

(43) 国際公開日
2008 年 3 月 13 日 (13.03.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/029624 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/27 (2006.01) H02P 6/10 (2006.01)
H02K 29/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/066274
- (22) 国際出願日: 2007 年 8 月 22 日 (22.08.2007)
- (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 2006-237575 2006 年 9 月 1 日 (01.09.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ダイキン工業株式会社 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西 2 丁目 4 番 1 2 号 梅田センタービル Osaka (JP).

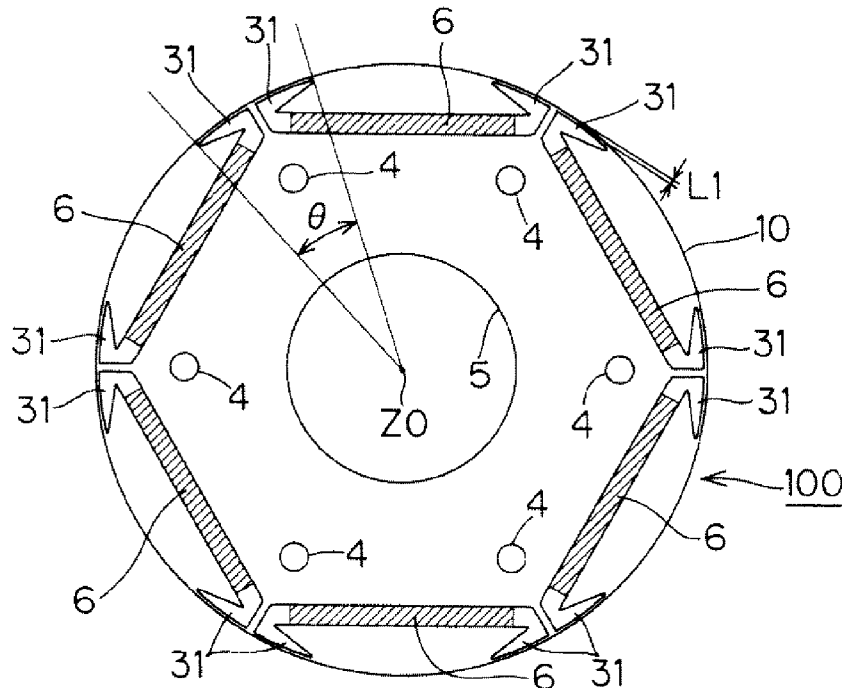
本町字大谷 1000 番地の 2 ダイキン工業株式会社
滋賀製作所内 Shiga (JP).

- (74) 代理人: 吉竹 英俊, 外 (YOSHITAKE, Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 4 番 70 号 住友生命 OBP プラザビル 10 階 Osaka (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, KE, KG, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

[続葉有]

(54) Title: BRUSHLESS DC MOTOR, BRUSHLESS DC MOTOR DRIVE SYSTEM, AND HYDRAULIC PUMP SYSTEM

(54) 発明の名称: ブラシレス DC モータ、ブラシレス DC モータ駆動システム、油圧ポンプシステム



(57) Abstract: It is possible to reduce a basic wave component of cogging torque by controlling drive of a brushless DC motor (311). A secondary frequency component of the cogging torque is reduced by improving the structure of the brushless DC motor, especially the structure of the rotor. This reduces the pressure pulsation in a hydraulic pump system.

[続葉有]

WO 2008/029624 A1



IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: ブラシレスDCモータ(311)の駆動時の制御によって、そのコギングトルクの基本波成分を低減する。またコギングトルクの二次の周波数成分は、ブラシレスDCモータの構造、中でも回転子の構造を工夫することによって低減する。これにより、油圧ポンプシステムでの圧力脈動が低減できる。

明 細 書

ブラシレスDCモータ、ブラシレスDCモータ駆動システム、油圧ポンプシステム

技術分野

[0001] この発明はブラシレスDCモータに関し、例えば油圧ポンプシステムに適用されるブラシレスDCモータに関する。

背景技術

[0002] ブラシレスDCモータにおいてトルクリプルの低減が望まれる。トルクリプルは振動や騒音という望ましくない現象を招来するからである。特に油圧ポンプにおいては、所定の定位置で一定圧力を維持する機能が要求されるので、圧力脈動の原因となるトルクリプルは低減されるべきである。

[0003] ところで所定の定位置で一定圧力を維持する場合、ブラシレスDCモータにかかる負荷は小さく、かつ低速での駆動となる場合がある。そして一般にブラシレスDCモータの低速時のトルクリプルは、回転子に設けられた磁石が発生する界磁磁束に起因したコギングトルクが支配的である。

[0004] コギングトルクは、ブラシレスDCモータの回転子の一回転当たり、回転子の極数 N_r と固定子のスロット数 N_s との最小公倍数LCMの回数で変動する基本波成分を有する。例えば回転子が6極であり、固定子が36スロットである場合、両者の最小公倍数は36であるので、回転子が1回転する間に、36個の基本周期を有するコギングトルクが発生する。当該コギングトルクは更に高次の周波数成分をも有する。

[0005] コギングトルクを低減するためにモータの形状の工夫がなされてきた。一般にはスキューを設けたり、ロータの起磁力を正弦波に近づけたり、回転子と固定子とが挟むいわゆるエアギャップでの磁束の変化を緩和させたり、スロット数を多くしてコギングトルクの周波数を高めてその影響を小さくしたり、磁極の形状やその間隔を工夫してパーミアンスを均等化したりすることが一般的に知られている。下記にコギングトルクを低減する技術を開示する特許文献1～6を例示する。

[0006] 特許文献1には、磁石を回転子の磁性体内部に埋め込んだモータにおいて発生

するコギングトルクを低減させるべく、モータの構造を回転軸方向に沿って複数ブロックに分割する技術が開示されている。そしてこれらのブロックがコギングトルクを打ち消す角度で回転軸方向に配置されている。

[0007] 特許文献2には、界磁磁束の短絡を防ぐ磁束バリアの形状によって決まる磁極の角度に着目し、当該角度を所定の値に設定したり、ピッチを不等にすることで、コギングトルクを低減する技術が開示されている。

[0008] 特許文献3には、磁極の角度などを形状のパラメータとして、コギングトルクを最小にする当該パラメータの値を選択する技術が開示されている。

[0009] 特許文献4には、スキューを施さずにコギングトルクを低減すべく、磁石の幅の回転中心軸に対する角度を所定の値に選定する技術が開示されている。

[0010] 特許文献5ではトルクリプルのデータを記憶しておき、当該データを用いてトルク指令が補正される。これにより、電機子に流す正弦波の電流を補正し、トルクリプルが低減される。

[0011] 特許文献6では通電周波数の整数倍の波形を電機子電流に加算することによってトルクを補正するデータを得て、トルクの変動を低減することが示されている。

[0012] 特許文献1:特開平5-236687号公報

特許文献2:特開平11-98731号公報

特許文献3:特開2004-343861号公報

特許文献4:特開平11-299199号公報

特許文献5:特開平11-55986号公報

特許文献6:特開平5-15188号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0013] 特許文献1のように複数のブロックを回転軸方向に積層することは回転子を組み立てる工程を複雑にし、生産性を悪化させる。

[0014] 特許文献2に記載の技術ではコギングトルクが残留し、残留したコギングトルクの波形が滑らかであるか否かが不明である。

[0015] 特許文献3や特許文献4に記載の技術では、コギングトルクの高次成分が残留して

いると見られる。

- [0016] 特許文献1～4に開示された方法では、コギングトルクの振幅やピーク間の値に着目しているものの、その周波数分布について考慮していない。よってコギングトルクの高次の周波数成分が残留してしまう。
- [0017] 特許文献5, 6に記載の技術ではロータの位置情報を精度よく検出する必要がある。そしてコギングトルクの基本波成分を低減するための補正において位置情報に誤差が生じる場合、コギングトルクの高次成分を悪化させる場合すらある。
- [0018] 例えば位置情報の検出は機械角において1度程度の誤差があり得る。そして回転子が1回転する中で36個の基本周期を有するコギングトルクにおいて基本周期は機械角の10度に相当する。従って機械角における1度の誤差は、コギングトルクの基本周期の位相の $2\pi/10$ に相当する。
- [0019] コギングトルクの補正は、コギングトルクの波形を π だけずらした補正トルクを出力すべき直流トルクに加算する。よって機械角1度の誤差に対応して当該補正トルクの波形の位相が $2\pi/10$ だけずれると、コギングトルクの基本波成分については $\sin(\alpha) - \sin(\alpha + 2\pi/10) = 0.62\cos(\alpha + \pi/10)$ となり、その6割程度の振幅がキャンセルされずに残留する。他方、コギングトルクの二次成分(基本波成分の二倍の周波数成分)については機械角における1度の誤差は、位相の $2\pi/5$ に相当する。よって機械角1度の誤差に対応して、コギングトルクの二次成分については $\sin(\alpha) - \sin(\alpha + 2\pi/5) = 1.2\cos(\alpha + \pi/5)$ となる。つまり二次成分においては機械角1度の誤差が発生すると、2割程度の振幅が加算されてしまい、トルクリプルが悪化する。従って出力すべき直流トルクの補正によってコギングトルクの二次成分を低減することは容易ではない。
- [0020] なお、機械角における誤差を低減することも容易ではない。モータを適用する器具に対してモータを設置する場合、固定子がモータのフレームに対して、例えば焼き詰め、圧入、ボルトによる締結によって保持される。また回転子は回転シャフトに対して例えば焼き詰め、圧入によって保持される。そして回転シャフトはモータの負荷側及びこれと反対側にあるブラケットに組み込まれたベアリングによって保持され、当該ブラケットはモータのフレームに取り付けられる。

[0021] そしてモータのフレームから突出した回転シャフトに対してエンコーダなどのロータ位置検出器が取り付けられる。回転子の位置と、ロータ位置検出器から得られて回転子の位置を示すロータ位置信号との関係を校正する必要がある。回転シャフトを外力によって回転させることにより、モータに生じる誘起電圧の波形を測定してそのゼロクロス点と、ロータ位置信号とのずれをオフセット量として求める。フレームに取り付けられたモータは、そのオフセット量が固有であるので、当該オフセット量をモータ特性表やフレームの銘板に記録する。モータを駆動する際にはそのコントローラが当該オフセット量を用いて補正した制御を行う。

[0022] ゼロクロス点の測定は誘起電圧の波形に発生するノイズの影響を受けるために誤差を生じる。複数回、誘起電圧の波形を測定してこれらを平均化することも一法ではあるが、生産性の観点から実用的ではない。

[0023] 本発明は上記の事情に鑑みたものであり、ブラシレスDCモータのコギングトルクの2次の周波数成分を、容易に低減する技術を提供することを目的としている。コギングトルクの基本波成分は、特許文献5、6に記載されたような公知の手法によってブラシレスDCモータの外部からの制御によって低減できる。

課題を解決するための手段

[0024] この発明にかかるブラシレスDCモータの第1の態様は、周縁(10)と、周方向で環状に配置され、それぞれが周方向に一对の端部を有する複数の界磁磁石(6)と、前記端部にそれぞれ設けられ、前記界磁磁石よりも前記周縁側で前記周縁と所定距離(L1)で離隔して前記界磁磁石の中央部へと向かって延びる空隙(31, 32)とを有し、前記周方向に回転可能な回転子(100)と、前記回転子と離隔しつつ対向する固定子(200)とを備える。

[0025] 一の前記界磁磁石に隣接する他の前記界磁磁石の前記一の前記界磁磁石側の前記端部に設けられた前記空隙の先端と、前記一の前記界磁磁石の前記他の前記界磁磁石側の前記端部に設けられた前記空隙の先端とが前記周方向に拡がる角度(θ)の選定は以下のようになされる。

[0026] 前記回転子の一回転当たりコギングトルクの基本波成分は、前記回転子の極数(N_r)と前記固定子のスロット数(N_s)との最小公倍数(LCM)の回数で変動する。この基

本波成分の最小値を与える前記角度を原角度($\theta 1$)とする。そして前記原角度に対して、前記最小公倍数で90度を除した角度を加算もしくは減算した角度が、上記選定に用いられる角度となる。

[0027] この発明にかかるブラシレスDCモータの第2の態様は、その第1の態様であって、前記原角度は、前記コギングトルクの振幅の最小値を与える前記角度として求められる。

[0028] この発明にかかるブラシレスDCモータ駆動システムは、この発明にかかるブラシレスDCモータ(M)と、前記回転子の位置(ϕ)を求める位置測定部(501)と、前記ブラシレスDCモータに流れる電流(i_M)を求める電流検出器(502)と、前記コギングトルクの前記基本波成分のデータ(D)と前記回転子の前記位置とから、前記コギングトルクの前記基本波成分を打ち消すための打ち消し信号(Z)を出力する打ち消し信号生成部(505)と、前記回転子の前記位置、前記電流、前記打ち消し信号に基づいて前記ブラシレスDCモータを駆動するモータ駆動部(506)とを備える。

[0029] この発明にかかる油圧ポンプシステムは、この発明にかかるブラシレスDCモータ駆動システムと、前記ブラシレスDCモータによって駆動される油圧ポンプ(36)とを備える。望ましくは、当該油圧ポンプシステムが射出成型機(34)を駆動する。

発明の効果

[0030] この発明にかかるブラシレスDCモータの第1の態様によれば、コギングトルクの2次の周波数成分を容易に低減できる。しかも基本波成分は公知の手法によってブラシレスDCモータの外部からの制御によって低減できる。

[0031] この発明にかかるブラシレスDCモータの第2の態様によれば、原角度を簡易に見積もることができる。

[0032] この発明にかかるブラシレスDCモータ駆動システムによれば、コギングトルクの基本波成分を低減できる。

[0033] この発明にかかる油圧ポンプシステムによれば、圧力脈動が小さい。また低速時の圧力脈動を小さくし、ピストンを所定の位置に留ませる射出成型機における圧力脈動を小さくすることができる。

[0034] この発明の目的、特徴、局面、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによ

って、より明白となる。

図面の簡単な説明

- [0035] [図1]油圧ポンプシステムを示すブロック図である。
- [図2]ブラシレスDCモータの構造を例示する平面図である。
- [図3]回転子の構造を詳細に示す平面図である。
- [図4]コギングトルクを示すグラフである。
- [図5]コギングトルクを示すグラフである。
- [図6]コギングトルクを示すグラフである。
- [図7]コギングトルクを示すグラフである。
- [図8]コギングトルクの基本波成分の振幅の、角度 θ に対する依存性を示すグラフである。
- [図9]コギングトルクの二次成分の振幅の、角度 θ に対する依存性を示すグラフである。
- [図10]コギングトルクの角度 θ に対する依存性を示すグラフである。
- [図11]ブラシレスDCモータ駆動システムの構成を例示するブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0036] 図1は油圧ポンプを採用して射出成型を行う油圧ポンプシステムを示すブロック図である。射出成型機34は成型器34aと油圧シリンダ34bとを有している。油圧シリンダ34bは油圧ポンプ36によって油圧駆動される。油圧ポンプ36には例えばギアポンプ、ベーンポンプ、ピストンポンプが採用される。油圧ポンプ36と油圧シリンダ34bの間には油圧計33が設けられ、油圧がモニタされる。
- [0037] 油圧ポンプ36はブラシレスDCモータ駆動システム35によって駆動される。ブラシレスDCモータ駆動システム35はブラシレスDCモータ311と、その回転子の回転位置を検出する回転位置検出器312と、ブラシレスDCモータ311の回転を制御するコントローラ313とを有している。コントローラ313はブラシレスDCモータ311の回転子の回転位置に基づいてブラシレスDCモータ311に適切な電機子電流を供給する。コントローラ313には電源30から直流電圧もしくは交流の電圧が供給される。
- [0038] 油圧シリンダ34bのピストンJの速度は、油圧駆動に採用される油の流量を油圧シリ

シリンダ34bの断面積で除した値で決定される。そしてピストンJに発生させることができる力は、油圧とシリンダ断面積との積で決定される。ピストンJを変位させる場合には油の流量が必要となるので、ブラシレスDCモータ311は油圧に抗して、油を流すべく回転する必要がある。

[0039] 他方、油圧ポンプにおいては、所定の定位置で一定圧力を維持する機能が要求される。例えば成型器34aにおいては、詳細は図示しないが、可塑性樹脂が金型へと注入される。この可塑性樹脂を金型に充填した後は可塑性樹脂を注入することなく一定圧力が維持される。この場合、ピストンJを変位させる必要はないが、例えば油圧ポンプ36から油が漏れる。よって油圧ポンプ36では幾分かの油の流量が発生するので、油圧ポンプ36を駆動するためにブラシレスDCモータ311は若干の低い回転数で回転することになる。

[0040] 上記の油漏れは油圧が上昇するに従って増加する傾向にあり、油圧が大きいほどブラシレスDCモータ311の回転数も高い。つまり油圧ポンプは、トルク負荷が大きいほど高速となる使われ方をする。よって高速時にはモータの回転子及び油圧ポンプの慣性によりトルクリプルによる油圧変動への影響は小さいが、低速時には影響が大きくトルクリプル補正が重要となる。そして低速時は軽負荷であるためブラシレスDCモータ311に供給される電流も小さく、トルクリプルのうちコギングトルクが支配的となる。従って油圧ポンプシステムにおける圧力脈動を低減するには、コギングトルクを低減することが重要となる。

[0041] 図2はブラシレスDCモータ311の構造を例示する平面図である。ブラシレスDCモータ311は回転子100と、回転子100と離隔しつつ対向する固定子200とを有している。回転子100の回転軸に対して垂直な面が平面図として図2に示されている。

[0042] 固定子200はティース201と、スロット202が周方向に交互に配置される。実際にはティース201の周囲を巻回する電機子巻線がスロット202に収納されるが、図2では図面の煩雑を避けるために電機子巻線の描画を省略した。ここではスロット202の個数が36個である場合が例示されている。

[0043] 図3は回転子100の構造を詳細に示す平面図である。回転子100は回転軸Z0を中心として回転可能であり、その外周側に周縁10を有している。そして周方向で環

状に配置され、それぞれが周方向に一对の端部を有する複数の界磁磁石6を回転軸Z0と垂直な方向において埋設している。界磁磁石6のそれぞれには磁束短絡防止用の空隙31が設けられている。空隙31は、界磁磁石6よりも周縁10側で、周縁10と所定距離L1で離隔して、界磁磁石6の中央部へと向かって延びている。

- [0044] また回転子100は回転シャフト(図示せず)が貫通する貫通孔5が設けられており、その外周側には締結孔4が複数個設けられている。締結孔4は、界磁磁石6を埋設する回転子100のコアが複数の鋼板を積層して構成される場合に利用される。例えばこれらの鋼板を積層して固定するためにボルトとナットとで締結する場合、締結孔4にはボルトが貫通する。締結孔4を用いなくても鋼板を積層して固定する他の方法も周知であり、その場合にはもちろん、締結孔4は不要である。
- [0045] 図3では界磁磁石6は6個設けられ、極数が6である場合が例示されている。締結孔4の個数も6個であるが、その個数を界磁磁石の個数と一致させる必要はない。
- [0046] 相互に隣接した異なる界磁磁石の端部にそれぞれ設けられた空隙31の先端同士は、周方向において相互に反対側へと向いている。そしてこれら一对の先端が周方向に拡がる角度が角度 θ として図3に描画されている。
- [0047] 図4乃至図7は、回転子に図3に示された構成を採用した場合の、電気角0度乃至60度におけるコギングトルクを示すグラフである。横軸には電気角を採っている。ここでは回転子の極数を6としている場合を例示しているので、電気角は機械角の3(=6/2)倍となる。コギングトルクの基本波成分は機械角360度に対して、最小公倍数LCMの個数分、ここでは36周期分あるので、一周期が機械角10度に対応する。よってコギングトルクの基本波成分の一周期は電気角30度に相当する。
- [0048] 図4、図5、図6、図7は、それぞれ角度 θ が17度、20度、22度、25度の場合を示している。図6ではコギングトルクの振幅が最も小さいが、その高次成分が残留していることが見て取れる。
- [0049] 図8はコギングトルクの基本波成分の振幅の、角度 θ に対する依存性を示すグラフである。コギングトルクはその基本波成分が支配的であるので、図4乃至図7に対応して角度 θ が22度近傍でコギングトルクの振幅が最小となることがわかる。コギングトルクの基本波成分の振幅の最小値を与える角度 θ の値を原角度 θ_1 とする。

- [0050] 例えば特許文献3からは、コギングトルクを低減するための角度 θ として、360度を最小公倍数LCMで除した値の整数倍を採用することが示唆されるので、ここで説明されている例に即して言えば、角度 θ_1 は $360^\circ / 36 = 10^\circ$ 毎に現れることになる。図8においても原角度 θ_1 の一つが22度近傍に現れているので、原角度 θ_1 の他の値は12度及び32度になると見積もられ、その予想は図8のグラフの形状から妥当であると推測される。
- [0051] 図9は、コギングトルクの二次成分の振幅の、角度 θ に対する依存性を示すグラフである。二次成分の振幅を最小にする角度 θ は15度、20度、25度、30度と5度間隔で現れている。
- [0052] 即ちコギングトルクの二次成分の振幅を最小とする角度 θ は、複数の原角度 θ_1 の最小間隔 $360^\circ / \text{LCM}$ の半分の間隔 $360^\circ / \text{LCM} / 2$ で、複数存在することがわかる。換言すれば、コギングトルクの基本波成分の最小値を与える角度 θ である原角度 θ_1 に対して、最小公倍数LCMで90度を除した角度を加算もしくは減算して角度 θ を選定することにより、コギングトルクの二次成分の振幅を最小とすることができる。
- [0053] 図10はコギングトルクのP-P(ピーク・ツー・ピーク)値、その1次成分(基本波成分)の振幅値、及び2次成分の振幅値のそれぞれの、角度 θ に対する依存性を示すグラフである。原角度 θ_1 はコギングトルクの基本波成分の振幅の最小値を与える角度 θ ではあるが、簡易にはコギングトルクの振幅の最小値を与える角度として求めることができる。上述のように、コギングトルクはその基本波成分が支配的であるからである。なお、コギングトルクの三次以上の高調波は、実質的には問題とならない程度に小さい。
- [0054] 本実施の形態では、このように角度 θ という、モータの形状のパラメータの一つを工夫することによりコギングトルクの二次成分の振幅を最小とする。かかる角度 θ においては角度 θ_1 とは異なり、コギングトルクの基本波成分の振幅を最小にはしない。しかしながら、当該角度 θ はコギングトルクの基本波成分の振幅を最大とするものではないので、特許文献5、6で例示された周知の技術を採用し、電機子電流の補正によって(コギングトルクの二次成分ではなく)基本波成分を低減することは容易である。
- [0055] 図11はブラシレスDCモータ駆動システムの構成を例示するブロック図である。モー

タMは図1のブラシレスDCモータ311に相当する。また回転位置検出器501aは図1の回転位置検出器312に相当する。回転位置検出器501はモータMの回転子の位置を位置信号 ϕ 0として検出し、これは角度位置のオフセット値 ϕ 1で補正され、位置 ϕ が測定される。つまり回転位置検出器501aと、オフセット値 ϕ 1とを加減する加減算器501bとは相まって、位置 ϕ を測定する位置測定部501として把握することができる。

[0056] トルクリプルの1次成分のデータDは、位置 ϕ と共にトルクリプル1次成分打消信号生成部505に与えられる。当該生成部505はデータD、位置 ϕ に基づき、打ち消し信号Zを出力する。打ち消し信号Zはコギングトルクの基本波成分を打ち消すための信号である。

[0057] トルクリプルの1次成分のデータDは予めモータMを、例えば無負荷で駆動することによって求めることができる。そして上述のように、油圧ポンプへとモータを適用する場合には、負荷が軽いときに低速であるので、低速でデータDを収集する。これにより、データDとしては、ほぼコギングトルクの基本波成分が得られることになる。

[0058] 電流検出器502は、モータMに流れる電流の電流値 i_M を求める。トルク指令計算部506aは位置 ϕ 及び電流 i_M に基づいてトルク指令 τ^* を計算する。モータ駆動波形生成部506bは、位置 ϕ 、電流値 i_M 及びトルク指令 τ^* に基づいてモータ駆動波形を生成し、当該波形を反映した電流をモータMへと供給する。よってトルク指令計算部506aとモータ駆動波形生成部506bとは相まって、回転子の位置 ϕ 、電流値 i_M 、打ち消し信号Zに基づいてモータMを駆動するモータ駆動部506として把握することができる。

[0059] 上述のように、オフセット値 ϕ 1に誤差が生じ、これが位置 ϕ の誤差を招来する可能性はある。しかし当該ブラシレスDCモータ駆動システムでは、電流値 i_M を制御することでコギングトルクの基本波成分の低減を図るのであり、電流値 i_M の制御によってコギングトルクの二次成分の低減を図るものではない。よって上述のように、コギングトルクの二次成分の増大という事態を招来することもない。そして上述のようにコギングトルクの二次成分はモータの形状の工夫によって低減を図っているので、コギングトルクを、その周波数分布について考慮して低減することができる。

- [0060] このようにコギングトルクの基本波成分をブラシレスDCモータ311の駆動時の制御によって、また二次の周波数成分をブラシレスDCモータ311の構造(中でも回転子100の構造)によって、それぞれ低減することで、油圧ポンプシステムでの圧力脈動を低減することができる。
- [0061] この発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

請求の範囲

[1] 周縁(10)と、

周方向で環状に配置され、それぞれが周方向に一对の端部を有する複数の界磁磁石(6)と、

前記端部にそれぞれ設けられ、前記界磁磁石よりも前記周縁側で前記周縁と所定距離(L1)で離隔して前記界磁磁石の中央部へと向かって延びる空隙(31, 32)とを有し、前記周方向に回転可能な回転子(100)と、

前記回転子と離隔しつつ対向する固定子(200)とを備え、

一の前記界磁磁石に隣接する他の前記界磁磁石の前記一の前記界磁磁石側の前記端部に設けられた前記空隙の先端と、前記一の前記界磁磁石の前記他の前記界磁磁石側の前記端部に設けられた前記空隙の先端とが前記周方向に拡がる角度(θ)は所定の角度に選定され、

コギングトルクの基本波成分は前記回転子の一回転当たり前記回転子の極数(N_r)と前記固定子のスロット数(N_s)との最小公倍数(LCM)の回数で変動し、

前記基本波成分の最小値を与える前記角度である原角度(θ_1)に対して、前記最小公倍数で90度を除した角度を加算もしくは減算した角度が、前記所定の角度である、ブラシレスDCモータ(311;M)。

[2] 前記原角度は、前記コギングトルクの振幅の最小値を与える前記角度として求められる、請求項1記載のブラシレスDCモータ。

[3] 請求項1乃至請求項2のいずれか一つに記載のブラシレスDCモータ(M)と、前記回転子の位置(ϕ)を求める位置測定部(501)と、

前記ブラシレスDCモータに流れる電流(i_M)を求める電流検出器(502)と、

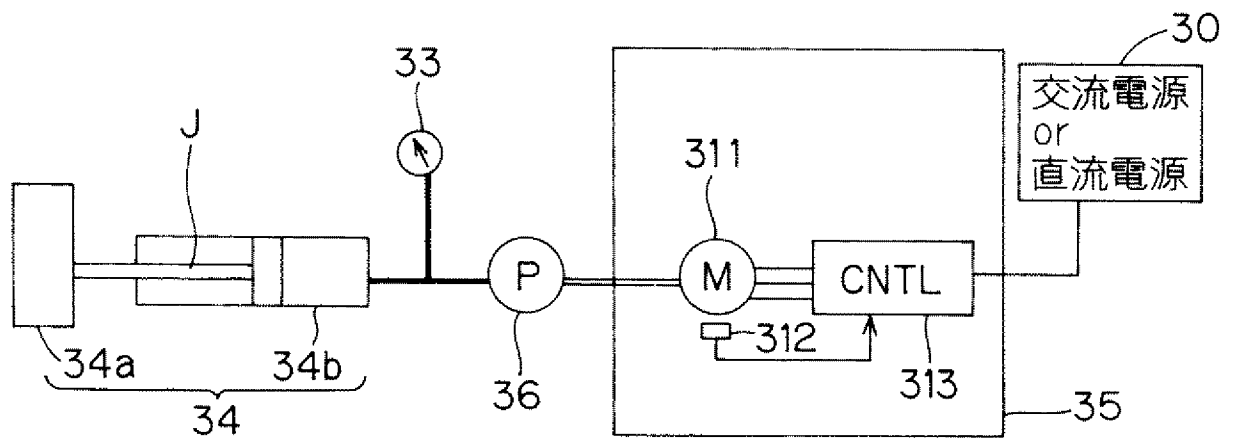
前記コギングトルクの前記基本波成分のデータ(D)と前記回転子の前記位置とから、前記コギングトルクの前記基本波成分を打ち消すための打ち消し信号(Z)を出力する打ち消し信号生成部(505)と、

前記回転子の前記位置、前記電流、前記打ち消し信号に基づいて前記ブラシレスDCモータを駆動するモータ駆動部(506)と

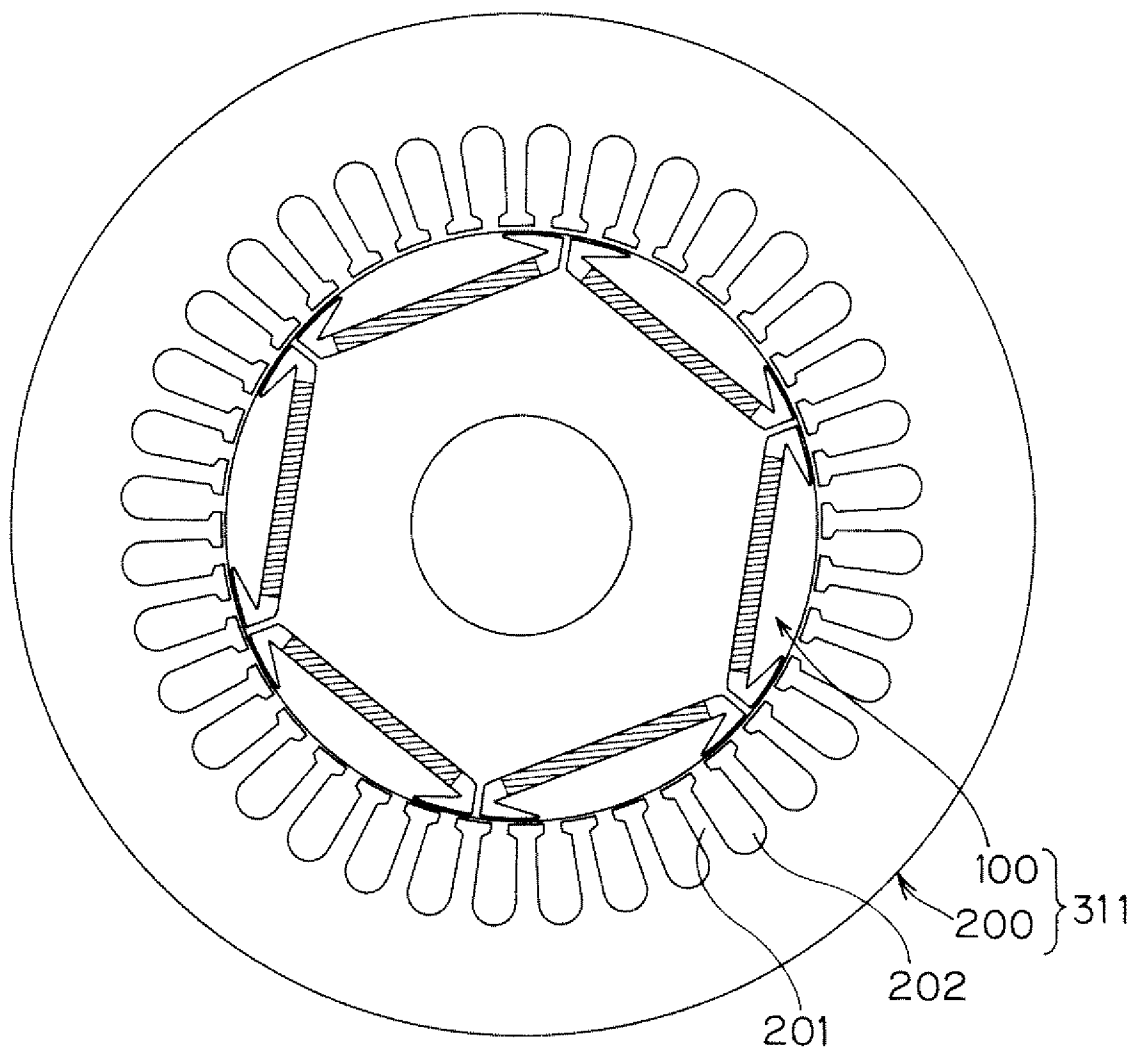
を備える、ブラシレスDCモータ駆動システム(35)。

- [4] 請求項3記載のブラシレスDCモータ駆動システムと、
前記ブラシレスDCモータによって駆動される油圧ポンプ(36)と
を備える、油圧ポンプシステム。
- [5] 射出成型機(34)を駆動する、請求項4記載の油圧ポンプシステム。

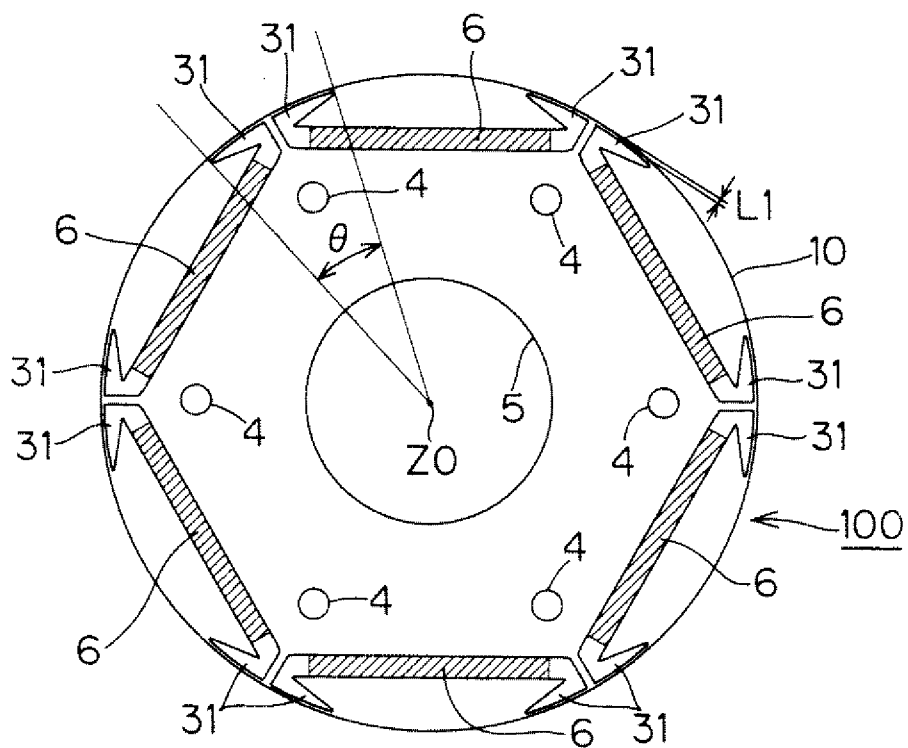
[図1]



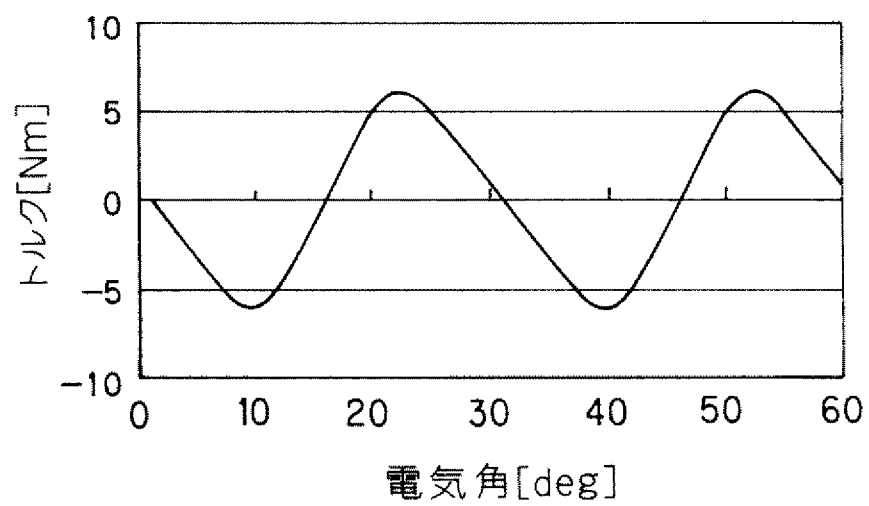
[図2]



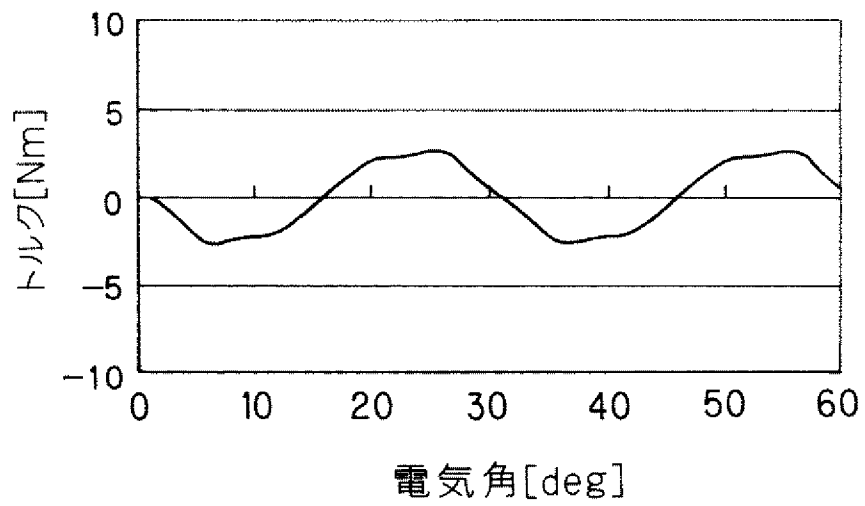
[図3]



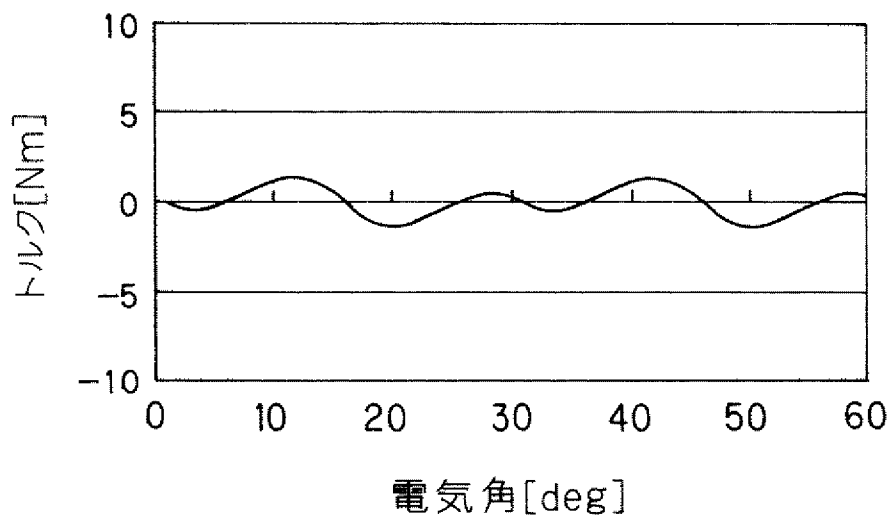
[図4]



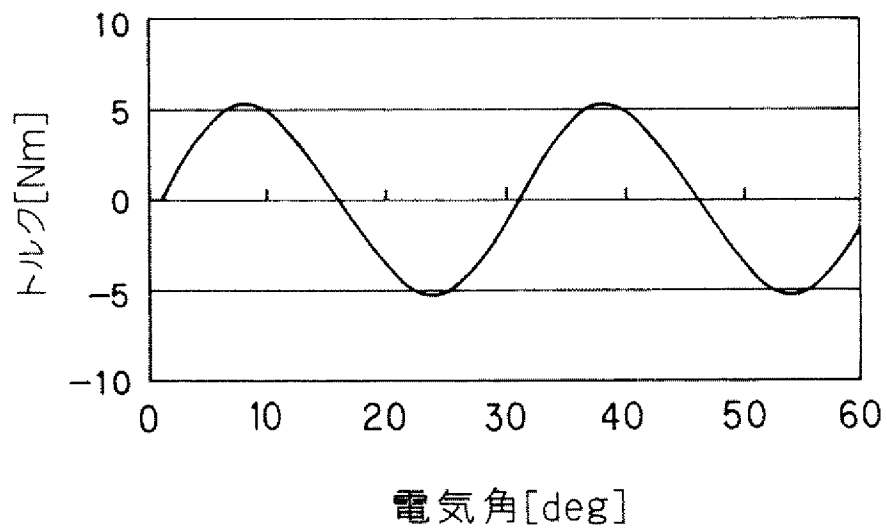
[図5]



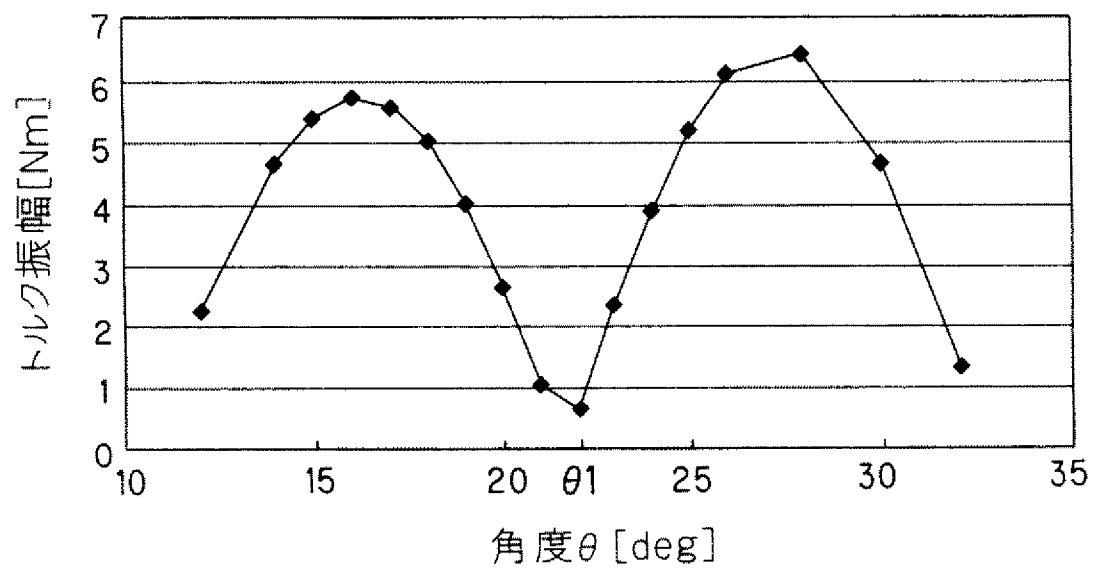
[図6]



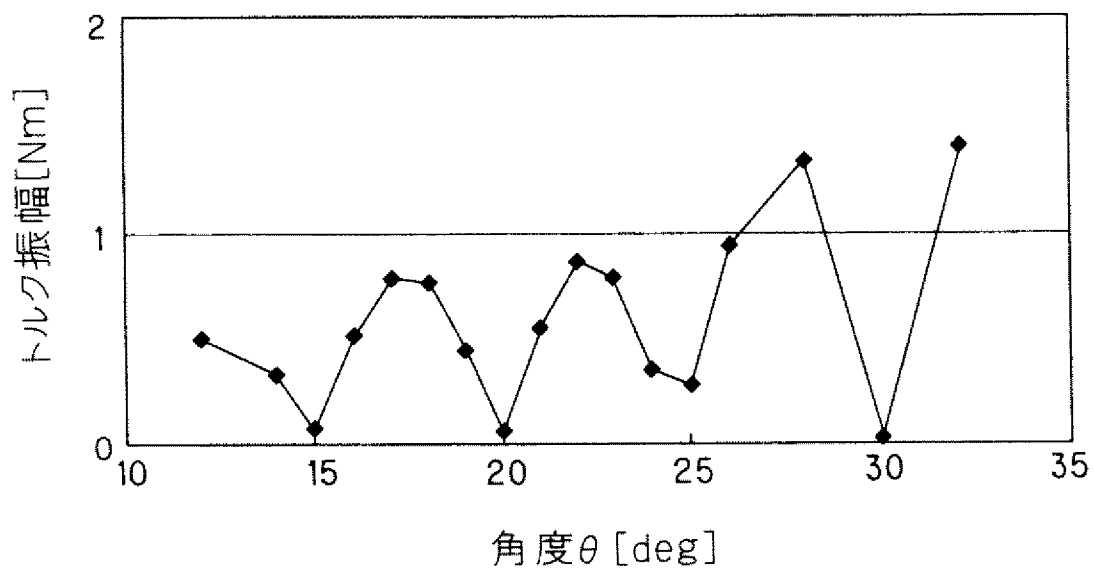
[図7]



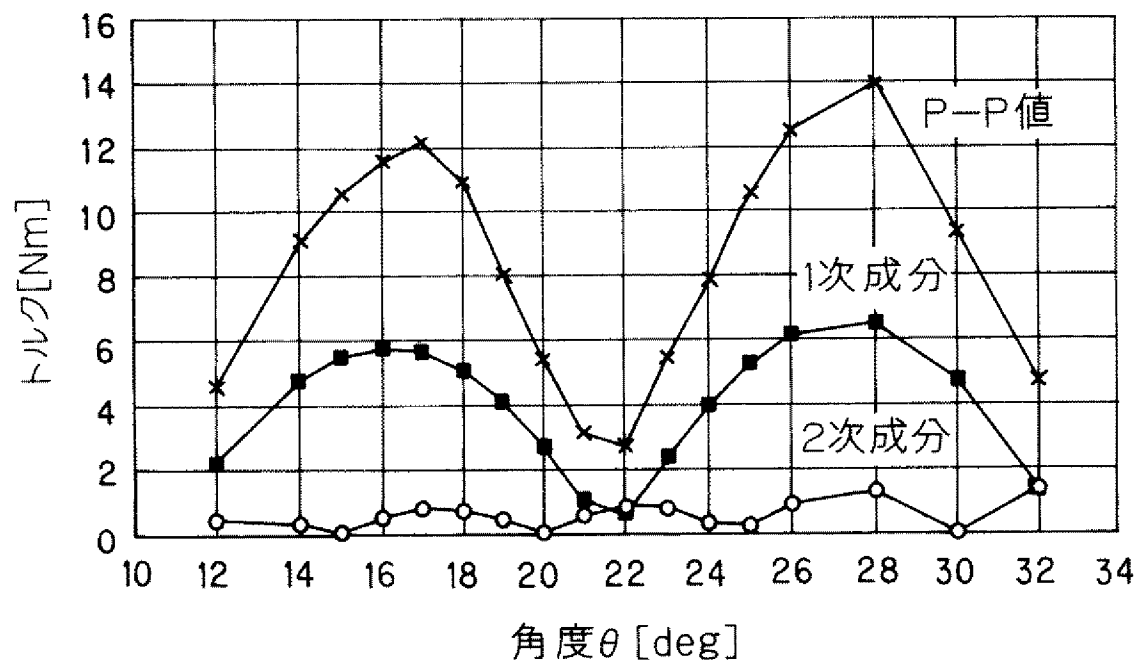
[図8]



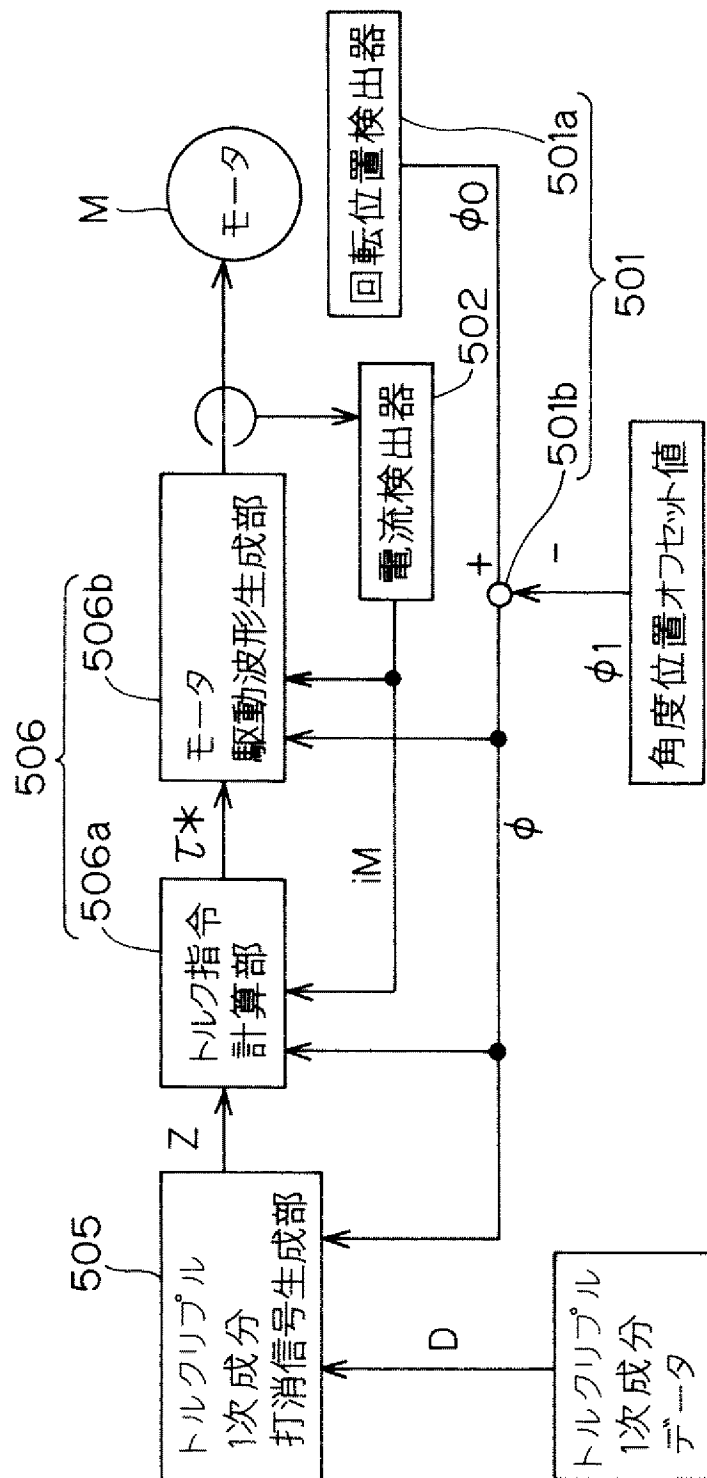
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/066274

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K1/27(2006.01)i, H02K29/06(2006.01)i, H02P6/10(2006.01)i

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)

H02K1/27, H02K29/06, H02P6/10

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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.
Y	JP 2004-343861 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 December, 2004 (02.12.04), All pages (Family: none)	1-5
Y	JP 2005-210826 A (Fujitsu General Ltd.), 04 August, 2005 (04.08.05), All pages (Family: none)	1-5
Y	JP 11-55986 A (Hitachi, Ltd.), 26 February, 1999 (26.02.99), All pages (Family: none)	3-5

☐ 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
07 November, 2007 (07.11.07)

Date of mailing of the international search report
20 November, 2007 (20.11.07)

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. H02K1/27(2006.01)i, H02K29/06(2006.01)i, H02P6/10(2006.01)i			
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. H02K1/27, H02K29/06, H02P6/10			
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 日本国公開実用新案公報 日本国実用新案登録公報 日本国登録実用新案公報 1 9 2 2－1 9 9 6年 1 9 7 1－2 0 0 7年 1 9 9 6－2 0 0 7年 1 9 9 4－2 0 0 7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 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-343861 A（松下電器産業株式会社）， 2004.12.02，全頁（ファミリーなし）		1-5
Y	JP 2005-210826 A（株式会社富士通ゼネラル）， 2005.08.04，全頁（ファミリーなし）		1-5
Y	JP 11-55986 A（株式会社日立製作所）， 1999.02.26，全頁（ファミリーなし）		3-5
☐ 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 0 7 . 1 1 . 2 0 0 7		国際調査報告の発送日 2 0 . 1 1 . 2 0 0 7	
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） 三島木 英宏 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	3V 3018