

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年2月20日(20.02.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/027640 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 49/10 (2006.01) *F16D 65/18* (2006.01)
B60L 7/18 (2006.01) *H02K 49/02* (2006.01)
F16D 65/02 (2006.01) *F16D 65/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/071799
- (22) 国際出願日: 2013年8月12日(12.08.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-179138 2012年8月13日(13.08.2012) JP
- (71) 出願人: 新日鐵住金株式会社(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山口 博行(YAMAGUCHI Hiroyuki); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 今西 憲治(IMANISHI Kenji); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

Tokyo (JP). 野口 泰隆(NOBUCHI Yasutaka); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 二葉 敬士(FUTABA Takashi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP).

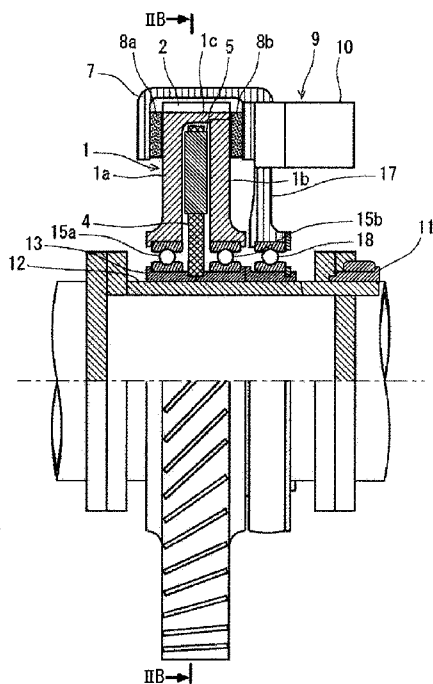
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: EDDY-CURRENT DECELERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 渦電流式減速装置

[図2A]



(57) Abstract: This eddy-current deceleration device comprises: a magnet holding member that is provided coaxially with a rotary shaft and that holds a plurality of permanent magnets along the circumferential direction; a brake member that is supported so as to be relatively rotatable with respect to the rotary shaft, the brake member including a pair of disk parts arranged on opposite sides of the magnet holding member in the axial direction of the rotary shaft, a connection part that connects the pair of disk parts, and an eddy-current generating part that generates an eddy current by the rotation of the permanent magnets; and a friction brake that brings the brake member to a standstill by pressing a friction member against the brake member at the time of braking.

(57) 要約: この渦電流式減速装置は、回転軸に同軸に設けられてかつ、周方向に複数の永久磁石を保持した磁石保持部材と; 前記磁石保持部材に対して前記回転軸の軸方向の両側に配置される一対の円板部と、前記一対の円板部間を連結する連結部と、前記永久磁石の回転により渦電流を生じる渦電流発生部とを有してかつ、前記回転軸に対して相対的に回転可能に支持された制動部材と; 制動時に前記制動部材に摩擦部材を押圧して、前記制動部材を静止させる摩擦ブレーキと; を備える。



MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッ
パ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：渦電流式減速装置

技術分野

[0001] 本発明は、トラックやバスなどの車両をはじめとする交通手段に補助ブレーキとして搭載される渦電流式減速装置に関し、特に、制動力を発生させるために永久磁石を用いた渦電流式減速装置に関する。

本願は、2012年8月13日に、日本に出願された特願2012-179138号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 一般に、永久磁石（以下、単に「磁石」ともいう）を用いた渦電流式減速装置（以下、単に「減速装置」ともいう）は、プロペラシャフトなどの回転軸に固定した制動部材を有し、制動時に、磁石からの磁界の作用で、磁石と対向する制動部材の表面に渦電流を発生させ、この渦電流により、回転軸と一体で回転する制動部材に回転方向と逆向きの制動力が生じ、回転軸を減速させるものである。

[0003] 減速装置は、渦電流が発生することで制動力を生じさせる制動部材、および磁石を保持して制動部材と対をなす磁石保持部材の形状に応じて、ドラム型とディスク型に大別され、制動と非制動とを切り替える構造も様々ある。

[0004] 近年、装置の小型化への要請に対応するため、磁石を保持する磁石保持部材を回転軸に回転可能に支持し、制動時にその磁石保持部材を摩擦ブレーキによって静止させる減速装置が提案されている（例えば、特許文献1～5参照）。また、制動部材と磁石保持部材を入れ替え、磁石保持部材を回転軸に固定するとともに、制動部材を回転軸に回転可能に支持し、制動時にその制動部材を摩擦ブレーキによって静止させる減速装置も提案されている（例えば、特許文献5参照）。これらの減速装置は、以下に示すように、非制動時に磁石保持部材と制動部材が同期して回転することから、同期回転方式の減速装置と称される。

[0005] 図1は、従来の同期回転方式の減速装置の構成例を示す縦断面図である。

図1に示す減速装置はディスク型であり、制動部材としての制動ディスク101と、磁石保持部材としての制動ディスク101の主面に対向して永久磁石105を保持する磁石保持ディスク104とを備える。

[0006] 図1では、制動ディスク101は、プロペラシャフトなどの回転軸111と一体で回転するように構成される。具体的には、回転軸111と同軸上に連結軸112がボルトなどによって固定され、フランジ付きのスリーブ113がその連結軸112にスプラインで噛み合いながら挿入されてナット114で固定されている。制動ディスク101は、回転軸111と一体化されたスリーブ113のフランジにボルトなどで固定され、これにより回転軸111と一体で回転するようになる。

[0007] 制動ディスク101には、例えばその外周に放熱フィン102が設けられる。この放熱フィン102は、制動ディスク101と一体成形され、制動ディスク101そのものを冷却する役割を担う。制動ディスク101の材質は導電性材料であって、その中で鉄などの強磁性材料や、フェライト系ステンレス鋼などの弱磁性材料のほか、アルミニウム合金や銅合金のような非磁性材料でも良い。

[0008] 図1では、磁石保持ディスク104は、回転軸111に対し回転可能に構成される。磁石保持ディスク104は、連結軸112と同心状の環状部材103と一体成形されてもよく、個別に成形されてボルトなどで環状部材103に固定されてもよい。環状部材103は回転軸111と一体化されたスリーブ113に軸受115a、115bを介して支持され、これにより磁石保持ディスク104は回転軸111に対して相対的に回転が可能になる。軸受115a、115bには潤滑グリスが充填され、この潤滑グリスは、環状部材103の前後両端に装着されたリング状のシール部材116a、116bにより漏出を防止される。

[0009] 磁石保持ディスク104の、制動ディスク101の主面と対向する面には、周方向に複数の永久磁石105が固着される。永久磁石105は、磁極（

N極、S極)の向きが磁石保持ディスク104の軸方向であり、周方向に隣接するもの同士で磁極が交互に異なるように配置される。

[0010] 図1では、磁石保持ディスク104には、永久磁石105の全体を覆うように、薄板からなる磁石カバー120が取り付けられる。この磁石カバー120は、鉄粉や粉塵から永久磁石105を保護するとともに、永久磁石105の保有する磁力が熱影響で低下するのを抑制するために、制動ディスク101から永久磁石105への輻射熱を遮る役割を担う。磁石カバー120の材質は、永久磁石105からの磁界に影響を及ぼさないように、非磁性材料である。

[0011] 図1に示す減速装置は、制動時に磁石保持ディスク104を静止させる摩擦ブレーキとしてディスクブレーキを備える。このディスクブレーキは、磁石保持ディスク104の後方に配置されてかつ環状部材103と一体をなすブレーキディスク106と、このブレーキディスク106を間に挟むブレーキパッド108a、108bを有するブレーキキャリパ107と、このブレーキキャリパ107を駆動させる電動式直動アクチュエータ109とから構成される。ブレーキディスク106は、ボルトなどで環状部材103に取り付けられ、環状部材103と一体化される。

[0012] ブレーキキャリパ107は、前後で一对のブレーキパッド108a、108bを有しており、ブレーキパッド108a、108bの間にブレーキディスク106を所定の隙間を設けて対向配置させ、バネを搭載したボルトなどによりブラケット117に向かって付勢支持される。このブラケット117は、車両のシャーシやクロスメンバーなどの非回転部に取り付けられる。また、ブラケット117は、ブレーキディスク106よりも後方の位置で環状部材103を包囲し、環状部材103に軸受118を介して回転可能に支持される。この軸受118にも潤滑グリスが充填され、この潤滑グリスは、ブラケット117の前後両端に装着されたリング状のシール部材119a、119bにより漏出を防止される。

[0013] ブレーキキャリパ107には、アクチュエータ109がボルトなどで固定

される。アクチュエータ１０９は、電動モータ１１０によって駆動し、電動モータ１１０の回転運動を直線運動に変換して後側のブレーキパッド１０８ｂをブレーキディスク１０６に向けて直線的に移動させる。これにより、後側のブレーキパッド１０８ｂがブレーキディスク１０６を押圧し、これに伴う反力の作用で、前側のブレーキパッド１０８ａがブレーキディスク１０６に向かって移動し、その結果、ブレーキディスク１０６を前後のブレーキパッド１０８ａ、１０８ｂで強力に挟み込む。

[0014] 図１に示す減速装置において、非制動時は、ディスクブレーキ（摩擦ブレーキ）を作動させない状態にある。このとき、制動ディスク１０１が強磁性材や弱磁性材の場合は、回転軸１１１と一体で制動ディスク１０１が回転するのに伴い、環状部材１０３と一体の磁石保持ディスク１０４が、永久磁石１０５と制動ディスク１０１との磁気吸引作用により、制動ディスク１０１と同期して回転する。このため、制動ディスク１０１と永久磁石１０５との間に相対的な回転速度差が生じないことから、制動力は発生しない。

[0015] 制動ディスク１０１が非磁性材の場合は、磁石１０５と制動ディスク１０１との間に磁気吸引力は働かないが、制動ディスク１０１が、磁石１０５が及ぼす磁界中を回転移動するに伴って、制動ディスク１０１には磁界の作用によって制動力が発生する。そのため、磁石１０５はその反力を受け、制動ディスク１０１と同じ方向に回転する。すなわち、制動ディスク１０１と磁石１０５との間の相対回転速度差によって生じる制動力と、磁石１０５の回転によって生じる軸受部の損失や磁石保持ディスク１０４の回転による空気抵抗の抗力とが釣り合うように、磁石１０５は制動ディスク１０１と同じ方向へ僅かな相対回転速度差を生じながら回転する。つまり、制動ディスク１０１が非磁性材の場合は、磁石１０５が制動ディスク１０１に完全同期回転するわけではなく、僅かな回転速度差をもって連れまわりをして実質的に同期して回転しており、非制動状態が保たれている。

[0016] 一方、制動時は、ディスクブレーキ（摩擦ブレーキ）を作動させ、ブレーキディスク１０６がブレーキパッド１０８ａ、１０８ｂによって挟み込まれ

、これにより環状部材１０３と一体の磁石保持ディスク１０４の回転が停止し、磁石保持ディスク１０４が静止する。制動ディスク１０１が回転しているときに磁石保持ディスク１０４のみが静止すると、制動ディスク１０１と永久磁石１０５との間に相対的な回転速度差が生じる。そのため、永久磁石１０５からの磁界の作用で、制動ディスク１０１の主面に渦電流が発生し、制動ディスク１０１を介して回転軸１１１に制動力を発生させることができる。なお、制動時の状態は、制動ディスク１０１の材質が強磁性材であっても非磁性材であっても、磁界の作用による原理は同じであり、材料の導電率や透磁率の差によって制動効率に差が生じるため、磁気回路設計時に制動ディスク１０１の材質を適宜選定することができる。

[0017] このように、図１に示す減速装置は、制動部材としての制動ディスク１０１を回転軸１１１に接続するとともに、磁石保持部材としての磁石保持ディスク１０４を回転軸１１１に回転可能に支持した構成であるが、制動ディスク１０１と磁石保持ディスク１０４を互いに入れ替えた構成でも成り立つ。すなわち、回転軸１１１に固定する対象を磁石保持ディスク１０４とし、回転軸１１１に回転可能に支持する対象を制動ディスク１０１としてもよい。

[0018] この減速装置の場合、非制動時は、回転軸１１１と一体で磁石保持ディスク１０４が回転するのに伴い、環状部材１０３と一体の制動ディスク１０１が、磁石保持ディスク１０４で保持する永久磁石１０５との磁気吸引作用（制動ディスク１０１が磁性材料の場合）または磁界の作用（制動ディスク１０１が非磁性材料の場合）により、磁石保持ディスク１０４と同期して回転する。このため、制動ディスク１０１と、磁石保持ディスク１０４の永久磁石１０５との間に相対的な回転速度差が生じないので制動力は発生しない。

[0019] 一方、制動時は、ディスクブレーキの作動により環状部材１０３の回転が停止し、制動ディスク１０１が静止する。磁石保持ディスク１０４が回転している際に制動ディスク１０１のみが静止すると、制動ディスク１０１と、磁石保持ディスク１０４における永久磁石１０５との間に相対的な回転速度差が生じる。そのため、制動ディスク１０１の主面に渦電流が発生する。そ

の結果、制動ディスク 101 の主面に生じた渦電流と永久磁石 105 からの磁束密度との相互作用によりフレミングの左手の法則に従い、回転する磁石保持ディスク 104 に回転方向と逆向きの制動力が発生し、磁石保持ディスク 104 を介して回転軸 111 の回転を減速させることができる。

[0020] また、上記した同期回転方式の減速装置はディスク型についての説明であるが、ドラム型であっても説明は同様である。

先行技術文献

特許文献

[0021] 特許文献1：日本国特開平4-331456号公報

特許文献2：日本国実開平5-80178号公報

特許文献3：日本国特開2011-97696号公報

特許文献4：日本国特開2011-139574号公報

特許文献5：日本国特開2011-182574号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0022] 上記した従来の同期回転方式の減速装置では、以下に示す問題がある。

第1に、制動部材および磁石保持部材のうちで回転軸に回転可能に支持された部材を制動時に静止させるためには、摩擦ブレーキ（ディスクブレーキ）が不可欠であり、制動部材とブレーキディスクを直列に連結させると、軸方向における減速装置の寸法が大きくなる。

[0023] 第2に、制動部材と磁石保持部材の磁石に挟まれた空隙部は常時強い磁束が出ているので、制動部材と磁石保持部材の隙間には、鉄粉などの強磁性体の異物が侵入して付着し、これら異物が堆積して成長する事態が起こり得る。このように異物が堆積すると、制動時に、制動部材と磁石との間に相対的な回転速度差が生じた場合、制動部材や磁石（磁石カバーがある場合は磁石カバー）が異物と擦れ合い、制動部材と磁石との相対的な回転が妨げられたり、制動部材や磁石の性能が低下したりする虞がある。

[0024] 本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、装置の軸方向寸法を縮小して小型化された同期回転方式の渦電流式減速装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0025] 上記課題を解決して係る目的を達成するために、本発明は以下の態様を採用した。

(1) 本発明の一態様に係る渦電流式減速装置は、回転軸に同軸に設けられてかつ、周方向に複数の永久磁石を保持した磁石保持部材と；前記磁石保持部材に対して前記回転軸の軸方向の両側に配置される一対の円板部と、前記一対の円板部間を連結する連結部と、前記永久磁石の回転により渦電流を生じる渦電流発生部とを有してかつ、前記回転軸に対して相対的に回転可能に支持された制動部材と；制動時に前記制動部材に摩擦部材を押圧して、前記制動部材を静止させる摩擦ブレーキと；を備える。

[0026] (2) 上記(1)の態様では、前記制動部材が、前記磁石保持部材の周囲を覆ってもよい。

[0027] (3) 上記(1)又は(2)の態様では、前記複数の永久磁石が、前記磁石保持部材の前記回転軸と直交する面において互いに異なる磁極が周方向に交互に配置されて、前記一対の円板部の少なくとも一方の内面に形成された前記渦電流発生部と対向されている構成を採用してもよい。

[0028] (4) 上記(3)の態様では、前記複数の永久磁石が、前記磁石保持部材を前記回転軸の軸方向に貫通するように前記磁石保持部材の周方向に複数形成された貫通穴内に配置され、なおかつそれぞれの両極が、前記一対の円板部の両方の内面に形成された前記渦電流発生部と対向するように配置されている構成を採用してもよい。

[0029] (5) 上記(1)又は(2)の態様では、前記連結部が、前記一対の円板部を外周で連結するとともにその内周面に前記渦電流発生部が形成された円筒部材であり、前記複数の永久磁石が、前記磁石保持部材の外周側において異なる磁極が周方向に交互に配置されるように前記磁石保持部材の径方向に配

置され、前記渦電流発生部と対向されている構成を採用してもよい。

[0030] (6) 上記(1)又は(2)の態様では、前記連結部が、前記一对の円板部間を外周で連結する円筒部であり、前記一对の円板部の少なくとも一方の内面と前記円筒部の内周面に前記渦電流発生部が形成され；前記複数の永久磁石は、前記磁石保持部材の外周に、磁極が周方向に交互となるように配置され；さらに前記複数の永久磁石間に強磁性材が介在されており、これら強磁性材が、前記渦電流発生部と対向している；構成を採用してもよい。

[0031] (7) 上記(1)～(6)の何れか一項の態様では、前記一对の円板部のそれぞれの外面に隣接して前記回転軸に接続された羽根車をさらに備えてもよい。

[0032] (8) 上記(1)～(7)の何れか一項の態様では、前記摩擦ブレーキが、前記回転軸を備える車両の非回転部に固定され、前記摩擦部材として前記一对の円板部を挟む一对のブレーキパッドを備えたブレーキキャリパと；このブレーキキャリパを駆動させ、前記一对のブレーキパッドを前記円板部に向けて移動させるアクチュエータと；を備えてもよい。

[0033] (9) 上記(8)の態様では、前記円板部に向かう前記ブレーキパッドの移動に連動して前記円板部の外面に当接し、前記円板部の温度を検出する温度センサと；この温度センサで検出した前記円板部の温度が所定の温度を超えた場合に前記アクチュエータの駆動を解除するアクチュエータ制御器と；をさらに備えてもよい。

[0034] (10) 上記(8)または(9)の態様では、前記円板部に向かう前記ブレーキパッドの移動に連動して前記円板部の外面に当接する冷却部材をさらに備えてもよい。

[0035] (11) 上記(1)～(10)の何れか一項の態様では、前記制動部材が前記永久磁石と対向する領域に、周方向に沿って複数の巻線コイルが埋設されていてもよい。

発明の効果

[0036] 本発明の上記各態様の渦電流式減速装置によれば、軸方向寸法が縮小され

て小型化することができる。

さらに、上記（２）の態様のように、制動部材により磁石保持部材を包囲した場合には、制動部材と永久磁石との隙間に異物が侵入するのを抑制し、ひいては制動部材と永久磁石の隙間に異物が付着するのを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0037] [図1]従来の同期回転方式減速装置の構成例を示す縦断面図である。

[図2A]本発明の第１実施形態に係る同期回転方式の減速装置の全体構成を示す模式図であり、一部を断面で表した側面図を示す。

[図2B]同実施形態に係る同期回転方式の減速装置の概略構成を示す図であり、図２ＡのⅠⅠＢ－ⅠⅠＢ断面を示す図である。

[図2C]同実施形態に係る同期回転方式の減速装置の概略構成を示す図であり、図２ＢのⅠⅠＣ－ⅠⅠＣ断面を示す図である。

[図3A]本発明の第２実施形態に係る同期回転方式減速装置の全体構成を示す模式図であり、一部を断面で表した側面図を示す。

[図3B]同実施形態に係る同期回転方式減速装置の概略構成を示す図であり、図３ＡのⅠⅠⅠＢ－ⅠⅠⅠＢ断面を示す図である。

[図3C]同実施形態に係る同期回転方式減速装置の概略構成を示す図であり、図３ＢのⅠⅠⅠＣ－ⅠⅠⅠＣ断面を示す図である。

[図3D]同実施形態に係る同期回転方式減速装置の変形例の概略構成示す図であり、図３Ｃの場合と同様の断面を示す図である。

[図4]本発明の第３実施形態に係る同期回転方式減速装置の全体構成を示す模式図である。

[図5A]本発明の第４実施形態に係る同期回転方式減速装置の全体構成を示す模式図であり、一部を断面で表した側面図を示す。

[図5B]同実施形態に係る同期回転方式減速装置の概略構成を示す図であり、図５ＡのⅤＢ－ⅤＢ断面を示す図である。

[図5C]同実施形態に係る同期回転方式減速装置の概略構成示す図であり、図

5 A の V C - V C 断面を示す図である。

[図6A]本発明の第5実施形態に係る同期回転方式減速装置の全体構成を示す模式図であり、一部を断面で表した側面図を示す。

[図6B]同実施形態に係る同期回転方式減速装置の概略構成を示す図であり、図6AのV I B - V I B断面を示す図である。

[図7]本発明の第6実施形態に係る同期回転方式減速装置の全体構成を示す模式図である。

[図8]本発明の第7実施形態に係る同期回転方式減速装置の全体構成を示す模式図である。

[図9]本発明の第8実施形態に係る同期回転方式減速装置の全体構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0038] 本発明者らは、上記目的を達成するために鋭意検討を重ねた結果、永久磁石を用いた同期回転方式の減速装置において、装置の軸方向寸法の縮小を図るには、磁石保持部材を回転軸に接続して、この磁石保持部材を前記回転軸の軸方向で挟むように制動部材を配置し、この制動部材を回転軸に回転可能に支持して、制動時にその制動部材に摩擦部材を押し付けて制動部材を静止させる摩擦ブレーキを構成することが有効であるとの知見を得て本発明を完成させた。

さらに、制動部材と永久磁石との隙間への異物の侵入を抑制するには、磁石保持部材を回転軸に固定し、この磁石保持部材の全体を包囲するように制動部材を構成して、この制動部材を回転軸に回転可能に支持し、その上で、制動時にその制動部材に摩擦部材を押し付けて制動部材を静止させる摩擦ブレーキを採用するのが有効であるとの知見を得て本発明を完成させた。

[0039] 以下に、本発明の渦電流式減速装置の各実施形態について詳述する。

<第1実施形態>

以下、図2A～図2Cを参照し、本発明の第1実施形態に係る同期回転方式減速装置を説明する。

図 2 A は、本発明の第 1 実施形態に係る同期回転方式減速装置の全体構成を示す模式図であり、一部を断面で表した側面図を示している。また、図 2 B は、図 2 A の I I B - I I B 断面図を示している。また、図 2 C は、図 2 B の I I C - I I C 断面を示す図である。

[0040] 第 1 実施形態に係る同期回転方式減速装置は、ディスク型に相当するものであり、永久磁石 5 を保持する磁石保持部材 4 と、制動部材 1 とを備えており、制動部材 1 は磁石保持部材 4 の全体をその外方より包囲する構成とされている。

[0041] 第 1 実施形態では、磁石保持部材 4 は、回転軸 1 1 の軸方向の両側に、回転軸 1 1 と直交する面が形成されたディスク状であり、回転軸 1 1 と接続され、回転軸 1 1 と一体に回転するように構成される。具体的には、管状の連結軸 1 2 が回転軸 1 1 と同軸上にボルトなどによって固定され、磁石保持部材 4 は、その連結軸 1 2 に圧入されたスリーブ 1 3 を介して連結軸 1 2 に固定されている。これにより、磁石保持部材 4 は回転軸 1 1 と一体で回転するようになる。

[0042] 図 2 B、図 2 C に示すように、磁石保持部材 4 には、軸方向に貫通する窓（貫通穴）が周方向に等角度間隔に形成されており、永久磁石 5 は、それらの各窓に一つずつ挿嵌され、接着剤や金具を用いて固着された態様を示している。その結果、永久磁石 5 は、磁石保持部材 4 の回転軸 1 1 の軸方向における両側の面に露出され、一对の円板部 1 a、1 b（後述）の両方の内面と対向されている。

[0043] 各永久磁石 5 は、磁極（N 極、S 極）の向きが回転軸 1 1 の軸方向、すなわち磁石保持部材 4 の軸方向と平行をなすように配置される。また、各永久磁石 5 は、磁石保持部材 4 の回転軸 1 1 と直交する面において見た場合、磁極が周方向に交互に変わるように配置されている。

[0044] 磁石保持部材 4 の材質は、軸方向に貫通する窓に永久磁石 5 を挿嵌する構成の場合には、少なくとも永久磁石 5 周辺の窓の周囲はアルミニウムやオーステナイト系ステンレスなどの非磁性材料であることが望ましい。なお、回

回転軸 1 1 へ接続される部分は非磁性材料でも炭素鋼などの強磁性材料であっても良い。

[0045] 制動部材 1 は、ドーナツ形の一对の円板部 1 a、1 b と、これら円板部 1 a、1 b を外周で連結する円筒部（連結部）1 c とを備えており、磁石保持部材 4 を包囲しつつ、回転軸 1 1 に対して回転可能に構成される。また、制動部材 1 は、円板部 1 a、1 b の内面が磁石保持部材 4 の両面と対向し、円筒部 1 c の内周面が磁石保持部材 4 の外周面と対向している。第 1 実施形態では、一对の円板部 1 a、1 b の内面が渦電流発生部を構成している。

[0046] 各円板部 1 a、1 b は、回転軸 1 1 と一体化されたスリーブ 1 3 に軸受 1 5 a、1 5 b を介して支持され、これにより制動部材 1 は、一对の円板部 1 a、1 b および円筒部 1 c が一体となって、回転軸 1 1 に対して自由に回転が可能になる。図 2 A では、前側の円板部 1 a と円筒部 1 c が一体成形されており、これに対して後側の円板部 1 b がボルトなどによって一体化された態様を示している。

[0047] 制動部材 1、特に円板部 1 a、1 b の内面は渦電流発生部を構成しているので、円板部 1 a、1 b の材質は、導電性材料であって、その中でも炭素鋼や鋳鉄などの強磁性材料や、フェライト系ステンレス鋼などの弱磁性材料、またはアルミニウム合金や銅合金などの非磁性材料が好ましい。もっとも、前記材料を制動部材の母材として、さらに制動効率を向上させるため、円板部 1 a、1 b において、永久磁石 5 と対向する内面の表層部は、銅や銅合金などの良導電性材料であるのがより好ましい。

[0048] 制動部材 1 には、その外周に円筒部 1 c と一体成形された複数の放熱フィン 2 が設けられる。なお、制動部材 1 の円板部 1 a、1 b において、放熱フィン 2 は、後述する摩擦ブレーキの摩擦部材の配設に支障が無い領域、例えば、外面の内周部の領域に設けてもよい。この放熱フィン 2 は、制動部材 1 そのものを冷却する役割を担う。

[0049] 図 2 A に示す減速装置は、制動時に制動部材 1 を静止させる摩擦ブレーキを備える。この摩擦ブレーキは、制動部材 1 の外周部、すなわち円板部 1 a

、 1 bそれぞれの外面の外周部を軸方向の両側から挟む摩擦部材としてのブレーキパッド 8 a、 8 bを有するブレーキキャリパ 7と、このブレーキキャリパ 7を駆動させる電動式直動アクチュエータ 9とから構成される。

[0050] ブレーキキャリパ 7は、前後で一对のブレーキパッド 8 a、 8 bを有しており、ブレーキパッド 8 a、 8 bの間に制動部材 1を配置して所定の隙間を設けて挟んだ状態で、バネを搭載したボルトなどによりブラケット 17に向かって付勢支持される。このブラケット 17は、車両の非回転部に取り付けられる。

[0051] また、ブラケット 17は、回転軸 11と一体化されたスリーブ 13に軸受 18を介して回転可能に支持される。もっとも、車両のミッションの出力側に搭載される減速装置の場合、ブラケット 17は、ミッションカバー（非回転部）に固定すれば、軸受 18を介して支持する必要はない。その理由は、ミッションカバーが軸受を介して支持されているからである。

[0052] ブレーキキャリパ 7には、アクチュエータ 9がボルトなどで固定される。アクチュエータ 9は、例えば、電動モータ 10によって駆動し、電動モータ 10の回転運動を直線運動に変換して、後側のブレーキパッド 8 bを後側の円板部 1 bに向けて直線移動させる。これにより、後側のブレーキパッド 8 bが後側の円板部 1 bを押圧し、これに伴う反力の作用で、前側のブレーキパッド 8 aが前側の円板部 1 aに向けて移動し、その結果、制動部材 1を前後のブレーキパッド 8 a、 8 bで強力に挟み込む。

[0053] このような構成の第 1 実施形態の減速装置では、非制動時は、摩擦ブレーキを作動させない状態にある。このとき、回転軸 11と一体で磁石保持部材 4が回転すると、制動部材 1を構成する一对の円板部 1 a、 1 bは、磁石保持部材 4で保持する永久磁石 5の磁気吸引作用（制動部材 1が磁性材料の場合）または磁界の作用（制動部材 1が非磁性材料の場合）により、磁石保持部材 4と同期して回転する。このため、円板部 1 a、 1 b（制動部材 1）と、磁石保持部材 4における永久磁石 5との間に相対的な回転速度差が生じな

いことから、制動力は発生しない。

[0054] 一方、制動時に、摩擦ブレーキを作動させると、制動部材 1 が摩擦部材であるブレーキパッド 8 a、8 b に挟み込まれ、これにより制動部材 1 の回転が停止し、制動部材 1 が静止する。磁石保持部材 4 が回転している際に制動部材 1 が静止すると、円板部 1 a、1 b（制動部材 1）と、磁石保持部材 4 における永久磁石 5 との間に相対的な回転速度差が生じる。そのため、円板部 1 a、1 b それぞれの内面に渦電流が発生する。円板部 1 a、1 b それぞれの内面に渦電流が発生すると、制動部材 1 の円板部 1 a、1 b それぞれの内面に生じた渦電流と永久磁石 5 からの磁束密度との相互作用によりフレミングの左手の法則に従い、回転する磁石保持部材 4 に回転方向と逆向きの制動力が発生し、磁石保持部材 4 を介して回転軸 11 の回転を減速させることができる。

[0055] 第 1 実施形態の減速装置によれば、図 1 に示した従来の減速装置で必要とされる別個に独立したブレーキディスク 106 が不要となり、制動時に制動部材 1 に直接摩擦部材を押し付けて制動部材 1 を静止させる摩擦ブレーキを採用しているので、装置の軸方向寸法を縮小することができる。しかも、磁石保持部材 4 の全体が制動部材 1 によって包囲されているため、制動部材 1 の円板部 1 a、1 b と永久磁石 5 との隙間が外部から隔離される。そのため、制動部材 1 の円板部 1 a、1 b と永久磁石 5 との隙間に外部から異物が侵入するのを防止でき、ひいては、その隙間への異物の付着を防止することが可能となる。これにより、異物付着に起因した制動部材 1 や永久磁石 5 の性能低下を防止することができ、制動部材 1 と永久磁石 5 との間における円滑な相対回転を確保することができる。

[0056] さらに、第 1 実施形態では、渦電流が制動部材 1 の円板部 1 a、1 b のそれぞれの内面に発生するため、制動力が 2 面から作用し、制動効率を著しく向上させることもできる。その上、図 1 に示す従来の減速装置における磁石カバー 120 が不要であるため、制動部材 1 の円板部 1 a、1 b と永久磁石 5 の間隔を狭めれば、制動効率を一層向上させることも可能である。

[0057] <第2実施形態>

以下、図3A～図3Dを参照し、本発明の第2実施形態に係る同期回転方式減速装置を説明する。

図3Aは、本発明の第2実施形態に係る同期回転方式減速装置の全体構成を示す模式図であり、一部を断面で表した側面図を示している。また、図3Bは、図3AのⅠⅠⅠB－ⅠⅠⅠB断面図を、図3Cは、図3BのⅠⅠⅠC－ⅠⅠⅠC断面を示す図である。また、図3Dは、第2実施形態に係る同期回転方式減速装置の変形例の概略構成示す図であり、図3Cの場合と同様の断面を示している。

図3A～図3Cに示す第2実施形態は、第1実施形態の減速装置の構成をベースとするものであり、第1実施形態とは以下の点で相違する。

[0058] この磁石保持部材4は、回転軸11の軸方向と直交する面を有しており、磁石保持部材4の周方向に等間隔に複数の永久磁石5を保持する構成とされている。永久磁石5は、磁極（N極、S極）の向きが回転軸11の軸方向、すなわち磁石保持部材4の軸方向を向くように配置されている。複数の永久磁石5は、磁石保持部材4の円板部1aの内面と対向する面に、周方向に等間隔をあけて配置され、異なる磁極が交互に配置されている（図3B、図3C参照）。

[0059] 第2実施形態では、磁石保持部材4に、第1実施形態のような窓が形成されておらず、一方側の面に永久磁石5が配置されている。この場合、磁石保持部材4の、永久磁石5を固着する部分に、炭素鋼、フェライト系ステンレス、鋳鉄などの強磁性材料を用いて効率よく磁気回路を構成することが望ましいが、回転軸11へ接続される部分は、強磁性材料であっても、アルミニウムなどの非磁性材料であっても良い。

[0060] 第2実施形態では、制動部材1、特に円板部1aの材質は、導電性材料とされている。その他は、第1実施形態と同様であるので、同じ符号を付して説明を省略する。

[0061] この第2実施形態の減速装置でも、上記第1実施形態と同様の作用効果を

奏する。

また、第2実施形態では、永久磁石5が、磁石保持部材4の一方側の面のみに配置され、制動部材1の円板部1aの内面に形成された渦電流発生部に渦電流を発生する構成とされているので、第1実施形態に係る減速装置に比較すると制動力は小さいが、回転軸11の軸方向における寸法をより小さくすることができる。

[0062] 次に、図3Dを参照して、第2実施形態の変形例について説明する。

図3Dは、第2実施形態の変形例を示す図であり、窓が形成されていない磁石保持部材4の両面のそれぞれに永久磁石5が配置された構成とされている。このような場合、永久磁石5を固着する部分に、炭素鋼、フェライト系ステンレス、鋳鉄などの強磁性材料を用いて、効率よく磁気回路を構成することが望ましいが、回転軸11へ接続される部分は、強磁性材料であっても、アルミニウムなどの非磁性材料であっても良い。

[0063] このように構成された第2実施形態の変形例では、磁石保持部材4の両側面にそれぞれ独立した永久磁石5が配置されているので、磁石保持部材4の両面における配置に自由度が向上する。また、磁石保持部材4の両側面で、永久磁石5が一对の円板部1a、1bに渦電流を発生させるので、大きな制動力を発生させることができる。

[0064] <第3実施形態>

図4は、本発明の第3実施形態である同期回転方式の減速装置の全体構成を示す模式図であり、一部を断面で表した側面図を示している。図4に示す第3実施形態の減速装置は、第1実施形態の減速装置の構成をベースとするものであり、上記第1実施形態とは以下の点で相違する。

[0065] 第3実施形態の減速装置は、ドラム型に相当するものであり、制動部材1の円筒部1cが、第1実施形態の場合よりも軸方向に長く形成されている。磁石保持部材4は、外周に制動部材1の円筒部1cと同心状に形成された磁石保持リング4aを有し、磁石保持リング4aの外周面に、周方向に複数の永久磁石5が配置されている。永久磁石5は、磁極（N極、S極）の向きが

磁石保持部材 4 の径方向に配置され、制動部材 1 の円筒部 1 c の内周面と対向し、外周側において、異なる磁極が、周方向に交互に配置されている。

[0066] 磁石保持リング 4 a の材質は、磁石保持部材 4 と同様に、強磁性材料や弱磁性材料である。第 3 実施形態の場合、制動部材 1 の円筒部 1 c において、永久磁石 5 と対向する内周面（渦電流発生部）の表層部は、銅や銅合金などの良導電性材料で構成されるのがより好ましい。

[0067] このような構成の第 3 実施形態の減速装置では、非制動時は、回転軸 1 1 と磁石保持部材 4 が一体となって回転し、制動部材 1 が、円筒部 1 c と、磁石保持部材 4（磁石保持リング 4 a）で保持する永久磁石 5 との磁気吸引作用により、磁石保持部材 4 と同期して回転する。このため、円筒部 1 c（制動部材 1）と、磁石保持リング 4 a の永久磁石 5 との間には相対的な回転速度差が生じないので、制動力は発生しない。

[0068] 一方、制動時に、摩擦ブレーキを作動して制動部材 1 が静止すると、磁石保持部材 4 は回転しているので、円筒部 1 c（制動部材 1）と、磁石保持部材 4 に配置された永久磁石 5 との間には相対的な回転速度差が生じる。そのため、円筒部 1 c の内周面に渦電流が発生する。すると、制動部材 1 の円筒部 1 c の内周面に生じた渦電流と永久磁石 5 からの磁束密度との相互作用により、回転する磁石保持部材 4 に回転方向と逆向きの制動力が発生し、磁石保持部材 4 を介して回転軸 1 1 の回転を減速させることができる。

[0069] 従って、第 3 実施形態の減速装置でも、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

[0070] さらに、第 3 実施形態では、制動部材 1 を構成する円板部 1 a、1 b および円筒部 1 c のうちで回転中心から離れた円筒部 1 c の内周面に渦電流が発生する。そのため、大きい制動トルクがもたらされ、制動効率を著しく向上させることもできる。その上、前記図 1 に示す従来の減速装置における磁石カバー 1 2 0 が不要である。そのため、制動部材 1 の円筒部 1 c と永久磁石 5 の間隔を狭めれば、制動効率を一層向上させることも可能である。

[0071] <第 4 実施形態>

図5 A～図5 Cは、本発明の第4実施形態である同期回転方式の減速装置の全体構成を示す模式図であり、図5 Aは一部を断面で表した側面図を示し、図5 Bは図5 AのV B－V B断面を、図5 Cは図5 AのV C－V C断面の展開図を示す。図5 A～図5 Cに示す第4実施形態の減速装置は、第1～第3実施形態の減速装置の構成を変形した例である。

[0072] 第4実施形態の減速装置は、第3実施形態と同様に、制動部材1の円筒部1 cが、第1実施形態の場合よりも軸方向に長く形成されている。磁石保持部材4は、前記第3実施形態の場合よりも直径が小さい非磁性材からなる磁石保持リング4 aを有し、この磁石保持リング4 aの外周面に、周方向に沿って複数の永久磁石5が配置されている。さらに、互いに隣り合う永久磁石5の間には、磁性材からなる強磁性材4 bが介在されている。そして、これら複数の強磁性材4 bのそれぞれが、制動部材1における一对の円板部1 a、1 bそれぞれの内面、および円筒部1 cの内周面に対して対向している。なお、永久磁石5の磁極（N極、S極）の向きは永久磁石5の厚さ方向とされ、磁石保持部材4の周方向に、異なる磁極が交互に配置される（図5 B、図5 C参照）。また、強磁性材4 bが磁性材からなるのに対し、磁石保持リング4 aが非磁性材からなるため、これらの間は磁氣的に遮断されている。

[0073] また、第4実施形態では、図5 B、図5 Cに示すように、周方向に隣接する永久磁石5同士の上に強磁性材4 bが配置され、この強磁性材4 bも磁石保持リング4 aに保持されている。図5 Cには、永久磁石5と一对の円板部1 a、1 bそれぞれとの間の磁束の流れを点線矢印で示している。

[0074] このような構成の第4実施形態の減速装置では、非制動時は、回転軸1 1と一体で磁石保持部材4が回転し、制動部材1を構成する円板部1 a、1 bおよび円筒部1 cが、磁石保持部材4（磁石保持リング4 a）で保持された永久磁石5の磁気吸引作用により、磁石保持部材4と同期して回転する。このため、制動部材1と、磁石保持リング4 aに配置された永久磁石5との間に相対的な回転速度差が生じないので、制動力は発生しない。

[0075] 一方、制動時に、摩擦ブレーキを作動して制動部材1が静止すると、磁石

保持部材 4 は回転しているので、円板部 1 a、1 b および円筒部 1 c（制動部材 1）と、磁石保持部材 4 に配置された永久磁石 5 との間には相対的な回転速度差が生じる。そのため、円板部 1 a、1 b それぞれの内面および円筒部 1 c の内周面に渦電流が発生する。すると、制動部材 1 の円板部 1 a、1 b それぞれの内面および円筒部 1 c の内周面に生じた渦電流と永久磁石 5 からの磁束密度との相互作用により、回転する磁石保持部材 4 に回転方向と逆向きの制動力が発生し、磁石保持部材 4 を介して回転軸 11 の回転を減速させることができる。

[0076] 従って、第 4 実施形態の減速装置でも、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

[0077] さらに、第 4 実施形態では、渦電流が制動部材 1 の円板部 1 a、1 b のそれぞれの内面および円筒部 1 c の内周面に発生する。そのため、制動力が、円板部 1 a、1 b の内面および円筒部 1 c の内周面の 3 面から作用し、制動効率をさらに向上させることもできる。その上、図 1 に示す従来の減速装置における磁石カバー 120 が不要である。そのため、制動部材 1 の円板部 1 a、1 b および円筒部 1 c と永久磁石 5 の間隔を狭めれば、制動効率を一層向上させることも可能である。

[0078] <第 5 実施形態>

図 6 A、図 6 B は、本発明の第 5 実施形態である同期回転方式の減速装置の全体構成を示す模式図であり、図 6 A は一部を断面で表した側面図を示し、図 6 B は図 6 A の V I B - V I B 断面を示す図である。図 6 A、図 6 B に示す第 5 実施形態の減速装置は、上記第 1 実施形態の減速装置の構成を変形したものである。

[0079] 実際の制動時には、制動部材 1 は、制動部材 1 に発生した渦電流により回転軸 11 の運動エネルギーが変換された熱エネルギーと、制動部材 1 が摩擦ブレーキの摩擦部材と摺動して発生した熱エネルギーによっても発熱する。このとき、制動部材 1 内には永久磁石 5 を保持した磁石保持部材 4 が収容されている。そのため、制動部材 1 に発生した熱が制動部材 1 に蓄積されて制

動部材 1 が高温になる。制動部材 1 が高温になると、永久磁石 5 は制動部材 1 からの輻射熱によって温度が上昇し、保有する磁力が低下するおそれがある。また、制動部材 1 そのものも、許容上限温度を超えて過熱されることによる永久変形を生じたり、さらに繰り返しの過熱による影響が発生するおそれがある。

[0080] このような制動部材 1 の発熱に起因した永久磁石 5 の熱減磁や制動部材 1 の過熱による影響を抑制するため、制動部材 1 に発生した熱を放熱フィン 2 により放熱するようになっている。しかし、制動中は、制動部材 1 が静止しているので、制動部材 1 が磁石保持部材 4 と同期して回転している非制動時と比べると、放熱フィン 2 による冷却機能が発揮されにくい。そこで、制動部材 1 の温度上昇を抑制する工夫を施すことが望ましい。

[0081] 第 5 実施形態の減速装置は、その点に着目したものである。すなわち、図 6 A、図 6 B に示すように、第 5 実施形態の減速装置は、制動部材 1 を構成する一对の円板部 1 a、1 b それぞれの外面に隣接する羽根車 20 a、20 b を備えている。各羽根車 20 a、20 b は、回転軸 11 と一体の連結軸 12 に圧入されて固定されている。

[0082] このような構成の第 5 実施形態の減速装置では、制動中に回転軸 11 の回転速度が低下しても、回転軸 11 が回転している場合には羽根車 20 a、20 b が回転する。そのため、静止状態の制動部材 1 に向かって羽根車 20 a、20 b から送風することが可能となる（図 6 A の実線矢印参照）。これにより制動部材 1 を強制的に冷却し、制動部材 1 の温度上昇を抑制することができる。

[0083] なお、このような羽根車 20 a、20 b は、前記第 1 実施形態の減速装置のみならず、第 2 ～ 第 4 実施形態の減速装置に適用することも可能である。

[0084] <第 6 実施形態>

図 7 は、本発明の第 6 実施形態である同期回転方式の減速装置の全体構成を示す模式図である。図 7 は、一部を断面で表した側面図を示している。図 7 に示す第 6 実施形態の減速装置は、第 5 実施形態と同様に、制動部材 1 の

温度上昇を抑制する点に着目し、第1実施形態の減速装置の構成を変形したものである。

[0085] すなわち、図7に示すように、第6実施形態の減速装置は、シース付きの温度センサ21を備える。この温度センサ21は、摩擦ブレーキの摩擦部材である前後で一对のブレーキパッド8a、8bのうち的一方、例えば後側のブレーキパッド8bと連動して移動する温度センサホルダ22に固定されている。ここで、温度センサ21は、温度センサホルダ22に連結され、制動時に後側のブレーキパッド8bが後側の円板部1bに向かって移動するのに連動して、温度センサ21のシースの先端が円板部1bの外面に当接する。さらに、温度センサ21は、摩擦ブレーキのアクチュエータ9の駆動を制御するアクチュエータ制御器23が接続されている。

[0086] このような構成の第6実施形態の減速装置では、制動中に、温度センサ21のシースの先端が後側の円板部1b（制動部材1）に当接して円板部1bの温度を常時検出する。その際、アクチュエータ制御器23は、温度センサ21で検出される円板部1bの温度を監視し、その温度が所定の温度を超えた場合、アクチュエータ9の駆動を解除する。アクチュエータ9の駆動を解除すると、ブレーキパッド8a、8bおよび温度センサ21は、円板部1bから離れて非制動状態に切り替わる。その結果、制動部材1は回転軸11とともに回転し、制動部材1は放熱フィン2によって冷却される。そして、アクチュエータ制御器23は、アクチュエータ9の駆動を解除してから所定時間が経過した段階で、再びアクチュエータ9を駆動させて制動部材1を制動する。このようにして、制動部材1の温度上昇を抑制することができる。

[0087] アクチュエータ9の駆動を解除する際の所定温度、およびアクチュエータ9の駆動を再開する際の所定時間は、制動部材1、磁石保持部材4および永久磁石5の材質や形状寸法に応じて適宜設定され、予めアクチュエータ制御器23に設定されている。例えば、所定温度は約300～400℃であり、所定時間は約5～10秒である。

[0088] なお、このような温度センサ21は、前側のブレーキパッド8aと一体で

移動する構成であってもよい。また、前記第 1 実施形態の減速装置のみならず、前記第 2 ～第 5 実施形態の減速装置に適用することも可能である。

[0089] <第 7 実施形態>

図 8 は、本発明の第 7 実施形態である同期回転方式の減速装置の全体構成を示す模式図である。図 8 は、一部を断面で表した側面図を示している。図 8 に示す第 7 実施形態の減速装置は、第 5 実施形態と同様に、制動部材 1 の温度上昇を抑制する点に着目し、第 1 実施形態の減速装置の構成を変形したものである。

[0090] すなわち、図 8 に示すように、第 7 実施形態の減速装置は、水冷体（冷却部材）24 を備える。この水冷体 24 は、摩擦ブレーキの摩擦部材である前後で一对のブレーキパッド 8a、8b のうちの一方、例えば後側のブレーキパッド 8b と一体で移動する水冷体ホルダ 25 に連結されている。そして、水冷体 24 は、制動時に、後側のブレーキパッド 8b が制動部材 1 の後側の円板部 1b に向かって移動するのに連動して円板部 1b の外面に当接する。

[0091] また、水冷体 24 の内部には通水路 26 が形成されており、この通水路 26 の出入口には図示しない配管が接続され、これらの配管は車両の冷却水系（例えばラジエータ）に接続されていて、内部の通水路 26 に冷却水が循環することで常時低温状態にある。

[0092] このような構成の第 7 実施形態の減速装置では、制動中に、水冷体 24 が後側の円板部 1b（制動部材 1）に当接した状態となる。そのため、円板部 1b が水冷体 24 との熱交換により強制的に冷却される。このようにして、制動部材 1 の温度上昇を抑制することができる。

[0093] なお、このような水冷体 24 は、前側のブレーキパッド 8a と一体で移動する構成であってもよい。また、前記第 1 実施形態の減速装置のみならず、前記第 2 ～第 6 実施形態の減速装置に適用することも可能である。なお、水冷体 24 に代えて、冷却油等が流通する冷却部材を用いてもよい。

[0094] <第 8 実施形態>

図 9 は、本発明の第 8 実施形態である同期回転方式の減速装置の全体構成

を示す模式図である。図 9 は、一部を断面で表した側面図を示している。図 9 に示す第 8 実施形態の減速装置は、第 1 実施形態の減速装置の構成を変形したものである。

[0095] 減速装置は、制動力を得るために回転軸 11 の運動エネルギーを熱エネルギーに変換することを基本原理とするが、その運動エネルギーの一部を電気エネルギーに変換して回収する電力回生機能を付加すれば、エネルギー効率を向上することができ、用途が広がることが期待される。通常、減速装置を搭載する車両は、電力を必要とする数々の電装機器が装備され、また近年では、推進用の動力の一部や全部を電動モータにより供給するハイブリッド電気車両や電気車両が注目されているからである。

[0096] 第 8 実施形態の減速装置は、その点に着目したものである。すなわち、図 9 に示すように、第 8 実施形態の減速装置は、電力回生機能をも発揮するために以下の構成を備える。制動部材 1 を構成する一对の円板部 1 a、1 b のうち後側の円板部 1 b は、永久磁石 5 と対向する内面に、周方向に複数の巻線コイル 27 が埋設して配置されている。具体的には、その円板部 1 b の内面は、永久磁石 5 と対向する領域を周方向に複数の領域に分割して、各分割領域の輪郭を形成する溝に沿って巻線コイル 27 が収納される。巻線コイル 27 は、銅線などの導電率の高い電導線を複数回巻いて構成されている。

[0097] 巻線コイル 27 の電導線 28 は、後側の円板部 1 b の外面側から引き出されて露出し、その円板部 1 b の外面に設置した端子 29 に接続されている。これらの巻線コイル 27 および端子 29 は、回転軸 11 とともに円板部 1 b（制動部材 1）と一体で回転する。端子 29 にはブラシなどの電気接点 30 が摺動可能に接触し、この電気接点 30 は、車両の非回転部に固定され、車両に搭載される蓄電池に対し制御回路を通じて接続されている。

[0098] このような構成の第 8 実施形態の減速装置では、非制動時は、回転軸 11 と一体で磁石保持部材 4 が回転するのに伴い、制動部材 1 が磁石保持部材 4 と同期して回転する。この場合、円板部 1 a、1 b（制動部材 1）と、磁石保持部材 4 における永久磁石 5 との間には、相対的な回転速度差が生じない

。そのため、永久磁石 5 から前側の円板部 1 a の内面に作用する磁界、及び永久磁石 5 から後側の円板部 1 b の内面および巻線コイル 2 7 に作用する磁界は、いずれも変動しない。したがって、非制動時は、円板部 1 a、1 b の内面（渦電流発生部）に渦電流が生じることなく、また、巻線コイル 2 7 に誘導起電力も生じないため、制動力と電力はいずれも発生しない。

[0099] 一方、制動時に、摩擦ブレーキが作動して制動部材 1 が静止すると、磁石保持部材 4 は回転しているので、円板部 1 a、1 b（制動部材 1）と、磁石保持部材 4 に配置された永久磁石 5 との間には、相対的な回転速度差が生じる。そのため、前側の円板部 1 a の内面に作用する永久磁石 5 からの磁界及び後側の円板部 1 b の内面および巻線コイル 2 7 に作用する永久磁石 5 からの磁界は、いずれも変動する。前側の円板部 1 a では、永久磁石 5 からの磁界が変動して、その内面に渦電流が発生する。これに対し、後側の円板部 1 b では、永久磁石 5 からの磁界が変動して、その内面に渦電流が発生するとともに、巻線コイル 2 7 に電磁誘導による誘導起電力が発生する。その際、磁石保持部材 4 の回転に伴って、永久磁石 5 からの磁界（磁束）が巻線コイル 2 7 を貫通する状態と貫通しない状態とが交互に出現するため、渦電流と誘導起電力は交互に繰り返し発生する。

[0100] すると、制動部材 1 の円板部 1 a、1 b それぞれの内面に生じた渦電流と永久磁石 5 からの磁束密度との相互作用により、磁石保持部材 4 には回転方向と逆向きの制動力が発生し、磁石保持部材 4 を介して回転軸 1 1 の回転を減速させることができる。また、巻線コイル 2 7 に生じた誘導起電力は、巻線コイル 2 7 からの電導線 2 8、端子 2 9、および電気接点 3 0 を通じて回収され、電力として蓄電池に蓄えることができる。

[0101] なお、このような巻線コイル 2 7 は、前側の円板部 1 a に埋設した構成であってもよいし、両方の円板部 1 a、1 b のそれぞれに埋設した構成であってもよい。また、第 1 実施形態の減速装置のみならず、第 2～第 7 実施形態の減速装置に適用することも可能である。特に、第 3 実施形態、第 4 実施形態の減速装置に適用する場合、巻線コイル 2 7 は円筒部 1 c の内周面に埋設

してもよい。

[0102] なお、本発明は上記の各実施形態のみに限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

例えば、上記各実施形態においては、制動部材 1 を構成する円板部 1 a、1 b、円筒部 1 c を導電性材料で形成することにより、制動部材 1 を渦電流発生部材とする場合について説明したが、円板部 1 a、1 b の内面や円筒部 1 c の内周面に導電性材料からなる渦電流発生部を設けてもよい。

また、円板部 1 a、1 b の内面と、円筒部 1 c の内周面のうち、渦電流発生部をいずれの位置に形成するかを組み合わせは任意に設定してもよい。

[0103] また、上記実施形態においては、制動部材 1 が、円板部 1 a、1 b、円筒部 1 c を備え、磁石保持部材 4 を外方から包囲する場合について説明したが、例えば、連結部の部分や円板部に外部に開口する部分が形成されていてもよい。

[0104] また、制動時に摩擦部材を押し付けられる円板部（制動部材）の外面の外周部に、摩耗を低減させるために、熱処理や表面処理を施して表面硬度を高めたり、耐摩耗性に優れた鋼板を貼り付けたりしてもよい。制動部材がアルミニウム合金の場合であれば、耐摩耗性を向上する目的で陽極酸化被膜を表面に設けても良い。

[0105] また、回転軸 1 1 に接続された羽根車 2 0 a、2 0 b、一对のブレーキパッド 8 a、8 b を円板部 1 a、1 b に向けて移動させるアクチュエータ 9、円板部 1 a、1 b が所定の温度を超えた場合にアクチュエータ 9 の駆動を解除するアクチュエータ制御器（不図示）、円板部 1 a、1 b の外面に当接する冷却部材（例えば水冷体 2 4）を設けるかどうかは任意に設定することができる。

[0106] また、制動時に制動部材を静止させる摩擦ブレーキとしては、電動式直動アクチュエータを駆動源とし、ブレーキパッドを制動部材（円板部）の外面に押圧するものに限らず、電磁石を利用した電磁クラッチ機構によって、クラッチ板を摩擦部材として制動部材の外面に押圧するものを使用してもよい。

し、ドラムブレーキ機構によって、ブレーキシューを摩擦部材として制動部材（円筒部）の外周面に押圧する構成であってもよい。

産業上の利用可能性

[0107] 本発明によれば、軸方向寸法が縮小されて小型化した渦電流式減速装置を提供することができるので、産業上の利用可能性が高い。

符号の説明

- [0108]
- 1 : 制動部材
 - 1 a、1 b : 円板部（渦電流発生部材）
 - 1 c : 円筒部（渦電流発生部材）
 - 2 : 放熱フィン
 - 4 : 磁石保持部材
 - 4 a : 磁石保持リング
 - 4 b : 強磁性材
 - 5 : 永久磁石
 - 7 : ブレーキキャリパ
 - 8 a、8 b : ブレーキパッド
 - 9 : 電動式直動アクチュエータ
 - 10 : 電動モータ
 - 11 : 回転軸
 - 12 : 連結軸
 - 13 : スリーブ
 - 15 a、15 b : 軸受
 - 17 : ブラケット
 - 18 : 軸受
 - 20 a、20 b : 羽根車
 - 21 : 温度センサ
 - 22 : 温度センサホルダ
 - 23 : アクチュエータ制御器

- 24 : 水冷体（冷却部材）
- 25 : 水冷体ホルダ
- 26 : 通水路
- 27 : 巻線コイル
- 28 : 電導線
- 29 : 端子
- 30 : 電気接点
- 106 : ブレーキディスク
- 120 : 磁石カバー

請求の範囲

- [請求項1] 回転軸に同軸に設けられてかつ、周方向に複数の永久磁石を保持した磁石保持部材と；
- 前記磁石保持部材に対して前記回転軸の軸方向の両側に配置される一対の円板部と、前記一対の円板部間を連結する連結部と、前記永久磁石の回転により渦電流を生じる渦電流発生部とを有してかつ、前記回転軸に対して相対的に回転可能に支持された制動部材と；
- 制動時に前記制動部材に摩擦部材を押圧して、前記制動部材を静止させる摩擦ブレーキと；
- を備えたことを特徴とする渦電流式減速装置。
- [請求項2] 前記制動部材が、前記磁石保持部材の周囲を覆うことを特徴とする請求項 1 に記載の渦電流式減速装置。
- [請求項3] 前記複数の永久磁石は、前記磁石保持部材の前記回転軸と直交する面において互いに異なる磁極が周方向に交互に配置されて、前記一対の円板部の少なくとも一方の内面に形成された前記渦電流発生部と対向されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の渦電流式減速装置。
- [請求項4] 前記複数の永久磁石は、
- 前記磁石保持部材を前記回転軸の軸方向に貫通するように前記磁石保持部材の周方向に複数形成された貫通穴内に配置され、なおかつ
- それぞれの両極が、前記一対の円板部の両方の内面に形成された前記渦電流発生部と対向するように
- 配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載の渦電流式減速装置。
- [請求項5] 前記連結部が、前記一対の円板部を外周で連結するとともにその内周面に前記渦電流発生部が形成された円筒部材であり、
- 前記複数の永久磁石は、前記磁石保持部材の外周側において異なる磁極が周方向に交互に配置されるように前記磁石保持部材の径方向に

配置され、前記渦電流発生部と対向されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の渦電流式減速装置。

[請求項6] 前記連結部が、前記一对の円板部間を外周で連結する円筒部であり、前記一对の円板部の少なくとも一方の内面と前記円筒部の内周面に前記渦電流発生部が形成され；

前記複数の永久磁石は、前記磁石保持部材の外周に、磁極が周方向に交互となるように配置され；

さらに前記複数の永久磁石間に強磁性材が介在されており、これら強磁性材が、前記渦電流発生部と対向している；

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の渦電流式減速装置。

[請求項7] 前記一对の円板部のそれぞれの外面に隣接して前記回転軸に接続された羽根車をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の渦電流式減速装置。

[請求項8] 前記摩擦ブレーキは、

前記回転軸を備える車両の非回転部に固定され、前記摩擦部材として前記一对の円板部を挟む一对のブレーキパッドを備えたブレーキキャリアと；

このブレーキキャリアを駆動させ、前記一对のブレーキパッドを前記円板部に向けて移動させるアクチュエータと；

を備えることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の渦電流式減速装置。

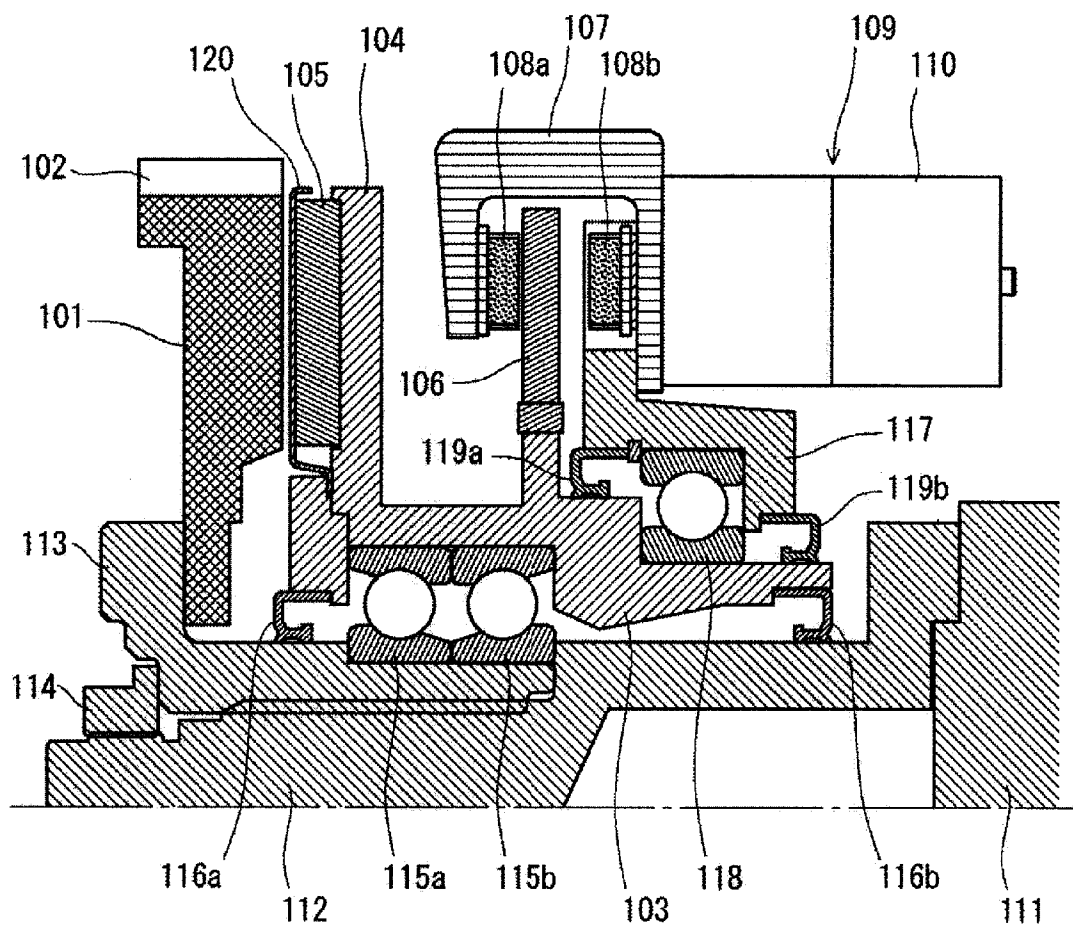
[請求項9] 前記円板部に向かう前記ブレーキパッドの移動に連動して前記円板部の外面に当接し、前記円板部の温度を検出する温度センサと；

この温度センサで検出した前記円板部の温度が所定の温度を超えた場合に前記アクチュエータの駆動を解除するアクチュエータ制御器と；

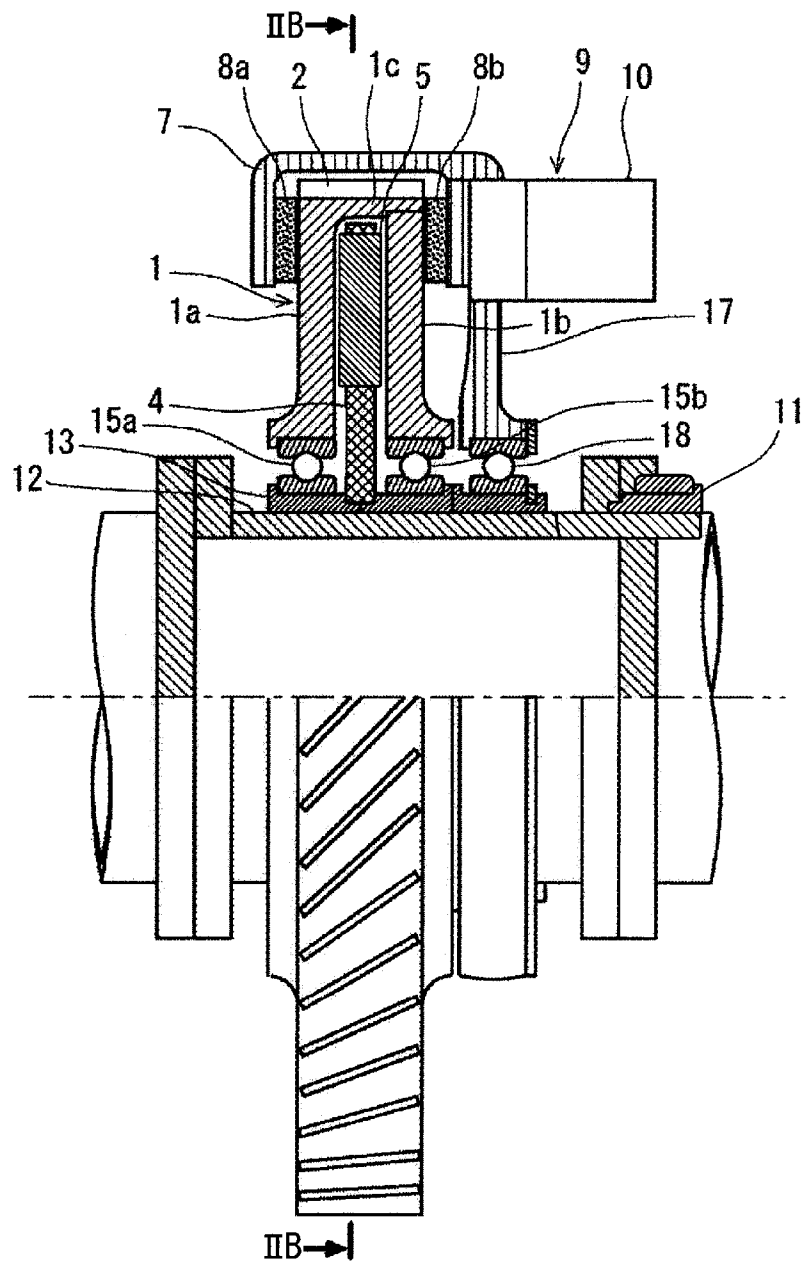
をさらに備えたことを特徴とする請求項 8 に記載の渦電流式減速装置。

- [請求項10] 前記円板部に向かう前記ブレーキパッドの移動に連動して前記円板部の外面に当接する冷却部材をさらに備えたことを特徴とする請求項8または9に記載の渦電流式減速装置。
- [請求項11] 前記制動部材は、前記永久磁石と対向する領域に、周方向に沿って複数の巻線コイルが埋設されていることを特徴とする請求項1～10のいずれか一項に記載の渦電流式減速装置。

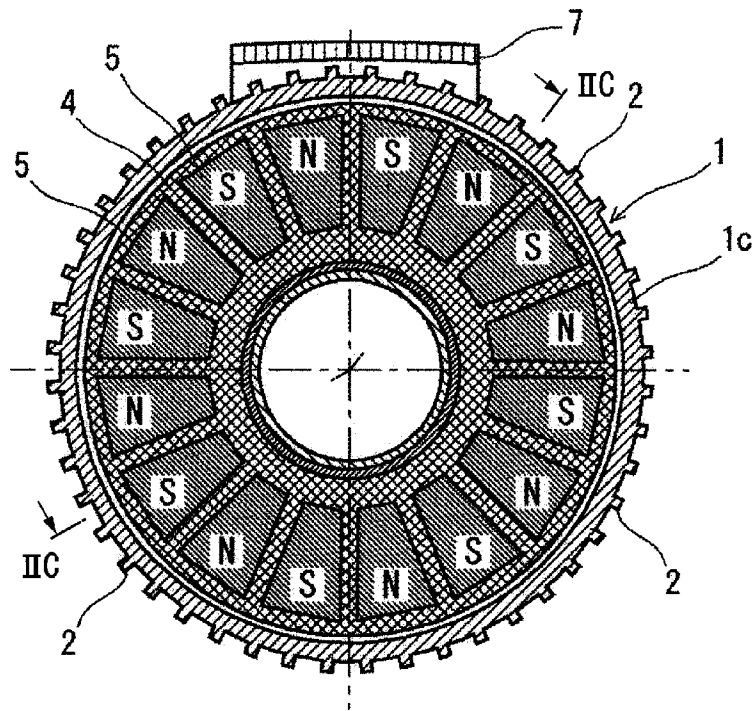
[図1]



[図2A]



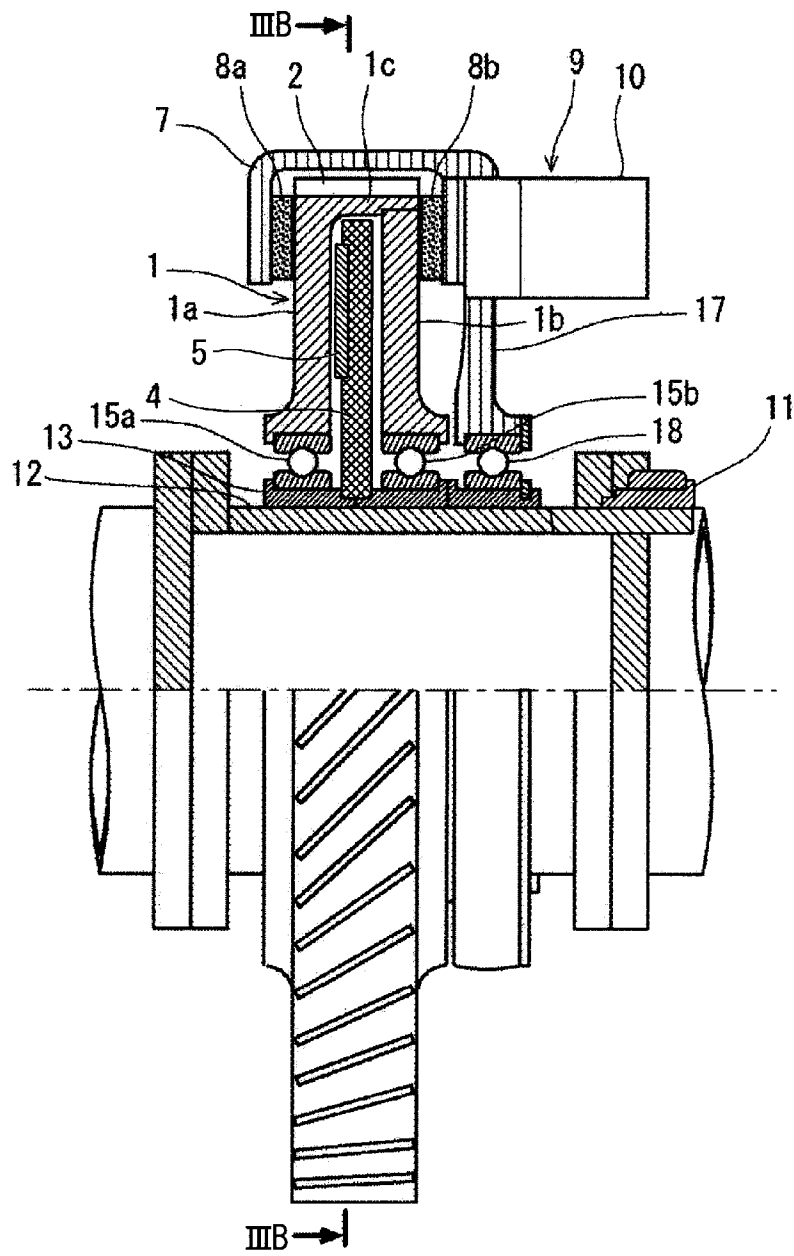
[図2B]



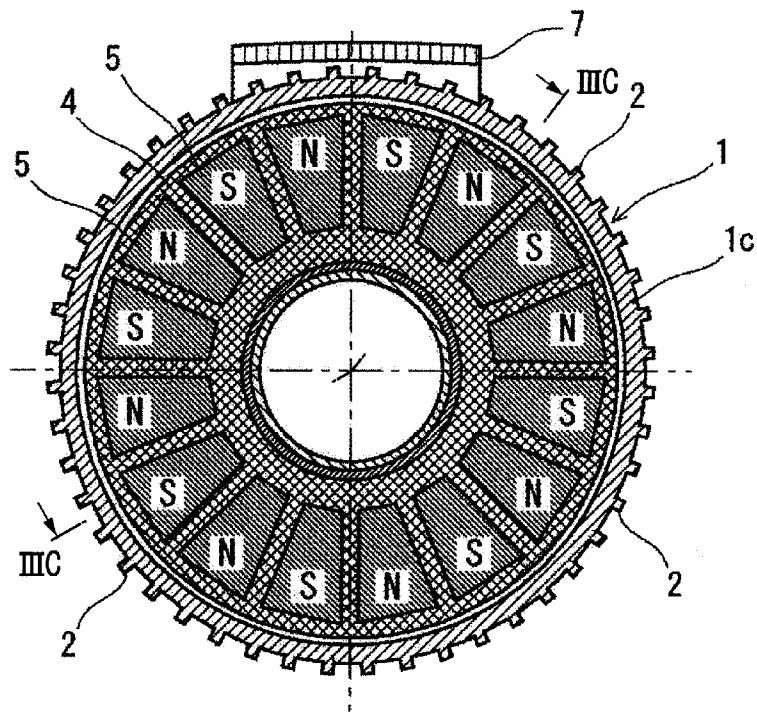
[図2C]



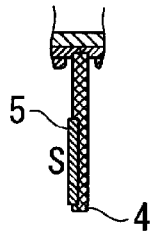
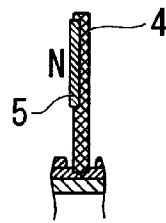
[図3A]



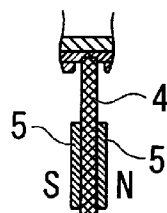
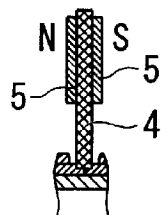
[図3B]



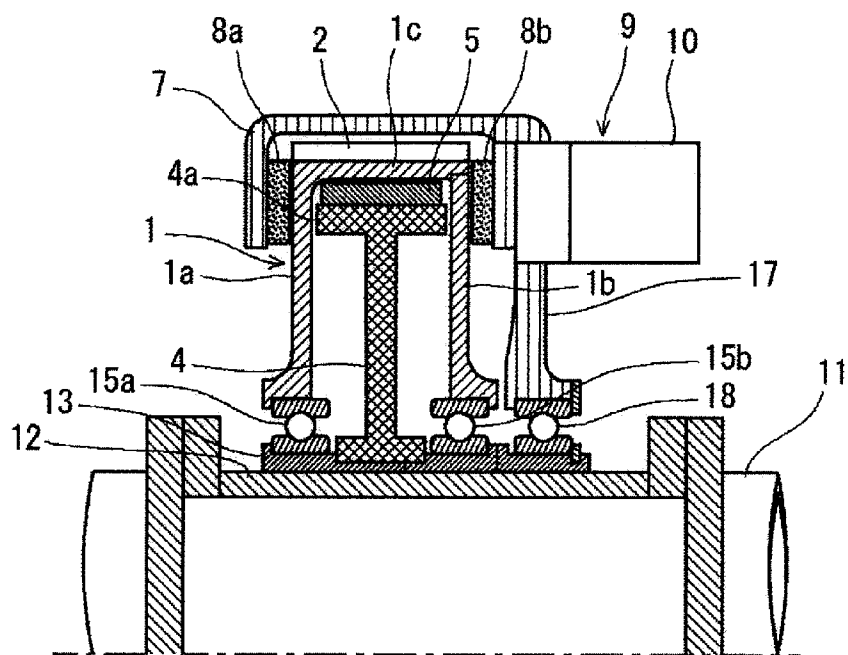
[図3C]



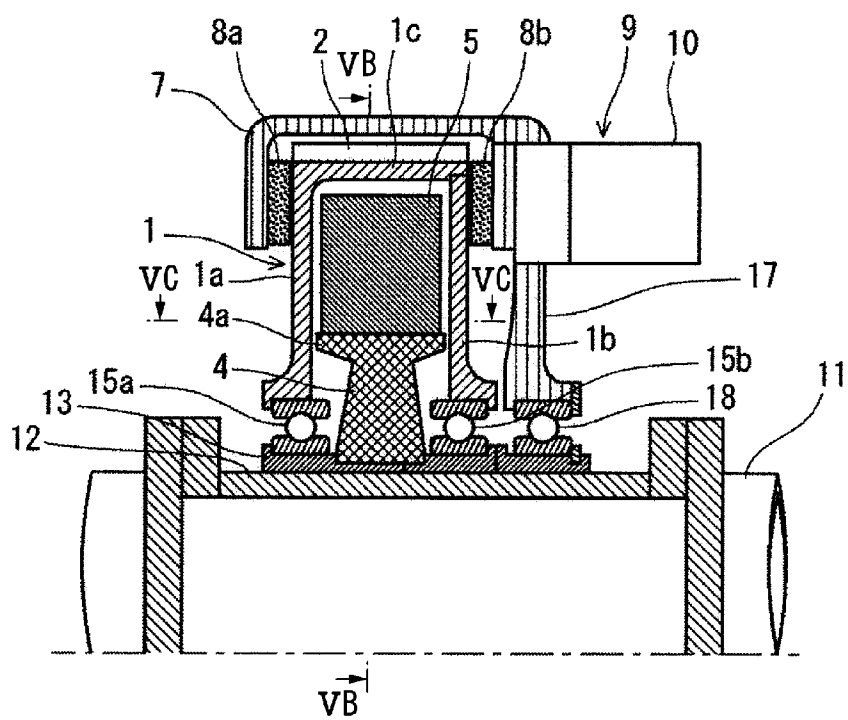
[図3D]



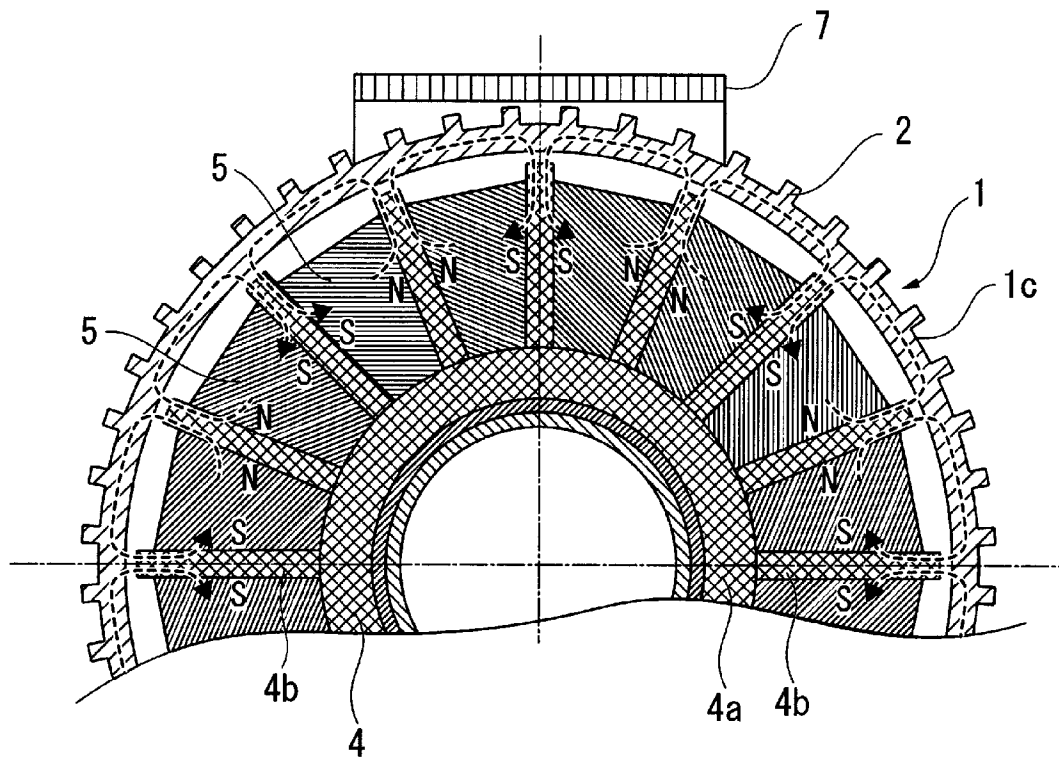
[図4]



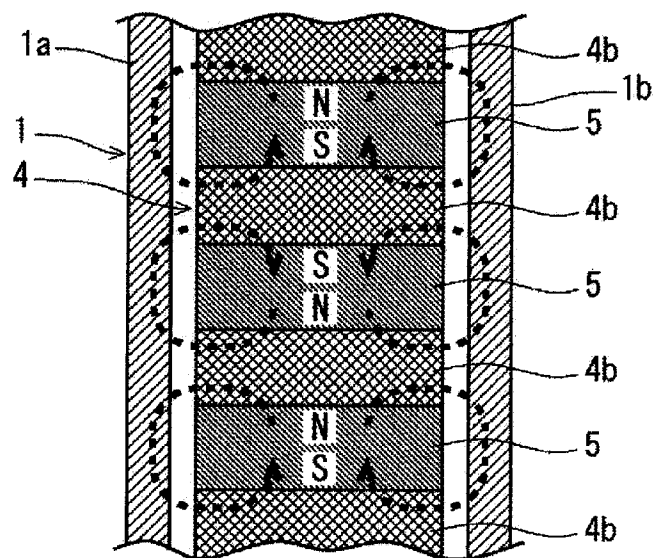
[図5A]



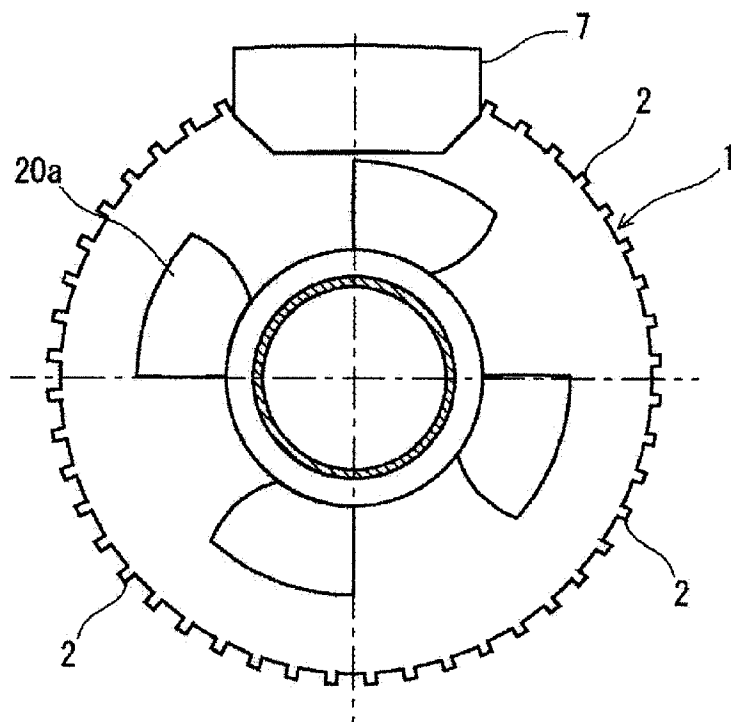
[図5B]



[図5C]

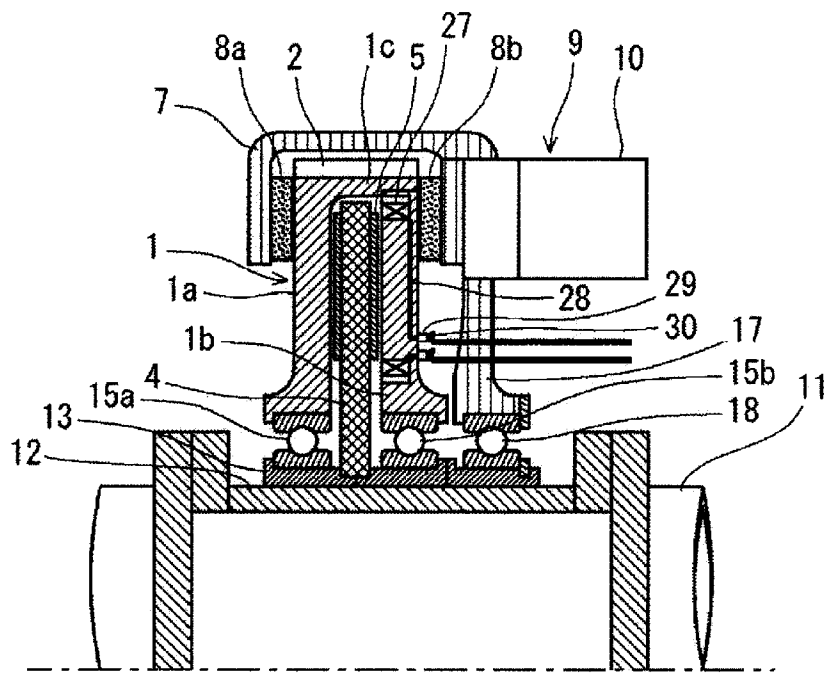


[図6B]



A detailed cross-sectional view of a semiconductor device. A central pillar (1) is surrounded by a ring-shaped structure (2). The pillar has a central core (1a) and an outer layer (1b). The ring structure has an inner layer (2a) and an outer layer (2b). The device is mounted on a substrate (11) with a base layer (12). Electrical contacts (13, 14, 15a, 15b, 16, 17, 18) are formed on the substrate. A wire bond (19) connects the device to a package (20). A lead (21) is also shown. The device is labeled with various reference numerals: 1, 1a, 1b, 2, 2a, 2b, 3, 4, 5, 6, 7, 8a, 8b, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15a, 15b, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23.

[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/071799

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K49/10(2006.01)i, B60L7/18(2006.01)i, F16D65/02(2006.01)i, F16D65/18(2006.01)i, H02K49/02(2006.01)i, F16D65/14(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K49/10, B60L7/18, F16D65/02, F16D65/18, H02K49/02, F16D65/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-209965 A (Isuzu Motors Ltd.), 25 July 2003 (25.07.2003), paragraphs [0043] to [0046], [0056] to [0061]; fig. 5, 9 (Family: none)	1-11
A	JP 2001-292559 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 19 October 2001 (19.10.2001), paragraphs [0025] to [0031]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-11
A	JP 8-74894 A (Nabco Ltd.), 19 March 1996 (19.03.1996), paragraphs [0009] to [0014]; fig. 1 (Family: none)	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 October, 2013 (21.10.13)

Date of mailing of the international search report
29 October, 2013 (29.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K49/10(2006.01)i, B60L7/18(2006.01)i, F16D65/02(2006.01)i, F16D65/18(2006.01)i,
H02K49/02(2006.01)i, F16D65/14(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K49/10, B60L7/18, F16D65/02, F16D65/18, H02K49/02, F16D65/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-209965 A（いすゞ自動車株式会社）2003.07.25, 段落 0043-0046, 0056-0061, 図5, 図9（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2001-292559 A（住友金属株式会社）2001.10.19, 段落 0025-0031, 図1-2（ファミリーなし）	1-11
A	JP 8-74894 A（株式会社ナブコ）1996.03.19, 段落 0009-0014, 図1 （ファミリーなし）	1-11

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 1 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 9 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

松永 謙一

3 V

5 0 6 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8