

(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10月12日(12.10.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/175391 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 5/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/061580
- (22) 国際出願日: 2016年4月8日(08.04.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大道寺 麦穂 (DAIDOJI, Bakusui); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 毅 (ITO, Takeshi); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝3丁目23番1号 セレスティン芝三井ビルディング11階 鈴榮特許総合事務所内 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).

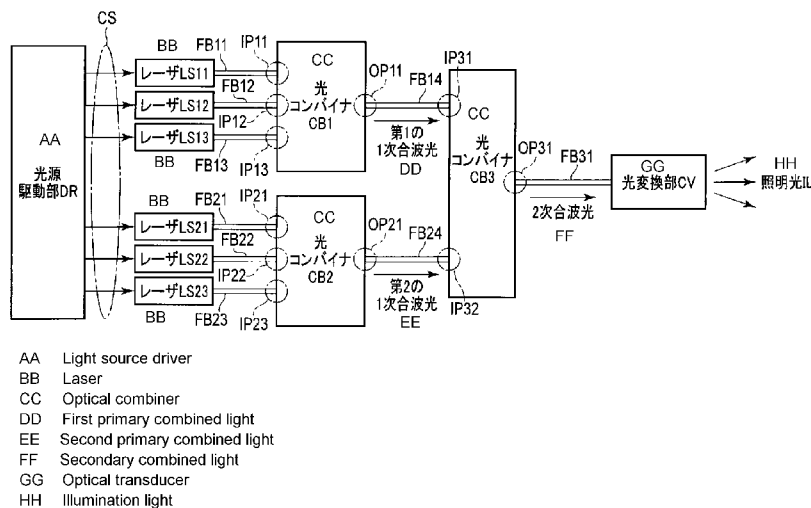
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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))

(54) Title: ILLUMINATING DEVICE AND ENDOSCOPE INCLUDING SAME

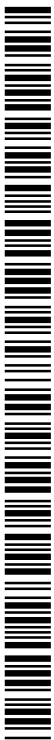
(54) 発明の名称: 照明装置およびこれを備えた内視鏡



(57) Abstract: An illumination device includes at least four narrow band light sources (LS11-LS13, LS21-LS23), a plurality of primary combiners (CB1, CB2) that combine narrow band light beams emitted from at least two of the narrow band light sources, and a single secondary combiner (CB3; CP) that combines the primary combined light beams combined by the plurality of primary combiners, and the secondary combined light beam combined by the secondary combiner is emitted as an illumination light beam. The plurality of narrow band light sources are grouped into a plurality of groups on the basis of an illumination characteristic as a grouping criterion that includes at least one of an emission light quantity, an emission wavelength, and an emission timing so that narrow band light sources that satisfy prescribed conditions in the illumination characteristic are included in the same group. A plurality of narrow band light sources that belong to the same group are connected to the plurality of primary combiners so that narrow band light beams emitted from these narrow band light sources are distributed to the plurality of primary combiners.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/175391 A1



照明装置は、少なくとも4つの狭帯域光源（LS11～LS13，LS21～LS23）と、前記狭帯域光源の少なくとも2つから出射された狭帯域光をそれぞれ合波する複数の1次合波部（CB1，CB2）と、前記複数の1次合波部によって合波された1次合波光を合波する1つの2次合波部（CB3；CP）を有し、前記2次合波部によって合波された2次合波光を照明光として出射する。前記複数の狭帯域光源は、出射光量と発光波長と出射タイミングの少なくとも1つを含む照明特性をグルーピングの基準として、前記照明特性において所定の条件を満たす狭帯域光源が同じグループに含まれるように、複数のグループにグルーピングされている。同じグループに属する複数の狭帯域光源は、それらの狭帯域光源から出射された狭帯域光が前記複数の1次合波部に分配されるように前記複数の1次合波部に接続されている。

明 細 書

発明の名称：照明装置およびこれを備えた内視鏡

技術分野

[0001] 本発明は、照明装置に関する。

背景技術

[0002] 特開2007-41342号公報は、高出力・高輝度な照明光を得るために複数の光源の出射光を2段階で合波する合波光源を開示している。図12は、その合波光源100を示している。合波光源100は、複数の光源11と、複数の光源11にそれぞれ対応して配置された複数のレンズ12と、複数の光源11からそれぞれ出射された光が複数のレンズ12を介してそれぞれ入射される複数のマルチモード光ファイバ13と、複数のマルチモード光ファイバ13のいくつかが一体化されて形成された第1ファイバ合波器14（1次合波部）と、第1ファイバ合波器14によって合波された第1の合波光を出射するマルチモード光ファイバ15-1，15-2，15-3を有する3つのファイバ合波光源ユニット1-1，1-2，1-3と、マルチモード光ファイバ15-1，15-2，15-3が一体化されて形成された第2ファイバ合波器2（2次合波部）と、第2ファイバ合波器2の出射端に接続され、第2の合波光を出射するマルチモード光ファイバ3を備えている。

[0003] 各ファイバ合波光源ユニット1-1，1-2，1-3において、複数の光源11から出射された光は1つの第1ファイバ合波器14において合波されて第1の合波光となる。ファイバ合波光源ユニット1-1，1-2，1-3において生成された第1の合波光は、マルチモード光ファイバ15-1，15-2，15-3によって導波され、第2ファイバ合波器2において合波されて第2の合波光となる。これにより、複数の光源から出射された光を2段階で合波して高出力・高輝度な照明光を得ている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 第2ファイバ合波器2には大量の光が入射されるため、第2ファイバ合波器2に接続されたマルチモード光ファイバ15-1, 15-2, 15-3によってそれぞれ導光される第1の合波光に光量の偏りがあると、第2ファイバ合波器2とマルチモード光ファイバ15-1, 15-2, 15-3の光結合部、および／または、マルチモード光ファイバ15-1, 15-2, 15-3のそれぞれに対応する第2ファイバ合波器2の内部光路において、一部分に光吸収による発熱が集中して第2ファイバ合波器2の故障の原因となる虞がある。

[0005] 本発明の目的は、2次合波部内における一部分に集中した発熱の発生が抑えられた照明装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 照明装置は、少なくとも4つの狭帯域光源と、前記狭帯域光源の少なくとも2つから出射された狭帯域光をそれぞれ合波する複数の1次合波部と、前記複数の1次合波部によって合波された1次合波光を合波する2次合波部を有し、前記2次合波部によって合波された2次合波光を照明光として出射する。前記複数の狭帯域光源は、前記狭帯域光の照明特性をグルーピングの基準として、前記照明特性において所定の条件を満たす狭帯域光源が同じグループに含まれるように、複数のグループにグルーピングされている。同じグループに属する複数の狭帯域光源の各々は、前記同じグループに属する複数の狭帯域光源の狭帯域光源が前記複数の1次合波部に分配されるように前記複数の1次合波部のいずれか1つに接続されている。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、2次合波部内における一部分に集中した発熱の発生が抑えられた照明装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、第1実施形態における照明装置の構成模式図である。

[図2]図2は、図1に示された1次合波部を構成する光コンバイナの一例の斜視図である。

[図3]図3は、図1に示された1次合波部を構成する光コンバイナの一例の断面図である。

[図4]図4は、図1に示された2次合波部を構成する光コンバイナの一例の斜視図である。

[図5]図5は、図1に示された2次合波部を構成する光コンバイナの一例の断面図である。

[図6]図6は、図1に示された光変換部の一例の断面図である。

[図7]図7は、第2実施形態における内視鏡の構成模式図である。

[図8]図8は、図7に示された複数のレーザの出射のタイミング図である。

[図9]図9は、第3実施形態における内視鏡の構成模式図である。

[図10]図10は、図9に示された光カプラの構成模式図である。

[図11]図11は、CIE 1976 L*u*v*表色系の色空間座標の図である。

[図12]図12は、特開2007-41342号公報に開示された合波光源を示した図である。

発明を実施するための形態

[0009] <第1実施形態>

[構成]

図1は、第1実施形態における照明装置の構成模式図である。照明装置は、狭帯域光源である複数のレーザLS11~LS13, LS21~LS23と、レーザLS11~LS13, LS21~LS23の駆動を制御する光源駆動部DRと、レーザLS11~LS13, LS21~LS23にそれぞれ接続された複数の光ファイバFB11~FB13, FB21~FB23と、光ファイバFB11~FB13, FB21~FB23と接続された1次合波部である光コンバイナCB1, CB2と、光コンバイナCB1, CB2にそれぞれ接続された複数の光ファイバFB14, FB24と、光ファイバFB14, FB24と接続された2次合波部である光コンバイナCB3と、光コンバイナCB3に接続された光ファイバFB31と、光ファイバFB31と

接続された光変換部CVを有している。

[0010] [レーザLS11～LS13, LS21～LS23 (狭帯域光源)]

各レーザLS11～LS13, LS21～LS23の出射光量および発光波長は以下の通りである。ここにおいて「出射光量」とは、この照明装置で用いる最大光量を示している。または、各レーザの定格光量であってもよい。

- ・レーザLS11：出射光量3W、発光波長445nm (青)
- ・レーザLS12：出射光量2W、発光波長525nm (緑)
- ・レーザLS13：出射光量1W、発光波長635nm (赤)
- ・レーザLS21：出射光量3W、発光波長445nm (青)
- ・レーザLS22：出射光量2W、発光波長525nm (緑)
- ・レーザLS23：出射光量1W、発光波長635nm (赤)

高出力の照明光ILを出射するために、複数のレーザLS11～LS13, LS21～LS23は、青色領域・緑色領域・赤色領域の3つの色領域に対して、少なくとも2つの同じ色領域の発光波長を有する狭帯域光源を含んでいる。

本実施形態においては、青色領域・緑色領域・赤色領域の3つの色領域に対してそれぞれ2つのレーザを含んでいる。ただし、レーザの数および出射光量はこれに限らない。

[0011] (色領域)

上記した青色領域・緑色領域・赤色領域は、以下の波長領域で定義される。以下の各波長領域は、可視光領域のうち、400～700nmの波長領域において、3等分したうえで、20nmの重なり領域(オーバーラップ)をもたせた波長領域である。

- ・青色領域：400～510nm
- ・緑色領域：490～610nm
- ・赤色領域：590～700nm

また、例えば、400nm以下の波長領域と700nm以上の波長領域は

それぞれ青色領域と赤色領域に割り当てられてもよい。

[0012] 〔光源駆動部DR〕

光源駆動部DRは、各レーザLS11～LS13、LS21～LS23に対して光源駆動信号CSを出力し、各レーザLS11～LS13、LS21～LS23のON/OFF、駆動電流、駆動方式（連続駆動（CW）、パルス駆動など）を各レーザLS11～LS13、LS21～LS23に対して独立に制御可能である。

[0013] 〔光ファイバFB11～FB14、FB21～FB24、FB31〕

光ファイバFB11～FB13、FB21～FB23の入射端は、それぞれ、レーザLS11～LS13、LS21～LS23と光学的に接続されている。また、光ファイバFB11～FB13、FB21～FB23の出射端は、それぞれ、第1の1次合波部である光コンバイナCB1と第2の1次合波部である光コンバイナCB2と光学的に接続されている。

[0014] 光ファイバFB11～FB13、FB21～FB23は、例えば、コア径50 μ m～200 μ mの単線のマルチモードファイバで構成されている。図示されていないが、レーザLS11～LS13、LS21～LS23と光ファイバFB11～FB13、FB21～FB23の間には、それぞれ、レーザLS11～LS13、LS21～LS23から射出されたレーザ光を収束させて光ファイバFB11～FB13、FB21～FB23に結合するための複数の結合レンズが設けられている。

[0015] 光ファイバFB11は、レーザLS11から射出されたレーザ光を導光し、光コンバイナCB1の入射ポートIP11に接続されている。

光ファイバFB12は、レーザLS12から射出されたレーザ光を導光し、光コンバイナCB1の入射ポートIP12に接続されている。

光ファイバFB13は、レーザLS13から射出されたレーザ光を導光し、光コンバイナCB1の入射ポートIP13に接続されている。

光ファイバFB21は、レーザLS21から射出されたレーザ光を導光し、光コンバイナCB2の入射ポートIP21に接続されている。

光ファイバFB22は、レーザLS22から出射されたレーザ光を導光し、光コンバイナCB2の入射ポートIP22に接続されている。

光ファイバFB23は、レーザLS23から出射されたレーザ光を導光し、光コンバイナCB2の入射ポートIP23に接続されている。

[0016] 光ファイバFB14, FB24の入射端は、それぞれ、光コンバイナCB1, CB2と光学的に接続されている。また、光ファイバFB14, FB24の出射端は、いずれも、2次合波部である光コンバイナCB3と光学的に接続されている。

光ファイバFB14は、光コンバイナCB1の出射ポートOP11に接続され、レーザLS11~13から出射されたレーザ光の合波光である第1の1次合波光を導光し、2次合波部である光コンバイナCB3の入射ポートIP31に接続されている。

光ファイバFB24は、光コンバイナCB2の出射ポートOP21に接続され、レーザLS21~23から出射されたレーザ光の合波光である第2の1次合波光を導光し、2次合波部である光コンバイナCB3の入射ポートIP32に接続されている。

[0017] 光ファイバFB31の入射端は、光コンバイナCB3と光学的に接続されている。また、光ファイバFB31の出射端は、光変換部CVと光学的に接続されている。

光ファイバFB31は、光コンバイナCB3の出射ポートOP31に接続され、第1の1次合波光と第2の1次合波光の合波光である2次合波光を導光し、光変換部CVに光学的に接続されている。

[0018] 光ファイバFB14, FB24, FB31は、例えば、コア径100 μ m~400 μ mの単線のマルチモードファイバで構成されている。

[0019] [光コンバイナCB1, CB2 (1次合波部)]

光コンバイナCB1, CB2は、複数の入射ポートIP11~IP13, IP21~IP23に入射した光を合波する機能を有している。本実施形態における光コンバイナCB1の一例を図2と図3に示す。光コンバイナCB

2も同様の構成を有している。本実施形態では、光コンバイナCB1と光コンバイナCB2は略同一の特性を有している。ここでは、代表的に、光コンバイナCB1について説明する。

[0020] 光コンバイナCB1は、3つの入射ポートIP11～IP13と、1つの出射ポートOP11を有している。入射ポートIP11～IP13は例えばコア径50 μ m～200 μ mの単線のマルチモードファイバで構成されている。出射ポートOP11は例えばコア径100 μ m～400 μ mの単線のマルチモードファイバで構成されている。出射ポートOP11のコア径は入射ポートIP11～IP13のコア径よりも大きい。また、光コンバイナCB1の断面において、出射ポートOP11のコアの領域に対して、入射ポートIP11～IP13のコアの領域が含まれている。

[0021] 光コンバイナCB1は、入射ポートIP11～IP13のコアと出射ポートOP11のコアを融着することによって作製され、これにより、入射ポートIP11～IP13を導光する光を合波して出射ポートOP11から出射する機能を有するようになる。

[0022] 再び図1を参照して説明する。

光コンバイナCB1は、前述したように、3つの入射ポートIP11～IP13と、出射ポートOP11を有している。

入射ポートIP11には、光ファイバFB11が接続されており、レーザLS11から出射されたレーザ光が入射される。

入射ポートIP12には、光ファイバFB12が接続されており、レーザLS12から出射されたレーザ光が入射される。

入射ポートIP13には、光ファイバFB13が接続されており、レーザLS13から出射されたレーザ光が入射される。

出射ポートOP11からは、レーザLS11～LS13から出射されたレーザ光の合波光である第1の1次合波光が出射される。出射ポートOP11は、光ファイバFB14に接続されている。

[0023] 光コンバイナCB2は、光コンバイナCB1と同様に、3つの入射ポート

IP21～IP23と、出射ポートOP21を有している。

入射ポートIP21には、光ファイバFB21が接続されており、レーザLS21から出射されたレーザ光が入射される。

入射ポートIP22には、光ファイバFB22が接続されており、レーザLS22から出射されたレーザ光が入射される。

入射ポートIP23には、光ファイバFB23が接続されており、レーザLS23から出射されたレーザ光が入射される。

出射ポートOP21からは、レーザLS21～LS23から出射されたレーザ光の合波光である第2の1次合波光が出射される。出射ポートOP21は、光ファイバFB24に接続されている。

[0024] 〔光コンバイナCB3（2次合波部）〕

光コンバイナCB3は、複数の入射ポートIP31，IP32に入射した光を合波する機能を有している。本実施形態における光コンバイナCB3の一例を図4と図5に示す。

[0025] 光コンバイナCB3は、2つの入射ポートIP31，IP32と、出射ポートOP31を有している。出射ポートOP31のコア径は入射ポートIP31，IP32のコア径よりも大きい。また、光コンバイナCB3の断面において、出射ポートOP31のコアの領域に対して、入射ポートIP31，IP32のコアの領域が含まれている。

[0026] 再び図1を参照して説明する。

光コンバイナCB3は、前述したように、2つの入射ポートIP31，IP32と、出射ポートOP31を有している。

入射ポートIP31には、光ファイバFB14が接続されており、第1の1次合波光が入射される。

入射ポートIP32には、光ファイバFB24が接続されており、第2の1次合波光が入射される。

出射ポートOP31からは、第1の1次合波光と第2の1次合波光の合波光である2次合波光が出射される。出射ポートOP31は、光ファイバFB

31に接続されている。

[0027] [光変換部CV]

光変換部CVは、光ファイバFB31によって導光された2次合波光を所望な配光に変換する機能を有している。本実施形態における光変換部CVの一例を図6に示す。光変換部CVは、拡散部材DFと、拡散部材DFを保持するホルダHL1と、光ファイバFB31を保持するホルダHL2を有している。ホルダHL1とホルダHL2は互いに固定されており、これにより、拡散部材DFと光ファイバFB31は光学的に接続されている。拡散部材DFは、例えば、アルミナ粒子などが分散された透明部材によって構成されてよい。拡散部材DFはまた、拡散板によって構成されてもよい。また、光変換部CVは、拡散部材DFの代わりにレンズを用いて構成されてもよいし、レンズと拡散部材を組み合わせて構成されてもよい。

[0028] [レーザLS11～LS13, LS21～LS23と光コンバイナCB1, CB2の接続構成(グルーピングと分配の方法)]

本実施形態では、レーザLS11～LS13, LS21～LS23は、出射光量を基準として、グルーピングされている。これらは、出射光量の近いレーザLS11～LS13, LS21～LS23は同じグループとなるようにグルーピングされている。また、これらは、出射光量が所定の範囲内に含まれるレーザLS11～LS13, LS21～LS23が同じグループにグルーピングされている。この場合、例えば、グループ1には、出射光量2.5W以上のレーザが含まれる。グループ2には、出射光量1.5W以上2.5W未満のレーザが含まれる。グループ3には、出射光量1.5W未満のレーザが含まれる。また、本実施形態においては、レーザLS11とレーザLS21は同じ3Wの出射光量を有し、レーザLS12とレーザLS22は同じ2Wの出射光量を有し、レーザLS13とレーザLS23は同じ1Wの出射光量を有している。同じ出射光量を有するレーザLS11～LS13, LS21～LS23は同じグループにグルーピングされている。ここで、「同じ出射光量」とは、設計上同じであることを示しており、製造ばらつき等に

より出射光量が数mW程度違うレーザも同じ出射光量とみなす。

[0029] 本実施形態においては、レーザLS11～LS13, LS21～LS23は次のようにグルーピングされている。

- ・グループ1：レーザLS11, LS21
- ・グループ2：レーザLS12, LS22
- ・グループ3：レーザLS13, LS23

同じグループに属するレーザLS11, LS21とLS12, LS22とLS13, LS23は、それぞれ、光コンバイナCB1, CB2に対して、入射光量が分散されるように接続される。言い換えると、同じグループに属する複数のレーザLS11, LS21とLS12, LS22とLS13, LS23の各々は、同じグループに属する複数のレーザLS11, LS21とLS12, LS22とLS13, LS23が複数の光コンバイナCB1, CB2に分配されるように、複数の光コンバイナCB1, CB2のいずれか1つに接続される。例えば、同じグループに属するレーザLS11, LS21とLS12, LS22とLS13, LS23は、第1の1次合波光と第2の1次合波光の光量差が所定値以下となるように、光コンバイナCB1, CB2に対して分配される。また、本実施形態においては、同じグループに属するレーザLS11, LS21とLS12, LS22とLS13, LS23は、光コンバイナCB1, CB2に対して同じ数ずつ分配されている。

[0030] 本実施形態においては、レーザLS11～LS13, LS21～LS23は、表1に示されるように、光コンバイナCB1, CB2に対して分配される。このとき、光コンバイナCB1と光コンバイナCB2への入射光の光量差が最も小さくなる（この場合、略等しくなる）。本実施形態においては、光コンバイナCB1と光コンバイナCB2は略同一の特性であるので、第1の1次合波光と第2の1次合波光の光量差が最も小さくなる（この場合、略等しくなる）。

[0031]

[表1]

グループ	レーザー	出射光量	入射する光コンバイナ CB1/CB2	入射する光コンバイナCB3の 入射ポートIP31/IP32
グループ1	レーザーLS11	3W	光コンバイナCB1	入射ポートIP31
	レーザーLS21	3W	光コンバイナCB2	入射ポートIP32
グループ2	レーザーLS12	2W	光コンバイナCB1	入射ポートIP31
	レーザーLS22	2W	光コンバイナCB2	入射ポートIP32
グループ3	レーザーLS13	1W	光コンバイナCB1	入射ポートIP31
	レーザーLS23	1W	光コンバイナCB2	入射ポートIP32

[0032] なお、レーザーの数および／または出射光量は本実施形態に示すものに限らない。例えば、すべてのレーザーが異なる発光波長を有していてもよいし、すべてのレーザーが異なる出射光量を有していてもよいし、各色領域のレーザーの数が異なってもよいし、各色領域のレーザーが異なる発光波長を有してい

てもよい。例えば、橙色のレーザや紫色のレーザが用いられてもよい。

[0033] 光源としてレーザを用いることで、光ファイバを用いた小型のシステムで、高効率な導光が可能である。

[0034] 光源は、レーザに限らず、狭帯域光源であればよく、LED等の狭帯域光源で構成されてもよい。

[0035] また、複数の波長のレーザ光やLED光を出射する1つの光源や、キセノンランプなどが発する広帯域光からフィルタによって狭帯域光を選択的に切り出して出射するような光源も含む。

[0036] なお、光コンバイナCB1と光コンバイナCB2への入射光の光量差、あるいは、第1の1次合波光と第2の1次合波光の光量差が最も小さくなるように分配されるのが最も好ましいが、本実施形態はそれに限らない。例えば、光コンバイナCB1と光コンバイナCB2への入射光の光量差は、光コンバイナCB1への入射光量と光コンバイナCB2への入射光量の和に対して、50%以下の光量差であればよい。さらに20%以下であればより望ましい。または、第1の1次合波光と第2の1次合波光の光量差は、第1の1次合波光の光量と第2の1次合波光の光量の和に対して、50%以下の光量差であればよい。さらに20%以下であればより望ましい。この光量差であれば、後述するように2次合波部において発生する熱が分散され、2次合波部の故障を防止することができる。

[0037] [動作]

1. 光源駆動部DRによってレーザLS11~LS13, LS21~LS23が駆動され、レーザ光が同時に出射される。

[0038] 2. レーザLS11~LS13から出射されたレーザ光は光ファイバFB11~FB13を導光された後、入射ポートIP11~IP13から光コンバイナCB1へ入射される。光コンバイナCB1の出射ポートOP11から、レーザLS11~LS13から出射されたレーザ光の合波光である第1の1次合波光が出射される。第1の1次合波光は白色光である。

[0039] 3. レーザLS21~LS23から出射されたレーザ光は光ファイバFB

21～FB23を導光された後、入射ポートIP21～IP23から光コンバイナCB2へ入射される。光コンバイナCB2の出射ポートOP21から、レーザLS21～LS23から出射されたレーザ光の合波光である第2の1次合波光が出射される。第2の1次合波光は白色光である。

[0040] 4. 第1の1次合波光は光ファイバFB21を導光された後、入射ポートIP31から光コンバイナCB3へ入射される。

[0041] 5. 第2の1次合波光は光ファイバFB22を導光された後、入射ポートIP32から光コンバイナCB3へ入射される。

[0042] 6. 光コンバイナCB3の出射ポートOP31から、第1の1次合波光と第2の1次合波光の合波光である2次合波光が出射される。2次合波光は白色光である。

[0043] 7. 2次合波光は光ファイバFB31を導光された後、光変換部CVへ入射される。

[0044] 8. 2次合波光は光変換部CVによって所望の配光へ変換された後、照明光ILとして出射される。

[0045] [効果]

複数のレーザLS11～LS13, LS21～LS23に対して、出射光量を基準にグルーピングを行い、光コンバイナCB1, CB2に対して、複数のレーザLS11～LS13, LS21～LS23から出射されたレーザ光の入射光量が分散するように接続（配置）することにより、光コンバイナCB3における、入射ポートIP31と出射ポートOP31の間の光路と、入射ポートIP32と出射ポートOP31の間の光路において、光損失が分散され、発熱が分散される。すなわち、光コンバイナCB3の内部光路において、一部分のみに発熱が集中することを防ぐことができる。これにより、光コンバイナCB3の発熱による故障を防止することができる。

[0046] <第1実施形態の変形例1>

本変形例は、レーザの数および出射光量が異なる場合のレーザと光コンバイナの接続構成の例である。本変形例では、レーザの数を変更されており、

これに伴って、光コンバイナCB 1, CB 2の入射ポートの数も変更されている。具体的には、本変形例の照明装置は、図示されないが、9つのレーザLS 1 1~LS 1 4, LS 2 1~LS 2 5を有している。レーザLS 1 1とレーザLS 2 1は同じ3Wの出射光量と同じ445nmの発光波長を有し、レーザLS 1 2とレーザLS 1 3とレーザLS 2 2レーザLS 2 3は同じ2Wの出射光量と同じ525nmの発光波長を有し、レーザLS 1 4とレーザLS 2 4とレーザLS 2 5は同じ1Wの出射光量と635nmの発光波長を有している。

[0047] 本変形例においては、レーザLS 1 1~LS 1 4, LS 2 1~LS 2 5は次のようにグルーピングされている。

- ・グループ1 : レーザLS 1 1, LS 2 1
- ・グループ2 : レーザLS 1 2, LS 1 3, LS 2 2, LS 2 3
- ・グループ3 : レーザLS 1 4, LS 2 4, LS 2 5

レーザLS 1 1~LS 1 4, LS 2 1~LS 2 5は、表2に示されるように、光コンバイナCB 1, CB 2に対して分配される。

[0048]

[表2]

グループ	レーザ	出射光量	波長 (nm)	入射する光コンバイナ CB1 / CB2	入射する光コンバイナCB3の 入射ポートIP31 / IP32
グループ1	レーザLS11	3W	445	光コンバイナCB1	入射ポートIP31
	レーザLS21	3W	445	光コンバイナCB2	入射ポートIP32
グループ2	レーザLS12	2W	525	光コンバイナCB1	入射ポートIP31
	レーザLS13	2W	525	光コンバイナCB1	入射ポートIP31
	レーザLS22	2W	525	光コンバイナCB2	入射ポートIP32
	レーザLS23	2W	525	光コンバイナCB2	入射ポートIP32
グループ3	レーザLS14	1W	635	光コンバイナCB1	入射ポートIP31
	レーザLS24	1W	635	光コンバイナCB2	入射ポートIP32
	レーザLS25	1W	635	光コンバイナCB2	入射ポートIP32

[0049] 光コンバイナCB1に入射する光量は8W、光コンバイナCB2に入射す

る光量は9Wであり、その光量差は1Wである。これは光コンバイナCB1への入射光量と光コンバイナCB2への入射光量の和17Wに対して約5.9%であり、20%以下である。

[0050] 〔グルーピング方法〕

以下、グルーピング方法のいくつかの例について説明する。続く説明では、レーザの数をKとし、出射光量の大きい順にレーザを順序づける ($i = 1, 2, \dots, K$)。1次合波部の数をLとする ($L \geq 1$)。各々の1次合波部の入射ポートの数は等しくMとする ($M \geq 2, L \times M \geq K$)。2次合波部の数を1とする。2次合波部の入射ポートの数をNとする ($N \geq 2$)。

[0051] （グルーピング方法の第1例）

1-1：出射光量の大きいレーザから順番にL個ずつ区切ってグルーピングする。

1-2：レーザに余りが出た場合、余ったレーザは、隣り合うレーザが含まれるグループにグルーピングする。

[0052] （グルーピング方法の第2例）

1-1：出射光量の大きいレーザから順番にL個ずつ区切ってグルーピングする。

1-2：レーザに余りが出た場合、余ったレーザは、ひとつのグループにグルーピングする。

[0053] （グルーピング方法の第3例）

2-1：同じ出射光量のレーザを同じグループにグルーピングする。

2-2：同じ出射光量のレーザが無いレーザは、隣り合うレーザのうち、出射光量の近い方のレーザと同じグループにグルーピングする。出射光量の近い隣り合うレーザがすでにグルーピングされている場合は、そのグループに含める。

[0054] （グルーピング方法の第4例）

最も出射光量の大きい1番目のレーザの出射光量と、最も出射光量の小さいK番目のレーザの出射光量の間を略等間隔に区切ってグルーピ

ングする。

[0055] (グルーピング方法の第5例)

最も出射光量の大きい1番目のレーザの出射光量が、それ以外のレーザの出射光量の総和よりも大きい場合は、1番目のレーザはグルーピングの対象とせず、1次合波部に接続せずに、直接2次合波部に接続する。この場合、 $L < N$ 。

[0056] [分配方法]

基本ルール：同じグループに属する複数のレーザは、複数の1次合波部から出射される複数の1次合波光の光量差が小さくなるように、複数の1次合波部に対して分配される。ここでいう「分配」とは、複数のレーザから出射されるレーザ光量が複数の1次合波部に対して分散して入射するように接続することを示す。

[0057] (分配方法の第1例)

グループに含まれるレーザの平均出射光量が大きいグループから先に分配を行う。(各々の1次合波部の入射ポートの数はすべて等しいとしたが、複数の1次合波部の入射ポートの数がすべて等しくない場合には、他の1次合波部に比べて入射ポートの数が少なく、先に入射ポートがレーザで埋まった1次合波部に対しては、その1次合波部を除外して分配を行う。)

[0058] (分配方法の第2例)

同じグループに属する複数のレーザは、同じグループにおいて複数の1次合波部に対して分配されるレーザの数の差が1以下となるように、複数の1次合波部に対して分配される。

特に、グループに含まれるレーザの数が L に等しいか、その倍数である場合は、上記余剰はゼロであり、各々の合波部に同じ数ずつ分配され、同じグループにおいて複数の1次合波部に対して分配されるレーザの数の差はゼロである。

[0059] (分配方法の第3例)

グループに含まれるレーザにおいて、まずは出射光量の大きいレーザから

順にL個またはLの倍数のレーザについて、各々の1次合波部に同じ数ずつ分配し、余ったレーザは、最初の分配において出射光量の小さいレーザが分配された1次合波部から優先して分配する。

[0060] (分配方法の第4例)

あるグループAにおいて、他の1次合波部よりも多くレーザを分配された1次合波部に対しては、グループAとは異なるグループBにおいては、他の1次合波部よりも多くレーザを分配しない。

[0061] (分配方法の第5例)

あるグループAにおいて、他の1次合波部よりも入射光量が大きくなるように分配された1次合波部に対しては、グループAとは異なるグループBにおいては、他の1次合波部よりも入射光量が大きくなるように分配しない。

[0062] <第2実施形態>

[構成]

第2実施形態は、第1実施形態における照明装置を有する内視鏡である。図7は、第2実施形態における内視鏡の構成模式図である。内視鏡は、本体部BDと挿入部ISを有しており、照明装置の光変換部CVは挿入部ISに配置され、光変換部CVと光ファイバFB31を除く照明装置の要素は本体部BD内に配置されており、光ファイバFB31は本体部BDと挿入部ISの両方の内部に配置されている。

[0063] 内視鏡は、照明装置に加えて、観察体を撮像する撮像部IMと、撮像部IMからの撮像信号を処理して観察体の画像を生成する画像処理部PRと、画像処理部PRで生成された観察体の画像を表示する画像表示部DSを備えている。

[0064] 本実施形態においては、レーザLS11~LS13, LS21~LS23はレーザ光を同時に射出せず、青色領域・緑色領域・赤色領域のレーザLS11~LS13, LS21~LS23がレーザ光を順次射出する。また、本実施形態においては、第1実施形態に対して、複数のレーザLS11~LS13, LS21~LS23に対するグルーピングの基準と分配方法が異なる

。

[0065] 〔撮像部 I M〕

撮像部 I Mは、観察体からの反射散乱光 R Lを検出し、撮像信号を生成する。撮像信号は画像処理部 P Rに出力される。撮像部 I Mは、例えば、CCDイメージャやCMOSイメージャである。また、本実施形態における撮像部 I Mは、カラーフィルタを有さないモノクロイメージャである。

[0066] 〔画像処理部 P R〕

画像処理部 P Rは、撮像部 I Mから順次出力されるB撮像信号とG撮像信号とR撮像信号に対して所定の画像処理を行って観察体の画像を生成する。

[0067] 〔画像表示部 D S〕

画像表示部 D Sは、画像処理部 P Rによって生成された画像を表示する。画像表示部 D Sは、例えば液晶ディスプレイ等のモニタである。

[0068] 〔レーザ L S 1 1 ~ L S 1 3, L S 2 1 ~ L S 2 3 と光コンバイナ C B 1, C B 2 の接続 (配置) 構成〕

本実施形態では、レーザ L S 1 1 ~ L S 1 3, L S 2 1 ~ L S 2 3は、出射タイミングを基準として、グルーピングされている。これらは、同じ出射タイミングを有するレーザ L S 1 1 ~ L S 1 3, L S 2 1 ~ L S 2 3が同じグループとなるようにグルーピングされている。

本実施形態におけるレーザ L S 1 1 ~ L S 1 3, L S 2 1 ~ L S 2 3の出射のタイミング図を図 8 に示す。レーザ L S 1 1 とレーザ L S 2 1 は、同じ 3 W の出射光量を有しており、同じタイミング t 1 で青色領域のレーザ光を出射する。レーザ L S 1 2 とレーザ L S 2 2 は、同じ 2 W の出射光量を有しており、同じタイミング t 2 で緑色領域のレーザ光を出射する。レーザ L S 1 3 とレーザ L S 2 3 は、同じ 1 W の出射光量を有しており、同じタイミング t 3 で赤色領域のレーザ光を出射する。

[0069] 本実施形態においては、レーザ L S 1 1 ~ L S 1 3, L S 2 1 ~ L S 2 3 は次のようにグルーピングされている。

・グループ 1 : レーザ L S 1 1, L S 2 1

- ・グループ2：レーザLS12，LS22
- ・グループ3：レーザLS13，LS23

同じグループに属するレーザLS11，LS21とLS12，LS22とLS13，LS23は、第1実施形態と同様に、それぞれ、光コンバイナCB1，CB2に対して、入射光量が分散されるように分配される。言い換えると、同じグループに属するレーザLS11，LS21とLS12，LS22とLS13，LS23は、第1の1次合波光と第2の1次合波光の光量差が所定値以下となるように、光コンバイナCB1，CB2に対して分配される。また、本実施形態においては、同じグループに属するレーザLS11，LS21とLS12，LS22とLS13，LS23は、それぞれ、光コンバイナCB1，CB2に対して同じ数ずつ分配されている。

[0070] 本実施形態においては、レーザLS11～LS13，LS21～LS23は、表3に示されるように、光コンバイナCB1，CB2に対して分配される。このとき、光コンバイナCB1と光コンバイナCB2への入射光の光量差が最も小さくなる（この場合、略等しくなる）。また、本実施形態においては、光コンバイナCB1と光コンバイナCB2は略同一の特性であるので、第1の1次合波光と第2の1次合波光の光量差が最も小さくなる（この場合、略等しくなる）。

[0071]

[表3]

グループ	レーザ	射出タイミング	射出光量	入射する光コンバイナ CB1/CB2	入射する光コンバイナCB3の 入射ポートIP31/IP32
グループ1	レーザLS11	タイミングt1	3W	光コンバイナCB1	入射ポートIP31
	レーザLS21	タイミングt1	3W	光コンバイナCB2	入射ポートIP32
グループ2	レーザLS12	タイミングt2	2W	光コンバイナCB1	入射ポートIP31
	レーザLS22	タイミングt2	2W	光コンバイナCB2	入射ポートIP32
グループ3	レーザLS13	タイミングt3	1W	光コンバイナCB1	入射ポートIP31
	レーザLS23	タイミングt3	1W	光コンバイナCB2	入射ポートIP32

[0072] なお、「同じ射出タイミングを有する」とは、同時に射出されている期間

を有するという意味を含む。つまり、出射開始のタイミングは同時刻でない場合や、出射時間が異なっても、同時に射出されている期間を有する場合は「同じ射出タイミングを有する」という。

[0073] また、レーザの数および／または射出タイミングは本実施形態に示すものに限らない。例えば、各射出タイミングにおいてレーザ光を射出するレーザは2つに限らない。また、同じタイミングでレーザ光を射出するレーザは、同じ発光波長を有するものとも限らない。例えば、橙色のレーザや紫色のレーザが用いられてもよい。また、本実施形態では3つのサブフレームに対応して青色・緑色・赤色のレーザを順次射出しているが、サブフレームは3つに限らない。

[0074] [動作]

1. 光源駆動部DRによってレーザLS11～LS13, LS21～LS23が順次駆動され、図8に示すように、青色領域・緑色領域・赤色領域のレーザ光が順次射出される。

[0075] 2. タイミングt1において、レーザLS11とレーザLS21は青色領域のレーザ光を同時に射出する。レーザLS11から射出されたレーザ光は、光ファイバFB11を導光され、入射ポートIP11から光コンバイナCB1へ入射され、光コンバイナCB1の射出ポートOP11から射出される。また、レーザLS21から射出されたレーザ光は、光ファイバFB21を導光され、入射ポートIP21から光コンバイナCB2へ入射され、光コンバイナCB2の射出ポートOP21から射出される。

[0076] 3. レーザLS11から射出されたレーザ光とレーザLS21から射出されたレーザ光は、それぞれ、光コンバイナCB3の入射ポートIP31と入射ポートIP32へ入射され、射出ポートOP31からは、レーザLS11から射出されたレーザ光とレーザLS21から射出されたレーザ光の合波光が射出される。

[0077] 4. レーザLS11から射出されたレーザ光とレーザLS21から射出されたレーザ光の合波光は光変換部CVによって所望の配光へ変換された後、

照明光 I L として、観察体に照射される。

[0078] 5. 撮像部 I M は、観察体によって生成された照明光 I L の反射散乱光 R L を検出してサブフレーム 1 の撮像信号を生成する。

[0079] 6. タイミング t 2 において、レーザ L S 1 2 とレーザ L S 2 2 が緑色領域のレーザ光を同時に出射する。レーザ L S 1 2 から出射されたレーザ光とレーザ L S 2 2 から出射されたレーザ光の合波光は、上記と同様にして、光変換部 C V によって所望の配光へ変換された後、照明光 I L として出射され、観察体に照射される。撮像部 I M は、観察体によって生成された照明光 I L の反射散乱光 R L を検出してサブフレーム 2 の撮像信号を生成する。

[0080] 7. タイミング t 3 において、レーザ L S 1 3 とレーザ L S 2 3 が赤色領域のレーザ光を同時に出射される。レーザ L S 1 3 から出射されたレーザ光とレーザ L S 2 3 から出射されたレーザ光の合波光は、上記と同様にして、光変換部 C V によって所望の配光へ変換された後、照明光 I L として出射され、観察体に照射される。撮像部 I M は、観察体によって生成された照明光 I L の反射散乱光 R L を検出してサブフレーム 3 の撮像信号を生成する。

[0081] 8. 画像処理部 P R は、サブフレーム 1 ~ 3 の画像を合成して、1 フレームのカラー（白色）画像を生成する。画像表示部 D S は、画像処理部 P R によって生成された画像を表示する。

[0082] [効果]

複数のレーザ L S 1 1 ~ L S 1 3, L S 2 1 ~ L S 2 3 に対して、出射タイミングを基準にグルーピングを行い、光コンバイナ C B 1, C B 2 に対して、複数のレーザ L S 1 1 ~ L S 1 3, L S 2 1 ~ L S 2 3 から出射されたレーザ光の入射光量が分散するように接続（配置）することにより、光コンバイナ C B 3 における、入射ポート I P 3 1 と出射ポート O P 3 1 の間の光路と、入射ポート I P 3 2 と出射ポート O P 3 1 の間の光路において、時間的に光損失が分散され、時間的に発熱が分散される。すなわち、光コンバイナ C B 3 の内部光路において、一部分のみに同時刻に発熱が集中することを防ぐことができる。これにより、光コンバイナ C B 3 の発熱による故障を防

止することができる。

[0083] <第3実施形態>

[構成]

第3実施形態は、第2実施形態と同様に、内視鏡である。図9は、第3実施形態における内視鏡の構成模式図である。第3実施形態の内視鏡は、第2実施形態の内視鏡との比較において、照明装置の2次合波部である光コンバイナCB3が光プラCPに置き換えられ、これに伴って、光ファイバFB31と光変換部CVが2本の光ファイバFB41、FB42と2つの光変換部CV1、CV2に置き換えられた構成となっている。また撮像部IMは、カラーイメージャで構成されている。

[0084] [光プラCP (2次合波部、光合波分波部)]

本実施形態における光プラCPの一例を図10に示す。光プラCPは、2つの入射ポートIP41、IP42と、2つの出射ポートOP41、OP42を有している。光プラCPは、入射ポートIP41に入射した光と入射ポートIP42に入射した光を合波し、その合波光を出射ポートOP41と出射ポートOP42へ分波する機能を有している。光プラCPは、入射ポートIP41に入射した光を、理想的には1:1に比率で出射ポートOP41と出射ポートOP42へ分岐するとともに、入射ポートIP42に入射した光を、理想的には1:1に比率で出射ポートOP41と出射ポートOP42へ分岐する。

[0085] 再び図9を参照して説明する。

入射ポートIP41には、光ファイバFB14が接続され、第1の1次合波光が入射される。

入射ポートIP42には、光ファイバFB24が接続され、第2の1次合波光が入射される。

出射ポートOP41からは、第1の1次合波光と第2の1次合波光が合波された第1の2次合波光が出射される。

入射ポートIP42からは、第1の1次合波光と第2の1次合波光が合波

された第2の2次合波光が出射される。

[0086] [光ファイバFB41, FB42]

光ファイバFB41の入射端は、光カップラCPの出射ポートOP41に接続され、光ファイバFB41の出射端は、光変換部CV1に接続されている。光ファイバFB42の入射端は、光カップラCPの出射ポートOP42に接続され、光ファイバFB42の出射端は、光変換部CV2に接続されている。光ファイバFB41, FB42はいずれも、第2実施形態の光ファイバFB31すなわち第1実施形態の光ファイバFB31と実質的に同じ特性を有している。

[0087] [光変換部CV1, CV2]

光変換部CV1, CV2は共に、第2実施形態の光変換部CVと同様に、内視鏡の挿入部ISの先端部に配置されている。光変換部CV1, CV2はいずれも、第2実施形態の光変換部CVすなわち第1実施形態の光変換部CVと実質的に同一の特性を有している。光変換部CV1は、光ファイバFB41から入射される2次合波光を所望の配光へ変換して照明光IL1として出射する。光変換部CV2は、光ファイバFB42から入射される2次合波光を所望の配光へ変換して照明光IL2として出射する。

[0088] 第3実施形態は、第2実施形態に対して、複数のレーザLS11~LS13, LS21~LS23に対するグルーピングの基準と分配方法が異なる。また、レーザLS11~LS13, LS21~LS23は、第1の実施形態と同様に、同時にレーザ光を出射する。また、本実施形態においては、レーザLS11~LS13, LS21~LS23は同じ1Wの出射光量を有している。

[0089] [第3実施形態における課題]

光カップラCPの分岐比は、略1:1となるように設計されていても、製造誤差によりその分岐比は設計値からずれることがある。例えば、光カップラCPの入射ポートIP41から入射された場合には、光カップラCPの出射ポートOP41と出射ポートOP42に対する分岐比は1.1:0.9のように

分岐比に偏りができ、一方、光カプラCPの入射ポートIP42から入射された場合には、光カプラCPの出射ポートOP41と出射ポートOP42に対する分岐比は0.9 : 1.1のように、入射ポートIP41から入射された場合とは逆の分岐比の偏りができてしまう。

[0090] このとき、入射ポートIP41に入射される第1の1次合波光と入射ポートIP42に入射される第2の1次合波光との間に色差があると、出射ポートOP41から出射される第1の2次合波光と出射ポートOP42から出射される第2の2次合波光との間の色差はより大きくなる。それに伴い、光変換部CV1から出射される照明光IL1と光変換部CV2から出射される照明光IL2との間の色差も大きくなる。これにより、照明光IL1と照明光IL2の重ね合わせである総合の照明光は、配光によって色が異なってしまう、つまり照明光に色むらが生じてしまい、これが観察に悪影響を及ぼす虞がある。

[0091] [レーザLS11~LS13, LS21~LS23と光コンバイナCB1, CB2の接続(配置)構成]

本実施形態では、レーザLS11~LS13, LS21~LS23は、発光波長を基準としてグルーピングされており、所定の波長範囲に含まれる発光波長を有するレーザは同じグループにグルーピングされている。本実施形態においては、所定の波長範囲は、第1実施形態において定義された青色領域・緑色領域・赤色領域の各色領域である。すなわち、同じ色領域に含まれる発光波長を有する狭帯域光源は同じグループにグルーピングされている。また、本実施形態においては、レーザLS11とレーザLS21は同じ445nmの発光波長を有し、レーザLS12とレーザLS22は同じ525nmの発光波長を有し、レーザLS13とレーザLS23は同じ635nmの発光波長を有している。同じ発光波長を有するレーザLSは同じグループにグルーピングされている。ここで、「同じ発光波長」とは、設計上同じであることを示しており、製造ばらつき等により発光波長が数nm程度違うレーザも同じ発光波長を有しているとみなす。

[0092] 本実施形態においては、レーザLS11～LS13, LS21～LS23は次のようにグルーピングされている。

- ・グループ1：レーザLS11, LS21
- ・グループ2：レーザLS12, LS22
- ・グループ3：レーザLS13, LS23

同じグループに属するレーザLS11, LS21とLS12, LS22とLS13, LS23は、それぞれ、第1の1次合波光と第2の1次合波光の色差が所定値以下となるように、光コンバイナCB1, CB2に対して分配されている。言い換えれば、同じグループに属するレーザLS11, LS21とLS12, LS22とLS13, LS23は、照明光IL1と照明光IL2の色差が所定値以下となるように光コンバイナCB1, CB2に対して分配される。また、本実施形態においては、同じグループに属するレーザLS11, LS21とLS12, LS22とLS13, LS23は、光コンバイナCB1, CB2に対して同じ数ずつ分配されている。

[0093] 本実施形態においては、レーザLS11～LS13, LS21～LS23は、表4に示されるように、光コンバイナCB1, CB2に対して分配される。このとき、光カプラCPに入射される第1の1次合波光と第2の1次合波光の色差が最も小さくなる（この場合、略等しくなる）。また、本実施形態においては、光変換部CV1と光変換部CV2は略同一の特性であるので、照明光IL1と照明光IL2の色差が最も小さくなる（この場合、略等しくなる）。

[0094]

[表4]

グループ	レーザ	波長(nm)	出射光量	入射する光コンバイナ CB1/CB2	入射する光カプラCPの入射ポ ートIP41/IP42
グループ1	レーザLS11	445	1W	光コンバイナCB1	入射ポートIP41
	レーザLS21	445	1W	光コンバイナCB2	入射ポートIP42
グループ2	レーザLS12	525	1W	光コンバイナCB1	入射ポートIP41
	レーザLS22	525	1W	光コンバイナCB2	入射ポートIP42
グループ3	レーザLS13	635	1W	光コンバイナCB1	入射ポートIP41
	レーザLS23	635	1W	光コンバイナCB2	入射ポートIP42

[0095] ここで、本実施形態における色差とは、「光の色の差」を示す。色差の評

価値としては、例えば、中心波長の差を用いることができる。中心波長 λ_c は、レーザの出射光量を P_i 、発光波長を λ_i としたとき、次式(1)で定義される。

[0096] [数1]

$$\lambda_c = \frac{\sum_i P_i \lambda_i}{\sum_i P_i} \quad \dots(1)$$

[0097] また、色差の別の評価値としては、例えば、図11に示されるCIE 1976 L*u*v*表色系の色空間座標の距離が用いられてもよい。また、照明光の色の差ではなく、代表的な観察体における反射光の色の差を基準にしてもよい。これは「観察体に対する色再現性の差」を示す。上記中心波長の差としては例えば50nm以下であればよい。また、上記色空間座標の距離としては例えば次式(2)が0.3以下であればよい。そうであれば、後述するように、光変換部CV1から出射される照明光IL1と光変換部CV2から出射される照明光IL2において色差が小さくなり、色が略均一な良好な照明特性を有する内視鏡を提供できる。

[0098] [数2]

$$\sqrt{(u^*)^2 + (v^*)^2} \quad \dots(2)$$

[0099] なお、第1の1次合波光と第2の1次合波光の色差が最も小さくなるように接続されるのが最も好ましいが、実施形態はそれに限らない。例えば、同じ色領域に含まれるレーザLS11~LS13, LS21~LS23が光コンバイナCB1, CB2に対して接続されていればよい。

[0100] なお、レーザの数および／または発光波長は本実施形態に示すものに限らない。例えば、すべてのレーザが異なる発光波長を有していてもよい。例えば、橙色のレーザや紫色のレーザが用いられてもよい。また、光源は、レーザに限らず、狭帯域光源であればよく、LED等の狭帯域光源で構成されてもよい。

[0101] [動作]

1. 光源駆動部DRによってレーザLS11～LS13, LS21～LS23が駆動され、レーザ光が同時に出射される。

[0102] 2. レーザLS11～LS13から出射されたレーザ光は光ファイバFB11～FB13を導光された後、入射ポートIP11～IP13から光コンバイナCB1へ入射される。光コンバイナCB1の出射ポートOP11から、レーザLS11～LS13から出射されたレーザ光の合波光である第1の1次合波光が出射される。第1の1次合波光は白色光である。

[0103] 3. レーザLS21～LS23から出射されたレーザ光は光ファイバFB21～FB23を導光された後、入射ポートIP21～IP23から光コンバイナCB2へ入射される。光コンバイナCB2の出射ポートOP21から、レーザLS21～LS23から出射されたレーザ光の合波光である第2の1次合波光が出射される。第2の1次合波光は白色光である。

[0104] 4. 第1の1次合波光は光ファイバFB21を導光された後、入射ポートIP41から光カプラCPへ入射される。

[0105] 5. 第2の1次合波光は光ファイバFB22を導光された後、入射ポートIP42から光カプラCPへ入射される。

[0106] 6. 光カプラCPの出射ポートOP41と出射ポートOP42からは、第1の1次合波光と第2の1次合波光の合波光である2次合波光が出射される。2次合波光は白色光である。

[0107] 7. 2次合波光は光ファイバFB31を導光された後、光変換部CVへ入射される。

[0108] 8. 2次合波光は光変換部CV1, IL2によって所望の配光へ変換された後、照明光IL1, IL2として出射され、観察体に照射される。

[0109] 9. 撮像部IMは、観察体によって生成された照明光IL1, IL2の反射散乱光RLを検出して撮像信号を生成する。

[0110] 10. 画像処理部PRは、撮像部IMから供給される撮像信号を処理して画像を生成する。画像表示部DSは、画像処理部PRによって生成された画

像を表示する。

[0111] [効果]

複数のレーザLS11～LS13, LS21～LS23に対して、発光波長を基準にグルーピングを行い、光コンバイナCB1, CB2に対して、第1の1次合波光と第2の1次合波光の色差が所定値以下となるように接続（配置）することにより、照明光IL1と照明光IL2の色差が所定値以下に低く抑えられる。これにより、照明光の色むらの発生が低減され、良好な観察に貢献する。

[0112] <各実施形態に適用可能な変形>

狭帯域光源の数は、ここに説明した実施形態におけるレーザの数に限定されることなく、適切に変更されてよい。

[0113] 例えば、照明装置は、少なくとも4つの狭帯域光源と、これら少なくとも4つの狭帯域光源の少なくとも2つから出射された狭帯域光をそれぞれ合波する複数の1次合波部と、これらの1次合波部によって合波された1次合波光を合波する1つの2次合波部を有している構成であってよい。一例としては、照明装置は、第1実施形態の照明装置において、レーザLS13とレーザLS23が省かれた構成であってもよい。

[0114] さらには、照明装置は、少なくとも3つの狭帯域光源と、これら少なくとも3つの狭帯域光源の少なくとも2つから出射された狭帯域光を合波する少なくとも1つの1次合波部と、この1次合波部によって合波された1次合波光と、上記の少なくとも2つの狭帯域光源を除いた狭帯域光源から出射された狭帯域光とを合波する1つの2次合波部を有している構成であってもよい。例えば、照明装置は、第1実施形態の照明装置において、レーザLS13とレーザLS22とレーザLS23が省かれ、さらに光コンバイナCB2が省かれた構成であってもよい。

[0115] このような各構成も、実施形態で説明された利点と同じ利点を有し得る。

請求の範囲

[請求項1]

少なくとも4つの狭帯域光源と、
前記狭帯域光源の少なくとも2つから出射された狭帯域光をそれぞれ合波する複数の1次合波部と、
前記複数の1次合波部によって合波された1次合波光を合波する2次合波部を有し、
前記2次合波部によって合波された2次合波光を照明光として出射する照明装置において、
前記複数の狭帯域光源は、前記狭帯域光の照明特性をグルーピングの基準として、前記照明特性において所定の条件を満たす狭帯域光源が同じグループに含まれるように、複数のグループにグルーピングされており、
同じグループに属する複数の狭帯域光源の各々は、前記同じグループに属する複数の狭帯域光源が前記複数の1次合波部に分配されるように前記複数の1次合波部のいずれか1つに接続されていることを特徴とする照明装置。

[請求項2]

前記1次合波部の各々は、前記少なくとも4つの狭帯域光源の少なくとも2つから出射された狭帯域光が入射される少なくとも2つの1次合波部入射ポートと、前記1次合波光を出射する少なくとも1つの1次合波部出射ポートとを有し、
前記2次合波部は、前記複数の1次合波部によって合波された前記1次合波光が入射される複数の2次合波部入射ポートと、前記2次合波光を出射する少なくとも1つの2次合波部出射ポートとを有することを特徴とする請求項1記載の照明装置。

[請求項3]

少なくとも3つの狭帯域光源と、
前記狭帯域光源の少なくとも2つから出射された狭帯域光を合波する少なくとも1つの1次合波部と、
前記1次合波部によって合波された1次合波光と、前記少なくとも

2つの狭帯域光源を除いた狭帯域光源から出射された狭帯域光とを合波する2次合波部を有し、

前記2次合波部によって合波された2次合波光を照明光として出射する照明装置において、

前記複数の狭帯域光源は、前記狭帯域光の照明特性をグルーピングの基準として、前記照明特性において所定の条件を満たす狭帯域光源が同じグループに含まれるように、少なくとも1つのグループにグルーピングされており、

同じグループに属する複数の狭帯域光源の各々は、前記同じグループに属する複数の狭帯域光源が前記少なくとも1つの1次合波部と前記2次合波部に対して前記照明特性が分配されるように、前記少なくとも1つの1次合波部と前記2次合波部のいずれか1つに接続されていることを特徴とする照明装置。

[請求項4]

前記1次合波部の各々は、前記少なくとも3つの狭帯域光源の少なくとも2つから出射された狭帯域光が入射される複数の1次合波部入射ポートと、前記1次合波光を出射する少なくとも1つの1次合波部出射ポートとを有し、

前記2次合波部は、前記1次合波部によって合波された前記1次合波光と、前記少なくとも2つの狭帯域光源を除いた狭帯域光源から出射された狭帯域光とが入射される複数の2次合波部入射ポートと、前記2次合波光を出射する少なくとも1つの2次合波部出射ポートとを有することを特徴とする請求項2に記載の照明装置。

[請求項5]

前記照明特性は出射光量と発光波長と出射タイミングの少なくとも1つであり、前記複数の狭帯域光源のうち、出射光量と発光波長と出射タイミングの少なくとも1つが所定の範囲内に含まれる狭帯域光源同士は同じグループとなるようにグルーピングされていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかひとつに記載の照明装置。

[請求項6]

グルーピングの基準は前記狭帯域光源の出射光量であり、所定の光

量範囲に含まれる出射光量を有する狭帯域光源は同じグループにグルーピングされていることを特徴とする請求項5に記載の照明装置。

[請求項7] グルーピングの基準は前記狭帯域光源の出射タイミングであり、前記複数の狭帯域光源から狭帯域光が順次異なる出射タイミングで出射される場合、同じ出射タイミングを有する狭帯域光源は同じグループにグルーピングされていることを特徴とする請求項5に記載の照明装置。

[請求項8] グルーピングの基準は前記狭帯域光源の発光波長であり、所定の波長範囲に含まれる発光波長を有する狭帯域光源は同じグループにグルーピングされていることを特徴とする請求項5に記載の照明装置。

[請求項9] 青色領域・緑色領域・赤色領域の3つの色領域に対して、同じ色領域に含まれる発光波長を有する狭帯域光源は同じグループにグルーピングされていることを特徴とする請求項8に記載の照明装置。

[請求項10] 前記複数の狭帯域光源のうち、略等しい照明特性を有する狭帯域光源は同じグループにグルーピングされていることを特徴とする請求項5に記載の照明装置。

[請求項11] 同じグループに属する複数の狭帯域光源は、前記複数の1次合波部から出射される1次合波光の光量差が所定値以下となるように、前記複数の1次合波部に対して分配されていることを特徴とする請求項6に記載の照明装置。

[請求項12] 同じグループに属する複数の狭帯域光源は、前記複数の1次合波光の色差が所定値以下となるように、前記複数の1次合波部に対して分配されていることを特徴とする請求項8または9に記載の照明装置。

[請求項13] 同じグループに属する複数の狭帯域光源は、前記同じグループにおいて前記複数の1次合波部に対して分配される前記狭帯域光源の数の差が1以下となるように、前記複数の1次合波部に対して分配されていることを特徴とする請求項6ないし9のいずれかひとつに記載の照明装置。

- [請求項14] 前記複数の狭帯域光源は、少なくとも2つの同じ色領域の発光波長を有する狭帯域光源を含んでいることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかひとつに記載の照明装置。
- [請求項15] 前記2次合波部出射ポートが1つのみの場合は、グルーピングの基準は、前記狭帯域光源の発光波長よりも、前記狭帯域光源の出射光量または前記狭帯域光源の出射タイミングが優先されて選択されることを特徴とする請求項2または4に記載の照明装置。
- [請求項16] 前記2次合波部出射ポートが複数の場合は、グルーピングの基準は、前記狭帯域光源の出射光量または前記狭帯域光源の出射タイミングよりも、前記狭帯域光源の発光波長が優先されて選択されることを特徴とする請求項2または4に記載の照明装置。
- [請求項17] 前記複数の狭帯域光源は、出射光量の大きい順に順序づけられており、前記複数の狭帯域光源は、出射光量の大きいものから順番に所定の個数ずつ区切られてグルーピングされており、余った狭帯域光源は、隣り合う狭帯域光源が含まれるグループにグルーピングされていることを特徴とする請求項6に記載の照明装置。
- [請求項18] 前記複数の狭帯域光源は、出射光量の大きい順に順序づけられており、前記複数の狭帯域光源のうち、同じ出射光量を有する狭帯域光源は同じグループにグルーピングされ、他の狭帯域光源と同じ出射光量を有さない狭帯域光源は、隣り合う狭帯域光源のうち、出射光量の近い方の狭帯域光源と同じグループにグルーピングされ、出射光量の近い隣り合う狭帯域光源がすでにグルーピングされている場合は、そのグループに含まれていることを特徴とする請求項6に記載の照明装置。
- [請求項19] 前記複数の狭帯域光源は、出射光量の大きい順に順序づけられており、前記複数の狭帯域光源は、最も出射光量の大きい1番目の狭帯域光源の出射光量と、最も出射光量の小さい最終番目の狭帯域光源の出射光量との間の光量範囲を略等間隔に区切ることによってグルーピング

されていることを特徴とする請求項6に記載の照明装置。

[請求項20] 前記複数の狭帯域光源は、出射光量の大きい順に順序づけられており、最も出射光量の大きい1番目の狭帯域光源の出射光量が、それ以外の狭帯域光源の出射光量の総和よりも大きい場合は、1番目の狭帯域光源は、グルーピングされずに、前記2次合波部に直接接続されていることを特徴とする請求項2に記載の照明装置。

[請求項21] 前記複数の狭帯域光源は、グループに含まれる狭帯域光源の平均出射光量が大きいグループから先に分配されていることを特徴とする請求項6に記載の照明装置。

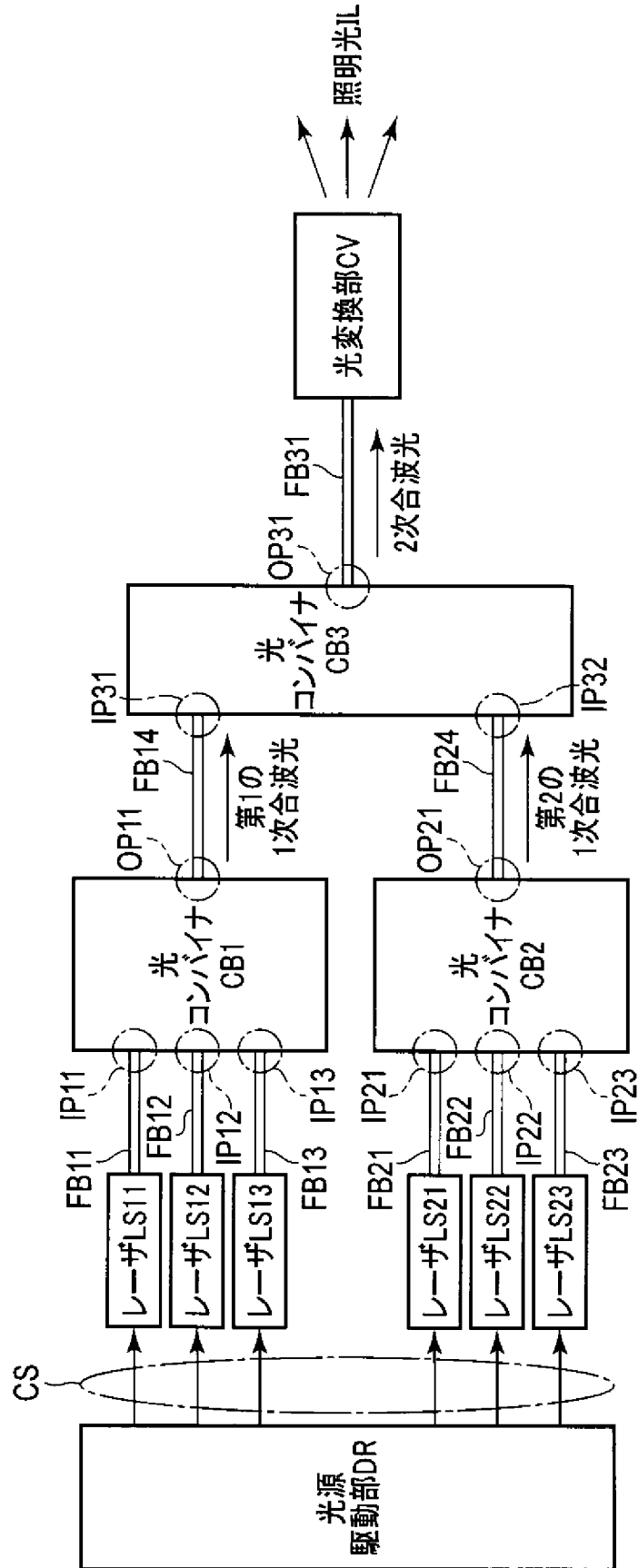
[請求項22] グループに含まれる狭帯域光源は、出射光量の大きい狭帯域光源から順に前記1次合波部の数ずつ前記複数の1次合波部に等しく分配され、余った狭帯域光源は、最初の分配において出射光量の小さい狭帯域光源が分配された1次合波部から優先して分配されていることを特徴とする請求項1に記載の照明装置。

[請求項23] 第一のグループの狭帯域光源が他の1または複数の1次合波部よりも多く分配された1または複数の1次合波部に対しては、第二のグループの狭帯域光源は、前記他の1次合波部よりも多く分配されていないことを特徴とする請求項1に記載の照明装置。

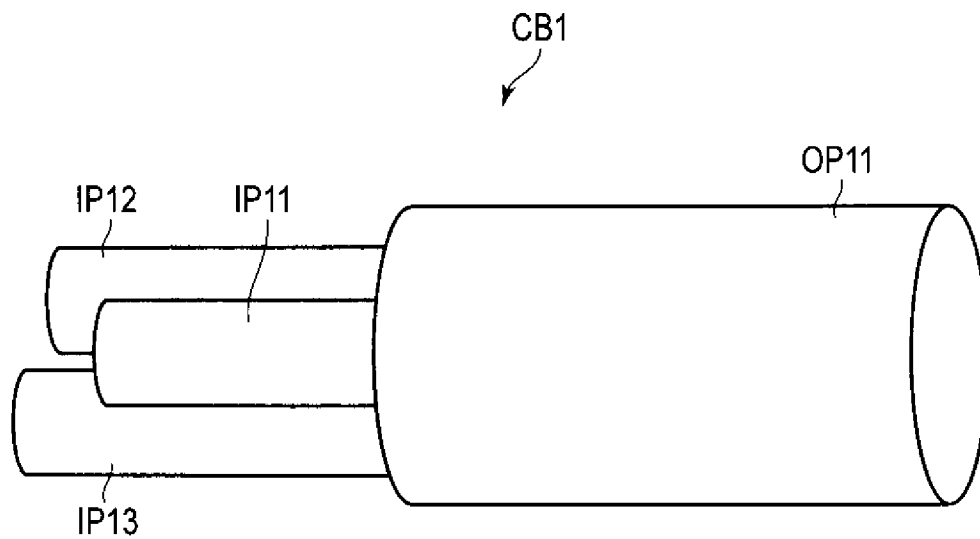
[請求項24] 第一のグループの狭帯域光源が他の1または複数の1次合波部よりも入射光量が大きくなるように分配された1次合波部に対しては、第二のグループの狭帯域光源は、前記他の1次合波部よりも入射光量が大きくなるように分配されていないことを特徴とする請求項1に記載の照明装置。

[請求項25] 請求項1ないし24のいずれかひとつに記載の照明装置を有する内視鏡。

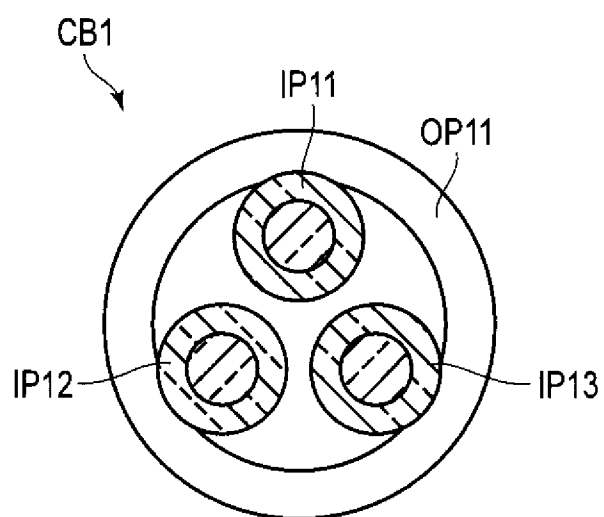
[図1]



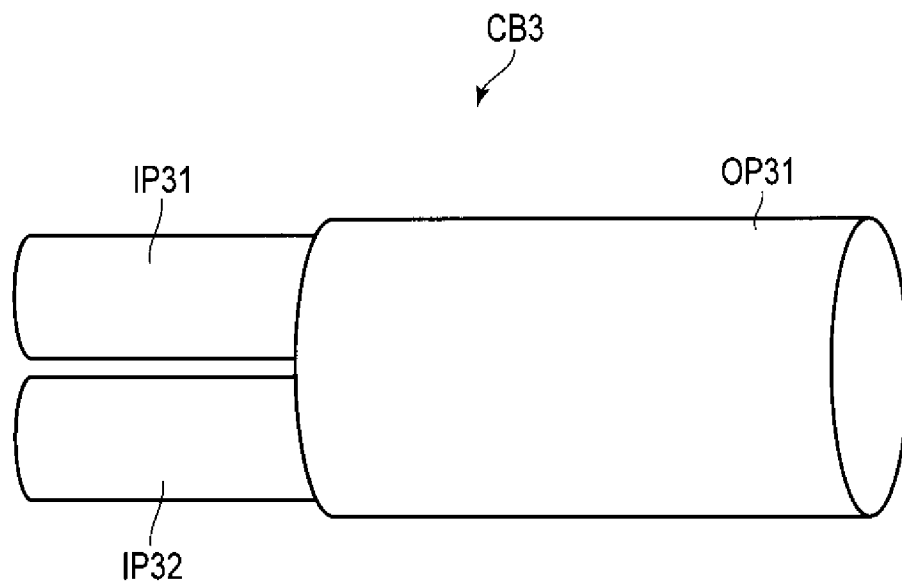
[図2]



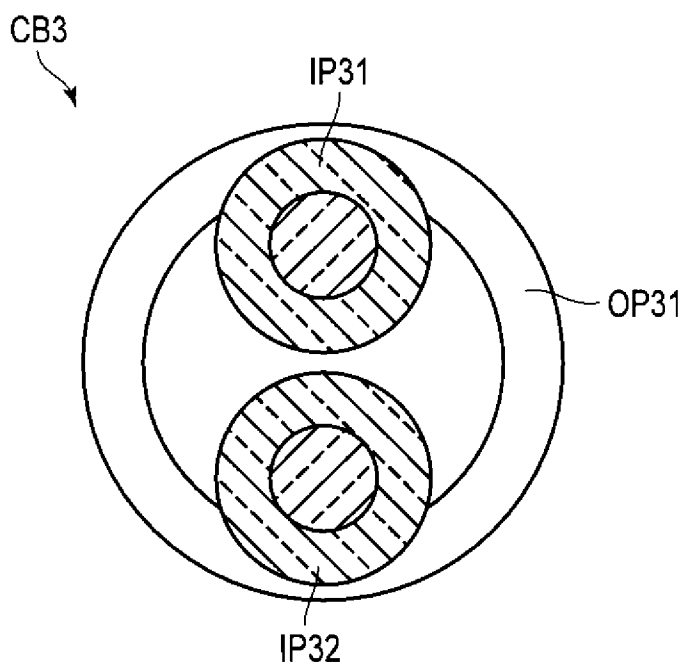
[図3]



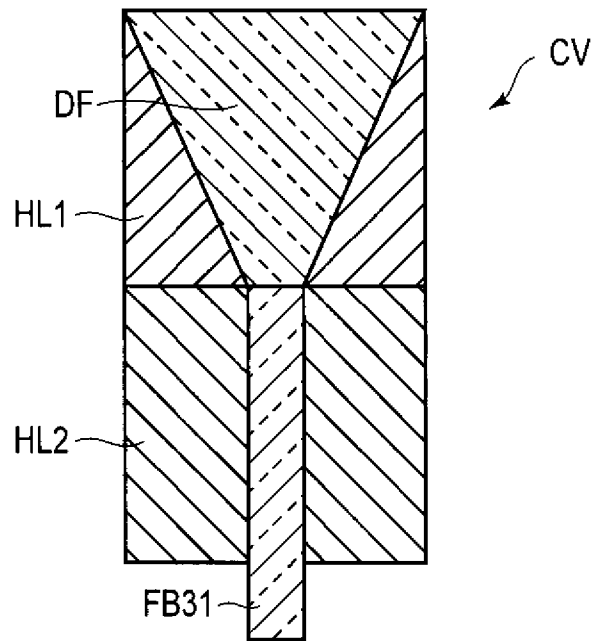
[図4]



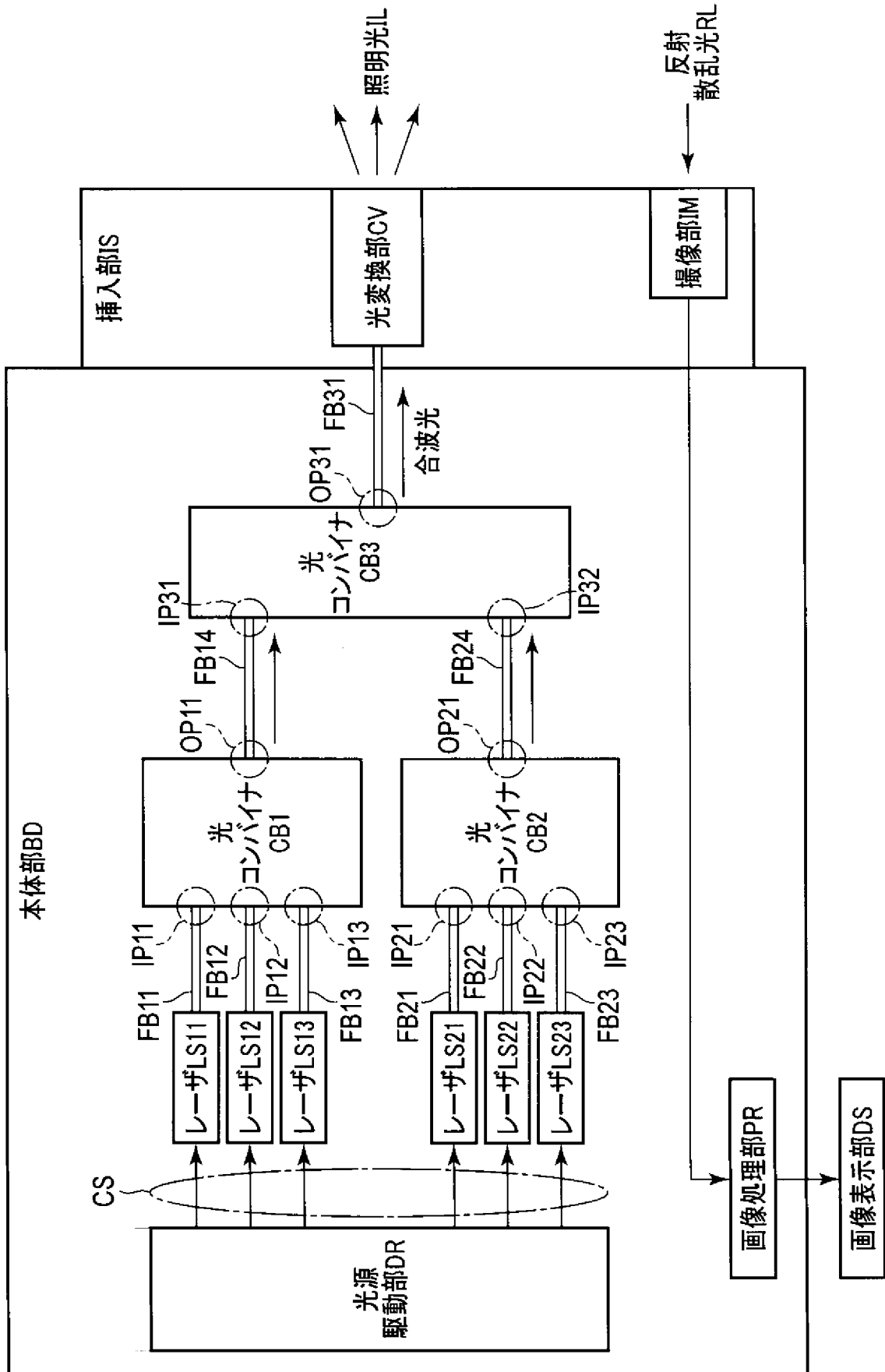
[図5]



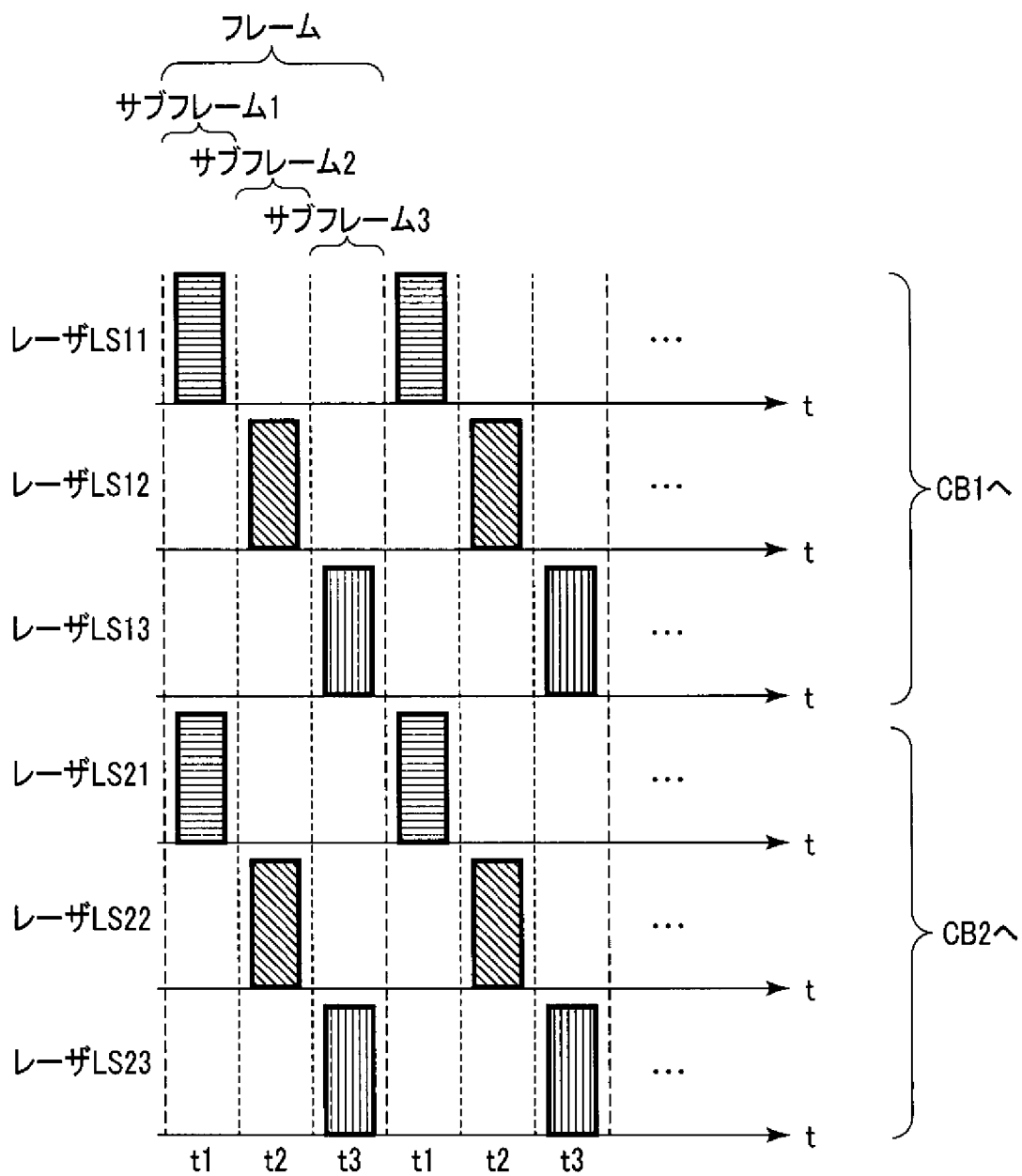
[図6]



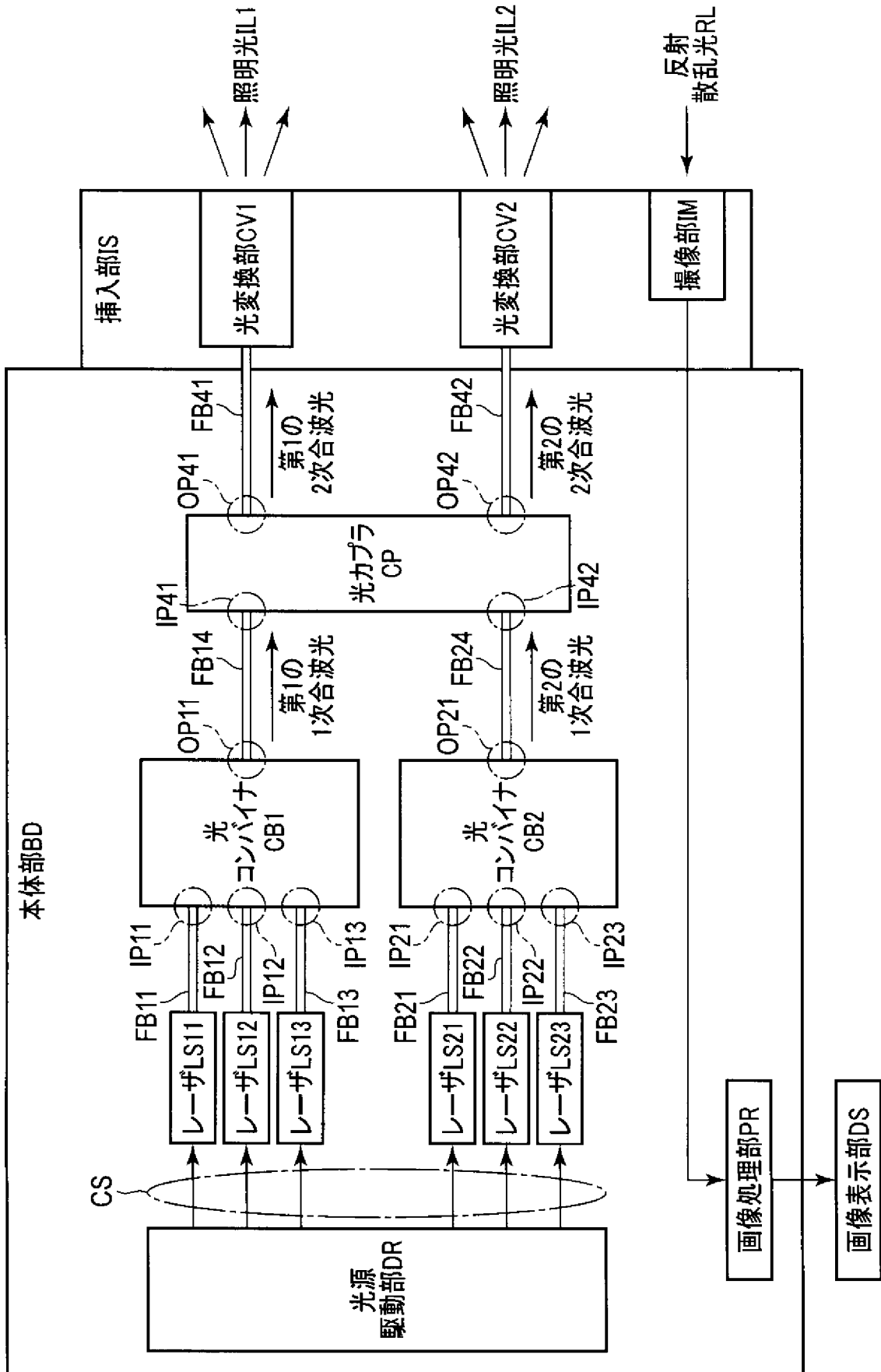
[図7]



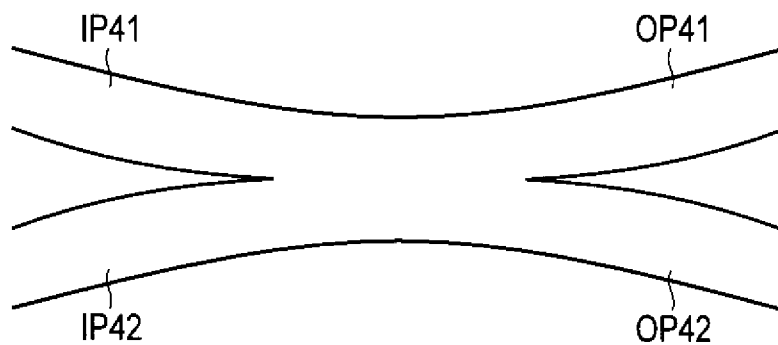
[図8]



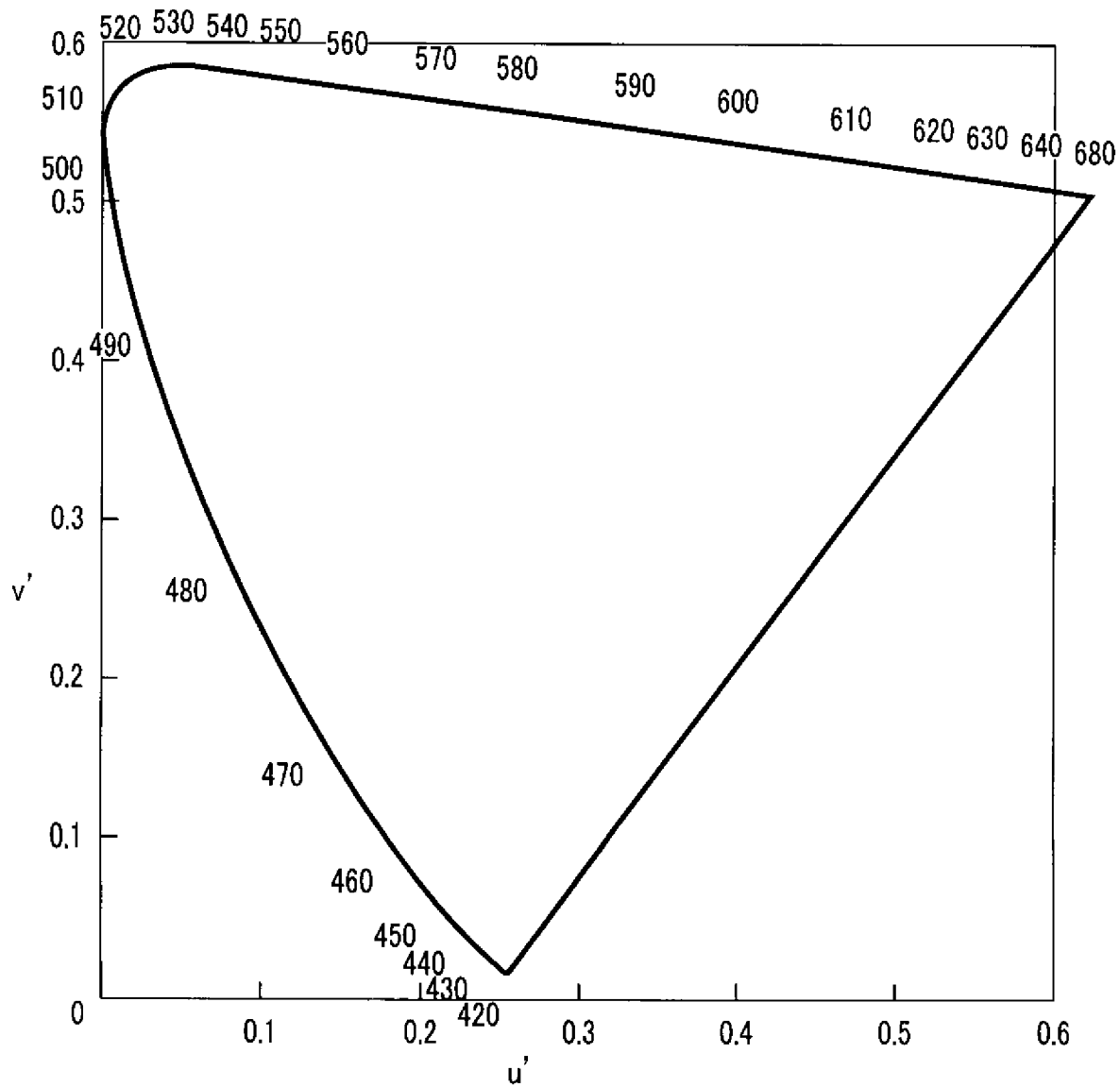
[図9]



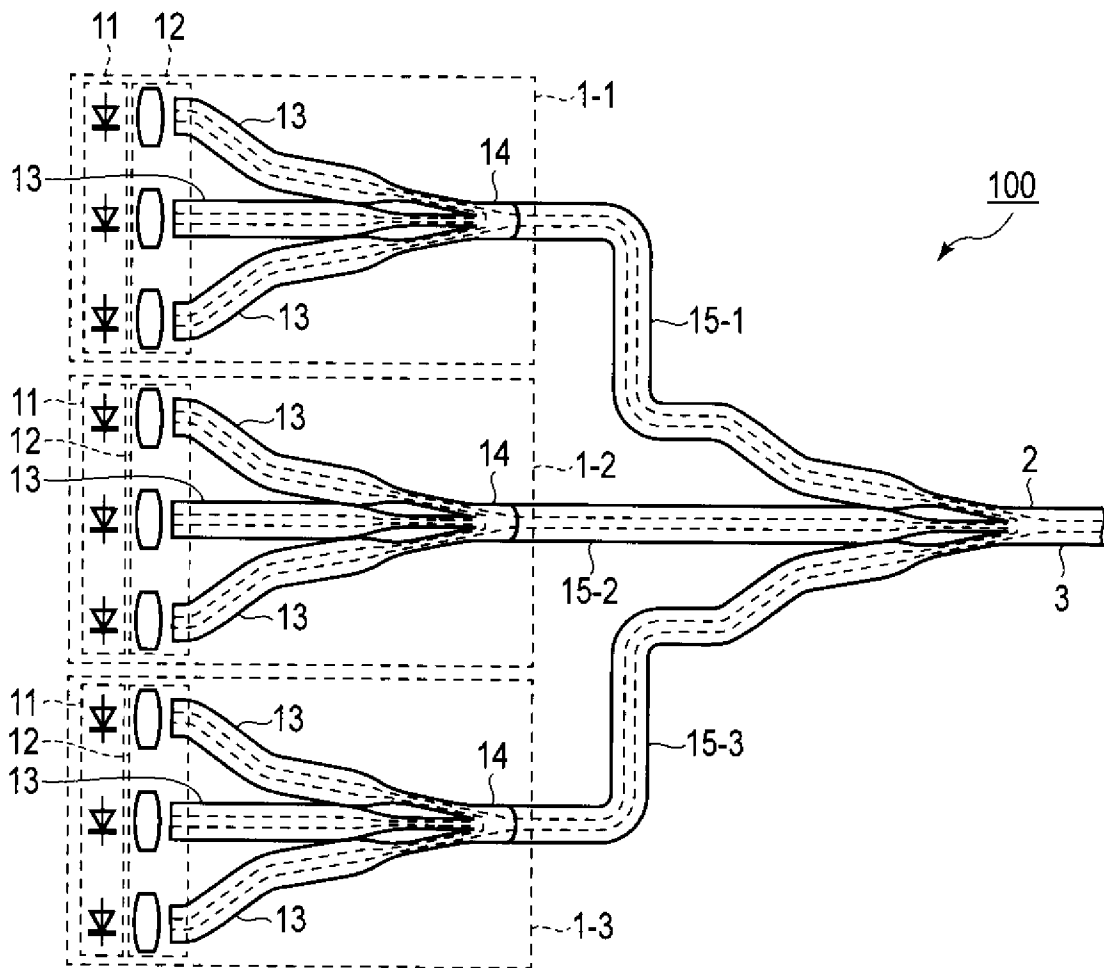
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/061580

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01S5/02(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)
G02B6/02, 6/04-6/08, 6/26-6/27, 6/30-6/34, 6/42-6/43, H01L33/00-33/64, H01S5/00-5/50

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 2007-41342 A (Fujifilm Corp.), 15 February 2007 (15.02.2007), paragraphs [0019] to [0020]; fig. 1 (Family: none)	1-2, 5-16, 19, 21, 25 3-4, 17-18, 20, 22-24
Y A	JP 2005-189385 A (Sony Corp.), 14 July 2005 (14.07.2005), paragraphs [0007] to [0008], [0050], [0057] to [0059]; fig. 10 (Family: none)	1-3, 5-16, 19, 21, 25 4, 17-18, 20, 22-24
Y	JP 2012-194448 A (Fujifilm Corp.), 11 October 2012 (11.10.2012), paragraphs [0122] to [0123]; fig. 15 & EP 2500755 A2 paragraphs [0159] to [0160]; fig. 15 & US 2012/0238821 A1	1-3, 5-16, 19, 21, 25

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 08 June 2016 (08.06.16)	Date of mailing of the international search report 21 June 2016 (21.06.16)
--	---

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/JP2016/061580

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 11-119733 A (Toyoda Gosei Co., Ltd.), 30 April 1999 (30.04.1999), paragraphs [0055] to [0057]; fig. 4 (Family: none)	1-2, 5-16, 19, 21, 25
Y	JP 2006-4839 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 05 January 2006 (05.01.2006), paragraphs [0017], [0024]; fig. 1 (Family: none)	1-2, 5-16, 19, 21, 25

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01S5/02 (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. G02B6/02, 6/04-6/08, 6/26-6/27, 6/30-6/34, 6/42-6/43, H01L33/00-33/64, H01S5/00-5/50

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 2007-41342 A (富士フイルム株式会社) 2007.02.15, 段落 0019-0020, 図 1 (ファミリーなし)	1-2, 5-16, 19, 21, 25 3-4, 17-18, 20, 22-24
Y A	JP 2005-189385 A (ソニー株式会社) 2005.07.14, 段落 0007-0008, 0050, 0057-0059, 図 10 (ファミリーなし)	1-3, 5-16, 19, 21, 25 4, 17-18, 20, 22-24

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 08.06.2016	国際調査報告の発送日 21.06.2016
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) 高椋 健司 電話番号 03-3581-1101 内線 3255

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 2012-194448 A (富士フイルム株式会社) 2012. 10. 11, 段落 0122-0123, 図 15 & EP 2500755 A2, 段落 0159-0160, 図 15 & US 2012/0238821 A1	1-3, 5-16, 19, 21, 25
Y	JP 11-119733 A (豊田合成株式会社) 1999. 04. 30, 段落 0055-0057, 図 4 (ファミリーなし)	1-2, 5-16, 19, 21, 25
Y	JP 2006-4839 A (三洋電機株式会社) 2006. 01. 05, 段落 0017, 0024, 図 1 (ファミリーなし)	1-2, 5-16, 19, 21, 25