(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2017-192176
(P2017-192176A)
(43)公開日　平成29年10月19日(2017.10.19)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02K 9/06	(2006.01)	H02K	9/06	G	5H609
		H02K	9/06	E	

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 9 頁）

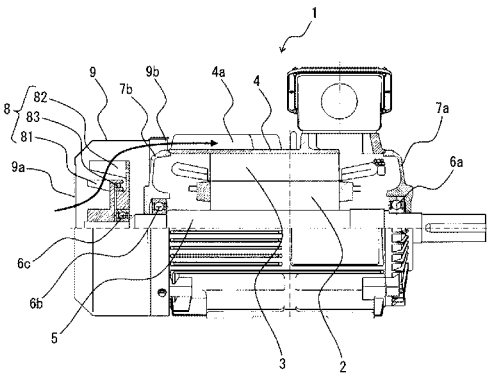
(21)出願番号　特願2016-79015(P2016-79015)
(22)出願日　平成28年4月11日(2016.4.11)

(71)出願人　502129933
株式会社日立産機システム
東京都千代田区神田練塀町３番地
(74)代理人　110001829
特許業務法人開知国際特許事務所
(72)発明者　河野　洋祐
東京都千代田区神田練塀町３番地　株式会社日立産機システム内
(72)発明者　安部　恵輔
東京都千代田区神田練塀町３番地　株式会社日立産機システム内

Ｆターム(参考)　5H609 BB01 BB19 PP01 PP06 QQ02 QQ09 QQ12 RR03 RR07 RR10 RR11

(54)【発明の名称】回転電機

(57)【要約】
【課題】外扇ファンを交換することなく、低速運転時に必要な冷却風量を確保すると共に、定格運転時に外扇ファンの駆動に伴うエネルギー消費効率の低下を抑制することが可能な回転電機を提供する。
【解決手段】外扇ファン８は、回転軸５の反負荷側端部に固定された内周ファン部８１と、前記内周ファン部よりも大きな外径を有し、前記内周ファン部の負荷側に配置され、前記回転軸の反負荷側端部に回転可能に支持された外周ファン部８２と、前記外周ファン部と前記内周ファン部との間に配置され、前記回転軸の回転数が所定の回転数N_{TH}よりも小さいときは、前記外周ファン部を前記内周ファン部に連結させ、前記回転軸の回転数が前記所定の回転数よりも大きいときは、前記外周ファン部を前記内周ファン部から分離させるファン連結部８３とを有する。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
回転子及び固定子を収納する筒状のフレームと、
前記フレームの負荷側開口部を閉鎖し、前記回転子に固定された回転軸を回転可能に支持する負荷側エンドブラケットと、
前記フレームの反負荷側開口部を閉鎖し、前記回転子に固定された回転軸を回転可能に支持する反負荷側エンドブラケットと、
前記反負荷側エンドブラケットの反負荷側において前記回転軸に固定された外扇ファンと、
前記外扇ファンを反負荷側から覆うファンカバーとを備え、
前記外扇ファンは、
前記回転軸に固定された内周ファン部と、
前記内周ファン部よりも大きな外径を有し、前記回転軸に回転可能に支持された外周ファン部と、
前記外周ファン部と前記内周ファン部との間に配置され、前記回転軸の回転数が所定の回転数よりも小さいときは、前記外周ファン部を前記内周ファン部に連結させ、前記回転軸の回転数が前記所定の回転数よりも大きいときは、前記外周ファン部を前記内周ファン部から分離させるファン連結部とを有することを特徴とする回転電機。
【請求項２】
請求項１に記載の回転電機において、
前記外周ファン部は、
前記回転軸に回転可能に支持された円筒形状の第１ボス部と、前記第１ボス部の外周面に前記回転軸と同軸に設けられた円盤形状の第１整流用ガイド板と、前記第１整流用ガイド板の反負荷側面の外縁部に放射状に立設された複数の第１羽根部とを有し、
前記内周ファン部は、前記回転軸に固定された円筒形状の第２ボス部と、前記第２ボス部の外周面に前記回転軸と同軸に設けられ、前記第１整流用ガイド板の外径よりも小さな外径を有する円盤形状の第２整流用ガイド板と、前記第２整流用ガイド板の反負荷側面の外縁部に放射状に立設された複数の第２羽根部と、前記第２整流用ガイド板の負荷側面に前記回転軸と同軸に設けられ、前記第１ボス部の外径よりも大きな内径を有し、その内周面が前記回転軸の半径方向において前記第１ボス部の外周面と対向するように配置された環状のラップ部とを有し、
前記ファン連結部は、前記ラップ部の内周面と前記第１ボス部の外周面との間に配置された少なくとも１つの押し当て部材と、前記押し当て部材を前記ラップ部の内周面に接続すると共に前記第１ボス部の外周面に押し当てる弾性部材とを有し、
前記弾性部材の弾性係数は、前記回転軸の回転数が前記所定の回転数よりも小さいときは、前記押し当て部材に作用する遠心力が前記弾性部材により作用する押し当て力を下回り、前記回転軸の回転数が前記所定の回転数よりも大きいときは、前記押し当て部材に作用する遠心力が前記弾性部材により作用する押し当て力を上回るように設定されたことを特徴とする回転電機。
【請求項３】
請求項２に記載の回転電機において、
前記第１ボス部の外周面に摩擦材が設けられていることを特徴とする回転電機。
【請求項４】
請求項２に記載の回転電機において、
前記第１ボス部の外周面と前記押し当て部材の内周面とに、互いに嵌合する凹凸が形成されていることを特徴とする回転電機。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、回転電機に関する。

【背景技術】
【０００２】
回転電機は、運転中に回転子や固定子が発熱するため、これらを冷却する手段を備える必要がある。特に、回転子や固定子がフレーム等によって覆われた全閉型の回転電機において、その必要性が顕著である。このような全閉型の回転電機の冷却手段を開示するものとして、例えば特許文献１がある。
【０００３】
特許文献１には、フレームの反負荷側を閉鎖するエンドブラケットから突出した回転軸端部に外扇ファンを取り付け、この外扇ファンによって発生させた冷却風をフレームの外周面に流すことにより冷却を行う外被冷却型の回転電機が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開平１１－２８９７１６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
回転電機は、インバータを用いた可変速制御により、運転時の回転数を調整することが可能である。一方、回転電機の冷却に使用される外扇ファンは、羽根部と、回転軸に取り付けるためのボス部と、整流用ガイド板とが一体に成型されることが多く、その全体形状は、定格運転時の回転数（定格回転数）で必要な冷却風量を確保できるように定められている。このような定格運転用の外扇ファンを取り付けた回転電機を定格回転数よりも低い回転数（低速回転数）で運転（低速運転）した場合、回転数の低下に伴って必要な冷却風量を確保できず、冷却性能が不足することとなる。そのため、回転電機を低速運転する際は、低速回転数でも必要な冷却風量を確保できるように、外扇ファンを外径の大きなもの（低速運転用の外扇ファン）に交換するケースが多い。
【０００６】
一方、低速運転用の（外径の大きな）外扇ファンを取り付けた回転電機を定格回転数で運転した場合、回転数の増加に伴って必要以上の冷却風量が発生し、冷却性能が過剰となる。そのため、外径の大きな外扇ファンを取り付けた回転電機では、定格運転時に外扇ファンの駆動に伴うエネルギー消費が過大となるため、２０１５年より施行されたトップランナー規制よるエネルギー消費効率の目標基準値を達成することが困難である。
【０００７】
本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、外扇ファンを交換することなく、低速運転時に必要な冷却風量を確保すると共に、定格運転時に外扇ファンの駆動に伴うエネルギー消費効率の低下を抑制することが可能な回転電機を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
上記課題を解決するために、本発明は、回転子及び固定子を収納する筒状のフレームと、前記フレームの負荷側開口部を閉鎖し、前記回転子に固定された回転軸を回転可能に支持する負荷側エンドブラケットと、前記フレームの反負荷側開口部を閉鎖し、前記回転子に固定された回転軸を回転可能に支持する反負荷側エンドブラケットと、前記反負荷側エンドブラケットの反負荷側において前記回転軸に固定された外扇ファンと、前記外扇ファンを反負荷側から覆うファンカバーとを備え、前記外扇ファンは、前記回転軸に固定された内周ファン部と、前記内周ファン部よりも大きな外径を有し、前記回転軸に回転可能に支持された外周ファン部と、前記外周ファン部と前記内周ファン部との間に配置され、前記回転軸の回転数が所定の回転数よりも小さいときは、前記外周ファン部を前記内周ファン部に連結させ、前記回転軸の回転数が前記所定の回転数よりも大きいときは、前記外周ファン部を前記内周ファン部から分離させるファン連結部とを有するものとする。

【発明の効果】
【０００９】
本発明に係る回転電機によれば、回転速度に応じて外扇ファンの有効外径を変化させることにより、外扇ファンを交換することなく、低速回転時に必要な冷却風量を確保すると共に、定格回転時の外扇ファンの駆動に伴うエネルギー消費効率の低下を抑制することができる。上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】本発明の第１の実施例に係る回転電機を一部断面で示す正面図である。
【図２】図１の要部拡大図である。
【図３】本発明の第１の実施例に係る外扇ファンの断面図である。
【図４】本発明の第１の実施例に係る外扇ファンの平面図である。
【図５】本発明の第１の実施例に係る外扇ファンを一部断面で示す正面図である。
【図６】本発明の第１の実施例に係る外扇ファンの回転数と冷却風量との関係を示す概念図である。
【図７】従来技術に係る回転電機を一部断面で示す正面図である。
【図８】図７の要部拡大図である。
【図９】図７に示す外扇ファンの斜視図である。
【図１０】本発明の第２の実施例に係る外扇ファンを一部断面で示す正面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。なお、各図中、同一の部材には同一の符号を付し、重複した説明は適宜省略する。
【実施例１】
【００１２】
本発明の第１の実施例では、回転速度に応じて外扇ファンの有効外径を変化させることが可能な外扇ファンの例を説明する。図１は、本実施例に係る回転電機を一部断面で示す正面図であり、図２は、図１の要部拡大図である。
【００１３】
回転電機１は、回転子２及び固定子３を収納するフレーム４と、フレーム４の負荷側開口部を閉鎖し、回転子２に固定された回転軸５の負荷側端部を軸受６ａを介して回転可能に支持する負荷側エンドブラケット７ａと、フレーム４の反負荷側開口部を閉鎖し、回転軸５の反負荷側端部を軸受６ｂを介して回転可能に支持する反負荷側エンドブラケット７ｂと、反負荷側エンドブラケット７ｂから反負荷側に突出した回転軸５の反負荷側端部に固定された外扇ファン８と、外扇ファン８を反負荷側から覆うファンカバー９とを備えている。
【００１４】
フレーム４は、鋳鉄、アルミ、薄鋼板などにより筒状に形成され、回転電機１の外被を構成している。エンドブラケット７ａ，７ｂはフレーム４の両側開口部にそれぞれインロー嵌合などを用いて取り付けられ、回転電機１の内部はほぼ密閉空間となる。すなわち、本実施例に係る回転電機１は、内外気の積極的な連通がない全閉型、外被冷却型の回転電機である。
【００１５】
ファンカバー９の回転軸５寄りには、吸込口９ａが形成されている。ファンカバー９の外径は反負荷側エンドブラケット７ｂの外径よりも大きく、ファンカバー９の外周端部と反負荷側エンドブラケット７ｂの外周端部との間には、フレーム４の外周面に滑らかに接続する環状の吐出口９ｂが形成されている。外扇ファン８は遠心ファンによって構成され、外扇ファン８が回転軸５と共に回転すると、吸込口９ａから流入した冷却風が吐出口９ｂからフレーム４の外周面に沿って放出される（図中矢印は冷却風の流れを示す）。フレ

ーム４の外周面には、回転軸５の軸方向に沿って複数の放熱フィン４ａがしばしば設けられている。これにより、外扇ファン８による冷却性能を向上させることができる。

【００１６】

図３は、外扇ファン８の断面図であり、図４は、外扇ファン８の正面図であり、図５は、外扇ファン８を一部断面で示す正面図である。

【００１７】

本実施例に係る外扇ファン８は、回転軸５の反負荷側端部に固定された内周ファン部８１と、内周ファン部８１の負荷側に配置され、回転軸５に軸受６ｃを介して回転可能に支持された外周ファン部８２と、外周ファン部８２を内周ファン部８１に連結するファン連結部８３とを備えている。

【００１８】

内周ファン部８１は、回転軸５の反負荷側端部に固定される厚肉円筒形状のボス部８１ａと、ボス部８１ａの外周面の負荷側終端部に前記回転軸と同軸に設けられ、後述する外周ファン部８２の整流用ガイド板８２ｂの外径よりも小さな外径を有する円盤形状の整流用ガイド板８１ｂと、整流用ガイド板８１ｂの反負荷側面の外縁部に放射状に立設された複数の羽根部８１ｃと、整流用ガイド板８１ｂの負荷側面の外縁部に前記回転軸と同軸に設けられた環状のラップ部８１ｄとを有する。ラップ部８１ｄは、後述する外周ファン部８２のボス部８２ａの外径よりも大きな内径を有し、その内周面が回転軸５の半径方向においてボス部８２ａの外周面と対向するように配置される。

【００１９】

外周ファン部８２は、回転軸５に軸受６ｃを介して回転可能に支持される厚肉円筒形状のボス部８２ａと、ボス部８２ａの外周面の負荷側終端部に回転軸５と同軸に設けられ、内周ファン部８１の整流用ガイド板８１ｂよりも大きな外径を有する円盤形状の整流用ガイド板８２ｂと、整流用ガイド板８２ｂの反負荷側面の外縁部に放射状に立設された複数の羽根部８２ｃとを有する。

【００２０】

ファン連結部８３は、内周ファン部８１のラップ部８１ｄの内周面と外周ファン部８２のボス部８２ａの外周面との間隙に環状に配置された複数の円弧形状の押し当て部材８３ａと、これら複数の押し当て部材８３ａをそれぞれラップ部８１ｄの内周面に接続すると共に外周ファン部８２のボス部８２ａの外周面に押し当てる複数の弾性部材８３ｂとを有する。

【００２１】

回転電機１の回転数が所定の回転数よりも小さく、押し当て部材８３ａに作用する遠心力が弾性部材８３ｂによる押し当て力を下回る場合は、図３（ａ）又は図５に示すように、押し当て部材８３ａが外周ファン部８２のボス部８２ａの外周面に押し当てられる。これにより、外周ファン部８２が内周ファン部８１に連結され、内周ファン部８１と外周ファン部８２とが回転軸と一体に回転する。なお、外周ファン部８２のボス部８２ａの外周面には、図５に示すように、摩擦材８２ｄが設けられている。これにより、外周ファン部８２のボス部８２ａの外周面と押し当て部材８３ａの内周面との滑りを抑制し、内周ファン部８１と外周ファン部８２との連結強度を向上させることが可能となる。

【００２２】

一方、回転電機１の回転数が所定の回転数よりも大きく、押し当て部材８３ａに作用する遠心力が弾性部材８３ｂの押し当て力を上回る場合は、図３（ｂ）に示すように、弾性部材８３ｂが収縮して押し当て部材８３ａの内周面が外周ファン部８２のボス部８２ａの外周面から離れる。これにより、外周ファン部８２が内周ファン部８１から分離され、内周ファン部８１のみが回転軸５と一体に回転し、外周ファン部８２は軸受６ｃの摩擦力を介して僅かに回転するのみとなる。ここで、所定の回転数は、弾性部材８３ｂの弾性係数を調整することにより、低速運転時の回転数よりも大きくかつ定格運転時の回転数よりも小さい値に設定される。

【００２３】

上記構造により、低速運転時は、外扇ファン８の外径が見た目上大きくなり（外扇ファン８の有効外径が外周ファン部８２の外径と一致し）、定格運転時は、外扇ファン８の外径が見た目上小さくなる（外扇ファン８の有効外径が内周ファン部８１の外径と一致する）。ここで、内周ファン部８１の外径や羽根部８１ｃの数及び形状は、定格回転数で単体で回転したときに定格運転時に必要な冷却風量を確保できるように定め、外周ファン部８２の外径や羽根部８２ｃの数及び形状は、低速回転数で内周ファン部８１と一体に回転したときに低速運転時に必要な冷却風量を確保できるように定めることが望ましい。それにより、低速運転時と定格運転時の双方において、外扇ファン８の駆動に伴うエネルギー消費を最小限に抑えつつ、必要な冷却風量を確保することができる。

【００２４】

図６は、外扇ファン８の回転数と冷却風量との関係を示す概念図である。回転電機１の冷却に必要な冷却風量（以下「必要冷却風量」という。）Ｆは、図中点線で示すように運転時の回転数Ｎに応じて定まる。回転数Ｎが０から所定の回転数N_{TH}までの間は、内周ファン部８１と外周ファン部８２とが回転軸５と一体に回転するため、回転数Ｎの増加に応じて冷却風量Ｆは急峻に増加する。これにより、低速運転時の必要冷却風量F_Lを確保することができる。

【００２５】

回転数Ｎが低速回転数N_Lよりも大きな所定の回転数N_{TH}を上回ると、外周ファン部８２が内周ファン部８１から分離され、内周ファン部８１のみが回転軸５と一体に回転し、外周ファン部８２は軸受６ｃの摩擦力により僅かに回転するのみとなる。これにより、冷却風量Ｆのうち内周ファン部８１の寄与分が大部分を占め、外周ファン部８２の寄与分は僅かとなる。回転数が定格回転数N_Rに達すると、内周ファン部８１のみによって、定格運転時の必要冷却風量F_Rが確保される。

【００２６】

図７～図９に従来技術に係る回転電機を比較例として示す。図７は、従来技術に係る回転電機を一部断面で示す正面図であり、図８は、図７の要部拡大図であり、図９は、図７に示す外扇ファンの斜視図である。

【００２７】

従来技術に係る回転電機１Ｘに取付けられる外扇ファン８Ｘは、樹脂の射出成形などにより、図９に示すように、ボス部８Ｘａと、整流用ガイド板８Ｘｂと、複数の羽根部８Ｘｃとが一体に成型されることが多く、その全体形状は、定格運転時の必要冷却風量F_Rを確保できるように定められている。そのため、従来技術に係る回転電機１Ｘを低速運転する際は、低速運転時の必要冷却風量F_Lを確保できるように、外扇ファン８Ｘを外径の大きなもの（低速運転用の外扇ファン８Ｘ）に交換する必要がある。

【００２８】

本実施例に係る回転電機１によれば、回転数Ｎが所定の回転数N_{TH}を下回る低速運転時は、内周ファン部８１と外周ファン部８２とが回転軸５と一体に回転するため、低速運転時の必要冷却風量F_Lを確保することができる。一方、回転数Ｎが所定の回転数N_{TH}を上回る定格運転時は、外周ファン部８２が内周ファン部８１から分離し、外扇ファン８の回転モーメントが大きく減少する（内周ファン部８１の回転モーメントとほぼ一致する）ため、外扇ファン８の駆動に伴うエネルギー消費を抑えつつ、定格運転時の必要冷却風量F_Rを確保することができる。

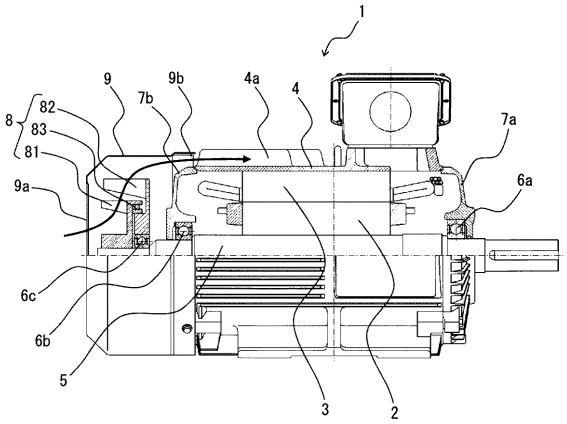
【００２９】

なお、本実施例では、図５に示すように、円弧形状の押し当て部材８３ａをボス部８２ａの外周全周にわたって配置しているが、本発明はこれに限定されず、外周の一部にのみ配置しても良い。また、本実施例では、環状のラップ部８１ｄを整流用ガイド板８１ｂの負荷側面の外縁部から負荷側に延出するように設けているが、本発明はこれに限定されず、整流用ガイド板８１ｂの負荷側面の回転軸５寄りから負荷側に延出するように設け、それに応じて外周ファン部８２のボス部８２ａの外径を小さくしても良い。

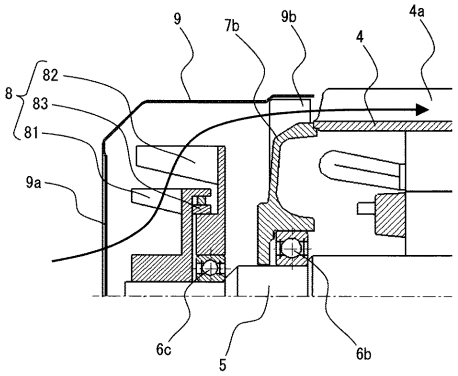
【実施例２】

【００３０】
本発明の第２の実施例では、回転速度に応じて外扇ファンの有効外径を変化させることが可能な外扇ファンのその他の例を説明する。図１０は、本実施例に係る外扇ファンを一部断面で示す正面図である。
【００３１】
図１０において、第１の実施例（図５参照）との相違点は、外周ファン部８２のボス部８２ａの外周面に摩擦材８２ｄを設ける代わりに、外周ファン部８２のボス部８２ａの外周面とファン連結部８３の押し当て部材８３ａの内周面とに、互いに嵌合する凹凸を形成している点にある。
【００３２】
本実施例に係る回転電機１においても、第１の実施例と同様の効果が達成される。また、低速運転時に外周ファン部８２のボス部８２ａの外周面と押し当て部材８３ａの内周面とを互いに嵌合させることにより、押し当て部材８３ａとボス部８２ａとの滑りを防止し、外周ファン部８２と内周ファン部８１との連結強度を更に向上させることが可能となる。
【００３３】
以上、本発明の実施の形態について詳述したが、本発明は、上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施形態は、本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成の一部を加えることも可能であり、ある実施形態の構成の一部を削除し、あるいは、他の実施形態の一部と置き換えることも可能である。
【符号の説明】
【００３４】
１…回転電機、２…回転子、３…固定子、４…フレーム、４ａ…放熱フィン、５…回転軸、６ａ，６ｂ，６ｃ…軸受、７ａ…負荷側エンドブラケット、７ｂ…反負荷側エンドブラケット、８，８Ｘ…外扇ファン、８Ｘａ…ボス部、８Ｘｂ…整流用ガイド板、８Ｘｃ…羽根部、８１…内周ファン部、８１ａ…ボス部（第２ボス部）、８１ｂ…整流用ガイド板（第２整流用ガイド板）、８１ｃ…羽根部（第２羽根部）、８１ｄ…ラップ部、８２…外周ファン部、８２ａ…ボス部（第１ボス部）、８２ｂ…整流用ガイド板（第１整流用ガイド板）、８２ｃ…羽根部（第１羽根部）、８２ｄ…摩擦材、８３…ファン連結部、８３ａ…押し当て部材、８３ｂ…弾性部材、９…ファンカバー、９ａ…吸込口、９ｂ…吐出口。

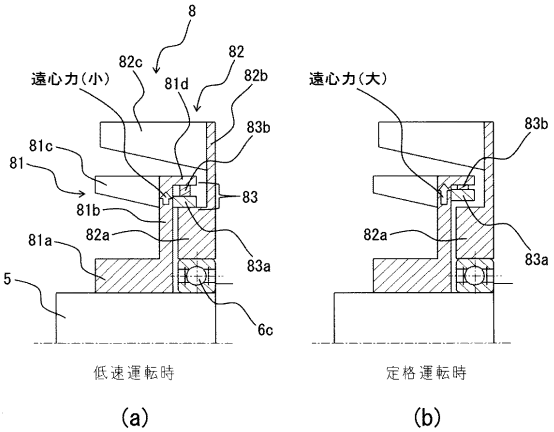
【図１】



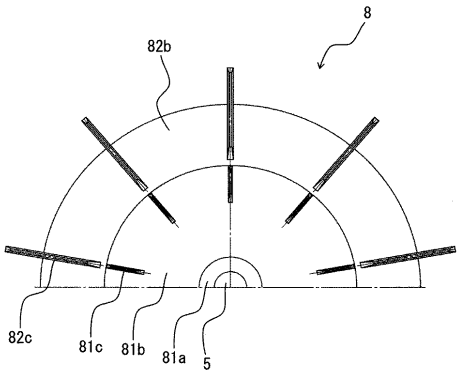
【図２】



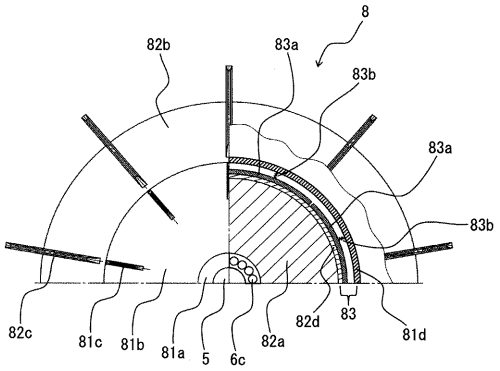
【図３】



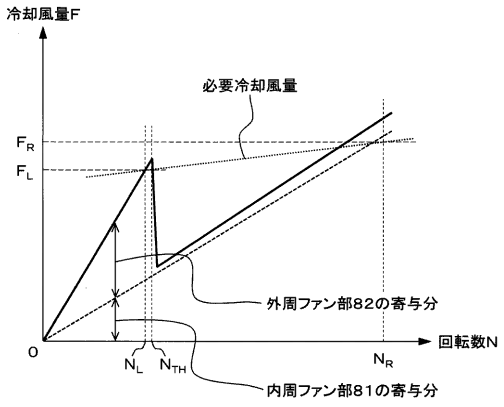
【図４】



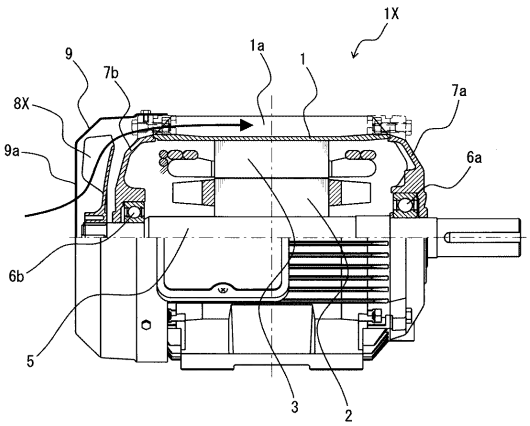
【図５】



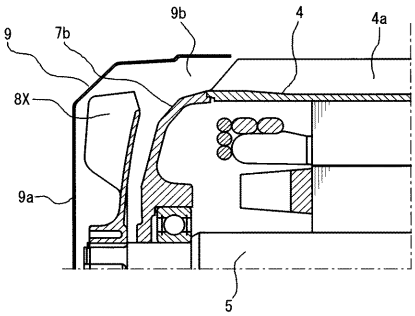
【図６】



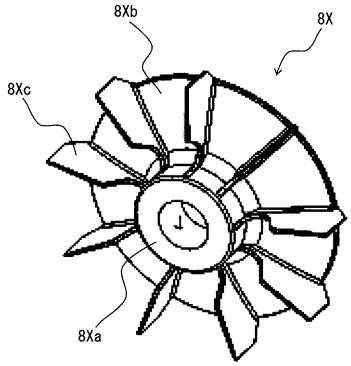
【図７】



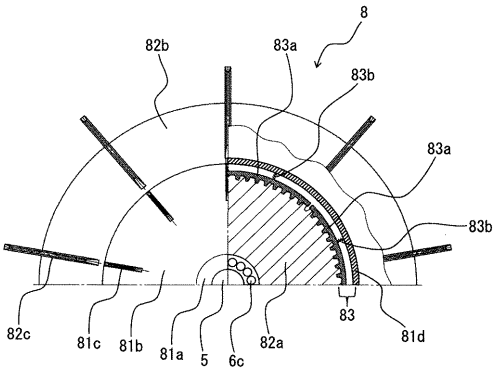
【図８】



【図９】


8Xb
8X
8Xc
8Xa

【図１０】


8
82b
83a
83b
83a
83b
82c
81c
81b
81a
5
6c
82a
83
81d