

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3866974号

(P3866974)

(45) 発行日 平成19年1月10日(2007. 1. 10)

(24) 登録日 平成18年10月13日(2006. 10. 13)

(51) Int. Cl.

F 2 5 B 9/14 (2006.01)

F I

F 2 5 B 9/14 5 2 O F

F 2 5 B 9/14 5 2 O Z

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-394256 (P2001-394256)	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成13年12月26日(2001. 12. 26)		シャープ株式会社
(65) 公開番号	特開2003-75006 (P2003-75006A)		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(43) 公開日	平成15年3月12日(2003. 3. 12)	(74) 代理人	100064746
審査請求日	平成16年6月18日(2004. 6. 18)		弁理士 深見 久郎
(31) 優先権主張番号	特願2001-184815 (P2001-184815)	(72) 発明者	西 直紀
(32) 優先日	平成13年6月19日(2001. 6. 19)		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		シャープ株式会社内
		(72) 発明者	清水 克美
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		審査官	荘司 英史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スターリング機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリンダ内に嵌装され、駆動手段に駆動されて往復動するピストンと、
 前記シリンダ内に嵌装され、前記ピストンと位相差をもって往復動するディスプレイサ
 と、
前記シリンダを保持固定するケーシングと、
前記ケーシングに取付けられ、前記ピストンおよびディスプレイサの往復動によって生
ずる前記ケーシングの振動を吸収するバランスマスと、
 前記ピストンおよびディスプレイサの間に区画形成された圧縮室と、
 前記ディスプレイサを挟んで前記圧縮室と反対側に位置する膨張室と、
 前記駆動手段に電力を供給するインバータ回路と、
 前記ディスプレイサが、前記ピストンおよび前記シリンダの閉塞端のいずれかに衝突す
 る衝突危険性を検知する衝突危険性検知手段と、
 前記衝突危険性検知手段によって検知された情報をもとに、前記インバータ電源回路か
 ら前記駆動手段へと供給される電力を制御するインバータ電源回路制御手段とを備え、
前記衝突危険性検知手段が、前記バランスマスの振動を検出するバランスマス振動検出
手段である、スターリング機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スターリング機関に関し、特に、フリーピストン型スターリング機関に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、省エネルギーや環境問題などの見地から、スターリング機関が注目を浴びている。スターリング機関は、外部の熱源を利用して可逆サイクルであるスターリングサイクルを実現する外燃機関であり、ガソリンなどの引火性や着火性に優れた燃料を必要とする内燃機関などに比べ、省エネルギーで低公害であるという長所を備えた熱機関である。このスターリング機関の応用例として、スターリング冷凍機が広く知られている。

【0003】

従来、冷凍機等に使用される冷凍サイクルとしては、一般的に蒸気圧縮式の冷凍サイクルが採用されている。この蒸気圧縮式の冷凍サイクルでは、作動媒体としての冷媒にフロン（クロロフルオロカーボン）が用いられ、フロンの凝縮および蒸発を利用して所望の冷却性能を得るものである。

【0004】

しかし、冷媒として使用されるフロンは非常に化学安定性が高く、大気中に放出されると成層圏に達してオゾン層を破壊するとの指摘がある。このため、近年、特定のフロンの使用および生産が規制されてきている。そこで、フロンを用いた冷凍サイクルに代わるものとして、逆スターリング冷凍サイクルが注目されている。

【0005】

逆スターリング冷凍サイクルでは、作動媒体として、ヘリウムガス、水素ガス、窒素ガスなどを採用することができるため、地球環境に悪影響を及ぼすことがない。この逆スターリング冷凍サイクルを利用したスターリング冷凍機は、極低温を発生させる小型冷凍機として知られている。

【0006】

スターリング冷凍機は、作動媒体である冷媒ガスを圧縮する圧縮機と、圧縮機から吐出された冷媒ガスを膨張させる膨張機とを組み合わせたものであり、上記圧縮機としては、冷媒ガス圧をたとえば正弦波状等に繰り返し経時変化するように圧縮するものが使用される。一方、膨張機は、先端が閉塞されたシリンダと、シリンダ内に往復動自在に嵌装され、シリンダ内を先端側の膨張室と基端側の作動室とに区画形成するディスプレイサと、当該ディスプレイサの往復運動を弾性支持する共振用バネとを備えている。

【0007】

上記作動室は上記圧縮機に接続されており、圧縮機からの冷媒ガス圧により、ディスプレイサを往復運動させて冷媒ガスを膨張させることにより、シリンダ先端の冷却部に低温を発生させる。なお、この方式のスターリング冷凍機は、一般にフリーピストン型スターリング冷凍機と呼ばれており、ピストンとディスプレイサが同一シリンダ内に同軸に嵌装されたフリーピストン型スターリング冷凍機が一般的になりつつある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、従来、この種のスターリング冷凍機においては、ピストンを駆動するリニアモータへの印加電圧を増加させることにより、ピストンのストローク幅およびディスプレイサのストローク幅を増加させ、冷凍能力の増大を図る手法が採用されてきた。

【0009】

しかしながら、たとえば運転開始直後等の冷却部温度が常温に近い状態で、冷凍能力を増大させるためにリニアモータに過大な入力電圧を加えると、ピストンおよびディスプレイサが衝突する危険性があった。スターリング冷凍機の構造によって異なるが、この衝突の主なものとしては、ディスプレイサのシリンダ閉塞端への衝突や、ディスプレイサに取付けられている共振用バネの圧縮破壊等が挙げられる。ピストンとディスプレイサが同軸上に嵌装されている場合には、ピストンとディスプレイサがシリンダ内で衝突する危険もある。

10

20

30

40

50

【0010】

また、スターリング冷凍機の運転中に外部電源からリニアモータに入力される電力の電圧値が増加した場合には、ピストンの振幅が増加し、ディスプレイサがピストンに衝突したり、シリンダの閉塞端に衝突したりしてスターリング冷凍機が破損するおそれもある。通常、この種のスターリング冷凍機は一般商用電源を用いて駆動される。一般商用電源は、使用する地域・時間帯などにより電圧値がわずかながら変動する。したがって、この電圧値の変動を是正しなければ、スターリング冷凍機の運転状況によってはピストンストロークが増大し、内部部品の破損が生じるおそれがある。

【0011】

さらには、スターリング冷凍機の運転中に冷却部や放熱部が何らかの原因によって異常冷却または異常加熱された場合や、スターリング冷凍機の周囲の温度が急激に変化した場合などには、スターリング冷凍機本体の振動を抑止するために取付けられたバランスマスの振動に変化が生じ、振幅が増加するおそれがある。また、シリンダ内のガスバランスが急激に変化した場合や、内部部品の共振周波数のずれが生じることによってバランスマスの振動に変化が生ずる。バランスマスの振幅の増加は、スターリング冷凍機の騒音の増加および異常振動へとつながり、内部部品の衝突によって破損が起きる危険もある。

10

【0013】

したがって、本発明の目的は、外部から供給される供給電力の電圧値の変動時やスターリング機関本体の異常振動時などにおける内部部品同士の衝突防止が図られたスターリング機関を提供することにある。

20

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明におけるスターリング機関は、シリンダ内に嵌装され、駆動手段に駆動されて往復動するピストンと、シリンダ内に嵌装され、ピストンと位相差をもって往復動するディスプレイサと、シリンダを保持固定するケーシングと、ケーシングに取付けられ、ピストンおよびディスプレイサの往復動によって生ずるケーシングの振動を吸収するバランスマスと、ピストンおよびディスプレイサの間に区画形成された圧縮室と、ディスプレイサを挟んで圧縮室と反対側に位置する膨張室とを備えている。さらに、本発明におけるスターリング機関は、駆動手段に電力を供給するインバータ電源回路と、ディスプレイサがピストンおよびシリンダの閉塞端のいずれかに衝突する衝突危険性を検知する衝突危険性検知手段と、衝突危険性検知手段によって検知された情報をもとに、インバータ電源回路から駆動手段へと供給される電力を制御するインバータ電源回路制御手段とを備えている。そして、本発明におけるスターリング機関は、衝突危険性検知手段が、バランスマスの振動を検出するバランスマス振動検出手段であることを特徴としている。

30

【0019】

本構成のように、衝突危険性検知手段によって検知された情報をもとに、インバータ電源回路から駆動手段へと供給される電力をインバータ電源回路制御手段によって制御することにより、ディスプレイサやピストンなどの衝突が未然に防止されるため、スターリング機関の破損が防止される。特に、本構成では、上述の衝突危険性検知手段として、ケーシングに取付けられたバランスマスの振動を検出するバランスマス振動検出手段によってケーシングの異常振動を検出することにより、内部部品の衝突を未然に防止することが可能となる。

40

【0032】

上記本発明の他の局面におけるスターリング機関は、たとえば、バランスマス振動検出手段が、バランスマスの中心位置からの振幅を検出する光センサであることが好ましい。

【0033】

本構成のように、バランスマス振動検出手段として光センサを用いることにより、容易にバランスマスの振動を監視することが可能となる。

【0034】

上記本発明の他の局面におけるスターリング機関は、たとえば、バランスマス振動検出手

50

段が、バランスマスと接触することによりその位置を検出する接触センサであることが好ましい。

【0035】

本構成のように、バランスマス振動検出手段として接触センサを用いることにより、容易にバランスマスの振動を監視することが可能となる。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図を参照して説明する。

【0037】

（実施の形態1）

図1は、本発明の実施の形態1におけるフリーピストン型スターリング冷凍機の構造を示した断面図である。まず、本実施の形態におけるスターリング冷凍機の構造について説明する。図1に示したように、スターリング冷凍機本体には、内部に円筒状の空間を有するシリンダ5が設けられており、当該シリンダ空間内には、ピストン1およびディスプレーサ2が同軸上に嵌装されている。シリンダ5内の作動空間には、ヘリウムガス、水素ガス、窒素ガスなどの作動ガスが充填されている。

【0038】

このディスプレーサ2によって仕切られる作動空間のうち、ピストン1側の空間を圧縮空間（圧縮室）7、シリンダ閉塞端側の空間を膨張空間（膨張室）8という。この圧縮空間7と膨張空間8とをシリンダ5外で結ぶ経路上には蓄冷材である再生器3が備えられており、再生器3内は作動ガスが通過可能な構造となっている。

【0039】

また、圧縮空間7で発生する熱を外部へ放出するための放熱部10、膨張空間8で発生する低温を外部へ伝達する冷却部12が、それぞれの空間を囲むように形成されている。この放熱部10および冷却部12には、それぞれの温度を検出するための温度検出センサ11、13が設けられている。さらに、ディスプレーサ2は、共振用バネ4によって冷凍機本体ケーシング9に接続されている。

【0040】

また、ピストン1は、リニアモータ6によって駆動される構成となっており、このリニアモータ6は、電源駆動回路15によって電力が供給され、その入力電流が冷凍機入力電流検出部18によってモニタされている（図2参照）。

【0041】

次に、本実施の形態におけるスターリング冷凍機の動作原理について説明する。本冷凍機は、いわゆる逆スターリング冷凍サイクルを利用して冷凍効果を得るものである。ピストン1はリニアモータ6により駆動されて正弦運動する。ピストン1の動きにより圧縮空間7内の作動ガスは正弦波状の圧力変化を示す。圧縮された作動ガスは放熱部10で圧縮熱を放出し、シリンダ外に設けられた再生器3を通過する際に予冷され、膨張空間8へと流入する。

【0042】

ディスプレーサ2は、定常運転時にはピストン1と同周期で一定の位相差をもって正弦運動し、その位相差や振幅は共振用バネ4のバネ定数や、時々刻々と変化する圧縮空間7と膨張空間8との圧力差、ディスプレーサ2の質量、動作周波数等によって決まる。この位相差については、一般的には90度程度が最適条件であるといわれている。

【0043】

膨張空間8へと流入した作動ガスは、このディスプレーサ2の正弦運動により膨張し、これによって膨張空間8内の温度は著しく低下する。このとき発生した極低温を冷却部12を介して冷凍庫内へ伝達することにより、所望の冷凍効果が得られる。

【0044】

次に、本実施の形態におけるスターリング冷凍機の制御回路について説明する。図2は、上記スターリング冷凍機の制御回路の構成を示すブロック図である。この図に示されるよ

10

20

30

40

50

うに、放熱部 10 および冷却部 12 に設けられた温度検出センサ 11, 13 で検出された温度情報 (Th, Tc) が、温度検出部 14 を介して制御マイクロコンピュータ 16 に入力される。ここで、Th は放熱部の温度、Tc は冷却部の温度である。また、冷凍機入力電流検出部 18 において検出された入力電流情報 (I) も制御マイクロコンピュータ 16 に入力される。

【0045】

制御マイクロコンピュータ 16 では、上記の各入力信号が予め記憶された基準となる値の範囲内であるかどうかを判定し、その判定結果に基づいてスターリング冷凍機を制御するための制御信号を導出し、PWM (Pulse Width Modulation) 出力部 17 に対して出力する。PWM 出力部 17 は、この制御信号に基づきパルス幅変調を行ないスターリング冷凍機を制御する。

10

【0046】

図 3 は、本実施形態における制御動作のフローチャートである。図に示されるように、ステップ S1 でスターリング冷凍機の運転が開始されると、ステップ S2 で温度情報 (Th、Tc) および入力電流情報 (I) が検知される。

【0047】

つづいて、ステップ S3 で上記情報に基づき、予め定めた基準値の範囲内であるかを判定することによって、衝突の危険性が判定される。これは、上記情報を総合することによりピストンストローク幅が特定されるため、衝突の危険性が検知可能となることによる。ここで、予め定めた基準とは、試行（テーブルルックアップ方式など）を行なうことにより集められた衝突時の情報をもとに設定されるものである。

20

【0048】

ステップ S3 で衝突する危険性がないと判定された場合は、ステップ S4 で一定値だけ入力電流を増加させる。増加させる電流量は極端なピストンストローク幅の増大を抑制するため、極力小さく抑えることが好ましい。また、逆にステップ S3 で衝突する危険性があると判定された場合には、それ以上の入力電流を冷凍機に供給しないように制御マイクロコンピュータ 16 にて制御する。

【0049】

以上において説明したように、リニアモータに入力される電流値と圧縮空間内および膨張空間内の温度とをモニタし、これらの値を予め試行により得られた基準値と比較することによってピストンやディスプレイサの衝突危険性を判定し、この判定結果に基づいてスターリング冷凍機を運転することにより、ピストンやディスプレイサなどの内部部品同士が衝突することが防止されるとともに、ピストンやディスプレイサなどの内部部品の衝突を回避した上での最大出力運転が実現される。

30

【0050】

（実施の形態 2）

図 4 は、本発明の実施の形態 2 におけるスターリング冷凍機の制御回路のブロック図である。なお、上述の実施の形態 1 と同じ部分については同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0051】

40

図 4 に示したように、外部電源 50 から供給された供給電力の電圧値は、電源電圧検知部 34 にて検知され、この電圧値情報が制御マイクロコンピュータ 16 へと入力される。制御マイクロコンピュータ 16 は入力された電圧値情報を処理し、リニアモータ 6 に供給される電力の電圧値が適正な値となるようにインバータ電源回路制御部 23 を介してインバータ電源回路 24 へと制御信号を出力する。この制御信号に基づいてインバータ電源回路 24 にて適正な電圧値に変換された電力がリニアモータ 6 へと供給される。ここで、インバータ電源回路制御部 23 からインバータ電源回路 24 へと出力される制御信号は、インバータ電源回路での PWM 制御におけるパルス幅の変調を行なう信号である。

【0052】

この電源電圧検知部 34 として、コンパレータを採用した場合の回路例を図 5 に示す。外

50

部電源から供給された供給電力の電圧値を検知するために、抵抗 33 によって供給電力の電圧値を分圧し、電圧の変化がコンパレータ 32 によって制御マイクロコンピュータ 16 へと入力される。このとき、供給電力の電圧値の高低により、制御マイクロコンピュータ 16 への入力は、入力 A、入力 B、入力 C、入力 D と段階的に送信される。制御マイクロコンピュータ 16 へと送信された信号は、たとえば下記の表 1 に基づいて閾値電圧毎に出力信号が決定され、インバータ電源回路 24 へと適正にパルス幅変調された出力信号が入力される。

【0053】

【表 1】

制御マイクロコンピュータ 入力	制御マイクロコンピュータの 出力			
	A	B	C	D
閾値電圧 (V)				
$V \leq 90$				
出力停止				
$90 < V < 95$				
基準幅より広い幅のパルスを 出力				
$95 \leq V < 105$				
基準幅のパルスを出力				
$105 \leq V < 110$				
基準幅より狭い幅のパルスを 出力				
$110 \leq V$				
出力停止				

【0054】

上記表 1 を参照して、たとえば、制御マイクロコンピュータ 16 への入力 A/B/C/D が 0/0/0/0 の場合には、供給電力の電圧値が 90 V 以下であると判断し、インバータ電源回路 24 への出力を停止し、スターリング冷凍機 19 の運転を停止する。また、制御マイクロコンピュータ 16 への入力が 1/1/1/1 の場合には、供給電力の電圧値が

10

20

30

40

50

110V以上であると判断し、同じくインバータ電源回路24への出力を停止してスターリング冷凍機19の運転を停止する。制御マイクロコンピュータ16への入力がある場合には、供給電力の電圧値が95V以上、105V未満であると判断して、基準の幅のパルス信号を出力する。上記以外の場合には、その電圧値情報に基づいて、基準の幅のパルスのパルス幅変調を行なうことにより、適切な電圧値へと是正する。

【0055】

また、電源電圧検知部34として、アナログアンプを採用した場合の回路例を図6に示す。この場合、アナログアンプ31によって供給電力の電圧値を0～5Vに変換し、この変換された電圧を制御マイクロコンピュータ16へと入力する。制御マイクロコンピュータ16に入力された電圧信号を演算処理し、インバータ電源回路24へと送信する。供給電力の電圧値が異常であると判断された場合には、インバータ電源回路24への出力を停止し、スターリング冷凍機19の運転を停止する。

10

【0056】

以上のように、供給電力の電圧値の変動を電源電圧検知手段によって検知し、この情報をもとに制御マイクロコンピュータにて適正な電圧値となるようにパルス幅変調を行ない、この出力信号を用いてインバータ電源回路によってスターリング冷凍機への入力電力の電圧値を調整することにより、最適な運転条件が確保される。また、供給電力の電圧値が異常であると判断した場合には、スターリング冷凍機への電力の供給を停止させることにより、内部部品の衝突などによるスターリング冷凍機の破損を防止することが可能となる。

【0057】

20

(実施の形態3)

図7は、本発明の実施の形態3におけるスターリング冷凍機のブロック図である。なお、上述の実施の形態1および2と同じ部分については、図中同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0058】

本実施の形態におけるスターリング冷凍機では、上述の実施の形態1と同様、放熱部10および冷却部12に温度を測定するための温度検出センサ11、13が取り付けられている。これら温度検出センサ11、13によって検出された温度情報は、制御マイクロコンピュータ16へと温度検出部14を介して入力され、制御マイクロコンピュータ16内に予め記憶されているルックアップテーブル(図8参照)を参照することによりその出力信号が決定され、インバータ電源回路24へと出力される。なお、このルックアップテーブルは、予め試行を行なうことにより、スターリング冷凍機の内部部品が衝突する異常加熱および異常冷却状態のデータを収集することによって得られた情報を用いる。

30

【0059】

また他の例として、図9に示したように、ピストン1を挟んで圧縮空間7の反対側に位置する背圧空間20内の温度を検出することによって、異常を検知することも可能である。この場合には、温度センサ25を背圧空間20を構成する本体ケーシング9に取付けることにより、背圧空間20内の温度を間接的にモニタしている。なお、背圧空間20の温度によって異常が検知されるのは、圧縮空間7と背圧空間20とが連通しているために、圧縮空間7が異常加熱された場合に背圧空間20も異常に加熱されるためである。

40

【0060】

(実施の形態4)

図10は、本発明の実施の形態4におけるスターリング冷凍機のブロック図である。本実施の形態におけるスターリング冷凍機は、バランスマスの異常振動を検出することによって、ピストンやディスプレイサといった内部部品の衝突危険性を検知し、未然にこの衝突を防止する機構を備えたスターリング冷凍機である。なお、上述の実施の形態1～3と同じ部分については同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0061】

図を参照して、スターリング冷凍機19の本体ケーシング9にはバランスマス42が、マ簧スプリング38およびマ簧スプリング支持部材39を介して接続されている。このバラ

50

ンスマス４２は、スターリング冷凍機１９本体の振動を抑えるために取付けられるものである。スターリング冷凍機１９が異常振動状態にある場合にはこのバランスマス４２も異常振動するため、このバランスマス４２の振幅を監視することにより、スターリング冷凍機の異常を検知することが可能となる。

【００６２】

スターリング冷凍機１９が正常動作している場合のバランスマス４２の振幅範囲を予め測定しておき、バランスマス４２の近傍に設置された光センサ３５、３６によって、バランスマス４２の振幅を監視する。異常振動が発生した場合には光センサの発光部３５から照射される光線が、バランスマスによって遮られるため、光センサの受光部３６にまで達しない。この場合、制御マイクロコンピュータ１６に光センサ受光部３６から入力される電圧信号が減少する。これを検知した制御マイクロコンピュータ１６は、直ちにインバータ電源回路２４への出力を停止し、スターリング冷凍機１９の運転を停止する。

10

【００６３】

以上により、スターリング冷凍機の異常振動を検知することによって、内部部品の衝突が未然に防止され、スターリング冷凍機が破損することが防止可能となる。なお、光センサの変わりに、図１１に示したような接触センサ３７をバランスマス４２の近傍に設置し、バランスマス４２が異常振動時に接触センサ３７に接触することにより、異常振動を検知するようにしてもよい。

【００６４】

上述のすべての実施の形態では、ピストンとディスプレーサとが同軸上に嵌装されたスターリング冷凍機に本発明を適用した場合を例示して説明したが、別個に圧縮機と膨張機とが設けられたスターリング冷凍機にも適用可能である。

20

【００６５】

また、上述のすべての実施の形態では、ディスプレーサが共振用コイルバネでスターリング冷凍機の本体ケーシングに接続されているものを例示したが、特にこれに限定されるものではなく、共振用コイルバネに代えてガスバネや板バネなどを利用したスターリング冷凍機であってもよい。

【００６６】

さらには、上述の実施の形態１および３では、圧縮空間および膨張空間の温度を検出するための温度検出センサを放熱部および冷却部に設けることで間接的に検出した場合を示しているが、圧縮空間および膨張空間内に温度検出センサを設け、直接作動ガスの温度を測定する構成としてもよい。

30

【００６７】

このように、今回開示した上記各実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではない。本発明の技術的範囲は特許請求の範囲によって画定され、また特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

【００６９】

【発明の効果】

本発明によれば、バランスマスの振動を監視したりすることによって異常状態を検知し、スターリング冷凍機を停止させることにより、未然に内部部品の衝突を防止することが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【図１】 本発明の実施の形態１におけるスターリング冷凍機の断面図である。

【図２】 本発明の実施の形態１におけるスターリング冷凍機の制御回路ブロック図である。

【図３】 本発明の実施の形態１におけるスターリング冷凍機の制御動作フローチャートである。

【図４】 本発明の実施の形態２におけるスターリング冷凍機のブロック図である。

【図５】 本発明の実施の形態２におけるスターリング冷凍機の電源電圧検知部にコンパレータを用いた場合の制御回路ブロック図である。

50

【図 6】 本発明の実施の形態 2 におけるスターリング冷凍機の電源電圧検知部にアナログアンプを用いた場合の制御回路ブロック図である。

【図 7】 本発明の実施の形態 3 におけるスターリング冷凍機のブロック図である。

【図 8】 本発明の実施の形態 3 におけるスターリング冷凍機の運転制御に用いられるルックアップテーブルを説明するための模式図である。

【図 9】 本発明の実施の形態 3 における他の例を示したブロック図である。

【図 10】 本発明の実施の形態 4 におけるスターリング冷凍機のブロック図である。

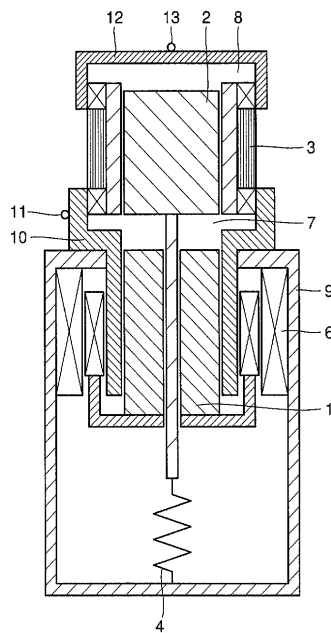
【図 11】 本発明の実施の形態 4 におけるスターリング冷凍機の他の例を示したブロック図である。

【符号の説明】

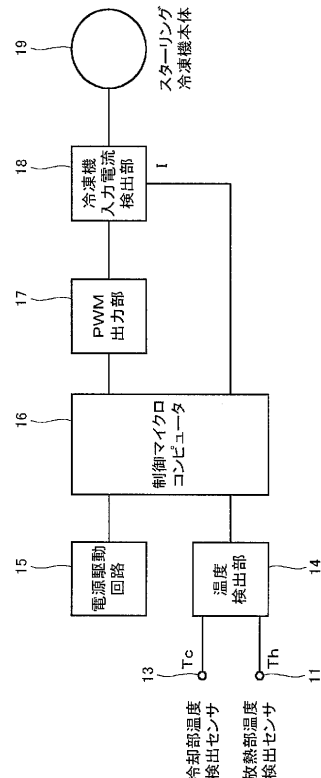
1 ピストン、2 ディスプレーサ、3 再生器、4 共振用バネ、5 シリンダ、6 リニアモータ、7 圧縮空間、8 膨張空間、9 冷凍機本体ケーシング、10 放熱部、11 放熱部温度検出センサ、12 冷却部、13 冷却部温度検出センサ、14 温度検出部、15 電源駆動回路、16 制御マイクロコンピュータ、17 PWM出力部、18 冷凍機入力電流検出部、19 スターリング冷凍機本体、20 背圧空間、23 インバータ電源回路制御部、24 インバータ電源回路、25 背圧空間内温度検出センサ、31 アナログアンプ、32 コンパレータ、33 抵抗、34 電源電圧検知部、35 光センサ発光部、36 光センサ受光部、37 接触センサ、38 マススプリング、39 マススプリング支持部材、42 バランスマス、50 外部電源。

10

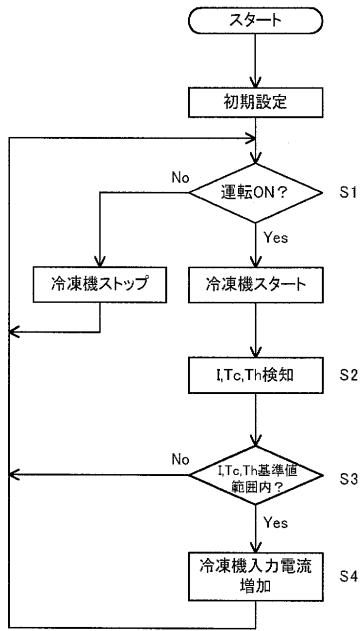
【図 1】



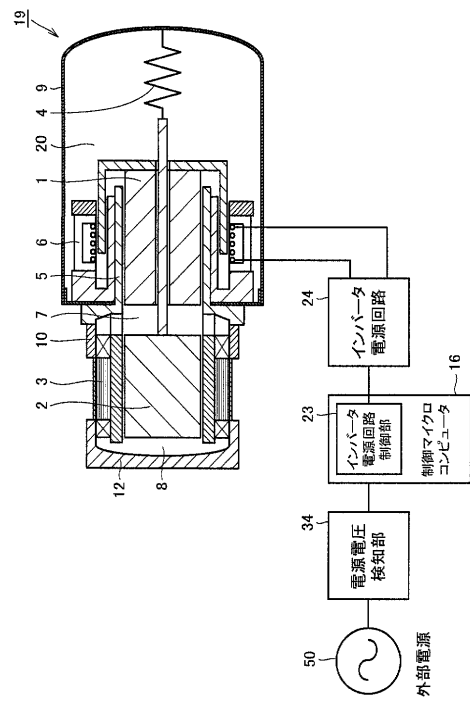
【図 2】



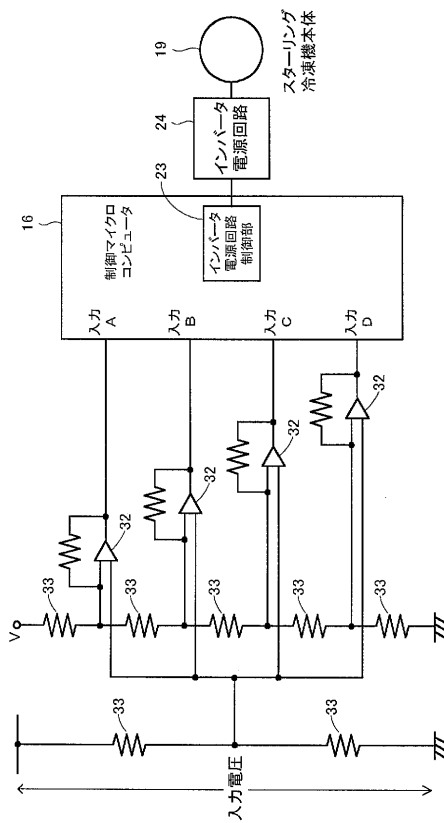
【図 3】



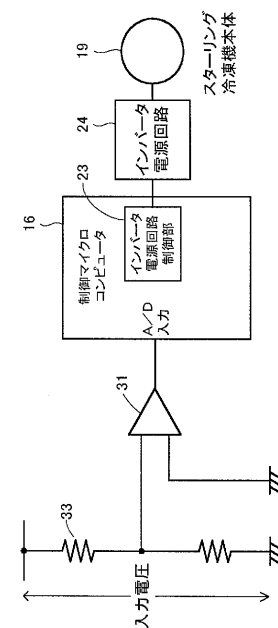
【図 4】



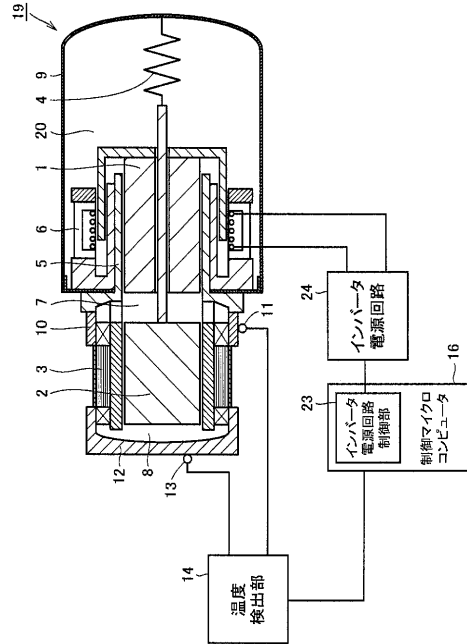
【図 5】



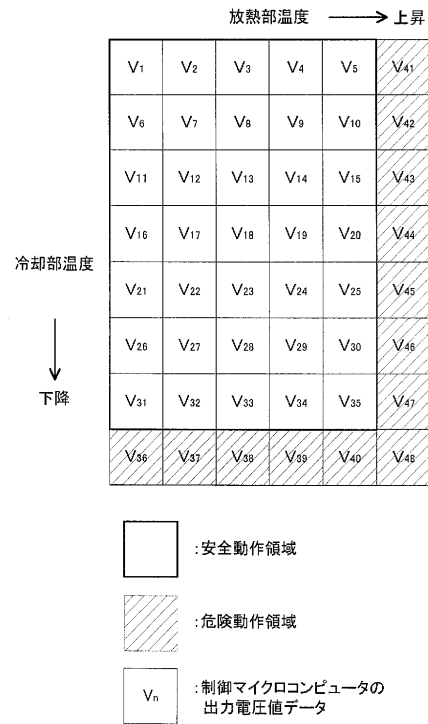
【図 6】



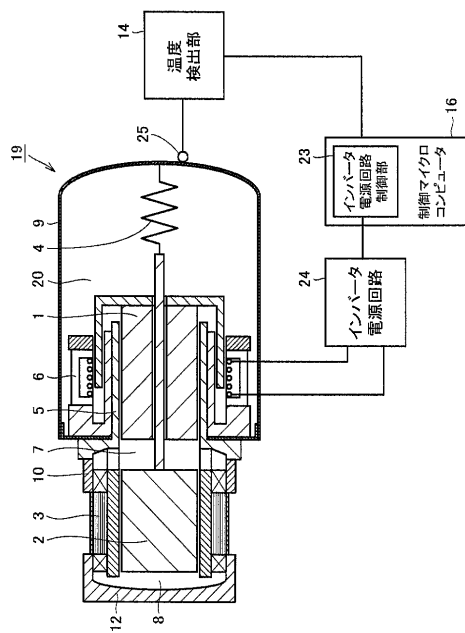
【図 7】



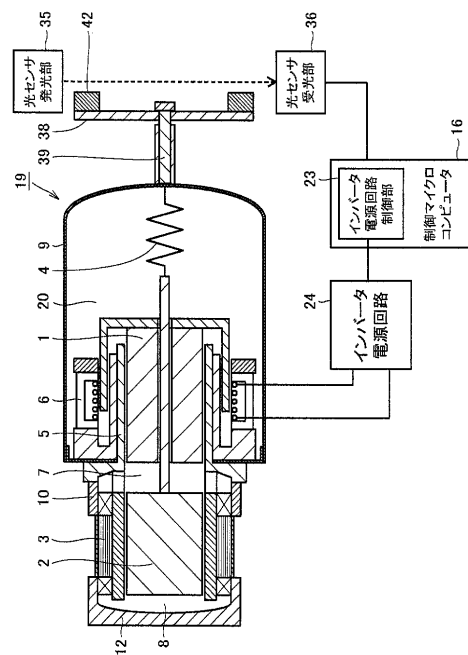
【図 8】



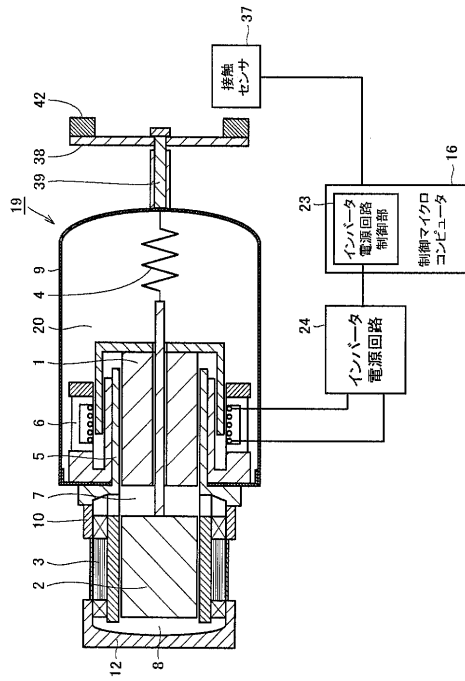
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-304366 (JP, A)
特開平02-303361 (JP, A)
特公平06-089960 (JP, B2)
特開平10-253184 (JP, A)
特開2000-002296 (JP, A)
特開2000-199653 (JP, A)
特開平11-304270 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F25B 9/14