

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4680225号
(P4680225)

(45) 発行日 平成23年5月11日(2011.5.11)

(24) 登録日 平成23年2月10日(2011.2.10)

(51) Int.Cl.		F I			
G 1 1 B	7/095	(2006.01)	G 1 1 B	7/095	C
G 1 1 B	7/0065	(2006.01)	G 1 1 B	7/0065	
			G 1 1 B	7/095	G

請求項の数 9 (全 23 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-83131 (P2007-83131)</p> <p>(22) 出願日 平成19年3月27日 (2007.3.27)</p> <p>(65) 公開番号 特開2008-16170 (P2008-16170A)</p> <p>(43) 公開日 平成20年1月24日 (2008.1.24)</p> <p>審査請求日 平成22年2月18日 (2010.2.18)</p> <p>(31) 優先権主張番号 10-2006-0063065</p> <p>(32) 優先日 平成18年7月5日 (2006.7.5)</p> <p>(33) 優先権主張国 韓国 (KR)</p> <p>(31) 優先権主張番号 10-2006-0092890</p> <p>(32) 優先日 平成18年9月25日 (2006.9.25)</p> <p>(33) 優先権主張国 韓国 (KR)</p>	<p>(73) 特許権者 502442290 株式会社大宇エレクトロニクス Daewoo Electronics Corporation 大韓民国ソウル特別市麻浦區阿▲けん▼洞 686番地 686, Ahyeon-dong, mapo-gu, Seoul, Rep. of Korea</p> <p>(74) 代理人 110000408 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ</p> <p>(72) 発明者 丁奎一 大韓民国ソウル特別市江東區滄村洞滄村アパートメント207棟505号</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 光情報処理装置及び光情報処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

角度多重ホログラムを用いた光情報処理方法であって、
順次トラッキングされる方向に互いに隣接する複数の記録領域を有する光情報記録媒体の
現在データが再生されるトラックを含む前記記録領域である特定記録領域と前記特定記録
領域に隣接する第1及び第2記録領域とに対して1つの参照光を入射し、
前記参照光により前記特定記録領域で再生される再生光と、前記第1及び第2記録領域で
再生される第1及び第2周辺光を分離し、
分離される前記第1及び第2周辺光の光強度を、面積が等しくかつ隣接して配置される第
1のフォトダイオードと第2のフォトダイオードとを含む第1周辺光検出器、及び面積が
等しくかつ隣接して配置される第3のフォトダイオードと第4のフォトダイオードとを含
む第2周辺光検出器により検出し、
前記第1のフォトダイオードにより検出された前記第1周辺光の光強度 (P_A)、前記第
2のフォトダイオードにより検出された前記第1周辺光の光強度 (P_B)、前記第3のフ
ォトダイオードにより検出された前記第2周辺光の光強度 (P_C)、及び前記第4のフ
ォトダイオードにより検出された前記第2周辺光の光強度 (P_D) を用いて、

【数1】

$$TE = \frac{(P_A - P_B) + (P_C - P_D)}{P_A + P_B + P_C + P_D}$$

によりトラッキングエラー（TE）を検出することを特徴とする光情報処理方法。

【請求項2】

前記第1記録領域は第1トラックであり、前記第2記録領域は第2トラックであることを特徴とする請求項1に記載の光情報処理方法。

10

【請求項3】

前記第1トラックと前記第2トラックの間には一つのトラックが配置されることを特徴とする請求項2に記載の光情報処理方法。

【請求項4】

さらに、

[数2]

$$AE = \frac{(P_A + P_B) - (P_C + P_D)}{P_A + P_B + P_C + P_D}$$

20

によりアングルサーボエラー（AE）を検出することを特徴とする請求項1に記載の光情報処理方法。

【請求項5】

さらに、 P_A と P_B との和が最大となる前記第1周辺光の最大光強度（ $(P_A + P_B)_{max}$ ）及び P_C と P_D との和が最大となる前記第2周辺光の最大光強度（ $(P_C + P_D)_{max}$ ）とを用いて、

30

[数3]

$$AE = \frac{(P_A + P_B)_{max} - (P_C + P_D)_{max}}{(P_A + P_B)_{max} + (P_C + P_D)_{max}}$$

によりアングルサーボエラー（AE）を検出することを特徴とする請求項1に記載の光情報処理方法。

40

【請求項6】

前記記録領域は、前記順次トラッキングされる方向に配置されたトラック上に連続的に形成され、一定の角度でオフセットされる多重化角度を有することを特徴とする請求項4または5のいずれかに記載の光情報処理方法。

【請求項7】

前記アングルサーボエラーは、前記参照光の入射角又は前記格納媒体のティルティング角度のうちいずれか一つであることを特徴とする請求項4記載の光情報処理方法。

【請求項8】

角度多重ホログラムを用いた光情報処理装置であって、光を放出する光源と、

50

前記光を参照光と信号光とに分離する偏光光分割器と、
トラック方向に互いに隣接する複数の記録領域を有する光情報記録媒体の特定記録領域と前記特定記録領域とに隣接する第1及び第2記録領域を含むように1つの前記参照光を照射する光学系と、

前記参照光により前記特定記録領域で再生される再生光と、前記第1及び第2記録領域で再生される第1及び第2周辺光を分離する周辺光分離器と、

前記再生光から前記光情報を検出する光情報検出器と、

面積が等しくかつ同じ向きに配置される第1のフォトダイオードと第2のフォトダイオードとを含み、第1周辺光の光強度を検出する第1周辺光検出器と、

面積が等しくかつ同じ向きに配置される第3のフォトダイオードと第4のフォトダイオードとを含み、第2周辺光の光強度を検出する第2周辺光検出器と、

前記第1のフォトダイオードで検出された光強度値 (P_A)、前記第2のフォトダイオードで検出された光強度値 (P_B)、前記第3のフォトダイオードで検出された光強度値 (P_C) 及び前記第4のフォトダイオードで検出された光強度値 (P_D) が入力され、

[数4]

$$TE = \frac{(P_A - P_B) + (P_C - P_D)}{P_A + P_B + P_C + P_D}$$

の計算を行い、算出した値が所定の値を超えた場合にトラッキングエラーと感知する信号処理部とを備えることを特徴とする光情報処理装置。

【請求項9】

さらに、前記信号処理部は、

[数5]

$$AE = \frac{(P_A + P_B) - (P_C + P_D)}{P_A + P_B + P_C + P_D}$$

の計算を行い、算出した値が所定の値を超えた場合にアングルサーボエラーと感知することを特徴とする請求項8に記載の光情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光情報処理装置及び光情報処理方法に関するものであり、より詳しくは、光情報の再生時再生されるトラックに隣接したトラックを用いる参照光のトラッキングエラー検出及び記録媒体のサーボエラー検出を遂行し、それに伴う制御を可能にした光情報処理装置及び光情報処理方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

最近、急速に成長している情報通信産業とマルチメディア産業は、既存のテキストデータだけでなく、高容量のイメージ及び動映像のコンテンツのために大容量の格納装置を必要としている。これによって高容量の格納容量を有し且つ高速に情報に接近できるホログラフィ (holography) を用いた光情報処理装置が注目をあびている。

【0003】

ホログラフィを用いた光情報処理装置は、イメージ情報の記録及び再生の原理上ページ指向的なメモリ (page oriented memory) であって、並列信号処理方式の入出力方式を用い、ビット単位方式のCDやDVDに比べて根本的にデータ伝送率を高速化できる。また、イメージ情報を記録媒体の同一場所に重畳 (オーバーラップ) 記録する多重化技法を介して格納密度を飛躍的に向上させることができる。

【0004】

一般的なホログラフィを用いた光情報処理装置は、ディスク形態の光情報記録媒体を用いる。光情報記録媒体のトラックに沿って光ピックアップが移動しつつ、各トラックに含まれた記録領域にデータを記録したり、記録領域からデータを再生する。

10

【0005】

ホログラフィを用いた光情報処理装置の信頼性を高めるためにはデータ再生時エラー率であるBER (bit error rate) を最小化することが必要である。

【0006】

BERを最小化するためには参照光がデータの記録されたトラックの中心に沿って正確なトラッキングするようにされなければならない。同時に参照光が入射される記録媒体の正確なアングルサーボが行われなければならない。

【0007】

トラッキングエラー検出方法の一例は、米国公開特許2005-0030875号にホリマイ (H. Horimai) により「Optical information recording apparatus and optical information reproducing apparatus」という名称で開示されている。ホリマイによればデータを再生するための光源と制御信号を得るための光源を分離して用いる。光情報記録媒体に予め記録されたピット (pit) に反射された光をフォトダイオードなどにより検出してトラッキングエラー (tracking error) 信号を獲得する。

20

【0008】

アングルサーボエラーの検出方法の一例は、日本国オプトウエア社の出願にかかる米国公開特許2005-0030876「Optical information recording apparatus and optical information reproducing apparatus」に開示されている。上記米国公開特許の場合はアングルサーボ制御のために別途のレーザ光源を用いる。

30

【0009】

光情報の再生時にはトラッキングエラーとアングルサーボエラーを正確に検出する方法が必要である。

【0010】

光情報記録媒体から再生されたり反射されたりした光で検出される光量を介して獲得されるトラッキングエラー信号は記録領域における回折効率や周辺影響によって敏感度 (sensitivity) が変わることがある。

【0011】

さらに、トラッキングエラー信号が原点 (トラック誤差がない場合) に対する対称性が保障されないと、トラッキングエラーを判別するために複雑な演算とキャリブレーション手順が要求される。

40

【0012】

また、アングルサーボ制御のために別途のレーザ光源を用いるため、サーボ制御のための光学系と装置の構成が複雑になり、また波長が異なるサーボ制御用光源を用いるため、光情報記録媒体の構成も複雑になる。

【0013】

従って、より簡単な構造で正確なトラッキングエラーの検出とアングルサーボを検出し、検出される情報によってトラッキング制御及びアングルサーボ制御をできる装置及び方法

50

が必要である。

【特許文献1】米国特開第2005-0030875号

【特許文献2】米国特開第2005-0030876号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明が解決しようとする技術的課題は、周辺トラックから再生される再生光を用いたトラックエラーを検出及び制御できる光情報処理装置及び光情報処理方法を提供することにある。

【0015】

本発明が解決しようとする他の技術的課題は、周辺トラックから再生される再生光を用いたアングルサーボエラーを検出及び制御できる光情報処理装置及び光情報処理方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の一樣態による光情報処理方法によれば、トラック方向に互いに隣接する複数の記録領域を有する光情報記録媒体の特定記録領域と上記特定記録領域に隣接する第1、2記録領域を含むように参照光を入射し、上記参照光により上記特定記録領域で再生される再生光と、第1、2記録領域で再生される第1、2周辺光を分離し、分離される上記第1、2周辺光の光強度を検出し、検出される第1、2周辺光の強度を比較して上記光情報再生エラーを感知することを特徴とする。

【0017】

本発明の他の様態による光情報処理方法によれば、トラック方向に互いに隣接する複数の記録領域を有する光情報記録媒体の特定記録領域と上記特定記録領域に隣接する第1、2記録領域を含むように参照光を入射し、上記参照光により上記特定記録領域で再生される再生光と第1、2記録領域で再生される第1、2周辺光を分離し、分離される上記第1、2周辺光の光強度を検出し、検出される第1、2周辺光の強度を比較してトラックエラーを感知することを特徴とする。

【0018】

本発明のもう一つの様態による光情報処理方法によれば、光情報記録媒体の第1トラックによる第1周辺光と、上記光情報記録媒体の第2トラックによる第2周辺光を検出し、上記第1周辺光の光強度エラーと上記第2周辺光の光強度エラーの和を、上記第1周辺光の光強度と上記第2周辺光の光強度の和で除した値をトラックエラーとして検出することを特徴とする。

【0019】

本発明のもう一つの様態による光情報処理方法によれば、トラック方向に互いに隣接する複数の記録領域を有する光情報記録媒体の特定記録領域と上記特定記録領域に隣接する第1、2記録領域を含むように参照光を入射し、上記参照光により上記特定記録領域で再生される再生光と、第1、2記録領域で再生される第1、2周辺光を分離し、分離される上記第1、2周辺光の光強度を検出し、検出される第1、2周辺光の光強度を比較してアングルサーボエラーを感知することを特徴とする。

【0020】

本発明の一樣態による光情報処理装置によれば、光を放出する光源、上記光を参照光と信号光とに分離する偏光光分割器と、トラック方向に互いに隣接する複数の記録領域を有する光情報記録媒体の特定記録領域と上記特定記録領域に隣接する第1、2記録領域を含むように上記参照光を照射する光学系と、上記参照光により上記特定記録領域で再生される再生光と、上記第1、2記録領域で再生される第1、2周辺光を分離する周辺光分離器と、上記再生光から上記光情報を検出する光情報検出器と、上記第1、2記録領域で再生される第1、2周辺光を検出する光検出器と、上記第1、2光検出器で検出された光強度値を入力されて上記光情報再生エラーを感知する信号処理部とを備える。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0021】

詳述したとおり、本発明によれば、周辺トラックから再生される再生光を用いたトラッキングエラーを検出及び制御できるという効果がある。

また、詳述したとおり、本発明によれば、周辺トラックから再生される再生光を用いたアングルサーボエラーを検出及び制御できるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、添付した図面を参照して本発明の望ましい実施形態を詳細に説明する。明細書全体にわたって同じ参照番号は同じ構成要素を示す。

10

【0023】

図1を参照すれば、光情報処理装置(100)は、光学系(110)、周辺光分離器(150)、光情報検出器(160)、光検出器(170)及び信号処理部(180)を含む。

【0024】

光学系(110)は、光源(112)と多重化器(114)を含む。光源(112)で発生した参照光は、多重化器(114)を経て光情報記録媒体(200)に入射される。多重化器(114)は参照光が光情報記録媒体(200)に入射される角度を調節し、角度多重化を具現する。多重化器(114)はガルバノミラーのような回転ミラーであることが望ましい。

20

【0025】

光情報記録媒体(200)は、光情報が記録された(又は記録される)記録領域を含む。記録領域に参照光が入射されれば、記録領域に形成された干渉パターンに参照光が回折されて再生光が発生する。光情報記録媒体(200)はディスク形態で、同心円形態で配置された複数のトラックを含む。それぞれのトラックは複数の記録領域を含む。

【0026】

図3を参照すれば、光情報記録媒体(200)の中心部から外側にL2トラック、Lトラック、現在トラック、Rトラック、R2トラックが順次配置される。

【0027】

現在トラックは現在データを再生する記録領域(Rc)を含むトラックをいい、現在のトラッキングエラー検出を介して正確な位置を追従するトラックである。現在トラックは光情報記録媒体(200)のトラックのうちいづれに該当してもよい。

30

【0028】

現在トラックを中心に左右に周辺トラックが位置する。現在トラックの左側にLトラック(第1周辺トラック)、L2トラックが順次配置され、右側にRトラック(第2周辺トラック)、R2トラックが順次配置される。ここで左側は現在トラックの一侧で、右側は現在トラックの他側をいい、必ず図示された方向に限定されるものではない。

【0029】

それぞれのトラックにはそれぞれの記録領域(Rc、RL、RL2、RR、RR2)が形成される。図3には一つの記録領域(Rc、RL、RL2、RR、RR2)を示しているが、それぞれのトラックに沿って記録領域(Rc、RL、RL2、RR、RR2)は複数個形成される。記録領域(Rc、RL、RL2、RR、RR2)には参照光と情報光とによる干渉パターンが記録される。参照光が記録領域(Rc、RL、RL2、RR、RR2)に照射されれば、参照光が上記干渉パターンにより回折されて記録時に使われた情報光と同じ再生光が発生する。

40

【0030】

元来のデータを再生するためには、現在トラックの記録領域(Rc)にだけ参照光が照射されればよいが、本発明では参照光が現在トラックだけでなくその周辺トラックまで含むように照射される。すなわち、参照光は現在トラックとその周辺トラックであるLトラック、Rトラックにわたって入射され、現在トラックの記録領域(Rc)だけでなくLトラ

50

ックの記録領域 (R_L)、Rトラックの記録領域 (R_R) に一度に照射される。

【0031】

ただし、参照光はLトラックの記録領域 (R_L) やRトラックの記録領域 (R_R) を必ず含んで照射される必要はなく、現在トラックの記録領域 (R_C) より広く周辺トラックにわたって入射されればよい。一実施形態では、参照光はLトラックの一部やRトラックの一部にわたって照射される。他の実施形態で、参照光はLトラックに加えてその外側のL2トラックや、Rトラックに加えてその外側のR2トラックにわたって入射される。

【0032】

参照光が現在トラックの記録領域 (R_C) より広く照射されることによって、参照光により再生される再生光は、現在トラックの記録領域 (R_C) による再生光だけでなく、周辺トラックによる再生光を含む。すなわち、参照光がLトラックとRトラックにわたって入射されれば、再生光は現在トラックの記録領域 (R_C) による再生光、Lトラックの記録領域 (R_L) やRトラックの記録領域 (R_R) による再生光を含む。以下では、再生光のうち現在トラックの記録領域 (R_C) による再生光を主再生光といい、主再生光を除外した周辺トラックの記録領域による再生光を周辺光という。

10

【0033】

また、現在トラックの記録領域 (R_C) と、Lトラックの記録領域 (R_L) と、Rトラックの記録領域 (R_R) がトラック方向に直交する方向の直線上に配置される状態を図示したが、これは説明の便宜のために例示されたものであり、現在トラック、Lトラック、Rトラックに位置というそれぞれの記録領域 (R_C 、 R_L 、 R_R) は直線上に配置されない

20

【0034】

こともあつる (図19参照)。
また、図1を参照すれば、参照光により再生された再生光は、第1レンズ (122) を過ぎて偏光光分離器 (124) に入射される。偏光光分離器 (124) は、P偏光を通過させ、S偏光を反射する。ここでP偏光とS偏光は互いに垂直した偏光状態をいい、空間における絶対的な偏光状態を意味することではない。

【0035】

再生光がP偏光を有すると、偏光光分離器 (124) を介して波長板 (quarter wave plate、126) を経て円偏光に変換される。次いで、再生光は第2レンズ (128) により集光されて周辺光分離器 (150) に向かう。

30

【0036】

周辺光分離器 (150) には開口部 (aperture、155) が形成され、再生光のうち現在トラックの記録領域 (R_C) による主再生光だけを通過させる。周辺光分離器 (150) は一種のナイキストフィルタ (Nyquist filter) である。

【0037】

開口部 (155) を通過した主再生光は第3レンズ (165) を経て光情報検出器 (160) により検出される。光情報検出器 (160) はCCDやCMOSのようなピクセルアレイで構成され、主再生光に含まれた光情報を検出する。これに伴い光情報検出器 (160) は現在トラックの記録領域 (R_C) に対応するデータページを検出する。

【0038】

一方、再生光が周辺光分離器 (150) に入射される面のうち開口部 (155) を除外した面には再生光を反射させる反射面 (156) が形成される。トラッキングエラーがない場合、主再生光だけが開口部 (155) を通過し、周辺光は反射面 (156) により反射される。開口部 (155) を通過していない再生光は反射面 (156) により反射され、再び第2レンズ (128) に入射される。

40

【0039】

反射された再生光は第2レンズ (128) を経て、波長板 (128) を経つつ円偏光からS偏光に変換される。これに伴いS偏光された再生光は偏光光分離器 (124) で反射されて第4レンズ (129) 側に向かう。第4レンズ (129) を経た再生光は光検出器 (170) に入射される。

50

【0040】

光検出器(170)は再生光の光強度を検出する。光検出器(170)はフォトダイオードやフォトダイオードアレイで構成されてもよい。信号処理部(180)は光検出器(170)を介して得られた再生光の光強度を入力されてトラッキングエラーを検出する。

【0041】

信号処理部(180)は、図2に図示したとおり、光情報の再生時周辺光の光量を読取ってトラッキングエラー及びアングルサーボエラーを感知するためのものであり、光検出器(170)で検出される光量を検出するパワーメータ(181)と、パワーメータ(181)で検出される信号を調節するアンチエイリアシングフィルタ(182)と、調節された信号を読取って多重化器(114)及びサーボ制御器(190)の制御のための信号を発生させるデジタル信号処理器(digital signal processor: DSP)(183)を備える。

10

【0042】

デジタル信号処理器(183)は、パワーメータ(181)で検出される信号を変換させるADコンバータ(184)と、ADコンバータ(184)により変化された信号で不要な信号を除去するローパスフィルタ(185)と、ADコンバータ(184)により変化された信号を分析してトラッキングエラー及びアングルサーボエラー状態を算出するエラー算出器(186)と、算出される参照光のサーボ状態によって多重化器(114)を制御するコントローラ(187)を備える。

20

【0043】

図4を参照すれば、第4レンズ(129)を経た再生光はスポット形態で光検出器(170)により検出される。ここで、 S_{L2} スポットはL2トラックの記録領域(R_{L2})に対する再生光によるスポットであり、 S_L スポットはLトラックの記録領域(R_L)に対する再生光によるスポットであり、 S_C スポットは現在トラックの記録領域(R_C)に対する再生光によるスポットであり、 S_R スポットはRトラックの記録領域(R_R)に対する再生光によるスポットであり、 S_{R2} スポットはR2トラックの記録領域(R_{R2})に対する再生光によるスポットである。

【0044】

光検出器(170)は第1光検出器(172)と第2光検出器(174)に分離され、第1光検出器(172)は S_L スポットを検出し、第2光検出器(174)は S_R スポットを検出する。

30

【0045】

第1光検出器(172)は2分割された2つのフォトダイオード(A、B)を含む。第1光検出器(172)は光情報記録媒体(200)の回転方向(又はトラック方向)に分割される。フォトダイオードAにより検出された光強度(P_A)とフォトダイオードBにより検出された光強度(P_B)による光強度エラーを介して S_L スポットの位置誤差が分かる。すなわち、トラッキングエラーがない場合、光強度エラーを $P_A - P_B = 0$ とすれば、光強度エラー $P_A - P_B$ の値と符号を介して S_L スポットの位置誤差が分かる。

【0046】

第2光検出器(174)は2分割された2つのフォトダイオード(C、D)を含む。フォトダイオードCにより検出された光強度(P_C)とフォトダイオードDにより検出された光強度(P_D)を検出すれば S_R スポットの位置誤差が分かる。

40

【0047】

光検出器(170)は第1及び第2光検出器(172、174)で構成したが、これは制限でなく、一つの光検出器で構成できる。また、光検出器(170)はフォトダイオードだけでなく光強度を検出するその他の光検出素子を用いても構成できる。

【0048】

以下、トラッキングエラーの検出を詳細に説明する。

光検出器(170)を介して検出された再生光の光強度を用い、信号処理部(180)は次の[数1]のようにトラッキングエラー(TE)を求める。

50

【数1】

$$TE = \frac{(P_A - P_B) + (P_C - P_D)}{P_A + P_B + P_C + P_D}$$

【0049】

本発明ではトラッキングエラーを周辺光による光強度の差異を用いて算出する。周辺光は互いに異なる2つのトラックによる再生光を含む。Lトラックによる周辺光の光強度のエラー($P_A - P_B$)と、Rトラックによる周辺光の光強度のエラー($P_C - P_D$)の和をLトラックによる周辺光の光強度($P_A + P_B$)と、Rトラックによる周辺光の光強度($P_C + P_D$)の和で除して、トラッキングエラーを求める。

10

【0050】

トラッキングエラーがない場合、 S_C スポットは開口部(155)を通過し、反射面(156)により反射されなくて光検出器(170)により検出されない。また、周辺光によるスポットのうち S_L スポットだけ第1光検出器(172)を介して検出され、 S_R スポットだけ第2光検出器(174)を介して検出される。この場合、 $P_A - P_B = 0$ であり、 $P_C - P_D = 0$ であるので、[数1]において $TE = 0$ になる。

【0051】

図5を参照すれば、トラッキングエラーが発生した場合、参照光は現在トラックの正確な地点に入射されない。従って、再生される再生光のうち主再生光が全部開口部(155)を通過することなく、一部が反射面(156)により反射される。また、トラッキングエラーによって、光検出器(170)により検出される S_{L2} スポット、 S_L スポット、 S_C スポット、 S_R スポット、 S_{R2} スポットの位置が変わる。これに伴い $P_A - P_B \neq 0$ であり、 $P_C - P_D \neq 0$ であるので、[数1]において $TE \neq 0$ になる。得られた TE 値を介して光ピックアップを移動させてトラッキングエラーを制御できる。

20

【0052】

以下では、トラッキングエラーを求める[数1]について具体的に説明する。トラッキングエラーを求める式に適合するためには原点に対して対称性が保障されなければならない。ここで原点はトラッキングエラーがない場合をいう。原点に対する対称性は現在トラックの左側又は右側にトラッキングエラーが発生しても、トラッキングエラーが同じ形態を有することをいう。原点に対する対称性が保障されないとトラッキングエラーの符号によって光ピックアップの移動量を別に判別しなければならないので、トラッキング制御が複雑になる。

30

【0053】

また、トラッキングエラーを求める式で適合するためには再生光の効率に対して敏感度が小さくなければならない。又は光強度の偏差に対して強靱でなければならない。すなわち、ホログラフィを用いた光情報処理装置において、再生光は参照光と干渉パターンによる回折により発生するので、干渉パターンによって光検出器(170)により検出される再生光の効率が一定でない。仮に、再生光の効率によってトラッキングエラー値が変わるならば、再生光の効率によっていちいちトラッキングエラーを再び指定しなければならないので、トラッキング制御が複雑になる。

40

【0054】

光検出器(170)により検出される各スポットの光強度の関数を $f(x)$ とする。ここで、 S_{L2} スポットに対する光強度の関数は $f_{L2}(x)$ で、 S_L スポットに対する光強度の関数は $f_L(x)$ で、 S_C スポットに対する光強度の関数は $f_C(x)$ で、 S_R スポットに対する光強度の関数は $f_R(x)$ であり、 S_{R2} スポットに対する光強度の関数は $f_{R2}(x)$ である。

【0055】

50

各スポットに対する光強度の関数は再生光がフーリエ変換レンズである第4レンズ(129)を通過するので互いに同一であると仮定することができる。すなわち、 $f(x) = f_{L2}(x) = f_L(x) = f_C(x) = f_R(x) = f_{R2}(x)$ である。また、フーリエ変換の特性上、光強度の関数は $f(x) = f(-x)$ である関係が成立する偶関数(even function)である。

【0056】

図6を参照すれば、スポットが x_0 だけ移動してトラッキングエラーが発生した場合である。この場合、光強度の関数に対して次の[数2]のよう領域を指定する。

【数2】

$$S_1 = \int_{-a}^{-x_0} f(x) dx = \int_{x_0}^a f(x) dx$$

$$S_2 = \int_{-x_0}^{-x_0+a} f(x) dx = \int_{x_0-a}^{x_0} f(x) dx$$

$$S_3 = \int_{a-x_0}^a f(x) dx = \int_{-a}^{-a+x_0} f(x) dx$$

ここで、 x_0 は再生されたスポットの移動距離であり、 a はスポットの半径である。

【0057】

x_0 の符号によってスポットの移動方向が変わる。本実施形態では x_0 の符号が陽(+)ならば原点に対してスポットが右側に移動し、 x_0 の符号が陰(-)ならば原点に対してスポットが左側に移動したことにする。従って、図4及び図5に現れたスポットの移動は x_0 が負数(-)である場合である。

x_0 の符号によって第1及び第2光検出器(172、174)のフォトダイオード(A、B、C、D)で検出される光強度を各スポットの効率(efficiency)と[数2]の領域に示すことができる。

【0058】

x_0 が正数である場合フォトダイオードA、B、C、Dに検出される光強度は[数3]のとおりである。

【数3】

$$P_A^+ = \eta_{L2} S_1 + \eta_L S_3$$

$$P_B^+ = \eta_L S_2$$

$$P_C^+ = \eta_C S_1 + \eta_R S_3$$

$$P_D^+ = \eta_R S_2$$

ここで、 η_{L2} は S_{L2} スポットに対する効率、 η_L は S_L スポットに対する効率、 η_C は S_C スポットに対する効率、 η_R は S_R スポットに対する効率、 η_{R2} は S_{R2} スポットに対する効率である。ここで上添字量(+)は x_0 の符号を示す。

【0059】

10

20

30

40

50

× 0 が負数である場合、フォトダイオード A、B、C、D に検出される光強度は[数 4]のとおりである。

【数 4】

$$P_A^- = \eta_L S_2$$

$$P_B^- = \eta_L S_3 + \eta_C S_1$$

$$P_C^- = \eta_R S_2$$

$$P_D^- = \eta_R S_3 + \eta_{R2} S_1$$

10

【0060】

仮に、光検出器(170)に検出されるスポットのうち参照光が大部分LトラックとRトラックにわたってのみ照射されるならば、 S_{L2} スポットと S_{R2} スポットはほとんど検出されない。従って、 $S_{L2} = 0$ 、 $S_{R2} = 0$ に置くことができる。また、 $TE_1 = P_A - P_B$ 、 $TE_2 = P_C - P_D$ とすれば[数3]と[数4]を次の[数5]のように示すことができる。

20

【0061】

【数5】

$$TE_1^+ = \eta_L S_3 - \eta_L S_2$$

$$TE_1^- = \eta_L S_2 - \eta_L S_3 - \eta_C S_1$$

$$TE_2^+ = \eta_C S_1 + \eta_R S_3 - \eta_R S_2$$

$$TE_2^- = \eta_R S_2 - \eta_R S_3$$

30

[数5]のトラッキングエラーは $\eta_C S_1$ により対称性がない。

対称性を保障するために新しいトラッキングエラー TE_3 を次の[数6]のように定義する。

40

【数6】

$$TE_3 = TE_1 + TE_2 = (P_A - P_B) + (P_C - P_D)$$

【0062】

[数4]から[数6]の TE_3 を再び求めれば次の[数7]のとおりである。

【数 7】

$$TE_3^+ = (\eta_L S_3 + \eta_C S_1 + \eta_R S_3) - (\eta_L S_2 + \eta_R S_2)$$

$$TE_3^- = (\eta_L S_2 + \eta_R S_2) - (\eta_L S_3 + \eta_C S_1 + \eta_R S_3)$$

すなわち、 $\times 0$ の符号に関係なく TE_3 はその絶対値が同じである。従って、トラッキングエラーの対称性が保障される。

【0063】

以下では再生光の効率によるトラッキングエラーに対して説明する。

10

[数6]によるトラッキングエラー(TE_3)は光強度の偏差に対して強靱でない。すなわち、各スポットに対する効率 η_{L2} 、 η_L 、 η_R 、 η_{R2} は次の[数8]のように S_C スポットに対する効率 η_C で示すことができる。

【数 8】

$$\eta_{L2} = k_{L2} \eta_C$$

$$\eta_L = k_L \eta_C$$

20

$$\eta_R = k_R \eta_C$$

$$\eta_{R2} = k_{R2} \eta_C$$

ここで、 k_{L2} 、 k_L 、 k_R 、 k_{R2} は定数である。

【0064】

30

これを[数7]に代入すると、次の[数9]のとおりである。

【数 9】

$$TE_3^+ = \eta_C \{ (k_L + k_R)(S_3 - S_2) + S_1 \}$$

光強度の偏差が発生することは再生光の効率が変わって定数である k_{L2} 、 k_L 、 k_R 、 k_{R2} が変わることを意味する。即ち、 $k_L = k_{L2} + k_L$ 、 $k_R = k_{R2} + k_R$ になる。

【0065】

これを[数9]に代入すると、次の[数10]のとおりである。

40

【数 1 0】

$$\begin{aligned}
 TE_3^+ &= TE_3^+|_{k=k+\Delta k} \\
 &= \eta_C \{ (k_L + k_R + \Delta k_{LR})(S_3 - S_2) + S_1 \} \\
 &= TE_3^+ + \eta_C \Delta k_{LR} (S_3 - S_2) \\
 &= TE_3^+ + \Delta TE_3^+
 \end{aligned}$$

10

$$\Delta k_{LR} = \Delta k_L + \Delta k_R, \quad \Delta TE_3^+ = \eta_C \Delta k_{LR} (S_3 - S_2)$$

$$|\Delta TE_3| = |\Delta TE_3^+| = |\Delta TE_3^-| = |\eta_C \Delta k_{LR} (S_3 - S_2)|$$

20

TE_3^+ は原点に対して対称であるためである。 TE_3 は k_{LR} により左右されるので、 TE_3^- はたとえ原点に対して対称であるとしても再生光の効率によって値が変わる。

【0066】

[数 1] のトラッキングエラー TE に対し [数 8] の関係を代入すると、[数 11] のとおりである。

【数 1 1】

$$TE^+ = \frac{(k_L + k_R)(S_3 - S_2) + S_1}{(k_L + k_R)(S_3 + S_2) + S_1}$$

30

【0067】

この時、再生光の効率によるトラッキングエラーの誤差を注意深くみれば [数 12] のとおりである。

【数 1 2】

$$\begin{aligned} \Delta TE^+ &= TE^+ \Big|_{k=k+\Delta k} - TE^+ \Big|_k \\ &= \frac{-2\Delta k_{LR}S_1S_2}{\{(k_L+k_R+\Delta k_{LR})(S_3+S_2)+S_1\}\{(k_L+k_R)(S_3+S_2)+S_1\}} \\ &\quad (k_L+k_R+\Delta k_{LR})(S_3+S_2) > 0 \\ &\quad S_1 > 0 \\ &\quad (k_L+k_R)(S_3+S_2) > 0 \end{aligned} \tag{10}$$

【0068】

したがって次の【数 1 3】のように示すことができる。

【数 1 3】

$$\begin{aligned} |\Delta TE| &< \left| \frac{2\Delta k_{LR}S_1S_2}{S_1(k_L+k_R)(S_3+S_2)} \right| \\ &\quad \left| \frac{\Delta k_{LR}}{k_L+k_R} \right| < 1 \end{aligned} \tag{30}$$

【0069】

よって、結果的に再生光の効率によるトラッキングエラーの誤差 TE は次の【数 1 4】のように示すことができる。

【数 1 4】

$$|\Delta TE| < \left| \frac{2S_2}{S_3+S_2} \right| \tag{40}$$

すなわち、TE の上界 (upper bound) は再生されるスポットの効率の偏差 k に独立であるので、再生光の効率に敏感度が小さく、従って、光強度に偏差が発生してもトラッキングエラーにはほとんど影響を及ぼすことなく強靱である。

【0070】

以下では、本発明によるトラッキングエラー検出に対する模擬実験結果を説明する。図 7 乃至 9 は光検出器 (170) の各フォトダイオード (A、B、C、D) に検出される光強度を示す図面である。各スポットに対する効率は全て 1 である。すなわち、 $L_2 = L_1 = R_1 = R_2 = 1$ である。

【0071】

図 7 はトラッキングエラーがない場合であって、第 1 光検出器 (172) の 2 つのフォト

ダイオード (A、 B) の光強度の差異がほとんどなく、第 2 光検出器 (174) の 2 つのフォトダイオード (C、 D) で検出される光強度の差異もほとんどない。

【 0072 】

図 8 は x0 が負数である場合を示す。スポットが左側に偏って検出される。この場合、主再生光による S_C スポットの一部がフォトダイオード B に検出されている。

【 0073 】

図 9 は x0 が正数である場合を示す。スポットが右側に偏って検出される。この場合、主再生光による S_C スポットの一部がフォトダイオード C に検出されている。

【 0074 】

図 10 乃至 12 はトラッキングエラーを示すグラフである。図 10 は TE₁ を、図 11 は [数 7] の TE₃ を、図 12 は [数 1] の TE を示す。

10

【 0075 】

図 10 乃至 12 を参照すれば、x が変化することによって TE₁ は原点に対して左右に非対称であることに比べて、TE₃ と TE という原点に対して対称である。

【 0076 】

図 13 乃至 15 は効率を異にした場合、各トラッキングエラーを示すグラフである。この時、L₂ = 1、L = 0.4、R = 0.7、R₂ = 1 とした。図 13 は TE₁ を、図 14 は [数 7] の TE₃ を、図 15 は [数 1] の TE を示す。

【 0077 】

図 13 乃至 15 を参照すれば、x が変化することによって TE₁ は原点に対して左右に非対称である。TE₃ は原点に対して対称であるが、図 14 と比較する時、効率が変わることで、その大きさに大きな差が発生する。これに反し、TE は図 15 と比較する時その大きさがほとんど変わらない。従って、再生光の効率に敏感でない。

20

【 0078 】

図 16 乃至 18 という効率を異にした場合、各トラッキングエラーを示すグラフである。この時、L₂ = 1、L = 1.6、R = 0.8、R₂ = 1 とした。図 16 は TE₁ を、図 17 は [数 7] の TE₃ を、図 18 は [数 1] の TE を示す。

【 0079 】

図 16 乃至 18 を参照すれば、図 13 乃至 15 の結果と同じように TE は原点に対して対称であり、効率が変わっても大きい差が発生しない。

30

【 0080 】

以下、アングルサーボエラーの検出を詳細に説明する。周辺光と、光検出器 (170) の理想的な配置状態は、詳述した図 2 のように示すことができる。すなわち、記録媒体の各トラック (現在トラック、L トラック、R トラック) の各記録領域 (R_C、R_L、R_R) に記録された光情報が最も理想的な状態で形成されたことを示す。

【 0081 】

光検出器 (170) を介して検出された周辺光の光強度を用い、信号処理部 (180) は次の [数 15] のようにアングルサーボエラー (AE) を求める。

【 数 15 】

$$AE = \frac{(P_A + P_B) - (P_C + P_D)}{P_A + P_B + P_C + P_D}$$

40

【 0082 】

本発明でアングルサーボエラーは周辺光の光強度の差異を介して求める。周辺光は互いに異なる 2 つのトラックによる再生光を含む。L トラックによる周辺光の光強度 (P_A + P_B) と、R トラックによる周辺光の光強度 (P_C + P_D) の差に L トラックによる周辺光の光強度 (P_A + P_B) と、R トラックによる周辺光の光強度 (P_A + P_B) の合を分けてアングルサーボエラーを求めることができる。

【 0083 】

然しながら、実際記録媒体ではトラックに形成される記録領域 (R_C、R_L、R_R) 間の

50

距離と、各トラックの直径等に差が発生する。従って、図19乃至図20に図示したとおり再生されるトラックの記録領域(R_C)と隣接したトラックの記録領域(R_L 、 R_R)が光検出器(170)で外れる状態で検出される。

【0084】

図21は図20に示されたような状態で光検出器(170)の第1、2光検出器(172、174)で検出される周辺光の光量をグラフで示すのである。図示されたように第1、2光検出器(172、174)で検出される光量の最大値がトラックの状態によって所定の時間差をおいて発生することが分かる。これに参照光の正常なアングルサーボ状態でも第1、2光検出器(172、174)で検出される光量の差によるアングルサーボエラーが検出される。

10

【0085】

従って、第1、2光検出器(172、174)で検出される各周辺光の光量をトラックの状態によって発生される時間差を勘案して参照光のアングルサーボエラーを算出すべきである。これによるアングルサーボエラーは下記の[数16]により算出される。

【数16】

$$AE = \frac{(P_A + P_B)_{\max} - (P_C + P_D)_{\max}}{(P_A + P_B)_{\max} + (P_C + P_D)_{\max}}$$

$$(P_A + P_B)_{\max} = \max_{t \in T} (P_A + P_B)$$

20

$$(P_C + P_D)_{\max} = \max_{t \in T} (P_C + P_D)$$

$$T = \text{MAX}\{T_1, T_2\}$$

【0086】

Tは一つの記録領域が一つの光検出器(172又は174)を通る時間である。

30

【0087】

一方、上記[数16]のTは、図22に示されたようなグラフにより算出されることが出来る。このようなTは各第1、2光検出器(172、174)により測定される光量の変化による+方向に増加される勾配と、-方向に減少される勾配による時間の合で感知される光量のノイズなどを考慮して感知される値の平均に対して85%~95%以内にする。

【0088】

これに第1、2光検出器(172、174)により感知される周辺光の光量によって多重化器又は記録媒体のティルティング状態を補正する。

【0089】

詳述した実施形態とは異なって、本発明は多様に変形して実施できる。例えば、参照光を一つの光源により発生させることなく2つ以上の光源を用いることができる、この場合、参照光は現在トラックの記録領域に他光源は周辺トラックの記録領域に入射させて再生光を発生させることができる。

40

【0090】

図23は本発明の他の実施形態による光情報記録再生装置を示す概略図である。図1の実施形態と同じ構成は同じ参照符号を付与する。

【0091】

図23を参照すれば、光情報記録再生装置(300)は、光学系(310)、周辺光分離器(150)、光情報検出器(160)、光検出器(170)及び信号処理部(180)を含む。図1の実施形態で光学系(310)を除外した光情報の再生のための他の構成は

50

同一であるので、以下、光学系（310）に対し説明し、他の構成に対する説明は省略する。

【0092】

光学系（310）は、光源（312）、光分離器（313）、多重化器（314）及び空間光変調器（318）を含む。光源（312）で放出された光は、光分離器（313）を
10 通りながら参照光と情報光に分離される。参照光は多重化器（314）により反射されて光情報記録媒体（150）に所定角度で入射される。

【0093】

情報光は反射鏡（316）によって経路が変わって空間光変調器（318）に入射される。空間光変調器（140）は入力されたデータ情報を光学的に変調して2次元イメージ化されたデータページを生成し、上記データページを入射された情報光に投影させて光情報
10 記録媒体（200）に入射させる。参照光と情報光が同時に入射されれば、これによる干渉パターンが光情報記録媒体（200）に記録される。

【0094】

データを再生するためには情報光を閉じ、参照光だけを入射させれば上記干渉パターンによる再生光が発生される。

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図1】本発明の一実施形態による光情報処理装置を示す構成図である。

【図2】本発明の一実施形態による光情報処理装置の信号処理部を示す構成図である。 20

【図3】光情報記録媒体のトラックを示す例示図である。

【図4】トラッキングエラーの検出のために光検出器で検出される再生光を示す概略図である。

【図5】トラッキングエラーがある場合、光検出器を介して検出される再生光を示す概略図である。

【図6】図4のトラッキングエラーが発生した場合で光強度の関数を示すグラフである。

【図7】光検出器の各フォトダイオードに検出される光強度を示す図面である。

【図8】光検出器の各フォトダイオードに検出される光強度を示す図面である。

【図9】光検出器の各フォトダイオードに検出される光強度を示す図面である。

【図10】トラッキングエラーを示すグラフである。 30

【図11】トラッキングエラーを示すグラフである。

【図12】トラッキングエラーを示すグラフである。

【図13】効率を異にした場合、各トラッキングエラーを示すグラフである。

【図14】効率を異にした場合、各トラッキングエラーを示すグラフである。

【図15】効率を異にした場合、各トラッキングエラーを示すグラフである。

【図16】効率を異にした場合、各トラッキングエラーを示すグラフである。

【図17】効率を異にした場合、各トラッキングエラーを示すグラフである。

【図18】効率を異にした場合、各トラッキングエラーを示すグラフである。

【図19】光情報記録媒体のトラックを示す他の例示図である。

【図20】サーボエラーの検出のために光検出器で検出される再生光を示す概略図である 40

【図21】サーボエラーの検出のために光検出器で検出される再生光を示すグラフである

【図22】サーボエラーの検出時再生光の時間遅延を補償するためのグラフである。

【図23】本発明の他の実施形態による光情報記録再生装置を示す概略図である。

【符号の説明】

【0096】

100 光情報再生装置

110 光学系

112 光源

10

20

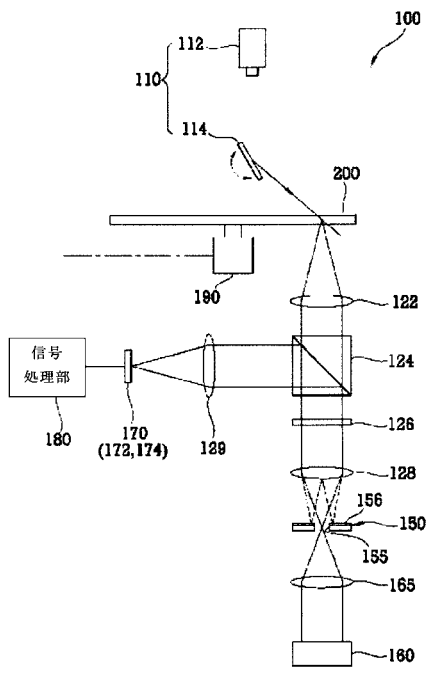
30

40

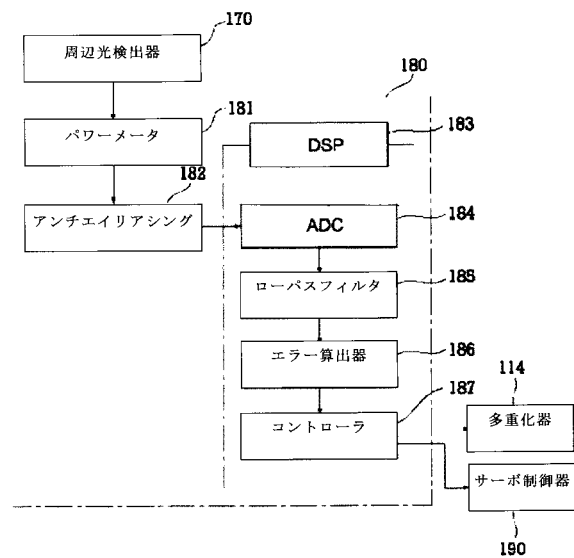
50

- 1 1 4 多重化器
- 1 5 0 周辺光分離器
- 1 6 0 光情報検出器
- 1 7 0 光検出器
- 1 8 0 信号処理部

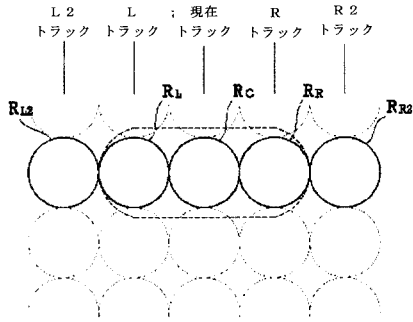
【 図 1 】



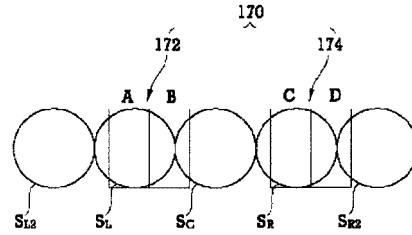
【 図 2 】



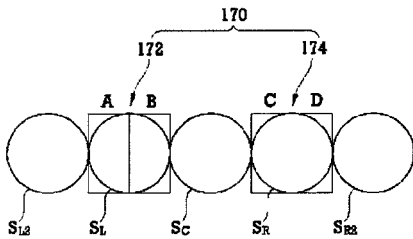
【図3】



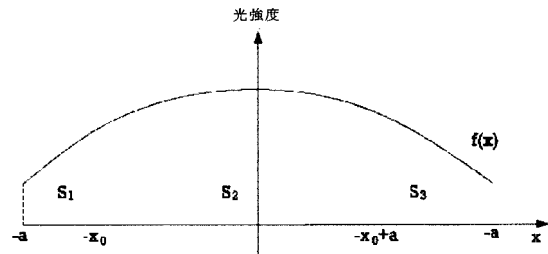
【図5】



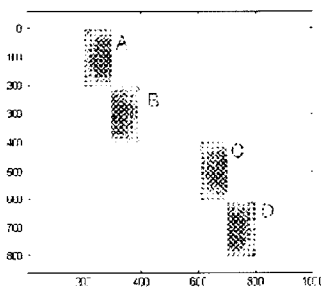
【図4】



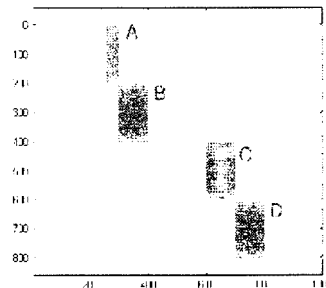
【図6】



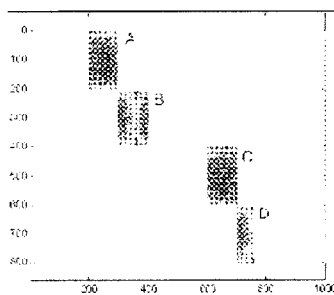
【図7】



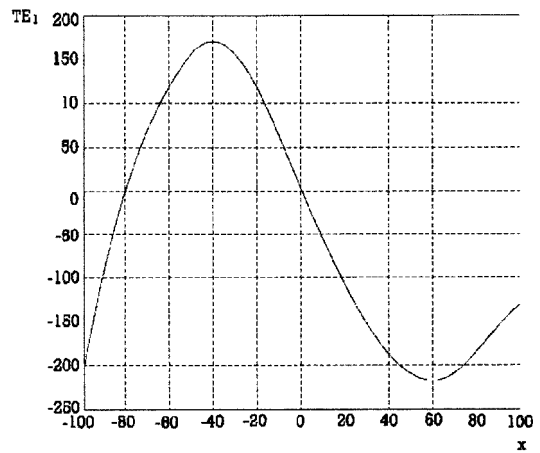
【図9】



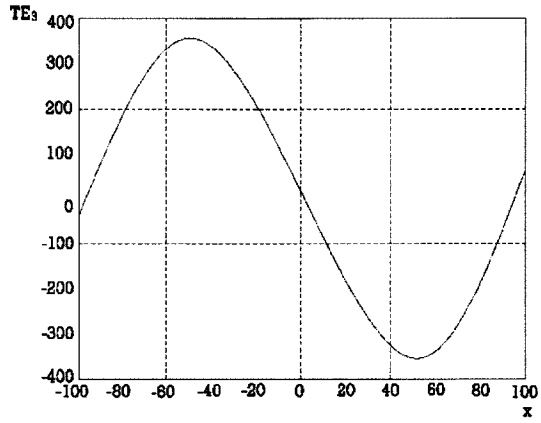
【図8】



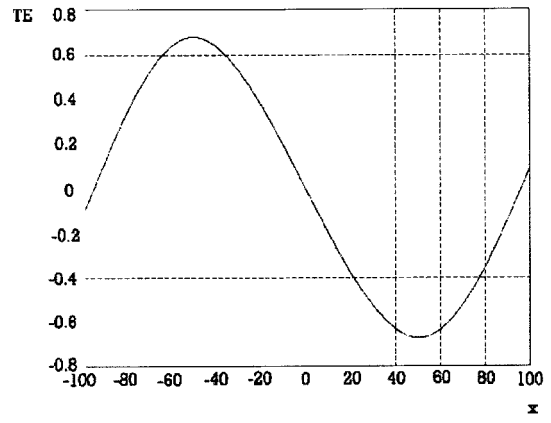
【図10】



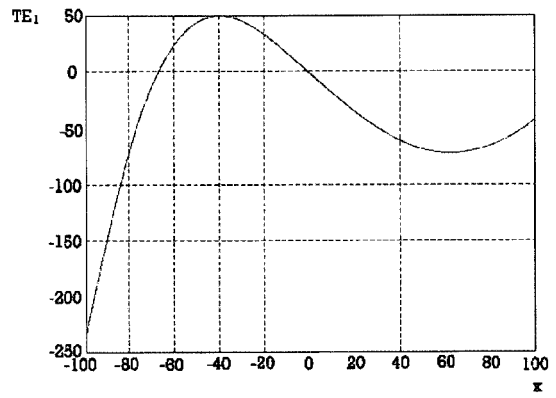
【 1 1 】



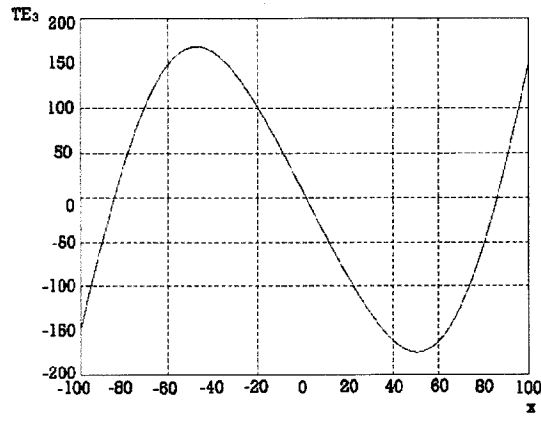
【 1 2 】



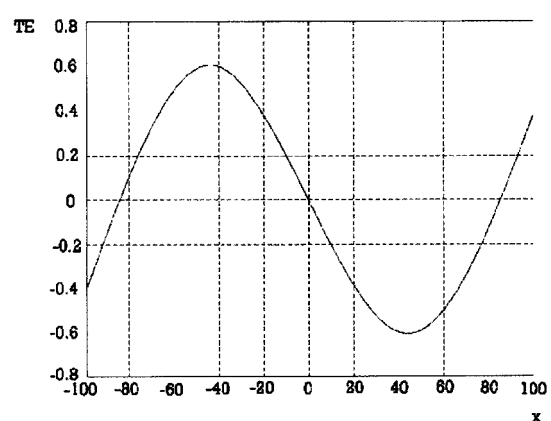
【 1 3 】



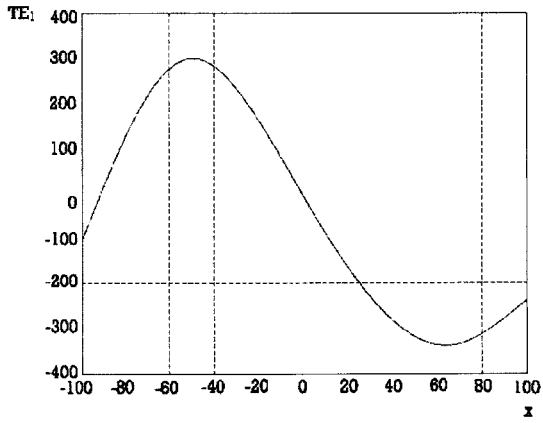
【 1 4 】



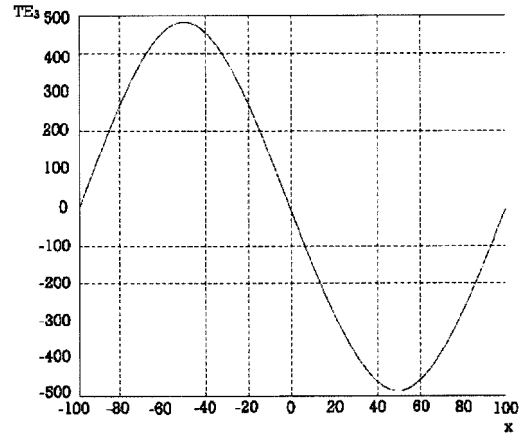
【 1 5 】



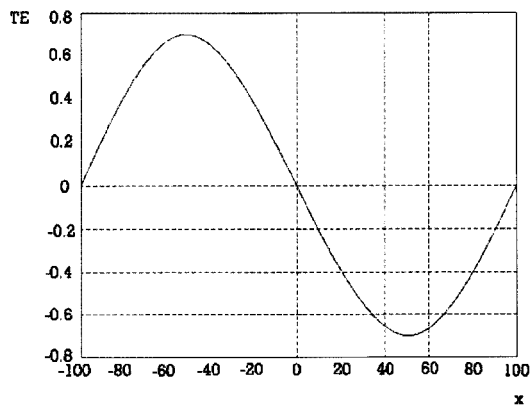
【図16】



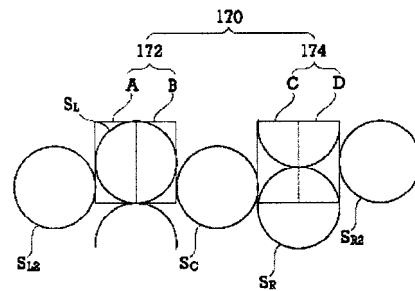
【図17】



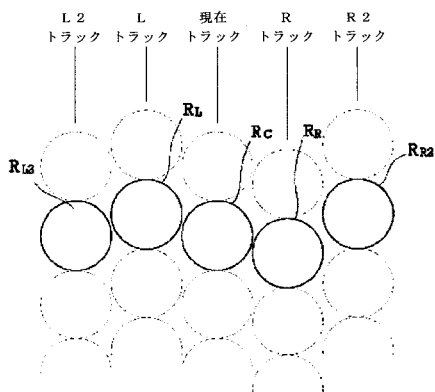
【図18】



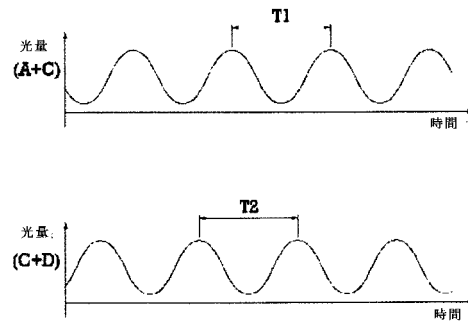
【図20】



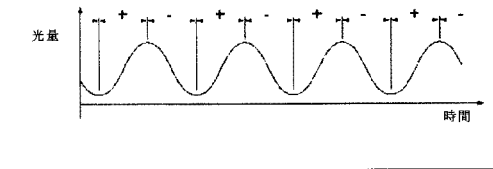
【図19】



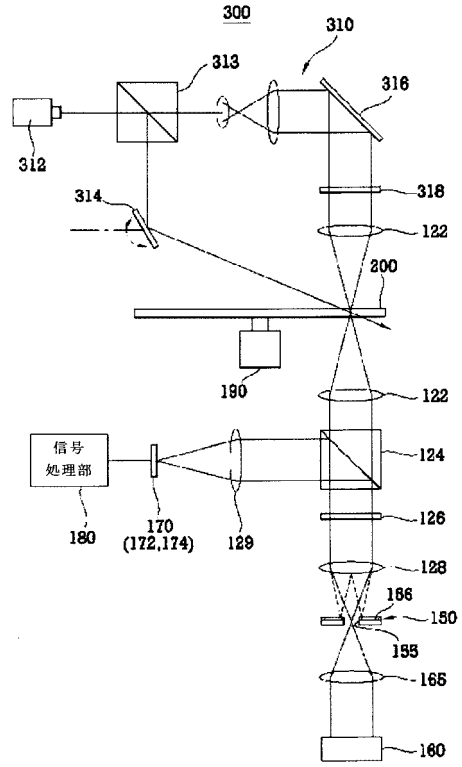
【図21】



【圖 2 2】



【圖 2 3】



フロントページの続き

(72)発明者 金 利 永
大韓民国ソウル特別市九老區九老本洞4 4 3番地

審査官 中野 浩昌

(56)参考文献 特開2005 - 129196 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 1 1 B 7 / 0 9 - 7 / 0 9 5

G 1 1 B 7 / 0 0 6 5