

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3858723号  
(P3858723)

(45) 発行日 平成18年12月20日(2006.12.20)

(24) 登録日 平成18年9月29日(2006.9.29)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 F 1/1335 (2006.01)

G O 2 F 1/1335 5 1 0

G O 2 B 27/28 (2006.01)

G O 2 F 1/1335

G O 2 F 1/13 (2006.01)

G O 2 F 1/1335 5 0 5

G O 3 B 21/00 (2006.01)

G O 2 B 27/28 Z

G O 2 F 1/13 5 0 5

請求項の数 12 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-48938 (P2002-48938)  
 (22) 出願日 平成14年2月26日(2002.2.26)  
 (65) 公開番号 特開2003-248220 (P2003-248220A)  
 (43) 公開日 平成15年9月5日(2003.9.5)  
 審査請求日 平成16年10月29日(2004.10.29)

(73) 特許権者 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 100100310  
 弁理士 井上 学  
 (72) 発明者 谷津 雅彦  
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地  
 株式会社日立製作所デジタルメディアシス  
 テム事業部内  
 (72) 発明者 平田 浩二  
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地  
 株式会社日立製作所デジタルメディアシス  
 テム事業部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学ユニット及びそれを用いた投射型プロジェクタ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源と、偏光ビームスプリッタと、ダイクロイック作用を有する色分離合成ユニットと、  
 反射型液晶パネルとを有する光学ユニットであって、

前記偏光ビームスプリッタと前記色分離合成ユニットの間の光路に、光の進行方向に依  
 存せず、光束の偏光方向を所定角度回転させる光学素子を設け、

該光学素子を通過する光束の偏光方向を所定角度だけ回転させるように構成したことを  
 特徴とする光学ユニット。

【請求項2】

前記光学素子は、ファラデー回転子により構成したことを特徴とする請求項1に記載の  
 光学ユニット。

【請求項3】

前記色分離合成ユニットはクロスダイクロイックプリズムであることを特徴とする請求  
 項1乃至請求項2の何れか1項に記載の光学ユニット。

【請求項4】

前記偏光ビームスプリッタと前記色分離合成ユニットの間の光路に、更に1/2波長板  
 もしくは1/2波長板同等の作用を有する偏光方向回転用光学素子を配したことを特徴と  
 する請求項1乃至請求項3の何れか1項に記載の光学ユニット。

【請求項5】

前記ファラデー回転子は、通過する光束の偏光方向を略45度回転させる機能を有する

10

20

ことを特徴とする請求項 2 に記載の光学ユニット。

【請求項 6】

前記偏光方向回転用光学素子は、通過する光束の偏光方向を略 45 度または略 135 度だけ回転させる機能を有することを特徴とする請求項 5 に記載の光学ユニット。

【請求項 7】

光源と、  
偏光ビームスプリッタと、  
ダイクロミック作用を有する色分離合成ユニットと、  
反射型液晶パネルと、

前記偏光ビームスプリッタと前記色分離合成ユニットの間の光路に、光の進行方向に依 10  
存せず、光束の偏光方向を所定角度回転させる光学素子と、

前記反射型液晶パネルを映像信号に基づいて駆動する駆動回路と、

前記偏光ビームスプリッタを介して入射される、前記反射型液晶パネルからの光学像を  
拡大投射する投射レンズとを有することを特徴とする投射型プロジェクタ装置。

【請求項 8】

前記光学素子は、通過する光束の偏光方向を略 45 度だけ回転させるファラデー回転子  
であって、前記偏光ビームスプリッタと前記色分離合成ユニットの間の光路に、更に通過  
する光束の偏光方向を略 45 度または略 135 度だけ回転させる偏光軸を有する 1/2 波  
長板を有することを特徴とする請求項 7 に記載の投射型プロジェクタ装置。

【請求項 9】

20

白色光を放射する光源と、

該白色光をその偏光方向に基づいて反射または透過する偏光ビームスプリッタと、

該偏光ビームスプリッタを介して入射される白色光を赤、緑、青の 3 色に色分離し、反  
射型液晶パネルからの各色の反射光束色を合成する色分離合成ユニットと、

各色の映像信号に応じて光学像に変換し、入射光束の偏光方向と反射される該光学像の  
偏光方向とを同方向とする反射型液晶パネルと、

該反射型液晶パネルを、映像信号に基づいて駆動する駆動回路と、

前記偏光ビームスプリッタを介して入射される、前記反射型液晶パネルからの光学像を  
拡大投射する投射レンズと、

前記偏光ビームスプリッタと前記色分離合成ユニットとの間の光路に、

30

通過する光束の偏光方向を略 45 度だけ回転させるファラデー回転子と、

通過する光束の偏光方向を略 45 度または略 135 度だけ回転させる偏光軸を有する 1  
/ 2 波長板とを有することを特徴とする投射型プロジェクタ装置。

【請求項 10】

前記ファラデー回転子と前記色分離合成ユニットとの間の光路に、前記 1/2 波長板を  
配置したことを特徴とする請求項 9 に記載の投射型プロジェクタ装置。

【請求項 11】

前記偏光ビームスプリッタと前記ファラデー回転子との間の光路に、前記 1/2 波長板  
を配置したことを特徴とする請求項 9 に記載の投射型プロジェクタ装置。

【請求項 12】

40

前記反射型液晶パネルに入射する光束の偏光状態と、前記反射型液晶パネルで反射した  
ON 光束の偏光状態とを同一としたことを特徴とする請求項 9 乃至請求項 11 の何れか 1  
項に記載の投射型プロジェクタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、前面投射のいわゆる液晶プロジェクタや投射型テレビ等の、反射型液晶パネル  
を用いた投射型プロジェクタ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

50

業務用途の液晶プロジェクタが大きく普及してきている。また、従来のブラウン管に表示された画像をスクリーンに投影する方式の画像表示装置に代わるものとして、液晶表示素子を用いた投射型テレビの開発が行われてきた。

#### 【0003】

液晶パネルには、そのタイプから、透過型液晶パネルと反射型液晶パネルがある。反射型液晶パネルは、光束が液晶層を2回通過するので、その分、透過型液晶パネルに比べて液晶層の厚みを薄くできる。この結果、反射型液晶パネルは、高速応答性が良いため、動画表示、即ち、投射型テレビ用途に適している。

#### 【0004】

一方、透過型液晶パネルでは液晶自体のシャッター作用により、いわゆるON状態と、OFF状態を作りだしているが、反射型液晶パネルの場合は、ON状態の光束もOFF状態の光束も同じ光路上に反射されるので、偏光状態の違いで光束の分離を行う偏光ビームスプリッタ(以下、PBSと称す)が不可欠な構成要素となっている。

#### 【0005】

図12を用いて、反射型液晶パネルに対するPBS作用について説明する。図12で、1はPBS、5はダイクロイック作用を有するクロスプリズム、6は反射型液晶パネルである。図12で、照明光学系でS偏光にそろえた、もしくは、照明光学系のS偏光のみを、PBS1に入射させると、S偏光はPBS1のPBS面で反射し、クロスプリズム5に入射する。クロスプリズム5に入射した白色光は、ダイクロイック作用で、R、G、Bの3色に分離され、それぞれのR、G、Bに対応した反射型液晶パネル6に入射する。図12では、各画素がONの状態であれば、各R、G、Bに対応した反射型液晶パネル6に入射した各光束は、偏光状態がS偏光からP偏光に変換されて反射される。一方、OFFの状態であれば、偏光状態はS偏光のままで反射される。再び、クロスプリズム5に入射したR、G、Bの各光束は、クロスプリズム5によって色合成される。次に、PBS1に入射した光束は、ONの状態の光束はP偏光になっているので、今度は、PBS1を透過し、投射レンズ(図示を略す)に入射し、投射される。一方、OFFの状態の光束はS偏光のままなので、PBS1で再び反射し、元の光源側へ戻っていく。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

従来からの反射型液晶表示装置においては上記したように、ON光束もOFF光束も反射してしまう反射型液晶パネル6では、ON光束の偏光状態をS偏光からP偏光に変換する必要があった。なお、S偏光とP偏光を入れ替えでも成り立つ。

#### 【0007】

その結果、クロスプリズム5を通過する偏光状態が、例えば、反射型液晶パネル6の反射前がS偏光で、反射後がP偏光となる。同一の波長に対して、クロスプリズム5をS偏光とP偏光で使用する場合、良い分光透過率性能が得られない。

#### 【0008】

その問題に対して、ダイクロイックプリズム、または、ダイクロイックフィルタで白色から1色を分離し、次に、2色の一方の偏光状態を変換し、PBSによって色分離及び合成を行う方式が提案されている。この方式では、PBSが合計3個、ダイクロイックプリズムまたは、ダイクロイックフィルタが1個、必要であり、大きさや重量やコストの点で不利となっている。

#### 【0009】

本発明の目的は、ダイクロイック作用を有するクロスプリズムと反射型液晶パネルを用いた構成で、クロスプリズムにおける、反射型液晶パネルへの入射光束と、反射型液晶パネルからの反射ON光束の偏光状態を同一とし、よって、小型・軽量で低コストな照明装置、及び、それを用いた投射型プロジェクタ装置を提供することにある。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

光源と、偏光ビームスプリッタと、ダイクロイック作用を有するクロスプリズムと反射型

10

20

30

40

50

液晶パネルとを有する光学ユニットであって、前記偏光ビームスプリッタと前記クロスプリズムの間の光路にファラデー回転子を設け、該ファラデー回転子を通過する光束の偏光方向を所定角度だけ回転させるように構成する。

【 0 0 1 1 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図 1 から図 1 1 を用いて本発明の実施の形態について説明する。

【 0 0 1 2 】

図 1 と図 2 と図 3 は、本発明の実施の形態 1 の説明図である。図 1 は投射型プロジェクタ装置の色分離合成部の基本構成図であり、図 2 は光束の偏光状態の詳細を説明する図であり、図 3 は図 1 の色分離合成部を用いた投射型プロジェクタ装置の光学系の全体構成を示す図である。

10

【 0 0 1 3 】

図 1 で、1 は S 偏光を反射し P 偏光を透過直進させる作用を有する P B S、2 はガーネット結晶板で構成したファラデー回転子、3 は入射した直線偏光を 4 5 度回転させるための偏光軸を有する 1 / 2 波長板、4 はファラデー回転子に一定方向の磁界印加向きを与えるための磁石、5 はダイクロイック作用を有するクロスプリズム、6 は反射型液晶パネルである。

【 0 0 1 4 】

先ず、図 1 1 を用いて上記のファラデー回転子 2 の作用について説明する。

【 0 0 1 5 】

20

図 1 1 は、ある直線偏光がファラデー回転子によって偏光角度が変化する様子を示した図である。図の偏光子 A とファラデー回転子と偏光子 B に磁石を組合せたものがアイソレータであり、アイソレータは光接続の接続部での有害な戻り反射光を除去するための装置である。ファラデー効果により、光の偏波方向が回転する性質（旋光性）が得られるが、通常の旋光性（自然旋光性）と異なり、ファラデー効果では、光の進行方向を逆にしても元に戻らず、さらに偏波方向が回転する。以下、図 1 を用いて具体的に説明する。

【 0 0 1 6 】

順進行光では、偏光子 A と同じ偏光方向で入力した直線偏光が、ファラデー回転子の作用で偏光方向が 4 5 度回転し、4 5 度方向の偏光子 B を通過する。次に、逆進行光では、反射して戻ってきた直線偏光が偏光子 B を通過後、ファラデー回転子で同じ方向に再度 4 5 度回転されるので、偏光子 A を通過することができない。即ち、有害な反射戻り光を除去できたことになる。

30

【 0 0 1 7 】

1 / 2 波長板でも直線偏光の偏光方向を 4 5 度回転させることは可能である。仮に、順進行光に対して、ファラデー回転子と同じ方向の直線偏光を回転させる 1 / 2 偏光板を配置した場合、この 1 / 2 偏光板は、逆進行光に対して元の回転方向とは逆の方向に直線偏光を回転し、偏光子 A を通過してしまう。

【 0 0 1 8 】

尚、図 1 1 では、ファラデー回転子としてガーネット結晶板を用い、また、ファラデー回転角度が 4 5 度となる板厚、及び印加磁界で用いる。

40

【 0 0 1 9 】

図 1 では、偏光状態を S 偏光（ 1 ）にそろえた入射光束が P B S 1 に入射する。S 偏光は、P B S 1 の P B S 面で反射しクロスプリズム 5 の方向へ反射し、ファラデー回転子 2 に入射する。ファラデー回転子 2 で直線偏光が 4 5 度回転した直線偏光（ 2 ）は、次に、1 / 2 波長板 3 で更に 4 5 度回転し P 偏光（ 3 ）となる。P 偏光でクロスプリズム 5 に入射した白色光は、クロスプリズム 5 のダイクロイック作用により、R、G、B の 3 色に分離され、各色に対応した反射型液晶パネル 6 でそれぞれ反射する。反射型液晶パネル 6 は、入力映像信号に基づいて、図示しない駆動回路により駆動され、ON 光束に対して偏光状態を P 偏光のまま反射し、OFF 光束に対して偏光状態を P 偏光から S 偏光に変換する作用を持たせる。この作用は、図 1 2 で説明した反射型液晶パネル 1 2 の場

50

合と逆となるが、図 1 2 の反射型液晶パネル 6 の駆動を、いわゆる白黒反転して駆動すればよい。

#### 【 0 0 2 0 】

次に、反射型液晶パネル 6 で反射した後の光束は、今度は、クロスプリズム 5 で色合成されて、1 / 2 波長板 3 に入射する。ON 光束の場合は、P 偏光 ( 4 ) が 1 / 2 波長板 3 に入射するので、元と同じ 4 5 度方向の直線偏光 ( 5 ) となって、ファラデー回転子 2 に入射する。ファラデー回転子 2 では、再び同じ方向に 4 5 度回転するので、P 偏光 ( 6 ) となり P B S 1 を透過する。一方、OFF 光束の場合は、S 偏光 ( 4 ) が 1 / 2 波長板 3 に入射するので、元とは逆の 4 5 度方向 ( ON 光束の場合と 9 0 度直交する方向 ) の直線偏光 ( 5 ) となって、ファラデー回転子 2 に入射する。ファラデー回転子 2 では、再び同じ方向に 4 5 度回転するので、S 偏光 ( 6 ) に戻ってしまうので P B S 1 で反射する。

10

#### 【 0 0 2 1 】

図 1 で番号を付けた 1 、 2 、 3 、 4 、 5 、 6 の偏光方向について、図 2 で詳細に説明する。図 2 では、入射系の偏光軸は入射側から見た座標で示し、反射系の偏光軸は出射側からみた座標で示した。即ち、図 2 の入射系と出射系の座標系は同じことになる。なお、S 偏光及び P 偏光の定義は、入射光の伝播の方向と、境界面の法線からできる平面で定義される入射面に対して、平行に偏光される偏光が P 偏光、入射面と垂直に偏光される偏光が S 偏光である。図 2 では、それぞれ、S 偏光、P 偏光の偏光方向の矢印で、S 偏光と P 偏光で表示する。

20

#### 【 0 0 2 2 】

入射した S 偏光 ( 1 ) は、ファラデー回転子 2 により左回りに 4 5 度回転 ( 2 ) する。次に、図の水平軸 ( X 軸 ) に対して右回り 2 2 . 5 度の偏光軸を有する 1 / 2 波長板 3 の偏光軸で折返し、図で左上がり 4 5 度方向の直線偏光は、P 偏光 ( 3 ) になる。次に、反射型液晶パネル 6 で反射した ON 光束である P 偏光 ( 4 ) は、図の水平軸 ( X 軸 ) に対して右回り 2 2 . 5 度の偏光軸を有する 1 / 2 波長板 3 の偏光軸で折返し、図で左上がり 4 5 度方向の直線偏光 ( 5 ) になる。最後に、ファラデー回転子 2 では、最初と同じ方向、左回りに 4 5 度、直線偏光を回転させるので P 偏光 ( 6 ) となる。

#### 【 0 0 2 3 】

一方、図は省略するが、反射型液晶パネル 6 で反射した OFF 光束である S 偏光は、図の水平軸 ( X 軸 ) に対して右回り 2 2 . 5 度の偏光軸を有する 1 / 2 波長板 3 の偏光軸で折返し、元とは逆の図で右上がり 4 5 度方向の直線偏光になる。最後に、ファラデー回転子 2 では、最初と同じ方向、左回りに 4 5 度、直線偏光を回転させるので S 偏光となる。ところで、通常、クロスプリズム 5 を入射光束及び反射の ON 光束の偏光状態 ( 図 1 では P 偏光 ) を優先して設計するので、反射の OFF 光束の一部は、P B S 1 まで戻らない。例えば、向かい合う反射型液晶パネル 6 へ反射の OFF 光束の一部が到達してしまう。図 4 は、図 1 の構成に対して、クロスプリズム 5 と反射型液晶パネル 6 の光路の間に入射光束及び反射 ON 光束の偏光方向のみを通過させる偏光板を配置した構成図である。この図 4 においては、クロスダイクロ 5 の分光透過率性能が良くない場合でも、クロスプリズム 5 と反射型液晶パネル 6 の光路の間に入射光束及び反射 ON 光束の偏光方向のみを通過させる偏光板を配置することで、偏光状態の異なる反射の OFF 光束を偏光板で吸収することが容易に可能となる。一方、図 1 2 のような構成の場合は、入射光束の偏光状態と反射 ON 光束の偏光状態が異なるので、クロスプリズム 5 と反射型液晶パネル 6 の光路の間に偏光板を配置することは不可能であった。

30

40

#### 【 0 0 2 4 】

尚、1 / 2 波長板 3 による偏光軸の回転角度は 4 5 度でなく 1 3 5 度でも良い。その場合、図 2 の 1 / 2 波長板 3 の偏光軸を 9 0 度回転させれば、9 0 度の 2 倍で 1 8 0 度、更に直線偏光の偏光方向を回転させることが可能である。また、1 / 2 波長板 3 の代わりに 1 / 2 波長板同等の作用を有する光学素子、例えば、同じ偏光軸の 1 / 4 波長板を 2 枚設け

50

ても同等の効果は得られることは言うまでもない。

【 0 0 2 5 】

なお、最初に、S 偏光にそろえた光束を P B S 1 に入射するのではなく、P 偏光にそろえた光束を P B S 1 に入射する構成でも良く、その場合、クロスプリズム 5 に入射する偏光状態に応じて 1 / 2 波長板 3 の偏光軸の角度を変えれば良い。同様に、クロスプリズム 5 に最初に入射する光束も P 偏光ではなく S 偏光でも良く、その場合も、1 / 2 波長板 3 の偏光軸の角度を変えれば良い。

【 0 0 2 6 】

ファラデー回転子 2 による回転角度についても同様に、往復で 2 回通過した後で、S 偏光と P 偏光が入れ替わればよいので、90 度又は 270 度の半分である 45 度又は 135 度であれば良い。この場合も、回転角度に対応した 1 / 2 偏光板 3 の偏光軸を最適に対応させればよい。

10

【 0 0 2 7 】

この色分離合成部を用いた投射型プロジェクタ装置の光学系の全体構成について図 3 を用いて説明する。

【 0 0 2 8 】

図 3 で、11 は光線、12 は凹面鏡、13 はインテグレータ、14 は偏光変換素子、15 は結像レンズ、16 は反射ミラー、17 はフィールドレンズ、18 は投射レンズであり、1 から 6 は図 1 と同じである。凹面鏡 12 を放物面とし、光源 11 を放物面の焦点位置に配置することにより、光源 11 からの光は凹面鏡 12 で反射し光軸に平行な光束となる。二次元状にレンズが並んだ 2 組のマルチレンズアレイで構成したインテグレータ 13 によって、光源からの光は複数の二次光源像に変換される。インテグレータ 13 の直後に配置した偏光変換素子 15 によって自然光は P 偏光と S 偏光に分離した後、偏光状態を S 偏光にそろえる。S 偏光となったこの二次光源像を結像レンズ及びフィールドレンズ 17 によって反射型液晶パネル 6 に導く、具体的には、第 1 のマルチレンズアレイ面上の各レンズ 1 個 1 個の光量分布を反射型液晶パネル 6 面上に重畳させる。図 3 では、結像レンズ 15 とフィールドレンズ 17 の 2 枚構成で、結像作用を主に結像レンズ 15 で負担し、反射型液晶パネル 6 に入射する主光線をテレセントリック化する作用を主にフィールドレンズ 17 で負担しているが、レンズ枚数は 3 枚構成でも、逆に、レンズ枚数 1 枚でその作用を負担することも可能である。また、図では途中に、ミラー 16 を配置し光路を折り曲げ全体のコンパクト化を実現しているが、反射型液晶パネル 6 にとって有害な紫外線や赤外線をミラー 6 で透過させ、可視光のみを反射させる機能を持たせても良い。また、紫外線に関しては、更に、途中の光路に紫外線吸収フィルタを配置することも、また有効である。

20

30

【 0 0 2 9 】

また、実施の形態 1 では、P B S 1 の特性を白色光に対して、S 偏光を反射で P 偏光を透過としたが、P B S 1 の特性を G 光束に対しては S 偏光を反射で P 偏光を透過、R 光束と B 光束に対しては P 偏光を反射で S 偏光を透過で設計した上で、P B S 1 に入射する前に、ローテータで特定の色の偏光状態のみを変えて、G 光束を S 偏光、R 光束と B 光束を P 偏光として、最初に P B S 1 に入力することも可能である。この場合、クロスプリズム 5 の各色の偏光状態を例えば、入射時及び ON 反射時に、G 光束を P 偏光、R 光束と B 光束を S 偏光というように分けられるので、クロスプリズム 5 の性能を改善できる。

40

【 0 0 3 0 】

次に、図 5 と図 6 を用いて、本発明の実施の形態 2 について説明する。図 5 は投射型プロジェクタ装置の色分離合成部の基本構成図であり、図 6 は光束の偏光状態の詳細を説明する図である。

【 0 0 3 1 】

図 5 では、偏光状態を S 偏光 ( 1 ) にそろえた入射光束が P B S 1 に入射する。S 偏光は、P B S 1 の P B S 面で反射しクロスプリズム 5 の方向へ反射し、1 / 2 波長板 3 に入射する。1 / 2 波長板 3 で直線偏光が 45 度回転した直線偏光 ( 2 ) は、次に、ファラデー回転子 2 で更に 45 度回転し P 偏光 ( 3 ) となる。P 偏光でクロスプリズム

50

5に入射した白色光は、クロスプリズム5のダイクロイック作用により、R、G、Bの3色に分離され、各色に対応した反射型液晶パネル6でそれぞれ反射する。反射型液晶パネル6には、ON光束に対して偏光状態をP偏光のまま反射し、OFF光束に対して偏光状態をP偏光からS偏光に変換する作用を持たせる。

【0032】

次に、反射型液晶パネル6で反射した後の光束は、今度は、クロスプリズム5で色合成されて、ファラデー回転子2に入射する。ON光束の場合は、P偏光(4)がファラデー回転子2に入射するので、再び同じ方向に45度回転するので、元とは逆の45度方向の直線偏光(5)となって、1/2波長板3に入射する。この1/2波長板3の偏光軸で直線偏光を折り曲げるとP偏光(6)となりPBS1を透過する。一方、OFF光束の場合は、S偏光(4)がファラデー回転子2に入射するので、再び同じ方向に45度回転するので、入射光束と同じ45度方向の直線偏光(ON光束の場合と90度直交する方向)となって、1/2波長板3に入射する。従って、1/2波長板3で、元と同じS偏光(6)に戻ってしまうのでPBS1で反射する。

10

【0033】

図5で番号を付けた1、2、3、4、5、6の偏光方向について、図6で詳細に説明する。図6では、入射系の偏光軸は入射側から見た座標で示し、反射系の偏光軸は出射側から見た座標で示した。即ち、図6の入射系と出射系の座標系は同じことになる。入射したS偏光(1)は、図の垂直軸(Y軸)に対して左回り22.5度の偏光軸を有する1/2波長板3の偏光軸で折返し、図で左上がり45度方向の直線偏光(2)となる。次に、ファラデー回転子2により左回りの45度回転しP偏光(3)となる。次に、反射型液晶パネル6で反射したON光束であるP偏光(4)は、ファラデー回転子2では、最初と同じ方向、左回りに45度、直線偏光を回転させるので図で右上がり45度方向の直線偏光(5)となって、1/2波長板3に入射する。図の垂直軸(Y軸)に対して左回り22.5度の偏光軸を有する1/2波長板3の偏光軸で折返し、P偏光(6)になる。

20

【0034】

一方、図は省略するが、反射型液晶パネル6で反射したOFF光束であるS偏光は、ファラデー回転子2により、最初と同じ方向、左回りに45度、直線偏光を回転させるので図で左上がり45度方向の直線偏光となり、1/2波長板3に入射する。図の垂直軸(Y軸)に対して左回り22.5度の偏光軸を有する1/2波長板3の偏光軸で折返し、S偏光となる。

30

【0035】

次に、図7から図10を用いて、本発明の実施の形態3について説明する。図7と図8は投射型プロジェクタ装置の色分離合成部の基本構成図であり、図9は光束の偏光状態の詳細を説明する図であり、図10は本発明の実施の形態3で用いる1/2波長板の作用図である。

【0036】

図1の実施の形態1や図4の実施の形態2との大きな違いは、図7に示したようにPBS1を45度回転させたことである。

40

【0037】

PBS1にとってのS偏光を入射し、PBS面で反射し、クロスプリズム5側へ入射する構成となっている。

【0038】

図8では、PBS1にとっての偏光状態をS偏光(1)にそろえた入射光束がPBS1に入射する。S偏光は、PBS1のPBS面で反射しクロスプリズム5の方向へ反射する。しかし、PBS1の法線方向と、クロスプリズム5の法線方向は、45度回転した関係にあり、PBS1にとってのS偏光は、クロスプリズム5にとっては45度方向の直線偏光になってしまう。この45度方向の直線偏光を、ファラデー回転子2で45度回転しP偏光(3)とする。P偏光でクロスプリズム5に入射した白色光は、クロスプリズ

50

ム 5 のダイクロイック作用により、R、G、B の 3 色に分離され、各色に対応した反射型液晶パネル 6 でそれぞれ反射する。反射型液晶パネル 6 には、ON 光束に対して偏光状態を P 偏光のまま反射し、OFF 光束に対して偏光状態を P 偏光から S 偏光に変換する作用を持たせる。

【 0 0 3 9 】

次に、反射型液晶パネル 6 で反射した後の光束は、今度は、クロスプリズム 5 で色合成されて、ファラデー回転子 2 に入射する。ON 光束の場合は、P 偏光 ( 4 ) がファラデー回転子 2 に入射するので、再び同じ方向に 45 度回転するので、元とは逆の 45 度方向の直線偏光 ( 5 ) となる。この元とは逆方向の 45 度の直線偏光は、P B S 1 にとっては、P 偏光 ( 6 ) となり P B S 1 を透過する。一方、OFF 光束の場合は、S 偏光 ( 4 ) がファラデー回転子 2 に入射するので、再び同じ方向に 45 度回転するので、入射光束と同じ 45 度方向の直線偏光となって、P B S 1 にとっては、元と同じ S 偏光 ( 6 ) に戻ってしまうので P B S 1 で反射する。

【 0 0 4 0 】

図 8 で番号を付けた 1、2、3、4、5、6 の偏光方向について、図 9 で詳細に説明する。図 9 では、入射系の偏光軸は入射側から見た座標で示し、反射系の偏光軸は出射側から見た座標で示した。即ち、図 9 の入射系と出射系の座標系は同じことになる。P B S 1 に入射した S 偏光 ( 1 ) は、P B S 1 の法線方向とクロスプリズム 5 の法線方向が 45 度ずれていることから、クロスプリズム 5 にとっての図での左上がり 45 度方向の直線偏光 ( 2 ) となる。次に、ファラデー回転子 2 により左回りに 45 度回転し P 偏光 ( 3 ) となる。次に、反射型液晶パネル 6 で反射した ON 光束である P 偏光 ( 4 ) は、ファラデー回転子 2 では、最初と同じ方向、左回りに 45 度、直線偏光を回転させるので図で右上がり 45 度方向の直線偏光 ( 5 ) となる。同様に、P B S 1 の法線方向とクロスプリズム 5 の法線方向が 45 度ずれていることから、P B S 1 にとっての P 偏光 ( 6 ) になる。

【 0 0 4 1 】

一方、図は省略するが、反射型液晶パネル 6 で反射した OFF 光束である S 偏光は、ファラデー回転子 2 により、最初と同じ方向、左回りに 45 度、直線偏光を回転させるので図で左上がり 45 度方向の直線偏光となる。同様に、P B S 1 の法線方向とクロスプリズム 5 の法線方向が 45 度ずれていることから、P B S 1 にとっての S 偏光となる。

【 0 0 4 2 】

次に、P B S 1 にとっての S 偏光について図 10 を用いて説明する。図は、偏光変換素子 14 での偏光方向と P B S 1 での偏光方向とクロスプリズム 5 での偏光方向の関係を説明するための図である。

【 0 0 4 3 】

インテグレータ 13 を構成する各レンズ面の光量分布を反射型液晶パネル 6 面上の畳重させるために、偏光変換素子 13 と反射型液晶パネル 6 の光学的な写像関係は保持しなければならない。従って、偏光変換素子 13 の偏光方向とクロスプリズム 5 の偏光方向も同一となる。これに対して、クロスプリズム 5 の偏光方向と P B S 1 の偏光方向が 45 度ずれているので、偏光変換素子 13 と P B S 1 の偏光方向も 45 度ずれることになる。そこで、本発明の実施の形態 3 では、偏光変換素子 13 と P B S 1 の途中の光路上に直線偏光の偏光方向を 45 度回転し、P B S 1 にとっての S 偏光とするための 1 / 2 波長板を配置する必要がある。

【 0 0 4 4 】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、ダイクロイック作用を有するクロスプリズムを用いた構成で、且つ、反射型液晶パネルに入射する前の偏光状態と、反射型液晶パネルで反射後の ON 光束の偏光状態が同じ偏光状態を実現し、よって、小型・軽量で低コストな照明装置、及び、それを用いた投射型プロジェクタ装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

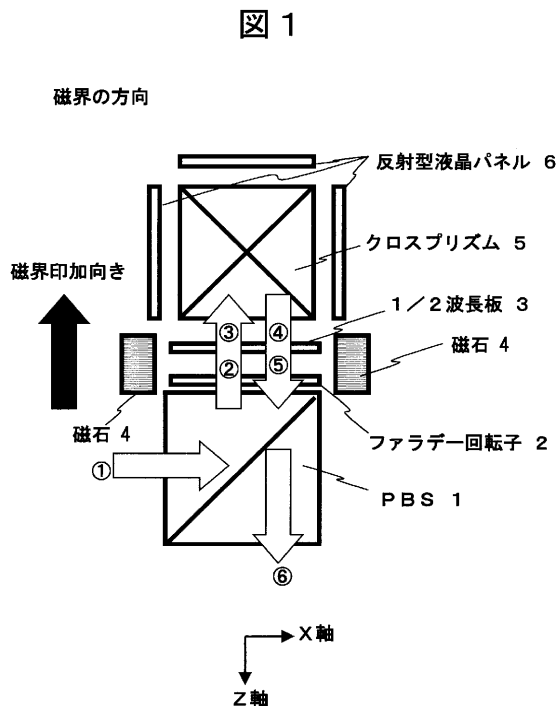
50



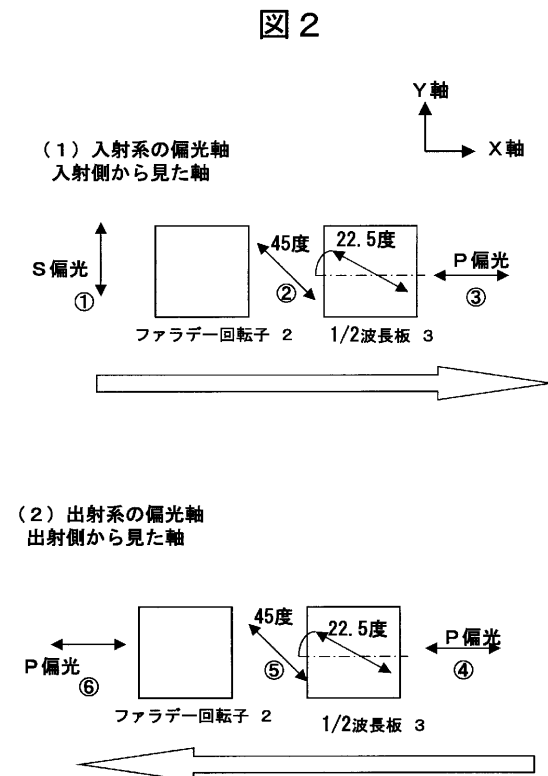
- 【図 1】本発明の実施の形態 1 における色分離合成部の構成図である。
- 【図 2】本発明の実施の形態 1 における色分離合成部の偏光軸の説明図である。
- 【図 3】本発明の実施の形態 1 における色分離合成部を用いた投射型プロジェクタ装置の光学系の全体構成を示す図である。
- 【図 4】本発明の実施の形態 1 で、クロスプリズムと反射型液晶パネルの光路の間に偏光板を設けた色分離合成部の構成図である。
- 【図 5】本発明の実施の形態 2 における色分離合成部の構成図である。
- 【図 6】本発明の実施の形態 2 における色分離合成部の偏光軸の説明図である。
- 【図 7】本発明の実施の形態 3 における色分離合成部の斜視図による構成図である。
- 【図 8】本発明の実施の形態 3 における色分離合成部の構成図である。
- 【図 9】本発明の実施の形態 3 における色分離合成部の偏光軸の説明図である。
- 【図 10】本発明の実施の形態 3 における偏光変換素子と P B S とクロスプリズムの偏光軸の関係を示す説明図である。
- 【図 11】本発明で用いたファラデー回転子の作用の説明図である。
- 【図 12】クロスプリズムを用いた反射型液晶パネルでの色分離合成部の偏光状態を示す構成図である。
- 【符号の説明】

1 ... P B S、2 ... ファラデー回転子、3 ...  $1/2$  波長板、4 ... 磁石、5 ... クロスプリズム、6 ... 反射型液晶パネル、11 ... 光源、12 ... 凹面鏡、13 ... インテグレータ、14 ... 偏光変換素子、15 ... 結像レンズ、16 ... ミラー、17 ... フィールドレンズ、18 ... 投射レンズ。

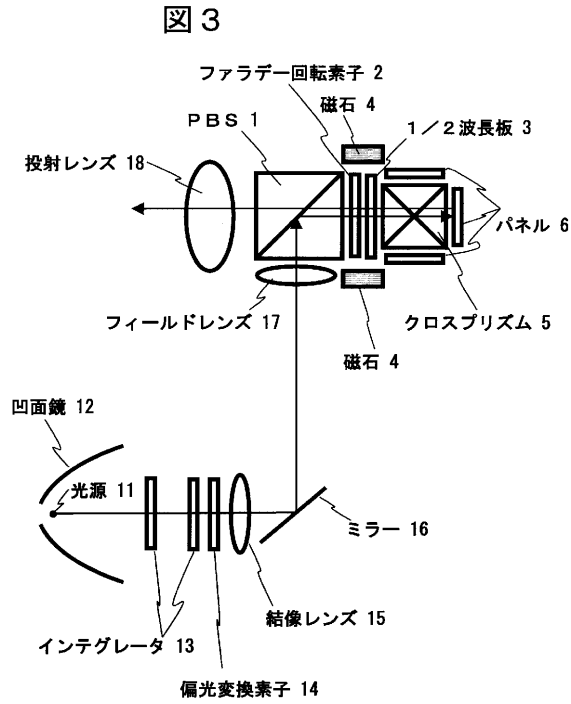
【図 1】



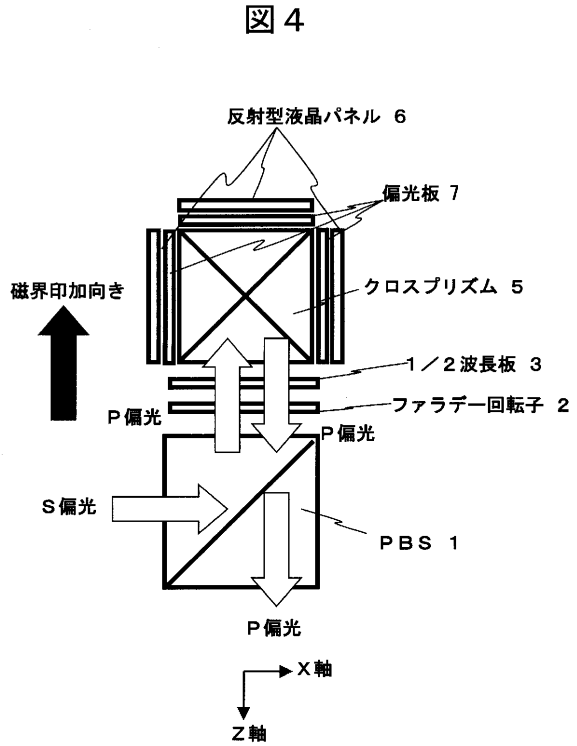
【図 2】



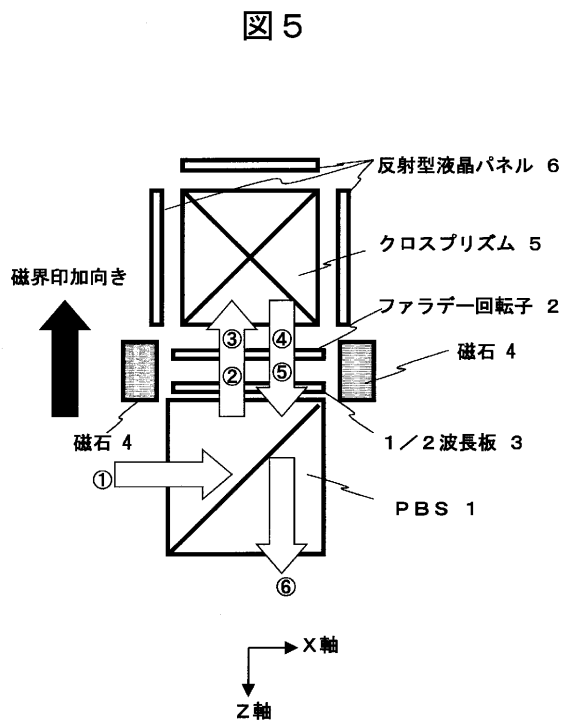
【図 3】



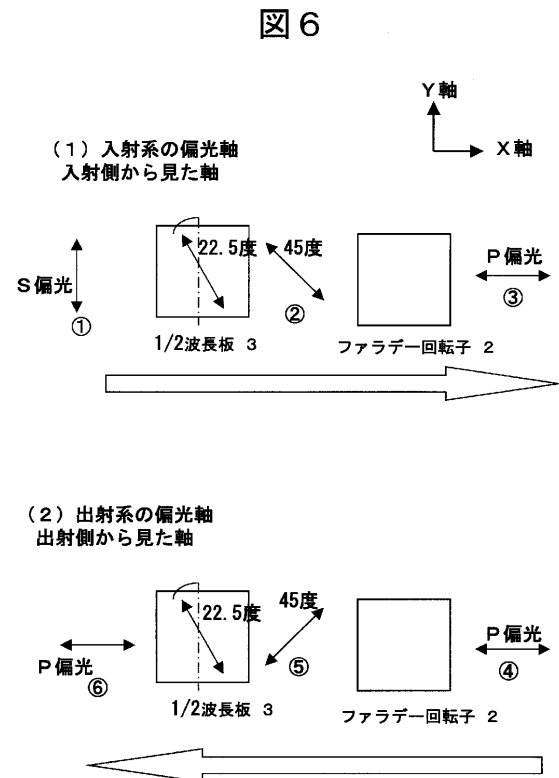
【図 4】



【図 5】

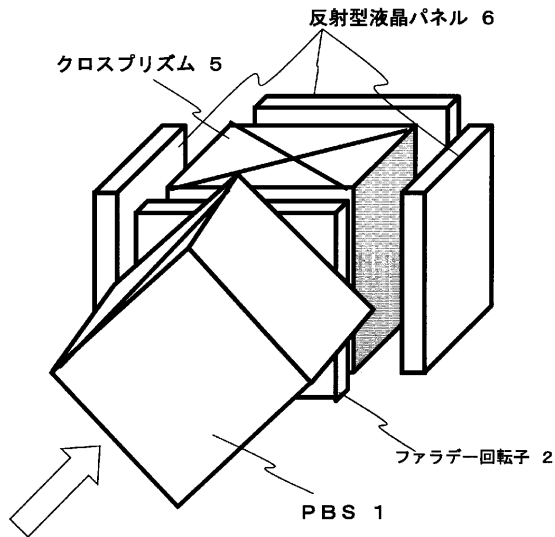


【図 6】



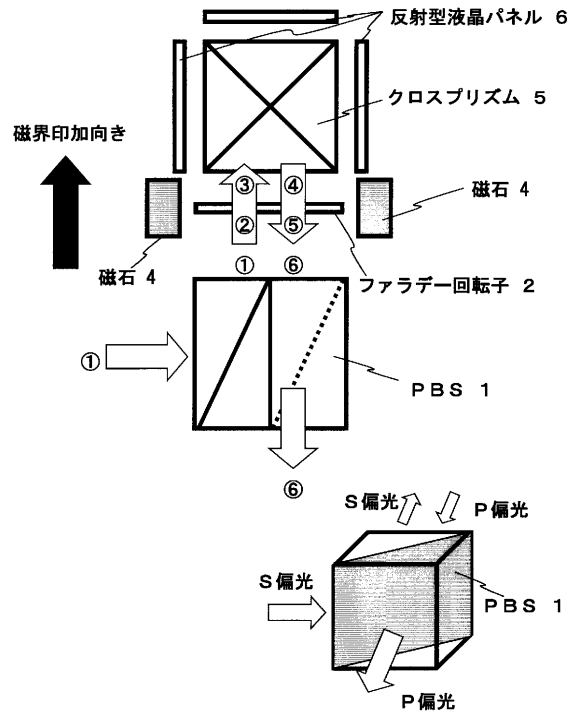
【図 7】

図 7



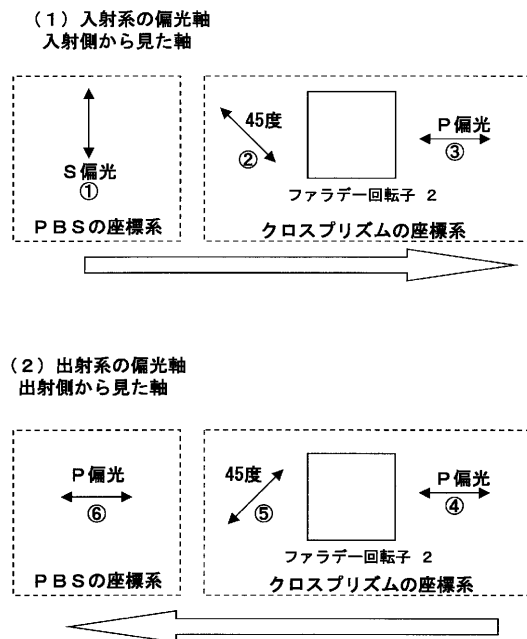
【図 8】

図 8



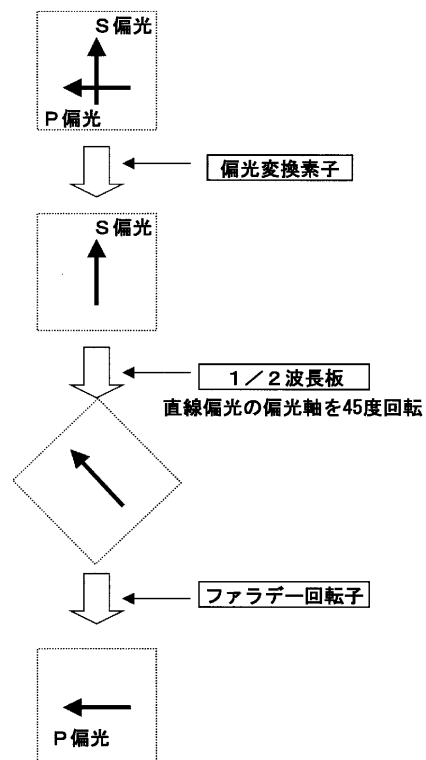
【図 9】

図 9



【図 10】

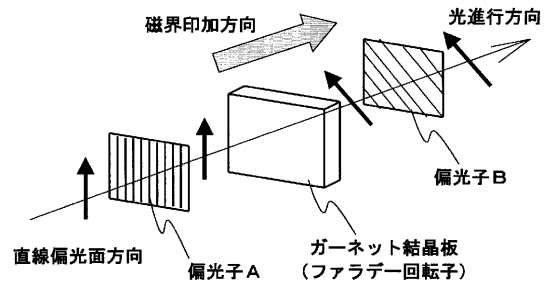
図 10



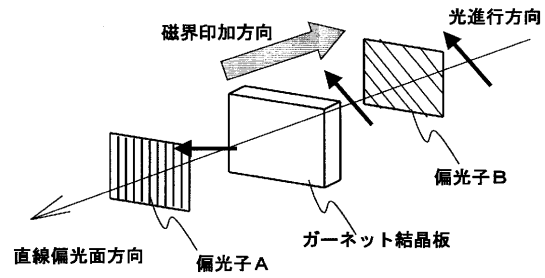
【図 1 1】

図 1 1

(1) 順進行光

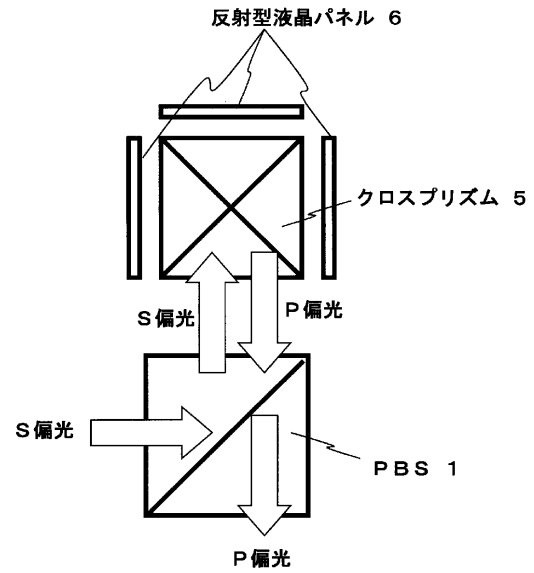


(2) 逆進行光



【図 1 2】

図 1 2



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 3 B 21/00 E

(72)発明者 山崎 太志  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所デジタルメディアシステム事業部内

審査官 白石 光男

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 1 5 4 2 6 8 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 2 7 4 8 1 0 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 1 7 4 3 7 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02F 1/1335

G02F 1/13

G03B 21/00

G02B 27/28