

(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2007-255247

(P2007-255247A)

(43) 公開日 平成19年10月4日(2007.10.4)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>FO4B 39/00 (2006.01)</b>	FO4B 39/00 A	3H003
<b>FO4C 18/356 (2006.01)</b>	FO4B 39/00 107B	
	FO4C 18/356 A	
	FO4C 18/356 W	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2006-78441 (P2006-78441)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成18年3月22日 (2006.3.22)	(74) 代理人	100097445 弁理士 岩橋 文雄
		(74) 代理人	100109667 弁理士 内藤 浩樹
		(74) 代理人	100109151 弁理士 永野 大介
		(72) 発明者	岩田 博光 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内
		(72) 発明者	片山 誠 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内

最終頁に続く

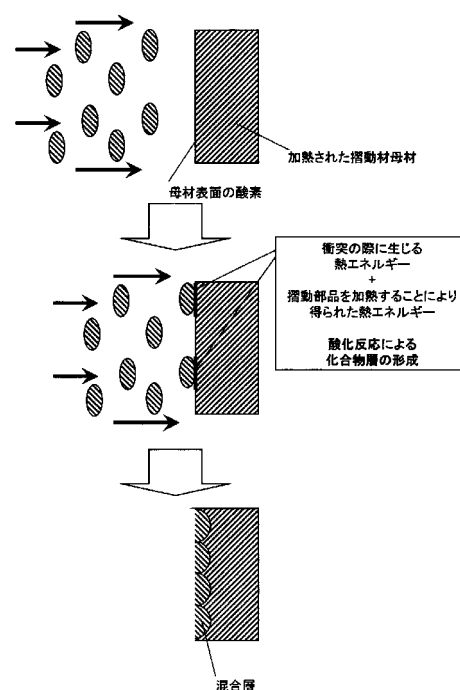
(54) 【発明の名称】 摺動部材及び圧縮機及び冷凍サイクル装置

(57) 【要約】

【課題】 摺動部の母材への二硫化モリブデンの密着性が高く、高信頼性の圧縮機の摺動部材および、高信頼性かつ高効率の圧縮機及び冷凍サイクル装置を提供すること。

【解決手段】 100~200 に加熱した金属材料からなる摺動部品の摺動面に気体とともに二硫化モリブデンの粒を衝突させることで化合物層152を形成することができ、これが、二硫化モリブデンが固溶した混合層150と母材との密着力を高めるバインダーの役割を果たし、摺動部の母材からの剥離を防ぐことができ、耐摩耗性が向上するものである。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

金属材料からなる摺動部品の摺動面に二硫化モリブデンの粒を衝突させてこれを固溶させた混合層を形成した摺動部材であって、二硫化モリブデンの粒を衝突させる際、摺動部品と二硫化モリブデンの粒の少なくとも一方が加熱されていることを特徴とする摺動部材。

## 【請求項 2】

摺動部品が 100 ~ 200 に加熱されている請求項 1 に記載の摺動部材。

## 【請求項 3】

誘導加熱を用いて加熱した請求項 2 に記載の摺動部材。

10

## 【請求項 4】

密閉容器内にオイルを貯留するとともに圧縮要素とを収容し、前記圧縮要素は主軸および偏心軸を備えたクランクシャフトと、一方が前記クランクシャフトに一体に形成され、他方が軸受部に一体に形成されたスラスト部と、主軸を回転自在に軸支する軸受部と、シリンダーを形成するシリンダーブロックと、前記シリンダー内を往復動するピストンと、前記偏心軸と平行に配置され前記ピストンに固定されたピストンピンと、前記偏心軸と前記ピストンを連結するコンロッドとを備えレシプロ型の圧縮要素を形成し、前記クランクシャフト、スラスト部、シリンダーブロック、ピストン、ピストンピン、コンロッドの少なくともひとつに請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の摺動部材を用いた圧縮機。

## 【請求項 5】

密閉容器内にオイルを貯留するとともに圧縮要素とを収容し、前記圧縮要素は偏心部を有するシャフトと、前記シャフトの回転中心に同心に圧縮室を形成するシリンダーと、前記偏心部に嵌装され前記圧縮室内で転動するローラと、前記ローラに圧接されることで前記圧縮室内を高圧側と低圧側に仕切るベーンと、前記シリンダーの両側面を封止するとともに前記シャフトを軸支する電動要素側の主軸受及び反電動要素側の副軸受と、前記シャフトの一端に固定した給油スプリングと、前記給油スプリングを収納するとともに一端を前記オイル中に開口した給油管とを備えローリングピストン型の圧縮要素を形成し、前記シャフト、シリンダー、ローラ、ベーン、主軸受、副軸受、給油スプリング、給油管の少なくともひとつに請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の摺動部材を用いた圧縮機。

20

## 【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の圧縮機を備え、凝縮器と、ドライヤーと、キャピラリーと、蒸発器を有し、冷媒に HFC 冷媒または HC 冷媒を用いた冷凍サイクル装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、主に家庭用の電気冷凍冷蔵庫などに使用される圧縮機に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、地球環境保護の観点から化石燃料の使用を少なくする高効率の圧縮機の開発が進められている。

40

## 【0003】

従来、圧縮機用の摺動部材として摺動部表面に固体潤滑剤である二硫化モリブデン ( $MoS_2$ ) を固溶させた混合層を形成させたものの記載がある (例えば特許文献 1 参照)。

## 【0004】

以下、図面を参照しながら上記従来技術の圧縮機を説明する。

## 【0005】

図 10 は特許文献 1 に記載された従来技術の圧縮機の断面図、図 11 は特許文献 1 に記載された従来技術の二硫化モリブデンを固溶させた混合層の断面を示すものである。図 10、図 11 に示すように密閉容器 1 は底部にオイル 2 を貯留するとともに、固定子 3、および回転子 4 からなる電動要素 5 とこれによって駆動される往復式の圧縮要素 6 を収容し

50

ている。

【0006】

次に圧縮要素6の詳細を以下に説明する。

【0007】

クランクシャフト7は回転子4を圧入固定した主軸部8および主軸部8に対し偏心して形成された偏心軸9からなり、給油ポンプ10を設けている。シリンダーブロック11は略円筒形のボア12からなる圧縮室13を形成するとともに主軸部8を軸支する軸受部14を設けている。

【0008】

ボア12に遊嵌されたピストン15は、ピストンピン16を介して偏心軸9との間を連結手段であるコンロッド17によって連結されている。ボア12の端面はバルブプレート18で封止されている。

10

【0009】

ヘッド19は高圧室を形成し、バルブプレート18の反ボア12側に固定される。サクシジョンチューブ20は密閉容器1に固定されるとともに冷凍サイクルの低圧側(図示せず)に接続され、冷媒ガス(図示せず)を密閉容器1内に導く。サクシジョンマフラー21は、バルブプレート18とヘッド19に挟持される。

【0010】

クランクシャフト7の主軸部8と軸受部14、ピストン15とボア12、ピストンピン16とコンロッド17、クランクシャフト7の偏心軸9とコンロッド17は相互に摺動部を形成する。そして、摺動部を構成する摺動部材はどちらか一方の摺動部表面には、二硫化モリブデンの粒をある速度以上で摺動部品の母材である金属の摺動面に衝突させることで固体潤滑剤である二硫化モリブデン( $MoS_2$ )を固溶させた混合層を形成している。

20

【0011】

以上のような構成において次に動作を説明する。商用電源(図示せず)から供給される電力は電動要素5に供給され、電動要素5の回転子4を回転させる。回転子4はクランクシャフト7を回転させ、偏心軸9の偏心運動が連結手段のコンロッド17からピストンピン16を介してピストン15を駆動することでピストン15はボア12内を往復運動し、サクシジョンチューブ20を通して密閉容器1内に導かれた冷媒ガスはサクシジョンマフラー21から吸入され、圧縮室13内で連続して圧縮される。

30

【0012】

オイル2はクランクシャフト7の回転に伴い、給油ポンプ10から各摺動部に給油され、摺動部を潤滑するとともに、ピストン15とボア12の間においてはシールを司る。

【0013】

ここでピストン15とボア12とは、漏れ損失を小さくするために非常に狭いクリアランスで遊嵌されている。その結果、ピストン15とボア12の形状、精度のばらつきによっては部分的に相互接触を起こす部位が生ずることもある。

【0014】

しかしながら二硫化モリブデンを固着させた混合層33を摺動部品の摺動面に形成することで、ピストン15が上死点ならびに下死点において速度0となり、ボア12との間で金属接触が生じた場合でもピストン15の表面に形成した混合層33中の二硫化モリブデンが持つ固体潤滑性により摩擦係数が低下し、摺動損失を低減することができる。また、摺動部の表面に微細くぼみ34を設けることにより、圧縮時にラビリンスシールとして働き、漏れ損失を低減するとともに耐摩耗性を向上させることができる。

40

【特許文献1】国際公開第2004/055371号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

しかしながら、上記従来の構成においては混合層33の密着力が低く、摺動部の母材が

50

ら剥離しやすいものがあった。

【0016】

その原因を究明した結果、剥離しやすいものは混合層33と母材との間に酸素、鉄、モリブデン、硫黄から形成される化合物層がほとんど形成されていないことが分かった。

【0017】

化合物層は、二硫化モリブデンの粒が母材である金属の摺動面に衝突する際に生じる熱エネルギーにより、母材表面並びに空気中の酸素が、母材並びに二硫化モリブデンの粒とともに反応して形成されるものと推定する。

【0018】

そしてこの化合物層が、混合層33と母材とのバインダーの役割を果たすことで二硫化モリブデンが固溶した混合層33と母材との密着力を高めているものと推定される。

10

【0019】

すなわち、上記従来構成において摩耗を生じたものは、混合層33と母材との間に形成される化合物層がほとんど形成されていないため、その結果混合層33と母材との密着力が低くなり、混合層33の剥離が生じ耐摩耗性が低下したものと推定される。

【0020】

ピストン15、ボア12間において混合層33の剥離が発生したものはクリアランスが大きくなり、圧縮した冷媒ガスがピストン15とボア12のクリアランスから漏れ、効率も低下する可能性があった。

【0021】

本発明は、上記従来問題を解決するもので、摺動部の母材への二硫化モリブデンの密着性が高く、高信頼性の圧縮機の摺動部材を提供すること、また高信頼性かつ高効率の圧縮機及び冷凍サイクル装置を提供することを目的としている。

20

【課題を解決するための手段】

【0022】

上記従来課題を解決するために、本発明の圧縮機の摺動部材は、二硫化モリブデンの粒を衝突させる際、摺動部品と二硫化モリブデンの粒の少なくとも一方が加熱されていることで、衝突時に発生する熱エネルギーに加熱されることによって得られる熱エネルギーが加わることで、反応エネルギーを大きくし、二硫化モリブデンと摺動部の母材との反応を促進することで、化合物層を形成しやすくするため、二硫化モリブデンが固溶した混合層と母材との密着力が高まり、摺動部の母材からの剥離を防ぐという作用を有する。

30

【発明の効果】

【0023】

本発明の圧縮機の摺動部材及び圧縮機及び冷凍サイクル装置は、母材と二硫化モリブデンが固溶した混合層の密着力が高まり母材から剥離しにくくなるため、高信頼性の圧縮機の摺動部材を提供できるとともに、高信頼性かつ高効率の圧縮機及び冷凍サイクル装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

請求項1に記載の発明は、金属材料からなる摺動部品の摺動面に二硫化モリブデンの粒を衝突させてこれを固溶させた混合層を形成した摺動部材であって、二硫化モリブデンの粒を衝突させる際、摺動部品と二硫化モリブデンの粒の少なくとも一方が加熱されているので、衝突時に発生する熱エネルギーに加熱されることによって得られる熱エネルギーが加わることで、反応エネルギーを大きくし、二硫化モリブデンと摺動部の母材との反応を促進することで、母材表面並びに空気中の酸素が、二硫化モリブデンと母材と反応してできる化合物層を形成しやすくし、化合物層が母材とのバインダーの役割を果たすことで、二硫化モリブデンが固溶した混合層と母材との密着力が高まり、摺動部の母材からの剥離を防ぐという作用を有するため、高信頼性の圧縮機の摺動部材を提供することができる。

40

【0025】

請求項2に記載の発明は、請求項1の発明において、摺動部品が100～200に加

50

熱されているものであり、加熱温度を100～200にすることで、化合物層を安定して形成させるという作用を有するため、請求項1に記載の発明の効果に加えて、さらに高信頼性の圧縮機の摺動部材を提供することができる。

【0026】

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の発明において、誘導加熱を用いて加熱したものであり、摺動部材を瞬間的、かつ、均一的に加熱することができるので、二硫化モリブデンの粒を衝突させる直前で加熱させることができるため、請求項2に記載の発明の効果に加えて、生産時に摺動部材の酸化時間を抑えているため、摺動部材が錆を生じにくく、請求項1に記載の発明の効果に加えて、さらに高信頼性の圧縮機の摺動部材を提供することができる。

10

【0027】

請求項4に記載の発明は、請求項1から3のいずれか一項に記載の発明において、密閉容器内にオイルを貯留するとともに圧縮要素とを収容し、前記圧縮要素は、主軸および偏心軸を備えたクランクシャフトと、一方が前記クランクシャフトに一体に形成され、他方が軸受部に一体に形成されたスラスト部と、主軸を回転自在に軸支する軸受部と、シリンダーを形成するシリンダーブロックと、前記シリンダー内を往復動するピストンと、前記偏心軸と平行に配置され前記ピストンに固定されたピストンピンと前記偏心軸と前記ピストンを連結するコンロッドを備えレシプロ型の圧縮要素を形成し、金属材料からなる摺動部品はクランクシャフト、スラスト部、シリンダーブロック、ピストン、ピストンピン、コンロッドの少なくともいずれかひとつであるため、摺動部の母材への二硫化モリブデンの密着性が高いため、二硫化モリブデンが剥離しにくいという作用を有すると共に、二硫化モリブデンの固体潤滑作用を発揮することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失を低減するという作用も有するため、特に、ピストン、ボア間においては、クリアランスが大きくなることなく、圧縮した冷媒ガスがピストンとボアのクリアランスから漏れることがないため、高信頼性かつ高効率の往復式の圧縮要素を持つ圧縮機を提供することができる。

20

【0028】

請求項5に記載の発明は、請求項1から3のいずれか一項に記載の発明において、密閉容器内にオイルを貯留するとともに圧縮要素とを収容し、前記圧縮要素は、偏心部を有するシャフトと、前記シャフトの回転中心に同心に圧縮室を形成するシリンダーと、前記偏心部に嵌装され、前記圧縮室内で回転するローラと、前記ローラに圧接されることで前記圧縮室内を高圧側と低圧側に仕切るベーンと、前記シリンダーの両側面を封止するとともに、前記シャフトを軸支する電動要素側の主軸受及び、反電動要素側の副軸受と、前記シャフトの一端に固定した給油スプリングと、前記給油スプリングを収納するとともに、一端を前記オイル中に開口した給油管を備えローリングピストン型の圧縮要素を形成し、金属材料からなる摺動部品はシャフト、シリンダー、ローラ、ベーン、主軸受、副軸受、給油スプリング、給油管の少なくともいずれかひとつであるため、摺動部の母材への二硫化モリブデンの密着性が高いため、二硫化モリブデンが剥離しにくいという作用を有すると共に、二硫化モリブデンの固体潤滑作用を発揮することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失を低減するという作用を有するため、高信頼性かつ高効率の回転式の圧縮要素を持つ圧縮機を提供することができる。

30

40

【0029】

請求項6に記載の発明は、請求項4または5に記載の圧縮機を備え、凝縮器と、ドライヤーと、キャピラリーと、蒸発器を有し、冷媒にHFC冷媒またはHC冷媒を用いることで、請求項4または5に記載の圧縮機が高信頼性かつ高効率であるため、高信頼性かつ高効率の冷凍サイクル装置を提供することができる。

【0030】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における圧縮機の断面図及び冷凍サイクル装置図、図2は、図1におけるA部拡大図、図3は、図2におけるB部拡大図、図4は、本発明の実施

50

の形態 1 における二硫化モリブデンの形成図、図 5 は、本発明の実施の形態 1 における摺動部品の温度と化合物層の膜厚の関係図、図 6 は、本発明の実施の形態 1 における摺動材を用いた圧縮機の特長図である。

【0031】

図 1、図 2、図 3 において、密閉容器 101 内には R600a または R134a からなる冷媒ガス 102 を充填するとともに、底部にはオイル 103 を貯留し、固定子 104、および回転子 105 からなる電動要素 106 と、これによって駆動される往復式の圧縮要素 107 を収容している。

【0032】

次に圧縮要素 107 の詳細を以下に説明する。

10

【0033】

クランクシャフト 108 は回転子 105 を圧入固定した主軸 109 および主軸 109 に対し偏心して形成された偏心軸 110 からなり、下端にはオイル 103 に連通する給油ポンプ 111 を設けている。鋳鉄からなるシリンダーブロック 112 は略円筒形のボア 113 と主軸 109 を軸支する軸受部 114 を形成している。

【0034】

また、前記回転子 105 にはフランジ面 120 が形成され、軸受部 114 の上端面はスラスト部 122 になっている。フランジ面 120 と軸受部 114 のスラスト部 122 の間にはスラストワッシャ 124 が挿入されている。フランジ面 120、スラスト部 122 及びスラストワッシャ 124 でスラスト軸受部 126 を構成している。

20

【0035】

ある一定量のクリアランスを保持してボア 113 に遊嵌されたピストン 132 は鋳鉄、または鉄系の焼結材といった鉄系の材料からなり、ボア 113 とともに圧縮室 134 を形成し、ピストンピン 137 を介して連結手段であるコンロッド 138 によって偏心軸 110 と連結されている。ボア 113 の端面はバルブプレート 139 で封止されている。

【0036】

ヘッド 140 は高圧室を形成し、バルブプレート 139 の反ボア 113 側に固定される。サクシオンチューブ 141 は密閉容器 101 に固定されるとともに冷凍サイクルの蒸発器 142 側に接続され、冷媒ガス 102 を密閉容器 101 内に導く。サクシオンマフラー 143 は、バルブプレート 139 とヘッド 140 に挟持される。

30

【0037】

ピストン 132 とボア 113、主軸 109 と軸受部 114、スラスト部 122 とスラストワッシャ 124、ピストンピン 137 とコンロッド 138、偏心軸 110 とコンロッド 138 は相互に摺動部を形成するとともにそれぞれの摺動部の少なくとも一方には母材の表面に、二硫化モリブデンを固溶させた混合層 150 を形成している。

【0038】

そしてピストン 132 とボア 113 は漏れ損失を小さくするために非常に狭いクリアランス、例えば径で 5 μm ~ 15 μm 程度のクリアランス寸法で遊嵌されている。

【0039】

ここではピストン 132 を例にとって詳しく述べることにする。

40

【0040】

ピストン 132 とボア 113 が相互に形成する摺動部のうち、ピストン 132 の摺動部表面、つまり母材である鉄系材料の表面に、二硫化モリブデンを固溶させた混合層 150 を形成している。より好ましくは、混合層 150 における二硫化モリブデンの最大濃度を 5 wt% 以上 50 wt% 以下とすることである。

【0041】

ここで、図 4 を用いて、二硫化モリブデンを固溶させた混合層 150 を形成する方法を説明する。本発明の実施の形態 1 においては、ドライエアー等の気体と共に二硫化モリブデンの粒を所定の速度以上で、加熱された摺動部品の母材である金属の摺動面に衝突させる方法を用いている。

50

## 【0042】

具体的には、誘導加熱を用いて摺動部品を瞬間的、かつ、均一的に150程度に加熱したものを使用している。

## 【0043】

この方法によって、衝突時に発生する熱エネルギーに加熱されることによって得られる熱エネルギーが加わることで、反応エネルギーが大きくなり、二硫化モリブデンと摺動部の母材との反応が促進されることで、母材表面並びに空気中の酸素が、二硫化モリブデンと母材と結合して、混合層150と母材の間に酸素、鉄、モリブデン、硫黄から成る化合物層152が形成される。

## 【0044】

こうして形成された化合物層152が母材とのバインダーの役割を果たすことで、二硫化モリブデンが固溶した混合層150と母材との密着力を安定して高めることができ、その結果、極めて密着力の強い混合層150を形成することができたものと推定する。

## 【0045】

なお、本実施の形態においては摺動部品を加熱したが、摺動部品の代わりに二硫化モリブデンの粒を加熱し、加熱されたドライエアー等の気体と共に所定の速度以上で、摺動部品の母材である金属の摺動面に衝突させても同様な効果を得ることができ、また摺動部品、ドライエアー等の気体、二硫化モリブデンの粒の全てを加熱しても良い。

## 【0046】

圧縮機160は、ディスチャージチューブ162及びサクシオンチューブ141を通して、凝縮器164、ドライヤー166、キャピラリー168、蒸発器142と図1の如く順次接続されて、周知の冷凍サイクルを構成している。

## 【0047】

以上のように構成された圧縮機160及び冷凍サイクル装置について、以下その動作を説明する。

## 【0048】

商用電源（図示せず）から供給される電力は電動要素106に供給され、電動要素106の回転子105を回転させる。回転子105はクランクシャフト108を回転させ、偏心軸110の偏心運動が連結手段のコンロッド138からピストンピン137を介してピストン132を駆動することでピストン132はボアー113内を往復運動し、サクシオンチューブ180を通して密閉容器101内に導かれた冷媒ガス102はサクシオンマフラー143から吸入され、圧縮室134内で圧縮される。

## 【0049】

オイル103はクランクシャフト108の回転に伴い、給油ポンプ111から各摺動部に給油され、摺動部を潤滑するとともに、ピストン132とボアー113の間においてはシールを司る。

## 【0050】

圧縮室134内で圧縮された冷媒ガス102はディスチャージチューブ162から凝縮器164へと流れ放熱されて液化する。その後、ドライヤー166で水分をトラッピングされた後キャピラリー168で減圧され蒸発器142で蒸発し周囲の熱を奪うことで冷却し、再びサクシオンチューブ141から圧縮機160へと戻ってくるといった周知の冷凍サイクルの動作を行う。

## 【0051】

ピストン132がボアー113内で往復圧縮運動をする際、ピストン132とボアー113のクリアランスが非常に狭いため、ピストン132とボアー113の形状、精度のばらつきによっては部分的に相互接触を起こす部位が生ずることもある。こういった場合には、二硫化モリブデンの母材への密着性が高いと二硫化モリブデンが剥離することなく、二硫化モリブデンの組織が稠密六方晶で、分子の大きさが約 $6 \times 10^{-4} \mu\text{m}$ と小さくことから低い摩擦係数でへき開することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失が低下するため、高信頼性かつ高効率の圧縮機を提供することができる。

10

20

30

40

50

## 【0052】

また、二硫化モリブデンが剥離しないため、摩耗が発生しにくいので、ピストン132とボア-113のクリアランスが大きくなりやすく、圧縮した冷媒ガス102がピストン132とボア-113のクリアランスから漏れることがないため、高効率の圧縮機を提供することができる。

## 【0053】

次に密着力を高める化合物層の生成についての検討結果として、摺動部品の温度と化合物層152の膜厚の関係を図5に示す。横軸に摺動部品の温度、縦軸に化合物層152の膜厚を示す。図5より、温度100以上で膜厚がほぼ10nmになり、200以上でほぼ一定値を示すことが予測される。このことから温度100以上で安定した膜厚の化合物層152が得られ、母材の密着力が確保できることが判る。

10

## 【0054】

ここで、摺動部品の温度を200以上に上げてても化合物層152の膜厚がほぼ一定となるのは、二硫化モリブデンが摺動部品の母材へ衝突する際に発生する熱エネルギーに加熱されることによって得られる熱エネルギーが加わることで得られる反応エネルギーが、本条件での熱エネルギー下におけるモリブデン、硫黄、鉄への酸素の固溶限界に近くなっていることによるものと考えられる。よって、摺動部材を高い温度に上げると、摺動部材自体が酸化反応を起こし、錆を生じる可能性があるため、摺動部品の温度の上限を200とした。

## 【0055】

ここで、参考として、本発明の実施の形態1における摺動材を用いた圧縮機の特性と従来例の圧縮機の特性を比べたものを図6に示す。二硫化モリブデンを用いた摺動材は、どちらもピストンに使用しており、ピストンとボアのクリアランスは同一にして組立てを行っている。図6より、実施例1に示す圧縮機160の効率が従来例の圧縮機に比べ明らかに安定して高いことが判る。

20

## 【0056】

次に、ピストン132が上死点ならびに下死点に位置したときには速度が0m/sとなり理論的に油圧が発生せず油膜が形成されなくなるため、この上死点ならびに下死点において金属接触が生じることが多い。

## 【0057】

また、圧縮機160においては、ピストン132が上死点付近にあるときは、ピストン132が圧縮された高圧冷媒により大きな圧縮荷重を受ける。この圧縮荷重はピストンピン137、コンロッド138を介してクランクシャフト108に伝わり、クランクシャフト108が反ピストン132方向へ押され、傾斜する。この傾斜はボア-113の中でピストン132を傾斜させる力となり、その結果ピストン132のトップ面側の上端と反トップ面側の下端にボア-113とのこじりが発生する。そしてこのこじりによってピストン132がボア-113と接触し摩耗が生ずる。

30

## 【0058】

特に本実施の形態1に示す片持ち軸受の圧縮機の場合は、クランクシャフト108の傾斜が大きくなるため、このこじりが顕著に表れる。その結果、二硫化モリブデンの混合層150が剥離しやすくなることがある。

40

## 【0059】

しかしながら、本実施の形態1においては混合層150の二硫化モリブデンが化合物層152により母材との密着性が高いため、二硫化モリブデンが剥離しにくいので、二硫化モリブデンの組織が稠密六方晶で、分子の大きさが約 $6 \times 10^{-4} \mu\text{m}$ と小さくことから低い摩擦係数でへき開することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失が低下するため、高信頼性の圧縮機160を提供することができる。

## 【0060】

また、混合層150における二硫化モリブデンの最大濃度を5wt%以上20wt%以下とすることで、二硫化モリブデンの自己潤滑性が安定し摩擦係数がさらに低下するため

50

、さらに高信頼性かつ高効率の圧縮機 160 を提供することができる。

【0061】

なお、本発明の実施の形態 1 においては、一定速度の圧縮機 160 についてのべたが、インバーター化に伴い圧縮機 160 の低速化が進む中、特に 20 Hz を切るような超低速運転に於いてはさらに流体潤滑を成立させにくくなり、金属接触を起こし易くなるので、本発明の効果がより顕著になる。

【0062】

なお、本発明の実施の形態 1 においてはピストン 132 の摺動部表面に、二硫化モリブデンを固溶させた混合層 150 を形成させたが、ポアー 113、並びにピストン 132 とポアー 113 の双方に施してもよく、更に高い耐摩耗性が得られる。

10

【0063】

また本発明の実施の形態 1 においては、ピストン 132 の摺動部表面に二硫化モリブデンを固溶させた混合層 150 を形成させたものを例にとって詳しく述べたが、相互に摺動部を形成しているクランクシャフト 108 の主軸 109 と軸受部 114、回転子 105 のフランジ面 120 とスラストワッシャ 124、軸受部 114 の上端面のスラスト部 122 とスラストワッシャ 124、ピストンピン 137 とコンロッド 138、偏心軸 110 とコンロッド 138 の摺動部においても、相当の作用効果が得られるものである。

【0064】

さらに、本発明の実施の形態 1 においては、スラスト軸受部 126 をフランジ面 120、スラスト部 122 及びスラストワッシャ 124 にて構成したものを例にとって説明したが、クランクシャフト 108 の主軸 109 と偏心軸 110 との間のフランジ部 170 の反偏心軸 110 側に設けられたクランクシャフト 108 のスラスト面 172 と軸受部 114 のスラスト部 122 でスラスト軸受を構成した場合においても、相当の作用効果が得られる。

20

【0065】

さらに、また、圧縮機 160 が、高信頼性かつ高効率のものであるため、冷凍システム装置も必然的に高信頼性、高効率のものを提供することが出来る。

【0066】

以上のように本実施の形態によれば高信頼性の圧縮機の摺動部材を提供できるとともに、高信頼性かつ高効率の圧縮機及び冷凍サイクル装置を提供することができる。

30

【0067】

(実施の形態 2)

図 7 は、本発明の実施の形態 2 における圧縮機の断面図及び冷凍サイクル装置図、図 8 は、図 7 の C - D 線断面図、図 9 は図 8 の E 部拡大図である。

【0068】

図 7、図 8、図 9 において、密閉容器 201 には固定子 202 と回転子 203 からなる電動要素 204 と、電動要素 204 によって駆動されるローリングピストン型の圧縮要素 205 がオイル 206 とともに収納されている。

【0069】

圧縮要素 205 は偏心部 207、主軸部 208、副軸部 209 を有するシャフト 210 と、圧縮室 211 を形成するシリンダー 212 と、シリンダー 212 の両端面を封止するとともに各々主軸部 208 と副軸部 209 を軸支する主軸受 213 と副軸受 214 と、偏心部 207 に遊嵌され圧縮室 211 内を転動するローラ 215 と、ローラ 215 に挿圧され、圧縮室 211 を高圧側と低圧側に仕切る板状のペーン 216 とを備えており、主軸部 208 には回転子 203 が固定されている。

40

【0070】

副軸受 214 に固定されたオイルポンプ 217 は給油管 220 と給油管 220 に遊嵌された給油スプリング 222 によって構成され、オイル 206 に連通し、偏心部 207 とローラ 215、主軸部 208 と主軸受 213、副軸部 209 と副軸受 214 が各々形成する摺動部への給油を司る。

50

## 【0071】

そして、シャフト210の偏心部207、主軸部208、副軸部209の摺動部表面に、母材である鉄系材料の表面に、二硫化モリブデンを固溶させた混合層224を形成している。より好ましくは、混合層224における二硫化モリブデンの最大濃度を5wt%以上50wt%以下とすることである。

## 【0072】

ここで、図4を用いて、二硫化モリブデンを固溶させた混合層224を形成する方法を説明する。本発明の実施の形態1においては、ドライエアー等の気体と共に二硫化モリブデンの粒を所定の速度以上で、加熱された摺動部品の母材である金属の摺動面に衝突させる方法を用いている。

10

## 【0073】

具体的には、誘導加熱を用いて摺動部品を瞬間的、かつ、均一的に150程度に加熱したものを使用している。

## 【0074】

この方法によって、衝突時に発生する熱エネルギーに加熱されることによって得られる熱エネルギーが加わることで、反応エネルギーを大きくし、二硫化モリブデンと摺動部の母材との反応を促進することで、母材表面並びに空気中の酸素が、二硫化モリブデンと母材と結合して、混合層224と母材の間に酸素、鉄、モリブデン、硫黄から成る化合物層226を形成する。この際、化合物層226が母材とのバインダーの役割を果たすことで、二硫化モリブデンが固溶した混合層224と母材との密着力を安定して高めることができ、その結果、極めて密着力の強い混合層224を形成することができたものと推定する。

20

## 【0075】

なお、本実施の形態においては摺動部品を加熱する方法を用いたが、摺動部品の代わりに二硫化モリブデンの粒を加熱し、加熱されたドライエアー等の気体と共に所定の速度以上で、摺動部品の母材である金属の摺動面に衝突させても同様な効果を得ることができ、また摺動部品、ドライエアー等の気体、二硫化モリブデンの粒の全てを加熱しても良い。

## 【0076】

圧縮機275は、ディスチャージチューブ277及びサクシオンチューブ280を通して、凝縮器282、ドライヤー284、キャピラリー286、蒸発器288と図8の如く

30

## 【0077】

以上のように構成された圧縮機275及び冷凍システム装置について、以下その動作を説明する。

## 【0078】

回転子203の回転に伴ってシャフト210は回転し、偏心部207に遊嵌されたローラ215が圧縮室211内を転動することで、圧縮室211の高圧側と低圧側の部屋は連続的に容積変化をし、これに伴って冷媒ガス290は連続して圧縮される。さらに圧縮された冷媒ガス290は密閉容器201内に吐出され、密閉容器201内が高圧雰囲気となる。また、密閉容器201内が高圧であることからベーン216に密閉容器201内の雰囲気圧力が背圧として働き、ローラ215の外周表面にベーン216の先端を押しつけている。

40

## 【0079】

また、シャフト210の回転に伴って給油管220に遊嵌された給油スプリング222はオイル206を連続的に各摺動部へ給油する。

## 【0080】

圧縮室211内で圧縮された冷媒ガス290はディスチャージチューブ277から凝縮器282へと流れ放熱されて液化する。その後、ドライヤー284で水分をトラッピングされた後キャピラリー286で減圧され蒸発器288で蒸発し周囲の熱を奪うことで冷却し、再びサクシオンチューブ280から圧縮機275へと戻ってくるといった周知の冷凍

50

サイクルの動作を行う。

【0081】

ここで、特に、ローリングピストン型の圧縮機では、ローラ215が偏心部207に回転自在に遊嵌されていることから、ローラ215と偏心部207間の相対速度は主軸部208と主軸受213、副軸部209と副軸受214間の相対速度に比較して小さくなる。このことは軸受半径Rと半径すきまCと速度Nとオイル粘度 $\mu$ と面圧Pから求められるジャーナル軸受の特性を示すゾンマーフェルト数S(数1)が小さくなることであり、摺動潤滑上金属接触が発生しやすい不利な条件である。

【0082】

$$S = \mu \times N / P \times (R / C)^2 \quad \dots \text{(数1)}$$

さらにローリングピストン型の圧縮機は一般に密閉容器201内が凝縮圧力となるため、内圧が高く、オイル206の冷媒が溶け込みやすい。このことはオイルの粘度を低下させることであり、上述したジャーナル軸受の特性を示すゾンマーフェルト数S(数1)が小さくなることであり、摺動潤滑上不利な条件である。

【0083】

しかしながら、このような際、シャフト210の偏心部207、主軸部208、副軸部209の摺動部表面に、二硫化モリブデンを固溶させた混合層224を形成させることで、ゾンマーフェルト数S(数1)が小さくなる摺動潤滑上不利な条件下においても、二硫化モリブデンが化合物層226により母材との密着性が高いため、二硫化モリブデンが剥離しにくいので、二硫化モリブデンの組織が稠密六方晶で、分子の大きさが約 $6 \times 10^{-4} \mu\text{m}$ と小さくことから低い摩擦係数でへき開することにより、摺動部の摩擦係数が低くなり、摺動損失が低下するため、高信頼性の圧縮機275を提供することができる。

【0084】

また、混合層224における二硫化モリブデンの最大濃度を5wt%以上20wt%以下とすることで、二硫化モリブデンの自己潤滑性が安定し摩擦係数がさらに低下するため、さらに高信頼性かつ高効率の圧縮機275を提供することができる。

【0085】

なお、本発明の実施の形態2においては、偏心部207、主軸部208、副軸部209の摺動面に、二硫化モリブデンを固溶させた混合層224を形成させたが、ローラ215の内周表面、主軸受213、副軸受214並びに、偏心部207とローラ215の内周表面の双方、主軸部208と主軸受213の双方、副軸部209と副軸受214の双方に施してもよく、相当の作用効果が得られる。

【0086】

さらに、相互に摺動部を形成しているローラ215とベーン216、主軸受208とベーン216、副軸受209とベーン216、主軸受208とローラ215、副軸受209とローラ215、シリンダー212とベーン216、シリンダー212とローラ215、及び給油管と給油スプリングの摺動部表面に、二硫化モリブデンを固溶させた混合層224を形成させた場合においても、相当の作用効果が得られる。

【0087】

以上、本発明の実施の形態2においては、一定速度の圧縮機275についてのべたが、インバーター化に伴い圧縮機275の低速化が進む中、特に20Hzを切るような超低速運転に於いてはさらに異常摩耗の課題が大きくなり、本発明の効果がより顕著になる。

【0088】

さらに、また、圧縮機275が、高信頼性かつ高効率のものであるため、冷凍システム装置も必然的に高信頼性、高効率のものを提供することが出来る。

【0089】

以上のように本実施の形態によれば高信頼性の圧縮機の摺動部材を提供できるとともに、高信頼性かつ高効率の圧縮機及び冷凍サイクル装置を提供することができる。

【産業上の利用可能性】

【0090】

10

20

30

40

50

以上のように、本発明にかかる圧縮機は、摺動部品の摺動面に、二硫化モリブデンを固溶させた混合層を形成し、前記混合層の表面にさらに二硫化モリブデンの単体の層を形成することにより摩擦係数の低減が図れ、高信頼性かつ高効率の圧縮機を提供することが可能となるので、冷凍サイクルを用いた機器に幅広く適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図1】本発明の実施の形態1における圧縮機の断面図及び冷凍サイクル装置図

【図2】図1におけるA部拡大図

【図3】図2におけるB部拡大図

【図4】本発明の実施の形態1における二硫化モリブデンの形成図

10

【図5】本発明の実施の形態1における摺動部品の温度と化合物層の膜厚の関係図

【図6】本発明の実施の形態1における摺動材を用いた圧縮機の特性図

【図7】本発明の実施の形態2における圧縮機の断面図及び冷凍サイクル装置図

【図8】図7のC-D線断面図

【図9】図8におけるE部拡大図

【図10】従来技術の圧縮機の断面図

【図11】従来技術の二硫化モリブデンを固溶させた混合層の断面図

【符号の説明】

【0092】

101, 201 密閉容器

20

103, 206 オイル

107, 205 圧縮要素

108, クランクシャフト

109 主軸

110 偏心軸

112 シリンダーブロック

114 軸受部

122 スラスト部

132 ピストン

137 ピストンピン

30

138 コンロッド

142, 288 蒸発器

150, 224 混合層

160, 275 圧縮機

164, 282 凝縮器

166, 284 ドライヤー

168, 286 キャピラリー

204 電動要素

207 偏心部

208 主軸部

40

210 シャフト

212 シリンダー

213 主軸受

214 副軸受

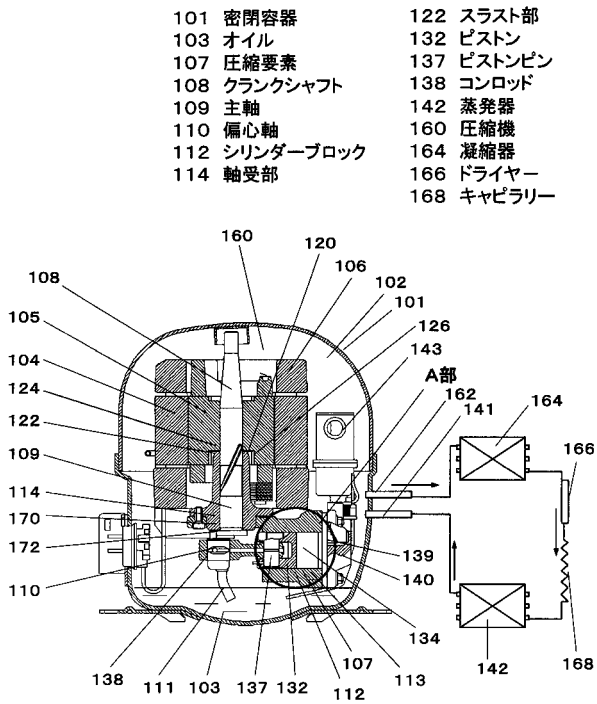
215 ローラ

216 ベーン

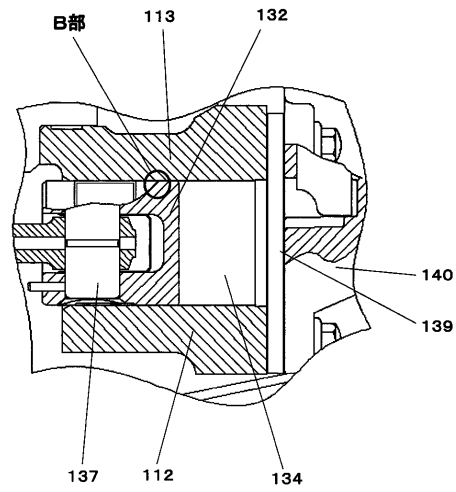
220 給油管

222 給油スプリング

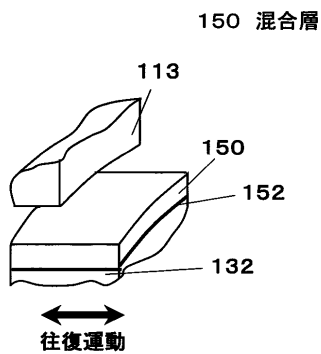
【 図 1 】



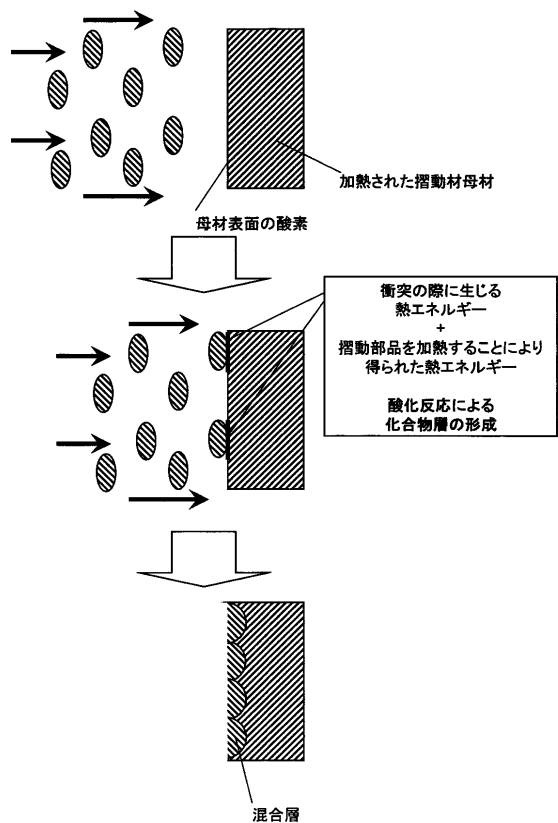
【 図 2 】



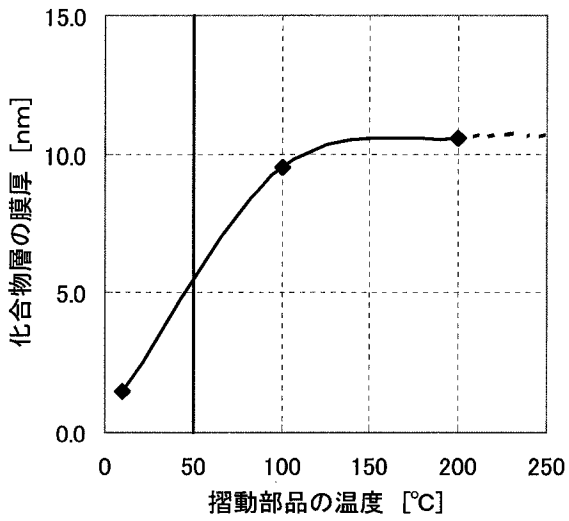
【 図 3 】



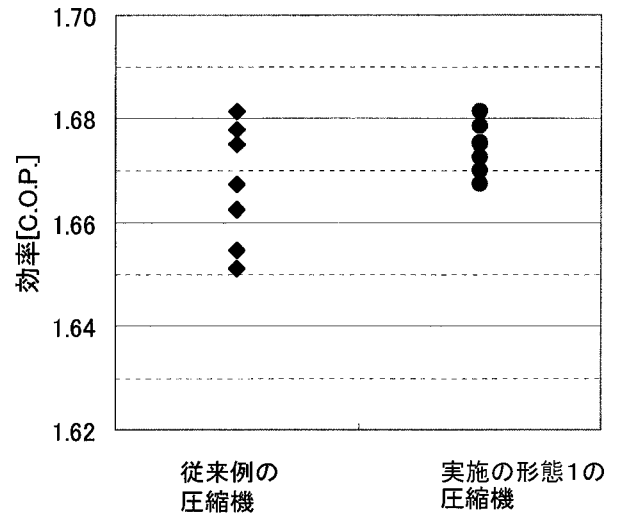
【 図 4 】



【 図 5 】

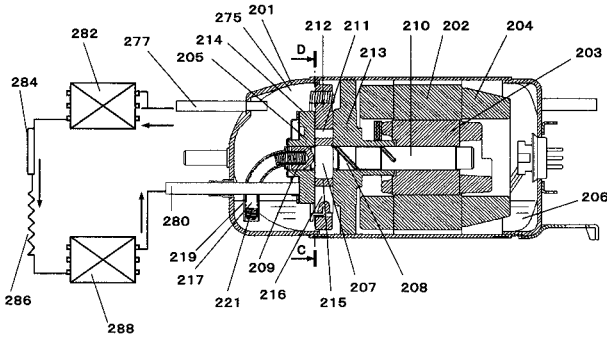


【 図 6 】

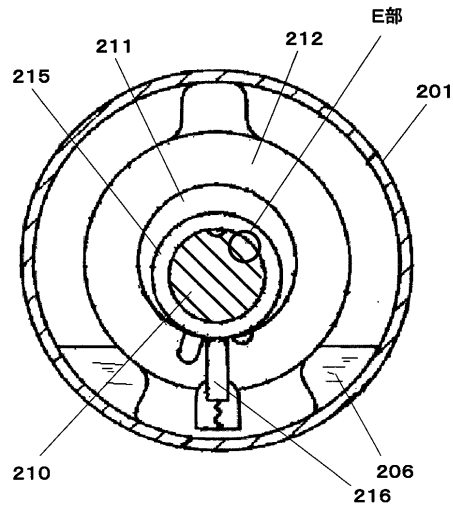


【 図 7 】

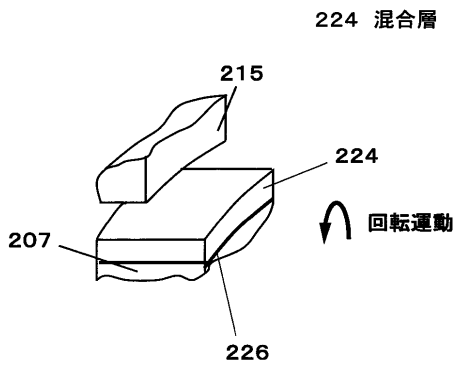
- |           |             |
|-----------|-------------|
| 201 密閉容器  | 215 ローラ     |
| 204 電動要素  | 216 ベーン     |
| 205 圧縮要素  | 220 給油管     |
| 206 オイル   | 222 給油スプリング |
| 207 偏心部   | 275 圧縮機     |
| 208 主軸部   | 282 凝縮器     |
| 210 シャフト  | 284 ドライヤー   |
| 212 シリンダー | 286 キャピラリー  |
| 213 主軸受   | 288 蒸発器     |
| 214 副軸受   |             |



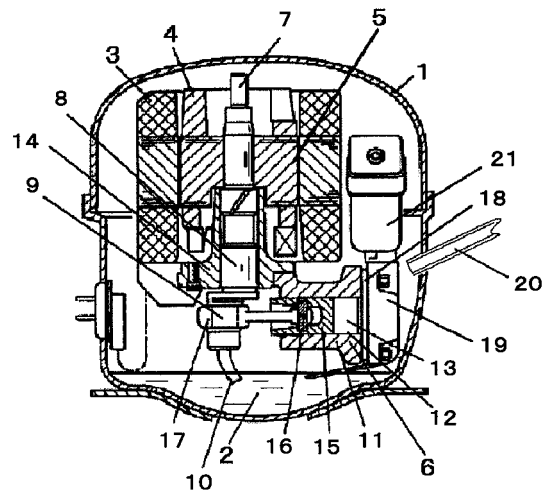
【 図 8 】



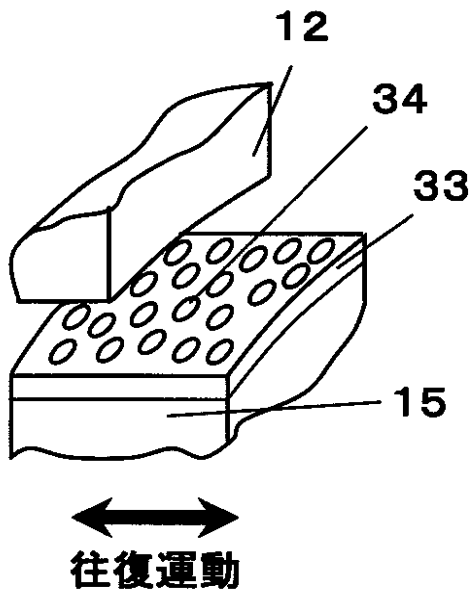
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 吉見 祐基

滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内

(72)発明者 川端 淳太

滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内

Fターム(参考) 3H003 AA02 AA05 AB04 AB05 AC03 AD01 AD02 CB02