

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第5部門第1区分

【発行日】平成18年12月7日(2006.12.7)

【公開番号】特開2001-248556(P2001-248556A)

【公開日】平成13年9月14日(2001.9.14)

【出願番号】特願2000-57028(P2000-57028)

【国際特許分類】

F 0 4 B	39/00	(2006.01)
H 0 2 K	1/27	(2006.01)
H 0 2 K	7/14	(2006.01)
H 0 2 K	21/16	(2006.01)

【F I】

F 0 4 B	39/00	1 0 3 D
F 0 4 B	39/00	1 0 2 Z
H 0 2 K	1/27	5 0 1 A
H 0 2 K	7/14	Z
H 0 2 K	21/16	M

【手続補正書】

【提出日】平成18年10月25日(2006.10.25)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】圧縮機

【特許請求の範囲】

【請求項1】流体を圧縮する圧縮機構と、該圧縮機構を駆動する駆動力を発生する電動機と、該電動機と前記圧縮機構を連結して電動機の駆動力を圧縮機構に伝達するクランク軸と、を備え、前記クランク軸の前記電動機に対する軸方向一端側のみが支持された圧縮機において、

前記クランク軸の共振周波数は、クランク軸の最大運轉回転速度と前記電動機の極数の積よりも大なることを特徴とする圧縮機。

【請求項2】

流体を圧縮する圧縮機構と、前記圧縮機構を駆動するための駆動力を発生する電動機と、該電動機と前記圧縮機構を連結して電動機の駆動力を圧縮機に伝達するクランク軸と、前記クランク軸の前記電動機に対する軸方向一端側のみを支持する軸受と、を備えた圧縮機において、

前記電動機の回転子の重量をm、前記クランク軸の直径をd、前記電動機の極数をP、前記回転子の軸方向の厚さをl_a、前記回転子の前記軸受け側の端面から前記軸受けの前記回転子側の端面までの距離をl_b、前記軸受けの軸方向の長さをl_c、前記クランク軸の最大運轉回転数をf_mとし、

【数1】

$$A = 6.17 \times 10^8$$

$$I = \frac{\pi}{64} d^4$$

$$L = \frac{1}{2} l_a + l_b + \frac{3}{5} l_c$$

としたとき、

【数2】

$$f_m < \frac{1}{2\pi P} \sqrt{\frac{AI}{mL^3}}$$

を満たすことを特徴とした密閉型圧縮機。

【請求項3】 前記電動機の極数Pは、P=6であることを特徴とする請求項2記載の圧縮機。

【請求項4】 前記電動機は、DCブラシレスモータであることを特徴とする請求項1から3の何れか一つに記載の圧縮機。

【請求項5】 前記電動機の回転子の鉄心は、内部に永久磁石を配置した構造であることを特徴とする請求項1から4の何れか一つに記載の圧縮機。

【請求項6】 前記永久磁石は、希土類系磁石からなることを特徴とする請求項5記載の圧縮機。

【請求項7】 前記圧縮機が屋内に設置されることを特徴とする請求項1～6の何れか一つに記載の圧縮機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧縮機に関するものであり、例えば除湿機や冷蔵庫等の冷凍機に使用される圧縮機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図5及び図6は、従来の圧縮機を示し、より具体的には、図5は電動機の軸方向片側のみに軸受けを有するロータリ式密閉型圧縮機の断面図を示し、図6は図5に示す電動機として用いた4極の鉄心内部磁石埋込型DCブラシレスモータの構造を示す平面図である。

【0003】

図5において、1はケースとしての密閉容器であり、密閉容器1は、下部には圧縮機構2を、上部には圧縮機構2を駆動する電動機3を収容している。4は圧縮機構2における圧縮室を示し、5、6はシリンダ7とともに上記圧縮室4を形成する上、下軸受けである。これら上、下軸受け5、6は、電動機3の軸方向の片側一方向、図5における電動機3の下部にのみ存在している。8は電動機3の回転子回転軸と一体に形成されたクランク軸であり、このクランク軸8は軸受け5、6により支持されている。9はローリングピストンである。

【0004】

電動機3は、回転子10と固定子11より構成され、回転子10は薄板電磁鋼板をプレ

ス抜きしたものを積層した構造で永久磁石挿入孔12を有する鉄心部13と、鉄心部磁石挿入孔12内部に配置される永久磁石14、永久磁石を保持する端板15、圧縮機構のトルク変動に対しバランスを取るためのバランスウェイト16及び端板15やバランスウェイト16を回転子鉄心13と結合させるリベット17により構成される。固定子11は回転子鉄心13と同様に薄板電磁鋼板をプレス抜きしたものを積層した構造の鉄心部18、固定子鉄心部18に巻回された界磁巻線19より構成される。また、回転子10と固定子11の間には空隙20が設けられている。

【0005】

図6において、回転子10は、薄板電磁鋼板をプレス抜きした回転子鉄心13に、磁石挿入孔12、リベット挿入孔21、クランク軸挿入孔22、積層した薄板鉄心を連結するためのカシメ23、騒音および電動機の効率向上のために付設されたスリット24が打ち抜かれたものを積層して構成されている。磁石挿入孔12には、永久磁石14がS極とN極が交互になるように設置されている。また、このように回転子鉄心13に磁石を配置する構造の鉄心内部磁石埋込型DCブラシレスモータでは、永久磁石14の外周側に磁極鉄心部25が存在する。

【0006】

一方、固定子11は、薄板電磁鋼板をプレス抜きした回転子鉄心18に、ティース部26、スロット部27を打ち抜いたものを積層して構成されている。スロット部27には界磁巻線19が1コイルあたりスロットピッチ角で巻回されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような従来の圧縮機は下記の問題点を有していた。

すなわち、図5、図6に示す鉄心内部磁石埋込型DCブラシレスモータにおいては、回転子鉄心13に配置される永久磁石14の外周部に磁極鉄心部25が存在するため、固定子巻線19により励磁された磁束が回転子磁極鉄心部25を通り、回転子10を固定子側に引き寄せようとする磁気吸引力が発生する。

【0008】

この磁気吸引力は、固定子10と回転子11の間の空隙20の間隔が均等である場合には、回転子各極でバランスするために問題とならないが、回転軸の偏心や軸の倒れ等により空隙20にアンバランスが生じると、各極間の磁気吸引力がつり合わなくなり、回転数の極数倍の周波数をもつ加振力が発生する。この加振力と偏心に対する感度は、鉄心内部磁石埋込型のDCブラシレスモータでは非常に敏感なため、量産組立時に生産されるすべての圧縮機でこの加振力が発生しないように空隙20を管理することはきわめて困難であり、この問題が、圧縮機の騒音、振動の加振源のうちの一つとなっている。

【0009】

また、軸受けが回転子の軸方向の片側一方向にのみ存在する密閉型圧縮機では、運転時の回転軸のたわみによる軸共振周波数が存在するため、この共振周波数に前記加振力の周波数が一致すると、大きな騒音、振動が発生するという問題があった。

【0010】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、軸受けが電動機の片側一方向にのみ存在する圧縮機において、低騒音化及び低振動化を図ることを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

第1の発明に係る圧縮機は、上記課題を解決するため、流体を圧縮する圧縮機構と、該圧縮機構を駆動する駆動力を発生する電動機と、該電動機と前記圧縮機構を連結して電動機の駆動力を圧縮機構に伝達するクランク軸と、を備え、前記クランク軸の前記電動機に対する軸方向一端側のみが支持された圧縮機において、前記クランク軸の共振周波数は、クランク軸の最大運転回転速度と前記電動機の極数の積よりも大なることを特徴とするものである。

【0012】

第2の発明に係る圧縮機は、上記課題を解決するため、流体を圧縮する圧縮機構と、前記圧縮機構を駆動するための駆動力を発生する電動機と、該電動機と前記圧縮機構を連結して電動機の駆動力を圧縮機に伝達するクランク軸と、前記クランク軸の前記電動機に対する軸方向一端側のみを支持する軸受と、を備えた圧縮機において、前記電動機の回転子の重量をm、前記クランク軸の直径をd、前記電動機の極数をP、前記回転子の軸方向の厚さをl_a、前記回転子の前記軸受け側の端面から前記軸受けの前記回転子側の端面までの距離をl_b、前記軸受けの軸方向の長さをl_c、前記クランク軸の最大運轉回転数をf_mとし、

【0013】

【数3】

$$A = 6.17 \times 10^8$$

$$I = \frac{\pi}{64} d^4$$

$$L = \frac{1}{2} l_a + l_b + \frac{3}{5} l_c$$

としたとき、

【0014】

【数4】

$$f_m < \frac{1}{2\pi P} \sqrt{\frac{AI}{mL^3}}$$

を満たすことを特徴とするものである。

【0015】

また、前記電動機の極数Pは、P=6であってもよい。

【0016】

さらに、前記電動機は、DCブラシレスモータであってもよい。

【0017】

またさらに、前記電動機の回転子の鉄心は、内部に永久磁石を配置した構造であってもよい。

【0018】

さらにまた、前記永久磁石は、希土類系磁石であってもよい。

【0019】

またさらに、前記圧縮機が屋内に設置されるものであってもよい。

【0020】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

以下、本発明の実施の形態1を図面を用いて説明する。

図1、図2は、本発明に係る圧縮機を密閉型圧縮機に適用した場合の実施の形態1を示す図であり、図1は圧縮機全体の断面図であり、図2は図1に示された鉄心内部磁石埋込型DCブラシレスモータの構造を示す平面図である。

【0021】

本実施の形態1においては、図1に示す回転子10に設置される永久磁石14にはフェライト系磁石材を用いている。また、回転子重量低減のために、圧縮機の必要とする出力を維持することを考慮した上で、回転子の外径、鉄心の積み巾を可能な限り小さくしてある。

なお、図1、図2に示した本実施の形態1の説明においては、重複した説明を避けるため、図5、図6に示したと構成と同じものには、同じ符号を付してその説明は省略するものとする。

【0022】

まず、本実施の形態1においてにおいては、クランク軸8の軸共振周波数を、軸受け部5、クランク軸8および回転子10を、はりと集中加重の系と考え次ぎの通り近似する。

クランク軸8の直径をd[mm]とすると、軸の断面2次モーメントIは、

【0023】

【数5】

$$I = \frac{\pi}{64} d^4$$

で求められ、電動機回転子鉄心の積み厚をl_a[mm]、電動機回転子鉄心の軸受け側端面から軸受けの電動機回転子側の端面までの距離をl_b[mm]、軸受けの長さをl_c[mm]としたときに、はりの長さをL[mm]とすると、

【0024】

【数6】

$$L = \frac{1}{2}l_a + l_b + \frac{3}{5}l_c$$

で近似できる。

【0025】

次に、電動機の回転子の重量をm[kg]とすると、クランク軸8の軸共振振動数f_sは、

【0026】

【数7】

$$f_s = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{AI}{mL^3}}$$

$$A = 6.17 \times 10^8$$

で求められる。

【0027】

圧縮機は、その使用用途により使用される運転回転数の範囲が異り、その運転範囲内での最大運転回転数をf_m[Hz]、回転子の極数をPとすると、

【0028】

【数8】

$$f_m < \frac{1}{2\pi P} \sqrt{\frac{AI}{mL^3}}$$

と設計することにより、圧縮機の運転範囲において運転回転数の極数倍の周波数をもつ加振力の影響を受けることがなくなり、圧縮機の低騒音および低振動化を図ることができる。このように設定することは、言い換えれば、クランク軸 8 の共振周波数が、クランク軸の最大運転回転速度と電動機の極数の積よりも大きくなることを意味する。

【0029】

また、DCブラシレスモータのトルク T は、永久磁石による空隙磁束密度 B 、固定子巻線に流れる圧縮機運転電流 i 、回転子の積み厚 l_a とすると

【0030】

【数9】

$$T \propto Bil_a$$

で表される。ここでは、回転子を小型化しているため、小型化していない回転子と同一トルクを出力する場合を考えると、圧縮機運転電流 i は大きくなる傾向にある。巻線抵抗を R とすると電動機の損失の一つである銅損 W_c は、

【0031】

【数10】

$$W_c \propto i^2 R$$

で表される。

【0032】

そこで、電動機の極数 P を 6 極以上と多極化することで、同一外径の 4 極の固定子と比べ、1コイルあたりのスロットピッチ角 θ が小さくなる為、固定子に巻回してある巻線 19 の周長が短くてすみ、巻線抵抗を抑え、銅損を小さくすることができる。

また、空隙磁束密度 B を同じにするために 1つの極が受け持つ磁束量が、多極化するほど低減されるため、鉄心間ピーク磁束を減少させることができ、磁気飽和を回避し鉄損を低減することができる。

【0033】

一般的に、圧縮器を用いた除湿機、冷蔵庫等においては圧縮機を他の部品と共に一つの筐体内に配置するため、騒音源となる圧縮機が屋内に設置されることになる。本実施の形態の圧縮機は屋外に設置された場合にも効果があるのは勿論であるが、屋外に比べ一層の騒音対策が必要な上記例のような除湿機や冷蔵庫等の屋内に本実施の形態の圧縮機を設置する場合には特に効果的である。

【0034】

なお、本実施の形態 1 の例では、ロータリ式圧縮機を用いているが、軸受けが電動機の軸方向の一方向側のみに存在する構造であれば、他の圧縮機にも適用できることは勿論であり、例えば、レシプロ式、スクロール式等の圧縮機についても適用可能である。

【0035】

実施の形態 2。

以下、この発明の実施の形態 2 を図面を用いて説明する。

図 3、図 4 は、本発明に係る圧縮機を密閉型圧縮機に適用した場合の実施の形態 2 を示す図であり、図 3 は圧縮機全体の断面図であり、図 4 は図 3 に示された鉄心内部磁石埋込型 DC ブラシレスモータの構造を示す平面図である。なお、図 3、図 4 に示した本実施の形態 2 の説明においても、上述の第 1 の実施の形態の説明と同様に重複した説明を避けるた

め、図5、図6に示したと構成と同じものには、同じ符号を付してその説明は省略するものとする。

【0036】

本実施の形態2が上述の実施の形態1と異なる点は、図3に示す回転子10に設置される永久磁石14に希土類系磁石材を用いたことである。このように、残留磁束密度の高い希土類系磁石材を用いることによって、磁石の大きさを小さくしても必要十分な磁束を確保できるようになり、磁束を下げるのことなく回転子の小型化が可能であり、回転子外径や積み厚に対し設計の自由度が増すという利点がある。

【0037】

さらに本実施の形態2では、図3に示すように固定子の巻線を隣り合うスロットに集中直巻きする方法を採用しており、これにより、図2で示した分布巻きに比べスロットピッチ角θをさらに小さくすることができ、電動機の小型化および高効率化を図ることができる。

【0038】

【発明の効果】

本発明によれば、圧縮機の運転回転数範囲内において、鉄心内部磁石埋込型DCブラシレスモータを使用した密閉型圧縮機特有の、圧縮機運転回転数と回転子極数の積の周波数を持つ加振力の影響を回避し、低騒音、低振動化を図ることが可能である。

また、圧縮機を屋内に設置するようなシステムに、上記のように騒音低減効果がある本発明を適用した場合、特に効果的である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る圧縮機の実施の形態1の構造を示す断面図。

【図2】 図1に示された電動機の構造を示す平面図。

【図3】 本発明に係る圧縮機の実施の形態2の構造を示す断面図。

【図4】 図3に示された電動機の構造を示す平面図。

【図5】 従来の圧縮機の構造を示す断面図。

【図6】 従来の圧縮機に用いられた電動機の構造を示す平面図。

【符号の説明】

- | | | | |
|--------------|--------------|--------------|---------|
| 1 密閉容器(ケース)、 | 2 圧縮機構、 | 3 電動機、 | 4 圧縮室 |
| 5 上側軸受け、 | 6 下側軸受け、 | 7 シリンダ、 | 8 クランク軸 |
| 9 ローリングピストン、 | 10 回転子、 | 11 固定子、 | |
| 12 磁石挿入孔、 | 13 回転子鉄心、 | 14 永久磁石、 | |
| 15 端板、 | 16 バランスウェイト、 | 17 リベット、 | |
| 18 固定子鉄心、 | 19 固定子巻線、 | 20 空隙、 | |
| 21 リベット挿入孔、 | 22 クランク軸挿入孔、 | 23 カシメ、 | |
| 24 スリット、 | 25 磁極鉄心部、 | 26 固定子ティース部、 | |
| 27 固定子スロット部 | | | |