

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5959342号
(P5959342)

(45) 発行日 平成28年8月2日(2016.8.2)

(24) 登録日 平成28年7月1日(2016.7.1)

(51) Int.Cl.

F I

GO2B 19/00 (2006.01)

F21S 2/00 (2016.01)

F21V 9/08 (2006.01)

F21V 5/04 (2006.01)

HO1S 5/022 (2006.01)

GO2B 19/00

F21S 2/00 340

F21V 9/08 100

F21V 5/04 600

HO1S 5/022

請求項の数 8 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-153232 (P2012-153232)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成24年7月9日 (2012.7.9)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2014-16438 (P2014-16438A)		東京都八王子市石川町2951番地
(43) 公開日	平成26年1月30日 (2014.1.30)	(74) 代理人	100118913
審査請求日	平成27年6月5日 (2015.6.5)		弁理士 上田 邦生
		(74) 代理人	100112737
			弁理士 藤田 考晴
		(72) 発明者	古田 孝一郎
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパス株式会社内
		審査官	瀬戸 息吹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1つの光軸に沿って互いに向かい合う方向に光を出力する2つの光源と、
該2つの光源の間に配置され、これら光源から出力された光が照射されることにより該光とは異なる波長の光を発生する波長変換素子と、

該波長変換素子と一方の前記光源との間に配置され、該一方の光源からの光を透過させるとともに前記波長変換素子において発生した光のうち前記一方の光源側に散乱した光を前記波長変換素子の方向に前記光軸と平行に折り返す第1の光学部材と、

前記波長変換素子と他方の前記光源との間に配置され、該他方の光源からの光を透過させるとともに、前記波長変換素子において発生した光のうち前記他方の光源側に散乱した光および前記第1の光学部材によって折り返されてきた光を前記光軸に交差する方向に偏向する第2の光学部材とを備える光源装置。

【請求項 2】

前記波長変換素子が、前記光源から出力された光によって励起される蛍光体または量子ドットを有している請求項1に記載の光源装置。

【請求項 3】

前記波長変換素子と前記第1の光学部材との間に配置され、前記波長変換素子から前記一方の光源側に散乱した光を平行光にする第1のコリメート光学系と、

前記波長変換素子と前記第2の光学部材との間に配置され、前記波長変換素子から前記他方の光源側に散乱した光を平行光にする第2のコリメート光学系とを備える請求項1ま

たは請求項 2 に記載の光源装置。

【請求項 4】

前記第 1 のコリメート光学系および第 2 のコリメート光学系のうち少なくとも一方が、コリメートレンズまたはロッドインテグレータを備える請求項 3 に記載の光源装置。

【請求項 5】

前記波長変換素子、前記第 1 のコリメート光学系および第 2 のコリメート光学系が、前記光軸上に直列に複数組備えられ、

各組の前記波長変換素子が、互いに異なる色の光を発生する請求項 3 または請求項 4 に記載の光源装置。

【請求項 6】

10

前記第 2 の光学部材の該第 2 の光学部材による光の偏向方向とは反対側に配置され、前記第 2 の光学部材によって偏向される光と同一の光軸に沿って光を出力するもう 1 つの光源を備え、

前記第 2 の光学部材が、前記もう 1 つの光源から出力された光も透過させる請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の光源装置。

【請求項 7】

前記光軸に沿う方向にまたは前記光軸に交差する方向に配列されて前記光源からの光が共に照射されるとともに、互いに異なる色の光を発生する複数の前記波長変換素子を備える請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の光源装置。

【請求項 8】

20

前記 2 つの光源、波長変換素子、第 1 の光学部材および第 2 の光学部材が、該第 2 の光学部材によって偏向された光の光軸を共通として並列に複数組備えられている請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の光源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、液晶プロジェクタなどの光源として半導体光源が用いられている（例えば、特許文献 1 参照。）。特許文献 1 では、単一の半導体光源から出力された励起光を 3 種類の蛍光体に照射して赤色、緑色および青色の蛍光を生成し、これら 3 色の蛍光を用いて映像の色を再現している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2012 - 13897 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

顕微鏡や液晶プロジェクタなどの用途では、光源からの照明光は比較的狭い領域に照射される。特許文献 1 の装置をこのような用途に適用して狭い領域を照明した場合、E t e n d u e の法則に基づけば、当該狭い領域における照明光の明るさを向上することができないという問題がある。

【0005】

すなわち、光学系のある位置における光束の断面積と光束の立体角との積によって表わされる E t e n d u e は、光源から照射位置まで保存される。特許文献 1 においては、照明光の明るさを向上するために光源を複数並べることが考えられる。その場合、光源全体としての発光面積が大きくなり、光源側の E t e n d u e が大きくなる。その結果、光源全体の発光面積が増加することにより光源の光量は増加するが、光源側の E t e n d u e

50

も増加して導光効率が低下する。つまり、光源から発せられた全ての光を照射位置において狭い照明領域に効率良く導光することができず、一部は蹴られて照明領域の明るさの向上に寄与しないこととなる。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、顕微鏡や液晶プロジェクタのような狭い領域を照明する装置と好適に組み合わせて用いられ照明光の明るさを増大することができる光源装置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】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

10

本発明は、1つの光軸に沿って互いに向かい合う方向に光を出力する2つの光源と、該2つの光源の間に配置され、これら光源から出力された光が照射されることにより該光とは異なる波長の光を発生する波長変換素子と、該波長変換素子と一方の前記光源との間に配置され、該一方の光源からの光を透過させるとともに前記波長変換素子において発生した光のうち前記一方の光源側に散乱した光を前記波長変換素子の方向に前記光軸と平行に折り返す第1の光学部材と、前記波長変換素子と他方の前記光源との間に配置され、該他方の光源からの光を透過させるとともに、前記波長変換素子において発生した光のうち前記他方の光源側に散乱した光および前記第1の光学部材によって折り返されてきた光を前記光軸に交差する方向に偏向する第2の光学部材とを備える光源装置を提供する。

【 0 0 0 8 】

20

本発明によれば、2つの光源から出力された光は、波長変換素子において異なる色の光に変換され、一方の光源側に散乱した一部の光は第1の光学部材によって第2の光学部材の方向へと偏向され、他方の光源側に散乱した他の部分の光と重ね合わされる。そして、波長変換素子において発生した光の全体が、第2の光学部材から照明光として出力される。

【 0 0 0 9 】

この場合に、2つの光源からの光により波長変換素子において発生した光の全体の光量は、単一の光源を用いたときのそれと比べて略2倍となる。この発生した光の集光効率は互いに独立した光学系を構成する個々の光源の *E t e n d u e* によって制限されるので、発生した光全体が十分に狭い領域に集光されることができる。これにより、顕微鏡や液晶プロジェクタのような狭い領域を照明する装置と組み合わせて用いた場合に狭い照明領域における照明光の明るさを増大することができる。

30

【 0 0 1 0 】

上記発明においては、前記波長変換素子が、前記光源から出力された光によって励起される蛍光体または量子ドットを有していてもよい。

このようにすることで、波長変換素子の構成を簡素にすることができる。

【 0 0 1 1 】

また、上記発明においては、前記波長変換素子と前記第1の光学部材との間に配置され、前記波長変換素子から前記一方の光源側に散乱した光を平行光にする第1のコリメート光学系と、前記波長変換素子と前記第2の光学部材との間に配置され、前記波長変換素子から前記他方の光源側に散乱した光を平行光にする第2のコリメート光学系とを備えていてもよい。

40

このようにすることで、波長変換素子において発生して各方向に散乱した光を、第1のコリメート光学系および第2のコリメート光学系によって平行光にして出力することができる。

【 0 0 1 2 】

また、上記発明においては、前記第1のコリメート光学系および第2のコリメート光学系うち少なくとも一方が、コリメートレンズまたはロッドインテグレータを備えていてもよい。

このようにすることで、簡素なレンズ構成によって波長変換素子からの散乱光を平行光

50

とすることができる。

【 0 0 1 3 】

また、上記発明においては、前記波長変換素子、前記第 1 のコリメート光学系および第 2 のコリメート光学系が、前記光軸上に直列に複数組備えられ、各組の前記波長変換素子が、互いに異なる色の光を発生してもよい。

このようにすることで、共通の光源を用いて複数の波長変換素子から複数の色の光を同時に発生させることができる。また、複数の色の像が時間差で表示されることにより残像として観察者に認識されるカラーブレイクアップが発生することがない。

【 0 0 1 4 】

また、上記発明においては、前記第 2 の光学部材の該第 2 の光学部材による光の偏向方向とは反対側に配置され、前記第 2 の光学部材によって偏向される光と同一の光軸に沿って光を出力するもう 1 つの光源を備え、前記第 2 の光学部材が、前記もう 1 つの光源から出力された光も透過させてもよい。

10

このようにすることで、波長変換素子により発生される光に、もう 1 つの光源から出力された光を重ね合わせて出力することにより、照明光の明るさをさらに増大することができる。

【 0 0 1 5 】

また、上記発明においては、前記光軸に沿う方向にまたは前記光軸に交差する方向に配列されて前記光源からの光が共に照射されるとともに、互いに異なる色の光を発生する複数の前記波長変換素子を備えていてもよい。

20

このようにすることで、共通の光源を用いて複数の波長変換素子から複数の色の光を同時に発生させることができる。また、複数の色の像が時間差で表示されることにより残像として観察者に認識されるカラーブレイクアップが発生することがない。

【 0 0 1 6 】

また、上記発明においては、前記 2 つの光源、波長変換素子、第 1 の光学部材および第 2 の光学部材が、該第 2 の光学部材によって偏向された光の光軸を共通として並列に複数組備えられていてもよい。

このようにすることで、各組において生成された光が第 2 の光学部材によって偏向されて重ね合わせられた状態で出力される。これにより、複数の色の光を含む照明光を生成することができるとともに、光源の数の増加分だけ照明光の明るさをさらに増大することができる。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、顕微鏡や液晶プロジェクタのような狭い領域を照明する装置と好適に組み合わせて用いられ照明光の明るさを増大することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る光源装置の全体構成図である。

【図 2】図 1 の光源装置の変形例を示す全体構成図である。

【図 3】図 1 の光源装置が備える波長変換素子の変形例を示す図である。

40

【図 4】図 1 の光源装置が備える波長変換素子のもう 1 つの変形例を示す図である。

【図 5】図 1 の光源装置のもう 1 つの変形例を示す全体構成図である。

【図 6】図 1 の光源装置のもう 1 つの変形例を示す全体構成図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

以下に、本発明の一実施形態に係る光源装置 1 について図面を参照して説明する。

本実施形態に係る光源装置 1 は、図 1 に示されるように、1 つの光軸 X に沿って互いに向かい合う方向にビーム光を出力する 2 つの光源 2 1 , 2 2 と、これら光源 2 1 , 2 2 の間に配置されビーム光が照射されることにより発光する波長変換素子 3 と、該波長変換素子 3 と第 1 の光源 2 1 および第 2 の光源 2 2 との間にそれぞれ配置されたダイクロイック

50

ミラー 4 1 , 4 2 およびコリメート光学系 5 1 , 5 2 とを備えている。

【 0 0 2 0 】

第 1 の光源 2 1 および第 2 の光源 2 2 は、指向性の高い単色のビーム光を出力する半導体光源やレーザダイオード (L D) などであり、同一の特性を有するビーム光を出力する。本実施形態においては、単色のビーム光として、450nmの波長を有する青色のレーザ光 L を想定している。各光源 2 1 , 2 2 は、レーザ光 L を互いに平行に出力する複数 (例えば、2 個 × 2 個または 3 個 × 3 個) の半導体光源や L D がアレイ状に配置されて構成されていてもよい。

【 0 0 2 1 】

波長変換素子 3 は、光源 2 1 , 2 2 からレーザ光 L (単色光) が照射されることにより発光する素子であり、例えば、レーザ光 L によって励起される蛍光体または量子ドットを保持している。本実施形態においては、波長変換素子 3 として、レーザ光 L の波長 450nmを励起波長帯域に含むとともに550nmのピーク波長を有する蛍光 L ' を発生する蛍光体を想定している。

10

【 0 0 2 2 】

両側からレーザ光 L が照射されることにより波長変換素子 3 において発生した蛍光 L ' は、各レーザ光 L の進行方向前方および進行方向後方に散乱する。そして、レーザ光 L によって発生された蛍光 L ' のうち、第 1 の光源 2 1 側に散乱した一部の蛍光 L 1 ' は第 1 のコリメート光学系 5 1 へ入射し、第 2 の光源 2 2 側に散乱した他の部分の蛍光 L 2 ' は、第 2 のコリメート光学系 5 2 へ入射する。

20

【 0 0 2 3 】

第 1 の光源 2 1 と波長変換素子 3 との間に配置された第 1 のダイクロイックミラー 4 1 は、光軸 X に対して垂直に配置されている。第 1 のダイクロイックミラー 4 1 は、光源 2 1 から入射してきたレーザ光 L を光軸 X に沿って透過させ、波長変換素子 3 から散乱されてきた一部の蛍光 L 1 ' を光軸 X に沿って反射する。

【 0 0 2 4 】

第 2 の光源 2 2 と波長変換素子 3 との間に配置された第 2 のダイクロイックミラー 4 2 は、光軸 X に対して 45° 傾斜して配置されている。第 2 のダイクロイックミラー 4 2 は、第 2 の光源 2 2 から入射してきたレーザ光 L を光軸 X に沿って透過させ、波長変換素子 3 から反射されてきた他の部分の蛍光 L 2 ' および第 1 のダイクロイックミラー 4 1 によって折り返されて波長変換素子 3 を通過してきた一部の蛍光 L 1 ' を光軸 X と垂直な方向に反射する。

30

【 0 0 2 5 】

本実施形態においては、第 1 のダイクロイックミラー 4 1 および第 2 のダイクロイックミラー 4 2 として、500nm以下の波長の光を透過させ、500nmよりも長い波長の光を反射する特性を有するものを想定している。

【 0 0 2 6 】

第 1 のコリメート光学系 (第 1 の光学部材) 5 1 は、例えば、凸面を第 1 の光源 2 1 側に向けて配置された平凸レンズ (コリメートレンズ) からなる。第 1 のコリメート光学系 5 1 は、波長変換素子 3 から入射してきた蛍光 L 1 ' を平行化してダイクロイックミラー 4 1 へ出射するとともに、ダイクロイックミラー 4 1 によって反射されて戻ってきた蛍光 L 1 ' を波長変換素子 3 に集光する。

40

【 0 0 2 7 】

第 2 のコリメート光学系 (第 2 の光学部材) 5 2 は、例えば、凸面を第 2 の光源 2 2 側に向けて配置された平凸レンズ (コリメートレンズ) からなる。第 2 のコリメート光学系 5 2 は、波長変換素子 3 から入射してきた蛍光 L 1 ' , L 2 ' を平行化し、光軸 X に沿って出射する。

なお、第 1 のコリメート光学系 5 1 および第 2 のコリメート光学系 5 2 は、複数のレンズの組み合わせから構成されていてもよい。また、平凸レンズに代えて、ロッドインテグレータを採用してもよい。

50

【 0 0 2 8 】

次に、このように構成された光源装置 1 の作用について説明する。

本実施形態に係る光源装置 1 によれば、2つの光源 2 1 , 2 2 から出力された青色のレーザー光 L が、1つの光軸 X に沿ってダイクロイックミラー 4 1 , 4 2 を透過して波長変換素子 3 に入射することにより、該波長変換素子 3 において緑色の蛍光 L ' が発生する。発生した蛍光 L ' のうち、第 2 の光源 2 2 側に散乱した蛍光 L 2 ' は、第 2 のコリメート光学系 5 2 によって平行光とされてから光軸 X に垂直な方向に偏向されて光源装置 1 の外部へと出力される。

【 0 0 2 9 】

一方、第 1 の光源 2 1 側に散乱した蛍光 L 1 ' は、第 1 のコリメート光学系 5 1 によって平行光とされてからダイクロイックミラー 4 1 によって折り返され、第 1 のコリメート光学系 5 1 によって波長変換素子 3 に集光される。ここで、波長変換素子 3 の発光波長帯域と励起波長帯域との重なりは少ないか或いは全くないので、波長変換素子 3 に集光された蛍光 L 1 ' は、蛍光体を励起させてエネルギー損失を生じさせることは殆どなく、波長変換素子 3 を透過する。そして、波長変換素子 3 を透過した蛍光 L 1 ' は、第 2 の光源 2 2 側に散乱した蛍光 L 2 ' と同様に第 2 のコリメート光学系 5 2 によって平行光とされてから光軸 X に垂直な方向に偏向されて光源装置 1 の外部へと出力される。これにより、波長変換素子 3 において発生した蛍光 L ' 全体が最終的な照明光として光源装置 1 から出力される。

【 0 0 3 0 】

光源装置 1 から出力された照明光は、例えば、顕微鏡やプロジェクタの照明光として用いられる。すなわち、照明光は、顕微鏡の観察試料や液晶プロジェクタが備える液晶パネルなどの照明対象物の狭い領域に集光して照射される。

【 0 0 3 1 】

この場合に、本実施形態によれば、2つの光源 2 1 , 2 2 からのレーザー光 L を用いて波長変換素子 3 から蛍光 L ' を発生させているので、波長変換素子 3 における蛍光 L ' の発生量は単一の光源 2 1 / 2 2 を用いたときのその略 2 倍となる。ここで、各光源 2 1 , 2 2 は、他の光学素子 3 , 4 1 , 4 2 , 5 1 , 5 2 を共有しつつ、互いに独立した光学系を構成しているので、各光源 2 1 , 2 2 の光源側の E t e n d u e は、光源 2 1 , 2 2 が単独で配置されたと仮定したときの E t e n d u e と同一である。したがって、各光源 2 1 , 2 2 から出力された各レーザー光 L に起因する蛍光 L ' は、各光源 2 1 , 2 2 の E t e n d u e によって制限される十分に狭い領域に集光されることができる。

【 0 0 3 2 】

これにより、照明光の全光束を狭い領域に十分に高い効率で集光することができ、当該狭い領域を照射する照明光の明るさを単一の光源 2 1 / 2 2 を用いたときのそれと比べて略 2 倍にまで増大することができるという利点がある。

【 0 0 3 3 】

なお、本実施形態においては、2系統の光源 2 1 , 2 2 を備えることとしたが、光源の系統数は 2 以上であればよい。図 2 は、3系統の光源 2 1 , 2 2 , 2 3 を備えた変形例に係る光源装置 1 0 0 の構成を示している。第 3 の光源 2 3 は、第 2 のダイクロイックミラー 4 2 に対して該第 2 のダイクロイックミラー 4 2 による蛍光 L ' の偏向方向とは反対側に配置されている。第 3 の光源 2 3 は、LED とコリメート光学系からなり、第 2 のダイクロイックミラー 4 2 に 4 5 ° の角度で光 L を入射する。

【 0 0 3 4 】

このようにすることで、光源装置 1 0 0 からは、波長変換素子 3 において発生した緑色の蛍光 L ' と、第 3 の光源 2 3 からの光 L とが混合された光が照明光として出力される。この場合にも、第 1 の光源 2 1 および第 2 の光源 2 2 とは別系統の第 3 の光源 2 3 からの光 L が蛍光 L ' に足し合わされるが、第 2 のダイクロイックミラー 4 2 によって波動光学的に重畳されているので、照射対象物側の E t e n d u e は小さくて済む。したがって、光源装置 1 0 0 から出力された照明光 L ' + L の全光束を十分に高い効率で狭い領域に集

10

20

30

40

50

光して明るさを増大することができる。

【 0 0 3 5 】

また、特開 2 0 1 2 - 1 3 8 9 7 号公報に記載の回転型のカラーホイールのように、機械的に素子を駆動することによって複数の色の光を時間差で生成する場合、各色の像が残像として観察者に認識されるカラーブレイクアップが生じる。これに対して、光源装置 1 0 0 によれば、機械的な駆動機構が不要であるので、カラーブレイクアップを生じることなく、複数の色の光 $L' + L$ を同時に発生することができる。

【 0 0 3 6 】

また、本実施形態においては、単一の波長変換素子 3 を用いて単色の蛍光 L' を生成することとしたが、これに代えて、複数の波長変換素子 3 a , 3 b を用いて複数の色の光を生成することとしてもよい。

10

【 0 0 3 7 】

図 3 に示される変形例においては、光軸 X に沿う方向に配列された 2 つの波長変換素子 3 a , 3 b が備えられている。第 1 の光源 2 1 側に配置された第 1 の波長変換素子 3 a は、上述した波長変換素子 3 と同じく緑色の蛍光 L' を発生する。第 2 の波長変換素子 3 b は、レーザ光 L の波長 4 5 0 nm を励起波長帯域に含むとともに第 1 の波長変換素子 3 a が発生する蛍光 L' よりも長い波長、例えば、6 5 0 nm のピーク波長を有する蛍光を発生する蛍光体を保持している。

【 0 0 3 8 】

ダイクロイックミラー 4 1 , 4 2 を透過してきた青色のレーザ光 L が第 1 の波長変換素子 3 a および第 2 の波長変換素子 3 b に入射すると、第 1 の波長変換素子 3 a において緑色の蛍光 L' が発生し、第 2 の波長変換素子 3 b において赤色の蛍光が発生する。これら緑色の蛍光 L' と赤色の蛍光のうち、第 2 の光源 2 2 側に散乱した蛍光は第 2 のコリメート光学系 5 2 へ入射する。一方、緑色の蛍光 L' と赤色の蛍光のうち第 1 の光源 2 1 側に散乱した蛍光は、ダイクロイックミラー 4 1 で折り返されてから、第 1 のコリメート光学系 5 1、第 1 の波長変換素子 3 a および第 2 の波長変換素子 3 b を通過してから第 2 のコリメート光学系 5 2 へ入射する。

20

【 0 0 3 9 】

ここで、波長変換素子 3 a , 3 b の各発光波長帯域と波長変換素子 3 a , 3 b の各励起波長帯域との重なりは少ないか或いは全くないので、蛍光のうち第 1 の光源 2 1 側に散乱した蛍光は、蛍光体を励起させてエネルギー損失を生じさせることは殆どなく、波長変換素子 3 a , 3 b を透過する。そして、第 1 の波長変換素子 3 1 および第 2 の波長変換素子 3 2 において発生した蛍光全体が第 2 のコリメート光学系 5 2 から照明光として出力される。

30

【 0 0 4 0 】

このようにしても、図 2 の光源装置 1 0 0 と同様に、カラーブレイクアップを生じることなく、複数の色の光を同時に生成することができる。

【 0 0 4 1 】

2 つの波長変換素子 3 a , 3 b は、図 4 に示されるように、光軸 X に交差する方向に配列されていてもよい。この場合、レーザ光 L が両方の波長変換素子 3 a , 3 b に照射されるように、2 つの波長変換素子 3 a , 3 b 同士の隣接面が略光軸 X 上に配置される。このようにしても、図 3 の波長変換素子 3 a , 3 b と同様に、青色のレーザ光 L から緑色の蛍光 L' と赤色の蛍光とを同時に生成することができる。

40

【 0 0 4 2 】

また、本実施形態においては、図 5 に示される変形例に係る光源装置 2 0 0 のように、複数組の波長変換素子およびコリメート光学系が直列に備えられていてもよい。この変形例に係る光源装置 2 0 0 では、第 1 のダイクロイックミラー 4 1 と第 2 のダイクロイックミラー 4 2 との間の光軸 X 上に、複数組（図示する例では 2 組）の波長変換素子 3 , 3' およびコリメート光学系 5 1 , 5 2 , 5 1' , 5 2' が、直列に備えられている。

【 0 0 4 3 】

50

この場合、後段の組の波長変換素子 3' は、図 2 の波長変換素子 3b と同様に、前段の組の波長変換素子 3 が発生する蛍光 L' よりも長い波長（例えば、650nm のピーク波長）を有する蛍光を発生する。すなわち、複数の波長変換素子 3, 3' は、光軸 X 上で光源 21 から離れた位置に配置されるほど、つまり後段側に配置されるほど、発光する光の波長帯域が長波長である蛍光体を保持するように構成されている。前段の組と後段の組との間には、レーザ光 L および前段の組の波長変換素子 3 が発生した蛍光 L' を透過させ、後段の組の波長変換素子 3' が発生した蛍光を反射するダイクロイックミラー 43 が備えられている。このようにして、光源装置 200 は、前段の組の波長変換素子 3 を通過したレーザ光 L が後段の組の波長変換素子 3' を励起して発光させるように構成されている。

【0044】

10

この変形例に係る光源装置 200 においては、図 2 に示されるような第 3 の光源 23 が備えられていてもよく、また、各組の波長変換素子 3, 3' として、図 3 および図 4 に示されるような複数の波長変換素子 3a, 3b が採用されてもよい。

このようにしても、カラーブレイクアップを生じることなく、複数の色の光を生成することができる。

【0045】

また、本実施形態においては、光源 21, 22、波長変換素子 3、ダイクロイックミラー 41, 42 およびコリメート光学系 51, 52 が 1 組備えられていることとしたが、これに代えて、図 6 に示されるように、ダイクロイックミラー 421 ~ 424 によって偏向された光の光軸 X' を共通として並列に複数組（図示する例では 4 組）備えられていてもよい。

20

【0046】

この変形例に係る光源装置 300 において、各組の光源 211 ~ 214, 221 ~ 224 は、上述した光源 21, 22 と同じく青色のレーザ光 L を出力する。波長変換素子 31 ~ 34 は、互いに異なる色（例えば、水色、緑色、黄色、赤色）の光を発生する。各ダイクロイックミラー 411 ~ 414, 421 ~ 424 の波長特性は適宜設定される。

【0047】

このようにすることで、4 色の光を含む照明光を生成することができる。また、各光源 211 ~ 214, 221 ~ 224 は互いに独立した光学系を構成しているので、照明光の光束全体を個々の光源 211 ~ 214, 221 ~ 224 の E t e n d u e によって制限される十分に狭い領域に集光することができ、当該狭い領域を照射する照明光の明るさを単一の光源を用いたときのそれと比べて略 8 倍にまで増大することができる。

30

【0048】

また、本実施形態においては、波長変換素子 3 が保持する発光体の例として、蛍光体および量子ドットを挙げたが、波長変換素子 3 の例はこれに限定されるものではない。

また、本実施形態においては、光源装置がコリメート光学系を備えることとしていたが、光源装置の構成はこれに限定されるものではなく、コリメート光学系を備えない構成としてもよい。

【符号の説明】

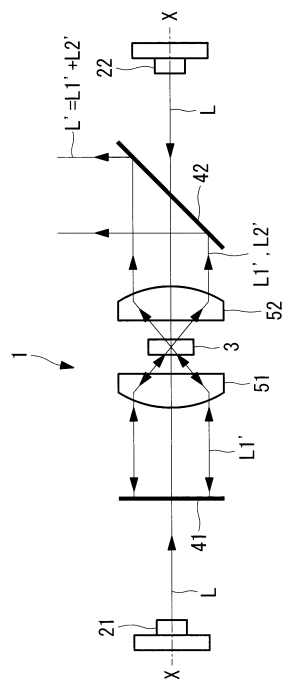
【0049】

40

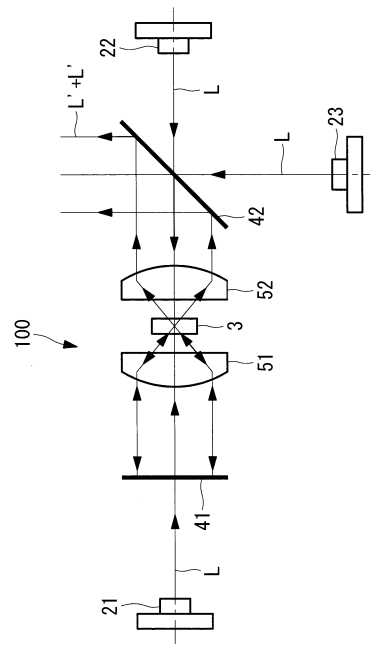
1, 100, 200, 300 光源装置
 21, 22, 23, 211 ~ 214, 221 ~ 224 光源
 3, 3', 3a, 3b, 31 ~ 34 波長変換素子
 41, 411 ~ 414 第 1 のダイクロイックミラー（第 1 の光学部材）
 42, 421 ~ 424 第 2 のダイクロイックミラー（第 2 の光学部材）
 51, 511 ~ 514 第 1 のコリメート光学系
 52, 521 ~ 524 第 2 のコリメート光学系
 L レーザ光（光）
 L' 蛍光
 X 光軸

50

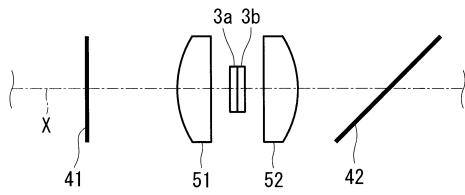
【図 1】



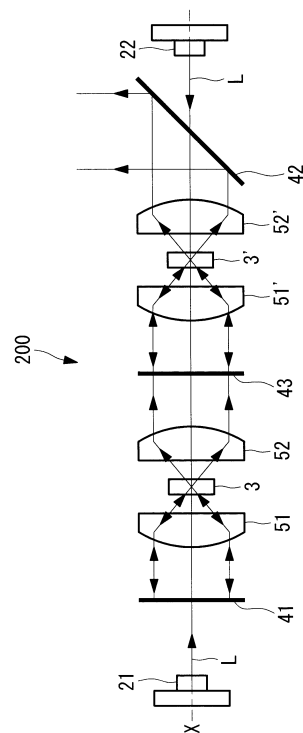
【図 2】



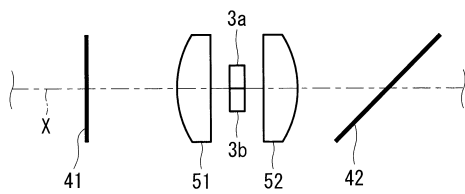
【図 3】



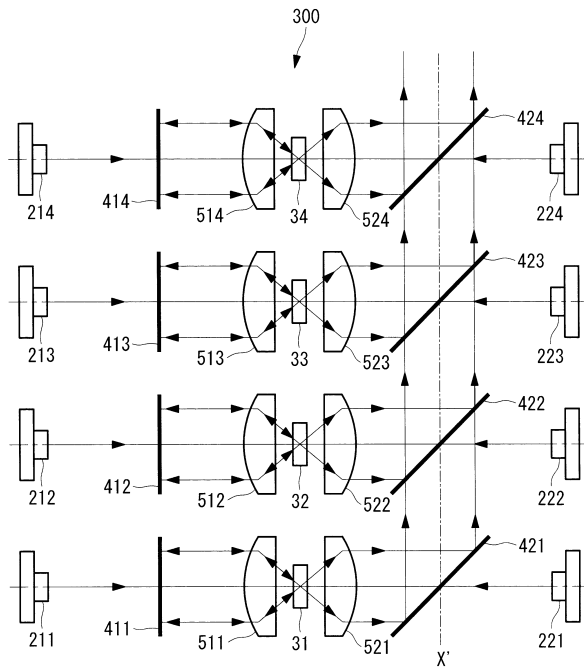
【図 5】



【図 4】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 2 B 21/08 (2006.01) G 0 2 B 21/08

(56)参考文献 特開2001-338502(JP,A)
特開2005-347263(JP,A)
特開2002-090877(JP,A)
特開2011-048139(JP,A)
特開2012-093692(JP,A)
特開2012-023013(JP,A)
特開2008-160015(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B 19/00 - 21/36
F 2 1 S 2/00 - 19/00
F 2 1 V 1/00 - 8/00
F 2 1 V 9/00 - 15/04
H 0 1 S 5/00 - 5/50