

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5501565号
(P5501565)

(45) 発行日 平成26年5月21日 (2014. 5. 21)

(24) 登録日 平成26年3月20日 (2014. 3. 20)

| | |
|--------------------------------|----------------|
| (51) Int. Cl. | F I |
| GO 2 B 26/06 (2006. 01) | GO 2 B 26/06 |
| GO 2 B 7/18 (2006. 01) | GO 2 B 7/18 A |
| GO 2 B 27/28 (2006. 01) | GO 2 B 27/28 A |
| GO 2 B 5/122 (2006. 01) | GO 2 B 5/122 |

請求項の数 27 (全 12 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-534860 (P2007-534860) | (73) 特許権者 | 505409166 |
| (86) (22) 出願日 | 平成17年9月30日 (2005. 9. 30) | | ピコメトリクス、エルエルシー |
| (65) 公表番号 | 特表2008-515028 (P2008-515028A) | | アメリカ合衆国 4 8 1 0 4 ミシガン、 |
| (43) 公表日 | 平成20年5月8日 (2008. 5. 8) | | アナーバー、 ボードウォーク 2 9 2 5 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/US2005/035478 | (74) 代理人 | 100066692 |
| (87) 国際公開番号 | W02006/039645 | | 弁理士 浅村 皓 |
| (87) 国際公開日 | 平成18年4月13日 (2006. 4. 13) | (74) 代理人 | 100072040 |
| 審査請求日 | 平成20年3月31日 (2008. 3. 31) | | 弁理士 浅村 肇 |
| (31) 優先権主張番号 | 60/614, 793 | (74) 代理人 | 100123180 |
| (32) 優先日 | 平成16年9月30日 (2004. 9. 30) | | 弁理士 白江 克則 |
| (33) 優先権主張国 | 米国 (US) | (74) 代理人 | 100087217 |
| | | | 弁理士 吉田 裕 |
| | | (72) 発明者 | ウィリアムソン、ステイーブン |
| | | | アメリカ合衆国、ミシガン、アナーバー、 |
| | | | バンカーヒル ロード 2 5 5 3 |
| | | | 最終頁に続く |

(54) 【発明の名称】 光遅延装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ビームの遅延を変動させる装置において、該装置が、回転可能な第1のホイールと第1の組の複数のプリズムとを含み、

前記第1の組の複数のプリズムが、前記第1のホイールの外周に取り付けられ、前記第1のホイールの軸線の周りで回転するようになっており、且つ前記第1のホイールに対して接するように通る第1の光ビームを再帰反射させるように配置され、それにより前記第1のホイールが回転する際に、前記第1の光ビームに遅延又は位相シフトを生じさせるようになっており、

前記光ビームの遅延を変動させる装置が、第2の組の1つ又は複数のプリズムを更に有し、

前記第2の組の1つ又は複数のプリズムが、第2のホイールの外周に、前記第1の組の複数のプリズムの配置された半径とは異なる半径で配置されて、前記第2のホイールに対して接するように通る第2の光ビームを再帰反射させるように配置され、それにより前記第2のホイールが回転する際に、前記第2の光ビームに遅延又は位相シフトを生じさせるようになっており、

前記第2のホイールが、前記第1のホイールと同じ軸線の周りに回転できるように、前記第1のホイールの上方または下方に設けられている、
光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項 2】

10

20

前記第1のホイールの角度位置測定を可能とし、従って、前記第1の光ビームの経路に沿った前記第1の組の複数のプリズムの位置の測定を可能とする、前記第1のホイールに取り付けられたエンコーダを更に含む、請求項1に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項3】

前記第1の組の複数のプリズムが、コーナー・キューブ・プリズムである、請求項1に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項4】

前記第1の組の複数のプリズムが、ポロ・プリズムである、請求項1に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項5】

前記光ビームの遅延を変動させる装置が平面ミラーを更に含み、該平面ミラーが前記第1のホイールの軸に対して静止して取り付けられ、且つ前記第1の組の複数のプリズムからそれぞれ出射されるビームに対して実質的に垂直に位置合せされており、それにより出射ビームを、そのビームが前記第1の組の複数のプリズムのそれぞれを最初に通過したときと同じ経路に沿って戻し、その結果、前記第1の組の複数のプリズムのそれぞれを2回通過させるようになっている、請求項1に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項6】

2回目の通過後、前記第1の組の複数のプリズムからそれぞれ出射される遅延戻りビームが、重なり合った逆伝播入射ビームから分離される、請求項5に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項7】

逆伝播入射ビームを分離させて、遅延戻りビームを、向きを変えて出力ポートに送る部分的に透明なミラーを更に含む、請求項6に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項8】

遅延戻りビームの偏光を90°回転させて、前記遅延戻りビームを、向きを変えて出力ポートに送る偏光ビーム・スプリッタを更に含む、請求項6に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項9】

逆伝播入射ビームを分離する光サーキュレータを更に含む、請求項6に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項10】

前記第1の組の複数のプリズムの各プリズムが、前記第1のホイールの半径に対して0°～20°の角度を成す主表面又はウィンドウを有する、請求項1に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項11】

前記第1の組の複数のプリズムが動くことによって、光経路の長さを増大又は短縮させるようになっている、請求項1に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項12】

前記第1のホイールの直径が2.54cm(1インチ)から25.4cm(100インチ)までであり、プリズムの数が2個～1000個である、請求項1に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項13】

前記第1の光ビームが、コリメートされた電磁放射ビームである、請求項1に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項14】

遅延前に、第2の光ビームが前記第1の光ビームから分割されるようになっている、請求項1に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項15】

10

20

30

40

50

前記第 1 の組の複数のプリズムのそれぞれの有する面が、デューティ・サイクルを最大にするために、前記第 1 のホイールの半径に対して 12° の角度を成すように設定されている、請求項 1 に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項 16】

前記装置が、制御器を更に含み、前記制御器が、前記第 1 のホイールが回転する際のビームの振幅変動を補償する較正ルーチンを備える、請求項 1 に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項 17】

前記装置が制御器を更に含み、前記制御器が、前記第 1 のホイールが回転する際に生じるような非線形時間遅延も補償する較正ルーチンを備え、前記較正ルーチンが、較正遅延線を用いて既知の時間遅延を参照してルックアップ表を作成し、前記較正ルーチンが、遅延ウィンドウのサイズの変化率も補償するようになっている、請求項 1 に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

10

【請求項 18】

入射ビームを遮断して固定光遅延をもたらすプリズムを更に含む、請求項 1 に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項 19】

前記第 1 の組の複数のプリズムがコーナー・キューブ・プリズムであり、各プリズムが $1/4$ インチ～数インチの直径を有する、請求項 1 に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

20

【請求項 20】

保持している前記第 1 のホイールが、10,000 回転/分 (RPM) 以下の速度で回転する、請求項 1 に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項 21】

前記プリズムが、UV 硬化性接着剤を用いて前記プリズムの前部を前記第 1 のホイールのスロットが設けられた面に取り付けることにより、定位置に保持されている、請求項 1 に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項 22】

パワー変動を是正するフィードバック・プロセスを実行する制御器を更に含む、請求項 1 に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

30

【請求項 23】

前記装置が、THz 送信器及び THz 受信器と共に使用され、前記 THz 送信器に印加されるバイアス、又は前記 THz 受信器のゲインが、変動光パワーを補償するように変調される、請求項 1 から請求項 22 までのいずれか 1 項に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項 24】

光遅延装置から戻った信号を正規化するアルゴリズムを実行する制御器を更に含む、請求項 1 に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項 25】

前記光ビームの遅延を変動させる装置が、ビーム・スプリッタを更に有し、該ビーム・スプリッタは、入射ビームから遅延された入射光を分離して、出力部に向けるようになっている、請求項 5 に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

40

【請求項 26】

前記光ビームの遅延を変動させる装置が、ファイバ型サーキュレータを更に有し、該ファイバ型サーキュレータは、入射ビームから遅延された入射光を分離して、出力部に向けるようになっている、請求項 5 に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

【請求項 27】

前記光ビームの遅延を変動させる装置が、偏光ビーム・スプリッタを更に有し、該偏光ビーム・スプリッタは、入射ビームから遅延された入射光を分離して、出力部に向けるようになっている、請求項 5 に記載された光ビームの遅延を変動させる装置。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本願は、2004年9月30日出願の米国特許仮出願第60/614793号の利益を主張するものであり、その全内容を参照により本明細書に援用する。

【0002】

本発明は、広い意味でいうと光学の分野に関するものである。

【背景技術】**【0003】**

光遅延装置は、一般に時間領域システムおよび低コヒーレント・システムに使用されている。例えば、試料を検査するポンプ・プローブ測定の場合のように、光遅延装置を利用して参照ビームに対する時間差又は位相差を求めている装置がある。こうした装置は、ビームの1つの経路に遅延線を設け、その経路長を第2のビームに対して変動させることによって実行される。かかる実験におけるビームは、低コヒーレント測定システムの場合のように、一連の短光パルスからなるか又は連続波ビームにすることができる。

10

【0004】

いくつかの遅延線は、ビームを逆方向に戻す再帰反射器を備えている。再帰反射器は通常、光経路を延長又は短縮させるように往復運動する。しかし、情報取得速度は、再帰反射器が往復運動できる速度に依存する。従って、これらのタイプの遅延線は、一般に、長い遅延時間も必要となる高速システムには使用することができない。

20

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

上記に鑑みて、撮像システム等の高速サンプリングが可能な光学系に使用できる光遅延装置が求められていることは明らかである。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

上記の要求を満たし、且つ関連技術の列挙した欠点及びその他の制約を克服するにあたり、本発明は、様々なタイプの光学系に使用するための光遅延線装置を提供する。

【0007】

30

概括的な観点によれば、光遅延線は、光ビームの遅延を変動させるものであり、回転可能なホイールと1つ又は複数のプリズムとを含み、1つ又は複数のプリズムが、ホイールの外周に取り付けられ、且つ、ホイールに対してほぼ接するように通る光ビームを再帰反射させるように配置され、それによりホイールが回転する際に、ビームに遅延又は位相シフトを生じさせる。

【0008】

別の観点によれば、プリズムが、可動部材に取り付けられ、プリズムの移動経路に沿って送られる光ビームを再帰反射させるように配置され、それにより可動部材が移動する際に、ビームに遅延又は位相シフトを生じさせる。この可動部材は、往復動スライド又は回転アームとすることができる。

40

【0009】

その他の特徴及び利点は、以下の説明、及び特許請求の範囲から明白となるであろう。

【実施例】**【0010】**

さて、図1a及び図1bを参照すると、本発明の原理を採用した光遅延線装置が図示され、符号10で示されている。この光遅延線装置は、自由空間光サーキュレータ12と共に使用されている状態で示されているが、この光遅延線装置10は、光遅延装置の使用を必要とするどのようなタイプの光学系への使用にも適している。

【0011】

光遅延装置10は、その主要な構成要素として、プレート16に取り付けられた回転ホ

50

イール 14 と、コーナー・キューブ・プリズム 18 等のプリズムの組とを含む。プリズム 18 は、例えば、UV 硬化性接着剤を用いて、ホイール 14 のスロット 20 の周りに、ホイールの中心から固定半径に取り付けられ、例えばレーザーによって生じ、ホイールの回転面に接近する光ビームを受光 / 再帰反射させるように向けられている。

【 0012 】

また、図 1c を参照すると、光サーキュレータ 12 は、入力ファイバ 22 に結合された入力ポート 19 と、出力ファイバ 24 に結合された出力ポート 23 と、偏光ビーム・スプリッタ 26 と、四分の一波長板 28 と、面法線折返しミラー 30 とを含み、これらは全てプレート 32 に取り付けられている。使用時には、入力ファイバ 22 は、レーザー光等の入射ビーム 34 を、ビーム・スプリッタ 26 及び波長板 28 を介してプリズム 18 のそれぞれに発射する。プリズム 18 は、レーザー光を折返しミラー 30 に反射させ、この折返しミラー 30 は、光 35 をプリズム 18 及び波長板 28 を介してビーム・スプリッタ 26 に反射し返す。ビーム・スプリッタ 26 は、この反射されたレーザー光、ここではその偏光は入力ビームの偏光に垂直となるが、この反射レーザー光を出力ファイバ 24 に向けて送る。光遅延線 10 及びサーキュレータ 12 は、制御器 33 の指示により作動させることができる。入射ビーム 34 は、コリメート（視準）された電磁放射とすることができる。例えば、このビームはテラヘルツ（THz）ビームにできる。遅延させる前に、入射ビーム 34 から第 2 のビームを分割することができる。

10

【 0013 】

回転ホイール 14 上のコーナー・キューブ・プリズム 18 によって、ホイール 14 が例えば反時計回りに回転する際に、光ビームに、絶えず変動する時間遅延又は位相シフトが付与される。特定の事例では、コーナー・キューブ・プリズム 18 の向きは、その 3 つの反射面の 1 つが、ホイール平面を二分する線を形成する平面にあり、また、ホイールの平面にもある。通常は、一時に 1 つのプリズムが働く。複数のプリズム 18 が、光遅延線 10 のデューティ・サイクルを改善する（すなわち、非作動時間を低減させる）働きをする。回転式コーナー・キューブ・プリズム遅延線 10 は、一連の単調増加する（又は単調減少する）光遅延をもたらす、これは、ホイール 18 が一定の回転速度で回転する場合、一定の周期で繰り返され、各プリズムの非動作時間は無視されることになる。各回転の周期は、 $1 / (\text{ホイールの回転数} / \text{秒} \times \text{プリズム数})$ に等しい。ホイールの各角度位置は、異なる光遅延に対応し、各角度の光遅延は、各回転ごとに決定的であり反復可能である。言い換えれば、ホイールが回転すると、ホイールが一連の既知の光遅延状態をサンプリングする。

20

30

【 0014 】

相対的な時間シフトの量は、約 0.001 ピコ秒程と短く、又は約数ナノ秒程と長くすることができる。ホイール 14 が回転すると、レーザー光 34 のビームは、入力ファイバ 22 から、光パルス又は狭帯域連続波の形で、ホイール 14 に対してほぼ接するように入り、プリズム 18 の 1 つに入射する。ビーム径は、プリズムの入射面よりも小さく維持される。プリズム 18 は、ホイール 14 が回転する際に、ビームを再帰反射させて、このビームに遅延又は位相シフトを生じさせる。

【 0015 】

具体的には、ビーム 34 は、まずスロット 20 を通り、プリズムの主表面又はウィンドウの外側半分、すなわち、ホイールの回転中心から最も遠い半分に向けて送られる。光 38 は、プリズム 18 の 3 つの背面に内部反射し、主表面の第 2 の、すなわち内側の半分から、入射ビーム 34 とは逆平行に、横方向に変位して存在する。次いで、光 38 は、ビーム 34 に垂直に位置合せされた静止面法線ミラー 30 に向けて送られ、それにより、ビーム 35 を、最初にプリズム 18 を介して辿った経路と同じ経路に沿って正確に戻し、従って、入来又は入射ビーム 34 と、プリズム 18 から出射した戻り遅延ビーム 35 とは、重なり合った逆伝播ビームとなる。この結果、プリズム 18 を通る 2 回通過が実現され、戻りビーム 35 は、元のビームに逆平行となり、ここでは同一線となる（すなわち、元のビームから変位されない）。ホイール 14 が回転するにつれて、プリズムの位置が変わり、

40

50

プリズムに入射するビームは、異なる遅延又は位相シフトを受ける。プリズム 18 がその弧に沿って動く際、このプリズム 18 は、光ビームに対して僅かに回転することに留意されたい。これは、動いている間でも、入射ビーム 34 と出射ビーム 38 との正確な平行性を維持するコーナー・キューブ・プリズムの性質である。しかし、プリズムの回転と、プリズムがその弧に沿って動く際の横方向変位とによって、最初に通過した出射ビーム 38 が、入射ビーム 34 から絶えず変位することになる。ビームを、向きを変えてそれ自体に送り返すことによって、この連続した変位を補正することが、面法線ミラー 30 の機能である。入射ビーム 34 と出射ビーム 35 との偏差をそれぞれ最小にするようにプリズム 18 が研磨され、面法線ミラー 30 がビームを正確に再帰反射させる場合には、プリズム・ホイール 14 及びその回転機構は、他の光学部品に堅固に取り付けられている必要はない

10

【0016】

この光学構成の変形例によれば、コーナー・キューブ・プリズムの代わりに 1 対のポロ・プリズム又は直角プリズムが使用される。この構成では、動作中の 2 つのポロ・プリズムのうち一方がコーナー・キューブ・プリズムの代わりに回転ホイール 14 上に配置され、第 2 のポロ・プリズムは、その主表面が第 1 のプリズムと同じ平面にあり、回転した

20

【0017】

ときにだけ、第 1 のプリズムに直角となるように取り付けられる。第 2 のプリズムは、静止面法線ミラーの前に配置される。實際上、この構成には、1 つの追加のプリズム、すなわち面法線ミラー 30 の前に取り付けられる固定プリズムしか必要でない。ホイールに取り付けられたプリズムは、コーナー・キューブ・プリズムと同様に向けられるが、ここでは、その 2 つの反射面の平面が、ホイール 14 の平面に垂直となる。ここで、光は回転ホイール 14 の平面にある移動プリズム 18 に入射し、出射して、静止ポロ・プリズムに向けて送られ、ここで、第 1 のプリズムに入射し存在したビームに垂直な平面に入射し、存在する。次いで、静止プリズムから出射した光は、面法線ミラー 30 に突き当たり、このミラーは、コーナ・キューブ構成と同様に、ビームをその元の経路に沿って送り返す。

30

40

【0018】

50

図3 a及び図3 bに示すように、変動遅延は、ビーム3 4が遅延ホイールに到達する前に、静止引込可能プリズム5 0を用いてそのビームを遮断することによって生じないようにすることができる。この静止引込可能プリズム5 0は、プリズム1 8と同様のものによく、ただ可変遅延を導入せずにビームを同じ4倍経路に沿って送るものである。図4 a及び図4 bにより詳細に示すように、プリズム5 0は、プレート5 4に取り付けられたアーム5 2に取り付けられており、従って、アーム5 2、すなわちプリズム5 0は回転点5 6の周りを回転することになる。「開」位置では、プリズム5 0は、入射ビーム3 4を遮断しないように止め具5 8に接して止まっている。「閉」位置では、プリズム5 0は、入射ビーム3 4を遮断するように回転され、従って、可変光遅延が戻りビーム3 5に付与されることはない。ホイール1 4が固定位置に静止したままである場合は、固定遅延を生じること

10

【0019】

ホイール1 4上のプリズム1 8の数、ホイール1 4の直径、レーザ・ビーム径、プリズム1 8の斜角及び軸部高さ、および各プリズムの面精度のため、使用不可能な時間（非動作時間）がある程度生じる。ある実施例では、約90%もの大きなデューティ・サイクル（有効時間対非動作時間）が達成可能である。遅延デューティ・サイクルは、図2に示すように、ホイール1 4上のプリズム1 8をそれぞれ傾斜させることによって増大させることができる。図2は、プリズム面が、ホイール半径1 0 0に平行である場合、および各プリズムのウィンドウ又は主表面が、ホイール半径1 0 2に対して約1 2°傾斜している場合の、各プリズムのホイール回転有効範囲を示している。いくつかの実施例では、プリズムは、最大約2 0°まで傾斜又は角度を成している。従って、プリズムが傾斜している場合は、有効範囲は約2 0°であり、プリズムが傾斜していない場合は、有効範囲は約1 2°である。プリズムを傾斜させることによって、ホイールの回転中に動作しているプリズムの前にあるプリズムが、出力ビームを遮断する虞のある点にある間、入力ビームと出力ビームとを互いに近接して（すなわち、プリズムの頂点付近で）保持する効果が得られる。

20

【0020】

ある実施例では、ホイール1 4を回転させるモータ3 9に直接連結されたエンコーダ3 7によって、ホイールの角度位置、従って、光ビーム経路に沿ったプリズム位置が得られる。各エンコーダの位置は、プリズム1 8の、ビーム3 4に対する一意の位置、従って、一意の遅延時間と相関する。遅延線1 0における遅延の正確な較正は、（追跡可能な）較正遅延線を用いて実現でき、それによって、ビーム経路に既知の量の光遅延を導入することができ、また、遅延線を較正するための遅延ホイールは、その後遅延量がゼロに戻るよう

30

【0021】

較正ルーチンは、ホイール1 4が回転する際のビームの振幅変動を補償するために、制御器3 3において実行することができる。エンコーダ3 7は、制御器3 3と連絡させることができ、較正ルーチンは、ホイール1 4が回転する際に生じるどのような非線形時間遅延も補償するように、制御器において実行できる。パワー変動をプリズム変動等に是正するために、制御器3 3においてフィードバック・プロセスを実行できる。制御器3 3は、光遅延線装置1 0からの戻り信号を正規化させるアルゴリズムを実行することができる。かかるアルゴリズムは、線形又は非線形論理式に基づくことができ、この論理式は、経験的に決定することができる。

40

【0022】

特定の実施例では、コーナー・キューブ・プリズム1 8はそれぞれ、約1 / 4インチか

50

ら数インチまでの範囲の直径を有する。光遅延線装置10は、THz送信器及びTHz受信器と共に使用することができ、これらはTHz撮像システムの構成要素でよい。THz送信器に印加されるバイアス、又はTHz受信器のゲイン(利得)は、変動する光パワーを補償するように変調させることができる。

【0023】

本発明の様々な実施例によれば、他の構成を実施することもできる。例えば、図5a及び図5bを参照すると、光遅延線装置10、サーキュレータ12、および静止プリズム50が、もう1つの遅延線装置10'、サーキュレータ12'、およびプリズム50'と共に使用されているシステムが示されている。遅延線装置10'、サーキュレータ12'、及びプリズム50'の支持構造体の構成要素は、遅延線装置10、サーキュレータ12、及びプリズム50の構成要素と同じなので、これらの構成要素を識別するために同じ参照符号に「ダッシュ」を付したものを使用している。遅延線装置10、サーキュレータ12、及びプリズム50に関して上述した構成のいずれも、遅延線装置10'、サーキュレータ12'、及びプリズム50'に組み込むことができることに留意されたい。例えば、プリズム18'及び50'は、コーナー・キューブ・プリズム又はポロ・プリズムでよい。

【0024】

図5a及び図5bに示す実施例では、遅延線装置10'は、ホイール14'と1組のプリズム18'を含み、1組のプリズム18'は、ホイールの中心から、プリズム18'がホイール14'に取り付けられている半径とは異なる固定半径でホイール14'のスロット20'に取り付けられる。従って、2つの別々のビーム34、34'がそれぞれのホイール14、14'に導入され、各ビーム34、34'は、各ビーム用のプリズム組18、18'に入り、従って、ホイール14の、すなわちホイール14'の所定の回転量で、それぞれの遅延量を受ける。従って、2つのビーム34と34'との間の正味の遅延は、遅延線装置10と10'によって生じた遅延時間の差となる。

【0025】

図6a及び図6bに示す更に別の実施例では、遅延線装置200は、ブラケット204に取り付けられたプリズム202を含み、このブラケット204は、スライド206に取り付けられている。スライド206は、スライド206、従ってプリズム202が、レール208内で前後に往復運動できるように、レール208に配置されている。プリズム202は、コーナー・キューブ・プリズム202又はポロ・プリズムでよい。従って、スライド206が往復運動すると、プリズム202は、プリズム202の運動経路に沿って送られる光ビーム34を再帰反射させて、そのビームに遅延又は位相シフトを生じさせる。別の実施例では、プリズム202は、回動アームに取り付けることができ、従って、アームが回動する際に、移動プリズム202が光ビームを再帰反射させて遅延又は位相シフトをもたらす。

【0026】

当業者であれば、上記の説明は、本発明の原理の実施例の例示を意味するものであることを容易に理解するであろう。本発明は、添付の特許請求の範囲で定義された本発明の趣旨から逸脱することなく、改変、変形、及び変更が行われやすいという点において、上記説明は、本発明の範囲又は用途を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1a】本発明の実施例による光サーキュレータを備えた光遅延線の斜視図。

【図1b】光遅延線及び光サーキュレータの上面図。

【図1c】光サーキュレータの上面図。

【図2】傾斜プリズムを備えた光遅延線と、非傾斜プリズムを備えた光遅延線との、ホイール回転の有効範囲の比較を示す図。

【図3a】光遅延線、及び閉位置にある格納式静止プリズムを備えた光サーキュレータの斜視図。

【図3b】光遅延線、光サーキュレータ、及び静止プリズムの上面図。

- 【図 4 a】開位置にある静止プリズムの上面図。
- 【図 4 b】閉位置にある静止プリズムの上面図。
- 【図 5 a】本発明の別の実施例による双光遅延線の斜視図。
- 【図 5 b】双光遅延装置の上面図である。
- 【図 6 a】本発明の更に別の実施例による光遅延線の図。
- 【図 6 b】図 6 b の光遅延線の上面図。

【図 1 a】

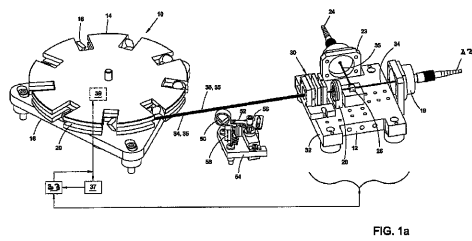


FIG. 1a

【図 1 c】

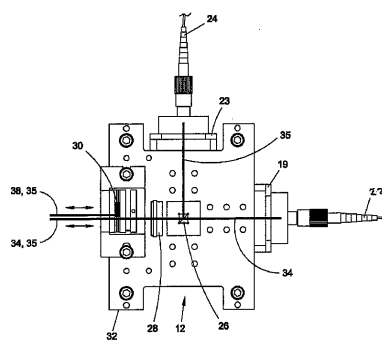
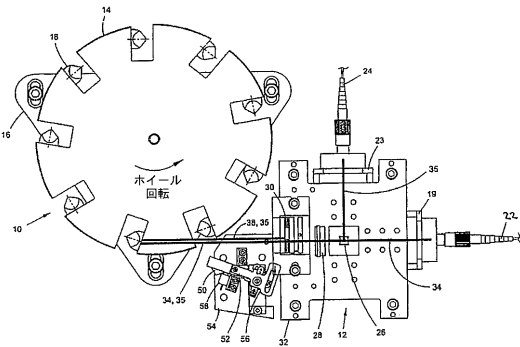
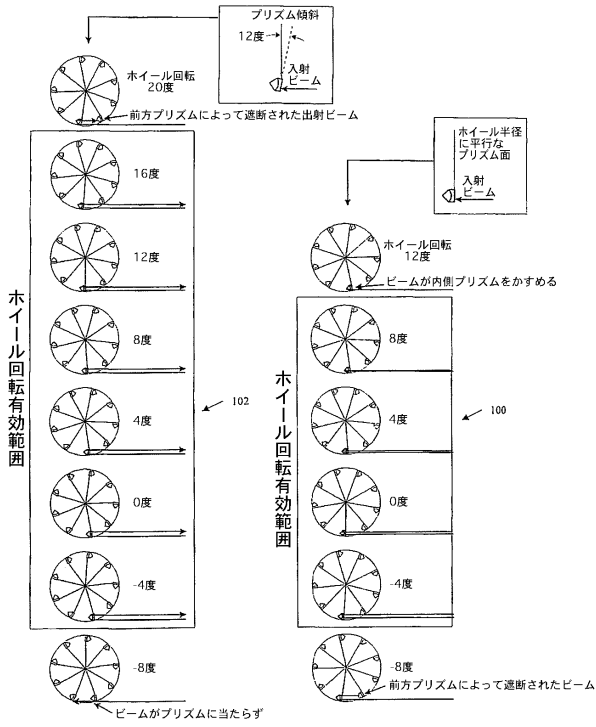


FIG. 1c

【図 1 b】



【図2】



【図3a】

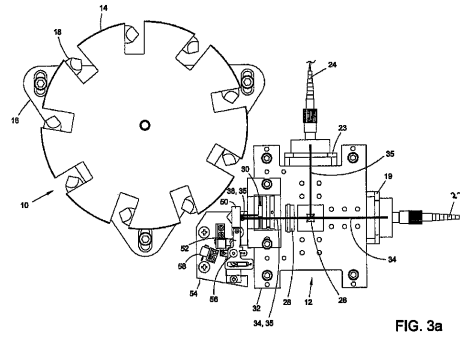


FIG. 3a

【図3b】

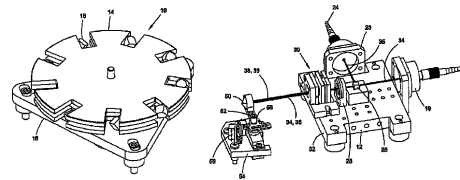
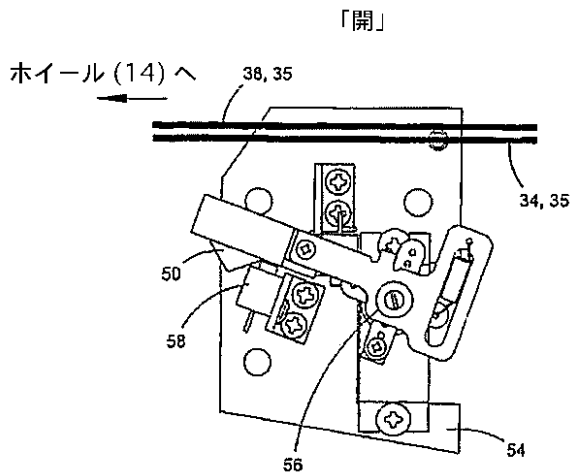
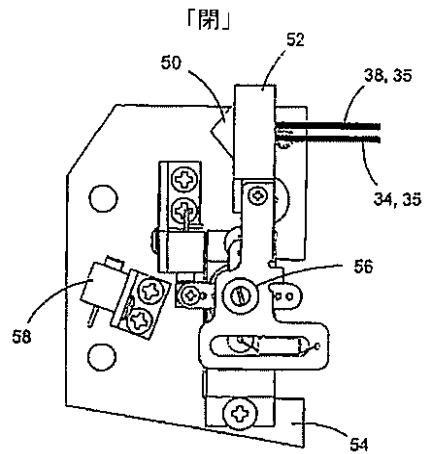


FIG. 3b

【図4a】



【図4b】



【図5a】

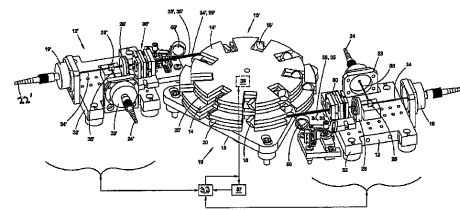
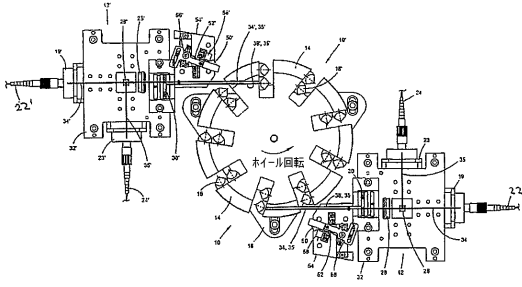


FIG. 5a

【図 5 b】



【図 6 b】

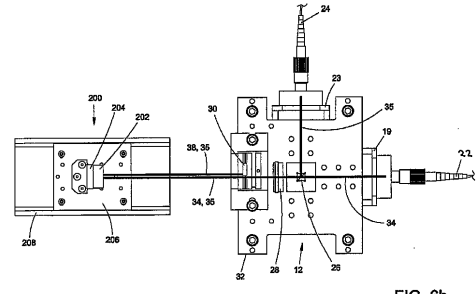


FIG. 6b

【図 6 a】

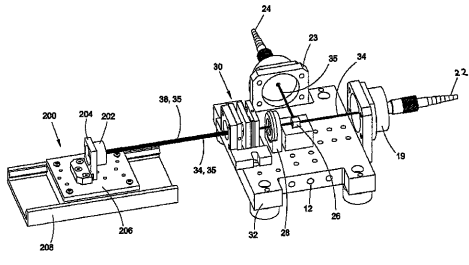


FIG. 6a

フロントページの続き

- (72)発明者 チェルノフスキー、アーサー、エー．
アメリカ合衆国、ミシガン、アナーバー、 バートン ドライブ 1075、アパートメント 1
13
- (72)発明者 ウォルター、クラウス、エイチ．
アメリカ合衆国、ミシガン、デクスター、 フレミング ロード 10576
- (72)発明者 ジムダース、デーヴィット
アメリカ合衆国、ミシガン、アナーバー、 ハイランダー ウェイ イー．3839

審査官 河原 正

- (56)参考文献 特開2002-310895(JP,A)
英国特許出願公開第02393263(GB,A)
仏国特許出願公開第02817039(FR,A1)
特表2005-539260(JP,A)
OPTICAL ENGINEERING, 1989年, VOL.28 NO.2, P.188-190

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 26/06
G02B 5/122
G02B 7/18
G02B 27/28