

(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2017-123780

(P2017-123780A)

(43) 公開日 平成29年7月13日(2017.7.13)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H02K 3/52 (2006.01)	H02K 3/52 Z A B E	5 H 6 0 3
H02K 3/18 (2006.01)	H02K 3/18 J	5 H 6 0 4

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2017-44913 (P2017-44913)	(71) 出願人	000006013
(22) 出願日	平成29年3月9日 (2017.3.9)		三菱電機株式会社
(62) 分割の表示	特願2013-71386 (P2013-71386) の分割	(74) 代理人	100108431 弁理士 村上 加奈子
原出願日	平成25年3月29日 (2013.3.29)	(74) 代理人	100153176 弁理士 松井 重明
		(74) 代理人	100109612 弁理士 倉谷 泰孝
		(74) 代理人	100116643 弁理士 伊達 研郎
		(72) 発明者	藤末 義和 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

最終頁に続く

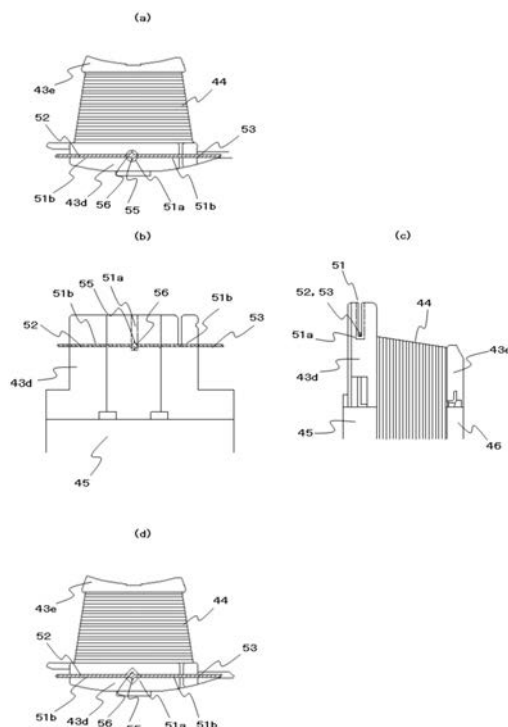
(54) 【発明の名称】 圧縮機用電動機、圧縮機、冷凍サイクル装置及び圧縮機用電動機の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 巻線とリード線とが酸化作用の強い素材の場合、その酸化膜を除去する溶接フラックスの作用も強力になるので、腐食性も高なり、洗浄の必要性も高くなるという課題があった。

【解決手段】 固定子に、円筒形のバックヨークとバックヨークから内側に突出した複数のティースを有する固定子鉄心と、固定子鉄心の軸方向の端面に装着された絶縁部材と、ティースに絶縁部材を介して巻き付けられた固定子巻線と、固定子巻線とは異なる金属で構成され外部電源に接続するリード導線と、固定子巻線の端面とリード線の端面とを突き合わせ冷間圧接にて接合された接合部と、を備え、接合部には、固定子巻線の端面とリード線の端面とに付着した異物を外周部に押し出したバリが形成されており、そのバリを、樹脂にて覆ったものである。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

円筒形の固定子と前記固定子の内側に配設された回転子を有する圧縮機用電動機において、

前記固定子は、円筒形のバックヨークと前記バックヨークから内側に突出した複数のティースを有する固定子鉄心と、前記固定子鉄心の軸方向の端面に装着された絶縁部材と、前記ティースに前記絶縁部材を介して巻き付けられた固定子巻線と、前記固定子巻線とは異なる金属で構成され外部電源に接続するリード線と、前記固定子巻線の端面と前記リード線の端面とを突き合わせ冷間圧接にて接合された接合部と、を備え、

前記接合部には、前記固定子巻線の端面と前記リード線の端面とに付着した異物を外周部に押し出したバリが形成されており、前記バリが樹脂にて覆われていることを特徴とする圧縮機用電動機。

【請求項 2】

前記絶縁部材は、前記バックヨークの軸方向の端面に前記固定子巻線を保持する外壁部を有し、

前記外壁部に収納部を設け、前記バリは前記収納部に収納されたことを特徴とする請求項 1 に記載の圧縮機用電動機。

【請求項 3】

前記収納部は、前記固定子鉄心の円周方向に設けられた前記外壁部の溝によって構成されたことを特徴とする請求項 2 に記載の圧縮機用電動機。

【請求項 4】

前記収納部は、前記外壁に前記固定子鉄心の径方向に設けられた第 1 の側壁と、前記第 1 の側壁との間に間隙を有するように前記外壁に設けられた第 2 の側壁と、によって構成されたことを特徴とする請求項 2 に記載の圧縮機用電動機。

【請求項 5】

前記樹脂は、絶縁性樹脂であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の圧縮機用電動機。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の圧縮機用電動機と、前記圧縮機用電動機に駆動され冷媒を圧縮する圧縮機構と、を備えたことを特徴とする圧縮機。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の圧縮機、室外側熱交換器、減圧器および室内側熱交換器を備えたことを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項 8】

請求項 2 から 4 のいずれかに記載の圧縮機用電動機において、前記樹脂は、熱硬化性あるいは紫外線硬化性のうち少なくとも一方の硬化特性を有し、前記収納部に前記樹脂を充填した後、前記バリを前記樹脂に埋没させ、加熱あるいは紫外線照射のうち少なくとも一方の作用によって硬化させたことを特徴とする圧縮機用電動機の製造方法。

【請求項 9】

前記樹脂は硬化前に $0.5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $5.0 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下の粘度を有することを特徴とする請求項 8 に記載の圧縮機用電動機の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、圧縮機に組み込まれる圧縮機用電動機に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

一般的に密閉型圧縮機は、密閉容器内に冷媒を圧縮する圧縮機構と、この圧縮機構を駆動する電動機が組み込まれており、圧縮機構と電動機は回転軸を介して接続されている。

電動機は密閉容器内に固定される固定子と、固定の内側に設けられ磁気作用によって回

10

20

30

40

50

転する回転子とから構成されている。回転軸は回転子の回転運動を圧縮機構に伝達し、伝達された回転運動を利用して圧縮機構にて冷媒を圧縮する。

固定子は、内周部に沿って複数の磁極歯が所定の間隔で放射状に設けられた固定子鉄心と、この磁極歯に絶縁部材を介して巻装される巻線とから構成されている。巻線は、電動機の外に引き出すリード線に接続され、コネクタを介して、密閉容器に設けられたガラス端子に接続される。巻線とリード線との接続は、半田付けや圧接端子にて接続される（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

固定子の巻線は、一般的に電気抵抗が低い銅線を用いるが、コスト低減のためアルミニウム線など、銅線に限らず用いられることがある（例えば、特許文献 2 参照）。

10

【0004】

圧縮機構にて圧縮される冷媒は、近年の地球温暖化防止対策のため、地球温暖化係数（Global Warming Potential、以下 GWP という）の低い R32 冷媒など、目的・用途に応じた冷媒が使用される。

また、ブラシレス DC モータを用いる場合には、モータ端子電圧がインバータ出力電圧となる回転数にてモータ誘起電圧より電流位相を進めて磁石磁束を弱める運転を行い、回転数を増加させる運転範囲を拡大させる制御も使用される（例えば、特許文献 3 参照）。

【0005】

また、空気調和機用の圧縮機では、回転位置に応じた負荷トルクのパターンに基づき、電動機の出力トルクを回転位置に応じた出力トルクに制御し、低速領域における振動、騒音を低減させる制御も使用される（例えば、特許文献 4 参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2001-197699 号公報（第 3 - 4 頁、第 1 - 3 図）

【特許文献 1】特開 2008-173001 号公報（第 4 頁）

【特許文献 1】特開 2001-115963 号公報（第 6 頁、第 7 頁）

【特許文献 1】特開昭 61-4492 号公報（第 2 - 3 頁）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

従来の密閉型圧縮機では電動機の巻線と電動機から引き出されるリード線は、半田付けや口ウ付けあるいは圧接端子のような接続部材にて接続されるのが一般的である。

一方、地球温暖化防止対策のための R32 冷媒は従来の R407C 冷媒あるいは R410A 冷媒に比べて動作温度が高く、吐出温度で 10 程度高い条件で使用される。電動機は、吐出された高温冷媒によって電動機全体が加熱されるため、従来に比べて高温条件で使用される。

また、巻線にアルミニウム線を使用した場合、銅線に比べて電気抵抗が高く、巻線温度が上昇する。電動機は、巻線によって固定子が加熱されるため、従来に比べて高温条件で使用される。

40

また、電動機の制御、例えば、圧縮機構の吸入の動作と吐出の動作によって生じる振動を抑制する制振制御や、高速回転領域にて回転子側が発生する逆起電力を抑制して回転数を上げる弱め界磁制御などを行うと、流す電流も大きくなり、巻線温度が上昇する。これにより、電動機は、従来に比べて高温条件で使用される。

これに対し、電動機の動作温度が高くなると、巻線やリード線を接続し固定する圧接端子では、それぞれの部品の素材の熱膨張率の違いから、巻線とリード線の固定状態が緩み、巻線、リード線、圧接端子の電氣的接触が低下し、接続部での電気抵抗が増加するという課題があった。そして、接続部での電気抵抗が増加すると、電動機の効率低下を招くとともに、接続部の温度上昇を引き起こし、巻線、リード線、圧接端子の熱膨張が促進され、さらに巻線とリード線の固定状態が緩みを大きくするという課題があった。

50

特に、部品の素材が、銅材、黄銅材、アルミニウム材のように異なる場合、各素材の熱膨張率の違いが大きいので、緩みが大きく電気抵抗の増加を招き易いという課題があった。

【 0 0 0 8 】

また、巻線とリード線を半田付けやロウ付けすると、巻線とリード線とは、半田やロウ材を介して接続されるので、接続部の電気抵抗は巻線の素材やリード線の素材より高く、電動機の効率低下や、接続部の温度上昇が生じるという課題があった。一般的に半田付けやロウ付けにて接続した接続部は、スリーブなどの保護部材にて他の導線と接触しないように保護するが、制振制御や弱め界磁制御のような大きな電流を流す制御では、接続部の温度上昇も高くなるので、保護部材にも高い耐熱性が必要となるという課題があった。

10

また、巻線やリード線の表面には酸化膜が生成されており、半田付けやロウ付けは母材と熔融金属とのぬれ現象によるものなので、酸化膜を化学的に除去するためフラックスを使用する。しかし、フラックスが接合部に残留すると、巻線あるいはリード線を腐蝕させたり、冷媒あるいは冷凍機油との化学反応によりスラッジなどの異物が発生し、圧縮機の摺動部の焼きつきや、配管や絞り弁の詰りを招いたりする恐れがある。そのため、洗浄工程を追加する必要があるなど、製造コストの上昇と生産性の低下を招くという課題があった。特に、アルミニウム材のような酸化作用の強い素材は、その酸化膜を除去する溶接フラックスの作用も強力になるので、腐食性も高なり、洗浄の必要性も高くなるという課題があった。

20

【 0 0 0 9 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、圧縮機用電動機の固定子巻線とリード線の接合において、固定子巻線とリード線とで異なる金属を用いるとともに、酸化膜を除去したり、フラックスを使用したり、接合部の洗浄を行ったりすることなく、接合部からスラッジなどの異物を発生させることを抑制した信頼性が高い圧縮機用電動機、圧縮機及び冷凍サイクル装置を得ることが目的である。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

この発明に係る圧縮機用電動機は、円筒形の固定子と固定子の内側に配設された回転子を有する圧縮機用電動機において、固定子に、円筒形のバックヨークとバックヨークから内側に突出した複数のティースを有する固定子鉄心と、固定子鉄心の軸方向の端面に装着された絶縁部材と、ティースに絶縁部材を介して巻き付けられた固定子巻線と、固定子巻線とは異なる金属で構成され外部電源に接続するリード導線と、固定子巻線の端面とリード線の端面とを突き合わせ冷間圧接にて接合された接合部と、を備え、接合部には、固定子巻線の端面とリード線の端面とに付着した異物を外周部に押し出したバリが形成されており、そのバリを、樹脂にて覆ったものである。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

この発明に係る圧縮機用電動機は、円筒形のバックヨークとバックヨークから内側に突出した複数のティースを有する固定子鉄心と、固定子鉄心の軸方向の端面に装着された絶縁部材と、ティースに絶縁部材を介して巻き付けられた固定子巻線と、固定子巻線とは異なる金属で構成され外部電源に接続するリード導線と、固定子巻線の端面とリード線の端面とを突き合わせ冷間圧接にて接合された接合部と、を備え、接合部には、固定子巻線の端面とリード線の端面とに付着した異物を外周部に押し出したバリが形成されており、そのバリを、樹脂にて覆ったので、固定子巻線とリード線とで異なる金属を用いるとともに、酸化膜を除去したり、フラックスを使用したり、接合部の洗浄を行ったりすることなく、接合部からスラッジなどの異物を発生させることを抑制した信頼性が高い圧縮機用電動機、圧縮機及び冷凍サイクル装置を得ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】この発明の実施の形態 1 に係る密閉型圧縮機の断面構成の一例を示す概略図であ

50

る。

【図 2】この発明の実施の形態 1 に係る密閉型圧縮機の圧縮機構の断面図である。

【図 3】この発明の実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置の構成図である。

【図 4】この発明の実施の形態 1 に係る密閉型圧縮機の電動機の断面図である。

【図 5】この発明の実施の形態 1 に係る電動機の固定子巻線の説明図である。

【図 6】この発明の実施の形態 1 に係る電動機の固定子巻線の結線図である。

【図 7】この発明の実施の形態 1 に係る電動機の絶縁部材の構成図である。

【図 8】この発明の実施の形態 1 に係る電動機の絶縁部材を固定子に取付けたところの説明図である。

【図 9】この発明の実施の形態 1 に係る電動機の絶縁部材を固定子に取付けたところの説明図である。

10

【図 10】この発明の実施の形態 1 に係る絶縁部材の収納部の説明図である。

【図 11】この発明の実施の形態 1 に係る密閉型圧縮機のトルク変化の説明図である。

【図 12】この発明の実施の形態 1 に係る導線の接合方法を説明図である。

【図 13】この発明の実施の形態 2 に係る絶縁部材の収納部の説明図である。

【図 14】この発明の実施の形態 2 に係る絶縁部材の収納部の別形態の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

実施の形態 1 .

ここでは、ロータリ圧縮機を一例に説明する。

20

図 1 はこの発明の実施の形態 1 における密閉型圧縮機の断面図、図 2 は図 1 の A - A ' で切断した断面図すなわち圧縮機構を上面から見た断面図である。図 1 にて、1 シリンダ型ロータリ圧縮機の一例である密閉型圧縮機の全体構成を説明する。密閉型圧縮機 100 は、密閉容器 10 内に、冷媒ガスを圧縮する圧縮機構 20 と、圧縮機構 20 を駆動する電動機 30 とが収納され構成されている。密閉容器 10 は上部容器 11 と下部容器 12 とで構成され、圧縮機構 20 が密閉容器 10 の下方に、電動機 30 が密閉容器 10 の上方に収納されている。圧縮機構 20 と電動機 30 とは、回転軸 21 で連結され、回転軸 21 は電動機 30 の回転運動を圧縮機構 20 に伝達し、圧縮機構 20 では伝達された回転力によって冷媒ガスが圧縮され密閉容器 10 内に吐出される。密閉容器 10 内は圧縮された高温・高圧の冷媒ガスによって満たされているとともに、密閉容器 10 の下方すなわち底部には圧縮機構 20 の潤滑のため冷凍機油が貯留されている。

30

回転軸 21 の下部にはオイルポンプが設けられており、オイルポンプは回転軸 21 の回転とともに密閉容器 10 の底部に貯留された冷凍機油を汲み上げ、圧縮機構 20 の各摺動部へ給油される。これにより、圧縮機構 20 の機械的潤滑作用が確保される。

【0014】

回転軸 21 は主軸部 21 a、偏心軸部 21 b、副軸部 21 c から構成され、軸方向に主軸部 21 a、偏心軸部 21 b、副軸部 21 c の順に形成されている。主軸部 21 a には電動機 30 が焼嵌または圧入され固定されており、偏心軸部 21 b には円筒状のローリングピストン 22 が摺動自在に嵌合されている。

【0015】

40

図 2 は圧縮機構 20 を図 1 の A - A で切断し上面側から見た断面図であり、圧縮機構 20 は、シリンダ 23、ローリングピストン 22、上軸受 24、下軸受 25、およびベーン 26 で構成されている。シリンダ 23 には、軸方向の両端が開口された円筒状の空間すなわちシリンダ室 23 a が内部に設けられている。シリンダ室 23 a 内には、シリンダ室 23 a 内で偏心運動を行う回転軸 21 の偏心軸部 21 b と、偏心軸部 21 b に勘合したローリングピストン 22 と、シリンダ室 23 a の内周とローリングピストン 22 の外周にて形成される空間を仕切るベーン 26 と、が収納されている。

【0016】

シリンダ 23 には、一方はシリンダ室 23 a 内に開口し、もう一方は背圧室 23 b が設けられたベーン溝 23 c が形成されており、そのベーン溝 23 c にはベーン 26 が収納さ

50

れている。ベーン 2 6 はベーン溝 2 3 c 内を径方向に往復運動する。ベーン 2 6 の形状は、ベーン溝 2 3 c に取付けられた状態でシリンダ室 2 3 a の周方向の厚さがシリンダ室 2 3 a の径方向およびシリンダ室 2 3 a の軸方向の長さよりも小さいほぼ直方体の形状である。ベーン溝 2 3 c の背圧室 2 3 b には図示しないベーンスプリングが設けられている。通常は、密閉容器 1 0 内の高圧の冷媒ガスが背圧室 2 3 b に流入し、背圧室 2 3 b 冷媒ガスの圧力とシリンダ室 2 3 a の冷媒ガスの圧力との差圧によりシリンダ室 2 3 a の中心に向って径方向にベーン 2 3 を動かす力を作り出す。この背圧室 2 3 b シリンダ室 2 3 a の差圧による力とベーンスプリングが径方向に押圧する力とによって、ベーン 2 3 はシリンダ室 2 3 a の中心に向って径方向に動かされる。ベーン 2 3 を径方向に動かす力はベーン 2 3 の一端すなわちシリンダ室 2 3 a 側の端部をローリングピストン 2 2 の円筒状の外周に当接させる。これによって、シリンダ 2 3 の内周とローリングピストン 2 2 の外周にて形成される空間を仕切ることができる。密閉容器 1 0 内の冷媒ガスすなわち背圧室 2 3 b の冷媒ガスの圧力とシリンダ室 2 3 a 内の冷媒ガスの圧力との差圧がベーン 2 3 をローリングピストン 2 2 の外周に押圧するために十分な圧力ではない場合でも、ベーンスプリングの力でベーン 2 3 の一端をローリングピストン 2 2 の外周に押圧することができるので、常にベーン 2 3 の一端はローリングピストン 2 2 の外周に当接することができる。

10

【 0 0 1 7 】

上軸受 2 4 は、回転軸 2 1 の主軸部 2 1 a に嵌合され主軸部 2 1 a を回転自在に支持するとともに、シリンダ室 2 3 a の軸方向の一方の開口部を閉塞している。同様に、下軸受 2 5 は、回転軸 2 1 の副軸部 2 1 c に嵌合され副軸部 2 1 c を回転自在に支持するとともに、シリンダ室 2 3 a の軸方向の一方の開口部を閉塞している。シリンダ 2 3 には密閉容器 1 0 の外部から冷媒ガスをシリンダ室 2 3 a 内に吸入する吸入ポートが設けられており、上軸受 2 4 には圧縮した冷媒ガスをシリンダ室 2 3 a 外に吐出する吐出ポートが設けられている。上軸受 2 4 は、側面視でほぼ逆 T 字形状であり、下軸受 2 5 は、側面視でほぼ T 字形状である。

20

【 0 0 1 8 】

上軸受 2 4 の吐出ポートには、吐出弁が設けられており、シリンダ 2 3 から吐出ポートを介して吐出される高温・高圧の冷媒ガスの吐出タイミングを制御する。すなわち、吐出弁は、シリンダ 2 3 のシリンダ室 2 3 a 内で圧縮される冷媒ガスが所定の圧力になるまで閉塞し、所定の圧力以上となると開口して高温・高圧の冷媒ガスをシリンダ室 2 3 a 外へ吐出させる。

30

【 0 0 1 9 】

シリンダ室 2 3 a 内では吸入、圧縮、吐出の動作を繰り返しているため、吐出ポートから吐出される冷媒ガスは間欠的に吐出され脈動音などの騒音となる。これを低減するため、上軸受 2 4 の外側すなわち電動機 3 0 側には上軸受 2 4 を覆うように吐出マフラ 2 7 が取付けられている。吐出マフラ 2 7 には、吐出マフラ 2 7 と上軸受 2 4 にて形成される空間と密閉容器 1 0 内とを連通する吐出穴が設けられている。シリンダ 2 3 から吐出ポートを介して吐出される冷媒ガスは、吐出マフラ 2 7 と上軸受 2 4 にて形成される空間に、一旦、吐出され、その後、吐出穴から密閉容器 1 0 内へ吐出される。

40

【 0 0 2 0 】

密閉容器 1 0 の横には、液冷媒が直接シリンダ 2 3 のシリンダ室 2 3 a に吸入されることを抑制する吸入マフラ 1 0 1 が設けられている。一般的に、密閉型圧縮機 1 0 0 は密閉型圧縮機 1 0 0 が接続された外部の回路から、低圧の冷媒ガスと液冷媒が混在して送られてくる。液冷媒がシリンダ 2 3 に流入し圧縮機構 2 0 で圧縮されると圧縮機構 2 0 の故障となるため、吸入マフラ 1 0 1 では、液冷媒と冷媒ガスを分離し、冷媒ガスのみシリンダ室 2 3 a に送る。吸入マフラ 1 0 1 はシリンダ 2 3 の吸入ポートと吸入連結管にて接続され、吸入マフラ 1 0 1 から送られる低圧の冷媒ガスは吸入連結管を介してシリンダ室 2 3 a に吸入される。

【 0 0 2 1 】

以上のように圧縮機構 2 0 は構成されており、回転軸 2 1 の回転運動により、シリンダ

50

23のシリンダ室23a内で回転軸21の偏心軸部21bが回転する。シリンダ室23aの内周と偏心軸部21bに嵌合されたローリングピストン22の外周とベーン26によって仕切られた作動室は、回転軸21の回転とともに、容積が増加・減少する。先ず初めに、この作動室と吸入ポートが連通し、低圧冷媒ガスが吸入される。次に、吸入ポートの連通が閉鎖され、作動室の容積減少とともに、作動室内の冷媒ガスが圧縮される。最後に、吐出ポートと連通し、作動室内の冷媒ガスが所定の圧力に達した後、吐出ポートに設けられた吐出弁が開き、作動室外すなわちシリンダ室23aの外へ圧縮され高圧・高温となった冷媒ガスが吐出される。

シリンダ室23aから吐出マフラ27を介し、密閉容器10内に吐出された高圧・高温の冷媒ガスは、電動機30内を通過し、密閉容器10内を上昇し、密閉容器10の上部に設けられた吐出管102から、密閉容器10の外部へ吐出される。密閉容器10の外部には冷媒が流れる冷凍回路が構成されており、吐出された冷媒は冷凍回路を循環して、再び吸入マフラ101に戻ってくる。

【0022】

図3は、密閉型圧縮機100が接続される空気調和機などの冷凍サイクル装置の概略構成図である。冷凍サイクル装置200は、密閉型圧縮機100の吸入側に接続された密閉型圧縮機100の吸入マフラ101、密閉型圧縮機100の吐出側に接続された密閉型圧縮機100からの冷媒の流れを切替える四方切替弁103、室外側熱交換器104、電動膨張等の減圧器105、室内側熱交換器106、を備え、配管を介して順次接続して冷凍回路を形成することで、構成されている。なお、一般的に冷凍空調装置では、室内側熱交換器106は屋内の装置に、残る密閉型圧縮機100、四方切替弁103、室外熱交換器104、減圧器105は屋外の装置に搭載されている。

【0023】

例えば、空調機の暖房運転では、四方切替弁103は図3の実線側に接続される。密閉型圧縮機100で圧縮された高温高圧の冷媒は室内側熱交換器106に流れ、凝縮し、液化した後、減圧器105で絞られ、低温低圧の二相状態となり、室外側熱交換器104へ流れ、蒸発し、ガス化して四方切替弁103を通過して再び密閉型圧縮機100に戻る。すなわち、図3の実線矢印に示すように冷媒は循環する。この循環によって、蒸発器である室外側熱交換器104では外気と熱交換して、室外側熱交換器104に送られてきた冷媒が吸熱し、吸熱した冷媒は凝縮器である室内側熱交換器106に送られ、室内の空気と熱交換を行い、室内の空気を温める。

【0024】

冷房運転の場合には、四方切替弁103は図3の破線側に接続される。密閉型圧縮機100で圧縮された高温高圧の冷媒は室外側熱交換器104に流れ、凝縮し、液化した後、減圧器105で絞られ、低温低圧の二相状態となり、室内側熱交換器106へ流れ、蒸発し、ガス化して四方切替弁103再び密閉型圧縮機100に戻る。すなわち、暖房運転から冷房運転が変わると、室内側熱交換器106が凝縮器から蒸発器に変わり、室外側熱交換器104が蒸発器から凝縮器に変わる。よって、図3の破線矢印に示すように冷媒は循環する。この循環によって、蒸発器である室内側熱交換器106では室内の空気と熱交換を行い、室内の空気から吸熱すなわち室内の空気を冷却し、吸熱した冷媒は凝縮器である室外側熱交換器104に送られ、外気と熱交換を行い、外気に放熱する。

【0025】

このとき、冷媒は、一般的にR407C冷媒あるいはR410A冷媒、R32冷媒などが使われる。

【0026】

次に、圧縮機構20に回転力を伝達する電動機30について説明する。

図4は図1のB-B'にて電動機30を切断し上面側から見た断面図であり、電動機30は、密閉容器10の内周に固定されるほぼ円筒状の固定子41と、固定子41の内側に配設されたほぼ円柱状の回転子31を備える。

【0027】

10

20

30

40

50

回転子 3 1 は、薄板電磁鋼板を打抜いた鉄心シートを積層し形成された回転子鉄心 3 2 で構成されている。回転子の構成には、ブラシレス DC モータのような永久磁石を用いるものと、誘導電動機のように二次巻線を使用するものがある。例えば、図 4 のようなブラシレス DC モータの場合は、回転子鉄心 3 2 の軸方向に磁石挿入孔 3 3 が設けられ、その磁石挿入孔にはフェライト磁石や希土類磁石などの永久磁石 3 4 が挿入されている。その永久磁石 3 4 によって回転子 3 1 上の磁極を形成する。回転子 3 1 上の磁極が作る磁束と固定子 4 1 の固定子巻線が作る磁束との作用によって、回転子 3 1 を回転させる。

図示しない誘導電動機の場合には、回転子鉄心 3 2 に永久磁石の代わりに二次巻線が設けられており、固定子 4 1 の固定子巻線が回転子側の二次巻線に磁束を誘導して回転力を発生させ、回転子 3 1 を回転させる。

10

【0028】

回転子鉄心 3 2 の中心には、回転軸 2 1 を通す軸穴が設けられており、回転軸 2 1 の主軸部 2 1 a が焼き嵌め等により締結されている。これにより、回転子 3 1 の回転運動を回転軸 2 1 に伝達する。軸穴の周囲には、風穴 3 5 が設けられており、電動機 3 0 の下方にある圧縮機構 2 0 にて圧縮された高圧・高温の冷媒が、風穴 3 5 を通過する。なお、圧縮機構 2 0 にて圧縮された冷媒は、風穴 3 5 以外にも、回転子 3 1 と固定子 4 1 との間のエアギャップや固定子巻線の間隙も通過する。

【0029】

固定子 4 1 は、固定子鉄心 4 2、絶縁部材 4 3、固定子巻線 4 4 から構成され、ほぼ円筒状の形状であり、中心にほぼ円柱状の回転子 3 1 が配置をされている。

20

固定子鉄心 4 2 は、回転子 3 1 と同様に薄板電磁鋼板を打抜いた鉄心シートを積層して形成されており、固定子鉄心 4 2 の外径は下部容器 1 2 の中間部分の内径より大きく製作され、下部容器 1 2 の内径に焼嵌めによって固定されている。また、固定子鉄心 4 2 は、外周側の円筒形部を形成するバックヨーク 4 5 と、バックヨーク 4 5 から固定子 4 1 の径方向の中心側、すなわち回転子 3 1 の方向に等間隔に突出した複数の磁極歯すなわちティース 4 6 とで構成されている。ティース 4 6 には固定子巻線 4 4 を施すことにより、磁極を構成する。ティースとティースの間には、固定子巻線 4 4 が収容できる空間すなわちスロット 4 7 が形成されている。

【0030】

固定子巻線 4 4 にはリード線 4 8 が接続されている。リード線 4 8 は密閉容器 1 0 に固定されたガラス端子 4 9 と接続されており、ガラス端子 4 9 から電力が供給される。ガラス端子 4 9 にはリード線 4 8 を介して固定子巻線 4 4 に電力を供給する外部電源が接続される。外部電源は密閉容器 1 0 の外に設けられる、例えば、インバータ装置などである。固定子巻線 4 4 は、固定子鉄心 4 2 に複数設けられたティース 4 6 に絶縁部材 4 3 を介して固定子 4 1 の軸方向すなわち上下方向に巻き付けられた巻線の集合体であり、固定子巻線 4 4 はティースとティースの間に形成されるスロット 4 7 にほぼ隙間無く収納されている。固定子巻線 4 4 に電流を流したとき、これらの固定子巻線 4 4 が巻きつけられたティース 4 6 が磁極となる。磁極の方向は、固定子巻線 4 4 に流す電流の方向によって変わる。

30

【0031】

図 5、6 は、一般的な三相電動機の固定子巻線の結線図である。一般的に三相電動機の固定子巻線は、3 つの独立した巻線の集合体から構成され、それぞれ、U 相固定子巻線、V 相固定子巻線、W 相固定子巻線と称する。

40

【0032】

例えば、図 5、図 6 の固定子 4 1 は、ティース 4 6 a ~ 4 6 r と、固定子巻線 4 4 a ~ 4 4 i を有している。まず、U 相の固定子巻線は、図 5 のように、ティース 4 6 a、4 6 b、4 6 c に巻き付けられた固定子巻線 4 4 a と、ティース 4 6 g、4 6 h、4 6 i に巻き付けられた固定子巻線 4 4 b と、ティース 4 6 m、4 6 n、4 6 o に巻き付けられた固定子巻線 4 4 c と、からなり、固定子巻線 4 4 a、固定子巻線 4 4 b、固定子巻線 4 4 c を図 6 のように直列に接続して、U 相固定子巻線 4 4 k を構成している。U 相固定子巻線

50

4 4 k の端末の一方は中性点 4 4 j に接続され、もう一方はリード線 4 8 u に接続され、固定子 4 1 の U 相を構成する。同様に、V 相の固定子巻線は、ティース 4 6 e、4 6 f、4 6 g に巻き付けられた固定子巻線 4 4 d と、ティース 4 6 k、4 6 l、4 6 m に巻き付けられた固定子巻線 4 4 e と、ティース 4 6 q、4 6 r、4 6 a に巻き付けられた固定子巻線 4 4 f と、からなり、固定子巻線 4 4 d、固定子巻線 4 4 e、固定子巻線 4 4 f を直列に接続して、V 相固定子巻線 4 4 l を構成している。V 相固定子巻線 4 4 l の端末の一方は中性点 4 4 j に接続され、もう一方はリード線 4 8 v に接続され、固定子 4 1 の V 相を構成する。W 相の固定子巻線は、ティース 4 6 c、4 6 d、4 6 e に巻き付けられた固定子巻線 4 4 g と、ティース 4 6 i、4 6 j、4 6 k に巻き付けられた固定子巻線 4 4 h と、ティース 4 6 o、4 6 p、4 6 q に巻き付けられた固定子巻線 4 4 i と、からなり、固定子巻線 4 4 g、固定子巻線 4 4 h、固定子巻線 4 4 i を直列に接続して、W 相固定子巻線 4 4 m を構成している。W 相固定子巻線 4 4 m の端末の一方は中性点 4 4 j に接続され、もう一方はリード線 4 8 w に接続され、固定子 4 1 の W 相を構成する。

U 相、V 相、W 相の固定子巻線に、電流を流すことによって、固定子巻線が励磁され、ティース 4 6 a ~ 4 6 r が磁極となる。

固定子巻線 4 4、リード線 4 8 は銅線が使用されるが、アルミニウム線であっても構わない。リード線 4 8 に銅線、固定子巻線 4 4 にアルミニウム線を使用するように混在した使用方法でも構わない。

ティース 4 6 の回転軸 2 1 軸に対して円周方向の側面間、すなわちティースとティースの間に形成されるスロット 4 7 は、ティース 4 6 と固定子巻線 4 4 が接触しないように、絶縁部材 4 3 が覆っている。

【0033】

絶縁部材 4 3 は、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着される絶縁部材 4 3 a、4 3 b、4 3 c と、スロット 4 7 の内壁すなわちティース 4 6 の回転軸 2 1 軸に対して円周方向の側面を覆う部分（図示しない）から構成されている。絶縁部材 4 3 a と 4 3 b は、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面のうち、リード線 4 8 が配置されている側に装着され、絶縁部材 4 3 c はその反対側の端面に装着されている。絶縁部材 4 3 b に対して、絶縁部材 4 3 a には収納部 5 1 が設けられている。図 7 は、その絶縁部材 4 3 のうち、4 3 a を示したものである。図 7 (a) は固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着された状態で、回転軸 2 1 軸方向すなわち固定子鉄心 4 2 の上面から見た図、図 7 (b) は固定子鉄心 4 2 の外周側から見た図、図 7 (c) は固定子鉄心 4 2 の円周方向すなわち側方から見た図である。図 8 は、固定子鉄心 4 2 に図 7 の絶縁部材 4 3 を装着した状態であり、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向すなわち上方から見た図である。図 9 は、固定子鉄心 4 2 に絶縁部材 4 3 が装着された状態を、固定子鉄心 4 2 の円周方向すなわち側方から見た図であり、(a) は固定子巻線 4 4 を巻き回す前、(b) は固定子巻線 4 4 を巻き回した後、(c) は図 8 の C - C' にて切断した断面図である。

固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着される部分は、ティース 4 6 毎に設けられるので、図 7 ではティース 4 6 毎に分割された絶縁部材 4 3 a を示したが、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面を回転軸 2 1 軸を一周するように円環状につながった構成でも構わない。

固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着される部分は、固定子鉄心 4 2 のバックヨーク 4 5 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着されるバックヨーク 4 5 の形状に沿ってほぼ円弧状に形成された外壁部 4 3 d と、ティース 4 6 の先端部の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着される内壁部 4 3 e と、内壁部 4 3 e が装着された部分を除く、ティース 4 6 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着され、その端面を覆うティース被覆部 4 3 f と、にて構成されている。すなわち、図 9 (a) のように絶縁部材 4 3 a が固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着された状態において、絶縁部材 4 3 a の固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着される部分は、ティース 4 6 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着され、その端面を覆うティース被覆部 4 3 f と、ティース被覆部 4 3 f の外周側に設けられバックヨーク 4 5 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着される外壁部 4 3 d と、ティース被覆部 4

10

20

30

40

50

3 f の内周側に設けられティース 4 6 の先端部の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着される内壁部 4 3 e と、を有する構成であり、外壁部 4 3 d と内壁部 4 3 e の間にティース被覆部 4 3 f が設けられている。なお、外壁部 4 3 d と内壁部 4 3 e は、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に立設して設けられ、それぞれ、回転軸 2 1 軸方向に延設されている。固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着される部分は、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面のどちらに装着されるものであっても、同様の構成を有する。

また、外壁部 4 3 d と内壁部 4 3 e とティース被覆部 4 3 f はティース 4 6 毎に設けられている。

また、絶縁部材 4 3 a には、絶縁部材 4 3 a の固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面と接触する側には、4 3 g、4 3 h のような位置決め突起が複数設けられ、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面には、この位置決め突起対応する穴が設けられている。装着の際には、この位置決め突起が固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面の穴に挿入されることにより、所定の位置に装着することができる。なお、穴と突起は嵌合する形状であっても構わない。図示しないが、絶縁部材 4 3 b、4 3 c には、同様の構成を設け、所定の位置に装着することができるような構成となっている。

スロット 4 7 の内壁を覆う部分と、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着される部分とは、一体化されたものであっても、別体のものであっても構わない。

【0034】

スロット 4 7 の内壁を覆う部分と、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着される部分とが一体化された絶縁部材の場合、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の一方の端面側から、スロット 4 7 の内壁を覆う部分にてティース 4 6 を挟み込むように、スロット 4 7 の内壁を覆う部分をスロット 4 7 に挿入し嵌合させる。スロット 4 7 に挿入されたスロット 4 7 の内壁を覆う部分が固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向のもう一方の端面側まで達し、スロット 4 7 の内壁を覆い隠したところで、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着する部分が固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の一方の端面に接し、スロット 4 7 への挿入が完了する。そして、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に係止される。固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向のもう一方の端面側には、スロット 4 7 の内壁を覆う部分を有しない固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着される部分が装着され、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の一方の端面側からスロット 4 7 に挿入したスロット 4 7 の内壁を覆う部分を、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向のもう一方の端面側から係止あるいは嵌合する。これによって、スロット 4 7 の内壁を覆う部分はスロット 4 7 内に係止されるとともに、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に装着される部分も、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面上に係止される。

【0035】

スロット 4 7 の内壁を覆う部分と、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に取付けられる部分とが別体のものは、先にスロット 4 7 の内壁を覆う部分をスロット 4 7 に挿入し、次に、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に取付けられる部分を両端面に装着する。固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に取付けられる部分は、それぞれの方向からスロット 4 7 の内壁を覆う部分と係止あるいは嵌合し、スロット 4 7 の内壁を覆う部分をスロット 4 7 内に係止あるいは固定する。例えば、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に取付けられる部分に、爪を設け、その爪とスロット 4 7 の内壁との間で、スロット 4 7 の内壁を覆う部分を挟み込み、スロット 4 7 内に係止する。このとき、爪がスロット 4 7 の内壁を押圧する力によって、固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に取付けられる部分も固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面上に係止される。

【0036】

なお、絶縁部材 4 3 の少なくとも固定子鉄心 4 2 の回転軸 2 1 軸方向の端面に取付けられる部分 4 3 a、4 3 b、4 3 c は、LCP（液晶ポリマー）などのエンジニアリングプラスチックなどの絶縁性樹脂にて形成されており、スロット 4 7 を覆う部分が、一体化されたものについては、同じエンジニアリングプラスチックなどの絶縁性樹脂にて形成されている。スロット 4 7 を覆う部分が、別体の場合は、エンジニアリングプラスチックなど

10

20

30

40

50

の絶縁性樹脂である以外に、PET（ポリエチレンテレフタレート）のような絶縁フィルムで構成されていても構わない。

【0037】

固定子巻線44は、スロット47の内壁すなわちティース46のスロット47の内壁を構成する面に絶縁部材43のスロット47の内壁を覆う部分が装着されるとともに、図9（a）のように固定子鉄心42の回転軸21軸方向の端面を構成するティース46の回転軸21軸方向の端面にティース被覆部43fが装着され、ティース46の回転軸21軸方向の端面とスロット47の内壁を構成する面を絶縁部材43が覆った状態で、その絶縁部材43上から図9（b）のようにティース46に巻き回される。これにより、固定子巻線44とティース46とが絶縁される（例えば、図9（c））。なお、固定子巻線44は、外壁部43dと内壁部43eの間に巻き回されるとともに、ティース46上に積層上に巻き回されていく固定子巻線44は外壁部43dと内壁部43eによって保持され、外壁部43dより外周側に、内壁部43eにより内周側に崩れることなく、巻き回することができる。

10

なお、固定子鉄心42に装着される絶縁部材43は、固定子巻線44が巻き付けられることによって、装着した位置に固定される。

【0038】

絶縁部材43aの外壁部43dには、固定子巻線44とリード線48の接続部分を収納する収納部51が設けられている。例えば、図10は、絶縁部材43aが固定子鉄心42の回転軸21軸方向の端面に装着された状態で、絶縁部材43aの外壁部43dに固定子鉄心42の円周方向の溝を設け、その溝を収納部51とし、固定子巻線44とリード線48の接合部を収納部51に収納する。収納部51は、固定子鉄心42の回転軸21軸方向で固定子鉄心42と反対側すなわち上方と、固定子鉄心42の円周方向に、それぞれ開放されている。なお、図10（a）は固定子鉄心42の回転軸21軸方向すなわち上方から見た絶縁部材43aの外観図で、（b）は固定子鉄心42の外周側から見た絶縁部材43aの外観と収納部51の内部を表した図と、（c）は固定子鉄心42aの円周方向すなわち側方から見た絶縁部材43aが固定子鉄心42に装着され固定子巻線44を巻き回された外観図である。

20

なお、収納部51は、各相に設けられており、例えば、図5、6では、U相、V相、W相毎に、接合部56u、56v、56wを有するので、収納部51u、51v、51wが設けられ、各接合部を収納する。

30

【0039】

以上のような構成によって、電動機30は、回転子31が作る磁束と固定子41の固定子巻線44が作る磁束との作用によって、回転子31を回転させ、回転力を回転軸21へ伝達し、回転軸21を介して圧縮機構20へ伝達する。

電動機30が発生する回転力すなわち発生トルクは、圧縮機構20の吸入、圧縮、吐出の工程に必要な負荷量に従う。すなわち、圧縮機構20の負荷量が大きくなると電動機30が発生するトルクも大きくする必要がある。電動機30の発生トルクは、固定子巻線44に流す電流によって発生する磁束と、回転子31に設けられた永久磁石や二次巻線の磁束の作用によって発生する。その発生トルクの大きさは、固定子41と回転子31が発生する磁束の大きさによって決められる。一般的には、回転子31側の磁束の大きさは搭載する永久磁石や二次巻線の設計によって設計時におおよそ決められ、固定子41の磁束の大きさを決める要素のうち固定子巻線44を巻き回す回数も設計時に決められるので、電動機30の発生トルクの大きさは、固定子巻線44に流す電流の増減によって制御する。すなわち、電動機30の発生トルクを大きくするためには固定子巻線44に流す電流を増加させ、発生トルクを小さくしたい場合には固定子巻線44に流す電流を減少させる。固定子巻線44に流す電流は、リード線48とガラス端子49を解して接続された外部電源、例えば、インバータ装置によって、制御することができ、インバータ装置によって、圧縮機構20の負荷量に合わせて電動機30に必要な発生トルクを発生させることができる。インバータ装置は、電動機30のU相巻線、V相巻線、W相巻線にそれぞれ、120°

40

50

每位相が異なる交流を印加させ、電動機 30 を駆動する。

【0040】

ここで、固定子巻線 44 は、銅線が使用されることが一般的であるが、コスト削減のため、アルミニウム線が使用されたものもある。しかし、アルミニウム線を使用した場合、同じ線径の導線でも、銅線の 1.6 倍程度の電気抵抗を有する。圧縮機構 20 の負荷量が変わらなければ、必要とする負荷トルクの大きさも同じであり、固定子巻線 44 に流す電流も変わらない。したがって、固定子巻線 44 にアルミニウム線を用いた場合でも銅線を用いた場合と同じ電流量を流す必要がある。必要な電流を流すと銅線を用いた固定子巻線に比べアルミニウム線を用いた固定子巻線が発生するジュール熱は増加するので、銅線に比べアルミニウム線は動作温度が高くなる。すなわち、固定子巻線 44 の温度上昇の上限値が上昇する。固定子巻線 44 の温度上昇を抑えるために、固定子巻線 44 の線径を太くし電気抵抗を下げる方法もある。しかし、圧縮機構 20 が必要とする負荷トルクの大きさは変わらないので、固定子 41 に発生する磁束量を同じだけ確保するためにはティース 46 に巻き回す回数も同数必要であり、固定子巻線 44 を収納するスロット 47 の断面積には限界があるので、固定子巻線 44 の線径を太くし電気抵抗を下げ温度上昇を抑制する方法にも限界がある。よって、銅線でもアルミニウム線でも動作温度は同じ程度として用いていくには課題がある。

10

【0041】

また、密閉型圧縮機では、近年の地球温暖化防止対策のため、従来の R407C 冷媒あるいは R410A 冷媒に比べて、GWP の低い冷媒を使用していく計画がある。しかし、GWP の低い冷媒の中には、従来と同じ冷凍サイクル装置の構成にて、従来の R407C 冷媒あるいは R410A 冷媒と同等の熱交換能力を引き出すためには、R407C 冷媒あるいは R410A 冷媒の動作温度より高い動作温度条件で動作させる必要があるものがある。例えば、低 GWP 冷媒として注目されている R32 冷媒は吐出温度で 10 程度高い条件で動作させなければ、R407C 冷媒あるいは R410A 冷媒と同等の熱交換能力が発揮されない。このような条件で密閉型圧縮機 100 を動作させた場合、圧縮機構 20 で圧縮された高圧・高温冷媒は、電動機 30 を通過して密閉容器 10 の上方の吐出管 102 から密閉容器 10 の外へ吐出されるが、高温の冷媒が電動機 30 を通過することによって電動機 30 の温度も上昇させられる。

20

【0042】

また、図 1 に示す密閉型圧縮機 100 は、圧縮機構 20 が 1 組のシリンダとローリングピストンとベーンによって構成されたシングルロータリ形式のもので、ローリングピストンが 1 回転する間に吸入工程、圧縮工程、吐出工程を行うものである。ローリングピストンの 1 回する間で圧縮機構 20 が必要とする負荷量すなわち負荷トルクは図 11 の実線のように工程によって変わる。吸入工程が最もトルクを必要とせず、圧縮工程から吐出工程に移るときが最も大きなトルクを必要とする。これに対し、電動機 30 の発生トルクは、ほぼ一定のため、負荷トルクと発生トルクと違いにより、角速度が上昇、下降が生じ、電動機 30 は回転むらを発生させ、回転脈動が生じ、振動が発生する。

30

この振動を抑制するために、密閉型圧縮機 100 に電力を供給する外部電源すなわちインバータ装置では、圧縮機構 20 の回転位置に応じた負荷トルクに基づき、電動機の発生トルクを圧縮機構 20 の回転位置に応じて必要な発生トルクに制御し、図 11 の破線のように、回転むらを小さくし、回転脈動を抑制することで、振動を抑制する制振制御を行うものがある。しかしながら、このような制御を行うと、圧縮機構 20 の平均負荷トルクが小さくても、その最大負荷トルクは 3 倍程度に達することもある。固定子巻線 44 に流す電流量は、電動機 30 の発生トルクに比例するので、圧縮機構 20 の回転位置に応じて必要な電流量に増減、制御される。よって、巻線には所定の回転位置で大電流が流れるとともに、所定の回転位置の巻線の動作温度が著しく上昇する。

40

【0043】

また、回転子 32 に永久磁石を用いるブラシレス DC モータの形式では、電動機 30 に電源供給するインバータ装置の出力電圧の周波数を可変させ、電動機 30 の可変速制御を

50

行う。近年の省エネ・高効率化によって、回転数の低い低速領域での効率が重視され、固定子 4 1 の巻線の巻き回し回数を増加させたり、回転子 3 1 に使用する永久磁石 3 4 を高磁力の希土類磁石などを使用したりしている。そのため、回転数の高い高速領域では回転子 3 2 の永久磁石 3 4 が発生する逆起電力が、インバータ装置から印加される電圧を越え、電動機 3 0 に電流が流せなくなり、それよりも回転数を上げることができなくなる。これを防ぐために、固定子巻線 4 4 の電流位相を制御し、永久磁石 3 4 とは逆向きの磁束を固定子の磁極すなわちティースに発生させて永久磁石 3 4 の磁束すなわち永久磁石 3 4 の逆起電力を低減させる弱め界磁制御を行う場合が多い。

しかしながら、弱め界磁制御も必要な発生トルク以外の逆起電力を低減させる電流を流すので、大電流となり、巻線の動作温度が著しく上昇する。

10

【0044】

以上のように、コスト、環境、効率などの要因により、改善が施されるほど、固定子巻線 4 4 の動作温度が上昇し、高い温度条件での使用が必要になる。従来、例えば、絶縁種は、絶縁種を E 種・120 で実現できていたが、冷媒を R32 化した場合、電動機全体の温度上昇上限の上昇に伴い、絶縁種を 155・F 種程度に変更することで、実現可能である。また、巻線のアルミニウム線化を行い、従来と同じ出力を得る場合も、制振制御や弱め界磁制御によって運転範囲拡大を図る場合も同じく、絶縁種の変更で、実現可能である。一方、巻線の温度上昇が高くなると、固定子巻線 4 4 とリード線 4 8 とを圧接端子の押圧力によって接続し固定する一般的な方法では、固定子巻線 4 4、リード線 4 8、圧接端子に使用する金属の熱膨張率の違いから接続固定部が変形し、固定子巻線 4 4 やリード線 4 8 の固定状態が緩み、電気的接触状態が劣化し、電気抵抗が増加する。したがって、従来の温度条件では問題ではなかったが、温度条件の上限拡大が必要な要素を導入し、それに応じて絶縁種を高温のランクに変更したとしても、固定子巻線 4 4 とリード線 4 8 の接続部に課題があり、十分な能力を発揮することができない。

20

固定子巻線 4 4 とリード線 4 8 を半田付けやろう付け方法もあるが、固定子巻線 4 4 とリード線 4 8 とは、半田やろう材を介して接続されるので、接続部の電気抵抗は巻線の素材やリード線の素材より高く、電動機 3 0 の効率低下や、接続部の温度上昇が生じる。固定子巻線 4 4 やリード線 4 8 の表面には酸化膜が生成されており、半田付けやろう付けする場合には、フラックスにて酸化膜を化学的に除去する。しかし、フラックスが接合部に残留すると、固定子巻線 4 4 あるいはリード線 4 8 を腐蝕させたり、冷媒あるいは冷凍機油との化学反応によりスラッジなどの異物が発生し、圧縮機の摺動部の焼きつきや、配管や絞り弁の詰りを招いたりする恐れがある。そのため、洗浄工程が必要となり、課題が多い。

30

固定子巻線 4 4 とリード線 4 8 は温度変化に対して接続状態が変わらない冷間圧接を用いる方法があるが、接続部分である接合部でバリが発生するため、バリの除去が必要である。しかしながら、バリは完全に除去することは難しく、残ったバリの先端部が他の固定子巻線の絶縁用被覆や他のリード線の絶縁用被覆を傷つけ固定子巻線の絶縁耐力を低下させたり、残ったバリの先端部の薄い部分が折れたり砕けたりして飛散しスラッジとなる。そこで、絶縁部材 4 3 に図 10 のような収納部 5 1 を設け、冷間圧接による接合部を収納部 5 1 に収納し絶縁樹脂にて覆うことで、密閉型圧縮機 100 への適用を図った。

40

【0045】

図 12 は、2 本の導線（第 1 導線と第 2 導線）を冷間圧接した接合部の説明図である。ここで、第 1 の導線、第 2 の導線とは、固定子巻線 4 4、リード線 4 8 のことである。なお、図 12 の（a）は接合前の状態で、（b）は接合中、（c）は接合完了の状態である。

冷間圧接とは、金属材料を加圧・変形させる事により相互の金属間で原子結合を起こした接合状態である。通常、金属の内部は、原子核を回る電子の働きにより規則正しく並んで結合された状態であるが、金属の表面に並ぶ原子は、外側につなぐ相手が無く不安定な状態（活性化状態）となるため、空気中の酸素原子と結合して安定な状態すなわち酸化被膜を形成した状態となる。通常は、金属材料どうしを接触させても、酸化被膜があるので

50

、金属間で原子結合を起こすような接合状態は起きないが、表面の金属から酸素原子を取り除き（酸化被膜を取り除く）、金属材料の表面を活性化状態にした金属どうしを接触させると、例え異なる種類の金属であっても、原子核を回る電子の働きにより原子結合を起こし、接合される。

これに対して、圧接端子は、圧接端子を形成する金属片に導線を挟む溝を設け、溝に導線を挟み込み、金属片の弾性力を利用し押圧し続けることで、圧接端子と導線の接触を維持するものである。しかし、圧接端子と導線のそれぞれの表面には酸化被膜が形成されており、酸化被膜を除去した接合ではないので、金属材料の表面が活性化し原子結合することは無く、冷間圧接の接合状態とは異なる。また、半田付けやろう付けのように別の金属が溶融した接合とは、接合しようとしている金属材料の間に別の金属入ることと、接合しようとしている金属材料の表面が活性化し原子結合したものではないので、冷間圧接の接合状態とは異なる。

なお、本願の冷間圧接では、導線の端面どうしを接合するため、接合面積が小さく、酸化被膜を除去して冷間圧接をする方法をとらず、酸化被膜を残したまま導線の端面どうしを端面が変形するまで連続して押し込むことにより、端面にある酸化被膜を含めた全ての異物を導線の外周部より外側に押し出す方法をとる。したがって、押し出された異物がバリとなる。

例えば、図12のように第1導線52の端末と第2導線53の端末をそれぞれの端面52aと端面53aにて接合する場合で説明すると、先ず、図12(a)のように第1導線52と第2導線53を専用治具54でクランプし、第1導線52の端末部の端面52aと第2導線53の端末部の端面53aを突合せ、第1導線52を端面52aの方向に、第2導線53を端面53aの方向にそれぞれ押し付け、押圧する。端面52aと端面53aは図12(b)のように変形を開始し、端面52aと端面53aを構成する金属は第1導線52、第2導線53の半径方向かつ外周面より外側に押し出される。これにより、端面52a、53a上にある異物も第1導線52、第2導線53の外周面より外側に追い出される。さらに、第1導線52、第2導線53を押圧し、押し込んでいくことにより、第1導線52と第2導線53は相互の金属間で原子結合を起し接合される。同時に、図12(c)のように第1導線52、第2導線53の外周面より外側に追い出された金属と異物は、バリ55となる。

【0046】

冷間圧接による接合は導線の端面にある全ての異物をバリ55として外部に押し出すので、接合部56の電気特性は第1導線52・第2導線53の母材と差異が生じず、他の接続方法と比べて電氣的損失が小さい。接合部56は相互の金属間で原子結合を起こした状態であるため、接続した導線に張力をかけても、接合部56が離れる事はない。結合させる金属は、銅と銅のように同種の金属でも、銅とアルミニウムのように異種の金属でも可能である。

冷間圧接による接合を行った導線は、接合部の前後すなわち両側で金属種が変わっても、巻線とリード線と仕様がかわっても、一本の連続した導線として使用することができるので、取り扱いも容易である。

また、この発明の方法では、接合する導線の端面上の異物はバリ55として除去されるので、酸化被膜を除去してもしなくても構わないし、一般的な冷間圧接と同様に導線の酸化被膜を除去した後に行っても構わない。

【0047】

第1導線52と第2導線53の接合部56すなわち接続部を収納部51に収納させた状態を、図10を使用して説明していく。

図10は、絶縁部材43が固定子鉄心42の回転軸21軸方向の端面に装着された状態で、絶縁部材43aの外壁部43dに固定子鉄心42の円周方向の溝を設け、その溝を収納部51としたものである。その収納部51は、外壁部43dの回転軸21軸方向の中央部から固定子鉄心42と接する側とは反対方向すなわち上方に向かって形成され、上方と固定子鉄心42の円周方向とに、それぞれ開放されている。溝は、円周方向の中央部の収

10

20

30

40

50

納室 5 1 a とその両側の溝部 5 1 b から構成されている。円周方向の両側の溝部 5 1 b は、第 1 導線 5 2 あるいは第 2 導線 5 3 を係止するため、第 1 導線 5 2 あるいは第 2 導線 5 3 の線径とほぼ同じ幅に形成され、円周方向の中央部の収納室 5 1 a は、バリ 5 5 が溝の内壁に接触しないように、溝の幅を溝部 5 1 b の幅より広げた形状に形成されている。収納室 5 1 a は、溝部 5 1 b より、固定子鉄心 4 2 側にも広げられている。第 1 導線 5 2 および第 2 導線 5 3 は、冷間圧接され他接合部 5 6 が収納部 5 1 の収納室 5 1 a に位置するように、収納部 5 1 の開口部から、第 1 導線 5 2 および第 2 導線 5 3 を、溝部 5 1 b に挿入し固定子鉄心 4 2 に向かって下方に押し込む。そして、第 1 導線 5 2 および第 2 導線 5 3 を溝部 5 1 b に係止する。これにより、接合部 5 6 が、収納室 5 1 a に収納される。

なお、図 10 (a) では、収納室 5 1 a は円筒形状に広げているが、図 10 (d) のように直方体形状でも構わない。

このとき、接合部 5 6 のバリ 5 5 は除去した状態でも、除去しない状態でも、構わない。バリ 5 5 を除去しない状態で収納部 5 1 に収納すると、バリ 5 5 を除去する工程が省略でき生産効率が良くできる。

【 0 0 4 8 】

収納室 5 1 a には接合部 5 6 を収納した状態で収納部 5 1 の開口部から絶縁性樹脂を流し込み、絶縁性樹脂を充填する。接合部 5 6 とバリ 5 5 を絶縁性樹脂に埋没させ絶縁性樹脂で覆う。充填する樹脂は、収納部 5 1 を形成する溝全体に充填しても、収納室 5 1 a へのみ充填しても構わない。

充填する樹脂は、熱硬化性あるいは紫外線硬化性あるいはその両方の特性を有するアクリル系あるいはエポキシ系の絶縁性樹脂を使用する。収納部 5 1 に樹脂が充填された後、加熱工程あるいは紫外線照射工程あるいはその両方にて充填した樹脂を硬化させる。例えば、熱硬化性樹脂の場合は、固定子 4 1 の組立時の乾燥工程にて、樹脂の硬化が可能であり、新たな工程の追加は少ない。紫外線硬化性樹脂の場合、1 分程度の紫外線照射にて硬化することができ、工程時間にロスはない。熱硬化性と紫外線硬化性の両方の特性を兼ね揃えた樹脂であれば、収納室 5 1 a に樹脂が充填した後、紫外線照射によって硬化させるが、紫外線が当たらず、完全硬化しなかった場合、すなわち、樹脂がゲル状の状態にて留まっても、後の乾燥工程にて、硬化が可能であり、工程の信頼性も高い。樹脂の粘度は、収納部 5 1 に充填した後、硬化させるまで収納部 5 1 の開口部などから流出しない 0 . 5 Pa · s 以上 5 . 0 Pa · s 以下の粘度が好ましく、樹脂は硬化したとき、収納室 5 1 a の内壁に固着することが望ましい。

以上のように収納室 5 1 a に接合部 5 6 を収納した状態で絶縁性樹脂を充填し硬化させることにより、接合部 5 6 とバリ 5 5 が絶縁性樹脂に覆われ収納室 5 1 a 内に固定される。これにより、振動などで、第 1 導線 5 2、第 2 導線 5 3、および接合部 5 6 が収納部 5 1 から外れることは無く、バリ 5 5 が砕けても、絶縁性樹脂の中から外へは飛び出せないため、バリ 5 5 の破片が密閉容器 10 中に飛散することも無くなる。

【 0 0 4 9 】

このような構成により、密閉容器内で第 1 導線と第 2 導線を冷間圧接にて接合したものを使用しても、その接合部を固定子鉄心に設けた絶縁部材上の収納部に収納し絶縁性樹脂で覆ったので、接合部に形成されるバリが砕けて密閉容器内に破片が飛散し、スラッジになることが防止できる。また、その破片が固定子巻線やリード線と接触して、電極を短絡や漏電を起こすことも防止できる。また、収納部内に接合部が固定されるので、接合部のバリの先端部によって、他の固定子巻線の絶縁用被覆や他のリード線の絶縁用被覆を損傷させ、絶縁耐力が低下するようなことも防止できる。

なお、圧接端子を使用した場合、圧接端子と導線を絶縁性樹脂で埋没させ固定することは行わない。なぜなら、圧接端子と導線を絶縁性樹脂で埋没させると、絶縁性樹脂が硬化したとき圧接端子の弾性力が抑制され圧接端子と導線との押圧力が減少し電気抵抗が増加したり、圧接端子と導線の接触部に絶縁性樹脂が侵入して電氣的接触状態を阻害したりする。したがって、圧接端子と導線の接触はそれらの押圧力によるため、温度上昇や振動などにより、接合が緩みやすい。これに対して、冷間圧接の場合、導線を構成する金属どう

10

20

30

40

50

しが原子結合にて接合しているので、絶縁性樹脂に埋没させ覆っても、導線を構成する金属どうしの原子結合力が減少したり、接合部分に絶縁性樹脂が侵入して電氣的接触状態を阻害したりすることは無く、接合部分を絶縁樹脂で覆う構成をとることができる。これにより、より信頼性の高い接合とその接合部の固定ができる構成とすることができる。

【0050】

また、収納部すなわち絶縁部材の外壁部の収納部は、リード線をガラス端子近傍まで、固定子鉄心の回転軸21軸方向の端面の外周側すなわちバックヨーク上を通るように導く誘導路も兼ねており、これによって、配線が絡まり、損傷したりすることも防止できる。

【0051】

以上により、電動機に使用する第1導線と第2導線すなわち固定子巻線とリード線を冷間圧接にて接続し、絶縁部材に設けた収納部に冷間圧接された接合部を収納し絶縁性樹脂で覆ったので、巻線とリード線の接合部の電気抵抗を増加させことなく接合させ、その接合部からスラッジなどの異物を発生させることも抑制した効率が高く信頼性も高い圧縮機用電動機、圧縮機及び冷凍サイクル装置を得ることができる。

また、冷媒のR32化や、巻線のアルミニウム線化、制振制御や弱め界磁制御によって運転範囲拡大のような、電動機の温度上昇上限を上昇させ実現を図る場合、例えば、従来、絶縁種がE種・120で実現できていたものをF種・155にすることで実現しても、固定子巻線とリード線の接合部の課題は発生せず、実現可能である。

【0052】

接合部に形成されるバリは、収納部に収納され絶縁性樹脂で覆われているので、電動機の動作中にバリが砕け、その破片が電動機を収納する容器すなわち圧縮機の容器内に飛散して、スラッジなどの異物となることを防止できる。また、その破片が固定子巻線やリード線と接触して、電極を短絡させたり、固定子巻線の絶縁用被覆やリード線の絶縁用被覆を損傷させ、固定子巻線とリード線の絶縁耐力を低下させたりすることも防止できる。

また、接合部に形成されるバリは、絶縁性樹脂で覆われているので、接合部のバリの先端部が他の固定子巻線やリード線に接触し、固定子巻線の絶縁用被覆やリード線の絶縁用被覆を損傷させ、固定子巻線とリード線の絶縁耐力を低下させることを防止できる。

【0053】

また、半田付け、ロウ付けのようにフラックスを使用することなく接合できるので、フラックスの残渣が固定子巻線やリード線を腐蝕させたり、冷媒や冷凍機油との化学反応によりスラッジなどの異物が発生し、圧縮機の摺動部の焼きつきや、配管や絞り弁の詰りなどを発生させたりすることも抑制することができる。

また、固定子巻線とリード線が異種の金属どうし、例えば、アルミニウム線と銅線であっても圧着端子や半田付け、ロウ付けを使用することなく、冷間圧接にて接合ができるので、フラックスの残渣による腐蝕やスラッジなどの異物の発生の心配は無い。

また、固定子巻線とリード線は冷間圧接にて接合されることにより、接合部の電気特性は母材と差異が生じず、他の接続方法と比べて接合部での電氣的損失が小さくできるので、電動機の効率改善にも貢献できる。すなわち、部品の素材の熱膨張率の違いから、巻線とリード線の固定状態が緩み、接合部の電気抵抗が増加したり、半田やロウ材を介して接続することで接合部の電気抵抗が増加したりすることは無い。接合部の電気抵抗の増加が抑制されていることから、接合部の温度上昇も低く抑制され、接合部を収納する収納部は高い耐熱性を考慮する必要なく構成できる。

また、バリは除去せず、収納部に収納する方法でも構わず、バリを除去する工程を省略でき、生産効率も向上できる。

【0054】

また、固定子巻線やリード線にアルミニウム線を使用することによって、電動機の温度上昇が促されても、冷間圧接にて接合されているので、接合部の接合状態が変化することはない。したがって、接合部の電気抵抗が増加し電動機の効率を低下させることなく、接合部の信頼性を向上させた電動機を得ることができる。また、接合部の電気抵抗の増加が抑制されることにより、電動機としての温度上昇も改善できる。

10

20

30

40

50

また、冷凍サイクル装置の動作上、吐出温度が10 程度高い条件で使用し、電動機の温度上昇が促されても、冷間圧接にて接合されているので、接合部の接合状態が変化することはない。したがって、接合部の電気抵抗が増加し電動機の効率を低下させることなく、接合部の信頼性を向上させた電動機を得ることができる。さらに、高温かつ流速の速い冷媒ガスが電動機を通過しても、冷間圧接の接合部は絶縁部材の収納部に収納され絶縁性樹脂にて覆われているので、冷媒ガスによってバリが砕かれ、バリの破片が密閉容器内に飛散することはない。

また、密閉型圧縮機はシングルロータリ形式であっても構わず、振動が大きくても、冷間圧接の接合部は絶縁部材の収納部に収納されているので、振動によりバリの先端部が固定子巻線やリード線に接触し、固定子巻線の絶縁用被覆やリード線の絶縁用被覆を損傷させ、固定子巻線とリード線の絶縁耐力を低下させることはない。さらに、シングルロータリ形式にて用いられる制振制御を実施し、電動機の温度上昇が促されても、冷間圧接にて接合されているので、接合部の接合状態が変化することはない。したがって、接合部の電気抵抗が増加し電動機の効率を低下させることなく、接合部の信頼性を向上させた電動機を得ることができる。

また、密閉型圧縮機において、ブラシレスDCモータを用い、上限回転数を上昇させるため、弱め界磁制御などの制御を行い、電動機の温度上昇が促されても、冷間圧接にて接合されているので、接合部の接合状態が変化することはない。したがって、接合部の電気抵抗が増加し電動機の効率を低下させることなく、接合部の信頼性を向上させた電動機を得ることができる。

【0055】

実施の形態2 .

実施の形態1では、リード線と固定子巻線の接合に冷間圧接を用いた場合に使用する構成として説明したが、リード線と固定子巻線の接合に半田付けあるいは口ウ付けを用いた場合であっても、この構成は使用可能である。接合前に塗布したフラックスは、長時間、残留するとリード線と固定子巻線を腐蝕させるので、洗浄する必要があるが、洗浄後、絶縁部材に設けた収納部にその接合部を収納し絶縁性樹脂で覆うことで、他の導線や固定子鉄心などと接触して短絡させたり、他の導線を損傷させ絶縁耐力を低下させたりすることを防ぐことができる。

【0056】

例えば、図10の形態を用いて説明すると、実施の形態1同様に、第1導線52および第2導線53は、半田付けあるいは口ウ付けされた接合部56が収納部51の収納室51aに位置するように、収納部51の開口部から、第1導線52および第2導線53を、溝部51bに挿入し固定子鉄心42に向かって下方に押し込む。そして、第1導線52および第2導線53を溝部51bに係止する。これにより、接合部56が、収納室51aに収納される。次に、接合部56を収納した状態で、収納室51aに収納部51の開口部から収納部51を形成する溝全体あるいは収納室51aにのみに絶縁性樹脂を流し込み、絶縁性樹脂を充填する。接合部56を絶縁性樹脂に埋没させ絶縁性樹脂で覆う。

【0057】

以上により、電動機に使用する第1導線と第2導線すなわち固定子巻線とリード線を冷間圧接にて接続し、絶縁部材に設けた収納部に冷間圧接の接合部を収納し絶縁性樹脂で覆ったので、巻線とリード線の接合部の電気抵抗を増加させことなく接合させ、その接合部からスラッジなどの異物を発生させることも抑制した効率が高く信頼性も高い圧縮機用電動機、圧縮機及び冷凍サイクル装置を得ることができる。

また、冷媒のR32化や、巻線のアルミニウム線化、制振制御や弱め界磁制御によって運転範囲拡大のような、電動機の温度上昇上限を上昇させ実現を図る場合、例えば、従来、絶縁種がE種・120 で実現できていたものをF種・155 に変更することで実現しても、固定子巻線とリード線の接合部の課題は発生せず、実現可能である。

【0058】

接合部に形成されるバリは、収納部に収納され絶縁性樹脂で覆われているので、電動機

の動作中にバリが砕け、その破片が電動機を収納する容器すなわち圧縮機の容器内に飛散して、スラッジなどの異物となることを防止できる。また、その破片が固定子巻線やリード線と接触して、電極を短絡させたり、固定子巻線の絶縁用被覆やリード線の絶縁用被覆を損傷させ、固定子巻線とリード線の絶縁耐力を低下させたりすることも防止できる。

また、接合部に形成されるバリは、絶縁性樹脂で覆われているので、接合部のバリの先端部が他の固定子巻線やリード線に接触し、固定子巻線の絶縁用被覆やリード線の絶縁用被覆を損傷させ、固定子巻線とリード線の絶縁耐力を低下させることを防止できる。

【0059】

実施の形態 3 .

実施の形態 1 では、絶縁部材が固定子鉄心の回転軸方向の端面に装着された状態で、絶縁部材の外壁部に固定子鉄心の円周方向に溝を設け、その溝を収納部とし、リード線と固定子巻線の接合部を収納部に収納した例を示した。しかしながら、固定子巻線が固定子鉄心の外周側すなわちバックヨーク側に崩れないように支えているので、外壁部の径方向の厚さを薄くし溝状の収納部を設けると、強度が弱くなる可能性がある。強度を維持し収納部を設けるためには、外壁部に溝状の収納部を設けるのではなく、外壁部に箱形あるいは円筒形の形状の収納部を設けることが望ましく、その例を説明する。

【0060】

図 13 は、絶縁部材 43a の外壁部 43d の回転軸 21 軸方向の端面に収納部 51 を設けたものである。図 13 (a) (b) (c) の収納部 51 は、上方すなわち外壁部 43d が固定子鉄心と接する側と反対方向に開放された箱形の形状としたもので、内部に収納室 51a が設けられている。図 13 (a) は回転軸 21 軸方向すなわち固定子鉄心 42 の上面から見た図、図 13 (b) は固定子鉄心 42 の外周側から見た図、図 13 (c) は固定子鉄心 42 の円周方向すなわち側面から見た図である。上方の開放された開口部は、収納室 51a と連通している。収納室 51a の下面は、外壁部 43d の回転軸 21 軸方向の端面によって構成され、収納室 51a の側面すなわち側壁は、外壁部 43d の回転軸 21 軸方向の端面に立設され、固定子鉄心 42 の円周方向の 2 面と、固定子鉄心 42 の内周側の面と、固定子鉄心 42 の外周側の面と、で構成されている。収納部 51 の円周方向の側壁には、冷間圧接された第 1 導線 52 および第 2 導線 53 を係止する導線案内溝が設けられており、側壁の一方には導線案内溝 57 が、側壁のもう一方には導線案内溝 58 が、お互いに収納室 51a を挟んで対向するように設けられている。導線案内溝 57、58 は第 1 導線 52、第 2 導線 53 を係止ため、導線の線径とほぼ同じ幅で形成されている。導線案内溝 57、58 は、収納室 51a と連通しており、それぞれの側壁の中央部から始まり、上方に開放されており、収納部 51 の上方の開口部と繋がっている。

なお、外壁部 43d は隣接する外壁部 43d どうしと繋がっていて、円環状に形成されていても構わない。

収納部 51 は、図 10 (d) のように上方すなわち外壁部 43d が固定子鉄心と接する側と反対方向に開放された円筒形の形状としたものでも構わない。接合部 56 のバリ 55 が突出した方向のみ、収納部 51 の内壁とバリ 55 の先端との間に接触を防止する距離が取れば良いので、収納室 51a を円筒形状とし無駄なスペースを無くして収納室 51a を小さくできる。

【0061】

第 1 導線 52 および第 2 導線 53 は、その接合部 56 が収納室 51a に位置するように、上方の開口部から、導線案内溝 57 に第 1 導線 52 を、導線案内溝 58 に第 2 導線 53 を挿入し、第 1 導線 52 および第 2 導線 53 を、固定子鉄心 42 側に向かって下方に押し込み、第 1 導線 52 および第 2 導線 53 を導線案内溝 57 および導線案内溝 58 に係止する。これによって、接合部 56 が収納室 51a に収納される。第 1 導線 52、53 を導線案内溝 57、58 に係止した後、収納室 51a に接合部 56 を収納した状態で収納部 51 の開口部から絶縁性樹脂を充填する。樹脂は、実施の形態 1 同様、熱硬化性あるいは紫外線硬化性あるいはその両方の特性を有するアクリル系あるいはエポキシ系の絶縁性樹脂であり、加熱工程、紫外線照射工程などで硬化させ、収納室 51a 内に固着させる。これに

よって、接合部 5 6 とバリ 5 5 は収納室 5 1 a 内に固定される。なお、収納部 5 1 は、絶縁部材 4 3 と同じ樹脂にて形成されている。

【0062】

絶縁部材 4 3 a の外壁部 4 3 d の回転軸 2 1 軸方向の端面に収納部 5 1 を設けた例で説明したが、絶縁部材 4 3 a の外壁部 4 3 d の外周側すなわち密閉容器 1 0 側に設けても構わない。その場合、収納部 5 1 は、外壁部 4 3 d の外周側の側面に設けられ、収納室 5 1 a の側面すなわち側壁は、外壁部 4 3 d の外周側の側面と、その側面に立設された円周方向の 2 面と、密閉容器 1 0 側の側壁で構成され、固定子鉄心 4 2 側に下面が設けられている。収納部 5 1 の上方すなわち外壁部 4 3 d が固定子鉄心と接する側と反対方向には収納室 5 1 a と連通する開口部を有する。収納部 5 1 の円周方向の側壁には、一方に導線案内溝 5 7 が、もう一方に導線案内溝 5 8 が、お互いに収納室 5 1 a を挟んで対向するように設けられており、導線案内溝 5 7、5 8 は、図 1 0 (a) ~ (c) と同じく、収納室 5 1 a と連通しており、それぞれの側面の中央部から始まり、上方に開放されており、収納部 5 1 の上方の開口部と繋がっている。

10

第 1 導線 5 2 および第 2 導線 5 3 を導線案内溝 5 7 および導線案内溝 5 8 に挿入、押し込み、係止し、接合部 5 6 を収納室 5 1 a への収納し、絶縁性樹脂を充填、硬化させ、収納室 5 1 a 内に固着し、接合部 5 6 とバリ 5 5 は収納室 5 1 a 内に固定する方法、収納部 5 1 が絶縁部材 4 3 と同じ樹脂にて形成されてことなどは、図 1 0 (a) ~ (c) と同じである。

【0063】

20

また、図 1 4 は、収納部として、外壁部 4 3 d に回転軸 2 1 軸の径方向に第 1 の側壁 5 1 c と第 2 の側壁 5 1 d とを、側壁どうしが対向するように設けるとともに、第 1 の側壁 5 1 c と第 2 の側壁 5 1 d との間に間隙 5 1 e を設け、その間隙 5 1 e にリード線 4 8 と固定子巻線 4 4 の接合部 5 6 を配置するものである。図 1 4 も図 1 3 同様、図 1 4 (a) は回転軸 2 1 軸方向すなわち固定子鉄心 4 2 の上面から見た図、図 1 4 (b) は固定子鉄心 4 2 の外周側から見た図、図 1 4 (c) は固定子鉄心 4 2 の円周方向すなわち側面から見た図である。第 1 の側壁 5 1 c と第 2 の側壁 5 1 d との間隔すなわち間隙 5 1 e の幅は、接合部 5 6 とバリ 5 5 が収められる幅に設けられている。第 1 の側壁 5 1 c には導線案内溝 5 7 が、第 2 の側壁 5 1 d には導線案内溝 5 8 が設けられており、それぞれの側面の中央部から始まり、上方に開放するように形成されている。導線案内溝 5 7、5 8 は、図 1 3 同様、第 1 導線 5 2 および第 2 導線 5 3 を係止するため、導線の線径とほぼ同じ幅に設けられている。収納部 5 1 は、樹脂の粘性が $1.0 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $5.0 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下程度あれば、充填する絶縁性樹脂が硬化するまで、間隙からの流出は抑えることができ、周囲の残りの面が無くても構わない。

30

第 1 導線 5 2 および第 2 導線 5 3 は、その接合部 5 6 が間隙 5 1 d に位置するように、導線案内溝 5 7 に第 1 導線 5 2 を、導線案内溝 5 8 に第 2 導線 5 3 を挿入し、第 1 導線 5 2 および第 2 導線 5 3 を、固定子鉄心 4 2 側に向かって下方に押し込み、第 1 導線 5 2 および第 2 導線 5 3 を導線案内溝 5 7 および導線案内溝 5 8 に係止する。これによって、接合部 5 6 は間隙 5 1 d に配置すなわち収容される。第 1 導線 5 2、5 3 を導線案内溝 5 7、5 8 に係止した後、間隙 5 1 d に接合部 5 6 を収容した状態で、接合部 5 6 を覆うように間隙 5 1 d に絶縁性樹脂を充填する。その後、樹脂を硬化させ、間隙 5 1 d 内に固着させる。これによって、接合部 5 6 とバリ 5 5 は間隙 5 1 d 内に固定される。

40

【0064】

なお、導線案内溝 5 7、5 8 は、上方に開放した例で説明したが、固定子鉄心 4 2 の径方向すなわち固定子鉄心 4 2 の内周方向あるいは外周方向に開放されていても構わない。さらに、導線案内溝 5 7 は内周方向に開放させ、導線案内溝 5 8 は外周方向に開放させるというように、導線案内溝 5 7、5 8 の開放方向をお互いに反対方向に構成されていても構わない。導線案内溝 5 7、5 8 の開放方向をお互いに反対方向に構成することによって、導線案内溝 5 7、5 8 から導線が外れにくくなる。

【0065】

50

以上のように、収納室 5 1 a に接合部 5 6 を収納した状態あるいは間隙 5 1 e 内に接合部 5 6 を収容した状態で、収納室 5 1 a あるいは間隙 5 1 e に絶縁性樹脂を充填し硬化させることにより、接合部 5 6 とバリ 5 5 が絶縁性樹脂に覆われ収納室 5 1 a 内あるいは間隙 5 1 e 内に固定されるとともに、第 1 導線 5 2 と第 2 導線 5 3 も収納部 5 1 に固定され、振動などで、第 1 導線 5 2、第 2 導線 5 3、および接合部 5 6 が収納部 5 1 から外れることは無くなる。バリ 5 5 が砕けても、絶縁性樹脂の中から外へは飛び出せないで、バリ 5 5 の破片が密閉容器 1 0 中に飛散することも無い。

絶縁部材の外壁部に直方体形状あるいは円筒形状の収納部を設けることにより、外壁部の強度を低下させることなく、収納部を設けることができ、電動機を小型化のため、絶縁部材の薄肉化を行っても、外壁部の強度を落とすことなく、実現できる。

収納室 5 1 a を円筒形状とすることによって、バリに対する収納室 5 1 a の無駄なスペースを無くし、収納部自体を小さくできる。

また、収納部として回転軸 2 1 軸の径方向に第 1 の側壁 5 1 c と第 2 の側壁 5 1 d を設けるとともに、第 1 の側壁 5 1 c と第 2 の側壁 5 1 d との間に間隙 5 1 e を形成して、間隙 5 1 e に接合部 5 6 を収めるようにすることで、直方体形状あるいは円筒形状の収納部に比べて、収納部を簡素な構成で実現でき、安価にすることができる。

【0066】

以上により、電動機に使用する第 1 導線と第 2 導線すなわち固定子巻線とリード線を冷間圧接にて接続し、絶縁部材に設けた収納部に冷間圧接された接合部を収納し絶縁性樹脂で覆ったので、巻線とリード線の接合部の電気抵抗を増加させことなく接合させ、その接合部からスラッジなどの異物を発生させることも抑制した効率が高く信頼性も高い圧縮機用電動機、圧縮機及び冷凍サイクル装置を得ることができる。

また、冷媒の R 3 2 化や、巻線のアルミニウム線化、制振制御や弱め界磁制御によって運転範囲拡大のような、電動機の温度上昇上限を上昇させ実現を図る場合、例えば、従来、絶縁種が E 種・120 で実現できていたものを F 種・155 に変更することで実現しても、固定子巻線とリード線の接合部の課題は発生せず、実現可能である。

【0067】

接合部に形成されるバリは、収納部に収納され絶縁性樹脂で覆われているので、電動機の動作中にバリが砕け、その破片が電動機を収納する容器すなわち圧縮機の容器内に飛散して、スラッジなどの異物となることを防止できる。また、その破片が固定子巻線やリード線と接触して、電極を短絡させたり、固定子巻線の絶縁用被覆やリード線の絶縁用被覆を損傷させ、固定子巻線とリード線の絶縁耐力を低下させたりすることも防止できる。

また、接合部に形成されるバリは、絶縁性樹脂で覆われているので、接合部のバリの先端部が他の固定子巻線やリード線に接触し、固定子巻線の絶縁用被覆やリード線の絶縁用被覆を損傷させ、固定子巻線とリード線の絶縁耐力を低下させることを防止できる。

【0068】

なお、実施の形態 2 と同様に、実施の形態 3 の構成において、リード線と固定子巻線の接合に半田付けあるいは口ウ付けを用いた場合にも、使用可能である。

実施の形態 2 と同様に、固定子巻線とリード線を半田付けあるいは口ウ付けにて接続し、絶縁部材に設けた収納部に半田付けあるいは口ウ付けされた接合部を収納し絶縁性樹脂で覆ったので、他の導線や固定子鉄心などと接触して短絡させたり、他の導線を損傷させ絶縁耐力を低下させたりすることを防止した効率が高く信頼性も高い圧縮機用電動機、圧縮機及び冷凍サイクル装置を得ることができる。

したがって、冷媒の R 3 2 化や、巻線のアルミニウム線化、制振制御や弱め界磁制御によって運転範囲拡大のような、電動機の温度上昇上限を上昇させ実現を図る場合、例えば、従来、絶縁種が E 種・120 で実現できていたものを F 種・155 に変更することで実現しても、固定子巻線とリード線の接合部の課題は発生せず、実現可能である。

【符号の説明】

【0069】

1 0 密閉容器、1 1 上部容器、1 2 下部容器、2 0 圧縮機構、2 1 回転軸、

10

20

30

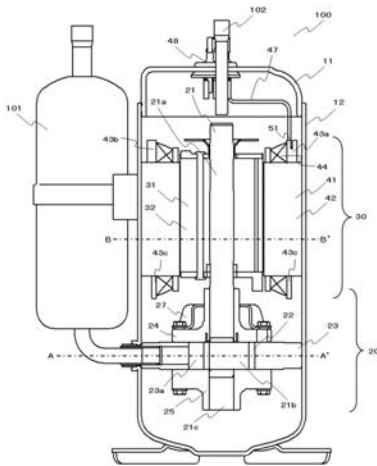
40

50

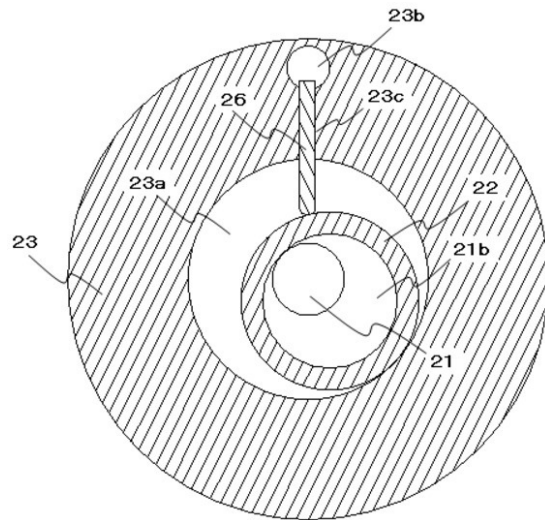
21a 主軸部、21b 偏心軸部、21c 副軸部、22 ローリングピストン、23 シリンダ、23a シリンダ室、23b 背圧室、23c ペーン溝、24 上軸受、25 下軸受、26 ペーン、27 吐出マフラ、30 電動機、31 回転子、32 回転子鉄心、33 磁石挿入孔、34 永久磁石、35 風穴、41 固定子、42 固定子鉄心、43 絶縁部材、43a 絶縁部材1、43b 絶縁部材2、43c 絶縁部材2、43d 絶縁部材の外壁部、43e 絶縁部材の内壁部、43f ティース被覆部、43g 位置決め突起1、43h 位置決め突起2、44 固定子巻線、44a ~ 44i 固定子巻線、44j 中性点、44k U相固定子巻線、44l V相固定子巻線、44m W相固定子巻線、45 バックヨーク、46 ティース、46a ~ 46r ティース、47 スロット、48 リード線、48u U相リード線、48v V相リード線、48w W相リード線、49 ガラス端子、51 収納部、51u U相収納部、51v V相収納部、51w W相収納部、51a 収納室、51b 溝部、51c 第1の側壁、51d 第2の側壁、51e 間隙、52 第1導線、52a 第1導線の端面、53 第2導線、53a 第2導線の端面、54 専用治具、55 バリ、56 接合部、56u U相接合部、56v V相接合部、56w W相接合部、57 導線案内溝、58 導線案内溝、100 密閉型圧縮機、101 吸入マフラ、102 吐出管、103 四方切換弁、104 室外側熱交換器、105 減圧器、106 室内側熱交換器、200 冷凍サイクル装置。

10

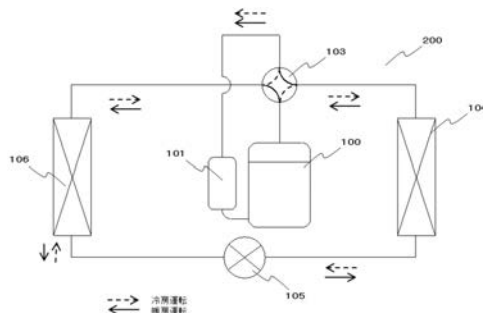
【図1】



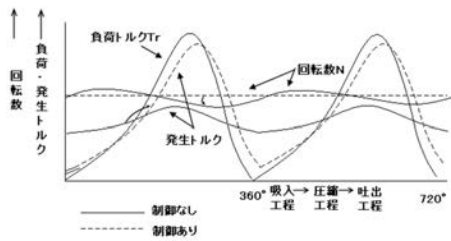
【図2】



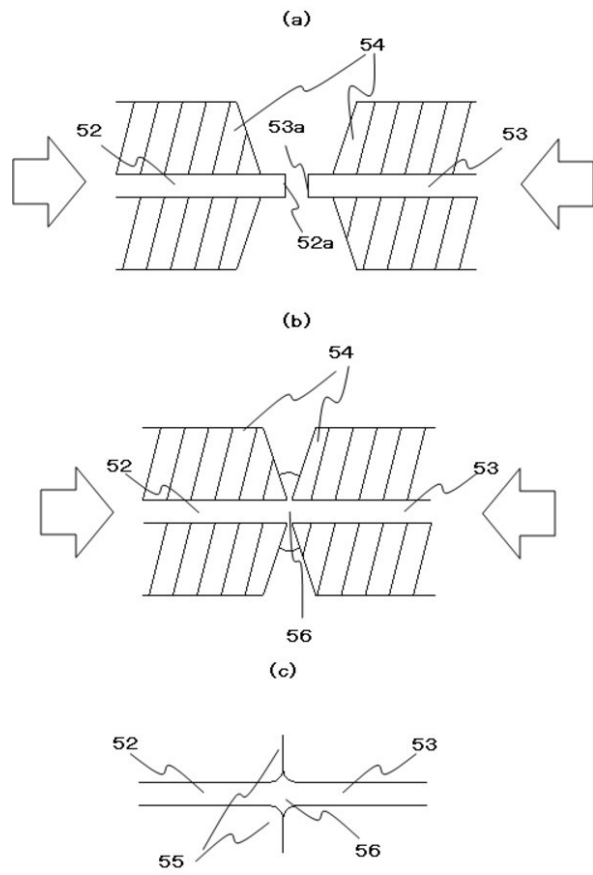
【図3】



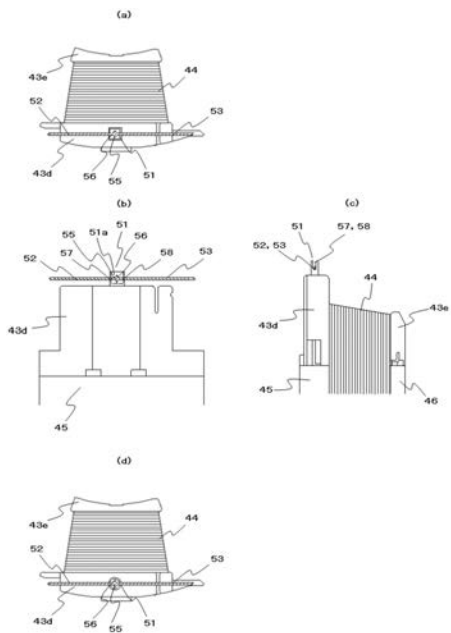
【図 1 1】



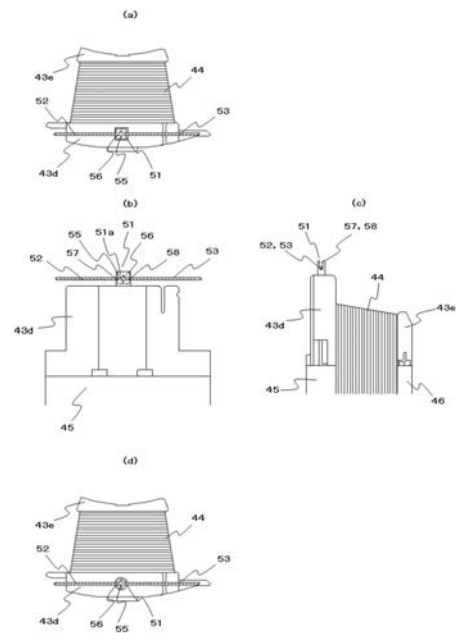
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H603 AA09 AA16 BB01 BB09 BB12 CA01 CA07 CA10 CB04 CB11
CB18 CC07 CC17 CD21 CE01 EE00 FA20 FA21 FA24 FA28
5H604 AA05 AA08 BB10 BB12 BB14 CC01 CC05 CC15 DA15 DB02
DB05 PC03 PE06 QA08