

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-544048

(P2009-544048A)

(43) 公表日 平成21年12月10日 (2009. 12. 10)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G02B 27/28 (2006.01)</b>	G02B 27/28 Z	2H088
<b>G03B 21/14 (2006.01)</b>	G03B 21/14 Z	2H149
<b>G02F 1/1335 (2006.01)</b>	G02F 1/1335 510	2H191
<b>G02F 1/13 (2006.01)</b>	G02F 1/13 505	2H199
<b>G03B 21/00 (2006.01)</b>	G03B 21/00 E	2K103
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2009-519582 (P2009-519582)  
 (86) (22) 出願日 平成19年6月29日 (2007. 6. 29)  
 (85) 翻訳文提出日 平成21年1月13日 (2009. 1. 13)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/072484  
 (87) 国際公開番号 W02008/008646  
 (87) 国際公開日 平成20年1月17日 (2008. 1. 17)  
 (31) 優先権主張番号 11/457, 599  
 (32) 優先日 平成18年7月14日 (2006. 7. 14)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

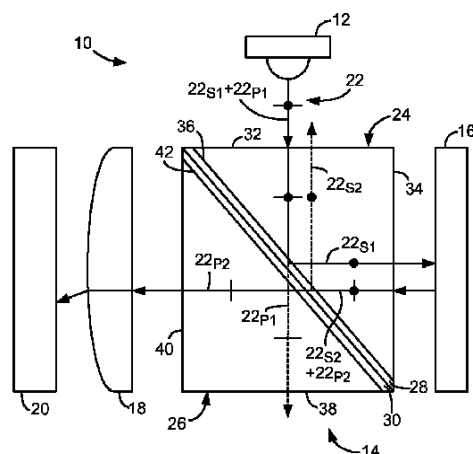
(71) 出願人 505005049  
 スリーエム イノベイティブ プロパティ  
 ズ カンパニー  
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133  
 -3427, セント ポール, ポスト オ  
 フィス ボックス 33427, スリーエ  
 ム センター  
 (74) 代理人 100101454  
 弁理士 山田 卓二  
 (74) 代理人 100081422  
 弁理士 田中 光雄  
 (74) 代理人 100100479  
 弁理士 竹内 三喜夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反射型偏光子と吸収型偏光子とを組み込んだ偏光ビームスプリッタ及びその画像表示システム

## (57) 【要約】

光ビームを放射するように構成された照明光源と、偏光ビームスプリッタと、画像形成装置とを含む、画像表示システム。偏光ビームスプリッタは、反射型偏光子と、反射型偏光子に隣接して配置され、反射型偏光子を透過した光ビームの第1の部分を受光するように構成された吸収型偏光子とを含む。画像形成装置は、反射型偏光子で反射した光ビームの第2の部分を受光するように配置されている。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光ビームを放射するように構成された照明光源と、  
偏光ビームスプリッタと、  
画像形成装置とを備え、  
前記偏光ビームスプリッタは、反射型偏光子と、  
前記反射型偏光子に隣接して配置され、前記反射型偏光子を透過した前記光ビームの第 1 の部分を受光するように構成された吸収型偏光子とを備え、  
前記画像形成装置は、前記反射型偏光子で反射した前記光ビームの第 2 の部分を受光するように配置されている画像表示システム。

10

**【請求項 2】**

前記反射型偏光子は、前記光ビームを形成する光円錐の中心光線に対して約  $35^{\circ}$  ~ 約  $50^{\circ}$  の入射角で配向している請求項 1 に記載の画像表示システム。

**【請求項 3】**

前記画像形成装置は、反射型画像形成装置を備える請求項 1 に記載の画像表示システム。

**【請求項 4】**

前記反射型偏光子は、多層ポリマー光学フィルム、ポリマーブレンド偏光フィルム、ワイヤグリッド偏光子、コレステリック偏光子、ファイバーガラス複合偏光子、及び誘電体薄膜フィルムコーティングから成る群から選択される請求項 1 に記載の画像表示システム。

20

**【請求項 5】**

前記反射型偏光子及び前記吸収型偏光子は、一緒に固定されている請求項 1 に記載の画像表示システム。

**【請求項 6】**

前記吸収型偏光子は、前記吸収型偏光子のブロック軸に沿って約  $580$  ナノメートル ~ 約  $700$  ナノメートルの光波長を吸収するように構成されている請求項 1 に記載の画像表示システム。

**【請求項 7】**

前記偏光ビームスプリッタは、1 対のプリズムをさらに備え、前記反射型偏光子及び前記吸収型偏光子は、前記 1 対のプリズム間に配置されている請求項 1 に記載の画像表示システム。

30

**【請求項 8】**

前記反射型画像形成装置は、液晶オンシリコンデバイスを備える請求項 1 に記載の画像表示システム。

**【請求項 9】**

前記反射型偏光子は通過軸によって特徴づけられ、前記吸収型偏光子は通過軸によって特徴づけられ、前記反射型偏光子の前記通過軸は前記吸収型偏光子の前記通過軸と整列している請求項 1 に記載の画像表示システム。

**【請求項 10】**

光ビームを放射するように構成された照明光源と、  
偏光ビームスプリッタと、  
画像形成装置とを備え、  
前記偏光ビームスプリッタは、第 1 の外側表面、第 2 の外側表面、及び入射面を含む第 1 のプリズムと、  
前記第 1 のプリズムの前記入射面に隣接して配置された反射型偏光子と、  
前記第 1 のプリズムに対向して、前記反射型偏光子に隣接して配置され前記反射型偏光子を透過した前記光ビームの第 1 の部分を受光するように構成された吸収型偏光子とを備え、  
前記画像形成装置は、前記反射型偏光子から前記光ビームの第 2 の部分を受光するよう

40

50

に配置されている画像表示システム。

【請求項 1 1】

前記反射型偏光子は、前記光ビームを形成する光円錐の中心光線に対して約 35° ~ 約 50° の入射角で配向している請求項 10 に記載の画像表示システム。

【請求項 1 2】

前記画像形成装置は、反射型画像形成装置を備える請求項 10 に記載の画像表示システム。

【請求項 1 3】

前記反射型偏光子は、多層ポリマー光学フィルム、ポリマーブレンド偏光フィルム、ワイヤグリッド偏光子、コレステリック偏光子、ファイバーガラス複合偏光子、及び誘電体薄膜フィルムコーティングから成る群から選択される請求項 10 に記載の画像表示システム。

【請求項 1 4】

前記偏光ビームスプリッタは、前記反射型偏光子に対向して、前記吸収型偏光子に隣接して配置された入射面を有する第 2 のプリズムをさらに備える請求項 10 に記載の画像表示システム。

【請求項 1 5】

前記吸収型偏光子は、前記吸収型偏光子のブロック軸に沿って約 580 ナノメートル ~ 約 700 ナノメートルの光波長を吸収するように構成されている請求項 10 に記載の画像表示システム。

【請求項 1 6】

前記反射型画像形成装置は、液晶オンシリコンデバイスを備える請求項 10 に記載の画像表示システム。

【請求項 1 7】

前記反射型偏光子は通過軸によって特徴づけられ、前記吸収型偏光子は通過軸によって特徴づけられ、前記反射型偏光子の前記通過軸は前記吸収型偏光子の前記通過軸と整列している請求項 10 に記載の画像表示システム。

【請求項 1 8】

光ビームを放射するように構成された照明光源と、

偏光ビームスプリッタと、

画像形成装置とを備え、

前記偏光ビームスプリッタは、反射型偏光子と、

前記反射型偏光子に隣接して配置され、前記吸収型偏光子のブロック軸に沿って約 580 ナノメートル ~ 約 700 ナノメートルの光波長を吸収するように構成された吸収型偏光子とを備え、

前記画像形成装置は、前記反射型偏光子から前記光ビームの少なくとも一部を受光するように配置されている画像表示システム。

【請求項 1 9】

前記反射型偏光子は、前記光ビームを形成する光円錐の中心光線に対して約 35° ~ 約 50° の入射角で配向している請求項 18 に記載の画像表示システム。

【請求項 2 0】

前記画像形成装置は、反射型画像形成装置を備える請求項 18 に記載の画像表示システム。

【請求項 2 1】

前記反射型偏光子は、多層ポリマー光学フィルム、ポリマーブレンド偏光フィルム、ワイヤグリッド偏光子、コレステリック偏光子、ファイバーガラス複合偏光子、及び誘電体薄膜フィルムコーティングから成る群から選択される請求項 18 に記載の画像表示システム。

【請求項 2 2】

前記反射型画像形成装置は、液晶オンシリコンデバイスを備える請求項 18 に記載の画

10

20

30

40

50

像表示システム。

【請求項 23】

前記反射型偏光子は通過軸によって特徴づけられ、前記吸収型偏光子は通過軸によって特徴づけられ、前記反射型偏光子の前記通過軸は前記吸収型偏光子の前記通過軸と整列している請求項 18 に記載の画像表示システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、偏光分離装置を組み込んでいる画像表示システムに関する。特に、本開示は、反射型偏光子及び吸収型偏光子を有する偏光ビームスプリッタ (PBS) を組み込んでいる画像表示システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

PBS を組み込んでいる画像表示システムは、投影ディスプレイなどの表示スクリーン上に画像を形成させるために用いる。代表的な画像表示システムは、照明光源からの光線が投影すべき所望の画像を含む画像形成装置 (すなわち、撮像装置) で反射するように配置されている照明光源を組み込んでいる。照明光源からの光線及び投影画像の光線が、PBS と撮像装置との間で同じ物理的空間を共有するように、システムは光線を折曲する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0003】

PBS は、表示スクリーン上の照明を向上させるために低い F ナンバー照明システムを用いて典型的には高角度ビームコーンで動作するが、「F ナンバー」とは、レンズの焦点距離とレンズの直径との比をいう。しかしながら、低い F ナンバーの照明システムは、典型的には PBS 偏光子の法線に対して高い入射角で PBS 偏光子と交差する光線を有する。これは、特にレッド波長スペクトルにおける光の残留線を、PBS 偏光子を通して漏洩させる。したがって、この光の漏れは、コントラスト比の低減をもたらす。この問題を是正するための 1 つの共通した技術は、漏れた光を吸収するために PBS の出口に隣接して吸収型偏光子を設置することを伴う。しかしながら、外部偏光子は整列配向に敏感であり、画像表示システムの製造の複雑さを増大させる。

30

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は、光ビームを放射するように構成された照明光源と、PBS と、画像形成装置とを含む、画像表示システムに関する。この PBS は、反射型偏光子と、反射型偏光子に隣接して配置され、反射型偏光子を透過した光ビームの第 1 の部分を受光するように構成された吸収型偏光子とを含む。画像形成装置は、反射型偏光子で反射した光ビームの第 2 の部分を受光するように配置されている。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図 1】本開示の画像表示システムの概略図。

40

【図 2 A】レッド光漏れを示す、比較画像表示システムのディスプレイ瞳孔の顕微鏡写真。

【図 2 B】本開示の画像表示システムのディスプレイ瞳孔の顕微鏡写真。

【図 3】本開示の代表的な画像表示システム及び比較画像表示システムのコントラスト比対光波長スペクトルを表すグラフ。

【図 4】本開示の代表的な画像表示システム及び比較画像表示システムの、明所視的に加重されているコントラスト比対偏光子入射角を表すグラフ。

【図 5】本開示の代表的な画像表示システム及び比較画像表示システムのコントラスト比対光波長スペクトルを表すグラフ。

【発明を実施するための形態】

50

## 【 0 0 0 6 】

図 1 は、本開示の画像表示システム 10 の概略図であり、これはミニプロジェクションディスプレイ、ヘッドマウントディスプレイ、バーチャルビューア、電子ビューファインダー、ヘッドアップディスプレイ、光コンピューティングシステム、光相関システム、及び他の光学表示システム等の様々なディスプレイ装置に用いられ得る。システム 10 は、照明光源 12、PBS 14、撮像装置 16、投射レンズ 18、及びディスプレイ画面 20 を備える。以下に考察されるとおり、PBS 14 は光漏れの恐れを少なくするように構成され、これによって、得られる画像のコントラスト比を向上させる。

## 【 0 0 0 7 】

照明光源 12 は、PBS 14 に向かって光ビーム 22 を放射するように構成された発光ダイオード (LED) 光源である。図 1 には単一 LED として示されているが、照明光源は、別の方法として光ビーム 22 を放射する複数の LED 又は他の光源 (例えば、半導体レーザ、白熱電球、及びアークランプ) を含んでよい。一実施形態では、照明光源 12 は異なる色 (例えば、レッド、グリーン、及びブルー) の LED とカラーコンバイナ (例えば、x キューブ構成カラーコンバイナ) とを含み、カラーコンバイナ (色合成装置) が、受光された有色光ビームを組み合わせ、得られた光ビーム 22 を PBS 14 へ導く。照明光源 12 はまた、光ビーム 22 をさらに捕捉しかつ PBS 14 へ向けて導くために LED の周囲に配置された、ボールレンズ (図示せず)、グラディウムタイプマイクロレンズ (図示せず)、及び / 又はグレーデッドインデックス (GRIN) レンズ (図示せず) をさらに含んでもよい。

## 【 0 0 0 8 】

考察を容易にするために、光ビーム 22 が単一の光線として図 1 に示される。ただし、当業者は、光ビーム 22 が複数光線の光円錐として PBS 14 へ向けて放射されることを認識するであろう。光ビーム 22 は、偏光されていない状態で照明光源 12 から放射される。このようなわけで、光ビーム 22 は、S 偏光状態 (光線  $22_s$ ) 及び P 偏光状態 (光線  $22_p$ ) の両方における光線を含む。従来の記号にしたがって、s 偏光状態にある光線はドット「 $\cdot$ 」で表示され (図 1 の表示に直交して、紙面の平面から延びる第 1 の直交電界セグメントを表す)、p 偏光状態にある光ビームは、記号「 $\cdot$ 」で表示される (紙面の平面において偏光された光の電界ベクトルを有する第 2 の直交電界セグメントを表す)。

## 【 0 0 0 9 】

PBS 14 は、入力プリズム 24 と、出力プリズム 26 と、反射型偏光子 28 と、吸収型偏光子 30 とを含む。入力プリズム 24 及び出力プリズム 26 は、反対側に互いに隣接して配置された、反射性偏光子 28 及び吸収型偏光子 30 の低複屈折プリズム (すなわち、偏光子カバー) である。入力プリズム 24 及び出力プリズム 26 は、PBS 14 の所望の目的を達成するために好適な屈折率を有する任意の光透過性材料から構築され得る。「光透過性」材料は、入射光の少なくとも一部が材料を透過することを可能にする材料である。プリズムとして使用するのに好適な材料としては、セラミックス、ガラス、及びポリマーが挙げられる。

## 【 0 0 1 0 】

入力プリズム 24 は、外側表面 32 及び 34、並びに入射面 36 を含む。同様に、出力プリズム 26 は、外側表面 38 及び 40、並びに入射面 42 を含む。入力プリズム 24 及び出力プリズム 26 は、三角形プリズムとして示されているが、別の方法として、入力プリズム 24 及び出力プリズム 26 の一方又は両方が様々な異なる幾何形状を有する偏光子カバーとして機能してよい。例えば、入力プリズム 24 及び出力プリズム 26 の一方又は両方が、設計及び光学要件が必要とするのに応じて 4 つ以上の横方向表面を有してよい。図示されるように、反射型偏光子 28 及び吸収型偏光子 30 は、反射型偏光子 28 が入力プリズム 24 の入射面 36 に面し、吸収型偏光子 30 が出力プリズム 26 の入射面 42 に面するように、互いに隣接して配置されている。

## 【 0 0 1 1 】

反射型偏光子 28 は、照明光源 12 から受光された光ビーム 22 の光線を、反射偏光成分 (S 偏光光線) と透過偏光成分 (P 偏光光線) とに分割する。代替の実施形態では、システム 10 はまた、PBS 14 に入射する前に光ビーム 22 を少なくとも部分的に予め偏光するために、1 つ以上の反射型又は吸収型の前偏光子 (pre-polarizers) を含む。これらの実施形態では、この 1 つ以上の前偏光子は S 偏光光線を透過し、また P 偏光光線を少なくとも部分的に反射又は吸収する。

#### 【0012】

反射型偏光子 28 は、反射型直線偏光子又は反射型円偏光子のような、当業者に既知である任意の反射型偏光子であることができる。本開示の実施形態に用いるのに適した反射型直線偏光子の具体例としては、ワイヤグリッド偏光子 (例えば、マガリル (Magarill) ら、米国特許第 6,719,426 号に開示されるような、ワイヤグリッドに隣接した、空気のような低屈折率材料)、誘電体薄膜フィルム (dielectric thin film) コーティング (例えば、マックニール (MacNeille) PBS)、ポリマーブレンド偏光フィルム、ファイバーガラス複合偏光子、及び複屈折ポリマー多層光学フィルム (MOF) が挙げられる。本開示の実施形態に用いるのに適した反射型円偏光フィルムの具体例としては、コレステリック偏光子が挙げられ、これは反射型偏光子 28 と吸収型偏光子 30 との間に配置される 1/4 波長板と共に用いることができる。

10

#### 【0013】

好適なファイバーガラス複合偏光子の例としては、2005 年 2 月 28 日に出願された、共同所有による米国特許出願整理番号第 11/068,158 号に開示されているものが挙げられる。好適な複屈折ポリマー多層光学フィルムの例としては、ミネソタ州セントポールのスリーエム社 (3M Company) によって製造され、ジョンザ (Jonza) らの米国特許第 5,882,774 号、ウィーバー (Weber) らの米国特許第 6,609,795 号、及びマガリル (Magarill) らの米国特許第 6,719,426 号に記載されているものが挙げられる。好適な複屈折ポリマー多層光学フィルムの追加の例としては、スリーエム社 (3M Company) から「ヴィキュイティ (VIKUITI)」高度偏光フィルム (APF) の商品名で製造されているものが挙げられる。

20

#### 【0014】

幾つかの代表的な実施形態では、反射型偏光子 28 は、少なくとも第 1 の層及び第 2 の層、並びに、好ましくは、複数の交互配置された第 1 の層及び第 2 の層を含むことができ、ここで第 1 の層及び第 2 の層のポリマー材料は異なる。本開示の一実施形態では、反射型偏光子 28 は、ウィーバー (Weber) らの米国特許第 6,609,795 号に開示されているような、異なるポリマー材料の交代層の多層スタックを含むことができる。

30

#### 【0015】

好適なポリマー反射型直線偏光フィルムは通常、フィルムの平面内の第 1 の方向に沿った異なる材料間の大きな屈折率の差 ( $n_x$ ) 及び第 1 の方向に直交した、フィルムの平面内の第 2 の方向に沿った異なる材料間の小さな屈折率の差 ( $n_y$ ) によって特徴づけられる。幾つかの代表的な実施形態では、反射型偏光フィルムは、フィルムの厚さ方向に沿った異なるポリマー材料間の小さな屈折率の差 ( $n_z$ ) によっても特徴づけられる (例えば、異なるポリマー材料の第 1 の層と第 2 の層との間)。一般的には、2 種の材料の  $y$  屈折率間の不整合は、遮断状態で高反射率を維持しつつ、通過状態では高透過率になるように小さくしなければならない。 $y$  屈折率不整合及び  $z$  屈折率不整合 (すなわち、非延伸方向) の許容される大きさは、それぞれ  $x$  屈折率不整合 (すなわち、延伸方向) に関連して記載されることができるが、それは後者の値が、所望の偏光度を達成するために偏光子薄膜フィルムスタックに用いられる層の数を示唆しているからである。

40

#### 【0016】

薄膜フィルムスタックの全反射率は、屈折率不整合  $n$  及びスタック中の層の数  $N$  と関連付けられる (すなわち、積 ( $n$ )<sup>2</sup>  $\times$   $N$  は、スタックの反射率に関連する)。例えば、反射率は同一であるが層の数は半分であるフィルムを提供するには、層間の屈折率差を 2 倍にすることなどが必要となる。比  $n_y / n_x$  の絶対値は、望ましく制御される

50

適切なパラメータであり、本明細書に記載されるように光反復ユニット (optical repeat unit) 中の第 1 及び第 2 の材料に関して、 $n_y = n_{y1} - n_{y2}$  及び  $n_x = n_{x1} - n_{x2}$  である。 $n_y / n_x$  の比の好適な絶対値の例としては、約 0.2 以下、約 0.1 以下、より望ましくは約 0.05 以下、及びなおより望ましくは約 0.02 以下が挙げられる。好ましくは、比  $n_y / n_x$  は、対象となる波長帯全体にわたって (例えば、可視スペクトルにわたって) 所望の限度未満に維持される。 $n_x$  に対する好適な値は、約 0.06 以上、約 0.09 以上、より好ましくは約 0.12 以上、及びなおより好ましくは約 0.15 以上、又は約 0.20 以上からの範囲である。

#### 【0017】

z 屈折率不整合の許容される大きさはまた、y 屈折率不整合と同様に、x 屈折率不整合に関連して記載されることができる。 $n_z / n_x$  の比の絶対値は、望ましく制御される適切なパラメータであり、本明細書に記載されるように光反復ユニット (optical repeat unit) 中の第 1 及び第 2 の材料に関して、 $n_z = n_{z1} - n_{z2}$  及び  $n_x = n_{x1} - n_{x2}$  である。 $n_z / n_x$  の比の好適な絶対値の例としては、約 0.2 以下、約 0.1 以下、より望ましくは約 0.05 以下、及びなおより望ましくは約 0.02 以下が挙げられる。好ましくは、比  $n_z / n_x$  は、対象となる波長帯全体にわたって (例えば、可視スペクトルにわたって) 所望の限度未満に維持される。

#### 【0018】

吸収型偏光子 30 は、反射型偏光子 28 を透過する光ビーム 22 の光線を受光するように構成され、また S 偏光状態にある光線を吸収するようにも構成される。このようなわけで、吸収型偏光子 30 は、P 偏光光線が透過することを可能にしつつ、反射型偏光子 28 を通って漏れる S 偏光光線を吸収するクリーンアップ偏光子として機能する。吸収型偏光子 30 は、カウシュ (Kausch) らの米国特許第 6,610,356 号、及びアウダーカーク (Ouderkirk) らの米国特許第 6,096,375 号に開示されているものなど、当業者に既知である任意のダイクロイック偏光フィルムであることができる。

#### 【0019】

図 1 に示される配置において、反射型偏光子 28 のブロック軸は、吸収型偏光子 30 のブロック軸と可能な限り正確に整列していることが望ましく、これによって特定の用途 (例えば、輝度向上偏光子) に対して許容可能な性能を発揮する。ブロック軸の整列不良の増大は、入力プリズム 24 と出力プリズム 26 との間に反射型偏光子 28 及び吸収型偏光子 30 を一緒に固定することによって生成されるゲインを減少させ、これによって幾つかのディスプレイ用途向けの PBS 14 の効率を低減させる。例えば、輝度向上偏光子にあっては、反射型偏光子 28 のブロック軸と吸収型偏光子 30 のブロック軸との間の角度は、約  $\pm 3^\circ$  未満、及びなおより好ましくは約  $\pm 1^\circ$  未満であるべきである。

#### 【0020】

一実施形態では、吸収型偏光子 30 は、反射型偏光子 28 がブロッキングするには余り適していないスペクトル帯域をブロックするように構成される (及びその逆の場合も同様である)。例えば、吸収型偏光子 30 は、吸収偏光子 30 のブロック軸に沿ってレッド波長光線 (すなわち、約 600 ナノメートル ~ 約 700 ナノメートル) を吸収するように構成され得る。以下に考察されるように、幾つかの多層光学フィルムにあっては、反射型偏光子 28 の法線に対して高い入射角を有するレッド波長光線は、反射するのではなく、反射型偏光子 28 を通って漏れる。これは、レッド波長スペクトルにおいて得られる画像のコントラスト比を低減する。別の実施形態では、吸収型偏光子 30 は、吸収偏光子 30 のブロック軸に沿ってオレンジ波長及びレッド波長の光線 (すなわち、約 580 ナノメートル ~ 約 700 ナノメートル) を吸収するように構成される。これらの実施形態は、画像含有光線の透過レベルをやはり維持しつつ、吸収型偏光子 30 が、最高の透過率を有するレッド/オレンジ波長光線をブロックすることを可能にする。

#### 【0021】

反射型偏光子 28 及び吸収型偏光子 30 のブロック軸が可能な限り正確に整列しているように、PBS 14 は、反射型偏光子 28 及び吸収型偏光子 30 を一緒に固定することに

10

20

30

40

50

よって組み立てられる。反射型偏光子 28 及び吸収型偏光子 30 を一緒に固定することは、システム 10 の組立中に反射型偏光子 28 及び吸収型偏光子 30 のブロック軸を整列不良にする恐れを低減させる。この組み合わせられた反射型偏光子 28 / 吸収型偏光子 30 は、次いで入力プリズム 24 と出力プリズム 26 のそれぞれの入射面 36 と 42 との間に設置される。入力プリズム 24 及び出力プリズム 26 は、次いで一緒に固定され、これはシステム 10 の製造及び使用に対して、得られる P B S 14 を光学的に効率よく機械的に頑丈なものとする。代替の実施形態では、入力プリズム 24 及び出力プリズム 26 の片方又は両方が省略される場合がある。これらの実施形態では、反射型偏光子 28 及び吸収型偏光子 30 のブロック軸の整列は、偏光子 28 及び吸収型偏光子 30 を一緒に固定することによって維持されたままである。吸収型偏光子 30 は、反射型偏光子 28 に対して、これら 2 つの要素のラミネーション、共押出成形によって、吸収型偏光子を反射型偏光子の上にコーティングすることによって、又は当業者に既知の他の好適な任意の手段によって固定されてよい。

#### 【0022】

撮像装置 16 は、入力プリズム 24 の外側表面 34 に隣接して配置されている、液晶オンシリコン ( L C o S ) 撮像装置 (例えば、強誘電体 L C o S ) のような、偏光 - 回転構成要素である。撮像装置 16 は、撮像装置 16 の画素が「オン」であるか又は「オフ」であるかに基づいて、光ビーム 22 の光線の偏光を反射及び回転させる。撮像装置 16 の「オフ」画素と接触する光ビーム 22 の個々の光線は、それらの偏光が不変の (すなわち、S 偏光を保持する) 状態で撮像装置 16 で反射する。対照的に、撮像装置 16 の「オン」画素に接触する光ビーム 22 の個々の光線は、それらの偏光が回転した (すなわち、S 偏光から P 偏光へ回転した) 状態で撮像装置 16 で反射する。その結果、撮像装置 16 は、投射された所望の画像を生成するように制御される画素設定に基づいて、光ビーム 22 の個々の光線の偏光を回転させ得る。

#### 【0023】

投影レンズ 18 は、出力プリズム 26 の外側表面 40 に隣接して配置され、その結果、ディスプレイ画面 20 へ伝送するために P B S 14 から受光された光ビーム 22 の光線を集束する。単一の投影レンズのみで例示されているが、システム 10 は、必要に応じて、追加の撮像光学系を含んでもよいし、又は投影光学系なしでもよい。ディスプレイ画面 20 は、システム 10 のユーザが光ビーム 22 によって形成される画像を観察するために使用できる表示スクリーンである。

#### 【0024】

システム 10 の使用中、照明光源 12 は光ビーム 22 を P B S 14 へ向けて放射するが、ここで光ビーム 22 は、光線  $22_{S1}$  (すなわち、光ビーム 22 の S 偏光光線) 及び光線  $22_{P1}$  (すなわち、光ビーム 22 の P 偏光光線) を含む。光ビーム 22 は、外側表面 32 を通過し、反射型偏光子 28 へ向けて進行することによって、P B S 14 へ入射する。反射型偏光子 28 に到達する前に、光ビーム 22 は入力プリズム 24 の入射面 36 を通過する。反射型偏光子 28 は、次いで光線  $22_{S1}$  (S 偏光光線) を入力プリズム 24 の外側表面 34 へ向けて反射させ、光線  $22_{P1}$  (P 偏光光線) を吸収型偏光子 30 へ向けて透過させる。光線  $22_{S1}$  の残留部分も、反射型偏光子 28 における設計制限、ヘイズ値、又は製造ムラに起因して、反射型偏光子 28 を通して透過し得る。

#### 【0025】

上述のように、吸収型偏光子 30 は、S 偏光光線をブロックし、P 偏光光線を透過させる。したがって、吸収型偏光子 30 は、光線  $22_{S1}$  の残留部分を阻止及び吸収し、光線  $22_{P1}$  を出力プリズム 26 内へ透過させる。光線  $22_{P1}$  は、入射面 42 を通って出力プリズム 26 に入射し、外側表面 38 へ向けて進行する。光線  $22_{P1}$  は、次いで外側表面 38 を通って出力プリズム 26 から出射し、廃棄され得る。

#### 【0026】

光線  $22_{S1}$  は、入力プリズム 24 の外側表面 34 を通過することによって P B S 14 から出射する。入力プリズム 24 から出射した後、光線  $22_{S1}$  は撮像装置 16 で接触及



び反射する。「オフ」状態の撮像装置 16 の画素に接触する個々の光線 22<sub>s1</sub> は、反射の際にそれらの S 偏光を保持する。しかしながら、「オン」状態の撮像装置 16 の画素に接触する個々の光線 22<sub>s1</sub> は、反射の際にそれらの偏光を S 偏光から P 偏光へ回転させる。その結果、反射した光ビーム 22 は、新しいシリーズの S 偏光光線（光線 22<sub>s2</sub>）及び P 偏光光線（光線 22<sub>p2</sub>）を含むが、ここで光線 22<sub>p2</sub> は画像含有光線であり、光線 22<sub>s2</sub> は非画像含有光線である。

#### 【0027】

撮像装置 16 から反射した光線 22<sub>s2</sub> 及び 22<sub>p2</sub> は、入力プリズム 24 へ向けて戻るように向けられ、外側表面 34 を通って入力プリズム 24 に再入射する。光線 22<sub>s2</sub> 及び 22<sub>p2</sub> は、次いで入力プリズム 24 の入射面 36 を通過し、反射型偏光子 28 に接

10

#### 【0028】

吸収型偏光子 30 を透過した後、光線 22<sub>p2</sub>（すなわち、画像含有光線）は、入射面 42 を通って出力プリズム 26 へ入射する。光線 22<sub>p2</sub> は、次いで外側表面 40 を通って出力プリズム 26 から出射し、投影レンズ 18 へ向けて進行する。投影レンズ 18 は、次いで光線 22<sub>p2</sub> を集束し、光線 22<sub>p2</sub> を所望の投影画像と共にディスプレイ画面 20 へ向ける。

#### 【0029】

理想的には、この配置で、PBS 14 の反射型偏光子 28 は画像含有光線（すなわち、光線 22<sub>p2</sub>）を非画像含有光線（すなわち、光線 22<sub>s2</sub>）からきれいに分離し、これによって高いコントラスト比を有する画像を提供するであろう。しかしながら、反射型偏光子 28 の法線に対して高い入射角で反射型偏光子 28 へ向けて透過する個々の光線 22<sub>s2</sub> は、反射するのではなく、反射型偏光子 28 を通って漏れる（すなわち、透過する）。これは、例えば、反射型偏光子 28 の反射スペクトルの干渉位相差減少に起因し得るが、これは光線 22<sub>s2</sub> の最大反射をブルー波長光に転換し、レッド波長光の反射効率を低減させる。その結果、反射型偏光子 28 を通って漏れる個々の光線 22<sub>s2</sub> は、レッド波長光線である場合が多い。低い F ナンバー（例えば、約 F/2.0 未満）にあっては、オレンジ波長光線（すなわち、約 580 ナノメートル～約 600 ナノメートル）は、典型的にはやはり反射型偏光子 28 を通って漏れる。

20

30

#### 【0030】

しかしながら、吸収型偏光子 30 は、光線 22<sub>p2</sub> を出力プリズム 26 内へやはり透過させつつ、反射型偏光子 28 を通って漏れる光線 22<sub>s2</sub> を吸収する。このようなわけで、吸収型偏光子 30 は反射型偏光子 28 を通って漏れる非画像含有光線をブロックし、これによって、得られた画像に対して、特にレッド波長光線に関して高いコントラストをもたらす。吸収型偏光子 30 は、マ（Ma）らの米国公開特許第 2004/0227994 号に記載されているように、反射型偏光子設計の美的欠陥及び吸光制限（extinction limitations）に起因して、又はヘイズ値に起因して反射型偏光子 28 を通って漏れる光をブロックするのに適している。

#### 【0031】

さらに、反射型偏光フィルムは、パケット間に小さい厚さ変化を有する場合があります、これも反射型偏光子 28 を通る光漏れをもたらし得る。このような光漏れは、上述のレッド波長光漏れと似ているが、フィルムの厚さ変化によって生じるスペクトルスパイクがグリーン波長及びブルー波長光に反射型偏光子 28 を通って漏れさせる点を除く。しかしながら、吸収型偏光子 30 はグリーン及びブルー波長における光漏れを吸収するのに適し、これによって反射型偏光子 28 における厚さ変化に起因する光漏れを低減する。

40

#### 【0032】

反射型偏光子 28 と吸収型偏光子 30 との併用は、光ビーム 22 の光円錐が広範囲の入射角を有することを可能にしつつ、表示された画像のコントラスト比を維持する。したがって、これは、光ビーム 22 の光円錐が低い F ナンバーを有することを可能にし、言い換

50

えるとより高い光スループット及び効率ということになる。システム 10 に対する好適な F ナンバーの例としては、約  $F/2.5$  以下、とりわけ好適な F ナンバーとしては約  $F/2.0$  以下、なおよりとりわけ好適な F ナンバーとしては約  $F/1.5$  以下が挙げられる。

#### 【0033】

加えて、広範囲の入射角の使用はまた、反射型偏光子 28 及び吸収型偏光子 30 が  $45^\circ$  以外の入射角で配向していることを可能にするが、ここで入射角は、光ビーム 22 を形成する光円錐の中心光線と反射型偏光子 28 及び吸収型偏光子 30 に対する法線との間の角度である。反射型偏光子 28 及び吸収型偏光子 30 の好適な配向の例は、光ビーム 22 を形成する光円錐の中心光線に対して約  $35^\circ \sim 50^\circ$  の絶対値を有する入射角を含み、特に好適な配向は約  $40^\circ \sim 45^\circ$  の絶対値を有する入射角を含む。

10

#### 【0034】

結果として得られる画像のコントラスト比を維持することに加えて、吸収型偏光子 30 の前面に反射型偏光子 28 を位置決めすること、光吸収に起因した吸収型偏光子 30 内の熱発生を低減させる。吸収型偏光子 30 のような吸収型偏光子が不必要な偏光状態を有する光線を吸収するとき、この吸収された光線が吸収型偏光子内で熱を発生する。これは吸収型偏光子内で二色性染料を劣化させる可能性があり、これは吸収型偏光子の耐用年数を低減させる。しかしながら、反射型偏光子 28 は、不必要な偏光状態を有する光線のかなりの部分を吸収型偏光子 30 を避けて反射させる。これは吸収型偏光子 30 によって吸収される光線の量を低減させ、これによって吸収型偏光子 30 の耐用年数を維持する。

20

#### 【実施例】

#### 【0035】

本発明について以下の実施例でより具体的に説明するが、本発明の範囲内での多数の修正及び変形が当業者には明らかとなるため、以下の実施例は例示のみを目的としたものである。

#### 【0036】

実施例 1 並びに比較例 A 及び B

画像表示システムが、実施例 1 並びに比較例 A 及び B のために調製され、各システムには、照明光源、前偏光子、撮像装置、及びディスプレイ画面の間に配置されている P B S が含まれていた。各システムの構成要素は、図 1 に示されるものと同じ方法で配置され、前偏光子は照明光源と P B S との間に位置決めされた。撮像装置は、その速軸又は遅軸が S 偏光の偏光方向と整列している状態で反射鏡及び  $1/4$  波長板を含み、これによって暗状態において強誘導体 L C o S 撮像装置を模擬した。撮像装置の明状態は、S 偏光の偏光方向に対して  $45^\circ$  の角度になるように  $1/4$  波長板を回転させることによって模擬された。

30

#### 【0037】

実施例 1 の P B S は、P B S 14 (図 1 に示され、上述)と同じであり、ここで反射型偏光子は、ミネソタ州セントポールのスリーエム社 (3M Company) から「ヴィキュイティ (VIKUITI)」T - 35 高度偏光フィルム (A P F) の商品名で製造される多層光学フィルムであり、吸収型偏光子は、日本、東京、サンリツ社 (Sanritz Corporation) から商品名「H L C 2 - 2 5 1 8」で市販されている高コントラスト比の偏光子であった。

40

#### 【0038】

比較例 A の P B S は、実施例 1 の P B S に使用されたものと同じ反射型偏光子を含んでいたが、吸収型偏光子を含まなかった。比較例 B の P B S は、実施例 1 の P B S に使用されたものと同じ反射型偏光子及び吸収型偏光子を含んでいたが、吸収型偏光子が図 1 の外側表面 40 に隣接した、P B S の外側に設置されたことを除く (すなわち、外部クリーンアップ偏光子)。実施例 1 並びに比較例 A 及び B の P B S の偏光フィルムは、それぞれ入射光ビームを形成する光円錐の中心光線に対して  $45^\circ$  の入射角で位置決めされ、この光円錐は  $F/2.0$  の F ナンバーを有した。

#### 【0039】

50

実験中、光ビームが各システムを通して放射され、P B Sを通して漏れたレッド波長光の量が、ディスプレイ画面上で目視観察され、定量的に測定された。反射鏡及び1/4波長板が、偏光回転撮像装置の代わりに使用されたので、反射光線は反射の際にS偏光状態を保持した。その結果、鏡から反射した光線は、反射型偏光子から照明光源へ向けて戻るように反射し、これによって暗状態画像をディスプレイ画面上に提供する。

#### 【0040】

図2Aは、比較例A（吸収型偏光子なし）のシステムのディスプレイ瞳孔の顕微鏡写真である。図示されるように、比較例Aのシステムは暗画像を提供したが、レッド部分（図2A中の明るい色をした部分によって表される）が、ディスプレイ画面の外側縁に隣接したディスプレイ画面の約40%で目視観察可能であることを除外する。このレッド部分は、反射型偏光子の法線に対する高い入射角で反射型偏光子に交差したレッド波長光線に対応した。このレッド波長光線は、反射型偏光子を通して漏れ、かつディスプレイ画面上に投影された。偏光回転撮像装置と共に使用する際に、漏れた光は投影された画像のコントラスト比を低減させるであろう。

#### 【0041】

図2Bは、実施例1のシステムのディスプレイ瞳孔の顕微鏡写真である。しかしながら、実施例1（内部吸収型偏光子）及び比較例B（外部吸収型偏光子）のシステムは、実質的に暗かった画像を提供し、目視観察可能でないかなるレッド部分も呈示しなかった。この画像は、図2Bにおいて明るい色をした部分によって表される、ディスプレイ画面の縁部で軽度の光漏れのみを呈示した。それでもなお、実施例1及び比較例BのP B Sに使用された吸収型偏光子は、反射型偏光子を通して漏れたレッド波長光線を効果的に吸収した。

#### 【0042】

図3は、実施例1並びに比較例A及びBのシステムに関する測定されたコントラスト比対光波長スペクトルを表すグラフである。どのようにコントラスト比が決定されるかに関する考察が、マ(Ma)らの米国公開特許第2004/0227898号に提供されている。所与の表示方向に関して、「コントラスト比」は、画面上に表示されることが出来る最も明るい状態と最も暗い状態の光の強度の比として定義される。典型的には、コントラスト比は、ディスプレイ装置が別個の機会に最も明るい状態及び最も暗い状態に駆動された状態で、画面上の特定の場所に対して測定される。表1は、実施例1並びに比較例A及びBのシステムの色波長に基づいて測定され明所視的に加重された（photopically weighted）コントラスト比を示す。

#### 【0043】

##### 【表1】

表1

実施例	コントラスト比 (レッド)	コントラスト比 (グリーン)	コントラスト比 (ブルー)
実施例1	10728	10303	8930
比較例A	180	9068	10728
比較例B	11557	11769	12361

#### 【0044】

図3及び表1のデータは、実施例1のP B Sで得られた高いコントラスト比を示す。比較において、レッド波長光線にあっては、比較例AのP B Sは、レッド波長光が漏れたために低いコントラスト比を呈示した。実施例1のシステムについて得られたコントラスト比は、比較例Bのシステムについて得られたものに類似する。しかしながら、上述のように、反射型偏光子及び吸収型偏光子を、P B S内にこの組み合わせを設置する前に一緒に固定することは、システムの組立中に反射型偏光子及び吸収型偏光子のブロック軸の整列不良の恐れを低減させ、これによってシステム製造の複雑さを低減させる。比較において、比較例Bに用いられた吸収型偏光子は、P B Sの外部の場所において反射型偏光子と整列していた。これは、比較例Bのシステムを製造することの複雑さを増大させた。

#### 【0045】

# 実施例 2 ～ 4 及び比較例 C ～ E

実施例 2 ～ 4 の画像表示システムは、実施例 1 のシステムについて上述したのと同じように配置されたが、偏光フィルムが、入射光ビームを形成する光円錐の中心光線に対してそれぞれ 35°、45°及び60°の入射角で配向していたことを除く（例えば、実施例 2 では、光ビームを形成する光円錐の中心光線と反射型偏光子及び吸収型偏光子に対する法線との間の入射角は、35°であった）。同様に、比較例 C ～ E の画像表示システムは、比較例 B のシステムについて上述したのと同じように配置された（吸収型偏光子なし）が、偏光フィルムが、入射光ビームを形成する光円錐の中心光線に対してそれぞれ 35°、45°及び60°の入射角で配向していたことを除く。

【 0 0 4 6 】

図 4 及び 5 は、実施例 2 ～ 4 及び比較例 C ～ E のシステムについて、それぞれ測定されたコントラスト比対偏光子入射角及び測定されたコントラスト比対光波長スペクトルを表すグラフである。同様に、表 2 は、実施例 2 ～ 4 及び比較例 A 及び B のシステムについて、カラー波長に基づいた測定コントラスト比を示している。

【 0 0 4 7 】

【表 2】

表 2

実施例	コントラスト比 (レッド)	コントラスト比 (グリーン)	コントラスト比 (ブルー)
実施例 2 (35度)	12939	14447	13802
実施例 3 (45度)	18378	18494	15116
実施例 4 (60度)	3384	4685	2431
比較例 C (35度)	5359	5963	4759
比較例 D (45度)	689	12861	10562
比較例 E (60度)	3	67	986

【 0 0 4 8 】

図 3 及び 4 並びに表 2 のデータは、実施例 2 ～ 4 の P B S で、特にレッド波長スペクトルにおいて得られた高いコントラスト比を示す。このデータはまた、偏光フィルムの入射角が波長スペクトル全体にわたってどのようにコントラスト比に影響を及ぼすかを示す。上述のように、反射型偏光子及び吸収型偏光子の特に好適な配向は、約 40°～約 45°の入射角を含む。図 3 及び 4 並びに表 2 に示されるように、これらの入射角は、可視スペクトル全体にわたって高いコントラスト比を提供する。

【 0 0 4 9 】

好ましい実施形態を参照しながら本発明を説明してきたが、本発明の精神及び範囲から逸脱せずに形態及び詳細における変更を行えることを、当業者は理解するであろう。

【 0 0 5 0 】

特定された図面は本発明の幾つかの実施形態を説明するが、考察において記載したように、他の実施形態も検討される。すべての場合において、本開示は、代表によって本発明を表しており、限定ではない。多数の他の修正及び実施形態が当業者によって考案されることができ、それらが本発明の原理の範囲及び趣旨に含まれると理解すべきである。図面は縮尺通りに描かれていない場合がある。図面全体を通して、類似の部分を表すために類似の参照番号が使用されている。

【図 1】

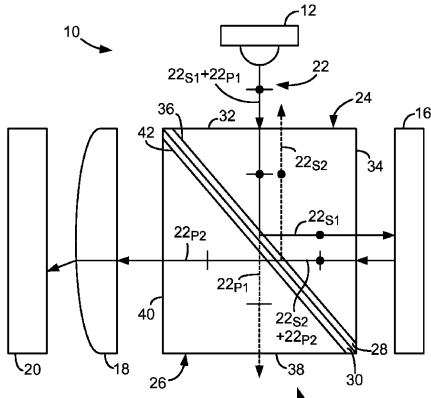


FIG. 1

【図 2 A】

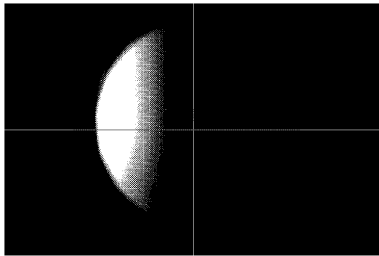


FIG. 2A

【図 2 B】

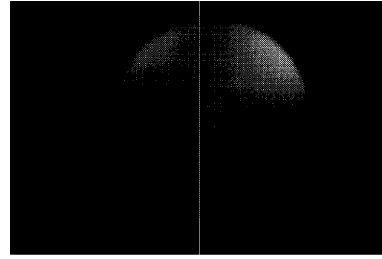


FIG. 2B

【図 3】

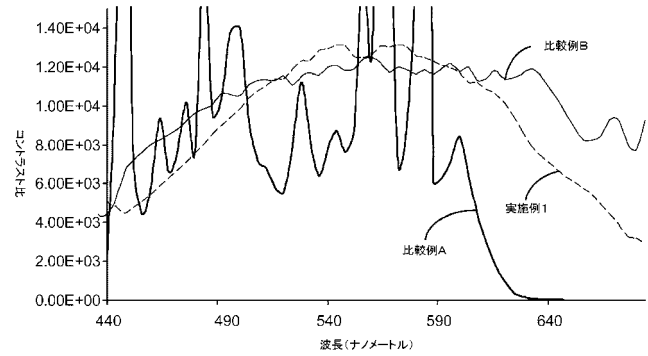


FIG. 3

【図 4】

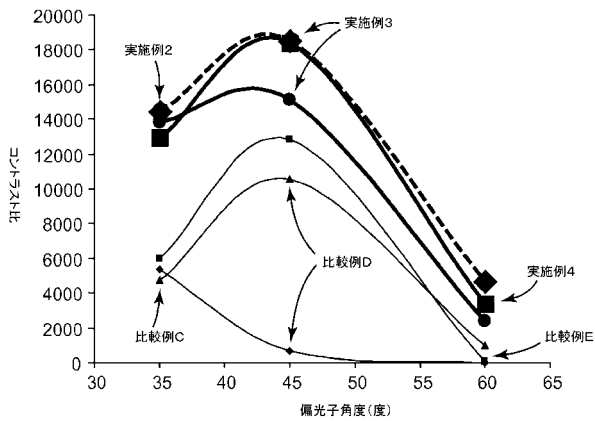


FIG. 4

【図 5】

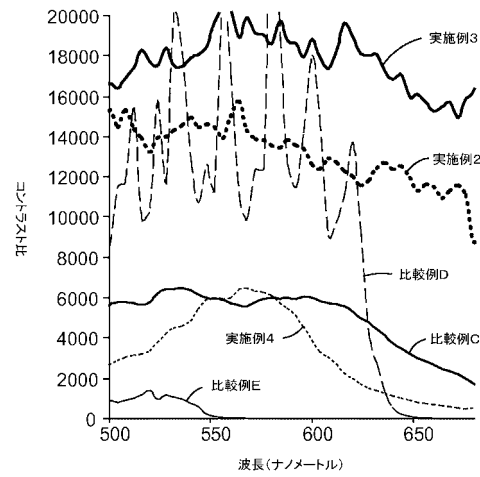




FIG. 5

## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. <b>PCT/US2007/072484</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>G02F 1/1335(2006.01)i</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 8 G02F, G09F, G02B, H04N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility models since 1975 Japanese Utility models and applications for Utility models since 1975		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKIPASS(KIPO internal) & Keywords: "reflect*", "absor*" and "polariz*"		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 04-163490 A (FUJITSU LTD) 09 JUN 1992 abstract; Fig. 2 and its corresponding explanations	1-23
A	US 2005237489 A1 (Tsutomu Nakashima et al.) 27 OCT 2005 abstract; Fig.4 and its corresponding explanations	1-23
A	JP 11-014944 A (FUJITSU LTD) 22 JAN 1999 abstract; Fig.1 and its corresponding explanations	1-23
A	JP 63-058414 A (SEIKO EPSON CORP) 14 MAR 1988 abstract; Fig.1 and its corresponding explanations	1-23
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 24 DECEMBER 2007 (24.12.2007)		Date of mailing of the international search report <b>24 DECEMBER 2007 (24.12.2007)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 920 Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer AHN, JOON HYUNG Telephone No. 82-42-481-5984 

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2007/072484**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 04-163490 A	09.06.1992	None	
US 2005237489 A1	27.10.2005	JP 2004126496 A	22.04.2004
		CN 1224857 C	26.10.2005
		CN 1480765 A	10.03.2004
		CN 1740848 A	01.03.2006
		GB 2393266 A	24.03.2004
		GB 2393266 B	30.03.2005
		GB 0424535 D	08.12.2004
		GB 2405954 A	16.03.2005
		GB 2405954 B	23.11.2005
		KR 2004-0014248 A	14.02.2004
		TW 230271 B	01.04.2005
		US 6910773 B2	28.06.2005
		US 2004066492 A1	08.04.2004
		US 7066600 B2	27.06.2006
JP 11-014944 A	22.01.1999	JP 3949272 B2	25.07.2007
		JP 11-337875 A	10.12.1999
		KR 10-0267153 B1	16.10.2000
		US 6111700 A	29.08.2000
		US 6246506 B1	12.06.2001
JP 63-058414 A	14.03.1988	None	

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**G 0 2 B 5/30 (2006.01)** G 0 2 B 5/30

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

(72)発明者 アレクサンダー・エル・グリンスキー  
 アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州, セント ポール, スリーエム センター  
 ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7

(72)発明者 ジョン・イー・ダンカン  
 アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州, セント ポール, スリーエム センター  
 ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7

(72)発明者 チャールズ・エル・ブルゾーン  
 アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州, セント ポール, スリーエム センター  
 ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7

(72)発明者 オードリー・エイ・シャーマン  
 アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州, セント ポール, スリーエム センター  
 ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7

F ターム(参考) 2H088 EA13 HA18 HA20 HA21 HA23 HA28 MA02  
 2H149 AA17 AB05 BA02 BA04 BA05 BA22 BA23 BA27 BB28 EA10  
 EA19 FA27W  
 2H191 FA22X FA24X FA29X FA52X FA56X FA85Z FA86Z FA87Z FD33 LA22  
 LA33 MA12  
 2H199 AB12 AB29 AB37 AB42 AB52  
 2K103 AA05 AA14 AA16 AA17 AB01 BB02 BC01 BC15 CA13 CA14  
 CA17 CA25 CA26