

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6439144号  
(P6439144)

(45) 発行日 平成30年12月19日(2018.12.19)

(24) 登録日 平成30年11月30日(2018.11.30)

(51) Int.Cl. F I  
**F 2 5 B 43/02 (2006.01)** F 2 5 B 43/02 A

請求項の数 5 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-521289 (P2015-521289)                  (86) (22) 出願日 平成26年5月28日 (2014.5.28)                  (86) 国際出願番号 PCT/JP2014/002830                  (87) 国際公開番号 W02014/196168                  (87) 国際公開日 平成26年12月11日 (2014.12.11)                  審査請求日 平成29年4月7日 (2017.4.7)                  (31) 優先権主張番号 特願2013-119754 (P2013-119754)                  (32) 優先日 平成25年6月6日 (2013.6.6)                  (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 314012076                  パナソニックIPマネジメント株式会社                  大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号                  (74) 代理人 100106116                  弁理士 鎌田 健司                  (74) 代理人 100170494                  弁理士 前田 浩夫                  (72) 発明者 小川 修                  大阪府門真市大字門真1006番地 パナ                  ソニック株式会社内                  (72) 発明者 柿本 敦                  大阪府門真市大字門真1006番地 パナ                  ソニック株式会社内                  審査官 ▲高▼藤 啓</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 油分離器および油分離器を製造する製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷凍機油を含有する冷媒から該冷凍機油を分離する油分離器であって、  
 前記冷媒が旋回可能な第1の内部空間を有する円筒状の第1分離部と、  
 前記第1分離部の下方に配置され、該第1分離部から流出した冷媒が旋回可能な第2の  
 内部空間を有する円筒状の第2分離部と、  
 前記第1分離部内の内壁面に向けて前記冷媒を流出させ、前記第1の内部空間において  
 前記冷媒の旋回流を生じさせる導入管と、  
 前記冷凍機油が分離された冷媒を導出する導出管と、  
 前記冷媒から分離された冷凍機油を、前記第2の内部空間から排出する排出管と、を備  
 え、

10

前記第2分離部は、前記第1分離部の内壁面と前記第2分離部の内壁面上端とを連結し  
 て段差を形成する表面を有し、該表面と前記第1分離部の内壁面との間のなす角度が90  
 度以下であり、かつ、該表面と前記第2分離部の内壁面との間のなす角度が90度以下で  
 あり、

前記第1分離部内に、前記第2分離部が挿入されており、前記第2分離部の上端面が前  
 記表面とされた、油分離器。

【請求項2】

前記第1分離部の内径をD1、前記第2分離部の内径をD2とした場合に、 $D1 > D2$   
 の関係を満足する、請求項1記載の油分離器。

20

## 【請求項 3】

前記第 1 分離部の内径を  $D_1$ 、前記第 2 分離部の内径を  $D_2$  とした場合に、  
 $2 \leq D_1 / (D_1 - D_2) \leq 1.8$   
 の関係を満足する、請求項 1 または請求項 2 記載の油分離器。

## 【請求項 4】

前記油分離機の中心を通る断面図において、前記導出管の入口は、前記第 2 分離部に  
 設置される、請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一に記載の油分離器。

## 【請求項 5】

冷凍機油を含有する冷媒から該冷凍機油を分離する油分離器を製造する製造方法であ  
 って、

前記油分離器は、

前記冷媒が旋回可能な第 1 の内部空間を有する円筒状の第 1 分離部と、

前記第 1 分離部の下方に配置され、該第 1 分離部から流出した冷媒が旋回可能な第 2 の  
 内部空間を有する円筒状の第 2 分離部と、

前記第 1 分離部内の内壁面に向かって前記冷媒を流出させ、前記第 1 の内部空間におい  
 て前記冷媒の旋回流を生じさせる導入管と、

前記冷凍機油が分離された冷媒を導出する導出管と、

前記冷媒から分離された冷凍機油を、前記第 2 の内部空間から排出する排出管と、を備  
 え、

前記第 2 分離部は、前記第 1 分離部の内壁面と前記第 2 分離部の内壁面上端とを連結し  
 て段差を形成する表面を有し、該表面と前記第 1 分離部の内壁面との間のなす角度が 90  
 度以下であり、かつ、該表面と前記第 2 分離部の内壁面との間のなす角度が 90 度以下で  
 あり、

前記第 1 分離部内に、前記第 2 分離部を挿入し、該第 2 分離部の上端面を前記表面とす  
 ることにより前記油分離器を製造する製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、冷凍機油を含有する冷媒から冷凍機油を分離する油分離器、および、その油  
 分離器を製造する製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、空気調和装置などに用いられる圧縮機の潤滑には、冷凍機油が用いられる。こ  
 の冷凍機油は、冷媒とともに、冷媒の循環系内を循環する。そして、圧縮機の吸入側より  
 吸入された冷凍機油は、圧縮機内部の各摺動部に供給され、各摺動部の潤滑に用いられる  
 。それだけでなく、冷凍機油は、作動室に供給され、作動室内の隙間をシールすること  
 により、気化した冷媒の漏れを防止することにも用いられる。

## 【0003】

上記循環系において、圧縮機から吐出された冷媒に冷凍機油が多く含まれる場合、熱交  
 換器の伝熱管の内壁面に冷凍機油が付着しやすくなる。そして、伝熱管の内壁面に付着し  
 た冷凍機油は、伝熱管の伝熱を阻害し、熱交換器の伝熱効率を悪化させる。このような事  
 態を回避するため、循環系内には油分離器が設けられる。油分離器は、圧縮機から吐出さ  
 れる冷媒から冷凍機油を分離し、その冷凍機油を圧縮機の吸入側に戻すものである。

## 【0004】

圧縮機から吐出された冷凍機油を含有する高温・高圧の冷媒は、旋回流が生じるよう  
 に、円筒状の油分離器内に導入される。この旋回流による遠心力の作用により、冷凍機油は  
 油分離器の内壁面に付着する。さらに、この冷凍機油は、重力の作用により、油分離器の  
 下部に移動し、油溜りを形成する。このようにして、冷媒から冷凍機油が分離される。

## 【0005】

しかし、上述した油分離器では、油溜りの冷凍機油を冷媒が巻き上げ、冷凍機油を冷媒

10

20

30

40

50

の吐出路まで運んでしまうという問題がある。そのため、特許文献1では、油分離器の下部の内径を油分離器の上部の内径よりも大きくする油分離器が提案されている。これにより、油分離器の下部における旋回流の旋回速度が小さくなり、冷凍機油の巻き上げが抑制される。

【0006】

さらに、特許文献1には、油分離器の上部から中央部にかけて内径を徐々に小さくし、中央部から下部にかけて内径を徐々に大きくすることも記載されている。これにより、油分離器の中央部において、旋回流の旋回速度が大きくなるとともに、流れが整流され、優れた分離特性を発揮するとされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2005-180808号公報

【発明の概要】

【0008】

しかし、従来油分離器では、分離特性が十分ではなかった。

【0009】

本開示は、冷凍機油の分離特性を向上させることができる油分離器、および、その油分離器を製造する製造方法を提供する。

【0010】

本開示の油分離器は、冷凍機油を含有する冷媒から冷凍機油を分離する油分離器であって、冷媒が旋回可能な第1の内部空間を有する円筒状の第1分離部と、第1分離部の下方に配置され、第1分離部から流出した冷媒が旋回可能な第2の内部空間を有する円筒状の第2分離部と、第1分離部内の内壁面に向けて冷媒を流出させ、第1の内部空間において冷媒の旋回流を生じさせる導入管と、冷凍機油が分離された冷媒を導出する導出管と、冷媒から分離された冷凍機油を、第2の内部空間から排出する排出管と、を備え、第2分離部は、第1分離部の内壁面と第2分離部の内壁面上端とを連結して段差を形成する表面を有し、その表面と第1分離部の内壁面との間のなす角度が90度以下であり、かつ、その表面と第2分離部の内壁面との間のなす角度が90度以下であり、第1分離部内に、第2分離部が挿入されており、第2分離部の上端面が表面とされるようにした。

【0011】

なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、方法、または製造方法で実現されてもよく、システム、方法、及び製造方法の任意な組み合わせで実現されてもよい。

【0012】

本開示に係る油分離器は、冷凍機油の分離特性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、本開示の実施形態に係る油分離装置の構成の一例を示す図である。

【図2】図2は、段差の表面の角度について説明する図である。

【図3】図3は、導入管の配置の一例について説明する図である。

【図4】図4は、油分離器の特性解析に用いられる各パラメータについて説明する図である。

【図5】図5は、圧力損失  $P_s$  と比  $(D_1 - D_2) / D_1$  との関係を示す図である。

【図6】図6は、油分離率と比  $D_1 / (D_1 - D_2)$  との関係を示す図である。

【図7】図7は、段差がある油分離器の圧力分布の一例を示す図である。

【図8】図8は、図7に示した圧力分布の下での冷凍機油の油滴の流線を示す図である。

【図9】図9は、圧力損失比と第1分離部の内径  $D_1$  との関係を示す図である。

【図10】図10は、油分離率比と第1分離部の内径  $D_1$  との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

## 【0014】

本発明者は鋭意検討したところ、旋回流による遠心力を利用した油分離器では、冷凍機油を含有した冷媒が油分離器内でできるだけ長い間旋回することが重要となることを見出した。上述した特許文献1に係る油分離器は、油分離に寄与する油分離器の上部空間での旋回時間を改善できない。

## 【0015】

以下、本開示の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態は一例であり、本開示はこの実施形態により限定されるものではない。

## 【0016】

図1は、本開示の実施形態に係る油分離器10の構成の一例を示す図である。油分離器10は、冷凍機油を含有する冷媒から冷凍機油を分離する装置である。この油分離器10は、第1分離部11、第2分離部12、導入管13、導出管14、排出管15を備える。なお、図1は、油分離器10の中心を通り、導入管13の管軸13aに平行な平面で油分離器10を切断した場合の断面を示している。

10

## 【0017】

第1分離部11、第2分離部12は、冷媒が旋回可能な内部空間を有する円筒状の容器である。第2分離部12は、第1分離部11の下方に配置される。また、第2分離部12の内径D2は、第1分離部11の内径D1よりも小さくなっている。これにより、第1分離部11における旋回で低下した旋回速度を、第2分離部12で高めることができ、油分離の効率を向上させることができる。

20

## 【0018】

導入管13、および、導出管14は、第1分離部11を貫通して設けられる。導入管13は、第1分離部11内の内壁面に向けて冷凍機油を含有する冷媒を流出させ、冷媒の旋回流を生じさせる。また、導出管14は、冷凍機油が分離された冷媒を油分離器10から導出する。

## 【0019】

冷媒に含まれる冷凍機油は、上記冷媒の旋回流による遠心力の作用により、油分離器10の内壁面に付着し、冷媒から分離される。そして、冷媒から分離された冷凍機油は、重力の作用により、第2分離部12の底部に移動する。

## 【0020】

ここで、導出管14の入口は、第2分離部12内に設置されることが望ましい。このようにすると、第1分離部11側の第2分離部12の内部空間が狭まり、第2分離部12における冷媒流の旋回速度をさらに高めることができる。

30

## 【0021】

排出管15は、第2分離部12を貫通して設けられる。そして、この排出管15は、第2分離部12の底部に移動した冷凍機油を油分離器10から排出する。排出された冷凍機油は、圧縮機の吸入側へ戻される。

## 【0022】

なお、圧縮機から吐出された冷媒は高温のため、第2分離部12の底部に移動した冷凍機油が高温であれば、圧縮機の密閉容器内の高温の油溜まりにそのまま戻してもよい。この構成によれば、圧縮機の効率的な運転が可能となる。

40

## 【0023】

第2分離部12は、第1分離部11の内部空間に面して設けられ、第1分離部11の内壁面と第2分離部12の内壁上端とを連結する表面16を有する。ここで、この表面16と、第1分離部11の内壁面との間のなす角度は90度以下とされ、かつ、この表面16と第2分離部12の内壁面との間のなす角度も90度以下とされる。

## 【0024】

これにより、第1分離部11と第2分離部12とは、段差を形成する。すなわち、油分離器10の内径が、第1分離部11と第2分離部12との境界部分において、急変することになる。

50

## 【 0 0 2 5 】

図 2 は、段差の表面 1 6 の角度について説明する図である。図 2 では、段差の表面 1 6 と、第 1 分離部 1 1 の内壁面との間のなす角度を  $\theta_1$ 、段差の表面 1 6 と、第 2 分離部 1 2 の内壁面との間のなす角度を  $\theta_2$  としている。図 2 ( A ) は、角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  がともに 9 0 度である場合を示し、図 2 ( B ) は、角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  がともに 9 0 度未満である場合を示している。

## 【 0 0 2 6 】

段差の表面 1 6 の角度をこのような角度とすることにより、容器壁近傍における冷媒の流れの方向を下方向から水平方向、または、水平方向よりも上方向に変化させることができる。その結果、冷媒が第 1 分離部 1 1 内で旋回する時間を長くことができ、冷媒からの冷凍機油の分離が促進される。なお、以下では、角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  がともに 9 0 度である場合について説明する。

10

## 【 0 0 2 7 】

図 3 は、導入管 1 3 の配置の一例について説明する図である。図 3 は、導入管 1 3 の管軸 1 3 a を通る水平面で油分離器 1 0 を切断した場合の断面図を示している。図 3 に示すように、導入管 1 3 の管軸 1 3 a の方向は、第 1 分離部 1 1 の中心方向からずれている。

## 【 0 0 2 8 】

そのため、導入管 1 3 から流出した冷媒は、第 1 分離部 1 1 の内壁面に斜め方向から衝突することになり、これによって冷媒の旋回流が生じる。そして、この旋回流による遠心力の作用により、冷媒に含有されていた冷凍機油が冷媒から分離され、油分離器の内壁面に付着する。

20

## 【 0 0 2 9 】

このような油分離器 1 0 の製造は、非常に容易にできる。具体的には、第 1 分離部 1 1 内に第 2 分離部 1 2 を挿入し、第 2 分離部 1 2 の壁面の先端部を段差の表面 1 6 とすればよい。このような製造方法を採用することにより、装置の低コスト化を実現することができる。

## 【 0 0 3 0 】

なお、図 1、図 3 では、導入管 1 3 を横向きに設けることとしたが、縦向きに設けることとしてもよい。この場合、冷媒の旋回流を生じさせるためには、第 1 分離部 1 1 内において、導入管 1 3 の先端部分を略水平方向に曲げておけばよい。

30

## 【 0 0 3 1 】

つぎに、第 1 分離部 1 1 の内径と第 2 分離部 1 2 の内径との関係について、油分離器 1 0 の特性解析の結果に基づいて説明する。図 4 は、油分離器 1 0 の特性解析に用いられる各パラメータについて説明する図である。

## 【 0 0 3 2 】

図 4 ( A ) に示すように、第 1 分離部 1 1 の内径を  $D_1$  ( m )、第 2 分離部 1 2 の内径を  $D_2$  ( m )、導出管 1 4 の内径を  $D_3$  ( m ) とする。また、導入管 1 3 の中心軸の高さから段差の表面 1 6 の高さまでの第 1 分離部 1 1 における空間内での冷媒の平均下降速度を  $V_1$  ( m / s )、段差の表面 1 6 の高さから導出管 1 4 の入口の高さまでの第 2 分離部 1 2 における空間内での冷媒の平均下降速度を  $V_2$  ( m / s ) とする。

40

## 【 0 0 3 3 】

また、図 4 ( B ) に示すように、油分離器 1 0 の水平断面において、第 1 分離部 1 1 の内部領域の面積から導出管 1 4 が占める面積を差し引いた面積を  $A_1$ 、第 2 分離部 1 2 の内部領域の面積から導出管 1 4 が占める面積を差し引いた面積を  $A_2$ 、導出管 1 4 が占める面積を  $A_3$  とする。

## 【 0 0 3 4 】

この場合、面積  $A_1 \sim A_3$  は、以下のように表される。

## 【 0 0 3 5 】

$$A_1 = (D_1 / 2)^2 - (D_3 / 2)^2 \quad \dots (式 1)$$

$$A_2 = (D_2 / 2)^2 - (D_3 / 2)^2 \quad \dots (式 2)$$

50

$$A_3 = (D_3 / 2)^2 \cdots (\text{式 } 3)$$

また、導入管 1 3 からの冷媒の導入量を  $Q$  ( $\text{m}^3 / \text{s}$ ) とし、導入管 1 3 の中心軸の高さから導出管 1 4 の入口の高さまでの空間内で、冷媒が下方にのみ流れたと仮定すると、以下の式が成り立つ。

【 0 0 3 6 】

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 \cdots (\text{式 } 4)$$

図 4 に示すような段差により発生する圧力損失  $P_s$  は、以下の式で見積もることができる。

【 0 0 3 7 】

$$P_s = 0.5 V_2^2 \cdots (\text{式 } 5)$$

ここで、面積  $A_3$  は面積  $A_1$ 、 $A_2$  に比べて小さく、冷媒の流れに大きな影響を及ぼさないため、式 5 では導出管 1 4 の存在を無視している。

【 0 0 3 8 】

式 5 において、 $\alpha$  は、面積比  $A_2 / A_1$  に応じて変化する損失係数であり、この  $\alpha$  は実験的に求められる。具体的には、 $A_2 / A_1$  が 0、0.01、0.1、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 の場合、各  $A_2 / A_1$  の値に対応する  $\alpha$  はそれぞれ 0.5、0.449、0.372、0.372、0.292、0.185、0.09、0 となる。

【 0 0 3 9 】

図 5 は、式 1 ~ 5 を用いて導出した圧力損失  $P_s$  と比  $(D_1 - D_2) / D_1$  との間の関係を示す図である。ここで、圧力損失  $P_s$  の算出に当たり、冷媒の密度  $\rho$  を  $90.6 \text{ kg} / \text{m}^3$  とした。これは、摂氏 88.5 度における冷媒 R410A の密度である。また、冷媒の導入量  $Q$  を  $0.0015 \text{ m}^3 / \text{s}$  とした。そして、第 2 分離部 1 2 の内径  $D_2$  を  $0.067 \text{ m}$ 、導出管 1 4 の径  $D_3$  を  $0.019 \text{ m}$  に固定し、第 1 分離部 1 1 の内径  $D_1$  を変化させて計算を行った。

【 0 0 4 0 】

油分離器 1 0 内で発生する圧力損失は数十  $\text{kPa}$  であり、これに比べると段差により発生する圧力損失  $P_s$  は数  $\text{Pa}$  であるので、無視しうる大きさである。しかし、このわずかな圧力損失の増加が、冷媒の下降を抑制し、第 1 分離部 1 1 の内部空間における冷媒の旋回流の維持に効果を発揮する。

【 0 0 4 1 】

これについて説明すると、導入管 1 3 により第 1 分離部 1 1 の内部空間に導入された冷媒は、第 1 分離部 1 1 の内壁面に衝突し、内壁面に沿って四方八方に流れる。そして、下方に流れた冷媒は、段差の表面 1 6 に衝突し、表面 1 6 付近の圧力が高くなる。これにより、冷媒の下方への流れが妨げられ、冷媒が第 1 分離部 1 1 内で長時間旋回することになる。その結果、冷媒からの冷媒機油の分離が促進される。

【 0 0 4 2 】

さらに、図 5 から、比  $(D_1 - D_2) / D_1$  が約 0.5 を超えた場合に、 $P_s$  のグラフの接線の傾きが急に小さくなることがわかる。すなわち、これ以上比  $(D_1 - D_2) / D_1$  が大きくなっても圧力損失の大きな増大は見込めない。

【 0 0 4 3 】

また、比  $(D_1 - D_2) / D_1$  をさらに大きくすることは、第 1 分離部 1 1 の内径  $D_1$  をさらに大きくするか、第 2 分離部 1 2 の内径  $D_2$  をさらに小さくすることになる。しかし、油分離器 1 0 の幅を狭くする観点から、第 1 分離部 1 1 の内径  $D_1$  は小さくすることが望ましい。また、第 2 分離部 1 2 内で発生する圧力損失を抑制する観点から、第 2 分離部 1 2 の内径  $D_2$  はそれほど小さくしない方が望ましい。

【 0 0 4 4 】

よって、第 1 分離部 1 1 の内径  $D_1$  と、第 2 分離部 1 2 の内径  $D_2$  との関係は、

$$(D_1 - D_2) / D_1 = 0.5 \cdots (\text{式 } 6)$$

とすること、別の表現を用いれば、

$$2 D_1 / (D_1 - D_2) \cdots (\text{式 } 7)$$

10

20

30

40

50

とすることが望ましい。

【0045】

つぎに、旋回流において生じる遠心力によって、冷凍機油の油滴が容器の半径方向へ移動する運動方程式を模式化して求めた油分離率と、比 $D_1 / (D_1 - D_2)$ との間の関係について説明する。図6は、油分離率と比 $D_1 / (D_1 - D_2)$ との間の関係を示す図である。ここで、油分離率は、村上ら(村上、若本、森本、「サイクロン式油分離器の性能予測」、日本冷凍空調学会論文集、Vol.22(3)、pp.315-324、2005年9月30日)により提案された予測手法を用いて、数値実験により求めたものである。

【0046】

具体的には、モンテカルロ法を用いて、冷媒機油の油滴の粒径を数十 $\mu\text{m}$ 以内の範囲で決定し、さらに、その油滴が導入管13の出口のどの位置から導入されるかを決定した。そして、比 $D_1 / (D_1 - D_2)$ を変えながら、油の分離率がどのように変化するかを調べた。ここで、冷媒の密度は $90.6\text{kg}/\text{m}^3$ 、冷媒の導入量 $Q$ は $0.0015\text{m}^3/\text{s}$ 、第1分離部11の高さを $0.12\text{m}$ 、第2分離部12の高さを $0.22\text{m}$ とした。

【0047】

図6をみると、比 $D_1 / (D_1 - D_2)$ が18以下である場合に、油分離率が急激に増加することがわかる。すなわち、比 $D_1 / (D_1 - D_2)$ は、

$$D_1 / (D_1 - D_2) \geq 18 \quad \dots \text{(式8)}$$

の関係を満たすことが望ましい。

【0048】

つぎに、段差がある油分離器10の圧力分布の一例を示す。図7は、段差がある油分離器10の圧力分布の一例を示す図である。図7は、数値流体解析(CFD; Computational Fluid Dynamics)により得られた結果である。

【0049】

図中、四角で囲った数値は等圧力線の圧力(Pa)を示している。ここでは、図中の導出管14の上端面に対し、解析領域の出口境界条件として圧力規定条件を設定し、その上端面での圧力を0(基準圧力)としている。また、図7の例では、導入管13が縦向きに設けられているが、第1分離部11内において、導入管13の先端部分は略水平方向に曲げられている。

【0050】

図7からわかるように、段差の表面16付近での圧力は、その周辺領域の圧力よりも高くなる。そのため、冷媒の流れの方向が下方向から水平方向に変化し、冷媒の下方への流れが妨げられる。

【0051】

また、図8は、図7に示した圧力分布の下での冷凍機油の油滴の流線を示す図である。図8は、DPM(Discrete Phase Model)解析により得られた結果である。図8には、段差の表面16付近における高圧領域の存在により、冷媒の流れの方向が変化する様子が示されている。

【0052】

なお、油分離器10の容積 $V_{01}$ を一定とする場合、第1分離部11の内径 $D_1$ は、以下の関係を満足することが望ましい。

【0053】

$$0.060(\text{m}) \leq D_1 \leq 0.095(\text{m}) \quad \dots \text{(式9)}$$

容積 $V_{01}$ を一定にすることは、油分離器10の材料コストがほぼ一定になることを意味する。以下では、この関係の導出について説明する。

【0054】

ここでは、油分離器10の容積 $V_{01}$ を $0.0016\text{m}^3$ とし、第2分離部12の内径 $D_2$ は、第1分離部11の内径 $D_1$ よりも $0.006\text{m}$ だけ小さいものとした。また、第1分離部11の高さを $0.100\text{m}$ とし、導出管14の内径 $D_3$ を $0.019\text{m}$ とした。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 5 】

図 9 は、圧力損失比と第 1 分離部 1 1 の内径  $D_1$  との関係を示す図である。圧力損失比とは、 $D_1$  が 0.067 m の場合の圧力損失  $P_{t'}$  に対する圧力損失  $P_t$  の比  $P_t / P_{t'}$  である。

## 【 0 0 5 6 】

ここで、圧力損失  $P_t$ 、 $P_{t'}$  は、第 1 分離部 1 1 における円管内流動で発生する圧力損失と、第 2 分離部 1 2 における円管内流動で発生する圧力損失とを足し合わせるにより算出される。なお、ここでは、段差等の存在により発生する圧力損失を除いて、圧力損失  $P_t$ 、 $P_{t'}$  の評価を行う。

## 【 0 0 5 7 】

この場合、圧力損失  $P_t$  は、以下の式により近似できる。

## 【 0 0 5 8 】

$$P_t = ( h_1 / D_1 \times 0.5 V_1^2 + h_2 / D_2 \times 0.5 V_2^2 ) \dots \quad (\text{式 10})$$

ここで、 $h_1$ 、 $h_2$  はそれぞれ、第 1 分離部 1 1 における導入管 1 3 の中心軸から段差の表面 1 6 までの高さ、第 2 分離部 1 2 の高さであり、 $\lambda$  は管摩擦係数である。

## 【 0 0 5 9 】

式 10 を用いると、圧力損失  $P_t / P_{t'}$  は、前述の式 4 を用いれば、以下の式で算出される。

## 【 0 0 6 0 】

$$\begin{aligned} & P_t / P_{t'} \\ & = \{ h_1 / D_1 \times (1 / A_1)^2 + h_2 / D_2 \times (1 / A_2)^2 \} \\ & \quad / \{ h_1 / D_1 \times (1 / A_1)^2 + h_2 / D_2 \times (1 / A_2)^2 \}' \dots (\text{式 11}) \end{aligned}$$

ここで、 $\{ h_1 / D_1 \times (1 / A_1)^2 + h_2 / D_2 \times (1 / A_2)^2 \}'$  は、 $D_1$  が 0.067 m の場合の  $\{ h_1 / D_1 \times (1 / A_1)^2 + h_2 / D_2 \times (1 / A_2)^2 \}$  の値である。また、 $A_1$ 、 $A_2$  は、前述の式 1、式 2 により算出される。なお、油分離器 10 の容積  $V_{ol}$  は一定であるため、以下の関係を満足する。

## 【 0 0 6 1 】

$$V_{ol} = h_1 A_1 + h_2 A_2 = \text{一定} \dots (\text{式 12})$$

上記のような関係を用いて圧力損失比  $P_t / P_{t'}$  を算出した結果が図 9 に示すものである。図 9 をみると、 $D_1$  が約 0.060 (m) 以下である場合に、圧力損失比が急激に増大することがわかる。圧力損失比が大きくなると、冷媒を循環させるため、より吐出能力の高い圧縮機が必要になり、好ましくない。

## 【 0 0 6 2 】

そのため、第 1 分離部 1 1 の内径  $D_1$  は、以下の関係を満足することが望ましい。

## 【 0 0 6 3 】

$$0.060 \text{ (m)} < D_1 \dots (\text{式 13})$$

また、図 10 は、油分離率比と第 1 分離部 1 1 の内径  $D_1$  との関係を示す図である。油分離率比とは、 $D_1$  が 0.067 m の場合の油分離率  $S_{O'}$  に対する油分離率  $S_O$  の比  $S_O / S_{O'}$  である。油分離器 10 のモデルは、図 9 の場合と同じものである。また、油分離率は、図 6 の場合と同じ手法を用いて数値実験により求めた。

## 【 0 0 6 4 】

図 10 をみると、 $D_1$  が約 0.095 (m) 以上である場合に、油分離率比が急激に減少することがわかる。そのため、第 1 分離部 1 1 の内径  $D_1$  は、以下の関係を満足することが望ましい。

## 【 0 0 6 5 】

$$D_1 > 0.095 \text{ (m)} \dots (\text{式 14})$$

式 13、式 14 により、式 9 の関係が得られる。

## 【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50



以上のように、本実施形態によれば、冷凍機油を含有した冷媒の第1分離部11内での  
回転時間を長くし、冷凍機油の分離特性を向上させることができる。

【産業上の利用可能性】

【0067】

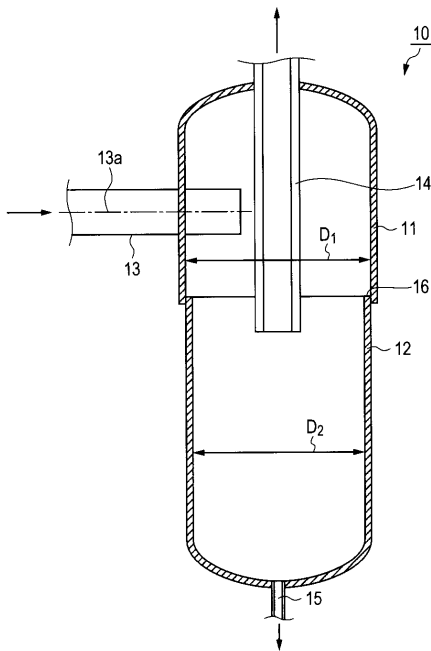
本開示に係る油分離器は、空気調和装置などに用いられる圧縮機を潤滑するための冷凍  
機油を含有する冷媒から、その冷凍機油を分離する油分離器に用いるのに好適であり、本  
開示に係る油分離器の製造方法は、上記のような油分離器の製造に用いるのに好適である

【符号の説明】

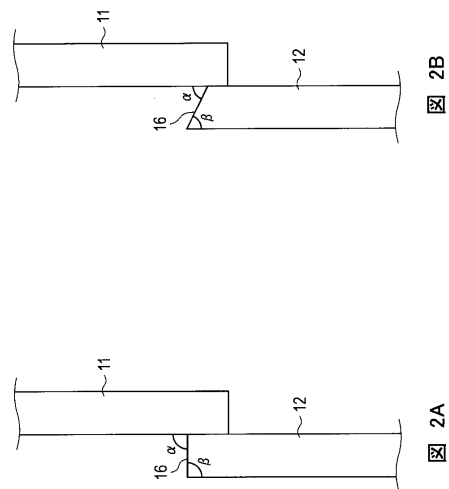
【0068】

- 10 油分離器
- 11 第1分離部
- 12 第2分離部
- 13 導入管
- 13 a 導入管の管軸
- 14 導出管
- 15 排出管
- 16 段差の表面

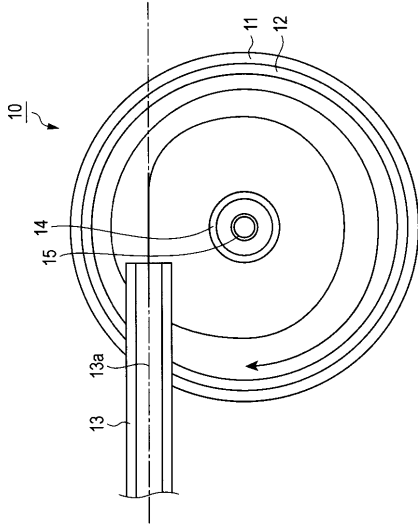
【図1】



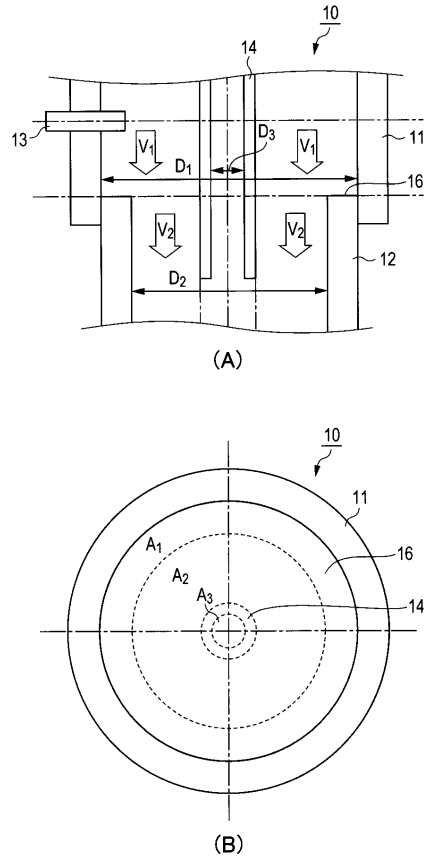
【図2】



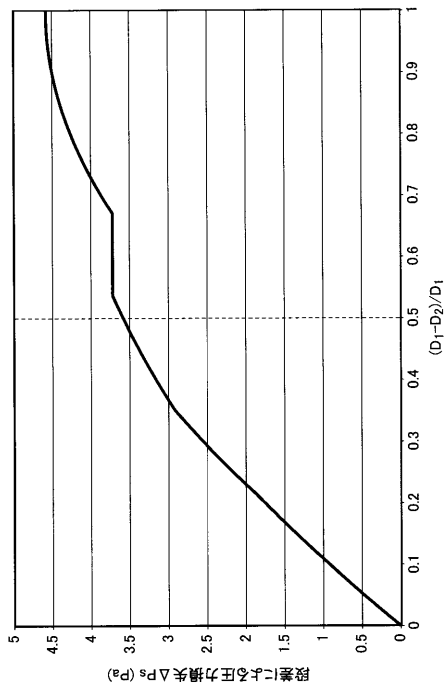
【図3】



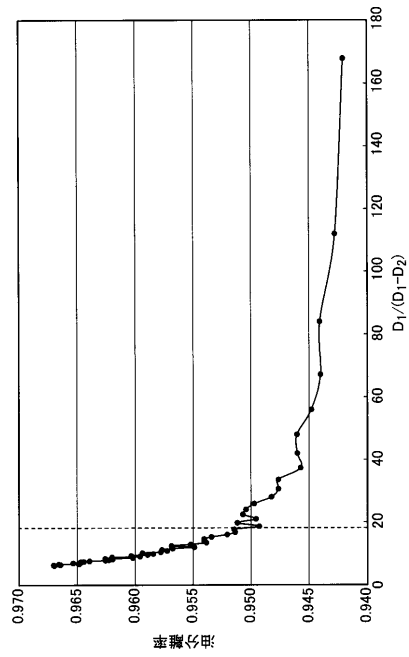
【図4】



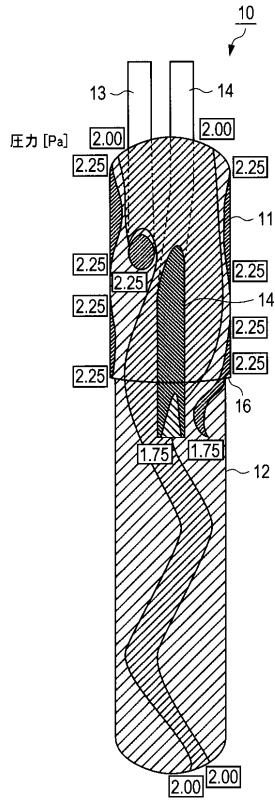
【図5】



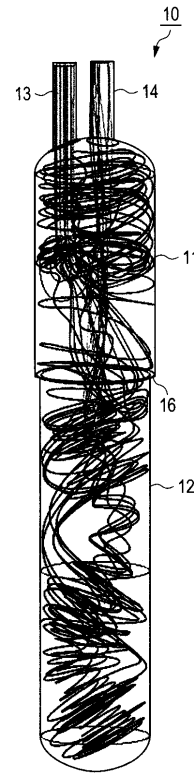
【図6】



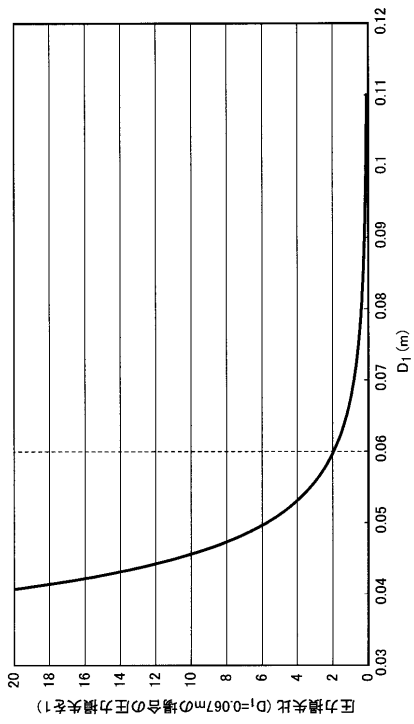
【図7】



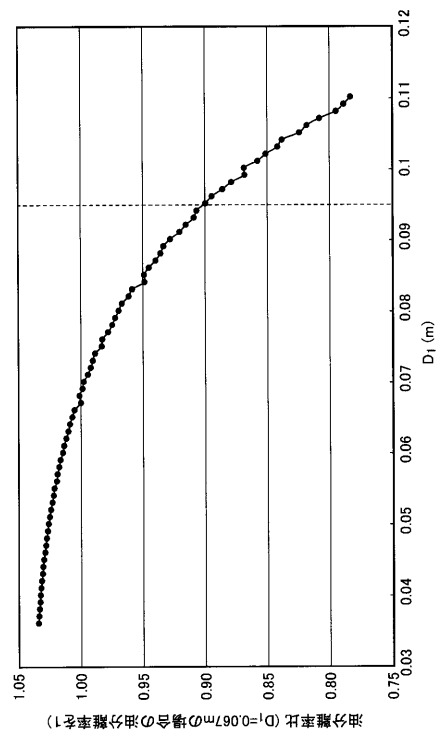
【図8】



【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-061993(JP,A)  
特表平07-501482(JP,A)  
米国特許第06071424(US,A)  
実開昭58-095251(JP,U)  
特開2011-027293(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F25B 43/02