

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-518279

(P2012-518279A)

(43) 公表日 平成24年8月9日(2012.8.9)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
 HO 1 L 33/58 (2010.01) HO 1 L 33/00 4 3 0 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2011-550281 (P2011-550281)
 (86) (22) 出願日 平成22年2月12日 (2010. 2. 12)
 (85) 翻訳文提出日 平成23年7月29日 (2011. 7. 29)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2010/024141
 (87) 国際公開番号 W02010/093956
 (87) 国際公開日 平成22年8月19日 (2010. 8. 19)
 (31) 優先権主張番号 61/152, 298
 (32) 優先日 平成21年2月13日 (2009. 2. 13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 511185542
 エクセリタス・テクノロジーズ・エルイー
 ディー・ソリューションズ・インク
 アメリカ合衆国、イリノイ州 60090
 、ウィーリング、イースト・マルカート・
 ドライブ 160
 (74) 代理人 100121762
 弁理士 杉山 直人
 (74) 代理人 100126767
 弁理士 白銀 博
 (72) 発明者 リ、ウエイ
 アメリカ合衆国、イリノイ州 60010
 、サウス・バーリントン、ウッド・オーク
 ス・ドライブ 19
 Fターム(参考) 5F041 AA06 EE04 EE12 FF11

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード装置

(57) 【要約】

同一平面上アレイとして配列された複数のLEDであって、同一平面上アレイは、中央に配置されたLEDと中央に配置されたLEDの周りに放射対称性を有するように配置されたLEDとからなり、複数のLEDの各々の中心軸は、互いに平行に配置されるようになっている複数のLEDと、複数のLEDからの光を平行光線に変換する1ピースからなるレンズアレイであって、当該レンズアレイは、複数の同一平面上のレンズスタイルから構成され、同一平面上のレンズスタイルは、中央に配置されたレンズスタイルと中央に配置されたレンズスタイルの周りに放射対称性を有するように配置されたレンズスタイルとからなり、レンズスタイルの各々の中心軸が対応するLEDの中心軸に整合するようになっている1ピースからなるレンズアレイと、レンズアレイからの平行光線に変換された光をカバーし、焦点面上に一つの像を結像する焦点レンズであって、焦点レンズの中心軸がレンズアレイの中心軸に整合するようになっている焦点レンズとから構成される照明デバイス。

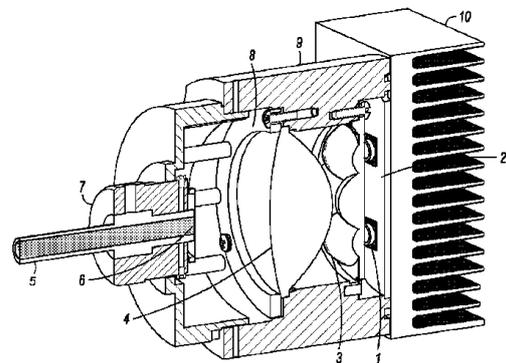


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

照明デバイスにおいて、

同一平面上アレイとして配列された複数の発光ダイオードであって、
当該同一平面上アレイは、中央に配置された発光ダイオードと当該中央に配置された発光ダイオードの周りに放射対称性を有するように配置された発光ダイオードとからなり、

当該複数の発光ダイオードの各々の中心軸は、互いに平行に配置されるようになっている複数の発光ダイオードと、

当該複数の発光ダイオードからの光を平行光線に変換する1ピースからなるレンズアレイであって、

当該レンズアレイは、複数の同一平面上のレンズスタイルから構成され、

当該同一平面上のレンズスタイルは、中央に配置されたレンズスタイルと当該中央に配置されたレンズスタイルの周りに放射対称性を有するように配置されたレンズスタイルとからなり、

当該レンズスタイルの各々の中心軸が対応する発光ダイオードの中心軸に整合するようになっている1ピースからなるレンズアレイと、

当該レンズアレイからの平行光線に変換された光をカバーし、焦点面上に一つの像を結像する焦点レンズであって、

当該焦点レンズの中心軸が当該レンズアレイの中心軸に整合するようになっている焦点レンズと

から構成されることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 2】

請求項1に記載の照明デバイスであって、前記レンズスタイルは六角形状の形状を有することを特徴とする照明デバイス。

【請求項 3】

請求項1に記載の照明デバイスであって、前記レンズスタイルは円形状の形状を有することを特徴とする照明デバイス。

【請求項 4】

請求項1に記載の照明デバイスであって、前記同一平面上のレンズスタイルは、改良した「六角形状のタイル貼り」形態に配列されており、「六角形状のタイル貼り」形態を改良する方法は、「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイにおける外側の六角形状のレンズスタイルの外側の端部を、外側の六角形状のレンズスタイルの外側の端部の2つの頂点を結ぶ円弧に置き換えたものであることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 5】

照明デバイスにおいて、

同一平面上アレイとして配列された複数の発光ダイオードであって、
当該同一平面上アレイは、中央に配置された発光ダイオードと当該中央に配置された発光ダイオードの周りに放射対称性を有するように配置された発光ダイオードとからなり、

当該複数の発光ダイオードの各々の中心軸は、互いに平行に配置されるようになっている複数の発光ダイオードと、

当該複数の発光ダイオードからの光を平行光線に変換する1ピースからなるレンズアレイであって、

当該レンズアレイは、複数の同一平面上のレンズスタイルから構成され、

当該同一平面上のレンズスタイルは、中央に配置されたレンズスタイルと当該中央に配置されたレンズスタイルの周りに放射対称性を有するように配置されたレンズスタイルとからなり、

当該レンズスタイルの各々の中心軸が対応する発光ダイオードの中心軸に整合するようになっている1ピースからなるレンズアレイと、

当該レンズアレイからの平行光線に変換された光をカバーし、焦点面上に一つの像を結像する焦点レンズであって、

10

20

30

40

50

当該焦点レンズの中心軸が当該レンズアレイの中心軸に整合するようになっている焦点レンズと、

発光ダイオードからの光であって、焦点を絞った光を受け入れるために、焦点面に配置された入力面を備える光ファイバーとから構成されることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 6】

請求項5に記載の照明デバイスであって、前記レンズタイルは六角形状の形状を有することを特徴とする照明デバイス。

【請求項 7】

請求項5に記載の照明デバイスであって、前記レンズタイルは円形状の形状を有することを特徴とする照明デバイス。

10

【請求項 8】

請求項5に記載の照明デバイスであって、前記同一平面上のレンズタイルは、改良した「六角形状のタイル貼り」形態に配列されており、「六角形状のタイル貼り」形態を改良する方法は、「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイにおける外側の六角形状のレンズタイルの外側の端部を、外側の六角形状のレンズタイルの外側の端部の2つの頂点を結ぶ円弧に置き換えたものであることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 9】

照明デバイスにおいて、

複数の発光ダイオードと、

20

当該複数の発光ダイオードからの光を平行光線に変換するレンズアレイであって、

当該レンズアレイは、改良した「六角形状のタイル貼り」形態に配列された複数の同一平面上のレンズタイルからなり、「六角形状のタイル貼り」形態を改良する方法は、「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイにおける外側の六角形状のレンズタイルの外側の端部を、外側の六角形状のレンズタイルの外側の端部の2つの頂点を結ぶ円弧に置き換えるようにしたレンズアレイと、

当該レンズアレイからの平行光線に変換された光をカバーし、一つの像に結像する焦点レンズと、

から構成されることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 10】

30

請求項9に記載の照明デバイスであって、外側の六角形状のレンズタイルは、少なくとも1つの外側端部を有する「六角形状のタイル貼り」形態上の六角形であり、当該少なくとも1つの外側端部は、「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイの別の六角形状のレンズタイルの端部と平行にかつ隣接して配置されていないことを特徴とする照明デバイス。

【請求項 11】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイは、

中央に配置された六角形状のレンズタイルと、

中央に配置された六角形状のレンズタイルを取り囲むと共に、中央に配置された六角形状のレンズタイルに隣接する6つの外側の六角形状のレンズタイルと

40

から構成されることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 12】

請求項11に記載の照明デバイスであって、前記6つの外側の六角形状のレンズタイルの各々の3つの外側端部は、対応する円弧によって置き換えられていることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 13】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記レンズアレイは1ピースからなるレンズアレイであることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 14】

請求項13に記載の照明デバイスであって、前記1ピースからなるレンズアレイは、射出成

50

型で形成されたプラスチックからなることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 15】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記レンズタイルは、非球面タイプのレンズであることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 16】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記レンズタイルは、フレネルレンズ、平面+凸面レンズ、平面+凹面レンズ、凸メニスカスレンズ、凹メニスカスレンズ、両凸面レンズ、両凹面レンズのグループから選択されたものであることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 17】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記複数の発光ダイオードは、同一平面上のアレイとして配列されたものであることを特徴とする照明デバイス。

10

【請求項 18】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記複数の発光ダイオードは、放射対称性を有するアレイとして配置されていることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 19】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記複数の発光ダイオードの中心軸が互いに平行になるように配置されていることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 20】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記複数の発光ダイオードの各々は、一つの対応するレンズタイルを持っており、前記複数の発光ダイオードの各々の中心軸が当該対応するレンズタイルの中心軸と整合するようになっていることを特徴とする照明デバイス。

20

【請求項 21】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記レンズアレイの中心軸が前記焦点レンズの光学中心軸に整合していることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 22】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記焦点レンズは非球面の平面+凸面レンズであることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 23】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記一つの像が焦点レンズの焦点に結像されることを特徴とする照明デバイス。

30

【請求項 24】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記一つの像が複数の発光ダイオードに対応する複数の像を重ね合わせたものであることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 25】

請求項24に記載の照明デバイスであって、複数の発光ダイオードに対応する複数の像の各々が、同一のサイズであって、共通の光学軸上に整合していることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 26】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記一つの像が光ファイバーの束の入力面上に投影されたものであることを特徴とする照明デバイス。

40

【請求項 27】

請求項9に記載の照明デバイスであって、前記一つの像のサイズが光ファイバーの束の入口開口に適合していることを特徴とする照明デバイス。

【請求項 28】

照明デバイスにおいて、
 複数の発光ダイオードと、
 当該複数の発光ダイオードからの光を平行光線に変換するレンズアレイであって、
 当該レンズアレイは、複数の同一平面上のレンズタイルからなり、当該複数の同一平面上のレンズタイルは、
 中央に配置された六角形状のレンズタイルと、

50

中央に配置された六角形状のレンズタイルを取り囲むと共に、中央に配置された六角形状のレンズタイルに直接隣接する6つの同一形状であって、互いに重なり合わないレンズタイルとからなり、

当該6つの同一形状のレンズタイルの各々は、中央に配置された六角形状のレンズタイルの対応する端部に直接突き合わされた第1の端部を有し、

当該第1の端部は、中央に配置された六角形状のレンズタイルの対応する端部に平行であり、かつ同じ長さを有し、

当該6つの同一形状のレンズタイルの各々は、当該第1の端部の第1の末端から延びる第2の端部を有し、第1の端部と第2の端部の間は 120° の交角をなし、

当該6つの同一形状のレンズタイルの各々は、当該第1の端部の第2の末端から延びる第3の端部を有し、第1の端部と第3の端部の間は 120° の交角をなし、

当該6つの同一形状のレンズタイルの各々は、第2の端部と第3の端部の各末端を結ぶ円弧を有するようにした、

レンズアレイと、

当該レンズアレイからの平行光線に変換された光をカバーし、一つの像に結像する焦点レンズと、

から構成されることを特徴とする照明デバイス。

【請求項29】

照明デバイスにおいて、

同一平面のアレイに配列された7つの発光ダイオードと、

当該複数の発光ダイオードからの光を平行光線に変換するレンズアレイであって、

当該レンズアレイは、複数の同一平面上のレンズタイルとからなり、当該複数の同一平面上のレンズタイルは、

中央に配置された六角形状のレンズタイルと、

中央に配置された六角形状のレンズタイルを取り囲むと共に、中央に配置された六角形状のレンズタイルに直接隣接する6つの同一形状であって、互いに重なり合わないレンズタイルとからなり、

当該6つの同一形状のレンズタイルの各々は、中央に配置された六角形状のレンズタイルの対応する端部に直接突き合わされた第1の端部を有し、

当該第1の端部は、中央に配置された六角形状のレンズタイルの対応する端部に平行であり、かつ同じ長さを有し、

当該6つの同一形状のレンズタイルの各々は、当該第1の端部の第1の末端から延びる第2の端部を有し、第1の端部と第2の端部の間は 120° の交角をなし、

当該6つの同一形状のレンズタイルの各々は、当該第1の端部の第2の末端から延びる第3の端部を有し、第1の端部と第3の端部の間は 120° の交角をなし、

当該6つの同一形状のレンズタイルの各々は、第2の端部と第3の端部の各末端を結ぶ円弧を有するようにした、レンズアレイと、

当該レンズアレイからの平行光線に変換された光をカバーし、一つの像に結像する焦点レンズと、

から構成されることを特徴とする照明デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源用発光ダイオード(LED)に関係するものであり、特に、光ファイバー関連製品の光源用LEDに関係するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、光ファイバー用光源は良く知られており、光ファイバー関連製品の多くのものに利用されている。医療分野においては、光ファイバー照明は内視鏡に幅広く利用され

10

20

30

40

50

ており、このような医療機器は、種々のタイプの光源、光ファイバー、そして内視鏡から構成されている。電球タイプの医療用光ファイバー光源は、現在広く利用されている。

【0003】

一般に利用されている照明器具を備えた、光源および光ファイバーは、共に内視鏡の照明として利用されている。また、光ファイバー照明システムは、工業用ボロスコープや機械の視覚システムとしても利用されている。従来の光ファイバー照明機器では、照明用として主に白色光が利用されてきたが、これとは別に、波長が420~490nmの範囲にある青色光を利用した光ファイバー用光源が、小児の高ビリルビン血症の光線力学的療法の分野において利用されている。

【0004】

生物学的あるいはその他の研究分野において使用される、光源と光を伝播させる光ファイバーからなるシステムにおいては、蛍光励起を行うために、1つ以上の光の波長を取り扱うことができるようになっている。

【0005】

多数の光ファイバー光源が、いくつかの技術的な限界を分担して補うようにしている。例えば、光ファイバーは、光ファイバーの材料によって決まるある角度範囲内にある入射光線のみを伝播できるようになっている。受け入れ半頂角が約33°である、被覆されたガラスファイバーから構成される光ファイバーの束のほとんどは、約0.55の開口数(NA)を有している。したがって、最適な効率を達成するために、光ファイバーの光源は、通常ある種の焦点調節用の光学素子を備えている。

【0006】

一般的に使用されている被覆されたガラスファイバーから構成される光ファイバーの束は、50~70%のオーダーの透過率を有している。すなわち、ファイバーの束の入力面に衝突してくる光の50~70%の光だけが、利用可能な光として光ファイバーからでていくようになっている。このような損失は、入力面および出力面におけるフレネル損失、ファイバーの束は通常互いの間に隙間を有する数百本の細いファイバーから構成されているために起因する多数の開口部における制限、およびファイバーの長さに沿って生じる減衰損失のために生じるものである。したがって、光ファイバー光源としては、ファイバー出口において必要となる光の2倍近い光が必要になるのである。

【0007】

多くの応用機器においては、照明用のファイバーを出る光は、色および強度が均一であることが望まれる。しかし、電球または複数のLEDから構成される光源は、均一な光を提供することができず、特に離れたフィールドでは、その傾向が強い。ファイバーの束は、束の中でファイバーがランダムに配置されるので、ある程度の空間的な光のミキシングが可能となるが、このことは、往々にして十分なものではなく、非均一な光源からの光によって均一な光を作り出すために、光ファイバー光源に光学素子を使用する必要性が生じる。

【0008】

現在市販されている多くの光ファイバー光源は、ハロゲン電球、メタルハライド電球、キセノン電球を使用している。これらの電球ベースのシステムでは、十分な強度の白色光を作り出すためにはコスト効率の良い方法であるが、それらの多くは寿命が短い(1000時間以下)。そして、これらの電球ベースのシステムは、有害な材料を含んでいるものがあり、その製造、廃棄にあたっては、特別な取り扱いが必要になるものがある。また、これらの電球ベースのシステムは、運用にあたって高電圧が必要になり、コストとサイズが大きくなり、電源供給の安全上のリスクが高まる。更に、これらの電球ベースのシステムは、運用電圧を変えることによって、狭いレンジでしか色温度を変えることができないため、光強度も狭いレンジでしか変えられない。また、これらの電球ベースのシステムは、異なった色温度を提供するために、オプションとしてのフィルターを備えることができるが、出力が低下するという犠牲を払う必要がある。更に、これらの電球ベースのシステムは、広い範囲のスペクトルを持った光を発生するので、光の波長を狭めるた

10

20

30

40

50

めに、光学フィルターが必要になり、光の出力を低下させ、追加コストが発生することになる。そして/あるいは、これらの電球ベースのシステムは、赤外線(IR)波長および紫外線(UV)波長の放射線を放射するので、フィルターあるいはその他の手段によりこれらの放射線を遮蔽しなければならず、更に追加の光学素子が必要になる。

【0009】

前述したような問題点に対応するために、光ファイバー照明に使用される光源として、発光ダイオード(LED)を使用した多くのデバイスが製造され、提案されている。一般に、LEDベースの光ファイバーシステムの利点は、寿命が長いこと(であり数万時間)、有害物質が少ないか、あるいは全く含まれていないこと(であり、運用電圧が低いこと(1個のLEDあたり4ボルト以下)、種々の色温度を有すること(であり、特定の波長の光(であり、そして赤外線、紫外線の放射量が非常に少ないこと(であり、

10

残念なことに、LEDベースの光ファイバーシステムには、固有の技術的課題があって、特に光の出力が限定されるという問題がある。多くの個々のLEDは、白熱ランプよりも極端に弱い光しか発光することができない。例えば、300ワットのキセノンランプでは、2000ルーメンを超えることができるのに対し、現状の一辺1mmの白色LEDが達成できる最大の光出力は、約200ルーメンでしかない。したがって、LEDベースの光ファイバーシステムでは、必要な光強度を得るためには、複数のLEDを使用することが必要になっている。

【0010】

更に、レンズを含む光学システムでは、像のサイズと光線角を支配する光学上の法則(エテンデュ:Etendue)が存在している。完全なレンズであれば、像のサイズと光線角の積は一定である(しばしば、ラグランジュ不変量、あるいは光学系不変量と呼ばれている)。実際には、すべてのレンズは、この一定値を増加させるような収差を持っている。LED光をファイバーに接続する際、エテンデュの法則によれば、ファイバー入口面での像のサイズと光線角の積は、LED光源のサイズと放射角の積よりも大きくなくてはならないということが導かれる。

20

【0011】

エテンデュの法則から、光学システムの設計上、追加的な制限が加わることになる。まず、第1として、LEDは、半球形状のパターンで光を放射する、基本的にランバート光源(Lambertian sources)であって、光の強度は、放射角の余弦(コサイン)として変化するものである。ある種のLEDパッケージでは、この半球形状のパターンを修正するレンズを備えているものがある。したがって、LEDを選択することによって、光源の放射角が決まる。

30

第2として、LED光源のサイズと形状はLEDの製造業者によって決まる。現在の高輝度LEDの場合、典型的なサイズと形状は1mm角である。したがって、光源のサイズはLEDを選択することによって決定される。

第3として、光ファイバーの受け入れ角、または開口数(NA)は、ファイバーのコアと被覆材料の関数として与えられる。最も良く使用されるグラスファイバーの場合、開口数は0.5のオーダーであり、ファイバーの材質は、最終的な応用分野によって決まるものである。したがって、照明器の設計は、像の光線角によって制限を受けることになる。

40

第4として、光ファイバーの形状は、ほとんど例外なく円形である。(グラスファイバーを溶融することにより、四角形等の別の形状とすることもできるが、実際には一般的ではない。)光ファイバーのサイズ、あるいはその直径は最終的な応用分野によって決まるものである。したがって、照明器の設計は、また、像の形状およびサイズによって制限を受けることになる。

【0012】

更に、LEDによって消費される電気的エネルギーの一部は、光ではなく熱を発生することになる。白熱電球に比べて、LEDはかなり低い温度、典型的には120 ~ 180 の温度、で運用しなければならない。

白熱電球では赤外放射によって熱を消散させるが、LEDの場合、LEDの光を放射しない面

50

から伝導により熱を取り除くようにしなければならない。このような熱設計上のファクターによって、照明器において多数のLEDを互いに接近して配置する際に制限を受けることになる。

【0013】

従来の照明器である単一の電球とは違い、LED照明器では、複数のLEDから出た光は、必要とするトータルとしての光強度を達成するようにしなければならないということが知られている。同一の製造ロットによって作られたLEDであっても、個々のLEDは、同一のスペクトラルあるいは同一の空間的光強度特性を有していることはなく、また、基本的には、これらのLED特性は光学設計者がコントロールできるものではない。したがって、LEDファイバー照明に挑戦することは、複数の非同ー光源からの光を結合させ、かつ色、空間的分布、および角度分布において均一な光を創り出すことに帰着する。

10

【発明の概要】

【0014】

実施例における本方法およびシステムは、光ファイバー応用機器のためのLEDベースの光源に関するものである。いくつかの実施例において説明するものは、エテンデュの法則に拘束される範囲内において、光出力を増加させるための設計に係るものである。

【0015】

現システム、現方法、および現設計では、適切な基材上に取り付けられた複数の発光ダイオード(LED)、LEDからの光を集め、平行化するためのレンズアレイ、光ファイバーの束の入力端面上に光の焦点を合わせるためのレンズ、オプションとしての光拡散用エレメント、LEDと光学素子を整列させ保持するためのデバイス、およびLEDから熱を取り除くためのデバイスを含んでいる。

20

【0016】

ある実施例では、多数のLED光源からの光エネルギーをファイバーの束の入力面に移送する量を増大させるために、光学系は設計される。後述するように、多数のLEDの像を光ファイバーの束の入力端面の領域上に整列させると共に、付加的に重ね合わせるように、光学系は設計される。ある実施例では、一般的に正方形の形状をしたLEDの基台と一般的に円形の形状をした光ファイバーとを適合させるように光学系は設計される。LEDの数およびLEDに対応するレンズアレイ中のレンズスタイルの数については、光収集効率と熱の発生の関係を有利にバランスさせるようにして選定することができる。LEDとレンズスタイルの幾何学的な配置は、必要となるスペースを低減することができるように選定される。レンズアレイは、光学的な光の細く領域を増加させ、レンズスタイル間の光学的に有効でない領域を低減するように設計される。

30

現システム、現方法、および現設計では、ある実施例において、LEDまたはレンズのいずれか一方を、中心軸から所定の角度を持たせて配置する必要がない設計法を採用している。このことによって、製造を簡略化することができる。ある実施例では、光の色、および強度の不均一性を更に改善するために、光経路中の最適な場所に光拡散用エレメントを配置することができるようになっている。

【0017】

ある実施例では、平行な放射方向を得るために、複数のLEDが同一平面上に取り付けられた、約5~25個の範囲の数のLEDと、同一平面上に配置された、平行な光学軸を有する複数のレンズスタイルが開示されている。レンズスタイルは、複数のLEDから同じ距離だけ離れるように配置されている。各レンズの中心軸は、対応するLEDの中心軸に整合するようになっている。レンズスタイルの数は、約5~25個の範囲の数である。ある実施例では、各レンズは実質的に同じレンズパラメータを有し、各レンズスタイルは、非球面状であって、平面+凸面の形態となっている。

40

【0018】

レンズスタイルは、「花状のタイル貼り」によって配置することができ、そのような配列においては、隣り合うレンズスタイル間には、隙間が実質的に生じず、またそのような配列においては、レンズスタイルの最外周は円形のままであり、削り取られるようなことはない

50

。 LED及びレンズタイルのタイル貼りの配置には、幾何学的な中心線が存在し、この中心線は焦点レンズの光学的中心軸に一致する。 LED及びレンズタイルの配置により、レンズアレイを出ていく光は平行光となる。

【0019】

レンズアレイに近接して配置され、平行光を集光し、そして焦点を結ばせる焦点レンズもまた開示されている。 この焦点レンズは、非球面状であって、平面+凸面の形態とすることもできる。 焦点レンズの外径は、レンズアレイの有効外径に一致させることもできる。

【0020】

ある実施例においては、現光学設計は、複数のLED光源を重ね合わせて単一の像となるように像を投影するようにしている。 単一の像の中での光の強度は、単一のLEDから投射された光の強度よりも大きくなるようになっている。

10

【0021】

その他の目的や有利な点については、以後、明細書および図を参照することによって更に明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

本発明は、図と共に明細書を参照することにより、最も良く理解できるものである。そして、各図においては、類似の部品には同じ番号を付してある。

【図1】図1は、本発明に関する典型的な光学システムの断面図を示したものである。

20

【図2】図2は、図1に示す典型的な光学システムのいくつかのエレメントの斜視図を示したものである。

【図3】図3A, 3Bは、すべてのLEDからの光を最終的な像に収束させる大きな焦点レンズを示したものである。

【図4】図4は、ファイバーの入力端面における、正方形の照度分布を示したものである。

【図5】図5は、典型的な実施例の2次元の光線軌跡を示したものであり、多数のLEDからの光が一つの重ね合わされた像に混合される状態を示したものである。

【図6】図6は、図5の一部を拡大した図である。

【図7】図7は、先行技術のシステムにかかる2次元の光線軌跡を示したものであって、TIR(全反射)レンズがLEDからの光を平行にするために使用されている。 この時の光源は軸上の1点である。

30

【図8】図8は、先行技術のシステムにかかる2次元の光線軌跡を示したものであって、TIR(全反射)レンズがLEDからの光を平行にするために使用されている。 この時の光源は軸上から外れた点にある。

【図9】図9は、典型的な「花状のタイル貼り」形態を有する複数のレンズタイルから構成され、1ピースからなる平行化レンズを示したものである。

【図10】図10は、六角形状のタイル貼り形態を示したものである。

【図11】図11は、図9に示す典型的な「花状のタイル貼り」形態が、アレイの外周領域において、六角形状のタイル貼り形態よりも大きいことを示したものである。

40

【図12】図12は、円形状のタイル貼り形態を示したものである。

【図13】図13は、13個のLEDからなり、「花状のタイル貼り」形態を有するレンズアレイを示したものである。

【図14】図14は、ファイバーの入力側の焦点面近傍における拡散フィルム上に結像する複数のLEDを示したものである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明を全体的に理解するために、ここでは例示的な実施例について説明する。 しかしながら、ここで説明するシステムまたは方法は、他の応用分野のシステムおよび方法に適用できるように応用し、修正することができること、および、ここで記載するシステム

50

または方法の範囲から外れることなく新たな事項を追加し、あるいは修正を加えることができることも、当業者であれば容易に理解できる事項である。

【0024】

特に言及しない限り、例示する実施例は、数ある実施例の中のバリエーションの中から典型的な特徴点を説明するためのものであることを理解しなければならない。したがって、特に言及しない限り、例示されている本発明の特徴点、コンポーネント、モジュール、及び/又は態様は、ここで記載するシステムまたは方法から外れることなく組み合わせたり、分離したり、交換したり、及び/又はアレンジし直したりすることができるものである。更に、コンポーネントの形状やサイズは典型的なものであって、特に言及しない限り、本発明の典型的なシステムまたは方法の範囲に影響を与えることなく変更できるものである。

10

【0025】

図1および2は、本発明に関する典型的な光学システムの断面図および斜視図を、それぞれ示したものである。図1および2を参照すると、1又は複数の発光ダイオード(LED)1が、従来タイプであってLED 1に電力を供給すると共に、LED 1の熱を取り除くための回路用ボード2上に取り付けられている。ここで開示されるレンズアレイ3はLED 1からの光を集光し、平行化(光線を平行光線に変えること)する。十分なサイズの大きなレンズ4が光を集光し、光ファイバーの束5の入力面6上に焦点を絞るようになっている。

【0026】

光学系の支持ハウジング9はLED 1、レンズアレイ3、大きなレンズ4、光ファイバーホルダー7を相対的に精度良く保持している。レンズクランプリング8は、光学系の支持ハウジング9の内部において大きなレンズ4を保持するようになっている。光ファイバーホルダー7は光学系に対して光ファイバーの束5を相対的に精度よく保持している。

20

【0027】

LED回路用ボード2は、コア材が金属からなる回路用ボードからできており、LEDの取り付けと熱の除去のために、アルミニウム製の基材と誘電性薄膜を備えている。LED 1からの熱は、回路用ボード2を通してヒートシンク10まで伝導により移送される。ヒートシンク10、およびオプションとして設置されるファン(図示せず)は、LED 1からの熱を大気中に熱伝達により放熱する。

【0028】

レンズアレイ3内に配置された各レンズタイルの中心軸に対して、対応する各LED 1の中心が整合するようにして、LED 1は放射対称性を有するように配置されている。したがって、LED 1とレンズタイルの間には1対1の対応関係が存在している。各LED 1は同一平面上に取り付けられており、各LED 1の中心軸はほぼ平行になっている。各LED 1から各レンズタイルまでの距離は、実質的に同じになるように設計されている。各LED 1は、同一の製造業者から供給された同じタイプ、同じ形態のLEDであるので、各LED 1は、製造業者の許容公差の範囲内で、実質的に同一の放射ビームパターン(光源の形状)を有している。レンズアレイ3内に配置された各レンズタイルは、製造業者のばらつきの範囲内において、同一の光学的プロファイルを持つように設計されている。後で詳細に説明するように、レンズアレイ3を構成するために、「花状のタイル貼り」形態に、複数の同じ形状のレンズタイルが切りばめ細工状に配置されている。図3Aと3Bに示すように、大きな焦点レンズ4は、すべてのLED 1からの光をカバーし、全てのLEDの像を重ね合わせた最終的な像を結ぶようになっている。焦点となる位置において、LEDの像は同じサイズとなり、共通する光学軸上に整合している。

30

40

【0029】

この光学系の倍率は、LEDの放射面のサイズに対する像のサイズとの比として定義される。光学系の倍率は、レンズタイルの焦点距離と大きな焦点レンズの焦点距離によって決定される。これらの二つのパラメータを変えることにより、最終的な像のサイズが光ファイバーの入口開口に適合するように、光学系の倍率を調節することができる。典型的な実施例においては、光学系の倍率は3.3として計算されており、実際の倍率はそれよ

50

りもわずかに大きくなっている。

【0030】

LED光源の像は、一般的に正方形の形状をしたLEDの台に一致する。ある典型的な実施例においては、結果的に得られる照度の像の形状は正方形である。光学的シミュレーションによって作り出した正方形の形状をした照度の像であって、計算によって求めた照度をプロットしたものを図4に示す。ある種の典型的な実施例においては、照度の像11が光ファイバーの束の円形状の受け入れ領域12に実質的に適合するように、倍率を設定することができる。

【0031】

レンズの収差は光学系のラグランジュ不変量を増加させる結果、光学系の効率を低下させることになる。ある典型的な実施例では、レンズのパラメータは、収差を減少させ、光学系の効率を高めるように調整される。特に、非球面状であって、平面+凸面の形態のレンズは光線を平行光線に変えるレンズアレイとして使用することができる。二つの組み合わせられたレンズが球面収差を低減するためにときどき使用されるが、このようなアプローチは、光学系を複雑にし、コスト高なものにしてしまう。ここで開示する単一であって、非球形のレンズは、球面収差を低減することができ、フレネルの表面損失に基づく光の損失を低減することができ、部品点数、重量、そしてコストをも低減することが可能となる。

【0032】

一般に、非球面レンズは、平面+凹面、平面+凸面、両凸面、両凹面の形態にすることができる。光源がレンズの焦点位置にある場合であって、像がである場合(すなわち、平行光線である場合)、ほぼ平面状の前面を有する凹レンズまたは凸レンズの球面収差は最小となる。ある典型的な実施例では、LED光源は、レンズの焦点位置に配置され、平面+凸面の非球面レンズは、光線を平行光線に変えるレンズアレイとして使用することができる。

【0033】

ある典型的な実施例では、経済的にレンズアレイを成形することができるため、ガラスの代わりにプラスチックが使用される。単一の非球面ガラスレンズを高精度に成形することは数年前から行われているが、非球面ガラスレンズアレイを高精度に成形することは一般的ではなく、高価なものである。

ガラス研磨技術によって得られる精度のものと同等な精度のものを、プラスチックの射出成型によって、相対的に低コストで提供することができる。ある典型的な実施例では、各LEDの光学軸は、対応する各レンズアレイの光学軸に整合されている。レンズアレイの相対的な位置精度は、レンズアレイに成形された成形体のアライメント特性と取り付け方法によって達成されている。

【0034】

ある実施例の2次元の光線軌跡を図5に示す。これは、多数のLED 1からの光が一つの重ね合わされた像に混合される状態を示したものであり、このようにして出力光が増大ようになる。また、このように重ね合わされた像は、もし異なるLED色、例えば赤 緑 青 黄(red-green-blue-amber;

RGBA)の組み合わせ、のものが使用されている場合、白色光を達成するために、色分解を低減することになる。なぜなら、光学的設計においては、放射対称性を有しているので、二次元的にプロットすることによって十分表現が可能であるからである。軸上の光線13(実線で示すもの)は、各LED 1の中央からスタートし、光ファイバー5の中心軸あるいは中心軸の近傍に到達するようになっている。軸を外れた光線14(1点鎖線で示すもの)は、LED 1のエッジ部からスタートし、光ファイバーの外周部または外周部の近傍に到達するようになっている。すべての光線が図示されているわけではなく、ファイバーの受け入れ角15から外れた、いわゆる逸脱してしまった光線は図示されていない。大きなレンズ4の焦点角は、光ファイバー5の受け入れ角15にほぼ等しくなるように選定することができる。図6は図5の拡大図であり、LED 1から放射された、軸上の光線13と軸を外れ

10

20

30

40

50

た光線14を示してある。

【0035】

ある光学系では、LEDからの光を平行光線にかえるために、TIR(全反射)レンズが使用されている。かかるTIR(全反射)レンズ17は、レンズの焦点位置に光源16を備え、一般的には放物面を有している。光源が軸上にある場合、TIR(全反射)レンズからの光は、十分に平行光線に変換され、図7に示すように、非球面の焦点レンズ19によって、ポイント18上に結像される。しかし、光源が軸上から外れた場合には、TIR(全反射)レンズからの光は、平行光線に変換されず、図8に示すように、ポイント18上に結像されなくなる。LEDは幅のある光源なので、ほとんどの光は軸を外れて放射され、TIR(全反射)レンズシステムは、十分な収差がないとLED光源を結像させることができない。本発明にかかる光学系は、収差を低減させてLED光源を結像させるために、屈折レンズを使用している。したがって、システムの性能を促進することができるようになっている。

10

【0036】

ある典型的な実施例では、複数のレンズタイルから構成され、1ピースからなる平行化レンズアレイが使用されている。図9に示すレンズアレイの形態を「六角形状のタイル貼り」形態または「円形状のタイル貼り」形態と識別するために、「花状のタイル貼り」形態と名付けた。図10に示す「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイと比較すると、図11に示すように、典型的な「花状のタイル貼り」形態のレンズアレイは、その外周部分で面積が広く、光を補足しやすくなっている。更に、「花状のタイル貼り」形態のレンズアレイは、同じサイズの「円形状のタイル貼り」形態のレンズアレイ(図12に示す形態のレンズアレイ)よりも、レンズアレイの内側部分においてより大きな光学上の面積を有している。「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイを改良した「花状のタイル貼り」形態のレンズアレイは、光強度を最大化するため好ましいものであるが、本発明は、従来型の図12に示すような「円形状のタイル貼り」形態のレンズアレイや、図10に示す「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイを包含したシステムをカバーしているものであることを理解しておく必要がある。

20

【0037】

一つの典型的な「花状のタイル貼り」形態のレンズアレイが図9に示されている。「花状のタイル貼り」形態のレンズアレイは、その中心部分では、「六角形状のタイル貼り」形態を有している。「花状のタイル貼り」形態のレンズアレイでは、同一形状であって、互いにオーバーラップしていない6つのレンズタイルが周りに配置され、中央の六角形状のレンズタイルに直接隣接している。6つの同一形状のレンズタイルの各々は、第1の端部20が中央の六角形状のレンズタイルの対応する端部に突き合わされている。第1の端部20は、中央の六角形状のレンズタイルの対応する端部に平行になっている。第1の端部20は、中央の六角形状のレンズタイルの対応する端部の長さと同じ長さを有する。6つの同一形状のレンズタイルの各々は、第1の端部20の第1の末端から延びる第2の端部21を備えており、第1の端部20と第2の端部21の間の交角は120°となっている。同様に、6つの同一形状のレンズタイルの各々は、第1の端部20の第2の末端から延びる第3の端部22を備えており、第1の端部20と第3の端部22の間の交角は120°となっている。更に、6つの同一形状のレンズタイルの各々は、第2の端部21の末端と第3の端部22の末端を結ぶ円弧23を備えている。

30

40

【0038】

図11を参照すると分かるように、典型的な「花状のタイル貼り」形態のレンズアレイは、「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイを改良したものである。「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイを改良する方法は、「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイにおける外側の六角形状のレンズタイル25の外側の端部24を、外側の六角形状のレンズタイル25の外側の端部24の2つの頂点27を結ぶ円弧26に置き換えるものである。

六角形状のレンズタイル25は、「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイの別の六角形状のレンズタイルの端部と平行にかつ隣接して配置されていない少なくとも1つの外側

50

端部24を有しているため、六角形状のレンズタイル25は、「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイの外側の六角形状のレンズタイルである。ここで注意すべき点は、図11に示す「花状のタイル貼り」形態のレンズアレイにおいては、「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイの外側の六角形状のレンズタイルの各々の3つの外側の端部が3つの対応する円弧で置き換えられた形態となっていることである。

【0039】

図示した実施例において、7個以上のLEDとすることによって、更に高い出力を達成することが可能となる。例えば、図13は、13個のLEDを使用した「花状のタイル貼り」形態のレンズアレイを示したものである。この「花状のタイル貼り」形態のレンズアレイは「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイを改良したものである。「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイの改良の方法は、「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイの外側の六角形状のレンズタイル29の外側の端部28を、外側の六角形状のレンズタイル29の外側の端部28の二つの頂点31を結ぶ円弧30によって置き換えることである。

六角形状のレンズタイル29は、「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイの別の六角形状のレンズタイルの端部と平行にかつ隣接して配置されていない少なくとも1つの外側端部28を有しているため、六角形状のレンズタイル29は、「六角形状のタイル貼り」形態のレンズアレイの外側の六角形状のレンズタイルである。

【0040】

図13に示すように、円32は、ファイバー開口数NAと焦点レンズの焦点距離によって設定される、光を補足できる概略の外径を示したものである。したがって、たとえ大きなレンズの径を更に大きくしたとしても、追加した外側の6個のLEDから放射される光の一部のみがファイバーの中に入ることになる。なぜならば、追加した外側の6個のLEDから放射される光の多くは、ファイバーの受け入れ角の範囲外となるからである。この例においては、17%の光フラックスを増加させるために、LEDの個数を46%増やす必要があると共に、ほぼ同じ比率で、熱負荷、コスト、サイズ、および消費電力が増加することになる。

典型的な実施例では、光の出力と発熱量、供給電力、サイズ、およびコストとの関係をトレードオフした結果をバランスさせた結果として、7個のLEDが使用されている。当業者であれば、LEDの数を別の数に設定することができることは、容易に理解できることである。

【0041】

本発明のある応用分野では、均一な照明が求められる。LED出力、LED台のバラつき、光学系のわずかなバラつき等により、最終的に得られる像はかならずしも必要な均一性を有していない。一つの典型的な実施例では、光強度の分布を均質化するために、ホログラフィック拡散板(又は、ホログラフィックディフューザー)フィルムのような光学拡散エレメントを、結像面に配置するようにしても良い。例えば、図14に示すように、LEDの光線は、ファイバーの入口近傍に配置されたホログラフィック拡散板フィルムの上に結像される。ここで注意すべきことは、複数のLED光線の像は、1つの連続的な像33の近傍に重ね合わされていることである。

あるいは、スペース的に許されるならば、光強度の分布を均質化するために、一端が結像面に配置され、他端が光ファイバーの入口開口に隣接して配置される、光伝播材料からなる固体のミキシングロッドを使用することもできる。

【0042】

ある典型的に実施例では、NA=0.5、長さが2mであって、従来から使用されているガラス製の5mm径の光ファイバーの束の出口開口からの出力として、約415 lm(ルーメン)を達成した。この出力は、同じ条件下での計算出力457 lm(ルーメン)と比較しても非常に好ましい結果であった。エテンデュの限界に基づいて予測した結果と、計算出力および実測出力を比較しても好ましいものであった。

【0043】

予測していたように、NA値は同じであって、径の異なるファイバーでは光出力が以下のように変化した。すなわち、3.2mm径のファイバーでは180 lm(ルーメン)、5mm径のフ

10

20

30

40

50

ファイバーでは415 lm(ルーメン)、そして8mm径のファイバーでは644 lm(ルーメン)であった。

【0044】

本発明の種々の実施例に対して、ここで説明したものとは異なったバリエーションを加えることが可能であることを理解しておく必要がある。例えば、平行化(光線を平行光線に変えること)レンズアレイを、本発明にかかる「花状のタイル貼り」形態に配列したフレネルレンズ(Fresnel lenses)とすることもできる。平行化(光線を平行光線に変えること)レンズアレイのレンズとしては、図示する平面+凸面レンズのほか、平面+凹面レンズ、凸メニスカスレンズ、凹メニスカスレンズ、両凸面レンズ、両凹面レンズを使用することもできる。大きな焦点レンズとしては、球面レンズ、非球面レンズ、あるいはフレネルレンズを使用することができる。LEDおよびレンズタイルの数は、7つに限定されるものではない。1以上の任意の数とすることができるが、実際に適用することができるLEDおよびレンズタイルの数は、一般的に、5程度から25程度である。

10

【0045】

本発明の実施例として、LEDは単色光LEDに限定されるものではない。もし、LEDの放射面のサイズがほぼ同じであるならば、異なった色のLEDからなるアレイを使用することもできる。この場合、最終的な像は、異なった色の重ね合わされた像から構成されることになる。例えば、白色光を創り出すために、赤、緑、青色光を重ね合わせるようにしても良い。

【0046】

本発明の実施例は、光とファイバーを組み合わせることに限定されるものではないことを理解すべきである。最終的に得られる像は、焦点を結んだ高輝度のスポットライトとして、あるいは、作業光や試験光として利用することもできる。

20

【0047】

光源としては、発光ダイオード(LED)に限定されるものではない。LEDの代わりに、有機発光ダイオード(OLED)やその他の適切な光源を利用することもできる。

【0048】

特に言及しない限り、「実質的に」との用語は、当業者が理解しているように、正確な、関係、条件、配置、方向、及び/又はその他の特性と、さらに、それから外れたもの(本発明の方法およびシステムに著しく影響を与えない程度のもの)も含むものと解釈される。

30

【0049】

ここで開示する発明の全体を通じて、明細書中に使用されている「a」、「an」という冠詞(本日本語翻訳文においては使用されていない)は、特に断らない限り、「一つ」または「一つ以上」の名詞を修飾しているものである。

【0050】

特に断らないかぎり、伝達し、関係づけし、言及するために、明細書中に記載され、及び/又は図中に描かれた要素、コンポーネント、モジュール、及び/又は部品は、直接的に及び/又は間接的に、そのように伝達し、関係づけし、言及するものとして理解することができるものである。

40

【0051】

ここでは、本発明の特定の実施例に関連して、システムおよび方法について説明してきたが、説明したものだけに限定されるものではない。ここで説明してきたことに基づき、多くの改良や変形が可能であることは明らかである。ここで説明し例示してきた発明に対し、詳細な部分の変更、材料の変更、あるいは部品の配置の変更など、当業者によれば多くの変更が可能である。したがって、本発明は、ここで開示する実施例に限定されるものではなく、ここで特定したもの以外のものであって実行可能なものをも含むものであり、法律によって許されている範囲において、広く解釈すべきものである。

50

【 図 1 】

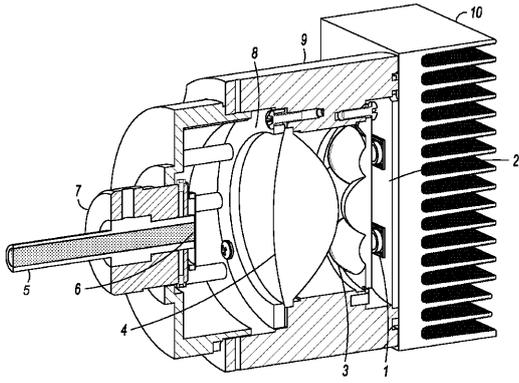


FIG. 1

【 図 2 】

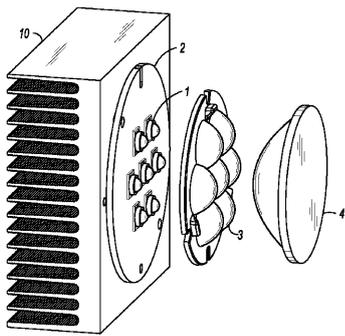


FIG. 2

【 図 4 】

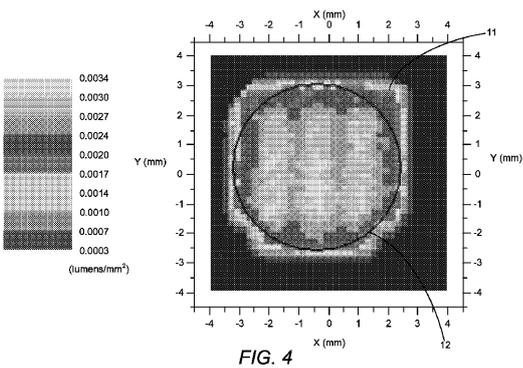


FIG. 4

【 図 5 】

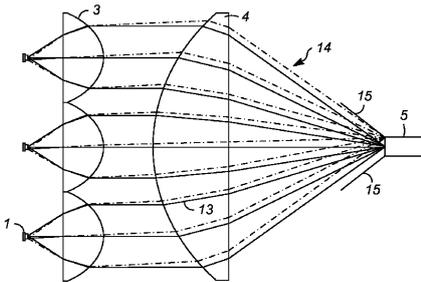


FIG. 5

【 図 3 A 】

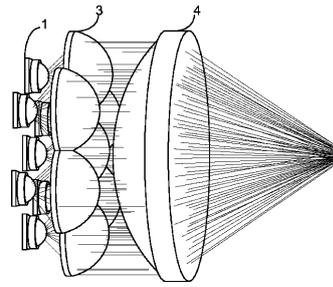


FIG. 3A

【 図 3 B 】

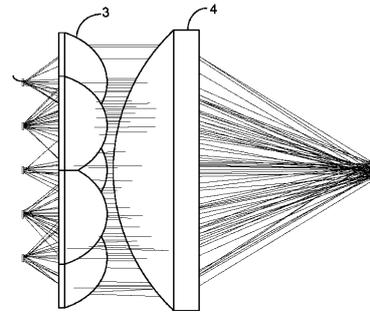


FIG. 3B

【 図 6 】

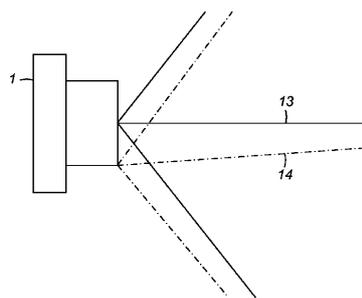


FIG. 6

【 図 7 】

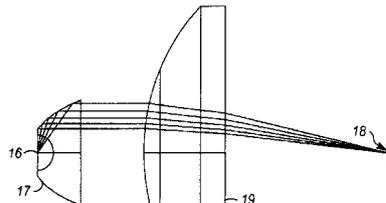
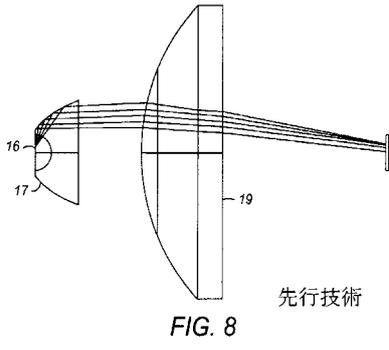


FIG. 7

先行技術

【 図 8 】



【 図 9 】

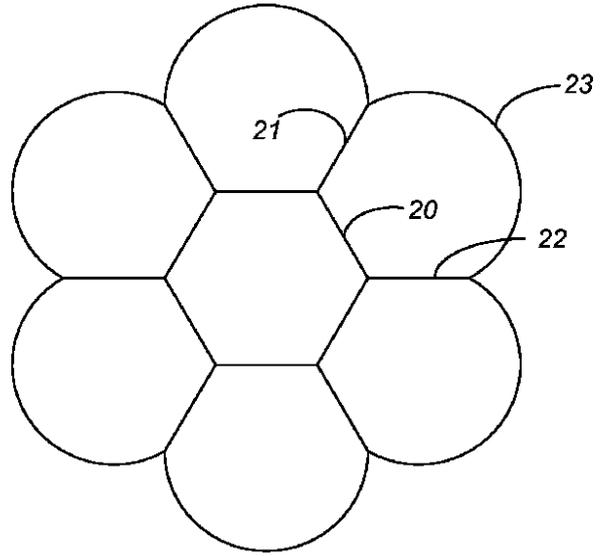


FIG. 9

【 図 1 0 】

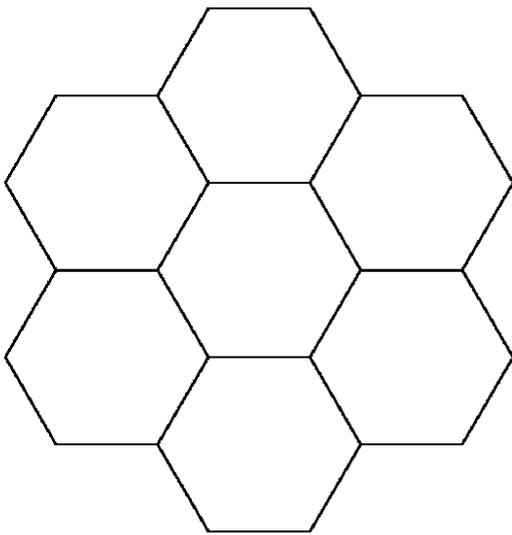


FIG. 10

【 図 1 1 】

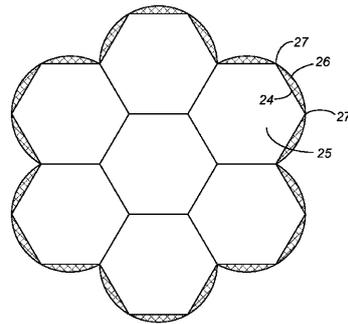


FIG. 11

【 図 1 2 】

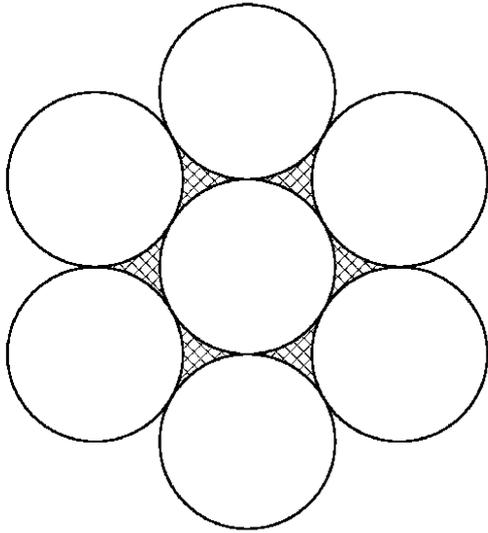


FIG. 12

【 図 1 3 】

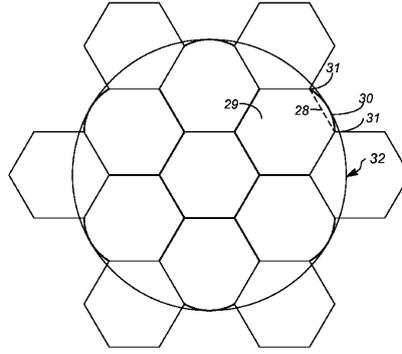


FIG. 13

【 図 1 4 】

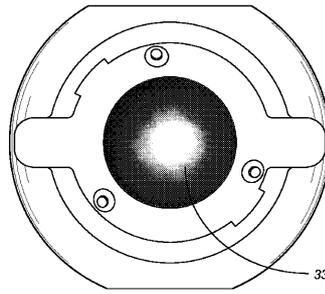


FIG. 14

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2010/024141
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G02B6/42 G02B6/32 F21V5/04 G02B3/00 ADD.		
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) G02B F21V		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2008/310182 A1 (MEINL JURGEN [DE]) 18 December 2008 (2008-12-18) paragraph [0069]; figure 4A	1-29
Y	DE 10 2004 051382 A1 (OEC AG [DE]) 27 April 2006 (2006-04-27) the whole document	1-29
A	US 2001/019378 A1 (YAMAGUCHI AKIRA [JP]) 6 September 2001 (2001-09-06) paragraphs [0090] - [0093]; figures 5, 6A, 6B	1-29
A	US 2002/001140 A1 (HEIMER RICHARD J [US]) 3 January 2002 (2002-01-03) figures 7A, 7B, 8	1-29
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
11 June 2010		23/06/2010
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Kloppenburger, Martin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No
PCT/US2010/024141

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008310182 A1	18-12-2008	DE 102007027615 A1 EP 2051118 A2 JP 2009015319 A	24-12-2008 22-04-2009 22-01-2009
DE 102004051382 A1	27-04-2006	AT 505107 A5 DE 112005002366 A5 WO 2006045545 A1	15-10-2008 31-10-2007 04-05-2006
US 2001019378 A1	06-09-2001	NONE	
US 2002001140 A1	03-01-2002	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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

【要約の続き】

【選択図】 図1