

(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2011-114893

(P2011-114893A)

(43) 公開日 平成23年6月9日(2011.6.9)

(51) Int.Cl.
H02K 9/06

F I
H O 2 K 9/06

テーマコード (参考)
5H609

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-267045 (P2009-267045)
(22) 出願日 平成21年11月25日 (2009.11.25)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

(74) 代理人 110000028
特許業務法人明成国際特許事務所

(72) 発明者 竹内 啓佐敏
長野県諏訪市大和三丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

F ターム (参考) 5H609 BB03 BB15 PP07 PP08 QQ02
QQ12 RR03 RR17

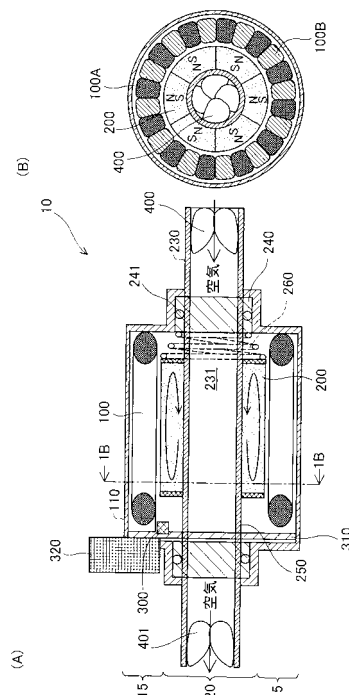
(54) 【発明の名称】 電気機械装置

(57) 【要約】

【課題】モーター負荷が大きくなった際に高トルク駆動となりコイル電流が増加する駆動時でローター側に生じる渦電流損による影響を少なくすることを目的とする。

【解決手段】電気機械装置１０であって、中心にシャフト２３０を有するローター２０と、前記ローター２０の周囲に設置されたステーター１５と、を備え、前記シャフト２３０は、中空部を有している。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電気機械装置であって、
中心にシャフトを有するローターと、
前記ローターの周囲に設置されたステーターと、
を備え、
前記シャフトは、中空部を有している、
電気機械装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電気機械装置において、
前記シャフトは、炭素繊維を含む樹脂で構成されている、
電気機械装置。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載の電気機械装置において、
前記炭素繊維は、複数の繊維束が交差した布状繊維として形成されている、
電気機械装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の電気機械装置において、さらに
前記シャフトの中空部に外気を送風するための羽根を備える、
電気機械装置。

20

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電気機械装置において、
前記羽根は、前記中空部の中に挿入されている、
電気機械装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、モーター、発電機などの電気機械装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

モーターは、永久磁石と電磁コイルとの間のローレンツ力により、駆動力を発生させている（例えば特許文献 1）。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】****【特許文献 1】特開 2008 - 159847 号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかし、従来のモーターや発電機などのコアレス電気機械装置では、渦電流損による部材の温度上昇や放熱については、十分に考慮されていなかった。

40

【0005】

本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、モーター負荷が大きくなった際に高トルク駆動となりコイル電流が増加する駆動時でローター側に生じる渦電流損による影響を少なくすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

【0007】

50

[適用例 1]

電気機械装置であって、中心にシャフトを有するローターと、前記ローターの周囲に設置されたステーターと、を備え、前記シャフトは、中空部を有している、電気機械装置。

この適用例によれば、渦電流損により発熱したシャフトを中空部より冷却することが可能となる。

【 0 0 0 8 】

[適用例 2]

適用例 1 に記載の電気機械装置において、前記シャフトは、炭素繊維を含む樹脂で構成されている、電気機械装置。

この適用例によれば、シャフトが炭素繊維を含む樹脂でできているので、回転軸が金属である場合に比べて渦電流損を少なくし、シャフトにおける発熱を少なくすることが可能である。

【 0 0 0 9 】

[適用例 3]

適用例 2 に記載の電気機械装置において、前記炭素繊維は、複数の繊維束が交差した布状繊維として形成されている、電気機械装置。

この適用例によれば、シャフトのねじれ強度を含む諸強度を高めることが可能となる。

【 0 0 1 0 】

[適用例 4]

適用例 1 から適用例 3 のいずれかに記載の電気機械装置において、さらに、前記シャフトの中空部に外気を送風するための羽根を備える、電気機械装置。

この適用例によれば、中空部に外気を送風するので、シャフトをより冷却することが可能となる。

【 0 0 1 1 】

[適用例 5]

適用例 4 に記載の電気機械装置において、前記羽根は、前記中空部の中に挿入されている、電気機械装置。

この適用例によれば、羽根は中空部に中に挿入されているので、電気機械装置を利用する場合に、羽根が他の部品と干渉しない。

【 0 0 1 2 】

本発明は、種々の形態で実現することが可能であり、例えば、電気機械装置の他、渦電流の影響の抑制方法等、様々な形態で実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 第 1 の実施例のコアレスモーターの構成を模式的に示す説明図である。

【 図 2 】 回転軸の製造工程を示す説明図である。

【 図 3 】 回転軸を製造するときの炭素繊維の織り方の例を示す説明図である。

【 図 4 】 第 2 の実施例に係るモーターの構成を示す説明図である。

【 図 5 】 ローターの磁石を抑えるためのバネの構成の一例を示す説明図である。

【 図 6 】 ローターの磁石を抑えるためのバネの構成の一例を示す説明図である。

【 図 7 】 本発明の変形例によるモーターを利用したプロジェクタを示す説明図である。

【 図 8 】 本発明の変形例によるモーターを利用した燃料電池式携帯電話を示す説明図である。

【 図 9 】 本発明の変形例によるモーター / 発電機を利用した移動体の一例としての電動自転車（電動アシスト自転車）を示す説明図である。

【 図 1 0 】 本発明の変形例によるモーターを利用したロボットの一例を示す説明図である。

【 図 1 1 】 本発明の変形例によるモーターを利用した鉄道車両を示す説明図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

10

20

30

40

50

〔第１の実施例〕

図１は、第１の実施例のコアレスモーターの構成を模式的に示す説明図である。図１（Ａ）は、コアレスモーター１０を回転軸に平行な面で切った断面であり、図１（Ｂ）は、コアレスモーターを回転軸に垂直な面（１Ｂ－１Ｂ切断面）で切った断面である。

【００１５】

コアレスモーター１０は、略円筒状のステーター１５が外側に配置され、略円筒状のローター２０が内側に配置されたインナーローター型モーターである。ステーター１５は、ケーシング１１０の内周に沿って配列された複数の電磁コイル１００Ａ、１００Ｂを有している。電磁コイル１００Ａ、１００Ｂは、コアレス（空心）である。なお、電磁コイル１００Ａ、１００Ｂを合わせて電磁コイル１００とも呼ぶ。ステーター１５には、さらに、ローター２０の位相を検出する位置センサーとしての磁気センサー３００が、電磁コイル１００の各相に１つずつ配置されている（図１（Ａ））。磁気センサー３００は、回路基板３１０の上に固定されており、回路基板３１０は、ケーシング１１０に固定されている。

10

【００１６】

ローター２０は、中心に回転軸２３０（「シャフト２３０」とも呼ぶ。）を有し、外周に６つの永久磁石２００を有している。各永久磁石２００は、回転軸２３０の中心から外部に向かう径方向（放射方向）に沿って磁化されている。また、永久磁石２００と電磁コイル１００とは、ローター２０とステーター１５の対向する円筒面に対向して配置されている。

20

【００１７】

回転軸２３０は、ケーシング１１０の軸受け２４０で支持されており、軸受け２４０は、ベアリングボール２４１を備えており、ベアリングボール２４１は、例えば樹脂、セラミックなどの非磁性材料、非導電性材料で構成されていることが好ましい。本実施例では、ケーシング１１０の内側に、バネ２６０を備えている。このバネ２６０は、永久磁石２００を図の左方向に押すことによって、永久磁石２００の位置決めを行っている。但し、バネ２６０は省略可能である。

【００１８】

回転軸２３０は、中空構造を有しており、炭素繊維強化樹脂を用いて形成されている。なお、回転軸２３０は、金属で形成されていてもよい。以下、回転軸２３０の中空構造の中を「中空部２３１」とも呼ぶ。回転軸２３０は、中空部２３１に羽根４００、４０１（あるいは「ファン４００、４０１」とも呼ぶ。）を備えている。羽根４００、４０１は、それぞれ、回転軸２３０の両端部に配置されていることが好ましい。なお、羽根４００、４０１は、回転軸２３０の両端部に配置されている場合には、回転軸２３０に対して同じ向きであることが好ましい。また、羽根４００、４０１は、回転軸２３０に固定されていてもよい。コアレスモーター１０が駆動され、例えば、ローター２０が右回転すると、回転軸２３０も右回転する。回転軸２３０が右回転すると、羽根４００、４０１も右回転する。このとき、羽根４００の右回転により、回転軸２３０の外の空気が中空部２３１に流入する。すなわち空気は、図面の右から左へ流れる。一方、羽根４０１も向きが同じため、羽根４０１が右回転すると、空気は、図面の右から左へ流れる。すなわち、空気は、中空部２３１から回転軸２３０の外に流出する。すなわち、回転軸２３０の中空部２３１には、羽根４００から羽根４０１に向かう空気の流れが生じる。したがって、回転軸２３０が、例えば渦電流により発熱しても、回転軸２３０の中空部２３１を流れる空気により、回転軸２３０を冷却し、さらには、コアレスモーター１０を冷却することが可能となる。なお、回転軸２３０が左回転する場合には、空気は、中空部２３１の中を左から右に流れる。なお、羽根４００、４０１は、一方又は両方を省略可能である。

30

40

【００１９】

図２は、回転軸の製造工程を示す説明図である。図２（Ａ）に示す工程では、炭素繊維５００を準備する。炭素繊維５００として、例えば、ＰＡＮ（ポリアクリロニトリル）やＰＩＴＣＨを用いることが可能である。また、炭素繊維の代わりに、アラミド繊維やボ

50

リエチレン繊維を用いてもよい。

【0020】

図2(B)に示す工程では、炭素繊維500を複数本平らに束ねて繊維の束510を形成する。図2(C)に示す工程では、繊維を束510編んで、布状繊維520を形成する。本実施例では、四つ目編みをしているが、他の編み方を採用することも可能である。なお、炭素繊維500から、直接、布状繊維520を編んでもよい。

【0021】

図2(D)に示す工程では、布状繊維520を円筒形に丸め、樹脂に浸して硬化し、繊維強化プラスチックの筒530を形成する。樹脂として、例えば、エポキシ樹脂を用いることが可能である。例えば、プレポリマー（ビスフェノールAとエピクロルヒドリンの共重合体）と硬化剤（ポリアミンまたは酸無水物）との二液を混合して型に入れ、この中に、布状繊維520を円筒形に丸めたものを浸し、熱硬化させることにより、筒530を形成することが可能である。なお、筒530を所定の長さに切断することにより、筒530から、回転軸230を形成する。なお、あらかじめ型の長さを調整しておくことにより、筒530を切断することなく回転軸230を直接形成してもよい。

【0022】

図2(E)に示す工程では、回転軸230に磁石200を取り付け、その後、回転軸230の中空部231の両端部にそれぞれ羽根400、401を挿入する。なお、羽根400、401は、向きが同じであるように挿入される。羽根400、401は、接着剤などにより、回転軸230に固定されることが好ましい。図2(F)は、羽根400、401挿入後の状態を示す。なお、羽根400、401は、コアレスモーター10を製造した後挿入してもよい。

【0023】

図3は、回転軸を製造するときの炭素繊維の織り方の例を示す説明図である。図3(A-1)は、図2で用いた、四つ目織りを示す。ここでは、縦方向の繊維束511と横方向の繊維束512がほぼ直角に交わっている。図3(A-2)は、四つ目織りを変形した、斜め四つ目織りを示す。斜め四つ目織りでは、縦方向の繊維束511と横方向の繊維束512が、直角以外の角度で交わっている。これにより、縦方向と横方向の強度を変えることが可能である。

【0024】

図3(B-1)に示す編み方では、縦方向の繊維束と横方向の繊維束が、網代編みされている。図3(B-2)に示す編み方は、図3(B-1)に示す編み方と、縦方向の繊維束と横方向の繊維束が直角以外の角度で交わっている点で異なる。図3(B-2)に示す編み方を斜め網代編みと呼ぶ。図3(B-1)に示す例では、1本の横方向の繊維束の上を2本の縦方向の繊維束が通るいわゆる二本網代編みであるが、1本の横方向の繊維束の上をN本（Nは3以上の整数）の縦方向の繊維束が通るN本網代編みであってもよい。図3(B-2)に示す斜め網代編みについても同様である。

【0025】

図3(C-1)、図3(C-2)に示す編み方では、3本の繊維束511、512、513が120度の角度で交わっている。3本の繊維束は三角形を形成している。このように、繊維束511～513で三角形を形成することにより、強度を増すことが可能となる。図3(C-1)に示す例と、図3(C-2)に示す例は、以下の点が異なっている。図3(C-1)に示す例では、3本の繊維束511～513の間に三角形の隙間515が生じているのに対し、図3(C-2)に示す例では、3本の繊維束511～513の間に六角形の隙間516が生じている。図3(C-1)に示す編み方を、麻の葉編みと呼び、図3(C-2)に示す編み方を、鉄線編み（あるいは亀甲編み）と呼ぶ。

【0026】

図3(D)に示す編み方では、繊維束511、514が、ゴザ編みされている。ゴザ編みでは、縦方向の繊維束511は平ら（断面が長方形）であるが、横方向の繊維束514は断面が円形あるいは楕円形をしている。なお、図3に示した編み方は一例であり、これ

10

20

30

40

50

らを変形した編み方や、他の編み方を採用することが可能である。

【0027】

以上、第1の実施例によれば、回転軸230が中空部231を有しているため、その中空部231に空気などの流体が流れることにより、コアレスモーター10を内部から冷却することが可能である。

【0028】

また、羽根400、401を備える場合には、回転軸230が回転することにより、羽根400、401も回転し、中空部231中の空気などの流体の流れを促進し、コアレスモーター10をより冷却することが可能となる。

【0029】

また第1の実施例では、回転軸230を炭素繊維強化樹脂で形成している。回転軸230が炭素繊維強化樹脂でできている場合、回転軸が金属である場合に比べて渦電流損を少なくし、回転軸230における発熱を少なくすることが可能である。なお、回転軸230として、中空の金属を用いた場合、中空でない回転軸に比べ、磁石200の磁束が回転軸230を貫く長さが短くなるので、渦電流損を少なくすることが可能である。

【0030】

第1の実施例によれば、炭素繊維は束となって、四つ目織り、網代織り、麻の葉編み、鉄線編み、ゴザ編みされており、回転軸230の強度を増すことが可能となる。なお、上記説明した織り方で編んだ布状繊維から異なる織り方のもの複数を用い、これらを重ねて用いてもよい。また、同じ織り方でも、布状繊維を重ねる位置を平行にずらしたり、布状繊維を重ねる角度を変えてもよい。これらにより、回転軸230の強度を増すことが可能となる。

【0031】

第1の実施例では、回転軸230の中空部231に羽根400、401を備えているので、外気を強制的に中空部231に送ることが可能となり、中空部231から回転軸230やコアレスモーター10を冷却することが可能となる。

【0032】

さらに、第1の実施例では、回転軸230を中空にすることにより、回転軸230を大幅に軽量化することが可能となるという効果も生じる。

【0033】

なお、第1の実施例では、回転軸230の中空部231に羽根400を備える構成を用いたが、中空部231に外気を送風できる構成であれば他の構成を採用することが可能である。例えば、中空部231にネジを切ってもよい。また、中空部231にアルキメデスのスクリューの構成を採用してもよい。

【0034】

[第2の実施例]

図4は、第2の実施例に係るモーターの構成を示す説明図である。第2の実施例は、第1の実施例におけるバネ260の位置が異なっている。第1の実施例では、バネ260は、磁石200と、軸受け240との間に配置されているが、第2の実施例では、軸受け240の磁石200と反対側に配置されている。他の構成は、第1の実施例と同様である。

【0035】

第2の実施例では、バネ260は、炭素繊維で構成されている。バネ260には、磁石200から出ている磁束が貫いている。ローター20の回転により磁石200が回転すると、バネ260を貫く磁束も変化する。例えば、バネ260が金属材料で構成されていると、バネ260を貫く磁束の変化により、バネ260に渦電流が生じ、渦電流損により、バネ260が発熱する。

【0036】

第2の実施例では、バネ260は例えば炭素繊維で構成されているので、渦電流が発生しにくく、発熱も、起こり難い。また、炭素繊維を用いることで、ローター20の熱の外部への導電性が向上する。さらに、炭素繊維を用いることで、軽量化も可能となる。なお

10

20

30

40

50

、バネ 260 の材料としては、炭素繊維以外の非導電性の樹脂を用いることも可能であるが、材料によっては、バネ効果を有しない場合もある。したがって、バネ効果を有する非導電性の材料であれば、他の材料を採用することも可能である。

【0037】

図 5 は、ローターの磁石を抑えるためのバネの構成の一例を示す説明図である。図 5 (A) に示すバネ 260 は、中央部を円形に抜いた中抜き円盤形状 (以下、「平座金」と呼ぶ。) を有している。バネ 260 は、平座金を反らせて形成されており、この反りにより、バネ効果を出している。図 5 (B) に示すバネ 261 は、平座金の一部を切断し、切り口をねじることによりバネ効果を出している。図 5 (C) に示すバネ 262 は、大きさの異なる複数の平座金を複数段重ねてバネ効果を出している。

10

【0038】

図 6 は、ローターの磁石を抑えるためのバネの構成の別の例を示す説明図である。図 6 (A) に示すバネ 263 は、中央部が凸になった螺旋形を有することにより、バネ効果を出している。図 6 (B) に示すバネ 264 は、平座金がウエーブ状に変形している。なお、バネ 264 とバネ 260 の違いは、バネ 260 では、凸になる部分が中心に対して対向して 2 カ所、凹になる部分が中心に対して対向して 2 カ所で、凸になる部分と凹になる部分が 90 度ずれているのに対し、バネ 264 では、凸になる部分が 3 カ所、凹になる部分が 3 カ所設けられている。そして、凸になる部分と凹になる部分が中心に対して対向している。一般に、凸になる部分と凹になる部分はそれぞれ N 個 (n は 2 以上の整数) あってもよく、 N が偶数の場合には、凸になる部分同士あるいは凹になる部分同士が、中心に対して対向し、 N が奇数の場合には、凸になる部分と凹になる部分が中心に対して対向する。なお、バネの形状は、以上示した形状に限られず、様々な形状を採用可能である。

20

【0039】

以上、第 2 の実施例によれば、バネ 260 の材料として炭素繊維を用いているので、バネ性を損なうことなく、バネ 260 における渦電流を抑制し、渦電流損により発熱を抑制することが可能となる。

【0040】

なお、バネ 260 の位置が第 1 の実施例と同じ位置であっても、第 2 の実施例で説明したバネ 260 ~ 264 を採用することは可能である。また、第 2 の実施例において、第 1 の実施例で説明した、中空部 231 を有する回転軸 230 を用いてもよい。また中空部 231 に、羽根 400、400 を備えてもよい。

30

【0041】

応用例：

本発明は、各種の装置に適用可能である。例えば、本発明は、ファンモーター、時計 (針駆動)、ドラム式洗濯機 (単一回転)、ジェットコースタ、振動モーターなどの種々の装置のモーターに適用可能である。本発明をファンモーターに適用した場合には、例えば、種々の効果 (低消費電力、低振動、低騒音、低回転ムラ、低発熱、高寿命) を奏させることが可能となる。このようなファンモーターは、例えば、デジタル表示装置や、車載機器、燃料電池式パソコン、燃料電池式デジタルカメラ、燃料電池式ビデオカメラ、燃料電池式携帯電話などの燃料電池使用機器、プロジェクタ等の各種装置のファンモーターとして使用することができる。本発明のモーターは、さらに、各種の家電機器や電子機器のモーターとしても利用可能である。例えば、光記憶装置や、磁気記憶装置、ポリゴンミラー駆動装置等において、本発明によるモーターをスピンドルモーターとして使用することが可能である。また、本発明によるモーターは、移動体やロボット用のモーターとしても利用可能である。

40

【0042】

図 7 は、本発明の変形例によるモーターを利用したプロジェクタを示す説明図である。このプロジェクタ 3100 は、赤、緑、青の 3 色の色光を発光する 3 つの光源 3110 R、3110 G、3110 B と、これらの 3 色の色光をそれぞれ変調する 3 つの液晶ライトバルブ 3140 R、3140 G、3140 B と、変調された 3 色の色光を合成するクロス

50

ダイクロイックプリズム 3150 と、合成された 3 色の色光をスクリーン SC に投写する投写レンズ系 3160 と、プロジェクタ内部を冷却するための冷却ファン 3170 と、プロジェクタ 3100 の全体を制御する制御部 3180 と、を備えている。冷却ファン 3170 を駆動するモーターとしては、上述した各種のブラシレスモーターを利用することができる。

【0043】

図 8 は、本発明の変形例によるモーターを利用した燃料電池式携帯電話を示す説明図である。図 8 (A) は携帯電話 3200 の外観を示しており、図 8 (B) は、内部構成の例を示している。携帯電話 3200 は、携帯電話 3200 の動作を制御する MPU 3210 と、ファン 3220 と、燃料電池 3230 とを備えている。燃料電池 3230 は、MPU 3210 やファン 3220 に電源を供給する。ファン 3220 は、燃料電池 3230 への空気供給のために携帯電話 3200 の外から内部へ送風するため、或いは、燃料電池 3230 で生成される水分を携帯電話 3200 の内部から外に排出するためのものである。なお、ファン 3220 を図 8 (C) のように MPU 3210 の上に配置して、MPU 3210 を冷却するようにしてもよい。ファン 3220 を駆動するモーターとしては、上述した各種のブラシレスモーターを利用することができる。

10

【0044】

図 9 は、本発明の変形例によるモーター / 発電機を利用した移動体の一例としての電動自転車（電動アシスト自転車）を示す説明図である。この自転車 3300 は、前輪にモーター 3310 が設けられており、サドルの下方のフレームに制御回路 3320 と充電電池 3330 とが設けられている。モーター 3310 は、充電電池 3330 からの電力を利用して前輪を駆動することによって、走行をアシストする。また、ブレーキ時にはモーター 3310 で回生された電力が充電電池 3330 に充電される。制御回路 3320 は、モーターの駆動と回生とを制御する回路である。このモーター 3310 としては、上述した各種のブラシレスモーターを利用することが可能である。

20

【0045】

図 10 は、本発明の変形例によるモーターを利用したロボットの一部を示す説明図である。このロボット 3400 は、第 1 と第 2 のアーム 3410, 3420 と、モーター 3430 とを有している。このモーター 3430 は、被駆動部材としての第 2 のアーム 3420 を水平回転させる際に使用される。このモーター 3430 としては、上述した各種のブラシレスモーターを利用することが可能である。

30

【0046】

図 11 は、本発明の変形例によるモーターを利用した鉄道車両を示す説明図である。この鉄道車両 3500 は、モーター 3510 と、車輪 3520 とを有している。このモーター 3510 は、車輪 3520 を駆動する。さらに、モーター 3510 は、鉄道車両 3500 の制動時には発電機として利用され、電力が回生される。このモーター 3510 としては、上述した各種のブラシレスモーターを利用することができる。

【0047】

以上、いくつかの実施例に基づいて本発明の実施の形態について説明してきたが、上記した発明の実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨並びに特許請求の範囲を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物が含まれることはもちろんである。

40

【符号の説明】

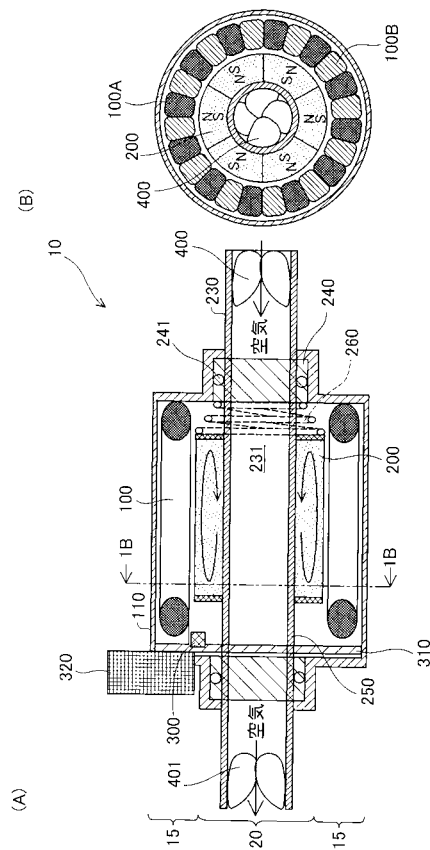
【0048】

- 10 ... コアレスモーター
- 15 ... ステーター
- 20 ... ローター
- 100 ... 電磁コイル
- 110 ... ケーシング
- 200 ... 磁石

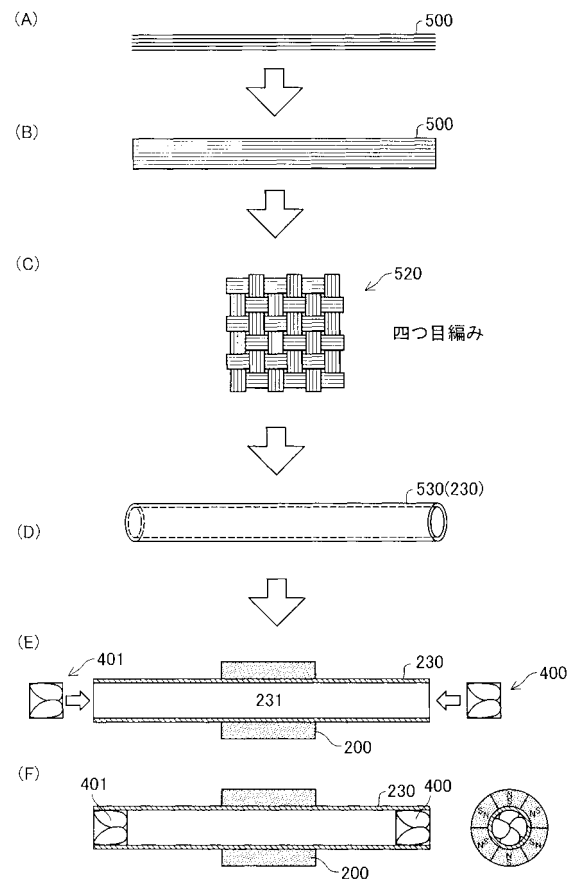
50

2 3 0 ... 回転軸	
2 3 1 ... 中空部	
2 4 1 ... ベアリングボール	
2 6 0 ~ 2 6 4 ... パネ	
3 0 0 ... 磁気センサー	
3 1 0 ... 回路基板	
4 0 0、4 0 1 ... 羽根	
5 0 0 ... 炭素繊維	
5 1 0 ... 束	
5 1 1 ~ 5 1 4 ... 繊維束	10
5 1 5、5 1 6 ... 隙間	
5 2 0 ... 布状繊維	
5 3 0 ... 筒	
3 1 0 0 ... プロジェクタ	
3 1 1 0 R ... 光源	
3 1 4 0 R ... 液晶ライトバルブ	
3 1 5 0 ... クロスダイクロイックプリズム	
3 1 6 0 ... 投写レンズ系	
3 1 7 0 ... 冷却ファン	
3 1 8 0 ... 制御部	20
3 2 0 0 ... 携帯電話	
3 2 2 0 ... ファン	
3 2 3 0 ... 燃料電池	
3 3 0 0 ... 自転車	
3 3 1 0 ... モーター	
3 3 2 0 ... 制御回路	
3 3 3 0 ... 充電電池	
3 4 0 0 ... ロボット	
3 4 1 0 ... 第 2 のアーム	
3 4 2 0 ... 第 2 のアーム	30
3 4 3 0 ... モーター	
3 5 0 0 ... 鉄道車両	
3 5 1 0 ... モーター	
3 5 2 0 ... 車輪	

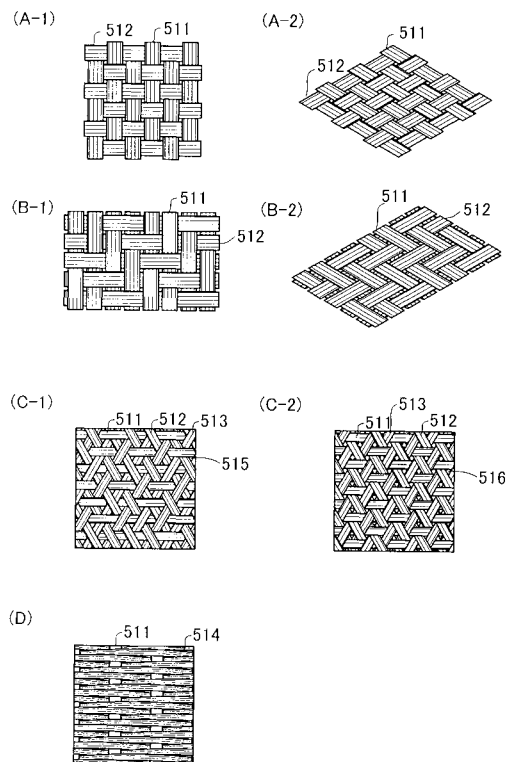
【図 1】



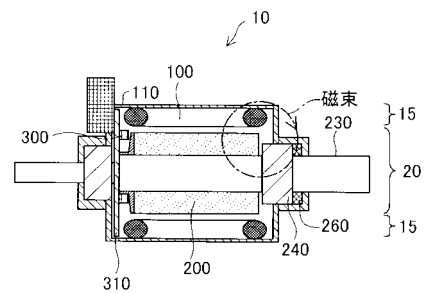
【図 2】



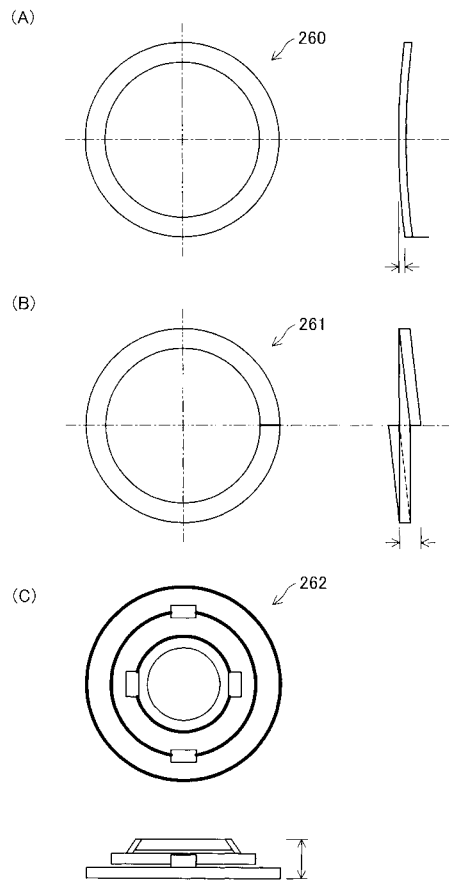
【図 3】



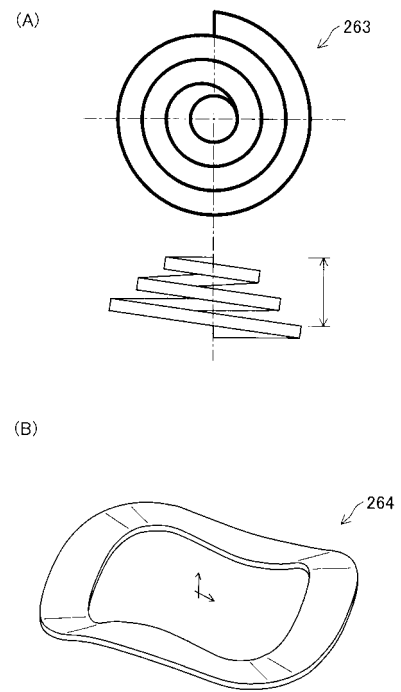
【図 4】



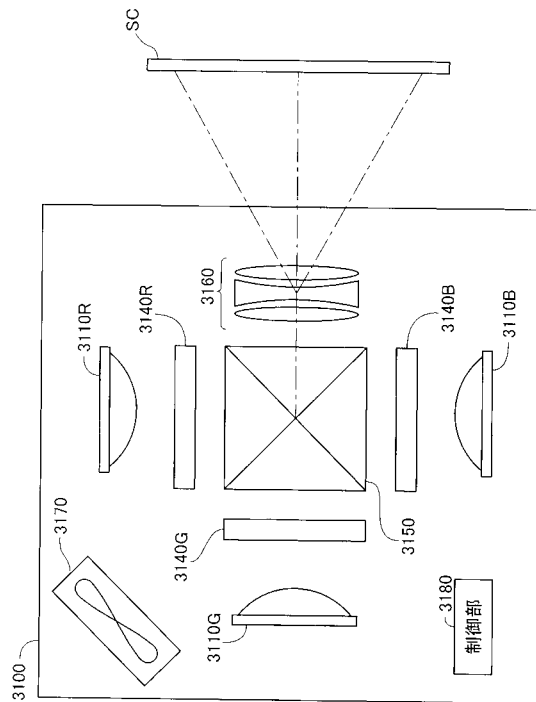
【図 5】



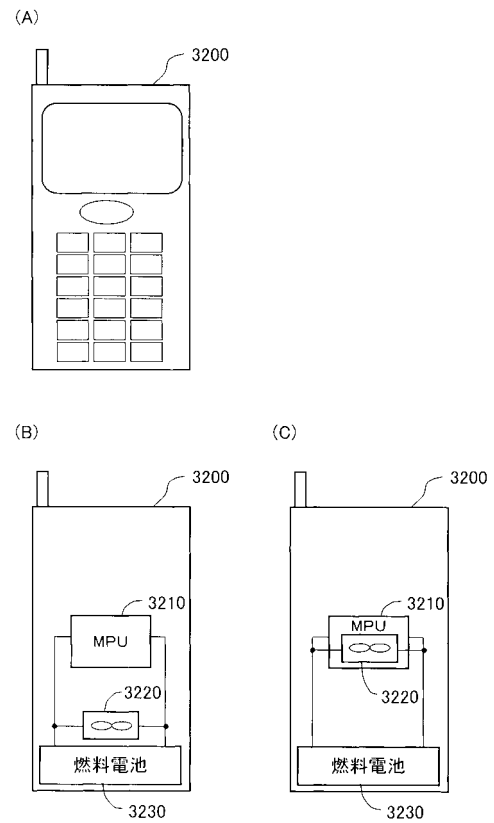
【図 6】



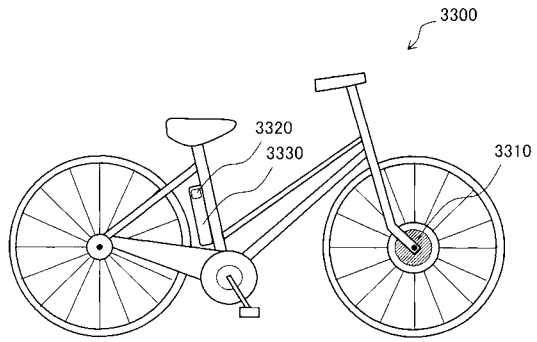
【図 7】



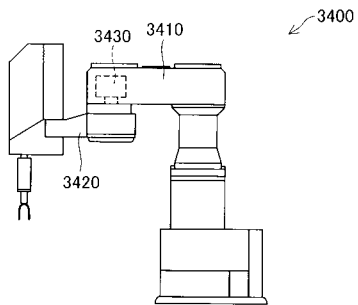
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

