

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5967971号  
(P5967971)

(45) 発行日 平成28年8月10日 (2016. 8. 10)

(24) 登録日 平成28年7月15日 (2016. 7. 15)

(51) Int. Cl.	F I
<b>H O 2 K 15/12 (2006. 01)</b>	H O 2 K 15/12 D
<b>H O 2 K 3/44 (2006. 01)</b>	H O 2 K 3/44 Z
<b>F O 4 B 39/00 (2006. 01)</b>	F O 4 B 39/00 I O 6 E
<b>F O 4 C 29/00 (2006. 01)</b>	F O 4 C 29/00 T

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-33915 (P2012-33915)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成24年2月20日 (2012. 2. 20)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2013-172518 (P2013-172518A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成25年9月2日 (2013. 9. 2)	(74) 代理人	100085198
審査請求日	平成26年6月10日 (2014. 6. 10)		弁理士 小林 久夫
		(74) 代理人	100098604
			弁理士 安島 清
		(74) 代理人	100087620
			弁理士 高梨 範夫
		(74) 代理人	100125494
			弁理士 山東 元希
		(74) 代理人	100141324
			弁理士 小河 卓
		(74) 代理人	100153936
			弁理士 村田 健誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スロットが形成され、該スロットに巻線が巻回された固定子と、  
 該固定子の内周面に該固定子と所定の間隔を介して配置された回転子と、  
 を備え、  
 前記巻線にワニスが含まれた電動機の製造方法であって、  
 前記巻線にワニスが含まれるワニス含浸工程として、  
反リード線側の巻線とリード線側の巻線とが上下に配置された状態で、前記固定子の前記スロットに巻回された前記巻線の一部をワニス槽内に貯留された前記ワニスに浸漬させるワニス供給工程と、

10

該ワニス供給工程中に前記固定子を振動させる振動工程と、  
 前記ワニス槽内に貯留された前記ワニスから前記固定子を引き上げ、前記巻線における前記ワニスに浸漬されていた部分が上方となるように前記固定子を回転させて、前記固定子を振動させる振動工程と、  
 を有することを特徴とする電動機の製造方法。

【請求項 2】

前記ワニスとして粘度の異なる2種類のワニスを用いられ、  
 粘度が低い方の前記ワニスを用いて前記ワニス供給工程と前記振動工程とを行う第1のワニス含浸工程と、

粘度が高い方の前記ワニスを用いて前記ワニス供給工程と前記振動工程とを行う第2の

20

ワニス含浸工程と、

を有することを特徴とする請求項 1 に記載の電動機の製造方法。

【請求項 3】

粘度の異なる前記ワニスは、同一組成のワニスであり、

前記ワニスの温度を異ならせることにより、前記ワニスの粘度を変更することを特徴とする請求項 2 に記載の電動機の製造方法。

【請求項 4】

前記ワニス含浸工程後、前記ワニスが乾燥するまで前記固定子を振動させる工程を有することを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 3 のいずれか一項に記載の電動機の製造方法。

【請求項 5】

前記巻線への前記ワニスの含浸工程において、

少なくとも前記巻線へ前記ワニスを供給する工程は真空中で行われることを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 4 のいずれか一項に記載の電動機の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動機の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、圧縮機の電動機の固定子に巻回された巻線には、巻線の表面を絶縁する目的、巻線をゴミ等から保護する目的、巻回時に傷ついた巻線の表面をコーティングする目的等により、ワニスが含まれている。例えば、固定子に巻線を巻回した状態で、槽内に貯留されたワニスに巻線を浸漬して巻線にワニスを供給する。これにより、供給されたワニスは、毛細管現象によって巻線に含浸する。また例えば、巻線上にワニスを滴下して供給することにより、供給されたワニスは、毛細管現象によって巻線に含浸する。このような巻線へのワニスの含浸は、大気中で行われることが一般的である。また、巻線へのワニスの含浸方法としては、真空中でワニスを含浸させる方法も従来より提案されている（例えば、特許文献 1，2 参照）。そして、特許文献 3 には、真空中でワニスを含浸させることにより、巻線間の狭い空間にまでワニスを含浸させることができ、巻線の熱伝導率が向上することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開昭 63 - 018937 号公報

【特許文献 2】特開平 06 - 054473 号公報

【特許文献 3】特開平 06 - 153468 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来より、冷凍サイクル装置には、R410A 冷媒よりも吐出温度が約 5 ほど高くなる R22 冷媒が用いられることがある。このような吐出温度が高くなる冷媒を冷凍サイクル装置に用いることにより、圧縮機の電動機の固定子に巻回された巻線も、その温度が上昇してしまう。一方、IEC 規格（IEC 60335 - 1）には、電動機の巻線温度に関する規格が定められている（例えば、耐熱クラス E の電動機で、巻線温度 131 以下であること）。そこで、R22 冷媒を用いる冷凍サイクル装置に使用される圧縮機には、上記 IEC 規格を満たすため、高い放熱性能が要求される。このため、大気中でワニスを巻線に含浸させた電動機を搭載した圧縮機は、R22 冷媒を用いる冷凍サイクル装置に使用される場合、巻線へのワニスの含浸量が不足するために巻線の熱伝導率が十分ではないので、圧縮機が大型化してしまうという問題点があった。

【0005】

また、近年、温暖化係数が低くエネルギー効率の高いR 3 2冷媒を冷凍サイクル装置に用いることが、提案されている。しかしながら、このR 3 2冷媒は、R 2 2冷媒よりもさらに、吐出温度が約10ほど高くなる冷媒である。また、R 3 2冷媒は誘電率が高いため、絶縁性が低下するという特性もある。このため、大気中でワニスを巻線に含浸させた電動機を搭載した圧縮機は、R 3 2冷媒を用いる冷凍サイクル装置では上記IEC規格を満たすことができず、使用できないという問題点があった。

【0006】

ここで、上記の特許文献3に示されているように、真空中で巻線にワニスを含浸させることにより、巻線の熱伝導率（つまり、冷却性能）を向上させることができる。このため、真空中でワニスを巻線に含浸させた電動機を搭載した圧縮機をR 2 2冷媒用の冷凍サイ

10

【0007】

しかしながら、真空中でワニスを巻線に含浸させるには、真空槽を真空引きし、真空引き後の真空槽内で含浸作業を行う必要がある。このため、真空中でワニスを巻線に含浸せると、圧縮機の生産効率が低下してしまうという課題があった。また、真空中でワニスを巻線に含浸させるには、真空槽等の設備が必要となるので、圧縮機の実設設備費が増加してしまうという課題もあった。

【0008】

20

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、第1の目的は、圧縮機の実産効率が低下や生産設備費の増加を抑制しつつ、R 2 2冷媒用の冷凍サイクル装置に用いられる場合には小型化でき、R 3 2冷媒用の冷凍サイクル装置に使用することが可能な圧縮機の電動機の製造方法を得ることである。

また、第2の目的は、真空中で巻線にワニスを含浸した際、従来の真空中のワニス含浸よりもワニスの含浸量を増加できる電動機の製造方法を得ることである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明に係る電動機の製造方法は、スロットが形成され、該スロットに巻線が巻回された固定子と、該固定子の内周面に該固定子と所定の間隔を介して配置された回転子と、を備え、前記巻線にワニスが含浸された電動機の製造方法であって、前記巻線にワニスが含浸するワニス含浸工程として、反リード線側の巻線とリード線側の巻線とが上下に配置された状態で、前記固定子の前記スロットに巻回された前記巻線の一部をワニス槽内に貯留された前記ワニスに浸漬させるワニス供給工程と、該ワニス供給工程中に前記固定子を振動させる振動工程と、前記ワニス槽内に貯留された前記ワニスから前記固定子を引き上げ、前記巻線における前記ワニスに浸漬されていた部分が上方となるように前記固定子を回転させて、前記固定子を振動させる振動工程と、を有するものである。

30

【発明の効果】

【0015】

本発明においては、大気中で巻線にワニスを含浸させる場合、従来の大気中でのワニス含浸方法に比べ、ワニスの含浸量（巻線の単位体積当りのワニス付着量）を増加させることができ、巻線の熱伝導率を大きくできる。つまり、本発明においては、大気中で巻線にワニスを含浸させる場合、従来の大気中でのワニス含浸方法に比べ、巻線の冷却性能を向上でき、巻線温度を低下できる。また、本発明においては、大気中で巻線にワニスを含浸させる場合、従来の大気中でのワニス含浸方法に比べ、巻線の絶縁性能を向上できる為、漏洩電流を低減できる。このため、本発明は、圧縮機の実産効率が低下や生産設備費の増加を抑制しつつ、R 2 2冷媒用の冷凍サイクル装置に用いられる圧縮機を小型化できる。また、本発明は、大気中でワニス含浸処理を行えるため、圧縮機の実産効率が低下や生産設備費の増加を抑制しつつ、R 3 2冷媒用の冷凍サイクル装置に使用することが可能な圧縮機を得ることができる。

40

50

## 【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る圧縮機の縦断面図（回転軸の軸心方向に切断した断面図）である。

【図 2】本発明の実施の形態 1 に係る電動機の横断面図（回転軸の軸心方向と直交する仮想平面で切断した断面図）である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 に係る電動機の回転子の横断面図（回転軸の軸心方向と直交する仮想平面で切断した断面図）である。

【図 4】本発明の実施の形態 1 に係る電動機の回転子の斜視図である。

【図 5】本発明の実施の形態 1 に係る圧縮機における巻線へのワニス含浸方法を説明するための説明図である。

10

【図 6】本発明の実施の形態 5 に係る冷凍サイクル装置の一例を示す構成図である。

## 【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

実施の形態 1 .

以下、図面にに基づき、本実施の形態 1 に係る圧縮機 1 について説明する。

【 0 0 1 8 】

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る圧縮機の縦断面図（回転軸の軸心方向に切断した断面図）である。圧縮機 1 は、密閉容器 4 内に、圧縮機構 2 0 0 と誘導電動機である電動機 1 0 0 と図示しない冷凍機油とを収納している。また、密閉容器 4 の上部には、圧縮機構 2 0 0 で圧縮された冷媒を外部に導く（吐出する）ための吐出管 7 0 も設けられている。なお、冷凍機油は、主に圧縮機構 2 0 0 の摺動部を潤滑するものであり、密閉容器 4 内の底部に貯留されている。

20

【 0 0 1 9 】

電動機 1 0 0 は、固定子 1 2 と回転子 1 1 とを備えている。固定子 1 2 は、略円筒形状に形成されており、外周部が密閉容器 4 に例えば焼き嵌め等により固定されている。この固定子 1 2 には巻線 2 0（後述の主巻線 2 0 a 及び補助巻線 2 0 b）が巻回されている。また、巻線 2 0（つまり、主巻線 2 0 a 及び補助巻線 2 0 b）は、リード線 2 1 を介して、密閉容器 4 に設けられたガラス端子 1 5 に接続されている。このガラス端子 1 5 は外部に設けられた電源（図示せず）に接続されている。つまり、固定子 1 2 の巻線 2 0 は、ガラス端子 1 5 及びリード線 2 1 を介して、外部電源から電力供給される構成となっている。

30

【 0 0 2 0 】

回転子 1 1 は、略円筒形状をしており、固定子 1 2 の内周面と所定の間隔を介して、固定子 1 2 の内周部に配置されている。本実施の形態 1 に係る回転子 1 1 は、後述のように、回転子鉄心 1 1 a 及びかご形導体（エンドリング 3 2、後述のアルミバー 3 0）で構成されたかご形回転子である。この回転子 1 1 には回転軸 3 が固定されており、電動機 1 0 0 と圧縮機構 2 0 0 とは、回転軸 3 を介して接続された構成となっている。つまり、電動機 1 0 0 が回転することにより、圧縮機構 2 0 0 には、回転軸 3 を介して回転動力が伝達されることとなる。ここで、一般的に、密閉型圧縮機の性能を確保するためには、電動機に一定の冷媒の流路が必要である。このため、本実施の形態 1 に係る電動機 1 0 0 には、回転子 1 1 に、圧縮機構 2 0 0 から吐出された高圧のガス冷媒を電動機 1 0 0 の上方へ導く（冷媒の流路となる）ガス流路 2 が回転軸方向に貫通形成されている。

40

【 0 0 2 1 】

なお、電動機 1 0 0 の詳細構成については、後述する。

【 0 0 2 2 】

圧縮機構 2 0 0 は、シリンダ 5、上軸受 6（軸受の一例）、下軸受 7（軸受の一例）、ローリングピストン 9、吐出マフラ 8、及びベーン（図示せず）等で構成される。

【 0 0 2 3 】

内部に圧縮室が形成されるシリンダ 5 は、外周が平面視略円形で、内部に平面視略円形

50

の空間であるシリンダ室を備える。シリンダ室は、軸方向両端が開口している。シリンダ 5 は、側面視で所定の軸方向の高さを持つ。シリンダ 5 は、平面視略円形の空間であるシリンダ室に連通し、半径方向に延びる平行なベーン溝（図示せず）が軸方向に貫通して設けられる。また、ベーン溝背面（外側）に、ベーン溝に連通する平面視略円形の空間である背圧室（図示せず）が設けられる。

【 0 0 2 4 】

シリンダ 5 には、冷凍サイクル回路からの吸入ガスが通る吸入ポート（図示せず）が、シリンダ 5 の外周面からシリンダ室に貫通している。シリンダ 5 には、平面視略円形の空間であるシリンダ室を形成する円の縁部付近（電動機 1 0 0 側の端面）を切り欠いた吐出ポート（図示せず）が設けられる。

10

【 0 0 2 5 】

ローリングピストン 9 は、シリンダ室内を偏心回転するものである。ローリングピストン 9 は、リング状に形成されており、ローリングピストン 9 の内周が回転軸 3 の偏心軸部 3 a に摺動自在に設けられている。

【 0 0 2 6 】

ベーンは、シリンダ 5 のベーン溝内に収納され、背圧室に設けられたベーンスプリング（図示せず）により、常にローリングピストン 9 に押し付けられている。なお、本実施の形態 1 に係る圧縮機 1 は密閉容器 4 内が高圧となるので、運転を開始するとベーンの背面（背圧室側）に密閉容器 4 内の高圧とシリンダ室の圧力との差圧による力が作用する。このため、ベーンスプリングは、主に圧縮機 1 の起動時（密閉容器 4 内とシリンダ室の圧力

20

に差がない状態）に、ベーンをローリングピストン 9 に押し付ける目的で使用される。ベーンの形状は、平たい（周方向の厚さが、径方向及び軸方向の長さよりも小さい）略直方体である。

【 0 0 2 7 】

上軸受 6 は、回転軸 3 の主軸部（偏心軸部より上の部分）に摺動自在に嵌合するとともに、シリンダ 5 のシリンダ室（ベーン溝も含む）の一方の端面（電動機 1 0 0 側）を閉塞する。下軸受 7 は、回転軸 3 の副軸部（偏心軸部より下の部分）に摺動自在に嵌合するとともに、シリンダ 5 のシリンダ室（ベーン溝も含む）の他方の端面（冷凍機油側）を閉塞する。上軸受 6 及び下軸受 7 は、側面視略 T 字状に形成されている。

【 0 0 2 8 】

30

また、上軸受 6 には、その外側（電動機 1 0 0 側）に吐出マフラ 8 が取り付けられている。上軸受 6 の吐出弁から吐出される高温・高圧の吐出ガスは、一端吐出マフラ 8 に入り、その後吐出マフラ 8 の吐出穴（図示せず）から密閉容器 4 内に放出される。

【 0 0 2 9 】

密閉容器 4 の横には、冷凍サイクル回路からの低圧の冷媒ガスを吸入し、液冷媒が戻る場合に液冷媒が直接シリンダ 5 のシリンダ室に吸入されるのを抑制する吸入マフラ 8 0 が設けられている。吸入マフラ 8 0 は、シリンダ 5 の吸入ポートに吸入管 2 2 を介して接続されている。吸入マフラ 8 0 は、例えば溶接等により密閉容器 4 の側面に固定される。

【 0 0 3 0 】

（電動機 1 0 0 の詳細構成）

40

続いて、本実施の形態 1 に係る電動機 1 0 0 の詳細について説明する。なお、以下では、まず図 2 を用いて固定子 1 2 の詳細を説明した後、図 3 及び図 4 を用いて回転子 1 1 の詳細について説明する。

【 0 0 3 1 】

図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る電動機の横断面図（回転軸の軸心方向と直交する仮想平面で切断した断面図）である。

固定子 1 2 は、固定子鉄心 1 2 a、及び巻線 2 0（主巻線 2 0 a 及び補助巻線 2 0 b）で構成されている。固定子鉄心 1 2 a は、板厚が 0 . 1 mm ~ 1 mm の電磁鋼板を所定の形状（例えばドーナツ形状）に打ち抜き、軸方向に積層し、カシメや溶接等により固定して製作される。これにより、固定子鉄心 1 2 a は、略円筒形状に形成される。なお、本実

50

施の形態 1 では、固定子鉄心 12a と密閉容器 4 との間に流路 23 を形成するため、固定子鉄心 12a の外周面には、外周面を略平面状に切り欠いた切欠き 12c を 4ヶ所に形成している。4ヶ所の切欠き 12c は、隣り合うもの同士が略直角に配置される。但し、これは一例であり、切欠き 12c の数、形状及び配置は任意でよい。なお、流路 23 は、ガス流路 2 によって電動機 100 の上方へ導かれたガス冷媒から図示しない油分離器で分離された冷凍機油を密閉容器 4 の底部に戻す油戻し通路として機能する。

#### 【0032】

この固定子鉄心 12a には、内周縁に沿って、内周縁に開口した固定子スロット 12b が形成されている。これら固定子スロット 12b は、周方向にほぼ等間隔に配置され、半径方向に延在している。固定子スロット 12b は内周縁に開口しており、この開口部をスロットオープニングと言う。このスロットオープニングから巻線 20 (主巻線 20a 及び補助巻線 20b) が挿入される。

10

#### 【0033】

本実施の形態 1 に係る電動機 100 は、2極の単相誘導電動機である。このため、固定子 12 は、固定子スロット 12b に挿入される (巻回される) 主巻線 20a 及び補助巻線 20b を備える。つまり、本実施の形態 1 に係る電動機 100 は、主巻線 20a 及び補助巻線 20b で、巻線 20 を構成している。なお、固定子スロット 12b には巻線 20 と固定子鉄心 12a との間の絶縁を確保するために絶縁材 (例えば、スロットセル、ウェッジ等) が挿入されるが、ここでは省略する。また、この例では固定子スロット 12b の数が 24 であるが、これは一例であり、固定子スロット 12b の数は 24 に限定されるものではない。

20

#### 【0034】

主巻線 20a は、同心巻方式の巻線である。図 2 の例では、固定子スロット 12b 内の内周側 (回転子 11 に近い方) に、主巻線 20a が配置されている。本実施の形態 1 では、同心巻方式の主巻線 20a は、大きさ (特に周方向の長さ) が異なる 5 個のコイルで構成される。そして、これら 5 個のコイルは、縦断面視において各コイルの中心が同じ位置となるように固定子スロット 12b に挿入される。そのため、同心巻方式と呼ばれる。なお本実施の形態 1 では主巻線 20a が 5 個のコイルのものを示したが、これは一例であって、その数は問わない。

#### 【0035】

主巻線 20a の 5 個のコイルを径の大きい方から順に M1、M2、M3、M4、M5 とすると、各コイルの巻数は、主巻線 20a の磁束の分布が略正弦波になるように選ばれる。主巻線 20a に電流が流れた場合に発生する主巻線磁束が正弦波になるようにするためである。

30

#### 【0036】

主巻線 20a は、固定子スロット 12b 内の内周側、外周側のどちらに配置してもよい。主巻線 20a を固定子スロット 12b 内の内周側に配置すると、固定子スロット 12b 内の外周側に配置する場合に比べて、巻線周長が短くなる。また、主巻線 20a を固定子スロット 12b 内の内周側に配置すると、固定子スロット 12b 内の外周側に配置する場合に比べて、漏れ磁束が少なくなる。よって、主巻線 20a を固定子スロット 12b 内の内周側に配置すると、固定子スロット 12b 内の外周側に配置する場合に比べて主巻線 20a のインピーダンス (抵抗値、漏れリアクタンス) が小さくなる。そのため、単相誘導電動機の特性が良くなる。

40

#### 【0037】

主巻線 20a に電流を流すことで、主巻線磁束が生成される。この主巻線磁束の向きは、図 2 の上下方向である。前述したように、この主巻線磁束の波形ができるだけ正弦波になるように、主巻線 20a の 5 個のコイル (M1、M2、M3、M4、M5) の巻数が選ばれる。主巻線 20a に流れる電流は交流であるから、主巻線磁束も流れる電流に従って大きさと位相を変える。

#### 【0038】

50

また、固定子スロット 1 2 b には、主巻線 2 0 a と同様の同心巻方式の補助巻線 2 0 b が挿入される。詳しくは、本実施の形態 1 では、補助巻線 2 0 b は、大きさ（特に周方向の長さ）が異なる 3 個のコイルで構成される。そして、これら 3 個のコイルは、縦断面視において各コイルの中心が同じ位置となるように固定子スロット 1 2 b に挿入される。また、補助巻線 2 0 b の 3 個のコイルを大きい方から順に A 1、A 2、A 3 とすると、各コイルの巻数は、補助巻線磁束の分布が略正弦波になるように選ばれる。補助巻線 2 0 b に電流が流れた場合に発生する補助巻線磁束が正弦波になるようにするためである。

#### 【 0 0 3 9 】

図 2 では、補助巻線 2 0 b は、固定子スロット 1 2 b 内の外側に配置されている。補助巻線 2 0 b に電流を流すことで補助巻線磁束が生成される。この補助巻線磁束の向きは、主巻線磁束の向きに直交する（図 2 の左右方向）。補助巻線 2 0 b に流れる電流は交流であるから、補助巻線磁束も電流に従って大きさと位相を変える。

10

#### 【 0 0 4 0 】

一般的には主巻線磁束と補助巻線磁束のなす角度が電気角で 9 0 度（ここでは極数が 2 極であるため、機械角も 9 0 度である）になるように、主巻線 2 0 a と補助巻線 2 0 b とが固定子スロット 1 2 b に挿入される。

#### 【 0 0 4 1 】

補助巻線 2 0 b と直列に運転コンデンサを接続したものに主巻線 2 0 a を並列に接続させる。その両端を単相交流電源へ接続する。運転コンデンサを補助巻線 2 0 b に直列に接続することにより、補助巻線 2 0 b に流れる電流の位相を主巻線 2 0 a に流れる電流の位相より約 9 0 度進めることができる。

20

#### 【 0 0 4 2 】

主巻線 2 0 a と補助巻線 2 0 b の固定子鉄心 1 2 a における位置を電気角で 9 0 度ずらし、且つ主巻線 2 0 a と補助巻線 2 0 b の電流の位相を約 9 0 度異なるようにすることにより、2 極の回転磁界が発生する。

#### 【 0 0 4 3 】

図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る電動機の回転子の横断面図（回転軸の軸心方向と直交する仮想平面で切断した断面図）である。また、図 4 は、この回転子の斜視図である。なお、図 4 は、固定子鉄心 1 2 a を透過して示している。

回転子 1 1 は、回転子鉄心 1 1 a とかご形導体を備える。かご形導体は、アルミバー 3 0 及びエンドリング 3 2 で構成される。一般的にアルミバー 3 0 とエンドリング 3 2 はダイキャストにより同時にアルミニウムを鋳込むことで製作される。

30

#### 【 0 0 4 4 】

回転子鉄心 1 1 a は、固定子鉄心 1 2 a と同様に板厚が 0 . 1 ~ 1 mm の電磁鋼板を所定の形状（例えばドーナツ形状）に打ち抜き、軸方向に積層して製作される。本実施の形態 1 では、図 3 に符号「1 4」で示す位置にカシメを施すことにより、各電磁鋼板を固定している。なお、一般的には、回転子鉄心 1 1 a は、固定子鉄心 1 2 a と同一の材料から打ち抜くことが多い。但し、回転子鉄心 1 1 a と固定子鉄心 1 2 a の材料を変えても構わない。

#### 【 0 0 4 5 】

40

このように形成された回転子鉄心 1 1 a は、中心付近に断面が円形の軸孔を備える。この軸孔には、回転軸 3 が焼き嵌め等により固定される。また、回転子鉄心には、周方向にほぼ等間隔に配置された回転子スロット 1 3 が形成されている。この回転子スロット 1 3 にアルミニウムを鋳込むことにより、かご形導体のアルミバー 3 0 が形成される。

#### 【 0 0 4 6 】

なお、上述した電動機 1 0 0 は、固定子鉄心 1 2 a のスロット数が 2 4、回転子鉄心 1 1 a のスロット数が 3 0 の組合せである。但し、これは一例であり、固定子鉄心のスロット数が 2 4、回転子スロット 1 3 の数が 3 0 に限定されるものではない。

#### 【 0 0 4 7 】

（ワニスの含浸工程）

50

続いて、固定子１２の固定子スロット１２ｂに巻回された（挿入された）巻線２０へのワニス含浸工程について説明する。固定子スロット１２ｂに巻回された巻線２０には、巻線の表面を絶縁する目的、巻線をゴミ等から保護する目的、巻回時に傷ついた巻線の表面をコーティングする目的等により、ワニスが含まれる。本実施の形態１では、例えばエポキシ樹脂を主剤とするワニスを含浸する。

#### 【００４８】

ここで、巻線２０へのワニスの含浸量が多くなるほど、つまり巻線２０の単位面積あたりのワニス付着量を増加させるほど、巻線２０の熱伝導率を大きくでき、巻線２０の冷却性能を向上させることができる。これは、巻線２０へのワニスの含浸量が多くなるほど、巻線２０に付着したワニス内に気泡等が少なくなるためである。また、巻線２０へのワニスの含浸量が多くなるほど、巻線の絶縁性能を向上できる為、漏洩電流を低減できる。つまり、巻線２０へのワニスの含浸量を向上させることにより、冷媒吐出温度が高くなるＲ２２冷媒を扱う圧縮機を小型化することができる。また、Ｒ２２冷媒よりも吐出温度がさらに高いＲ３２冷媒を扱うことができる圧縮機を得ることができる。

#### 【００４９】

しかしながら、大気中で行う従来のワニス含浸方法で巻線２０へワニスを含浸させた場合、ワニスの含浸量が不足してしまうため、圧縮機１でＲ２２冷媒を扱おうとすると、巻線２０の温度が上昇してしまう。このため、巻線２０の温度をＩＥＣ規格を満たす温度まで低下させようとする、圧縮機１が大型化してしまう。また、大気中で行う従来のワニス含浸方法で巻線２０へワニスを含浸させた場合、圧縮機１でＲ２２冷媒よりも吐出温度がさらに高いＲ３２冷媒を扱おうとすると、圧縮機１を大型化しても巻線２０の温度をＩＥＣ規格内に収めることができず、圧縮機１でＲ３２冷媒を扱うことができない。

#### 【００５０】

そこで、本実施の形態１では、大気中において、次のように巻線２０にワニスを含浸させることにより、巻線２０へのワニスの含浸量を増加させている。

#### 【００５１】

図５は、本発明の実施の形態１に係る圧縮機における巻線へのワニス含浸方法を説明するための説明図である。

巻線２０にワニスを含浸する際、まず、固定子スロット１２ｂに巻線２０が巻回された固定子１２を、ハンガー５０で保持する（図５（Ａ）参照）。詳しくは、ハンガー５０は、固定子１２のリード線２１側を保持するリード側受け部５１と、固定子１２におけるリード線２１側の反対側を保持する反リード側受け部５２と、を備えている。そして、これらリード側受け部５１と反リード側受け部５２とで固定子１２を挟み込むことにより、固定子１２をハンガー５０で保持する。

#### 【００５２】

固定子１２をハンガー５０で保持した後、図５（Ｂ）に示すように、固定子１２のリード線２１側が下方となるように、固定子１２を１８０度回転させる。そして、図５（Ｃ）に示すように、固定子１２のリード線２１側をワニス槽５５内に貯留されたワニス５６に浸漬させる。これにより、毛細管現象によって、ワニス５６が巻線２０の間にしみ込んでいく（ワニス供給工程）。このとき、本実施の形態１では、固定子１２を振動させる（振動工程）。これにより、巻線２０に付着するワニス５６内から気泡を外部に放出させることができ、巻線２０へのワニス５６の含浸量を増加させることができる。

#### 【００５３】

図５（Ｃ）のワニス供給工程及び振動工程が終了した後、図５（Ｄ）に示すように、ワニス槽５５内に貯留されたワニス５６から固定子１２を引き上げ、固定子１２のリード線２１側が上方となるように、固定子１２を１８０度回転させる。これにより、巻線２０に付着したワニス５６の一部は、重力によって下方に流れつつ、下方の巻線２０（反リード線側の巻線２０）の間にしみ込んでいく。このとき、本実施の形態１では、固定子１２を振動させる（振動工程）。これにより、図５（Ｄ）の工程において巻線２０に付着するワニス５６内からも気泡を外部に放出させることができ、巻線２０へのワニス５６の含浸量



を増加させることができる。

【 0 0 5 4 】

図 5 ( D ) の工程の後、図 5 ( E ) に示すように、固定子 1 2 の反リード線 2 1 側をワニス槽 5 5 内に貯留されたワニス 5 6 に浸漬させる。これにより、毛細管現象によって、ワニス 5 6 が、上記の工程中にワニス 5 6 が供給されていなかった範囲の巻線 2 0 の間にもしみ込んでいく ( ワニス供給工程 ) 。このとき、本実施の形態 1 では、固定子 1 2 を振動させる ( 振動工程 ) 。これにより、図 5 ( E ) の工程において巻線 2 0 に付着するワニス 5 6 内からも気泡を外部に放出させることができ、巻線 2 0 へのワニス 5 6 の含浸量を増加させることができる。

【 0 0 5 5 】

図 5 ( E ) のワニス供給工程及び振動工程が終了した後、図 5 ( F ) に示すように、ワニス槽 5 5 内に貯留されたワニス 5 6 から固定子 1 2 を引き上げ、固定子 1 2 の反リード線 2 1 側が上方となるように、固定子 1 2 を 1 8 0 度回転させる。これにより、巻線 2 0 に付着したワニス 5 6 の一部は、重力によって下方に流れつつ、下方の巻線 2 0 ( 反リード線側の巻線 2 0 ) の間にしみ込んでいく。このとき、本実施の形態 1 では、固定子 1 2 を振動させる ( 振動工程 ) 。これにより、図 5 ( F ) の工程において巻線 2 0 に付着するワニス 5 6 内からも気泡を外部に放出させることができ、巻線 2 0 へのワニス 5 6 の含浸量を増加させることができる。

【 0 0 5 6 】

なお、本実施の形態 1 では、ワニス供給工程中及びワニス供給工程後の双方において固定子 1 2 を振動させたが、どちらか一方において固定子 1 2 を振動させてもよい。但し、ワニス供給工程中に固定子 1 2 を振動させた方が、ワニス中から気泡を放出させる効果が大きい。このため、どちらか一方において固定子 1 2 を振動させる場合、ワニス供給工程中に固定子 1 2 を振動させる方が好ましい。

【 0 0 5 7 】

また、本実施の形態 1 では、固定子 1 2 のリード線 2 1 側をワニス 5 6 に浸漬させてワニス 5 6 を供給するワニス供給工程と、固定子 1 2 の反リード線 2 1 側をワニス 5 6 に浸漬させてワニス 5 6 を供給するワニス供給工程と、の双方を行っている。しかしながら、これに限らず、どちらか一方のワニス供給工程 ( より詳しくは、この工程の後に固定子 1 2 を反転させてワニス 5 6 を落下させる工程も含む ) により十分にワニスを供給できる場合には、どちらか一方のワニス供給工程 ( 例えば、固定子 1 2 の反リード線 2 1 側をワニス 5 6 に浸漬させてワニス 5 6 を供給するワニス供給工程 ) のみ行ってもよい。

【 0 0 5 8 】

また、本実施の形態 1 では、固定子 1 2 をワニス槽 5 5 内に貯留されたワニス 5 6 に浸漬させることにより、巻線 2 0 にワニス 5 6 を供給した。しかしながら、これに限らず、巻線 2 0 の上方からワニス 5 6 を滴下して、巻線 2 0 にワニス 5 6 を供給しても勿論よい。

【 0 0 5 9 】

また、本実施の形態 1 では、ワニス含浸工程中のみ固定子 1 2 を振動させたが、ワニス含浸工程後も、ワニス 5 6 が乾燥するまで固定子 1 2 を振動させてもよい。これにより、ワニス含浸工程後においてもワニス 5 6 内から気泡を放出させることができ、巻線 2 0 へのワニス 5 6 の含浸密度 ( 巻線 2 0 の単位面積あたりのワニス付着量 ) をさらに増加させることができる。

【 0 0 6 0 】

以上、本実施の形態 1 のように構成された圧縮機 1 においては、従来の大気中でのワニス含浸方法で製造された圧縮機に比べ、巻線 2 0 へのワニス 5 6 の含浸密度 ( 巻線 2 0 の単位体積当りのワニス付着量 ) を増加させることができ、巻線 2 0 の熱伝導率を大きくできる。つまり、本実施の形態 1 に係る圧縮機 1 は、従来の大気中でのワニス含浸方法で製造された圧縮機に比べ、巻線 2 0 の冷却性能を向上でき、巻線 2 0 の温度を低下できる。また、本実施の形態 1 に係る圧縮機 1 は、従来の大気中でのワニス含浸方法で製造された圧縮機に比べ、巻線 2 0 の絶縁性能を向上できる為、漏洩電流を低減できる。このため、

10

20

30

40

50

本実施の形態 1 に係る圧縮機 1 は、吐出温度が高い R 2 2 冷媒を用いる冷凍サイクル装置に使用される場合であっても、圧縮機 1 を小型化することができる。さらに、本実施の形態 1 に係る圧縮機 1 は、R 2 2 冷媒よりもさらに吐出温度が高い R 3 2 冷媒を用いる冷凍サイクル装置にも使用することができる。

【 0 0 6 1 】

また、本実施の形態 1 に係る圧縮機 1 は、大気中でワニス含浸処理を行えるため、当該圧縮機 1 の製造に際し、真空中でワニス含浸処理を行う際に用いる真空槽等の設備や、真空槽の真空引きといった工程を必要としない。このため、本実施の形態 1 に係る圧縮機 1 は、圧縮機 1 の生産効率の低下や生産設備費の増加を抑制することもできる。

【 0 0 6 2 】

なお、本発明は巻線 2 0 へのワニス 5 6 の含浸処理に特徴を有するものである。このため、密閉容器 4 内における電動機 1 0 0 及び圧縮機構 2 0 0 の配置関係（どちらの構成が密閉容器の上方に配置されるのか、双方の構成が横方向に配置されるのか等）、圧縮機構の種類（レシプロ式やスクロール式等、ロータリー式以外の圧縮機構であるか否か）、電動機 1 0 0 の種類（誘導電動機であるか否か）、巻線 2 0 の巻き方等は、本発明を限定するものではない。

【 0 0 6 3 】

実施の形態 2 .

実施の形態 1 では、ワニスの含浸工程中に固定子 1 2 を振動させることにより、巻線 2 0 へのワニスの含浸量を増加させた。これに限らず、例えば次のようなワニス含浸工程によって巻線 2 0 にワニスを含浸させても、巻線 2 0 へのワニスの含浸量を増加させることができる。なお、本実施の形態 2 で特に記述しない項目については実施の形態 1 と同様とし、同一の機能や構成については同一の符号を用いて述べることとする。

【 0 0 6 4 】

本実施の形態 2 に係るワニス含浸工程は、基本的に実施の形態 1 で示したワニス含浸工程と同様である。本実施の形態 2 に係るワニス含浸工程が実施の形態 1 で示したワニス含浸工程と異なる点は、

- ( 1 ) ワニス含浸工程中に、固定子 1 2 を振動させない点、
  - ( 2 ) 粘度の異なる 2 種類のワニスを用いる点、
- である。

【 0 0 6 5 】

詳しくは、本実施の形態 2 に係るワニス含浸工程では、まず、粘度の低い方のワニスを用いて、例えば図 5 で示したような方法（但し、固定子 1 2 は振動していない）で巻線 2 0 にワニス 5 6 を含浸させる（第 1 のワニス含浸工程）。粘度の低いワニスは、巻線 2 0 の間にしみ込みやすいため、固定子スロット 1 2 b の奥側（固定子 1 2 の外周側）に配置された巻線 2 0 の間や、巻線 2 0 が密集した箇所にまで良好にしみ込むことができる。

【 0 0 6 6 】

一方、粘度の低いワニスは、重力によって落下しやすい（つまり、巻線 2 0 の間に留まりづらい）。このため、特に固定子スロット 1 2 b の手前側（固定子 1 2 の内周側）や、巻線 2 0 間の隙間が大きい箇所では、巻線 2 0 に付着する量が減少してしまう。そこで、本実施の形態 2 では、粘度の高い方のワニスを用いて、例えば図 5 で示したような方法（但し、固定子 1 2 は振動していない）で巻線 2 0 にワニス 5 6 を含浸させる（第 2 のワニス含浸工程）。粘度の高いワニスで再度のワニス含浸処理を行うことにより、粘度の低いワニスでは含浸量が不足していた箇所に粘度の高いワニスを含浸させることができる。このため、最終的には、巻線 2 0 へのワニスの含浸量を、従来の大気中でのワニス含浸方法よりも増加させることができる。

【 0 0 6 7 】

なお、本実施の形態 2 では、粘度の低いワニスとしては例えば、エポキシポリエステル及びスチレン等の成分を有し、25 時の粘度が 1 8 0 m P a ・ s ~ 2 6 0 m P a ・ s となるワニスを用いている。また、粘度の高いワニスとしては例えば、エポキシアクリレー

10

20

30

40

50

ト及びメタクリレート等の成分を有し、25 時の粘度が $260\text{ mPa}\cdot\text{s} \sim 320\text{ mPa}\cdot\text{s}$ となるワニスを用いている。

【0068】

以上、本実施の形態2のように構成された圧縮機1においては、実施の形態1と同様に、従来の大気中でのワニス含浸方法で製造された圧縮機に比べ、巻線20へのワニスの含浸量（巻線20の単位体積当りのワニス付着量）を増加させることができ、巻線20の熱伝導率を大きくできる。つまり、本実施の形態2に係る圧縮機1も、従来の大気中でのワニス含浸方法で製造された圧縮機に比べ、巻線20の冷却性能を向上でき、巻線20の温度を低下できる。また、本実施の形態2に係る圧縮機1も、従来の大気中でのワニス含浸方法で製造された圧縮機に比べ、巻線20の絶縁性能を向上できる為、漏洩電流を低減できる。このため、本実施の形態2に係る圧縮機1も、吐出温度が高いR22冷媒を用いる冷凍サイクル装置に使用される場合であっても、圧縮機1を小型化することができる。また、本実施の形態2に係る圧縮機1も、R22冷媒よりもさらに吐出温度が高いR32冷媒を用いる冷凍サイクル装置に使用することができる。

10

【0069】

なお、本実施の形態2で示した第1のワニス含浸工程及び第2のワニス含浸工程において、実施の形態1で示した固定子12の振動工程を追加しても勿論よい。巻線20へのワニスの含浸量をより増加させることができる。

【0070】

実施の形態3 .

20

実施の形態2では、組成の異なるワニスを用いることにより、第1のワニス含浸工程で供給するワニスの粘度と第2のワニス含浸工程で供給するワニスの粘度とを異ならせた。これに限らず、同一組成のワニスを用い、ワニスの温度を異ならせることにより、ワニスの粘度を異ならせてもよい。つまり、第1のワニス含浸工程では、巻線20に供給するワニスの温度を、第2のワニス含浸工程時に供給するワニスの温度よりも高くすればよい。これにより、同一組成のワニスを用いても、第1のワニス含浸工程で供給するワニスの粘度を第2のワニス含浸工程で供給するワニスの粘度よりも低くすることができる。

【0071】

以上、本実施の形態3で示したようなワニス含浸工程で巻線20にワニスを含浸しても、従来の大気中でのワニス含浸方法で製造された圧縮機に比べ、巻線20へのワニスの含浸量（巻線20の単位体積当りのワニス付着量）を増加させることができ、実施の形態2と同様の効果を得ることができる。

30

【0072】

実施の形態4 .

実施の形態1～実施の形態3では、大気中でワニス含浸工程を行っていた。これに限らず、実施の形態1～実施の形態3のワニス含浸工程（少なくとも、ワニス中に気泡が混入するワニス供給工程）を真空中で行ってもよい。なお、本実施の形態4での真空とは、大気圧よりも低い圧力環境を示すものとする。

【0073】

以上、本実施の形態4で示したワニス含浸工程は、ワニス中に気泡が混入しづらい環境下において巻線20にワニスを含浸できるため、巻線20へのワニスの含浸量をさらに増加できる。なお、本実施の形態4で示したワニス含浸工程は、真空槽等の設備や真空槽の真空引きといった工程を必要とするため、実施の形態1～実施の形態3のワニス含浸工程と比べ、圧縮機1の生産効率の低下や生産設備費の増加を招く。しかしながら、本実施の形態4で示したワニス含浸工程は、巻線20へのワニスの含浸量を優先して圧縮機1を製造する際に、非常に有用なものである。

40

【0074】

実施の形態5 .

実施の形態1～実施の形態4で示したワニス含浸処理工程を用いて製造された圧縮機1は、例えば次に示すような冷凍サイクル装置に用いられる。

50

## 【 0 0 7 5 】

図 6 は、本発明の実施の形態 5 に係る冷凍サイクル装置の一例を示す構成図である。

この図 6 に示す冷凍サイクル装置 3 0 0 は、例えば、空気調和機に用いられるものである。図 6 に示すように、実施の形態 1 ~ 実施の形態 4 で示したワニス含浸処理工程を用いて製造された圧縮機 1 は、電源 1 8 に接続される。なお、圧縮機 1 の電動機 1 0 0 の補助巻線 2 0 b と電源 1 8 との間には、運転コンデンサ（図示せず）が接続される。電源 1 8 から電力が圧縮機 1 に供給され、圧縮機 1 が駆動する。この冷凍サイクル装置（空気調和機）は、圧縮機 1、冷媒の流れる方向を切り替える四方弁 3 0 1、室外熱交換器 3 0 2、減圧装置 3 0 3、及び室内熱交換器 3 0 4 等が冷媒配管で接続されて構成される。

## 【 0 0 7 6 】

10

冷凍サイクル装置 3 0 0（空気調和機）は、例えば、冷房運転時、矢印のように冷媒が流れる。つまり、室外熱交換器 3 0 2 は凝縮器として機能し、室内熱交換器 3 0 4 は蒸発器として機能する。

## 【 0 0 7 7 】

図示はしないが、冷凍サイクル装置 3 0 0（空気調和機）の暖房運転時は、冷媒は図 4 の矢印と反対方向の流れとなる。四方弁 3 0 1 によって、冷媒の流れる方向が切り替えられる。このとき、室外熱交換器 3 0 2 は蒸発器として機能し、室内熱交換器 3 0 4 は凝縮器として機能する。

## 【 0 0 7 8 】

以上、本実施の形態 5 のように構成された冷凍サイクル装置 3 0 0 においては、実施の形態 1 ~ 実施の形態 4 で示したワニス含浸処理工程を用いて製造された圧縮機 1 を用いているので、R 2 2 冷媒を使用する際、小型の圧縮機 1 を用いることができる。また、R 3 2 冷媒を用いた冷凍サイクル装置 3 0 0 を実用化することができる。

20

## 【 0 0 7 9 】

なお、本実施の形態 5 では、空気調和機に用いられる冷凍サイクル装置 3 0 0 を例に説明したが、ヒートポンプ式貯湯装置や冷凍装置等に用いられる冷凍サイクル装置に圧縮機 1 を用いても勿論よい。

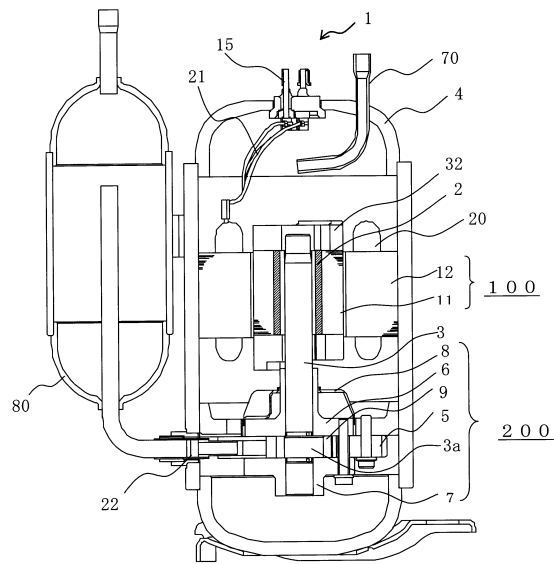
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 8 0 】

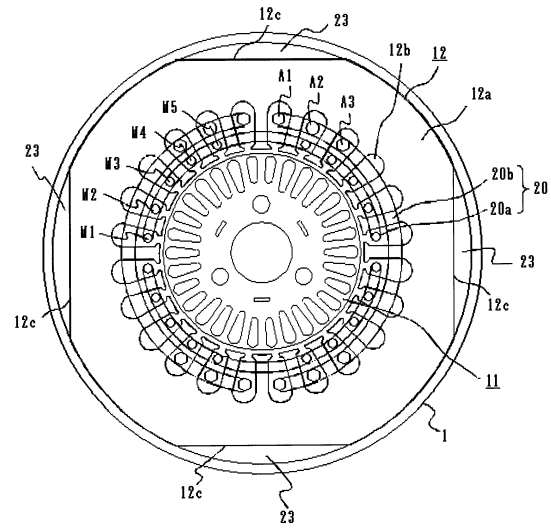
1 圧縮機、2 ガス流路、3 回転軸、3 a 偏心軸部、4 密閉容器、5 シリンダ、6 上軸受、7 下軸受、8 吐出マフラ、9 ローリングピストン、1 1 回転子、1 1 a 回転子鉄心、1 2 固定子、1 2 a 固定子鉄心、1 2 b 固定子スロット、1 2 c 切欠き、1 3 回転子スロット、1 4 カシメ、1 5 ガラス端子、1 8 電源、2 0 巻線、2 0 a 主巻線、2 0 b 補助巻線、2 1 リード線、2 2 吸入管、2 3 流路、3 0 アルミパー、3 2 エンドリング、5 0 ハンガー、5 1 リード側受け部、5 2 反リード側受け部、5 5 ワニス槽、5 6 ワニス、7 0 吐出管、8 0 吸入マフラ、1 0 0 電動機、2 0 0 圧縮機構、3 0 0 冷凍サイクル装置、3 0 1 四方弁、3 0 2 室外熱交換器、3 0 3 減圧装置、3 0 4 室内熱交換器。

30

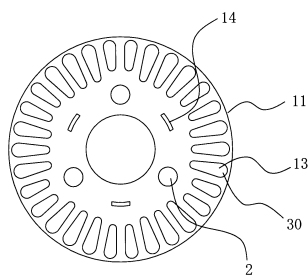
【図 1】



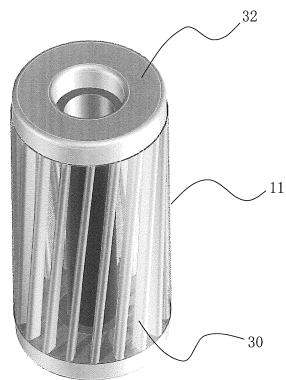
【図 2】



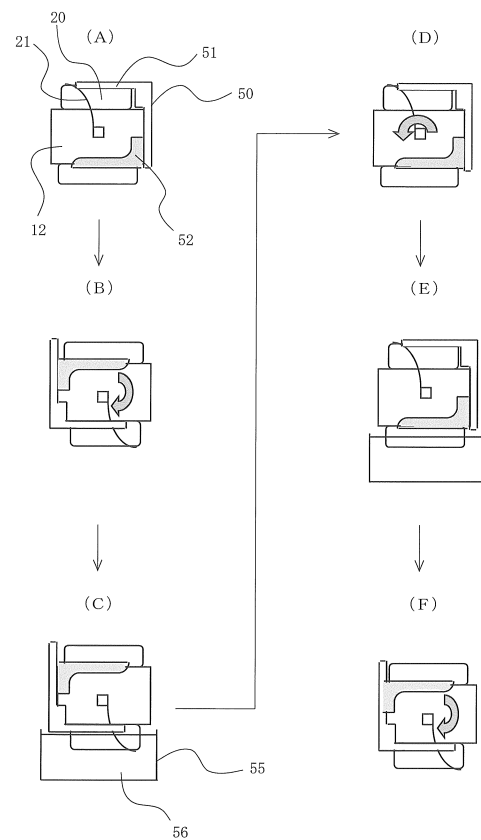
【図 3】



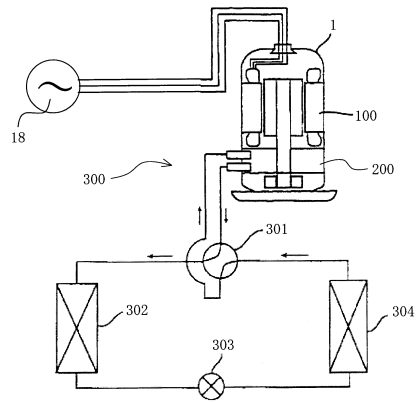
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100160831

弁理士 大谷 元

(72)発明者 堤 貴弘

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 鈴木 重幸

- (56)参考文献 特開平06-327203(JP,A)  
特開平07-163102(JP,A)  
特開2005-285933(JP,A)  
特開平06-327201(JP,A)  
特開平01-185152(JP,A)  
特開平05-115160(JP,A)  
特開2006-187059(JP,A)  
特開平10-304612(JP,A)  
特開平09-285079(JP,A)  
特開昭53-024502(JP,A)  
特開平03-285540(JP,A)  
特開2010-068600(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K15/00-15/02

H02K15/04-15/16

H02K 3/30- 3/52