

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3688595号
(P3688595)

(45) 発行日 平成17年8月31日(2005.8.31)

(24) 登録日 平成17年6月17日(2005.6.17)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 2 P 6/18
G 1 1 B 19/00
G 1 1 B 19/28

H O 2 P 6/02 3 7 1 S
G 1 1 B 19/00 5 0 1 H
G 1 1 B 19/28 B

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-100536 (P2001-100536)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成13年3月30日(2001.3.30)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2002-300793 (P2002-300793A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成14年10月11日(2002.10.11)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成16年3月5日(2004.3.5)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100084618
			弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100068814
			弁理士 坪井 淳
		(74) 代理人	100092196
			弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディスク記憶装置及びスピンドルモータの駆動制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ディスク記録媒体を回転させるスピンドルモータと、
前記スピンドルモータに駆動電流を供給して駆動する駆動手段と、
低騒音モード時には台形波駆動電流により前記スピンドルモータを駆動制御し、低消費電力モード時には矩形波駆動電流により前記スピンドルモータを駆動制御するように前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、

前記制御手段は、

通常動作モード時またはホストシステムからの要求に応じて前記低消費電力モード時での駆動制御を実行し、

前記ホストシステムが前記スピンドルモータの駆動時での低騒音を求められるアプリケーション・プログラムを実行するとき、当該アプリケーション・プログラムからの所定コマンドの受信に応じて前記低騒音モード時での駆動制御に切り換えて実行するように構成されていることを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項2】

前記スピンドルモータがロータの回転位置を検出する手段を有する場合には、

前記制御手段は、前記低騒音モード時には正弦波駆動電流により前記スピンドルモータを駆動制御するように構成されていることを特徴とする請求項1に記載のディスク記憶装置。

【請求項3】

ディスク記録媒体を回転させる流体軸受構造のセンサレス型スピンドルモータと、
前記スピンドルモータに駆動電流を供給して駆動する駆動手段と、
周囲温度の変化を検出する温度センサと、
台形波駆動電流により前記スピンドルモータを駆動制御するように前記駆動手段を制御
し、前記温度センサによる検出結果に基づいて周囲温度の基準値に対する低温変化を検知
したときに、前記台形波駆動電流の波形を変化させて、前記スピンドルモータの回転位置
の検出が可能な状態を維持するように制御する制御手段と
を具備したことを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記低温変化を検知としたときに前記台形波駆動電流のスルーレート
を変化させて、前記スピンドルモータの回転位置の検出が可能な状態を維持するように制
御することを特徴とする請求項 3 に記載のディスク記憶装置。

10

【請求項 5】

前記制御手段は、前記低温変化を検知したときに前記台形波駆動電流の立ち上がりタイ
ミングを変化させて、前記スピンドルモータの回転位置の検出が可能な状態を維持するよ
うに制御することを特徴とする請求項 3 に記載のディスク記憶装置。

【請求項 6】

ディスク記録媒体を回転させるセンサレス型スピンドルモータを有するディスク記憶装
置に適用するスピンドルモータの駆動制御方法であって、

通常動作時には、矩形波駆動電流により前記スピンドルモータを駆動制御するステップ
と、

20

ホストシステムが前記スピンドルモータの駆動時での低騒音を求められるアプリケーション・
プログラムを実行するときに、当該アプリケーション・プログラムからの所定コマ
ンドの受信に応じて、前記矩形波駆動電流による駆動制御から台形波駆動電流による前記
スピンドルモータの駆動制御に切り換えるステップと
を有する手順を実行することを特徴とするスピンドルモータ駆動制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的にはスピンドルモータによりディスク記録媒体を回転させるディスク記
 憶装置に関し、特に動作モードに応じたスピンドルモータの駆動制御方式に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

従来、例えば磁気ディスク装置を代表とするディスク記憶装置（以下ディスクドライブと
 表記する場合がある）では、記録媒体であるディスクはスピンドルモータ（SPM）に固
 定されて、高速回転される。近年では、スピンドルモータとしては、3相ブラシレスモ
 ータで、かつセンサレス型が広く用いられている。

【0003】

このモータの駆動方法は、図6に示すバイポーラ駆動方式が一般的である。図6に示す各
 矢印 a ~ f は、u相、v相、w相の間での駆動電流が流れる方向を示している。バイポー
 ラ駆動方式は、u相からv相というように二つの相に電流を流すので、一つの相にのみ電
 流を流すユニポーラ駆動方式と比較して、同一の電流で2倍のトルクを発生することがで
 きる。そのためコイルの巻き数を少なくできるなどの利点がある。

40

【0004】

また、センサレス型モータには、ロータ位置の検出方法として、回転により相に発生する
 逆起電圧を検出する方式が一般的に用いられている。これは、逆起電圧とロータの回転位
 置とが一定の関係にあることを利用している。これにより、回転位置検出用のセンサを不
 要にできるため、センサレス型モータは相対的に小型化及び低コストを実現することがで
 きる。図7は、バイポーラ駆動時の相に流れる駆動電流と発生する逆起電圧との関係を示
 す。各相の端子電圧は、駆動電流が流れていないときは逆起電圧のみとなる。このため、

50

センサレス型モータでは、図7に示すように、相に電流が流れていない期間に、相の端子電圧から逆起電圧の検出が行なわれる。

【0005】

ところで、ディスクドライブは、従来のようなパーソナルコンピュータの記憶装置だけでなく、デジタルテレビなどの各種のデジタル機器のデータ保存装置として使用されるなど用途が広がっている。このようなデジタル機器では、データとして映像や音声が含まれており、映像や音声をディスクドライブから読出して再生することも多い。このため、ディスクドライブの駆動中に、スピンドルモータから発生する騒音が問題になっている。

【0006】

この騒音問題の解決方法としては、流体軸受構造のスピンドルモータを使用することにより、騒音レベルを大幅に低減することができる。しかしながら、騒音のトータルパワーレベルが下がることにより、相対的に、モータ駆動における相切り換え時に発生するピュアトーンと呼ぶ高周波の電磁音が耳障りになる。

【0007】

このピュアトーンは、モータ駆動時のロータに発生するトルクの変動が関係していることが確認されている。図8(A)～(C)は、バイポーラ駆動時に、モータの各相に流れる駆動電流波形とロータに発生するトルクとの関係を示す。図8(A)は、駆動電流波形を矩形波に変化させる矩形波駆動制御の場合であり、相切り換え時に急激なトルクの変動が発生することを示している。従って、矩形波駆動制御の場合には、相対的に高周波のピュアトーンが増大する。これに対して、図8(B)に示すように、駆動電流の傾き(以下スルーレートと表記する)を下げ、台形波状に変化させた台形波駆動制御の場合には、相切り換え時のトルクの変動がなだらかになる。従って、台形波駆動制御の場合には、相対的に高周波のピュアトーンを低減することができる。

【0008】

以上のように、台形波駆動制御を行うことにより、モータ駆動時のピュアトーンの低減化を図ることができる。しかし、台形波駆動制御は、矩形波駆動制御と比較して、効率が低下して消費電流が増加する。即ち、ピュアトーンの低減化と消費電流の増加とは、いわばトレードオフの関係にある。

【0009】

一方、図8(c)に示すように、駆動電流波形を正弦波に変化させる正弦波駆動制御では、トルク変動をほとんど無くすることができるため、ピュアトーンを大幅に低減することができる。しかし、台形波駆動制御より効率がさらに低下し、矩形波駆動制御と比較すると、消費電流が1割程度も増加する。また、正弦波駆動制御では、常に相に電流が流れるため、逆起電圧を検出することができない。このため、センサレス型のスピンドルモータには採用できないという問題もある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

前述したように、スピンドルモータとして、流体軸受構造を採用することにより、騒音レベルを低減できるが、モータ駆動における相切り換え時に生じるピュアトーンの低減化を図る必要がある。モータの駆動電流波形を台形波に変化させる台形波駆動制御、あるいは正弦波に変化させる正弦波駆動制御であれば、ピュアトーンの低減化を図ることができるが、いずれも矩形波駆動制御と比較して、効率が低下し、消費電流が増加する。

【0011】

ピュアトーンの低減化を図る先行技術としては、3相ブラシレスでセンサレス型のモータにおいて、パルス幅変調(PWM)方式の駆動制御を採用し、スイッチ素子の相切り換え時における駆動タイミングを調整することで、相切り換え時の駆動電流の立ち上がり、立ち下りをなだらかにして、ピュアトーンの低減化を図る方式(例えば特開平9-37584号公報を参照)が提案されている。しかしながら、この先行技術では、ピュアトーンの低減化を図ることはできるが、モータの駆動効率の低下を伴う消費電流の増大化を回

10

20

30

40

50

避することはできない。

【0012】

また、先行技術として、3相ブラシレスモータを駆動する方式において、センサレス型で、駆動電流波形を正弦波に変化させる正弦波駆動制御を可能とする提案（例えば特開2000-278987号公報を参照）もなされている。この先行技術では、相に流れる電流の極性を検出する手段を有し、CPUはこの電流の位相、通電信号の振幅及び周波数、ブラシレスモータの定数（リアクタンス、コイル抵抗、トルク定数）から発生する逆起電圧の位相を算出する。逆起電圧とロータの回転位置とは一定の関係にあるので、これからロータの位置が分かる。また電流極性の変化する周期から回転数が分かるので、この周期と逆起電圧とに基づいて相へ電流を供給するスイッチ素子の駆動タイミングを決定し、正弦波状の駆動電流波形を生成する。これにより、センサレス型で正弦波駆動制御を実現し、ピュアトーンの低減化を図ることができる。

10

【0013】

しかしながら、この先行技術では、相に流れる電流から演算によって逆起電圧の位相を求めるため、CPUに負担がかかり、また演算にブラシレスモータの定数（リアクタンス、コイル抵抗、トルク定数）を必要とするため、この値のばらつきや温度による変化も考慮する必要があるなど、実用化には難点が多い。また、前述したように、正弦波駆動制御は、相対的に消費電流量が増大するという問題がある。

【0014】

そこで、本発明の目的は、ピュアトーンの低減化を優先する場合と、消費電流の低減化を優先する場合とでスピンドルモータの駆動制御を切り換える方式により、使用環境などに適したディスク記憶装置を提供することにある。

20

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の観点は、使用環境などに応じて、スピンドルモータの駆動制御を、低消費電力モードの駆動制御（矩形波駆動制御）と、低騒音モードの駆動制御（台形波駆動制御）とを切り換える機能を有するディスク記憶装置に関する。

【0016】

低消費電力モードは、例えば当該ディスク記憶装置を使用するホストシステムが、バッテリー駆動方式を採用し、消費電流の低減化を優先する動作モードである。一方、低騒音モードは、例えばホストシステムにより音声データや映像データを再生するとき、低騒音であることが要求されて、特にピュアトーンの低減化を優先する動作モードである。

30

【0017】

本発明の第1の観点に従ったディスク記憶装置は、ディスク記録媒体を回転させるスピンドルモータと、前記スピンドルモータに駆動電流を供給して駆動する駆動手段と、低騒音モード時には台形波駆動電流により前記スピンドルモータを駆動制御し、低消費電力モード時には矩形波駆動電流により前記スピンドルモータを駆動制御するように前記駆動手段を制御する制御手段とを備え、前記制御手段は、通常動作モード時またはホストシステムからの要求に応じて前記低消費電力モード時での駆動制御を実行し、前記ホストシステムが前記スピンドルモータの駆動時での低騒音を求められるアプリケーション・プログラムを実行するとき、当該アプリケーション・プログラムからの所定コマンドの受信に応じて前記低騒音モード時での駆動制御に切り換えて実行するように構成されている。

40

【0021】

本発明の第2の観点は、スピンドルモータとして流体軸受構造でセンサレス型のモータを使用し、台形波駆動制御によりスピンドルモータを駆動制御する方式に関する。

【0022】

流体軸受構造のスピンドルモータは、騒音レベルを相対的に抑制できる特性と共に、軸損が温度に依存する特性を有する。即ち、台形波駆動時には、低温時に駆動電流が増加し、駆動電流が流れる期間が長くなる。このため、逆起電圧を検出できなくなり、また駆動電流の位相が遅れるため、効率が悪化して消費電流が増大化する。

50

【0023】

そこで、本発明は、温度センサにより周囲温度の変化を監視し、低温変化時に、台形波駆動電流のスルーレート（傾き）または立ち上がりタイミングを調整することにより、逆起電圧の検出によりロータの回転位置を確実に検出できる状態を維持する。

【0024】

即ち、本装置は、ディスク記録媒体を回転させる流体軸受構造のセンサレス型スピンドルモータと、スピンドルモータに駆動電流を供給して駆動する駆動手段と、周囲温度の変化を検出する温度センサと、台形波駆動電流によりスピンドルモータを駆動制御するように前記駆動手段を制御し、温度センサによる検出結果に基づいて周囲温度の基準値に対する低温変化を検知したときに、台形波駆動電流の波形を変化させて、スピンドルモータの回転位置の検出が可能な状態を維持するように制御する制御手段とを備えたものである。

10

【0025】

制御手段は、低温変化を検知としたときに台形波駆動電流のスルーレートまたは立ち上がりタイミングを変化させて、スピンドルモータの回転位置の検出が可能な状態を維持するように制御する。

【0026】

このような構成により、低騒音特性に優れている流体軸受構造のスピンドルモータを採用し、かつピュアトーンの低減化を実現できる台形波駆動制御でスピンドルモータを駆動制御できる。従って、基本的には回転位置検出用センサを必要とし、またセンサレスの場合には複雑な構成を要する正弦波駆動制御方式と比較して、消費電流が相対的に少なく、かつ簡単な構成でセンサレス型を採用することができる。

20

【0027】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

【0028】

（ディスクドライブの構成）

図1は、同実施形態に関するディスクドライブの要部を示すブロック図である。

【0029】

同実施形態のディスクドライブは、例えばハードディスクドライブ（HDD）を想定している。本ドライブは、データ記録媒体であるディスク1と、ディスク1に対してデータのリード/ライト動作を行なうための磁気ヘッド2とを有する。ディスク1は、後述するスピンドルモータ（SPM）3に固定されて、高速回転される。

30

【0030】

磁気ヘッド2は、ボイスコイルモータ（VCM）5により駆動されるアクチュエータ4に搭載されている。VCM5は、ヘッド位置決め制御系（サーボシステム）での狭義の制御対象（プラント）であり、モータドライバIC6に含まれるVCMドライバ60により駆動電流が供給される。モータドライバIC6は、VCMドライバ60と共に、後述するSPMドライバ61を含み、CPU10により制御される。

【0031】

ディスクドライブは、以上のヘッド・ディスクアSEMBリと共に、ヘッドアンプ回路7と、R/Wチャンネル8と、ディスクコントローラ（HDC）9と、CPU10と、メモリ11とを有する回路系を備えている。

40

【0032】

ヘッドアンプ回路7は、リードヘッドから出力されるリード信号を増幅するリードアンプ及びライトデータ信号をライト電流信号に変換するためのライトアンプを有する。R/Wチャンネル8は、リード/ライトデータ信号（サーボデータ信号を含む）を処理する信号処理用ICである。HDC9は、ドライブとホストシステム20（例えばパーソナルコンピュータやデジタル機器）とのインターフェース機能を有する。

【0033】

CPU10は、ドライブのメイン制御装置であり、SPMドライバ61及び電流波形生成

50

回路62を制御して、同実施形態に係るスピンドルモータ3の駆動制御を実行する。メモリ11は、フラッシュEEPROMなどの書き換え可能な不揮発性メモリであり、CPU10の制御に必要な各種データを保存する。

【0034】

ここで、スピンドルモータ(SPM)3は、流体軸受構造でセンサレス型の3相ブラシレスモータからなる。SPMドライバ61は、CPU10の制御によりSPM3に駆動電流を供給し、SPM3を駆動制御する。電流波形生成回路62は、CPU10の制御により、SPMドライバ61から出力される駆動電流波形を制御又は調整するための回路であり、後述するように、矩形波駆動制御と台形波駆動制御とを切り換えるための具体的構成要素である。

10

【0035】

(第1の実施形態)

以上のようなディスクドライブにおいて、図2のフローチャートを参照して、第1の実施形態に関するSPM3の駆動制御方法を説明する。

【0036】

同実施形態では、ホストシステム20は、バッテリー駆動方式で駆動しており、低消費電力モードが通常動作モードとして設定されている場合を想定する。即ち、ホストシステム20からの起動コマンドに応じて、CPU10は、SPMドライバ61及び電流波形生成回路62を制御して、SPM3を矩形波駆動制御により駆動制御する(ステップS1のNO, S4)。これにより、SPMドライバ61は、図8(A)に示すように、矩形波駆動電流をSPM3に供給して駆動する(ステップS5)。

20

【0037】

従って、矩形波駆動制御では、スピンドルモータの駆動に要する消費電流を抑制できるため、ホストシステム20のバッテリー駆動による動作環境に適合させることができる。

【0038】

一方、ホストシステム20は、ディスクドライブのディスク1に保存されている例えば音楽データを読み出して再生するアプリケーション・プログラムを実行する場合を想定する。アプリケーション・プログラムの実行に伴って、ホストシステム20から例えばAVコマンドが、HDC9に転送されたとする。CPU10は、当該AVコマンドの受信に応じて、前記の低消費電力モードから、スピンドルモータからの騒音(ピュアトーンを含む)を抑制するための低騒音モードを優先させる(ステップS1のYES)。

30

【0039】

CPU10は、SPMドライバ61及び電流波形生成回路62を制御して、SPM3を矩形波駆動制御から台形波駆動制御に切り換える(ステップS2)。これにより、SPMドライバ61は、図8(B)に示すように、台形波駆動電流をSPM3に供給して駆動する(ステップS3)。

【0040】

従って、ホストシステム20において、低騒音が求められる音楽再生などのアプリケーションの実行時に、スピンドルモータを低騒音モードで駆動制御することができる。これにより、特にピュアトーンを抑制した低騒音の動作環境に適合させることができる。

40

【0041】

(変形例)

同実施形態では、低消費電力モードが通常動作モードとして設定されている場合を想定したが、これに限ることなく、バッテリー駆動時に、ホストシステム20からの指示に応じて、CPU10は低消費電力モードでSPM3を駆動制御してもよい。

【0042】

また、SPM3が回転位置(ロータ位置)を検出する手段を有し、かつ消費電流の増大が差し支えない場合(例えばホストシステムがAC電源を使用している場合)には、CPU10は、低騒音モードで正弦波駆動制御に切り換えてよい(図8(C)を参照)。

【0043】

50

(第2の実施形態)

次に、図3から図5を参照して、第2の実施形態に関するSPM3の駆動制御方法を説明する。

【0044】

同実施形態では、流体軸受構造のスピンダルモータ3を使用している場合を想定している。このSPM3は、前述したように、騒音レベルを相対的に抑制できる特性と共に、軸損が温度に依存する特性を有する。このため、台形波駆動制御を実行している場合に、図5に示すように、周囲温度が低温変化したときに、駆動電流のレベルが増大し、駆動電流が流れる期間が長くなる。このため、逆起電圧を検出できなくなり、また駆動電流の位相が遅れるため、効率が悪化して消費電流が増大化する事態となる。

10

【0045】

そこで、本実施形態では、CPU10は、周囲温度の変化を監視し、低温変化時に、台形波駆動電流のスルーレート(傾き)または立ち上がりタイミングを調整することにより、逆起電圧の検出によりロータの回転位置を確実に検出できる状態を維持する。以下、図3のフローチャート及び図4を参照して具体的に説明する。

【0046】

ここで、CPU10は、図1に示すように、温度センサ12から一定間隔で温度検出値を入力し、ドライブの周囲温度の変化を監視している(ステップS10)。周囲温度が常温のままであれば、CPU10は、台形波駆動制御を実行し、台形波駆動電流をSPM3に供給して駆動制御する(ステップS11のNO, S13)。

20

【0047】

一方、所定の基準値より低温に変化すると、図4(A)に示すように、駆動電流の振幅が増加し、駆動電流が流れる期間が長くなる。このため、逆起電圧を検出する際にも駆動電流が流れて、ロータの回転位置が検出できなくなる(ステップS11のYES)。

【0048】

CPU10は、温度センサ12からの検出結果に基づいて低温変化を検知すると、図4(B)に示すように、駆動電流のスルーレート(傾き)を変化させて、駆動電流の振幅が増加した場合でも、逆起電圧の検出が可能となるように台形波駆動電流波形を調整する(ステップS12)。これにより、駆動電流の位相が遅れることも回避できるため、効率が低下せずに消費電流が増加することも抑制できる。

30

【0049】

また、CPU10は、温度センサ12からの検出結果に基づいて低温変化を検知すると、図4(C)に示すように、駆動電流の立ちあがりのタイミングを変化させて、駆動電流の振幅の増加に合わせて、駆動電流の立ちあがりのタイミングが早くなるように調整してもよい。この場合には、同じ駆動電流振幅でのスルーレートを下げることができると共に、同様に駆動電流の位相が遅れることを回避できるため、効率が低下せずに消費電流が増加することを回避できる。

【0050】

また、温度センサの検出結果の代わりに駆動電流の振幅を直接検出して、それに合わせて駆動電流のスルーレートあるいは立ち上がりのタイミングを切り換える方法でもよい。

40

【0051】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、ディスク記録媒体をスピンダルモータにより回転させるディスク記憶装置において、ピュアトーンの低減化を含む低騒音モードを優先する場合と、消費電流の低減化である低消費電力化モードを優先する場合とでスピンダルモータの駆動制御を切り換える方式により、当該各動作モードに適合させることができる。従って、具体的には、バッテリー駆動方式のように低消費電力モードや、低騒音が求められる再生モード時などの低騒音モードでの使用環境に適したディスク記憶装置を提供することが可能となる。

【0052】

50

更に、周囲温度の低温変化時に、台形波駆動電流のスルーレート（傾き）または立ち上がりタイミングを調整することにより、流体軸受構造のセンサレス型スピンドルモータでの逆起電圧の検出が可能である状態を維持する。従って、低騒音特性に優れている流体軸受構造のスピンドルモータを採用し、かつ低消費電力化とピュアトーンの低減化を実現できる台形波駆動制御でスピンドルモータを駆動制御できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態に関するディスクドライブの要部を示すブロック図。

【図 2】第 1 の実施形態に関するスピンドルモータの駆動制御方法を説明するためのフローチャート。

【図 3】第 2 の実施形態に関するスピンドルモータの駆動制御方法を説明するためのフローチャート。 10

【図 4】第 2 の実施形態に関する駆動電流波形の調整方法を説明するための図。

【図 5】第 2 の実施形態に関する効果を説明するための図。

【図 6】従来のスピンドルモータの駆動方法を説明するための図。

【図 7】従来のセンサレス型モータの駆動電流と逆起電圧との関係を示す図。

【図 8】従来のスピンドルモータの駆動電流波形とトルクとの関係を説明するための図。

【符号の説明】

1 ... ディスク

2 ... 磁気ヘッド

3 ... スピンドルモータ (S P M)

4 ... アクチュエータ

5 ... V C M

6 ... モータドライバ I C

9 ... ディスクコントローラ (H D C)

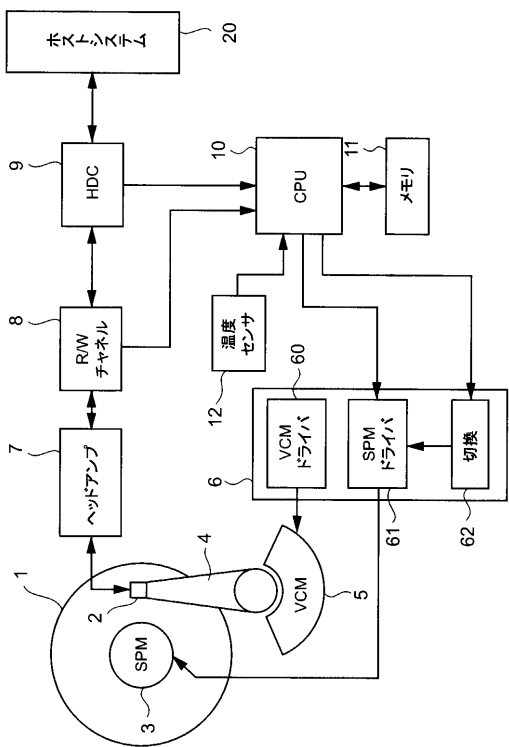
1 0 ... C P U

2 0 ... ホストシステム

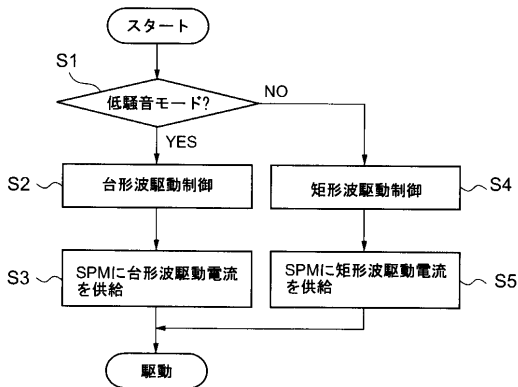
6 1 ... S P M ドライバ

6 2 ... 電流波形生成回路

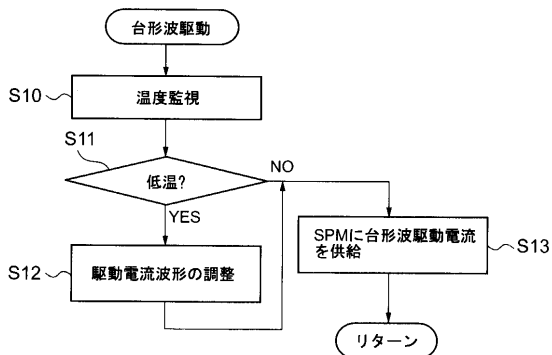
【図1】



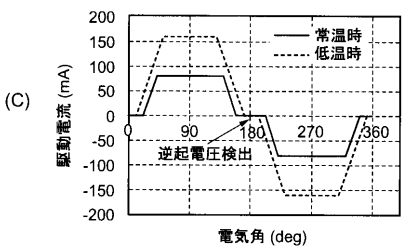
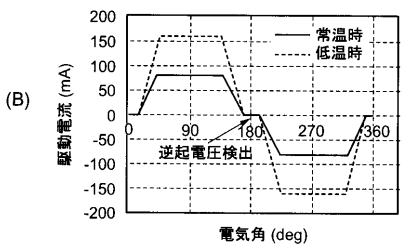
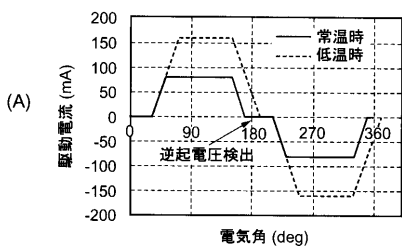
【図2】



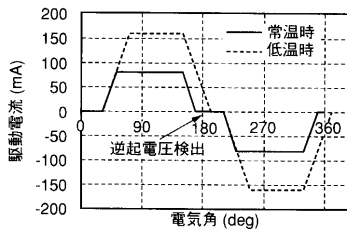
【図3】



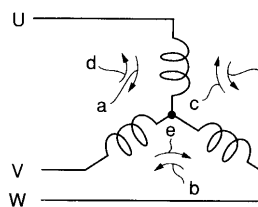
【図4】



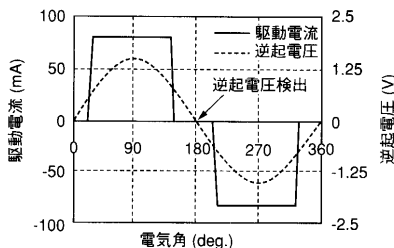
【図5】



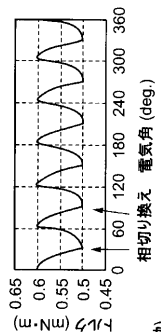
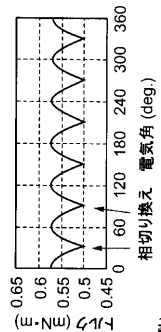
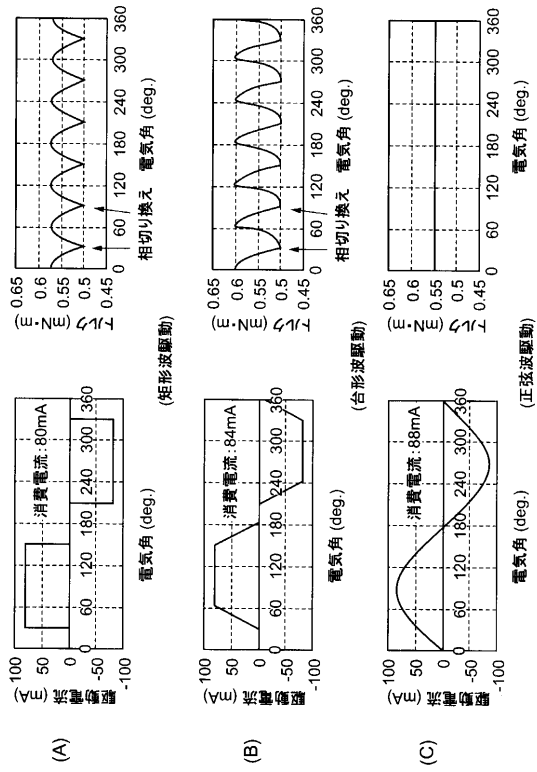
【図6】



【図7】



【 図 8 】



フロントページの続き

(74)代理人 100070437

弁理士 河井 将次

(72)発明者 坂本 宣幸

東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝青梅工場内

審査官 川端 修

(56)参考文献 特開2000-342882(JP,A)

特開2000-228053(JP,A)

特開平09-182486(JP,A)

特開平05-344781(JP,A)

特開平02-285995(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H02P 6/18

G11B 19/00

G11B 19/28