

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-137030

(P2018-137030A)

(43) 公開日 平成30年8月30日(2018.8.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/0065 (2006.01)	G 1 1 B 7/0065	2 K 0 0 8
G 0 3 H 1/22 (2006.01)	G 0 3 H 1/22	5 D 0 2 9
G 0 3 H 1/04 (2006.01)	G 0 3 H 1/04	5 D 0 9 0
G 1 1 B 7/007 (2006.01)	G 1 1 B 7/007	5 D 1 1 8
G 1 1 B 7/09 (2006.01)	G 1 1 B 7/09 A	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-32933 (P2017-32933)
 (22) 出願日 平成29年2月24日 (2017.2.24)

(出願人による申告) 平成26年度国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「エネルギー・環境新技術先導プログラム/データセンタの省電力化を実現する大容量・高速光アーカイブシステムの研究開発」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 000125370
 学校法人東京理科大学
 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地
 (74) 代理人 100078754
 弁理士 大井 正彦
 (72) 発明者 山本 学
 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地 学校法人東京理科大学内
 Fターム(参考) 2K008 AA04 BB06 EE01 FF07 HH06
 HH13 HH18
 5D029 JB11 VA01 WA01
 5D090 AA01 BB16 CC01 CC04 CC14
 DD01 FF01 FF11 FF31 GG02
 GG22 GG25 GG27 KK12 KK15
 5D118 BA01 BC01 CD01 CF03 CF05
 DA35

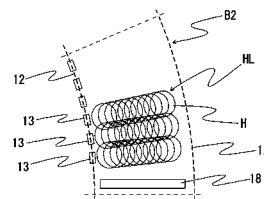
(54) 【発明の名称】 ホログラム記録再生方法およびホログラム記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】記録再生光の照射位置の位置決めを精度よく行うことができ、ホログラムの多重記録を高い信頼性で行うことのできるホログラム記録再生方法およびホログラム記録再生装置を提供すること。

【解決手段】本発明においては、複数の位置決め用案内溝が同心円状に形成されると共に各々の位置決め用案内溝内において光による位置検出可能な複数のマーカが所定のピッチで周方向に並んだ位置に形成されたディスク状の記録媒体が用いられる。記録媒体の記録層に感応しない波長のサーボ誤差信号検出用光によって、位置決め用案内溝およびマーカから発せられる回折光を分割型光検出器により検出し、当該分割型光検出器の差動出力より得られるサーボ誤差信号に基づいて、信号光および球面参照光の照射位置の当該マーカの位置に対する位置決めを行い、当該マーカの位置における位置決め用案内溝の接線方向と交差する一方向にシフト多重記録を行う。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

記録再生光を分離して生成した信号光と参照光とを干渉させることにより得られるホログラムをシフト多重方式により記録媒体に多重記録すると共に、ホログラムが記録された記録媒体に参照光を照射することによりホログラムに記録されたデータ情報を再生するホログラム記録再生方法において、

記録媒体として、複数の位置決め用案内溝が同心円状に形成されると共に各々の位置決め用案内溝内において光による位置検出可能な複数のマーカが所定のピッチで周方向に並んだ位置に形成されたディスク状のものが用いられ、

記録再生光照射光学系およびサーボ誤差信号検出用光照射光学系を備えた光学ヘッドから、記録媒体における記録層に感応しない波長を有するサーボ誤差信号検出用光を位置決め用案内溝に向かって照射することにより当該位置決め用案内溝から発せられる回折光を分割型光検出器により検出し、当該分割型光検出器の差動出力より得られるサーボ誤差信号に基づいて、サーボ誤差信号検出用光の照射位置を記録媒体の回動に伴って位置決め用案内溝に追随するよう制御すると共に、当該位置決め用案内溝に位置されたマーカの位置を前記サーボ誤差信号検出用光によって検出することにより、信号光および球面参照光の照射位置の当該マーカの位置に対する位置決めを行い、

当該マーカの位置における位置決め用案内溝の接線方向と交差する一方向に、シフト多重記録を行うことを特徴とするホログラム記録再生方法。

【請求項 2】

前記分割型光検出器は、受光面を複数の検出領域に分割する境界線の一角がホログラム記録再生開始位置に対応するマーカの位置における位置決め用案内溝の接線方向に平行な角度方向に延びるよう、姿勢制御されることを特徴とする請求項 1 に記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 3】

複数のホログラムが互いに一部が重なる状態で前記一方向に並ぶ第 1 のシフト多重ホログラム列を記録した後、記録媒体をその表面に沿った平面内において回動させると共に当該記録媒体および光学ヘッドの一方を当該記録媒体の回動角度に応じた移動量で平行移動させることにより、光学ヘッドの記録媒体に対する位置決めを行った状態において、新たなシフト多重記録を行うことにより第 2 のシフト多重ホログラム列をその記録領域の一部が第 1 のシフト多重ホログラム列の記録領域と重なる状態で多重記録することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 4】

第 2 のシフト多重ホログラム列を記録するに際して、光学ヘッドの記録媒体に対する位置決めを行った後、サーボ誤差信号検出用光の照射位置を第 1 のシフト多重ホログラム列が記録された記録領域に対応するマーカの位置に一致させる位置補正が行われることを特徴とする請求項 3 に記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 5】

データ情報を担持した信号光と球面参照光とを干渉させることにより形成されるホログラムをシフト多重方式により多重記録すると共に記録媒体に記録されたホログラムに参照光を照射することにより当該ホログラムに記録されたデータ情報を再生するホログラム記録再生装置において、

記録媒体として、複数の位置決め用案内溝が同心円状に形成されると共に各々の位置決め用案内溝内において光による位置検出可能なマーカが所定のピッチで周方向に並んだ位置に形成されたディスク状のものが用いられ、

記録再生光源からの記録再生光を分離して生成した信号光および球面参照光を記録媒体に照射する記録再生光照射光学系および記録媒体における記録層に感応しない波長を有するサーボ誤差信号検出用光を記録媒体に照射するサーボ誤差信号検出用光照射光学系を有する光学ヘッドと、サーボ誤差信号検出用光によって位置決め用案内溝およびマーカから発せられる回折光を検出する分割型光検出器と、分割型光検出器の差動出力より得られる

10

20

30

40

50

サーボ誤差信号およびマーカ検出信号に基づいて光学ヘッドの記録媒体に対する位置決めを行う制御機構と、光学ヘッドを記録媒体の表面に沿って一方向に移動させる光学ヘッド移動機構と、記録媒体を光学ヘッドの移動方向を含む平面内において回動および平行移動させる記録媒体駆動機構とを備えていることを特徴とするホログラム記録再生装置。

【請求項 6】

前記分割型光検出器における受光面を複数の検出領域に分割する境界線の一がホログラム記録再生開始位置のマーカの位置における位置決め用案内溝の接線方向に平行な角度方向に延びるよう当該分割型光検出器を姿勢制御する姿勢制御手段を備えていることを特徴とする請求項 5 に記載のホログラム記録再生装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ホログラム記録再生方法およびホログラム記録再生装置に関する。更に詳しくは、2次元化されたデジタルビットパターンを記録媒体にホログラムとして多重に記録することにより大容量光メモリを構成する上で好適に用いられるホログラム記録再生方法およびホログラム記録再生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、ホログラムを用いてデジタル情報を二次元的に記録再生するホログラム記録再生装置が提案されている。ホログラム記録再生装置においては、複数の画素よりなる空間光変調器で変調された、デジタル情報（データ情報）を担持した信号光と、当該信号光とコヒーレントな参照光とを記録媒体内で干渉させることにより得られる干渉縞をホログラムとして記録する。また、記録媒体に記録されたホログラムを再生する場合には、記録に用いた参照光をホログラムに照射することにより回折光を発生させ、例えば CCD などの撮像素子上に、ホログラムとして記録されているデジタル情報の画像を形成させる。

20

【0003】

このようなホログラム記録再生方法の一としては、例えば、参照光として球面波（以下、「球面参照光」ともいう。）を用いた球面参照光シフト多重記録方式が知られている。

しかしながら、従来より検討されていた球面参照光シフト多重記録方式においては、信号光の光軸と球面参照光の光軸とによって形成される平面内に沿った一軸方向のシフト選択性は優れているが、その軸方向に垂直な方向にはシフト選択性が弱く、2次元での多重記録が困難である。そのため、球面参照光シフト多重記録方式のみによっては、記録情報の高密度化を図ることは困難である。

30

このような事情に鑑みて、本願発明者らは、記録媒体平面内すなわち2次元平面内でシフト多重ホログラム列をクロスさせて多重記録を行う方法を提案している（例えば特許文献1参照。）。この方法は、2次元方向でシフト多重ホログラムを重ね書きする方法である。

【0004】

而して、ホログラムの記録再生を行う場合には、記録媒体における場所を特定する位置情報やアドレス情報を得ることが必要である。例えば、特許文献2には、記録媒体に位置制御のためのサーボ用ピットを設け、サーボ用ピットからの反射光により位置検出を行う技術が記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2016-219087号公報

【特許文献2】特開2003-178484号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0006】

しかしながら、特許文献2に記載の発明においては、ディスク状の記録媒体に対してホログラムを同心円状にシフト多重記録するに際しての記録再生光の位置決め方法が記載されているのみであって、同心円状ではないホログラムのシフト多重記録を行うに際して、記録再生光を記録媒体に対して正確に位置決めする方法は知られていないのが実情である。

【0007】

本発明は、以上のような事情に基づいてなされたものであって、信号光および参照光の照射位置の位置決めを精度よく実行することができてホログラムの多重記録を高い信頼性で行うことのできるホログラム記録再生方法およびホログラム記録再生装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のホログラム記録再生方法は、記録再生光を分離して生成した信号光と参照光とを干渉させることにより得られるホログラムをシフト多重方式により記録媒体に多重記録すると共に、ホログラムが記録された記録媒体に参照光を照射することによりホログラムに記録されたデータ情報を再生するホログラム記録再生方法において、

記録媒体として、複数の位置決め用案内溝が同心円状に形成されると共に各々の位置決め用案内溝内において光による位置検出可能な複数のマーカが所定のピッチで周方向に並んだ位置に形成されたディスク状のものが用いられ、

20

記録再生光照射光学系およびサーボ誤差信号検出用光照射光学系を備えた光学ヘッドから、記録媒体における記録層に感応しない波長を有するサーボ誤差信号検出用光を位置決め用案内溝に向かって照射することにより当該位置決め用案内溝から発せられる回折光を分割型光検出器により検出し、当該分割型光検出器の差動出力より得られるサーボ誤差信号に基づいて、サーボ誤差信号検出用光の照射位置を記録媒体の回転に伴って位置決め用案内溝に追随するよう制御すると共に、当該位置決め用案内溝に位置されたマーカの位置を前記サーボ誤差信号検出用光によって検出することにより、信号光および球面参照光の照射位置の当該マーカの位置に対する位置決めを行い、

当該マーカの位置における位置決め用案内溝の接線方向と交差する一方向に、シフト多重記録を行うことを特徴とする。

30

【0009】

本発明のホログラム記録再生方法においては、前記分割型光検出器は、受光面を複数の検出領域に分割する境界線の1がホログラム記録再生開始位置に対応するマーカの位置における位置決め用案内溝の接線方向に平行な角度方向に延びるよう、姿勢制御されることが好ましい。

【0010】

さらにまた、本発明のホログラム記録再生方法においては、複数のホログラムが互いに一部が重なる状態で前記一方向に並ぶ第1のシフト多重ホログラム列を記録した後、記録媒体をその表面に沿った平面内において回転させると共に当該記録媒体および光学ヘッドの一方を当該記録媒体の回転角度に応じた移動量で平行移動させることにより、光学ヘッドの記録媒体に対する位置決めを行った状態において、新たなシフト多重記録を行うことにより第2のシフト多重ホログラム列をその記録領域の一部が第1のシフト多重ホログラム列の記録領域と重なる状態で多重記録されることが好ましい。

40

【0011】

さらにまた、本発明のホログラム記録再生方法においては、第2のシフト多重ホログラム列を記録するに際して、光学ヘッドの記録媒体に対する位置決めを行った後、サーボ誤差信号検出用光の照射位置を第1のシフト多重ホログラム列が記録された記録領域に対応するマーカの位置に一致させる位置補正が行われることが好ましい。

【0012】

本発明のホログラム記録再生装置は、データ情報を担持した信号光と球面参照光とを干

50

涉させることにより形成されるホログラムをシフト多重方式により多重記録すると共に記録媒体に記録されたホログラムに参照光を照射することにより当該ホログラムに記録されたデータ情報を再生するホログラム記録再生装置において、

記録媒体として、複数の位置決め用案内溝が同心円状に形成されると共に各々の位置決め用案内溝内において光による位置検出可能なマーカが所定のピッチで周方向に並んだ位置に形成されたディスク状のものが用いられ、

記録再生光源からの記録再生光を分離して生成した信号光および球面参照光を記録媒体に照射する記録再生光照射光学系および記録媒体における記録層に感応しない波長を有するサーボ誤差信号検出用光を記録媒体に照射するサーボ誤差信号検出用光照射光学系を有する光学ヘッドと、サーボ誤差信号検出用光によって位置決め用案内溝およびマーカから発せられる回折光を検出する分割型光検出器と、分割型光検出器の差動出力より得られるサーボ誤差信号およびマーカ検出信号に基づいて光学ヘッドの記録媒体に対する位置決めを行う制御機構と、光学ヘッドを記録媒体の表面に沿って一方向に移動させる光学ヘッド移動機構と、記録媒体を光学ヘッドの移動方向を含む平面内において回動および平行移動させる記録媒体駆動機構とを備えていることを特徴とする。

【0013】

本発明のホログラム記録再生装置においては、前記分割型光検出器における受光面を複数の検出領域に分割する境界線の一がホログラム記録再生開始位置のマーカの位置における位置決め用案内溝の接線方向に平行な角度方向に延びるよう当該分割型光検出器を姿勢制御する姿勢制御手段を備えた構成とされていることが好ましい。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、信号光および球面参照光の照射位置の記録媒体に対する位置決めが、記録媒体における位置決め用案内溝およびマーカから発せられる回折光の受光強度の分布に基づいて行われることにより、信号光および参照光の照射位置の位置決めを精度よく実行することができてホログラムの多重記録を高い信頼性で行うことができる。

特に、記録媒体における同一の記録領域に対してクロスシフト多重記録が行われるに際して、記録媒体を回動させるだけでなく、光学ヘッドまたは記録媒体を記録媒体の表面に沿った平面内で平行移動させて信号光および球面参照光の照射位置の記録媒体に対する位置決めを行う場合において、本発明は極めて有用なものとなる。

【0015】

また、記録媒体の偏心回転に起因する信号光および球面参照光の照射位置のマーカ位置に対する位置ずれを補正する位置補正が行われることによって、上記効果を一層確実に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明において用いられる記録媒体の一例における構成を示す平面図である。

【図2】図1に示す記録媒体の周方向に沿った断面を概略的に示す断面図である。

【図3】本発明のホログラム記録再生方法におけるシフト多重記録の一例を示す説明図である。

【図4】球面参照光シフト多重記録の概要を示す説明図である。

【図5】本発明のホログラム記録再生方法においてシフト多重ホログラム列をクロスさせて多重記録する方法の一例を示す説明図である。

【図6】分割型光検出器の姿勢制御の概要を示す説明図である。

【図7】記録媒体の偏心回転に起因する信号光および参照光の照射位置のマーカ位置に対する位置補正の概要を示す説明図である。

【図8】本発明のホログラム記録再生装置における記録再生光照射光学系の構成の概略を示す説明図である。

【図9】本発明のホログラム記録再生装置におけるサーボ誤差信号検出用光照射光学系の構成の概略を示す説明図である。

10

20

30

40

50

【図10】本発明のホログラム記録再生装置における記録媒体のブロック情報読み取るための光学系の構成の概略を示す説明図である。

【図11】本発明のホログラム記録再生装置における記録再生光照射光学系の他の構成例の概略を示す説明図である。

【図12】本発明のホログラム記録再生装置における記録再生光照射光学系のさらに他の構成例の概略を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0018】

10

本発明のホログラム記録再生方法は、ディスク状の記録媒体に対して、例えば1軸方向の球面参照光シフト多重記録によって、ホログラムの多重記録を行うものであって、具体的には、1軸方向の球面参照光シフト多重記録によって形成されるシフト多重ホログラム列を記録媒体の平面内すなわち2次元平面内でクロスさせて多重記録することにより、記録媒体における記録情報の高密度化を図るものである。以下においては、先ず、本発明において用いられる記録媒体について説明する。

【0019】

図1は本発明において用いられる記録媒体の一例における構成を示す平面図である。図2は、図1に示す記録媒体の周方向に沿った断面を概略的に示す断面図である。

20

この例の記録媒体10は、透過型のものであって、例えばガラスなどの光透過性材料よりなる支持基板11と、支持基板11の一面上に積層されたホログラム記録層15と、ホログラム記録層15の一面上に積層された、例えばガラスなどの光透過性基板16とにより構成されている。本発明において、記録媒体10は、反射型のものであってもよい。記録媒体10が反射型のものである場合には、支持基板11の他面に例えばホログラムからの回折光を反射する反射層が設けられる。また、反射層は、ホログラム記録層15と支持基板11との間に設けられてもよい。反射層は、例えば蒸着膜により構成することができる。

【0020】

30

ホログラム記録層15は、記録再生光として用いられる例えば青色レーザ光に感応する光反応性モノマーよりなるものである。

ホログラム記録層15の厚みは、記録再生能の観点から、例えば0.3~2.0mmとされ、好ましくは0.5~1.0mmとされる。

【0021】

記録媒体10における支持基板11には、複数の位置決め用案内溝12が同心円状に形成されていると共に、各々の位置決め用案内溝12内において光による位置検出可能なマーカ13が所定のピッチで周方向に並んだ位置に形成されている。

【0022】

各々の位置決め用案内溝12は、連続的に形成されたものであっても、断続的に形成されたものであってもよい。

40

各々の位置決め用案内溝12の幅寸法は、例えば0.5μm程度である。

【0023】

マーカ13は、例えば、記録媒体10における位置情報を含む標識情報に係る二次元データパターンの位相情報が記録された回折光学素子により構成されている。

回折光学素子は、例えば凹凸の深さが位相量により異なる凹凸パターンよりなる位相ホログラムにより構成することができる。このような回折光学素子は、例えばナノインプリント法によって形成することができる。

マーカ13に記録される情報は、基本的にはアクセスのための位置情報であり、例えば記録トラックの位置情報(トラック番号)およびフォーマット情報、記録条件、再生時の最適フィルターパラメータなどの再生条件などが挙げられる。

また、マーカ13は、位相ホログラムによる回折光学素子により構成されている必要は

50

なく、後述のサーボ誤差信号検出用光によって検出可能な、通常の光ディスクにおけるマーカと同様の構成を有するものであってもよい。

【0024】

後述するように、本発明のホログラム記録再生方法においては、例えば、記録媒体10における記録再生領域が位置決め用案内溝12の形成位置に応じて記録媒体の回転中心Cから外周縁に向かって径方向に並ぶ複数の記録再生部分B1に分割され、さらに、各々の記録再生部分B1が記録媒体10の周方向に並ぶ複数のブロック単位B2に分割され、ブロック単位B2毎に、球面参照光シフト多重記録が行われる。このため、記録媒体10におけるブロック単位B2の各々には、ブロック単位B2の位置情報などの標識情報が記録された標識部18が設けられていることが好ましい。

10

標識部18は、上述したような多階調の凹凸パターンよりなる位相ホログラムにより構成することができる。また、標識部18は、例えばバーコードやQRコード（登録商標）などにより構成されていてもよい。標識部18は、例えば光透過性基板16の表面に形成することができる。

【0025】

本発明のホログラム記録再生方法は、信号光および球面参照光の照射位置を記録媒体10におけるマーカ13の位置に対して位置決めし、当該マーカ13の位置における位置決め用案内溝12の接線方向と交差する一方向に球面参照光シフト多重記録を行うことを特徴とする。ホログラムの記録方式としては、透過型記録および反射型記録のいずれであってもよい。

20

【0026】

信号光および球面参照光の照射位置の記録媒体に対する位置決めにあつては、記録媒体10におけるホログラム記録層15を構成する光反応性モノマーに感応せず、信号光および球面参照光とは互いに異なる波長を有するサーボ誤差信号検出用光、例えば赤色レーザー光が用いられる。サーボ誤差信号検出用光は、例えば信号光と同一位置に集光レンズを介して照射される。

【0027】

先ず、サーボ誤差信号検出用光を記録媒体10における位置決め用案内溝12に向かって照射することにより位置決め用案内溝12から発せられる回折光を分割型光検出器によって検出する。ここに、サーボ誤差信号検出用光が位置決め用案内溝12に照射されている場合には、当該差動出力はゼロとなる。一方、サーボ誤差信号検出用光が位置決め用案内溝12からずれた位置に照射されている場合には、分割型光検出器の受光面における複数の検出領域の各々に入射される回折光の光量差に応じた差動出力が得られる。

30

そして、分割型光検出器の差動出力より得られるサーボ誤差信号がゼロとなるよう、サーボ誤差信号検出用光の照射位置を記録媒体10の回動に伴って位置決め用案内溝12に追随するよう制御する。サーボ誤差信号検出用光の照射位置の調整は、例えば、集光レンズをアクチュエータで駆動することにより行うことができる。また、記録媒体10をその表面に沿った平面内で移動させることにより行ってもよい。

次いで、当該位置決め用案内溝12に位置されたマーカ13の位置がサーボ誤差信号検出用光によって検出されることにより、信号光および球面参照光の照射位置がマーカ13の位置に対して位置決めされる。マーカ13の検出についても同様に、分割型光検出器の差動出力より得られるマーカ検出信号に基づいて、サーボ誤差信号検出用光の照射位置が調整される。

40

【0028】

球面参照光シフト多重記録は、信号光および球面参照光の照射位置が所定のマーカ13の位置に対して位置決めされた状態において、当該マーカ13の位置における位置決め用案内溝12の接線方向と交差する1軸方向に、信号光および球面参照光を照射する光学ヘッドおよび記録媒体10の一方が他方に対して相対的に移動されることにより行われる。これにより、図3に示すように、複数のホログラムHが互いに一部が重なる状態で当該一方向に並ぶよう記録されたシフト多重ホログラム列HLが記録される。ここに、一のホロ

50

グラムHは、平面視で略円形状であって、そのサイズは、例えば直径が500 μm である。

【0029】

球面参照光シフト多重記録の原理を図4を用いて説明すると、球面参照光は、平面波が複数存在するものと考えられる。従って、図4(a)に示すように、ホログラムH1が記録された記録媒体10を当該記録媒体10の表面(図4(a)における上面)に沿って一方向(図4(a)における右方向)にわずかな距離シフトさせると、既に記録されたホログラムH1の再生が不可となり、新たなホログラムH2をその記録領域の一部が既に記録されたホログラムH1の記録領域と重なる状態で記録することが可能となる。記録媒体10のシフト量は、通常、10 μm 程度以上である。なお、図4(a)においては、便宜上、ホログラムH1と、ホログラムH2とを離間させた状態で示してある。

再生可能な条件は、図4(b)に示すように、信号光の波数ベクトル k_s 、参照光の波数ベクトル k_r およびホログラムの波数ベクトル(記録格子ベクトル) k_g がブラッグの回折条件を満たす場合である。記録媒体10をシフトさせると、図4(c)に示すように、波数ベクトルの関係がブラッグの回折条件から外れ、ホログラムH1の再生が不可となる。

ここに、図4(b)は、図4(a)におけるホログラムH2に係る信号光の波数ベクトル k_s と参照光の波数ベクトル k_r とホログラムの波数ベクトル(記録格子ベクトル) k_g との関係を示す説明図である。また、図4(c)は、図4(a)に示す状態において、先に記録されたホログラムH1に係る信号光の波数ベクトル k_s と参照光の波数ベクトル k_r とホログラムの波数ベクトル(記録格子ベクトル) k_g との関係を示す説明図である。

【0030】

本発明のホログラム記録再生方法においては、第1のシフト多重ホログラム列を記録媒体に記録した後、当該第1のシフト多重ホログラム列と同一の記録領域において、球面参照光を当該1次シフト多重ホログラム列の記録に用いた球面参照光とは異なる入射方向から照射して新たなシフト多重ホログラム列を多重記録してもよい。あるいは、記録媒体の一面側から信号光および球面参照光を照射して第1のシフト多重ホログラム列を記録媒体に記録した後、記録媒体の一面側から信号光を照射すると共に記録媒体の他面側から球面参照光を照射して新たなシフト多重ホログラム列を第1のシフト多重ホログラム列と同一の記録領域に重ね書きしてもよい。

このような方法によってシフト多重記録が行われる場合においても、各々のシフト多重ホログラム列は、互いに異なる方向の記録格子ベクトルを有するものとされるため、クロストークを発生させることなく、記録情報の高容量化を効率的に図ることができる。

【0031】

また、本発明のホログラム記録再生方法においては、記録媒体における同一領域において、複数のシフト多重ホログラム列が、各々のシフト多重ホログラム列が記録される領域の一部が互いに重なる状態で、多重記録されること(クロスシフト多重記録)により、記録情報の高密度化が図られる。

図5(a)に示すように、記録媒体10における所定のマーカ13に対応する記録領域(記録トラック)に球面参照光シフト多重記録を行うことにより第1のシフト多重ホログラム列(白抜き矢印で示す。)を記録する。そして、図5(b)に示すように、記録媒体10を、所定の大きさの回動角度 θ で回動させると共に記録媒体10の表面に沿った平面内で回動角度 θ に応じた移動量 x 、 y で記録媒体10を平行移動させて、記録媒体10における当該マーカ13の位置を第1のシフト多重ホログラム列(白抜き矢印で示す。)を記録したときの位置に位置させる。このとき、記録再生光およびサーボ信号検出光の照射位置は、第1のシフト多重ホログラム列を記録したときと同一位置にある。

この状態において、新たな1軸方向の球面参照光シフト多重記録を行うことによって第2のシフト多重ホログラム列(塗りつぶした矢印で示す。)を記録する。これにより、第1のシフト多重ホログラム列および第2のシフト多重ホログラム列が、各々のシフト多重

10

20

30

40

50

ホログラム列の記録領域の一部が互いに重なる状態で、多重記録された状態を得ることができる。本発明のホログラム記録再生方法においては、このような操作が繰り返し行われる。シフト多重ホログラム列をクロスさせる角度（回動角度）は例えば10度程度である。

【0032】

本発明においては、例えば、同一円周上において記録媒体10の回転中心に対して点対称な位置に位置される2つのブロック単位の各々において、連続して球面参照光シフト多重記録が行われて第1のシフト多重ホログラム列が記録される。図3に示すように、ブロック単位B2においては、記録媒体10を回動させて同一の位置決め用案内溝12に位置される複数のマーカ13の各々に対応する記録領域に対する球面参照光シフト多重記録が順次に行われる。そして、すべてのブロック単位に対して第1のシフト多重ホログラム列が形成された後、第2のシフト多重ホログラム列が、第1のシフト多重ホログラム列と同様の記録方法により、各ブロック単位に記録される。ブロック単位の指定は、記録再生光源とは異なる波長のレーザ光を出射するレーザ光源またはLED光源よりなる読み取り用光源から出射されるブロック情報読み取り用光の照射によって標識部18から発せられるブロック情報再生光Laを検出することにより行われる。

10

【0033】

本発明のホログラム記録再生方法においてクロスシフト多重記録を行うに際しての、信号光および球面参照光の照射位置の位置決めにあつては、分割型光検出器は、受光面を複数の検出領域に分割する境界線の1がホログラム記録再生開始位置に係るマーカの位置における位置決め用案内溝の接線方向に平行な角度方向に延びるよう、姿勢制御されることが好ましい。これにより、適正なマーカ検出信号を検出することができて信号光および球面参照光の照射位置のマーカに対する位置決めを精度よく行うことができる。

20

【0034】

例えば受光面が2つの検出領域に分割された分割型光検出器を用いた場合を例に挙げて説明すると、第1のシフト多重ホログラム列が記録されるに際しては、図6(a)に示すように、分割型光検出器50は、受光面を2つの検出領域51a, 51bに分割する境界線BLが当該マーカ13の位置における位置決め用案内溝12の接線方向Tに平行な角度方向に延びるよう、姿勢制御されている。上述したように、クロスシフト多重記録を行うに際しては、第1のシフト多重ホログラム列が記録された記録媒体が所定角度で回動される。このため、分割型光検出器50の姿勢制御を行わない場合には、図6(b)において破線で示すように、分割型光検出器50の受光面における境界線BLは、マーカ13の位置における位置決め用案内溝12の接線方向Tに対して回動角度傾いた状態となる。従って、分割型光検出器50を記録媒体の回動角度に応じて回転させることにより、受光面51における境界線BLが当該マーカ13の位置における位置決め用案内溝12の接線方向Tに平行な角度方向に延びるよう、姿勢制御される。

30

【0035】

以上において、記録媒体が偏心なく回転されるとすると、サーボ誤差信号検出用光が位置決め用案内溝に照射されるようサーボ誤差信号検出用光の照射位置が位置決めされていれば、サーボ誤差信号検出用光は記録媒体の回動に伴って位置決め用案内溝に追従することとなる。従って、記録媒体の回動に伴って、サーボ誤差信号検出用光の照射位置に対する位置決め用案内溝内におけるマーカ位置の径方向の位置ずれは生じない。一方、記録媒体が偏心回転されると、図7に示すように、位置決め用案内溝12内における各マーカ13は、サーボ誤差信号検出用光の照射位置に対する径方向の位置ずれが生ずる。図7において、一点鎖線で示す直線は、記録媒体が偏心なく回転されるときに位置決め用案内溝（サーボ誤差信号検出用光の照射位置の軌跡）を示し、白抜きの丸印はマーカ13を示す。

40

【0036】

このため、本発明のホログラム記録再生方法においては、記録媒体の偏心回転に起因する信号光および球面参照光の照射位置のマーカ位置に対する位置ずれを補正する位置補正が行われることが好ましい。

50

位置補正は、例えば、記録媒体の偏心回転によって発生するサーボ誤差信号がゼロレベルとなるよう記録媒体をその表面に沿った平面内で移動させることにより行うことができる。また、クロスシフト多重記録を行うに際して第1のシフト多重ホログラム列HLが記録されている場合にあっては、第1のシフト多重ホログラム列HLにおける基準ホログラムHSに参照光を照射して適正な再生光が得られるよう記録媒体を移動させることにより行うこともできる。あるいは、第1のシフト多重ホログラム列HLにおける基準ホログラムHSのデータパターンと位相共役なデータパターンの位相情報を有する信号光を照射して相関信号光が得られるよう記録媒体を移動させることにより行うこともできる。

【0037】

以下、上記のホログラム記録再生方法が実行されるホログラム記録再生装置について説明する。

【0038】

本発明のホログラム記録再生装置は、記録再生光源からの記録再生光を分離して生成した信号光および球面参照光を記録媒体に照射する記録再生光照射光学系およびサーボ誤差信号検出用光を記録媒体に照射するサーボ誤差信号検出用光照射光学系を有する光学ヘッドと、記録媒体に記録されたホログラムに球面参照光が照射されることにより当該ホログラムから発せられる再生光(回折光)を検出する再生光検出光学系と、サーボ誤差信号検出用光によって位置決め案内溝およびマーカから発せられる回折光を検出する分割型光検出器と、分割型光検出器よりの差動出力より得られるサーボ誤差信号およびマーカ検出信号に基づいて光学ヘッドの記録媒体に対する位置決めを行う制御機構と、光学ヘッドを記録媒体の表面に沿って一方向に移動させる光学ヘッド移動機構と、記録媒体を光学ヘッドの移動方向を含む平面内において回動および平行移動させる記録媒体駆動機構とを備えている。

【0039】

記録再生光照射光学系は、図8に示すように、記録再生光源から出射される記録再生光から分離された信号光用の光を記録すべきページデータに対応した空間情報を用いて変調して信号光 L_s を生成する空間光変調器(SLM)21と、信号光 L_s を集光して記録媒体10に照射する信号光集光用対物レンズ20と、記録再生光源から出射される記録再生光から分離された参照光用の光を球面波に変換して球面参照光 L_r として集光して記録媒体10に照射する参照光集光用対物レンズ30とを備えている。35は、参照光用の光を透過すると共に後述のブロック情報読み取り用光を反射する波長選択性ミラーである。

【0040】

再生光検出光学系は、記録媒体10に記録されたホログラムに球面参照光 L_r が照射されることにより当該ホログラムから発せられる再生光(回折光) L_g を再生光用集光レンズ41を介して検出する撮像素子40を備えている。45は、ホログラムから発せられる再生光(回折光) L_g を透過すると共に後述の位置決め案内溝およびマーカから発せられる回折光を反射する偏向ビームスプリッタである。

【0041】

サーボ誤差信号検出用光照射光学系は、例えば図9に示すように、記録再生光源とは別個の光源から出射されるサーボ誤差信号検出用光 L_c が、信号光 L_s と同軸に信号光 L_s の照射方向と同一方向から信号光集光用対物レンズ20を介して照射されるよう構成されている。25は、信号光 L_s を透過すると共にサーボ誤差信号検出用光 L_c を反射する偏向ビームスプリッタである。このような構成のものにおいては、サーボ誤差信号検出用光 L_c は、信号光 L_s と直交する偏光方向を有するものとされる。

サーボ誤差信号検出用光照射光学系は、信号光照射光学系とは別個の光学系を構成していてもよく、この場合には、サーボ誤差信号検出用光 L_c を集光して記録媒体10における信号光 L_s の照射位置と同一位置に照射する集光レンズを備えた構成とされる。

【0042】

この例においては、位置決め案内溝から発せられる回折光およびマーカ13から発せられる回折光 L_d が、例えば再生光検出光学系における再生光用集光レンズ41を介して

10

20

30

40

50

偏向ビームスプリッタ45に入射される構成とされており、分割型光検出器50は、偏向ビームスプリッタ45によって反射された回折光Ldが入射されるよう位置されている。

また、本発明のホログラム記録再生装置は、分割型光検出器50を記録媒体10の回動角度に応じて回転させることにより、受光面における境界線の一がマーカ13の位置における位置決め用案内溝の接線方向に平行な角度方向に延びよう、姿勢制御する姿勢制御手段(図示せず)を備えている。

【0043】

また、光学ヘッドは、記録媒体10において設定されたブロック単位B2に係る標識情報(ブロック情報)が記録された標識部18に、当該標識情報の読み取り用光源からのブロック情報読み取り用光を照射する光学系を備えている。この光学系は、例えば図10に示すように、ブロック情報読み取り用光Lbが、参照光照射光学系における光路を介して照射されるよう構成されている。読み取り用光源は、例えば、ホログラムの記録再生光源とは異なる波長のレーザ光を出射するレーザ光源またはLED光源により構成することができる。

ブロック情報読み取り用光Lbの照射によって標識部18から発せられるブロック情報再生光Laは偏向ビームスプリッタ45によって反射されて分割型光検出器50に入射される。

【0044】

本発明のホログラム記録再生装置においては、球面参照光の入射方向を信号光に対して変更することにより、記録媒体における同一記録領域にシフト多重ホログラム列を重ね書きするよう構成されていてもよい。このような構成のものにおいては、例えば記録媒体の一面側において、複数の参照光集光用対物レンズが配置される。例えば2つの参照光集光用対物レンズ30a, 30bが記録媒体10の一面側に配置された例を図11に示す。各々の参照光集光用対物レンズ30a, 30bは、信号光の波数ベクトルとの関係において、互いに異なる方向の記録格子ベクトルが得られる波数ベクトルを有する球面参照光Lr1, Lr2が照射されるよう、配置される。

【0045】

さらにまた、本発明のホログラム記録再生装置においては、記録媒体における同一記録領域に、透過型ホログラム記録によるシフト多重ホログラム列と、反射型ホログラム記録によるシフト多重ホログラム列とを重ね書きするよう構成されていてもよい。このような構成のものにおいては、記録媒体の一面側および他面側の各々に少なくとも一の参照光集光用対物レンズが配置される。例えば記録媒体10の一面側および他面側の各々に、それぞれ一つずつ参照光集光用対物レンズ30a, 30bが配置された例を図12に示す。各々の参照光集光用対物レンズ30a, 30bは、信号光の波数ベクトルとの関係において、互いに異なる方向の記録格子ベクトルが得られる波数ベクトルを有する球面参照光Lr1, Lr2が照射されるよう、配置される。例えば、各々の参照光集光用対物レンズ30a, 30bは、透過型ホログラムの記録格子ベクトルと反射型ホログラムの記録格子ベクトルとが互いに逆方向となるよう、配置されることが好ましい。

【0046】

而して、本発明のホログラム記録再生方法および当該ホログラム記録再生方法が実施されるホログラム記録再生装置においては、信号光Lsおよび球面参照光Lrの照射位置の記録媒体10に対する位置決めが記録媒体10における位置決め用案内溝12およびマーカ13から発せられる回折光Ldの受光強度の分布に基づいて行われることにより、信号光および参照光の照射位置の位置決めを精度よく実行することができてホログラムの多重記録を高い信頼性で行うことができる。

特に、記録媒体10における同一の記録領域に対してクロスシフト多重記録が行われるに際して、記録媒体10を回動させるだけでなく、光学ヘッドまたは記録媒体10を記録媒体10の表面に沿った平面内で平行移動させて信号光Lsおよび球面参照光Lrの照射位置の記録媒体10に対する位置決めを行う場合において、本発明は極めて有用なものとなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

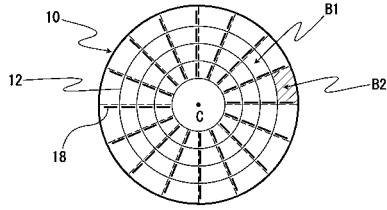
また、記録媒体の偏心回転に起因する信号光および球面参照光の照射位置のマーカ位置に対する位置ずれを補正する位置補正が行われることによって、上記効果を一層確実に得ることができる。

【 符号の説明 】

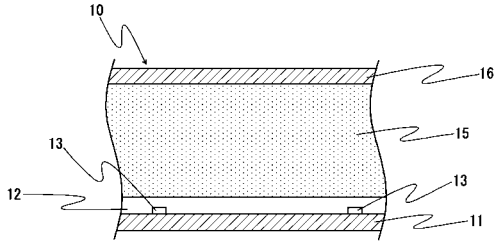
【 0 0 4 8 】

1 0	記録媒体	
1 1	支持基板	
1 2	位置決め用案内溝	
1 3	マーカ	10
1 5	ホログラム記録層	
1 6	光透過性基板	
1 8	標識部	
2 0	信号光集光用対物レンズ	
2 1	空間光変調器 (S L M)	
2 5	偏向ビームスプリッタ	
3 0	参照光集光用対物レンズ	
3 0 a	参照光集光用対物レンズ	
3 0 b	参照光集光用対物レンズ	
3 5	波長選択性ミラー	20
4 0	撮像素子	
4 1	再生光用集光レンズ	
4 5	偏向ビームスプリッタ	
5 0	分割型光検出器	
5 1 a	検出領域	
5 1 b	検出領域	
B 1	記録再生部分	
B 2	ブロック単位	
B L	境界線	
H	ホログラム	30
H 1	ホログラム	
H 2	ホログラム	
H L	シフト多重ホログラム列	
H S	基準ホログラム	
L a	ブロック情報再生光	
L b	ブロック情報読み取り用光	
L c	サーボ誤差信号検出用光	
L d	マーカから発せられる回折光	
L g	再生光	
L r	球面参照光	40
L s	信号光	

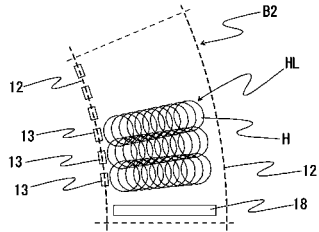
【 図 1 】



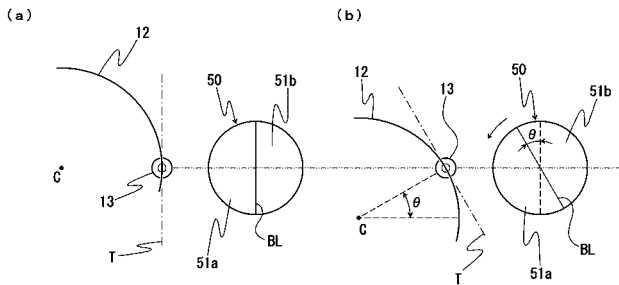
【 図 2 】



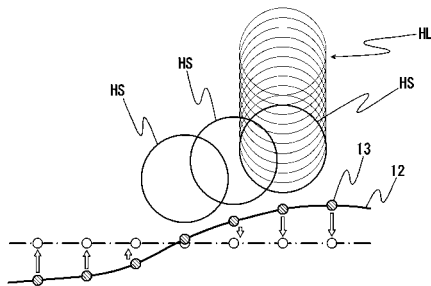
【 図 3 】



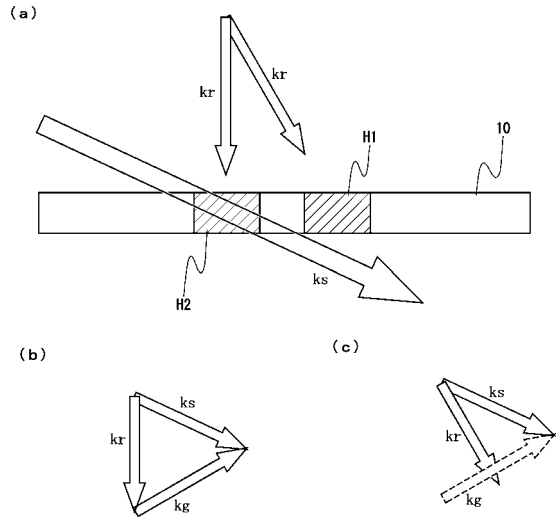
【 図 6 】



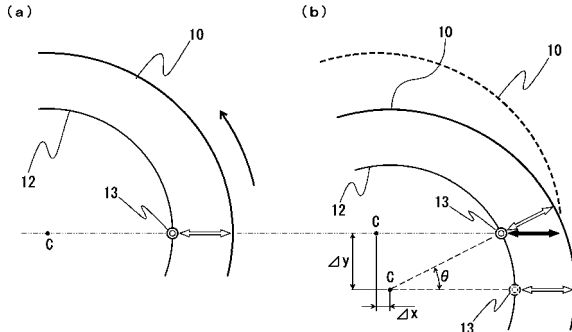
【 図 7 】



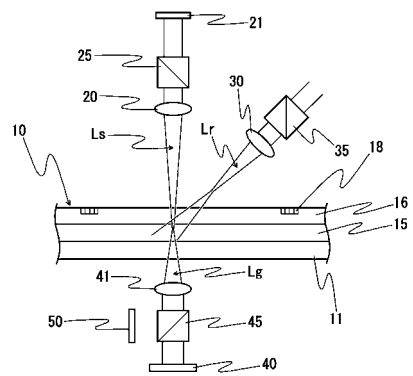
【 図 4 】



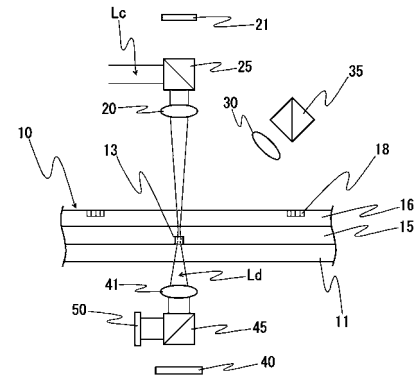
【 図 5 】



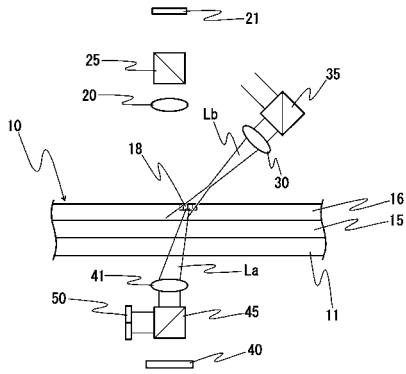
【 図 8 】



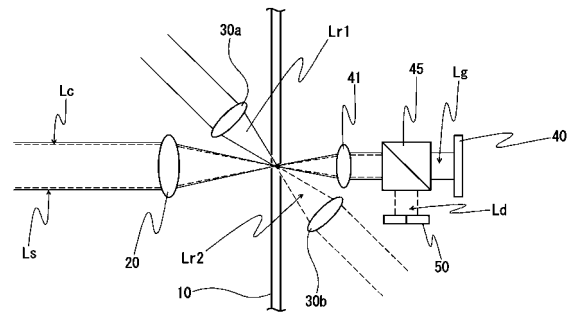
【 図 9 】



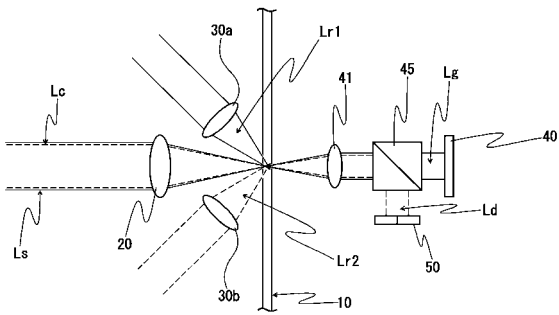
【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 7/24044 (2013.01)

G 1 1 B 7/24044

G 1 1 B 7/24073 (2013.01)

G 1 1 B 7/24073