(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3936538号
(P3936538)
(45)発行日　平成19年6月27日(2007.6.27)　(24)登録日　平成19年3月30日(2007.3.30)

(51)Int.Cl.		F I		
H02K 21/24	(2006.01)	H02K	21/24	G
G06K 17/00	(2006.01)	G06K	17/00	C
G11B 23/00	(2006.01)	G11B	23/00	Z
H02K 1/14	(2006.01)	H02K	1/14	Z
H02K 1/27	(2006.01)	H02K	1/27	503

請求項の数 22　(全 21 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2001-41430(P2001-41430)
(22)出願日　平成13年2月19日(2001.2.19)
(65)公開番号　特開2002-58226(P2002-58226A)
(43)公開日　平成14年2月22日(2002.2.22)
審査請求日　平成14年7月1日(2002.7.1)
(31)優先権主張番号　特願2000-159440(P2000-159440)
(32)優先日　平成12年5月30日(2000.5.30)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000183417
株式会社ＮＥＯＭＡＸ
大阪府大阪市中央区北浜４丁目７番１９号
(74)代理人　100074848
弁理士　森田　寛
(72)発明者　増澤　正宏
埼玉県熊谷市三ヶ尻５２００番地　日立金属株式会社　磁性材料研究所内
(72)発明者　三田　正裕
埼玉県熊谷市三ヶ尻５２００番地　日立金属株式会社　磁性材料研究所内
(72)発明者　木村　文雄
埼玉県熊谷市三ヶ尻５２００番地　日立金属株式会社　磁性材料研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】薄型永久磁石式発電機及びそれを組み込んだディスケット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

回転軸の周りに回転することのできる軟磁性体円板と、その円板の一方の端面に固定された永久磁石とを有し、その永久磁石は円板とは反対側の面上に円周方向に並んだ複数の回転子磁極を持ち、これら複数の磁極は円周方向に交互に違った極性をしている円板状回転子と、

前記回転子磁極と同じ極ピッチで軸方向空隙を介して対向することのできる複数の固定子磁極の各々を一端に持ちその固定子磁極から半径方向外方に向かって延びている複数の磁極歯を持ち、その磁極歯は他端で互いに軟磁性体ヨークによって結合されているとともにその中間部にコイルが巻回されている固定子とを有するとともに、

発電機厚さ／対角線長さの比が６％以下である薄型永久磁石式発電機において、

前記磁極歯は、回転子磁極と対向する部分とコイルが巻回されている部分との間に軸方向の段差を持ち、その段差によって固定子磁極を持つ前記一端のところにすべての磁極歯によって軸方向に窪んだ凹部を形成して、その凹部内に前記永久磁石を位置させることで、その段差量だけ全体厚みを薄くしていることを特徴とする薄型永久磁石式発電機。

【請求項２】

前記磁極歯は段差のところに傾斜部を有していて、その傾斜部は磁極歯全体の長さ方向に対して３０～６０°の角度である請求項１記載の薄型永久磁石式発電機。

【請求項３】

前記円板状回転子は、

回転軸の周りに回転することのできる軟磁性体円板状ハブと、ハブの一方端面に同心に固定された円板リング状永久磁石を有し、
その円板リング状永久磁石はその各端面に円周方向に交互に違った極性をした複数の磁極を持つように軸方向に磁化されていて、
円板リング状永久磁石の一方端面にある複数の磁極は前記軟磁性体円板状ハブによって磁気的に短絡されていて、他方端面にある複数の磁極が回転子磁極として作用する請求項１あるいは２記載の薄型永久磁石式発電機。
【請求項４】
前記軟磁性体円板状ハブ外周が前記円板リング状永久磁石の外周から０．３ｍｍ以上突出している請求項３記載の薄型永久磁石式発電機。
【請求項５】
前記固定子磁極の回転子磁極と対向する部分の間隙が０．３～１．０ｍｍである請求項４記載の薄型永久磁石式発電機。
【請求項６】
前記永久磁石はＳｍＦｅＮ磁粉あるいはＮｄＦｅＢ磁粉を含むボンド磁石、あるいは焼結ＮｄＦｅＢ磁石である請求項１～５いずれか記載の薄型永久磁石式発電機。
【請求項７】
前記永久磁石はＮｄＦｅＢ磁粉を含むボンドＮｄＦｅＢ磁石である請求項６記載の薄型永久磁石式発電機。
【請求項８】
前記軟磁性体円板は回転軸の周りに回転することができるように転がり軸受けによって支えられている請求項１～７いずれか記載の薄型永久磁石式発電機。
【請求項９】
前記軟磁性体円板の前記転がり軸受けのボールと接触する部分の硬度をＨＲＣ３５以上とした請求項８記載の薄型永久磁石式発電機。
【請求項１０】
前記軟磁性体円板の前記転がり軸受けのボールと接触する部分にＵ字溝をつけている請求項９記載の薄型永久磁石式発電機。
【請求項１１】
磁気ディスク形状をしたディスケットケースと、
その内部に設けられ、外部駆動機構によって駆動させられる軟磁性体円板状ハブと、そのハブの一方端面に固定された永久磁石とを有し、その永久磁石はハブとは反対側の面上に円周方向に並んだ複数の回転子磁極を持ち、これら複数の磁極は円周方向に交互に違った極性をしている円板状回転子と、
前記回転子磁極と同じ極ピッチで軸方向空隙を介して対向することのできる複数の固定子磁極の各々を一端に持ちその固定子磁極から半径方向外方に向かって延びている複数の磁極歯を持ち、その磁極歯は他端で互いに軟磁性体ヨークによって結合されているとともにその中間部に固定子コイルが巻回されている、前記ディスケットケースに固定された固定子とを有するとともに、
前記磁極歯は、回転子磁極と対向する部分とコイルが巻回されている部分との間に軸方向の段差を持ち、その段差によって固定子磁極を持つ前記一端のところにすべての磁極歯によって軸方向に窪んだ凹部を形成して、その凹部内に前記永久磁石を位置させることで、その段差量だけ全体厚みを薄くしている、発電機厚さ／対角線長さの比が６％以下である薄型永久磁石式発電機を有することを特徴とする
薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット。
【請求項１２】
前記磁極歯は段差のところに傾斜部を有していて、その傾斜部は磁極歯全体の長さ方向に対して３０～６０°の角度である請求項１１記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット。
【請求項１３】

前記円板状回転子は、
回転軸の周りに回転することのできる軟磁性体円板状ハブと、ハブの一方端面に同心に固定された円板リング状永久磁石を有し、
その円板リング状永久磁石はその各端面に円周方向に交互に違った極性をした複数の磁極を持つように軸方向に磁化されていて、
円板リング状永久磁石の一方端面にある複数の磁極は前記軟磁性体円板状ハブによって磁気的に短絡されていて、他方端面にある複数の磁極が回転子磁極として作用する
請求項１１あるいは１２記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット。
【請求項１４】
前記永久磁石の磁化方向厚みがディスケット厚みの１０％以上３０％以下、磁石と固定子磁極間の空隙がディスケット厚みの２％以上１５％以下である請求項１１～１３いずれか記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット。
【請求項１５】
前記永久磁石はＳｍＦｅＮ磁粉あるいはＮｄＦｅＢ磁粉を含むボンド磁石、あるいは焼結ＮｄＦｅＢ磁石である請求項１１～１４いずれか記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット。
【請求項１６】
前記永久磁石はＮｄＦｅＢ磁粉を含むボンドＮｄＦｅＢ磁石である請求項１５記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット。
【請求項１７】
前記軟磁性体円板は回転軸の周りに回転することができるように転がり軸受けによって支えられている請求項１１～１６いずれか記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット。
【請求項１８】
前記軟磁性体円板の前記転がり軸受けのボールと接触する部分の硬度をＨＲＣ３５以上とした請求項１７記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット。
【請求項１９】
前記軟磁性体円板の前記転がり軸受けのボールと接触する部分にＵ字溝をつけている請求項１８記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット。
【請求項２０】
前記円板状回転子の円板状ハブのある端面に、外部駆動機構との係合部を持ち、その係合部は円板状ハブ中央に設けられた中心穴と円板状ハブ面でその中心穴から偏芯した位置に設けられた凹穴からなっていて、
その凹穴は円板状ハブに設けられた通孔とその通孔に続いて永久磁石面に設けられた凹穴とからなっている請求項１１～１９いずれか記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット。
【請求項２１】
前記永久磁石面に設けられた凹穴に軟磁性体からなる底板がはめ込まれている請求項２０記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット。
【請求項２２】
ディスケットケース内に前記永久磁石式発電機と隣接してメモリーカード挿入スペースがあるとともに、前記永久磁石式発電機の磁極歯の固定子磁極を持っている側の端面が円板状回転子に対して前記メモリーカード挿入スペース側にある請求項１１～２１いずれか記載の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は永久磁石式発電機に関し、特にフロッピーディスクドライブ（「フロッピー」は商標名である。以下同じ。）に挿入取り付けられるディスケットに組み込むことができるとともに、そのディスケットに磁気カードなどメモリーを組み込んだときに、そのメモ

リーの入出力電源とすることのできる永久磁石式発電機に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

個人の健康診断結果などの情報をＩＣカードに蓄積しておき、そのＩＣカードを持って医療機関などを訪れたときに、ＩＣカードに入っている情報を基にして医療を行うことができ、また医療を施したときのカルテの内容をＩＣカードに保管することができる。また、電子マネーとしてＩＣカードを使うことも検討されている。すなわち、ＩＣカードにそれを使用する人の銀行口座、暗証番号、必要により口座の残高を記憶させておき、お金を使うたびにＩＣカードを経由して銀行口座との通信決済を行うというものである。

【０００３】

またデジタルカメラの撮像情報は比較的情報量が多いので、容量の大きいフラッシュメモリーに保管することが提案されている。フラッシュメモリーは数メガバイトから１０メガバイトの容量を持っているのでデジタルカメラの撮像情報をフラッシュメモリーに保管しておき、そのフラッシュメモリーをパソコンに接続することによって、パソコンで処理を行うことができ、その結果をフラッシュメモリーに蓄積することでＭＯのような追加の外部記憶装置を必要としないというものである。

【０００４】

これらのＩＣカードにしてもフラッシュメモリーにしても、それらの入出力装置として独自の機器が必要であり、その必要性のために普及が妨げられている。コンピュータ、特に広く用いられているパソコンの入出力装置としてはフロッピーディスクドライブ特に３．５″フロッピーディスクドライブが一般である。３．５″フロッピーディスクドライブを用いて、ＩＣカードやフラッシュメモリーの入出力が行なえると普及にはずみが付くものと考えられる。３．５″フロッピーディスクドライブを用いてＩＣカードやフラッシュメモリーなどの入出力を行うことも考えられており、３．５″フロッピーディスクドライブに挿入組み込むことのできるアダプターも提案されている。しかし、３．５″フロッピーディスクドライブはそれに挿入する３．５″ディスケット（通常の３．５″フロッピーディスケット）との間には情報の入出力用の磁気ヘッドと、フロッピーディスクを３００ｒｐｍで回転させるための駆動シャフトは付いているが、給電端子は付いていない。そこで、ディスケット形状をしたアダプターに組み込まれているＣＰＵの電源として、ボタン型の電池をアダプター内に組み込んで使われている。電池は使用するのに伴い消耗するので、長くとも数ヶ月毎にその取替えが必要である。

【０００５】

そこで、このディスケット内に発電機を組み込んでおき、３．５″フロッピーディスクドライブの駆動シャフトの回転を用いてその発電機を働かすことができれば、極めて有用なものとなり、ＩＣカードなどが広く利用されるようになるものと考えられる。ディスケットをＩＣカードなど磁気ストライプを持ったメモリーカードとの間で情報の入出力装置とするには、メモリーカードを入れるためのスペースをディスケットに設ける必要がある。メモリーカードの大きさは通常長さ８５ｍｍ、幅５４ｍｍ、厚さ０．８ｍｍであり、この厚さはエンボスを無視した厚さなので実際はもう少し厚くなる。このメモリーカードを入れるスペースと永久磁石式発電機をディスケット内に設けると、それらが重なるので、３．５″ディスケットの厚さ３．５ｍｍのなかで、両面のカバーの厚さ０．２ｍｍが２枚とすると、メモリーカードの厚さが０．８ｍｍで、それの出し入れするための余裕を持たせると、発電機の厚さは２ｍｍ程度とする必要がある。

【０００６】

３．５″ディスケットに組み込むことのできる永久磁石式発電機に許された厚さｔは上に述べたように２．０～２．５ｍｍであるが、その大きさ（幅と長さ）は３．５″ディスケットの大きさに近い大きさまで許されて、その大きさを対角線長さｄ（ｍｍ）で表すと、対角線長さｄが９０ｍｍとなる。ｔ：２．３ｍｍ、ｄ：９０ｍｍとするとアスペクト比（ｔ／ｄ）は約２．６％である。

【０００７】

市販のモータや発電機で厚みの薄いものとして、ＦＤＤのスピンドルモータがある。市販の薄型モータを表１に例示し、各々の対角線長さｄ、厚さｔ、アスペクト比（ｔ／ｄ）とともに、モータ用永久磁石のギャップの位置を併せて示している。表１からわかるように、３．５″ディスケットに組み込むことのできる発電機のアスペクト比は、一般に用いられている薄型モータや発電機と比べて極めて小さいことがわかる。

【０００８】

【表１】

形式	ギャップ	対角線長さ d〔mm〕	厚み t〔mm〕	アスペクト比 t／d〔%〕
ノートPC用FDDスピンドルモータ	ラジアル	18	4	22.2
〃	ラジアル	60	3.2	5.3
〃	アキシャル	40	3	7.5
ディスクトップPC用FDDスピンドル	ラジアル	50	5	10.0
〃	ラジアル	50	8	16.0
冷却用ファンモータ	ラジアル	30	15	50.0
ディスクに組み込むジェネレータ	アキシャル	90	2.3	2.6

【０００９】

発電機を３．５″ディスケット内に組み込むことは既に提案されており、日本の特許公報特公平7-86912 号（米国特許第5,159,182 号）やＰＣＴの国際公表公報特表平7-500238号に記載されている。

【００１０】

特公平7-86912 号公報には、３．５″ディスケット内に発電機を組み込むことと、その発電機は回転子と固定子とレギュレータを持つと示されているが、その詳しい構成は示されていない。また、特表平7-500238号公報には、３．５″ディスケットに組み込まれた発電機としてはハブとともに回転する永久磁石が付けられていて、この永久磁石の付いたハブはフロッピーディスクドライブの駆動シャフトによって回転させられることが示されている。またこの永久磁石は円筒形をしており、円筒両端面に多数の磁極があるように回転軸方向に磁化されている。固定子ヨークの磁極はこの円筒形永久磁石を挟むように配置されていて、円筒形永久磁石の両側の固定子ヨークの間に固定子コイルが設けられている。

【００１１】

特表平7-500238号公報に開示されているような３．５″フロッピーディスケットに組み込むことのできる大きさをした永久磁石式発電機で、その円筒形をした回転子永久磁石で円筒両端面に多数の磁極を持つように回転軸方向に磁化されているものを考えてみる。この場合、円筒端面の両側に小さな磁気空隙を介して固定子磁極が配置されている。発電機に許される厚さは２．０～２．５ｍｍなので永久磁石の厚みとしては０．５～０．８ｍｍしか許されない。このように磁極間寸法の短い磁石では保磁力の大きなものを使っても起磁力の小さなものとなってしまう。また、円筒形をした永久磁石の両端面が磁気空隙を介して固定子磁極と対向しているので、固定子磁極との機械的な干渉なしに回転子が回転できるようにするには０．数ミリの空隙が必要である。この大きさの空隙を確保するには永久磁石厚さを０．５ｍｍとしても固定子磁極厚さは０．５ｍｍ以下となって、磁束を十分に通すことが出来ない。更に特表平7-500238号では、固定子コイルは固定子磁極から離れて設けられているので、磁路が長くなっている。薄い固定子磁極が用いられていることと相まって、磁気抵抗の大きなものとなっているので、必然的に出力の小さな発電機となっていた。

【００１２】

これに用いることのできる新しい永久磁石式発電機を持ったディスケットを本出願人は既に提案して特願平10-224051 号（米国出願番号第09/369,420号、出願日1999年8 月６日、

欧州公開特許第ＥＰ0978930 号A1、公開日2000年２月９日）として出願している。この出願しているディスケットを図１３に示している。図のディスケット９はその中央にあるハブ９１１の周りに永久磁石式発電機９０が組み込まれており、外周面に磁極を持った円環状の永久磁石９１２がハブとともに回転できるようになっている。発電機の固定子９２は、回転子９１の永久磁石９１２の外周で、永久磁石９１２の外周面の磁極との間に磁気空隙を持って設けられており、ディスケット内部に取り付けられている。なお、図１３で、９５はメモリーカード挿入スペース、９６はカードコンタクト端子、９７は入出力ターミナル、９８はＣＰＵ、９９は安定化電源回路である。

【００１３】

【発明が解決しようとする課題】

特願平10-224051 号で出願している永久磁石式発電機は、円環状の永久磁石の外周面に磁極を持った回転子を有し、その回転子磁極と対向できる位置に固定子磁極が円周外面に並べられており、その各固定子磁極から半径方向外方に向かって延びている磁極歯を持っている。その永久磁石式発電機の出力を大きくするために、使用している永久磁石としては保磁力と残留磁束密度のできるだけ大きなもの、好ましくは異方性の焼結ＮｄＦｅＢ磁石を用いている。また各磁極歯に巻いているコイルも合計で６０００ターンと多いものである。

【００１４】

しかし、回転子を回転させるのにフロッピーディスクドライブの回転をそのまま用いているために通常３００ｒｐｍと回転が小さい。そのために、磁気特性の優れた焼結ＮｄＦｅＢ磁石を回転子永久磁石として用いているにもかかわらず出力はせいぜい２０ｍＷであった。

【００１５】

本発明者等は大きな出力を得ることを種々検討したが、特願平10-224051 号に示している発電機では回転子の回転数を増やす以外には出力を大幅に向上することが出来ないことが判明した。これは、まず使用している回転子永久磁石の個々の磁極面積が小さいために磁極歯に入る磁束が少ないと言うことと、回転子永久磁石の磁極からの漏洩磁束が大で、磁気シールドを付けて漏洩磁束による周囲への悪影響を防ぐ必要があるが、そうすると磁束損失が大きくなって有効磁束量が減少するためである。

【００１６】

そこで、本発明は上記した欠点を軽減あるいは解消し、発電出力の大きな薄型（アスペクト比（厚さｔ／対角線長さｄ）：６％以下）の永久磁石式発電機を提供することを目的としている。

【００１７】

本発明の他の目的は磁極歯の厚さを厚くし、磁気空隙を小さくして磁気回路の磁気抵抗を小さくして永久磁石のパーミアンス係数を大きくすることによって永久磁石の出力を十分に活用できる薄型永久磁石式発電機を提供することである。

【００１８】

本発明の更に他の目的は本質的に磁気漏洩の少ない薄型永久磁石式発電機を提供することである。

本発明の更なる目的は丈夫な薄型永久磁石式発電機を提供することである。

【００１９】

本発明は上記薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケットを提供することも目的としている。

【００２０】

また本発明では、フロッピーディスクドライブの回転数そのままでも十分な出力を得ることのできる薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケットを提供することは他の目的である。

【００２１】

また、本発明の更に他の目的は、メモリーカード挿入スペースがこの永久磁石式発電機と

隣接して設けられていても永久磁石式発電機からの漏洩磁束がそこに挿入されるメモリーカードに悪影響を与えることのない本質的に磁気漏洩の少ない薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケットを提供することである。

【００２２】

【課題を解決するための手段】

本発明の薄型永久磁石式発電機は、

回転軸の周りに回転することのできる軟磁性体円板と、その円板の一方の端面に固定された永久磁石とを有し、その永久磁石は円板とは反対側の面上に円周方向に並んだ複数の回転子磁極を持ち、これら複数の磁極は円周方向に交互に違った極性をしている円板状回転子と、

前記回転子磁極と同じ極ピッチで軸方向空隙を介して対向することのできる複数の固定子磁極の各々を一端に持ちその固定子磁極から半径方向外方に向かって延びている複数の磁極歯を持ち、その磁極歯は他端で互いに軟磁性体ヨークによって結合されているとともに、その中間部にコイルが巻回されている、固定子とを有するとともに、

発電機厚さ／対角線長さの比が６％以下であるものにおいて、

前記磁極歯は、回転子磁極と対向する部分とコイルが巻回されている部分との間に軸方向の段差を持ち、その段差によって固定子磁極を持つ前記一端のところにすべての磁極歯によって軸方向に窪んだ凹部を形成して、その凹部内に前記永久磁石を位置させることで、その段差量だけ全体厚みを薄くしていることを特徴とするものである。

【００２３】

前記薄型永久磁石式発電機で、複数の磁極歯の各々は、固定子磁極から半径方向外方に延びており、その固定子磁極を持つ部分と固定子コイルの巻回されている部分との間に軸方向の段差を持つ、すなわち固定子の磁極歯は磁石と対向する部分と、固定子コイルが巻回される中間部分とに段差を有する様に折り曲げる、または段差を有する様に別部材を組み合わせて成ることが良い。段差を持つように折り曲げた場合、その部分に傾斜部を有していて、その傾斜部は磁極歯全体の長さ方向に対して３０～６０°の角度であることが好ましい。

【００２４】

このように磁極歯に軸方向の段差を付けることによって、すべての磁極歯によって軸方向に窪んだ凹部を形成してその凹部内に回転子永久磁石を収容し、コイルを巻くスペースを確保できるので、発電機の厚さを厚くしなくとも、必要とするコイルを磁極歯に巻くことが出来て、十分に大きな発電機出力を取り出すことができる。

【００２５】

前記本発明の薄型永久磁石式発電機において、

前記円板状回転子は、回転軸の周りに回転することのできる軟磁性体円板状ハブと、ハブの一方端面に同心に固定された円板リング状永久磁石を有し、

その円板リング状永久磁石はその各端面に円周方向に交互に違った極性をした複数の磁極を持つように軸方向に磁化されていて、

円板リング状永久磁石の一方端面にある複数の磁極は前記軟磁性体円板状ハブによって磁気的に短絡されていて、他方端面にある複数の磁極が回転子磁極として作用する。

【００２６】

前記薄型永久磁石式発電機において、前記軟磁性体円板状ハブ外周が前記円板リング状永久磁石の外周から０．３ｍｍ以上突出していることは、ハブ外周から外方への磁気漏洩を防ぐ上から好ましいことである。また、前記各固定子磁極の回転子磁極と対向する側の端部が前記円板リング状永久磁石の中央開口へ半径方向内方に０．３ｍｍ以上突出していることは、固定子磁極側端部から外方への磁気漏洩を防ぐ上から好ましいものである。固定子磁極と対向していない回転子永久磁石の固定子側端面が軟磁性体片で覆われていることは、永久磁石から固定子磁極背面への磁気漏洩を防ぐ上から好ましいものである。

【００２７】

前記薄型永久磁石式発電機において、前記各磁極歯の回転子磁極との間隙が０．３～１

．０ｍｍであることは、永久磁石の磁束を有効に固定子コイルと交錯させるので、発電機出力を上げるために有効である。

【００２８】

本発明に用いる永久磁石としては、ＳｍＦｅＮ磁粉あるいはＮｄＦｅＢ磁粉を含むボンド磁石、あるいは焼結ＮｄＦｅＢ磁石であることが好ましい。特に、ＮｄＦｅＢ磁粉を含むボンドＮｄＦｅＢ磁石であることが好ましい。

【００２９】

本発明の薄型永久磁石式発電機において、前記軟磁性体円板あるいは円板状ハブは回転軸の周りに回転することができるように転がり軸受けによって支えられていることが好ましい。前記軟磁性体円板の前記転がり軸受けのボールと接触する部分の硬度をＨＲＣ３５以上としているのが好ましい。また、前記軟磁性体円板の前記転がり軸受けのボールと接触する部分にＵ字溝をつけていることがよい。

【００３０】

本発明の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケットは、
磁気ディスク形状をしたディスケットケースと、
その内部に設けられ、外部駆動機構によって駆動させられる軟磁性体円板状ハブと、そのハブの一方端面に固定された永久磁石とを有し、その永久磁石はハブとは反対側の面上に円周方向に並んだ複数の回転子磁極を持ち、これら複数の磁極は円周方向に交互に違った極性をしている円板状回転子と、
前記回転子磁極と同じ極ピッチで軸方向空隙を介して対向することのできる複数の固定子磁極の各々を一端に持ちその固定子磁極から半径方向外方に向かって延びている複数の磁極歯を持ち、その磁極歯は他端で互いに軟磁性体ヨークによって結合されているとともにその中間部に固定子コイルが巻回されている、前記ディスケットケースに固定された固定子とを有するとともに、
前記磁極歯は、回転子磁極と対向する部分とコイルが巻回されている部分との間に軸方向の段差を持ち、その段差によって固定子磁極を持つ前記一端のところにすべての磁極歯によって軸方向に窪んだ凹部を形成して、その凹部内に前記永久磁石を位置させることで、その段差量だけ全体厚みを薄くしている、発電機厚さ／対角線長さの比が６％以下である薄型永久磁石式発電機を有することを特徴とするものである。

【００３１】

前記本発明の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケットにおいて、
前記円板状回転子は、
回転軸の周りに回転することのできる軟磁性体円板状ハブと、ハブの一方端面に同心円に固定された円板リング状永久磁石を有し、
その円板リング状永久磁石はその各端面に円周方向に交互に違った極性をした複数の磁極を持つように軸方向に磁化されていて、
円板リング状永久磁石の一方端面にある複数の磁極は前記軟磁性体円板状ハブによって磁気的に短絡されていて、他方端面にある複数の磁極が回転子磁極として作用しているのがよい。

【００３２】

前記において、回転子永久磁石の磁化方向厚みがディスケット厚みの１０％以上３０％以下であり、磁石と固定子磁極間の空隙がディスケット厚みの２％以上１５％以下であることが好ましく、５％以上１５％以下であることがより好ましく、具体的には磁石の磁化方向厚みは0.3 ～1.0mm 、磁石と固定子間の空隙は0.07～0.5mm であることが好ましい。

【００３３】

本発明の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケットにおいて、ディスケットケース内に前記永久磁石発電機と隣接してメモリーカード挿入スペースがあるとともに、前記磁極歯の固定子磁極を持っている側にある永久磁石式発電機の端面は永久磁石回転子に対して前記メモリーカード挿入スペース側にあることが好ましい。

【００３４】

すなわち本発明の薄型永久磁石式発電機では、回転子永久磁石として円板リング状のものとすることができて、その一方の端面に回転子磁極を設けているので回転子磁極の面積が大きくなって、磁束量が多くなっている。また、回転子永久磁石の一方端面のみにすべての固定子磁極を配置するようにしているので、固定子磁極を持つ磁極歯を厚くすることが出来て、その断面積を大きくできる結果、発電に寄与する有効磁束量が多くなる。更に、回転子永久磁石の他端面に軟磁性体ハブを接合しているので、永久磁石はハブと磁極歯で挟まれていることになって、永久磁石から外部への（例えば、隣接して設けられているメモリーカード挿入スペースやディスケットケース外部への）漏洩磁界を少なくしている。これらの結果として、発電に寄与する有効磁束量が多くなって、大きな発電出力を得ることができる。そのために従来３Ｖ、２０ｍＷの出力であったものが、５Ｖ、４０ｍＷ以上となった。

【００３５】

【発明の実施の形態】

本発明の永久磁石式発電機を組み込んだディスケットの構造をまず説明する。ここでは最も広く用いられている３．５″フロッピーディスクドライブに取り付けられる構造をしたディスケットを用いて説明するが、それ以外のサイズあるいは構造をしたディスケットについても応用できることは以下の説明から明らかとなるであろう。３．５″ディスケット（通常、３．５″フロッピーディスクと呼ばれているもの）１は、図１に平面図（底面図）で示している構造をしており、その大きさは長さ９４ｍｍ、幅９０ｍｍ、厚さが３．５ｍｍのプラスチックケースとなっている。この裏板（カバー１４）を取り除いた状態の平面図を図２に示している。ケースの一端に入出力用の磁気ヘッドと電磁接触をするための開口１３がある。ケースの略中央部にフロッピーディスクドライブの駆動シャフトの回転を伝えられるようになっているハブ１１がある。このハブは、フロッピーディスクの場合、これと同軸に磁気記録ディスクが取り付けられており、回転できるようになっているものである。図１，２に示しているディスケット１は、メモリーカードの入出力装置として使われるものなので、メモリーカードを挿入できるスペース１５があり、またメモリーカードとの間で情報をやり取りするためのカードコンタクト端子１６が設けられている。

【００３６】

このディスケットとフロッピーディスクドライブの磁気ヘッドとの間で情報のやり取りをするための入出力ターミナル１７が、磁気ヘッドが入り込むために開けられた開口１３のところに設けられている。入出力ターミナル１７とカードコンタクト端子１６の間で情報を処理するために必要によりＣＰＵ１８が設けられている。永久磁石式発電機２はＣＰＵ１８の駆動およびカードコンタクト端子１６などの駆動用電源として用いられるが、発電機からの出力電力にはリップル等を含んでいることがあり、整流と安定化を必要としており、安定化電源回路１９がディスケット内に設けられた発電機２の出力ラインに組み込まれている。

【００３７】

ディスケットのハブ１１がフロッピーディスクドライブの駆動シャフトと係合して、駆動シャフトが回転したときに、永久磁石式発電機２の回転子２１が回転させられる。３．５″フロッピーディスクドライブの場合通常はその回転数は３００ｒｐｍである。このようにハブ１１がフロッピーディスクドライブの駆動シャフトと係合するので、ハブ１１の駆動シャフトとの係合部の構造は通常のディスケットのハブの構造と同じにしておくことが好ましい。

【００３８】

メモリーカードとしては、ＩＣカードや通常の磁気カードのように、クレジットカードと同じサイズをした長さ８５ｍｍ、幅５４ｍｍ、厚さ０．８ｍｍのものを用いることができる。またスマートメディアと呼ばれているものも用いることができる。

【００３９】

図１に示すように永久磁石式発電機とメモリーカード挿入スペースとが平面的には重なっているので、ディスケットが３．５″ディスケットと同じ大きさをしているとするとその

厚さは３．５ｍｍなので、ディスケットのケースカバーに必要とする厚さ０．２ｍｍが２枚とすると、永久磁石式発電機の厚さを２．３ｍｍ程度にする必要がある。

【００４０】

ＩＣカードよりも小さなスマートメディアをメモリーカードとして用いる場合は、メモリーカード挿入スペース１５と発電機とは重ならないようにすることができるので、発電機の回転軸方向厚さを３ｍｍ程度まで厚くすることができる。

【００４１】

もちろん、ディスケットの形状が３．５″ディスケットよりも少し厚くなる場合、たとえば４．０～４．５ｍｍになれば、発電機に許される厚さは３．５～４．０ｍｍとすることができる。

【００４２】

本発明の一実施態様による永久磁石式発電機を組み込んだディスケット１においては、ディスケット１のほぼ中央にハブ１１が、またそのハブを中央部に持った永久磁石式発電機２がディスケット内に組み込まれている。永久磁石式発電機の平面図（ハブ１１側から見た図）、断面図及び底面図（ハブ１１と反対側から見た図）を各々図３，４、５に示している。ここで断面図図４は図１，２の部分断面図にもなっていて、ディスケットのカバー１４及びメモリーカード挿入スペース１５などが示されている。発電機２の回転子２１は、ハブ１１の一方の端面に固定されていて、ハブ１１とともに回転するようになっている。発電機の回転子２１はその回転軸の周りに回転できるようになった円板リング状の永久磁石２１２を持っている。円板リング状の永久磁石２１２はその軸方向ただ一方端面上に円周方向に並べられた複数の回転子磁極を有し、これら回転子磁極は円周方向に交互に違った極性をしている。好ましい実施態様の円板リング状永久磁石212 の斜視図を図６に、上平面図を図７に、底面図を図８に示している。この円板リング状永久磁石２１２は、図６，７，８に示すように、軸方向に交互に反対方向に磁化されていて、円板端面上で円周方向に隣り合っている磁極が交互に違った極性をしている。すなわち、円板リング状永久磁石２１２はその一方の端面に図７に示すように図の上から右回りにＮ，Ｓ、Ｎ，Ｓ……の極性をした磁極を持ち、その他方の端面には図８に示すように図の上から右回りにＳ、Ｎ，Ｓ，Ｎ……の極性をした磁極を持つ。ハブ１１は好ましくは軟磁性体で円板状に作られているので、「軟磁性体円板状ハブ」と呼ぶことがある。円板リング状永久磁石の一方の端面上にハブ１１が固定されており、円板リング状永久磁石のその一方の端面上の磁極同士を磁気的に結合している。円板リング状永久磁石の他方端面上にある磁極のみが回転子磁極として働く。

【００４３】

３．５″ディスケット内に組み込むことのできる永久磁石式発電機２は、上に述べたように厚さが２．３ｍｍ程度である。その大きさは最大でも幅が８４ｍｍ、長さが３４ｍｍである。３．５″ディスケットの幅９０ｍｍから、そこに組み込むことのできる永久磁石式発電機の最大幅が決まってくるので、その最大幅は８４ｍｍとなる。また、ハブ中心から開口１３の中央側端までの距離が約１７ｍｍなので、ハブと共に回転する回転子２１を持っている永久磁石式発電機２の片側長さも１７ｍｍ以内にする必要があり、その最大長さは３４ｍｍである。この永久磁石式発電機２の対角線長さｄは最大でも９０ｍｍなので、その場合のアスペクト比（厚さｔ／対角線長さｄ）は約２．５％である。永久磁石式発電機の幅と長さをより小さくすることができるが、対角線長さで４０ｍｍ以下とすることは必要とする出力の観点から不可能なので、最大アスペクト比は６％である。

【００４４】

本発明の好ましい実施態様によれば、軟磁性体円板状ハブ１１の一方端面に同心に円板リング状永久磁石２１２が固定されていて、回転子２１を構成している。回転子２１は外部駆動機構すなわちＦＤＤの駆動シャフトと係合して回転軸の周りに回転させられるので、図４及びその要部を拡大して示す図９にあるように、ハブ１１に駆動シャフトとの係合部１１１を持っている。係合部１１１はハブ中央に設けた中心穴１１２と、ハブ面でその中心穴から約９ｍｍ離れた位置にある凹穴１１３から構成されている。ＦＤＤの駆動機構に

はスピンドルモータに付いているセンターシャフトの中心から約９ｍｍ離れた位置に４ｍｍ径の引っ掛けピン（突出量０．５ｍｍ）が付いている。ハブ中央に設けられた中心穴１１２にセンターシャフトが嵌合する。また引っ掛けピンはハブ面でその中心から偏芯している凹穴１１３と嵌合して、スピンドルモータの回転を回転子２１に伝える。

【００４５】

ハブ１１の厚さを０．６ｍｍ程度にしているので、凹穴１１３はハブに設けられた通孔としておいて、この通孔に続いた凹穴を円板リング状永久磁石２１２のハブとの接合面に設けて、外部駆動機構の引っ掛けピンが凹穴１１３にはまっても、永久磁石をピンで押し付けないようにしておくことが望ましい。永久磁石に凹穴を開けておくと、凹穴内面が凹穴の開口を通して外部に曝されることになるので、永久磁石２１２の凹穴底面に軟磁性体からなる底板１１４を接着しておくことが、磁気漏洩を防ぐ上から好ましいことである。

【００４６】

中心穴１１２の中心から半径方向に９ｍｍ離れた位置に４～５ｍｍの凹穴１１３を設けるためには、ハブ１１及び永久磁石２１２の外径は少なくとも２４ｍｍあることが好ましいことになる。

【００４７】

ＦＤＤの磁気ヘッドが入り込むために開けられているディスケットの開口１３と永久磁石式発電機が干渉しないためには、永久磁石式発電機の外径は大きくとも３４ｍｍとしておく必要があるので、それに伴ってハブ１１や永久磁石２１２の外径は３４ｍｍ以下にしておく。

【００４８】

本発明の永久磁石式発電機においては、図３，４，５及び図９に示しているように、軟磁性体円板状ハブ１１の一方端面上に、円板リング状永久磁石２１２がハブと同心に固定されている。また、ハブ１１は永久磁石２１２の外径よりも少し大きくなっていて、ハブ外周が永久磁石の外周から好ましくは０．３ｍｍ以上、より好ましくは０．５ｍｍ以上突出している。ハブの一方端面が発電機外面に出ているので、ハブ外周から発電機の外への磁気漏洩を少なくすることが好ましい。ハブ外周から外側への漏洩磁束密度（Ｇ）と永久磁石外周からハブ外周が突出している寸法（ｍｍ）との関係は図１０に示すように、０．３ｍｍ以上の突出量で漏洩磁束密度は半分以下となり、０．５ｍｍ以上で最小となる。

【００４９】

以上の説明から明らかなように、ハブや永久磁石の外径は２４～３４ｍｍであり、永久磁石外径はハブ外径よりも０．６ｍｍ以上（半径で０．３ｍｍ以上）小さくしておくことが好ましい。

【００５０】

発電機の固定子２２は複数の磁極歯２２１を有し、各磁極歯２２１はその一端に回転子磁極と軸方向空隙を介して対向することができる位置に固定子磁極２２２を持つ。そこで、図３～５に示すように、磁極歯２２１の固定子磁極２２２は円板リング状永久磁石２１２に関してハブ１１と反対側端面にある。すなわち、円板リング状永久磁石２１２の一方端面にある複数の磁極は互いに軟磁性体円板状ハブ１１によって磁気的に連結されていて、円板リング状永久磁石２１２の他方端面にある複数の磁極は固定子磁極２２２と対向するかあるいは固定子磁極２２２と対向することが出来るようになっている。

【００５１】

固定子磁極２２２の極ピッチは回転子磁極の極ピッチと同じであるが、隣り合う固定子磁極同士の間隔は磁極の幅に応じて変わってくる。固定子磁極幅が広いほど回転子磁極から出てくる磁束を有効に磁極歯内に導くことができるが、磁極歯間での磁気漏洩も多くなる。そこで、固定子磁極間の間隙を０．３ｍｍ～１．０ｍｍ程度にすることが好ましい。

【００５２】

その複数の磁極歯２２１は他端部で互いに軟磁性体バックヨーク２２３によって結合されている。図１～５から明らかなように、回転子２１の左側には７本の磁極歯２２１が設けられ、右側には４本の磁極歯２２１が設けられていて、左及び右側の磁極歯グループは、

各１本の軟磁性体バックヨーク２２３によって磁気的に結合されている。このように磁極歯２２１を左右のグループに分けることによって、永久磁石式発電機２の輪郭をほぼ長方形とすることができる。このことによって、永久磁石式発電機２の輪郭と入出力ターミナル１７やカードコンタクト端子１６、その他の電子機器と干渉することを防ぐことが出来ている。発電機ハウジング２３によって回転子２１と固定子２２は保持されて、このハウジング２３はディスケットカバー１４に固定されている。

【００５３】

その複数の磁極歯２２１は一端と他端との中間部に固定子コイル２２４が巻回されている。固定子コイル２２４は直列あるいは出力位相を調整して合計出力を取り出すことが出来るように接続されているが、その結線の方法は当業者には明らかなので説明は省略する。

【００５４】

本発明の永久磁石式発電機では、図４、図９に示すように、磁極歯２２１と回転子永久磁石２１２が小さな軸方向空隙を介して対向しているので、転がり軸受け２６によって固定子と回転子間を支えて、スラスト荷重に対して、この空隙寸法を維持している。

【００５５】

磁極歯２２１の先端すなわち固定子磁極を持つ側の磁極歯先端はブッシュ２５に固定されて位置決めされており、このブッシュ２５とハブ１１の間に転がり軸受け２６が設けられている。大きなスラスト荷重が掛かっても転がり軸受けによって回転子は容易に回転することができる。転がり軸受けのボールが接触するハブ面とブッシュ面は摩耗を防ぐためにＨＲＣ３５以上の硬度にしておくことが好ましい。ハブの材料としては例えば磁性ステンレス鋼を表面窒化処理した材料や焼き入れした炭素鋼（ＪＩＳＳ４５Ｃ）などがよい。ブッシュ２５の磁極歯先端に近い部分は非磁性にする必要があるので、ベリリウム銅材、非磁性ステンレス鋼などにすることが好ましい。またハブ面で転がり軸受けのボールが接触回転する部分にＵ字溝１１５を設けておくと、軸受けとハブの相対位置が固定される。

【００５６】

円板リング状永久磁石２１２は転がり軸受け２６及びそのリテーナとの干渉を防ぐために、１２ｍｍ以上の内径を持つ必要がある。また、磁極歯の磁極側先端は円板リング状永久磁石２１２の中央開口に半径方向内方に好ましくは０．３ｍｍ以上、より好ましくは０．５ｍｍ以上突出している。０．３ｍｍ以上突出していることで永久磁石から磁極歯先端の後への漏洩磁束を半分以下にすることができる。また０．５ｍｍ以上突出していると漏洩磁束を最小にすることができる。

【００５７】

永久磁石式発電機２の断面図を示す図４にあるように、各磁極歯２２１はその中央部で回転子軸方向に段差を持ったほぼＳ字状の長さ方向断面を持つ。これによって、各磁極歯２２１はその固定子磁極２２２を持つ端部では発電機底面に位置していて、固定子コイル２２４を巻回した中間部及びバックヨーク２２３と結合している他端部では発電機厚さ方向中央に位置している。磁極歯は、固定子磁極を持つ端部のところすなわち固定子の中央部にすべての磁極歯によって回転子軸方向に窪んでいる凹部を形成して、その凹部内に円板状リング磁石を収容している。この構造を取ることによって、ハブ、永久磁石、磁気空隙及び磁極歯の厚さを合計した厚さが、固定子コイルの厚さ（磁極歯に固定子コイルを巻いてあるので、磁極歯厚さを含めてほぼ２．０ｍｍ）に近いものとすることができる。

【００５８】

磁極歯中央部に段差を付けるのに、段差のところに傾斜部を設けておき、その傾斜部は磁極歯全体の長さ方向に対して３０°～６０°の角度とするのがよい。角度が大きくなりすぎると、折り曲げ部の断面積が小さくなって、磁気抵抗が極端に増えるおそれがある。

【００５９】

この場合、ハブ厚さを０．８ｍｍ、永久磁石厚さを０．５ｍｍ、磁気空隙の大きさを０．２ｍｍとすると、磁極歯の厚さを０．８ｍｍ程度にすることが出来て、合計の厚さが２．３ｍｍとなる。固定子コイル部分でも固定子コイル厚さ２．０ｍｍ、発電機ハウジングの厚さ０．３ｍｍとすると合計で２．３ｍｍとなる。このようにして、発電機部分の厚さを

ディスケットケースの裏板側端面から２．３ｍｍ以内に収めることができる。
【００６０】
ここで、厚さ０．８ｍｍの磁極歯２２１を用いた場合にその磁極歯が回転子永久磁石から発生する磁束を通すことが出来ることを検証する。
【００６１】
回転子永久磁石の磁極数をＮ、外半径をＲ、内半径をｒ、１極当たりの面積をＳＲ、作動点の磁束密度をＢｄ、磁気空隙の平均磁束密度をＢｇとおいて、磁極歯の厚さをｔ、１極の歯幅をＷｓ、飽和磁束密度をＢｓとしたときに、すべての空隙磁束が磁極歯を通ることが出来るためには次の条件が成立しなければならない。
ＳＲ・Ｂｇ－（漏洩磁束）≦Ｗｓ・ｔ・Ｂｓ
ここで漏洩磁束を無視すると、
ＳＲ・Ｂｇ≦Ｗｓ・ｔ・Ｂｓである。
【００６２】
回転子永久磁石の回転子磁極の表面磁束密度（すなわち磁気空隙の磁束密度）分布がサインカーブになっているとすると、作動点の磁束密度Ｂｄと磁気空隙の平均磁束密度Ｂｇの間にはＢｇ＝２／π・Ｂｄの関係が成立する。
これらの式から、
ＳＲ・２／π・Ｂｄ≦Ｗｓ・ｔ・Ｂｓ
となり、更に
Ｗｓ　２πＲ／Ｎ
なので、
π／Ｎ・（Ｒ2 －ｒ2）・２／π・Ｂｄ≦２πＲ／Ｎ・ｔ・Ｂｓ　から、
Ｂｄ≦πＲｔ／（Ｒ2 －ｒ2）・Ｂｓ
となる。
【００６３】
回転子永久磁石２１２として図３、４に示すように３．５"フロッピーディスクのハブ１１と略同じ外径をしたものすなわち外半径が１２ｍｍとして、その内半径を６ｍｍとする。磁極歯として通常の軟鉄を用いるとその飽和磁束密度Ｂｓは１．５Ｔ以上であり、電磁軟鉄では２．２Ｔ以上なので、Ｂｓを１．７Ｔとおく。また、磁極歯厚さｔを上の例と同じ０．８ｍｍとする。これらの数字を上式にいれると、
Ｂｄ≦π・１２・０．８／（１４４－３６）・１．７＝０．４７（Ｔ）
となるので、作動点の磁束密度が０．４７Ｔ以下の場合、すべての磁束を磁極歯の中に通すことができる。磁気回路には磁気漏洩が少なくとも数１０％あるとともに、磁気抵抗もあるので、作動点の磁束密度が０．６Ｔ程度までの時はすべての磁束を磁極歯の中を通すことができることがわかる。
【００６４】
このように本発明で用いている磁極歯は磁気抵抗が小さく、磁束を通しやすい。これらの磁極歯の中間に固定子コイルが巻回されているので、永久磁石回転子の回転に伴う磁束の変化を固定子コイルが無駄なく拾うことができるので発電機として発電出力の大きなものとすることができる。
【００６５】
固定子２２の磁極歯２２１，バックヨーク２２３はともに軟磁性体で作られている。飽和磁束密度Ｂｓが大きいことは、部品の断面積を小さくして、発電機全体の大きさを小さくする上から好ましいことなので、飽和磁束密度Ｂｓが１．２Ｔ以上、好ましくは１．５Ｔ以上の軟鉄、電磁軟鉄、圧粉磁芯、４～６％Ｓｉを含む珪素鋼板あるいは炭素含有量が０．０５質量％以下の低炭素鋼を加工後に熱処理をして歪みを取った（磁性焼鈍をした）ものを固定子の磁極歯に使うことができる。しかし、バックヨークは磁極歯程多くの磁束が通らないので、炭素含有量が０．６質量％以下の低炭素鋼を用いることができる。
【００６６】
回転子２１に用いている永久磁石２１２としてはセグメント状の永久磁石、直方体の永久

磁石、円板状の永久磁石を用いることができる。しかし、図６～８に示しているような、円板リング状の永久磁石が好ましい。この永久磁石２１２はハブ１１の一方の端面に接着剤などで固定されている。永久磁石は、回転軸方向に適当な長さ、すなわち厚さを持っている。３．５″ディスケットに組み込むことのできる薄型永久磁石式発電機の厚さは２．０～２．５ｍｍなので、永久磁石は厚くとも１．０ｍｍであり、０．３～１．０ｍｍで使用することができるが、好ましくは０．３～０．８ｍｍである。すなわち、永久磁石の磁化方向厚みは、ディスケット厚みのほぼ１０％以上３０％以下、好ましくはほぼ１０％以上２３％以下である。磁気空隙での磁気抵抗を小さくするためには、磁石と固定子磁極間の空隙はディスケットの厚みの２％以上１５％以下、より好ましくは５％以上１５％以下である。しかしこの寸法は使われるディスケットの寸法や、一緒に組み込まれる機器の構成によって変わってくることは明らかである。

【００６７】

円板状永久磁石２１２の磁化方向厚さができるだけ厚いことは起磁力の観点からは望ましいことである。しかし、一方の端面に軟磁性体片例えば軟磁性体からなるハブ１１を接着してその端面上の磁極間を磁気的に短絡していると永久磁石の実効的な磁極間距離が長くなる。

【００６８】

永久磁石の特性としては回転子磁極表面に沿った磁束密度分布がほぼサインカーブをしていることが好ましい。この磁束密度分布は磁化した回転子永久磁石の磁極表面に沿ってガウスメータなどで測定することができる。固定子と回転子とを組み合わせて、固定子上にガウスメータのプローブを置いて、回転子を回転させることによって、閉磁路での磁束密度分布を測定することができる。固定子を用いないで測定したものが開磁路での磁束密度分布である。

【００６９】

磁束密度分布がほぼサインカーブをしている場合は、回転子の磁極間での磁束密度の急峻な変化がないので回転子のコギングトルクが小さくなる。隣り合った磁極上でその中心付近が最も強く磁化されてそこから離れるに従って徐々に弱くなり、異極性の二つの磁極間中心に磁化反転点（磁束密度の径方向成分がほぼゼロのところ）があるように磁化されて、磁束密度分布はほぼサインカーブをしていることである。固定子磁極と回転子磁極との吸引力がこの磁力によって決められるために、サインカーブ状となっている磁束密度分布によってコギングトルクを小さくすることができる。

【００７０】

磁極歯の磁極を回転子磁極と同時に対向させたとき、図５では回転子磁極のうちの数極は磁極歯（固定子）磁極と対向しないことになる。固定子磁極と対向していない回転子磁極と対向する位置には図５にあるように、軟磁性体片２２８、２２８′が設けられている。軟磁性体片２２８と回転子永久磁石との位置関係をわかりやすくするために、図５の１１－１１線に沿った拡大断面図を図１１に示している。軟磁性体片２２８は、回転子磁極Ｓ213 と回転子磁極N214との中間から始まって、回転子磁極Ｎ214 、Ｓ215 , Ｎ216 、Ｓ217 と対向して、回転子磁極Ｓ217 と回転子磁極Ｎ218 の中間まで延びている。軟磁性体片228 は５つの連続した回転子磁極の中間を結んでいる。軟磁性体片228 ′は回転子磁極Ｓ213 ′とＮ214 ′の中間から始まって、Ｎ214 ′と対向して、Ｎ214 ′とＳ215 ′の中間まで延びて、２つの連続した中間を結んでいる。軟磁性体片２２８、228 ′には、Ｓ極とＮ極と対向する面上には軸方向に溝２２９、229 ′が各々設けられている（図１１参照）。

【００７１】

固定子磁極が回転子磁極と対向する位置に来たときに固定子磁極と対向していない回転子磁極に対向する固定子内周面には、磁極間をつなぐ軟磁性体片２２８、２２８′が設けられている。またこの軟磁性体片２２８、２２８′の上には回転子磁極と対向する位置に溝（軸方向に延びた）２２９、２２９′がある。そこで、回転子磁極が固定子磁極からずれた位置にあるときに、軟磁性体片のところで、回転子磁極は軟磁性体片上の溝の位置から

ずれて、回転子磁極が軟磁性体片の突出部と近くなるので、回転子磁極間を軟磁性体片が短絡することになる。このとき軟磁性体片が、その突出部に対向している回転子磁極を吸引する。一方、回転子磁極が固定子磁極に対向する位置にあるときには軟磁性体片に設けられた軸方向に延びた溝と回転子磁極が対向することになって回転子磁極のその位置での静止が不安定となって、回転子を軟磁性体片の突出部の方向に動かすように働く。

【００７２】

固定子磁極と対向している回転子磁極はその対向している位置に回転子を静止させようとするが、軟磁性体片に付けた溝と対向している回転子磁極はその位置から回転子を動かそうとするので、回転子のコギングトルクが小さくなる。

【００７３】

なお、軟磁性体片２２８、２２８′が「回転子磁極Ｓ213 と回転子磁極N214との中間から始まって、……回転子磁極Ｓ217 と回転子磁極Ｎ218 の中間まで延びている。」と述べたが、この「中間」という用語は、円板リング状永久磁石の端面に多くの磁極を並べた場合、隣り合った異極性の磁極同士の正確な中間点を必ずしも意味するものではなく、磁極の略中心を除いた周辺部を意味している。ある回転子磁極が、固定子磁極と対向しているときに、別な回転子磁極が軟磁性体片に設けられた溝と対向すれば、溝と対向している位置での吸引力が減少し、その溝の横にある軟磁性体片に回転子磁極が吸引されて回転モーメントが与えられる程度に、軟磁性体片の端が回転子磁極からずれていればよい。

【００７４】

磁束密度や保磁力の大きさなどから考えると焼結磁石が好ましく、特に焼結ＮｄＦｅＢ磁石がよい。焼結ＮｄＦｅＢ磁石とボンドＮｄＦｅＢ磁石の磁気特性は図１２に例示するように、ボンド磁石は焼結磁石の２／３程度となっている。

【００７５】

上で説明した本発明の実施態様にある永久磁石式発電機の回転子に使っている永久磁石は、発電機に組み込む前のパーミアンス係数は０．８、組み込んだ状態で２．５以上、好ましくは３程度なので、図１２のグラフに示す磁気特性を持っている焼結ＮｄＦｅＢ磁石では組み込んだ状態での作動点の磁束密度は約０．８３Ｔ（８３００Ｇ）、ボンドＮｄＦｅＢ磁石のそれは約０．５８Ｔ（５８００Ｇ）である。先に示した磁極歯の断面積を考え合わせると、ボンドＮｄＦｅＢ磁石で十分であることがわかる。焼結ＮｄＦｅＢ磁石とボンドＮｄＦｅＢ磁石を比較すると、ボンドＮｄＦｅＢ磁石は製造原価の面や製造のしやすさからもより好ましいものである。

【００７６】

焼結ＮｄＦｅＢ磁石は、焼結して作られているので、０．５ｍｍ程度の厚さのものを作る場合、その２倍以上の厚さの焼結体からグラインダー研磨をして０．５ｍｍ厚として、更に内外周を研磨して希望する寸法に仕上げる必要がある。他方、ボンドＮｄＦｅＢ磁石は樹脂バインダーとＮｄＦｅＢ磁粉との混合物をコンプレッションによって所望の大きさをした円板リング状永久磁石を得たり、あるいはこの混合物をロールで圧延して所望の厚さのシートにした後、パンチなどで円板リング状のボンド磁石とすることができるものである。このようにボンドＮｄＦｅＢ磁石は、その磁気特性が本発明に合致している上に、製造の容易さからも本発明に適したものである。

【００７７】

本発明の永久磁石式発電機の永久磁石として、ＮｄＦｅＢ磁石以外に、（１）窒化物磁石例えばＳｍＦｅＮ磁石、（２）交換スプリング磁石と呼ばれているＳｍＦｅＮにα鉄を含む磁石、ＮｄＦｅＢにα鉄を含む磁石やＮｄＦｅＢにＦｅ3 Ｂを含む磁石等、（３）ＮｄＦｅＢやＳｍＦｅＮなどのＨＤＤＲ（水素化・分解・脱水素・再結合）磁石、（４）ＳｍＣｏ磁石なども、要求される特性との兼ね合いで使用することができる。これらの内で窒化物磁石例えばＳｍＦｅＮ磁石はシート状ボンド磁石として特性が比較的良好なものを得ることができるので、本発明に使用するのに適したものである。ボンドＳｍＦｅＮ磁石のＢＨ減磁曲線上の磁気特性は、図１２に示すように、残留磁束密度が０．４７Ｔ（４７００Ｇ）程度、保磁力ｂＨｃが３００ｋＡ／ｍ（３７７００Ｏｅ）程度である。そのために作

動点の磁束密度が０．３３Ｔ（３３００Ｇ）程度であり、出力が少し小さくなる。

【００７８】

図５～８においては、円板状永久磁石２１２の端面上に１６極の磁極を持ったものを示しているが、本発明においては極数として１２～２４極とすることが好ましく、１６～２０極とすることは更に好ましいことである。極数が少ないと、１極当たりの磁束量は大きくなるが、発電機の出力の最も大きくなるのが１６～２４極である。しかし、極数を多くしていくと、固定子の半径方向に延びた磁極歯間の空間が小さくなる。その上、固定子の製作に困難が伴い、また出力の電圧波形に歪みが生じるなどの問題があるので、１６～２０極が最適である。

【００７９】

外方向に延びた磁極歯の磁極は、回転子永久磁石の磁極と磁気空隙を介して対向できるように、同じ角度間隔であることが好ましい。

【００８０】

【実施例】

本発明の永久磁石式発電機を組み込んだディスケットを以下の実験によって更に詳しく説明するとともにその実施条件を明らかにする。

【００８１】

実験

図１～９に示している本発明による薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット（本発明）及び図１３に示している既出願の薄型永久磁石式発電機を組み込んだディスケット（比較例）を作製して、その特性を測定した。これらのディスケット及び永久磁石式発電機の仕様は各々表２，３に示す。

【００８２】

【表２】

項目	内容
ディスケット	3.5″ フロッピーディスク用ディスケット
ハブ回転数（永久磁石回転子回転数）	300rpm
発電機外形寸法	長さ８０mm×幅 30mm×厚さ２．３mm アスペクト比：２．６％
回転子永久磁石寸法	外径 24 mm×内径 12 mm×厚さ 0.5 mm
永久磁石	ボンド NdFeB 等方性永久磁石(磁気特性を図１２に示す)
回転子磁極数	16 極 円板状永久磁石の端面に磁極が並んでおり、磁気空隙の磁束密度はほぼサインカーブ
固定子材質	冷間圧延鋼板 SPCC、飽和磁束密度 Bs:1.5T
固定子厚さ	0.8mm
固定子磁極数	計 11 極 左右に各々 7 極と 4 極を付けた対向型で、回転子永久磁石の一方の端面に固定子磁極が対向している図 3～5 に示すごときもの
固定子巻線	巻線数 300 回/極、　　線径:0.14mm 巻線抵抗:44Ω(11 極で)　結線:直列
磁気空隙	0.2mm
パーミアンス係数	3.0

【００８３】

【表３】

項目	内容
ディスケット	3.5″ フロッピーディスク用ディスケット
ハブ回転数（永久磁石回転子回転数）	300rpm
発電機外形寸法	外径５６mm×厚さ2.0mm アスペクト比：３．６％
回転子永久磁石寸法	外径29 mm×内径25 mm×厚さ2 mm ハブの外周に円環状永久磁石を固定している
永久磁石	焼結 NdFeB 極異方性永久磁石(磁気特性は図１２に示す焼結NdFeB磁石の特性にほぼ等しい)
回転子磁極数	16極 円環状永久磁石の円筒外面に円周方向に極性の交互に変わった磁極が並んでおり、磁気空隙の磁束密度はほぼサインカーブ
固定子材質	冷間圧延鋼板 SPCC、飽和磁束密度 Bs:1.5T
固定子厚さ	1.2mm
固定子磁極数	計11極 左右に各々7極と4極を付けた対向型で、回転子永久磁石の外周面に固定子磁極が対向している
固定子巻線	巻線数300回/極、　　線径:0.14mm 巻線抵抗:44Ω(11極で)　結線:直列
磁気空隙	0.2mm
パーミアンス係数	4.0

【００８４】
【表４】

ディスケット		1極当たりの磁束量	発電出力	漏洩磁界
本発明（表２）		１０Ｗｂ	43mW	０．０１Ｔ
比較例（表３）	シールド板なし	７Ｗｂ	30mW	０．０３Ｔ
	シールド板あり	４．６Ｗｂ	20mW	０．０１Ｔ

【００８５】
これらのディスケットに用いている永久磁石式発電機について、回転子１極当たりの磁束量、発電出力及びメモリーカード挿入スペースへの漏洩磁界強度を測定した結果を表４に示している。本発明のディスケットでは永久磁石式発電機とメモリーカード挿入スペースとの間にシールド板を付けていないが、比較例のディスケットでは永久磁石式発電機とメモリーカード挿入スペースとの間にシールド板を付けていない場合には漏洩磁界が多いので、0.1mm のパーマロイシールド板を付けた場合についても合わせて測定値を示している。
【００８６】
この実験から明らかなように、比較例に比べて本発明ではボンドＮｄＦｅＢ永久磁石を用いているにもかかわらず１極当たりの磁束量が増えており、発電出力が大きくなっている。また比較例ではシールド板を用いなければメモリーカード挿入スペースへの漏洩磁界強度が大きいのでそこに挿入されるメモリーカードへの漏洩磁界による悪い影響が生じるものであったが、本発明の場合メモリーカード挿入スペースへの漏洩磁界が小さくなっている。
【００８７】
【発明の効果】
以上説明したように本発明の薄型永久磁石式発電機では、安価なボンド磁石を用いていても発電機の出力を大きくすることができた。そのために、出力40ｍＷ以上が確保でき、こ

の発電機を組み込んだディスケットは市場の大半を占める５Ｖ仕様のＩＣカードに対応したアダプターが実現できた。

【００８８】

また、漏洩磁界が小さくなって、メモリーカードなどへの影響及びディスケット周辺への漏洩磁界の影響をなくすことができた。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施態様による永久磁石式発電機を組み込んだディスケットの平面図（底面図）である。

【図２】図１のディスケットで裏板を取り除いた状態の平面図である。

【図３】本発明に使用している永久磁石式発電機の平面図である。

【図４】図３の４－４断面図で、図１の４－４断面を部分的に示す図である。

【図５】本発明に使用している永久磁石式発電機の底面図で、発電機ハウジングの底の部分を取り除いて示す図である。

【図６】本発明に使用している円板リング状永久磁石の斜視図である。

【図７】本発明に使用している円板リング状永久磁石の平面図である。

【図８】本発明に使用している円板リング状永久磁石の底面図である。

【図９】図４の拡大断面図である。

【図１０】漏洩磁束密度とハブ外周の永久磁石外周からの突出量の関係を示すグラフである。

【図１１】図５の線１１－１１に沿った拡大断面図である。

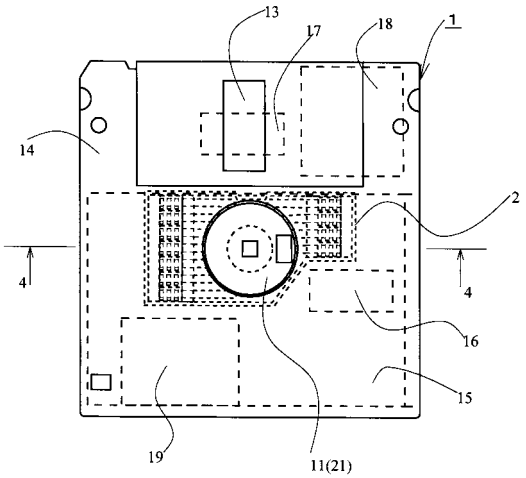
【図１２】本発明に使用している永久磁石の磁気特性図である。

【図１３】既出願の永久磁石式発電機を持ったディスケットを示し、（ａ）はその平面図、（ｂ）は１３Ｂ－１３Ｂ断面図、（ｃ）は（ｂ）の要部拡大図である。

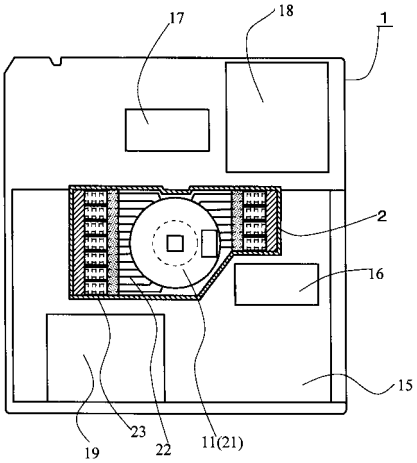
【符号の説明】

１、９	ディスケット
１１、９１１	ハブ
１３	開口
１４	カバー
１５、９５	メモリーカード挿入スペース
１６、９６	カードコンタクト端子
１７、９７	入出力ターミナル
１８、９８	ＣＰＵ
１９、９９	安定化電源回路
２、９０	永久磁石式発電機
２１、９１	回転子
２１２、９１２	永久磁石
２１３，２１４，２１５，２１６，２１７，２１８，２１３′，２１４′，２１５′	回転子磁極
２２、９２	固定子
２２１	磁極歯
２２２	固定子磁極
２２３	バックヨーク
２２４	固定子コイル
２２８、２２８′	軟磁性体片
２２９，２２９′	溝
２３	ハウジング
２５	ブッシュ
２６	転がり軸受け

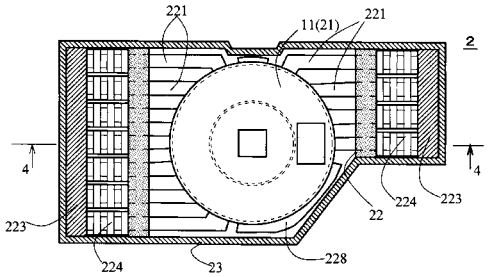
【図１】



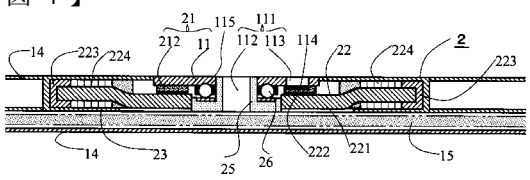
【図２】



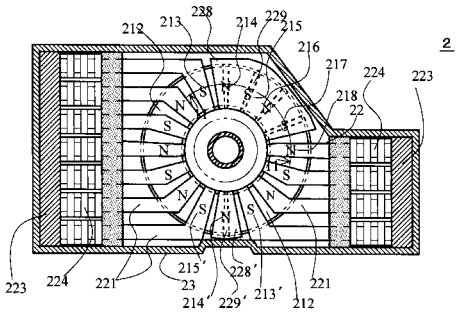
【図３】



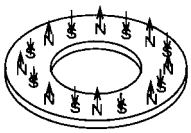
【図４】



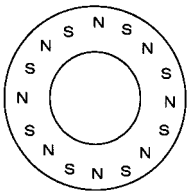
【図５】



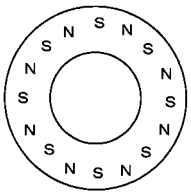
【図６】



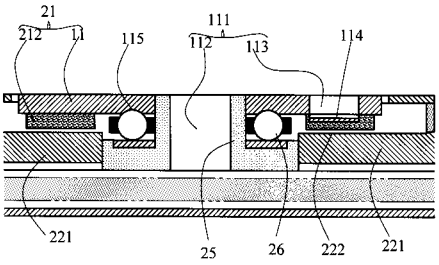
【図７】



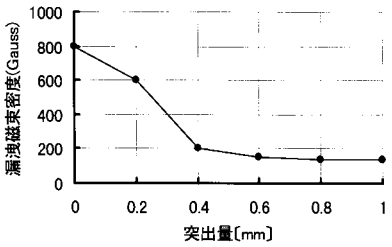
【図８】



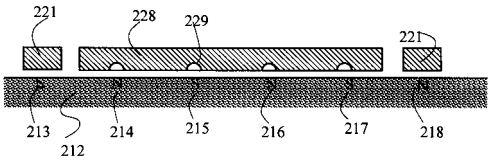
【図９】



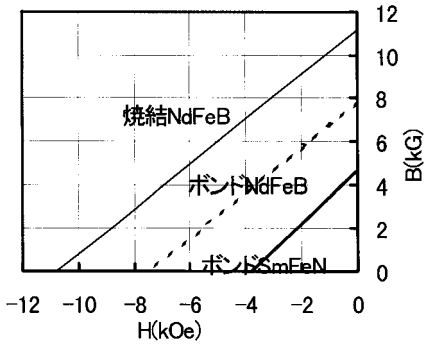
【図１０】



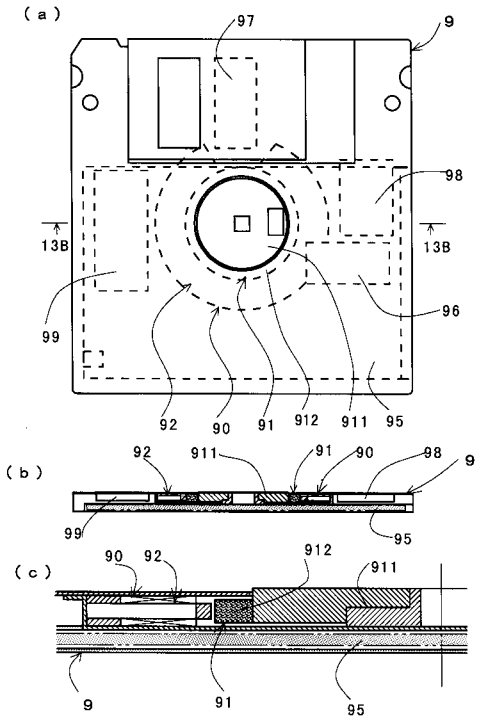
【図１１】



【図１２】



【図１３】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.　　F I
H02K　5/173　(2006.01)　　H02K　5/173　　B

(72)発明者　高橋　俊子
埼玉県熊谷市三ヶ尻５２００番地　日立金属株式会社　磁性材料研究所内

審査官　山村　和人

(56)参考文献　特開２０００－１１６０８８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０２２５２６（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３３５１９１（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２７８００８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H02K 21/24
G06K 17/00
G11B 23/00
H02K　1/14
H02K　1/27
H02K　5/173