

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年2月2日(02.02.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/018372 A1

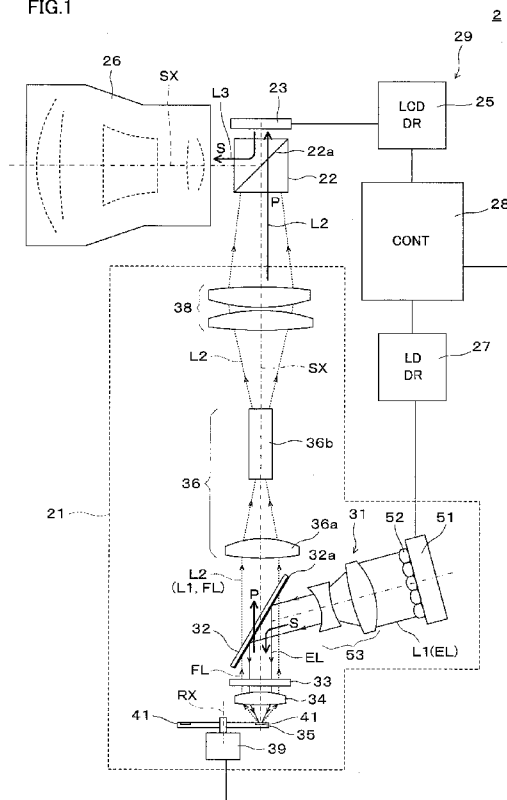
- (51) 国際特許分類:
G03B 21/14 (2006.01) F21V 7/22 (2006.01)
F21S 2/00 (2016.01) G03B 21/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/071698
- (22) 国際出願日: 2016年7月25日(25.07.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-149048 2015年7月28日(28.07.2015) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小野雄樹(ONO, Yuki); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 三森満(MIMORI, Mitsuru); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 福田充広(FUKUDA, Mitsuhiro); 〒1010047 東京都千代田区内神田2丁目5番3号 児谷ビル1階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: LIGHT SOURCE DEVICE AND PROJECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 光源装置及び投影装置

FIG.1



(57) Abstract: Provided are: a light source device capable of more efficiently separating original excitation light and the illumination light created therefrom while simplifying the structure of an optical system to thus improve light use efficiency; and a projection device incorporating the light source device. The light source device comprises: a laser array 51 that is an excitation light source for emitting excitation light EL; an irradiated body 41 for emitting illumination light L2 containing fluorescent light FL upon receiving the excitation light EL; an illumination optical system for introducing the illumination light L2 emitted from the irradiated body 41; and a polarization splitter 32 disposed on the optical path between the excitation light source and the irradiated body and having a polarization separation surface 32a for separating the illumination light L2 from the optical path of the excitation light EL by transmission or reflection. The polarization splitter 32 is arranged so that the angle between the normal line to the polarization separation surface 32a and an optical axis SX of the illumination optical system is 50° or more and 80° or less.

(57) 要約: 光学系の構成を簡素化できると共に、元の励起光とこれから得た照明光とをより効率的に分離でき、光の利用効率を高めた光源装置、及びかかる光源装置を組み込んだ投影装置を提供する。励起光ELを射出する励起光源であるレーザーアレイ51と、励起光ELの照射を受けて蛍光光FLを含む照明光L2を射出する被照射体41と、被照射体41から射出された照明光L2を導く照明光学系と、励起光源と被照射体との光路間に配置され、照明光L2を透過及び反射の別によって励起光ELの光路から分離する偏光分離面32aを有する偏光分離素子32とを備え、偏光分離素子32は、偏光分離面32aの法線と照明光学系の光軸SXとのなす角が50°以上80°以下となるよう配置されている。



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：光源装置及び投影装置

技術分野

[0001] 本発明は、投影装置に組み込まれる画像表示素子の照明に適する光源装置、及びかかる光源装置を組み込んだ投影装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、プロジェクターの光源に半導体レーザー（LD）や発光ダイオード（LED）が採用されることが増えてきている。

[0003] オフィス等で用いる大型のプロジェクターには、一般的には高圧水銀ランプが用いられているが、半導体レーザーで蛍光体を励起させ光源とする製品が増えてきている。例えば、半導体レーザーを励起光源として用いて、照明用の3原色を作り出す手法が公知となっている（特許文献1～2参照）。

[0004] しかしながら、特許文献1では、蛍光体ホイールを透過させる波長の光と蛍光体ホイールで反射させる波長の光とが混在する照明光学系となるため、光学系のレイアウトのために空間を広く確保する必要がある。さらに、蛍光体ホイールの透過後の光学系が別途必要となるため、部品点数が増加してしまい生産性も良くない。

[0005] 一方で、特許文献2のように、蛍光体ホイールで青の励起光を含む全ての波長の光を反射する光学系を採用した場合は、装置の小型化と生産性の向上との双方でメリットがある。反射型の蛍光体ホイールを光源として用いる照明光学系においては、光源から蛍光体へ入射するまでの励起光の光路と、蛍光体ホイールから表示パネルまでの照明光の光路とを偏光ビームスプリッターを用いて分離する構成がとられ、この場合、偏光ビームスプリッターは、光軸に対して45°となるように傾けて配置される。しかしながら、偏光ビームスプリッターを光軸に対して45°傾けて使用した場合、S偏光とP偏光との遮断波長の差を大きくすることができない。そのため、偏光ビームスプリッターの製造時の膜厚のバラツキによる遮断波長のずれや、光源に波長

のバラツキや波長変化があった場合、励起光と照明光との分離が不十分となりやすいという問題がある。

[0006] また、特許文献3のように、青色ではなく紫外の励起光を用いる場合、偏光ビームスプリッターに代えてダイクロイックミラーを用いて、光源から蛍光体へ入射するまでの励起光の光路と、蛍光体ホイールから表示パネルへ入射するまでの照明光の光路とを分離する構成がとられる。この場合、偏光分離が不十分となる問題は生じないが、紫外の励起光を小型の半導体レーザーによって効率よく発生させることは容易でない。また、青色、緑色、赤色の3色の蛍光体が必要となるためコスト増になる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2011-13320号公報

特許文献2：特開2012-108486号公報

特許文献3：特開2012-13897号公報

発明の概要

[0008] 本発明は、上記背景技術に鑑みてなされたものであり、光学系の構成を簡素化できると共に、元の励起光とこれから得た照明光とをより効率的に分離でき、光の利用効率を高めた光源装置、及びかかる光源装置を組み込んだ投影装置を提供することを目的とする。

[0009] 上記目的を達成するため、本発明に係る光源装置は、励起光を射出する励起光源と、励起光の照射を受けて蛍光光を含む照明光を射出する被照射体と、被照射体から射出された照明光を導く照明光学系と、励起光源と被照射体との光路間に配置され、照明光を透過及び反射の別によって励起光の光路から分離する偏光分離面を有する偏光分離素子とを備え、偏光分離素子は、偏光分離面の法線と照明光学系の光軸とのなす角が 50° 以上 80° 以下となるよう配置されている。

[0010] 上記光源装置では、偏光分離素子は、偏光分離面の法線と照明光学系の光軸とのなす角が 50° 以上 80° 以下の角度で配置されているので、S偏光

とP偏光との遮断波長の差を大きく確保することができ、偏光分離素子の製造バラツキによる遮断波長のずれや、光源に波長のバラツキや波長変化があった場合でも、励起光と照明光との分離を十分効率的なものとできる。これにより、光の効率的な利用が可能となり、明るい照明光を射出させることができる。

[0011] 本発明に係る投影装置は、上述の光源装置と、光源装置によって照明される画像表示素子と、画像表示素子により形成される像を投影する投影光学系と、を備える。

[0012] 上記投影装置では、小型ながら高い光利用効率の光源装置を組み込んでるので、小型で高輝度の投影が可能な投影装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]第1実施形態に係る光源装置を含む投影装置を説明する図である。

[図2]図2Aは、光源装置の要部を説明する拡大図であり、図2Bは、図2Aに示す光源装置に組み込まれた光照射板を説明する図である。

[図3]図3Aは、図2Aの光源装置に組み込まれた偏光分離素子の透過特性を示すグラフであり、図3Bは、比較例の光源装置に組み込まれた偏光分離素子の透過特性を示すグラフである。

[図4]図4Aは、偏光分離素子の青色波長域における透過特性を拡大して示すグラフであり、図4Bは、偏光分離素子を傾斜させる角度とP偏光に関する80%透過波長との関係を説明するグラフであり、図4Cは、偏光分離素子を傾斜させる角度とS偏光に関する80%透過波長との関係を説明するグラフである。

[図5]第2実施形態に係る光源装置の要部を説明する図である。

[図6]図6Aは、図5の光源装置に組み込まれた偏光分離素子の透過特性を示すグラフであり、図6Bは、比較例の光源装置に組み込まれた偏光分離素子の透過特性を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] [第1実施形態]

以下、図面を参照しつつ、本発明に係る第 1 実施形態の光源装置を組み込んだ投影装置について説明する。

[0015] 図 1 に示すように、第 1 実施形態に係る投影装置 2 は、多様な映像信号に対応する画像の投影を可能にするものであり、光源装置 2 1、偏光ビームスプリッター 2 2、反射型液晶素子 2 3、投影光学系 2 6、及び回路部 2 9 を備える。

[0016] 投影装置 2 のうち光源装置 2 1 は、励起光 E L として機能するレーザー光 L 1 を略平行な状態で射出するビーム形成部 3 1 と、励起光 E L の光路から蛍光光 F L 等を含む照明光 L 2 の光路を分離する偏光分離素子 3 2 と、レーザー光 L 1 の偏光状態を変化させる位相差板 3 3 と、レーザー光 L 1 を励起光 E L として被照射体 4 1 上に集光するとともに被照射体 4 1 からの蛍光光 F L 等を略平行な光線として取り出すコンデンサーレンズ 3 4 と、レーザー光 L 1 から蛍光光 F L を生成するとともにレーザー光 L 1 を反射する被照射体 4 1 を有する光照射板 3 5 と、偏光分離素子 3 2 を通過した照明光 L 2 の強度を均一化する均一化光学系 3 6 と、照明光 L 2 の反射型液晶素子 2 3 への入射角度を調整するフィールドレンズ 3 8 とを備える。以上において、均一化光学系 3 6、フィールドレンズ 3 8 等は、照明光学系を構成する。

[0017] なお、後に詳述するが、光照射板 3 5 は、レーザー光 L 1 の照明下で照明光 L 2 を射出するが、具体的には、その回転にともなって緑色光、赤色光、及び青色光を周期的に切り換えつつ射出する。

[0018] 偏光ビームスプリッター (PBS) 2 2 は、偏光方向に応じて光路を分岐する光学素子である。偏光ビームスプリッター 2 2 は、一对の直角プリズムを貼り合わせたものであり、貼合わせ面において、一方の直角プリズムの斜面には、光源装置 2 1 から入射した所定方向の直線偏光である照明光 L 2 を選択的に透過させる偏光分離膜からなる偏光分離面 2 2 a が形成されている。この偏光ビームスプリッター 2 2 により、光源装置 2 1 から射出された照明光 L 2 を透過させ、後述する反射型液晶素子 2 3 に入射させることができる。また、偏光ビームスプリッター 2 2 により、この反射型液晶素子 2 3 で

反射された映像光L 3を反射し、投影光学系2 6に入射させることができる。ここで、偏光分離面2 2 aは、これを基準とするP偏光を透過させS偏光を反射するものとなっている。

[0019] 反射型液晶素子2 3は、映像光L 3を形成する表示パネルすなわち画像表示素子であり、特に空間的に反射率を変化させることによって照明光L 2から映像光L 3を形成する点でライトバルブ又は空間光変調素子と言える。反射型液晶素子（画像表示素子）2 3は、板状の電子部品である画像表示パネルからなる。この反射型液晶素子2 3は、LCOS（liquid crystal on silicon）とも称されるマイクロディスプレイであり、シリコンチップの表面に直接回路が形成され対向基板との間に液晶層を挟み込んだものである。反射型液晶素子2 3は、液晶層に対し駆動信号に応じた電圧が画素毎に印加されると、液晶分子の配列を変化させることで照明光L 2を変調し、反射によって所望の画像を表示するものである。図示のように、偏光分離面2 2 aを基準とするP偏光を照明光L 2として反射型液晶素子2 3に入射させる構成をとる場合、偏光分離面2 2 aを基準とするS偏光が映像光L 3として反射される。

[0020] 投影光学系2 6は、詳細な説明を省略するが、画像表示素子である反射型液晶素子2 3から得られる像を拡大してスクリーンその他の被投影体（不図示）に投影する。投影光学系2 6は、複数のレンズ群及び／又は反射面からなり、一部のレンズ群を光軸SX方向に移動させることにより、フォーカシングや変倍を行わせることができる。

[0021] 回路部2 9のうち、映像駆動回路2 5は、コンピューター等の端末機器を含む種々のコンテンツ・ソース（不図示）から入力された映像信号に基づいて反射型液晶素子2 3に表示動作を行わせる。光源駆動回路2 7は、光源装置2 1のビーム形成部3 1に設けたレーザーアレイ5 1に点灯動作を行わせて、蛍光体ホイールである光照射板3 5に対してレーザー光L 1を照射させる。

[0022] 制御回路2 8は、映像駆動回路2 5、光源駆動回路2 7等の動作を統括的

に制御する。制御回路 28 は、光源駆動回路 27 を介して光源装置 21 を動作させてこれから照明光 L2 を射出させるとともに、映像駆動回路 25 を介して反射型液晶素子 23 に映像信号に対応する駆動信号を出力させ画像の表示動作を行わせる。この際、映像駆動回路 25 は、駆動部 39 を介して光照射板 35 の回転位置を監視しており、光照射板 35 の回転軸 RX を中心とする回転に伴って光照射板 35 から順次射出される青色光、緑色光、及び赤色光に同期させて反射型液晶素子 23 に各色の表示動作を行わせる。

[0023] 以下、図 2A を参照して、光源装置 21 の構成要素、機能、動作等について詳細に説明する。

[0024] まず、ビーム形成部 31 は、レーザーアレイ 51 と、コリメーターアレイであるフライアイ光学系 52 と、ビーム縮小レンズ 53 とを含む。ここで、レーザーアレイ 51 は、被照射体 41 に組み込まれた蛍光体に対する励起光源であるとともに、青色用の照明光源ともなっている。レーザーアレイ（励起光源）51 は、青色のレーザー光 L1 を射出する発光源としてのレーザーダイオード 51a（以下、LD と呼ぶ）を 2 次元的に配列することによって構成されたものであり、偏光方向の揃った光を射出する。レーザーアレイ 51 がアレイ状に配列された複数のレーザーダイオード 51a を有することにより、光源を小型化しつつ大光量の励起光 EL を得ることができる。なお、レーザー光 L1 は、偏光分離素子 32 を基準とする S 偏光の青色光である。フライアイ光学系 52 は、レーザーアレイ 51 を構成する多数の LD（発光源）51a に対応して多数のレンズ素子を含む。フライアイ光学系 52 は、レーザーアレイ 51 を構成する各 LD（発光源）51a から射出されたレーザー光 L1（青色光）を略平行光線とする。ビーム縮小レンズ 53 は、正及び負レンズを組み合わせたアフォーカル系であり、レーザー光 L1 を略平行光線のままにしてその光線径を減少させ、所望の断面積を有するレーザー光 L1 とする。

[0025] 図 2A に示す偏光分離素子 32 は、平板状の光学素子であり、レーザーアレイ（励起光源）51 と被照射体 41 との光路間である、ビーム形成部 31

と光照射板 35 との間又は光照射板 35 と均一化光学系 36 との間に配置されて、照明光 L2 を励起光 EL の光路から分離する。より詳細には、偏光分離素子 32 は、青色光については P 偏光を透過させるとともに S 偏光を選択的に反射する通常の偏光分離ミラーとしての機能と、緑色光及び赤色光を選択的に透過させるダイクロイックミラーとしての機能とを有する。偏光分離素子 32 は、平行平板の片面に誘電体多層膜からなる偏光分離面 32a を形成したものであり、S 偏光である青色の励起光 EL を反射し、被照射体 41 側から青色光のままで逆行し偏光方向を変えられて P 偏光となった青色光を透過させて均一化光学系 36 に導く。また、偏光分離素子 32 は、励起光 EL の照射によって被照射体 41 で発生し励起光 EL に対して逆進する緑色及び赤色の蛍光光 FL を偏光方向に関わらず透過させて均一化光学系 36 に導く。このように、偏光分離素子 32 は、レーザーアレイ 51 側から入射した青色光を励起光 EL として反射するとともに、被照射体 41 側から入射した蛍光光 FL 及び青色光を照明光 L2 として透過させる。これにより、被照射体 41 等の配置を簡潔なものとできる。また、偏光分離素子 32 が、励起光 EL による励起によって被照射体 41 から射出された蛍光光 FL と、励起光 EL を被照射体 41 で反射させることによって得た光とを、照明光 L2 として、レーザーアレイ 51 から被照射体 41 に向けての励起光 EL の光路から分離することにより、蛍光光 FL を無駄なく効率良く取り出すことができる。また、このように構成することで、被照射体 41 を励起光 EL 及び蛍光光 FL を照明光 L2 として利用する反射型のものとすることができ、省スペースで簡潔な照明光学系とできる。

[0026] ここで、偏光分離素子 32 に設けた偏光分離面 32a は、その法線を基準として照明光 L2 の光軸 SX に対して 50° 以上であって 80° 以下の角度 θ で配置されている。見方を変えれば、偏光分離素子 32 の偏光分離面 32a の光軸 SX に対する傾き角 ϕ は、 10° 以上であって 40° 以下となっている。偏光分離面 32a の角度 θ を 50° 以上 80° 以下とすることにより、詳細は後述するが、青色における S 偏光の反射波長と P 偏光の透過波長と

の差を大きくすることができ、偏光分離素子 3 2 の製造バラツキによる遮断波長のずれや、光源波長のバラツキや変化があった場合でも、励起光 E L と照明光 L 2 との分離を良くすることができ、光の利用効率を高めることができる。一方、偏光分離面 3 2 a の角度 θ は、 50° 以上 70° 以下とすれば、より好ましく、偏光分離面 3 2 a のサイズが照明光 L 2 の光束断面に比較して大きくなりすぎることを防止でき、光源装置 2 1 の小型化が容易になる。なお、偏光分離素子 3 2 は、プリズムで構成されたものであってもよい。

[0027] 位相差板 3 3 は、複屈折性の材料からなる $1/4$ 波長板である。位相差板 3 3 は、偏光分離素子 3 2 で反射された S 偏光の励起光 E L を透過させて S 偏光から円偏光とする。また、位相差板 3 3 は、励起に利用されず被照射体 4 1 側から戻ってきた青色光（すなわち励起光 E L として用いられなかったレーザー光 L 1）を透過させて円偏光から P 偏光とする。これにより、位相差板 3 3 を経て被照射体 4 1 側から戻ってきた青色光すなわち励起に利用されなかったレーザー光 L 1 は、偏光分離素子 3 2 を殆ど通過し、均一化光学系 3 6 に効率的に導かれる。つまり、偏光分離素子 3 2 と位相差板 3 3 とを組み合わせることにより、青色光を励起光 E L として利用しつつ照明光 L 2 としても効率的に利用することができる。

[0028] コンデンサーレンズ 3 4 は、偏光分離素子 3 2 で反射されたレーザー光 L 1 を励起光 E L として光照射板 3 5 の被照射体 4 1 に集光する。また、コンデンサーレンズ 3 4 は、被照射体 4 1 の蛍光体で発生した緑色及び赤色の蛍光光 F L を集めて偏光分離素子 3 2 に導く。コンデンサーレンズ 3 4 は、光照射板 3 5 の被照射体 4 1 において蛍光体とは別に設けられた散乱性の反射面で反射されたレーザー光 L 1 すなわち青色光を集めて偏光分離素子 3 2 に導く役割も有する。

[0029] 図 2 B に示すように、光照射板 3 5 は、蛍光体ホイールであり、環帯状の被照射体 4 1 と、これを支持する基板 4 2 とを有する。被照射体 4 1 には、3 つの領域 A R 1 ~ A R 3 が設けられている。被照射体 4 1 において、緑色領域 A R 1 は、励起光 E L の照射によって形成された緑色波長域の蛍光光 F

Lを、励起光E Lに対して逆行するように射出する。赤色領域A R 2は、励起光E Lの照射によって形成された赤色波長域の蛍光光F Lを、励起光E Lに対して逆行するように射出する。青色領域A R 3は、レーザー光L 1を若干拡散させつつ反射する。

[0030] 図2 Aに戻って、ビーム形成部3 1から射出され偏光分離素子3 2で反射されたレーザー光L 1は、励起光E Lとして光照射板3 5の被照射体4 1のうち緑色領域A R 1や赤色領域A R 2に入射した場合、緑色や赤色の蛍光光F Lすなわち照明光L 2を発生する。また、ビーム形成部3 1から射出され偏光分離素子3 2で反射されたレーザー光L 1は、光照射板3 5の被照射体4 1のうち青色領域A R 3に入射した場合、そのまま青色の照明光L 2として反射される。つまり、照明光L 2には、レーザー光L 1から得た緑色及び赤色の蛍光光F Lのほかに、レーザー光L 1自体である青色光が含まれる。

[0031] なお、詳細な説明を省略するが、図1に示す均一化光学系3 6は、偏光分離素子3 2を通過した照明光L 2を集光する集光レンズ3 6 aと、集光レンズ3 6 aからの照明光L 2を一端で受けて均一な強度分布の光線束として他端から射出させる導光ロッド3 6 bとを有する。フィールドレンズ3 8は、図示の例では複数のレンズで構成され、導光ロッド3 6 bの他端から射出される照明光L 2が適度の収束角又は発散角で反射型液晶素子2 3に入射するように調整する。

[0032] 以下、光源装置2 1に組み込まれている偏光分離素子3 2の光軸S Xに対する角度の調整とその意義について説明する。

[0033] 偏光分離素子3 2の偏光分離面3 2 aにおいて、その法線と光軸S Xとの角度 θ は、通常の利用方法では、 45° に設定される。しかしながら、本願発明者は、角度 θ を 45° とした場合、青色のS偏光を反射しつつ青色のP偏光を透過させる効率が下がる傾向が生じることを確認した。そのため、本実施形態では、偏光分離素子3 2の光軸S Xに対する角度 θ を $50^\circ \sim 80^\circ$ とした。

[0034] なお、ビーム形成部3 1から偏光分離素子3 2に入射させるレーザー光L

1の光軸は、偏光分離素子32に対してその傾斜の角度 θ ($=50^{\circ} \sim 80^{\circ}$)と略一致する角度となるように設定されている。つまり、ビーム形成部31と光照射板35とは、偏光分離素子32を挟んで対称的に配置されている。

[0035] 図3Aは、図1等に出す偏光分離素子32として組み込まれる具体例の光透過特性を示すグラフである。ここで、偏光分離素子32の偏光分離面32aの法線と光軸SXとの角度 θ を 60° に設定している。グラフにおいて、横軸は入射光の波長を示し、縦軸は透過率を示す。また、実線は、S偏光の透過率を示し、点線は、P偏光の透過率を示す。なお、図3Bは、同じ偏光分離素子32であって、角度 θ を 45° に設定した場合の光透過特性を示すグラフである。一点鎖線は、S偏光の透過率を示し、二点鎖線は、P偏光の透過率を示す。

[0036] 具体例の図3Aにおいて、実線で示すS偏光の遮断波長と点線で示すP偏光の遮断波長との差である分離波長幅 $\Delta\lambda$ は、 37 nm となり、一方、比較例の図3Bにおいて、分離波長幅 $\Delta\lambda$ は、 23 nm と狭くなる。このことから、 $\theta = 60^{\circ}$ に配置した場合、一般的な $\theta = 45^{\circ}$ に配置するよりもS偏光とP偏光との分離を確実なものとしてできることが分かる。

[0037] 比較例のように分離波長幅 $\Delta\lambda$ が狭い場合、例えばレーザーアレイ51の発光波長に幅がありバラツキがあると、S偏光の反射率又はP偏光の透過率のいずれかが劣化する。さらに、偏光分離面32aの製造誤差で遮断波長がずれても、S偏光の反射率又はP偏光の透過率のいずれかが劣化する。ここで、レーザーアレイ51の発光波長幅を狭め或いはバラツキを低減することは容易でない。また、偏光分離面32aの遮断波長を正確に制御することも容易でなく、仮に正確に制御しようとするとも過度のコスト増加を招く。

[0038] すなわち、角度 θ を $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ とすることにより、光源の発光波長のずれやバラツキ及び、偏光分離面の製造誤差があっても、高い効率を維持したまま、確実にS偏光とP偏光との分離が可能になるということである。

[0039] 図4Aは、図3A及び3Bの遮断波長及びその周辺を拡大し重ねて表示し

たものである。偏光分離素子 3 2 の偏光分離面 3 2 a の法線と光軸 S X との角度 θ が 45° から 60° へと大きくなると、偏光分離の効率 80% を満足する帯域 D B が広がる。例えば中心波長を 450 nm として $\pm 10\text{ nm}$ の範囲で偏光を分離する用途では、角度 θ が 45° の場合、帯域 D B が狭く、十分な偏光分離が確保できないおそれがあることが分かる。一方、角度 θ が 60° の場合、帯域 D B が広くなり、十分な偏光分離が確保でき、光の効率的な利用が可能になる。

[0040] 図 4 B は、偏光分離効率が 80% となる P 偏光の波長と、偏光分離素子 3 2 の偏光分離面 3 2 a の法線及び光軸 S X 間の角度 θ との関係をグラフ化したものである。また、図 4 C は、偏光分離効率が 80% となる S 偏光の波長と角度 θ との関係をグラフ化したものである。図 4 B によれば、角度 θ の増加に伴って P 偏光分離効率 80% に対応する波長が徐々に短波長側にシフトし、図 4 C によれば、角度 θ の増加に伴って S 偏光分離効率 80% に対応する波長が徐々に長波長側にシフトしている。以上のことから、角度 θ を 45° よりも大きくし、 60° 程度であれば、P 偏光分離効率 80% と S 偏光分離効率 80% との波長差を 1.5 倍程度以上に大きくでき、偏光分離素子 3 2 での青色光すなわち光源光の損失を低減することができる。

[0041] 以上で説明したように、第 1 実施形態に係る光源装置 2 1 では、偏光分離素子 3 2 の偏光分離面 3 2 a の法線が照明光学系の光軸 S X に対して 50° 以上の角度で配置されているので、S 偏光と P 偏光との遮断波長の差である分離波長幅 $\Delta\lambda$ を大きく確保することができ、励起光 E L と照明光 L 2 との分離を十分効率的なものとできる。これにより、光の効率的な利用が可能となるので、省スペースで簡潔な光学系を有する明るい光源を提供することができる。

[0042] [第 2 実施形態]

以下、第 2 実施形態に係る光源装置について説明する。なお、第 2 実施形態の光源装置は第 1 実施形態の光源装置を変形したものであり、特に説明しない事項は第 1 実施形態と同様である。

[0043] 図5に示すように、第2実施形態の光源装置21は、偏光分離素子32の反射及び透過の特性を反転させ、光照射板35の配置を変更したものとなっている。具体的には、偏光分離素子32は、青色光であるレーザー光L1についてはP偏光を選択的に透過させるとともにS偏光を反射する偏光分離ミラーとしての機能と、青色より長波長の蛍光光FLである緑色光及び赤色光を選択的に反射するダイクロイックミラーとしての機能とを有する。すなわち、偏光分離素子32は、P偏光である励起光ELを透過させ、被照射体41側から青色光のままで逆行し偏光方向を変えられてS偏光となったレーザー光L1や、励起光ELを照射されて被照射体41で発生した緑色及び赤色の蛍光光FLを反射して均一化光学系36に導く。

[0044] 図6Aは、図5に示す偏光分離素子32として組み込まれる具体例の光透過特性を示すグラフである。ここで、偏光分離素子32の偏光分離面32aの法線と光軸SXとの角度 θ は 60° に設定している。グラフにおいて、実線は、S偏光の透過率を示し、点線は、P偏光の透過率を示す。なお、図6Bは、同じ偏光分離素子32であって、角度 θ を 45° に設定した場合の光透過特性を示すグラフである。一点鎖線は、S偏光の透過率を示し、二点鎖線は、P偏光の透過率を示す。

[0045] 図6Aに示す具体例における分離波長幅 $\Delta\lambda$ は、図6Bに示す比較例における分離波長幅 $\Delta\lambda$ よりも十分広がっている。これにより、例えば波長450nmの青色のP偏光であるレーザー光L1を偏光分離素子32において高い効率で殆ど透過させて光照射板35に導きつつ、光照射板35で反射されて戻ってきた青色のS偏光であるレーザー光L1を偏光分離素子32において高い効率で殆ど反射させて均一化光学系36に導くことができる。

[0046] 以上、実施形態に係る光源装置等について説明したが、本発明に係る光源装置等は、上記のものには限られない。例えば、光源装置21、投影光学系26等の具体的な構成は、図示のものに限らず用途等に応じて適宜変更することができる。

[0047] また、画像表示素子として、反射型液晶素子23に代えてデジタルマイク

ロミラーデバイス（DMD）を用いることができる。この場合、偏光ビームスプリッター 22 に代えて DMD に照明光を入射させ、DMD からの反射光を投影光学系 26 に導くプリズムを配置すればよい。さらに、画像表示素子として、反射型液晶素子 23 に代えて透過型の液晶素子又は液晶パネルを用いてもよい。

[0048] ビーム形成部 31 において、レーザーアレイ 51 に代えて LED アレイを用いることもできるが、この際、LED アレイからの光の偏光方向を偏光分離素子 32 への入射前に揃えることが望ましい。

[0049] 上記実施形態では、光照射板 35 の被照射体 41 で緑色及び赤色の蛍光光 FL を発生させているが、被照射体 41 で緑色の蛍光光 FL のみを発生させることができる。この場合において、3 原色の表示を可能にするには、図 1 の光学系において、例えばダイクロイックミラー等を適所に組み込んで赤色光を照明光 L2 の光路に導くことができ、或いは偏光分離素子 32 を挟んでビーム形成部 31 の反対側に赤色の光源を配置するとともに偏光分離素子 32 の光学特性を変更し、赤色光を偏光分離素子 32 で反射させて照明光 L2 の光路に導くことができる。

[0050] 例えば図 1 の光学系において、ダイクロイックミラーとしての機能を有する偏光分離素子 32 に代えて一般的な偏光ビームスプリッターを用いることができる。この場合、緑色及び赤色の蛍光光 FL の特定偏光成分（具体的には S 成分）が偏光分離素子 32 によって予めカットされる。

[0051] 均一化光学系 36 は、導光ロッド 36b 等を用いるものに限らず、フライアイレンズ等を用いるものとできる。また、均一化光学系 36 に設けた導光ロッド 36b の前段、例えば集光レンズ 36a と導光ロッド 36b との間に、緑色及び赤色の蛍光の偏光方向を揃える偏光変換素子を配置することもできる。

[0052] 反射型液晶素子 23 は、偏光ビームスプリッター 22 の反射特性の切り換えや光源装置 21 に対する配置関係の変更によって、偏光ビームスプリッター 22 を挟んで投影光学系 26 の反対側に配置することができる。この場合

、偏光ビームスプリッター 22 により、光源装置 21 から射出された照明光 L2 を反射させ、反射型液晶素子 23 に入射させることができるとともに、反射型液晶素子 23 で反射された映像光 L3 を透過させ、投影光学系 26 に入射させることができる。

請求の範囲

- [請求項1] 励起光を射出する励起光源と、
励起光の照射を受けて蛍光光を含む照明光を射出する被照射体と、
前記被照射体から射出された照明光を導く照明光学系と、
前記励起光源と前記被照射体との光路間に配置され、照明光を透過及び反射の別によって励起光の光路から分離する偏光分離面を有する偏光分離素子と、
を備え、
前記偏光分離素子は、前記偏光分離面の法線と前記照明光学系の光軸とのなす角が 50° 以上 80° 以下となるよう配置されている光源装置。
- [請求項2] 前記偏光分離素子は、前記偏光分離面の法線と前記照明光学系の光軸とのなす角が 70° 以下で配置されている、請求項1に記載の光源装置。
- [請求項3] 前記偏光分離素子は、励起光による励起によって前記被照射体から射出された蛍光光と、励起光を前記被照射体で反射させることによって得た光とを、照明光として、前記励起光源から前記被照射体に向けての励起光の光路から分離する、請求項1及び2のいずれか一項に記載の光源装置。
- [請求項4] 前記励起光源は、励起光として青色光を射出し、
前記被照射体は青色光を反射する領域と、青色光による励起によって前記青色光と異なる可視域の蛍光光を発する領域とを有し、
前記偏光分離素子は、位相差板と組み合わせて用いられ、前記励起光源からの特定方向の偏光である青色光を前記被照射体に導くとともに、前記被照射体で反射され前記位相差板で偏光の方向を変えられた青色光と前記蛍光光とを、それぞれ照明光の光路に導く、請求項1～3のいずれか一項に記載の光源装置。
- [請求項5] 前記偏光分離素子は、前記励起光源側から入射した青色光を励起光

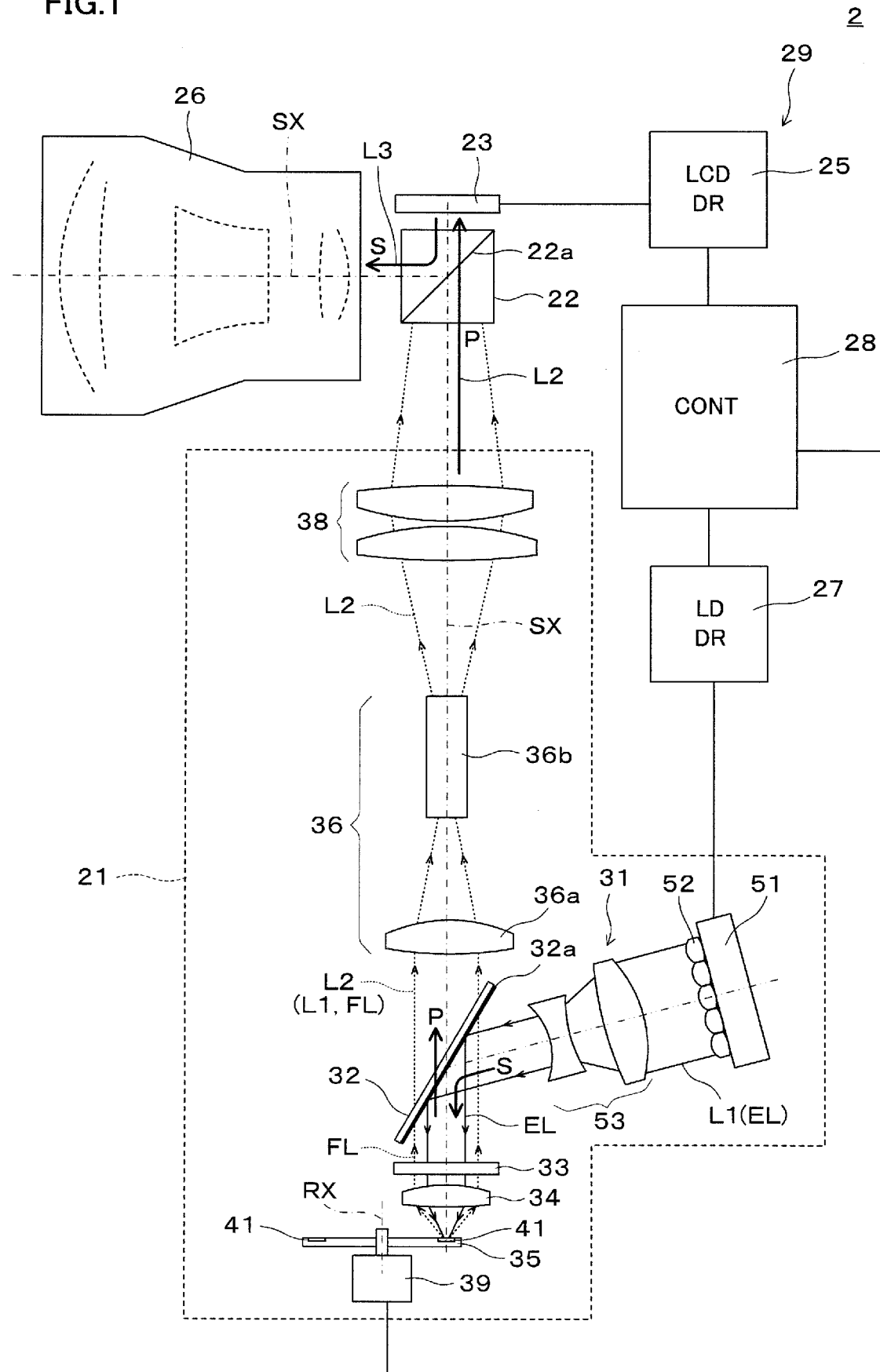
として反射するとともに、前記被照射体側から入射した蛍光光及び青色光を照明光として透過させる平板状の部材である、請求項 4 に記載の光源装置。

[請求項6] 前記励起光源は、アレイ状に配列された複数の発光源を有する、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の光源装置。

[請求項7] 請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の光源装置と、
前記光源装置によって照明される画像表示素子と、
前記画像表示素子により形成される像を投影する投影光学系と、
を備える投影装置。

[図1]

FIG.1



[図2]

FIG.2A

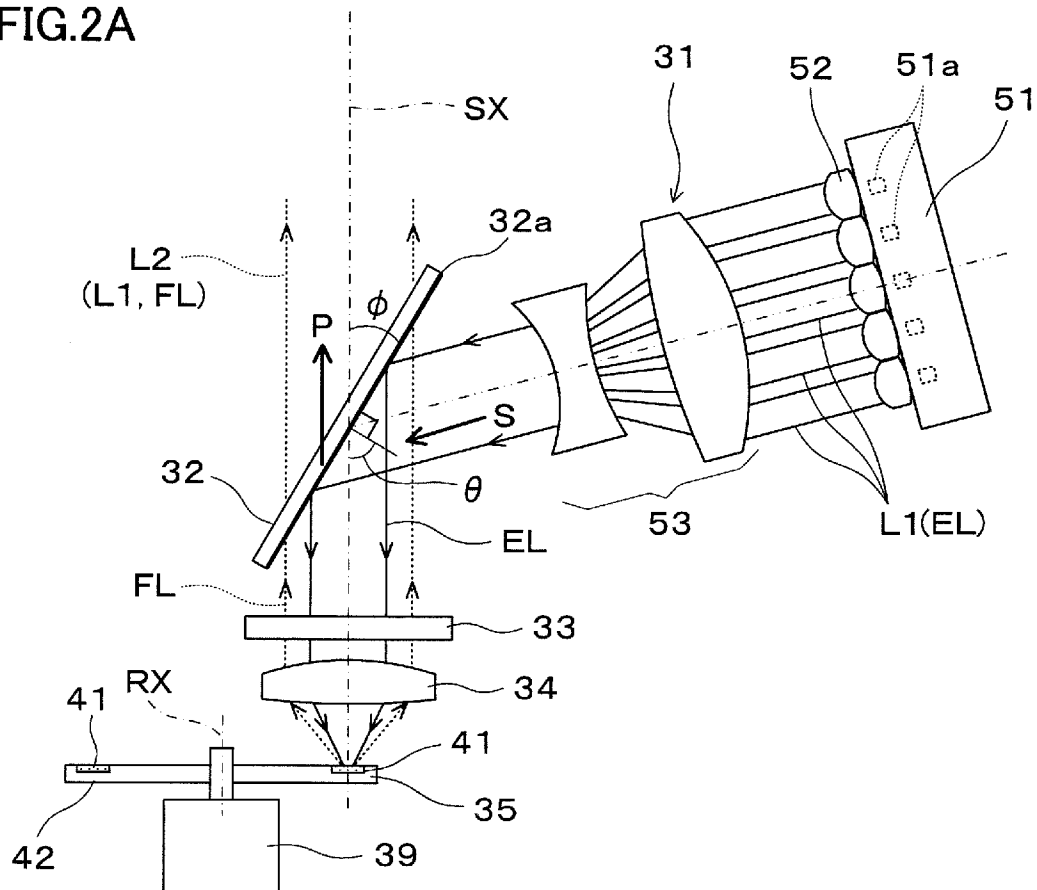
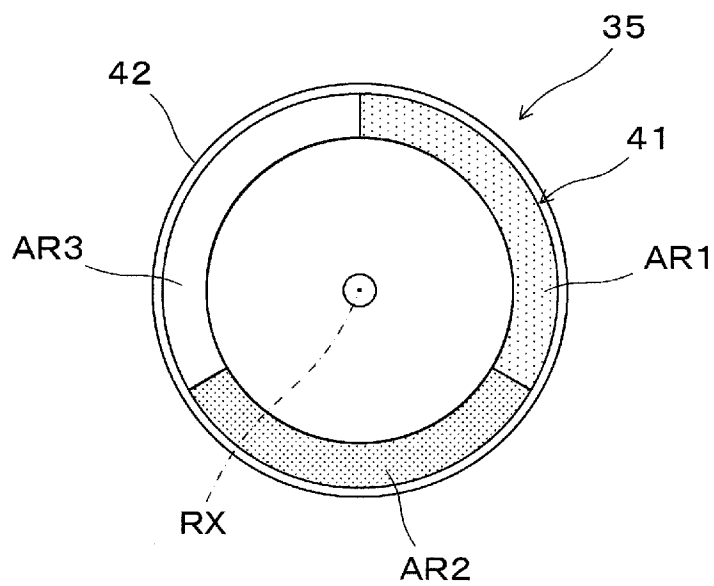


FIG.2B



[図3]

FIG.3A

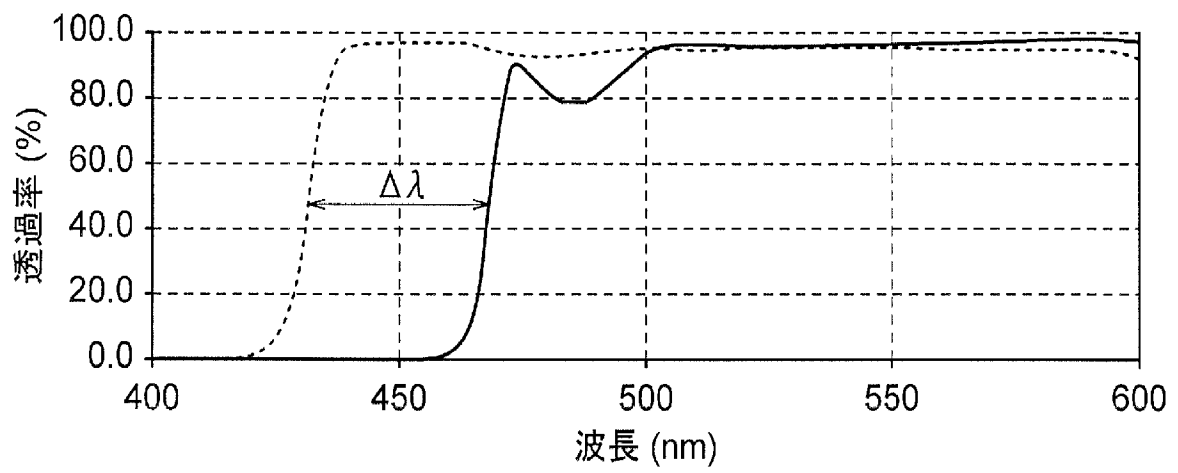
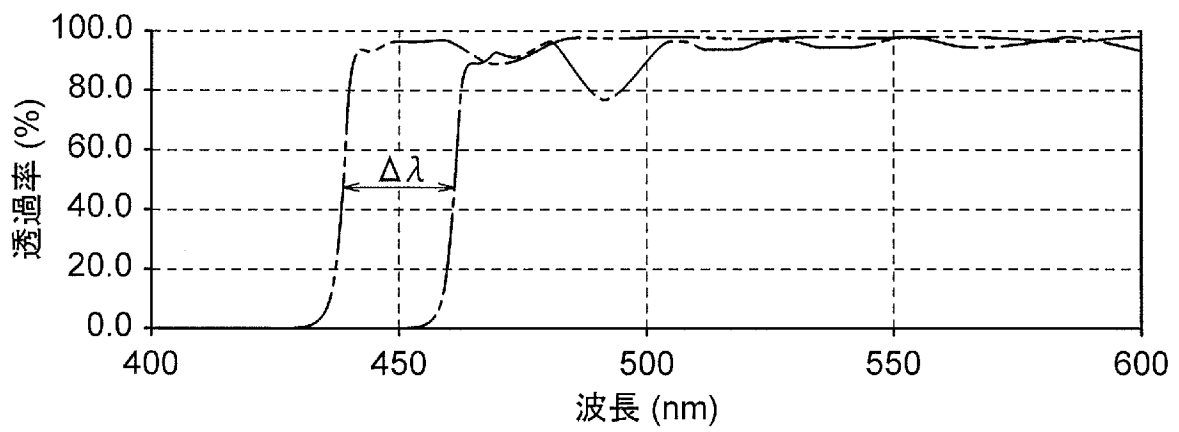


FIG.3B



[図4]

FIG.4A

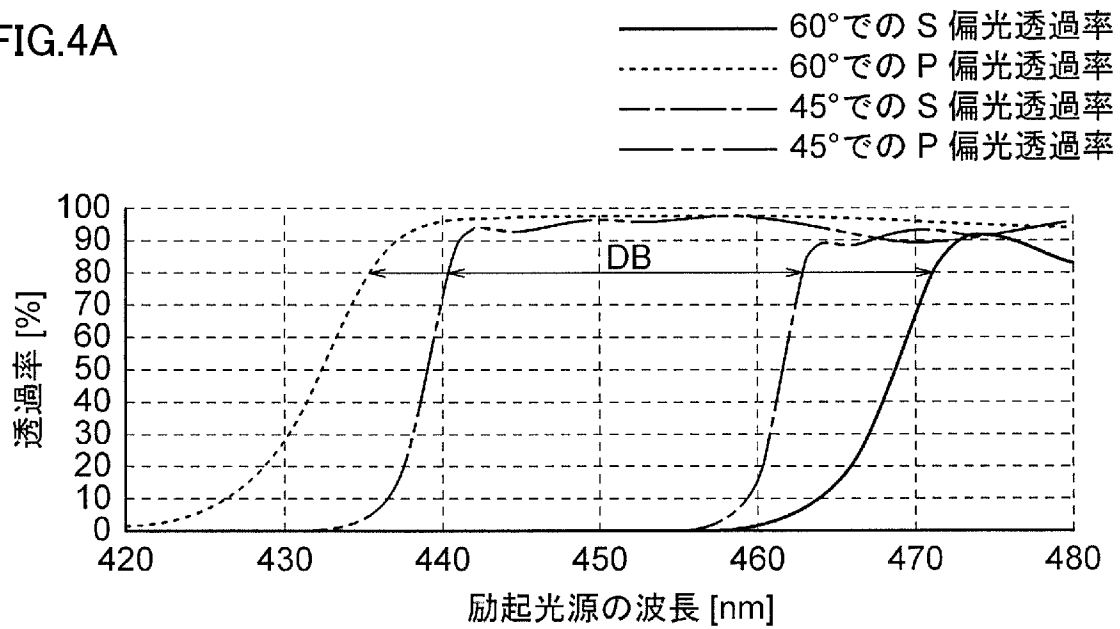


FIG.4B

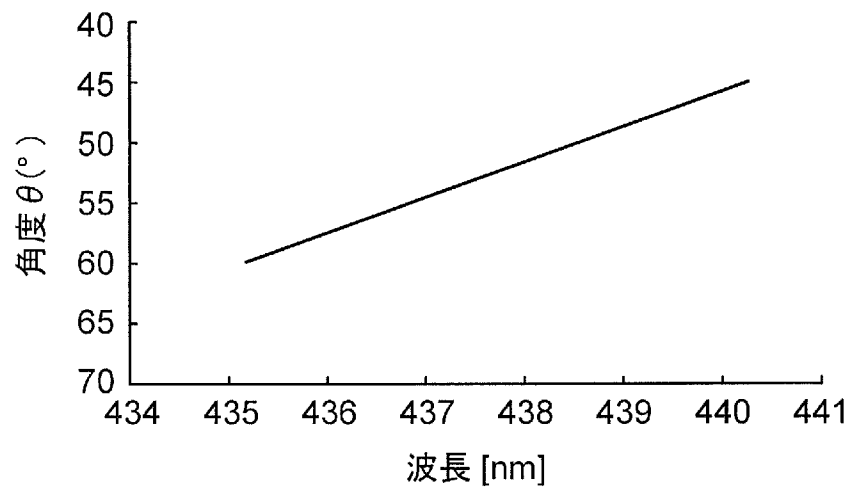
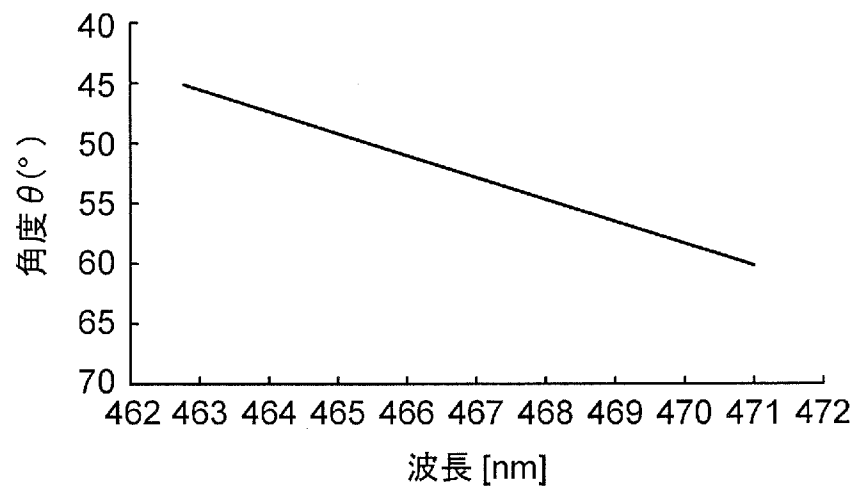
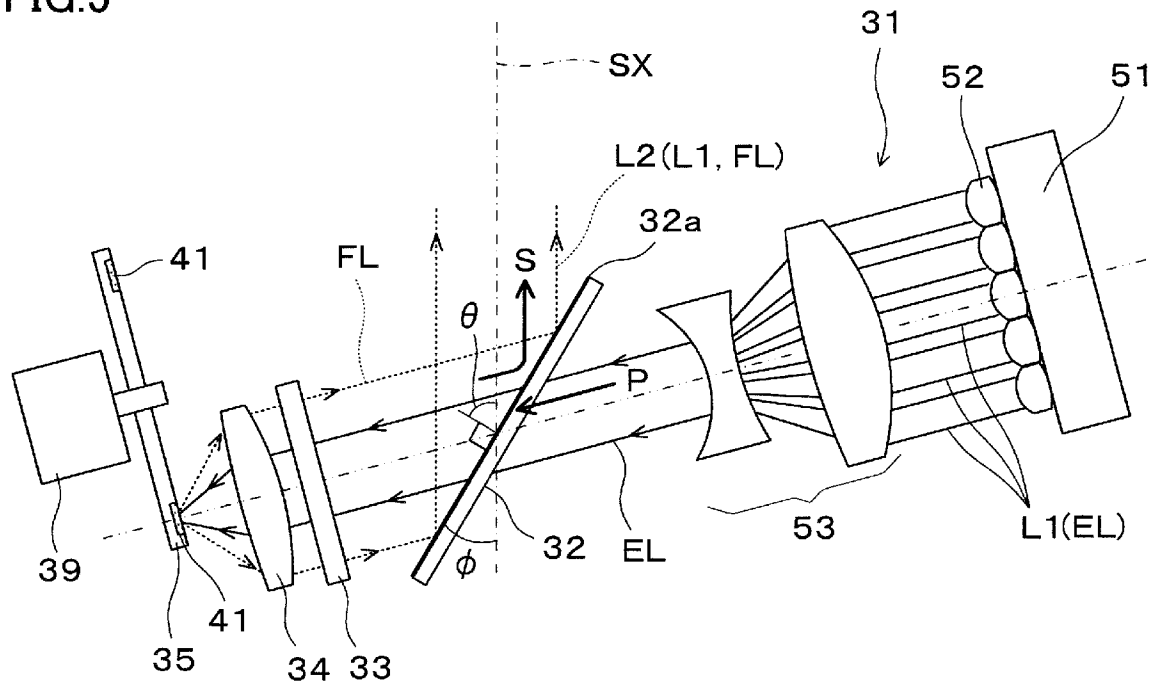


FIG.4C



[図5]

FIG.5



[図6]

FIG.6A

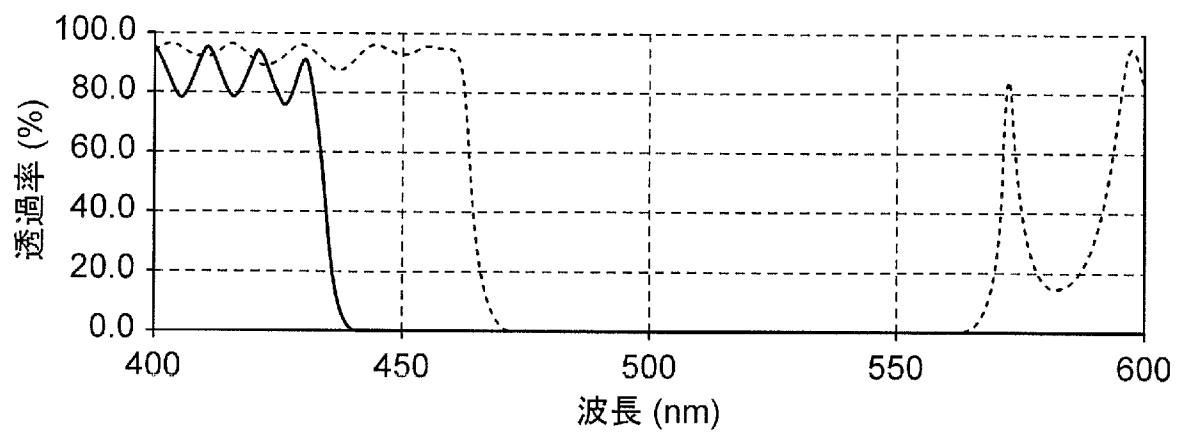
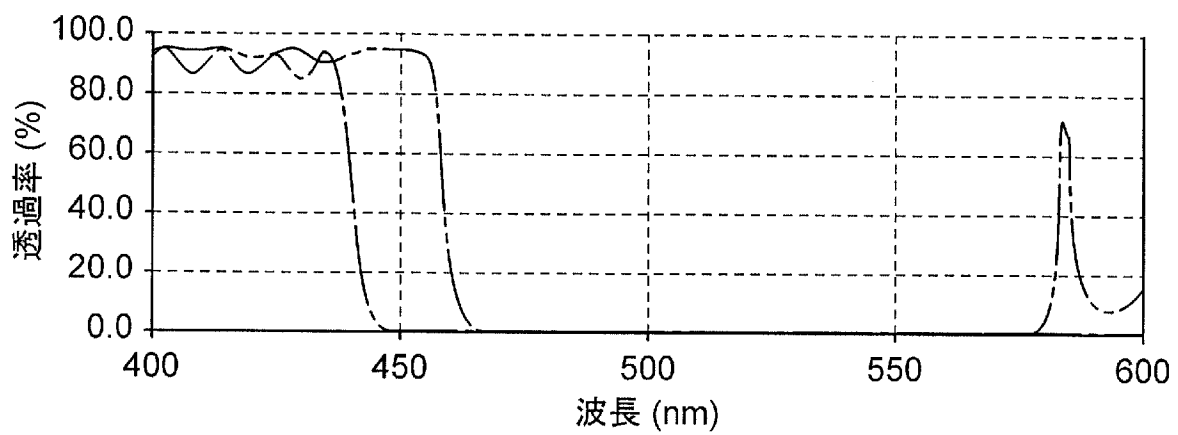


FIG.6B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/071698

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03B21/14(2006.01)i, F21S2/00(2016.01)i, F21V7/22(2006.01)i, G03B21/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03B21/14, F21S2/00, F21V7/22, G03B21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-108486 A (Panasonic Corp.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraphs [0052] to [0067], [0082] to [0088]; fig. 1, 6 & US 2012/0127435 A1 paragraphs [0064] to [0079], [0094] to [0100]; fig. 1, 6A, 6B	1-7
Y	JP 2003-014932 A (Canon Inc.), 15 January 2003 (15.01.2003), paragraphs [0007] to [0019]; fig. 2 & US 2003/0107808 A1 paragraphs [0007] to [0025], [0037] to [0058]; fig. 2A, 2B & EP 1276000 A2	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 October 2016 (06.10.16)

Date of mailing of the international search report
18 October 2016 (18.10.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/071698

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-066551 A (Sharp Corp.), 16 March 2001 (16.03.2001), paragraphs [0016], [0031] to [0033]; fig. 1, 2, 4 (Family: none)	1-7
A	JP 2008-181074 A (Ricoh Co., Ltd.), 07 August 2008 (07.08.2008), entire text; all drawings & US 2008/0158673 A1 & EP 1939655 A2 & CN 101290366 A & TW 200844481 A	1-7
A	US 7926949 B1 (SIMON BOOTHROYD), 19 April 2011 (19.04.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03B21/14(2006.01)i, F21S2/00(2016.01)i, F21V7/22(2006.01)i, G03B21/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03B21/14, F21S2/00, F21V7/22, G03B21/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-108486 A（パナソニック株式会社）2012.06.07, 段落【0052】～【0067】、【0082】～【0088】、 図1、図6 & US 2012/0127435 A1, Pars[0064]-[0079], [0094]-[0100], Figs. 1, 6A, 6B	1-7
Y	JP 2003-014932 A（キヤノン株式会社）2003.01.15, 段落【0007】～【0019】、図2 & US 2003/0107808 A1, Pars[0007]-[0025], [0037]-[0058], Figs. 2A, 2B & EP 1276000 A2	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.10.2016

国際調査報告の発送日

18.10.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

南川 泰裕

21

4843

電話番号 03-3581-1101 内線 3273

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2001-066551 A (シャープ株式会社) 2001.03.16, 段落【0016】、【0031】～【0033】、図1、図2、図4 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2008-181074 A (株式会社リコー) 2008.08.07, 全文、全図 & US 2008/0158673 A1 & EP 1939655 A2 & CN 101290366 A & TW 200844481 A	1-7
A	US 7926949 B1 (SIMON BOOTHROYD) 2011.04.19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-7