



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103000781 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 27

(21) 申请号 201110265155. 4

(22) 申请日 2011. 09. 08

(71) 申请人 晶扬科技股份有限公司  
地址 中国台湾新竹县

(72) 发明人 王金贤

(74) 专利代理机构 北京科龙寰宇知识产权代理  
有限责任公司 11139

代理人 孙皓晨

(51) Int. Cl.

H01L 33/46 (2010. 01)

H01L 33/00 (2010. 01)

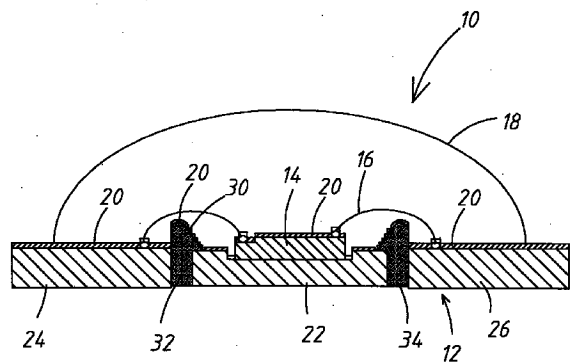
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

具渐进式折射率的防反射层及其制作方法

(57) 摘要

本发明提供一种具渐进式折射率的防反射层及其制作方法,以消除光在介面的反射作用。本发明的具渐进式折射率的防反射层的特征在于反射层是由一第一材料与一第二材料所沉积而成,且防反射层的折射率 ( $n_{\text{eff}}$ ) 是随厚度于第一材料的折射率 ( $n_1$ ) 与第二材料的折射率 ( $n_2$ ) 间呈现渐进式变化。其中防反射层的每一厚度的折射率符合一有效介质定律,  $n_{\text{eff}} = \{n_1^2 f + n_2^2 (1-f)\}^{1/2}$ , 其中  $f$  为该反射层的第一材料的填充比率。



1. 一种具渐进式折射率的防反射层,其特征在于:

该反射层是由一第一材料与一第二材料所沉积而成,且该反射层的折射率是随厚度于一第一材料的折射率与一第二材料的折射率间呈现渐进式变化。

2. 根据权利要求 1 所述的具渐进式折射率的防反射层,其特征在于,该反射层的每一厚度的折射率符合一有效介质定律,  $n_{\text{eff}} = \{n_1^2 f + n_2^2 (1-f)\}^{1/2}$ , 其中该  $f$  为该反射层的该第一材料的填充比率。

3. 根据权利要求 1 所述的具渐进式折射率的防反射层,其特征在于,其是沉积于一 LED 元件上或一太阳能面板上。

4. 根据权利要求 3 所述的具渐进式折射率的防反射层,其特征在于,该 LED 元件包含有:

一复合式金属导线架,其包含有:

一晶粒座金属导线架,其上贴设有至少一 LED 晶粒;

一阳极金属导线架与一阴极金属导线架,其是分设于该晶粒座金属导线架侧边;

一成形胶体,其包含有:

一反射墙,其是环设于该 LED 晶粒周围;

一第一侧壁,其是位于该晶粒座金属导线架与该阳极金属导线架间,以接合该晶粒座金属导线架与该阳极金属导线架;以及

一第二侧壁,其是位于该晶粒座金属导线架与该阴极金属导线架间,以接合该晶粒座金属导线架与该阴极金属导线架;

数个导线,其是将该 LED 晶粒电性连接至该阳极金属导线架与该阴极金属导线架;以及

一硅胶透镜,其罩设该 LED 晶粒与该导线,其中该反射层,其是位于该 LED 晶粒与该硅胶透镜间。

5. 根据权利要求 4 或 1 所述的具渐进式折射率的防反射层,其特征在于,该 LED 晶粒上更设有一 ITO 透明导电层,该第一材料为氧化锌,该第二材料为二氧化硅。

6. 根据权利要求 4 或 1 所述的具渐进式折射率的防反射层,其特征在于,该第一材料为二氧化钛,该第二材料为二氧化硅。

7. 一种具渐进式折射率的防反射层的制造方法,其特征在于,其包含有下列步骤:

提供一真空腔室,该腔室内设有一第一靶材与一第二靶材以及一基材,该第一靶材连接一第一阴极与一可编程第一电源端,该第二靶材连接一第二阴极与一可编程第二电源,该基材连接一阳极;

于该真空腔室内通一氩气与一氧气,以产生一电浆束撞击该第一靶材与该第二靶材;以及

同步调整该可编程第一电源与该可编程第二电源,以调控该第一靶材与该第二靶材的电功率,调变该电浆束轰击该第一靶材与该第二靶材的比例,于该基材上沉积一防反射层,该防反射层的折射率随厚度于该第一靶材的氧化物的折射率与该第二靶材的氧化物的折射率间呈现渐进式变化。

8. 根据权利要求 7 所述的具渐进式折射率的防反射层的制造方法,其特征在于,该第一靶材与该第二靶材的电功率是呈现互补式变动。

9. 根据权利要求 7 所述的具渐进式折射率的防反射层的制造方法,其特征在于,该第一靶材的电功率是延  $\{1-(10t^3-15t^4+6t^5)\}$  的高点至低点,该第二靶材的电功率是延  $(10t^3-15t^4+6t^5)$  的低点至高点,  $t$  是时间百分比。

10. 根据权利要求 7 所述的具渐进式折射率的防反射层的制造方法,其特征在于,该基材为一 LED 元件半成品。

11. 根据权利要求 7 所述的具渐进式折射率的防反射层的制造方法,其特征在于,该 LED 元件半成品包含有:

一复合式金属导线架,其包含有:

一晶粒座金属导线架,其上贴设有至少一 LED 晶粒;

一阳极金属导线架与一阴极金属导线架,其是分设于该晶粒座金属导线架侧边;

一成形胶体,其包含有:

一反射墙,其是环设于该 LED 晶粒周围;

一第一侧壁,其是位于该晶粒座金属导线架与该阳极金属导线架间,以接合该晶粒座金属导线架与该阳极金属导线架;以及

一第二侧壁,其是位于该晶粒座金属导线架与该阴极金属导线架间,以接合该晶粒座金属导线架与该阴极金属导线架;以及

数个导线,其是将该 LED 晶粒电性连接至该阳极金属导线架与该阴极金属导线架,其中该反射层是位于该 LED 晶粒与该复合式金属导线架表面上。

12. 根据权利要求 11 所述的具渐进式折射率的防反射层的制造方法,其特征在于,更包含有一步骤,其是于沉积该反射层后,于该 LED 元件半成品上形成一硅胶透镜,其罩设该 LED 晶粒、该反射层与该导线。

13. 根据权利要求 7 或 10 所述的具渐进式折射率的防反射层的制造方法,其特征在于,该第一靶材的材质为锌,该第二靶材的材质为硅。

14. 根据权利要求 7 或 10 所述的具渐进式折射率的防反射层的制造方法,其特征在于,该第一靶材的材质为钛,该第二靶材的材质为硅。

15. 根据权利要求 7 或 10 所述的具渐进式折射率的防反射层的制造方法,其特征在于,该氩气与该氧气的比例为 40% : 60%。

16. 根据权利要求 7 或 10 所述的具渐进式折射率的防反射层的制造方法,其特征在于,更包含有对该基材进行加热的步骤。

## 具渐进式折射率的防反射层及其制作方法

### 技术领域

[0001] 本发明是有关一种防反射层及其制作方法,特别是指一种具渐进式折射率的防反射层及其制作方法。

### 背景技术

[0002] 近年来发光二极管(LED)当作照明光源已有逐取代传统式白炽灯(Incandescent)或萤光灯(Flourescent)灯泡的趋势。由于氮化镓(GaN)蓝光二极管具有高亮度及高功率特质,以GaN为基础的半导体已广被业界当作白色LED发光的主要材料。科技的日新月异致GaN材料内部发光层的发光效率(Internal Quantum Efficiency)已精进至90%以上,而LED表层的外部出光效率(External Quantum Efficiency)却不及10%。也就是说LED发光仅有部分光线能照射出来,而大部分光线抵GaN界面后却折回LED内部并加热整体结构造成光衰现象,此仍此一产品最大缺憾。

[0003] LED外部发光效率低落仍源自半导体发光材料与空气间光线折射率的大差异。GaN蓝光(波长440nm)折射率 $n = 2.5$ 而空气折射率 $n = 1.0$ ,由Snell's Law得知光线由GaN射出至空气,其全反射角度为 $\Theta_c = 23.6^\circ$ 。也就是仅在 $23.6^\circ$ 的锥体内光线才有机会脱离LED材料表面层, $23.6^\circ$ 至 $90^\circ$ 光锥外光线因循全反射定律致完全返回LED内部。再者,锥体内的光线又受限于LED表层的Fresnel Reflection效应,又有部分光线反射折回内部再次降低光锥内光线的出光效率。此Fresnel Reflection效应也因GaN材料与空气之间光的折射率差异而产生。因此要提升LED出光效率必须深入研究如何降低或防止因界面两边折射率的差异而造成光的反射作用。

[0004] 多年来人们已在光学产品表面如摄影镜头(Camera Lens)涂抹一层防反射层(Antireflection Layer)以降低Fresnel Reflection效应而增强光线穿透率。此Quarter Wavelength防反射法是取 $1/4$ 波长厚度的光学涂层覆盖于光学产品表面当作防反射层。在此,防反射层材料需选择其折射率 $n$ 介于GaN与空气之间并符合 $n = (n_{\text{GaN}} \times n_{\text{air}})^{1/2}$ 的要求,且其涂层厚度取 $d = \lambda / 4n$ ( $\lambda$ 为投入光的波长)。

[0005] 最近氧化锌(ZnO)曾被提及当作防反射光学材料。ZnO的折射率 $n = 2.0$ 且特有的纳米管状nanorod结构很适合此一角色。以单一ZnO防反射层涂抹于LED表面上以降低Fresnel反射而增强发光萃取(Light Extraction)15%~20%已有成功的例子。通过缜密计算过的ZnO薄膜层的厚度,以致射出第一道光线在GaN/ZnO界面折回与第二道光线在ZnO/Air界面折回是反相的(Out of phase),如此两道光线作破坏性干扰(Destructive Interference)产生毫无反射能量折回的现象,可被视为无反射作为。此 $1/4$ 波长防反射法的缺点在于适当折射率的材料难以取得或制作,又防反射层厚度与光线的波长息息相关,一旦其厚度被决定了而该防反射层也仅能针对某一波长的光消除其反射,对于其他颜色波长光线则防光反射功能降低或失效,不能作到全方位(Omnidirection)或宽频带(Broadband)的效果。此外与相机镜头长距离取光不同,LED发光源非常贴近其上层表面,当发光光源向各方射出时,对于非垂直射入的光线,此 $1/4$ 波长防反光功能将丧失其作用。

[0006] 有鉴于此,本发明遂提出一种崭新的具渐进式折射率的防反射层及其制作方法,以有效克服上述的该等问题。

### 发明内容

[0007] 本发明的主要目的在提供一种具渐进式折射率的防反射层及其制作方法,以消除光在介面的反射作用。

[0008] 本发明的另一目的在提供一种具渐进式折射率的防反射层及其制作方法,其应用于 LED 时,可增强出光效率。

[0009] 本发明的再一目的在提供一种具渐进式折射率的防反射层及其制作方法,其应用于太阳能面板 (Solar Cells) 的表面时,以降低太阳光反射的能力,提高光的入射率并增强光电效应。

[0010] 为达上述的目的,本发明提供一种具渐进式折射率的防反射层,其特征在于防反射层是由一第一材料与一第二材料所沉积而成,且防反射层的折射率 ( $n_{\text{eff}}$ ) 是随厚度于第一材料的折射率 ( $n_1$ ) 与第二材料的折射率 ( $n_2$ ) 间呈现渐进式变化。

[0011] 本发明更提出一种具渐进式折射率的防反射层的制造方法,其步骤为首先提供一真空腔室,腔室内设有一第一靶材与一第二靶材以及一基材,第一靶材连接一第一阴极与一可编程第一电源端,第二靶材连接一第二阴极与一可编程第二电源,基材连接一阳极;于真空腔室内通一氩气与一氧气,以产生一电浆束撞击第一靶材与第二靶材;以及同步调整可编程第一与第二电源,以调控第一靶材与第二靶材的电功率,调变电浆束轰击第一与第二靶材的比例,以于基材上沉积一防反射层,防反射层的折射率随厚度于第一靶材的氧化物的折射率 ( $n_1$ ) 与第二靶材的氧化物的折射率 ( $n_2$ ) 间呈现渐进式变化。

[0012] 底下通过具体实施例详加说明,当更容易了解本发明的目的、技术内容、特点及其所达成的功效。

### 附图说明

[0013] 图 1(a) 为本发明所使用的 LED 元件的俯视图;

[0014] 图 1(b) 为图 1(a) 的 LED 元件沉积有本发明的具渐进式折射率的防反射层的 AA' 剖视图;

[0015] 图 2 为防反射层的折射率随厚度改变的示意图;

[0016] 图 3 是本发明用来制作上述的防反射层的真空腔室架构示意图;

[0017] 图 4 是本发明用来制作上述的防反射层的步骤流程图;

[0018] 图 5 是本发明用来制作上述的防反射层的真空腔室的第一靶材的电极功率经由编程控制其输出功率在 1 小时中每分秒变化由 1KW 逐渐降至零而第二靶材上输出功率由零逐渐调上升到 1KW 的时间与功率线性变化图表;

[0019] 图 6 是本发明的防反射层的真空腔室的第一靶材为锌靶,第二靶材为 P- 型的硅靶时,第一靶材的电功率延  $\{1-(10t^3-15t^4+6t^5)\}$  的高点至低点,第二靶材的电功率是延  $(10t^3-15t^4+6t^5)$  的低点至高点的多项式编程变化,所获得的理想防反射层的材料填充比率分布曲线。

[0020] 附图标记说明:10-LED 元件;12-复合式金属导线架;14-LED 晶粒;16-导线;

18- 硅胶透镜 ;20- 防反射层 ;22- 晶粒座金属导线架 ;24- 阳极金属导线架 ;26- 阴极金属导线架 ;28- 成形胶体 ;30- 反射墙 ;32- 第一侧壁 ;34- 第二侧壁 ;36- 腔室 ;38- 第一靶材 ;40- 第二靶材 ;41- 基材支撑台 ;42- 基材 ;44- 遮蔽墙 ;45- 可编程第一电源端 ;46- 红外线加热器 ;47- 第二阴极 ;48- 红外线加热器 ;49- 可编程第二电源端。

### 具体实施方式

[0021] 本发明提出一种具渐进式折射率的防反射层及其制作方法,以消除光在介面的反射作用,再者,应用于 LED 时,可增强出光效率,应用于太阳能面板 (Solar Cells) 的表面时,以降低太阳光反射的能力,提高光的入射率并增强光电效应。

[0022] 本发明提出一种具渐进式折射率的防反射层,其特征在于防反射层是由一第一材料与一第二材料所沉积而成,且防反射层的折射率 ( $n_{\text{eff}}$ ) 是随厚度于第一材料的折射率 ( $n_1$ ) 与第二材料的折射率 ( $n_2$ ) 间呈现渐进式变化。其中反射层的每一厚度的折射率符合一有效介质定律 (Effective Medium Theory),  $n_{\text{eff}} = \{n_1^2 f + n_2^2 (1-f)\}^{1/2}$ , 其中  $f$  为该反射层的第一材料的填充比率。

[0023] 以下,是本发明的具渐进式折射率的防反射层应用于 LED 元件的实施例。请一并参阅图 1(a)、图 1(b) 与图 2,其各为本发明所使用的 LED 元件的俯视图、图 1(a) 的 LED 元件沉积有本发明的具渐进式折射率的防反射层的 AA' 剖视图,以及防反射层的折射率随厚度改变的示意图。如图所示,LED 元件 10 主要包含有一复合式金属导线架 12、至少一 LED 晶粒 14、数个导线 16、一硅胶透镜 18,以及一防反射层 20。

[0024] 上述的复合式金属导线架 12 包含有:一晶粒座金属导线架 22、一阳极金属导线架 24 与一阴极金属导线架 26,以及一成形胶体 28。

[0025] 晶粒座金属导线架 22 上贴设有上述的 LED 晶粒 14。阳极金属导线架 24 与阴极金属导线架 26 是分设于晶粒座金属导线架 22 侧边。

[0026] 成形胶体 28 形成有一环设于 LED 晶粒 14 周围的反射墙 30、一第一侧壁 32 与一第二侧壁 34。第一侧壁 32 是位于晶粒座金属导线架 22 与阳极金属导线架 24 间,以接合晶粒座金属导线架 22 与阳极金属导线架 24。第二侧壁 34 是位于晶粒座金属导线架 22 与阴极金属导线架 26 间,以接合晶粒座金属导线架 22 与阴极金属导线架 26。

[0027] 上述的数个导线 16 是将 LED 晶粒 14 电性连接至阳极金属导线架 24 与阴极金属导线架 26。而硅胶透镜 18 是罩设 LED 晶粒 14 与导线 16。本发明的防反射层 20 是沉积于 LED 晶粒 14 与硅胶透镜 18 间,以消除光在介面的反射作用,增强出光效率。

[0028] 当 LED 晶粒 14 上设有一材质为铟锡氧化物 (ITO) 的透明导体层时,第一材料选用氧化锌,第二材料选用二氧化硅,因此防反射层 20 的折射率 ( $n_{\text{eff}}$ ) 是随厚度于一第一材料的折射率 ( $n_1$ ) 与一第二材料的折射率 ( $n_2$ ) 间呈现渐进式变化,如同图 2 所示。也就是利用氧化锌  $\text{ZnO}$  ( $n = 2.0$ ) 及  $\text{SiO}_2$  ( $n = 1.46$ ) 的材料特性合成并控制其浓度成分,使防反射层的折射率由 LED 晶粒表面透明导体层 ITO 的  $n = 2.0$  渐进地降到透明硅胶透镜介面的 1.41。依此来消除光线经介面的反射作用以增强 LED 晶粒的出光效率。

[0029] 举例来说,防反射层的折射率是可如图 2 所示,依据厚度区分为 5 层(分别以不同图案来作为区别),但并不因此局限本案的防反射层仅可依据厚度区分为 5 层。

[0030] 假如 LED 晶粒上层为  $n$  type GaN 则一般设计即无一 ITO 层而直接以 GaN 为最上

表层,其折射率为  $n = 2.5$ 。因此防反射层纵剖面折射率仍需考虑折射率由  $n = 2.5$  降至  $\text{SiO}_2$  的  $n = 1.46$ 。此时利用  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  的组成材料,以  $\text{TiO}_2$  (TitaniumDioxide) 材料 ( $n = 2.7$ ) 取代  $\text{ZnO}$  材料 ( $n = 2.0$ ),在溅镀过程中 Ti 金属靶取代 Zn 金属靶。

[0031] 再者,请一并参阅图 3 与图 4,其是本发明用来制作上述的防反射层的真空腔室架构示意图与步骤流程图。

[0032] 本发明的制作上述的防反射层的方法,包含有下列步骤:首先,如步骤 S1 所述,提供一如图 3 所示的真空腔室 36,腔室 36 内设有一第一靶材 38 与一第二靶材 40 以及数个设置于一基材支撑台 41 上的基材 42,第一靶材 38 连接一第一阴极 44 与一可编程第一电源端 45,第二靶材 40 连接一第二阴极 47 与一可编程第二电源 49,基材 42 连接一阳极;于真空腔室 36 内通一氩气与一氧气,以产生一电浆束撞击第一靶材 38 与第二靶材 40;再如步骤 S2 所述,同步调整可编程第一电源与可编程第二电源 45、49,以调控第一靶材 38 与第二靶材 40 的电功率,调变电浆束轰击第一靶材 38 与第二靶材 40 的比例,于基材 42 上沉积一防反射层,防反射层的折射率随厚度于第一靶材的氧化物的折射率 ( $n_1$ ) 与第二靶材的氧化物的折射率 ( $n_2$ ) 间呈现渐进式变化。

[0033] 因为第一电源 45 与第二电源 49 都是可编程化的电源端,因此上述施加于第一靶材 38 与第二靶材 40 的电功率可以是需求进行适当调变,例如可为线性变化或多次方编程变化。基本上两者间是呈现互补式变动。举例来说,最理想的防反射层设计是第一靶材 38 的电功率是延  $\{1-(10t^3-15t^4+6t^5)\}$  的高点至低点,第二靶材 40 的电功率是延  $(10t^3-15t^4+6t^5)$  的低点至高点的多次数编程变化,其中  $t$  是时间百分比。

[0034] 而上述的基材为一前述的 LED 元件半成品,也就是未设置硅胶透镜的 LED 元件半成品。此 LED 元件半成品的复合式金属导线架是环亚树脂的成形胶体与金属导线架以高压高温压模成型,因此可以耐溅镀时  $200^\circ\text{C}$  至  $300^\circ\text{C}$  的温度以得到较佳防反射层的粘着性。

[0035] 本发明技术的一特色是同步 (Synchronize) 使用两座可编程 (programmable) 的电源供应器,电源输出随时间分秒变化调控变化靶材上阴极的电功率。时间的增值区段小至 1 毫秒 (mSec) 可视为一连续性变化,如图 5 所示。当第一靶材为锌靶,第二靶材为 P- 型的硅靶,锌靶的电极功率经由编程控制其输出功率在 1 小时中每分秒变化由 1KW 逐渐降至零,另一硅靶上输出功率由零逐渐调上升到 1KW 的线性变化。氧化锌及二氧化硅的薄膜成长速度,纳米/秒 (nm/sec) 与靶的输入功率 (Watts) 成正比关系,功率越大成长速率越快,因此相对浓度成分也较高。

[0036] 举例来说,当第一靶材 38 为锌靶,第二靶材 40 为 P- 型的硅靶,各靶各自接上一 200KHz 脉冲直流电源 (Pulsed DC Power Supply) 的阴极 (Cathode) 44。而将 LED 元件半成品是放置在接地的正极 (Anode) 上。实际操作时固定比率的氩气 (Argon) 及氧气 (Oxygen) 以 40% 比 60% 比率由靶材四周直接喷入真空腔室以产生电浆撞击靶材,产生  $\text{ZnO}$  及  $\text{SiO}_2$  离子或分子降落生长在 LED 元件半成品表面上。当然灌注气体的比例也可调变,以达较佳分子结构。阴极靶材四周有适当的接地遮蔽墙 (Shielding) 46 围绕,以保障各自靶材下的电浆稳定激发运作。 $\text{ZnO}$  及  $\text{SiO}_2$  的浓度成分比是由各单独靶材上的输入高压 ( $500 \sim 600\text{V}$ ) 电功率来控制。为求  $\text{ZnO}$  与  $\text{SiO}_2$  能均匀的散落分布到 LED 元件半成品表面上,第一靶材 38 及第二靶材 40 各向中间左斜或右斜  $10^\circ \sim 15^\circ$ 。LED 元件半成品可以使用红外线加热器 48 加热至  $200^\circ\text{C}$  或  $300^\circ\text{C}$ ,以增强  $\text{ZnO}/\text{SiO}_2$  粒子在 LED 元件半成品表面的粘着性。

[0037] 当第一靶材为锌靶,第二靶材为P-型的硅钼时,第一靶材的电功率是延 $\{1-(10t^3-15t^4+6t^5)\}$ 的高点至低点,第二靶材的电功率是延 $(10t^3-15t^4+6t^5)$ 的低点至高点的多次方编程变化,t是时间百分比,如此可获得类似图6所示的理想防反射层的第一材料与第二材料填充比率分布曲线,进而达到理想折射率曲线图。此时反射率可低于0.1%。

[0038] 鉴此,本发明的防反射层涂抹时间点是在LED元件制造过程中,晶片贴片(die bonding)于基板上经打线(wire bonding)之后,或在外部透明保护硅胶成型的前,只要在原制造过程中多增加一道防光反射层涂抹步骤而不需改变其他工艺作业。此涂层薄膜含盖LED元件半成品的整个表面。此外,因为ZnO具高热传导性,部分LED发光散发的热源也可通过防反射涂层的高导热性水平扩散出去,如此利用ZnO/SiO<sub>2</sub>的防反射层溅镀至LED晶粒表上,可使LED发光效率增加至少50%,同时此防反射作用并不受限光线的波长,可泛用到400nm至700nm可见光范围,甚至延伸到紫外光或红外线光达宽频(Broadband)效果。

[0039] 以上所述者,仅为本发明的较佳实施例而已,并非用来限定本发明实施的范围。故即凡依本发明申请范围所述的特征及精神所为的均等变化或修饰,均应包括于本发明的申请专利范围内。



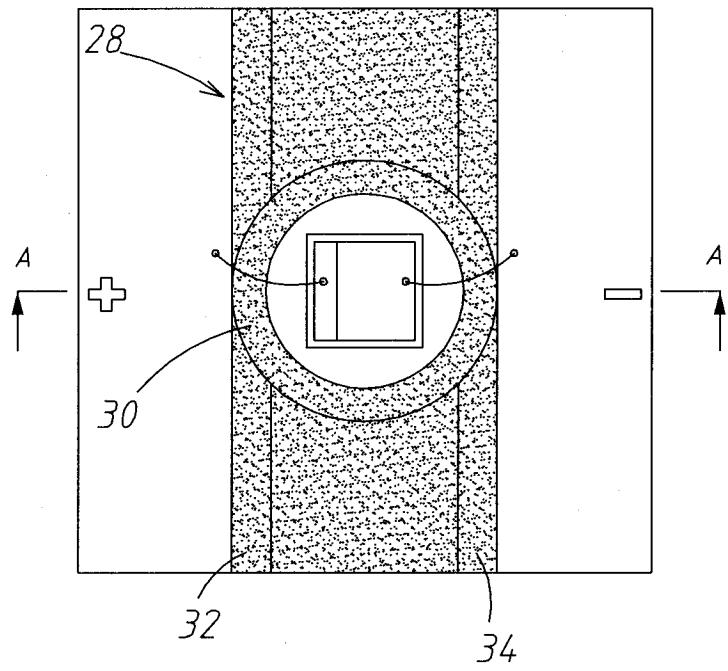


图 1(a)

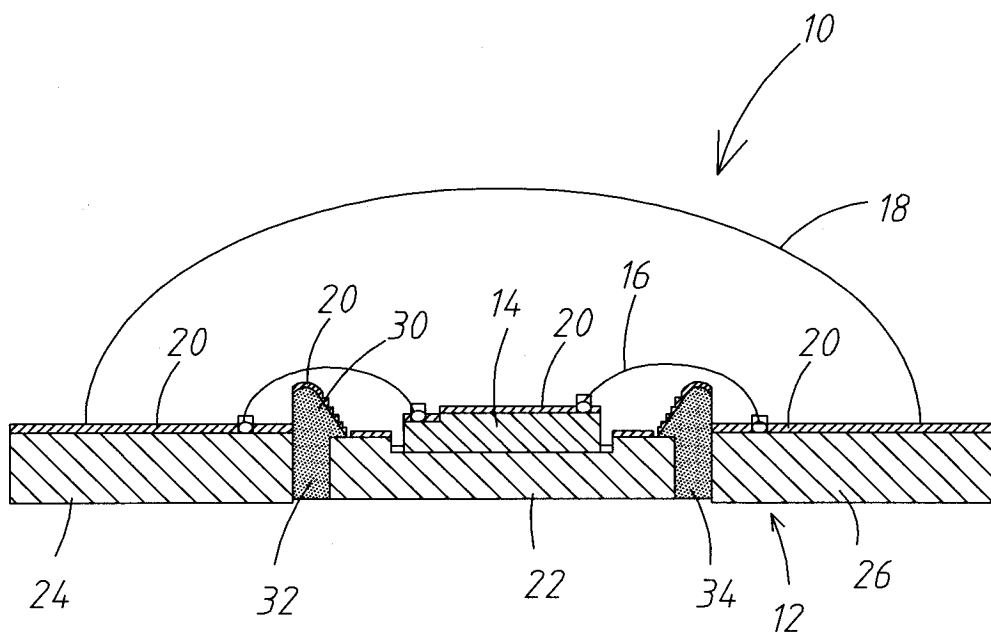


图 1(b)

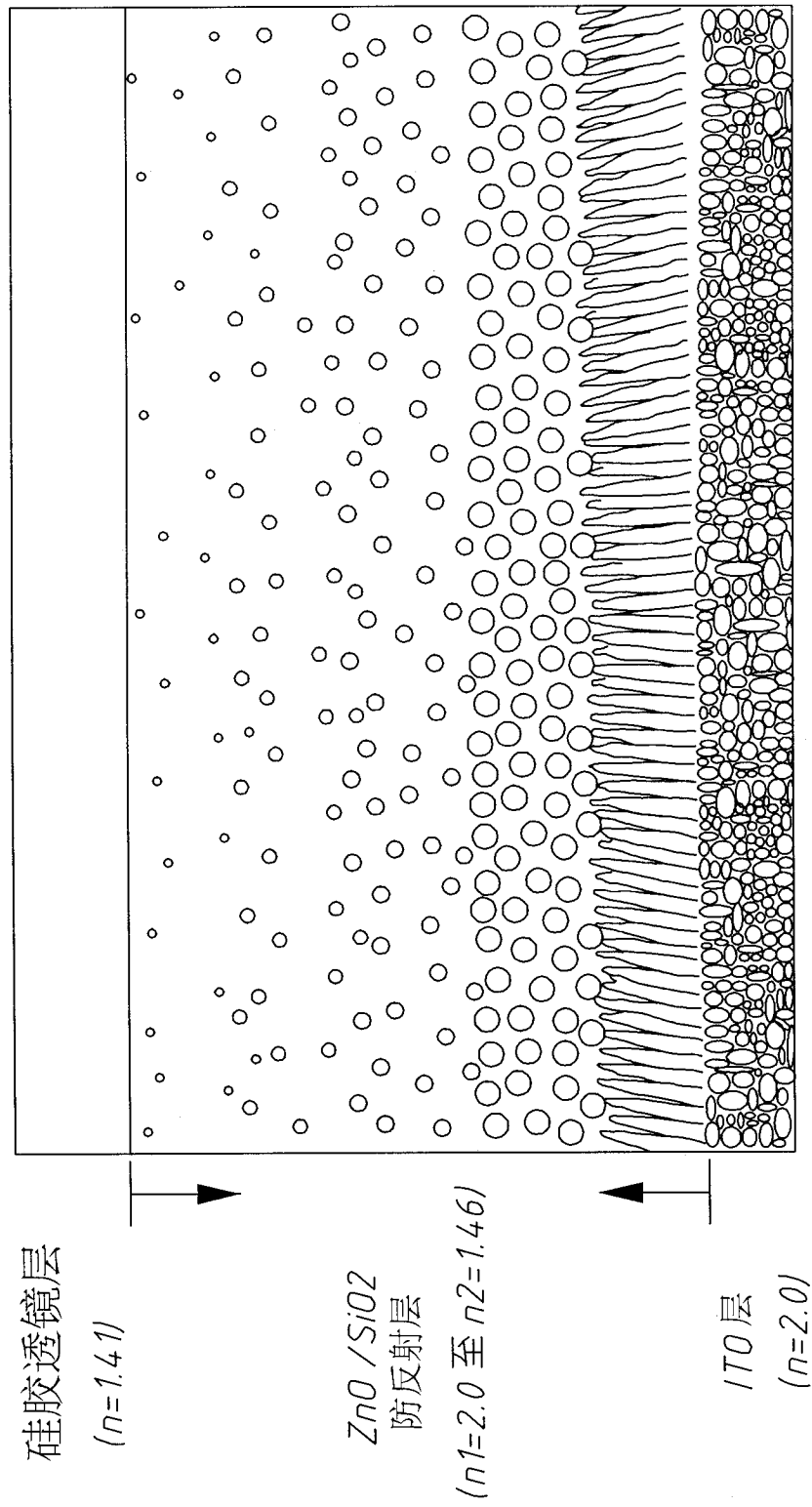


图 2

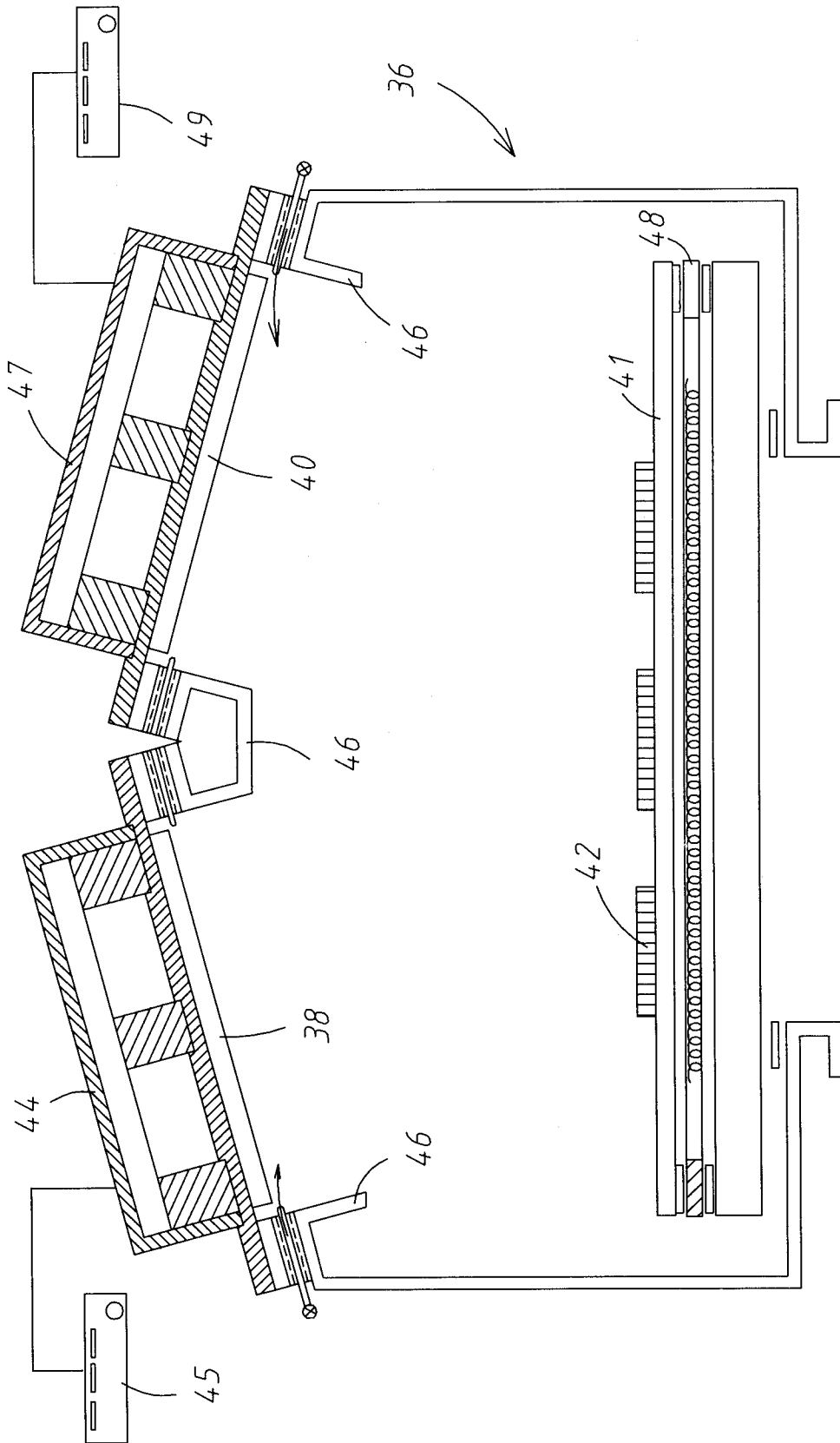


图 3

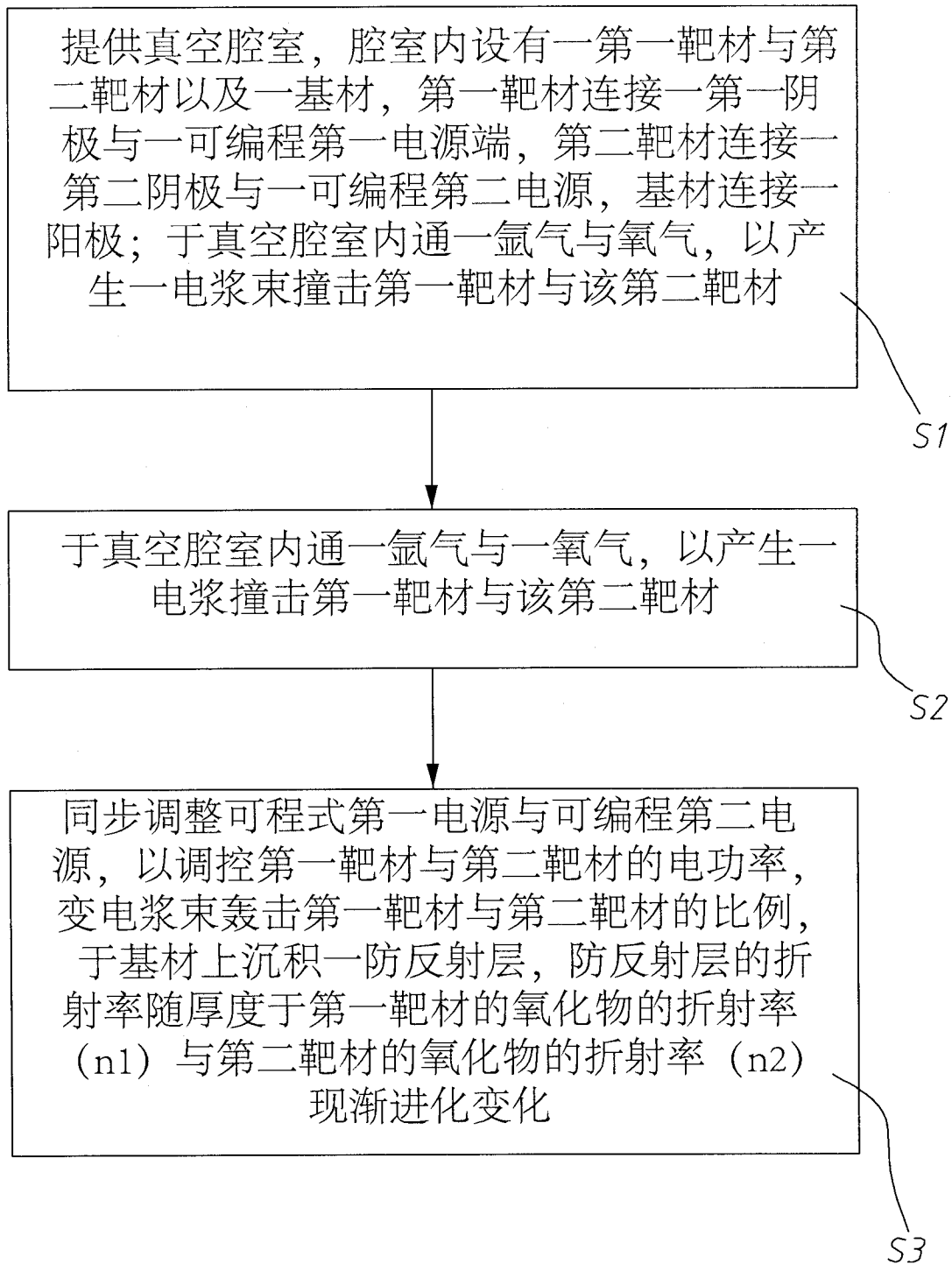


图 4

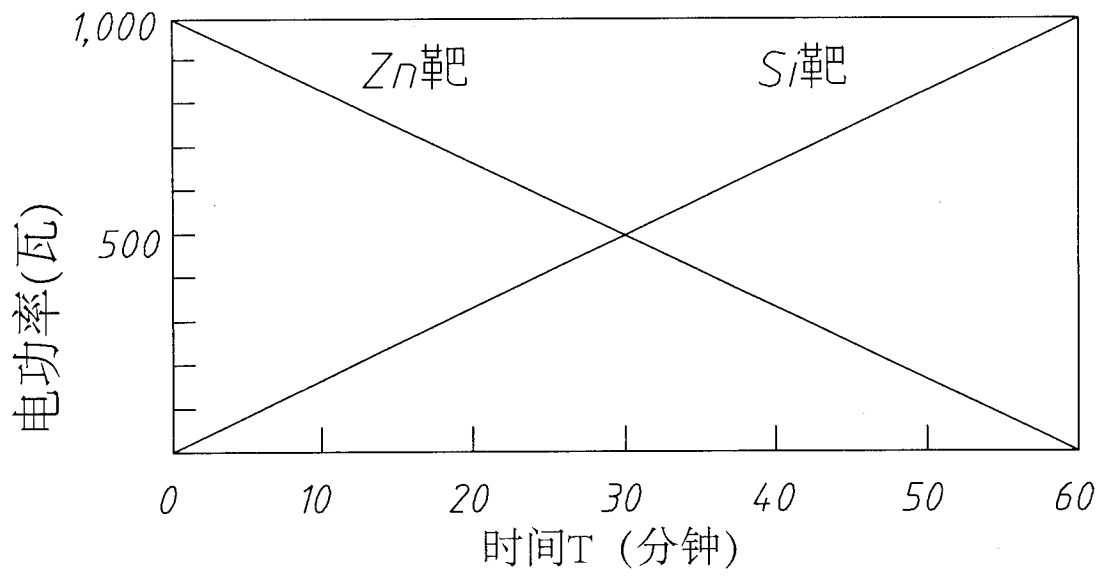


图 5

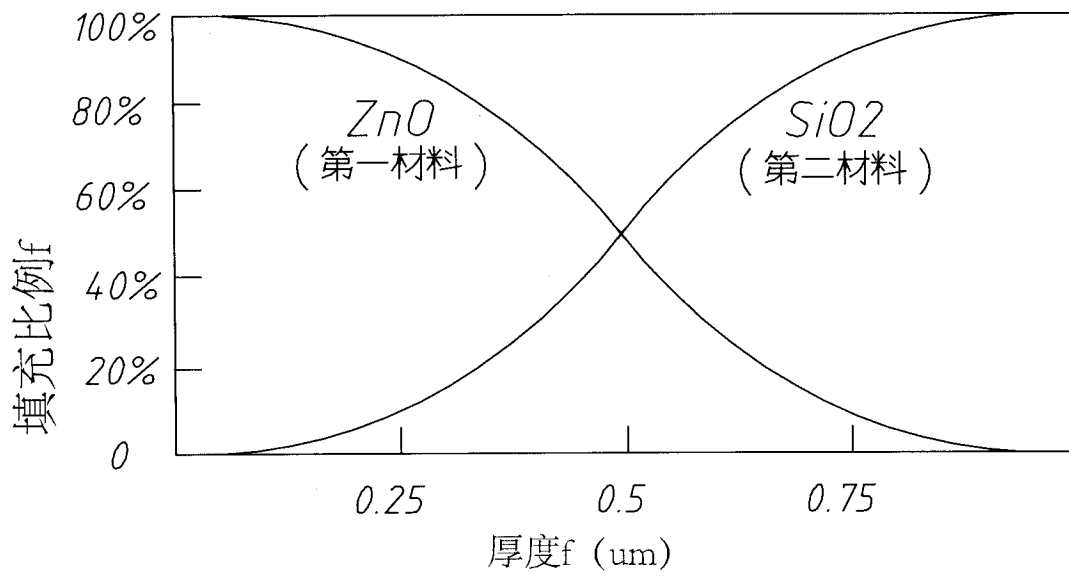


图 6