明細書

発明の名称

光ピックアップ装置

技術分野

本発明は、所望の情報信号が記録される情報信号層を複数積層したいわゆる多層光ディスクに対し情報信号の記録及び／又は再生を行う記録及び／又は再生装置に用いられる光ピックアップ装置に関する。

背景技術

従来、光ディスクを記録媒体に用いる記録及び／又は再生装置に用いられる光ピックアップ装置は、光ビームを出射する光源としての半導体レーザと、この半導体レーザ光ディスクとの間に、互いに光軸を一致させて設けられるコリメータレンズ、回折格子、偏光ビームスプリッタ、対物レンズとを備えている。また、この光ピックアップ装置は、光ディスクからの反射光を受光するフォトディテクタと、このフォトディテクタと偏光ビームスプリッタとの間に互いに光軸を一致させて設けられるフォーカシングレンズとを備えている。

そして、この光ピックアップ装置は、半導体レーザから出射され

た光ビームを偏光ビームスプリッタ、対物レンズ等を介して光ディスクの信号記録層に集光して照射すると共に、フォトディテクタによって光ディスクからの反射光を受光することができるように構成されている。

ところで、上述のような光ピックアップ装置を情報信号の記録及び／又は再生手段として用いる記録及び／又は再生装置の記録媒体として用いられる光ディスクは、一般にポリカーボネイト(Polcarbonaite)、ポリメチルメタクリレート(Pol methyl methacrlate)等の透明な合成樹脂材料によって形成される基板と、この基板の主面上に形成される情報信号層と、この情報信号層を機械的及び化学的に保護するために情報信号層上に被覆形成される保護層とから構成されている。

この種の光ディスクは、熱加圧成形法、熱注入成形法を含む製造工程により製造される。この製造工程において生じる成形時の熱ひずみによって光ディスクに反りやうねりが生じてしまう。このため、光ディスクは、情報信号層である主面の鉛直方向に位置ずれが発生すると共に、情報信号層のトラックの真円度が損なわれてしまうといった現象が生じる。そして、光ディスクは、光ピックアップ装置によって情報信号層に記録された情報信号を再生する際、回転操作されるが、このとき面振れやトラック振れが発生する。

従って、光ピックアップ装置は、光ディスクの面振れやトラック振れ等に影響されることなく光ディスクの信号記録領域の情報信号を読み取り再生するために、光ディスクの面振れに応じて対物レンズをフォーカス調整するフォーカス制御機能と、光ディスクの信号記録領域の信号トラックに追従して対物レンズをトラッキング調整

するトラッキング制御機能とを備えている。

ところで、光ディスクは、情報信号の高記録密度化が要望されており、情報信号が記録される情報信号層が多層に重ね合わされて構成された多層光ディスクが提案されている。この種の多層光ディスクとして、情報信号層を２層に重ね合わせたものである。

この２層光ディスク５は、図１に示すように、ポリカーボネイト（ＰＣ）、ポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）等の透明な合成樹脂材料によって形成されるディスク基板５Ｃと、このディスク基板５Ｃの主面上に形成される第１の情報信号層５Ａと、この第１の情報信号層５Ａ上に透明樹脂材料によって形成されるスペーサ層５Ｄと、第１の情報信号層５Ａにスペーサ層５Ｄを介して重ね合わされて形成される第２の情報信号層５Ｂと、この第２の情報信号層５Ｂを機械的及び化学的に保護するために第２の情報信号層５Ｂ上に被覆形成される保護層５Ｅとから構成されている。

この２層光ディスク５は、光ピックアップ装置によって第１の情報信号層５Ａに重ね合わされた第２の情報信号層５Ｂに記録された情報信号が読み出される際、半導体レーザから出射された光ビームが、第１の情報信号層５Ａを透過して第２の情報信号層５Ｂに照射される。

ここで用いられる光ピックアップ装置として、３本の光ビームから得られる３スポット法によってトラッキング制御するものが用いられる。この３スポット法を用いた光ピックアップ装置により多層光ディスクの各情報信号層に記録された情報信号を読み取り再生する際、次のような問題点が生じる。３スポット法によってトラッキング制御する光ピックアップ装置に用いられるフォトディテクタは、

図２に示すように、３分割された光ビーム中の中心に位置するメインビームを検出するメインビーム用ディテクタ３３Ａの両側に、このメインビーム用ディテクタ３３Ａを挟むように、メインビームの両側に位置するサイドビームを検出する第１及び第２のサイドビーム用ディテクタ３３Ｂ，３３Ｃを配置した構成としている。

この光ピックアップ装置を用いて、２層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａに記録された情報信号を読み取り再生する際、第１の情報信号層５Ａに照射されたメインビーム３４Ａ、第１のサイドビーム３４Ｂ及び第２のサイドビーム３４Ｃとが、第１の情報信号層５Ａに照射される過程で、この第１の情報信号層５Ａを透過して情報信号の読み取りの対象にされていない第２の情報信号層５Ｂにもそれぞれ照射されてしまう。

このため、この光ピックアップ装置は、フォトディテクタに、２層光ディスク５の焦点が合わされた第１の情報信号層５Ａから反射されたメインビーム３４Ａが照射されると共に、焦点が合わされていない第２の情報信号層５Ｂからフォーカスぼけして大きくされたメインビームの反射光３５Ａ、すなわちメインビームの迷光成分も照射される。すなわち、光ピックアップ装置は、メインビーム用ディテクタ３３Ａ上に、メインビーム３４Ａと、このメインビーム３４Ａの外周側に広げられたメインビームの迷光３５Ａとが同心円状にそれぞれ照射される。

従って、この光ピックアップ装置は、メインビーム用ディテクタ３３Ａに照射されたメインビームの迷光３５Ａの一部が、各サイドビーム用ディテクタ３３Ｂ、３３Ｃ上にそれぞれ重畳されてしまう。光ピックアップ装置は、各サイドビーム用ディテクタ３３Ｂ、３３

C上に、メインビームの迷光３５Ａの一部が重畳されることによって、各サイドビーム用ディテクタ３３Ｂ、３３Ｃによるトラッキングエラー信号に直流（ＤＣ）変動を発生させ、正確なトラッキング制御ができなくなる虞れがある。

また、この光ピックアップ装置は、３スポット法の特性である光ディスクの傾斜や対物レンズの視野振れに対してトラッキングエラー信号がＤＣ変動しないという利点が失われてしまう。さらに、光ピックアップ装置は、２層光ディスク５の情報信号の読み取り対象として対物レンズの焦点が合わされる情報信号層が切り換えられることよって、メインビーム用ディテクタ３３Ａ上に照射されるメインビームの迷光３５Ａの形態も変化される。

従って、光ピックアップ装置は、各サイドビーム用ディテクタ３３Ｂ、３３Ｃ上にメインビームの迷光３５Ａが重畳される割合が変化するため、トラッキングエラー信号にＤＣオフセットが生じて正確なトラッキング制御ができないという問題点がある。

なお、各サイドビームの迷光は、強度がメインビームの迷光と比較して十分に弱く、メインビーム用ディテクタに悪影響を及ぼさないため問題とならない。

発明の開示

本発明の目的は、信号記録層を複数積層した多層光ディスクに記録された情報信号を正確に再生することを可能となす光ピックアップ装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、多層光ディスクに記録された情報信号の再

生を行う際、高精度のトラッキング制御を行い、正確に情報信号の再生を可能となす光ピックアップ装置を提供することにある。

上述ような目的を達成するために提案される本発明に係る光ピックアップ装置は、所望の情報信号が記録される情報信号層を複数積層してなる多層光ディスクに向けて光ビームを放射する光源と、この光源から放射された光ビームを、メインビーム、第１のサイドビーム及び第２のサイドビームに３分割して多層光ディスクに照射する光学手段と、多層光ディスクから反射されたメインビームを受光するメインビーム用の受光部と、多層光ディスクから反射された第１のサイドビームを受光する第１のサイドビーム用の受光部と多層光ディスクから反射された第２のサイドビームを受光する第２のサイドビーム用の受光部と、メインビーム用の受光部、第１のサイドビーム用の受光部及び第２のサイドビーム用の受光部の各受光光量に応じた光量検出信号を出力する手段とを備える。そして、第１のサイドビーム用の受光部及び第２のサイドビーム用の受光部が、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層からのメインビームの反射光が干渉しない位置に、メインビーム用の受光部から所定の間隔をおいてそれぞれ配置されてなる。

ここに用いられる光学手段は、光源からの光ビームをメインビーム、第１のサイドビーム及び第２のサイドビームに３分割する回折格子を備える。この回折格子は、光源からの光ビームを、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層からのメインビームの反射光が第１のサイドビーム用の受光部及び第２のサイドビーム用の受光部とに干渉しない所定の間隔に３分割する。また、光学手段は、非点収差を発生させる光学素子を備える。

この光ピックアップ装置において、フォーカスエラーは、メインビーム用の受光部の検出結果に応じて検出される。

また、トラッキングエラーは、第１のサイドビーム用の受光部及び第２のサイドビーム用の受光部の検出結果に応じて検出される。

また、本発明に係る光ピックアップ装置は、所望の情報信号が記録される情報信号層を複数積層してなる多層光ディスクに向けて光ビームを放射する光源と、この光源から放射された光ビームを、メインビーム、第１のサイドビーム及び第２のサイドビームに３分割する回折格子と、この回折格子によって分割された各ビームを多層光ディスクの情報信号層上に焦点が合うように照射する対物レンズとを備えた光学手段と、多層光ディスクから反射されたメインビームを受光するメインビーム用の受光部と、多層光ディスクから反射された第１のサイドビームを受光する第１のサイドビーム用の受光部と、多層光ディスクから反射された第２のサイドビームを受光する第２のサイドビーム用の受光部と、メインビーム用の受光部、第１のサイドビーム用の受光部及び第２のサイドビーム用の受光部の各受光光量に応じた光量検出信号を出力する手段とを備える。そして、第１のサイドビーム用の受光部及び第２のサイドビーム用の受光部は、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層からのメインビームの反射光が干渉しない位置に、メインビーム用の受光部から所定の間隔をおいてそれぞれ配置される。

また、本発明に係る光ピックアップ装置は、所望の情報信号が記録される情報信号層を複数積層してなる多層光ディスクに向けて光ビームを放射する光源と、この光源から放射された光ビームを、メ

インビーム、第１のサイドビーム及び第２のサイドビームに３分割する回折格子と、この回折格子によって分割された各ビームを多層光ディスクの情報信号層上に焦点が合うように照射する対物レンズと、多層光ディスクからの反射光が入射される偏光ビームスプリッタとを備えた光学手段と、多層光ディスクから反射され上記偏光ビームスプリッタにより透過又は反射されたメインビームを受光するメインビーム用の受光部と、多層光ディスクから反射された偏光ビームスプリッタにより透過又は反射された第１のサイドビームを受光する第１のサイドビーム用の受光部と、多層光ディスクから反射され偏光ビームスプリッタにより透過又は反射された第２のサイドビームを受光する第２のサイドビーム用の受光部とをそれぞれ備えてなる第１及び第２のフォトディテクタと、第１及び第２のフォトディテクタにそれぞれ備えられたメインビーム用の受光部、第１のサイドビーム用の受光部及び第２のサイドビーム用の受光部の各受光光量に応じた光量検出信号を出力する手段とを備える。第１及び第２のフォトディテクタにそれぞれ備えられた第１のサイドビーム用の受光部及び第２のサイドビーム用の受光部は、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層からのメインビームの反射光が干渉しない位置に、メインビーム用の受光部から所定の間隔をおいてそれぞれ配置される。

ここで、第１及び第２のフォトディテクタにそれぞれ備えられたメインビーム用の受光部は、さらにそれぞれ短冊状の３つの受光部に分割されている。

本発明のさらに他の目的及び本発明によって実現される利点は、以下において、図面を参照して説明される具体的な実施の形態によ

り一層明らかにされる。

図面の簡単な説明

図１は、本発明に係る光ピックアップ装置によって情報信号の再生が行われる２層の情報信号層を有する光ディスクを示す断面図である。

図２は、従来の光ピックアップが有する問題点を説明するフォトディテクタの平面図である。

図３は、本発明に係る第１の実施例の光ピックアップ装置を示す側面図である。

図４は、上記光ピックアップ装置が備えるフォトディテクタを示す平面図である。

図５（Ａ）及び（Ｂ）は、フォトディテクタのメインビーム用ディテクタに入射される光ディスクの各信号記録層からのメインビームに基づく迷光の状態をそれぞれ示す平面図である。

図６は、フォトディテクタのメインビーム用ディテクタ及びサイドビーム用ディテクタに入射される光ビーム及び迷光の状態を示す平面図である。

図７は、本発明に係る第２の実施例の光ピックアップ装置が備えるフォトディテクタを示す平面図である。

図８は、本発明に係る第３の実施例の光ピックアップ装置を示す側面図である。

図９は、上記光ピックアップ装置が備えるフォトディテクタを示す平面図である。

図１０は、光ディスク用光ピックアップ装置が備えるメインビーム用ディテクタに照射されるメインビームに基づく迷光の直径寸法を算出する式を説明するために示す模式図である。

図１１は、本発明に係る第４の実施例の光ピックアップ装置が備えるフォトディテクタを示す平面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を多層光ディスクとして２層の信号記録層を備えた光ディスクを記録媒体に用いる記録及び／又は再生装置に適用される光ピックアップ装置の例を挙げて説明する。

この光ピックアップ装置は、３スポット法によりトラッキングエラーの検出を行ってトラッキング制御を行い、非点収差法によりフォーカシングエラーを検出してフォーカス制御を行うように構成される。

また、本発明に係る光ピックアップ装置が適用される記録及び／又は再生装置に用いられる２層の光ディスク５は、前述した図１に示すように、ポリカーボネイト（ＰＣ）、ポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）等の透明な合成樹脂材料によって形成されるディスク基板５Ｃと、このディスク基板５Ｃの主面上に形成された第１の情報信号層５Ａと、この第１の情報信号層５Ａ上に透明樹脂材料によって形成されたスペーサ層５Ｄと、第１の情報信号層５Ａにスペーサ層５Ｄを介して重ね合わされて形成された第２の情報信号層５Ｂと、この第２の情報信号層５Ｂ上に被覆形成される保護層５Ｅとから構成されてなるものである。

そして、この光ディスク５は、本発明に係る光ピックアップ装置によって第１の情報信号層５Ａ上に重ね合わされた第２の情報信号層５Ｂに記録された情報信号が読み出される際、半導体レーザから出射された光ビームが、第１の情報信号層５Ａを透過して第２の情報信号層５Ｂに照射される構成となされている。

本発明に係る第１の実施例の光ピックアップ装置１は、図３に示すように、光ビームを出射する光源となる半導体レーザ６と、この半導体レーザ６と２層光ディスク５との間に互いに光軸を一致させて設けられるコリメータレンズ７、回折格子８、偏光ビームスプリッタ（ＰＢＳ）９、１／４波長板１０及び対物レンズ１１とを備えている。また、この光ピックアップ装置１は、光ディスク５からの反射光を受光するフォトディテクタ１４と、このフォトディテクタ１４と偏光ビームスプリッタ９との間に互いに光軸を一致させて設けられるフォーカシングレンズ１２、シリンドリカルレンズ１３とを備えている。

フォトディテクタ１４は、図４に示すように、３分割された光ビームの中心に位置するメインビームを受光するメインビーム用ディテクタ２６Ａと、メインビームの両側に位置する２つのサイドビームをそれぞれ受光する第１のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ２６Ｃとを備えている。第１及び第２のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂ，２６Ｃは、メインビーム用ディテクタ２６Ａを挟んでこのメインビーム用ディテクタ２６Ａの両側に位置して配設されている。

フォトディテクタ１４を構成するメインビーム用ディテクタ２６Ａは、受光面に照射される反射光中のメインビーム２７Ａの光軸の

中心、すなわち図４中点P_1を中心として、受光領域が図４中に示す互いに直交する分割線L_1及びl_1に沿って分割された第１乃至第４の４１Ａ乃至受光領域４１Ｄに４分割された４分割ディテクタが用いられている。

ここで、第１のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ２６Ｃは、図４、図５（Ａ）及び図５（Ｂ）に示すように、対物レンズ１１を介して照射される光ビームが合焦されない情報信号の読み出しを行わない信号記録層から反射される反射光中のメインビーム用ディテクタ２６Ａに入射されるメインビームに基づく迷光が入射されない距離をメインビーム用ディテクタ２６Ａから離間させて配置される。すなわち、第１及び第２のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂ及び２６Ｃは、各ディスク２６Ａ～２６ｃが図４、図５（Ａ）及び図５（Ｂ）に示すように直列に並ぶ並び方向に直交する各基準中心線Q_1及びQ_2とメインビーム用ディテクタ２６Ａと分割線L_1との間に、情報信号の読み出しを行わない信号記録層から反射される反射光中のメインビームに基づく迷光２８Ａを受光し得ない距離A_1を離間させて配置される。

上述のように構成された光ピックアップ装置１を用いて、２層光ディスク５の第１の情報信号層から情報信号を読み取り再生する際の半導体レーザ６から出射される光ビームの光路及びメインビーム用ディテクタ２６Ａに入射されるメインビームの迷光２８Ａの状態を説明する。

まず、半導体レーザ６から出射された光ビームは、コリメータレンズ７に入射される。このコリメータレンズ７は、入射された光ビームを発散光から平行光に変換して透過させる。コリメータレンズ

７を透過した光ビームは、回折格子８に入射される。

この回折格子８は、入射された光ビームを、メインビーム２７Ａ、第１のサイドビーム２７Ｂ及び第２のサイドビーム２７Ｃとに３分割して透過する。回折格子８に３分割された各ビームは、偏光ビームスプリッタ９に入射される。この偏光ビームスプリッタ９は、半導体レーザ６から出射され２層光ディスク５か向かうように入射された各ビームを透過させる。また、この偏光ビームスプリッタ９は、後述するように、２層光ディスク５から反射されて入射された各ビームを反射するように構成されている。

そして、偏光ビームスプリッタ９を透過した各ビームは、１／４波長板１０に入射される。この１／４波長板１０は、入射された各ビームを直線偏光から円偏光にそれぞれ変換して透過させる。１／４波長板１０に透過された各ビームは、対物レンズ１１に入射される。

この対物レンズ１１は、入射された各ビームをそれぞれ集光して２層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａに照射する。このとき、２層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａに照射された各ビームは、第１の情報信号層５Ａ上に集束するように照射されるとともに、第１の情報信号層５Ａを透過して第２の情報信号層５Ｂにも照射される。

２層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａに照射された各ビームは、この第１の情報信号層５Ａから反射されるとともに、第２の情報信号層５Ｂからも各ビームが反射される。すなわち、２層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａに照射された各ビームは、対物レンズ１１の焦点が合わされている第１の情報信号層５Ａからの各反射

光及び対物レンズ１１の焦点が合わされていない第２の情報信号層５Ｂからの各反射光の迷光となって反射される。

そして、各反射光及び各反射光の迷光は、対物レンズ１１にそれぞれ入射する。この対物レンズ１１は、入射された各反射光及び各反射光の迷光をそれぞれ透過させて１／４波長板１０にそれぞれ入射させる。この１／４波長板１０は、入射された各反射光及び各反射光の迷光を、円偏光から直線偏光にそれぞれ変換して透過する。１／４波長板１０を透過した各反射光及び各反射光の迷光は、偏光ビームスプリッタ９に入射され、この偏光ビームスプリッタ９によってそれぞれ反射されて透過される。偏光ビームスプリッタ９により反射された各反射光及び各反射光の迷光は、フォーカシングレンズ１２に入射され、このフォーカシングレンズ１２によって集束されて透過される。

フォーカシングレンズ１２を透過した各反射光及び各反射光の迷光は、シリンドリカルレンズ１３に入射される。このシリンドリカルレンズ１３に入射された各反射光及び各反射光の迷光は、それぞれ集光されてフォトディテクタ１４の各ディテクタ上にそれぞれ照射される。ここで、シリンドリカルレンズ１３を透過した各反射光及び反射光の迷光には、非点収差が発生する。

フォトディテクタ１４のメインビーム用ディテクタ２６Ａは、第１の受光領域４１Ａ乃至第４の受光領域４１Ｄに照射されたメインビーム２７Ａの各受光光量によって、対物レンズ１１をフォーカシング制御する。メインビーム用ディテクタ２６Ａは、第１の受光領域４１Ａ乃至第４の受光領域４１Ｄによって出力される光量の検出出力をそれぞれＥ１、Ｅ２、Ｅ３、Ｅ４として、２層光ディスク５

の第１の情報信号層５Ａの表面における焦点ずれの量を示すいわゆるフォーカスエラー信号をＦＥとすると、このフォーカスエラー信号ＦＥは、次式に基づいてえられる。

$$FE=(E1+E3)-(E2+E4)$$

ここで得られるフォーカス信号ＦＥに基づいて、対物レンズ１１のフォーカス制御が行われる。

また、フォトディテクタ１４の第１のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ２６Ｃには、第１のサイドビーム２７Ｂ及び第２のサイドビーム２７Ｃが入射される。そして、第１及び第２のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂ，２６Ｃによって検出される検出出力をＥ５及びＥ６とするとき、２層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａの記録トラックに対するメインビームのトラックずれであるトラッキングエラー信号ＴＥは、次式に基づいてえられる。

$$TE=E5-E6$$

ここで得られるトラッキングエラー信号ＴＥに基づいて、対物レンズ１１のトラッキング制御が行われる。

ところで、メインビーム用ディテクタ２６Ａには、図５（Ａ）及び図５（Ｂ）に示すように、第１の情報信号層５Ａから反射された反射光中のメインビーム２７Ａが入射され、第１のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ２６Ｃには、第１の情報信号層５Ａから反射された反射光中の第１のサイドビーム２７Ｂ及び第２のサイドビーム２７Ｃとがそれぞれ入射される。さらに、メインビーム用ディテクタ２６Ａには、第２の情報信号記録層５Ｂから反射された反射光中のメインビームに基づく迷光２８

Ａが入射され、第１のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ２６Ｃには、図５（Ａ）及び図５（Ｂ）に示すように、第２の情報信号記録層５Ｂから反射された反射光中の第１のサイドビームに基づく迷光２８Ｂ及び第２のサイドビームに基づく迷光２８Ｃがそれぞれ入射される。

メインビーム用ディテクタ２６Ａに入射されるメインビームに基づく迷光２８Ａは、図５（Ａ）及び図５（Ｂ）に示すように、第１のサイドビーム用ディテクタ２６Ａ及び第２のメインビーム用ディテクタ２６Ｂとがメインビーム用ディテクタ２６Ａから、前述したようにメインビームに基づく迷光２８Ａの影響を受けない所定の間隔をおいて設けられているため、第１のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂ上及び第２のサイドビーム用ディテクタ２６Ｃ上にそれぞれ重畳されない。また、第１のサイドビームに基づく迷光２８Ｂ及び第２のサイドビームに基づく迷光２８Ｃは、図示しないが、メインビーム用ディテクタ２６Ａ上に重畳されない。

また仮に、これら第２の情報信号記録層５Ｂから反射された反射光中の第１のサイドビームに基づく迷光２８Ｂ及び第２のサイドビームに基づく迷光２８Ｃは、メインビーム用ディテクタ２６Ａ上に重畳される場合であっても、強度がメインビームに基づく迷光２８Ａと比較して十分に弱いため、メインビーム用ディテクタ２６Ａに悪影響を及ぼさない。

本発明に係る光ピックアップ装置１は、シリンドリカルレンズ１３の作用により、図５（Ａ）及び図５（Ｂ）に示すように、メインビームに基づく迷光２８Ａに非点収差が発生してスポット形状が楕円形状になる。また、このメインビームに基づく迷光２８Ａは、２

層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａから反射されるか、第２の情報信号層５Ｂから反射されるかによって、楕円形状の長軸と短軸とが入れ替わって変化する。

すなわち、本実施例の光ピックアップ装置１は、情報信号の読み取り再生の対象とされる情報信号層が２層光ディスク５の対物レンズ１１に対して遠い側に位置する第２の情報信号層５Ｂである場合、図５（Ａ）に示すように、第１の情報信号層５Ａから反射される反射光中のメインビームに基づく迷光２８Ａは、長軸が右に４５度傾斜した楕円形状となされる。

また、逆に情報信号の読み取り再生の対象とされる情報信号層が２層光ディスク５の対物レンズ１１に対して近い側に位置する第２の情報信号層５Ａである場合、図５（Ｂ）に示すように、第２の情報信号層５Ｂから反射される反射光中のメインビームに基づく迷光２８Ｂは、長軸が左に４０度傾斜した楕円形状となされる。

そして、本実施例の光ピックアップ装置１は、２層光ディスク５の直径方向に傾斜や対物レンズ１１に視野振れが生じた際、メインビームに基づく迷光２８Ａ、あるいは迷光の強度分布が、図５乃至図６に示す矢印Ｍ方向に、メインビーム用ディテクタ２６Ａ上を移動する。しかしながら、第１のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ２６Ｃには、メインビーム用ディテクタ２６Ａ上を移動するメインビームに基づく迷光２８Ａが重畳されないため、トラッキングエラー信号にＤＣオフセットが生じない。

上述したように、本実施例の光ピックアップ装置１は、第１のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂと第２のサイドビーム用ディテクタ

２６Ｃとが、メインビームに基づく迷光２８Ａの直径の外方に位置してそれぞれ設けられたことによって、メインビームに基づく迷光２８Ａが第１のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ２６Ｃに重畳されない。従って、この光ピックアップ装置１は、トラッキングエラー信号にＤＣオフセットが生じることが防止されるため、２層光ディスク５に照射される光ビームの正確なトラッキング制御を行うことができる。

また、この光ピックアップ装置１は、２層光ディスク５の情報信号を読み取り再生する情報信号層が変化しても、トラッキングエラー信号にＤＣオフセットが生じることが防止されているため、２層光ディスク５に照射される光ビームの正確なトラッキング制御を行うことができる。

さらに、この光ピックアップ装置１は、非点収差法によってフォーカシング制御を実行シテなるので、装置全体を小型化できるとともに、フォーカスエラー信号の検出感度を大きくすることが可能である。

なお、上述の実施例の光ピックアップ装置１は、偏光ビームスプリッタ９が用いられているが、この偏光ビームスプリッタ９をビームスプリッタに代えるとともに１／４波長板１０を取り除くことも可能である。すなわち、この光ピックアップ装置１は、偏光ビームスプリッタ９をビームスプリッタに代えることによって、１／４波長板１０が不要となり、装置全体の構成を簡素化することができるとともに、製造コストを低減することができる。

上述した第１の実施例２層光ディスク用光ピックアップ装置１は、回折格子８によって、半導体レーザ６から出射された光ビームを、

所定間隔を隔てメインビーム２７Ａ、第１のサイドビーム２７Ｂ及び第２のサイドビーム２７Ｃとにそれぞれ分割し、これら各ビームの間隔に応じてメインビーム用ディテクタ２６Ａ、第１のサイドビーム用ディテクタ２６Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ２６Ｃを、図４に示すような一定の間隔A_1を隔てて配置したが、簡易的に第１のサイドビーム用ディテクタ及び第２のサイドビーム用ディテクタとに重畳されるメインビームに基づく迷光による悪影響が発生しないようになす本発明の第２の実施例の光ピックアップ装置２を以下説明する。

この実施例の光ピックアップ装置２は、前述した第１の実施例の光ピックアップ装置１と主要部を共通にするので、共通する部分には、共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

第２の実施例の光ピックアップ装置２は、図７に示すように、フォトディテクタ１５が、メインビーム用ディテクタ３６Ａと、メインビーム用ディテクタ３６Ａを挟んでこのメインビーム用ディテクタ３６Ａの両側に配置された第１のサイドビーム用ディテクタ３６Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ３６Ｃとから構成されてなる。

このフォトディテクタ１５を構成するメインビーム用ディテクタ３６Ａは、　受光面に照射される２層光ディスク５からの反射光中のメインビーム２７Ａの光軸の中心、すなわち図７中点P_2を中心として、受光領域が図７中に示す互いに直交する分割線L_2及びl_2に沿って分割された第１乃至第４の４７Ａ乃至受光領域４７Ｄに４分割された４分割ディテクタが用いられている。

そして、第１のサイドビーム用ディテクタ３６Ｂは、光ビームが

合焦さない情報信号の読み出しを行わない信号記録層から反射される反射光中のメインビーム用ディテクタ３６Ａに入射されるメインビームに基づくビームスポットである迷光２８Ａが重畳される側、すなわち、メインビーム用ディテクタ３６Ａ側の一部が図７中破線で示すように切り欠かれて除去されている。また、第２のサイドビーム用ディテクタ３６Ｃも、メインビーム用ディテクタ３６Ａに入射される迷光２８Ａが重畳される側、すなわち、メインビーム用ディテクタ３６Ａ側の一部が図７中破線で示すように切り欠かれて除去されている。

すなわち、第１及び第２のサイドビーム用ディテクタ３６Ｂ及び３６Ｃは、各ディスク３６Ａ～３６ｃが図７に示すように直列に並ぶ並び方向に直交する各基準中心線Q_3及びQ_4を中心として、メインビーム用ディテクタ３６Ａ側の一部が切り欠かれて除去されてなるものである。

このように構成された光ピックアップ装置２おいても、光ビームが合焦されない情報信号の読み出しを行わない信号記録層から反射される反射光中のメインビームに基づく迷光２８Ａによる悪影響を防止することができる。

次に、３スポット法を用いたトラッキング制御及び差動同心円法(Differential Concerntric Circles metkod)を用いたフォーカシング制御を行う光ピックアップ装置３に本発明を適用した第３の実施例を以下に説明する。

この光ピックアップ装置３も、前述した各光ピックアップ装置と同様に、図８に示すように、光ビームを出射する光源となる半導体レーザ１６と、この半導体レーザ１６と２層光ディスク５との間に

互いに光軸を一致させて設けられるコリメータレンズ１７、回折格子１８、ビームスプリッタ（ＢＳ）１９、１／４波長板２０及び対物レンズ２１とを備えている。また、この光ピックアップ装置３は、２層光ディスク５からの反射光を受光するフォトディテクタ２４と、このフォトディテクタ２４とビームスプリッタ（ＢＳ）１９との間に互いに光軸を一致させて設けられるフォーカシングレンズ２２及び偏光ビームスプリッタ（ＰＢＳ）２３とを備えている。

フォトディテクタ２４は、図８に示すように、第１のフォトディテクタ２４Ａ及び第２のフォトディテクタ２４Ｂとを備えている。これら第１のフォトディテクタ２４Ａ及び第２のフォトディテクタ２４Ｂは、図９に示すように、メインビーム用ディテクタ３０Ａと、メインビーム用ディテクタ３０Ａを挟んでこのメインビーム用ディテクタ３０Ａの両側に配置された第１のサイドビーム用ディテクタ３０Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ３０Ｃとから構成されている。

ここで、メインビーム用ディテクタ３０Ａは、受光領域が図９に示すように第１、第２及び第３の第１の受光領域４４Ａ，４４Ｂ及び４４Ｃとに互いに平行な短冊状に３分割されたものが用いられている。第１のサイドビーム用ディテクタ３０Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ３０Ｃは、受光領域が分割されていない１つの受光領域のみを有するものが用いられている。そして、第１のサイドビーム用ディテクタ３０Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ３０Ｃは、対物レンズ１１を介して照射される光ビームが合焦されない情報信号の読み出しを行わない信号記録層から反射される反射光中のメインビーム用ディテクタ３０Ａに入射されるメインビームに

基づく迷光３２Ａの直径寸法の外方に位置してそれぞれ設けられている。

すなわち、第１及び第２のサイドビーム用ディテクタ３０Ｂ及び３０Ｃは、各ディスク３０Ａ～３０Ｃが図９に示すように直列に並ぶ並び方向に直交する各基準中心線Q_3及びQ_4とメインビーム用ディテクタ３０Ａの中心線L_3との間に、情報信号の読み出しを行わない信号記録層から反射される反射光中のメインビームに基づく迷光３２Ａを受光し得ない距離A_2を離間させて配置される。

そして、メインビーム用ディテクタ３０Ａに照射される情報信号の読み出しを行わない信号記録層から反射される反射光中のメインビームの迷光３２Ａの直径寸法ｂは、前述した非点収差法によりフォーカシング制御されない場合、以下に示す式１によって求められる。なお、図１０に示すように、式１において、

ｄ：２層光ディスク５の各情報信号層間の距離（スペーサ層５Ｄの厚み寸法）

f_1：対物レンズ２１の焦点距離

f_2：フォーカシングレンズ２２の焦点距離

△ｆ：メインビームの迷光３２Ａの焦点２９Ａとフォーカシングレンズ２２の焦点面２９Ｃとの距離

ｘ：メインビーム用ディテクタ３０Ａの受光面２９Ｂとフォーカシングレンズ２２の焦点面２９Ｃとの距離

ｂ：メインビーム用ディテクタ３０Ａの受光面２９Ｂ上のメインビームの迷光３２Ａの直径寸法

ＮＡ：対物レンズ２１の開口率

また、ｄの値は、対物レンズ２１の焦点面を基準面として、△ｆ、

xの値は、フォーカシングレンズ２２の焦点面２９Ｃを基準面とする。なお、反射ビームが向かう方向を（＋）とする。

すなわち、迷光３２Ａの直径寸法ｂは、

$$b \fallingdotseq \left| \frac{x-\Delta f}{f_2+\Delta f} \cdot 2f_1 \cdot NA \right|$$

$$= 2\left| \frac{x-2\eta^2 d}{f_2+2\eta^2 d} \cdot f_1 \cdot NA \right| \quad \cdots \text{式}$$

なお、式１において、

η：反射ビーム検出系の横倍率とすれば、

$\Delta f = 2\eta^2 d$、$\eta = f_2 / f_1$となる。

そして、迷光の半径ｂ／２は、

$$\frac{b}{2} \fallingdotseq \left| \frac{x-2\eta^2 d}{f_2+2\eta^2 d} \cdot f_1 \cdot NA \right| \quad \cdots \text{式}$$

また、

ｄ’：ｄの実際の値

ｎ：ディスク基板の屈折率

とすれば、

$$d' = |nd| \quad (d' > 0)$$

従って、第１のサイドビーム用ディテクタ３０Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ３０Ｃの各基準中心線Q_3及びQ_4と、メインビーム用ディテクタ３０Ａの中心線L_3との間の距離A_2の最小値は、２層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａから情報信号を読

み取り再生する場合、

$$\left| \frac{x - 2\eta^2 d' / n}{f_2 + 2\eta^2 d' / n} \cdot f_1 \cdot NA \right| \quad \cdots 式3$$

あるいは、２層光ディスク５の第２の情報信号層から情報信号を読み取り再生する場合、

$$\left| \frac{x + 2\eta^2 d' / n}{f_2 - 2\eta^2 d' / n} \cdot f_1 \cdot NA \right| \quad \cdots 式4$$

で求められ、式３又は式４のいずれか大きい方の値が、第１のサイドビーム用ディテクタ３０Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ３０Ｃの各基準中心線Q_3及びQ_4と、メインビーム用ディテクタ３０Ａの中心線L_3との間の距離A_2の最小値になる。

以上のように構成された本発明に係る第３の実施例の光ピックアップ装置３について、２層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａから情報信号を読み取り再生する際、半導体レーザ１６から出射される光ビームの光路及びメインビーム用ディテクタ３０Ａに照射されるメインビームの迷光３２Ａの状態を図８及び図９を参照して説明する。

まず、半導体レーザ１６から出射された光ビームは、コリメータレンズ１７に入射される。このコリメータレンズ１７は、入射されたレーザビームを発散光から平行光に変換して透過する。コリメー

タレンズ１７を透過した光ビームは、回折格子１８に入射される。この回折格子１８は、入射された光ビームを、メインビーム３１Ａ、第１のサイドビーム３１Ｂ及び第２のサイドビーム３１Ｃとに３分割して透過する。回折格子１８により３分割された各ビームは、ビームスプリッタ１９に入射される。このビームスプリッタ１９は、入射された各ビームを透過する。

そして、ビームスプリッタ１９を透過した各ビームは、対物レンズ２１に入射される。対物レンズ２１は、入射された各ビームをそれぞれ集光して２層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａに照射する。このとき、２層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａに照射された各ビームは、この第１の情報信号層５Ａに照射されるとともに、第１の情報信号層５Ａを透過して第２の情報信号層５Ｂにも照射される。

そして、２層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａに照射された各ビームは、この第１の情報信号層５Ａから反射されるとともに、第２の情報信号層５Ｂからも反射される。すなわち、２層光ディスク５の第１の情報信号層５Ａに照射された各ビームは、対物レンズ１１の焦点が合わされている第１の情報信号層５Ａからの各反射ビーム及び対物レンズ２１の焦点が合わされていない第２の情報信号層５Ｂからの各反射ビームの迷光とになって反射される。

そして、第１の情報信号層５Ａから反射される各反射ビーム及び第２の情報信号層５Ｂから反射される各反射ビームは、対物レンズ２１にそれぞれ入射する。この対物レンズ２１は、入射された各情報信号層５Ａ及び５Ｂからの各反射ビームをそれぞれ透過させてビームスプリッタ１９にそれぞれ入射させる。

ビームスプリッタ１９は、入射された各情報信号層５Ａ及び５Ｂからの各反射ビームをそれぞれ反射して透過させる。ビームスプリッタ１９を透過された各反射ビームは、フォーカシングレンズ２２に入射され、このフォーカシングレンズ２２によって収束されて透過される。

フォーカシングレンズ２２を透過された各情報信号層５Ａ及び５Ｂからの各反各反射ビームは、偏光ビームスプリッタ２３に入射される。この偏光ビームスプリッタ２３は、各情報信号層５Ａ及び５Ｂからの各反各反射ビームを分割面Ｓで透過及び反射することによりそれぞれ２分割して、フォトディテクタ２４を構成する第１のフォトディテクタ２４Ａ及び第２のフォトディテクタ２４Ｂにそれぞれ照射する。

第１のフォトディテクタ２４Ａ及び第２のフォトディテクタ２４Ｂとにそれぞれ構成されたメインビーム用ディテクタ３０Ａは、第１の受光領域４４Ａ乃至第３の受光領域４４Ｃに入射されたメインビーム３１Ａの各受光光量の検出出力に基づいて対物レンズ２１のフォーカスエラー信号を得、このフォーカスエラー信号に基づいて対物レンズ２１のフォーカス制御を行う。

ここで、本実施例の光ピックアップ装置３において、フォーカスエラー信号を得る状態を具体的に説明する。

この光ピックアップ装置３におけるフォーカスエラー信号は、第１のフォトディテクタ２４Ａのメインビーム用ディテクタ３０Ａ及び第２のフォトディテクタ２４Ｂのメインビーム用ディテクタ３０Ｂにより検出される検出出力に基づいて得ることができる。

ここで、第１のフォトディテクタ２４Ａのメインビーム用ディテ

クタ３０Ａの第１、第２及び第３の受光領域４４Ａ，４４Ｂ及び４４Ｃで受光される光量の検出出力をＥ１１，Ｅ１２，Ｅ１３とするとき、このメインビーム用ディテクタ３０Ａから式５に示す通りの第１のフォーカスエラー信号ＥＦ１が得られる。

ＥＦ１＝Ｅ１１－（Ｅ１２＋Ｅ１３）・・・式５

次に、第２のフォトディテクタ２４Ｂのメインビーム用ディテクタ３０Ｂの第１、第２及び第３の受光領域４４Ａ，４４Ｂ及び４４Ｃで受光される光量の検出出力をｅ１１，ｅ１２，ｅ１３とするとき、このメインビーム用ディテクタ３０Ｂから式６に示す通りの第２のフォーカスエラー信号ＥＦ２が得られる。

ＥＦ１＝ｅ１１－（ｅ１２＋ｅ１３）・・・式６

そして、次に示す式７に示すように、第１のフォーカスエラー信号ＥＦ１と、第２のフォーカスエラー信号ＥＦ２との差を得ることにより、この光ピックアップ装置３のフォーカスエラー信号ＥＦが得られる。

ＥＦ＝ＥＦ１－ＥＦ２・・・式７

また、この光ピックアップ装置３のトラッキングエラー信号は、第１のフォトディテクタ２４Ａ及び第２のフォトディテクタ２４Ｂとがそれぞれ備える第１のサイドビーム用ディテクタ３０Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ３０Ｃの検出出力から得られる。

ここで、第１及び第２のフォトディテクタ２４Ａ，２４Ｂがそれぞれ備える各第１のサイドビーム用ディテクタ３０Ｂによって検出される検出出力をＥ１４、Ｅ１５とし、また、第１及び第２のフォトディテクタ２４Ａ，２４Ｂがそれぞれ備える各第２のサイドビーム用ディテクタ３１Ｃによって検出される検出出力をＥ１６、Ｅ１

7とするとき、情報信号の読み出しが行われる2層光ディスク5の第1の情報信号層5Aの記録トラックを走査する光ビームの記録トラックに対するトラックずれ量を示すトラッキングエラー信号TEは、次に示す式8より得ることができる。

TE＝（E14＋E15）－（E16＋E17）・・・式8

そして、メインビーム用ディテクタ30A、第1のサイドビーム用ディテクタ30B及び第2のサイドビーム用ディテクタ30Cには、光ビームが合焦される情報信号の読み出しが行われる第1の情報信号層5A又は第2の情報信号層5Bから反射されるメインビーム31A、第1のサイドビーム31B及び第2のサイドビーム31Cが入射されるとともに、情報信号の読み出しが行われない合焦されない光ビームが照射される第2の情報信号層5B又は第1の情報信号層5Aから反射されるメインビームに基づく迷光32A、第1及び第2のサイドビームに基づく迷光32B，32Cがそれぞれ照射される。

メインビーム用ディテクタ30Aに照射される情報信号の読み出しが行われない情報信号層5A又は5Bから反射されるメインビームに基づく迷光32Aは、第1及び第2のサイドビーム用ディテクタ30B，30C上に重畳されることがない。また、第1及び第2のサイドビームの迷光32B，迷光32Cは、メインビーム用ディテクタ30A上に重畳されることがない。

また仮に、これら第1及び第2のサイドビームに基づく迷光32B，32Cが、メインビーム用ディテクタ30Aに重畳される場合であっても、強度がメインビームに基づく迷光32A等と比較して十分に弱いため、メインビーム用ディテクタ30Aに悪影響を及ぼ

すことがない。

上述したように、第３の実施例の光ピックアップ装置３は、第１のサイドビーム用ディテクタ３０Ｂと第２のサイドビーム用ディテクタ３０Ｃとが、メインビームに基づく迷光３２Ａの直径の外方に位置してそれぞれ設けられたことによって、メインビームに基づく迷光３２Ａが第１及び第２のサイドビーム用ディテクタ３０Ｂ，３０Ｃに重畳されることがない。従って、この実施例の光ピックアップ装置３においても、トラッキングエラー信号にＤＣオフセットが生じることが防止されるため、対物レンズ１１の正確なトラッキング制御が実行され、光ビームによる記録トラックの正確なトラッキングが実現される。

また、本実施例の光ピックアップ装置３は、２層光ディスク５の第１及び第２の情報信号層５Ａ及び５Ｂのいずれの層に記録された情報信号の読み取り再生を行う場合であっても、トラッキングエラー信号にＤＣオフセットが生じることが防止されているため、対物レンズ１１の正確なトラッキング制御が実行され、光ビームによる記録トラックの正確なトラッキングが実現される。

さらに、本実施例の光ピックアップ装置３は、フォーカシングエラーの検出方式として差動同心円法を採用するので、偏光ビームスプリッタ２３を備える。従って、この光ピックアップ装置３は、多層光ディスクに多層光磁気ディスクが用いられる場合、偏光ビームスプリッタ２３が、多層光磁気ディスクの情報信号の分析器としても作用するので、偏光ビームスプリッタ２３は、フォーカシングエラー信号の検出と多層光磁気ディスクの情報信号の検出とを兼ねる。従って、この光ピックアップ装置３は、装置全体の簡素化が図られ、

装置自体の小型化を容易に実現できる。

上述した第３の実施例の光ピックアップ装置３は、半導体レーザ６から出射された光ビームが、回折格子１８によって、メインビーム３１Ａ、第１のサイドビーム３１Ｂ及び第２のサイドビーム３１Ｃの３本のビームに分割され、これら各ビーム３１Ａ，３１Ｂ及び３１Ｃの分割された間隔に応じてメインビーム用ディテクタ３０Ａ、第１のサイドビーム用ディテクタ３０Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ３０Ｃとがそれぞれ一定の間隔A_2を隔てて配置されているが、簡易的に第１のサイドビーム用ディテクタ及び第２のサイドビーム用ディテクタとにそれぞれ重畳されるメインビームに基づく迷光による悪影響を受けないようにした光ピックアップ装置４を第４の実施例として以下に説明する。

なお、この第４の実施例の光ピックアップ装置は、上述した第３の実施例の光ピックアップ装置３と略同一構成を備えるものであるので、共通する箇所には共通の符号を付して詳細な説明を省略する。

この光ピックアップ装置を構成するフォトディテクタ３７は、図１１に示すように、メインビーム用ディテクタ３８Ａと、メインビーム用ディテクタ３８Ａを挟むようにこのメインビーム用ディテクタ３８Ａの両側に隣接してそれぞれ設けられる第１のサイドビーム用ディテクタ３８Ｂ及び第２のサイドビーム用ディテクタ３８Ｃとを配置したものである。

メインビーム用ディテクタ３８Ａは、受光領域を図１１に示すように第１、第２及び第３の受光領域５０Ａ，５０Ｂ及び５０Ｃを互いに平行に短冊状に３分割したディテクタが用いられている。第１及び第２のサイドビーム用ディテクタ３８Ｂ，３８Ｃは、受光領域

が分割されていないものが用いられている。

そして、第１のサイドビーム用ディテクタ３８Ｂは、メインビーム用ディテクタ３８Ａに照射されるメインビームに基づく迷光３２Ａが重畳されるメインビーム用ディテクタ３８Ａ側に位置する受光領域の一部が切り欠かれて除去されている。第２のサイドビーム用ディテクタ３８Ｃも同じく、メインビーム用ディテクタ３８Ａに照射されるメインビームの迷光３２Ａが重畳されるメインビーム用ディテクタ３８Ａ側に位置する受光領域の一部が切り欠かれて除去されている。

上述のように構成されたフォトディテクタ３７を備える第４の実施例の光ピックアップ装置は、第１及び第２のサイドビーム用ディテクタ３８Ｂ，３８Ｃの各受光領域のメインビーム用ディテクタ３８Ａ側に位置する部分を切り欠いてメインビームに基づく迷光３２Ａが重畳されないように構成してなるので、メインビームに基づく迷光３２Ａによる悪影響を防止することができる。

なお、上述した実施例の光ピックアップ装置は、非点収差法又は差動同心円法によりフォーカスエラー信号を検出しているが、他のフーコー法、臨界角法、ナイフ・エッジ法等によりフォーカスエラー信号を検出するようにしてもよい。

産業上の利用可能性

上述したように、本発明に係る光ピックアップ装置は、所望の情報信号が記録される情報信号層を複数積層してなる多層光ディスクに向けて光ビームを放射する光源と、この光源から放射された光ビ

ームを、メインビーム、第１のサイドビーム及び第２のサイドビームに３分割して多層光ディスクに照射する光学手段と、多層光ディスクから反射されたメインビームを受光するメインビーム用の受光部と、多層光ディスクから反射された第１のサイドビームを受光する第１のサイドビーム用の受光部と多層光ディスクから反射された第２のサイドビームを受光する第２のサイドビーム用の受光部と、メインビーム用の受光部、第１のサイドビーム用の受光部及び第２のサイドビーム用の受光部の各受光光量に応じた光量検出信号を出力する手段とを備える。そして、第１のサイドビーム用の受光部及び第２のサイドビーム用の受光部が、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層からのメインビームの反射光が干渉しない位置に、メインビーム用の受光部から所定の間隔を置いてそれぞれ配置されてなるので、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層から反射される反射光の影響を受けることなく、情報信号を読みとるべき情報信号層に記録された情報信号を正確に再生することができる。

請求の範囲

1．所望の情報信号が記録される情報信号層を複数積層してなる多層光ディスクに向けて光ビームを放射する光源と、

上記光源から放射された光ビームを、メインビーム、第1のサイドビーム及び第2のサイドビームに3分割して上記多層光ディスクに照射する光学手段と、

上記多層光ディスクから反射されたメインビームを受光するメインビーム用受光手段と、

上記多層光ディスクから反射された第1のサイドビームを受光する第1のサイドビーム用受光手段と、

上記多層光ディスクから反射された第2のサイドビームを受光する第2のサイドビーム用受光手段と、

上記メインビーム用受光手段、第1のサイドビーム用受光手段及び第2のサイドビーム用受光手段の各受光光量に応じた光量検出信号を出力する手段とを備え、

上記第1のサイドビーム用受光手段及び第2のサイドビーム用受光手段は、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層からのメインビームの反射ビームが干渉しない位置に、メインビーム用受光手段から所定の間隔をおいてそれぞれ配置されたことを特徴とする多層光ディスク用の光ピックアップ装置。

2．上記光学手段は、光源からの光ビームをメインビーム、第1のサイドビーム及び第2のサイドビームに3分割する回折格子を備え、上記回折格子は、光源からの光ビームを、多層光ディスク上の焦点

* C L M S *

が合わされていない情報信号層からのメインビームの反射ビームが第１のサイドビーム用受光手段及び第２のサイドビーム用受光手段とに干渉しない所定の間隔に３分割することを特徴とする請求の範囲第１項記載の多層光ディスク用の光ピックアップ装置。

３．上記メインビーム用受光手段の検出結果に応じてフォーカスエラーの検出を行うことを特徴とする請求の範囲第１項記載の多層光ディスク用の光ピックアップ装置。

４．上記光学手段は、非点収差を発生させる光学素子を備えることを特徴とする請求の範囲第３項記載の光ピックアップ装置。

５．上記第１のサイドビーム用受光手段及び第２のサイドビーム用受光手段の検出結果に応じてトラッキングエラーの検出を行うことを特徴とする請求の範囲第１項記載の光ピックアップ装置。

６．上記第１のサイドビーム用受光手段及び第２のサイドビーム用受光手段の上記メインビーム用受光手段の近傍側を切り欠いたことを特徴とする請求の範囲第１項記載の光ピックアップ装置。

７．所望の情報信号が記録される情報信号層を複数積層してなる多層光ディスクに向けて光ビームを放射する光源と、

上記光源から放射された光ビームを、メインビーム、第１のサイドビーム及び第２のサイドビームに３分割する回折格子と、この回折格子によって分割された各ビームを上記多層光ディスクの情報信号層上に焦点が合うように照射する対物レンズとを備えた光学手段と、

上記多層光ディスクから反射されたメインビームを受光するメインビーム用受光手段と、

上記多層光ディスクから反射された第１のサイドビームを受光す

る第１のサイドビーム用受光手段と、

上記多層光ディスクから反射された第２のサイドビームを受光する第２のサイドビーム用受光手段と、

上記メインビーム用受光手段、第１のサイドビーム用受光手段及び第２のサイドビーム用受光手段の各受光光量に応じた光量検出信号を出力する手段とを備え、

上記第１のサイドビーム用受光手段及び第２のサイドビーム用受光手段は、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層からのメインビームの反射ビームが干渉しない位置に、メインビーム用受光手段から所定の間隔をおいてそれぞれ配置されたことを特徴とする多層光ディスク用の光ピックアップ装置。

８．上記回折格子は、光源からの光ビームを、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層からのメインビームの反射ビームが第１のサイドビーム用受光手段及び第２のサイドビーム用受光手段とに干渉しない所定の間隔に３分割することを特徴とする請求の範囲第７項記載の多層光ディスク用の光ピックアップ装置。

９．上記メインビーム用受光手段の検出結果に応じてフォーカスエラーの検出を行うことを特徴とする請求の範囲第７項記載の多層光ディスク用の光ピックアップ装置。

１０．上記第１のサイドビーム用受光手段及び第２のサイドビーム用受光手段の検出結果に応じてトラッキングエラーの検出を行うことを特徴とする請求の範囲第７項記載の光ピックアップ装置。

１１．上記光学手段は、非点収差を発生させる光学素子を備えることを特徴とする請求の範囲第９項記載の光ピックアップ装置。

１２．上記第１のサイドビーム用受光手段及び第２のサイドビーム

用受光手段のメインビーム用受光手段の近傍側を切り欠いたことを特徴とする請求の範囲第７項記載の光ピックアップ装置。

１３．所望の情報信号が記録される情報信号層を複数積層してなる多層光ディスクに向けて光ビームを放射する光源と、

上記光源から放射された光ビームを、メインビーム、第１のサイドビーム及び第２のサイドビームに３分割する回折格子と、この回折格子によって分割された各ビームを上記多層光ディスクの情報信号層上に焦点が合うように照射する対物レンズと、多層光ディスクからの反射ビームが入射される偏光ビームスプリッタとを備えた光学手段と、

上記多層光ディスクから反射され上記偏光ビームスプリッタにより透過又は反射されたメインビームを受光するメインビーム用受光手段と、上記多層光ディスクから反射された上記偏光ビームスプリッタにより透過又は反射された第１のサイドビームを受光する第１のサイドビーム用受光手段と、上記多層光ディスクから反射され上記偏光ビームスプリッタにより透過又は反射された第２のサイドビームを受光する第２のサイドビーム用受光手段とをそれぞれ備えてなる第１及び第２のフォトディテクタと、

上記第１及び第２のフォトディテクタにそれぞれ備えられたメインビーム用受光手段、第１のサイドビーム用受光手段及び第２のサイドビーム用受光手段の各受光光量に応じた光量検出信号を出力する手段とを備え、

上記第１及び第２のフォトディテクタにそれぞれ備えられた第１のサイドビーム用受光手段及び第２のサイドビーム用受光手段は、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層からのメイ

ンビームの反射ビームが干渉しない位置に、メインビーム用受光手段から所定の間隔をおいてそれぞれ配置されたことを特徴とする多層光ディスク用の光ピックアップ装置。

１４．上記回折格子は、光源からの光ビームを、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層からのメインビームの反射ビームが第１のサイドビーム用受光手段及び第２のサイドビーム用受光手段とに干渉しない所定の間隔に３分割することを特徴とする請求の範囲第１３項記載の多層光ディスク用の光ピックアップ装置。

１５．上記第１及び第２のフォトディテクタにそれぞれ備えられたメインビーム用受光手段の検出結果に応じてフォーカスエラーの検出を行うことを特徴とする請求の範囲第１３項記載の多層光ディスク用の光ピックアップ装置。

１６．上記第１及び第２のフォトディテクタにそれぞれ備えられた上記第１のサイドビーム用受光手段及び第２のサイドビーム用受光手段の検出結果に応じてトラッキングエラーの検出を行うことを特徴とする請求の範囲第７項記載の光ピックアップ装置。

１７．上記第１及び第２のフォトディテクタにそれぞれ備えられたメインビーム用受光手段は、さらにそれぞれ短冊状の３つの受光部に分割されて構成されたことを特徴とする請求の範囲第１５項記載の光ピックアップ装置。

* C L M S *

図 1

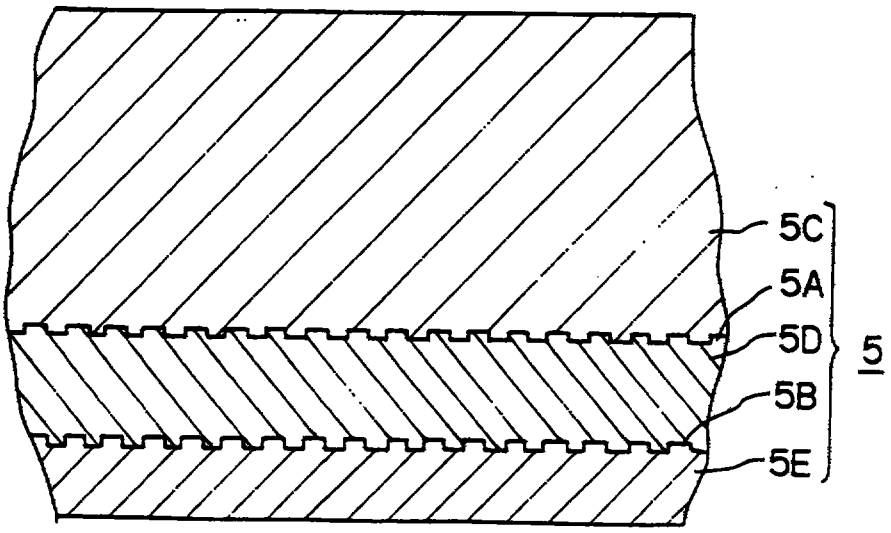


図 2

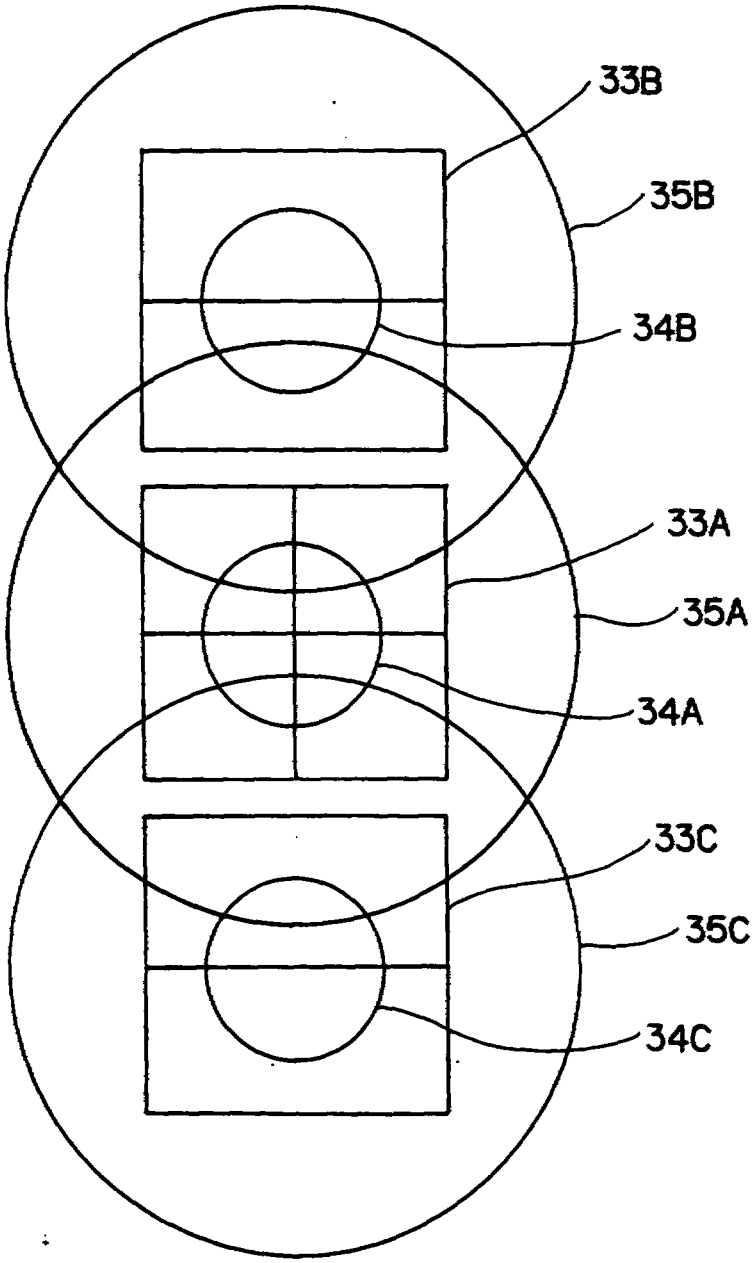


図 3

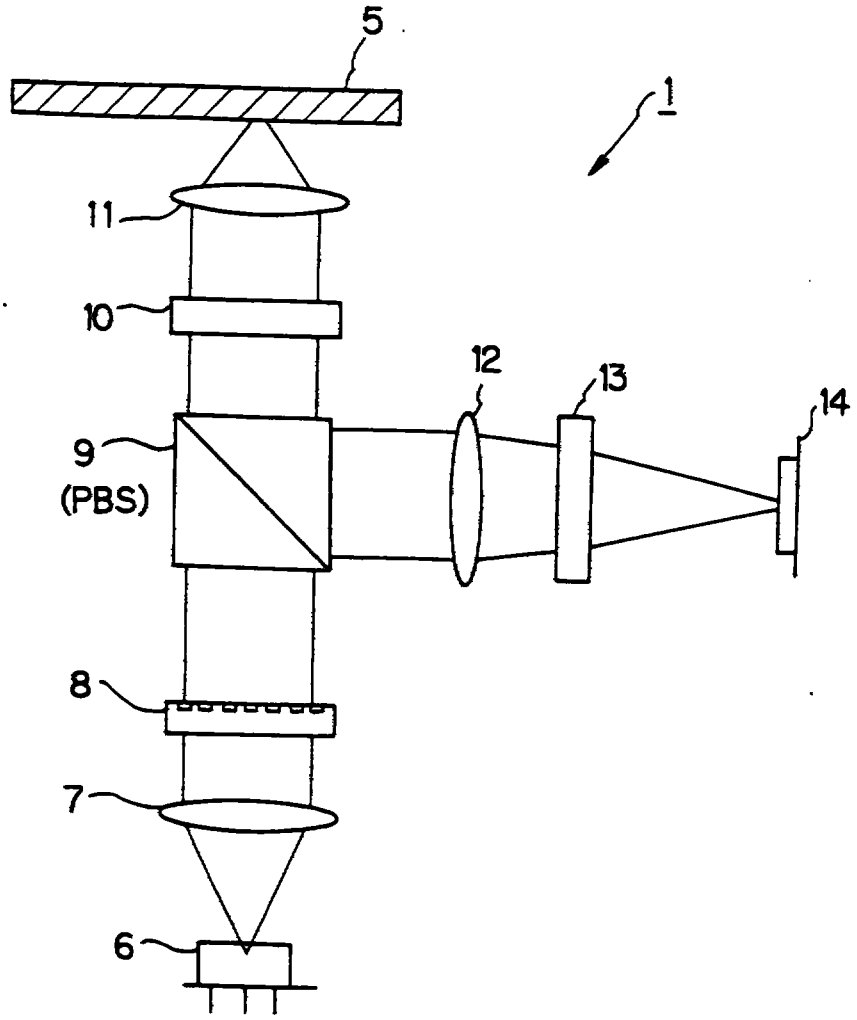


図 4

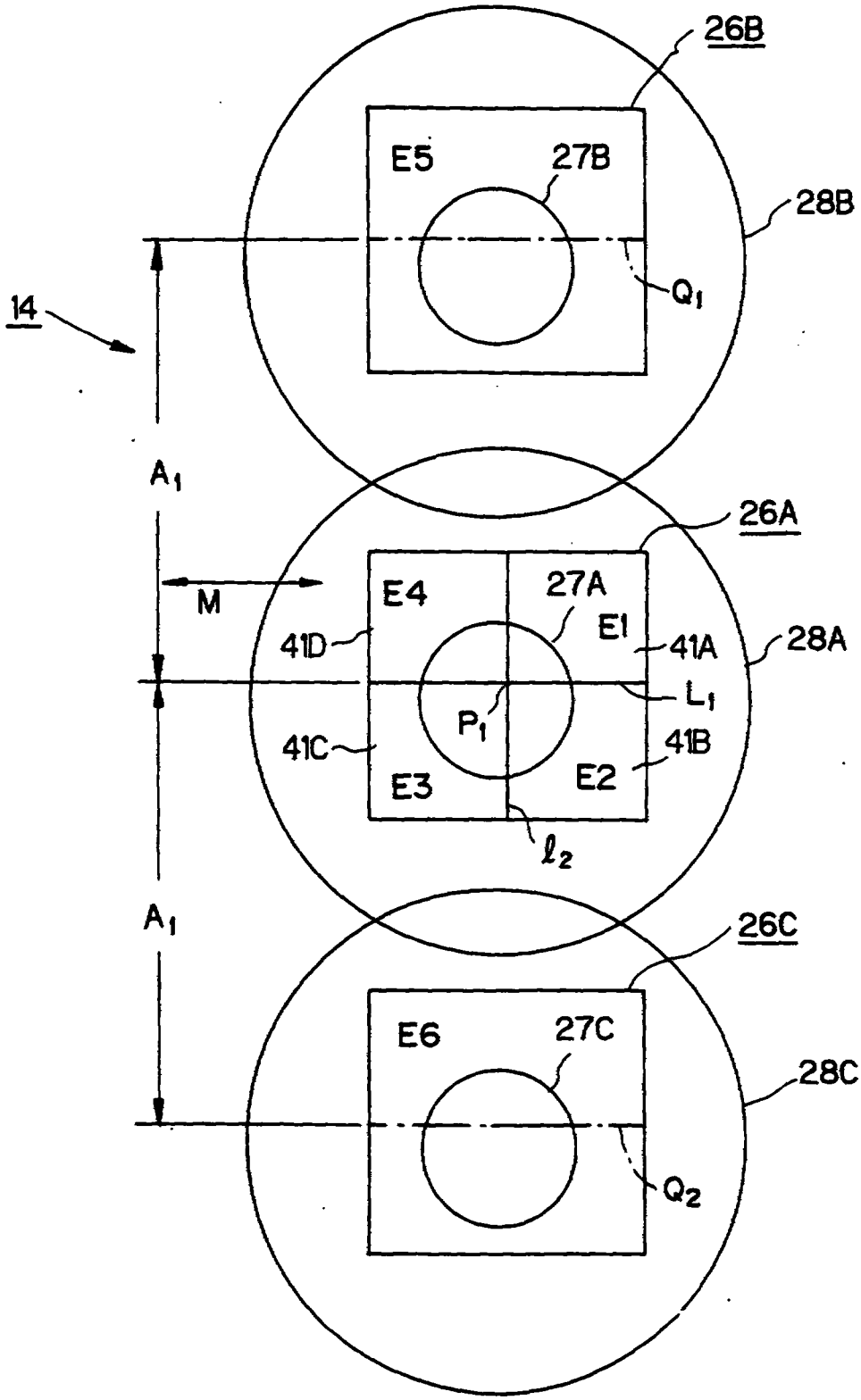

26B
E5
27B
28B
Q1
14
A1
M
26A
E4
27A
E1
41D
41A
28A
L1
P1
41C
41B
E3
E2
l2
A1
26C
E6
27C
28C
Q2

図 5(A)

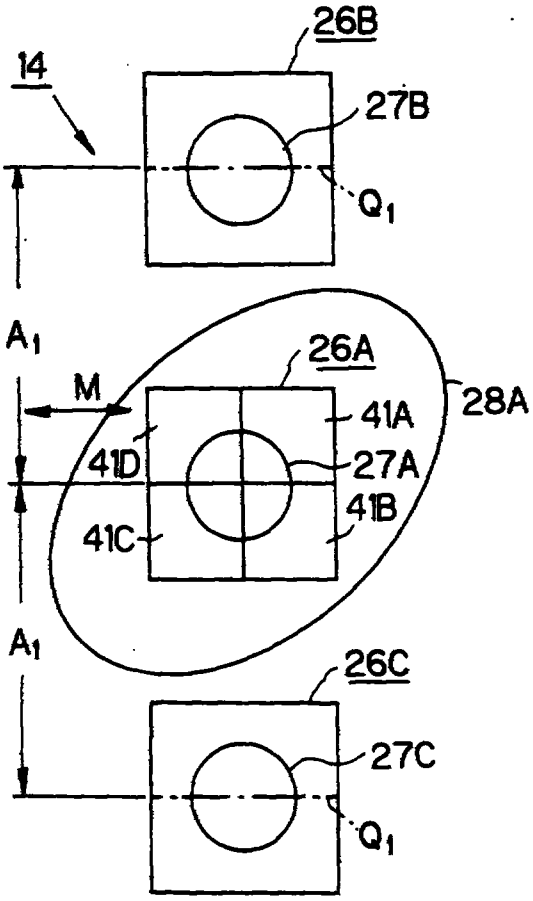

26B
14
27B
Q1
A1
M
26A
28A
41A
41D
27A
41B
41C
A1
26C
27C
Q1

図 5(B)

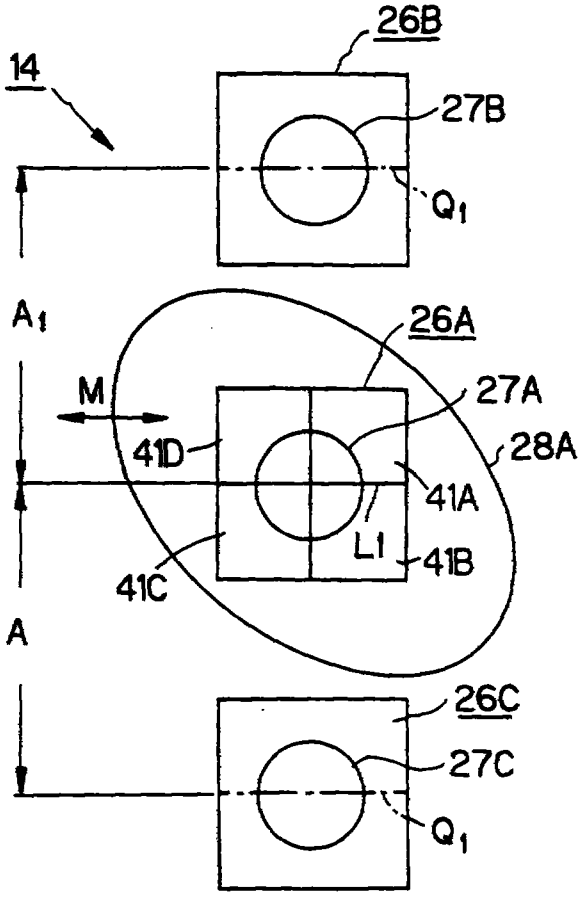

26B
14
27B
Q1
A1
26A
M
27A
28A
41D
41A
L1
41B
41C
A
26C
27C
Q1

図 6

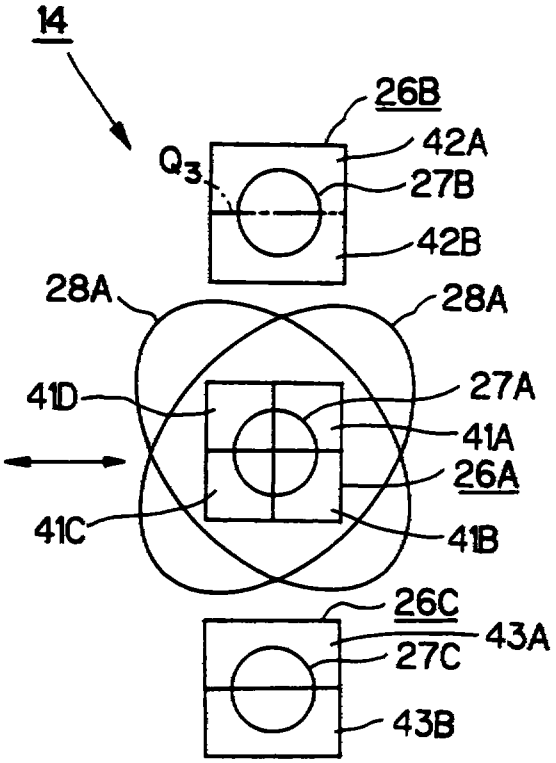

14
26B
42A
Q_3
27B
42B
28A
28A
41D
27A
41A
26A
41C
41B
26C
43A
27C
43B

図 7

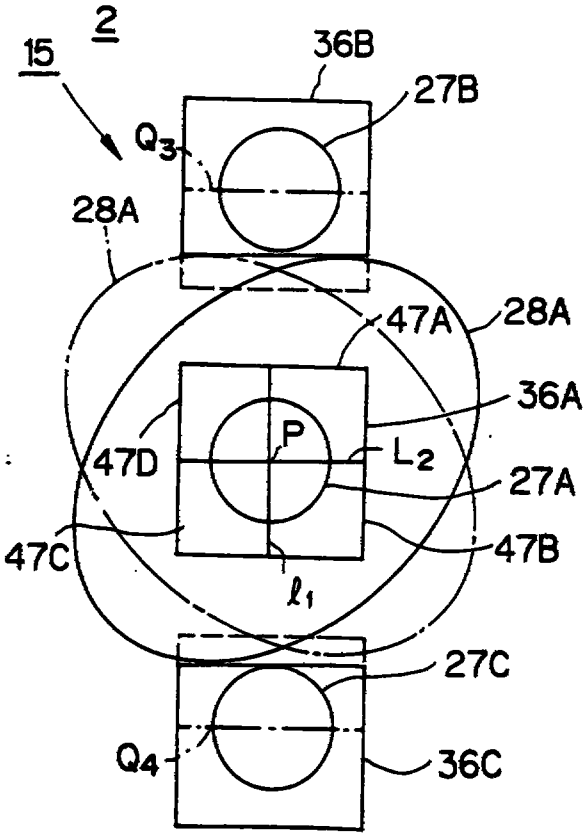

15
2
36B
27B
Q_3
28A
47A
28A
36A
47D
P
L_2
27A
47C
47B
l_1
27C
Q_4
36C

図 8

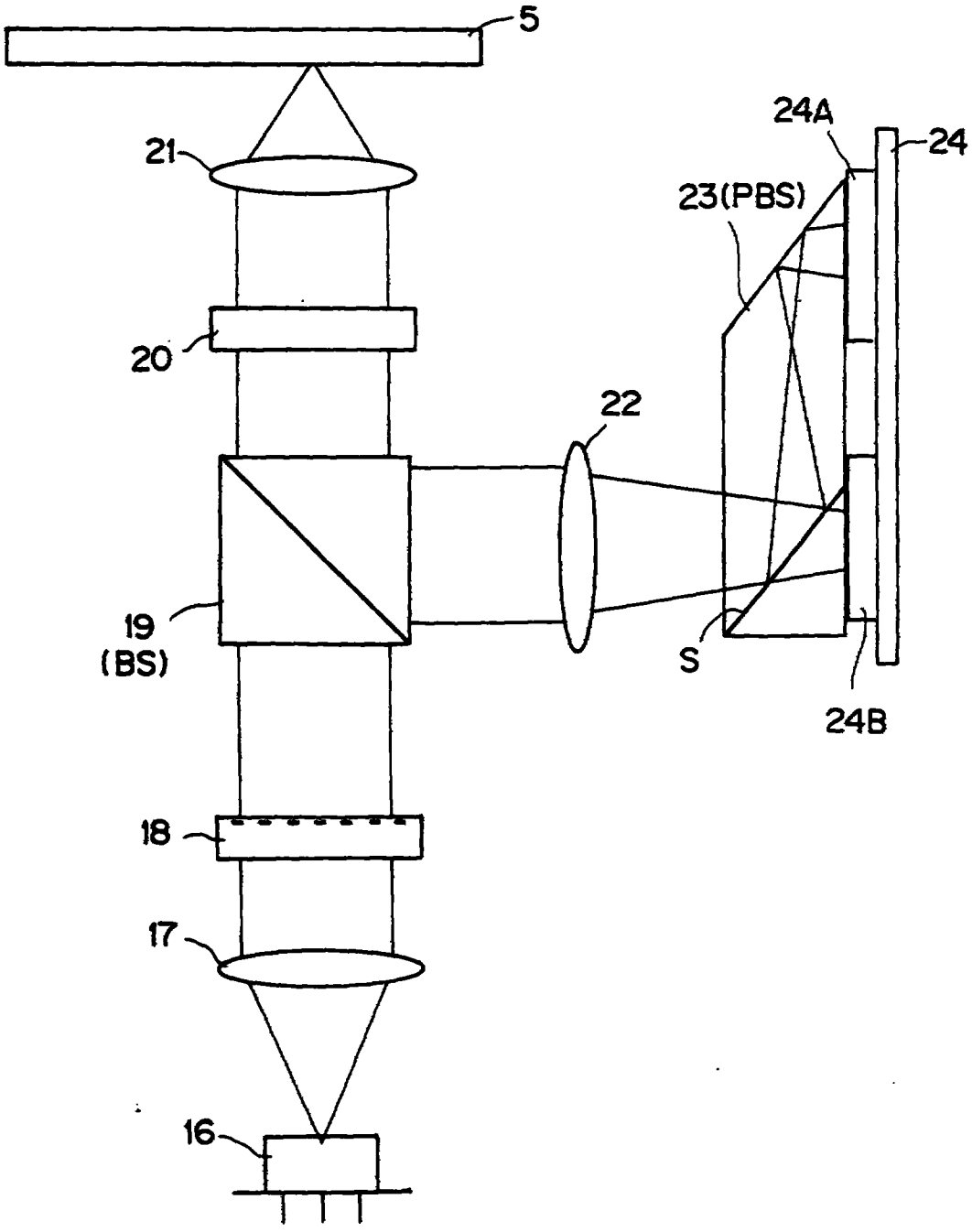


図 9

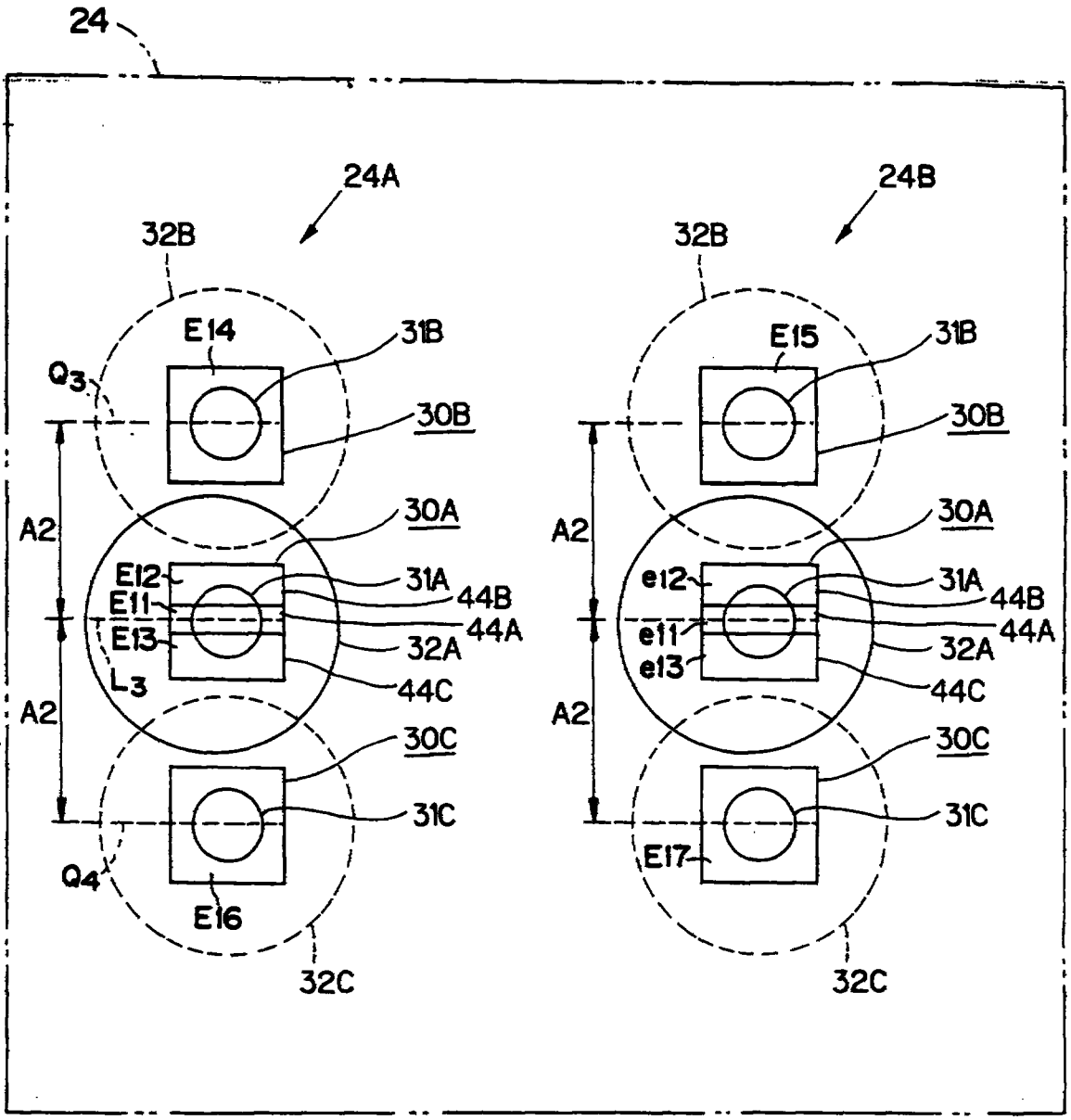

24
24A
24B
32B
32B
E14
E15
31B
31B
Q3
30B
30B
30A
30A
A2
A2
E12
e12
31A
31A
44B
44B
E11
e11
44A
44A
E13
e13
32A
32A
L3
44C
44C
A2
A2
30C
30C
31C
31C
Q4
E16
E17
32C
32C

図 10

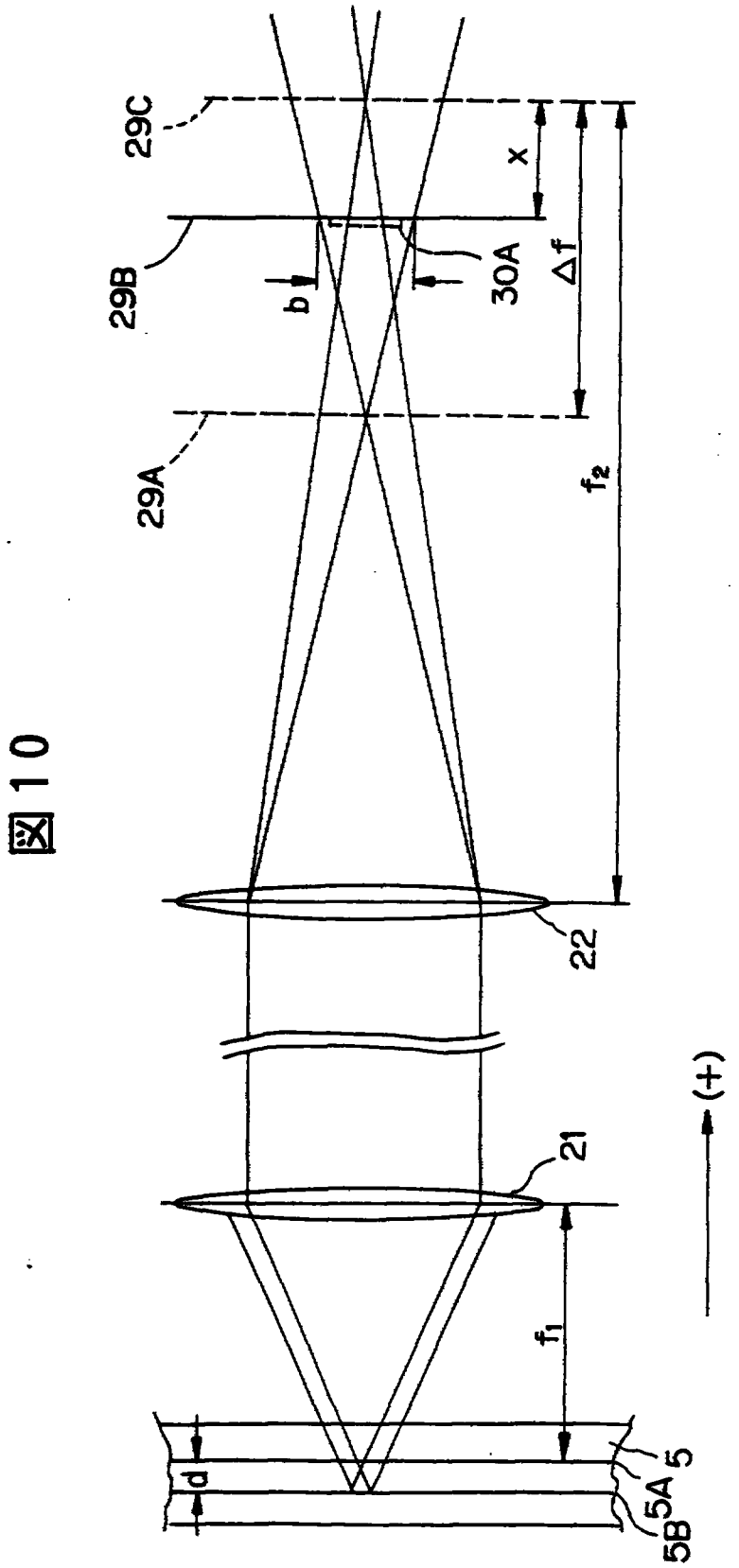
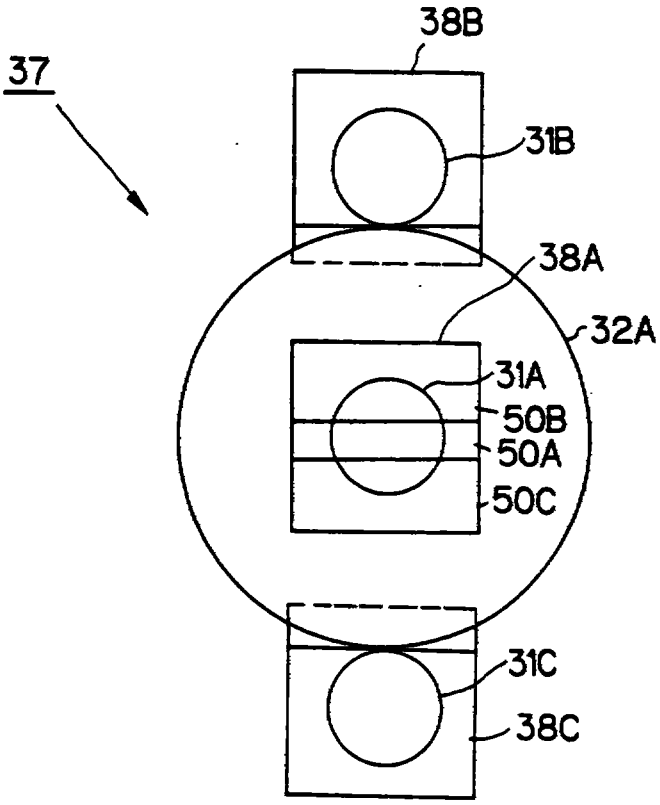


図11



DESCRIPTION

Optical Pick-Up Device

Technical Field

The present invention relates to an optical pick-up device for use in a recording and/or reproducing apparatus capable of recording an information signal on a so-called multi-layer optical disc having a plurality of information storage layers and/or reproducing the information signal from respective information storage layers of the multi-layer optical disc.

Background Art

Optical pick-up devices used in conventional recording and/or reproducing apparatuses in which an optical disc is used as a recording medium, include a semiconductor laser as a light source for emitting a light beam, a collimator lens which is disposed between the semiconductor laser and the optical disc and whose optical axis is aligned with optical axes of the semiconductor laser and the optical disc, a diffraction grating, a polarizing beam splitter and an objective lens. The optical pick-up device further includes a photo-detector for receiving a light beam reflected from the optical disc, and a focusing lens which is disposed between the photo-detector and the polarizing beam splitter and whose optical axis is aligned with optical axes of the photo-detector and the polarizing beam splitter.

In such conventional optical pick-up devices, the light beam is emitted from the semiconductor laser and transmitted

through the polarizing beam splitter and an objective lens so as to be radiated and focused onto an information signal storage layer of the optical disc. The light beam reflected from the optical disc is received by the photo-detector.

The optical disc used as a recording medium for a recording and/or reproducing apparatus in which the afore-mentioned optical pick-up device is incorporated and which is adapted to record an information signal thereon and/or reproduce the signal therefrom, generally includes a substrate made of a transparent synthetic resin material such as polycarbonate or polymethyl-methacrylate, an information signal storage layer formed on a main surface of the substrate, and a protecting layer formed over the information signal storage layer to protect the layer against chemical or mechanical attacks.

Such an optical disc has been produced by using various shaping methods such as a thermal pressure-molding method or a thermal casting method. When subjected to the shaping method, the optical disc is likely to suffer from undesired warpage or corrugation due to a thermal distortion generated therein. Consequently, there occurs a dislocation of the information signal storage layer in the direction perpendicular to the main surface thereof. Further, there occurs such a phenomenon that a circularity of tracks formed on the information signal storage layer is adversely affected. When the optical disc is rotated to reproduce the information signal stored on the information signal storage

layer, the surface of the information signal storage layer and the tracks thereon suffers from undesirable oscillation and deflection.

Accordingly, in order to achieve an accurate read-out or reproduction of the information signal stored on a signal recording region of the optical disc without being adversely affected by the oscillation of the optical disc surface and the deflection of the tracks, the optical pick-up device is provided with a focusing control function for conducting an adequate focusing adjustment of the objective lens in response to a degree of the eventual oscillation of the surface of the optical disc, and a tracking control function for performing an adequate tracking adjustment of the objective lens so as to follow the oscillation of a signal track formed on the signal recording region of the optical disc.

Meanwhile, there has been a demand for high densification of the information signal to be stored, so that proposals has been made to provide a multi-layer optical disc having a multiple of information signal storage layers arranged in an overlapped relation to each other. The multi-layer optical disc conventionally known is of a two-layer type having two overlapped information signal storage layers.

The two-layer type optical disc 5 includes, as shown in Fig. 1, a disc substrate 5C made of a transparent synthetic resin material such as polycarbonate (PC) or polymethyl-methacrylate (PMMA), a first information signal storage layer 5A formed on a

main surface of the disc substrate 5C, a spacer layer 5D made of a transparent resin material and disposed over the first information signal storage layer, a second information signal storage layer 5B disposed over the first information signal storage layer 5A through the spacer layer 5D, and a protecting layer 5E formed over the second information signal storage layer 5B to protect the second information signal storage layer against mechanical and chemical attacks.

In such a two-layer type optical disc, the light beam emitted from the semiconductor laser is transmitted through the first information signal storage layer 5A and radiated to the second information signal storage layer 5B when the optical pick-up device 5 performs a read-out of the information signal from the second information signal storage layer 5B disposed over the first information signal storage layer 5A.

In the optical pick-up device used here, the tracking control is carried out by using a 3-spot method in which three light beams are radiated to the optical disc to obtain a tracking control signal. When the information signal stored on the individual information signal storage layers of the multi-layer optical disc is read out by means of the optical pick-up device which employs the afore-mentioned 3 spot method to conduct a tracking control, the following problems are caused. As shown in Fig. 2, a photo-detector used in such an optical pick-up device in which a tracking control is performed by using the 3-spot method,

include a main beam detector 33A for detecting a main beam which is a centrally radiated beam of three separated light beams, and first and second side-beam detectors 33B and 33C disposed on opposite sides of the main beam detector 33A, namely arranged so as to interpose the main beam detector 33A therebetween, for detecting side beams radiated on opposite sides of the main beam.

When the information signal stored on the first information signal storage layer 5A of the two-layer type optical disc 5 is read out, the main beam 34A and the first and second side beams 34B and 34C are radiated onto the first information signal storage layer 5A. In course of the reading-out of the information signal stored on the first information signal storage layer 5A, these light beams are transmitted through the first information signal storage layer 5A and also radiated onto the second information signal storage layer 5B whose information signal is not intended to be read out.

In consequence, the photo-detector of the optical pick-up device receive not only the main beam 34A reflected from the focused first information signal storage layer 5A but also a blooming light component 35A of the main beam, namely a stray light component, reflected from the unfocused information signal storage layer 5B. That is, in the optical pick-up device, the main beam 34A and the stray light component 35A having an expanded outer perimeter are radiated together onto the main beam detector 33A in a concentric relation to each other.

Accordingly, in such an optical pick-up device, a part of the stray light component 35A of the main beam radiated on the main beam detector 33A is overlappingly radiated over the side beam detectors 33B and 33C. Thus, when the part of the stray light component 35A of the main beam is radiated over the side-beam detectors 33B and 33C and overlapped with the respective side beams, there occurs direct-current (DC) fluctuation in a tracking error signal, which occasionally makes it impossible to carry out an accurate tracking control.

Consequently, in the optical pick-up device, such an advantage of the 3-spot method that the tracking error signal is not adversely affected by a skew of the disc and a deflection of a view field of the objective lens and therefore does not suffer from D.C. fluctuation, cannot be maintained. Further, when the radiation of a read light beam focused through the objective lens is switched between the information signal storage layers of the two-layer type optical disc, a form of the stray light component 35A of the main beam radiated on the main beam detector 33A is changed.

Accordingly, a ratio of a light quantity of the stray light component 35A of the main beam radiated over the respective side beam detectors 33B and 33C to those of the side beams is also changed, so that the tracking error signal suffers from D.C. offset, thereby causing such a problem that it is no longer possible to perform the accurate tracking control.

Meanwhile, an intensity of stray light component of each side beam is considerably low as compared with that of the stray light component of the main beam. In consequence, influence of the stray light components of the side beams on the main beam detector is negligible and therefore cause no significant problem.

Disclosure of the Invention

It is an object of the present invention to provide an optical pick-up device capable of accurately reproducing an information signal recorded on a plurality of information signal storage layers of a multi-layer optical disc.

It is another object of the present invention to provide an optical pick-up device capable of conducting a tracking control with a high accuracy when an information signal stored on a multi-layer optical disc is read out, whereby an accurate reproduction of the information signal can be achieved.

In order to accomplish the afore-mentioned objects, in accordance with the present invention, there is provided an optical pick-up device which includes a light source for emitting a light beam to be radiated toward the multi-layer optical disc having a plurality of information signal storage layers which are arranged in a overlapped manner and on each of which a desired information signal is recorded, an optical means for dividing the light beam emitted from the light source into three separate beams composed of a main beam and first and second side beams and radiating these beams onto the multi-layer optical disc, a main

beam-receiving member for receiving the main beam reflected from the multi-layer optical disc, a first side beam-receiving member for receiving the first side beam reflected from the multi-layer optical disc, a second side beam-receiving member for receiving the second side beam reflected from the multi-layer optical disc, and a means for outputting a detection signal indicative of a quantity of light in response to the light received by the main beam-receiving member, the first side beam-receiving member and the second side beam-receiving member. The first side beam-receiving member and the second side beam-receiving member are disposed spaced by a given distance apart from the main beam-receiving member and located at such positions that no interference with the main beam reflected from an unfocused information signal storage layer of the multi-layer optical disc, is caused.

The optical pick-up device used here is provided with a diffraction grating for dividing the light beam emitted from the light source into the three separate beams composed of the main beam and the first and second side beams. The diffraction grating divides the light beam emitted from the light source into the three separate beams which are spaced apart from each other by such a given distance that the main beam reflected from an unfocused information signal storage layer causes no interference with said first side beam-receiving member and said second side beam-receiving member. In addition, the optical pick-up device is provided with an optical element for generating an astigmatism.

In the optical pick-up device, a focusing error is detected based on a detection result from the main beam-receiving member.

Further, a tracking error is detected based on a detection results from the first side beam-receiving member and the second side beam-receiving member.

In another aspect of the present invention, there is provided an optical pick-up device which includes a light source for emitting a light beam to be radiated toward the multi-layer optical disc having a plurality of information signal storage layers which are arranged in a overlapped manner and on each of which a desired information signal is recorded, an optical means including a diffraction grating for dividing the light beam emitted from the light source into three separate beams composed of a main beam and first and second side beams, and an objective lens for radiating the three separate beams divided by the diffraction grating onto the multi-layer optical disc in such a manner that the respective beams are focused on the information signal storage layer of the multi-layer optical disc, a main beam-receiving member for receiving the main beam reflected from the multi-layer optical disc, a first side beam-receiving member for receiving the first side beam reflected from the multi-layer optical disc, a second side beam-receiving member for receiving the second side beam reflected from the multi-layer optical disc, and a means for outputting a detection signal indicative of a quantity of light in response to the light received by the main beam-receiving member,

the first side beam-receiving member and the second side beam-receiving member. The first side beam-receiving member and the second side beam-receiving member are disposed spaced by a given distance apart from the main beam detector and located at such positions that no interference with the main beam reflected from an unfocused information signal storage layer of the multi-layer optical disc, is caused.

In a further aspect of the present invention, there is provided an optical pick-up device which includes a light source for emitting a light beam to be radiated toward said multi-layer optical disc having a plurality of information signal storage layers which are arranged in a overlapped manner and on each of which a desired information signal is recorded, an optical means including a diffraction grating for dividing the light beam emitted from the light source into three separate beams composed of a main beam and first and second side beams, an objective lens for radiating the three separate beams divided by the diffraction grating onto the multi-layer optical disc in such a manner that the respective beams are focused on the information signal storage layer of the multi-layer optical disc, and a polarizing beam splitter on which the light beam reflected from the multi-layer optical disc is incident, first and second photo-detectors each having a main beam-receiving member for receiving the main beam reflected from the multi-layer optical disc and transmitted through or reflected on the polarizing beam splitter, a first side beam-

receiving member for receiving the first side beam reflected from the multi-layer optical disc and transmitted through or reflected on the polarizing beam splitter, a second side beam-receiving member for receiving the second side beam reflected from the multi-layer optical disc and transmitted through or reflected on the polarizing beam splitter, and a means for outputting a detection signal indicative of a quantity of light in response to the light received by the main beam-receiving member, the first side beam-receiving member and the second side beam-receiving member provided on each of said first and second photo-detectors. The first side beam-receiving member and the second side beam-receiving member provided on each of said first and second photo-detectors are disposed spaced by a given distance apart from the main beam detector and located at such positions that no interference with the main beam reflected from an unfocused information signal storage layer of the multi-layer optical disc, is caused.

Here, the main beam-receiving member provided in each of the first and second photo-detectors is divided into three strip-like light-receiving sub-members.

Further and other objects and advantages of the present invention will become more apparent by referring to the following detailed description of the preferred embodiment of the present invention when read in conjunction with the accompanying drawings.

Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a cross-sectional view showing an optical disc

having two information signal storage layers on which an information signal to be reproduced by an optical pick-up device according to the present invention is recorded;

Fig. 2 is a plan view showing a photo-detector to explain problems posed on a conventional optical pick-up device;

Fig. 3 is a side view schematically showing an optical pick-up device according to a first embodiment of the present invention;

Fig. 4 is a plan view showing a photo-detector provided in the optical pick-up device according to the first embodiment of the present invention;

Figs. 5A and 5B are plan views showing the condition of a stray light attributed to a main beam reflected from respective information signal storage layers and incident on a main beam detector of the photo-detector;

Fig. 6 is a plan view showing the condition of a light beam and a stray light incident on a main beam detector and side beam detectors of the photo-detector;

Fig. 7 is a plan view showing a photo-detector provided in an optical pick-up device according to a second embodiment of the present invention;

Fig. 8 is a side view schematically showing an optical pick-up device according to a third embodiment of the present invention;

Fig. 9 is a plan view showing a photo-detector provided in

the optical pick-up device according to the third embodiment of the present invention;

Fig. 10 is a schematic view serving for explaining equations for calculating a spot diameter of a stray light attributed to a main beam and radiated onto a main beam detector provided in an optical pick-up device for an optical disc; and

Fig. 11 is a plan view showing a photo-detector provided in an optical pick-up device according to a fourth embodiment of the present invention.

Best Mode for Carrying Out the Invention

In the foregoing, there is explained an optical pick-up device according to preferred embodiments of the present invention. The optical pick-up device is adapted to be incorporated in a recording and/or reproducing apparatus in which a multi-layer optical disc having two information signal storage layers is used as a recording medium.

With the optical pick-up device according to the present invention, the tracking control is performed by detecting a tracking error by using a 3-spot method and the focusing control is performed by detecting a focusing error by using an astigmatism method.

In addition, the two-layer optical disc 5 used in the recording and/or reproducing apparatus to which the optical pick-up device according to the present invention is applied, includes, as shown in Fig. 1, a disc substrate 5C made of a transparent

synthetic material such as polycarbonate (PC) or polymethylmethacrylate (PMMC), a first information signal storage layer 5A formed over a primary surface of the disc substrate 5C, a spacer layer 5D made of a transparent resin material and formed over the first information signal storage layer 5A, a second information signal storage layer 5B overlappedly formed over the first information signal storage layer 5A through the spacer layer 5D, and a protecting layer 5E formed over the second information signal storage layer 5B.

In such an optical disc, when the information signal stored on the second information signal storage layer 5B overlappedly formed over the first information signal storage layer 5A is read out by means of the optical pick-up device according to the present invention, a light beam emitted from a semiconductor laser is transmitted through the first information signal storage layer 5A and radiated onto the second information signal storage layer 5B.

The optical pick-up device 1 according to a first embodiment of the present invention includes, as shown in Fig. 3, a semiconductor laser 6 serving as a light source for emitting a light beam, a collimator lens 7 disposed between the semiconductor laser 6 and the two-layer optical disc 5 such that optical axes thereof are aligned with each other, a diffraction grating 8, a polarizing beam splitter (PBS) 9, 1/4 wave-length plate 10 and an objective lens 11. Furthermore, the optical pick-up device 1 has a photo-detector 14 for receiving a light beam reflected from the

optical disc 5, a focusing lens 12 provided between the photo-detector 14 and the polarizing beam splitter 9 such that optical axes thereof aligned with each other, and a cylindrical lens 13.

As shown in Fig. 4, the photo-detector 14 is composed of a main beam detector 26A for receiving a centrally-incident main beam of three separate light beams, and first and second side beam detectors 26B and 26C for receiving the side beams radiated on opposite sides of the main beam. Accordingly, the first and second side beam detectors 26B and 26C of the photo-detector is arranged on opposite sides of the main beam such that the main beam detector 26A is interposed therebetween.

The main beam detector 26A which is a constituent of the photo-detector 14 is composed of four segments, whereby a light receiving surface thereof is divided into first to fourth light receiving regions 41A to 41D along separate lines L_1 and $l_1$as shown in Fig. 4, which are perpendicular to each other and crossed at a center (optical axis) of the main beam 27A of the reflected light incident on the light receiving surface, namely a central point P_1 of the light receiving surface, as shown in Fig. 4.

As shown in Figs. 4, 5A and 5B, the first beam detector 26B and the second side beam detector 26C are disposed spaced apart from the main detector 26A by such a distance that the side beam detectors are not radiated with a stray light attributed to the main beam of the reflected light coming from the information signal storage layer, on which the light beam radiated through the

objective lens 11 is not focused and whose information signal is not intended to be read out. That is, the first and second side beam detectors 26B and 26C are so arranged such that reference center lines Q1 and Q2 thereof and the separate line L_1 of the main beam detector 26A, which extends perpendicularly to the direction of a row of the detectors 26 A to 26C as shown in Figs. 4, 5A and 5B, are spaced apart from each other by a distance A_1 enough to prevent the first and second side beam detectors from being radiated with the stray light 28A attributed to the main beam of the light reflected from the unfocused information signal storage layer whose information signal is not intended to be read out.

An optical path of the light beam emitted from the semiconductor laser 6 and the condition of the stray light 28A of the main beam incident on the main beam detector 26A upon reading-out and reproduction of the information signal from the first information signal storage layer of the two-layer optical disc 1, are explained by using the afore-mentioned arrangement of the optical pick-up device 1.

First, the light beam emitted from the semiconductor laser 6 is incident on the collimator lens 7. The collimator lens 7 permits the incident light beam to pass therethrough to thereby convert it from a divergent light to a parallel one. The light beam passing through the collimator lens 7 is then incident on the diffraction grating 8.

The diffraction grating 8 divides the incident light beam

into three separate light beams including the main beam 27A, the first side beam 27B and the second side beam 27C, which in turn are incident on the polarizing beam splitter 9. Thus, the polarizing beam splitter 9 permits the respective light beams split from the light beam emitted from the semiconductor laser 6 to pass toward the two-layer optical disc 5. The polarizing beam splitter 9 reflects the light reflected from the two-layer optical disc 5, as described hereinafter.

The respective light beams passing through the polarizing beam splitter 9 is incident on the 1/4 wave-length plate 10. When passing through the 1/4 wave-length plate 10, each light beam is converted from the linearly polarized light beam to the circularly polarized light beam. The light beams passing through the 1/4 wave-length plate 10 is incident on the objective lens 11.

The objective lens 11 condenses the incident light beams and radiates them onto the first information signal storage layer 5A of the two-layer optical disc 5. At this time, the respective light beams radiated on the first information signal storage layer 5A of the two-layer optical disc 5 are not only focused on the first information signal storage layer 5A of the two-layer optical disc 5 but also passes therethrough and are also radiated onto the second information signal storage layer 5B.

The light beams radiated onto the first information signal storage layer 5A of the two-layer optical disc 5 are reflected on the first information signal storage layer 5A and also reflected

on the second information signal storage layer 5B. That is, the light beams radiated onto the first information signal storage layer 5A of the two-layer optical disc 5 are reflected not only on the first information signal storage layer 5A on which the incident light passing through the objective lens 11 is focused, but also on the second information signal storage layer 5B on which the incident light passing through the objective lens 11 is not focused. Each of the light beams reflected from the second information signal storage layer 5B constitutes a stray light for each of the light beams reflected from the first information signal storage layer 5A.

The reflected light beams and the stray light beams therefor are incident on the objective lens 11 and pass therethrough so as to be incident on the 1/4 wave-length plate 10. The 1/4 wave-length plate 10 converts each of the incident reflected light beams and stray light beams from a linearly polarized light to a circularly polarized light. The reflected light beams and the stray light beams therefor passing through the 1/4 wave-length plate 10 is incident on the polarizing beam splitter 9. The polarizing beam splitter 9 reflects the reflected light beams and the stray light beams thereof. The reflected light beams and the stray light beams thereof reflected on the polarizing beams splitter 9 are then incident on the focusing lens 12 and condensed when passed therethrough.

The reflected light beams and the stray light beams thereof

passing through the focusing lens 12 is incident on the cylindrical lens 13. The reflected light beams and the stray light beams thereof incident on the cylindrical lens 13 are further condensed and then radiated onto the respective detectors of the photo-detector 14. At this time, there occurs an astigmatism between the reflected light beams and the stray light beams passing through the cylindrical lens 13.

The main beam detector 26A of the photo-detector 14 serves for conducting a focusing control at the objective lens 11 by determining an quantity of the light received by the first to fourth light receiving regions 41A to 41D thereof. A focusing error signal FE, which is indicative of a defocusing degree of the light radiated onto a surface of the first information signal storage layer 5A of the two-layer optical disc 5, can be calculated from the following equation:

$$FE = (E1 + E3) - (E2 + E4)$$

where E1, E2, E3 and E4 represent detection outputs generated from the light-receiving regions 41A, 41B, 41C and 41D of the main beam detector 26A, respectively, in response to the amounts of the light beams received thereby.

The focusing control of the objective lens 11 can be performed based on the thus-obtained focusing error signal FE.

On the other hand, the first and second side beams 27B and 27C are incident on the first and second side beam detectors 26B and 26C of the photo-detector 14, respectively. A tracking error

signal TE, which is indicative of dislocation of the main beam relative to recording tracks formed on the first information signal storage layer 5A of the two-layer optical disc 5, can be calculated from the following equation:

$$TE = E5 - E6$$

where E5 and E6 represent detection outputs generated from the first and second side beam detectors 26B and 26C in response to the quantities of the light beams received thereby.

The tracking control of the objective lens 11 can be performed based on the thus-obtained tracking error signal TE.

Meanwhile, the main beam 27A of the light reflected from the first information signal storage layer 5A is incident on the main beam detector 26A, as shown in Figs. 5A and 5B, while the first and second side beams 27B and 27C of the light reflected from the first information signal storage layer 5A are incident on the side beam detectors 26B and 26C, respectively. Furthermore, the stray light beam 28A attributed to the main beam of the light reflected from the second information signal storage layer 5B is incident on the main beam detector 26A, while stray light beams 28B and 28C attributed to the first and second side beams, respectively, and both contained in the light reflected from the second information signal storage layer 5B, are incident on the first and second side beam detectors 26B and 26C, respectively, as shown in Figs. 5A and 5B.

As described above, the first and second side beam

detectors 26A and 26B are spaced apart from the main beam detector 26A by the given distance enough to avoid influence of the stray light beam 28A attributed to the main beam, so that the stray light beam 28A incident on the main beam detector 26A is prevented from being radiated over the first and second side beam detectors 26B and 26C as shown in Figs. 5A and 5B. Also, the stray light beams 28B and 28C attributed to the first and second side beams cannot be overlappedly radiated over the main beam detector 26A though not shown in the figures.

In addition, even if the stray light beams 28B and 28C attributed to the first and second side beams in the light reflected from the second information signal storage layer 5B is overlappedly radiated over the main beam detector 26A, no significant influence is caused on the main beam detector 26A because these stray light beams have a considerably lower light intensity as compared to that of the stray light beam 28A attributed to the main beam.

In the optical pick-up device 1 according to the present invention, the stray light beam 28A attributed to the main beam forms an elliptic spot, as shown in Figs. 5A and 5B, due to astigmatism by an effect of the cylindrical lens 13. Further, major and minor axes of the elliptic spot form of the stray light beam 28A attributed to the main beam appear in a reverse relation depending upon whether it reflects from the first information signal storage layer 5A or from the second information signal

storage layer 5B.

That is, in the optical pick-up device according to the present invention, in the event that the information signal to be read out and reproduced is stored on the second information signal storage layer 5B of the two-layer optical disc 5, which is located remoter from the objective lens 11, the stray light beam 28A attributed to the main beam in the light reflected from the first information signal storage layer 5A forms an elliptic spot form having a major axis inclined at an angle of 45 degrees rightwardly as shown in Fig. 5A.

Conversely, in the event that the information signal to be read out and reproduced is stored on the first information signal storage layer 5A of the two-layer optical disc 5, which is located closer to the objective lens 11, the stray light beam 28A attributed to the main beam in the light reflected from the second information signal storage layer 5B forms an elliptic spot form having a major axis inclined at an angle of 40 degrees leftwardly as shown in Fig. 5B.

In the optical pick-up device according to the present invention, when the two-layer optical disc 5 is caused to incline in a radial direction thereof or when the objective lens 11 undergoes change in visual field thereof, the stray light 28A attributed to the main beam or distribution of light intensity thereof is shifted on the main beam detector 26A in the direction of an arrow M as indicated in Figs. 5A, 5B and 6. However, the

stray light 28A attributed to the main beam and shifted on the main beam detector 26A is not radiated over the first and second side beam detectors 26B and 26C, so that no D.C. offset of the tracking error signal occurs.

As described above, in the optical pick-up device according to this embodiment of the present invention, the first and second side beam detectors 26B and 26C are disposed outside of a spot diameter of the stray light 28A, whereby the first and second side beam detectors 26B and 26C are exposed to no overlapped radiation of the stray light 28A attributed to the main beam. Accordingly, in the optical pick-up device according to the present invention, since the D.C. offset of the tracking error signal is effectively prevented, accurate tracking control of the light beam radiated over the two-layer optical disc 5 can be carried out.

Further, in the optical pick-up device according to the present invention, even if the focal point of the light beam radiated onto the two-layer optical disc is switched from one information signal storage layer to another layer due to change in information signal to be read out and reproduced, no D.C. offset of the tracking error signal occurs. Consequently, the tracking control of the light beam radiated over the two-layer optical disc 5 can be accurately carried out even in such a case.

Furthermore, in the optical pick-up device according to the present invention, the focusing control is performed by using an astigmatism method, which enables not only miniaturization of the

apparatus as a whole but also improvement in sensitivity for detection of the focusing error signal.

In the afore-mentioned arrangement of the optical pick-up device according to this embodiment of the present invention, the polarizing beam splitter 9 is employed. However, the polarizing beam splitter 9 is replaced with a normal beam splitter, whereby the 1/4 wave-length plate 10 can be omitted. That is, by using the normal beam splitter in place of the polarizing beam splitter 9, it is not necessary to use the 1/4 wave-length plate 10. This permits not only a simplified construction of the apparatus as a whole, but also reduction in manufacturing cost thereof.

In the afore-mentioned optical pick-up device according to the first embodiment of the present invention, the light beam emitted from the semiconductor laser 6 is introduced to the diffraction grating 8 so as to be divided into the main beam 27A and the first and second side beams 27B and 27C, which are spaced by a given distance apart from each other. The main beam detector 26A and the first and second side beam detectors 26B and 26C are so arranged as to be spaced by a constant distance A1 corresponding to the given distance apart from each other, as shown in Fig. 4. However, in order to prevent the first and second side beam detectors from being adversely affected by the stray light attributed to the main beam, there can be also provided an optical pick-up device 2 according to a second embodiment of the present invention, as explained below.

The optical pick-up device according to the second embodiment of the present invention has essential parts common to those of the optical pick-up device 1 according to the first embodiment of the present invention. Therefore, like parts are identified by like reference numerals and detailed explanation thereof are omitted here.

In the optical pick-up device according to the second embodiment of the present invention, as shown in Fig. 7, a photo-detector 15 is composed of a main beam detector 36A and first and second side beam detectors 36A and 36B disposed on opposite sides of the main beam detector 36A such that the main beam detector 36A is interposed therebetween.

The main beam detector 36A of the photo-detector 15 is of four-segment construction and has first to fourth light-receiving regions 47A to 47D divided along separate lines L_2 and l_2 which extend perpendicularly to each other and are crossed at a center (optical axis) of the main beam 27A of the light reflected from the two-layer optical disc 5 and radiated onto a light-receiving surface thereof, namely a central point P_2.

The first side beam detector 36B is partially cut out as indicated by a broken line in Fig. 7 on a side where the stray light 28A is radiated in an overlapped relation to the side beams, namely the main beam detector 36A is located. The stray light 28A in the form of a beam spot is attributed to the main beam of the light beams reflected from the unfocused information signal storage

layer whose information signals are not intended to be read out, and incident on the main beam detector 36A. The second side beam detector 36C is also partially cut out as indicated by a broken line in Fig. 7, on a side where the stray light 28A incident on the main beam detector 36A is radiated in an overlapped relation to the side beams, namely the main beam detector 36A is located.

That is, both the first and second side beam detectors 36B and 36C are partially cut out at portions located on inner sides thereof relative to reference center lines Q_3 and Q_4 extending perpendicularly to the direction of the row of the respective detectors 36A to 36C, as shown in Fig. 7.

The optical pick-up device 2 having the afore-mentioned arrangement can be also prevented from being adversely affected by the stray light 28A attributed to the main beam of the light reflected from the information signal storage layer on which the light beams are not focused and whose information signals are not intended to be read out.

Next, an optical pick-up device 3 according to a third embodiment of the present invention is explained below. In the optical pick-up device, a tracking control is carried out by using the 3-spot method while a focusing control is carried out by using a differential concentric circles method.

As shown in Fig. 8, similarly to those of the preceding embodiments, the optical pick-up device 3 according to this embodiment also includes a semiconductor laser 16 serving as a

light source for emitting a light beam, a collimator lens 17 disposed between the semiconductor laser 16 and the two-layer optical disc 5 such that optical axes thereof are aligned with each other, a diffraction grating 18, a beam splitter (BS) 19, a 1/4 wave-length plate 20 and an objective lens 21. Further, the optical pick-up device 3 is provided with a photo-detector 24 for receiving a light beam reflected from the two-layer optical disc 5, a focusing lens 22 disposed between the photo-detector 24 and the beam splitter (BS) 19 such that optical axes thereof are aligned with each other, and a polarizing beam splitter (PBS) 23.

The photo-detector 24 is composed of a first photo-detector 24A and a second photo-detector 24B, as shown in Fig. 8. As shown in Fig. 9, each of the first and second photo-detectors 24A and 24B has a main beam detector 30A and first and second side beam detectors 30B and 30C disposed on opposite sides of the main beam detector 30A so as to interpose the main beam detector 30A therebetween.

The main beam detector 30A is composed of three separate strip-like plates which are disposed in parallel with each other and define first, second and third light-receiving regions 44A, 44B and 44C, respectively. The first and second side beam detectors 30B and 30C is in the form of a single plate and therefore has one light-receiving region only. The first and second side beam detectors 30B and 30C are disposed outside of a spot diameter of a stray light 32A attributed to the main beam reflected from the

information signal layer on which the light beam are not focused and whose information signals are not intended to be read out, and incident on the main beam detector 30A.

That is, as shown in Fig. 9, the first and second side beam detectors 30B and 30C are spaced by a given distance apart from the main beam detector 30A, namely so arranged that such a distance A_2 as not to receive the stray light 32A attributed to the main beam reflected from the information signal storage layer from which no information signal is intended to be read out, is formed between each of the reference center lines Q_3 and Q_4 of the first and second side beam detectors and the center line L_3 of the main beam detector 30A.

A spot diameter b of the stray light 32A attributed to the main beam, which is reflected from the information signal storage layer from which no information signal is intended to be read out and radiated onto the main beam detector 30A, is calculated from the following equation (1), in the event that the afore-mentioned astigmatism method is not used for conducting a focusing control. Incidentally, as shown in Fig. 10, in the equation (1):

d: distance between two information signal storage layers of the two-layer optical disc 5 (a thickness of the spacer layer 5D);

f_1: focal distance of the objective lens 21;

f_2: focal distance of the focusing lens 22;

Δf: distance between a focal point 29A of the stray light

32A attributed to the main beam and a focal plane 29C of the focusing lens 22;

x: distance between a light-receiving surface 29B of the main beam detector 30A and the focal plane 29C of the focusing lens 22;

b: spot diameter of the stray light 32A attributed to the main beam and radiated on the light-receiving surface 29B of the main beam detector 30A; and

NA: numerical aperture of the objective lens 21.

Here, the value d is obtained by using the focal plane as a reference plane while the values Δf and x are determined by using the focal plane 29C of the focusing lens 22 as a reference plane. Incidentally, a dimension taken in the proceeding direction of the reflected light is represented in a positive (+) value.

That is, the spot diameter b of the stray light 32A is given by the following equation (1):

$$b \fallingdotseq \left| \frac{x - \Delta f}{f_2 + \Delta f} \cdot 2 f_1 \cdot NA \right| = 2 \left| \frac{x - 2\eta^2 d}{f_2 + 2\eta^2 d} \cdot f_1 \cdot NA \right| \quad \cdots (1)$$

where h represents a lateral magnification of the reflected light detection system and satisfies the relationships of $\Delta f = 2\eta^2 d$ and $\eta = f_2/f_1$. Therefore, a spot radius b/2 of the stray light is expressed by the following equation (2):

$$\frac{b}{2} \fallingdotseq \left| \frac{x - 2\eta^2 d}{f_2 + 2\eta^2 d} \cdot f_1 \cdot NA \right| \quad \cdots (2)$$

Further, if an actual value of d is d' and a refractive index of the disc substrate is n, the following relationship is established:

$$d' = |nd| \quad (d' > 0)$$

Accordingly, when the information signal stored on the first information signal storage layer 5A of the tow-layer optical disc 5 is intended to be read out and reproduced, a minimum value of the distance A_2 between each of the reference center lines Q_3 and Q_4 of the first and second side beam detectors 30B and 30C and the center line L_3 of the main beam detector 30A is given by the following equation (3):

$$\left| \frac{x - 2\eta^2 d'/n}{f_2 + 2\eta^2 d'/n} \cdot f_1 \cdot NA \right| \quad \cdots (3)$$

On the other hand, if the information signal stored on the second information signal storage layer of the tow-layer optical disc 5 is intended to be read out and reproduced, the minimum value is given by the following equation (4):

$$\left| \frac{x + 2\eta^2 d'/n}{f_2 - 2\eta^2 d'/n} \cdot f_1 \cdot NA \right| \quad \cdots (4)$$

The minimum value of the distance A_2 between each of the reference centerlines Q_3 and Q_4 of the first and second side beam detectors 30B and 30C and the center line L_3 of the main beam detector 30A is determined as a larger one of the values obtained from the equations (3) and (4).

In the aforementioned arrangement of the optical pick-up device 3 according to the third embodiment of the present invention, an optical path of the light beam emitted from the semiconductor laser 16 and the condition of the stray light 32A of the main beam radiated on the main beam detector 30A are explained with reference to Figs. 8 and 9 in case that the information signal stored on the first information signal storage layer 5A of the two-layer optical disc 5 is intended to be read out.

The light beam emitted from the semiconductor laser 16 is first incident on the collimator lens 17. The collimator lens 17 transmits the incident laser beam and converts it from a divergent light to a parallel light. The light beam passed through the collimator lens 17 is then incident on the diffraction grating 18. When transmitted through the diffraction grating 18, the light beam is divided into three separate beams composed of a main beam 31A and two side beams 31B and 31C. The three separate beams are incident on the beam splitter 19. The respective beams are allowed pass through the beam splitter 19. The light beams passing through the beam splitter 19 are then incident on the objective

lens 21. The objective lens 21 condenses the incident light beams and radiates the condensed light beams onto the first information signal storage layer 5A of the two-layer optical disc 5. At this time, the respective light beams directed to the first information signal storage layer 5A of the two-layer optical disc 5 is radiated not only onto the first information signal storage layer 5A but also transmitted through the first information signal storage layer 5A and also radiated onto the second information signal storage layer 5B.

The light beams radiated onto the first information signal storage layer 5A are reflected therefrom and the light beams radiated onto the second information signal storage layer 5B are also reflected therefrom. That is, the reflected light attributed to the light focused by the objective lens 21 on the first information signal storage layer 5A are mixed with the stray light beams reflected from the second information signal storage layer 5B on which the focusing of the objective lens 21 is not performed.

Thus, the mixed light beams reflected from the first information signal storage layer 5A and the second information signal storage layer 5B are incident on the objective lens 21. The objective lens 21 transmits the incident light beams reflected from the first information signal storage layer 5A and the second information signal storage layer 5B. The light beams are directed to the beam splitter 19 so as to be incident thereon.

When transmitted through the beam splitter 19, the

respective incident light beams reflected from the first information signal storage layer 5A and the second information signal storage layer 5B are reflected thereon and directed towards the focusing lens 22 so as to be incident thereon. The incident light beams are converged by the focusing lens 22 when transmitted therethrough.

The light beams reflected from the first information signal storage layer 5A and the second information signal storage layer 5B are incident on the polarizing beam splitter 23. The polarizing beam splitter 23 divides each of the light beams reflected from the first information signal storage layer 5A and the second information signal storage layer 5B into two separate beams by reflecting a part of each light beam on a separating surface S thereof and transmitting the remainder of the light beam therethrough. The divided beams are respectively radiated onto the first photo-detector 24A and the second photo-detector 24B of the photo-detector 24.

The main beam detector 30A provided on each of the first photo-detector 24A and the second photo-detector 24B produces a focusing error signal in response to a detection output indicative of a light quantity of the main beam 31A incident on first to third light-receiving regions 44A to 44C thereof. The focusing control for the objective lens 21 is performed based on the thus-obtained focusing error signal.

In the foregoing, the condition for obtaining the focusing

error signal in the optical pick-up device 3 according to the present embodiment is specifically explained below.

In the optical pick-up device 3, the focusing error signal can be obtained based on the detection outputs generated from the main beam detector 30A of the first photo-detector 24A and the main beam detector 30B of the second photo-detector 24B.

In a case where the detection outputs based on light quantities of the light beams received by the first, second and third light-receiving regions 44A, 44B and 44C of the main beam detector 30A of the first photo-detector 24A are indicated by E11, E12 and E13, respectively, a first focusing error signal EF1 can be obtained from the detection output of the main beam detector 30A according to the following equation (5):

$$EF1 = E11 - (E12 + E13) \qquad (5)$$

Next, in a case where the detection outputs based on light quantities of the light beams received by the first, second and third light-receiving regions 44A, 44B and 44C of the main beam detector 30B of the second photo-detector 24B are indicated by e11, e12 and e13, respectively, a second focusing error signal EF2 can be obtained from the detection output of the main beam detector 30B according to the following equation (6):

$$EF2 = e11 - (e12 + e13) \qquad (6)$$

Further, a focusing error signal EF of the optical pick-up device 3 can be obtained by subtracting the second focusing error signal EF2 from the first focusing error signal EF1 according to

the following equation (7):

$$EF = EF1 - EF2 \quad (7)$$

On the other hand, a tracking error signal of the optical pick-up device 3 can be obtained from the detection outputs of the first side beam detector 30B and the second side beam detector 30C provided on each of the first and second photo-detectors 24A and 24B.

Here, in a case where detection outputs generated by the first side beam detectors 30B of the respective first and second photo-detectors 24A and 24B are indicated by E14 and E15, and detection outputs generated by the second side beam detectors 31C of the respective first and second photo-detectors 24A and 24B are indicated by E16 and E17, a tracking error signal TE indicating a degree of offset of a scanning light beam from the aimed recording track on the first information signal storage layer 5A of the two-layer optical disc 5 from which the information signal is intended to be read out, can be obtained according to the following equation (8):

$$TE = (E14 + E15) - (E16 + E17) \quad (8)$$

The main beam 31A, the first side beam 31B and the second side beam 31C all reflected from the first information signal storage layer 5A or the second information signal storage layer 5B on which the light beam is focused to read out the information signal stored thereon, are incident on the main beam detector 30A, the first side beam detector 30B and the second beam detector 30C,

respectively. In addition to these focused light beams, the main beam detector 30A, the first side beam detector 30B and the second beam detector 30C also receive the stray light 32A attributed to the main beam, and the stray lights 32B and 32C attributed to the first and second side beams, which stray beams all are reflected from the second information signal storage layer 5B or the first information signal storage layer 5A on which the light beam is not focused and from which no information signal is intended to be read out.

In this case, the stray beam 32A attributed to the main beam which is reflected from the information signal storage layer 5A or 5B from which no information signal is intended to be read out, and radiated onto the main beam detector 30A, are not radiated over the first and second side beam detectors 30B and 30C in an overlapped relation to the side beams. Similarly, the stray lights 32B and 32C attributed to the first and second side beams, are not radiated over the main beam detector 30A in an overlapped relation to the main beam.

Even if the stray lights 32B and 32C attributed to the first and second side beams, are radiated over the main beam detector 30A in an overlapped relation to the main beam, the main beam detector 30A is not adversely affected by the radiation of side beams because a light intensity of each side beam is small enough as compared with that of the stray light 32A attributed to the main beam.

As described above, in the optical pick-up device 3 according to the third embodiment of the present invention, the first side beam detector 30B and the second side beam detector 30C are disposed outside of the spot diameter of the stray light 32A attributed to the main beam, so that the stray light 32A attributed to the main beam is not radiated over the first and second side detectors 30B and 30C in an overlapped relation to the side beams. Accordingly, in the optical pick-up device 3 according to the present embodiment, D.C. offset of the tracking error signal is also prevented from occurring, whereby the tracking control for the objective lens 11 can be accurately carried out. Thus, the recording track is accurately tracked by the light beam being radiated.

Further, the optical pick-up device 3 according the present embodiment is preventing from suffering from D.C. offset of the tracking error signal irrespective of whether an information signal to be reproduced is stored on the first formation signal storage layer 5A or the second information signal storage layer 5B. Accordingly, the tracking control for the objective lens 11 can be accurately carried out. Similarly, the recording track is accurately tracked by the light beam being radiated.

Furthermore, the optical pick-up device 3 according to the present invention is provided with the polarizing beam splitter 23, because a differential concentric circles method is employed as a system for detection of the focusing error. Accordingly, in the

optical pick-up device 3 according to the present embodiment, in case that the multi-layer optical disc used is of a magneto-optical type, the polarizing beam splitter 23 also functions as an apparatus for analyzing the information signal of the multi-layer magneto-optical disc. Thus, the polarizing beam splitter 23 serves for detecting both the focusing error signal and the information signal of the multi-layer magneto-optical disc. Accordingly, simplification in an entire structure of the apparatus is accomplished, so that reduction in size of an entire body of the apparatus can be realized.

In the optical pick-up device 3 according to the third embodiment of the present invention, the light beam emitted from the semiconductor laser 6 is directed to the diffraction grating 18 where the light beam is divided three separate beams including the main beam 31A, the first side beam 31B and the second side beam 31C. The main beam 31A, the first side beam 31B and the second side beam 31C are radiated to the main beam detector 30A, the first side beam detector 30B and the second side beam detector 30C, respectively. The main beam detector 30A, the first side beam detector 30B and the second side beam detector 30C are disposed spaced apart from each other by the constant distance A_2 corresponding to that between the main beam 31A, the first side beam 31B and the second side beam 31C. In the foregoing, there is described an optical pick-up device 4 according to a fourth embodiment of the present invention, which has such a simplified

construction that the stray light attributed to the main beam and radiated over the first and second side beam detectors does not adversely affect the function thereof.

Incidentally, some elements or members of the optical pick-up device 4 according to the fourth embodiment of the present invention are identical to those of the optical pick-up device 3 according to the third embodiment. Therefore, like reference numerals denote like parts and the detailed explanations thereof are omitted.

A photo-detector 37 of the optical pick-up device includes, as shown in Fig. 11, a main beam detector 38A and first and second side beam detectors 38B and 38C disposed adjacent to the main beam detector 38A on the opposite sides thereof such that the main beam detector 38A is interposed therebetween.

As shown in Fig. 11, the main beam detector 38A has a light-receiving surface which is divided into three strip-like light-receiving regions disposed in parallel with each other and composed of first, second and third light-receiving regions 50A, 50B and 50C. The first and second side beam detectors 38B and 38C used in this embodiment each have a single non-separated light-receiving region.

The light-receiving region of the first side beam detector 38B has a cut-out portion on a side facing the main beam detector 38A where the stray light 32A attributed to the main beam and directed to the main beam detector 38A might be radiated over the

side beam detector in an overlapped relation to the side beams. Similarly, the light-receiving region of the second side beam detector 38C has a cut-out portion on a side facing the main beam detector 38A where the stray light 32A attributed to the main beam and directed to the main beam detector 38A might be radiated over the side beam detectors in an overlapped relation to the side beams.

In the afore-mentioned arrangement of the optical pick-up device according to the fourth embodiment of the present invention, since a part of each light-receiving surface of the first and second side beam detectors 38B and 38C which faces the main beam detector 38A, is cut out to avoid the overlapped radiation of the stray light 32A attributed to the main beam, each side beam detector is effectively prevented from being adversely affected by the stray light 32A attributed to the main beam.

Meanwhile, in the afore-mentioned optical pick-up devices according to the preferred embodiments of the present invention, the focusing error signal is detected by using an astigmatism method or a differential concentric circles method. However, the detection of the focusing error signal can be also performed by using Foucault's method, a critical angle method, a knife-edge method, or the like.

Industrial Applicability

As described above, the optical pick-up device according to the present invention includes a light source for emitting a

light beam to be radiated toward a multi-layer optical disc having a plurality of information signal storage layers which are disposed in an overlapped manner and on each of which a desired information signal is recorded, an optical system for dividing the light beam emitted from the light source into three separate beams composed of a main beam and first and second side beams and radiating these beams onto the multi-layer optical disc, a main beam-receiving member for receiving the main beam reflected from the multi-layer optical disc, a first side beam-receiving member for receiving the first side beam reflected from the multi-layer optical disc, a second side beam-receiving member for receiving the second side beam reflected from the multi-layer optical disc, and a means for outputting a detection signal indicative of a quantity of light in response to the light quantity received by the first and second side beam detectors. Further, the first side beam detector and the second side beam detector are disposed spaced by a given distance apart from the main beam detector at positions where no interference with the main beam reflected from an unfocused information signal storage layer of the multi-layer optical disc, is caused. As a result, the light beam reflected from the unfocused information signal storage layer of the multi-layer optical disc, does not give any influence on function of the device. Accordingly, a desired information signal can be accurately reproduced from the intended information signal storage layer on which the information signal is recorded.

世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6	A1	(11) 国際公開番号	WO96/20473
G11B 7/09, 7/095, 7/135		(43) 国際公開日	1996年7月4日(04.07.96)

(21) 国際出願番号 PCT/JP95/02770
(22) 国際出願日 1995年12月28日(28.12.95)

(30) 優先権データ
特願平6/329162 1994年12月28日(28.12.94) JP

(71) 出願人（米国を除くすべての指定国について）
ソニー株式会社(SONY CORPORATION)[JP/JP]
〒141 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo, (JP)
(72) 発明者；および
(75) 発明者／出願人（米国についてのみ）
加藤義明(KATO, Yoshiaki)[JP/JP]
福本　敦(FUKUMOTO, Atsushi)[JP/JP]
〒141 東京都品川区北品川6丁目7番35号
ソニー株式会社内 Tokyo, (JP)
(74) 代理人
弁理士　小池　晃, 外(KOIKE, Akira et al.)
〒105 東京都港区虎ノ門二丁目6番4号 第11森ビル Tokyo, (JP)

(81) 指定国
CN, JP, KR, SG, US, 欧州特許(DE, FR, GB).

添付公開書類　国際調査報告書

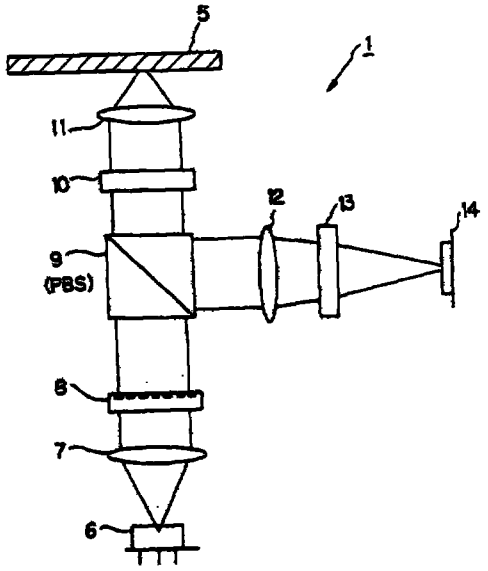
SG 961249-5

(54) Title : OPTICAL PICKUP DEVICE

(54) 発明の名称　光ピックアップ装置

(57) Abstract

An optical pickup device for reproducing information signals recorded on a multilayer optical disk provided with a plurality of information signal layers in which desired information signals are recorded. The optical pickup device is provided with a light source which emits a light beam, optical means which splits the light beam into a main beam, a first side beam, and a second side beam and irradiates the optical disk with a three beams, a light receiving section for the main beam which receives the main beam reflected from the optical disk, light receiving sections for the side beams which respectively receive the first and second side beams reflected from the optical disk, and means which outputs light intensity detection signals corresponding to the intensities of the three light beams. The light receiving sections for first and second side beams are located at prescribed intervals from the light receiving section for main beam, so that the two side beams do not interfere with the main beam reflected from a non-focused information signal layer of the disk. The information signals recorded on the information signal layer can be accurately reproduced without any influence of the reflected light from the non-focused information signal layer.



（５７）要約

所望の情報信号が記録される情報信号層を複数積層してなる多層光ディスクに記録された情報信号を再生するために用いられる光ピックアップ装置である。この光ピックアップ装置は、光ビームを放射する光源と、この光源から放射された光ビームを、メインビーム、第１のサイドビーム及び第２のサイドビームに３分割して多層光ディスクに照射する光学手段と、多層光ディスクから反射されたメインビームを受光するメインビーム用の受光部と、多層光ディスクから反射された第１及び第２のサイドビームをそれぞれ受光する第１及び第２のサイドビーム用の受光部と、メインビーム用の受光部、第１及び第２のサイドビーム用の受光部で受光される光量に応じた光量検出信号を出力する手段とを備える。　第１及び第２のサイドビーム用の受光部が、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層から反射されるメインビームの反射光が干渉しない位置に、メインビーム用の受光部から所定の間隔を隔てて配置されることにより、多層光ディスク上の焦点が合わされていない情報信号層から反射される反射光の影響を受けることなく、情報信号を読みとるべき情報信号層に記録された情報信号の正確な再生が行われる。

9611249-5

情報としての用途のみ
ＰＣＴに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にＰＣＴ加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DK	デンマーク	LK	スリランカ	PT	ポルトガル
AM	アルメニア	EE	エストニア	LR	リベリア	RO	ルーマニア
AT	オーストリア	ES	スペイン	LS	レソト	RU	ロシア連邦
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SD	スーダン
AZ	アゼルバイジャン	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SE	スウェーデン
BB	バルバドス	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SG	シンガポール
BE	ベルギー	GB	英国	MC	モナコ	SI	スロヴェニア
BF	ブルキナ・ファソ	GE	グルジア	MD	モルドバ	SK	スロヴァキア共和国
BG	ブルガリア	GN	ギニア	MG	マダガスカル	SN	セネガル
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	SZ	スワジランド
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	ML	マリ	TD	チャド
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MN	モンゴル	TG	トーゴ
CA	カナダ	IL	イスラエル	MR	モーリタニア	TJ	タジキスタン
CF	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	MW	マラウイ	TM	トルクメニスタン
CG	コンゴー	IT	イタリア	MX	メキシコ	TR	トルコ
CH	スイス	JP	日本	NE	ニジェール	TT	トリニダード・トバゴ
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NL	オランダ	UA	ウクライナ
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	NO	ノルウェー	UG	ウガンダ
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NZ	ニュー・ジーランド	US	米国
CS	チェッコ共和国	KR	大韓民国	PL	ポーランド	UZ	ウズベキスタン共和国
DE	ドイツ	KZ	カザフスタン			VN	ヴィエトナム
		LI	リヒテンシュタイン				