

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-3436

(P2004-3436A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int.Cl.⁷

F02G 1/053

F25B 9/14

F I

F02G 1/053

A

F02G 1/053

C

F25B 9/14 520A

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2003-14777 (P2003-14777)
 (22) 出願日 平成15年1月23日 (2003.1.23)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-39607 (P2002-39607)
 (32) 優先日 平成14年2月18日 (2002.2.18)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-118959 (P2002-118959)
 (32) 優先日 平成14年4月22日 (2002.4.22)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
 (74) 代理人 100085501
 弁理士 佐野 静夫
 (74) 代理人 100111811
 弁理士 山田 茂樹
 (74) 代理人 100121256
 弁理士 小寺 淳一
 (72) 発明者 北村 義之
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
 シャープ株式会社内
 (72) 発明者 吉村 和士
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
 シャープ株式会社内

最終頁に続く

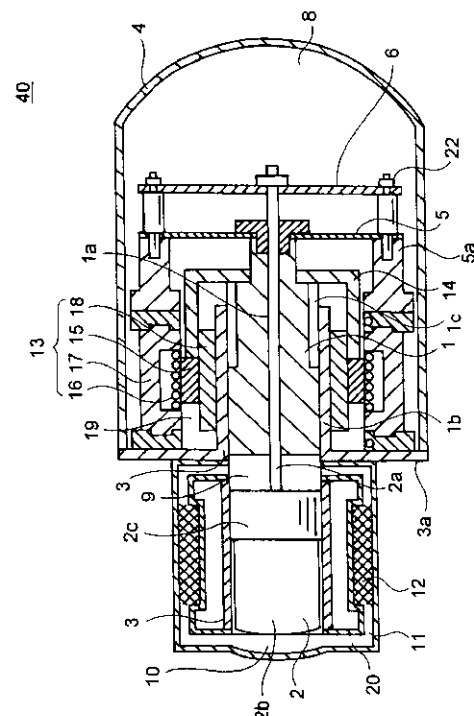
(54) 【発明の名称】 スターリング機関及びそれを用いた貯蔵庫

(57) 【要約】

【課題】 エネルギー損失を抑制するとともにコスト削減を図ることのできるスターリング機関及びそれを用いた冷蔵庫等の貯蔵庫を提供することを目的とする。

【解決手段】 作動媒体を封入したシリンダ3と、シリンダ3に摺動可能に内嵌して軸方向に並設されるピストン1及びディスプレイサ2とを備え、ピストン1及びディスプレイサ2の往復運動によりシリンダ3内に圧縮空間9及び膨張空間10を形成するスターリング機関40において、ピストン1の外周面は研磨加工等の精密加工を施した第1外周面1bと精密加工が施されない第2外周面1cとを有する。また、ディスプレイサ2は材質及び径の異なる第1、第2部材2b、2cから成る。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

作動媒体を封入したシリンダと、前記シリンダに摺動可能に内嵌して並設されるピストン及びディスプレイサとを備え、前記ピストン及び前記ディスプレイサの往復運動により前記シリンダ内に圧縮空間及び膨張空間を形成するスターリング機関において、前記ピストン及び前記ディスプレイサの一方または両方の外周面は精密加工を要する部分と精密加工を要さない部分とから成ることを特徴とするスターリング機関。

【請求項 2】

作動媒体を封入したシリンダと、前記シリンダに摺動可能に内嵌して並設されるピストン及びディスプレイサとを備え、前記ピストン及び前記ディスプレイサの往復運動により前記シリンダ内に圧縮空間及び膨張空間を形成するスターリング機関において、前記ピストンは前記ディスプレイサに突設されたロッドを摺動可能に挿通する貫通孔が形成されるとともに、前記貫通孔の内周面は精密加工を要する部分と精密加工を要さない部分とから成ることを特徴とするスターリング機関。

【請求項 3】

作動媒体を封入したシリンダと、前記シリンダに摺動可能に内嵌して並設されるピストン及びディスプレイサとを備え、前記ピストン及び前記ディスプレイサの往復運動により前記シリンダ内に圧縮空間及び膨張空間を形成するスターリング機関において、前記ピストン及び前記ディスプレイサの一方または両方の外周面は加工精度の異なる第 1、第 2 外周面部から成ることを特徴とするスターリング機関。

【請求項 4】

作動媒体を封入したシリンダと、前記シリンダに摺動可能に内嵌して並設されるピストン及びディスプレイサとを備え、前記ピストン及び前記ディスプレイサの往復運動により前記シリンダ内に圧縮空間及び膨張空間を形成するスターリング機関において、前記ピストンは前記ディスプレイサに突設されたロッドを摺動可能に挿通する貫通孔が形成されるとともに、前記貫通孔の内周面は加工精度の異なる第 1、第 2 内周面部から成ることを特徴とするスターリング機関。

【請求項 5】

前記加工精度は径の均一性または面粗さから成ることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載のスターリング機関。

【請求項 6】

加工精度の高い側の周面に機械的処理、化学的処理または電気的処理を施したことを特徴とする請求項 3 ~ 請求項 5 のいずれかに記載のスターリング機関。

【請求項 7】

加工精度の異なる周面が異なる径から成ることを特徴とする請求項 3 ~ 請求項 6 のいずれかに記載のスターリング機関。

【請求項 8】

加工精度の異なる周面を別部材により形成したことを特徴とする請求項 3 ~ 請求項 7 のいずれかに記載のスターリング機関。

【請求項 9】

加工精度の異なる周面が異なる材質から成ることを特徴とする請求項 3 ~ 請求項 8 のいずれかに記載のスターリング機関。

【請求項 10】

作動媒体を封入したシリンダと、前記シリンダに摺動可能に内嵌して並設されるピストン及びディスプレイサとを備え、前記ピストン及び前記ディスプレイサの往復運動によって前記ピストンに対向する前記ディスプレイサの一端側に圧縮空間を形成するとともに前記ディスプレイサの他端側に膨張空間を形成するスターリング機関において、前記ディスプレイサは材質及び外径の異なる第 1、第 2 部材から成ることを特徴とするスターリング機関。

【請求項 11】

膨張空間側に配される第 1 部材の熱伝導率が圧縮空間側に配される第 2 部材の熱伝導率よりも低いことを特徴とする請求項 10 に記載のスターリング機関。

【請求項 12】

請求項 1 ～ 請求項 11 のいずれかに記載のスターリング機関を備えたことを特徴とする貯蔵庫。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ピストン及びディスプレーサの往復運動によって、シリンダ内の作動媒体を圧縮・膨張させて低温、高温或いは動力を得るスターリング機関に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

冷蔵庫に搭載される冷凍機は一般に冷媒の凝縮及び蒸発を利用した蒸気圧縮式の冷凍サイクルが採用されている。しかし、蒸気圧縮式の冷凍サイクルの冷媒として用いられるフロンは、オゾン層破壊による環境への悪影響が指摘され、近年使用及び生産が規制されている。

【0003】

このため、フロンを用いた冷凍サイクルに替えて、逆スターリングサイクルによる冷凍サイクルを運転するスターリング機関を用いた冷凍機が提案されている。逆スターリングサイクルは作動媒体としてヘリウムガス、水素ガス、窒素ガス等の自然媒体を使用するため、環境への悪影響を防止することができる。

20

【0004】

所謂フリーピストン型のスターリング機関は、特許文献 1、2 に開示されている。図 16 は、このスターリング機関を示す断面図である。スターリング機関 40 は金属から成るピストン 1 及びディスプレーサ 2 がシリンダ 3 内に同軸上に配設されている。ピストン 1 及びディスプレーサ 2 とシリンダ 3 の内壁との間にはこれらが移動可能なように微小な外部クリアランスが形成されている。これにより、ピストン 1 及びディスプレーサ 2 はシリンダ 3 の内周壁面を滑らかに往復運動可能になっている。

【0005】

ディスプレーサ 2 に突設されるディスプレーサロッド 2a は、ピストン 1 の中心を軸方向に貫通する貫通孔 1a に挿通されている。ディスプレーサロッド 2a と貫通孔 1a との間にはディスプレーサロッド 2a が移動可能なように微小な内部クリアランスが形成されている。これにより、ピストン 1 に対してディスプレーサ 2 が滑らかに往復運動可能になっている。

30

【0006】

シリンダ 3 は耐圧容器 4 に固定支持され、ディスプレーサ 2 はディスプレーサロッド 2a を介してディスプレーサ支持ばね 6 によって耐圧容器 4 に弾性支持されている。また、ピストン 1 はピストン支持ばね 7 によって耐圧容器 4 に弾性支持されている。

【0007】

耐圧容器 4 とシリンダ 3 によって形成される空間はピストン 1 によって前後に分割されている。ピストン 1 よりもディスプレーサ 2 側には互いに連通する圧縮空間 9 及び膨張空間 10 を有する作動空間 20 が形成される。ピストン 1 よりもディスプレーサ 2 と反対側には背圧空間 8 が形成される。作動空間 20 及び背圧空間 8 には高圧のヘリウムガス等の作動媒体が充填されている。

40

【0008】

ピストン 1 はリニアモータ 13 によって所定の周期で往復運動する。ディスプレーサ 2 はピストン 1 に対して例えば 90° の位相差で往復運動する。これにより、作動媒体が圧縮空間 9 で圧縮されるととともに膨張空間 10 で膨張して膨張空間 10 側を低温にできている。

【0009】

50

また、特許文献 3 にはディスプレイサの他の構成が開示されている。図 17 はこのディスプレイサを示す断面図である。ディスプレイサ 20 は樹脂成形品から成る第 1 部材 30b と、金属から成るとともに第 1 部材 30b と同径の第 2 部材 30c とを固着して構成されている。これにより、耐摩耗性を維持して金属単体によって構成するよりも熱伝導を抑制し、熱損失を低減してスターリング機関の冷却効率を向上することができるようになっている。

【0010】

【特許文献 1】

特開 2001 - 174087 号公報 (第 3 頁 - 第 4 頁、第 1 図)

【特許文献 2】

特開平 6 - 74588 号公報 (第 3 頁 - 第 5 頁、第 1 図)

【特許文献 3】

特開平 9 - 152214 号公報 (第 3 頁 - 第 5 頁、第 1 図)

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

図 16 に示す上記従来のスターリング機関 40 によると、ピストン 1 とシリンダ 3 との間の外部クリアランスや、ピストン 1 の貫通孔 1a とディスプレイサロッド 2a との間の内部クリアランスが大きいと圧縮効率が低下する。即ち、外部クリアランス及び内部クリアランスを介して作動空間 20 と背圧空間 8 の間を作動媒体が流通してエネルギー損失が発生する。

【0012】

一方、外部クリアランス及び内部クリアランスが小さいとピストン 1 及びディスプレイサ 2 が円滑に往復運動できなくなる。このため、ピストン 1 の外周面及び貫通孔 1a の内周面は均一な径及び所定の面粗さを得るように精密加工が施されている。これにより、外部クリアランス及び内部クリアランスを最小限に抑制して圧縮効率の低下を防止している。

【0013】

しかしながら、ピストン 1 の外周面及び貫通孔 1a の内周面に精密加工を施して高精度に加工すると加工コストがかかり、スターリング機関 40 のコストが増大する課題があった。

【0014】

また、上記特許文献 3 が開示されるディスプレイサ 20 は、第 1 部材 30b と第 2 部材 30c との外径が一致しているため、一体化する際に同軸精度が低いとディスプレイサ 20 がシリンダ 3 の内壁と接触する。これにより、ディスプレイサ 20 がスムーズに移動できずスターリング機関の機械的損失が増加してエネルギー効率が低下する。

【0015】

このため、高い位置合せ精度で第 1、第 2 部材 30b、30c を組み立てる必要がありディスプレイサ 20 のコストを増大させる課題があった。特に、第 1 部材 30c が樹脂成形品から成るので寸法精度が低く、寸法公差と同軸度の公差とを合わせて所定値以下にする必要があり、より高い位置合せ精度が要求される。

【0016】

本発明は上記問題を解決するためになされたものであり、コスト削減を図ることのできるスターリング機関及び及びそれを用いた冷蔵庫等の貯蔵庫を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明は、作動媒体を封入したシリンダと、前記シリンダに摺動可能に内嵌して並設されるピストン及びディスプレイサとを備え、前記ピストン及び前記ディスプレイサの往復運動により前記シリンダ内に圧縮空間及び膨張空間を形成するスターリング機関において、前記ピストン及び前記ディスプレイサの一方または両方の外周面は精密加工を要する部分と精密加工を要さない部分とから成ることを特徴としている。尚、摺動とは直接摺動するものの他に油膜やガス膜を介して摺動するものを含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

この構成によると、ピストン及びディスプレイサが往復運動すると作動媒体を圧縮及び膨張してスターリングサイクルまたは逆スターリングサイクル運転が行われる。ピストンとディスプレイサの少なくとも一方は外周面の一部分に精密加工が施され、均一な径と所定の面粗さに仕上げられる。

【 0 0 1 9 】

また本発明は、作動媒体を封入したシリンダと、前記シリンダに摺動可能に内嵌して並設されるピストン及びディスプレイサとを備え、前記ピストン及び前記ディスプレイサの往復運動により前記シリンダ内に圧縮空間及び膨張空間を形成するスターリング機関において、前記ピストンは前記ディスプレイサに突設されたロッドを摺動可能に挿通する貫通孔が形成されるとともに、前記貫通孔の内周面は精密加工を要する部分と精密加工を要さない部分とから成ることを特徴としている。この構成によると、ピストンは内周面の一部分に精密加工が施され、均一な径と所定の面粗さに仕上げられる。

10

【 0 0 2 0 】

また本発明は、作動媒体を封入したシリンダと、前記シリンダに摺動可能に内嵌して並設されるピストン及びディスプレイサとを備え、前記ピストン及び前記ディスプレイサの往復運動により前記シリンダ内に圧縮空間及び膨張空間を形成するスターリング機関において、前記ピストン及び前記ディスプレイサの一方または両方の外周面は加工精度の異なる第1、第2外周面部から成ることを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

この構成によると、ピストンとディスプレイサの少なくとも一方は例えば第1外周面部に機械的処理、化学的処理または電気的処理を施して均一な径と所定の面粗さに仕上げるとともに、第2外周面部は上記各処理が行われずに第1外周面部よりも加工精度が低く不均一な径と粗い面粗さになっている。

20

【 0 0 2 2 】

また本発明は、作動媒体を封入したシリンダと、前記シリンダに摺動可能に内嵌して並設されるピストン及びディスプレイサとを備え、前記ピストン及び前記ディスプレイサの往復運動により前記シリンダ内に圧縮空間及び膨張空間を形成するスターリング機関において、前記ピストンは前記ディスプレイサに突設されたロッドを摺動可能に挿通する貫通孔が形成されるとともに、前記貫通孔の内周面は加工精度の異なる第1、第2内周面部から成ることを特徴としている。

30

【 0 0 2 3 】

この構成によると、ピストンは例えば第1内周面部に機械的処理、化学的処理または電気的処理を施して均一な径と所定の面粗さに仕上げるとともに、第2内周面部は第1内周面部よりも加工精度が低く不均一な径と粗い面粗さになっている。

【 0 0 2 4 】

また本発明によると、上記構成のスターリング機関において、第1外周面部と第2外周面部とが異なる径から成っている。また、第1内周面部と第2内周面部とが異なる径から成っている。

【 0 0 2 5 】

また本発明によると、上記構成のスターリング機関において、第1外周面部と第2外周面部とが異なる部材から成っている。また、第1内周面部と第2内周面部とが異なる部材から成っている。

40

【 0 0 2 6 】

また本発明によると、上記構成のスターリング機関において、第1外周面部と第2外周面部とが異なる材質から成っている。また、第1内周面部と第2内周面部とが異なる材質から成っている。

【 0 0 2 7 】

また本発明によると、作動媒体を封入したシリンダと、前記シリンダに摺動可能に内嵌して並設されるピストン及びディスプレイサとを備え、前記ピストン及び前記ディスプレー

50

サの往復運動によって前記ピストンに対向する前記ディスプレイサの一端側に圧縮空間を形成するとともに前記ディスプレイサの他端側に膨張空間を形成するスターリング機関において、前記ディスプレイサは材質及び外径の異なる第1、第2部材から成ることを特徴としている。

【0028】

この構成によると、ピストン及びディスプレイサが往復運動すると作動媒体を圧縮及び膨張してスターリングサイクルまたは逆スターリングサイクルが運転される。ピストン及びディスプレイサの少なくとも一方は例えば樹脂成形品から成る第1部材と、金属から成って第1部材よりも外径の大きい第2部材とを同軸に位置合せして組み立てられる。

【0029】

また本発明によると、上記構成のスターリング機関において、膨張空間側に配される第1部材の熱伝導率が圧縮空間側に配される第2部材の熱伝導率よりも低いことを特徴としている。この構成によると、ディスプレイサの熱損失を低減して高い冷却効率を得ることができる。

【0030】

また本発明の貯蔵庫は、上記各構成のスターリング機関を備えたことを特徴としている。

【0031】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態を図面を参照して説明する。説明の便宜上、従来例の図16と同一の部分については同一の符号を付している。図1は第1実施形態のスターリング機関を示す断面図である。スターリング機関40は、軸方向に分割された略円筒形状のシリンダ3内に、ピストン1及びディスプレイサ2が内嵌されている。ピストン1とディスプレイサ2とは圧縮空間9を介して同軸に配置されている。

【0032】

ピストン1は金属から成り、中心線上に貫通孔1aが形成されている。図2はピストン1の詳細を示す断面図である。ピストン1は一部材から成り、外径がそれぞれD1、D2から成る第1、第2外周面1b、1cを有している。これにより、第1外周面1bとシリンダ3の内周面との間に形成される外部クリアランスC1は、第2外周面1cとシリンダ3の内周面との間に形成される外部クリアランスC2よりも小さくなっている。

【0033】

また、第1外周面1bは研磨加工によって第2外周面1cよりも細かい面粗さに仕上げられるとともに、均一な外径になっている。これにより、ピストン1を円滑に往復運動可能にするとともに外部クリアランスC1を流通する作動媒体を最小限に抑制できるようになっている。第1外周面1bには上記のような研磨加工や研削加工等の機械的処理を施してもよく、メッキやコーティング等の電気的処理やエッチング等の化学的処理を施してもよい。

【0034】

ディスプレイサ2には貫通孔1aに挿通されるディスプレイサロッド2aが突設され、図3に示すように、樹脂成形品から成る第1部材2bと金属から成る第2部材2cとを固着して構成されている。

【0035】

第1部材2bを熱伝導率が低い樹脂により形成することでディスプレイサ2の熱損失を低減して高い冷却効率を得られるようにしている。第2部材2cを低熱伝導性を有する材料により形成するとより望ましく、圧縮空間9が高温になるため耐熱性を有した耐熱性樹脂やセラミック等を用いるとよい。

【0036】

また、シリンダ3と第2部材2cとのクリアランスは通常約10～30μmに形成される。第1部材2bは第2部材2cよりも外径が小さく形成され、ディスプレイサ2の往復運動時の作動媒体のガス損失を増加させないためにシリンダ3とのクリアランスは300μm以下が望ましい。

10

20

30

40

50

【0037】

図1において、シリンダ3の先端にはディスプレイサ2との間に膨張空間10が設けられている。圧縮空間9と膨張空間10とはヘリウム等の作動媒体が流通する媒体流通路11により連通して作動空間20を構成している。媒体流通路11内には、作動媒体の熱を蓄積するとともに蓄積した熱を作動媒体に供給する再生器12が配されている。

【0038】

シリンダ3の略中間には鍔部3aが突設されている。鍔部3aにはドーム状の耐圧容器4が取り付けられ、背圧空間8が形成されている。ピストン1は後端でピストン支持バネ5と一体化され、ディスプレイサ2はロッド2aを介してディスプレイサ支持バネ6と一体化されている。ピストン支持バネ5とディスプレイサ支持バネ6はボルト22により連結されている。後述するように、ピストン1が往復運動するとディスプレイサ2はその慣性力によってピストン1に対して例えば90°の位相差を有して往復運動を行うようになっている。

【0039】

シリンダ3の後部には内側ヨーク18が外嵌されている。内側ヨーク18には隙間19を介して外側ヨーク17が対峙している。外側ヨーク17には駆動用コイル16が内装され、隙間19には環状の永久磁石15が移動可能に配されている。永久磁石15はカップ状のスリーブ14を介してピストン1と一体化されている。これにより、駆動用コイル16に電圧を印加することによってピストン1を軸方向に移動させるリニアモータ13が構成されている。

【0040】

上記構成のスターリング機関40は、リニアモータ13によってピストン1が往復運動すると、ディスプレイサ2の慣性力によってピストン1に対して所定の位相差でディスプレイサ2が往復運動する。これにより、圧縮空間9と膨張空間10との間を作動媒体が移動して逆スターリングサイクル運転が行われる。即ち、作動媒体が圧縮されることによって高温側となる圧縮空間9で発生した熱は媒体流通路11を介して大気中へ放出され、更に作動媒体は再生器12に熱を蓄積して膨張空間10へ移動する。

【0041】

再生器12により冷却された作動媒体は低温側となる膨張空間10で膨張することによって更に冷却される。そして、作動媒体が媒体流通路11を通じて圧縮空間9へ移動する際に再生器12に蓄えられた熱を奪って再生器12を冷却する。この動作を繰り返して冷却が行われるようになっている。

【0042】

本実施形態によると、ピストン1の第1外周面1bに研磨加工等の精密加工を施し、第2外周面1cは精密加工を要しないので、従来よりもピストン1の加工工数を削減することができる。また、第1外周面1bよりも第2外周面1cの径を小さくしているので従来よりもピストン1の体積が減少して材料コストを削減できる。従って、スターリング機関40のコスト削減を図ることができる。

【0043】

尚、第1外周面1bの長さL1(図2参照)が短くなると作動空間20と背圧空間8との間を作動媒体が容易に流通してエネルギー損失が大きくなる可能性がある。図4はピストン1の全長L(図2参照)に対して第1外周面1bの長さL1を1/2にした時のピストン1の振幅に対するスターリング機関40のエネルギー損失量の変化を全長Lに精密加工を施した場合と比較して示している。縦軸はエネルギー損失量(単位:W)を示し、横軸はピストン1の振幅(単位:mm)を示している。

【0044】

同図から明らかなように、第1外周面1bの長さL1を1/2にした時に、スターリング機関40のエネルギー損失量はピストン1の全長Lに精密加工を施した場合と比較して1W以下である。従って、第1外周面1bにのみ精密加工を施しても十分な冷却効率を得ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

また、図 3 に示すようにディスプレイサ 2 の第 1 部材 2 b は第 2 部材 2 c よりも外径が小さいので、第 2 部材 2 c と一体化する際に同軸度の位置合せ精度が低くてもシリンダ 3 とのディスプレイサ 2 との接触を回避することができる。従って、冷却効率の低下を防止するとともに、組立工数削減によるコスト削減を図ることができる。特に、第 1 部材 2 b が樹脂成形品により形成して部品精度が低くても容易にディスプレイサ 2 を組み立てることができる。

【 0 0 4 6 】

次に、図 5 は第 2 実施形態のスターリング機関のピストン 1 の断面図を示している。説明の便宜上、前述の図 1 ~ 図 3 に示す第 1 実施形態と同様の部分には同一の符号を付している。ピストン 1 は、外径の異なる第 1、第 2 部材 5 1、5 2 から成っている。

10

【 0 0 4 7 】

第 1 実施形態と同様に、第 1 部材 5 1 は外部クリアランス C 1 が小さくなるように大きな外径で形成され、第 2 部材 5 2 は第 1 部材 5 1 よりも小さな外径で形成され外部クリアランス C 2 が大きくなっている。そして、第 1 部材 5 1 から成る第 1 外周面 1 b には研磨加工等の精密加工が施され、外部クリアランス C 1 によるエネルギー損失を抑制するようになっている。

【 0 0 4 8 】

従って、上記と同様に、従来よりもピストン 1 の加工工数を削減することができる。また、第 1 外周面 1 b よりも第 2 外周面 1 c の径を小さくしているので従来よりもピストン 1 の体積が減少して材料コストを削減できる。従って、スターリング機関 4 0 のコスト削減を図ることができる。

20

【 0 0 4 9 】

また、第 1、第 2 部材 5 1、5 2 はそれぞれ異なる材料から成っている。例えば、第 1 部材 5 1 に金属材料を用い、第 2 部材 5 2 に有機材料を用いることができる。プラスチック等の有機材料は一般的に金属材料よりも加工が容易で、かつ安価であるため、ピストン 1 の加工コスト及び材料コストを削減してスターリング機関 4 0 のコスト削減をさらに図ることができる。

【 0 0 5 0 】

次に、図 6 は第 3 実施形態のスターリング機関のピストン 1 の断面図を示している。説明の便宜上、前述の図 5 に示す第 2 実施形態と同様の部分には同一の符号を付している。本実施形態は、第 1 部材 5 1 に中空の中空部 5 6 を形成している。第 1 部材 5 1 の作動空間 2 0 側の端面には作動空間 2 0 と中空部 5 6 を連通する通気孔 5 7 が設けられる。第 1 部材 5 1 の外周には作動空間 2 0 側の端面から所定の距離を隔てて複数の微小孔 5 5 を設けている。通気孔 5 7 にはピストン 1 の内側に逆止弁 5 8 が設けられる。その他の構成は第 2 実施形態と同一である。

30

【 0 0 5 1 】

シリンダ 3 内でピストン 1 が往復運動すると、作動媒体が作動空間 2 0 から逆止弁 5 8 を通過してピストン 1 の中空部 5 6 へ流入する。更に作動媒体は微小孔 5 5 を通ってピストン 1 の外部に噴出する。これにより、ピストン 1 の外周面とシリンダ 3 の内周面との間に作動媒体による層が形成され、気体軸受が形成される。従って、第 2 実施形態と同様の効果を得ることができるとともに、ピストン 1 とシリンダ 3 との接触を効果的に防止することができる。

40

【 0 0 5 2 】

尚、図 7 に示すように、ピストン 1 の摺動性を向上させる潤滑材 5 1 a を第 1 部材 5 1 の第 1 外周面 1 b に蒸着等によりコーティングしてもよい。また、上記と同様に、研磨加工等の機械的処理、エッチング加工等の化学的処理或いはメッキ等の電気的処理を行ってもよい。

【 0 0 5 3 】

次に、図 8 は第 4 実施形態のスターリング機関のピストン 1 の概略断面図を示している。

50

説明の便宜上、前述の図 6 に示す第 3 実施形態と同様の部分には同一の符号を付している。本実施形態は、通気孔 5 7 (図 6 参照) に替えて第 1 部材 5 1 周壁を貫通して作動空間 2 0 側から外周面に延びるガス流路 5 3 を設けている。また、シリンダ 3 には貫通孔 3 a が形成されている。その他の部分は第 2 実施形態と同様である。

【0054】

ピストン 1 が往復運動して所定位置 (往復運動の中心位置) に配されると、ガス流路 5 3 の開口 5 3 a は瞬間的にシリンダ 3 の貫通孔 3 a に対向する。この時、ガス流路 5 3 を介して作動空間 2 0 と背圧空間 8 とが連通する。従って、所定の時期に作動空間 2 0 と背圧空間 8 との間で作動媒体の一部を流動させることにより作動空間 2 0 と背圧空間 8 とのガスバランスをとることができ、耐圧容器 4 の内部の全密閉系で効率の良い逆スターリングサイクルを実現できる。 10

【0055】

次に、図 9 は第 5 実施形態のスターリング機関のピストン 1 の断面図を示している。説明の便宜上、図 1 ~ 図 8 に示す第 1 ~ 第 4 実施形態と同様の部分には同一の符号を付している。ピストン 1 は、貫通孔 1 a の孔径の異なる第 1、第 2 部材 5 1、5 2 から成っている。

【0056】

第 1 部材 5 1 は、貫通孔 1 a とディスプレイサロッド 2 a (図 1 参照) との間に形成される内部クリアランスが小さくなるように、小さな内径 d 1 を有しており、第 2 部材 5 2 は第 1 部材 5 1 の内径 d 1 よりも大きな内径 d 2 を有している。これにより、ピストン 1 に 20

【0057】

また、第 1 内周面 1 d はリーマ加工等によって第 2 内周面 1 e よりも細かい面粗さに仕上げられるとともに、均一な内径になっている。これにより、ディスプレイサ 2 がピストン 1 に対して円滑に往復運動できるとともに内部クリアランスを流通する作動媒体を最小限に抑制できるようになっている。第 1 内周面 1 d には上記のようなリーマ加工等の機械的処理を施してもよく、メッキやコーティング等の電氣的処理やエッチング等の化学的処理を施してもよい。

【0058】

本実施形態によると、ピストン 1 の第 1 内周面 1 d に精密加工を施し、第 2 内周面 1 e は 30

精密加工を要しないので、従来よりもピストン 1 の加工工数を削減することができる。また、第 1 内周面 1 d よりも第 2 内周面 1 e の径を大きくしているので従来よりもピストン 1 の体積が減少して材料コストを削減できる。従って、スターリング機関 4 0 のコスト削減を図ることができる。更に、ピストンが第 1、第 2 部材 5 1、5 2 から成るので、加工精度及び径の異なる第 1、第 2 内周面 1 d、1 e を容易に形成することができる。

【0059】

尚、第 1、第 2 部材 5 1、5 2 を異なる材料により形成してもよい。例えば、第 1 部材 5 1 に金属材料を用いて第 2 部材 5 2 に有機材料を用いることができる。プラスチック等の有機材料は一般的に金属材料よりも加工が容易で、かつ安価であるため、ピストン 1 を作製する際の加工コストと材料コストを低減できる。 40

【0060】

また、図 1 0 に示すように、第 1 部材 5 1 に径の異なる第 1 内周面 1 d 及び第 3 内周面 1 f を設けて貫通孔 1 a を形成してもよい。この時、第 2 部材 5 2 の第 2 内周面 1 e と第 3 内周面 1 f の径は同じでもよく異なってもよい。

【0061】

尚、第 1 ~ 第 4 実施形態のピストンに本実施形態と同様の貫通孔 1 a を形成してもよい。例えば、図 1 1 は第 6 実施形態のスターリング機関のピストンを示しており、第 1 実施形態のピストンの貫通孔 1 a を第 5 実施形態と同一にしている。即ち、ピストン 1 はそれぞれ外径 D 1、D 2 から成る第 1、第 2 外周面 1 b、1 c を有するとともに、内径 d 1、d 2、d 2 から成る第 1、第 2、第 3 内周面 1 d、1 e、1 f を有している。これにより、 50

精密加工を要する第 1 内周面 1 d 及び第 1 外周面 1 b を短くしてピストン 1 の加工コストを更に削減することができる。

【 0 0 6 2 】

次に、図 1 2 は第 7 実施形態のスターリング機関のディスプレイサを示す断面図である。説明の便宜上、前述の図 1 ~ 図 3 に示す第 1 実施形態と同様の部分には同一の符号を付している。第 1 実施形態と異なる点は、ディスプレイサ 2 の第 1 部材 2 b が先細りのテーパ形状になっている点である。その他の部分は第 1 実施形態と同一である。

【 0 0 6 3 】

第 1 実施形態によると、第 1 部材 2 b の加工精度が低く外径がばらつくディスプレイサ 2 の先端がシリンダ 3 に接触する場合が生じるが、本実施形態によると係る接触を回避することができ組立工数をより削減することができる。

【 0 0 6 4 】

次に、図 1 3 は第 8 実施形態のスターリング機関のディスプレイサを示す断面図である。説明の便宜上、前述の図 1 ~ 図 3 に示す第 1 実施形態と同様の部分には同一の符号を付している。第 1 実施形態と異なる点は、ディスプレイサ 2 の第 1 部材 2 b を中空にして中空部 2 d を形成している点である。その他の部分は第 1 実施形態と同一である。

【 0 0 6 5 】

本実施形態によると、中空部 2 d 内には空気や作動媒体が封入されるため、第 1 部材 2 b の熱伝導を低下させることができる。これにより、ディスプレイサ 2 の熱損失を低減してより高い冷却効率を得ることができる。尚、第 2 部材 2 c を中空にして中空部を設けてもよく、ピストン 1 (図 1 参照) を中空にしてもよい。

【 0 0 6 6 】

次に、図 1 4 は第 9 実施形態のスターリング機関のディスプレイサを示す断面図である。説明の便宜上、前述の図 1 3 に示す第 8 実施形態と同様の部分には同一の符号を付している。第 8 実施形態と異なる点は、第 1 部材 2 b の中空部 2 d 内にガスの移動を規制する規制部材 2 e を設けている点である。その他の部分は第 8 実施形態と同一である。

【 0 0 6 7 】

本実施形態によると、規制部材 2 e によって中空部 2 d 内のガスの対流による伝熱を規制できるため、第 1 部材 2 b の熱伝導が更に低下して熱損失を低減することができる。規制部材 2 e として、セラミックファイバー、グラスファイバー、ロックウール等から成る綿状、帯状、粉末状の断熱材や、発泡スチロール等の成形品、等を用いると熱伝導率が低い

【 0 0 6 8 】

次に、図 1 5 は第 1 0 実施形態のスターリング機関のディスプレイサを示す断面図である。説明の便宜上、前述の図 1 3 に示す第 8 実施形態と同様の部分には同一の符号を付している。第 8 実施形態と異なる点は、第 1 部材 2 b の中空部 2 d とシリンダ 3 (図 1 参照) 内との間を連通する連通路 2 f を第 1 部材 2 b に設けている点である。その他の部分は第 8 実施形態と同一である。

【 0 0 6 9 】

本実施形態によると、低圧となる膨張空間に面した第 1 部材 2 b の外面側と、第 1 部材 2 b の内面側とが同じ圧力になるため、圧力差によって生じる第 1 部材 2 b の変形を防止することができる。これにより、ディスプレイサ 2 とシリンダ 3 (図 1 参照) との接触を更に防止することができる。

【 0 0 7 0 】

尚、第 1 ~ 第 1 0 実施形態のスターリング機関を冷蔵庫、冷凍庫、自動販売機、ショーケース、携帯型冷温蔵庫等の貯蔵庫に搭載することによって、冷却効率の高い貯蔵庫を低コストで得ることができる。また、第 1 ~ 第 1 0 実施形態において、ピストン 1 及びディスプレイサ 2 がシリンダ 3 内に軸方向に並設された所謂フリーピストン型のスターリング機関について説明しているが、所定の位相差で往復運動するピストン及びディスプレイサがそれぞれ別のシリンダ内に配されて逆スターリングサイクルを運転するスターリング機関

であってもよい。

【 0 0 7 1 】

【 発 明 の 効 果 】

本発明によると、ピストンまたはディスプレイサの第 1 外周面に研磨加工等の精密加工を施し、第 2 外周面は精密加工を要しないので、従来よりもピストン等の加工コストを削減することができる。また、第 1 外周面よりも第 2 外周面の径を小さくしているので従来よりもピストン等の体積が減少して材料コストを削減できる。従って、スターリング機関のコスト削減を図ることができる。

【 0 0 7 2 】

また本発明によると、ピストンの第 1 内周面にリーマ加工等の精密加工を施し、第 2 内周面は精密加工を要しないので、従来よりもピストンの加工コストを削減することができる。また、第 1 内周面よりも第 2 内周面の径を小さくしているので従来よりもピストンの体積が減少して材料コストを削減できる。従って、スターリング機関のコスト削減を図ることができる。

【 0 0 7 3 】

また、本発明によると、シリンダ内を摺動するディスプレイサまたはピストンが材質及び外径の異なる第 1、第 2 部材から成るため、第 1、第 2 部材を一体化する際に同軸度の位置合せ精度が低くてもシリンダとディスプレイサ等との接触を回避することができる。従って、組立コスト削減によるコスト削減を図ることができる。特に、第 1 部材または第 2 部材が樹脂成形品から成って部品精度が低くても容易にピストンを組み立てることができる。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態のスターリング機関を示す断面図である。

【 図 2 】 本発明による第 1 実施形態のピストンを示す断面図である。

【 図 3 】 本発明による第 1 実施形態のディスプレイサを示す断面図である。

【 図 4 】 本発明による第 1 実施形態のスターリング機関のエネルギー損失量の変化を示す図である。

【 図 5 】 本発明第 2 実施形態のピストンを示す断面図である。

【 図 6 】 本発明による第 3 実施形態のピストンを示す断面図である。

【 図 7 】 本発明による第 3 実施形態のピストンの他の態様を示す断面図である。

【 図 8 】 本発明による第 4 実施形態のピストンを示す断面図である。

【 図 9 】 本発明による第 5 実施形態のピストンを示す断面図である。

【 図 1 0 】 本発明による第 5 実施形態のピストンの他例を示す断面図である。

【 図 1 1 】 本発明による第 6 実施形態のピストンを示す断面図である。

【 図 1 2 】 本発明による第 7 実施形態のディスプレイサを示す断面図である。

【 図 1 3 】 本発明による第 8 実施形態のディスプレイサを示す断面図である。

【 図 1 4 】 本発明による第 9 実施形態のディスプレイサを示す断面図である。

【 図 1 5 】 本発明による第 1 0 実施形態のディスプレイサを示す断面図である。

【 図 1 6 】 従来のスターリング機関を示す断面図である。

【 図 1 7 】 従来のスターリング機関のディスプレイサを示す断面図である。

【 符 号 の 説 明 】

1 ピストン

1 a 貫通孔

1 b 第 1 外周面

1 c 第 2 外周面

1 d 第 1 内周面

1 e 第 2 内周面

1 f 第 3 内周面

2、3 0 ディスプレーサ

2 a ディスプレーサロッド

10

20

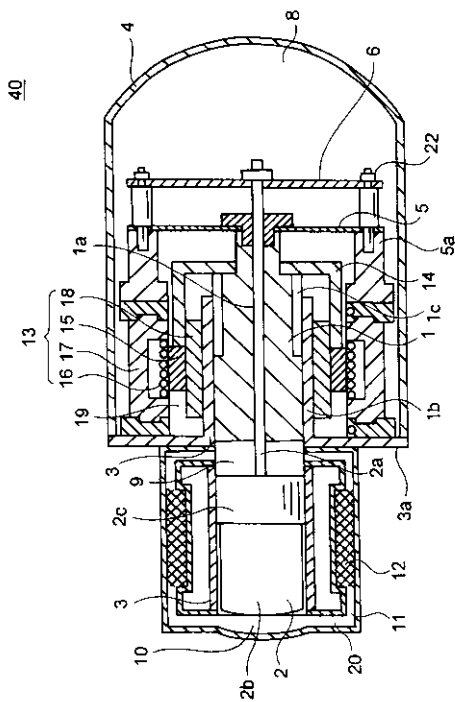
30

40

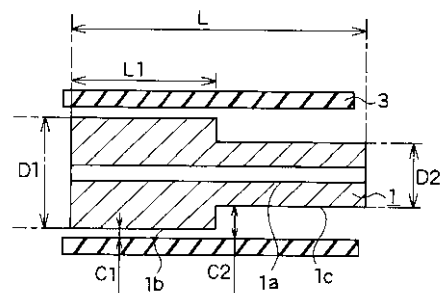
50

- 2 b、5 1 第 1 部材
- 2 c、5 2 第 2 部材
- 2 d 空洞部
- 2 e 規制部材
- 2 f 連通路
- 3 シリンダ
- 9 圧縮空間
- 1 0 膨張空間
- 4 0 スターリング機関

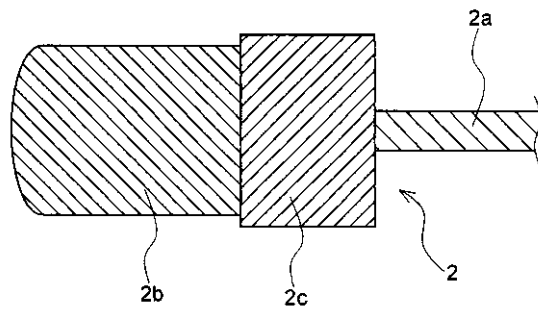
【図 1】



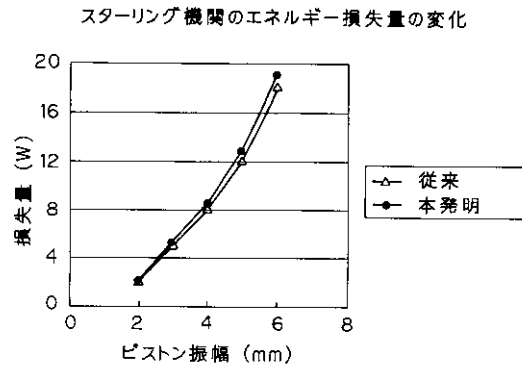
【図 2】



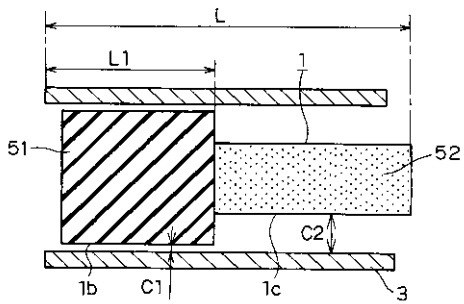
【図 3】



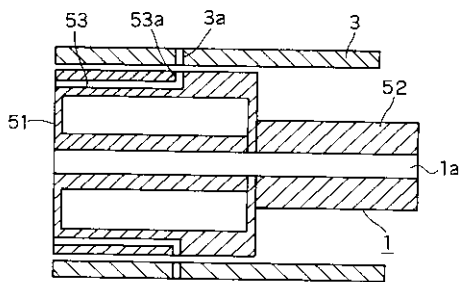
【図 4】



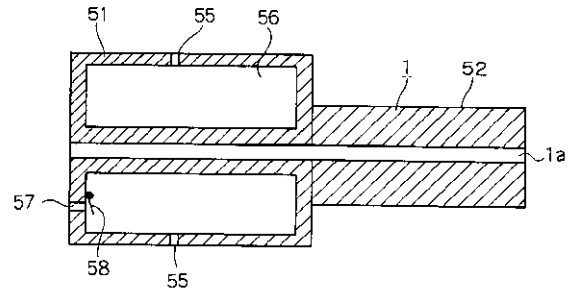
【図 5】



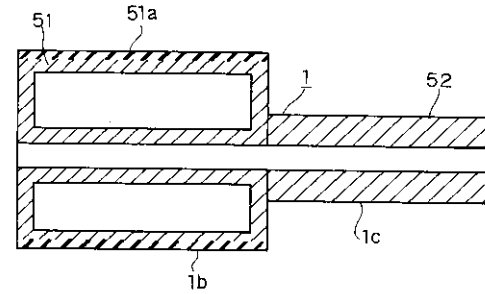
【図 8】



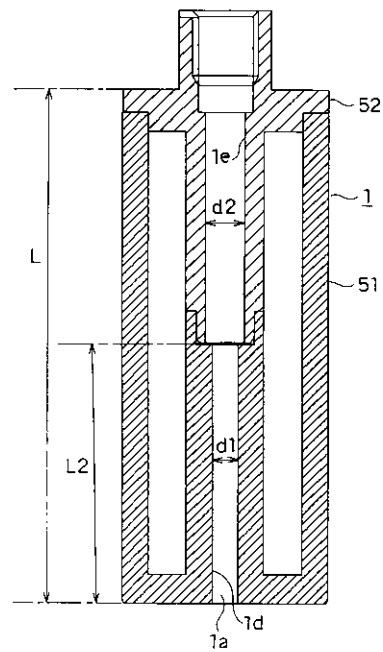
【図 6】



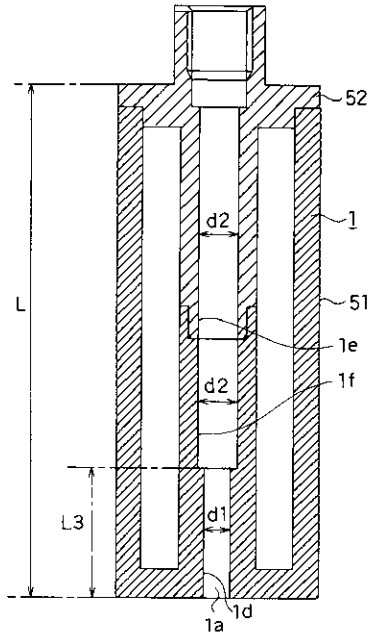
【図 7】



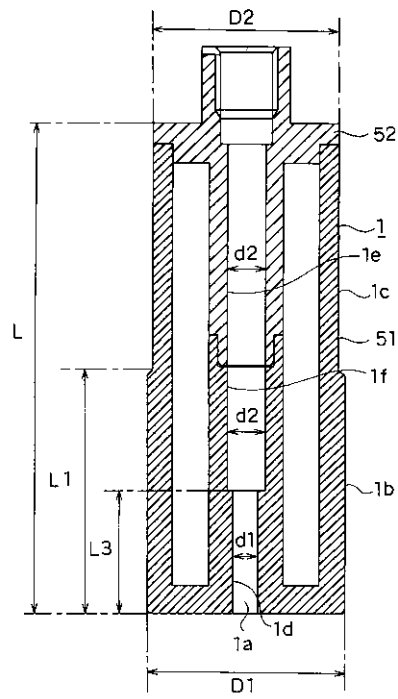
【図 9】



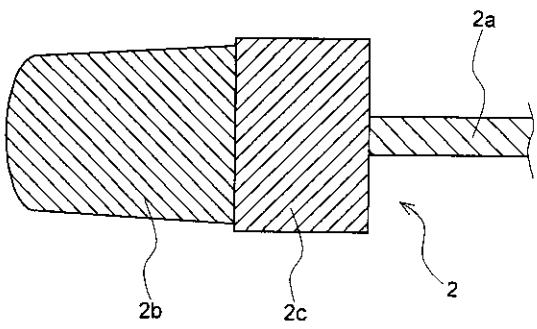
【図 10】



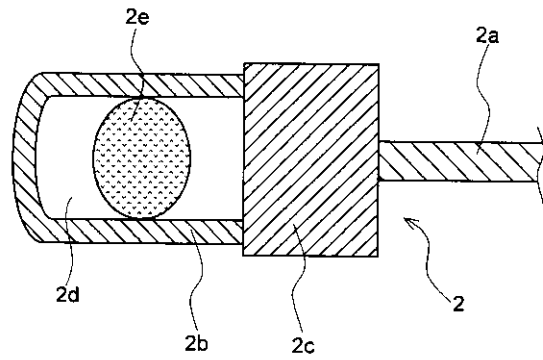
【図 11】



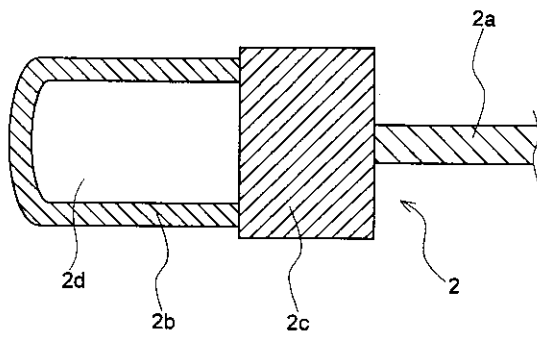
【図 12】



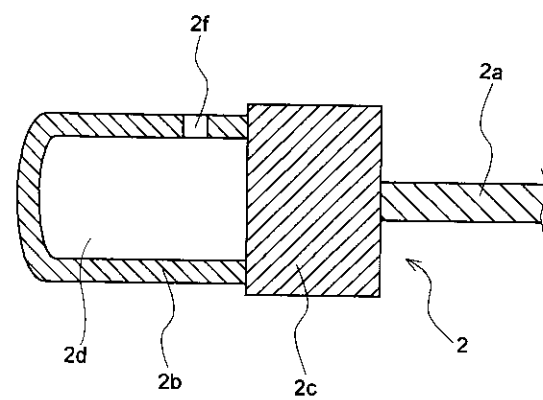
【図 14】



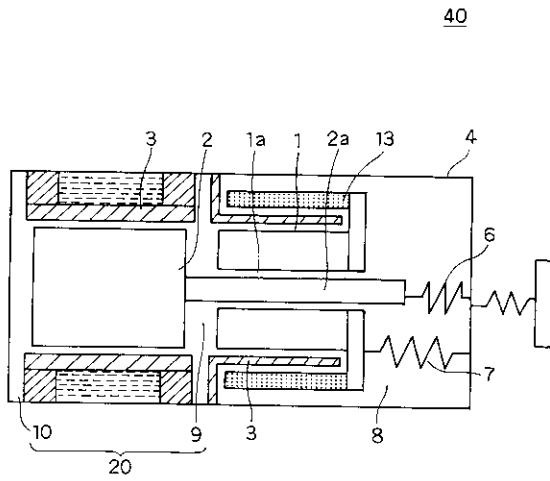
【図 13】



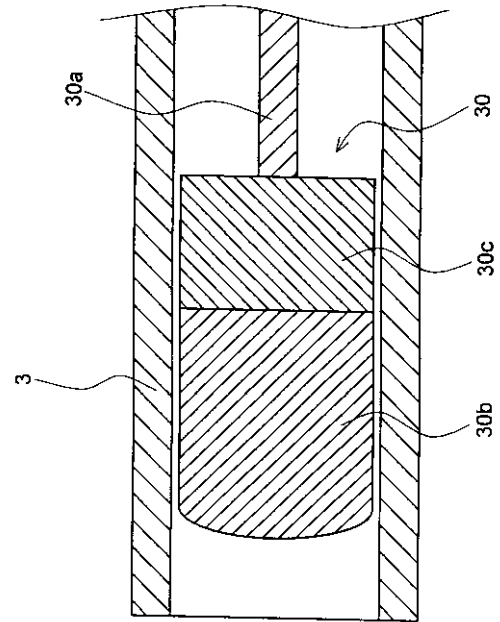
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 高井 健二
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 山上 真司
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 安村 浩至
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 坂元 仁
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内