

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4663337号
(P4663337)

(45) 発行日 平成23年4月6日(2011.4.6)

(24) 登録日 平成23年1月14日(2011.1.14)

(51) Int.Cl.

G02F 1/13 (2006.01)
H01S 5/14 (2006.01)

F 1

G02F 1/13 505
H01S 5/14

請求項の数 11 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2005-9635 (P2005-9635)
(22) 出願日	平成17年1月17日 (2005.1.17)
(65) 公開番号	特開2006-202781 (P2006-202781A)
(43) 公開日	平成18年8月3日 (2006.8.3)
審査請求日	平成20年1月11日 (2008.1.11)

(73) 特許権者	000154325 住友電工デバイス・イノベーション株式会社 神奈川県横浜市栄区金井町1番地
(74) 代理人	100087480 弁理士 片山 修平
(74) 代理人	100134511 弁理士 八田 俊之
(72) 発明者	東 敏生 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原100 ○番地 ユーディナデバイス株式会社内
(72) 発明者	山内 康之 山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原100 ○番地 ユーディナデバイス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】波長選択ミラーユニット、レーザ装置、ビームスプリッタおよび光センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射光に対する屈折率が可変である第1のエタロンと、
前記第1のエタロンを透過した入射光を反射するミラーとを備え、
前記第1のエタロンは、前記ミラーに固定され、
前記ミラーは、所定の波長の光に対して相対的に高い反射強度を有し、前記第1のエタロンの周期的な透過波長ピークのうち一部の波長ピークに対して高い反射強度を有することを特徴とする波長選択ミラーユニット。

【請求項 2】

前記第1のエタロンは、スペーサを介して前記ミラーに固定されていることを特徴とする請求項1記載の波長選択ミラーユニット。 10

【請求項 3】

前記ミラーと前記第1のエタロンとは、非平行であることを特徴とする請求項2記載の波長選択ミラーユニット。

【請求項 4】

前記ミラーは、所望の反射光の中心波長の実質的に1/4の厚さの誘電体が複数積層されていることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の波長選択ミラーユニット。

【請求項 5】

前記第1のエタロンの入射光に対する屈折率は、前記第1のエタロンの温度または前記第1のエタロンに印加される電圧に応じて変化することを特徴とする請求項1～4のいず

れかに記載の波長選択ミラーユニット。

【請求項 6】

前記第1のエタロンの前記ミラーと反対側の面に固定された第2のエタロンをさらに備えることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の波長選択ミラーユニット。

【請求項 7】

前記第2のエタロンの入射光に対する屈折率は一定であり、前記第2のエタロンの周期的な透過波長ピークの周期は、前記第1のエタロンの周期的な透過波長ピークの周期よりも小さいことを特徴とする請求項6記載の波長選択ミラーユニット。

【請求項 8】

前記第2のエタロンは、入射光に対する屈折率が可変であるエタロンであることを特徴とする請求項6記載の波長選択ミラーユニット。

10

【請求項 9】

前記第2のエタロンは、スペーサを介して前記波長選択ミラーユニットに固定されていることを特徴とする請求項6記載の波長選択ミラーユニット。

【請求項 10】

前記ミラーと前記第2のエタロンとは、非平行であることを特徴とする請求項6記載の波長選択ミラーユニット。

【請求項 11】

入射される光のピーク波長の位相を調整する位相調整手段をさらに備え、前記位相調整手段は、前記波長選択ミラーユニットに固定されていることを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の波長選択ミラーユニット。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、波長選択ミラーユニット、レーザ装置、ビームスプリッタおよび光センサに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体レーザを応用した情報処理機器等が開発されている。外部共振器付波長可変レーザ装置は、回折格子ミラーによって特定の波長の光をレーザダイオードへ反射する。この外部共振器付波長可変レーザ装置においては、回折格子ミラーの角度を変化することによりレーザダイオードに反射される光の波長が変化する。それにより、外部共振器付可変レーザ装置が出力するレーザ光の波長が変化する(例えば、非特許文献1参照)。

30

【0003】

【非特許文献1】Broad-Band Tunable Two-Section Laser Diode with External Grating Feedback (IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, VOL. 2, NO. 2, FEBRUARY 1990 P85～P87)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

しかしながら、非特許文献1の技術では、回折格子の角度を変化させるためのスペースが必要になる。その結果、上記外部共振器付波長可変レーザ装置の構造が複雑になるとともに、上記外部共振器付波長可変レーザ装置を小型化することができない。

【0005】

本発明は、構造が複雑にならずかつ小型化することが可能な波長選択ミラーユニットを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る波長選択ミラーユニットは、入射光に対する屈折率が可変である第1の工

50

タロンと、第1のエタロンを透過した入射光を反射するミラーとを備え、第1のエタロンはミラーに固定され、ミラーは、所定の波長の光に対して相対的に高い反射強度を有し、前記第1のエタロンの周期的な透過波長ピークのうち一部の波長ピークに対して高い反射強度を有することを特徴とするものである。

【0007】

本発明に係る波長選択ミラーユニットにおいては、第1のエタロンの傾斜を変化させることなく入射光のピーク波長を変化させることができる。それにより、第1のエタロンの傾斜を変化させるためのスペースが必要ない。その結果、本発明に係る波長選択ミラーユニットの構造を単純化することができる。また、本発明に係る波長選択ミラーユニットを小型化することができる。10

【0008】

第1のエタロンは、スペーサを介してミラーに固定されていてもよい。また、ミラーと第1のエタロンとは、非平行であることが好ましい。この場合、第1のエタロンを透過しない光は、ミラーから反射される光と異なる方向に反射される。それにより、本発明に係るミラーと外部に配置されるミラーとの間に複合共振が発生することが防止される。

【0010】

ミラーは、所望の反射光の中心波長の実質的に1/4の厚さの誘電体が複数積層されていてもよい。この場合、ミラーにより所望の中心波長を有する光が反射される。

【0011】

第1のエタロンの入射光に対する屈折率は、第1のエタロンの温度または第1のエタロンに印加される電圧に応じて変化してもよい。この場合、第1のエタロンの傾斜を変化させることなく入射光のピーク波長を変化させることができる。それにより、第1のエタロンの傾斜を変化させるためのスペースが必要ない。その結果、本発明に係る波長選択ミラーユニットの構造を単純化することができる。20

【0012】

第1のエタロンのミラーと反対側の面に固定された第2のエタロンをさらに備えていてもよい。この場合、第1のエタロンおよび第2のエタロンにより所望の波長ピークをより正確に選択することができる。

【0013】

第2のエタロンの入射光に対する屈折率は一定であり、第2のエタロンの周期的な透過波長ピークの周期は、第1のエタロンの周期的な透過波長ピークの周期よりも小さくてもよい。この場合、第1のエタロンおよび第2のエタロンにより所望の波長ピークをより正確に選択することができる。30

【0014】

第2のエタロンは、入射光に対する屈折率が可変であるエタロンであってもよい。この場合、第1のエタロンおよび第2のエタロンにより幅広い波長範囲から所望の波長ピークをより正確に選択することができる。

【0015】

第2のエタロンは、スペーサを介して波長選択ミラーユニットに固定されていてもよい。また、ミラーと第2のエタロンとは、非平行であることが好ましい。この場合、第2のエタロンを透過しない光は、ミラーから反射される光と異なる方向に反射される。それにより、本発明に係るミラーと外部に配置されるミラーとの間に複合共振が発生することが防止される。40

【0016】

入射される光のピーク波長の位相を調整する位相調整手段をさらに備え、位相調整手段は波長選択ミラーユニットに固定されていてもよい。この場合、位相調整手段の傾斜を変化させることなく入射光のピーク波長を変化させることができる。それにより、本発明に係る波長選択ミラーユニットの構造を複雑化することなく、所望の波長ピークをより正確に選択することができる。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【0037】

本発明によれば、第1のエタロンの傾斜を変化させるためのスペースが必要ない。その結果、本発明に係るミラーユニットの構造を単純化することができる。また、本発明に係るミラーユニットを小型化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0038】**

以下、本発明を実施するための最良の形態を説明する。

【実施例1】**【0039】**

図1は、第1実施例に係る波長選択ミラーユニット100を説明する図である。図1(a)は波長選択ミラーユニット100の全体構成を示す模式図であり、図1(b)は波長選択ミラー20の模式的断面図である。10

【0040】

図1(a)に示すように、波長選択ミラーユニット100は、屈折率可変エタロン10および波長選択ミラー20を含む。屈折率可変エタロン10は、所定の波長周期で光を透過する液晶型バンドパスフィルタからなる。それにより、屈折率可変エタロン10に入射された光は、所定の周期の波長ピークを有する光となって屈折率可変エタロン10を透過する。以下、エタロンが透過光に与える波長ピークのことをエタロンピークと呼ぶ。

【0041】

また、屈折率可変エタロン10は、液晶11を備える。液晶11の屈折率は、波長選択ミラーユニットの外部に設けられた電圧制御部30から印加される電圧に応じて変化する。液晶11の屈折率が変化することにより、屈折率可変エタロン10のエタロンピークの位相が変化する。20

【0042】

図1(b)に示すように、波長選択ミラー20は、例えば、酸化シリコンからなる誘電体膜20a、酸化チタンからなる誘電体膜20bが複数積層された構造を有する。波長選択ミラー20により反射させる所望の反射光の中心波長を λ_0 とすると、誘電体膜20a、20bは、所望の光学的膜厚(例えば、 $\lambda_0/4$)を有する。この場合、各誘電体膜20a、20bの界面に入射された光のうち波長 λ_0 の光は相互に強めあう。それにより、波長 λ_0 の光の反射率が高くなる。また、各誘電体膜20a、20bの界面に入射された光のうち波長 λ_0 近傍の波長の光も相互に強めあう。その結果、波長選択ミラー20は、波長 λ_0 を中心にしてその近傍の波長帯域の光を反射する。以上のことから、波長選択ミラーユニット100の波長選択精度が向上する。30

【0043】

なお、波長選択ミラー20は、所定の波長において強い反射率を有し、実質的に中心波長 λ_0 付近で反射するものであればよい。したがって、波長選択ミラー20において、各誘電体膜20a、20bを任意に組み合わせることが可能である。この場合、波長選択ミラー20を構成する各誘電体膜20a、20bは、屈折率が異なる同じ材料からなるものであってもよい。

【0044】

このように、屈折率可変エタロン10は、エタロンピークの波長を変化させることができる。この場合、屈折率可変エタロン10の傾きを変化させる必要がない。それにより、スペーサ等を介さずに、屈折率可変エタロン10の一面に波長選択ミラー20を接着させることができ。また、屈折率可変エタロン10の傾きを変化させるための駆動部を設ける必要がない。さらに、屈折率可変エタロン10を傾斜させるための空間を設ける必要がない。以上のことから、波長選択ミラーユニット100を小型化することができる。40

【0045】

なお、本実施例に係る屈折率可変エタロンは、温度に応じて屈折率が変化するエタロンであってもよいし、印加される電圧に応じて屈折率が変化する誘電体膜からなるエタロンであってもよい。また、波長選択ミラーは、入射光を全反射するミラーであってもよい。50

【0046】

本実施例においては、屈折率可変エタロン10が第1のエタロンに相当し、波長選択ミラー20がミラーに相当する。

【実施例2】**【0047】**

図2は、第2実施例に係る波長選択ミラーユニット100aの全体構成を示す模式図である。図2に示すように、波長選択ミラーユニット100aが図1の波長選択ミラーユニット100と異なる点は、屈折率可変エタロン10と波長選択ミラー20との間にスペーサ40が設けられている点および屈折率可変エタロン10が波長選択ミラー20に対して傾斜している点である。スペーサ40は、透過性の高いガラス等から構成される。

10

【0048】

波長選択ミラーユニット100aにおいては、屈折率可変エタロン10の傾きを変化させることなくエタロンピークの波長を変化させることができる。したがって、屈折率可変エタロン10を傾斜させる空間を設ける必要がない。その結果、波長選択ミラーユニット100aを小型化することができる。また、屈折率可変エタロン10が波長選択ミラー20に対して傾斜していることから、屈折率可変エタロン10を透過しない光は、ミラー20から反射される光と異なる方向に反射される。それにより、ミラー20と外部に配置されるミラーとの間に複合共振が発生することが防止される。

【実施例3】**【0049】**

20

図3は、第3実施例に係る波長選択ミラーユニット100bの全体構成を示す模式図である。波長選択ミラーユニット100bが図2の波長選択ミラーユニット100aと異なる点は、屈折率可変エタロン10の一面側に固定エタロン50が固定されている点である。ここで、固定エタロンとは、屈折率が一定である波長フィルタのことをいう。

【0050】

固定エタロン50は、所定の波長周期で光を透過するバンドパスフィルタからなる。それにより、固定エタロン50に入射された光は、所定の周期の波長ピークを有する光となって固定エタロン50から射出される。また、固定エタロン50のエタロンピークの波長は、入射光に対する固定エタロン50の傾斜角度によって変化する。

【0051】

30

図4は、波長選択ミラーユニット100bから反射される光の波長の一例を説明する図である。図4(a)に示すように、波長選択ミラーユニット100aから反射される光は、固定エタロン50を透過する光と屈折率可変エタロン10を透過する光との合成光になる。それにより、波長選択ミラーユニット100aから反射される光の波長ピークは、固定エタロン50のエタロンピークと屈折率可変エタロン10のエタロンピークとの重複ピークになる。

【0052】

以上のことから波長選択ミラーユニット100aは、屈折率可変エタロン10の屈折率を変化させることにより、固定エタロン50のエタロンピークのうち所望のピーク波長を選択することができる。

40

【0053】

また、固定エタロン50の代わりに、他の屈折率可変エタロンを用いることもできる。図4(b)に示すように、波長選択ミラーユニット100aから反射される光は、屈折率可変エタロン10を透過する光と他の屈折率可変エタロンを透過する光との合成光になる。この場合、屈折率可変エタロン10のエタロンピークと他の屈折率可変エタロンのエタロンピークとの組合せにより、波長選択ミラーユニット100aは、所望のピーク波長の光を反射することができる。

【0054】

また、固定エタロン50の代わりに、位相調整素子を用いることもできる。位相調整素子としては、与えられる電圧により屈折率が変化する液晶型フェイズシフタ等を用いるこ

50

とができる。この場合、波長選択ミラーユニット 100a から反射される光が位相調整素子を透過することにより、屈折率可変エタロン 10 の透過光の位相を調整することができる。

【0055】

本実施例においては、固定エタロン 50 が第 2 のエタロンに相当し、位相調整素子が位相調整手段に相当する。

【実施例 4】

【0056】

図 5 は、第 4 実施例に係る波長選択ミラーユニット 100c の全体構成を示す模式図である。図 5 に示すように、波長選択ミラーユニット 100c は、波長選択ミラー 20、複数のスペーサ 60 および複数の波長フィルタ 70 を含む。また、波長選択ミラーユニット 100c は、波長選択ミラー 20 と波長フィルタ 70 の間および波長フィルタ 70 と他の波長フィルタ 70 との間に少なくとも一つのスペーサ 60 を備える構造を有する。10

【0057】

波長フィルタ 70 としては、固定エタロン、屈折率可変エタロンおよび位相調整素子のいずれを用いることもできる。また、各波長フィルタ 70 は、波長選択ミラー 20 と平行であっても、非平行であってもよい。波長フィルタ 70 として固定エタロンを用いる場合、波長フィルタ 70 と波長選択ミラー 20 とがなす角度は、波長選択ミラーユニット 100c の反射光が所望の波長ピークを有するように設定される。20

【0058】

また、波長フィルタ 70 として屈折率可変エタロンまたは位相調整素子を用いる場合には、屈折率可変エタロンまたは位相調整素子に印加する電圧に応じて波長選択ミラーユニット 100c の反射光の波長ピークを設定することができる。

【0059】

波長選択ミラーユニット 100c に波長フィルタ 70 が複数備わっていることから、波長選択ミラーユニット 100c の反射光の波長ピークはより正確に設定される。

【実施例 5】

【0060】

図 6 は、第 5 実施例に係るレーザ装置 200 の全体構成を示す模式図である。レーザ装置 200 は、図 2 の波長選択ミラーユニット 100a、光增幅器 201、温度制御装置 202、電圧制御部 203 および温度制御部 204 を含む。波長選択ミラーユニット 100a および光增幅器 201 は、温度制御装置 202 上に個別に搭載されている。30

【0061】

光增幅器 201 としては、レーザ光を増幅する半導体光增幅器等を用いることができる。光增幅器 201 により出力されたレーザ光は、波長選択ミラーユニット 100a に対して出射される。電圧制御部 203 は、屈折率可変エタロン 10 の液晶 11 に印加する電圧を変化させることにより、液晶 11 の屈折率を変化させる。それにより、光增幅器 201 から出力されたレーザ光は、波長選択ミラーユニット 100a により所定の波長ピークを有するレーザ光に変換され、レーザ装置 200 の外部に出力される。温度制御装置 202 は、温度制御部 204 の指示に従って、波長選択ミラーユニット 100a および光增幅器 201 の温度を制御する。40

【0062】

ここで、本実施例に係るレーザ装置 200 においては、波長選択ミラーユニット 100a と光增幅器 201 とが個別に温度制御装置 202 上に搭載されていることから、複数のレーザ装置 200 を比較すると、取付誤差等により波長選択ミラーユニット 100a の波長選択精度に個体差が発生するおそれがある。したがって、レーザ装置 200 において波長選択ミラーユニット 100a を用いる場合、屈折率可変エタロン 10 のエタロンピークの初期値をあらかじめ定め、初期波長光の出力が実現してからピーク波長を変化させることができ効率の良い波長制御方法になる。なお、本発明に係る屈折率可変エタロン 10 が液晶、誘電体等から構成されていることから、屈折率可変エタロン 10 の屈折率は、屈折率可50

変エタロンに印加する電圧および屈折率可変エタロン10の温度により制御することが可能である。

【0063】

図7は、温度制御装置202によるレーザ装置200の出力レーザの波長制御を説明する図である。まず、温度制御部204は、図7(a)に示すように温度制御装置202の温度を制御することにより屈折率可変エタロン10のエタロンピークを初期化する。次に、電圧制御部203は、図7(b)に示すように屈折率可変エタロン10に印加する電圧を制御することにより屈折率可変エタロン10のエタロンピークを変化させる。

【0064】

このように、屈折率可変エタロン10の温度を一定に保持しつつ屈折率可変エタロン10に印加する電圧によって屈折率可変エタロン10の屈折率を制御することができることから、上記固体差による波長選択精度の悪化を防止することができる。また、屈折率可変エタロン10のエタロンピークは、共通の電圧情報を用いて制御することができる。なお、屈折率可変エタロン10に印加する電圧によって屈折率可変エタロン10のエタロンピークを初期化し、屈折率可変エタロン10の温度によって屈折率可変エタロン10の屈折率を変化させることもできる。

【0065】

なお、本実施例における波長選択ミラーユニットとして、波長選択ミラーユニット100b, 100cを用いることもできる。波長選択ミラーユニット100bを用いる場合、固定エタロン50および屈折率可変エタロン10を用いて所望のピーク波長を選択することは、レーザ装置200の波長選択手段として有用である。また、位相調整素子および屈折率可変エタロン10を用いて透過光の位相を調整することは、レーザ装置200の位相調整手段として有用である。

【0066】

また、屈折率可変エタロン10のエタロンピークを初期化する方法は、本実施例に係るレーザ装置200に適用する場合に限らず、他の装置に利用する場合であっても有効な方法である。また、本実施例においては、電圧制御部203および温度制御部204が制御手段に相当する。

【実施例6】

【0067】

図8は、第6実施例に係るビームスプリッタ300の模式図である。図8に示すように、ビームスプリッタ300として、図2の波長選択ミラーユニット100aを用いることができる。上述したように、屈折率可変エタロン10は、特定の波長の光を透過し、屈折率可変エタロン10を透過しない光を反射する。この場合、屈折率可変エタロン10と波長選択ミラー20とが非平行であることから、屈折率可変エタロン10により反射される光は、波長選択ミラー20により反射されて屈折率可変エタロン10を透過する光とは異なる方向に進む。

【0068】

以上のことから、ビームスプリッタ300に入射される光は、屈折率可変エタロン10を透過する光と屈折率可変エタロン10により反射される光とに分割される。したがって、ビームスプリッタ300を用いることにより、ピーク波長情報を有する光を取り出すことができる。

【0069】

なお、ビームスプリッタ300として、波長選択ミラーユニット100b, 100cを用いることもできる。

【実施例7】

【0070】

図9は、第7実施例に係る光センサ400の模式図である。図9に示すように、光センサ400は、図2の波長選択ミラーユニット100aおよび光検知素子401を含む。

【0071】

10

20

30

40

50

上述したように、屈折率可変エタロン 10 により反射される光は、屈折率可変エタロン 10 を透過する光とは異なる方向に進む。光検知素子 401 は、屈折率可変エタロン 10 により反射される光の光路上に配置される。それにより、光検知素子 401 は、屈折率可変エタロン 10 により反射される光の強度を検知する。以上のことから、光センサ 400 は、ピーク波長情報を有する光の光強度を検知することができる。なお、波長選択ミラーユニットとして、波長選択ミラーユニット 100b, 100c を用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図 1】第 1 実施例に係る波長選択ミラーユニットを説明する図である。

【図 2】第 2 実施例に係る波長選択ミラーユニットの全体構成を示す模式図である。 10

【図 3】第 3 実施例に係る波長選択ミラーユニットの全体構成を示す模式図である。

【図 4】波長選択ミラーユニットから反射される光の波長の一例を説明する図である。

【図 5】第 4 実施例に係る波長選択ミラーユニットの全体構成を示す模式図である。

【図 6】第 5 実施例に係るレーザ装置の全体構成を示す模式図である。

【図 7】温度制御装置によるレーザ装置の出力レーザの波長制御を説明する図である。

【図 8】第 6 実施例に係るビームスプリッタの模式図である。

【図 9】第 7 実施例に係る光センサの模式図である。

【符号の説明】

【0073】

10 屈折率可変エタロン

20

11 液晶

20 波長選択ミラー

30, 203 電圧制御部

40, 60 スペーサ

50 固定エタロン

70 波長フィルタ

100, 100a, 100b, 100c 波長選択ミラーユニット

200 レーザ装置

30

201 光増幅器

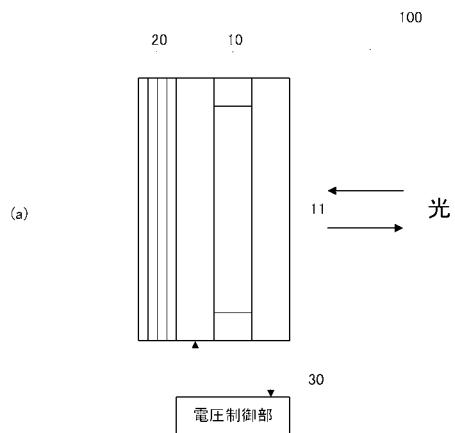
202 温度制御装置

204 温度制御部

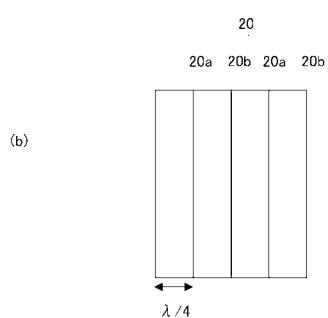
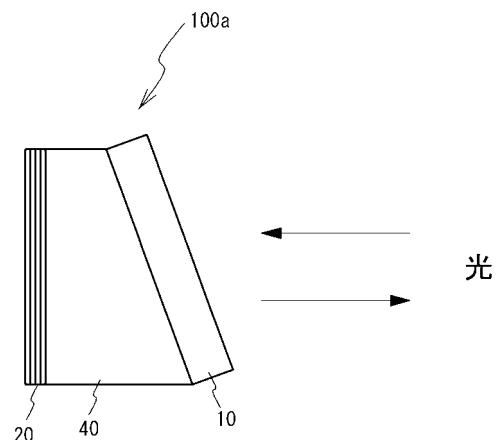
300 ビームスプリッタ

400 光センサ

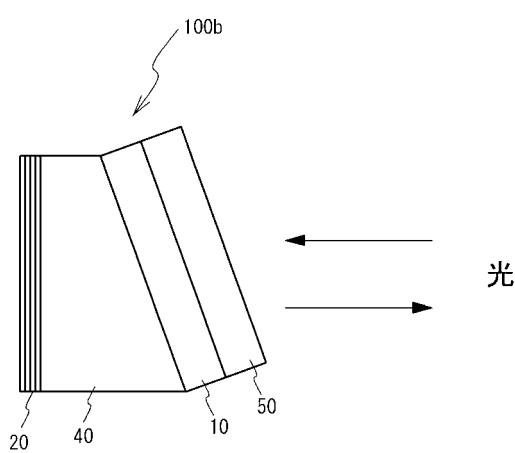
【図1】



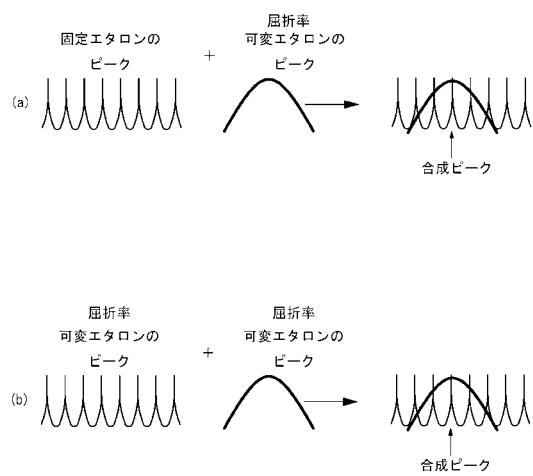
【図2】



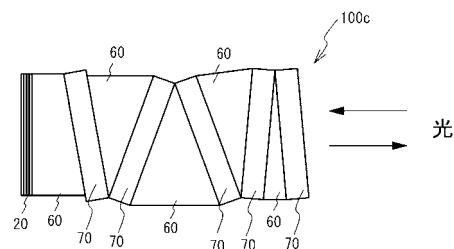
【図3】



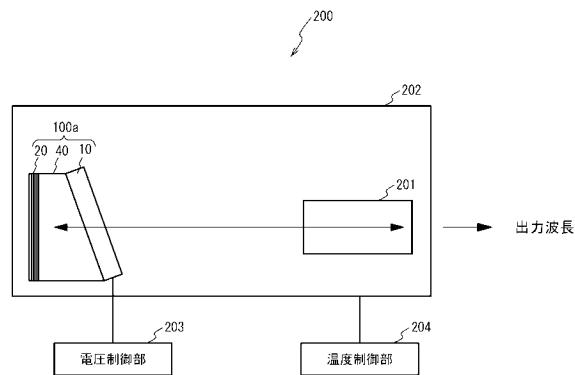
【図4】



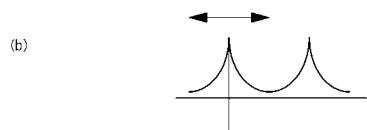
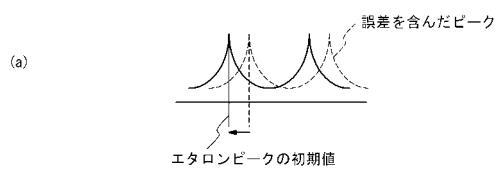
【図5】



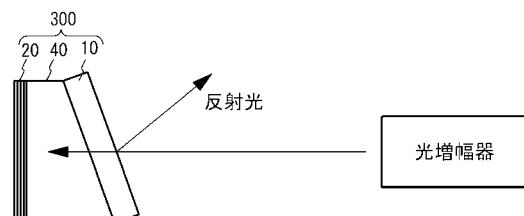
【図6】



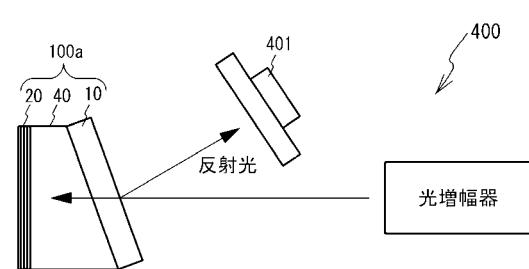
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 エマニュエル,ル,タヤンディエ,デ,ガボリ
山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原1000番地 ユーディナデバイス株式会社内

(72)発明者 田中 宏和
山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原1000番地 ユーディナデバイス株式会社内

(72)発明者 渡辺 準治
山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漉阿原1000番地 ユーディナデバイス株式会社内

審査官 小濱 健太

(56)参考文献 特開平06-148587(JP,A)
特開2002-031714(JP,A)
特開2004-045934(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 F 1 / 13