

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3626869号
(P3626869)

(45) 発行日 平成17年3月9日(2005.3.9)

(24) 登録日 平成16年12月10日(2004.12.10)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H02K 3/487

H02K 3/487

Z

H02K 5/16

H02K 5/16

A

請求項の数 3 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願平11-75197	(73) 特許権者	000006242
(22) 出願日	平成11年3月19日(1999.3.19)		松下エコシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2000-270507(P2000-270507A)		愛知県春日井市鷹来町字下仲田4017番
(43) 公開日	平成12年9月29日(2000.9.29)	(74) 代理人	100097445
審査請求日	平成14年2月14日(2002.2.14)		弁理士 岩橋 文雄
		(74) 代理人	100103355
			弁理士 坂口 智康
		(74) 代理人	100109667
			弁理士 内藤 浩樹
		(72) 発明者	奥村 康之
			大阪府大阪市城東区今福西6丁目2番61号 松下精工株式会社内
		審査官	下原 浩嗣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スロットと歯を有するステータ鉄心のそのスロット内にコイルを配置して形成したステータと、そのステータを内周面に固定したハウジングと、回転軸を有するロータと、軸受装置を有しその軸受装置を介して前記回転軸を保持し、前記ハウジングの両端部に固定された2枚のエンドブラケットを備えた回転電機において、透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られる薄い略円筒物を、前記ステータ鉄心と電気的に導通するように、前記スロットの開口部を塞ぐように前記ロータ側面に対向する前記ステータ鉄心の空隙側内周面に配置、固定し、前記略円筒物の両端部を前記エンドブラケットで塞ぐようにして、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽するように前記コイルを含む前記ステータ鉄心を前記円筒物、前記エンドブラケット、および、前記ハウジングで囲って完全密封状態として、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽した事を特徴とする回転電機。

【請求項2】

スロットと歯を有するステータ鉄心のそのスロット内にコイルを配置して形成したステータと、そのステータを内周面に固定したハウジングと、回転軸を有するロータと、軸受装置を有しその軸受装置を介して前記回転軸を保持し、前記ハウジングの両端部に固定された2枚のエンドブラケットを備えた回転電機において、透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られる薄い略円筒物を、前記ステータ鉄心と電気的に導通するように、前記スロットの開口部を塞ぐように

10

20

前記ロータ側面に対向する前記ステータ鉄心の空隙側内周面に配置、固定し、透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られる２枚の略円環を、前記略円筒物の両端部に、前記略円筒物と電氣的に導通するように固定し、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽するように前記コイルを含む前記ステータ鉄心を前記略円筒物、前記略円環、および、前記ハウジングで囲って完全密封状態となるようにして、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽した事を特徴とする回転電機。

【請求項 3】

スロットと歯を有するステータ鉄心のそのスロット内にコイルを配置して形成したステータと、そのステータを内周面に固定したハウジングと、回転軸を有するロータと、軸受装置を有しその軸受装置を介して前記回転軸を保持し、前記ハウジングの両端部に固定された２枚のエンドブラケットを備えた回転電機において、透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られる薄い金属箔を、前記ステータ鉄心と電氣的に導通するように、前記スロットの開口部を塞ぐように前記ロータ側面に対向する前記ステータ鉄心の空隙側内周面に配置、固定し、かつ、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽するように前記コイルを含む前記ステータ鉄心を前記ハウジングと前記金属箔の両端部で囲って完全密封状態として、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽した事を特徴とする回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転電機の軸受部に流れるベアリング電流を低減する回転電機のベアリング電流低減装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、誘動機を始めとする回転電機を回転数制御する方法としてインバータ等の電力変換機によって駆動するのが一般的となってきた。インバータ駆動の方式として電圧形PWMインバータが最も良く知られている。この種のインバータ駆動方式では、変調正弦波信号の振幅に比例したパルス幅の一定キャリア周期を持つ矩形波状の電圧パルス列を回転電機に印加して、回転電機のコイルに流れる電流を変調正弦波信号の周波数に等しい周波数の正弦波となるように回転電機を駆動する。

【0003】

さて、最近の高速電力用半導体素子の発展に伴って、電圧形PWMインバータのキャリア周波数の高周波化が進み、インバータのスイッチング時に生じる急峻な電圧変化に起因して発生する回転電機のベアリング電流による軸受部の不具合が指摘されている。

【0004】

図18は、従来のPWMインバータに駆動された回転電機の原理的回路図を示し、図19は、従来のPWMインバータに駆動された回転電機の各部の波形を説明する説明図である。図18、図19を併用して、PWMインバータが回転電機のコイル系に対して共通モードの電圧（以降コモンモード電圧と称す）を供給するメカニズムについて説明する。

【0005】

図18において、インバータ101はスイッチング素子102～107および直流電源108から成り、インバータ101のR相、S相およびT相出力端子109～111は回転電機112のコイル113のR相、S相およびT相タップ114～116にそれぞれ結線されている。回転電機112のフレームグランド端子117は、インバータ101のフレームグランド端子118に接続され、さらに、フレームグランド端子118は大地にアース接続されている。

【0006】

図19の(a)、(b)、(c)はキャリア波信号 V_c と各相のインバータ指令値 U_R 、 U_S 、 U_T との比較により、インバータ101におけるON-OFF制御信号の形成を説明するものである。図19において、横軸を時間軸にとり、図19の(a)、(b)、(c)

10

20

30

40

50

の太線で図示された正弦波がインバータ101のR、S、T各相のインバータ指令値(U_R, U_S, U_T)を示す。同図上に三角波状の細線で示された波形がキャリア波信号 V_c である。キャリア波信号 V_c がインバータ指令値 U_R, U_S, U_T よりも低いときは、該当するスイッチング素子102~104側が導通し、スイッチング素子105~107側が非導通となる。逆に、キャリア波信号 V_c がインバータ指令値 U_R, U_S, U_T よりも高いときは、該当するスイッチング素子102~104側が非導通となり、スイッチング素子105~107側が導通となる。

【0007】

図19の(d), (e), (f)は図18に図示されるスイッチング素子のアーム対(102, 105), (103, 106), (104, 107)の中間点と大地との間に形成される電圧 V_R, V_S, V_T を示す。説明を簡略化するため図19の(a), (d)でR相における関係について説明する。キャリア波電圧 V_c がインバータ指令値 U_R より高いときは、スイッチング素子105が導通しアーム対(102, 105)と大地間の電圧 V_R は零となる。尚、 E_d は直流電源108の両端の電圧値である。次に、キャリア波電圧 V_c がインバータ指令値 U_R より低いときは、スイッチング素子102が導通しアーム対(102, 105)と大地間の電圧 V_R は $+E_d$ となる。

【0008】

図19の(G)はコイル113に印可されるコモンモード電圧の関係を示す。コイル113の中性点119の大地を基準とする電位、すなわち、中性点電位 V_{N0} は、通常、上述の電圧 V_R, V_S, V_T の平均電圧(数1)となる。

【0009】

【数1】

$$V_{N0} = (V_R + V_S + V_T) / 3$$

【0010】

ゆえに、中性点電位 V_{N0} には、上述の電圧 V_R, V_S, V_T 三相分を重ね合わせたコモンモードの電圧が発生している。すなわち、中性点電位 V_{N0} にはPWMスイッチングパターン3相分を重ね合せた波形が発生することになる。

【0011】

回転電機に発生するベアリング電流は、例えば、「PWMインバータによって発生する誘導電動機のベアリング電流」(ショータン・チェン、アイイーイーイー・トランザクション・オン・エナジーコンバージョン、11号1巻ナンバー1、1996年3月)(Analysis of Induction Motor Bearing Currents Caused by PWM Inverters、IEEE Transactions on Energy Conversion、Vol. 11, No. 1, March 1996)に紹介されているように、回転電機のコイルとロータ間、コイルとステータ間、および、ロータとステータ間の静電結合容量に起因して発生する。

【0012】

図20は、従来の回転電機の構成を示した断面図であり、スロット120と歯121を有するステータ鉄心122のそのスロット120内にコイル113を配置して形成したステータ123と、ロータ124から構成されている。そしてロータ124側面に対向するステータ鉄心122の空隙側内周面には、スロット120の開口部125がある。

【0013】

一般的に、回転電機では、コイル113は開口部125付近の空隙を介して、ロータ124と接近した位置に配置されるので、コイル113の巻き取り方向に沿って、コイル113とロータ124の間に静電結合容量126が分布している。

【0014】

ところで、大容量機では開口スロット、小容量機では半閉スロット形状にしているが、特に大容量機では、開口部の空隙面の面積が大きくなるため、静電結合容量126は大きくなる。小容量機でも、開口部の面積が小さくなった分、大容量機ほどではないが、比較的

10

20

30

40

50

小さな静電結合容量が存在する。

【0015】

同様に、コイル113はステータ鉄心122のロット120内に、ステータ鉄心122に接近した位置に配置されるので、コイルの巻き取り方向に沿って、コイル113とステータ123の間にも静電結合容量127が分布している。

【0016】

一般的に、回転電機では、ステータ123とロータ124の間の空隙間隔は狭く設計されるので、ステータ123とロータ124は接近した位置に配置され、ステータ123とロータ124の間にもエアギャップ容量128が存在する。

【0017】

図21は、回転電機が高速で回転している時の軸受装置の状態を示す断面図である。この場合、軸受装置129の転動体130は潤滑油131で浸された内輪132と外輪133の間にできる中空に浮いた状態（以降、流体潤滑状態と称す）となる。この時、内輪132と外輪133は、電気的には、常時非導通、時々導通する。

【0018】

図22は、回転電機が高速で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合において、従来のPWMインバータに駆動された回転電機の共通モード等価回路図を示し、図23は、回転電機が高速で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合において、従来のPWMインバータに駆動された回転電機の各部の波形を説明する説明図である。図22、図23を併用して、軸受装置が流体潤滑状態となる場合において、ディスチャージモードのベアリング電流が発生するメカニズムについて説明する。

【0019】

図22において、流体潤滑状態では、軸受装置129は電気的に非導通となる。前述したように、コイル113とステータ123の間に静電結合容量126、コイル113とロータ124の間に静電結合容量127、および、ステータ123とロータ124の間にエアギャップ容量128等が存在するので、これらの静電容量より成り、コイル4とステータ5の間に印加された電圧をエアギャップ容量14に発生する軸電圧として伝達するような、図示するような閉じた回路134が形成される。同図で図示するように、軸受装置129は、抵抗135、インダクタンス136およびスイッチ137を直列接続した軸受装置の等価回路138で現すことができる。

【0020】

図23において、インバータ101からコイル113とステータ123との間に図23(a)に示すような共通モード電圧が印加されると、コイル113とステータ123の間に印加された電圧をエアギャップ容量128に発生する軸電圧として伝達するような閉じた回路134が形成されているので、共通モード電圧に対する閉じた回路134の応答現象として、エアギャップ容量128に図23(b)に示すような軸電圧が発生する。この軸電圧は、閉じた回路134に固有な伝達特性から、共通モード電圧の立ち上りエッジにおいて、図示するように激しく振動する。振動する軸電圧の瞬時値が、ある電圧レベルを超えると、軸受装置の油膜を絶縁破壊させて軸受部を導通状態にさせ、エアギャップ容量128に蓄積された軸電圧は、抵抗135、インダクタンス136およびスイッチ137を直列接続した軸受装置129の等価回路138を経て放電し、この時軸受装置129に流れる放電電流として図23(c)に示すようなディスチャージモードのベアリング電流が流れる。

【0021】

ここで、ディスチャージモードのベアリング電流は、エアギャップ容量128に蓄積された放電電流として発生するので、放電直前にエアギャップ容量128に蓄積された軸電圧に比例するが、軸電圧は、前述したように、共通モード電圧の立ち上りエッジで大きく振動し、その最大ピーク電圧は大きな値となるので、軸電圧が最大ピーク値付近に達したときに、軸受装置129が導通し、エアギャップ容量128が放電したときに発生するベアリング電流の振幅は非常に大きな電流となることがある。例えば、1キロワット

10

20

30

40

50

クラスの誘導電動機の場合、軸電圧の最大ピーク値 $V_{rs_{max}}$ は 4.1 V となり、軸電圧が最大ピーク電圧 $V_{rs_{max}}$ が 4.1 V 付近に達した瞬間に放電したとき、1500 mA にもなるベアリング電流が流れることがある。このように、ディスチャージモードのベアリング電流の振幅は、非常に大きな値になることがあり、軸受装置に与える破壊損傷のストレスは大きい。

【0022】

図24は、回転電機が低速で回転している時の軸受装置の状態を示す断面図である。この場合、内輪132は転動体130を介して外輪133と常に接触した状態（以降、境界潤滑状態と称す）となり、内輪132と外輪133は接触しており常に電氣的に導通している。

10

【0023】

図25は、回転電機が低速で回転し、軸受装置が境界潤滑状態となる場合において、従来のPWMインバータに駆動された回転電機のコモンモード等価回路図を示し、図26は、回転電機が低速で回転し、軸受装置が境界潤滑状態となる場合において、従来のPWMインバータに駆動された回転電機の各部の波形を説明する説明図である。図25、図26を併用して、時軸受装置が境界潤滑状態となる場合において、コンダクティブモードのベアリング電流が発生するメカニズムについて説明する。

【0024】

図25において、境界潤滑状態では、軸受装置129は電氣的に導通している。前述したようなコイル113とロータ124の間の静電結合容量126、コイル113とステータ123の間の静電結合容量127、さらに、スイッチ137が閉じた状態の軸受装置129の等価回路138より成り、コイル113とステータ123の間に印加された電圧を、軸受装置129の等価回路138に流れるベアリング電流として伝達するような、図示するような閉じた回路139が形成される。

20

【0025】

図26において、インバータ101からコイル113とステータ123との間に図26(a)に示すようなコモンモード電圧が印加されると、コイル113とステータ123の間に印加された電圧を軸受装置129の等価回路138に流れるベアリング電流として伝達するような閉じた回路139が形成されるので、コモンモード電圧に対する閉じた回路139の応答電流として、図26(c)に示すようなコンダクティブモードのベアリング電流が発生する。このベアリング電流は、閉じた回路139に固有な伝達特性によって、コモンモード電圧の立ち上がりエッジにおいて、図示するように振動する。例えば、回転電機112が1キロワットクラスの誘導機の場合、振動するベアリング電流の最大ピーク電流 $I_{b_{max}}$ は 60 ~ 150 mA となる。このように、コンダクティブモードのベアリング電流は、その最大ピーク値 $I_{b_{max}}$ は、ディスチャージモードのベアリング電流ほど大きくはないにしても、コモンモード電圧に対する閉じた回路139の応答電流であるため、コモンモード電圧の立ち上がりエッジ毎に必ず発生するので、その発生頻度は高く、軸受装置に与えるストレスは無視できない。

30

【0026】

以上で述べたように、インバータ駆動された従来の回転電機では、振幅が大きく軸受装置に与えるストレスの大きなディスチャージモードのベアリング電流、および、振幅は小さいが発生頻度が高く、軸受装置に与えるストレスを無視できないコンダクティブモードのベアリングモード電流が発生するため、回転軸受の摩耗、回転軸の損傷、潤滑油の風化を招き、場合によっては軸受装置を損傷または破壊することがある。従って、このような障害が発生しないように、回転電機にベアリング電流防止装置が用いられている。通常、このベアリング電流防止装置としては、軸受装置を絶縁する方法と回転軸を接地する方法があるが、軸受部を絶縁する方法は、構造が複雑になり、組み立て工程に細心の注意を要し、工数が多くかかり、かつ回転電機によっては機械的構造上軸受部の絶縁ができないものもあるので、通常は軸受部を絶縁するよりは簡単で、実施し易い回転軸を接地する方法が用いられている。

40

50

【0027】

従来、この種のベアリング電流の発生を防止するベアリング電流防止装置は、特開昭58-78770号公報、特開昭54-8801号広報、実開昭63-124057号広報、および実開昭58-78769号広報に記載されたものが知られている。

【0028】

以下、その従来のベアリング電流防止装置について図27を参照しながら説明する。図に示すように、従来の回転軸を接地する方式の軸電流防止装置140はアースブラシホルダ141、アースブラシホルダ支え142およびアースブラシ組立体1から構成されている。アースブラシホルダ支え142は、導電材料の板材を略L字状に曲げて作られ、その略L字状の垂直返の端部は、エンドブラケット144とエンドブラケット144に接合されたシールド玉軸受145より成る軸受装置129のエンドブラケット144の部分にボルト146を介して取り付けられ、略L字状の水平辺には後述するアースブラシホルダ141が取り付けられている。エンドブラケット144は回転電機112の金属筐体147にボルト148を介して取り付けられている。アースブラシホルダ141はホルダシャンク149およびキャップ150より成り、ホルダシャンク149はアースブラシホルダ支え142の水平返にねじまたは半田付け等で固定され、その内側には後述するアースブラシ組立体143の取付け穴151が設けられている。アースブラシ組立体143はアースブラシ152、ばね153、ピグテール154およびピグテール支え155より成っている。従って、アースブラシホルダ141のホルダシャンク149の取付け穴151にアースブラシ組立体143を挿入し、ホルダシャンク149にキャップ150を取付ければ、アースブラシ152は、ばね153を介して回転軸156に押し付けられて接触し、回転軸156は、常にアースブラシ152、ピグテール154、ピグテール支え155、キャップ150、ホルダシャンク149、アースブラシホルダ支え142、エンドブラケット144および金属筐体147を介して接地される。

【0029】

【発明が解決しようとする課題】

以上で述べたように、従来のPWMインバータに駆動された回転電機では、インバータより回転電機のコイルとステータ間に、R相、S相およびT相のPWMスイッチングパターン三相分を重ね合わせたコモンモード電圧が供給される。

【0030】

さらに、回転電機が高速で回転し、軸受装置129が流体潤滑状態となる場合、軸受装置129は電氣的に非導通となり、コイル113とロータ124の間の静電結合容量126、コイル113とステータ123の間の静電結合容量127、および、ステータ123とロータ124の間のエアギャップ容量128から成る閉じた回路134が形成され、コモンモード電圧が閉じた回路134に供給されると、コモンモード電圧に対する閉じた回路134の応答電圧としてエアギャップ容量128の両端に軸電圧が発生する。この軸電圧の瞬時値が、ある電圧レベルを超えると、軸受装置129の油膜を絶縁破壊させて軸受装置129を導通状態にさせ、エアギャップ容量128に蓄積された軸電圧は軸受装置129を経て、軸受装置129に放電電流、すなわち、ディスチャージモードのベアリング電流が流れる。このディスチャージモードのベアリング電流は、エアギャップ容量128に蓄積された放電電流として発生するので、その振幅は、放電直前にエアギャップ容量128に蓄積された軸電圧に比例するが、閉じた回路134に固有な伝達特性のため、軸電圧はコモンモード電圧の立ち上りエッジにおいて激しく振動し、軸電圧の最大ピーク電圧は大きな値となるので、軸電圧が最大ピーク値付近に達したときに、軸受装置129が導通しエアギャップ容量128が放電したときに発生するベアリング電流の振幅は非常に大きな電流となることがあり、この振幅の大きなベアリング電流が、軸受の摩耗、回転軸の損傷、潤滑油の風化を招き、場合によっては軸受装置129が損傷または破壊するという問題があった。

【0031】

回転電機が低速で回転し、軸受装置129が境界潤滑状態となる場合、軸受装置129は

10

20

30

40

50

電氣的に導通状態となり、コイル113とロータ124間の静電結合容量126、コイル113とステータ123間の静電結合容量127、および、軸受装置127から成る閉じた回路139が形成され、インバータからこの閉じた回路139にコモンモード電圧が印加されると、コモンモード電圧に対する閉じた回路139の応答電流として軸受装置129にコンダクティブモードのベアリング電流が発生するが、この種のベアリング電流は、コモンモード電圧の立ち上がりエッジ毎に必ず発生するので、その発生頻度は高く、この発生頻度の高いコンダクティブモードのベアリング電流が、軸受の摩耗、回転軸の損傷、潤滑油の風化を招き、場合によっては軸受装置129を損傷または破壊するという問題があった。

【0032】

また、このような問題を解決するための従来のベアリング電流防止装置では、アースブラシ152は、ばね153より回転軸156に押し付けられているので、回転軸156の表面を摩耗、損傷させないように、カーボンを主成分とした非常に軟質の導電材料で作られているため摩耗が早く、早いものは2～3箇月で、長くても6～7箇月でアースブラシを交換しなければならないという欠点があった。

【0033】

また、このような問題を解決するための従来のベアリング電流防止装置では、アースブラシ152を、回転軸156に押し付けるためのアースブラシホルダ141の機構や、アースブラシホルダ141を支えるための機構が大変複雑なものになるため、ベアリング電流防止装置を装備する際に、多くのコストと工数がかかるという欠点があった。

【0034】

以上述べたように、PWMインバータにより駆動された従来の回転電機では、回転電機が高速で回転しているとき、振幅が大きく、軸受装置に与えるストレスの大きいディスチャージモードのベアリング電流が発生してしまうという課題があり、ディスチャージモードのベアリング電流を消滅させて、軸受部の摩耗、回転軸の損傷、潤滑油の風化、軸受装置の損傷または破壊を防止することが要求されている。

【0035】

また、回転電機が低速で回転しているとき、発生頻度が高く、軸受装置に与えるストレスを無視できないコンダクティブモードのベアリング電流が流れてしまうという課題があり、コンダクティブモードのベアリングを消滅させて、軸受部の摩耗、回転軸の損傷、潤滑油の風化、軸受装置の損傷または破壊を防止することが要求されている。

【0036】

また、従来のベアリング電流防止装置では、ブラシの摩耗による保守を数箇月毎に行う必要があるという課題があり、長時間使用しても保守する必要なくベアリング電流を防止できる方法が要求されている。

【0037】

また、従来のベアリング電流防止装置では、アースブラシを、回転軸に押し付けるためのアースブラシホルダの機構や、アースブラシホルダを支えるための機構が大変複雑なものになるため、これを装備する際に多くのコストと工数がかかるという課題があり、機構が簡単で、これを装備する際にコストと工数をかけずにベアリング電流を防止できる方法が

【0038】

本発明は、このような従来の課題を解決するものであり、ベアリング電流を消滅させて軸受部の摩耗、回転軸の損傷、潤滑油の風化、軸受装置の損傷または破壊を防止することができ、かつ、長時間使用しても保守する必要なくベアリング電流を消滅することができ、かつ、機構が簡単でこれを装備する際に、多くのコストと工数をかける必要がない回転電機を提供することを目的としている。

【0039】

【課題を解決するための手段】

本発明の回転電機は上記目的を達成するために、スロットと歯を有するステータ鉄心のそ

10

20

30

40

50

のスロット内にコイルを配置して形成したステータと、そのステータを内周面に固定したハウジングと、回転軸を有するロータと、軸受装置を有しその軸受装置を介して前記回転軸を保持し、前記ハウジングの両端部に固定された2枚のエンドブラケットを備えた回転電機において、透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られる薄い略円筒物を、前記ステータ鉄心と電氣的に導通するように、前記スロットの開口部を塞ぐように前記ロータ側面に対向する前記ステータ鉄心の空隙側内周面に配置、固定し、前記略円筒物の両端部を前記エンドブラケットで塞ぐようにして、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽するように前記コイルを含む前記ステータ鉄心を前記円筒物、前記エンドブラケット、および、前記ハウジングで囲って完全密封状態として、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽した事を特徴とする回転電機としたものである。

10

【0040】

本発明によれば、ベアリング電流を消滅させて、軸受部の摩耗、回転軸の損傷、潤滑油の風化、軸受装置の損傷または破壊を防止することができ、また、長時間使用しても保守する必要なくベアリング電流の発生を防止することができ、また、これを装備する際に、多くのコストと工数をかける必要がない回転電機が得られる。

【0041】

また他の手段は、スロットと歯を有するステータ鉄心のそのスロット内にコイルを配置して形成したステータと、そのステータを内周面に固定したハウジングと、回転軸を有するロータと、軸受装置を有しその軸受装置を介して前記回転軸を保持し、前記ハウジングの両端部に固定された2枚のエンドブラケットを備えた回転電機において、透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られる薄い略円筒物を、前記ステータ鉄心と電氣的に導通するように、前記スロットの開口部を塞ぐように前記ロータ側面に対向する前記ステータ鉄心の空隙側内周面に配置、固定し、透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られる2枚の略円環を、前記略円筒物の両端部に、前記略円筒物と電氣的に導通するように固定し、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽するように前記コイルを含む前記ステータ鉄心を前記略円筒物、前記略円環、および、前記ハウジングで囲って完全密封状態となるようにして、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽した事を特徴とする回転電機としたものである。

20

30

【0042】

本発明によれば、ベアリング電流を消滅させて、軸受部の摩耗、回転軸の損傷、潤滑油の風化、軸受装置の損傷または破壊を防止することができ、また、長時間使用しても保守する必要なくベアリング電流の発生を防止することができ、また、これを装備する際に、多くのコストと工数をかける必要がない回転電機が得られる。

【0043】

また他の手段は、スロットと歯を有するステータ鉄心のそのスロット内にコイルを配置して形成したステータと、そのステータを内周面に固定したハウジングと、回転軸を有するロータと、軸受装置を有しその軸受装置を介して前記回転軸を保持し、前記ハウジングの両端部に固定された2枚のエンドブラケットを備えた回転電機において、透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られる薄い金属箔を、前記ステータ鉄心と電氣的に導通するように、前記スロットの開口部を塞ぐように前記ロータ側面に対向する前記ステータ鉄心の空隙側内周面に配置、固定し、かつ、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽するように前記コイルを含む前記ステータ鉄心を前記ハウジングと前記金属箔の両端部で囲って完全密封状態として、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽した事を特徴とする回転電機としたものである。

40

【0044】

本発明によれば、ベアリング電流を消滅させて、軸受部の摩耗、回転軸の損傷、潤滑油の風化、軸受装置の損傷または破壊を防止することができ、また、長時間使用しても保守する必要なくベアリング電流の発生を防止することができ、また、これを装備する際に、多

50

くのコストと工数をかける必要がない回転電機が得られる。

【0045】

【発明の実施の形態】

本発明は、透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を、ステータ鉄心の空隙側内周面のスロット開口部に配置、固定して、スロット開口部のみを塞ぐようにし、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽するように、コイルを含むステータ鉄心全体を、ステータ鉄心の空隙側内周面に配置した静電遮蔽材とハウジングで囲って完全密封状態とするか、または、コイルを含むステータ鉄心全体を、ステータ鉄心の空隙側内周面に配置した静電遮蔽材、ハウジング、および、ブラケットで囲って完全密封状態として、コイルとロータを静電遮蔽するようにしたものである。

10

【0046】

このような構成の回転電機では、インバータより供給される電流によってコイルに励起された磁束がスロットの開口部に配置された真空中の透磁率に等しい非磁性体を通過する際にできるスロットの開口部付近の空隙部の磁束密度は、静電遮蔽材が無い従来の回転電機におけるスロットの開口部付近の空隙部の磁束密度に等しく、前述した位置に静電遮蔽材を配置したことによって、回転電機に磁気的な影響をに与えないという作用を有する。

【0047】

次に、インバータより供給される比較的低い数キロヘルツ～十数キロヘルツの周波数のキャリアを持つ電流によってコイルに励起された磁束の変化が、真空中の透磁率に等しい非磁性体の静電遮蔽材を通過する際に、静電遮蔽材内部に発生する渦電流はほとんど零に等しく、渦電流が流れる事によって静電遮蔽材に発生する損失や発熱の問題はほとんど起きないという作用を有する。

20

【0048】

このような構成により、コイルとロータとの間を静電遮蔽することにより、コイルとロータの間の静電結合容量を零にして、回転電機が高速で回転しているときに形成されたコイルとロータの間の静電結合容量、コイルとステータの間の静電結合容量、および、ステータとロータの間のエアギャップ容量により成り、コイルとステータ間に印加された電圧をエアギャップ容量に発生する軸電圧として伝達する、従来の閉じた回路が形成されないため、コモンモード電圧に対する閉じた回路の応答電圧としてエアギャップ容量に発生する軸電圧が消滅するため、エアギャップ容量に蓄積された軸電圧の放電現象として発生するディスチャージモードのベアリング電流が消滅するという作用を有する。

30

【0049】

また、回転電機のコイルとロータとの間を静電遮蔽することにより、コイルとロータの間の静電結合容量を零にして、回転電機が低速で回転しているときに形成されたコイルとロータの間の静電結合容量、コイルとステータの間の静電結合容量、および、軸受装置により成り、コイルとステータ間に印加された電圧を軸受装置に流れるベアリング電流として伝達する、従来の閉じた回路が形成されないため、コモンモード電圧に対する閉じた回路の応答電流として軸受装置に流れるコンダクティブモードのベアリング電流も消滅するという作用を有する。

【0050】

また、ステータに配置、固定した静電遮蔽材を、ロータと非接触で配置するようにして、ステータとロータ間を静電遮蔽するようにしたものであり、従来のベアリング電流低減装置のように軟質の導電材料で作られたアースブラシが回転軸に押し付けられて摩耗するような個所がないため、長時間使用しても保守する必要がないという作用を有する。

40

【0051】

また、静電遮蔽材を、ステータ鉄心の空隙側内周面のスロット開口部に配置、固定して、スロット開口部のみを塞ぐようにし、コイルを含むステータ鉄心全体を、ステータ鉄心の空隙側内周面に配置した静電遮蔽材とハウジングで囲って完全密封状態とするか、または、コイルを含むステータ鉄心全体を、ステータ鉄心の空隙側内周面に配置した静電遮蔽材、ハウジング、または、ブラケットで囲って完全密封状態として、コイルとロータを静電

50

遮蔽するようにしただけの簡単な構造で、ベアリング電流を消滅することができるという作用を有する。

【0052】

【実施例】

(参考例1)

図1は、本発明の第1参考例の回転電機の構成を示す断面図である。図2は、図1において図示するAの方向から見た回転電機の構成を示す断面図である。図1、図2において、ステータ鉄心1はスロット2と歯3を有し、そのスロット2内にコイル4を配置して形成したステータ5は、ハウジング6の内周面に固定され、ロータ7は回転軸8を有し、後述する例えばかご型巻線を備えた誘導電動機のロータであって、軸受装置9を有し軸受装置9を介して回転軸8を保持する2枚のエンドブラケット10a、10bは、ハウジング6の両端にボルト11を介してハウジング6に固定されている。そして、ロータ7がコイル4から静電遮蔽されるように、例えば銅のような透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られた小片楔12が、スロット2の開口部13を塞ぐようにスロット2の開口部13に、配置、固定され、小片楔12はステータ鉄心1と電氣的に導通するように、ステータ鉄心1にはんだ付け、または、溶接されている。

10

【0053】

図3は、参考例で使用したかご型巻線を備えた誘導電動機のロータの構成を示す構成図である。図3において、ロータ鉄心14は珪素鋼板15を軸方向に積層して形成され、回転軸8に固定されている。そのロータ鉄心14の径方向外周近傍に、その断面が円形をなすような複数のスロット16が軸方向に形成されている。ロータ巻線17は、複数のスロット16に収納された円柱状の複数のバー18の両端を、ロータ鉄心14の軸方向両端において、エンドリング19a、19bで短絡接合して一体成形したものであって、ロータ巻線17は、アルミダイカスト、または、銅ダイカストによって一体成形されている。

20

【0054】

このように構成された回転電機、すなわち、誘導電動機がインバータ駆動された場合、インバータより供給される電流によってコイル4に励起された磁束がスロット2の開口部13に配置された静電遮蔽材を通過する際にできるスロット2の開口部13付近での空隙部における磁束密度は、静電遮蔽材が真空中の透磁率に等しい非磁性体を使用しているため、小片楔12が無い従来の回転電機におけるスロット2の開口部13付近での空隙部における磁束密度に等しい。従って、真空中の透磁率に等しい銅のような非磁性体の小片楔12をスロット2の開口部13に配置しても、回転電機には磁氣的な影響を与えない。

30

【0055】

次に、インバータより供給される比較的低い数千ヘルツ～数十千ヘルツの周波数のキャリアを持つ電流によってコイル4に励起された磁束の変化が、静電遮蔽材を通過する際、静電遮蔽材の内部において発生する渦電流は、磁束の変化が通過しようとする物質の誘電率に比例するが、静電遮蔽材は真空中の透磁率にほぼ等しい透磁率の小さい非磁性体を使用しているため、静電遮蔽材の内部において渦電流はほとんど発生せず、渦電流が流れる事によって静電遮蔽材に発生する損失や発熱の問題はほとんど起きない。

40

【0056】

図4は、参考例1の回転電機が高速で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合において、インバータに駆動された参考例1の回転電機のコモンモード等価回路図を示し、図5は、参考例1の回転電機が高速で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合において、インバータに駆動された実施例1の回転電機における各部の波形を説明する説明図である。図4、図5を併用して、参考例1の回転電機が高速で回転した場合において、ディスチャージモードのベアリング電流の発生を防止できる理由について説明する。

【0057】

図4において、従来の回転電機と同様に、コイル4の巻き取り方向に対して、コイル4とステータ5の間に静電結合容量20が分布しており、ステータ5とロータ7の間にもエア

50

ーギャップ容量 2 1 が存在している。同図において、軸受装置 9 は、抵抗 2 2、インダクタンス 2 3、および、スイッチ 2 4 を直列接続した等価回路 2 5 で表現されている。ここで、回転電機は高速で回転しているため、流体潤滑状態となっている軸受装置 9 は非導通状態なのでスイッチ 2 4 は開いている。実施例 1 では、銅のような金属導体である静電遮蔽材を加工して得られる小片楔 1 2 がスロット 2 の開口部 1 3 に配置、固定され、コイル 4 とロータ 7 の間を静電遮蔽してあるので、コイル 4 とロータ 7 の間の静電結合容量 2 6 は零となり、コイル 4 とロータ 7 の間の静電結合容量 2 6、コイル 4 とステータ 5 の間の静電結合容量 2 0、および、ステータ 5 とロータ 7 の間のエアギャップ容量 2 1 より成り、コイル 4 とステータ 5 の間に印加された電圧をエアギャップ容量 2 1 に発生する軸電圧として伝達するような、従来の回転電機で形成された閉じた回路 1 3 4 は形成されない。

10

【 0 0 5 8 】

図 5 において、インバータ 2 7 から図 5 (a) に示すような共通モード電圧がコイル 4 とステータ 5 の間に供給されても、コイル 4 とステータ 5 の間に印加された電圧をエアギャップ容量 2 1 に発生する軸電圧として伝達する従来の回転電機で形成された閉じた回路 1 3 4 が形成されないで、共通モード電圧に対する閉じた回路の応答現象は起こり得ず、エアギャップ容量 2 1 に発生する軸電圧は図 5 (b) に示すように零となる。従って、図 5 (c) に示すように、エアギャップ容量 2 1 に蓄積された軸電圧の放電現象として発生するディスチャージモードのベアリング電流も発生せず、ディスチャージモードのベアリング電流の発生を防止することができる。

20

【 0 0 5 9 】

図 6 は、参考例 1 の回転電機が低速で回転し、軸受装置が境界潤滑状態となる場合において、PWM インバータに駆動された参考例 1 の回転電機の共通モード等価回路図を示し、図 7 は参考例 1 の回転電機が低速で回転し、軸受装置が境界潤滑状態となる場合において、PWM インバータに駆動された参考例 1 の回転電機における各部の波形を説明する説明図である。図 6、図 7 を併用して、参考例 1 の回転電機が低速で回転した場合において、コンダクティブモードのベアリング電流の発生を防止できる理由について説明する。

【 0 0 6 0 】

図 6 において、従来の回転電機と同様に、コイル 4 の巻き取り方向に対して、コイル 4 とステータ 5 の間に静電結合容量 2 0 が分布しており、ステータ 5 とロータ 7 の間にもエアギャップ容量 2 1 が存在している。同図において、軸受装置 9 は、抵抗 2 2、インダクタンス 2 3、および、スイッチ 2 4 を直列接続した等価回路 2 5 で表現されている。ここで、回転電機は低速で回転しているため、境界潤滑状態となっている軸受装置 9 は非導通状態なのでスイッチ 2 4 は閉じている。実施例 1 では、銅のような金属導体である静電遮蔽材を加工して得られる小片楔 1 2 がスロット 2 の開口部 1 3 に配置、固定され、コイル 4 とロータ 7 間を静電遮蔽してあるので、コイル 4 とロータ 7 の間の静電結合容量 2 6 は零となり、コイル 4 とロータ 7 間の静電結合容量 2 6、コイル 4 とステータ 5 間の静電結合容量 2 0、および、軸受装置 9 の等価回路 2 5 より成り、コイル 4 とステータ 5 の間に印加された電圧を軸受装置 9 に流れるベアリング電流として伝達するような、従来の回転電機に形成された閉じた回路 1 3 9 は形成されない。

30

40

【 0 0 6 1 】

図 7 において、軸受装置 9 が境界潤滑状態となる場合、軸受装置 9 は常に導通しており、エアギャップ容量 2 1 に蓄積される軸電圧は軸受装置 9 のを経て常に放電するので、軸電圧は図 7 (b) に示すように常に零となる。

【 0 0 6 2 】

インバータ 2 7 から図 7 (a) に示すような共通モード電圧がコイル 4 とステータ 5 の間に供給されても、コイル 4 とステータ 5 の間に印加された電圧を軸受装置 8 に流れるベアリング電流として伝達する従来の回転電機に形成された閉じた回路 1 3 9 が形成されないで、共通モード電圧に対する閉じた回路 1 3 9 の応答現象は起こり得ず、エアギャップ容量 2 1 に発生するベアリング電流は図 5 (c) に示すように零となり、コンダク

50

タイプモードのベアリング電流の発生を防止することができる。

【0063】

(参考例2)

図8は、本発明の第2参考例の回転電機の構成を示す断面図である。図9は、図8において図示するAの方向から見た回転電機の構成を示す断面図である。図8、図9において、ステータ鉄心1はスロット2と歯3を有し、そのスロット2内にコイル4を配置して形成したステータ5は、ハウジング6の内周面に固定され、ロータ7は回転軸8を有し、例えば実施例1で説明した図3に図示するかご型巻線を備えた誘導電動機のロータであって、軸受装置9を有し軸受装置9を介して回転軸8を保持する2枚のエンドブラケット10a、10bは、ハウジング6の両端にボルト11を介してハウジング6に固定されている。そして、ロータ7がコイル4から静電遮蔽されるように、例えば銅のような透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られた薄い円筒物が28、スロット2の開口部13を塞ぐようにロータ7の側面に対向するステータ鉄心1の空隙内周面に配置、固定され、円筒物28はステータ鉄心1と電氣的に導通するように、ステータ鉄心1にはんだ付け、または、溶接されている。

10

【0064】

このような構成で、コイル4とロータ7間を静電遮蔽した参考例2の回転電機がインバータ駆動された場合、実施例1で述べたのと同様に、前述した位置に静電遮蔽物を設置したことによって、回転電機に磁氣的な影響を与えることなく、かつ、渦電流が流れる事が原因となって静電遮蔽材に発生する損失や発熱の問題を起す事なく、従来の回転電機が高速で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合に発生していたディスチャージモードのベアリング電流の発生を防止することができ、また、従来の回転電機が低速で回転し、軸受装置が境界潤滑状態となる場合に発生していたコンダクティブモードのベアリング電流の発生も防止することができる、等の効果が生じる。これらの効果が生じる説明は、実施例1と同様の説明となるので省略する。

20

【0065】

(実施例1)

図10は、本発明の第1実施例の回転電機の構成を示す断面図である。図11は、図10において図示するAの方向から見た回転電機の構成を示す断面図である。図10、図11において、ステータ鉄心1はスロット2と歯3を有し、そのスロット2内にコイル4を配置して形成したステータ5は、ハウジング6の内周面に固定され、ロータ7は回転軸8を有し、例えば実施例1で説明した図3に図示するかご型巻線を備えた誘導電動機のロータであって、軸受装置9を有し軸受装置9を介して回転軸8を保持する2枚のエンドブラケット10a、10bは、ハウジング6の両端にボルト11を介してハウジング6に固定されている。そして、ロータ7がコイル4から静電遮蔽されるように、例えば銅のような透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られた薄い円筒物29を、スロット2の開口部13を塞ぐようにロータ7の側面に対向するステータ鉄心1の空隙内周面に配置、固定し、円筒物29をステータ鉄心1と電氣的に導通するようにステータ鉄心3にはんだ付けまたは溶接し、円筒物29の両端をエンドブラケット10a、10bで塞ぐように配置し、コイル4とロータ7を静電遮蔽するようにコイル4を含むステータ鉄心1全体を円筒物29、エンドブラケット10a、10b、および、ハウジング6で囲って完全密封状態としている。

30

40

【0066】

このような構成で、コイル4とロータ7間を静電遮蔽した実施例1の回転電機がインバータ駆動された場合、参考例1で述べたのと同様に、前述した位置に静電遮蔽物を設置したことによって、回転電機に磁氣的な影響を与えることなく、かつ、渦電流が流れる事が原因となって静電遮蔽材に発生する損失や発熱の問題を起す事なく、従来の回転電機が高速で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合に発生していたディスチャージモードのベアリング電流の発生を防止することができ、また、従来の回転電機が低速で回転し、軸受装置が境界潤滑状態となる場合に発生していたコンダクティブモードのベアリング電流

50

の発生も防止することができる、等の効果が生じる。これらの効果が生じる説明は、参考例 1と同様の説明となるので省略する。

【0067】

(実施例 2)

図 1 2 は、本発明の第 2 実施例の回転電機の構成を示す断面図である。図 1 3 は、図 1 2 に 6 いて図示する A の方向から見た回転電機の構成を示す断面図である。図 1 2、図 1 3 において、ステータ鉄心 1 はスロット 2 と歯 3 を有し、そのスロット 2 内にコイル 4 を配置して形成したステータ 5 は、ハウジング 6 の内周面に固定され、ロータ 7 は回転軸 8 を有し、例えば参考例 1で説明した図 3 に図示するかご型巻線を備えた誘導電動機のロータであって、軸受装置 9 を有し軸受装置 9 を介して回転軸 8 を保持する 2 枚のエンドブラケット 10 a、10 b は、ハウジング 6 の両端にボルト 11 を介してハウジング 6 に固定されている。そして、ロータ 7 がコイル 4 から静電遮蔽されるように、例えば銅のような透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られた薄い円筒物 30 を、スロット 2 の開口部 13 を塞ぐようにロータ 7 の側面に対向するステータ鉄心 1 の空隙内周面に配置、固定し、円筒物 30 をステータ鉄心 1 と電氣的に導通するようにステータ鉄心 3 にはんだ付けまたは溶接し、円筒物 30 の両端を、例えば銅のような透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ金属導体である静電遮蔽材を加工して得られた円環 31 a、31 b で塞ぐように配置し、円環 31 a、31 b をハウジング 6 と電氣的に導通するようにハウジング 6 にはんだ付けまたは溶接し、コイル 4 とロータ 7 を静電遮蔽するようにコイル 4 を含むステータ鉄心 1 全体を円筒物 30、円環 31 a、31 b、および、ハウジング 6 で囲って完全密封状態としている。

【0068】

このような構成で、コイル 4 とロータ 7 間を静電遮蔽した実施例 2の回転電機がインバータ駆動された場合、参考例 1で述べたのと同様に、前述した位置に静電遮蔽物を設置したことによって、回転電機に磁氣的な影響を与えることなく、かつ、渦電流が流れる事が原因となって静電遮蔽材に発生する損失や発熱の問題を起こす事なく、従来の回転電機が高速で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合に発生していたディスチャージモードのベアリング電流の発生を防止することができ、また、従来の回転電機が低速で回転し、軸受装置が境界潤滑状態となる場合に発生していたコンダクティブモードのベアリング電流の発生も防止することができる、等の効果が生じる。これらの効果が生じる説明は、参考例 1と同様の説明となるので省略する。

【0069】

(参考例 3)

図 1 4 は、本発明の第 3 参考例の回転電機の構成を示す断面図である。図 1 5 は、図 1 4 において図示する A の方向から見た回転電機の構成を示す断面図である。図 1 4、図 1 5 において、ステータ鉄心 1 はスロット 2 と歯 3 を有し、そのスロット 2 内にコイル 4 を配置して形成したステータ 5 は、ハウジング 6 の内周面に固定され、ロータ 7 は回転軸 8 を有し、例えば参考例 1で説明した図 3 に図示するかご型巻線を備えた誘導電動機のロータであって、軸受装置 9 を有し軸受装置 9 を介して回転軸 8 を保持する 2 枚のエンドブラケット 10 a、10 b は、ハウジング 6 の両端にボルト 11 を介してハウジング 6 に固定されている。そして、ロータ 7 がコイル 4 から静電遮蔽されるように、例えば銅のような透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材を加工して得られた薄い金属箔 32 が、スロット 2 の開口部 13 を塞ぐようにロータ 7 の側面に対向するステータ鉄心 1 の空隙内周面に配置、固定され、金属箔 32 はステータ鉄心 1 と電氣的に導通するように、ステータ鉄心 1 にはんだ付け、または、溶接されている。

【0070】

このような構成で、コイル 4 とロータ 7 間を静電遮蔽した参考例 3の回転電機がインバータ駆動された場合、参考例 1で述べたのと同様に、前述した位置に静電遮蔽物を設置した

ことによって、回転電機に磁気的な影響を与えることなく、かつ、渦電流が流れる事が原因となって静電遮蔽材に発生する損失や発熱の問題を起こす事なく、従来の回転電機が高速で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合に発生していたディスチャージモードのベアリング電流の発生を防止することができ、また、従来の回転電機が低速で回転し、軸受装置が境界潤滑状態となる場合に発生していたコンダクティブモードのベアリング電流の発生も防止することができる、等の効果が生じる。これらの効果が生じる説明は、参考例 1と同様の説明となるので省略する。

【0071】

(実施例 3)

図 16 は、本発明の第 3 実施例の回転電機の構成を示す断面図である。図 17 は、図 16 10
 において図示する A の方向から見た回転電機の構成を示す断面図である。図 16、図 17
 において、ステータ鉄心 1 はスロット 2 と歯 3 を有し、そのスロット 2 内にコイル 4 を配
 置して形成したステータ 5 は、ハウジング 6 の内周面に固定され、ロータ 7 は回転軸 8 を
 有し、例えば参考例 1 で説明した図 3 に図示するかご型巻線を備えた誘導電動機のロータ
 であって、軸受装置 9 を有し軸受装置 9 を介して回転軸 8 を保持する 2 枚のエンドブラケ
 ット 10 a、10 b は、ハウジング 6 の両端にボルト 11 を介してハウジング 6 に固定され
 ている。そして、ロータ 7 がコイル 4 から静電遮蔽されるように、例えば銅のような透
 磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性体であって、かつ、金属導体である静電遮蔽材
 を加工して得られた薄い金属箔 33 が、スロット 2 の開口部 13 を塞ぐようにロータ 7 の
 側面に対向するステータ鉄心 1 の空隙内周面に配置、固定され、金属箔 33 はステータ鉄
 心 1 と電氣的に導通するように、ステータ鉄心 1 にはんだ付けまたは溶接され、さらに、
 金属箔 33 の両端部はハウジング 6 と電氣的に導通するように、ハウジング 6 にはんだ付
 けまたは溶接し、コイル 4 とロータ 7 を静電遮蔽するようにコイル 4 を含むステータ鉄心
 1 は、ハウジング 6 と金属箔 33 で囲って完全密封状態としている。 20

【0072】

このような構成で、コイル 4 とロータ 7 間を静電遮蔽した実施例 3 の回転電機がインバー
 タ駆動された場合、実施例 1 で述べたのと同様に、前述した位置に静電遮蔽物を設置した
 ことによって、回転電機に磁気的な影響を与えることなく、かつ、渦電流が流れる事が原
 因となって静電遮蔽材に発生する損失や発熱の問題を起こす事なく、従来の回転電機が高速
 で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合に発生していたディスチャージモードの
 ベアリング電流の発生を防止することができ、また、従来の回転電機が低速で回転し、軸
 受装置が境界潤滑状態となる場合に発生していたコンダクティブモードのベアリング電流
 の発生も防止することができる、等の効果が生じる。これらの効果が生じる説明は、参考
例 1と同様の説明となるので省略する。 30

【0073】

なお、参考例 1 ~ 3 および実施例 1 ~ 実施例 3では、静電遮蔽材に銅を用いたが、銅にか
 えて、アルミニウム、銀、白金、鉛、その他透磁率がほぼ真空中の透磁率に等しい非磁性
 体であって、かつ、導体である金属または金属合金を用いてもよく、その作用効果に差を
 生じない。

【0074】

なお、参考例 1 ~ 3 および実施例 1 ~ 実施例 3では、ロータにかご型巻線を備えた誘導電
 動機のロータを用いたが、かご型巻線を備えた誘導電動機のロータにかえて、これ以外の
 誘導電動機、DC モータ、同期電動機、その他回転軸を有する他の方式の回転電機のロー
 タを用いてもよく、その作用効果に差を生じない。

【0075】

【発明の効果】

以上の実施例から明らかなように、本発明によれば、静電遮蔽材で、スロットの開口部の
 みを塞ぐようにし、前記コイルと前記ロータを静電遮蔽するように、コイルを含むステ
ータ鉄心全体を、静電遮蔽材とハウジングで囲って完全密封状態とするか、または、コイル
を含むステータ鉄心全体を、静電遮蔽材とハウジングとエンドブラケットで囲って完全密
 40 50

封状態として、コイルとロータを静電遮蔽することによって、回転電機に磁気的な影響を与えたり、渦電流が流れる事が原因となって静電遮蔽材に発生する損失や発熱の問題を起こす等の二次的な影響を与える事無く、従来のPWMインバータにより駆動された回転電機が高速で回転しているときに発生するベアリング電流の振幅が大きく軸受装置に与えるストレスの大きいディスチャージモードや、回転電機が低速で回転しているときに発生する発生頻度が高く軸受装置に与えるストレスを無視できないコンダクティブモードのベアリング電流の発生を防止することができ、軸受部の摩耗、回転軸の損傷、潤滑油の風化、軸受装置の損傷、または、破壊を防止することができるという効果のある回転電機が得られる。

【0076】

また、本発明によれば、ベアリング電流の発生を防止しているため、従来のベアリング電流低減装置のように軟質の導電材料を回転軸に押し付けているため、数ヶ月でブラシ交換を必要とするような保守の必要なもくベアリング電流を防止することができるという効果のある回転電機が得られる。

【0077】

また、本発明によれば、ベアリング電流を防止することができ、これを装備する際に多くのコストと工数をかける必要がないという効果のある回転電機が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1参考例の回転電機の構成を示す断面図

【図2】図1において図示するAの方向から見た回転電機の構成を示す断面図

【図3】参考例で使用したかご型巻線を備えた誘導電動機のロータの構成を示す構成図

【図4】参考例1の回転電機が高速で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合において、インバータに駆動された参考例1の回転電機のコモンモード等価回路図

【図5】参考例1の回転電機が高速で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合において、インバータに駆動された参考例1の回転電機における各部の波形を説明する説明図

【図6】参考例1の回転電機が低速で回転し、軸受装置が境界潤滑状態となる場合において、PWMインバータに駆動された参考例1の回転電機のコモンモード等価回路図

【図7】参考例1の回転電機が低速で回転し、軸受装置が境界潤滑状態となる場合において、PWMインバータに駆動された参考例1の回転電機における各部の波形を説明する説明図

【図8】本発明の第2参考例の回転電機の構成を示す断面図

【図9】図8において図示するAの方向から見た回転電機の構成を示す断面図

【図10】本発明の第1実施例の回転電機の構成を示す断面図

【図11】図10において図示するAの方向から見た回転電機の構成を示す断面図

【図12】本発明の第2実施例の回転電機の構成を示す断面図

【図13】図12において図示するAの方向から見た回転電機の構成を示す断面図

【図14】本発明の第3参考例の回転電機の構成を示す断面図

【図15】図14において図示するAの方向から見た回転電機の構成を示す断面図

【図16】本発明の第3実施例の回転電機の構成を示す断面図

【図17】図16において図示するAの方向から見た回転電機の構成を示す断面図

【図18】従来のPWMインバータに駆動された回転電機の原理的回路図

【図19】従来のPWMインバータに駆動された回転電機の各部の波形を説明する説明図

【図20】従来の回転電機の構成を示した断面図

【図21】回転電機が高速で回転している時の軸受装置の状態を示す断面図

【図22】回転電機が高速で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合において、従来のPWMインバータに駆動された回転電機のコモンモード等価回路図

【図23】回転電機が高速で回転し、軸受装置が流体潤滑状態となる場合において、従来のPWMインバータに駆動された回転電機の各部の波形を説明する説明図

【図24】回転電機が低速で回転している時の軸受装置の状態を示す断面図

【図25】回転電機が低速で回転し、軸受装置が境界潤滑状態となる場合において、従来

10

20

30

40

50

のPWMインバータに駆動された回転電機のコモンモード等価回路図

【図26】回転電機が低速で回転し、軸受装置が境界潤滑状態となる場合において、従来のPWMインバータに駆動された回転電機の各部の波形を説明する説明図

【図27】従来のベアリング電流防止装置の構成を示す構成図

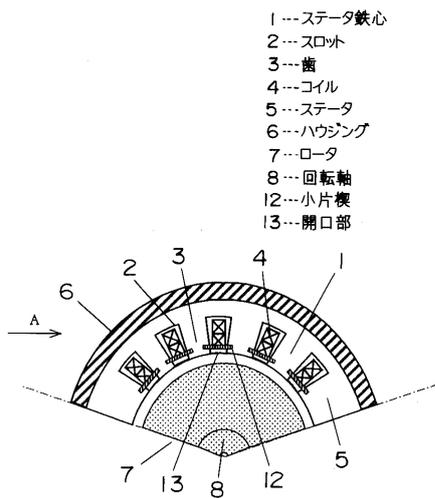
【符号の説明】

- 1 ステータ鉄心
- 2 スロット
- 3 歯
- 4 コイル
- 5 ステータ
- 6 ハウジング
- 7 ロータ
- 8 回転軸
- 9 軸受装置
- 10 a エンドブラケット
- 10 b エンドブラケット
- 12 小片楔
- 13 開口部
- 28 円筒物
- 29 円筒物
- 30 円筒物
- 31 円環
- 32 金属箔
- 33 金属箔

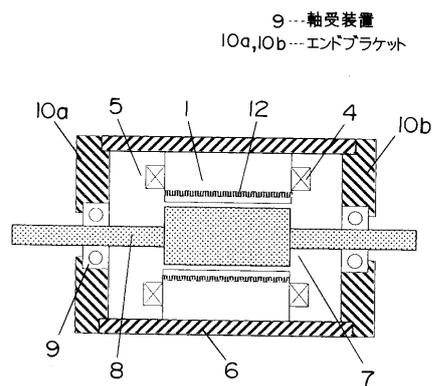
10

20

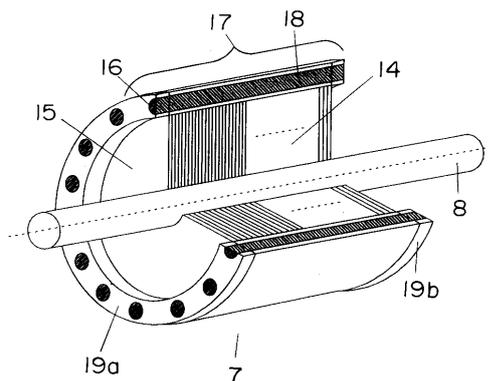
【図1】



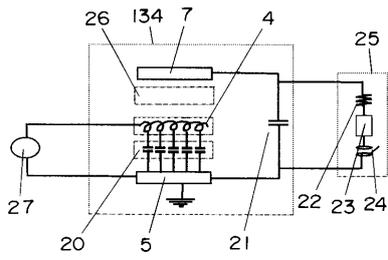
【図2】



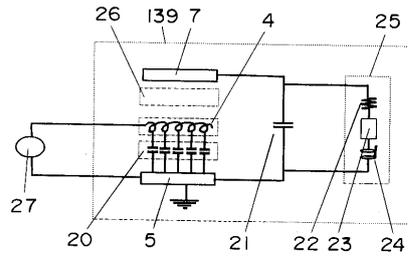
【図3】



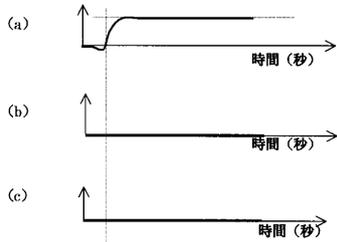
【 図 4 】



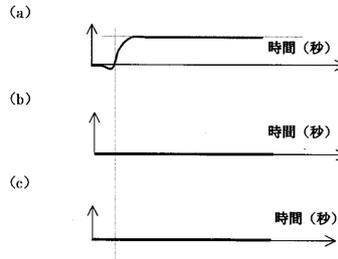
【 図 6 】



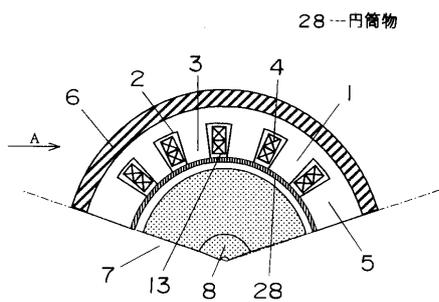
【 図 5 】



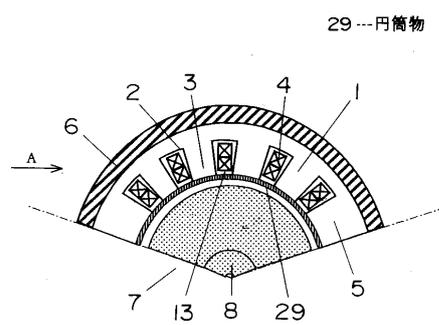
【 図 7 】



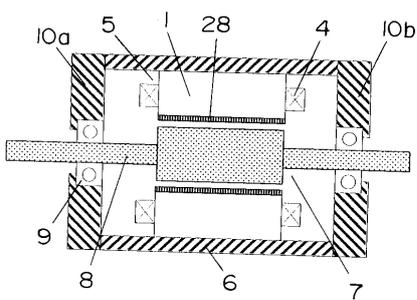
【 図 8 】



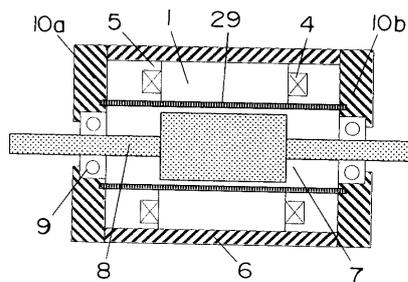
【 図 10 】



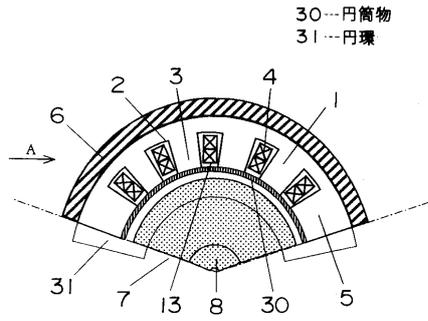
【 図 9 】



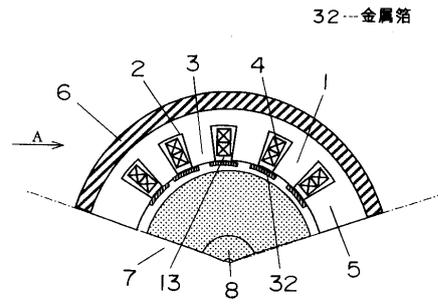
【 図 11 】



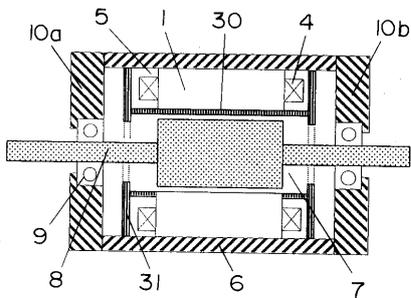
【図12】



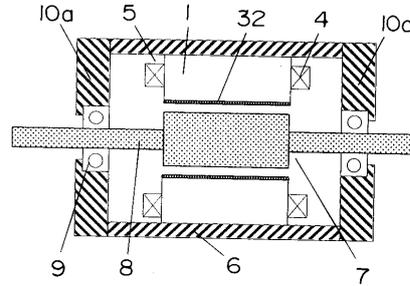
【図14】



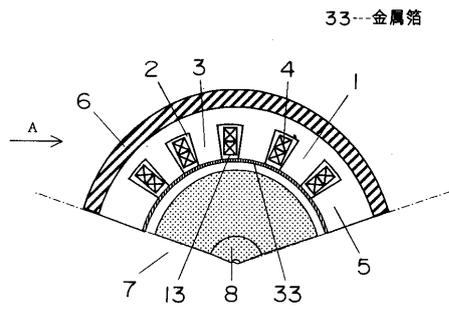
【図13】



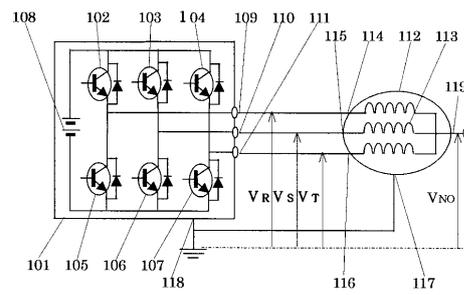
【図15】



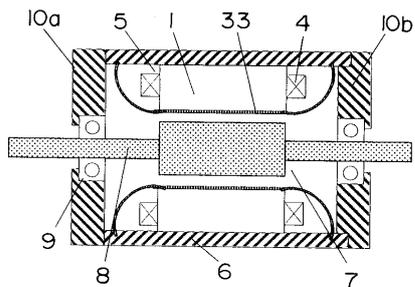
【図16】



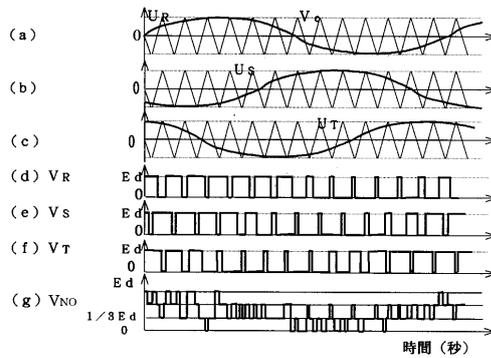
【図18】



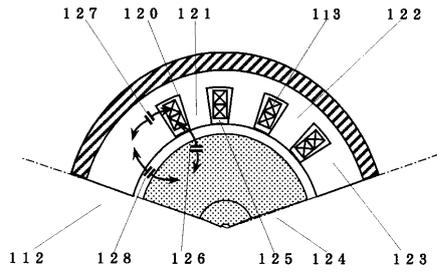
【図17】



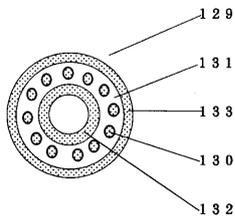
【図19】



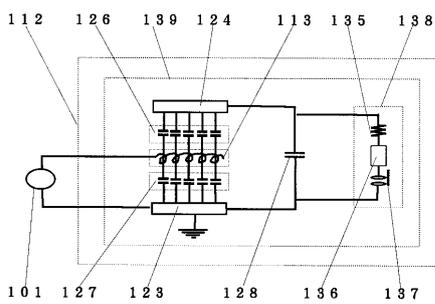
【図 20】



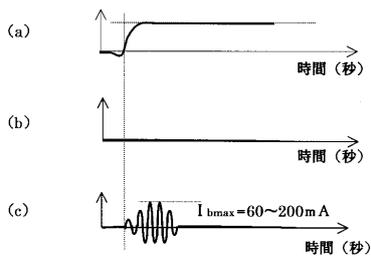
【図 21】



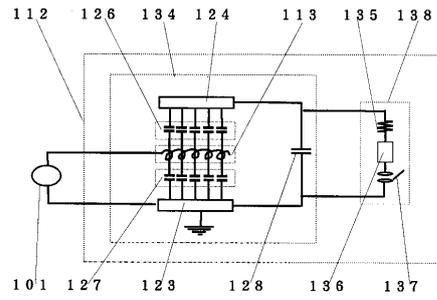
【図 25】



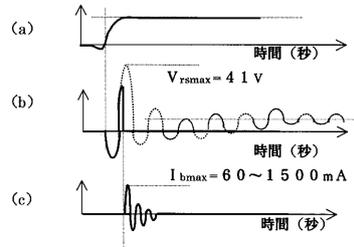
【図 26】



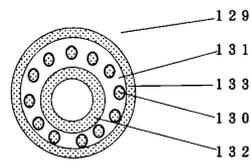
【図 22】



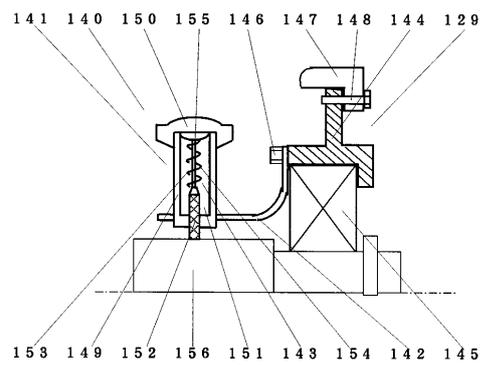
【図 23】



【図 24】



【図 27】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-032953(JP,A)
特開平06-153438(JP,A)
特開2000-197298(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H02K 3/487
H02K 5/16