

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5718765号
(P5718765)

(45) 発行日 平成27年5月13日(2015.5.13)

(24) 登録日 平成27年3月27日(2015.3.27)

(51) Int.Cl.

F 1

GO2B 27/01	(2006.01)	GO2B 27/01
GO2B 5/18	(2006.01)	GO2B 5/18
GO2B 6/34	(2006.01)	GO2B 6/34

請求項の数 15 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2011-176307 (P2011-176307)
(22) 出願日	平成23年8月11日 (2011.8.11)
(65) 公開番号	特開2012-42955 (P2012-42955A)
(43) 公開日	平成24年3月1日 (2012.3.1)
審査請求日	平成26年4月10日 (2014.4.10)
(31) 優先権主張番号	12/855,844
(32) 優先日	平成22年8月13日 (2010.8.13)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

(73) 特許権者	507342261 トヨタ モーター エンジニアリング ア ンド マニュファクチャリング ノース アメリカ, インコーポレイティド アメリカ合衆国, ケンタッキー 4101 8, アーランガー, アトランティック ア ベニュー 25
-----------	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】二つ溝の回折格子を使用する光学装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学装置であって、
対向する側面を有する光透過性基板であって、媒質中に、前記側面と同延の回折境界を生成する光透過性基板と、
600 nm の波長を有する法線方向の S 偏光のコヒーレント光についての入口を画成し、且つ、前記基板の境界の臨界角よりも大きな 50° の角度で前記基板内に 主に 前記光の +1 次成分をカップリングするのに有効である第 1 回折格子と、
終端を画成する第 2 回折格子と
を具備し、

前記第 2 回折格子が、内部反射された光を回折境界に対して直角な回折角度で前記基板の外に透過させてカップリングするように構成され、前記第 1 回折格子及び第 2 回折格子の各々が、複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素を具備し、540 nm の周期と、前記広い回折要素及び狭い回折要素の 280 nm の高さと、前記広い回折要素の 130 nm の幅と、前記狭い回折要素の 35 nm の幅と、近接する回折要素間の中心から中心までの 170 nm の距離とによって特徴付けられる、光学装置。

【請求項 2】

前記二つ溝の特性を作り上げる要素が長方形形状を有する、請求項 1 に記載の光学装置。
。

【請求項 3】

10

20

前記入口及び終端が前記基板の対向する側面上にある、請求項 1 に記載の光学装置。

【請求項 4】

前記入口領域及び終端領域が、伝搬される前記 + 1 次成分の少なくとも二回の反射によって隔てられる、請求項 3 に記載の光学装置。

【請求項 5】

法線方向のコヒーレント光についてのカプラであって、

周囲の媒質との境界を画成する、対向する平行な側面を有する基板と、

該基板の一方の側面上における光の入口点に位置する二つ溝の第 1 回折格子と、

前記基板の他方の側面上に位置し且つ少なくとも二つの反射点によって前記二つ溝の第 1 回折格子から横方向に隔てられた二つ溝の第 2 回折格子と
10 を具備し、

前記二つ溝の第 1 回折格子が、前記基板の境界の臨界角よりも大きな 50° の回折角度で、600 nm の波長を有する法線方向の S 偏光の入射光を主に + 1 次回折成分を介して前記基板内に透過させてカップリングするように構成され、前記二つ溝の第 2 回折格子が、内部反射された光を回折境界に対して直角な回折角度で前記基板の外に透過させてカップリングするように構成され、

前記二つ溝の第 1 回折格子及び第 2 回折格子の各々が、複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素を具備し、該複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素の各々が、540 nm の周期と、前記広い回折要素及び狭い回折要素の 280 nm の高さと、前記広い回折要素の 130 nm の幅と、前記狭い回折要素の 35 nm の幅と、近接する回折要素間の中心から中心までの 170 nm の距離とによって特徴付けられる、カプラ。

【請求項 6】

光分光器であって、

周囲の媒質との屈折境界を画成する平行な第 1 の側面と第 2 の側面とを有する基板と、
600 nm の波長を有する法線方向のコヒーレント光についての入口点を画成する回折格子であって、前記基板の一方の側面上に配設され、主に前記基板の境界の臨界角よりも大きな 50° の大きさを有する正の角度で該基板内に正の 1 次成分をカップリングし且つ該基板の境界の臨界角よりも大きな 50° の大きさを有する負の角度で該基板内に負の 1 次成分をカップリングするように設計された回折格子と、

前記入口から離間された点において、前記基板の両側の側面上に位置する一対の二つ溝の回折格子であって、光の出口として機能するように、前記入口からの前記伝搬光についての反射点に配設され且つ反対の向きであり、これによって、当該光学装置が光分光器として作用する、一対の二つ溝の回折格子と
30 を具備し、

前記一対の二つ溝の回折格子の各々が、内部反射された光を回折境界に対して直角な回折角度で前記基板の外に透過させてカップリングするように構成され、且つ、複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素を具備し、該複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素の各々が、540 nm の周期と、前記広い回折要素及び狭い回折要素の 280 nm の高さと、前記広い回折要素の 130 nm の幅と、前記狭い回折要素の 35 nm の幅と、近接する回折要素間の中心から中心までの 170 nm の距離とによって特徴付けられる、光分光器。

【請求項 7】

光反射器であって、

周囲の媒質との境界を画成する、対向する平行な第 1 の側面と第 2 の側面とを有する基板と、

前記基板の境界の臨界角よりも大きな 50° の回折角度で、600 nm の波長を有する法線方向の S 偏光の入射光を主に + 1 次回折成分を介して前記基板内に回折させてカップリングするように構成された、二つ溝の第 1 回折格子と、

前記基板の前記二つ溝の第 1 回折格子と同じ側に位置する二つ溝の第 2 回折格子と、

前記基板の他方の側面上において、前記二つ溝の第 2 回折格子の真正面に位置する二つ
40

10

20

30

40

50

溝の第3回折格子と
を具備し、

前記二つ溝の第2回折格子及び第3回折格子が前記二つ溝の第1回折格子から複数の反射点によって離間され、これによって、当該装置がコヒーレント光の反射器として作用し、

前記二つ溝の第3回折格子が、前記カップリングされた光を回折境界に対して直角な角度で反射させるように回折させて該反射された光の方向を変えるように構成され、前記二つ溝の第2回折格子が、前記光の方向を変えられた反射光を-50°の角度に反射させて回折させるように構成され、前記二つ溝の第1回折格子、第2位回折格子及び第3回折格子の各々が、複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素を具備し、該複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素の各々が、540nmの周期と、前記広い回折要素及び狭い回折要素の280nmの高さと、前記広い回折要素の130nmの幅と、前記狭い回折要素の35nmの幅と、近接する回折要素間の中心から中心までの170nmの距離とによって特徴付けられる、光反射器。

【請求項8】

法線方向のコヒーレントな入射光についての光遅延装置であって、
周囲の媒質との境界を画成する平行な第1の側面と第2の側面とを有する基板と、
該基板の一方の側面上に位置する二つ溝の第1回折格子であって、前記基板の境界の臨界角よりも大きな50°の回折角度で、600nmの波長を有する法線方向のS偏光の入射光を主に+1次回折成分を介して前記基板内に回折させてカップリングするように構成された二つ溝の第1回折格子と、
前記カップリングされた光を前記第1の側面及び第2の側面に対して直角な角度で反射させるように回折させて該反射された光の方向を変えるように構成された二つ溝の第2回折格子と、

前記二つ溝の第2回折格子の反対側に配設された二つ溝の第3回折格子であって、前記光の方向を変えられた反射光を-50°の角度に反射させるように回折させて該回折された光を戻すように構成された二つ溝の第3回折格子と、

前記二つ溝の第1回折格子の反対側に配設された二つ溝の第4回折格子であって、前記戻された反射光を前記第1の側面及び第2の側面に対して直角な回折角度で前記基板の外に透過させてカップリングする二つ溝の第4回折格子と
を具備し、

前記二つ溝の第1回折格子、第2回折格子、第3回折格子及び第4回折格子の各々が、複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素を具備し、該複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素の各々が、540nmの周期と、前記広い回折要素及び狭い回折要素の280nmの高さと、前記広い回折要素の130nmの幅と、前記狭い回折要素の35nmの幅と、近接する回折要素間の中心から中心までの170nmの距離とによって特徴付けられる、光遅延装置。

【請求項9】

ほぼ平行な内面と外面とを有するガラス製フロントガラスに関連する自動車用画像システムであって、

自動車の状態を示す信号に応答して、600nmの波長を有する法線方向のS偏光のコヒーレントな入射光を前記フロントガラスの入口領域上に投影するためのレーザー画像形成機であって、前記入口領域が、前記画像が、前記入口領域から離間された終端領域まで前記フロントガラスを通じて伝搬して運転手に可視化されることを可能とすべく、前記入口領域と関連する二つ溝の第1回折格子を有し、該第1回折格子が、前記外面に配設され、且つ、前記フロントガラスの境界の臨界角よりも大きな50°の回折角度で、前記光を主に+1次回折成分を介して前記フロントガラス内に回折させてカップリングするように構成され、前記終端領域が、前記画像が前記運転手に表示されることを可能とする、前記終端領域と関連する二つ溝の第2回折格子を有し、該二つ溝の第2回折格子が、内部反射された光を前記内面に対して直角な回折角度で前記フロントガラスの外に透過させてカッ

10

20

30

40

50

プリングするように構成される、レーザー画像形成機を具備し、

前記二つ溝の第1回折格子及び第2回折格子の各々が、複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素を具備し、該複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素の各々が、540 nmの周期と、前記広い回折要素及び狭い回折要素の280 nmの高さと、前記広い回折要素の130 nmの幅と、前記狭い回折要素の35 nmの幅と、近接する回折要素間の中心から中心までの170 nmの距離とによって特徴付けられる、自動車用画像システム。

【請求項10】

前記基板が1.45の屈折率を有する第1材料から成り、前記複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素の各回折要素が2.38の屈折率を有する第2材料から成る、請求項1に記載の光学装置。

10

【請求項11】

前記基板が1.45の屈折率を有する第1材料から成り、前記複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素の各回折要素が2.38の屈折率を有する第2材料から成る、請求項5に記載の法線方向のコヒーレント光についてのカプラ。

【請求項12】

前記基板が1.45の屈折率を有する第1材料から成り、前記複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素の各回折要素が2.38の屈折率を有する第2材料から成る、請求項6に記載の光分光器。

【請求項13】

20

前記基板が1.45の屈折率を有する第1材料から成り、前記複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素の各回折要素が2.38の屈折率を有する第2材料から成る、請求項7に記載の光反射器。

【請求項14】

前記基板が1.45の屈折率を有する第1材料から成り、前記複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素の各回折要素が2.38の屈折率を有する第2材料から成る、請求項8に記載の光遅延装置。

【請求項15】

前記フロントガラスが1.45の屈折率を有する第1材料から成り、前記複数の交互に並ぶ広い回折要素及び狭い回折要素の各回折要素が2.38の屈折率を有する第2材料から成る、請求項9に記載の自動車用画像システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザーのようなコヒーレント光源からの光を制御し、カップリングし(couple)、分光し、反射し、且つ遅延させるべく、光透過性基板と協働して二つ溝の(double-groove)回折格子を使用する光学装置に関する。

【背景技術】

【0002】

2010年1月25日に出願された、同時係属中の米国特許出願第12/692688号明細書の「回折格子を使用する光学装置」についての我々の出願では、如何に、均一幅の周期的な要素を備えた単一溝の回折格子が、基板の境界の臨界角よりも大きな角度で法線方向のs偏光の入射光の1次回折成分を基板内にカップリングし、これによって、基板を通して、屈折した光を伝搬させるのに使用されることができるかが示される。

40

【発明の概要】

【0003】

本発明は、コヒーレントな入射光の1次成分の操作を含む様々な目的のために、光透過性基板と組み合わせて二つ溝の回折格子を前方で使用する、上記の係属中の特許出願の技術を保持する。「二つ溝」の用語は、本明細書では周期的な溝の組を有する回折格子を定義するのに用いられ、各々の組は、広い溝と、近接する狭い溝とを有し、その順序は、所

50

望の光学的効果に従って選択される。斯かる回折格子パターンは「プレーズ」回折格子とは区別されるべきであり、「プレーズ」回折格子では、回折格子は三つ以上の要素を有し、要素の寸法がスケールを横断して (across a scale) 徐々に変化する。

【0004】

我々の発明を要約する前に、この説明において使用される多数の用語を定義することが有用であると思われる。

(a) 「入口領域」の用語は、コヒーレント光が基板の表面上に入射し且つ主に1次回折成分に関して基板内にカップリングされる基板の領域を意味し、入口領域は、これに関連付けられた回折格子を有し、この回折格子は、+1次成分及び-1次成分が両方とも基板内にカップリングされるべきかどうかに依存して单一の溝又は二つ溝にされうる。 10

(b) 「反射点」の用語は、基板を通じて伝搬する光が、浅すぎて法線方向への脱出を可能とすることができない角度で境界に衝突する場所を定義するのに用いられる。

(c) 「終端」の用語は、基板を通じて伝搬する光が、基板(出口)から放出され、又は、伝搬の方向が逆にされうるように法線方向に反対側の境界に向かって反射される、基板の境界における場所を意味し、終端は、そうでない場合には反射点になりうる場所に配設される。

【0005】

我々の発明に従って、低い屈折率を有する空気のような媒質によって接触せしめられた、対向する側面を有する SiO_2 のような光透過性基板を具備する光学装置が提供される。基板には、 SiO_2 / 空気境界の臨界角よりも大きな角度で少なくとも一つの1次成分を基板内にカップリングするのに有効である、コヒーレントな入射光のための入口領域と、少なくとも一つの終端とが提供される。典型的には、終端は一つ以上の反射点によって入口領域から隔てられる。 20

【0006】

例えば、光カプラ (light coupler) は、一方の向きの二つ溝の回折格子が入口点に設置され、且つ、他方の向きの別の二つ溝の回折格子が、出口終端を画成すべく複数の反射点によって入口から離間されるように設計される。「向き」の用語は、狭い要素及び広い要素が一組の回折格子内において現れる順序について言及するのに使用される。

【0007】

別の例として、法線方向のコヒーレントな入射光についての分光器 (splitter) が、基板の一方の側面上の入口点における単一溝の回折格子と、基板の他方の側面上において横方向に離間された放出用終端点に位置する、両方の向きの二つ溝の回折格子とを使用して設計することができ、入口点と二つの出口点との間の間隔は、装置が光分光器として作用するように複数の反射点だけ離れている。 30

【0008】

更に別の例では、光反射器が設計されることができ、光反射器では、二つ溝の回折格子は基板の一方の側面上において光の入口として機能し、基板内における伝搬光の方向を逆にすべく、真正面に位置する同じ向きの一対の二つ溝の回折格子が入口点から複数の反射点だけ離間され、この配置では、基板を通した光の無制限の伝搬が提供される。

【0009】

更なる例として、光遅延装置が設計されることができ、光遅延装置では、複数の二つ溝の回折格子が、入射光が基板内に入ることを可能とし又は入射光を基板内にカップリングさせて、この入射光を複数の反射を介して伝搬させ、その後、基板から放出するのに使用される。 40

【0010】

我々は、本明細書において、運転手に重要な情報を伝えるために自動車のフロントガラスの内側に画像を作り出すことに対する、本発明の一つの実施形態の実用的な用途も開示する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

10

20

30

40

50

【図1】図1は、本発明に係る、適切な単一の向きの二つ溝の回折格子の詳細及びパラメータを示す、基板の一部の図式である。

【図2】図2は、本発明の原理を採用する光カプラの側面図である。

【図3】図3は、本発明の原理を包含する光分光器の側面図である。

【図4】図4は、本発明の原理を採用する光反射器の側面図である。

【図5】図5は、本発明の原理を包含する光遅延装置の側面図である。

【図6】図6は、図2の光学装置を使用するフロントガラスのディスプレイシステムの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本明細書における説明では、添付の図面が参照され、同様の参照番号はいくつかの図を通して同様の部分を参照する。

図1は、平面状の上側の側面12を有するSiO₂基板10の一部を示して、「二つ溝」の屈折回折格子(refraction grating)を示し且つ説明するのに使用され、「二つ溝」の屈折回折格子は、平面状の上側の側面12上に配置された二つの異なる幅のTiO₂要素14、16の周期的に繰り返される組を具備する。要素14、16の複数の組を具備する二つ溝の回折格子は、空気中に置かれて、正の1次成分($T_n = +1$)を主に容認し且つ法線成分($T_n = 0$)及び負の1次成分($T_n = -1$)等の他の全ての成分を抑制するような態様で法線方向のs偏光のコヒーレントな入射光18を基板内にカップリングするのに使用される。基板が、平面であるように示され、且つ、回折境界を形成する示された側面12に対して平行な第2の側面を有することが推定されるが、本発明は平坦な基板形状に限定されるものではない。

【0013】

この例示的な例では、法線方向の入射光18の波長が600nmであり、空気の屈折率n_aが1であり、SiO₂基板の屈折率n_sが1.45であり、二つ溝の回折格子の周期pが540nmである。要素の高さh_gが280nmである。これらパラメータを使用すると、カップリング成分 $T_{n=+1}$ 、 $T_{n=-1}$ の屈折角が50°であり、この屈折角は、43.6°である空気/SiO₂界面の臨界角よりも大きい。50°の角度が臨界角よりも大きいので、カップリング成分は、基板を通って伝搬し、且つ、反射点が、終端として反射点を機能させる回折格子構造を有さない限り、カップリング成分が衝突する境界から離れるように反射されるであろう。図1の例では、TiO₂要素14の幅W₁が35nmであり、近接する、より広い要素16の幅W₂が130nmである。近接する要素間の中心から中心までの距離の寸法dが170nmである。TiO₂要素の屈折率n_gが2.38である。

【0014】

図1及びこれに続く全ての図では、TiO₂の回折格子要素14、16は基板10の外面12上に形成され且つ配設されるように示されるが、これらTiO₂要素は、以下に説明されるように、表面12及び/又は表面12とは反対側の同等な表面と同一平面に位置するように基板内に埋め込まれてもよい。上述されたように、これら表面は平面である必要はない。

【0015】

以下、図2を見ると、光カプラが示されて以下に説明される。この場合、基板は、再び参照番号10が与えられ、且つ、対向する平行な面12、12'を有するSiO₂の本体を具備することが理解される。基板は空気中に置かれ、図では、空気は、説明の目的で、基板10の対向する側面上に空気/SiO₂界面又は空気/SiO₂境界を形成するように架空の要素20によって示される。図1において示された設計を包含する回折格子22が、基板10のほぼ中央において、表面12上の「入口領域」に配設される。したがって、回折格子22は、一定間隔で一様に離間された三つの反射点26、28、30を定めるように法線方向のコヒーレントな入射光の50°の1次成分を50°の角度で基板10内にカップリングするように作用し、三つの反射点のうちの反射点26、30は基板10の側

10

20

30

40

50

面 $12'$ 上に位置し、一方、中間の反射点 28 は基板 10 の入口側の側面 12 上に位置する。この例では、二つ溝の第2回折格子 32 が、伝搬光成分についての「終端」となり、且つ、この伝搬光成分が、図2において示されるように、表面 $12'$ に対して法線方向に基板 20 から抜け出し又は「放出される」ことを可能とするために、反射点 30 に配設される。

【0016】

この書面による説明では、二種類の終端があり、一方の終端は、光を基板から外に屈折させ、すなわち反射点 30 のような出口の終端であり、他方の種類の終端は、光を基板内に戻すように屈折させ、すなわち、図4を参照して以下に説明される鋭角反射器であることが明らかとなるだろう。

10

【0017】

「向き」、すなわち、現れる回折格子 22 、 32 の狭い要素 14 及び広い要素 16 の順序が入口領域 22 と出口終端 32 との間で逆にされることが図2から容易にわかるであろう。より具体的には、回折格子 22 における要素 14 、 16 の向き又は順序は、図1において示されたものと同一であるが、一方、出口の回折格子 32 における同じ要素の左から右へ進行するときの順序は、図1において示されたものと反対である。図2の構造を上下にひっくり返すと、回折格子 32 が、図1において示された回折格子のように見られることがわかるであろう。

【0018】

概して、図2の構造では、如何に、コヒーレントな入射光が、基板媒体において繰り返される周期的な反射によって横方向に伝搬されるように、基板の界面境界の臨界角よりも大きな回折角度で光透過性の基板内にカップリングができるかが示される。理論的には、任意の方向の点が終端として機能しうるが、図2の場合のように、大抵の実際の配置では、終端 30 は基板 10 の反対側の面又は反対側の側面 $12'$ 上に位置する。

20

【0019】

以下、図3を参照すると、本発明の実用的な第2実施形態が示される。基板 10 は同様に SiO_2 であり且つ対向する平行な面 12 、 $12'$ を有する。回折格子 34 が、法線方向のs偏光の入射光を受容して、 -50° の角度で基板 10 内に-1次成分 36 をカップリングし且つ $+50^\circ$ の角度で基板 10 内に+1次成分 38 をカップリングするような態様でこの光を分光すべく、基板 10 の中央の入口領域に形成され、 $\pm 50^\circ$ の角度は、表面 12 、 $12'$ によって表される境界の各々における SiO_2 /空気界面の臨界角よりも大きな角度である。この場合、回折格子 34 は「単一溝」の設計の回折格子であり、このことは、回折格子 34 が、 540nm の周期、 145nm の幅 W_2 、及び 175nm の高さ h_g を備えた TiO_2 要素 16 を有するが、図1及び図2において示されるような二つ溝の回折格子についての場合にあるような第2要素又はより狭い要素 14 を有しないことを意味する。

30

【0020】

正の1次成分 38 は反射点 $26'$ 、 $28'$ 、 $30'$ において表面の境界 12 、 $12'$ に衝突し、一方、負の1次成分は反射点 $26''$ 、 $28''$ 、 $30''$ において表面の境界 12 、 $12'$ に衝突する。この例では、反射点 $32'$ 、 $32''$ は「終端」点であり、「終端」点には、反対の向きの二つ溝の回折格子 $32'$ 、 $32''$ が装備される。したがって、終端の反射点 $30'$ 、 $30''$ の各々は出口点であり、出口点は、出口点に到達する伝搬成分が、図3において示されるように、面 $12'$ に対して法線方向に抜け出すことを可能とする。

40

【0021】

図3において示される装置は、典型的には「光分光器」と称されて、单一の入力から二つの出力を形成することを含む様々な態様において使用されることができる。

【0022】

図3において示されるような、入口点と出口点との間における反射点の数は任意であり、且つ、終端又は出口点が、理論的には、表面 12 、すなわち入口点と同じ側に位置することが可能であることが理解されるであろう。

50

【0023】

以下、図4を参照すると、そこに示される光学装置が、境界又は界面を生成すべく要素20によって表された空気中に置かれた基板10を具備し、境界又は界面は、対向する平行な平面12、12' と同延である。二つ溝の回折格子22が、法線方向の入射光の1次成分を50°の角度で基板10内にカップリングすべく、図1及び図2の方法で、基板10のほぼ中央において、表面12上に配設されるので、法線方向の入射光の1次成分は、側面12' 上の終端36に到達するまで、側面12' と側面12との間を反射によって伝搬し、終端36は、直立方向において図4が見られるときに入口の回折格子22の要素と同じ向きに配置された要素14、16を備えた二つ溝の回折格子38を有する。この向きの結果として、反射された伝搬光成分は、反射器／終端36において抜け出さないが、法線方向に上向きに反射され、回折格子38の真正面の表面上に配置された別の二つ溝の回折格子40に基板を通って戻る。このため、回折格子40は50°の角度で伝搬成分を基板10内に戻し、50°の角度は側面12、12' と同延のSiO₂／空気界面の境界の臨界角43.6°よりも大きい。このため、伝搬成分は、側面12と側面12' の間を伝搬して元の位置に戻り、且つ、所望の限り基板10を通って左右に無制限に進む。これは「光反射器」であり、「光反射器」では、回折格子が基板の外側に形成されたとしても、光は基板内に完全に留まる。計算では、回折格子38から回折格子40に反射される成分が、入ってくる光の約83.1%であり、約16%だけが入力進路に沿って戻るように反射されることが示される。同様に、回折格子40の効率は約83.1%であり、一方、回折格子40に衝突する光の約15.4%が回折格子38に向かって戻るように反射される。

【0024】

以下、図5を参照すると、図5において示される装置は、図4の光反射器と同一であり、表面12'、12上のそれぞれの終端に配設された、同じ向きの二つ溝の回折格子38、40を入口点22の右側に有する。しかしながら、第4回折格子42が、伝搬成分が基板10から抜け出すことを可能とする終端として機能するように入口点の回折格子22の真下の側面12' 上の反射点／終端に配設される。図5では、一方向において図面が見られるとき、二つ溝の回折格子22、40、38、42の全ての向きが同一であることに留意されたい。

【0025】

図1～図5における回折格子は長方形形状の要素を有する。これら回折格子は「長方形回折格子」又は「バイナリー（binary）回折格子」と称されることがある。本発明は長方形形状又は「バイナリー」形状に限定されない。回折格子は三角形状の要素及び他の形状の要素を有することができる。本発明を実施するために考えられるベストモードについての以下の説明が添付の図面と共に読まれるとき、本発明の他の用途が当業者によって明らかとなるだろう。

【0026】

図6は、図2のカプラの自動車用表示システムへの実用的な用途を示す。この例では、自動車のフロントガラス60が図2の基板10に対応し、フロントガラス上の低い位置のスポット62が「入口領域」22に対応し、フロントガラス上の高い位置のスポット64が「終端」32に対応する。トランスデューサー66が、自動車エンジン（図示せず）の作動、例えば低い油圧に関連する信号を発生させる。この信号はレーザー画像形成機（laser imager）68に接続され、レーザー画像形成機68は、「低い油圧」と書いてある画像を出力し且つ視界の法線よりも下のフロントガラスの外面上に画像を投影する。入口領域62には、図2を参照して説明されたような回折格子が装備され、回折格子によって、画像は、フロントガラスのガラスを通って終端64に伝搬するような経路に向けられ、終端64において、運転手に表示されるようにフロントガラス基板から抜け出す。湾曲した二つ溝の回折格子70が、反射を妨げるのに使用されうる。このシステムでは、非常に重要なエンジンの状態に対する運転手の迅速な注意が従来の計器パネル指示器（instrument panel indicator）よりも得られやすい。

10

20

30

40

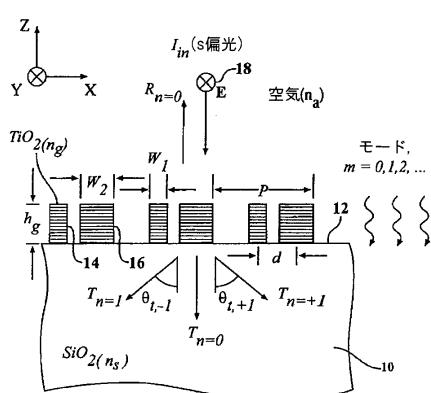
50

【0027】

本発明が本発明の具体的且つ例示的な実際の実施形態に関して説明されてきたが、具体的な設計パラメータが例示の目的で与えられ、主要な点が、基板内にカップリングされる法線方向のコヒーレントな入射光の一つの又は複数の成分が、（基板の対向する側面の各々の上に存在し、このため、カップリングされた一つの又は複数の成分が基板を通した反射によって伝搬することをもたらす）基板／媒質界面の臨界角よりも大きな角度で回折され又は曲げられることであることが当業者にとって明らかであろう。

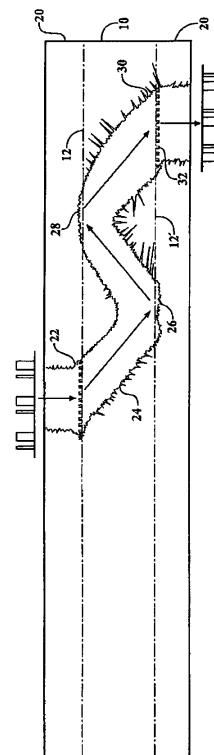
【図1】

図1



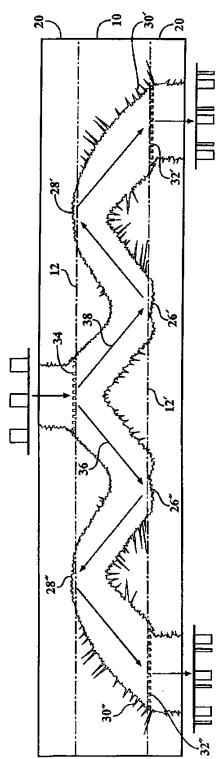
【図2】

図2



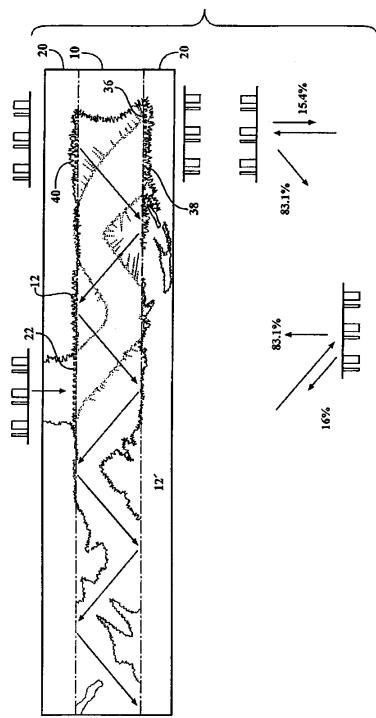
【図3】

図3



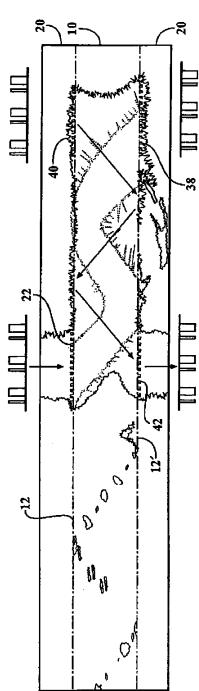
【図4】

図4



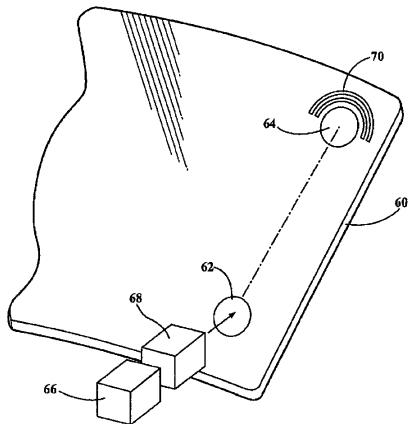
【図5】

図5



【図6】

図6



フロントページの続き

(73)特許権者 511020760

トラスティーズ オブ ザ ユニバーシティ オブ ペンシルベニア
アメリカ合衆国, ペンシルベニア 19104-6205, フィラデルフィア, フランクリン ビルディング, オフィス オブ リサーチ サービシーズ, ウォールナット ストリート 3451, ルーム ピー221

(74)代理人 100099759

弁理士 青木 篤

(74)代理人 100102819

弁理士 島田 哲郎

(74)代理人 100123582

弁理士 三橋 真二

(74)代理人 100147555

弁理士 伊藤 公一

(74)代理人 100160705

弁理士 伊藤 健太郎

(74)代理人 100130133

弁理士 曽根 太樹

(72)発明者 飯塚 英男

アメリカ合衆国, ミシガン 48105, アナ - バー, レイビン コート 4949

(72)発明者 ネイダー エンゲータ

アメリカ合衆国, ペンシルベニア 19312, パーウィン, フォックス クリーク ロード 2077

審査官 右田 昌士

(56)参考文献 特開2008-083539 (JP, A)

特開2009-186794 (JP, A)

特開平10-268066 (JP, A)

特表平08-507879 (JP, A)

特開平05-250751 (JP, A)

国際公開第2008/148927 (WO, A1)

特表2010-512544 (JP, A)

欧州特許出願公開第01562186 (EP, A1)

特表2005-524096 (JP, A)

Juha Pietarinen, Tuomas Vallius, Double groove broadband gratings, Optics Express, 米国, 2008年 9月 1日, Vol.16, No.18, pp.13824-13829

Pasi Laakkonen等, High Efficiency Diffractive Incouplers for Light Guide, Proc. of SPIE, 米国, 2008年, Vol.6896, pp.6896E-1-11

Jyrki Saarinen等, Asymmetric beam deflection by doubly grooved binary gratings, Applied Optics, 米国, 1995年, Vol.33, No.14, pp.2401-2405

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 27 / 01

G 02 B 5 / 18

G 02 B 6 / 34