

(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 I

G 1 1 B 7/135 (2006.01)

G 1 1 B 11/105 (2006.01)

G 1 1 B 7/135 Z

G 1 1 B 11/105 5 5 1 R

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2000-541679 (P2000-541679)	(73) 特許権者	500373758
(86) (22) 出願日	平成11年3月26日 (1999. 3. 26)		シーゲイト テクノロジー エルエルシー
(65) 公表番号	特表2002-510116 (P2002-510116A)		アメリカ合衆国, カリフォルニア, スコッ
(43) 公表日	平成14年4月2日 (2002. 4. 2)		ツ バレイ, ピー. オー. ボックス 6 6
(86) 国際出願番号	PCT/US1999/006471		3 6 0, ディスク ドライブ 9 2 0
(87) 国際公開番号	W01999/050842	(74) 代理人	100066692
(87) 国際公開日	平成11年10月7日 (1999. 10. 7)		弁理士 浅村 皓
審査請求日	平成18年3月27日 (2006. 3. 27)	(74) 代理人	100072040
(31) 優先権主張番号	60/079, 903		弁理士 浅村 肇
(32) 優先日	平成10年3月30日 (1998. 3. 30)	(74) 代理人	100072822
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 森 徹
(31) 優先権主張番号	60/088, 192	(74) 代理人	100080263
(32) 優先日	平成10年6月5日 (1998. 6. 5)		弁理士 岩本 行夫
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

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】

それぞ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
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のビームスプリッタ(232)、
前記第1のビームスプリッタ(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

10

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)通って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（MO）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。

【0004】

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。最初にレーザー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わり得る温度）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、レーザー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、レーザー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。

10

【0005】

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回転を検出することで行われる。カー回転の大きさは、材料の特性（カー係数に具現する）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って、時計方向または反時計方向となる。

20

【0006】

従来の光磁気ヘッドは、現在 155 Mbit/cm^2 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 $3 \sim 15 \text{ mm}$ 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の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、 130 mm の両面 2.6 ISOGiB バイト光磁気ディスクの片面に、アクセス時間 40 ms 、およびデータ転送速度 4.6 MB/sec でアクセスできるに過ぎない。

30

【0007】

Nヤマダ（米国特許第5,255,260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、与えられた容積中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。

40

【0008】

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（FP）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SN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（MPN）は、高複屈折性素子を光路に配置すると明白になる、FPレーザの固有の性質である。偏光保持光（PM）ファイバは、設計によって、非常に複屈折性で、従って、FPレーザにPM

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】

(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】

本発明の光ディスクは、ウィンチェ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】

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イ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イ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】

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】

(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組のウィ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。

10

【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比を下げるように作用する。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の表面でカー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。

20

30

40

【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な光路で示す。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

50

。出射レーザービーム 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、出射レーザービーム 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。出射レーザービーム 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、出射レーザービーム 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

10

【0018】

情報の読出し中、出射レーザービーム 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ービーム 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、現実には双方向性である。従って、反射したレーザービーム 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。反射したレーザービーム 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

20

【0019】

図 1 A 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 単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 *lo - 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 SN 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 *lo - bi* 光ファイバは、やはり PM 光ファイバとして知られる、単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。*lo - 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 *lo - 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 *lo - 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 *lo - bi* 光ファイバ 102 は：1 m 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 80 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楕円率を含む。

30

40

【0020】

図 1 A に示すように、1 組の *lo - 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に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

50

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 $(R_{\text{fiber}} / R_{\text{bend}})^2$ 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ービーム 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 l o - b i 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、レーザービーム 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ービーム 291 と反射レーザービーム 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ービーム 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、反射レーザービーム 292 のカー回転を最大 S N 比で検出するためには、P 偏光出射レーザービーム 291 と反射した P および S 偏光反射レーザービーム 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ービーム 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 M O 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、出射レーザービーム 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 1 B 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はなく）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に光ファイバ 102 の経路を決めることが可能である。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・オブチックスが製造する L V R 100 V I S 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、1.53 V のピークピーク入力電圧を加え、それが面内誘起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できる。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もよい。

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 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もよい。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もよい。

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もよく、光スイッチ 104 のスイッチ動作の合間に加えてもよい。

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、出射レーザービーム 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、出射レーザービーム 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する。これらの面外曲げは、各10-bi光ファイバ102に互いに関しておよび/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氣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・オブチックスが製造するLPR100660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しように、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。情報を単一MOディスク107へ伝えるために単一10-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SN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、 $E(t) + E(t + \quad)$ 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350MHzでオンオフ・パルスを出すFPLE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信号のSN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71.35mmに選択する。変調周波数(F)と光ファイバ102の長さ(L)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SN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、操向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4ns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ービーム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 μ mの高さおよび2032 μ m \times 1600 μ 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ービーム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ービーム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ービーム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ービーム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のように、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、出射レーザービーム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、および反射レーザービーム292をMOディスク107からレーザー光学素子組立体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、出射レーザービーム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組立体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ービーム292の検出は、情報の記憶および検索、トラックフォロ잉、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잉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 2 3 7 (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・ウィンチェ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イング中、他の磁気ディスク面の同時トラックフォローイングはできない。対照的に、1 組のアクチュエータアーム 1 0 5 および懸架装置 1 3 0 の運動と関係なく、1 組の操向可能なマイクロ加工したミラー組立体 4 0 0 を使って独立に動作し、いつでも二つ以上の M O ディスク面を使う情報の読取りおよび / または書込みをするように、トラックフォローイ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向可能なマイクロ加工したミラー組立体 4 0 0 を使う独立のトラックフォローイ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取りチャン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 1 0 1 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 1 0 4 は、必ずしも必要ないだろう。

【 0 0 3 5 】

図 5 A 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 1 0 0 は、業界標準 5 . 2 5 i n (1 3 3 . 3 5 m m) で半値高形状係数 (1 . 6 2 5 i n (4 1 . 2 8 m m)) を有し、少なくとも 6 枚の両面 M O ディスク 1 0 7、および少なくとも 1 2 の浮動 M O ヘッド 1 0 6 を含むコンパクトな高速および高容量 M O ディスクドライブ 5 0 0 を含む。上述したように、浮動 M O ヘッド 1 0 6 は、多数の M O ディスク 1 0 7 を M O ディスクドライブ 5 0 0 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 N A の光学システムの一部として光ファイバ 1 0 2 を含むように製造してもよい。この好適実施例では、各 M O ディスク 1 0 7 間の間隔が 4 . 6 2 m m 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 1 0 2 によって伝えてもよいことを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

図 5 B に示す代替実施例では、半値高形状係数 M O ディスクドライブ 5 0 0 が取外し可能 M O ディスクカートリッジ部 5 1 0 および 2 枚の固定内部 M O ディスク 1 0 7 を含んでもよい。取外し可能 M O ディスクカートリッジ部 5 1 0 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 M O ディスクドライブ 5 0 0 に転送した後に内部 M O ディスク 1 0 7 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 M O ディスクカートリッジ部 5 1 0 に再記録してもよい。その上、取外し可能 M O ディスクカートリッジ部 5 1 0 は、内部 M O 回転ディスク 1 0 7 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 M O ディスクカートリッジ部 5 1 0 へのデータファイルの記憶、並びに内部 M O 回転ディスク 1 0 7 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、M O ディスクドライブ 5 0 0 が、任意数 (ゼロを含む) の内部 M O ディスク 1 0 7 および / または任意数の取外し可能 M O ディスクカートリッジ部内の任意数の M O ディスク 1 0 7 を含んでもよい。

【 0 0 3 7 】

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、テーパー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 1 0 6 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。

【 0 0 3 8 】

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 1 A】 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 1 B】 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 2 A】 本発明のレーザ光学素子組立体を示す。

【図 2 B】 光学位相遅延装置の一実施例を示す。

【図 2 C】 光学位相遅延装置のもう一つの実施例を示す。

【図 2 D】 光学位相遅延装置のもう一つの実施例を示す。

【図 2 E】 偏光回転子の実施例を示す。

【図 2 F】 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 4 A】 本発明の浮動ヘッドを示す図。

【図 4 B】 本発明の浮動ヘッドを示す図。

【図 4 C】 本発明の浮動ヘッドを示す図。

20

【図 4 D】 本発明の浮動ヘッドを示す図。

【図 4 E】 本発明の浮動ヘッドを示す図。

【図 4 F】 本発明の浮動ヘッドを示す図。

【図 4 G】 本発明の浮動ヘッドを示す図。

【図 5 A】 光磁気ディスクドライブの実施例を示す。

【図 5 B】 光磁気ディスクドライブの別の実施例を示す。

【図 1 A】

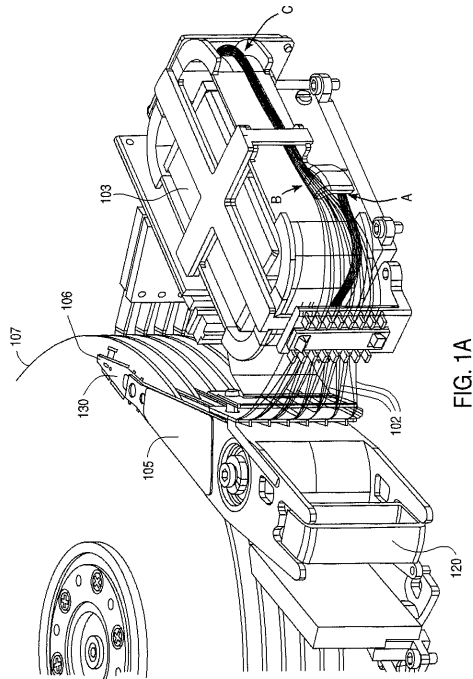


FIG. 1A

【図 1 B】

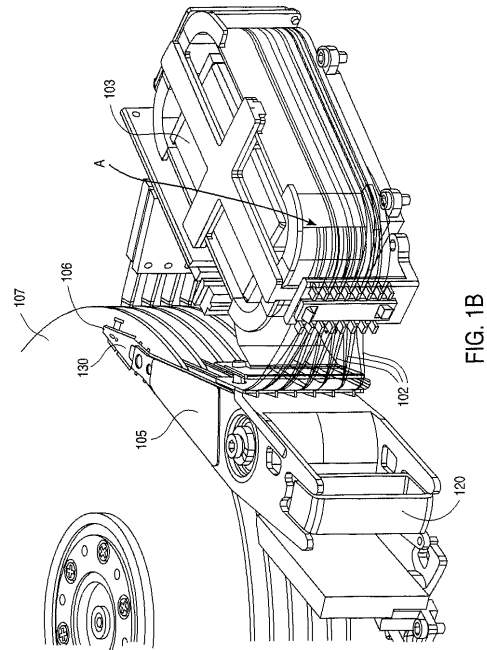


FIG. 1B

【図 2 A】

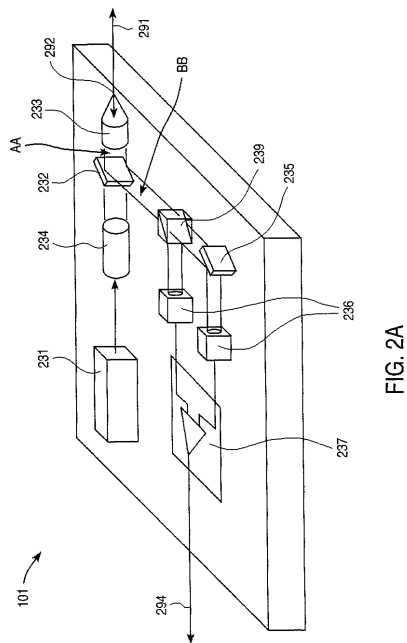


FIG. 2A

【図 2 B】

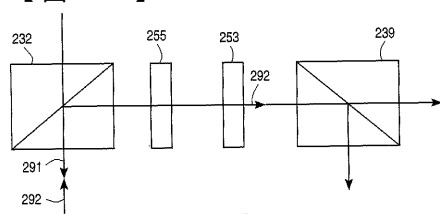


FIG. 2B

【図 2 C】

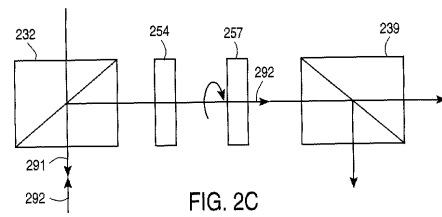


FIG. 2C

【図 2 D】

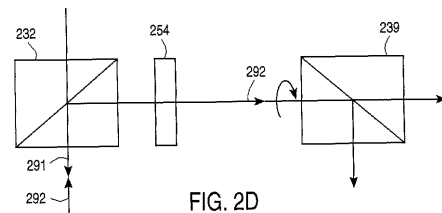
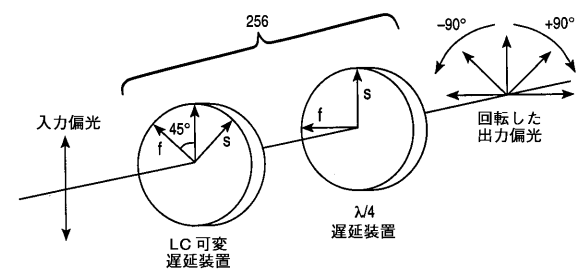
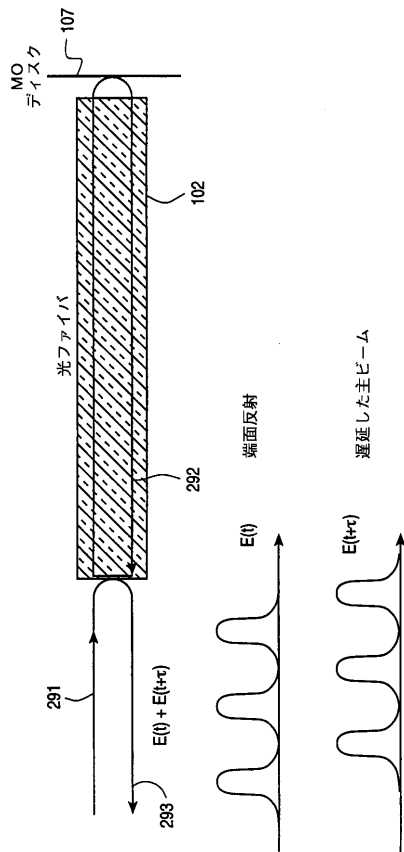


FIG. 2D

【図 2 E】



【図 2 F】



【図 3】

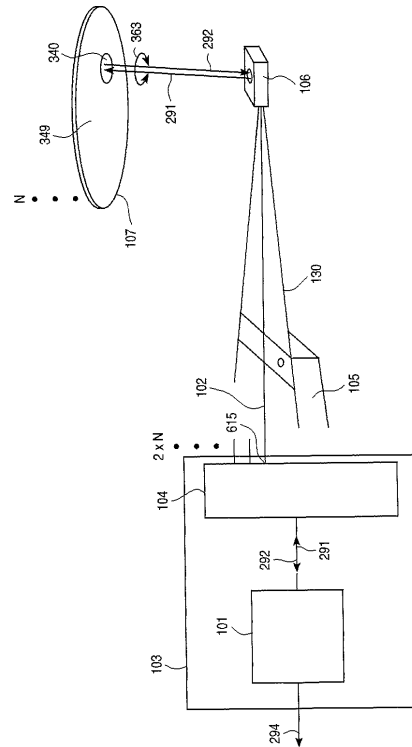


FIG. 3

【図 4 A】

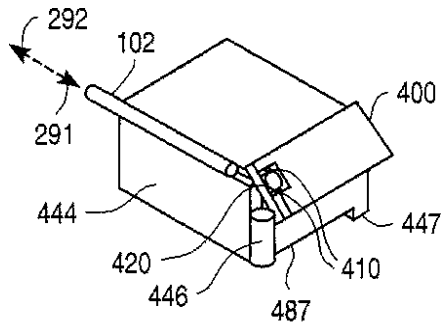


FIG. 4A

【図 4 B】

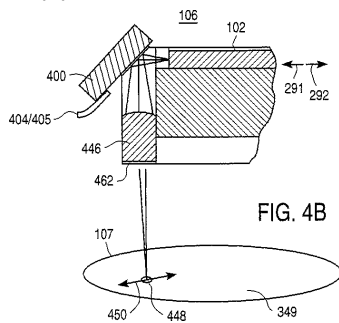


FIG. 4B

【図 4 C】

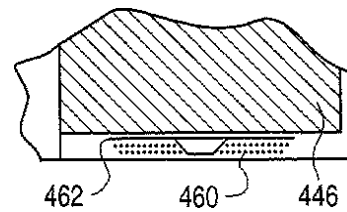


FIG. 4C

【図 4 D】

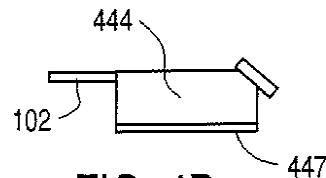


FIG. 4D

【図 4 E】

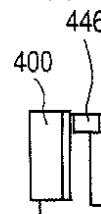


FIG. 4E

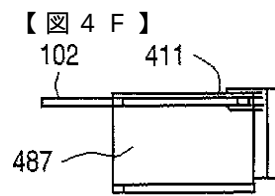


FIG. 4F

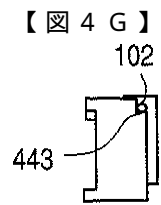


FIG. 4G

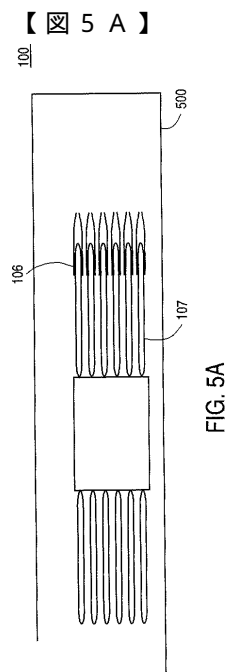


FIG. 5A

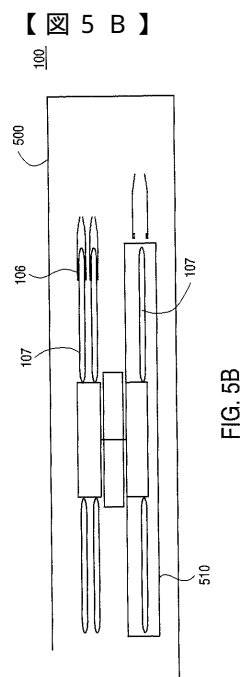


FIG. 5B

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、サノウゼ、 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、サノウゼ、 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 聡

(56)参考文献 国際公開第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