

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成21年2月19日(2009.2.19)

【公表番号】特表2005-512118(P2005-512118A)

【公表日】平成17年4月28日(2005.4.28)

【年通号数】公開・登録公報2005-017

【出願番号】特願2003-549956(P2003-549956)

【国際特許分類】

G 0 2 B 5/30 (2006.01)

G 0 2 F 1/13 (2006.01)

G 0 3 B 21/14 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 5/30

G 0 2 F 1/13 5 0 5

G 0 3 B 21/14 A

【誤訳訂正書】

【提出日】平成20年11月20日(2008.11.20)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】補償カラーマネージメントシステムおよび方法

【発明の詳細な説明】

【0001】

本願は、2001年11月30日に出願された米国特許出願番号10/000,227号の一部継続出願であって、2002年6月18日に出願された米国仮出願番号60/389,565号の一部継続出願である。これら2の出願の開示を出典明示して本明細書の一部とみなす。

【0002】

[発明の分野]

本発明は、一般的にプロジェクションディスプレイおよび同様のシステムにおけるカラーマネージメントに関し、より詳細には、ビデオプロジェクションシステムのカラーマネージメントにおけるスキュー光線補正に関する。本発明は、プロジェクションディスプレイおよび同様のシステムにカラー選択的偏光フィルタおよび偏光ビーム分割エレメントを利用するプロジェクションシステム用のカラーマネージメント・アーキテクチャーにも関する。さらに、本発明は、一般的に、プロジェクションディスプレイおよび同様のシステムにおいてカラー選択的偏光フィルタおよび偏光ビーム分割エレメントを利用しているプロジェクションシステム用のカラーマネージメント・アーキテクチャーと組み合わせたプロジェクションディスプレイおよび同様のシステムにおけるカラーマネージメントに関する。

【0003】

コンパクトかつ安価でありつつ高質のイメージを作成することがプロジェクションシステムに一般的には望ましい。ポリシリコン液晶パネルを用いた従来の透過型システムにおいては、高いコントラストは交差させたシート偏光子の間に各パネルを設置することによって達成されている。カラーマネージメントビームスプリッター/コンバイナおよび他のオプティクスはこれらのユニットに対して外部に存在して、偏光が汚染されず、コントラスト

トが劣化しないことが保証されている。

【0004】

Liquid crystal on silicon ( LCOS ) ディスプレイのごとき反射パネルを用いるプロジェクションシステムにおいては、ビームの光路選択は通常偏光ビームスプリッタ ( PBS ) を用いて行われている。PBSは、典型的には使用されない第四のポートとともに、入力ポート、出力ポート、および反射パネルポートを含む4ポートデバイスである。例えば、薄膜キューブ型PBSの挙動は、直交偏光された光を実質的に透過しつつ、s - 偏光された光は反射する。

【0005】

高輝度を達成するための超高圧水銀 ( UHP ) ランプの効率的な使用には、一般的に、プロジェクションシステムが  $f 2.8$  以下で作動することが要求される。高輝度を達成するために  $f$  - 数を低下させることは、コントラスト比の減少を伴う場合がある。実際、PBSを中程度の  $f$  - 数システムにおいて用いても、入力光と変調光とを正確に分離することが困難になる。かかるシステムにおけるスキュー光線の制御は、従来は、コントラスト比の維持との関係において分析されている。パネルとPBSとの間の単純な  $1/4$  波長リターダは、PBSの構造回転に起因するコントラスト損失を管理するための周知の補償スキームである。

【0006】

コンパクトなLCOSベースのプロジェクションシステムは、PBSのビーム分離機能と偏光ベースのカラーマネージメントとを組み合わせることによって実現し得る。米国特許第5,751,384号に記載されているリターダスタック ( retarder stack ) は、偏光によって色をコーディングすることができ、それによってニュートラルPBSの役割をカラープリッタおよびコンパイナとして機能するよう拡大する。しかしながら、かかるカラーマネージメントシステムは、パネルポートと同様にスキュー光線によって影響を受けやすい。低  $f$  - 数システムにおいて高い色品質およびコントラストを維持するためには、偏光コーディングにはスキュー光線補正が組み込まれる。

【0007】

カラーマネージメント・アーキテクチャーは、低コストで、高コントラスト、高スループットおよび良好な彩度を達成することを試みている。しかしながら、コントラスト、スループット、及び彩度のうちの1つを増加すると、他の特性のうちの1つはトレードオフされてしまう。このトレードオフを回避または最小限に止めるには、アーキテクチャーのコストを増加させる、さらなるまたはより高価なコンポーネントが必要になる。したがって、低コストでこれらおよび他のトレードオフを回避するカラーマネージメント・アーキテクチャーに対する強い要望が当該技術分野に存在している。

【0008】

[ 発明の概要 ]

本発明の1の態様は、少なくとも3のリターダが実質的にリターデーションを導入することなく第1のスペクトルの光に光学的回転を生じる少なくとも3のリターダを含む光学フィルタを提供する。

【0009】

本発明の1の態様は、少なくとも3のリターダが第1のスペクトルの光に対して  $1/2$  波長板として作用し、少なくとも3のリターダが第2のスペクトルの光に対して  $1/4$  離れた光軸で  $1/2$  波長板として作用する少なくとも3のリターダを含む光学フィルタを提供する。

【0010】

本発明の1の態様は、方法の工程がリターデーションを導入することなく第1のスペクトルの光を光学的に回転させることを含む光学フィルタリング方法を提供する。

【0011】

本発明の1の態様は、方法の工程が第1のスペクトルの光を遅延させ、ついで第2のスペクトルの光を遅延させることを含む光学フィルタリング方法を提供する。第1のスペク

トルの遅延する光によって  $1/2$  波長の遅延が提供され、第2のスペクトルの遅延する光によって  $1/4$  外れた光軸を有する  $1/2$  波長板の遅延等価物が提供される。

【0012】

本発明の1の態様は、 $1/2$  波長板および互いに直交方向に配向した一对のビームスプリッタを含む光学配置を提供する。一对のビームスプリッタは  $1/2$  波長板をサンドイッチしている。

【0013】

本発明の1の態様は、第1の光線をスプリットして第2の光線を形成し、 $1/2$  波長の遅延で第2の光線を遅延させて第3の光線を形成させ、ついで第3の光線を分割する工程を含む光をフィルタリングする方法を提供する。

【0014】

本発明の1の態様は、平面偏光子、ビームスプリッタ、および該平面偏光子とビームスプリッタとの間の面外リターダを含む光学配置を提供する。

【0015】

本発明の1の態様は、入射光線を偏光させて偏光光線を形成し、面外リターダで偏光光線を遅延させて遅延光線を形成し、ついで遅延した光線をスプリットする工程を含む光をフィルタリングする方法を提供する。

【0016】

本発明の1の態様は、実質的に入力偏光角とは独立しており、スペクトルの一部分の偏波状態(SOP)に何ら影響を有さない一方、スペクトルの他の一部分は直交SOPに変換される補償カラー選択的偏光フィルタ(CCSPF)を提供する。

【0017】

軸の周りのスペクトルの一部分のSOPを反射しつつ、スペクトルの他の部分を前記軸に対して  $\pm 1/4$  だけはずして軸の周りに反射するCCSPFを提供する。

【0018】

本発明のもう1つの態様は、面外短軸コンペンセータを含むCCSPFを提供する。

【0019】

本発明のもう1つの態様は、第1のビームスプリッタ、第2のビームスプリッタおよびCCSPFを含むスキュー光線補償構造を提供する。CCSPFは、第1のビームスプリッタを透過したスキュー光線のSOPが第2のビームスプリッタのスキュー光線偏光特性を補償するように前処理されるように、第1および第2のビームスプリッタの間に存在する。

【0020】

本発明のもう1つの態様は、CCSPFを結合する一对のビームスプリッタを含む少なくとも1つの構造を含むプロジェクションシステムを提供する。

【0021】

本発明のもう1つの態様は、光の1のスペクトルを直交SOPに変換し、光の他のスペクトルのSOPは変化しない第1のCSPFに近接するプレ偏光子、光の他のスペクトルから光の1のスペクトルを分離する第1のCSPFに近接する光を選択的に反射する第1のディスプレイパネル、光の他のスペクトルの第1の部分のSOPを軸の回りに反射し、光のもう1つのスペクトルの第2の部分をもう1つの軸の回りに反射する第1のPBSおよび第3のPBSの間の第1のCCSPF、第1のCCSPFに対峙する第3のPBSの面に近接する光を選択的に反射する第2のパネル、第3のPBSのもう1つの面に近接する光を選択的に反射する第3のパネル、第3のパネルに対峙する面に近接する第2のCCSPF、ここに第2のCCSPFは光のもう1つのスペクトルの第1の部分のSOPを軸の回りに反射し、光のもう1つのスペクトルの第2の部分のSOPをもう1つの軸の回りに反射し、第2のPBSおよび第4のPBSの間の第1の半波長板、光の1のスペクトルのSOPを直交状態に変換し、かつ、第4の偏光ビームスプリッタに近接する光のもう1つのスペクトルには影響しない第2のCSPF、および第2のCSPFに近接する偏光子を含むプロジェクションシステムを提供する。

## 【0022】

本発明の態様は、第1のスペクトルの光を変調する第1の反射パネル、第2のスペクトルの光を変調する第2の反射パネル、第3のスペクトルの光を変調する第3の反射パネル、および少なくとも4の偏光ビーム分割エレメントを含むカラーマネージメント・アーキテクチャーを提供する。第1および第2のスペクトルの光は第3のスペクトルよりも少なくとも4の偏光ビーム分割エレメントをより多く透過する。スループットが存在せず、偏光ビーム分割エレメントを通る伝達または反射と関連する損失が排除された場合に、第3のスペクトルの光の光源強度またはスループット効率は第1または第2のスペクトルの光の光源強度またはスループット効率よりも低い。本発明のさらなる態様は、さらに、出力検光子が存在しないことを含む。

## 【0023】

本発明のもう1つの態様は、第1の反射パネルで光の第1のスペクトルを変調し；第2の反射パネルで光の第2のスペクトルを変調し；ついで、第3の反射パネルで光の第3のスペクトルを変調することを含むカラーマネージメントシステムを提供する方法を提供する。第1および第2のスペクトルの光は第3のスペクトルの光よりも少なくとも4の偏光ビーム分割エレメントをより透過される。スループットが存在せず、偏光ビーム分割エレメントを介する透過または反射と関連する損失が排除された場合、第3のスペクトルの光のスループット効率は、第1または第2のスペクトルの光のスループット効率よりも低い。

## 【0024】

本発明のもう1つの態様は、光の第1のスペクトルを変調する第1の反射パネルおよび第1の偏光ビーム分割エレメントに近接する、光の第2のスペクトルを変調する第2の反射パネル、第2の偏光ビーム分割エレメントに近接する、光の第3のスペクトルを変調する第3の反射パネル、着色偏光ビーム分割エレメントを含むカラーマネージメント・アーキテクチャーを提供する。第1および第2の偏光ビーム分割エレメントは第1の偏光の光を反射し、第1の偏光に直交する光を透過する。この具体例のさらなる態様は、着色偏光ビーム分割エレメント1402の間に偏光回転エレメントが存在しないことを含む。第1の偏光ビーム分割エレメント、偏光ビーム分割エレメントおよび着色偏光ビーム分割エレメントは互いに直交して方向付けられた反射表面を有する。

## 【0025】

本発明のもう1つの態様は、入力偏光ビームスプリッタ、第1のスペクトルの光を含む光を受けるダイクロイックビームスプリッタ、入力偏光ビームスプリッタからの第1のスペクトル、第2のスペクトルおよび第3のスペクトルの光を含む光を受けるダイクロイックビームスプリッタ、ダイクロイックビームスプリッタからの第1のスペクトルを含む光を受ける第1の偏光ビームスプリッタ、ダイクロイックビームスプリッタからの第2のスペクトルおよび第3のスペクトルを含む光を受ける第2の偏光ビームスプリッタ、第1の偏光ビームスプリッタに近接する第1のスペクトルの光を変調する第1のパネル、第2の偏光ビームスプリッタに近接する第2のスペクトルの光を変調する第2のパネル、および第2の偏光ビームスプリッタに近接する第3のスペクトルの光を変調する第3のパネルを含むディスプレイ・アーキテクチャーを提供する。ダイクロイックビームスプリッタの反射表面は、入力偏光ビームスプリッタの反射表面に対して光学的に平行している。本発明のさらなる態様には、黄色/ニュートラルフィルタ、ダイクロイックビームスプリッタおよび黄色/ニュートラルフィルタの間に光学的にサンドイッチされた入力偏光ビームスプリッタが含まれる。本発明のいまださらなる態様には、ダイクロイックビームスプリッタおよび第1の偏光ビームスプリッタの光学的な間の第1のスペクトルの光を透過する第1のダイクロイックフィルタ、ならびに、ダイクロイックビームスプリッタおよび第2の偏光ビームスプリッタの光学的な間の第2のスペクトルおよび第3のスペクトルの光を透過する第2のダイクロイックフィルタが含まれる。本発明のいまださらなる態様には、ダイクロイックビームスプリッタおよびダイクロイックビームスプリッタの光学的な間の第1の無機 / 2板、ならびに第1の偏光ビームスプリッタおよび第3の偏光ビームスプリッ

タの光学的に間の第2の無機 / 2板が含まれる。第1の無機板および第2の無機板は水晶から作られ得る。本発明のいまださらなる態様には、光の第2のスペクトルを回転するが、光の第3のスペクトルは実質的に回転しない第1の偏光回転フィルタ、ならびに光の第3のスペクトルは回転するが、光の第2のスペクトルは実質的に回転しない第2の偏光回転フィルタを含む。第1の偏光回転フィルタおよび第2の偏光回転フィルタを含む本発明のいまださらなる態様は、リターダスタックである。

【0026】

本発明のもう1つの態様は、入力偏光ビームスプリッタ、入力偏光ビームスプリッタからの第1のスペクトル、第2のスペクトルおよび第3のスペクトルの光を含む光を受けるダイクロイックビームスプリッタ、ダイクロイックビームスプリッタからの第1のスペクトルを含む光を受ける第1の偏光ビームスプリッタ、ダイクロイックビームスプリッタからの第2のスペクトルおよび第3のスペクトルを含む光を受ける第2の偏光ビームスプリッタ、ダイクロイックビームスプリッタからの第2のスペクトルおよび第3のスペクトルを含む光を受ける第3の偏光ビームスプリッタ、第1の偏光ビームスプリッタに近接する第1のスペクトルの光を変調する第1のパネル、第2の偏光ビームスプリッタに近接する第2のスペクトルの光を変調する第2のパネル、第2の偏光ビームスプリッタに近接する第3のスペクトルの光を変調する第3のパネル、ダイクロイックビームスプリッタおよび第1の偏光ビームスプリッタの光学的に間に第1のスペクトルの光を透過する第1のダイクロイックフィルタ、ダイクロイックビームスプリッタおよび第2の偏光ビームスプリッタの光学的に間に第2のスペクトルおよび第3のスペクトルの光を透過する第2のダイクロイックフィルタ、ダイクロイックビームスプリッタおよびダイクロイックビームスプリッタの光学的に間の第1の無機 / 2板、第1の偏光ビームスプリッタおよび第3の偏光ビームスプリッタの光学的に間の第2の無機 / 2板、光の第2のスペクトルは回転するが、光の第3のスペクトルは実質的に回転しない第1の偏光回転フィルタ、および光の第3のスペクトルは回転するが、光の第2のスペクトルは実質的に回転しない第2の偏光回転フィルタを含むディスプレイ・アーキテクチャーを提供する。

【0027】

本発明のもう1つの態様は、o-板の光学的に前の入力ワイヤグリッド偏光子、入力ワイヤグリッド偏光子およびo-板からの第1のスペクトル、第2のスペクトルおよび第3のスペクトルの光を含む光を受けるダイクロイックビームスプリッタ、ダイクロイックビームスプリッタからの第1のスペクトルを含む光を受ける第1の偏光ビームスプリッタ、ダイクロイックビームスプリッタからの第2のスペクトルおよび第3のスペクトルを含む光を受ける第2の偏光ビームスプリッタ、ダイクロイックビームスプリッタからの第2のスペクトルおよび第3のスペクトルを含む光を受ける第3の偏光ビームスプリッタ、第1の偏光ビームスプリッタに近接する第1のスペクトルの光を変調する第1のパネル、第2の偏光ビームスプリッタに近接する第2のスペクトルの光を変調する第2のパネル、第2の偏光ビームスプリッタに近接する第3のスペクトルの光を変調する第3のパネル、ダイクロイックビームスプリッタおよび第1の偏光ビームスプリッタの光学的に間の第1のスペクトルの光を透過する第1のダイクロイックフィルタ、ダイクロイックビームスプリッタおよび第2の偏光ビームスプリッタの光学的に間の第2のスペクトルおよび第3のスペクトルの光を透過する第2のダイクロイックフィルタ、ダイクロイックビームスプリッタおよびダイクロイックビームスプリッタの光学的に間の第1の無機 / 2板、第1の偏光ビームスプリッタおよび第3の偏光ビームスプリッタの光学的に間の第2の無機 / 2板、光の第2のスペクトルを回転するが、光の第3のスペクトルは実質的に回転しない第1の偏光回転フィルタ、および光の第3のスペクトルを回転するが、光の第2のスペクトルは実質的に回転しない第2の偏光回転フィルタを含むディスプレイ・アーキテクチャーを提供する。

【0028】

本発明の態様は、入力偏光ビームスプリッタで光を偏光し、入力偏光ビームスプリッタから受けた光を入力偏光ビームスプリッタの反射表面に対して光学的に平行な反射表面を

有するダイクロイックビームスプリッタで第 1 の部分および第 2 の部分に分割し、光の第 1 の部分を第 1 の偏光ビームスプリッタで第 1 のパネルに方向付け、ここに第 1 のパネルは光の第 1 の部分を変調および反射し、光の第 2 の部分を第 2 の偏光ビームスプリッタで光の第 3 の部分および光の第 4 の部分に分割し、光の第 3 の部分は第 2 のパネルに方向付けられ、光の第 4 の部分は第 3 のパネルに方向付けられ、第 2 のパネルは光の第 3 の部分を変調および反射し、第 3 のパネルは光の第 4 の部分を変調および反射し、光の変調されおよび反射された第 3 および部分を第 2 の変調ビームスプリッタで結合して光の第 5 の部分を形成し、ついで光の変調されおよび反射された第 1 の部分を第 3 の偏光ビームスプリッタで光の第 5 の部分と結合することを含む光を投射する方法を提供する。

【 0 0 2 9 】

[ 詳細な説明 ]

図 1 は垂直入射にて平行偏光子を通して見た、先行技術である、回転に対する耐性のない Red / Blue CSPF のスペクトルを示す。実線の軌跡は設計軸に沿った入力 / 出力 SOP を有するスペクトルを示し、破線の軌跡は設計軸に対して  $10^\circ$  の入力 / 出力 SOP を有するスペクトルを示す。図 2 は対を形成する偏光ビームスプリッタの間にある先行技術である、回転非耐性の Red / Blue フィルタのスペクトルを示す。出力は  $0^\circ$ 、 $5^\circ$ 、 $10^\circ$ 、 $15^\circ$  および  $20^\circ$  の半円錐角を有する方位に分布する光線に対応するスペクトルの平均を表し、後者は最大のサイドローブ漏れを与える。図 3 は対を形成する偏光ビームスプリッタの間にある先行技術である、Green / Magenta 回転非耐性フィルタのスペクトルを示す。出力は  $0^\circ$ 、 $5^\circ$ 、 $10^\circ$ 、 $15^\circ$  および  $20^\circ$  の半円錐角を有する方位に分布する光線に対するするスペクトルの平均を表し、後者は最大のサイドローブ漏れを与える。

【 0 0 3 0 】

図 1、2 および 3 は、各々、スキュー光線の偏光解消の結果として先行技術 CSPF に色クロストークが生じることを示している。クロストークは、輝度および / またはコントラストを低下するサイドローブとして現れる。サイドローブは設計軸に沿った漏れから独立しており、また、スタックの総リターデーションのかなりの割合を占め得る合成リターデーション (compound retardation) により発生する。したがって、設計軸に対して平行または垂直に導入された光線は低いストップバンド光漏れ (stop-band light leakage) を有し得る一方、設計軸に対して平行または垂直にならないように回転された光線は全体の性能を低下する相当量のサイドローブを有する。したがって、先行技術の CSPF を用いるカラーマネージメントシステムは、回転偏光の存在により許容し得ないコントラストおよび / または輝度を有する場合がある。

【 0 0 3 1 】

図 4 に示すように、ビームスプリッタを通るスキュー光線は (垂直入射光によって画定される軸に対して) 回転した偏光を有し、一方で、面内光線は非回転偏光を有する。詳細には、PBS の  $45^\circ$  にある反射ダイクロイックコートした表面に入射する光は、入射光線の角度および反射面垂線によって画定される軸に沿って偏光または検光される。スキュー光線に関しては、この偏光方向は、垂直入射光によって画定される軸に対して回転される。

【 0 0 3 2 】

カラーマネージメントシステムの性能は、CSPF 設計を補償型 CSPF または CCSPF のより制約されたサブセットを表す偏光子 / ビームスプリッタの構成の特徴に合致させることによって向上し得る。本発明の CCSPF は望ましいカラー選択特性を提供し、また、入力 / 出力シンメトリーを活用してスキュー光線偏光解消を補償する。これにより、特に、低  $f$  - 数のシステムにおいて、性能が向上する。

【 0 0 3 3 】

上記の偏光解消を補正するための例示的な第 1 の方法は、スタックしたリターデーションフィルムまたはリターデーション板をベースとする CCSPF を導入することである。複数対のビームスプリッタによって導入されるスキュー光線の効果を補償する場合には、

面内光学軸（または a - プレート）を有するリターダに基づく補償スキームが好ましい。かかるスタックの偏光特性は、特に  $N_z = 0.5$  ( $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ ) であり、 $n_x$  は x 方向の屈折率であり、 $n_y$  は y 方向の屈折率であり、 $n_z$  は z 方向の屈折率である、2 軸フィルムでは、光の入射角から基本的に独立しており、したがって、任意の 1 つのスタックの偏光特性は、入射角とは独立しているジョーンズマトリクス (Jones Matrix) によって数学的に記載し得る。第 2 の方法は、1 以上の面外の単軸複屈折層（または o - プレート）を用いる面偏光子と組合せて用いる P B S の幾何学的影響を補償する。

【 0 0 3 4 】

数学的には、偏光軸 (s および p) は、以下の式に示すように、入射光線ベクトル  $k$  (P B S 内) と、反射表面に対して垂直なベクトル  $n$  に依存する：

【 0 0 3 5 】

【 数 1 】

$$s = \frac{n \times k}{|n \times k|}; \quad p = \frac{s \times k}{|s \times k|}$$

【 0 0 3 6 】

図 4 に示すように、垂直入射光が x - 軸に沿って伝播し、反射面に対する垂線が x、y 面に存在する座標系を定義すると、垂直入射光線、面内光線およびスキュー光線のそれぞれの s 偏光軸は：

【 0 0 3 7 】

【 数 2 】

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ および } \begin{pmatrix} 0 \\ \sin(\theta) \\ \cos(\theta) \end{pmatrix}.$$

【 0 0 3 8 】

である。

【 0 0 3 9 】

垂直入射光線および面内光線は、P B S の s - 偏光軸、すなわち垂直入射 s (N I S) 軸として従来から定義されるものと変わらない。スキュー光線について、s - 偏光軸は、P B S 中の光学的透過軸から光線角度 に等しい角度分回転される。回転の符号は、入射角度および反射表面の垂線の符号に依存する。その結果、直交する反射表面を有する複数の連続する P B S は、平行でないスキュー光線に対する複数の偏光軸を有する。これは、偏光反射特性を有する C C S P F を用いて補正できる。

【 0 0 4 0 】

平行反射表面を有する一連の P B S では、スキュー光線は、平行偏光軸を見るが垂直入射光線が見る軸からは回転されている。N I S 軸と整列された直交偏光軸について最適化されたカラープロジェクションシステムでは、これにより、純粋な回転特性を有する C C S P F を用いて補正できるシステムの光学性能が失われてしまう。

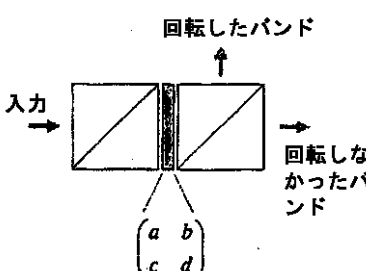
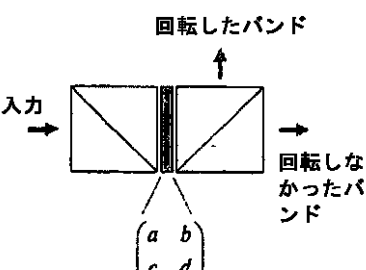
【 0 0 4 1 】

表 1 は、ジョーンズマトリクスによる表記法を用いて種々の C C S P F フィルタの望ましい偏光性能を記載している。ケース 1 は、導入する角度の範囲にわたるスペクトルの非

回転部分における等方性挙動を有する。スペクトルの回転部分においては、導入した角度の範囲にわたって純粋な  $\pi/2$  回転子を用いる。斜辺面が直交している場合には、ケース 2 の非回転バンドは、N I S 軸に沿ってまたは直交して配列された光学軸を有するニュートラルの半波長板によって達成される偏光反射を有する。ケース 2 の回転部分における望ましい挙動は、光学透過軸に対して垂直な面にある N I S 軸に対して  $\pm \pi/4$  である光学軸を有し、純粋な半波長のリターデーションを提供する構造を用いて達成される。

【 0 0 4 2 】

【表 1】

表 1		
	回転しなかったバンド	回転したバンド
<p>ケース 1 - 平行反射面</p> 	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ <p>同一。いずれの光線の偏光状態も変化させる必要がないため、何も行わない。PBS軸はすべての光線に対して平行であるため、偏光状態の混合は存在しない。</p>	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$ <p>純粋 <math>90^\circ</math> 回転。どの入力偏光軸も入力偏光に関わりなく <math>\pi/2</math> 回転される。</p>
<p>ケース 2 - 垂直反射面</p> 	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ <p>垂直入射光線の偏光によって決定される軸の回りの反射。</p>	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ <p>直交軸を二等分する軸の回りの反射。そのうちの1つは垂直入射光線の偏光によって決定される。</p>

【 0 0 4 3 】

ケース 1 または ケース 2 の挙動を達成すべく、リターダスタック設計を適切に選択するには、かかる構造の一般的挙動を理解することが必要である。一般に、カラーマネージメントシステムにおいては、スペクトルが、光源発光の赤、緑および青の部分に従って正確に区切られることが望ましい。これには、C C S P F によって透過される第 1 のスペクト

ル部分が実質的に一定のSOPを有し、第2の部分が直交SOPを有するように、波長のかなりの範囲にわたって偏光特性を安定させることが含まれ得る。前記した波長安定性は、多層構造（通常、20層を含む）を用いてプロジェクションシステムにおいて許容し得る性能を達成することによって実現し得る。

【0044】

スペクトル基準に対処すべく層の数を増加すると、スタックの合計リターダンスは10,000nmをはるかに超える。コンポジット構造は、ジョーンズ行列によって記述されるように、各波長における合成リターデーションおよび回転の組合せとみなし得る。ネットワーク合成技術は、同一のパワースペクトルを提供する多数のスタック設計を同定するが、各々は一意のジョーンズマトリクスを有する（ネットワーク合成技術（Harrisら（1964）, J. Opt. Soc. Am. 54:1267, Ammannら（1966）, J. Opt. Soc. Am. 56:1746、およびAmmann（1966）, J. Opt. Soc. Am. 56:943を参照されたい）は、N個のリターダおよび出口偏光子の方向を決定して、(N+1)個のインパルスの所望の振幅を得るための手法である）。共通の特徴は、スタックが、設計軸の方向に沿ったかなり安定した固有偏光（epigenpolarization）を有する相当量の合成リターデーションを有することである。このリターデーションは、通常、スペクトルの平坦な領域内のかなり線形の位相によって特徴付けられる。一般に、変換されたバンドにおけるリターデーションは、変換されないバンドにおけるリターデーションとは異なる。非線形位相は、通常、スペクトルの遷移バンドに存在する。

【0045】

スタック設計をソートして最も製造可能であるものを同定し得る。材料は、ウェブ方向に対して角度が小さい場合に最適に用いうる。これは、フィルムは、通常、ロールストックから切断されるからである。これらのスタックは、全体として、高い合成リターダンスを示すので回転された入力/出力偏光に対して最大の感度を示す。角度の緊密な集束は、合成リターダンスがしばしば合計スタックリターダンスの相当量となるようにリターダンスの蓄積を生じる。その逆に、最低の合成リターデーションを有するスタックでは、スタック角度は広範に分布する。

【0046】

ケース1は、変換されないバンドにおいて等方的に挙動し、変換されたバンドにおいては純粋な回転子として挙動するCCSPFを表す。スタックは、変換されないバンドにおける完全波リターダンス付近の波長の範囲で実質的に消滅する。したがって、合成リターデーションはこのバンド内ではほぼゼロである。純粋な回転はスタックがスペクトルの変換部分においてゼロのリターデーションを示すことも表している。かかる構造は円形の固有偏光を有し、一般的に入力線形状態を、所定の回転角度を有する出力線形状態に変換する。

【0047】

任意角度  $\alpha$  および  $\beta$  における半波長板を含む対から形成される回転子を考える。設計波長では、構造に関するジョーンズマトリクスは2の偏光反射の組合せにより純粋回転が得られることを示している。

【0048】

【数3】

$$\begin{pmatrix} \cos 2\beta & \sin 2\beta \\ \sin 2\beta & -\cos 2\beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos 2\alpha & \sin 2\alpha \\ \sin 2\alpha & -\cos 2\alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos[2(\alpha - \beta)] & \sin[2(\alpha - \beta)] \\ -\sin[2(\alpha - \beta)] & \cos[2(\alpha - \beta)] \end{pmatrix}.$$

【0049】

半波長板間の角度が  $\pi/4$  の場合、マトリクスは望ましい純粋回転子または

【0050】

## 【数 4】

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$$

## 【0051】

を与える。しかしながら、半波長リターダンスからの小さい偏位でもって、かかる挙動は維持されない。さらに、半波長リターダンスで経験される構造の絶対方向の非感受性は他の波長においては保存されない。一般に、スペクトル性能を向上すべく層の数を増加させると、この感度は向上する。

## 【0052】

半波長における挙動のみを考えると、奇数のフィルムは軸の周りの反射を表し、偶数のフィルムは回転を生成することがジョーンズの計算式を用いて示すことができる。この挙動は変換されたバンドの非常に狭い部分に制限され得るが、フィルムの数を選択する際のガイドを提供する。

## 【0053】

一般的に、ネットワーク合成法はゼロの合成リターデーションを提供する構造を同定しない。各設計のジョーンズマトリクスを評価することにより、最低の合成リターデーションを有する構造を同定できる。合成リターデーションにおけるさらなる減少は、本発明の設計軸に対して平行/垂直にバイアスリターダを設置することによって達成できる。バイアスリターダは、正味リターダンスを最小限とするよう選択したリターデーションを有するスタックの複合リターダ (compound retarder) と交差する。これは設計軸に沿ったスペクトルに影響を及ぼすことなく行われる。バイアスリターダは、スタックを進行 (proceed) しても随伴 (follow) してもよく、いずれの場合においても一意の結果がもたらされる。さらに、スタックのいずれかの側に異なるバイアスリターダンスを用いて結果を最適化し得る。1以上のバイアスリターダがスタックによく適合する場合には、構造はケース1の基準を満足する。

## 【0054】

ケース2の基準を満足するためには、波長選択的な光学軸方向を有する、純粹半波長リターダのように挙動する構造が望ましい。光学軸は、スペクトルの変換されない部分全体を通して0または  $\pi/2$  であり、変換された部分全体を通して  $\pm \pi/4$  方向を有する。かかるスタックの設計は、低リターデーションの構造ブロックまたは比較的高いサンプリング頻度を用いるNSTを用いて実現できる。これは、リターデーション要件のスペクトルカバレッジを確実にすることを助ける。さらに、この方法は、さらなるフィルムを用いることなく設計に無色の半波長リターダンスを組み込む可能性を有する。高いサンプリング頻度での多数の積層を回避するために、フィルム対を介して減少し得る設計を同定し得る。

## 【0055】

あるいは、かかる構造は、0または  $\pi/2$  のニュートラル半波長リターダと組み合わせた前記の等方性/光学活性構造を含む、モジュラー形態で設計することもできる。この場合、バイアスリターダと合成リターダンスとの間の差は半波長である。数学的には、変換されないバンドにおける出力は、0における半波長リターダのマトリクスに対応する

## 【0056】

【数5】

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix},$$

【0057】

である。絶対位相分を無視する変換されたバンドの出力は、 $\pi/4$ における半波長リターダのマトリクスに対応する

【0058】

【数6】

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix},$$

【0059】

である。

【0060】

モジュラー・アプローチは、色選択的回転および偏光反射基準を分離し、後者をニュートラルな操作にする。しかしながら、ゼロ・オーダーの半波リターダはスペクトル範囲全体にスパンするために十分にニュートラルとなり得ない。この場合、半波中心波長を選択してシステムレベル性能を最適化し得る。低複屈折分散を有する材料、または異なる分散を有する材料の組合せを用いてもこの効果を最小限にし得る。これ以降、半波長リターダの範囲を拡げるPancharatnam半波長板のごとき複合構造を用いることができる。実際により広い半波長バンド幅の利点を楽しむためには、光学軸の波長安定性が保持されることを確実にすることを注意しなければならない。

【0061】

もう1つのモジュラー設計は、半波長リターダが合致した色選択スタックの間に存在するようにスタックの色選択部分を分割する。純粋な $\pi/4$ 回転を提供する入力スタック、純粋な $-\pi/4$ 回転を提供する出力スタック、および中央0-方向付けニュートラル半波長リターダを考える。スペクトルの変換されない部分においては、入力/出力スタックは偏光の状態に対し効果を実質的に有さず、0-方向付けられた半波長リターダを与える。スペクトルの変換された部分においては、出力は、ケース2に記載したごとく、 $\pi/4$ における半波長リターダに対応する、

【0062】

【数7】

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix},$$

【0063】

によって与えられる。

【0064】

スペクトルの1の部分において純粋な90°回転子として作用し、スペクトルの他の部分において等方性であるCCSPFの例を考える。NSTを用いて生成した構造は、それらが交差した偏光子の間で有効に回転する際のそれらのモデル化したスペクトルを観察することによって評価される。用いたフィギュア・オブ・メリットは、45°の最悪の場合の方向におけるサイドローブ・レベルであるが、遷移バンド(transition band)の傾きも考慮し得る。

【0065】

用いた例は50:50のデューティー比を有するケースであり、これは二重リターダンス(double retardance)フィルムを用いて積層の数を減少し得る望ましい特性を有する。1つだけ除いて全てのフィルムは、上記の50:50のケースにおいて、二重リターダンスを有する。したがって、構造はN層設計の性能を有するが、 $(N-1)/2N$ 分フィルム数を減少する。リターダンス耐性およびNz因子を二重リターダンス値に実質的に維持でき、かつ、リターダンス値を、スペクトル要件を達成すべく選択し得るならば、50:50のケースは魅力的となり得る。もう1つの例として、50:50ではないデューティー比を有するケースを考慮し得る。

【0066】

Nの特定の値に関しては、 $(N-1)/2$ の二重リターダンス値を有するすべての設計が抽出され、設計軸に沿ったそれらのリターダンスに従って評価される。このリターダンスは $\pi/4$ に方向付けられたスタックの透過率に変動を発生する。一般的に、角度(典型的にはほぼゼロ)の集合を有するスタックは、最高のコンポジットリターデーション(composite retardation)を有する。さらなるフィルムを含むことは、ゼロの正味リターデーションを提供し得る。しかしながら、これは、フィルムの合計数の数が大きくなる場合には実際的でなくなり得る。

【0067】

反対に、角度に広い分布を有する設計は非常に低いコンポジットリターデーション(composite retardation)を有し得、これは1または2のさらなるフィルムを加えて排除できる。所与の実施例においては、さらなるフィルムは $\pi/2$ の単一リターデーション(single retardation)フィルムである。このフィルムを加えれば、偏光変換は、構造の方向の影響をほぼ受けなくなる。事実上、0°方向および $\pi/4$ °方向スペクトルが、実質的に同一の偏光変換を有する異なるスタック設計によって発生される。中間の角度における性能は、典型的には2の極端なケースの間において単調に変化する。

【0068】

$\pi/2$ の単一リターデーションフィルムで補償された、0.005%のリップルを有する50:50の設計のケースを考える。新しい設計は、外部の $\pi/2$ に方向付けされたフィルムが、この回転下で消滅する反対側の $\pi/4$ に方向付けされた単一フィルムとして機能するように $\pi/4$ だけ構造を回転することによって発生し得る。これら2の設計は、この発生したスタックを両端を逆にして交換することによってフィルム毎に比較し得る。

【0069】

特定のNに関しては、回転に対して最小限の感度を有する設計を、ゼロ方向においてサイドローブ・レベルの関数として追跡し得る。N=15である場合、ゼロ方向のサイドローブ・レベルが低下するにしたがって $\pi/4$ におけるサイドローブ・レベルが落下した。表2は、例示的な設計と、サイドローブ・レベルの変化に応じた個々のリターダ角度における変化を示す。

【0070】

外部の単一リターダンス・フィルムは方向においては顕著に変化しない(50:50の性質のため)が、内部の二重リターデーションフィルムの方向における23°を超える変化でサイドローブ・レベルにおける最大の変化(0.5から0.005%)が達成されることは注意すべきである。これらの変化は、スタックを $\pi/4$ だけ回転させた場合、スペクトルに対して比較的大きな影響を有する。

【0071】

表2の0.005%設計を考える。表3は、設計を  $\pi/4$  だけ回転させ、スタックの両端を逆にして交換した後のレイアウトを示す。これは2の異なる設計を発生するが、それらの挙動は幾つかの類似点を有する。内部二重リターデーション構造は、単一リターダンス・フィルムに関して符号の変化に対して幾分影響を受けにくい。すなわち、対応する二重リターデーションフィルムの方向の大きさは同様であるが、符号は単一リターデーションフィルムに関しては逆転する。

【0072】

図5は、600nmフィルムに基づく表2に示す0.005%のサイドローブを有する50:50の設計についての交差した偏光子のスペクトルである。この態様には、それぞれ、出典明示して本明細書の一部とみなす、米国特許第5,751,384号、第5,990,996号、第5,822,021号、第5,953,083号、第6,078,374号、第6,046,786号および第5,658,490号に記載されているとき青色-黄色フィルタが含まれる。図6は、交差した偏光子の間で  $\pi/4$  だけ回転した図5のスタック設計であり、青色における一次線形半波長リターデーション (first order linear half-wave retardation) は青色パスバンドをほぼ排除していることを示している。図7は、単一の600nmフィルムを付加した  $\pi/4$  における同じスタック設計を示している。表2が示すごとく、さらなるフィルムは  $\pi/2$  にあり、これは合成リターダンスと交差する。図7は、このフィルムが合成リターダンスによく適合し、図5によく適合する青色スペクトルを生じること示している。サイドローブ・レベルは図5のスペクトル(0.38%)よりも幾分悪く、遷移スローブも比較的浅い。図8は表2の設計について  $\pi/4$  に方向付けられたスタックでの最大サイドローブ漏れを示している。最大の漏れは0.5%設計について発生し、最小の漏れは0.005%設計について発生する。サイドローブ・レベルは設計軸に沿って測定される。

【0073】

【表2】

リターダンス	0.5%	0.3%	0.1%	0.02%	0.005%	0.5%設計と 0.005%設計 との間の角度差
$\Gamma$	90.0°	90.0°	90.0°	90.0°	90.0°	0°
2 $\Gamma$	-33.7°	-32.9°	-30.9°	-27.3°	-22.9°	10.8°
2 $\Gamma$	-50.0°	-49.3°	-47.1°	-41.8°	-33.4°	16.6°
2 $\Gamma$	-24.6°	-22.5°	-17.9°	-9.7°	-1.0°	23.6°
2 $\Gamma$	-69.7°	-69.7°	-69.1°	-66.2°	-61.1°	8.6°
2 $\Gamma$	31.8°	30.8°	30.0°	31.7°	36.4°	6.4°
2 $\Gamma$	61.7°	63.3°	67.4°	75.6°	85.6°	23.9°
2 $\Gamma$	46.9°	47.4°	49.0°	53.5°	61.1°	14.2°
$\Gamma$	46.0°	46.0°	46.2°	46.5°	46.7°	0.7°

【0074】

【表 3】

表 3 変換した設計と回転不変設計との比較 (順次、45°回転および逆回転から発生する設計)		
リターダンス	0.005%	変換後 0.005%
$\Gamma$	90.0°	-1.7°
2 $\Gamma$	-22.9°	16.1°
2 $\Gamma$	-33.4°	40.6°
2 $\Gamma$	-1.0°	-8.6°
2 $\Gamma$	-61.1°	73.9°
2 $\Gamma$	36.4°	-46.0°
2 $\Gamma$	85.6°	-78.4°
2 $\Gamma$	61.1°	-67.9°
$\Gamma$	46.7°	45.0°

## 【0075】

図9は、ケース1の基準に従った回転不変性で設計された例示的な赤色/青色CCSPFのスペクトルを示している。この赤色/青色フィルタは、偏光軸に対して平行および10°のフィルタの設計軸を有する平行シート偏光子の間で調べる。このフィルタの性能は、図1のものと比較して、10°回転下のサイドローブがないことによって示されるごとく、大きく改善されている。

## 【0076】

図10は、直交面を有する対を形成するPBS間に0方向付けされたゼロ次半波長リターダを有する回転不変性の赤色/青色CCSPFを含む、かかるスキュー光線耐性フィルタのスペクトルを示している。出力は0°、5°、10°、15°および20°の半円錐角度についての均加重した方位角平均化スペクトルを表している。このフィルタの性能は、図2のものと比較して、サイドローブがないことによって示されるごとく大きく改善されている。

## 【0077】

図11および12はスキュー光線が補正された構造100を示す。図11は第1のPBS102が図12の第1のPBS102と比較して直交配向を有し、第1のスペクトル1

04を有する出力光ビームおよび第2のスペクトル106を有する出力光ビームが第2のPBS108からの出口ポイントの位置が変わっている以外は図12のものと実質的に同一である。図12は平行面を有するPBS間に純粹回転性のCCSPF110を含むスキュー光線が補正された構造を示している。光112は第1のPBS102に入力され、入力光の第1の部分の偏光方向を回転する純粹回転性CCSPF110に向けて透過する。ついで、第2のPBS108が、その偏光によって、入力光を第1の出力光ビーム104および第2の出力光ビーム106に分離する。回転されなかった入力光は第2のPBS108を透過させられる。

#### 【0078】

図11は交差面を有するPBS間に波長選択的光学軸配向を有する半波長リターダCCSPF114を含むスキュー光線が補正された構造を示す。光は図12の第1のPBS102と比較して回転された第1のPBSに入力される。ついで、光は半波長リターダとして作用するCCSPF114に透過される。CCSPF114は受けた光のSOPを反射する。第2のPBS108は、光の偏光に基づいて、CCSPF114から受けた光を第1の出力光ビーム104および第2の出力光ビーム106に分離する。

#### 【0079】

図14はx軸で形成されるスキュー光線角度に対する光学軸角度のグラフである。示されるごとく、( )に対して $0.5^\circ$ の変化しか存在せず、これは が からほぼ独立していることを意味している。

#### 【0080】

図15は $0^\circ$ 、 $5^\circ$ 、 $10^\circ$ 、 $15^\circ$ および $20^\circ$ の半円錐角度についてプロットした対を形成する偏光ビームスプリッタ間の緑色/マゼンタ色回転耐性フィルタのスペクトルを示している。このフィルタの性能は、サイドローブがないことによって示されるごとく、図3のものと比較して大幅に改善されている。

#### 【0081】

CSPFを異なる対称特性を有する偏光子間に設置する場合には補償スキームは変更される。これは、例えば、シート偏光子とPBSとの間に挟まれたCSPFにおけるスキュー光線偏光解消を補償する場合などに起こる。PBSが、シート偏光子の後に続くCSPFの後に続く場合には、本発明による面外コンペンセータが偏光をPBSの座標に変換する。

#### 【0082】

したがって、平面偏光子は、PBSと同じ対称を共有しない。垂直入射光線は、スキュー光線のものと同じ入力偏光軸を有するが、スキュー光線では回転され、垂直入射では回転されない軸を有する出力偏光が検光される。スキュー光線および垂直光線の偏光は異なって処理される。

#### 【0083】

本発明のこの態様は、スキュー光線が、垂直入射のものとは異なるジョーンズマトリクスを見るように、入射角度に依存した偏光操作を用いる。これは、一般的に、操作がPBSのものに匹敵する対称を有するように、システム光学軸に沿った、例えばフィルムの面外の、コンポーネントと軸を有する複屈折エレメントを導入することによって達成し得る。

#### 【0084】

さらに、システム光学軸の上方および下方の光線について軸が反対に回転するPBSの端数型(odd type)の対称を達成するためには、1の光学軸(または複数の光学軸)は、システム光学軸(例えば、x軸)およびPBS反射面に対する垂線(例えば、線 $x - y = \text{一定}$ )によって画定される面(例えば、x, y面)中に存在すべきである。したがって、複屈折エレメントまたはスタックはスキュー光線に対してのみ半波長リフレクターとして作用し、反射角度は正確な比例定数を有してスキュー光線入射角度に比例する。1のかかる例示的な具体例は、角度における小さな変化にわたって実質的に一定であるかまたは比較的小さな量しか変化しないリターダンスを有する単一の単軸複屈折スタックである。し

たがって、半波長反射特性をスキュー光線入射角度のかなりの回転にわたって維持し得る。

【0085】

第2の方法からは、以下に示すごとく、 $x, y$  面中の  $y$  軸から角度  $\theta$  に存在する光学軸  $\mathbf{n}$  を有する一軸複屈折材料を決定し得る：

【0086】

【数8】

$$\mathbf{n} = \begin{pmatrix} \sin(\theta) \\ \cos(\theta) \\ 0 \end{pmatrix}$$

【0087】

$x$  軸から角度  $\phi$  で  $x, z$  面内で伝播するスキュー光線の伝播ベクトル  $\mathbf{k}$  は：

【0088】

【数9】

$$\mathbf{k} = \begin{pmatrix} \cos(\phi) \\ 0 \\ \sin(\phi) \end{pmatrix}$$

【0089】

である。

【0090】

$z, y$  面中のスキュー光線によって見られる単軸光学軸は、ベクトル外積 (vector cross product)

【0091】

【数10】

$$\frac{\mathbf{n} \times \mathbf{k}}{|\mathbf{n} \times \mathbf{k}|}$$

【0092】

から求められ、計算結果は、2次元の  $y, z$  面に投影されて：

【0093】

【数 1 1】

$$\begin{pmatrix} -\cos(\phi) \cdot \cos(\theta) \\ \sin(\phi) \cdot \sin(\theta) \end{pmatrix}$$

【0094】

を得ることができる。

【0095】

この光学軸は y 軸と：

【0096】

【数 1 2】

$$= \arccos \left[ \frac{(1 \ 0) \cdot \begin{pmatrix} -\cos(\phi) \cdot \cos(\theta) \\ \sin(\phi) \cdot \sin(\theta) \end{pmatrix}}{\left| \begin{pmatrix} -\cos(\phi) \cdot \cos(\theta) \\ \sin(\phi) \cdot \sin(\theta) \end{pmatrix} \right|} \right]$$

【0097】

の角度をなす。

【0098】

リターダンスが半波長である場合、スキュー光線の偏光はこの軸のまわりに反射され、y 軸に関して  $2\phi$  の角度を形成する。PBS を模倣するために、 $2\phi$  は式

【0099】

【数 1 3】

$$\cos\left(\frac{\phi}{2}\right) = \frac{(1 \ 0) \cdot \begin{pmatrix} -\cos(\phi) \cdot \cos(\theta) \\ \sin(\phi) \cdot \sin(\theta) \end{pmatrix}}{\left| \begin{pmatrix} -\cos(\phi) \cdot \cos(\theta) \\ \sin(\phi) \cdot \sin(\theta) \end{pmatrix} \right|}$$

【0100】

を生じる。

【0101】

この式はプロジェクションシステムの典型的な小さい角度（例えば、PBS で  $< 15^\circ$ ）について拡張し得る。図 14 が示すごとく、光学軸角度  $\phi$  は入力光線伝播角度  $\theta$  からほぼ独立している。したがって、約  $26.25^\circ$  ( $\pm 0.25^\circ$ ) の光学軸を有する一軸材料は、偏光解消を補償することによって CSPF 性能を改善する。一般に、1 のスタック設計をプロジェクションシステムに用いて、PBS 間の任意の数のフィルタを補償するこ

とができる。これは、コンペンセータは、広バンドという追加の利点を有するからである。

【0102】

スタックのリターダンスは、光の適用可能なスペクトル全体にわたってほぼ半波長であるべきである。可視光に関しては、好適な設計波長  $\lambda_0$  は 500 nm でありうる。しかしながら、これは、スタックが設置されるプロジェクションシステムに依存して変えられる。異常屈折率 ( $n_e$ )、正常屈折率 ( $n_o$ )、および厚さ ( $d$ ) は、以下の方程式に厳密に従うように選択されるべきである：

【0103】

【数14】

$$\left( \frac{ne \cdot no}{\sqrt{no^2 \cdot \cos(\theta)^2 + ne^2 \cdot \sin(\theta)^2}} - no \right) \cdot d = \frac{\lambda_0}{2}$$

【0104】

但し、 $\theta$  は約 26.0° ないし 26.5° である。面外コンペンセータをよりアクロマティックとするには、さらなる偶数の標準面内または二軸半波長フィルムを、複合リターダ設計で作成し、それにより、面外リターダが単純な面内半波長板として作用することを想定し得る。いずれの特定の設計に関しても、さらなる最適化は、さらなるフィルムの面外方向を変化させて、システム性能を最適化することによって行い得る。

【0105】

あるいは、本発明は、直交でも平行でもなく、中間の角度にあるエレメント間のスキュー光線偏光軸の補正を提供する。これは、ほぼ平行な面を作成して混合偏光を回避し得るように面外角度を 26.25° から減少することによって達成する。正確な角度はシステムの構造および前記方程式に従って決定される。さらに、直交でも平行でもなく中間角度にあるエレメント間のスキュー光線偏光軸の補正は、スキュー光線効果を介したダイクロイックビームスプリッタ原因の偏光解消とともに実施され得る。

【0106】

図15は、面外単軸スタックを用いてスキュー光線偏光解消を補償する、対称を固有に有しない構造を補償する例示的な具体例である。サブシステム200には、シート偏光子のごとき偏光子202、CSPF204、面外コンペンセータ206およびPBS208が含まれる。入射光210は偏光子202によって偏光され、ついでCCSPF204によって選択的に回転される。ついで、CCSPF204からの光は面外コンペンセータ206を通過してPBS208に入る前にスキュー光線偏光解消を補償する。面外コンペンセータ206からの光はPBS208内に入り、PBSは光を第1の出力光ビーム212および第2の出力光ビーム214に分離する。

【0107】

図16は、低f-数COLORQUAD<sup>TM</sup>カラーマネージメントシステム300を示している。システム300においては、s-偏光された白色光302は、第1のスペクトルの光を直交偏光に変換する第1のCSPF304に入射し、直交偏光はつづいて第1のPBS306を透過する。第1のスペクトルに相補的な光はs-偏光されたままであり、第1のPBS306によって反射される。ついで、第1のスペクトルを有する光は、第2のPBS308を透過し、その後四分の一波長板312を含む第1の反射パネル310に入射する。ON-状態では、第1の反射パネル310から反射した光はpからs偏光に変換され、それによって、第1の0-配向半波長板314を通る光を第2のPBS308が反射することができる。ついで、スキュー光線が補正された光は第3のPBS316によって反射される。第3のPBS316は第1のスペクトルを第2のCSPF318に反

射し、第2のCSPFは第1のスペクトルの光をp-偏光に変換し、その後、p-偏光はクリーンアップ(clean-up)偏光子320によって検光される。

【0108】

入射光302の第2および第3のスペクトルは、第1のPBS306によって第1のCCSPF322に反射され、第1のCCSPF322は第2のスペクトルのSOPを $\pm$ /4軸について反射する。第2のスペクトルの光は、第4のPBS324を通過して第2の反射パネル326まで透過され、第2の反射パネル326には四分の一波長板328が含まれる。第1のCCSPF322は、0について第3のスペクトルのSOPを反射し、第3のスペクトルはその後第4のPBS324によって第3の反射パネル330に反射され、第3の反射パネル330には四分の一波長板332が含まれる。第2および第3の反射パネル326、330から反射されたON-状態の光は、第2および第3のスペクトルの光が第2のCCSPF334に入射するように直交状態でPBSに戻る。第2のCCSPF334は第2のスペクトルのSOPを $\pm$ /4軸について反射し、第3のスペクトルのSOPを0について反射し、したがって両方のスペクトルをp-偏光に回復する。その後スキュー光線が補正されたp-偏光された光は、第3のPBS316、第2のCSPF318およびクリーンアップ偏光子320によって透過される。各パネルとPBSの間には、スキュー光線を補正するために方向付けられた四分の一波長板が設置される。

【0109】

実際には、CSPFフィルタ304および318は、オフセットの50%スペクトル遷移点を有する緑色/マゼンタ色リターダスタックである。CSPFの遷移の間に存在する真正な黄色および真正なシアン色の光の吸収を介してノッチを導入することができる。この真正な黄色および真正なシアン色の光はクリーンアップ偏光子320によって実質的に吸収され、高められた色空間(color gamut)および増大したコントラストを生成する。

【0110】

第1のPBS306によって反射されたスペクトルからの緑色光を排除することによって、第2および第3のスペクトルの間の遷移は、システム性能に影響を与えることなく、緩和し得る(緑色で50%ポイント)。これはCCSPF322、334についてスタック設計を単純化する。純粋な回転子として作用するCSPFと組合せてゼロ次半波長板を用いてCCSPFを形成する場合には、各フィルタについて中央波長は異なり得る。性能を改善すべく中央波長がオフセットされる場合には、第1のCCSPF322については第3のスペクトルバンドにおいて半波長リターダンスを中心化し、第2のCCSPF334については第2のスペクトルバンドにおいて半波長リターダンスを中心化することが優先され得る。

【0111】

図17は、図16のシステム300に類似するが、入力CCSPF404と組み合わせるプレ偏光PBS402を用いてスキュー光線が補償された照明路を与えるもう1つのカラープロジェクションシステム400を示している。CCSPF404はスペクトルの一部分において純粋な90°回転子として機能し、スペクトルの他の部分においては等方性である。プレ偏光PBS402は、カラープロジェクションシステムの光入力ポイント(例えば、光源付近または光源において)でしばしば見られる高強度照明に対する耐性を有するので有利である。さらなる半波長板406も組み込まれて照明アーム中の第1のスペクトルの光のスキュー光線補正をする。第3のPBS816とクリーンアップ偏光子324との間に設置されたさらなる面外コンペンセータ(示さず)を用いて、投影レンズの後側焦点距離を顕著に増大させることなく、これらのエレメント間のスキュー光線のミスマッチを補償し得る。

【0112】

図18は、低f-数90°COLORQUAD<sup>TM</sup>カラーマネジメントシステム500を示している。システム500においては、s-偏光した白色光502は第1のCSPF504に入射し、第1のCSPF504は第1のスペクトルの光を直交偏光に変換し、直交偏光はその後第1のPBS506を透過される。第1のスペクトルに相補的である

光は s - 偏光されたままであり、第 1 の P B S 5 0 6 によって反射される。第 1 のスペクトルを有する光は第 2 の P B S 5 0 8 によって透過され、その後第 1 の反射パネル 5 1 0 に入射する。O N - 状態においては、第 1 の反射パネル 5 1 0 から反射された光は p から s 偏光に変換され、それによって第 2 の P B S 5 0 8 が第 1 の / 4 - 方向付けされた半波長板 5 1 2 を通る光を反射することを可能にする。スキュー光線補正された光は、次に、第 3 の P B S 5 1 4 によって透過される。第 3 の P B S 5 1 4 は第 1 のスペクトルを第 2 の C S P F 5 1 6 へと透過し、第 2 の C S P F 5 1 6 は第 1 のスペクトルの光を s - 偏光された光 5 1 8 に変換し、その後 s - 偏光された光 5 1 8 はクリーンアップ偏光子（例えば、s - 偏光子）（示さず）によって検光される。四分の一波長板（示さず）を各パネルと P B S との間に挿入し得る。また、図 1 7 に示した補償方法を用いてシステム性能を改善し得る。

【 0 1 1 3 】

入射光 5 0 2 の第 2 および第 3 のスペクトルは、第 1 の P B S 5 0 6 によって第 1 の C C S P F 5 2 0 に反射され、第 1 の C C S P F 5 2 0 は  $\pm$  / 4 軸について第 2 のスペクトルの S O P を反射する。第 2 のスペクトルの光は第 4 の P B S 5 2 2 を通して第 2 の反射パネル 5 2 4 へと透過される。第 1 の C C S P F 5 2 0 は 0 について第 3 のスペクトルの S O P を反射し、第 4 の P B S 5 2 2 によって第 3 の反射パネル 5 2 6 に反射される。第 2 および第 3 の反射パネル 5 2 4、5 2 6 から反射された O N - 状態の光は、第 2 および第 3 のスペクトル中の光が第 2 の C C S P F 5 2 8 に入射するように、直交状態で P B S 5 2 2 に戻る。第 2 の C C S P F 5 2 8 は  $\pm$  / 4 軸のまわりに第 3 のスペクトルの S O P を反射し、0 のまわりで第 2 のスペクトルの S O P を反射し、したがって両方のスペクトルを s - 偏光に復元する。スキュー光線補正された s - 偏光された光は第 3 の P B S 5 1 4、第 2 の C S P F 5 1 6 およびクリーンアップ偏光子（示さず）によって反射される。各パネルと P B S との間には、スキュー光線について補正するために方向付けられた四分の一波長板が設置される。ここでも、図 1 7 に示すごとき補償方法を用いて、システム性能を改善し得る。

【 0 1 1 4 】

第 1 の C S P F 5 0 4 に緑色 - マゼンタ色 C S P F を用いれば、第 2 および第 3 のスペクトル中の光は青色および赤色（またはその逆）を表す。大部分の U H P ランプは緑色に富み、赤色が不足しているため、90° Q U A D は魅力的な色バランス機能を達成する。緑色 O N - 状態の光をシステムから出すために、光は P B S を 3 回透過し、P B S によって 1 回のみ反射する。それとは逆に、O N - 状態のマゼンタ色光は P B S から 3 回反射し、P B S を 1 回のみ透過する。P B S 反射の比較的高い効率により、マゼンタ色光は緑色よりもより高いスループットでシステムを出てゆき、したがってシステムの色バランスがとれる。

【 0 1 1 5 】

図 1 9 は、本発明のもう 1 つの例示的な実施形態によるもう 1 つの 3 パネル型カラーマネージメントシステム 6 0 0 を示している。システム 6 0 0 には、第 1 の回転スペクトルの第 1 の C S P F 6 0 2、P B S 6 0 4、スパーサーキューブ 6 0 6、第 1 の反射カラーパネル 6 0 8、半波長リターダのごとき補償エレメント 6 1 0、ダイクロイックビームスプリッタ 6 1 2、第 2 の反射カラーパネル 6 1 4、第 3 の反射パネル 6 1 6、第 2 の C S P F 6 1 8、および出力 p - 偏光子 6 2 0 が含まれる。システム 6 0 0 は、第 1 の C S P F 6 0 2 で入力光 6 2 2 を受け、出力 p - 偏光子 6 2 0 で出力光 6 2 4 を出力する。ダイクロイックビームスプリッタ 6 1 2 のダイクロイック反射表面は、P B S 6 0 4 のものに対して直交している。直交関係は、第 2 の反射パネル 6 1 4 をキューブ 6 0 6 とは反対の側に設置し、第 2 の反射パネル 6 1 4 とキューブ 6 0 6 との間の機械的な干渉を回避し、アセンブリーを単純化する。直交反射表面は、十分にアクロマティックである補償エレメント 6 1 0 によってスキュー光線補償されている。図 1 7 に示すごときさらなる補償方法を用いて、システム性能を改善し得る。

【 0 1 1 6 】

図20は、スキュー光線偏光解消補償を含む例示的な2パネル型カラープロジェクションシステム700を示している。この2パネル態様は、出典明示して本明細書の一部とみなす特許出願番号09/779,443にさらに記載されている。図20のシステム700には、第1の偏光PBS702、青色/緑色Color Switch<sup>TM</sup>704、第2のPBS706、回転耐性シアン色/赤色CCSPF708、第3のPBS710、赤色反射パネル712、青色/緑色反射パネル714、赤色/シアン色CCSPF716および出力p偏光子718が含まれる。入力光720は第1の偏光PBS702においてシステム700に入力される。ついで、第1の偏光PBS702からの光は、青色/緑色Color Switch<sup>TM</sup>704に入射する。青色/緑色Color Switch<sup>TM</sup>704は、第2のPBS706が青色または緑色のいずれを透過するかを決定するように光のSOPを変える。カラースイッチのパッシブ部分は赤色光を直交偏光に変換するが、カラースイッチのアクティブ部分は赤色光のSOPに影響を及ぼさない。ついで、回転耐性シアン色/赤色CCSPF708は第2のPBS706からの光を受け、第3のPBS710が青色光および緑色光を青色/緑色反射パネル714に向け、かつ、赤色光を赤色反射パネル712に向けるように、青色/緑色光のSOPを変える。パネル712、714から反射した後、赤色光は第3のPBS710によって反射され、青色/緑色光は第3のPBS710によって赤色/シアン色CCSPF716および出力p偏光子718に透過されて、出力光ビーム722を形成する。面外補償型CCSPFを用いて、第3のPBS710と出力p偏光子718との間にさらなるスキュー光線補償を提供し得る。

#### 【0117】

図21はスキュー光線偏光解消を含む例示的な2パネル型カラープロジェクションシステム800を示す。偏光されていてもよい光源802からの白色光は、青色および緑色がs-偏光子806に透過されるようにダイクロイックミラー804に入射する。青色/緑色のSOPはカラースイッチ808を用いてアクティブ制御される。出力は折り返しミラー810によって反射され、その後、青色および緑色の透過がアクロマティックの/4に方向付けされた半波長リターダ814で一時的に変調されるように、偏光はPBS812によって検光される。ついで、半波長リターダ814によってs-偏光に変換された青色および緑色のスキュー光線補正された光は、青色/緑色反射パネル818によってp-偏光に変換されたON-状態の光と共に、PBS816によって反射される。PBS816によって透過されたON-状態の光は、SOPにおける変化なしに赤色/シアン色(R/C)CCSPF820によって透過され、その後、偏光はクリーンアップ偏光子822によって検光される。面外コンペンセータ(示さず)をシート偏光子とPBSとの間に挿入してシステム性能を改善し得る。

#### 【0118】

ダイクロイックミラー804によって反射された赤色光はs-偏光子824によって偏光され、ついで折り返しミラー826によって反射され、PBS812によって反射される。半波長リターダ814は赤色光をp-偏光に変換し、p-偏光はPBS816を通して赤色反射パネル828に透過される。赤色反射パネル828から反射された光はPBS816であり、R/C CCSPF820によってp-偏光に変換される。ついで、このp-偏光された光はクリーンアップ偏光子822によって検光される。ここでも、図17に示すごとさらなる補償方法を用いて、システム性能を改善し得る。

#### 【0119】

図22は、スキュー光線偏光解消補償を含む、2パネルを用いる例示的なカラープロジェクションシステムを示している。図22は、半波長リターダ814が、リターデーションを有さないアクロマティック90°回転子に置換され、PBS816が直交PBS904で置換されている以外は図21と同様である。アクロマティック回転子902は、回転子を通して光の偏光を回転する一方、半波長リターダ814は軸のまわりの反射を提供する。光を反射させるかわりに回転させることにより、PBS812、904の方向が直交のかわりに平行となり、青色/緑色反射パネル818の位置をC/R CCSPF820およびクリーンアップ偏光子822のものと逆転する。アクロマティック純粋回転子は製

造するのにより単純な構造とし得、システムの方向の影響はあまり受けない。例えば、250nmのリターデーションおよび角度90°、-18.7°、3.9°、-37.6°、31.5°および47.7°を有する複数のポリカーボネートフィルムから形成したスタックは、すべての可視光を効率的に回転し、入力偏光とこの偏光からほぼ独立している。

#### 【0120】

図23は、スキュー光線偏光解消補償を含む例示的な1パネル型カラープロジェクションシステムを示している。スキュー光線偏光解消補償を有しないこの単一パネル型の具体例は、さらに、出典明示して本明細書の一部とみなす特許出願番号09/126,330に記載されている。図23のシステム1000には、第1の偏光PBS1002、赤色/緑色/青色Color Switch<sup>TM</sup>1004、第2のPBS1006、反射パネル1008、アクロマティック面外コンペンサータ1010、および出力s-偏光子1012が含まれる。入力光1014はシステム1000に入力され、第1の偏光PBS1002によって偏光され、Color Switch<sup>TM</sup>1004へと透過される。Color Switch<sup>TM</sup>1004からの光は第2のPBS1006を通過して進み、反射パネル1008に入射する。反射パネル1008は第2のPBS1006に光を反射し、第2のPBS1006はコンペンサータ1010および出力s-偏光子1012を通るよう光を反射する。出力s-偏光子1012を通過して透過される光は出力光1016である。

#### 【0121】

本発明は、色選択的偏光フィルタ(CSP)および偏光ビーム分割エレメントを利用する3パネル型プロジェクションシステムのカラーマネージメント・アーキテクチャーに関する。本発明は、出力検光子を省略し得る点において注目すべきアーキテクチャーのセットを構成する。本発明の1の例示的な実施形態には、2のCSP、3のパネルのうちの2の間で光を分割および合成するための単一偏光ビーム分割エレメントの組合せ、および検光子として使用する出力偏光ビーム分割エレメントが含まれる。この実施形態は、投射経路に単一のCSPを提供する。第2の例示的な実施形態は、出力合成クロマティック偏光ビーム分割を用いる。この実施形態は、いずれの投射経路にもCSPを含む必要性を回避する。第3の例示的な実施形態は、CSP性能を向上すべくクロマティックシート偏光子を用いる。いずれの場合においても、投射光学部品の前に直接的に出力CSPおよびクリーンアップ偏光子を含める必要がなく、それによって、透過率が増大し、投射された光の光学的位相フラットネスを増大することによって映像クリスプネス(imaging crispness)を改善し、コストが低下する。これらの例示的な実施形態を図面を参照して論じ、同じ参照番号は同様の部分を指す。

#### 【0122】

図24は、第1、第2、第3および第4の偏光ビーム分割エレメント1102、1104、1106、1108、第1のCSP1110、第2のCSP1112、第3のCSP1114、任意選択のカラーフィルタリングエレメント1116、0°に方向付けられた任意選択の半波長板1118、45°に方向付けられた半波長板1120、偏光した入力光ビーム1128を変調して出力光ビーム1130を生成するように作動する第1の反射パネル1122、第2の反射パネル1124および第3の反射パネル1126を含むプロジェクションデバイス1100を図示する。偏光入力光ビーム1128は、任意の好適な光源により発生されてよく、次に限定されるものではないが、超高圧水銀(UHP)ランプ、キセノンランプ、フュージョンランプ(fusion lamp)、(その存在を出典明示して本明細書の一部とみなす)出願番号60/358,517に係る光源または任意の他の好適な光源を含む。光源には、また、好適な投影光学素子も含まれ得る。偏光入力光ビーム1128は第1のCSP1110に入射し、第1のCPS1110は、第1の反射パネル1112に入射すべき光が、第2および第3の反射パネル1124および1126に入射すべき光に対して直交偏光するように偏光を回転する。これは、偏光入力光ビーム1128の偏光に依存して、特定の波長において適切な偏光回転量をCSP1110に導入させることによって達成し得る。ついで、光は第1の偏光ビーム分割エレメント1102に入射し、第1の偏光ビーム分割エレメント1102は1の偏光の光を透過し、他の偏光の光を反射する

。偏光ビーム分割エレメントは、従来のキューブ型偏光ビームスプリッタであっても、Moxtekワイヤグリッド偏光子であっても、任意の他の好適な偏光ビーム分割エレメントであってよい。

【0123】

透過型ダイクロミックミラーのごとき任意選択のカラーフィルタリングエレメント1116を含めて、反射光の望ましいスペクトル外である任意の光を除去し得る。0°に方向付けられた任意選択の半波長板1118を含めて、本明細書中に論じたごとくスキュー光線を補償し得る。

【0124】

ついで、反射された光は第2の偏光ビーム分割エレメント1104に入射し、第2の偏光ビーム分割エレメント1104は反射された光を反射して2回反射された光を形成する。ついで、2回反射された光は第1の反射パネル1122に入射し、第1の反射パネル1122は2回反射された光を変調および反射する。ついで、2回反射された光（カウントする反射は偏光ビーム分割エレメント1102、1104、1106、1108によって引き起こされた反射に限定される）は第2のビーム分割エレメントを通して45°に方向付けられた半波長板1120に伝わる。この四分の一波長板1120は、2回反射された光の偏光を、第4の偏光ビーム分割エレメント1108が2回反射された光を3回目として反射して3回反射された光を形成するように、直交偏光方向に回転する。3回反射された光は偏光ビーム分割エレメント1108から出力されて、出力光ビーム1130の一部を形成する。出力光ビームは、任意の好適な投影光学素子によって投射し得、さもなければディスプレイにイメージされ得る。

【0125】

第1の偏光ビーム分割エレメント1102を透過された光は第2のCSP1112に入射し、第2のCSP1112は、第3の偏光ビーム分割エレメント1106が光の一部を第2の反射パネル1124に反射し、光の残りの部分が第3の偏光ビーム分割エレメント1106を通して第3の反射パネルへと透過され得るように、残りのスペクトルの一部を回転する。第2の反射パネル1124は、光を変調し、その光を第3の偏光ビーム分割エレメント1106を通して第3のCSP1114に反射する。第3のCSP1114は、光が第4の偏光ビーム分割エレメント1108を透過し、出力光ビームの一部になるように、第2の反射パネル1124から反射された光の偏光を回転しない。第3の反射パネル1126は、光を変調し、その光を第3の偏光ビーム分割エレメント1106に反射して戻し、第3の偏光ビーム分割エレメント1106は第3の反射パネル1126からの光を第3のCSP1114に向けて反射する。第3のCSP1114は、光が第4の偏光ビーム分割エレメント1108を透過し、出力光ビームの一部になるように、第3の反射パネル1126から反射された光の偏光を回転する。

【0126】

第2および第3の反射パネル1124、1126からの光は、第3の偏光ビーム分割エレメント1106によって1回反射され、第1、第3および第4の偏光ビーム分割エレメント1102、1106、1108を透過する。それとは逆に、第1の反射パネル1122からの光は、第2の偏光ビーム分割エレメント1104を1回透過し、第1、第2および第4の偏光ビーム分割エレメント1102、1104、1108を反射される。異なる周波数の光が異なるスループット効率を有することを認識し、かつ、偏光ビーム分割エレメントが透過器（transmitter）よりもより効率的なりフレクターであることを認識することによって、プロジェクションデバイス1100を設計し、製作し得る。詳細には、光の最小効率のスペクトルは、偏光ビーム分割エレメントのより高い効率によって相殺されるよう第1の反射パネル1122に向けるよう選択される。設計時のこの制約により、設計の自由度がより大きくなり、より大きなスループットを許容し、出力偏光子の必要性を不要にする。

【0127】

図25は、図24の例示的態様を図示し、ここでは青色光は第1の反射パネル1102

に方向付けられ、緑色光は第2の反射パネル1104に方向付けられ、赤色光は第3の反射パネル1126に方向付けられる。この実施例においては、第1のCSP1110は青色/黄色CSPであり、任意選択のカラーフィルタリングエレメント1116は青色カラーフィルタであり、第2のCSP1112は緑色/マゼンタ色CSPであって、第3のCSP1114はマゼンタ色/緑色CSPである。実際には、CSP1112、1114の各々、緑色/マゼンタ色用マゼンタ色/緑色用として、所定のスペクトル遷移勾配 (steepness) に対し複屈折フィルムを最小限化することが有利である。しかしながら、各々、緑色/赤色および赤色/緑色であるCPS1112、1114を使用し得る。あるいは、第2および第3の反射パネル1124、1126を切り替えて、第2のCSP1112を赤色/シアン色のCSPとし、第3のCSP1114をシアン色/赤色のCSPとするように変化しうる。あるいは、光が望ましい光路に向けられる限り、任意のスペクトルの組合せ、および/または、任意のタイプのCSPを使用し得る。

#### 【0128】

緑色および赤色パネルからの580nmの黄色光の漏れを回避するために、緑色/マゼンタ色およびマゼンタ色/緑色のCSPは、緑色/マゼンタ色のCSPの黄色の遷移がマゼンタ色/緑色のCSPより長い波長に存在しつつ、それらのスペクトルが約10%を超えてオーバーラップしてはならない。オーバーラップを約10%以下に維持することによって、580nmの光は投射されたスペクトルには実質的に存在しない。したがって、さらなるフィルタリングなしで、飽和された緑色および赤色が達成される。

#### 【0129】

緑色/マゼンタ色の黄色のカットオフ (cut off) は赤色彩度を決定し、工業標準UHPランプを用いる場合には約595nmとすべきである。マゼンタ色/緑色フィルタの黄色のカットオフは、最も長い緑色波長を決定し、UHPランプについては約570nmであるべきである。前記に説明したごとく、これらの黄色の遷移は<10%のオーバーラップを保証しなければならず、したがって10-90%の勾配は<25nmでなければならない。青色ダイクロイックミラーの遷移は、青色チャネルのスペクトルを決定すべきである。UHPの場合、遷移は480-520nmの間であってもよく、システムの測色および明度に僅かな影響を及ぼす。実際には、この遷移は、より長い青色/黄色の遷移が青色パネルに入射するp-偏光されたシアン色光を無視し得るように短いべきであり、また、青色/黄色の遷移は長すぎて緑色を黄色すぎること回避すべきである。良好な折衷案は495nmのダイクロイック・カットオフを有し、青色/黄色が510nmのカットオフを有することである。緑色/マゼンタ色のCSPおよびマゼンタ色/緑色のCSPのシアンのカットオフは、青色/黄色のCSPのものよりも短い場合には無視し得る。当該カットオフが、青色/黄色よりも長い場合には、緑色/マゼンタ色のCSPのカットオフは、コントラストのためにマゼンタ色/緑色のCSPについてのカットオフよりも短いべきである。したがって、マゼンタ色/緑色のCSPが、緑色スペクトルのシアン色のカットオフを決定し、また、530nm以下であるべきである。

#### 【0130】

さらに、コントラストは、一般に、スループットより優先されるため、スキュー光線偏光解消補償を含め得る。この理由から、コントラストに対するCSPの影響は、補償に値し得る。偏光ビームスプリッタ間に挟まれる緑色/マゼンタ色のCSPの場合には、550nmのいずれかの側の波長20nmについて最適化された0°の半波長板を有する回転不変の設計を使用し得る。マゼンタ色/緑色のCSPについては、赤色で作動するように設計された回転不変の設計および半波長が望ましい。青色チャネルに関しては、出力偏光回転子は、リターダの反射対称を有すべきであり、それにより、45°の単一半波長板を好適な選択とする。入力側に関しては、入力と青色偏光ビームスプリッタとの間の0°における半波長は、これらのエレメント間の悪い偏光解消効果を打ち消し、青色コントラストを増大しうる。入力CSPに関しては、o-プレートが、青色コントラストを増大しうるが、 $f/\# > 2.5$ を有するシステムではo-プレートを含めることは費用の面で効果的ではない場合がある。

## 【 0 1 3 1 】

図 2 6 は、偏光されていない入力光 1 2 0 2 を使用するプロジェクションデバイス 1 2 0 0 を図示している。第 1 の偏光ビーム分割エレメント 1 1 0 2 の各出力ポートにダイクロイックフィルタ 1 2 0 4、1 2 0 6 を使用することにより、偏光されていない入力光 1 2 0 2 を使用することができる。この態様はカラースペクトルがオーバーラップするという利点を有する。例えば、第 1 の反射パネル 1 1 2 2 が青色反射パネルである場合、p - 偏光されたシアン色光は投射された緑色スペクトルの一部分とあり得、s - 偏光されたシアン色は投射された青色光に加え得る。C S P の数が少なくなるので、これは費用も下がる。任意選択の偏光子 1 2 0 8 も含めて、反射された p - 偏光された光を排除し得る。

## 【 0 1 3 2 】

図 2 7 はダイクロイック入力ビームスプリッタ 1 3 0 2 を含むプロジェクションデバイス 1 3 0 0 を図示している。図 2 7 には、ダイクロイック入力ビームスプリッタ 1 3 0 2 の出力ポートに設置されて彩度を改善する任意選択のさらなるトリム (trim) フィルタ 1 3 0 4、1 3 0 6 が含まれる。出力光 1 3 0 8 は偏光された光であっても偏光されていない光であってもよい。

## 【 0 1 3 3 】

図 2 8 は、クロマティック偏光ビーム分割エレメント 1 4 0 2 を有するプロジェクションデバイス 1 4 0 0 を図示している。プロジェクションデバイス 1 4 0 0 は、傾斜したダイクロイック 1 4 0 6 に入射する偏光されていない入力光 1 4 0 4 を受ける。傾斜したダイクロイック 1 4 0 6 は光を色に応じて 2 のビームに分割する。これらのビームは、カップリングエレメント 1 4 0 8 によって各々偏光子 1 4 1 0 に結合される。第 1 のビーム (緑色光) は偏光ビーム分割エレメント 1 1 0 4 によって、第 1 の反射パネル 1 1 2 4 (例えば、緑色パネル) に反射される。反射パネル 1 1 2 4 は光を変調し、その光を、偏光ビーム分割エレメント 1 1 0 4 を通してクロマティック (例えば、赤色) 偏光ビーム分割エレメント 1 4 0 2 に反射する。クロマティック偏光ビーム分割エレメント 1 4 0 2 は、第 1 の反射パネル 1 1 2 4 からの光を投影光学素子 1 4 1 2 (例えば、レンズ) へと反射させる。

## 【 0 1 3 4 】

第 2 のビーム (例えば、赤色光および青色光) の一部は、C S P 4 1 4 (例えば、赤色 / 青色の C S P) によって第 3 の反射パネル 1 1 2 8 (例えば、青色パネル) に入射すべき光に対して直交である、第 2 の反射パネル 1 1 2 6 (例えば、赤色パネル) に入射すべき偏光回転された光を有する。ついで、偏光ビーム分割エレメント 1 1 0 4 は光の一部 (例えば、赤色) を第 2 の反射パネル 1 1 2 6 に反射し、光の他の部分 (例えば、青色) を第 3 のパネル 1 1 2 8 へと透過する。第 2 および第 3 のパネル 1 1 2 6、1 1 2 8 は光を変調し、その光を反射して偏光ビーム分割エレメント 1 1 0 4 に戻す。偏光ビーム分割エレメント 1 1 0 4 は第 2 のパネル 1 1 2 6 からの光を透過し、第 3 のパネル 1 1 2 8 からの光を反射する。ついで、偏光ビーム分割エレメント 1 1 0 4 からの光は、クロマティック偏光ビーム分割 1 4 0 2 に入射する。

## 【 0 1 3 5 】

クロマティック偏光ビーム分割エレメント 1 4 0 2 は、第 2 の反射パネル 1 1 2 6 からの光を、当該クロマティック偏光ビーム分割エレメント 1 4 0 2 を通して投射光学素子 1 4 1 2 へと透過させる。これは、クロマティック偏光ビーム分割エレメント 1 4 0 2 は、その色 (例えば、赤色) の光に対して等方性であるからである。任意の他の色の光に関しては、クロマティック偏光ビーム分割エレメント 1 4 0 2 は、他の偏光ビーム分割エレメント 1 1 0 4、1 1 0 6 のように作用する。しかしながら、クロマティック偏光ビーム分割エレメント 1 4 0 2 は、他のビーム分割エレメント 1 1 0 4、1 1 0 6 に対して直交して方向付けられている。この直交方向付けは、クロマティック偏光ビーム分割エレメント 1 4 0 2 に、透過され、反射された偏光を逆転させる。したがって、図 2 8 は、反射パネル 1 1 2 2、1 1 2 4、1 1 2 6 とクロマティック偏光ビーム分割エレメント 1 4 0 2 との間に C S P を配置する必要性を排除している。

## 【 0 1 3 6 】

あるいは、望ましくない黄色光を投射することを回避するためのトリムダイクロイックフィルタも図 2 8 に含め得る。ダイクロイックを解することにより入力を非テレセントリックして全体のコンポーネントサイズを減少することを可能とするレンズを、カップリングエレメント 1 4 0 8 に組み込んでよい。あるいは、傾斜したダイクロイック 1 4 0 6 をさらなる偏光ビーム分割エレメントおよび CSP に置き換えて、照明角度公差 (illumination angular tolerance) を改善し得、入力光の方向 (0 ° または 9 0 °) は、ダイクロイックまたは CSP の性能によって選択される。

## 【 0 1 3 7 】

図 2 9 は、内部偏光子 1 5 0 2、1 5 0 4 を有するプロジェクションシステム 1 5 0 0 を図示している。内部偏光子 1 5 0 2、1 5 0 4 は、第 1 のパネル 1 1 2 2 を出力光 1 1 3 0 の軸、したがってプロジェクション光学素子 (示さず) の軸に沿わせる。図 2 9 は、良好な位相フラットネスを有し、サブシステムのコントラストを失うことなく出力 CSP 1 1 1 4 における漏れを許容し、良好なプレ偏光エレメントおよびポスト検光エレメントの必要をなくし、また、他の利点を有し得る。

## 【 0 1 3 8 】

図 3 0 - 3 3 は、内部偏光子 1 5 0 2、1 5 0 4 を有する別の実施形態を図示している。別の実施形態では、クロマティック偏光子 1 5 0 6、1 5 0 8 を、偏光ビーム分割エレメント 1 1 0 6 の前および / または後に使用し得る。クロマティック偏光子 1 5 0 6 は、1 の色バンドでは偏光子として作用するが、別の色バンドでは等方性である。CSP の後にクロマティック偏光子 1 5 0 6 を使用して、偏光チャネルを分離し得る。それぞれ特定の偏光バンド及び等方性バンドを有する複数の交差したクロマティック偏光子を含む組合せも使用してもよい。

## 【 0 1 3 9 】

図 2 5 のシステム 1 1 0 0 は、良好な偏光および高コントラストを維持しつつ、色チャネルを効率よく分割及び再合成する手段を提供する。あるいは、図 2 5 および他の実施形態を、システムにおいて非常に高いシーケンシャルコントラストを達成するように構成しても、および / または、以下のごとき他のシステム性能基準を高めるように変更してもよい：

- 1 . ANS I コントラスト - 投射経路における反射表面を減少させることによる；
- 2 . ソフトフォーカス - 投射経路における非位相平面コンポーネントおよび反射表面を減少させることによる；
- 3 . 1 つの色のシーケンシャルコントラスト - かかる色カラー (例えば、青色) のチャネルを隔離することによる；
- 4 . 物理的なコンパクト性 - 入力透過軸と出力透過軸との間に 9 0 ° の角度を導入することによる；
- 5 . 高い白色温度における輝度 - 青色の透過率を増加させることによる；および
- 6 . 耐久性 - 出力吸収シート偏光子を除去することによる。

## 【 0 1 4 0 】

システム性能基準は、シーケンシャルの明所視コントラストおよびコンポーネントの詳細を犠牲にして改善し得る。かかる改善点は、p - 偏光された光の改善された透過率を有する PBS キューブが市販されており、オフ状態の色および ANS I コントラストと比較した場合にシーケンシャルコントラストは限定的ではないので、取り込むことができる。

## 【 0 1 4 1 】

例えば、システム 1 1 0 0 が緑色における高いシーケンシャルコントラストを有するように、オフ状態における緑色および黄色の漏れを制御することが有利であり得る。これは、第 3 の偏光ビーム分割エレメント 1 1 0 6 を、p - 偏光された緑色光をできるだけ少なく反射するよう設計し、スキュー光線偏光解消について第 3 の CSP 1 1 1 4 を補償することによって達成し得る。黄色を抑制するためには、第 3 の偏光ビーム分割エレメント 1 1 0 6 は、s - 偏光された光の低い透過率 (5 7 0 - 5 9 0 nm において  $T_s < 0.1\%$ )

)を有するよう選択されうる。所望により、システム1100は、照明システムの中または直後に黄色ノッチ(Y/N)フィルタを取り込んで、570ないし600nmの波長を除去し得る。これは、かかる波長は、原色を用いるプロジェクションシステムにおいては通常利用せず、かかる波長があることによって設計は複雑化し、および/または第3の偏光ビーム分割エレメント1106のコストを増大させるからである。

#### 【0142】

さらに、入力偏光子とPBSとを置き換えることは、耐久性を向上し、コストを低減し、透過率を増大させ、スキュー光線補償を許容することにより青色/黄色フィルタ性能を改善し得る。光強度が高い場合におけるもう1つの利点は、1つの短波長の光路(または複数の光路)から光を低下させる可能性のある有機ベースのコンポーネントを除去することによって得ることができる。/2フィルタは無機クォーツから費用効果的に作成し得るため、青色/黄色フィルタは青色光が通される唯一のポリカーボネートフィルタになる。このフィルタを除去することにより、色選択的ダイクロイックで色分解を行い得る。図34はこれらの利点を有するシステム1600を図示している。

#### 【0143】

図34には、4のPBS1602、1604、1606および1608と、1の45°にはめ込まれたダイクロイックビームスプリッタ1610が含まれる。第1のPBS1602は、45°ダイクロイックコーティングにおける複屈折効果からの劣化を回避することによって性能を改善する入力プレ偏光PBSである。入力プレ偏光PBSは、更に、耐久性偏光子と比較してより低いコストおよびより高い性能を有するため、有利である。

#### 【0144】

光は、45°にはめ込まれたダイクロイックスプリッタ1610の前に第1のPBS、クリーンアップPBSに入り、そこでp-偏光された青色光は反射され、透過される赤色光および緑色光から分離される。ついで、青色光は、反射された緑色および赤色のp-偏光された光を除去するはぎ取る青色透過垂直入射ダイクロイック1632によってスペクトル的にクリーンアップされる。ついで、第1のクォーツ半波長板1614は、偏光軸を回転させて、青色を主に一次s-偏光させ、同時にスキュー光線偏光回転を補正する。s-偏光された青色光は第2のPBS1604を反射し、青色パネル1616を照らす。ON-状態においては、この光は青色パネル1616によってp-偏光された光に変換され、第2のPBS1604を透過させられる。第2のクォーツ板1618は偏光を回転してsに戻し、その結果、s-偏光は、第4のPBS1608から反射される。ついで、この光はプロジェクション光学素子1620によって投射される。

#### 【0145】

ダイクロイックビームスプリッタ1610を透過したp-偏光された緑色光および赤色光は、ダイクロイックビームスプリッタ1610のダイクロイックコーティングの性能に依存して青色光成分を有し得る。赤色スペクトルの汚染を回避するためには、この青色光を、任意選択の垂直入射黄色透過ダイクロイック1622を用いて取り除く。ついで、透過光の色バンドは、Color Linkによって製造されているGM Color Select<sup>TM</sup>フィルタ(GMT1)のごとき緑色/マゼンタ色フィルタ1624によって、緑色パネル1626および赤色パネル1628に隣接する第3のPBS1606がかかるパネル1626、1628へと進行する光を分離し、ついで反射光を合成するように、s-偏光された緑色成分およびp-偏光された赤色成分に分離する。合成された光はパネルがONである場合には緑色パネル1626の反対側の第3のPBS1606から出て、Color LinkからのMG Color Select<sup>TM</sup>フィルタ(MGT1)のごときマゼンタ色/緑色フィルタ1630は、赤色を生成する黄色のp-偏光された光に対して緑色偏光を回転する。この光は第4のPBS1608を透過し、青色パネル1616からのs-偏光された青色光と一緒に投射される。システム1600は、非-青色光を取り除く青色ダイクロイックフィルタ1632を含むことによってさらに改善され得る。

#### 【0146】

望ましくない黄色(575-590nm)の光は緑色パネル1626に入射する。これ

は、入力「広スペクトル」緑色/マゼンタ色フィルタ1624によって緑色として取り扱われる一方、より狭いマゼンタ色/緑色フィルタ1630はこの波長をより長い赤色波長と一緒に取り扱うからである。したがって、この黄色光は第4のPBS1608に入る前にs-偏光され且つ投射されず、それにより、飽和された原色が投射されることを可能にする。

#### 【0147】

図34は緑色漏れが前記した方法によって制御される場合には良好なコントラストを提供する。照明アームにおける偏光の完全性に関して配慮がされるならば、一般に、コントラストは更に改善される。スペクトルの観点からすると、ダイクロイックビームスプリッタ1610のダイクロイックコーティングはp-偏光された光に対して良好な性能を有し得、s-偏光された光に対しては低い性能を有し得る。事実、ダイクロイックコーティングには最小限のs-偏光された光しか入射されるべきでないので、s-偏光された光に対する具体的な影響は必要でない。しかしながら、s-偏光の低い透過率は、スペクトルの緑色および赤色部分におけるTsに関して第1のPBS1602が有する特性(specification)を低下し得る。

#### 【0148】

ダイクロイックビームスプリッタ1610は、ガラスキューブに嵌め込まれてシステムのサイズを減少させ、入射照明光線角度を低下させ、かつ、システム1600全体を通るテレセントリシティーを維持している。一般的に、一体化レンズは光を偏光解消するように作用するため、テレセントリシティーは偏光混合を回避するために有利である。また、ガラスにダイクロイックを嵌め込むことは、連続するビーム分割キューブ間のスキュー光線の幾何学偏光軸の回転を合致する。このことは、ダイクロイックスプリッタのs-偏光軸またはp-偏光軸のいずれかに沿ってよく偏光されない光線は、偏光を減少する複屈折を経験し、システム性能を損なうので有利である。この利点が、平行コーティングされた表面を有する第1のPBS1602を用いる理由である。かかる第1のPBS1602は、各光線を正確に偏光し、ダイクロイック界面における偏光の混合を回避するように作用するからである。それでもなお、システム1600におけるダイクロイックコーティングに用いるガラスと他のプリズムに用いるガラスの屈折率におけるミスマッチは、最少のまたは許容し得る量のスキュー光線偏光のミスマッチを生じ得る。

#### 【0149】

ダイクロイックミラーを嵌め込むことは、s-偏光された光およびp-偏光された光の遷移バンドを分離する。これにより、ダイクロイックビームスプリッタ1610は、スペクトルのある領域についてPBSのように作用する。図34においては、ダイクロイックビームスプリッタ1610は、緑色および赤色偏光をクリーンアップするように作用する。さらに、より高い屈折率を有するガラスにダイクロイックコーティングを嵌め込むことにより、ダイクロイックコーティングに入射する光線角度が下がり、入射角度が透過率の傾斜に与える拡大効果が低下する。有利には、低弾性ガラス材料を用いて、圧力複屈折を減少し得る。

#### 【0150】

緑色/マゼンタ色フィルタ1624とマゼンタ色/緑色フィルタ1630の遷移領域の間の光は、第3のPBS1606によって検光され得る。外部フィルタリングがないとして、これらの波長における漏れは、単純に、第3のPBS1606のs-偏光された光の透過である。第3のPBS1606に入るシアン色光はバンドパスダイクロイックによって制御し得るため、約575ないし約590nmの黄色光線は、Tsが低い(例えば、第3のPBS1606が $T_s < 0.05\%$ を有する)場合には十分に除去される。しかしながら、第3のPBS1606についてこのスペクトル領域のいずれかの側のTp値を高くするというほぼ衝突する目的は、この黄色光を別々に制御するのに有利となる。例えば、さらなる偏光子なしに偏光変換照明システムを利用する場合には、Color LinkからのY/N Color Select<sup>TM</sup>フィルタのごとき、フリースタンドイングの、低コストの、反射防止コーティングされたポリカーボネート黄色/ニュートラルフィルタ

を用い得る。あるいは、黄色/ニュートラルのダイクロイックまたはドープした吸収ガラスフィルタを用い得る。あるいは、Color LinkからのD/N Color Select<sup>TM</sup>フィルタのごとき外部二重ノッチフィルタを用い得る。二重ノッチフィルタの例示的なスペクトルを図35に図示する。

【0151】

図36は、図34で使用した例示的フィルタのスペクトルを図示する。フィルタのスペクトルは、Color LinkからのMGT1およびGMT1 Color Select<sup>TM</sup>フィルタの平行偏光子Color Select<sup>TM</sup>フィルタのスペクトルについてである。しかしながら、好適なフィルタスペクトルを有するいずれのフィルタも用い得る。

【0152】

光の入射角は、垂直入射のダイクロイックフィルタの性能に対して最小限の影響を有する。したがって、シャープな透過率および良好な抑制が典型的である。例えば、図37は青色および黄色を透過するダイクロイック板の透過スペクトルを図示している。

【0153】

図38は、図25のシステムと比較した図34のシステムの青色および赤色の透過率を図示する。赤色が不足したシステムにおいては、20%の増加が生じ、青色が不足したシステムにおいては、>30%の増加が生じている。さらに、図34のシステムでは、ANSIコントラストが向上され、ソフトフォーカスの問題が最小限となっている。

【0154】

図34に類似する他の例示的な実施形態も用い得る。例えば、緑色パネル1626および赤色パネル1628は、緑色/マゼンタ色フィルタ1624およびマゼンタ色/緑色フィルタ1630の位置を変えることによって図34のシステム1600において位置を変え得る。この実施形態により、より良好な特性を有するフィルタの使用を許容し得、あるいは他の利点を有し得る。もう一つの例示的な実施形態には、Color LinkからのColor Select<sup>y/n</sup>フィルタのごとき回転的に不変の黄色ニュートラルフィルタが含まれ、これは緑色および赤色において非常に低いTsを有するダイクロイックビーム分割エレメントを利用している。これは、偏光変換システムが必要とされないため、有利である。もう一つの例示的な実施形態には、Moxtekによって製造されるごときワイヤグリッド偏光子およびO-プレートが含まれる。更にもう一つの例示的な実施形態には、 $\lambda/2$ 波長板の代わりに用いる回転子が含まれる。これらの回転子は、Color Linkから入手可能なColor Selectフィルタのごとき、偏光子を回転させるように作用する複数の複屈折層を有するフィルタであり得る。回転子の性能はよりアクロマティックとすることができ、また、回転子は、クオーツ板よりもコストのかからないコンポーネントのため、有利である。クオーツを単一のポリカーボネートで置き換えることも、コストを下げる解決策でありうるが、現在用いられている製造過程によってもたらされる単一層コンポーネントにおける非均一性は、多層回転子解法と比較した場合より顕著である。

【0155】

図39は、赤色および緑色の反射ダイクロイックビームスプリッタを有するもう一つの例示的なシステム1700を図示する。図39のシステム1700には、実質的に同じように作動する図34のシステム1600の多くのエレメントが含まれている。他のエレメントには、任意選択の黄色/ニュートラルフィルタ1702ならびに赤色および緑色のp-偏光された光を反射する赤色および緑色ダイクロイック1704が含まれる。

【0156】

内部偏光子を含むすべての前記アーキテクチャーにおいては、ダイクロイックを用いてp-偏光された反射を回避している。スキュー光線偏光補正を用い得る。最終的に、入力偏光ビーム分割エレメントは、ダイクロイックスプリッタまたは別の板偏光ビーム分割エレメントを利用し得る。また、シート偏光子を用いて、出力CSPおよび偏光子を用いる場合のフィルタ性能を改善し得る。

【0157】

前記の補償技術は、大部分のCSPF/PBSアーキテクチャーにおけるスキュー光線偏光解消を補償することができ、また、カラープロジェクションシステムに限定されるものではない。かかる技術は、すべての種類のビームスプリッタにも良好に等しく適用される。次に限定されるものではないが、ビームスプリッタには、PBS、ダイクロイックビームスプリッタ、部分的に銀メッキされたミラービームスプリッタのごとき部分的に透過性の鏡面などが含まれる。さらに、これらの技術は、伝播方向に対して垂直以外の角度にある一連の反射表面を光が通過して偏光の完全性を維持する任意のシステムにおいても使用し得る。

## 【0158】

本明細書に記載する補償スタックは、固体結晶、延伸ポリマー、液晶ポリマー、または他の材料のごとき任意の好適な材料から作成し得る。液晶ポリマーは二重のホモジニアス配向、スプレイ配向（ホモジニアス/ホメオトロピック）または任意の好適な配向を有し得る。補償型リターダスタックをプロジェクションディスプレイのカラーマネージメントのコンテキストにおいて論じたが、かかるスタックは多数の用途に使用し得る。多数の用途には、特に、イメージキャプチャーまたは放射分析用の色分解、照明、および近赤外線オプティカルコミュニケーションが含まれる。

## 【0159】

例示的な光源には、ウシオ、東芝、Perkin-Elmer、Phoenixほかから入手可能である小さいアークサイズを有する超高圧水銀アークランプが含まれる。これらの光源は、緑色および青色光に富むが、赤色光が不足している。また、これらの光源は、ポリカーボネートフィルムのごとき有機材料を劣化し得る相当量のUV光を生成する。上記のような、または、任意の好適な光源を用いて、前記したシステムのための光を提供し得る。黄色の二重ノッチフィルタ、入力PBS、ダイクロイックビームスプリッタ、黄色透過ダイクロイック、緑色/マゼンタ色フィルタ、緑色/赤色PBS、マゼンタ色/緑色フィルタ、出力PBS、青色透過ダイクロイック、入力青色偏光回転フィルタ、青色PBSおよび出力青色偏光フィルタの例示的な実施形態を以下の表に掲載する。

## 【0160】

## 【表4】

黄色二重ノッチフィルタ				
特性	典型	レンジ	単位	コメント
青色の透過率 430-480nm	97	95-100	%	
シアン色の透過率 495-505nm	2	0-5	%	任意選択
緑色の透過率 520-560nm	96	94-100	%	
黄色の透過率 580-590nm	2	0-5	%	
赤色の透過率 610-680nm	97	95-100	%	

## 【0161】

【表5】

入力 PBS				
特性	典型	レンジ	単位	コメント
ガラスの屈折率	1.85 (PBH56)	1.5-2.0	-	
サイズ	34x34x41	N/A	mm	
p-偏光した 青色光(430-500nm) の平均透過率(Tp)	90	85-95	%	入力照明光線セット にわたって平均化
緑色光(500-600nm) のTp	90	80-95	%	
赤色光(600-680nm) のTp	92	90-98	%	
s-偏光した 青色光(430-500nm) の平均透過率(Ts)	0.05	0-0.1	%	
緑色光(500-600nm) のTs	0.1	0-0.2	%	
赤色光(600-680nm) のTs	0.1	0-0.2	%	
外部表面	すべての表面は、可視スペクトルにわたって<0.5%反射とするよう 反射防止コートし得る。			

【0162】

【表 6】

ダイクロイックビームスプリッタ				
特性	典型	レンジ	単位	コメント
ガラスの屈折率	1.85	1.5-2.0	-	例示的なガラスは SF2, PBH55, PBH56 または BK7 を含む。
サイズ	27x27x34	N/A	mm	
p-偏光した 青色光(430-470nm) の平均反射率(Rp)	95	85-100	%	入力照明光線セット にわたって平均化
p-偏光した 緑色光(550-570nm) の平均透過率(Tp)	95	90-100	%	
赤色光(600-680nm) のTp	97	90-100	%	
外部表面	すべての表面は、可視スペクトルにわたって<0.5%反射とするために 反射防止コートし得る。フリースタンディングは熱的特性により有利 である。			

【 0 1 6 3 】

【表 7】

黄色透過ダイクロイック				
特性	典型	レンジ	単位	コメント
青色の透過率 430-490nm	1	0-2	%	
緑色の透過率 530-600nm	96	94-100	%	
赤色の透過率 600-680nm	97	95 - 100	%	
50%の透過率	515	505-525	nm	

【 0 1 6 4 】

【 表 8 】

緑色マゼンタ色フィルタ				
特性	典型	レンジ	単位	コメント
青色の交差した 偏光子の透過率 430-480nm (Bx)	留意せず (D/C)	D/C		
Gx (530- 560nm)	98	97-100	%	
Rx (615- 680nm)	1	0-2	%	
青色の平行 偏光子の透過率 (Bp)	D/C	D/C		

【 0 1 6 5 】

【 表 9 】

Gp	0.5	0-0.7	%	
Rp	98	96-100	%	
シアン色50%点 (偏光透過率) (平行=垂直)	495	<500	nm	
黄色 50% 点	570	565-575	nm	
全体コメント	これは、ポリカーボネートに直接的蒸発させた 反射防止コーティングを含むフリースタANDING部分とし得る。			

【 0 1 6 6 】

【表 1 0】

緑色赤色 PBS				
特性	典型	レンジ	単位	コメント
ガラスの屈折率	1.85 (PBH56)	1.5-2.0	-	低い係数の光弾性は応力により誘発された複屈折率を低下する。
サイズ	22x22x28	N/A	mm	
青色光(430-500nm)のTp	D/C	D/C	%	
緑色光(510-610nm)のTp	94	90-97	%	
赤色光(600-680nm)のTp	94	90-98	%	
青色光のTs	D/C	-	%	
緑色光(500-560nm)のTs	1	0-0.2	%	
黄色光(570-590nm)のTs	0.1	0-0.2	%	
赤色光(600-680nm)のTs	0.5	0-1	%	
外部表面	入力およびパネルポートは、可視スペクトルにわたって<0.5%反射とするために反射防止コートし得る。			

【 0 1 6 7】

【表 1 1】

マゼンダ色緑色フィルタ				
特性	典型	レンジ	単位	コメント
青色の交差した偏光子の透過率 430-480nm (Bx)	留意せず (D/C)	D/C		
Gx (530-560nm)	1	0-2	%	
Rx (615-680nm)	98	97-99	%	
青色の平行偏光子の透過率 (Bp)	D/C	D/C		
Gp	97	96-99	%	
Rp	0.25	0-0.5	%	
シアン色 50% 点	520	<530	nm	
黄色 50% 点	570	565-575	nm	
全体コメント	このフィルタはシリコーンのごとき順応する接着剤でガラス基板間を接合し得る。このガラスを隣接PBSと接合して反射を避ける。			

【 0 1 6 8 】

【表 1 2】

出力 PBS				
特性	典型	レンジ	単位	コメント
ガラスの屈折率	1.85 (PBH56)	1.5-2.0	-	低い係数の光弾性は 応力により誘発された 複屈折率を低下する
サイズ	27x27x34	N/A	mm	
青色光(430-500nm) のTp	D/C	D/C	%	
緑色光(500-600nm) のTp	94	90-97	%	
赤色光(600-680nm) のTp	95	90-98	%	
青色光のTs	0.1%	0-0.2	%	
黄色光(500-680nm) のTs	D/C			
外部表面	すべての表面は、可視スペクトルにわたって <0.5%反射とするために反射防止コートし得る。			

【 0 1 6 9 】

【表 1 3】

青色透過ダイクロイック				
特性	典型	レンジ	単位	コメント
青色の透過率	97	96-99	%	
430-480nm 黄色の透過率	0.5	0-1	%	
510-680nm 50%の透過率	485	480-490	nm	

【 0 1 7 0 】

【表 1 4】

入力青色偏光回転フィルタ (クォーツ45°λ/2)				
特性	典型	レンジ	単位	コメント
青色の平行偏光子の透過率 430-470nm (Bp)	1	<1.5	%	450nmにおける透過率は<0.5%
YxおよびYp (510 - 680)	D/C			
青色の交差した偏光子の透過率 (Bx)	97	>95	%	

【 0 1 7 1】

【表 1 5】

青色 PBS				
特性	典型	レンジ	単位	コメント
ガラスの屈折率	1.85 (例えばPBH56)	1.5-2.0	-	低い係数の光弾性は応力により誘発された複屈折率を低下する。
サイズ	22x22x28	N/A	mm	
青色光(430-520nm)のTp	95	>93	%	
黄色光(520-680nm)のTp	D/C			
青色光のTs	0.3	<0.5	%	
黄色光(520-680nm)のTs	D/C			
外部表面	入力およびパネルポートは、可視スペクトルにわたって<0.5%反射とするために反射防止コートし得る。			

【 0 1 7 2】

【表 16】

出力青色偏光回転フィルタ (クォーツ45°λ/2)				
特性	典型	レンジ	単位	コメント
青色の平行偏光子の透過率 430-470nm (Bp)	1	<2	%	
青色の交差した偏光子の透過率 (Bx)	97	>95	%	
YxおよびYp (510 - 680)	D/C			

## 【0173】

本明細書に記載した例示的な実施形態は、特定の色または色の組合せに参照して記載し得るが、他の色も可能であることは理解されるべきである。例えば、カラーフィルタは、赤色/青色、青色/緑色、赤色/緑色、加法混色の原色およびその相補的な減法混色の原色またはシステム基準が指図するいずれか他の色対が含まれる。

## 【0174】

本明細書に用いる回転とは純粋な光学回転に限定されるものではなく、光学回転を生じる任意の変換または光学回転を生じる他の効果も含む。例えば、45°の半波長板は線状状態を、リターデーションを介して直交線状状態に変換し得る。

## 【0175】

本発明の幾つかの実施形態およびその利点を詳細に記載したが、本発明の教示、添付する特許請求の範囲によって記載される本発明の意図および範囲から逸脱することなく、変化、置換、変換、修飾、変形、変更および交換をそれに対してなし得ることは理解されるべきである。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0176】

【図1】図1は、垂直入射にて平行偏光子を通して見た先行技術の回転非耐性のRed/Blueフィルタのスペクトルを示し、ここで実線の軌跡は設計軸に沿った入力/出力光を示し、破線の軌跡は設計軸に対して10°の入力/出力光を示す。

【図2】図2は、対を形成する偏光ビームスプリッタの間の先行技術の回転非耐性のRed/Blueフィルタのスペクトルを示す。方位角が平均化された出力スペクトルは0°、5°、10°、15°および20°の半円錐角にわたってプロットされ、20°は最大のサイドローブ漏れを与える。

【図3】図3は、対を形成する偏光ビームスプリッタ間の先行技術のGreen/Magenta回転非耐性フィルタの方位角が平均化された出力スペクトルを示す。方位角平均化した出力スペクトルは0°、5°、10°、15°および20°の半円錐角についてプロットしているが、後者は最大のサイドローブ漏れを与える。

【図4】図4は、スキュー光線がその回転した偏光を有すること、一方垂直および面内スキュー光線は回転したその偏光を有していないことを示している図である。

【図5】図5は、600nmフィルム(505nm 50%ポイント)および0.005%のサイドローブを用いた50:50のデューティ比スタックの交差した偏光子スペクト

ルを示している。

【図6】図6は、600nmフィルム(505nm 50%ポイント)および0.005%のサイドローブを用い、 $\pi/4$ 回転した、50:50のデューティー比スタックの交差した偏光子スペクトルを示している。

【図7】図7は、600nmフィルム(505nm 50%ポイント)および0.005%のサイドローブを用い、 $\pi/4$ 回転した、さらに $\pi/2$ のさらなる600nmフィルムを有する50:50のデューティー比スタックの交差した偏光子スペクトルを示している。

【図8】図8は、表2の設計について $\pi/4$ で方向付けたスタックを用いた最大サイドローブ漏れを示している。

【図9】図9は、本発明の例示的实施形態を用いて平行偏光子を通して見た回転非耐性Red/Blueフィルタのスペクトルを示し、ここに実線軌跡は設計軸に対して平行に偏光および分析した入力/出力光を示しており、破線軌跡は設計軸に対して $10^\circ$ で偏光および分析した入力/出力光を示す。

【図10】図10は、直交面を有する対を形成する偏光ビームスプリッタ間の半波長の付加を有する回転不変性のRed/Blueフィルタのスペクトルを示している。出力は $0^\circ$ 、 $5^\circ$ 、 $10^\circ$ 、 $15^\circ$ および $20^\circ$ の照明半円錐角度にわたって均一平均化しており、後者は最高のサイドローブ漏れを与える。

【図11】図11は、交差した面を有するPBSの間に波長選択的な光学軸方向を有する半波長リターダCCSPFを含むスキュー光線補正した構造を示している。

【図12】図12は、平行面を有するPBSの間に純粋回転CCSPFを含むスキュー光線補正した構造を示している。

【図13】図13は、本発明のもう一つの例示的な実施形態に従って $0^\circ$ 、 $5^\circ$ 、 $10^\circ$ 、 $15^\circ$ および $20^\circ$ の半円錐角度にわたって均一平均した対を形成する偏光ビームスプリッタの間のGreen/Magenta回転不変性のフィルタのスペクトルを示している。

【図14】図14は、 $\cos^2$ の関数としての $\cos^2$ のグラフを示している。

【図15】図15は、シート偏光子およびPBSの間のスキュー光線偏光解消を補償するために用いた面外単軸スタックを示している。

【図16】図16は、CCSPFおよび偏光ビームスプリッタを用いるCOLORQUAD<sup>TM</sup>カラーマネージメントシステムを示している。

【図17】図17は、CCSPFを用いるもう一つの例示的なCOLORQUAD<sup>TM</sup>カラーマネージメントシステムを示している。

【図18】図18は、CCSPFおよびPBSを用いる $90^\circ$ COLORQUAD<sup>TM</sup>カラーマネージメントシステムを示している。

【図19】図19は、スキュー光線偏光解消補償を含む3パネル式カラープロジェクションシステムを示している。

【図20】図20は、スキュー光線偏光解消補償を含む2パネル式の例示的なカラープロジェクションシステムを示している。

【図21】図21は、スキュー光線偏光解消補償を含むもう一つの2パネル式の例示的なカラープロジェクションシステムを示している。

【図23】図23は、スキュー光線偏光解消補償を含む単一パネル式プロジェクションシステムを示している。

【図24】図24は、本発明の第1の例示的な実施形態によるプロジェクションシステムを図示している。

【図25】図25は図24の例示的な実施形態を図示しており、ここでは青色光が第1の反射パネルに対して方向付けられている。

【図26】図26は、非偏光入力光を用いるプロジェクションデバイスを図示している。

【図27】図27は、ダイクロイック入力ビームスプリッタを含むプロジェクションデバイスを図示している。

【図28】図28は、着色偏光ビーム分割エレメントを有するプロジェクションデバイ

スを図示している。

【図 2 9】図 2 9 は、第 1 の例示的な実施形態による内部偏光子を有するプロジェクションシステムを図示している。

【図 3 0】図 3 0 は、第 2 の例示的な実施形態による内部偏光子を有するプロジェクションシステムを図示している。

【図 3 1】図 3 1 は、第 3 の例示的な実施形態による内部偏光子を有するプロジェクションシステムを図示している。

【図 3 2】図 3 2 は、第 4 の例示的な実施形態による内部偏光子を有するプロジェクションシステムを図示している。

【図 3 3】図 3 3 は、第 5 の例示的な実施形態による内部偏光子を有するプロジェクションシステムを図示している。

【図 3 4】図 3 4 は、本発明によるもう 1 つの例示的なシステムを図示している。

【図 3 5】図 3 5 は例示的な二重ノッチフィルタのスペクトルを図示している。

【図 3 6】図 3 6 は、図 3 4 で使用した例示的なフィルタセットのスペクトルを図示している。

【図 3 7】図 3 7 は、青色および黄色透過型ダイクロイック板の透過スペクトルを図示している。

【図 3 8】図 3 8 は、図 2 5 のシステムと比較した図 3 4 のシステムの青色および赤色の透過率を図示している。

【図 3 9】図 3 9 は、赤色および緑色の反射ダイクロイックビームスプリッタを有するもう 1 つの例示的なシステムを図示している。

【誤訳訂正 2】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 3 つのリターダを含み、前記少なくとも 3 つのリターダが実質的にリターデーションを導入することなく第 1 のスペクトルの光の光学回転を引き起こす光学フィルタ。

【請求項 2】

前記少なくとも 3 つのリターダが第 2 のスペクトルの光に対して等方性である請求項 1 記載のフィルタ。

【請求項 3】

さらに、バイアスリターダを含み、前記バイアスリターダおよび前記少なくとも 3 つのリターダが全体として約半波長のリターデーションを有する請求項 2 記載のフィルタ。

【請求項 4】

フィルタが前記第 1 のスペクトルおよび前記第 2 のスペクトルにおいてアクロマティック (achromatic) 半波長リターダである請求項 3 記載のフィルタ。

【請求項 5】

フィルタが実質的に波長安定な固有偏光を有する請求項 3 記載のフィルタ。

【請求項 6】

光学回転が  $90^\circ$  の光学回転である請求項 1 記載のフィルタ。

【請求項 7】

前記少なくとも 3 つのリターダの光学回転が前記第 1 のスペクトルにおいてアクロマティックである請求項 1 記載のフィルタ。

【請求項 8】

前記少なくとも 3 つのリターダが実質的に波長安定な固有偏光を有する請求項 1 記載のフィルタ。

## 【請求項 9】

さらに、前記少なくとも3つのリターダと光学的に直列な第1のビームスプリッタを含む請求項1記載のフィルタ。

## 【請求項 10】

前記第1のビームスプリッタが偏光ビームスプリッタである請求項9記載のフィルタ。

## 【請求項 11】

前記第1のビームスプリッタがダイクロイックビームスプリッタである請求項9記載のフィルタ。

## 【請求項 12】

前記第1のビームスプリッタが部分的に金属被覆されたミラービームスプリッタである請求項9記載のフィルタ。

## 【請求項 13】

さらに、前記少なくとも3つのリターダおよび前記第1のビームスプリッタと光学的に直列な第2のビームスプリッタを含む請求項9記載のフィルタ。

## 【請求項 14】

さらに、第1のビームスプリッタおよび第2のビームスプリッタを含み、前記少なくとも3つのリターダが前記第1のビームスプリッタと前記第2のビームスプリッタとの間に存在し、前記第1のビームスプリッタのスキュー光光線偏光効果が前記少なくとも3つのリターダおよび前記第2のビームスプリッタのスキュー光光線偏光効果によって補われる請求項1記載のフィルタ。

## 【請求項 15】

前記第1のビームスプリッタおよび前記第2のビームスプリッタが共通の垂直ベクトルを有する請求項14記載のフィルタ。

## 【請求項 16】

さらに、前記少なくとも3のリターダがバイアスリターダを含んで、前記少なくとも3のリターダのリターデーションが実質的にリターデーションを有しないようにする請求項1記載のフィルタ。

## 【請求項 17】

リターデーションを導入することなく第1のスペクトルの光を光学的に回転させる工程を含む光学フィルタリング方法。

## 【請求項 18】

前記光学的な回転の工程を3つ以上のリターダによって行う請求項17記載の方法。

## 【請求項 19】

前記3つ以上のリターダが前記第1のスペクトルにおいてアクロマティックである請求項18記載の方法。

## 【請求項 20】

前記3つ以上のリターダが実質的に波長安定な固有偏光を有する請求項18記載の方法。

## 【請求項 21】

さらに、光を2つの異なる光路に分離する工程を含む請求項17記載の方法。

## 【請求項 22】

前記光を分離する工程は、偏光に従って光を分離する請求項21記載の方法。

## 【請求項 23】

前記光を分離する工程は、波長に従って光を分離する請求項21記載の方法。

## 【請求項 24】

光の2つの異なる光路への第1の分離工程、および、  
光の2つの異なる光路への第2の分離工程、  
をさらに含み、  
前記光学的な回転の工程がスキュー光線方向から実質的に独立するように、前記第1の

分離工程の後であるが前記第 2 の分離工程の前に前記光学的な回転の工程を生じる請求項 1 7 記載の方法。

【請求項 2 5】

さらに、変化しなかった第 2 のスペクトルの光を透過する工程を含む請求項 1 7 記載の方法。

【請求項 2 6】

前記光学的な回転が  $90^\circ$  光学回転である請求項 1 7 記載の方法。