

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3656312号

(P3656312)

(45) 発行日 平成17年6月8日(2005.6.8)

(24) 登録日 平成17年3月18日(2005.3.18)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>F 2 5 B 9/14  
F 1 6 F 3/02

F I

F 2 5 B 9/14 5 1 0 Z  
F 2 5 B 9/14 5 2 0 Z  
F 1 6 F 3/02

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平8-62386	(73) 特許権者	591083244 富士電機システムズ株式会社 東京都千代田区三番町6番地17
(22) 出願日	平成8年3月19日(1996.3.19)	(74) 代理人	100088339 弁理士 篠部 正治
(65) 公開番号	特開平9-250828	(72) 発明者	大島 恵司 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(43) 公開日	平成9年9月22日(1997.9.22)	審査官	清水 富夫
審査請求日	平成13年7月16日(2001.7.16)	(58) 調査した分野(Int.Cl. <sup>7</sup> , DB名)	F25B 9/14 510 F25B 9/14 520 F16F 3/02

(54) 【発明の名称】 冷凍機用サスペンションばねユニット

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

スターリング冷凍機の圧縮機，膨張機に組み込んだ往復動式のピストン，およびディスプレイサを支持するサスペンションばねユニットであり、該サスペンションばねユニットが、板面に渦状のスリットを形成した複数枚の平板リング状の板ばねを有し、かつ各板ばねをその内周端部，外周端部の相互間にスペーサを介挿して一体に重ね合わせた組立体としてなり、該ばねユニットの内周端部を前記ピストン，もしくはディスプレイサのロッドに結合し、外周端部を機内の固定部材に取付けたものにおいて、各板ばねの中立位置をピストン，ディスプレイサの往復動ストローク位置に対して相対的にずらすように、各板ばねの相互間にオフセットを設定して組立てたことを特徴とする冷凍機用サスペンションばねユニット。

10

## 【請求項2】

請求項1記載のばねユニットにおいて、オフセット付与手段として、板ばね相互間の内外周に介挿したスペーサに対し、外周スペーサの板厚を内周スペーサの板厚よりも厚く設定したことを特徴とする冷凍機用サスペンションばねユニット。

## 【請求項3】

請求項1記載のばねユニットにおいて、オフセット付与手段として、板ばね相互間の内外周に介挿したスペーサに対し、内周スペーサの板厚を外周スペーサの板厚よりも厚く設定したことを特徴とする冷凍機用サスペンションばねユニット。

## 【発明の詳細な説明】

20

## 【 0 0 0 1 】

## 【 発明の属する技術分野 】

本発明は、クライオクーラとして用いるスターリング冷凍機の圧縮機，膨張機に組み込んだ往復動式のピストン，およびディスプレイサを往復動方向に案内支持するサスペンションばねユニットに関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【 従来技術 】

頭記したスターリング冷凍機において、圧縮機，膨張機に組み込んだ往復動式のピストン，およびディスプレイサをサスペンションばねで案内支持するようにした構成のものが、

例えば特開平 5 - 2 8 8 4 1 9 号公報に開示されている。  
 図 3 はかかるサスペンションばねを用いて圧縮機のピストン，膨張機のディスプレイサを支持したスターリング冷凍機の構成図である。図において、1 は往復動式のピストン 1 a を内蔵した横軸形の圧縮機、2 は蓄冷器 2 a を備えた往復動式のディスプレイサ 2 b を内蔵した横軸形の膨張機、3 は圧縮機 1 の圧縮空間と膨張機 2 のディスプレイサ 2 a との間に配管した接続管である。また、圧縮機 1 のピストン 1 a は機内に組み込んだ電磁式アクチュエータ 1 b により軸方向に往復駆動するようにしており、ピストン 1 a に連結したピストンロッド 1 c の 2 箇所をサスペンションばね 4 で往復動方向に案内支持している。なお、1 d はピストンの位置検出器である。

## 【 0 0 0 3 】

一方、膨張機 2 ではディスプレイサ 2 b を機内に組み込んだ電磁式アクチュエータ 2 c により軸方向に往復駆動するようにしており、圧縮機 1 のピストン 1 a と同様に、ディスプレイサ 2 b に連結したロッド 2 d の 2 箇所をサスペンションばね 4 で往復動方向に案内支持している。なお、2 e はディスプレイサ 2 b の位置検出器、2 f は膨張機 2 に付設したアクティブバランスで冷熱発生端面の振動発生を抑制する。かかる構成になるスターリング冷凍機の動作原理は周知であり、先記した特開平 5 - 2 8 8 4 1 9 号公報にも詳しく述べられている。

## 【 0 0 0 4 】

次に、前記したサスペンションばねユニット 4 の従来構造を図 4，図 5 で説明する。すなわち、サスペンションばねユニット 4 は、図 5 で示すように、平行に並ぶ複数枚（図示例では 3 枚）の板ばね 4 a と、各板ばね 4 a の相互間に 1 枚ずつ介挿した外周スペーサ 4 b，内周スペーサ 4 c と、外周押え板 4 d，内周押え板 4 e とを重ね合わせて締結ボルトにより一体化した組立体としてなり、ばねユニット 4 の内周端が圧縮機 1 のピストンロッド 1 c，膨張機 2 のディスプレイサロッド 2 d に、外周端が機内の固定部材，例えば電磁アクチュエータのヨークにそれぞれ結合されている。

## 【 0 0 0 5 】

また、前記の板ばね 4 a は、高弾性の薄金属板で作られたリング状板を基体として、図 4 で示すように板面に複数の渦状スリット 4 f を形成し、そのスリット 4 f の間に板面と垂直方向へ撓み自在なアーム部 4 g を形成した構造になる。

そして、かかる構造のサスペンションばねユニット 4 を使用して圧縮機 1 のピストン 1 a，膨張機 2 のディスプレイサ 2 b を支持し、電磁アクチュエータ 1 b，2 c の駆動でピストン 1 a，ディスプレイサ 2 b を軸方向に往復動作すると、そのストローク動作に従動して板ばね 4 a のアーム部 4 g が中立位置（撓みなしの位置）を中心に左右方向に撓む。

## 【 0 0 0 6 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

ところで、前記したサスペンションばねユニット 4 を採用して図 3 に示した横軸形の圧縮機 1，膨張機 2 のピストン，ディスプレイサを支持すると、動作面で次記のような問題が派生する。

すなわち、板面に渦状スリットをいれて撓み性のアーム部を形成した構造の板ばね 4 a は、ピストン，ディスプレイサのストローク位置と板ばね 4 a の半径方向のばね定数との関係が図 6 ( a ) で表すような特性を持つ。なお、図中の特性線 A は板ばね 1 枚当たりのば

10

20

30

40

50

ね特性、特性線 B は 3 枚の板ばねを重ね合わせた合成のばね特性である。この特性図から判るように、ばね定数はストローク位置が「0」、つまり板バネ 4 a が原形の状態に保たれていてアーム部 4 g が撓んでない中立位置で最大であり、ここからストローク位置が往復動方向に変化してアーム部が撓んだ状態になるとばね定数は急激に低下し、ピストン、ディスプレイサのストロークエンド位置ではばね定数が最小になる。しかも、複数枚の板バネを積み重ねたばねユニットでは、合成特性線 B で表すように中立位置とストロークエンド位置（往、復動の死点）におけるばね定数の差がさらに大きくなる。このために、サスペンションばねの直線性が低下して冷凍機の運転時にはピストン、ディスプレイサを含む可動部の自重などにより、半径方向に大きな加振力が生じて振動、振幅が増大するようになるほか、特に半径方向の振幅が大きくなると、ピストン、ディスプレイサが往復動する際に固定部との間で機械的な干渉が生じて故障を誘発するおそれがある。

10

#### 【0007】

本発明は上記の点にかんがみなされたものであり、スターリング冷凍機を対象に、横軸形の圧縮機、膨張機に組み込んだ往復動式のピストン、ディスプレイサを支持するサスペンションばねユニットに対し、前記課題を解決してピストン、ディスプレイサのストローク位置に対するばねユニットの半径方向のばね定数を平均化させ、ばねユニットの直線性を向上させて冷凍機の振動発生を低く抑えるように改良した冷凍機用サスペンションばねユニットを提供することを目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明によれば、板面に渦状のスリットを形成した複数枚の平板リング状の板ばねを有し、かつ各板ばねをその内周端部、外周端部の相互間にスペーサを介挿して一体に重ね合わせた組立体としてなるサスペンションばねユニットに対して、各板ばねの中立位置をピストン、ディスプレイサの往復動ストローク位置に対して相対的にずらすように、各板ばねの相互間にオフセットを設定して組立てるものとする。

20

#### 【0009】

そして、前記構成におけるオフセット付与手段として、板ばね相互間の内外周に介挿したスペーサに対し、外周スペーサの板厚を内周スペーサの板厚よりも厚く設定する。あるいは、内周のスペーサの板厚を外周スペーサの板厚よりも厚く設定する。

このように、サスペンションばねユニットを構成する複数枚の板ばねについて、各板ばねの中立位置をピストン、ディスプレイサのストローク位置に対して相対的にずらすようにオフセットを設定することにより、ストローク位置に対するばねユニットのばね定数が平均化され、サスペンションばねユニットとしての直線性が向上する。したがって、ピストン、ディスプレイサを含む可動部の重量、往復動のストローク範囲に合わせてサスペンションばねユニットの板ばね枚数、オフセット量を適正に設計することで、半径方向の加振力が低減して運転時における冷凍機の振動、振幅を小さく抑えることができる。

30

#### 【0010】

また、前記のように外周スペーサと内周スペーサの厚みを変えることにより、各板ばねの相互間で簡単にオフセットを設定することができる。

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。まず、本発明の動作原理を図 6 (b) を使って述べる。図において特性線 A1, A2, A3 はそれぞれサスペンションばねユニット（基本的には図 5 に示した従来構造と同じ）に組み込んだ 3 枚重ねの各板ばねのばね特性であって、特性線 A1 はばねユニットの中央に並ぶ板ばね、A2, A3 は左右両側に並ぶ板ばねに対応するばね特性を表しており、各板ばねの相互間にはストローク位置に対してばねの中立位置が相対的にずれるようにオフセットが設定されている。つまり、3 枚重ねの板ばねのうち、中央に並ぶ板ばね（特性線 A1）はピストン、ディスプレイサのストローク位置「0」にばねの中立位置（撓みのない原形位置）を合わせ、左右に並ぶ板ばね（特性線 A2, A3）はその中立位置を例えばストローク位置「+1」、 「-1」に合わせてサスペ

40

50

ンションばねユニットが組立て構成されている。なお、具体的な組立構造に付いては後記の各実施例の項で説明する。

#### 【0012】

このように複数枚の板ばねの相互間にオフセットを設定することにより、その合成ばね特性Cは図示のように、ストローク位置「+1」～「-1」の範囲ではばね定数がほぼフラットで、かつ図6(b)に示した従来の合成ばね特性Bと比べてばね定数のピーク値がkだけ小さく、したがってストローク位置「0」とストロークエンドに対応する位置「+5」、「-5」との間のばね定数の差が従来の特性Bと比べて縮小する。これにより、サスペンションばねユニットとしての直線性が向上し、図3に示した横軸形スターリング冷凍機の運転時に圧縮機1のピストン1a、膨張機2のディスプレイサ2bに加わる半径方向の加振力が小さくなって振動、振幅が低減する。

10

#### 【0013】

次に、前記したオフセットを付与するための具体的なサスペンションばねユニットの組立構造を以下の実施例で述べる。なお、各実施例の図中で図5に対応する同一部材には同じ符号が付してある。

#### 〔実施例1〕

図1は本発明の請求項2に対応する実施例の組立構造図であり、サスペンションばねユニット4は基本的に図5の構造と同様に、平行に並ぶ3枚の板ばね4aと、各板ばね4aの相互間に1枚ずつ介挿した外周スペーサ4b、内周スペーサ4cと、外周押え板4d、内周押え板4eとを重ね合わせて締結ボルトにより一体化した組立体としてなり、サスペンションばねユニット4の内周端が図3に示した圧縮機1のピストンロッド1c、膨張機2のディスプレイサロッド2dに、外周端が機内の固定部材、例えば電磁アクチュエータのヨークにそれぞれ結合されている。

20

#### 【0014】

ここで、前記の外周スペーサ4b、内周スペーサ4cに関し、内周スペーサ4cの厚みを $d_0$ として、外周スペーサ4bの厚みが $d_1$ ( $d_1 > d_0$ )に設定されており、これによりユニット組立の状態では、内外周スペーサを隔てて並ぶ3枚の板ばね4aのうち、中央に並ぶ板ばねとその両側に並ぶ板ばねの相互間にスペーサの厚み差( $d_1 - d_0$ )に相応したオフセット(図6(b)参照)が付与される。

#### 【0015】

すなわち、図6(b)のストローク位置「0」に対応した図1の状態では、中央に並ぶ板ばねが中立位置にあって撓みなしであるのに対して、その両側に並ぶ板ばねは互いに逆向きに撓んでいる。そして、この状態からスターリング冷凍機の運転に伴い、圧縮機のピストン、膨張機のディスプレイサが往復動作してストローク位置が変位すると、その方向によって各板ばねの撓み代が変化し、ばねユニット4としての半径方向の合成ばね定数は図6(b)の合成特性線Cのように推移して平均化されて、サスペンションばねユニットの直線性が向上する。

30

#### 【0016】

#### 〔実施例2〕

図2は本発明の請求項3に対応する実施例を示すものであり、この実施例においては、内周スペーサ4c、外周のスペーサ4b、4cについて、先記実施例1とは逆に内周スペーサ4cの厚み $d_2$ が外周スペーサ4cの厚み $d_0$ よりも厚くなるように定めて各板ばね4aの相互間に図6(b)で述べたオフセットを設定するようにしている。

40

#### 【0017】

#### 【発明の効果】

以上述べたように、例えばスターリング冷凍機を実施対象に、横軸形の圧縮機、膨張機に組み込んだ往復動式のピストン、ディスプレイサを支持するサスペンションばねユニットが、板面に渦状のスリットを形成した複数枚の平板リング状の板ばねを有し、かつ各板ばねをその内周端部、外周端部の相互間にスペーサを介挿して一体に積み重ねた組立体としてなり、該ばねユニットの内周端部を前記ピストン、もしくはディスプレイサのロッドに

50

結合し、外周端部を機内の固定部材に取付けたものにおいて、本発明によれば、各板ばねの中立位置をピストン，ディスプレイサの往復動ストローク位置に対して相対的にずらすように、各板ばねの相互間にオフセットを設定して組立てたことにより、ピストン，ディスプレイサのストローク位置に対する半径方向の合成ばね定数が平均化され、サスペンションばねユニットとしての直線性が向上する。

【0018】

したがって、ピストン，ディスプレイサを含む可動部の重量，往復動のストローク範囲に合わせてサスペンションばねユニットの板ばね枚数，オフセット量を適正に設計することで、半径方向の加振力が低減して運転時における冷凍機の振動，振幅を小さく抑えることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に対応するサスペンションばねユニットの組立構造を示す構成断面図

【図2】本発明の実施例2に対応するサスペンションばねユニットの組立構造を示す構成断面図

【図3】本発明の実施対象となるスターリング冷凍機全体の構成図

【図4】図3の冷凍機におけるサスペンションばねユニットに組み込んだ板ばねの平面図

【図5】図4の板ばねを採用したサスペンションばねユニットの従来における組立構造を示し、(a)は縦断面図、(b)は横断平面図

【図6】サスペンションばねユニットのストローク位置と半径方向のばね定数との関係を表すばね特性図であり、(a)は図5に従来構造に対応したばね特性図、(b)は本発明の実施例に対応したばね特性図

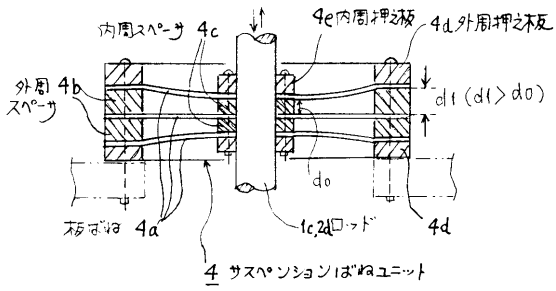
20

【符号の説明】

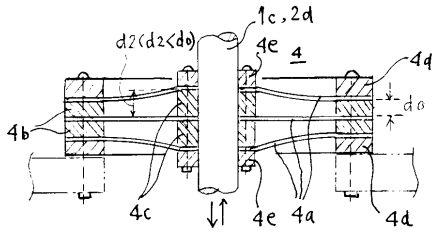
- 1 圧縮機
- 1 a ピストン
- 1 c ピストンロッド
- 2 膨張機
- 2 b ディスプレーサ
- 2 d ディスプレーサロッド
- 4 サスペンションばねユニット
- 4 a 板ばね
- 4 b 外周スペーサ
- 4 c 内周スペーサ
- 4 f 渦状スリット
- 4 g アーム部

30

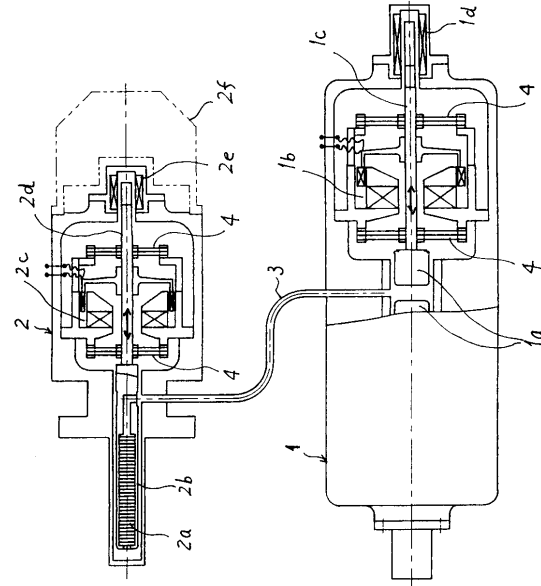
【 図 1 】



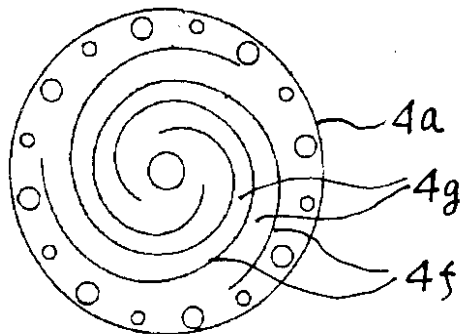
【 図 2 】



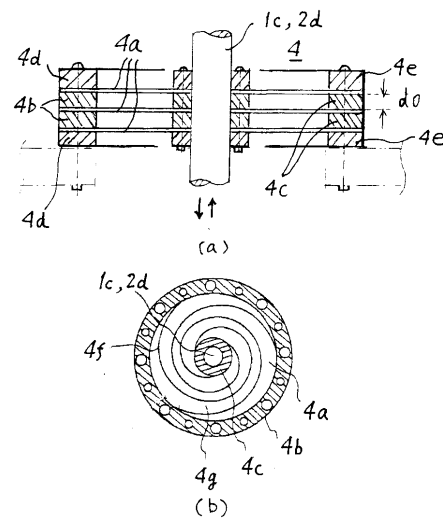
【 図 3 】



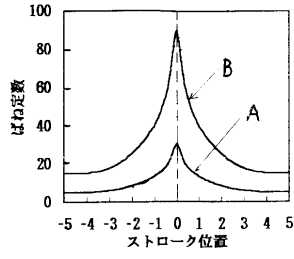
【 図 4 】



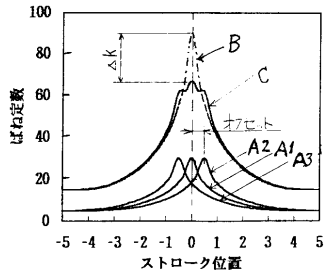
【 図 5 】



【 図 6 】



(a)



(b)