

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6193330号
(P6193330)

(45) 発行日 平成29年9月6日(2017.9.6)

(24) 登録日 平成29年8月18日(2017.8.18)

(51) Int. Cl.		F I	
F 2 1 K	9/232	(2016.01)	F 2 1 K 9/232
F 2 1 V	29/503	(2015.01)	F 2 1 V 29/503
F 2 1 V	29/77	(2015.01)	F 2 1 V 29/77
F 2 1 V	29/87	(2015.01)	F 2 1 V 29/87
B 8 2 Y	20/00	(2011.01)	B 8 2 Y 20/00

請求項の数 4 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-212729 (P2015-212729)	(73) 特許権者	511077421
(22) 出願日	平成27年10月29日 (2015.10.29)		ジーイー ライティング ソリューションズ エルエルシー
(62) 分割の表示	特願2012-548995 (P2012-548995) の分割		アメリカ合衆国 オハイオ州 44112-6300 イースト クリーヴランド ノーブル ロード 1975 ビルディング 338イー
原出願日	平成23年1月11日 (2011.1.11)	(74) 代理人	100086771
(65) 公開番号	特開2016-76495 (P2016-76495A)		弁理士 西島 孝喜
(43) 公開日	平成28年5月12日 (2016.5.12)	(74) 代理人	100088694
審査請求日	平成27年11月30日 (2015.11.30)		弁理士 弟子丸 健
(31) 優先権主張番号	61/294, 231	(74) 代理人	100094569
(32) 優先日	平成22年1月12日 (2010.1.12)		弁理士 田中 伸一郎
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100067013
(31) 優先権主張番号	12/979, 611		弁理士 大塚 文昭
(32) 優先日	平成22年12月28日 (2010.12.28)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光源温度管理用の透明熱伝導性高分子複合材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光透過性及び光拡散性の外囲器と、

基部と、

前記外囲器の内面に光を提供し、ヒートシンクと熱的に連通するLED型ランバート光源と、

前記ヒートシンクと熱的に連通する複数のヒート・フィンであって、該ヒート・フィンの少なくとも一部が、前記光拡散性の外囲器上に延びるように一方向に延びている前記複数のヒート・フィンとを備え、

前記基部は、前記外囲器の外側で近位の第1の光遮断する直径と前記外囲器に対して遠位の第2の光遮断する直径とを有し、前記第1の光遮断する直径は、前記第2の光遮断する直径より小さいランプ。

【請求項 2】

前記外囲器は、少なくとも概して球状である請求項1に記載のランプ。

【請求項 3】

前記ヒート・フィンは、前記ランプの北極に向かって前記外囲器上に緯度方向に延びている請求項1に記載のランプ。

【請求項 4】

前記ヒート・フィンは、前記外囲器の外周と適合するように形成された内側エッジを含んでいる請求項1に記載のランプ。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本例示的实施形態は、照射 (illumination) デバイスに関し、特に、発光ダイオード (LED) を含む照射デバイスに関する。しかし、本例示的实施形態は、他の同様の用途にも適用できることを理解されたい。

(関連出願の相互参照)

本出願は、2010年1月12日に出願された米国特許仮出願第61/294,231号の利益を主張する。2010年1月12日に出願された米国特許仮出願第61/294,231号の全体を引用によりここに組み入れる。

10

【背景技術】

【0002】

白熱ランプ及びハロゲン・ランプは、従来、全方向性、無指向性及び指向性の光源として、特に住居用、サービス業 (hospitality) 及び小売店用の照明 (lighting) 用途で用いられている。全方向性ランプは、ランプから1メートルより遠くに離れた遠方場において、角度に対して実質的に一様な強度分布を与えるよう意図されており、デスク・ランプ、テーブル・ランプ、装飾ランプ、シャンデリア、天井灯、及び全方向で一様な光の分布が望まれるその他の用途などの様々な用途がある。

【0003】

近年、白熱ランプ及びハロゲン・ランプのような従来の光源よりもエネルギー効率が
高い光源への市場需要がある。コンパクト型蛍光灯 (CFL) は、白熱ランプ及びハロゲン
・ランプ (~10-25 LPW、1-5 kWhr) と比べて高効率 (~50-60 LPW)
及び長寿命 (~5-10 kWhr) であることに基づいて、色の質、起動時間、調光能力及
び取得費用で劣るにもかかわらず、過去10年間にわたって安定して市場シェアを獲得し
てきた。LED及びOLEDは共に、無指向性光源用の選択肢の光源として開発されてい
るとはいえ、LEDなどの固体光源は、より最近では高効率の全方向性光源及び指向性光
源用の主要な選択肢に発展している。高効率の無指向性照明用の光源の選択肢は、用途次
第であり、様々であり得る。

20

【0004】

図1を参照して、白熱ランプ、又はより一般的には全方向性照射を生じることが意図さ
れる任意のランプによって生成される照射の空間分布を記述するために本明細書において
用いられる座標系を説明する。座標系は、球面座標系タイプであり、図1においては白熱
ランプLを基準として説明される。遠方場の照射分布を記述する目的で、ランプLは、例
えば白熱フィラメントの位置と一致するものとする事ができる、点L0に位置するもの
とみなすことができる。地理学の技術分野で従来採用される球面座標の表記法を使用し
て、照射方向を仰角即ち緯度座標 及び方位角即ち経度座標 によって記述することができ
る。しかし、地理学の技術分野の慣習から逸脱して、本明細書において用いられる仰角即
ち緯度座標 は、[0°, 180°]の範囲を採用し、 = 0°が「地理的北」即ち「N
」に対応する。このことは、 = 0°の方向に沿った照射が順方向の光に対応することを
可能にするので、好都合である。北方向即ち = 0°の方向は、本明細書において、光軸
とも呼ばれる。この表記法を用いると、 = 180°は「地理的南」即ち「S」に対応し
、又は、照射の文脈においては、逆方向の光に対応する。仰角即ち緯度 = 90°は、「
地理的赤道」に対応し、又は照射の文脈では、横方向の光に対応する。

30

40

【0005】

引き続き図1を参照すると、任意の所与の仰角即ち緯度 θ_0 に対して、方位角即ち経度
座標 ϕ_0 も定めることができ、それはどこでも仰角即ち緯度 θ_0 と直交する。方位角即ち経
度座標 ϕ_0 は、地理的表記法に従って [0°, 360°] の範囲を有する。

【0006】

正確に北又は南において、即ち、 = 0°又は = 180°において(言い換えると、
光軸沿いで)、方位角即ち経度座標は意味を持たず、又は、おそらくより正確には、縮退

50

すると考えることができることが理解されよう。別の「特別な」座標は $\theta = 90^\circ$ であり、これは、光源を含む（又はより正確には、遠方場の計算のための光源の公称位置、例えば図1に示される説明例における点L0を含む）、光軸を横断する平面を定める。

【0007】

実際には、経度の全範囲 $\theta = [0^\circ, 360^\circ]$ にわたって一様な光強度を達成することは、単純に光源を光軸の周りに（即ち $\theta = 0^\circ$ 軸の周りに）回転対称に構築すればよいので、典型的には難しいことではない。例えば、白熱ランプLは、座標中心L0に位置決めされた白熱フィラメントを適宜使用することができ、これは実質的に全方向性の光を発するように設計することができ、従ってどの緯度についても方位角 θ に関して一様な照射分布がもたらされる。

10

【0008】

しかし、仰角即ち緯度座標 θ に関して理想的な全方向性照射を達成することは、一般には現実的でない。例えば、ランプLは、標準的な「エジソン口金」ランプ取付具の中に嵌るように構築され、このような目的で、白熱ランプLは、ねじ付きエジソン口金EBを含み、これは、数字が口金EB上のねじの巻きの外径をミリメートルで表した、例えばE25、E26又はE27とすることができる。エジソン口金EB（又は、より一般には、光源の「後ろ」に位置する何らかの電源入力系統）は、光源位置L0の「後ろ」の光軸上に位置し、それゆえ後方への照射を遮断し（即ち、南緯度に沿った、即ち、 $\theta = 180^\circ$ に沿った照射を遮断し）、そのため、白熱ランプLは、緯度座標 θ に関して理想的な全方向性の光をもたらしすることができない。

20

【0009】

それでもなお、米国エネルギー省及び米国環境保護庁により公布されたエネルギースター基準で指定されるような、緯度範囲 $\theta = [0^\circ, 135^\circ]$ にわたって $\pm 20\%$ 以内の一様な照射をもたらし商用の白熱ランプは、容易に構築される。これは、全方向性ランプについての許容できる照射分布の一様性であると一般に考えられるが、とはいえ、この範囲をさらに例えば $\pm 10\%$ 以内の一様性で緯度範囲 $[0^\circ, 150^\circ]$ まで拡張することにはある程度の関心が存在する。このような、広い緯度範囲（例えば、約 $\theta = [0^\circ, 120^\circ]$ ）又はより好ましくは約 $\theta = [0^\circ, 135^\circ]$ ）又はさらにより好ましくは約 $\theta = [0^\circ, 150^\circ]$ ）にわたって実質的な一様性を有するランプは、一様性の範囲が $[0^\circ, 180^\circ]$ には満たないけれども、当技術分野において一般に全方向性ランプであるとみなされる。同様に、指向性ランプは、その光の少なくとも 80% を、光源を中心とする球の全4ステラジアンの中の 75% を包含する、 0 度から 120 度までの範囲内に有するものとして定義される。無指向性ランプは、指向性ランプ及び全方向性ランプのどちらの要件にも合致しない。

30

【0010】

白熱ランプ及びハロゲン・ランプと比べて、発光ダイオード（LED）デバイス等の固体照明技術は、元来、強い指向性を有する。例えば、LEDデバイスは、封入型も封入されていないものも、典型的には、 $\theta = [0^\circ, 90^\circ]$ の範囲内で $\cos(\theta)$ と共に変化する強度を有し、 $\theta > 90^\circ$ でゼロ強度を有する、指向性ランパート空間強度分布で発光する。半導体レーザーは、元来、さらに指向性が強く、実際、本質的に $\theta = 0^\circ$ の周りの狭い円錐に限定された前向きの光のビームとして記述できる分布で発光する。

40

【0011】

一般的な照射用途における全方向性ランプについての別の検討事項は、色の質である。白色ランプの場合、所望の色温度の白色光（例えば、所望の色温度が、用途、地域的嗜好又は他の個別化された選択に依存する、「冷たい」白色光又は「温かい」白色光）を演色することが望ましい。生成される白色光の演色はまた、発せられる光の「白さ」の質の基準と考えることができる、高い演色評価数（CRI）を有するべきである。ここでもまた、白熱ランプ及びハロゲン・ランプは、固体照明よりも有利である。白熱フィラメントは、例えば、良好な色温度及びCRI特性を与えるように構築することができるが、他方、LEDデバイスは、元来、ほぼ単色の光（例えば、赤、黄、緑、等）を生成する。「白色

50

」蛍光体コーティングをLED上に組み入れることにより、白色光の演色を近似することは可能であるが、それでも演色は、一般に、白熱ランプ及びハロゲン・ランプに比べて、色温度及びCRIにおいて劣る。

【0012】

固体照射に伴うさらに別の課題は、電子回路及びヒートシンクといった補助部品の必要性である。LEDデバイスは非常に温度に敏感であるので、放熱(heat sinking)が必要である。動作の安定性及びシステム全体の信頼性を保つために、LEDデバイスの適正な温度管理が必要とされる。典型的には、このことは、比較的大量の放熱性材料(即ち、ヒートシンク)を、LEDデバイスに接触させるか又はそれ以外の方法で良好に熱的接触させて配置することにより対処される。ヒートシンクによって占められる空間は、照射を遮断し、それゆえ全方向性LED型ランプを作り出す能力をさらに制限する。ヒートシンクは、ランプから離れたところに熱を放出するために、大きな体積及び表面積を有することが好ましい。しかし、こうした配置は、全方向性光源にとっては問題があり、なぜなら、角度範囲のうちの大きな部分(例えば、約 $\theta = [0^\circ, 135^\circ]$)又はより好ましくは約 $\theta = [0^\circ, 150^\circ]$)は光の出力に充てられ、そのことが、利用可能な体積及び表面積を制限するからである。オンボード電子回路の必要性が、設計をさらに複雑にする。典型的には、これらの問題は、角度範囲と放熱との間のトレードオフを受け入れることで解決される(例えば、一様な光出力の範囲を減らして $\theta = [0^\circ, 90^\circ]$)にいくぶん近付け、かつ、ヒートシンクを半球形の要素に近付ける)。あるいは、ヒートシンクを放熱器としてではなく熱伝導経路として構成し、電子回路及び放熱器又は熱散逸部をランプ取付具から離して設置することができる。こうした配置の例が特許文献1に示されており、これは、光源と、光源を駆動するために必須の電子回路及び放熱要素とを含むカスタム取付具とを備えた、ダウンライトを開示する。特許文献1のランプは「ダウンライト」であり、光を $\theta \sim [0^\circ, 90^\circ]$)又はそれより狭い緯度範囲にわたって出力する(この場合、「北」方向は「下向き」、即ち、天井から遠ざかる方向である)。

【0013】

これらの課題にもかかわらず、LEDに基づく一体型全方向性光源を構築する試みがなされている。これは、固体照明が在来の光源に対して示す利点、例えば、より低いエネルギー消費、より長い寿命、改善された頑丈さ、より小さなサイズ、及びより高速なスイッチ動作などのためである。しかし、LEDは、在来の光源よりも精密な、電流及び熱の管理の制御を必要とする。LEDの温度は、効率的な光の生成、耐用寿命にわたっての光束の維持、及び高い信頼性を保証するために、低く保たれるべきであることが知られている。熱を十分に素早く取り除くことができない場合、LEDは過熱し、その効率及び耐用期間の妨げになる。従来技術の熱管理の解決法では、必須のヒート・フィンの体積、質量及び表面積が大きいので、その結果得られる一体式LEDランプは、望ましくないほど大きな質量及びサイズを有すると同時に、光強度分布の一様性に乏しい。

【0014】

従来技術のLEDランプの熱管理のための材料であるアルミニウムの熱伝導率は、合金及び加工プロセスに応じて、約 $80 - 180 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ である。高分子の熱伝導率を高めることができるのであれば、高分子を熱管理材料として使用することでLED代替ランプの重量及び費用を削減することが可能となる。近年、LED用途において熱伝導率及びシステム全体の性能を改善する努力の一環として、種々の高分子複合材料が開発されている。良好な熱伝導率($25 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ まで)及び良好な熱変形温度(HDT)と加工性とを兼ね備えた熱伝導性高分子充填複合材が導入されている。しかし、複合材は透明ではなく、そのためランプからの照射を遮断することになる。あるいは、タッチ・スクリーンでの使用のために、透明な導電性高分子充填複合材薄膜が開発されている。しかし、これらの材料は、電気的性質に焦点を合わせたものであり、一般に高い熱伝導率を提供しない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2004-186109号公報

【特許文献2】米国特許第7,094,367号明細書

【特許文献3】米国特許第7,479,516号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

本開示は、今までの光学的に不透明な高分子の比較的高い熱伝導率を光透過性高分子に与え、光透過性高分子の設計をLED又はOLEDランプ又は照明システムに組み入れることにより、LED及びOLEDランプ及び照明システムにおける温度管理の重量、サイズ及び費用の問題を解決する一方で、同時に光の遮断を回避することに向けられる。これは、LED照明、熱伝達（ヒートシンク）、反射器オプション、及び冷却オプションを統合する、オール・イン・ワンの解決法を作り出すこと含むことができる。特に、本開示は、一体式LED型全方向性光源における熱伝達の最適化に向けられる。一体式光源は、一般に、幹線給電から電力を受けて光を作り出し、照射パターンに配光するために必要とされる全ての機能を提供する、ランプ又は照明システムである。一体式光源は、典型的には、電気的ドライバと、電気を光に変換するLED又はOLED光エンジンと、光を有用なパターンに配光する光学構成要素系と、廃熱をドライバ及び光エンジンから除去してその熱を周囲環境に散逸させる熱管理構成要素系とから構成される。ヒートシンクの性能は、材質と、形状と、対流及び周囲への輻射についての熱伝達係数との関数である。一般には、フィンのような拡張された表面を追加することによってヒートシンクの表面積を増大することで、ヒートシンクの熱的性能は改善される。しかし、大抵のLED及びOLED用途におけるヒートシンクの目的は、光エンジン及びドライバの可能な限り低い温度を提供することであるので、ヒートシンクは非常に広い表面積を提供することが通常望ましい。好ましいヒートシンク設計によって占められる空間は、好ましい光学系によって必要とされる空間と干渉することがあり、従って、照射を遮断することになり、それゆえランプ又は照明システムの照射の潜在能力を制限することになる。従って、最適な熱エネルギー散逸/散布器には、高い熱伝導率と共に、散逸/散布表面が光源から放射される光を遮断しないことを保証するために光学的な透明性または半透明性を組み入れなければならない。

【課題を解決するための手段】

【0017】

実施形態は、本明細書において説明的な例として開示される。本開示の1つの態様によると、発光装置が提供される。発光装置は、光透過性外囲器と、ヒートシンクに熱的に連通する光源と、ヒートシンクに熱的に連通し、光透過性外囲器に隣接するような方向に延びる複数のヒート・フィンとを含む。複数のヒート・フィンは、カーボンナノチューブ充填高分子複合材を含む。

【0018】

別の態様によると、基部に取り付けられたLED光源と、LED光源からの光を拡散及び伝達するように構成された光透過性拡散器と、基部に熱的に連通する1つ又はそれ以上の熱伝導性ヒート・フィンとを含む発光デバイスが提供される。ヒート・フィンは、カーボンナノチューブ充填高分子複合材を含む熱伝導性材料を含む。

【0019】

さらに別の実施形態において、発光デバイスが提供される。発光デバイスは、第1の電極が上に形成された1つ又はそれ以上の有機発光素子を有する基板と、1つ又はそれ以上の導電層と、第1の電極の上に配置された1つ又はそれ以上の有機発光層と、発光層の上に位置する第2の電極と、第2の電極の上に位置し、基板に固定された封入力カバーとを含む。基板及びカバーのうち少なくとも1つは、カーボンナノチューブ充填高分子複合材から構成される。

【0020】

本発明は、様々な構成要素及び構成要素の配置、並びに、様々なプロセス動作及びプロセス動作の配置の形態をとることができる。図面は、実施形態の例示のみを目的とするも

10

20

30

40

50

のであり、本発明を限定するものとして解釈されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本明細書において照射分布を記述するために用いられる座標系を、従来の白熱電球を基準にして示す図である。

【図2】平面状LED型ランバート光源及び球形拡散器を用いた全方向性LED型ランプの側面図である。

【図3】従来の白熱ランプ用ソケットへの装着を可能にするエジソン口金をさらに含む、図2のランプの原理を用いた2つの例示的なLED型ランプの側面図である。

【図4】実質的に図3のランプに類似するがフィンをさらに含む、改装用LED型電球の側面透視図である。

10

【図5a】従来技術の全方向性白熱ランプ用LED代替ランプを示す図である。

【図5b】従来技術の指向性白熱ランプ用LED代替ランプを示す図である。

【図6】一般に用いられる材料の熱伝導率の表を示す図である。

【図7a】カーボンナノチューブの熱伝導率を温度Kの関数として示すグラフである。

【図7b】カーボンナノチューブ(実線)に関する熱伝導率を、拘束されたグラファイト単層(一点鎖線)及びAAグラファイトの底面(点線)と比較して、200Kと400Kとの間の温度において示すグラフである。

【図8】本開示の態様による、有機発光デバイスを示す図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0022】

本開示は、今までの光学的に不透明な高分子の比較的高い熱伝導率を光透過性高分子に与え、光透過性高分子の設計をLED又はOLEDのランプ又は照明システムに組み入れることにより、LED及びOLEDランプ及び照明システムにおける温度管理の重量、サイズ及び費用の問題を解決する一方で、同時に光の遮断を回避することに向けられる。この解決法は、比較的低密度の高熱伝導性カーボンナノチューブを充填した高分子複合材を利用し、複合高分子の熱伝導率がアルミニウムの熱伝導率に匹敵すると同時に光透過性が透明ガラスの光透過性に匹敵するようにして、その結果、複合高分子をヒート・フィン及び熱伝導性光学要素として用いることができるようにする。

【0023】

30

図2を参照すると、LED型ランプは、平面状LED型ランバート光源8及び光透過性の球形外囲器10を、汎用白熱電球を代替する全方向性照射パターンを提供するLEDランプにおいて用いることができる構成で、含む。しかし、指向性又は無指向性の照射パターンのような他の照射パターンを提供する特定の実施形態においては、他の形状が好ましい場合がある。平面状LED型ランバート光源8は、拡散器10が引き上げて外され、平面状LED型ランバート光源8が視野内に傾けられている図2の部分的分解図において、最も良く見える。平面状LED型ランバート光源8は、1つ又はそれ以上の発光ダイオード(LED)デバイス12及び14を含む。しかし、この開示は、単にLEDを用いた使用だけではなく、有機LED(OLED)も同様にカバーすることを認識されたい。

【0024】

40

図示された光透過性外囲器10は、実質的に中空であり、光を拡散する球形表面を有する。幾つかの実施形態において、球形外囲器10はガラスで構成されるが、プラスチックなどの別の光透過性材料を含む拡散器も考えられる。外囲器10の表面は、種々の方法で、例えば、光の拡散を促す艶消し又は他の質感処理、ある種の白熱電球のガラス球上の光拡散コーティングとして用いられる種類のソフトホワイト拡散コーティング(米国ニューヨーク州、General Electric Companyから入手可能)のような光拡散コーティングでの被覆、ガラス、プラスチック又は他の拡散器材料への光散乱性粒子の埋め込み、又はこれらの種々の組み合わせ等で、光拡散性に行うことができる。

【0025】

LED型ランバート光源8は、1つ又は複数の光源(LED)12及び14を含むこと

50

ができる。レーザLEDデバイスをランプに組み込むこともまた考えられる。

【0026】

LEDランプの効率は、その経時的な光束維持率及び耐久信頼性により定義される耐用寿命により定量化される。白熱ランプ及びハロゲン・ランプが典型的には～1000乃至5000時間の範囲の寿命を有する一方で、LEDランプは、>25,000時間、おそらくは100,000時間又はそれ以上まで可能である。

【0027】

光子の生成元の半導体材料におけるp-n接合の温度は、LEDランプの寿命を決定する重要な要因である。長いランプ寿命は、約100又はそれ以下の接合温度において達成され、一方、極度に短い寿命は、約150又はそれ以上で生じ、中間の温度において寿命は推移的に変化する。2009年頃の典型的な高輝度LED(～1ワット、～50-100ルーメン、～1×1平方ミリメートル)の半導体材料において散逸する電力密度は、約100ワット/cm²である。比較すると、セラミック金属ハロゲン化物(CMH)放電管のセラミック外囲器内で散逸する電力は、約20-40W/cm²である。CMHランプにおけるセラミックは、その最も高温の熱点において約1200-1400Kで作動するのに対し、LEDデバイスの半導体材料は、CMHセラミックの2倍を超える電力密度を有するのにもかかわらず、約400K以下で作動させるべきである。ランプ内の熱点と電力がそこに散逸されなければならない周囲との間の温度差は、CMHランプの場合は約1000Kであるが、LEDランプについては約100Kでしかない。従って、熱管理は、LEDランプの場合、典型的なHIDランプよりも10倍の桁で有効でなければならない。

【0028】

LED型ランバート光源8は、電気的であるとともに放熱することができる基部18に取り付けられる。LEDデバイスは、回路基板16、随意的にはメタルコア・プリント回路基板(MCPCB)の上に、平面配向で取り付けられる。基部18は、MCPCBの支持部を提供し、かつ、熱伝導性である(放熱する)。ヒートシンクを設計する場合に、受動的に冷却される熱回路における制限的な熱インピーダンスは、典型的には、周囲空気への対流及び輻射インピーダンス(即ち、周囲空気への熱の散逸)である。両方のインピーダンス共、一般にヒートシンクの表面積に比例する。代替ランプ用途の場合、LEDランプは、置き換えられる在来のエジソン式白熱ランプと同じスペース内に嵌め込まなければならない。従って、周囲空気への熱の散逸のためには、この利用可能な表面積を可能な限り多く使用することが有利である。

【0029】

ここで図3を参照すると、一体式発光装置として構成されるこの設計の構成要素が示される。図3のLED型ランプは、従来の白熱ランプのエジソン口金式電気コネクタの直接的な代替品とすべく形成されたエジソン型ねじ付き口金式電気コネクタ30を含む。(別の種類の電気コネクタ、例えば、ヨーロッパで白熱電球用にときおり用いられる種類の差込み口金などを用いることも考えられる)。図3のランプは、球形又は回転楕円体形の拡散器32と、それぞれの球形拡散器32の底部の接線方向に配置されたそれぞれの平面状LED型光源36とを含む。LED型光源36は、球形又は回転楕円体形の拡散器32に対して接線方向に構成され、LEDデバイス40を含む。図3において、LED型光源36は、少数のLEDデバイス40(2つが図示されている)を含み、球形拡散器32と結合された、実質的にランバート配光の光強度分布をもたらす。

【0030】

引き続き図3を参照すると、電子的ドライバ44が、平面LED光源36と、エジソン口金電気コネクタ30との間に、図4に示されるように挟み込まれる。電子的ドライバ44は、放熱性材料で作られた各口金の残りの部分(即ち、各口金の、それぞれの電子回路で占められていない部分)と共に、ランプ基部50に収容される。電子的ドライバ44は、それ自体で十分に、エジソン口金式電気コネクタ30において受け取った交流電力(例

10

20

30

40

50

えば、米国の住宅及び商業地域でエジソン式ランプ・ソケットにおいて従来的に利用可能なタイプの交流110ボルト、又はヨーロッパの住宅及び商業地域でエジソン式ランプ・ソケットにおいて従来的に利用可能なタイプの交流220ボルト)を、LED型光源36を駆動するのに適したフォーマットの形に変換する。(別のタイプの電気コネクタ、例えば、ヨーロッパで白熱電球用にときおり用いられるタイプの差込み口金などを用いることも考えられる)。

【0031】

基部50は、大きな電子回路容積を収容するために、かつ、十分な放熱をもたらすために、大きくすることが望まれるが、基部は、遮断角を最小化するように、即ち、上限で30°まで、光を遮られずに保持するように、構築されることもまた望ましい。これら異なった要件は、それぞれの基部50においてLED型光源とほぼ同じ大きさにされたLED型光源区画36用の小さな受入領域を用いること、及び、所望の遮断角より小さい角度を付けた側部(円錐台形)を有することにより、適合される。基部の角度付き側部は、電子回路を収容するのに十分に大きい直径 d_{base} の円筒形の基部部分に角度付き側部が交わることを可能にするのに十分な距離にわたって、LED型光源から延びる。

【0032】

図3及び図4のランプの外形は、拡散器32、基部50及びエジソン式ねじ付き口金電気コネクタ30によって定められ、エジソン式白熱電球の形態と類似の形態(即ち、外形)を有するように構成されることが有利であることが理解されるであろう。拡散器32は、白熱電球の「球」に概略的に対応する部分を定め、角度付き側部54を含む基部50は、エジソン式白熱電球の基部領域とある程度類似し、エジソン式ねじ付き口金電気コネクタ30は、エジソン式電気コネクタ規格に準拠する。

【0033】

ヒートシンク基部の角度は、広い角度(例えば、少なくとも150°)までの一様な光分布の維持に役立つ。カットオフ角度が $> 30^\circ$ の場合、方位角(ランプの頂部から底部)において一様な遠方場の強度分布を有することは、ほとんど不可能になる。また、カットオフ角度が $< 15^\circ$ と狭すぎる場合、ランプの残余部分に、電子回路及びランプ口金を収容するための十分な余地が存在しないことになる。20-30°の最適な角度が、光分布の一様性を保ち、同時にランプ内の実際的な要素のための空間を残すのに望ましい。このLEDランプは、0°(ランプ上方)から150°(ランプ下方)まで、望ましくは155°まで、一様な出力を提供する。これは在来のA19白熱電球の優れた代替品である。

【0034】

図4に示されるように、複数の熱輻射フィン60を、基部50と熱的に連通した状態を含むことができる。従って、図4のランプは、図示されたエジソン式電気コネクタ30(又は一体式発光装置に組み入れられる差込みコネクタ若しくは他のタイプの電気コネクタ)を、嵌合する照明取付具(図示せず)の受け口に接続することにより、照明取付具に装着されるように適合された、一体式発光装置である。図4の一体式発光装置は、放熱用又は電子回路駆動用の照明取付具に依存しない、自己完結型の全方向性発光装置である。従って、図4の一体式発光装置は、例えば、改装用(retrofit)電球として好適である。フィン60は、基部50から空気又は他の周囲環境への輻射熱伝達を高める。本質的に、基部50のヒートシンクは、球形拡散器32上に伸びるフィン60を含む延長部を含み、LED型照明ユニット36'のLEDチップにより生成される熱の、周囲への輻射及び対流をさらに強化する。フィン60は、球形拡散器14に隣接してランプの北極 $= 0^\circ$ に向かって経度方向に延びる。フィン60は、エジソン式白熱電球の所望の外形に一致するよう形作られる。設計は、A-19電球についてのANSEのアウトラインに適合するLED型光源を提供することが有利である。LEDの外球は、光透過部及び熱散逸表面という二重の目的で機能する。フィン60は、角度付き側部54及び56において基部と結合する。

【0035】

図4のヒート・フィン60は、アルミニウム若しくはステンレス鋼、又は、許容できる高い熱伝導率を有する別の金属若しくは合金から構成することができる。ヒート・フィン60は、素地金属の自然な色を有していてもよく、又は、熱の放射を高めるために黒色若しくは別の色で塗装若しくは被覆されてもよく、又は、可視光の反射を高めるために白若しくは別の明るい色で塗装若しくは被覆されてもよい。しかし、金属製のヒート・フィンは、ヒート・フィンによる光の吸収及び拡散に起因する光分布パターンへの悪影響を小さくするために、サイズを最小化するか、又は光源に対して位置決めしなければならない。ランプのサイズ及び形状についての規定された制限を有する一体式代替ランプの用途においては、ヒート・フィンのサイズ、形状及び位置についてのそのような制約は、望ましくない光出力の減少及び光分布の歪みを生じさせるか、又はヒート・フィンがLED又はOLED光源にもたらず冷却の低減を生じさせるかのいずれかである。全方向性白熱ランプを置き換えることが意図された一体式LEDランプの場合、従来技術の実施形態において選択されてきた妥協案は、図5a及び図5bに描かれるように、光出力の分布の角度範囲を厳しく制限するものである。全方向性白熱ランプ用途のための大抵のLED代替ランプの場合、図5aに描かれるように、光分布は好ましい分布の全4ステラジアン約1/2しかカバーせず、一方、残りの1/2の角度範囲はヒート・フィン60により遮断される。指向性の白熱ランプ及びハロゲン・ランプ用途のための大抵のLED代替ランプの場合、図5bに例示されるように、ヒート・フィン60に歪められずに光分布を発することができるよう、ヒート・フィン60は、全4ステラジアン約1/2から排除される。

【0036】

1つの実施形態によると、図4のヒート・フィン60は、熱伝導性材料で構築され、より好ましくは熱伝導性カーボンナノチューブ複合材で構築される。カーボンナノチューブ(CNT)は、円筒形のナノ構造を有する、炭素の同素体である。一般に、カーボンナノチューブは、典型的には円周内にわずかに数個の原子が存在する、細長い管状体である。単層ナノチューブ(SWNT)並びに多層カーボンナノチューブ(MWNT)が共に知られている。MWNTは、グラファイト層を囲む中心の細管を有するのに対し、SWNTは1つの細管のみを有し、グラファイト層を有さない。CNTは、望ましい強度、重量及び導電率を有する。CNTは、銅又は金よりも良好に熱及び電気を伝導し、鋼の100倍の引張強度を有し、重量はわずかに1/6である。CNTの熱伝導率の範囲は、室温又は若干高い温度で典型的には1000-6000W/m・Kであり、より低い温度では更に1桁ほど大きくなり得る。しかし、カーボンナノチューブは、ホスト材料中での分散性及び凝集性に乏しく、これがCNTを複合材料中で使用することを難しくしている。引用によりここに組み込まれる特許文献2及び特許文献3は、ポリ(メタクリル酸メチル)、ナイロン、ポリエチレン、エポキシ樹脂、ポリイソプレン、SBSゴム、ポリジシクロペンタジエン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリ(フェニレンスルフィド)、ポリ(フェニレンオキシド)、シリコーン、ポリケトン、及び熱可塑性プラスチック等のホスト高分子マトリックス中にCNTを分散させるための幾つかの共通の手法を記載しており、これは、高分子とカーボンナノチューブとの溶液混合、音波処理と溶融加工との組み合わせ、溶融ブレンド、ナノチューブの存在下での現場重合を含む。

【0037】

CNTをホスト高分子マトリックス中に分散させる別の手法は、SWCNTの長繊維を製織して、高熱伝導率カーボンナノチューブの連続構造を形成する布にすることを含む。上で紹介したように、SWNTは、直径約1ナノメートル、長さ数マイクロメートルの寸法の独特な一次元伝導体である。長繊維SWCNTは、Eikos, Inc.等から商業的に入手できる。SWNTが層状構造で透明高分子マトリックス内に埋め込まれ、どの布の中の各々のSWCNTの繊維/糸も、下にある布と同じ糸の上に完全に位置するようにされるならば、SWCNT布の多重層を90-95%の開口部を伴って製造することができる。この構成は、実質的に透明な高熱伝導率高分子-CNT複合材を提供する。CNT布は透明でないかもしれないが、布の体積分率が低いこと、及び、布が垂直に整列していることにより、高分子を直角方向から見たとき、及び直角から大きく外れた角度から見た

10

20

30

40

50

ときに、十分な透明性がもたらされる。

【0038】

本明細書において開示されるカーボンナノチューブ複合材は、熱伝導性であり、ランプの照射パターンを歪ませないように又は減少させないように透明である。カーボンナノチューブの配合量が約2 - 10重量%のときに、熱伝導率(k)は、約10 - 1000 W/m・Kの間、より好ましくは約20 - 300 W/m・Kの間であり、少なくとも約90%の可視光透過率、より好ましくは少なくとも95%の可視光透過率を有する。図6に示されるように、可能なカーボンナノチューブ充填高分子の熱特性は、一般のヒートシンクに対して非常に改善され、金属の熱特性にほぼ匹敵する。ここに全体を引用により組み入れられるBerberらは、図7a及び図7bに示されるように、種々のカーボンナノチューブ複合材の特性をグラフに示した。図7aは、CNTの熱伝導率を温度Kの関数として表す。表示されているように、CNTは、100Kで最大の伝導率(37000 W/m・K)に達し、それから伝導率は徐々に減少する。室温では、伝導率は約6600 W/m・Kである。図7bは、カーボンナノチューブ(実線)に関する熱伝導率を、拘束されたグラファイト単層(一点鎖線)及びAAグラファイトの底面(点線)と比較して、200Kと400Kとの間の温度で示す。計算値(黒三角)が、グラファイトについて、実験データ(白丸)、(白菱形)及び(白四角)と比較される。グラフは、孤立したナノチューブが、仮定の孤立したグラフェン単層と極めて似た熱輸送挙動を示すことを例証する。

10

【0039】

CNT複合材の電気特性は、ナノチューブの質量分率(%)に強く依存する。引用によりここに組み入れられる特許文献3は、電気的用途のための伝導率レベルを教示する。特許文献3は、静電気散逸及び静電遮蔽といった電気的用途のための、高分子への極めて少量の重量%(0.03)のSWNTの配合量を開示し、EMI遮蔽のためには3重量%のSWNT配合量が適切であることを開示する。従って、ホスト高分子の好ましい物理的性質及び加工性は、ナノ複合材の中で最小限にしか損なわれないであろう。

20

【0040】

カーボンナノチューブ高分子複合材における熱伝導率の関係は、次式のように予想される。

【数1】

$$k_{\text{composite}} \approx (\text{WT\% CNT}) \times k_{\text{cnt}} + (\text{WT\% PMR}) \times k_{\text{pmr}}$$

30

ここで、 $k_{\text{composite}}$ は、複合材の合成熱伝導率であり、10 - 1000 W/m・Kであると予想される。 k_{cnt} は、用いられるカーボンナノチューブの熱伝導率である。 k_{pmr} は、用いられる高分子マトリックスの熱伝導率である。WT% CNTは、複合材中のカーボンナノチューブの配合重量百分率であり、2 - 10%であると予想される。WT% PMRは、複合材中の高分子マトリックスの配合重量百分率である。複合材の透明度は、次式のように、~95%と期待される。

【数2】

$$T_{\text{composite}} = 1 - R_{\text{composite}} - A_{\text{composite}}$$

$$A_{\text{composite}} \approx (\text{VOL\% CNT}) \times a_{\text{CNT}} + (\text{VOL\% PMR}) \times A_{\text{pmr}}$$

40

【0041】

ここで、CNTの吸光度は~100%であり、高分子マトリックスの吸光度は~0%であるので、高分子の吸光度は次式のようになる。

【数3】

$$A_{\text{composite}} \approx (\text{VOL\% CNT}) / (\text{VOL\% PMR}) \sim 2-10\%$$

【0042】

一般に、カーボンナノチューブは、高分子ホスト中でランダムに配向する。しかし、引用により全体をここに組み入れる2010年4月2日出願の米国特許__ (GE244671)において開示されるように、高い熱伝導率のカーボンナノチューブ充填高分子複合材

50

を、カーボンナノチューブを熱伝導性材料の面に平行な選択された配向に合わせて偏らせたCNT層として形成することも考えられる。こうした配向により、「層貫通」熱伝導率と比べて、横方向の熱伝導率を高めることができる。さらにカーボンナノチューブを熱伝導性材料の面に平行な選択された配向に合わせて偏らせた場合には、テンソルはさらなる成分を有することになり、選択された配向が説明された熱流の方向に平行である場合には、最終的な輻射的/対流的な放熱の効率をさらに高めることができる。このカーボンナノチューブの選択的配向を達成する1つの方法は、噴霧塗装の際に電場Eを印加することによる方法である。より一般的には、噴霧塗装の際に外部エネルギー場が印加されることで、高分子ホスト中に配置されるカーボンナノチューブに非ランダムな配向が与えられる。カーボンナノチューブの選択的配向を達成する別の方法によれば、ペイント塗りをを用いてヒートシンク体上に熱伝導性層が配置され、ペイント・ストロークは、カーボンナノチューブを好ましい配向に合わせて機械的に偏らせるように、好ましい配向に沿って描かれる。

10

【0043】

本開示の別の態様によると、高熱伝導率カーボンナノチューブ充填高分子複合材は、有機発光ダイオード(OLED)と共に用いられる。図8は、底部発光型OLEDアーキテクチャを示す。図8は簡単な構成のみを示すが、一般にOLEDデバイスは、基板上に形成されたアノード84と、アノード84の上に位置する正孔注入層などの1つ又はそれ以上の導電層86と、1つ又はそれ以上の有機発光層88と、電子輸送層90と、カソード92とを含む1つ又はそれ以上のOLED発光素子を有する、基板80を含む。OLEDデバイスは、発光素子がカソードを覆うカバーを通して発光することが意図されるトップエミッション型とすることもでき、及び/又は、発光素子が基板を通して発光するように意図されるボトムエミッション型とすることもできる。従って、ボトムエミッション型OLEDデバイスの場合には、基板82及びアノード層84はおおむね透明でなければならない。OLEDは、効率的な高輝度ディスプレイを作り出すことができるが、発光材料は高温で用いられると急速に劣化するので、ディスプレイの動作中に生成される熱がディスプレイの寿命を制限することがある。従って、本実施形態により、カーボンナノチューブ充填高分子複合材を、前面及び/又は後面の熱拡散及び散逸面を作る基板及び/又はカバーとして実装することができる。

20

30

【0044】

例示的实施形態を、好ましい実施形態を参照しながら説明してきた。明らかに、上述の詳細な説明を読んで理解すれば他者は変形及び改造を思い付くであろう。例示的实施形態は、全てのそうした変形及び改造が添付の特許請求の範囲又はその均等の範囲内にある限り、それらを含むものとして解釈されることが意図される。

【符号の説明】

【0045】

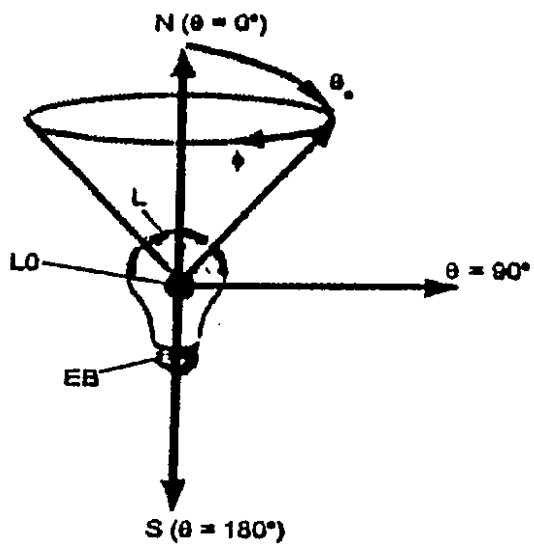
- 8、36：平面状LED型光源
- 10：外囲器
- 12、14、40：LEDデバイス
- 16：回路基板
- 18、50：基部
- 30：エジソン式ねじ付き口金電気コネクタ
- 32：拡散器
- 40：LEDデバイス
- 44：電子的ドライバ
- 54、56：角度付き側部
- 60：ヒート・フィン
- 82：基板
- 84：アノード

40

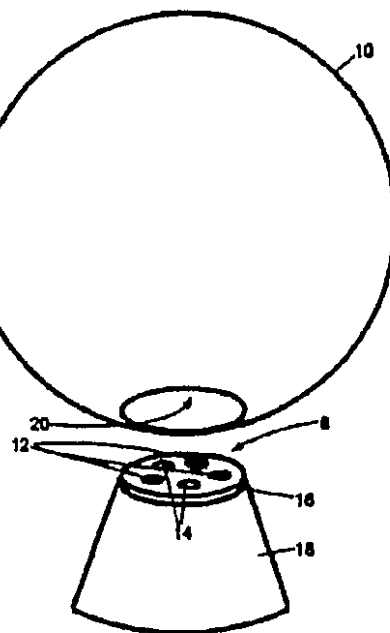
50

- 86 : 導電層
- 88 : 有機発光層
- 90 : 電子輸送層
- 92 : カソード

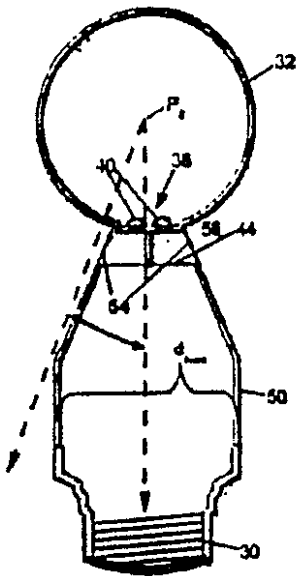
【図1】



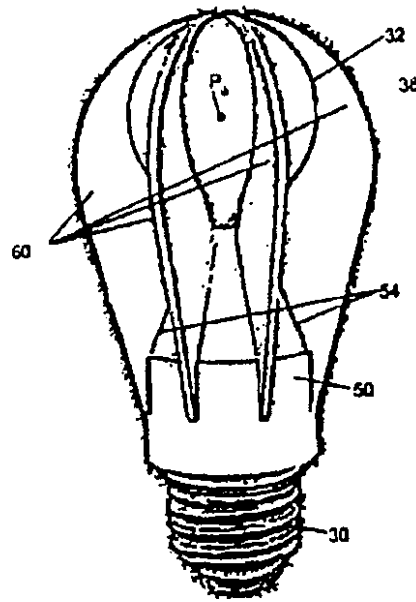
【図2】



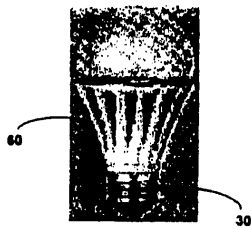
【 図 3 】



【 図 4 】

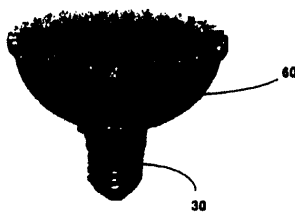


【 図 5 a 】



従来技術

【 図 5 b 】



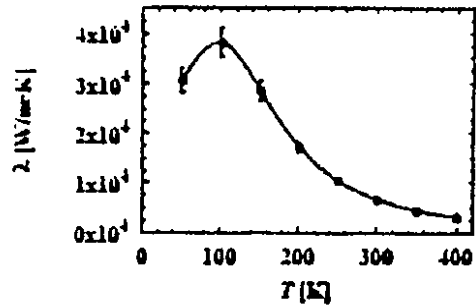
従来技術

【 図 6 】

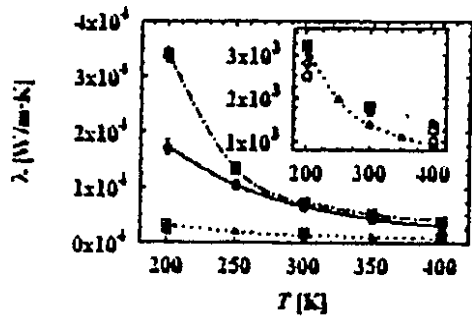
一般的な材料の熱伝導率

材料	熱伝導率
高分子	0.2-0.3
Fe, Pt, Pb, Al2O3	30-200
Al	200-300
Cu, Ag, BN, C (グラファイト)	300-400
C (ダイヤモンド), C (カーボンナノチューブ), C (ナノチューブ繊維)	400-2800

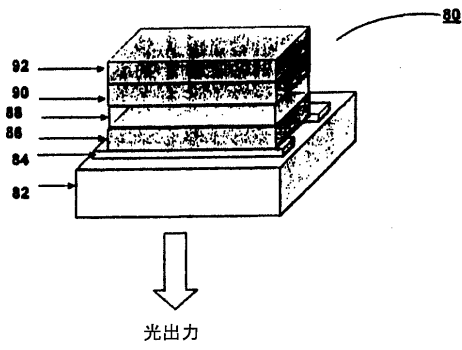
【 図 7 a 】



【 図 7 b 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
B 8 2 Y 30/00	(2011.01)	B 8 2 Y 30/00
F 2 1 Y 115/10	(2016.01)	F 2 1 Y 115:10
F 2 1 Y 115/20	(2016.01)	F 2 1 Y 115:20

(74)代理人 100109070

弁理士 須田 洋之

(74)代理人 100109335

弁理士 上杉 浩

(74)代理人 100120525

弁理士 近藤 直樹

(74)代理人 100141553

弁理士 鈴木 信彦

(72)発明者 チョードリー アシュファクル イスラム

アメリカ合衆国 オハイオ州 4 4 1 2 2 クリーブランド ノーブル ロード 1 9 7 5

(72)発明者 アレン ゲイリー ロバート

アメリカ合衆国 オハイオ州 4 4 1 2 2 クリーブランド ノーブル ロード 1 9 7 5

審査官 鈴木 重幸

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0175041(US,A1)

特開2009-170114(JP,A)

国際公開第2005/028549(WO,A1)

特開2004-185997(JP,A)

米国特許出願公開第2009/0195186(US,A1)

国際公開第2009/068471(WO,A1)

特表2010-504645(JP,A)

国際公開第2010/038983(WO,A2)

特開2008-200613(JP,A)

特開2004-186109(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

F 2 1 S 2 / 0 0 - 1 9 / 0 0

F 2 1 V 2 3 / 0 0 - 9 9 / 0 0

C 0 1 B 3 1 / 0 0 - 3 1 / 3 6

C 0 8 K 3 / 0 0 - 1 3 / 0 8

C 0 8 L 1 / 0 0 - 1 0 1 / 1 4

B 8 2 Y 5 / 0 0 - 9 9 / 0 0

H 0 1 L 3 3 / 0 0

H 0 1 L 3 3 / 4 8 - 3 3 / 6 4