(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5701962号
(P5701962)

(45)発行日　平成27年4月15日(2015.4.15)　(24)登録日　平成27年2月27日(2015.2.27)

(51)Int.Cl.		F I		
G11B 5/84	(2006.01)	G11B	5/84	C
G11B 5/00	(2006.01)	G11B	5/00	D
G11B 20/18	(2006.01)	G11B	20/18	５０１Ｃ
		G11B	20/18	５７２Ｂ
		G11B	20/18	５７２Ｆ

請求項の数 12　外国語出願　(全 9 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2013-235659(P2013-235659)
(22)出願日　平成25年11月14日(2013.11.14)
(65)公開番号　特開2014-102873(P2014-102873A)
(43)公開日　平成26年6月5日(2014.6.5)
審査請求日　平成26年7月3日(2014.7.3)
(31)優先権主張番号　13/680,497
(32)優先日　平成24年11月19日(2012.11.19)
(33)優先権主張国　米国(US)

早期審査対象出願

(73)特許権者　508243639
エルエスアイ　コーポレーション
アメリカ合衆国カリフォルニア州９５１３１，サンノゼ，リッダー・パーク・ドライヴ　１３２０
(74)代理人　100087642
弁理士　古谷　聡
(74)代理人　100082946
弁理士　大西　昭広
(74)代理人　100121061
弁理士　西山　清春
(74)代理人　100195693
弁理士　細井　玲

最終頁に続く

(54)【発明の名称】高調波成分の比率に基づく不良分類器

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
少なくとも１つのメディア不良を検出および分類するためのシステムであって、少なくとも１つのメディアと通信するコンピューティング・システムを備えており、該コンピューティング・システムが、
前記少なくとも１つのメディアに周期パターンを書き込んで少なくとも１つの波形を生じさせ、
前記少なくとも１つの波形の大きさと不良閾値との比較に基づいて、前記少なくとも１つのメディアにおける少なくとも１つの不良を検出し、
前記少なくとも１つの波形における少なくとも２つの高調波成分の大きさを決定し、
前記少なくとも２つの高調波成分の大きさの比率を決定し、
前記少なくとも２つの高調波成分の大きさの比率が分類閾値未満であるか否かに応じて、前記検出された少なくとも１つの不良を２つの異なるタイプの不良のいずれかに分類する
ように構成される、システム。
【請求項２】
前記周期パターンが４Ｔパターンを含む、請求項１記載のシステム。
【請求項３】
請求項１記載のシステムにおいて、前記少なくとも２つの高調波成分が、前記少なくとも１つの波形における１番目の高調波成分および前記少なくとも１つの波形における３番

目の高調波成分を含む、システム。
【請求項４】
請求項１記載のシステムにおいて、前記コンピューティング・システムが更に、前記少なくとも１つの波形の大きさが前記不良閾値未満であるときに前記少なくとも１つの不良を検出するように構成される、システム。
【請求項５】
請求項１記載にシステムにおいて、前記少なくとも２つの高調波成分の大きさの比率が、前記少なくとも１つの波形における３番目の高調波成分の大きさの、前記少なくとも１つの波形における１番目の高調波成分の大きさに対する比率を含む、システム。
【請求項６】
少なくとも１つのメディア不良を検出および分類する方法であって、
周期パターンを少なくとも１つのメディアに書き込んで、少なくとも１つの波形を生じさせるステップと、
前記少なくとも１つの波形の大きさと不良閾値との比較に基づいて、前記少なくとも１つのメディアにおける少なくとも１つの不良を検出するステップと、
前記少なくとも１つの波形における少なくとも２つの高調波成分の大きさを決定するステップと、
前記少なくとも２つの高調波成分の大きさの比率を決定するステップと、
前記少なくとも２つの高調波成分の大きさの比率が分類閾値未満であるか否かに応じて、前記検出された少なくとも１つの不良を２つの異なるタイプの不良のいずれかに分類するステップと
を含む、方法。
【請求項７】
前記周期パターンが４Ｔパターンを含む、請求項６記載の方法。
【請求項８】
前記少なくとも２つの高調波成分が前記少なくとも１つの波形における１番目の高調波成分および前記少なくとも１つの波形における３番目の高調波成分を含む、請求項６記載の方法。
【請求項９】
請求項６記載の方法であって、更に、前記少なくとも１つの波形の大きさが前記不良閾値未満となるときに、前記少なくとも１つの不良を検出するステップを含む、方法。
【請求項１０】
少なくとも１つのメディア不良を検出および分類する方法であって、
周期パターンを少なくとも１つのメディアに書き込んで、少なくとも１つの波形を生じさせるステップと、
前記少なくとも１つの波形の大きさと不良閾値との比較に基づいて、前記少なくとも１つのメディアにおける少なくとも１つの不良を検出するステップと、
前記少なくとも１つの波形における少なくとも２つの高調波成分の大きさを決定するステップであって、前記少なくとも２つの高調波成分が前記少なくとも１つの波形における１番目の高調波成分および前記少なくとも１つの波形における３番目の高調波成分を含むステップと、
前記少なくとも２つの高調波成分の大きさの比率を決定するステップであって、前記少なくとも２つの高調波の大きさの比率が、前記３番目の高調波成分の大きさの、前記１番目の高調波成分の大きさに対する比率を含むステップと、
前記少なくとも２つの高調波成分の大きさの比率が分類閾値未満であるか否かに応じて、前記検出された少なくとも１つの不良を２つの異なるタイプの不良のいずれかに分類するステップと
を含む、方法。
【請求項１１】
前記周期パターンが４Ｔパターンを含む、請求項１０記載の方法。

【請求項１２】
請求項１０記載の方法であって、更に、前記少なくとも１つの波形の大きさが前記不良閾値未満となるときに、前記少なくとも１つの不良を検出するステップを含む、方法。

【発明の詳細な説明】
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００１】
【特許文献１】米国特許第６３８４９９５号明細書
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００２】
[0001] データは、ハードディスク・ドライブ、光ディスク、その他の形態の永続的若しくは半永続的なストレージのような幾つかの種別の担持メディアに格納することができる。担持メディアにおける不良は、結果として、信頼性のない振る舞い、低性能、またはデータ破壊へとつながる。メディア不良のために検査をすることにより、データ・ストレージ・システムの信頼性を改善することができる。
【課題を解決するための手段】
【０００３】
[0002] 本開示における実施形態は、少なくとも１つのメディア不良(media defect)を検出および分類する方法である。周期パターンがメディアに書き込まれ、その結果、少なくとも１つの波形を生じさせる。その波形の大きさ(magnitude)が、メディアにおけるメディア不良の有無を検出するために不良閾値に対して比較される。少なくとも１つの不良が検出されるときに、波形における少なくとも２つの高調波成分(harmonic)の各々について大きさが不良範囲内で決定される。この少なくとも２つの高調波成分の大きさは、不良を分類するために利用される。
【０００４】
[0003] 上記の包括的な説明および下記の詳細な説明は、本開示において必ずしも限定的でないことが理解されるべきである。添付の図面は、本明細書中に組み込まれ、または本明細書の一部を構成して、本開示の実施形態を例示するものである。
【０００５】
[0004] 本開示の実施形態は、添付の図面を参照することにより、当業者によって更に良く理解することができる。
【図面の簡単な説明】
【０００６】
【図１Ａ】図１Ａは、本開示の実施形態による、少なくとも１つのメディア不良を検出および分類するシステムを例示するブロック図である。
【図１Ｂ】図１Ｂは、本開示の実施形態による、周期パターンをメディアに書き込むことによって発生される波形を例示するグラフ図である。
【図１Ｃ】図１Ｃは、本開示の実施形態による、分類閾値と比較される、少なくとも１つの波形における少なくとも２つの高調波成分の振幅の比率を例示するグラフ図である。
【図２】図２は、本開示の実施形態による、少なくとも１つのメディア不良を検出および分類する方法を例示するフロー図である。
【図３】図３は、本開示の実施形態による、少なくとも１つのメディア不良を検出および分類する方法を例示するフロー図である。
【発明を実施するための形態】
【０００７】
[0005] 添付の図面に例示され、開示される実施形態について、これより詳細な参照を行う。
[0006] 図１Ａ乃至図３は、少なくとも１つのメディア不良を検出および分類するため

のシステムおよび方法についての実施形態を示す。不良には、サーマル・アスペリティ（ＴＡ）不良および剥離（ＤＬＭ）による不良を含むがこれに限定されない。不良は、ハードディスク・ドライブその他永続的または半永続的ストレージ・デバイスのような担持メディアで生じることが知られている。「検査メディア」という用語は、本開示の全体にわたって用いており、本明細書における実施形態のシステムまたは方法によって動作されている如何なる担体メディアをも参照する。

【０００８】

[0007] 図１Ａは、少なくとも１つの検査メディア１０２における少なくとも１つの不良を検出および分類するためのシステム１００についての一実施形態を示す。システム１００は、検査メディア１０２と通信するコンピューティング・システム１０４を含む。コンピューティング・システム１０４は、検査メディア１０２における少なくとも１つの不良を検出および分類するために本明細書において説明する１またはそれ以上のステップを実行するように構成されるハードウェア、ソフトウェアまたはファームウェアの如何なる組合せも含む。一実施形態では、コンピューティング・システム１０４は、担持メディア１０８からのプログラム命令１１０を実行して、本明細書に説明する１またはそれ以上のステップを完了するように構成される少なくとも１つのプロセッサ１０６を含む。他の実施形態では、コンピューティング・システム１０４は、本明細書に説明する１またはそれ以上のステップを完了するように構成される電子回路を含む。

【０００９】

[0008] 図１Ｂに示すように、コンピューティング・システム１０４は、周期パターンを検査メディア１０２に書き込んで、波形１２０を生成するように構成される。いくつかの実施形態では、この周期パターンは４Ｔパターンを含むことがあるが、これに限定されない。コンピューティング・システム１０４は更に、波形１２０を不良閾値と比較して、メディア不良の有無を決定するように構成される。この不良閾値は、選択された値または予め決められた値である。いくつかの実施形態では、不良閾値は、検査メディア１０２の種別に関連付けられる。一実施形態では、コンピューティング・システム１０４は、波形１２０の大きさがこの不良閾値未満となるときに、少なくとも１つの不良を検出する。不良範囲１２２は、波形１２０の減衰部または残りの波形よりも小さい振幅を有する波形の一部のような、不良により影響を受けた波形１２０の一部を含む。

【００１０】

[0009] コンピューティング・システム１０４は更に、検出した不良を、波形１２０における少なくとも２つの高調波成分を利用して分類するように構成される。いくつかの実施形態では、２つの高調波成分は、１番目の高調波成分および３番目の高調波成分を含むが、これに限定されない。高調波成分は、基本振動数の整数倍である周波数を有する波形１２０の成分(component)である。したがって、１番目の高調波成分は基本周波数を有する波形１２０の成分、また、３番目の高調波成分は基本周波数の３倍の波形１２０の成分などとなる。

【００１１】

[0010] コンピューティング・システム１０４は、不良範囲１２２にわたる各高調波成分の大きさを決定するように構成される。コンピューティング・システム１０４は更に、２つの高調波成分の大きさの比率１２４を決定するように構成される。図１Ｃに示すように、コンピューティング・システム１０４は、比率１２４を分類閾値１２６と比較して、検出した不良を分類するように構成される。この分類閾値は、選択された値または所与の値である。幾つかの実施形態では、分類閾値は、検査メディア１０２の種別に関連付けられる。いくつかの実施形態では、コンピューティング・システムは、比率１２４が分類閾値１２６未満かまたはそれ以上かに基づいて、検出した不良をＴＡ不良またはＤＬＭ不良として分類するように構成される。２つの高調波成分の大きさの比率１２４を利用して不良を分類することは、高密度および低ＳＮＲ条件下で信頼性の利点を供する。

【００１２】

[0011] 一実施形態では、コンピューティング・システム１０４は、波形１２０の３番

目の大きさについて波形１２０の１番目の高調波の大きさに対する比率１２４を決定するように構成される。コンピューティング・システム１０４は、比率１２４Ａが分類閾値１２６未満となるときに、不良をＴＡ不良として分類するように構成される。コンピューティング・システム１０４は更に、比率１２４Ｂが分類閾値１２６以上であるときに、不良をＤＬＭ不良として分類するように構成される。

【００１３】

[0012] 別の実施形態では、１番目の高調波成分および３番目の高調波成分の大きさは、次の数式に従って決定される。

【００１４】

【数１】

$$f_n = \sum_{k=0}^{7} x_{4T}(k) * exp\left(\frac{-j*2\pi*n}{8}\right), \text{ for n = 1 and 3.}$$

【００１５】

上記数式において、f_nはｎ番目の高調波成分の大きさであり、また、x_{4T}は瞬間ｋでの読み取られた(read back)４Ｔ波形である。

２つの高調波成分の大きさの比率１２４は、次の数式に従って決定される。

比率＝f_3／f_1

上記これら数式は、本開示の一実施形態を例示するために含み、如何なる形であれ本開示を限定することを意図するものではない。

【００１６】

[0013] 図２は、検査メディア１０２における少なくとも１つの不良を検出および分類する方法２００の一実施形態を示す。幾つかの実施形態では、方法２００は、システム１００の１またはそれ以上の構成要素によって実行される場合もある。しかしながら、システム１００の上記実施形態は、方法２００に対する限定として解釈してはならないものである。方法２００における次のステップの内１またはそれ以上は、当該技術分野において公知の付加的なシステムまたは装置によって実行することができるものと考察される。

【００１７】

[0014] ステップ２０２では、周期パターンが検査メディア１０２に書込まれ、少なくとも１つの波形１２０を生じさせる。幾つかの実施形態では、周期パターンは、４Ｔパターンを含む場合もある。ステップ２０４では、波形１２０の大きさを不良閾値と比較して、不良の有無を決定する。幾つかの実施形態では、波形１２０の大きさが不良閾値未満であるときに、不良が検出される場合もある。ステップ２０６では、波形１２０における少なくとも２つの高調波成分の大きさが、不良範囲１２２にわたり決定される。幾つかの実施形態では、これら２つの高調波成分が、波形における１番目の高調波成分および波形における３番目の高調波成分を含む場合もある。ステップ２０８では、この不良が、２つの高調波成分の大きさを利用して分類される。幾つかの実施形態では、２つの高調波成分の比率１２４が分類閾値１２６に対して比較され、不良種別を決定する場合もある。幾つかの実施形態では、当該不良は、比率１２４が不良閾値１２６未満であるか、または不良閾値１２６以上であるかに基づいて、ＴＡ不良またはＤＬＭ不良のいずれかとして分類される。

【００１８】

[0015] 少なくとも１つのメディア不良を検出および分類する方法３００の別の実施形態について図３に示す。方法２００における任意の上記実施形態は、特に注記しない限り方法３００にも同様に適用される。幾つかの実施形態では、方法３００は、システム１００の１またはそれ以上の構成要素によって実行される場合もある。しかしながら、システム１００または方法２００における上記実施形態は、方法３００に対する限定として解釈してはならない。方法３００における次のステップの内１またはそれ以上が、当該技術分

野において公知の付加的なシステムまたは装置によって実行することができるものと考察される。

【００１９】

[0016] ステップ３０２では、周期パターンが検査メディア１０２に書き込まれて、少なくとも１つの波形１２０を生じさせる。ステップ３０４では、波形１２０の大きさが、不良閾値に対して比較され、不良の有無を決定する。波形１２０の大きさが不良閾値未満であるときに、少なくとも１つの不良が検出される。ステップ３０６では、波形１２０の少なくとも２つの高調波成分の大きさが、不良範囲１２２にわたり決定される。ステップ３０８では、２つの高調波成分における大きさの比率１２４が決定される。ステップ３１０では、不良が、２つの高調波成分の大きさの比率１２４と分類閾値１２６の比較によって分類され、その結果、不良種別を決定する。

【００２０】

[0017] 一実施形態において、ステップ３０８で決定された比率１２４は、波形の３番目の高調波成分と波形の１番目の高調波成分の大きさとの比率（すなわち比率＝f_3／f_1）を含む。ステップ３１０では、不良は、比率１２４Ａが分類閾値１２６未満（すなわち比率＜ＣｌａｓｓＴ）であるときにＴＡ不良として分類される。代替として、不良は、比率１２４Ｂが不良閾値１２６以上（すなわち比率＞＝ＣｌａｓｓＴ）であるときにＤＬＭ不良として分類される。

【００２１】

[0018] 幾つかの実施形態において、本開示の全体にわたり説明した様々なステップが、単一のコンピューティング・システムまたは複数のコンピューティング・システムによって実行できる場合もあることが理解されるべきである。コンピュータ・システムは、パーソナル・コンピュータ・システム、メインフレーム・コンピュータ・システム、ワークステーション、イメージ・コンピュータ、並列プロセッサ、その他当該技術分野で公知のデバイスを含むことができるが、これに限定されない。一般に、「コンピューティング・システム」という用語は、広義に、記憶メディアからの命令を実行する１またはそれ以上のプロセッサを有する如何なるデバイスをも包含するものである。

【００２２】

[0019] 本明細書で説明した実施形態により明示されるような方法を実装するプログラム命令は、担持メディにわたり伝送または格納することができる。担体メディアは、ワイヤ、ケーブル、無線伝送のリンクのような伝送メディアとしてもよいが、これに限定されない。担体メディアはまた、リード・オンリ・メモリ、ランダム・アクセス・メモリ、磁気若しくは光ディスク、または磁気テープを含むことができるが、これに限定されない。

【００２３】

[0020] 本明細書において説明される方法を明示する実施形態は、結果をストレージ・メディアに保存することを含むことができる。結果が格納された後、当該結果は、ユーザに対する表示のためにフォーマットされ、他のソフトウェア・モジュール、方法、またはシステム等によって使用されるように、本明細書で説明した如何なる方法またはシステムによってストレージ・メディア内にアクセスし、更に使用することができる。更には、当該結果は、「永続的に」、「半永続的に」、「一時的に」またはある時間期間の間にわたり格納することができる。

例えば、ストレージ・メディアは、ランダム・アクセス・メモリ（ＲＡＭ）でもよく、必ずしも、当該結果が無期限にストレージ・メディア内に残るというわけでもない。

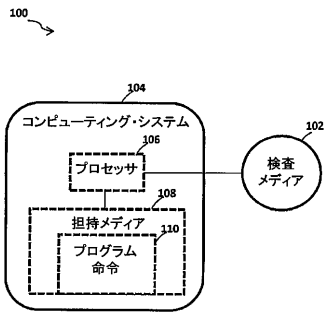
【００２４】

[0021] システムまたは方法として明示した本開示の如何なる実施形態もが、本明細書に説明した如何なる他の実施形態の少なくとも一部を含むことができることが更に考察される。様々な実施形態が存在し、これにより本明細書に説明したシステムおよび方法が遂行できるということ、また、実装は、展開される本開示の一実施形態のコンテキストと共に変更することができるということが、当業者にとって理解されるであろう。

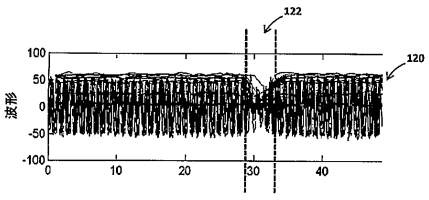
【００２５】

[0022] 更にまた、本発明が添付の請求の範囲によって定義されることが理解されるべきである。本発明の実施形態は例示のものであるが、様々な修正が、本開示の範囲および趣旨を逸脱することなく、当業者によって行うことができるのは明白である。

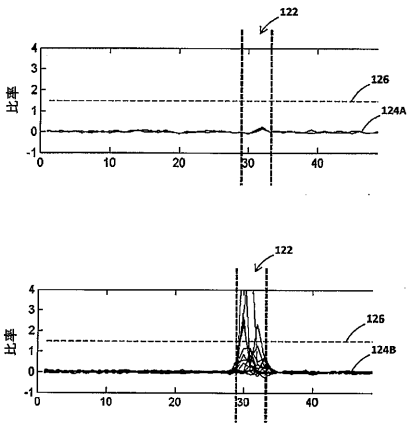
【図１Ａ】



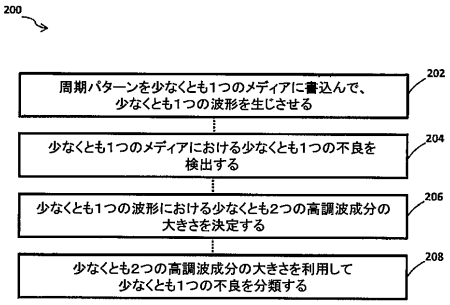
【図１Ｂ】



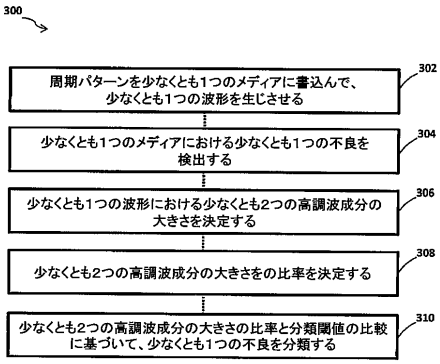
【図１Ｃ】



【図２】



【図３】


300
周期パターンを少なくとも1つのメディアに書込んで、少なくとも1つの波形を生じさせる
302
少なくとも1つのメディアにおける少なくとも1つの不良を検出する
304
少なくとも1つの波形における少なくとも2つの高調波成分の大きさを決定する
306
少なくとも2つの高調波成分の大きさをの比率を決定する
308
少なくとも2つの高調波成分の大きさの比率と分類閾値の比較に基づいて、少なくとも1つの不良を分類する
310

フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
G11B 20/18 576C

(72)発明者 スコット・エム・ヂャク
アメリカ合衆国コロラド州８０５２８，フォート・コリンズ，チンクフォイル・レイン ５３１５
(72)発明者 ミン・ジン
アメリカ合衆国カリフォルニア州９４５３９，セント・フレモント，エルスワース・ストリート ４３３７２
(72)発明者 ジョナサン・ディカス
アメリカ合衆国コロラド州８０５０４，ファイアーストーン，エコー・サークル １０２４１

審査官 斎藤 眞

(56)参考文献 特開２００２－２６０２２２（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１４９２６８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－０１８４４１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ１１Ｂ ５／００－５／０２４
Ｇ１１Ｂ ５／８４－５／８５８
Ｇ１１Ｂ ２０／１０－２０／１８
Ｇ１１Ｂ ２３／００－２３／５０