

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6560980号
(P6560980)

(45) 発行日 令和1年8月14日 (2019.8.14)

(24) 登録日 令和1年7月26日 (2019.7.26)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 5/30 (2006.01)

G O 2 B 5/30

G O 2 B 27/28 (2006.01)

G O 2 B 27/28

Z

請求項の数 1 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2015-527499 (P2015-527499)
 (86) (22) 出願日 平成25年8月9日 (2013.8.9)
 (65) 公表番号 特表2015-528585 (P2015-528585A)
 (43) 公表日 平成27年9月28日 (2015.9.28)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/054247
 (87) 国際公開番号 W02014/028310
 (87) 国際公開日 平成26年2月20日 (2014.2.20)
 審査請求日 平成28年8月5日 (2016.8.5)
 審判番号 不服2018-16950 (P2018-16950/J1)
 審判請求日 平成30年12月20日 (2018.12.20)
 (31) 優先権主張番号 61/683,390
 (32) 優先日 平成24年8月15日 (2012.8.15)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(73) 特許権者 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 100110803
 弁理士 赤澤 太朗
 (74) 代理人 100135909
 弁理士 野村 和歌子
 (74) 代理人 100133042
 弁理士 佃 誠玄

早期審理対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高解像度画像を提供する偏光ビームスプリッタプレート及びかかる偏光ビームスプリッタプレートを利用するシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

偏光サブシステム用のフラットフィルムの製造方法であって、
 多層光学フィルムを準備する工程と、
 水溶液で覆われた、一時的な平面基板を準備する工程と、
 前記多層光学フィルムの第1表面を前記一時的な平面基板の水溶液で覆われた面に着脱自在に取り付ける工程と、
 永久基板を準備する工程であり、前記永久基板が、第1最外主表面と、前記第1最外主表面と20°未満の角度を形成する反対側の第2最外主表面と、を含む、工程と、
 前記多層光学フィルムの第2表面を前記永久基板に取り付ける工程と、
 前記多層光学フィルムを前記一時的な平面基板から取り外す工程と、を含む、
 前記多層光学フィルムの前記第1表面を、前記一時的な平面基板の水溶液で覆われた面に着脱自在に取り付けた後、かつ前記一時的な平面基板から前記多層光学フィルムを取り外す前に、前記水溶液を蒸発させる工程をさらに含む、
 前に前記一時的な平面基板に面していた多層光学フィルムの表面が、45nm未満の表面粗さRa又は80nm未満の表面粗さRqを有する、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本願は、その内容全体が参照により本明細書に組み込まれる、2011年11月28日に出願された係属中の米国特許出願第61/564161号「Polarizing Beam Splitters Providing High Resolution Images and Systems Utilizing Such Beam Splitters」(代理人整理番号67895US002)、及び2011年11月28日に出願された係属中の同第61/564172号「Method of Making Polarizing Beam Splitters Providing High Resolution Images and Systems Utilizing Such Beam Splitters」(代理人整理番号68016US002)に関連する。

10

【0002】

(発明の分野)

本明細書は、偏光ビームスプリッタプレート及びかかるビームスプリッタプレートを組み込むシステムに関する。より具体的には、本明細書は、多層光学フィルムを組み込み、かつ高い有効解像度で視聴者又は鑑賞スクリーンに向かって結像光を反射させる、偏光ビームスプリッタプレート及びかかるビームスプリッタプレートを有するシステムに関する。

【背景技術】

【0003】

偏光ビームスプリッタ(PBS)が組み込まれた照射システムが、投射ディスプレイなどの鑑賞スクリーン上に画像を形成するために使用されている。典型的な表示画像は照射源を組み込んでおり、この照射源は、照射源からの光線が、投射される所望の画像を含む画像形成装置(即ち、結像器)で反射するように配置されている。こうしたシステムは、照射源からの光線と投射される画像の光線とが、PBSと結像器との間の同じ物理的空間を共有するように光線を折曲する。PBSは、結像器からの、偏光状態が回転した光から、入射する照明光を分離する。PBSへの新たな需要により、ひとつには3次元投射及び結像などの用途における新規利用により、いくつかの問題が浮上してきている。本出願は、そのような問題に対処する物品を提供する。

20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

30

【0004】

一態様では、本明細書は、偏光サブシステムに関する。偏光サブシステムは、第1結像器と、偏光ビームスプリッタと、を含む。いくつかの実施形態では、結像器は、LCOS結像器であってもよい。偏光ビームスプリッタは、部分的に反射性偏光子からなり、結像器からの結像光を受光する。反射性偏光子は、多層光学フィルムであってもよい。いくつかの実施形態では、反射性偏光子は、45nm未満の表面粗さRa又は80nm未満の表面粗さRqを有する。偏光ビームスプリッタは、12マイクロメートル未満の有効画素解像度で視聴者又はスクリーンに向かって結像光を反射させる。いくつかの実施形態では、偏光ビームスプリッタは、9マイクロメートル未満又は6マイクロメートル未満の有効画素解像度で視聴者又はスクリーンに向かって結像光を反射させることができる。偏光サブシステムは、第2結像器を含むことができ、これは、偏光ビームスプリッタが第1結像器からの光を受光するのとは異なる面で偏光ビームスプリッタが第2結像器からの結像光を受光する。偏光サブシステムはまた、視聴者又はスクリーンに向かって偏光ビームスプリッタからの光を投射する投射レンズを含むことができる。いくつかの場合では、偏光サブシステムは、3次元画像プロジェクタであってもよい。

40

【0005】

別の態様では、本明細書は、偏光ビームスプリッタに関する。偏光ビームスプリッタは、第1カバーと第2カバーとの間に位置決めされる反射性偏光子を含む。反射性偏光子は、多層光学フィルムであってもよい。偏光ビームスプリッタは、12マイクロメートル未満、潜在的に9マイクロメートル未満、又は6マイクロメートル未満の有効画素解像度で

50

視聴者又はスクリーンに向かって結像光を反射させることができる。偏光ビームスプリッタの第1及び/又は第2カバーは、ガラス又は好適な光学プラスチックで少なくとも部分的に作製されてもよい。第1カバー及び/又は第2カバーは、多層光学フィルムの所望の平坦度を達成するために、真空に対する露光などの更なる処理で好適な光学接着剤によって反射性偏光子に取り付けられてもよい。反射性偏光子は、45nm未満の表面粗さRa又は80nm未満の表面粗さRqを有することができる。

【0006】

更なる他の態様において、本明細書は投射サブシステムに関する。投射サブシステムは、光源と、偏光ビームスプリッタと、少なくとも第1結像器と、潜在的に第2結像器と、を含む。偏光ビームスプリッタは、光源からの光を受光し、多層光学フィルムからなる反射性偏光子を含む。第1結像器は、偏光ビームスプリッタに隣接して位置決めされる。第2結像器は、偏光ビームスプリッタの第1結像器とは異なる側で偏光ビームスプリッタに隣接して位置決めされる。光源からの光が偏光ビームスプリッタに入射し、入射光の第1偏光が反射性偏光子を透過し、一方第1偏光状態に直交する入射光の第2偏光は反射性偏光子によって反射される。第2偏光の光が偏光ビームスプリッタから第2結像器へと進み、結像され、偏光ビームスプリッタに向かって後方に反射する第2結像器から反射された光が、偏光ビームスプリッタを通じて像平面に透過される。第1偏光の光が偏光ビームスプリッタを通じて第1結像器に透過され、結像され、偏光ビームスプリッタに向かって後方に反射する。第1結像器から反射された光が、12マイクロメートル未満の有効画素解像度で像平面に向かって偏光ビームスプリッタで反射される。少なくともいくつかの実施形態では、第1結像器から反射された光が、9マイクロメートル未満又は6マイクロメートル未満の有効解像度で像平面に向かって偏光ビームスプリッタで反射される。反射性偏光子は、45nm未満の表面粗さRa又は80nm未満の表面粗さRqを有することができる。投射サブシステムの光源は、アーク灯又は1つ若しくは複数のLEDなどの任意の好適な光源であってもよい。

【0007】

別の態様では、本明細書は、偏光サブシステムに関する。偏光サブシステムは、第1結像器と、偏光ビームスプリッタと、を含む。偏光ビームスプリッタは、部分的に反射性偏光子からなり、結像器からの結像光を受光する。反射性偏光子は、多層光学フィルムであってもよい。偏光ビームスプリッタは、視聴者又はスクリーンに向かって結像光を反射させる。いくつかの実施形態では、反射性偏光子は、45nm未満の表面粗さRa又は80nm未満の表面粗さRqを有する。いくつかの実施形態では、反射性偏光子は、40nm未満の表面粗さRa又は70nm未満の表面粗さRqを有する。いくつかの実施形態では、反射性偏光子は、35nm未満の表面粗さRa又は55nm未満の表面粗さRqを有する。

【0008】

別の態様では、偏光サブシステムは、第1結像器と、結像器からの結像光を受光するように構成される偏光ビームスプリッタプレートと、を含む。偏光ビームスプリッタプレートは、第1基板と、第1基板上に配置される多層光学フィルム反射性偏光子と、第1最外主表面と、第1最外主表面と約20°未満の角度を形成する反対側の第2最外主表面と、を含む。偏光ビームスプリッタプレートは、受光した結像光を視聴者又はスクリーンに向けて反射し、反射された結像光は、12マイクロメートル未満の有効画素解像度を有する。

【0009】

別の態様では、偏光ビームスプリッタプレートは、第1基板と、第2基板と、第1基板と第2基板との間に配置されてそれらに接着される多層光学フィルム反射性偏光子と、第1最外主表面と、第1最外主表面と約20°未満の角度を形成する反対側の第2最外主表面と、を含む。偏光ビームスプリッタプレートは、結像光を視聴者又はスクリーンに向かって反射するように構成され、反射された結像光は、12マイクロメートル未満の有効画素解像度を有する。

【 0 0 1 0 】

別の態様では、投射サブシステムは、光源と、光源から受光した光を結像する第 1 結像器と、第 1 結像器から結像光を受光し、かつ多層光学フィルム反射性偏光子を含む、偏光ビームスプリッタプレートと、第 1 最外主表面と、第 1 最外主表面と約 20°未満の角度を形成する反対側の第 2 最外主表面と、を含む。偏光ビームスプリッタプレートは、12 マイクロメートル未満の有効画素解像度で像平面に向けて受光した結像光を反射する。

【 0 0 1 1 】

別の態様では、偏光サブシステムは、第 1 結像器と、結像器から結像光を受光し、かつ多層光学フィルム反射性偏光子を含む、偏光ビームスプリッタプレートと、第 1 最外主表面と、第 1 最外主表面と約 20°未満の角度を形成する反対側の第 2 最外主表面と、を含む。偏光ビームスプリッタプレートは、受光した結像光を視聴者又はスクリーンに向けて反射する。多層光学フィルム反射性偏光子は、45 nm 未満の表面粗さ Ra 又は 80 nm 未満の表面粗さ Rq を有する。

10

【 0 0 1 2 】

別の態様では、フラットフィルムの製造方法は、多層光学フィルムを準備する工程と、一時的な平面基板を準備する工程と、多層光学フィルムの第 1 表面を一時的な平面基板に着脱自在に取り付ける工程と、第 1 最外主表面及び第 1 最外主表面と約 20°未満の角度を形成する反対側の第 2 最外主表面を含む永久基板を準備する工程と、を含む。この方法は、多層光学フィルムの第 2 表面を永久基板に取り付ける工程と、一時的な平面基板から多層光学フィルムを取り外す工程と、を更に含む。

20

【 0 0 1 3 】

別の態様では、光学的に平坦な偏光ビームスプリッタプレートの作製方法は、多層光学フィルム反射性偏光子を準備する工程と、感圧性接着剤の層を多層光学フィルムの第 1 表面に塗布する工程と、多層光学フィルムとは反対側の感圧性接着剤層に対して第 1 基板を取り付ける工程であり、第 1 基板が、第 1 最外主表面と、第 1 最外主表面と約 20°未満の角度を形成する反対側の第 2 最外主表面と、を含む工程と、感圧性接着剤、多層光学フィルム、及び第 1 基板に真空を加える工程と、を含む。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】本明細書による偏光変換システムである。

30

【図 2】本明細書による偏光ビームスプリッタである。

【図 3】本明細書による投射サブシステムである。

【図 4】PBS での使用のための平坦な多層光学フィルムの作製方法を示すフローチャートである。

【図 5】多層光学フィルムを用いた偏光ビームスプリッタの作製方法を示す。

【図 6】偏光サブシステムの概略図である。

【図 7】偏光ビームスプリッタプレートの最外表面の概略図である。

【図 8】反射型結像システムの概略図である。

【図 9】透過型結像システムの概略図である。

【図 10】反射 - 透過型結像システムの概略図である。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

高性能 PBS は、シリコン基板上に載せた反射型液晶 (L C O S) (Liquid Crystal on Silicon) 結像器を用いるプロジェクタ用の発展可能な光学エンジンを作製するために必須である。加えて、PBS は、DLP 結像器などの名目上は非偏光の結像器に対してでさえ、そのような結像器が偏光を扱うことが要求されるときには、必要とされる場合がある。典型的には、PBS は、名目上は、p 偏光を透過し、かつ、名目上は、s 偏光を反射する。マクニール型 PBS 及びワイヤグリッド偏光子を含め、いくつかの異なった種類の PBS が使用されてきた。しかしながら、多層光学フィルムに基づく PBS は、波長域及び入射角にわたって効果的に偏光させる能力を含む、投射システムにおける光の扱いに関

50

連した問題に対して、最も効果的な偏光ビームスプリッタの1つであり、かつ、反射及び透過の両方について高い効率を有することが、わかってきた。このような多層光学フィルムは、米国特許第5,882,774号(Jonzara)及び同第6,609,795号(Weberら)に記載されているように、3M Companyによって製造されている。

【0016】

例えば、3次元投射及び結像を含む、いくつかの新しい結像及び投射用途の出現と共に、新たな課題が浮上している。具体的には、少なくともいくつかの3次元結像用途において、反射偏光フィルムを透過するときだけでなく、反射偏光フィルムによって反射されるときにも、PBSが(後に定義されるような)高有効解像度を有する結像光を提供することが要求される場合がある。不幸なことに、多層光学フィルムに基づく偏光子は、他の多くの利点にも関わらず、高解像度で結像光を反射するために必要な平坦度を有するよう処方することが困難な場合がある。むしろ、結像光を反射するためにそのような多層フィルム反射性偏光子を用いた場合、反射した画像は歪んでしまう場合がある。しかしながら、広範囲な角度及び波長の入射光を効率的に偏光させることに関する懸念にも対処しなければならない。それ故、視聴者又はスクリーンに向かってPBSから反射した結像光に対して、有効解像度を高めることを達成すると同時に、多層光学フィルムを有するPBSの利点を有した偏光ビームスプリッタを提供することが強く望まれている。本明細書では、そのような解決策が提供される。

【0017】

図1は、本明細書による偏光サブシステムの一例を示す。偏光サブシステムは第1結像器102を含む。図1に示されているような、いくつかの実施形態においては、結像器は適切な反射型結像器である。大抵、投射システムで用いられる結像器は、典型的には、偏光を回転させる、液晶表示結像器などの画像形成装置であり、デジタル映像信号に合わせて画像を生成するために、光の偏光を回転させることにより動作する。このような結像器が、投射システムにおいて使用されるときは、典型的には、光を直交偏光状態(例えば、s偏光とp偏光)の対へと分離する偏光子に依存している。図1に示されている実施形態で使用される場合がある一般的な2つの結像器としては、シリコン基板上に載せた反射型液晶(LCOS)結像器、又はデジタルライトプロセッシング(DLP)(digital light processing)結像器が挙げられる。当業者であれば、DLPシステムにおいて、図1に示すPBS構成を使用するためには、偏光を回転させる外部手段(位相差板など)、並びに照明形状の多少の変更が必要であることを認識するであろう。この偏光サブシステムは、偏光ビームスプリッタ(PBS)104も含む。光源110からの光112は、PBS104へ向かって進む。PBS104の内部には反射性偏光子106がある。反射性偏光子は、3M Company(St. Paul, MN)から入手可能であり、かつ、例えば、それぞれの全体が参照により本明細書に援用される、米国特許第5,882,774号(Jonzara)及び同第6,609,795号(Weberら)に記載されているもののような、多層光学フィルムであってよい。光112がフィルム106に入射するとき、入射光のある1つの直交偏光状態(p偏光状態など)がフィルムを透過し、光120としてPBSを出てから、次に結像器102へ入射する。前記入射光の直交偏光状態(この場合は、s偏光)は、反射性偏光子106によって、異なった方向(ここでは、ビーム120と直角)の分離ビーム118として反射される。

【0018】

所与の偏光状態の未結像光120が結像器102に入射する。その後、この光は結像され、反射し、PBS104及び組み込まれた反射性偏光子106へ向かって戻る。結像器102がLCOS結像器であり、かつ、「オン(on)」状態のこれらの画素に対するものである場合、光114も直交偏光状態へ変換される。この場合、p偏光入射光(まだ結像していない)は、s偏光の結像光として反射される。そのs偏光が偏光ビームスプリッタ104、及び特に多層光学フィルム反射性偏光子106に入射したとき、その光は、s偏光のビーム116として、視聴者又は鑑賞スクリーン130へ向かって反射する。結像

器 1 0 2 は、用途に望ましいであろう任意のタイプの結像器であってよい。例えば、結像器 1 0 2 は、L C O S 結像器、O L E D 結像器、微小電気機械システム (M E M S) 結像器、又はデジタルマイクロミラー装置 (D M D) 結像器 (D L P 結像器など) であってよい。

【 0 0 1 9 】

先行技術のいくつかの実施形態において、結像器は、例えば、ビーム 1 1 8 が進む方向に位置してよい。このような実施形態においては、結像光は偏光ビームスプリッタ 1 0 4 で反射されるのではなく、偏光ビームスプリッタ 1 0 4 を透過するであろう。偏光ビームスプリッタを透過する結像光は、画像の歪みをより小さくできるため、より高い有効解像度を可能とする。しかしながら、後に更に説明するように、いくつかの実施形態においては、結像器 1 0 2 を図 1 で位置しているように備えることが望ましい場合がある。これにより、例えば、異なる偏光の画像を重ねることができる。多層光学フィルムの反射性偏光子としての多くの利点にも関わらず、従来は、そのようなフィルムに反射する結像光に対して高有効解像度を達成することは困難であった。

10

【 0 0 2 0 】

素子により生成される画像又は光の有効解像度は、どの画素サイズが信頼性をもって解像され得るかを予測するのに役立つため、便利な定量的測定法である。最新の結像器 (L C O S 及び D L P) は約 $12.5 \mu\text{m}$ ~ 約 $5 \mu\text{m}$ の画素サイズを有する。そのため、反射型の結像状況において有用であるためには、リフレクタは少なくとも $12.5 \mu\text{m}$ 、理想的にはそれ以上にまで解像可能でなければならない。それ故、P B S の有効解像度は約 $12.5 \mu\text{m}$ 未満、好ましくはより小さくなくてはならない。この場合には、高有効解像度であると言える。

20

【 0 0 2 1 】

本明細書に記載した手法を使用すれば、実際に、結像光を非常に高い解像度で反射できる P B S 1 0 4 で使用するための多層光学フィルムを準備することができる。実際、図 1 を見ると、結像光 1 1 6 は、 12 マイクロメートル未満の有効画素解像度で、偏光ビームスプリッタ 1 0 4 から視聴者又は鑑賞スクリーン 1 3 0 へ向かって反射することができる。実際、いくつかの実施形態では、結像光 1 1 6 は、 11 マイクロメートル未満、 10 マイクロメートル未満、 9 マイクロメートル未満、 8 マイクロメートル未満、 7 マイクロメートル未満、又は可能性としては更に、 6 マイクロメートル未満の有効画素解像度で、偏光ビームスプリッタ 1 0 4 から視聴者又は鑑賞スクリーン 1 3 0 に向かって反射することができる。

30

【 0 0 2 2 】

既に述べたように、少なくともいくつかの実施形態において、前記偏光サブシステム 1 0 0 は第 2 結像器 1 0 8 を備える。一般的に、第 2 結像器 1 0 8 は、第 1 結像器 1 0 6 と同じタイプの結像器 (L C O S 又は D L P など) であってよい。ある 1 つの偏光状態の光 (s 偏光など) は P B S 1 0 4 から、特に P B S の反射性偏光子 1 0 6 から第 2 結像器へ向かって反射してよい。その後、この光は結像され、反射されて P B S 1 0 4 へ戻ってよい。この場合も、s 偏光未結像光 1 1 8 が結像器 1 0 8 に入射した場合に、p 偏光結像光 1 2 2 が結像器 1 0 8 から P B S 1 0 4 へ向かって戻る方へ向きを変えられるよう、第 1 結像器 1 0 4 と同様に、第 2 結像器 1 0 8 から反射した光は偏光変換される。結像器 1 0 2 から反射した光 1 1 4 は第 1 偏光状態 (例えば、s 偏光) にあるため、P B S 1 0 4 から視聴者又は鑑賞スクリーン 1 3 0 へ向かって反射する一方で、結像器 1 0 8 から反射した光 (例えば、光 1 2 2) は第 2 偏光状態 (例えば、p 偏光) であるため、P B S 1 0 4 を透過して視聴者又は鑑賞スクリーン 1 3 0 へ向かう。図 1 からわかるように、P B S が第 1 面 1 2 6 で第 1 結像器 1 0 2 からの結像光 1 1 4 を受け取り、かつ、第 1 面とは異なる第 2 面 1 2 4 で第 2 結像器 1 0 8 からの結像光 1 2 2 を受けるように、2 つの結像器は P B S 1 0 4 の異なる側に位置している。

40

【 0 0 2 3 】

一旦、結像光 1 1 6、及び場合によっては光 1 2 2 が、P B S 1 0 4 を出ると、視聴

50

者又は鑑賞スクリーン 130 へ向かって、方向づけられる。光を視聴者へ向かって最良に方向づけるため、かつ、画像を適切にスケールングするため、光が投射レンズ 128 又は何らかの投射レンズシステムを通り抜けるようにしてもよい。単一要素の投射レンズ 128 を有するように図示されているのみであるが、必要であれば、偏光変換システム 100 は更に結像光学系を含んでもよい。例えば、実際、投射レンズ 128 は、本願の権利者が所有し譲渡された米国特許第 7,901,083 号のレンズ群 250 のような、複数のレンズであってよい。なお、任意の結像器 108 が使用されない場合には、入力光 112 は光線 120 と同じ偏光状態を有するようにあらかじめ偏光させられる。これは、例えば、入力光の流れ 112 の偏光純度を上げるための偏光変換システム (PCS)、付加的な若しくは反射型の若しくは吸収型の直線偏光子又は他のそのような装置の使用により達成できる。このような手法は、システムの全体的な効率性を改善することができる。

10

【0024】

PBS 104 は反射性偏光子 106 に加えて他の要素を含んでもよい。例えば、図 1 では、PBS 104 はまた第 1 カバー 132 及び第 2 カバー 134 を備える。反射性偏光子 106 は、第 1 カバー 132 と第 2 カバー 134 との間に位置することで、これらのカバーによって、保護され、かつ、適切に配置される。第 1 カバー 132 及び第 2 カバー 134 は、ガラス、プラスチック、又は他の潜在的に適切な材料など、当該技術分野において既知の任意の適切な材料で作製されてよい。更に付加的な材料及び構造体が、例えば、PBS の表面に、又は反射性偏光子と隣接して、かつ実質的に同一の広がりを持って、取り付けられてよいことが理解されるべきである。このような他の材料又は構造体としては、付加的な偏光子、ダイクロイックフィルタ/リフレクタ、位相差板、反射防止コーティング、カバーの表面に成形若しくは接着されたレンズなどを挙げることができる。

20

【0025】

結像光が異なる偏光状態である、異なる結像器からの光を発する投射又は偏光サブシステムは、例えば、米国特許第 7,690,796 号 (Binra) で記載されるような 3 次元画像プロジェクタの一部として特に有用である。2 つの結像器システムに基づく PBS を使用することの明白な利点は、タイムシーケンス処理又は偏光シーケンス処理が必要とされないことである。これは、両方の結像器が常に動作し、プロジェクタの光の出力を効果的に重ね合わせていることを意味する。既に述べたように、偏光子から反射した結像光 116 が歪まず、かつ、高有効解像度を有するように、反射性偏光子 106 が平坦であることは非常に重要である。平坦度は標準的な粗さパラメータ Ra (平均からの表面の垂直偏差の絶対値の平均)、Rq (平均からの表面の垂直偏差の二乗平均平方根)、及び Rz (各サンプリング長さにおける最も高い山頂と最も低い谷底との間の平均距離)によって定量化できる。特に、反射性偏光子は、好ましくは、表面粗さ Ra が 45 nm 未満であり、又は表面粗さ Rq が 80 nm 未満であり、より好ましくは、表面粗さ Ra が 40 nm 未満であり、又は表面粗さ Rq が 70 nm 未満であり、更により好ましくは、表面粗さ Ra が 35 nm 未満であり、又は表面粗さ Rq が 55 nm 未満である。フィルムの表面粗さ又は平坦度を測定する例示的な一つの方法が、以下の実施例のセクションで提供される。

30

【0026】

別の態様では、本明細書は、偏光ビームスプリッタに関する。そのような偏光ビームスプリッタ 200 の 1 つが図 2 に示されている。偏光ビームスプリッタ 200 は、第 1 カバー 232 と第 2 カバー 234 との間に位置する、反射性偏光子 206 を含む。図 1 の反射性偏光子 106 と同様に、図 2 の反射性偏光子 206 は、上記したもののような多層光学フィルムである。偏光ビームスプリッタ 200 は結像光 216 を視聴者又は表面 230 へ反射することができる。視聴者又は表面へ向かって方向づけられる結像光 216 の有効画素解像度は、12 マイクロメートル未満、可能性としては 11 マイクロメートル未満、10 マイクロメートル未満、9 マイクロメートル未満、8 マイクロメートル未満、7 マイクロメートル未満、可能性としては更に 6 マイクロメートル未満である。

40

【0027】

図 1 のカバーと同様に、PBS 200 の第 1 カバー 232 及び第 2 カバー 234 は、

50

とりわけガラス又は光学プラスチックなどの当該分野において使用される、任意の数の適切な材料で作製されてよい。また、第1カバー232及び第2カバー234は、いくつかの異なる手段によりそれぞれ反射性偏光子206へ取り付けられてよい。例えば、一実施形態においては、第1カバー232は、感圧性接着剤層240を用いて反射性偏光子206に取り付けられてよい。好適な感圧性接着剤は、3M(商標)Optically Clear Adhesive 8141(3M Company(St. Paul, MN)から入手可能)である。同様に、第2カバー234は、感圧性接着剤層242を用いて反射性偏光子に取り付けられてよい。他の実施形態においては、第1カバー及び第2カバーは、層240及び層242に対して異なる接着剤を用いて反射性偏光子206に取り付けられてもよい。例えば、層240及び層242は硬化性光学接着剤で作製されてよい。好適な光学接着剤としては、NOA73、NOA75、NOA76又はNOA78などのNorland Products Inc.(Cranbury, NJ)により製造された光学接着剤、並びに、それぞれ本明細書に参照により援用される、本願の権利者が所有し譲渡された米国特許出願公開第2006/0221447号(Dizioら)、及び本願の権利者が所有し譲渡された同第2008/0079903号(Dizioら)に記載された光学接着剤を挙げることができる。また、紫外線硬化性接着剤を使用してもよい。更に付加的な材料及び構造体が、例えば、PBSの表面に、又は反射性偏光子と隣接して、かつ実質的に同一の広がりを持って、取り付けられてよいことが理解されるべきである。このような他の材料又は構造体としては、付加的な偏光子、ダイクロイックフィルタ/リフレクタ、位相差板、反射防止コーティングなどが挙げられる。図1で記載したPBSと同様に、図2の反射性偏光子206は結像光216を歪ませることなく最も効率的に反射するために非常に平坦でなくてはならない。反射性偏光子は、表面粗さRaが45nm未満、又は表面粗さRqが80nm未満であってよい。米国特許第7,234,816(B2)号(Bruzzoneら)に記載されているような、感圧性接着剤の典型的な塗布手順では、必要とされる反射性偏光子表面の平坦度は達成されない。特定の種類の後処理によって、必要とされる表面の平坦度が達成できることが発見された。

【0028】

更なる他の態様において、本明細書は投射サブシステムに関する。そのような投射サブシステムの1つが図3に示されている。投射サブシステム300は光源310を含む。光源310は、投射システムで一般に使用される、任意の数の適切な光源であってよい。例えば、光源310は、赤色、緑色、又は青色光などの特定の色の光を発する、レーザー又は発光ダイオード(LED)などの固体エミッタであってよい。光源310は、発光源から光を吸収し、他の波長(一般的にはより長い波長)で再放出する、蛍光体又は他の光変換材料を含んでもよい。好適な蛍光体としては、CeドープYAG、ストロンチウムチオガレート、ドープしたシリカ、及びサイアロン型材料などの周知の無機蛍光体が挙げられる。他の光変換材料としては、III~V及びII~VI族半導体、量子ドット、及び有機蛍光染料が挙げられる。あるいは、光源は、赤色、緑色又は青色LEDなどの、複数の光源からなっているてもよく、それらのLEDは同時に作動してもよく、又は順に作動してもよい。光源310は、レーザー光源でもよく、又は可能性としては従前のUHPランプでもよい。カラーホイール、ダイクロイックフィルタ又はリフレクタなどの補助的な構成要素が、光源310を付加的に構成してもよいことが理解されるべきである。

【0029】

投射サブシステム300は、更に偏光ビームスプリッタ304を含む。偏光ビームスプリッタ304は、光源からの光312を受けるように位置する。一般的に、この入射光312は、部分的には、2つの直交偏光状態(例えば、s偏光部分とp偏光部分)からなっている。偏光ビームスプリッタ内には、この場合にもまた、反射性偏光子106に関して上述したような多層光学フィルムである、反射性偏光子306がある。光312は反射性偏光子306に入射し、ある第1偏光(例えば、p偏光)の光は光320として透過する一方で、直交する第2偏光(例えば、s偏光)の光は光318として反射する。

【0030】

10

20

30

40

50

反射性偏光子 306 を透過する第 1 偏光の光 320 は、PBS 304 に隣接して位置する第 1 結像器 302 へ向かって進む。光は結像され、第 1 結像器 302 で反射して、光の偏光が変換されて PBS 304 へ戻る。その後、変換された結像光 314 は PBS 304 で、光 316 として、画像平面 350 へ向かって反射する。光 316 は PBS の反射性偏光子 306 から反射し、12 マイクロメートル未満、及び可能性としては 11 マイクロメートル未満、10 マイクロメートル未満、9 マイクロメートル未満、8 マイクロメートル未満、7 マイクロメートル未満、又は可能性としては更に 6 マイクロメートル未満の有効解像度で、画像平面 350 に到達する。典型的には、反射性偏光子 306 は表面粗さ R_a が 45 nm 未満であり、又は表面粗さ R_q が 80 nm 未満である。

【0031】

初めに PBS 304 の反射性偏光子で反射した、第 2 偏光（例えば、s 偏光）の光は、光 318 として、第 2 結像器 308 へ向かって進む。第 1 結像器 302 と同様に、第 2 結像器 308 も、PBS 304 の隣に位置しているが、第 2 結像器は PBS の異なった側に位置している。入射光 318 は結像され、反射して、PBS 304 へ向かって戻る。同様に、結像器からの反射の際、この光の偏光は 90 度（例えば、s 偏光から p 偏光へ）回転させられる。結像光 322 は、PBS 304 を透過し、画像平面 350 へ送られる。第 1 結像器 302 及び第 2 結像器 308 は、図 1 の要素 102 及び 108 に関して上述したような、任意の適当な種類の反射型結像器であってよい。

【0032】

既に述べたように、本明細書において、PBS から反射した結像光に対して高有効解像度を達成するためには、PBS の反射性偏光子は特に光学的に平坦でなければならない。ここで、本明細書は、多層光学フィルムである、光学的に平坦な反射性偏光子の製造方法、及び / 又は光学的に平坦な偏光ビームスプリッタの製造方法を提供する。

【0033】

そのような方法の 1 つが図 4 のフローチャートに示されている。この方法は、多層光学フィルム 410 を準備すること、及び平面基板 420 を準備することから開始される。多層光学フィルム 410 は、上述した物品に関して説明した多層光学フィルムと同様のものであってよい。平面基板は、アクリル、ガラス、又は他の適当なプラスチックなどの、任意の数の適当な材料であってよい。最も重要なことは、基板 420 は少なくとも偏光ビームスプリッタに必要とされるのと同程度の光学的な平坦度を有していなければならない、かつ、その基板の表面に湿潤溶液を行き渡らせることが可能でなければならない。それ故、他のプラスチック、無機ガラス、セラミック、半導体、金属又はポリマー類が適当な材料となる場合がある。加えて、基板はわずかに可撓性であることが有用である。

【0034】

次の工程において、平面基板の表面 425 を、多層光学フィルムの第 1 表面に着脱自在に取り付ける。少なくとも 1 つの実施形態において、着脱自在な取り付けを形成するために、平面基板の表面 425 若しくは多層光学フィルムの第 1 表面のどちらか、又はその両方を湿潤剤で湿潤させ、溶液 430 の薄い層にする。好適な湿潤剤は、基材又はフィルムを湿潤させるのに十分に低い表面エネルギー及び室温で蒸発可能な十分に高い蒸気圧を有しているべきである。いくつかの実施形態では、イソプロピルアルコールを湿潤剤として用いる。少なくともいくつかの実施形態において、湿潤剤は少なくとも少量の界面活性剤を含有する（例えば、1 容量 % 未満）水溶液である。界面活性剤は、一般的な市販の工業用湿潤剤、又は更に食器用洗剤などの家庭用の材料でもよい。他の実施形態では、蒸発の際に残渣を残さない、アンモニア、酢、又はアルコールなどの化合物の水性混合物であってもよい。湿潤剤は、（例えば、スプレー瓶からの）噴霧などを含む、適当な方法により塗布されてよい。次の工程では、多層光学フィルムは、溶液 430 がフィルムと基板との間に挟み込まれるように、基板 425 の表面に取り付けられる。典型的には、多層光学フィルムの接触表面にも湿潤剤を塗布する。その後、スキージなどの加圧器 435 を、多層光学フィルム 410 上全体で引きずり、光学フィルム 410 を、基板 420 の表面 425 にぴったりと平坦化され、これら 2 つを分離する溶液 430 の薄く、極めて均一な層のみ

10

20

30

40

50

が残るようにする。少なくともいくつかの実施形態において、初めに、基板 4 2 0 に塗布されている表面 4 4 0 とは反対の側で、多層光学フィルムに保護層を塗布してよい。ここで、この構造体を、溶液 4 3 0 を蒸発させるために放置する。押し付け処理では、少量のみが残るように、残留水を多層光学フィルムの縁を越えて押し出す。次に、多層光学フィルム、平面基板、及び湿潤剤を乾燥させる。時間の経過と共に、層 4 1 0 若しくは 4 2 0 を通して、又は蒸発の起き得る層 4 1 0 の縁への、層 4 1 0 と 4 2 0 との間の空間に沿ったウィッキングによってか、のどちらかで、湿潤溶液の揮発成分の全てが蒸発する。このプロセスが起きるにつれ、多層光学フィルム 4 1 0 は、層 4 1 0 が表面 4 2 5 にぴったりと適合するまで、基板 4 2 0 のより近くへと引っ張られていく。図 4 の次の工程にその結果が示されている。乾燥によりフィルム 4 1 0 が基板 4 2 0 にぴったりと引っ張られ、多層光学フィルムの底面 4 4 0 が効果的に平坦化されている。一旦この平坦度が達成されると、多層光学フィルム 4 1 0 は安定して平坦なまま残るが、基板に着脱自在に取り付けられる。ここで、フィルム 4 1 0 の露出面に、永久基板を付着させてもよい。

【 0 0 3 5 】

図 5 は、偏光ビームスプリッタの最終的な構造体の提供において行われる場合がある更なる工程を示す。例えば、接着剤 5 5 0 を、フィルム 4 1 0 の平坦化した表面 4 5 0 に塗布してもよい。接着剤は、P B S の光学的又は機械的性能に悪影響を及ぼさない任意の適当な接着剤であってよい。いくつかの実施形態では、接着剤は、Norland Products Inc. (Cranbury, NJ) 製の NOA 7 3、NOA 7 5、NOA 7 6 又は NOA 7 8 などの硬化性光学接着剤であってよい。他の実施形態においては、光学エポキシを使用してもよい。いくつかの実施形態では、接着剤は感圧性接着剤であってよい。次に、永久第 2 基板を準備することができる。1 実施形態において、永久第 2 基板はプリズムであってよい。図 5 に示されているように、プリズム 5 6 0 は接着剤 5 5 0 に対して取り付けられ、この構造体は、必要に応じて、硬化される。ここで、フィルム 4 1 0 は、基板 4 2 0 から取り除かれてよい。少なくとも 1 つの実施形態において、フィルム 4 1 0 は、典型的には、基板 4 2 0 をわずかに曲げて、フィルム 4 1 0 を基板 4 2 0 から解放させることによって、基板 4 2 0 から剥がし取られる。紫外線接着剤又はエポキシなどの硬化接着剤に対しては、新たに露出したフィルム 4 4 0 の底面は、基板 4 2 0 の平坦度を保持する。感圧性接着剤に対しては、フィルム 4 4 0 の底面は、基板 4 2 0 の平坦度を保持するか、又は平坦度を維持するために更なる処理を必要とする場合がある。一旦、フラットフィルムの表面 4 4 0 が出来上がると、接着剤の第 2 層 5 7 0 をフィルム 4 4 0 の底面に取り付け、第 2 プリズム又は他の永久基板 5 8 0 を接着剤へ取り付けてよい。必要であれば、再び構造体を硬化させ、偏光ビームスプリッタが完成する。

【 0 0 3 6 】

光学的に平坦な偏光ビームスプリッタを製造する他の方法として、特に感圧性接着剤の使用が挙げられる。適当な手法により、多層光学フィルムをプリズムの平坦面にぴったりと適合させることができる。次の工程を含むことができる。初めに、多層光学フィルムが準備される。多層光学フィルムは反射性偏光子として機能する。この多層光学フィルムは、表面 4 4 0 が、図 4 に示される工程を経て、既に実質的に平坦化されていなくてもよいという点を除いて、図 5 の反射性偏光子光学フィルム 4 1 0 と同様であってよい。感圧性接着剤の層（ここでは、接着剤層 5 5 0 に対応する）は、多層光学フィルムの第 1 表面 4 4 0 へ塗布されてよい。次に、多層光学フィルム 4 1 0 とは反対の側で、プリズム 5 6 0 を感圧性接着剤層 5 5 0 に対して取り付けよう。この方法は、接着剤の第 2 層（例えば、層 5 7 0）を、第 1 表面 4 4 0 とは反対の側である、フィルムの第 2 表面 5 7 5 に塗布することを含んでもよい。その後、層 5 7 0 の、フィルム 4 1 0 とは反対の側に第 2 プリズム 5 8 0 を取り付けよう。本発明の方法は、P B S からの結像された反射の解像度が向上するように、更に反射性偏光子 / プリズム接合面の平坦度を向上させる、この方法の改良版を提供する。感圧性接着剤 5 5 0 をプリズム 5 6 0 と多層光学フィルム 4 1 0 との間に塗布した後、その構造体に真空を加える。これは、例えば、この構造体を、従来の真空ポンプを備えた真空槽の中に配置することによって実施することができる。真空槽を

所与の圧力まで減圧し、試料を所与の時間（例えば5～20分）、その圧力下で保持してよい。真空槽に空気が再導入されたとき、空気圧によりプリズム560と多層光学フィルム410は共に押し合わせられる。第2接着剤層及び第2プリズムがまた取り付けられた場合は、任意で、槽において真空を加える処理を、（例えば、層570における）第2接合面に対して繰り返してもよい。プリズム/MOF組立体に対して真空を加えることにより、結像光がPBSから反射するときに、高い有効解像度を提供するPBSがもたらされる。真空処理の代わりに、又は真空処理と共に、熱/圧力処理が使用されてもよい。処理は、2回以上行うことが有利である場合がある。

【実施例1】

【0037】

材料及びその供給源の次の一覧は、実施例全体にわたって参照される。他に指定がない場合、材料は、Aldrich Chemical (Milwaukee, WI) から入手可能である。多層光学フィルム(MOF)を概して、例えば、米国特許番号第6,179,948号(Merrillら)、同第6,827,886号(Neavinら)、米国特許出願公開第2006/0084780号(Hebrinkら)、同第2006/0226561号(Merrillら)、及び同第2007/0047080号(Stoverら)に従って調製された。

【0038】

粗さ測定法

粘土上にプリズムを配置し、プランジャレベル(plunger leveler)を用いて水平にした。地形図を10倍の対物レンズ及び0.5倍の視野レンズ、並びに以下の設定、つまり、個別地図の6行及び5列を使用して縫い合わせられた4mm×4mmの走査面積、1.82µmのサンプリングを有する2196×2196画素のVSI検出、60～100前方走査長を有する30～60マイクロメートルの裏面走査長、2%の変調検出閾値を使用した傾斜及び球体補正を有する、Wyko(登録商標)の9800光学干渉計(Veeco Metrology, Inc. (Tucson, AZ) から入手可能)で測定した。10µmの後走査長で自動走査検出を95%有効にした(この短い後走査長はデータ収集における表面下反射を回避した)。

【0039】

各プリズムの斜辺面の中心領域において、4mm×4mmの領域を測定した。具体的には、各領域の表面微細構成を測定して、プロットし、粗さパラメータRa、Rq及びRzを計算した。プリズム毎に1つの測定領域を得た。各場合において、3つのプリズム試料を測定し、粗さパラメータの平均及び標準偏差を決定した。

【0040】

実施例1：湿式適用方法

反射偏光多層光学フィルム(MOF)を、次の方法で、光学的に平坦な基板に着脱自在に配置した。初めに、水中におよそ0.5%の中性食器用洗剤を含む湿潤溶液をスプレー瓶に入れた。およそ6mmの高光沢アクリルのシートを得、クリーンフード内で一方の側から保護層を取り除いた。表面全体が湿潤するように、露出したアクリル表面を湿潤溶液で噴霧した。別途、MOF片を得、そのスキン層の一方をクリーンフード内で取り除いた。MOFの露出面を湿潤溶液で噴霧し、MOFの露出面をアクリルシートの湿潤面に接触させた。MOFへの損傷を防ぐために、重剥離ライナーをMOFの表面に取り付け、3M(商標)PA-1アプリータ(3M Company (St. Paul, MN) から入手可能)を用いて、アクリルの表面にMOFを押し付けた。これにより、ほとんどの湿潤溶液が、2つの湿潤面の間から排出された。この後、第2スキン層をMOFから取り除いた。取り付け済みMOFの検査により、MOFの表面はアクリルの表面よりも凹凸が激しいことが示された。24時間後に再度検査を行った際、MOF表面の平坦度はアクリルシートと同程度であることが観察された。この観察された経時的な平坦化は、残留湿潤溶液が2つの表面の間から蒸発して、MOFをアクリルの表面にぴったりと適合させることができることと一貫性がある。MOFは、ぴったりとかつ安定してアクリルの表面に適合し

10

20

30

40

50

ているにも関わらず、アクリルの表面からMOFを剥がすことで、このMOFを簡単に取り除くことができた。

【0041】

結像PBSは、Norland Optical Adhesive 73 (Norland Products (Cranbury, NJ) から入手可能) を少量、MOFの表面上に塗布することによって用意された。10mm、45°斜辺のBK7研磨済みガラス製プリズムを、接着剤に気泡が入り込まないように、ゆっくりと接着剤に接触するように配置した。接着剤の量は、プリズムを接着剤上に配置するときに、プリズムの縁まで流れ出るのに十分ではあるが、プリズムの周囲を越えて接着剤が大量にあふれ出るほどには多くない程度の接着剤が存在するように選択された。結果として、プリズムはMOFの表面に対して実質的に平行となり、かつ、ほぼ均一な厚さの接着剤層によって分離された。

10

【0042】

紫外線硬化ランプを使用し、プリズムを通して、接着剤層を硬化させた。硬化後、プリズムより大きく、かつ、プリズムを有したMOFの切片をアクリル基板から剥がし取った。アクリル板を曲げることにより、堅いプリズムとMOFの複合体をアクリル板からより容易に分離でき、取り除きやすくなった。プリズム/MOF複合体の検査により、アクリル板から取り除かれたにも関わらず、MOFは平坦度を維持していることが示された。

【0043】

その後、「粗さ測定法」で記載したように、MOFの粗さパラメータが測定された。次の表に報告する。

20

【表1】

	平均	標準偏差
Ra(nm)	34	12
Rq(nm)	51	30
Rz(μm)	6.7	8.5

【0044】

少量のNorland optical adhesiveをプリズム/MOF複合体のMOF表面に塗布した。第2の10mm、45°のプリズムを作製し、その斜辺を接着剤に接触するように配置した。第2プリズムを、その主軸と副軸が第1プリズムの主軸と副軸と実質的に平行になるように、整列させ、2つの斜辺面は実質的に同一の広がりを持っていた。紫外線硬化ランプを用いて、第2の45°プリズムがプリズム/MOF複合体に接着されるように、接着剤層を硬化させた。得られた構成は偏光ビームスプリッタであった。

30

【0045】

実施例2：熱及び圧力を使用するPSA方法

3M(商標)Optically Clear Adhesive 8141(3M Company (St. Paul, MN) から入手可能) の試料を採取し、ロールラミネート処理を用いて反射偏光MOFに積層することにより、接着剤構造体を形成した。この接着剤構造体の1片を、実施例1で使用したものと同様のガラス製プリズムの斜辺に付着させた。得られたMOF/プリズム複合体をオートクレーブ炉内に配置し、60、550kPa(80psi)で2時間処理した。試料を取り除き、少量の熱硬化性光学エポキシをMOF/プリズム複合体のMOF表面に塗布した。実施例1と同様に、プリズムを整列させた。その後、試料を炉に戻し、再び60、550kPa(80psi)で、今度は24時間処理した。得られた構成は偏光ビームスプリッタであった。

40

【0046】

実施例2A：熱及び圧力を使用するPSA方法から生じる粗さ

実施例2の方法を用いて作製されたMOFの粗さを、次のように判定した。17mm×17mmのMOF片を、17mmの幅を有するガラス製の立方体に、ハンドローラーを用

50

いて積層した。このガラス製の立方体は約 0.25 の平坦度 ($\lambda = 632.80 \text{ nm}$ (光の基準波長)) を有していた。ロールラミネート済みMOFを、 60 、 550 kPa (80 psi) で2時間オートクレーブ炉でアニールした。Zygo干渉計 (Zygo Corporation (Middlefield, CT) から入手可能) を用い、 $\lambda = 632.80 \text{ nm}$ の波長を有する光を用いて、ロールラミネート済みMOFの平坦度を測定した。Zygo干渉計により、PV粗さ (peak to valley roughness) が報告された (傾き補正は使用されたが、球面補正は適用されていない)。 $17 \text{ mm} \times 17 \text{ mm}$ 領域にわたって計測したPV粗さは、 1.475 、又は約 933 nm と判定された。

【0047】

実施例3：真空を使用するPSA方法

10

実施例2の接着剤構造体片を、実施例2と同様の方法で、ガラス製プリズムに付着させた。得られたプリズム/MOF複合体を、従来の真空ポンプを備えた真空槽の中に配置した。槽を 71 cm (28 インチ) Hg (95 kPa) 前後まで排気し、その試料を約15分間、真空下で保持した。

【0048】

試料を真空槽から取り出し、「粗さ測定法」で記載したように、MOFの粗さパラメータが測定された。測定値を次の表に報告する。

【表2】

	平均	標準偏差
Ra(nm)	32	3
Rq(nm)	40	5
Rz(μm)	1.2	0.7

20

【0049】

実施例1の手法及び紫外線光学接着剤を用いて、第2プリズムをプリズム/MOF複合体に取り付けた。得られた構成は偏光ビームスプリッタであった。

【0050】

実施例4：

実施例3のフィルムを、幅 7 mm 、長さ 10 mm 、厚さ 181 マイクロメートルの透明なガラス基板に接着した。3M (商標) Optically Clear Adhesive 8141 (3M Company (St. Paul, MN) から入手可能) を使用してフィルムをガラス基板に接着した。接着剤の厚さは 12.5 マイクロメートルであった。ガラス基板及びフィルム積層体にローラーニップを通過させた。次に、反射偏光が基板と平行になり、透過偏光が 45° の名目入射角を有するように、積層体を基板に 45° の角度で接着した。MPro 120ピコプロジェクタ (同様に3M Company から入手可能) に変更を加え、積層体のフィルム側がLCOS結像器に面した状態で、プロジェクタの照明光源からの光が積層体を真っ直ぐに通過してプロジェクタのLCOS結像器へと進み、結像器によって選択される光が 90° の角度で反射されるようにした。

30

【0051】

比較例C-1

40

米国特許第7,234,816号 (Bruzzoneら) に従い、偏光ビームスプリッタの構成を作製した。実施例2の接着剤構造体片を、ガラス製プリズムに、ハンドローラーを用いて付着させることにより、MOF/プリズム複合体を形成した。

【0052】

その後、「粗さ測定法」で記載したように、MOFの粗さパラメータが測定された。次の表に報告する。

【表 3】

	平均	標準偏差
Ra(nm)	65	20
Rq(nm)	100	18
Rz(μm)	8.6	5.1

【0053】

実施例 1 の手法及び紫外線光学接着剤を用いて、第 2 プリズムをプリズム / MOF 複合

10

体に取り付けた。得られた構成は偏光ビームスプリッタであった。

【0054】

性能評価

実施例 1、2、3 及び比較例 C - 1 の偏光ビームスプリッタに対し、解像度試験用プロジェクタを用いて、画像の反射能力を評価した。試験用プロジェクタに対して、発揮し得る最良の性能を確認するために、他の実施例で用いられた 45°プリズムのうちの 1 つからなり、かつ内部全反射 (TIR) リフレクタとして動作する基準リフレクタを使用した。

【0055】

24 倍に縮小した試験対象に、アーク灯光源により背後から照光した。試験対象の前面に、これまでの実施例で用いられたものと同一の 45°プリズム (ここでは、照光プリズムと呼ぶ) が取り付けられた。光源から試験対象を通して水平に進む、試験対象からの光は、照光プリズムの一面に入り、(TIR を介して) 斜辺から反射し、プリズムの第 2 面から出る。プリズムの第 2 面は、出射光が垂直に方向づけられるように、配向された。基準プリズム、並びに実施例からの種々の PBS が、照光プリズムの第 2 面上に配置された。基準プリズムの斜辺、並びに PBS 内の反射表面 (MOF) は、MOF 又は基準プリズムの斜辺から反射する光が、前方にかつ水平に方向づけられるように配向される。3M (商標) SCP 712 デジタルプロジェクタ (3M Company (St. Paul, MN) から入手可能) から得られた、F/2.4 の投射レンズを PBS 又は基準プリズムの出射面に配置し、試験対象に焦点を戻し、一種の「潜望鏡」配置を形成した。

20

30

【0056】

その後、この光学システムを用い、反射モードで動作させながら、それぞれ異なる PBS の、試験対象を解像する能力を評価した。前記システムにおいては、試験対象のおよそ 5 mm × 5 mm 部分が、対角線約 150 cm (60 インチ) で投射された。試験対象のこの領域内には、複数の解像度の画像の繰り返しがあった。上部左、底部左、中央部、上部右、及び底部右の投射した画像の異なる位置で試験対象の 5 つの異なる同一反復を評価した。それぞれの試験対象が、明瞭に解像されるもっとも高い解像度を判定するために評価された。手順によると、最大解像度、並びにそのレベル未満の全ての解像度が解像されることが要求された。(わずかに異なる位置にある) より高い解像度が解像されたにも関わらず、局所的な歪みにより、より低い解像度が解像されない場合があった。このように選

40

択した理由は、PBS が反射モードで有効に機能するためには、小さな領域だけではなく、全範囲が解像されなければならないからである。

【0057】

各実施例の複数の試料について、試験が行われた。一度、各 PBS の各位置に対して最大解像度が確認されると、平均及び標準偏差が各種のプリズム (即ち、実施例 1 ~ 3、比較例 C - 1 及び基準プリズム) 毎に計算された。「有効解像度」は、平均から標準偏差の 2 倍を引いたものとして定義された。このメトリックは「ラインペア / mm」(lp/mm) のデータから決定されてから、lp/mm で表された有効解像度の逆数の 1/2 として決定された、解像可能な最小画素サイズによって表わされた。この定義は、この解像度が、領域全体における最小の解像度とせいぜい同程度であるという事実によるものである

50

。有効解像度は、特定のPBSセットが信頼性をもって（画像の95％にわたって）解像することを期待できる最大の解像度を表す。

【0058】

表1は、本開示内の様々な実施例の測定結果を示し、表2は得られた有効解像度を示す。理解できるように、基準試料は5 μ mの画素を解像できる。実施例1のPBSも、5 μ mに非常に近い画素を解像できる。実施例2は、少なくとも12 μ mまで解像でき、実施例3のPBSは、7 μ mまで解像できる。これら全ての構造体は、少なくともいくつかの反射式結像用途に十分であろう。一方で、比較例C-1のPBSは、約18マイクロメートルの画素を解像するにとどまり、反射式結像構造体として手堅い選択とはなりにくいであろう。

【表4】

表1：サンプルに対する5つの位置での線対/mm

実施例	サンプル	右上 右 (lp/mm)	右下 右 (lp/mm)	中央 (lp/mm)	右下 左 (lp/mm)	右上 左 (lp/mm)
基準	A	170.4	170.4	108.0	192.0	170.4
1	B	151.2	170.4	120.0	151.2	120.0
1	C	151.2	151.2	108.0	120.0	151.2
1	D	151.2	151.2	108.0	134.4	120.0
2	E	151.2	134.4	60.0	108.0	86.4
2	F	134.4	134.4	67.2	96.0	96.0
2	g	134.4	134.4	96.0	60.0	76.8
3	H	134.4	134.4	96.0	86.4	120.0
3	I	134.4	151.2	108.0	96.0	96.0
C-1	J	151.2	134.4	48.0	60.0	76.8
C-1	K	120.0	134.4	60.0	96.0	60.0
C-1	L	120.0	120.0	60.0	86.4	86.4
C-1	M	134.4	120.0	60.0	60.0	86.4

【表5】

表2：例示的なフィルムの有効解像度

実施例	平均 (lp/mm)	標準偏差 (lp/mm)	有効解像度 (lp/mm)	有効 解像度 (μ m)
基準	162.2	31.7	98.8	5.06
1	137.3	19.6	98.1	5.10
2	104.6	30.9	42.9	11.65
3	115.7	22.1	71.4	7.00
C-1	93.7	32.8	28.2	17.74

【0059】

いくつかの場合では、偏光ビームスプリッタは、対向する、平行又はほぼ平行な主表面を有するプレートの形態である。かかるビームスプリッタプレートは、薄型であり、画像再生に投射される及び/又は視聴者に表示される高コントラストかつ高解像度の画像をもたらし得る平坦な最外及び内側主表面を有する。偏光ビームスプリッタは、1つ以上の薄型光透過性基板に接着される多層光学フィルム反射性偏光子を含む。透明基板は、ガラスなどの無機材料、若しくはポリマーなどの有機材料、又は無機及び有機材料の組み合わせであってもよい。

【0060】

図6は、光源605、第1結像器610、及び偏光ビームスプリッタプレート620を含む、偏光サブシステム600の概略図である。光源605は、照光し、第1結像器610により受光される、光625を放出する。第1結像器610は、受光した光を調節し、偏光ビームスプリッタプレート620により受光される結像光615を放出する。偏光ビームスプリッタプレートは、受光した結像光を反射光695として視聴者680又はスクリーン690に向けて反射する。偏光ビームスプリッタプレート620は、第1基板630と、第1基板上に配置される多層光学フィルム反射性偏光子640と、多層光学フィルム反射性偏光子640が第1基板630と第2基板650との間に配置されるように多層光学フィルム反射性偏光子640上に配置される第2基板650と、を含む。多層光学フィルム反射性偏光子640は、それぞれの接着層660及び670により第1及び第2基板630及び650に結合又は接着され、2つの接着層のそれぞれは、本明細書に開示される任意の接着剤であってもよく、又はそれらを含んでもよい。例えば、いくつかの場合では、一方又は両方の接着層660及び670は、感圧性接着剤、紫外線硬化接着剤、若しくは光学エポキシであってもよく、又はそれらを含んでもよい。偏光ビームスプリッタプレート620は、第1最外主表面622と、主表面622と角度 θ を形成する反対側の第2最外主表面624と、を含み、角度 θ は、約20°未満、又は約15°未満、又は約10°未満、又は約7°未満、又は約5°未満、又は約3°未満、又は約2°未満、又は約1°未満である。

【0061】

視聴者680又はスクリーン690に向かって伝播する反射光695は、15マイクロメートル未満、又は12マイクロメートル未満、又は10マイクロメートル未満、又は9マイクロメートル未満、又は8マイクロメートル未満、又は7マイクロメートル未満、又は6マイクロメートル未満、又は5マイクロメートル未満、又は4マイクロメートル未満の有効画素解像度を有する。いくつかの場合では、偏光ビームスプリッタプレート620は薄型である。このような場合、第1最外主表面622と第2最外主表面624との最大離隔距離dは、約2mm未満、又は約1.75mm未満、又は約1.5mm未満、又は約1.25mm未満、又は約1mm未満、又は約0.75mm未満、又は約0.5mm未満である。いくつかの場合では、第1最外主表面622及び第2最外主表面624は平面である。いくつかの場合では、第1最外主表面622及び第2最外主表面624の少なくとも一方は非平面である。例えば、いくつかの場合では、第1最外主表面622及び第2最外主表面624の少なくとも一方は、一般に図7に概略的に示すように、曲線部分を含み、又は凹状若しくは凸状である。いくつかの場合では、第1最外主表面622及び第2最外主表面624の少なくとも一方は、偏光ビームスプリッタプレート620から離れる方向又はプレート620に向かう方向に湾曲する。

【0062】

基板630及び650のそれぞれは、用途に望ましいであろう任意のタイプの基板であってもよい。例えば、基板630及び650としては、ガラス又はポリマーが挙げられ得る。基板630及び650は、それぞれ基板内に埋め込まれた又は主要内部接合面がないことを意味する、単一層であってもよい。いくつかの場合には、第1基板630及び第2基板650の少なくとも一方は、2つ以上の層を含み得る。いくつかの場合には、基板630及び650は、基板が相互に直交する3方向に沿って実質的に等しい屈折率を有することを意味する、光学的等方性である。いくつかの場合には、基板630及び650は、非常に低い光散乱特性を有する。例えば、このような場合、基板630及び650のそれぞれは、約5%未満、又は約4%未満、又は約3%未満、又は約2%未満、又は約1%未満、又は約0.5%未満の拡散透過を有する。本明細書で使用する時、拡散透過は、コリメートされた垂直光入射について2°の半角円錐外に透過される光を指す。

【0063】

第1結像器605は、用途に望ましいであろう本明細書に開示される任意の第1結像器であってもよい。例えば、いくつかの場合では、第1結像器605は、LCOS結像器を

10

20

30

40

50

含んでもよく、又はＬＣＯＳ結像器であってもよい。いくつかの場合では、偏光サブシステム６００は、光の結像後に偏光ビームスプリッタプレート６２０から光を受光し、光６９５として視聴者又はスクリーンに向けて投射する、投射レンズ６７５を含む。いくつかの場合では、多層光学フィルム反射性偏光子６２０は、４５ｎｍ未満の表面粗さＲ_a若しくは８０ｎｍ未満の表面粗さＲ_q、又は４０ｎｍ未満の表面粗さＲ_a若しくは７０ｎｍ未満の表面粗さＲ_q、又は３５ｎｍ未満の表面粗さＲ_a若しくは５５ｎｍ未満の表面粗さＲ_qを有する。

【００６４】

偏光サブシステム６００は、用途に望ましいであろう任意のシステムに組み込まれてもよい。例えば、いくつかの場合では、３次元画像プロジェクタは偏光サブシステム６００を含む。光源６０５は、本明細書に開示される任意のタイプの光源であってもよく、又はそれらを含んでもよい。いくつかの場合では、光源６０５は１つ以上のＬＥＤを含む。いくつかの場合では、投射システムは投射サブシステム６００を含み、第１結像器６１０は画素化されていて複数の画素を含む。画素は、画素の行及び列を形成する画素の規則的配列を形成し得る。投射システムは、スクリーン上に複数の画素で画素の画像を投射する。各画素は、スクリーン上の期待位置、スクリーン上の期待面積、スクリーン上の実位置、及びスクリーン上の実面積を有する。いくつかの場合には、各画素のスクリーン上の実位置は、画素の期待位置を中心にするとともに、画素の期待面積の１００倍未満、又は７５倍未満、又は５０倍未満、又は２５倍未満、又は１５倍未満、又は１０倍未満、又は５倍未満、又は２倍未満の実面積を有する、円の内部にある。いくつかの場合では、投射された画素のスクリーン上の実面積は、投射された画素のスクリーン上の期待面積の１０倍未満、又は７倍未満、又は５倍未満、又は３倍未満、又は２倍未満である。

【００６５】

図８は、反射型結像システム８００の概略図であり、光源６０５により放出された光６２５は、偏光ビームスプリッタプレート６２０により結像器６１０に向けて透過され、結像器により結像光６１５としてスプリッタプレートに向けて反射され、スプリッタプレートは結像光を反射光６９５として視聴者６８０に向けて反射する。多層光学フィルム反射性偏光子６４０は実質的に平坦であるため、反射される結像光６９５は、大きく改善された有効画素解像度を有する。図９は、透過型結像システム９００の概略図であり、光源６０５により放出された光６２５は、偏光ビームスプリッタプレート６２０により結像器６１０に向けて反射され、結像器により結像光６１５としてビームスプリッタプレートに向けて反射され、ビームスプリッタプレートは結像光を透過光６９５としてスクリーン６９０（又は図８のシステム８００と同様に視聴者６８０）に向けて透過する。多層光学フィルム反射性偏光子６４０は実質的に平坦であるため、ビームスプリッタプレートにより結像器に向けて反射される光は、大きく改善された均一性を備えて結像器を照光する。図１０は、反射－透過型結像システム１０００の概略図であり、結像光源１００５により放出された結像光６１５は、偏光ビームスプリッタプレート６２０により視聴者６８０に向けて反射される。視聴者６８０は、環境光１０２０により送られ、ビームスプリッタプレート６２０により透過される、環境画像も見ることができる。

【００６６】

偏光ビームスプリッタプレート６２０は、本明細書に開示される任意のプロセス又は方法を使用して製造され得る。例えば、偏光ビームスプリッタプレート６２０は、プリズム５６０及び５８０の代わりに基板６３０及び６５０を使用する点を除き、図４及び５に関して開示されるプロセスを使用して構成又は製造され得る。

【００６７】

以下は、本開示の項目の一覧である。

項目１は、

第１結像器と、

結像器から結像光を受光する偏光ビームスプリッタプレートと、を含み、偏光ビームスプリッタプレートが、

10

20

30

40

50

第1基板と、
第1基板上に配置される多層光学フィルム反射性偏光子と、
第1最外主表面と、
第1最外主表面と約20°未満の角度を形成する反対側の第2最外主表面と、を含み、
偏光ビームスプリッタプレートが視聴者又はスクリーンに向けて受光した結像光を反射し、反射された結像光が12マイクロメートル未満の有効画素解像度を有する、偏光サブシステムである。

【0068】

項目2は、第2最外主表面が第1最外主表面と約15°未満の角度を形成する、項目1の偏光サブシステムである。

10

【0069】

項目3は、第2最外主表面が第1最外主表面と約10°未満の角度を形成する、項目1の偏光サブシステムである。

【0070】

項目4は、第2最外主表面が第1最外主表面と約5°未満の角度を形成する、項目1の偏光サブシステムである。

【0071】

項目5は、第2最外主表面が第1最外主表面と約2°未満の角度を形成する、項目1の偏光サブシステムである。

【0072】

20

項目6は、第1最外主表面と第2最外主表面との間の最大離隔距離が約1.5mm未満である、項目1の偏光サブシステムである。

【0073】

項目7は、第1最外主表面と第2最外主表面との間の最大離隔距離が約1mm未満である、項目1の偏光サブシステムである。

【0074】

項目8は、第1最外主表面と第2最外主表面との間の最大離隔距離が約0.75mm未満である、項目1の偏光サブシステムである。

【0075】

項目9は、第1最外主表面と第2最外主表面との間の最大離隔距離が約0.5mm未満である、項目1の偏光サブシステムである。

30

【0076】

項目10は、第1最外主表面及び第2最外主表面の少なくとも一方が曲線部分を含む、項目1の偏光サブシステムである。

【0077】

項目11は、第1最外主表面及び第2最外主表面の少なくとも一方が凹状である、項目1の偏光サブシステムである。

【0078】

項目12は、第1最外主表面及び第2最外主表面の少なくとも一方が偏光ビームスプリッタプレートから離れる方向に湾曲する、項目1の偏光サブシステムである。

40

【0079】

項目13は、第1最外主表面及び第2最外主表面の少なくとも一方が凸状である、項目1の偏光サブシステムである。

【0080】

項目14は、第1最外主表面及び第2最外主表面の少なくとも一方が偏光ビームスプリッタプレートに向かって湾曲する、項目1の偏光サブシステムである。

【0081】

項目15は、多層光学フィルム反射性偏光子が接着剤により第1基板に接着される、項目1の偏光サブシステムである。

【0082】

50

項目 16 は、第 1 基板がガラスからなる、項目 1 の偏光サブシステムである。

【 0 0 8 3 】

項目 17 は、第 1 基板がポリマーからなる、項目 1 の偏光サブシステムである。

【 0 0 8 4 】

項目 18 は、第 2 基板を更に含み、多層光学フィルム反射性偏光子が第 1 基板と第 2 基板との間に配置される、項目 1 の偏光サブシステムである。

【 0 0 8 5 】

項目 19 は、多層光学フィルム反射性偏光子が接着剤により第 1 基板及び第 2 基板に接着される、項目 18 の偏光サブシステムである。

【 0 0 8 6 】

項目 20 は、偏光ビームスプリッタプレートが視聴者又はスクリーンに向けて受光した結像光を反射し、反射された結像光が 9 マイクロメートル未満の有効画素解像度を有する、項目 1 の偏光サブシステムである。

【 0 0 8 7 】

項目 21 は、偏光ビームスプリッタプレートが視聴者又はスクリーンに向けて受光した結像光を反射し、反射された結像光が 6 マイクロメートル未満の有効画素解像度を有する、項目 1 の偏光サブシステムである。

【 0 0 8 8 】

項目 22 は、第 1 結像器が L C O S 結像器を含む、項目 1 の偏光サブシステムである。

【 0 0 8 9 】

項目 23 は、光の結像後に偏光ビームスプリッタから光を受光し、視聴者又はスクリーンに向けて投射する、投射レンズを更に含む、項目 1 の偏光サブシステムである。

【 0 0 9 0 】

項目 24 は、多層光学フィルム反射性偏光子が 45 nm 未満の表面粗さ R a 又は 80 nm 未満の表面粗さ R q を有する、項目 1 の偏光サブシステムである。

【 0 0 9 1 】

項目 25 は、項目 1 の偏光サブシステムを含む、3次元画像プロジェクタである。

【 0 0 9 2 】

項目 26 は、偏光ビームスプリッタプレートであって、

第 1 基板と、

第 2 基板と、を備え、

第 1 基板と第 2 基板との間に配置されてそれらに接着される多層光学フィルム反射性偏光子と、

第 1 最外主表面と、

第 1 最外主表面と約 20 ° 未満の角度を形成する反対側の第 2 最外主表面と、を含み、偏光ビームスプリッタプレートが結像光を視聴者又はスクリーンに向けて反射するように構成され、反射された結像光が 12 マイクロメートル未満の有効画素解像度を有する、偏光ビームスプリッタプレートである。

【 0 0 9 3 】

項目 27 は、偏光ビームスプリッタプレートが結像光を視聴者又はスクリーンに向けて反射するように構成され、反射された結像光が 9 マイクロメートル未満の有効画素解像度を有する、項目 26 の偏光ビームスプリッタプレートである。

【 0 0 9 4 】

項目 28 は、偏光ビームスプリッタプレートが結像光を視聴者又はスクリーンに向けて反射するように適応され、反射された結像光が 6 マイクロメートル未満の有効画素解像度を有する、項目 26 の偏光ビームスプリッタプレートである。

【 0 0 9 5 】

項目 29 は、第 1 基板がガラス又はポリマーからなる、項目 26 の偏光ビームスプリッタプレートである。

【 0 0 9 6 】

10

20

30

40

50

項目 30 は、第 2 基板がガラス又はポリマーからなる、項目 26 の偏光ビームスプリッタプレートである。

【0097】

項目 31 は、多層光学フィルム反射性偏光子が感圧性接着剤、紫外線硬化接着剤、又は光学エポキシで第 1 基板及び第 2 基板に接着される、項目 26 の偏光ビームスプリッタプレートである。

【0098】

項目 32 は、多層光学フィルム反射性偏光子が 45 nm 未満の表面粗さ R_a 又は 80 nm 未満の表面粗さ R_q を有する、項目 26 の偏光ビームスプリッタプレートである。

【0099】

項目 33 は、第 1 基板及び第 2 基板の少なくとも一方が約 2 % 未満の拡散透過を有する、項目 26 の偏光ビームスプリッタプレートである。

【0100】

項目 34 は、第 1 基板及び第 2 基板の少なくとも一方が約 1 % 未満の拡散透過を有する、項目 26 の偏光ビームスプリッタプレートである。

【0101】

項目 35 は、

光源と、

光源から受光した光を結像する第 1 結像器と、

第 1 結像器から結像光を受光する偏光ビームスプリッタプレートと、を含み、偏光ビームスプリッタプレートが、

多層光学フィルム反射性偏光子と、

第 1 最外主表面と、

第 1 最外主表面と約 20 ° 未満の角度を形成する反対側の第 2 最外主表面と、を含み、偏光ビームスプリッタプレートが 12 マイクロメートル未満の有効画素解像度で像平面に向けて受光した結像光を反射する、投射サブシステムである。

【0102】

項目 36 は、偏光ビームスプリッタプレートが 9 マイクロメートル未満の有効画素解像度で像平面に向けて受光した結像光を反射する、項目 35 の投射サブシステムである。

【0103】

項目 37 は、偏光ビームスプリッタプレートが 6 マイクロメートル未満の有効画素解像度で像平面に向けて受光した結像光を反射する、項目 35 の投射サブシステムである。

【0104】

項目 38 は、光源が LED を含む、項目 35 の投射サブシステムである。

【0105】

項目 39 は、多層光学フィルム反射性偏光子が 45 nm 未満の表面粗さ R_a 又は 80 nm 未満の表面粗さ R_q を有する、項目 35 の投射サブシステムである。

【0106】

項目 40 は、項目 35 の投射サブシステムを含む投射システムであって、第 1 結像器が画素化されていて複数の画素を含み、投射システムがスクリーン上に複数の画素で画素の画像を投射し、各画素がスクリーン上の期待位置及び面積を有し、各画素のスクリーン上の実位置が、画素の期待位置を中心にするとともに、画素の期待面積の 50 倍未満の面積を有する、円の内部にある、投射システムである。

【0107】

項目 41 は、項目 35 の投射サブシステムを含む投射システムであって、第 1 結像器が画素化されていて複数の画素を含み、投射システムがスクリーン上に複数の画素で画素の画像を投射し、各画素がスクリーン上の期待位置及び面積を有し、各画素のスクリーン上の実位置が、画素の期待位置を中心にするとともに、画素の期待面積の 10 倍未満の面積を有する、円の内部にある、投射システムである。

【0108】

10

20

30

40

50

項目 4 2 は、項目 3 5 の投射サブシステムを含む投射システムであって、第 1 結像器が画素化されていて複数の画素を含み、投射システムがスクリーン上に複数の画素で画素の画像を投射し、各画素がスクリーン上の期待位置及び面積を有し、各画素のスクリーン上の実位置が、画素の期待位置を中心にするとともに、かつ画素の期待面積の 5 倍未満の面積を有する、円の内部にある、投射システムである。

【 0 1 0 9 】

項目 4 3 は、項目 3 5 の投射サブシステムを含む投射システムであって、第 1 結像器が画素化されていて複数の画素を含み、投射システムがスクリーン上に複数の画素で画素の画像を投射し、各画素がスクリーン上の期待面積及びスクリーン上の実面積を有し、投射された各画素のスクリーン上の実面積が、投射された画素のスクリーン上の期待面積の 5 倍未満である、投射システムである。

10

【 0 1 1 0 】

項目 4 4 は、項目 3 5 の投射サブシステムを含む投射システムであって、第 1 結像器が画素化されていて複数の画素を含み、投射システムがスクリーン上に複数の画素で画素の画像を投射し、各画素がスクリーン上の期待面積及びスクリーン上の実面積を有し、投射された各画素のスクリーン上の実面積が、投射された画素のスクリーン上の期待面積の 2 倍未満である、投射システムである。

【 0 1 1 1 】

項目 4 5 は、

第 1 結像器と、

20

結像器から結像光を受光する偏光ビームスプリッタプレートと、を含み、偏光ビームスプリッタプレートが、

多層光学フィルム反射性偏光子と、

第 1 最外主表面と、

第 1 最外主表面と約 20°未満の角度を形成する反対側の第 2 最外主表面と、を含み、偏光ビームスプリッタプレートが視聴者又はスクリーンに向けて受光した結像光を反射し、多層光学フィルム反射性偏光子が 45 nm 未満の表面粗さ R a 又は 80 nm 未満の表面粗さ R q を有する、偏光サブシステムである。

【 0 1 1 2 】

項目 4 6 は、多層光学フィルム反射性偏光子が 40 nm 未満の表面粗さ R a 又は 70 nm 未満の表面粗さ R q を有する、項目 4 5 の投射サブシステムである。

30

【 0 1 1 3 】

項目 4 7 は、多層光学フィルム反射性偏光子が 35 nm 未満の表面粗さ R a 又は 55 nm 未満の表面粗さ R q を有する、項目 4 5 の投射サブシステムである。

【 0 1 1 4 】

項目 4 8 は、フラットフィルムの製造方法であって、

多層光学フィルムを準備する工程と、

一時的な平面基板を準備する工程と、

多層光学フィルムの第 1 表面を一時的な平面基板に着脱自在に取り付ける工程と、

永久基板を準備する工程であり、永久基板が、第 1 最外主表面と、第 1 最外主表面と約 20°未満の角度を形成する反対側の第 2 最外主表面と、を含む、工程と、

40

多層光学フィルムの第 2 表面を永久基板に取り付ける工程と、

多層光学フィルムを一時的な平面基板から取り外す工程と、を含む、方法である。

【 0 1 1 5 】

項目 4 9 は、多層光学フィルムの第 1 表面を一時的な平面基板に着脱自在に取り付ける工程が、

一時的な平面基板の表面を湿潤剤で湿潤させ、一時的な平面基板の湿潤面を形成する工程と、

多層光学フィルムを一時的な平面基板の表面上に取り付ける工程と、

多層光学フィルムを一時的な平面基板の表面上に押し付ける工程と、

50

多層光学フィルム、一時的な平面基板、及び湿潤剤を乾燥させる工程と、を含む、項目 48 の方法である。

【0116】

項目 50 は、湿潤剤を基板上に噴霧することにより基板の表面を湿潤させる、項目 49 の方法である。

【0117】

項目 51 は、湿潤剤が中性洗剤溶液である、項目 49 の方法である。

【0118】

項目 52 は、中性洗剤溶液が水溶液中に 1 % 未満の洗剤を含む、項目 51 の方法である。

10

【0119】

項目 53 は、多層光学フィルム、一時的な平面基板、及び湿潤剤を乾燥させる工程が、多層光学フィルムの表面を一時的な平面基板にぴったり合わせる、項目 49 の方法である。

【0120】

項目 54 は、多層光学フィルム、一時的な平面基板、及び湿潤剤を乾燥させる工程が、光学フィルムと平面基板との間の湿潤剤を多層光学フィルムの縁に逃がして湿潤剤を蒸発させ、多層光学フィルムと一時的な平面基板との間に真空封着をもたらす工程を含む、項目 49 の方法である。

【0121】

20

項目 55 は、押し付ける工程の前に、平面基板に取り付けられた表面とは反対の側で、多層光学フィルムに保護層が取り付けられる、項目 49 の方法である。

【0122】

項目 56 は、多層光学フィルムを一時的な平面基板から取り外す工程が、多層光学フィルムを基板から剥がす工程を含む、項目 48 の方法である。

【0123】

項目 57 は、一時的な平面基板がアクリルガラスからなる、項目 48 の方法である。

【0124】

項目 58 は、偏光ビームスプリッタプレートの製造方法であって、

項目 48 の方法により製造されたフィルムにフィルムの永久基板とは反対側で接着剤を塗布する工程と、

30

接着剤に対して第 2 永久基板を取り付ける工程と、を含む、方法である。

【0125】

項目 59 は、構造体を硬化させる工程を更に含む、項目 58 の方法である。

【0126】

項目 60 は、硬化が紫外線硬化を含む、項目 59 の方法である。

【0127】

項目 61 は、接着剤が光学接着剤を含む、項目 58 の方法である。

【0128】

項目 62 は、前に一時的な平面基板に面していた多層光学フィルムの表面が、45 nm 未満の表面粗さ R_a 又は 80 nm 未満の表面粗さ R_q を有する、項目 48 の方法である。

40

【0129】

項目 63 は、光学的に平坦な偏光ビームスプリッタプレートの作製方法であって、

多層光学フィルム反射性偏光子を準備する工程と、

感圧性接着剤の層を多層光学フィルムの第 1 表面に塗布する工程と、

多層光学フィルムとは反対側の感圧性接着剤層に対して第 1 基板を取り付ける工程であり、第 1 基板が、第 1 最外主表面と、第 1 最外主表面と約 20 ° 未満の角度を形成する反対側の第 2 最外主表面と、を含む、工程と、

感圧性接着剤、多層光学フィルム、及び第 1 基板に真空を加える工程と、を含む、方法である。

50

【 0 1 3 0 】

項目 6 4 は、

第 2 接着剤層を多層光学フィルムの第 1 表面とは反対側の第 2 表面に塗布する工程と、
第 2 基板を第 2 接着剤層の多層光学フィルムとは反対側に取り付ける工程であり、第 2 基板が、第 1 最外主表面と、第 1 最外主表面と約 20° 未満の角度を形成する反対側の第 2 最外主表面と、を含む工程と、を更に含む、項目 6 3 の方法である。

【 0 1 3 1 】

項目 6 5 は、第 2 接着剤層、多層光学フィルム、及び第 2 基板に真空を加える工程を更に含む、項目 6 4 の方法である。

【 0 1 3 2 】

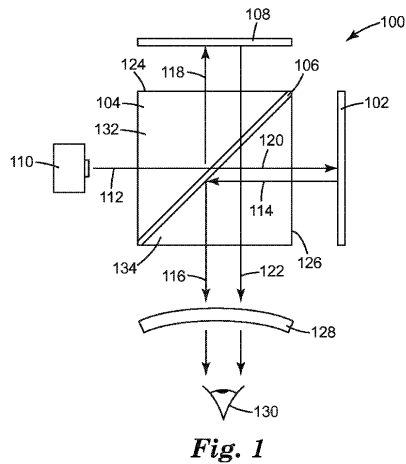
項目 6 6 は、構造体を真空槽内に配置することにより構造体に真空を加える、項目 6 5 の方法である。

【 0 1 3 3 】

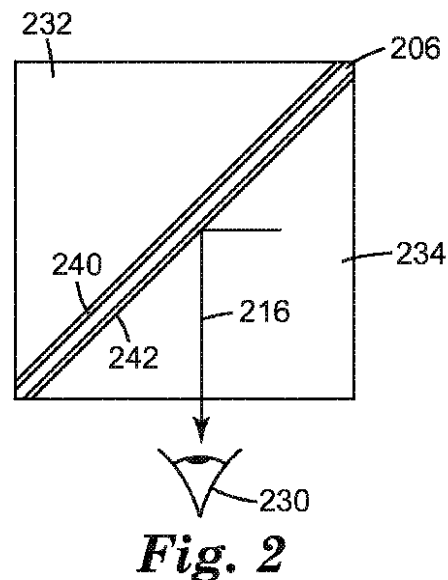
本発明は、上記の特定の実施例及び実施形態に限定されるものとみなされるべきではなく、そのような実施形態は、本発明の様々な態様の説明を容易にするように詳細に記載されている。むしろ本発明は、添付される特許請求の範囲によって定義される本発明の趣旨及び範囲内に含まれる様々な改変形態、等価の工程、及び代替装置を含む、本発明の全ての態様を包含するものと理解されたい。

10

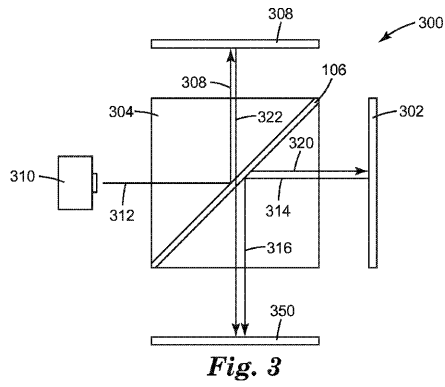
【 図 1 】



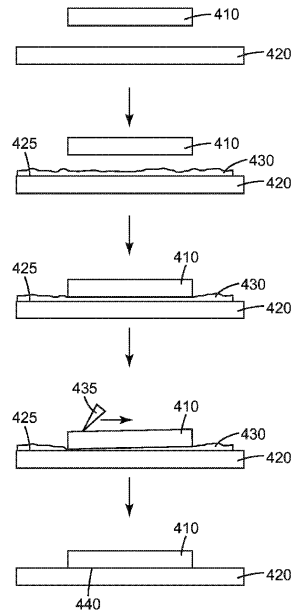
【 図 2 】



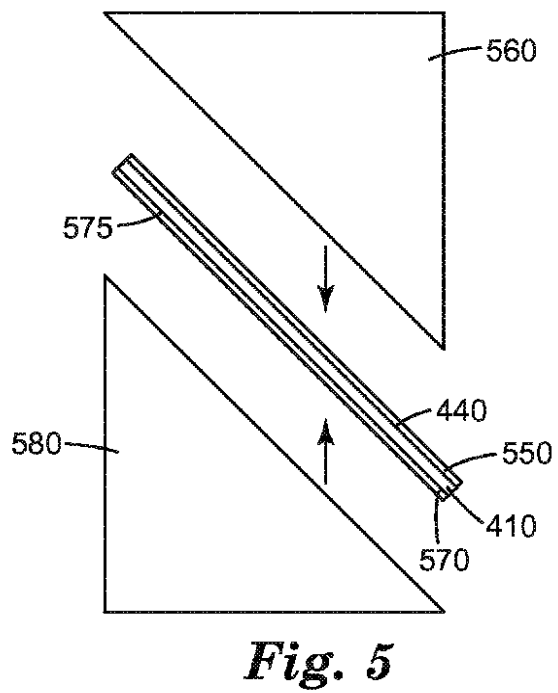
【図 3】



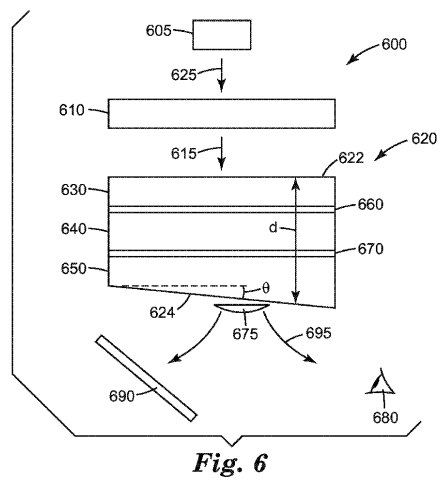
【図 4】



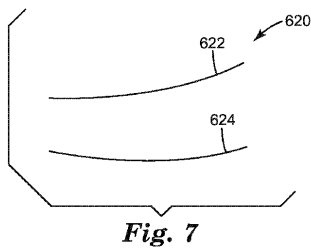
【図 5】



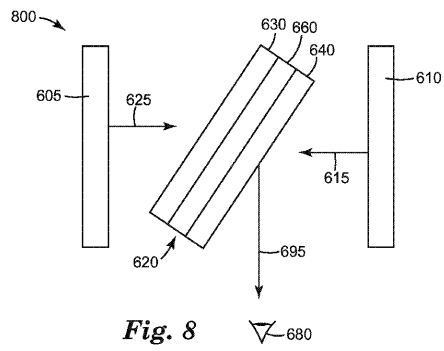
【図 6】



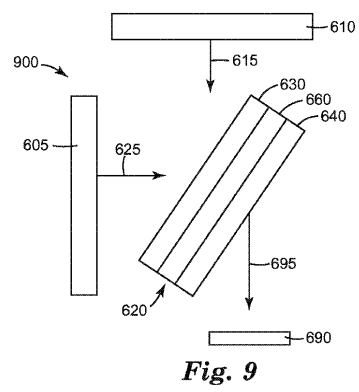
【図 7】



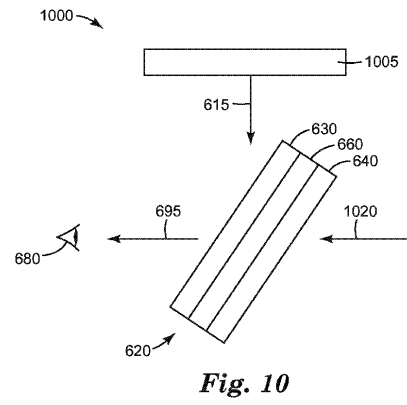
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 オウダーケルク, アンドリュー 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 33427
, スリーエム センター
- (72)発明者 カールス, ジョセフ シー.
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 33427
, スリーエム センター

合議体

審判長 中田 誠

審判官 清水 康司

審判官 河原 正

- (56)参考文献 特開2009-47819(JP,A)
特開2009-216981(JP,A)
特開2005-309035(JP,A)
特表2004-530165(JP,A)
特開2007-264010(JP,A)
特表2003-510629(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B5/30,27/28