

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-25858

(P2013-25858A)

(43) 公開日 平成25年2月4日(2013.2.4)

(51) Int.Cl.

G 11 B 21/21

(2006.01)

F 1

G 11 B 21/21

M

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2012-10626 (P2012-10626)
 (22) 出願日 平成24年1月23日 (2012.1.23)
 (31) 優先権主張番号 13/185,562
 (32) 優先日 平成23年7月19日 (2011.7.19)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 508243639
 エルエスアイ コーポレーション
 アメリカ合衆国 95035 カリフォルニア, ミルピタス, バーバー レーン 1
 621
 (74) 代理人 100088904
 弁理士 原司 隆
 (74) 代理人 100124453
 弁理士 賀延 由利子
 (74) 代理人 100135208
 弁理士 大杉 輔也
 (74) 代理人 100152319
 弁理士 曽我 亜紀

最終頁に続く

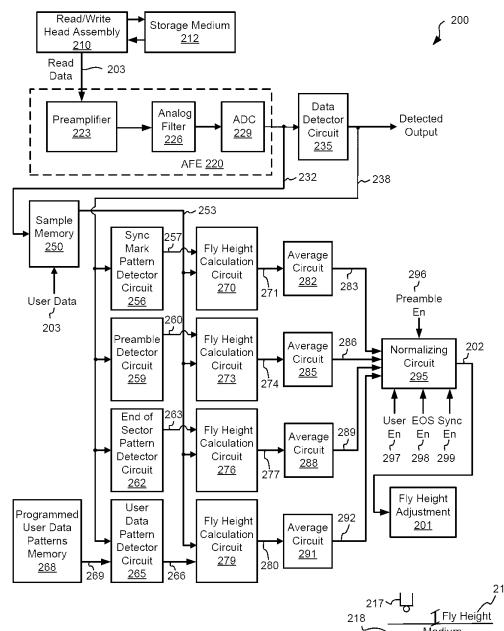
(54) 【発明の名称】ユーザーデータに基づくフライハイト計算のためのシステム及び方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】読み取り/書き込みヘッドのフライハイトをユーザデータに基づいて正確に予測し、計算するシステムおよび方法を提供する。

【解決手段】ユーザデータ内の第1のパターンに対応するデータを用いて第1のフライハイトを計算し、さらに平均化された出力を得る第1の平均化回路と、ユーザデータ内の第2のパターンに対応するデータを用いて第2のフライハイトを計算し、さらに平均化された出力を得る第2の平均化回路と、少なくとも第1の平均化された出力および第2の平均化された出力を結合して複合フライハイト値を得る結合回路とを備える。第1のパターンは第1の周期的なパターンであり、第2のパターンは第2の周期的なパターンであることが望ましい。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

フライハイト値を計算する回路であって、

受信したデータセット内の第1のパターンを識別するように動作可能な第1パターン検出器回路であって、該受信したデータセットは第1のサーボデータ領域と第2のサーボデータ領域との間に配置されたユーザーデータに対応する、第1パターン検出器回路と、

該第1のパターンに対応するデータ値を用いて第1のフライハイトを計算し、第1パターンフライハイト出力を得るように動作可能な第1パターンフライハイト計算回路と、

該第1パターンフライハイト出力を該第1のフライハイト出力の他のインスタンスで平均化し、第1の平均化された出力を得るように動作可能な第1の平均化回路と、

該受信したデータセット内の第2のパターンを識別するように動作可能な第2パターン検出器回路と、

該第2のパターンに対応するデータ値を用いて第2のフライハイトを計算して第2パターンフライハイト出力を得るように動作可能な第2パターンフライハイト計算回路と、

該第2パターンフライハイト出力を該第2パターンフライハイト出力の他のインスタンスで平均化し、第2の平均化された出力を得るように動作可能な第2の平均化回路と、

少なくとも該第1の平均化された出力及び該第2の平均化された出力を結合して複合フライハイト値を得るように動作可能な結合回路と、

を備える、フライハイト値を計算する回路。

【請求項 2】

第1のパターンは第1の周期的パターンであり、該第2のパターンは第2の周期的パターンである、請求項1に記載の回路。

【請求項 3】

第1のパターンは、ユーザーデータ領域内の同期マークパターン、プリアンブルパターン、セクター終了パターン、及び所定のパターンからなる群から選択される、請求項1に記載の回路。

【請求項 4】

第2のパターンは、ユーザーデータ領域内の同期マークパターン、プリアンブルパターン、セクター終了パターン、及び所定のパターンからなる群から選択される、請求項1に記載の回路。

【請求項 5】

結合回路は、該少なくとも該第1の平均化された出力及び該第2の平均化された出力を1に正規化するように動作可能である、請求項1に記載の回路。

【請求項 6】

結合回路は、

該第1の平均化された出力に第1の重み係数を乗算して第1の加重値を得て、

該第2の平均化された出力に第2の重み係数を乗算して第2の加重値を得て、

少なくとも該第1の加重値及び該第2の加重値を合算して該複合フライハイト値を得るように動作可能である、請求項1に記載の回路。

【請求項 7】

回路は集積回路の一部として実装される、請求項1に記載の回路。

【請求項 8】

回路はストレージデバイスの一部として実装される、請求項1に記載の回路。

【請求項 9】

第1のパターンは同期パターンであり、該第2のパターンはセクター終了パターンである、請求項1に記載の回路。

【請求項 10】

回路は、

該受信したデータセット内のプリアンブルパターンを識別するように動作可能なプリアンブルパターン検出器回路と、

10

20

30

40

50

該プリアンブルパターンに対応するデータ値を用いて第3のフライハイトを計算し、第3パターンフライハイト出力を得るように動作可能な第3パターンフライハイト計算回路と、

該第3パターンフライハイト出力を該第3のフライハイト出力の他のインスタンスで平均化して第3の平均化された出力を得るように動作可能な第3の平均化回路と、
を更に備え、該結合回路は、少なくとも該第1の平均化された出力、該第2の平均化された出力、及び該第3の平均化された出力を結合して該複合フライハイト値を得るように更に動作可能である、請求項9に記載の回路。

【請求項11】

受信したデータセット内の所定のパターンを識別するように動作可能なユーザーデータ領域内所定パターン検出器回路と、 10

該所定のパターンに対応するデータ値を用いて第3のフライハイトを計算し、第3パターンフライハイト出力を得るように動作可能な第3パターンフライハイト計算回路と、

該第3パターンフライハイト出力を該第3のフライハイト出力の他のインスタンスで平均化して第3の平均化された出力を得るように動作可能な第3の平均化回路と、
を更に備え、該結合回路は、少なくとも該第1の平均化された出力、該第2の平均化された出力、及び該第3の平均化された出力を結合して該複合フライハイト値を得るように更に動作可能である、請求項9に記載の回路。

【請求項12】

所定のパターンを受信及び格納するように動作可能なプログラムされたユーザーデータメモリを更に備える、請求項11に記載の回路。 20

【請求項13】

フライハイト変更の方法であって、

データセットを受信することであって、該データセットはヘッド機構を介してストレージ媒体から取り出され、該データセットは第1のサーボデータ領域と第2のサーボデータ領域との間に配置されたユーザーデータに対応する、受信すること、

該受信したデータセット内の第1のパターンを識別すること、

該第1のパターンに対応するデータ値を用いて第1のフライハイトを計算することであって、第1パターンフライハイト出力を得る、計算すること、 30

該第1パターンフライハイト出力を該第1のフライハイト出力の他のインスタンスで平均化することであって、第1の平均化された出力を得る、平均化すること、

該受信したデータセット内の第2のパターンを識別すること、

該第2のパターンに対応するデータ値を用いて第2のフライハイトを計算することであって、第2パターンフライハイト出力を得る、計算すること、

該第2パターンフライハイト出力を該第2のフライハイト出力の他のインスタンスで平均化することであって、第2の平均化された出力を得る、平均化すること、

少なくとも該第1の平均化された出力及び該第2の平均化された出力を結合することであって、複合フライハイト値を得る、結合すること、並びに、

少なくとも部分的に該複合フライハイト値に基づいて該ヘッド機構と該ストレージ媒体との間の距離を変更すること、 40

を含む、フライハイト変更の方法。

【請求項14】

第1のパターンは、ユーザーデータ領域内の同期マークパターン、プリアンブルパターン、セクター終了パターン、及び所定のパターンからなる群から選択される、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

第2のパターンは、ユーザーデータ領域内の同期マークパターン、プリアンブルパターン、セクター終了パターン、及び所定のパターンからなる群から選択される、請求項13に記載の方法。

【請求項16】

10

20

30

40

50

少なくとも該第1の平均化された出力及び該第2の平均化された出力を結合することであって、該複合フライハイト値を得る、結合することは、該少なくとも該第1の平均化された出力及び該第2の平均化された出力を1に正規化することを含む、請求項13に記載の方法。

【請求項17】

少なくとも該第1の平均化された出力及び該第2の平均化された出力を結合することであって、該複合フライハイト値を得る、結合することは、

該第1の平均化された出力に第1の重み係数を乗算することであって、第1の加重値を得る、乗算すること、

該第2の平均化された出力に該第2の重み係数を乗算することであって、第2の加重値を得る、乗算すること、並びに

少なくとも該第1の加重値及び該第2の加重値を合算することであって、該複合フライハイト値を得る、合算すること、
を含む、請求項13に記載の方法。

【請求項18】

少なくとも部分的に該複合フライハイト値に基づいて該ヘッド機構と該ストレージ媒体との間の距離を変更することは、ユーザーデータの各セクターを処理した後に行われる、請求項13に記載の方法。

【請求項19】

ストレージデバイスであって、

第1のサーボデータ領域、第2のサーボデータ領域、及び該第1のサーボデータ領域と該第2のサーボデータ領域との間に配置されたユーザーデータ領域を備えるストレージ媒体と、

該ストレージ媒体に対して配置された読み取り／書き込みヘッド機構であって、該ユーザーデータ領域に対応する電気信号を与えるように動作可能な読み取り／書き込みヘッド機構と、

該電気信号から取り出したものを該ユーザーデータ領域に対応するデータセットに変換するように動作可能なアナログ／デジタル変換器回路と、

該データセット内の第1のパターンを識別するように動作可能な第1パターン検出器回路と、

該第1のパターンに対応するデータ値を用いて第1のフライハイトを計算し、第1パターンフライハイト出力を得るように動作可能な第1パターンフライハイト計算回路と、

該第1パターンフライハイト出力を該第1のフライハイト出力の他のインスタンスで平均化して第1の平均化された出力を得るように動作可能な第1の平均化回路と、

該受信したデータセット内の第2のパターンを識別するように動作可能な第2パターン検出器回路と、

該第2のパターンに対応するデータ値を用いて第2のフライハイトを計算し、第2パターンフライハイト出力を得るように動作可能な第2パターンフライハイト計算回路と、

該第2パターンフライハイト出力を該第2パターンフライハイト出力の他のインスタンスで平均化して第2の平均化された出力を得るように動作可能な第2の平均化回路と、

少なくとも該第1の平均化された出力及び該第2の平均化された出力を結合して複合フライハイト値を得るように動作可能な結合回路と、

少なくとも部分的に該複合フライハイト値に基づいて該読み取り／書き込みヘッド機構と該ストレージ媒体との間の距離を変更するように動作可能なフライハイト調整回路と、
を備える、ストレージデバイス。

【請求項20】

第1のパターンは、ユーザーデータ領域内の同期マークパターン、プリアンブルパターン、セクター終了パターン、及び所定のパターンからなる群から選択される、請求項19に記載のストレージデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

本発明は、ストレージ媒体に対し及びストレージ媒体から情報を転送するシステム及び方法に関し、より詳細には、ストレージ媒体に対してセンサーを位置決めするシステム及び方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

所与のストレージ媒体に対して位置決めされた読み取り／書き込みヘッド機構を用いることによって様々なストレージ媒体がアクセスされる。読み取り／書き込みヘッド機構はヘッドアクチュエーターによって支持され、ストレージ媒体からの情報を読み取るか又は感知し、かつストレージ媒体に情報を書き込むように動作可能である。読み取り／書き込みヘッド機構とストレージ媒体との間の距離は、通常フライハイトと呼ばれる。フライハイトの制御は、ストレージ媒体が展開されているストレージシステムの適切な動作に欠かせない。特に、読み取り／書き込みヘッド機構とストレージ媒体との間の距離を増大させることによって、通常、結果としてシンボル間干渉が増大する。シンボル間干渉が受け入れ不可能なほど高くなると、ストレージ媒体に元々書き込まれた情報を確実に読み取ることが不可能になる場合がある。対照的に、フライハイトが小さすぎることによって、結果として読み取り／書き込みヘッド機構に過度の摩耗が生じ、かつ／又はストレージデバイスの早期のクラッシュが生じる可能性がある。

10

【0003】

通常のストレージデバイスでは、フライハイトは所定の範囲内で動作するように設定される。動作中、フライハイトは、所定の領域内で動作を継続していることを保証するために周期的に測定される。読み取り信号波形の光干渉、スペクトル解析、及び読み取り信号のパルス幅値の測定を含む、フライハイトを測定するための種々の手法が開発されている。そのような手法によって概して、フライハイトの妥当な推定値が得られるが、様々なエラーを受けやすい。いくつかの場合、フライハイトはストレージ媒体のユーザーデータ領域に書き込まれた周期的データパターンに基づく高調波測定値を利用することによって測定されている。そのような手法は、所与のストレージ媒体上に保持することができる記憶量を低減するので問題がある。他の場合、フライハイトは、所与のストレージ媒体上で周期的に生じるサーボデータを用いて動作中に測定されている。そのような手法は上述した制限のうちのいくつかに対処するが、更新が非常に低速になる可能性があり、時に正確度が低下する可能性がある。

20

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

このため、少なくとも上述した理由により、当該技術分野において、ストレージ媒体に対しセンサーを位置決めするための進化したシステム及び方法が必要とされている。

30

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本発明は、ストレージ媒体に対し及びストレージ媒体から情報を転送するシステム及び方法に関し、より詳細には、ストレージ媒体に対してセンサーを位置決めするシステム及び方法に関する。

40

【0006】

本発明の様々な実施の形態が、フライハイト値を計算するための回路を提供する。そのような回路は、第1パターン検出器回路と、第2パターン検出器回路と、第1パターンフライハイト計算回路と、第2パターンフライハイト計算回路と、第1の平均化回路と、第2の平均化回路と、結合回路とを備える。第1パターン検出器回路は受信したデータセット内の第1のパターンを識別するように動作可能である。受信したデータセットは第1のサーボデータ領域と第2のサーボデータ領域との間に配置されたユーザーデータに対応する。第1パターンフライハイト計算回路は、第1のパターンに対応するデータ値を用いて第1のフライハイトを計算し、第1パターンフライハイト出力を得るように動作可能であ

50

り、第1の平均化回路は、第1パターンフライハイト出力を該第1のフライハイト出力の他のインスタンスで平均化し、第1の平均化された出力を得るように動作可能である。第2パターン検出器回路は、受信したデータセット内の第2のパターンを識別するように動作可能である。第2パターンフライハイト計算回路は、第2のパターンに対応するデータ値を用いて第2のフライハイトを計算して第2パターンフライハイト出力を得るように動作可能であり、第2の平均化回路は、第2パターンフライハイト出力を第2パターンフライハイト出力の他のインスタンスで平均化し、第2の平均化された出力を得るように動作可能である。結合回路は少なくとも第1の平均化された出力及び第2の平均化された出力を結合して複合フライハイト値を得るように動作可能である。特定の場合には回路は集積回路の一部として実装される一方、他の場合には回路はストレージデバイスの一部として実装される。一特定の場合には第1のパターンは同期パターンであり、第2のパターンはセクター終了パターンである。

10

【0007】

上述の実施の形態のいくつかの例では、第1のパターン及び第2のパターンは双方とも周期的パターンである。上述の実施の形態の様々な例では、第1のパターン及び第2のパターンは、限定はされないが、ユーザーデータ領域内の同期マークパターン、プリアンブルパターン、セクター終了パターン、及び／又は所定のパターンとすることができます。上述の実施の形態の1つ又は複数の例では、結合回路は、少なくとも第1の平均化された出力及び第2の平均化された出力を1に正規化するように動作可能である。他の例では、結合回路は、第1の平均化された出力に第1の重み係数を乗算して第1の加重値を得て、第2の平均化された出力に第2の重み係数を乗算して第2の加重値を得て、少なくとも第1の加重値及び第2の加重値を合算して複合フライハイト値を得るように動作可能である。

20

【0008】

上述の実施の形態の種々の例では、回路は、受信したデータセット内のプリアンブルパターンを識別するように動作可能なプリアンブルパターン検出器回路と、プリアンブルパターンに対応するデータ値を用いて第3のフライハイトを計算し、第3パターンフライハイト出力を得るように動作可能な第3パターンフライハイト計算回路と、第3パターンフライハイト出力を該第3のフライハイト出力の他のインスタンスで平均化して第3の平均化された出力を得るように動作可能な第3の平均化回路と、を更に備える。そのような例では、結合回路は、少なくとも第1の平均化された出力、第2の平均化された出力、及び第3の平均化された出力を結合して複合フライハイト値を得るように更に動作可能である。

30

【0009】

上述の実施の形態のいくつかの例では、回路は、受信したデータセット内の所定のパターンを識別するように動作可能なユーザーデータ領域内所定パターン検出器回路と、所定のパターンに対応するデータ値を用いて第3のフライハイトを計算し、第3パターンフライハイト出力を得るように動作可能な第3パターンフライハイト計算回路と、第3パターンフライハイト出力を該第3のフライハイト出力の他のインスタンスで平均化して第3の平均化された出力を得るように動作可能な第3の平均化回路と、を更に備える。そのような例では、結合回路は、少なくとも第1の平均化された出力、第2の平均化された出力、及び第3の平均化された出力を結合して複合フライハイト値を得るように更に動作可能である。そのようないくつかの場合では、回路は、所定のパターンを受信及び格納するように動作可能なプログラムされたユーザーデータメモリを更に備える。

40

【0010】

本発明の更に他の実施の形態は、フライハイト変更の方法を提供する。そのような方法は、ヘッド機構を介してストレージ媒体から取り出されたデータセットを受信すること、受信したデータセット内の第1のパターンを識別すること、第1のパターンに対応するデータ値を用いて第1のフライハイトを計算することであって、第1パターンフライハイト出力を得る、計算すること、第1パターンフライハイト出力を該第1のフライハイト出力の他のインスタンスで平均化することであって、第1の平均化された出力を得る、平均化

50

すること、受信したデータセット内の第2のパターンを識別すること、該第2のパターンに対応するデータ値を用いて第2のフライハイトを計算することであって、第2パターンフライハイト出力を得る、計算すること、第2パターンフライハイト出力を該第2のフライハイト出力の他のインスタンスで平均化することであって、第2の平均化された出力を得る、平均化すること、少なくとも第1の平均化された出力及び第2の平均化された出力を結合することであって、複合フライハイト値を得る、結合すること、並びに、少なくとも部分的に該複合フライハイト値に基づいてヘッド機構とストレージ媒体との間の距離を変更すること、を含む。そのような実施の形態では、データセットは、第1のサーボデータ領域と第2のサーボデータ領域との間に配置されたユーザーデータに対応する。上述した実施の形態の様々な例では、第1のパターンはユーザーデータ領域内の同期マークパターン (sync mark pattern)、プリアンブルパターン、セクター終了パターン、又は所定のパターンのうちの1つであり、第2のパターンはユーザーデータ領域内の同期マークパターン、プリアンブルパターン、セクター終了パターン、又は所定のパターンのうちの別の1つである。

10

【0011】

上述した実施の形態のいくつかの例では、少なくとも第1の平均化された出力及び第2の平均化された出力を結合することであって、複合フライハイト値を得る、結合することは、該少なくとも該第1の平均化された出力及び該第2の平均化された出力を1に正規化することを含む。上述した実施の形態の種々の例では、少なくとも第1の平均化された出力及び第2の平均化された出力を結合することであって、複合フライハイト値を得る、結合することは、第1の平均化された出力に第1の重み係数を乗算することであって、第1の加重値を得る、乗算すること、第2の平均化された出力に該第2の重み係数を乗算することであって、第2の加重値を得る、乗算すること、並びに少なくとも第1の加重値及び第2の加重値を合算することであって、複合フライハイト値を得る、合算すること、を含む。いくつかの場合には、少なくとも部分的に複合フライハイト値に基づいてヘッド機構とストレージ媒体との間の距離を変更することは、ユーザーデータの各セクターを処理した後に行われる。

20

【0012】

本発明の更に他の実施の形態は、ストレージデバイスを提供する。第1のサーボデータ領域、第2のサーボデータ領域、及び該第1のサーボデータ領域と該第2のサーボデータ領域との間に配置されたユーザーデータ領域を備えるストレージ媒体と、該ストレージ媒体に対して配置された読み取り／書き込みヘッド機構とを備える。読み取り／書き込みヘッド機構は、ユーザーデータ領域に対応する電気信号を与えるように動作可能である。ストレージ媒体は、電気信号から取り出したものをユーザーデータ領域に対応するデータセットに変換するように動作可能なアナログ／デジタル変換器回路と、データセット内の第1のパターンを識別するように動作可能な第1パターン検出器回路と、第1のパターンに対応するデータ値を用いて第1のフライハイトを計算し、第1パターンフライハイト出力を得るように動作可能な第1パターンフライハイト計算回路と、第1パターンフライハイト出力を該第1のフライハイト出力の他のインスタンスで平均化して第1の平均化された出力を得るように動作可能な第1の平均化回路と、受信したデータセット内の第2のパターンを識別するように動作可能な第2パターン検出器回路と、第2のパターンに対応するデータ値を用いて第2のフライハイトを計算し、第2パターンフライハイト出力を得るように動作可能な第2パターンフライハイト計算回路と、第2パターンフライハイト出力を該第2パターンフライハイト出力の他のインスタンスで平均化して第2の平均化された出力を得るように動作可能な第2の平均化回路と、少なくとも第1の平均化された出力及び第2の平均化された出力を結合して複合フライハイト値を得るように動作可能な結合回路と、少なくとも部分的に複合フライハイト値に基づいて読み取り／書き込みヘッド機構とストレージ媒体との間の距離を変更するように動作可能なフライハイト調整回路と、を更に備える。

30

【0013】

この概要は、本発明のいくつかの実施の形態の概略のみを提供するものである。本発明

40

50

の多くの他の目的、特徴、利点、及び他の実施の形態は、以下の詳細な説明、添付の特許請求の範囲、及び添付の図面からより完全に明らかとなるであろう。

【0014】

図面を参照することにより、本発明の様々な実施の形態の更なる理解を実現することができ、図面については明細書の残りの部分で説明する。図面において、同様の参照符号がいくつかの図面の全てにわたって類似の構成要素を指すのに用いられる。いくつかの例では、下付き文字からなるサブラベルが、複数の類似の構成要素のうちの1つを表すように参照符号に関連付けられる。存在するサブレベルを指定することなく参照符号が参照されるとき、そのような複数の類似の構成要素全てを指すことが意図される。

【図面の簡単な説明】

10

【0015】

【図1】サーボデータを含む既存のストレージ媒体を示す図である。

【図2】本発明の様々な実施形態によるユーザーデータに基づくフライハイト計算回路を示す図である。

【図3】本発明の他の実施形態によるユーザーデータに基づく別のフライハイト計算回路を示す図である。

【図4】本発明の1つ又は複数の実施形態による、ユーザーデータに基づいてフライハイトを計算する方法を示す流れ図である。

【図5a】本発明の1つ又は複数の実施形態による、ユーザーデータに基づくフライハイト計算回路部を有する読み取りチャネルを備えるストレージデバイスを示す図である。

20

【図5b】図4aのストレージデバイスのディスクプラッターと読み取り／書き込みヘッド機構との間の関係を示す断面図である。

【符号の説明】

【0016】

図1

1 2 3, 1 2 7, 1 3 1 Sector セクター
 1 2 5, 1 2 9 Gap ギャップ
 1 6 1, 1 6 6 Servo Data サーボデータ
 1 9 0 Preamble プリアンブル
 1 9 1 Sync 同期
 1 9 3 Data データ
 Prior Art 従来技術

30

図2

2 0 1 Fly Height Adjustment フライハイト調整
 2 0 3 Read Data 読取りデータ
 2 0 3 User Data ユーザーデータ
 2 1 0 Read/Write Head Assembly 読取り／書き込みヘッド機構
 2 1 2 Storage Medium ストレージ媒体
 2 1 6 Fly Height フライハイト
 2 1 8 Medium 媒体
 2 2 3 Preamplifier 前置増幅器
 2 2 6 Analog Filter アナログフィルター
 2 3 5 Data Detector Circuit データ検出器回路
 2 5 0 Sample memory サンプルメモリ
 2 5 6 Sync Mark Pattern Detector Circuit 同期マークパターン検出器回路
 2 5 9 Preamble Detector Circuit プリアンブル検出器回路
 2 6 2 End of Sector Pattern Detector Circuit セクター終了パターン検出器回路
 2 6 5 User Data Pattern Detector Circuit ユーザーデータパターン検出器回路
 2 6 8 Programmed User Data Patterns Memory プログラムされたユーザーデータパタ

40

50

ーンメモリ

270、273、276、279 Fly Height Calculation Circuit フライハイト計算回路
 282、285、288、291 Average Circuit 平均回路
 295 Normalizing Circuit 正規化回路
 296 Preamble En プリアンブル E n
 297 User En ユーザー E n
 DetectedOutput 検出された出力

図 3

10

301 Fly Height Adjustment フライハイト調整
 303 Read Data 読取りデータ
 203 User Data ユーザーデータ
 310 Read/Write Head Assembly 読取り / 書込みヘッド機構
 312 Storage Medium ストレージ媒体
 316 Fly Height フライハイト
 318 Medium 媒体
 323 Preamplifier 前置増幅器
 326 Analog Filter アナログフィルター
 335 Data Detector Circuit データ検出器回路
 350 Sample memory サンプルメモリ
 356 Sync Mark Pattern Detector Circuit 同期マークパターン検出器回路
 359 Preamble Detector Circuit プリアンブル検出器回路
 362 End of Sector Pattern Detector Circuit セクター終了パターン検出器回路
 365 User Data Pattern Detector Circuit ユーザーデータパターン検出器回路
 368 Programmed User Data Patterns Memory プログラムされたユーザーデータパターンメモリ
 370、373、376、379 Fly Height Calculation Circuit フライハイト計算回路
 382、385、388、391 Average Circuit 平均回路
 395 Weighted Input Normalizing Circuit 重み付けされた入力正規化回路
 396 Preamble WT プリアンブルWT
 397 User WT ユーザーWT
 DetectedOutput 検出された出力

20

30

40

図 4

401 Perform Weighted Normalization on the Received Fly Height Values to Yield a Composite Fly Height Value 受信フライハイト値に重み付けされた正規化を実行して複合フライハイト値を得る
 402 Modify Fly Height Based Upon the Composite Fly Height Value 複合フライハイト値に基づいてフライハイトを変更する
 405 Continuously Receive Analog Input Data アナログ入力データを連続して受信する
 410 Convert Analog Input Data to Digital Samples アナログ入力データをデジタルサンプルに変換する
 415 Perform Data Processing on Digital Samples to Yield Data Output デジタルサンプルに対しデータ処理を実行してデータ出力を得る
 418 User Data Region? ユーザーデータ領域?
 420 Preamble Found? プリアンブルが見つかった?
 425 Use Digital Samples Corresponding to the Data Output in Which the Preamble

50

e Was Found プリアンブルが見つかったデータ出力に対応するデジタルサンプルを用いる

4 3 0 Calculate Fly Height Value Based on the Preamble プリアンブルに基づいてフライハイト値を計算する

4 3 5 Perform Running Average of Preamble Based Fly Height to YieldAveraged Preamble Fly Height プリアンブルに基づくフライハイト稼働平均を実行して平均化されたプリアンブルフライハイトを得る

4 4 0 User Sync Found? ユーザー同期が見つかった?

4 4 5 Use Digital Samples Corresponding to the Data Output in Which theUser Sync Was Found ユーザー同期が見つかったデータ出力に対応するデジタルサンプルを用いる

4 5 0 Calculate Fly Height Value Based on the User Sync ユーザー同期に基づいてフライハイト値を計算する

4 5 5 Perform Running Average of User Sync Based Fly Height to YieldAveraged User Sync Fly Height ユーザー同期に基づくフライハイト稼働平均を実行して平均化されたユーザー同期フライハイトを得る

4 6 0 EOS Found? E O S が見つかった?

4 6 5 Use Digital Samples Corresponding to the Data Output in Which theEOS Was Found E O S が見つかったデータ出力に対応するデジタルサンプルを用いる

4 7 0 Calculate Fly Height Value Based on the EOS E O S に基づいてフライハイト値を計算する

4 7 5 Perform Running Average of EOS Based Fly Height to Yield AveragedEOS Fly Height E O S に基づくフライハイト稼働平均を実行して平均化された E O S フライハイトを得る

4 8 0 FH User Data Found? F H ユーザーデータが見つかった?

4 8 5 Use Digital Samples Corresponding to the Data Output in Which theUser Data Was Found ユーザーデータが見つかったデータ出力に対応するデジタルサンプルを用いる

4 9 0 Calculate Fly Height Value Based on the User Data ユーザーデータに基づいてフライハイト値を計算する

4 9 5 Perform Running Average of User Data Based Fly Height to YieldAveraged User Data Fly Height ユーザーデータに基づくフライハイト稼働平均を実行して平均化されたユーザーデータフライハイトを得る

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 7】

本発明は、ストレージ媒体に対し及びストレージ媒体から情報を転送するシステム及び方法に關し、より詳細には、ストレージ媒体に対してセンサーを位置決めするシステム及び方法に関する。

【0 0 1 8】

図1を見ると、破線として示された2つの例示的なトラック150、155を有するストレージ媒体100が示されている。トラックはウェッジ160、165内に書き込まれたサーボデータによって分離されている。これらのウェッジは、ストレージ媒体100上の所望のロケーションの上方で読み取り／書き込みヘッド機構を制御及び同期するのに用いられるサーボデータ161、166を含む。特に、このサーボデータは一般に、プリアンブルパターン、それに続くサーボアドレスマーク(SAM)を含む。サーボアドレスマークにはグレイコード(Gray code)が続き、グレイコードにはバースト情報が続く。2つのトラック及び2つのウェッジが示されているが、通常それぞれ数百個が所与のストレージ媒体上に含まれることに留意すべきである。また、サーボデータセットはバースト情報の2つ以上のフィールドを有することに留意すべきである。またさらに、バースト情報の後に現れる場合がある、例えば反復可能な振れ情報(run-out information)

10

20

30

40

50

等の異なる情報をサーボフィールドに含めることができることに留意すべきである。ウェッジ160と165との間にユーザーデータ領域180が配置される。ユーザーデータ領域180の各トラック181はそれぞれの未使用ギャップ領域125、129によってそれぞれ隔てられた1つ又は複数のセクター123、127、131を含む。ユーザーデータのセクターのそれぞれは、プリアンブル190、同期191、ユーザーデータエリア193、及びセクター終了パッド195を含む。

【0019】

本発明の様々な実施形態は、ユーザーデータ領域180内の周期的情報を利用してフライハイト計算を実行する。そのようなデータを用いてフライハイト計算を実行することによって、複数のフライハイト有用データ領域が与えられる。本明細書において用いられるとき、「フライハイト有用データ領域」というフレーズは、フライハイトを計算するのに用いることができるデータを含む領域を意味するように、その最も広い意味で用いられる。いくつかの場合、フライハイトを計算するのに用いることができるデータは周期的データである。単なるいくつかの例として、フライハイト有用データ領域は、限定ではないが、規定の基準に適合するプリアンブル190、同期191、セクター終了パッド195、及びデータのランダムエリア193を含むことができる。いくつかの場合、フライハイト計算への従来の手法と比較して、上述したデータ領域を用いることによって比較的大きなデータ量が得られ、それによって所与の期間にわたる雑音低減平均化(*noise reducing averaging*)が増大し、それに応じてフライハイト計算の正確度の増大が得られる。代替的に又は付加的に、本手法は、ユーザーデータ領域からのデータが読み取られるときに、ストレージ媒体からのユーザーデータを用いてオンラインフライハイト計算を実行することを可能にすることができる。そのようなオンラインフライハイト計算は、ストレージ媒体に関連して実行される定期的な読み取り動作及び書き込み動作を必ずしも中断することを必要としない。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態による回路、システム、及び方法の実施態様によって達成することができる種々の他の利点を認識するであろう。本発明のいくつかの実施形態では、計算されたフライハイトを用いて、介在するサーボウェッジの処理中に読み取り／書き込みヘッド機構のロケーションを更新する。様々な場合に、特定の領域間の知覚又は識別された信頼性の差に依拠して異なるフライハイト有用データ領域に基づいて計算されたフライハイト情報に異なる重みが適用される。

【0020】

図2を見ると、本発明の様々な実施形態によるユーザーデータに基づくフライハイト計算回路200が示されている。ユーザーデータに基づくフライハイト計算回路200は、中でも、サーボウェッジ間に延在するトラックに沿って格納されたユーザーデータを含むストレージ媒体212を備える。読み取り／書き込みヘッド機構210がストレージ媒体212に対して配置され、中でも、ストレージ媒体212上に格納された情報を感知し、感知された情報に対応する読み取りデータ信号203を提供するように動作可能である。ストレージ媒体212は複数の形でフォーマット設定することができる。1つの例として、ストレージ媒体212は図1に関連して上記で検討したのと同様にフォーマット設定することができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる種々のフォーマット、ストレージ媒体、及び／又は読み取り／書き込みヘッド機構を認識するであろう。

【0021】

読み取りデータ信号203はアナログフロントエンド回路220に与えられる。アナログフロントエンド回路220は、当該技術分野において既知の任意のアナログフロントエンド回路とすることができます。図示されるように、アナログフロントエンド回路220は、前置増幅器回路223、アナログフィルター回路226、及びアナログ／デジタル変換器回路229を備える。読み取り／書き込みヘッド機構210からの読み取りデータ信号203は前置増幅器回路223によって受信され、前置増幅器回路223は信号を増幅して増幅結果をアナログフィルター回路226に与える。アナログフィルター回路226は受信信号

10

20

30

40

50

をフィルタリングし、対応するフィルタリングされた信号をアナログ／デジタル変換器回路 229 に与える。アナログ／デジタル変換器回路 229 は受信データに対応する一連のデジタルサンプル 232 を提供する。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができるアナログ／デジタル変換器回路 229 、アナログフィルター回路 226 、及び前置増幅器回路 223 の種々の実施態様を認識するであろう。

【 0022 】

デジタルサンプル 232 はデータ検出器回路 235 に与えられ、データ検出器回路 235 はデータ検出アルゴリズムを一連のデジタルサンプル 223 に適用して検出された出力 238 を得る。そして、検出された出力 238 は、更なる処理のために他の下流側のデータ処理回路（図示せず）に与えることができる。データ検出器回路 235 は、当該技術分野において既知の、データ検出プロセスを適用することが可能な任意の回路とすることができる。本発明の 1 つの特定の実施形態では、データ検出器回路 235 はビタビアルゴリズムデータ検出器回路である。本発明の他の実施形態では、データ検出器回路 235 は最大事後データ検出器回路である。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる種々のデータ検出器回路を認識するであろう。

10

【 0023 】

加えて、デジタルサンプル 232 はサンプルメモリ 250 に与えられ、該サンプルメモリ 250 において、デジタルサンプル 232 はフライハイトを計算することに関連して場合によって後に用いるために保持される。サンプルメモリ 250 は、ユーザーデータ信号 204 がアサートされるときに示されるようなユーザー／サーボデータ領域からデータをロードされる。ユーザーデータ信号 204 はユーザー／サーボデータ領域識別回路（図示せず）によってアサートすることができる。検出された出力 238 は、同期マークパターン検出器回路 256 、プリアンブル検出器回路 259 、セクター終了パターン検出器回路 262 、及びユーザーデータパターン検出器回路 265 に与えられる。同期マークパターン検出器回路 256 は、規定の同期マークパターンについて、検出された出力 238 を連続してクエリするように動作可能である。規定の同期マークパターンは、該パターンを「フライハイトに有用」にする或るレベルの周期性を含むように選択される。規定の同期マークパターンが識別されると、同期マークパターン検出器回路 256 は同期マーク発見出力 257 をアサートし、該同期マーク発見出力 257 はフライハイト計算回路 270 へのイネーブル入力として動作する。プリアンブル検出器回路 259 は、規定のプリアンブルパターンについて、検出された出力 238 を連続的にクエリするように動作可能である。規定のプリアンブルパターンは、該パターンを「フライハイトに有用」にする或るレベルの周期性を含むように選択される。規定のプリアンブルパターンが識別されると、プリアンブル検出器回路 259 はプリアンブル発見出力 260 をアサートし、該プリアンブル発見出力 260 はフライハイト計算回路 273 へのイネーブル入力として動作する。セクター終了パターン検出器回路 262 は、規定のセクター終了パターンについて、検出された出力 238 を連続的にクエリするように動作可能である。規定のセクター終了パターンは、該セクター終了パターンを「フライハイトに有用」にする或るレベルの周期性を含むように選択される。セクター終了パターンが識別されると、セクター終了パターン検出器回路 262 はセクター終了発見出力 263 をアサートし、該セクター終了発見出力 263 はフライハイト計算回路 276 へのイネーブル入力として動作する。ユーザーデータパターン検出器回路 265 は、ユーザーデータにランダムに現れる場合がある 1 つ又は複数の規定の周期的パターンについて、検出された出力 238 を連続的にクエリするように動作可能である。規定の周期的パターンは、プログラムされたユーザーデータパターンメモリ 268 にプログラムすることができ、パターン入力 269 としてユーザーデータパターン検出器回路 265 に提供される。規定の周期的パターンは、該パターンを「フライハイトに有用」にする或るレベルの周期性をそれぞれ含むように選択される。規定の周期的パターンのうちの 1 つが識別されると、ユーザーデータパターン検出器回路 265 は周期パターン発見出

20

30

40

50

力 266 をアサートし、該周期パターン発見出力 266 はフライハイト計算回路 279 へのイネーブル入力として動作する。

【0024】

フライハイト計算回路 270、フライハイト計算回路 273、フライハイト計算回路 276、及びフライハイト計算回路 279 によって種々の異なるフライハイト計算を適用し、パターン入力 253 に基づいてそれぞれのフライハイト値を計算することができる。本発明の 1 つの特定の実施形態では、フライハイト計算回路 270、フライハイト計算回路 273、フライハイト計算回路 276、及びフライハイト計算回路 279 のそれぞれが周期的データ入力及びウォレススペーシング損失理論に依存してフライハイト計算アルゴリズムを実施する。ウォレススペーシング損失理論は、任意の所与の周波数におけるリードバック信号強度が、 $V(k, d) = \exp(-d, k)$ に従って、フライハイトの増大とともに指数関数的に減衰することを示している。ここで「d」はフライハイトを表し、「k」は周波数を表す。これに従って、基準フライハイト d_1 からのフライハイトの変化を、以下の式に従って二次高調波測定 (dual harmonics measurements) を用いて推定することができる。

10

【数 1】

$$\Delta d = \frac{\Delta R}{k_2 - k_1} = \frac{\Delta R}{f_2 - f_1} \cdot \frac{v}{2\pi}$$

20

ここで、

{ f_1, f_2 } = 高調波周波数、 $k = 2 /$

v = 媒体の線形速度

$R = R_2 - R_1$ = 高調波比の変化

$d = d_2 - d_1$ = フライハイトの変化

【数 2】

$$R_1(k_1, k_2) = \log \left(\left| \frac{V(k_1, d_1)}{V(k_2, d_1)} \right| \right), \quad R_2(k_1, k_2) = \log \left(\left| \frac{V(k_1, d_2)}{V(k_2, d_2)} \right| \right)$$

30

選択された周波数 f_1 及び f_2 におけるリードバック信号強度は、媒体上に記録された周期的パターンから測定される。パターンは、これらの周波数の双方を高調波として含むように選択される。フライハイトに好都合なパターンの例は、期間 8T、10T、及び 12T を有するパターンである。ここで、「T」は 1 つのビットの期間を表す。同期マーク及び E O S パッドは、これらの（又は類似の）パターンのうちの任意のものに対応するように構成することができる。8T パターンの例は、[+1, +1, +1, +1, -1, -1, -1, -1] 及び [+1, +1, -1, +1, +1, -1, +1, -1] である。ブリアンブルの最後の部分を利用して、フライハイト計算に利用可能なデータ長を拡張することも可能である。

40

【0025】

フライハイトに必要な高調波計算は、標準的な DFT（離散フーリエ変換）計算を用いて実行される。これらは以下によって与えられる。

【数 3】

$$V(k, d) = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot c_k[n] + j \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot s_k[n]$$

ここで、 $x[n]$ は ADC 出力における長さ 1 の期間の平均化されたリードバックを表し

50

、Nはパターンの期間の長さ(ビット単位)を表し、c k [n]及びs k [n]はDFT計算に必要とされるcosカーネル及びsinカーネルを表す。8Tパターン(すなわちN=8)の場合、以下のように第1高調波及び第3高調波のカーネルが得られる。

【数4】

$$c_1[n] = \{1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071, -1.00, -0.7071, 0.00, 0.7071\}$$

$$s_1[n] = \{0.00, 0.7071, 1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071, -1.00, 0.7071\}$$

$$c_3[n] = \{1.00, -0.7071, 0.00, 0.7071, -1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071\}$$

$$s_3[n] = \{0.00, 0.7071, -1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071, 1.00, -0.7071\}$$

10Tパターン(すなわちN=10)の場合、以下のように第1高調波及び第3高調波のカーネルが得られる。

【数5】

$$c_1[n] = \{1.00, 0.8090, 0.3090, -0.3090, -0.8090, -1.00, -0.8090, -0.3090, 0.3090, 0.8090\}$$

$$s_1[n] = \{0.00, 0.5878, 0.9511, 0.9511, 0.5878, 0.00, -0.5878, -0.9511, -0.9511, -0.5878\}$$

$$c_3[n] = \{1.00, -0.3090, -0.8090, 0.8090, 0.3090, -1.00, 0.3090, 0.8090, -0.8090, -0.3090\}$$

$$s_3[n] = \{0.00, 0.9511, -0.5878, -0.5878, 0.9511, 0.00, -0.9511, 0.5878, 0.5878, -0.9511\}$$

12Tパターン(すなわちN=12)の場合、以下のように第1高調波及び第3高調波のカーネルが得られる。

【数6】

$$c_1[n] = \{1.00, 0.866, 0.50, 0.00, -0.500, -0.866, -1.00, -0.866, -0.50, -0.00, 0.50, 0.866\}$$

$$s_1[n] = \{0.00, 0.50, 0.866, 1.00, 0.866, 0.50, 0.00, -0.50, -0.866, -1.00, -0.866, -0.50\}$$

$$c_3[n] = \{1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00, 0.00\}$$

$$s_3[n] = \{0.00, 1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00\}$$

【0026】

本発明のいくつかの実施形態では、フライハイト計算回路270、フライハイト計算回路273、フライハイト計算回路276、及びフライハイト計算回路279のそれぞれを、それぞれ異なる形で実装することができることに留意すべきである。また、上述したフライハイト計算回路のそれそれが異なる長さの入力パターン(すなわち、パターン入力253のそれぞれの部分)に対し動作することができることに留意すべきである。

【0027】

フライハイト計算回路270はフライハイト値271を平均回路282に与え、該平均回路282において、同期マークパターンに基づく受信フライハイト値の稼働平均(running average)が計算され、同期マークフライハイト平均283として与えられる。同様に、フライハイト計算回路273はフライハイト値274を平均回路285に与え、該平均回路285において、プリアンブルパターンに基づく受信フライハイト値の稼働平均が計算され、プリアンブルフライハイト平均286として与えられる。フライハイト計算回路276はフライハイト値277を平均回路288に与え、該平均回路288において、セクター終了パターンに基づく受信フライハイト値の稼働平均が計算され、セクター終了フライハイト平均289として与えられる。そしてフライハイト計算回路279はフライハイト値279を平均回路291に与え、該平均回路291において、ユーザーデータパターンに基づく受信フライハイト値の稼働平均が計算され、ユーザーデータフライハイト平均292として与えられる。

10

20

30

40

50

【0028】

同期マークフライハイト平均 283、プリアンブルフライハイト平均 286、セクター終了フライハイト平均 289、及びユーザーデータフライハイト平均 292 が正規化回路 295 に与えられ、該正規化回路 295において、それらが結合され、単一の複合フライハイト値 202 にされる。例えば、4つ全てのフライハイト値が結合される場合、プリアンブルイネーブル信号 296（プリアンブルフライハイト平均 286 に対応する）、ユーザイネーブル信号 297（ユーザーデータフライハイト値 292 に対応する）、セクター終了イネーブル 298（セクター終了フライハイト平均 289 に対応する）、及び同期イネーブル 299（同期マークフライハイト平均 283 に対応する）がアサートされる。プリアンブル信号の全てがアサートされている場合、正規化回路 295 は各入力を等しく重み付けし、以下の式に従って複合フライハイト出力 202 を得る。

10

複合フライハイト出力 202 =

$$(0.25)(\text{同期マークフライハイト平均 } 283) + \\ (0.25)(\text{プリアンブルフライハイト平均 } 286) + \\ (0.25)(\text{セクター終了フライハイト平均 } 289) + \\ (0.25)(\text{ユーザーデータフライハイト平均 } 292)$$

。

代替的に、4つのイネーブルのうちの3つのみがアサートされている場合、正規化回路 295 は対応する3つの平均出力を結合して複合フライハイト出力 202 にし、アサートされていないイネーブルに対応する平均を除外する。例えば、ユーザイネーブル信号 297 がアサートされておらず、他の3つのイネーブルがアサートされている場合、正規化回路 295 は以下の式に従って複合フライハイト出力 202 を与える。

20

複合フライハイト出力 202 =

$$(0.33)(\text{同期マークフライハイト平均 } 283) + \\ (0.33)(\text{プリアンブルフライハイト平均 } 286) + \\ (0.33)(\text{セクター終了フライハイト平均 } 289)。$$

代替的に、4つのイネーブルのうちの2つのみがアサートされている場合、正規化回路 295 はイネーブルされる2つの平均出力を結合して複合フライハイト出力 202 にし、アサートされていないイネーブルに対応する平均を除外する。例えば、ユーザイネーブル信号 297 とプリアンブルイネーブル信号 296 がアサートされておらず、他の2つのイネーブルがアサートされている場合、正規化回路 295 は以下の式に従って複合フライハイト出力 202 を与える。

30

複合フライハイト出力 202 =

$$(0.50)(\text{同期マークフライハイト平均 } 283) + \\ (0.50)(\text{セクター終了フライハイト平均 } 289)。$$

代替的に、4つのイネーブルのうちの1つのみがアサートされている場合、正規化回路 295 はアサートされたイネーブルに対応する平均出力を複合フライハイト出力 202 として与え、アサートされていない3つのイネーブルに対応する平均を除外する。

40

【0029】

結果としての複合フライハイト出力 202 がフライハイト調整回路 201 に与えられ、該フライハイト調整回路 201 は、複合フライハイト出力 202 の大きさ及び符号に従って読み取り / 書込みヘッド機構 217 と対応するストレージ媒体 218 との間の距離 216（フライハイト）を調整するように動作可能である。フライハイト調整回路 201 は、フライハイトを調整することが可能な当該技術分野において既知の任意の回路とすることができます。

50

【0030】

図 3 を見ると、本発明の他の実施形態による別のユーザーデータに基づくフライハイト計算回路 300 が示されている。ユーザーデータに基づくフライハイト計算回路 300 は、中でも、サーボウェッジ間に延在するトラックに沿って格納されたユーザーデータを含むストレージ媒体 312 を備える。読み取り / 書込みヘッド機構 310 がストレージ媒体 3

50

12に対して配置され、中でも、ストレージ媒体312上に格納された情報を感知し、感知された情報に対応する読み取りデータ信号303を提供するように動作可能である。ストレージ媒体312は複数の形でフォーマット設定することができる。1つの例として、ストレージ媒体312は図1に関連して上記で検討したのと同様にフォーマット設定することができます。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる種々のフォーマット、ストレージ媒体、及び／又は読み取り／書き込みヘッド機構を認識するであろう。

【0031】

読み取りデータ信号303はアナログフロントエンド回路320に与えられる。アナログフロントエンド回路320は、当該技術分野において既知の任意のアナログフロントエンド回路とすることができます。図示されるように、アナログフロントエンド回路320は、前置増幅器回路323、アナログフィルター回路326、及びアナログ／デジタル変換器回路329を備える。読み取り／書き込みヘッド機構310からの読み取りデータ信号303は前置増幅器回路323によって受信され、前置増幅器回路323は信号を増幅して増幅結果をアナログフィルター回路326に与える。アナログフィルター回路326は受信信号をフィルタリングし、対応するフィルタリングされた信号をアナログ／デジタル変換器回路329に与える。アナログ／デジタル変換器回路329は受信データに対応する一連のデジタルサンプル332を提供する。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができるアナログ／デジタル変換器回路329、アナログフィルター回路326、及び前置増幅器回路323の種々の実施態様を認識するであろう。

10

20

30

40

50

【0032】

デジタルサンプル332はデータ検出器回路335に与えられ、データ検出器回路335はデータ検出アルゴリズムを一連のデジタルサンプル323に適用して検出された出力338を得る。そして、検出された出力338は、更なる処理のために他のダウンストリームデータ処理回路（図示せず）に与えることができる。データ検出器回路335は、当該技術分野において既知の、データ検出プロセスを適用することが可能な任意の回路とすることができます。本発明の1つの特定の実施形態では、データ検出器回路335はビタビアルゴリズムデータ検出器回路である。本発明の他の実施形態では、データ検出器回路335は最大事後データ検出器回路である。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる種々のデータ検出器回路を認識するであろう。

【0033】

加えて、デジタルサンプル332はサンプルメモリ350に与えられ、該サンプルメモリ350において、デジタルサンプル332はフライハイトを計算することに関連して場合によって後に用いるために保持される。サンプルメモリ350は、ユーザーデータ信号204がアサートされるときに示されるようなユーザーデータ領域からのデータをロードしている。ユーザーデータ信号304はユーザー／サーボデータ領域識別回路（図示せず）によってアサートすることができる。検出された出力338は、同期マークパターン検出器回路356、プリアンブル検出器回路359、セクター終了パターン検出器回路362、及びユーザーデータパターン検出器回路365に与えられる。同期マークパターン検出器回路356は、規定の同期マークパターンについて、検出された出力338を連続してクエリするように動作可能である。規定の同期マークパターンは、該パターンを「フライハイトに有用」にする或るレベルの周期性を含むように選択される。規定の同期マークパターンが識別されると、同期マークパターン検出器回路356は同期マーク発見出力357をアサートし、該同期マーク発見出力357はフライハイト計算回路370へのイネーブル入力として動作する。プリアンブル検出器回路359は、規定のプリアンブルパターンについて、検出された出力338を連続的にクエリするように動作可能である。規定のプリアンブルパターンは、該パターンを「フライハイトに有用」にする或るレベルの周期性を含むように選択される。規定のプリアンブルパターンが識別されると、プリアンブル

ル検出器回路 359 はプリアンブル発見出力 360 をアサートし、該プリアンブル発見出力 360 はフライハイト計算回路 373 へのイネーブル入力として動作する。セクター終了パターン検出器回路 362 は、所定のセクター終了パターンについて、検出された出力 338 を連続的にクエリするように動作可能である。規定のセクター終了パターンは、該セクター終了パターンを「フライハイトに有用」にする或るレベルの周期性を含むように選択される。セクター終了パターンが識別されると、セクター終了パターン検出器回路 362 はセクター終了発見出力 363 をアサートし、該セクター終了発見出力 363 はフライハイト計算回路 376 へのイネーブル入力として動作する。ユーザーデータパターン検出器回路 365 は、ユーザーデータにランダムに現れる場合がある 1つ又は複数の所定の周期的パターンについて、検出された出力 338 を連続的にクエリするように動作可能である。規定の周期的パターンは、プログラムされたユーザーデータパターンメモリ 268 にプログラムすることができ、パターン入力 369 としてユーザーデータパターン検出器回路 365 に提供される。規定の周期的パターンは、該パターンを「フライハイトに有用」にする或るレベルの周期性をそれぞれ含むように選択される。規定の周期的パターンのうちの 1つが識別されると、ユーザーデータパターン検出器回路 365 は周期パターン発見出力 366 をアサートし、該周期パターン発見出力 366 はフライハイト計算回路 379 のへのイネーブル入力として動作する。

【0034】

フライハイト計算回路 370、フライハイト計算回路 373、フライハイト計算回路 376、及びフライハイト計算回路 379 によって種々の異なるフライハイト計算を適用し、パターン入力 353 に基づいてそれぞれのフライハイト値を計算することができる。本発明の 1つの特定の実施形態では、フライハイト計算回路 370、フライハイト計算回路 373、フライハイト計算回路 376、及びフライハイト計算回路 379 のそれぞれが周期的データ入力及びウォレススペーシング損失理論に依存してフライハイト計算アルゴリズムを実施する。ウォレススペーシング損失理論は、任意の所与の周波数におけるリードバック信号強度が、 $V(k, d) \propto p(-d, k)$ に従って、フライハイトの増大とともに指数関数的に減衰することを示している。ここで「 d 」はフライハイトを表し、「 k 」は周波数を表す。これに従って、基準フライハイト d_1 からのフライハイトの変化を、以下の式に従って二次高調波測定を用いて推定することができる。

【数 7】

$$\Delta d = \frac{\Delta R}{k_2 - k_1} = \frac{\Delta R}{f_2 - f_1} \cdot \frac{v}{2\pi}$$

ここで、

$\{f_1, f_2\}$ = 高調波周波数、 $k = 2 /$

v = 媒体の線形速度

$R = R_2 - R_1$ = 高調波比の変化

$d = d_2 - d_1$ = フライハイトの変化

【数 8】

$$R_1(k_1, k_2) = \log \left(\left| \frac{V(k_1, d_1)}{V(k_2, d_1)} \right| \right), \quad R_2(k_1, k_2) = \log \left(\left| \frac{V(k_1, d_2)}{V(k_2, d_2)} \right| \right)$$

選択された周波数 f_1 及び f_2 におけるリードバック信号強度は、媒体上に記録された周期的パターンから測定される。パターンは、これらの周波数の双方を高調波として含むように選択される。フライハイトに好都合なパターンの例は、期間 8T、10T、及び 12T を有するパターンである。ここで、「T」は 1つのビットの期間を表す。同期マーク及び EOS パッドは、これらの（又は類似の）パターンのうちの任意のものに対応するよう

に構成することができる。8 T パターンの例は、[+ 1 , + 1 , + 1 , + 1 , - 1 , - 1 , - 1 , - 1] 及び [+ 1 , + 1 , - 1 , + 1 , + 1 , - 1 , + 1 , - 1] である。プリアンブルの最後の部分を利用して、フライハイト計算に利用可能なデータ長を拡張することも可能である。

【0 0 3 5】

フライハイトに必要な高調波計算は、標準的な D F T (離散フーリエ変換) 計算を用いて実行される。これらは以下によって与えられる。

【数 9】

$$V(k,d) = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot c_k[n] + j \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot s_k[n]$$

10

ここで、 $x[n]$ は A D C 出力における長さ 1 の期間の平均化されたリードバックを表し、 N はパターンの期間の長さ (ビット単位) を表し、 $c_k[n]$ 及び $s_k[n]$ は D F T 計算に必要とされる \cos カーネル及び \sin カーネルを表す。8 T パターン (すなわち $N = 8$) の場合、以下のように第 1 高調波及び第 3 高調波のカーネルが得られる。

【数 1 0】

$$c_1[n] = \{1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071, -1.00, -0.7071, 0.00, 0.7071\}$$

20

$$s_1[n] = \{0.00, 0.7071, 1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071, -1.00, 0.7071\}$$

$$c_3[n] = \{1.00, -0.7071, 0.00, 0.7071, -1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071\}$$

$$s_3[n] = \{0.00, 0.7071, -1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071, 1.00, -0.7071\}$$

10 T パターン (すなわち $N = 10$) の場合、以下のように第 1 高調波及び第 3 高調波のカーネルが得られる。

【数 1 1】

$$c_1[n] = \{1.00, 0.8090, 0.3090, -0.3090, -0.8090, -1.00, -0.8090, -0.3090, 0.3090, 0.8090\}$$

30

$$s_1[n] = \{0.00, 0.5878, 0.9511, 0.9511, 0.5878, 0.00, -0.5878, -0.9511, -0.9511, -0.5878\}$$

$$c_3[n] = \{1.00, -0.3090, -0.8090, 0.8090, 0.3090, -1.00, 0.3090, 0.8090, -0.8090, -0.3090\}$$

$$s_3[n] = \{0.00, 0.9511, -0.5878, -0.5878, 0.9511, 0.00, -0.9511, 0.5878, 0.5878, -0.9511\}$$

12 T パターン (すなわち $N = 12$) の場合、以下のように第 1 高調波及び第 3 高調波のカーネルが得られる。

【数 1 2】

$$c_1[n] = \{1.00, 0.866, 0.50, 0.00, -0.500, -0.866, -1.00, -0.866, -0.50, -0.00, 0.50, 0.866\}$$

40

$$s_1[n] = \{0.00, 0.50, 0.866, 1.00, 0.866, 0.50, 0.00, -0.50, -0.866, -1.00, -0.866, -0.50\}$$

$$c_3[n] = \{1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00, 0.00\}$$

$$s_3[n] = \{0.00, 1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00\}$$

【0 0 3 6】

本発明のいくつかの実施形態では、フライハイト計算回路 370、フライハイト計算回路 373、フライハイト計算回路 376、及びフライハイト計算回路 379 のそれぞれを、それぞれ異なる形で実装することができることに留意すべきである。また、上述したフライハイト計算回路のそれぞれが異なる長さの入力パターン (すなわち、パターン入力 3

50

53のそれぞれの部分)に対し動作することができることに留意すべきである。

【0037】

フライハイト計算回路371はフライハイト値371を平均回路382に与え、該平均回路382において、同期マークパターンに基づく受信フライハイト値の稼働平均が計算され、同期マークフライハイト平均383として与えられる。同様に、フライハイト計算回路373はフライハイト値374を平均回路385に与え、該平均回路385において、プリアンブルパターンに基づく受信フライハイト値の稼働平均が計算され、プリアンブルフライハイト平均386として与えられる。フライハイト計算回路376はフライハイト値377を平均回路388に与え、該平均回路388において、セクター終了パターンに基づく受信フライハイト値の稼働平均が計算され、セクター終了フライハイト平均389として与えられる。そしてフライハイト計算回路379はフライハイト値379を平均回路391に与え、該平均回路391において、ユーザーデータパターンに基づく受信フライハイト値の稼働平均が計算され、ユーザーデータフライハイト平均392として与えられる。10

【0038】

同期マークフライハイト平均383、プリアンブルフライハイト平均386、セクター終了フライハイト平均389、及びユーザーデータフライハイト平均392は正規化回路395に与えられ、該正規化回路395は、それらを以下の式に従って、入力重み(プリアンブルフライハイト平均386に対応するプリアンブルWT396、ユーザーデータフライハイト平均392に対応するユーザーWT397、セクター終了フライハイト平均389に対応するセクター終了WT398、及び同期マークフライハイト平均383に対応するWT399)を用いて結合し、単一の複合フライハイト値302にする。20

複合フライハイト出力302 =

$$\begin{aligned} & (\text{同期WT399}) (\text{同期マークフライハイト平均383}) + \\ & (\text{プリアンブルWT396}) (\text{プリアンブルフライハイト平均386}) + \\ & (\text{セクター終了WT398}) (\text{セクター終了フライハイト平均389}) + \\ & (\text{ユーザーWT397}) (\text{ユーザーデータフライハイト平均392}) . \end{aligned}$$

いくつかの実施形態では、プリアンブルWT396、ユーザーWT397、セクター終了WT398、及び同期WT399の和は1である。

【0039】

結果としての複合フライハイト出力302はフライハイト調整回路301に与えられ、該フライハイト調整回路301は複合フライハイト出力202の大きさ及び符号に従って読み取り/書き込みヘッド機構317と対応するストレージ媒体318との間の距離316(フライハイト)を調整するように動作可能である。フライハイト調整回路301は、フライハイトを調整することが可能な当該技術分野において既知の任意の回路とすることができる。30

【0040】

図4を見ると、流れ図400が、本発明の1つ又は複数の実施形態による、ユーザーデータに基づいてフライハイトを計算する方法を示している。流れ図400に従って、アナログ入力が連続して受信される(ロック405)。いくつかの場合、このアナログ信号はストレージ媒体から受信されたアナログフロントエンド回路処理情報から受信される。アナログ入力はアナログ/デジタル変換器回路によって一連のデジタルサンプルに変換される(ロック410)。一連のデジタルサンプルへの変換は、当該技術分野において既知の任意のアナログ/デジタル変換方法を用いて行うことができる。一連のデジタルサンプルにデータ処理が適用され、データ出力が得られる(ロック415)。いくつかの場合、このデータ処理は、例えば最大事後データ検出プロセス又はビタビアルゴリズムデータ検出プロセス等の当該技術分野において既知のデータ検出プロセスとすることができます。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば本発明の様々な実施形態に関連して用いることができる種々のデータ検出プロセスを認識するであろう。40

【0041】

ユーザーデータ領域（すなわち 2 つのサーボデータウェッジ間の領域）が処理されているか否かが判断される（ブロック 418）。ユーザーデータ領域が処理されている場合、ユーザーデータの 1 つ又は複数のセクターに関連付けられたプリアンブルが見つかっているか否かが判断される（ブロック 420）。プリアンブルが見つかっている場合（ブロック 420）、識別されたプリアンブルに対応する受信したデジタルサンプルが識別される（ブロック 425）。これらの識別されたデジタルサンプルを用いて、プリアンブルに基づいてフライハイト値を計算する（ブロック 430）。フライハイトは当該技術分野において既知の任意のフライハイト計算アルゴリズムを用いて計算することができる。プリアンブルに基づいて計算されたフライハイトは他の同様のフライハイト値の稼働平均に組み込まれ、平均化されたプリアンブルフライハイトが得られる（ブロック 435）。 10

【0042】

代替的に、プリアンブルが見つかっていない場合（ブロック 420）、ユーザーデータの 1 つ又は複数のセクターに関連付けられたユーザー同期マークが見つかっているか否かが判断される（ブロック 440）。ユーザー同期マークが見つかっている場合（ブロック 440）、識別されたユーザー同期マークに対応する受信したデジタルサンプルが識別される（ブロック 445）。これらの識別されたデジタルサンプルを用いて、ユーザー同期マークに基づいてフライハイト値を計算する（ブロック 450）。フライハイトは当該技術分野において既知の任意のフライハイト計算アルゴリズムを用いて計算することができる。ユーザー同期マークに基づいて計算されたフライハイトは他の同様のフライハイト値の稼働平均に組み込まれて、平均化された同期マークフライハイトを得る（ブロック 455）。 20

【0043】

代替的に、プリアンブルが見つかっていない場合（ブロック 440）、ユーザーデータの 1 つ又は複数のセクターに関連付けられたセクター終了マークが見つかっているか否かが判断される（ブロック 460）。セクター終了マークが見つかっている場合（ブロック 460）、識別されたセクター終了マークに対応する受信したデジタルサンプルが識別される（ブロック 465）。これらの識別されたデジタルサンプルを用いて、セクター終了マークに基づいてフライハイト値を計算する（ブロック 470）。フライハイトは当該技術分野において既知の任意のフライハイト計算アルゴリズムを用いて計算することができる。セクター終了マークに基づいて計算されたフライハイトは、他の同様のフライハイト値の稼働平均に組み込まれ、平均化されたセクター終了フライハイトが得られる（ブロック 475）。 30

【0044】

代替的に、セクター終了マークが見つかっていない場合（ブロック 460）、ユーザーデータ内の所定のパターンが見つかっているか否かが判断される（ブロック 480）。そのような所定のパターンが見つかっている場合（ブロック 480）、識別された所定のパターンに対応する受信したデジタルサンプルが識別される（ブロック 485）。これらの識別されたデジタルサンプルを用いて、所定のパターンに基づいてフライハイト値を計算する（ブロック 490）。フライハイトは、当該技術分野において既知の任意のフライハイト計算アルゴリズムを用いて計算することができる。所定のパターンに基づいて計算されたフライハイトは他の同様のフライハイト値の稼働平均に組み込まれて、平均化されたユーザーデータパターンフライハイトが得られる（ブロック 495）。 40

【0045】

平均化されたプリアンブルフライハイト、平均化されたユーザー同期フライハイト、平均化されたセクター終了フライハイト、及び平均化されたユーザーデータフライハイトを用いて重み付けされた正規化を実行し、複合フライハイト値を得る（ブロック 401）。いくつかの場合、複合値は以下の式に従って計算される。

複合フライハイト出力 =

（同期マーク重み）（平均化された同期マーク） +

（プリアンブル重み）（平均化されたプリアンブルフライハイト） +

10

20

30

40

50

(セクター終了重み) (平均化されたセクター終了フライハイト) +
 (ユーザーデータ重み) (平均化されたユーザーデータフライハイト) .

いくつかの実施形態では、同期マーク重み、プリアンブル重み、ユーザーデータ重み、セクター終了重み、及びユーザーデータ重みはプログラム可能な重み係数であり、いくつかの場合、4つの重み係数の和は1である。次に複合フライハイト値を用いてフライハイトを変更する(ブロック402)。

【0046】

図5aを見ると、本発明の1つ又は複数の実施形態による、ユーザーデータに基づくフライハイト計算回路部を有する読み取りチャネル回路510を備えるストレージデバイス500が示されている。ストレージデバイス500は、例えばハードディスクドライブとすることができる。また、読み取りチャネル回路510は、例えばビタビアルゴリズムデータ検出器等のデータ検出器、及び/又は、例えば低密度パリティチェック復号器回路等のデータ復号器回路を備えることができる。ストレージデバイス500は、読み取りチャネル回路510に加えて、ディスクプラッター578に対して配置された読み取り/書き込みヘッド機構576を備える。読み取り/書き込みヘッド機構576は、ディスクプラッター578上に格納された情報を感知し、対応する電気信号を読み取りチャネル回路510に与えるように動作可能である。

10

【0047】

ストレージデバイス500は、インターフェースコントローラー520、ハードディスクコントローラー566、モーターコントローラー及びフライハイトコントローラー568、並びにスピンドルモーター572も備える。インターフェースコントローラー520はディスクプラッター578への/からのデータのアドレス指定及びタイミングを制御する。ディスクプラッター578上のデータは、読み取り/書き込みヘッド機構576がディスクプラッター578上に適切に位置決めされているときに該機構によって検出することができる磁気信号の群からなる。1つの実施形態では、ディスクプラッター578は垂直記録方式に従って記録された磁気信号を含む。本発明の他の実施形態では、ディスクプラッター578は長手記録方式に従って記録された磁気信号を含む。モーターコントローラー及びフライハイトコントローラー568はディスクプラッター578のスピントレート及びディスクプラッター578に対する読み取り/書き込みヘッド機構576のロケーションを制御する。

20

【0048】

図5bの断面図491に示すように、読み取り/書き込みヘッド機構576とディスクプラッター578の間の距離はフライハイト590である。フライハイト590は読み取りチャネル回路510によって与えられる高調波値512に基づいてモーターコントローラー及びフライハイトコントローラー568によって制御される。

30

【0049】

通常の読み取り動作では、読み取り/書き込みヘッド機構576は、モーターコントローラー及びフライハイトコントローラー568によってディスクプラッター578上の所望のデータトラックの上方に正確に位置決めされる。モーターコントローラー及びフライハイトコントローラー568は、読み取り/書き込みヘッド機構576をディスクプラッター578に対して(横方向及び垂直方向に)位置決めし、かつハードディスクコントローラー566の指示の下で読み取り/書き込みヘッド機構576をディスクプラッター578上の適切なデータトラックに移動させることによってスピンドルモーター572を駆動する。スピンドルモーター572は定められたスピントレート(RPM)でディスクプラッター578をスピントする。読み取り/書き込みヘッド機構578が適切なデータトラックに近接して位置決めされると、スピンドルモーター572によってディスクプラッター578が回転するのに応じてディスクプラッター578上のデータを表す磁気信号が読み取り/書き込みヘッド機構576によって感知される。感知された磁気信号は、ディスクプラッター578上の磁気データを表す連続した微小アナログ信号として与えられる。この微小アナログ信号は、読み取り/書き込みヘッド機構576によって、読み取りチャネル回路510に与えられる。

40

50

そして、読み取りチャネル回路 510 は受信したアナログ信号を復号及びデジタル化し、ディスクプラッター 578 に元々書き込まれた情報を再生する。このデータは、読み取りデータ 503 として受信回路に与えられる。書き込み動作は、先行する読み取り動作と実質的に反対であり、書き込みデータ 501 が読み取りチャネル回路 510 に与えられる。次にこのデータは符号化され、ディスクプラッター 578 に書き込まれる。

【0050】

時に、ディスクプラッター 578 から取り出された信号を処理してフライハイトを求めることができる。本発明のいくつかの実施形態では、フライハイトを求めるることは、図 4 に関連して上記で検討した方法と一致するようを行うことができる。様々な場合に、上記で図 2 又は図 3 に関連して検討した回路と一致する回路を用いてユーザーデータに基づくフライハイト計算を実行することができる。様々な場合に、フライハイトは、ストレージデバイス 500 の動作状態の変化が検出されたときに再評価される。そのような動作の変化は、限定ではないが、動作電圧レベルの変化、動作温度の変化、高度の変化、ピット誤り率の変化を含むことができる。本明細書において提供される開示に基づいて、当業者であれば、ストレージデバイス 500 において監視することができる種々の動作状態、及びそのような状態の変化を利用してフライハイトの再評価をトリガーすることができる方法を認識するであろう。

【0051】

ストレージシステム 500 は、例えば RAID (低価格ディスク冗長アレイ又は独立ディスク冗長アレイ) ベースのストレージシステム等のより大きなストレージシステムに統合することができることに留意すべきである。また、ストレージシステム 500 の様々な機能又はブロックをソフトウェア又はファームウェアのいずれかに実装することができる一方、他の機能又はブロックはハードウェアに実装されることにも留意すべきである。

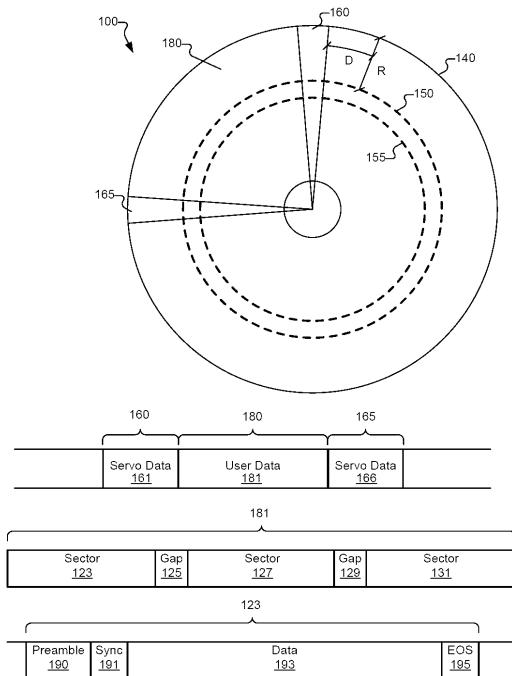
【0052】

上記のアプリケーションにおいて検討された様々なブロックは、他の機能とともに集積回路において実施することに留意すべきである。そのような集積回路は、所与のブロック、システム、若しくは回路の機能のすべて、又はブロック、システム、若しくは回路の部分集合のみを含むことができる。また、ブロック、システム、又は回路の要素を複数の集積回路にわたって実装することができる。そのような集積回路は、限定ではないが、モノリシック集積回路、フリップチップ集積回路、マルチチップモジュール集積回路、及び / 又は混合信号集積回路を含む、当該技術分野において既知の任意のタイプの集積回路とすることができる。本明細書において検討されたブロック、システム、又は回路の様々な機能を、ソフトウェア又はファームウェアのいずれでも実施することができることにも留意すべきである。いくつかのそのような場合、システム、ブロック、又は回路全体を、そのソフトウェア等価物又はファームウェア等価物を用いて実施することができる。他の場合、所与のシステム、ブロック、又は回路の一部分をソフトウェア又はファームウェアにおいて実装することもできる一方、他の部分はハードウェアにおいて実装される。

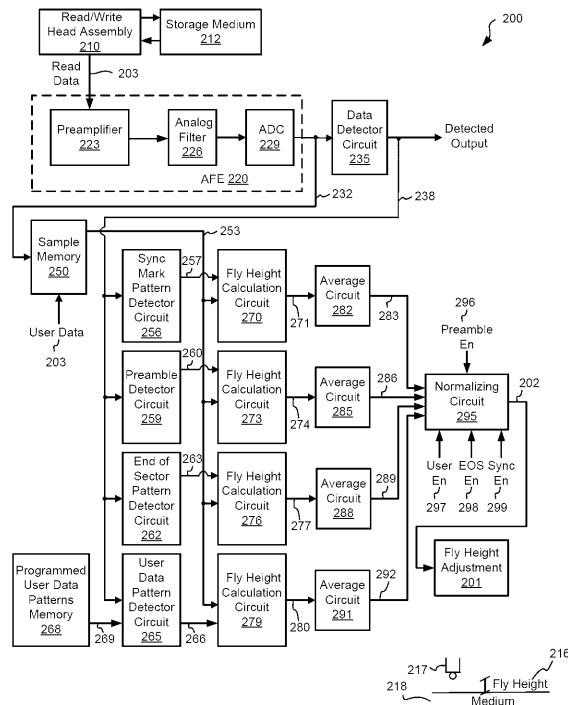
【0053】

結論として、本発明は高調波を測定する新規なシステム、デバイス、方法、及び構成を提供する。本発明の 1 つ又は複数の実施形態の詳細な説明が上記で与えられたが、本発明の趣旨をえることなく、様々な代替形態、変更形態、及び等価物が当業者には明らかとなろう。したがって、上記の説明は本発明の範囲を限定するものとして解釈されるべきではなく、本発明の範囲は添付の特許請求の範囲によって規定される。

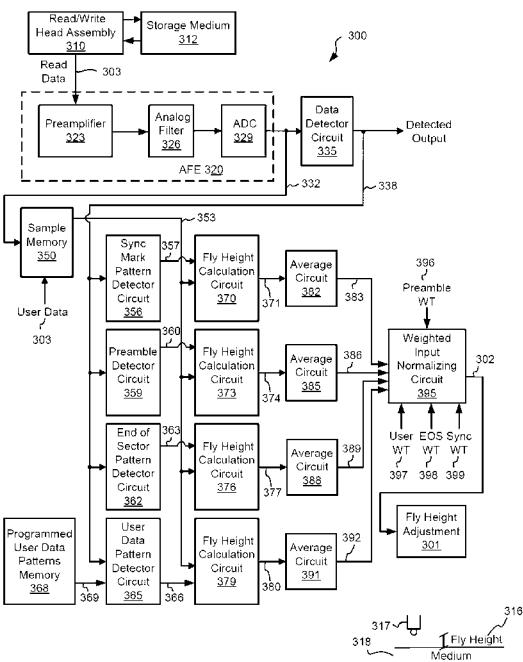
【図1】



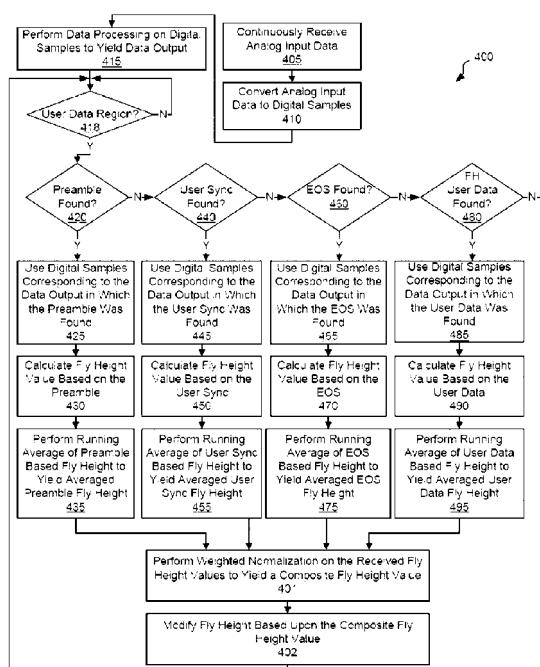
【図2】



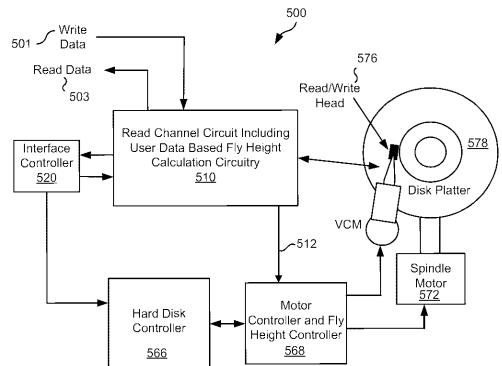
【図3】



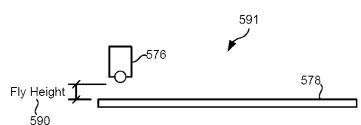
【図4】



【図 5 a】



【図 5 b】



フロントページの続き

- (72)発明者 ハイタオ , シア
アメリカ合衆国 , カリフォルニア 95131 , サンノゼ , 1614 ミッション スプリング
サークル
- (72)発明者 ジョージ , マシュー
アメリカ合衆国 , カリフォルニア 95123 , サンノゼ , 5547 プロッサム ガーデンズ
サークル
- (72)発明者 ミン , ジン
アメリカ合衆国 , カリフォルニア 94539 , フリーモント , 43372 エルスワース エス
ティー .
- (72)発明者 シャオファ , ヤン
アメリカ合衆国 , カリフォルニア 95129 , サンノゼ , 1477 エルカ エーヴィイー .