

(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2016-517143

(P2016-517143A)

(43) 公表日 平成28年6月9日 (2016. 6. 9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 J 63/06 (2006.01)	HO 1 J 63/06	5C039
HO 1 J 9/02 (2006.01)	HO 1 J 9/02 B	5C043
HO 1 J 61/06 (2006.01)	HO 1 J 61/06 A	5C227
HO 1 J 61/35 (2006.01)	HO 1 J 61/35	
HO 1 J 61/067 (2006.01)	HO 1 J 61/067 Z	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)		

(21) 出願番号 特願2016-503617 (P2016-503617)
 (86) (22) 出願日 平成26年3月14日 (2014. 3. 14)
 (85) 翻訳文提出日 平成27年11月16日 (2015. 11. 16)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2014/055124
 (87) 国際公開番号 W02014/154505
 (87) 国際公開日 平成26年10月2日 (2014. 10. 2)
 (31) 優先権主張番号 13160768.1
 (32) 優先日 平成25年3月25日 (2013. 3. 25)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 515261468
 ライトラブ スウェーデン アクティ
 エボラーグ
 スウェーデン国, 754 50 ウプサラ
 , ビルディングス アレー 32 ペー
 (74) 代理人 100105795
 弁理士 名塚 聡
 (74) 代理人 100105131
 弁理士 井上 満
 (72) 発明者 ヨナス ティレン
 スウェーデン国, エス-753 3
 4 ウプサラ, ビキンガガタン
 44 セー
 Fターム (参考) 5C039 MM02 MM04 MM09
 5C043 AA04 CC19 CD19

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電界放出装置の成形カソード

(57) 【要約】

本発明は、アノードとカソードを備え、カソードの形状はアノードとカソードが提供される真空容器の形状をもとに選択される、電界放出照明装置に関する。カソードの独創的な形状によって、電界放出照明装置の動作中にアノードとカソードとの間に提供される電界の均一性を向上することができる。本発明はまた、そのようなカソードの形状を選択する、対応する方法に関する。

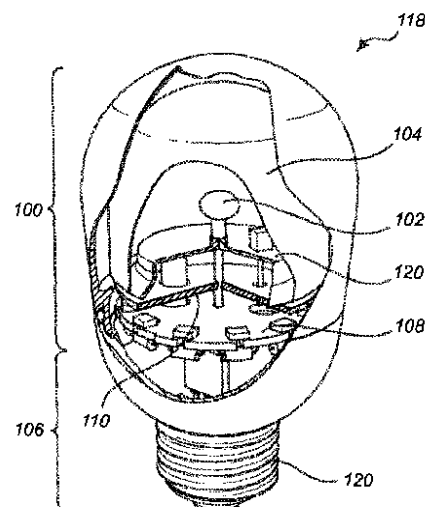


Fig. 3

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電界放出照明装置において、
電球状の真空容器であって、

前記電界放出照明装置の光学軸に沿って配置される電界放出カソードと、

透明導電層および光変換層への電子を含み、前記真空容器の内側に沿って配置される
アノード構造と、を有する真空容器と、

前記真空容器の下端に設けられるベース構造であって、前記ベース構造は、前記ベース
構造内に電氣的に一体化され、前記アノード構造および前記カソードに接続される電源を
有し、前記電源は、電子が前記カソードから前記アノード構造に放出されるよう電圧を印
加するように構成され、前記電界放出カソードは、前記真空容器の所定の形状に基づいて
選択される形状を有し、前記真空容器の下部に前記ベース構造に向かって配置され、前記
カソードの表面と前記アノード構造との距離は、前記光学軸に沿って最大になり、前記カ
ソードの表面と前記アノード構造との最短距離は、前記光学軸からの中心角が増えるに従
って小さくなる、ベース構造と、を備えた電界放出照明装置。

10

【請求項 2】

前記カソードの表面と前記アノード構造との前記距離は、0.1 mm から 100 mm の
間、好ましくは 0.2 mm から 70 mm の間、最も好ましくは 0.5 mm から 40 mm の
間で変化する、請求項 1 に記載の電界放出照明装置。

【請求項 3】

前記カソードは、前記光学軸に沿う法線を有する面について実質的に円形の断面を有す
る、実質的に楕円形の形状因子を有し、前記法線に沿う半軸と他の二本の半軸との比率は
1.05 から 2 である、請求項 1 または請求項 2 に記載の電界放出照明装置。

20

【請求項 4】

カソードの形状の選択は、50 % 未満、より好ましくは 20 % 未満、最も好ましくは 1
0 % 未満異なる電界強度を前記カソードの表面のすべての点において提供する、請求項 1
から請求項 3 のいずれか一項に記載の電界放出照明装置。

【請求項 5】

前記カソードの形状の選択は、前記アノード構造内に均一な電流密度をもたらす電子の
経路を提供しする、請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の電界放出照明装置。

30

【請求項 6】

前記電界放出照明装置は、前記真空容器と前記ベース構造との間に配置された導電構造
をさらに備える、請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の電界放出照明装置。

【請求項 7】

前記導電構造は、前記カソードの電位 V_c に関する電位 V_p にて、 $V_p - V_c$ が正にな
るように構成され、 $(V_p - V_c)(V_a - V_c)$ が 0 から 2 の範囲になるように、前記
アノード構造の電位 V_a に基づいて構成される、請求項 6 に記載の電界放出照明装置。

【請求項 8】

前記カソードは、

前記カソードの基板に配置される突出ベース構造のアレイであって、前記突出ベース構
造は、中心から中心の距離が 10 μm から 100 μm 、より好ましくは 10 μm から 60
 μm 、最も好ましくは 10 μm から 40 μm で、高さが 5 μm から 60 μm であるように
配置される、突出ベース構造のアレイと、

40

前記突出ベース構造の少なくとも一部に配置される少なくとも一つのナノ構造と、をさ
らに備える、請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の電界放出照明装置。

【請求項 9】

前記ナノ構造は、少なくとも一つの ZnO ナノロッドを備える、請求項 8 に記載の電界
放出照明装置。

【請求項 10】

前記ナノ構造は、少なくとも一つのカーボンナノチューブを備える、請求項 8 に記載の

50

電界放出照明装置。

【請求項 1 1】

前記突出ベース構造は、四角錐状である、請求項 8 に記載の電界放出照明装置。

【請求項 1 2】

前記四角錐状の突出ベース構造は、ベースの大きさが $10\ \mu\text{m}$ から $100\ \mu\text{m}$ である、請求項 1 1 に記載の電界放出照明装置。

【請求項 1 3】

前記電球状の真空容器は、半球、半パラボラ、もしくは半楕円状であり、前記ベース構造への円筒状、円錐状、もしくは直線状の接続を有する、請求項 1 に記載の電界放出照明装置。

10

【請求項 1 4】

前記ベース構造は、前記ベース構造に少なくとも部分的にランダムに配置される複数のナノ構造が設けられる、請求項 8 に記載の電界放出照明装置。

【請求項 1 5】

電界放出照明装置で使用するための電界放出カソードの形状を選択する方法であって、前記電気放出照明装置は、

真空容器の内側に沿って配置されるアノード構造を有する電球状の真空容器であって、前記アノード構造は、透明な導電層および光変換層への電子を含む、真空容器と、

前記真空容器の下端に設けられるベース構造であって、前記電界放出カソードは、前記電界放出照明装置の光学軸に沿って、前記真空容器の下部にて前記ベース構造に向かって配置される、ベース構造と、を備え、

20

前記方法は、

前記アノード構造によって覆われる前記真空容器の内側の形状を決定する工程と、

前記アノード構造と相関して前記電界放出カソードが前記真空容器の下部に配置される位置の空間関係を決定する工程と、

前記真空容器の内側の前記電界放出カソードと前記アノード構造との距離が前記光学軸に沿って最大になり、前記カソードの表面と前記アノードとの最短距離が前記光学軸からの中心角が増えるに従って小さくなるよう、前記電界放出カソードの形状を選択する工程と、を備える方法。

【請求項 1 6】

前記電界放出照明装置は、前記真空容器と前記ベース構造との間に配置された導電構造をさらに備える、請求項 1 5 に記載の方法。

30

【請求項 1 7】

前記カソードの基板に突出ベース構造のアレイを配置する工程であって、前記突出ベース構造は、中心から中心の距離が $10\ \mu\text{m}$ から $100\ \mu\text{m}$ 、より好ましくは $10\ \mu\text{m}$ から $60\ \mu\text{m}$ 、最も好ましくは $10\ \mu\text{m}$ から $40\ \mu\text{m}$ で、高さが $5\ \mu\text{m}$ から $60\ \mu\text{m}$ であるよう配置される、工程と、

少なくとも一つのナノ構造を前記突出ベース構造の少なくとも一部に配置する工程と、をさらに備える、請求項 1 5 および請求項 1 6 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、電界放出照明装置に関する。本発明は、さらに、そのような電界放出照明装置で使用する電界放出カソードの形状を選択する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の白熱電球は、現在、よりエネルギー効率がよく、環境への影響が少ない他の光源に切り替わっている。代替光源は、発光ダイオード (LED) 装置および蛍光光源を含む。しかし、LED 装置は比較的高価で作るのが複雑であり、また蛍光光源は水銀を含むことが知られ、それによって水銀暴露に伴う健康リスクによる潜在的な健康問題が提起され

50

る。さらに、水銀を含有することにより、蛍光光源のリサイクルは複雑でコストがかかる。

【 0 0 0 3 】

魅力的な代替光源が、電界放出照明の形で現れた。従来の電界放出照明装置は、アノード構造と電界放出カソードとを備え、アノード構造は、透明導電層と、例えば透明ガラス管の形で提供される真空容器の内面に塗布される蛍光体の層のような光変換層からなる。蛍光体層は、カソードから放出される電子によって励起されると光を放出する。

【 0 0 0 4 】

従来より知られる電界放出照明装置は、しばしば管の形状をしており、従来の電球の形状をしていることは滅多にない。よって、電界放出照明装置に、例えば従来の白熱電球および対応するコンパクトな蛍光光源を後付けするのに適した形状因子を提供する必要がある。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

電界放出照明装置の上記した所望の性質について、本発明の全体の目的は、例えば放射光の分布の向上によって、電界放出照明装置の性能の向上を可能にすることである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明は、真空容器内のカソードの代替形状および位置によって、カソードの外面に、最も重要なのはカソード表面の上半部に、より均一な電界を提供でき、それによって、ひいては、電子に入射するより均一な電子の分布を、電子エネルギーを例えば可視光に変換するのに用いられる光変換層に提供することを実現することに基づいている。したがって、形状および位置のこの選択および/または適合は、電界放出照明装置から放出される光の均一な空間的分布を可能にしている。

20

【 0 0 0 7 】

本発明の第一の態様によれば、これらのおよび他の目的は、電界放出照明装置の光学軸に沿って配置される電界放出カソードと、透明導電層と光変換層への電子とを備え真空容器の内側に沿って配置されるアノード構造とを備える電球形の前記真空容器と、前記真空容器の下端に設けられるベース構造と、を備える電界放出照明装置によって達成され、前記ベース構造は前記ベース構造内に電氣的に一体化され前記アノード構造および前記カソードに接続される電源を備え、前記電源は、電子が前記カソードから前記アノード構造に放出されるよう電圧を印加するよう構成され、前記電界放出カソードは、前記カソードと前記アノード構造との距離が他の軸に沿うよりも前記光学軸に沿う方が大きくなるよう、前記真空容器の形状に基づいて選択される形状を有し、前記真空容器の下部に前記ベース構造に向かって配置され、それによって、前記カソードと前記アノード構造との距離が前記光学軸からの中心角が増えるのに伴って小さくなり、それによって前記電界の均一性が向上する。

30

【 0 0 0 8 】

本発明の文脈では、光学軸は、その周りに光学系から出力される光の回転対称が存在する軸と定義され、すなわち、本発明によれば、独創的な電界放出照明装置である。真空容器の（予め）決められた形状に基づいて電界放出カソードの形状および位置を選択する効果は、電界放出照明装置によって放出される光の均一性が向上する可能性である。真空容器の形状要因（例、形）は、あるいは、例えば後付け電球のような後付け照明装置に用いられる形状要因に関して、概して設計考慮によって決定される。

40

【 0 0 0 9 】

このように、カソード構造の所定の形状および適合によって、カソードの表面とアノード構造との距離が光学軸に沿うと最大になり、カソードの表面とアノード構造との最短距離は、光学軸からの中心角が大きくなるのに伴って小さくなる。

【 0 0 1 0 】

50

市場で入手できる光源は、好ましくは比較的寿命が長くなくてはならない。電界放出の技術分野においては、電界放出照明装置の寿命は、少なくとも部分的に、例えば照明粉粒体のような電子の光変換層（例、いわゆる蛍光体層）への変質によって、具体的には単位面積当たりの蓄積した電荷、すなわち経時入射電流密度により、決定される。したがって、光変換層への電子によって覆われる面積が可能な限り大きいアノード構造を用いることが望ましい。加えて、そのような市販可能な光源は、概して、同じ“ユニット”

、あるいは照明装置の底部に設けられる必要な駆動エレクトロニクスを備える。またさらに、上記のように、照明装置は、概して電球である、今日既に市販されている光源に似た形状因子を有するのが好ましい。したがって、独創的な電界放出照明装置の形状因子は、今日入手可能な電球に似ているのが好ましく、同時にアノード構造の面積は最大であるべきなので、結果真空容器は概して半球として形成され、あるいは、動作の前に容器を真空にするため、および通常はアノードとカソードに電気接続フィードスルーを供給するために用いられる、例えばいわゆるポンプシステム（真空容器の底部）の空間を利用するために、ベース構造に向かう下端の筒状の延長を有する。上述に続き、カソードの最も自然な位置は概して球の中心である。本実施形態における独創的な照明装置の設計はこのように真球とは異なるので、結果的にカソード上の電界は不均一になる。

10

【 0 0 1 1 】

電流は、ファウラーノルドハイム方程式：

【 0 0 1 2 】

【 数 1 】

20

$$I = A_r a \frac{\beta^2 E^2}{\phi} e^{-\frac{b\phi^2}{\beta E}}$$

【 0 0 1 3 】

に従い、

A r は実効エミッタ面積であり、

a は一次ファウラーノルドハイム定数；

30

【 0 0 1 4 】

【 数 2 】

$$a = 1.54 \times 10^{-6} \left[\frac{AeV}{V^2} \right];$$

【 0 0 1 5 】

であり、

b は二次ファウラーノルドハイム定数；

40

【 0 0 1 6 】

【 数 3 】

$$b = 6.83 \times 10^9 \left[\frac{V}{m eV^{3/2}} \right]$$

50

【 0 0 1 7 】

である。

【 0 0 1 8 】

は単位 e V の仕事関数であり、 は無次元の増強因子である。

【 0 0 1 9 】

したがって、電界の変化は電流の変化につながる。

【 0 0 2 0 】

適切な印加電圧（概して 1 0 k V 未満）での電界放出を達成するために、特別に設計された構造が、電界強度を局所的に高めるために、一実施形態で用いられうる。一般的な目安としては、電界放出を達成するのに 1 G V / m が必要である。本発明では、これは例えば一実施形態において、一つまたは好ましくは二つの工程で達成されうる。マクロ電界は、ここで定義されるように、基本的なマクロジオメトリおよび印加電圧によって提供される。本発明では、マクロ電界は、全体として（たとえ真球対称であっても）球対称の電界として定義され、

10

【 0 0 2 1 】

【 数 4 】

$$E(r) = \frac{VR}{r(R-r)}$$

20

【 0 0 2 2 】

で示される。

【 0 0 2 3 】

V は印加電圧、R は外球の半径（アノード）であり、r は内球の半径（カソード）である。V は一般的に 1 - 2 0 k V の範囲にあり、1 - 1 0 k V の範囲にあるのが好ましい。r および R は、（上述のように）例えば真空容器の所望の形状因子によって決定される。簡潔にするために、上記のマクロ電界は以降、単に“電界”または“電場”とも称する。

【 0 0 2 4 】

30

電界放出を達成するための十分な電界強度に達するために、本発明の一実施形態において、ナノメートルレベルまでジオメトリを加えることによってマクロ電界を増幅させるのが好ましい。第一（および場合によっては任意の）工程は、ミクロ突起をカソード球面に加えることで、マクロ電界をカソード面上で局所的に高めることである。第二工程は、ナノ構造を用いることである。両者とも、下記に簡潔に説明する。

【 0 0 2 5 】

光出力は、概して（ある一定の範囲内で）電流に比例すると見なすことができるので、もし均一な光出力を望むならば、カソード面上でマクロ電界を均一に保つことがきわめて重要である。カソード面の不均一な電界強度は、概して不均一な電子の放出につながり、光変換層への不均一な電子の照射ひいては不均一な光出力につながる。これを実践的に達成するために、マクロ電界は、好ましくは、カソード面の関連領域、概しておよそカソードの上半部にわたって、可能な限り均一であるべきである。あるいはまた、本発明によると、カソード面の関連領域にわたって、ミクロ突起の大きさの分布を注意深く制御することが可能でありうる。

40

【 0 0 2 6 】

上述のように、光変換層への電子は、例えば、入射する電子からのエネルギーを光に変換するよう構成された蛍光体層を備えうる。あるいはまた、入射する電子からのエネルギーを光に変換する量子ドットを導入もしくは用いることも可能でありうる。

【 0 0 2 7 】

本発明の一実施形態によれば、前記カソードと前記アノード構造との前記距離は、0 .

50

1 mmから100 mmの間、好ましくは0.2 mmから70 mmの間、最も好ましくは0.5 mmから40 mmの間で変化する。さらに、この大きさの電界放出照明装置は、例えば標準のA19電球に匹敵するので、今日使われている多くの照明器具に適している。他の型の所定の形状はもちろん本発明の範囲内で可能である。

【0028】

本発明の別の実施形態によれば、前記カソードは実質的に楕円形に形成され、前記光学軸に沿う法線を有する面について実質的に円形の断面を有し、前記法線に沿う半軸(a)と他の二本の半軸(b)との比率は、比率 b/a が1.05から2の範囲にある。カソードを扁平な球形にすることで、実質的な楕円形により、真空容器内に均一な電界強度を提供することができる。すなわち上述の内容と十分に一致する。

10

【0029】

本発明の一実施形態において、カソードの形状を選択することは、50%未満、より好ましくは20%未満、最も好ましくは10%未満異なる電界強度を提供する。カソードの形状を選択することは、概して、電子の軌道を提供し、前記アノード構造の均一な電流密度につながる。

【0030】

本発明のさらに別の実施形態によれば、前記電界放出照明装置は、前記真空容器と前記ベース構造との間に配置された導電構造をさらに備える。(すなわち、概して真空容器の外側にある。)前記導電構造は、本発明によれば、 V_p 、 V_c が正になるよう、カソードの電位 V_c について電位 V_p で配置され、そして $(V_p - V_c)(V_a - V_c)$ が0から2の範囲になるよう、前記アノード構造の電位 V_a に基づいて配置されるのが好ましい。そうすることで、カソードからの電子を受け取るアノード構造の領域をさらに向上するために、アノード構造の下方領域、すなわちベース構造により近い部分によって受け取られる電子の軌道をさらに調整する。そのような導電構造は、加えて、電源をベース構造に向かって入射する電子から保護し、そしてまた、カソードおよび真空容器を、電源から発生する、分布し変化する電磁界から保護する。さらに、そのような導電構造は、その上面が、アノード構造から外側でなく内側に放出された光を反射するよう作られ、そしてさらに電界放出照明装置から放出される全光を向上させうる。またあるいは、導電構造は、真空容器の底部の内面に配置されうる。

20

【0031】

本発明の別の実施形態によれば、前記カソードは、中心から中心の距離が10 μm から100 μm 、より好ましくは10 μm から60 μm 、最も好ましくは10 μm から40 μm で高さが5 μm から60 μm であるよう突出ベース構造が配置される、基板に配置される前記突出ベース構造のアレイと、前記突出ベース構造のそれぞれに配置される少なくとも一つのナノ構造と、をさらに備える。

30

【0032】

突出ベース構造は、上述のようにベース構造に配置されるナノ構造からの電界放出を達成するためにカソードに印加される必要がある電圧に関して有利でありうる。突出ベース構造のない表面については、提示した構造とは対照的に、電界放出を達成するのにより高い電圧が必要となる。提示した構造では、電圧が突出ベース構造に集中し、それによって、フィールドエミッタとして機能するナノ構造の位置で電界がより高くなる。

40

【0033】

本明細書の文脈では、ナノ構造という言葉は、少なくとも一つの寸法がおよそ数百ナノメートルまでの構造を表す。そのようなナノ構造は、例えば、ナノチューブ、ナノロッド、ナノワイヤ、ナノペンシル、ナノスパイク、ナノフラワー、ナノベルト、ナノニードル、ナノディスク、ナノウォール、ナノファイバー、ナノスフェアを含みうる。さらに、ナノ構造はまた、前述の構造のどれを合わせても形成されうる。ナノ構造のより好適な方向は、カソード面に実質的に垂直な方向である。本発明の一実施形態によれば、ナノ構造はZnOナノロッドを備える。

【0034】

50

本発明の代替の実施形態によれば、前記ナノ構造は、カーボンナノチューブを含みうる。カーボンナノチューブは、一部は、その細長い形状によって先端でより高い電界を集中させ生成しうるため、またその電気的特性のために、フィールドエミッタナノ構造として好適でありうる。

【0035】

本発明の一実施形態によれば、前記突出ベース構造は、四角錐状である。突出ベース構造は四角錐状であるのが好ましい。四角錐は鋭くはっきりした先端を提供することで、さらに電界を集中させ、またフィールドエミッタとしてのナノ構造により高い電界を提供しうる。円筒、四角形の突起、あらゆる不規則な突出ジオメトリ等の他の型の突出ベース構造は、本発明の範囲内でももちろん可能である。本発明の一実施形態によれば、前記突出ベース構造は、ベースの大きさが20 μm から40 μm である四角錐状である。

10

【0036】

本発明の別の実施形態によれば、電球状の真空容器は半球、半パラボラ、もしくは半楕円状であり、前記ベース構造への円筒状、円錐状、もしくは直線状の接続を備える。ベース構造への接続は、カソードを、真空容器内の異なる点で光学軸に沿って位置させる能力を提供しうる。有利には、これによって、カソードの形状が制限されている場合も、均一な電界を可能にしうる。

【0037】

さらに、この特徴はまた、電界放出照明装置を、例えばエジソンねじ込み口金のような標準の白熱電球ソケットに後付けするものとして使用する能力を提供しうる。加えて、この大きさの電界放出照明装置は、標準のA19電球に匹敵しうるので、今日使われている多くの照明器具に適している。

20

【0038】

本発明の別の態様によれば、電界放出照明装置で使用する電界放出カソードの形状を選択する方法が提供され、前記電気放出照明装置は、アノード構造が透明な導電層および光変換層への電子を備える、真空容器の内側に沿って配置される前記アノード構造を有する電球状の前記真空容器と、前記真空容器の下端に設けられるベース構造と、を備え、前記電界放出カソードは前記電界放出照明装置の光学軸に沿って前記真空容器の下部に前記ベース構造に向かって配置され、前記方法は、前記アノード構造によって覆われる前記真空容器の内側の形状を決定することと、前記アノード構造と相関して前記電界放出カソードが前記真空容器の下部に配置される位置の空間関係を決定することと、前記真空容器の内側の前記電界放出カソードと前記アノード構造との距離が他のどの軸に沿うよりも前記光学軸に沿う方が大きくなるよう、前記電界放出カソードの形状を選択し、それによって、前記電界放出カソードと前記アノード構造との距離が前記光学軸からの中心角が増えるのに伴って小さくなることと、を備える。本態様は、本発明の前の態様に関連した同様の利点を提供する。

30

【0039】

本発明のさらなる特徴および利点は、添付の請求の範囲および以下の記述を参照すると明らかになる。当業者であれば、本発明の異なる特徴は、本発明の範囲を逸脱することなく、組み合わせで以下で記述する以外の実施形態を作り出しうることを理解する。

40

【0040】

独自の特徴および利点を含む本発明の種々の態様は、以下の詳細な記述および付属の図面からすぐに理解される。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明の一実施形態による電界放出照明装置の模式的な断面図。

【図2a】適切に形成されたカソードの発明概念を適用する例と適用しない例を、あるいは上述のような導電構造と組み合わせで示す。

【図2b】適切に形成されたカソードの発明概念を適用する例と適用しない例を、あるいは上述のような導電構造と組み合わせで示す。

50

【図 2 c】適切に形成されたカソードの発明概念を適用する例と適用しない例を、あるいは上述のような導電構造と組み合わせて示す。

【図 2 d】適切に形成されたカソードの発明概念を適用する例と適用しない例を、あるいは上述のような導電構造と組み合わせて示す。

【図 2 e】適切に形成されたカソードの発明概念を適用する例と適用しない例を、あるいは上述のような導電構造と組み合わせて示す。

【図 3】本発明の現在好ましい実施形態による電界放出照明装置の図。

【発明を実施するための形態】

【0042】

本発明は、本発明の現在好ましい実施形態を示す添付の図面を参照して、以下により完全に説明される。しかしながら、本発明は、多くの異なる形状で実施されうるので、本明細書で述べる実施形態に限定されると見なすべきではなく、むしろ、これらの実施形態は、徹底性と完璧性を期するために提供され、本発明の範囲を当業者に完全に伝える。全体として、同じ参照文字は、同じ要素を表す。

【0043】

この詳細な説明において、本発明による電界放出照明装置の実施形態は、主に、実質的に楕円形のカソードを備える電界放出照明装置を参照して述べられる。尚、これは決して本発明の範囲を限定するものではなく、例えば他の形状の真空容器もしくはカソードで用いるような、他の状況においても応用可能である。

【0044】

本発明は、添付の図面を参照して説明される。図面は初めに構造に注目し、次に電界放出照明装置の機能を説明する。

【0045】

図 1 では、電界放出照明装置 118 は断面を介して表され（すなわち側面図）、真空容器 100 および真空容器 100 の内側に沿うアノード構造 104 が示される。アノード構造 104 は、透明な導電層および、例えば P22 のような標準蛍光体（および/または例えば上記の量子ドット）を用いた蛍光体層のような光変換層への電子を備える。さらに、（上述し、また以下で詳しく述べる）わずかに楕円形を有する電界放出カソード 102 は、電界放出照明装置 118 の光学軸 116 に沿って配置され、電界放出照明装置 118 のベース構造 106 に近接して、真空容器 100 の下端に配置される。尚、図示した実施形態における電界放出カソード 102 は、本発明によると、上から見た場合（すなわち上面図であり、図 3 からも見ることができる）円形状であるのが好ましい。光学軸は、カソード内の中心点を介して延長する。

【0046】

ベース構造 106 は、アノード構造 104 の透明な導電層およびカソード 102 に電気接続される（図示せず）電源 108 を備える。電源は、好ましくは、DC（直流電流）電圧をアノード構造 104 およびカソード 102 に伝えうる。他の選択肢は本発明の範囲内で可能である。図 1 で示す実施形態では、電界放出照明装置 118 は、導電構造 110 を、例えば電源 108 に電気接続される（図示せず）導電性の“シールド”“ホイール”もしくは“プレート”の形状で、さらに備える。

【0047】

第一の矢印は、光学軸 116 に沿った、カソード 102 からアノード構造 104 への距離を示し、第二の矢印 114 は、カソードの中心点を介して延長するまた別の軸に沿った、カソード 102 の表面からアノード構造 104 への距離を示す。つまり、第二の矢印 114 は、光学軸 116 と比較して角度をなす。第一の矢印 112 に沿った距離は、第二の矢印 114 に沿った距離よりも大きい。これはカソード 102 の形状および位置のためである。さらに、カソード 102 とアノード構造 104 との距離は、第二の矢印 114 に示される光学軸 116 からの中心核の関数として、円滑に継続的に減少する。図 1 では、真空容器 100 の典型的なポンプシステム 120 を追加で示す。このように、カソードの表面とアノード構造との最短距離は、第一の矢印 112 と第二の矢印 114 との角度に伴って

10

20

30

40

50

増える。

【0048】

図2aでは、カソードの状況による電界強度のグラフを示す。図2aの電界強度値（尚、絶対値は印加電圧によるため、対象ではない）は、球状のカソードジオメトリ（すなわち、典型的な従来技術の電界放出カソード）から計算される。説明されるアーク長は、（カソードの上端面の点から点の太線で示すように）光学軸から-90度で始まり、光学軸から+90度で終わる。図2aから、球状のカソードの場合の電界強度の最大値は光学軸の方向で、光学軸と直交する方向は電界強度が最も低いことが明らかであり、また、より重要なのは、明らかに変動が大きいことである。使用すると、球状のカソードは、光学軸に向かう電子の放出を増加させ、同軸に直交する方向への放出はより少なく、放射光の均一な分布を提供しない。従来技術の電界放出照明装置に関連して提供される対応する電子の軌道は、図2bで見られる。

10

【0049】

図2cでは、カソードの光学軸を備えた状況による電界強度のグラフを示す。図2cにおける電界強度値は、例えば、図1の電界放出照明装置118に関して示されるように、より理想的な方法で本発明の真空容器の半球部分の中心の下に（好ましくは0.5ミリ下）に位置する、実質的に楕円形のカソードから計算される。図2cの図を介して提供される情報により、本発明のカソードの光学軸を備える状況による電界強度は、図2aおよび2bに図示する従来技術と比べ、カソードの表面の（改良され）実質的に均一な電界強度を提供することが教示される。その結果となる電界強度は、使用の際、アノード構造に向

20

【0050】

最適な形状を有し、最適な位置に位置する新規のカソード形状を導入すると、電界の均一性は図2cに示すように、+/-5パーセントと、大きく向上しうる。図2dから分かるように、対応する電子の軌道は、当該電子の軌道が真空容器の半球のほとんどを覆うよう、対応して調節される。（例えば電位 $V = V$ （アノード）を用いて）導電構造110を真空容器の下端に向けて追加で導入すると、電子の軌道は、半球以上が放出電子で覆われるよう、またさらに向上する。この概念は、図2eでさらに図示する。

30

【0051】

電界放出照明装置118の特徴からの機能的態様を、図3を参照して説明する。図3は、図1に示した電界放出照明装置118の現在好まれる実施形態を表す。

【0052】

図3において、カソード102およびアノード構造104に電気接続される電源108が、カソード102とアノード構造104とで異なる電位を供給する。電位差の典型的な値は、4-12kVの範囲であり（アノード電位はカソード電位よりも“より”正である）、これは本発明の特定の用途および実施形態に適用される。より小さいもしくはより大きい電位差も好適でありうるし、もしくは他の電位差の範囲もまた本発明の範囲内である。電位差は、電界放出照明装置118の動作中、カソード102からアノード構造104への電子の放出をもたらす。上述の透明導電層および光変換層への電子を備えるアノード構造104に入射する電子は、まず光変換層への電子に衝突し、そして光子を光変換層への電子からノによって放出させる。光子は透明導電層を介して移動し、観測者まで到達し、光が必要な部屋または他の場所を照らす。

40

【0053】

さらに、図3のカソード102は、本発明によって形成され、位置する。電界強度の均一性が向上し、それによって電界放出照明装置118から放出される光の均一な空間分布

50

を提供するよう、楕円形をしており、電球状の真空容器 100 に基づいて選択される真空容器内に位置する。つまり、電界放出カソード 102 の形状を決定する過程は、概して、アノード構造 104 によって覆われる真空容器 100 の内側の形状を決定することと、図 1 の矢印で示すようにアノード構造 104 と相関して電界放出カソード 102 が真空容器 100 の下部に配置される位置の空間関係を決定することと、それから真空容器 100 の内側に位置する電界放出カソード 102 とアノード構造 104 との距離が他のどの軸に沿うよりも光学軸に沿う方が大きくなるよう、電界放出カソード 102 の形状を選択し、それによって、電界放出カソード 102 とアノード構造 104 との距離が光学軸からの中心角が増えるのに伴って小さくなることと、を備える。その結果、図 1、2 b、2 d、2 e および 3 のすべてから分かるように、実質的に楕円形のカソードになる。

10

【0054】

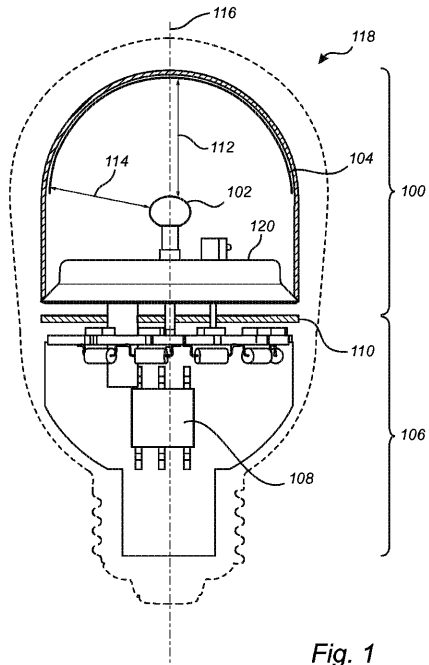
さらに、導電構造 110 は、図 3 の現在好ましい実施形態で示されており、電源 108 に接続され、特定の用途に適用される電位によってバイアスされる。導電構造 110 は、カソード 102 によって放出される電子から電源を保護するよう構成される。導電構造 110 を電位でバイアスすることによって、電源 108 のさらなる保護が達成される。導電構造 110 を電位でバイアスする別の目的は、電界強度をさらに高めることである。図 3 に示す現在好ましい実施形態では、ベース構造 106 の接続点 120 も含まれる。接続点は、標準の電球ソケットに嵌合するよう適応される。

【0055】

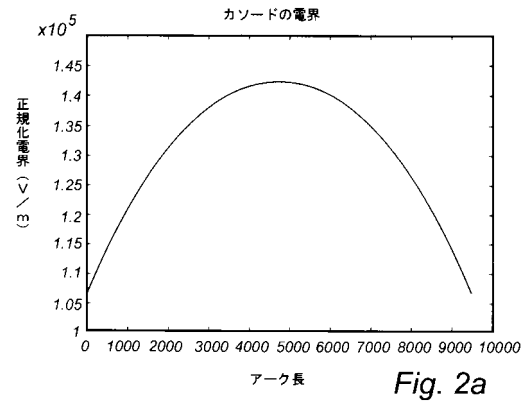
図は方法工程の特定の順を示しうるが、工程の順は描写されものとは異なることがある。また、二つ以上の工程を、同時にもしくは部分的に同時に実行しうる。そのような変形例は、例えばシステムおよび設計考察による。そのような変形例はすべて、本開示の範囲内である。さらに、本発明がその特定の例示的な実施掲載を参照して説明されたとしても、多くの異なる変更、修正などは当業者に明らかになる。開示した実施形態の変形例は、図面、本明細書、および添付の請求の範囲を検討することで、請求した発明を実行する際に、当業者に理解され、作り出されることができる。さらに、請求の範囲において、“備える”という用語は他の要素もしくは工程を除外するものではなく、“一つ”もしくは“一つの”という不定冠詞は、複数形を除外するものではない。

20

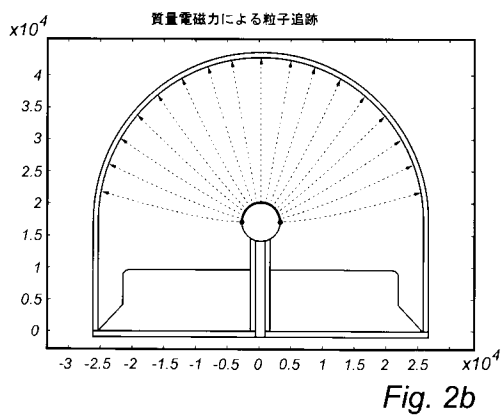
【図 1】



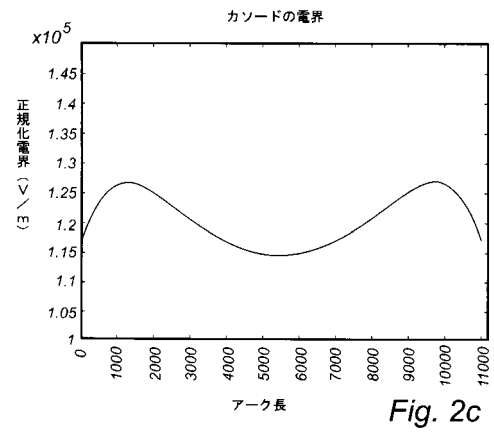
【図 2 a】



【図 2 b】



【図 2 c】



【図 2 d】

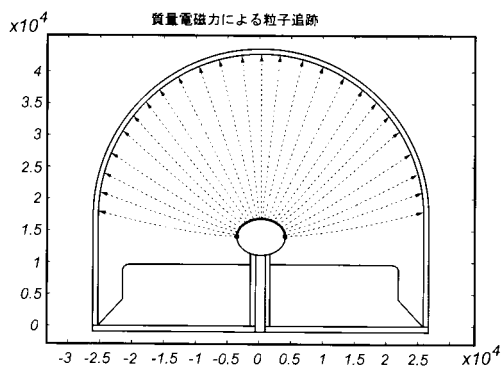


Fig. 2d

【図 2 e】

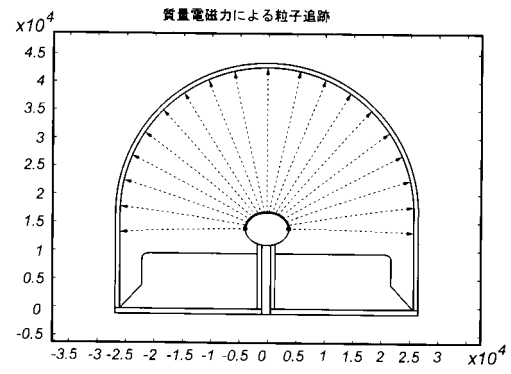


Fig. 2e

【図 3】

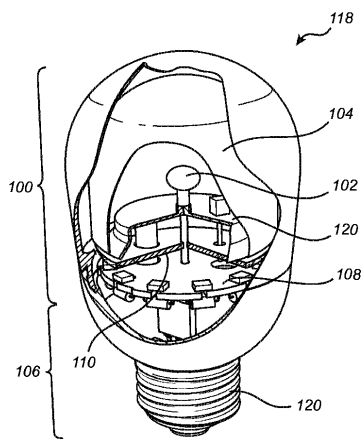


Fig. 3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2014/055124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01J63/06
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)
H01J

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 practicable, 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.
X	US 4 818 914 A (BRODIE IVOR [US]) 4 April 1989 (1989-04-04)	1,2,6, 15,16
Y	figure 3 -----	1
X	WO 02/47104 A1 (LIGHTLAB AB [SE]; FORSBERG GUNNAR [SE]) 13 June 2002 (2002-06-13)	1,2,6-17
Y	page 8, line 35 - page 9, line 3; figures 3, 4a, 4b, 4c page 9, line 4 - line 8; figures 5a, 5b -----	1
Y	US 2006/091782 A1 (LIU PENG [CN] ET AL) 4 May 2006 (2006-05-04)	1
	paragraph [0027]; figure 1 -----	
Y	WO 2005/074006 A1 (LIGHTLAB AB [SE]; HU QIUHONG [SE]) 11 August 2005 (2005-08-11)	1
	figure 2 ----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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 application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubt 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

7 April 2014

Date of mailing of the international search report

14/04/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zuccatti, Stefano

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/055124

(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010 062070 A (ROHM CO LTD) 18 March 2010 (2010-03-18) paragraph [0055]; figure 14 -----	1-17
A	US 2009/066216 A1 (FU WEI-QI [CN] ET AL) 12 March 2009 (2009-03-12) paragraph [0019]; figure 1 -----	1-17
A	US 2010/097004 A1 (HERRING RICHARD N [US] ET AL) 22 April 2010 (2010-04-22) figures 5-11 -----	1-17
A	EP 0 035 828 A2 (GEN ELECTRIC CO PLC [GB]) 16 September 1981 (1981-09-16) figures 1,2,3 -----	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/055124

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4818914	A	04-04-1989	NONE
WO 0247104	A1	13-06-2002	AU 2122602 A 18-06-2002 WO 0247104 A1 13-06-2002
US 2006091782	A1	04-05-2006	CN 1767140 A 03-05-2006 US 2006091782 A1 04-05-2006
WO 2005074006	A1	11-08-2005	CN 1922712 A 28-02-2007 CN 102522317 A 27-06-2012 EP 1709665 A1 11-10-2006 WO 2005074006 A1 11-08-2005
JP 2010062070	A	18-03-2010	NONE
US 2009066216	A1	12-03-2009	CN 101383264 A 11-03-2009 US 2009066216 A1 12-03-2009
US 2010097004	A1	22-04-2010	US 2010097004 A1 22-04-2010 US 2013043790 A1 21-02-2013
EP 0035828	A2	16-09-1981	AU 535321 B2 15-03-1984 AU 6712981 A 03-09-1981 EP 0035828 A2 16-09-1981 GB 2070849 A 09-09-1981 US 4352043 A 28-09-1982

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

Fターム(参考) 5C227 AA04 AA20 AB15 AC07 AC18 AD06 AD38 EE24 GG01