(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3696062号

(P3696062)

(45)発行日　平成17年9月14日(2005.9.14)　(24)登録日　平成17年7月8日(2005.7.8)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H02K 19/22	H02K	19/22	
H02K 1/16	H02K	1/16	C
H02K 1/24	H02K	1/24	B
H02K 3/28	H02K	3/28	J

請求項の数 8　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2000-242491(P2000-242491)
(22)出願日　平成12年8月10日(2000.8.10)
(65)公開番号　特開2002-58220(P2002-58220A)
(43)公開日　平成14年2月22日(2002.2.22)
審査請求日　平成14年12月18日(2002.12.18)

前置審査

(73)特許権者　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号
(74)代理人　100057874
弁理士　曾我　道照
(74)代理人　100110423
弁理士　曾我　道治
(74)代理人　100084010
弁理士　古川　秀利
(74)代理人　100094695
弁理士　鈴木　憲七
(74)代理人　100111648
弁理士　梶並　順

最終頁に続く

(54)【発明の名称】車両用交流発電機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

周方向に間隔をおいて径方向内方に延びる複数のティースによりスロットが画成された固定子鉄心、および、上記スロットに組み込まれた固定子巻線を有する固定子と、

それぞれ先細り状の爪状磁極が外径側に周方向に所定ピッチで設けられ、該爪状磁極を噛み合わせるように対向させてシャフトに固着され、該爪状磁極の最外径面と上記ティースの先端部との間に一定のエアギャップδを有するように上記固定子の内側に配設された一対のポールコア体、および、上記爪状磁極に覆われるように配設された界磁コイルを有する回転子とを備えた車両用交流発電機において、

上記爪状磁極のそれぞれは、上記ティースの先端部に対してδより大きいエアギャップを有するエアギャップ拡大面が外径側の周方向両側部の少なくとも一部に形成され、

上記最外径面と上記ティースの先端部との周方向距離τが、０＜τ＜３δに形成され、

径方向から見て、複数の上記ティースの先端部が隣接する爪状磁極のそれぞれの上記最外径面と上記エアギャップ拡大面とからなる面に重なり、さらに、隣り合う上記爪状磁極間の周方向中心位置が上記ティースの先端部の周方向中心位置に一致したときに、当該ティースの先端部が、隣り合う上記爪状磁極のそれぞれの上記最外径面に重ならず、かつ、隣り合う上記爪状磁極のそれぞれの上記エアギャップ拡大面の少なくとも一部に重なるように構成されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項２】

上記エアギャップ拡大面は、上記爪状磁極の根元部外径側の周方向両側に形成された傾

斜面で構成されていることを特徴とする請求項１記載の車両用交流発電機。
【請求項３】
上記エアギャップ拡大面は、上記爪状磁極の外径側の周方向両側に根元側から先端側に至るように形成された傾斜面で構成されていることを特徴とする請求項１記載の車両用交流発電機。
【請求項４】
上記傾斜面は、その周方向幅が、根元側から先端側に漸次減少する先細り状に形成されていることを特徴とする請求項３記載の車両用交流発電機。
【請求項５】
上記回転子の軸方向両端側に位置する上記爪状磁極の肩部がアール形状もしくはテーパ形状の傾斜面に形成され、上記最外径面、上記エアギャップ拡大面および上記肩部の傾斜面が上記ティースの先端部の軸方向両端近傍で隣接していることを特徴とする請求項１乃至請求項４の何れかに記載の車両用交流発電機。
【請求項６】
上記固定子は、毎極毎相当たり２のスロット数を有していることを特徴とする請求項１乃至請求項５のいずれかに記載の車両用交流発電機。
【請求項７】
上記固定子巻線は位相の異なる２組の交流巻線から構成されていることを特徴とする請求項６記載の車両用交流発電機。
【請求項８】
上記ティースの先端部の周方向幅が、不等に形成されていることを特徴とする請求項１乃至請求項７のいずれかに記載の車両用交流発電機。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
この発明は、回転子の回転により固定子に電圧が生じる車両用交流発電機に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
図１３は従来の車両用交流発電機を示す断面図、図１４は従来の車両用交流発電機に適用される回転子を示す斜視図、図１５は従来の交流発電機に適用される固定子を示す斜視図、図１６は図１５に示される固定子の固定子鉄心を示す斜視図、図１７は固定子鉄心の要部平面図、図１８は従来の車両用交流発電機の回路図である。
【０００３】
図１３において、この従来の車両用交流発電機は、アルミニウム製のフロントブラケット１およびリヤブラケット２から構成されたケース３と、このケース３内に設けられ、一端部にプーリ４が固定されたシャフト６と、このシャフト６に固定されたランドル型の回転子７と、この回転子７の軸方向両端部に固定されたファン５と、回転子７を包囲するようにケース３に固定された固定子８と、シャフト６の他端部に固定されて回転子７に電流を供給するスリップリング９と、スリップリング９の表面に摺動する一対のブラシ１０と、このブラシ１０を収納するブラシホルダ１１と、固定子８に電気的に接続され、固定子８で生じた交流を直流に整流する整流器１２と、ブラシホルダ１１に嵌着されて、固定子８で生じた交流電圧の大きさを調整するレギュレータ１８とを備えている。
【０００４】
回転子７は、図１４に示されるように、電流を流して磁束を発生する界磁コイル１３と、この界磁コイル１３を覆うように設けられ、その磁束によって磁極が形成される第１および第２ポールコア体２１、２２とを備えている。そして、第１および第２のポールコア体２１、２２は、鉄製で、それぞれ最外径面形状を略台形形状とする爪状磁極２３、２４が外周縁部に周方向に等角ピッチで突設されてなり、これらの爪状磁極２３、２４を噛み合わせるように対向させてシャフト６に固着されている。

【０００５】
固定子８は、図１５に示されるように、磁性鋼板を積層してなる円筒状の固定子鉄心１５と、固定子鉄心１５に巻装された固定子巻線１６とから構成されている。固定子鉄心１５は、図１６および図１７に示されるように、環状のコアバック１５０と、このコアバック１５０から周方向に等角ピッチで径方向内方に延設された複数のティース１５１とから構成されている。そして、隣り合うティース１５１により構成されるスロット１５２には、固定子巻線１６が収納される。さらに、ティース１５１は、固定子鉄心１５の周方向に幅広の先端部１５１ａと、先端部１５１ａとコアバック１５０とを連結する柱部１５１ｂとから構成され、隣り合う先端部１５１ａ間がスロット開口部１５３を構成している。
なお、回転子７と固定子８との間に均一なエアギャップδが形成されるように、ティース１５１の先端部１５１ａの内周面は凹面形状に形成され、爪状磁極２３、２４の最外径面は凸面形状に形成されている。
【０００６】
この従来の車両用交流発電機では、図１８に示されるように、固定子巻線１６は、３つの巻線１６１が三相Ｙ形結線された１つの３相交流巻線に構成されている。また、整流器１２は、ダイオード１２０、１２１から構成されている。
ここで、回転子７の磁極数は１２であり、固定子鉄心１５には、１組の３相交流巻線に構成された固定子巻線１６を収容するように、３６箇所のスロット１５２が形成されている。即ち、毎極毎相当たりのスロット数は１である。
【０００７】
このように構成された従来の車両用交流発電機では、バッテリ（図示せず）からブラシ１０、スリップリング９を通じて界磁コイル１３に電流が供給されて磁束が発生する。この磁束により、第１のポールコア体２１の爪状磁極２３がＮ極に着磁され、第２のポールコア体２２の爪状磁極２４がＳ極に着磁される。そして、磁束は、図１３に矢印Ａで示されるように、爪状磁極２３から爪状磁極２３に対向するティース１５１を介して固定子鉄心１５に入り、コアバック１５０を通って爪状磁極２４に対向するティース１５１から爪状磁極２４を介して第２のポールコア体２２に入り、第２のポールコア体２２の基部から第１のポールコア体２１の基部を介して第１のポールコア体２１に入るように、流れる。
一方、エンジンによってプーリ４が駆動され、シャフト６によって回転子７が回転される。この回転子７の回転により、回転磁界が固定子鉄心１５に与えられ、固定子巻線１６に起電力が発生する。この固定子８で発生された交流の起電力が整流器１２により直流に整流されるとともに、その出力電圧の大きさがレギュレータ１８により調整され、バッテリに充電される。
【０００８】
【発明が解決しようとする課題】
従来の車両用交流発電機は、以上のように構成されているので、固定子８と回転子７とのエアギャップδの磁気抵抗を減じるために、スロット開口部１５３の周方向寸法を小さくした場合、径方向から見て、隣接した爪状磁極２３、２４間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、爪状磁極２３、２４の一部とティース１５１の先端部１５１ａとが同時に重なってしまう。これにより、磁束変動量が低減され、磁気騒音が低減されるという効果が得られるが、反面、図１９に矢印Ｂで示されるように、爪状磁極２３からティース１５１を介してコアバック１５０に流れず、爪状磁極２３の最外径面および肩部からティース１５１を介して爪状磁極２４に流れる無効磁束量が増加し、その分界磁コイル１３で生じた磁束の固定子巻線１６への迂回量が減り、低速回転域での出力が低下してしまうという課題があった。
一方、径方向から見て、隣接した爪状磁極２３、２４間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、爪状磁極２３、２４とティース１５１の先端部１５１ａとの重なりをなくして低速回転域での出力を高めた場合、爪状磁極２３、２４の最外径面の面積が小さくなるため、回転子と固定子との間の磁気抵抗が大きくなり、発生する磁束量自体が減少してしまい、高速回転域での出力が十分に

得られなくなるという課題が発生してしまう。

【０００９】

この発明は、上記のような課題を解決するために、ティースを介して隣接する爪状磁極間に流れる無効磁束量を低減させ、有効磁束を増加させて、低速回転域での出力を向上でき、かつ、回転子と固定子との間の磁気抵抗の増大を抑えて、高速回転域での出力を確保できるとともに、磁気騒音を低減できる車両用交流発電機を得ることを目的とする。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る交流発電機は、周方向に間隔をおいて径方向内方に延びる複数のティースによりスロットが画成された固定子鉄心、および、上記スロットに組み込まれた固定子巻線を有する固定子と、それぞれ先細り状の爪状磁極が外径側に周方向に所定ピッチで設けられ、該爪状磁極を噛み合わせるように対向させてシャフトに固着され、該爪状磁極の最外径面と上記ティースの先端部との間に一定のエアギャップδを有するように上記固定子の内側に配設された一対のポールコア体、および、上記爪状磁極に覆われるように配設された界磁コイルを有する回転子とを備えた車両用交流発電機において、上記爪状磁極のそれぞれは、上記ティースの先端部に対してδより大きいエアギャップを有するエアギャップ拡大面が外径側の周方向両側部の少なくとも一部に形成され、上記最外径面と上記ティースの先端部との周方向距離τが、０＜τ＜３δに形成され、径方向から見て、複数の上記ティースの先端部が隣接する爪状磁極のそれぞれの上記最外径面と上記エアギャップ拡大面とからなる面に重なり、さらに、隣り合う上記爪状磁極間の周方向中心位置が上記ティースの先端部の周方向中心位置に一致したときに、上記ティースの先端部が、隣り合う上記爪状磁極のそれぞれの上記最外径面に重ならず、かつ、隣り合う上記爪状磁極のそれぞれの上記エアギャップ拡大面の少なくとも一部に重なるように構成されているものである。

【００１１】

また、上記エアギャップ拡大面は、上記爪状磁極の根元部外径側の周方向両側に形成された傾斜面で構成されているものである。

【００１２】

また、上記エアギャップ拡大面は、上記爪状磁極の外径側の周方向両側に根元側から先端側に至るように形成された傾斜面で構成されているものである。

【００１３】

また、上記傾斜面は、その周方向幅が、根元側から先端側に漸次減少する先細り状に形成されているものである。

【００１４】

また、上記回転子の軸方向両端側に位置する上記爪状磁極の肩部がアール形状もしくはテーパ形状の傾斜面に形成され、上記最外径面、上記エアギャップ拡大面および上記肩部の傾斜面が上記ティースの先端部の軸方向両端近傍で隣接しているものである。

【００１６】

また、上記固定子は、毎極毎相当たり２のスロット数を有しているものである。

【００１７】

また、上記固定子巻線は位相の異なる２組の交流巻線から構成されているものである。

【００１８】

また、上記ティースの先端部の周方向幅が、不等に形成されているものである。

【００１９】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図について説明する。

実施の形態１.

図１はこの発明の実施の形態１に係る車両用交流発電機に適用される回転子を示す斜視図、図２はこの発明の実施の形態１に係る車両用交流発電機における固定子鉄心の内周面と回転子の外周面との位置関係を説明する図、図３は図２の要部拡大図である。

なお、各図において、図１３乃至図１９に示された従来装置と同一または相当部分には同一符号を付し、その説明を省略する。

【００２０】

図１において、回転子５０は、電流を流して磁束を発生する界磁コイル１３と、この界磁コイル１３を覆うように設けられ、その磁束によって磁極が形成される第１および第２ポールコア体５１、５２とを備えている。そして、第１および第２のポールコア体５１、５２は、鉄製で、それぞれ最外径面形状を略台形形状とする６個の爪状磁極５３、５４が外周縁部に周方向に等角ピッチで突設されてなり、これらの爪状磁極５３、５４を噛み合わせるように対向させてシャフト６に固着されている。各爪状磁極５３、５４には、エアギャップ拡大面としての傾斜面１０１がその根元部外径側の周方向両側に、最外径面１００と交叉する稜線１０２をシャフト６の軸心と略平行となるように形成されている。そして、図２および図３に示されるように、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３、５４間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３、５４の最外径面１００と重ならず、かつ、傾斜面１０１と重なるように構成されている。この時の稜線１０２とティース１５１の先端部１５１ａとの周方向距離（隙間距離）τはτ＞０となっている。さらに、各爪状磁極５３、５４の最外径部の軸方向端部が面取りされてアール形状もしくはテーパ形状の肩部１０３を形成している。これにより、最外径面１００、傾斜面１０１および肩部１０３がティース１５１の先端部１５１ａの軸方向端部近傍で隣接している。

なお、この実施の形態１による車両用交流発電機は、このように構成された回転子５０を回転子７に代えて搭載している点を除いて、図１３乃至図１９に示される従来の車両用交流発電機と同様に構成されている。

【００２１】

このように構成された車両用交流発電機においては、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３、５４間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３、５４の最外径面１００と重ならないので、爪状磁極５３からティース１５１を介してコアバック１５０に流れずに、爪状磁極５３の最外径面１００からティース１５１の先端部１５１ａを介して隣りの爪状磁極５４に流れる無効磁束量が低減され、有効磁束量が増加する。さらに、肩部１０３がアール形状あるいはテーパ形状に形成されているので、爪状磁極５３の肩部１０３からティース１５１の先端部１５１ａを介して隣りの爪状磁極５４に流れる無効磁束量が低減され、有効磁束量が増加する。その結果、無効磁束に起因する低速回転域での出力の低下が抑えられ、高出力が実現される。

また、各爪状磁極５３、５４には、傾斜面１０１がその根元部外径側の周方向両側にのみ形成されているので、最外径面１００の面積を大きくすることができ、高出力が得られる。

【００２２】

また、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３、５４間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３、５４の一部と重なっているので、磁束変動量が低減され、磁気騒音が低減される。

さらに、爪状磁極５３、５４とティース１５１の先端部１５１ａとの間における磁束密度分布の急激な変化が磁気騒音を悪化させる要因となるが、この実施の形態１では、傾斜面１０１を形成しているので、爪状磁極５３、５４の傾斜面１０１とティース１５１の先端部１５１ａとの間における磁束密度分布は緩やかな変化となり、磁気騒音の悪化を抑えることができる。

【００２３】

ここで、エアギャップδ（０．３５ｍｍ）に対して隙間距離τを変化させた回転子を作製し、これらの回転子を搭載した車両用交流発電機における出力を測定した結果を図４に示す。なお、図４中、低速回転域での出力（発電機回転数が２０００ｒ／ｍｉｎの時の出力

）を実線で、高速回転域での出力（発電機回転数が５０００ｒ／ｍｉｎの時の出力）を点線で示している。
図４から、低速回転域での出力については、τ＜０の領域では、爪状磁極５３、５４の最外径面１００とティース１５１の先端部１５１ａとの周方向の重なりが大きいほど、出力低下が大きくなり、τ≧０の領域では、爪状磁極５３、５４の最外径面１００とティース１５１の先端部１５１ａとの隙間距離τが大きくなるにつれ、出力が徐々に増加することがわかる。
また、高速回転域での出力については、τが小さくなるほど大きな出力が得られ、τが３δを超えると急激に出力が低下することが分かる。これは、τが小さくなるほど最外径面１００の面積が大きくなるが、τが３δを超えると、最外径面１００の面積が極端に小さくなるため、回転子と固定子との間の磁気抵抗が大きくなり、発生する磁束量自体が減少してしまい、出力が大きく低下したものと推測される。
さらに、τが小さくなるほど爪状磁極５３、５４と先端部１５１ａと間の重なりが大きくなり、磁束変動量が低減され、磁気騒音が低減されることになる。
従って、低速回転域での出力を高め、高速回転域での出力を確保するとともに、磁気騒音を低減するためには、０＜τ＜３δとすることが望ましく、特に、τ＝１．５δとすることが最適である。
【００２４】
実施の形態２．
上記実施の形態１では、爪状磁極５３、５４の最外径面１００とティース１５１の先端部１５１ａとが重ならないように、爪状磁極５３、５４の根元部外径側の周方向両側に傾斜面１０１を形成するものとしているが、この実施の形態２では、図５に示されるように、爪状磁極５３Ａ、５４Ａの根元部外径側の周方向両側にエアギャップ拡大面としての段差１１０を形成するものとしている。なお、この実施の形態２においても、段差１１０を形成することにより、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ａ、５４Ａ間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３Ａ、５４Ａの最外径面１００と重ならず、かつ、段差１１０と重なるように構成されている。
【００２５】
この実施の形態２においても、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ａ、５４Ａ間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３Ａ、５４Ａの最外径面１００と重ならず、かつ、段差１１０と重なっているので、上記実施の形態１と同様の効果を奏する。
そして、０＜τ＜３δとすることにより、低速回転域での出力を高め、高速回転域での出力を確保するとともに、磁気騒音を低減することができる。
なお、この実施の形態２では、爪状磁極５３Ａ、５４Ａの根元部外径側の周方向両側に段差１１０が形成されているので、爪状磁極５３Ａ、５４Ａとティース１５１の先端部１５１ａとの間における磁束密度分布が最外径面１００から段差１１０に移行時に急激に変化することになり、上記実施の形態１に比べて、磁気騒音の悪化をもたらすことになる。
【００２６】
実施の形態３．
上記実施の形態１では、爪状磁極５３、５４の根元部外径側の周方向両側に傾斜面１０１を形成するものとしているが、この実施の形態３では、図６に示されるように、爪状磁極５３Ｂ、５４Ｂの外径側の周方向両側に根元側から先端側に至るようにエアギャップ拡大面としての傾斜面１０４を形成するものとしている。なお、この実施の形態３においても、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ｂ、５４Ｂ間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３Ｂ、５４Ｂの最外径面１００と重ならず、かつ、傾斜面１０４の一部と重なるに構成されている。なお、この傾斜面１０４は、径方向から見て、爪状

磁極５３Ｂ、５４Ｂの外径側の周方向両側に一定の幅に形成されている。

【００２７】

この実施の形態３においても、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ｂ、５４Ｂ間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３Ｂ、５４Ｂの最外径面１００と重ならないので、爪状磁極５３Ｂからティース１５１を介してコアバック１５０に流れずに、隣りの爪状磁極５４Ｂに流れる無効磁束量が低減され、有効磁束量が増加する。その結果、上記実施の形態１と同様に、無効磁束に起因する低速回転域での出力の低下が抑えられる。そして、０＜τ＜３δとすることにより、低速回転域での出力を高め、かつ、高速回転域での出力を確保することができる。

【００２８】

また、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ｂ、５４Ｂ間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３Ｂ、５４Ｂの一部と重なっているので、磁束変動量が低減され、磁気騒音が低減される。

さらに、傾斜面１０４が爪状磁極５３Ｂ、５４Ｂの外径側の周方向両側に根元側から先端側に至るように形成されているので、爪状磁極５３Ｂ、５４Ｂの周方向両側の根元側から先端側に至る全領域において、傾斜面１０４とティース１５１の先端面との間における磁束密度分布は緩やかな変化となる。そこで、爪状磁極５３、５４の根元部外径側の周方向両側でのみ磁束密度分布が緩やかに変化する上記実施の形態１に比べて、磁気騒音の悪化をより抑えることができる。

【００２９】

実施の形態４.

上記実施の形態３では、径方向から見て、爪状磁極５３Ｂ、５４Ｂの外径側の周方向両側に根元側から先端側に至るように一定幅の傾斜面１０４を形成するものとしているが、この実施の形態４では、図７に示されるように、爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃの外径側の周方向両側に根元側から先端側に至るようにエアギャップ拡大面としての先細り状の傾斜面１０５を形成するものとしている。なお、この実施の形態４においても、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃ間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃの最外径面１００と重ならず、かつ、傾斜面１０５の一部と重なるに構成されている。また、この傾斜面１０５は、径方向から見て、爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃの根元側が幅広に、先端側が幅狭に形成されている。

【００３０】

この実施の形態４においても、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃ間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃの最外径面１００と重ならないので、爪状磁極５３Ｃからティース１５１を介してコアバック１５０に流れずに、隣りの爪状磁極５４Ｃに流れる無効磁束量が低減され、有効磁束量が増加する。その結果、上記実施の形態１と同様に、無効磁束に起因する低速回転域での出力の低下が抑えられる。そして、０＜τ＜３δとすることにより、低速回転域での出力を高め、かつ、高速回転域での出力を確保することができる。

【００３１】

また、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃ間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃの一部と重なっているので、磁束変動量が低減され、磁気騒音が低減される。

さらに、傾斜面１０５が爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃの外径側の周方向両側に根元側から先端側に至るように形成されているので、爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃの周方向両側の根元側から先端側に至る全領域において、傾斜面１０５とティース１５１の先端面との間における磁

束密度分布は緩やかな変化となる。そこで、爪状磁極５３、５４の根元部外径側の周方向両側でのみ磁束密度分布が緩やかに変化する上記実施の形態１に比べて、磁気騒音の悪化をより抑えることができる。

【００３２】

また、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃ間の周方向中心位置がティース１５１の先端面の周方向中心位置に一致したときに、爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃの最外径面１００とティース１５１の先端部１５１ａとが重ならないように、爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃの根元側における傾斜面１０５の周方向幅を確保すればよい。そして、傾斜面１０５の径方向から見た幅が爪状磁極５３Ｃ、５４Ｃの根元側から先端側に漸次減少する先細り形状に形成されているので、一定幅の傾斜面１０４を形成している上記実施の形態３に比べて、最外径面１００の面積を大きくすることができ、高出力が得られる。

【００３３】

実施の形態５.

図８はこの発明の実施の形態５に係る車両用交流発電機の回路図、図９はこの発明の実施の形態５に係る車両用交流発電機における固定子鉄心の内周面と回転子の外周面との位置関係を示すための図である。

【００３４】

この実施の形態５では、固定子４０の固定子巻線１６Ａは、図８に示されるように、３つの巻線１６１が三相Ｙ形結線された２つの３相交流巻線１６０に構成され、２つの３相交流巻線１６０は、互いに電気角で３０度の位相差が与えられている。また、２つの３相交流巻線１６０は、それぞれダイオード１２０、１２１からなる整流器１２に電気的に接続され、２つの整流器１２の出力が並列に接続されている。

また、回転子５０の磁極数は１２であり、固定子４０の固定子鉄心１５Ａには、２つの３相交流巻線１６０に構成された固定子巻線１６Ａを収容するように、７２箇所のスロット１５２が形成されている。即ち、毎極毎相当たりのスロット数は２である。

そして、回転子５０と固定子４０とは、図９に示されるように、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３、５４間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３、５４の最外径面１００と重ならず、かつ、傾斜面１０１と重なるように構成されている。なお、他の構成は上記実施の形態１と同様に構成されている。

【００３５】

このように構成された車両用交流発電機では、バッテリ（図示せず）からブラシ１０、スリップリング９を通じて界磁コイル１３に電流が供給されて磁束が発生する。この磁束により、第１のポールコア体５１の爪状磁極５３がＮ極に着磁され、第２のポールコア体５２の爪状磁極５４がＳ極に着磁される。

一方、エンジンによってプーリ４が駆動され、シャフト６によって回転子５０が回転される。この回転子５０の回転により、回転磁界が固定子鉄心１５Ａに与えられ、固定子巻線１６Ａを構成する２つの３相交流巻線１６０に起電力が発生し、車両用交流発電機に接続された外部負荷によって出力電流が発生する。２つの３相交流巻線１６０で生じた交流は、それぞれ整流器１２で直流に整流された後、合成される。この合成された出力が外部負荷に供給される。

【００３６】

この実施の形態５においても、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３、５４間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３、５４の最外径面１００と重ならないので、爪状磁極５３からティース１５１を介してコアバック１５０に流れずに、隣りの爪状磁極５４に流れる無効磁束量が低減され、有効磁束量が増加する。その結果、上記実施の形態１と同様に、無効磁束に起因する低速回転域での出力の低下が抑えられる。そして、$0 < \tau < 3\delta$とすることにより、低速回転域での出力を高め、かつ、高速回転域での出力を確保することができる。

さらに、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３、５４間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３、５４の一部と重なっているので、上記実施の形態１と同様に、磁束変動量が低減され、磁気騒音が低減される。

【００３７】

また、この実施の形態５では、上記実施の形態１と比較して、スロット１５２の数が増えた分、ティース１５１の先端部１５１ａの周方向の幅が狭くなるので、先端部１５１ａの磁気通過断面積が小さくなり、先端部１５１ａ自身の磁気抵抗が大きくなる。これにより、同一のティース１５１を介して隣接する爪状磁極５３、５４間に流れる無効磁束量が低減し、出力がさらに向上される。

特に、スロット数が増え、ティース幅が狭くなることで、ティースが爪状磁極間上を渡る際の時間当たりの磁束変動が大きくなるため、本実施の形態のような傾斜面は有効である。

【００３８】

また、２つの３相交流巻線１６０が電気角で３０度の位相差をもっているので、脈動成分が相殺される。そこで、固定子巻線１６が１つの３相交流巻線１６０のみで構成されている上記実施の形態１に比べて、最大電圧と最小電圧との差が小さい出力電圧を得ることができる。さらに、３０度の位相差をもつことにより、磁気騒音の原因となる空間５次および７次の起磁力高調波がキャンセルされ、磁気騒音が低減する。

また、２つの交流巻線１６０の出力がそれぞれ整流器１２により交流から直流に整流されているので、電気的な影響を相互に受けることがなく、出力が向上される。

【００３９】

実施の形態６.

この実施の形態６では、図１０に示されるように、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄ間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、当該ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄの最外径面１００と重ならず、かつ、エアギャップ拡大面としての傾斜面１０６と重なるように構成されている。さらに、当該ティース１５１の周方向両側のティース１５１の先端部１５１ａが、径方向から見て、爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄの最外径面１００および傾斜面１０６の一部と重なるように構成されている。

なお、他の構成は上記実施の形態５と同様に構成されている。

【００４０】

この実施の形態６においても、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄ間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄの最外径面１００と重ならないので、爪状磁極５３Ｄからティース１５１を介してコアバック１５０に流れずに、隣りの爪状磁極５４Ｄに流れる無効磁束量が低減され、有効磁束量が増加する。その結果、上記実施の形態５と同様に、無効磁束に起因する低速回転域での出力の低下が抑えられる。そして、$0<\tau<3\delta$とすることにより、低速回転域での出力を高め、かつ、高速回転域での出力を確保することができる。

さらに、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄ間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａが、爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄの一部と重なっているので、上記実施の形態５と同様に、磁束変動量が低減され、磁気騒音が低減される。

【００４１】

さらに、この実施の形態６によれば、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄ間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致したときに、当該ティース１５１の周方向両側のティース１５１の先端部１５１ａも、爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄの最外径面１００および傾斜面１０６の一部と重なるように構成されている。そこで、径方向から見て、少なくとも２つのティース１５１の先端部１５１ａ

が最外径面１００および傾斜面１０６の一部に常に重なっていることになり、爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄとティース１５１の先端部１５１ａとの間における磁束密度分布はより緩やかな変化となり、磁気密度分布の変化に起因する磁気騒音を抑えることができる。
なお、両側のティース１５１については、重なる傾斜面１０６との間のエアギャップがさらに大きくなるので、上記実施の形態５に比べて、出力の低下は僅かとなる。
なお、この実施の形態６は、複数のティース１５１の先端部１５１ａが単に隣接する爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄに重なるようにしただけでなく、１つのティース１５１の先端部１５１ａが爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄの最外径面１００と重ならず、かつ、傾斜面１０６と重なり、周方向両側の２つのティース１５１の先端部１５１ａが隣接する爪状磁極５３Ｄ、５４Ｄの最外径面１００および傾斜面１０６の一部に重なるようにしたので、３本のティース１５１にわたって順次磁束密度分布が緩やかに変化することになり、磁気騒音低減に絶大な効果を示す。

【００４２】

実施の形態７．

図１１はこの発明の実施の形態７に係る車両用交流発電機に適用される固定子鉄心を示す要部平面図、図１２はこの発明の実施の形態７に係る車両用交流発電機における固定子鉄心の内周面と回転子の外周面との位置関係を説明する図である。
図１１において、固定子鉄心１５Ｂは、ティース１５１の先端部の周方向長さを調整することで、隣り合うスロット開口部１５３の中心線間の周方向寸法が不均等に構成されている。ここでは、隣り合うスロット開口部１５３の中心線間が電気角で３２．５度と２７．５度とを交互に採るように、幅広の先端部１５１ａ$_1$と幅狭の先端部１５１ａ$_2$とが周方向に交互に形成されている。
なお、他の構成は上記実施の形態５と同様に構成されている。
つまり、隣り合うスロット１５２の中心線間は電気角で３０度に形成されている。また、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３、５４間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａ$_1$、１５１ａ$_2$の内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１ａ$_1$、１５１ａ$_2$が、爪状磁極５３、５４の最外径面１００と重ならず、かつ、傾斜面１０１と重なるように構成されている。

【００４３】

この実施の形態７では、回転子の回転により、先端部１５１ａ$_2$が爪状磁極５３のみと径方向で重なっている状態（図１２の（ａ）に示される）と、先端部１５１ａ$_2$が爪状磁極５３、５４の両方と重なっている状態（図１２の（ｂ）に示される）と、先端部１５１ａ$_2$が爪状磁極５４のみと重なっている状態（図１２の（ｃ）に示される）と、先端部１５１ａ$_1$が爪状磁極５３、５４の両方と重なっている状態（図１２の（ｄ）に示される）等を採る。
そして、回転子から見ると、幅広の先端部１５１ａ$_1$と幅狭の先端部１５１ａ$_2$とが交互に、異なる極性の２つの爪状磁極５３、５４間を通過してゆくので、一定幅の先端部１５１ａが均一な周期で通過して行く上記実施の形態５と比較して、数が半分で形状の異なるティース先端部が交互に磁極間に介在することとなり、全体の発生電圧の変動が分散される。つまり、無効磁束が低減され、出力が向上されるとともに、発生電圧の変動が抑えられることになる。

【００４４】

また、スロット開口部１５３の中心線間隔が３２．５度と２７．５度とを交互に採るように形成されているので、磁束密度波形である固定子の起磁力高調波の空間１１次および１３次成分が小さくなり、空間５次および７次成分が大きくなる。その結果、１１次および１３次による高次周波数の不快な音が低減されるとともに、発電機発生磁束の波動が低減され、電圧変動が低減される。

【００４５】

また、この実施の形態７においても、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３、５４間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１ａの内周面の周方向中心位置に一致した

ときに、ティース１５１の先端部１５１a_1、１５１a_2が、爪状磁極５３、５４の最外径面１００と重ならないので、爪状磁極５３からティース１５１を介してコアバック１５０に流れずに、隣りの爪状磁極５４に流れる無効磁束量が低減され、有効磁束量が増加する。その結果、上記実施の形態５と同様に、無効磁束に起因する低速回転域での出力の低下が抑えられる。

また、径方向から見て、隣接した爪状磁極５３、５４間の周方向中心位置がティース１５１の先端部１５１a_1、１５１a_2の内周面の周方向中心位置に一致したときに、ティース１５１の先端部１５１a_1、１５１a_2が、爪状磁極５３、５４の一部と重なっているので、上記実施の形態５と同様に、磁束変動量が低減され、磁気騒音が低減される。

【００４６】

なお、上記各実施の形態では、三相交流発電機に適用するものとしているが、例えば５相、７相の交流発電機に適用しても、同様の効果を奏する。

また、上記各実施の形態では、界磁コイル１３が爪状磁極に覆われてポールコア体５１、５２に巻装されて爪状磁極とともに回転し、界磁電流がブラシ１０を介して界磁コイルに供給されるタイプの車両用交流発電機に適用するものとして説明しているが、本発明は、界磁コイルをブラケットに固定し、エアギャップにより回転磁界を固定子に供給するブラシレスタイプの車両用交流発電機に適用しても、同様の効果を奏する。

【００４７】

【発明の効果】

この発明は、以上のように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

【００４８】

この発明によれば、周方向に間隔をおいて径方向内方に延びる複数のティースによりスロットが画成された固定子鉄心、および、上記スロットに組み込まれた固定子巻線を有する固定子と、それぞれ先細り状の爪状磁極が外径側に周方向に所定ピッチで設けられ、該爪状磁極を噛み合わせるように対向させてシャフトに固着され、該爪状磁極の最外径面と上記ティースの先端部との間に一定のエアギャップδを有するように上記固定子の内側に配設された一対のポールコア体、および、上記爪状磁極に覆われるように配設された界磁コイルを有する回転子とを備えた車両用交流発電機において、上記爪状磁極のそれぞれは、上記ティースの先端部に対してδより大きいエアギャップを有するエアギャップ拡大面が外径側の周方向両側部の少なくとも一部に形成され、上記最外径面と上記ティースの先端部との周方向距離τが、$0 < \tau < 3\delta$に形成され、径方向から見て、複数の上記ティースの先端部が隣接する爪状磁極のそれぞれの上記最外径面と上記エアギャップ拡大面とからなる面に重なり、さらに、隣り合う上記爪状磁極間の周方向中心位置が上記ティースの先端部の周方向中心位置に一致したときに、上記ティースの先端部が、隣り合う上記爪状磁極のそれぞれの上記最外径面に重ならず、かつ、隣り合う上記爪状磁極のそれぞれの上記エアギャップ拡大面の少なくとも一部に重なるように構成されているので、低速回転域での出力を向上でき、高速回転域での出力を確保できるとともに、磁気騒音を低減できる車両用交流発電機が得られる。

【００４９】

また、上記エアギャップ拡大面は、上記爪状磁極の根元部外径側の周方向両側に形成された傾斜面で構成されているので、ティースの先端部とエアギャップ拡大面との重なり部における磁束密度分布の変化が緩やかとなり、磁気騒音の悪化を抑えることができるとともに、最外径面の面積が大きくとれ、出力が向上される。

【００５０】

また、上記エアギャップ拡大面は、上記爪状磁極の外径側の周方向両側に根元側から先端側に至るように形成された傾斜面で構成されているので、爪状磁極が径方向に関してティースの先端部と重なる際に、爪状磁極の周方向両側における磁束密度分布の変化が緩やかとなり、磁気騒音の悪化が抑えられる。

【００５１】

また、上記傾斜面は、その周方向幅が、根元側から先端側に漸次減少する先細り状に形成

されているので、最外径面の面積が大きくとれ、出力が向上される。

【００５２】

また、上記回転子の軸方向両端側に位置する上記爪状磁極の肩部がアール形状もしくはテーパ形状の傾斜面に形成され、上記最外径面、上記エアギャップ拡大面および上記肩部の傾斜面が上記ティースの先端部の軸方向両端近傍で隣接しているので、一方の爪状磁極の肩部からティース介して他方の爪状磁極に流れる無効磁束量が減少し、界磁コイルで生じた磁束の固定子巻線への迂回量の減少が抑えられる。

【００５４】

また、上記固定子は、毎極毎相当たり２のスロット数を有しているので、ティースの先端部の周方向幅が狭くなり、ティースの先端部の磁気通過断面積が小さくなり、ティースを介して隣り合う爪状磁極間を流れる無効磁束量が低減される。

【００５５】

また、上記固定子巻線は位相の異なる２組の交流巻線から構成されているので、脈動成分が相殺される。

【００５６】

また、上記ティースの先端部の周方向幅が、不等に形成されているので、無効磁束が低減され、出力が向上されるとともに、発電電圧の変動が抑えられる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　この発明の実施の形態１に係る車両用交流発電機に適用される回転子を示す斜視図である。

【図２】　この発明の実施の形態１に係る車両用交流発電機における固定子鉄心の内周面と回転子の外周面との位置関係を説明する図である。

【図３】　この発明の実施の形態１に係る車両用交流発電機における固定子鉄心の内周面と回転子の外周面との位置関係を説明する要部拡大図である。

【図４】　この発明の実施の形態１に係る車両用交流発電機におけるティースの先端部と爪状磁極の最外径面との間の隙間距離と出力との関係を表す図である。

【図５】　この発明の実施の形態２に係る車両用交流発電機に適用される回転子の爪状磁極周りを示す斜視図である。

【図６】　この発明の実施の形態３に係る車両用交流発電機に適用される回転子の要部を示す斜視図である。

【図７】　この発明の実施の形態４に係る車両用交流発電機に適用される回転子の要部を示す斜視図である。

【図８】　この発明の実施の形態５に係る車両用交流発電機の回路図である。

【図９】　この発明の実施の形態５に係る車両用交流発電機における固定子鉄心の内周面と回転子の外周面との位置関係を説明する図である。

【図１０】　この発明の実施の形態６に係る車両用交流発電機における固定子鉄心の内周面と回転子の外周面との位置関係を説明する図である。

【図１１】　この発明の実施の形態７に係る車両用交流発電機における固定子鉄心を示す要部平面図である。

【図１２】　この発明の実施の形態７に係る車両用交流発電機における固定子鉄心の内周面と回転子の外周面との位置関係を説明する図である。

【図１３】　従来の車両用交流発電機を示す断面図である。

【図１４】　従来の車両用交流発電機に適用される回転子を示す斜視図である。

【図１５】　従来の交流発電機に適用される固定子を示す斜視図である。

【図１６】　従来の交流発電機に適用される固定子の固定子鉄心を示す斜視図である。

【図１７】　従来の交流発電機に適用される固定子の固定子鉄心を示す要部平面図である。

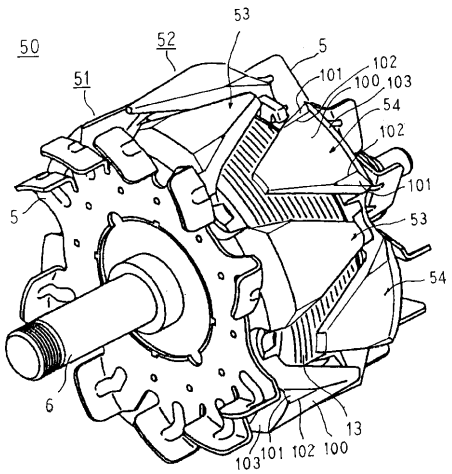
【図１８】　従来の車両用交流発電機の回路図である。

【図１９】　従来の車両用交流発電機における固定子鉄心の内周面と回転子の外周面との位置関係を説明する図である。

【符号の説明】

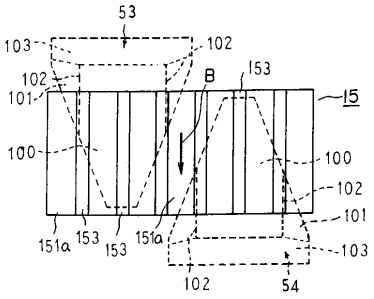
７、４０　固定子、１３　界磁コイル、１５、１５Ａ、１５Ｂ　固定子鉄心、１６、１６Ａ　固定子巻線、５０　回転子、５１　第１のポールコア体、５２　第２のポールコア体、５３、５３Ａ、５３Ｂ、５３Ｃ、５３Ｄ、５４、５４Ａ、５４Ｂ、５４Ｃ、５４Ｄ　爪状磁極、１００　最外径面、１０１、１０４、１０５、１０６　傾斜面（エアギャップ拡大面）、１０３　肩部、１１０　段差（エアギャップ拡大面）、１５１　ティース、１５１ａ、$151a_1$、$151a_2$　先端部、１５２　スロット、１６０　三相交流巻線、δ　エアギャップ、τ　隙間距離。

【図１】



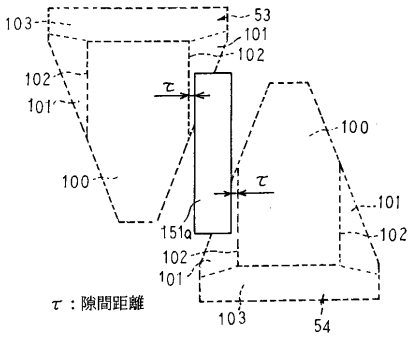
６：シャフト　　５３：爪状磁極
１３：界磁コイル　　５４：爪状磁極
５０：回転子　　１００：最外径面
５１：第１のポールコア体　　１０１：傾斜面（エアギャップ拡大面）
５２：第２のポールコア体　　１０３：肩部

【図２】



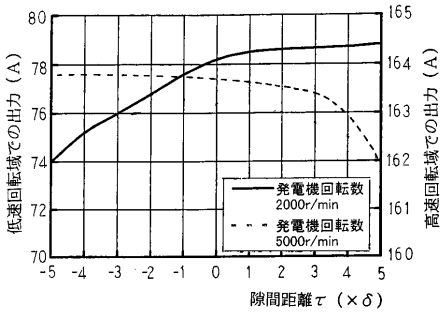
１５：固定子鉄心　　１５１ａ：先端部
１５１：ティース　　１５２：スロット

【図３】

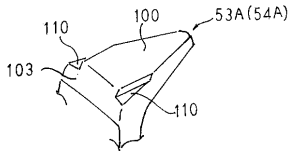


τ：隙間距離

【図４】

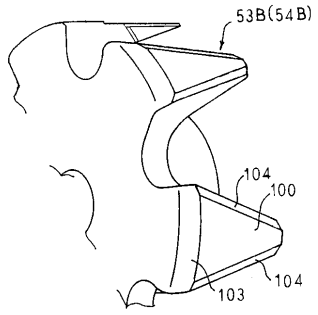


【図５】



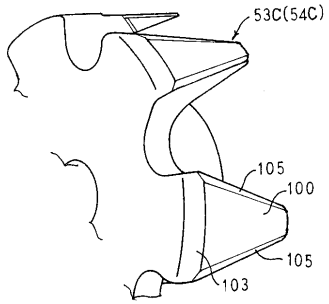
５３Ａ：爪状磁極　　１１０：段差
５４Ａ：爪状磁極　　（エアギャップ拡大面）

【図６】



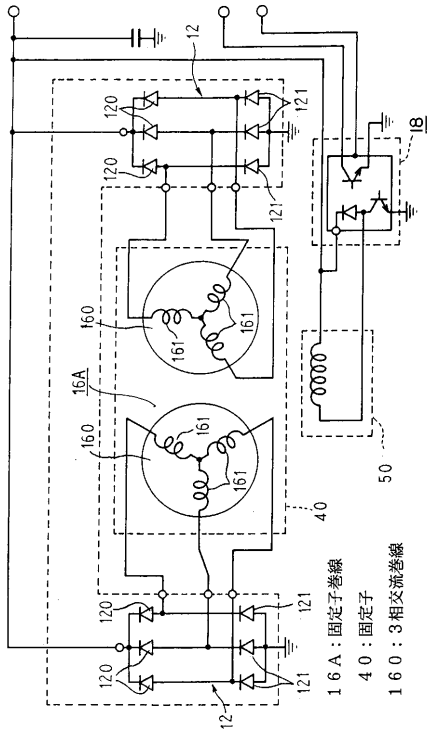
５３Ｂ：爪状磁極　　１０４：傾斜面
５４Ｂ：爪状磁極　　（エアギャップ拡大面）

【図７】

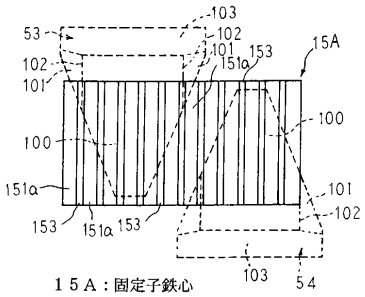


５３Ｃ：爪状磁極　　１０５：傾斜面
５４Ｃ：爪状磁極　　（エアギャップ拡大面）

【図８】

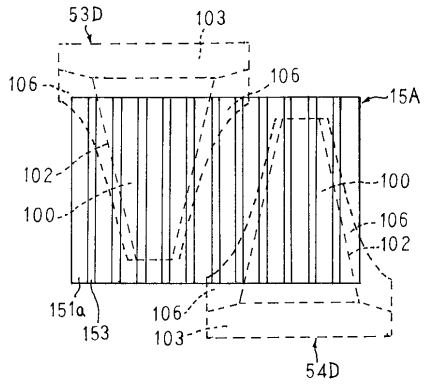


【図９】



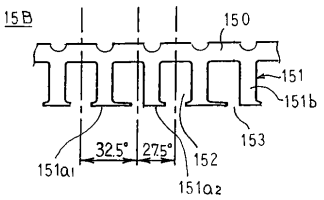
１５Ａ：固定子鉄心

【図１０】



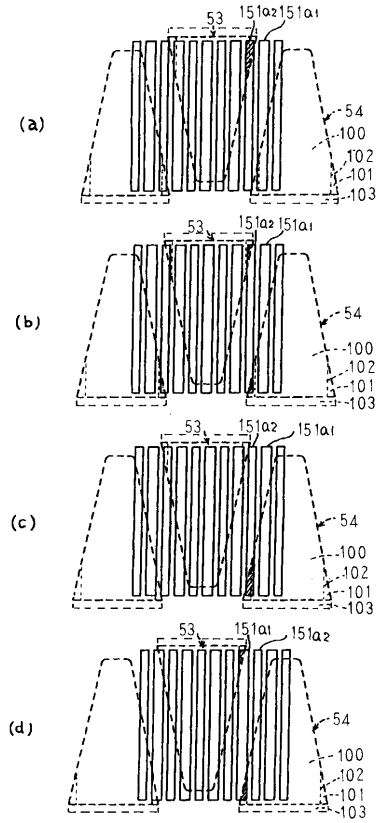
５３Ｄ：爪状磁極　　１０６：傾斜面
５４Ｄ：爪状磁極　　（エアギャップ拡大面）

【図１１】

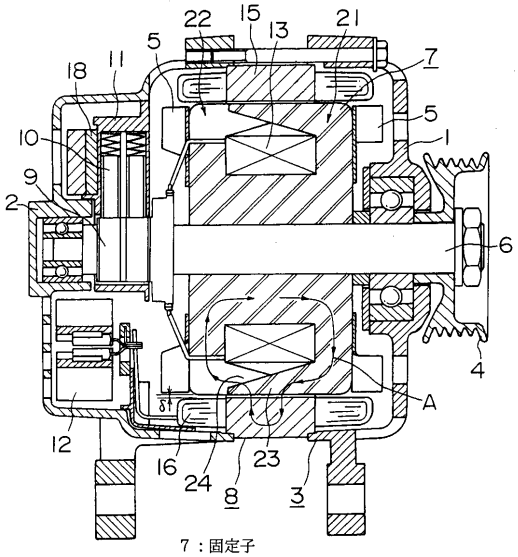


１５Ｂ：固定子鉄心
１５１ａ$_1$，１５１ａ$_2$：先端部

【図１２】

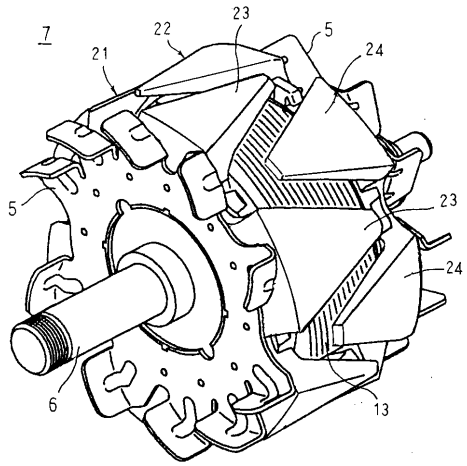


【図１３】

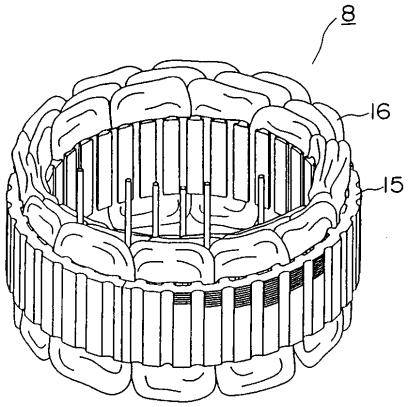


７：固定子
１６：固定子巻線
δ：エアギャップ

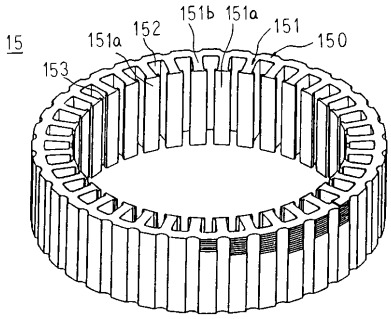
【図１４】



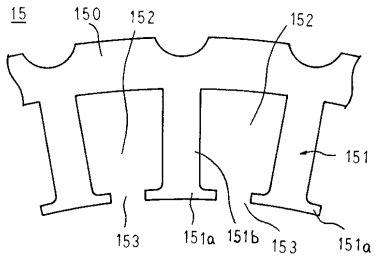
【図１５】



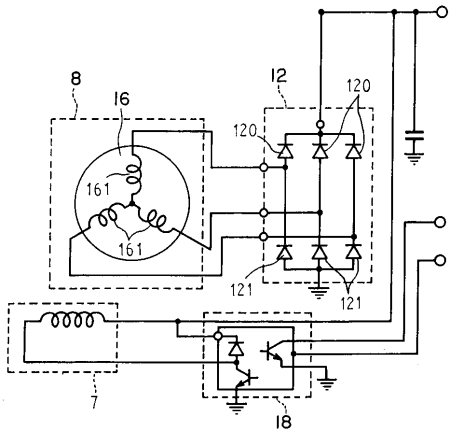
【図１６】



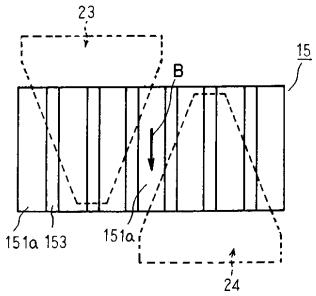
【図１７】



【図１８】



【図１９】



フロントページの続き

(72)発明者　浅尾　淑人
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

審査官　千馬　隆之

(56)参考文献　特開昭５１－０８７７０５（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０２６３４５（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１６１２８６（ＪＰ，Ａ）
特開昭５８－１１６０３１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H02K 19/00-19/38