

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3673943号

(P3673943)

(45) 発行日 平成17年7月20日(2005.7.20)

(24) 登録日 平成17年5月13日(2005.5.13)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

F 2 1 V 5/04  
 F 2 1 L 4/00  
 F 2 1 V 13/02  
 F 2 1 V 14/00  
 H O 1 L 33/00

F 2 1 V 5/04 A  
 F 2 1 V 13/02 Z  
 H O 1 L 33/00 J  
 H O 1 L 33/00 M  
 F 2 1 L 7/00 B

請求項の数 6 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-92337(P2001-92337)  
 (22) 出願日 平成13年3月28日(2001.3.28)  
 (65) 公開番号 特開2002-289015(P2002-289015A)  
 (43) 公開日 平成14年10月4日(2002.10.4)  
 審査請求日 平成13年3月28日(2001.3.28)

(73) 特許権者 503359821  
 独立行政法人理化学研究所  
 埼玉県和光市広沢2番1号  
 (74) 代理人 100087000  
 弁理士 上島 淳一  
 (72) 発明者 岩井 莊八  
 埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所  
 内  
 (72) 発明者 三原 勝  
 埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所  
 内  
 (72) 発明者 青柳 克信  
 埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所  
 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

青紫色発光するダイオードと黄色の蛍光体とが組み合わされ、前記青紫色発光する発光ダイオードの青紫色光によって前記蛍光体を励起して黄色光を発光させ、青紫色光と黄色光とが混合された白色光を所定の拡がり角度で放出して白色発光する発光ダイオードと、

焦点距離の短い凸レンズで構成され、前記発光ダイオードから放出された白色光の光線が前記発光ダイオードと対向する入射面に入射し、前記入射面から入射した光線を出射面から出射する短焦点レンズと

を有し、

前記発光ダイオードと前記短焦点レンズとは、前記発光ダイオードと前記短焦点レンズの中心との間の距離が、前記短焦点レンズの焦点距離に略等しくなるようにして配設され、

前記発光ダイオードから前記所定の拡がり角度で放出された白色光の光線が前記短焦点レンズの前記入射面に入射して前記出射面から出射する光線は、スポット状に集光されるとともに、前記短焦点レンズの色収差によって、前記発光ダイオードから放出された白色光の光線のうちの青紫色光が、前記出射面において屈折し、集束してから拡がることによってスポット状に集光される光線の外周側に青紫色光が拡げられて弱まる

ことを特徴とする短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置。

【請求項2】

青紫色発光するダイオードと黄色の蛍光体とが組み合わされ、前記青紫色発光する発光

10

20

ダイオードの青紫色光によって前記蛍光体を励起して黄色光を発光させ、青紫色光と黄色光とが混合された白色光を所定の拡がり角度で放出して白色発光する発光ダイオードと、  
 焦点距離の短い球形レンズで構成され、前記発光ダイオードから放出された白色光の光線が前記発光ダイオードと対向する後方面に入射し、前記後方面から入射した光線を前方面から出射する短焦点レンズと

を有し、

前記発光ダイオードと前記短焦点レンズとは、前記発光ダイオードと前記短焦点レンズの中心との間の距離が、前記短焦点レンズの焦点距離に略等しくなるようにして配設され、

前記発光ダイオードから前記所定の拡がり角度で放出された白色光の光線が前記短焦点レンズの前記後方面に入射して前記前方面から出射する光線は、スポット状に集光されるとともに、前記短焦点レンズの色収差によって、前記発光ダイオードから放出された白色光の光線のうちの青紫色光が、前記前方面において屈折し、集束してから拡がることによってスポット状に集光される光線の外周側に青紫色光が拡げられて弱まる

ことを特徴とする短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置。

#### 【請求項 3】

青紫色発光するダイオードと黄色の蛍光体とが組み合わされ、前記青紫色発光する発光ダイオードの青紫色光によって前記蛍光体を励起して黄色光を発光させ、青紫色光と黄色光とが混合された白色光を所定の拡がり角度で放出して白色発光する複数の発光ダイオードと、

焦点距離の短い円筒レンズで構成され、前記複数の発光ダイオードのそれぞれから放出された白色光の光線が前記発光ダイオードと対向する入射面に入射し、前記入射面から入射した光線を出射面から出射する短焦点レンズと

を有し、

前記発光ダイオードと前記短焦点レンズとは、前記発光ダイオードと前記短焦点レンズの中心との間の距離が、前記短焦点レンズの焦点距離に略等しくなるようにして配設され、

前記複数の発光ダイオードのそれぞれから前記所定の拡がり角度で放出された白色光の光線が前記短焦点レンズの前記入射面に入射して前記出射面から出射する光線は、前記短焦点レンズの長さ方向に対して垂直な方向に集光され、前記短焦点レンズの長さ方向に対して平行な帯状の光が投光されるとともに、前記短焦点レンズの色収差によって、前記発光ダイオードから放出された白色光の光線のうちの青紫色光が、前記出射面において屈折し、集束してから拡がることによって帯状の光の外周側に青紫色光が拡げられて弱まる

ことを特徴とする短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置。

#### 【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 のいずれか 1 項に記載の短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置において、

前記発光ダイオードと前記短焦点レンズとは、それぞれ 2 以上の同一数配設され、前記短焦点レンズのそれぞれは、前記短焦点レンズのそれぞれから出射された光線が所定の位置で集光するようにして配設された

ことを特徴とする短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置。

#### 【請求項 5】

請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 のいずれか 1 項に記載の短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置において、

前記短焦点レンズは、前記発光ダイオードと前記短焦点レンズの中心との間の距離を  $d$  とし、前記短焦点レンズの半径を  $r$  とし、前記発光ダイオードから放出される放射光の全拡がり角を  $2\theta$  としたときに、下記数式 1 で示される前記短焦点レンズの焦点距離  $f$  を有する

ものである短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置。

$$f = d > ( r / \tan \theta ) \quad \dots \text{数式 1}$$

10

20

30

40

50

## 【請求項6】

青紫色発光するダイオードと黄色の蛍光体とが組み合わせられ、前記青紫色発光する発光ダイオードの青紫色光によって前記蛍光体を励起して黄色光を発光させ、青紫色光と黄色光とが混合された白色光を先端方向に所定の拡がり角度で放出して白色発光する複数の発光ダイオードと、

前記複数の発光ダイオードのそれぞれから放出された白色光の光線が、前記複数の発光ダイオードの総数に応じた複数の焦点距離の短い凸レンズのそれぞれに入射し、前記複数の凸レンズのそれぞれの出射面から出射される光線が所定の位置で集光するようにして前記複数の凸レンズが1つの板状に一体成型して構成された短焦点レンズと、

前記発光ダイオードと直列接続された可変抵抗器と

を有し、

前記発光ダイオードと前記短焦点レンズとは、前記発光ダイオードと前記短焦点レンズの中心との間の距離が、前記短焦点レンズの焦点距離に略等しくなるようにして配設され、

前記複数の発光ダイオードのそれぞれから前記所定の拡がり角度で放出された白色光の光線が、前記短焦点レンズの対応する凸レンズの前記出射面のそれぞれからスポット光として出射され、所定の位置で重ねられ単一のスポット光となるとともに、前記短焦点レンズの色収差によって、前記発光ダイオードから放出された白色光の光線のうちの青紫色光が、前記出射面において屈折し、集束してから拡がることによってスポット状に集光される光線の外周側に青紫色光が拡げられて弱まる

ことを特徴とする短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置に関し、さらに詳細には、家庭用、登山用あるいは非常用などの各種用途に用いて好適な懐中電灯などの短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来より、豆電球を光源として用いるとともに乾電池を電源として用いた携帯用電灯たる懐中電灯が知られている。ここで、光源に豆電球を用いた懐中電灯においては、豆電球の消費電流がおよそ200mAと多いので、乾電池の寿命が短くなってしまおうという問題点があった。

## 【0003】

こうした従来の豆電球を用いた懐中電灯の問題点を解決するために、豆電球に代わる光源として発光ダイオードを用いた懐中電灯が提案されている。

## 【0004】

発光ダイオードの消費電流はおよそ20mAであり、上記した豆電球の消費電流に比べて10分の1程度と少ないので、発光ダイオードを用いた懐中電灯においては、消費電流が抑えられて乾電池の寿命を長くすることができる。

## 【0005】

この際、懐中電灯に配設される発光ダイオードとしては、青紫色発光するダイオードと黄色の蛍光体とを組み合わせる構成した白色発光する発光ダイオードを用いることができる。

## 【0006】

より詳細には、この白色発光する発光ダイオードは、青紫色発光する発光ダイオードの青紫色光によって、蛍光体を励起して黄色光を発光させる。これにより、青紫色光と黄色光とが混合された白色光が、発光ダイオードの透明の樹脂よりなる球面形状の先端部表面において屈折し、先端方向におけるおよそ30°の拡がり角度で放出される(図1参照)。

## 【0007】

10

20

30

40

50

しかしながら、発光ダイオードの球面形状の先端部表面における屈折により、発光ダイオードの先端部から放出される白色光の中心に青紫色光（図1における破線参照）が集まってしまい、懐中電灯から投光される白色光の中心領域に青紫色光の強い領域が生じてしまう。

【0008】

このため、こうした白色発光する発光ダイオードを用いた従来の懐中電灯により、発光ダイオードから放出される白色光を所定の物体に照射して目視しようとしても、白色光の中心領域に青紫色光が集まっているので中心領域が青紫色になってしまい、文字が読み難く眼が疲れ易いなどの不都合が生じていたという問題点があった。

【0009】

なお、こうした白色発光する発光ダイオードを用いた従来の懐中電灯の問題点を解決するために、所定のフィルターを配設するようにして、白色光の中心領域に集まる青紫色光のみを除去するようにしてもよい。しかしながら、こうしたフィルターを用いると、光量が損失して照度が低下してしまうという新たな問題点が生起されることになる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記したような従来の技術の有する種々の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、白色発光する発光ダイオードを光源として用いた場合に、白色光の中心領域から青紫色光を除去するとともに、照度を向上することができるようにした短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置を提供しようとするものである。

【0011】

上記目的を達成するために、本発明のうち請求項1に記載の発明は、青紫色発光するダイオードと黄色の蛍光体とが組み合わされ、上記青紫色発光する発光ダイオードの青紫色光によって上記蛍光体を励起して黄色光を発光させ、青紫色光と黄色光とが混合された白色光を所定の拡がり角度で放出して白色発光する発光ダイオードと、焦点距離の短い凸レンズで構成され、上記発光ダイオードから放出された白色光の光線が上記発光ダイオードと対向する入射面に入射し、上記入射面から入射した光線を出射面から出射する短焦点レンズとを有し、上記発光ダイオードと上記短焦点レンズとは、上記発光ダイオードと上記短焦点レンズの中心との間の距離が、上記短焦点レンズの焦点距離に略等しくなるようにして配設され、上記発光ダイオードから上記所定の拡がり角度で放出された白色光の光線が上記短焦点レンズの上記入射面に入射して上記出射面から出射する光線は、スポット状に集光されるとともに、上記短焦点レンズの色収差によって、上記発光ダイオードから放出された白色光の光線のうちの青紫色光が、上記出射面において屈折し、集束してから拡がることによってスポット状に集光される光線の外周側に青紫色光が拡げられて弱まるようにしたものである。

【0012】

従って、本発明のうち請求項1に記載の発明によれば、発光ダイオードから放出された大部分の光線が、発光ダイオードに近接した短焦点レンズに入射してスポット状に集光されて出射するので、照度を向上することができ、また、短焦点レンズの大きな色収差によって白色光の中心領域から青紫色光を除去することができる。

【0013】

また、発光ダイオードと短焦点レンズの中心との間の距離を調整することによって、白色光の中心領域から除去されスポット状に集光された白色光の外周側に位置する青紫色光を弱くすることができる。

【0014】

また、本発明のうち請求項2に記載の発明は、青紫色発光するダイオードと黄色の蛍光体とが組み合わされ、上記青紫色発光する発光ダイオードの青紫色光によって上記蛍光体を励起して黄色光を発光させ、青紫色光と黄色光とが混合された白色光を所定の拡がり角度で放出して白色発光する発光ダイオードと、焦点距離の短い球形レンズで構成され、上記発光ダイオードから放出された白色光の光線が上記発光ダイオードと対向する後方面に

10

20

30

40

50

入射し、上記後方面から入射した光線を前方面から出射する短焦点レンズとを有し、上記発光ダイオードと上記短焦点レンズとは、上記発光ダイオードと上記短焦点レンズの中心との間の距離が、上記短焦点レンズの焦点距離に略等しくなるようにして配設され、上記発光ダイオードから上記所定の拡がり角度で放出された白色光の光線が上記短焦点レンズの上記後方面に入射して上記前方面から出射する光線は、スポット状に集光されるとともに、上記短焦点レンズの色収差によって、上記発光ダイオードから放出された白色光の光線のうちの青紫色光が、上記前方面において屈折し、集束してから拡がることによってスポット状に集光される光線の外周側に青紫色光が拡げられて弱まるようにしたものである。

【 0 0 1 5 】

10

従って、本発明のうち請求項 2 に記載の発明によれば、照度を向上することができ、また、短焦点レンズの大きな色収差によって白色光の中心領域から青紫色光を除去することができ、さらに、単純な球形形状の球形レンズは任意の直径に製作することが容易なので、大量生産が可能となつての製造コストを低減することができるとともに、球形レンズにはレンズの方向性が無いので、球形レンズよりなる短焦点レンズの組み付けが容易になる。

【 0 0 1 6 】

また、本発明のうち請求項 3 に記載の発明は、青紫色発光するダイオードと黄色の蛍光体とが組み合わされ、上記青紫色発光する発光ダイオードの青紫色光によって上記蛍光体を励起して黄色光を発光させ、青紫色光と黄色光とが混合された白色光を所定の拡がり角度で放出して白色発光する複数の発光ダイオードと、焦点距離の短い円筒レンズで構成され、上記複数の発光ダイオードのそれぞれから放出された白色光の光線が上記発光ダイオードと対向する入射面に入射し、上記入射面から入射した光線を出射面から出射する短焦点レンズとを有し、上記発光ダイオードと上記短焦点レンズとは、上記発光ダイオードと上記短焦点レンズの中心との間の距離が、上記短焦点レンズの焦点距離に略等しくなるようにして配設され、上記複数の発光ダイオードのそれぞれから上記所定の拡がり角度で放出された白色光の光線が上記短焦点レンズの上記入射面に入射して上記出射面から出射する光線は、上記短焦点レンズの長さ方向に対して垂直な方向に集光され、上記短焦点レンズの長さ方向に対して平行な帯状の光が投光されるとともに、上記短焦点レンズの色収差によって、上記発光ダイオードから放出された白色光の光線のうちの青紫色光が、上記出射面において屈折し、集束してから拡がることによって帯状の光の外周側に青紫色光が拡げられて弱まるようにしたものである。

20

30

【 0 0 1 7 】

また、本発明のうち請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 または請求項 2 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記発光ダイオードと上記短焦点レンズとは、それぞれ 2 以上の同一数配設され、上記短焦点レンズのそれぞれは、上記短焦点レンズのそれぞれから出射された光線が所定の位置で集光するようにして配設されたようにしたものである。

【 0 0 1 8 】

従って、本発明のうち請求項 4 に記載の発明によれば、複数の発光ダイオードのそれぞれからの放出光が、対応する短焦点レンズのそれぞれからスポット光として出射されて、そのスポット光が所定の位置で重ねられ単一のスポット光となるので、照度を一層向上させることができる。

40

【 0 0 1 9 】

また、本発明のうち請求項 5 に記載の発明のように、請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記短焦点レンズは、上記発光ダイオードと上記短焦点レンズの中心との間の距離を  $d$  とし、上記短焦点レンズの半径を  $r$  とし、上記発光ダイオードから放出される放射光の全拡がり角を  $2\theta$  としたときに、下記数式 1 で示される上記短焦点レンズの焦点距離  $f$  を有するようにしてもよい。

$$f = d > ( r / \tan \theta ) \quad \cdots \text{数式 1}$$

【 0 0 2 0 】

50

また、本発明のうち請求項6に記載の発明は、青紫色発光するダイオードと黄色の蛍光体とが組み合わされ、上記青紫色発光する発光ダイオードの青紫色光によって上記蛍光体を励起して黄色光を発光させ、青紫色光と黄色光とが混合された白色光を先端方向に所定の拡がり角度で放出して白色発光する複数の発光ダイオードと、上記複数の発光ダイオードのそれぞれから放出された白色光の光線が、上記複数の発光ダイオードの総数に応じた複数の焦点距離の短い凸レンズのそれぞれに入射し、上記複数の凸レンズのそれぞれの出射面から出射される光線が所定の位置で集光するようにして上記複数の凸レンズが1つの板状に一体成型して構成された短焦点レンズと、上記発光ダイオードと直列接続された可変抵抗器とを有し、上記発光ダイオードと上記短焦点レンズとは、上記発光ダイオードと上記短焦点レンズの中心との間の距離が、上記短焦点レンズの焦点距離に略等しくなるようにして配設され、上記複数の発光ダイオードのそれぞれから上記所定の拡がり角度で放出された白色光の光線が、上記短焦点レンズの対応する凸レンズの上記出射面のそれぞれからスポット光として出射され、所定の位置で重ねられ単一のスポット光となるとともに、上記短焦点レンズの色収差によって、上記発光ダイオードから放出された白色光の光線のうちの青紫色光が、上記出射面において屈折し、集束してから拡がることによってスポット状に集光される光線の外周側に青紫色光が拡げられて弱まるようにしたものである。

#### 【0021】

従って、本発明のうち請求項6に記載の発明によれば、照度を向上することができ、また、短焦点レンズの大きな色収差によって白色光の中心領域から青紫色光を除去することができ、さらに、複数の発光ダイオードのそれぞれからの放出光が、対応する短焦点レンズのそれぞれからスポット光として出射されて、そのスポット光が所定の位置で重ねられ単一のスポット光となるので、照度を一層向上させることができる。

また、可変抵抗器の抵抗値を変化させることにより、発光ダイオードに流れる電流が変化し、照明装置から投光されるスポット光の明るさを変化させることができると同時に消費電力の節約ができる。

#### 【0022】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付の図面を参照しながら、本発明による短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置の実施の形態の一例を詳細に説明するものとする。

#### 【0023】

なお、以下においては、説明を簡略化して理解を容易にするために、本発明による短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置の実施の形態の一例として懐中電灯について説明するものとする。

#### 【0024】

ここで、図2には、本発明による短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置としての懐中電灯の第1の実施の形態の一部を破断して示した概略構成説明図が示されている。

図2に示す本発明による懐中電灯10は、内部が中空な円筒状の本体部12を備え、この本体部12を前方側12aと後方側12bとに分ける壁部14と、壁部14に配設されたソケット16に取り付けられ前方側12aに位置する発光ダイオード18と、前方側12aの外周側にスライド部材20を介して移動自在に配設された内部が中空な円筒状の蓋部22と、蓋部22の内部に配設された短焦点レンズ24と、後方側12bの外周側に配設されたスイッチ26と、後方側12bの内部に配設された乾電池28と、後方側12bの端部に位置する調節ツマミ30とを有して構成されている。

#### 【0025】

さらに、スイッチ26がオン(ON)されることにより接点Aが接続されて直列接続される回路には、自動消灯器32と可変抵抗器34と保護抵抗36とが配設されている。

#### 【0026】

自動消灯器32は、例えば、タイマーなどが組み込まれた回路により形成される。

#### 【0027】

可変抵抗器34は、例えば、0 ~ 500 の範囲で抵抗値を変化でき、保護抵抗36は

10

20

30

40

50

、例えば、50 に設定されている。

【0028】

また、乾電池28は、1.5Vの乾電池を3個用い、これら3個の乾電池28-1, 28-2, 28-3は直列に接続される。

【0029】

そして、乾電池28-1のプラス電極が保護抵抗36に接続され、乾電池28-3のマイナス電極が可変抵抗器34に接続されている。

【0030】

なお、自動消灯器32は、可変抵抗器34と接点Aとの間に直列に接続されており、発光ダイオード18は、保護抵抗36と接点Aとの間に直列に接続されている。

10

【0031】

ここで、発光ダイオード18は、青紫色発光するダイオードと黄色の蛍光体とが組み合わせられ、透明の樹脂で封止された略円筒形状の白色発光する発光ダイオードである。

【0032】

より詳細には、この白色発光する発光ダイオードは、青紫色発光する発光ダイオードの青紫色光によって、蛍光体を励起して黄色光を発光させる。これにより、青紫色光と黄色光とが混合された白色光が、発光ダイオードの球面形状の先端部表面18aにおいて屈折し、先端方向におけるおおよそ30°の拡がり角度（なお、この角度は発光ダイオードの先端部表面18aに依存するものであり、通常用いられる発光ダイオード18の場合にはおおよそ30°である。）で放出されるものである（図4参照）。

20

【0033】

発光ダイオード18は、壁部14に配設されたソケット16に取り付けられており、発光ダイオード18の一方の端子18bはスイッチ26のオンにより接続される接点Aに接続され、他方の端子18cは保護抵抗36を介して乾電池28-1のプラス電極に接続される。

【0034】

調節つまみ30は、本体部12の後方側12bの端部に配設されており、この調節つまみ30を操作することにより、可変抵抗器34の抵抗値を0~500の範囲内で変化させることができる。

【0035】

蓋部22は、内部が中空な円筒状体であり両端部は略円形形状で開口している。前方開口部22aの近傍には、短焦点レンズ24が配設されており、後方開口部22bには、本端部12の前方側12aが位置している。蓋部22は、後方開口部22bの内周側と前方側12aの外周側との間に配設されたスライド部材20を介して、前後方向（図2参照）に移動自在となされている。

30

【0036】

一方、短焦点レンズ24は、焦点距離の短い凸レンズで構成されている。この短焦点レンズ24たる凸レンズの焦点距離は50mm以下が好ましく、所謂、広角レンズを用いることができるが、焦点距離が10mm程度の凸レンズを用いることがより好ましい。

【0037】

この短焦点レンズ24は、前方開口部22aの近傍に配設されており、短焦点レンズ24の中心Pが、発光ダイオード18の中心軸O（図3ならびに図4における一点鎖線参照）上に位置するようになされている。

40

【0038】

そして、短焦点レンズ24の入射面24aが発光ダイオード18と対向し、出射面24bは蓋部22の前方開口部22a側に位置している。このため、短焦点レンズ24の入射面24aに発光ダイオード18から放出された光線が入射し、入射面24aから入射した光線は出射面24bから出射される。

【0039】

図3を参照しながら、発光ダイオード18と短焦点レンズ24との配置関係についてよ

50

り詳細に説明することとする。

【0040】

発光ダイオード18と短焦点レンズ24との配置関係、即ち、中心軸O方向における発光ダイオード18と短焦点レンズ24の中心との間の距離dは、以下に示すような条件を備えるように寸法設定されている。

【0041】

なお、具体的には距離dは、本体部12の前方側12aに配設された発光ダイオード18の先端部表面18aと短焦点レンズ24たる凸レンズの中心Pとの間の中心軸O方向における距離である。

【0042】

即ち、短焦点レンズ24の半径をrとし、発光ダイオード18から放出される放射光の全拡がり角を $2\theta$ とすると、下記数式1に示す関係から、

$$r/d = \tan \theta \quad \dots \text{数式1}$$

発光ダイオード18から放出される全ての放射光を短焦点レンズ24に集めるためには、下記数式2に示す関係が成り立つようにすればよい。

【0043】

$$d < (r / \tan \theta) \quad \dots \text{数式2}$$

従って、短焦点レンズ24の焦点距離をfとすると、下記数式3を満たす短焦点レンズ24を用いるようにする。

【0044】

$$f - d < (r / \tan \theta) \quad \dots \text{数式3}$$

上記数式3より、発光ダイオード18と短焦点レンズ24の中心との間の距離dは、 $d < (r / \tan \theta)$ であり、かつ、 $f - d$ となるので、発光ダイオード18は短焦点レンズ24の焦点距離fの近傍に配置すればよい。

【0045】

ただし、蓋部22がスライド部材20を介して、前後方向（即ち、中心軸O方向）に移動自在となされているので、蓋部22を前後方向に移動することにより、発光ダイオード18と短焦点レンズ24の中心との間の距離dは、上記した数式2ならびに数式3を満たす範囲内で変化することができる。

【0046】

以上の構成において、上記した懐中電灯10から光線が投光される際の状態を説明すると、まず、懐中電灯10の使用者によって、スイッチ26がオン（ON）されると、接点Aが接続されて、発光ダイオード18、保護抵抗36、乾電池28-1、28-2、28-3、可変抵抗器34ならびに自動消灯器32が直列に接続されている回路が閉じて、発光ダイオード18に電流が流れる。

【0047】

そうすると、発光ダイオード18の青紫色発光する発光ダイオードの青紫色光によって、蛍光体が励起されて黄色光が発光する。これにより、青紫色光と黄色光とが混合された白色光が、発光ダイオード18の球面形状の先端部表面18aにおいて屈折し、先端方向におけるおおよそ30°の拡がり角度で放出される（図4参照）。

【0048】

そして、発光ダイオード18の先端部表面18aから放出された光線は、短焦点レンズ24の入射面24aに入射し、入射面24aから入射した光線が出射面24bから出射する。

【0049】

短焦点レンズ24の出射面24bから出射した光線は、発光ダイオード18が短焦点レンズ24の焦点距離fの近傍に配置されているので、中心軸O方向に平行な光線となり、スポット状に集光される。

【0050】

この際、短焦点レンズ24の大きな色収差によって、発光ダイオード18の先端部表面1

10

20

30

40

50

8 a から放出された光線のうちの青紫色光（図 4 における破線参照）のみが、短焦点レンズ 2 4 の出射面 2 4 b において大きく屈折する。その結果、青紫色光は中心軸 O 方向に平行な光線とはならず、スポット状に集光される光線の外周側に拡げられて弱まる。

【 0 0 5 1 】

つまり、短焦点レンズ 2 4 の出射面 2 4 b から出射した光線は、内側に白色光が存在し、外周側に青紫色光が集まっているスポット光となり、このスポット光が蓋部 2 2 の前方開口部 2 2 a から投光される。

【 0 0 5 2 】

従って、発光ダイオードから放出される白色光を所定の物体に照射して目視する際には、短焦点レンズ 2 4 によって集光されるので照度は向上しており、また、白色光の中心領域に青紫色光が集まっていないので中心領域は白色光が強くなる。このため、文字が読み易く、眼が疲れなくなり、不都合が生じない。

10

【 0 0 5 3 】

ここで、蓋部 2 2 を前後方向（即ち、中心軸 O 方向）に移動させて、発光ダイオード 1 8 と短焦点レンズ 2 4 の中心との間の距離 d を変化させて微調整することにより、白色光の領域を調節することができる。

【 0 0 5 4 】

また、蓋部 2 2 の前方開口部 2 2 a から投光されるスポット光の明るさを変化させたい場合には、使用者が調節つまみ 3 0 を操作し、可変抵抗器 3 4 の抵抗値を変化させればよい。これにより、発光ダイオード 1 8 に流れる電流が定格の電流範囲で変化するので、電流に応じて発光ダイオード 1 8 の輝度が増減し、所望の明るさのスポット光を得ることができる。

20

【 0 0 5 5 】

なお、発光ダイオード 1 8 が発光してスポット光が懐中電灯 1 0 から投光された後、所定時間が経過すると、自動消灯器 3 2 により、自動的に発光ダイオード 1 8 への電流の供給が停止されるので、懐中電灯 1 0 からのスポット光の投光が停止され消灯する。このため、使用者がスイッチ 2 6 をオフすることを忘れてしまった場合などでも、自動的に消灯するので、乾電池 2 8 の消耗を防ぐことができる。

【 0 0 5 6 】

上記したようにして、本発明による懐中電灯 1 0 においては、白色発光する発光ダイオード 1 8 から放出される放出光が入射する短焦点レンズ 2 4 を発光ダイオード 1 8 の直前、即ち、発光ダイオード 1 8 を短焦点レンズ 2 4 の焦点距離 f の近傍に配置したので、発光ダイオード 1 8 の先端部表面 1 8 a から放出された光線が、短焦点レンズ 2 4 の入射面 2 4 a に入射し、出射面 2 4 b から中心軸 O 方向に平行な光線として出射されて、スポット状に集光される。

30

【 0 0 5 7 】

このため、本発明による懐中電灯 1 0 においては、ただ 1 つの発光ダイオード 1 8 であっても、その出射光がスポット状に集光されて照度を向上することができる。具体的には、ただ 1 つの発光ダイオード 1 8 と短焦点レンズ 2 4 との組み合わせによって、複数の発光ダイオードのみを用いた懐中電灯の照度や、従来の豆電球を用いた懐中電灯の照度と同程度の照度を得ることが可能となる。

40

【 0 0 5 8 】

また、短焦点レンズ 2 4 の大きな色収差によって、発光ダイオード 1 8 の先端部表面 1 8 a から放出された光線のうちの青紫色光は、スポット状に集光された領域の外周側に拡げられて弱まるので、白色発光する発光ダイオードを光源として用いた場合においても、白色光の中心領域から青紫色光を除去することができる。

【 0 0 5 9 】

さらに、本発明による懐中電灯 1 0 においては、消費電流が豆電球の消費電流に比べて 1 0 分の 1 程度と少ない発光ダイオード 1 8 を用いているので、従来の豆電球を用いた懐中電灯に比べて消費電流が抑えられ、乾電池 2 8 の寿命を長くすることができる。

50

## 【0060】

具体的には、発光ダイオード18の輝度は、乾電池28の電圧低下にほぼ比例して緩やかに低下するため、1.5Vの乾電池28を3本直列にして使用した場合には、1本の乾電池28の電圧が1V程度までは発光ダイオード18を発光させることができ、乾電池28の使用時間は長い。

## 【0061】

さらにまた、上記したように発光ダイオード18を1つ配設するだけで、十分な照度が得られるので、より一層消費電力を抑制して乾電池を有効に使用することができ、近年、産業廃棄物として問題とされる使用済み乾電池の量を減少させることができる。

## 【0062】

そして、本発明による懐中電灯10においては、短焦点レンズ24を発光ダイオード18の直前に配設するようにしたため、発光ダイオード18の先端部表面18aから放出された光線を有効に集められ、従来の豆電球を用いた懐中電灯において集光のために配設される反射鏡なしに集光機能を有する懐中電灯を構成することができる。さらに、短焦点レンズ24のため集光系は短くなり、懐中電灯10全体の小型化を実現することができ、携帯用に適した小型で軽量の懐中電灯を構成することができる。

## 【0063】

また、本発明による懐中電灯10においては、発光ダイオード18と直列に接続された可変抵抗器34を有するようにしたので、調節ツマミ30を操作することにより可変抵抗器34の抵抗値を変化させて、スポット光の明るさを変化させることができる。

## 【0064】

これにより、従来の豆電球を用いた懐中電灯においては、豆電球のフィラメントの輝度が電圧あるいは電流の変化に大きく依存するとともに、豆電球の消費電流が大きく制御用抵抗での熱損失が大きいため、明るさの調整が困難であったのに対して、本発明による懐中電灯10においては明るさの調整を容易に行うことができ、使用用途に応じて明るさを調整することにより、消費電力をより一層抑えて乾電池の寿命を長くすることができる。

## 【0065】

ここで、具体的に、上記した第1の実施の形態の懐中電灯10(図2参照)において、両凸レンズからなる短焦点レンズ24を用い、

短焦点レンズ24の焦点距離  $f = 10 \text{ mm}$

短焦点レンズ24の半径  $r = 7 \text{ mm}$

短焦点レンズ24の厚み  $t = 8 \text{ mm}$

であって、発光ダイオード18から放出される放射光の全拡がり角  $2\theta = 50^\circ$  (即ち、 $\theta = 25^\circ$ ) の場合に、発光ダイオード18と短焦点レンズ24の中心との間の距離  $d$  の最適範囲は  $6 \text{ mm} \sim 8 \text{ mm}$  となり、短焦点レンズ24の出射面24bから  $1 \text{ mm}$  の位置におけるスポット光の直径は  $50 \text{ cm}$  となる。

## 【0066】

次に、図5を参照しながら、本発明による懐中電灯の第2の実施の形態について説明する。

## 【0067】

この第2の実施の形態と上記した第1の実施の形態とは、上記した第1の実施の形態における懐中電灯10がただ1つの発光ダイオード18を用いているのに対して(図2参照)、第2の実施の形態における懐中電灯210は複数の発光ダイオードを用いている点において、両者は互いに異なっている。

## 【0068】

即ち、第2の実施の形態における懐中電灯210は、3つの発光ダイオード18-1, 18-2, 18-3と、3つの短焦点レンズ24-1, 24-2, 24-3とを有するものである。

## 【0069】

そして、発光ダイオード18-1から放出された放出光が短焦点レンズ24-1に入射さ

10

20

30

40

50

れ、発光ダイオード18-2から放出された放出光が短焦点レンズ24-2に入射され、発光ダイオード18-3から放出された放出光が短焦点レンズ24-3に入射されるようになされている。

【0070】

また、短焦点レンズ24-1, 24-2, 24-3はそれぞれ、短焦点レンズ24-1, 24-2, 24-3の出射面24b-1, 24b-2, 24b-3から出射される光線が所定の位置で集光するようにして配設されている。

【0071】

従って、第2の実施の形態の懐中電灯210においては、3つの発光ダイオード18-1, 18-2, 18-3のそれぞれからの放出光が、対応する短焦点レンズ24-1, 24-2, 24-3の出射面24b-1, 24b-2, 24b-3のそれぞれからスポット光として出射されて、所定の位置で重ねられ単一のスポット光となる。

10

【0072】

この際、上記した第1の実施の形態(図4参照)のように、ただ1つの発光ダイオード18の放出光がスポット状に集光されるのに比べて、懐中電灯210から投光されるスポット光は、3つの発光ダイオード18-1, 18-2, 18-3のそれぞれからのスポット光が重ねられたものであるので照度が一層向上する。

【0073】

第2の実施の形態の懐中電灯210においては、複数の発光ダイオード18-1, 18-2, 18-3と、発光ダイオード18-1, 18-2, 18-3のそれぞれに対応する等しい数の短焦点レンズ24-1, 24-2, 24-3とを配設するようにしたため、照度を一層向上することができる。

20

【0074】

なお、上記した第2の実施の形態のように、複数の発光ダイオード18を配設し、その複数の発光ダイオード18の総数に応じた複数の短焦点レンズ24を配設する場合には、複数の短焦点レンズ24(凸レンズ)を1つの板状に一体成型するようにしてもよい(図6(a)(b)参照)。

【0075】

この場合には、予め光軸調整をした状態で複数の短焦点レンズ24(凸レンズ)を一体成型できるので、複数の短焦点レンズ24(凸レンズ)を組み付ける際の作業性を向上することができる。

30

【0076】

次に、図7を参照しながら、本発明による懐中電灯の第3の実施の形態について説明する。

【0077】

この第3の実施の形態と上記した第1の実施の形態とは、上記した第1の実施の形態における懐中電灯10の短焦点レンズ24が凸レンズにより構成されているのに対して(図2参照)、第3の実施の形態における懐中電灯の短焦点レンズ324が球形レンズにより構成されている点において、両者は互いに異なっている。

【0078】

この短焦点レンズ324たる球形レンズの焦点距離は、50mm以下が好ましく、所謂、広角レンズを用いることができる。

40

【0079】

そして、第3の実施の形態の懐中電灯においては、発光ダイオード18の放出光が、球形レンズからなる短焦点レンズ324の後方面324aに入射し、後方面324aから入射した光線が前方面324bから出射される。

【0080】

この際、発光ダイオード18が短焦点レンズ324の焦点距離 $f$ の近傍に配置されているので、短焦点レンズ324の前方面324bから出射した光線はスポット状に集光される。また、短焦点レンズ324の大きな色収差によって、発光ダイオード18の先端部表面

50

18aから放出された光線のうちの青紫色光のみがスポット状に集光される光線の外周側に選択的に拡げられて弱まる。

【0081】

つまり、短焦点レンズ324の前方面324bから出射した光線は、内側に白色光が存在するとともに、外周側に青紫色光が集まっているスポット光となり、このスポット光が懐中電灯から投光される。

【0082】

第3の実施の形態の懐中電灯においては、短焦点レンズ324を球形レンズにより構成するようにしたが、単純な球形形状の球形レンズは任意の直径に製作することが容易なので、大量生産が可能となり懐中電灯の製造コストを低減することができる。また、球形レンズにはレンズの方向性が無いので、短焦点レンズ324の組み付けが容易になる。

10

【0083】

なお、上記した第3の実施の形態においては、ただ1つの球形レンズからなる短焦点レンズ324を配設するようにしたが、これに限られるものではないことは勿論であり、図8に示すように、複数の発光ダイオードに応じてそれぞれ球形レンズからなる複数の短焦点レンズ324-1, 324-2を配設するようにしてもよい。

【0084】

この際、固定的に配設された複数の発光ダイオード18-1, 18-2に対して、複数の短焦点レンズ324-1, 324-2のレンズ間の距離を調節する機械的な機構を設けるようにすると、複数の発光ダイオード18-1, 18-2のそれぞれからのスポット光を重ねることができるようになり、照度を一層向上させることができる。

20

【0085】

次に、図9(a)(b)を参照しながら、本発明による懐中電灯の第4の実施の形態について説明する。

【0086】

この第4の実施の形態と上記した第1の実施の形態とは、上記した第1の実施の形態における懐中電灯10の短焦点レンズ24が凸レンズにより構成されているのに対して(図2参照)、第4の実施の形態における懐中電灯の短焦点レンズ424が円筒レンズにより構成されている点において、両者は互いに異なっている。

【0087】

この短焦点レンズ424たる円筒レンズの焦点距離は、50mm以下が好ましく、所謂、広角レンズを用いることができる。

30

【0088】

そして、第4の実施の形態の懐中電灯においては、複数の発光ダイオード18-1, 18-2, 18-3からの放出光が、円筒レンズからなる短焦点レンズ424の入射面424aに入射し、入射面424aから入射した光線が出射面424bから出射される。

【0089】

この際、短焦点レンズ424の入射面424bから出射した光線は、短焦点レンズ424が円筒レンズにより構成されているので、レンズの長さ方向に対して垂直な方向に集光され、レンズの長さ方向に対して平行な帯状の光が投光される。

40

【0090】

また、短焦点レンズ424の大きな色収差によって、発光ダイオード18の先端部表面18aから放出された光線のうちの青紫色光のみが、帯状の光の外周側(上下部分)に選択的に拡げられて弱まる。

【0091】

つまり、短焦点レンズ424の出射面424bから出射した光線は、内側に白色光が存在するとともに、外周側に青紫色光が集まっている帯状の光となり、この帯状の光が懐中電灯から投光される。

【0092】

第4の実施の形態の懐中電灯においては、短焦点レンズ424を円筒レンズにより構成す

50

るようにしたため、帯状の照射領域の広い出射光を得ることができる。

【0093】

なお、第2の実施の形態の懐中電灯210、第3の実施の形態の懐中電灯ならびに第4の実施の形態の懐中電灯においても、上記した第1の実施の形態の懐中電灯10と同様に、白色光の中心領域から青紫色光を除去するとともに照度を向上することができ、消費電流を抑えて乾電池の寿命を長くでき、携帯用に適した小型化、軽量化を図ることができ、明るさの調整も容易に行うことができる。

【0094】

なお、上記した実施の形態は懐中電灯としたが、これに限られるものではないことは勿論であり、上記した懐中電灯と同様な構成を有するようにして、自動車の車内のスポットライトなどの白色発光する発光ダイオードを光源として用いた各種照明装置を構成するようにしてもよい。

【0095】

また、上記した第1乃至第4の実施の形態において、短焦点レンズ24, 324, 424は、ガラスあるいはプラスチックなどの各種材料により形成するようにしてよい。

【0096】

さらに、上記した第1乃至第4の実施の形態は、適宜に組み合わせるようにしてもよい。

【0097】

【発明の効果】

本発明は、以上説明したように構成されているので、白色発光する発光ダイオードを光源として用いた場合に、白色光の中心領域から青紫色光を除去するとともに照度を向上することができ、消費電流を抑えて乾電池の寿命を長くでき、携帯用に適した小型化、軽量化を図ることができ、明るさの調整も容易に行うことができるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の発光ダイオードを用いた懐中電灯において、発光ダイオードが発光した白色光の中央部に青紫色光が集まる様子を示す説明図である。

【図2】本発明による短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置の第1の実施の形態の一部を破断して示した概略構成説明図である。

【図3】発光ダイオードと短焦点レンズとの配置関係について示した説明図である。

【図4】本発明による短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置の第1の実施の形態において、発光ダイオードが発光した白色光が集光され、白色光の周辺に青紫色光が拡がる様子を示す説明図である。

【図5】本発明による短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置において、複数の発光ダイオードを用いる第2の実施の形態の一部を省略して示した概略構成説明図である。

【図6】本発明による短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置の第2の実施の形態の他の例を示した概略構成説明図であり、(a)は、2つの短焦点レンズ(凸レンズ)を一体的に成型した場合を示す概略構成説明図であり、(b)は、3つの短焦点レンズ(凸レンズ)を一体的に成型した場合を示す概略構成説明図である。

【図7】本発明による短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置において、球形レンズを用いる第3の実施の形態の一部を省略して示した概略構成説明図である。

【図8】本発明による短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置において、球形レンズを用いる第3の実施の形態の他の例の一部を省略して示した概略構成説明図である。

【図9】本発明による短焦点レンズ集光型発光ダイオード照明装置において、円筒レンズを用いる第4の実施の形態の一部を破断して示した概略構成説明図であり、(a)は、平面図であり、(b)は、断面図である。

【符号の説明】

10, 210	懐中電灯
12	本体部
12a	前方側
12b	後方側

10

20

30

40

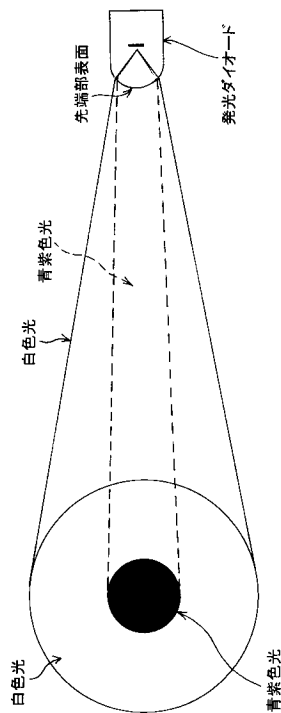
50

- 14 壁部
- 16 ソケット
- 18, 18-1, 18-2, 18-3 発光ダイオード
- 18a 先端部表面
- 18b, 18c 端子
- 20 スライド部材
- 22 蓋部
- 22a 前方開口部
- 22b 後方開口部
- 24, 24-1, 24-2, 24-3, 324, 324-1, 324-2, 424 短焦点レンズ
- 24a, 424a 入射面
- 24b, 24b-1, 24b-2, 24b-3, 424b 出射面
- 26 スイッチ
- 28, 28-1, 28-2, 28-3 乾電池
- 30 調節ツマミ
- 32 自動消灯器
- 34 可変抵抗器
- 36 保護抵抗
- 40 遮蔽部材
- 40a 開口部
- 40b 側面部
- 324a 後方面
- 324b 前方面

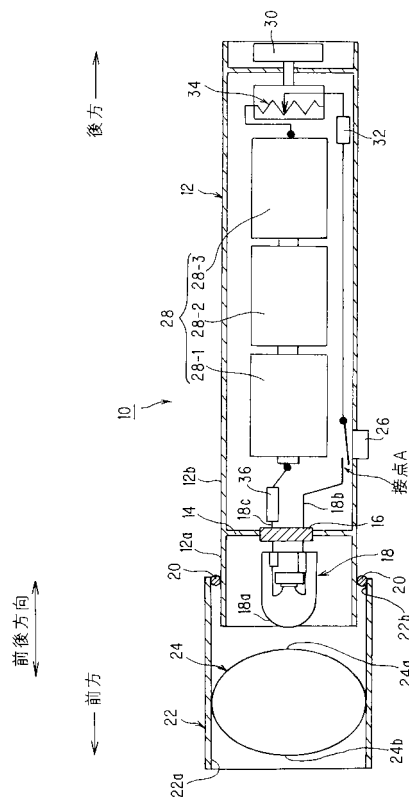
10

20

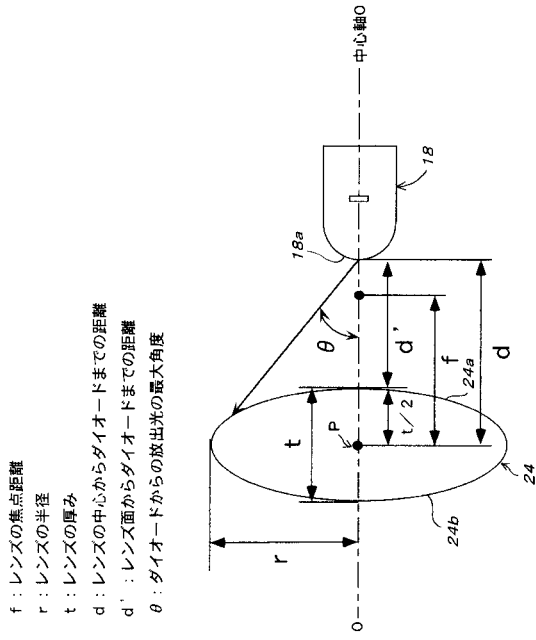
【図1】



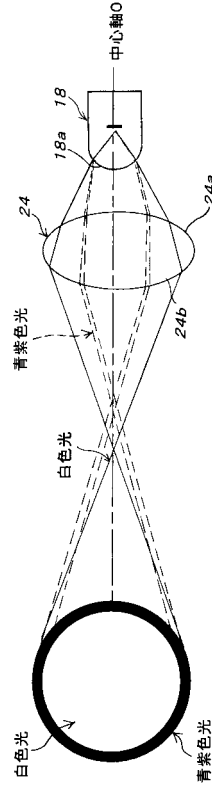
【図2】



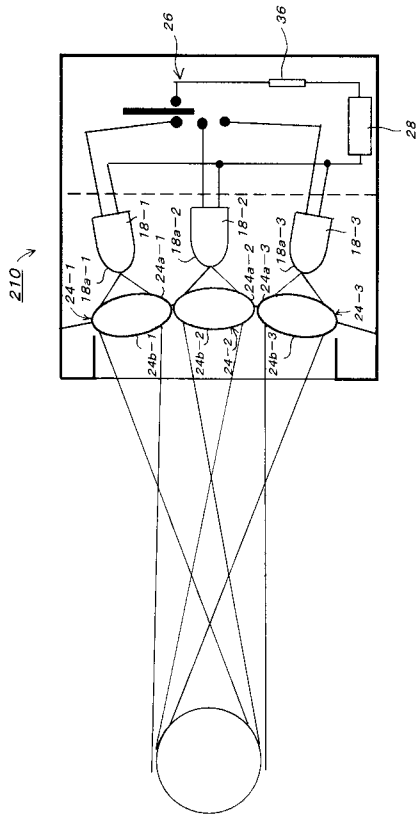
【 図 3 】



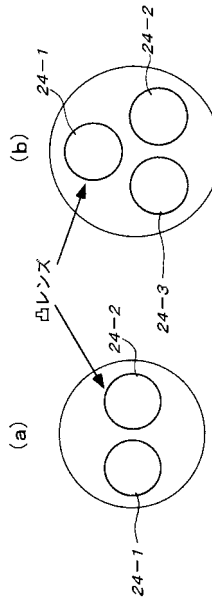
【 図 4 】



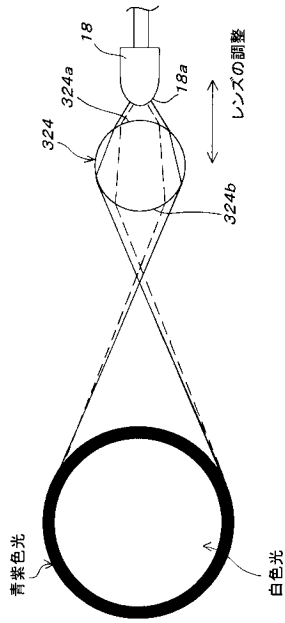
【 図 5 】



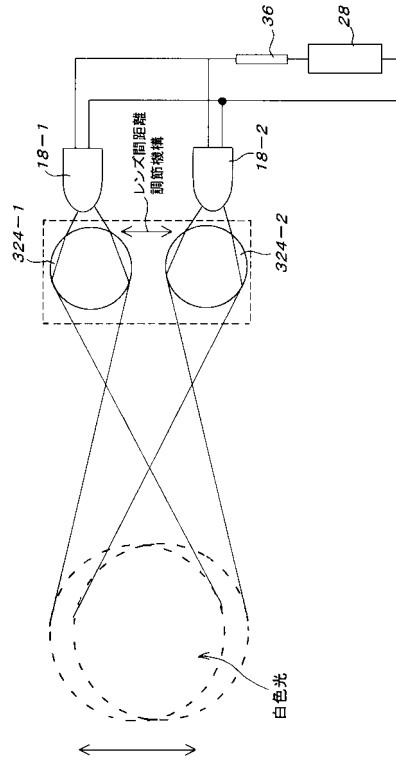
【 図 6 】



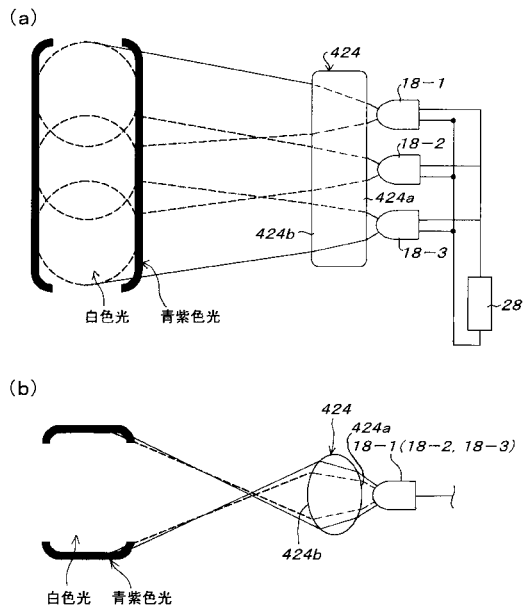
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

// F 2 1 Y 101:02

F I

F 2 1 L 15/02

B

F 2 1 Y 101:02

審査官 柿崎 拓

(56)参考文献 特開平11-162231(JP,A)  
特開平11-232912(JP,A)  
特開平10-317332(JP,A)  
実開平05-083901(JP,U)  
特表平11-501150(JP,A)  
登録実用新案第3024477(JP,U)  
実公昭26-1585(JP,Y1)  
特開平10-227993(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

F21L 4/00

F21S 2/00