

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-509506

(P2012-509506A)

(43) 公表日 平成24年4月19日 (2012.4.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 5/30 (2006.01)	G02B 5/30	2H048
G02B 27/28 (2006.01)	G02B 27/28 Z	2H088
G02F 1/1335 (2006.01)	G02F 1/1335 505	2H149
G02F 1/13 (2006.01)	G02F 1/13 505	2H191
G03B 21/14 (2006.01)	G03B 21/14 A	2H199
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 43 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2011-537492 (P2011-537492)
 (86) (22) 出願日 平成21年11月2日 (2009.11.2)
 (85) 翻訳文提出日 平成23年7月7日 (2011.7.7)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2009/062939
 (87) 国際公開番号 W02010/059412
 (87) 国際公開日 平成22年5月27日 (2010.5.27)
 (31) 優先権主張番号 61/116,072
 (32) 優先日 平成20年11月19日 (2008.11.19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 505005049
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133
 -3427, セント ポール, ポスト オ
 フィス ボックス 33427, スリーエ
 ム センター
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100128381
 弁理士 清水 義憲
 (74) 代理人 100107456
 弁理士 池田 成人

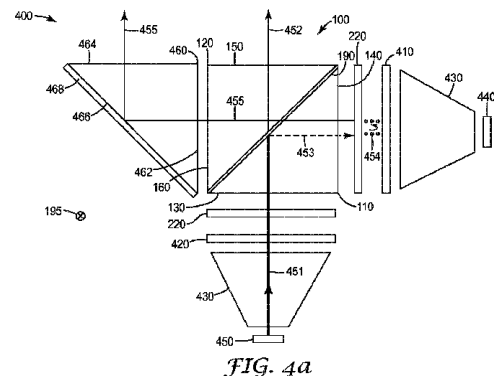
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏光変換を行う色合成器

(57) 【要約】

光学素子、これらの光学素子を使用する色合成器、及びこれらの色合成器を使用する画像プロジェクタを説明する。この光学素子は、異なる波長スペクトル光を受光し、異なる波長スペクトル光を含む合成出力光を生成する色合成器として構成され得る。一態様では、受光された入力光は非偏光であり、合成出力光は所望の状態に偏光される。光学素子は、光合成器内の波長感受性構成要素を損傷する恐れがある光の通過を最小化するように構成される。色合成器を使用する画像プロジェクタは、偏光を反射又は透過することによって動作する撮像モジュールを含んでよい。

【選択図】 図 4 A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学素子であって、

第 1 の入力面を有し、前記第 1 の入力面に対して垂直な第 1 の光線を透過するように配置される第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

第 2 の入力面を有し、前記第 2 の入力面に対して垂直な第 2 の光線を透過するように配置される第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線を約 45 度の角度で横切るように配置される反射型偏光子と、

前記第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタに面して配置される第 1 の位相差板と、

前記第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタに面して配置される第 2 の位相差板と、

を備え、

前記反射型偏光子及び前記位相差板が、第 2 の偏光状態の前記第 1 及び第 2 の光線を第 1 の偏光状態の前記第 1 及び第 2 の光線にそれぞれ変換するように配置される、光学素子

。

【請求項 2】

前記反射型偏光子が、前記第 1 の偏光状態に対して位置合わせされており、各位相差板が前記第 1 の偏光状態に対して約 45 度の角度に位置合わせされた 1/4 波長位相差板を備える、請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 3】

前記第 1 の光線及び第 2 の光線のうちの少なくとも 1 つの前記第 1 の偏光状態が鏡から反射する、請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 4】

前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線のそれぞれが収束又は発散光線を含む、請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 5】

前記第 1 の光線が第 1 の色の非偏光を含み、前記第 2 の光線が前記第 1 の色の非偏光の光とは異なる第 2 の色の非偏光を含む、請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 6】

偏光ビームスプリッタ (PBS) を形成する第 1 及び第 2 のプリズムを更に備え、前記反射型偏光子が前記 PBS の第 1 の対角面に配置される、請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 7】

前記鏡が、第 3 のプリズムの第 2 の対角面に配置される、請求項 3 に記載の光学素子。

【請求項 8】

前記反射型偏光子がポリマー多層光学フィルムを備える、請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 9】

前記ポリマー多層光学フィルムが、前記第 1 及び第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタに近接して配置される青色層を含む、請求項 8 に記載の光学素子。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の光学素子を備える、色合成器。

【請求項 11】

撮像パネル及び請求項 10 に記載の色合成器を備える、ディスプレイシステム。

【請求項 12】

光学素子であって、

第 1 の入力面を有し、前記第 1 の入力面に対して垂直な第 1 の光線を透過するように配置される第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

第 2 の入力面を有し、前記第 2 の入力面に対して垂直な第 2 の光線を透過するように配置される第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

前記第 1 の光線を約 45 度の角度で横切るように配置される第 1 の反射型偏光子と、

前記第 2 の光線を約 45 度の角度で横切るように配置される第 2 の反射型偏光子と、

10

20

30

40

50

前記第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタに面して配置される第 1 の位相差板と、
前記第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタに面して配置される第 2 の位相差板と、
を備え、

前記第 1 及び第 2 の反射型偏光子、並びに前記第 1 及び第 2 の位相差板が、第 2 の偏光状態の前記第 1 及び第 2 の光線を第 1 の偏光状態の前記第 1 及び第 2 の光線にそれぞれ変換するように配置される、光学素子。

【請求項 13】

各反射型偏光子が、前記第 1 の偏光状態に対して位置合わせされており、各位相差板が前記第 1 の偏光状態に対して約 45 度の角度に位置合わせされた 1/4 波長位相差板を備える、請求項 12 に記載の光学素子。

10

【請求項 14】

前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線のそれぞれが収束又は発散光線を含む、請求項 12 に記載の光学素子。

【請求項 15】

前記第 1 の光線が第 1 の色の非偏光を含み、前記第 2 の光線が前記第 1 の色の非偏光とは異なる第 2 の色の非偏光を含む、請求項 12 に記載の光学素子。

【請求項 16】

光学素子であって、

第 1 の偏光ビームスプリッタ (PBS) を形成する第 1 及び第 2 のプリズムであって、前記第 1 の反射型偏光子が前記第 1 の PBS の第 1 の対角面に配置される、第 1 及び第 2 のプリズムと、

20

第 2 の PBS を形成する第 3 及び第 4 のプリズムであって、前記第 2 の反射型偏光子が前記第 2 の PBS の第 2 の対角面に配置される、第 3 及び第 4 のプリズムと、

を更に含む、請求項 12 に記載の光学素子。

【請求項 17】

前記第 1 の反射型偏光子及び前記第 2 の反射型偏光子のそれぞれがポリマー多層光学フィルムを備える、請求項 12 に記載の光学素子。

【請求項 18】

各ポリマー多層光学フィルムが、前記第 1 及び第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタのうちの少なくとも 1 つに近接して配置される青色層を含む、請求項 17 に記載の光学素子。

30

【請求項 19】

請求項 12 に記載の光学素子を備える、色合成器。

【請求項 20】

撮像パネル及び請求項 19 に記載の色合成器を備える、ディスプレイシステム。

【請求項 21】

光学素子であって、

第 1 の入力面を有し、前記第 1 の入力面に対して垂直な第 1 の光線を透過するように配置される第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

第 2 の入力面を有し、前記第 2 の入力面に対して垂直な第 2 の光線を透過するように配置される第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

40

第 3 の入力面を有し、前記第 3 の入力面に対して垂直な第 3 の光線を透過するように配置される第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線を約 45 度の角度で横切るように配置される第 1 の反射型偏光子と、

前記第 3 の光線を約 45 度の角度で横切るように配置される第 2 の反射型偏光子と、

反射体であり、当該反射体に対して垂直な線が前記第 2 の反射型偏光子を約 45 度の角度で横切るように配置される反射体と、

前記第 1、第 2、及び第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタ並びに前記反射体のそれぞれに面してそれぞれ配置される、第 1、第 2、第 3、及び第 4 の位相差板と、

50

を備え、

前記第 1 及び第 2 の反射型偏光子、並びに前記位相差板が、第 2 の偏光状態の前記第 1、第 2、及び第 3 の光線を第 1 の偏光状態の前記第 1、第 2、及び第 3 の光線にそれぞれ変換するように配置される、光学素子。

【請求項 2 2】

前記反射体が広帯域鏡を備える、請求項 2 1 に記載の光学素子。

【請求項 2 3】

各反射型偏光子が、前記第 1 の偏光状態に対して位置合わせされており、各位相差板が前記第 1 の偏光状態に対して約 4 5 度の角度に位置合わせされた 1 / 4 波長位相差板を備える、請求項 2 1 に記載の光学素子。

【請求項 2 4】

前記第 1 の光線、前記第 2 の光線、前記第 3 の光線のそれぞれが収束又は発散光線を含む、請求項 2 1 に記載の光学素子。

【請求項 2 5】

前記第 1 の光線が第 1 の色の非偏光を含み、前記第 2 の光線が第 2 の色の非偏光を含み、前記第 3 の光線が第 3 の色の非偏光を含む、請求項 2 1 に記載の光学素子。

【請求項 2 6】

光学素子であって、

第 1 の偏光ビームスプリッタ (P B S) を形成する第 1 及び第 2 のプリズムであって、前記第 1 の反射型偏光子が前記第 1 の P B S の第 1 の対角面に配置される、第 1 及び第 2 のプリズムと、

第 2 の P B S を形成する第 3 及び第 4 のプリズムであって、前記第 2 の反射型偏光子が前記第 2 の P B S の第 2 の対角面に配置される、第 3 及び第 4 のプリズムと、

を更に含む、請求項 2 1 に記載の光学素子。

【請求項 2 7】

各反射型偏光子がポリマー多層光学フィルムを備える、請求項 2 1 に記載の光学素子。

【請求項 2 8】

各ポリマー多層光学フィルムが、前記第 1、第 2、及び第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタのうちの少なくとも 1 つに近接して配置される青色層を含む、請求項 2 7 に記載の光学素子。

【請求項 2 9】

前記反射体が、

第 4 の入力面を有し、前記第 4 の入力面に対して垂直な第 4 の光線を透過するように配置される第 4 の色選択性ダイクロイックフィルタを備え、

前記第 1 及び第 2 の反射型偏光子、並びに前記位相差板が、前記第 2 の偏光状態の前記第 1、第 2、第 3、及び第 4 の光線を前記第 1 の偏光状態の前記第 1、第 2、第 3、及び第 4 の光線にそれぞれ変換するように配置される、請求項 2 1 に記載の光学素子。

【請求項 3 0】

請求項 2 1 に記載の光学素子を備える、色合成器。

【請求項 3 1】

撮像パネル及び請求項 3 0 に記載の色合成器を備える、ディスプレイシステム。

【請求項 3 2】

光学素子であって、

第 1 の入力面を有し、前記第 1 の入力面に対して垂直な第 1 の光線を透過するように配置される第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

第 2 の入力面を有し、前記第 2 の入力面に対して垂直な第 2 の光線を透過するように配置される第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

第 3 の入力面を有し、前記第 3 の入力面に対して垂直な第 3 の光線を透過するように配置される第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線を約 4 5 度の角度で横切るように配置される第 1 の

10

20

30

40

50

反射型偏光子と、

前記第 3 の光線を約 45 度の角度で横切るように配置される第 2 の反射型偏光子と、

前記第 1 の反射型偏光子と前記第 2 の反射型偏光子との間に配置される 1/2 波長位相差板と、

前記第 1、第 2、及び第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタのそれぞれに面してそれぞれ配置される、第 1、第 2、及び第 3 の 1/4 波長位相差板と、

を備え、

前記第 1 及び第 2 の反射型偏光子、並びに前記位相差板が、第 2 の偏光状態の前記第 1、第 2、及び第 3 の光線を第 1 の偏光状態の前記第 1、第 2、及び第 3 の光線にそれぞれ変換するように配置される、光学素子。

10

【請求項 33】

前記 1/2 波長位相差板が前記第 1 の光線をほぼ垂直方向に横切るように配置される、請求項 32 に記載の光学素子。

【請求項 34】

前記 1/2 波長位相差板が、前記第 1 の光線を約 45 度の角度で横切るように配置される、請求項 32 に記載の光学素子。

【請求項 35】

各反射型偏光子が、前記第 1 の偏光状態に対して位置合わせされており、各 1/4 波長位相差板が、前記第 1 の偏光状態に対して約 45 度の角度に位置合わせされている、請求項 32 に記載の光学素子。

20

【請求項 36】

前記第 1 の光線、前記第 2 の光線、及び前記第 3 の光線のそれぞれが収束又は発散光線を含む、請求項 32 に記載の光学素子。

【請求項 37】

前記第 1 の光線が第 1 の色の非偏光を含み、前記第 2 の光線が第 2 の色の非偏光を含み、前記第 3 の光線が第 3 の色の非偏光を含む、請求項 32 に記載の光学素子。

【請求項 38】

光学素子であって、

第 1 の偏光ビームスプリッタ (PBS) を形成する第 1 及び第 2 のプリズムであって、前記第 1 の反射型偏光子が前記第 1 の PBS の第 1 の対角面に配置される、第 1 及び第 2 のプリズムと、

30

第 2 の PBS を形成する第 3 及び第 4 のプリズムであって、前記第 2 の反射型偏光子が前記第 2 の PBS の第 2 の対角面に配置される、第 3 及び第 4 のプリズムと、

を更に含む、請求項 32 に記載の光学素子。

【請求項 39】

各反射型偏光子がポリマー多層光学フィルムを備える、請求項 32 に記載の光学素子。

【請求項 40】

前記ポリマー多層光学フィルムが、前記第 1、第 2、及び第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタのうちの少なくとも 1 つに近接して配置される青色層を含む、請求項 39 に記載の光学素子。

40

【請求項 41】

請求項 32 に記載の光学素子を備える、色合成器。

【請求項 42】

撮像パネル及び請求項 41 に記載の色合成器を備える、ディスプレイシステム。

【請求項 43】

光学素子であって、

第 1 の入力面を有し、前記第 1 の入力面に対して垂直な第 1 の光線を透過するように配置される第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

第 2 の入力面を有し、前記第 2 の入力面に対して垂直な第 2 の光線を透過するように配置される第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

50

第 3 の入力面を有し、前記第 3 の入力面に対して垂直な第 3 の光線を透過するように配置される第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタと、

前記第 1 の光線及び前記第 2 の光線を約 45 度の角度で横切るように配置される第 1 の反射型偏光子と、

前記第 3 の光線を約 45 度の角度で横切るように配置される第 2 の反射型偏光子と、

前記第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタに面し、前記第 2 の反射型偏光子に対向して配置される 1/2 波長位相差板と、

前記第 1、第 2、及び第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタのそれぞれに面してそれぞれ配置される、第 1、第 2、及び第 3 の 1/4 波長位相差板と、

を備え、

前記第 1 の反射型偏光子、並びに前記第 1 及び第 2 の位相差板が、第 2 の偏光状態の前記第 1 及び第 2 の光線を第 1 の偏光状態の前記第 1 及び第 2 の光線にそれぞれ変換するように配置され、前記第 2 の反射型偏光子及び前記第 3 の位相差板が、第 1 の偏光状態の前記第 1、第 2、及び第 3 の光線を第 2 の偏光状態の前記第 1、第 2、及び第 3 の光線にそれぞれ変換するように配置される、光学素子。

【請求項 44】

前記 1/2 波長位相差板が前記第 2 の反射型偏光子に近接し、前記第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタに対向する、請求項 43 に記載の光学素子。

【請求項 45】

前記第 1 の反射型偏光子が、前記第 1 の偏光状態に対して位置合わせされており、前記第 2 の反射型偏光子が、前記第 2 の偏光状態に対して位置合わせされており、各 1/4 波長位相差板が、前記第 1 の偏光状態に対して約 45 度の角度に位置合わせされている、請求項 43 に記載の光学素子。

【請求項 46】

前記第 1 の光線、前記第 2 の光線、及び前記第 3 の光線のそれぞれが収束又は発散光線を含む、請求項 43 に記載の光学素子。

【請求項 47】

前記第 1 の光線が第 1 の色の非偏光を含み、前記第 2 の光線が第 2 の色の非偏光を含み、前記第 3 の光線が第 3 の色の非偏光を含む、請求項 43 に記載の光学素子。

【請求項 48】

光学素子であって、

第 1 の偏光ビームスプリッタ (PBS) を形成する第 1 及び第 2 のプリズムであって、前記第 1 の反射型偏光子が前記第 1 の PBS の第 1 の対角面に配置される、第 1 及び第 2 のプリズムと、

第 2 の PBS を形成する第 3 及び第 4 のプリズムであって、前記第 2 の反射型偏光子が前記第 2 の PBS の第 2 の対角面に配置される、第 3 及び第 4 のプリズムと、

を更に含む、請求項 43 に記載の光学素子。

【請求項 49】

各反射型偏光子がポリマー多層光学フィルムを備える、請求項 43 に記載の光学素子。

【請求項 50】

前記ポリマー多層光学フィルムが、前記第 1、第 2、及び第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタのうちの少なくとも 1 つに近接して配置される青色層を含む、請求項 49 に記載の光学素子。

【請求項 51】

請求項 43 に記載の光学素子を備える、色合成器。

【請求項 52】

撮像パネル及び請求項 51 に記載の色合成器を備える、ディスプレイシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

スクリーン上に画像を投影するために使用される投影システムは、種々の色を有する発光ダイオード（ＬＥＤ）などの多色光源を使用して、照射光を生成することができる。光を合成し、ＬＥＤから画像表示装置に移動させるために、いくつかの光学素子がＬＥＤと画像表示装置との間に配置される。画像表示装置は、様々な方法を使用して光に画像を与えることができる。例えば、画像表示装置は、透過型又は反射型液晶ディスプレイと同様に偏光を使用してもよい。

【０００２】

画像を画面上に投影するために使用される更に他の投影システムは、Texas InstrumentのDigital Light Processor（ＤＬＰ（登録商標））ディスプレイに使用されるアレイなどのデジタルマイクロミラーアレイから像様反射するように構成される、白色光を使用することができる。ＤＬＰ（登録商標）ディスプレイでは、デジタルマイクロミラーアレイ内の個々の鏡は、投影される画像の個々のピクセルを表す。入射光が投影される光学経路に方向付けられるように、対応する鏡が傾斜される際、ディスプレイのピクセルは、照明される。光学経路内に設置される回転カラーホイールは、反射される白色光が、フィルタ処理されて、ピクセルに対応する色を投影するように、デジタルマイクロミラーアレイからの光の反射に対して時間調節される。次いで、デジタルマイクロミラーアレイは、次の所望のピクセル色に切り替えられ、プロセスは、投影されるディスプレイ全体が、連続して照明されるように見えるほど高速で継続される。デジタルマイクロミラー投影システムは、より少ないピクセル化されたアレイコンポーネントを必要とし、これは、結果として、より小さな寸法の投影機をもたらすことができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

画像輝度は、投影システムの重要なパラメータである。色光源の輝度、及び光を収集し、合成し、均質化し、また画像表示装置へと伝送する効率性は、全て輝度に影響を及ぼす。現代のプロジェクタシステムのサイズが小型化するに従い、色光源によって生成される熱を、小さなプロジェクタシステム内に消散可能である低レベルに保ちながら、同時に、適切な出力輝度レベルを維持する必要がある。より効率的に複数の色光を合成して、光源が電力を過度に消費することなく適切な輝度レベルの出力光を供給する光合成光学システムが必要とされている。光合成器内の波長感受性構成要素の劣化を最小化する方法で、異なる波長スペクトルの光を方向付ける光合成システムもまた必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【０００４】

概して、本記述は、高耐久性光学素子、この光学素子を使用する色合成器、及びこの色合成器を使用する画像プロジェクタに関する。一態様では、光学素子は、第１の入力面を有し、第１の入力面に対して垂直な第１の光線を透過するように配置される第１の色選択性ダイクロイックフィルタを含む。光学素子は、第２の入力面を有し、第２の入力面に対して垂直な第２の光線を透過するように配置される第２の色選択性ダイクロイックフィルタを更に含む。光学素子は、第１の光線及び第２の光線を約４５度の角度で横切るように配置される反射型偏光子と、第１の色選択性ダイクロイックフィルタに面して配置される第１の位相差板と、第２の色選択性ダイクロイックフィルタに面して配置される第２の位相差板と、を更に含む。反射型偏光子及び位相差板は、第２の偏光状態の第１及び第２の光線を第１の偏光状態の前記第１及び第２の光線にそれぞれ変換するように配置される。

【０００５】

別の態様では、光学素子は、第１の入力面を有し、第１の入力面に対して垂直な第１の光線を透過するように配置される第１の色選択性ダイクロイックフィルタを含む。光学素子は、第２の入力面を有し、第２の入力面に対して垂直な第２の光線を透過するように配置される第２の色選択性ダイクロイックフィルタを更に含む。光学素子は、第１の光線を約４５度の角度で横切るように配置される第１の反射型偏光子と、第２の光線を約４５度

の角度で横切るように配置される第2の反射型偏光子と、を更に含む。光学素子は、第1の色選択性ダイクロイックフィルタに面して配置される第1の位相差板と、第2の色選択性ダイクロイックフィルタに面して配置される第2の位相差板と、を更に含む。第1及び第2の反射型偏光子、並びに第1及び第2の位相差板は、第2の偏光状態の第1及び第2の光線を第1の偏光状態の第1及び第2の光線にそれぞれ変換するように配置される。

【0006】

更に別の態様では、光学素子は、第1の入力面を有し、第1の入力面に対して垂直な第1の光線を透過するように配置される第1の色選択性ダイクロイックフィルタと、第2の入力面を有し、第2の入力面に対して垂直な第2の光線を透過するように配置される第2の色選択性ダイクロイックフィルタと、第3の入力面を有し、第3の入力面に対して垂直な第3の光線を透過するように配置される第3の色選択性ダイクロイックフィルタと、を含む。光学素子は、第1の光線及び第2の光線を約45度の角度で横切るように配置される第1の反射型偏光子と、第3の光線を約45度の角度で横切るように配置される第2の反射型偏光子と、を更に含む。光学素子は、反射体であり、当該反射体に対して垂直な線が第2の反射型偏光子を約45度の角度で横切るように配置される反射体を更に含む。光学素子は、第1、第2、及び第3の色選択性ダイクロイックフィルタ並びに反射体のそれぞれに面してそれぞれ配置される、第1、第2、第3、及び第4の位相差板を更に含む。第1及び第2の反射型偏光子、並びに位相差板は、第2の偏光状態の第1、第2、及び第3の光線を第1の偏光状態の第1、第2、及び第3の光線にそれぞれ変換するように配置される。

【0007】

更に別の態様では、光学素子は、第1の入力面を有し、第1の入力面に対して垂直な第1の光線を透過するように配置される第1の色選択性ダイクロイックフィルタと、第2の入力面を有し、第2の入力面に対して垂直な第2の光線を透過するように配置される第2の色選択性ダイクロイックフィルタと、第3の入力面を有し、第3の入力面に対して垂直な第3の光線を透過するように配置される第3の色選択性ダイクロイックフィルタと、を含む。光学素子は、第1の光線及び第2の光線を約45度の角度で横切るように配置される第1の反射型偏光子と、第3の光線を約45度の角度で横切るように配置される第2の反射型偏光子と、第1の反射型偏光子と第2の反射型偏光子との間に配置される1/2波長位相差板と、を更に含む。光学素子は、第1、第2、及び第3の色選択性ダイクロイックフィルタのそれぞれに面してそれぞれ配置される、第1、第2、及び第3の1/4波長位相差板を更に含む。第1及び第2の反射型偏光子、並びに位相差板は、第2の偏光状態の第1、第2、及び第3の光線を第1の偏光状態の第1、第2、及び第3の光線にそれぞれ変換するように配置される。

【0008】

更に別の態様では、光学素子は、第1の入力面を有し、第1の入力面に対して垂直な第1の光線を透過するように配置される第1の色選択性ダイクロイックフィルタと、第2の入力面を有し、第2の入力面に対して垂直な第2の光線を透過するように配置される第2の色選択性ダイクロイックフィルタと、第3の入力面を有し、第3の入力面に対して垂直な第3の光線を透過するように配置される第3の色選択性ダイクロイックフィルタと、を含む。光学素子は、第1の光線及び第2の光線を約45度の角度で横切るように配置される第1の反射型偏光子と、第3の光線を約45度の角度で横切るように配置される第2の反射型偏光子と、を更に含む。光学素子は、第3の色選択性ダイクロイックフィルタに面し、第2の反射型偏光子に対向して配置される1/2波長位相差板と、第1、第2、及び第3の色選択性ダイクロイックフィルタのそれぞれに面してそれぞれ配置される、第1、第2、及び第3の1/4波長位相差板と、を更に含む。一実施形態では、1/2波長位相差板は、むしろ第2の反射型偏光子に近接し、第3の色選択性ダイクロイックフィルタに対向する。第1の反射型偏光子、並びに第1及び第2の位相差板は、第2の偏光状態の第1及び第2の光線を第1の偏光状態の第1及び第2の光線にそれぞれ変換するように配置され、第2の反射型偏光子及び第3の位相差板は、第1の偏光状態の第1、第2、及び第

3の光線を第2の偏光状態の第1、第2、及び第3の光線にそれぞれ変換するように配置される。

【0009】

本明細書を通して添付の図面を参照するが、ここで、同様の参照番号は同様の要素を示す。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】偏光ビームスプリッタの斜視図。

【図2】1/4波長位相差板を伴う偏光ビームスプリッタの斜視図。

【図3】研磨面を有する偏光ビームスプリッタの平面概略図。

10

【図4a】色合成器の平面概略図。

【図4b】色合成器の平面概略図。

【図5a】色合成器の平面概略図。

【図5b】色合成器の平面概略図。

【図6a】色合成器の平面概略図。

【図6b】色合成器の平面概略図。

【図6c】色合成器の平面概略図。

【図7a】色合成器の平面概略図。

【図7b】色合成器の平面概略図。

【図7c】色合成器の平面概略図。

20

【図7d】色合成器の平面概略図。

【図8a】色合成器の平面概略図。

【図8b】色合成器の平面概略図。

【図8c】色合成器の平面概略図。

【図8d】色合成器の平面概略図。

【図9a】色合成器の平面概略図。

【図9b】色合成器の平面概略図。

【図9c】色合成器の平面概略図。

【図10】プロジェクタの概略図。

【0011】

30

図面は、必ずしも一定の比率の縮尺ではない。図中で用いられる類似の数字は、類似の構成要素を示す。しかし、所与の図中の構成要素を意味する数字の使用は、同一数字が付けられた別の図中の構成要素を制約するものではないことが理解されよう。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本明細書に記載されている光学素子は、異なる波長スペクトル光を受光し、異なる波長スペクトル光を含む合成出力光を生成する色合成器として構成され得る。一態様では、受光された入力光は非偏光であり、合成出力光は所望の状態に偏光される。一実施形態では、所望されない偏光状態を有する受光された光は再利用され、所望の偏光状態に循環されて、光利用効率を向上させる。合成光は、1つを超える波長スペクトル光を含む、合成された多色光であってよい。合成光は、受光された光のそれぞれの時系列出力であってよい。一態様では、異なる波長スペクトル光それぞれは、異なる色光（例えば、赤色、緑色、及び青色）に相当し、合成出力光は白色光又は時系列の赤色、緑色、及び青色の光である。本明細書に提供される説明のために、「色光」及び「波長スペクトル光」は、両方とも、人間の目に可視である場合に、特定の色と関連付けられ得る波長スペクトル範囲を有する光を意味することが意図される。より一般的な「波長スペクトル光」という用語は、可視光、及び例えば赤外光などの他の波長スペクトル光の両方を指す。

40

【0013】

また、本明細書に提供される説明のために、「所望の偏光状態に位置合わせされる」という用語は、光学素子を通過する光の所望の偏光状態、すなわち、s - 偏光、p - 偏光、

50

右円偏光、左円偏光など所望の偏光状態に光学素子の通過軸 (pass axis) を位置合わせすることに関することを意図する。図を参照して本明細書で説明する一実施形態では、第1の偏光状態に対して位置合わせされた偏光子などの光学素子は、p - 偏光状態の光を通過させ、第2の偏光状態 (この場合は s - 偏光状態) の光を反射又は吸収する、偏光子の配向を意味する。偏光子は、必要に応じて、むしろ s - 偏光状態の光を通過させ、p - 偏光状態の光を反射又は吸収するように位置合わせされ得ることを理解されたい。

【0014】

また、本明細書に提供される説明のために、「面する」という用語は、1つの要素が、要素の表面からの垂直線が同様にもう一方の要素に対して垂直である光学経路をたどるように配置されることを指す。別の要素に面する、ある要素は、互いに隣接して配置される要素を含み得る。別の要素に面する、ある要素には、ある要素に対して垂直な光線が、もう一方の要素に対しても垂直になるように、光学系によって分離される要素を更に含むことができる。

10

【0015】

2つ以上の非偏光の色光が光学素子に方向付けられると、それぞれは1つ以上の反射型偏光子による偏光に従って分かれ得る。以下に説明される一実施形態によると、色光合成システムは、異なる色の非偏光光源から非偏光を受光し、所望の一状態に偏光される合成出力光を生成する。一態様では、2つ、3つ、4つ、又はそれ以上の受光された色光は、それぞれ光学素子内の反射型偏光子による偏光 (例えば、s - 偏光及び p - 偏光、又は右及び左円偏光) に従って分かれる。一偏光状態の受光された光は、所望の偏光状態になるように再利用される。

20

【0016】

一態様によると、光学素子は、3つの色光のそれぞれからの光が反射型偏光子を約45度の角度で横切るように配置される反射型偏光子を備える。反射型偏光子は、マクニール偏光子、ワイヤーグリッド偏光子、多層光学フィルム偏光子、又はコレステリック液晶偏光子のような円偏光子などの任意の既知の反射型偏光子であることができる。一実施形態によると、多層光学フィルム偏光子が、好ましい反射型偏光子であることができる。

【0017】

多層光学フィルム偏光子は、異なる波長の範囲光と相互作用するのに役立つ、異なる層の「束 (packet)」を含んでよい。例えば、一体型の多層光学フィルム偏光子は、フィルムの厚みを通じていくつかの層の束を含んでよく、それぞれの束は、ある偏光状態を反射し他の偏光状態を透過するように、異なる波長範囲 (例えば、色) の光と相互作用する。一態様では、多層光学フィルムは、例えば青色光と相互作用するフィルムの第1の面に近接する第1の層の束 (すなわち「青色層」と、例えば緑色光と相互作用する第2の層の束 (すなわち「緑色層」と、例えば赤色光と相互作用するフィルムの第2の面に近接する第3の層の束 (すなわち「赤色層」と) を有することができる。典型的には、「青色層」での層間の距離間隔は、より短い (及びより高エネルギーの) 青い波長の光と相互作用するために、「赤色層」での層間の距離間隔より著しく小さい。

30

【0018】

ポリマー多層光学フィルム偏光子は、上記のフィルム層の束を含むことができる、特に好ましい反射型偏光子であり得る。多くの場合、青色光などのより高エネルギーの波長の光は、フィルムの経時的安定性に悪影響を与える可能性があり、少なくともこの理由のために、反射型偏光子と青色光との相互作用回数を最小限に抑えることが好ましい。更に、フィルムと青色光との相互作用の特質は、悪影響である経時的劣化の程度に影響する。フィルムを通る青色光の透過は、一般に「青色層」 (すなわち、薄層) 側から入る青色光の反射よりフィルムにとって害が少ない。また、「青色層」側からフィルムに入る青色光の反射は、「赤色層」 (すなわち、厚層) 側から入る青色光の反射よりフィルムにとって害が少ない。本開示は、反射型偏光子と青色光との相互作用回数を低減するため、並びに相互作用の程度を低減するための反射型偏光子の配置及び配向を含む方法について説明する。

40

50

【0019】

反射型偏光子は、2つのプリズムの対角面の間に配置することができるか、又は薄膜などの自立フィルムであることができる。いくつかの実施形態では、光学素子の光利用効率は、反射型偏光子が、例えば偏光ビームスプリッタ(PBS)など2つのプリズム間に配置されると向上する。この実施形態では、PBSを通過する光のうち本来なら光路から失われることになる光の一部がプリズム面からの内部全反射(TIR)を受けて光学経路と再結合する。少なくともこの理由のために、反射型偏光子が2つのプリズムの対角面間に配置される光学素子を目的として以下の説明をするが、薄膜として使用されてもPBSは同じように機能できることを理解されたい。一態様では、PBSへの入光がTIRを受けるように、PBSプリズムの全ての外面をよく研磨する。この方法では、光はPBS内に収容され、光は部分的に均質化される。

10

【0020】

一態様によると、色選択性ダイクロイックフィルタなどの波長選択性フィルタは、異なる有色光源のそれぞれからの入力光の経路に配置される。色選択性ダイクロイックフィルタそれぞれは、入力光線がほぼ垂直な入射角でフィルタを横切って、s-偏光及びp-偏光の分割を最小化し、また色偏移を最小化するように、配置される。各色選択性ダイクロイックフィルタは、近接する入力光源の波長スペクトルを有する光を透過し、他の入力光源の少なくとも1つの波長スペクトルを有する光を反射するように、選択される。いくつかの実施形態では、色選択性ダイクロイックフィルタそれぞれは、近接する入力光源の波長スペクトルを有する光を透過し、他の入力光源全ての波長スペクトルを有する光を反射するように、選択される。一態様では、色選択性ダイクロイックフィルタそれぞれは、各色選択性ダイクロイックフィルタの表面に対してほぼ垂直な入力光線が反射型偏光子を約45度の交差角で横切るように、反射型偏光子に対して配置される。色選択性ダイクロイックフィルタの表面に対して垂直とは、線が色選択性ダイクロイックフィルタの表面に対して垂直に通ることを意味し、ほぼ垂直とは、垂直から約20度未満、又は好ましくは垂直から約10度未満変動することを意味する。一実施形態では、反射型偏光子との交差角は、約25~65度、35~55度、40~50度、43~47度、又は44.5~45.5度の範囲である。

20

【0021】

一態様では、所望でない偏光状態の入力光は、入力光が反射され、位相差板を2回通過することによって偏光状態が変化する、位相差板及び色選択性ダイクロイックフィルタに方向付けられることにより所望の偏光状態に変換される。一実施形態では、位相差板は、1つの光源からの光がPBSのプリズム面に入る前に色選択性ダイクロイックフィルタ及び位相差板を通過するように、各入力光からプリズム面までの光路内に配置される。所望でない偏光状態を有する光は、少なくとも第2の色選択性ダイクロイックフィルタから反射する前後に、少なくとも第2の位相差板を2回通過することにより変換されて、所望の偏光状態に変化する。

30

【0022】

一実施形態では、位相差板は、色選択性ダイクロイックフィルタと反射型偏光子との間に配置される。色選択性ダイクロイックフィルタと位相差板と光源の配向との特定の組み合わせは全て協働して、色合成器として構成されたときに単一の偏光状態の合成光を効率的に生成する、より小さく、よりコンパクトな光学素子を可能にする。一態様によると、位相差板は、偏光状態の反射型偏光子に対しておよそ45度に位置合わせされた1/4波長位相差板である。一態様では、位置合わせは、偏光状態の反射型偏光子に対して35~55度、40~50度、43~47度、又は44.5~45.5度であってよい。

40

【0023】

一態様では、第1の色光は非偏光の青色光を含み、第2の色光は非偏光の緑色光を含み、第3の色光は非偏光の赤色光を含み、色光合成器は、この赤色光と青色光と緑色光とを合成して、偏光白色光を生成する。一態様では、第1の色光は非偏光の青色光を含み、第2の色光は非偏光の緑色光を含み、第3の色光は非偏光の赤色光を含み、色光合成器は、

50

この赤色光と緑色光と青色光とを合成して、時系列化偏光の赤色、緑色及び青色光を生成する。一態様では、第一、第二及び第三の色光のそれぞれは、別個の光源に配置される。別の態様では、3つの色光のうちの1つを超えるものが、光源の1つに合成される。更に別の態様では、3つを超える色光が光学素子で合成されて、合成光が生成される。

【0024】

一態様によると、反射型偏光フィルムは多層光学フィルムを含む。一実施形態では、PBSは、p-偏光の第2の色光、並びにs-偏光の第1及び第3の色光を含む第1の合成出力光を生成する。別の実施形態では、PBSは、p-偏光の第1及び第3の色光、並びにs-偏光の第2の色光を生成する。第1の合成出力光は、第2の色光がフィルタを通過するときに第2の色光の偏光を選択的に変化させる色選択性積層リターデーションフィルタを通過することができる。このような色選択性積層リターデーションフィルタは、例えば、Color Link Inc, Boulder, COから入手可能である。このフィルタは、同じ偏光（例えば、s-偏光）を有するように合成された第1、第2、及び第3の色光を含む第2の合成出力光を生成する。第2の合成出力は、偏光を変調して画像を生成する透過型又は反射型表示機構の照明に有用である。

10

【0025】

光線としては、PBSに入るときに、コリメート可能な、収束可能な、又は発散可能な光線が挙げられる。PBSに入る収束光又は発散光は、PBSの面又は末端部のうちの1つによって損失される可能性がある。かかる損失を回避するために、プリズムに基づくPBSの外面の全ては、PBS内での内部全反射(TIR)を可能にするために、研磨することができる。TIRを可能にすることによって、PBSに入る光の利用が改善され、その結果、角度範囲内のPBSに入る光の実質的に全てが、所望の面を通過してPBSを出るように方向付け直される。

20

【0026】

各色光の偏光成分は、偏光回転反射体まで通過することができる。偏光回転反射体は、偏光回転反射体内に配置される位相差板のタイプ及び配向に応じて、光の伝搬方向を屈折させ、偏光成分の大きさを变化させる。偏光回転反射体は、色選択性ダイクロイックフィルタ及び位相差板などの波長選択性鏡を含むことができる。1/8波長位相差板及び1/4波長位相差板などの位相差板は、任意の所望のリターデーションを提供することができる。本明細書に記載される実施形態では、1/4波長位相差板及び関連ダイクロイック反射体を使用することが有利である。直線偏光は、光偏光軸に対して45度の角度に位置合わせされた1/4波長位相差板を通過する際、円偏光に変化される。続く色合成器内での反射型偏光子及び1/4波長位相差板/反射体からの反射は、結果として、色合成器からの有効な合成された出力光をもたらす。対照的に、直線偏光は、他の位相差板及び配向を通過する際、s-偏光とp-偏光との間の途中の偏光状態（楕円形又は直線形のいずれか）に変化され、結果として、合成器のより低い効率をもたらす可能性がある。偏光回転反射体は、一般に色選択性ダイクロイックフィルタ及び位相差板を備える。近接する光源に対する位相差板及び色選択性ダイクロイックフィルタの位置は、偏光成分それぞれの所望の経路によって異なり、図を参照しながら他の個所で記載される。一態様では、反射型偏光子は、コレステリック液晶偏光子などの円偏光子であることができる。この態様によると、偏光回転反射体は、関連する任意の位相差板を伴わない色選択性ダイクロイックフィルタを備えることができる。

30

40

【0027】

プリズム、反射型偏光子、1/4波長位相差板、鏡、フィルタ又は他の構成要素などの光学素子の構成要素は、好適な光学接着剤によって共に固着することができる。構成要素を共に固着するために使用される光学接着剤は、光学素子で使用するプリズムの屈折率以下の屈折率を有する。完全に共に固着された光学素子は、組み立て中、取り扱い中、及び使用中に位置合わせ安定性などの利点を提供する。いくつかの実施形態では、2つの近接するプリズムは、光学接着剤を使用して共に固着されてよい。いくつかの実施形態では、一体型の光学構成要素は、他の個所で記載するように、例えば2つの近接する三角プリ

50

ズムの光学系を組み込んだ 1 つの三角プリズムなどの、2 つの近接するプリズムの光学系を組み込んでよい。

【0028】

上述される実施形態は、図面及びそれらの以下の付随の説明を参照することによって、より容易に理解することができる。

【0029】

図 1 は、PBS の斜視図である。PBS 100 は、プリズム 110 及び 120 の対角面間に配置され、反射型偏光子 190 を含む。プリズム 110 は、2 つの端面 175、185 と、間に 90 度の角度を有する第 1 及び第 2 のプリズム面 130、140 とを含む。プリズム 120 は、2 つの端面 170、180 と、間に 90 度の角度を有する第 3 及び第 4 のプリズム面 150、160 とを含む。第 1 のプリズム面 130 は、第 3 のプリズム面 150 に対して平行であり、第 2 のプリズム面 140 は、第 4 のプリズム面 160 に対して平行である。「第 1」、「第 2」、「第 3」及び「第 4」で図 1 に示される 4 つのプリズム面の識別番号は、続く PBS 100 の説明を明確化するためだけに用いられる。第 1 の反射型偏光子 190 は、デカルト反射型偏光子であっても、非デカルト反射型偏光子であってもよい。非デカルト反射型偏光子には、マクニール偏光子など、無機誘電体の逐次堆積によって生成されるものなどの多層無機フィルムを挙げることができる。デカルト反射型偏光子は、偏光軸状態を有し、これには、ワイヤグリッド偏光子、及び多層ポリマー積層体を押出成形し、続いて延伸することによって形成することができるものなどのポリマー多層光学フィルムの両方が挙げられる。一実施形態では、反射型偏光子 190 は、1 つの偏光軸が、第 1 の偏光状態 195 に対して平行であり、第 2 の偏光状態 196 に対して垂直になるように位置合わせされる。一実施形態では、第 1 の偏光状態 195 は、s - 偏光状態であってよく、第 2 の偏光状態 196 は、p - 偏光状態であってよい。別の実施形態では、第 1 の偏光状態 195 は、p - 偏光状態であってよく、第 2 の偏光状態 196 は、s - 偏光状態であってよい。図 1 に示されるように、第 1 の偏光状態 195 は、端面 170、175、180、185 のそれぞれに対して垂直である。

【0030】

デカルト反射型偏光子フィルムは、完全にコリメートされていない、中心光ビーム軸から発散又は歪曲している入力光線を高効率で通過させる能力を有する、偏光ビームスプリッタを提供する。デカルト反射型偏光子フィルムは、誘電体又はポリマー材料の多層を含むポリマー多層光学フィルムを含むことができる。誘電体フィルムを使用することによって、光の減衰が低く、光を通過させる効率が高いという利点を有することができる。多層光学フィルムは、米国特許第 5,962,114 号 (Jonza ら) 又は同第 6,721,096 号 (Bruzone ら) に記載されるものなどのポリマー多層光学フィルムを含むことができる。

【0031】

図 2 は、いくつかの実施形態で使用される、PBS に対する 1/4 波長位相差板の位置合わせの斜視図である。1/4 波長位相差板は、入射光の偏光状態を変化させるために使用することができる。PBS 位相差板システム 200 は、第 1 のプリズム 110 及び第 2 のプリズム 120 を有する、PBS 100 を含む。1/4 波長位相差板 220 は、第 1 のプリズム面 130 に隣接して配置される。反射型偏光子 190 は、例えば、第 1 の偏光状態 195 に対して位置合わせされた、デカルト反射型偏光子フィルムである。1/4 波長位相差板 220 は、第 1 の偏光状態 195 に対して 45 度に位置合わせされ得る 1/4 波長偏光状態 295 を含む。図 2 は、第 1 の偏光状態 195 に対して時計方向に 45 度に位置合わせされた偏光状態 295 を示すが、偏光状態 295 は、代わりに第 1 の偏光状態 195 に対して反時計方向に 45 度に位置合わせされてよい。いくつかの実施形態では、1/4 波長偏光状態 295 は、第 1 の偏光状態 195 に対して、任意の度数の配向、例えば、反時計方向に 90 度から時計方向に 90 度に位置合わせされることができる。記載されるように位相差板を約 + / - 45 度で配向することが有利である可能性があるが、それは、直線偏光が、偏光状態に対してそのように位置合わせされた 1/4 波長位相差板を通過す

る際に、円偏光がもたらされるためである。1/4波長位相差板の他の配向は、鏡からの反射を受けて、p-偏光に完全に交換されていないs-偏光、及びs-偏光に完全に交換されていないp-偏光をもたらす可能性があり、結果として、本明細書の他の個所に記載される光学素子の効率が低減する。

【0032】

図3は、研磨されたPBS 300内の光線の経路の平面図を示す。一実施形態によると、プリズム110及び120の、第1、第2、第3及び第4のプリズム面130、140、150、160は、研磨された外表面である。別の実施形態によると、PBS 100の外面の全て（端面を含む、図示せず）は、研磨された面であり、これは、研磨されたPBS 300内に斜光線のTIRをもたらし、研磨された外表面は、プリズム110及び120の屈折率「 n_2 」未満の屈折率「 n_1 」を有する物質と接触している。TIRは、特に、研磨されたPBS 300内に方向付けられる光が、中心軸に沿ってコリメートされていない、すなわち、入射光が、収束光又は発散光のいずれかである場合、研磨されたPBS 300における光利用を改善する。少なくともいくつかの光は、第3のプリズム面150を通して出るまで、内部全反射によって研磨されたPBS 300内に閉じ込められる。場合によっては、実質的に全ての光が、第3のプリズム面150を通して出るまで、内部全反射によって研磨されたPBS 300内に閉じ込められる。

【0033】

図3に示されるように、光線 L_0 は、角度 θ_1 の範囲内で第1のプリズム面130に入る。研磨されたPBS 300内の光線 L_1 は、プリズム面140、160及び端面（図示せず）でTIR条件が満たされるように、角度範囲 θ_2 で伝搬する。光線「AB」、「AC」、及び「AD」は、第3のプリズム面150を通して出る前に異なる入射角で反射型偏光子190を横断する、研磨されたPBS 300を通る光の多くの経路のうちの3つを表す。また、光線「AB」及び「AD」は両方とも、出る前に、それぞれプリズム面160及び140でTIRを受ける。研磨されたPBS 300の端面でも反射を生じさせることができるように、角度 θ_1 及び θ_2 の範囲は、円錐角であってもよいことを理解されたい。一実施形態では、反射型偏光子190は、広範囲の入射角にわたり、異なる偏光の光を効率的に分割するように選択される。ポリマー多層光学フィルムは、広範囲の入射角にわたり、光を分割するために、特によく適している。マクニール偏光子及びワイヤーグリッド偏光子を含む他の反射型偏光子を使用することができるが、偏光の分割にそれ程効率的ではない。マクニール偏光子は、典型的には偏光選択表面に対して45度であるか又はPBSの入力面に垂直である設計角と実質的に異なる入射角では光を効率的に透過しない。マクニール偏光子を使用する効率的な偏光分割は、垂直よりも約6又は7度低い入射角に制限することができるが、それはp-偏光状態の有意な反射がいくらか大きい角度で生じ得、s-偏光の有意な透過もいくらか大きい角度で生じ得るからである。両方の効果は、マクニール偏光子の分割効率を低減し得る。ワイヤーグリッド偏光子を使用して偏光を効率的に分割するには、典型的に、ワイヤの一方の側に隣接する空隙が必要であり、ワイヤーグリッド偏光子が、より高い屈折率の媒体に埋没される際、効率が低下する。偏光の分割に使用されるワイヤーグリッド偏光子は、例えば、国際公開第2008/1002541号に示されている。

【0034】

一態様では、図4a~4bは、PBS 100と、PBS 100の第4のプリズム面160に近接する反射プリズム460を含む色合成器400として構成された光学素子の平面概略図である。色合成器400は、他の個所で記載されるように様々な光源と共に使用することができる。第1及び第2の光源440、450から発せられる各偏光状態の光線の経路が図4a~4bに示されており、色合成器400の種々の構成要素の機能をより明瞭に示す。PBS 100は、他の個所で記載されるように、第1及び第2のプリズム110、120の対角面間に配置され、第1の偏光状態195に対して位置合わせされた反射型偏光子190を含む。反射プリズム460は、他の個所で記載されるように、PBS 100を出る光の一部を方向付け直す。反射プリズム460は、間に90度の角度

を有する第5のプリズム面462、第6プリズム面464、及び対角プリズム面466を含む。鏡468は、対角プリズム面466に近接して配置される。鏡468は、他の個所で記載されるように薄膜反射型偏光子に類似の薄膜であってよく、反射プリズム460を必要としない。一実施形態では、反射プリズム460及び第2のプリズム120は、例えば、3面が鏡468、反射型偏光子190、並びに第3及び第6のプリズム面150、464で囲まれたプリズムなどの一体型の光学構成要素（図示せず）であってよい。

【0035】

第1及び第2の波長選択性フィルタ410、420は、第2及び第1のプリズム面140、130にそれぞれ面して配置される。第1及び第2の波長選択性フィルタ410、420のそれぞれは、第1及び第2の波長スペクトル光をそれぞれ透過し、他の波長スペクトル光を反射するように選択された、色選択性ダイクロイックフィルタであり得る。一態様では、反射型偏光子190は、ポリマー多層光学フィルムを含むことができる。一実施形態では、反射型偏光子190は、他の個所で記載されるように、第1及び第2の色選択性ダイクロイックフィルタ410、420に近接して配置される青色層を含む。

10

【0036】

位相差板220は、第1及び第2の色選択性ダイクロイックフィルタ410、420のそれぞれに面して配置される。位相差板220、色選択性ダイクロイックフィルタ（410、420）、及び反射型偏光子190は協働して、他の個所で記載されるように、一偏光状態の光を第3及び第6のプリズム面160、464を通して透過させ、他の偏光状態の光を再利用する。以下の一実施形態では、色合成器400内の各位相差板220は、第1の偏光状態195に対して45°に配向される1/4波長位相差板である。

20

【0037】

別の態様によると、任意の光トンネル430又はレンズのアセンブリ（図示せず）が、光源を偏光ビームスプリッタから隔てる間隔を与え、更にいくらかの光のコリメーションをもたらすように、第1及び第2の光源440、450のそれぞれに設けられてもよい。光トンネルは、直線側面若しくは湾曲側面を有してよく、又はレンズシステムで置換することができる。各用途の具体的詳細により、異なる手法が好ましい場合があり、当業者は、特定の用途に最適な手法を選択することにおいて、困難に直面することはないであろう。

【0038】

光インテグレータ（図示せず）は、合成光出力の均一性を向上させるために色合成器400の出力に設けられてよい。一態様によると、各光源（440、450）は、1つ以上の発光ダイオード（LED）を備える。様々な光源、例えば、レーザー、半導体レーザー、有機LED（OLED）、並びに適切な集光器及び反射体を備えた超高圧（UHP）、ハロゲンランプ又はキセノンランプなどの非固体状態の光源を使用することができる。本発明で有用な光源、光トンネル、レンズ及び光インテグレータは、例えば、同時係属中の米国特許出願第60/938,834号に更に記載されており、その開示は、その全体が本明細書に含まれる。

30

【0039】

ここで図4bを参照して第1の色光441の経路について説明すると、非偏光の第1の色光441は、第3のプリズム面150をp-偏光の第1の色光445として、及び第6のプリズム面464をp-偏光の第1の色光442として出る。

40

【0040】

第1の光源440は、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ410、1/4波長位相差板410を通して非偏光の第1の色光441を入射させ、この色光は第2のプリズム面140を通してPBS100に入り、反射型偏光子190を横切り、p-偏光の第1の色光442とs-偏光の第1の色光443とに分かれる。P-偏光の第1の色光442は、反射型偏光子190を通過し、第4のプリズム面160を通過してPBS100を出て、第5のプリズム面462を通過して反射プリズム460に入り、鏡468から反射し、第6のプリズム面464を通過してp-偏光の第1の色光442として反射プリズム460を

50

出る。

【 0 0 4 1 】

S - 偏光の第 1 の色光 4 4 3 は、反射型偏光子 1 9 0 から反射し、第 1 のプリズム面 1 3 0 を通って P B S 1 0 0 を出て、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に円偏光 4 4 4 に変化する。円偏光 4 4 4 は、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 4 2 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に p - 偏光の第 1 の色光 4 4 5 に変化する。P - 偏光の第 1 の色光 4 4 5 は、第 1 のプリズム面 1 3 0 を通って P B S 1 0 0 に入り、変化せずに反射型偏光子 1 9 0 を通過し、第 3 のプリズム面 1 5 0 を通って p - 偏光の第 1 の色光 4 4 5 として P B S 1 0 0 を出る。

【 0 0 4 2 】

ここで図 4 a を参照して第 2 の色光 4 5 1 の経路について説明すると、非偏光の第 2 の色光 4 5 1 は、第 3 のプリズム面 1 5 0 を p - 偏光の第 2 の色光 4 5 2 として、及び第 6 のプリズム面 4 6 4 を p - 偏光の第 2 の色光 4 5 5 として出る。

【 0 0 4 3 】

第 2 の光源 4 5 0 からの非偏光の第 2 の色光 4 5 1 は、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 4 2 0、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過し、第 1 のプリズム面 1 3 0 を通って P B S 1 0 0 に入り、反射型偏光子 1 9 0 を横切り、p - 偏光の第 2 の色光 4 5 2 と s - 偏光の第 2 の色光 4 5 3 とに分かれる。P - 偏光の第 2 の色光 4 5 2 は、反射型偏光子 1 9 0 を通過し、第 3 のプリズム面 1 5 0 を通って p - 偏光の第 2 の色光 4 5 2 として P B S 1 0 0 を出る。

【 0 0 4 4 】

S - 偏光の第 2 の色光 4 5 3 は、反射型偏光子 1 9 0 から反射し、第 2 のプリズム面 1 4 0 を通って P B S 1 0 0 を出て、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に円偏光 4 5 4 に変化する。円偏光 4 5 4 は、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 4 1 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に p - 偏光の第 2 の色光 4 5 5 に変化する。P - 偏光の第 2 の色光 4 5 5 は、第 2 のプリズム面 1 4 0 を通って P B S 1 0 0 に入り、変化せずに反射型偏光子 1 9 0 を通過し、第 4 のプリズム面 1 6 0 を通って P B S 1 0 0 を出て、第 5 のプリズム面 4 6 2 を通って反射プリズム 4 6 0 に入り、鏡 4 6 8 から反射し、第 6 のプリズム面 4 6 4 を通って p - 偏光の第 2 の色光 4 5 5 として反射プリズム 4 6 0 を出る。

【 0 0 4 5 】

一実施形態では、第 1 の色光 4 4 1 は緑色光であり、第 2 の色光 4 5 1 はマゼンタ色光である。この実施形態によると、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 4 1 0 は、赤色及び青色（すなわち、マゼンタ色）光を反射し緑色光を透過するダイクロイックフィルタであり、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 4 2 0 は、緑色光を反射しマゼンタ色光を透過するダイクロイックフィルタである。この実施形態によると、反射型偏光子により、第 1 の偏光状態の第 2 の色光 4 5 1 の青色成分は 2 回透過され、第 2 の偏光状態の第 2 の色光 4 5 1 の青色成分は 1 回反射される。1 回の反射は、好ましくは青色層からの前面反射であり、他の個所で記載されるように、これは反射型偏光子 1 9 0 の配向に起因する。

【 0 0 4 6 】

一態様では、図 5 a ~ 5 b は、第 1 の P B S 1 0 0 及び第 2 の P B S 1 0 0 ' を含む色合成器 5 0 0 として構成された光学素子の平面概略図である。色合成器 5 0 0 は、他の個所で記載されるように様々な光源と共に使用することができる。第 1 及び第 2 の光源 5 4 0、5 5 0 から発せられる各偏光の光線の経路は、図 5 a ~ 5 b に示されており、色合成器 5 0 0 の種々の構成要素の機能をより明瞭に示す。第 1 の P B S 1 0 0 及び第 2 の P B S 1 0 0 ' は、他の個所で記載されるように第 1 及び第 2 のプリズム 1 1 0、1 2 0 及び 1 1 0 '、1 2 0 ' の対角面間に配置され、第 1 の偏光状態 1 9 5 に対して位置合わせされた第 1 及び第 2 の反射型偏光子 1 9 0、1 9 0 ' を含む。一実施形態では、第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 1 のプリズム 1 1 0 ' 及び第 1 の P B S 1 0 0 の第 1 のプリ

10

20

30

40

50

ズム 1 1 0 は、例えば、3 面が第 2 の反射型偏光子 1 9 0'、第 1 の反射型偏光子 1 9 0、並びに第 1 のプリズム面 1 3 0' 及び第 2 のプリズム面 1 4 0 で囲まれたプリズムなどの、一体型の光学構成要素（図示せず）であってよい。

【0047】

第 1 及び第 2 の波長選択性フィルタ 5 1 0、5 2 0 は、第 1 の P B S 1 0 0 の第 2 のプリズム面 1 4 0 及び第 2 の P B S 1 0 0' の第 1 のプリズム面 1 3 0' にそれぞれ面して配置される。第 1 及び第 2 の波長選択性フィルタ 5 1 0、5 2 0 のそれぞれは、第 1 及び第 2 の波長スペクトル光をそれぞれ透過し、他の波長スペクトル光を反射するように選択された、色選択性ダイクロイックフィルタであり得る。一態様では、第 1 及び第 2 の反射型偏光子 1 9 0、1 9 0' は、ポリマー多層光学フィルムを含むことができる。一実施形態では、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 は、他の個所で記載されるように、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 5 1 0 に近接して配置される青色層を含み、第 2 の反射型偏光子 1 9 0' は、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 5 2 0 に近接して配置される青色層を含む。

10

【0048】

位相差板 2 2 0 は、第 1 及び第 2 の波長選択性フィルタ 5 1 0、5 2 0 のそれぞれに面して配置される。位相差板 2 2 0、波長選択性フィルタ（5 1 0、5 2 0）、並びに第 1 及び第 2 の反射型偏光子 1 9 0、1 9 0' は協働して、他の個所で記載されるように、一偏光状態の光を第 1 の P B S 1 0 0 の第 4 のプリズム面 1 6 0 及び第 2 の P B S 1 0 0' の第 3 のプリズム面 1 5 0' を通って透過させ、他の偏光状態の光を再利用する。以下の一実施形態では、色合成器 5 0 0 内の各位相差板 2 2 0 は、第 1 の偏光状態 1 9 5 に対して 4 5° に配向される 1 / 4 波長位相差板である。

20

【0049】

別の態様によると、図 4 a ~ 4 b を参照して他の個所で記載されるように、任意の光トンネル 4 3 0 又はレンズのアセンブリ（図示せず）は第 1 及び第 2 の光源 5 4 0、5 5 0 のそれぞれに設けられてよく、この開示は図 5 a ~ 5 b にも等しく適用される。

【0050】

ここで図 5 b を参照して第 1 の色光 5 4 1 の経路について説明すると、非偏光の第 1 の色光 5 4 1 は、第 1 の P B S 1 0 0 の第 4 のプリズム面 1 6 0 を p - 偏光の第 1 の色光 5 4 2 として、及び第 2 の P B S 1 0 0' の第 3 のプリズム面 1 5 0' を p - 偏光の第 1 の色光 5 4 5 として出る。

30

【0051】

第 1 の光源 5 4 0 からの非偏光の第 1 の色光 5 4 1 は、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 5 1 0、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過し、第 2 のプリズム面 1 4 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 に入り、反射型偏光子 1 9 0 を横切り、p - 偏光の第 1 の色光 5 4 2 と s - 偏光の第 1 の色光 5 4 3 とに分かれる。P - 偏光の第 1 の色光 5 4 2 は、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 を通過し、第 4 のプリズム面 1 6 0 を通って p - 偏光の第 1 の色光 5 4 2 として第 1 の P B S 1 0 0 を出る。

【0052】

S - 偏光の第 1 の色光 5 4 3 は、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 から反射し、第 1 のプリズム面 1 3 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 を出て、第 2 のプリズム面 1 4 0' を通って第 2 の P B S 1 0 0' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0' から反射し、第 1 のプリズム面 1 3 0' を通って第 2 の P B S 1 0 0' を出る。S - 偏光の第 1 の色光 5 4 3 は、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に円偏光 5 4 4 に変化し、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 5 2 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に p - 偏光の第 1 の色光 5 4 5 に変化する。P - 偏光の第 1 の色光 5 4 5 は、第 1 のプリズム面 1 3 0' を通って第 2 の P B S 1 0 0' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0' を通過し、第 3 のプリズム面 1 5 0' を通って p - 偏光の第 1 の色光 5 4 5 として第 2 の P B S 1 0 0' を出る。

40

【0053】

50

ここで図 5 a を参照して第 2 の色光 5 5 1 の経路について説明すると、非偏光の第 2 の色光 5 5 1 は、第 1 の P B S 1 0 0 の第 4 のプリズム面 1 6 0 を p - 偏光の第 2 の色光 5 5 5 として、及び第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 3 のプリズム面 1 5 0 ' を p - 偏光の第 2 の色光 5 5 2 として出る。

【 0 0 5 4 】

第 2 の光源 5 5 0 からの非偏光の第 2 の色光 5 5 1 は、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 5 2 0、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過し、第 1 のプリズム面 1 3 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' を横切り、p - 偏光の第 2 の色光 5 5 2 と s - 偏光の第 2 の色光 5 5 3 とに分かれる。P - 偏光の第 2 の色光 5 5 2 は、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' を通過し、第 3 のプリズム面 1 5 0 ' を通って p - 偏光の第 2 の色光 5 5 2 として第 2 の P B S 1 0 0 ' を出る。

10

【 0 0 5 5 】

S - 偏光の第 2 の色光 5 5 3 は、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' から反射し、第 2 のプリズム面 1 4 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' を出て、第 1 のプリズム面 1 3 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 に入り、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 から反射し、第 2 のプリズム面 1 4 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 を出る。S - 偏光の第 2 の色光 5 5 3 は、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に円偏光 5 5 4 に変化し、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 5 1 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に p - 偏光の第 2 の色光 5 5 5 に変化する。P - 偏光の第 2 の色光 5 5 5 は、第 2 のプリズム面 1 4 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 に入り、第 1 の反射型偏光子 1 9 0

20

【 0 0 5 6 】

一実施形態では、第 1 の色光 5 4 1 は緑色光であり、第 2 の色光 5 5 1 はマゼンタ色光である。この実施形態によると、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 5 1 0 は、赤色及び青色（すなわち、マゼンタ色）光を反射し緑色光を透過するダイクロイックフィルタであり、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 5 2 0 は、緑色光を反射しマゼンタ色光を透過するダイクロイックフィルタである。この実施形態によると、反射型偏光子 1 9 0、1 9 0 ' のそれぞれにより、第 1 の偏光状態の第 2 の色光 5 5 1 の青色成分は 1 回透過され、第 2 の偏光状態の第 2 の色光 5 5 1 の青色成分は 1 回反射される。1 回の反射は、好ましくは青色層からの前面反射であり、他の個所で記載されるように、これは反射型偏光子 1 9 0、1 9 0 ' の配向に起因する。

30

【 0 0 5 7 】

一態様では、図 6 a ~ 6 c は、第 1 の P B S 1 0 0 及び第 2 の P B S 1 0 0 ' を含む色合成器 6 0 0 として構成された光学素子の平面概略図である。色合成器 6 0 0 は、他の個所で記載されるように様々な光源と共に使用することができる。第 1、第 2、及び第 3 の光源 6 5 0、6 6 0、6 7 0 から発せられる各偏光の光線の経路が図 6 a ~ 6 c に示されており、色合成器 6 0 0 の種々の構成要素の機能をより明瞭に示す。第 1 の P B S 1 0 0 及び第 2 の P B S 1 0 0 ' は、他の個所で記載されるように第 1 及び第 2 のプリズム 1 1 0、1 2 0 及び 1 1 0 '、1 2 0 ' の対角面間に配置され、第 1 の偏光状態 1 9 5 に対して位置合わせされた第 1 及び第 2 の反射型偏光子 1 9 0、1 9 0 ' を含む。一実施形態では、第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 2 のプリズム 1 2 0 ' 及び第 1 の P B S 1 0 0 の第 2 のプリズム 1 2 0 は、例えば、3 面が第 2 の反射型偏光子 1 9 0 '、第 1 の反射型偏光子 1 9 0、並びに第 4 のプリズム面 1 6 0 ' 及び第 3 のプリズム面 1 5 0 で囲まれたプリズムなどの、一体型の光学構成要素（図示せず）であってよい。

40

【 0 0 5 8 】

第 1、第 2、及び第 3 の波長選択性フィルタ 6 1 0、6 2 0、6 3 0 は、第 1 の P B S 1 0 0 の第 1 のプリズム面 1 3 0、第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 2 のプリズム面 1 4 0 '、及び第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 1 のプリズム面 1 3 0 ' にそれぞれ面して配置される。第 1、第 2、及び第 3 の波長選択性フィルタ 6 1 0、6 2 0、6 3 0 のそれぞれは、

50

第1、第2、及び第3の波長スペクトル光をそれぞれ透過し、他の波長スペクトル光を反射するように選択された色選択性ダイクロイックフィルタであり得る。一態様では、第1及び第2の反射型偏光子190、190'は、ポリマー多層光学フィルムを含むことができる。一実施形態では、第1の反射型偏光子190は、他の個所で記載されるように、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ610に近接して配置される青色層を含み、第2の反射型偏光子190'は、第2の色選択性ダイクロイックフィルタ620及び第3の色選択性ダイクロイックフィルタ630の両方に近接して配置される青色層を含む。

【0059】

広帯域鏡640を備える偏光回転反射体は、第1のPBS100の第2のプリズム面140に面して配置される。偏光回転反射体は、第2のプリズム面140と広帯域鏡640との間に配置される位相差板220を更に備える。広帯域鏡640及び位相差板220は、他の個所で記載されるように、第2のプリズム面140を通して第1のPBS100を離れる光の偏光状態を変換し、変換された偏光状態の光を第1のPBS100に戻すように方向付け直す働きをする。

【0060】

位相差板220は、第1、第2、及び第3の色選択性フィルタ610、620、630のそれぞれに面して配置される。位相差板220、色選択性フィルタ(610、620、630)、並びに第1及び第2の反射型偏光子190、190'は協働して、他の個所で記載されるように、一偏光状態の光を第1のPBS100の第3のプリズム面150、及び第2のPBS100'の第4のプリズム面160'を通して透過させ、他の偏光状態の光を再利用する。以下の一実施形態では、色合成器600内の各位相差板220は、第1の偏光状態195に対して45°に配向される1/4波長位相差板である。

【0061】

別の態様によると、図4a~4bを参照して他の個所で記載されるように、任意の光トンネル430又はレンズのアセンブリ(図示せず)は第1、第2、及び第3の光源650、660、670のそれぞれに設けられてよく、この開示は図6a~6cにも等しく適用される。

【0062】

ここで図6cを参照して第1の色光651の経路について説明すると、非偏光の第1の色光651は、第1のPBS100の第3のプリズム面150をp-偏光の第1の色光652として、及び第2のPBS100'の第4のプリズム面160'をp-偏光の第1の色光659として出る。

【0063】

第1の光源650からの非偏光の第1の色光651は、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ610、1/4波長位相差板220を通過し、第1のプリズム面130を通過して第1のPBS100に入り、第1の反射型偏光子190を横切り、p-偏光の第1の色光652とs-偏光の第1の色光653とに分かれる。P-偏光の第1の色光652は、第1の反射型偏光子190を通過し、第3のプリズム面150を通過してp-偏光の第1の色光652として第1のPBS100を出る。

【0064】

S-偏光の第1の色光653は、第1の反射型偏光子190から反射し、第2のプリズム面140を通過して第1のPBS100を出て、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光654に変化し、広帯域鏡640から反射して円偏光の状態を変化させ、1/4波長位相差板220を通過する際にp-偏光の第1の色光655に変化する。P-偏光の第1の色光655は、第2のプリズム面140を通過して第1のPBS100に入り、第1の反射型偏光子190を通過し、第4のプリズム面160'を通過して第1のPBS100を出て、第3のプリズム面150'を通過して第2のPBS100'に入り、第2の反射型偏光子190'を通過し、第1のプリズム面130'を通過して第2のPBS100'を出る。P-偏光の第1の色光655は、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光656に変化し、第3の色選択性ダイクロイックフィルタ630から反射して円偏

10

20

30

40

50

光の状態を変化させ、1/4波長位相差板220を通過する際にs-偏光の第1の色光657に変化し、第1のプリズム面130'を通過して第2のPBS100'に入り、第2の反射型偏光子190'から反射し、第2のプリズム面140'を通過して第2のPBS100'を出る。S-偏光の第1の色光657は、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光658に変化し、第2の色選択性ダイクロイックフィルタ620から反射して円偏光の状態を変化させ、1/4波長位相差板220を通過する際にp-偏光の第1の色光659になり、第2のプリズム面140'を通過して第2のPBS100'に入り、第2の反射型偏光子190'を通過し、第4のプリズム面160'を通過してp-偏光の第1の色光659として第2のPBS100'を出る。

【0065】

ここで図6bを参照して第2の色光661の経路について説明すると、非偏光の第2の色光661は、第1のPBS100の第3のプリズム面150をp-偏光の第2の色光669として、及び第2のPBS100'の第4のプリズム面160'をp-偏光の第2の色光662として出る。

【0066】

第2の光源660からの非偏光の第2の色光661は、第2の色選択性ダイクロイックフィルタ620、1/4波長位相差板220を通過し、第2のプリズム面140'を通過して第2のPBS100'に入り、第2の反射型偏光子190'を横切り、p-偏光の第2の色光662とs-偏光の第2の色光663とに分かれる。P-偏光の第2の色光662は、第2の反射型偏光子190'を通過し、第4のプリズム面160'を通過してp-偏光の第2の色光662として第2のPBS100'を出る。

【0067】

S-偏光の第2の色光663は、第2の反射型偏光子190'から反射し、第1のプリズム面130'を通過して第2のPBS100'を出て、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光664に変化し、第3の色選択性ダイクロイックフィルタ630から反射して円偏光の状態を変化させ、1/4波長位相差板220を通過する際にp-偏光の第2の色光665に変化し、第1のプリズム面130'を通過して第2のPBS100'に入り、第2の反射型偏光子190'を通過し、第3のプリズム面150'を通過して第2のPBS100'を出る。P-偏光の第2の色光665は、第4のプリズム面160'を通過して第1のPBS100'に入り、第1の反射型偏光子190'を通過し、第2のプリズム面140'を通過して第1のPBS100'を出て、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光666に変化する。円偏光666は、広帯域鏡640から反射して円偏光の状態を変化させ、1/4波長位相差板220を通過する際にs-偏光の第2の色光667に変化し、第2のプリズム面140'を通過して第1のPBS100'に入り、第1の反射型偏光子190'から反射し、第1のプリズム面130'を通過して第1のPBS100'を出る。S-偏光の第2の色光667は、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光668に変化し、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ610から反射して円偏光の状態を変化させ、1/4波長位相差板220を通過する際にp-偏光の第2の色光669に変化し、第1のプリズム面130'を通過して第1のPBS100'に入る。P-偏光の第2の色光669は、第1の反射型偏光子190'を通過し、第3のプリズム面150'を通過してp-偏光の第2の色光669として第1のPBS100'を出る。

【0068】

ここで図6aを参照して第3の色光671の経路について説明すると、非偏光の第3の色光671は、第1のPBS100の第3のプリズム面150をp-偏光の第3の色光679として、及び第2のPBS100'の第4のプリズム面160'をp-偏光の第3の色光675として出る。

【0069】

第3の光源670からの非偏光の第3の色光671は、第3の色選択性ダイクロイックフィルタ630、1/4波長位相差板220を通過し、第1のプリズム面130'を通過して第2のPBS100'に入り、第2の反射型偏光子190'を横切り、p-偏光の第

10

20

30

40

50

3の色光672とs-偏光の第3の色光673とに分かれる。P-偏光の第3の色光672は、第2の反射型偏光子190'を通過し、第3のプリズム面150'を通過して第2のPBS100'を出て、第4のプリズム面160を通過して第1のPBS100に入り、第4の反射型偏光子190を通過し、第2のプリズム面140を通過して第1のPBS100'を出る。P-偏光の第3の色光672は、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光676に変化し、広帯域鏡640から反射して円偏光の状態を変化させ、1/4波長位相差板220を通過する際にs-偏光の第3の色光677になり、第2のプリズム面140を通過して第1のPBS100'に入る。S-偏光の第3の色光677は、第1の反射型偏光子190から反射し、第1のプリズム面130を通過して第1のPBS100'を出て、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光678に変化し、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ610から反射して円偏光の状態を変化させ、1/4波長位相差板220を通過してp-偏光の第3の色光679に変化する。P-偏光の第3の色光679は、第1のプリズム面130を通過して第1のPBS100'に入り、第1の反射型偏光子190を通過し、第3のプリズム面150を通過してp-偏光の第3の色光679として第1のPBS100'を出る。

【0070】

S-偏光の第3の色光673は、第2の反射型偏光子190'から反射し、第2のプリズム面140'を通過して第2のPBS100'を出て、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光674に変化し、第2の色選択性ダイクロイックフィルタ620から反射して円偏光の状態を変化させ、1/4波長位相差板220を通過する際にp-偏光の第3の色光675に変化する。P-偏光の第3の色光675は、第2のプリズム面140'を通過して第2のPBS100'に入り、第2の反射型偏光子190'を通過し、第4のプリズム面160'を通過してp-偏光の第3の色光675として第2のPBS100'を出る。

【0071】

一実施形態では、第1の色光651は緑色光であり、第2の色光661は青色光であり、第3の色光671は赤色光である。この実施形態によると、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ610は、赤色光及び青色光を反射し緑色光を透過するダイクロイックフィルタであり、第2の色選択性ダイクロイックフィルタ620は、緑色光及び赤色光を反射し青色光を透過するダイクロイックフィルタであり、第3の色選択性ダイクロイックフィルタ630は、青色光及び緑色光を反射し赤色光を透過するダイクロイックフィルタである。この実施形態によると、第1の偏光状態の青色の第2の色光661は、反射型偏光子190、190'のそれぞれを通過して2回透過され、第2の偏光状態の青色の第2の色光661は、反射型偏光子190、190'のそれぞれにより1回反射される。1回の反射は、好ましくは青色層からの前面反射であり、他の個所で記載されるように、これは反射型偏光子190、190'の配向に起因する。

【0072】

一実施形態では、第4の色光(図示せず)も色合成器600に入射させることができる。この実施形態では、偏光回転反射体は、図6a~6cに示される第1、第2、及び第3の光源650、660、670、任意の光トンネル430、並びに色選択性ダイクロイックフィルタ610、620、630と同様の方法で配置される、上記の広帯域鏡640の代わりとなる第4の色選択性ダイクロイックフィルタ、任意の光トンネル、並びに第4の光源を備える。第4の色選択性ダイクロイックフィルタは、第1、第2、及び第3の色光651、661、671を反射し、第4の色光(図示せず)を透過する。この実施形態では、第4の色光はまた、第1のPBS100の第3のプリズム面150及び第2のPBS100'の第4のプリズム面160'をp-偏光状態で通過する。

【0073】

一態様では、図7a~7dは、第1のPBS100及び第2のPBS100'を含む色合成器700として構成された光学素子の平面概略図である。色合成器700は、他の個所で記載されるように様々な光源と共に使用することができる。第1、第2、及び第

10

20

30

40

50

3の光源740、750、760から発せられる各偏光の光線の経路が図7a～7cに示されており、色合成器700の種々の構成要素の機能をより明瞭に示す。任意の第4の光源780の経路は、図7dに示される。第1のPBS 100及び第2のPBS 100'は、他の個所で記載されるように第1及び第2のプリズム110、120及び110'、120'の対角面間に配置され、第1の偏光状態195に対して位置合わせされた第1及び第2の反射型偏光子190、190'を含む。

【0074】

第1、第2、及び第3の波長選択性フィルタ710、720、730は、第1のPBS 100の第2のプリズム面140、第2のPBS 100'の第2のプリズム面140'、及び第2のPBS 100'の第1のプリズム面130'にそれぞれ面して配置される。第1、第2、及び第3の波長選択性フィルタ710、720、730のそれぞれは、第1、第2、及び第3の波長スペクトル光をそれぞれ透過し、他の波長スペクトル光を反射するように選択された色選択性ダイクロイックフィルタであり得る。一態様では、第1及び第2の反射型偏光子190、190'は、ポリマー多層光学フィルムを含むことができる。一実施形態では、第1の反射型偏光子190は、他の個所で記載されるように、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ710に近接して配置される青色層を含み、第2の反射型偏光子190'は、第2の色選択性ダイクロイックフィルタ720及び第3の色選択性ダイクロイックフィルタ730に近接して配置される青色層を含む。

10

【0075】

位相差板220は、第1、第2、及び第3の色選択性フィルタ710、720、730のそれぞれに面して配置される。位相差板220、色選択性フィルタ(710、720、730)、並びに第1及び第2の反射型偏光子190、190'は協働して、他の個所で記載されるように、一偏光状態の光を第1のPBS 100の第4のプリズム面160、及び第2のPBS 100'の第4のプリズム面160'を通して透過させ、他の偏光状態の光を再利用する。以下の一実施形態では、色合成器700内の各位相差板220は、第1の偏光状態195に対して45°に配向される1/4波長位相差板である。

20

【0076】

色合成器700は、第1のPBS 100の第1のプリズム面130と第2のPBS 100'の第3のプリズム面150'との間に配置される1/2波長位相差板770を更に含む。1/2波長位相差板770は第1及び第2の偏光子190、190'と協働して、この位相差板を通過する光の偏光状態を変換し、またこの位相差板は、第1の偏光状態195に対して45°に配向される。

30

【0077】

別の態様によると、図4a～4bを参照して他の個所で記載されるように、任意の光トンネル430又はレンズのアセンブリ(図示せず)は第1、第2、及び第3の光源740、750、760のそれぞれに設けられてよく、この開示は図7a～7dにも等しく適用される。

【0078】

ここで図7cを参照して第1の色光741の経路について説明すると、非偏光の第1の色光741は、第1のPBS 100の第4のプリズム面160をp-偏光の第1の色光742として、及び第2のPBS 100'の第4のプリズム面160'をp-偏光の第1の色光748として出る。

40

【0079】

第1の光源740からの非偏光の第1の色光741は、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ710、1/4波長位相差板220を通過し、第2のプリズム面140を通過して第1のPBS 100に入り、反射型偏光子190を横切り、p-偏光の第1の色光742とs-偏光の第1の色光743とに分かれる。P-偏光の第1の色光742は、第1の反射型偏光子190を通過し、第4のプリズム面160を通過してp-偏光の第1の色光742として第1のPBS 100を出る。

【0080】

50

S - 偏光の第 1 の色光 7 4 3 は、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 から反射し、第 1 のプリズム面 1 3 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 を出て、1 / 2 波長位相差板 7 7 0 を通過する際に p - 偏光の第 1 の色光 7 4 4 に変化し、第 3 のプリズム面 1 5 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' を通過し、第 1 のプリズム面 1 3 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' を出る。P - 偏光の第 1 の色光 7 4 4 は、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に円偏光 7 4 5 に変化し、第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタ 7 3 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に s - 偏光の第 1 の色光 7 4 6 に変化する。S - 偏光の第 1 の色光 7 4 6 は、第 1 のプリズム面 1 3 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' から反射し、第 2 のプリズム面 1 4 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' を出て、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に円偏光 7 4 7 に変化する。円偏光 7 4 7 は、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 7 2 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に p - 偏光の第 1 の色光 7 4 8 に変化し、第 2 のプリズム面 1 4 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' を通過し、第 4 のプリズム面 1 6 0 ' を通って p - 偏光の第 1 の色光 7 4 8 として第 2 の P B S 1 0 0 ' を出る。

10

【 0 0 8 1 】

ここで図 7 b を参照して第 2 の色光 7 5 1 の経路について説明すると、非偏光の第 2 の色光 7 5 1 は、第 1 の P B S 1 0 0 の第 4 のプリズム面 1 6 0 を p - 偏光の第 2 の色光 7 5 8 として、及び第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 4 のプリズム面 1 6 0 ' を p - 偏光の第 2 の色光 7 5 2 として出る。

20

【 0 0 8 2 】

第 2 の光源 7 5 0 からの非偏光の第 2 の色光 7 5 1 は、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 7 2 0、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過し、第 2 のプリズム面 1 4 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' を横切り、p - 偏光の第 2 の色光 7 5 2 と s - 偏光の第 2 の色光 7 5 3 とに分かれる。P - 偏光の第 2 の色光 7 5 2 は、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' を通過し、第 4 のプリズム面 1 6 0 ' を通って p - 偏光の第 2 の色光 7 5 2 として第 2 の P B S 1 0 0 ' を出る。

【 0 0 8 3 】

S - 偏光の第 2 の色光 7 5 3 は、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' から反射し、第 1 のプリズム面 1 3 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' を出て、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に円偏光 7 5 4 に変化し、第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタ 7 3 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に p - 偏光の第 2 の色光 7 5 5 に変化し、第 1 のプリズム面 1 3 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' を通過し、第 3 のプリズム面 1 5 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' を出る。P - 偏光の第 2 の色光 7 5 5 は、1 / 2 波長位相差板 7 7 0 を通過する際に s - 偏光の第 2 の色光 7 5 6 に変化し、第 1 のプリズム面 1 3 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 に入り、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 から反射し、第 2 のプリズム面 1 4 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 を出て、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通る際に円偏光 7 5 7 に変化する。円偏光 7 5 7 は、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 7 1 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に p - 偏光の第 2 の色光 7 5 8 に変化し、第 2 のプリズム面 1 4 0 を通って第 1 の P B S に入り、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 を通過し、第 4 のプリズム面 1 6 0 を通って p - 偏光の第 2 の色光 7 5 8 として第 1 の P B S 1 0 0 を出る。

30

40

【 0 0 8 4 】

ここで図 7 a を参照して第 3 の色光 7 6 1 の経路について説明すると、非偏光の第 3 の色光 7 6 1 は、第 1 の P B S 1 0 0 の第 4 のプリズム面 1 6 0 を p - 偏光の第 3 の色光 7 6 8 として、及び第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 4 のプリズム面 1 6 0 ' を p - 偏光の第 3 の色光 7 6 5 として出る。

【 0 0 8 5 】

50

第3の光源760からの非偏光の第3の色光761は、第3の色選択性ダイクロイックフィルタ730、1/4波長位相差板220を通過し、第1のプリズム面130'を通過して第2のPBS100'に入り、第2の反射型偏光子190'を横切り、p-偏光の第3の色光762とs-偏光の第3の色光763とに分かれる。P-偏光の第3の色光762は、第2の反射型偏光子190'を通過し、第3のプリズム面150'を通過して第2のPBS100'を出て、1/2波長位相差板770を通過する際にs-偏光の第3の色光766に変化する。S-偏光の第3の色光766は、第1の反射型偏光子190'から反射し、第2のプリズム面140'を通過して第1のPBS100'を出て、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光767に変化し、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ710から反射して円偏光の状態を変化させ、1/4波長位相差板220を通過する際にp-偏光の第3の色光768になる。P-偏光の第3の色光768は、第2のプリズム面140'を通過して第1のPBS100'に入り、第1の反射型偏光子190'を通過し、第4のプリズム面160'を通過してp-偏光の第3の色光768として第1のPBS100'を出る。

10

【0086】

S-偏光の第3の色光763は、第2の反射型偏光子190'から反射し、第2のプリズム面140'を通過して第2のPBS100'を出て、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光764に変化し、第2の色選択性ダイクロイックフィルタ720から反射して円偏光の状態を変化させ、1/4波長位相差板220を通過する際にp-偏光の第3の色光765に変化する。P-偏光の第3の色光765は、第2のプリズム面140'を通過して第2のPBS100'に入り、第2の反射型偏光子190'を通過し、第4のプリズム面160'を通過してp-偏光の第3の色光765として第2のPBS100'を出る。

20

【0087】

一実施形態では、第1の色光741は緑色光であり、第2の色光751は青色光であり、第3の色光761は赤色光である。この実施形態によると、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ710は、赤色光及び青色光を反射し緑色光を透過するダイクロイックフィルタであり、第2の色選択性ダイクロイックフィルタ720は、緑色光及び赤色光を反射し青色光を透過するダイクロイックフィルタであり、第3の色選択性ダイクロイックフィルタ730は、青色光及び緑色光を反射し赤色光を透過するダイクロイックフィルタである。この実施形態によると、第1の偏光状態の青色の第2の色光751は、第2の反射型偏光子190'を通過して2回、第1の反射型偏光子190'を通過して1回透過され、第2の偏光状態の青色の第2の色光751は、第2の反射型偏光子190'及び第1の反射型偏光子190'のそれぞれにより1回反射される。各反射型偏光子からの1回の反射は、好ましくは青色層からの前面反射であり、他の個所で記載されるように、これは反射型偏光子190、190'の配向に起因する。

30

【0088】

一実施形態では、図7dに示されるように、第4の色光も色合成器700に入射させることができる。この実施形態では、第1のPBS100の第3のプリズム面150に近接して、図7a~7cに示される第1、第2、及び第3の光源740、750、760並びに任意の光トンネル430と同様の方法で配置される任意の光トンネル430並びに第4の光源780を配置してよい。この実施形態では、第1、第2、又は第3の光源740、750、760からのいずれの光線も第3のプリズム面150を通過しないので、追加の1/4波長位相差板220及び追加の色選択性ダイクロイックフィルタは不要である。この実施形態では、s-偏光の第4の色光が、第1のPBS100の第4のプリズム面160及び第2のPBS100'の第4のプリズム面160'を通過する。S-偏光の第4の色光は、他の個所で記載されるように、色選択性積層リターデーションフィルタによってp-偏光の第4の色光に回転されてよい。

40

【0089】

第4の色光源780からの第4の色光781は、任意の光トンネル430を通過し、第

50

3のプリズム面150を通過して第1のPBS 100に入り、第1の反射型偏光子190を横切って、p-偏光の第4の色光782とs-偏光の第4の色光783とに分かれる。S-偏光の第4の色光783は第1の反射型偏光子190から反射し、第4のプリズム面160を通過してs-偏光の第4の色光783として第1のPBS 100を離れる。

【0090】

P-偏光の第4の色光782は、第1の反射型偏光子190を通過し、第1のプリズム面130を通過して第1のPBS 100を出て、1/2波長位相差板770を通過する際にs-偏光の4の色光784に変化し、第3のプリズム面150'を通過して第2のPBS 100に入り、第2の反射型偏光子190'から反射し、第4のプリズム面160'を通過してs-偏光の第4の色光784として第2のPBS 100'を出る。

10

【0091】

一態様では、図8aは、第1のPBS 100及び第2のPBS 100'を含む色合成器800として構成された光学素子の平面概略図である。色合成器800は、他の個所で記載されるように様々な光源と共に使用することができる。第3の光源860から発せられる各偏光の光線の経路は図8a示されており、色合成器800の種々の構成要素の機能をより明瞭に示す。第1及び第2の光源840、850から発せられる各偏光の光線の経路は図8aに示されないが、これらの光路は第3の光源860について提供される説明、並びに図6a~6c及び7a~7dの色合成器の実施形態について提供される説明から容易に決定される。

【0092】

20

第1のPBS 100及び第2のPBS 100'は、第1及び第2の反射型偏光子890、190'を含む。第1の反射型偏光子890は、他の個所で記載されるように、第1の偏光状態195に対して90度に位置合わせされ、第1及び第2のプリズム110、120の対角面間に配置される。第2の反射型偏光子190'は、他の個所で記載されるように、第1の偏光状態195に対して位置合わせされ、第1及び第2のプリズム110'、120'の対角面間に配置される。一実施形態では、第2のPBS 100'の第2のプリズム120'及び第1のPBS 100の第1のプリズム110は、例えば、4面が第2の反射型偏光子190'、第1の反射型偏光子890、第4のプリズム面160'、及び第2のプリズム面140で囲まれた平行四辺形などの、一体型の光学構成要素(図示せず)であってよい。

30

【0093】

第1、第2、及び第3の波長選択性フィルタ810、820、830は、第1のPBS 100の第2のプリズム面140、第2のPBS 100'の第2のプリズム面140'、及び第2のPBS 100'の第1のプリズム面130'にそれぞれ面して配置される。第1、第2、及び第3の波長選択性フィルタ810、820、830のそれぞれは、第1、第2、及び第3の波長スペクトル光をそれぞれ透過し、他の波長スペクトル光を反射するように選択された色選択性ダイクロイックフィルタであってよい。一態様では、第1及び第2の反射型偏光子890、190'は、ポリマー多層光学フィルムを含むことができる。一実施形態では、第1の反射型偏光子890は、他の個所で記載されるように、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ810に近接して配置される青色層を含み、第2の反射型偏光子190'は、第2の色選択性ダイクロイックフィルタ820及び第3の色選択性ダイクロイックフィルタ830に近接して配置される青色層を含む。

40

【0094】

位相差板220は、第1、第2、及び第3の色選択性フィルタ810、820、830のそれぞれに面して配置される。位相差板220、色選択性フィルタ(810、820、830)、並びに第1及び第2の反射型偏光子890、190'は協働して、他の個所で記載されるように、一偏光状態の光を第1のPBS 100の第4のプリズム面160を通過して透過させ、他の偏光状態の光を第2のPBS 100'の第4のプリズム面160'を通過して透過させ、他の偏光状態を再利用する。以下の一実施形態では、色合成器800内の各位相差板220は、第1の偏光状態195に対して45°に配向される1/4波

50

長位相差板である。

【 0 0 9 5 】

色合成器 8 0 0 は、第 1 の P B S 1 0 0 の第 4 のプリズム面 1 6 0 に面して配置される 1 / 2 波長位相差板 8 7 0 を更に含む。1 / 2 波長位相差板 8 7 0 は第 1 及び第 2 の偏光子 8 9 0、1 9 0' と協働して、この位相差板を通過する光の偏光状態を変換し、またこの位相差板は、第 1 の偏光状態 1 9 5 に対して 4 5 ° に配向される。一実施形態（図示せず）では、1 / 2 波長位相差板は、むしろ第 1 の反射型偏光子 8 9 0 に近接して、第 2 のプリズム 1 2 0 の対角面に配置されてよい。光源 8 4 0、8 5 0、8 6 0 のそれぞれからの出力光は、図 8 a 及び図 8 c に示される構成を参照して説明されるものと同じである。

10

【 0 0 9 6 】

別の態様によると、図 4 a ~ 4 b を参照して他の個所で記載されるように、任意の光トンネル 4 3 0 又はレンズのアセンブリ（図示せず）は第 1、第 2、及び第 3 の光源 8 4 0、8 5 0、8 6 0 のそれぞれに設けられてよく、この開示は図 8 a にも等しく適用される。

【 0 0 9 7 】

ここで図 8 a を参照して第 3 の色光 8 6 1 の経路について説明すると、非偏光の第 3 の色光 8 6 1 は、1 / 2 波長位相差板 8 7 0 を p - 偏光の第 3 の色光 8 6 8 として、及び第 2 の P B S 1 0 0' の第 4 のプリズム面 1 6 0' を p - 偏光の第 3 の色光 8 6 5 として出る。

20

【 0 0 9 8 】

第 3 の光源 8 6 0 からの非偏光の第 3 の色光 8 6 1 は、第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタ 8 3 0、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過し、第 1 のプリズム面 1 3 0' を通って第 2 の P B S 1 0 0' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0' を横切り、p - 偏光の第 3 の色光 8 6 2 と s - 偏光の第 3 の色光 8 6 3 とに分かれる。P - 偏光の第 3 の色光 8 6 2 は、第 2 の反射型偏光子 1 9 0' を通過し、第 3 のプリズム面 1 5 0' を通って第 2 の P B S 1 0 0' を出て、第 1 のプリズム面 1 3 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 に入り、第 1 の反射型偏光子 8 9 0 から反射し、第 2 のプリズム面 1 4 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 を出る。P - 偏光の第 3 の色光 8 6 2 は、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に円偏光 8 6 6 に変化し、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 8 1 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に s - 偏光の第 3 の色光 8 6 7 に変化する。S - 偏光の第 3 の色光 8 6 7 は、第 2 のプリズム面 1 4 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 に入り、第 1 の反射型偏光子 8 9 0 を通過し、第 4 のプリズム面 1 6 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 を出て、1 / 2 波長位相差板 8 7 0 を通過する際に p - 偏光の第 3 の色光 8 6 8 に変化する。

30

【 0 0 9 9 】

S - 偏光の第 3 の色光 8 6 3 は、第 2 の反射型偏光子 1 9 0' から反射し、第 2 のプリズム面 1 4 0' を通って第 2 の P B S 1 0 0' を出て、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に円偏光 8 6 4 に変化し、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 8 2 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に p - 偏光の第 3 の色光 8 6 5 に変化する。P - 偏光の第 3 の色光 8 6 5 は、第 2 のプリズム面 1 4 0' を通って第 2 の P B S 1 0 0' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0' を通過し、第 4 のプリズム面 1 6 0' を通って p - 偏光の第 3 の色光 8 6 5 として第 2 の P B S 1 0 0' を出る。

40

【 0 1 0 0 】

一実施形態では、第 1 の光源 8 4 0 は緑色光を発し、第 2 の光源 8 5 0 は青色光を発し、第 3 の色光 8 6 1 は赤色光である。この実施形態によると、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 8 1 0 は、赤色光及び青色光を反射し緑色光を透過するダイクロイックフィルタであり、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 8 2 0 は、緑色光及び赤色光を反射し青色光を透過するダイクロイックフィルタであり、第 3 の色選択性ダイクロイックフィ

50

ルタ 830 は、青色光及び緑色光を反射し赤色光を透過するダイクロイックフィルタである。この実施形態によると、p - 偏光状態の第 2 の光源 850 からの青色光は、第 2 の反射型偏光子 190' を通って 2 回透過され、第 1 の反射型偏光子 890 から 1 回反射され、s - 偏光状態の第 2 の光源 850 からの青色光は、第 2 の反射型偏光子 190' によって 1 回反射され、第 1 の反射型偏光子 890 を通って 1 回透過される。反射は、好ましくは青色層からの前面反射であり、他の個所で記載されるように、これは反射型偏光子 890、190' の配向に起因する。

【0101】

一実施形態では、図 8c に示されるように、第 4 の色光も色合成器 800 に入射させることができる。この実施形態では、第 1 の PBS 100 の第 3 のプリズム面 150 に近接して、図 8a に示される第 1、第 2、及び第 3 の光源 840、850、860 並びに任意の光トンネル 430 と同様の方法で配置される任意の光トンネル 430 並びに第 4 の光源 880 を配置してよい。この実施形態では、第 1、第 2、又は第 3 の光源 840、850、860 からのいずれの光線も第 3 のプリズム面 150 を通過しないので、追加の 1/4 波長位相差板 220 及び追加の色選択性ダイクロイックフィルタは不要である。この実施形態では、s - 偏光の第 4 の色光が、第 1 の PBS 100 の第 4 のプリズム面 160 及び第 2 の PBS 100' の第 4 のプリズム面 160' を通過する。S - 偏光の第 4 の色光は、他の個所で記載されるように、色選択性積層リターデーションフィルタによって p - 偏光の第 4 の色光に回転されてよい。

【0102】

第 4 の色光源 880 からの第 4 の色光 881 は、任意の光トンネル 430 を通過し、第 3 のプリズム面 150 を通って第 1 の PBS 100 に入り、第 1 の反射型偏光子 890 を横切って、p - 偏光の第 4 の色光 883 と s - 偏光の第 1 の色光 882 とに分かれる。P - 偏光の第 4 の色光 883 は第 1 の反射型偏光子 890 から反射し、第 4 のプリズム面 160 を通って第 1 の PBS 100 を離れ、1/2 波長位相差板 870 を通過する際に s - 偏光の第 4 の色光 884 に変化する。

【0103】

S - 偏光の第 4 の色光 882 は、第 1 の反射型偏光子 890 を通過し、第 1 のプリズム面 130 を通って第 1 の PBS 100 を出て、第 2 の反射型偏光子 190 から反射し、第 4 のプリズム面 160' を通って s - 偏光の第 4 の色光 882 として第 2 の PBS 100' を出る。

【0104】

一態様では、図 8b は、第 1 の PBS 100 及び第 2 の PBS 100' を含む色合成器 801 として構成された光学素子の平面概略図である。色合成器 801 は、他の個所で記載されるように様々な光源と共に使用することができる。第 3 の光源 860 から発せられる各偏光の光線の経路は図 8b に示されており、色合成器 801 の種々の構成要素の機能をより明瞭に示す。第 1 及び第 2 の光源 840、850 から発せられる各偏光の光線の経路は図 8b に示されないが、これらの光路は第 3 の光源 860 について提供される説明、並びに図 6a ~ 6c 及び 7a ~ 7d の色合成器の実施形態について提供される説明から容易に決定される。

【0105】

第 1 の PBS 100 及び第 2 の PBS 100' は、他の個所で記載されるように第 1 及び第 2 のプリズム 110、120 及び 110'、120' の対角面間に配置され、第 1 の偏光状態 195 に対して位置合わせされた第 1 及び第 2 の反射型偏光子 190、190' を含む。一実施形態では、第 2 の PBS 100' の第 2 のプリズム 120' 及び第 1 の PBS 100 の第 1 のプリズム 110 は、例えば、4 面が第 2 の反射型偏光子 190'、1/2 波長位相差板 870、第 4 のプリズム面 160'、及び第 2 のプリズム面 140 で囲まれた平行四辺形などの、一体型の光学構成要素（図示せず）であってよい。

【0106】

第 1、第 2、及び第 3 の波長選択性フィルタ 810、820、830 は、第 1 の PBS

10

20

30

40

50

100の第2のプリズム面140、第2のPBS 100'の第2のプリズム面140'、及び第2のPBS 100'の第1のプリズム面130'にそれぞれ面して配置される。第1、第2、及び第3の波長選択性フィルタ810、820、830のそれぞれは、第1、第2、及び第3の波長スペクトル光をそれぞれ透過し、他の波長スペクトル光を反射するように選択された色選択性ダイクロイックフィルタであり得る。一態様では、第1及び第2の反射型偏光子190、190'は、ポリマー多層光学フィルムを含むことができる。一実施形態では、第1の反射型偏光子190は、他の個所で記載されるように、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ810に近接して配置される青色層を含み、第2の反射型偏光子190'は、第2の色選択性ダイクロイックフィルタ820及び第3の色選択性ダイクロイックフィルタ830に近接して配置される青色層を含む。

10

【0107】

位相差板220は、第1、第2、及び第3の色選択性フィルタ810、820、830のそれぞれに面して配置される。位相差板220、色選択性フィルタ(810、820、830)、並びに第1及び第2の反射型偏光子190、190'は協働して、他の個所で記載されるように、一偏光状態の光を第1のPBS 100の第4のプリズム面160、及び第2のPBS 100'の第4のプリズム面160'を通して透過させ、他の偏光状態の光を再利用する。以下の一実施形態では、色合成器801内の各位相差板220は、第1の偏光状態195に対して45°に配向される1/4波長位相差板である。

【0108】

色合成器801は、第1の反射型偏光子190と190'との間に、第1の反射型偏光子190に近接して、第1のプリズム110の対角面に配置される1/2波長位相差板870を更に含む。1/2波長位相差板870は第1及び第2の偏光子190、190'と協働して、この位相差板を通過する光の偏光状態を変換し、またこの位相差板は、第1の偏光状態195に対して45°に配向される。一実施形態(図示せず)では、1/2波長位相差板は、むしろ第1のPBS 100の第1のプリズム面130と第2のPBS 100'の第3のプリズム面150'との間に配置される。光源840、850、860のそれぞれからの出力光は、図8b及び図8dに示される構成を参照して説明されるものと同じである。

20

【0109】

別の態様によると、図4a~4bを参照して他の個所で記載されるように、任意の光トンネル430又はレンズのアセンブリ(図示せず)は第1、第2、及び第3の光源840、850、860のそれぞれに設けられてよく、この開示は図8bにも等しく適用される。

30

【0110】

ここで図8bを参照して第3の色光861の経路について説明すると、非偏光の第3の色光861は、第1のPBS 100の第4のプリズム面160をp-偏光の第3の色光869として、及び第2のPBS 100'の第4のプリズム面160'をp-偏光の第3の色光865として出る。

【0111】

第3の光源860からの非偏光の第3の色光861は、第3の色選択性ダイクロイックフィルタ830、1/4波長位相差板220を通過し、第1のプリズム面130'を通過して第2のPBS 100'に入り、第2の反射型偏光子190'を横切り、p-偏光の第3の色光862とs-偏光の第3の色光863とに分かれる。P-偏光の第3の色光862は、第2の反射型偏光子190'を通過し、第3のプリズム面150'を通過して第2のPBS 100'を出て、第1のプリズム面130を通過して第1のPBS 100に入り、1/2波長位相差板870を通過してs-偏光の第3の色光(図示せず)に変化し、第1の反射型偏光子190から反射し、1/2波長位相差板870を再び通過してp-偏光の第3の色光866になり、第2のプリズム面140を通過して第1のPBS 100を出る。P-偏光の第3の色光866は、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光867に変化し、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ810から反射して円偏光の状態

40

50

を変化させ、1/4波長位相差板220を通過する際にs-偏光の第3の色光868に変化する。S-偏光の第3の色光868は、第2のプリズム面140を通過して第1のPBS100に入り、1/2波長位相差板870を通過してp-偏光の第3の色光869に変化し、第1の反射型偏光子190を通過し、第4のプリズム面160を通過してp-偏光の第3の色光869として第1のPBS100を出る。

【0112】

S-偏光の第3の色光863は、第2の反射型偏光子190'から反射し、第2のプリズム面140'を通過して第2のPBS100'を出て、1/4波長位相差板220を通過する際に円偏光864に変化し、第2の色選択性ダイクロイックフィルタ820から反射して円偏光の状態を変化させ、1/4波長位相差板220を通過する際にp-偏光の第3の色光865に変化する。P-偏光の第3の色光865は、第2のプリズム面140'を通過して第2のPBS100'に入り、第2の反射型偏光子190'を通過し、第4のプリズム面160'を通過してp-偏光の第3の色光865として第2のPBS100'を出る。

10

【0113】

一実施形態では、第1の光源840は緑色光を発生し、第2の光源850は青色光を発生し、第3の色光861は赤色光である。この実施形態によると、第1の色選択性ダイクロイックフィルタ810は、赤色光及び青色光を反射し緑色光を透過するダイクロイックフィルタであり、第2の色選択性ダイクロイックフィルタ820は、緑色光及び赤色光を反射し青色光を透過するダイクロイックフィルタであり、第3の色選択性ダイクロイックフィルタ830は、青色光及び緑色光を反射し赤色光を透過するダイクロイックフィルタである。この実施形態によると、p-偏光状態の第2の光源850からの青色光は、第2の反射型偏光子190'を通過して2回透過され、第1の反射型偏光子190を通過して1回透過され、s-偏光状態の第2の光源850からの青色光は、第2の反射型偏光子190'によって1回反射され、第1の反射型偏光子190によって1回反射される。1回の反射は、好ましくは青色層からの前面反射であり、他の個所で記載されるように、これは反射型偏光子190、190'の配向に起因する。

20

【0114】

一実施形態では、図8dに示されるように、第4の色光も色合成器801に入射させることができる。この実施形態では、第1のPBS100の第3のプリズム面150に近接して、図8bに示される第1、第2、及び第3の光源840、850、860並びに任意の光トンネル430と同様の方法で配置される任意の光トンネル430並びに第4の光源890を配置してよい。この実施形態では、第1、第2、又は第3の光源840、850、860からのいずれの光線も第3のプリズム面150を通過しないので、追加の1/4波長位相差板220及び追加の色選択性ダイクロイックフィルタは不要である。この実施形態では、s-偏光の第4の色光が、第1のPBS100の第4のプリズム面160及び第2のPBS100'の第4のプリズム面160'を通過する。S-偏光の第4の色光は、他の個所で記載されるように、色選択性積層リターデーションフィルタによってp-偏光の第4の色光に回転されてよい。

30

【0115】

第4の色光源890からの第4の色光891は、任意の光トンネル430を通過し、第3のプリズム面150を通過して第1のPBS100に入り、第1の反射型偏光子190を横切る。S-偏光の第4の色光893は、第1の反射型偏光子190から反射し、第4のプリズム面160を通過して第1のPBS100を出る。P-偏光の第4の色光は、第1の反射型偏光子190を通過し、1/2波長位相差板870を通過する際にs-偏光の第4の色光892に変化する。S-偏光の第4の色光892は、第1のプリズム面130を通過して第1のPBS100を出て、第3のプリズム面150'を通過して第2のPBS100'に入り、第2の反射型偏光子190'から反射し、第4のプリズム面160'を通過してs-偏光の第4の色光892として第2のPBS100'を出る。

40

【0116】

50

一態様では、図 9 a ~ 9 c は、第 1 の P B S 1 0 0 及び第 2 の P B S 1 0 0 ' を含む色合成器 9 0 0 として構成された光学素子の平面概略図である。色合成器 9 0 0 は、他の個所で記載されるように様々な光源と共に使用することができる。第 1 及び第 2 の光源 9 4 0、9 5 0 から発せられる各偏光の光線の経路は図 9 a ~ 9 b に示されており、色合成器 9 0 0 の種々の構成要素の機能をより明瞭に示す。任意の第 3 の光源 9 6 0 の経路は、図 9 c に示される。第 1 の P B S 1 0 0 及び第 2 の P B S 1 0 0 ' は、他の個所で記載されるように第 1 及び第 2 のプリズム 1 1 0、1 2 0 及び 1 1 0'、1 2 0' の対角面間に配置され、第 1 の偏光状態 1 9 5 に対して位置合わせされた第 1 及び第 2 の反射型偏光子 1 9 0、1 9 0' を含む。一実施形態では、第 2 の P B S 1 0 0' の第 1 のプリズム 1 1 0' 及び第 1 の P B S 1 0 0 の第 1 のプリズム 1 1 0 は、例えば、3 面が第 2 の反射型偏光子 1 9 0'、第 1 の反射型偏光子 1 9 0、並びに第 1 のプリズム面 1 3 0' 及び第 2 のプリズム面 1 4 0 で囲まれたプリズムなどの、一体型の光学構成要素（図示せず）であってよい。

10

20

30

40

50

【0117】

第 1 及び第 2 の波長選択性フィルタ 9 1 0、9 2 0 は、第 1 の P B S 1 0 0 の第 3 のプリズム面 1 5 0 及び第 2 の P B S 1 0 0' の第 4 のプリズム面 1 6 0' にそれぞれ面して配置される。第 1 及び第 2 の波長選択性フィルタ 9 1 0、9 2 0 のそれぞれは、第 1 及び第 2 の波長スペクトル光をそれぞれ透過し、他の波長スペクトル光を反射するように選択された、色選択性ダイクロイックフィルタであり得る。一態様では、第 1 及び第 2 の反射型偏光子 1 9 0、1 9 0' は、ポリマー多層光学フィルムを含むことができる。一実施形態では、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 は、他の個所で記載されるように、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 1 0 に近接して配置される青色層を含み、第 2 の反射型偏光子 1 9 0' は、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 2 0 に近接して配置される青色層を含む。

【0118】

位相差板 2 2 0 は、第 1 及び第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 1 0、9 2 0 のそれぞれに面して配置される。位相差板 2 2 0、色選択性ダイクロイックフィルタ（9 1 0、9 2 0）、並びに第 1 及び第 2 の反射型偏光子 1 9 0、1 9 0' は協働して、他の個所で記載されるように、一偏光状態の光を第 1 の P B S 1 0 0 の第 4 のプリズム面 1 6 0、及び第 2 の P B S 1 0 0' の第 3 のプリズム面 1 5 0' を通って透過させ、他の偏光状態の光を再利用する。以下の一実施形態では、色合成器 9 0 0 内の各位相差板 2 2 0 は、第 1 の偏光状態 1 9 5 に対して 4 5 ° に配向される 1 / 4 波長位相差板である。

【0119】

別の態様によると、図 4 a ~ 4 b を参照して他の個所で記載されるように、任意の光トンネル 4 3 0 又はレンズのアセンブリ（図示せず）は第 1 及び第 2 の光源 9 4 0、9 5 0 のそれぞれに設けられてよく、この開示は図 9 a ~ 9 c にも等しく適用される。

【0120】

ここで図 9 b を参照して第 1 の色光 9 4 1 の経路について説明すると、非偏光の第 1 の色光 9 4 1 は、第 1 の P B S 1 0 0 の第 4 のプリズム面 1 6 0 を s - 偏光の第 1 の色光 9 4 3 として、及び第 2 の P B S 1 0 0' の第 3 のプリズム面 1 5 0' を s - 偏光の第 1 の色光 9 4 5 として出る。

【0121】

第 1 の光源 9 4 0 からの非偏光の第 1 の色光 9 4 1 は、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 1 0、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過し、第 3 のプリズム面 1 5 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 に入り、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 を横切り、p - 偏光の第 1 の色光 9 4 2 と s - 偏光の第 1 の色光 9 4 3 とに分かれる。S - 偏光の第 1 の色光 9 4 3 は、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 から反射し、第 4 のプリズム面 1 6 0 を通って s - 偏光の第 1 の色光 9 4 3 として第 1 の P B S 1 0 0 を出る。

【0122】

P - 偏光の第 1 の色光 9 4 2 は、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 を通過し、第 1 のプリズム

面 1 3 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 を出て、第 2 のプリズム面 1 4 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' を通過し、第 4 のプリズム面 1 6 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' を出る。P - 偏光の第 1 の色光 9 4 2 は、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に円偏光 9 4 4 に変化し、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 2 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に s - 偏光の第 1 の色光 9 4 5 に変化する。S - 偏光の第 1 の色光 9 4 5 は、第 4 のプリズム面 1 6 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' から反射し、第 3 のプリズム面 1 5 0 ' を通って s - 偏光の第 1 の色光 9 4 5 として第 2 の P B S 1 0 0 ' を出る。

【 0 1 2 3 】

ここで図 9 a を参照して第 2 の色光 9 5 1 の経路について説明すると、非偏光の第 2 の色光 9 5 1 は、第 1 の P B S 1 0 0 の第 4 のプリズム面 1 6 0 を s - 偏光の第 2 の色光 9 5 5 として、及び第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 3 のプリズム面 1 5 0 ' を s - 偏光の第 2 の色光 9 5 3 として出る。

【 0 1 2 4 】

第 2 の光源 9 5 0 からの非偏光の第 2 の色光 9 5 1 は、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 2 0、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過し、第 4 のプリズム面 1 6 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' を横切り、p - 偏光の第 2 の色光 9 5 2 と s - 偏光の第 2 の色光 9 5 3 とに分かれる。S - 偏光の第 2 の色光 9 5 3 は、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' から反射し、第 3 のプリズム面 1 5 0 ' を通って s - 偏光の第 2 の色光 9 5 3 として第 2 の P B S 1 0 0 ' を出る。

【 0 1 2 5 】

P - 偏光の第 2 の色光 9 5 2 は、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' を通過し、第 2 のプリズム面 1 4 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' を出て、第 1 のプリズム面 1 3 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 に入り、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 を通過し、第 3 のプリズム面 1 5 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 を出る。P - 偏光の第 2 の色光 9 5 2 は、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に円偏光 9 5 4 に変化し、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 1 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に s - 偏光の第 2 の色光 9 5 5 に変化する。S - 偏光の第 2 の色光 9 5 5 は、第 3 のプリズム面 1 5 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 に入り、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 から反射し、第 4 のプリズム面 1 6 0 を通って s - 偏光の第 2 の色光 9 5 5 として第 1 の P B S 1 0 0 を出る。

【 0 1 2 6 】

一実施形態では、第 1 の色光 9 4 1 は緑色光であり、第 2 の色光 9 5 1 はマゼンタ色光である。この実施形態によると、第 1 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 1 0 は、赤色及び青色（すなわち、マゼンタ色）光を反射し緑色光を透過するダイクロイックフィルタであり、第 2 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 2 0 は、緑色光を反射しマゼンタ色光を透過するダイクロイックフィルタである。この実施形態によると、第 1 の偏光状態の第 2 の色光 9 5 1 の青色成分は、反射型偏光子 1 9 0、1 9 0 ' のそれぞれにより 1 回透過され、第 2 の偏光状態の第 2 の色光 9 5 1 の青色成分は、反射型偏光子 1 9 0、1 9 0 ' のそれぞれにより 1 回反射される。1 回の反射は、好ましくは青色層からの前面反射であり、他の個所で記載されるように、これは反射型偏光子 1 9 0、1 9 0 ' の配向に起因する。

【 0 1 2 7 】

一実施形態では、図 9 c に示されるように、第 3 の色光も色合成器 9 0 0 に入射させることができる。この実施形態では、第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 1 のプリズム面 1 3 0 ' に近接して、図 9 a ~ 9 b に示される第 1 及び第 2 の光源 9 4 0、9 5 0、任意の光トンネル 4 3 0、色選択性ダイクロイックフィルタ 9 1 0、9 2 0、並びに 1 / 4 波長位相差板 2 2 0 と同様の方法で 1 / 4 波長位相差板 2 2 0、第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタ、任意の光トンネル、及び第 3 の光源を配置してよい。広帯域鏡 9 7 0 などの偏光回

10

20

30

40

50

転反射体及び 1 / 4 波長位相差板 2 2 0 は、第 1 の P B S 1 0 0 の第 2 のプリズム面 1 4 0 に面して配置される。この実施形態では、第 1 又は第 2 の光源 9 4 0、9 5 0 からのいずれの光線も第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 1 のプリズム面 1 3 0 ' 又は第 1 の P B S 1 0 0 の第 2 のプリズム面 1 4 0 を通過しない。

【 0 1 2 8 】

この実施形態では、p - 偏光の第 3 の色光が、第 1 の P B S 1 0 0 の第 4 のプリズム面 1 6 0 及び第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 4 のプリズム面 1 6 0 ' を通過する。P - 偏光の第 3 の色光は、他の個所で記載されるように、色選択性積層リターデーションフィルタによって s - 偏光の第 3 の色光に回転されてよい。

【 0 1 2 9 】

第 3 の光源 9 6 0 からの非偏光の第 3 の色光 9 6 1 は、任意の光トンネル、第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 3 0、1 / 4 位相差板を通過し、第 1 のプリズム面 1 3 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' に入り、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' を横切り、p - 偏光の第 3 の色光 9 6 2 と s - 偏光の第 3 の色光 9 6 3 とに分かれる。P - 偏光の第 3 の色光 9 6 2 は、第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 3 のプリズム面 1 5 0 ' を出る。

【 0 1 3 0 】

S - 偏光の第 3 の色光 9 6 3 は、第 2 の反射型偏光子 1 9 0 ' から反射し、第 2 のプリズム面 1 4 0 ' を通って第 2 の P B S 1 0 0 ' を離れ、第 1 のプリズム面 1 3 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 に入り、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 から反射し、第 2 のプリズム面 1 4 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 を出る。S - 偏光の第 3 の色光 9 6 3 は、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に円偏光 9 6 4 に変化し、広帯域鏡 9 7 0 から反射して円偏光の状態を変化させ、1 / 4 波長位相差板 2 2 0 を通過する際に p - 偏光の第 3 の色光 9 6 5 に変化し、第 2 のプリズム面 1 4 0 を通って第 1 の P B S 1 0 0 に入り、第 1 の反射型偏光子 1 9 0 を通過し、第 4 のプリズム面 1 6 0 を通って p - 偏光の第 3 の色光 9 6 5 として第 1 の P B S 1 0 0 を出る。

【 0 1 3 1 】

別の実施形態では、第 4 の色光（図示せず）も色合成器 9 0 0 に入射させることができる。この実施形態では、広帯域鏡 9 7 0 は、代わりに、図 9 a ~ 9 c に示される光源 9 4 0、9 5 0、9 6 0、任意の光トンネル 4 3 0、1 / 4 波長位相差板 2 2 0、及び色選択性ダイクロイックフィルタ 9 1 0、9 2 0、9 3 0 と同様の方法で配置される、第 4 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 7 0、任意の光トンネル 4 3 0、及び第 4 の光源（図示せず）である。第 3 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 3 0 は、第 4 の色光（図示せず）を反射し、第 3 の色光 9 6 1 を透過する。第 4 の色選択性ダイクロイックフィルタ 9 7 0 は、第 3 の色光 9 6 1 を反射し、第 4 の色光（図示せず）を透過する。この実施形態では、第 4 の色光も、第 2 の P B S 1 0 0 ' の第 3 のプリズム面 1 5 0 ' 及び第 1 の P B S 1 0 0 の第 4 のプリズム面 1 6 0 を p - 偏光状態で通過する。

【 0 1 3 2 】

光合成システムにおける光源は、同時係属中の米国特許出願第 6 0 / 6 3 8 8 3 4 号に記載のように、連続して励起することができる。一態様によると、時系列は、色光合成光学システムから合成出力光を受光する投影システム内の透過型又は反射型撮像装置と同期される。一態様によると、時系列は、投影画像のちらつきの出現を回避し、また投影されたビデオ画像における色割れのようなモーションアーチファクトの出現を回避するのに十分に速い速度で繰り返される。

【 0 1 3 3 】

図 1 0 は、3 色光合成システム 1 0 0 2 を含むプロジェクタ 1 0 0 0 を図示する。3 色光合成システム 1 0 0 2 は、出力領域 1 0 0 4 において合成光出力をもたらす。一実施形態では、出力領域 1 0 0 4 における合成光出力は偏光される。出力領域 1 0 0 4 における合成光出力は、光エンジン光学系 1 0 0 6 を通ってプロジェクタ光学系 1 0 0 8 へと通過する。

【 0 1 3 4 】

10

20

30

40

50

光エンジン光学系 1006 は、レンズ 1022、1024 及び反射体 1026 を含む。プロジェクタ光学系 1008 は、レンズ 1028、PBS 1030、及び投影レンズ 1032 を含む。1 つ以上の投影レンズ 1032 は、投影される画像 1012 の焦点を調整するために、PBS 1030 に対して可動であってよい。反射撮像装置 1010 は、プロジェクタ光学系内の光の偏光状態を調節し、その結果、PBS 1030 を通過し投影レンズに入る光の強度が調節されて、投影画像 1012 を生成する。制御回路 1014 は、反射撮像装置 1010 の動作を光源 1016、1018 及び 1020 の順序と同期するように、反射撮像装置 1010 並びに光源 1016、1018 及び 1020 に連結されている。一態様では、出力領域 1004 における合成光の第 1 の部分は、プロジェクタ光学系 1008 を通して方向付けられ、合成光出力の第 2 部分は、出力領域 1004 を通して色合成器 1002 の中に戻って再利用されることができる。合成光の第 2 の部分は、例えば、鏡、反射型偏光子、反射 LCD 及などからの反射によってリサイクルされて色合成器に戻ることができる。図 10 に図示した構成は代表的なものであり、本開示の光合成システムは、他の投影システムにも使用することができる。一代替態様によると、透過型撮像装置を使用することができる。

10

20

30

40

【0135】

一態様によると、上記のような色光合成光学システムは 3 色（白）出力を生成する。反射型偏光子フィルムを有する偏光ビームスプリッタの偏光特性（s - 偏光の反射及び p - 偏光の透過）は、広範囲の光源光の入射角に関して低い感度を有するので、本光学システムは高性能である。追加的なコリメーション構成要素を使用して、色合成器における光源からの光のコリメーションを改善することができる。ある程度のコリメーションがないと、入射角（AOI）、TIR の損失、又は TIR のフラストレーションのためのエバネッセント結合増加、並びに / あるいは PBS における偏波識別及び PBS における機能の劣化に応じたダイクロイック反射性の変動に関連する有意な光の損失が生じる。本開示において、偏光ビームスプリッタは、内部全反射に含まれ所望の表面を通過のみ放射される光を保持するためのライトパイプとして機能する。

【0136】

好ましい実施形態を参照しながら本発明を説明してきたが、本発明の趣旨及び範囲から逸脱しない形態及び詳細の変更を行えることが、当業者であれば理解できるであろう。

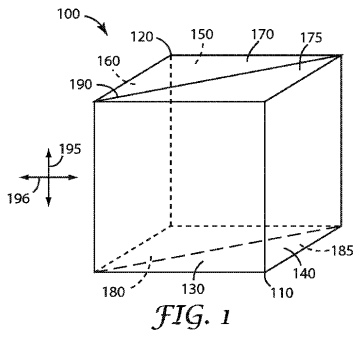
【0137】

指示がない限り、本明細書及び請求項で使用される特性となる大きさ、量、及び物理特性を示す全ての数字は、「約」という用語によって修飾されることを理解されたい。それ故に、別の指示がない限り、本明細書及び添付の請求項に説明される数字のパラメータは近似値であり、本明細書に開示された教示を使用して当業者が獲得しようとする所望の特性に応じて変化し得る。

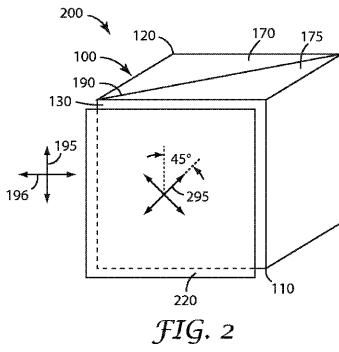
【0138】

本願で引用した全ての参照文献及び刊行物は、本開示と直接的に相反する範囲を除いて、その全てが引用によって本開示に明白に組み込まれる。本明細書において特定の実施形態が例示及び説明されてきたが、多様な代替及び / 又は同等の実施が、本開示の範囲から逸脱することなく、図示され説明された特定の実施形態と置き換えられ得ることは、当業者には理解されるであろう。本出願は、本明細書で説明された特定の実施形態のいかなる翻案又は変形をも包含すべく意図されている。したがって、本開示が「特許請求の範囲」及びその同等物によってのみ限定されることが意図される。

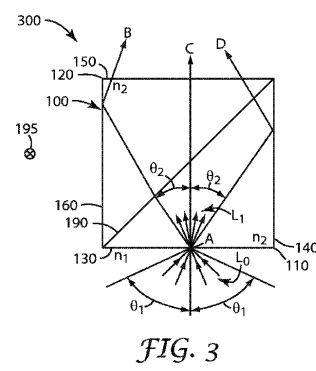
【 図 1 】



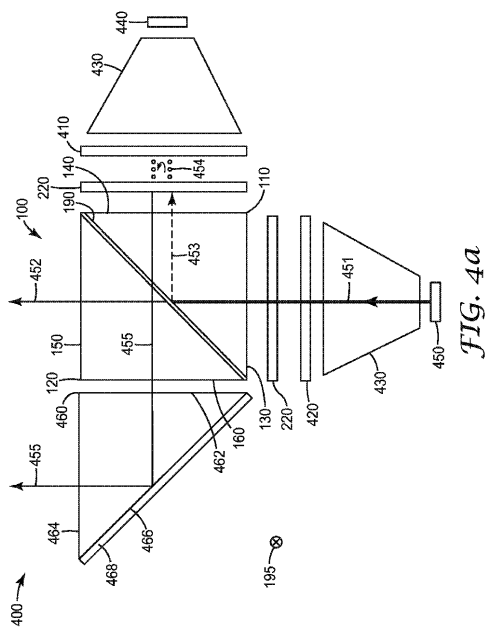
【 図 2 】



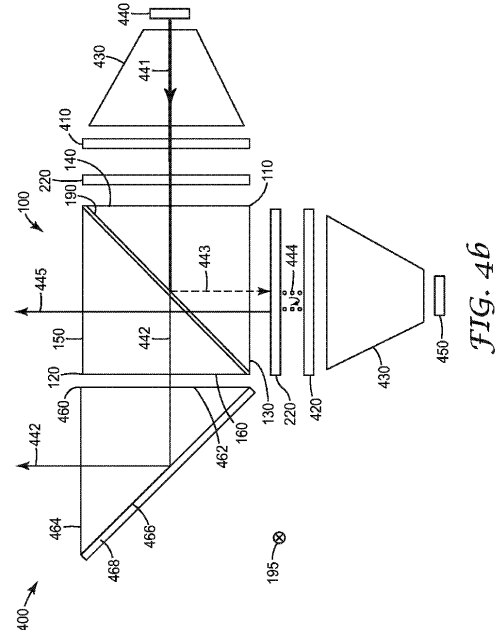
【 図 3 】



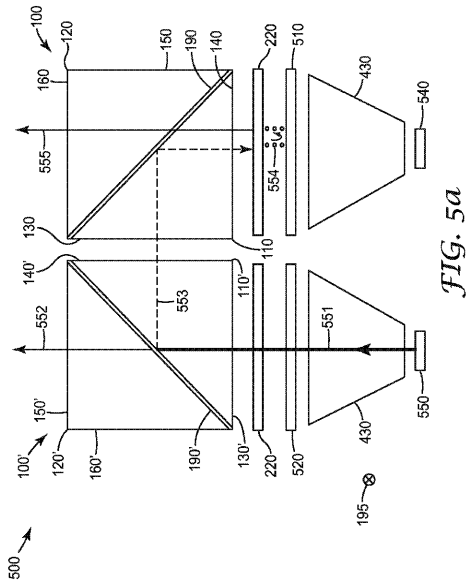
【 図 4 a 】



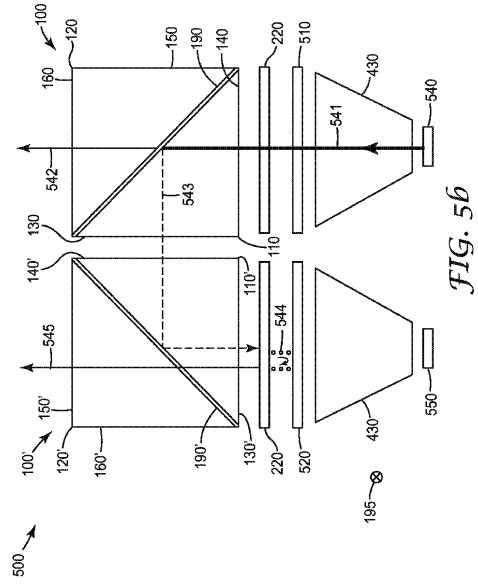
【 図 4 b 】



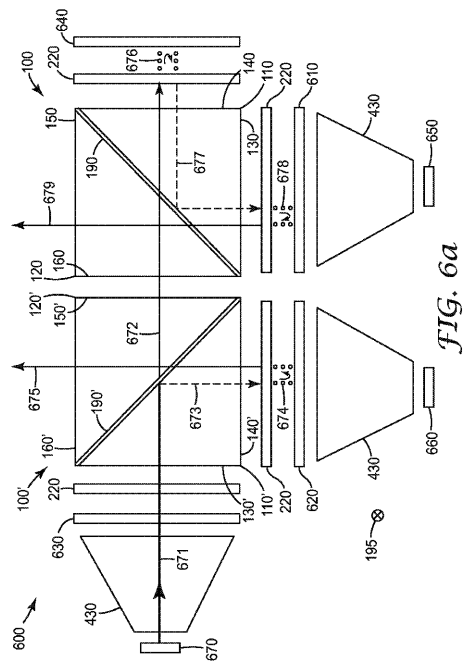
【図 5 a】



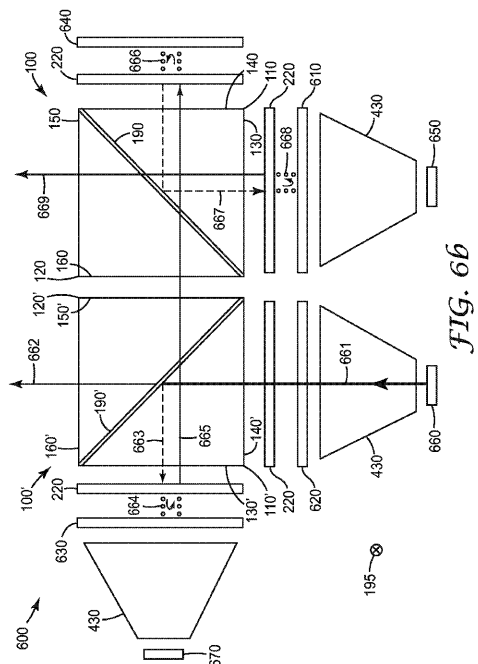
【図 5 b】



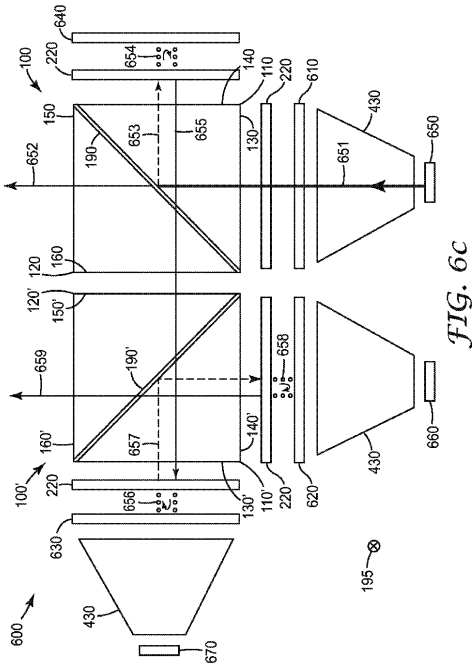
【図 6 a】



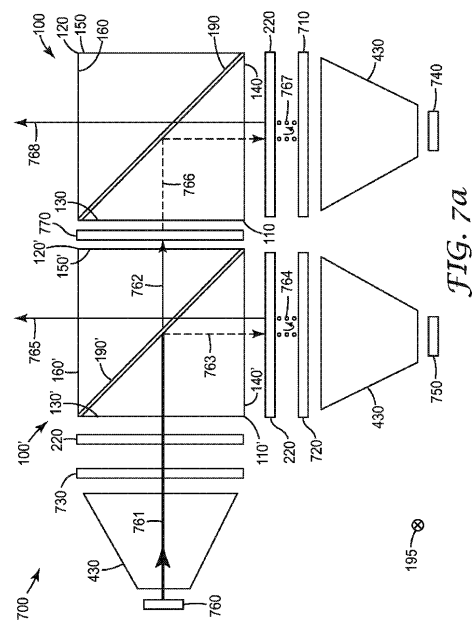
【図 6 b】



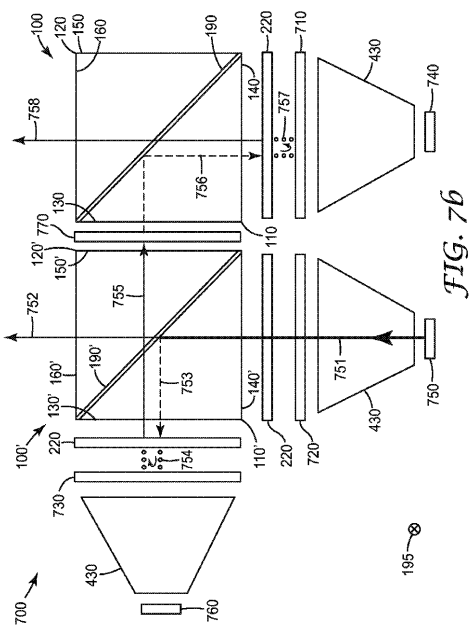
【 図 6 c 】



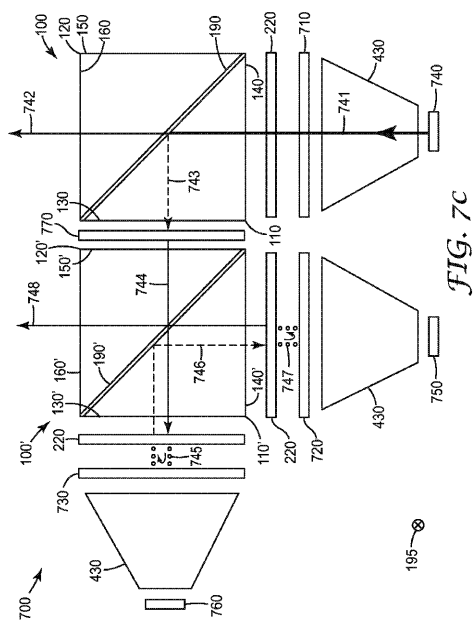
【 図 7 a 】



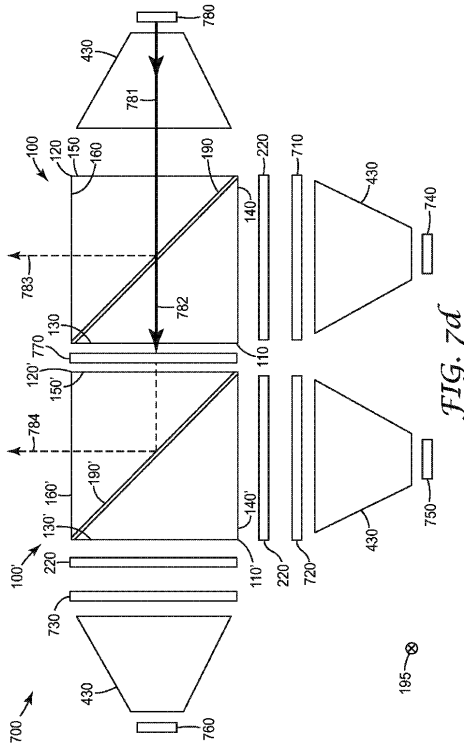
【 図 7 b 】



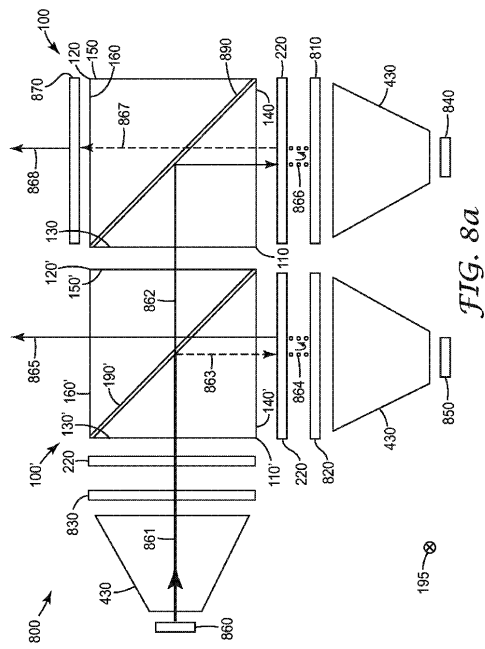
【 図 7 c 】



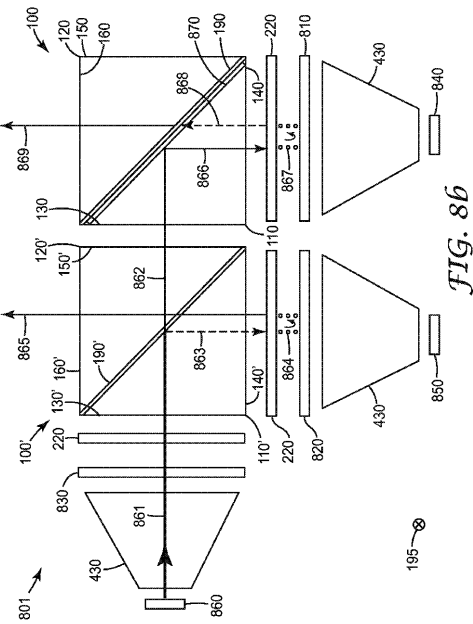
【図 7 d】



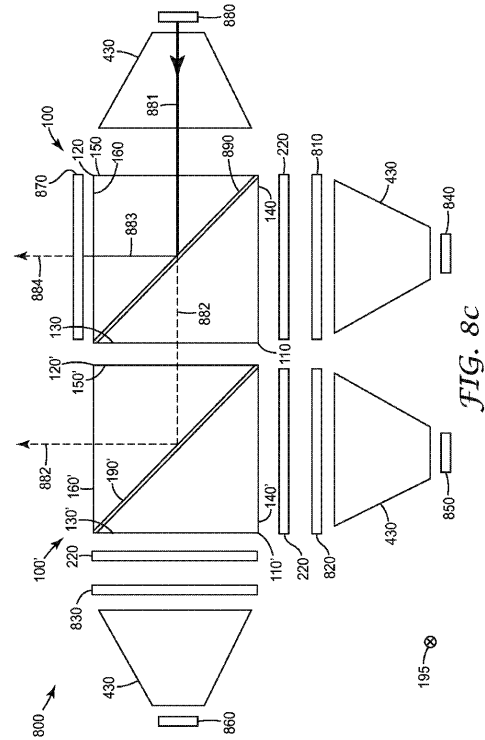
【図 8 a】



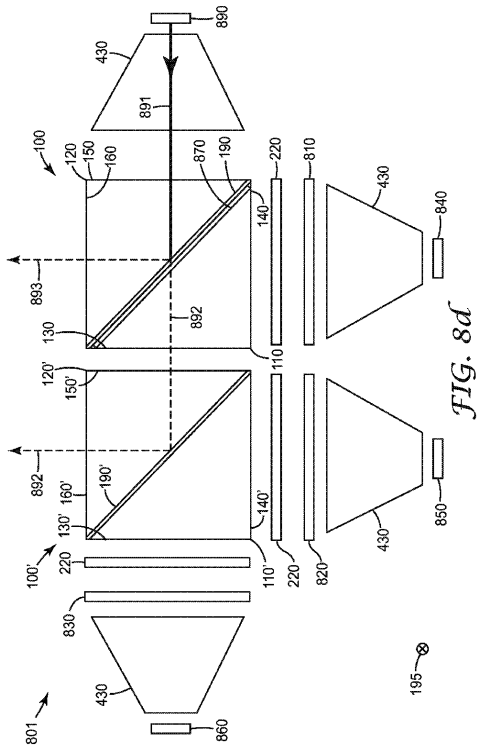
【図 8 b】



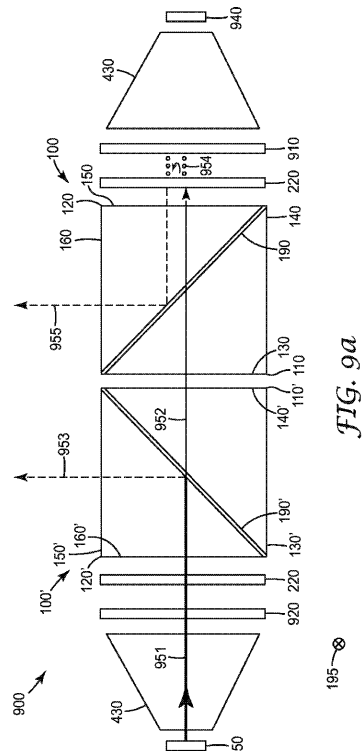
【図 8 c】



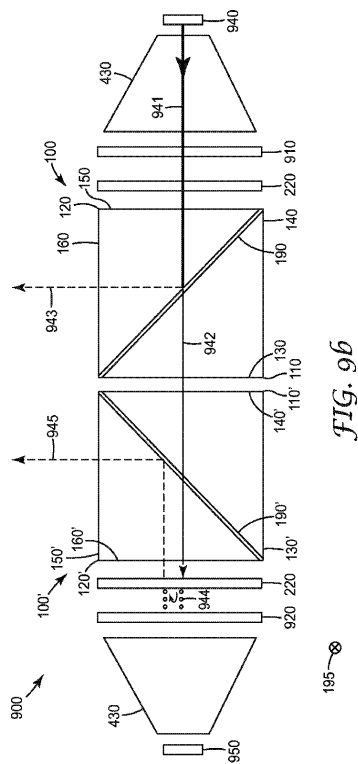
【図 8 d】



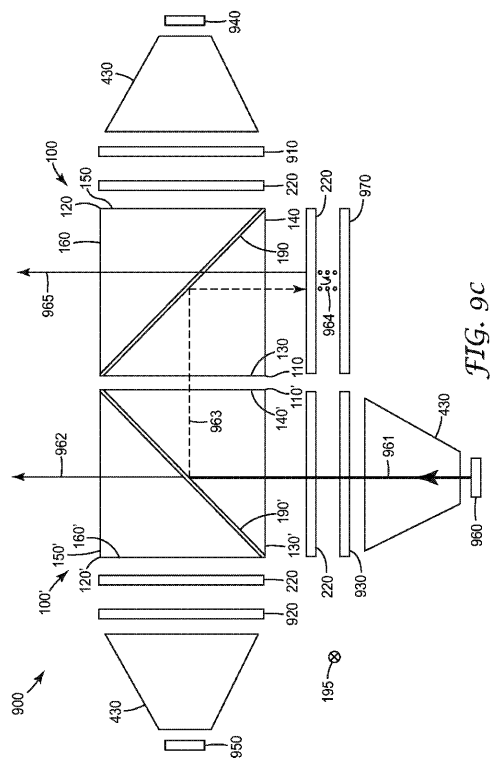
【図 9 a】



【図 9 b】



【図 9 c】



【図 10】

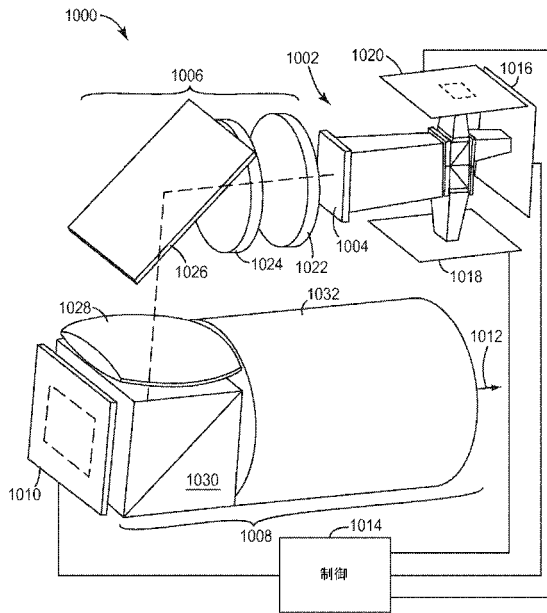




FIG. 10

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2009/062939
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G02B 27/28(2006.01)i, G02B 27/10(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B 27/28; F21V 29/00; F21V 9/14; G02F 1/1335; G03B 21/14		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: color combiner, dichroic filter, PBS, polarization, retarder, and similar terms		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 2003-0081179 A1 (CLARK PENTICO et al.) 01 May 2003 See abstract, claims 1-43, and figures 1-4	1-20 1-52
Y A	US 6636276 B1 (ROSENLUTH ALAN EDWARD) 21 October 2003 See abstract, claims 1-40, and figures 1-12	1-20 1-52
A	US 2006-0262514 A1 (ARLIE CONNER et al.) 23 November 2006 See abstract, claims 1-60, and figures 1-7	1-52
A	US 2006-0007538 A1 (MICHAEL G ROBINSON) 12 January 2006 See abstract, claims 1-29, and figures 1-20	1-52
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 JUNE 2010 (21.06.2010)		Date of mailing of the international search report 21 JUNE 2010 (21.06.2010)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer Jung Sung Yong  Telephone No. 82-42-481-5714

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2009/062939

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003-0081179 A1	01.05.2003	AU 2002-361644 A1 AU 2003-239420 A1 AU 2003-239422 A1 CN 100345451 C0 CN 1625903 A CN 1653824 C0 CN 1653825 C0 EP 1502445 A1 EP 1502445 B1 EP 1502446 A1 EP 1502446 B1 EP 1502447 A1 EP 1502447 B1 JP 2005-524881 A JP 2005-524882 A JP 2005-524883 A KR 10-2005-0004840 A KR 10-2005-0010785 A TW 228001 A TW 588048 A TW 589903 A US 2003-0025880 A1 US 2003-0193652 A1 US 2003-0202157 A1 US 2004-0169824 A1 US 2005-0105059 A1 US 2005-0128364 A1 US 2005-0146686 A1 US 2006-0038961 A1 US 6851812 B2 US 6857747 B2 US 6893130 B2 US 6899432 B2 US 6945654 B2 US 6971747 B2 US 7104650 B2 US 7108374 B2 US 7347561 B2 WO 03-096703 A1 WO 03-096704 A1 WO 03-096705 A1	11.11.2003 11.11.2003 11.11.2003 24.10.2007 08.06.2005 10.08.2005 10.08.2005 02.02.2005 22.11.2006 02.02.2005 03.10.2007 02.02.2005 08.08.2007 18.08.2005 18.08.2005 18.08.2005 12.01.2005 28.01.2005 11.02.2005 01.05.2004 01.06.2004 06.02.2003 16.10.2003 30.10.2003 02.09.2004 19.05.2005 16.06.2005 07.07.2005 23.02.2006 08.02.2005 22.02.2005 17.05.2005 31.05.2005 20.09.2005 06.12.2005 12.09.2006 19.09.2006 25.03.2008 20.11.2003 20.11.2003 20.11.2003
US 6636276 B1	21.10.2003	None	
US 2006-0262514 A1	23.11.2006	TW 200704148 A US 2009-040465 A1 US 7445340 B2 WO 2006-124993 A1	16.01.2007 12.02.2009 04.11.2008 23.11.2006

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/US2009/062939

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006-0007538 A1	12.01.2006	None	

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G 0 2 B 5/20 (2006.01) G 0 2 B 5/20 2 K 1 0 3

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ウーダーカーク, アンドリュー ジェイ.
 シンガポール, シンガポール 7 6 8 9 2 3, イシュン アヴェニュー 7 1

(72)発明者 ブルゾン, チャールズ エル.
 アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7,
 スリーエム センター

(72)発明者 ワトソン, フィリップ イー.
 シンガポール, シンガポール 7 6 8 9 2 3, イシュン アヴェニュー 7 1

(72)発明者 ウィレット, スティーヴン ジェイ.
 アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7,
 スリーエム センター

(72)発明者 ラッツ, デール アール.
 アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7,
 スリーエム センター

F ターム(参考) 2H048 AA01 AA11 AA18 AA24 AA25
 2H088 EA13 EA14 EA15 HA13 HA17 HA20 HA28
 2H149 AA17 AB03 BA04 BA22 BA27 DA04 DA05 FB04 FC08
 2H191 FA11X FA11Z FA25X FA25Z FA29X FA29Z FA30X FA30Z FA31X FA31Z
 FA85X FA85Z FB02 MA12 MA13 NA41 PA44
 2H199 AB12 AB13 AB29 AB37 AB42 AB43 AB45 AB47 AB48 AB52
 2K103 AA01 AA05 AA14 AB02 AB04 BC01 BC03 BC07 BC11 BC15
 BC16 CA13