

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5404181号
(P5404181)

(45) 発行日 平成26年1月29日 (2014. 1. 29)

(24) 登録日 平成25年11月8日 (2013. 11. 8)

(51) Int. Cl.

F I

G 1 1 B 7/005 (2006. 01)

G 1 1 B 7/005 B

G 1 1 B 7/24 (2013. 01)

G 1 1 B 7/24 5 3 3 J

G 1 1 B 7/135 (2012. 01)

G 1 1 B 7/135 Z

G 1 1 B 7/24 5 3 8 A

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2009-125177 (P2009-125177)
 (22) 出願日 平成21年5月25日 (2009. 5. 25)
 (65) 公開番号 特開2010-272188 (P2010-272188A)
 (43) 公開日 平成22年12月2日 (2010. 12. 2)
 審査請求日 平成24年5月23日 (2012. 5. 23)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100083840
 弁理士 前田 実
 (74) 代理人 100116964
 弁理士 山形 洋一
 (74) 代理人 100135921
 弁理士 篠原 昌彦
 (72) 発明者 中井 賢也
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内
 (72) 発明者 大牧 正幸
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ディスク装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超解像光ディスクからの戻り光ビームの中央部から検出される第1の信号と、
 前記戻り光ビームのうち、前記超解像光ディスクのトラック方向に対応する方向の周辺部から検出される第2の信号を検出する光ヘッド装置と、
 前記第1の信号と前記第2の信号を合成又は分離して演算し再生信号を生成する信号処理手段と
 を備えた光ディスク装置において、
 前記信号処理手段は、
 前記第1の信号の振幅を調整するゲイン調整手段と、
 前記第2の信号から前記ゲイン調整手段で振幅調整された第1の信号を減算して第3の信号を生成する減算手段と、
 前記第3の信号と前記第1の信号との遅延を補正して第4の信号を生成する遅延手段と有し、
 前記遅延手段から出力される前記第4の信号と前記第1の信号を合成して再生信号を生成することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 2】

前記超解像光ディスクは、光の強度に対して非線形光吸収特性または非線形光透過特性を有する超解像マスク層が付加されたものであることを特徴とする請求項1に記載の光ディスク装置。

【請求項 3】

前記第 1 の信号の利得と位相を調整する第 1 の利得位相調整手段と、
前記第 2 の信号の利得と位相を調整する第 2 の利得位相調整手段と
をさらに備え、

前記ゲイン調整手段は、前記第 1 の利得位相調整手段で利得及び位相が調整された前記第 1 の信号の振幅を調整し、

前記減算手段は、前記第 2 の利得位相調整手段で利得及び位相が調整された前記第 2 の信号から前記ゲイン調整手段で振幅調整された第 1 の信号を減算する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光ディスク装置。

【請求項 4】

10

前記再生信号を 2 値化して前記光ディスクに記録されたデジタル情報を読み出す 2 値化手段をさらに備え、

前記第 1 の利得位相調整手段及び前記第 2 の利得位相調整手段は F I R 回路で構成され、

前記 2 値化手段はビタビ復号器であり、

前記第 1 の利得位相調整手段及び前記第 2 の利得位相調整手段を構成する F I R 回路のタップ係数と、前記ゲイン調整手段のゲイン値及び前記遅延手段の遅延量を、前記ビタビ復号器の出力に応じて適応的に変化させながら、前記再生信号の波形等化处理する適応等化手段をさらに備えた

ことを特徴とする請求項 3 に記載の光ディスク装置。

20

【請求項 5】

前記光ヘッド装置は、

半導体レーザと、

前記半導体レーザから放射される光ビームを集光して、前記光ディスクに集光スポットを形成する対物レンズと、

前記集光スポットが前記光ディスクで反射した戻り光ビームを受光する、複数に分割された受光面を有し、

前記受光面で受光される前記戻り光ビームの光量を電気信号に変換して出力する受光素子とを備え、

前記受光素子の受光面は、前記戻り光ビームの中央部を受光して前記第 1 の信号を出力する第 1 の受光エレメントと、前記戻り光ビームのうち、前記光ディスクのトラックに対応する方向の周辺部を受光して前記第 2 の信号を出力する第 2 の受光エレメントを備え、

30

前記第 1 の受光エレメントの、前記光ディスクのトラックに対応する方向の幅 W は、前記光ビームの波長 λ 、前記超解像光ディスクの最長マーク長 ML_max 、前記対物レンズの開口数 NA 、前記戻り光ビームの受光面上での半径 r を用いて表される

$$2 \times \left(\lambda / (2 \times NA \times ML_max) - 1 \right) \times r$$

以下の長さであることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の光ディスク装置。

【請求項 6】

前記光ビームの波長を λ 、前記対物レンズの開口数を NA としたとき、前記超解像光ディスクの最長マーク長 ML_max が $\lambda / (2 NA)$ よりも小さく、且つ $\lambda / (4 NA)$ よりも大きいことを特徴とする請求項 5 に記載の光ディスク装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、超解像方式を採用した光記録再生媒体に対して情報の記録または再生を行なう光ディスク装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

これまで、各種光ディスクの大容量化は、ディスクのトラック上に記録される情報の記

50

録マークの大きさを小さくするとともに、記録や再生に用いるレーザ光の短波長化および開口数が多い対物レンズの採用により、焦点面での集光スポットサイズを小さくすることによって達成されてきた。

【 0 0 0 3 】

例えば、C D (コンパクトディスク) では、光透過層 (情報記録層の上に設けられる透明保護層およびスペース層。透明基板とも言う) となるディスク基板の厚さが約 1 . 2 m m、レーザ光波長が約 7 8 0 n m、対物レンズの開口数 (N A) が 0 . 4 5 であり、6 5 0 M B の記録容量であった。

【 0 0 0 4 】

D V D (デジタル多用途ディスク) では、光透過層の厚さが約 0 . 6 m m、レーザ光波長が約 6 5 0 n m、N A が 0 . 6 であり、4 . 7 G B の記録容量となっている。

【 0 0 0 5 】

さらに高密度の B D (ブルーレイディスク) では、光透過層の厚さを 0 . 1 m m にした光ディスクを用いて、レーザ光波長を約 4 0 5 n m、N A を 0 . 8 5 とすることで 1 層あたり 2 5 G B の大容量化を実現している。

【 0 0 0 6 】

近年、光記録の分野においては、光の強度によって屈折率が変化する非線形光吸収特性又は非線形光透過特性を有する超解像マスク層が成膜された超解像光ディスクを用いた高密度記録方式が研究されている。この方式では、光ディスクに集光スポット内の光強度が大きい、又は温度が高い局所的な部分に屈折率変化をもたらすことで、光ディスク装置の光学要素である集光レンズの開口数 N A と光の波長 から決まる回折限界 $\lambda / (4 N A)$ よりも小さなマークを再生することができる。ここでは、前記の例えば屈折率変化が起こる局所的な部分を以下では単に開口と呼ぶこととする (例えば、非特許文献 1 参照)。

【 0 0 0 7 】

非特許文献 1 及び非特許文献 2 は、代表的な超解像光ディスクである S u p e r - R E N S (S u p e r R E s o l u t i o n N e a r f i e l d S t r u c t u r e) 方式に関するものである。これ以外に、情報の記録マークが光の強度によって屈折率が変化する非線形光吸収特性または非線形光透過特性を有する材料により形成された光超解像光ディスクも提案されている (例えば、非特許文献 3 参照)。以降ではこれらを総称して超解像光ディスクと呼ぶ。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【 0 0 0 8 】

【非特許文献 1】“ O b s e r v a t i o n o f E y e P a t t e r n o n S u p e r - R e s o l u t i o n N e a r - F i e l d S t r u c t u r e D i s k w i t h W r i t e - S t r a t e g y T e c h n i q u e ” , J p n . J . A p p l . P h y s . , V o l . 4 3 , N o . 7 A , p p . 4 2 1 2 - 4 2 1 5 (2 0 0 4)

【非特許文献 2】“ L o w F r e q u e n c y N o i s e R e d u c t i o n o f S u p e r - R e s o l u t i o n N e a r - F i e l d S t r u c t u r e D i s c w i t h P l a t i n u m - O x i d e L a y e r ” , O D S T e c h n i c a l D i g e s t , T h C 3 (2 0 0 5)

【非特許文献 3】“ S u b - T e r a b y t e - D a t a - C a p a c i t y O p t i c a l D i s c s R e a l i z e d b y T h r e e - D i m e n s i o n a l P i t S e l e c t i o n ” , J p n . J . A p p l . P h y s . , V o l . 4 5 , N o . 4 A , p p . 2 5 9 3 - 2 5 9 7 (2 0 0 6)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

先にも述べたが、回折限界は、マークの再生分解能が無くなる限界であり、光ディスク装置の光学要素である集光レンズの開口数 N A と光の波長 から決まる $\lambda / (4 N A)$ に

対応する。回折限界 $\lambda / (4 NA)$ よりも小さなマークの再生信号（成分）を超解像再生信号（成分）、回折限界 $\lambda / (4 NA)$ よりも大きなマークの再生信号（成分）を常解像再生信号（成分）とここでは呼ぶこととする。

【0010】

通常、光ディスクには異なった複数のマーク長のデータが記録されている。マーク長の種類は、記録データ列の符号化における変調方式に依存するが、複数の異なった長さのマークがランダムに（種々の順序で）配置されている。

【0011】

前記マーク長のすべてが、前記回折限界の $\lambda / (4 NA)$ よりも大きいとき、それぞれのマークは、常解像再生される。

10

【0012】

例えば、BDの場合、使用波長 λ が405 nm、対物レンズの開口数NAが0.85であり、マーク長の回折限界 $\lambda / (4 NA)$ は約119 nmとなるが、BDの最短マーク長は約150 nmであるので、すべてのマークは常解像再生される。

【0013】

一方、前記マーク長のすべてが、前記回折限界の $\lambda / (4 NA)$ よりも小さい場合、それぞれのマークは、集光スポット内の開口により超解像再生される。

【0014】

また一方、前記回折限界の $\lambda / (4 NA)$ よりも長いマークと短いマークが混在する場合（超解像再生と常解像再生が混在した場合）がある。

20

【0015】

例えば、超解像方式を用いて研究がなされている50 GB容量のディスクの場合、BDと同じくRLLL（1-7）変調方式であれば、最短マーク（2Tマーク）の長さはBDの最短マーク長の1/2の約75 nmで、回折限界の119 nm以下であるのに対して、8Tマークの長さは300 nmと回折限界の119 nmより大きいため、超解像再生による変調成分以外に常解像再生による変調成分が混在した再生信号となる。

【0016】

超解像再生と常解像再生が混在する場合には、超解像再生信号成分と常解像再生信号成分の位相が合わないという問題がある。これは、前記開口が、集光スポットの中心に形成されないことに起因する問題である。

30

【0017】

この発明は、超解像再生と常解像再生とが混在しているときに、常解像再生と超解像再生の成分を分離処理して再生信号を生成し、超解像ディスクから良好な品質のデータを再生できる光ディスク装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0018】

この発明に係る光ディスク装置は、
超解像光ディスクからの戻り光ビームの中央部から検出される第1の信号と、
前記戻り光ビームのうち、前記超解像光ディスクのトラック方向に対応する方向の周辺部から検出される第2の信号を検出する光ヘッド装置と、
前記第1の信号と前記第2の信号を合成又は分離して演算し再生信号を生成する信号処理手段と

40

を備えた光ディスク装置において、

前記信号処理手段は、

前記第1の信号の振幅を調整するゲイン調整手段と、

前記第2の信号から前記ゲイン調整手段で振幅調整された第1の信号を減算して第3の信号を生成する減算手段と、

前記第3の信号と前記第1の信号との遅延を補正して第4の信号を生成する遅延手段と有し、

前記遅延手段から出力される前記第4の信号と前記第1の信号を合成して再生信号を生

50

成することを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、超解像再生と常解像再生とが混在していても、常解像再生と超解像再生の間で発生する信号の位相シフトから発生する信号劣化を軽減でき、超解像ディスクから良好な品質のデータを再生することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の実施の形態1の光ディスク装置の全体構成を示す概略図である。

【図2】(a)～(c)は、超解像光ディスクの超解像マスク層の開口及び集光スポットの位置関係、ならびに光の強度分布及び熱分布の位置関係を示す図である。

【図3】(a)及び(b)は、超解像再生信号及び常解像再生信号と開口の関係を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態1の光ディスク装置に搭載される光ヘッド装置の概略構成図である。

【図5】図4の光ヘッド装置に搭載される受光素子の受光面と戻り光ビームを示す概略図である。

【図6】(a)～(c)は、光ディスクのマーク長に対する戻り光ビームの干渉領域の説明図である。

【図7】図1の光ディスク装置の光ヘッド装置52及び再生信号検出回路58の一構成例の概略を示すブロック図である。

【図8】(a)～(d)は、図7の光ヘッド装置52及び再生信号検出回路58の各部における信号の波形を説明するための概念図である。

【図9】図1の光ディスク装置の再生信号検出回路58の他の構成例を光ヘッド装置52とともに示すブロック図である。

【図10】図7及び図9の再生信号検出回路58内の遅延回路106の一構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

実施の形態1.

図1は、実施の形態1の光ディスク装置の全体構成を示す図である。なお、図1における矢印は、代表的な信号や情報の流れを示すものであり、光ディスク装置50を構成する各ブロックの接続関係のすべてを表すものではない。また、信号や情報を、それらが伝達される経路と同じ符号で表わすことがある。

【0022】

図1において、光ディスク装置50は、光ディスク5を回転駆動するためのスピンドルモータ51、光ディスク5にレーザ光を照射し、光ディスク5の情報記録層で反射された戻り光ビームを受光して信号を出力する光ヘッド装置52、光ヘッド装置52を光ディスク5の半径方向に駆動するためのスレッドモータ53、レーザ制御回路54、サーボ制御回路55、再生信号処理回路56、復調回路60、変調回路64、RAM(Random Access Memory)80、MPU(Micro Processing Unit)81を備えている。

【0023】

サーボ制御回路55には、スピンドルモータ51をコントロールするスピンドルモータ制御回路63、スレッドモータ53をコントロールするスレッドモータ制御回路62、光ヘッド装置52をコントロールする光ヘッド制御回路61が設けられ、それぞれMPU81から発せられる命令により動作を行なう。

【0024】

また、再生信号処理回路56には、光ヘッド装置52で検出され、伝送路L3を介して送られた信号にもとづいて、サーボ信号を生成するサーボ信号検出回路59、再生信号R

10

20

30

40

50

Fを検出して再生信号R Fの波形等化など行なう再生信号検出回路5 8、および光ディスク5の蛇行した案内トラック溝からの反射光で得られるウォブル信号を検出するウォブル信号検出回路5 7が設けられている。

ただし、前記案内トラック溝が形成されていない再生専用のROM (Read Only Memory) ディスクの場合には、前記ウォブル信号検出回路5 7は無くてもよい。

【0025】

M P U 8 1は、再生信号処理回路5 6で検出された信号振幅値データや状態信号などの伝送路L 1の出力信号、あるいは他の各部からの出力信号にもとづいて光ディスク装置全体の動作を決定し、各部へ制御データ(例えば、M P U 8 1から再生信号処理回路5 6への伝送路L 2の信号)を送って、それらの制御を行う。

10

【0026】

なお、再生信号処理回路5 6の構成要素のうち一部分がM P U 8 1の内部で処理される構成であってもよい。

【0027】

R A M 8 0は、プログラム領域8 0 Aおよびデータ領域8 0 Bを有する。M P U 8 1は、R A M 8 0のプログラム領域8 0 Aに記録されているプログラムに従って、各部の動作を制御するとともに、各部から送られてくる信号から制御の判断を行なう。

【0028】

光ヘッド制御回路6 1は、サーボ信号検出回路5 9から送られるサーボエラー信号やM P U 8 1からの動作命令を元に、制御信号を伝送路L 4経由で光ヘッド装置5 2に出力し、光ヘッド装置5 2から光ディスク5上へ照射される光の制御を行なう。

20

【0029】

スレッドモータ制御回路6 2およびスピンドルモータ制御回路6 3は、サーボエラー信号やM P U 8 1からの動作命令を元に、スピンドルモータ5 1およびスレッドモータ5 3の制御を行なう。

【0030】

ウォブル信号検出回路5 7の出力信号L 6と再生信号検出回路5 8の出力信号L 7は復調回路6 0で情報データL 8に復調される。

【0031】

30

M P U 8 1から出力されたデータの一部L 9は、変調回路6 4で光ディスク5への記録に適した記録信号L 10に変換され、レーザ制御回路5 4へ送られる。この記録信号L 10に基づいてレーザ制御回路5 4から伝送路L 5を介して光ヘッド装置5 2に制御信号が送られ、光ヘッド装置5 2に搭載されている半導体レーザの発光パワーが制御される。

ただし、再生専用のROM (Read Only Memory) ディスクの場合には、記録のために用いる前記レーザ制御回路5 4は無くてもよい。

【0032】

この実施の形態1における光ディスク5は、図2 (a) ~ (c) 及び図3 (a)、(b) に示すように、光の強度に対して非線形光吸収特性又は非線形光透過特性を有する超解像マスク層5 aが成膜された超解像光ディスクである。以下、図2 (a) ~ (c) 及び図3 (a)、(b) を参照して従来技術の問題をさらに詳しく説明する。

40

ただし、図示されたディスクの構造は、便宜上最小構成で示したものであり、これ以外に別の材料等による層が成膜されていてもよい。

また、他のディスク構造として、マーク自身が非線形光吸収特性を有した材料で構成された超解像ディスクも提案されているが、このディスク構造であってもよい(例えば、非特許文献3参照)。

【0033】

図2 (a) ~ (c) に示すように、一般的な等方レンズで集光された集光スポット1 aの光強度分布L Dはガウシアン分布であるため、光強度ピークの位置は集光スポット1 aの中心部分と一致するが、信号再生時には光ディスクが回転しているため、回転速度が熱

50

伝導速度と近いオーダとなつて、図 2 (b) に示すように熱分布 T_D は集光スポットの光強度分布 I_D より遅れて分布する。超解像マスク層 5 a の開口 5 b は熱分布の中で、ある温度 T_c 以上 (又はある温度の範囲 (ここでは図示せず)) で透過率 (又は、屈折率) が変化することによって形成されるので、開口 5 b の中心は集光スポット 1 a の強度分布 I_D のピーク 1 p より遅れた位置に形成されることになる。

ここでは、温度 T_c 以上で透過率 (又は屈折率) が変化する例を説明したが、これに限らず、ある温度範囲において透過率 (又は屈折率) が変化して開口が形成さえる超解像ディスクであってもよい。

【 0 0 3 4 】

上記の理由から、図 3 (a) 及び (b) に示すように、集光スポット 1 a の中心よりディスクの移動方向に距離 d だけずれた位置にその中心が位置するように開口 5 b が形成されることになる。そのため、開口 5 b で検出される超解像再生信号 (成分) は、集光スポット 1 a 全体で検出される常解像再生信号 (成分) より、時間にして $t (= d / \text{回転線速度})$ だけ遅れた信号となり、同期のずれた信号が混在してしまうという問題が生じる。本発明は、上記の問題を解決し、超解像再生と常解像再生とが混在していても、常解像再生と超解像再生の間で発生する信号の位相シフトから発生する信号劣化を軽減でき、超解像ディスクから良好な品質のデータを再生することができるようにしたものである。

【 0 0 3 5 】

光ヘッド装置 5 2 は、CD、DVD、BD 等の非超解像の光ディスクのみならず、超解像光ディスクにも対応するものである。

光ヘッド装置 5 2 は、光ディスク 5 に半導体レーザによる光ビームを集光するとともに、光ディスク 5 の情報記録層で反射した戻り光ビームを受光し、再生信号やサーボ信号を生成するための信号を検出する。

【 0 0 3 6 】

図 4 は、本発明の光ヘッド装置 5 2 の構成例を示す図である。図 4 において、レーザー制御回路 5 4 から伝送路 L 5 を介して入力される制御信号にもとづいて半導体レーザ 2 から放射された波長の光ビーム 1 は、ビームスプリッタ 3 で反射し、対物レンズ 4 によって光ディスク 5 に集光される。光ディスク 5 で反射した戻り光ビーム Q はビームスプリッタ 3 を透過し、収束する。この戻り光ビーム Q は、受光素子 2 7 の受光面で受光され、その受光パワー量に応じた電気信号が伝送路 L 3 に出力される。

【 0 0 3 7 】

ここで、図 4 は、本発明の光ヘッド装置の基本構成とその原理を説明することを目的とし、光ディスクの再生信号の検出光学系のみを、最小構成部品で示したものであり、光ヘッド装置の構成は図 4 に示すものに限定されない。

【 0 0 3 8 】

例えば、光ディスク 5 が回転するときに、対物レンズ 4 の光軸方向およびその光軸方向に垂直な方向の光ディスク 5 の位置変動によって生じる対物レンズ 4 の焦点距離の誤差を補正するように、対物レンズ 4 を光軸方向およびその光軸方向に垂直な方向に駆動させる対物レンズ駆動アクチュエータを備えてもよい。

【 0 0 3 9 】

また、光ディスクの再生信号の検出光学系以外に、光ディスク 5 の情報記録層に対する対物レンズ 4 の焦点誤差量やトラッキング誤差量を検出するためのセンサー光学系を備えていてもよい。

【 0 0 4 0 】

さらには、例えば、図示のビームスプリッタ 3 に代えて、偏光ビームスプリッタを配置し、且つその偏光ビームスプリッタと対物レンズ 4 の間に $1/4$ 波長板を挿入してもよい。これにより、光の利用効率を向上させることができる。

【 0 0 4 1 】

図 5 は、受光素子 2 7 の受光面 2 7 R と戻り光ビーム Q を示した図である。受光面 2 7 R で受光された戻り光ビーム Q の検出信号から以下のように再生信号が得られる。

【 0 0 4 2 】

受光面 2 7 R は、3 つの受光エレメントに分割されており、中央の受光エレメント 2 7 A と、前記受光エレメント 2 7 A と隣接しつつ対称な位置に受光エレメント 2 7 B と受光エレメント 2 7 C が配置されている。ここで、x 軸（図 5 の縦方向）は、光ディスク 5 のトラック方向（すなわち、タンジェンシャル方向）が光学部品を介して受光面に投影される方向に対応する。

【 0 0 4 3 】

受光エレメント 2 7 A の x 軸方向の幅 W、受光面上の戻り光ビーム Q の半径を r とするとき、戻り光ビームの直径 2 r は、前記幅 W より大きくなるように設定するが、この幅 W の設定に関して説明するために、この光ヘッドの受光素子で検出される常解像再生信号と超解像再生信号について説明を行う。

10

【 0 0 4 4 】

常解像再生の場合を考える。図 6 (a) に示すように、マークにおける回折により発生する 0 次光とその他高次光（1 次光以上）との、戻り光ビーム内部での干渉により生じる光の明暗の変化が再生信号の変調成分となる。図 6 では、この 0 次光と 1 次光の干渉領域を D 1、D 2 で示している。

領域 A P は、対物レンズの瞳に相当し、実際にはその内部の光が受光素子で受光される。図 6 では、高次光のうち 1 次光のみを破線で示している。特に図 6 (a) は、マーク長 M L が $\lambda / (2 N A)$ より長い場合であり、1 次光同士が重なる。

マーク長 M L が $\lambda / (2 N A)$ よりも短く、且つ $\lambda / (4 N A)$ より長いときの戻り光を考えると、図 6 (b) のように、干渉領域（0 次光と 1 次光の干渉領域）D 1 及び D 2 は、ある距離 L だけ離れて存在し、戻り光の中心部には存在しなくなる。マーク長がさらに短くなるにつれ、距離 L は広がる。

20

すなわち、マーク長が小さくなるほど、前記干渉部分は戻り光の内部のトラック方向（該トラック方向に対応する方向）の周辺部にシフトし、周辺部に常解像再生信号の変調成分が多く含まれる。

【 0 0 4 5 】

さらに、マーク長が短くなって、回折限界 $\lambda / (4 N A)$ より短くなると、図 6 (c) に示すように、距離 L は光束半径 r より大きくなり、もはや干渉領域 D 1 及び D 2 が戻り光に存在しなくなる。すなわち、常解像再生信号成分は無くなる。

30

【 0 0 4 6 】

一方、超解像再生の場合、光ディスクの超解像マスク層 5 a に発生した微小開口 5 b で読み出されたマークの変調成分は、戻り光ビームの受光素子の受光面上での領域の全体、すなわち、図 6 (a) ~ (c) の対物レンズ瞳に相当する領域 A P 内の全体に渡って存在する。この現象は、我々の行なった光学シミュレーションにより確認されている。

【 0 0 4 7 】

以上の特徴から、受光面 2 7 R の分割については、戻り光ビームの中央部が受光エレメント 2 7 A によって受光され、周辺部が受光エレメント 2 7 B 及び 2 7 C によって個別に受光されるように、受光エレメント 2 7 A の幅 W を設定する。

【 0 0 4 8 】

40

常解像再生信号成分は、戻り光ビームの中央部よりも周辺部に干渉領域 D 1 及び D 2 が存在しているので、図 5 の受光面 2 7 R で戻り光ビーム Q を検出することで、受光エレメント 2 7 A から出力される信号 S a は、常解像再生信号の成分がほとんど含まれない超解像再生信号として得られる。

【 0 0 4 9 】

さらに言えば、光ディスクの最長のマーク長 $M L_{max}$ が回折限界の $\lambda / (4 N A)$ よりも大きい場合、干渉領域 D 1 と D 2 間の距離 L は、

$$2 \times \left(\lambda / (2 \times N A \times M L_{max}) - 1 \right) \times r$$

で表すことができる。幅 W を前記 L 程度、又はそれ以下に設定すれば、干渉領域 D 1 及び D 2 は、受光エレメント 2 7 B 又は受光エレメント 2 7 C に完全に入射するので、常解像

50

再生信号成分を全く含まず、超解像再生信号成分のみで成る信号 S_a が得られる。

さらに、干渉領域 D_1 及び D_2 が存在する条件は、光ディスクの最長のマーク長 ML_{max} が回折限界の $\lambda / (4NA)$ よりも大きい場合であり、光ディスクの最長のマーク長 ML_{max} が回折限界の $\lambda / (4NA)$ よりも大きく、且つ $\lambda / (2NA)$ より小さいマークにより構成されるデータ列が記録される光ディスクで効果が期待できる。

【0050】

また、受光エレメント 27B 及び受光エレメント 27C から出力される信号 S_b 及び信号 S_c は常解像再生信号成分と超解像再生信号成分とが混在した信号となる。

【0051】

以上の光ヘッド装置 52 により、超解像再生信号成分のみの信号 S_a と、常解像再生信号成分と超解像再生信号成分を含む信号 S_b 、 S_c を得ることができる。

10

【0052】

図 7 は、本発明による、前記信号 S_a 、 S_b 、 S_c を受ける再生信号処理回路 56 内の再生信号検出回路 58 の概略構成を示す。ここでは、再生信号検出回路 58 のうち再生信号 R_F を検出する部分について示す。

【0053】

信号 S_b と信号 S_c を加算回路 101 で加算して信号 S_d を生成し、利得位相調整手段としてのイコライザ 102 で適切な利得と位相を調整して信号 S_e を生成する。一方、信号 S_a を利得位相調整手段としてのイコライザ 103 で適切な利得と位相に調整して信号 S_f を生成し、信号 S_f を分岐した後、一方に信号 S_f の振幅を適切なゲイン K をかけて調整するゲイン調整器 104 を経て信号 S_g を生成する。信号 S_e から信号 S_g を減算回路 105 で減算した信号 S_h をさらに遅延回路 106 で、ある遅延量を与えた信号 S_i と、前記信号 S_f を加算回路 107 で加算して再生信号 R_F を生成する。

20

【0054】

この再生信号生成方式の概念について図 8 を用いて説明する。

図 8 (a) ~ (d) は、ある長さのマークを再生したときの前記信号 $S_a \sim S_i$ を示した概略図である。先に、図 2 及び図 3 を参照して説明した通り、光強度分布と熱分布が時間 t だけシフトして再生されるので、超解像再生信号成分 S_R と常解像再生信号成分 N_R とが混在している場合に、図 8 (a) に示すように、信号 S_d (S_b と信号 S_c の合成信号) に含まれる超解像信号成分 S_R と常解像信号成分 N_R は互いに時間 t だけシフトしているので、信号 S_d は、常解像再生信号成分 N_R に対して、超解像再生信号成分 S_R と常解像再生信号成分 N_R の時間差 t とゼロの中間的な時間 t_s ($t_s < t$) だけシフトしたものとなる。

30

【0055】

図 8 (b) は、信号 S_a の波形を示したものであり、図 8 (a) の超解像再生信号成分 S_R と同等の波形である。

図 8 (c) は信号 S_h の波形を示したものであるが、信号 S_h は、信号 S_e (信号 S_d と位相がほぼ同じ) から、超解像信号成分 S_R を差し引いたものであり、常解像再生信号成分 N_R を表すものとなる。

信号 S_h は、信号 S_f (信号 S_a と略同じ同相) に対して時間 t だけシフトしているので、信号 S_h の位相を遅延回路 106 によって時間 t だけ補正することで、図 8 (d) に示したような信号 S_i が得られる。位相が補正された常解像信号の信号 S_i と超解像信号である信号 S_f を加算回路 107 で合成して再生信号 R_F を生成すれば、超解像ディスクを再生した際に生じていた超解像再生信号成分と常解像再生信号成分との位相差による信号劣化を抑制することができる。

40

上記のような一連の処理は、常解像再生信号成分 N_R と超解像再生信号成分 S_R の位相差を補正したことで、結果的に信号 S_d と信号 S_a の位相差を補正しており、常解像再生信号成分 N_R と超解像再生信号成分 S_R を分離して位相差の補正を実現するものである。

また、上記以外の処理方法として、信号 S_d と信号 S_a のいずれか一方に遅延を与えて適切な振幅調整をして合成し、再生信号 R_F を生成するような信号処理であってもよい。

50

【 0 0 5 6 】

上記で説明した図7のイコライザー102、103、及び遅延回路106、並びに信号合成に用いた減算回路105、及び加算回路101、107は、光ディスクの再生信号が数MHz～数十MHzの高周波帯域の信号であるためアナログ回路で構成することが難しくなるが、いずれもFIR(Finite Impulse Response)のようなデジタル回路を用いることにより構成しやすくなる。利得や位相もしくは遅延量は、FIR回路のタップ係数を適切な値に設定して与えることができる。

【 0 0 5 7 】

図9は、図7の再生信号検出回路58の代わりに用い得る再生信号検出回路58を示す。図9に示される再生信号検出回路58は、イコライザー102、103や遅延回路106やゲインKを有するゲイン調整器104をタップ係数が可変のFIR回路にて構成するとともに、2値化データによるビタビ復調方式を用いて、前記利得と前記位相と前記遅延量を最適化して再生信号RFを自動等化する信号処理の基本概念を示した図である。

10

【 0 0 5 8 】

タップ係数の更新処理にはLMS(Least Mean Square)法などの適応信号処理法を応用する。

再生信号RFは、2値化手段としてのビタビ復号器108によって2値化データBRFに復号される。ビタビ復号のPRクラスは、理想再生信号の周波数特性に近いものを選択し、前記ビタビ復号器108が出力する2値化データBFRを適応等化手段としてのLMS制御回路109に入力する。LMS制御回路109では前記PRクラスで表わされる目標信号と前記再生信号RFとの誤差が最小となるように、それぞれのFIR回路のタップ係数を逐次更新し、これにより、例えば、ゲイン調整器104のゲイン値及び遅延回路106の遅延量を、ビタビ復号器108の出力に応じて適応的に変化させながら、再生信号RFの波形等化処理を行う。

20

【 0 0 5 9 】

図9の回路構成では、イコライザー102、103、ゲイン調整器104及び遅延回路106のすべての構成要素に対して、LMS法によるタップ係数の更新処理が施されているが、再生信号RFの波形等化の収束性が十分な場合には、例えばゲイン調整器104、遅延回路106のタップ係数のLMS法による逐次更新は行わずにある固定値としておけば、回路規模を小さくできる。

30

【 0 0 6 0 】

また、上記の説明では、光ヘッド装置からのアナログ信号をデジタル信号に変換するADコンバータや、各デジタル回路の動作クロックを生成するPLL(Phase Locked Loop)回路、ADコンバータで2値化された信号のDC成分を補正するDC補正回路などは、本発明の特徴ではないのでここでは省略している。

【 0 0 6 1 】

図10は、デジタル回路で構成した遅延回路106の例を示したブロック図である。無論これに限るものではないが、図示の構成の特徴は1クロック以下の単位で遅延量を与えられることである。

40

【 0 0 6 2 】

図示の遅延回路106は、Nクロック周期分の比較的大きな遅延を与えることを目的とする第1の部分106Aと、1クロック周期以下の遅延量を与えることを目的とする第2の部分106Bからなる。なお、図示の例では、第1の部分が前段部分を構成し、第2の部分が後段部分を構成しているが、第1の部分を後段に、第2の部分を前段に配置しても良い。

【 0 0 6 3 】

第1の部分106Aはデジタル回路では一般的な各々1クロック周期の遅延時間を持つ第1乃至第N段の遅延ユニット201-1～201-Nが直列接続されたものである。第1の部分106Aの出力は、第2の部分106Bに入力され、2つに分岐され、その一方を遅延ユニット202で1クロックだけ遅延させた後にゲイン調整器203でm倍のゲ

50

インを与え、他方を遅延させることなく)ゲイン調整器204でn倍のゲインを与えて、それらを合成器205で、加算して、 $1/(m+n)$ 倍する。

【0064】

上記のゲインmとゲインnを適切に与えれば、各クロックのタイミングと、1クロック周期前の間の任意の時点(mとnの比で内分した時点)の信号の値を直線補間した波形を得ることができる。これにより1クロック間の任意の遅延量を付与することができる。

前記Nとmとnは、波形等化に必要となる遅延量に応じて決定される。すなわち、図9で述べたLMS法を応用した構成においては、NとmとnはLMS制御回路109により制御される。

【0065】

以上で説明したように、本発明の実施の形態1の構成によれば、超解像ディスクの再生信号に含まれる超解像信号成分と常解像信号成分を分離して、戻り光ビームの光量ロスなく超解像再生と常解像再生との時間位相差の発生による前記再生信号の劣化を抑制し、再生信号の品質を向上させる効果がある。

【符号の説明】

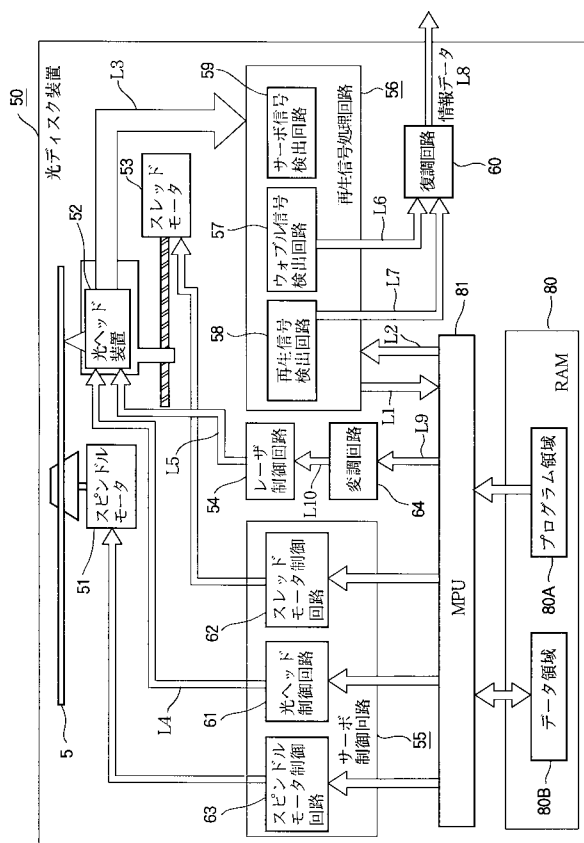
【0066】

1 光ビーム、2 半導体レーザ、4 対物レンズ、5 光ディスク、27 受光素子、50 光ディスク装置、52 光ヘッド装置、Q 戻り光ビーム、S a~S i 信号、101、107 加算回路、105 減算回路、102、103 イコライザ、106 遅延回路、RF 再生信号。

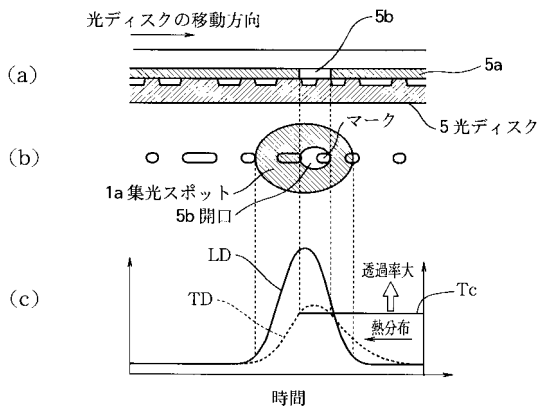
10

20

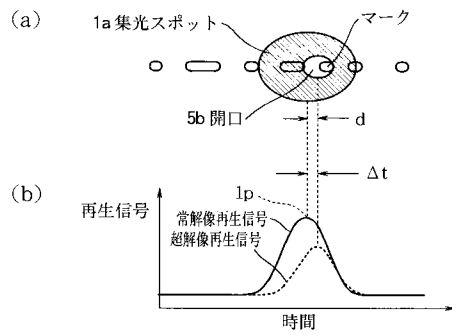
【図1】



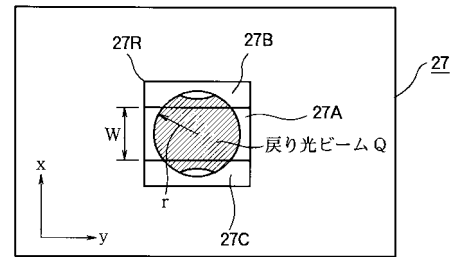
【図2】



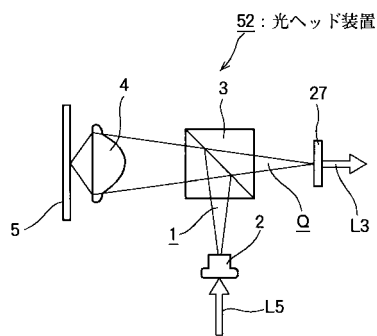
【図 3】



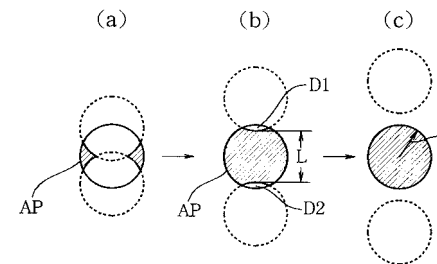
【図 5】



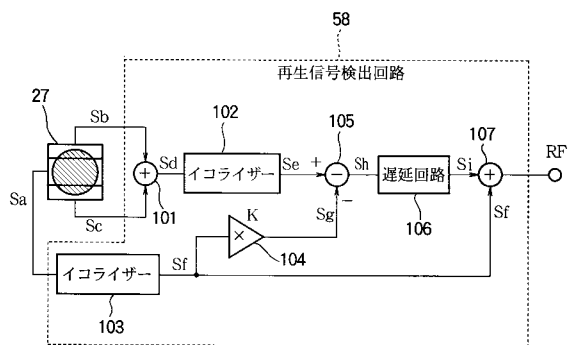
【図 4】



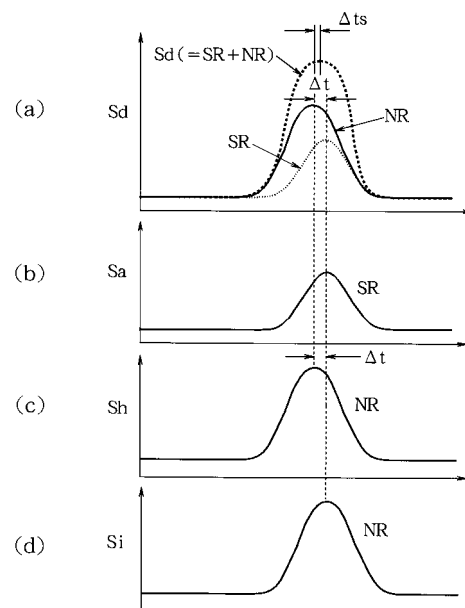
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 竹下 伸夫
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 五貫 昭一

(56)参考文献 実開昭59-82337(JP,U)
特開2003-257043(JP,A)
特開2004-79067(JP,A)
特開2008-165925(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G11B 7/005
G11B 7/135
G11B 7/24