

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-44151

(P2010-44151A)

(43) 公開日 平成22年2月25日(2010.2.25)

(51) Int.Cl.
G02B 5/32 (2006.01)F I
G02B 5/32テーマコード (参考)
2H249

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2008-206794 (P2008-206794)
(22) 出願日 平成20年8月11日 (2008.8.11)(71) 出願人 000002897
大日本印刷株式会社
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(74) 代理人 100139103
弁理士 小山 卓志
(74) 代理人 100139114
弁理士 田中 貞嗣
(74) 代理人 100088041
弁理士 阿部 龍吉
(74) 代理人 100092495
弁理士 蛭川 昌信
(74) 代理人 100095120
弁理士 内田 亘彦
(74) 代理人 100095980
弁理士 菅井 英雄

最終頁に続く

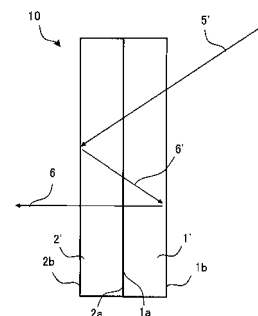
(54) 【発明の名称】 透過型光学素子

(57) 【要約】

【目的】 波長選択性に優れた透過型光学素子を提供する。

【構成】 第1面1aと第2面1bを有する第1ホログラム1'と、第3面2aと第4面2bを有する第2ホログラム2'と、を有し、第1ホログラム1'の第1面1aと第2ホログラム2'の第3面2aとを対向させて配置した透過型光学素子10において、第1波長を有する第1の光5'は、第2面1b側から第1ホログラム1'に入射し、第1ホログラム1'を透過して、第1面1a側から第1ホログラム1'を出射し、第3面2a側から第2ホログラム2'に入射し、第2ホログラム2'により回折され、第3面2a側から第2ホログラム2'を出射し、第1面1a側から第1ホログラム1'に入射し、第1ホログラム1'により回折され、第1面1a側から第1ホログラム1'を出射し、第3面2a側から第2ホログラム2'に入射し、第2ホログラム2'を透過して、第4面2b側から第2ホログラム2'を出射する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 面と第 2 面を有する第 1 ホログラムと、
第 3 面と第 4 面を有する第 2 ホログラムと、
を有し、

前記第 1 ホログラムの第 1 面と前記第 2 ホログラムの第 3 面とを対向させて配置した透過型光学素子において、

第 1 波長を有する第 1 の光は、

前記第 2 面側から前記第 1 ホログラムに入射し、前記第 1 ホログラムを透過して、前記第 1 面側から前記第 1 ホログラムを出射し、

前記第 3 面側から前記第 2 ホログラムに入射し、前記第 2 ホログラムにより回折され、前記第 3 面側から前記第 2 ホログラムを出射し、

前記第 1 面側から前記第 1 ホログラムに入射し、前記第 1 ホログラムにより回折され、前記第 1 面側から前記第 1 ホログラムを出射し、

前記第 3 面側から前記第 2 ホログラムに入射し、前記第 2 ホログラムを透過して、前記第 4 面側から前記第 2 ホログラムを出射することを特徴とする透過型光学素子。

10

【請求項 2】

前記第 1 波長と異なる第 2 波長を有する第 2 の光は、

前記第 2 面側から前記第 1 ホログラムに入射し、前記第 1 ホログラムを透過して、前記第 1 面側から前記第 1 ホログラムを出射し、

前記第 3 面側から前記第 2 ホログラムに入射し、前記第 2 ホログラムを透過して、前記第 4 面側から前記第 2 ホログラムを出射する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の透過型光学素子。

20

【請求項 3】

前記第 1 の光と前記第 2 の光は、

前記第 1 ホログラムに対する入射角度が等しい場合、前記第 2 ホログラムに対する出射角度は異なる

ことを特徴とする請求項 2 に記載の透過型光学素子。

30

【請求項 4】

前記第 1 の光と前記第 2 の光は、

前記第 2 ホログラムに対する出射角度が等しい場合、前記第 1 ホログラムに対する入射角度は異なる

ことを特徴とする請求項 2 に記載の透過型光学素子。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、リップマンホログラムからなる第 1 ホログラム及び第 2 ホログラムを有し、波長選択性を有する透過型光学素子に関するものである。

【背景技術】

40

【0002】

一般的なホログラムの特徴として、リップマンホログラム（体積型・反射型ホログラム）は角度選択性、波長選択性が高く、透過型ホログラム（体積型および表面レリーフ型）は大きな色分散を生じることが知られている。図 13 は、反射型及び透過型ホログラムの分光透過率分布を示す図である。図 13 に示すように、反射型ホログラムは、波長選択性が高く、透過型ホログラムは波長選択性が低い。

【0003】

また、素子の内部に反射型ホログラムを用い、画像表示手段からの光と外界からの光を重ねさせるイメージコンパイナに関する発明が開示されている（特許文献 1）。

【特許文献 1】特開 2004 - 61731 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、この構成は、光を、導光部材中を全反射させ反射型ホログラムへ導くため、導光部材のエッジ付近から光を入射させねばならず、また、反射型ホログラムのサイズも導光部材の厚み程度に制限されるため光の合成、分離等に用いるには困難であった。

【0005】

また、透過型ホログラムを光学素子として用いる場合には、大きな色分散が生じるため、設計波長以外の別の波長の光も回折してしまい、光路の合成・分離等に用いるには支障をきたす場合があった。

【0006】

本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、波長選択性に優れた透過型光学素子を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成する本発明は、第1面と第2面を有する第1ホログラムと、第3面と第4面を有する第2ホログラムと、を有し、前記第1ホログラムの第1面と前記第2ホログラムの第3面とを対向させて配置した透過型光学素子において、第1波長を有する第1の光は、前記第2面側から前記第1ホログラムに入射し、前記第1ホログラムを透過して、前記第1面側から前記第1ホログラムを出射し、前記第3面側から前記第2ホログラムに入射し、前記第2ホログラムにより回折され、前記第3面側から前記第2ホログラムを出射し、前記第1面側から前記第1ホログラムに入射し、前記第1ホログラムにより回折され、前記第1面側から前記第1ホログラムを出射し、前記第3面側から前記第2ホログラムに入射し、前記第2ホログラムを透過して、前記第4面側から前記第2ホログラムを出射することを特徴とする。

【0008】

また、前記第1波長と異なる第2波長を有する第2の光は、前記第2面側から前記第1ホログラムに入射し、前記第1ホログラムを透過して、前記第1面側から前記第1ホログラムを出射し、前記第3面側から前記第2ホログラムに入射し、前記第2ホログラムを透過して、前記第4面側から前記第2ホログラムを出射することを特徴とする。

【0009】

また、前記第1の光と前記第2の光は、前記第1ホログラムに対する入射角度が等しい場合、前記第2ホログラムに対する出射角度は異なることを特徴とする。

【0010】

また、前記第1の光と前記第2の光は、前記第2ホログラムに対する出射角度が等しい場合、前記第1ホログラムに対する入射角度は異なることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、コンパクト、且つ、安価で、簡単な構造により波長選択性に優れた透過型光学素子を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面を参照にして本実施形態の波長選択性に優れた透過型光学素子について説明する。

【0013】

本発明の波長選択性を付与した透過型光学素子10は2枚の対向したリップマンホログラムからなる。リップマンホログラムは図1のように作製された第1ホログラム1'及び後述する第2ホログラム2'を用いる。

【0014】

本実施形態の透過型光学素子10を作製するには、まず、前提となる第1ホログラムを

10

20

30

40

50

作製する。図 1 は、第 1 ホログラムを作製する方法を示す図である。

【0015】

まず、図 1 に示すように、フォトリソ、銀塩材料等の第 1 ホログラム記録用感光材料 1 に、第 1 面 1 a 側から所定の入射角度で、第 1 波長を有する第 1 物体光 3 を入射させる。それと同時に、第 1 ホログラム記録用感光材料 1 に、第 1 物体光 3 の入射側と反対の第 2 面 1 b 側から、第 1 物体光 3 と同一光源等から発せられる第 1 物体光 3 と同じ第 1 波長の平行光又は略平行光からなる第 1 参照光 4 を、第 1 物体光 3 と異なる所定の入射角度で入射させる。

【0016】

このように第 1 物体光 3 と第 1 参照光 4 を第 1 ホログラム記録用感光材料 1 に入射させることで、第 1 物体光 3 と第 1 参照光 4 とが干渉する。その後、第 1 ホログラム記録用感光材料 1 を後処理して第 1 ホログラム 1' を作製する。

【0017】

このようなリップマンホログラムを作製するのに、第 1 ホログラム記録用感光材料 1 としては、緑色用として、フォトリソを用いた。撮影に用いたレーザ及び波長は、DPSレーザの 532nm である。

【0018】

図 2 は、リップマンホログラムを再生する工程を説明するための図である。作製した第 1 ホログラム 1' 第 1 面 1 a 側から、図 1 に示した第 1 参照光 4 と逆方向に進行する、記録時の第 1 波長を含む第 1 再生照明光 5 を入射させると、図 1 における第 1 物体光 3 と逆方向に進行する第 1 再生光 6 が回折され、第 1 面 1 a 側から出射する。

【0019】

図 3 は、リップマン型の第 2 ホログラム 2' を作製するための工程を説明するための図である。第 2 ホログラム記録用感光材料 2 に第 3 面 2 a 側から第 1 ホログラム 1' の第 1 参照光 4 と入射角が略等しく第 1 波長を有し、略平行光からなる第 2 物体光 3' と、第 2 物体光 3' の入射側と反対側の第 4 面 2 b 側から第 1 ホログラム 1' 記録時に用いたものと同じ第 1 波長であり、第 2 物体光 3' と同一の光源等からの略平行光からなる第 2 参照光 4' と、を入射させ、第 2 物体光 3' と第 2 参照光 4' を干渉させて、第 2 ホログラム記録用感光材料 2 を後処理して第 2 ホログラム 2' を作製する。

【0020】

図 4 は、作製した波長選択性を付与した透過型光学素子 10 の実施例 1 の構成を説明するための図である。この透過型光学素子 10 は、第 1 ホログラム 1' の第 1 面 1 a と第 2 ホログラム 2' の第 3 面 2 a とを対向させて配置したものである。

【0021】

第 1 波長を有する第 2 再生照明光 5' を第 1 ホログラム 1' の第 2 面 1 b 側より入射すると、第 2 再生照明光 5' は、第 1 ホログラム 1' を透過し、第 2 ホログラム 2' にて第 2 再生光 6' を回折する。ここで、第 2 再生光 6' の出射角度は第 1 ホログラム 1' の再生照明光 5 の入射角度と略等しくなるように設計されているため、再度第 1 ホログラム 1' にて第 1 再生光 6 を回折する。そして、第 1 再生光 6 は第 2 ホログラム 2' を透過して出射する。なお、第 1 ホログラム 1' と第 2 ホログラム 2' の入射角と出射角は好ましくは同一だがホログラム材料によっては異なることがある。

【0022】

このように、素子の回折機能としては第 2 再生照明光 5' を第 1 再生光 6 の方向へ回折する透過型ホログラムとしての機能を有し、さらにリップマンホログラムの波長選択性も併せ持っている。

【0023】

次に、光の合成について説明する。図 5 は、透過型光学素子 10 による光の合成の実施例 1 を示した図である。

【0024】

第 1 ホログラム 1' の第 2 面 1 b 側から、第 1 波長と異なる第 2 波長を有し、第 1 再生

10

20

30

40

50

光 6 と略等しい角度の第 2 波長の光 1 1 が入射した場合、第 2 波長の光 1 1 は、第 1 再生光 6 と略等しい角度で出射する。

【 0 0 2 5 】

したがって、図 5 に示すように、第 1 波長を有する第 2 再生照明光 5 ' を第 1 ホログラム 1 ' の第 2 面 1 b 側より入射し、第 1 ホログラム 1 ' の第 2 面 1 b 側から、第 1 波長と異なる第 2 波長を有し、第 1 再生光 6 と略等しい角度の第 2 波長の光 1 1 が入射した場合、第 2 再生照明光 5 ' と第 2 波長の光 1 1 は、合成され、第 1 再生光 6 と略等しい角度で出射する。

【 0 0 2 6 】

光の合成について、第 1 再生光 6 と略等しい角度で波長 647.1nm の Kr レーザからの光を入射したところ、光は回折されることなく透過し、532nm の回折光と合成できることを確認した。

10

【 0 0 2 7 】

次に、光の分離について説明する。図 6 は、透過型光学素子 1 0 による光の分離の実施例 1 を示した図である。

【 0 0 2 8 】

第 1 ホログラム 1 ' の第 2 面 1 b 側から、第 1 波長と異なる第 2 波長を有し、第 2 再生照明光 5 ' と略等しい角度の第 2 波長の光 1 1 が入射した場合、第 2 波長の光 1 1 は、再生照明光 5 ' の 0 次光と同じ角度で出射され、再生光 6 と異なる角度で出射する。

【 0 0 2 9 】

20

したがって、図 6 に示すように、第 1 波長を有する第 2 再生照明光 5 ' を第 1 ホログラム 1 ' の第 2 面 1 b 側より入射し、第 1 ホログラム 1 ' の第 2 面 1 b 側から、第 1 波長と異なる第 2 波長を有し、第 2 再生照明光 5 ' と略等しい角度の第 2 波長の光 1 1 が入射した場合、第 2 再生照明光 5 ' と第 2 波長の光 1 1 は、分離され、第 1 波長を有する第 2 再生照明光 5 ' は第 1 再生光 6 と略等しい角度で出射し、第 2 波長の光 1 1 は第 2 再生照明光 5 ' の 0 次光と略等しい角度で出射する。

【 0 0 3 0 】

光の分離について、第 2 再生照明光 5 ' と略等しい角度で同様に波長 647.1nm の Kr レーザからの光を入射したところ、光は回折されることなく透過し、532nm の回折光から分離できることを確認した。

30

【 0 0 3 1 】

また、透過型光学素子 1 0 に対して、逆向きに再生光を入射してもよい。図 7 は、作製した波長選択性を付与した透過型光学素子 1 0 の実施例 2 の構成を説明するための図である。

【 0 0 3 2 】

第 1 再生光 6 と逆向きの第 3 再生照明光 7 を第 2 ホログラム 2 ' の第 4 面 2 b 側より入射すると、第 3 再生照明光 7 は、第 2 ホログラム 2 ' を透過し、第 1 ホログラム 1 ' にて第 3 再生光 7 ' を回折する。ここで、第 3 再生光 7 ' は第 2 ホログラム 2 ' の再生光 6 ' と逆向きとなるため、再度第 2 ホログラム 2 ' にて第 4 再生光 8 を回折する。そして、第 4 再生光 8 は第 1 ホログラム 1 ' を透過して第 2 再生照明光 5 ' と逆向きに出射する。

40

【 0 0 3 3 】

このように、素子の回折機能としては第 3 再生照明光 7 を第 4 再生光 8 の方向へ回折する透過型ホログラムとしての機能を有し、さらにリップマンホログラムの波長選択性も併せ持っている。

【 0 0 3 4 】

次に、光の合成について説明する。図 8 は、透過型光学素子 1 0 による光の合成の実施例 2 を示した図である。

【 0 0 3 5 】

第 2 ホログラム 2 ' の第 4 面 2 b 側から、第 1 波長と異なる第 2 波長を有し、第 4 再生光 8 と略等しい角度の光が入射した場合、第 2 波長の光 1 1 は、第 4 再生光 8 と略等しい

50

角度で出射する。

【 0 0 3 6 】

したがって、図 8 に示すように、第 1 波長を有する第 3 再生照明光 7 を第 2 ホログラム 2 ' の第 2 面 2 b 側より入射し、第 2 ホログラム 2 ' の第 4 面 2 b 側から、第 1 波長と異なる第 2 波長を有し、第 4 再生光 8 と略等しい角度の第 2 波長の光 1 1 が入射した場合、第 3 再生照明光 7 と第 2 波長の光 1 1 は、合成され、第 4 再生光 8 と略等しい角度で出射する。

【 0 0 3 7 】

次に、光の分離について説明する。図 9 は、透過型光学素子 1 0 による光の分離の実施例 2 を示した図である。

10

【 0 0 3 8 】

第 2 ホログラム 2 ' の第 4 面 2 b 側から、第 1 波長と異なる第 2 波長を有し、第 3 再生照明光 7 と略等しい角度の第 2 波長の光 1 1 が入射した場合、第 2 波長の光 1 1 は、第 3 再生照明光 7 の 0 次光と同じ角度で出射され、第 4 再生光 8 と異なる角度で出射する。

【 0 0 3 9 】

したがって、図 9 に示すように、第 1 波長を有する第 3 再生照明光 7 を第 2 ホログラム 2 ' の第 4 面 2 b 側より入射し、第 2 ホログラム 2 ' の第 4 面 2 b 側から、第 1 波長と異なる第 2 波長を有し、第 3 再生照明光 7 と略等しい角度の第 2 波長の光 1 1 が入射した場合、第 3 再生照明光 7 と第 2 波長の光 1 1 は、分離され、第 1 波長を有する第 3 再生照明光 7 は第 4 再生光 8 と略等しい角度で出射し、第 2 波長の光 1 1 は第 3 再生照明光 7 の 0

20

【 0 0 4 0 】

次に、本実施形態の透過型光学素子 1 0 の設計方法について説明する。図 1 0 は透過型光学素子 1 0 の設計方法を示す図である。

【 0 0 4 1 】

まず、図 1 0 (a) に示すように、本実施形態の所望の最終的な出射角を決定する。次に、図 1 0 (b) に示すように、入射側から見て手前のホログラムである第 1 ホログラム 1 ' に回折されないような入射角度を選択する。

【 0 0 4 2 】

図 1 1 は、設計入射角を 0 ° とした場合の回折効率の入射角度依存性を示す図である。図 1 1 に示すように、第 1 ホログラム 1 ' はおよそ設計入射角の $\pm 10^\circ$ までは回折してしまうので、第 1 ホログラム 1 ' への入射角度を選択する際は、透過型光学素子 1 0 の所望の出射角の $\pm 10^\circ$ 以内を避けるのが好ましい。

30

【 0 0 4 3 】

次に、図 1 0 (c) に示すように、入射側から見て奥のホログラムである第 2 ホログラム 2 ' が出射光を回折しないような折り返し角度を選択する。この場合も、図 1 1 に示すように、第 2 ホログラム 2 ' はおよそ設計入射角の $\pm 10^\circ$ までは回折してしまうので、第 2 ホログラム 2 ' の折り返し角度を選択する際は、透過型光学素子 1 0 の所望の出射角の $\pm 10^\circ$ を避けるのが好ましい。

【 0 0 4 4 】

このように、作製された透過型光学素子 1 0 は、コンパクト、且つ、安価で、簡単な構造により波長選択性に優れたものである。

40

【 0 0 4 5 】

次に、この透過型光学素子 1 0 を用いた光合成素子について説明する。

【 0 0 4 6 】

図 1 4 は、従来のクロスダイクロプリズム 5 0 を示す図である。プロジェクタの色合成等に用いられるクロスダイクロプリズム 5 0 は、図 1 4 に示すように、R G B それぞれの波長を有する光を合成する素子である。従来のものは、各プリズムの直角面の角度精度を高精度とする必要があり、高価であった。

【 0 0 4 7 】

50

図 1 2 は、本実施形態の透過型光学素子 1 0 を用いた光合成素子 2 0 を示す図である。図 1 2 に示すように、光合成素子 2 0 は、本実施形態の透過型光学素子 1 0 と、R 用ダイクロイックミラー 1 5 を貼り合わせて用いた素子である。

【 0 0 4 8 】

光合成素子 2 0 の作用を説明する。まず、本実施形態の透過型光学素子 1 0 を B 用透過型光学素子とし、B の波長を持つ光と G の波長を持つ光を合成する。その後、R 用ダイクロイックミラー 1 5 で、透過型光学素子 1 0 により合成した光と R の波長を持つ光を合成する。したがって、光合成素子 2 0 により、R G B それぞれの波長を持つ光を合成することができる。

【 0 0 4 9 】

このように、本実施形態の透過型光学素子 1 0 を用いた光合成素子 2 0 は、透過型光学素子 1 0 と、R 用ダイクロイックミラー 1 5 を貼り合わせて、簡単に作製することができ、安価で、軽量なものとなる。なお、透過型光学素子 1 0 の合成する波長は、G と B に限定されることはなく、ダイクロイックミラー 1 5 も R 用に限定されることはなく、それぞれ変更することができる。

【 0 0 5 0 】

以上、本発明の透過型光学素子 1 0 を実施形態に基づいて説明してきたが、本発明はこれら実施形態に限定されず種々の変形が可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 1 】

【図 1】第 1 ホログラム 1 ' を作製する方法を示す図である。

【図 2】第 1 ホログラム 1 ' を再生する方法を示す図である。

【図 3】第 2 ホログラム 2 ' を作製する方法を示す図である。

【図 4】作製した波長選択性を付与した透過型光学素子の実施例 1 の構成を説明するための図である。

【図 5】透過型光学素子による光の合成の実施例 1 を示した図である。

【図 6】透過型光学素子による光の分離の実施例 1 を示した図である。

【図 7】作製した波長選択性を付与した透過型光学素子の実施例 2 の構成を説明するための図である。

【図 8】透過型光学素子による光の合成の実施例 2 を示した図である。

【図 9】透過型光学素子による光の分離の実施例 2 を示した図である。

【図 1 0】透過型光学素子の設計方法を示す図である。

【図 1 1】設計入射角を 0 ° とした場合の回折効率の入射角度依存性を示す図である。

【図 1 2】本実施形態の透過型光学素子 1 0 を用いた光合成素子 2 0 を示す図である。

【図 1 3】反射型及び透過型ホログラムの分光透過率分布を示す図である。

【図 1 4】従来のクロスダイクロプリズム 5 0 を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 2 】

1 ... 第 1 ホログラム記録用感光材料

1 ' ... 第 1 ホログラム

2 ... 第 2 ホログラム記録用感光材料

2 ' ... 第 2 ホログラム

3 ... 第 1 物体光

3 ' ... 第 2 物体光

4 ... 第 1 参照光

4 ' ... 第 2 参照光

5 ... 第 1 再生照明光

5 ' ... 第 2 再生照明光 (第 1 の光)

6 ... 第 1 再生光

6 ' ... 第 2 再生光

10

20

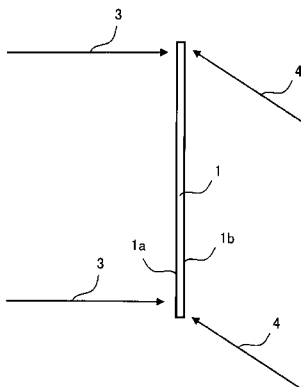
30

40

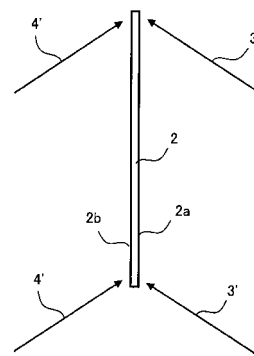
50

- 7 ... 第 3 再生照明光
- 7' ... 第 3 再生光
- 8 ... 第 4 再生光 (第 2 の光)
- 10 ... 透過型光学素子
- 11 ... 第 2 波長の光 (第 2 の光)
- 15 ... ダイクロイックミラー
- 20 ... 光合成素子
- 50 ... クロスダイクロプリズム

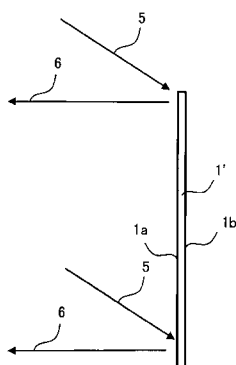
【図 1】



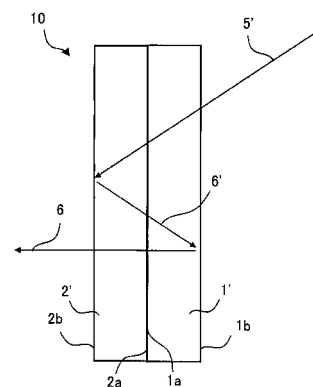
【図 3】



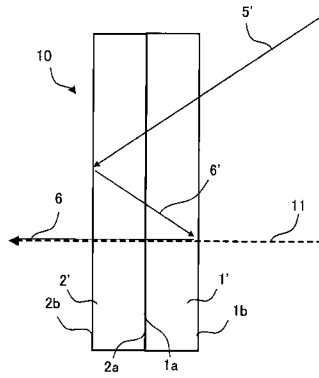
【図 2】



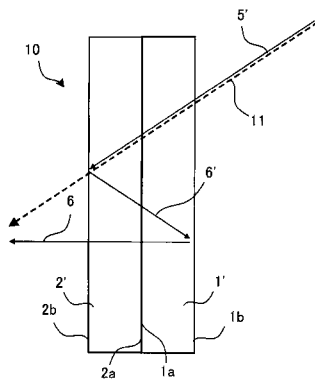
【図 4】



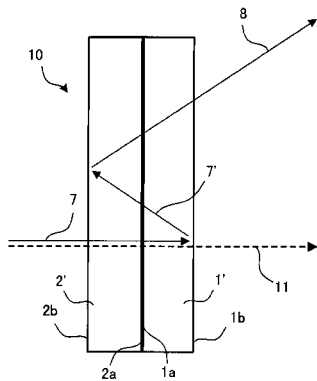
【図 5】



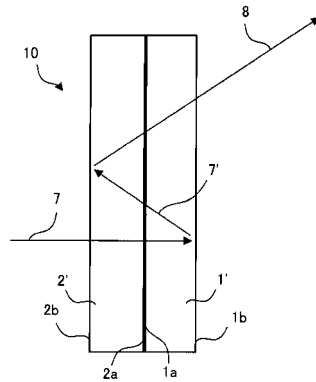
【図 6】



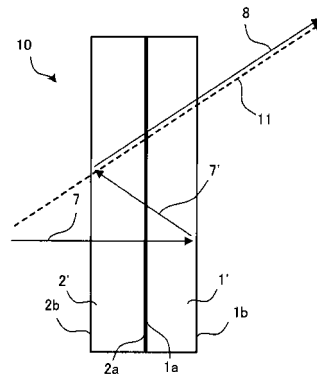
【図 9】



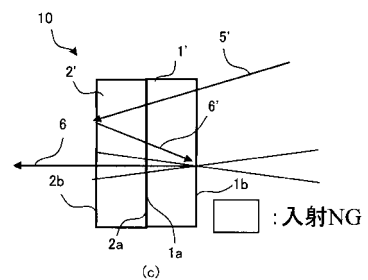
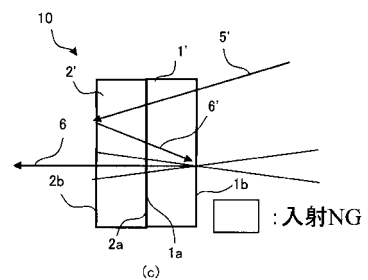
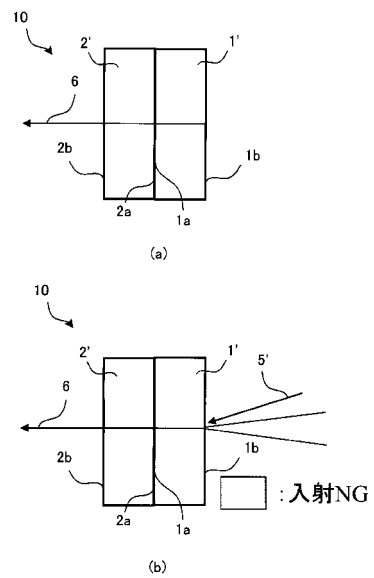
【図 7】



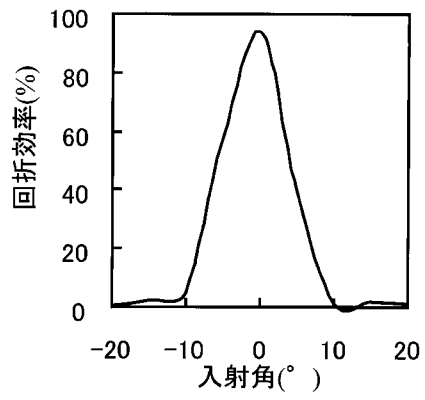
【図 8】



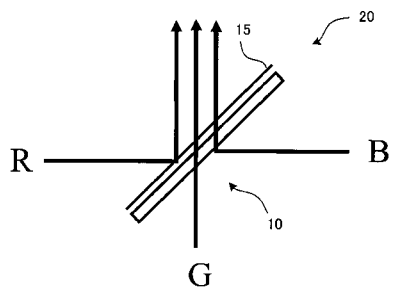
【図 10】



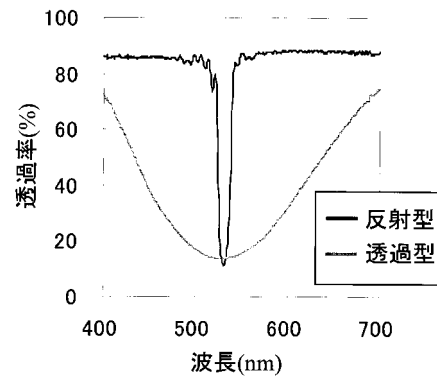
【図 1 1】



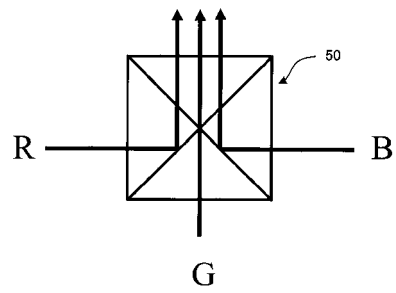
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(74)代理人 100094787

弁理士 青木 健二

(74)代理人 100097777

弁理士 荻澤 弘

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 倉重 牧夫

東京都新宿区市谷加賀町一丁目 1 番 1 号 大日本印刷株式会社内

F ターム(参考) 2H249 CA05 CA08 CA22