reverse rotation
BB During forward rotation

(57) Abstract: A reverse intake mechanism 60 comprises: a reverse intake cam 70 provided to a camshaft 51 so as to be incapable of rotating and capable of moving in the direction of a center axis line C1; and a reverse intake cam-moving mechanism 61 that moves the reverse intake cam 70 in the direction of the center axis line C1 during reverse rotation of the camshaft 51 such that the reverse intake cam 70 approaches a main intake cam 54 so as to bring the reverse intake cam 70 into contact with an intake cam follower 56 and drive an intake valve 35 such that an intake port 34a of a combustion chamber 34 opens, and subsequently moves the reverse intake cam 70 during reverse rotation of the camshaft 51 such that the reverse intake cam 70 separates from the main intake cam 54, but does not move the reverse intake cam 70 in the direction of the center axis line C1 during forward rotation of the camshaft 51. The present invention is capable of starting the engine unit in a more stable manner while suppressing an increase in the size of the engine unit.



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) 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 逆転吸気機構60は、回転不能で且つ中心軸線C1の方向に移動可能にカムシャフト51に設けられる逆転吸気カム70と、カムシャフト51の逆転中、中心軸線C1の方向において、逆転吸気カム70をメイン吸気カム54に近づくように移動させることで、逆転吸気カム70を吸気カムフォロア56に接触させて燃焼室34の吸気口34aが開くように吸気バルブ35を駆動させた後、カムシャフト51の逆転中、逆転吸気カム70をメイン吸気カム54から離れるように移動させると共に、カムシャフト51の正転中、逆転吸気カム70を中心軸線C1の方向に移動させない、逆転吸気カム移動機構61とを有する。エンジンユニットの大型化を抑制しつつ、エンジンユニットをより安定して始動させることができる。

明 細 書

発明の名称： エンジンシステムおよび鞍乗型車両

技術分野

[0001] 本発明は、エンジンユニットを有するエンジンシステムおよびそのエンジンシステムを備えた鞍乗型車両に関する。

背景技術

[0002] 自動二輪車等の鞍乗型車両において、エンジンユニットの始動の際、クランクシャフトは、始動用モータによって回転される。クランクシャフトが最初の圧縮上死点に対応する角度を超えて回転するためには、大きなトルクが必要となる。鞍乗型車両は、始動用モータと発電機の両方の機能を兼ねた I S G (Integrated Starter Generator) を有する場合がある。鞍乗型車両のエンジンレイアウトの都合上、I S G は減速機構を介せずにクランク軸に連結される。そのため、I S G の容量を発電機の出力に合わせると、始動用モータとして容量が不足する場合がある。そこで、始動用モータとしての容量の確保が難しい I S G を用いた場合であっても、大きなトルクを発生させることができる技術が求められていた。その要望に対して、クランクシャフトを一旦逆方向に回転させてから、クランクシャフトを正方向に回転させる技術が提案されている。

[0003] エンジンユニットの始動時に大きなトルクを発生させるために、クランクシャフトを一旦逆転させる技術の一例として、特許文献 1 に記載されるエンジンシステムがある。特許文献 1 に記載のエンジンシステムは、エンジンユニットの停止後、モータがクランクシャフトを所定の位置まで逆転させる。クランクシャフトの逆転時、燃料の噴射は行わない。しかし、特許文献 1 のエンジンシステムであっても、十分なトルクが得られず、クランクシャフトが、最初の圧縮上死点に対応する角度を超えて回転できない場合がある。

[0004] そこで、より大きいトルクを発生させてエンジンユニットを安定して始動させる技術として、特許文献 2 のエンジンシステムが提案されている。特許

文献２のエンジンシステムは、クランクシャフトが逆方向に回転するときに吸気通路部内の混合気を燃焼室に導入させる逆転吸気機構を備えている。なお、混合気とは、空気と燃料との混合気である。

この逆転吸気機構を備えたエンジンシステムは、エンジンユニットの始動時に以下のように動作する。クランクシャフトを逆転させている時に、燃料噴射装置が吸気通路部内に燃料を噴射する。その後、クランクシャフトを逆転させている時に、吸気通路部内の混合気が、燃焼室内に導入される。続いて、点火装置が、燃焼室内で圧縮された混合気に点火する。それにより、混合気が燃焼する。その燃焼のエネルギーがクランクシャフトを正方向に回転させる。よって、クランクシャフトは、最初の圧縮上死点に対応する角度を超えて回転できる。このように、燃焼エネルギーによって十分なトルクを得ることができるため、エンジンユニットを安定して始動させることができる。また、燃焼エネルギーによって十分なトルクを得ることができるため、クランクシャフトの逆転時に燃料噴射を行わない場合に比べて、始動用モータの容量を小さくできる。そのため、ＩＳＧを小型化できる。その結果、エンジンユニットを小型化できる。このように、特許文献２のエンジンシステムは、エンジンユニットを安定して始動させることができ且つエンジンユニットを小型化できる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２００５－２４８９２１号公報

特許文献２：特開２０１４－７７４０５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本願発明者らは、特許文献２の逆転吸気機構を備えたエンジンシステムについて、種々の実験および解析を行った。それにより、特許文献２の逆転吸気機構を備えたエンジンシステムでは、クランクシャフトが逆転した後の最

初の燃焼状態にばらつきが生じることに気付いた。

つまり、特許文献2のエンジンシステムは、エンジンユニットを小型化できるものの、エンジンユニットを安定して始動させる点については改善の余地があった。

[0007] 本発明の目的は、エンジンユニットの大型化を抑制しつつ、エンジンユニットをより安定して始動させることができるエンジンシステムおよびそれを備えた鞍乗型車両を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本願発明者は、特許文献2の逆転吸気機構を備えたエンジンシステムにおいて、クランクシャフトが逆転した後の最初の燃焼状態にばらつきが生じる理由について研究した。

特許文献2の逆転吸気機構は、メイン吸気カムと、逆転吸気カム（サブ吸気カム）を有する。メイン吸気カムは、回転不能且つカムシャフトの中心軸線方向に移動不能にカムシャフトに設けられる。逆転吸気カムは、回転可能且つカムシャフトの中心軸線方向に移動不能にカムシャフトに設けられる。メイン吸気カムおよび逆転吸気カムは、ベース円よりも径方向外側に突出するカムノーズ部をそれぞれ有する。カムシャフトは、クランクシャフトの回転に連動して回転する。カムシャフトの正転時、逆転吸気カムのカムノーズ部は、カムシャフトの中心軸線方向に見て、メイン吸気カムのカムノーズ部と重なる位置に配置される。それにより、カムシャフトの正転時、逆転吸気カムのカムノーズ部はロッカーアームに接触しない。つまり、逆転吸気カムは吸気バルブを駆動しない。

カムシャフトの逆転時、逆転吸気カムは、メイン吸気カムに対して、カムシャフトの正転方向の相対回転が規制される。つまり、メイン吸気カムの逆転に伴って、逆転吸気カムは逆転する。ロッカーアームが逆転吸気カムのカムノーズ部に接触し始めたとき、逆転吸気カムはカムシャフトと一体的に逆転する。その後、ロッカーアームは、逆転吸気カムのカムノーズ部の頂点を越えて接触する。すると、逆転吸気カムはロッカーアームによって周方向に

押される。それにより、逆転吸気カムは一時的にカムシャフトよりも速く逆転する。このときのサブ吸気カムの速度は、サブ吸気カムとカムシャフトとの摺動抵抗の影響を受ける。すなわち、潤滑オイルの性状（粘度など）、温度、汚損および劣化の影響により、サブ吸気カムの速度にばらつきが生じることになる。そのため、逆転吸気カムが吸気口を開くように吸気バルブを駆動する時間にばらつきが生じる。よって、吸気口から燃焼室に導入される吸入空気量にばらつきが生じる。そのため、燃焼室内の混合気の空燃比にばらつきが生じる。その結果、クランクシャフトが逆転した後の最初の燃焼状態にばらつきが生じる。この問題は、特許文献2の逆転吸気機構に限らず、逆転吸気カムを回転させて、メイン吸気カムに対する相対位置を変化させるような逆転吸気機構でも生じる。

[0009] この問題を解消する方法として、カムシャフトの逆転時、逆転吸気カムの双方向の相対回転を一時的に規制する方法が考えられる。つまり、吸気バルブを所定の位置でカムシャフトに固定する固定機構と、その固定状態を解除する解除機構を設ける。それにより、エンジンユニットをより安定して始動できる。

しかし、このような固定機構と解除機構を設けると、逆転吸気機構が大型化する。それによって、エンジンユニットが大型化してしまう。

[0010] そこで、本願発明者は、固定機構と解除機構を設けることなく、逆転吸気カムが一時的にカムシャフトよりも速く逆転するのを防止する方法を検討した。

そして、本願発明者は、逆転吸気カムを、回転不能で且つ中心軸線の方に移動可能にカムシャフトに設けることを思い付いた。逆転吸気カムがカムシャフトに回転不能に設けられることで、逆転吸気カムが一時的にカムシャフトよりも速く逆転することを防止できる。それにより、クランクシャフトが逆転した後の最初の燃焼状態にばらつきが生じることを防止できる。その結果、エンジンユニットをより安定して始動できる。また、逆転吸気カムは、吸気バルブを駆動する位置と吸気バルブを駆動しない位置とにわたってカ

ムシャフトの中心軸線の方角に移動する。そのため、吸気バルブを駆動する位置と吸気バルブを駆動しない位置とにわたって逆転吸気カムが回転する場合に比べて、カムノーズ部の移動距離を短くすることができる。それにより、逆転吸気カムの位置の切換えに要する時間が短縮化される。それにより、逆転吸気カムの位置の切換えの際に外乱を受ける可能性が低くなるので、逆転吸気カムの移動の精度が高くなる。また、逆転吸気カムを回転させるよりも、カムシャフトの中心軸線の方角に移動させる方が、移動精度を高めやすい。これらから、エンジンユニットをより一層安定して始動できる。

また、上述したような固定機構と解除機構を設けないため、エンジンユニットの大型化を抑制できる。

[0011] <1>本発明のエンジンシステムは、以下の構成を有する。

エンジンシステムは、燃焼室およびクランクシャフトを有するエンジンユニットと、前記クランクシャフトを正転および逆転させる駆動源と、前記エンジンユニットおよび前記駆動源の動作を制御する制御装置とを備える。

前記エンジンユニットは、前記燃焼室に設けられる吸気口に接続される吸気通路部と、前記燃焼室に設けられる前記吸気口を開閉する吸気バルブと、前記燃焼室に設けられる排気口を開閉する排気バルブと、前記吸気バルブおよび前記排気バルブを駆動するバルブ駆動機構と、前記吸気通路部内で燃料を噴射する燃料噴射装置と、前記燃焼室内において、空気と燃料との混合気に点火する点火装置と、を備える。

前記制御装置は、（１）前記エンジンユニットの始動時に、前記クランクシャフトが逆転されるように前記駆動源を制御し、（２）前記クランクシャフトの逆転中、燃料を噴射するように前記燃料噴射装置を制御し、（３）前記クランクシャフトの逆転中または前記クランクシャフトが逆転する期間の後、混合気に点火するように前記点火装置を制御する。

前記バルブ駆動機構は、前記クランクシャフトの回転に連動して正転および逆転するカムシャフトと、回転不能で且つ中心軸線の方角に移動不能に前記カムシャフトに設けられるメイン吸気カムと、前記メイン吸気カムと接触

し、前記吸気バルブを駆動する吸気カムフォロアと、前記カムシャフトの逆転中、前記メイン吸気カムと前記吸気カムフォロアとの接触により前記吸気バルブが駆動されて前記吸気口が開いた後に、前記吸気口を開くように前記吸気バルブを駆動して、前記吸気口から前記燃焼室に混合気を導入させる逆転吸気機構と、を備える。

前記逆転吸気機構は、回転不能で且つ中心軸線の方に移動可能にカムシャフトに設けられる逆転吸気カムと、（a）前記カムシャフトの逆転中、前記カムシャフトの中心軸線の方において、前記逆転吸気カムを前記メイン吸気カムに近づくように移動させることで、前記逆転吸気カムを前記吸気カムフォロアに接触させて前記吸気口が開くように前記吸気バルブを駆動させた後、前記カムシャフトの逆転中、前記カムシャフトの中心軸線の方において、前記逆転吸気カムを前記メイン吸気カムから離れるように移動させると共に、（b）前記カムシャフトの正転中、前記逆転吸気カムを前記カムシャフトの中心軸線の方に移動させない、逆転吸気カム移動機構と、を有する。

[0012] この構成によると、本発明のエンジンシステムは、エンジンユニットと、駆動源と、制御装置とを備える。エンジンユニットは、燃焼室およびクランクシャフトを有する。駆動源は、前記クランクシャフトを正転および逆転させる。制御装置は、エンジンユニットおよび駆動源の動作を制御する。エンジンユニットは、吸気通路部と、吸気バルブと、バルブ駆動機構と、燃料噴射装置と、点火装置とを備える。吸気通路部は、燃焼室に設けられる吸気口に接続される。吸気バルブは、燃焼室に設けられる吸気口を開閉する。排気バルブは、燃焼室に設けられる排気口を開閉する。バルブ駆動機構は、吸気バルブおよび排気バルブを駆動する。燃料噴射装置は、吸気通路部内で燃料を噴射する。点火装置は、燃焼室内において、空気と燃料との混合気に点火する。

制御装置は、エンジンユニットの始動時に、クランクシャフトが逆転されるように駆動源を制御する。また、制御装置は、クランクシャフトの逆転中

、燃料を噴射するように燃料噴射装置を制御する。また、制御装置は、クランクシャフトの逆転中またはクランクシャフトが逆転する期間の後、混合気に点火するように点火装置を制御する。

バルブ駆動機構は、カムシャフトと、メイン吸気カムと、吸気カムフォロアと、逆転吸気機構とを備える。カムシャフトは、クランクシャフトの回転に連動して正転および逆転する。メイン吸気カムは、回転不能で且つ中心軸線の方に移動不能にカムシャフトに設けられる。吸気カムフォロアは、メイン吸気カムと接触する。吸気カムフォロアは、吸気バルブを駆動する。つまり、メイン吸気カムは、吸気カムフォロアを介して、吸気バルブを駆動する。逆転吸気機構は、カムシャフトの逆転中、メイン吸気カムと吸気カムフォロアとの接触により吸気バルブが駆動されて吸気口が開いた後に、吸気口を開くように吸気バルブを駆動する。それにより、吸気口から燃焼室に混合気を導入させる。

[0013] 上述したように、特許文献2のような従来の逆転吸気機構は、回転可能にカムシャフトに設けられた逆転吸気カムを有する。このような従来の逆転吸気機構によると、カムシャフトの逆転時に、ロッカーアーム等と逆転吸気カムとの接触位置が、逆転吸気カムの外周面の頂点を越えたとき、逆転吸気カムが一時的にカムシャフトよりも速く回転する。このときの逆転吸気カムの速度にはばらつきが生じる。そのため、クランクシャフトが逆転した後の最初の燃焼状態にばらつきが生じてしまう。逆転吸気カムが一時的にカムシャフトよりも速く回転することを防止するには、逆転吸気カムを所定の位置で固定する固定機構とその固定を解除する解除機構とを設けることが考えられる。しかし、このような固定機構および解除機構が設けられた場合、逆転吸気機構が大型化する。その結果、エンジンユニットが大型化してしまう。

[0014] 一方、本発明の逆転吸気機構が有する逆転吸気カムは、回転不能で且つカムシャフトの中心軸線の方に移動可能にカムシャフトに設けられる。また、本発明における逆転吸気機構は、逆転吸気カム移動機構を有する。逆転吸気カム移動機構は、カムシャフトの逆転中、カムシャフトの中心軸線の方

において、逆転吸気カムをメイン吸気カムに近づくように移動させる。そして、逆転吸気カムが吸気カムフォロアに接触することで、吸気口が開くように吸気バルブが駆動される。それにより、吸気口から燃焼室に混合気が導入される。このように、逆転吸気カム移動機構は、カムシャフトの逆転時に、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線の方に移動させて、逆転吸気カムによって吸気バルブを駆動させる。逆転吸気カムは、回転不能にカムシャフトに設けられる。そのため、上述した固定機構と解除機構を設けなくても、カムシャフトの逆転時に、逆転吸気カムが一時的にカムシャフトよりも速く回転することを防止できる。それにより、クランクシャフトが逆転した後の最初の燃焼状態にばらつきが生じることを防止できる。その結果、エンジンユニットをより安定して始動できる。

[0015] カムシャフトの逆転時、逆転吸気カム移動機構は、カムシャフトの中心軸線の方ににおいて、逆転吸気カムをメイン吸気カムに近づくように移動させた後、カムシャフトの正転開始前（点火前）に逆転吸気カムをメイン吸気カムから離れるように移動させる。また、逆転吸気カム移動機構は、カムシャフトの正転中、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線の方に移動させない。そのため、カムシャフトの正転時に、逆転吸気カムは吸気カムフォロアに接触しない。つまり、カムシャフトの正転時に、逆転吸気カムは吸気バルブを駆動しない。

逆転吸気カムは、吸気バルブを駆動する位置と吸気バルブを駆動しない位置とにわたってカムシャフトの中心軸線の方に移動する。そのため、逆転吸気カムが吸気バルブを駆動する位置と吸気バルブを駆動しない位置とにわたって回転する場合に比べて、逆転吸気カムの移動距離を短くすることができる。移動距離が短いと、逆転吸気カムの位置の切換えに要する時間が短縮化される。それにより、逆転吸気カムの位置の切換えの際に外乱を受ける可能性が低くなるので、逆転吸気カムの移動の精度が高くなる。また、逆転吸気カムを回転させるよりも、カムシャフトの中心軸線の方に移動させる方が、移動精度を高めやすい。これらから、エンジンユニットをより一層安定

して始動できる。

また、上述した固定機構と解除機構を設けなくて済むため、逆転吸気機構の大型化を抑制できる。よって、エンジンユニットの大型化を抑制できる。

[0016] また、従来の逆転吸気カムは、カムシャフトの正転時に逆転吸気カムを吸気バルブが開くように吸気カムフォロアに作用させないために、カムシャフトの中心軸線の方角に見て全体が吸気メインカムと重なる形状である必要がある。一方、本発明における逆転吸気カムは、カムシャフトの正転時に、メイン吸気カムからカムシャフトの中心軸線の方角に離れた位置に配置される。そのため、本発明における逆転吸気カムは、上記のような形状の制約を受けない。よって、逆転吸気カムの外周面の形状の自由度が高い。そのため、エンジンユニットがより安定して始動できるように、逆転吸気カムの形状を設計できる。

[0017] <2>他の観点によれば、本発明のエンジンシステムは以下の構成を有することが好ましい。逆転吸気カム移動機構は、前記カムシャフトの回転力を、前記逆転吸気カムを前記カムシャフトの中心軸線の方角に移動させる力に変換する変換機構を含む。

[0018] この構成によると、逆転吸気カム移動機構は、カムシャフトの回転力を使って、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線の方角に移動させる変換機構を有する。そのため、例えば電動式のアクチュエータを使って、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線の方角に移動させる場合に比べて、逆転吸気カム移動機構を小型化できる。よって、エンジンユニットの大型化をより抑制できる。

[0019] <3>他の観点によれば、本発明のエンジンシステムは、上記<2>の構成に加えて、以下の構成を有することが好ましい。前記変換機構は、前記カムシャフトの中心軸線の方角を向いた第1カム面と、前記第1カム面に接触する逆転吸気カムフォロアと、を有し、前記第1カム面および前記吸気カムフォロアの方が、前記逆転吸気カムに設けられる。

[0020] この構成によると、変換機構は、第1カム面と、逆転吸気カムフォロアと

を有する。第1カム面および逆転吸気カムフォロアの一方は、逆転吸気カムに設けられる。第1カム面は、カムシャフトの中心軸線の方角を向いている。逆転吸気カムフォロアは、第1カム面に接触する。カムシャフトが回転することで、逆転吸気カムは、第1カム面の形状に応じて、カムシャフトの中心軸線の方角に移動できる。そのため、カムシャフトの逆転時に、カムシャフトの逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線の方角に移動させることができる。

[0021] <4>他の観点によれば、本発明のエンジンシステムは、上記<3>の構成に加えて、以下の構成を有することが好ましい。前記第1カム面が、前記逆転吸気カムに設けられる。

[0022] この構成によると、逆転吸気カムに第1カム面が設けられる。仮に、逆転吸気カムに逆転吸気カムフォロアが設けられる場合、第1カム面を有する部材が、逆転吸気カムの外側に配置される。この部材は、逆転吸気カムの周方角の一部または全部を覆うように配置される。そのため、変換機構が大型化する場合がある。それに対して、逆転吸気カムに第1カム面が設けられる場合、逆転吸気カムフォロアが逆転吸気カムの外側に配置される。逆転吸気カムフォロアおよび逆転吸気カムフォロアが設けられる部材は、逆転吸気カムを囲むように配置しなくてよい。そのため、変換機構を小型化できる。よって、エンジンユニットの大型化をより抑制できる。

[0023] <5>他の観点によれば、本発明のエンジンシステムは、上記<3>または<4>の構成に加えて、以下の構成を有することが好ましい。前記変換機構は、前記カムシャフトの中心軸線の方角で且つ前記メイン吸気カムから前記逆転吸気カムに向かう方角に前記逆転吸気カムを押圧する第1弾性部材を有する。前記変換機構は、前記カムシャフトの逆転中、前記第1カム面と前記逆転吸気カムフォロアとが接触することで、前記カムシャフトの中心軸線の方角において、前記逆転吸気カムを前記メイン吸気カムに近づくように移動させる。

[0024] この構成によると、カムシャフトの逆転中、第1カム面と逆転吸気カムフ

フォロアとが接触することで、カムシャフトの中心軸線の方において、逆転吸気カムはメイン吸気カムに近づくように移動する。変換機構は、第1カム面および逆転吸気カムフォロアに加えて、第1弾性部材を有する。第1弾性部材は、カムシャフトの中心軸線の方で且つメイン吸気カムから逆転吸気カムに向かう方に逆転吸気カムを押圧する。このとき、第1弾性部材によって、第1カム面と逆転吸気カムフォロアが接触した状態をより確実に維持できる。また、カムシャフトの逆転中、第1弾性部材によって、逆転吸気カムをメイン吸気カムから離すように移動させることができる。よって、第1カム面と逆転吸気カムフォロアとの接触と、第1弾性部材とによって、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線の方へ往復移動させることができる。このように簡易な構成によって、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線の方へ往復移動させることができるため、エンジンユニットの大型化をより抑制できる。

第1弾性部材によって、逆転吸気カムをメイン吸気カムから離れるように移動させる。よって、第1弾性部材によって、逆転吸気カムがメイン吸気カムから離れた状態を維持できる。そのため、カムシャフトの正転時に、逆転吸気カムフォロアを、第1カム面が設けられる部材に接触させなくて済む。したがって、第1カム面が設けられる部材の摩耗を抑制できる。よって、エンジンユニットをより安定して始動できる。

また、第1カム面と逆転吸気カムフォロアとの接触によって、逆転吸気カムをメイン吸気カムに近づくように移動させる。そのため、弾性部材によって、逆転吸気カムをメイン吸気カムに近づくように移動させる場合に比べて、逆転吸気カムの移動を制御しやすい。したがって、逆転吸気カムを安定して移動させることができる。よって、エンジンユニットをより安定して始動できる。

[0025] <6>他の観点によれば、本発明のエンジンシステムは、上記<3>～<5>のいずれかの構成に加えて、以下の構成を有することが好ましい。前記逆転吸気カムフォロアは、前記カムシャフトの径方向に移動可能に設けられ

る。前記逆転吸気カム移動機構は、前記逆転吸気カムフォロアと接触し、前記逆転吸気カムフォロアが前記逆転吸気カムに設けられない場合に前記カムシャフトの径方向外側を向いており、前記逆転吸気カムフォロアが前記逆転吸気カムに設けられる場合に前記カムシャフトの径方向内側を向いている第2カム面を有する。

[0026] この構成によると、逆転吸気カム移動機構は、第1カム面および逆転吸気カムフォロアに加えて、第2カム面を有する。逆転吸気カムフォロアが逆転吸気カムに設けられない場合、第2カム面は、カムシャフトの径方向外側を向いている。逆転吸気カムフォロアが逆転吸気カムに設けられる場合、第2カム面は径方向内側を向いている。逆転吸気カムフォロアは、カムシャフトの径方向に移動可能である。逆転吸気カムフォロアは、第2カム面に接触する。カムシャフトが回転することで、逆転吸気カムフォロアは、第2カム面の形状に応じて、カムシャフトの径方向に移動できる。それにより、カムシャフトの回転方向に応じて、逆転吸気カムフォロアのルートを変化させることができる。そのため、逆転吸気カム移動機構は、カムシャフトの逆転時に、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線方向に移動させて、カムシャフトの正転時に、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線方向に移動させないという構成が可能である。

また、逆転吸気カム移動機構は、第2カム面と逆転吸気カムフォロアという簡易な構成によって、逆転吸気カムフォロアをカムシャフトの径方向に移動させる。そのため、例えば、電動式のアクチュエータを使って、逆転吸気カムフォロアを径方向に移動させる場合に比べて、変換機構を小型化できる。よって、エンジンユニットの大型化をより抑制できる。

[0027] <7>他の観点によれば、本発明のエンジンシステムは、上記<6>の構成に加えて、以下の構成を有することが好ましい。前記逆転吸気カム移動機構は、前記逆転吸気カムフォロアが前記逆転吸気カムに設けられない場合に前記逆転吸気カムフォロアを前記径方向内側に向かって押圧し、前記逆転吸気カムフォロアが前記逆転吸気カムに設けられる場合に前記逆転吸気カムフ

フォロアを前記径方向外側に向かって押圧する第2弾性部材を有する。前記逆転吸気カム移動機構は、前記カムシャフトの逆転中、前記第2カム面と前記逆転吸気カムフォロアとが接触することで、前記逆転吸気カムに設けられない前記逆転吸気カムフォロアを前記カムシャフトの径方向外側に向かって移動させるか、もしくは、前記逆転吸気カムに設けられた前記逆転吸気カムフォロアを前記カムシャフトの径方向内側に向かって移動させる。

[0028] この構成によると、逆転吸気カムフォロアが逆転吸気カムに設けられない場合、カムシャフトの逆転中、第2カム面と逆転吸気カムフォロアとが接触することで、逆転吸気カムフォロアはカムシャフトの径方向外側に向かって移動する。逆転吸気カムフォロアが逆転吸気カムに設けられる場合、カムシャフトの逆転中、第2カム面と逆転吸気カムフォロアとが接触することで、逆転吸気カムフォロアはカムシャフトの径方向内側に向かって移動する。逆転吸気カム移動機構は、第2弾性部材を有する。逆転吸気カムフォロアが逆転吸気カムに設けられない場合、第2弾性部材は、カムシャフトの逆転中、逆転吸気カムフォロアをカムシャフトの径方向内側に向かって押圧する。逆転吸気カムフォロアが逆転吸気カムに設けられる場合、第2弾性部材は、カムシャフトの逆転中、逆転吸気カムフォロアをカムシャフトの径方向外側に向かって押圧する。第2弾性部材によって、第2カム面と逆転吸気カムフォロアが接触した状態をより確実に維持できる。また、第2カム面と逆転吸気カムフォロアとの接触と、第2弾性部材によって、逆転吸気カムフォロアをカムシャフトの径方向に往復移動させることができる。このように簡易な構成によって、逆転吸気カムをカムシャフトの径方向に往復移動させることができるため、エンジンユニットの大型化をより抑制できる。

[0029] <8>他の観点によれば、本発明のエンジンシステムは、上記<6>または<7>の構成に加えて、以下の構成を有することが好ましい。前記第1カム面および前記第2カム面は、前記カムシャフトの逆転中、前記逆転吸気カムを前記カムシャフトの中心軸線の方に移動させて、前記カムシャフトの正転中、前記逆転吸気カムを前記カムシャフトの中心軸線の方に移動させ

ないように構成されている。

[0030] この構成によると、第1カム面および第2カム面は、カムシャフトの逆転中に逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線の方に移動させるように構成されている。また、第1カム面および第2カム面は、カムシャフトの正転中に逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線の方に移動させないように構成されている。そのため、カムシャフトの正転中に、逆転吸気カムフォロアを逆転吸気カムに接触しない位置まで退かせなくて済む。したがって、逆転吸気カムフォロアを逆転吸気カムに接触しない位置まで退かせる機構を設けた場合に比べて、逆転吸気カム移動機構を小型化できる。よって、エンジンユニットの大型化をより抑制できる。

[0031] <9>他の観点によれば、本発明のエンジンシステムは、上記<1>～<8>のいずれかの構成に加えて、以下の構成を有することが好ましい。前記カムシャフトの中心軸線の方において、前記逆転吸気カムの前記吸気カムフォロアと接触する部分の長さが、前記メイン吸気カムの長さよりも短い。

[0032] 逆転吸気カムは、エンジンユニットの始動時にのみ使われる。つまり、逆転吸気カムは、遅いエンジン回転速度のときに、短時間だけ、吸気カムフォロアと接触する。したがって、逆転吸気カムに求められる耐久性は、メイン吸気カムに求められる耐久性よりも低い。したがって、カムシャフトの中心軸線の方において、逆転吸気カムの吸気カムフォロアと接触する部分の長さは、メイン吸気カムの長さよりも短くてよい。逆転吸気カムの吸気カムフォロアと接触する部分の長さが短いことにより、逆転吸気カムフォロアの逆転吸気カムと接触する部分の長さも短くできる。つまり、逆転吸気カムと逆転吸気カムフォロアの両方の長さを短くできる。さらに、逆転吸気カムの吸気カムフォロアと接触する部分の長さが短いことにより、逆転吸気カムのカムシャフトの中心軸線の方の可動範囲を短くできる。これらから、バルブ駆動機構のカムシャフトの中心軸線の方の大型化を抑制できる。よって、エンジンユニットの大型化をより抑制できる。

[0033] <10>他の観点によれば、本発明の鞍乗型車両は以下の構成を有するこ

とが好ましい。

本発明の鞍乗型車両は、鞍乗型車両シートを有する本体部と、本発明のエンジンシステムと、を含む。前記エンジンユニットの少なくとも一部が前記シートの下方に配置される。

[0034] この構成によると、鞍乗型車両のエンジンシステムにおいて、エンジンユニットの大型化を抑制しつつ、エンジンユニットをより安定して始動させることができる。

[0035] <11>他の観点によれば、本発明のエンジンシステムは、上記<3>または<4>の構成に加えて、以下の構成を有することが好ましい。変換機構は、カムシャフトの中心軸線の方で且つ逆転吸気カムからメイン吸気カムに向かう方向に逆転吸気カムを押圧する第3弾性部材を有する。変換機構は、カムシャフトの逆転中、第1カム面と逆転吸気カムフォロアとが接触することで、カムシャフトの中心軸線の方において、逆転吸気カムをメイン吸気カムから離れるように移動させる。

[0036] この構成によると、変換機構は、第1カム面および逆転吸気カムフォロアに加えて、第3弾性部材を有する。第3弾性部材は、カムシャフトの中心軸線の方で且つ逆転吸気カムをメイン吸気カムに近づける方向に逆転吸気カムを押圧する。そのため、カムシャフトの逆転中、第3弾性部材によって、カムシャフトの中心軸線の方において、逆転吸気カムをメイン吸気カムに近づくように移動させることができる。

また、カムシャフトの逆転中、第1カム面と逆転吸気カムフォロアとが接触することで、カムシャフトの中心軸線の方において、逆転吸気カムはメイン吸気カムから離れるように移動する。このとき、第3弾性部材によって、第1カム面と逆転吸気カムフォロアが接触した状態をより確実に維持できる。また、上述したように、カムシャフトの逆転中、第3弾性部材によって、カムシャフトの中心軸線の方において、逆転吸気カムをメイン吸気カムに近づくように移動させる。よって、第1カム面と逆転吸気カムフォロアとの接触と、第3弾性部材とによって、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸

線の方に往復移動させることができる。このように簡易な構成によって、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線の方に往復移動させることができるため、エンジンユニットの大型化をより抑制できる。

[0037] 他の観点によれば、本発明のエンジンシステムは、以下の構成を有することが好ましい。

第1弾性部材が逆転吸気カムを押圧する方向を、第1押圧方向とする。

逆転吸気カム移動機構は、逆転吸気カムの第1押圧方向を向いた面をカムシャフトに直接的または間接的に接触させることで、第1弾性部材の第1押圧方向の移動を規制する。

[0038] 他の観点によれば、本発明のエンジンシステムは、以下の構成を有することが好ましい。

第1弾性部材が逆転吸気カムを押圧する方向を、第1押圧方向とする。

逆転吸気カム移動機構は、逆転吸気カムの第1押圧方向を向いた面を逆転吸気カムフォロアに接触させることで、第1弾性部材の第1押圧方向の移動を規制する。

[0039] 本発明において、第1カム面は、カムシャフトの周方向に対してカムシャフトの中心軸線の方に傾斜する軸方向傾斜面を含むことが好ましい。つまり、軸方向傾斜面は、カムシャフトの中心軸線に直交する平面に対して傾斜している。この構成によると、カムシャフトの逆転中、軸方向傾斜面と逆転吸気カムフォロアとが接触することで、逆転吸気カムを、カムシャフトの中心軸線の方に移動させることができる。軸方向傾斜面は、曲面であっても、平坦面であってもよい。

[0040] 軸方向傾斜面は、カムシャフトの逆転方向の端部が、カムシャフトの正転方向の端部よりも、メイン吸気カムに近い位置にあるように傾斜していることが好ましい。この構成によると、カムシャフトの逆転中、逆転吸気カムフォロアを軸方向傾斜面に接触させることができる。そして、逆転吸気カムフォロアを軸方向傾斜面に接触させることで、カムシャフトの中心軸線の方において、逆転吸気カムをメイン吸気カムに近づくように移動させることが

できる。

[0041] 本発明において、第1カム面の少なくとも一部は、第2カム面の少なくとも一部と直接繋がっていることが好ましい。第1カム面の軸方向傾斜面は、第2カム面と直接繋がっていることが好ましい。

[0042] 本発明において、第2カム面は、カムシャフトの中心軸線に見て、カムシャフトの中心軸線を中心とした周方向に対して径方向に傾斜する径方向傾斜面を含むことが好ましい。つまり、径方向傾斜面は、カムシャフトの中心軸線に見て、カムシャフトの中心軸線からの距離が滑らかに変化する。この構成によると、カムシャフトの逆転中、径方向傾斜面と逆転吸気カムフォロアとが接触することで、逆転吸気カムを、カムシャフトの径方向に移動させることができる。径方向傾斜面は、カムシャフトの軸方向に見て、直線状であっても、曲線状であってもよい。

[0043] 径方向傾斜面は、カムシャフトの逆転方向の端部が、カムシャフトの正転方向の端部よりも、カムシャフトの中心軸線からの距離が長くなるように傾斜していることが好ましい。この構成によると、カムシャフトの正転中、逆転吸気カムフォロアを径方向傾斜面に接触させることができる。そして、逆転吸気カムフォロアを径方向傾斜面に接触させることで、逆転吸気カムを径方向外側に向かって移動させることができる。

[0044] さらに、この径方向傾斜面は、第1カム面と繋がっていることが好ましい。この構成によると、カムシャフトの逆転中、逆転吸気カムフォロアを径方向傾斜面に接触させないようにできる。それにより、カムシャフトの回転方向に応じて、逆転吸気カムフォロアのルートを変ならせることができる。第2カム面の径方向傾斜面は、第1カム面の軸方向傾斜面以外の部分と直接繋がっていることが好ましい。

[0045] 本発明において、第1カム面は、軸方向傾斜面と直接繋がっており、且つ、カムシャフトの中心軸線に垂直な垂直面を含むことが好ましい。垂直面は、第2カム面の径方向傾斜面と直接繋がっていることが好ましい。

[0046] 本発明において、第2カム面は、径方向傾斜面と直接繋がっており、且つ

、カムシャフトの中心軸線方向に見て円弧状の円弧面を含むことが好ましい。円弧面は、第1カム面の軸方向傾斜面と直接繋がっていることが好ましい。

[0047] 本発明において、第1カム面は、環状であってもよく、環状でなくてもよい。また、第1カム面は、カムシャフトの中心軸線方向に見てほぼ線状であってもよい。

[0048] 本発明において、第2カム面は、環状であってもよく、環状でなくてもよい。また、第2カム面は、カムシャフトの中心軸線方向の長さが短く、ほぼ線状であってもよい。

[0049] 本発明において、逆転吸気カムは、1つの部材で構成されていてもよく、2つ以上の部材を組み合わせた構成であってもよい。

[0050] 逆転吸気カムおよびメイン吸気カムは、それぞれ、ベース面とカムノーズ部を有する。ベース面は、カムシャフトの中心軸線方向に見てベース円と重なる。カムノーズ部は、ベース円よりも径方向外側に突出する。逆転吸気カムのベース円の直径と、メイン吸気カムのベース円の直径は、同じであっても異なってもよい。また、カムシャフトの中心軸線方向に見て、逆転吸気カムのカムノーズ部の形状は、メイン吸気カムのカムノーズ部の形状と同じであっても異なってもよい。

[0051] 逆転吸気カムがメイン吸気カムに最も近づいた状態において、逆転吸気カムのベース面は、吸気カムフォロアと接触しないことが好ましい。そのための構成として、逆転吸気カムのベース円の直径が、メイン吸気カムのベース円の直径よりも小さくてもよい。また、逆転吸気カムのベース円の直径が、メイン吸気カムのベース円の直径が同じであって、逆転吸気カムフォロアの形状を工夫してもよい。逆転吸気カムがメイン吸気カムに最も近づいた状態において、逆転吸気カムのベース面が、吸気カムフォロアと接触してもよい。

[0052] 本発明における逆転吸気カム移動機構は、カムシャフトの正転中、逆転吸気カムフォロアを逆転吸気カムと接触しない位置まで退かせる構成を有して

いてもよい。この場合、逆転吸気カム移動機構は、第2カム面を有さなくてもよい。カムシャフトの正転中、逆転吸気カムフォロアを逆転吸気カムと接触しない位置まで退かせる構成とは、例えば、潤滑オイルの油圧を利用した構成であってもよい。カムシャフトの正転時に逆転吸気カムフォロアを逆転吸気カムと接触しない位置まで退かせることによって、逆転吸気カムフォロアと逆転吸気カムの摩耗等による破損を抑制できる。

[0053] 第1弾性部材、第2弾性部材、第3弾性部材は、例えば、ばねである。具体的には、例えば、コイルばね、皿ばね、板ばね等が用いられる。

[0054] 本発明において、逆転吸気カム移動機構は、第2弾性部材を備えていなくてもよい。

[0055] 本発明において、逆転吸気カム移動機構は、第1弾性部材および第3弾性部材のいずれも備えてなくてもよい。第1弾性部材および第3弾性部材の代わりに、例えば油圧により、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線方向に押圧してもよい。

[0056] 他の観点によれば、本発明のエンジンシステムは、以下の構成を有することが好ましい。

本発明における逆転吸気カム移動機構は、第1カム面が設けられる部材に設けられたカム溝を有する。カム溝は、第1カム面と、カムシャフトの中心軸線方向において第1カム面と対向する第3カム面とを有する。第3カム面は、逆転吸気カムフォロアと接触する。変換機構は、カムシャフトの逆転時に、逆転吸気カムフォロアが第3カム面に接触することで、逆転吸気カムを、カムシャフトの中心軸線方向に移動させる。この構成によると、第1カム面と逆転吸気カムフォロアとの接触、および、第3カム面と逆転吸気カムフォロアとの接触によって、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線方向に往復移動させることができる。第3カム面を設ける場合、第1弾性部材および第3弾性部材は、設けなくてもよいが、設けてもよい。

[0057] 第1カム面が上述した軸方向傾斜面を有する場合、第3カム面は、第2軸方向傾斜面を含むことが好ましい。第2軸方向傾斜面は、カムシャフトの周

方向に対してカムシャフトの中心軸線の方に傾斜する。第1カム面の軸方向傾斜面と第3カム面の第2軸方向傾斜面とは、カムシャフトの中心軸線に直交する平面に対する傾斜方向が逆である。第1カム面の軸方向傾斜面と、第3カム面の第2軸方向傾斜面は、周方向にずれた位置に配置される。この構成によると、カムシャフトの逆転中、第1カム面の軸方向傾斜面と第3カム面の第2軸方向傾斜面とによって、逆転吸気カムを、カムシャフトの中心軸線の方に往復移動させることができる。第2軸方向傾斜面は、曲面であっても、平坦面であってもよい。

[0058] 第3カム面の第2軸方向傾斜面は、カムシャフトの逆転方向の端部が、カムシャフトの正転方向の端部よりも、メイン吸気カムから離れた位置にあるように傾斜していることが好ましい。この構成によると、逆転吸気カムフォロアを第3カム面の第2軸方向傾斜面に接触させることで、カムシャフトの中心軸線の方において、逆転吸気カムをメイン吸気カムから離れるように移動させることができる。

[0059] 本発明において、逆転吸気カム移動機構は、逆転吸気カムフォロアを2つ備えていてもよい。そして、第1逆転吸気カムフォロアが接触するタイミングと、第2逆転吸気カムフォロアが接触するタイミングが異なってもよい。例えば、カムシャフトの逆転時に、第1逆転吸気カムフォロアを第1カム面に接触させて、逆転吸気カムをメイン吸気カムに近づけるように移動させる。その後、第2逆転吸気カムフォロアを第3カム面に接触させて、逆転吸気カムをメイン吸気カムから離すように移動させる。また、例えば、カムシャフトの逆転時に、第1逆転吸気カムフォロアを逆転吸気カムに接触させて、カムシャフトの正転時に、第2逆転吸気カムフォロアを逆転吸気カムに接触させる。

[0060] 本発明において、逆転吸気カム移動機構は、変換機構を有さなくてもよい。逆転吸気カム移動機構は、例えば電動式のアクチュエータを使って、逆転吸気カムをカムシャフトの中心軸線の方に移動させてもよい。

[0061] 本発明において、メイン吸気カムは、カムシャフトと一体成形されている

ことが好ましい。メイン吸気カムは、カムシャフトと別体であって、カムシャフトに固定されていてもよい。

[0062] 本発明において、吸気カムフォロアは、ロッカーアームであることが好ましい。ロッカーアームは、揺動可能に設けられる。吸気カムフォロアがロッカーアームの場合、吸気カムフォロアのメイン吸気カムと接触する部分は、ローラであってもよいが、ローラでなくてもよい。メイン吸気カムと接触する部分が、ローラである場合、吸気カムフォロアの逆転吸気カムと接触する部分は、ローラでないことが好ましい。この構成によると、メイン吸気カムによる開弁動作に対して、逆転吸気カムが影響を及ぼしにくい。吸気カムフォロアが2つのローラを有していてもよい。そして、メイン吸気カムと逆転吸気カムを、別々のローラに接触させてもよい。また、メイン吸気カムと逆転吸気カムの両方が、1つのローラに接触してもよい。

[0063] 本発明において、吸気カムフォロアは、シーソー式のロッカーアームであっても、スイングアーム式のロッカーアームであってもよい。なお、シーソー式のロッカーアームとは、力点と作用点の間に支点があるロッカーアームである。スイングアーム式のロッカーアームとは、支点と作用点の間に力点があるロッカーアームである。

[0064] 本発明におけるバルブ駆動機構の形式は、SOHC (Single Over Head Camshaft) 型であっても、DOHC (Double Over Head Camshaft) 型であってもよい。DOHC型のバルブ駆動機構は、吸気カムシャフトと排気カムシャフトを有する。本発明におけるバルブ駆動機構がDOHC型の場合、吸気カムシャフトが、本発明のカムシャフトに相当する。排気カムシャフトは、本発明におけるカムシャフトに相当しない。

[0065] 本発明におけるバルブ駆動機構は、直打式（直動式ともいう）であってもよい。この場合、バルブ駆動機構は、DOHC型と同様に、2本のカムシャフトを有する。また、メイン吸気カムおよび逆転吸気カムは、タペットまたは／およびシムを介して吸気バルブに接触する。この場合、タペットまたは／およびシムが、本発明における吸気カムフォロアに相当する。

[0066] 本発明におけるバルブ駆動機構の形式は、OHV (Over Head Valve) 型であってもよい。この場合、カムシャフトは、シリンダボディに配置される。そして、吸気ロッカーアームの一端部に設けられたプッシュロッドの先端部が、メイン吸気カムおよび逆転吸気カムに接触する。吸気ロッカーアームが、本発明における吸気カムフォロアに相当する。

[0067] 本発明において、制御装置は、エンジンユニットの始動時に常に、クランクシャフトを逆転させるように駆動源を制御してもよい。制御装置は、エンジンユニットの始動時のうち、所定の条件を満たした場合にのみ、クランクシャフトを逆転させるように駆動源を制御してもよい。

[0068] 本発明における駆動源は、ISGであることが好ましい。本発明における駆動源は、発電機と別体のモータであってもよい。本発明における駆動源は、ISGおよびモータのどちらでもなくてもよい。

[0069] 本発明における駆動源は、クランクシャフトに設けられていることが好ましい。本発明における駆動源は、クランクシャフトに設けられていなくてもよい。

[0070] 本発明におけるエンジンユニットの冷却方式は、特に限定されない。水冷式、自然空冷式、強制空冷式のいずれであってもよい。

[0071] 本発明におけるエンジンユニットは、単気筒エンジンであってもよく、多気筒エンジンであってもよい。本発明におけるエンジンユニットが多気筒エンジンの場合、本発明の逆転吸気機構は、全ての気筒に適用されてもよく、一部の気筒にのみ適用されてもよい。本発明の逆転吸気機構は、複数の気筒のうち両端に配置された2つの気筒、または、複数の気筒のうち端に配置された1つの気筒に適用されることが好ましい。

[0072] <用語の定義>

本発明において、第1カム面が、カムシャフトの中心軸線の方角を向くとは、第1カム面が、カムシャフトの中心軸線に交差している状態をいう。第1カム面は、カムシャフトの中心軸線に直交していてもよく、直交していなくてもよい。

- [0073] 本発明において、鞍乗型車両とは、乗員が鞍にまたがるような状態で乗車する車両全般を指している。本発明が適用される鞍乗型車両には、自動二輪車、三輪車、四輪バギー（ATV: All Terrain Vehicle（全地形型車両））、水上バイク、スノーモービル等が含まれる。自動二輪車としては、例えば、スクータ型、オフロード型、モペット型等がある。
- [0074] 本発明および本明細書において、ある部品の端部とは、部品の端とその近傍部とを合わせた部分を意味する。
- [0075] 本発明における通路部とは、経路を囲んで経路を形成する壁体等を意味する。また、経路とは対象が通過する空間を意味する。吸気通路部とは、吸気経路を囲んで吸気経路を形成する壁体等を意味する。吸気経路とは、空気が通過する空間を意味する。
- [0076] 本発明および本明細書において、Aの説明においてBの径方向を用いる場合、「径方向」とは、特に限定しない限り、Bの径方向とは、放射状にある径方向のうちAを通る径方向のことである。Aの説明においてBの径方向を用いる場合とは、例えば、「AがBの径方向に沿っている」や「AがBの径方向に押圧される」等である。
- [0077] 本明細書において、A方向に沿った直線とは、A方向と平行な直線に限らない。A方向に沿った直線とは、特に限定しない限り、A方向を示す直線に対して -45° 以上 $+45^{\circ}$ 以下の範囲内で傾斜している直線を含む。同様の定義が、「沿った」を用いた他の表現にも適用される。「沿った」を用いた他の表現とは、例えば、「A方向に沿った方向」や、「複数のBがA方向に沿って配列される」や、「1つのBがA方向に沿っている」等である。なお、A方向は、特定の方向を指すものではない。A方向を、水平方向や前後方向に置き換えることができる。
- [0078] 本明細書において、AがBより前方にあるとは、特に限定しない限り、以下の状態を指す。Aが、Bの最前端を通り前後方向に直交する平面の前方にある。AとBは、前後方向に並んでいてもよく、並んでいなくてもよい。Bが前後方向に直交する平面または直線の場合、Bの最前端を通る平面とは、

Bを通る平面のことである。Bが前後方向の長さが無限の直線または平面である場合、Bの最前端は特定されない。前後方向の長さが無限の直線または平面とは、前後方向に平行な直線または平面に限らない。

なお、Bについて同じ条件の元、AがBより後方にあるという表現にも、同様の定義が適用される。また、Bについて同様の条件の元、AがBより上方または下方にある、AがBより右方または左方にあるという表現にも、同様の定義が適用される。

なお、Bについて同じ条件の元、AがBより後方にあるという表現にも、同様の定義が適用される。また、Bについて同様の条件の元、AがBより上方または下方にある、AがBより右方または左方にあるという表現にも、同様の定義が適用される。

[0079] 本明細書において、AがBの前方にあるとは、特に限定しない限り、以下の状態を指す。Aの後面の少なくとも一部が、Bの前面の少なくとも一部と前後方向に向かい合う。さらに、Bの最前端がAの最前端より後方で、且つ、Bの最後端がAの最後端より前方にある。Aの後面とは、Aを後ろから見た時に見える面のことである。Aの後面は、連続した1つの面であってもよく、連続しない複数の面で構成されてもよい。Bの前面の定義も同様である。

なお、AがBの後方にある、AがBの上方または下方にある、AがBの右方または左方にあるという表現にも、同様の定義が適用される。

[0080] 本発明において、含む（including）、有する（comprising）、備える（having）およびこれらの派生語は、列挙されたアイテム及びその等価物に加えて追加的アイテムをも包含することが意図されて用いられている。

本発明において、取り付けられた（mounted）、接続された（connected）、結合された（coupled）、支持された（supported）という用語は、広義に用いられている。具体的には、直接的な取付、接続、結合、支持だけでなく、間接的な取付、接続、結合および支持

も含む。さらに、接続された (c o n n e c t e d) および結合された (c o u p l e d) は、物理的又は機械的な接続／結合に限られない。それらは、直接的なまたは間接的な電氣的接続／結合も含む。

[0081] 他に定義されない限り、本明細書で使用される全ての用語（技術用語および科学用語を含む）は、本発明が属する当業者によって一般的に理解されるのと同じ意味を有する。一般的に使用される辞書に定義された用語のような用語は、関連する技術および本開示の文脈における意味と一致する意味を有すると解釈されるべきであり、理想化されたまたは過度に形式的な意味で解釈されることはない。

[0082] 本明細書において、「好ましい」という用語は非排他的なものである。「好ましい」は、「好ましいがこれに限定されるものではない」ということを意味する。本明細書において、「好ましい」と記載された構成は、少なくとも、上記<1>の構成により得られる上記効果を奏する。また、本明細書において、「してもよい」という用語は非排他的なものである。「してもよい」は、「してもよいがこれに限定されるものではない」という意味である。本明細書において、「してもよい」と記載された構成は、少なくとも、上記<1>の構成により得られる上記効果を奏する。

[0083] 特許請求の範囲において、ある構成要素の数を明確に特定しておらず、英語に翻訳された場合に単数で表示される場合、本発明は、この構成要素を、複数有していてもよい。また本発明は、この構成要素を1つだけ有していてもよい。

[0084] 本発明では、上述した好ましい構成を互いに組み合わせることを制限しない。本発明の実施形態を詳細に説明する前に、本発明は、以下の説明に記載されたまたは図面に図示された構成要素の構成および配置の詳細に制限されないことが理解されるべきである。本発明は、後述する実施形態以外の実施形態でも可能である。本発明は、後述する実施形態に様々な変更を加えた実施形態でも可能である。また、本発明は、後述する変形例を適宜組み合わせて実施することができる。

本発明の効果

[0085] 本発明のエンジンシステムによると、エンジンユニットの大型化を抑制しつつ、エンジンユニットをより安定して始動させることができる。

図面の簡単な説明

- [0086] [図1]本発明の実施形態のエンジンシステムの構成を示す図である。
- [図2]本発明の実施形態の具体例の自動二輪車の側面図である。
- [図3]本発明の実施形態の具体例のエンジンシステムの模式図である。
- [図4]図2に示すエンジン本体の内部構造を説明するための図である。
- [図5]エンジンユニットの通常動作について説明するための図である。
- [図6]エンジンユニットの逆転吸気始動動作について説明するための図である。
- 。
- [図7]バルブ駆動機構およびその周辺部の断面図である。
- [図8]バルブ駆動機構と吸気バルブと排気バルブの斜視図である。
- [図9]図7のC－C線で切断したバルブ駆動機構の断面図である。
- [図10]図9のカムシャフトを紙面における下向き見た図である。
- [図11]図9のD－D線断面図である。
- [図12]逆転吸気カムの斜視図である。
- [図13]図9のE－E線断面図である。
- [図14]カムシャフトの正転時のバルブ駆動機構の断面図である。
- [図15]カムシャフトの逆転時のバルブ駆動機構の断面図であって、逆転吸気カムが吸気ロッカーアームに接触した状態を示す図である。
- [図16]図16（a）および図16（b）はカムシャフトの正転時のカムフロアピンのルートを説明するための図であって、図16（a）は、逆転吸気カムの第2カム部の外周面の展開図であって、図16（b）は、逆転吸気カムの第2カム部の一部の側面図を直線状に表した図である。図16（c）は、バルブ駆動機構の模式図である。
- [図17]図17（a）および図17（b）はカムシャフトの逆転時のカムフロアピンのルートを説明するための図であって、図17（a）は、逆転吸気

カムの第2カム部の外周面の展開図であって、図17(b)は、逆転吸気カムの第2カム部の一部の側面図を直線状に表した図である。図17(c)はバルブ駆動機構の模式図である。

[図18]本発明の実施形態の変形例のバルブ駆動機構の断面図の一部である。

[図19]本発明の実施形態の他の変形例のバルブ駆動機構の模式図である。

[図20]本発明の実施形態の他の変形例のバルブ駆動機構の模式図である。

[図21]本発明の実施形態の他の変形例のバルブ駆動機構の模式図である。

[図22]本発明の実施形態の他の変形例のバルブ駆動機構の模式図である。

[図23]本発明の実施形態の他の変形例のバルブ駆動機構の模式図である。

[図24](a)および(b)は図22に示すバルブ駆動機構のカムフォロアピンのルートを説明するための図であって、(a)は、逆転吸気カムの一部の外周面の展開図であって、(b)は、逆転吸気カムの一部の側面図を直線状に表した図である。

発明を実施するための形態

[0087] <本発明の実施形態>

以下、本発明の実施形態のエンジンシステム10について図1を参照しつつ説明する。エンジンシステム10は、例えば、自動二輪車に搭載される。エンジンシステム10は、エンジンユニット21と、駆動源22と、ECU11(Engine Control Unit;エンジン制御装置)とを備える。ECU11は、本発明の制御装置に相当する。エンジンユニット21は、燃焼室34およびクランクシャフト31を有する。駆動源22は、クランクシャフト31を正方向および逆方向に回転させることが可能である。なお、以下の説明において、正方向に回転することを正転、逆方向に回転することを逆転という。ECU11は、エンジンユニット21および駆動源22の動作を制御する。

[0088] エンジンユニット21は、燃焼室34に設けられる吸気口34aに接続される吸気通路部41と、燃焼室34に設けられる排気口34bに接続される排気通路部とを有する。吸気口34aは吸気バルブ35によって開閉され、排気口34bは排気バルブ36によって開閉される。吸気バルブ35および

排気バルブ 36 は、バルブ駆動機構 50 によって駆動される。エンジンユニット 21 は、吸気通路部 41 内で燃料を噴射する燃料噴射装置 40 を有する。また、エンジンユニット 21 は、燃焼室 34 内において、混合気に点火する点火装置 39 を有する。なお、本明細書において、混合気とは、空気と燃料とが混合した気体のことである。

[0089] ECU 11 は、エンジンユニット 21 の始動時に、駆動源 22、燃料噴射装置 40、点火装置 39 を制御する。具体的には、ECU 11 は、エンジンユニット 21 の始動時に、クランクシャフト 31 が逆転されるように駆動源 22 を制御する。また、ECU 11 は、クランクシャフト 31 の逆転中、燃料を噴射するように燃料噴射装置 40 を制御する。また、ECU 11 は、クランクシャフト 31 の逆転中またはクランクシャフト 31 が逆転する期間の後、混合気に点火するように点火装置 39 を制御する。

[0090] バルブ駆動機構 50 は、カムシャフト 51、メイン吸気カム 54 と、吸気カムフォロア 56 と、逆転吸気機構 60 とを有する。カムシャフト 51 は、クランクシャフト 31 の回転に連動して正転および逆転する。以下、カムシャフト 51 の中心軸線 C1 を、軸線 C1 と称する。軸線 C1 は、カムシャフト 51 が存在する領域だけに存在する線分ではなく、無限に延びる直線である。メイン吸気カム 54 は、回転不能で且つ軸線 C1 の方向に移動不能にカムシャフト 51 に設けられる。吸気カムフォロア 56 は、メイン吸気カム 54 と接触することで、吸気バルブ 35 を駆動する。逆転吸気機構 60 は、カムシャフト 51 の逆転中、メイン吸気カム 54 と吸気カムフォロア 56 との接触により吸気バルブ 35 が駆動されて吸気口 34a が開いた後に、吸気口 34a を開くように吸気バルブ 35 を駆動する。それにより、吸気口 34a から燃焼室 34 に混合気を導入させる。

[0091] 逆転吸気機構 60 は、逆転吸気カム 70 と、逆転吸気カム移動機構 61 とを有する。逆転吸気カム 70 は、回転不能で且つ軸線 C1 の方向に移動可能にカムシャフト 51 に設けられる。逆転吸気カム移動機構 61 は、カムシャフト 51 の逆転中、軸線 C1 の方向において、逆転吸気カム 70 をメイン吸

気カム54に近づくように移動させる。それにより、逆転吸気カム70を吸気カムフォロア56に接触させて、吸気口34aが開くように吸気バルブ35を駆動させる。その後、カムシャフト51の逆転中、逆転吸気カム移動機構61は、軸線C1の方向において、逆転吸気カム70をメイン吸気カム54から離れるように移動させる。逆転吸気カム移動機構61は、カムシャフト51の正転中、逆転吸気カム70をカムシャフト51の軸線C1の方向に移動させない。つまり、カムシャフト51の逆転中、逆転吸気カム70は、メイン吸気カム54から離れた位置で維持される。

[0092] 上述したように、特許文献2のような従来の逆転吸気機構は、回転可能にカムシャフトに設けられた逆転吸気カムを有する。このような従来の逆転吸気機構によると、カムシャフトの逆転時に、ロッカーアーム等と逆転吸気カムとの接触位置が、逆転吸気カムの外周面の頂点を越えたとき、逆転吸気カムが一時的にカムシャフトよりも速く回転する。このときの逆転吸気カムの速度にはばらつきが生じる。そのため、クランクシャフトが逆転した後の最初の燃焼状態にばらつきが生じてしまう。逆転吸気カムが一時的にカムシャフトよりも速く回転することを防止するには、逆転吸気カムを所定の位置で固定する固定機構とその固定を解除する解除機構とを設けることが考えられる。しかし、このような固定機構および解除機構が設けられた場合、逆転吸気機構が大型化して、エンジンユニットが大型化してしまう。

[0093] 一方、本実施形態の逆転吸気機構60が有する逆転吸気カム70は、回転不能で且つ軸線C1の方向に移動可能にカムシャフト51に設けられる。また、本実施形態の逆転吸気機構60は、逆転吸気カム移動機構61を有する。逆転吸気カム移動機構61は、カムシャフト51の逆転中、逆転吸気カム70をメイン吸気カム54に近づくように軸線C1の方向に移動させる。そして、逆転吸気カム70が吸気カムフォロア56に接触することで、吸気口34aが開くように吸気バルブ35が駆動される。それにより、吸気口34aから燃焼室34に混合気が導入される。逆転吸気カム70は、回転不能にカムシャフト51に設けられる。そのため、上述した固定機構と解除機構を

設けなくても、カムシャフト51の逆転時に、逆転吸気カム70が一時的にカムシャフト51よりも速く回転することを防止できる。それにより、クランクシャフト31が逆転した後の最初の燃焼状態にばらつきが生じることを防止できる。その結果、エンジンユニット21をより安定して始動できる。

[0094] カムシャフト51の逆転時、逆転吸気カム移動機構61は、軸線C1の方向において、逆転吸気カム70をメイン吸気カム54に近づくように移動させた後、カムシャフト51の正転開始前（点火前）に、逆転吸気カム70をメイン吸気カム54から離れるように移動させる。また、逆転吸気カム移動機構61は、カムシャフト51の正転中、逆転吸気カム70を軸線C1の方向に移動させない。そのため、カムシャフト51の正転時に、逆転吸気カム70は吸気カムフォロア56に接触しない。つまり、カムシャフト51の正転時に、逆転吸気カム70は吸気バルブ35を駆動しない。

逆転吸気カム70は、吸気バルブ35を駆動する位置と吸気バルブ35を駆動しない位置とにわたって軸線C1の方向に移動する。そのため、逆転吸気カム70が吸気バルブ35を駆動する位置と吸気バルブ35を駆動しない位置とにわたって回転する場合に比べて、逆転吸気カム70の移動距離を短くすることができる。移動距離が短いと、逆転吸気カム70の位置の切換えに要する時間が短縮化される。それにより、逆転吸気カム70の位置の切換えの際に外乱を受ける可能性が低くなるので、逆転吸気カム70の移動の精度が高くなる。また、逆転吸気カム70を回転させるよりも、軸線C1の方向に移動させる方が、移動精度を高めやすい。これらから、エンジンユニット21をより一層安定して始動できる。

また、上述した固定機構と解除機構を設けなくて済むため、逆転吸気機構60の大型化を抑制できる。よって、エンジンユニット21の大型化を抑制できる。

[0095] また、従来の逆転吸気カムは、カムシャフトの正転時に逆転吸気カムを吸気バルブが開くように吸気ロッカーアームに作用させないために、カムシャフトの中心軸線の方向に見て全体が吸気メインカムと重なる形状である必要

がある。一方、本実施形態の逆転吸気カム 70 は、カムシャフト 51 の正転時に、メイン吸気カム 54 から軸線 C1 の方向に離れた位置に配置される。そのため、本実施形態の逆転吸気カム 70 は、上記のような形状の制約を受けない。よって、逆転吸気カム 70 の外周面の形状の自由度が高い。そのため、エンジンユニット 21 がより安定して始動できるように、逆転吸気カム 70 の形状を設計できる。

[0096] <本発明の実施形態の具体例>

次に、上述した本発明の実施形態の具体例について図 2～図 17 を用いて説明する。ここでは、本発明のエンジンシステムが搭載された自動二輪車の一例について説明する。基本的に、本発明の実施形態の具体例は、上述した本発明の実施形態の特徴を全て有している。上述した本発明の実施形態と同じ部位についての説明は省略する。以下、上述した本発明の実施形態と異なる構成について説明する。

[0097] 以下の説明において、前後方向とは、自動二輪車 1 の後述するシート 5 に着座したライダーから見た車両前後方向のことであり、左右方向とは、シート 5 に着座したライダーから見たときの車両左右方向（車両幅方向）のことである。各図に示す矢印 F、矢印 R_e、矢印 U、矢印 D、矢印 L、矢印 R_i は、それぞれ、前方、後方、上方、下方、左方、右方を表している。図 7 等に示す、丸の中に×が表示された記号は、紙面の手前から奥に向かう方向を示している。また、丸の中に小さい黒丸が表示された記号は、紙面の奥から手前に向かう方向を示している。

[0098] <1>自動二輪車の概略構成

図 2 に示すように、本実施形態の自動二輪車 1 は、スクータである。自動二輪車 1 は、車体 2 と、エンジンシステム 10 とを有する。車体 2 は、本発明における本体部に相当する。車体 2 は、前輪 3 と、後輪 4 と、シート 5 とを有する。車体 2 は、その前部にステアリングシャフト 6 を有する。ステアリングシャフト 6 の上端部は、ハンドルユニット 7 に連結されている。ハンドルユニット 7 は、エンジン出力を調整するアクセルグリップ（図示せず）

を有する。ハンドルユニット 7 は、スタータスイッチ 12（図 3 参照）やメインスイッチ（図示せず）などの各種スイッチを有する。ステアリングシャフト 6 の下端部は、一对のフロントフォーク 8 に連結されている。一对のフロントフォーク 8 の下端部は、前輪 3 を支持する。シート 5 は、車体フレーム（図示せず）に支持される。

[0099] エンジンシステム 10 は、パワーユニット 20 と、ECU 11 とを有する。パワーユニット 20 の前部は、車体フレーム（図示せず）に揺動可能に支持される。パワーユニット 20 の後部は、リアサスペンション（図示せず）を介して車体フレームに支持される。パワーユニット 20 の後部は、後輪 4 を支持する。ECU 11 は、パワーユニット 20 の動作を制御する。また、自動二輪車 1 は、バッテリー（図示せず）を有する。バッテリーは、ECU 11 や各種センサなどの電子機器に電力を供給するために設けられる。

[0100] <2>エンジンシステムの構成

図 3 に示すように、パワーユニット 20 は、エンジンユニット 21 と、駆動源 22 と、変速機（図示せず）等を有する。エンジンユニット 21 の一部は、シート 5（図 2 参照）の下方に配置される。なお、エンジンユニット 21 全体が、シート 5 の下方に配置されてもよい。エンジンユニット 21 により発生した動力は、変速機を介して後輪 4 に伝達される。エンジンユニット 21 により発生される動力によって後輪 4 は回転駆動される。

[0101] エンジンユニット 21 は、エンジン本体 30、クランクシャフト 31、ピストン 32、2 つの吸気バルブ 35、2 つの排気バルブ 36、バルブ駆動機構 50、点火装置 39、燃料噴射装置 40 を有する。エンジンユニット 21 は、水冷式エンジンである。エンジンユニット 21 は、単気筒エンジンである。エンジンユニット 21 は、4 ストローク式のエンジンである。4 ストローク式のエンジンとは、吸気行程、圧縮行程、膨張行程、および排気行程を繰り返すエンジンである。

[0102] エンジン本体 30 は、クランクケース 30A、シリンダボディ 30B、シリンダヘッド 30C、および、ヘッドカバー 30D を有する。クランクケー

ス 30A の下部には潤滑オイルが貯留されている。エンジン本体 30 内には、クランクケース 30A に貯留された潤滑オイルを吸引するオイルポンプ（図示せず）が配置されている。潤滑オイルは、エンジン本体 30 内を循環する。クランクシャフト 31 は、クランクケース 30A に設けられる。クランクシャフト 31 の中心軸は、左右方向に沿っている。シリンダボディ 30B は、シリンダ孔 30Ba を有する。ピストン 32 は、シリンダ孔 30Ba 内で往復動可能に設けられる。ピストン 32 は、コネクティングロッド 33 を介してクランクシャフト 31 に連結される。ピストン 32 の往復運動は、クランクシャフト 31 の回転運動に変換される。

[0103] 駆動源 22 は、クランクシャフト 31 に設けられる。駆動源 22 は、ISG（Integrated Starter Generator；モータ機能付発電機）である。ISG は、モータの機能を有する発電機である。また、駆動源 22 は、ECU 11 によって制御されて、クランクシャフト 31 を正方向および逆方向に回転させる。駆動源 22 は、クランクシャフト 31 の正方向の回転力を受けて電力を生成する。パワーユニット 20 は、クランクシャフト 31 と後輪 4 との間にワンウェイクラッチ（図示せず）を有する。クランクシャフト 31 の正転はワンウェイクラッチを介して後輪 4 に伝達される。クランクシャフト 31 の逆転は後輪 4 に伝達されない。

[0104] エンジン本体 30 は、燃焼室 34 と、内部吸気通路部 30Ca と、内部排気通路部 30Cb を有する。燃焼室 34 は、シリンダヘッド 30C と、シリンダ孔 30Ba と、ピストン 32 によって形成される。図 4 に示すように、燃焼室 34 は、2 つの吸気口 34a および 2 つの排気口 34b を有する。内部吸気通路部 30Ca は、2 つの吸気口 34a に接続される。内部排気通路部 30Cb は、2 つの排気口 34b に接続される。内部吸気通路部 30Ca および内部排気通路部 30Cb は、シリンダヘッド 30C に設けられる（図 8 参照）。

[0105] 2 つの吸気バルブ 35 は、2 つの吸気口 34a をそれぞれ開閉するように設けられる。2 つの排気バルブ 36 は、2 つの排気口 34b を開閉するよう

に設けられる。2つの吸気バルブ35および2つの排気バルブ36は、バルブ駆動機構50によって駆動される。バルブ駆動機構50の詳細は後述する。

[0106] 点火装置39は、点火プラグ39aと点火コイル（図示せず）とを含む。点火プラグ39aの先端部は、燃焼室34内に配置される。点火プラグ39aは点火コイルに接続される。点火コイルへの通電によって、点火プラグ39aは火花放電を発生させる。点火プラグ39aは、この火花放電によって、燃焼室34内の混合気に点火する。

[0107] エンジン本体30は、外部吸気通路部43および外部排気通路部44と接続されている。外部吸気通路部43は、内部吸気通路部30Caに接続され、外部排気通路部44は、内部排気通路部30Cbに接続されている。外部吸気通路部43および内部吸気通路部30Caによって、吸気通路部41が構成される。外部排気通路部44および内部排気通路部30Cbによって、排気通路部42が構成される。吸気通路部41に流入した空気が、燃焼室34に供給される。

[0108] 吸気通路部41内に、スロットルバルブ45が配置される。スロットルバルブ45は、外部吸気通路部43内に配置される。スロットルバルブ45は、外部から流入する空気の流量を調整する。スロットルバルブ45の開度は、ライダーがハンドルユニット7のアクセルグリップ（図示せず）を回す操作をすることで変更される。また、排気通路部42は、燃焼室34内で混合気の燃焼によって生じた排ガスを、大気に排出する。外部排気通路部44には、排ガスを浄化する触媒（図示せず）が配置される。

[0109] 燃料噴射装置40は、内部吸気通路部30Ca内で燃料を噴射するように配置される。なお、燃料噴射装置40は、吸気通路部41内で燃料を噴射するように配置されてもよい。燃料噴射装置40は、燃料タンク（図示せず）に接続される。燃料タンク内の燃料は、燃料ポンプ（図示せず）によって、燃料噴射装置40に圧送される。

[0110] ECU11は、例えばCPU（中央演算処理装置）およびメモリを含む。

CPUおよびメモリの代わりに、マイクロコンピュータが用いられてもよい。ECU 11は、離れた位置に配置された複数の装置で構成されていてもよい。ECU 11は、スタータスイッチ12やメインスイッチ（図示せず）等の各種スイッチと電氣的に接続される。さらに、ECU 11は、吸気圧力センサ13、クランク角センサ14等の各種センサと電氣的に接続される。吸気圧力センサ13は、吸気通路部41内の圧力を検出する。クランク角センサ14は、クランクシャフト31の回転角度を検出する。

[0111] ECU 11は、スタータスイッチ12の操作により操作信号が与えられる。また、ECU 11は、吸気圧力センサ13およびクランク角センサ14等の各種センサによる検出結果が検出信号として与えられる。ECU 11は、与えられた操作信号および検出信号に基づいて、駆動源22、点火装置39、および燃料噴射装置40を制御する。

[0112] <3>エンジンユニットの動作

エンジンユニット21の始動は、例えば、スタータスイッチ12がオンされることにより行われる。エンジンユニット21の停止は、例えば、メインスイッチ（図示せず）がオフされることにより行われる。また、予め定められたアイドルストップ条件が満たされることによりエンジンユニット21が自動的に停止されてもよい。そして、その後、予め定められたアイドルストップ解除条件が満たされることにより、エンジンユニット21が自動的に再始動されてもよい。

[0113] 以下のエンジンユニット21の動作の説明において、正方向および逆方向とは、クランクシャフト31の回転方向をそれぞれ意味する。また、以下の説明において、クランクシャフト31の回転角度をクランク角と称する。また、圧縮行程から膨張行程への移行時にピストン32が経過する上死点を圧縮上死点と称する。排気行程から吸気行程への移行時にピストン32が経過する上死点を排気上死点と称する。吸気行程から圧縮行程への移行時にピストン32が経過する下死点を吸気下死点と称する。膨張行程から排気行程への移行時にピストン32が経過する下死点を膨張下死点と称する。

- [0114] エンジンシステム 10 は、エンジンユニット 21 の始動時に、逆転吸気始動動作を行う。逆転吸気始動動作において、クランク角が最初の圧縮上死点に対応する角度を超えると、エンジンユニット 21 は、逆転吸気始動動作を終了して、通常動作を行う。図 5 は、エンジンユニット 21 の通常動作を説明するための図である。図 6 は、エンジンユニット 21 の逆転吸気始動動作を説明するための図である。図 5 および図 6 において、クランクシャフト 31 の 2 回転（720 度）の範囲における回転角度が 1 つの円で表されている。クランクシャフト 31 の 2 回転は、エンジンユニット 21 の 1 サイクルに相当する。エンジンユニット 21 の 1 サイクルは、吸気行程、圧縮行程、膨張行程および排気行程を含む。
- [0115] クランク角センサ 14 は、クランクシャフト 31 の 1 回転（360 度）の範囲における回転角度を検出する。ECU 11 は、吸気圧力センサ 13 により検出された吸気通路部 41 内の圧力に基づいて、クランク角センサ 14 により検出されたクランク角が、クランクシャフト 31 の 2 回転のうちいずれの回転に対応するかを判定する。それにより、ECU 11 は、クランクシャフト 31 の 2 回転（720 度）の範囲における回転角度を取得することができる。
- [0116] 図 5 および図 6 において、角度 A0 は、ピストン 32 が排気上死点に位置するときのクランク角である。角度 A2 は、ピストン 32 が圧縮上死点に位置するときのクランク角である。角度 A1 は、ピストン 32 が吸気下死点に位置するときのクランク角である。角度 A3 は、ピストン 32 が膨張下死点に位置するときのクランク角である。矢印 R1 は、クランクシャフト 31 の正転時におけるクランク角の変化の方向を表し、矢印 R2 は、クランクシャフト 31 の逆転時におけるクランク角の変化の方向を表す。矢印 P1～P4 は、クランクシャフト 31 の正転時におけるピストン 32 の移動方向を表し、矢印 P5～P8 は、クランクシャフト 31 の逆転時におけるピストン 32 の移動方向を表す。
- [0117] <3-1>通常動作

図5を参照しながらエンジンユニット21の通常動作について説明する。通常動作では、クランクシャフト31は正転する。そのため、クランク角が矢印R1の方向に変化する。この場合、矢印P1で示されるように、角度A0から角度A1までの範囲でピストン32が下降する。矢印P2で示されるように、角度A1から角度A2までの範囲でピストン32が上昇する。矢印P3で示されるように、角度A2から角度A3までの範囲でピストン32が下降し、矢印P4で示されるように、角度A3から角度A0までの範囲でピストン32が上昇する。なお、以下の説明において、「角度A0において」という記載またはそれとほぼ同様の記載は、「クランク角が角度A0であるとき」を意味する。この定義は、角度A0以外にも適用される。

[0118] 角度A11において、燃料噴射装置40によって吸気通路部41に燃料が噴射される。正方向において、角度A11は、角度A0よりも進角側に位置する。続いて、角度A12から角度A13までの範囲において、吸気バルブ35により吸気口34aが開かれる。正方向において、角度A12は、角度A11よりも遅角側でかつ角度A0よりも進角側に位置する。角度A13は、角度A1よりも遅角側に位置する。これにより、混合気が吸気口34aを通して燃焼室34内に導入される。

[0119] 次に、角度A14において、点火プラグ39aにより燃焼室34内の混合気に点火される。角度A14は、角度A2とほぼ一致する。これにより、燃焼室34内で爆発が生じる。爆発のエネルギーがピストン32の駆動力となる。その後、角度A15から角度A16までの範囲において、排気バルブ36により排気口34bが開かれる。正方向において、角度A15は、角度A3よりも進角側に位置する。角度A16は、角度A0よりも遅角側に位置する。これにより、燃焼室34から排気口34bを通して排ガスが排出される。

[0120] <3-2>逆転吸気始動動作

図6を参照しながらエンジンユニット21の逆転吸気始動動作について説明する。図6において、まず、駆動源22によってクランクシャフト31が正転されて、クランク角が角度A30に調整される。角度A30は、正方向に

において例えば角度A 0から角度A 2までの範囲にあり、角度A 1 3から角度A 2までの範囲にあることが好ましい。本実施形態において、角度A 3 0は、角度A 1 3から角度A 2までの範囲にある。

[0121] エンジンユニット2 1が停止される際には、燃料噴射装置4 0による燃料の噴射および点火装置3 9による点火動作が行われることなく、クランクシャフト3 1が惰性で回転する。ピストン3 2が圧縮上死点に達するとき燃焼室3 4内の圧力が最大となるので、クランクシャフト3 1の回転は、クランク角が角度A 2に達する直前に停止しやすい。クランク角が角度A 1 3から角度A 2までの範囲でクランクシャフト3 1の回転が停止した場合には、エンジンユニット2 1の始動時にクランク角が角度A 3 0に調整されなくてもよい。

[0122] 続いて、角度A 3 0において、駆動源2 2によってクランクシャフト3 1の逆転が開始される。クランクシャフト3 1の逆転時には、クランク角が矢印R 2の方向に変化する。この場合、矢印P 5で示されるように、角度A 2から角度A 1までの範囲でピストン3 2が下降する。矢印P 6で示されるように、角度A 1から角度A 0までの範囲でピストン3 2が上昇する。矢印P 7で示されるように、角度A 0から角度A 3までの範囲でピストン3 2が下降する。矢印P 8で示されるように、角度A 3から角度A 2までの範囲でピストン3 2が上昇する。クランクシャフト3 1の逆転時におけるピストン3 2の移動方向は、クランクシャフト3 1の正転時におけるピストン3 2の移動方向と逆になる。

[0123] 正転時と同様に、角度A 1 3から角度A 1 2までの範囲において、吸気バルブ3 5により吸気口3 4 aが開かれる。また、角度A 2 3において、燃料噴射装置4 0によって吸気通路部4 1に燃料が噴射される。逆方向において、角度A 2 3は、角度A 0より進角側に位置する。

[0124] 正転時と同様に、角度A 1 6から角度A 1 5までの範囲において、排気バルブ3 6により排気口3 4 bが開かれる。また、角度A 2 1から角度A 2 2までの範囲において、吸気バルブ3 5により吸気口3 4 aが開かれる。角度

A 2 1、A 2 2は、逆方向において角度A 0から角度A 3までの範囲にあることが好ましい。角度A 2 1から角度A 2 2までの範囲において吸気バルブ3 5の開度が最大となる角度は、角度A 1 3から角度A 1 2までの範囲において、吸気バルブ3 5の開度が最大となる角度に対して、例えば1 1 0度ずれている。本実施形態では、逆方向において、角度A 2 1、A 2 2は、角度A 0より遅角側に位置する。この場合、角度A 1 から角度A 0までの範囲でピストン3 2が上昇するので、角度A 1 3から角度A 1 2までの範囲においては、燃焼室3 4に空気および燃料がほとんど導入されない。その後、角度A 0から角度A 3までの範囲でピストン3 2が下降するので、角度A 2 1から角度A 2 2までの範囲において、混合気が吸気口3 4 aを通して燃焼室3 4内に導入される。

[0125] 続いて、角度A 3 1において、駆動源2 2によるクランクシャフト3 1の逆転が停止される。また、角度A 3 1において、点火プラグ3 9 aにより燃焼室3 4内の混合気に点火される。これにより、燃焼室3 4内で爆発が生じ、クランクシャフト3 1が正方向に駆動される。角度A 3 1は、逆方向において角度A 3から角度A 2までの範囲にあることが好ましい。本実施形態では、逆方向において、角度A 3 1は、角度A 2より僅かに進角側に位置する。

[0126] 本実施形態では、クランクシャフト3 1の逆転が停止された後に、点火プラグ3 9 aにより燃焼室3 4内の混合気に点火される。これにより、クランクシャフト3 1を確実に正方向に駆動することができる。点火のタイミング等を調整することにより、クランクシャフト3 1を正方向に駆動することが可能であれば、クランクシャフト3 1の逆転が停止される前に、点火プラグ3 9 aにより燃焼室3 4内の混合気に点火されてもよい。

[0127] その後、図5と同様の動作が行われる。具体的には、角度A 1 5から角度A 1 6までの範囲で、排気バルブ3 6により排気口3 4 bが開かれる。それにより、角度A 3 1での点火により発生した排ガスが燃焼室3 4から排出される。また、図5の角度A 1 1において、吸気通路部4 1に燃料が噴射され

る。また、角度 A 1 2 から角度 A 1 3 までの範囲において、吸気バルブ 3 5 により吸気口 3 4 a が開かれる。それにより、燃焼室 3 4 に混合気が導入される。続いて、図 5 の角度 A 1 4 において、点火装置 3 9 により燃焼室 3 4 内の混合気に点火される。クランク角が角度 A 1 4 を超えると、エンジンユニット 2 1 は通常動作に移行する。

[0128] このように、逆転吸気始動動作では、駆動源 2 2 によりクランクシャフト 3 1 が逆転されつつ燃焼室 3 4 に混合気が導かれ、その後、ピストン 3 2 が圧縮上死点に近づいた状態で、燃焼室 3 4 内の混合気に点火される。それにより、クランクシャフト 3 1 が正方向に回転するようにピストン 3 2 が駆動され、正方向への十分なトルクが得られる。その結果、ピストン 3 2 が最初の圧縮上死点を容易に超えることができる。

[0129] なお、クランクシャフト 3 1 の逆転時に、排気口 3 4 b は開かれなくてもよい。また、角度 A 3 1 においてクランクシャフト 3 1 の回転方向が逆方向から正方向に切り替えられた後であって、角度 A 1 2 から角度 A 1 3 までの範囲で吸気バルブ 3 5 により吸気口 3 4 a が開かれる前に、排気口 3 4 b は開かれなくてもよい。

[0130] <4>バルブ駆動機構の構成

バルブ駆動機構 5 0 の詳細について図 7 ～図 1 5 を参照しつつ説明する。

図 7 および図 8 に示すように、バルブ駆動機構 5 0 の形式は、いわゆる O H C (Over Head Camshaft) 型である。より詳細には、バルブ駆動機構 5 0 の形式は、S O H C (Single Over Head Camshaft) 型である。バルブ駆動機構 5 0 は、クランクシャフト 3 1 (図 3 参照) の回転によって吸気バルブ 3 5 および排気バルブ 3 6 を駆動する。

[0131] バルブ駆動機構 5 0 は、カムシャフト 5 1、メイン吸気カム 5 4、排気カム 5 5、吸気カムフォロア 5 6、排気カムフォロア 5 7、逆転吸気機構 6 0 を有する。この実施形態の具体例における吸気カムフォロア 5 6 および排気カムフォロア 5 7 は、所謂ロッカーアームである。以下、この実施形態の具体例の説明において、吸気カムフォロア 5 6 を、吸気ロッカーアーム 5 6 と

称し、排気カムフォロア 57 を排気ロッカーアーム 57 と称する。また、バルブ駆動機構 50 は、吸気ロッカーシャフト 52 と排気ロッカーシャフト 53 を有する。

[0132] また、以下のバルブ駆動機構 50 の説明において、径方向および周方向とは、カムシャフト 51 の径方向および周方向を意味する。径方向は、軸線 C1 に直交する方向と言い換えることができる。なお、図 7 は、カムシャフト 51 を図 8 の B-B 線断面で切断した断面図と、吸気バルブ 35 を通り軸線 C1 に直交する断面図と、排気バルブ 36 を通り軸線 C1 に直交する断面図と、ロッカーアーム 56、57 を軸線 C1 の方向に見た側面図とを組み合わせた図である。

[0133] <4-1>カムシャフト

カムシャフト 51 は、回転可能にシリンダヘッド 30C に支持される。カムシャフト 51 の中心軸線 C1 は、クランクシャフト 31 の中心軸線と平行または略平行である（図 3 参照）。つまり、カムシャフト 51 の中心軸線 C1 は、左右方向と略平行である。図示は省略するが、カムシャフト 51 およびクランクシャフト 31 には、それぞれスプロケットが設けられている。カムシャフト 51 に設けられたスプロケットと、クランクシャフト 31 に設けられたスプロケットに、チェーン（図示せず）が巻き掛けられている。それにより、カムシャフト 51 は、クランクシャフト 31 の回転に連動して回転する。なお、スプロケットとチェーンの代わりに、プーリとベルトが設けられてもよい。図 8 等を示す矢印 Q1 は、カムシャフト 51 の正転方向を表しており、矢印 Q2 は、カムシャフト 51 の逆転方向を表している。なお、カムシャフト 51 の正転方向とは、クランクシャフト 31 が正転するときのカムシャフト 51 の回転方向である。カムシャフト 51 の逆転方向とは、クランクシャフト 31 が逆転するときのカムシャフト 51 の回転方向である。

[0134] 図 9 および図 10 に示すように、カムシャフト 51 は、孔 51a とスリット 51b とを有する。孔 51a およびスリット 51b の詳細については後述する。

[0135] <4-2>メイン吸気カム・排気カム

図9に示すように、メイン吸気カム54および排気カム55は、カムシャフト51に設けられる。メイン吸気カム54は、排気カム55の左方にある。メイン吸気カム54および排気カム55は、カムシャフト51に一体成形されている。

[0136] 図7に示すように、軸線C1方向に見て、排気カム55の外周面の一部は、軸線C1を中心とした1つの円と重なる。この円をベース円BCという。排気カム55の外周面のうち、軸線C1方向に見てベース円BCと重なる部分を、ベース面55bとする。排気カム55は、ベース円BCよりも径方向外側に突出するカムノーズ部55nを有する。

[0137] メイン吸気カム54の形状は、排気カム55の形状とほぼ同じである。つまり、メイン吸気カム54は、軸線C1方向に見てベース円BCと重なるベース面54bを有する。また、メイン吸気カム54は、ベース円BCよりも径方向外側に突出するカムノーズ部54nを有する。メイン吸気カム54のカムノーズ部54nは、排気カム55のカムノーズ部55nと、軸線C1を中心に所定の角度だけずれた位置に設けられる。

[0138] <4-3>ロッカーシャフト・ロッカーアーム

図7に示すように、吸気ロッカーシャフト52および排気ロッカーシャフト53の中心軸線は、軸線C1とほぼ平行である。ロッカーシャフト52、53は、シリンダヘッド30Cに直接的または間接的に支持される。ロッカーシャフト52、53は、回転不能であってもなくてもよい。

[0139] 吸気ロッカーアーム56は、揺動可能に吸気ロッカーシャフト52に設けられる。

図8に示すように、吸気ロッカーアーム56の一端部は、2つの吸気バルブ35に接触している。より詳細には、吸気ロッカーアーム56は、シムを介して吸気バルブ35に接触している。なお、シムは無くても良い。また、吸気ロッカーアーム56と吸気バルブ35との間に、シムに加えて他の部材が介在していてもよい。また、吸気ロッカーアーム56と吸気バルブ35と

の間に、シム以外の部材が介在していてもよい。図7に示すように、吸気バルブ35は、バルブばね37によって吸気口34aを閉じる方向に押圧されている。

[0140] また、吸気ロッカーアーム56の他端部は、メイン吸気カム54および後述する逆転吸気カム70の少なくとも一方に接触している。吸気ロッカーアーム56は、メイン吸気カム54または逆転吸気カム70との接触により、2つの吸気バルブ36を駆動する。図7および図9に示すように、吸気ロッカーアーム56は、メイン吸気カム54に接触するメイン接触面56mと、逆転吸気カム70に接触するサブ接触面56sとを有する。

吸気ロッカーアーム56は、本体部56Aとローラ56Bとを有する。本体部56Aは、吸気ロッカーシャフト52に設けられる。ローラ56Bは、本体部56Aに回転可能に設けられる。メイン接触面56mは、ローラ56Bの外周面である。サブ接触面56sは、本体部56Aに設けられる。

[0141] メイン接触面56mがメイン吸気カム54のベース面54bに接触している場合、吸気バルブ35は吸気口34aを閉じる。メイン接触面56mがメイン吸気カム54のカムノーズ部54nに接触している場合、吸気バルブ35は吸気口34aを開く。このように、メイン吸気カム54は、吸気ロッカーアーム56を介して吸気バルブ35を駆動する。

[0142] サブ接触面56sは、メイン接触面56mの右方にある。サブ接触面56sの軸線C1方向の長さは、メイン接触面56mの軸線C1方向の長さよりも短い。軸線C1の方向に見て、サブ接触面56sは、メイン接触面56mと同心の円弧状である。サブ接触面56sの曲率半径は、メイン接触面56mの半径よりも小さい。つまり、軸線C1の方向に見て、メイン接触面56mは、サブ接触面56sよりも径方向外側に位置する。

[0143] 排気ロッカーアーム57は、揺動可能にロッカーシャフト53に設けられる。排気ロッカーアーム57の一端部は、2つの排気バルブ36に接触している。より詳細には、排気ロッカーアーム57は、シムを介して排気バルブ36に接触している。排気バルブ36は、バルブばね38によって排気口3

4 b を閉じる方向に押圧されている。排気ロッカーアーム 5 7 の他端部は、排気カム 5 5 に接触している。排気ロッカーアーム 5 7 は、排気カム 5 5 との接触により、排気バルブ 3 6 を駆動する。排気ロッカーアームが排気カム 5 5 のベース面 5 5 b に接触している場合、排気バルブ 3 6 は排気口 3 4 b を閉じる。排気ロッカーアームが排気カム 5 5 のカムノーズ部 5 5 n に接触している場合、排気バルブ 3 6 は排気口 3 4 b を開く。このように、排気カム 5 5 は、排気ロッカーアーム 5 7 を介して排気バルブ 3 6 を駆動する。

[0144] <4-4>逆転吸気機構

逆転吸気機構 6 0 は、上述した逆転吸気始動動作を行うために設けられる。逆転吸気始動動作において、クランク角が角度 A 2 1 から角度 A 2 2 までの範囲（図 6 参照）のときに、逆転吸気機構 6 0 は、吸気口 3 4 a を開くように吸気バルブ 3 5 を駆動する。つまり、逆転吸気機構 6 0 は、クランクシャフト 3 1 の逆転中、メイン吸気カム 5 4 と吸気ロッカーアーム 5 6 との接触により吸気バルブ 3 5 が駆動されて吸気口 3 4 a が開いた後に、吸気口 3 4 a を開くように吸気バルブ 3 5 を駆動する。それにより、吸気口 3 4 a から燃焼室 3 4 に混合気を導入される。逆転吸気機構 6 0 は、逆転吸気カム 7 0 と逆転吸気カム移動機構 6 1 とを有する。逆転吸気カム移動機構 6 1 は、スライドピン 6 3 と、第 1 ばね 6 4 とを有する。また、逆転吸気カム移動機構 6 1 は、カムフォロアピン 6 7 と、第 2 ばね 6 8 とを有する。

[0145] <4-4-1>スライドピン・第 1 ばね

図 9 および図 1 0 に示すように、第 1 ばね 6 4、固定部材 6 5、および可動部材 6 6 は、カムシャフト 5 1 の孔 5 1 a の内側に収容されている。孔 5 1 a は、軸線 C 1 方向を中心とした円筒状の孔である。孔 5 1 a は、カムシャフト 5 1 の右面から左右方向の略中央部まで設けられている。固定部材 6 5 は、孔 5 1 a に固定されている。可動部材 6 6 は、固定部材 6 5 よりも孔 5 1 a の奥に配置される。可動部材 6 6 は、孔 5 1 a 内を軸線 C 1 方向に移動可能である。第 1 ばね 6 4 は、固定部材 6 5 と可動部材 6 6 との間に、軸線 C 1 方向に圧縮された状態で配置されている。

[0146] スライドピン63は、カムシャフト51のスリット51bの内側に配置されている。スリット51bは、カムシャフト51の左右方向の略中央部に設けられている。スリット51bは、カムシャフト51を径方向に貫通する。図11に示すように、軸線C1方向に見て、スリット51bは、径方向に沿って直線状に形成されている。軸線C1方向に見て、スリット51bの幅は、孔51aの直径よりも若干小さい。孔51aの一部は、スリット51bに設けられている（図10参照）。スライドピン63の両端部は、カムシャフト51の外周面から突出している。スライドピン63は逆転吸気カム70に支持される。スライドピン63は、カムシャフト51の径方向に沿って配置されている。スライドピン63は、スリット51b内を軸線C1方向に移動可能である。スライドピン63は、可動部材66に接触している。可動部材66は、第1ばね64によって、スライドピン63に押し付けられている。

[0147] <4-4-2>逆転吸気カム

図12に示すように、逆転吸気カム70は、筒状の部材である。図9に示すように、逆転吸気カム70は、メイン吸気カム54の右方に設けられる。逆転吸気カム70は、軸線C1の方向に移動可能にカムシャフト51に設けられる。図9および図11に示すように、逆転吸気カム70は、貫通孔70aと有底孔70bとを有する。貫通孔70aに、スライドピン63の一端部が配置される。有底孔70bに、スライドピン63の他端部が配置される。上述したようにスライドピン63は、回転不能にカムシャフト51に設けられている。したがって、逆転吸気カム70は、スライドピン63によって、カムシャフト51に対する相対回転が規制されている。つまり、逆転吸気カム70は、回転不能にカムシャフト51に設けられている。逆転吸気カム70は、スライドピン63と一体的に、軸線C1方向に移動する。逆転吸気カム70は、スライドピン63と可動部材66を介して第1ばね64によって押圧されている。逆転吸気カム70は、第1ばね64によって、軸線C1方向で且つメイン吸気カム54から逆転吸気カム70に向かう方向に押圧されている。第1ばね64は、本発明における第1弾性部材に相当する。

[0148] 図9に示すように、スライドピン63がスリット51bの左面に接触したとき、逆転吸気カム70は、最もメイン吸気カム54から離れた状態となる。言い換えると、逆転吸気カム70のメイン吸気カム54から離れる方向の移動は、スライドピン63がスリット51bの左面と接触することで規制される。逆転吸気カム70が最もメイン吸気カム54から離れた状態において、逆転吸気カム70は、吸気ロッカーアーム56のサブ接触面56sよりも左方にある。つまり、このとき、逆転吸気カム70は、吸気ロッカーアーム56のサブ接触面56sと対向しない。逆転吸気カム70が吸気ロッカーアーム56のサブ接触面56sより左方にあるときの逆転吸気カム70の位置を、待機位置とする。

[0149] 図9および図12に示すように、逆転吸気カム70は、第1カム部71と第2カム部72とを有する。第1カム部71と第2カム部72は、軸線C1の方向に隣り合って並んでいる。第1カム部71は、第2カム部72よりもメイン吸気カム54に近い。軸線C1の方向において、第1カム部71の長さは、メイン吸気カム54の長さよりも短い。図11に示すように、第1カム部71は、軸線C1方向に見てベース円BCと重なるベース面71bを有する。第1カム部71は、ベース円BCよりも径方向外側に突出するカムノーズ部71nを有する。

[0150] 図7に示すように、逆転吸気カム70のカムノーズ部71nの頂点と、メイン吸気カム54のカムノーズ部54nの頂点とは、軸線C1を中心として例えば110°程度ずれている。カムノーズ部71nの最大外径は、メイン吸気カム54のカムノーズ部54nの最大外径より若干小さい。上述したように、軸線C1の方向に見て、吸気ロッカーアーム56のメイン接触面56mは、サブ接触面56sよりも径方向外側に位置する。

逆転吸気カム70が図9に示す状態よりもメイン吸気カム54に近づくように移動すると、逆転吸気カム70のベース面71bは吸気ロッカーアーム56のサブ接触面56sに対向できる。逆転吸気カム70のベース面71bが吸気ロッカーアーム56のサブ接触面56sに対向するとき、吸気ロッカ

ーアーム 56 のメイン接触面 56 m はメイン吸気カム 54 に接触する。そのため、逆転吸気カム 70 のベース面 71 b は、吸気ロッカーアーム 56 のサブ接触面 56 s に接触しない。逆転吸気カム 70 のカムノーズ部 71 n は、吸気ロッカーアーム 56 のサブ接触面 56 s に接触する。それにより、吸気バルブ 35 は吸気口 34 a を開く。よって、逆転吸気カム 70 は、吸気ロッカーアーム 56 を介して吸気バルブ 35 を駆動する。

[0151] 図 13 に示すように、逆転吸気カム 70 の第 2 カム部 72 は、第 1 カム面 73 と第 2 カム面 74 を有する。第 1 カム面 73 は、軸線 C1 の方向を向いている。詳細には、第 1 カム面 73 は、左方向（L 方向）を向いている。第 2 カム面 74 は、径方向外側を向いている。第 1 カム面 73 および第 2 カム面 74 は、カムシャフト 51 の逆転中、逆転吸気カム 70 を軸線 C1 の方向に移動させて、カムシャフト 51 の正転中、逆転吸気カム 70 を軸線 C1 の方向に移動させないように構成されている。以下、第 1 カム面 73 および第 2 カム面 74 について詳細に説明する。

[0152] 第 2 カム部 72 の外周面は、小径円弧面 75 と、第 2 カム面 74 とを含む。第 2 カム面 74 は、円弧面 74 a と、径方向傾斜面 74 b とを含む。軸線 C1 方向に見て、小径円弧面 75 および円弧面 74 a は、軸線 C1 を中心とした円弧状である。小径円弧面 75 の半径は、円弧面 74 a の半径よりも小さい。径方向傾斜面 74 b は、周方向において、小径円弧面 75 と円弧面 74 a との間にある。径方向傾斜面 74 b は、円弧面 74 a におけるカムシャフト 51 の正転方向（矢印 Q1 方向）の端部と直接繋がっている。つまり、径方向傾斜面 74 b は、第 2 カム面 74 におけるカムシャフト 51 の正転方向（矢印 Q1 方向）の端部に設けられる。径方向傾斜面 74 b は、軸線 C1 方向に見て、軸線 C1 を中心とした周方向に対して径方向に傾斜する。つまり、径方向傾斜面 74 b は、軸線 C1 方向に見て、軸線 C1 からの距離が滑らかに変化している。

[0153] 第 1 カム面 73 は、左方を向いた面である。つまり、第 1 カム面 73 は、メイン吸気カム 54 から逆転吸気カム 70 に向かう方向を向いた面である（

図9参照)。軸線C1方向に見て、第1カム面73は、小径円弧面75を通る円の径方向外側にある。第1カム面73は、第2カム面74と直接繋がっている。第1カム面73は、垂直面73aと、軸方向傾斜面73bとを有する。垂直面73aは、軸線C1方向に対して垂直である。軸方向傾斜面73bは、垂直面73aにおけるカムシャフト51の逆転方向（矢印Q2方向）の端部と直接繋がっている。つまり、軸方向傾斜面73bは、第1カム面73におけるカムシャフト51の逆転方向（矢印Q2方向）の端部に設けられる。軸方向傾斜面73bは、カムシャフト51の周方向に対して軸線C1方向に傾斜している。つまり、軸方向傾斜面73bは、軸線C1に直交する平面に対して傾斜している。軸方向傾斜面73bは、カムシャフト51の逆転方向の端部が、カムシャフト51の正転方向の端部よりも、メイン吸気カム54に近い位置にあるように傾斜している。垂直面73aの一部は、径方向傾斜面74bと直接繋がっている。垂直面73aの残りの一部は、円弧面74aの一部と直接繋がっている。軸方向傾斜面73bは、円弧面74aの残りの一部と直接繋がっている。

[0154] <4-4-3>カムフォロアピン・第2ばね

図9に示すように、カムフォロアピン67は、逆転吸気カム70の外側に配置される。より詳細には、図14に示すように、カムフォロアピン67は、逆転吸気カム70が待機位置にあるときに、第2カム部72の外周面と対向する位置に配置される。カムフォロアピン67は、支持部材69に支持される。支持部材69は、ヘッドカバー30D（図7参照）に支持される。カムフォロアピン67は、カムシャフト51の径方向に沿っている。カムフォロアピン67は、カムシャフト51の径方向に移動可能に支持部材69に設けられている。カムフォロアピン67は、軸線C1方向に移動不能に支持部材69に設けられている。第2ばね68は、支持部材69に設けられている。カムフォロアピン67は、第2ばね68によって、径方向内側に向かって押圧されている。カムフォロアピン67は、本発明における逆転吸気カムフォロアに相当し、第2ばね68は、本発明における第2弾性部材に相当する。

。

[0155] 支持部材 69 は、カムフォロアピン 67 が所定の位置よりもカムシャフト 51 の径方向内側に移動するのを規制するように構成されている。カムフォロアピン 67 が軸線 C1 に最も近い状態における、カムフォロアピン 67 の先端と、軸線 C1 との最短距離を、距離 L1 とする。距離 L1 は、逆転吸気カム 70 の第 2 カム部 72 の小径円弧面 75 の半径よりも大きい。したがって、カムフォロアピン 67 は、小径円弧面 75 と接触しない。また、距離 L1 は、逆転吸気カム 70 の第 2 カム部 72 の円弧面 74a の半径よりも小さい。そのため、図 14 に示すように、カムフォロアピン 67 は第 2 カム面 74 に接触可能である。図 14 は、カムフォロアピン 67 が、第 2 カム面 74 の円弧面 74a に接触した状態を示している。また、図 15 に示すように、逆転吸気カム 70 が待機位置よりもメイン吸気カム 54 に近い位置にあるとき、カムフォロアピン 67 の側面は、第 2 カム部 72 の第 1 カム面 73 に接触可能である。図 15 は、カムフォロアピン 67 が、第 2 カム部 72 の垂直面 73a に接触した状態を示している。なお、小径円弧面 75 は、カムフォロアピン 67 と接触しない形状であれば、軸線 C1 方向に見て円弧状でなくてもよい。

[0156] 逆転吸気カム移動機構 61 は、カムシャフト 51 の回転力を、逆転吸気カム 70 を軸線 C1 の方向に移動させる力に変換する変換機構 62 を含む。変換機構 62 は、逆転吸気カム 70 の第 2 カム部 72 の第 1 カム面 73 と、カムフォロアピン 67 と、第 1 ばね 64 と、スライドピン 63 と、第 2 ばね 68 とを含む。

[0157] バルブ駆動機構 50 は、この変換機構 62 に加えて、カムシャフト 51 の回転力を、吸気バルブ 35 を直線方向に移動させる力に変換する変換機構を有する。この変換機構は、メイン吸気カム 54 と、逆転吸気カム 70 の第 1 カム部 71 と、吸気ロッカーアーム 56 とを含む。また、バルブ駆動機構 50 は、カムシャフト 51 の回転力を、排気バルブ 36 を直線方向に移動させる力に変換する変換機構を有する。この変換機構は、排気カム 55 と、排気

ロッカーアーム 57 とを含む。

[0158] <5>逆転吸気機構の動作

<5-1>通常動作

次に、逆転吸気機構 60 の動作について説明する。

まず、エンジンユニット 21 の通常動作時における逆転吸気機構 60 の動作について説明する。図 16 (a) は、第 2 カム部 72 の外周面の展開図であって、図 16 (b) は、第 2 カム部 72 の左方に向けた面の外周付近の側面図を、直線状に表した図である。図 16 (a) および図 16 (b) には、通常動作時のカムフォロアピン 67 の位置を表示している。図 16 (c) は、カムフォロアピン 67 が図 16 (a) および図 16 (c) に示す 3 つの位置にある時点でのバルブ駆動機構をカムシャフトの中心軸線に垂直な方向に見た模式図である。

通常動作時、カムシャフト 51 は矢印 Q1 方向に正転する。カムフォロアピン 67 が逆転吸気カム 70 の小径円弧面 75 に対向している状態から、カムシャフト 51 が正転すると、カムフォロアピン 67 は、逆転吸気カム 70 の径方向傾斜面 74b に接触する。それにより、カムフォロアピン 67 は、径方向傾斜面 74b に押圧されて、径方向外側に向かって移動する。その後、カムシャフト 51 の正転に伴い、図 14 に示すようにカムフォロアピン 67 が円弧面 74a に接触する。カムフォロアピン 67 はそれ以上径方向に移動しない。さらにその後、カムフォロアピン 67 は、逆転吸気カム 70 の軸方向傾斜面 73b に接触する。カムフォロアピン 67 の先端が軸方向傾斜面 73b と対向しない位置までカムシャフト 51 が回転すると、カムフォロアピン 67 は、第 2 バネ 68 に押圧されて、径方向内側に向かって移動する。そして、カムフォロアピン 67 は、小径円弧面 75 に対向する位置に戻る。このように通常動作時には、逆転吸気カム 70 は待機位置から軸線 C1 方向に移動しない。吸気ロッカーアーム 56 は、メイン吸気カム 54 にのみ接触し、逆転吸気カム 70 に接触しない。

[0159] <5-2>逆転吸気始動動作

次に、エンジンユニット 21 の逆転吸気動作時における逆転吸気機構 60 の動作について説明する。図 17 (a) は、第 2 カム部 72 の外周面の展開図であって、図 17 (b) は、第 2 カム部 72 の左方を向いた面の外周付近の側面図を、直線状に表した図である。図 17 (a) および図 17 (b) には、逆転吸気動作時のカムフォロアピン 67 の位置を表示している。図 17 (c) は、カムフォロアピン 67 が図 17 (a) および図 17 (c) に示す 3 つの位置にある時点でのバルブ駆動機構をカムシャフトの中心軸線に垂直な方向に見た模式図である。

カムシャフト 51 が逆転を開始するとき、カムフォロアピン 67 は、逆転吸気カム 70 の小径円弧面 75 と対向している。カムシャフト 51 が矢印 Q2 方向に逆転し始めると、カムフォロアピン 67 は、まず、逆転吸気カム 70 の軸方向傾斜面 73 b に接触する。それにより、逆転吸気カム 70 は、軸方向傾斜面 73 b に押圧されて、メイン吸気カム 54 に近づくように軸線 C1 方向に移動する。その後、カムフォロアピン 67 は、逆転吸気カム 70 の垂直面 73 a に接触する。図 15 に示すように、カムフォロアピン 67 が垂直面 73 a に接触しているとき、吸気ロッカーアーム 56 は、逆転吸気カム 70 のカムノーズ部 71 n に接触する。それにより、吸気バルブ 35 は吸気口 34 a を開く。このとき、吸気口 34 a から燃焼室 34 に、混合気が導入される。さらにその後、カムフォロアピン 67 が垂直面 73 a を通過すると、第 1 バネ 64 によって、逆転吸気カム 70 は軸線 C1 方向に移動する。逆転吸気カム 70 は、メイン吸気カム 54 から離れるように軸線 C1 方向に移動して、待機位置に戻る。

[0160] 逆転吸気カム 70 が待機位置にある状態において、駆動源 22 によるクランクシャフト 31 の逆転が停止される。逆転を停止すると同時に、または、逆転を停止する前に、燃焼室 34 内の混合気に点火される。そして、混合気の燃焼のエネルギーによって、クランクシャフト 31 が正転を開始する。それにより、カムシャフト 51 が正転を開始する。その後、逆転吸気機構 60 は、通常動作時と同様に動作する。

- [0161] 本発明の実施形態の具体例のエンジンシステム 10 は、以下の特徴を有する。
- [0162] 逆転吸気カム移動機構 61 は、カムシャフト 51 の回転力を使って、逆転吸気カム 70 を軸線 C1 の方向に移動させる変換機構 62 を含む。そのため、例えば電動式のアクチュエータを使って、逆転吸気カム 70 を軸線 C1 の方向に移動させる場合に比べて、逆転吸気カム移動機構 61 を小型化できる。よって、エンジンユニット 21 の大型化をより抑制できる。
- [0163] 変換機構 62 は、第 1 カム面 73 と、カムフォロアピン 67 とを有する。第 1 カム面 73 およびカムフォロアピン 67 の一方は、逆転吸気カム 70 に設けられる。第 1 カム面 73 は、軸線 C1 の方向を向いている。カムフォロアピン 67 は、第 1 カム面 73 に接触する。カムシャフト 51 が回転することで、逆転吸気カム 70 は、第 1 カム面 73 の形状に応じて、軸線 C1 の方向に移動できる。そのため、カムシャフト 51 の逆転時に、カムシャフト 51 の逆転吸気カム 70 を軸線 C1 の方向に移動させることができる。
- [0164] 逆転吸気カム 70 に第 1 カム面 73 が設けられる。仮に、逆転吸気カム 70 にカムフォロアピンが設けられる場合、第 1 カム面を有する部材が、逆転吸気カム 70 の外側に配置される。この部材は、逆転吸気カム 70 の周方向の一部または全部を覆うように配置される。そのため、変換機構 62 が大型化する場合がある。それに対して、逆転吸気カム 70 に第 1 カム面 73 が設けられる場合、カムフォロアピン 67 が逆転吸気カム 70 の外側に配置される。カムフォロアピン 67 およびカムフォロアピン 67 が設けられる支持部材 69 は、逆転吸気カム 70 を囲むように配置しなくてよい。そのため、変換機構 62 を小型化できる。よって、エンジンユニット 21 の大型化をより抑制できる。
- [0165] カムシャフト 51 の逆転中、第 1 カム面 73 とカムフォロアピン 67 とが接触することで、軸線 C1 の方向において、逆転吸気カム 70 はメイン吸気カム 54 に近づくように移動する。変換機構 62 は、第 1 カム面 73 およびカムフォロアピン 67 に加えて、第 1 ばね 64 を有する。第 1 ばね 64 は、

軸線C 1 の方向で且つメイン吸気カム 5 4 から逆転吸気カム 7 0 に向かう方向に逆転吸気カム 7 0 を押圧する。このとき、第 1 ばね 6 4 によって、第 1 カム面 7 3 とカムフォロアピン 6 7 が接触した状態をより確実に維持できる。また、カムシャフト 5 1 の逆転中、第 1 ばね 6 4 によって、逆転吸気カム 7 0 をメイン吸気カム 5 4 から離すように移動させることができる。よって、第 1 カム面 7 3 とカムフォロアピン 6 7 との接触と、第 1 ばね 6 4 とによって、逆転吸気カム 7 0 を軸線 C 1 の方向に往復移動させることができる。このように簡易な構成によって、逆転吸気カム 7 0 をカムシャフト 5 1 の軸線 C 1 の方向に往復移動させることができるため、エンジンユニット 2 1 の大型化をより抑制できる。

また、第 1 カム面 7 3 とカムフォロアピン 6 7 との接触によって、逆転吸気カム 7 0 をメイン吸気カム 5 4 に近づくように移動させる。そのため、弾性部材によって、逆転吸気カム 7 0 をメイン吸気カム 5 4 に近づくように移動させる場合に比べて、逆転吸気カム 7 0 の移動を制御しやすい。したがって、逆転吸気カム 7 0 を安定して移動させることができる。よって、エンジンユニット 2 1 をより安定して始動できる。

[0166] 逆転吸気カム移動機構 6 1 は、第 1 カム面 7 3 およびカムフォロアピン 6 7 に加えて、第 2 カム面 7 4 を有する。第 2 カム面 7 4 は、カムシャフト 5 1 の径方向外側を向いている。カムフォロアピン 6 7 は、カムシャフト 5 1 の径方向に移動可能である。カムフォロアピン 6 7 は、第 2 カム面 7 4 に接触する。カムシャフト 5 1 が回転することで、カムフォロアピン 6 7 は、第 2 カム面 7 4 の形状に応じて、カムシャフト 5 1 の径方向に移動できる。それにより、カムシャフト 5 1 の回転方向に応じて、カムフォロアピン 6 7 のルートを異ならせることができる。そのため、逆転吸気カム移動機構 6 1 は、カムシャフト 5 1 の逆転時に、逆転吸気カム 7 0 を軸線 C 1 の方向に移動させて、カムシャフト 5 1 の正転時に、逆転吸気カム 7 0 を軸線 C 1 の方向に移動させないという構成が可能である。

また、逆転吸気カム移動機構 6 1 は、第 2 カム面 7 4 とカムフォロアピン

67という簡易な構成によって、カムフォロアピン67をカムシャフト51の径方向に移動させる。そのため、例えば、電動式のアクチュエータを使って、カムフォロアピン67を径方向に移動させる場合に比べて、変換機構62を小型化できる。よって、エンジンユニット21の大型化をより抑制できる。

[0167] カムシャフト51の逆転中、第2カム面74とカムフォロアピン67とが接触することで、カムフォロアピン67はカムシャフト51の径方向内側に向かって移動する。逆転吸気カム移動機構61は、第2ばね68を有する。第2ばね68は、カムフォロアピン67をカムシャフト51の径方向外側に向かって押圧する。第2ばね68によって、第2カム面74とカムフォロアピン67が接触した状態をより確実に維持できる。また、第2カム面74とカムフォロアピン67との接触と、第2ばね68によって、カムフォロアピン67をカムシャフト51の径方向に往復移動させることができる。このように簡易な構成によって、逆転吸気カム70をカムシャフト51の径方向に往復移動させることができるため、エンジンユニット21の大型化をより抑制できる。

[0168] 第1カム面73および第2カム面74は、カムシャフト51が逆転するときに逆転吸気カム70をカムシャフト51の軸線C1の方向に移動させるように構成されている。また、第1カム面73および第2カム面74は、カムシャフト51の正転中に逆転吸気カム70をカムシャフト51の軸線C1の方向に移動させないように構成されている。そのため、カムシャフト51の正転中に、カムフォロアピン67を逆転吸気カム70に接触しない位置まで退かせなくて済む。したがって、カムフォロアピン67を逆転吸気カム70に接触しない位置まで退かせる機構を設けた場合に比べて、逆転吸気カム移動機構61を小型化できる。よって、エンジンユニット21の大型化をより抑制できる。

[0169] 逆転吸気カム70は、エンジンユニット21の始動時にのみ使われる。つまり、逆転吸気カム70は、遅いエンジン回転速度のときに、短時間だけ、

吸気ロッカーアーム 56 と接触する。したがって、逆転吸気カム 70 に求められる耐久性は、メイン吸気カム 54 に求められる耐久性よりも低い。したがって、軸線 C1 の方向において、逆転吸気カム 70 の吸気ロッカーアーム 56 と接触する部分の長さは、メイン吸気カム 54 の長さよりも短くてよい。逆転吸気カム 70 の吸気ロッカーアーム 56 と接触する部分の長さが短いことにより、カムフォロアピン 67 の逆転吸気カム 70 と接触する部分の長さも短くできる。つまり、逆転吸気カム 70 とカムフォロアピン 67 の両方の長さを短くできる。さらに、逆転吸気カム 70 の吸気ロッカーアーム 56 と接触する部分の長さが短いことにより、逆転吸気カム 70 の軸線 C1 の方向の可動範囲を短くできる。これらから、バルブ駆動機構 50 の軸線 C1 の方向の大型化を抑制できる。よって、エンジンユニット 21 の大型化をより抑制できる。

[0170] <本発明の実施形態の変形例>

本発明における逆転吸気カム移動機構は、カムシャフトの正転中、逆転吸気カムフォロアを逆転吸気カムと接触しない位置まで退かせる構成を有していてもよい。カムシャフトの正転中、逆転吸気カムフォロアを逆転吸気カムと接触しない位置まで退かせる構成とは、例えば、図 18 に示すように、潤滑オイルの油圧を利用した構成であってもよい。図 18 は、本発明の実施形態の変形例を示している。図 18 では、カムフォロアピン 67 と支持部材 169 との間に、潤滑オイルが供給されるオイル空間 169a が形成されている。エンジンユニット 21 の始動時は、オイルポンプが停止または駆動を開始した直後である。そのため、オイル空間 169a に、潤滑オイルはほぼ供給されない。図 18 中、エンジンユニットの始動時のカムフォロアピン 67 の位置を破線で表示している。エンジンユニット 21 の始動時、カムフォロアピン 67 は逆転吸気カム 70 の第 2 カム部 72 の第 2 カム面 74 に接触する。一方、カムシャフト 51 の正転時には、オイル空間 169a に潤滑オイルが供給される。それにより、図 18 に実線で示すように、カムフォロアピン 67 は、第 2 バネ 68 の弾性力に抗して、カムシャフト 51 の径方向に移

動する。よって、カムシャフト51の正転時に、カムフォロアピン67は逆転吸気カム70に接触しない。

[0171] 図19～図23図22は、本発明の実施形態の他の変形例を示している。図19～図23は、カムシャフトの逆転時のバルブ駆動機構の模式図である。図19～図23において、符号100は、逆転吸気カムフォロアを示す。符号101は、第1カム面を示す。符号102は、第2カム面を示す。符号103は、第1弾性部材を示す。符号104は、第2弾性部材を示す。符号105は、第3弾性部材を示す。符号106は、カム溝を示す。符号107は、第3カム面を示す。その他の符号は、上述した本発明の実施形態の具体例と同様である。

[0172] 本発明の実施形態の具体例では、第1カム面が、逆転吸気カムに設けられ、逆転吸気カムフォロアは、逆転吸気カムに設けられない。しかし、本発明の逆転吸気カム移動機構は、この構成に限らない。例えば図19、図21、図23に示すように、本発明において、逆転吸気カムフォロア(100)が、逆転吸気カム(70)に設けられ、第1カム面(101)が、逆転吸気カム(70)に設けられなくてもよい。逆転吸気カムフォロア(100)が逆転吸気カム(70)に設けられる場合、第2カム面(102)は径方向内側を向いている。

[0173] 本発明の実施形態の具体例では、逆転吸気カムは、第1弾性部材によって、メイン吸気カムから逆転吸気カムに向かう方向で且つカムシャフトの中心軸線(C1)の方向に押圧されている。しかし、本発明の逆転吸気カム移動機構は、この構成に限らない。例えば図20、図21に示すように、逆転吸気カム(70)は、第3弾性部材(105)によって、逆転吸気カム(70)からメイン吸気カム(54)から向かう方向で且つカムシャフト(51)の中心軸線(C1)の方向に押圧されていてもよい。

[0174] 本発明の実施形態の具体例および図19～図21に示す本発明の実施形態の他の変形例では、逆転吸気カム(70)は、第1弾性部材(103)または第3弾性部材(105)によってカムシャフト(51)の中心軸線(C1)

）の方向に押圧されている。しかし、本発明の逆転吸気カム移動機構は、この構成に限らない。例えば図22および図23に示すように、逆転吸気カム移動機構には、第1弾性部材（103）および第3弾性部材（105）のどちらも設けられていなくてもよい。その場合、第1カム面（101）が設けられる部材に、カム溝（106）が設けられる。カム溝（106）は、第1カム面（101）と第3カム面（107）とを有する。第3カム面（107）は、カムシャフト（51）の中心軸線（C1）の方向において第1カム面（101）と対向している。第3カム面（107）は、逆転吸気カムフォロア（100）と接触する。カムシャフトの逆転時に、逆転吸気カムフォロア（100）が第3カム面（107）に接触することで、逆転吸気カム（70）は、カムシャフト（51）の中心軸線（C1）の方向に移動する。よって、第1カム面（101）と逆転吸気カムフォロア（100）との接触、および、第3カム面（107）と逆転吸気カムフォロア（100）との接触によって、逆転吸気カム（70）をカムシャフト（51）の中心軸線（C1）の方向に往復移動させることができる。

[0175] 第3カム面（107）を設ける場合、第1弾性部材（103）および第3弾性部材（105）は、設けなくてもよいが、設けてもよい。なお、図22および図23では、逆転吸気カム70からメイン吸気カム54に向かう方向を向いた面を、第1カム面101とし、メイン吸気カム54から逆転吸気カム70に向かう方向を向いた面を、第3カム面107としているが、その逆であってもよい。つまり、メイン吸気カム（54）から逆転吸気カム（70）に向かう方向を向いた面を、第1カム面（101）とし、逆転吸気カム（70）からメイン吸気カム（54）に向かう方向を向いた面を、第3カム面（107）としてもよい。

[0176] 図24（a）および図24（b）は、図22に示す逆転吸気カム70の具体例である。図24（a）は、逆転吸気カム70の外周面の一部の展開図であって、図24（b）を、逆転吸気カム70の側面の一部を直線状に表した図である。図24（a）および図24（b）中、通常動作時のカムフォロア

ピン１００を実線で表示し、逆転吸気動作時のカムフォロアピン１００を二点鎖線で表示している。

第３カム面１０７は、例えば図２４に示すような、第２軸方向傾斜面１０７ａを含むことが好ましい。第２軸方向傾斜面１０７ａは、カムシャフトの周方向に対してカムシャフトの中心軸線の方に傾斜する。第１カム面１０１の軸方向傾斜面７３ｂと第３カム面１０７の第２軸方向傾斜面１０７ａとは、カムシャフトの中心軸線に直交する平面に対する傾斜方向が逆である。第１カム面１０１の軸方向傾斜面７３ｂと、第３カム面１０７の第２軸方向傾斜面１０７ａは、周方向にずれた位置に配置される。この構成によると、カムシャフトの逆転中、第１カム面１０１の軸方向傾斜面７３ｂと第３カム面１０７の第２軸方向傾斜面１０７ａとによって、逆転吸気カムを、カムシャフトの中心軸線の方に往復移動させることができる。第２軸方向傾斜面１０７ａは、曲面であっても、平坦面であってもよい。

[0177] 第３カム面１０７の第２軸方向傾斜面１０７ａは、カムシャフトの逆転方向の端部が、カムシャフトの正転方向の端部よりも、メイン吸気カムから離れた位置にあるように傾斜していることが好ましい。図２４中、メイン吸気カムは、逆転吸気カムの右方（Ｒｉ方向）に位置する。この構成によると、カムフォロアピン１００を第３カム面１０７の第２軸方向傾斜面１０７ａに接触せることで、カムシャフトの中心軸線の方において、逆転吸気カムをメイン吸気カムから離れるように移動させることができる。

符号の説明

- [0178]
- １ 自動二輪車（鞍乗型車両）
 - ２ 車体（本体部）
 - ５ シート
 - １０ エンジンシステム
 - １１ ＥＣＵ（制御装置）
 - ２１ エンジンユニット
 - ２２ 駆動源

- 3 1 クランクシャフト
- 3 4 燃焼室
- 3 4 a 吸気口
- 3 4 b 排気口
- 3 5 吸気バルブ
- 3 6 排気バルブ
- 3 9 点火装置
- 4 0 燃料噴射装置
- 4 1 吸気通路部
- 5 0 バルブ駆動機構
- 5 1 カムシャフト
- 5 4 メイン吸気カム
- 5 6 吸気ロッカーアーム（吸気カムフォロア）
- 6 0 逆転吸気機構
- 6 1 逆転吸気カム移動機構
- 6 2 変換機構
- 6 4 第 1 ばね
- 6 7 カムフォロアピン（逆転吸気カムフォロア）
- 6 8 第 2 ばね
- 7 0 逆転吸気カム
- 7 3、1 0 1 第 1 カム面
- 7 4、1 0 2 第 2 カム面
- 1 0 0 逆転吸気カムフォロア
- 1 0 3 第 1 弾性部材
- 1 0 4 第 2 弾性部材
- 1 0 5 第 3 弾性部材
- 1 0 6 カム溝
- 1 0 7 第 3 カム面

C 1 カムシャフトの中心軸線

Q 1 カムシャフトの正転方向

Q 2 カムシャフトの逆転方向

請求の範囲

[請求項1]

燃焼室およびクランクシャフトを有するエンジンユニットと、
前記クランクシャフトを正転および逆転させる駆動源と、
前記エンジンユニットおよび前記駆動源の動作を制御する制御装置
とを備えたエンジンシステムであって、
前記エンジンユニットは、
前記燃焼室に設けられる吸気口に接続される吸気通路部と、
前記燃焼室に設けられる前記吸気口を開閉する吸気バルブと、
前記燃焼室に設けられる排気口を開閉する排気バルブと、
前記吸気バルブおよび前記排気バルブを駆動するバルブ駆動機構と
、
前記吸気通路部内で燃料を噴射する燃料噴射装置と、
前記燃焼室内において、空気と燃料との混合気に点火する点火装置
と、を備えており、
前記制御装置は、
（１）前記エンジンユニットの始動時に、前記クランクシャフトが
逆転されるように前記駆動源を制御し、（２）前記クランクシャフト
の逆転中、燃料を噴射するように前記燃料噴射装置を制御し、（３）
前記クランクシャフトの逆転中または前記クランクシャフトが逆転す
る期間の後、混合気に点火するように前記点火装置を制御し、
前記バルブ駆動機構は、
前記クランクシャフトの回転に連動して正転および逆転するカムシ
ャフトと、
回転不能で且つ中心軸線の方に移動不能に前記カムシャフトに設
けられるメイン吸気カムと、
前記メイン吸気カムと接触し、前記吸気バルブを駆動する吸気カム
フォロアと、
前記カムシャフトの逆転中、前記メイン吸気カムと前記吸気カムフ

フォロアとの接触により前記吸気バルブが駆動されて前記吸気口が開いた後に、前記吸気口を開くように前記吸気バルブを駆動して、前記吸気口から前記燃焼室に混合気を導入させる逆転吸気機構と、を備え、

前記逆転吸気機構は、

回転不能で且つ中心軸線の方法に移動可能にカムシャフトに設けられる逆転吸気カムと、

(a) 前記カムシャフトの逆転中、前記カムシャフトの中心軸線の方法において、前記逆転吸気カムを前記メイン吸気カムに近づくように移動させることで、前記逆転吸気カムを前記吸気カムフォロアに接触させて前記吸気口が開くように前記吸気バルブを駆動させた後、前記カムシャフトの逆転中、前記カムシャフトの中心軸線の方法において、前記逆転吸気カムを前記メイン吸気カムから離れるように移動させると共に、(b) 前記カムシャフトの正転中、前記逆転吸気カムを前記カムシャフトの中心軸線の方法に移動させない、逆転吸気カム移動機構と、を有することを特徴とするエンジンシステム。

[請求項2] 逆転吸気カム移動機構は、

前記カムシャフトの回転力を、前記逆転吸気カムを前記カムシャフトの中心軸線の方法に移動させる力に変換する変換機構を含むことを特徴とする請求項1に記載のエンジンユニット。

[請求項3] 前記変換機構は、

前記カムシャフトの中心軸線の方法を向いた第1カム面と、

前記第1カム面に接触する逆転吸気カムフォロアと、を有し、

前記第1カム面および前記吸気カムフォロアの一方が、前記逆転吸気カムに設けられることを特徴とする請求項2に記載のエンジンユニット。

[請求項4] 前記第1カム面が、前記逆転吸気カムに設けられることを特徴とする請求項3に記載のエンジンユニット。

[請求項5] 前記変換機構は、前記カムシャフトの中心軸線の方法で且つ前記メ

イン吸気カムから前記逆転吸気カムに向かう方向に前記逆転吸気カムを押圧する第1弾性部材を有し、

前記変換機構は、前記カムシャフトの逆転中、前記第1カム面と前記逆転吸気カムフォロアとが接触することで、前記カムシャフトの中心軸線方向において、前記逆転吸気カムを前記メイン吸気カムに近づくように移動させることを特徴とする請求項3または4に記載のエンジンユニット。

[請求項6] 前記逆転吸気カムフォロアは、前記カムシャフトの径方向に移動可能に設けられており、

前記逆転吸気カム移動機構は、前記逆転吸気カムフォロアと接触し、前記逆転吸気カムフォロアが前記逆転吸気カムに設けられない場合に前記カムシャフトの径方向外側を向いており、前記逆転吸気カムフォロアが前記逆転吸気カムに設けられる場合に前記カムシャフトの径方向内側を向いている第2カム面を有することを特徴とする請求項3～5のいずれか1項に記載のエンジンユニット。

[請求項7] 前記逆転吸気カム移動機構は、前記逆転吸気カムフォロアが前記逆転吸気カムに設けられない場合に前記逆転吸気カムフォロアを前記径方向内側に向かって押圧し、前記逆転吸気カムフォロアが前記逆転吸気カムに設けられる場合に前記逆転吸気カムフォロアを前記径方向外側に向かって押圧する第2弾性部材を有し、

前記逆転吸気カム移動機構は、前記カムシャフトの逆転中、前記第2カム面と前記逆転吸気カムフォロアとが接触することで、前記逆転吸気カムに設けられない前記逆転吸気カムフォロアを前記カムシャフトの径方向外側に向かって移動させるか、もしくは、前記逆転吸気カムに設けられた前記逆転吸気カムフォロアを前記カムシャフトの径方向内側に向かって移動させることを特徴とする請求項6に記載のエンジンユニット。

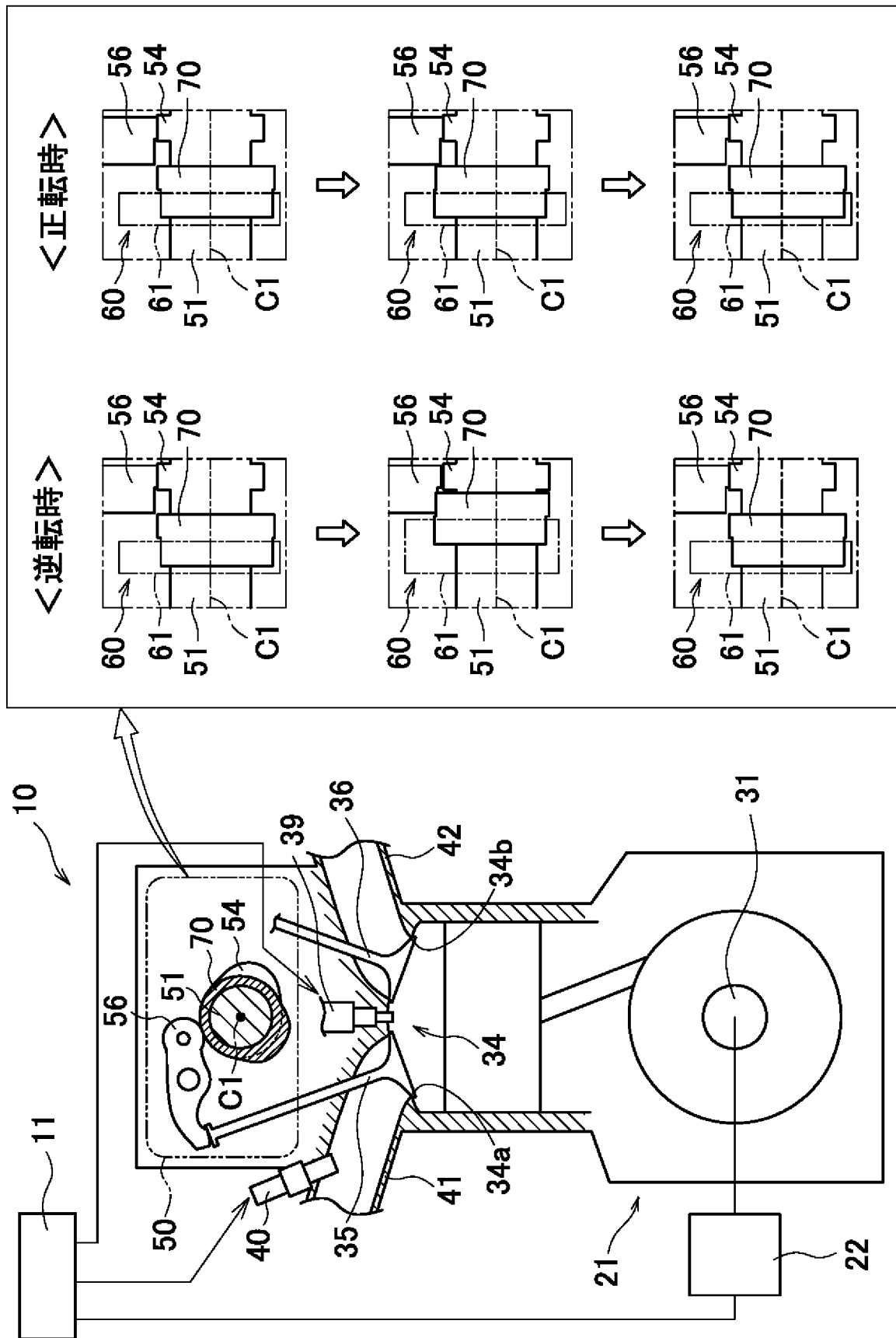
[請求項8] 前記第1カム面および前記第2カム面は、

前記カムシャフトの逆転中、前記逆転吸気カムを前記カムシャフトの中心軸線の方
向に移動させて、前記カムシャフトの正転中、前記逆
転吸気カムを前記カムシャフトの中心軸線の方
向に移動させないよう
に構成されていることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載のエンジ
ンユニット。

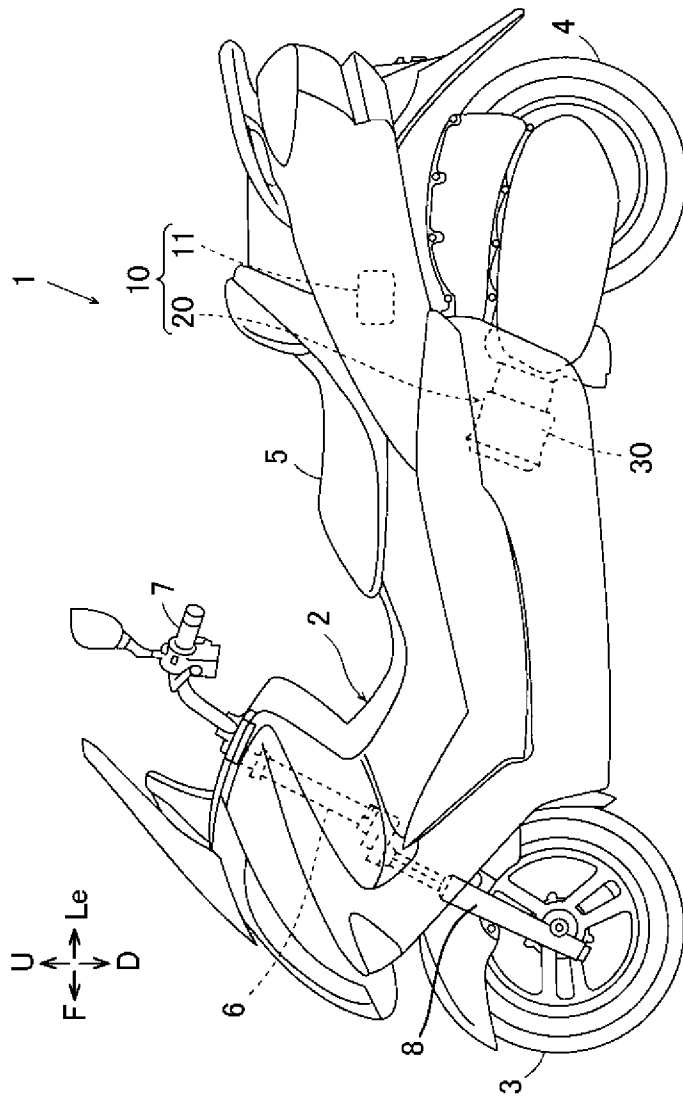
[請求項9] 前記カムシャフトの中心軸線の方
向において、前記逆転吸気カムの
前記吸気カムフォロアと接触する部分の長さが、前記メイン吸気カムの
長さよりも短いことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記
載のエンジンユニット。

[請求項10] シートを有する本体部と、
請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステムと、を含み
、
前記エンジンユニットの少なくとも一部が前記シートの下方に配置
されることを特徴とする鞍乗型車両。

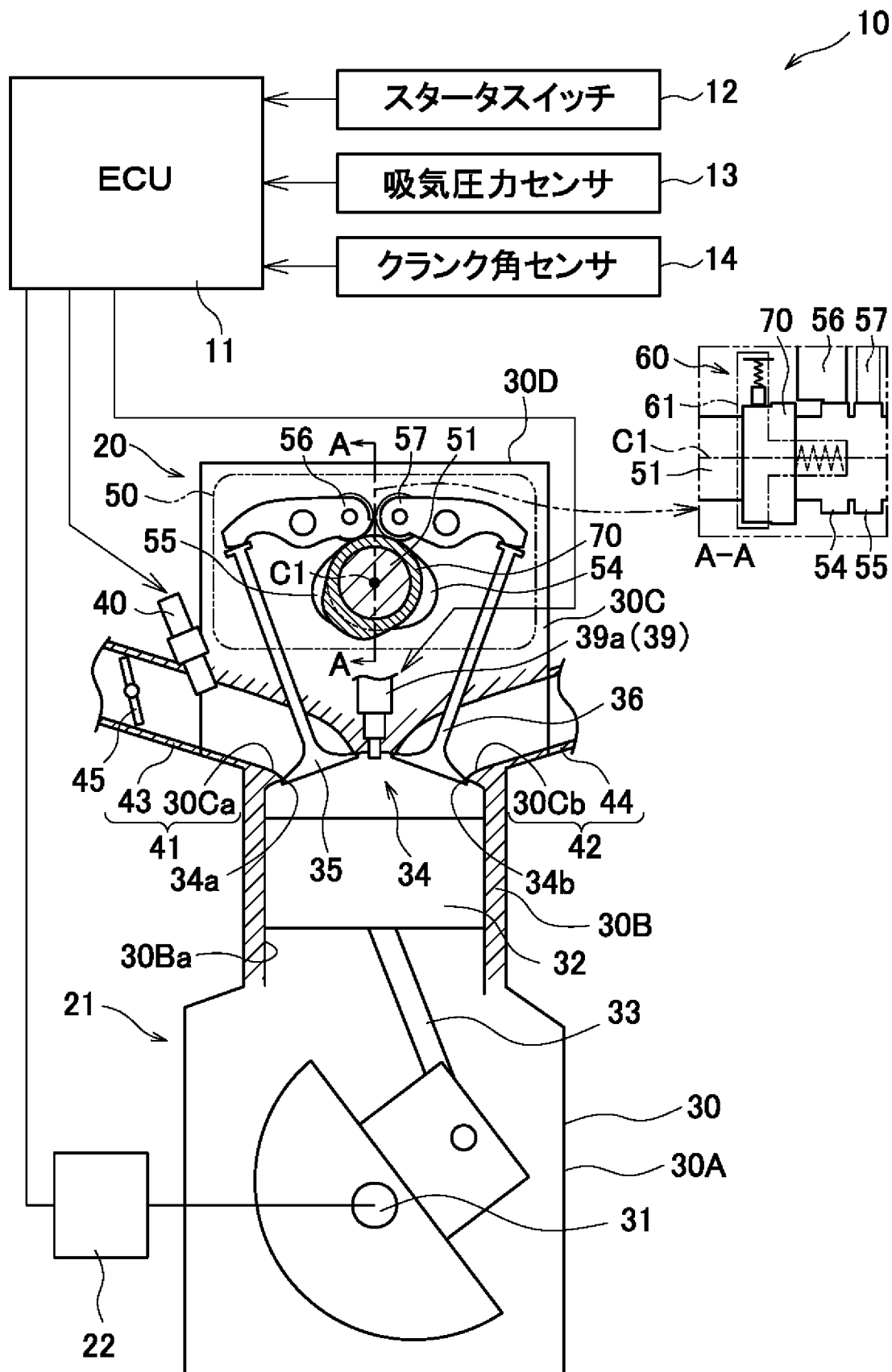
[図1]



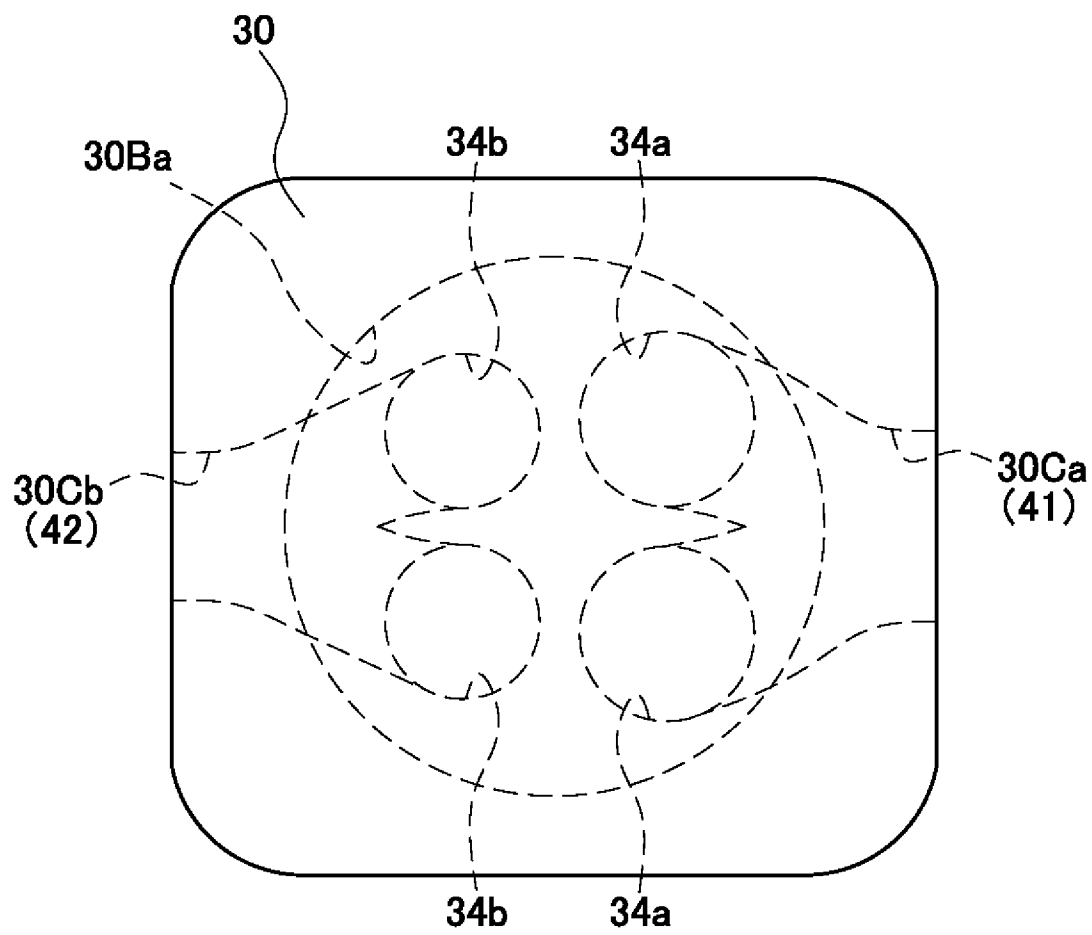
[図2]



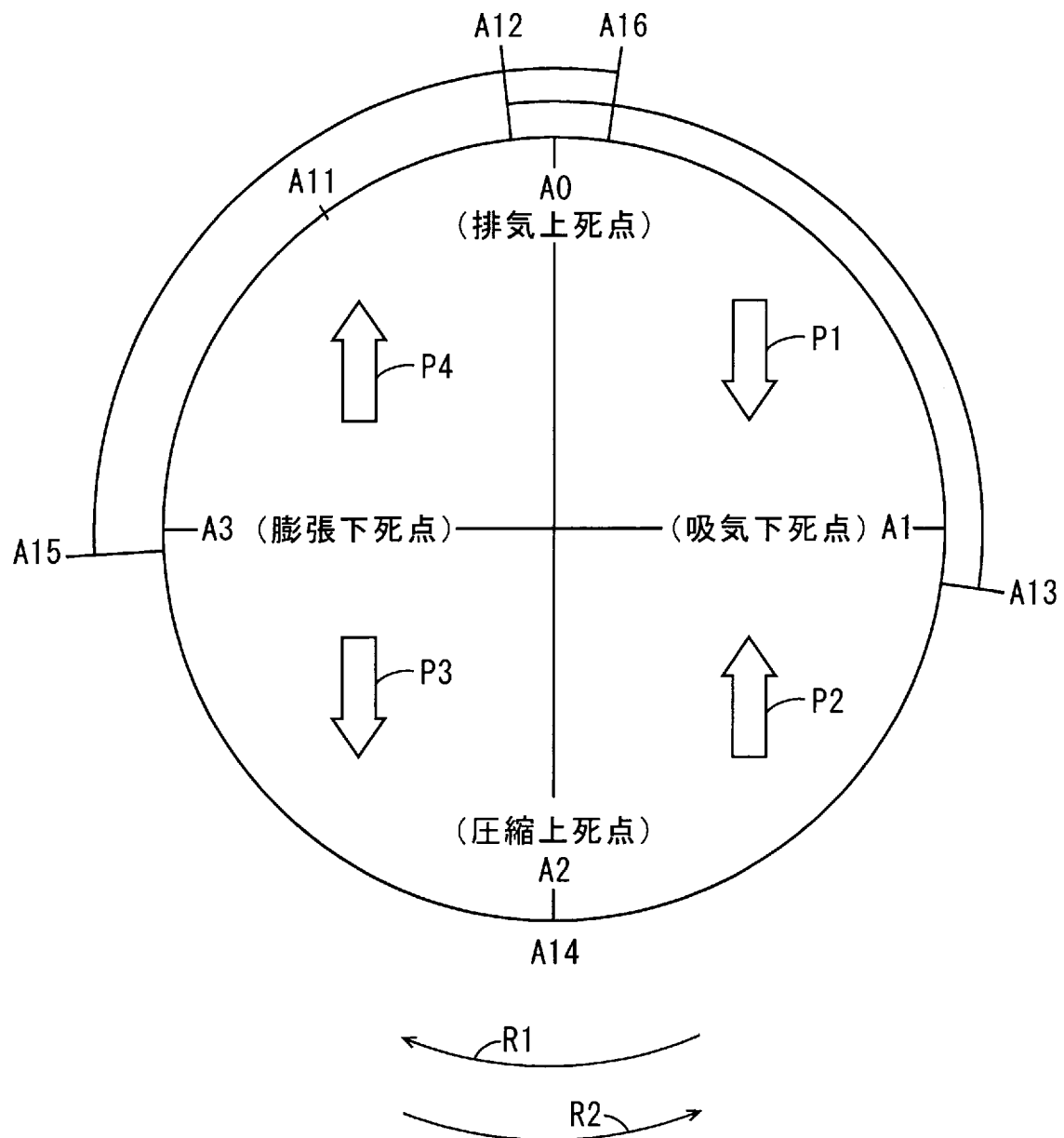
[図3]



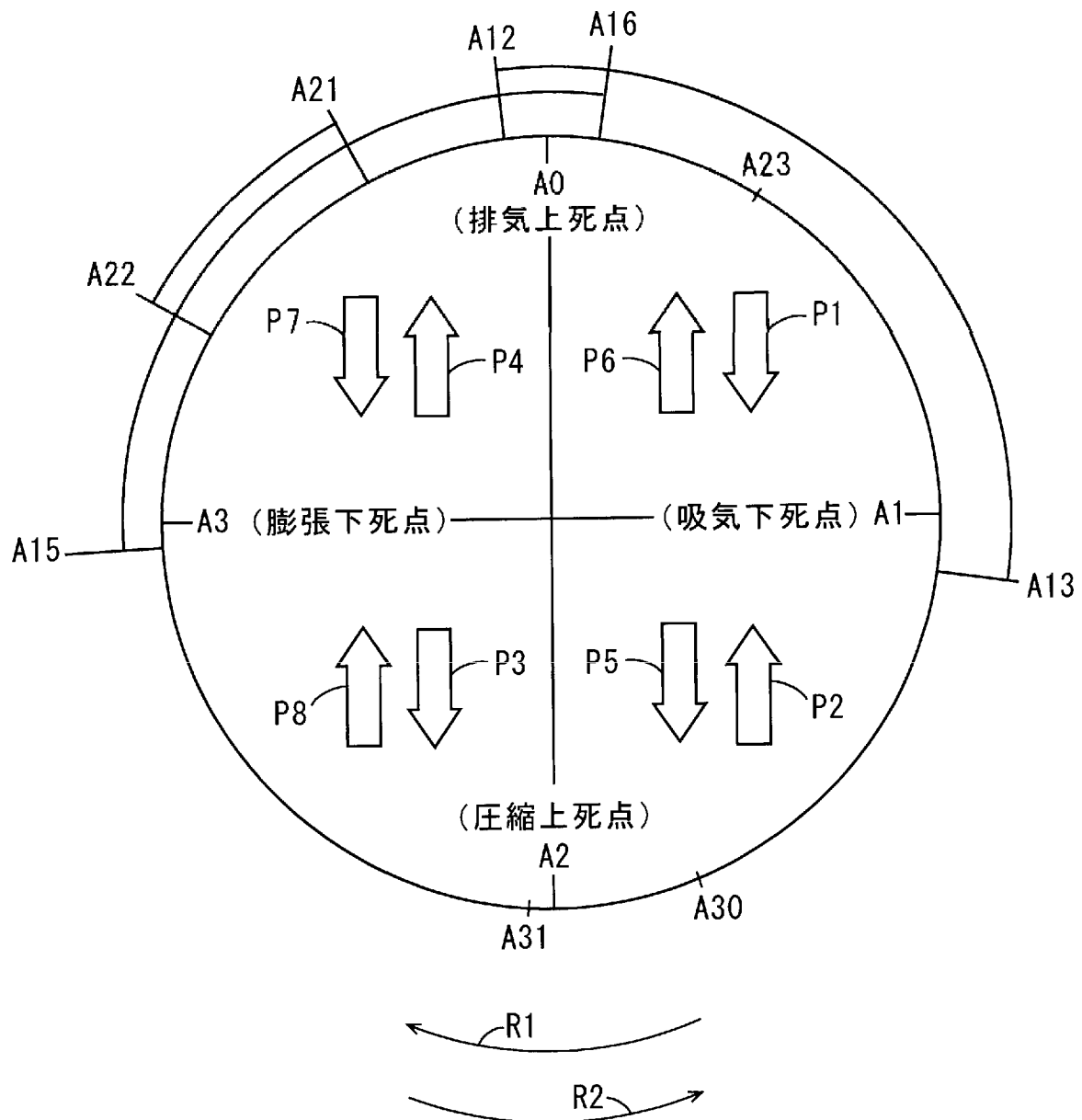
[図4]



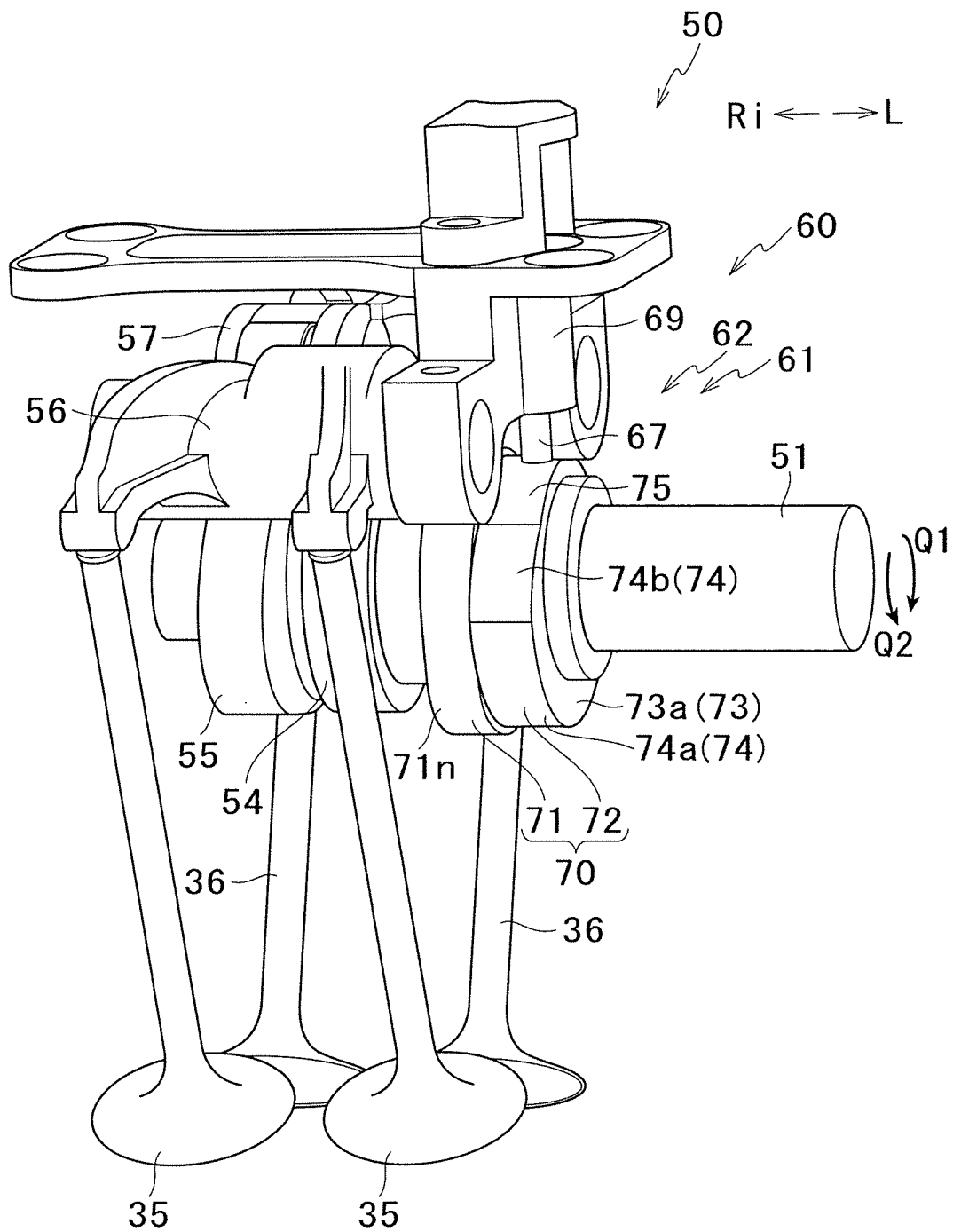
[図5]



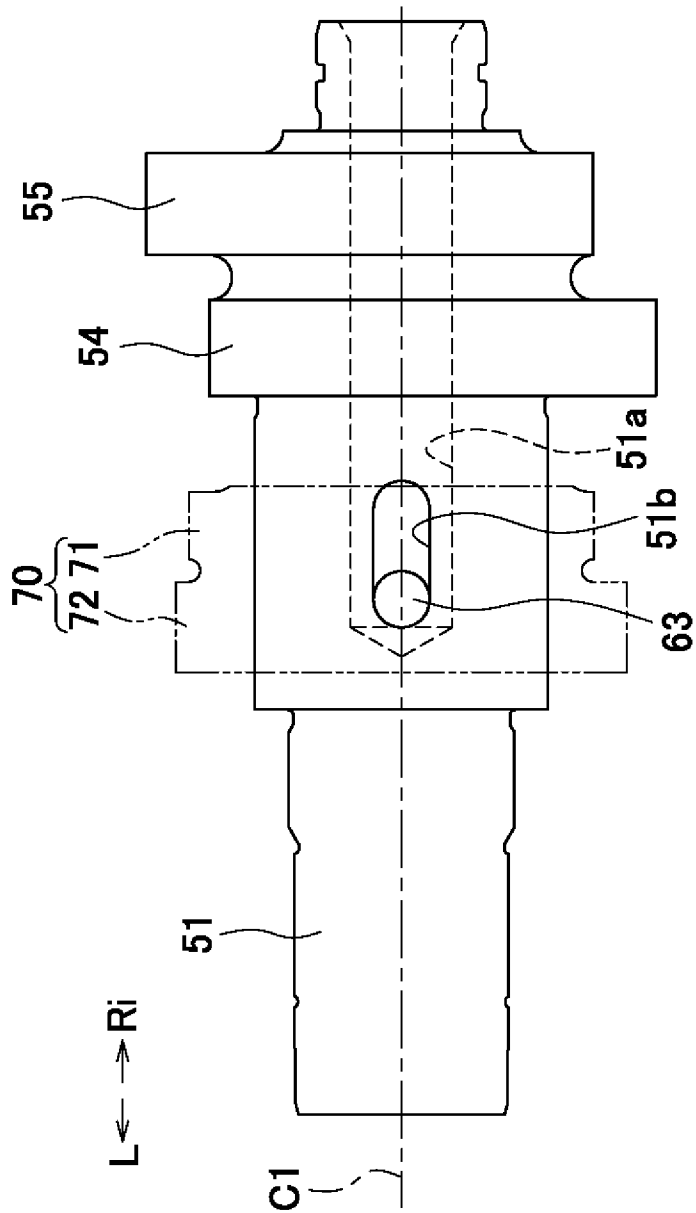
[図6]



[図8]

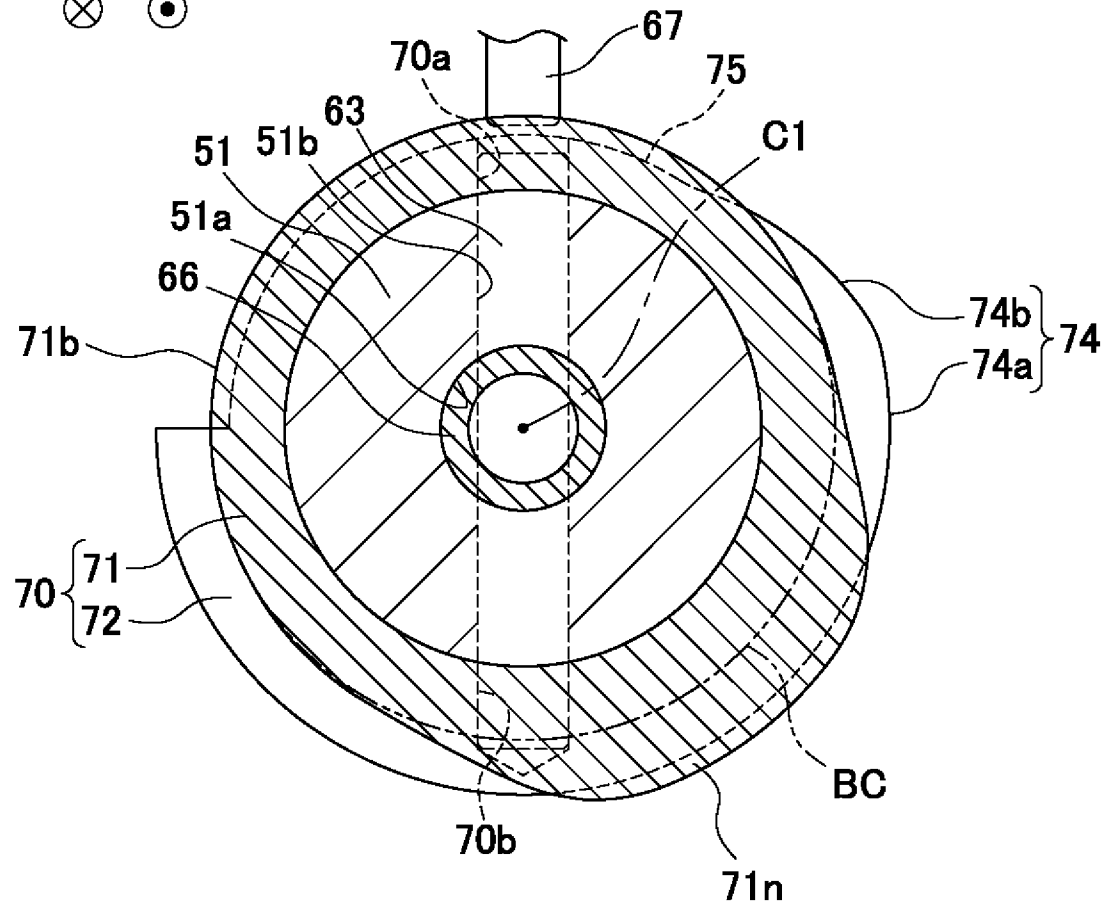


[図10]

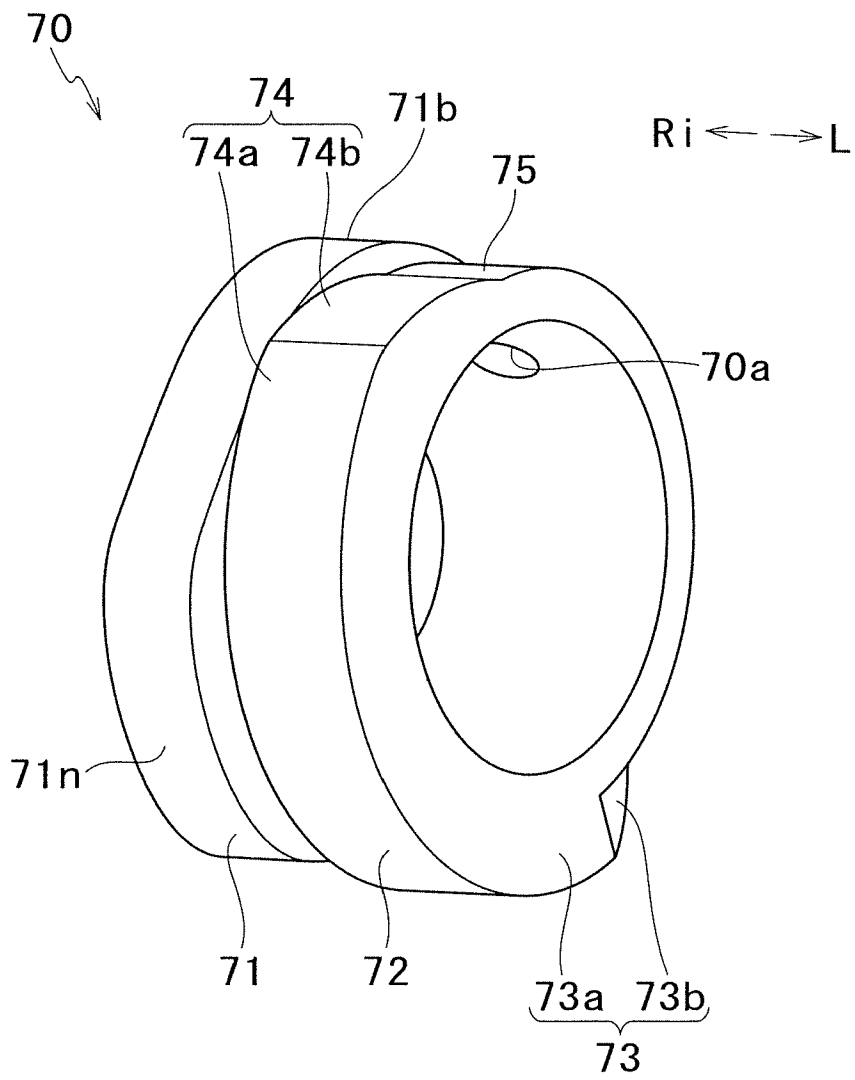


[図11]

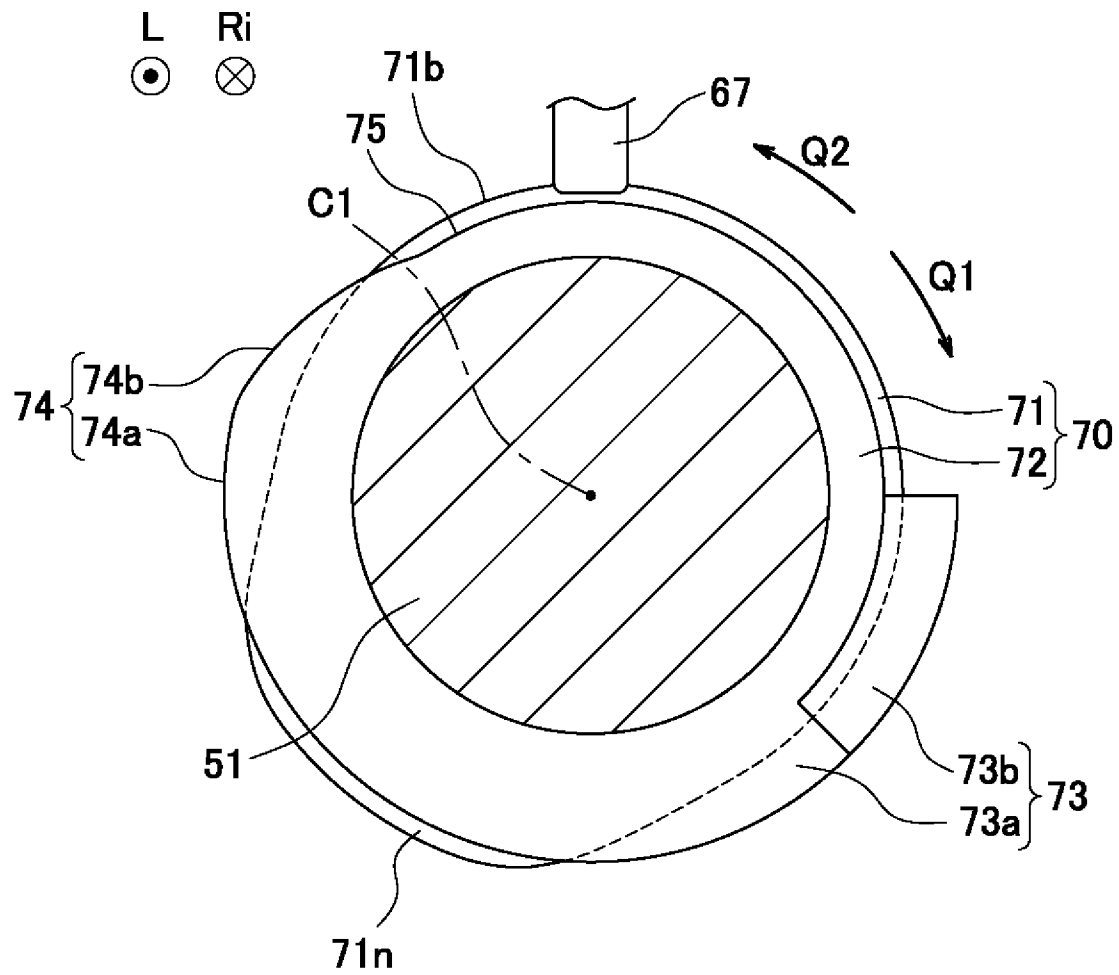
L Ri
⊗ ⊙



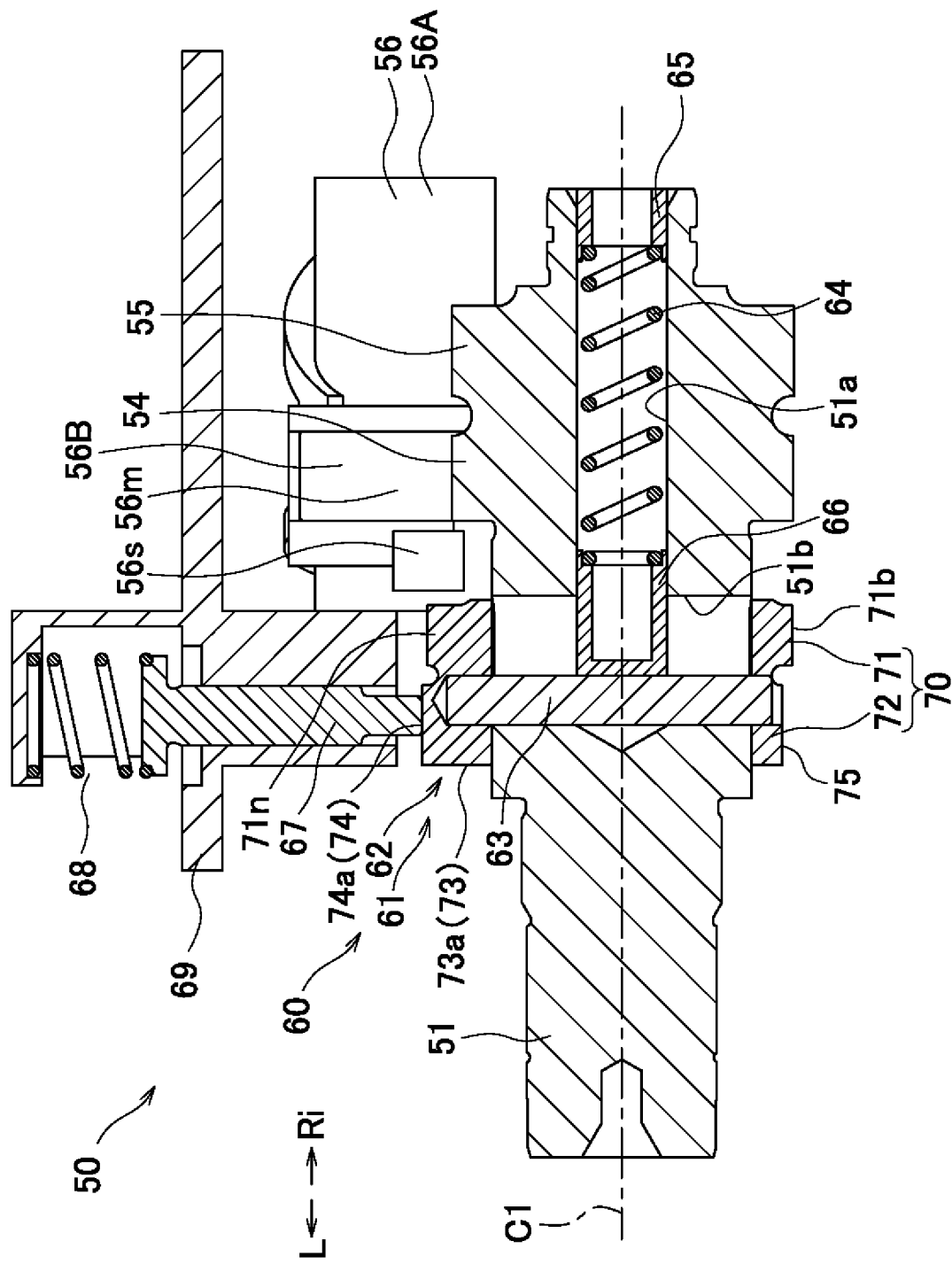
[図12]



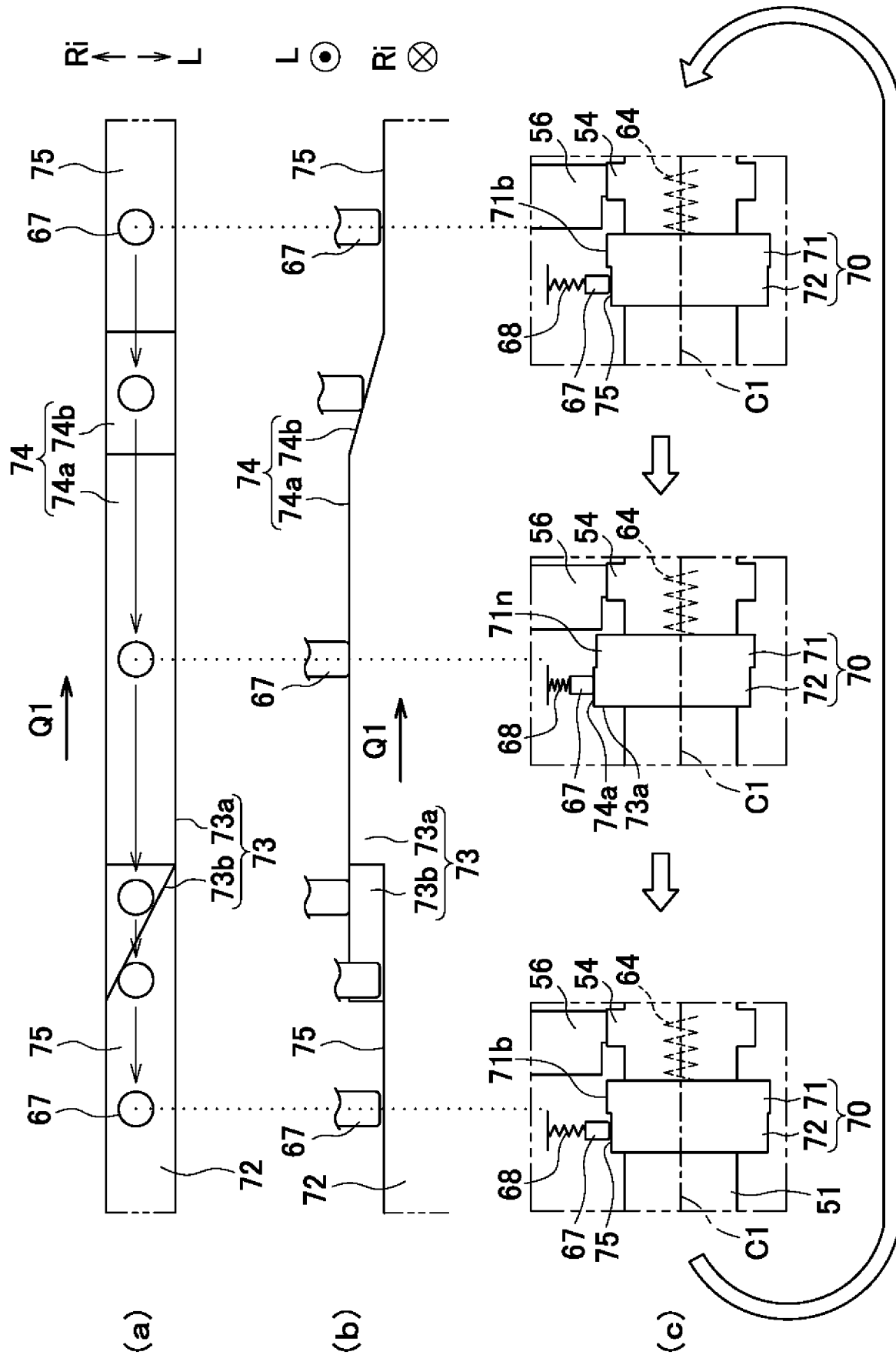
[図13]



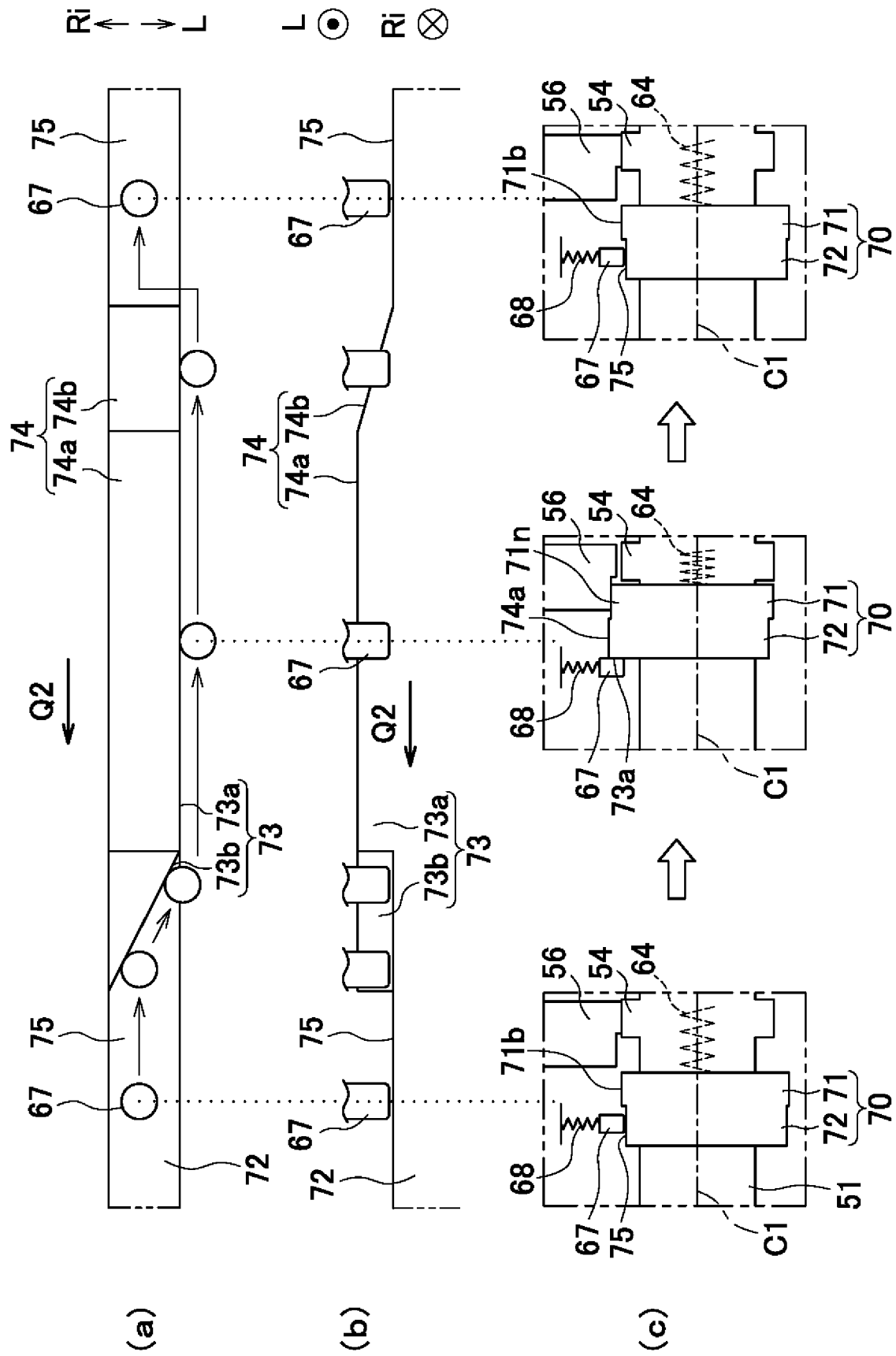
[図14]



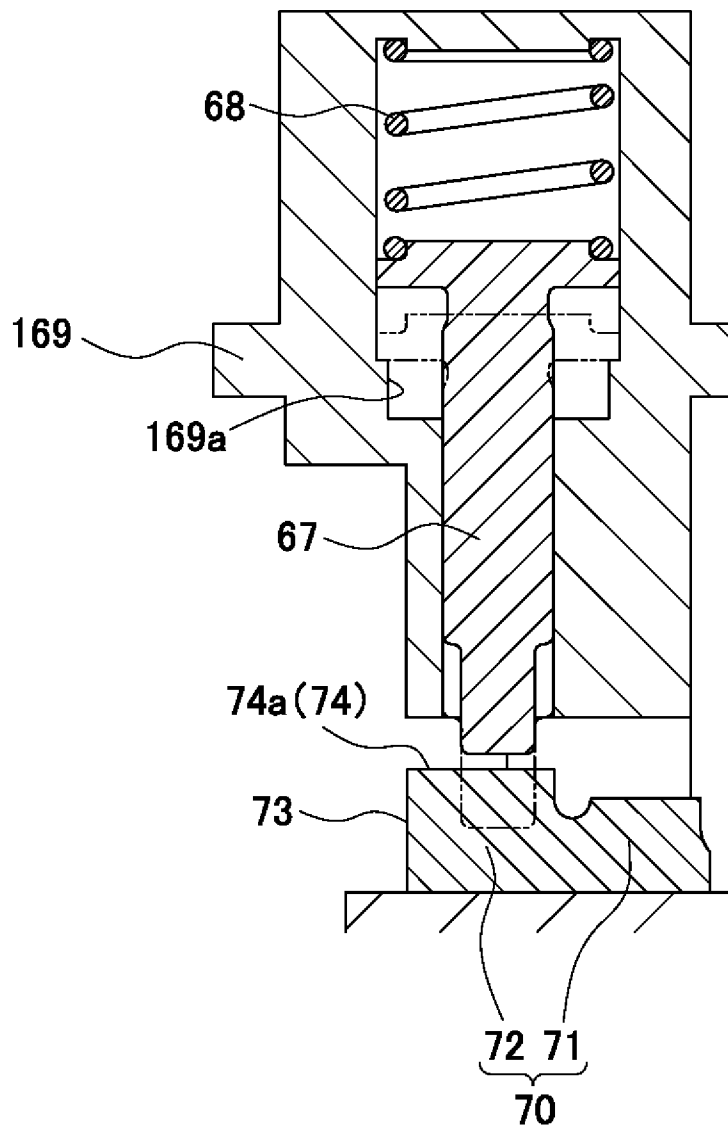
[図16]



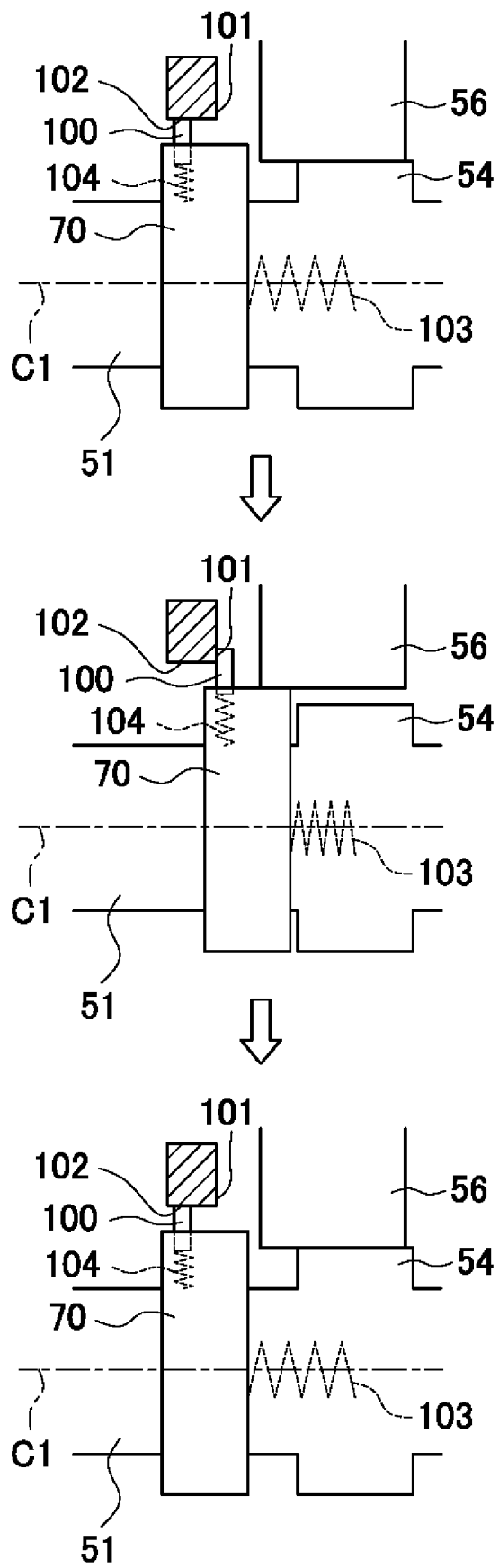
[図17]



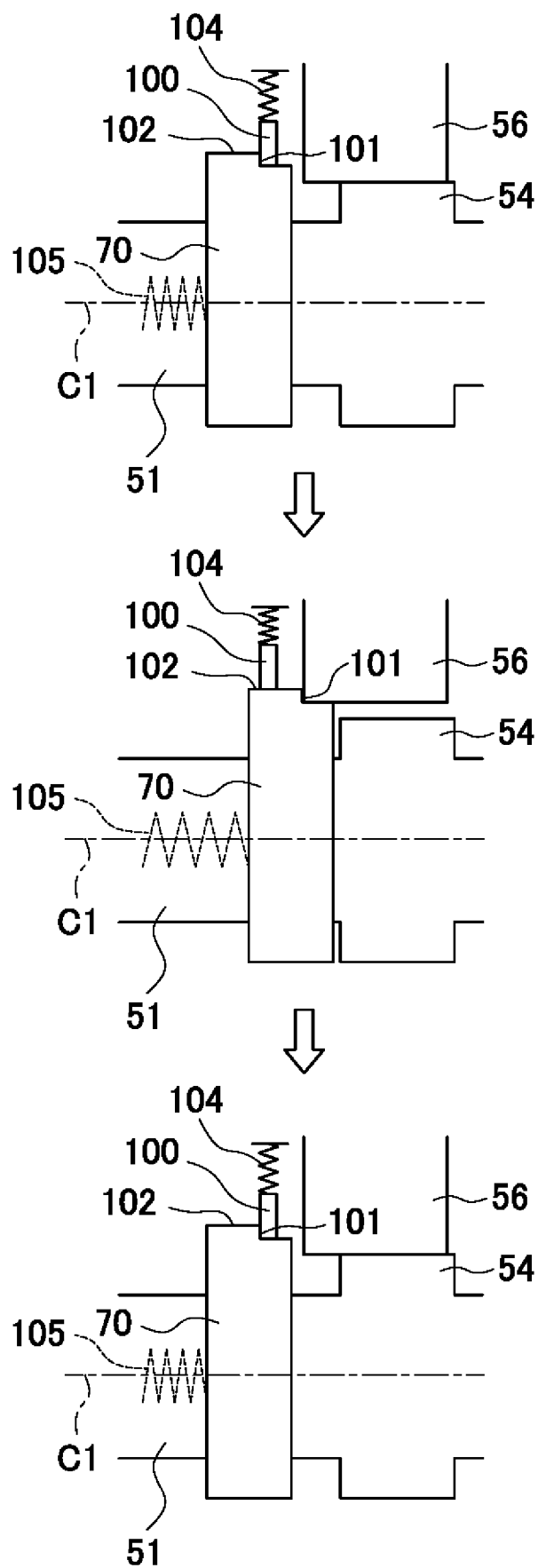
[図18]



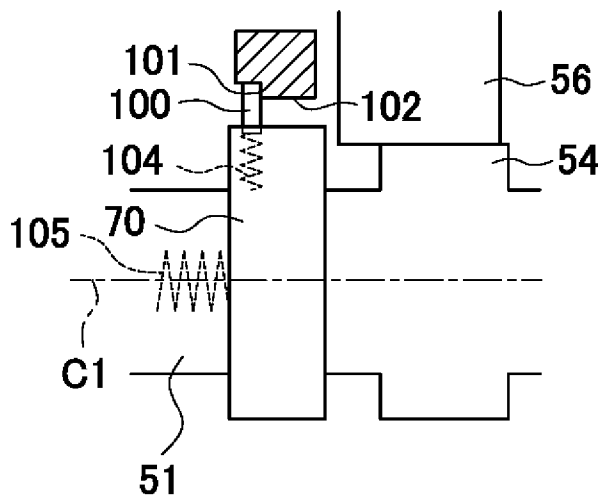
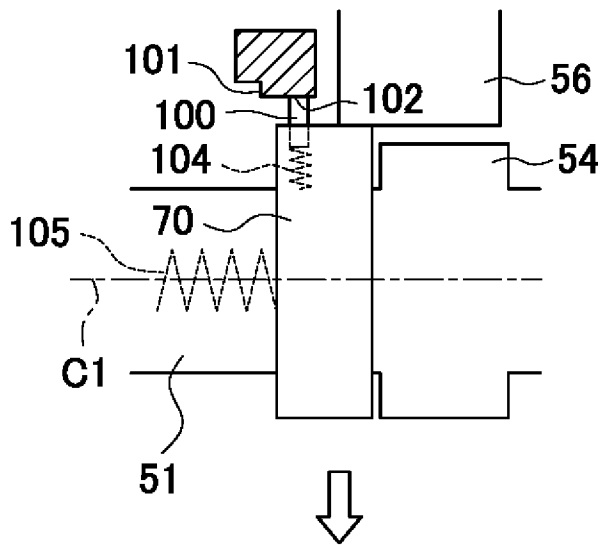
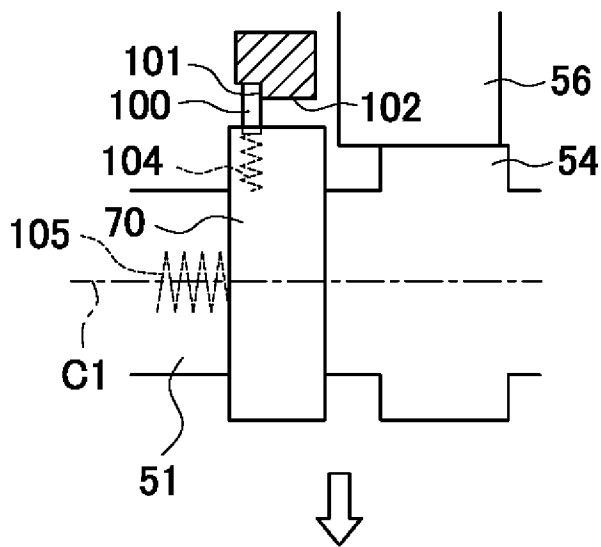
[図19]



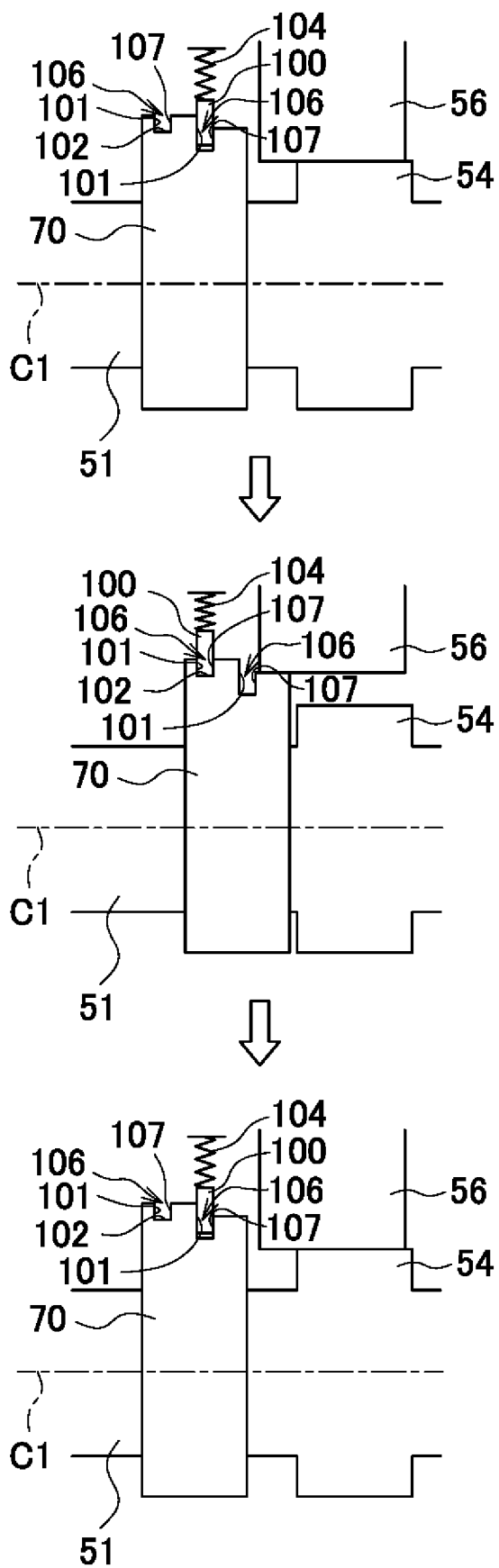
[図20]



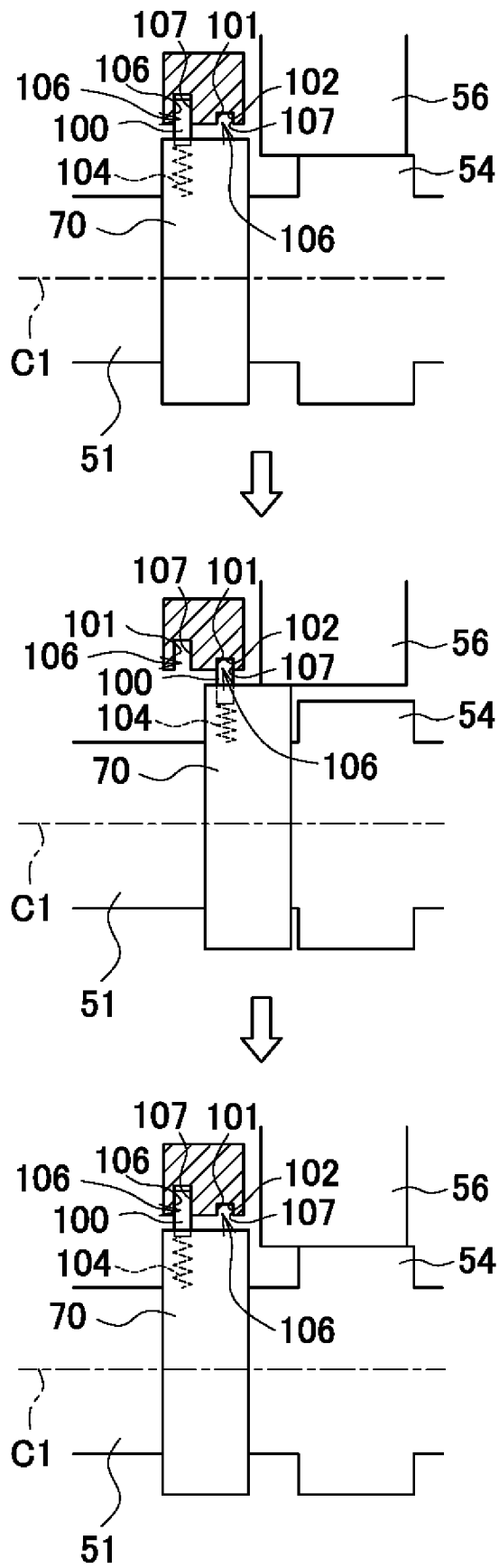
[図21]



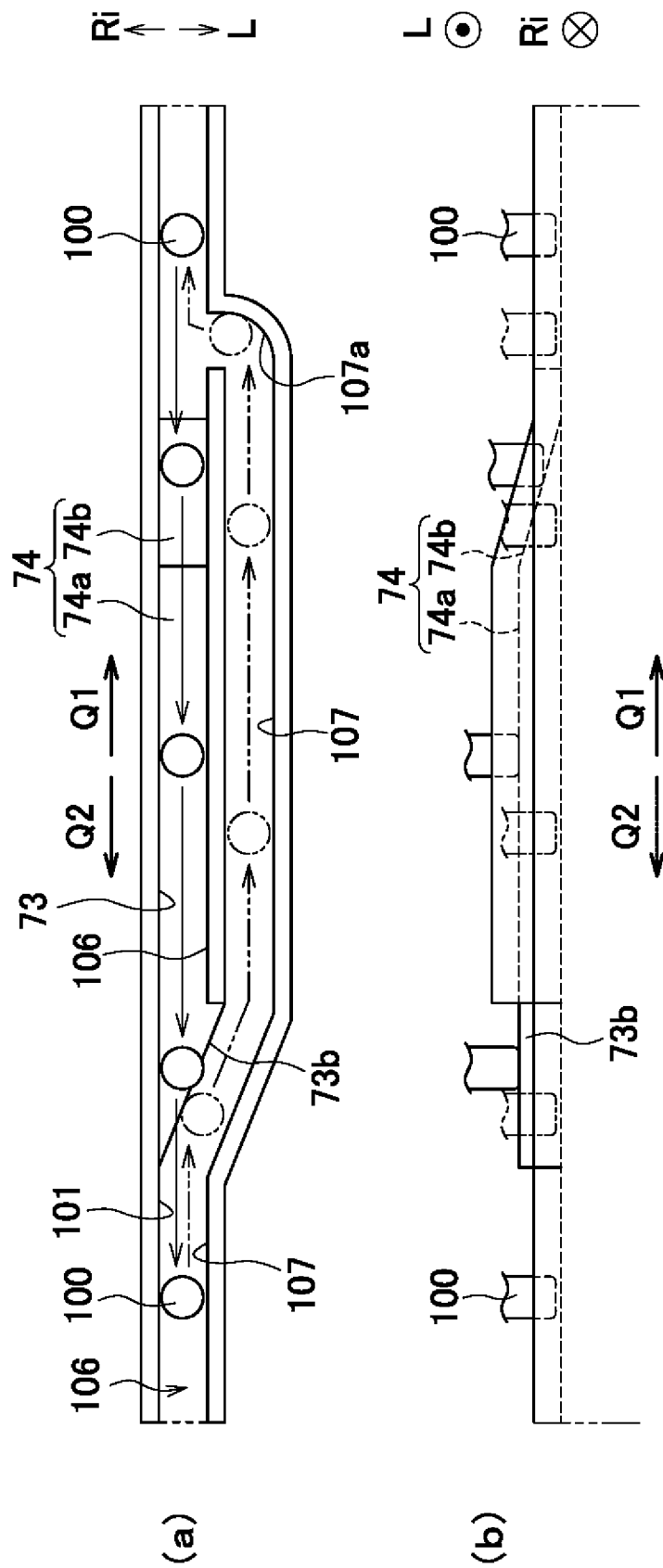
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/027022

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D29/02(2006.01)i, F01L13/00(2006.01)i, F02D27/00(2006.01)i, F02D41/06(2006.01)i, F02D43/00(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)

F02D29/02, F01L13/00, F02D27/00, F02D41/06, F02D43/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2015-108322 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 11 June 2015 (11.06.2015), entire text; all drawings & EP 2881565 A1 entire text; all drawings	1-10
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 186667/1987 (Laid-open No. 91007/1989) (Fuji Heavy Industries Ltd.), 15 June 1989 (15.06.1989), page 3, line 19 to page 12, line 11; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-10

☒ 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
03 October 2017 (03.10.17)

Date of mailing of the international search report
17 October 2017 (17.10.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/027022

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 53-79135 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 13 July 1978 (13.07.1978), page 2, upper right column, line 17 to lower right column, line 6 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02D29/02(2006.01)i, F01L13/00(2006.01)i, F02D27/00(2006.01)i, F02D41/06(2006.01)i, F02D43/00(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 (IPC))

Int.Cl. F02D29/02, F01L13/00, F02D27/00, F02D41/06, F02D43/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2015-108322 A (ヤマハ発動機株式会社) 2015.06.11, 全文, 全図 & EP 2881565 A1, 全文, 全図	1-10
A	日本国実用新案登録出願62-186667号(日本国実用新案登録出願公開 1-91007号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイ クロフィルム (富士重工業株式会社) 1989.06.15, 第3頁第19行-第12頁第11行, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-10

☑ 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

03.10.2017

国際調査報告の発送日

17.10.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

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)

山村 和人

3Z

3221

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

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
A	JP 53-79135 A (川崎重工業株式会社) 1978. 07. 13, 第 2 頁右上欄第 17 行-右下欄第 6 行 (ファミリーなし)	1-10