

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4327354号
(P4327354)

(45) 発行日 平成21年9月9日(2009.9.9)

(24) 登録日 平成21年6月19日(2009.6.19)

(51) Int.Cl.

F 1

G 11 B 7/135 (2006.01)
G 11 B 11/105 (2006.01)G 11 B 7/135 Z
G 11 B 11/105 551 R

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-541679 (P2000-541679)
 (86) (22) 出願日 平成11年3月26日 (1999.3.26)
 (65) 公表番号 特表2002-510116 (P2002-510116A)
 (43) 公表日 平成14年4月2日 (2002.4.2)
 (86) 國際出願番号 PCT/US1999/006471
 (87) 國際公開番号 WO1999/050842
 (87) 國際公開日 平成11年10月7日 (1999.10.7)
 審査請求日 平成18年3月27日 (2006.3.27)
 (31) 優先権主張番号 60/079,903
 (32) 優先日 平成10年3月30日 (1998.3.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 60/088,192
 (32) 優先日 平成10年6月5日 (1998.6.5)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500373758
 シーゲイト テクノロジー エルエルシー
 アメリカ合衆国、カリフォルニア、スコット
 ツ バレイ、ピー. オー. ボックス 66
 360, ディスク ドライブ 920
 (74) 代理人 100066692
 弁理士 浅村 畏
 (74) 代理人 100072040
 弁理士 浅村 畏
 (74) 代理人 100072822
 弁理士 森 徹
 (74) 代理人 100080263
 弁理士 岩本 行夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光データ記憶システム用低複屈折性光ファイバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それが少なくとも一つの記録面を有する複数の記憶媒体と、
 光ビームを用いて前記記憶媒体のそれぞれに対してデータを読み書きする複数の記録ヘッド(106)、
 末端で前記記録ヘッド(106)にそれぞれ結合された複数の低複屈折性光ファイバ(102)、
 低複屈折性光ファイバ(102)は、前記記録ヘッド(106)へそれぞれ異なる経路を経て導かれ、これによりそれぞれ異なる曲げが与えられて異なる複屈折が生じるようになった複数の低複屈折性光ファイバ(102)、

前記低複屈折性光ファイバ(102)の基端に結合された光スイッチ(104)、ならびに 10

前記光スイッチを介して前記複数の低複屈折性光ファイバ(102)に選択的に光学結合された光学素子組立体(101)を有するデータ記憶システムにして、

前記光学素子組立体(101)が、

前記光学スイッチ(104)に結合レンズ(233)を介して光学的に結合された第1のビームスピリッタ(232)、

前記第1のビームスピリッタ(232)に光学的に結合された光学位相遅延モジュール(253, 254, 255, 257)、ならびに

前記光学位相遅延モジュール(253, 254, 255, 257)に光学的に結合さ 20

れた第2ビームスプリッタ(239)を有し、

光源から一つの低複屈折性光ファイバ(102)を通して対応の記憶媒体へ向かう往路光学ビーム(291)と、該記録媒体から当該低複屈折性光ファイバ(102)を通って回帰する復路光学ビーム(292)との間で生ずる複屈折による位相ずれを該複数の低複屈折性光ファイバ(102)の各間で補償するように、前記光スイッチ(104)が前記光学組立体(101)と当該低複屈折性光ファイバ(102)とを光結合する前に、前記光学位相遅延モジュール(253, 254, 255, 257)が設定されるようになったデータ記憶システム。

【請求項2】

前記前記光学位相遅延モジュール(253, 254, 255, 257)は、前記第1ビームスプリッタ(232)と前記結合レンズ(33)との間に光学的に結合された偏光回転子(256)を有する、請求項1に記載のデータ記憶システム。

10

【請求項3】

前記第1のビームスプリッタが漏洩ビームスプリッタ(232)である、請求項1のデータ記憶システム。

【請求項4】

前記第2のビームスプリッタが偏光ビームスプリッタ(239)を含む、請求項1のデータ記憶システム。

【請求項5】

前記光学位相遅延モジュールが、第1の1/2波長板(253)に光学的に結合した光学位相遅延素子(255)を含む、請求項1のデータ記憶システム。

20

【請求項6】

前記位相遅延モジュールが、回転する1/2波長板(257)へ光学的に結合した1/4波長板(254)を含む、請求項1のデータ記憶システム。

【請求項7】

前記光学位相遅延モジュールが、前記第2のビームスプリッタへ光学的に結合した1/4波長板(254)を含み、該第2のビームスプリッタが動的に回転する偏光ビームスプリッタ(239)である、請求項1のデータ記憶システム。

【請求項8】

前記光学偏光回転子(256)が第2の1/2波長板を含む、請求項2のデータ記憶システム。

30

【請求項9】

前記漏洩ビームスプリッタ(232)へ光学的に結合したファブリ・ペロ・レーザ(231)をさらに有し、該ファブリ・ペロ・レーザ(231)が特定周波数で変調される、請求項3のデータ記憶システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(関連出願)

本発明は、1998年3月30日に提出した、“低複屈折性ファイバを利用する光ドライブ”と云う名称の米国特許仮出願第60/079,903号、および1998年6月5日に提出した、“光ドライブに於けるレーザ位相雑音最少化”と云う名称の米国特許仮出願第60/088,192号に関し、それらの優先権を主張し、それらを参考までにここに援用する。

40

【0002】

(発明の背景)

(1. 発明の分野)

本発明は、一般的にはデータ記憶システムに使用するための光ファイバに関する。更に詳しくは、本発明は、光データ記憶システムに於ける低複屈折性光ファイバに関する。

【0003】

(2. 背景技術)

50

回転ディスク上に被着した光磁気(M O)記録材料を使用する、光磁気記憶システムでは、情報をこのディスク上に磁区の空間変動として記録することができる。読み出し中、磁区パターンが偏光状態を変調し、検出システムが結果信号を光学フォーマットから電子フォーマットへ変換する。

【 0 0 0 4 】

一つの型式の光磁気記憶システムでは、光磁気ヘッド組立体がリニアアクチュエータ上に位置し、記録および読み出し中、そのアクチュエータがヘッドをディスクの半径方向に沿って動かして、光ヘッド組立体をデータトラック上に位置付ける。磁気コイルがヘッド組立体上の別個の組立体に置かれ、ディスク表面に垂直な方向の磁気成分を有する磁界を創る。最初にレーザ光のビームをこのディスク上に光スポットを作るように集束することによって、ディスク媒体の周囲磁性材料と反対の磁極の垂直磁化をゼロまたは1を示すマークとして記録する。光スポットは、光磁気材料をキュリー点近くまたはそれ以上の温度(磁界を掛けると磁化が容易に変り得る温度)に加熱するように機能する。磁気コイルを通過する電流が自発垂直磁化を上か下に向ける。この配向過程は、温度が適当に高い、光スポットの領域で起る。磁化マークの方向は、レーザビームを消した後も保存される。このマークは、磁気コイルが反対方向の磁界を創っている間に、レーザビームによってキュリー点まで再加熱すれば、消去または上書きされる。

【 0 0 0 5 】

情報の再生は、ディスク上の所望の特定のマークから、磁気カーポロ効果を利用してこの特定のあるマークでの磁化によって反射ビームに課される偏光のカーポロ回転を検出することで行われる。カーポロの大きさは、材料の特性(カーポロ係数に具現する)によって決る。回転方向は、確立した差動検出方式によって測定され、特定マークでの自発磁化の方向に依つて、時計方向または反時計方向となる。

【 0 0 0 6 】

従来の光磁気ヘッドは、現在 1 5 5 M b i t / c m² のオーダの面積密度で光磁気ディスクにアクセス可能にするが、ヘッドの物理的大きさおよび質量をかなり嵩張らせる(典型的には 3 ~ 1 5 m m の次元)、比較的大きな光学組立体となる傾向がある。従って、従来技術の光磁気ヘッドが光磁気記憶ディスク上の次の所望のデータトラックにアクセスするために機械的に動く速度は遅い。その上、従来技術の光磁気ヘッドの物理的大きさが光磁気ディスク間の間隔を制限する。標準高さのディスクドライブで利用できる容積が制限されているので、光磁気ディスクドライブは、高容量市販品としては利用されなかった。例えば、現在入手できる市販の光磁気記憶装置は、1 3 0 m m の両面 2 . 6 I S O ギガバイト光磁気ディスクの片面に、アクセス時間 4 0 m s 、およびデータ転送速度 4 . 6 M B / s e c でアクセスできるに過ぎない。

【 0 0 0 7 】

N ヤマダ(米国特許第 5 , 2 5 5 , 2 6 0 号)は、複数の光ディスクの上面および下面にアクセスするための扁平浮動光ヘッドを開示する。この浮動光ヘッドは、相変化光ディスクに光を授受するために、ミラーまたはプリズムを固定した作動アームを有する。ヤマダが記載した静的光学系は、一定の容積に含まれる複数の相変化光ディスクの両面にアクセス可能であるが、ヤマダの光学ヘッドは、この光学系の大きさおよび質量によって制限される。従って、与えられた容積内で機能するために製造できる光ディスクの性能および数も制限される。光ディスクドライブ内の記憶場所へ光を送るために光ファイバを利用すれば、扁平光路を可能にし、所与の形状係数内で垂直に配置できるディスクの数を増すことができる。

【 0 0 0 8 】

光源から記憶場所まで偏光を伝えるために偏光保持ファイバおよびファブリ・ペロ(F P)レーザを使用する従来技術の光磁気浮動ヘッドは、使用可能な S N 比を制限する、かなりのモード分割雑音を免れない。広帯域偏光変動の形のモード分配雑音(M P N)は、高複屈折性素子を光路に配置すると明白になる、 F P レーザの固有の性質である。偏光保持光(P M)ファイバは、設計によって、非常に複屈折性で、従って、 F P レーザに P M

10

20

30

40

50

ファイバを利用するとき、MPNを除去することは非常に困難である。

【0009】

従って、レーザ源と光ドライブ光データ記憶システムの記憶場所の間に光を伝えるために、従来技術に比べて、十分なSN比の光ファイバを利用し、且つ与えられた容積内に置けるディスクの数を増やせる、光データ記憶システムが所望される。この改良した光ヘッドは、好ましくは、高開口数、ヘッドの大きさおよび質量の減少をもたらすべきである。その上、この光ヘッドは、従来技術より、ディスク表面へのアクセス、ディスクドライブのアクセス時間、データ転送速度、光誘導雑音、並びに整列および製造の容易さを改善すべきである。

【0010】

10

(発明の概要)

本発明は、従来技術の光ディスクドライブを越えた改善を提供する。これらの改善で、所与の容積内に置ける記憶ディスクの数を増大可能である。これらの改善は、情報を光記憶媒体に授受するために低複屈折性光ファイバを使用することを含む。これらの改善は、更に、扁平ヘッド上の高共振周波数のトラッキングサーボ装置を含み、光ファイバとの関連で、記憶媒体へのアクセスの改善、ディスクドライブのアクセス時間の改善、およびデータ転送速度の改善をもたらす。

【0011】

20

本発明の光ディスクは、ウインチエスタ磁気ディスク技術の種々の要素、例えば、浮動ヘッド技術も利用する。本発明では、レーザ光学素子組立体が光を光源から光スイッチへ指向し、スイッチによりこの光を各々浮動光ヘッドを支持する一つ以上の回転アームに結合した複数の光ファイバの一つへ指向する。光は、それぞれの記憶媒体で集束した光スポットによってデータを読み書きするために、この光ファイバを通してそれぞれの光ヘッドへ送出される。この記憶媒体から反射した光信号は処理のために光ヘッドおよび光ファイバを通して回帰される。一実施例では、光源にファブリ・ペロ・レーザを含む。

【0012】

30

光ファイバによって送出された光の光路は、操向可能なマイクロ加工したミラーによって変えられる。隣接するトラックへのトラックフォローリングおよびシークは、このミラーの中央ミラー部を回転軸の周りに回転することによって行う。この操向可能なマイクロ加工したミラーから反射した光をGRIN(分布屈折率)レンズまたは成形レンズのような、埋込み型マイクロ対物レンズを通して導く。集束した光スポットを記憶媒体の半径方向にほぼ平行な方向に前後に走査する。もう一つの実施例では、1組の操向可能なマイクロ加工したミラーを互いから独立に操作することによって、隣接するトラックへのトラックフォローリングおよびシークを一時に二つ以上の記憶媒体表面で行うことができる。

【0013】

40

本発明で、更なる改善は、低複屈折性光ファイバを使う、光磁気記憶ディスクに対する情報の授受にある。光ファイバに加わる不可避な応力のために、光ファイバ伝送時、記憶媒体からの偏光情報のSN比が低下するかも知れない。本発明は、このSN比を増すための装置および方法を提供する。一実施例では、SN比を増すために、低複屈折性光ファイバの面内曲げで誘発される複屈折性を補償する。もう一つの実施例では、SN比を増すために、低複屈折性光ファイバの面外曲げ誘発複屈折性を補償する。もう一つの実施例では、SN比を増すために、面内曲げ誘発と面外曲げ誘発の両方の複屈折性を補償する。面外曲げ誘発複屈折性は、偏光回転素子を設けることによって補償することができ、この変更回転素子は、1/2波長板または固定1/4板と回転可能1/4波長板の組合せを含んでもよい。面内曲げは、反射光の光学位相遅延をもたらすことによって補償できる。位相遅延は、液晶遅延装置と固定1/2波長板の組合せ、固定1/4波長板と回転可能1/2波長板の組合せ、または固定1/4波長板と回転可能漏洩ビームスプリッタを含む光学位相遅延素子によってもたらすことができる。更にもう一つの実施例では、変調したファブリ・ペロ・レーザを含む光源を設けることによってSN比を増すことができる。

【0014】

50

(発明の詳細な説明)

さて、図面を参照すると、この発明の類似の部品が類似の参照数字によって識別されていて、図1Aに全体を斜視図で示す光磁気記憶および検索システム100が見られる。好適実施例で、この光磁気(MO)データ記憶および検索システム100は、1組の両面MOディスク107(各MOディスク面に対して一つの浮動ヘッド)と共に使うようにされた1組のワインチェスタ型浮動ヘッド106を含む。この1組の浮動ヘッド106(以後、浮動MOヘッドと称する)は、1組のMOディスク107の表面上に配置されるように、それぞれの懸架装置130およびアクチュエータアーム105によって、回転アクチュエータ磁石およびコイル組立体120に結合されている。作動する際、1組のMOディスク107は、1組の浮動ヘッドMO106と1組のMOディスク107の間に空力的揚力を発生するように、そして1組の浮動ヘッドMO106を1組のMOディスク107の上面および下面の上約0.38μmの浮動状態に保持するように、スピンドルモータによって回転する。この揚力は、この1組の懸架装置130によって加える、同等で反対のばね力が対抗する。非作動中、1組の浮動ヘッドMO106は、1組のMOディスク107の表面から離れた浮上状態に静的に保持される。システム100は、更に光学素子モジュール103およびそれに結合された1組の低複屈折性光ファイバ102を含む。

【0015】

図2Aは、レーザ光学素子モジュール103の一部として使用するレーザ光学素子組立体101を示す。本発明で、図1Aおよび図1Bの光学素子モジュール103は、レーザ光学素子組立体101を含み、それはこの技術でよく知られる種類のファブリ・ペロ(FP)レーザ源231を含む。実施例で、レーザ源231は、可視光スペクトルの赤色領域内の約660nmの波長で動作するが、しかし、他の波長で動作するレーザ源も本発明の範囲内であると判断する。ファブリ・ペロ・レーザダイオードは、そのスペクトル出力の高周波揺らぎに特徴があり、それをこの技術でモード分配雑音(MPN)とも称する。従来技術では、線形偏光を高複屈折素子、例えば、単一モード偏光保持(PM)光ファイバに送出すとき、モード分配雑音(MPN)が偏光雑音に変換され、それが利用可能なSN比を下げるよう作用する。MO記録では、MOディスク107からの偏光情報を再生するものが望ましいので、偏光雑音を最少に保つことが重要であるが、従来技術のファブリ・ペロ・レーザ源および単一モード偏光保持光ファイバを使用する構成で達成することが困難である。レーザ光学素子組立体101は、更に:コリメータ光学素子234、漏洩ビームスプリッタ232、および結合レンズ233を含む。このレーザ光学素子組立体101は、P偏光レーザビーム291をレーザ源231から漏洩ビームスプリッタ232および結合レンズ233を介して光スイッチ104の方へ向ける。レーザ光学素子組立体101は、特定のMOディスク107の表面から反射されたレーザビーム292のSおよびP偏光成分も受ける。反射レーザビーム292は、結合レンズ233によって導かれ、漏洩ビームスプリッタ232によって、偏光ビームスプリッタ239、ミラー235、および1組のフォトダイオード236を含む差動検出器の方へ送られる。この1組のフォトダイオード236による変換後、差分信号は、差動増幅器237によって処理され、信号294として出力される。差動検出器は、反射レーザビーム292の直交SおよびP偏光成分の光強度を測定するものであり、得られた差分信号が特定のMOディスク107の表面で力-効果によって誘発された偏光回転の微妙な測定結果であるのが好ましい。以下に説明するように、本発明の特定の実施例では、レーザ光学素子組立体101が更に、レーザビーム291および292の光学位相遅延および/または偏光回転をもたらすために、AAおよびBBで示す場所に多種多様な光学要素を含んでもよい。

【0016】

図3は、光スイッチ104を含む光学素子モジュール103を示す。光スイッチ104は、1組の光ファイバ102とレーザ光学素子組立体101の間に配置され、1組の光ファイバ102の一つ、1組の浮動MOヘッド106の一つ、および1組のMOディスク107の一つを含む代表的光路で示す。光スイッチ104は、出射レーザビーム291を特定の光ファイバ102のそれぞれの基端の方へ向けるように十分な程度の選択性を備える

10

20

30

40

50

。出射レーザビーム 291 は、光ファイバ 102 の末端を出て、浮動 MO ヘッド 106 を通ってそれぞれの MO ディスク 107 の表面記録層 349 へ向けられる。

【0017】

情報の書込み中、出射レーザビーム 291 は、選択した所望のスポット 340を MO 記録層 349 のほぼキュリー点まで加熱することによって、表面記録層 349 の保磁性を低める。出射レーザビーム 291 の光強度は一定に保つが、時間変動する垂直バイアス磁界を使って MO ディスク 107 に垂直な“上向き”または“下向き”磁区のパターンを形成する。この手法は、磁界変調 (MFM) として知られる。その代りに、磁区壁位置をよく制御し、磁区エッジジッタを減らすために、出射レーザビーム 291 を所望のスポット 340で時間変動する垂直バイアス磁界と同期して変調してもよい。その後、選択したスポット 340が表面層 349 で冷却すると、情報がそれぞれの回転ディスク 107 の表面にコード化される。10

【0018】

情報の読み出し中、出射レーザビーム 291 は、(書込みに比べて低出力で) 選択的に MO ディスク 107 へ送られ、スポット 340から反射されると、カー効果が反射したレーザビーム 292 の偏光状態を(矢印 363 で示すように)時計方向か反時計方向に回転させるようにする。前述の光路は、現実に双方向性である。従って、反射したレーザビーム 292 は、浮動 MO ヘッド 106 を介して受けられ、光ファイバ 102 の末端に入る。反射したレーザビーム 292 は、光ファイバ 102 によって光スイッチ 104 の方へ導かれ、後に光から電気へ信号変換するために、光スイッチ 104 によって選択的にレーザ光学素子組立体 101 の方へ送られる。20

【0019】

図 1A に戻って、この好適実施例では、本発明の 1 組の光ファイバ 102 は单一モード低複屈折性光ファイバである。本発明は、低複屈折性に設計した光ファイバ、即ち、光ファイバ技術で低複屈折性または 1o - bi 光ファイバとして知られるファイバを使用することによって、モード分配雑音を減らして許容できる S/N 比を達成できることを特徴とする。この低複屈折性または 1o - bi 光ファイバは、やはり PM 光ファイバとして知られる、单一モード偏光保持光ファイバの固有の高複屈折性と対照をなす。1o - bi ファイバは、ファイバ引抜き工程中に僅かに複屈折性のファイバプリフォームから紡ぐ、“紡ぎファイバ”として用意することができる。冷却後、幾何学的撓りがこれらの紡ぎファイバに付与される。もし、これらのファイバを十分に紡ぐと、非円形断面または非等方熱応力による曲げ誘発線形複屈折性の影響が紡績によって導入した有効円形複屈折性によって克服できる。ほとんどの光ファイバは、幾何学的形状および内部応力によって生ずる線形複屈折性を示す。紡ぎファイバは例外である。他の手段を使って製造した 1o - bi 光ファイバもこの技術で知られているので、本発明を紡いだ 1o - bi ファイバに限定する必要はないと判断する。本発明の実施例で、1 組の 1o - bi 光ファイバ 102 は：1m 当り 1 ~ 2 ° の位相遅れ、約 660 nm の動作波長、580 ~ 600 nm のカットオフ波長、約 800 μm のクラッド直径、直径 160 ~ 190 μm の二重アクリレートジャケット、0 ~ 70 ° の動作温度範囲、約 4.0 μm のモードフィールド径、および 5 % 未満のモードフィールド横円率を含む。30

【0020】

図 1A に示すように、1 組の 1o - bi 光ファイバ 102 は、末端で 1 組の浮動 MO ヘッド 106 のそれぞれの一つに結合され、1 組のアクチュエータアーム 105 および 1 組の懸架装置 130 のそれぞれの一つに沿って進み、光学素子モジュール 103 の周りを進み、並びに基端で光学素子モジュール 103 に結合される。システム 100 に存在する限られた容積よって課される制限のために、1 組の光ファイバ 102 は、同一直線上および / または同一平面上の状態以外で導く必要性があり、これにより次に光ファイバ 102 に応力を加え、光ファイバ 102 に複屈折性を誘発する恐れがある。本発明では、光ファイバ 102 が図示する点 A で光学素子モジュール 103 を出て、一まとめにされてこの光学素子モジュール 103 の周りに巻かれる。この余分な屈曲が余分なファイバ長さをもたら40

し、組立および、もし必要なら、やり直しを容易にする。これらのファイバは、静的曲げの大部分が単一平面で起るような方法（以後、面内曲げと称する）で経路を決めるのが好ましい。本発明では、ある点で、ファイバ102が、例えば、図示する点Bに始って、それらそれぞれのヘッドへ扇形に拡がり、それで、光ファイバ102間に幾らかの面外曲げもあるかも知れず、それがこの複屈折性の局部方向を変えるかも知れないが、もしこの曲げ半径を十分に大きく保てば、面外複屈折性の大きさが比較的小さいかも知れない。曲げ誘発複屈折性は、（1）大きさが $(R_{fiber}/R_{bend})^2$ に比例すること、但し R_{fiber} はファイバクラッド半径および R_{bend} は曲げ半径、並びに（2）配向が、一方の軸が曲げ平面内にあり、他の軸がこの平面に垂直であることによって特徴を表すことができる。もし、一組の光ファイバ102の曲げがなければ、出射および反射レーザビーム291および292が、理論上、1組の自由空間の光ファイバに類似する、低複屈折性の1組の光ファイバ102を経由することが当業者に自明である。一組の光ファイバ102が伝える偏光回転情報は、一組の10-bi光ファイバ102の前述の曲げ誘発複屈折性によって劣化するかも知れない。従って、本発明は、レーザビーム291および/または292の光路に、光学位相遅延および/または偏光回転をもたらす光学素子を含めて、上記の補償方法および装置を提供することを目的とする。

【0021】

本発明は、位相ずれが一組の光ファイバ102の曲げ誘発複屈折性によって出射レーザビーム291と反射レーザビーム292の間に導入されること、およびこの位相ずれを反射レーザビーム292の光路に光学位相遅延素子を置くことによって補償できること、および、更に、反射レーザビーム292のカー回転を最大SN比で検出するためには、P偏光出射レーザビーム291と反射したPおよびS偏光反射レーザビーム292の間の位相ずれをを法とする0°に維持すべきであることを特徴とする。この好適実施例では、光学位相遅延を利用して反射レーザビーム292からカー信号をなくし、直交偏光したカー成分の位相を合わせることによってM0ディスク107からのカー信号を最適化し、それによって、ノイズフリンジの底で作動することによって一組の光ファイバ102が誘発するモード分配雑音も最少化する。光学位相遅延は、光波を二つの直交直線偏光成分に分解し、それらの間に位相ずれを生ずる光学位相遅延素子によって提供することができる。理想を言えば、光学遅延をもたらす光素子は、偏光せず、そこを通過する光ビームに強度変化も誘発せず、単純にビームの偏光状態を変えるだけである。光学位相遅延をもたらす素子は、例えば、二つの異なる屈折率を有する複屈折、一軸性材料のものを使用可能である。そのような材料には、少し例を挙げれば、一軸結晶、水晶結晶、マイカ、ネマチック液晶、電気光学的材料、ポリマーがある。

【0022】

本発明は、これらの条件を達成するために、出射レーザビーム291のP偏光を同じ平面で一組の光ファイバ102の面内曲げ誘発軸に垂直に回転するように、一組の光ファイバ102の曲げ誘発軸を漏洩ビームスプリッタ232の軸と整列することを特徴とするものである。

【0023】

上に議論したように、一組の光ファイバ102は、曲げ、例えば、面内曲げおよび/または面外曲げの組合せを課せられる可能性がある。図1Bに示すもう一つ実施例では、もし、一組の光ファイバ102が光学素子モジュール103を出て、それらが向うそれぞれのヘッド106間の間隔に相当する面間間隔を有する平行平面に沿って保持される（点Bで扇形に拡がるのでなく）ならば、これらの光ファイバ102の面外曲げが最小になるよう光ファイバ102の経路を決めることができるのである。この実施例では、面外曲げがなくても、例えば、一組の光ファイバ102の光学素子モジュール103からヘッド106までの通常の経路設定中に、ファイバの面内曲げがまだ起るかも知れない。

【0024】

光ファイバ102の最小面外曲げが起る一実施例では、コロンビア805030、フレデリックのミードウラーク・オプチックスが製造するLVR100VISのような、可変

10

20

30

40

50

液晶遅延装置を含む光学位相遅延装置 255 によって光学位相遅延をもたらすことができる。この実施例では、この光学位相遅延装置 255 を第 1 の 1 / 2 波長板 253 と組合わせて使い、その両方を漏洩ビームスプリッタ 232 と偏光ビームスプリッタ 239 の間の光路で点 B B に配置する（図 2 A および図 2 B に示す）。光学位相遅延装置 255 の光軸を漏洩ビームスプリッタ 232 の光軸に対して 0° に整列し、第 1 の 1 / 2 波長板 253 の光軸を漏洩ビームスプリッタ 232 の光軸に対して 22.5° に整列するのが好ましい。この可変液晶遅延装置の使用例では、1.53V のピークピーク入力電圧を加え、それが面内誘発応力の適切な補償を生ずることを示したが、一組の光ファイバ 102 間の面内曲げの僅かな変動がそれぞれ僅かに異なる電圧を要求するかも知れない。特定の光ファイバ 102 に掛けるべき特定の電圧は、較正段階中に予め決めることが可能である。しかしてこの電圧は、光スイッチ 104 のスイッチ動作の合間に変えてよい。10

【0025】

光ファイバ 102 の最小の面外曲げが起こるもう一つの実施例では、当該技術分野でよく知られる多種多様な 1 / 4 波長板 254 と動的に回転する 1 / 2 波長板 257 を組合わせ、その両方を漏洩ビームスプリッタ 232 と偏光ビームスプリッタ 239 の間に配置することによって光学位相遅延をもたらしてもよい（図 2 A および図 2 C に示す）。この実施例では、1 / 4 波長板 254 の光軸を漏洩ビームスプリッタ 232 の光軸に対して 45° に整列し、動的に回転する 1 / 2 波長板 257 の光軸を漏洩ビームスプリッタ 232 の光軸に対して回転する。動的に回転する 1 / 2 波長板 257 は、この 1 / 2 波長板の所望の回転を可能にするために電気機械的または電気マイクロ加工したアクチュエータに結合した 1 / 2 波長板を含んでもよい。特定の光ファイバ 102 を利用するときに 1 / 2 波長板 257 に加えるべき特定の回転は、較正段階中に予め決めてよい。この回転は、光スイッチ 104 のスイッチ動作の合間に加えてよい。20

【0026】

更にもう一つの実施例では、光学位相遅延を、漏洩ビームスプリッタ 232 と偏光ビームスプリッタ 239 の間に配置した 1 / 4 波長板 254 によってもたらし、1 / 4 波長板 254 の光軸を漏洩ビームスプリッタ 232 の光軸に対して 45° に整列するのが好ましい（図 2 A および図 2 C に示す）。この例では、偏光ビームスプリッタ 239 を動的に回転する偏光ビームスプリッタとして設ける。動的に回転する偏光ビームスプリッタは、この偏光ビームスプリッタの所望の回転を可能にするために電気機械的または電気マイクロ加工したアクチュエータに結合した偏光ビームスプリッタを含んでもよい。特定の光ファイバ 102 を利用するときに加えるべき特定の回転は、較正段階中に予め決めてよい、光スイッチ 104 のスイッチ動作の合間に加えてよい。30

【0027】

前述の実施例では、低複屈折性光ファイバの静的面内誘起応力を補償するのに対して、動的面内誘起応力は、原理上は十分に速い補償で同様に補償できるが、それは典型的には非常に小さいので無視できる。

【0028】

上に議論したように、1組の光ファイバ 102 の曲げ誘起軸は、出射レーザビーム 291 の P 偏光が 1組の光ファイバ 102 の曲げ誘起軸の一つと整列するように、漏洩ビームスプリッタ 232 の軸と整列するのが好ましい。この状態は、光ファイバ 102 の軸を相互におよび漏洩ビームスプリッタ 232 の軸に人手で整列することによって達成してもよい。光ファイバ 102 の軸および漏洩ビームスプリッタ 232 の軸が整列しない場合は、偏光回転子 256 を結合レンズ 233 と漏洩ビームスプリッタ 232 の間の位置 A A に配置してもよい（図 2 A）。偏光回転子 256 は、この技術でよく知られる多種多様な第 2 の 1 / 2 波長板を含んでもよい。この実施例では、光ファイバ 102 の光軸を全て互いに予め整列し、この 1 / 2 波長板を配置して、出射レーザビーム 291 の p 偏光の光学的回転をこの 1組の 1 o - b i 光ファイバ 102 の曲げ誘起軸の平面へもたらす。40

【0029】

図 1 A の前述の実施例では、1組の光ファイバ 102 を各々光学素子モジュール 103

50

の周りを巡ってそれぞれの浮動光ヘッド 106 導く。光ファイバ 102 の離間したヘッド 106 へ導く経路設定は、各光ファイバの経路を僅かに異ならせ、出口点 A に関して異なる面外曲げが課せられることとなる。これらの面外曲げは、各 10-bi 光ファイバ 102 に亘りに関しておよび / または漏洩ビームスプリッタ 232 と方向が僅かに変動する曲げ誘起軸を含ませる。各光ファイバ 102 の面外曲げ誘起軸間の変動は、例えば、第 2 可変液晶遅延装置の軸に対して 45° で結合したこの技術でよく知られる種類の 1/4 波長板遅延装置によって、出射レーザビーム 291 の直線偏光を回転するために動的に調整可能な偏光回転子 256 を使うことによって吸収することができる（図 2E に示す）。偏光回転は、可変液晶の遅延性を電気的に制御することによって達成する。上述のような可変偏光回転子は、コロンビア 805030、フレデリックのミードウラーク・オプチックスが製造する LPR100-660 を使用可能である。偏光回転子 256 は、回転の機械的作動によって使用可能にしてもよい。各光ファイバ 102 の誘起軸へ整列するために必要な偏光回転の量は、作動中、光ファイバ 102 間の切替えが起るとき、使用する特定の光ファイバ 102 に対応する制御電圧を偏光回転子 256 にフィードフォワード様式で加えて必要な変更回転をもたらすように、較正段階中に決めることができる。

【0030】

光ファイバ 102 が辿る光路を最小の曲げで維持する実施例のように、光ファイバ 102 の前述の面内曲げがなければ、光学位相遅延が必ずしも必要でない。情報を单一 MO ディスク 107 へ伝えるために单一 10-bi 光ファイバ 102 しか使わない実施例のように、光ファイバ 102 の前述の面外曲げがなければ、偏光回転が必ずしも必要ない。面内曲げと面外曲げの両方が存在する他の実施例では、光学位相遅延と偏光回転の両方が必要かも知れない。従って、本発明は、上に議論した実施例に限定すべきではなく、前記の請求項の範囲だけが限定することが明白であるべきである。

【0031】

図 2F に示す第 4 実施例では、1 組の光ファイバ 102 の基端からの擬似反射が S/N 比を低下できることを特徴とし、それで反射ビーム 292 がビーム 291 の基端からの反射の成分を含み、それによって、E(t) + E(t+) を含む反射ビーム 293 を生ずるかも知れない。そのような場合、本発明は、デューティサイクル 50% 以下および変調周波数約 350 MHz でオンオフ・パルスを出す FP レーザ源 231 を含んでもよい。レーザ 231 のパルス化は、ビーム 292 の反射パルスをビーム 291 から時間分離させ、それによって二つのパルス列間の干渉を減らし、それで検出したカーブ信号の S/N 比を効果的に増す。ある実施例では、屈折率 1.5 の光ファイバ 102 で、光ファイバ 102 の各々の長さを約 71.35 mm に選択する。変調周波数 (F) と光ファイバ 102 の長さ (L) の間の関係は、式 : $F = c(2i + 1) / 4Ln$ $i = 0, 1, 2, \dots$ に具体化され、但し、c = 光速、n = ファイバの屈折率である。1 組の光ファイバ 102 の長さは、パルス列の適切な時間分離を保証するように選択する。他の実施例では、光ファイバ 102 の長さを他の屈折率および他のパルス周波数に従って選択することができ、それで、本発明は、請求項の範囲によってのみ限定すべきであると理解する。本発明は、低複屈折性光ファイバの使用を説明するが、第 4 実施例で説明したようにレーザをパルス化し、光ファイバ長さを適切に選択することにより、高複屈折性光ファイバ（即ち、偏光保持光ファイバ）を利用する実施例で S/N 比を増大することが可能である。

【0032】

図 4A ないし図 4G は、本発明の光磁気ヘッドを種々の図で示す。1 組の浮動 MO ヘッドの一つの浮動 MO ヘッド 106 を代表にして説明する。浮動 MO ヘッド 106 を図 4B に 1 組の回転する MO ディスク 107 の一つの表面記録層 349 の上に配置されている。好適実施例では、浮動 MO ヘッド 106 が、本体 444、空気軸受面 447、操作可能なマイクロ加工したミラー組立体 400、対物光学素子 446、および磁気コイル 460 を含む。代表的実施例では、磁気コイル 460 が空気軸受面 447 の近くに配置した微小な多重巻きコイルで、約 4 nT の時間で逆にできる、いずれかの極性の約 300 (10³ / 4) A/m で、回転する MO ディスク 107 の面にほぼ垂直な磁界を発生する。この操

10

20

30

40

50

向可能なマイクロ加工したミラー組立体 400 は、同一出願人に譲渡された米国特許出願第 08 / 844,207 号に開示されているので詳細については参考にされたい。好ましくは、磁気コイルは、浮動 MO ヘッド 106 を回転する MO ディスク 107 へ、またはその逆に通過中、出射および反射レーザビーム 291 および 292 と干渉すべきでない。浮動 MO ヘッド 106 を含む前述の素子の機械的寸法および / または光学特性によって決るように、本体 444 は、約 889 μm の高さおよび $2032 \mu\text{m} \times 1600 \mu\text{m}$ に相当する平面設置面積を有する。低複屈折性光ファイバ 102 は、浮動 MO ヘッド 106 に結合するのが好ましく、V 溝 443 またはその他の適当な寸法のチャンネルによって本体 444 の軸に沿って保持する。光ファイバ 102 は、V 溝 443 内に配置し、好ましくは出射レーザビーム 291 を最適に集束した所望のスポット 340 として MO ディスク 107 上へ指向する。光ファイバ 102 は、後に紫外線硬化エポキシまたは類似の接着剤を使うことによって適所に固着してもよい。V 溝内に光ファイバ 102 を使うことは、小さなミラー組立体 400 に対する出射レーザビーム 291 の正確な整列および送出を可能にする。操向可能なマイクロ加工したミラー組立体 400 および対物光学素子 446 は、本体 444 の矩形外部寸法がほぼ形成する物理的容積内に収まるが、出力損失が最小で出射および反射レーザビーム 291 および 292 に著しい歪みおよび収差が導入されないように、出射および反射レーザビーム 291 および 292 の全断面を導くに十分大きいようにコンパクトで低質量であることが好ましい。MO ヘッド 106 の輪郭、重量、および設計は、本発明の低複屈折性光ファイバ 102 を使用し、従来技術の偏光保持光ファイバを使用するとき必要なように、浮動 MO ヘッド 106 に使用するための追加の光学要素として 1/4 波長板が必要ない点で、更に改良される。

【0033】

操向可能なマイクロ加工したミラー組立体 400 は、出射レーザビーム 291 を対物光学素子 446 を通して MO ディスク 107 の方へ向けるように、および反射レーザビーム 292 を MO ディスク 107 からレーザ光学素子組立体 101 へ戻して向けるように、代表的光路で整列するのが好ましい。一実施例では、対物光学素子 446 が開口数 (N/A) が約 0.67 のマイクロレンズでもよい。空気軸受面 447 上の浮動高さを一定値に維持するので、集束サーボが必ずしも必要ない。

【0034】

光磁気記憶および検索システム 100 で使用するように、ファイン・トラッキングおよび近隣トラックへの短時間シークは、出射レーザビーム 291 の伝達角を対物光学素子 446 へ伝達する前に変えるように、操向可能なマイクロ加工したミラー組立体 400 の反射性中央ミラー部 420 (図 4A に点線で隠れているとして示す) を 1 組のヒンジ 410 によって拘束される回転軸の周りに回転することによって行う。反射性中央ミラー部 420 は、電極を駆動するために差動電圧を加えることによって、ヒンジ 410 が形成する軸の周りに回転する。この差動電圧は、集束した所望のスポット 340 を MO 媒体ディスク 107 上で半径方向 450 に動かせるようにする静電力を創り出す。代表的実施例では、中央ミラー部 420 が約 + / - 2° 回転する。この回転には MO ディスク 107 の表面で約 + / - 4 トラックに相当する。この代表的実施例では + / - 4 トラックの移動を開示するが、上に説明した操向可能なマイクロ加工したミラー 400 の所望の性能特性に依っては、+ / - 4 トラックを越えるまたは未満の移動範囲も可能である。従って、集束し所望のスポット 340 の MO ディスク 107 を横切る移動および反射レーザビーム 292 の検出は、情報の記憶および検索、トラックフォローリング、並びに一つのデータトラックから他のデータトラックまでのシークのために使用できる。粗いトラッキングは、回転アクチュエータ磁石およびコイル組立体 120 (図 1A) への電流を調節することによって維持してもよい。MO ディスク 107 の特定のトラックを追跡するために使用するトラックフォローリング信号は、この技術でよく知られる粗動および微動トラッキングサーボ技術の組合せを使って導出してもよい。例えば、トラックを決めるためにサンプルセクタ・サーボフォーマットを使ってもよい。このサーボフォーマットは、MO ディスク 107 に型押ししたエンボスピットか、またはデータマーク同様に読取る磁区方向を含んでもよい。

もし、エンボスピットを使用するなら、差動増幅器 237 (図2)を補足するために加算器出力回路を使ってもよい。従来技術の多数磁気ディスク・ワインチエスタディスクドライブが、一体のユニットとして縦一列になって動く1組のそれぞれの懸架装置およびアクチュエータアームを用いていることは当業者に自明である。従って、そのような一体のユニットの各浮動ヘッドが他の浮動ヘッドに対して固定されているので、特定の磁気ディスク面のトラックフォローリング中、他の磁気ディスク面の同時トラックフォローリングはできない。対照的に、1組のアクチュエータアーム 105 および懸架装置 130 の運動と関係なく、1組の操作可能なマイクロ加工したミラー組立体 400 を使って独立に動作し、いつでも二つ以上のMOディスク面を使う情報の読み取りおよび/または書き込みをするように、トラックフォローリングおよびシークを行うことが可能である。この1組の同時に動作する操作可能なマイクロ加工したミラー組立体 400 を使う独立のトラックフォローリングおよびシークは、好ましくは1組の別々のそれぞれの読み取りチャネルおよびファイントラッキング電子機器およびミラー駆動電子機器を要するだろう。前述の実施例は、好ましくは別々のレーザ光学素子組立体 101 を使うことも要するだろうから、別々の光路間を切換えるための光スイッチ 104 は、必ずしも必要ないだろう。

【0035】

図5Aは、光磁気ディスクドライブの一部としての光磁気データ記憶および検索システムを示す。好適実施例で、光磁気システム 100 は、業界標準 5.25 in (133.35 mm) で半値高形状係数 (1.625 in (41.28 mm)) を有し、少なくとも 6 枚の両面 MOディスク 107、および少なくとも 12 の浮動 MOヘッド 106 を含むコンパクトな高速および高容量 MOディスクドライブ 500 を含む。上述したように、浮動 MOヘッド 106 は、多数の MOディスク 107 を MOディスクドライブ 500 内の非常に接近した間隔で利用できるようにし、従って、従来技術の同等の容積で許容されるより高い面積および容積および記憶能力を有するように、非常に小質量および扁平で高NAの光学システムの一部として光ファイバ 102 を含むように製造してもよい。この好適実施例では、各 MOディスク 107 間の間隔が 4.62 mm 以下である。本発明は、偏光状態を、偏光保持光ファイバによって伝えるときより低い雑音の低複屈折性光ファイバ 102 によって伝えてよいことを特徴とする。

【0036】

図5Bに示す代替実施例では、半値高形状係数 MOディスクドライブ 500 が取外し可能 MOディスクカートリッジ部 510 および 2 枚の固定内部 MOディスク 107 を含んでもよい。取外し可能 MOディスクカートリッジ部 510 を設けることによって、この固定内部と取外し可能な組合せが外部情報を効率的に MOディスクドライブ 500 に 転送した後に内部 MOディスク 107 へ転送することを可能にする。コピーした情報は、後に、他のコンピュータシステムに配布するために、取外し可能 MOディスクカートリッジ部 510 に 再記録してもよい。その上、取外し可能 MOディスクカートリッジ部 510 は、内部 MO回転ディスク 107 の非常に便利で高速のバックアップ記憶を可能にする。この固定内部と取外し可能な組合せは、取外し可能 MOディスクカートリッジ部 510 へのデータファイルの記憶、並びに内部 MO回転ディスク 107 へのシステムファイルおよびソフトウェア・アプリケーションの記憶も可能にする。他の代替実施例(図示せず)では、MOディスクドライブ 500 が 任意数(ゼロを含む)の内部 MOディスク 107 および/または任意数の取外し可能 MOディスクカートリッジ部内の任意数の MOディスク 107 を含んでもよい。

【0037】

本発明は、必ずしも回転アクチュエータを使う必要はなく、例えば、リニアアクチュエータアームを使ってもよい。本発明が開示する扁平光路は、対物光学素子(例えば、テープ付き光ファイバまたは端にレンズを作った光ファイバを使うこと);および/または反射性基板(例えば、情報を光磁気ヘッド 106 の表面に沿って伝えるために湾曲した光ファイバを使うこと)なしに情報を記憶場所へ出し入れするために使ってもよい。

【0038】

本発明は、他の種類の光ドライブ、通信システム等のような、種々の環境で有用性を見出すことができると理解する。従って、本発明をここでは特定の実施例に関して説明したが、ある程度の修正、種々の変更および置換は、前記の開示で意図し、それである場合にはこの発明の幾つかの特徴が、他の特徴の対応する使用なしに、この発明の範囲から逸脱することなく使われることが分るだろう。

【図面の簡単な説明】

【図1A】 低複屈折性光ファイバの面内曲げおよび面外曲げを伴う光磁気データ記憶および検索システムの一実施例を示す。

【図1B】 低複屈折性光ファイバの面外曲げを伴う光磁気データ記憶および検索システムを示す。 10

【図2A】 本発明のレーザ光学素子組立体を示す。

【図2B】 光学位相遅延装置の一実施例を示す。

【図2C】 光学位相遅延装置のもう一つの実施例を示す。

【図2D】 光学位相遅延装置のもう一つの実施例を示す。

【図2E】 偏光回転子の実施例を示す。

【図2F】 ファブリ・ペロ・レーザをパルスにする実施例を示す。

【図3】 光スイッチを含む光学素子モジュールを示す。

【図4A】 本発明の浮動ヘッドを示す図。

【図4B】 本発明の浮動ヘッドを示す図。

【図4C】 本発明の浮動ヘッドを示す図。 20

【図4D】 本発明の浮動ヘッドを示す図

【図4E】 本発明の浮動ヘッドを示す図。

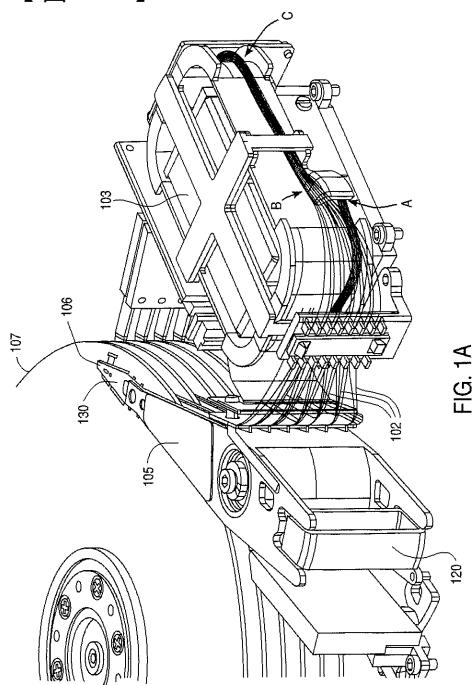
【図4F】 本発明の浮動ヘッドを示す図。

【図4G】 本発明の浮動ヘッドを示す図。

【図5A】 光磁気ディスクドライブの実施例を示す。

【図5B】 光磁気ディスクドライブの別の実施例を示す。

【図1A】



【図1B】

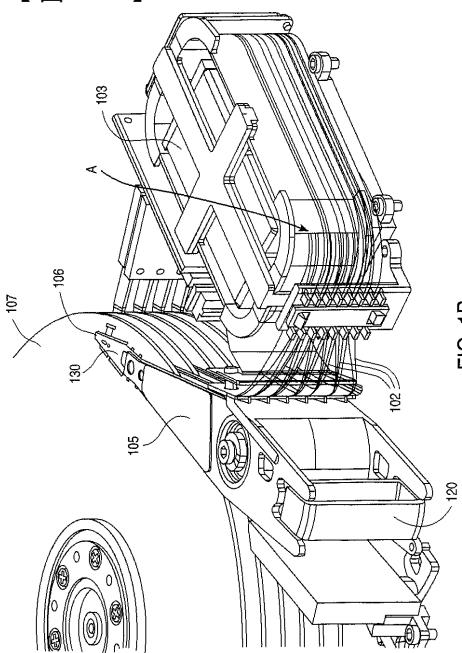


FIG. 1B

【図2A】

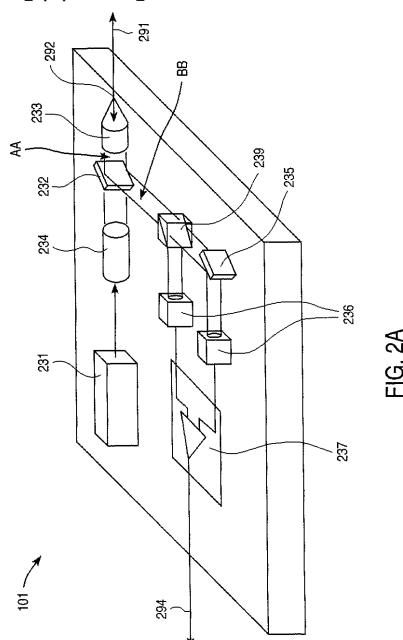


FIG. 2A

【図2C】

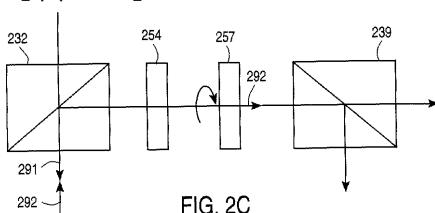


FIG. 2C

【図2D】

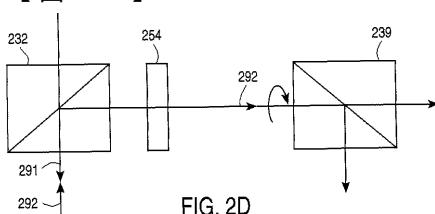


FIG. 2D

【図2E】

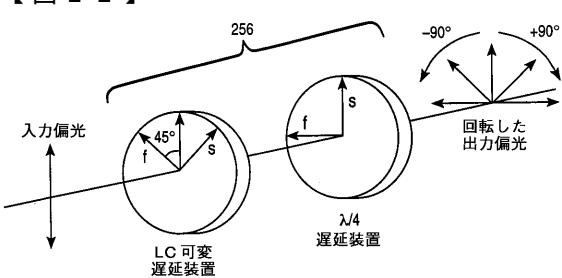
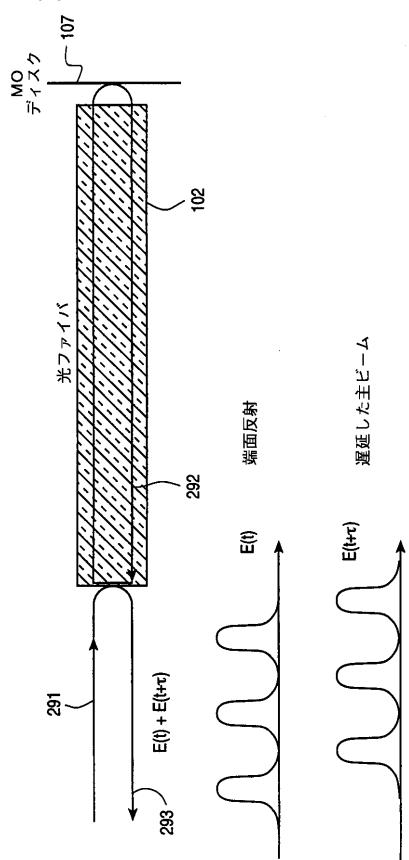


FIG. 2B

【図2F】



【図3】

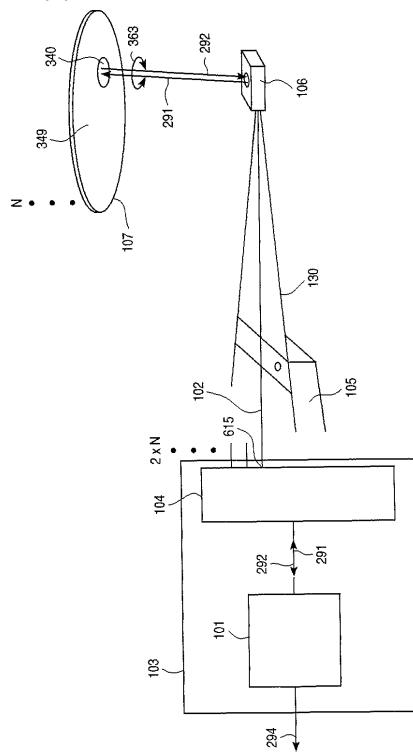


FIG. 3

【図4A】

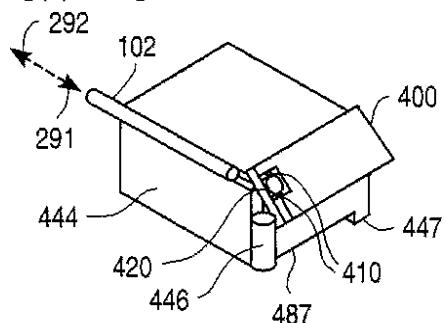


FIG. 4A

【図4B】

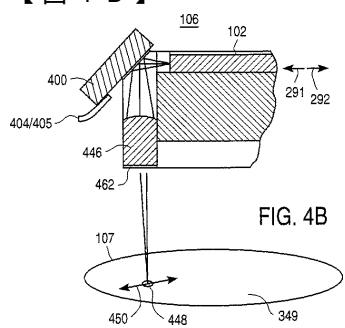


FIG. 4B

【図4C】

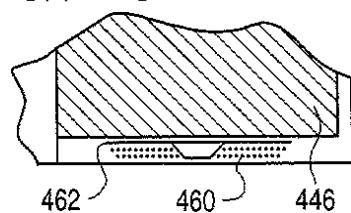


FIG. 4C

【図4D】

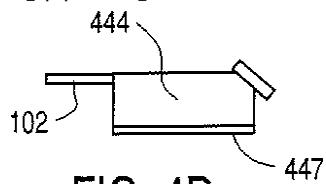


FIG. 4D

【図4E】

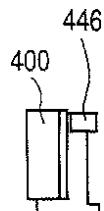


FIG. 4E

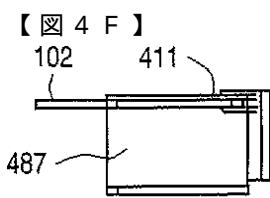


FIG. 4F

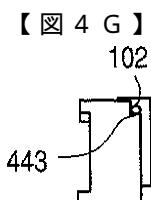


FIG. 4G

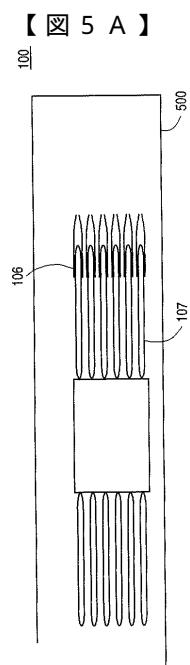


FIG. 5A

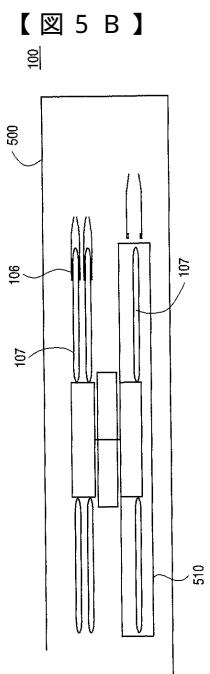


FIG. 5B

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 09/124,812

(32)優先日 平成10年7月29日(1998.7.29)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ワイルド、ジェフリー、ピー

アメリカ合衆国 カリフォルニア、ロス ガトス、マウンテン ビュー アベニュー 1855
5

(72)発明者 ハースト、ジェリー、イー、ジュニア

アメリカ合衆国 カリフォルニア、サンタモニカ、マーシイ ライン コート 1784

(72)発明者 ヒアヌー、ジョン、エフ

アメリカ合衆国 カリフォルニア、サンタモニカ、フェルターロード 5468

(72)発明者 イズラエリアン、ピアチェスラブ

カナダ国 オンタリオ、ノース ヨーク、ナンバー903 バーサースト ストリート 5950

(72)発明者 トセリコブ、アレグザンダー

アメリカ合衆国 カリフォルニア、フレモント、ナンバー265 ダーウィン ドライブ 38
03

審査官 渡邊 聰

(56)参考文献 國際公開第98/009285 (WO, A1)

米国特許第04581529 (US, A)

米国特許第04737005 (US, A)

特開平01-271711 (JP, A)

特開平04-134733 (JP, A)

特開平05-234118 (JP, A)

特表平11-501133 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 7/135

G11B 11/105