

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-23630

(P2014-23630A)

(43) 公開日 平成26年2月6日(2014.2.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/06 (2006.01)	A 6 1 B 1/06 B	2 H 0 4 O
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	G 0 2 B 23/26 B	3 K 2 4 3
F 2 1 S 2/00 (2006.01)	F 2 1 S 2/00 6 1 O	4 C 1 6 1
F 2 1 V 8/00 (2006.01)	F 2 1 V 8/00 2 2 1	
F 2 1 Y 101/02 (2006.01)	F 2 1 Y 101:02	
審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 20 頁)		

(21) 出願番号 特願2012-164954 (P2012-164954)
 (22) 出願日 平成24年7月25日 (2012.7.25)

(71) 出願人 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100075281
 弁理士 小林 和憲
 (72) 発明者 中村 和彦
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
 富士フイルム株式会社内
 Fターム(参考) 2H040 BA10 CA06 CA10 CA11 CA12
 CA22 DA12 DA21 GA02 GA11
 3K243 MA01
 4C161 BB01 CC06 GG01 LL02 NN01
 QQ02 QQ07 QQ09 RR02

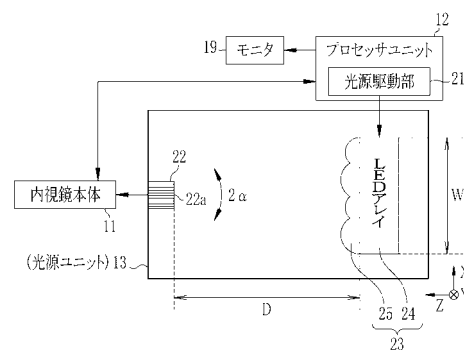
(54) 【発明の名称】 光源ユニット及び電子内視鏡装置

(57) 【要約】

【課題】LEDアレイにより多くのLEDを配列し、かつ、各LEDの発する光を効率良く利用する。

【解決手段】光源ユニット13は、複数のLED31を配列したLEDアレイ24と、レンズアレイ25を備える。レンズアレイ25は、ライトガイド22とLEDアレイ24の間に配置され、各LED31の光をライトガイド22の入射端面22aに集光させるための2種類のレンズ部34, 35を有する。第2レンズ部35は、少なくとも1以上の第1レンズ部34に隣接して配置され、第1レンズ部34よりも曲率半径が小さい。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のＬＥＤを配列したＬＥＤアレイと、

ライトガイドと前記ＬＥＤアレイの間に設けられ、前記複数のＬＥＤのうちの所定の前記ＬＥＤから出射される光を前記ライトガイドの入射端面に集光する第１レンズ部と、

前記第１レンズ部に対応する前記ＬＥＤに隣接して配置された前記ＬＥＤが出射する光を前記入射端面に集光させるとともに、前記第１レンズ部と１箇所以上で隣接し、前記第１レンズ部よりも曲率半径が小さい第２レンズ部と、
を備える光源ユニット。

【請求項 2】

前記第１レンズ部と前記第２レンズ部は一体となったレンズアレイである請求項 1 記載の光源ユニット。

【請求項 3】

前記複数のＬＥＤに、白色光を発する白色ＬＥＤを含む請求項 1 または 2 記載の光源ユニット。

【請求項 4】

前記白色ＬＥＤは、励起光を発する励起光用ＬＥＤと前記励起光が通過することによって蛍光を発する蛍光体とを有し、前記蛍光と前記蛍光体を透過した前記励起光によって前記白色光を生成する請求項 3 記載の光源ユニット。

【請求項 5】

前記複数のＬＥＤとして、面積が大きい大面積ＬＥＤと面積が小さい小面積ＬＥＤの２種類のＬＥＤを有する請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項記載の光源ユニット。

【請求項 6】

前記大面積ＬＥＤは前記第１レンズ部の下に配置され、前記小面積ＬＥＤは前記第２レンズ部の下に配置される請求項 5 記載の光源ユニット。

【請求項 7】

前記複数のＬＥＤに、所定の狭帯域光を発する狭帯域光用ＬＥＤを含む請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

【請求項 8】

前記狭帯域光用ＬＥＤが前記第２レンズ部の下に配置される請求項 7 記載の光源ユニット。

【請求項 9】

前記複数のＬＥＤに、白色光を発する白色ＬＥＤと単色のＬＥＤとを含む請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

【請求項 10】

前記単色のＬＥＤは前記第２レンズ部の下に配置される請求項 9 記載の光源ユニット。

【請求項 11】

前記ＬＥＤが前記ライトガイドの入射端面の正面にない場合に、前記第１レンズ部及び前記第２レンズ部は、対応する前記ＬＥＤの直上から前記入射端面がある中心方向にずらして配置されている請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

【請求項 12】

前記ＬＥＤが直線状に並んで配置されている請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

【請求項 13】

前記ＬＥＤは２次元状に配列されている請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

【請求項 14】

前記ＬＥＤは、前記ライトガイドの入射端面に対して凹面状に配列されている請求項 1 ～ 13 のいずれか 1 項に記載の光源ユニット。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

全ての前記第２レンズ部が少なくとも１つの前記第１レンズ部に隣接している請求項１～１４のいずれか１項に記載の光源ユニット。

【請求項１６】

請求項１～１５のいずれか１項に記載の光源ユニットを備える電子内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は光源にＬＥＤを用いた光源ユニット及び電子内視鏡装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

10

従来の電子内視鏡装置の光源ユニットでは、主にキセノンランプが光源として用いられている。これは、キセノンランプの発光スペクトルが自然光に類似しており、演色性が良いからである。また、フィラメント方式のランプと比較して長寿命であることも、キセノンランプが使用される一つの要因である。しかし、長寿命とは言え、キセノンランプでもいわゆる球切れは発生する。電子内視鏡装置の使用中に球切れが発生すると、観察を中断あるいは中止しなければならないため、患者に多大な負担を強いることになる。また、不意な球切れによる観察中断を未然に防ぐためには、例えば、球切れが発生する前に定期的に新品に交換しておかなければならないので、ランニングコストがかさむ原因になっている。

【０００３】

20

周知のように、ＬＥＤはキセノンランプよりも長寿命である。また、白色（あるいは擬似白色）を発するＬＥＤも知られている。このため、ＬＥＤを用いればキセノンランプを使用する場合よりも球切れのリスクはさらに低く、ランニングコストも低減できるが、従来の白色ＬＥＤは電子内視鏡装置用としては輝度不足であり、実用化には至っていなかった。

【０００４】

しかし、近年、高輝度白色ＬＥＤが登場し始めたため、キセノンランプを白色ＬＥＤに置き換えることが現実的になってきている。但し、白色ＬＥＤが高輝度化しつつあるといっても、１個（１チップ）のＬＥＤから観察に十分な光量が得られるわけではないので、高輝度白色ＬＥＤを内視鏡用光源に用いるとしても、複数のＬＥＤを配列したＬＥＤアレイを用いる必要がある。

30

【０００５】

また、電子内視鏡装置は、内視鏡本体に挿通されたライトガイドによって光源ユニットからの光を被検体内に導光するので、ＬＥＤアレイの各ＬＥＤからの光をライトガイドの入射端面に入射させなければならない。しかし、通常、ＬＥＤアレイ全体としての大きさはライトガイドの入射端面よりも大きいので、ライトガイドの入射端面から見て角度のある位置に配置されたＬＥＤからの光は、そのままではライトガイドの入射端面に上手く入射されないことがある。このため、光源ユニットにＬＥＤアレイを用いる場合には、各ＬＥＤからの光をライトガイドの入射端面に効率良く入射させる工夫が必要になる。

【０００６】

40

例えば、ＬＥＤアレイの各ＬＥＤが発する光束をライトガイドに入射させるために、各ＬＥＤをライトガイドに向けて傾斜して配置したＬＥＤアレイを用いた内視鏡が知られている（特許文献１）。また、各ＬＥＤ上にそれぞれマイクロレンズを形成し、マイクロレンズによってライトガイドに光を集光するようにしたもの（特許文献２）や、各ＬＥＤを凹面上に配列することにより各ＬＥＤの光束をライトガイドに向けたもの（特許文献３，４）も知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特開２００２－６５６０４号公報

50

【特許文献2】特開平5 - 146403号公報

【特許文献3】特開2002 - 360514号公報

【特許文献4】特開2001 - 078961号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

内視鏡用光源にLEDアレイを用いる場合、各LEDの光束を無駄なくライトガイドに入射させるためには、ライトガイドの開口数(NA)に対応する角度以下で全LEDの光束を入射させることが好ましい。このため、LEDを配列可能な範囲は、ライトガイドのNAによって概ね定まる。

10

【0009】

また、各々のLEDの発光量は小さいので、例えば特許文献2のように、各LEDの光をライトガイドの入射端面に集光するレンズを設けなければならないが、各LEDから十分に光を集めるためには、LEDチップと比べて比較的大きなレンズが必要である。このため、単純にLEDの配置間隔を狭めてLEDの使用数を増大させても、レンズ同士が物理的に干渉して有効径が犠牲になってしまうので、かえって必要な光量が得られ難くなることがある。すなわち、LEDアレイの各LEDの最小間隔は、必要なレンズの大きさによって概ね決められていると言って良い。

【0010】

これらのことから、例えば、ライトガイドの入射端からLEDアレイが近い場合には、LEDアレイに使用できるLEDの個数が少なく、高輝度白色LEDを使用しても光量不足になることがある。一方、LEDの配列個数の制限による光量不足を補うためには、ライトガイドの入射端からLEDアレイを離し、より多くのLEDを用いる必要があり、光源ユニットの大型化が避けられない。特に、既存のキセノンランプを使用した内視鏡装置用の光源ユニットにおいて、キセノンランプをLEDアレイに置き換える場合、ライトガイドの入射端面に対してLEDアレイを配置可能な距離を任意に拡張することができないので、LEDアレイへの置き換えができないこともある。

20

【0011】

特許文献1~4は、前述のようにLEDアレイ中にあるLEDの個数で内視鏡観察に必要な光量が得られることを前提として、ライトガイドへの入射効率を上げる構成を開示しているが、上述のような問題点及びその解決方法には何ら言及していない。

30

【0012】

本発明は、ライトガイドのNAと、ライトガイドの入射端面からLEDアレイまでの距離が所定値である場合に、LEDアレイにより多くのLEDを配列し、かつ、各LEDの発する光を効率良く利用可能にすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の光源ユニットは、複数のLEDを配列したLEDアレイと、第1レンズ部及び第2レンズ部を備える。第1レンズ部は、ライトガイドと前記LEDアレイの間に設けられ、複数のLEDのうちの所定のLEDから出射される光を前記ライトガイドの入射端面に集光する。第2レンズ部は、第1レンズ部に対応するLEDに隣接して配置されたLEDが出射する光を入射端面に集光させるとともに、第1レンズ部と1箇所以上で隣接し、第1レンズ部よりも曲率半径が小さい。

40

【0014】

第1レンズ部と第2レンズ部は一体となったレンズアレイである。

【0015】

複数のLEDに、白色光を発する白色LEDが含まれていることが好ましい。

【0016】

白色LEDは、励起光を発するLEDと、励起光が通過することによって蛍光を発する蛍光体とを有し、蛍光と前記蛍光体を透過した励起光によって白色光を生成することが好

50

ましい。

【0017】

複数のLEDとして、面積が大きい大面積LEDと面積が小さい小面積LEDの2種類のLEDを有することが好ましい。

【0018】

大面積LEDは第1レンズ部の下に配置され、小面積LEDは第2レンズ部の下に配置されることが好ましい。

【0019】

複数のLEDに、所定の狭帯域光を発する狭帯域光用LEDを含むことが好ましい。

【0020】

狭帯域光用LEDは第2レンズ部の下に配置されることが好ましい。

【0021】

複数のLEDに、白色光を発する白色LEDと単色のLEDとを含むことが好ましい。

【0022】

単色のLEDは第2レンズ部の下に配置されることが好ましい。

【0023】

LEDがライトガイドの入射端面の正面にない場合に、第1レンズ部及び第2レンズ部は、対応するLEDの直上から入射端面がある中心方向にずらして配置されていることが好ましい。

【0024】

LEDは直線状に並んで配置されていても良い。

【0025】

LEDは2次元状に配列されていても良い。

【0026】

LEDは、ライトガイドの入射端面に対して凹面状に配列されていても良い。

【0027】

全ての第2レンズ部が少なくとも1つの第1レンズ部に隣接していることが好ましい。

【0028】

本発明の電子内視鏡装置は、上述の光源ユニットを備える。

【発明の効果】

【0029】

本発明によれば、曲率半径が異なるレンズ部を隣接して用いることによって、ライトガイドのNAとライトガイドの入射端面からLEDアレイまでの距離が所定値である場合に、LEDアレイにより多くのLEDを配列し、かつ、各LEDの発する光を効率良く利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】電子内視鏡装置の外観図である。

【図2】光源ユニットの構成を示す説明図である。

【図3】LEDアレイとレンズアレイの構成を示す上面図及び断面図である。

【図4】LEDの指向性を示すグラフである。

【図5】シミュレーションの概要を示す説明図である。

【図6】シミュレーションの結果を示すグラフである。

【図7】比較例のLEDアレイ及びレンズアレイの断面図である。

【図8】蛍光体を利用したLEDを用いる場合のLED光源の断面図である。

【図9】蛍光体を利用したLEDの指向性を示すグラフである。

【図10】変形例の電子内視鏡装置の構成を示す説明図である。

【図11】変形例の作用を示すグラフである。

【図12】面積が異なるLEDを併用する場合のLED光源の断面図である。

【図13】面積が異なるLEDを併用する場合の作用を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図 1 4】蛍光体を用いる L E D と蛍光体を用いない L E D を併用した L E D 光源の断面図である。

【図 1 5】L E D を 2 次元配列する場合の L E D アレイ及びマイクロレンズの上面図である。

【図 1 6】5 個の L E D を 1 次元配列する場合の L E D アレイ及びレンズアレイの断面図である。

【図 1 7】5 個の L E D チップを 2 次元配列する場合の L E D アレイ及びレンズアレイの断面図である。

【図 1 8】3 種類のマイクロレンズを用いる場合の L E D アレイ及びレンズアレイの上面図である。

【図 1 9】L E D を凹面上に配列した例を示す説明図である。

【図 2 0】ライトガイドの入射端面を変形させた例を示す説明図である。

【図 2 1】周辺部分において各レンズ部の光軸の位置を調節した例を示す説明図である。

【図 2 2】ライトガイドの出射端面の前に蛍光体を配置した電子内視鏡装置である。

【図 2 3】回転フィルタを用いた光源ユニットである。

【発明を実施するための形態】

【0031】

図 1 に示すように、電子内視鏡装置 1 0 は、内視鏡本体 1 1、プロセッサユニット 1 2、光源ユニット 1 3、モニタ 1 9 等を備える。

【0032】

内視鏡本体 1 1 は、挿入部 1 4、操作部 1 6、ユニバーサルコード 1 7 等を有する。挿入部 1 4 は、被検体内に挿入される部分であり、可撓性である。また、挿入部 1 4 の先端 1 4 a には、撮像素子、撮影窓を通して入射する光を撮像素子に結像させるレンズやプリズム等の撮像光学系が設けられている。撮像素子は、例えば C M O S 型や C C D 型の周知のものである。

【0033】

先端 1 4 a の端面には、撮影窓とともに、被検体内に照明光を照射するための照明窓や、鉗子等の処置具を突出させるための鉗子出口、空気や水を被検体内に噴出させるための送気／送水口等が設けられている。照明窓の奥には、ライトガイド（図 2 参照）を通じて光源ユニット 1 3 から導光される照明光を視野全体に照射するための投光光学系等が設けられている。鉗子出口は鉗子チャンネルの端部であり、鉗子の挿入口である鉗子チャンネルの他端は操作部 1 6 に設けられている。

【0034】

操作部 1 6 は、挿入部 1 4 の基端部分に設けられており、挿入部 1 4 の先端 1 4 a を上下左右に自在に湾曲させるためのアングルノブや、送気／送水口から空気や水を噴出させるための送気／送水ボタン、静止画像を記録するためのフリーズボタン、モニタ 1 9 に表示する観察画像を拡大／縮小を指示するためのズームボタン等が設けられている。また、操作部 1 6 の内部には撮像素子の動作を制御するための制御回路等も設けられている。

【0035】

内視鏡本体 1 1 は、ユニバーサルコード 1 7 と、ユニバーサルコード 1 7 の端部に設けられたコネクタ 1 8 を介してプロセッサユニット 1 2 や光源ユニット 1 3 に接続される。ユニバーサルコード 1 7 内には、プロセッサユニット 1 2 との間で制御信号や画像を送受信するための伝送ケーブルや、ライトガイドが挿通されている。

【0036】

プロセッサユニット 1 2 は、内視鏡本体 1 1 及び光源ユニット 1 3 と電氣的に接続されており、電子内視鏡装置 1 0 の動作を統括的に制御する。例えば、プロセッサユニット 1 2 には、内視鏡本体 1 1 から送信される撮像信号を画像化するための D S P や、撮影した画像に電子変倍、色強調処理、エッジ強調処理等の各種画像処理を施すための D I P 等が設けられている。また、プロセッサユニット 1 2 には、光源駆動部 2 1（図 2 参照）によって光源ユニット 1 3 の各部の動作を制御することにより、照明光の光量調節等を行う。

10

20

30

40

50

光源駆動部 21 は、光源ユニット 13 の各部の動作を制御するための制御回路である。

【0037】

また、プロセッサユニット 12 は、モニタ 19 に接続されている。モニタ 19 には、内視鏡本体 11 で撮像した画像や、被検体の情報、DIP で行う画像処理の詳細設定をする設定画面等が表示される。

【0038】

図 2 に示すように、光源ユニット 13 は、ライトガイド 22 や LED 光源 23 を備える。

【0039】

ライトガイド 22 は、例えば複数の光ファイバを束ねたものであり、一端（入射端面 22a）に入射した光をほぼ損失なく導光して他端から出射させる。ライトガイド 22 の入射端面 22a は LED 光源 23 の正面（真正面でなくても良い）に露呈されており、LED 光源 23 が発した光が入射される。入射端面 22a は、LED 光源 23 とほぼ平行である。入射端面 22a の形状は、例えば円形である。

【0040】

また、ライトガイド 22 は、内視鏡本体 11 に挿通されたライトガイドとコネクタ 18 によって接続される。このため、光源ユニット 13 に内視鏡本体 11 が接続されている場合、ライトガイドの 22 の出射端面（図示しない）は、挿入部 14 の先端 14a にある。ライトガイド 22 が出射端面から出射する光はレンズ等の投光光学系（図示しない）を介し、照明光として被検体内に照射される。投光光学系には、所定波長帯の光を透過する光学フィルタや、ライトガイド 22 が出射する光によって蛍光を発生する蛍光体等が含まれることがある。このため、ライトガイド 22 が導光した光と、被検体内に照射される照明光とは色等が異なることがある。本実施形態では、LED 光源 23 が発した光がそのまま照明光として利用されるものとする。

【0041】

ライトガイド 22 の入射端面 22a から受け入れることができる光の角度（開口角）は所定角 2α であり、NA は $\sin \alpha$ である。開口角 2α 及び NA は、ライトガイド 22 を形成する光ファイバのコア及びクラッドの屈折率によって予め決まっている。また、ライトガイド 22 の直径は例えば 1mm 程度であり、LED 光源 23 の大きさ W よりも小さい。

【0042】

LED 光源 23 は、複数の LED 31（図 3 参照）を所定配列で並べて配置した LED アレイ 24 と、LED アレイ 24 の各 LED 31 から発せられる光をライトガイド 22 の入射端面 22a に集光させるレンズアレイ 25 等を備える。各 LED の点灯や消灯、発光量等は、光源駆動部 21 によって一括して制御される。

【0043】

また、LED 光源 23 の幅（実質的な有効径）W、及び、ライトガイド 22 の入射端面 22a を基準とした LED 光源 23 の配置距離 D は、ライトガイド 22 の NA によって制約される。具体的には、LED 光源 23 の幅 W 及び入射端面 22a からの距離 D は、概ね $\tan \alpha \cdot W / 2D$ を満たすように設定されている。この範囲内に概ね収まるように LED 光源 23 の幅 W や配置距離 D を定められていれば、LED アレイ 24 の各 LED が発する光はライトガイド 22 の出射端面に導光される。一方、LED 23 の幅 W が大きすぎたり、配置距離 D が入射端面 22a に近すぎたりする場合には、ライトガイド 22 の NA の範囲外にある LED 31 が発した光はレンズアレイ 25 で入射端面 22a に入射させても、ライトガイド 22 a 外に漏れ出し、出射端面まで導光されないことがある。

【0044】

すなわち、光源ユニット 13 の筐体サイズに応じて、LED 光源 23 を入射端面 22a の近くに配置する場合には、LED 光源 23 の幅 W を相応に小さくしなければならないので LED アレイ 24 に配列可能な LED 31 の個数が減少する。また、照明光の光量を増加するためには、LED アレイ 24 に配列する LED の個数を増加させれば良いが、その

10

20

30

40

50

分、LED光源23の幅Wが大きくなるので、相応に配置距離Dを大きくしなければならない。

【0045】

もちろん、使用するライトガイドの材料を変更可能な場合や、光源ユニット13の筐体サイズを任意に定められる場合には、ライトガイド22のNA、LED光源23の幅W、LED光源23の配置距離Dに任意性があるが、以下では、ライトガイド22のNA、LED光源23の幅Wや配置距離Dは、必要な照明光の光量、光源ユニット13の筐体サイズ等によって予め定められているものとする。

【0046】

図3に示すように、LEDアレイ24は、複数のLED31と、これらのLED31を駆動するための基板32を備える。本実施形態では、LED31は4個であり、基板32上に直線状に等間隔に並べて配置される。4個のLED31は全て同じものであり、例えば1mm四方の正方形に形成され、全て同じ所定波長帯の光（例えば白色光）を発する。基板32は平面状であり、LED31を駆動するための配線等（図示しない）が設けられており、光源駆動部21に接続される。

10

【0047】

レンズアレイ25には、2つのレンズ部34、35が隣接するように設けられている。第1レンズ部34及び第2レンズ部35はどちらも半球状であるが曲率半径が異なるマイクロレンズである。また、レンズアレイ25は、4個のLED31にそれぞれ対応するように、第1レンズ部34と第2レンズ部35を2個ずつ有している。4個の各レンズ部34、35は、直下のLED31からの光を入射端面22aに集光させる。例えば、図3において左から2番目に配置されたLED31が発した光のうち、左から2番目に設けられた第2レンズ部35を通過した部分は入射端面22aに集光される。左から2番目のLED31からの光の一部は、左右に隣接するLED31に対応するように設けられた第1レンズ部34に入射するが、第1レンズ部34を通過しても入射端面22aには集光されない。

20

【0048】

第1レンズ部34の曲率半径Rは、LED31を1個だけ配置距離Dの位置に置く場合に、LED31の光をライトガイド22の入射端面22aに最も無駄無く集光させることができるように、LED光源23の配置距離DやLED31の指向性に基づいて決定される曲率半径である。例えば、第1レンズ部34は、ちょうど入射端面22aの大きさにLED31が発した光を集光させる。

30

【0049】

一方、第2レンズ部35の曲率半径rは、第1レンズ部34の曲率半径Rよりも小さい（ $R < r$ ）。このためLED31を1個だけ配置距離Dに置く場合に第2レンズ部35を用いれば、例えば入射端面22aよりも手前で焦点を結び、入射端面22aの位置では入射端面22aよりも大きく拡散するので、第1レンズ部34を用いる場合よりも集光効率は劣る。しかし、後述するように、第2レンズ部35は、第1レンズ部34よりも曲率半径が小さいことによって、複数のLED31を配列し、かつ第1レンズ部34と隣接させて併用する場合に、LED光源23全体としての入射端面22aへの集光効率を向上させる。

40

【0050】

なお、隣接する第1レンズ部34と第2レンズ部35の端部分（境界部分）は重畳し、一体化している。このため、レンズアレイ25は、4個のレンズ部34、35が重なって一体化したものの全体である。第1レンズ部34と第2レンズ部35の端部分が重畳しているのは、第1レンズ部34の曲率半径Rと等しい配置間隔dでLED31を配列しているからである（ $d = R$ ）。

【0051】

前述のように、曲率半径Rは、LED光源23を配置距離Dに置く場合に、1個のLED31から入射端面22aに最も無駄無く光を集光させるための曲率半径であるから、4

50

個全てのLED31の光を全く無駄無く利用する場合には、各LED31上にそれぞれ曲率半径Rの第1レンズ部34を配置し、かつ、第1レンズ部34が隣接するLED31の第1レンズ部34と重ならないようにしなければならない。このためには、LED31の配置間隔dは曲率半径Rの1/2倍にする必要があるので($d = R/2$)、幅Wの範囲内には2個のLED31しか配置できない。具体的には、図3において、レンズアレイ25を第1レンズ部34の部分だけで形成し、第1レンズ部34下のLED31だけを配置した状態である。

【0052】

LED光源23は、照明光量を増大させるために、上述の2個しかLED31を配列できない状態からさらに2個のLED31を間に配置し、LED31の配列間隔dを曲率半径Rに等しくしている。但し、単にLED31の個数を追加しても、追加したLED31からの光をレンズによって入射端面22aに集光させなければ、照明光量は増加しないので、追加したLED31上には第2レンズ部35を配置している。

10

【0053】

以下、上述のように構成される電子内視鏡装置10の作用を説明する。まず、図4に示すように、LED光源23に搭載する各LED31の発光量は、 $\cos \theta$ に比例する $I_1(\theta)$ の分布を有するものとする。この場合、各LED31の発光量は、Z方向で極大値 $I_1(0)$ であり、Z方向からの角度が増加して、LED31が配列された面内方向(X(またはY)方向)に近づくにつれて発光量が減少する。面内方向($\theta = 0$)でLED31の発光量は0である。

20

【0054】

また、前述のように実際に電子内視鏡装置10に搭載するLED光源23は4個のLED31を有するが、ここでは原理と作用を明確にするため、図5に示すように、配置間隔dでLED31が2個配列されており、一方のLED31上には第1レンズ部34を配置し、他方のLED31上には第2レンズ部35を配置する最もシンプルな場合を考える。そして、第1レンズ部34の曲率半径Rは入射端面22aに対するLED光源23の配置距離Dによって定まる固定値とし、第2レンズ部35の曲率半径rを第1レンズ部34と等しい曲率半径Rから徐々に小さくしながら、第1レンズ部34により集光される光量S1、第2レンズ部35により集光される光量S2、及び、2個のLED31から入射端面22aに集光される総光量 $S1 + S2$ をシミュレーションにより求めた。

30

【0055】

図6に示すように、第2レンズ部35の曲率半径rを直線的に減少させると、第2レンズ部35による集光量S2は直線的に減少するが、第1レンズ部34による集光量S1は、 $\sin$ 関数にしたがって増大する。このため、2個のLED31から第1レンズ部34及び第2レンズ部35によって集光される総光量 $S1 + S2$ は、 $r = 0.518 [R/d]$ で極大値 $1.12 |I_1|$ であった。なお、第2レンズ部35の曲率半径rの単位は、LED31の配置間隔dの具体的な大きさによらないように R/d を単位としている。また、光量S1, S2, $S1 + S2$ は、LED31の規格化した発光量 $|I_1| = \int I_1(\theta) d\theta / I_1(0)$ を単位としている。

40

【0056】

図6から分かるように、LED31の配置間隔がdの場合、第2レンズ部35の曲率半径rを第1レンズ部34の曲率半径Rを等しくすると($r = 1.0 [R/d]$)、総光量 $S1 + S2$ は $1.0 |I_1|$ であり、LED31を2個配置しているにもかかわらず、入射端面22aには1個分のLED31の光量しか集光されない。また、第1レンズ部34だけを設けて、第2レンズ部35を設けない場合($r = 0.0 [R/d]$)は、第1レンズ部34を設けたLED31からの光しか集光することができないので、総光量 $S1 + S2$ は $1.0 |I_1|$ である。しかし、第2レンズ部35の曲率半径rを $0.518 R/d$ にすれば、LED31を増大させることができる。

【0057】

すなわち、LED31を配置間隔d($= R$)で配列し、一方に曲率半径Rの第1レンズ

50

部 3 4 を配置する場合には、他方の第 2 レンズ部 3 5 の曲率半径 r を第 1 レンズ部 3 4 の曲率半径よりも小さくした方がライトガイド 2 2 の入射端面 2 2 a に集光させることができる光量（すなわち照明光量）を増大させることができるのである。2 個の隣接するレンズ部 3 4 , 3 5 において示した上述の結果は、レンズ部 3 4 , 3 5 が複数配列されていることにより、隣接箇所が複数ある場合も同様である。

【 0 0 5 8 】

したがって、図 7 (A) に示すように L E D 3 1 を配置間隔 d で 4 個配列し、全ての L E D 3 1 上に全て曲率半径 R の第 1 レンズ部 3 4 を配置した場合や、図 7 (B) に示すように、レンズ部の重畳による欠損がないように 4 個の L E D 3 1 に対して 1 個置きにだけ配置する場合と比較して、電子内視鏡装置 1 0 で使用する大小のレンズ部 3 4 , 3 5 を配列した L E D 光源 2 3 は入射端面 2 2 a への集光量及び照明光量を増大させることができる。

10

【 0 0 5 9 】

また、L E D 3 1 の配置間隔を $d = R$ にするという条件は、曲率半径 R の第 1 レンズ部 3 4 の端が重畳しないように L E D 3 1 を配列する場合（ $d = R / 2$ ）よりもさらに L E D 3 1 の配列個数を増加させたものであるが、曲率半径 R の第 1 レンズ部 3 4 の端が重畳しないように L E D 3 1 を配列する条件は、図 5 において第 2 レンズ部 3 5 下の L E D 3 1 を配列しない場合、あるいは、第 2 レンズ部 3 5 を設けない場合（図 7 (B) 及び図 6 における $r = 0 . 0 [R / d]$ ）に相当する。このため、電子内視鏡装置 1 0 で使用する大小のレンズ部 3 4 , 3 5 を配列した L E D 光源 2 3 は、L E D 3 1 の配列個数を増やし、かつ、隣接する L E D 3 1 上に大小のレンズ部 3 4 を配置したことによって、全ての L E D 3 1 上に重畳による欠損がないように曲率半径 R の第 1 レンズ部 3 4 を配置するために L E D 3 1 の配列個数が少なくなってしまう場合よりも、入射端面 2 2 a への集光量及び照明光量を増大させることができる。

20

【 0 0 6 0 】

なお、上述の実施形態では、ライトガイド 2 2 の N A に応じて L E D 光源 2 3 の配置距離 D 及び幅 W を所定値としたことから分かるように、従来の光源ユニットのキセノンランプを L E D 光源 2 3 に置き換える場合にも好適である。例えば、キセノンランプの位置距離 D 及びキセノンランプの配置スペースの幅 W に合わせつつ、照明光量を確保することが可能である。

30

【 0 0 6 1 】

なお、上述の実施形態では、4 個の L E D 3 1 に対して第 1 レンズ部 3 4 と第 2 レンズ部 3 5 を 2 個ずつ交互に配列したが、第 1 レンズ部 3 4 に隣接して第 2 レンズ部 3 5 が少なくとも 1 以上あれば上述の効果が得られる。2 または 3 個の L E D 3 1 を用いる場合や 5 個以上の L E D 3 1 を配列する場合も同様である。

【 0 0 6 2 】

なお、上述の実施形態では、L E D 3 1 の配置間隔 d を第 1 レンズ部 3 4 の曲率半径 R に等しくしたが、配置間隔 d は任意である。但し、L E D 3 1 の発光量が所定値である場合、電子内視鏡装置 1 0 の照明光量を増加させるためには、L E D 3 1 の配列個数を多くする必要があるので、 $d > R / 2$ の範囲内で任意である。

40

【 0 0 6 3 】

なお、L E D 3 1 の具体的な構成は任意であり、例えば、図 8 に示す L E D 光源 4 0 のように、所定波長の単色の光を発生する L E D 3 1 を、励起光を発生する L E D 4 1 と、励起光の一部を吸収して所定波長帯の蛍光を発する蛍光体 4 2 とで形成しても良い。例えば、励起光用 L E D 4 1 は紫色～青色の光を発し、蛍光体 4 2 を緑色～黄色の蛍光を発生するようにすれば、蛍光体 4 2 で発生した蛍光と、蛍光体 4 2 を透過した励起光とが合わさって擬似白色光が発生する。

【 0 0 6 4 】

このように、上述の実施形態の L E D 3 1 を、励起光用 L E D 4 1 と蛍光体 4 2 で形成する場合、図 9 に示すように、励起光の光量分布（指向性）は、上述の実施形態の L E D

50

31 (図4参照)と同様の $I_1(\theta) = \cos \theta$ であるが、蛍光の光量分布 $I_2(\theta)$ は $\theta = 45^\circ$ 方向に極大を持つ分布になる。これは、励起光の光量分布 $I_1(\theta)$ と、励起光が蛍光体42を透過する長さのバランスによるものである。したがって、LED31として、励起光用LED41と蛍光体42を用いる場合には、図9の光量分布 $I_1(\theta)$ 及び $I_2(\theta)$ を考慮して、第2レンズ部35の曲率半径 r を算出しなければならない。

【0065】

なお、上述の実施形態では、LEDアレイ24に配列する全てのLED31を一律に制御するが、第1レンズ部34下のLED31と、第2レンズ部35下のLED31とをそれぞれ組みにして別個に制御しても良い。この場合、例えば、図10に示すように、第1レンズ部34下のLED31の点灯/消灯、及び光量を制御する第1光源駆動部46と、第2レンズ部35下のLED31の点灯/消灯、及び光量を制御する第2光源駆動部47をプロセッサユニット12に設ける。

【0066】

そして、図11に示すように、照明光量が小さい範囲E1においては、第2レンズ部35下のLED31を点灯し、その駆動電流を制御することで光量S2によって照明光量を調節する。また、範囲E1では第1レンズ部34下のLED31は消灯しておく。次に、照明光量が中程度の範囲E2においては、第2レンズ部35下のLED31を消灯し、第1レンズ部34下のLED31を点灯し、その駆動電流を制御することによって光量S1によって照明光量を調節する。そして、照明光量が大きい範囲E3においては、第1レンズ部34下のLED31を最大駆動電流で点灯させ、さらに第2レンズ部35下のLED31の駆動電流を調節することで光量S1(最大)と光量S2(可変)の合計によって、照明光量を調節する。

【0067】

LED31を演色性良く駆動可能な駆動電流の範囲G1は、ほぼLED31の面積によって定まっており、この所定範囲G1よりも小さい駆動電流で駆動するとLED31が発する光の色が変化してしまうことがある。また、所定範囲G1を超える大きな駆動電流で駆動するとLED31が発熱等により破損することがある。このため、図11に二点鎖線で示すように、LEDアレイ24の全てのLED31を同時に一律に制御すると、実質的に所定範囲G1範囲E2の中程から範囲E3の間でしか所望の色での照明をすることができず、照明光量のレンジはR0程度である。一方、上述のように、第1レンズ部34下のLED31と第2レンズ部35下のLED31のグループに分けて、各グループで別個に点灯/消灯、及び光量を制御すれば、駆動電流を所定範囲G1の範囲内で制御しつつ、照明光量のレンジをR1に拡大することができる。

【0068】

また、図11においては、E1~E3の各範囲でみれば、第1レンズ部34下のLED31、または、第2レンズ部35下のLED31のいずれかのグループの駆動電流の調節によって光量を実質的に変化させているが、このようなグループ毎の点灯/消灯による範囲分けを行わず、何れの範囲においても第1レンズ部34下のLED31と第2レンズ部35下のLED31をと共に点灯し、これらの各グループの発光量を調節することによって照明光量を調節しても良い。

【0069】

なお、上述の実施形態では、LEDアレイ24に配列するLED31が全て同じものであるが、複数種類のLEDを用いても良い。例えば、図12に示すLED光源50のように、第1レンズ部34下のLEDを面積が大きいLED51にし、第2レンズ部35下のLEDを面積が小さいLED52にしても良い。

【0070】

LEDの面積が大きいほど大電流で駆動可能であり、大光量が得られるが、低駆動電流で所望の色が得られないことがある。一方、LEDの面積が小さいほど発光量が小さくなるが、低駆動電流でも所望の色が得られる。このため、図13に示すように、範囲E1'では第2レンズ部35下の小面積LED52による光量S2によって照明光量を調節し、

範囲 E 2' では第 1 レンズ部 3 4 下の大面積 L E D 5 1 による光量 S 1 によって照明光量を調節する。そして、範囲 E 3' では、第 1 レンズ部 3 4 下の大面積 L E D 5 1 を最大駆動電流で駆動しつつ、第 2 レンズ部 3 5 下の小面積 L E D 5 2 の駆動電流を調節することによって照明光量を調節する。

【 0 0 7 1 】

こうすると、二点鎖線で示すように全ての L E D 3 1 を同一のものにし、一律に制御する場合の照明光量のレンジ R 0 と比較して、大面積 L E D 5 1 と小面積 L E D 5 2 をそれぞれ所望の色が得られる駆動電流の範囲 G 1 , G 2 で駆動しながら、照明光量のレンジを R 1 に拡大することができる。特に、前述のように、全てに同じ L E D 3 1 を用いながら第 1 レンズ部 3 4 のグループと第 2 レンズ部 3 5 のグループに分けて駆動する場合 (図 1 1 参照) と比較すれば、最大照明光量は下るが、照明光量が小さい範囲で、所望の色が得られる照明光量のレンジを伸ばすことができる。

【 0 0 7 2 】

なお、図 1 2 では、第 1 レンズ部 3 4 下に大面積 L E D 5 1 を配置し、第 2 レンズ部 3 5 下には小面積 L E D 5 2 を配置したが、これとは逆に第 1 レンズ部 3 4 下に小面積 L E D 5 2 を配置し、第 2 レンズ部 3 5 下に大面積 L E D 5 2 を配置しても良い。但し、前述の図 6 から分かるように、L E D が同じ物ならば、第 1 レンズ部 3 4 で集光される光量 S 1 と第 2 レンズ部 3 5 で集光される光量 S 2 は曲率半径が大きい第 1 レンズ部 3 4 の方が集光する光量が大きいのので ($S 1 > S 2$)、図 1 2 のように第 1 レンズ部 3 4 下に大面積 L E D 5 1 を、第 2 レンズ部 3 5 下に小面積 L E D 5 2 を配置した方が、集光効率が良い。逆に配置すれば、大光量を集光可能な第 1 レンズ部 3 4 では小面積 L E D 5 2 から発生する小光量しか集光されず、第 2 レンズ部 3 5 では小光量しか集光できないので、大面積 L E D 5 1 の光量の損失が大きいためである。

【 0 0 7 3 】

また、図 1 2 では、L E D 光源 5 0 に配列された L E D 5 1 , 5 2 が励起光用 L E D 4 1 と蛍光体 4 2 によって形成されているが、L E D 5 1 , 5 2 は、実施形態の L E D 3 1 のように蛍光体 4 2 を併用しない L E D でも良い。

【 0 0 7 4 】

また、図 1 4 の L E D 光源 6 0 のように、第 1 レンズ部 3 4 下には励起光用 L E D 4 1 と蛍光体 4 2 を有する L E D 5 1 を配置し、第 2 レンズ部 3 5 下には蛍光体を用いない L E D 5 3 を配置しても良い。そして、図 1 4 のように、蛍光体を用いる L E D 5 1 と、蛍光体を用いない L E D 5 3 を併用する場合には、第 1 レンズ部 3 4 下に蛍光体を用いる L E D 5 1 を配置し、第 2 レンズ部 3 5 下に蛍光体を用いない L E D 5 3 を配置することが好ましい。これは、蛍光体を用いた L E D 5 1 の場合、発生する蛍光の光量分布 $I_2(\theta)$ が傾斜している (図 9 参照)、蛍光を十分に集光するためには広角度から集光可能な第 1 レンズ部 3 4 を用いるのが好ましく、蛍光を用いない L E D 5 3 の場合、光量分布 $I_1(\theta)$ の極大点は Z 方向にあるので (図 4 参照)、第 2 レンズ部 3 5 によって狭い角度範囲の光を集光するだけでも蛍光に比べれば比較的大光量を集光することができるからである。

【 0 0 7 5 】

さらに、図 1 4 のように、蛍光体を用いる L E D 5 1 と蛍光体を用いない L E D 5 3 を併用する場合、通常の観察に用いる白色光の照明光量が不足しなければ、蛍光体を用いる L E D 5 1 を白色 (擬似白色) の L E D にし、蛍光体を用いない L E D 5 3 を狭帯域光用 L E D にすることが好ましい。狭帯域光用 L E D とは、例えば青色の狭帯域光 (3 9 0 ~ 4 4 5 n m 程度) や緑色の狭帯域光 (5 3 0 ~ 5 5 0 n m) を発生する L E D であり、被検体の血管やピットパターンを強調して観察するいわゆる特殊光観察をするための L E D である。このように、第 2 レンズ部 3 5 下に狭帯域光用 L E D 5 3 を配置すると、光量が不足しがちな L E D 光源 2 3 を用いる場合でも、レンズアレイ 2 5 に第 1 レンズ部 3 4 及び第 2 レンズ部 3 5 があることによって光量を補うことができるので、容易に白色光による通常の観察と、狭帯域光による特殊光観察を切り替えて行うことができる。

【0076】

もちろん、特殊光観察を行えるようにする場合でも、第2レンズ部35下に配置するLEDを全て特殊光用LEDにする必要はなく、少なくとも1つを特殊光用LEDにすれば良い。また、第2レンズ部35が複数ある場合には、第2レンズ部35下に配置するLEDのうち一部を青色狭帯域光用LEDにし、その他を緑色狭帯域光用LEDにしても良い。さらに、白色光が十分に足りている場合には、第2レンズ部35下に配置するLEDだけでなく、第1レンズ部34下に配置するLEDの一部を特殊光用LEDにしても良い。

【0077】

また、蛍光体を用いないLED53を特殊光用LEDにする代わりに、RGB（あるいは補色系のYMC）のいずれか、あるいはこれらのうち任意の混色を発生するLEDにしても良い。このように、図14において、蛍光体を用いないLED53として、RGBを発するLEDを用い、これらを、第1レンズ部34下のLED51とともに点灯すれば、照明光の演色性を向上させることができる。このようにLED53にRGB等を発生するLEDを用いる場合、第2レンズ部35下の全てのLEDに同色のLEDにしなくても良く、RGBを必要な比率で配置すれば良い。

【0078】

なお、上述の実施形態では、LED光源23が4個のLEDを直線的に配列しているが、LED光源23のLEDの配列を2次元的にしても良い。例えば、図15に示すように、LED31を正形状に配置しても良い。この場合、第1レンズ部34と第2レンズ部35は、LED31が配列された面内の2方向（X方向及びY方向）に隣接するので、第2レンズ部35の曲率半径 r は図6で示した値とは一致しないことがあるが、算出方法は前述の実施形態と同様である。また、2つの第2レンズ部35の対角方向の長さよりも第1レンズ部34の対角方向の長さの方が長いので、図15のLED光源の幅 W は、第1レンズ部34の対角方向の長さである。

【0079】

また、上述の実施形態では、LED光源23に4個のLEDを用いているが、LED光源23に配列するLEDの個数は2個以上であれば任意である。例えば、図16に示すように、LED光源23に5個のLED31を配列しても良い。図16では、第1レンズ部34を3個使用し、その間に第2レンズ部35を2個用いているが、第2レンズ部35を3個使用し、その間に第1レンズ部34を用いても良い。さらに、図3や図16では、第1レンズ部34と第2レンズ部35を交互に配置しているが、第1レンズ部34と第2レンズ部35は必ずしも交互に配置されていなくても良い。図6の説明から分かるように、レンズアレイ25の中に第1レンズ部34と第2レンズ部35が隣接している箇所が少なくとも1箇所以上あれば、第1レンズ部34と第2レンズ部35の配列は任意である。具体的には、図16のように5個のLED31及びレンズ部34、35を用いる場合、左から第1レンズ部34、第2レンズ部35、第1レンズ部34、第1レンズ部34、第1レンズ部34のようにレンズ部を設けても良い。もちろん、第1レンズ部34及び第2レンズ部35が交互に配置され、全てのレンズ部34、35が、異なる曲率半径のレンズ部34または35と隣接している場合に最も光量向上効果は大きい。

【0080】

LED31及びレンズ部34、35を2以上設けていれば良いことは、LED31及びレンズ部34、35を2次元的に配置する場合も同様である。例えば、図17に示すように、5個のLED31を2次元的に配列する場合、中央のLED31上に第2レンズ部35を、その周囲の4個のLED31上に第1レンズ部34を用いれば良い。もちろん、中央のLED31上に第1レンズ部34を配置し、周囲の4個のLED31上に第2レンズ部35を配置しても良い。また、前述の通り、第1レンズ部34と第2レンズ部35が少なくとも1箇所隣接していれば光量向上効果作用があるので、第1レンズ部34と第2レンズ部35が少なくとも1個ずつあり、これらが隣接して用いられていなければならないこと以外は、第1レンズ部34と第2レンズ部35を用いる個数や配列は任意である。

【0081】

さらに、上述の実施形態では、曲率半径 R の第 1 レンズ部 34 と曲率半径 r ($< R$) の第 2 レンズ部 35 の 2 種類のレンズ部を用いるが、図 18 の LED 光源 70 のように、レンズアレイ 25 に大中小のレンズ部 71, 72, 73 (曲率半径 $r_1 > r_2 > r_3$) を用いても良い。この場合、図 6 で示した通り、大中のレンズ部 71, 72 の関係において、あるいは中小のレンズ部 72, 73 の関係において、光量向上効果がある。図 18 では、大中小の順にレンズ部が配列されているが、大小中の順にレンズ部を配置していても良い。また、LED やレンズ部を 2 次元的に配列する場合も同様に 3 種類以上の曲率半径が異なるレンズ部を用いても良い。さらに、図 18 では、レンズアレイ 25 に 3 種類の曲率半径が異なるレンズ部を用いているが、4 種類以上の曲率半径が異なるレンズ部を用いても良い。

10

【0082】

なお、上述の実施形態では、平面状に LED 31 を配列しているが、図 19 の LED 光源 80 のように、ライトガイド 22 側に凹の湾曲した面上に LED 31 を配列しても良い。このように、凹面状に LED 31 を配列すると、凹面の湾曲によって各レンズ部 34, 35 の光軸を入射端面 22a に向けられるので、各 LED 31 の光をより入射端面 22a に集光させやすい。

【0083】

なお、上述の実施形態では、ライトガイド 22 の入射端面 22a の形状を円形にしたが、入射端面 22a の形状は任意である。例えば、図 20 に示すライトガイド 97 のように、LED 光源 23 の全体的形状に応じて、LED 光源 23 の長手方向が長径であり短手方向が短径になるように、入射端面 97a の形状を楕円形にしても良い。LED 光源 23 のように LED 31 を横一列に配置する場合、LED 光源 23 が全体として出射する光束の断面形状は楕円形に近い形状になるので、上述のように LED 光源 23 の全体的な光束の形状に応じた入射端面形状にしておくと、同じ NA のライトガイドでも LED 光源 23 の光束が入射されやすくなる。LED 31 を 2 次元配列する場合も同様である。また、ここでは、入射端面 97a を楕円形にしたが、入射端面 97a は長円形 (スタジアム型) にしても良いし、長方形等にしても良い。

20

【0084】

このように LED 31 を湾曲配置する代わりに、図 21 に示すように、入射端面 22a の正面からずれた位置にある LED 31 上のレンズ部 34, 35 を、入射端面 22a 側 (入射端面 22a の正面がある中心方向) に適宜ずらして配置しても良い。こうすれば、入射端面 22a の正面からずれた位置にある LED 31 上のレンズ部 34, 35 による集光光軸 (一点鎖線で示す) を入射端面 22a 側に傾けることができるので、各 LED 31 の光をより入射端面 22a に集光させやすい。但し、第 1 レンズ部 34 のずらし量 δ_1 と第 2 レンズ部 35 のずらし量 δ_2 は、必ずしも同じ値にはならない。例えば、第 1 レンズ部 34 の曲率半径 R 及び第 2 レンズ部 35 の曲率半径 r が入射端面 22a の位置によらず一律の場合、第 1 レンズ部 34 の集光光軸と第 2 レンズ部 35 の集光光軸をほぼ平行にするには $\delta_1 > \delta_2$ にする必要がある。もちろん、レンズ部 34, 35 の周辺部分でのずらし量 δ_1, δ_2 を変える代わりに、中央部分の曲率半径 R, r に対して周辺部分でのレンズ部 34, 35 の曲率半径 R, r を変更しても良い。なお、図 21 では便宜的に多数の LED 31 を配列しているが、LED 31 の個数によらず、上述のように入射端面 22a の正面からずれた位置にあるレンズ部 34, 35 の光軸を入射端面 22a の側にずらして配置することが好ましい。

30

40

【0085】

なお、上述の実施形態及び変形例では、LED 光源で発生した光をそのまま照明光として被検体内に照射するが、図 22 に示すように、例えば、LED 光源 23 からは蛍光体 91 を励起する励起光を発生させ、先端部 14a のライトガイド 22 の出射端面の前に配置した蛍光体 91 を通過させることによって、透過した励起光と蛍光体 91 による傾向によって白色光を生成し、投光光学系 92 を通して照明光として被検体内に照射しても良い。

【0086】

50

また、図 23 に示すように、LED 光源 23 で白色光を発生させ、ライトガイド 22 と LED 光源 23 の間に複数のカラーフィルタを配置した回転自在な回転フィルタ 93 を配置することによって、LED 光源 23 で発生した白色光から各カラーフィルタが透過する波長の光を選択的に照明光として用いるようにしても良い。回転フィルタに設けるカラーフィルタの数や種類は任意であるが、例えば、RGB（あるいは補色系）のカラーフィルタや、白色光を透過する白フィルタ、特殊光観察用の狭帯域光を透過する狭帯域フィルタ等を設けることができる。

【0087】

また、LED 光源 23 とライトガイド 22 の間に、さらにレンズ（あるいは複数のレンズ等からなるレンズ系）やロッドインテグレート等を配置して、LED 光源 23 で発生させた光を入射端面 22a に集光させやすくしても良い。

【0088】

なお、上述の実施形態及び変形例では、LED アレイ 24 と一体に LED 上に半球状のレンズ部 34, 35 を有するレンズアレイ 25 を設けたが、レンズアレイ 25 は LED アレイ 24 と別体に設けられていても良い。レンズアレイ 25 を LED アレイ 24 と別体に設ける場合には、各レンズ部 34, 35 はライトガイド 22 側及び LED アレイ 24 側に曲面を有していても良い。この場合、レンズ部 34, 35 の曲率半径が小さい（あるいは大きい）とは、それぞれ同じ側の面で比較した大小である。すなわち、第 1 レンズ部 34 と第 2 レンズ部 35 のライトガイド 22 側の面の曲率半径を比較した場合に、第 2 レンズ部 35 の曲率半径は第 1 レンズ部 34 の曲率半径よりも小さい。LED アレイ 24 側についても同様である。但し、第 2 レンズ部 35 の曲率半径は、両側で第 1 レンズ部 34 の曲率半径よりも小さくなっていなければならないわけではなく、少なくともライトガイド 22 側と LED アレイ 24 側の一方の側で第 1 レンズ部 34 の曲率半径よりも小さくなって入れれば良い。

【0089】

さらに、上述の実施形態及び変形例では、レンズアレイ 25 の各レンズ部 34, 35 は球面であるが、各レンズ部 34, 35 は非球面でも良い。

【0090】

なお、上述の実施形態及び各種変形例では、LED を用いる例を説明したが、LED の代わりに、LD 等、他の半導体光源を用いても良い。

【0091】

なお、上述の実施形態及び各種変形例では、第 1 レンズ部 34 の曲率半径 R が、入射端面 22a に対する LED 光源 23 の配置距離 D によって定まる固定値であるとしたが、LED 光源 23 の配置距離 D が所定値である場合でも、曲率半径 R を可変値にしても良い。具体的には、第 1 レンズ部 34 の曲率半径を R' ($R' < R$) にし、この曲率半径 R' にしたがって第 2 レンズ部 35 の曲率半径 r' を定めても良い。第 1 レンズ部 34 の曲率半径 R を配置距離 D で定まる固定値にしている場合、具体的な LED 31 の配置間隔 d や LED 31 の指向性によっては 2 レンズ部 35 の適切な曲率半径 r ($< R$) が求められないことがあるが、このような場合には、上述のように第 1 レンズ部 34 の曲率半径 R' を上述の曲率半径 R よりも小さくすると、第 2 レンズ部 35 の曲率半径 r' ($< R'$) を決定することができる。

【0092】

なお、上述の実施形態及び各種変形例では、LED アレイ 24 に配列する LED が正方形形状であるが、LED の形状は任意である。LED は、長方形でも良いし、六角形状でも良い。長方形の LED を用いる場合等、LED の形状が回転非対称な場合には、これに合わせてレンズ部 34, 35 の形状を変形（例えば楕円形に）しても良い。また、複数種類の形状が異なる LED を用いても良い。

【0093】

なお、上述の実施形態及び各種変形例は任意に組み合わせることができる。例えば、大面積 LED 51 と小面積 LED 52 を用いる場合（図 12 参照）に、小面積 LED 52 を

励起光用LEDやRGBを発するLED(図14参照)にしても良い。また、LEDの各種配列方法(図3, 図15~図19参照)において、蛍光体を利用したLEDを使用しても良いし(図8参照)、面積の異なるLEDを併用しても良いし(図12参照)、白色のLEDと単色のLEDを併用しても良い(図14参照)。さらに、これらの任意のパターンにおいて、LEDを凹面状に配置しても良いし(図19参照)、レンズ部34, 35の光軸をずらしても良く(図21参照)、LEDを凹面状に配置した上でさらにレンズ部34, 35の光軸をずらしても良い。

【0094】

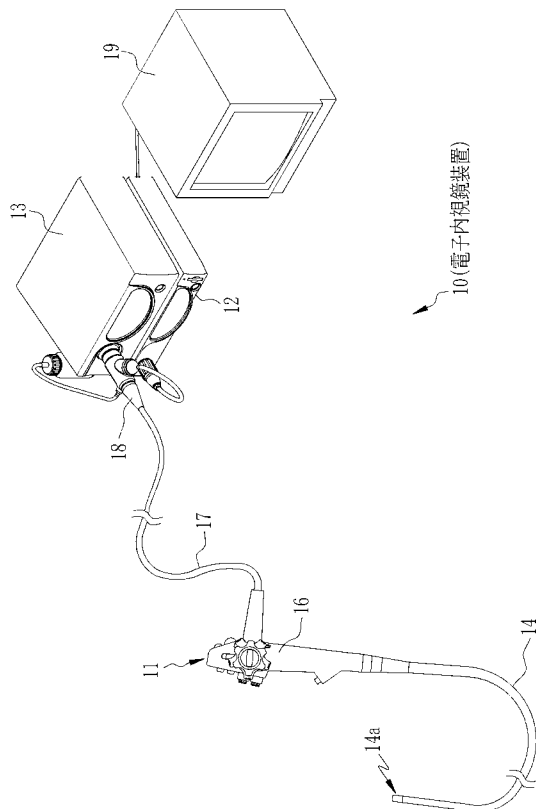
なお、上述の実施形態では、説明を省略したが、LED光源23は、LED31の発光させた場合の熱を冷却するためのヒートシンク等、その他LED光源23に必要な各種周知の部材を備えても良い。

【符号の説明】

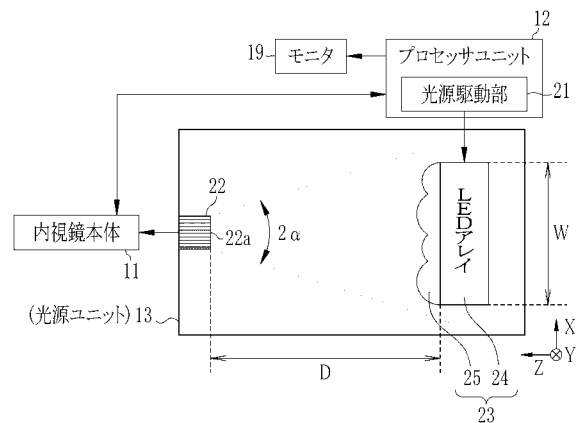
【0095】

- 10 電子内視鏡装置
- 11 内視鏡本体
- 12 プロセッサユニット
- 13 光源ユニット
- 22 ライトガイド
- 23, 40, 50, 60, 70, 80 LED光源
- 24 LEDアレイ
- 25 レンズアレイ
- 31 LED
- 34 第1レンズ部
- 35 第2レンズ部

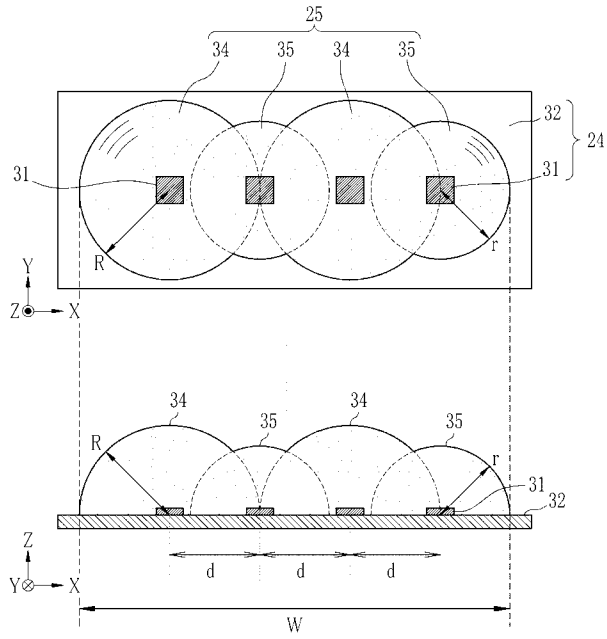
【図1】



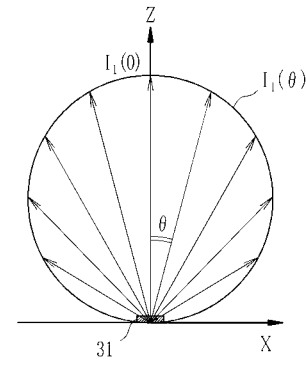
【図2】



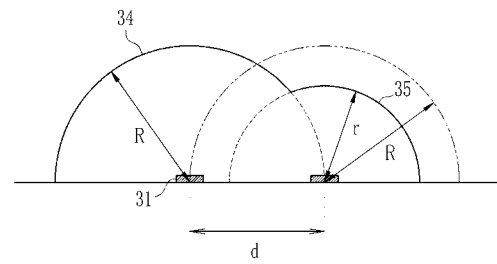
【図 3】



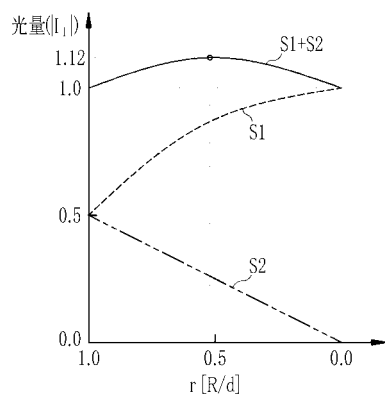
【図 4】



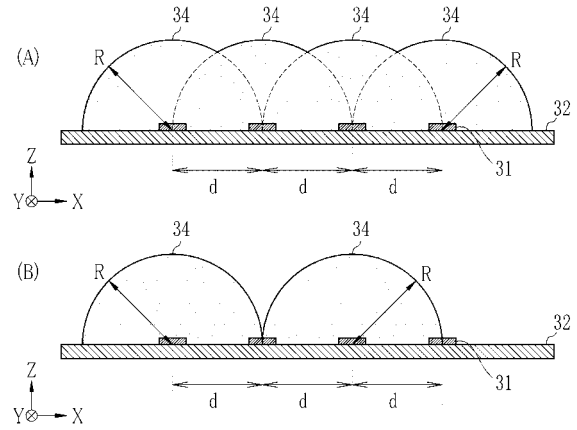
【図 5】



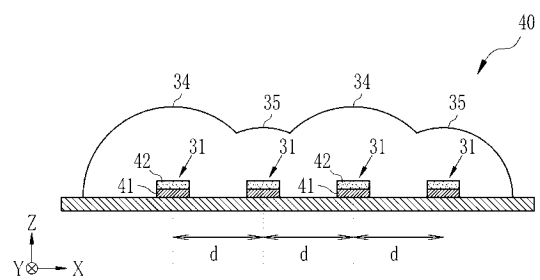
【図 6】



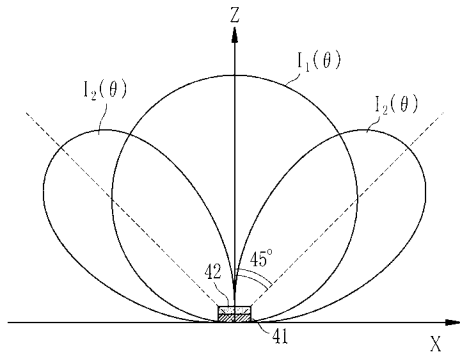
【図 7】



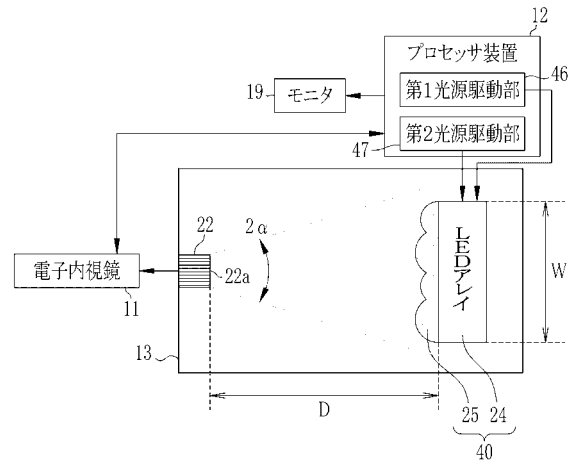
【図 8】



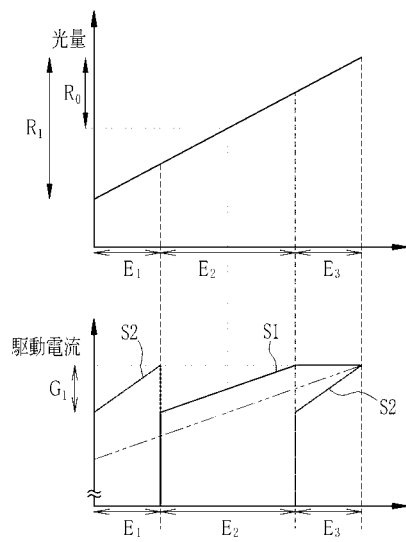
【図 9】



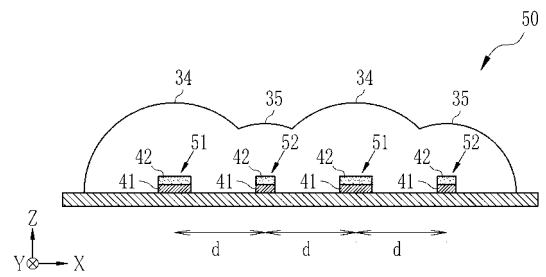
【図 10】



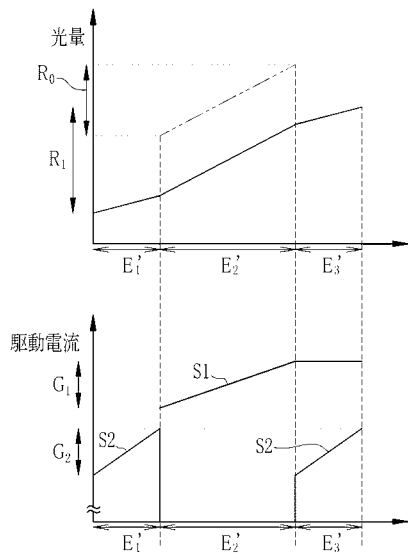
【図 11】



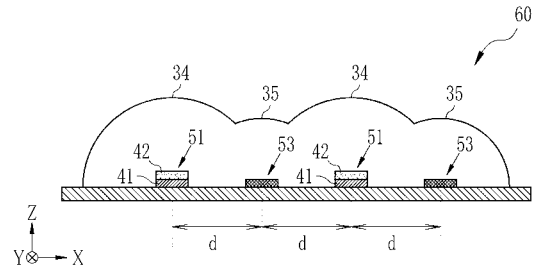
【図 12】



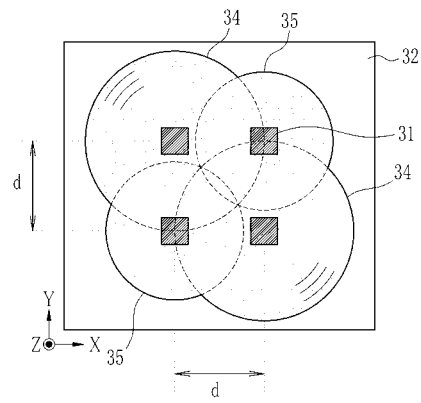
【図 13】



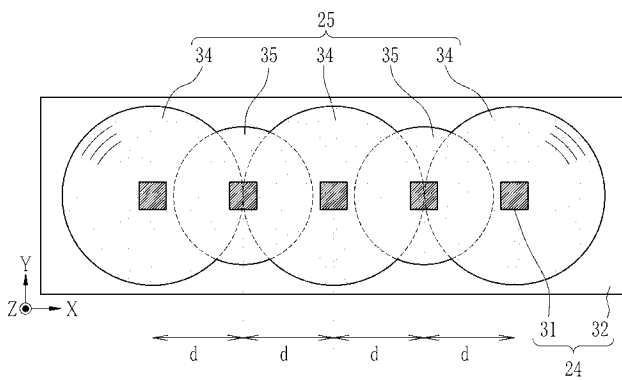
【図 14】



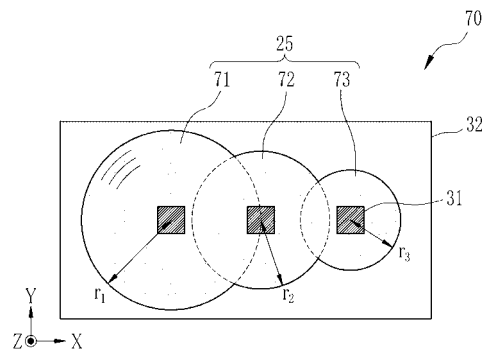
【図 15】



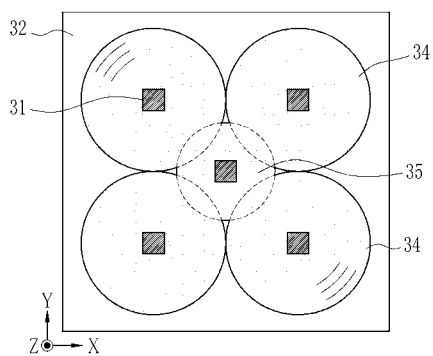
【図 16】



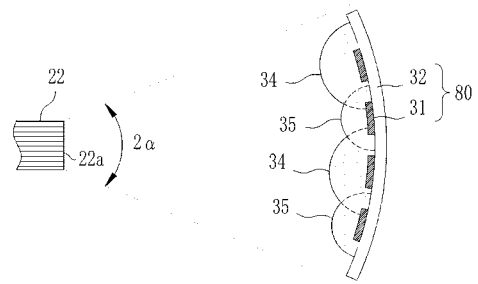
【図 18】



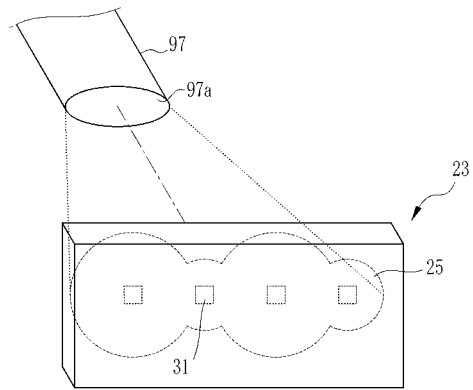
【図 17】



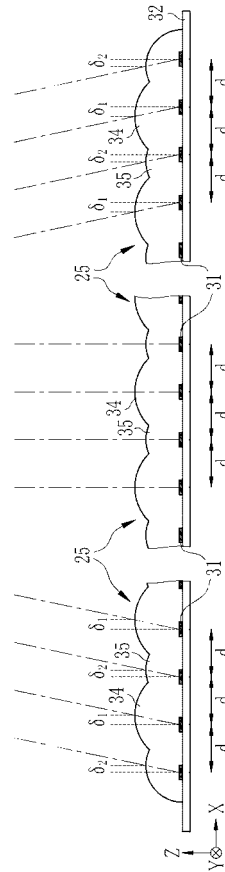
【図 19】



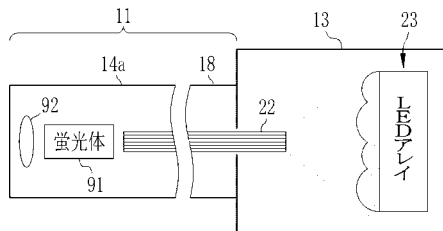
【図 20】



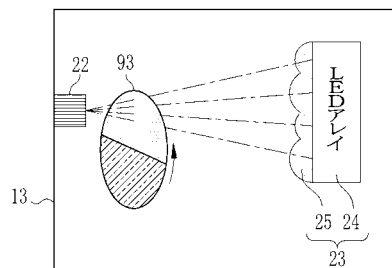
【図 21】



【図 22】



【図 23】



专利名称(译)	光源单元和电子内窥镜设备		
公开(公告)号	JP2014023630A	公开(公告)日	2014-02-06
申请号	JP2012164954	申请日	2012-07-25
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	中村和彦		
发明人	中村 和彦		
IPC分类号	A61B1/06 G02B23/26 F21S2/00 F21V8/00 F21Y101/02		
FI分类号	A61B1/06.B G02B23/26.B F21S2/00.610 F21V8/00.221 F21Y101/02 A61B1/00.513 A61B1/06.510 A61B1/07.731 A61B1/07.736 F21Y115/10		
F-TERM分类号	2H040/BA10 2H040/CA06 2H040/CA10 2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/CA22 2H040/DA12 2H040/DA21 2H040/GA02 2H040/GA11 3K243/MA01 4C161/BB01 4C161/CC06 4C161/GG01 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/QQ02 4C161/QQ07 4C161/QQ09 4C161/RR02		
代理人(译)	小林和典		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：在LED阵列中对齐更多LED，并有效利用每个LED发出的光。解决方案：光源单元13包括：LED阵列24，其中多个LED 31对准;透镜阵列25设置在光导22和LED阵列24之间，并包括两种类型的透镜部分34和35，用于将每个LED 31的光会聚到光导的入射端面22a。第二透镜部分35邻近第一透镜部分34中的至少一个或多个设置，并且其曲率半径小于第一透镜部分34的曲率半径。

