

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4028573号

(P4028573)

(45) 発行日 平成19年12月26日(2007.12.26)

(24) 登録日 平成19年10月19日(2007.10.19)

(51) Int. Cl.	F I
G 1 1 B 7/09 (2006.01)	G 1 1 B 7/09 B
G 1 1 B 7/0045 (2006.01)	G 1 1 B 7/0045 Z

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-518293 (P2005-518293)	(73) 特許権者	503003854
(86) (22) 出願日	平成16年8月26日 (2004. 8. 26)		ヒューレット・パッカー ド デベロップメント カンパニー エル. ピー.
(65) 公表番号	特表2006-512718 (P2006-512718A)		アメリカ合衆国 テキサス州 77070
(43) 公表日	平成18年4月13日 (2006. 4. 13)		ヒューストン 20555 ステイト
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/027950		ハイウェイ 249
(87) 国際公開番号	W02005/034106	(74) 代理人	100075513
(87) 国際公開日	平成17年4月14日 (2005. 4. 14)		弁理士 後藤 政喜
審査請求日	平成17年6月30日 (2005. 6. 30)	(74) 代理人	100084537
(31) 優先権主張番号	10/661,394		弁理士 松田 嘉夫
(32) 優先日	平成15年9月12日 (2003. 9. 12)	(74) 代理人	100078053
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 上野 英夫
早期審査対象出願		(74) 代理人	100120260
			弁理士 飯田 雅昭
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ディスクドライブ合焦装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ディスクドライブ内のアクチュエータに信号を与え、光学系を前記光ディスクドライブ内のディスクのラベル面上に前記ラベル面側から合焦させるためのシステムであって、SUM信号データを記録するためのSUMテーブルと、

前記SUMテーブルからの前記SUM信号データを処理して、誤差項を生成するための誤差項発生部と、

アクチュエータ制御信号を生成するためのアクチュエータ制御信号発生部とを備え、前記アクチュエータ制御信号は以前のアクチュエータ位置、前記誤差項および適応係数の関数であり、前記適応係数は、前記誤差項によって前記以前のアクチュエータ位置が変化する際の許容速度を調節するように構成されることを特徴とするシステム。

【請求項 2】

前記SUMテーブルは、前記ディスクの環帯部分に画像を施す前に更新されるように構成されることを特徴とする、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記アクチュエータ制御信号発生部はさらに、

前記適応係数および前記誤差項を含む入力の変数として係数を生成するための係数発生部と、

生成された前記係数を用いて前記アクチュエータ制御信号を生成するためのフーリエサブルーチンと

10

20

を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記アクチュエータ制御信号発生部はさらに、
 E_k が前記誤差項であり、 μ が前記適応係数である場合に、
 $A_0 = A_0 + (DC_0 * E_k * \mu)$;
 $A_1 = A_1 + (QS_1 * E_k * \mu)$;
 $B_1 = B_1 + (QC_1 * E_k * \mu)$;
 $A_2 = A_2 + (QS_2 * E_k * \mu)$;
 $B_2 = B_2 + (QC_2 * E_k * \mu)$;

を含む係数を生成するように構成される係数発生部と、

生成された前記係数を用いて、前記アクチュエータ制御信号を生成するように構成されるフーリエサブルーチンと

を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

光ディスクドライブ内のディスクのラベル面上に光学系を前記ラベル面側から合焦させるためのプロセッサ実行可能命令を含むプロセッサ読取り可能媒体であって、前記プロセッサ実行可能命令は、

SUM テーブルにデータを書き込むことであって、前記データはディスクセクタに基づいて、かつアクチュエータの、前記ディスクに向かう動きおよび前記ディスクから離れる動きに基づいてグループ化される、書き込むことと、

前記 SUM テーブルからのデータを用いて誤差項を生成することと、

以前のアクチュエータ位置、前記誤差項、及びアクチュエータ制御信号が変化する際の速度に影響を及ぼすために用いられる適応係数の関数として前記アクチュエータ制御信号を生成することと

に関する命令を含むことを特徴とする、プロセッサ読取り可能媒体。

【請求項 6】

前記アクチュエータ制御信号を生成することは、 $W_k(\text{新}) = W_k(\text{旧}) - (\mu * E_k)$ に従って前記アクチュエータ制御信号を計算するための命令を含み、 E_k は前記誤差項であり、 μ は前記適応係数であることを特徴とする、請求項 5 に記載のプロセッサ読取り可能媒体。

【請求項 7】

光ディスクドライブ内のディスクのラベル面上に光学系を前記ラベル面側から合焦させる方法であって、

SUM テーブルにデータを書き込むことであって、前記データはディスクセクタに基づいてグループ化される、データを書き込むことと、

前記 SUM テーブルからのデータを用いて誤差項を生成することと、

前記誤差項と、アクチュエータ制御信号が変化する際の速度に影響を及ぼすように構成される適応係数とを用いて、前記アクチュエータ制御信号を生成することと

を含むことを特徴とする、方法。

【請求項 8】

前記アクチュエータ制御信号を生成することは、

前記適応係数および前記誤差項を含む入力の変数として係数を生成することと、

生成された前記係数を用いて、フーリエ級数を計算し、前記アクチュエータ制御信号を生成することと

を含むことを特徴とする、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

SUM テーブルにデータを書き込む手段であって、前記データはディスクセクタに基づいてグループ化される、データを書き込む手段と、

前記 SUM テーブルからのデータを用いて誤差項を生成する手段と、

前記誤差項と、アクチュエータ制御信号が変化する際の速度に影響を及ぼすように使用

10

20

30

40

50

される適応係数とを用いて、前記アクチュエータ制御信号を生成する手段とを備えることを特徴とする、光ディスクのラベル面に前記ラベル面側から焦点を合わせるための合焦システム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の合焦システムにおいて、

アクチュエータを最初に位置決めするための基準信号を生成する手段をさらに有し、当該の基準信号を生成する手段が、

焦点調節範囲の全体にわたって前記アクチュエータを漸進的に動かす手段と、

前記焦点調節範囲の全体で得られた S U M 信号データ中の最大値を記録する手段と、

前記 S U M 信号データが前記最大値に近くなるような、前記アクチュエータへの入力に従って前記基準信号を設定する手段とを備えることを特徴とする合焦システム。 10

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

C D のデータ面に対してデータの読出しあるいは書込みを行うときに、光ピックアップユニット（O P U）の焦点をプラスチック層の上側表面上に画定されるデータピット上に合わせておくために、従来のように F E S（焦点誤差信号）を用いることにより、閉ループフィードバック回路が動作できるようにする情報が与えられる。

【0002】

しかしながら、最新技術では、C D のラベル面に対して書込みを行い、それにより、画像、テキストおよび／またはグラフィックスを生成することができる。ただし、残念ながら、従来技術では、ディスクのラベル面に焦点を合わせるために F E S を有効に用いることはできない。 20

【0003】

ディスクのラベル面に焦点を合わせる際の最初の問題は、ディスクのラベル面を覆うために用いられる媒体の特性にある程度起因して、F E S 信号が低い信号対雑音比を有することである。信号対雑音比が低いために、閉ループフィードバック回路において構成される F E S 信号を従来どおりに用いても、焦点に集束させるためのアクチュエータフォーカスコイルに対して有効に信号が与えられないであろう。 30

【0004】

従来のように F E S 信号を用いる際の第 2 の問題は、O P U がディスクのラベル面から離れた距離において合焦した状態で静止するようにバイアスをかけられることである。これは、O P U が、ディスクのデータ面の表面から約 1 . 2 mm のところに画定されるデータピットに合焦するように設計されるためである。したがって、ディスクのラベル面に合焦させる場合、結果としてアクチュエータをディスク表面から離れる方向に動かすための D C オフセットを見出さなければならない。

【0005】

さらに、光ディスクドライブ内のディスクの傾斜およびディスクの厚みの変動によって、ディスクが回転する度に一度、正弦変動として現われる傾向がある焦点誤差が生じる。同様に、ディスクが反ることによっても焦点誤差が生み出され、その焦点誤差は、一回転当たり 2 回の正弦変動として現われる可能性がある。有効な閉ループフィードバック回路を用いない場合、これらの焦点誤差の発生源は、結果として、ディスクのラベル面に画像をマーキングするときに、性能を大きく劣化させる可能性がある。 40

【0006】

結果として、O P U をラベル面に合焦させる、新規の改善されたシステムおよび方法が必要とされる。

【発明の開示】

【0007】

システムが光ディスクドライブの光ピックアップユニット内のアクチュエータに信号を 50

与える。1つの実施態様では、SUM信号データ（光ピックアップユニット内に通常存在するクワッドセンサからの出力）がSUMテーブル内に記録される。誤差項発生部がSUMテーブルからのSUM信号データを処理して、誤差項を生成する。アクチュエータ制御信号発生部がアクチュエータの動きを制御するための信号を生成し、その信号は以前のアクチュエータ位置、誤差項および適応係数の関数であり、適応係数は、誤差項によって以前のアクチュエータ位置が変化する際の許容速度に影響を及ぼす。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下に記載される詳細な説明は添付の図面を参照する。それらの図において、参照番号の最も左側の数字（単数または複数）は、その参照番号が最初に現われた図面（図）を特定する。さらに、類似の特徴部および構成要素を参照するために、図面全体を通して同じ参照番号が用いられる。

【0009】

図1は、例示的なディスクドライブおよびコントローラシステム100の幾分概略的な図である。情報面104を有するディスク102が、ラベル面106のマーキングのために位置するように向きが定められる。ディスクはディスクあるいはスピンドルモータ108によって回転し、モータ108はスピンドルコントローラ110によって制御される。レーザビーム112が、レンズ114のような光学系を通過した後に、ディスク102のラベル面106のコーティングされた表面に突き当たる。レーザ116はスレッド118によって支持され、スレッド118はスレッドモータ120によって径方向に動かされる。通常の実用形態では、スレッドモータ120は、スレッドコントローラ122の指示の下で、ラベル領域の径方向内側のエッジからラベル領域の径方向外側のエッジまで、レーザ116を支持するスレッド118を徐々に前進させる。

【0010】

レーザコントローラ124がレーザ116と、関連するトラッキングコイルおよびセンサの動作を制御する。図1の例では、クワッドフォーカスセンサ126は通常4つのセンサを含み、一般的には、レーザとディスクとの間の距離を検出することによって、ある程度合焦を容易にするように設計される。クワッドフォーカスセンサの動作は、図7～図9を参照することにより理解することができる。図7では、A～Dを付される4つのクワッドセンサが示される。クワッドセンサの出力は、FES（焦点誤差信号）およびSUM信号の両方を形成するために用いることができる。FES信号は、 $FES = (V_A + V_C) - (V_B + V_D)$ と定義される。ただし、 V_A はセンサAの電圧であり、それ以外も同様である。SUM信号は、 $SUM = V_A + V_B + V_C + V_D$ と定義される。反射された光700は概ね円形の形状で示されており、それは、各センサが同じように作用を受けることを意味する。したがって、FES信号は概ねゼロ（0）ボルトである。図8および図9は、光学系が合焦点の前側および後側にあることを、反射された光800、900が示している状態を示す。4つのセンサの出力は合成されて、後に説明されるSUM信号が形成される。アクチュエータフォーカスコイル128は、光学系114を調整して、ディスク102よりも近い点およびディスクから遠い点にレーザ116を合焦させるように構成される。

【0011】

コントローラ130が、例示的なディスクドライブおよびコントローラシステム100の動作を制御する。詳細には、コントローラ130は、ファームウェア132内に含まれるような、プログラム文を実行するように構成される。

【0012】

図2は、1つの例示的なフィードフォワードエンジン200を示しており、それは、プロセッサあるいはコントローラ130が実行するための、ファームウェア132内に含まれるプログラム文によって定義することができる。フィードフォワードエンジン200は1つあるいは複数の入力を受信し、出力としてアクチュエータ制御信号202を与え、その信号は、レーザ116、光学系114および関連するアセンブリの焦点を制御するために、アクチュエータフォーカスコイル128（図1）に供給することができる。例示的な

10

20

30

40

50

フィードフォワードエンジン200は、クワッドフォーカスセンサ126（図1）からのSUM信号204、および光ドライブ100（図1）内のディスク102（図1）の角度方向を示す角度 θ 206を含む入力を受信する。いくつかのインプリメンテーションでは、係数 μ 208もフィードフォワードエンジンに与えられる。後にさらに詳細に示されるように、係数 μ は、SUM信号204を用いて、アクチュエータフォーカスコイル128に印加される電流電圧を変更する際の速度バランスをとる。SUM信号がアクチュエータコイル128への電圧入力の現在の値に過度に影響を及ぼすことが許されていると、アクチュエータコイル128が激しく動きすぎるので、ディスクのラベル表面106にレーザを集束、すなわち合焦させることができないということを理解することによって、 μ 入力208の値をさらに十分に理解することができる。SUM信号の値が激しく動くことによって引き起こされる変化を抑えるために μ を用いなかったなら、最悪の状況では、フォーカスレベルは、SUM信号を検出することができる領域から外れる可能性がある。これによって、焦点を全く合わせられなくなる。しかしながら、SUM信号がアクチュエータコイル128への電圧入力の現在の値に影響を及ぼさないように、過度に抑圧される場合には、レーザは変化している状態に十分に迅速に応答できなくなり、焦点を合わせ損なう可能性がある。したがって、 μ 入力208の値は、具体的な応用形態に基づいて、結果として適当に合焦するように選択されるべきである。

10

【0013】

ベースラインアクチュエータ位置決めルーチン210が、アクチュエータフォーカスコイル128に印加するための基準電圧レベルを決定するように構成され、結果として、関連する基準アクチュエータ位置および合焦光学系位置が決定される。アクチュエータ128は固有の初期あるいは静止時位置を有し、その位置は、コイルに印加される固有あるいはデフォルト電圧を反映していてもよく、あるいはコイルが初期電圧レベルにおいて「浮く」ことを許されることを反映していてもよい。結果として、アクチュエータによって動かされる合焦光学系は、固有のデフォルトあるいは静止時焦点を有する。1つには、光学系114はディスク内部の場所に合焦するように設計されるので、アクチュエータ128および光学系114の静止時位置は通常ディスクに近すぎるので、アクチュエータ128に信号を加えなければ、ディスク表面106に適当に合焦させることができない。結果として、基準電圧を設定することが有益であり、アクチュエータコイル128にその電圧を印加する結果として、光学系114がディスク102の表面106に概ね合焦するようになる。したがって、ベースラインアクチュエータ位置決めルーチン210は、基準電圧レベルを決定する。多くの場合に基準電圧はAC成分を有し、すなわち基準電圧は、ディスクの角度方向（すなわち回転）の関数として変化する場合がある。そのようなAC成分は、図3のセクタに従って、すなわちディスクの角度方向の関数として変化しうる。ディスクが反っている場合、くさび状になっている場合、あるいはそれとは異なる形態で不完全である場合であっても、そのようなAC成分によって、基準電圧はアクチュエータフォーカスコイル128を変化させて、光学系114の焦点をディスク102の表面106上に維持できるようになる。

20

30

【0014】

第1の例示的な実施態様では、ベースラインアクチュエータ位置決めルーチン210は、アクチュエータコイル128に初期電圧を印加するように構成され、アクチュエータコイルに通常組み込まれる初期設計条件を是正するように計算された量だけ、光学系114の焦点をディスク102（図1）から離れる方向に動かす。所期設計条件では、データの読出しおよび書込みを容易にするために、焦点はプラスチックディスク102の内部にあるはずである。しかしながら、ディスクをラベリングする場合、焦点はディスク表面上になければならない。したがって、結果としてアクチュエータコイル128を動かし、それに応じて光学系114の焦点を変更し、焦点を光ディスク102の厚みの何分の1かだけ適当に後退させて、それにより焦点がディスク102の（概ね）表面106上にくるように、基準電圧を推定することができる。

40

【0015】

50

ベースライン位置決めルーチン210の上記の第1の例示的なインプリメンテーションは、第1に、光学系114がディスク102の表面106下の既知の深さにある点に合焦することが前提となっており、第2に、焦点をディスクの表面に動かすための電圧を計算することができることが前提となっている。ベースライン位置決めルーチン210の第2のインプリメンテーションは対物距離の測定を用いることに基づく。ベースラインアクチュエータ位置決めルーチン210は、焦点範囲の全体にわたって、すなわち近すぎる合焦から離れすぎた合焦までの範囲にわたって光学系114を動かすように構成される。ベースラインアクチュエータ位置決めルーチン210は、この範囲にわたってアクチュエータコイル128を徐々に動かして、SUMから得られる値を記録するように構成される。アクチュエータコイル128に対して或る範囲の電圧を印加し、合焦光学系を動かすのを終了したとき、SUM信号の最大値が記録される。この値は、光学系の焦点が概ね合っているときに生じているものと仮定することができる。さらに、結果として光学系を位置決めした電圧は、基準電圧と考えることができる。

10

【0016】

別法では、アクチュエータフォーカスコイル128の動作に含まれる誤差を相殺するために、SUM信号が、最初にアクチュエータコイル128に対して電圧を徐々に増やしながら印加している間に記録された最大値の約75%（概数）になるまで、アクチュエータフォーカスコイルに印加されるDC電圧を再び徐々に増やして、光学系114を動かすことができる。このDC電圧レベルは、基準電圧レベルとして用いることができる。

【0017】

20

ディスクの異なるセクタに対しては、もし必要なら、異なる基準電圧を割り当てられることができることに留意されたい。たとえば、先に説明されたベースライン位置決めルーチン210の第2のインプリメンテーションは、光ディスク102上で任意に画定されたセクタ毎に個別に実施されることができる。したがって、基準電圧は交流成分を含むことができる。

【0018】

フィードフォワードエンジン200はSUM値テーブル212を作成することができる。1つの例示的なSUM値テーブルは、ディスク102のセクタ毎に、基準位置から両方向（すなわち、ディスクに向かう方向およびディスクから離れる方向）にアクチュエータを動かすためのSUM信号の値を含む。1つの例示的なSUMテーブル212の詳細が以下の表1に示される。表1は数多くの細目を示すが、それは例示にすぎない。たとえば、例示される概念との整合性を保持しながら、定義されるセクタの数および得られるサンプルを容易に変更することができる。同様に、列4および5は概念を例示するためのものであり、通常は作成されない。同様に、列2および3は、2つの列の差（たとえば、列2の値－列3の値）を含む1つの列で置き換えることができる。

30

【0019】

【表 1】

セクタ	近づく	遠ざかる	サンプル	復帰
1	X1	Y1	0-24	25-49
2	X2	Y2	50-74	75-99
3	X3	Y3	100-124	125-149
4	X4	Y4	150-174	175-199
5	X5	Y5	200-224	225-249
6	X6	Y6	250-274	275-299
7	X7	Y7	300-324	325-349
8	X8	Y8	350-374	375-399

10

【0020】

手短に述べると、表1は8つのセクタ（表内の8つの行に注目されたい）を有するディスクに関連付けられるデータを示す。簡単に図3を参照すると、例示にすぎないが、ディスク102には8つのセクタ302～316が存在することがわかる。列2および3は、所与のセクタがクワッドフォーカスセンサ126（図1）を通り過ぎたときの、SUM信号の和を表す数を記載する（クワッド光センサの出力が合成されてSUM信号が形成されるという事実によって、SUM信号はそう呼ばれることを思い起こされたい）。列2内のSUM信号の合計された値は、アクチュエータが基準位置からディスクに向かう方向に焦点を動かしたときに得られるものであり、列3内のSUM信号の合計された値は、アクチュエータがディスクから離れる方向に焦点を動かしたときに得られるものである。列4および5は、ディスクが1回転当たり400回サンプリングされる（すなわち、SUM信号が1回転当たり400回読み出される）状況で、サンプリングが実際には列4に示されるようにのみ行われることを示す。列5に示されるサンプル位置ではクワッドセンサを通り過ぎてしまっているため、サンプリングは行われない。代わりに、アクチュエータは基準位置に戻る。

20

30

【0021】

クワッドフォーカスセンサ126の動作は、図4を手短に参照することにより、さらに理解を深めることができる。クワッドセンサ126（図1を参照）は通常、レーザ光112の反射に応答する光センサである。SUM信号204は、クワッドセンサ126の出力の和である。1つの例示的なSUM信号400が、図4の枠204の右に示される。SUM信号は、光学系114～116の焦点が外れている場合には0である。光学系が動いて焦点が合うとき、SUM信号が正の値になる。SUM信号400は例示にすぎないことに留意されたい。実際のSUM信号はかなりの雑音を含むであろう。SUM信号は、元々はアナログであるが、通常、A/Dコンバータ402によってデジタル値に変換される。SUM信号のデジタル値は、後に示されるように、SUM値テーブル212の列2および3に挿入するのに適している。図4は後に、誤差項の生成に関してさらに説明されるであろう。

40

【0022】

表1はSUMテーブル212の例示的な内容を示しており、それは、誤差項を生成する際に用いるための、そして最終的には、アクチュエータフォーカスコイル128によって使用するためのアクチュエータ制御信号202を生成するためのSUMデータを記録する。表1の第1の列は、表1の各行がディスク102の8つのセクタのうちの1つに関する情報を与えることを示す。図3に示される8つのセクタ302～316は、任意に形成されており、別の数のセクタを用いることもできることを思い起こされたい。

【0023】

50

表1の列2は、アクチュエータが光学系114を調整し、ディスクに向かって焦点を動かしているときに（すなわち、焦点が基準位置からディスクに向かう方向に動かされているときに）、指示されたセクタ（すなわち、クワッドフォーカスセンサ126のところを回転する、ディスクのセクタ）内で得られたSUM信号値の和を表す値X1～X8を与える。同様に、表1の列3は、アクチュエータ128が光学系をディスクから離れる方向に動かすときに、指示されたセクタ内で得られたSUM信号値の和のための値Y1～Y8を与える。列2は、ディスクの1回目の回転に関連するSUM信号の測定値に関連していて良く、一方、列3は、ディスクの2回目の回転に関連するSUM信号の測定に関連してよい。列2および3はSUMデータを含むが、実際にはこれらの列を保持する必要はないことに留意されたい。代わりに、列2データは、列3の項が利用できるようになった時点で、列2の項と列3の項との差で直ちに置き換えられることができる。後に示されるように、列2と列3との間の差は、SUM曲線（図4を参照）の勾配を表しており、それゆえ誤差項を表している。

10

【0024】

後にさらに詳細に示されるように、列2および3内の値の相対的なサイズは、光学系114～116の焦点を改善するのに、ディスクに向かう方向に動かすか（列2）、ディスクから離れる方向に動かすか（列3）を指示する。したがって、列2に示されるSUM信号サンプルの和が大きな値であるということは、アクチュエータおよび焦点をディスクに向かって動かすことにより焦点が改善されることを示すであろう。同様に、列3に示されるSUM信号サンプルの和が大きな値であるということは、アクチュエータおよび焦点をディスクから離れる方向に動かすことにより焦点が改善されることを示すであろう。

20

【0025】

列4および列5は、ディスク上にサンプル位置が400（任意に選択される数）あることを示す。各セクタに関連付けられる全50サンプル位置のうちの最初の25サンプルのみがサンプリングされる。各セクタに関連付けられる全50サンプル位置のうちの次の25サンプルはサンプリングされない。代わりに、これらのサンプル位置は、ディスク102が回転するときに、クワッドフォーカスセンサ126を通り過ぎるので、アクチュエータ128は、次のセクタ上の25箇所の位置においてSUM信号をサンプリングする前に、光学系114を基準位置に戻すことを許される。したがって、列4は、サンプルが得られたサンプル位置を示す。列5は、用いられないサンプル位置を示しており、アクチュエータ128および光学系114は、基準位置に戻ることを許される。列4および列5内の情報は現実には例示的および教示的なものであり、実際のテーブル212はこの情報を含まない場合があることに留意されたい。

30

【0026】

再び図2を参照すると、誤差項発生部214が、SUM値テーブルからの値を用いて、誤差項406（図4）を生成するように構成される。図4に示されるように、所与のセクタの場合のXおよびY値は、406においてテーブル212から削除される。誤差項発生部214は、差 $X_n - Y_n$ を計算し、それにより結果として誤差項404を生成するための命令文、手順あるいはコードを含む。後に示されるように、誤差項はE_kと呼ばれる場合がある。誤差項はその個々のセクタ内で用いることを対象にしていること、およびディスク上にさらに多くのセクタを、かつ上記のSUMテーブル内にさらに多くの行を任意に規定することにより、その誤差項よりもさらに優れた制御を達成できることに留意されたい。

40

【0027】

大部分の実施態様では、ディスク102の表面106は、ディスク上の一連の環状部、すなわちドーナツ形の領域に画像を施すことによりラベリングされる。これは、誤差をディスクの半径の関数にすることができるので有利である。したがって、1つの環状部の終了時に、SUMテーブル214は更新され、それにより、誤差項E_kのための新たな値を計算できるようになる。誤差項のための新たな値が得られたとき、画像のさらに別の部分を、ディスク102の表面106のさらに別の環状部に施すことができる。こうして、S

50

UMテーブル212は、径方向に距離を増やす（すなわち、スレッド118およびレーザ116によってディスク102の中央から徐々に動かされる）のに応じて周期的に更新される。SUM値を得る際は、レーザの強度を下げて、SUMデータを収集する過程においてディスクがマーキングされるのを避けなければならないであろう。

【0028】

アクチュエータ制御信号発生部216が、アクチュエータフォーカスコイル128に加えられる信号202を生成する。実用的な応用形態では、信号発生部216の出力は通常デジタル値であり、それは、アクチュエータフォーカスコイル128に結合するためにDAC（デジタル／アナログコンバータ）によってアナログ信号に変換される。

【0029】

アクチュエータ制御信号発生部216は数多くの方法で構成することができる。第1の実施形態では、係数発生部218がフーリエ級数のための係数を生成するように構成され、フーリエサブルーチン220が、生成された係数を利用して、アクチュエータフォーカスコイルに加えるための信号を生成するように構成される。たとえば、5つの項を有するフーリエ級数が用いられる場合、以下の式に従って5つの係数を生成することができる。

【0030】

$$A_0(\text{新}) = A_0(\text{旧}) + (DC_0 * E_k * \mu)$$

$$A_1(\text{新}) = A_1(\text{旧}) + (QS_1 * E_k * \mu)$$

$$B_1(\text{新}) = B_1(\text{旧}) + (QC_1 * E_k * \mu)$$

$$A_2(\text{新}) = A_2(\text{旧}) + (QS_2 * E_k * \mu)$$

$$B_2(\text{新}) = B_2(\text{旧}) + (QC_2 * E_k * \mu)$$

上記の式は、5つの以前の古い係数（たとえば $A_0(\text{旧})$ ）を用いて、5つの新たな係数（たとえば $A_0(\text{新})$ ）を与える。たとえば、1つのインプリメンテーションでは、係数毎の新たな値が、ディスク102の1回転当たり400回計算される。ディスクが回転するのに応じて、レーザの焦点がその時点で合っているディスクのセクタに従って、誤差項 E_k が変化するであろう。さらに、正弦項（ $QS_1 \sim QC_2$ ）の値が、ディスクの回転の角度が変化することによって変化するであろう。 A_0 の初期値は、ベースラインアクチュエータ位置決めルーチン210によって計算される基準値であり、 $A_1 \sim B_2$ のための初期値は0であることに留意されたい。

【0031】

上記の式は A_0 を用いて、第1の非正弦項のための係数、すなわち公称DC電圧レベル（ DC_0 ）を表す。項 A_n および B_n は、それぞれ正弦項「 n 」のための係数を表す。 QS_1 あるいは QC_2 のかたちの項は、示されるように、第1あるいは第2の高調波の正弦あるいは余弦の値に対応し、正弦関数に適用される角度は、ディスクドライブ内のディスクの回転角（すなわち、角度方向）である。正弦あるいは余弦の角度は通常、1、2などのスカラーによって乗算され、その結果、係数は異なる周波数を有することに留意されたい。たとえば、 QS_1 は $\sin(\theta)$ にすることができ、 QC_2 は $\cos(2 * \theta)$ にすることができる。適応係数 μ は、誤差係数 E_k が新たな係数の値を変更できる速度に関係する。たとえば、 μ は、 $A_1(\text{新})$ と $A_1(\text{旧})$ との間でどの程度の変化が可能であるかに影響を及ぼす。

【0032】

フーリエサブルーチン220は、係数発生部218からの係数と、ディスクの回転角とを用いて、アクチュエータ制御信号202を生成するように構成される。以下の式に従って、新たな係数を適用することができる。

【0033】

$$\text{アクチュエータ制御信号} = (A_0 * DC_0) + (A_1 * QS_1) + (B_1 * QC_1) + (A_2 * QS_2) + (B_2 * QC_2)$$

この場合、たとえば QS_1 および QC_2 はそれぞれ、所与の値の角度 θ および 2θ に対する正弦値および余弦値で、第1および第2の高調波のためのものである。

【0034】

10

20

30

40

50

別の実施態様では、アクチュエータ制御信号発生部 216 は、係数およびフーリエ級数を用いることなく実施することができる。そのようなさらに一般化されたフィードフォワード方式を実施することができ、その場合、フィードフォワード信号に対する所定の形状は定義されない。短い時間毎に、ディスクの回転において 1 つの点で開始し、ディスクが回転して再びその点に戻ったときに終了する短い一区切りのシーケンスをメモリに記憶することができる。このシーケンス内の各部分は、最小二乗平均 (LMS) アルゴリズムによって更新されるが、今度は、そのアルゴリズムは $W_k(\text{新}) = W_k(\text{旧}) - \mu * E_k$ になるであろう。

【0035】

上記の等式は、低い周波数の回転速度（たとえばディスク 102 の 300 rpm 程度の回転速度）および低いサンプリングレートの場合に良好に機能する傾向があることに留意されたい。ディスク回転速度およびサンプリングレートが低い結果として、アクチュエータの動きがアクチュエータ共振周波数より低くなる傾向がある。しかしながら、アクチュエータの共振周波数は、より高いディスク速度（すなわちより高いディスク rpm）およびより高いサンプリングレートにおいて、焦点を合わせ損なうことに繋がる場合がある。すなわち、より高いディスク回転速度では、アクチュエータの共振周波数が考慮されなければならない。そうでなければ、アクチュエータへの入力、予想される出力を生成なくなり、すなわち光学系を動かして焦点に合わせる出力が得られなくなるであろう。フーリエ級数によるインプリメンテーションの場合、1 回転の第 1、第 2 あるいは第 3 の高調波がフォーカスアクチュエータの第 1 のサスペンション共振（約 45 Hz）よりも高い場所までスピンドル速度が増加する場合には、あるいはさらに高い高調波が用いられることになる場合には、 $E_k * \mu$ 積によって乗算される正弦あるいは余弦波の値も、その入力に対してアクチュエータが応答する値だけ位相シフトされる必要があるであろう。アクチュエータ制御信号において、そのように項を位相シフトすることにより、アクチュエータ共振が減少することになる。たとえば、以下の式が成り立つ。

【0036】

$$A_1(\text{新}) = A_1(\text{旧}) + (Q_{S1}(\theta) * E_k * \mu)$$

ただし $Q_{S1}(\theta)$ は、 Q_{S1} を、周波数 Q_{S1} におけるアクチュエータの位相シフトだけ位相シフトしたものに等しい。上記の式に示されるように、アクチュエータ制御信号内の項の位相は、アクチュエータ高調波（たとえば、アクチュエータ共振周波数）を補償するために必要な程度までシフトされる。これは、光ディスクドライブのディスク角速度が十分に速い場合に、あるいは SUM 信号のサンプリングレートが十分に高い場合に、あるいはその両方の組み合わせにおいて必要な場合がある。たとえば、例示的なディスク速度 (rpm) およびサンプリングレートは、アクチュエータ制御信号が位相シフトされる度合いに関連付けられることができる。適用される位相シフトの度合いは一般的に、入手可能なアクチュエータにおいて実験によって決定されなければならないであろう。したがって、テーブルを用いて、ディスク速度 rpm とアクチュエータ制御信号の位相シフトとを関連付けることができる。

【0037】

さらに一般化された非フーリエ級数のインプリメンテーションの場合、サンプリングレートが共振周波数よりも大きくなる場合には、アクチュエータ共振を補償することが必要とされる場合がある。これは、各 W_k を適応させる前に、 E_k 値を、アクチュエータ周波数応答を反転したものからなるデジタルフィルタモデルでもってフィルタリングすることにより果たすことができる。適応アルゴリズム $W_k(\text{新}) = W_k(\text{旧}) - \mu * E_k$ に適用する前に、 E_k 値を逆フィルタ関数に通すことにより、アクチュエータ共振の影響が概ね相殺される。

【0038】

アクチュエータ共振周波数の問題に対処するための上記の方法に対する他の代替形態も存在する。たとえば、適応的 LMS（最小二乗平均）フィルタリングに関するアルゴリ

10

20

30

40

50

ズムにおいて知られている、フィルタード X手法を用いることができる。

【0039】

図5の流れ図はさらに別の例示的なインプリメンテーションを示しており、方法500を用いて、光ディスクドライブ100の光学系が合焦される。その方法の各要素は、任意の所望の手段によって、たとえば、ディスク、ROMあるいは他のメモリデバイスのようなプロセッサ読取り可能媒体上で規定されるプロセッサ読取り可能命令を実行することによって、あるいは特定用途向け集積回路（ASIC）あるいは他のハードウェアデバイスの動作によって、実行することができる。1つの実施態様では、ROMが図1のファームウェア132を含むことができ、それにより、図5の流れ図に示される例示的な方法のような方法に従って、図2のフィードフォワードエンジン200を実施することができる。代替的な実施態様では、ASICが、フィードフォワードエンジン200を実施するロジックを含むことができる。また、任意のブロックに記載される動作は、他のブロックに記載される動作と同時に実行しても、別の順序で行っても、あるいは動作を2つ以上の他のブロックと関連付けるようにして分散させてもよい。

10

【0040】

ブロック502では、基準アクチュエータ制御信号が生成される。基準アクチュエータ制御信号は、アクチュエータフォーカスコイル128に加えられるときに、クワッドフォーカスセンサ126から得られるSUM信号が0とならないよう十分にレーザを合焦させる。基準アクチュエータ制御信号は数多くの方法で生成することができる。たとえば、上記のベースラインアクチュエータ位置決めルーチン210の第1の例示的な実施形態を用いることができる。その方法では、静止時の焦点の場所、およびアクチュエータフォーカスコイル128に与えて、焦点をディスク102の表面106に動かすために必要とされる信号に関してなされる仮定によって、基準アクチュエータ信号が生成されたことを思い起こされたい。別法では、上記のベースラインアクチュエータ位置決めルーチン210の第2の例示的な実施形態を用いることができる。その方法では、或る範囲の電圧がアクチュエータフォーカスコイル128に印加され、SUM信号が監視されたことを思い起こされたい。SUM信号の概ね最適な値に関連付けられる、フォーカスアクチュエータコイル128に加えられる信号は、高いSUM値が記録されるようになる信号を用いることによって、あるいはアクチュエータコイル128に印加される電圧を徐々に変化させて、SUM信号が高いSUM値に近いときにコイル128に印加される電圧を、基準電圧として選択することによって得られた。

20

30

【0041】

ブロック504では、SUMテーブル212にデータが書き込まれる。SUMテーブル212の例示的な詳細は先に表1に示された。1つの実施態様では、フィードフォワードエンジン200を用いて、SUMテーブル212にデータを書き込むことができる。基準アクチュエータ制御信号をアクチュエータフォーカスコイル128に加えることにより、光学系114を動かし、ディスク102の表面106の近くにレーザ112を合焦させることができる。ディスクが回転する場合、フィードフォワードエンジン200あるいは他の制御手順が、個別のステップにおいて、基準アクチュエータ制御信号に重畳し、焦点をディスク102の表面106に向かって漸進的に動かす信号を加える。焦点がディスクに向かって動かされるのに応じて、第1のセクタがSUM信号を生成するクワッドフォーカスセンサ126を通過し、SUM信号の多数のサンプル（たとえば25）が得られ、合計される。その数は、先に説明されたように、テーブル212に挿入される。その後、基準アクチュエータ制御信号が再びアクチュエータフォーカスコイル128に加えられて、光学系が基準焦点に戻ることができるようにする。ディスクが回転し続けるとき、第1のセクタに隣接する第2のセクタがクワッドフォーカスセンサ126に隣接する位置に動いて、読み取られたSUM値の合計を求めて、光学系が基準位置に戻ることができるようにする過程が繰り返される。後続のセクタも同じようにサンプリングされ、SUM値テーブル212の列2が記入される。ディスク102の2回目の回転中に、基準アクチュエータ制御信号に或る信号が重畳され、アクチュエータフォーカスコイル128に加えられて、光

40

50

学系をディスク102の表面106から離れる方向に漸進的に動かす。それに応じて、テーブル212の列3を記入することができる。

【0042】

ブロック506では、SUMテーブル212からのデータを用いて、誤差項が生成される。詳細には、誤差項は、誤差項発生部214によって生成することができる。上記の誤差項発生部214の構造の説明に示されたように、誤差項は、表1の列2および列3のSUM値の合計の差を求めることにより生成することができる。たとえば、焦点をディスク102から離れる方向に動かすことに関連付けられるSUM信号（表1の列3に示される）の合計を、焦点をディスクに向かって動かすことに関連付けられるSUM信号（表1の列2に示される）の合計から減算することにより、第1のセクタに関連付けられる誤差項あるいは項を求めることができる。ディスクのセクタ毎の誤差項あるいは値は、同じようにして、SUM項の差として計算することができる。

10

【0043】

ブロック508では、誤差項および他の項を用いて、アクチュエータ制御信号202が生成される。詳細には、アクチュエータ制御信号202は、フィードフォワードエンジン200のアクチュエータ制御信号発生部216によって生成することができる。アクチュエータ制御信号202が生成される方法の多数の例示的な、代替の、および／または相補的なインプリメンテーションが図6に示される。ブロック602におけるインプリメンテーションでは、係数が生成され、フーリエ級数が合計される。先に示されたように、係数発生部216が、フーリエ級数において用いるための係数を生成することができる。フーリエサブルーチン220が、その係数およびディスクの角度方向206の値を用いて、アクチュエータ制御信号202を決定する。係数発生部216によって更新されたこのアクチュエータ制御信号は、次の適応サイクルのための新たな基準信号になる。

20

【0044】

ブロック604に示される、ディスクの回転速度がアクチュエータコイルのサスペンション共振と相互作用するほど十分に高い場合のオプションのインプリメンテーションでは、係数発生部218を変更して、その相互作用を補償することができる。このオプションのインプリメンテーションは、先の図2の説明において、係数発生部218を参照しながら説明された。

【0045】

ブロック606に示されるさらに別のオプションのインプリメンテーションでは、アクチュエータ制御信号発生部216を、フーリエ係数およびフーリエ級数を用いことなく実施することができる。先に示されたように、そのような一般化されたフィードフォワード方式を実施することができ、その場合には、フィードフォワード信号に対する所定の形状は定義されない。

30

【0046】

図5に戻ると、ブロック510では、ディスクの1つの環帯部分がラベリングされる。ディスクが回転すると、アクチュエータ制御信号202がアクチュエータフォーカスコイル128に加えられる。それに応じて、光学系114が、レーザ116の焦点をディスク102の表面106上に合わせ続ける。その際、レーザビーム112が、表面106のコーティング上に画像を画定することができる。1つの実施態様では、画像が施される環帯部分は、ディスクの32回転に関連付けられる。その環帯部分が終了すると、ブロック504～510が繰り返される。それらのブロックは、1つの画像がディスクの表面106に完全に施されるまで繰り返される。

40

【0047】

上記の開示は構造的な特徴および／または方法論的なステップに特有の言葉で説明されてきたが、添付の特許請求の範囲が説明された特定の特徴あるいはステップに限定されないことは理解されたい。むしろ、特定の特徴およびステップは、この開示を実施する例示的な形態である。たとえば、流れ図のブロックにおいて説明される動作は、他のブロックにおいて説明される動作と同時に実行しても、その動作を別の順序で行っても、あるいは

50

複数の動作を2つ以上の他のブロックに関連付けるように分散させてもよい。さらに、開示される方法の要素は所望のように実行されることが意図されており、コンピュータおよび／またはプロセッサによって実行され、通常ファームウェア132内に配置され、ROM、ディスクあるいはCD ROMのようなコンピュータあるいはプロセッサ読取り可能媒体から読み出される、コンピュータあるいはプロセッサ読取り可能命令が好ましいが、特定用途向けゲートアレイ（ASIC）あるいは類似のハードウェア構造を代わりに用いることができることは理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】 光ディスクドライブの1つの例示的な実施態様の概略図である。

10

【図2】 図1の光ディスクドライブの概略図のファームウェア内に含まれるフィードフォワードエンジンの1つの例示的なインプリメンテーションを示すブロック図である。

【図3】 ディスクを複数のセクタに分割することを例示する、光ディスクの図である。

【図4】 フィードフォワードエンジンの一部の1つの例示的なインプリメンテーションを示すブロック図である。

【図5】 光ドライブ内の合焦光学系の1つの例示的なインプリメンテーションを示す流れ図である。

【図6】 図5の流れ図の一部をさらに詳細に示す流れ図である。

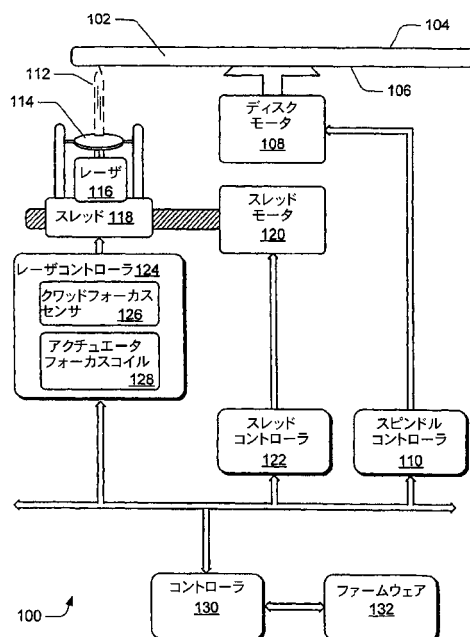
【図7】 合焦状態を示す、クワッドセンサの概略図である。

【図8】 光学系の合焦が焦点に対して近すぎる焦点外れの状態をクワッドセンサが検出する、図7と同様の図である。

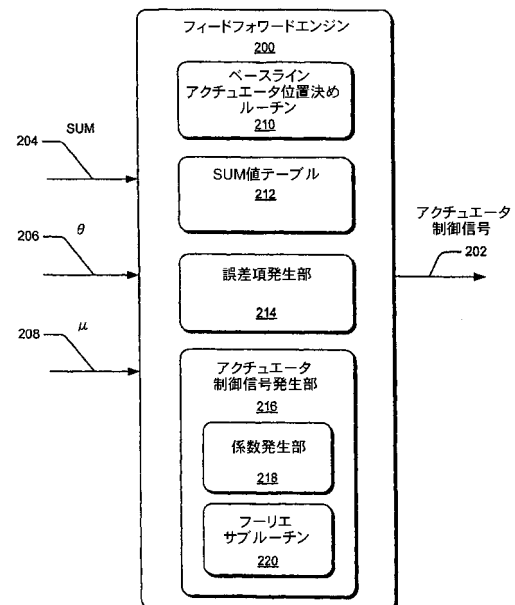
20

【図9】 光学系の合焦が焦点に対して遠すぎる焦点外れの状態をクワッドセンサが検出する、図7と同様の図である。

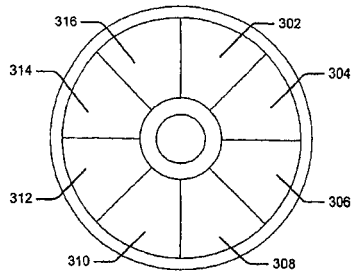
【図1】



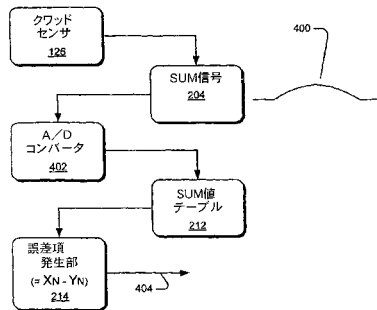
【図2】



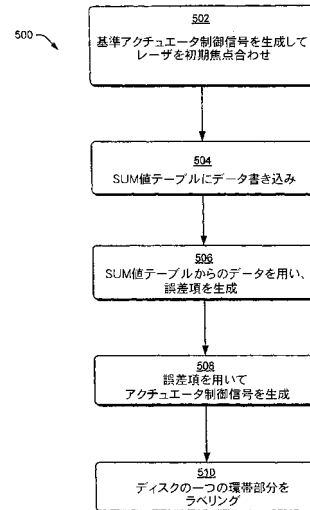
【図 3】



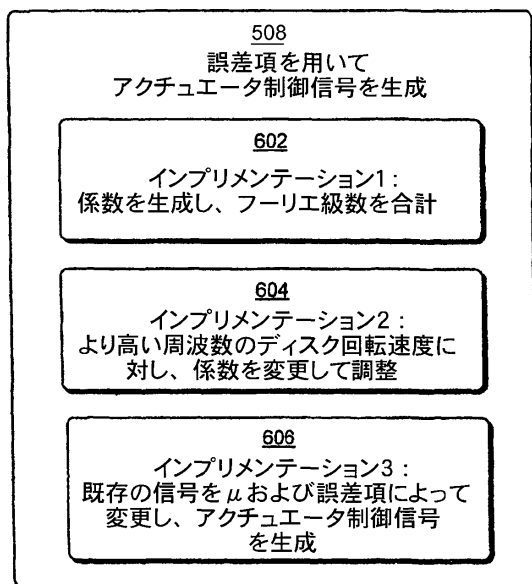
【図 4】



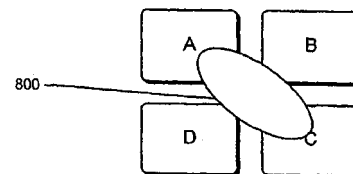
【図 5】



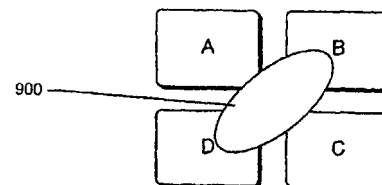
【図 6】



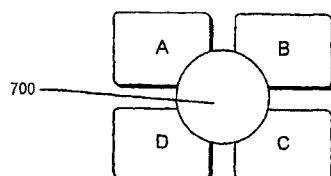
【図 8】



【図 9】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 ハンクス, ダーウィン, ミッチェル
アメリカ合衆国 コロラド 80525 フォート・コリンズ アシュマウント・ドライヴ 37
06
- (72)発明者 サルコ, マイク
アメリカ合衆国 オレゴン 97408 ユージーン マット・ドライヴ 2975
- (72)発明者 ヴァン ブロックリン, アンドリュー, エル.
アメリカ合衆国 オレゴン 97330 コーヴァリス ノース・ウェスト・ハッピー・ヴァレー
・ドライヴ 6050

審査官 五貫 昭一

- (56)参考文献 特開2003-242669 (JP, A)
特開2004-55076 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 7/09
G11B 7/095
G11B 7/0045