

(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
2016年9月15日(15.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/143274 A1

(51) 国際特許分類:

<i>F21S 2/00</i> (2016.01)	<i>F21V 9/16</i> (2006.01)
<i>F21V 5/00</i> (2015.01)	<i>G02B 19/00</i> (2006.01)
<i>F21V 5/04</i> (2006.01)	<i>G03B 21/14</i> (2006.01)
<i>F21V 7/22</i> (2006.01)	<i>H04N 5/74</i> (2006.01)
<i>F21V 9/10</i> (2006.01)	<i>F21Y 115/10</i> (2016.01)
<i>F21V 9/14</i> (2006.01)	<i>G03B 21/00</i> (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/000881

(22) 国際出願日: 2016年2月18日(18.02.2016)

(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 2015-045585 2015年3月9日(09.03.2015) JP
特願 2015-241842 2015年12月11日(11.12.2015) JP

(71) 出願人: セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1608801 東京都新宿区新宿四丁目1番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 秋山 光一 (AKIYAMA, Koichi); 〒3928502 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 Nagano (JP). 柏木 章宏 (KASHIWAGI, Akihiro); 〒3928502 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 Nagano (JP). ▲高▼木 千種 (TAKAGI, Chigusa); 〒3928502 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 Nagano (JP).

(74) 代理人: 渡辺 和昭, 外 (WATANABE, Kazuaki et al.); 〒3998702 長野県松本市寿小赤2070セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内 Nagano (JP).

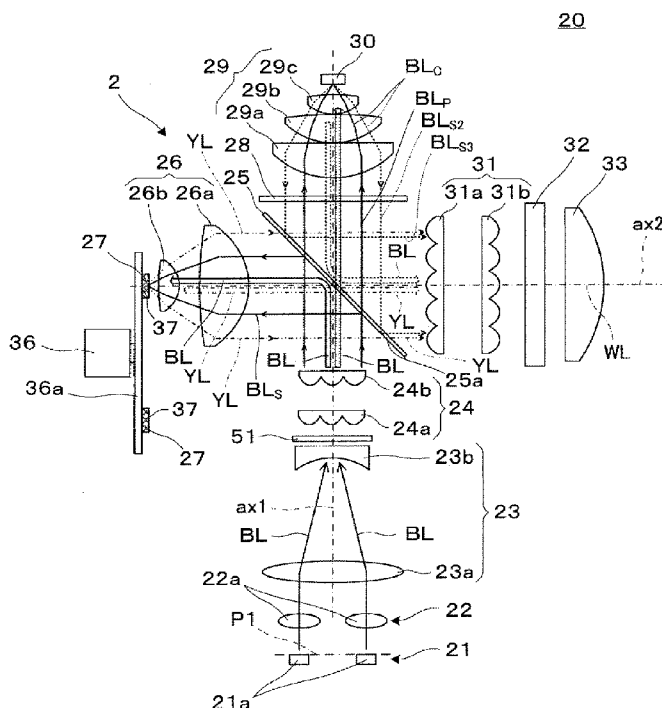
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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

[続葉有]

(54) Title: LIGHT SOURCE DEVICE AND PROJECTOR

(54) 発明の名称: 光源装置及びプロジェクター



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a light source device having a high light use efficiency, and a projector having the light source device assembled thereto. A light source device 2 is provided with: a light emitting element; a light collecting optical system to which a first component in light outputted from the light emitting element is inputted; an optical element to which the first component passed through the light collecting optical system is inputted; and a pickup optical system to which the first component is inputted via the optical element. The light collecting optical system and/or the pickup optical system includes a first lens formed of quartz.

(57) 要約: 光の利用効率が高い光源装置及びこれを組み込んだプロジェクターを提供することを目的とする。光源装置2は、発光素子と、前記発光素子から射出された光のうち第1の成分が入射する集光光学系と、前記集光光学系を透過した前記第1の成分が入射する光学素子と、前記光学素子を経由した前記第1の成分が入射するピックアップ光学系と、を備える。集光光学系およびピックアップ光学系のうち少なくとも一方は、石英で形成された第1のレンズを含む。

WO 2016/143274 A1



ロツパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：光源装置及びプロジェクター

技術分野

[0001] 本発明は、光源装置及び当該光源装置を用いたプロジェクターに関する。

背景技術

[0002] プロジェクター用の光源装置として、固体光源を用いたものが提案されている（例えば特許文献１）。

この特許文献１の光源装置において、固体光源から射出された青色光のうちP偏光成分はダイクロイックミラーを透過する。ダイクロイックミラーを透過した青色光は集光レンズによって蛍光体に集光される。青色光のうち一部は蛍光体で蛍光に変換され、蛍光に変換されなかった青色光はダイクロイックミラーに向かって反射される。ダイクロイックミラーと蛍光体との間には位相差板が設けられているため、ダイクロイックミラーに再び入射する青色光はS偏光となっている。S偏光の青色光は蛍光とともに、被照明物に向けてダイクロイックミラーで反射される。

[0003] しかし、固体光源のパワーを大きくすると、被照明物に向けてダイクロイックミラーで反射される青色光の強度が低下し、青色光の利用効率が低下する、という問題があった。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２０１２－１０８４８６号公報

発明の概要

[0005] 本発明は、上記した事情に鑑みてなされたものであり、光の利用効率が高い光源装置及びこれを組み込んだプロジェクターを提供することを目的とする。

[0006] 上記目的を達成するため、本発明に係る光源装置は、発光素子と、発光素子から射出された光のうち第１の成分が入射する集光光学系と、集光光学系

を透過した第1の成分が入射する光学素子と、光学素子を経由した第1の成分が入射するピックアップ光学系と、を備えた光源装置であって、集光光学系およびピックアップ光学系のうち少なくとも一方は、石英で形成された第1のレンズを含む。ここで、集光光学系とピックアップ光学系とは、互いに異なる物でもよいし同じ物でもよい。

なお、本明細書において、第1の成分のことを第1の光線束と称する。また、光学素子には、拡散反射素子、透過型拡散素子等が含まれる。

[0007] 上記光源装置では、第1のレンズが内部吸収および熱膨張係数が小さい石英で形成されているので、第1のレンズは光吸収による自己発熱をしにくい。たとえ光吸収によって第1のレンズの温度が上昇しても、第1のレンズの熱歪みによって生じる複屈折があまり大きくなる。そのため、集光光学系を透過する光の偏光状態が変化しにくく、偏光分離素子などによる損失を低減することができる。従って、高い光利用効率が得られる。

[0008] 本発明に係る光源装置の具体的な側面又は観点において、光学素子は第1の成分を反射させる反射面を備え、反射面で反射した第1の成分がピックアップ光学系に入射する。このように光学素子が反射素子であっても、高い光利用効率が得られる。

[0009] 本発明の別の側面において、発光素子と集光光学系との間の光路中に設けられた偏光分離素子と、偏光分離素子と集光光学系との間の光路中に設けられ、光のうち偏光分離素子を経由した第1の成分が入射する位相差素子と、をさらに備え、集光光学系はピックアップ光学系を兼ねており、反射面で反射された第1の成分は、ピックアップ光学系と位相差素子とを透過して偏光分離素子に入射する。このように偏光分離素子を用いる場合も、高い光利用効率が得られる。

[0010] 本発明に係る光源装置の別の側面において、集光光学系およびピックアップ光学系が有する複数のレンズ面のうち少なくとも一つのレンズ面は、円錐定数がマイナスの非球面である。円錐定数がマイナスの非球面レンズは、レンズ面の周辺に向けてパワーが弱まるので、集光光学系を比較的肉厚のレン

ズで構成した場合であっても、球面収差の補正が比較的容易である。したがって、乱れの少ない状態で第1の成分を被照明体側に取り出すことができる。

[0011] 本発明の別の側面において、第1のレンズは、集光光学系において最も位相差素子側に配置されており、第1のレンズは、位相差素子側に円錐定数がマイナスの非球面を有し、位相差素子とは反対側に曲率半径が1000mm以上の曲面又は平面を有する。この場合、第1のレンズにおいて、上記非球面の反対側の面が凸面の場合、当該凸面の曲率が小さいため、反射素子側の要素（例えばレンズまたは反射素子）と第1のレンズとの間隔を小さくすることができる。そのため、反射素子側から第1のレンズに入射する光線束の径が大きくなるために第1のレンズが大きくなる、ということを回避できる。

[0012] 本発明のさらに別の側面において、集光光学系は、集光光学系において最も光学素子側に配置された第2のレンズをさらに含み、第2のレンズは、石英で形成されており、第2のレンズの光学素子側のレンズ面は、曲率半径が1000mm以上の曲面又は平面である。この場合、第2のレンズにおいて、上記レンズ面が凸面の場合、当該凸面の曲率半径が小さいため、第2のレンズの周辺部における第2のレンズと反射素子との間隔を小さくすることができる。そのため、第2のレンズに入射する光線束の径が大きくなるために第1のレンズが大きくなる、ということを回避できる。

[0013] 本発明のさらに別の側面において、第1のレンズは、集光光学系において最も反射素子側に配置されている。

[0014] 本発明のさらに別の側面において、集光光学系は、集光光学系において最も位相差素子側に配置された第3のレンズをさらに含み、第3のレンズの光弾性定数は、第1のレンズの光弾性定数よりも小さい。この場合、第3のレンズは、石英以外の硝材で形成されている。しかし、第3のレンズの光弾性定数が第1のレンズの光弾性定数よりも小さいため、第3のレンズが熱膨張しても複屈折があまり大きくならない。従って、光の利用効率を高めること

ができる。

[0015] 本発明のさらに別の側面において、第3のレンズは、位相差素子側に円錐定数がマイナスの非球面を有する。この構成によれば、第2のレンズによって収差を補正することができ、乱れの少ない状態で第1の成分を被照明物側に取り出すことができる。

[0016] 本発明のさらに別の側面において、集光光学系は、第1のレンズと隣り合う第4のレンズをさらに備え、第4のレンズは、石英で形成されている。

[0017] 本発明のさらに別の側面において、第1の成分とは波長が異なる色光を射出する波長変換素子をさらに含む。この構成によれば、複数の色光を含む光を被照明物側に照射することができる。

[0018] 上記目的を達成するため、本発明に係るプロジェクターは、上記した光源装置と、光源装置から射出された光を画像情報に応じて変調することにより画像光を形成する光変調装置と、画像光を投射する投射光学系とを備える。

[0019] 上記プロジェクターでは、高い光利用効率の光源装置を用いるので、高効率で明るい画像を投射することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]実施形態に係るプロジェクターの概略構成を示す平面図である。

[図2]実施形態に係る光源装置を備える照明装置を説明する概略構成図である。

[図3]レンズの硝材と光利用効率との関係を表す図である。

[図4]集光光学系の一実施例を説明する断面図である。

[図5]集光光学系の別の実施例を説明する断面図である。

[図6]集光光学系のさらに別の実施例を説明する断面図である。

[図7]集光光学系のさらに別の実施例を説明する断面図である。

[図8]集光光学系のさらに別の実施例を説明する断面図である。

[図9]集光光学系のさらに別の実施例を説明する断面図である。

[図10]集光光学系のさらに別の実施例を説明する断面図である。

[図11]変形例のプロジェクターの構成を示す概念図である。

発明を実施するための形態

- [0021] 以下、本発明の具体的な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。
- [0022] 図1は、プロジェクターの概略構成を示す平面図である。プロジェクター100は、照明装置20と、色分離光学系3と、光変調装置4Rと、光変調装置4Gと、光変調装置4Bと、合成光学系5と、投射光学系6とを備えている。
- [0023] 色分離光学系3は、照明装置20から射出された照明光WLを赤色光LRと、緑色光LGと、青色光LBとに分離するためのものである。色分離光学系3は、第1のダイクロイックミラー7a及び第2のダイクロイックミラー7bと、第1の全反射ミラー8a、第2の全反射ミラー8b及び第3の全反射ミラー8cと、第1のリレーレンズ9a及び第2のリレーレンズ9bとを備えている。
- [0024] 第1のダイクロイックミラー7aは、照明装置20からの照明光WLを赤色光LRと、緑色光LG及び青色光LBを含む光と、に分離する。第1のダイクロイックミラー7aは、赤色光LRを透過すると共に、緑色光LG及び青色光LBを反射する。第2のダイクロイックミラー7bは、緑色光LGを反射すると共に、青色光LBを透過する。
- [0025] 第1の全反射ミラー8aは、赤色光LRの光路中に配置されて、第1のダイクロイックミラー7aを透過した赤色光LRを光変調装置4Rに向けて反射する。一方、第2の全反射ミラー8b及び第3の全反射ミラー8cは、青色光LBの光路中に配置されて、第2のダイクロイックミラー7bを透過した青色光LBを光変調装置4Bに導く。緑色光LGは、第2のダイクロイックミラー7bから光変調装置4Gに向けて反射される。
- [0026] 第1のリレーレンズ9a及び第2のリレーレンズ9bは、青色光LBの光路中における第2の全反射ミラー8bの光入射側及び光射出側に配置されて

いる。第1のリレーレンズ9 a及び第2のリレーレンズ9 bは、青色光L Bの光路長が赤色光L Rや緑色光L Gの光路長よりも長くなることに起因した青色光L Bの光損失を補償する機能を有している。

[0027] 光変調装置4 Rは、赤色光L Rを画像情報に応じて変調し、赤色光L Rに対応した画像光を形成する。光変調装置4 Gは、緑色光L Gを画像情報に応じて変調し、緑色光L Gに対応した画像光を形成する。光変調装置4 Bは、青色光L Bを画像情報に応じて変調し、青色光L Bに対応した画像光を形成する。

[0028] 光変調装置4 R、光変調装置4 G、及び光変調装置4 Bには、例えば透過型の液晶パネルが用いられている。また、液晶パネルの入射側及び射出側それぞれには、偏光板（図示せず。）が配置されている。

[0029] また、光変調装置4 R、光変調装置4 G、及び光変調装置4 Bの入射側には、それぞれフィールドレンズ10 R、フィールドレンズ10 G、及びフィールドレンズ10 Bが配置されている。フィールドレンズ10 R、フィールドレンズ10 G、及びフィールドレンズ10 Bは、光変調装置4 R、光変調装置4 G、及び光変調装置4 Bのそれぞれに入射する赤色光L R、緑色光L G、及び青色光L Bのそれぞれを平行化するためのものである。

[0030] 合成光学系5には、光変調装置4 R、光変調装置4 G、及び光変調装置4 Bからの各色に対応した画像光が入射する。合成光学系5は、赤色光L R、緑色光L G、及び青色光L Bに対応した画像光を合成し、この合成された画像光を投射光学系6に向けて射出する。合成光学系5には、例えばクロスダイクロイックプリズムが用いられている。

[0031] 投射光学系6は、投射レンズ群からなり、合成光学系5により合成された画像光をスクリーンS C Rに向けて拡大投射する。これにより、スクリーンS C R上には、拡大されたカラー映像が表示される。

[0032] 図2を参照して照明装置20について説明する。照明装置20は、光源装置2と、インテグレータ光学系31と、偏光変換素子32と、重畳光学系33とを備えている。光源装置2は、アレイ光源21と、コリメーター光学系

22と、アフォーカル光学系23と、第1の位相差素子51と、ホモジナイザー光学系24と、偏光分離素子25と、第1の集光光学系26と、蛍光体層27と、第2の位相差素子28と、第2の集光光学系29と、拡散反射素子30とを備えている。第2の位相差素子28は請求項における位相差素子に相当し、拡散反射素子30は請求項における光学素子に相当し、第2の集光光学系29は請求項における集光光学系に相当する。また、第2の集光光学系29はピックアップ光学系を兼ねている。

[0033] 照明装置20において、アレイ光源21と、コリメーター光学系22と、アフォーカル光学系23と、第1の位相差素子51と、ホモジナイザー光学系24と、偏光分離素子25と、第2の位相差素子28と、第2の集光光学系29と、拡散反射素子30とは、光軸 $a \times 1$ 上に順次並んで配置されている。蛍光体層27と、第1の集光光学系26と、偏光分離素子25と、インテグレート光学系31と、偏光変換素子32と、重畳光学系33とは、光軸 $a \times 2$ 上に順次並んで配置されている。光軸 $a \times 1$ と光軸 $a \times 2$ とは、同一面内にあり、互いに直交する。

[0034] アレイ光源21は、複数の半導体レーザー（発光素子）21aを備えている。複数の半導体レーザー21aは、光軸 $a \times 1$ と直交する平面P1内において、アレイ状に並んで配置される。

[0035] 各半導体レーザー21aは、青色光BLを射出する。半導体レーザー21aは、青色光BLとして、例えばピーク波長が455nmのレーザー光を射出する。半導体レーザー21aから射出された青色光BLは、後述する偏光分離素子25に対するS偏光となっている。青色光BLの一部は、照明用の青色光として利用され、他の一部は蛍光体層27を励起して黄色の蛍光光を発生させるための励起光として利用される。

なお、半導体レーザー21aは、単一の波長を射出するものに限らず、互いに異なる波長を射出する複数の半導体レーザーに置き換えることができる。この場合、照明用の青色光として、例えば波長460nmのレーザー光を射出する半導体レーザーを用い、励起用の青色光として、例えば波長440

$n\text{ m}$ のレーザー光を射出する半導体レーザーを用いればよい。

- [0036] 青色光BLは、アレイ光源21から偏光分離素子25に向けて射出され、まずコリメーター光学系22に入射する。
- [0037] コリメーター光学系22は、アレイ光源21から射出された各青色光BLを平行光線に変換するものである。コリメーター光学系22は、光軸 $a \times 1$ と直交する平面に沿って配置された複数のコリメーターレンズ22aから構成されている。複数のコリメーターレンズ22aは、アレイ光源21を構成する各半導体レーザー21aにそれぞれ対応して例えばアレイ状に配置されている。
- [0038] コリメーター光学系22により平行光線に変換された青色光BLは、アフォーカル光学系23に入射する。アフォーカル光学系23は、青色光BLの光線束径を調整するものである。アフォーカル光学系23は、例えば凸レンズ23a及び凹レンズ23bから構成されている。
- [0039] アフォーカル光学系23により光線束径が調整された青色光BLは、第1の位相差素子51を透過し、さらにホモジナイザー光学系24に入射する。第1の位相差素子51は、例えば1/2波長板であり、第1の位相差素子51を適宜回転させることで、S偏光である青色光BLをS偏光成分とP偏光成分とを含む青色光BLに変換する。1/4波長板を第1の位相差素子51として用いてもよい。
- [0040] ホモジナイザー光学系24は、第1のマルチレンズアレイ24aと、第2のマルチレンズアレイ24bとから構成されている。マルチレンズアレイ24aは、青色光BLを複数の光線束に分割する複数の小レンズを備えている。
- [0041] ホモジナイザー光学系24を透過した青色光BLは、偏光分離素子25に入射する。偏光分離素子25は、光軸 $a \times 1$ 及び光軸 $a \times 2$ に対して45°の角度をなすように傾斜している。
- [0042] 偏光分離素子25の片面には、波長選択性を有する偏光分離層25aが設けられている。偏光分離素子25は、青色光BLを第1の光線束である青色

P偏光 BL_P と、第2の光線束である青色S偏光 BL_S とに分離する。偏光分離素子25は、青色S偏光 BL_S を、励起光として蛍光体層27に向けて反射し、青色P偏光 BL_P を拡散反射素子30に向けて透過させる。

[0043] また、偏光分離素子25は、青色光 BL とは波長帯が異なる蛍光光 YL を、その偏光状態にかかわらず透過させる色分離機能を有している。

[0044] 偏光分離素子25から平行光束に近い状態で射出された青色S偏光 BL_S は、第1の集光光学系26に入射する。第1の集光光学系26は、青色S偏光 BL_S を蛍光体層27に向けて集光させる。第1の集光光学系26はホモジナイザー光学系24と協同して、蛍光体層27上における青色S偏光 BL_S による照度の分布を均一化する。

[0045] 第1の集光光学系26は、例えばピックアップレンズ26a及びピックアップレンズ26bで構成されている。励起用の青色S偏光 BL_S は、第1の集光光学系26によって、波長変換素子である蛍光体層27上に集光される。

[0046] 蛍光体層27は、板材36aの上に環状に設けられている。板材36aは回転機構36に支持されて回転軸の周りに回転する。蛍光体層27は、励起光である波長455nmの青色S偏光 BL_S を、例えば500~700nmの波長域にピーク波長を有する蛍光光（黄色光） YL に変換して射出する。蛍光光 YL は青色S偏光 BL_S とは波長が異なる第3の光線束である。

[0047] 蛍光体層27と板材36aとの間には、反射部37が設けられている。反射部37は、蛍光体層27で生成された蛍光光 YL を反射する。

[0048] 蛍光体層27で生成された蛍光光 YL のうち、一部の蛍光光 YL は、反射部37によって第1の集光光学系26に向かって反射される。また、蛍光体層27で生成された蛍光光 YL のうち、他の一部の蛍光光 YL は、反射部37を介さずに第1の集光光学系26に向かって射出される。このようにして、蛍光光 YL が蛍光体層27から第1の集光光学系26側に向かって射出される。

[0049] 蛍光体層27から射出された蛍光光 YL は非偏光光である。蛍光光 YL は、第1の集光光学系26を通過した後、略平行光束として偏光分離素子25

に入射する。そして、この蛍光光 Y_L は、偏光分離素子25からインテグレート光学系31に向けて透過する。

[0050] 偏光分離素子25から平行光束に近い状態で射出された青色P偏光 BL_P は、第2の位相差素子28に入射する。第2の位相差素子28は、偏光分離素子25と拡散反射素子30との間の光路中に配置された $1/4$ 波長板($\lambda/4$ 板)である。したがって、偏光分離素子25から射出された青色P偏光 BL_P は、この第2の位相差素子28に入射することによって、円偏光である青色光 BL_C に変換された後、第2の集光光学系29に入射する。

[0051] 第2の集光光学系29は一枚以上のレンズからなり、熔融石英で形成されたレンズを含んでいる。以下、熔融石英で形成されたレンズを、石英レンズと称する。第2の集光光学系29は、正のパワーを有し比較的大径の第1ピックアップレンズ29aと、正のパワーを有する第2ピックアップレンズ29bと、正のパワーを有し比較的小径の第3ピックアップレンズ29cとを有する。第1ピックアップレンズ29aは、第2の集光光学系29内で拡散反射素子30から最も遠い位置(最も第2の位相差素子28側)に配置されている。第3ピックアップレンズ29cは、第2の集光光学系29内で拡散反射素子30に最も近い位置(最も近い側)に配置されている。なお、第2の集光光学系29を構成するレンズの枚数は3枚に限らない。

[0052] 第2の集光光学系29は、青色光 BL_C を拡散反射素子30上に集光させる。第2の集光光学系29は、ホモジナイザー光学系24と協同して、拡散反射素子30上における青色光 BL_C による照度の分布を均一化する。

[0053] 拡散反射素子30は、第2の集光光学系29から入射した青色光 BL_C を偏光分離素子25に向けて拡散反射させる。拡散反射素子30としては、垂直に入射した直線偏光を直線偏光として反射する特性を備えていることが好ましい。

[0054] 拡散反射素子30で拡散反射された青色光 BL_C は、第2の集光光学系29を逆行して略平行光束とされる。第2の集光光学系29を逆行した青色光 BL_C は、第2の位相差素子28によってS偏光である青色S偏光 BL_{S2} に変換

された後、偏光分離素子 25 に入射する。そして、青色 S 偏光 BL_{s2} は、青色 S 偏光 BL_{s3} として偏光分離素子 25 からインテグレータ光学系 31 に向けて反射される。

[0055] これにより、青色 S 偏光 BL_{s3} は、偏光分離素子 25 を透過した蛍光光 YL と共に、照明光 WL として利用されることになる。すなわち、青色 S 偏光 BL_{s3} 及び蛍光光 YL は、偏光分離素子 25 から互いに同一方向に向けて射出される。これにより、青色 S 偏光 BL_{s3} と蛍光光（黄色光）YL とが混ざった白色の照明光 WL が得られる。

[0056] 偏光分離素子 25 から射出された照明光 WL は、インテグレータ光学系 31 に入射する。インテグレータ光学系 31 は、例えば、レンズアレイ 31a 及びレンズアレイ 31b から構成されている。各レンズアレイ 31a, 31b は、複数のレンズがアレイ状に配列されたものからなる。

[0057] インテグレータ光学系 31 を透過した照明光 WL は、偏光変換素子 32 に入射する。偏光変換素子 32 は、偏光分離膜と位相差板とから構成されている。偏光変換素子 32 は照明光 WL を直線偏光に変換する。

[0058] 偏光変換素子 32 から射出された照明光 WL は、重畳光学系 33 に入射する。重畳光学系 33 はインテグレータ光学系 31 と協同して、被照明領域における照明光 WL による照度の分布を均一化する。このようにして、照明装置 20 は照明光 WL を生成する。

[0059] 上記の説明では、理想的な場合について説明した。すなわち、拡散反射素子 30 から戻ってきた青色光 BL_c が第 2 の位相差素子 28 によって S 偏光に変換される場合について説明した。この場合、青色 S 偏光 BL_{s3} の光量は青色 S 偏光 BL_{s2} の光量とほぼ同じであると予想される。しかし実際には、青色 S 偏光 BL_{s3} の光量は青色 S 偏光 BL_{s2} の光量よりも少ない。この傾向は半導体レーザー 21a のパワーが大きいときに顕著である。

[0060] レンズの硝材はゼロではない内部吸収率を持っている。そのため、第 2 の集光光学系 29 を構成するレンズは、アレイ光源 21 から射出されたレーザー光の一部を吸収して、局所的に発熱することが考えられる。そこで、発明

者らは、青色S偏光 BL_{s3} の光量が低下する原因として、第2の集光光学系29に高強度の光が入射することによる第2の集光光学系29の局所的な発熱に着目して、シミュレーションを行なった。

[0061] 図3に、第2の集光光学系29の各レンズの硝材と光利用効率との関係を表すシミュレーション結果と実験値とを示す。光利用効率は、第2の集光光学系29が複屈折を持たない場合の青色S偏光 BL_{s3} の光量を基準としている。以下、第1ピックアップレンズ29a、第2ピックアップレンズ29b、および第3ピックアップレンズ29cをそれぞれ、レンズG1、レンズG2、レンズG3と称する。シミュレーションでは、まず、円偏光の青色光 BL_c が第2の集光光学系29に入射した時のレンズG1、レンズG2、レンズG3における発熱から歪みと応力を計算した。次に、応力分布を基にして光弾性効果による複屈折を計算した。そして、青色S偏光 BL_{s2} の偏光状態を計算することによって、照明に利用される青色S偏光 BL_{s3} の光量を求めた。

表1は、シミュレーションにおいて用いた硝材をまとめたものである。

[表1]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例1	比較例2
G1	石英	S-BAL35	石英	S-BAL35	S-BAL35	S-FPM2	S-BAL35
G2	石英	石英	石英	S-LAL12	石英	S-FPM2	S-LAL12
G3	石英	石英	S-LAH66	石英	石英	S-FPM2	S-LAH66

表1に示したように、

実施例1において、第2の集光光学系29を構成するレンズG1、G2、G3はいずれも石英レンズである。

実施例2において、レンズG1の硝材はS-BAL35であり、レンズG2、G3は石英レンズである。

実施例3において、レンズG1、G2は石英レンズであり、レンズG3の硝材はS-LAH66である。

実施例4において、レンズG1の硝材はS-BAL35、レンズG2の硝材はS-LAL12、レンズG3は石英レンズである。

実施例5において、各レンズの硝材は実施例2と同様である。実施例2と

の違いは、レンズG3を冷却している点である。

比較例1において、レンズG1、G2、G3の硝材はいずれもS-FPM2である。

比較例2において、レンズG1の硝材はS-BAL35、レンズG2の硝材はS-LAL12、レンズG3の硝材はS-LAH66である。

[0062] 石英以外の上記の硝材はいずれも、株式会社オハラ製である。表2に各レンズに使用可能な硝材の光学特性を示す。なお、光弾性定数の単位は $\text{nm}/\text{cm}/10^5\text{Pa}$ である。また、表2には内部吸収率の代わりに内部透過率を示してある。

[表2]

材料	$\lambda=440\text{nm}$ 、内部透過率 ($z=10\text{mm}$)	光弾性定数	熱膨張係数	屈折率
熔融石英	0.9999	3.47	5.5×10^{-7}	1.45840
FCD515	0.991	0.52	134×10^{-7}	1.59282
FCD505	0.989	0.41	140×10^{-7}	1.59282
S-FPM2	0.989	0.51	135×10^{-7}	1.59522
S-LAH66	0.991	1.43	74×10^{-7}	1.77250
S-LAL14	0.993	1.86	71×10^{-7}	1.69680
L-BAL35	0.993	2.29	81×10^{-7}	1.58913
S-BSL7	0.995	2.79	86×10^{-7}	1.51633
S-LAL12	0.994	1.61	86×10^{-7}	1.67790
S-BAL35	0.995	2.15	67×10^{-7}	1.58913

[0063] 図3において、黒丸はシミュレーション結果であり、白丸は比較例2に対応する実測値である。シミュレーション結果は実験値とよく一致している。

シミュレーションにより、実施例1乃至実施例5では80%以上の光利用効率が得られるが、比較例1および比較例2では、50%程度しか得られないことがわかった。

[0064] 例えば比較例1で用いているS-FPM2は熔融石英と比べて、光弾性定数は小さいが内部吸収率と熱膨張係数が大きい。そのため、S-FPM2で形成されたレンズは光吸収に起因する自己発熱によって石英レンズよりも大きく膨張するはずである。膨張によって応力が発生し、その結果、光弾性効果によってレンズに複屈折が生じる。この場合、第2の位相差素子28から第2の集光光学系29に入射した円偏光の青色光 BL_c は、第2の集光光学系

29によって楕円偏光の青色光 BL_c に変換される。拡散反射素子30で反射された楕円偏光の青色光 BL_c は、第2の集光光学系29によってその偏光状態がさらに乱される。楕円偏光の青色光 BL_c は拡散反射素子30から逆行して第2の位相差素子28を透過した後も楕円偏光であるため、偏光分離素子25を反射できないP偏光成分を含んでいる。偏光分離素子25を反射できるS偏光成分のみが青色S偏光 BL_{s3} として利用される。このように、第2の集光光学系29による光吸収が光利用効率を低下させる、と考えられる。

[0065] 一方、熔融石英は、青色光 BL_c の波長において内部吸収率が0.1%（厚み $\tau = 10\text{ mm}$ ）以下であり、一般の光学ガラスの内部吸収率の1/50程度である。そのため、強い光が入射しても発熱しにくい。また、熔融石英は、熱膨張係数 α が 10×10^{-7} （/°C）以下であり、一般の光学ガラスの熱膨張係数 α の1/10程度である。そのため、温度が上昇しても歪みにくい。熔融石英の光弾性定数は、3.47であるが、内部吸収率と熱膨張係数 α とが一般の硝材よりも小さいため、温度が上昇しても熱歪みが大きくなりにくい。つまり、複屈折が大きくなりやすいため、石英レンズを通過する光の偏光状態は変化しにくい。

[0066] 実際、石英レンズが用いられていない比較例1、2では、高い光利用効率を得られない。しかし、第2の集光光学系29が石英レンズを含んでいる実施例1乃至5では80%以上の光利用効率を得られ、レンズG1、G2、G3それぞれが石英レンズである実施例1では、ほぼ100%の光利用効率を得られている。実施例2と実施例5を比較すると、レンズG3を冷却した方が光利用効率が高いことがわかる。これは、冷却することによって、複屈折が小さくなるためである。

[0067] このように、少なくとも一枚の内部吸収率が小さい石英レンズを用いて第2の集光光学系29を構成することによって、複屈折の原因の一つである光吸収を低減することが、光利用効率を高めるためには有効であることがわかった。

なお、実施例2および実施例4からわかるように、レンズG1は石英レン

ズでなくてもよい。レンズG1に入射する青色光BL_cの集光度が低く、レンズG1を透過する光の光密度が低いため、レンズG1の発熱量が小さいからである。レンズG1の硝材の光弾性定数は、熔融石英の光弾性定数よりも小さい方が好ましい。

高い光利用効率を得るためには、第2の集光光学系を構成する複数のレンズの全てを石英レンズで構成することが最も好ましい。しかし、コストの面からは、青色光BL_cの集光度が比較的高い位置に配置されているレンズG2およびレンズG3各々を石英レンズで構成するとよい。あるいは、青色光BL_cの集光度が最も高い位置に配置されているレンズG3のみを石英レンズで構成してもよい。

また、実施例3からわかるように、レンズG3の硝材として、熔融石英の代わりに、光弾性定数と熱膨張係数が比較的小さい硝材を用いてもよい。

[0068] 次に、図4乃至図10を参照して、実施例6-12による第2の集光光学系を構成するレンズ面について説明する。

実施例6-9における第2の集光光学系は、図2に示した第2の集光光学系29に相当する。いずれの実施例においても、第1ピックアップレンズ29aは、第2の集光光学系29内で最も第2の位相差素子28側に配置されている。第3ピックアップレンズ29cは、第2の集光光学系29内で最も拡散反射素子30側に配置されている。実施例6-8においては、第1ピックアップレンズ29a、第2ピックアップレンズ29bおよび第3ピックアップレンズ29cはそれぞれ、石英レンズである。実施例9においては、第1ピックアップレンズ29aの硝材は石英ではないHOYA製のFCD515であり、第2ピックアップレンズ29bおよび第3ピックアップレンズ29cはそれぞれ石英レンズである。

[0069] 実施例10-12における第2の集光光学系は、正のパワーを有し比較的大径の第1ピックアップレンズ29aと、正のパワーを有し比較的小径の第2ピックアップレンズ29bとから構成されている。いずれの実施例においても、第1ピックアップレンズ29aは第2の位相差素子28側に配置され

ており、第2ピックアップレンズ29bは拡散反射素子30側に配置されている。また、第1ピックアップレンズ29aおよび第2ピックアップレンズ29bはそれぞれ、石英レンズである。

[0070] (実施例6)

図4に実施例6による第2の集光光学系を示す。

第1ピックアップレンズ29aは、第2の位相差素子28側に非球面である第1面S1を有する。また、第1ピックアップレンズ29aは、第2の位相差素子28とは反対側に曲率半径が1000mm以上の凸の曲面（具体的には球面）又は平面である第2面S2を有する。第1面S1の曲率の絶対値は、第2面S2の曲率の絶対値よりも大きくなっている。第1面S1の円錐定数はマイナスである。

[0071] 第1ピックアップレンズ29aはその有効径が大きいので、収差を補正するためには第1面S1を非球面とすることが望ましい。

[0072] 第2ピックアップレンズ29bは、第2の位相差素子28側に凸の球面である第3面S3を有し、第2の位相差素子28とは反対側に凸の球面である第4面S4を有する。なお、第3面S3は非球面でもよい。

[0073] 第3ピックアップレンズ29cは、第2の位相差素子28側に球面である第5面S5を有する。また第3ピックアップレンズ29cは、第2の位相差素子28とは反対側に曲率半径が1000mm以上の凸の曲面（具体的には球面）又は平面である第6面S6を有する。第5面S5の曲率の絶対値は、第6面S6の曲率の絶対値よりも大きくなっている。

[0074] (実施例7)

図5に実施例7による第2の集光光学系を示す。第1ピックアップレンズ29aの第1面S1は球面である、という点で、実施例6と異なっている。

[0075] (実施例8)

図6に実施例8による第2の集光光学系を示す。第1ピックアップレンズ29aの第2面S2が浅い凹の球面であり、第1面S1は円錐定数がプラスの非球面である点で、実施例7と異なっている。

[0076] (実施例 9)

図 7 に実施例 9 による第 2 の集光光学系を示す。

第 1 ピックアップレンズ 29 a は、第 2 の位相差素子 28 側に非球面である第 1 面 S 1 を有し、第 2 の位相差素子 28 とは反対側に凹の曲面である第 2 面 S 2 を有する。第 1 面 S 1 は、円錐定数がマイナスの非球面である。

第 2 ピックアップレンズ 29 b は、第 2 の位相差素子 28 側に凸の球面である第 3 面 S 3 を有し、第 2 の位相差素子 28 とは反対側に凸の球面である第 4 面 S 4 を有する。第 3 面 S 3 の曲率の絶対値は、第 4 面 S 4 の曲率の絶対値よりも大きくなっている。

第 3 ピックアップレンズ 29 c は、第 2 の位相差素子 28 側に球面である第 5 面 S 5 を有し、第 2 の位相差素子 28 とは反対側に曲率半径が 1000 mm 以上の凸の曲面（具体的には球面）又は平面である第 6 面 S 6 を有する。第 5 面 S 5 の曲率の絶対値は、第 6 面 S 6 の曲率の絶対値よりも大きくなっている。

第 1 ピックアップレンズ 29 a は、一般の光学ガラスなのでプレス加工が可能であり、メニスカスレンズであっても比較的加工しやすい。第 1 ピックアップレンズ 29 a の硝材は、熔融石英に比較して内部吸収率が高いため発熱しやすい材料である。しかし、前述したように、第 1 ピックアップレンズ 29 a を透過する光の光密度が低いため、第 1 ピックアップレンズ 29 a は発熱しにくい。さらに、第 1 ピックアップレンズ 29 a の光弾性定数は、第 3 ピックアップレンズ 29 c の光弾性定数よりもかなり小さい。第 1 ピックアップレンズ 29 a の光弾性定数を小さくすることにより、複屈折の発生延いては偏光の乱れを抑制することができる。

[0077] (実施例 10)

図 8 に実施例 10 による第 2 の集光光学系を示す。第 1 ピックアップレンズ 29 a は、第 2 の位相差素子 28 側に非球面である第 1 面 S 1 を有し、第 2 の位相差素子 28 とは反対側に曲率半径が 1000 mm 以上の凸の曲面（具体的には球面）又は平面である第 2 面 S 2 を有する。第 1 面 S 1 の曲率の

絶対値は、第2面S2の曲率の絶対値よりも大きくなっている。第1面S1は、円錐定数がマイナスの非球面である。

[0078] 第2ピックアップレンズ29bは、第2の位相差素子28側に球面である第3面S3を有し、第2の位相差素子28とは反対側に曲率半径が1000mm以上の凸の曲面（具体的には球面）又は平面である第4面S4を有する。第3面S3の曲率の絶対値は、第4面S4の曲率の絶対値よりも大きくなっている。本実施例のように、第2の集光光学系を二枚のレンズで構成することもできる。

[0079] （実施例11）

図9に実施例11による第2の集光光学系を示す。第1ピックアップレンズ29aの第2面S2が1000mm未満の曲率半径を有し比較的突起量が大きい凸の曲面となっている点で、実施例10と異なっている。第2面S2の突出量が大きすぎると、第1ピックアップレンズ29aと第2ピックアップレンズ29bとの間隔が広がり、第2ピックアップレンズ29bから第1ピックアップレンズ29aに入射する光線束の径が大きくなる。入射する光線束を取り込むためには、第1ピックアップレンズ29aを大きくする必要がある。したがって、実施例10のように、第2面S2の曲率半径は大きい方が好ましい。

[0080] （実施例12）

図10に実施例12による第2の集光光学系を示す。

第1ピックアップレンズ29aの第2面S2が浅い凹の球面となっている点で、実施例10と異なっている。

[0081] 以上で説明した光源装置2においては、青色光BL_cが拡散反射素子30で反射されて第2の集光光学系29を往復する。しかし、第2の集光光学系29が石英レンズを含んでいるため、第2の集光光学系29を強いレーザー光が透過した場合であっても大きな複屈折が生じにくい。これにより、青色S偏光BLS3が減少することを抑えて、青色光BLの利用効率を高めることができる。

[0082] 以上実施形態に即して本発明を説明したが、本発明は、上記の実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能である。例えば次のような変形も可能である。

[0083] 上記実施形態では、青色光B L cは偏光分離素子25に向かって拡散反射素子30で反射され、蛍光光Y Lと合成されるが、本発明はこれに限られない。例えば、半導体レーザー21aから射出されたレーザー光を拡散反射素子30に斜めに入射させ、拡散反射素子30で拡散反射したレーザー光を、第2の集光光学系29とは異なるピックアップ光学系（集光光学系）で取り込んでもよい。

[0084] 上記実施形態では、光学素子として反射型の拡散反射素子を用いたが、光学素子として透過型の拡散素子を用いてレーザー光を拡散させる場合にも適用できる。この場合、レーザー光を拡散素子に集光させる集光光学系と、拡散素子から射出された拡散光を取り込むピックアップ光学系と、のうち少なくとも一方が少なくとも一枚の石英レンズを含んでいればよい。これによれば、拡散素子による偏光の乱れを小さくすることができるため、後段における拡散光の損失を低減できる。

[0085] 図11は、変形例として、透過型の拡散素子又は光学素子を用いて構成されたプロジェクター100mを説明する図である。図11に示すプロジェクター100mは、図1に示すプロジェクター100と比較して、照明装置20m及び色分離光学系3mの構造が異なっている。プロジェクター100と共通の構成及び部材については同じ符号を付し、その説明については省略若しくは簡略化する。

[0086] 照明装置20mは、発光部20Aと、照明光形成部20Bとを備える。この照明装置20mは、光源装置として機能する。

発光部20Aは、アレイ光源21と、コリメーター光学系22と、アフォーカル光学系23と、ホモジナイザー光学系24とを含む。

照明光形成部20Bは、集光光学系229と、蛍光体層27と、ピックアップ光学系226とを含む。

[0087] 発光部 20A から射出された青色光 BL 全体が、特許請求の範囲に記載の第 1 の成分として集光光学系 229 に入射する。集光光学系 229 は、青色光 BL を蛍光体層 27 に向けて集光させる。集光光学系 229 はホモジナイザー光学系 24 と協同して、蛍光体層 27 上における青色光 BL による照度の分布を均一化する。

[0088] 集光光学系 229 は、一枚以上のレンズからなり、石英で形成されたレンズを含んでいる。本変形例では、合成石英を用いた。合成石英は熔融石英よりも光学的な均一性が高いため、内部吸収率が熔融石英よりも小さい。従って、合成石英の方が好ましい。具体的には、集光光学系 229 は、正のパワーを有し比較的大径の第 1 レンズ 29d と、正のパワーを有する第 2 レンズ 29e と、正のパワーを有し比較的小径の第 3 レンズ 29f とを有する。第 1 レンズ 29d は、集光光学系 229 内で蛍光体層 27 から最も遠い位置に配置されている。第 3 レンズ 29f は、集光光学系 229 内で蛍光体層 27 に最も近い位置に配置されている。この集光光学系 229 に入射した励起用の青色光 BL は、波長変換素子である蛍光体層 27 上に集光される。

なお、集光光学系 229 を構成するレンズの枚数は図示のような 3 枚に限らず、集光光学系 229 を例えば 1 枚のレンズで構成することもできる。

[0089] 蛍光体層 27 は、青色光 BL を拡散させる透過型拡散素子として機能している。蛍光体層 27 は、図 2 に示す場合と同様に、回転機構 36 によって回転する板材 36a の上に環状に設けられている。蛍光体層 27 は、励起光である波長 455nm の青色光 BL を、例えば 500~700nm の波長域にピーク波長を有する蛍光光（黄色光）YL に変換して射出する。

板材 36a は、光透過性を有する。また、蛍光体層 27 の板材 36a 側に反射部が設けられていない。その代わり、蛍光体層 27 の板材 36a とは反対側に、青色光 BL を透過させるとともに蛍光光 YL を反射させるダイクロイック膜 47 が設けられている。したがって、青色光 BL のうち蛍光体層 27 中の蛍光体によって蛍光光に変換されなかった成分は、蛍光体層 27 を通過し、青色光 LB としてピックアップ光学系 226 側に射出される。蛍光光

YLは、ダイクロイック膜47によって反射され、ピックアップ光学系226側に射出される。このようにして、青色光LBと蛍光光YLとからなる照明光が照明装置20mから射出される。

[0090] ピックアップ光学系226は、蛍光体層27の集光光学系229とは反対側に配置されている。ピックアップ光学系226は、一枚以上のレンズからなり、熔融石英で形成されたレンズを含んでいる。具体的には、ピックアップ光学系226は、正のパワーを有し比較的大径の第1ピックアップレンズ26aと、正のパワーを有する第2ピックアップレンズ26bと、正のパワーを有し比較的小径の第3ピックアップレンズ26cとを有する。第1ピックアップレンズ26aは、ピックアップ光学系226内で蛍光体層27から最も遠い位置に配置されている。第3ピックアップレンズ26cは、ピックアップ光学系226内で蛍光体層27に最も近い位置に配置されている。このピックアップ光学系226に入射した青色光LB及び蛍光光YLは、コーミートされた状態で全反射ミラー20dに入射する。

なお、ピックアップ光学系226を構成するレンズの枚数は3枚に限らない。

[0091] 色分離光学系3mにおいて、照明装置20mからの照明光は、第1のダイクロイックミラー17aによって、青色光LBと蛍光光YLとに分岐される。第1のダイクロイックミラー17aで反射された蛍光光YLは、第2のダイクロイックミラー17bによって、赤色光LRと緑色光LGとに分岐される。赤色光LR、緑色光LG、及び青色光LBは、全反射ミラー18b, 18c, 18e, 18fによって導かれ、光変調装置4R, 4G, 4Bをそれぞれ照明する。

蛍光光YLの光路上には、蛍光光YLを均一化するため、インテグレータ光学系31Yと重畳光学系33Yとが配置されている。インテグレータ光学系31Yは、例えば、レンズアレイ31Ya及びレンズアレイ31Ybから構成されている。さらに、蛍光光YLを直線偏光に変換するための偏光変換素子32が配置されている。青色光LBの光路上には、青色光LBを均一化

するため、インテグレート光学系 3 1 B と重畳光学系 3 3 B とが配置されている。インテグレート光学系 3 1 B は、例えば、レンズアレイ 3 1 B a 及びレンズアレイ 3 1 B b から構成されている。

発光部 2 0 A は半導体レーザー 2 1 a を備えているため、青色光 B L は直線偏光である。集光光学系 2 2 9 とピックアップ光学系 2 2 6 各々が石英レンズを含んでいるため、青色光 B L が強いレーザー光であっても、集光光学系 2 2 9 あるいはピックアップ光学系 2 2 6 において大きな複屈折が生じにくい。そのため、青色光 B L の偏光状態は、集光光学系 2 2 9 を透過しても殆ど維持される。また、青色光 L B の偏光状態は、集光光学系 2 2 6 を透過しても殆ど維持される。したがって、青色光 L B に対しては偏光変換素子を設けなくても、青色光 L B を高い効率で利用できる。なお、詳細な説明は省略するが、インテグレート光学系 3 1 Y と重畳光学系 3 3 Y の仕様は、インテグレート光学系 3 1 B と重畳光学系 3 3 B の仕様とは異なる。これは、青色光 L B の方が蛍光光 Y L に比較して発散がかなり少ないことを考慮したものである。

[0092] 集光光学系 2 2 9 及びピックアップ光学系 2 2 6 は、上記実施例 1 ～ 1 1 として例示したような光学的構成を採用することができる。

[0093] 上記実施形態では、本発明による光源装置を、液晶ライトバルブを用いたプロジェクターに搭載した例を示したが、本発明はこれに限られない。光変調装置としてデジタルマイクロミラーデバイスを用いたプロジェクターに搭載してもよい。青色光 L B を反射ミラーに対して S 偏光として入射させることにより、反射ミラーによる青色光 L B の損失を低減することができる。

[0094] 上記実施形態では本発明による光源装置をプロジェクターに搭載した例を示したが、これに限られない。本発明による光源装置は、照明器具や自動車のヘッドライト等にも適用することができる。

[0095] 上記変形例において、蛍光体を含まない透過型拡散素子で蛍光体層 2 7 を置き換えることによって、青色光 L B からなる照明光を得ることができる。この場合も、青色光 L B に対して偏光変換素子を設ける必要は無い。青色光

L Bに加えて他の色の色光が必要な場合は、赤や緑の色光を射出する他の照明装置を別途設ければよい。

なお、上記実施例では、発光素子から青色光が射出され、黄色の蛍光光 Y L が生成されたが、各光の色は任意である。

符号の説明

[0096] 2…光源装置、3, 3 m…色分離光学系、4 B, 4 G, 4 R…光変調装置、5…合成光学系、6…投射光学系、7 a, 7 b…ダイクロイックミラー、20, 20 m…照明装置、21…アレイ光源、21 a…半導体レーザー、22…コリメーター光学系、22 a…コリメーターレンズ、23…アフォーカル光学系、24…ホモジナイザー光学系、25…偏光分離素子、26…第1の集光光学系、27…蛍光体層、28…第2の位相差素子、29…第2の集光光学系、30…拡散反射素子、31…インテグレート光学系、32…偏光変換素子、33…重畳光学系、36…回転機構、51…第1の位相差素子、100, 100 m…プロジェクター、a x 1, a x 2…光軸、B L…各青色光、B L…青色光、B L_C…青色光、B L_P…青色P偏光、B L_S…青色S偏光、L B…青色光、L G…緑色光、L R…赤色光、P 1…平面、S 1～S 6…面、W L…照明光、Y L…蛍光光。

請求の範囲

- [請求項1] 発光素子と、
前記発光素子から射出された光のうち第1の成分が入射する集光光学系と、
前記集光光学系を透過した前記第1の成分が入射する光学素子と、
前記光学素子を経由した前記第1の成分が入射するピックアップ光学系と、を備えた光源装置であって、
前記集光光学系および前記ピックアップ光学系のうち少なくとも一方は、石英で形成された第1のレンズを含むことを特徴とする光源装置。
- [請求項2] 前記光学素子は前記第1の成分を反射させる反射面を備え、
前記反射面で反射した前記第1の成分が前記ピックアップ光学系に入射する請求項1に記載の光源装置。
- [請求項3] 前記発光素子と前記集光光学系との間の光路中に設けられた偏光分離素子と、
前記偏光分離素子と前記集光光学系との間の光路中に設けられ、前記光のうち前記偏光分離素子を経由した前記第1の成分が入射する位相差素子と、をさらに備え、
前記集光光学系は前記ピックアップ光学系を兼ねており、
前記反射面で反射された前記第1の成分は、前記ピックアップ光学系と前記位相差素子とを透過して前記偏光分離素子に入射する請求項2に記載の光源装置。
- [請求項4] 前記集光光学系および前記ピックアップ光学系が有する複数のレンズ面のうち少なくとも一つのレンズ面は、円錐定数がマイナスの非球面である、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の光源装置。
- [請求項5] 前記第1のレンズは、前記集光光学系において最も前記位相差素子側に配置されており、
前記第1のレンズは、前記位相差素子側に円錐定数がマイナスの非

球面を有し、前記位相差素子とは反対側に曲率半径が1000mm以上の曲面又は平面を有する、請求項3に記載の光源装置。

[請求項6] 前記集光光学系は、前記集光光学系において最も前記光学素子側に配置された第2のレンズをさらに含み、

前記第2のレンズは、石英で形成されており、

前記第2のレンズの前記光学素子側のレンズ面は、曲率半径が1000mm以上の曲面又は平面である、請求項1乃至5のいずれか一項に記載の光源装置。

[請求項7] 前記第1のレンズは、前記集光光学系において最も前記反射素子側に配置されている請求項3に記載の光源装置。

[請求項8] 前記集光光学系は、前記集光光学系において最も前記位相差素子側に配置された第3のレンズをさらに含み、

前記第3のレンズの光弾性定数は、前記第1のレンズの光弾性定数よりも小さい、請求項7に記載の光源装置。

[請求項9] 前記第3のレンズは、前記位相差素子側に円錐定数がマイナスの非球面を有する、請求項8に記載の光源装置。

[請求項10] 前記集光光学系は、前記第1のレンズと隣り合う第4のレンズをさらに備え、

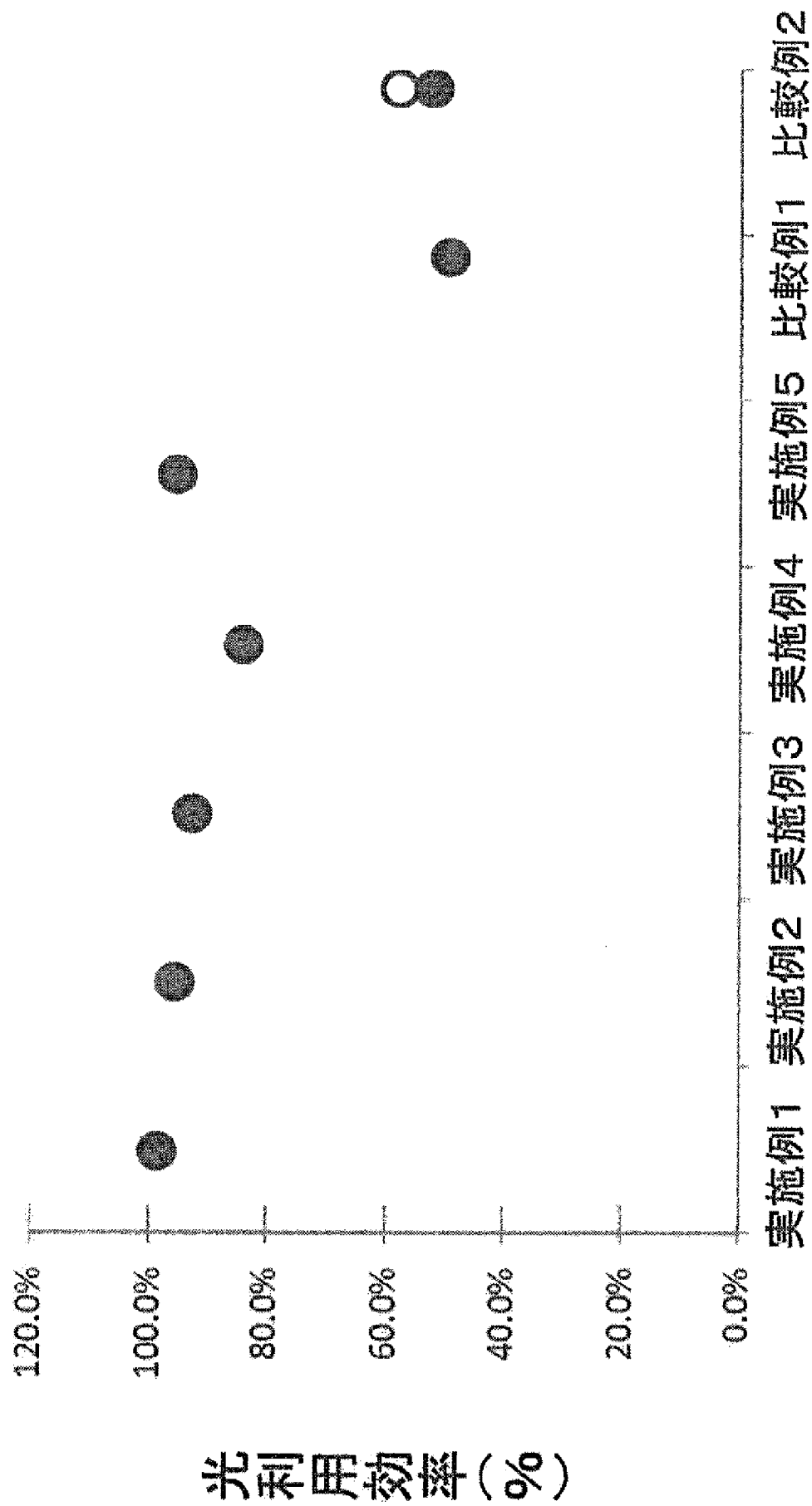
前記第4のレンズは、石英で形成されている、請求項7乃至9のいずれか一項に記載の光源装置。

[請求項11] 前記第1の成分とは波長が異なる色光を射出する波長変換素子をさらに含む、請求項3乃至10のいずれか一項に記載の光源装置。

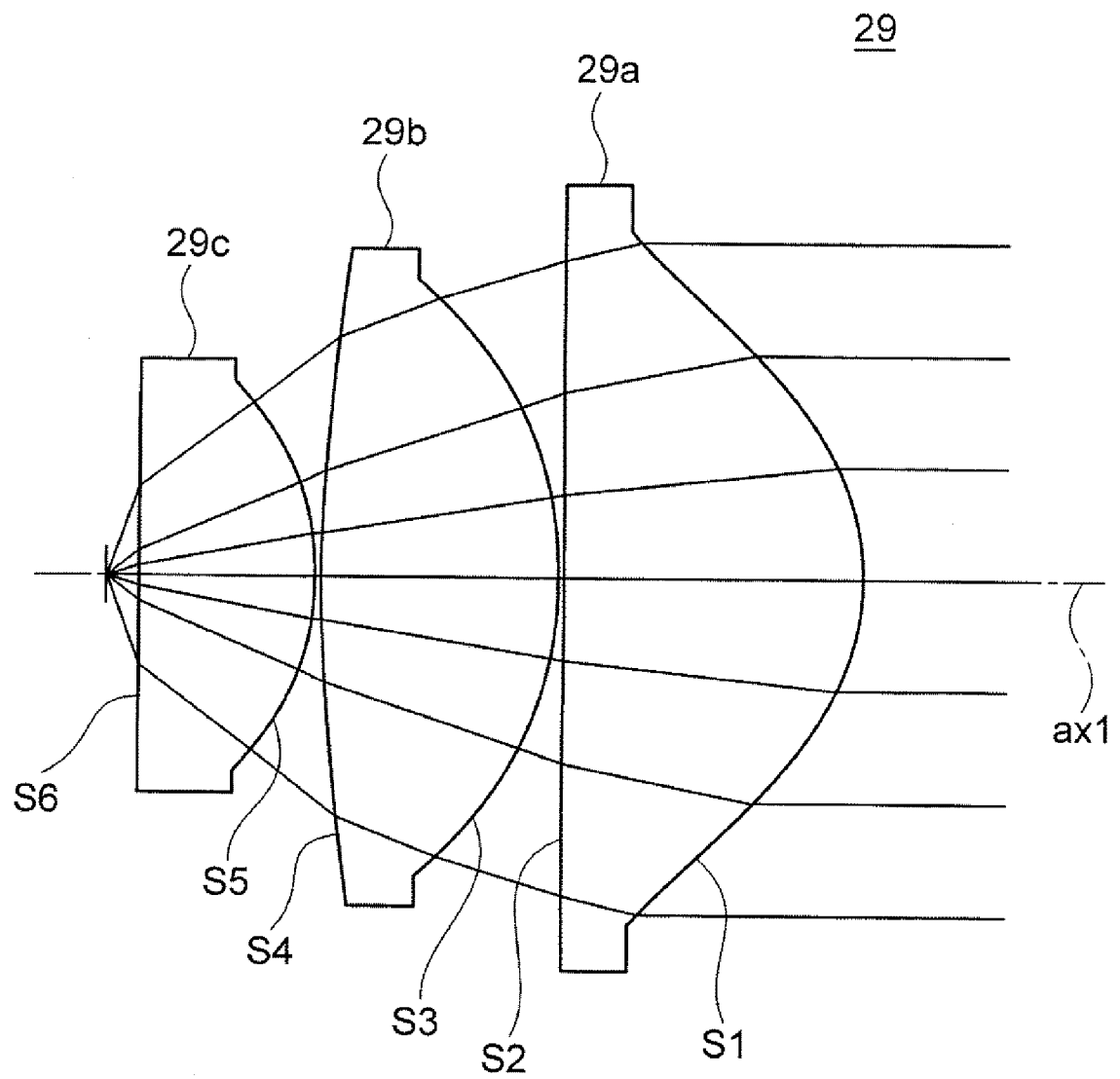
[請求項12] 請求項1乃至請求項11のいずれか一項に記載の光源装置と、
前記光源装置から射出された光を画像情報に応じて変調することにより画像光を形成する光変調装置と、

前記画像光を投射する投射光学系と、を備えることを特徴とするプロジェクター。

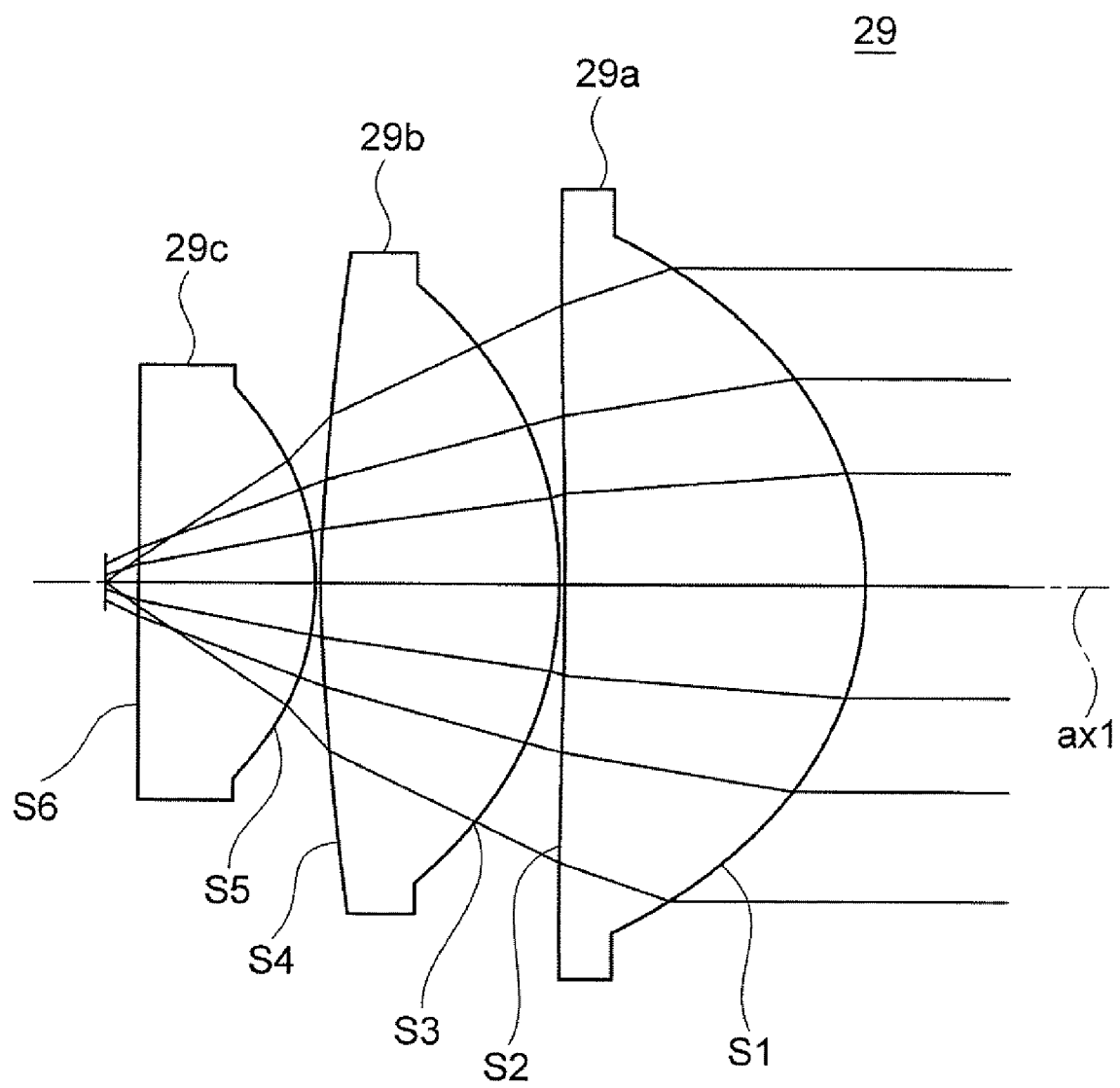
[図3]



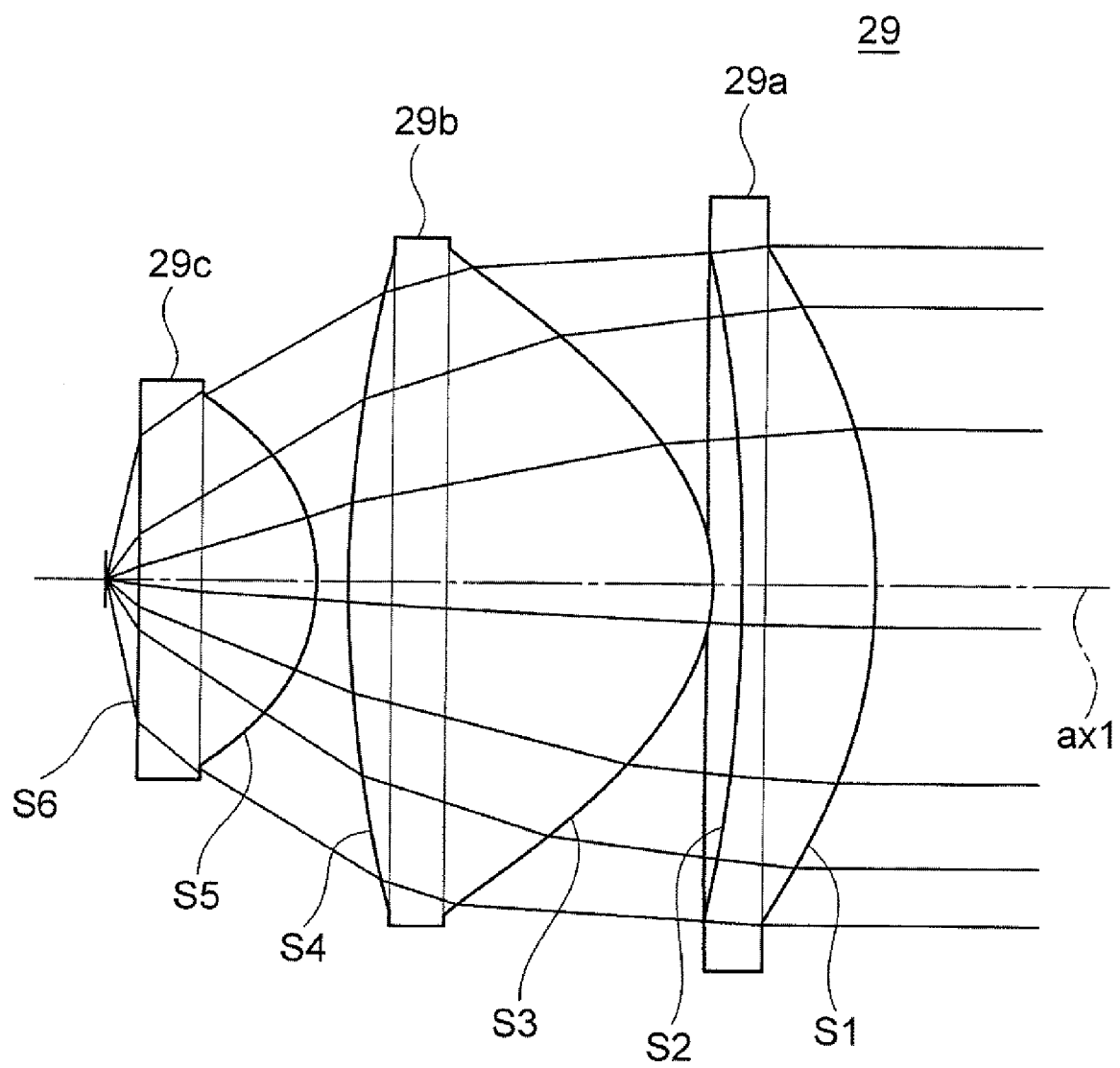
[図4]



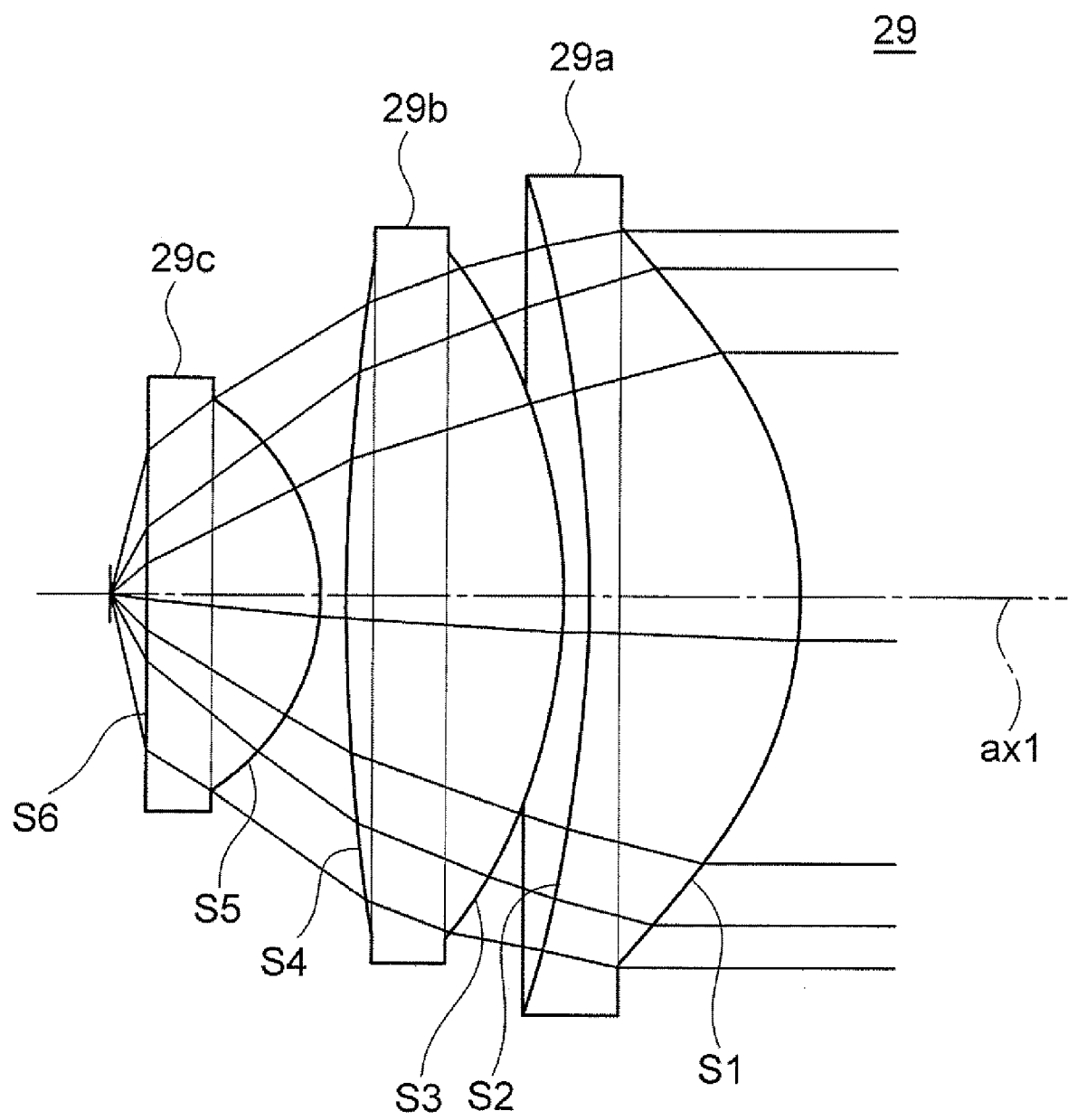
[図5]



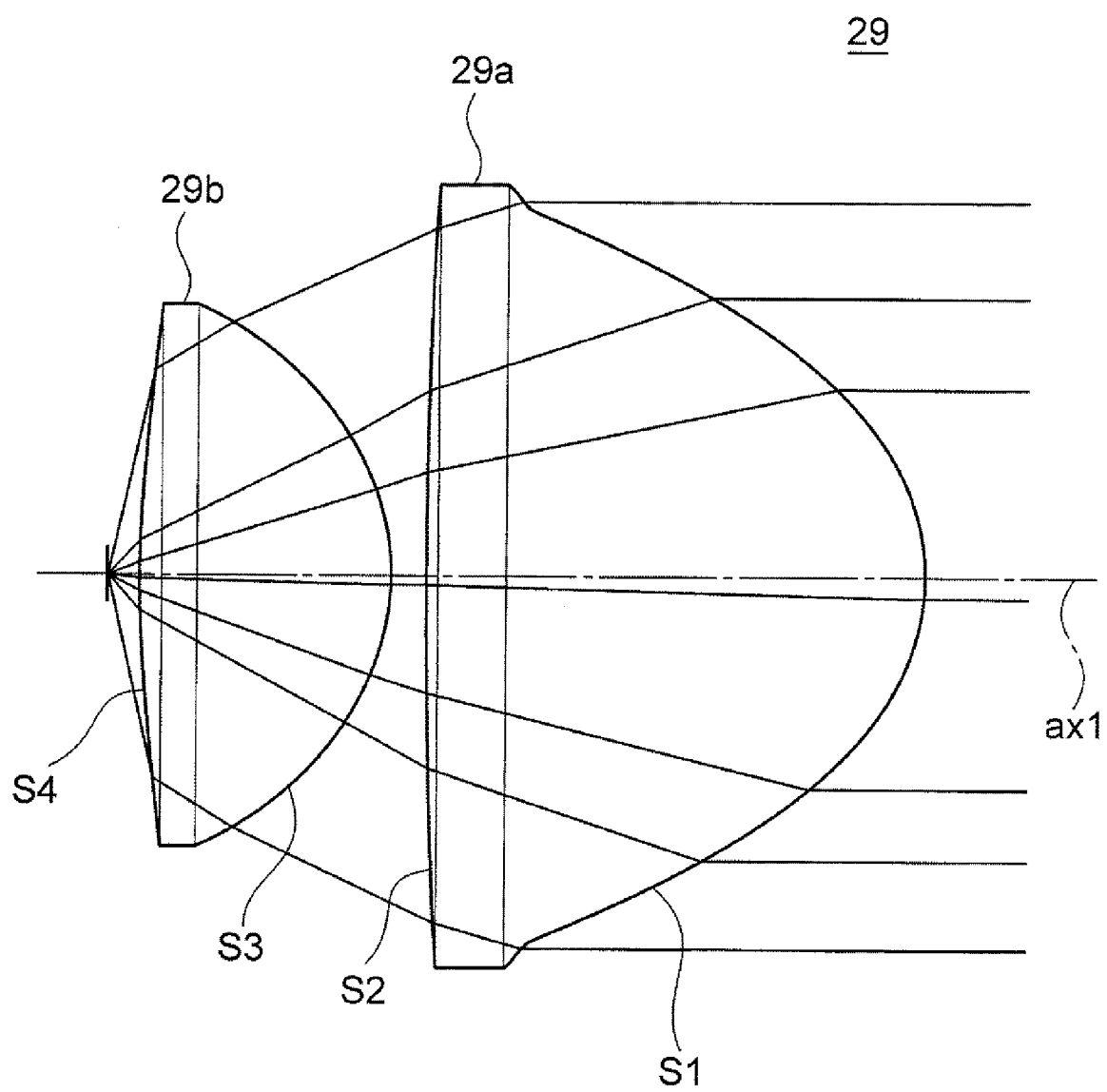
[図6]



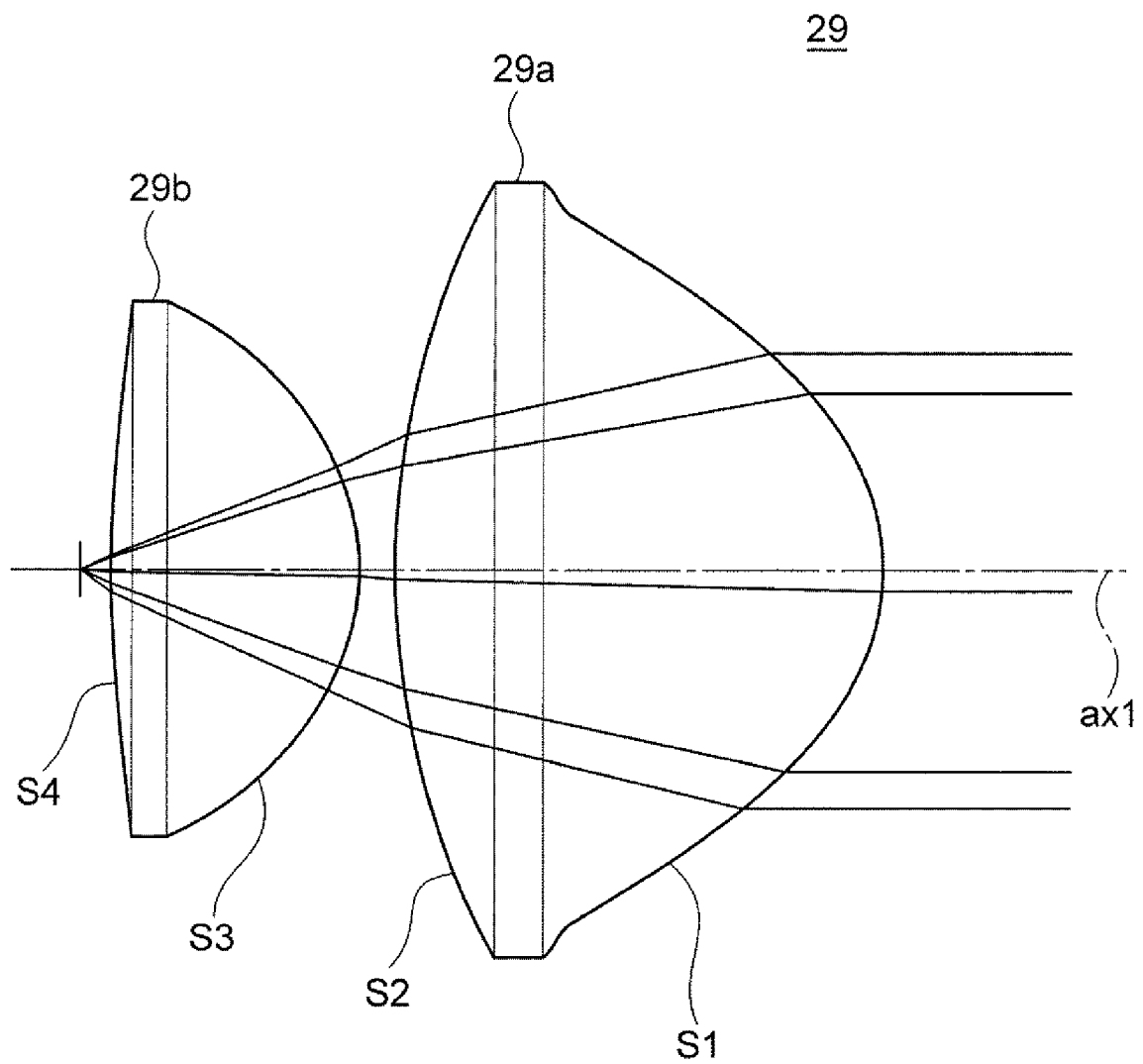
[図7]



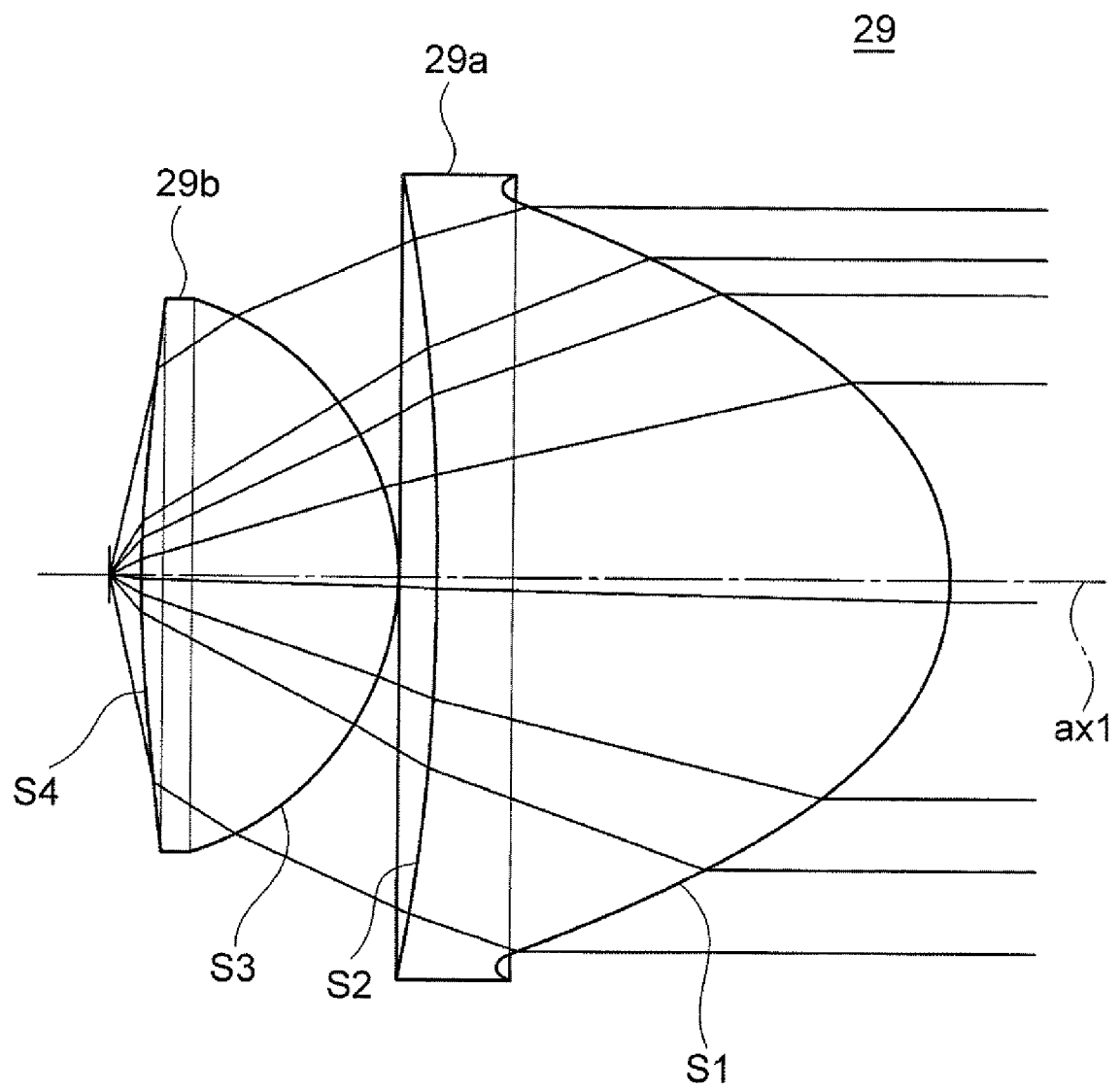
[図8]



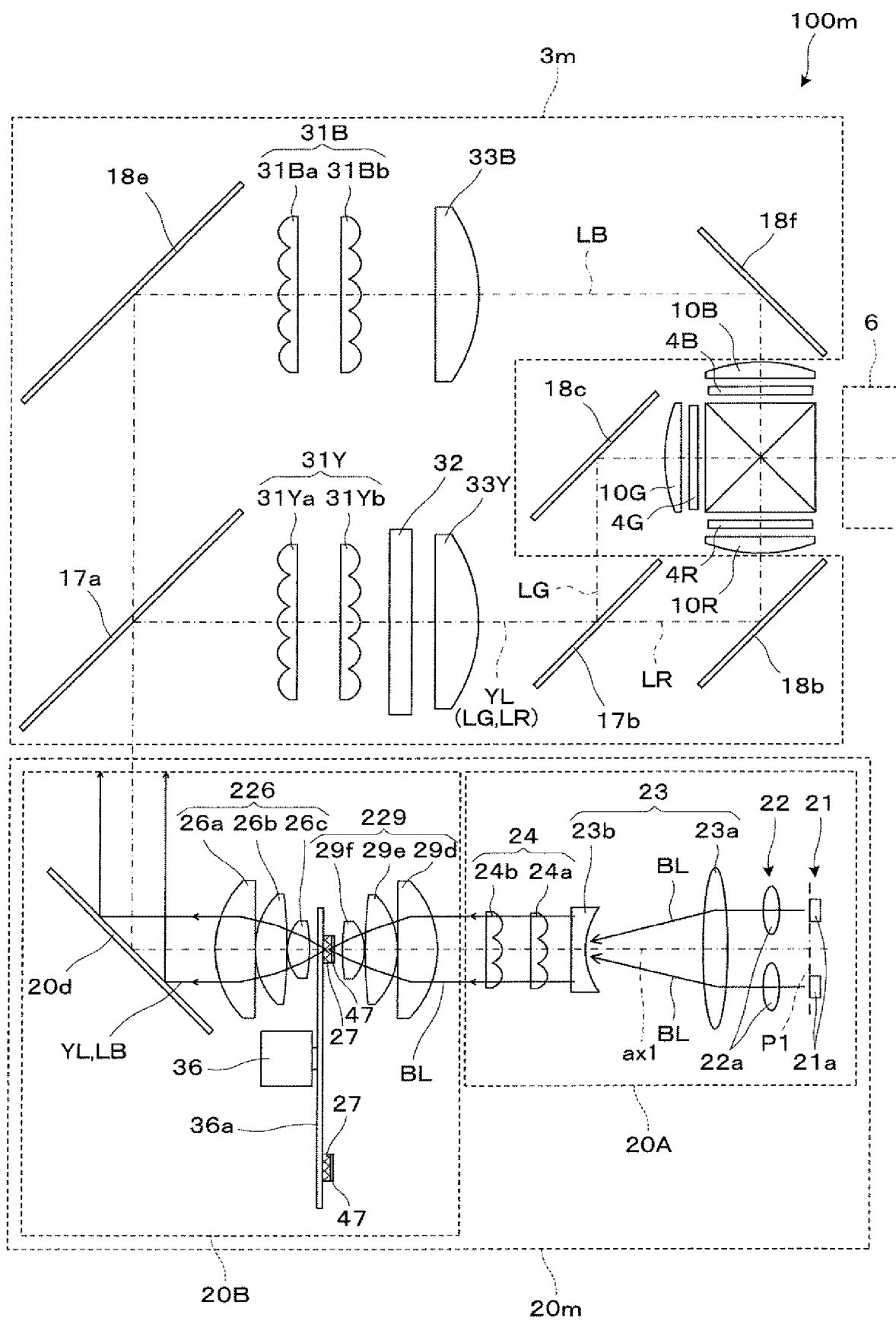
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/000881

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F21S2/00(2016.01)i, F21V5/00(2015.01)i, F21V5/04(2006.01)i, F21V7/22(2006.01)i, F21V9/10(2006.01)i, F21V9/14(2006.01)i, F21V9/16(2006.01)i, G02B19/00(2006.01)i, G03B21/14(2006.01)i, H04N5/74(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)

F21S2/00, F21V5/00, F21V5/04, F21V7/22, F21V9/10, F21V9/14, F21V9/16, G02B19/00, G03B21/14, H04N5/74, F21Y115/10, 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 A	JP 2015-31925 A (Seiko Epson Corp.), 16 February 2015 (16.02.2015), paragraphs [0102] to [0110]; fig. 6 (Family: none)	1-2, 12 3-11
Y A	JP 2007-163726 A (Seiko Epson Corp.), 28 June 2007 (28.06.2007), paragraph [0087] & US 2007/0132954 A1 paragraph [0105]; fig. 3B & CN 1983019 A	1-2, 12 3-11
A	JP 2012-108486 A (Panasonic Corp.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraphs [0027] to [0106]; fig. 1 to 10 & US 2012/0127435 A1 paragraphs [0039] to [0118]; fig. 1 to 10	1-12

☒ 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
15 April 2016 (15.04.16)

Date of mailing of the international search report
26 April 2016 (26.04.16)

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/JP2016/000881

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-137204 A (Canon Inc.), 16 May 2000 (16.05.2000), paragraphs [0035] to [0043] & US 6464362 B1 column 9, line 22 to column 10, line 43	4-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/000881

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
(International Patent Classification (IPC))

F21Y115/10(2016.01)n, *G03B21/00*(2006.01)n

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

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F21S2/00(2016.01)i, F21V5/00(2015.01)i, F21V5/04(2006.01)i, F21V7/22(2006.01)i, F21V9/10(2006.01)i, F21V9/14(2006.01)i, F21V9/16(2006.01)i, G02B19/00(2006.01)i, G03B21/14(2006.01)i, H04N5/74(2006.01)i, F21Y115/10(2016.01)n, G03B21/00(2006.01)n

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. F21S2/00, F21V5/00, F21V5/04, F21V7/22, F21V9/10, F21V9/14, F21V9/16, G02B19/00, G03B21/14, H04N5/74, F21Y115/10, 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 A	JP 2015-31925 A (セイコーエプソン株式会社) 2015.02.16, [0102] - [0110] 図6 (ファミリーなし)	1-2, 12 3-11
Y A	JP 2007-163726 A (セイコーエプソン株式会社) 2007.06.28, [0087] & US 2007/0132954 A1 [0105], FIG. 3B & CN 1983019 A	1-2, 12 3-11
A	JP 2012-108486 A (パナソニック株式会社) 2012.06.07, [0027] - [0106] 図1-10 & US 2012/0127435 A1, [0039]-[0118], FIG1-10	1-12

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

15.04.2016

国際調査報告の発送日

26.04.2016

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)

竹中 辰利

3 X

9197

電話番号 03-3581-1101 内線 3371

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
A	JP 2000-137204 A (キヤノン株式会社) 2000.05.16, [0 0 3 5] － [0 0 4 3] & US 6464362 B1 col.9, line22-col.10, line43	4－12