

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4442070号
(P4442070)

(45) 発行日 平成22年3月31日(2010.3.31)

(24) 登録日 平成22年1月22日(2010.1.22)

(51) Int.Cl. F 1
 H O 2 K 3/48 (2006.01) H O 2 K 3/48
 H O 2 K 3/30 (2006.01) H O 2 K 3/30

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-287993 (P2001-287993)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成13年9月21日(2001.9.21)	(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
(65) 公開番号	特開2003-102140 (P2003-102140A)	(72) 発明者	青山 博 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所 機械研究所内
(43) 公開日	平成15年4月4日(2003.4.4)	(72) 発明者	後藤 和夫 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会 社 日立製作所 電機システム事業部内
審査請求日	平成18年1月23日(2006.1.23)	(72) 発明者	江島 英博 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会 社 日立製作所 電機システム事業部内
前置審査			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】

ステータフレームと、このステータフレームに軸受けを介して設置された回転子と、この回転子の外周面に複数形成されたスロットと、このスロット内に配設された界磁巻線と、この界磁巻線に当接し前記回転子の開口部で支持された電機絶縁用クリページブロックとを備えた回転電機において、

前記電機絶縁用クリページブロックは、ガラス繊維を直交させて織られた布に半硬化したエポキシ樹脂を含ませたプリプレグシートを複数枚積層してプレスで加熱加圧したものと、前記界磁巻線に接する側に位置し、300以上の耐熱性を有する有機繊維とが組み合わされて形成されていると共に、前記有機繊維は、複数本ずつ束ねた繊維を編み込んだ織物であり、繊維方向が少なくとも回転軸の軸方向と同一方向であり、かつ、前記プリプレグシートに含まれている前記エポキシ樹脂で前記有機繊維とプリプレグシートが一体に形成されていることを特徴とする回転電機。

【請求項2】

前記界磁巻線に接触する300以上の耐熱性を有する有機繊維は、ポリベンゾイミダゾール、ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール、芳香族ポリアミド、ポリアリレート、芳香族ポリエステルからなる繊維を含んでいることを特徴とする請求項1記載の回転電機。

【請求項3】

前記界磁巻線に接触する300以上の耐熱性を有する有機繊維の表面は、ポリエチレン

、ポリプロピレン、ナイロンからなる繊維が組み合わされていることを特徴とする請求項2記載の回転電機。

【請求項4】

前記界磁巻線に接触する300以上の耐熱性を有する有機繊維の面は、有機繊維が表面に露出するように機械加工されて形成することを特徴とする請求項2記載の回転電機。

【請求項5】

前記界磁巻線に接触する300以上の耐熱性を有する有機繊維の面は、その厚さが前記クリページブロックの1/4以下であることを特徴とする請求項2記載の回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、タービン発電機等に搭載される回転電機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

回転電機は、例えば図1～図3（詳細は後述する）に示すように、円筒状をした回転子の外周にはスロットが等間隔に加工されている。このスロットの内部には、界磁巻線と、この界磁巻線を絶縁するためのクリページブロックと、界磁巻線の飛出しを防止するためのウェッジが挿入されている。

【0003】

このように、クリページブロックを組み込んだ回転子は、界磁巻線が通電されて高速回転すると、界磁巻線は通電による発熱と回転中の高い遠心力によってクリページブロックやウェッジとの間で高い面圧を受けて熱伸びしてしまう。

この時、半径方向の最外周部に位置する界磁巻線は、クリページブロックとの間で滑りを生じるが、このクリページブロックと界磁巻線との間の摩擦係数が、クリページブロックとウェッジとの摩擦係数よりも大きい（滑りにくい）と、滑りはクリページブロックとウェッジとの間で発生する。

更に、クリページブロックとウェッジとの間の摩擦係数がウェッジ側面とティース側面との間の摩擦係数よりも大きい（滑りにくい）と、滑りは、ウェッジ側面とティース側面との間に移る。

【0004】

これらの摩擦係数の値が回転子のスロットによってそれぞれ異なると、回転子軸に対する曲げ力がばらつき、回転軸のたわみに繋がるという問題がある。

このたわみは、結果的に回転電機の異常軸振動に繋がるため、これを抑える必要がある。仮に、摩擦係数のばらつきが全てのスロットで同じであったとしても、滑り部分が界磁巻線とクリページブロック、クリページブロックとウェッジ、ウェッジと回転子軸材のいずれかでばらつくと、結果的に回転子軸に対するモーメントアームが変わることになるため、軸は曲がってしまうことになる。

【0005】

このように、回転軸が曲がってしまうという問題を解決する手段として、例えば特開平6-86492号公報、特開平7-163075号公報、特開平8-322180号公報等があげられる。

特開平6-86492号公報に記載の例では、界磁巻線の最外周部ターンと2段目ターン間に四フッ化エチレンで被覆され、黒鉛でできたシートを挟んで界磁巻線間の滑りを向上させたものである。

また、特開平7-163075号公報に記載の例では、コイルスロット内に収納された界磁巻線と、スロットの開口部に挿入されてスロット内の界磁巻線を固定するウェッジと、このウェッジと界磁巻線との間に四フッ化エチレンを塗布したアラミド紙などの低摩擦係数材を挿入し、同じく界磁巻線間の滑りを向上させたものである。

【0006】

更に、特開平8-322180号公報に記載の例では、回転子スロットのウェッジと界磁巻線との間に四フッ化エチレンなどの低摩擦係数材を一体成型し、これまた界磁巻線間の滑りを向

10

20

30

40

50

上させたものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記の従来技術には以下のような問題がある。

上記特開平6-86492号公報、特開平7-163075号公報、特開平8-322180号公報のいずれの従来技術も、界磁巻線の摩擦力を小さくするために、界磁巻線との接触面に当接する部分に四ふっ化エチレンなどの低摩擦係数剤を塗布した部材を挿入したり、一体成型したりして、軸曲げ力を小さくしようとする例であるが、この材料の摩擦係数は0.05程度と小さすぎるため、かえって摩擦力の値がばらつく。これは、低摩擦係数剤の塗布厚さが必ずしも均一ではないことから発生しているものと考えられる。

10

しかも、摩擦係数が小さいために界磁巻線とのすべり長さが大きな範囲となって、摩擦力のばらつきが及ぶ領域も大きくなってしまう。

このため、回転子に組み込むと軸曲がりが大きく発生し、軸振動値が増大してしまう。さらに、上記スライディングシートの例などは、その厚さが非常に小さいため、熱伸びを繰り返して与えられ、摩擦を繰り返すと、シートの破れが発生し始め、強度上も問題となる。

【0008】

本発明の目的は、回転子の界磁巻線が熱伸びすることによって起因する摩擦力のばらつきを小さくし、例えば熱伸び回数が繰り返して発生しても、回転軸の軸曲がり量が小さい回転電機を提供することにある。

【0009】

20

【課題を解決するための手段】

上記目的は、ステータフレームと、このステータフレームに軸受けを介して設置された回転子と、この回転子の外周面に複数形成されたスロットと、このスロット内に配設された界磁巻線と、この界磁巻線に当接し前記回転子の開口部で支持された電機絶縁用クリページブロックとを備えた回転電機において、

前記電機絶縁用クリページブロックは、ガラス繊維を直交させて織られた布に半硬化したエポキシ樹脂を含ませたプリプレグシートを複数枚積層してプレスで加熱加圧したものと、前記界磁巻線に接する側に位置し、300以上の耐熱性を有する有機繊維とが組み合わせられて形成されていると共に、前記有機繊維は、複数本ずつ束ねた繊維を編み込んだ織物であり、繊維方向が少なくとも回転軸の軸方向と同一方向であり、かつ、前記プリプレグシートに含まれている前記エポキシ樹脂で前記有機繊維とプリプレグシートが一体に形成により達成される。

30

【0012】

また、上記目的は、界磁巻線に接触する300以上の耐熱性を有する有機繊維は、ポリベンゾイミダゾール、ポリパラフェニレンベンゾピスオキサゾール、芳香族ポリアミド、ポリアリレート、芳香族ポリエステルからなる繊維を含んでいることにより達成できる。

【0014】

また、上記目的は、界磁巻線に接触する300以上の耐熱性を有する有機繊維の表面は、ポリエチレン、ポリプロピレン、ナイロンからなる繊維が組み合わせられていることにより達成できる。

40

【0015】

また、上記目的は、界磁巻線に接触する300以上の耐熱性を有する有機繊維の面は、有機繊維が表面に露出するように機械加工されて形成することにより達成できる。

【0016】

また、上記目的は、界磁巻線に接触する300以上の耐熱性を有する有機繊維の面は、その厚さが前記クリページブロックの1/4以下であることにより達成できる。

【0017】

また、上記目的は、前記クリページブロックの板圧方向に穴を設け、この穴に有機繊維を含んだ部材を挿入してなることにより達成される。

【0018】

50

【発明の実施の形態】

ところで、タービン発電機等は、故障しない限り長年に渡って運転が行われるが、その間、起動停止が繰返されるため、その起動停止時の衝撃が各スロットへの衝撃となって、スロットごとの摩擦抵抗の不均衡を発生させているものと考えられる。

特に、タービン発電機は通常横置きにして設置されるため、回転軸は水平方向で回転する。この回転軸にスロットごとの摩擦抵抗不均衡が災いし、仮にたわみが発生した場合、たわみが上下方向に移動するため、その摩擦抵抗不均衡は更に大きくなってしまふことが考えられる。

【0019】

摩擦抵抗不均衡の原因を種々検討した結果、主たる原因は、銅である界磁巻線とクリページブロックとの擦れにより、界磁巻線から銅粉が発生し、この銅粉がクリページブロックと界磁巻線との間に不均一に付着して発生していることが判った。

そこで、本発明は、界磁巻線の磨耗を極力低減して、銅粉の発生を抑えることを検討したものである。

【0020】

以下、本発明を図に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

図1は、回転電機の斜視図であり、内部が分かるように部分的に切断した図である。

図1において、1は円筒形状をした回転子であり、軸芯部分に回転軸が挿入されている。2は回転子1の外周を取り囲むように設けられたステータを固定するためのステータフレームである。3はステータフレーム2の内部に設けられた2個所の軸受けであり、回転子1を回転支持するものである。

【0021】

図2は、回転子の斜視図である。

図2において、回転子1は軸方向に円筒状をしている。この回転子1の外周には軸方向に加工されたスロット5が等間隔に書こうされている。このスロット5内には界磁巻線4が配設される。このスロット5を加工することによってスロット5間には、くし歯状のティース6が形成される。回転子1には、スロット5を加工していない磁極部7、7'がある。本実施例では、その数を2ヶ所としているが、4ヶ所の場合もある。

スロット5内には、界磁巻線4が回転中の遠心力によって径方向に飛出さないように、ウェッジ8が回転子1のティース6にはめ込まれている。

【0022】

図3は、図2のA部を拡大した図である。

図3において、それぞれのティース6で分離構成されるスロット5の内面側壁には、電気絶縁用のスロットアーマ9と呼ばれる樹脂性の板が設置されている。界磁巻線4は、矩形断面をしている。この界磁巻線4が複数段積み重ねられているが、その段ごとに層間絶縁材10が介在されている。最外周の界磁巻線4には、電気絶縁用のクリページブロック11が当接し、ティース6に支持されるウェッジ8によって回転中の遠心力に耐えるようになっている。

【0023】

図4は、クリページブロック11を構成する強化繊維層の斜視図である。

図4において、クリページブロック11は、ガラス繊維を直交させて織られた布に半硬化したエポキシ樹脂を含ませたプリプレグシート12を複数枚積層してプレス板で加熱加圧して形成したものと、界磁巻線4に接する側を有機繊維13とを組み合わせたものである。有機繊維13のうち表面の繊維方向は、上記回転子1の軸方向と同じ方向である。一方、ガラス繊維は回転軸の軸方向と軸直角方向を向いた繊維で織られた構造をしている。

【0024】

ところで、ガラス繊維と有機繊維13とは、互いに同一のエポキシ樹脂に含浸され、クリページブロック11の基材として一体加圧加熱成型されている。有機繊維13としてはポリベンゾイミダゾール、ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール、芳香族ポリアミド、ポリアリレート、芳香族ポリエステルで製造される繊維が用いられる。

10

20

30

40

50

これらの繊維は耐熱性が300 以上あり、界磁巻線 4 に通電され温度上昇し、回転子1の軸方向と同じ方向に熱伸びをしようとした場合でも摩擦熱によっても破壊することなく、安定した摩擦状態となるので、界磁巻線 4 からの銅粉の発生を抑えることが可能である。

【 0 0 2 5 】

図 5 は、本発明の他の実施例を備えたクリページブロックを構成する強化繊維層の他の実施例を示す斜視図である。

図 5 において、クリページブロック 1 1 は、ガラス繊維を直交させて織られた布に半硬化したエポキシ樹脂を含ませたプリプレグシート 1 2 を複数枚積層してプレス板で加熱加圧して形成したものと、界磁巻線 4 に接する側を有機繊維 1 3 とを組み合わせたものである。

有機繊維 1 3 は、複数本ずつ束ねた繊維を編み込んだ織物である。界磁巻線 4 が通電され、温度上昇によって回転子 1 の軸方向に熱伸びをしようとした場合、クリページブロック 1 1 の界磁巻線 4 に対して有機繊維 1 4 が接しているため、滑りがよくなり界磁巻線 4 と織物 1 4 との間で摩擦係数を安定化し、界磁巻線 4 は高面圧下でもクリページブロック 1 1 の表面に沿って滑らかに滑ることができる。

このため、コイルスロット間での摩擦係数のばらつきも減少し低摩擦となるので、界磁巻線に熱伸びが繰り返り起こっても摩擦による界磁巻線からの銅粉の発生を減少させることができる。

【 0 0 2 6 】

図 6 は、クリページブロックを構成する強化繊維層の他の実施例を示す斜視図である。

【 0 0 2 7 】

図 6 において、クリページブロック 1 1 は、ガラス繊維を直交させて織られた布に半硬化したエポキシ樹脂を含ませたプリプレグシート 1 2 を複数枚積層してプレス板で加熱加圧して形成したものと、界磁巻線 4 に接する側を有機繊維 1 3 とを組み合わせたものである。

有機繊維 1 3 は、界磁巻線 4 に接する面が有機繊維であり、繊維方向が回転軸の軸方向と同一方向となっている。ただし、繊維 1 3 は回転軸の軸方向に有機繊維のみであると、繊維方向での割れが発生する可能性があるが、軸方向と軸直角方向のガラス繊維からなるプリプレグシート 1 2 と組合されているので、強度が保たれ割れを防止することができる。これにより、界磁巻線 4 が通電されることによって軸方向に熱伸びをしてもクリページブロック 1 1 の繊維方向が同じであるため、滑りが滑らかとなり、摩擦係数が小さく磁界巻線 4 からの銅粉の発生を抑えることが可能である。

図 7 は、本発明の他の実施例を備えたクリページブロックを構成する強化繊維層を示す斜視図である。

図 7 において、クリページブロック 1 1 は、ガラス繊維を直交させて織られた布に半硬化したエポキシ樹脂を含ませたプリプレグシート 1 2 を複数枚積層してプレス板で加熱加圧して形成したものと、界磁巻線 4 に接する側を有機繊維 1 4、1 5 とを組み合わせたものである。前記界磁巻線 4 と接する側の有機繊維 1 4 の本数が、回転子 1 の軸方向に対して直角方向を向いた有機繊維 1 5 の本数よりも多くなるように織られている。ただし、本数を多くする有機繊維 1 4 は界磁巻線 4 と接する側の面だけであってもよいが、界磁巻線 4 との接触面を含む複数層あってもよい。

尚、繊維の織り方は平織り、縞子織りなどいずれでも良い。

【 0 0 2 8 】

本実施例によれば、界磁巻線 4 が通電によって温度上昇し、回転子 1 軸方向に熱伸びをしようとした場合、クリページブロック 1 1 の界磁巻線 4 と接触する有機繊維が界磁巻線 4 よりも硬い強化繊維（ガラス繊維）と織り込まれている。しかも連続して界磁巻線の熱伸び方向に配されている有機繊維の本数が熱伸びの方向と直角方向のガラス繊維数より多いため、界磁巻線 4 は高面圧下でもクリページブロック 1 1 の表面に沿って回転子軸方向滑らかに滑ることができる。しかも、軸直角方向のガラス繊維が軸方向の繊維が分離しないように拘束しているため、強度上も信頼性の高いクリページブロックを提供できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

図 8 は、本発明の他の実施例を備えたクリページブロックを構成する強化繊維層の斜視図である。

図 8 において、クリページブロック 1 1 は、ガラス繊維を直交させて織られた布に半硬化したエポキシ樹脂を含ませたプリプレグシート 1 2 を複数枚積層してプレス板で加熱加圧して形成したものと、界磁巻線 4 に接する側を有機繊維 1 5 とを組み合わせたものである。

【 0 0 3 0 】

有機繊維 1 5 は、有機繊維を 1 mm から 1 0 mm 程度に短く切断したものを布状として、ガラス繊維を含むプリプレグシート 1 2 とともに同一のエポキシ樹脂に含浸されている。有機繊維 1 5 としてはポリベンゾイミダゾール、ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール、芳香族ポリアミド、ポリアリレート、芳香族ポリエステルで製造される繊維が用いられる。これらの繊維は耐熱性が 300 以上あり、界磁巻線 4 に通電され温度上昇し、回転子 1 軸方向に熱伸びをしようとした場合の摩擦熱によっても破壊することなく、安定した摩擦状態を呈する。

【 0 0 3 1 】

本実施例によれば、界磁巻線 4 に通電され温度上昇し、回転子 1 軸方向に熱伸びをしようとした場合、クリページブロック 1 1 の界磁巻線 4 との当接面側の有機繊維が界磁巻線 4 との間で摩擦係数を安定化させるため、界磁巻線 4 は高面圧下でもクリページブロック 1 1 の表面に沿って滑らかに滑ることができ、コイルスロット間での摩擦係数のばらつきも減る。

【 0 0 3 2 】

従がって、界磁巻線が低摩擦で熱伸びが繰り返り起こっても摩擦係数のばらつきの小さい回転子が提供可能となる。さらに、有機繊維を短繊維化していることで製造時に有機繊維層の配向を気にせずに成型できるため製造コストも下げられる。

【 0 0 3 3 】

図 9 は、本発明の他の実施例を備えたクリページブロックを構成する強化繊維層の斜視図である。

図 9 において、クリページブロック 1 1 は、ガラス繊維を直交させて織られた布に半硬化したエポキシ樹脂を含ませたプリプレグシート 1 2 を複数枚積層してプレス板で加熱加圧して形成したものと、界磁巻線 4 に接する側を有機繊維 1 6 とを組み合わせたものである。界磁巻線 4 と接する側の面に、有機繊維 1 6 を複数本束にしたものを複数列設けてある。有機繊維束 1 6 は、回転子 1 軸方向と軸直角方向を向いた束を互いに重ねてあってもよいし、互いに編んであってもよい。

有機繊維束 1 6 とガラス繊維層 1 2 は同一のエポキシ樹脂に含浸されている。有機繊維としてはポリベンゾイミダゾール、ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール、芳香族ポリアミド、ポリアリレート、芳香族ポリエステルで製造される繊維が用いられる。これらの繊維は耐熱性が 300 以上あり、界磁巻線 4 に通電され温度上昇し、回転子 1 軸方向に熱伸びをしようとした場合の摩擦熱によっても破壊することなく、安定した摩擦状態を呈する。

【 0 0 3 4 】

本実施例によれば、界磁巻線 4 に通電され温度上昇し、回転子 1 軸方向に熱伸びをしようとした場合、クリページブロック 1 1 の界磁巻線 4 との当接面側の有機繊維が界磁巻線 4 との間で摩擦係数を安定化させるため、界磁巻線 4 は高面圧下でもクリページブロック 1 1 の表面に沿ってなめらかにすべることができ、コイルスロット間での摩擦係数のばらつきも減る。

従がって、低摩擦で熱伸びが繰り返り起こっても摩擦係数のばらつきの小さい回転子が提供可能となる。さらに、有機繊維を束にしていることより、界磁巻線との摩擦力によって繊維が切断しにくくなるという効果を生む。また、軸直角方向の繊維も配されているため遠心力による高い面圧下でも、軸方向繊維が横方向に分離しにくくなり、強度上も信頼性

10

20

30

40

50

の高いクリページブロックが提供できる。

【0035】

図10は、他の実施例を備えたクリページブロックを構成する強化繊維層の斜視図である。

図10において、クリページブロック11は、ガラス繊維を直交させて織られた布に半硬化したエポキシ樹脂を含ませたプリプレグシート12を複数枚積層してプレス板で加熱加圧して形成したものと、界磁巻線4に接する側を有機繊維14、17とを組み合わせたものである。界磁巻線4と接する面に一番近い繊維層に有機繊維を複数種混在させている。第1の有機繊維14はポリベンゾイミダゾール、ポリパラフェニレンベンゾピスオキサゾール、芳香族ポリアミド、ポリアリレート、芳香族ポリエステルで製造される繊維とし、

10

第2の有機繊維17としてポリエチレン、ポリプロピレン、ナイロンで製作された繊維となっている。本実施例によれば、界磁巻線4に通電され温度上昇し、回転子1軸方向に熱伸びをしようとした場合、クリページブロック11の界磁巻線4との当接面側の第1の有機繊維が界磁巻線4との間で摩擦力のばらつきの小さい摺動を担い、界磁巻線4は高面圧下でもクリページブロック11の表面に沿ってなめらかにすべることができ、コイルスロット間での摩擦係数のばらつきも減る。したがって低摩擦で、熱伸びが繰り返り起こっても摩擦係数のばらつきの小さい回転子が提供可能となる。

【0036】

さらに、製造コストの安い第2の有機繊維と混合することで、比較的製造コストの高い第1の有機繊維を、クリページブロック11の表面に広範囲に配置させることができる。このため安価なクリページブロックが提供できる。

20

【0037】

図11は、クリページブロック11を構成する強化繊維層の界磁巻線4と接する面に最も近い繊維層における有機繊維層の厚さの割合と、クリページブロック11の圧縮強度との関係、および軸方向摩擦係数のばらつき安定度との関係を示すグラフである。

図11において、有機繊維はガラス繊維よりも強度が小さいため、クリページブロック11の厚みに対する比率を大きくすると、圧縮強度が低下する。回転子1は回転中高い遠心力下にあるため、平均的な面圧が50MPaにも及ぶ。クリページブロックの圧縮強度を低下させないためには、なるべく有機繊維層を薄くする必要がある。

30

一方、有機繊維層を薄くしすぎると、界磁巻線との接触面に、有機繊維とガラス繊維が露出し、ガラス繊維が界磁巻線を削ってしまい、繰り返しの使用に対して、摩擦係数を増加させ、ばらつきの原因となってしまう。

【0038】

本実施例では、有機繊維層の厚さを、最大でクリページブロック11の厚さの4分の1以下とする。また、クリページブロックの強度低下を引き起こさずに、界磁巻線の通電加熱状態において、長期に亘って、界磁巻線4は滑らかにクリページブロック11の表面をすべることができる。したがって、摩擦係数も安定し、コイルスロット5間でばらつかなくなる。クリページブロック11の繊維配向を決定する際は、この関係を用いて有機繊維層の厚さを決定する。こうして、回転子の軸曲がりが最小の回転電機の回転子が提供可能となる。

40

【0039】

図12は、クリページブロック11の界磁巻線4に接する面に最も近い繊維層に有機繊維を設けた場合の、界磁巻線4とクリページブロック11との摩擦係数の大きさ、またはばらつきとすべり回数との関係を表したグラフである。

尚、図12は、回転子1に組み込まれたウェッジ8とクリページブロック11、界磁巻線4と層間絶縁材10との摩擦係数と、すべり回数との関係も併記してある。

【0040】

図12において、界磁巻線4とクリページブロック11との摩擦係数の範囲を、ウェッジ8と回転子1軸材との摩擦係数の範囲A、クリページブロック11とウェッジ8との摩擦

50

係数の範囲B、界磁巻線4と層間絶縁材10との摩擦係数の範囲Cよりも小さくする。滑り回数とともに摩擦係数の大きさは増加するとともに、ばらつきも大きくなる。

図12に示すように、有機繊維層の厚さを増やすことで摩擦係数のばらつきを小さくすることができる。そして、設計される滑り回数内で範囲A、B、Cのいずれの摩擦係数よりも小さくしておくことで、滑り位置が、常に界磁巻線とクリページブロックとの間に限定され続ける。

【0041】

本実施例によれば、界磁巻線4に通電された時の熱伸びをクリページブロック11と回転子1半径方向最外周の界磁巻線4との間のすべりで吸収することができ、すべてのコイルスロット5ですべり位置が常に同じ部位で起こるため、回転子1の軸に対する曲げモーメントの半径が同じとなるため、軸曲がりを起こしにくい回転電機の回転子が提供可能となる。

10

【0042】

図13は、クリページブロックの基材となるプリプレグシートがロール状になった状態を説明する斜視図である。

図13において、18はガラス繊維を直交させて織られた布に半硬化したエポキシ樹脂を含ませたシートを複数枚積層してプレス板で加熱加圧して形成プリプレグシートを巻き込んだロール部である。

【0043】

図14は、このプリプレグシートを積層して、加圧加熱してできた板を切断して形成したクリページブロックの斜視図である。図14において、図13のプリプレグシートを切断してクリページブロック11を形成するものである。

20

【0044】

図15は、クリページブロックの最終仕上げ加工装置の斜視図である。

図15において、20はガラス繊維とエポキシ樹脂からなるプリプレグシートを積層し、その片面に有機繊維を含んだ繊維層を一体成型した部材を、設計寸法に加工するためのカッタである。21は、この加工装置を収納する筐体である。有機繊維層は、長繊維であっても良いし、短繊維であっても良い。

【0045】

本実施例によれば、クリページブロック11の寸法を機械加工によって容易に出せる。また、界磁巻線との接触面に、有機繊維が露出することになるため、摩擦係数の安定化の阻害要因となるエポキシ樹脂が表面から取り除かれる効果も生み、摩擦係数がより安定化する。

30

【0046】

図16、図17はクリページブロック11の斜視図である。

図16において、クリページブロック11はガラス繊維で強化されたエポキシ樹脂で製作されている。界磁巻線との接触面にもガラス繊維とエポキシ樹脂でできた層があるため、従来の構造のように、摩擦係数はすべり回数とともにばらつきやすい。クリページブロック11に複数個の穴が板厚方向に開けられ、そこに有機繊維を含んだ樹脂部材19が固定されている。有機繊維を含んだ樹脂部材はピン形状であっても良い。

40

【0047】

図17はクリページブロック11の斜視図である。

図17に示すように、有機繊維を含んだ樹脂部材19は板形状であっても良い。この場合、有機繊維は、短繊維でできており、ポリベンゾイミダゾール、ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール、芳香族ポリアミド、ポリアリレート、芳香族ポリエステルいずれかで製作される。

本実施例によれば、従来構造のクリページブロックに対しても、後から摩擦係数の安定した有機繊維層を含んだ部材を固定させることができ、界磁巻線4に通電され温度上昇し、回転子1軸方向に熱伸びをしようとした場合、クリページブロック11の界磁巻線4との当接面側の有機繊維が界磁巻線4との間で摩擦係数を安定化させるため、界磁巻線4は高

50

面圧下でもクリページブロック 11 の表面に沿ってなめらかにすべることができ、コイルスロット間での摩擦係数のばらつきも減る。

従って、低摩擦で熱伸びが繰り返し起こっても摩擦係数のばらつきの小さい回転子が提供可能である。

【0048】

本発明は、以上のごとく、これらの有機繊維は耐熱性が300 以上あり、界磁巻線に通電され温度上昇し、回転子軸方向に熱伸びをしようとした場合の摩擦熱によっても破壊することなく、安定した摩擦状態を呈する。したがって低摩擦で、熱伸びが繰り返し起こっても摩擦係数のばらつきの小さいため、磁界巻線からの銅粉の発生を最小限に抑えることができる。

10

【0049】

【発明の効果】

本発明によれば、回転中の回転子の軸曲がりに起因する軸振動が小さい回転電機が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、回転電機の斜視図である。

【図2】図2は、回転子の斜視図である。

【図3】図3は、図3のA部を拡大した斜視図である。

【図4】図4は、クリページブロックの強化繊維層を示す斜視図である。

【図5】図5は、他の実施例を説明するクリページブロックの強化繊維層を示す斜視図である。

20

【図6】図6は、他の実施例を説明するクリページブロックの強化繊維層を示す斜視図である。

【図7】図7は、他の実施例を説明するクリページブロックの強化繊維層を示す斜視図である。

【図8】図8は、他の実施例を説明するクリページブロックの強化繊維層を示す斜視図である。

【図9】図9は、他の実施例を説明するクリページブロックの強化繊維層を示す斜視図である。

【図10】図10は、他の実施例を説明するクリページブロックの強化繊維層を示す斜視図である。

30

【図11】図11は、クリページブロックの有機繊維層厚さ比率とクリページブロックの圧縮強度、および摩擦係数安定度との関係を示すグラフ図である。

【図12】図12は、回転子に組み込まれた部材の摩擦係数とすべり回数との関係を示すグラフ図である。

【図13】図13は、プリプレグシートロールの斜視図である。

【図14】図14は、プリプレグシートから切り出されたクリページブロックの斜視図である。

【図15】図15は、クリページブロック加工装置の斜視図である。

【図16】図16は、クリページブロックの斜視図である。

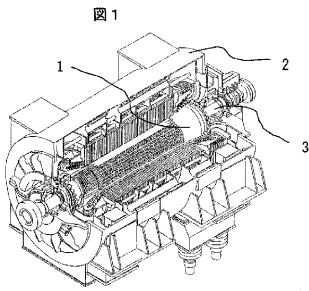
40

【図17】図17は、クリページブロックの斜視図である。

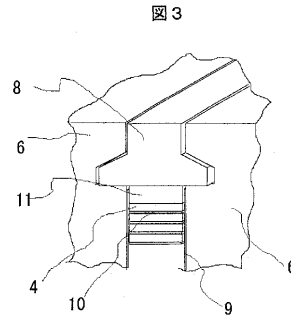
【符号の説明】

1 ... 回転子、4 ... 界磁巻線、5 ... スロット、8 ... ウェッジ、9 ... スロットアーマ、10 ... 層間絶縁材、11 ... クリページブロック、12 ... 強化繊維層、13 ... 有機繊維、19 ... 有機繊維樹脂部材。

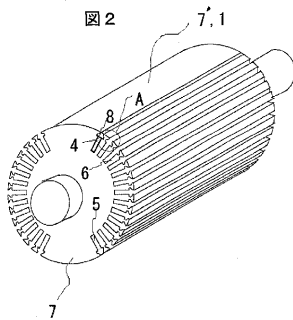
【 図 1 】



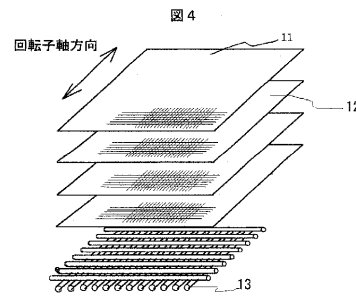
【 図 3 】



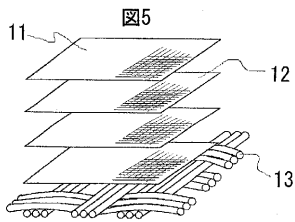
【 図 2 】



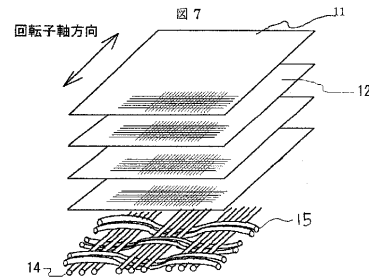
【 図 4 】



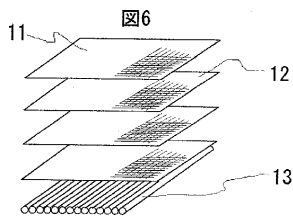
【 図 5 】



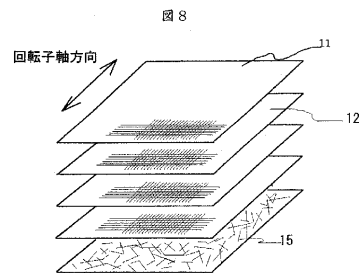
【 図 7 】



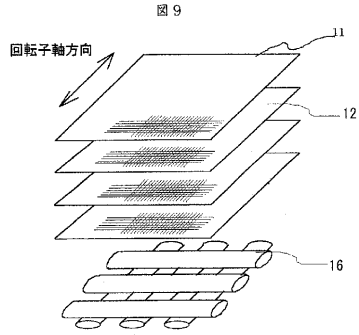
【 図 6 】



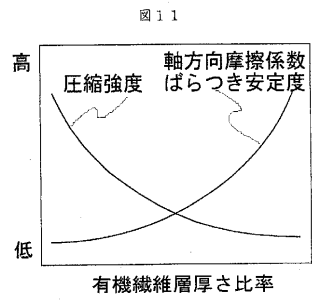
【 図 8 】



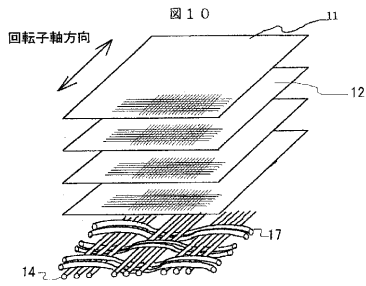
【図 9】



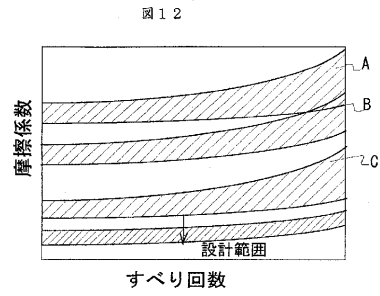
【図 11】



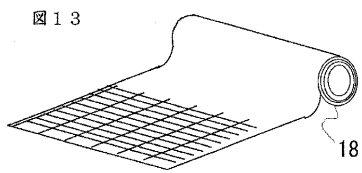
【図 10】



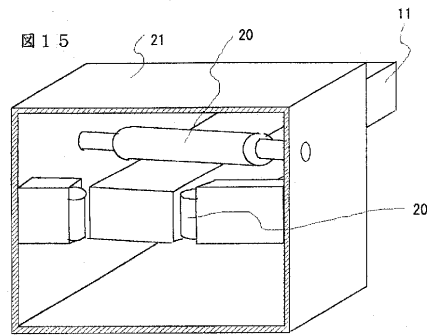
【図 12】



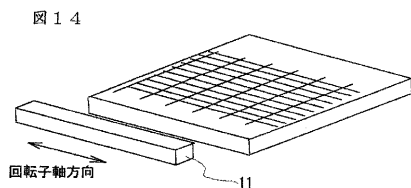
【図 13】



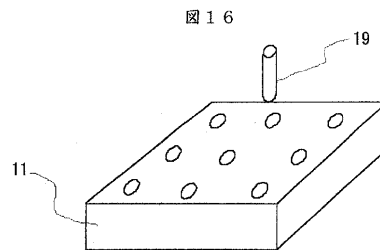
【図 15】



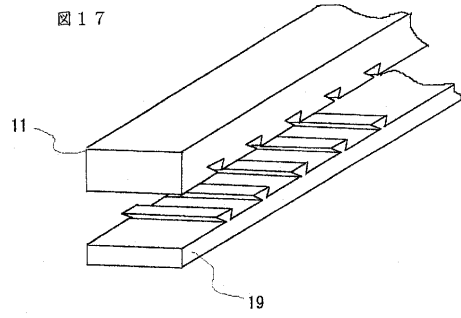
【図 14】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 柴田 孝

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社 日立製作所 電機システム事業部内

審査官 天坂 康種

(56)参考文献 特開2001-231208(JP,A)

特開2001-150123(JP,A)

特開平07-238439(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 3/48

H02K 3/30