[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H05B 33/14 (2006.01)
H05B 33/22 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680009712.3

[43] 公开日 2008 年 3 月 19 日

[11] 公开号 CN 101147426A

[22] 申请日 2006.1.26
[21] 申请号 200680009712.3
[30] 优先权
[32] 2005. 1.26 [33] US [31] 11/045,016
[86] 国际申请 PCT/US2006/004686 2006.1.26
[87] 国际公布 WO2006/081586 英 2006.8.3
[85] 进入国家阶段日期 2007.9.25
[71] 申请人 宋健民
地址 中国台湾台北
[72] 发明人 宋健民
[74] 专利代理机构 北京中原华和知识产权代理有限责任公司
代理人 寿 宁

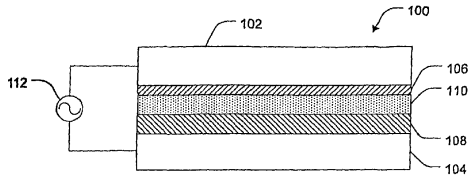
权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图 7 页

[54] 发明名称

无晶钻石材料及其使用和制造方法

[57] 摘要

本发明是关于一种电致发光装置(100)，其具有改良增进的单位输入伏特电致发光。该装置具有一第一电极(102)、一第二电极(104)、类钻碳层(106)，是与第一电极(102)以及第二电极(104)的至少其中一电极电耦合、以及一冷光材料(108)，是与类钻碳层(106)、第一电极以(102)及第二电极(104)电耦合，该冷光材料(108)接收来自类钻碳层(106)的电子而发光。该类钻碳层(106)与冷光材料(108)可由一介电材料(110)所区隔分离。当所通入交流电的频率增加时，该冷光材料(108)的发光度增加，而达到相同发光度所需的电压则减少。



1、一种电致发光装置，其特征在于其包括:

一第一电极;

一第二电极;

一类钻碳层，是与第一电极及第二电极的至少其中一电极电耦合；以及一冷光材料，是与类钻碳层、第一电极及第二电极电耦合，该冷光材料接收来自类钻碳层的电子而发光。

2、如权利要求 1 所述的电致发光装置，其特征在于其中该类钻碳层与冷光材料层由一介电材料所区隔分离。

3、如权利要求 2 所述的电致发光装置，其特征在于其中该冷光材料散布在介电材料之中。

4、如权利要求 2 所述的电致发光装置，其特征在于其中该冷光材料为一层状。

5、如权利要求 4 所述的电致发光装置，其特征在于其中该介电材料为一层状而介于类钻碳层与发光层之间。

6、如权利要求 5 所述的电致发光装置，其特征在于其中该介电材料层的厚度在大约 1μm 到大约 500μm 之间。

7、如权利要求 6 所述的电致发光装置，其特征在于其中该介电材料层的厚度在大约 4μm 到大约 100μm 之间。

8、如权利要求 6 所述的电致发光装置，其特征在于其中该介电材料层的厚度在大约 4μm 到大约 30μm 之间。

9、如权利要求 5 所述的电致发光装置，其特征在于其中该冷光材料是设置在至少二层介电材料之间。

10、如权利要求 2 所述的电致发光装置，其特征在于其中该介电材料是为聚合物、玻璃、陶瓷或是其混合物。

11、如权利要求 2 所述的电致发光装置，其中该介电材料是选自钛酸钡($BaTiO_3$)、钛锆酸铅(PZT)、氧化钽(Ta_2O_3)、饱和多元酯(PET)、锆酸铅($PbZrO_3$)、钛酸铅($PbTiO_3$)、氯化钠(NaCl)、氟化锂(LiF)、氧化镁(MgO)、二氧化钛(TiO_2)、氧化铝(Al_2O_3)、氧化钡(BaO)、氯化钾(KCl)、硫化镁(Mg_2SO_4)、熔石英玻璃(fused silica glass)、钠钙硅玻璃(soda lime silica glass)、高铅玻璃(high lead glass)以及其混合物或组成物的其中一种。

12、如权利要求 11 所述的电致发光装置，其特征在于其中该介电材料为钛酸钡。

13、如权利要求 11 所述的电致发光装置，其特征在于其中该介电材料为钛锆酸铅。

14、如权利要求 11 所述的电致发光装置，其特征在于其中该介电材料为锆酸铅。

15、如权利要求 11 所述的电致发光装置，其特征在于其中该介电材料为钛酸铅。

16、如权利要求 1 所述的电致发光装置，其特征在于其中该第一电极与第二电极为平板状。

17、如权利要求 1 所述的电致发光装置，其特征在于其中该第一电极与第二电极的至少其中一电极是被配置以传递光。

18、如权利要求 17 所述的电致发光装置，其特征在于其中该第一电极与第二电极皆是被配置以作传递光。

19、如权利要求 18 所述的电致发光装置，其特征在于其中该第一电极与第二电极的其中一电极的一外表面是为一反射面，该反射面被配置以将光反射向该类钻碳层。

20、如权利要求 19 所述的电致发光装置，其特征在于其中该反射面是为一铬涂层。

21、如权利要求 17 所述的电致发光装置，其特征在于其中该第一电极与第二电极的至少其中一电极是为一披覆有氧化铟锡的玻璃。

22、如权利要求 17 所述的电致发光装置，其特征在于其中该第一电极与第二电极的至少其中一电极是为一披覆有氧化铟锡的塑胶或聚合物。

23、如权利要求 17 所述的电致发光装置，其特征在于其中该第一电极与第二电极是具有挠性而可弯曲。

24、如权利要求 1 所述的电致发光装置，其特征在于是进一步具有一中介层，该中间层是电耦合于该类钻碳层与第一电极及第二电极的其中至少一电极之间。

25、如权利要求 24 所述的电致发光装置，其特征在于其中该中介层是选自锂(Li)、钠(Na)、钾(K)、铷(Rb)、铯(Cs)、铍(Be)、镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr)、钡(Ba)、硼(B)、铈(Ce)、钐(Sm)、铝(Al)、镧(La)、铕(Eu)及其合金或混合物的其中一种。

26、如权利要求 1 所述的电致发光装置，其特征在于其中该冷光材料包含有一负载体，该负载体上披覆有一掺杂物。

27、如权利要求 26 所述的电致发光装置，其特征在于其中该负载体是选自硫化锌、氧化锌、铝酸钇(yittrium aluminum oxide)、石英、橄榄石、辉石、角闪石(amphiborite)、云母、叶腊石(pyrophillite)、莫来石(Mullite)、石榴石以及其混合物的其中一种。

28、如权利要求 26 所述的电致发光装置，其特征在于其中该负载体上所披覆的掺杂物是选自铜(Cu)、银(Ag)、锰(Mn) 、铁(Fe)、镍(Ni)、钴(Co)、

钛(Ti)、钒(V)、铬(Cr)、锆(Zr)以及其混合物的其中一种。

29、如权利要求 26 所述的电致发光装置，其特征在于其中该冷光材料是一披覆有铜的硫化锌。

30、如权利要求 26 所述的电致发光装置，其特征在于其中该冷光材料是一披覆有铜的氧化锌。

31、如权利要求 26 所述的电致发光装置，其特征在于其中该冷光材料是一披覆有铜的铝酸钇。

32. 如权利要求 26 所述的电致发光装置，其特征在于其中该冷光材料进一步包含有一氮化铝(AlN)添加物。

33. 如权利要求 32 所述的电致发光装置，其特征在于其中该氮化铝添加物包含有少于约 1.5%的氧。

34、如权利要求 32 所述的电致发光装置，其特征在于其中该氮化铝添加物是包含有一选自铜、银、锰、铁、镍、钴、钛、钒、铬、锆、铕及其混合物的其中一种材料。

35、如权利要求 32 所述的电致发光装置，其特征在于其中该氮化铝添加物是大致上相邻该冷光材料。

36、如权利要求 32 所述的电致发光装置，其特征在于其中该氮化铝添加物是散布在冷光材料内。

37、如权利要求 1 所述的电致发光装置，其特征在于其中该冷光材料是具有纳米(nanometer)大小的尺寸。

38、如权利要求 1 所述的电致发光装置，其特征在于其中该类钻碳层是为一无晶钻石层。

39、如权利要求 38 所述的电致发光装置，其特征在于其中该类钻碳层包括至少大约 95%的碳原子，该碳原子中至少有大约 30%以扭曲四面体配位键结。

40、如权利要求 38 所述的电致发光装置，其特征在于其中该类钻碳层包括至少大约 90%的碳原子，该碳原子中至少有大约 20%以扭曲四面体配位键结。

41、如权利要求 38 所述的电致发光装置，其特征在于其中该类钻碳层包括至少大约 80%的碳原子，该碳原子中至少有大约 30%以扭曲四面体配位键结。

42、如权利要求 1 所述的电致发光装置，其特征在于其中该类钻碳层具备一在大约 10 纳米到大约 3 微米(micron)之间的厚度。

43、如权利要求 1 所述的电致发光装置，其特征在于其中该类钻碳层包含复数形成在一表面上且面向该冷光材料的的粗糙度。

44、如权利要求 43 所述的电致发光装置，其特征在于其中该等粗糙度

的高度介于约大约 10nm 到大约 10000nm 的范围之间。

45、一种电致发光方法，其特征在于其包含有：

提供如权利要求 1 所述的电致发光装置一足量电流以令该冷光材料发光。

46、如权利要求 45 所述的电致发光方法，其特征在于其中该电流为一交流电流。

47、如权利要求 46 所述的电致发光方法，其特征在于其中该交流电流具有一高于大约 20 赫兹(Hz)的频率。

48、如权利要求 47 所述的电致发光方法，其特征在于其中该交流电流具有一高于大约 100Hz 的频率。

49、如权利要求 48 所述的电致发光方法，其特征在于其中该交流电流具有一高于大约 1000 Hz 的频率。

50、如权利要求 49 所述的电致发光方法，其特征在于其中该交流电流具有一高于大约 3500 Hz 的频率。

51、如权利要求 46 所述的电致发光方法，其特征在于其中该交流电流具有一小于约 30 伏特(V)的电压。

52、如权利要求 51 所述的电致发光方法，其特征在于其中该交流电流具有一小于约 10 伏特的电压。

53、如权利要求 52 所述的电致发光方法，其特征在于其中该交流电流具有一小于大约 5 伏特的电压。

54、如权利要求 46 所述的电致发光方法，其特征在于其中该交流电流具有一大于大约 100:60 的频率电压比率。

55、如权利要求 46 所述的电致发光方法，其特征在于其中该交流电流具有一大于大约 100:10 的频率与电压比率。

56、如权利要求 46 所述的电致发光方法，其特征在于其中该交流电流具有一大于大约 100:1 的频率电压比率。

57、如权利要求 46 所述的电致发光方法，其特征在于其中该交流电流的频率增加且电压减少，且仍提供一相较该交流电流在低频率高电压时所具有的冷光度相同或更高的冷光度。

58、如权利要求 57 所述的电致发光方法，其特征在于其中该交流电流具有一高于大约 100 Hz 的频率以及一小于大约 3 伏特的电压，并且该交流电流所产生的冷光度高于该交流电流在约 60 Hz 频率与约 40 伏特电压时所具有的冷光度。

无晶钻石材料及其使用和制造方法

技术领域

本发明是属于从类钻碳材料中产生电子的设备和方法。因此，本申请包括物理，化学，电子，及材料科学领域。

背景技术

热电子及场发射设备为人们熟知并用于不同应用中。如阴极射线管及场发射显示器的场发射设备均是该类设备的通常例子。一般而言，热电子发射设备通过发射热电子越过势垒(potential barrier)得以运行，而场发射设备则是使电子穿透势垒得以运行。特定设备的实例包括那些已揭露在美国专利号 6,229,083; 6,204,595; 6,103,298; 6,064,137; 6,055,815; 6,039,471; 5,994,638; 5,984,752; 5,981,071; 5,874,039; 5,777,427; 5,722,242; 5,713,775; 5,712,488; 5,675,972; 以及 5,562,781 中，上述各专利都可纳入作为参考。

热电子设备的电子发射特性具有比场发射设备更高的温度依赖性。温度的增加能显著地影响从热电子设备表面发射的电子数量。

尽管在很多应用中是基本成功的，但由于场发射通常能产生出较高的电流输出，因此热电子设备没有场发射设备成功。尽管有这一关键优势，绝大多数的场发射设备有其他多种缺点限制了它们潜在用途，其中包括材料的限制，通用性的限制，成本，使用寿命的限制，及效率的限制。

许多不同的材料被运用在场发射器中用以克服上述缺点，并达到利用较低能量输入产生较高电流输出。近来，钻石，正以它的物理特性使人们对它产生了极大的兴趣。尤其是，纯净的钻石具有接近于真空的较低的正电子亲合性。同样的，钻石附加上具有低电离电势的元素，如铯后，具有负电子亲和性。在最小的能量输入时，该电子亲合性可以让电子保持在其轨道内摇晃。然而，钻石也有高能隙（band gap），从而使钻石成为绝缘体并且防止电子通过或逃逸。为调整或降低能隙作了大量的尝试，如在钻石上加入不同的掺杂物，并将它做成具有某种几何形状。虽然这些尝试取得了一定成功，但在性能、效率及成本上的仍有许多限制。因此，场发射器的应用仍只能局限于小规模，低电流输出设备。

发射体科技的主要发展动力在于减少发光所需能量及所产生的热能。发光二极管(LED)是被多数人认为可实际取代荧光灯以及 LCD 装置的背光模组等照明源的发射体。然而，LED 相对高的制造成本、不易令光线大面积扩散以及本质上难以制造自然白色光等等问题造成其可能无法作上述应

用。

另一个有潜力的照明源是电致发光(Electroluminescence, EF)。在电致发光中，是对一冷光材料输入一交流(AC)电流以便发出冷光。电致发光装置较 LED 来的容易建置而因此具有较低的制造成本。电致发光装置亦须要少量的电力来产生冷光，因此产生少量热能。然而，目前至少有二项阻碍使得电致发光装置无法作为照明源。第一项阻碍是关于产生照明所需的高运作电压。因此，如背光模组等使用电致发光的应用产生了暗淡的照明效果。第二项阻碍是光度过度迅速的衰减。

就这点而言，通过不断的研究和努力，仍要不断寻找能从能量源吸收较低的能量而产生能适用于照明应用的高电流输出的材料。

发明内容

因此，本发明提供一产生电致发光的装置和方法。在一方面，本发明提供一种电致发光装置，其具有增进的每单位输入电压冷光度。该装置可包含有一第一电极、一第二电极、一类钻碳层，是与第一电极及第二电极的至少其中一电极电耦合、以及一冷光材料，是与类钻碳层、第一电极及第二电极电耦合，该冷光材料接收来自类钻碳层的电子而发光。

在本发明一方面，该类钻碳层与冷光材料层可由一介电材料所区隔分离。在本发明另一方面，该冷光材料散布在介电材料之中。在本发明另一方面，该介电材料为一层状而介于类钻碳层与发光层之间。在本发明另一方面，该藉电材料可位在冷光材料的两侧以便让该冷光材料设置在该等介电材料之间。

在本发明某些方面，其欲意令该等装置发光。因此，在本发明一方面该第一电极与第二电极的至少其中一电极是被配置以传递光。在本发明另一方面，该第一电极与第二电极皆是被配置以作传递光。被传递穿过任一电极的光可通过一设置在该电极外侧面的反射面反射穿过该电极。当两电极皆被作为传递光时，此配置可增加一来自特定电极的冷光输出。

一中介层可被用以电极与类钻碳层之间的电子流通性。在本发明一方面，该装置可包含有一中介层，该中间层是电耦合于该类钻碳层与第一电极及第二电极的其中至少一电极之间。

在本发明某些方面，本发明类钻碳层可为一无晶钻石层。这些无晶钻石层可被配置为获得预期效果所需的型态。举例而言，在本发明一方面，该无晶钻石层可不具有粗糙度。在本发明另一方面，该无晶钻石层可具有面向该冷光材料的表面粗糙度。

本发明亦提供了一种对本发明装置的电极提供一足量电流以令该冷光材料发光的电致发光方法。直流电流或是交流电流均能使用。然而，在本

发明某一方面，可改变交流电流的电流频率同时降低电压或调整电压到最小来获得适当的冷光。

因此，上述为对本发明较宽广及较重要特性的大纲，所以接下来的详细描述会更容易被理解，对本领域的贡献能跟更好体现。本发明的其他特性在下面伴随附图及权利要求的详细说明中会更清楚，也可以在对本发明的实践中学会。

附图说明

图 1 为本发明的无晶钻石材料的一种实施例的侧视图。

图 2 显示图 1 的该无晶钻石材料与不同元件的组合以形成一种通过吸收足够能量发射电子的设备的侧视图。

图 3 为本发明用阴极电弧制程制成的无晶钻石材料的一种实施例的立体图。

图 4 显示图 3 的该无晶钻石材料的局部放大图。

图 5 为本发明的无晶钻石发生器的一种实施例于不同温度在一电场下所产生的电流的图表。

图 6 为具有规则或正常碳键结四面体配位的钻石四面体的立体图。

图 7 为具有非规则或不正常碳键结四面体配位的碳四面体的立体图。

图 8 为大多数元素就热传导率相对于电阻率的图表。

图 9A 为本发明的一种实施例在热处理之后就深度相对于原子浓度的图表。

图9B为图9A中的实施例在热处理之后就深度相对于原子浓度的图表。

图 10 为本发明某一方面的电致发光装置的侧视图。

图 11 为本发明某一方面的电致发光装置的侧视图。

图 12 为本发明某一方面的电致发光装置的侧视图。

具体实施方式

在本发明被揭露及描述之前，须知道本发明并不局限在本说明中揭露的特殊的型态、加工步骤、或材料，而是延伸到所属领域中具备通常知识者所认知的同等事物。也须知道，本说明的术语的引用仅是为了描述本发明的特定实施例而不是试图限制本发明。

须注意的是，除非在上下文中有明确表示排除的情形，本说明书及权利要求中使用的单数形式“一”、“一种”和“该种”均包括了所讨论物件的复数情形。因此，例如提及“一钻石颗粒”包括一个或多个上述颗粒，提及“一碳源”包括一个或多个上述碳源，以及提及“一种阴极电弧技术”包括一种或多种上述技术。

定义

在对本发明的描述及权利要求的描述中，所使用的下列术语定义如下。

在此所采用的“真空”是指一种低于 10^{-2}torr 的压力状态。

在此所采用的“钻石”是指一种碳原子与碳原子以称为 sp^3 键结方式结合在四面体晶格上的晶体型态。尤其是，每一碳原子被其他四个碳原子包围并与的结合，每一碳原子均位于正四面体的顶部。此外，尽管实验结果有细微差别，在常温下，任意两个碳原子间的键长为 1.54 埃，任意两个键间的角度为 109 度 28 分 16 秒。图 6 为碳原子按正四面体型态结合型态以形成钻石的代表图。钻石的型态及特性，包括它的物理及电子的特性在本领域中为人所熟知。

在此所采用的“扭曲四面体配位”是指一种不规则的，或者是与上述钻石的正四面体配位不同的碳原子的四面体键结型态。这种扭曲通常造成一些键变长和一些键变短及不同键之间角度的变化。另外，四面体的扭曲改变了碳的特性及特征，实际上使其特性介于以 sp^2 型态（如石墨）键结的碳及以 sp^3 型态（如钻石）键结的碳之间。一种具有以扭曲四面体配位键结的碳原子的材料例子就是无晶钻石。图 7 中显示了按扭曲四面体配位连接的碳原子。要知道的是，图 7 中仅仅为扭曲四面体型态的一种可能情况，在无晶钻石中有各式各样的扭曲型态。

在此所采用的“类钻碳”指的是由物理气象沉积(Physical Vapor Deposition, PVD)制程制造的材料，该材料的主要元素是碳原子，其中有一基本数量的碳原子以扭曲四面体配位键结。要注意的是，该含碳材料可具有氢、硫、磷、硼、氮、硅及钨等多种其他元素的杂质或掺杂物，但不受限于只包含该等元素。

在此所采用的“无晶钻石”指的是某一型的类钻碳，该类钻碳的主要元素是碳原子，其中有一基本数量的碳原子以扭曲四面体配位键结。在某一方面，无晶钻石的碳占总量的至少大约 90%，而其中至少大约 20%的碳为扭曲四面体配位键结。

在此所采用的“无晶钻石”和“类钻碳”可以相互替换，指的是一种以碳原子为主要元素的材料，其中一定数量的碳原子为扭曲四面体配位。特别的，其他各种元素可包含在该碳材料中作为杂质或挽杂物，包括但不限于氢、硫、磷、硼、氮、硅及钨等。无晶钻石的一个方面为，其中的碳占总量的至少大约 90%，而其中至少大约 20%的碳为扭曲四面体配位键结。

在此所采用的“粗糙度”指的是通过各种剖面特性来评估表面崎岖不平的程度。有许多方法可用来指出表面粗糙度，如表面峰或突出部的高度及表面谷或凹陷的深度。另外，粗糙度的测量包括在该表面指定范围内的峰（突出部）或谷的数量（例如：峰或谷的密度），以及该等峰或谷之间的距

离。

在此所采用的“金属”是指一种金属，或两种或更多金属的合金。许多不同金属材料被业界所熟知，如铝，铜，铬，铁，钢，不锈钢，钛，钨，锌，锆，钼等，也包括它们的合金和化合物。

在此所采用的“大致上”用于表述材料的数量、总量或其特性时，指的是该种材料或特性的量足以提供其意欲提供的作用。再者，“大致上没有”用于表述材料的数量、总量或其特性时，指的是材料或特性的缺乏，或既有的材料或特性不足以呈现用该材料或特性在正常情况下能得出的可测量效果。

在此所采用的“电子亲合性”指的是原子吸引或将自由电子连接到它的轨道的倾向。另外，“负电子亲合性”指的是原子排斥自由电子或经由一小能量输入允许电子由其轨道脱离的倾向。负电子亲合性通常为不同于真空和在导带中的最低能量状态的能量。在本领域中具有基本技术者都知道负电子亲合性也许可由材料的合成特性或结晶的无规则性产生，例如他们的瑕疵，夹杂物，晶界，双晶面，或结合物。

在此所采用的“功函数”指的是能量的总量，典型地以电子伏特（eV）表示，被用来使电子在一种材料的最大能量状态下从该材料中发射到真空中去。因此，像是具有大约 4.5eV 的功函数的铜等材料，常常需要 4.5eV 的能量使电子由其表面逃逸而进入到 0eV 的理论真空中去。

在此所采用的“电耦合”指的是两结构之间的关联允许电流能够在该等结构的至少一部分之间流通，此定义欲意涵盖几个方面，其中在某方面下该等结构作物理性接触而另外的方面下该等结构不作物理性接触。举例而言，通过一电阻器而电连接的两薄板是为物理性接触，因而允许电流在该等薄板之间流通。反之，两薄板间以一介电材质分隔时则是不作物理性接触，但是，当连接上交流电流时，允许该电流以电容方式在两薄板间流通。此外，根据介电材料的绝缘性质，当供给充足电流时，电子将能穿过或跳越过该介电材料。

在此所采用的“发冷光”指的是发光。其欲意定义发冷光为包含自任何非热源产生光，包括发荧光(Fluorescence)与发磷光(Phospherescence)。

浓度，总量，和其他数值资料在此可表示或表现为一个范围格式。可以这样理解，这种范围格式仅仅为了方便和简洁，因此能被弹性解释为不但包括用于限定该范围而明确列举出的数量值，而且还包括所有单一的数量值及在该限定范围内的子范围数量值，就如每个数量值及限定范围内的子范围数量值都被提到过一样。例如，“大约 1 微米（μm）至大约 5μm”的数量范围指的不仅是大约 1μm 至大约 5μm 的明确列举值，还包括单一的数量值及表示范围内的数量值。因此，在这一限定范围内的数量包括 2、3、4

的个别数值，和从1至3、2至4、及3至5等的中间范围。

这一相同原则应用于列举仅仅一种数量值的范围。另外，这一解释应当用于不管范围或特性的宽度的说明。

本发明

本发明涉及到一种能在有充分能量输入时用于产生电子的无晶钻石材料。正如背景部分的叙述，许多材料已经被尝试过以达到这一目的，包括于WIPO第WO 01/39235号申请案中揭露的钻石材料及其设备，在此被纳入以作参考。由于钻石的高能隙特性，它不适合用作电子发射器，除非调整以减少或改变它的能隙。因此，改变钻石能隙的技术，包括在钻石上涂不同掺杂物及使钻石具有某种几何特性，被应用于电子发射器上，但不甚牢靠。

现今发现，当一能量源被应用时，不同的无晶钻石材料能轻易发射电子。这类材料保留有钻石的负电子亲合性，而没有纯净钻石的能隙问题。因此，由应用能量激发的电子被允许轻易地移动通过无晶钻石，及可用比钻石所需较低的能量输入发射出去。而且，本发明的无晶钻石被发现具有高能量吸收范围，即允许较宽范围的能量转换为电子，因此增加了转换率。

许多特定的提供所需特性的无晶钻石材料包含在本发明中。该无晶钻石材料的一个易于电子发射的特性即为许多碳原子以扭曲四面体配位键结。四面体配位允许碳原子保留有sp3键结的特性，即利于负电子亲合性所需的表面状态，同时也经由扭曲四面体型态中碳原子的不同键长提供了多数有效的能隙。在这种情况下，克服了纯净钻石的能隙问题，使该无晶钻石材料能有效发射电子。在本发明一方面，本无晶钻石材料可包含原子数量百分比至少大约90%的碳原子，其中原子数量百分比至少大约20%的该等碳原子以扭曲四面体配位键结。在本发明的另一方面，本无晶钻石材料可包含原子数量百分比至少大约95%的碳原子，其中原子数量百分比至少大约30%的该等碳原子以扭曲四面体配位键结。在本发明的另一方面，本无晶钻石材料可包含原子数量百分比至少大约80%的碳原子，其中原子数量百分比至少大约30%的该等碳原子以扭曲四面体配位键结。又在本发明的另一方面，该无晶钻石之中原子数量百分比至少50%的碳原子以扭曲四面体配位键结。

在本无晶钻石材料的另一种有益于电子发射的方面，是该无晶钻石材料呈现某种几何型态。现参考图1，即为依照本发明制成的无晶钻石材料5的一个型态的一种实施例的侧视图。具体地，该无晶钻石材料具有一接受能量如热能的能量输入表面10，及一从中发射电子的发射表面15。在本发明一方面，为了进一步易于发射电子，该发射表面上可设置一具有集中电子流或增强电流输出的粗糙度或粗糙面的发射表面，该粗糙面在此表现为

多数表面峰或突出部 20。值得注意的是，尽管图 1 中呈现了均一的峰，这只是为了方便，本发明中的无晶钻石材料通常不一致，峰间的距离和高度可为图 3 和 4 中所示般不一致。

因此，尽管许多现有设备尝试集中电子，例如通过在一发射面上附加多数三角锥体(Pyramid)或圆锥体 (Cone)，然而还没有一个设备可利用符合经济效益的可行能源输入来产生高电流输出而能应用到多种设施。三角锥体或圆锥体等过大且密度不足以集中电子到达所需要流量等情况，多半为导致前述设备无法以低能源产生高电流输出的因素。这类尺寸经常高于好几 μm，因此每一平方公分上只允许有少于 100 万个突出部密度。尽管碳纳米管能产生比一般已知的发射器高的输出，但碳纳米管易碎，使用时间短，而且所产生电子的流量及程度上不一致。

在本发明另一方面而言，该发射表面的粗糙度具有的高度为大约 10 至大约 10000nm。在本发明另一方面而言，该发射表面的粗糙度具有的高度为大约 10 至大约 1000nm。就本发明的另一方面而言，该粗糙面的高度可大约为 800nm。在另一个方面，该粗糙面的高度可大约为 100nm。另外，该粗糙面可具有每一平方公分的发射表面上具有至少大约 1 百万个峰的峰值密度。在另一个方面，该峰值密度可为每一平方公分的发射表面上具有至少大约 1 亿个峰（突出部）。又另一个方面，该峰值密度可为每一平方公分的发射表面上具有至少大约 10 亿个峰。任何高度和密度的结合能用以产生特定的发射表面的粗糙度，根据需要以产生所需的的电子输出。另一方面，在一方面，该粗糙度可包括大约 800nm 的高度及每一平方公分的发射表面上具有至少大约或大于大约 1 百万个峰的密度。另一个方面中，该粗糙度包括 1000nm 的高度及每一平方公分的发射表面上具有至少大约或大于 10 亿个峰的密度。

本发明的无晶钻石材料能使用许多不同的能量输入类型来产生电子。合适的能量类型包括而不限制为热量或热能，光能或光子能，及电场能。因此，合适的能量来源不限制于可见光或任何特定频率范围，并能包括整个可见光的，红外线的及紫外线的频率范围。本领域具备通常知识者将意识到其他的能量类型也能使包含在在该无晶钻石材料中的该等电子充分震动从而运动通过或逃逸出该材料。另外，能量类型的不同组合也可用以产生特定所需的结果，或可供内部整合有该无晶钻石材料的特定设备运行。

在本发明的一方面，上述能量类型可为热能。为此，一能量吸收及收集层用来连接或耦合本发明的无晶钻石材料以吸收和将热量转换到材料中去。由于本领域具备通常知识者可意识到，这种接受器能包括许多倾向吸收热能量的材料，如碳黑等。根据本发明，该无晶钻石材料吸收的热能量可具有少于 500°C 的温度。另外，这类吸收及收集层可被设计为吸收光子

和/或热能，如碳黑、喷洒石墨粒子或任何其他的暗色或黑色物体。或者，该吸收收集层可具有增大的表面粗糙度，以增加光或/和热的吸收总量。多种提供特定结构表面的方法为该领域熟习技艺者所熟知。

在本发明的另一方面中，用于有利于电子流的能量可以为电场能，（如正偏压(positive bias)）。因此，在本发明的一些实施例中，一正偏压可与其他能量源如光或热能相联结。该正偏压可应用到该无晶钻石材料或/和下面将要描述的中介构件，或应用于本领域的具通常知识者所熟知的许多其他设备中去。特别的，电池的阴极或其他电流源可连接电极和/或无晶钻石，而该阳极端连接中间材料，或连接放置在无晶钻石电子发射表面和阳极之间的构件。

本发明的无晶钻石材料可进一步耦合或结合许多不同的元件以制成不同的设备。现参阅图 2 所示，为本发明的一个无晶钻石电子发生器的一种实施例。尤其，该阴极 25 具有一无晶钻石材料 5 覆盖其上。与该阴极相接触的无晶钻石的的表面为一输入表面 10。另外，如上面描述的一样，一选用的能量收集层 40 可与无晶钻石材料相对的阴极 25 相耦合。该能量收集器可依需求被纳入，以便增强热或光子能的收集和且增强将热或光子能传递到无晶钻石材料的效果。一中介构件 55 与该无晶材料 5 的电子发射表面 15 相耦合。一阳极 30 耦合在与无晶钻石材料 5 相对的中介构件 55 上。在本发明的一方面中，整个无晶钻石电子发射器为固态组件，其上的每一层都相互紧密接触邻近的层和/或构件。

本领域的具通常知识者可轻易地发现，其他元件能或应该附加到如图 2 所示的组件中去以产生特定目的或制造特定设备。例如而不限制，一根连接线 50 可被放置到阳极跟阴极之间，以形成一个完整的电线，及允许电流通过来使一个或多个用电设备（图中没有显示）运行或执行其他工作。另外，本领域熟习技艺者亦能熟知，输入和输出线路及一电源（图中没有显示）可与中介构件 55 相连接以提供所需电流来产生电场或正偏压，并与其他所需元件连接以成为一特定设备。

上述元件能具有许多型态，并能用许多材料制成。下文所描述的每一层都能用任何已知技术来制造。在一方面，每一层都可用如 PVD 镀膜或 CVD 镀膜或任何已知的薄膜沉积技术来完成。在一个方面中，PVD 镀膜工艺是溅射或阴极电弧。另外，合适于该阳极 30 和该阴极 25 的电子传导材料和型态皆为本领域具通常知识者所熟知。这类材料和型态部分由具备该组件的设备的功能所决定。另外，每一层都可由铜或其他方式所粘合，而不影响到如下面所述的热和电子特性。尽管许多层的厚度和几何样式都能应用，通常该无晶钻石发射表面的的厚度为大约 10 纳米(nm)到大约 3 微米(μm)，其他层的厚度为大约 1μm 到大约 1 毫米(mm)。

该阴极25可形成具有一至少一部分被无晶钻石5覆盖的一基板60。该基板60可由任何传导性电极材料形成，如金属。合适的金属包括而没有限制为铜，铝，镍，或他们的合金等等。现在一种较佳的用于形成该基板的材料为铜。同样的，该阳极30也可用与该基板相一致或别的传导性金属制造而成。作为一个通用的准则，该阳极和/或该阴极基板可具有大约3.5eV到大约6.0eV的功函数，第二实施例从大约3.5eV到大约5.0eV。尽管许多的厚度对该阴极和/或该阳极都有功能，通常的厚度范围为大约0.1mm到大约10mm。

该阴极25的基板60可为单层或多层。在一种实施例中,该基板为单层材料。在另一种实施例中，该基板包括一第一层和一第二层（图中未示），以至于该第二层设置在该第一层和该无晶钻石层的能量输入表面中间。

该第二层用来改善到钻石层发射表面的电子传导。通常情况下，该第二层包括一材料具有大约2.0eV到大约4.0eV的低功函数，尽管大约2.0eV到大约3.0eV的功函数也是合适的。更佳的是该第二层包括一材料具有功函数为大约1.5eV到大约3.5eV的金属。用于该第二层的合适的金属包括但不限制为锂，纳，钾，铷，铯，钹，镁，钙，锶，钡，铈，钐以及它们的合金或混合物。更特殊的方面为，该第二层可包括钹，镁，铯，或钐。为了改善向无晶钻石层的热转换，该第二层具有一材料，该材料具有的热转换率大于大约100W/mK。当用其他的层或构件时，尽管该第二层可具备不同厚度，经常从大约1μm到大约1mm。在本领域具通常知识者认定通常低功函数的材料容易被氧化。因此，理想地，通常整个电子发射器，至少该第二层要形成在真空或其他惰性环境中。

不希望一定遵从任何特定原理，本发明产生电子的能力可以认为是涉及材料的能隙、功函数及每一层的热转换率的步骤过程。特别地，组成该阴极的第二层的材料可使电子逐步接近真空能量或传导带（如减少在该第一层和真空能量间的能隙）。另外，该第二层可具有高热传导率用来改善到该电子发射表面上的电子流量。接着该第二层的电子可传递到无晶钻石层，该非晶钻石层内部的无晶钻石的扭曲四面体配位产生许多不同的功函数和能隙值（如在未被占用的导带间），以至于某些电子状态靠近或超过真空能量。

选用于该中介构件的材料，是允许电子传递或退回到阳极材料的材料，以将热量损失最小化。如此减少在系统中损失的总能量。例如，从无晶钻石到一高功函数材料的一大步骤可用于本发明。然而，一些电子能量成为热量而损失。因此，在发生器中可安装超过一个中介构件和/或基板层，以在各层中的能量能隙之间提供不同程度的进入或退回。因此，该中介构件可以具有多数层，每一层具有不同的电子和热特性。

此外，通常希望将该中介构件的热传导率最小化，以至于在该阴极到该阳极间有热量梯度。另外，运行温度依不同的应用和能量源有很大区别。阴极温度可从大约 100°C 到大约 1800°C，经常高于大约 300°C。另一种情况为，阴极温度可低于大约 100°C，如从大约 0°C 到大约 100°C。尽管也能使用不在这一范围内的温度，这类范围显示了能在发生器中进行的温度梯度。

如图 2 所示，一中介构件 55 可与该电子发射表面 15 相耦合。该中介构件的材料可具有低于大约 100W/mK 的热传导率和在温度为 20°C 时低于大约 80μΩ-cm 的电阻率。在选择制作该中间层的合适材料时，至少要考虑两种情况。第一，该材料应使通过该层的热传导率降低到最小。因此，理想下，该材料具有一相对低热传导率。在一方面，该中介构件包括一材料，该材料具有低于大约 100W/mK 的热传导率，例如低于大约 80W/mK。具有低于大约 40W/mK 热传导率的材料也可有益地被使用。第二，该中介构件应该为相对可传导。在一个方面中，该中介构件也具有一在温度为 20°C 时低于大约 80μΩ-cm 的电阻率，较佳地，是为 20°C 时低于大约 10μΩ-cm 的电阻率。特别的，请参考图 8 中图表所示，即为各种元素的热传导率与对应电阻率。要明白的是，不同的合金和化合物也显示了该中介构件所需要的特性，这也在本发明的范围中被考虑到。

请参考图 8 所示，可看到的是该等元素在降低热传导率的同时有增加电阻率（降低传导率）的趋势。然而，虚线框区域里的元素显现了低热传导率和高电阻率。在这一范围内典型的材料包括铅，钒，铯，铪，钛，铌，锆，镓及它们的合金或混合物。在本发明一方面中，该中介构件包括铯。功函数为一有效衡量不同层的适当电子特性的方式。该中介构件可包括一功函数可在大约 1.5eV 至大约 4.0eV 之间的材料，另一方面可在大约 2.0eV 至大约 4.0Ev 之间。亦可根据上述指导来选择其他合适的材料。本发明的一种实施例中，该中介构件具有的厚度为大约 0.1mm 至大约 1mm。

另一种实施例中，当扩大能被使用的材料时，该中介构件的构成能满足上述热和电子传导的准则。特别的，该中介构件可由一主要传导热的并贯穿有多数孔的绝缘材料形成。尽管电子传导材料毫无疑问是首选，任何热绝缘材料也能使用。而本领域具通常知识者可选择合适的绝缘材料。该合适的热绝缘材料包括而不限制为陶瓷和氧化物。目前较佳的氧化物为二氧化锆(ZrO_2)，二氧化硅(SiO_2)，三氧化二铝(Al_2O_3)。上述孔从钻石层的电子发射表面延伸穿过到该阳极。形成该等孔的一个方便方法是通过镭射穿凿。另外的该等方法包括一金属如铝的阳极氧化。在这一过程中，小的锯齿部可形成在上述铝的表面，然后通过阳极氧化，该等电子会优先流过锯齿区域，然后融化该铝以形成笔直平行的孔。周围的铝会被氧化形成三氧

化二铝。

一旦该等孔形成，一具有较高传导性的金属可被放置入该等孔中。该等孔可通过电镀，物理流或其他方式被填满。差不多任何传导材料都能使用，在一方面中，传导材料可为铜，铝，铁，镍或它们的合金或混合物。在这一方面，该等传导金属可选择具有高传导性而不仅局限于热传导性。由该等孔所覆盖的表面区域占绝缘金属表面区域的比率可调整，以产生符合前述指导准则的总体热传导率及电子传导率。另外，该等孔的大小、形状、及深度可被调整以产生最佳结果。在一个方面，该等孔的表面积可占到该接触上述无晶钻石层电子发射表面的中间层表面积的大约 10%至大约 40%。

由于本发明无晶钻石材料可被利用来轻易于产生电子，因此发现使用应用电场而产生的感应电子流有利于吸收该电子输入表面的热量。因此本发明的电子发射器可作为一冷冻设备。同样的，本发明包括一在激发电场下通过发射电子来吸收热量的冷冻设备。该设备可有许多形式，也可使用许多辅助元件，如上述的电子发生器。在一方面中，该冷冻设备能冷冻附近区域的温度到 100°C 以下。或者，本发明可作为一热泵，用以将热量从低热区域或容器转换到高热量区域。

本发明中使用的上述无晶钻石材料可由本领域具通常知识者所知道的各种工艺来制造。然而，在一方面中，该材料可用该阴极电弧方式制成。不同的该阴极电弧过程为本领域的普通技术人员所熟知，如美国第 4,448,799 号;4,511,593 号;4,556,471 号;4,620,913 号;4,622,452 号;5,294,322 号;5,458,754 号以及 6,139,964 号专利案，均被纳入参考。一般而言，该阴极电弧技术涉及到一将碳原子设置到目标物体或基板上去的物理气相沉积 (Physical Vapor Deposition, PVD)。经由一大电流通过一充当阴极的石墨电极，及用电流蒸发该等碳原子来产生电弧。被蒸发的碳原子也被电离而带正电荷。一具有不同强度的负偏压用来使该等碳原子朝向一导电性目标物体移动。若该等碳原子包含一足够的能量（如大约 100eV）它们能撞击目标物体并黏附在其表面来形成一碳材料，如无晶钻石。

通常，这些碳原子撞击的动能可随基板上的负偏压的变化而变化，而沉积率由该电弧电流来控制。控制这些参数及其他参数也可调整碳原子四面体配位和几何型态的扭曲程度，或无晶钻石材料的型态，（如一高负偏压可使碳原子加速并增加 SP^3 键结）。通过测量对该材料的拉曼光谱（Raman spectra），可决定 SP^2 键结或 SP^3 键结的比率。然而，当记住的是，该无晶钻石层的扭曲四面体部分既不是 SP^2 键又不是 SP^3 键，而是界于它们中间特性的范围之内的键结。另外，增加该电弧电流可增加高流碳离子对目标的轰击率。最后，温度可升高以使沉积的碳变为更多稳定的石墨。因此，该

无晶钻石材料的最后型态和组成（如能隙，负电子亲合性和发射表面的粗糙度）可由该阴极电弧度情况掌控来形成。

在此讨论的不同的设备和方法的应用可为本领域具备通常知识者所思及。在一方面，本发明的电发生器可纳入会产生废热的设备中。本发明的该阴极侧面或能量输入表面能耦合一热源如锅炉、电池，如充电电池、中央处理器、电阻器、其他电子元件等产生废热的供电设备。例如，一本发明的电子发生器可耦合一携带型电脑的电池。这类电子发生器可补充该电源供应器，因此可延长电池寿命。另一个例子中，可将一个或多个电子发生器附在一制造工厂的锅炉或其他热产生构件的外部，同样也能补充制造过程的用电需求。因此，很多设备可设计成使用热，光或其他能量源以提供足量的电力。

此外，无晶钻石也可覆盖在普通电极上以利于电子流动。此等电极可使用于电池和金属的电沉积，如电镀。在一个方面，该电极能在水溶液中使用。例如，该电极可通过对水中电阻率的测定来监控水或其他食品，如果汁，啤酒，苏打水等等的品质。由于它的抗腐蚀特性，该无晶钻石的电极比传统电极有更大的优势。

无晶钻石电极于电镀沉积的应用上具有显著优势。特别的，绝大多数的电镀沉积设备遭遇了在吸收不同气体时，电极极化的问题。然而，由于无晶钻石有强惰性特性，使被覆有该无晶钻石其的阴极和阳极实际上不能极化。而且，此惰性特性在水溶液中产生一较使用金属或碳电极产生的电位高得更多的电位。在正常情况下，此电压能分解水。然而，经由无晶钻石的高电位，在水被分解前，在溶液中的溶质已被分离出。这一特性是非常有用的，它能使具有高氧化电位的钠和锂元素被电镀沉积，这在过去是不可能的，过去对钠和锂的电镀沉积极度困难。

在一相类似的方面，由于无晶钻石电极在溶液中达到的高电位，即使非常少的溶质也可能在溶液中被分离出并被发现。因此，本发明的材料也能用于部分高灵敏诊断工具或设备，用于测量在溶液中不同的元素，例如，含量低至十亿分之一的铅。这类设备几乎可侦测各种被电荷驱离或吸引出的元素，包括生物材料，如血液或其他体液，如尿液。

在本发明另一方面，在一用作产生电致发光的装置中可包含有类钻碳。如图 10 所示，该装置 100 可包含一第一电极 102、一第二电极 104、一类钻碳层（无晶钻石层）106，是与第一电极 102 以及第二电极 104 的至少其中一电极电耦合、以及一冷光材料 108，是与类钻碳层 106、第一电极以 102 及第二电极 104 电耦合，该冷光材料 108 接收来自类钻碳层 106 的电子而发光。尽管可使用直流电流，在本发明一方面，使用交流电流 112 可提供

一电子电流。该类钻碳层，可通过本案所属技术领域熟习技艺者所知的任何下述方法，沉积在第一电极与第二电极的其中一电极上，或可皆沉积在两电极上。当在第一电极与第二电极分别沉积有类钻碳层时，使用交流电流可加强该装置的冷光输出。该无晶钻石层可具有复数面向该冷光材料的一面的粗糙部，叙述如下。在本发明另方面，该无晶钻石层亦可不具备上述面对冷光材料一面的粗糙部。

在本发明某一方面，类钻碳层与冷光材料由一介电材料 110 所区隔。该介电材料 11 可为本案所属技术领域熟习技艺者所知悉的任何介电材料，包含聚合物、玻璃、陶瓷、无机化合物、有机化合物或是其混合物。该介电材料的例子包含有钛酸钡($BaTiO_3$)、钛锆酸铅(PZT)、氧化钽(Ta_2O_3)、饱和多元酯(PET)、锆酸铅($PbZrO_3$)、钛酸铅($PbTiO_3$)、氯化钠(NaCl)、氟化锂(LiF)、氧化镁(MgO)、二氧化钛(TiO_2)、氧化铝(Al_2O_3)、氧化钡(BaO)、氯化钾(KCl)、硫化镁(Mg_2SO_4)、熔石英玻璃(fused silica glass)、钠钙硅玻璃(soda lime silica glass)、高铅玻璃(high lead glass)以及其混合物或组成物，但不受限于上述材料。在本发明一方面，该介电材料是为钛酸钡。在本发明另一方面，该介电材料是为钛锆酸铅。在本发明另一方面，该介电材料是为锆酸铅。又在本发明另一方面，该介电材料是为钛酸铅。

该介电材料与冷光材料可以任何方式配置以令类钻碳层与冷光材料之间保持有一间隔。在本发明一方面，如图 11 所示，一装置 120 被配置以令冷光材料 122 散布在该介电材料 124 之中。该冷光材料 122 可为分离的粒子或是群组的粒子。该冷光材料可为毫米尺寸、微米尺寸或纳米尺寸。图 11 显示一选用的配置，该配置是以复数类钻碳层 126 与两电极电耦合。在本发明另一方面，如图 12 所示，一装置 130 可被配置以令该冷光材料 134 为一层或复数层。在此例子中该介电料 134 是为一层而设置在该层冷光材料 132 与类钻碳层 136 之间。在本发明一方面，如图 12 所示，该层冷光材料 132 可设置在至少两层介电材料之间 134。在此配置下，该冷光材料 132 是由一层介电材料 134 而与第一电极 138 第二电极以及任何在其中一电极上的类钻碳层 136 相互分离。有益地，此复数介电材料的配置令冷光材料上的电荷分配更均匀，故可减少电子流较佳路径的发生率。图 12 显示该类钻碳层 136 可皆与两电极电耦合。

在本发明某些方面，介电材料层的厚度可为发出冷光的任何厚度。在本发明一方面，该层介电材料可在大约 1μm 到大约 500μm 之间。在本发明另一方面，该层介电材料可在大约 4μm 到大约 100μm 之间。在本发明另一方面，该层介电材料可在大约 4μm 到大约 30μm 之间。

在本发明另一方面，该第一电极与第二电极的至少其中一电极是被配置以传递光。使一电极传递光的例子是可在一透明材料上披覆有氧化铟锡。

该透明材料可为已知的玻璃、塑胶或压力克(Acrylic)等聚合物。在本发明只具有单一透明电极的方面，冷光材料所产生的冷光是单向地穿过该单一透明电极。在本发明的两电极皆透明的方面，该冷光将会双向地穿过该装置的两侧。当需要装置两侧皆有冷光时，即是该装置的两侧皆可被见得时，此配置可有用处。在本发明一方面，该等透明电极的其中之一电极的一外表面披覆有一反射材料，该反射面被配置以将光反射穿过该类钻碳层，藉此使其他电极的冷光输出达到最大。任何本案所属技术领域熟习技艺者所知道的反射材料皆可用于制作该反射层。反射材料的例子可包含铝箔或铬涂层，但不受限于该等材料。该第一电极与第二电极在本发明各种可能的实施例中可为任何一种外型。在本发明另一方面，该第一电极与第二电极为平板状。在本发明一方面，该第一电极及／或第二电极为刚硬材质。在本发明一方面，该第一电极及／或第二电极是具有挠性而可弯曲。

在本发明一方面，该中介层是电耦合于该类钻碳层与第一电极及第二电极的其中至少一电极之间以利电子流通。该中介层可选自锂(Li)、钠(Na)、钾(K)、铷(Rb)、铯(Cs)、铍(Be)、镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr)、钡(Ba)、硼(B)、铈(Ce)、钐(Sm)、铝(Al)、镧(La)、铕(Eu)及其合金或混合物的其中一种。关于中介层设置在无晶钻石层与电极之间的配置细节将稍后讨论。

该冷光材料可为本案所属技术领域熟习技艺者所知悉的任何通过通入电流来发出冷光的材料。该冷光可包含荧光与磷光。在本发明一方面，该冷光材料是为一负载体(Carrier)，该负载体上披覆有一掺杂物。该冷光材料可被加热来将该等掺杂物散布到负载体内。尽管本案所属技术领域熟习技艺者已知悉多种可作为负载体的材料，特定的负载体材料包含有硫化锌、氧化锌、铝酸钇(yittrium aluminum oxide)、石英、橄榄石、辉石、角闪石(amphiborite)、云母、叶腊石(pyrophillite)、莫来石(Mullite)、石榴石、氮化铝(AlN)以及其混合物，但不受限于上述材料。尽管本案所属技术领域熟习技艺者已知悉多种可作为掺杂物的材料，特定的掺杂物材料包含有铜(Cu)、银(Ag)、锰(Mn) 、铁(Fe)、镍(Ni)、钴(Co)、钛(Ti)、钒(V)、铬(Cr)、锆(Zr)以及其混合物，但不受限于上述材料。在本案另一方面，该冷光材料是一披覆有铜的硫化锌。在本案另一方面，该冷光材料是一披覆有铜的铝酸钇。一氧化物负载体在高温下将会比一硫化物负载体来的稳定，故可减少冷光材料的老化问题。

在本发明的不同方面，该冷光材料包含有一氮化铝添加物。在本发明一方面，该氮化铝添加物可发出一接近紫外线(UV)范围的光。在氮化铝添加物中的氧可材料的冷光光谱。因此，在本发明一方面，该氮化铝添加物含有少于大约 1.5%的氧。在本发明另一方面，该氮化铝添加物包含少于大约 0.75%的氧。该氮化铝添加物可掺杂有选自铜、银、锰、铁、镍、钴、钛、

钒、铬、锆、铕及其混合物的其中一种材料。一般而言氮化铝添加物产生的紫外线冷光可触发冷光材料产生可见冷光。因此，在本发明一方面，氮化铝添加物可大致上相邻该冷光材料。在本发明另一方面，该氮化铝添加物是散布在冷光材料内。只要冷光材料足够靠近氮化铝添加物来接收紫外线冷光，氮化铝添加物与冷光材料的物理配置是可能改变的。

在本发明另一方面，氮化铝可作为一负载体材料而包含有各种可产生具不同光谱峰(Spectral Peak)的冷光的掺杂物。举例而言，若氮化铝包含有锰，则会产生红冷光峰。若掺杂物为铕，则会产生绿冷光峰。具有复数掺杂物的组成的氮化铝材料则可用于产生特殊的峰特性。

在本发明其他方面则考虑增进一特定冷光装置内的磷光材料的可靠度。在本发明一方面，避免以有机黏着剂来黏附该等电极可提高该可靠度。许多有机材料，尤其在高温下，并不稳定。避免使用有机材料的其中一个途径是在一电极上沉积一层介电材料以及一层冷光材料。本案所属技术领域熟习技艺者可认知完成此途径的各种方法，包含使用低温电浆喷涂(Plasma Spray)，但不受限于此方法。在本发明另一方面，可通过低温烧结(Sintering)来结合复数层以便避免使用有机黏着剂。因此，为了避免无晶钻石的品质下降，烧结程序应在低于约 500°C 的环境下完成。在本发明另一方面，可使用硅树脂黏着剂等热稳定性黏着剂，旦不受限于此。

在本发明的另一方面提供电致发光方法。该方法包含了对本发明装置的电极提供一足量电流以令该冷光材料发光。在本发明一方面，该电流可为直流电流(DC)。在本发明另一方面，该电流可为交流电流(AC)。在此例子中，频率与电压可为足以让冷光材料产生冷光的任意组合。然而，在本发明另一方面，该频率大于大约 20 赫兹(Hz)。在本发明另一方面，该频率大于大约 100Hz。在本发明另一方面，该频率大于大约 1000Hz。在本发明另一方面，该频率大于大约 3500Hz。在本发明某些方面，根据该频率，该电压小于大约 30 伏特(V)。在本发明另一方面，该电压小于大约 10 伏特(V)。在本发明另一方面，该电压小于大约 5 伏特(V)。该频率与电压的关系亦可用频率变压比率（频率：电压）来表示。在本发明一方面，所供应的交流电流是具有大于大约 100:60 的频率电压比率。在本发明另一方面，所供应的交流电流具有一大于大约 100:10 的频率与电压比率。在本发明另一方面，所供应的交流电流具有一大于大约 100:1 的频率与电压比率。

如本文所提到的，本发明多方面可以直流或交流电流产生电致发光。该类钻碳层明显戏剧性地增加单位电压所产生的冷光量。举例而言，当 80 伏特的直流电流通入一相似于图 10 所示的装置而该装置没有类钻碳层时，产生一特定程度的冷光。当将一类钻碳层加入该装置而到达如图 10 所述的配置时，能够让只以 40 伏特的直流电流来产生相同程度的冷光。显然，类

钻碳层增进了电流穿越冷光材料的流通性，因此，相较于不以类钻碳层来产生冷光所需的高电压，该类钻碳层减少了产生相同程度或较高程度冷光所需的电压。

在本发明某些方面，改变交流电流的频率亦产生戏剧性的结果。当频率增加时，发光度大幅增加。相对应的，要产生此较高发光度所需的电压大幅降低。举例而言，当频率大于大约 100Hz 时，仅需要 3V 的电压即可产生在如同 40V 电压配合 60Hz 频率下冷光度。在本发明另一方面，3V 电压配合 1000Hz 频率可产生一更高的发光度。在本发明另一方面，3V 电压配合 3500Hz 频率可产生一更加高的发光度。

在此呈现了一个有趣的关系，即是，提高交流电流的频率并配合使用钻石层，可减少发光所需的电压。该关系提供了以低电力需求产生高发光度的方法，因此降低了所产生的热。因此，本发明提供了数种方法，该等方法是利用本发明装置以及具较高频率的交流电流来降低产生一冷光度所需的电压。此外，本发明数种方法，该等方法是利用具较高频率的交流电流与较低电压来产生一冷光，该冷光度等同或高于以低频率与高电压所产生的冷光度。举例而言，一交流电流具有一在大约 100 Hz 或更高的频率以及一在大约 3 伏特或更小的电压，并且该交流电流所产生的冷光度等同或是高于以具有大约 60 Hz 频率与大约 40 伏特电压的交流电通入本发明装置时所具有的冷光度。

下降的电压需求对于本发明在整合方面极度有用。举例而言，笔记型电脑与掌上型电脑的问题是有关于其部分源于萤幕背光源所导致的高电池消耗率。背光源亦产生了热量，该热量占该装置所输出热量的一可观部分。本发明某方面产生的背光源可减少电力，同时能减少装置所发出的热量，并因此延长电池寿命。在本发明某些方面的许多应用对于本案所属技术领域熟习技艺且得知上述内容者而言是显而易见的。

如上述所提及者，本发明包含了在此所揭露的无晶材料的制造方法，以及无晶材料的使用方法。除了上述电子发生器和上述提到的冷冻器，许多以发射电子原理而运作的设备也可利用本发明无晶钻石材料而受益。本领域熟习技艺者可思及这类的许多设备，包括而不限制为晶体管，极快开关，环状镭射回旋仪，电流扩大器，微波发射器，及其他不同的电子波设备。

在本发明一方面，一通过吸收充足能量来发射电子的无晶钻石材料制造方法是包括提供一碳源、自该碳源形成无晶钻石材料及使用一阴极电弧方法等步骤。产生电子流或产生电流的方法可包括如上述般形成一无晶钻石材料的步骤，以及输入一足以产生电流的能量到该材料中。该阴极和该中介构件的基板的第二层可用 CVD 镀膜、PVD 镀膜、溅射，或其他已知的

工艺形成。在一个方面，该等层用溅射方法形成。此外，该阳极可用 CVD 镀膜、PVD 镀膜、溅射、铜焊、粘贴（例如：银膏），或以其他由本领域具通常知识者所熟知的方式，来与该中介构件相耦合。尽管该阳极通常由溅射，或电弧沉积而形成，该阳极也可用铜焊被耦合至该中间材料。一选用的步骤是为，该无晶钻石发生器可用真空热炉来热处理。热处理能改善通过不同材料介面间的热和电子特性。通常的热处理温度依不同的特定材料的选择可从大约 200°C 到大约 800°C，较佳地的是从大约 350°C 到大约 500°C。

下面说明本发明用不同方法制成的电子发射器的例子。然而，要理解的是，下面只是参照本发明的原则所应用的例子或叙说。本领域熟习技艺者可依照本发明精神以及范畴，设计许多变化及不同的成分，方法和系统。所附加的权利要求欲意包含这些变化与配置。因此，虽然上述内容已经详述本发明，下列范例将更详细地说明关于几个本案的实施例。

范例 1

如图 3 所示，一无晶钻石材料是以该阴极电弧沉积来制造。值得注意的是，该发射表面的粗糙度的高度超过大约 200nm，峰密度为每平方公分大约 10 亿个突出部。首先，这种材料的制成是令一（200）方向 N 型晶圆的硅基板以氩蚀刻 20 分钟。然后，可利用 Multi-Arc, Rockaway, N. J.发明的复合电弧的 Tetrabond®被覆系统（coating system），将无晶钻石被覆于该被蚀刻的硅晶片。该被覆系统的石墨电极蒸发以形成一带有 80 安培（A）的电弧，并且该电弧可被带有 20eV 的负偏压所驱动并沉积在硅基板上。最后的无晶钻石材料可从被覆系统中移除，并可通过原子能显微镜观察所得，如图 3 至 4 所示。

该无晶钻石材料随后可耦合在一电极上以形成一阴极，以便形成本发明电子发生器。一外部电子偏压得以应用。而随后，在不同温下量测并纪录由该无晶钻石材料产生的电流，如图 5 所示。

范例 2

一 10μm 的铜层可用溅射方式沉积在一基板上。在真空情况下，在该铜层上以溅射方式沉积 2μm 的钐。当然，要小心不要将钕暴露在具氧化性的空气下（如整个过程可在真空下进行）。一无晶钻石材料层随后经由如范例 1 的该阴极电弧技术沉积为大约 0.5μm 的厚度。用溅射方式在该无晶钻石层的生长表面上沉积有厚度为大约 10μm 的镁。最后，厚度为 10μm 的铜也溅射以沉积方式形成阳极。

范例 3

一 10μm 的铜层可用溅射方式沉积在一基板表面，在真空下将 2μm 的铯以溅射方式沉积到铜上面。当然，要小心不要将铯暴露在氧化性空气下(整个过程可在真空下进行)。随后，利用如范例 1 的该阴极电弧技术来沉积一厚度为大约 65nm 的无晶钻石材料层。在该无晶钻石材料的生长表面上可利用喷溅方式来沉积一厚度为大约 16nm 的钼。此外，利用喷溅方式沉积一厚度为 20nm 的铟锡氧化物以形成该阳极。最后，利用喷溅方式将一厚度为 10μm 的铜层沉积到该铟锡氧化物上面。沉积组成层的部分横截面结构是如图 9A 所示。组成层然后在真空熔炉下加热到 400°C。如图 9B 所示为该最终的无晶钻石电子发生器横截面结构。要注意的是，各层间的介面不是十分明显，而是产生由一层到另一层的混合梯度特性。热处理可改善该电子在该阳极和该中间材料，及该无晶钻石和该中间材料间的传导。在温度为 25°C 下的应用电场强度相对于电流密度的测量结果与图 5 所示的在温度 400°C 下的结果是一致的。可预期的是，在温度为 25°C 下的测量结果与图 5 所示的结果也可有相似的趋势，即在低应用电压下，电流密度能增加。

范例 4

第一组披覆有氧化铟锡(ITO)的玻璃电极是以阴极电弧技术将一无晶钻石层披覆在一第一 ITO 电极，并以网版印刷技术将一包含有铜的硫化锌披覆在第二 ITO 电极。该等 ITO 电极接着通过环氧化物，以受披覆表面相对的方式相互着黏为一体。在两 ITO 电极的受披覆面之间所填环氧化物的厚度是大约 60 微米。

第二组披覆有氧化铟锡(ITO)的玻璃电极是以类似于第一组的制造方式来制造，惟该第一 ITO 电极不具有无晶钻石层。该等 ITO 电极接着通过环氧化物，以披覆有铜的硫化锌层面对第一电极的方式，相互着黏为一体。在第一 ITO 电极与第二 ITO 电极受披覆面之间所填环氧化物的厚度是大约 60 微米。

范例 5

对范例 4 的第一与第二组电极通入直流电流。当直流电通入第一组电极时，需要 40V 的电压才可令披覆有铜的硫化锌层发出冷光。当直流电通入第二组电极时，需要 80V 的电压才可令披覆有铜的硫化锌层发出冷光。

范例 6

一组电极，其中每一电极是如范例 4 的第一电极而具有一类钻碳层。对该组电极通入一交流电流。在 60Hz 的频率下，需要 40V 的电压可令披覆

有铜的硫化锌层发出一预设冷光度。在 100Hz 的频率下，仅需要 3V 的电压即可产生较 60Hz 频率下更高的冷光度。在 1000Hz 的频率下， 3V 的电压可产生较 100Hz 频率下更高的冷光度。在 3500Hz 的频率下， 3V 的电压可产生较 1000Hz 频率下更高的冷光度。

范例 7

一组 ITO 电极，是皆以阴极电弧技术在两 ITO 电极上披覆有无晶钻石层。由于两 ITO 电极上皆有无晶钻石，制造时的热度必须低于 500°C 以避免无晶钻石层品质的下降。披覆有铜的硫化锌粉末混合黏结剂以旋转涂层技术披覆在一基板上以形成一薄层。该层披覆有铜的硫化锌接着夹设于两介电材料之间，经过干燥、烘烤极热处理以便将掺杂物散布在该硫化锌之中。

当然，要理解的是，上述排列仅仅显示了根据本发明的原则所体现的应用。许多改变和不同的排列也可在不脱离本发明的精神和范围的情况下被本领域具通常知识者所得出。所附权利要求也是为了涵盖上述改变和排列。因此，尽管本发明被特定和详细地描述成上述最实用和较佳实施例，本领域熟习技艺者可在不偏离原则和观点的情况下做许多改动，如尺寸，材料，形状，样式，功能，运作状态，组合和使用。

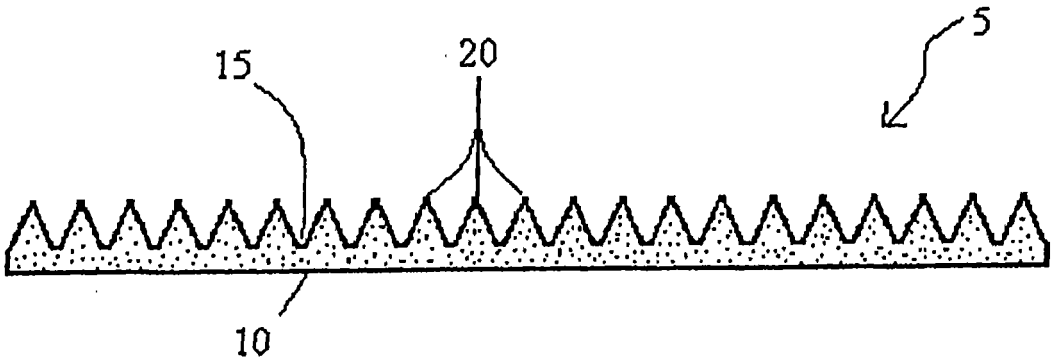


图 1

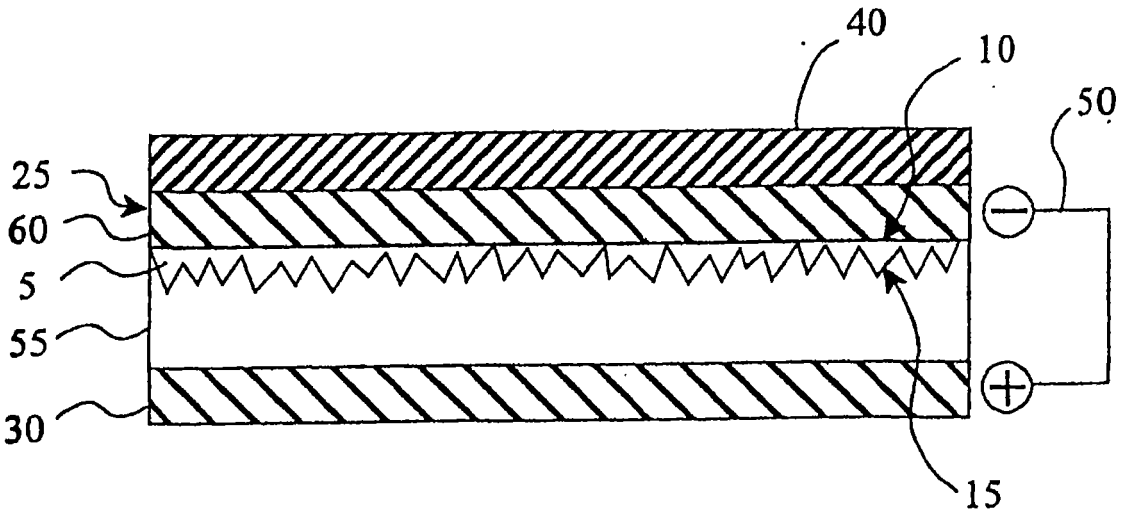


图 2

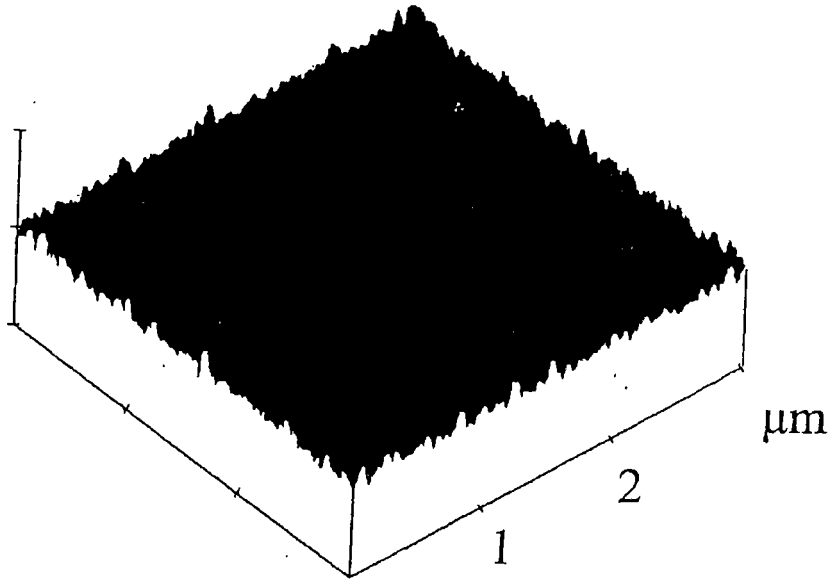


图 3

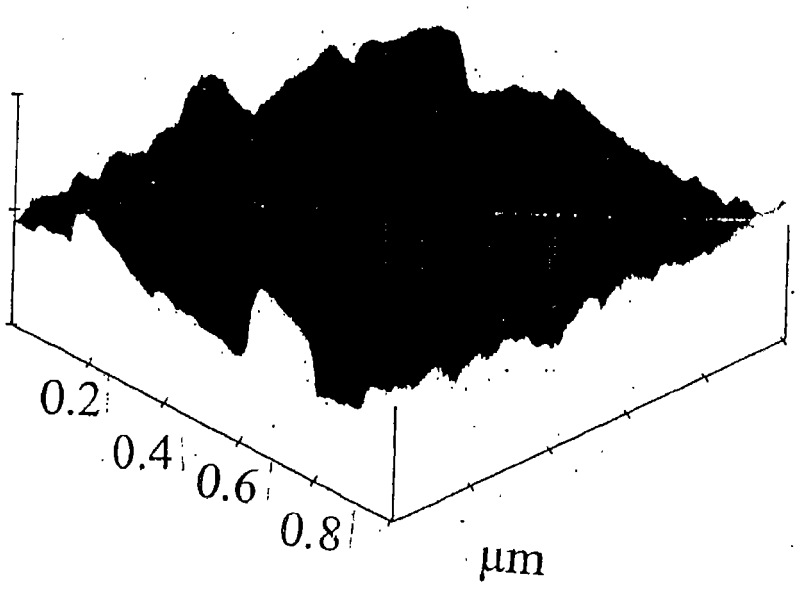


图 4

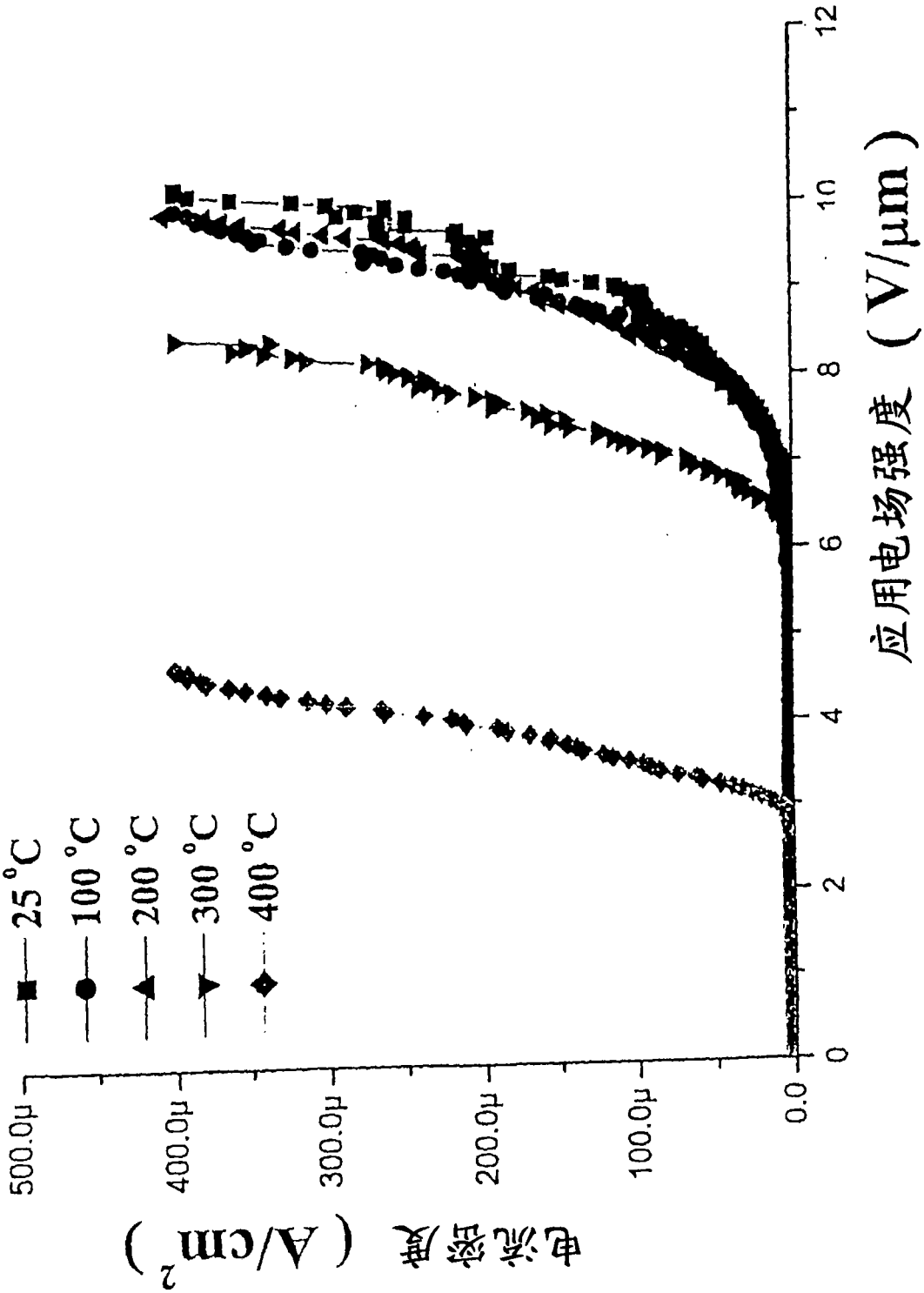
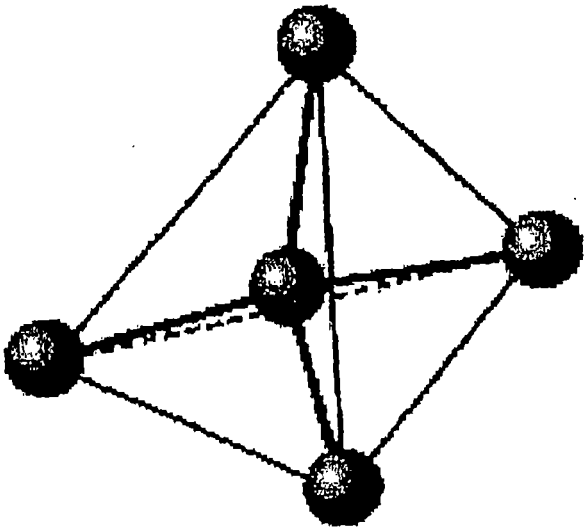
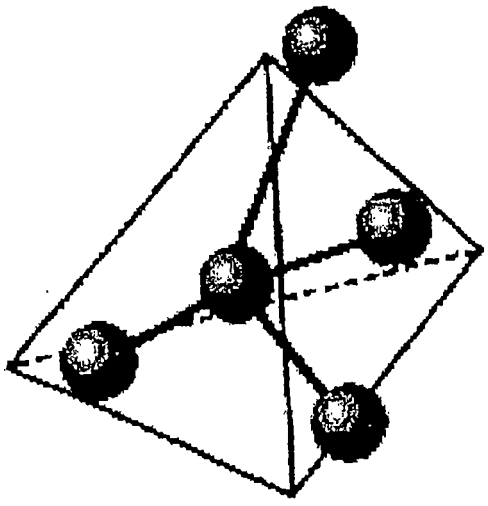

电流密度 (A/cm²)
500.0μ
400.0μ
300.0μ
200.0μ
100.0μ
0.0
0
2
4
6
8
10
12
应用电场强度 (V/μm)
25 °C
100 °C
200 °C
300 °C
400 °C

图 5



(规则四面体配位)

图 6



(扭曲四面体配位)

图 7

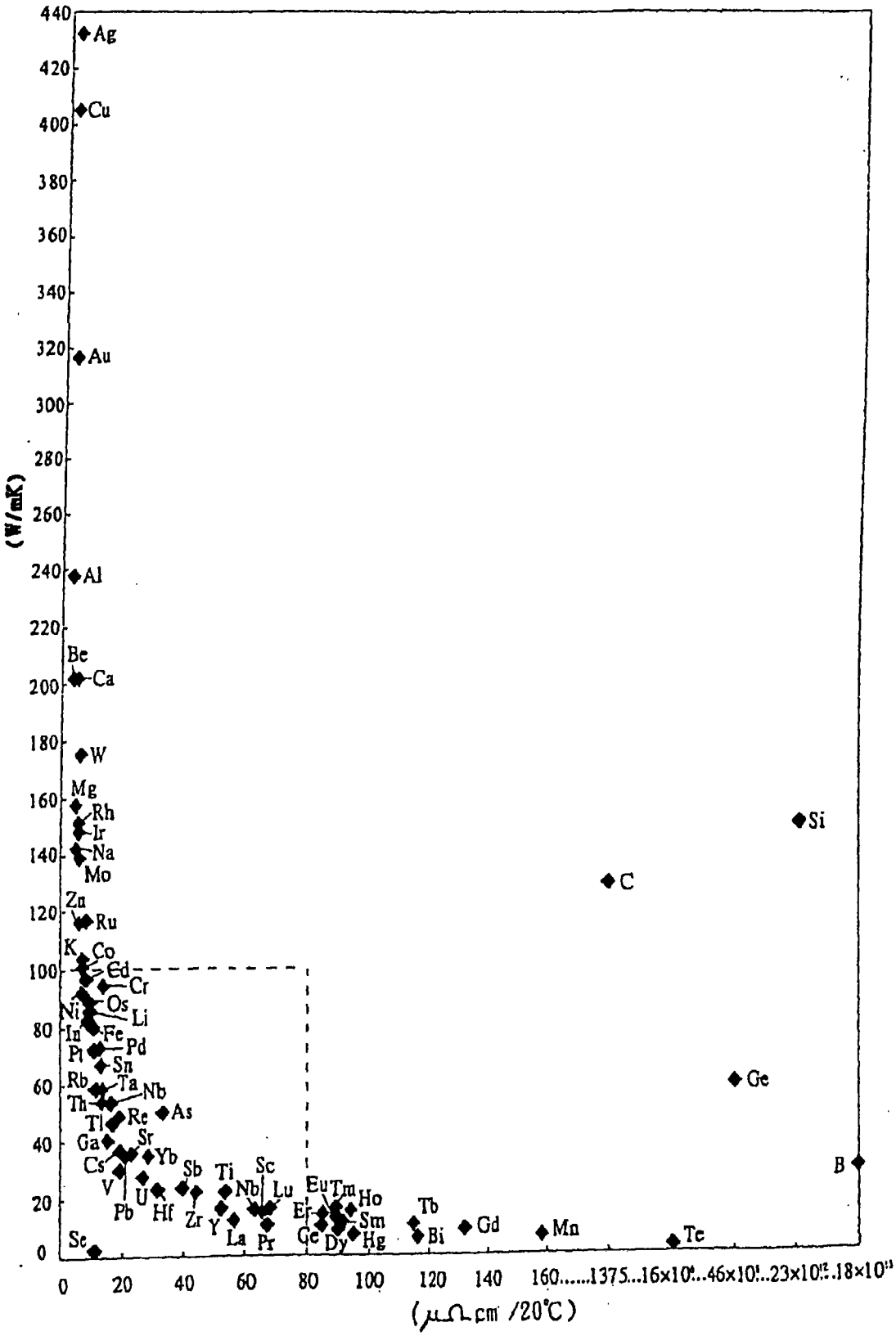

(W/mK)
440
420
400
380
360
340
320
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Ag
Cu
Au
Al
Be
Ca
W
Mg
Rh
Ir
Na
Mo
Zn
Ru
K
Co
Ed
Cr
Ni
Os
Li
In
Fe
Pd
Pt
Sn
Rb
Ta
Nb
Th
As
Re
Tl
Sr
Ga
Yb
Cs
Sb
Ti
Sc
V
Nb
Lu
Eu
Tm
Ho
U
Pb
Hf
Zr
Y
La
Pr
Er
Sm
Tb
Dy
Hg
Bi
Gd
Mn
Te
Se
Si
C
Ge
B
0
20
40
60
80
100
120
140
160.....1375...16×10⁴...46×10⁴..23×10¹².18×10¹³
(μΩ·cm /20℃)

图 8

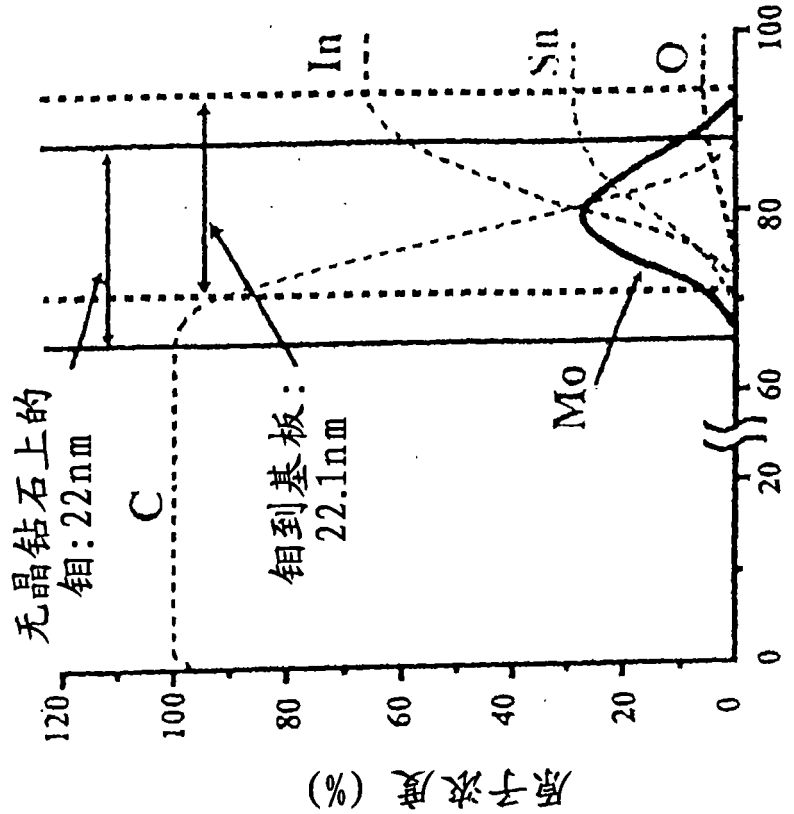

无晶钻石上的
钼:22nm
C
钼到基板:
22.1nm
Mo
In
Sn
O
原子浓度 (%)
深度 (nm)
120
100
80
60
40
20
0
0
20
60
80
100

图 9B

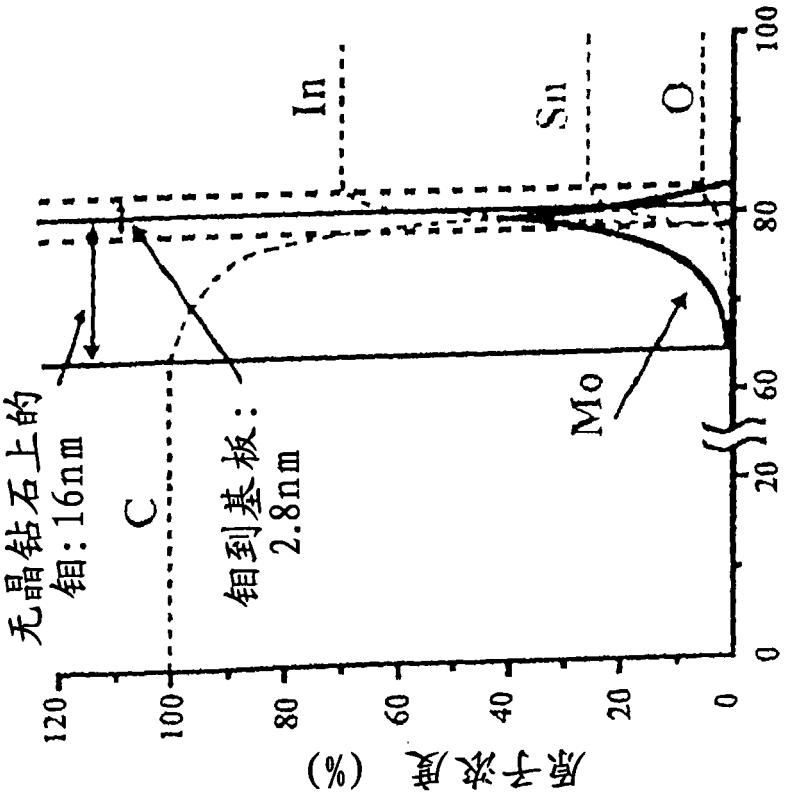

无晶钻石上的
钼:16nm
C
钼到基板:
2.8nm
Mo
In
Sn
O
原子浓度 (%)
深度 (nm)
120
100
80
60
40
20
0
0
20
60
80
100

图 9A

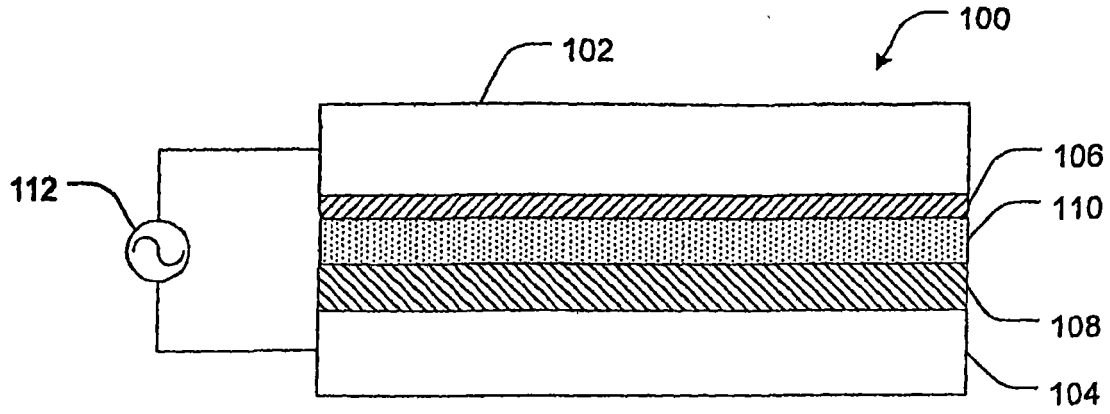

100
102
112
106
110
108
104

图 10

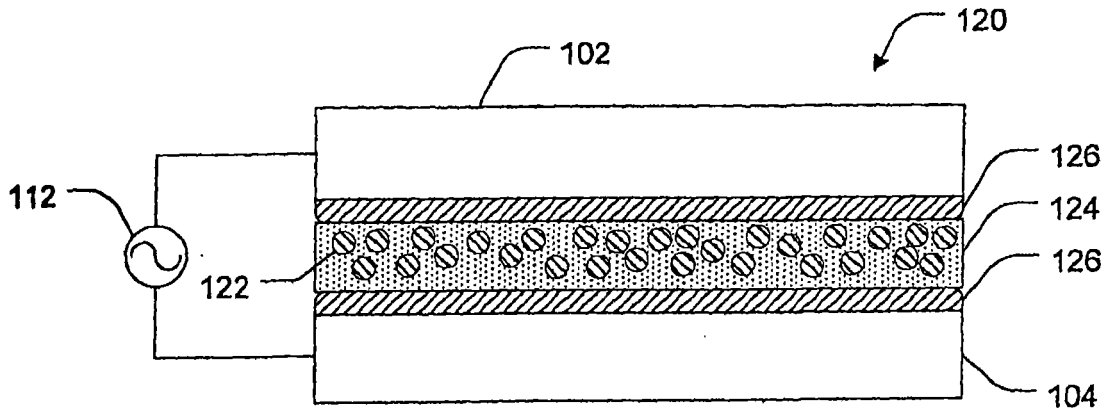

120
102
112
126
124
122
126
104

图 11

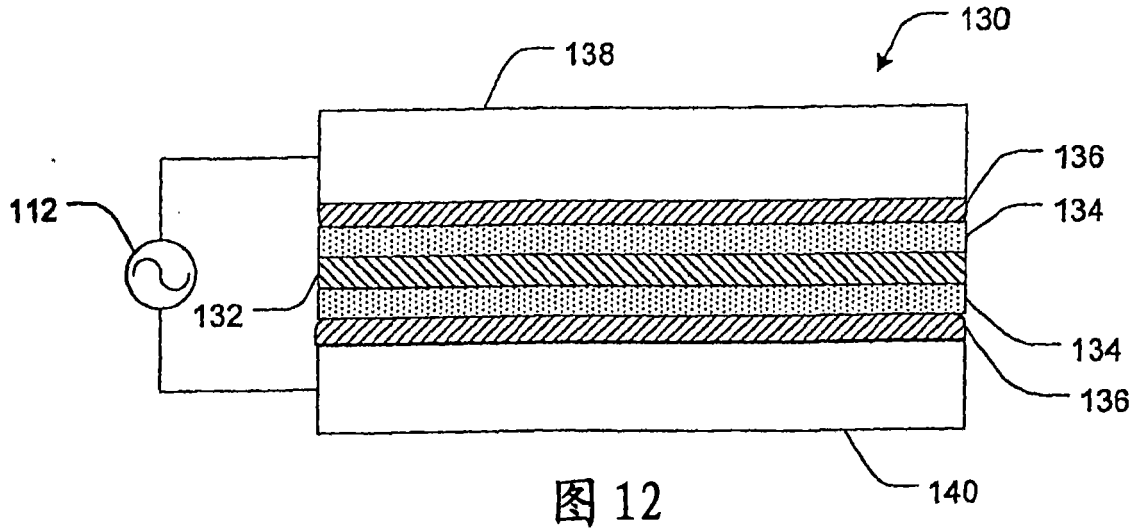
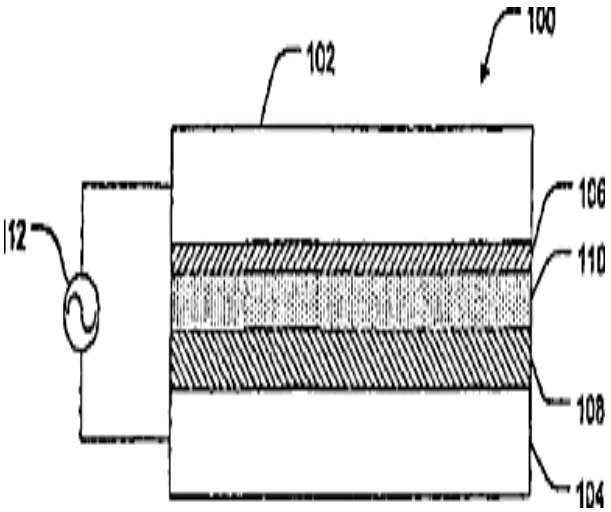

130
138
136
112
134
132
134
136
140

图 12

专利名称(译)	无晶钻石材料及其使用和制造方法		
公开(公告)号	CN101147426A	公开(公告)日	2008-03-19
申请号	CN200680009712.3	申请日	2006-01-26
[标]申请(专利权)人(译)	宋简民		
申请(专利权)人(译)	宋健民		
当前申请(专利权)人(译)	宋健民		
[标]发明人	宋健民		
发明人	宋健民		
IPC分类号	H05B33/14 H05B33/22		
CPC分类号	H05B33/22 H01J29/28 Y10T428/1314		
代理人(译)	寿宁		
优先权	11/045016 2005-01-26 US		
其他公开文献	CN101147426B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明是关于一种电致发光装置(100)，其具有改良增进的单位输入伏特电致发光。该装置具有一第一电极(102)、一第二电极(104)、类钻碳层(106)，是与第一电极(102)以及第二电极(104)的至少其中一电极电耦合、以及一冷光材料(108)，是与类钻碳层(106)、第一电极以(102)及第二电极(104)电耦合，该冷光材料(108)接收来自类钻碳层(106)的电子而发光。该类钻碳层(106)与冷光材料(108)可由一介电材料(110)所区隔分离。当所通入交流电的频率增加时，该冷光材料(108)的发光度增加，而达到相同发光度所需的电压则减少。