

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5318033号
(P5318033)

(45) 発行日 平成25年10月16日(2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月19日(2013.7.19)

(51) Int.Cl.

G 11 B 7/135 (2012.01)

F 1

G 11 B 7/135

Z

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2010-123112 (P2010-123112)
 (22) 出願日 平成22年5月28日 (2010.5.28)
 (65) 公開番号 特開2011-248972 (P2011-248972A)
 (43) 公開日 平成23年12月8日 (2011.12.8)
 審査請求日 平成25年1月29日 (2013.1.29)

(73) 特許権者 000153535
 株式会社日立メディアエレクトロニクス
 岩手県奥州市水沢区真城字北野1番地
 (74) 代理人 100091096
 弁理士 平木 祐輔
 (74) 代理人 100105463
 弁理士 関谷 三男
 (74) 代理人 100102576
 弁理士 渡辺 敏章
 (72) 発明者 木村 茂治
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所 中央研究所内
 審査官 ゆずりは 広行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光ピックアップ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光源と、

前記レーザ光源からのレーザ光を多層光情報記憶媒体の選択した一つの記録層に集光する照射光集光光学系と、

前記多層光情報記憶媒体の前記選択した記録層から反射された反射光を検出する検出光学系とを有し、

前記検出光学系は、検出レンズと、複数の感度領域を有する半導体検出器と、前記検出レンズと前記半導体検出器との間に位置し複数の領域に分割された複数領域回折格子とを有し、

前記複数領域回折格子の複数の領域のうち光軸を含む中心領域からの回折光の前記半導体検出器上での照射位置は、他の分割領域からの回折光の前記半導体検出器上での照射位置より前記光軸から離れており、

前記複数領域回折格子の前記中心領域は光軸を通る直線で第1の領域と第2の領域に分割され、前記第1の領域及び前記第2の領域からの回折光はそれぞれ1本であり、

前記多層光情報記憶媒体の前記選択した記録層以外の記録層からの迷光のなかで前記第1の領域及び前記第2の領域を通り前記半導体検出器上で最大形状となる迷光の回折光が前記半導体検出器上で光軸と反対側に凸部を向けた形状となるように、前記第1の領域及び前記第2の領域の回折方向が決められていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】

10

20

請求項1に記載の光ピックアップ装置において、前記迷光のすべての集光点が前記複数領域回折格子より前記半導体検出器側にあり、前記第1の領域からの回折光の方向及び前記第2の領域からの回折光の方向は光軸を通過し互いに交差する方向であり、前記第1の領域及び前記第2の領域を透過する前記迷光は、前記半導体検出器上で前記第1の領域及び前記第2の領域を通った前記選択された記録層からの反射光を検出する感度領域以外の感度領域を照射しないことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項3】

請求項1に記載の光ピックアップ装置において、前記複数領域回折格子より前記検出レンズ側に集光位置を有する迷光が、前記第1の領域及び前記第2の領域を透過後、前記半導体検出器上で最大形状の迷光となり、前記第1の領域からの回折光の方向及び前記第2の領域からの回折光の方向は光軸を通過せずに互いの領域から離れる方向であり、前記第1の領域及び前記第2の領域を透過する迷光は前記第1の領域及び前記第2の領域を通った前記選択された記録層からの反射光を検出する感度領域以外の感度領域を照射しないことを特徴とする光ピックアップ装置。 10

【請求項4】

請求項1に記載の光ピックアップ装置において、前記複数領域回折格子より前記半導体検出器側に集光位置を有する迷光が、前記第1の領域及び前記第2の領域を透過後、前記半導体検出器上で最大形状の迷光となり、前記第1の領域からの回折光の方向及び前記第2の領域からの回折光の方向は光軸を通過し、互いに交差する方向であり、前記第1の領域及び前記第2の領域を透過する迷光は前記第1の領域及び前記第2の領域を通った前記選択された記録層からの反射光を検出する感度領域以外の感度領域を照射しないことを特徴とする光ピックアップ装置。 20

【請求項5】

請求項1に記載の光ピックアップ装置において、前記第1の領域と前記第2の領域の分割線の方向はタンジェンシャル方向あるいはラジアル方向に一致することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項6】

請求項1に記載の光ピックアップ装置において、前記迷光の焦点位置と前記複数領域回折格子の位置とが一致しないことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項7】

多層光情報記憶媒体の選択した一つの記録層に読み出し光を集光する工程と、
前記選択した記録層から反射された反射光を、複数の領域に分割された複数領域回折格子を通して複数の回折光を発生させ、それを複数の感度領域を有する半導体検出器で検出する工程と、

前記複数領域回折格子の中心領域以外を通った回折光の検出信号を演算してフォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号を発生する工程と、

前記フォーカスエラー信号を用いてフォーカス制御を行い、前記トラッキングエラー信号を用いてトラッキング制御を行う工程と、

前記複数領域回折格子の中心領域を通った回折光を含む検出信号を演算してR F信号を発生する工程とを含む情報再生方法において、 40

前記複数領域回折格子の複数領域のうち光軸を含む中心領域からの回折角度は他の分割領域からの回折角度より大きく、当該中心領域は光軸を通る直線で第1の領域と第2の領域に分割されており、前記第1の領域からの回折光及び前記第2の領域からの回折光はそれぞれ1本であり、前記選択した記録層以外の記録層からの迷光のなかで前記第1の領域及び前記第2の領域を通り前記半導体検出器上で最大形状となる迷光の回折光が前記半導体検出器上で光軸と反対側に凸部を向けた形状となるように、前記第1の領域及び前記第2の領域の回折方向が決められていることを特徴とする情報再生方法。

【請求項8】

請求項7に記載の情報再生方法において、前記記録層の選択によっては、前記第1の領域及び前記第2の領域を通り前記半導体検出器上で最大形状となる迷光の前記複数領域回 50

折格子上での集光スポットが前記中心領域に含まれることを特徴とする情報再生方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光ピックアップ装置に関し、特に光ピックアップ装置の読み出し光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

光ディスクの1層の記録容量は、使用する半導体レーザの波長と対物レンズの開口数(NA)に大きく依存する。半導体レーザの波長が短いほど、あるいはNAが大きいほど、記録密度を大きくでき、1層あたりの容量を増やすことができる。現在市場に流通している光ディスクドライブの主体は、波長650nm付近の赤色光とNA0.6の対物レンズを使用するDVD(Digital Versatile Disc)ドライブであるが、DVDの記録密度を上回るものとして、光波長405nm付近の青紫色の半導体レーザを光源とし、NA0.85の対物レンズを使用する光ディスクドライブも出荷されている。現状で達成されている記録密度をさらに増加させる方式として、使用波長の短波長化が考えられるが、この青紫色より短い紫外領域の半導体レーザの開発は困難が予想されると同時に、紫外光によるポリカーボネートのディスク基板の劣化も予想される。また、対物レンズの高NA化に関しても、空気中での対物レンズのNAの限界は1であるので、対物レンズのNAによる記録密度の向上も困難になってきている。

【0003】

このような状況において、1枚の光ディスクの容量を増加させる方法として2層化が実施されている。非特許文献1には2層の相変化ディスクの技術が紹介されている。レーザ光を2層光ディスクに照射した場合、同時に隣接層を照射することになるので層間のクロストークが問題となる。この問題を低減するために、層間隔を大きくすることが行われる。レーザ光は集光されており、目的とする層(当該層)以外はレーザ光の集光面からずれるので、クロストークを低減することができる。

【0004】

一方、層間隔を広げると球面収差が問題になってくる。記録層は屈折率が空気と異なるポリカーボネート中に埋め込まれており、ディスク表面からの深さにより球面収差が異なる。対物レンズはその球面収差が特定の層に対して小さくなるように設計されており、他の層にレーザ光の焦点を移すと、焦点位置の表面からの距離が異なるため、球面収差が発生する。この収差は、通常二枚のレンズで構成されるエクスパンダーレンズ光学系あるいは液晶素子を対物レンズの前に置くことで補正することが可能である。すなわち、二枚のレンズの距離あるいは液晶素子の位相を変えることで収差を補正することができる。しかし、液晶素子の補償可能範囲あるいはレンズの移動機構を小型の光ディスクドライブ装置内で実現することを考慮すると、大きい球面収差を補正することは難しい。

【0005】

容量をさらに増加させるために多層化を行おうとした場合、球面収差の補正限界のために、多層全体の厚さは制限されることになり、層数が多いと層間隔は狭くなってしまう。このため、実際の多層用の光ドライブ装置では層間クロストークが残ることになる。

【0006】

前述のクロストークを低減するために、非特許文献2によれば、多層光ディスクからの反射光をレンズで集光したとき、目的とする層と隣接層からの反射光の集光位置が光軸上で異なることを利用する。光軸を含む形でグレーティングを配置し、当該層からの反射光の集光面に反射鏡を配置する。隣接層からの反射光はグレーティングを照射することになるので減衰される。一方、当該層からの反射光はグレーティングと反射鏡との間隙を透過するので、減衰されずに検出系に戻ることが可能になっている。これにより層間クロストークを低減することが可能となる。

【0007】

10

20

30

40

50

また、非特許文献 3においては、1本のビームを使用してトラッキング信号を得ているが、2層での迷光がトラッキング信号に影響するのを防いでいる。復路に配置されたグレーティングの中心部分の光を光軸から外れたところで検出する構成をとることで、光軸中心近傍に配置したトラッキング信号検出用の4分割検出器に迷光が入射しないようにしている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献 1】Jpn. J. Appl. Phys., Vol.42 (2003), pp.956-960

【非特許文献 2】ISOM/ODS '08, Technical Digest Post-deadline Papers, TD05-155 (2008) 10

【非特許文献 3】Jpn. J. Appl. Phys., Vol.45, No.2B (2006), pp.1174-1177

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

図21を用いて、光ピックアップ装置の検出光学系における多層光ディスクによるクロストークを説明する。トラッキングエラー信号の検出はここではPP(Push-Pull)法を使用するものとし、フォーカスエラー信号の検出は非点収差法を使用するものとする。単純化のために、501は二層の光ディスクとし、511及び512は情報記録層であるものとする。レーザ光源は単純化のために図示していない。レーザ光源からコリメートされたレーザ光が対物レンズ401に入射しているものとする。対物レンズ401から多層ディスクへ出射したレーザ光線の最小ビームスポット位置は光線80で示すように情報記録層511上にあり、情報記録層511からの情報を読み出そうとしている。光ディスク501は回転しており、情報記録層511上には図22に示すようなトラッキングのための案内溝すなわちトラックが形成されている。図22は情報記録層の一部を示したものであり、回転軸は紙面の左遠方にあるものとする。この案内溝をレーザ光線が光スポット94として照射する。光軸の垂直方向の定義を回転軸に基づき行うと、矢印521の方向がラジアル方向、矢印522の方向がタンジェンシャル方向となる。

【0010】

照射光の焦点は記録層511に合っているので、その反射光は入射光と同じ光路を逆方向に辿って図21の対物レンズ401に戻る。対物レンズを透過した後の位置523で反射光の強度分布を測定したとすると、たとえば図23のようになる。この場合、案内溝の影響のみを考慮しており、溝に対して垂直方向に発生する回折光によりボールパターンといわれるものが現れる。すなわち、941及び942で示される明暗領域がラジアル方向に現れ、案内溝との位置関係により明暗が変わる。次に、図21の対物レンズ401からの出射光は非点収差の入った検出レンズ402を透過し、光ビーム801として半導体検出器51を照射する。半導体検出器51は最小錯乱円の位置に設置されている。

【0011】

半導体検出器51上でのディスクからの反射光の入射状態を図24に示す。反射光は中央に配置された田の字状の四分割半導体検出器541により検出される。当該層からの反射光線はスポット811として半導体検出器541を照射している。スポット811のボールパターンは図25のようになる。図23と異なりボールパターンが上下に現れており、タンジェンシャル方向とラジアル方向が入れ替わっている。これは、非点収差の方向をタンジェンシャル方向に対して45度傾けていためである。このような反射光の照射状態において、四分割半導体検出器541のそれぞれの検出領域の名をA、B、C、Dとし、その信号名も同じものとしたとき、トラッキングエラー信号TEは、 $TE = (A + B) - (C + D)$ と表され、またフォーカスエラー信号をAF、データ信号をRFとしたとき、 $AF = A + C - (B + D)$ 、 $RF = A + C + B + D$ のようになる。

【0012】

四分割半導体検出器で非点収差法を使用した光ピックアップの原理的な動作説明はでき

10

20

30

40

50

るが、実際にはトラッキングのために対物レンズをラジアル方向に移動させる必要があり、このとき生じるトラッキングエラー信号のアンバランスをなくするために、非特許文献3に記載のごとく光ビームを四分割以上に分けて検出することが行われる。

【0013】

多層ディスクにレーザ光を照射したとき、それぞれの層からの反射光量はほぼ同量になるようなディスクの設計がなされている。したがって対物レンズに近い層の透過率が大きくなっている、対物レンズから遠い層にもレーザ光が照射できるようになっている。このような条件下では、図21に示したように情報読み出し対象層である511にレーザ光の焦点を合わせると、一部のレーザ光は光ビーム82として当該層511を透過し、隣接層512で反射され、たとえば反射光83で表されるような迷光となる。この反射光83は対物レンズ401に戻り、検出レンズ402に入射した後、光検出器51の手前で一旦集光され、光束804で示したように広がりながら半導体検出器51に入射する。光束804は、半導体検出器面上では図24に示すように、広がった光スポット841になり、四つの検出領域541を覆った状態となる。このため、同時に検出器上に存在する光スポット811と干渉することになる。この干渉は、層間隔の不均一性に伴う光スポット841の位相の変化に影響され、変化する。この干渉による全光量であるRF信号強度の変動はRF信号のジッターの劣化を引き起こし、データ読み出し時のエラーレートを悪化させてしまう。また、同時にTE信号もこの干渉に影響され、半導体検出器の位置ずれや光ディスクの傾き等がある場合は特に変動が大きくなり、回転するディスク上の案内溝にスポットを追従させるが難しくなる。隣接層512が読み出し対象層511の対物レンズ寄りにある場合も、隣接層から反射光が発生し、問題となる干渉が同様に生じる。10
20

【0014】

発明の目的は、光ピックアップ装置において、TE、AF信号への上述の他層からの干渉の影響を減少させることにある。また、同時に出来るだけ半導体検出器の全体サイズを小さくすることも目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上述の課題を解決するために、本発明では、多層ディスクからの反射光の復路に複数領域に分割された回折格子を用い、回折格子の中心領域からの回折光の半導体検出器上での照射位置を光軸から離れたところとし、他の制御信号に使用するための感度領域に迷光が入射しないようにする。また、回折格子の中心領域を第1の領域と第2の領域に分割することにより、半導体検出器の全体のサイズを小さくする。30

【0016】

本発明の光ピックアップ装置は、レーザ光源と、レーザ光源からのレーザ光を多層光情報記憶媒体の一つの記録層に集光する照射光集光光学系と、多層光情報記憶媒体の記録層から反射された反射光を検出する検出光学系とを有する。検出光学系は、検出レンズと、複数の領域に分けられた回折格子と、複数の感度領域を有する半導体検出器とを有する。回折格子は、検出レンズと半導体検出器の間に位置する。回折格子の中心領域で回折された光を検出する感度領域以外の他の回折格子の領域で回折された光を検出する感度領域は、迷光の入らない位置に配置されている。40

【0017】

回折格子の中心領域を分割した第1の領域と第2の領域の回折方向は、選択した記録層以外の記録層からの迷光のなかで第1の領域及び第2の領域を通り半導体検出器上で最大形状となる迷光の回折光が半導体検出器上で光軸と反対側に凸部を向けた形状となるように、決められている。

【0018】

迷光のすべての集光点が回折格子より半導体検出器側にある場合には、第1の領域及び第2の領域からのそれぞれの回折光の方向は光軸を通過し互いに交差する方向とする。また、回折格子より検出レンズ側に集光位置を有する迷光が、第1の領域及び第2の領域を透過後、半導体検出器上で最大形状の迷光となる場合には、第1の領域及び第2の領域か50

らの回折光の方向は光軸を通過せずに互いの領域から離れる方向とする。複数領域回折格子より半導体検出器側に集光位置を有する迷光が、第1の領域及び第2の領域を透過後、半導体検出器上で最大形状の迷光となる場合には、第1の領域及び第2の領域からの回折光の方向は光軸を通過し、互いに交差する方向とする。迷光の焦点位置と複数領域回折格子の位置とは一致しないように光学系を設定するのが好ましい。

【0019】

本発明による情報再生方法は、多層光情報記憶媒体の選択した一つの記録層に読み出し光を集光する工程と、選択した記録層から反射された反射光を、複数の領域に分割された複数領域回折格子を通して複数の回折光を発生させ、それを複数の感度領域を有する半導体検出器で検出する工程と、複数領域回折格子の中心領域以外を通った回折光の検出信号を演算してフォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号を発生する工程と、フォーカスエラー信号を用いてフォーカス制御を行い、トラッキングエラー信号を用いてトラッキング制御を行う工程と、複数領域回折格子の中心領域を通った回折光を含む検出信号を演算してRF信号を発生する工程とを含み、複数領域回折格子の複数領域のうち光軸を含む中心領域からの回折角度は他の分割領域からの回折角度より大きく、当該中心領域は光軸を通る直線で第1の領域と第2の領域に分割されており、第1の領域からの回折光及び第2の領域からの回折光はそれぞれ1本であり、選択した記録層以外の記録層からの迷光のなかで第1の領域及び第2の領域を通り半導体検出器上で最大形状となる迷光の回折光が半導体検出器上で光軸と反対側に凸部を向けた形状となるように、第1の領域及び前記第2の領域の回折方向が決められている。

10

20

【0020】

本発明のように複数領域回折格子の中心領域を2分割するのが特に有効なのは、記録層の選択によっては、中心領域を通り半導体検出器上で最大形状となる迷光の複数領域回折格子上での集光スポットが中心領域に含まれるような状態になる場合である。

【発明の効果】

【0021】

本発明によると、他層からの反射光を対物レンズの位置制御に使用する感度領域に入射させないので、トラッキングエラー信号及びフォーカスエラー信号での他層からの反射光の影響がなくなり、安定したトラッキング及びフォーカシングが可能になる。これにより、読み出したデータの信頼性が向上する。さらに、複数領域回折格子の中心領域を分割することにより、半導体検出器の全体のサイズを小さくでき、半導体検出器のコストを下げることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明による光ピックアップ装置の光学系の一例を示す図。

【図2】本発明による複数領域回折格子の分割状態の一例を示す図。

【図3】複数領域回折格子を照射する当該層からの反射光を示す図。

【図4】本発明による半導体検出器上での感度領域の一例を示す図。

【図5】感度領域を示す図。

【図6】暗線での感度の変化を示す図。

40

【図7】半導体検出器上の感度領域からの出力信号名を示す図。

【図8】隣接層からの半導体検出器上での迷光分布を示す図。

【図9】他層からの迷光の集光位置の一例を示す図。

【図10】複数領域回折格子上での迷光分布を示す図。

【図11】半導体検出器上での迷光分布を示す図。

【図12】半導体検出器上での迷光分布を示す図。

【図13】本発明による複数領域回折格子の分割状態の一例を示す図。

【図14】半導体検出器上での迷光分布を示す図。

【図15】他層からの迷光の集光位置の一例を示す図。

【図16】本発明による複数領域回折格子の分割状態の一例を示す図。

50

【図17】半導体検出器の感度領域と迷光分布を示す図。

【図18】本発明による複数領域回折格子の分割状態の一例を示す図。

【図19】本発明による半導体検出器上での感度領域の一例を示す図。

【図20】本発明による光ピックアップ装置を用いた光ディスクドライブ装置の一例を示す図。

【図21】他層からの反射光の影響を示す図。

【図22】光線が溝付き記録面を照射している状態を示す図。

【図23】光ディスクからの反射光のボールパターンを示す図。

【図24】光検出器の形状と光ディスクからの反射光の光スポットの位置と他層からの反射光の広がりを示す図。

【図25】光検出器上でのボールパターンを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0023】

次に、実施例により本発明を説明する。

【0024】

[実施例1]

図1は、本発明による光ピックアップ装置の光学系の一例を示す図である。半導体レーザ101から出射したレーザ光は、偏光ビームスプリッタ104を透過したのち、コリメートレンズ407で平行光になる。次に、 $\sqrt{4}$ 板105により円偏光に変換され、回転機構により回転する多層ディスク501に対物レンズ404で絞り込まれる。ここでは2層ディスクを図示しているが、2層に限定されるものではなく、3層以上の多層ディスクにも適用可能である。読み出し対象情報記録層(当該層)は511であり、511上のレーザ光の最小スポットの位置から反射光が発生する。対象層511を透過した一部のレーザ光は隣接層512で反射され、反射光83となり、クロストークの原因である迷光となる。多層の場合、層のディスク表面からの距離によって球面収差が異なるが、その補償はコリメートレンズ407を光軸方向に変位させることで行う。

【0025】

多層ディスクからの反射光は迷光も含めて、対物レンズ404を戻り、 $\sqrt{4}$ 板105により、元の偏光方向に対して偏光方向が直交する直線偏光に変換される。このため偏光ビームスプリッタ104で反射され、複数領域回折格子106で半導体検出器52上に回折・集光される。半導体検出器からの信号は信号処理回路53で処理され、光スポットのフォーカス位置を制御するAF信号及びトラッキング位置を制御するTE信号、データ信号であるRF信号が形成される。

【0026】

図2に、図1に示した光学系の中で使用した複数領域回折格子106の分割状態を示す。複数領域回折格子106は複数の領域に分割されており、それぞれの領域をAからGまでのアルファベット記号で示す。この分割方式は、分割数が少なく、かつビーム数を少なくてできるので、他層からの迷光の回避や検出器の調整が容易になる形態をしている。図3に当該層からの反射光の複数領域回折格子106上への照射状態を示す。照射状態にはディスクのトラックで発生するボールパターンを表示している。ボールパターンの強度が変化する領域はEとFであり、トラック方向は紙面の上下方向である。複数領域回折格子106のそれぞれの領域からの回折光は、図4で示した半導体検出器の感度領域551～561を光スポットで照射する。スポット位置と照射光量を所望のものにするために、それぞれの回折格子の溝の方向と形状は適切に設計されているものとする。

【0027】

図5に、感度領域551～554の拡大図を示す。これらの四つの領域は同じ形状をしているものとする。感度領域537, 538の間に暗線領域539があり、暗線領域は感度領域537と538に重複して含まれている。図6に、微小なビームスポットを図5の直線527に沿って移動させたときの感度領域537と538の検出感度を示す。実線528は感度領域537の検出感度を示しており、暗線領域539から感度領域538に向

10

20

30

40

50

かってスポットが移動していくと減少していく、感度領域 538 で感度が零になる。また、感度領域 538 の感度は一点鎖線 529 で示した。この場合は逆に感度領域 538 の上で感度が高く、感度領域 537 に向かって減少し、感度領域 537 上で感度が零になる。暗線領域 539 上でこのような感度分布を持たせることで、以下に述べるフォーカスエラー信号においてなめらかな信号を得ることができる。

【0028】

図 4において感度領域の近くに示したそれぞれの記号は、複数領域回折格子の関係する領域名と回折光の次数を示している。たとえば、感度領域 551 に照射する光は、図 3 の複数領域回折格子の C の領域で回折されるマイナス 1 次光であることを意味している。感度領域 555 から 561 は暗線領域を持たず、囲まれた領域のみで感度を有する。本実施例の複数領域回折格子 106 のそれぞれの回折格子はブレースド格子や鋸刃格子が使用されており、E, F, G の領域は +1 次光のみ発生させ、A, B, D, C の領域は +1 次光と -1 次光の両方を発生させる。10

【0029】

次に、図 4 の感度領域から検出された信号の処理方法を示す。図 4 のそれぞれの感度領域からの出力信号名を図 7 に示す。それぞれの検出器に付けた矢印の示す記号は、その感度領域からの出力名を表している。これらの信号を組み合わせて、対物レンズの位置を制御するためのフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号、データに関連する RF 信号などが形成される。本実施例ではフォーカス制御方式としてナイフエッジ方式、トラッキング制御方式として補償型 DPP (Differential Push-Pull) 方式を使用している。フォーカスエラー信号 AF は、 $AF = (AC1 - AC2) + (AD1 - AD2) - \{ (AA1 - AA2) + (AB1 - AB2) \}$ の形で形成され、トラッキングエラー信号 TE は、 $TE = (TE - TF) - k \{ (TA + TD) - (TB + TC) \}$ となる。RF 信号は、 $RF = RG + TE + TF + TD + TB + TA + TC$ と表わされる。ここに、k は対物レンズをトラッキングのためにラジアル方向に移動させたとき、TE 信号に DC 成分が発生しないようにするための定数である。20

【0030】

溝のない ROM ディスクを読む場合はトラッキングの方式として DPD 法 (Digital Phase Detection) を使用することができる。この場合は、TA と TB の信号から検出された位相差を T1 とし、TC と TD の信号から検出された位相差を T2 としたとき、トラッキングエラー信号 TE は $TE = T1 + T2$ となる。RF 信号と AF 信号は、溝のあるディスクと同様である。30

【0031】

多層ディスクでは、他層から迷光が当該層からの反射光と同時に半導体検出器上を照射する。図 8 に対物レンズ寄りの隣接層からの迷光の分布を示す。851 から 854 までと、857 から 860 までの迷光は、複数領域回折格子 106 の A から D までの領域を透過したものである。また、迷光 855 と 856 は、それぞれ領域 E, F を透過したものである。中心部の領域 G は適切な大きさになっており、これらの迷光 851 ~ 856 は中心領域 G を透過していないので感度領域 551 ~ 560 を照射しない。したがって、迷光は感度領域 551 ~ 554 から形成されるフォーカスエラー信号や感度領域 855 ~ 860 から形成されるトラッキングエラー信号に影響を与えない。40

【0032】

迷光 861 は中心部分なので感度領域 561 を照射することになる。この感度領域は RF 信号に関係するところであり、迷光の影響は RF 信号に及ぶ。しかし、ハイパスフィルターを使用することで、迷光の影響は除去可能である。

【0033】

多層ディスクでは、当該層と迷光を発生させる層の間隔は複数存在する。迷光の状態は迷光を発生する層の当該層に対する対物レンズへの遠近状態と当該層との層間隔によって変わる。図 9 は多層ディスクからの迷光の検出光学系での集光位置を示したものである。多層ディスクは 4 層であり、当該層は 511 であるものとした。記録層 512 からの迷光50

の集光位置は集光点 524 にあり、記録層 513 及び 514 の集光点はそれぞれ 525, 526 となる。記録層 512 及び 513 からの迷光は図 8 に類似した光量分布になるので、クロストークは発生しない。しかし、記録層 514 のように当該層から大きく離れた層からの迷光は複数領域回折格子 106 の設置位置の近くに集光点ができる場合があり、複数領域回折格子 106 上で図 10 に示すようなスポット 862 で領域 G を強く照射することになる。例えば、光ディスクの記録層 511 と 514 の層間隔を $4.7 \mu\text{m}$ 程度とし、基板の屈折率を 1.6 とする。また、対物レンズの焦点距離を 1.176 mm とし、検出系の倍率を 12 倍とする。このとき、記録層 514 からの迷光の集光位置は半導体検出器 52 の手前 5.1 mm のところにできる。すなわち、この集光位置付近に複数領域回折格子 106 を配置した場合、ほとんどの迷光は G 領域を透過するので、図 11 に示すように、半導体検出器上では感度領域 561 を中心とした円状の大きいスポット 863 となる。感度領域の配置はこのような迷光の状態も考慮して、迷光スポット 863 が感度領域 551 ~ 560 にかかるないように、他の感度領域より感度領域 561 を光軸から離している。
10

【0034】

図 10 の領域 G は +1 次光のみを発生させるブレーズド回折になっており、図 11 で G を透過した当該層からの光は感度領域 561 へ入射している。感度領域 561 を光軸から大きく離す必要がある場合、ブレーズド格子のピッチを細かくする必要がある。このような細かい格子を作製するのが困難な時は、矩形格子にしてもよい。矩形格子は格子形状を斜めにする必要がないので細かいピッチの作製は容易になる。図 12 に、領域 G に矩形格子を使用した場合の半導体検出器の感度領域の配置と迷光の状態を示す。矩形格子の場合 +1 次光と -1 次光とは同じ強度で回折されるので、そのための新たな感度領域 562 が追加され、RF 信号として感度領域 561 の出力に追加して使用される。迷光としては新たな大きいスポットとして 865 が発生し、迷光 864 と 865 の強度はほぼ同等となる。
20

【0035】

[実施例 2]

本実施例では、図 13 に示す複数領域回折格子 109 を使用する。光ピックアップ装置の光学系自体は、図 1 に例示した実施例 1 と同様のものを用いる。図 10 に示した複数領域回折格子 106 との違いは中心領域が二つの領域 H と I に分割されている点である。多層ディスクのどの層を読みだそうとも、他層迷光の集光点が図 9 で示すように複数領域回折格子 106 より半導体検出器 52 側にある場合は、半導体検出器上で最も大きい像となる複数領域回折格子に最も近い集光点を有する迷光を図 14 で示すような半円形状にすることが可能である。領域 H 及び I では +1 次光のみを発生する回折格子が作られており、H の領域の迷光が半導体検出器上では迷光スポット 867 に対応し、I の領域を通過する迷光は迷光スポット 866 に対応する。迷光スポット 866, 867 は、円を直線で分割してできる 2 つの形状に対応し、直線部分を光軸側に向け、凸部を光軸とは反対側に向けた配置をとっている。集光位置が複数領域回折格子 109 の後ろにあるので、半導体検出器上での半円状態は領域 H と I 上での半円状態から反転したものになる。他層迷光の集光位置が半導体検出器 52 のさらに後ろにある場合もあるが、迷光は大きくならないので問題とならない。
30

【0036】

このように複数領域回折格子の中心を分割することで、図 12 に示した最大形状の円形の迷光を図 14 のように半円状にできるので、迷光照射領域を小さくでき、感度領域 561 と 562 を光軸に近づけることが可能になる。これにより、図 12 での感度領域 561 と 562 の間隔 d_1 より図 14 における間隔 d_2 の方を小さくすることが可能となり、すなわち、半導体検出器の面積を小さくできるので、半導体検出器のコストを下げる事が可能になる。
40

【0037】

図 15 は、迷光の集光位置が複数領域回折格子 109 の前後にある状態を示している。迷光を発生する記録層 515 と当該層 511 の層間隔が広い場合は、記録層 515 からの
50

迷光の集光位置が複数領域回折格子 109 より手前に来る場合がある。最大照射面積となる迷光が集光位置 530 のものから発生する場合は、この迷光を半円状にして半導体検出器上で光軸中心の方向に迷光が広がらないようにする。この場合、図 13 の複数領域回折格子 109 上での半円状態と半導体検出器上での半円状態は反転しないので、領域 H からの迷光は図 14 の迷光 866 になるように格子の方向が決められる。同様に領域 I からの迷光は図 14 の迷光 867 に対応するように、領域 I の格子の方向が決定される。逆方向に広がる他の形状の小さい迷光も内側の検出器にかかるないように図 14 の感度領域 561 と 562 の光軸からの距離を設計することで、図 8 の光軸からの感度領域 561 と 562 の距離より近づけることが可能になる。

【0038】

10

図 15において、最大迷光が集光位置 525 のものから発生する場合も、この迷光を半円状にして半導体検出器上で光軸中心の方向に迷光が広がらないようにする。この場合、上記と異なり、図 13 の複数領域回折格子 109 上での半円状態と半導体検出器上での半円状態は反転するので、領域 H からの迷光は図 14 の迷光 867 に、領域 I からの迷光は図 14 の迷光 866 になるようにそれぞれの格子の方向が決められる。この場合も上記と同様に感度領域 561 と 562 の間隔を狭くすることが可能であり、半導体検出器の面積を小さくできるのでコストを下げることが可能になる。

【0039】

図 15では複数領域回折格子 109 が迷光の二つの集光位置に挟まれているが、複数領域回折格子が迷光の集光位置に一致するのは好ましくない。迷光のスポット位置のわずかな光軸方向の変位によって半導体検出器上の迷光の広がり方が反転し、迷光が 551 から 560 の感度領域にかかってしまう可能性がある。このため迷光の集光位置の光軸方向の変位が発生しても、半導体検出器上で迷光の分布が反転しないように予め複数領域回折格子の光軸上の位置を迷光の集光位置から離しておくのが良い。

20

【0040】

[実施例 3]

光ピックアップでは、トラッキングのために光ピックアップ装置中の対物レンズをラジアル方向に変位させる。このとき他層からの迷光も図 13 の複数領域回折格子及び半導体検出器上でラジアル方向に変位する。複数領域回折格子の中心部分を通過する他層からの迷光が半導体検出器上で同じ方向に広がる場合は問題とならないが、広がる方向が迷光の状態によって反転する場合は、光軸近くの感度領域に迷光がかかる可能性がある。

30

【0041】

このような場合は、図 16 に示す複数領域回折格子 110 と図 17 に示す半導体検出器を使用する。複数領域回折格子 110 の中心領域はラジアル方向に延びる分割線で J と K の領域に分割されている。また、中心領域を透過する当該層からの反射光を検出する領域は図 17 の 563 と 564 で示される領域となる。本実施例では領域 J を透過した光は回折されて図 17 の 868 の迷光になり、領域 K を透過した迷光は 869 の迷光に対応するものとした。レンズシフトによる迷光スポットの移動は図 16 においては左右方向であり、図 17 の半導体検出器上の迷光 868 と 869 も左右方向となる。迷光は図 17 において上下方向に移動しないので、他層からの迷光がレンズシフトにより光軸近辺の感度領域にかかることはない。

40

【0042】

[実施例 4]

実施例 1 と異なる分割方式の複数領域回折格子と半導体検出器を使用することも可能であり、その一例を図 18 及び図 19 に示す。実施例 1 との主たる差異は、フォーカシングに用いる領域である。図 18 は本実施例で用いる複数領域回折格子 107 の図であり、ボールパターンの部分が 2 分割され、E, F, G, H の領域を透過する光がフォーカシングのための信号に寄与する。図 19 には対応する半導体検出器上の感度領域の配置を示す。E, F, G, H の領域の -1 次光が暗線領域を有する感度領域 565 ~ 568 を照射し、それらの信号からフォーカシングエラー信号が生成される。また、トラッキングエラー信

50

号は複数領域回折格子の A ~ H の領域から出射する + 1 次光から生成される。これらの + 1 次光は感度領域 569 ~ 576 で検出され、DPP 信号となる。複数領域回折格子の中心領域は I と J に分割されており、+ 1 次光の回折光のみ発生する。この回折光は左右に離れた感度領域 581 と 582 でそれぞれ検出されるが、半導体検出器の面積が小さくなるような配置になっている。RF 信号は感度領域 569 ~ 582 の出力を合算したものとなる。これらの感度領域の配置は他層からの迷光を避ける配置になっており、迷光によるトラッキングエラー信号の変動あるいはフォーカシングエラー信号のオフセット等は発生しない。

【0043】

【実施例 5】

他層からの迷光の影響を除去可能な光ピックアップを使用した光ディスクドライブ装置の実施例を図 20 に示す。回路 711 ~ 714 は、データを多層光ディスク 501 に記録するためのものである。誤り訂正用符号化回路 711 では、データに誤り訂正符号が付加される。記録符号化回路 712 は、1 - 7PP 方式でデータを変調する。記録補償回路 713 は、マーク長に適した書き込みのためのパルスを発生する。発生したパルス列に基づき、半導体レーザ駆動回路 714 により、光ピックアップ 60 内の半導体レーザを駆動し、対物レンズから出射したレーザ光 80 を変調する。モータ 502 によって回転駆動される光ディスク 501 上には相変化膜が形成されており、レーザ光で熱せられ、急冷されるとアモルファス状態になり、徐冷されると結晶状態になる。これらの二つの状態は反射率が異なり、マークを形成することができる。書き込み状態では、レーザ光のコヒーレンシーを低下させる高周波重畠を行わないため、隣接層からの反射光と当該層からの反射光は干渉しやすい状態になっている。このため、迷光を低減するための対策を行わない場合は、トラッキングがはずれたり、隣接トラックのデータを消したりする不具合が生じる。本実施例では、光ピックアップ 60 には実施例 1、2、3 で示した光ピックアップのいずれかが採用されており、多層ディスクにおいてもトラッキング及びフォーカシングの不具合は生じない。

【0044】

回路 721 ~ 726 は、データの読み出しのためのものである。イコライザー 721 は、最短マーク長付近の信号雑音比を改善する。この信号は PLL 回路 722 に入力され、クロックが抽出される。また、イコライザーで処理されたデータ信号は抽出されたクロックのタイミングで A - D 変換器 723 でデジタル化される。PRML (Partial Response Maximum Likelihood) 信号処理回路 724 では、ビタビ復号を行う。記録復号化回路 725 では 1 - 7PP 方式の変調規則に基づき復号化し、誤り訂正回路 726 でデータを復元する。

【産業上の利用可能性】

【0045】

本発明により、他層からの迷光を除去でき、トラッキングやフォーカシングの精度を上げられるので、ディスクへの書き込み精度を向上させることができる。さらに、半導体検出器の面積を小さくできるのでコストの削減が可能となる。

【符号の説明】

【0046】

52 : 検出器

53 : 信号処理回路

101 : 半導体レーザ

104 : 偏光ビームスプリッタ

105 : /4 板

106 : 複数領域回折格子

404 : 対物レンズ

501 : 多層ディスク

551 ~ 561 : 感度領域

10

20

30

40

50

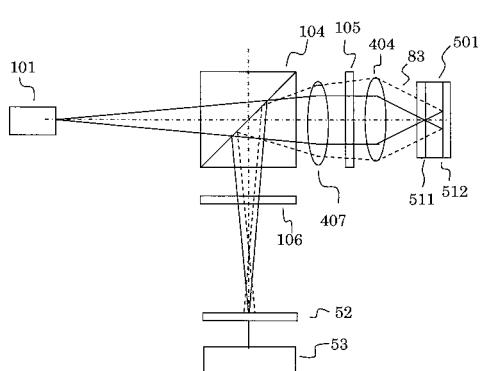
8 1 1 : 反射光スポット

8 4 1 : 隣接層からの反射光の光スポット

8 6 3 : 迷光

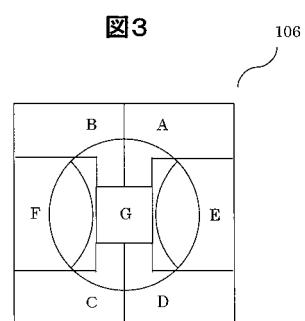
【図1】

図1



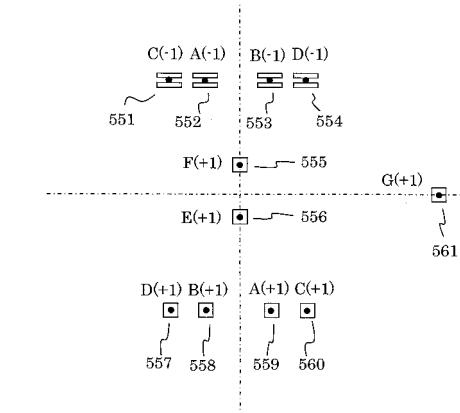
【図3】

図3



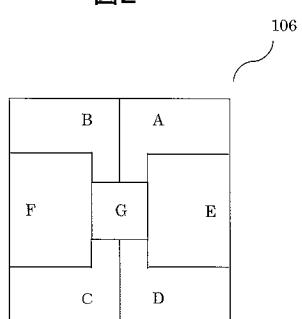
【図4】

図4



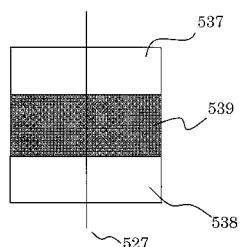
【図2】

図2



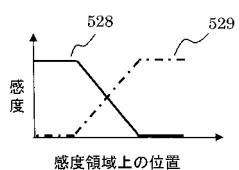
【図5】

図5



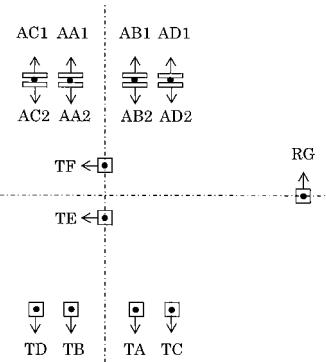
【図6】

図6



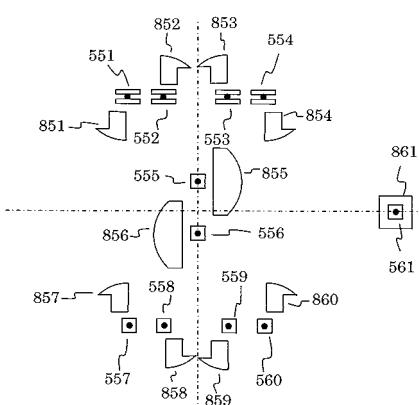
【図7】

図7



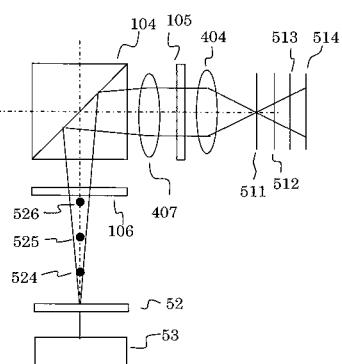
【図8】

図8



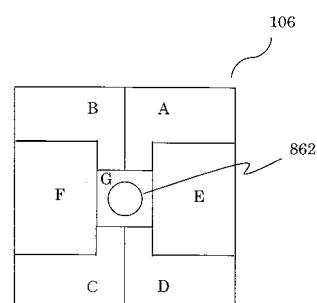
【図9】

図9



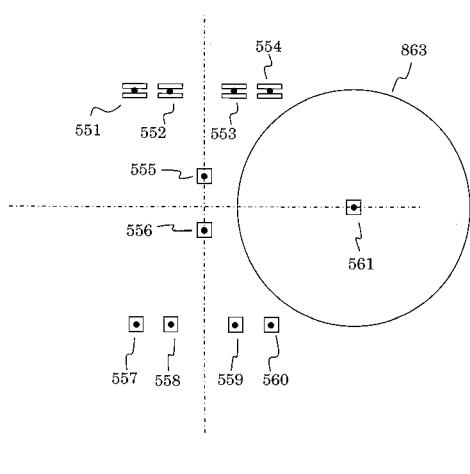
【図10】

図10



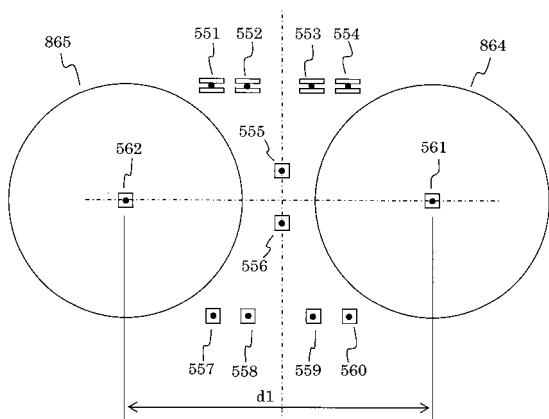
【図11】

図11



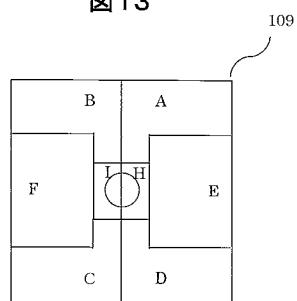
【図12】

図12



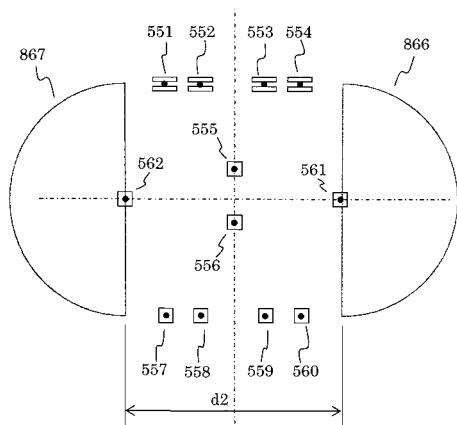
【図13】

図13



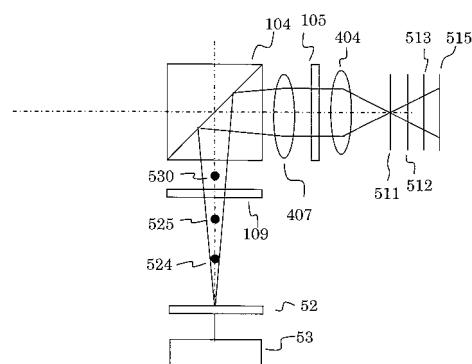
【図14】

図14



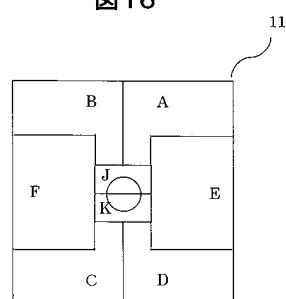
【図15】

図15



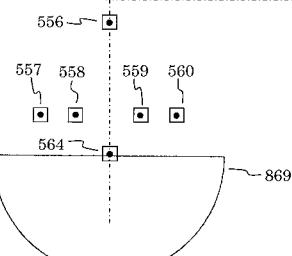
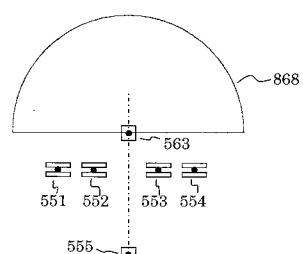
【図16】

図16



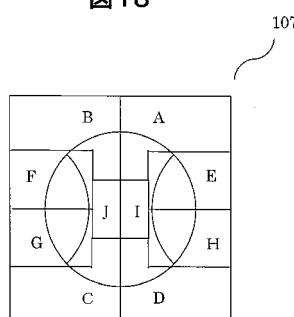
【図17】

図17



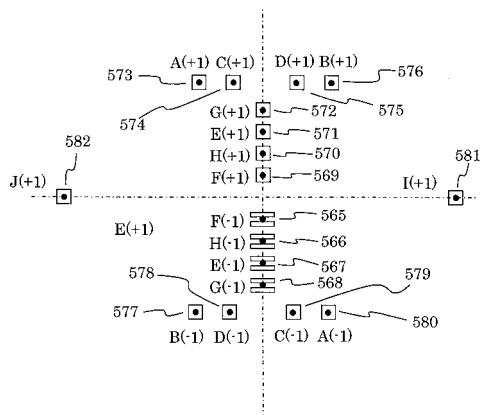
【図18】

図18



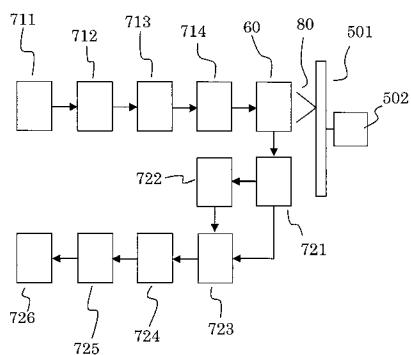
【図19】

図19



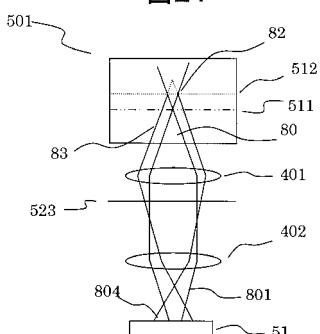
【図20】

図20



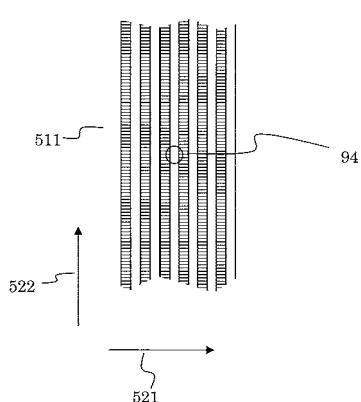
【図21】

図21



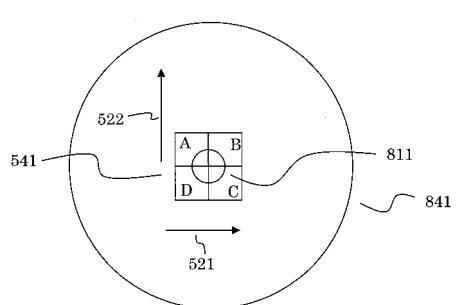
【図22】

図22



【図24】

図24

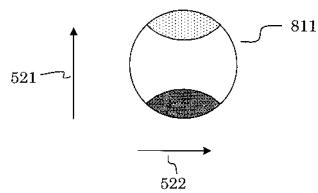
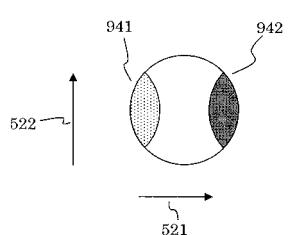


【図25】

図25

【図23】

図23



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 11 B 7 / 09 - 7 / 10
G 11 B 7 / 12 - 7 / 22