

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5459092号
(P5459092)

(45) 発行日 平成26年4月2日 (2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月24日 (2014.1.24)

(51) Int. Cl.

F I

G O 3 B 21/14 (2006.01)

G O 3 B 21/14 A

G O 2 F 1/13357 (2006.01)

G O 2 F 1/13357

G O 2 B 5/30 (2006.01)

G O 2 B 5/30

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2010-138001 (P2010-138001)
 (22) 出願日 平成22年6月17日 (2010.6.17)
 (65) 公開番号 特開2012-3042 (P2012-3042A)
 (43) 公開日 平成24年1月5日 (2012.1.5)
 審査請求日 平成25年3月28日 (2013.3.28)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (72) 発明者 矢内 宏明
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 田辺 正樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光源装置およびプロジェクター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

偏光成分が第1の偏光方向に揃う光を射出する光源と、
 前記光を散乱させる散乱素子と、
 前記第1の偏光方向と略垂直な第2の偏光方向の偏光成分を、前記散乱素子から射出された散乱光から分離する偏光分離素子と、
 前記偏光分離素子で分離された前記第2の偏光方向の偏光成分が通過する光路上に設けられ、前記第2の偏光方向の偏光成分を前記第1の偏光方向に変換させる偏光回転素子と、
 を備えることを特徴とする光源装置。

【請求項 2】

前記散乱素子は、蛍光層であることを特徴とする請求項1に記載の光源装置。

【請求項 3】

前記偏光回転素子は、有機材料で構成されることを特徴とする請求項1または2に記載の光源装置。

【請求項 4】

偏光回転素子が接着剤によって接着される基部をさらに備え、
 前記偏光回転素子は、無機材料で構成されることを特徴とする請求項1または2に記載の光源装置。

【請求項 5】

前記散乱素子から射出された前記散乱光において、前記第2の偏光方向の偏光成分は前

10

20

記第 1 の偏光方向の偏光成分よりも少ないことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の光源装置。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の光源装置と、

前記光源装置から射出した光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置と、を有することを特徴とするプロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源装置およびプロジェクター、特にレーザー光を用いた光源装置の技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

光源装置から射出された光を用いて画像を表示するプロジェクターが広く普及している。例えば、赤色（R）光用、緑色（G）光用、青色（B）光用の各透過型液晶表示パネルと、各透過型液晶表示パネルで変調された光を合成する色合成光学装置を有するプロジェクターがある。このようなプロジェクターでは、光源装置から射出された光の偏光方向がランダムであると、透過型液晶表示パネルでの光の損失が大きくなるため、偏光変換素子を用いて偏光方向を揃える必要がある。

【0003】

20

偏光変換素子は、例えば偏光分離素子と偏光回転素子を備える。偏光変換素子は、偏光分離素子によって、入射光を第 1 の偏光方向の偏光成分と、第 1 の偏光方向と垂直な第 2 の偏光方向の偏光成分とに分離する。そして、偏光回転素子によって、第 2 の偏光方向の偏光成分を第 1 の偏光方向に変換させて、射出光の偏光方向を第 1 の偏光方向に揃える。

【0004】

このような偏光変換素子では、偏光回転素子として、オレフィンやポリカーボネートなどの有機材料が用いられる場合がある。しかしながら、偏光回転素子として有機材料を用いる場合には、光の照射による有機材料の劣化や、偏光回転素子を接着するための接着材の劣化が問題となる。

【0005】

30

そこで、例えば特許文献 1 には、偏光回転素子として水晶などの無機材料を用いる技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2003 - 302523 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、無機材料を用いた偏光回転素子は、有機材料に比べて高価であることや、偏光変換効率が低いといった問題がある。また、無機材料を用いた偏光回転素子も接着材を用いて接着されるので、接着材の劣化による信頼性の低下という問題が依然として残る。特に、近年では、プロジェクターの光源として、レーザー光源を用いる技術が提案されており、高光密度化された光による偏光回転素子や接着材の劣化が問題となりやすい。

40

【0008】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、偏光回転素子やそれを接着する接着材の劣化を抑えることのできる光源装置、その光源装置を用いたプロジェクターを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

50

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、偏光成分が第１の偏光方向に揃う光を射出する光源と、光を散乱させる散乱素子と、第１の偏光方向と略垂直な第２の偏光方向の偏光成分を、散乱素子から射出された散乱光から分離する偏光分離素子と、偏光分離素子で分離された第２の偏光方向の偏光成分が通過する光路上に設けられ、第２の偏光方向の偏光成分を第１の偏光方向に変換させる偏光回転素子と、を備えることを特徴とする。

【００１０】

散乱素子で散乱された光は、その一部が第２の偏光方向に変換される。散乱素子による散乱では、第１の偏光方向を維持する偏光成分よりも、第２の偏光方向に変更される偏光成分のほうが少ないのが一般的である。第２の偏光方向の偏光成分が偏光回転素子に入射するように構成しているので、偏光回転素子に入射する光の光量を低減することができる。このように、偏光回転素子に入射する光の光量を低減することで、偏光回転素子およびそれを接着材の劣化を抑えることができる。

10

【００１１】

また、本発明の好ましい態様としては、散乱素子は、蛍光層であることが望ましい。散乱素子を蛍光層とすることで、蛍光を励起させて、その蛍光も利用した光源装置とすることができる。

【００１２】

また、本発明の好ましい態様としては、偏光回転素子は、有機材料で構成されることが望ましい。上述したように、偏光回転素子に入射する光の光量を低減できるので、偏光回転素子としてオレフィンやポリカーボネートなどの有機材料を用いた場合にも、有機材料の劣化を抑えることができ、光源装置の信頼性の向上に寄与することができる。また、有機材料を用いることで、光源装置のコストの抑制や、偏光変換効率の向上を図ることができる。

20

【００１３】

また、本発明の好ましい態様としては、偏光回転素子が接着剤によって接着される基部をさらに備え、偏光回転素子は、無機材料で構成されることが望ましい。上述したように、偏光回転素子に入射する光の光量を低減できるので、偏光回転素子として、水晶やサファイアなどの無機材料を用いた場合にも、それらを接着させる接着材の劣化を抑えることができる。すなわち、偏光回転素子として無機材料を用いた場合にも、光源装置の信頼性の向上に寄与することができる。

30

【００１４】

また、本発明に係るプロジェクターは、上記光源装置と、光源装置から射出した光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置と、を有することを特徴とする。上記光源装置を用いることで、偏光回転素子の劣化の抑制を図ることができ、プロジェクターの信頼性を向上させて、高品質な画像を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】図１は、本発明の実施例１に係る光源装置の概略構成を示す図である。

【図２】図２は、実施例１の変形例に係る光源装置の概略構成を示す図である。

40

【図３】図３は、図２に示す偏光変換素子の正面図である。

【図４】図４は、図２に示す偏光変換素子の分解図である。

【図５】図５は、本発明の実施例２に係るプロジェクターの概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

以下に図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

【実施例１】

【００１７】

図１は、本発明の実施例１に係る光源装置の概略構成を示す図である。光源装置１は、レーザー光源２、散乱素子３、偏光変換素子４を備える。レーザー光源２は、コヒーレン

50

ト光としてのレーザー光を散乱素子3に向けて射出する。コヒーレント光であるレーザー光は、その偏光成分が第1の偏光方向に揃っている。

【0018】

散乱素子3は、レーザー光源2から照射されたレーザー光を散乱させる。コヒーレント光であるレーザー光を散乱素子3で散乱させることで、コヒーレント性を低下させることができる。これにより、光源装置1から射出される光に起因するスペックルノイズを低減させることができる。散乱素子3としては、屈折率の異なる材料を混合したものが用いられる。例えば、屈折率が1.4~1.5である接着層に、屈折率が1.6以上である蛍光物質を混合させることで散乱素子3が形成される。蛍光物質を混合した散乱素子3は、レーザー光源2からのレーザー光の照射によって励起されて、蛍光を発生させる。すなわち、散乱素子3を蛍光物質が含まれた蛍光層にすることで、光源装置1はレーザー光源2から射出される光と蛍光とを合成した範囲の色再現が可能になり、表示装置に好適に用いることができる。

10

【0019】

偏光成分が第1の偏光方向に揃っていたレーザー光は、散乱素子3で散乱されることで、偏光状態が乱れる。より具体的には、第1の偏光方向である偏光成分の一部が、第1の偏光方向と垂直な第2の偏光方向である偏光成分に変換される。

【0020】

散乱素子3での散乱によって、第1の偏光方向を維持する偏光成分よりも、第2の偏光方向に変更される偏光成分のほうが少ないのが一般的である。例えば、散乱素子3に入射する前のレーザー光の、第1の偏光方向の偏光成分と第2の偏光方向の偏光成分との比が、100:0であったものが、散乱素子3で散乱することで、偏光成分の比が80:20に変化する。なお、散乱素子3から射出された光は、コリメート光学系5により平行化されて、偏光変換素子4に向かう。

20

【0021】

なお、散乱による偏光の維持率を、実験によって確認した。体積比で蛍光体:接着剤=2:5に混合した厚さ30 μ mの散乱層を、石英ガラスの表面に塗布して散乱素子のサンプルを試作した。蛍光体は屈折率1.8、樹脂接着剤は屈折率1.4である。光源、偏光子、前記サンプル、検光子、検出器の順に配置し、偏光子(偏光板)と検光子(偏光板)の吸収軸を一致させて測定した結果、前記サンプルの偏光維持率は約74%であった。

30

【0022】

偏光変換素子4は、基部6、偏光分離素子7、反射ミラー8、偏光回転素子9を有する。基部6は、一方の対角が45度、他方の対角が略135度とされた断面平行四辺形状のプリズムを、斜面同士を接合して形成された板状体である。

【0023】

プリズムが接合される界面には、偏光分離素子7が蒸着形成されている。偏光分離素子7は、例えばPBS(Polarizing Beam Splitter)膜である。偏光分離素子7は、入射した光のうち、所定の偏光方向の偏光成分を反射させ、それと垂直な偏光方向の偏光成分を透過させる。

【0024】

反射ミラー8は、偏光分離素子7で反射された光が入射する面、すなわち偏光分離素子7が蒸着形成された面と対向する面に蒸着形成される。反射ミラー8は、入射したほとんどの光を反射させ、偏光変換素子4の射出面側から射出させる。

40

【0025】

偏光回転素子9は、偏光分離素子7を透過した光が射出される位置に設けられ、基部6に対して接着材で接着される。偏光回転素子9は、例えば位相差板としての1/2波長板であり、入射した光の偏光方向を90度回転させて所定の偏光方向に変換して射出させる。したがって、偏光変換素子4に入射した光は、所定の偏光方向の偏光成分に揃えられて射出される。

【0026】

50

ここで、偏光変換素子 4 は、レーザー光源 2 から射出されるレーザー光の偏光方向（第 1 の変更方向）が、所定の方向となるように配置される。これにより、偏光変換素子 4 は、散乱素子 3 から射出された光を、第 1 の偏光方向の偏光成分に揃えて射出させる。

【 0 0 2 7 】

すなわち、散乱素子 3 から射出されて偏光変換素子 4 に入射した光のうち、第 1 の偏光方向の偏光成分（矢印 1 0 に示す成分）は、偏光分離素子 7 を透過し、第 1 の偏光方向を維持したまま射出される。

【 0 0 2 8 】

また、散乱素子 3 から射出されて偏光変換素子 4 に入射した光のうち、第 2 の偏光方向の偏光成分（矢印 1 1 に示す成分）は、偏光分離素子 7 および反射ミラー 8 で反射され、偏光回転素子 9 で偏光方向を 9 0 度回転されて、第 1 の偏光方向に変換されて射出される。

10

【 0 0 2 9 】

上述したように、散乱素子 3 から射出された光は、第 1 の偏光方向を維持する偏光成分よりも、第 2 の偏光方向に変更される偏光成分のほうが少ない。本実施例 1 では、第 2 の偏光方向の偏光成分が偏光回転素子 9 に入射するように構成しているので、偏光回転素子 9 に入射する光の光量を低減している。このように、偏光回転素子 9 に入射する光の光量を低減することで、偏光回転素子 9 およびそれを基部 6 に接着させる接着材の劣化を抑えることができる。

【 0 0 3 0 】

20

また、偏光回転素子 9 に入射する光の光量を低減できるので、偏光回転素子 9 としてオレフィンやポリカーボネートなどの有機材料を用いた場合にも、有機材料の劣化を抑えることができ、光源装置 1 の信頼性の向上に寄与することができる。また、有機材料を用いることで、光源装置 1 のコストの抑制や、偏光変換効率の向上を図ることができる。

【 0 0 3 1 】

また、偏光回転素子 9 として、水晶やサファイアなどの無機材料を用いた場合にも、それらを接着させる接着材の劣化を抑えることができる。さらに、無機材料の位相差板は高コストのため少ない層数で構成される場合が多い。そのため、偏光回転の波長範囲の狭帯域化や効率の低下があるので、偏光回転素子 9 に入射する光の光量を低減し、相対的に他の光路の光の光量を増加させることは、光源装置 1 の効率向上につながる。すなわち、本実施例 1 の構成は、偏光回転素子 9 として無機材料を用いた場合にも、光源装置 1 の信頼性と効率の向上に寄与することができる。

30

【 0 0 3 2 】

なお、偏光回転素子 9 として 1 / 2 波長板を用いたが、それに限定されず他の位相差板を用いることも可能であり、例えば 1 / 4 波長板を用いてもよい。この場合、1 / 4 波長板をプリズム 6 と反射ミラー 8 の間に配置し、第 2 の偏光方向の偏光成分が、1 / 4 波長板を 2 度透過するように構成すればよい。

【 0 0 3 3 】

このような構成により、偏光分離素子 7 で反射された第 2 の偏光方向の偏光成分は、1 / 4 波長板を透過することで位相が 1 / 4 波長遅れて右回り（左回り）円偏光になり、反射ミラー 8 で反射することで位相が 1 / 2 波長遅れて左回り（右回り）円偏光になり、再度逆方向から 1 / 4 波長板を透過することで位相が 1 / 4 波長進むことで、第 2 の偏光方向から 9 0 度回転した直線偏光、すなわち第 1 の偏光方向の偏光成分に変換される。

40

【 0 0 3 4 】

また、散乱素子 3 と偏光変換素子 4 との間に、照明均一化のためのレンズアレイやロッドインテグレーターを設けてもよい。

【 0 0 3 5 】

また、光源装置 1 は、レーザー光源 2 に加えて別の光源を備えてもよい。この場合レーザー光源 2 から射出された光と別の光源から射出された光は共に偏光変換素子 4 に入射するように構成される。具体的には、レーザー光源 2 と別の光源とが並べて配置されていた

50

り、偏光変換素子4の前に配置された光合成素子によって両者からの光が合成されたりする。

【0036】

別の光源としては、蛍光物質を励起した蛍光光源、LED、水銀ランプ、ハロゲンランプを用いることができる。これにより、光源装置1の光量や色再現範囲を向上させることができる。偏光変換素子4は、レーザー光源2が散乱素子3を透過することで発生した第2の偏光方向の偏光成分を第1の偏光方向の偏光成分に変換することで、光源装置1の効率を改善する。さらに、別の光源を備えた構成では、偏光変換素子4は別の光源の偏光方向を第1の偏光方向に揃えることで、光源装置1の効率を大幅に改善する。

【0037】

散乱素子3は、屈折率の異なる材料を混合したものに限定されない。散乱素子3は入射された光を散乱させるもので、内部の屈折率が不均一な素子や、表面に散乱形状を持つ素子を用いることができる。内部の屈折率が不均一な素子は、2種類以上の材料を混合したり、樹脂フィルムや硝材に応力を加えたりすることで製造できる。表面に散乱形状を持つ素子は、フロスト型拡散板や、表面微細形状素子があり、すりガラス、回折素子、フォトリソニック結晶素子などを用いることができる。その製造方法としては、表面研磨、ナノインプリント、スパッタリングなどがある。

【0038】

光源装置1は、散乱素子3を透過する構成に限定されない。散乱は反射によっても起こるので、レーザー光源2のレーザー光が散乱素子3で反射されて偏光変換素子4に入射する構成でもよい。散乱素子3として、表面に散乱形状を持つ素子を用いることができる。

【0039】

また、散乱素子3として内部の屈折率が不均一な素子の片面に反射ミラーを付加した構成を用いてもよい。散乱素子3を透過した光を、反射ミラーで反射して再度散乱素子3に透過させることができるので、光が散乱素子3の内部を透過する距離が2倍になり、薄い素子でも十分な散乱を得ることができる。

【0040】

図2は、本実施例1の変形例に係る光源装置の概略構成を示す図である。図3は、図2に示す偏光変換素子3の正面図である。本変形例1では、光源装置1が複数のレーザー光源2をアレイ状に備える。これら複数のレーザー光源2は、それぞれのレーザー光源2から射出されるレーザー光の偏光方向が、第1の偏光方向に揃うように配置される。

【0041】

また、偏光変換素子4も複数の基部6がアレイ状に並列されるとともに、互いに接着される。そして、基部6の接着面には、交互に偏光分離素子7と反射ミラー8が蒸着形成される。この構成により、偏光変換素子4には、複数の光の入射領域4aが構成される。また、複数の偏光回転素子9が、偏光分離素子7を透過した光が射出される位置に設けられる。

【0042】

本変形例では、図示しないインテグレーターレンズにより、散乱素子3から射出された光を分割し、偏光変換素子4の複数の入射領域4aに入射させる。そして、偏光変換素子4に入射した光は、その偏光方向が第1の偏光方向に揃えられて射出される。

【0043】

このように、レーザー光源2を複数備えることで、光源装置1から射出される光の光量を増加させることができる。また、偏光変換素子4を、複数の基部6を並列させて構成することで、入射領域4aを増やすことができ、光束の広がりにも対応できるようになる。また、複数の偏光回転素子9が設けられるので、1つの偏光回転素子9が変換を担当する光の光量を抑えて、偏光回転素子9や接着材の劣化を抑えることができる。これにより、より信頼性の高い光源装置1とすることもできる。

【0044】

なお、基部6同士の接合面にも接着材が用いられているが、熱膨張率の異なる基部6と

10

20

30

40

50

偏光回転素子 9 とを接着するための接着材よりも、その使用量や厚さが小さくて済むため、劣化の影響も比較的少なくて済む。

【 0 0 4 5 】

図 4 は、偏光変換素子 4 の分解図である。図 4 に示すように、並列される基部 6 のうち、その一面が光の入射領域 4 a となる基部 6 に偏光分離素子 7 や反射ミラー 8 を蒸着させるように構成すれば、偏光分離素子 7 側の接着材 1 2 には、第 2 の偏光方向の偏光成分の光だけが照射されるし、反射ミラー 8 側の接着材 1 3 には、光がほとんど照射されない。そのため、基部 6 同士を接着させる接着材 1 2 , 1 3 の劣化も抑えることができる。また、第 2 の偏光方向の偏光成分を低減することで、接着材 1 2 の劣化をさらに抑えることができる。

10

【実施例 2】

【 0 0 4 6 】

図 5 は、本発明の実施例 2 に係るプロジェクター 6 0 の概略構成図である。本実施例に係るプロジェクター 6 0 は、実施例 1 に係る光源装置 1 と同様に構成された光源装置 6 1 を有する。光源装置 6 1 は、赤色 (R) 光、緑色 (G) 光、青色 (B) 光を含む光を射出する。例えば、レーザー光源 2 として青色レーザー、散乱素子 3 として赤色と緑色の帯域を発光する蛍光体を含んだ樹脂層を用いれば、最小の構成で光の 3 原色を再現できる。

【 0 0 4 7 】

均一化光学系 6 4 は、光源装置 6 1 から入射した光の強度分布を均一化させる光学系であって、例えばロッドインテグレーターを有する。ダイクロイックミラー 6 5 は、均一化光学系 6 4 からの光のうち B 光を透過させ、R 光及び G 光を反射する。ダイクロイックミラー 6 6 は、R 光を透過させ、G 光を反射する。ダイクロイックミラー 6 5 、6 6 は、光源装置 6 1 からの光を色ごとに分離する色分離光学系として機能する。

20

【 0 0 4 8 】

ダイクロイックミラー 6 6 を透過した R 光は、反射ミラー 6 7 、6 8 で反射した後、R 光用の空間光変調装置 7 0 R へ入射する。空間光変調装置 7 0 R は、R 光を画像信号に応じて変調する。ダイクロイックミラー 6 6 で反射した G 光は、G 光用の空間光変調装置 7 0 G へ入射する。空間光変調装置 7 0 G は、G 光を画像信号に応じて変調する。ダイクロイックミラー 6 5 を透過した B 光は、反射ミラー 6 9 で反射した後、B 光用の空間光変調装置 7 0 B へ入射する。空間光変調装置 7 0 R 、7 0 G 、7 0 B は、例えば、透過型の液晶表示装置である。

30

【 0 0 4 9 】

色合成光学系であるクロスダイクロイックプリズム 7 1 は、空間光変調装置 7 0 R 、7 0 G 、7 0 B でそれぞれ変調された各色光を合成する。投写光学系 7 2 は、クロスダイクロイックプリズム 7 1 で合成された各色光をスクリーン 7 3 へ投写する。プロジェクター 6 0 は、光源装置 6 1 を用いることで偏光回転素子の劣化の抑制を図ることができ、信頼性を向上させて、高品質な画像を得ることが可能となる。

【 0 0 5 0 】

また、均一化光学系 6 4 としてロッドインテグレーターを用いたが、マルチレンズアレイを用いても良い。また、均一化光学系 6 4 を省いた構成や、光源装置 6 1 に均一化光学系 6 4 を内蔵した構成でも良い。

40

【 0 0 5 1 】

プロジェクターは、3 色に対して、3 個の透過型の空間光変調装置を用いた図 5 の構成に限定されない。色は 2 色以下でも 4 色以上でもよい。空間光変調装置の数と色数が同数である必要はなく、例えば微小な複色数のカラーフィルターを有する 1 個の空間光変調装置に、2 色以上の光を入射してもよい。また、空間光変調装置としては、透過型も、反射型も用いることができる。構成によっては、色分離光学系や色合成光学系を省くこともできる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 5 2 】

50

以上のように、本発明に係る光源装置及びプロジェクターは、レーザー光を用いて画像を表示する場合に有用である。

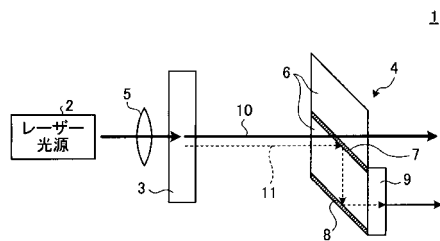
【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

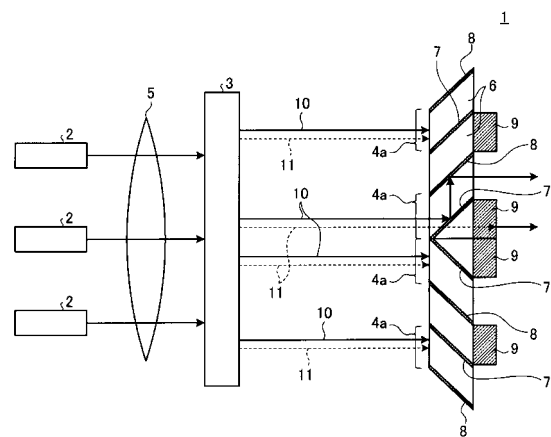
1 光源装置、2 レーザー光源、3 散乱素子、4 偏光変換素子、4 a 入射領域、5 コリメート光学系、6 基部、7 偏光分離素子、8 反射ミラー、9 偏光回転素子、10, 11 矢印、12, 13 接着材、60 プロジェクター、61 光源装置、64 均一化光学系、65, 66 ダイクロイックミラー、67, 68, 69 反射ミラー、70R, 70G, 70B 空間光変調装置、71 クロスダイクロイックプリズム、72 投写光学系、73 スクリーン

10

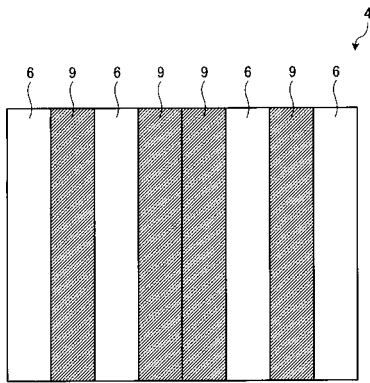
【図 1】



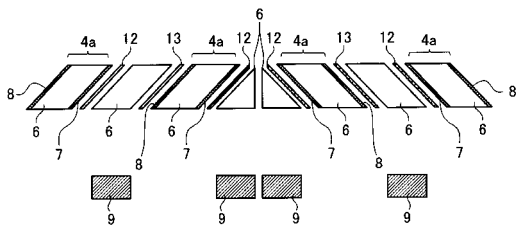
【図 2】



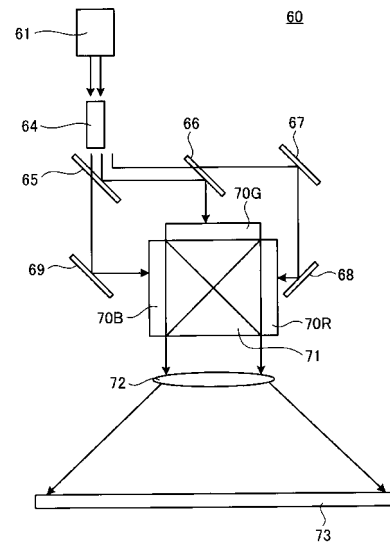
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2009 - 216822 (JP, A)
特開 2010 - 085740 (JP, A)
特開 2007 - 033577 (JP, A)
特開 2009 - 092730 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B5/30

G02F1/13 - 1/141

G03B21/00 - 21/30、33/00 - 33/16