

(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2004-30896
(P2004-30896A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int.Cl.⁷
G 1 1 B 21/10

F I
G 1 1 B 21/10
G 1 1 B 21/10

W
F

テーマコード (参考)
5 D 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 55 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2003-176216 (P2003-176216)	(71) 出願人	503116280 ヒタチグローバルストレージテクノロジーズネザーランドビービー オランダ国 アムステルダム 1 0 7 6 エイズィ パルナスストーレン ロカテリ ケード 1
(22) 出願日	平成15年6月20日 (2003. 6. 20)	(74) 代理人	100068504 弁理士 小川 勝男
(31) 優先権主張番号	10/184343	(74) 代理人	100095876 弁理士 木崎 邦彦
(32) 優先日	平成14年6月27日 (2002. 6. 27)	(72) 発明者	ティモシー・ジェイ・チェイナー アメリカ合衆国 1 0 5 7 9 ニューヨーク 州ブットナムバレー バーガーストリート 2 9 5
(33) 優先権主張国	米国 (US)		最終頁に続く

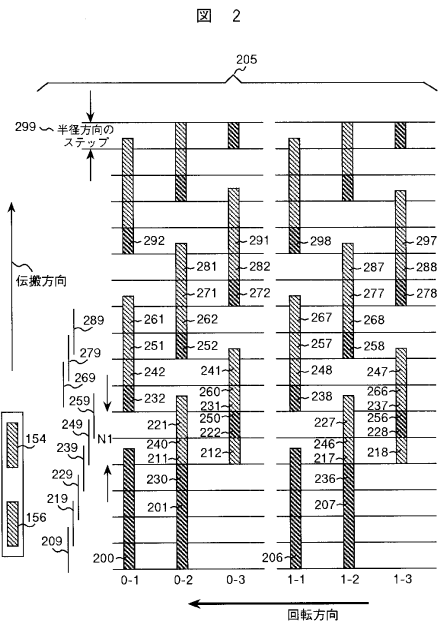
(54) 【発明の名称】 改良されたセルフ・サーボ書き込み多重スロット・タイミングパターン

(57) 【要約】

【課題】 同じ回転内で全てのタイミングマークの読み出しと書き込みの両方を行う高精度方式に用いられる、タイミングマークの書き込み方法が必要。

【解決手段】 タイミングマーク 2 0 0 , 2 0 1 , 2 1 2 はタイミングスロット 0 - 1 , 0 - 2 , 0 - 3 のグループで置き換えられる。各タイミングマークの位置では、スロットの一つでタイミングマークを検出して時間測定を行う。また、存在しているタイミングマークに対するエクステンションが他のスロットに書き込まれる。各タイミングマークにおける時間測定と、機会ある毎にこれらのタイミングマークに書き込まれたエクステンションとの組み合わせで、タイミングの伝搬の全体的な精度を向上する。タイミングマーク配置の精度を向上することで、付随して書き込まれたサーボデータの配置も同様に改善される。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

記憶媒体上のサーボデータの配列のために、複数のタイミングマークを伝搬する方法であって、タイミングマークのセットから、少なくとも第 1 のタイミングマークの一部の通過を検出し、前記第 1 のタイミングマークは第 1 の半径方向のそして第 1 の円周方向の位置にあり、遅延期間が終わるのを待ち、そして第 2 のタイミングマークを書き込み、該第 2 のタイミングマークは第 2 の半径方向のそして第 2 の円周方向の位置にあり、当該第 2 のタイミングマークは前に書き込まれたタイミングマークの半径方向のエクステンションではないことを特徴とする複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 2】

10

さらに、読み出し書き込みヘッドを半径方向に 1 ステップ移動させることを特徴とする請求項 1 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 3】

さらに、前記第 1 のタイミングマークのエクステンションを検出し、予め定められた時間を待ち、前記第 2 と第 3 のタイミングマークに第 2 と第 3 のタイミングマーク・エクステンションを書き込むことを特徴とする請求項 2 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 4】

さらに、前記第 1 のタイミングマークのエクステンションを検出し、予め定められた時間を待ち、前記第 2 のタイミングマークにタイミングマーク・エクステンションを書き込むことを特徴とする請求項 2 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

20

【請求項 5】

さらに、前記第 1 のタイミングマークのエクステンションを検出し、予め定められた時間を待ち、第 2 の位置におけるタイミングマークのエクステンションの書き込みが削除されたときに、タイミングマーク・エクステンションを前記第 3 のタイミングマークに書き込むことを特徴とする請求項 2 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 6】

さらに、前記第 1 のタイミングマークのエクステンションの検出を繰り返し、特定された時間を待ち、タイミングマーク・エクステンションを前記第 2 のタイミングマークに書き込み、そして第 4 の円周方向の位置にタイミングマークを書き込むことを特徴とする請求項 2 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

30

【請求項 7】

さらに、前記第 1 のタイミングマークのエクステンションの検出を繰り返し、特定された時間を待ち、タイミングマーク・エクステンションを前記第 3 のタイミングマークに書き込み、そして第 5 の円周方向の位置にタイミングマークを書き込むことを特徴とする請求項 2 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 8】

さらに、前記第 1 のタイミングマークの検出を繰り返し、特定された時間を待ち、予め定められた半径方向のステップ数 $N-1$ について、前記第 2 と第 3 のタイミングマークにエクステンションを書き込むことを特徴とする請求項 3 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

40

【請求項 9】

さらに、前記第 1 のタイミングマークの検出を繰り返し、特定された時間を待ち、予め定められた半径方向のステップ数 $N-1$ について、前記第 2 のタイミングマークにエクステンションを書き込むことを特徴とする請求項 3 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 10】

さらに、前記第 1 のタイミングマークの検出を繰り返し、特定された時間を待ち、第 2 の位置におけるタイミングマークのエクステンションの書き込みが削除されたときに、予め定められた半径方向のステップ数 $N-1$ について、前記第 3 のタイミングマークにエクステ

50

ンションを書き込むことを特徴とする請求項 3 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 1 1】

さらに、前記第 1 のタイミングマークの検出を繰り返し、特定された時間を待ち、予め定められた半径方向ステップ数 N 1 について、前記第 2 のタイミングマークにタイミングマーク・エクステンションを書き込み、そして第 4 の円周方向の位置にタイミングマークを書き込むことを特徴とする請求項 3 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 1 2】

さらに、前記第 1 のタイミングマークの検出を繰り返し、特定された時間を待ち、予め定められた半径方向ステップ数 N 1 について、前記第 3 のタイミングマークにタイミングマーク・エクステンションを書き込み、そして第 5 の円周方向の位置にタイミングマークを書き込むことを特徴とする請求項 3 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 1 3】

前記 N 1 は、半径方向ステップの距離を単位として測った場合に、記録ヘッドの読み出しから書き込みへの半径方向のオフセットから記録ヘッドの書き込みヘッド幅の 1 / 2 を差し引いたものに最も近い半径方向のステップ数に等しいことを特徴とする請求項 8 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 1 4】

記憶媒体上のサーボデータの配列のために、複数のタイミングマークを伝搬する方法であって、タイミングマークのセットから、少なくとも第 1 のタイミングマークの一部の通過を検出し、該第 1 のタイミングマークは第 1 の半径方向のそして第 1 の円周方向の位置にあり、第 1 の遅延期間が終わるのを待ち、そして第 2 タイミングマークを書き込み、該第 2 のタイミングマークは第 2 の半径方向のそして第 2 の円周方向の位置にあり、第 2 の遅延期間が終わるのを待ち、そして第 3 のタイミングマークを書き込み、該第 3 のタイミングマークは前記第 2 の半径方向のそして第 3 の円周方向の位置にあり、そして当該第 3 のタイミングマークは前に書き込まれたタイミングマークの半径方向のエクステンションではないことを特徴とする複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 1 5】

さらに、読み出し書き込みヘッドを半径方向に 1 ステップ移動させることを特徴とする請求項 1 4 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 1 6】

さらに、前記第 1 のタイミングマークのエクステンションを検出し、予め定められた時間を待ち、前記第 2 と第 3 のタイミングマークに第 2 と第 3 のタイミングマーク・エクステンションを書き込むことを特徴とする請求項 1 5 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 1 7】

さらに、前記第 1 のタイミングマークの検出を繰り返し、特定された時間を待ち、予め定められた半径方向のステップ数 N 1 について、前記第 2 と第 3 のタイミングマークにエクステンションを書き込みことを特徴とする請求項 1 6 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 1 8】

記憶媒体上のサーボデータの配列のために、複数のタイミングマークを伝搬する方法であって、タイミングマークのセットから、少なくとも第 1 のタイミングマークの一部の通過を検出し、前記第 1 のタイミングマークは第 1 の半径方向のそして第 1 の円周方向の位置にあり、遅延期間が終わるのを待ち、そして第 2 のタイミングマークを書き込み、該第 2 のタイミングマークは第 2 の半径方向のそして第 2 の円周方向の位置にあり、記録ヘッドを第 2 半径方向の位置に移動させ、タイミングマークのセットからの少なくとも第 3 のタイミングマークの一部の通過を検出し、該第 3 のタイミングマークは第 3 の半径に位置し、そして当該第 3 のタイミングマークは前記第 1 のタイミングマークのタイミングマーク・エクステンションではなく、そして遅延期間が終わるのを待ち、第 4 のタイミングマー

10

20

30

40

50

クを書き込み、該第4のタイミングマークは第4の半径に位置し、そして当該第4のタイミングマークは前記第2のタイミングマークのエクステンションであることを特徴とする複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項19】

さらに、前記記録ヘッドを新しい半径方向の位置に移動させ、前記第1のタイミングマークのエクステンションでないタイミングマーク、あるいは前記第1のタイミングマークのエクステンションを検出し、そして前記第4のタイミングマークのエクステンションであるタイミングマークを書き込むことを特徴とする請求項18記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項20】

回転記憶媒体上のサーボデータの配列のために、複数のタイミングマークを伝搬する方法であって、タイミングマークのセットから、少なくとも第1のタイミングマークの一部の通過を検出し、該第1のタイミングマークは第1の半径方向のそして第1の円周方向の位置にあり、遅延期間が終わるのを待ち、そして第2のタイミングマークを書き込み、該第2のタイミングマークは第2の半径方向のそして第2の円周方向の位置にあり、タイミングマークのセットからの第3のタイミングマークの少なくとも一部の通過を検出し、そしてパラメータC[S, i]により、前記第2のタイミングマークの書き込みと第3のタイミングマークの通過との間の時間差を記憶することを特徴とする複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項21】

さらに、記録ヘッドを半径方向に移動させ、タイミングマークのセットからの前記第2のタイミングマークの少なくとも一部の通過を検出し、そして第2の遅延期間が終わるのを待ち、第4のタイミングマークを書き込み、該第4のタイミングマークは第4の半径に位置することを特徴とする請求項20記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項22】

前記第2の遅延は、少なくとも一部はパラメータC[S, i]に依存することを特徴とする請求項20記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項23】

回転記憶媒体上のサーボデータの配列のために、複数のタイミングマークを伝搬する方法であって、複数のタイミングマークをタイミンググループに配置し、第1のタイミングマークを「読み出された」タイミングマークとして用いてタイミングマークを書き込むことを特徴とする複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項24】

前記タイミングマークの書き込みは、さらにタイミングマーク・エクステンションの書き込みを含むことを特徴とする請求項23記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項25】

前記タイミングマークの書き込みは、さらに全てのタイミングマークはタイミングマーク・エクステンションであるようなタイミングマークは、書き込まないことを特徴とする請求項23記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項26】

前記タイミンググループはタイミングマークスロットを含むことを特徴とする請求項23記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項27】

前記タイミンググループはタイミングマークスロットに書き込まれることを特徴とする請求項26記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項28】

タイミングマークがタイミングマークグループの一つのタイミングマークスロットに書き込まれている場合は、タイミングマークは他の全てのタイミングマークグループの同じスロットに書き込まれることを特徴とする請求項27記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

10

20

30

40

50

【請求項 29】

延長されたタイミングマークの末尾に到達したときは、前記タイミングマークの書き込みは新しいスロットで継続されることを特徴とする請求項 26 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 30】

前記回転記憶媒体の如何なる半径に於いても、タイミングマークが存在しないタイミングマークスロットがあることを特徴とする請求項 26 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 31】

一つのタイミングマークスロットでタイミングマークを起動した後に、読み出しから書き込みのオフセットより長いエクステンションが得られるように、複数のタイミングマークスロットにタイミングマーク・エクステンションを書き込むことを特徴とする請求項 26 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。 10

【請求項 32】

半径方向の動きが、書き込みヘッドオフセットから書き込みヘッド幅の半分を差し引いた値に最も近い整数のステップ数を進んだときに、タイミングマーク書き込みが次のタイミングマークスロットにステップすることを特徴とする請求項 26 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 33】

前記タイミングマークの書き込みは、さらにあるタイミンググループ内で書き込む際に、エラーを最小にしながらタイミングマークを書き込むために、修正項 $C[S, i]$ と $C[i]$ を用い、その S はステップインデックス、 i はタイミングマークインデックス、そして $C[i]$ は現在の修正項の予測値であることを特徴とする請求項 23 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。 20

【請求項 34】

前記最小化されたエラーは回転速度変動と位置決めエラーを含むことを特徴とする請求項 33 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 35】

前記現在の $C[i]$ の予測値は、さらに記憶された予測値の重み付けされた平均を含むことを特徴とする請求項 33 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。 30

【請求項 36】

前記記憶された予測値の重み付けされた平均は、 $C[i] = F1 * C[S - N1, i] + F2 * C[S - N2, i]$ であり、その重み付けされた平均は、 $N1$ と $N2$ ステップ前に書き込まれたタイミングマークの、少なくとも一部でオーバーラップしている読み出しヘッドの、相対的な小部分であることを特徴とする請求項 33 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 37】

前記記憶された予測値の重み付けされた平均は、 $C[i] = \sum_{j=1 \sim k} \{ Fj * C[S - Nj, i] \}$ で構成され、その Fj は、複数の記憶されたデータセット Nj に適用される、 k 個の重み付けファクターのセットであることを特徴とする請求項 33 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。 40

【請求項 38】

コンピュータで読み取り可能な媒体であって、回転記憶媒体上でサーボデータの配列のために複数のタイミングマークを伝搬するコンピュータのインストラクションを有し、該コンピュータインストラクションは複数のタイミングマークをタイミンググループに配置するインストラクションと、タイミングマークを起動タイミングマークとして用いながらタイミングマークを書き込むインストラクションとを含むことを特徴とする媒体。

【請求項 39】

前記タイミングマークを書き込むためのインストラクションは、さらにタイミングマーク・エクステンションの書き込みを含むことを特徴とする請求項 38 記載のコンピュータで 50

読み取り可能な媒体。

【請求項 40】

前記タイミングマークを書き込むためのインストラクションは、さらに回転記憶媒体の全半径を通して連続的にはタイミングマークを書き込まないことを特徴とする請求項 38 記載のコンピュータで読み取り可能な媒体。

【請求項 41】

前記タイミングマークを書き込むためのインストラクションは、さらに二つのタイミングマークを各タイミングマークから離して書き込み、その結果前記タイミングマークは少なくとも通常のタイミングマークの長さの 2 倍になることを特徴とする請求項 38 記載のコンピュータで読み出し可能な媒体。

10

【請求項 42】

前記タイミングマークグループはタイミングマークスロットを含むことを特徴とする請求項 38 記載のコンピュータで読み取り可能な媒体。

【請求項 43】

回転記憶媒体上のサーボデータの配列のために、複数のタイミングマークを伝搬するシステムであって、複数のタイミングマークをタイミングマークグループに配置する編成ユニットと、タイミングマークを起動タイミングマークとして用いながら、タイミングマークを書き込む書き込みユニットとを有することを特徴とする複数のタイミングマークを伝搬するシステム。

【請求項 44】

前記書き込みユニットはタイミングマーク・エクステンションを書き込むことを特徴とする請求項 43 記載の複数のタイミングマークを伝搬するシステム。

20

【請求項 45】

前記書き込みユニットは回転記憶媒体の全半径を通して連続的にタイミングマークを書き込むことがないことを特徴とする請求項 43 記載の複数のタイミングマークを伝搬するシステム。

【請求項 46】

前記書き込みユニットは各タイミングマークから離して二つのタイミングマークを書き込み、その結果二つのタイミングマークは通常のタイミングマークの長さの少なくとも 2 倍の長さであることを特徴とする請求項 43 記載の複数のタイミングマークを伝搬するシステム。

30

【請求項 47】

前記タイミングマークグループは、さらにタイミングマークスロットを有することを特徴とする請求項 43 記載の複数のタイミングマークを伝搬するシステム。

【請求項 48】

記憶媒体上のサーボデータの配列のために、複数のタイミングマークを伝搬する方法であって、読み出しヘッドにより円周方向の場所でタイミングマークを検出する時と、書き込みヘッドにより前記円周方向の場所にタイミングマーク・エクステンションを書き込む時との間の時間間隔は、前記タイミングマークの持続時間より少ないことを特徴とする複数のタイミングマークを伝搬する方法。

40

【請求項 49】

前記記録媒体上において前記書き込みヘッドが前記読み出しヘッドより先行することで、前記書き込みヘッドがタイミングマーク・エクステンションを書き込むために前記円周方向の場所に位置決めされる前に、前記円周方向の場所で前記タイミングマークが検出されることがないようにすることを特徴とする請求項 48 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 50】

前記書き込みヘッドと前記読み出しヘッドがタイミングマークに関連して同じ円周方向の位置にあることで、前記円周方向の場所に前記タイミングマーク・エクステンションを書き込む前に前記タイミングマークの検出が行われることがないようにすることを特徴とす

50

る請求項 4 8 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 5 1】

繰り返し動作を行う記憶媒体上のサーボデータの配列のために複数のタイミングマークを伝搬する方法であって、そのタイミングマークの検出する時と、タイミングマークの書き込む時との間の時間間隔は、前記タイミングマークの持続時間より短いことを特徴とする複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 5 2】

記憶媒体上のサーボデータの配列のために、複数のタイミングマークを伝搬する方法であって、第 1 の半径方向位置で読み出しセンサーにより第 1 のタイミングマークを検出し、遅延時間を置いて、前に書き込まれたタイミングマークのエクステンションではない第 2 のタイミングマークを書き込み、その検出の時の読み出しセンサーの書き込み素子の円周方向の位置は、前記第 1 のタイミングマークのエクステンションの可能な全てのセットの少なくとも一つの前縁はすでに書き込み素子の下を通過していることを特徴とする複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 5 3】

記憶媒体上のサーボデータの配列のために、複数のタイミングマークを伝搬する方法であって、タイミングマークの少なくとも 1 セットを生成し、該セットは少なくとも 1 個のタイミングマークと少なくとも 1 個のタイミングマーク・エクステンションで構成され、センサーの読み出し素子が少なくとも前記セットの 1 個を検出できる第 1 の半径方向センサー位置で、前記セットは、前記セットのタイミングマークにタイミングマーク・エクステンションの書き込みが十分に出来る半径方向の長さであり、前記第 1 の半径方向位置で前記センサーの読み出し素子により前記第 1 のタイミングマークを検出し、遅延を置いて、前記タイミングマーク・エクステンションのセットの一つのエクステンションではない第 2 のタイミングマークを書き込み、前記第 1 のタイミングマークの検出の時の前記センサーの書き込み素子の円周方向の位置は、前記第 1 のタイミングマークに対するタイミングマーク・エクステンションのいずれかのセットの前縁がすでに前記センサーの書き込み素子の下を通過していることを特徴とする複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 5 4】

前記少なくとも 1 個のタイミングマーク・エクステンションは 2 個のタイミングマーク・エクステンションを含むことを特徴とする請求項 5 3 記載の複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【請求項 5 5】

記憶媒体上のサーボデータの配列のために、複数のタイミングマークを伝搬する方法であって、第 1 の半径方向位置で読み出しセンサーにより少なくとも 1 個の第 1 のタイミングマークを検出し、第 1 の遅延のあとで、前に書き込まれたタイミングマーク・エクステンションのセットのエクステンションではない、第 2 のタイミングマークの少なくとも 1 個を書き込み、第 2 の遅延の後で、前に書き込まれたタイミングマークのエクステンションである、第 3 のタイミングマークの少なくとも 1 個を書き込むことを特徴とする複数のタイミングマークを伝搬する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、セルフ・サーボ書き込み磁気ドライブに対するタイミングパターン生成の分野に関わる。

【0002】

【従来の技術】

回転する媒体を用いた大容量記憶装置において、高トラック密度が新ドライブ技術により可能になってきている。これらの新技術は、例えば磁気抵抗効果型 (MR) ヘッド技術を用いて狭トラックを読み書きする能力のみならず、ボイスコイルや他の形式のサーボ位置決め装置を含む。高トラック密度のためには、ヘッド位置決め用のエンベデッドサーボ

10

20

30

40

50

システムのためのサーボ書き込み方法に対する要求精度が厳しくなる。

【0003】

例えば、従来のディスク・ドライブの製造技術は、専用のサーボ書込装置を用いてヘッドディスクアセンブリー（HDA）の媒体上にサーボトラックを書き込む工程を含んでいる。このような装置では、サーボトラックを書き込むために用いられる記録ヘッドの物理的な実際の位置を読みとるために、レーザによる位置決めフィードバックが用いられている。不幸にして、HDA自身が動作にふさわしい所定の場所に設けられたカバーや成型物で覆われているために、サーボ書込のためにサーボ書込装置がHDAの内部に入ることが次第に困難になってきている。また、ある種のHDAは非常に小型で2インチ平方以下の大きさである。このような超小型化では、従来のサーボ書込方法は不適当である。

10

【0004】

従来のサーボパターンは、一般にはデータトラックの中心線からいずれかの側に非常に正確にずらせて配置された一定周波数の短いバーストパターンで構成されている。バーストはセクターヘッダー領域に書き込まれ、トラックの中心線を見つけるために用いることができる。中心に位置決めをすることは読み出しと書き込みの際にそれぞれ必要となる。トラックあたり100乃至はそれ以上のセクターがあり得るので、データトラックあたり同数のサーボデータ領域を分散させる必要がある。

【0005】

さらに、サーボデータは一般には、データトラックの100乃至はそれ以上のセクターヘッダー領域の各々に短いバーストパターンを書き込むことで、データトラックに分散される。エンベデッドサーボ機構は、このようなデータバーストをデータトラックの中心線を検出するために用いることができる。これにより、トラックが円形からずれている場合（例えば、スピンドルの振れとか、ディスクのスリップ、そして/あるいは熱膨張など）にも、ヘッドがトラックの中心線をフォローすることを可能にする。ディスク・ドライブの容量が増大するとトラック密度も同様に増加するので、サーボデータもディスク上に一層正確に配置されなければならない。

20

【0006】

サーボデータは従来は専用の外部サーボ書込装置で書き込まれ、そして一般にディスク・ドライブを保持し、外部の振動要因を静めるために石材のブロックが用いられる。記録ディスクの面上には補助のクロックヘッドが挿入され、リファレンスタイミングパターンを書き込むために用いられる。トランスデューサの位置を精確に決めるために、非常に精密な送りねじを持つ外部ヘッド/アーム位置決め装置と、位置情報のフィードバックを行うレーザ変位測定装置が用いられる。この精密な位置決め装置の位置が、トラックの配置とトラック間の間隔の基本となる。サーボ書込装置は、外部のヘッドやアクチュエータがアクセスできるためには、ディスクやヘッドが外気に曝されるので、クリーンルーム環境を必要とする。

30

【0007】

従来のディスク上のサーボデータパターンは、複数のセクターに分かれた円形のデータトラックで構成される。各セクターは一般にはセクターヘッダー領域を持ち、その後にデータ領域が続く。各セクターヘッダー領域はセクターヘッダー情報を含み、続いて半径方向の位置情報を提供するサーボデータ領域がくる。セクターヘッダー情報はサーボ識別（SID）フィールドとグレイコードフィールドを含んでおり、磁気的なパターンの破壊的な干渉を防止するために、全トラックにわたって位置あわせを精確に行わねばならない。このような干渉は信号の振幅を小さくし、データエラーを発生させる。

40

【0008】

従来のドライブの生産においては、ディスク・ドライブは一般にサーボ書込装置として知られるマスタリング装置に装着される。サーボ書込装置は、ドライブの内部の少なくとも1個のヘッドの半径方向および円周方向の位置を見つけるために、ディスク・ドライブの外部に取り付けられたセンサーを持つ。センサーからの情報を用いて、サーボ書き込み装置は、パターン：一般的には磁気情報（すなわちサーボデータ）のディスク上への書き込

50

みを行わせる。上述のように、サーボパターンは、通常動作のディスク・ドライブにおいて、データ記憶を行うためにトラックやセクターを見つけるためのマスターリファレンスになる。このような装置をサーボ書き込みに使用すると、各ディスク・ドライブをサーボ書き込み装置に装着しなければならないので製造原価が高くなる。さらに、外部センサーがアクチュエータとディスク・スピンドルモータにアクセスする必要があるので、ディスクの機械的な境界条件が変わってくる。このようにして、ドライブの機械的固定とか分解も必要になるであろう。

【0009】

他の従来のサーボ書き込みプロセスでは、サーボトラックの書き込み動作全体のタイミングリファレンスとして利用するために、マスタークロックトラックが独立したヘッドによりディスク上に書き込まれる。マスタークロックトラックを書き終わると、まずアームを外側のクラッシュストップ位置に移動させ、次いで外部の半径方向位置決めシステムを用いて、アームをディスクの各1回転に対し1データトラック幅以下の距離だけ半径方向に移動させ、ディスクの全表面にサーボパーストデータを書き込む。

10

【0010】

このような従来のサーボ書き込み手順では、円周方向のヘッド位置を知るためのタイミングパターンを書き込むために、外部のタイミングセンサーを用いる必要がある。外付けのセンサーが必要になることで、サーボ書き込みはクリーンルーム環境で行なわねばならない。さらに、外部クロック源と補助クロックヘッドがタイミング情報を書き込むために必要になる。

20

【0011】

このような問題を解決するために、最近ではセルフ・サーボ書き込みタイミング生成プロセスが開発されている。これらのプロセスによると、サーボデータの円周方向の位置決めを制御する如何なる機械的、磁気的あるいは光学的な位置決めシステムを用いなくても、各サーボデータ領域に、精確に配列されたサーボデータトラックを連続して書き込むことが可能になる。さらに、ディスク上にリファレンスタイミングパターンを書き込むための補助クロックヘッドが不要になる。

【0012】

一つの方法では、記憶媒体の最初の半径方向の位置に最初のタイミングマークが書き込まれる。最初のタイミングマークの選択した対の間の時間間隔が測定される。ヘッドは第2の半径方向の位置に移動する。次に、ディスクが回転している状態で、一つおきのタイミングマーク（仮に奇数のものとする）が通過する時間を記録し、次いで計算された遅延時間の後に中間のタイムマーク（偶数のもの）を書き込むことにより、追加のタイミングマークが書き込まれる。新たに書き込まれた（偶数の）マーク間の時間間隔は、隣接した（奇数の）タイミングマークが通過するときの時間差と、新たなタイミングマークを書き込む前の遅延時間の差との和であると判断される。次いで、ヘッドは第2の半径方向の位置に移動する。次に、ディスクが回転している状態で、書き込まれたばかりの円周上の位置にある、一つおきのタイミングマーク（ここでは偶数のもの）が通過する時間を記録し、次いで計算された遅延時間の後に中間のタイムマーク（奇数のもの）を書き込むことにより、追加のタイミングマークが書き込まれる。

30

40

【0013】

新たに書き込まれた（奇数の）マーク間の時間間隔は、隣接した（偶数の）タイミングマークが通過するときの時間差と、新たなタイミングマークを書き込む前の遅延時間の差との和であると判断される。好ましい方法としては、サーボデータは、タイミングマーク間の時間間隔で、1ないしはそれ以上のディスク面に書き込まれる。好ましい方法としては、測定し、移動し、他のタイミングマークを書き込むステップが、サーボパターンが記憶媒体の全ての面に書き込まれるまで繰り返される。サーボデータトラックが重畳型の読み出しおよび書き込みヘッド（言い換えると、ヘッド位置を変更しないでトラックの書き込みおよび読み出しが可能であるヘッド）を用いて書き込まれるときは、このようなセルフ・サーボ書き込みプロセスで十分である一方、最近では、重畳しない読み出しおよび書き込

50

み素子を持つディスク・ドライブが製造されている。

さらに詳細には、記憶密度を増加させるために読み出しおよび書き込み素子の寸法が小さくなってきているので、読み出しおよび書き込みを行う幅は読み出し素子と書き込み素子の間の寸法自体よりさらに急速に減少している。その結果、ロータリーアクチュエータ上でこのような素子をもったヘッドを用いるときには、全ての半径方向の位置では、このヘッドの書き込み素子で書き込まれた領域にヘッドの読み出し素子を重ねることが出来なくなる。読み出し素子と書き込み素子間が重畳しないドライブに上記のセルフ・サーボ書き込み方式が用いられると、サーボデータトラックの周方向の精確な配置が維持出来なくなり、パターン生成プロセスでのランダムエラーの増加を押さえる安定性に欠けることになる。

10

【0014】

他の方法では、ディスクの回転時に、記憶媒体の最初の半径方向の位置に最初のタイミングマークが書き込まれる。次に、ヘッドは第2の半径方向の位置に移動する。最初のタイミングマークの選択した対の間の時間間隔がディスクの回転している状態で測定される。次に、ディスクが回転している状態で、一つおきのタイミングマーク（仮に奇数のものとする）が通過する時間を記録し、次いで計算された遅延時間の後に中間のタイムマーク（偶数のもの）を書き込むことにより、追加のタイミングマークが書き込まれる。次に、ヘッドは第2の半径方向の位置に移動する。最初のタイミングマークの選択した対の間の時間間隔がディスクが回転している状態で測定される。次に、ディスクが回転している状態で、書き込まれたばかりの円周上の位置にある、一つおきのタイミングマーク（ここでは偶数のもの）が通過する時間を記録し、次いで計算された遅延時間の後に中間のタイムマーク（奇数のもの）を書き込むことにより、追加のタイミングマークが書き込まれる。好適な方法としては、移動し、測定し、他のタイミングマークを書き込むステップが、サーボパターンが記憶媒体の全ての面に書き込まれるまで繰り返される。

20

同じ権利者による、2000年6月13日に出願された、米国特許出願番号09/592,740「セルフ・サーボ書き込みタイミング伝搬の方法」を参考資料としてそのまま引用する。この米国特許出願（以下740出願という）はセルフ・サーボ書き込みプロセスを説明している。新しいタイミングマークを書き込むことは、以前は少なくとも1回転おきに行われ、この結果次に新しいタイミングマークを書き込む前の少なくとも1回転の間に、現存のタイミングマーク間の全ての時間間隔を読み取り、そして測定することを可能にしていた。さらに、これらのプロセス全てによっても、各半径方向の位置に対して、タイミングマーク位置の半分しか書き込まれない。不幸にして、このことは奇数と偶数セクターに非対称性をもたらし、タイミングマークにおける信号強度を減少させ、測定の間の全体時間を長くすることになり、その間にモータの速度がかなり変動する可能性があるので、タイミングマークの位置の測定にさらにタイミングエラーを増やす結果となる。

30

【0015】

さらに、他の形式の読み出し書き込み機器はオフセットヘッドを使用する。「オフセット」ヘッドにおいては、読み出し素子と書き込み素子は物理的に半径方向に分離されている。オフセットヘッドは、書き込みヘッドとして知られている記録ヘッドと、読み出しヘッドとして知られている磁気検出ヘッドを含む。従来技術のオフセット書き込みプロセスでは、プロセスの安定性を維持するため余分なタイミング測定が必要になりプロセス時間が増加する。

40

【0016】

740出願の発明は、タイミングマークの通過を検出しそして円周上の実質的に同じ位置にタイミングマークのエクステンションを書くことで従来技術による問題を解決している。これは、ディスク・ドライブもしくは類似のシステムが同時に読み出しと書き込みが出来ない場合でも、もし読み出しヘッドが独立した素子であって、ディスクが回転する際にディスク面上のある点に書き込みヘッドより僅かに早く到達出来て、同じ円周上にタイミングマークを書き込む前に現存のタイミングマークを検出することが出来るならば、有効である。読み出し動作が発生した後に、この遅延により同じ回転の中で実質的に同じ接線

50

上の位置で続いての書き込み動作が可能になる。各タイミングマークの通過を記録し、そして実質的に同じ円周上の位置にこれらのタイミングマークの全てのエクステンションを書き込むプロセスを使用することで、タイミングマークの位置づけの精度が向上され、そして付随して書き込まれるサーボデータの位置づけにも同様の改善がされる。

【0017】

他の発明は、同じディスクの回転の間に、ディスクのその回転の中で行われる測定のスレップ以外には他の測定を行うことなしに、全てのタイミングマークの位置を検出し、書き込む、すぐ前に述べたこの高精度手法を実行可能にする。これにより全体のプロセス時間が低減される。この発明は同時に1999年10月25日に出願された、米国特許出願番号09/426,435「読み出しヘッドと書き込みヘッドが重畳しない場合のセルフ・サーボ書き込みタイミングパターン生成のためのタイミング情報の記憶」に開示されており、それによると、読み出しヘッドで検出されたタイミングマークの実測されたタイミングマーク間隔から計算された、新しく書き込まれたタイミングマークと、データアレイにおいて新しいタイミングマークを書き込むために用いられた、遅延時間との間の予測間隔を記憶するロケーションアレイが定義される。この米国特許出願（以下435出願という）は、IBMに権利譲渡されたものであり、ここで参考資料としてそのまま引用する。各新たな書き込みステップでは、現在読み出しヘッドの下を通過しているタイミングマークの記憶された予測間隔データは、書き込みに用いる正しい遅延時間を予測するために、検索され使用される。このことは、新しいタイミングマークを書き込むディスクの回転の前に、読み出しヘッドの下を通過しているタイミングマークの間の時間間隔を測定する必要がないことを示している。

10

20

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

740出願と435出願の発明を組み合わせることで、以下の両者が可能になる。すなわち、1)740出願の発明によると、各タイミングマークが各ステップで、1台のドライブのディスクの同じ回転において、読み出され、そして書き込まれるので、高精度が得られる、そして2)435出願の発明によると、新しいタイミングマークが書き込まれるディスクの回転の前に読み出しヘッドの下を通過しているタイミングマークの間の時間間隔を測定するために時間をかける必要がないので、高プロセス速度が得られる。しかしながら、740出願の発明では、特に、同じ回転の中で実質的に同じ接線方向位置に書き込み動作が引き続いて可能なようにかなりの遅延時間を取ることで、同じ回転の中で同じ円周上の場所で読み出し、続いて書き込むことが出来るヘッドが必要になる。タイミングマークに対するエクステンションのセットの前縁に書き込み素子が到達する前に、そのタイミングマークの読み出しが完了していなければならないので、遅延要求は、書き込まれるタイミングマークの持続時間（円周上の範囲）も制約する。この制約は、同じ回転内で全てのタイミングマークの読み出しと書き込みの両方を行う、高精度方式に用いられる、記録ヘッドの形式やタイミングマークのパターンを制限する。

30

【0019】

したがって、上述のような従来技術についての問題点を解決すること、そして特に、回転記憶媒体上により有効にタイミングマークを書き込む方法が必要となる。

40

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明に従い、改良された多重スロット・タイミングパターンのセルフ・サーボ書き込みのシステムと方法について簡単に説明する。個々のタイミングマークはタイミングマークスロットのグループで置き換えられる。各タイミングマークの位置では、スロットの一つのタイミングマークを検出することで時間測定が行われる。タイミングマークは他のスロットに書き込まれる。各グループのタイミング測定と各グループで書き込まれたタイミングマークを組み合わせることでタイミング伝搬の全体的な精度が向上する。タイミングマークの配置の精度を向上することは、付随して書かれたサーボデータの配置を同時に向上させる。さらに、書き込まれたパターンの配列の精度は回転速度の変動や書き込まれた遷

50

移の形状の変動に影響され難くなる。さらに、タイミングの位置合わせのために各サーボトラックにサーボデータを書き込みそしてタイミングマークを伝搬するためには、ディスクの1回転しか必要とされない。

【0021】

【発明の実施の形態】

本発明を下記の典型的な実施例により説明する。これは便宜上のみのものであって、本発明の応用に関し制約するものではない。事実、以下の説明を読んだ後において、関連する技術分野の通常の技術を持つ人にとって、いかにして別の実施形態を実施するかは容易に知り得るものである。

【0022】

本発明の特徴と利点は下記の図面を参照した詳細説明によりさらに明白となる。図面の同様の参照番号は同じかあるいは機能的に同等な要素を表す。

【0023】

アクチュエータの配置

図1(b)は、本発明の一実施例による記録媒体148上で記録トランスデューサ152の位置決めをするために用いるアクチュエータ150の配置を示したディスク・ドライブを示す。アクチュエータ150は記録媒体148の半径方向の任意の位置でトラックを書き込む記録トランスデューサ152の位置決めを行う。アクチュエータの位置情報は、セルフ・サーボ書き込みの半径方向の伝搬あるいは外部のセンサーのいずれかによる、この分野でよく知られている各種の方法から得られる。

【0024】

図1(a)は本発明の一実施例による、タイミングマークのエクステンションのセットと、書き込みヘッド154と読み出しヘッド156を含む記録トランスデューサ152の配置とを示す図である。媒体の回転方向160は反時計方向であって、タイミングマーク伝搬の方向は垂直方向(下から上へ)となる。ディスクのトラックは図1(a)で水平方向に向けて示されている。図1(a)は一定の半径方向の位置でタイミングマーク・エクステンションセットに関連して、書き込みヘッド154と読み出しヘッド156を含む記録トランスデューサ152の位置を示している。

【0025】

タイミングマーク162から170は連続して書き込まれる。タイミングマーク162が最初に書き込まれ、続いてタイミングマーク164、166、168そして最後に170が書き込まれる。連続して書き込まれた各タイミングマークは前に書き込まれたタイミングマークと重複する。図1(a)に示すように、タイミングマーク170は部分的に168と重複し、168は部分的に166と重複し、164は部分的に162と重複する。図1(a)から分かるように、書き込みヘッド154は読み出しヘッド156で読み出した同じタイミングマークとは重複しない。すなわち、アクチュエータ150の半径方向の位置を変更すること無しに、タイミングマークを書き込みヘッド154で書き込めないし読み出しヘッド156で読み出し出来ない。

【0026】

図1(a)が示すように、読み出しヘッド156はタイミングマーク162に対応するトラックエリアに位置決めされ、一方書き込みヘッド154はタイミングマーク168と170に対応するトラックエリアに位置決めされている。上述のように、時系列的に、タイミングマーク162は最初に書き込まれ、タイミングマーク164は2番目に書き込まれ、タイミングマーク166は3番目に書き込まれ、タイミングマーク168は4番目に書き込まれ、タイミングマーク170は5番目：最新に書き込まれる。

タイミングマーク164は162のタイミングマーク・エクステンションである。タイミングマーク・エクステンションは、前に740出願で説明されたように、隣接した半径方向の位置に現存するタイミングマークの一部のデータと同じ周上の場所に、そのデータと密接し、整列して、少なくともその一部が書き込まれたタイミングマークであって、二つのタイミングマークの一部は、ある半径方向の場所で読み出しヘッド156により同時に

10

20

30

40

50

読み出されることが可能である。目的とするところは、タイミングマークの精確な配列を維持して、サーボ書き込みプロセス時にディスクの回転位置の精確な指標を提供することである。また、半径方向の軌跡はディスクなどの回転記憶媒体上の領域であって、最初のタイミングマークとその最初のタイミングマークに対するタイミングマーク・エクステンションのセットで囲まれた領域で定義される。最終の書き込みが行われる半径方向の軌道へのアクセスは、タイミングマークを書き込む目標軌道として予め設定される。

【0027】

このようにして、与えられた半径方向の位置で、読み出しヘッド156はそれぞれ3および4タイミングステップ前に書き込まれたタイミングマーク162と164を読み出すことが出来る。この機能は、読み出しヘッド156の幅、書き込みヘッド154の幅、ヘッドオフセットと呼ばれる読み出しヘッド156と書き込みヘッド154との半径方向の分離長174、タイミングマーク162 - 170からの半径方向の長さにより定まる。タイミングマーク162 - 170の半径方向の長さはタイミングマーク・エクステンションの間の半径方向ステップのステップサイズ172により決まる。本発明の他の実施例では、読み出しヘッド156と書き込みヘッド154の間の距離は、予め定められた数のタイミングステップをさかのぼって書き込まれたタイミングマークを、読み出しヘッド156で読み出せるようにするものである。図1(a)に示すパラメータN1は、読み出しと書き込みのヘッドの半径方向オフセット174から書き込みヘッド幅154の半分を差し引きそれをステップサイズSで除した比率の整数部(それを超えない最大の整数部分)であって、次の式で表される。

10

20

【0028】

$$N1 = (\text{オフセット} - \text{書き込みヘッド幅} / 2) / S \text{ の整数部分}$$

さらに、N2はN1 + 1で定義される。

【0029】

本発明の一実施例では、ディスクの各トラックはVセクターに分割される。ここでのVとは、V = 8の場合を図8で示すように、プロダクトセクターカウントの整数倍の数である。各セクターの中には、M個の候補となるタイミングスロットがあり、Mは2より大きい整数である。図8で示されたように、一例ではM = 3である。本発明の実施例では、タイミングマークは各タイミングマーク間を固定時間間隔tとして、グループ化されている。タイミングマーク間の時間間隔tはタイミングマークが書き込まれている記録媒体の速度と、タイミングマーク間の距離dで定まり、そして次の式で示される。 $t = d / v$ ただしvは記録媒体の速度とする。

30

【0030】

第1のタイミングマーク位置と第2のタイミングマーク位置との間の総時間間隔は、第1のタイミングマーク位置でタイミングマークを書き込んだ後に、ディスク・ドライブの読み出しヘッド156と読み出し回路が、読み出しヘッドが第2のタイミングマークに到達する前に、書き込みによる擾乱から十分に回復出来る時間でなければならない。同様の時間が最後から2番目と最後のタイミングマークの位置間に保持される。本実施例では、Mは3であり、そしてタイミングスロットの物理的な位置は、ディスクが回転して図7のディスクインデックス700を通過して、ある一定時間を経過してからスロット1722が始まるように定義される。スロット2724は、スロット1722が始まった後、固定時間tだけ遅れて始まり、その時間tはタイミングマークを書き込むのに必要な時間と、そして読み出しと書き込みのヘッドと回路が十分に定常状態に復帰するに必要な最長時間の和と等しいかそれ以上とする。スロット3726はスロット2724の開始後時間tで始まる。本実施例では、あるグループに対し書き込まれたタイミングマークの全ては、全タイミンググループに共通の時間により分割されて書き込まれるが、この時間は異なって選択されてもよい。

40

【0031】

タイミングマークの配列

図2は本発明の一実施例による生成されたタイミングマークの配列を示す格子である。図

50

2は図8のセクター0 720とセクター1 730のタイミングマークの詳細な配列を示す。図2のディスクの回転の方向は横(右から左)であるが、一方タイミングマークの伝搬の方向は縦(下から上)である。格子205は各セクター内でタイミングマークが書かれているディスク上の場所を示す。縦の欄(0-1、0-2、0-3)はタイミングマークのために使用可能なタイミングスロットを表し、一方、列は記録媒体のトラックに対応する。

【0032】

図2に2セクターが示され、各セクターはタイミングマークグループと呼ばれるもののの中に3個のタイミングスロットを含んでいる。0-1、0-2、0-3と表示された、グループ0である、最初のタイミングマークグループは、格子の最初の3個のタイミングスロット(欄)に示される。1-1、1-2、1-3と表示された、グループ1である、第2のタイミングマークグループは、格子の第2の3個のタイミングスロット(欄)に示される。格子の左には、209から289と表示された、読み出しヘッドの半径方向の位置を示す線がある。塗りつぶしたあるいは網掛けしたボックスはタイミングマークを表している。たとえば、読み出しヘッドが半径方向の位置239に位置する場合には、書き込みヘッドは、タイミングマークを書き込むために、半径方向の位置、232、231、238と237にある。

10

【0033】

図2の目的のために、上述のN1は例として2(N1=2)が選択されている。本実施例では、オフセットとはアクチュエータ位置をゆっくりと変化させる機能であり、そして半径方向の2ステップと同じかより大きい任意の値を取ることが出来る。

20

【0034】

本発明は、時間配列を維持するためにタイミングマーク200、201そして206、207(図2のクロスハッチ部)の起動パターンをどのように伸ばすかを説明している。本論に於いては、起動タイミングマーク200、201そして206、207は従来技術ですでに書き込まれていると仮定する。本発明の説明はタイミングマークグループ1を書き込むことに焦点を当てる。以下に説明するように、他の全てのタイミングマークグループは、タイミングマークグループ1と同じようなやりかたで書き込まれているものと仮定する。本発明の実施例では、各タイミングマークグループに対し3個のタイミングスロットが示される。

30

【0035】

本発明の他の実施例では、各タイミングマークグループに対して、2以上の任意の整数個のタイミングスロットが用いられる。タイミングマークが半径方向の1ステップ後に、そして以前に書き込まれたタイミングマークと同じタイミングマークスロットに、書き込まれると、以前に書き込まれたタイミングマークの半径方向部分は新しいタイミングマークでオーバーライト(消去され置き換えられる)される。たとえば、タイミングマーク211はタイミングマーク221により部分的にオーバーライトされる。タイミングマーク261は、タイミングスロット1において直ちには続いて来るものがないので、オーバーライトされない。

40

【0036】

続く図2の詳細な説明の序説として、書き込みと読み出しのシーケンスに適用されるルールを要約する。本実施例では、各グループの3個のタイミングスロットで、1個のタイミングマークの通過時間が記録(読み出され)され、同じ半径方向位置に2個のタイミングマークが書き込まれる。図8に示すサーボパターンのタイミングの配列を維持するために、読み出されたタイミングマークの通過時間を用いながら、サーボデータがタイミングマークグループ間に書き込まれる。

【0037】

タイミングスロットにおけるタイミングパターンの読み出しと書き込みのシーケンスが説明される。プロセスはディスクの1回転について1個のタイミングマークを読み出しそして他の2個のタイミングマークを書き込むことで開始される。次の半径方向のステップで

50

は、シーケンスは次のように進行する。

【 0 0 3 8 】

1 . もし読み出しタイミングスロットが N 1 より少ない半径方向のステップ数で繰り返される場合には、読み出しタイミングスロットを同じにしておく。

【 0 0 3 9 】

2 . そうでない場合は、読み出しタイミングスロットを変更する、本実施例では、読み出しタイミングスロットを 1 個進めるか、あるいは、もし現在の読み出しタイミングスロットが最後のもの（たとえば図 1 のスロット 3 ）である場合は、それを第 1 の読み出しタイミングスロットに設定する。

図 2 に於いては、交線で網掛けされたタイミングマークは読み出しタイミングスロットにすぐ続いたタイミングスロットに書かれたものであり、一方一様に網掛けされたタイミングマークは残りのタイミングスロットに書き込まれたものである。

【 0 0 4 0 】

本発明の一実施例として、図 2 の格子 2 0 5 を参照すると、読み出しヘッド 1 5 6 が 2 1 9 に位置決めされるよう、アクチュエータ 1 5 0 を位置決めすることで、タイミングパターン生成プロセスが開始される。

【 0 0 4 1 】

上述のように、記録トランスデューサの形状は、書き込みヘッド 1 5 4 が 2 1 1 と 2 1 7 に位置決めされるという結果になる。タイミングマークは対で書き込まれる。タイミングマーク 2 0 0 の通過時間は記録され、そして第 1 のタイミングマークは第 2 のタイミングスロットの 2 1 1 に書き込まれる。次のタイミングマークは第 3 のタイミングスロットの 2 1 2 に書き込まれる。ディスクが連続して回転すると、第 1 のタイミングマークスロット（グループ 1 では 2 0 6 ）のタイミングマークの通過時間が記録され、そして各連続するタイミングマークグループについて、スロット 2 と 3 （グループ 1 では 2 1 7 と 2 1 8 ）に追加のタイミングマークが書き込まれる。記録トランスデューサの下を、セクター V - 1 の最後のタイミングマークグループが通過するまで、スロット 2 と 3 への書き込みとスロット 1 での読み出しが継続する。

【 0 0 4 2 】

次に記録トランスデューサ 1 5 2 は、読み出しヘッド 1 5 6 が 2 2 9 に位置決めされるように位置決めされる。さらに、タイミングマーク 2 0 0 はスロット 1 で読み出され（「読み出し」という用語はタイミングスロットにおいて読み出し信号を観測し、そしてタイミングマークの通過時間を記録することに対して便宜的に使用するものである）、そしてタイミングマークの次の対は 2 2 1 と 2 2 2 に書き込まれる。書き込みと読み出しは、ディスクが回転するにつれて、連続したタイミングマークグループに関して、最後のタイミングマークグループ V - 1 が記録ヘッドの下を通過するまで継続する。今後の議論でタイミングマークの書き込みが説明される時にはいつでも、書き込みと読み出しが、ディスクが回転するにつれて、連続したタイミングマークグループに関して、最後のタイミングマークグループ V - 1 が記録ヘッドの下を通過するまで継続する、ということが前提となるものである。

【 0 0 4 3 】

この場合、第 1 のタイミングスロットで読み出しながら、記録トランスデューサ 1 5 2 は N = 2 ステップに移動する。図 2 で説明したケースでは、読み出しヘッドと書き込みヘッドのオフセットは、N 1 = 2 であり、ここで 2 は読み出しが次のタイミングスロットに移動するまでの、タイミングステップの数を表す。2 ステップ移動して、読み出しタイミングスロットは、この場合は増やされて、スロット 2 に進む。これはすでに説明されたように、書き込みヘッド 1 5 4 と読み出しヘッド 1 5 6 間の半径方向の分離の結果である。本発明では、N 1 に等しいステップ数のあとに次のタイミングスロットへ移動することは、複数のタイミングスロットに関係するリファレンスを提供するタイミングマークを生成するので役に立つ機能である。下記に、これらの利点の元となるところをさらに十分に説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

次に記録トランスデューサ 1 5 2 を読み出しヘッド 1 5 6 が 2 3 9 に位置決めされるように位置決めする。次のタイミングマークの対は第 3 のタイミングスロットの 2 3 1 と第 1 のタイミングスロットの 2 3 2 に書き込まれる。記録トランスデューサ 1 5 2 は次に読み出しヘッド 1 5 6 が 2 4 9 に位置決めされるように、位置決めされる。タイミングマークの次の対は、2 4 1 と 2 4 2 に書き込まれる。この場合、アクチュエータ 1 5 0 は第 2 のタイミングスロットで $N = 2$ ステップに移動する。前と同様に、記録トランスデューサ 1 5 2 が次のタイミングスロットへ移動が必要になるまでに可能なタイミングステップの最大数は 2 である。前回の読み出しが第 2 のタイミングスロットにおいてであったので、読み出しタイミングスロットは第 3 あるいは最後のスロットへ移動する。次に、記録トランスデューサ 1 5 2 は読み出しヘッド 1 5 6 が 2 5 9 に位置決めされるように、位置決めされる。タイミングマークは 2 5 1 と 2 5 2 に書き込まれる。次に記録トランスデューサ 1 5 2 は読み出しヘッド 1 5 6 が 2 6 9 に位置決めされるように位置決めされる。次のタイミングマークの対は 2 6 1 と 2 6 2 に書き込まれる。

10

【 0 0 4 5 】

前と同様に、アクチュエータ 1 5 0 は第 3 のタイミングスロットで、現在のヘッドオフセットの最大値である、 $N = 2$ ステップに移動する。このようにして、読み出しスロットは次のタイミングスロットへ移動し、前回のタイミングスロットが最後であったので、読み出しタイミングスロットは第 1 のスロット 1 に動く。記録トランスデューサ 1 5 2 は次に、読み出しヘッド 1 5 6 が 2 7 9 に位置決めされるように、位置決めされる。読み出しスロットと書き込みスロットの配列は、読み出しヘッドが 2 1 9 に位置決めされたときのステップ 1 における状態と同様である。第 1 のスロットのタイミングマークが読み出され、同様の方式でグループの他のタイミングスロットが書き込まれる。タイミングマークを書き込み、そして毎回読み出しスロットを増やすプロセス、移動されるステップ数は $N + 1$ に等しいというプロセスは、ディスク全面に涉って完全なサーボパターンが書き込まれるまで繰り返される。

20

【 0 0 4 6 】

本発明の一つの利点は、各タイミングスロット（たとえば 2 1 2、2 3 1、2 4 1）の各隣接するタイミングマークのセクションにおいて、異なったタイミングマークスロットでタイミングマークを読み出しながら書き込まれた、少なくとも 2 個の半径方向に隣接するタイミングマークがあることである。書き込みと読み出しのシーケンスは、次の半径方向の位置において、追加のタイミングマークが書き込まれる一方に於いて、読み出しヘッドがこれらのタイミングマークの双方の部分にまたがる位置にあることと定義される。

30

【 0 0 4 7 】

本実施例では、このイベントは読み出しスロットが増やされる前の最後のステップで発生する。ある例は読み出しヘッドが 2 5 9 に位置づけられ、2 5 0 と表示されるタイミングマークのスロット 3 で読み出しが発生する場合である。この位置では、タイミングマークは、読み出しスロットがタイミングスロット 1 の時に書き込まれる 2 2 2 と、読み出しタイミングスロットがスロット 2 の時に書き込まれる 2 3 1 で構成される。これらの機能は、三つのタイミングスロットの全ての間のタイミング情報を結合する、複数のタイミングスロットに依存するリファレンスを提供するので役に立つ。これにより各スロットの伝搬を他のスロットの二つ（もしくは本実施例での双方）にリンクすることで、タイミングマークエラーが伝搬するのを防止する。この 3 スロットの結合がない場合には、異なったタイミングスロットのタイミングマークの相対位置のエラーが蓄積され、そしてタイミング配置の精度を低下させる。

40

【 0 0 4 8 】

この多重のタイミングスロットの結合やリンクを保存する別の実施例が容易に構築可能である。本発明の他の実施例では、タイミングマークは 1 個のタイミングマークスロットにのみ書き込まれ、そこでは他の書き込みタイミングスロットにあるタイミングマークは決して読み出されない。本発明の別の一実施例では、タイミングマーク 2 2 8、2 3 7 と 2

50

4 7 は書き込まれるが 2 1 8 は書き込まれない。2 2 7 と 2 2 8 の双方が書き込まれるので、それぞれ異なったタイミングスロット (0 と 1) で読み出しながら書き込まれた隣接するタイミングマーク 2 2 8 と 2 3 7 は、まだ存在している。

【 0 0 4 9 】

本発明の他の実施例では、タイミングマークのシーケンスが再配列される。たとえば、スロット 2 は物理的にスロット 1 の前に置くとか、スロット 3 の後に置くとかスロットのシーケンスを逆転させるとかである。この技術に詳しい人は更に異なった設定も容易に工夫出来るものである。ここで説明する本実施例では、最小限度の数のタイミングマークを使用し、そして別個のプロセスステップが比較的になので便利である。

【 0 0 5 0 】

タイミングマーク生成プロセス

図 3 は本発明の一実施例における、全体動作とタイミングマーク生成プロセスの制御フローを説明するフローチャートである。制御フローはステップ 3 2 0 から始まり、そしてステップ 3 2 2 へ直接流れる。

【 0 0 5 1 】

ステップ 3 2 2 では、記録トランスデューサ 1 5 2 はアクチュエータ 1 5 0 により初期半径方向位置に移動され、そこでは読み出しヘッド 1 5 6 がタイミングマーク (図 2 の 2 0 0 、 2 0 1 、 2 0 6 、 2 0 7) の起動パターンを通過し、書き込みヘッド 1 5 4 が半径方向に位置決めされて起動タイミングパターンにエクステンションを書き込む。さらに、現在のタイミングスロットのタイミングステップの数を表す変数 N はゼロと定義されている。読み出しタイミングスロット R S はスロット 1 として選択される。第 1 の書き込みタイミングスロット W S 1 はスロット 2 と設定される。第 2 の書き込みタイミングスロット W S 2 はスロット 3 と設定される。

【 0 0 5 2 】

ステップ 3 2 3 では、予測時間間隔は起動パターン生成の際に記憶された時間間隔データから計算される。予測時間間隔の算出、書き込み遅延時間そして測定した時間間隔の記憶に関しては後で説明する。起動時間間隔データがない場合は、ディスクが回転しているときに、読み出しタイミングスロットにおけるタイミングマーク間の時間間隔を測定することが出来る。ステップ 3 2 4 においては、プロセスは、ディスクが回転している間、V - 1 タイミングマークグループが通過する直前まで動作を継続する。ステップ 3 2 5 では、読み出しタイミングマークスロットでの、タイミングマークの通過時間が記録され、そしてタイミングマークが他のタイミングマークスロットに書き込まれる。ステップ 3 2 5 の詳細は、本発明の二つの実施例を説明する下記の図 4 に関わる議論でさらに説明される。

【 0 0 5 3 】

ステップ 3 2 6 では、記録トランスデューサ 1 5 2 は、起点から半径方向位置に 1 サーボステップ移動する。ステップ番号 S と N は増加される。3 2 7 では、読み出しスロットでのタイミングマークの通過時間の時間間隔は、次のセクションで説明する公式に従い、パラメータ C [S , i] とともに記憶される。ステップ 3 2 8 では、現在のタイミングスロットを用いて、半径方向にどれくらいステップしたかを N の値から求める。図 1 で説明したように、もし N が N 1 に等しいならば、プロセスは N が 0 に設定されているステップ 3 2 9 に移行し、そして次に 3 3 0 に移行するが、その他の場合はプロセスは直接ステップ 3 3 0 に移行する。ステップ 3 2 9 では、読み出しタイミングスロット R S は、もし読み出しスロットがタイミングマークグループの最後 (3 番目) のタイミングスロットでないならば、次の後のタイミングスロットへ加算され、そうである場合は、読み出しスロットは第 1 のタイミングスロットに等しく設定される：すなわち $RS = 3$ でなければ $RS = RS + 1$ であり、そうであるなら RS は 0 に設定される。

【 0 0 5 4 】

ステップ 3 3 0 では、完了した半径方向のステップ数 S がチェックされる。もしこれがサーボパターンにあるステップの数に等しい場合は、ステップ 3 3 1 で抜けだしプロセスを終了し、そうでない場合は、プロセスはステップ 3 2 3 に戻り半径方向のステップを継続

10

20

30

40

50

し、タイミングマークとプロダクトのサーボパターンの書き込みを継続する。プロダクトのサーボパターンはタイミング伝搬プロセスの間に書き込まれるか、あるいはタイミング伝搬が完了した後で書き込まれるかもしれない。

【0055】

図4と図5は、本発明の二つの異なった実施例での、タイミングマーク生成プロセスの動作と制御フローにおける、1ステップ(325)の詳細な説明を描いているフローチャートである。図4と図5は読み出しスロットにおいて、タイミングマークの通過を記録し、そして新しいタイミングマークを書き込む、プロセスステップの詳細を説明している。図4は「Write While Read(読み出しながら書き込む)」(WWR)と呼ばれる第1の実施例に対するプロセスステップを説明する。図5は「Direct Write While Read(読み出しながら直接書き込む)」(DWWR)と呼ばれる第2の実施例に対するプロセスステップを説明する。

10

【0056】

読み出しながら書き込むプロセス

図3のステップ325は、ステップ325をサブプロセスステップ441-452に分解して図4にWWRプロセスとして、より詳細に説明される。ステップ325はステップ441で図4のプロセスに入る。図3の前のステップ(324)では、プロセスは最後のタイミングマークグループの直前まで待つ。ステップ441に続くのはステップ442であり、そこではタイミングマークグループインデックス「i」が最後のタイミングマークグループV-1に設定され、そしてプロセスはタイミングマークを待つ。タイミングマーク

20

の通過で、ハードウェアの遅延T0が時間W0で始動される。次のステップ443では、我々は、次のセクションと図6で説明される公式にしたがって、第1と第2の書き込みタイミングスロットのそれぞれにおいて、書き込み遅延W1[i]とW2[i]の遅延時間を計算する。フロー図は、次のステップで、フロー制御機能446と、同時に発生する連続したハードウェアプロセスシーケンス444と445とに分割して示される。制御フローは443から446に移行し、プロセスは、開始のためのT0遅延と、タイミングマークグループの完了を示す経過のためのT2遅延の双方を待つ。

【0057】

この待ちの間に、ハードウェアタイマーT0は時間切れとなり、T1とT2タイマー444を起動させる。T0タイマーは時間切れとなると、自動的にリセットして遅延W0になる。T1とT2タイマーが445を時間切れにすると、それらがタイミングマークスロットの二つに新しいタイミングマークの書き込みを開始させる。また、読み出しスロットのタイミングマークが検出されると、タイマーT0を再び起動させる。T0が起動されてタイミングマークが読まれていることが示され、そしてT2が時間切れになって二つのタイミングマークが書き込まれていることが示されると、プロセス制御446はステップ450に進む。

30

【0058】

ステップ450では、プロセスは最後のタイミングマークが過ぎたかどうか、すなわち、 $i = V - 1$ であるか否か、を知るためにチェックし、その場合はタイミングマークがディスクの周上の全てのタイミングマークスロットで読み出された、あるいは書き込まれたことを示し、プロセスはステップ452に移動しそして図3に戻る。そうでない場合は、プロセスはステップ451に移動する。ステップ451では、タイミングマークグループインデックス「i」は加算される。ステップ451に続いて、プロセスはステップ443に戻って、次のタイミングマークグループでタイミングマークを読み取り、そして二つのタイミングマークを書き込むことを続ける。

40

【0059】

この本発明の特定の実施例では、各グループの二つの書き込まれたタイミングマークは、そのグループのタイミングマークを読み出すためのリファレンスなしに決められた間隔をつけて書き込まれるので、それらはその中にブランクのスペースがある単一の長いタイミングマークと見なすことが出来る。明らかに、このマークの構成は半径方向の位置(読み

50

出しと書き込みの-slot番号)によって変化する。

【0060】

読み出し中の直接書き込み

図3のステップ325は、ステップ325をサブプロセス461 - 492に分解して、図5にDWWRプロセスとして、より詳細に説明される。図3の前のステップ324では、プロセスは最後のタイミングマークグループの直前まで待っていた。ステップ461に続くのはステップ462であって、そのハードウェアのトリガーは、図7に示す読み出しタイミングマークスロットに従って、タイミングマークの検出かあるいは遅延T0の経過のいずれかについて、遅延T1とT2各々の起動を行うように構成されている。プロセスは、ステップ463で最後のタイミングマークグループ(V-1)の読み出しタイミングマークが通過するまで待ち、それにより遅延W0を持つ遅延T0の起動を開始させる。

10

【0061】

次のステップ464では、次のセクションと図7で説明する公式により、書き込タイミング遅延T1とT2に関わる書き込み遅延W1、W2についての遅延時間を計算する。制御フローは同時制御フロー465とハードウェアプロセスを示す次のステップで分割して示される。ハードウェアステップは、図5に示すRS値の1、2そして3により示される読み出しタイミングスロットによって変化する。ステップ464の後、プロセスコントロールセクションは、ステップ465でT0が稼働中で、そしてT2が時間切れになる状態を待つ。

読み出しタイミングスロットが3である場合には、ハードウェアはT0が470で時間切れになった時は、遅延T1を遅延時間W1で、そして遅延T2を遅延時間W2で起動するようにハードウェアが構成される。タイマーT0は時間切れになると自動的にリセットして遅延W0になる。T1が471で時間切れになると、スロット1にタイミングマークが書き込まれる。次に、タイマーT2が時間切れになると、タイミングマークがタイミングマークスロット2に書き込まれる。最後にステップ473では、タイミングマークがスロット3で検出され、タイマーT0が再び起動される。

20

【0062】

もし読み出しタイミングスロットがスロット2であるならば、ハードウェアはT0が480で時間切れになると、タイマーT1が起動される。タイマーT0は時間切れになると自動的にリセットして遅延W0になる。T1が481で時間切れになると、タイミングマークがスロット1に書き込まれる。次にステップ482では、タイミングマークがスロット2で検出され、タイマーT0を再度起動し、そしてタイマーT2を起動する。次に、タイマーT2が483で時間切れになると、タイミングマークスロット3でタイミングマークの書き込みを開始する。

30

【0063】

もし読み出しタイミングスロットがスロット1である場合は、まず490でスロット1のタイミングマークが検出され、タイマーT0、T1そしてT2が起動される。T0は前に時間切れとなるが、いずれの遅延も始動するには構成されていない。T1が491で時間切れになると、タイミングマークがスロット2で書き込まれる。次にT2が492で時間切れになると、それによりタイミングマークスロット3でタイミングマークの書き込みが始動される。次に、タイマーT2が492で時間切れになると、それによりタイミングマークスロット3でタイミングマークの書き込みが始動される。

40

【0064】

読み出しタイミングスロットに関わらず、ハードウェアプロセスの各々は、T0が動作中で、T2が時間切れの場合、現在のタイミングマークグループを完了させる。これが発生すると、制御フローステップ465はステップ466へ続く。ステップ466では、プロセスは最後のタイミングマークグループが過ぎたかどうか、すなわち、 $i = V - 1$ であるか否かを知るためにチェックし、その場合はタイミングマークがディスクの周上における全てのタイミングマークスロットで読み出されたか、あるいは書き込まれたことを示し、プロセスはステップ467で図3のステップ325に戻り、そうでない場合は、プロセ

50

スはステップ 4 6 8 へ移動する。ステップ 4 6 8 では、タイミングマークグループインデックス「i」は加算される。ステップ 4 6 8 に続いて、プロセスはステップ 4 6 4 に戻り、次のタイミングマークグループで読み出しや書き込みを開始する。

【0065】

遅延の計算

本発明は i 番目のタイミングマークグループの位置を記憶する位置配列、またはタイミングマークの時間間隔の配列を定義する「435 出願」で開示された技術に準拠する。本発明の実施例では、我々は記憶された時間間隔 $AI[S, i]$ の配列を定義する。S は記録トランスデューサ 152 の半径方向の位置（または半径方向のステップまたはトラック番号）に対応し、一方「i」は次のような、中にタイミングマークが書き込まれたセクター番号を表す。

【0066】

$$AI[S, 0] = IM[0, V-1] - A + D[0] - D[V-1]$$

$$AI[S, i] = IM[i, i-1] - A + D[i+1] - D[i]$$

ここで、 $IM[j, k]$ は、「S」番目の半径方向ステップで新しいタイミングマークの書き込みが発生しているディスクの回転の間に、「j」番目のタイミングマークグループの読み出しタイミングスロットでタイミングマークが通過する時間から、「k」番目のタイミングマークグループの読み出しタイミングマークスロットにおけるタイミングマークまで通過する時間を差し引いたものである。我々は「740 出願」に定義されているように、変数 $D[i]$ を用いてシステムティックとランダムエラー項の和を表す。我々は従来技術の手法に従い、回転速度の変動間隔の修正を表すために変数 A を用いる。

【0067】

最後に、タイミングマークグループの場合に書き込みを行うための、WWRそしてDWW Rの実施例において、これらの遅延をどのように用いるかを説明する。また、インデックス S も各半径方向ステップで加算される。本発明の実施例において、データ配列の大きさを縮小するために、インデックス S について K を法とするモジュロ演算が用いられ、ここで K は読み出しから書き込み (Read to Write) への半径方向のヘッドオフセットの最大値から少なくとも 1 大きい数である。明示的に示されていないが、モジュロ演算は全ての場合に於いて S に適用される。また、モジュロ演算は間隔インデックス「i」にも適用される。

【0068】

間隔と書き込み遅延の導入

435 出願は、記憶された情報から現状の予測の間隔 $I[i+1, i]$ を計算することを教えてくれる。予測の間隔は、現在あるタイミングマークを最適に拡張するためには、タイミングマークからどれ位後で書き込みを実行すればよいかを示す書き込み遅延を計算するのに用いることが出来る。「i」インデックスは前述と同様に、「i」番目のタイミングマークグループを示すと定義される。

【0069】

本発明の実施例では、予測された間隔は：

$$I[i+1, i] = AI[S - N3, i+1] * F1 + AI[S - (N3 + 1), i+1] * F2$$

ここで、パラメータ N3 はサーボステップで測定された現在の読み出しから書き込みへの半径方向オフセットの整数分であり、F1 と F2 は 435 出願で定義されている通りである。本実施例では、もしサーボステップで測定された現在の読み出しから書き込みの半径方向オフセット値の小数分が 0.2 より小さい場合は、F1 を 0.2 に設定し；もしサーボステップで測定された現在の読み出しから書き込みの半径方向オフセット値の小数分が 0.8 より大きい場合は、F1 を 0.8 に設定し；その他の場合は、F1 をサーボステップで測定された現在の読み出しから書き込みの半径方向オフセット値の小数分とする。この同じ実施例では、 $F2 = 1 - F1$ である。

【0070】

10

20

30

40

50

740出願は、タイミングマークグループではなくむしろ単一のタイミングマークの場合について、タイミングマークの検出と、これらのタイミングマークに対するエクステンションの書き込みとの間の遅延を、単一のタイミングマーク間の実測された、あるいは予測された間隔や、検知可能なタイミングマーク間の遅延を用いて、どのように計算するかを教えてください、追加されたマークに対する、要求された書き込み位置は、前のタイミングマークと拡張された部分との間の予測時間を用いて計算される。

【0071】

前のタイミングマークと計算されたものとの間の予測された時間は、本発明と同じ権利者による、参考資料としてそのままここに引用する、米国特許出願番号09/550,643と米国特許出願番号08/882,396（現在は米国特許番号5,901,003）の教えるところにより、システム上の遅延に対して修正されることが好ましい。さらに、本実施例では、本発明と同じ権利者による、参考資料としてそのまま引用する、米国特許出願番号09/316,884、米国特許出願番号09/316,882と米国特許出願番号08/891,122の教えるところにより、以前のプロセスステップで蓄積されたエラーの修正が導入される。

10

【0072】

740出願が、書き込みに対し異なった遅延を持つ二つの実施例を教えてください。第1の実施例は、WWRと呼ばれる現在の発明の実施例と同等である。この実施例では、書き込みに対する遅延は、そこから遅延が測定されるタイミングマークと書き込みが行われる円周上の位置のタイミングマークの間の、予測された間隔あるいは測定された間隔のどちらかと、システムティックとランダムなエラー修正の和である。

20

【0073】

遅延 = 間隔 + システムティック + ランダムエラー

第2の実施例はDWWRと呼ばれる現在の発明の実施例と同等である。この実施例では、書き込みのための遅延はシステムティックとランダムエラー修正の和である。

【0074】

遅延 = システムティック + ランダムエラー

740出願はどのようにして（予測された）間隔から書き込みのための遅延を算出するかを教えてください。われわれは、740出願で定義されているように、変数 $D[i]$ を用いてシステムティックとランダムエラーの項の和を表す。われわれは、従来技術の方法を用いて、回転速度の変動の間隔の修正を変数 A を用いて表す。最後に、タイミングマークグループの場合において、書き込みを行うWWRとDWWRの実施例でこれらの遅延をどのように使用するかを説明する。

30

【0075】

書き込みに対する遅延の計算（WWR実施例）

図6は本発明の一実施例における、書き込みタイミングスロット、加算に続く読み出しタイミングスロットそして異なった読み出しスロットの場合に対する書き込み遅延についての公式のテーブルである。図6は各読み出しスロット位置への望まれるWWR実施例として書き込み遅延 $W1[i]$ および $W2[i]$ のパラメータと公式を要約したものである。たとえば、読み出しタイムスロットがスロット1である場合は、 $T1$ 遅延タイマーに設定される遅延 $W1$ は、グループインデックスが「 i 」の場合は、

40

$$W1[i] = D[i] + I[i-1, i] + A - W0 + d$$

である。ここで $D[i]$ は「 i 」タイミングマークについて740出願で定義されているように、間隔とシステムティックとランダムエラーの和である。間隔や、システムティック遅延や、ランダムエラー項を計算するために用いる予測された間隔は上記、そして435出願にて定義された、予測された間隔で置き換えられ、そして d は前に定義されたタイミングマークスロット間の既定の時間間隔であり、そして $W0$ はタイマー $T0$ に対する既定の遅延である。

【0076】

書き込みに対する遅延の計算（DWWR実施例）

50

図 7 は、本発明の一実施例における、書き込みタイミングスロット、加算に続く読み出しタイミングスロット、書き込み遅延、そして異なった読み出しスロットの場合における修正パラメータ $C[S, i]$ の公式の表である。図 7 は、各読み出しスロット位置についての D W W R の実施例における、パラメータ、ハードウェア構成、そして書き込み遅延 $W1$ と $W2$ の公式の要約である。たとえば、読み出しタイムスロットがスロット 1 である場合は、 $T1$ 遅延タイマーに設定される遅延 $W1$ は、グループインデックスが「 i 」の場合は

$$W1[i] = D[i] + d - CC[i]$$

である。ここで $D[i]$ は「 i 」タイミングマークについて 740 出願で定義されているように、システムティックとランダムエラーの和である。間隔やシステムティック遅延やランダムエラー項を計算するために用いられた、測定されたあるいは予測された間隔は、上述のように修正された、記憶された間隔の定義を用いて、435 出願で定義されたように、予測された間隔により置き換えられる。パラメータ $CC[i]$ については後述により定義される。

【0077】

他の例としては、読み出しスロットが 2 の場合は、遅延時間 $W2$ は、「 i 」番目のタイミンググループの $T2$ 遅延タイマーに対して、

$$D[i] + I[i-1, i] + A - d - CC[i-1]$$

である。図 7 はまたタイマー $T1$ と $T2$ のハードウェア起動設定を示す。これらの二つのタイマーは、図 7 のテーブルで示されているように、現在の読み出しタイミングスロットに基づいた構成により、タイミングマークを検出したとき、もしくは遅延タイマー $T0$ が経過したときのいずれかにより自動的に起動するように構成することが出来る。たとえば、読み出しタイミングスロットが 2 の場合は、 $T1$ 遅延は遅延タイマー $T0$ の経過により起動するし、一方遅延タイマー $T2$ はタイミングマークを検出することで起動する。

【0078】

本発明の D W W R 実施例では、われわれは記憶されたタイミングマーク位置 $L[S, i]$ と同様の方法で、ステップ番号とタイミンググループ番号でインデックスされた、修正項 $C[S, i]$ を定義する。 $C[S, i]$ の式は次のセクションで説明する。そのタイミングマークの理想的な位置を反映するために、タイミングマークの位置が修正されなければならないが、 $C[S, i]$ はその量の予測値を提供する。前のタイミングマークグループの通過の時間を基本にして、タイミングマークが書き込まれる時には、前のグループの回転速度変動と位置誤差が、新しいタイミングマークを位置づけるときにエラーを発生させる可能性がある。 $C[S, i]$ は、現在のタイミングマークグループのタイミングの通過の時間に基づいてこのエラーの予測値を記憶する。初期に於いては、 $C[S, i]$ の値は全てゼロである。 $C[S, i]$ の公式は、現在の読み出しタイミングスロット位置と、現在の読み出しから書き込みへのオフセットで取得した、測定した間隔 $IM[i, i-1]$ と、書き込み遅延 $W1[i]$ と $W2[i]$ 、そしてステップ数 N に基づいて現在の読み出しタイミングスロットに対して図 7 のテーブルに示される。

【0079】

たとえば、もし読み出しタイミングスロットが 2 であり、そしてパラメータ N が $N1$ に等しいならば、 $C[S, i]$ は $IM[i, i-1] - W2[i] - d$ である。もし、読み出しタイミングスロットが 2 であり、そしてパラメータ N が読み出しから書き込みへのオフセット $N1$ の整数部より小さいならば、 $C[S, i]$ は図 6 のテーブルに示されるようにゼロである。

【0080】

修正項の現在の予測は「 i 」のみでインデックスされた $CC[i]$ で定義される。本発明の実施例では

$$CC[i] = F1 * C[S - N3, i] + F2 * C[S - (N3 + 1), i]$$

パラメータ $F1$ と $F2$ は、ヘッドオフセットの関数である重み付けファクターである。本実施例では、 $N3$ や $F1$ そして $F2$ は上記で定義されたと同じファクターである。このよ

10

20

30

40

50

うにして、検出可能なタイミングマークの位置ずれは、 $N3$ と $N3 + 1$ ステップ前に書き込まれたタイミングマークの部分に留まった読み出しヘッドの関連する断片により定められる重み付けにより、記憶された予測値 $C[S - N3, i]$ 、 $C[S - (N3 + 1), i]$ の重み付けされた平均であると予測される。本発明の他の実施例では、

$$C[i] = \sum_{j=0 \sim k} \{ F_j * C[S - N_j, i] \}$$

であり、ここでは F_j はインデックス付けを N_j だけ戻した、記憶されたデータセットの数に適用される k 重み付けファクターのセットである。

【0081】

修正ファクター $CC[i]$ の現在の予測値は、前のタイミングマークグループのタイミングマークに続く遅延により決められた位置に、それ自身が書き込まれているタイミングマークの通過を検出することにより、新しいタイミングマークの配置が決められるときに用いられる。修正は、書き込み遅延タイマーを起動させるタイミングマークの位置決め誤差($CC[i]$)の原因となる、新しいタイミングマークの書き込みの時間を変更する。

10

【0082】

典型的な実行例

本発明は回転記録媒体について示されたが、本発明は記録媒体が、直線運動を含むがそれに限定されない、任意の軌跡に沿って移動する如何なるシステムにも応用が可能である。本発明はハードウェア、ソフトウェアもしくはハードウェアとソフトウェアの組み合わせでも実現が可能なものである。本発明の実施例によるシステムは、一つのコンピュータシステムによる集中化した方式でも、また異なった要素が複数の相互接続されたコンピュータシステムにまたがって拡散している分散方式でも実現が出来る。如何なる種類のコンピュータでも、またはここで説明された方法を実行するのに適応させた他の機器でも適している。

20

【0083】

本発明の実施例は、コンピュータシステムとソフトウェアを、図9で示すような特定のエレクトロニックハードウェアと組み合わせたシステム900で実現が出来る。図9に於いては、コンピュータあるいは信号プロセス装置である主コントローラ902は動作の全体的なシーケンスを制御しコミュニケーションバス903を介して、半径方向位置コントローラ904や、モータコントローラ916やタイミングプロセッサ906などのサブシステム要素と交信する。

30

【0084】

半径方向位置コントローラ904はアクチュエータアームの位置を設定するもので、機械的な位置決め装置あるいは半径方向セルフ・サーボ書き込み位置決め装置などの幾つかの形式がある。モータコントローラはディスク・ドライブモータを回転させ、そしてモータインデックスをタイミング間隔アナライザに送る。タイミングプロセッサ906は本発明のセルフ・サーボ書き込みタイミング機能を管理する。プロセッサはプロセスシーケンスを制御する。

【0085】

このようなプロセッサは付加メモリー905を持っている。時間測定機能は、トリガーパターン検出装置908により検出されたトリガーパターンと、モータコントローラからのモータインデックスとトリガーパターンとの間の時間間隔を測定する時間間隔アナライザ回路907より行われる。901と書かれているディスク・ドライブへ行く動力と制御信号、そしてディスク・ドライブからの読み出し信号は、読み出し書き込みインターフェイス909を経由する。タイミングマークトリガーパターンの書き込み制御信号は、トリガーパターン生成装置916で生成される。

40

【0086】

トリガーパターン生成装置は、プログラマブル遅延 $W1$ 、914または $W2$ 、915の中の一つで起動されると、新しいタイミングマークの書き込みを行う。他のプログラマブル遅延 $W0$ 、913は前の文の中で説明したように、 $W1$ と $W2$ 遅延とプロセスシーケンスの開始を制御するために用いられる。時間間隔アナライザからのタイミングトリガー信号

50

と、他の遅延を起動するためのW 0、W 1そしてW 2遅延の選択は、遅延コントロールロジック9 1 0で制御される。実際のサーボパターンデータの書き込みは、プログラマブル遅延9 1 1によって制御されるサーボデータ配置のタイミングで、サーボパターン生成装置で制御される。

【0087】

本発明の特定の実施例が開示されたが、この分野について通常の技術を有する人は、本発明の精神と範囲から逸脱することなく、特定の実施例に変更を加え得ることを理解するであろう。本発明の有効範囲は、従って、特定の実施例に制約されるものではない。さらに、特許請求の範囲に記載された請求項は、本発明の有効範囲の中で、このような全ての応用や修正や実施例を包含することを意図するものである。

10

【0088】

【発明の効果】

本発明によれば、各グループのタイミング測定と各グループで書き込まれたタイミングマークを組み合わせることでタイミング伝搬の全体的な精度が向上する。タイミングマークの配置の精度を向上することは、付随して書かれたサーボデータの配置を同時に向上させる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は本発明の一実施例によるタイミングマークと、書き込みヘッドと読み出しヘッドを含む記録トランスデューサの配置を示す図である。図1(b)は本発明の一実施例による、記録媒体上で記録トランスデューサの位置決めをするために用いるアクチュエータの配置を示したディスク・ドライブを示す図である。

20

【図2】本発明の一実施例による、生成されたタイミングマークの配置を示す格子を示す図である。

【図3】本発明の一実施例による、タイミングマーク生成プロセスの全体の動作と制御フローを示すフローチャートである。

【図4】本発明の一実施例による、タイミングマーク生成プロセスの動作と制御フローの1ステップを詳細に示すフローチャートである。

【図5】本発明の他の実施例による、タイミングマーク生成プロセスの動作と制御フローの1ステップを詳細に示すフローチャートである。

【図6】本発明の一実施例による、書き込みタイミングスロット、増分に応じた読み出しタイミングスロット、そして異なった読み出しスロットの場合に対する書き込み遅延についての公式のテーブルである。

30

【図7】本発明の一実施例による、書き込みタイミングスロット、増分に応じた読み出しタイミングスロット、そして異なった読み出しスロットの場合に対する書き込み遅延と修正パラメータC[S, i]についての公式のテーブルである。

【図8】本発明の一実施例による、回転媒体上のタイミングマークグループのセクター配置の図である。

【図9】本発明を実施するために役立つ例示的なセルフ・サーボ書き込みタイミングシステムのブロックダイアグラムである。

【符号の説明】

40

1 4 8 ... 記録媒体

1 5 0 ... アクチュエータ

1 5 2 ... 記録トランスデューサ

1 5 4 ... 書き込みヘッド

1 5 6 ... 読み出しヘッド

1 6 2, 1 6 4, 1 6 6, 1 6 8, 1 7 0 ... タイミングマーク

2 0 0, 2 0 1, 2 0 6, 2 0 7, 2 1 1, 2 2 1, 2 6 1 ... タイミングマーク

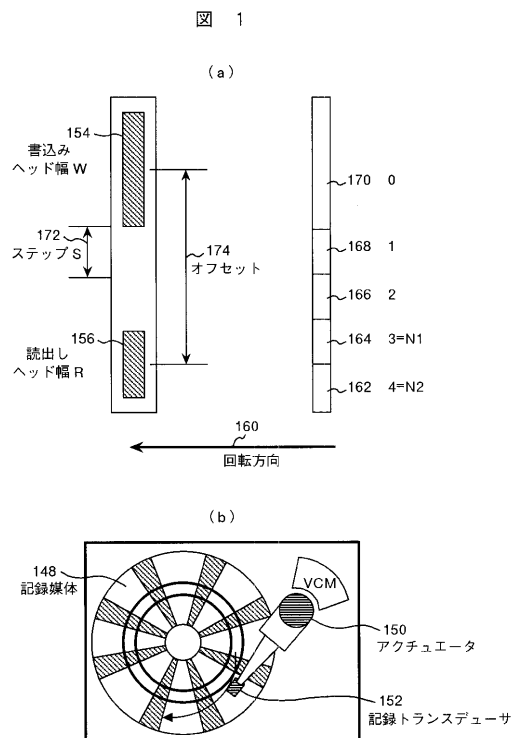
2 0 5 ... 格子

2 0 9, 2 1 9, 2 2 9, 2 3 9, 2 4 9, 2 5 9, 2 6 9, 2 7 9, 2 8 9 ... 読み出しヘッドの半径方向位置

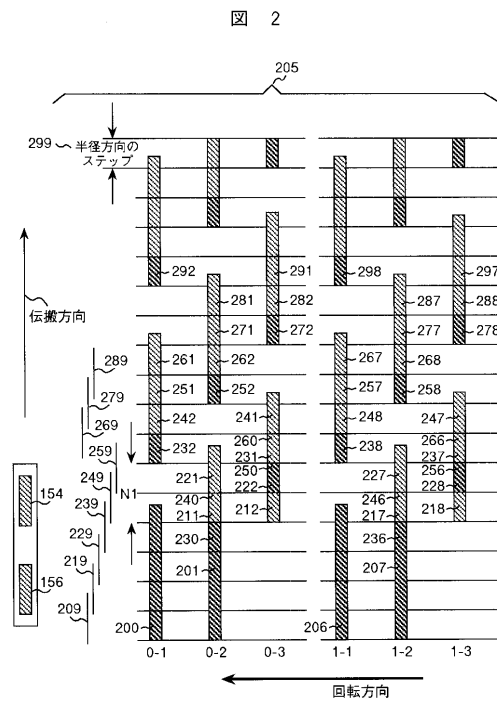
50

0 - 1 , 0 - 2 , 0 - 3 , 1 - 1 , 1 - 2 , 1 - 3 ... タイミングスロット

【図 1】

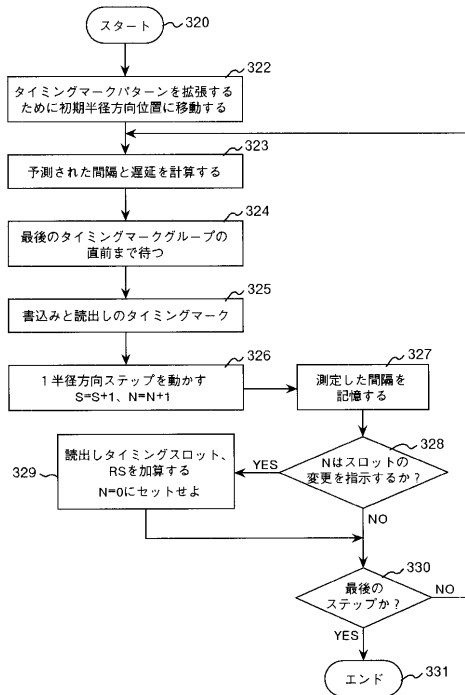


【図 2】



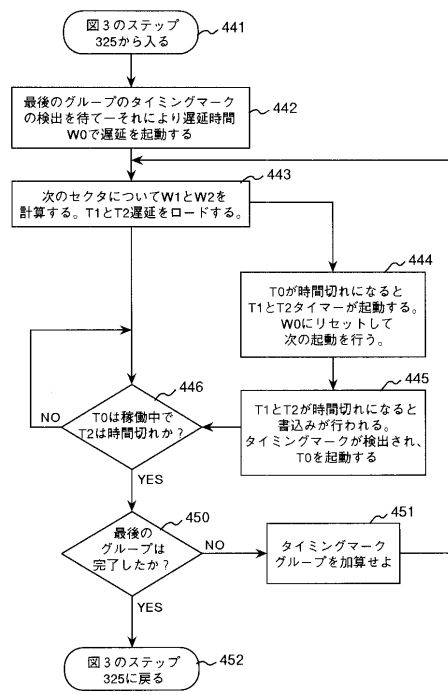
【図 3】

図 3



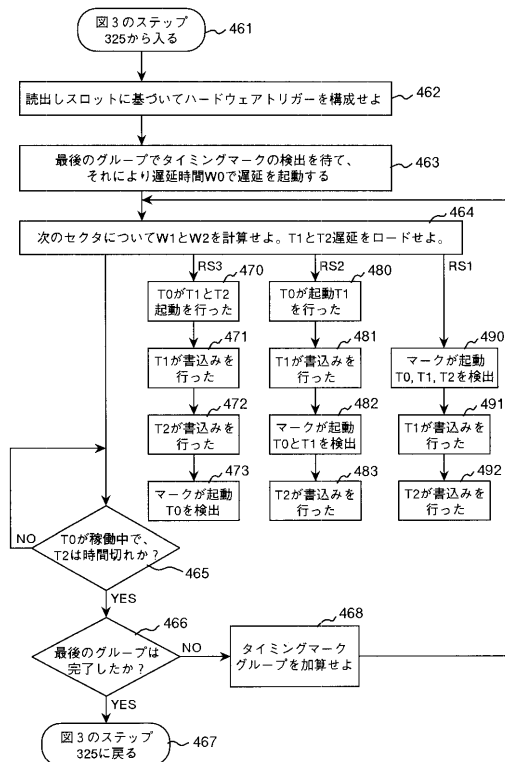
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5



【図 6】

図 6

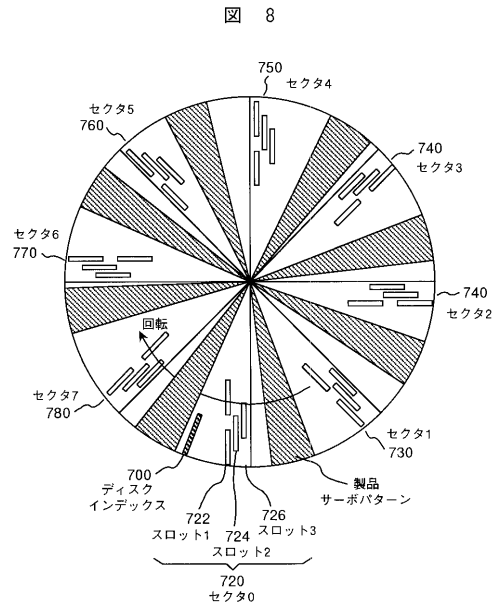
	読出しスロット (RS)		
	1	2	3
WS1	2	3	1
WS2	3	1	2
次のRS	2	3	1
W1[i]	$D[i] + [i-1, i] + A - W0 + d$	$D[i] + [i-1, i] + A - W0 - d$	$D[i] + [i-1, i] + A - W0 - 2d$
W2[i]	$D[i] + [i-1, i] + A - W0 + 2d$	$D[i] + [i-1, i] + A - W0 + d$	$D[i] + [i-1, i] + A - W0 - d$

【図 7】

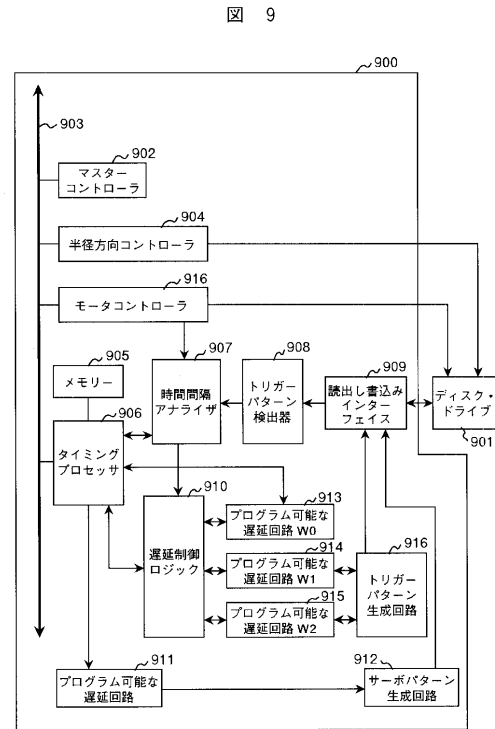
図 7

	読出しスロット (RS)		
	1	2	3
WS1	2	3	1
WS2	3	1	2
次のRS	2	3	1
W1[i]	$D[i] + d - CC[i]$	$D[i] + d - CC[i]$	$D[i] + [i-1, i] + A - 2d - W0$
W2[i]	$D[i] + 2d - CC[i]$	$D[i] + [i-1, i] + A - d - CC[i-1] - W0$	$D[i] + [i-1, i] + A - d - CC[i-1] - W0$
C[S, i]	0	$N1 \cdot N$ 従って $IM[i, i-1] - W2[i] - d$ その他の場合は0	$IM[i, i-1] - W1[i] - 2d$
T1トリガー	マーク検出	T0	T0
T2トリガー	マーク検出	マーク検出	T0

【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 マーク・ディー・ショーツ

アメリカ合衆国 1 0 5 6 2 ニューヨーク州オッシニング マンクーソードライブ 4

(72)発明者 バックネル・シー・ウェブ

アメリカ合衆国 1 0 5 6 2 ニューヨーク州オッシニング シスカロード 8 1 1

F ターム(参考) 5D096 AA02 BB01 CC01 DD08 EE03 GG04 WW03 WW04 WW06