

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4276786号
(P4276786)

(45) 発行日 平成21年6月10日(2009.6.10)

(24) 登録日 平成21年3月13日(2009.3.13)

| | |
|---------------|----------------------------|
| (51) Int.Cl. | F 1 |
| F 21 V 13/04 | (2006.01) F 21 V 13/04 500 |
| F 21 V 7/10 | (2006.01) F 21 V 7/10 300 |
| F 21 V 17/00 | (2006.01) F 21 V 17/00 200 |
| F 21 Y 103/00 | (2006.01) F 21 Y 103:00 |

請求項の数 10 (全 21 頁)

| | | |
|---------------|-------------------------------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2000-558342 (P2000-558342) | (73) 特許権者 391037434 |
| (86) (22) 出願日 | 平成11年6月28日(1999.6.28) | アライドシグナル インコーポレイテッド |
| (65) 公表番号 | 特表2002-519840 (P2002-519840A) | アメリカ合衆国 ニュージャージー州 O |
| (43) 公表日 | 平成14年7月2日(2002.7.2) | 7962-1057 モーリスタウン コ |
| (86) 國際出願番号 | PCT/US1999/014542 | ロムビア ロード 101 |
| (87) 國際公開番号 | W02000/001986 | (74) 代理人 100089705 |
| (87) 國際公開日 | 平成12年1月13日(2000.1.13) | 弁理士 社本 一夫 |
| 審査請求日 | 平成18年6月28日(2006.6.28) | (74) 代理人 100071124 |
| (31) 優先権主張番号 | 09/110,040 | 弁理士 今井 庄亮 |
| (32) 優先日 | 平成10年7月2日(1998.7.2) | (74) 代理人 100076691 |
| (33) 優先権主張国 | 米国(US) | 弁理士 増井 忠式 |
| | | (74) 代理人 100075270 |
| | | 弁理士 小林 泰 |
| | | (74) 代理人 100096013 |
| | | 弁理士 富田 博行 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】直線光源幾何学を達成するための構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

照明装置のためのハウジングであって、

(a) 直線光源を囲むために充分な直径及び長さを有する中空の直線的な反射性の囲い、及び(b)該囲いと一体の弓形保持部材を備え、

前記囲いがその軸線に平行な長さに沿って伸長する直線的アパー チャを有し、該直線的アパー チャが前記直線的な囲いの最大内側幅より小さい最大幅を有し、

前記弓形保持部材が前記アパー チャに沿って伸長し前記アパー チャに沿って並列に固体の円筒型光学要素を保持することを特徴とするハウジング。

【請求項 2】

反射性の囲いの反射性材料が90%に等しいか又はそれよりも大きな反射率Rを有する請求項1のハウジング。

【請求項 3】

反射性の囲いの反射性材料が95%に等しいか又はそれよりも大きな反射率Rを有する請求項1のハウジング。

【請求項 4】

アパー チャに隣接して光学素子を受け入れるための複数の部材を有する請求項1のハウジング。

【請求項 5】

光学素子がレンズである請求項1のハウジング。

【請求項 6】

レンズが円筒状のロッドレンズである請求項 5 のハウジング。

【請求項 7】

照明装置のためのハウジングであって、

(a) 直線光源を囲むために充分な直径及び長さを有する中空の直線的な反射性の囲い、及び (b) 該囲いと一体の弓形保持部材を備え、

前記囲いがその軸線に平行な長さに沿って伸長する直線的アパーチャを有し、該直線的アパーチャが前記直線的な囲いの最大内側幅より小さい最大幅を有し、

前記弓形保持部材が前記アパーチャに沿って伸長し前記アパーチャに沿って並列に固体の円筒型光学要素を保持し、

前記光学要素を受け入れるとき前記弓形保持部材が前記光学要素に 2 以上の点で接触し、前記光学要素が前記アパーチャに平行な光入力端、及び該光入力端から離間した光出力端を有し、該光出力端の幅が前記光入力端の幅よりも大きいことを特徴とするハウジング。

【請求項 8】

反射性囲いの反射性材料が 90 % に等しいか又はそれよりも大きな反射率 R を有する請求項 7 のハウジング。

【請求項 9】

反射性囲いの反射性材料が 95 % に等しいか又はそれよりも大きな反射率 R を有する請求項 7 のハウジング。

【請求項 10】

光学素子がレンズである請求項 7 のハウジング。

【発明の詳細な説明】

【0001】

発明の背景

発明の分野

本発明は、特に、単一で製造可能な部品としての直線光源 (linear light source) に関し、より一般的には、出力放射照度 (irradiance) 及び放射輝度 (radiance) を向上させた高効率の直線照明源及び直線照明装置に関する。放射照度は、単位面積当たりの光束として定義され、例えば、平方センチメートル当りのワット (W / cm^2) の単位として表現できる。放射輝度は、光の明るさである。放射輝度は、例えば、ステラジアンについての平方センチメートル当りのワット ($W / cm^2 \cdot$ ステラジアン) の単位として表現でき、ここに、ステラジアンは立体角度の単位である。

【0002】

多くの応用にとっては、狭い出力開口及び高い出力効率を有する照明源がほしい。このような源は、普通、ランプ構造体内に形成された内部スリットアパーチュア (slit aperture; 裂開口) を備えたアパーチュアランプを使用して構成される。しかし、アパーチュアランプは、ランプ内部での光吸収が多いため及び蛍光コーティングの表面積が小さいため、一般に普通のランプよりも低い発光放出を有する。内部スリットアパーチュアを備えたランプよりも一層有効な改善された狭い照明源を有するのが極めて望ましい。

【0003】

例えば、光学スキャナーや写真複写機の如き応用に対しては、走査又は写真複写されている領域の狭い帯を照射するためには、高出力放射照度を有する直線照明装置が望ましい。このような装置のための照明組立体は、普通、裸の直線光源、アパーチュアランプ又は鏡面反射体で部分的に囲まれたランプからなる。鏡面反射体は平滑な表面を備えた鏡様の反射体であり、光入射角が反射角に等しくなるような特性を有し、ここで、入射角及び反射角は表面に垂直な方向に関して測定される。高い出力放射照度を有する改善された直線照明装置は有利である。

【0004】

平坦なパネルディスプレイの如きある他の応用に対しては、極めて薄い厚さを有する照明

10

20

30

40

50

装置が特に望ましい。このような装置は、普通、1又はそれ以上の照明源と、照明源からの光を収集し、分配する導波路即ち光パイプと、導波路から光を引き出す付加的な散乱、反射又はコリメート素子とを有するように形状づけられる。導波路の縁部を介して照明源を結合することにより、かなりの深さ節約を達成できる。装置から引き出される光の量は導波路内で生じる反射又は散乱現象の数に比例し、この数は導波路の厚さに反比例する。最大の光出力を得るためには、薄い導波路が好ましい。

【0005】

しかし、これは、小さな表面積を有する導波路縁部を生じさせ、導波路の縁部に直接隣接することのある照明源の寸法を制限してしまう。他方、導波路の縁部の表面積が増大した場合は、導波路の引き出し効率が減少する。照明源の最大出力を更に提供する薄い導波路を利用するものが極めて望ましい。それ故、狭い開口からの高い出力の放射照度及び放射輝度を有する高効率の直線照明源が要求される。

10

従来技術の説明

発された光を狭い角度範囲内へ集中させ、導くために、内部スリットアーチュアを有する管状の蛍光ランプを使用できることは周知である。内部スリットを備えた2つの型式のアーチュアランプが一般に使用される。第1の型式は図1にアーチュアランプ10として断面図で示される。ランプは対峙角度18の1つの狭い区域16を除いて全内表面上に蛍光コーティング14を有する中空のガラスチューブ12で構成される。チューブの中央は、チューブの端部で電極(図示せず)により供給される電流によって付勢されたときに紫外光を発生するガスの混合物で満たされる。

20

【0006】

次いで、紫外光は蛍光コーティング14に当たり、可視光に変換される。典型的な蛍光コーティングはまた拡散反射体である。拡散反射体は入射光を角度範囲にわたって散乱させる反射体であることに注意されたい。拡散反射体は典型的には、反射性コーティングが比較的厚い(例えば、約0.15mm又はそれ以上)場合にのみ、高反射率を有する。アーチュアランプの内側上の反射性蛍光コーティングは、やむをえず、0.15mmよりも遙かに薄く、不足反射率(60-80%程度)を生じさせてしまう。蛍光体により反射されなかつた光の大半はコーティングを介して伝達される。蛍光コーティング内にアーチュア(この場合はギャップ16)を配置することにより、光は優先的にアーチュアから出現することができる。

30

【0007】

しかし、蛍光コーティングを通るある程度の光の損失のため、この型式のアーチュアランプの効率は大幅に減少する。

内部アーチュアを有し、当業者にとって既知の第2の型式のランプはアーチュアランプ50として図2に示される。このランプはガラスチューブ52を有する。ガラスチューブの内側には、蛍光コーティング54及び付加的な反射性コーティング56が位置する。蛍光コーティング54及び反射性コーティング56を通り、対峙角59を有し、光が1方向へ優先的に逃げるのを許容するアーチュア開口58が存在する。

【0008】

図1、図2に示す内部アーチュアランプ10、50に関連する6つの大きな問題が存在する。第1に、蛍光及び反射性コーティングは極めて薄くしなければならず、コーティング材料の選択はランプの作動と抵触しないように極めて制限される。内部コーティングに対しては有機材料は不可能である。その理由は、有機材料から出るいかなるガス又は紫外光の効果による有機材料の分解が、ランプの効率を低下させてしまうからである。第2に、コーティング材料の制限のため、コーティングの反射率は所望のようには高くならない。第3に、ランプの内側に発生する紫外光のうちのかなりの量が、蛍光コーティングの無い領域でのガラスチューブによる吸収のために消費されてしまう。

40

【0009】

第4に、紫外光で誘起される変色及びアーチュアの領域内でのガラスの光伝達損失を減少させるようにこれらの型式のアーチュアランプを作るためには一層高価なガラスを使

50

用しなければならない。第5に、蛍光コーティングにより覆われる内部ランプ表面の面積がアーチュアを含む領域により減少されるため、光エネルギーへの電力の変換効率が対応的に減少する。第6に、内部アーチュアランプは普通のランプよりも製造が一層困難であり、それ故、一層高価になる。このような欠点は、内部アーチュアを有しない標準のランプに比べて、アーチュアランプの効率を減少させ、コストを増大させる。

【0010】

従って、ここで、本発明により、改善された源効率、出力放射照度及び放射輝度を達成するに1又はそれ以上の直線開口を組み込んだ外部高反射性囲いを利用する改善された直線照明源が提供される。このような改善された照明源は一層複雑な照明装置を生じさせるために付加的な光学素子と組み合わせることができる。本発明の付加的な目的は以下の説明から明らかとなろう。

10

【0011】

発明の概要

本発明の1つの実施の形態は改善された直線照明源である。この直線照明源は(a)直線源の長手軸線に垂直な方向において幅 w_1 を有する直線光源と、(b)上述の直線光源を部分的に取り囲む外部反射性囲いとを有し、外部反射性囲いは最大内側幅 w_2 を有し、外部反射性囲いは、(0.03)(w_2) w_3 (0.75)(w_2)となるような最大幅 w_3 の少なくとも1つの直線開口を有する。直線光源は幅寸法 w_1 の少なくとも3倍の長さ寸法を有する光源として定義される。直線光源は単一の素子で構成することができ、または、多数の素子を含む直線列(アレイ)とすることができます。直線光源が多数の素子を含む列である場合は、列の長さは個々の素子の幅の少なくとも3倍である。直線開口は幅寸法の少なくとも3倍の長さ寸法を有する開口として定義される。

20

【0012】

本発明の別の実施の形態が開示され、これは、高光学効率及び高出力放射照度及び(又は)放射輝度を有する装置を達成するために上述の直線照明源及び1又はそれ以上の付加的な光学素子を利用する直線照明装置に関する。このような直線照明装置は(a)直線源の長手軸線に垂直な方向において幅 w_1 を有する直線光源と、(b)上述の直線光源を部分的に取り囲む外部反射性囲いであって、外部反射性囲いは最大内側幅 w_2 を有し、外部反射性囲いは、(0.03)(w_2) w_3 (0.75)(w_2)となるような最大幅 w_3 の少なくとも1つの直線開口を有するような外部反射性囲いと、(c)少なくとも1つの直線開口に近接した少なくとも1つの光学素子とを有する。

30

【0013】

光学素子は、例えば、円筒状のロッドレンズ、レンチキュラーレンズ、非球面レンチキュラーレンズ、レンチキュラーブリズム、レンチキュラーレンズの列、レンチキュラーブリズムの列、ミラー、反射集中器又は導波路を含むことができる。レンチキュラーはレンズ又はブリズムの(1方向のみにおける)横断面を有する直線光学素子を意味する。

【0014】

更なる実施の形態は装置の作動のための光学的及び機械的な特性を提供するユニークなハウジングを含み、普通の製造方法を使用して容易に作ることができる。形状は光源として作用する直線蛍光ランプを取り巻くのに十分な直径及び長さを有する中空の囲いからなる。囲いの壁は、光を内部から逃すことのできるアーチュアを含む。囲いは更に、組立体の光学素子(典型的には透明な円筒状ロッドレンズ)を受け取って保持するように、少なくとも1つの部材を含む。

40

【0015】

特定の実施の形態の以下の詳細な説明及びこのような実施の形態を示し、例示する添付図面を参照することにより、本発明の実施の形態を一層良好に理解できよう。本発明の以下の詳細な説明及び添付図面を参照したときに、本発明を一層十分に理解でき、更なる利点が明らかとなろう。

発明の説明

図面により例示する次の好ましい実施の形態は本発明を例示するためのものであり、本明

50

細書の特許請求の範囲に記載された本発明の要旨を限定するものではない。改善された外部反射性囲い、直線開口、及び、オプションとしての、付加的な光学素子を使用する照明源及び照明装置がここに開示される。

【0016】

本発明の1つの実施の形態は図3に横断面で示す直線照明源100である。直線照明源100は外部囲い104により部分的に囲まれた直線光源102を有する。直線光源102は外部囲い104内で内でセンタリングできるか、または、囲いの一側に配置できる。外部囲いの壁内の1又はそれ以上の直線開口108は、光が囲いから逃げるのを許容する。外部囲い104の内表面に近接して、反射性の層106が位置する。この図においては、直線光源の幅は100、外部囲いの最大内側幅は112、直線開口の最大幅は114である。オプションとして、外部囲い104が透明な材料から構成される場合は、外部囲いは直線光源102を完全に取り囲むことができる。しかし、光が直線照明源から逃げられるようにするためには、開口108を反射性の層106内に維持させなければならない。

【0017】

直線光源102は光を発する任意の源とすることができます。例示的な直線光源は次の型式の光源の1つ又はそれ以上を含むことができるが、これに限定されない。すなわち、蛍光ランプ、発光ダイオード(LEDs)、レーザーダイオード、有機発光ダイオード、電光ストリップ又は高強度放電ランプ。例示的な例としては、列として配列された多数の発光ダイオードが直線光源である。

【0018】

直線光源の单一又は複数の素子は一色、多色又は(多色の合成による)白色の光を発することができる。図3に示す直線光源102はすべての方向に光を発することができる。蛍光ランプはすべての方向に光を発する直線光源102の一例である。直線照明装置の効率を最大にするためには、直線光源102が非吸収性表面116を有するのが好ましい。このような非吸収性表面116は反射性、透過性又はその両方とすることができます。

【0019】

直線光源102の表面106と反射性の層106との間にギャップ118が存在する。直線光源102が蛍光ランプ又はランプ温度に敏感なランプの光出力の大きさを有する他の型式のランプである場合は、直線光源102と反射性の層106との間にギャップを設けることは重要である。ギャップ118は、直線光源102がその最適の作動温度に迅速に暖まることを許容する絶縁層として作用できる。好ましくは、ギャップは直線光源の幅110の約10%よりも大きい。

【0020】

図3に示す外部囲い104は円形、橢円形、卵形、先端形状(cusp-shaped)又は切り子面形状(faceted)を含む任意の横断面形状を有することができるが、これに限定されない。直線開口108は好ましくは外部囲い104の最大内側幅112よりも小さな最大幅114を有する。一層好ましくは、直線開口108の最大幅114は外部囲いの最大内側幅112の約3%から約75%までの範囲にある。最も好ましくは、直線開口108の最大幅114は外部囲いの最大内側幅112の約5%から約50%までの範囲にある。

【0021】

更に、直線光源102が管状の蛍光ランプである場合は、好ましくは、直線開口108の最大幅114は直線光源の幅110の約10%から約100%までの範囲にある。一層好ましくは、直線開口108の最大幅114は直線光源の幅110の約20%から約90%までの範囲にある。直線開口108の幅は直線光源の長さに沿って均一とすることができます、または、直線開口108の幅は光源に沿って出力光分布を変化させるように直線光源の長さに沿って変化させることができます。

【0022】

本発明のこの後者の特徴は均一な照明を必要とする応用にとって重要な利点であり、もって、ランプの光出力に固有の不均一性は均一な放射照度を得るように修正できる。アバーチュアの幅は、照明源からの比較的一定で均一の出力を提供するために、ランプの長さに

10

20

30

40

50

沿った（ランプの出力が低い）任意の地点で広げることができる。反射性の層 106 は光を反射する任意の材料から構成することができる。反射性の層は拡散反射体、鏡面反射体又は、鏡面反射体と拡散反射体との組み合わせとすることができます。

【0023】

拡散反射体は極めて高い反射率（例えば、95%以上又は98%以上）を有するように作ることができる。しかし、高反射率を有する拡散反射体は実質上かなり厚い。例えば、98%以上の反射率を有する拡散反射体は典型的には数ミリメートルの厚さを有する。

【0024】

拡散反射体の例は、ラブスフェア社(Labsphere, Inc.)からの Spectralon (登録商標名)の如きフッ化ポリマー、及び(商品名「Furon」(登録商標名)として売られている)フルオルグラス社(Fluorglas)から及び(商品名「DRP」(登録商標名)として売られている)ダブリュー・エル・ゴア・アンド・アソシエーツ社(W.L. Gore and Associates, Inc.)から及び(商品名「Teflon」(登録商標名)として売られている)イー・アイ・デュポン・ド・ネモース・アンド・カンパニー(E.I. du Pont de Nemours & Company)からのポリテロタフルオルエチレン(RTFE)フィルム、硫化バリウムのフィルム、パール・ゲルマン・サイエンシズ社(Pall Gelman Sciences)により作られたポリエーテルスルフォン及びポリプロピレンフィルタ材料の如き小さな空気チャンネルを含む多孔性ポリマーフィルム、及び、例えば二酸化チタンの如き反射性フィラー材料を利用するポリマー複合物を含むが、これに限定されない。

【0025】

後者の材料の例は RTP 社により製造された二酸化チタン充填 ABS (アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン・ターポリマー) である。構造材料が二酸化チタン充填 ABS の如き反射性材料として使用される場合は、構造支持体 104 は図 4、5 に示すように反射性の層 106 と組み合わせることができる。

【0026】

大半の球面反射性材料は約 80% から約 93% までの範囲の反射率を有する。球面反射体により反射されなかった光は吸収されて熱に変換され、このような反射体を利用するいかなる光学装置の効率をも低下させる。球面反射性材料の例は、3M 社の製品である Silvrex (登録商標名)、及び、銀、アルミニウム又は金の如き薄い金属層で被覆された他のキャリヤプラスチックフィルムを含むが、これに限定されない。金属コーティングの厚さは、使用される材料及び金属コーティングを製造する方法に応じて、約 0.05 μm から約 0.1 μm までの範囲とすることができます。

【0027】

球面反射性材料と拡散反射性材料との組み合わせの例は、球面反射体により裏打ちされた拡散反射体の 1 又はそれ以上の層である。球面反射性材料と拡散反射性材料とのこのような組み合わせは米国特許出願第 08/679,047 号明細書に開示されている。球面反射性材料と拡散反射性材料との組み合わせを使用すると、拡散反射性材料のみを使用した場合よりも、一層薄い層内で一層高い反射率を得ることができる。

【0028】

照明源 100 の効率は直線開口 108 を通って逃げる直線光源 102 から発される光の百分率として定義することができる。この効率は直線開口 108 の幅 114、反射性層 106 の内表面の円周、反射性層 106 の反射率及び直線光源 102 の反射率に多いに左右される。例えば、直線開口 108 の幅 114 が反射性層 106 の内表面の円周の 1/10 である場合は、直線光源 102 から発された光のたった 10% のみが、反射性層 106 により反射されることなく、直線開口 108 を通って逃げる。90% の残りの光は、直線開口 108 から逃げる前に又は反射性表面により吸収されて熱に変換される前に、反射性層 106 により又は直線光源 102 により 1 回又はそれ以上の回数だけ反射される。光の一部は、逃げる前に、10 回又はそれ以上の回数だけ反射されることができる。

【0029】

光を反射できる回数を多くすることは、許される実践的な空間及びコストを考えると、反

10

20

30

40

50

射性層 106 の反射率が 100 % に近づくのに極めて重要である。例えば、光学表面の反射率が反射当り 90 % で、光がその表面から 10 回反射される場合は、全体の効率は (0.90) 10 即ち 35 % となる。残りの 65 % は損失となる。しかし、反射体の反射率が反射当り 95 % に増大し、光がその表面から 10 回反射される場合は、全体の効率は (0.95) 10 即ち 60 % となり、35 % も大幅に改善される。大幅な改善は、反射率が 95 % 以上の場合にも達成できる。従って、本発明にとっては、層 106 のために使用される材料の反射率は、好ましくは 90 % よりも大きく、一層好ましくは 95 % よりも大きく、最も好ましくは 97 % よりも大きい。

【 0030 】

本発明の別の実施の形態を直線照明源 150 として図 4 (横断面図) 及び図 5 (斜視図) 10 に示す。この実施の形態においては、幅 160 を有する直線光源 152 は最大内側幅 162 を有する外部反射性囲い 154 により部分的に取り囲まれる。外部反射性囲い 154 の壁内の 1 又はそれ以上の直線開口 158 は、光が囲いから逃げるのを許容する。直線開口 158 の最大幅は寸法 164 である。図 4、5 に示す外部反射性囲い 154 は、円形、橢円形、卵形、先端形状又は切り子面形状を含む任意の横断面形状を有することができるが、これに限定されない。

【 0031 】

直線開口 158 は好ましくは外部囲い 154 の最大内側幅 162 よりも小さな最大幅 164 を有する。一層好ましくは、直線開口 158 の最大幅 164 は外部囲いの最大内側幅 162 の約 3 % から約 75 % までの範囲にある。最も好ましくは、直線開口 158 の最大幅 164 は外部囲いの最大内側幅 162 の約 5 % から約 50 % までの範囲にある。更に、直線光源 152 が管状の蛍光ランプである場合は、好ましくは、直線開口 158 の最大幅 164 は直線光源の幅 160 の約 10 % から約 100 % までの範囲にある。

【 0032 】

一層好ましくは、直線開口 158 の最大幅 164 は直線光源の幅 160 の約 20 % から約 90 % までの範囲にある。直線開口 158 の幅は直線光源の長さに沿って均一とすることができ、または、直線開口 158 の幅は光源の非均一性を補償するように光源に沿った出力光分布を変更するために直線光源の長さに沿って変化させることができる。

【 0033 】

図 4、図 5 に示す実施の形態は、外部囲い 154 の構成材料がまた反射性材料である点を除いて、図 3 と同様である。この実施の形態は、外部反射性囲いのための構造材料が拡散反射体の場合に、特に有用である。拡散反射体の例は上述した通りである。好ましくは、反射性材料は反射性囲いのために必要な形状に切断、形成、押し出し又はモールド成形でき、もちろん、照明装置のための構造部材として作用するのに十分な引張り係数、曲げ係数、熱偏向温度及び衝撃抵抗を有する。

【 0034 】

特定の実施の形態 150、200、300、350、400、450、500 に使用する好ましい反射性材料は、主要ポリマーのものよりも実質上大きな屈折率を有する微粒子で充填されたエンジニアリング熱可塑材であり、その生の形態において光通過性即ち白色である。例えば、二酸化チタン (ルチル及びアナタース)、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、硫化亜鉛、硫化バリウム、酸化アンチモン、酸化マグネシウム、炭酸カルシウム、チタン酸ストロンチウム等である。

【 0035 】

好ましい材料はまた、例えば、主要なポリマーよりも実質上小さな屈折率を有する粒子や発泡により生じる空隙即ちガス充填気泡を含むエンジニアリング熱可塑材を含む。主要な粒子寸法はポリマーマトリックス内に分散されるように一層微細にことができるが、フィラー粒子即ち空隙は好ましくは約 0.1 ミクロンから約 3.0 ミクロンまでの寸法範囲にあり、最も好ましくは、約 0.1 ミクロンから約 1 ミクロンまでの寸法範囲にある。

【 0036 】

フィラー粒子の最適な寸法は関係 $d = 2 \text{ } \mu / (n)$ から予測することができ、ここ

10

20

30

40

50

に、 d は粒子の直径、 λ_0 は問題の真空波長、 n はマトリックスポリマーの屈折率、 Δn はフィラーとマトリックスとの屈折率の差である。本発明において有用な熱可塑材は好ましくは黄色ではなく、射出成形又は押出しにとって有用であると当業界で既知の（例えば、ABS、ポリ・メチル・メタクリレート、ポリ・エチレン・テレフタレート（PET）、ポリ・ブチレン・テレフタレート（PBT）、ポリプロピレン、ナイロン6、ナイロン66、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリ・フェニレン・オキサイド、及びその混合物や合金の如き）種々のプラスチックを含む。

【0037】

本発明の別の実施の形態は直線照明源200として図6（横断面図）及び図7（斜視図）に示される。この実施の形態においては、幅210を有する直線光源202は最大内側幅212を有する外部反射性囲い204の側部に埋設される。外部反射性囲い204の壁内の1又はそれ以上の直線開口208は、光が囲いから逃げるのを許容する。各直線開口208の最大幅は寸法214である。図6、7において、直線開口208は直線光源202とは反対側の外部反射性囲い204の側にある状態で示されている。しかし、これは必須ではなく、直線光源202及び直線開口208は互いに隣接することができる。

【0038】

高反射率を達成するために、外部反射性囲い206は拡散反射性材料から構成することができ、または、付加的な反射性の層を外部反射性囲い204の内表面206上に配置することができる。図6、7に示す直線光源202は、好ましくは、半球体（2の立体角）内又は2よりも小さな立体角内へ光を発し、好ましくは、（4の立体角である）すべての方向へ光を発するものではない。直線光源202の例は発光ダイオード、レーザーダイオード、有機発光ダイオード及び電光ストリップを含むが、これに限定されない。

【0039】

本発明のこの実施の形態においては、外部反射性囲い204はまた、直線光源202からの光出力を均質化できる。直線光源202が極めて小さな発光表面を有することのできる発光ダイオードの列、レーザーダイオード又は有機発光ダイオードの場合、この均質化は特に重要である。直線光源202が異なる色を発する素子（例えば、赤色、緑色及び青色発光ダイオード）を含む場合は、外部反射性囲い204は白色光出力を形成するように色を混合することができる。

【0040】

本発明の別の実施の形態は図8に横断面図として示す直線照明源250により示される。直線光源が、例えば、蛍光層254で内側を被覆された透明なガラス覆いとして図8に示される管状の蛍光ランプである場合に、この形状は特に有用である。直線光源は、開口幅262を有する開口264を除いて、外部囲い256により取り巻かれる。外部囲い256は反射性材料、非反射性材料又は透明材料から構成することができる。外部囲いが非反射性材料又は透明材料から構成される場合は、付加的な反射性層258を外部囲い256の内表面に設ける必要がある。外部囲い256及び（又は）反射性層258を含む反射性の構造体（単数又は複数）は拡散反射性材料、鏡面反射性材料、又は、拡散反射性材料と鏡面反射性材料との組み合わせにより構成することができる。拡散及び鏡面反射性材料の例は上述の通りである。

【0041】

図8は図3と同様であるが、異なる点は、図8において、直線光源と反射性層258との間に殆ど又は全くギャップがないことである。好ましい実施の形態においては、ギャップはランプの幅260の10%よりも小さい。直線光源が蛍光ランプである場合は、ギャップを無くせば、開口264から逃げる前に外部反射性囲い内で光が反射しなければならない回数を減少させることにより、直線照明源の高出力効率を得ることができる。（蛍光ランプ内の蛍光コーティングが典型的には伝達されている光の残りの大半に対してほぼ60-80%の反射率を有し、そのため、光が蛍光コーティングを通過することによりランプの一側から他側へ進行できることに注意されたい。）しかし、蛍光ランプはその周辺の温度に対して極めて敏感である。

10

20

30

40

50

【0042】

外部囲い256及び(又は)反射性の層258を蛍光ランプに近接又は実際に接触させて配置すると、ランプのウォームアップ時間が長くなつて、ランプのウォームアップ中に光出力を減少させることがあるか、または、蛍光ランプの定常作動温度を低下させて、光出力を再度減少させることがある。オプションとして、外部囲い256が透明材料で構成され、かつ、反射性の層258が利用される場合は、外部囲い256は蛍光ランプのガラス覆い252を完全に取り囲むことができる。しかし、光が直線照明源から逃げるようにするためには、開口264を反射性の層258内に残しておかなければならぬ。このオプションとしての形状の例は、開口264を有する可撓性の拡散反射性の層258を使用すること及び外部囲い256として透明な収縮チューブを使用することである。部品を正しい形状に組立てた後、収縮チューブを加熱してこれを反射体及び蛍光ランプのまわりで緊密に収縮させることができる。

10

【0043】

本発明の他の実施の形態は一層複雑な直線照明装置を作るために図3-8に示す型式の直線照明源の使用を含む。直線照明装置は、例えば、導波路、円筒状ロッドレンズ、レンチキュラーレンズ、球面レンチキュラーレンズ、レンチキュラーレンズの列、プリズム、レンチキュラープリズムの列、反射体、集中器及びコリメータの如き付加的な光学素子を含むことができる。光学素子は直線照明源から発された光を形成し、合焦し、コリメートし、投影するために使用できる。このような照明装置の例は図9-14に示すが、本発明の要旨を限定する意図のものではない。

20

【0044】

例えば、付加的な直線照明装置を作るために、図3-8に示す直線照明源のうちの任意のものを光学素子のうちの任意のものと一緒に使用できることに注意されたい。同様に、付加的な光学素子は、図9の光ガイドと一緒に図10のレンズのように、組み合わせて使用することもでき、または、レンズ及びCPCと一緒に一体化することができ、または、直列多段のCPCを使用することができる。

20

【0045】

図9は本発明の別の実施の形態を示す。直線照明装置300は直線照明源320と、光学導波路316とからなる。例として、直線照明源320は図4に先に示した型式のものとして示され、更に、直線光源302と、外部反射性囲い304とからなる。外部反射性囲い304内の直線開口308は、光が直線照明源320から光学導波路316へ通過するのを許容する。光学導波路は直線照明源320から遠く離れた場所へ内面全反射(TIR)により光を搬送するために使用できる。当業者なら理解できるように、付加的な照明装置を形成するために、他の光学素子を光学導波路316と共に使用できる。このような直線照明装置の応用は、平坦なパネルディスプレイのためのエッジ照射(edge-lit)照明装置及びコリメート照明装置を含む。

30

【0046】

図10(横断面図)及び図11(斜視図)には、本発明の別の実施の形態を示す。直線照明装置350は直線照明源370と、レンズ366とからなる。例として、直線照明源370は図4に先に示した型式のものとして示される。外部反射性囲い354内の直線開口358は、光が直線照明源370からレンズ366へ通過するのを許容する。直線照明装置の高出力放射照度及び放射輝度を達成するため、好ましくは、直線開口358は外部反射性囲い354の最大内側幅362よりも小さな最大幅364を有する。一層好ましくは、直線開口358の最大幅364は外部反射性囲いの最大内側幅362の約3%から約75%までの範囲にある。

40

【0047】

最も好ましくは、直線開口358の最大幅364は外部反射性囲いの最大内側幅362の約5%から約50%までの範囲にある。更に、直線光源352が管状の蛍光ランプである場合は、好ましくは、直線開口358の最大幅364は直線光源352の幅360の約5%から約100%までの範囲にある。一層好ましくは、直線開口358の最大幅364は

50

直線光源の幅 360 の約 20 % から約 90 % までの範囲にある。

【0048】

レンズ 366 の例は、レンチキュラーレンズ、球面レンチキュラーレンズ、円筒状ロッドレンズ、平凸レンチキュラーレンズ、両凸レンチキュラーレンズ、レンチキュラーフレネルレンズ及び任意の型式の多エレメントレンズを含むが、これに限定されない。特に有用な直線照明装置では、レンズ 366 は図 10、11 に示すような円筒状ロッドレンズである。レンズ 366 は任意の透明材料から構成することができる。直線照明装置は、例えば、光学スキャナー、ファクシミリ機械及び写真複写機を含む多くの応用に使用できる。

【0049】

図 12 は本発明の別の実施の形態を示す。直線照明装置 400 は直線照明源 430 と、透明な光学素子 416 とからなる。例として、直線照明源 430 は図 4 に先に示した型式のものとして示され、直線光源 402 と、外部反射性囲い 404 とからなる。外部反射性囲い 404 は、光が直線照明源 430 から透明な光学素子 416 へ通過するのを許容するような最大幅 414 を有する直線開口 408 を備える。透明な光学素子 416 は開口 408 に隣接した入力表面 418 と、側壁 420、422 により境界を決められた長さ 432 の先細り区分と、出力表面 424 とを有する。

【0050】

オプションとして、透明な光学素子 416 はまた、平行な側壁 434、436 を備えた直線区分を含み、直線区分は（側壁 420、422 により境界を決められた）先細り区分と出力表面 424 との間に位置する。好ましくは、入力表面 418 は平面であるが、平面性は必ずしも必要ではない。光学素子 416 の出力幅 428 は好ましくは先細り区分の入力幅 426 よりも大きい。一層好ましくは、光学素子 416 の出力幅 428 は入力幅 426 の少なくとも 2 倍である。先細り区分の側壁 420、422 は平面、湾曲又は先端形状とすることができる。

【0051】

透明な光学素子 416 の出力表面 424 も、平面、湾曲又は先端形状とすることができる。好ましくは、出力表面 424 は湾曲レンチキュラーレンズであり、このレンズは単一の曲率半径を有することができ、放物線形状とすることができる、又は、単一の曲率半径を有しないある一般形状を有することができる。一層好ましくは、出力表面 424 は単一の曲率半径 R を有し、この曲率半径 R は出力幅 428 の 1/2 から出力幅 428 の 1/2 の約 1.5 倍までの範囲とすることができます。換言すれば、曲率半径 R の範囲は次の通りである。

【0052】

(幅 428) / 2 R (1.5) (幅 428) / 2

光は入力表面 418 を通って透明な光学素子 416 へ入る。光の一部は側壁 420、422 の内表面から及びオプションとしての側壁 434、436 の内表面から反射を受ける。側壁 420、422、434、436 がコーティングされていない場合は、反射は TIR により生じることができ、または、側壁が反射性コーティングで覆われている場合は、反射は普通反射により生じることができ。側壁 420、422 が拡張する先細りを形成するので、光は光学素子 416 の先細り区分により部分的にコリメートされる。次いで、光は、出力光ビームを更に形成できる出力表面 424 を通って出る。出力表面 424 は一層コリメートされた又は一層合焦された光出力ビームを生じさせる。

【0053】

図 13 は本発明の別の実施の形態を示す。直線照明装置 450 は照明源 476 と、先細り光学構造体 466 とからなる。例として、直線照明源 476 は図 4 に先に示した型式のものとして示される。照明源 476 は更に、直線光源 452 と、外部反射性囲い 454 とからなる。外部反射性囲い 454 内の直線開口 458 は、光が照明源 452 から側壁 470、472 を有する先細り光学構造体 466 へ通過するのを許容する。先細り光学構造体 466 が中実（中空でない）構造の場合は、好ましくは、先細り光学構造体 466 の光入力端部 468 は平坦な表面であるが、平面性は必ずしも必要ではない。

10

20

30

40

50

【0054】

先細り光学構造体466の出力幅480は入力幅478よりも大きい。好ましくは、先細り光学構造体466の出力幅480は入力幅478の少なくとも2倍である。特に有用な直線照明装置では、先細り光学導波路の側壁470、472は放物線形状又は複合放物線集中器(CPC)の形状を有する。先細り光学構造体466はコーティングされていない又は反射性材料でコーティングされた表面470、472を有する中実の透明材料から構成することができるか、または、先細り光学構造体466は反射性材料でコーティングされた表面470、472及び開いた端部468、474を備えた中空構造体とすることができます。

【0055】

10

光は入力端部468で先細り光学構造体466へ入り、表面470、472から反射され、出力端部474から出る。光学構造体466の先細り側部の結果、先細り部の出力端部474での光は入力端部468での光よりも一層コリメートされる。光学構造体466が透明な誘電材料から形成される場合は、図示のような平坦ではなく凸状に出力端部474を形成することができる。このような場合、コリメートの与えられた度合いは一層短い素子により達成でき、その長さは入力端部468から出力端部474までの垂直距離として定義される。

【0056】

本発明の別の実施の形態が直線照明装置500として図14に示される。直線照明装置500は直線照明源520と、レンチキャラー光学素子518の列516とからなる。例として、直線照明源520は図4に示した型式のものとして示される。直線照明源520は更に、開口508を備えた外部反射性囲い504により部分的に取り囲まれた直線光源502を有する。レンチキャラー光学素子518は、別個に又は組み合わせて使用されるレンチキャラープリズム及びレンチキャラーレンズを含むことができる。

20

【0057】

レンチキャラー光学素子518がレンチキャラープリズムである場合は、プリズムの側壁は平面、湾曲又は先端形状とすることができます。レンチキャラー光学素子518がレンチキャラーレンズである場合は、レンズは1つの曲率半径、複数の曲率半径を有することができ、または、球面レンチキュラーレンズとすることができます。レンチキャラー光学素子の列516の目的は開口508から出現する光を更に形成し、コリメートし又は合焦することである。

30

【0058】

本発明の別の実施の形態をハウジング700として図19に示す。ハウジング装置700は例えば蛍光ランプの如き直線光源を取り囲むのに十分な直径及び長さを有する中空の直線囲い705からなる。囲いチューブの壁は光を中から逃がすことのできる直線アーチュア710を有する。アーチュア710は典型的には囲いの長さをその軸線に平行に延びるように制御されたスリットの形をしている。好ましくは、直線アーチュア710の最大幅は直線囲い705の最大内側幅よりも小さい。一層好ましくは、直線アーチュア710の最大幅は直線囲い705の最大内側幅の約3%から約75%までの範囲にある。最も好ましくは、直線アーチュア710の最大幅は直線囲い705の最大内側幅の約5%から約50%までの範囲にある。

40

【0059】

アーチュアの近傍における直線囲いの横断面の輪郭は、組立体の光学素子730に対して複数の接觸線を形成する少なくとも1つの部材720を有するように、形状づけられる。この光学素子730は典型的には、スリットの幅よりも大きく囲いの直径よりも小さな直径を有する透明な円筒状ロッドである。ロッドはスリットから出現するその最初の方向からロッドを通って進む光の方向を変更するように作用する。

【0060】

囲いの少なくとも1つの部材720は囲いからスリット710及びロッド730を通る光の所望の通過と抵触せずに、固定の位置で囲いに対してロッド730を固定的に保持する

50

ように設計された横断面輪郭を有する。

【0061】

好ましくは、「スナップ嵌め」が達成されるようにロッドに関して、材料が選択され、直線囲いの寸法が選択される。従って、輪郭付き部材に押し付けるようなロッド上への物理力の付与が部材を拡張させてロッドを受け入れ、ロッドが保持され囲いに対してその長さに沿って接触するように、囲い及びロッドを組立てることができる。この方法においては、ロッドを囲い上に保持するのに付加的な素子又は接着剤を必要としない。

【0062】

好ましくは、スリットを含む中空の囲いは、普通の押し出し技術を使用して形成された、ロッド素子を保持するための2つの一体の輪郭付き部材を有する。囲いは好ましくは直線で、反射フィルム又はコーティングの如き付加的な反射素子を不要とするように95%又はそれ以上の反射率を有する反射性材料から作られる。

10

【0063】

次の例は本発明のいくつかの実施の形態を示すものであるが、発明の要旨を限定する意図のものではない。

例1

この例は拡散反射性材料の層と鏡面反射性材料の層との組み合わせを使用しての反射体の形成を示す。商業的に入手できるマクベス(Macbeth) #3100分光フォトメーターを使用して反射率の測定を行った。ニューヨークのフロン・フーシック・フォールス社(Fron, Hoosick Falls)により製造された白色の拡散性ポリテトラフルオルエチレン材料(商品番号128-10白)の0.5mm(0.020インチ)厚のシートの反射率を測定し、鏡面反射性裏打ちが無い場合に、95.6%であることが判明した。92%の反射率を有するSilverlux(登録商標名)(3M社製)の鏡面反射性シートを白色拡散材料の裏側上に配置したとき、複合材料の反射率は(2つの反射性シートを別個に測定した場合のいずれよりも大きな数値である)96.8%に増大した。

20

【0064】

反射率のこの大きさの増大は、光が装置の内部で多数回反射されるような照明装置にとつては極めて重要である。例えば、光が照明装置の内部で20回反射される場合、20回の反射の全体効率は、単独使用した拡散反射性材料に対しては(0.956)20即ち40.7%となり、単独使用した鏡面反射性材料に対しては(0.920)20即ち18.9%となり、反射性材料の組み合わせに対しては(0.968)20即ち52.2%となる。この例においては、拡散及び鏡面反射性材料の組み合わせは単独で使用した拡散反射性材料よりも28%だけ一層有効であり、単独使用した鏡面反射性材料よりも176%だけ一層有効である。

30

例2

この例においては、(図2に略示した従来の形状を利用する)内部アーチュアを有する商業的に入手できる蛍光アーチュアランプの効率を本発明において述べたような改善された照明源デザインと比較した。

【0065】

商業的に入手できる内部アーチュアランプはLCDライティング社(LCD Lighting)により作られた3mm直径の冷陰極蛍光ランプであった。このランプは、光がランプの一側から優先的に逃げるのを許容した90°内部アーチュアを有する。90°アーチュアは、アーチュアの幅が反射層の内側幅の約50%である場合に相当することに注意されたい。ランプを一体の球体の内部に配置し、合計光出力を測定した。合計光出力をランプの長さで割ることにより、長さ当たりの出力4.0ルーメン/インチを得た。

40

【0066】

内部アーチュアを有しないが先のアーチュアランプと同じ技術的特性(3mmの直径、並びに、同じ蛍光及びガス充填化合物)を有する第2のランプ(先のアーチュアランプと同じ長さ)を上記LCDライティング社から得た。このランプは、光が逃げるのを許容した90°の直線開口を除いて、拡散及び鏡面反射性材料の組み合わせにより緊密に包

50

まれた。この場合、拡散及び鏡面反射性材料の組み合わせは直線外部開口を形成するランプのガラス覆いの外部に置いた。拡散及び鏡面反射性材料の組み合わせは上記フルオルグラス社から購入したポリテトラフルオルエチレンの拡散反射性材料であるFuron(登録商標名)の0.25mm(0.010インチ)厚のシートで作り、3M社から購入した鏡面反射性材料であるSilverlux(登録商標名)の層により裏打ちした。

【0067】

透明プラスチックの収縮チューブでランプ及び反射性材料を完全に取り囲み、次いで、反射材料がランプの外表面上で緊密に圧縮されるまで収縮チューブを加熱することにより、反射材料を適所に保持した。照明源を一体の球体の内部に配置し、合計光出力を測定した。ルーメン/インチに変換するためにランプの長さで割ることにより、6.8ルーメン/インチの出力が得られ、これは内部アパーチュアランプよりも効率を70%改善した。

10

例3

例2の2つの照明源、上記LCDライティング社からの内部90°アパーチュア及び本発明の改善された直線照明源を各々使用して、ランプから4mm離れた表面4を照射した。(mW/cm²を単位とする)放射照度を両方の源について測定した。4mmの距離において、標準の内部アパーチュアランプからの放射照度は3.4mW/cm²であった。本発明の改善された照明源からの放射照度は5.6mW/cm²であり、65%の改善がなされた。

例4

図4に略示した形状を利用して直線照明源を構成し、これを、図10に略示した形状を利用して構成され、外部レンズを有する直線照明装置と比較した。両方の場合について、光源はハリソン社(Harrison)により作られ、2.6mmの外径及び268mmの長さを有する冷陰極蛍光ランプとした。ほぼ3.7ワットのインバータ入力パワーを使用するインバータにより、ランプを駆動した。較正した一体の球体を使用して裸のランプの光出力を測定し、123ルーメンであることが判明した。調整できる幅を有する直線開口を除いて、外部反射性囲いでランプを取り囲んだ。外部反射性囲いは(上記ラブスフェア社からの)Spectralon(登録商標名)の2つの部片から構成した。Spectralon(登録商標名)は材料の厚さに依存する反射率を有する拡散反射性物質である。555nmの光に対して、3mm厚のSpectralon(登録商標名)の区分は97.2%の反射率を有する。

20

【0068】

反射材料の2つの部片を機械加工して、囲いの形状が卵形となるようにした。卵形の囲いの最大内側幅は約7.0mmであり、卵形の囲いの最小内側幅は約4.6mmであった。1.15mmの均一な幅を有するように、囲いの一側における直線開口を調整した。直線開口の幅を1.15mmにしたとき、開口の幅は囲いの最大内側幅のほんの約16%であり、ランプの幅の約44%であることに注意されたい。直線照明装置の場合、直径約3.18mmのロッドレンズ又は平凸シリンダレンズを囲いの外部で、外部反射性囲いの卵形空洞からほぼ3.5mmの位置に置いた。すべての3つの場合(レンズ無し、ロッドレンズ及び平凸シリンダレンズ)について、直径1mmの検出器を使用して、ロッドレンズから7mm離れた位置で、直線照明装置の放射照度(mW/cm²)を測定した。

30

【0069】

7mmの距離内に、平坦ベッド式の書類スキャナー内で典型的に遭遇する光学構成を模倣した3mm厚のガラス板を置いた。直線照明装置の長手軸線に垂直な放射照度の分布の形状を作成するために、ほぼ30mmの範囲にわたって側から側まで検出器を移動させた。その結果を図15に示す。レンズを持たない直線照明源については、結果のピーク放射照度は約7.3mW/cm²であった。照明源の直線開口に平凸シリンダレンズを置いた場合、ピーク放射照度は約14mW/cm²に増大した。シリンダレンズをロッドレンズに交換した場合、ピーク放射照度は約15mW/cm²になった。レンズを使用した場合、ロッドレンズであると平凸シリンダレンズであると拘わらず、ピーク放射照度が大幅に改善された。

40

50

例 5

図10に略述した形状を使用して直線照明装置を構成し、これに、光源、外部反射性囲い及び外部レンズを含ませた。光源は上記ハリソン社により作られ、2.6mmの外径及び268mmの長さを有する冷陰極蛍光ランプとした。ほぼ3.7ワットのインバータ入力パワーを使用するインバータにより、ランプを駆動した。較正した一体の球体を使用して裸のランプの光出力を測定し、123ルーメンであることが判明した。調整できる直線スリットを除いて、外部反射性囲いでランプを取り囲んだ。外部反射性囲いは（上記ラブスフェア社からの）Spectra1on（登録商標名）の2つの部片から構成した。

【0070】

Spectra1on（登録商標名）は材料の厚さに依存する反射率を有する拡散反射性物質である。555nmの光に対して、3mm厚のSpectra1on（登録商標名）の区分は97.2%の反射率を有する。反射材料の2つの部片を機械加工して、囲いの形状が卵形となるようにした。卵形の囲いの最大内側幅は約7.0mmであり、卵形の囲いの最小内側幅は約4.6mmであった。1.15mmから2.35mmまでの範囲の均一な幅を有するように、囲いの一側における直線開口を調整できた。

【0071】

直線開口の幅を2.35mmにしたとき、開口の幅は蛍光ランプの幅（2.6mm）よりも小さく、囲いの最大内側幅のほんの約35%であることに注意されたい。直線開口の幅を1.15mmにしたとき、開口の幅は囲いの最大内側幅のほんの約16%であり、ランプの幅の約44%である。直径約3.18mmの円筒状ロッドレンズを囲いの外部で、外部反射性囲いの卵形空洞からほぼ3.5mmの位置に置いた。直径1mmの検出器を使用して、ロッドレンズから7mm離れた距離で、直線照明装置の放射照度（mW/cm²）を測定した。7mmの距離内に、平坦ベッド式の書類スキャナー内で典型的に遭遇する光学構成を模倣した3mm厚のガラス板を置いた。

【0072】

直線照明装置の長手軸線に垂直な放射照度の分布の形状を作成するために、ほぼ30mmの範囲にわたって側から側まで検出器を移動させた。その結果を図16に示す。1.15mmの最小開口幅では、最大のピーク放射照度（約16mW/cm²）であったが、また、最も狭い放射照度分布（約5mmの半分最大値で全幅）であった。逆に、最大開口幅（2.35mm）では、最小のピーク放射照度（約11.5mW/cm²）であり、最も広い放射照度分布（約11mmの半分最大値で全幅）であった。

【0073】

測定した最小及び最大開口幅の双方に対して、放射照度のピーク値はレンズを持たない同じ直線照明源の放射照度よりも大きい。直線照明装置からの合計の統合された光出力は開口の幅に直接関連し、図17に示すように最大開口に対して最大となる。標準化されたピーク放射照度は開口の幅に対して逆比例の関係を有し、（これまた図17に示す）最小開口幅に対して最大となる。

例 6

反射性材料のパーセント反射率の関数として直線照明源の出力効率を測定するために実験を行った。直線照明源は、直線光源、外部管状囲い、及び、1.5mmの一定幅を有する直線開口を除いて外部管状囲いの内表面を裏張りする反射性材料の層を含むように構成された。光源は2.6mmの外径及び268mmの長さを有する冷陰極蛍光ランプとした。ほぼ3.7ワットのインバータ入力パワーを使用するインバータにより、ランプを駆動した。外部囲いは6.4mmの内径を有するアクリルチューブから構成した。5つの異なる反射性材料を囲いの内部に順々に置いた。

【0074】

これらの材料は、（上記パール・ゲルマン・サイエンシズ社から得た）ポリエーテルスルフォンフィルタ材料、（上記ラブスフェア社から得た）Spectraflect（登録商標名）、（上記ラブスフェア社から得た）Duraflect（登録商標名）、（上記3M社から得た）Silverlux（登録商標名）及び（上記ラブスフェア社から得た

10

20

30

40

50

) Predator (登録商標名)とした。Silverlux (登録商標名)を除くすべての反射材料は拡散反射体であった。

【0075】

以下の表は材料の反射率の関数としての結果である照明源の効率を示す。

| 反射材料 | 反射率 | 効率 | |
|-------------|-------|-------|----|
| ポリエーテルスルフォン | 97.7% | 54.3% | |
| Spectraflex | 97.5% | 54.3% | |
| Duraflect | 96% | 48% | |
| Silverlux | 92% | 41.9% | |
| Predator | 85% | 31.3% | 10 |

従って、表は、反射率の小さな変化が直線照明源の大きな効率変化を生じさせることを示している。

例7

この例においては、アーチュアランプを利用する2つの照明装置を、本発明により教示されたような2つの改善された照明装置と比較した。装置1は上記LCDライティング社により作られた、商業的に入手できる3mm直径の冷陰極アーチュア蛍光ランプとした。このランプはランプの一側から光が優先的に逃げるのを許容する90°内部アーチュアを有していた。90°アーチュアは、アーチュアの幅が反射層の内側幅の約50%である場合に相当することに注意されたい。

【0076】

装置2は装置1と同じアーチュアランプを使用したが、ランプアーチュアから約3.5mm離れて置かれた3.18mm直径のロッドレンズを付加した。装置1及び装置2の双方に対して、ランプを透明なアクリル囲いの内側に置いたが、囲いのために反射性材料を使用しなかった。装置3、4は本発明の実施の形態の例である。装置3、4は、上記LCDライティング社から得られ、内部アーチュアを有しないが、先のアーチュアランプと同じ技術特性(3mm直径、並びに、同じ蛍光及びガス充填化合物)を有する第2のランプを利用した。更に、装置3、4に対しては、外部反射性囲いをランプのまわりに配置し、外部反射性囲いは1.15mmに調整できる幅を持つ直線開口を有していた。

【0077】

外部反射性囲いは(上記ラブスフェア社からの)Spectralon (登録商標名)の2つの部片から構成した。Spectralon (登録商標名)は材料の厚さに依存する反射率を有する拡散反射性物質である。555nmの光に対して、3mm厚のSpectralon (登録商標名)の区分は97.2%の反射率を有する。反射材料の2つの部片を機械加工して、囲いの形状が卵形となるようにした。卵形の囲いの最大内側幅は約7.0mmであり、卵形の囲いの最小内側幅は約4.6mmであった。

【0078】

装置4に対しては、約3.18mmの直径のロッドレンズを外部反射性囲いの卵形空洞から約3.5mmの位置に置いた。装置3はレンズを有しなかった。直径1mmの検出器を使用して、ロッドレンズから7mm離れた位置で、直線照明装置の放射照度(mW/cm²)を測定した。7mmの距離内に、平坦ベッド式の書類スキャナー内で典型的に遭遇する光学構成を模倣した3mm厚のガラス板を置いた。直線照明装置の長手軸線に垂直な放射照度の分布の形状を作成するために、ほぼ30mmの範囲にわたって側から側まで検出器を移動させた。その結果を図18に示す。装置1(アーチュアランプのみ)は約3.0mW/cm²の最低のピーク放射照度を有した。

【0079】

装置2(アーチュアランプとロッドレンズ)については、ピーク放射照度は4.29mW/cm²へ僅かに増大した。装置3(本発明により教示された反射性囲いと一緒にアーチュア無しランプを使用)は7.0mW/cm²の一層改善されたピーク放射照度を有した。装置4(本発明により教示された反射性囲い及びロッドレンズの構成と一緒にアーチュア無しランプを使用)は11.8mW/cm²の最高のピーク放射照度を有した。

10

20

30

40

50

これらの結果は、狭い直線開口を有する外部反射性囲いと一緒に使用したアパーチュア無しランプが内部アパーチュアランプよりも一層大きな放射照度を与えること、及び、付加的な光学素子（この場合、ロッドレンズ）を付加することにより、放射照度の更なる改善が得られることを示した。

【0080】

本発明は直線照明源及び直線照明装置を必要とする種々の装置に適用できることを理解すべきである。例はスキャナー、ファクシミリ機械、写真複写機、並びに、商業用、事務用、家庭用、戸外用、自動車用及び電気器具用の応用を含むが、これに限定されない。ここでの本発明はまた、コンピュータのためのディスプレイ（例えば、平坦パネルディスプレイ）、並びに、自動車用、軍隊用、宇宙用、消費者用、商業用及び産業用の応用にも適用できる。

10

【0081】

本発明の好ましい実施の形態と思われることを説明したが、当業者なら、本発明の精神から逸脱することなく、他の及び更なる修正が可能であり、本発明の要旨に含まれるすべてのこののような実施の形態を保護することを意図することを認識できよう。

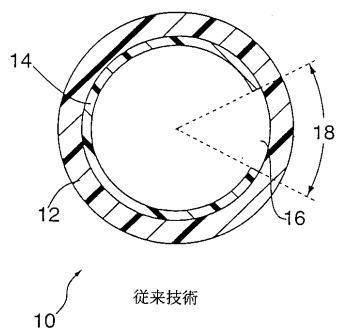
【図面の簡単な説明】

- 【図1】 従来技術の内部アパーチュアランプの概略横断面図。
- 【図2】 従来技術の別の内部アパーチュアランプの概略横断面図。
- 【図3】 直線照明源の概略横断面図。
- 【図4】 直線照明源の代替品の概略横断面図。
- 【図5】 直線照明源の代替品の斜視図。
- 【図6】 直線照明源の別形態の概略横断面図。
- 【図7】 直線照明源の別形態の斜視図。
- 【図8】 別の直線照明源の概略横断面図。
- 【図9】 図4の直線照明源及び導波路を利用する直線照明装置の概略横断面図。
- 【図10】 図4の直線照明源及びレンズを利用する直線照明装置の概略横断面図。
- 【図11】 図4の直線照明源及びレンズを利用する直線照明装置の斜視図。
- 【図12】 図4の直線照明源と屈折及び内面全反射により機能するレンズとを利用する直線照明装置の概略横断面図。
- 【図13】 図4の直線照明源及び複合放物線集中器（CPC）を利用する直線照明装置の概略横断面図。
- 【図14】 図4の直線照明源及び光学素子の列を利用する直線照明装置の概略横断面図。
- 【図15】 強度（放射照度）と検出器の位置との関係を示すグラフ。
- 【図16】 強度（放射照度）と検出器の位置との関係を示すグラフ。
- 【図17】 相対出力と開口幅との関係を示すグラフ。
- 【図18】 強度（放射照度）と検出器の位置との関係を示すグラフ。
- 【図19】 本発明の新規なハウジングの実施の形態の概略横断面図。
- 【図20】 本発明の実施の形態の新規なハウジングの別の図。

20

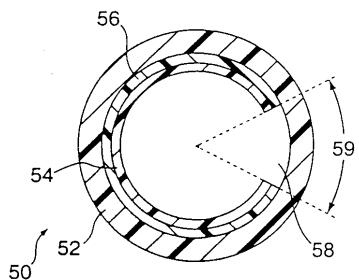
30

【図1】



従来技術

【図2】



従来技術

【図3】

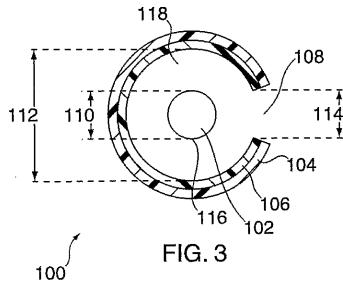


FIG. 3

【図4】

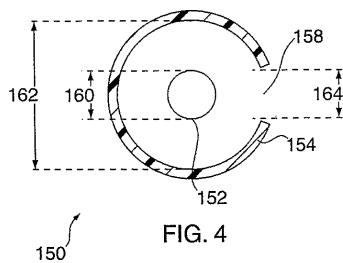


FIG. 4

【図5】

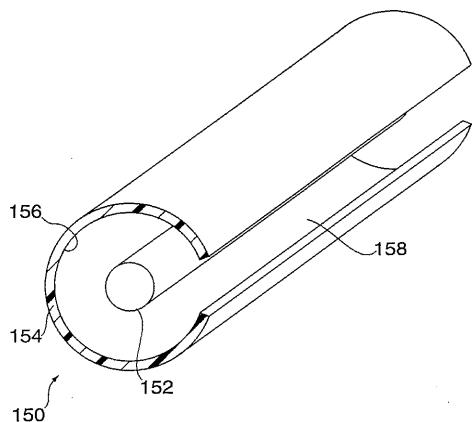


FIG. 5

【図7】

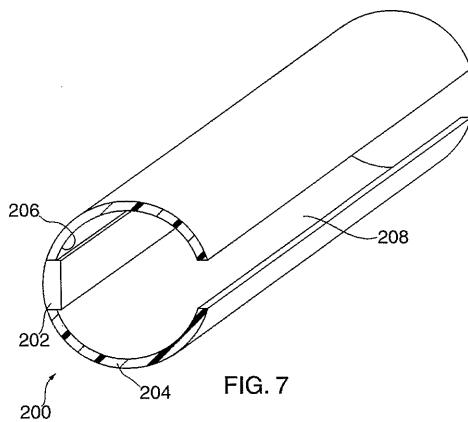


FIG. 7

【図6】

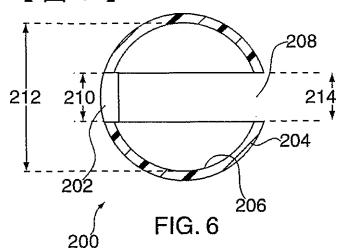


FIG. 6

【図8】

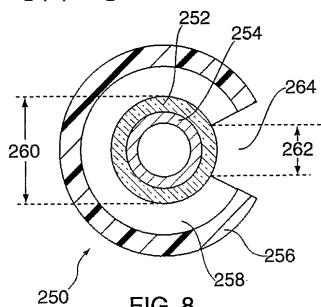


FIG. 8

【図 9】

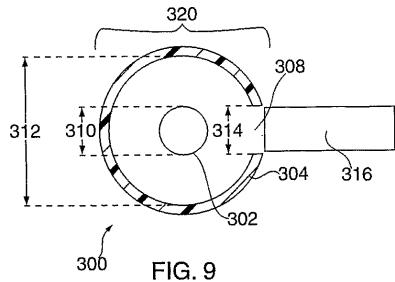


FIG. 9

【図 10】

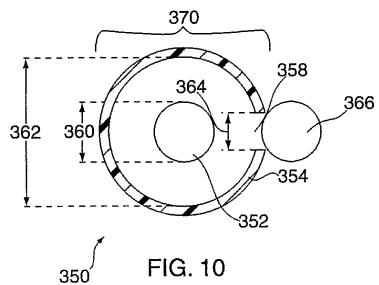


FIG. 10

【図 11】

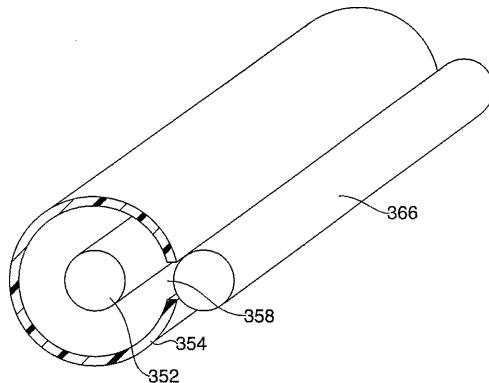


FIG. 11

【図 12】

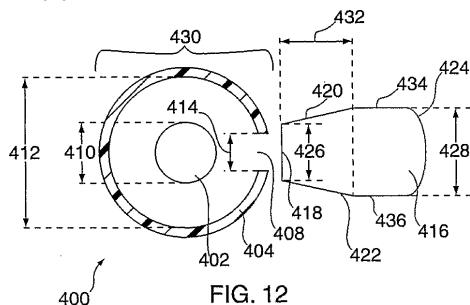


FIG. 12

【図 13】

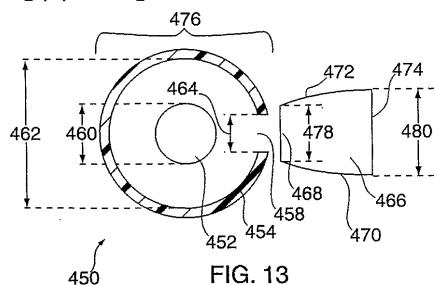
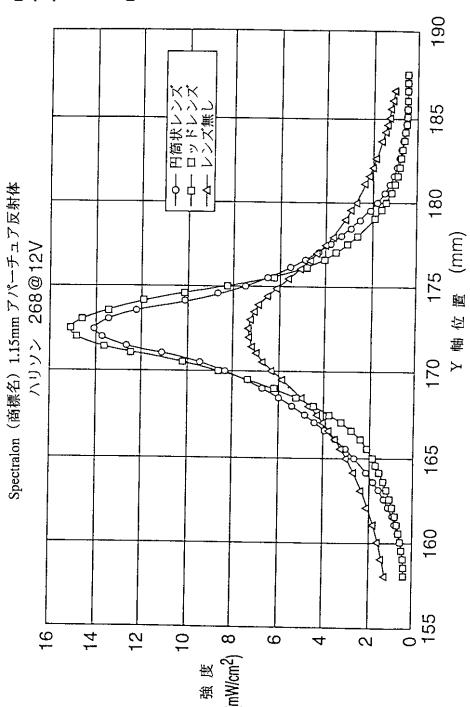


FIG. 13

【図 15】



【図 14】

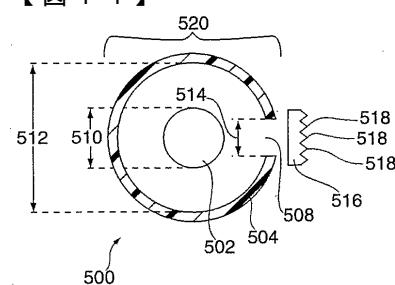
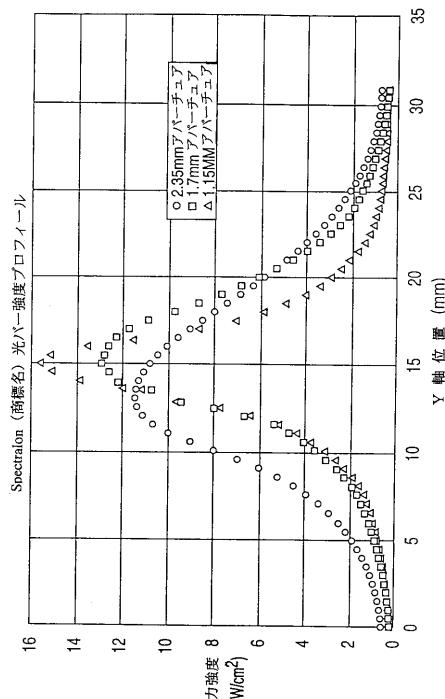
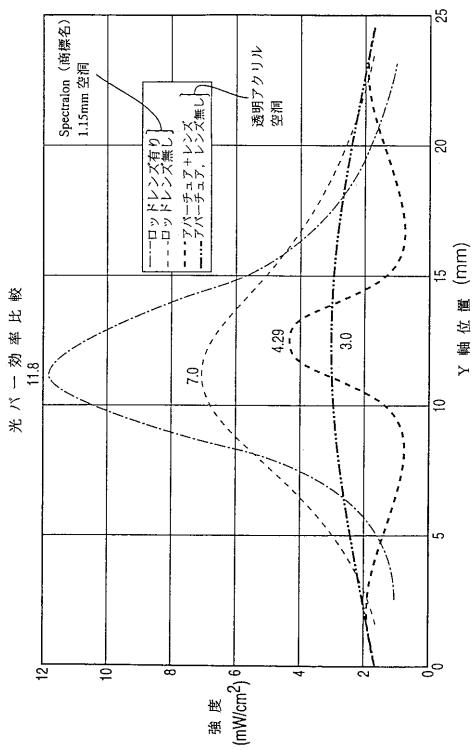


FIG. 14

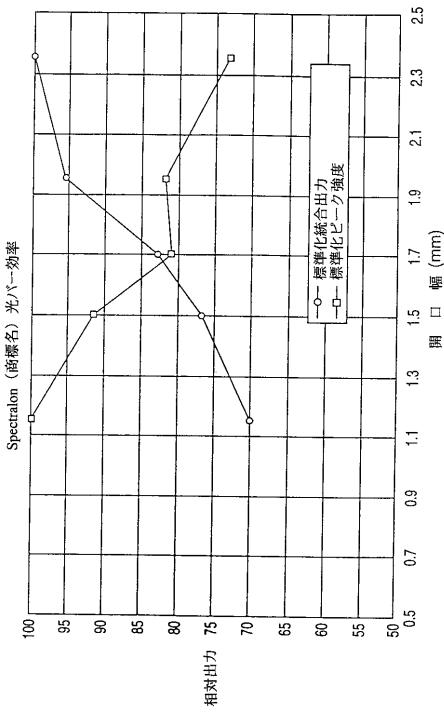
【図16】



【図18】



【図17】



【図19】

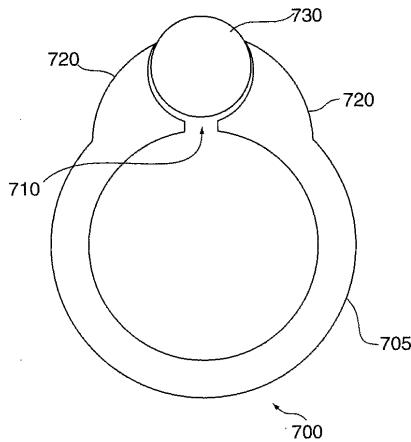


FIG. 19

【図20】

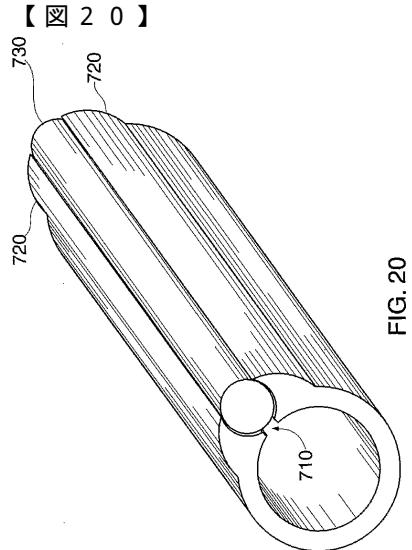


FIG. 20

フロントページの続き

(74)代理人 100093713

弁理士 神田 藤博

(72)発明者 ウィルソン, ジョン・コルビン

アメリカ合衆国ニュージャージー州07470, ウェーン, ウースター・ドライブ 48

審査官 土屋 正志

(56)参考文献 特開平09-161519 (JP, A)

特表平09-508234 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F21V 13/04

F21V 7/00

F21V 17/00

F21V 5/04

F21S 2/00