



[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95118252.8

[51]Int.Cl⁶

[43]公开日 1996年12月18日

H01J 1 / 30

[22]申请日 95.10.5

[30]优先权

[32]94.10.5 [33]JP[31]241221 / 94

[32]95.3.15 [33]JP[31]056016 / 95

[32]95.3.20 [33]JP[31]060755 / 95

[71]申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪

[72]发明人 田中博由 小寺宏一 内田正雄

[74]专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 塞 炜

H01J 29 / 04 H01J 31 / 12

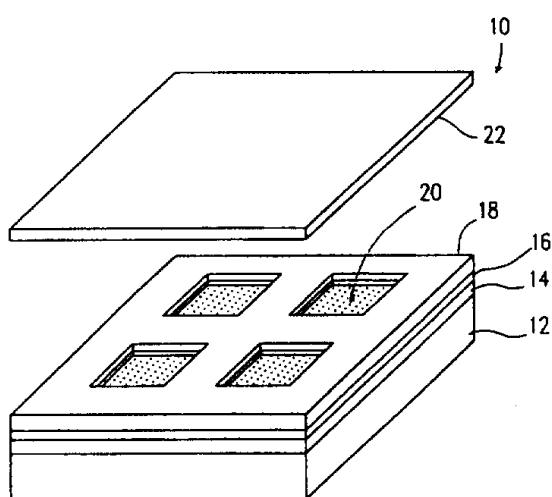
H01L 35 / 00 G09F 9 / 00

权利要求书 9 页 说明书 31 页 附图页数 11 页

[54]发明名称 电子发射阴极及其制造方法以及其应用

[57]摘要

一种电子发射阴极包括：一个n型半导体膜，该膜部分地从该n型半导体膜表面上突出的金刚石颗粒，及一个与n型半导体膜对置的阳极，并在它们之间具有真空。利用在阳极与n型半导体膜之间施加电压使电子发射。



(BJ)第 1456 号

权 利 要 求 书

1. 电子发射阴极，包括：一个n型半导体膜，其包含从该n型半导体膜表面上部分地突出的金刚石颗粒；及一个阳极，它被放置在n型半导体膜的对面，这两者间设有真空。

其中利用在阳极与n型半导体膜之间施加一电压使电子发射。

2. 根据权利要求1的电子发射阴极，其中金刚石颗粒是由P型半导体构成的。

3. 电子发射阴极，包括：一个碳膜，其包含从该碳膜表面上部分地突出的金刚石颗粒；及一个阳极，它被放置在该碳膜的对面，这两者间设有真空。

其中利用在阳极与碳膜之间施加一电压使电子发射。

4. 根据权利要求3的电子发射阴极，其中碳膜是n型半导体或似n型半导体。

5. 根据权利要求3的电子发射阴极，其中碳膜包含作为n型杂质的氮，及部分的碳膜包含具有金刚石结构的颗粒。

6. 电子发射阴极，包括：

一个导电膜；

形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜；

形成在第一半导体膜上的第二导电型的一个岛状第二半导体膜，及

与导电膜对置的一个阳极并在这两者之间设有真空，

其中利用在阳极及第二半导体膜之间施加一电压使电子发射。

7. 根据权利要求6的电子发射阴极，其中第一半导体膜被作成岛状形状。

8. 电子发射阴极，包括：

一个导电膜；
形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜；

形成在第一半导体膜上的并具有多个设在其中的孔的第二导电型的一个第二半导体膜，该多个孔至少曝露出第一个半导体膜的一个表面；及

与导电膜对置的一个阳极并在这两者之间设有真空；
其中利用在阳极及第二半导体膜之间施加一电压使电子发射。

9. 根据权利要求8的电子发射阴极，其中在第一半导体膜上也设有多个孔，由此曝露出导电膜的一个表面。

10. 根据权利要求6的电子发射阴极，其中第一半导体膜及第二半导体膜中的一个包含掺硼的金刚石。

11. 根据权利要求8的电子发射阴极，其中第一半导体膜及第二半导体膜中的一个包含掺硼的金刚石。

12. 根据权利要求6的电子发射阴极，其中第一半导体膜及第二半导体膜中的一个是由含氮的薄碳膜构成的，该薄碳膜是利用从由吡啶 (pyridine)、哒嗪 (pyridazine)、嘧啶 (pyrimidine) 及 1, 3, 5—三嗪 (triazine) 组成的族中选择出的一个制成的。 13. 根据权

利要求8的电子发射阴极，其中第一半导体膜及第二半导体膜中的一个是由含氮的薄碳膜构成的，该薄碳膜是利用从吡啶、哒嗪、嘧啶及 1, 3, 5—三嗪组成的族

中选择出的一个制成的。

1 4 . 电子发射装置，包括；一个阴极，它基本上由一个n型半导体膜组成，该膜包含部分地从该n型半导体膜的表面突出的金刚石颗粒；及一个与该n型半导体膜对置的阳极并在这两者之间设有真空。

其中利用在阳极及阴极之间施加一电压使电子从阴极发射出来。

1 5 . 电子发射装置，包括；一个基本上由碳膜组成的阴极，该碳膜包含部分地从该碳膜表面突出的金刚石颗粒；及一个与该碳膜对置的阳极并在这两者之间设有真空；

其中利用在阳极及阴极之间施加一电压使电子从阴极发射出来。

1 6 . 电子发射装置，包括：

一个阴极，它包括一个导电膜，形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜，及形成在第一半导体膜上的第二导电型的一个岛状第二半导体膜；及

与第一半导体膜对置的一个阳极并在这两者之间设有真空；

其中利用在阳极及阴极之间施加一电压使电子从阴极发射出来。

1 7 . 电子发射装置，包括：

一个阴极，它包括一个导电膜，形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜，及形成在第一半导体膜上的并具有多个设在其中的孔的第二导电型的一个第二半导体膜，该多个孔至少曝露出第一半导体膜的一个表面；及

与第一半导体膜对置的一个阳极并在这两者之间设

有真空，

其中利用在阳极及阴极之间施加一电压使电子从阴极发射出来。

1 8 . 根据权利要求1 4 的电子发射装置，还包括设在阴极与阳极之间的一个栅极，该栅极具有孔，用于至少曝露阴极的一部分，其中利用在栅极上施加一电压使电子从阴极拉出。

1 9 . 根据权利要求1 8 的电子发射装置，其中阴极及栅极被作成沿不同方向延伸的条，以致彼此相交叉，及该孔被设置成阴极与栅极交叉处中的孔。

2 0 . 根据权利要求1 5 的电子发射装置，还包括设在阴极与阳极之间的一个栅极，该栅极具有孔，用于至少曝露阴极的一部分，其中利用在栅极上施加一电压使电子从阴极拉出。

2 1 . 根据权利要求2 0 的电子发射装置，其中阴极及栅极被作成沿不同方向延伸的条，以致彼此相交叉，及该孔被设置成阴极与栅极交叉处中的孔。

2 2 . 根据权利要求1 6 的电子发射装置，还包括设在阴极与阳极之间的一个栅极，该栅极具有孔，用于至少曝露阴极的一部分，其中利用在栅极上施加一电压使电子从阴极拉出。

2 3 . 根据权利要求2 2 的电子发射装置，其中阴极及栅极被作成沿不同方向延伸的条，以致彼此相交叉，及该孔被设置成阴极与栅极交叉处中的孔。

2 4 . 根据权利要求1 7 的电子发射装置，还包括设置在阴极与阳极之间的一个栅极，该栅极具有孔，用于至少曝露阴极的一部分，其中利用在栅极上施加一电压使电子从阴极拉出。

25. 根据权利要求2 4 的电子发射装置，其中阴极及栅极被作成沿不同方向延伸的条，以致彼此相交叉，及该孔被设置成阴极与栅极交叉处中的孔。

26. 平板显示器，包括：

一个支承衬底；

一个设在支承衬底上的阴极，它基本上由一个n型半导体膜组成，该膜包含部分地从该n型半导体膜的表面突出的金刚石颗粒；

一个透明衬底；及

设置在透明电极表面的荧光物质，

其中支承衬底及透明衬底以这种方式布置，即阴极与荧光物质成彼此对置，及在支承衬底及透明衬底之间的内空间中设有一真空。

27. 平板显示器，包括：

一个支承衬底；

一个设在支承衬底上的阴极，它基本上由碳膜组成，该碳膜包含部分地从该碳膜表面突出的金刚石颗粒；

一个透明衬底；及

设置在透明电极表面的荧光物质，

其中支承衬底及透明衬底以这种方式布置，即阴极与荧光物质成彼此对置，及在支承衬底及透明衬底之间的内空间中设有一真空。

28. 平板显示器，包括：

一个支承衬底；

一个设在支承衬底上的阴极，该阴极包括一个导电膜，形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜，及形成在第一半导体膜上的第二导电型的一个岛状第二半导体膜；

一个透明衬底；及
设置在透明电极表面的荧光物质，

其中支承衬底及透明衬底以这种方式布置，即阴极与荧光物质成彼此对置，及在支承衬底及透明衬底之间的内空间中设有一真空。

29. 平板显示器，包括：

一个支承衬底；

一个阴极，它包括一个导电膜，形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜，及形成在第一半导体膜上的并具有多个设在其中的孔的第二导电型的一个第二半导体膜，该多个孔至少曝露出来第一半导体膜的一个表面；

一个透明衬底；及

设置在透明电极表面的荧光物质，

其中支承衬底及透明衬底以这种方式布置，即阴极与荧光物质成彼此对置，及在支承衬底及透明衬底之间的内空间中设有一真空。

30. 根据权利要求29的平板显示器，还包括设在阴极与荧光物质之间的一个栅极，该栅极具有孔，用于至少曝露阴极的一部，其中利用在栅极上施加一电压使电子从阴极拉出。

31. 根据权利要求30的平板显示器，其中阴极及栅极被作成沿不同方向延伸的条，以致彼此交叉，及该孔被设置在阴极与栅极交叉处中。

32. 根据权利要求29的平板显示器，还包括设在阴极与荧光物质之间的一个栅极，该栅极具有孔，用于至少曝露阴极的一部分，其中利用在栅极上施加一电压使电子从阴极拉出。

3 3 . 根据权利要求3 2 的平板显示器，其中阴极及栅极被作成沿不同方向延伸的条，以致彼此交叉，及该孔被设置在阴极与栅极交叉处中。

3 4 . 根据权利要求2 8 的平板显示器，还包括设在阴极与荧光物质之间的一个栅极，该栅极具有孔，用于至少曝露阴极的一部分，其中利用在栅极上施加一电压使电子从阴极拉出。

3 5 . 根据权利要求3 4 的平板显示器，其中阴极及栅极被作成沿不同方向延伸的条，以致彼此交叉，及该孔被设置在阴极与栅极交叉处中。

3 6 . 根据权利要求2 9 的平板显示器，还包括设在阴极与荧光物质之间的一个栅极，该栅极具有孔，用于至少曝露阴极的一部分，其中利用在栅极上施加一电压使电子从阴极拉出。

3 7 . 根据权利要求3 6 的平板显示器，其中阴极及栅极被作成沿不同方向延伸的条，以致彼此交叉，及该孔被设置在阴极与栅极交叉处中。

3 8 . 热电式冷却装置，包括：

具有一个表面的第一导电衬底；

形成在第一导电衬底的表面上的一个阴极；及

与第一导电衬底表面对置的第二导电衬底及在它们之间设有一真空，

其中电压施加在第一导电衬底及第二导电衬底之间，由此使电子从阴极经真空进入第二导电衬底，及在第一导电衬底及第二导电衬底之间流过电流，因此获得吸热效应并使第一导电衬底冷却。

3 9 . 根据权利要求3 8 的热电式冷却装置，其中阴极基本上是由一个n 型半导体膜组成的，该膜包含部

分地从该n型半导体膜表面上突出的金刚石颗粒。

4 0 . 根据权利要求3 8 的热电式冷却装置，其中阴极基本上由一个碳膜组成，该碳膜包含部分地从该碳膜表面突出的金刚石颗粒。

4 1 . 根据权利要求3 8 的热电式冷却装置，其中阴极包括一个导电膜，形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜，及形成在第一半导体膜上的并具有多个设在其中的孔的第二导电型的一个第二半导体膜，该多个孔至少曝露出第一半导体膜的一个表面。

4 2 . 根据权利要求3 8 的热电式冷却装置，其中阴极包括具有一个低逸出功的表面的材料。

4 3 . 根据权利要求3 8 的热电式冷却装置，其中阴极包括多个微小突起。

4 4 . 根据权利要求3 8 的热电式冷却装置，其中阴极包括一种半导体。

4 5 . 根据权利要求3 8 的热电式冷却装置，其中第一导电衬底及第二导电衬底分别是两个同轴的圆筒的侧面。

4 6 . 根据权利要求4 5 的热电式冷却装置，其中第一导电衬底及第二导电衬底各具有肋条。

4 7 . 根据权利要求3 8 的热电式冷却装置，其中第一导电衬底及第二导电衬底以约1 0 0 u m 或更小的间隔布置。

4 8 . 用于制造电子发射阴极的方法，包括下列步骤：

制备包括金刚石颗粒及n型半导体粉末或碳粉末的糊剂；

将该糊剂涂在一个衬底上；及

烧结涂在衬底上的糊剂。

4 9 . 用于制造电子发射阴极的方法，包括下列步骤：

在一衬底上设置金刚石颗粒；及
形成其厚度小于金刚石颗粒的颗粒直径及部分具有
金刚石结构的碳膜。

5 0 . 用于制造电子发射阴极的方法，包括下列步
骤：

形成部分具有金刚石结构的碳膜；及
将金刚石颗粒加入到碳膜中。

说 明 书

电子发射阴极及其制造方法以及其应用

本发明涉及一种电子发射阴极；电子发射装置，平板显示器，及包括该电子发射阴极的热电型冷却装置；及制造该电子发射阴极的方法。

近年来，使用半导体小型化技术来集成小型电子发射装备并旨在实现高性能装置，如超高速装置的研究已经蓬勃地开展。这个研究领域被称为“真空微电子学”。真空微电子学尤其将其注意力一直聚集在平板显示器（或场发射显示器；以下为“F E D S ”）的应用上，因为用于F E D 的电子发射装置的使用被考虑会导致产生比传统阴极射线管显示器更薄且更轻的显示装置。

在包括电子发射装置的F E D 中，电子发射装置布置成二维的排列并使得它们与其上涂有荧光物质的一个阳极相对置。利用在每个阴极与该阳极之间施加电压，使电子显现进入真空，在那里电子将和荧光物质碰撞，致使其受激励并发射出光。

以下将描述传统的电子发射装置。通常，当从一固体电极中拉出电子时，其电流密度J 根据福勒尔 - 诺德海姆 (F o w l e r —N o r d h e i m) 公式 (式 1) 来求得：

$$J = (A \cdot F^2 / \phi) \cdot \exp (-B \cdot \phi^{3/2} / F)$$

式 1

在上式中，A 和B 代表正常数；F 代表电场；及 ϕ 代表阴极的逸出功。假定当拉出电子时所施加的电压为V，电场F 则根据式2 来求得：

$$F = \beta V$$

式2

在上式中， β 是由阴极的几何形状决定的常数。

根据式1 及式2，当保持施加电压V 恒定时，通过增大 β 和/或减小 ϕ 可以使电流密度J 增大。但是，在使用半导体作阴极的情况下，可用减小电子亲和力x（它是真空能级和半导体电带之间的能量差）取代逸出功 ϕ 来增加电流密度J。为了增大 β ，必须对阴极处理使其具有尖锐的点。尤其是，例如常使用蚀刻n型硅衬底并使其形成具有尖锐点突起的电子发射部分的方法。

图1 8 是表示具有作为电子发射部分的尖锐点突起的传统电子发射装置的概要横截面图。如图1 8 所示，电子发射装置5 0 0 包括具有电子发射部分5 0 2 的硅衬底5 0 4 及形成在该硅衬底5 0 4 上的栅极5 0 8，在它们之间夹有一绝缘膜5 0 6 并使其围绕着电子发射部分5 0 2。具有尖顶锥状的电子发射部分5 0 2 是由蚀刻硅衬底5 0 4 获得的。在硅衬底5 0 4 上设置了一个电极5 1 0。

利用将电子发射装置5 0 0 放置在真空中并使其与一阳极对置，及相对于硅衬底5 0 4 的电位对栅极5 0 8 施加几十伏至几百伏的正电压，由于其尖顶，电场将集中在电子发射部分5 0 2 上。然后，由真空度形成的势垒对于电子发射部分5 0 2 中的电子来说被降低了，

并且该势垒变薄了，因此由于隧道效应使电子从电子发射部分5 0 2 的表面被吸出进入到真空中。被吸出的电子受到放置在硅衬底5 0 4 对面的阳极的捕获，在阳极上相对栅极5 0 8 的电位施加了几百至几千伏的正电压。

在仅有硅衬底5 0 4 及电子发射部分5 0 2 组成的电子发射阴极，没有任何栅极包括在内的情况下，电子将直接地被拉出并被对置的阳极捕获，这时在阳极及硅衬底5 0 4 之间施加了几百至几千伏的电压。

作为用来使电能转换成热能的传统热电式装置，已公知了如图1 9 所示的热电式冷却装置5 2 0 。该热电式冷却装置5 2 0 具有其中通过金属板5 2 6 及5 2 8 使n 型半导体层5 2 2 和p 型半导体层5 2 4 彼此交替串联连接的结构。利用在端子5 3 0 及5 3 2 之间施加电压，可使金属板5 2 6 或金属板5 2 8 被冷却，而另一金属板5 2 8 或5 2 6 则被加热。

但是，上述传统的电子发射装置具有以下的问题。

首先，对电子发射部分的尖顶必须以毫微米级的精度进行加工，因此需要高复杂的半导体处理技术。因而，用低成本来制包括这种电子发射装置的F E D S 是有困难的。再者，电子发射装置的该尖顶形状易趋于改变，由此会产生由F E D 的非均匀显示。此外，电子发射装置的该尖顶易于被真空中的离子粒子撞击而产生溅蚀，由此会在较短的时间周期中形成该尖顶的损伤。其结果是，不能期望实现具有长寿命的F E D 。

在使用上述电子发射装置构成F E D 的情况下，必须实现约 10^{-8} 毫 (t o r r) 的真空调度。使用这种真空调度的F E D S 的商用生产是不现实的。

此外，用作衬底的硅衬底限制了F E D 的显示器尺

寸。这将导致实现大型显示的F E D 的困难问题。

在传统的热电式冷却装置中，被冷却的金属板及被加热的金属板彼此通过n 型半导体层5 2 2 及p 型半导体层5 2 4 相连接。热量将通过这些半导体层5 2 2 及5 2 4 从被冷却的板传递到被加热的板上，这就形成了大的热泄漏。这便产生了非常低的冷却/加热效率。

本发明的电子发射阴极包括：一个n 型半导体膜，其包含从该n 型半导体膜表面上部分地突出的金刚石（di a m o n d）颗粒；及一个阳极，它被放置在n 型半导体膜的对面，并在这两者间设有真空，其中利用在阳极与n 型半导体膜之间施加一电压使电子发射。

在本发明的一个实施例中，该金刚石颗粒是由p 型半导体构成的。

根据本发明的另一方面，电子发射阴极包括：一个碳膜，其包含从该碳膜表面上部分突出的金刚石颗粒；及一个阳极，它被放置在该碳膜的对面，并在这两者间设有真空，其中利用在阳极与碳膜之间施加一电压使电子发射。

在本发明的一个实施例中，该碳膜是n 型半导体或似n 型半导体。

在本发明的一个实施例中，该碳膜包含作为n 型杂质的氮，及部分的碳膜包含具有金刚石结构的颗粒。

根据本发明的又一方面，电子发射阴极包括：一个导电膜；形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜；形成在第一半导体膜上的第二导电型的一个岛状第二半导体导膜；及与导电膜对置的一个阳极并在这两者之间设有一真空，其中利用在阳极及第二半导体膜之间施加一电压使电子发射。

在本发明的一个实施例中，第一半导体膜被作成岛状形状。

根据本发明的另一方面，电子发射阴极包括：一个导电膜；形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜；形成在第一半导体膜上的并具有多个设在其中的孔的第二导电型的一个第二半导体膜，该多个孔至少曝露出第一半导体膜的一个表面；及与导电膜对置的一个阳极并在这两者之间设有一真空，其中利用在阳极及第二半导体膜之间施加一电压使电子发射。

在本发明的一个实施例中，在第一半导体膜上也设有多个孔，由此曝露出导电膜的一个表面。

在本发明的一个实施例中，第一半导体膜及第二半导体膜中的一个包含掺硼的金刚石。

在本发明的一个实施例中，第一半导体膜及第二半导体膜中的一个是由含氮的薄碳膜构成的，该薄碳膜是利用由吡啶 (pyridine)、哒嗪 (pyridazine)、嘧啶 (pyrimidine)、及 1,3,5—三嗪 (triazine) 组成的族中选择出的一个的制成的。

根据本发明的又一方面，电子发射装置包括：一个基本上由-n 型半导体膜组成的阴极，该膜包含部分地从该n 型半导体膜的表面突出的金刚石颗粒；及一个与该n 型半导体膜对置的阳极并在这两者之间设有真空，其中利用在阳极及阴极之间施加一电压使电子从阴极发射出来。

根据本发明的另一方面，电子发射装置包括：一个基本上由碳膜组成的阴极，该碳膜包含部分地从该碳膜表面突出的金刚石颗粒；及一个与该碳膜对置的阳极并

在这两者之间设有真空，其中利用在阳极及阴极之间施加一电压使电子从阴极发射出来。

根据本发明的又一方面，电子发射装置包括：一个阴极，它包括一个导电膜，形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜，及形成在第一半导体膜上的第二导电型的一个岛状第二半导体膜；及与第一半导体膜对置的一个阳极并在这两者之间设有真空，其中利用在阳极及阴极之间施加一电压使电子从阴极发射出来。

根据本发明的另一方面，电子发射装置包括：一个阴极，它包括一个导电膜，形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜，及形成在第一半导体膜上的并具有多个设在其中的孔的第二导电型的一个第二半导体膜，该多个孔至少曝露出第一半导体膜的一个表面；及与第一半导体膜对置的一个阳极并在这两者之间设有真空，其中利用在阳极及阴极之间施加一电压使电子从阴极发射出来。

在本发明的一个实施例中，该电子发射装置还包括设在阴极与阳极之间的一个栅极，该栅极具有孔，用于至少曝露阴极的一部分，其中利用在栅极上施加一电压使电子从阴极拉出。

在本发明的一个实施例中，阴极及栅极被作成沿不同方向延伸的条，以致彼此相交叉，及该孔被设置成阴极与栅极交叉处中的孔。

根据本发明的又一方面，平板显示器包括：一个支承衬底；一个设在支承衬底上的阴极，它基本上由一个n型半导体膜组成，该膜包含部分地从该n型半导体膜的表面突出的金刚石颗粒；一个透明衬底；及设置在透明电极表面的荧光物质，其中支承衬底及透明衬底以这

种方式布置，即阴极与荧光物质成彼此对置，及在支承衬底及透明衬底之间的内空间中设有一真空。

根据本发明的另一方面，平板显示器包括：一个支承衬底；一个设在支承衬底上的阴极，它基本上由碳膜组成，该碳膜包含部分地从该碳膜表面突出的金刚石颗粒；一个透明衬底；及设置在透明电极表面的荧光物质，其中支承衬底及透明衬底以这种方式布置，即阴极与荧光物质成彼此对置，及在支承衬底及透明衬底之间的内空间中设有一个真空。

根据本发明的又一方面，平板显示器包括：一个支承衬底；一个设在支承衬底上的阴极，该阴极包括一个导电膜，形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜，及形成在第一半导体膜上的第二导电型的一个岛状第二半导体膜；一个透明衬底；及设置在透明电极表面的荧光物质，其中支承衬底及透明衬底以这种方式布置，即阴极与荧光物质成彼此对置，及在支承衬底及透明衬底之间的内空间中设有一真空。

根据本发明的另一方面，平板显示器包括：一个支承衬底；一个阴极，它包括一个导电膜，形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜，及形成在第一半导体膜上的并具有多个设在其中的孔的第二导电型的一个第二半导体膜，该多个孔至少曝露出第一半导体膜的一个表面；一个透明衬底；及设置在透明电极表面的荧光物质，其中支承衬底及透明衬底以这种方式布置，即阴极与荧光物质成彼此对置，及在支承衬底及透明衬底之间的内空间中设有一真空。

在本发明的一个实施例中，该平板显示器还包括设在阴极与荧光物质之间的一个栅极，该栅极具有孔，用

于至少曝露阴极的一部分，其中利用在栅极上施加一电压使电子从阴极拉出。

在本发明的一个实施例中，阴极及栅极被作成沿不同方向延伸的条，以致彼此交叉，及该孔也被设置在阴极与栅极交叉处中。

根据本发明的又一方面，热电式冷却装置包括：具有一个表面的第一导电衬底；形成在第一导电衬底表面上的一个阴极；及与第一导电衬底表面对置的第二导电衬底及在它们之间设有一真空，其中电压施加在第一导电衬底与第二导电衬底之间，由此使电子从阴极经真空进入第二导电衬底，及在第一导电衬底及第二导电衬底之间流过电流，因此获得吸热效应并使第一导电衬底冷却。

在本发明的一个实施例中，阴极基本上是由一个n型半导体膜组成的，该膜包含部分地从该n型半导体膜表面上突出的金刚石颗粒。

在本发明的一个实施例中，阴极基本上由一个碳膜组成，该碳膜包含部分地从该碳膜表面突出的金刚石颗粒。

在本发明的一个实施例中，阴极包括一个导电膜，形成在该导电膜上的第一导电型的一个第一半导体膜，及形成在第一半导体膜上的并具有多个设在其中的孔的第二导电型的一个第二半导体膜，该多个孔至少曝露出第一半导体膜的一个表面。

在本发明的一个实施例中，阴极包括具有一个低逸出功的表面的材料。

在本发明的一个实施例中，阴极包括多个微小突起。

在本发明的一个实施例中，阴极是由一种半导体组

成的。

在本发明的一个实施例中，第一导电衬底及第二导电衬底分别是两个同轴的圆筒的侧面。

在本发明的一个实施例中，第一导电衬底及第二导电衬底各具有肋条。

在本发明的一个实施例中，第一导电衬底及第二导电衬底以约100um或更小的间隔布置。

根据本发明的另一方面，用于制造电子发射阴极的方法包括下列步骤：制备包括金刚石颗粒及n型半导体粉末或碳粉末的糊剂；将该糊剂涂在一个衬底上；及烧结涂在衬底上的糊剂。

根据本发明的另一方面，用于制造电子发射阴极的方法包括下列步骤：在一衬底上散布金刚石颗粒；及形成其厚度小于金刚石颗粒的颗粒直径及部分具有金刚石结构的碳膜。

根据本发明的另一方面，用于制造电子发射阴极的方法包括下列步骤：形成部分具有金刚石结构的碳膜；及将金刚石颗粒加入到碳膜中。

因此，这里所描述的本发明实现了下列优点：(1)提供了低成本及高寿命的电子发射阴极，它具有高的生产率并能够提供大的显示面积；(2)提供了包括该电子发射阴极的电子发射装置；(3)提供了包括该电子发射阴极或电子发射装置的平板显示器；及(4)提供了包括该电子发射阴极或电子发射装置的高效热电式装置。

当阅读及理解了以下参照附图的详细说明时，对熟悉本领域的技术人员来说，本发明的这些及另外的优点将会变得清楚。

图1 A 是根据本发明例1 的一个电子发射装置的透
视图；

图1 B 是根据本发明例1 的另一个电子发射装置的
透视图；

图2 是用于图1 中电子发射装置的一个电子发射阴
极的透视图；

图3 是根据本发明的另一电子发射阴极的透视图；

图4 A 是根据本发明例2 的一个电子发射装置的透
视图；

图4 B 是图4 A 中的电子发射装置的横截面图；

图4 C 是根据本发明例2 的另一电子发射装置的横
截面图；

图5 是根据本发明的另一电子发射装置的横截面图；

图6 是用于图4 A， 4 B 及5 中的电子发射装置的
电子发射阴极的能带概图；

图7 是说明电子如何从用于图4 A、 4 B 及5 中的
电子发射装置的电子发射阴极释放出来的概图；

图8 是根据本发明的另一电子发射阴极的横截面图；

图9 是根据本发明的另一电子发射阴极的横截面图；

图1 0 是根据本发明的另一电子发射阴极的横截面
图；

图1 1 是根据本发明的另一电子发射阴极的横截面
图；

图1 2 A 是根据本发明的一个平板显示器的横截面
概图；

图1 2 B 是根据本发明的一个平板显示器的横截面
概图；

图1 3 是适用于图1 2 A 或1 2 B 中的平板显示器

的电子发射阴极结构的透视图，该电子发射阴极相应于一个象素；

图1 4 是根据本发明的一个热电式冷却装置的横截面概图；

图1 5 是根据本发明的另一个热电式冷却装置的横截面概图；

图1 6 是根据本发明的又一个热电式冷却装置的横截面概图；

图1 7 是根据本发明的另一个热电式冷却装置的透视概图；

图1 8 是一个传统的电子发射装置的横截面图；

图1 9 是一个传统的热电式冷却装置的透视图。

以下将参照附图通过例子来描述本发明。

【例1】

图1 A 是根据本发明例1 的一个电子发射装置1 0 的透视图。如图1 A 中所示，该电子发射装置1 0 包括设置在一个衬底1 2 上的电子发射阴极1 4，一个设置在电子发射阴极1 4 上的绝缘膜1 6，及一个设置在绝缘膜1 6 上由导电膜构成的栅极1 8。该栅极1 8 及绝缘膜1 6 两者都具有孔2 0。每个孔2 0 最好其直径或在横向具有约几毫微米至几十微米的尺寸。图1 A 中所示的孔2 0 具有矩形形状，但也2 0 可具有任何种类的形状，即圆形，三角形，五边形等。

该电子发射装置1 0 还包括一个阳极2 2，它对衬底1 2 保持约几毫微米到几十微米的距离并使其置于栅极1 8 的对面。阳极2 2 与电子发射阴极1 4 之间的内空间为约 10^{-2} 至 10^{-5} 牛的真空。利用在电子发

射阴极1 4 及栅极1 8 之间施加几十至几百伏的电压及在电子发射阴极1 4 及阳极2 2 之间施加几百至几千伏的电压，施加在电子发射阴极1 4 及栅极1 8 之间的电压将使电子从电子发射阴极1 4 的表面发射出来。大部分发射出的电子朝向阳极2 2 发射，而一些发射出的电子进入到栅极1 8 。可以利用施加于栅极1 8 的电压调整被发射电子的量。

虽然在图1 A 中所示的电子发射装置1 0 具有三个端子，但也可以应用并提供仅具有两个端子的电子发射装置1 0 。在此情况下，省掉了栅极1 8 及绝缘膜1 6 ，由此使电子发射阴极1 4 直接地与阳极2 2 对置。换一种方式，如图1 B 所示，可将栅极1 8 直接形成在电子发射阴极1 4 上。在此情况下，当电流从电子发射阴极1 4 经过孔2 0 发射时，一部分电子将在栅极1 8 及电子发射阴极1 4 之间流过。

图2 是电子发射阴极1 4 的一个透视图。如图2 中所示，电子发射阴极1 4 由碳膜2 4 构成，在其中加有金刚石颗粒2 6 。该金刚石颗粒2 6 是p 型导电性的。至少一些金刚石颗粒2 6 部分地从碳膜2 4 的表面中突出来。最好金刚石颗粒2 6 的表面以氢原子为界限，由此使表面的电导率改善。

电子通常在碳膜内部迁移。当电场通过碳膜2 4 施加到金刚石颗粒2 6 的表面上时，在碳膜2 4 内部的电子转移到金刚石颗粒2 6 的表面能级。金刚石天生具有非常小的电子亲和力，因此适于作电子发射材料。尤其是，金刚石的(1 1 1)面具有负的电子亲和力，并在该(1 1 1)面上其真空能级低于导带能级。其结果是，在金刚石颗粒2 6 表面能级上的电子通过(1 1 1)面

的导带能级发射到真空中。

电子发射到真空中是由于负的电子亲和力，因此不需要施加高的电压，并以大的转移几率发生。因而，非常大数目的电子可用非常低的电压发射。再者，这种电子发射机构不需要传统电子发射装置所需的高真空间度。该电子发射装置1 0 可在仅约 10^{-2} 至 10^{-5} 毫的真空间度下发射电子。

该电子发射装置1 0 例如是用以下方法制造的。

首先，在衬底1 2 上形成电子发射阴极1 4。将具有p型导电性的金刚石颗粒与碳的细粉末相混合，对其添加合适的溶剂，以便形成糊剂。该金刚石颗粒2 6 的颗粒直径最好在几毫微米至几微米的范围内。然后，在衬底1 2 上由该糊剂形成合适厚度的膜并进行烘焙，以致得到碳膜2 4。在形成碳膜2 4 时使其厚度小于金刚石颗粒2 6 的颗粒直径，可保证金刚石颗粒2 6 部分地从碳膜2 4 的表面突出来。利用烧结处理，由于原子能级的结合或原子的相互作用在碳膜2 4 的碳及金刚石颗粒2 6 之间形成了表面能级。因此，电子从碳膜2 4 移动到金刚石颗粒2 6 中变得容易了。

衬底1 2 可以是任何材料，只要它具有的热阻能使衬底1 2 在烧结处理期间免于其变型即可；它可以是导电的或绝缘的。也可以在另一衬底上用上述方法形成碳膜2 4，并然后将碳膜2 4 转移到衬底1 2 上。

接着，将绝缘膜1 6 及栅极1 8 形成在由碳膜2 4 作成的电子发射阴极1 6 上。该绝缘膜1 6 可由诸如氧化硅或氮化硅材料或其它的绝缘材料作成。导电膜1 8 由导电材料如铝作成。

然后，穿过栅极1 8 及绝缘膜1 6 形成孔2 0，以

使电子发射阴极1 4 的表面曝露出来。

最后，设置阳极2 2 使其放置在电子发射阴极1 4 的对面。将阳极2 2 及电子发射阴极1 4 之间的内空间密封住并使其保持真空状态，或者用另一方式，使整个阳极2 2 及电子发射阴极1 4 保持在真空中。于是就完成了电子发射装置1 0 。可使用用于传统电子发射装置的导电元件，如形成在玻璃衬底上的透明电极，具有低电阻的硅衬底等来作阳极2 2 。

虽然在上例中是对碳膜添加了具有p 型导电性的金刚石颗粒，但也可以使用任何材料作成的膜，只要它能使电子有效地注入到p 型导电性的金刚石颗粒中就行。

图3 是由在其中添加了金刚石颗粒2 6 的半导体膜3 0 作成的电子发射阴极1 4 的透视图。尤其是，该半导体膜3 0 是被称为D L C (金刚石状的碳) 的n 型或似n 型非晶碳膜，它被掺入氮及包含微小的金刚石颗粒。该D L C 膜具有的维氏硬度约为2 0 0 0 至6 0 0 0 k g /m m ²，并且可由R a m a n 散射频谱中1 5 5 0 c m ⁻¹ 及1 2 4 0 c m ⁻¹ 附近的特定宽峰来识别。词“似n 型”定义为虽然具有由电子组成的带隙及载流子但具有很小或不具有n 型特性。

在使用半导体膜3 0 的情况下，最好在铝衬底3 2 上形成半导体膜3 0 ，以便对半导体膜3 0 提供电子。在使用铝时，在半导体膜3 0 及衬底3 2 之间获得一种欧姆接触。

利用结合上述结构的电子发射阴极1 4 ，对p 型金刚石颗粒提供电子甚至可变得更容易，以致可在低电压下发射大量的电子。

利用在衬底3 2 上分散金刚石颗粒2 6 ，及然后在

该衬底3 2 上形成半导体膜3 0 (由n型DLC膜构成)可实现将金刚石颗粒2 6 加到半导体膜3 0 中。也可以首先在衬底3 2 上形成半导体膜3 0 (由DLC膜构成)，再将金刚石颗粒2 6 压入半导体膜3 0，然后烘焙该半导体膜3 0。

该DLC膜例如可用以下方法形成。

将吡啶 (pyridine) 蒸气导入到排除了空气的真空中。也可以将一惰性气体扩散到吡啶中并将其导入到一个室中。接着，对室内部的吡啶施加几十至几百伏的电压以使蒸发的吡啶电离，并以几千伏的电压使电离粒子加速及使其沉积在装在室内部的一个衬底上。由于该沉积膜包括氮原子，该膜的功能如一种n型半导体。也可以用哒嗪 (pyridazine) 及嘧啶 (pyrimidine) 或它们的衍生物来取代吡啶。也可以使用溶解在一种溶剂如苯中的吡嗪 (pyrazine)，1，3，5—三嗪 (triazine) 或它们的衍生物。

如上所述，在根据本例的电子发射阴极中，金刚石颗粒被分散在一个碳膜或一个n型半导体膜上，以使它能够以印刷或类似方式形成。因此，可以容易地及以低成本地生产大面积的电子发射阴极。再者，因为电子从一平状面发射出来，电极不容易受损变坏。该与传统的机构不同的电子发射机构可使得在低的真空中下发射电子。此外，通过对在单位电极区域中的金刚石颗粒数目的控制方便地控制被发射电子的数量。与传统电子发射阴极相比可获得明显增大的单位面积的电流。

虽然在上述例中使用DLC膜作为半导体膜3 0，但也可使用由另外的半导体材料如硅或锗等作成的膜。

【例2】

图4 A 表示根据本发明例2 的电子发射装置4 0 的透视图。如图4 A 中所示，该电子发射装置4 0 包括设在衬底4 2 上的电子发射阴极4 4，设在电子发射阴极4 4 上的绝缘膜4 6，及设在绝缘膜4 6 上的栅极4 8。栅极4 8 及绝缘膜4 6 两者均具有孔5 0。电子发射阴极4 4 的部分在孔5 0 的底部上曝露出来。

该电子发射装置4 0 还包括一个阳极2 2，它被保持在孔5 0 中的电子发射阴极4 4 的对面。在阳极2 2 及电子发射阴极4 4 之间的内空间是约为 10^{-2} 至 10^{-5} 牯的真空。利用在电子发射阴极4 4 及栅极4 8 之间施加几十至几百伏的电压及在电子发射阴极4 4 及阳极2 2 之间施加几百至几千伏的电压，施加在电子发射阴极4 4 及栅极4 8 之间的电压引起电子从电子发射阴极4 4 的表面发射出来。大部分被发射出的电子流向阳极2 2，而一些被发射的电子进入到栅极4 8。利用对施加在栅极4 8 上电压的调节可以调节被发射电子的量。

图4 B 是该电子发射阴极4 4 的横截面图。电子发射阴极4 4 包括一个导电膜5 2，形成在该导电膜5 2 上的n 型半导体膜5 4，及形成在n 型半导体膜5 4 上的岛状p 型半导体膜5 6。

虽然电子发射装置4 0 在图4 A 及4 B 中被表示为具有三个端子，但是也可提供具有仅为两个端子的电子发射装置4 0。在此情况下，省略了栅极4 8 及绝缘膜4 6，由此使电子发射阴极4 4 直接与阳极对置，如图5 中所示。另外，如图4 C 中所示，栅极4 8 可直接形

成在电子发射阴极4 4 上。在此情况下，当电流从电子发射阴极4 4 通过孔5 0 发射时，一部分电子将在栅极4 8 及电子发射阴极4 4 之间流过。

以下将描述根据本例的电子发射装置4 0 的工作。

当一n 型半导体与一p 型半导体彼此形成接触时，载流子将在结面上从高密度侧向低密度侧扩散。其结果是，在结面附近载流子消失，因此在热平衡状态时在n 型半导体及p 型半导体之间出现扩散势位。假定该扩散势位的值为 $e V_D$ ，则p 型半导体的下端具有的能级比n 型半导体的下端的能级高 $e V_D$ 。因此，变成p 型半导体中少数载流子的电子注入到导带中，从能量利用来说使由p 型半导体的导常发射电子比由n 型半导体的导带发射电子更为有利。

图6 是在相对阳极2 2 将负电压施加到导电膜5 2 的情况下电子发射阴极4 4 的能常概图。

导电膜5 2 ，n 型半导体膜5 4 及p 型半导体膜5 6 具有它们各自的费米能级6 2 , 6 4 及6 6 , 如图6 所示，在p 型半导体膜5 6 的一端与真空能级之间形成了一个垫垒6 8 。

由于在阳极2 2 和导电膜5 2 之间施加了电压，电子7 0 从导电膜5 2 注入到n 型半导体膜5 4 的导带。也由于该施加的电压，电子7 0 被注入到p 型半导体膜5 6 的导带中，该导带具有较高的能级。如上所述，在p 型半导体膜5 6 中电子亲和力似乎变得小于n 型半导体膜5 4 的导带中的亲和力。其结果是，注入到p 型半导体膜5 6 中的电子7 0 穿过势垒6 8 被释放到真空中，该势垒是由真空能级形成的但是由于施加电压而变得薄一些，并且电子被阳极2 2 捕获。

作为p型半导体膜5 6 中少数载流子的电子7 0 的状态是很重要的。在某些情况下，在p型半导体膜5 6 的导带中的电子7 0 是由p型半导体膜5 6 的价带及p型半导体膜5 6 的表面能级由于热能或类似能激励产生的；在另外情况下，在p型半导体膜5 6 的导带中的电子是由n型半导体膜5 4 注入的。为了阻止p型半导体膜5 6 中的电子7 0 通过与空穴7 2 的再结合而消失（后者是p型半导体膜5 6 中的多数载流子），当电子被释放到真空中时，电子7 0 流经p型半导体膜5 6 的迁移长度应小于电子7 0 在p型半导体膜5 6 中的扩散长度。因而，在pN结中n型半导体膜5 4 及p型半导体膜5 6 的薄层彼此附着的情况下，p型半导体膜5 6 的厚度应被减小，以便避免上述问题。但是，均匀地产生非常薄的膜是困难的。因此，根据本例的电子发射装置的特点是局部地积沉在n型半导体膜5 4 上的岛状p型半导体膜5 6 。

图7是表示该n型半导体膜5 4 及p型半导体膜5 6 之间的结的放大横截面图。厚度W小于电子7 0 的扩散长度的情况下，电子7 0 将如轨迹7 6 所示地穿过p型半导体膜5 6 而被释放。

另一方面，在厚度W大于电子7 0 的扩散长度的情况下，将难于沿图7中所示轨迹7 6 释放电子7 0 。但是，在pN结7 4 的附近，由n型半导体膜5 4 注入的电子7 0 可以扩散到p型半导体膜5 6 的表面。如轨迹8 0 所示，已经扩散到p型半导体膜5 6 表面的电子7 0 在其与p型半导体膜5 6 中的空穴再结合前变得可以被释放到真空中。某些类型的半导体用来构成p型半导体膜5 6 能使电子7 0 在p型半导体膜5 6 的表面流过

并如轨迹7 8 所示地由p 型半导体膜5 6 的表面被释放出去。轨迹7 6 , 7 8 及8 0 意在作为示范的轨迹，电子释放的真实路径将不一定流过这些轨迹。

因此，根据本例，部分地积沉在n 型半导体膜上的p 型半导体膜保证电子亲和力有所减小，由此使经过p 型半导体膜扩散的电子易于达到p 型半导体膜的表面。其结果是，能有效地发射电子。

以下将参照图4 A, 4 B 及5 描述制造该电子发射装置4 0 的示范方法。

首先，在衬底4 2 上形成电子发射阴极4 4 。在衬底4 2 上形成导电膜5 2 ，及在导电膜5 2 上形成n 型半导体膜5 4 。然后，在短时间中在n 型半导体膜5 4 上积沉p 型半导体膜5 6 ，这将不能使p 型半导体膜5 6 整体地覆盖住n 型半导体膜5 4 。另一种方式是，形成整体覆盖n 型半导体膜5 4 的p 型半导体层，然后利用有选择的蚀刻去除一部分p 型半导体层，使得留下岛状p 型半导体膜5 6 。还可以使用具有岛状孔的掩摸在n 型半导体膜5 4 上形成p 型半导体层再除去掩摸，或是在n 型半导体膜5 4 的表面上散布细的粒状p 型半导体来获得p 型半导体膜5 6 。最好是将p 型半导体膜5 6 作成具有约几毫微米至几微米尺寸的岛。对导电膜5 2 及n 型半导体膜5 4 进行选择，以使得在它们之间产生欧姆接触，并使得电子从导电膜5 2 注入到n 型半导体膜5 4 变得容易。这样，就形成了电子发射阴极4 4 。n 型半导体膜5 4 及p 型半导体膜可以是由掺过硼，磷或氮的金刚石或D L C 膜来形成。

在电子发射阴极4 4 上形成绝缘膜4 6 及栅极4 8 。该绝缘膜4 6 可由氧化硅，氮化硅或类似物，及其它绝

缘材料构成。栅极4 8 由导电材料如铝构成。然后穿过栅极4 8 及绝缘膜4 6 形成孔5 0，以使得电子发射阴极4 4 的表面被曝露出来。在形成图5 中所示结构的电子发射装置的情况下，不需要形成栅极与绝缘膜4 6。

最后，将阳极设置成与电子发射阴极4 4 相对置。阳极2 2 及电子发射阴极之间的内空间被密封起来，以致保持真空状态，或用另一方式，使整个阳极2 2 及电子发射阴极4 4 保持在真空中。这样，就完成了该电子发射装置4 0。

如以下所描述的，可以获得上例所述电子发射阴极4 4 的各种变型。

图8 概要地表示电子发射阴极8 0 的横截面图。该电子发射阴极8 0 包括形成在衬底4 2 上的导电膜8 2，形成在导电膜8 2 上的岛状n 型半导体膜8 4，及形成在导电膜8 2 上的岛状p 型半导体膜8 6，并且后者成为局部地与n 型半导体膜8 4 相重叠。岛状n 型半导体膜8 4 及岛状p 型半导体膜8 6 可使用与上述电子发射阴极4 4 所用方法相同的方法来形成。

电子发射阴极8 0 当其替代电子发射阴极4 4 被构在如图4 A 或5 所示的电子发射装置4 0 中时可类似地发射电子。

由于n 型半导体膜8 4 及p 型半导体膜8 6 之间的界面曝露在表面上，经过n 型半导体膜8 4 内部或表面在p 型半导体膜8 6 内扩散的电子能容易地到达界面附近的p 型半导体膜8 6 的表面。因为p 型半导体膜8 6 具有似电子亲和力，它在p 型半导体膜8 6 被施加电压时小于n 型半导体膜8 4 的亲和力，故电子能有效地从p 型半导体膜8 6 的表面释放出来。

在图9 中所示的电子发射阴极9 0 包括形成在衬底4 2 上的一个导电膜9 2 , 形成在导电膜9 2 上的岛状n 型半导体膜9 4 , 及形成在n 型半导体膜9 4 上的p 型半导体膜9 6 。这种结构是由: 形成覆盖整个导电膜9 2 的n 型半导体层, 在n 型半导体层上形成岛状p 型半导体膜9 6 , 及使用p 型半导体膜9 6 作为掩模对n 型半导体层进行蚀刻由此产生岛状n 型半导体膜而获得的。

该电子发射阴极9 0 当其替代电子发射阴极4 4 被结合在如图4 A 或5 所示的电子发射装置4 0 中时可类似地发射电子。

因为n 型半导体膜9 4 及p 型半导体膜9 6 之间的界面被曝露在表面上, 经过n 型半导体膜9 4 内部或表面在p 型半导体膜9 6 内扩散的电子能容易地到达界面附近的p 型半导体膜9 6 的表面。因为p 型半导体膜9 6 具有似电子亲和力, 它在p 型半导体膜9 6 被施加电压时小于n 型半导体膜9 4 的亲和力, 故电子能有效地从p 型半导体膜9 6 的表面释放出来。

在图1 0 中所示的电子发射阴极1 0 0 包括形成在衬底4 2 上的导电膜1 0 2 , 形成在导电膜1 0 2 上的n 型半导体膜1 0 4 , 及形成在n 型半导体膜1 0 4 上的p 型半导体膜1 0 6 , 该p 型半导体膜1 0 6 具有孔1 0 8 。具有孔1 0 8 的p 型半导体膜1 0 6 可通过形成n 型半导体膜1 0 4 并使其覆盖整个导电膜1 0 2 , 形成限定孔1 0 8 的岛状掩模, 然后在n 型半导体膜1 0 4 上形成p 型半导体膜1 0 6 , 再利用提起方法取走掩模来获得。

该电子发射阴极1 0 0 当其替代电子发射阴极4 4

被结合在如图4 A 或5 所示的电子发射装置4 0 中时可类似地发射电子。

因为n 型半导体膜1 0 4 及p 型半导体膜1 0 6 之间的界面被暴露在表面上，经过n 型半导体膜1 0 4 内部或表面在p 型半导体膜1 0 6 内扩散的电子能容易地到达界面附近的p 型半导体膜1 0 6 的表面。因为p 型半导体膜1 0 6 具有似电子亲和力，它在p 型半导体膜1 0 6 被施加电压时小于n 型半导体膜1 0 4 的亲和力，故电子能有效地从p 型半导体膜1 0 6 的表面释放出来。

在图1 1 中所示的电子发射阴极1 1 0 包括形成在衬底4 2 上的导电膜1 1 2，形成在导电膜1 1 2 上的n 型半导体膜1 1 4，及形成在n 型半导体膜1 1 4 上的p 型半导体膜1 1 6，该n 型半导体膜1 1 4 及p 型半导体膜具有多个孔1 1 8。导电膜1 1 2 部分地在孔1 1 8 的底部曝露出来。通过用光刻胶的蚀刻，阳极氧化或类似方法可以形成孔1 1 8。通过用光刻胶的蚀刻，可以形成其孔直径为微米 (u m) 级的孔1 1 8。利用阳极氧化，可以形成其孔直径为毫微米 (n m) 级的孔1 1 8。对于孔1 1 8 的直径及数目没有专门的限制。

该电子发射阴极1 1 0 当其替代电子发射阴极4 4 被结合在如图4 A 或5 所示的电子发射装置4 0 中时，可类似地发射电子。

因为n 型半导体膜1 1 4 及p 型半导体膜1 1 6 之间的界面被暴露在表面上，经过n 型半导体膜1 1 4 内部或表面在p 型半导体1 1 6 内扩散的电子能容易地到达界面附近的p 型半导体膜1 1 6 的表面。因为p 型半导体膜1 1 6 具有似电子亲和力，它在p 型半导体膜1 1 6 被施加电压时小于n 型半导体膜1 1 4 的亲和力，

故电子能有效地从p型半导体膜1 1 6的表面释放出来。

如上所述，本例的电子发射阴极具有这样的结构，其中电子从n型半导体膜中提供，及在n型半导体膜及p型半导体膜之间的结的附近被暴露在真空中。其结果是，从n型半导体膜注入到p型半导体膜的电子将沿在其与p型半导体膜中的空穴再结合前就能释放到真空中的路径移动。因此，电子能有效地从p型半导体膜中释放出来，该p型半导体膜与n型半导体膜相比具有较小的电子亲和力。

此外，不需要用突出形状的电子发射部分。因此，电子发射阴极可以形成在各种类型的衬底上，并且易于形成具有大面积的电子发射阴极。因为没有突出的部分，就不容易引起电场的聚集，由此随着时间电极的状态仅产生非常小的变化。

虽然在上述例中是在衬底4 2上形成导电膜，但如果衬底4 2本身是导电的，则不需要在衬底4 2上形成导电膜。也可以使用n型半导体衬底，并将衬底及n型半导体膜看成一个整体单元。

使用掺硼的金刚石作p型半导体将会产生更为有效的电子发射装置，如例1中所述因为相对另外的材料金刚石的电子亲和力非常小；及金刚石的某些晶体面具有负的电子亲和力。这种电子发射装置也可工作在低真程度（约 10^{-2} 毫）中，因为金刚石对大气是惰性的，而硅基电子发射装置需要一定的真程度，因为它在大气中易受到污染，即，因为会形成氧化膜。最好是金刚石的表面以氢原子为限界，以便在金刚石表面获得优良的导电性能。

使用金刚石作n型半导体膜看来是可能的，但难以

获得具有满意特性的n型金刚石。因此，最好如例1中所述的，使用包括小金刚石颗粒的DCL膜作为n型半导体膜。在此情况下，铝适于作导电膜，以致能获得极佳的欧姆接触。

此外，在上述的电子发射阴极中，n型半导体膜形成在导电膜上及p型半导体膜形成在n型半导体膜上。但是电子发射阴极也可包括形成在导电膜上的p型半导体膜及形成在p型半导体膜上的n型半导体膜。这是因为p-n结暴露在真空气氛中便带来了本发明的某些效果。

【例3】

在本例中，将描述包括例1及例2中所述的电子发射阴极或电子发射装置的平板显示器。

图1 2 A是平板显示器1 5 0的横截面概图。虽然，图1 2 A所描绘的例中使用的是例2中所述的电子发射阴极（见图5），但是在例1及2中所述的任何电子发射阴极均可用于该平板显示器1 5 0。

在该平板显示器1 5 0中，如例2中所述的包括一个导电膜5 2，一个n型半导体膜5 4及一个p型半导体膜5 6的电子发射阴极4 4被形成在一个支承衬底1 5 2上。

该平板显示器1 5 0还包括一个由玻璃或类似物作成的透明衬底1 5 6。由ITO（铟锡氧化物）或类似物作成的透明电极1 5 8形成在透明衬底1 5 6上，在该透明电极上设有荧光膜1 6 0。该荧光膜1 6 0是由无机材料如ZnO:Zn或有机材料如荧光染料及一种荧光导电聚合物构成的。

透明衬底1 5 6 及支承衬底1 5 2 彼此保持一定距离，在它们之间夹有绝缘体1 5 4，以使得透明电极1 5 8 与电子发射阴极4 4 彼此对置。在透明衬底1 5 6 及支承衬底1 5 2 之间形成的内空间1 6 2 中是真空。

利用在该平板显示器1 5 0 的透明电极1 5 8 及电子发射阴极4 4 之间施加电压，电子将从电子发射阴极4 4 中释放出来并被加速。被加速的电子与透明电极1 5 8 上的荧光膜1 6 0 相撞击且荧光膜受激励，由此发光。

在该平板显示器1 5 0 中，当一个加速装置设置于电子发射阴极4 4 及透明衬底1 5 6 之间来取代透明电极1 5 0 的情况下，可以省掉透明电极1 5 0 。在此情况下，最好在荧光膜1 6 0 上设置一层薄铝膜。

也可以设置栅极4 8 来拉出靠近电子发射阴极4 4 的电子，如图1 2 B 中所示的平板显示器1 7 0 内那样。栅极4 8 设置在电子发射阴极4 4 上并在它们之间夹有绝缘膜4 6 。如参照图4 在例2 中所解释的，栅板4 8 可直接地形成在电子发射阴极4 4 上。在图1 2 B 中也曾出现在图1 2 A 中的构件使用与其中相同的标号。在平板显示器1 7 0 中，利用在栅极4 8 及电子发射阴极4 4 之间施加电压使电子从电子发射阴极4 4 中拉出，并被透明电极1 5 8 （它是阳极）加速，以使得透明电极1 5 8 上的荧光膜1 6 0 受激励，由此发光。

在图1 2 A 中的平板显示器具有两个端子，因此具有简单的结构。图1 2 B 中的平板显示器1 7 0 具有三个端子，因此它具有相对复杂的结构，但是由于它的栅板，有利于灰色色调的显示器。

为了能构成具有多个象素的平板显示器，可以使用

如图1 3 中所示结构的电子发射阴极。图1 3 是表示相对于一个象素的电子发射阴极结构的透视图。如图1 3 中所示，条状信号电极线1 8 0 作成沿着方向Y延伸，并有如例1 或例2 中所述的电子发射阴极设置在该条状栅极线1 8 0 上。另外，延X 方向延伸的条状栅极线1 8 2 形成在信号电极线1 8 0 上，因此与信号电极线1 8 0 相交叉并在它们之间夹有绝缘膜1 8 4 。在栅极线1 8 2 及信号电极线1 8 0 的交叉处，有一个孔1 8 6 形成在栅极线1 8 2 中，由此使电子发射阴极4 4 的表面曝露出来。如果需要的话，可以在不与栅极线1 8 2 交叉的电子发射阴极4 4 的部分设置绝缘膜。

利用多个信号电极线1 8 0 及多个栅极1 8 2 按上述结构布置，以致构成一个其上设有一象素矩阵的衬底，并将该衬底放置在带有设了荧光膜的透明电极的对面，便可实现具有多个象素的平板显示器。

【例4】

如例1 及2 中所述的，本发明的电子发射阴极能在真空中高效地发射大量电子。利用这个特点，可以实现具有一种新颖结构的热电式冷却装置。

图1 4 表示一种热电式冷却装置2 0 0 的横截面概图。该热电式冷却装置2 0 0 包括第一导电衬底2 0 2，形成在该第一导电衬底2 0 2 上的阴极2 0 4，及第二导电衬底2 0 6。在例1 及2 中所述的任何一种电子发射阴极均可用作阴极2 0 4，第一导电衬底2 0 2 及第二导电衬底2 0 6 布置成彼此对置并使阴极2 0 4 面向内。在第一导电衬底2 0 2 及第二导电衬底之间的空间2 1 0 中是用密封玻璃2 0 8 密封的真空。第一导电衬

底2 0 2 与第二导电衬底2 0 6 之间的间隙保持在约1 0 0 μ m 或更小。

利用在第二衬底2 0 6 上施加电压并使第一导电衬底2 0 2 处于负电位，来自电源的电子从第一导电衬底2 0 2 移向阴极2 0 4。在该时间点上，由于珀尔贴（peltier）效应第一导电衬底2 0 2 将吸热。

如例1 或例2 所述的，阴极2 0 4 能高效率地将电子发射到真空中。因此，第一导电衬底2 0 2 流入阴极2 0 4 的电子被吸出到真空2 1 0 中，由于电子发射效应使第一导电衬底2 0 2 或阴极2 0 4 失去热。

被发射的电子在吸出到真空2 1 0 中后进入到与第一导电衬底2 0 2 对置的第二导电衬底2 0 6。在此时刻，电子以热释放了它们自己的位能及动能，因而使第二导电衬底2 0 6 受加热。

因此，当操作热电式冷却装置2 0 0 时，第一导电衬底2 0 2 被冷却，而第二衬底2 0 6 被加热。因为导电衬底2 0 2 及2 0 6 放置在真空2 1 0 中，该真空2 1 0 阻止热量从第二衬底2 0 6 传送到第一衬底2 0 2，由此就阻止了由于热漏损产生的冷却或加热效率的任何实质性下降。被从第一导电衬底2 0 2 取走的热量愈大及施加的吸出电子的电压愈高则热效应愈大。

于是，就获得了一种高效率及大功率的热电式冷却装置。因为电极可由金属板及薄膜作成，故不需要如在传统的珀尔贴元件的情况下那样使用大量稀有金属，表现出资源有效使用的优点。由于仅需要小量的相应材料，该装置可作成具有小重量，并导致低的制造成本。由于真空的空间可设计成很窄，可以实现非常薄的冷却装置。

如以下所述的，可作出对这种热电式冷却装置的各

种改型。

如图1 5 所示的热电式冷却装置2 2 0 包括一个阴极2 2 6，它取代图1 4 中所示的热电式冷却装置2 0 0 的阴极2 0 4。该阴极2 2 6 包括一个n 型半导体膜2 2 2 及形成在n 型半导体膜2 2 2 表面上的氧化铯膜2 2 4。此外，该热电式冷却装置2 2 0 包括形成在第二导电衬底2 0 6 面上的阳极2 3 6，该阳极与第一导电衬底2 0 2 相对置。阳极2 3 6 包括p 型半导体膜2 3 6 及氧化铯膜2 3 4。

因为氧化铯具有小的逸出功，故上述结构能以高效率将电子释放到真空中。通过构成具有相反导电型的阴极2 2 6 的半导体膜2 2 2 及阳极2 3 6 的半导体膜2 3 2 (即分别为n 型及p 型)，可以减低第一导电衬底2 0 2 及第二导电衬底2 0 6 之间所施加的电压。此外，利用使电流流动方向反向，可以变为使第二导电衬底2 0 6 冷却及使第一导电衬底2 0 2 加热。

表示在图1 6 中的热电式冷却装置2 4 0 包括一个n 型半导体膜2 4 2，它取代图1 5 中所示的热电式冷却装置2 2 0 的阴极2 2 6，及一个p 型半导体膜2 4 6，它取代热电式冷却装置2 2 0 中的阳极2 3 6。该n 型半导体膜2 4 2 在其表面上具有多个微小的突起2 4 4。该p 型半导体膜2 4 6 在其表面上也具有多个微小的突起2 4 4。

根据上述结构，甚至在使用具有相对大逸出功的半导体材料时也可以释放大量电子到真空中。

该微小突起2 4 4 可以直接地形成在n 型半导体膜2 4 2 及p 型半导体膜2 4 6 上。另一方式是，可以在第一导电衬底2 0 2 及第二导电衬底2 0 6 上形成微小

突起，然后在它们各自表面上形成n型半导体膜^{2 4 2}及p型半导体膜^{2 4 6}。

也可以对该热电式冷却装置的外部结构进行改型。

图1 7 中所示的热电式冷却装置^{3 0 0}包括一个起第一导电衬底作用的圆筒形导体^{3 0 2}，设置在该圆筒形导体^{3 0 2}表面的阴极^{3 0 4}，起第二导电衬底作用的一个圆筒形导体^{3 0 6}，及设置在该圆筒形导体^{3 0 6}内壁面上的阳极^{3 0 8}。圆筒形导体^{3 0 6}布置成与圆筒形导体^{3 0 2}相共轴。

任何参照图1 5 及1 6 所描述的阴极及阳极可用来作为相应的阴极^{3 0 4}及阳极^{3 0 8}。也可以使用在例1 及2 中所述的任何电子发射阴极来作电子发射阴极^{3 0 4}，而省掉阳极^{3 0 8}。

利用密封件^{3 1 2}将圆筒形导体^{3 0 2}及圆筒形导体^{3 0 6}固定住，并使其保持真空^{3 1 0}。在圆筒形导体^{3 0 2}的内壁面及圆筒形导体^{3 0 6}的外壁面上分别设有多个肋片^{3 1 4}及^{3 1 6}。

从电源流出的电子进入圆柱形导体^{3 0 2}，并当其移到形成在圆柱形导体^{3 0 2}表面的阴极^{3 0 4}时，由于珀尔贴效应而吸热。该吸热效应对于绕肋片^{3 1 4}流动的流体作功，因此该流体失去热，即被冷却。另一方面，由于在圆筒形导体^{3 0 6}及圆筒形导体^{3 0 2}之间施加了电压，进入阴极^{3 0 4}的电子被从阴极^{3 0 4}的表面拉出，在真空^{3 1 0}中飞行，穿过阳极^{3 0 8}并进入到圆筒形导体^{3 0 6}，这时电子将释放它们保留的能量，这使得圆筒形导体^{3 0 6}被加热。辐射热将通过肋片^{3 1 6}传送并到达在肋片^{3 1 6}外侧流动的流体，于是使该流体加热。根据这种结构，甚至当其作得非常紧

凑时也可使流体被高效地冷却或加热。

圆筒形导体3 0 2 及3 0 6 也可具有任何形状，只要它们分别能起到第一导电衬底及第二导电衬底的作用，尽管圆筒形状能提供更好的热效率。例如，圆筒导体3 0 2 及3 0 6 也可具有多边形状，以取代圆筒形状。

可以理解，根据本例的热电式冷却装置，加热件及冷却件彼此被小真空中空间隔开，因此大大地降低了从高温侧到低温侧的热量漏损。因为该真空中腔非常的小，故由于空间电荷效应出现的电子屏障是很小的。因此，电子的发射能有效地进行。在使用了例1 或例2 中所述的高效率电子发射阴极的情况下，由于电子发射效应可获得显著的冷却效果。其结果是，可以实现重量轻、效率高及功率大的热电式冷却装置。

虽然对例3 及4 所述的平板显示器及热电式冷却装置作为例1 及2 中所述的电子发射装置的应用例作出描述，但本发明的电子发射阴极及电子发射装置也可应用于工作于高速度的一种开关装置。

因此，根据本发明，提供了一种电子发射阴极及一种电子发射装置，它们可相对地免于时效的损坏，允许构成大面积的装置，并甚至在低真空中也能高效地发射电子并且成本低及是有优异的批量生产率。并且，提供了包括该电子发射电极的一种高亮度、长寿命及大型显示的平板显示器。

另外，也提供了一种包括该电子发射电极的一种重量轻、效率高及功率大的热电式冷却装置。

在不偏离本发明的精神和范围的情况下对于熟悉本领域的技术人员显然易于作出各种另外的变更。因此所附权利要求书的范围并不仅局限于所给出的说明上，而

应具有较宽的结构。

说 明 书 附 图

图 1A

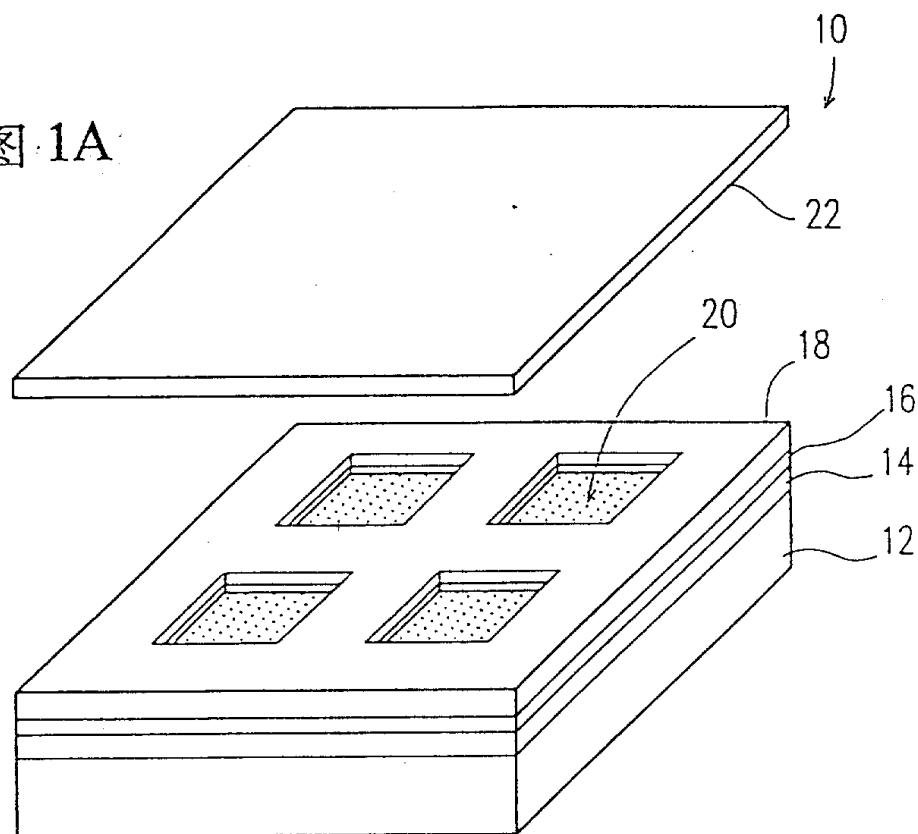


图 1B

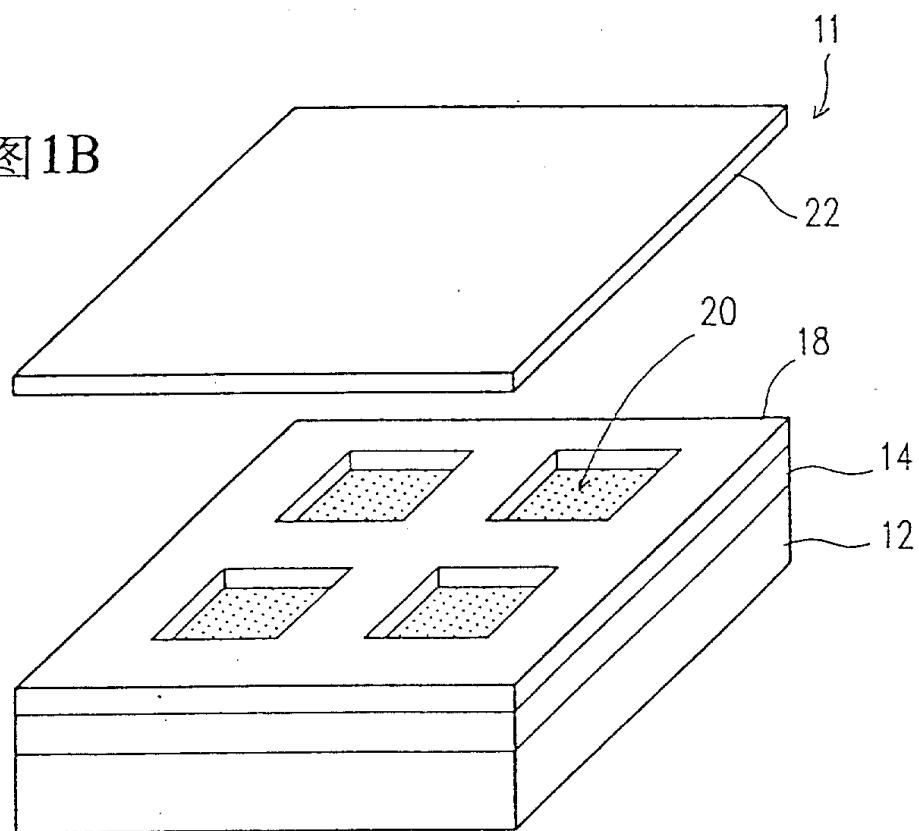


图 2A

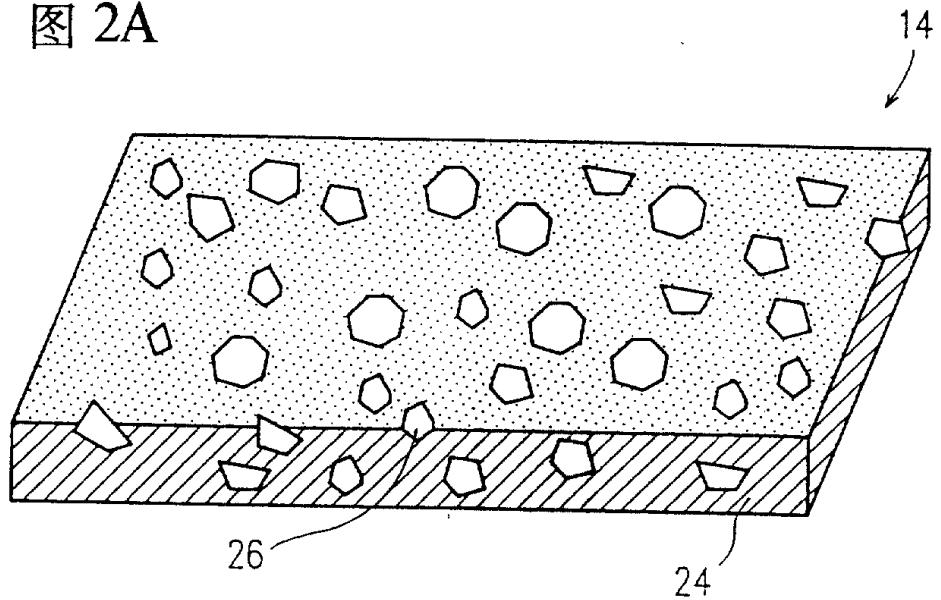


图 3

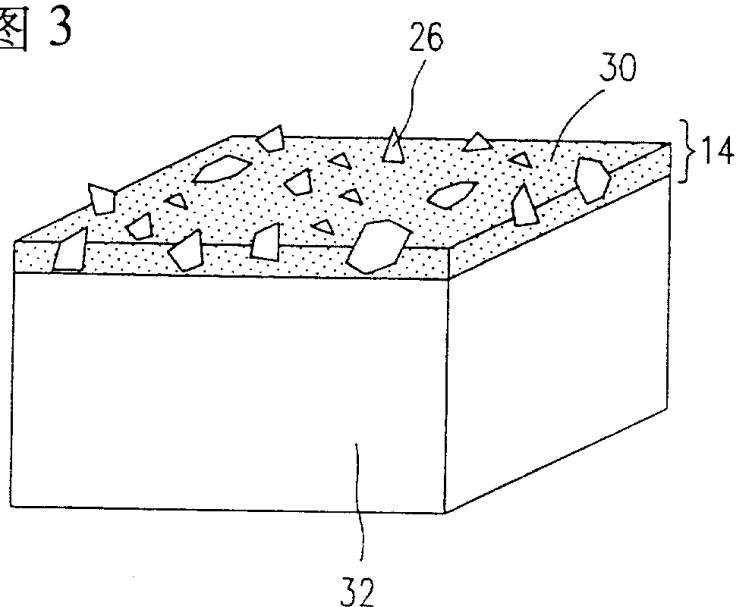


图 4A

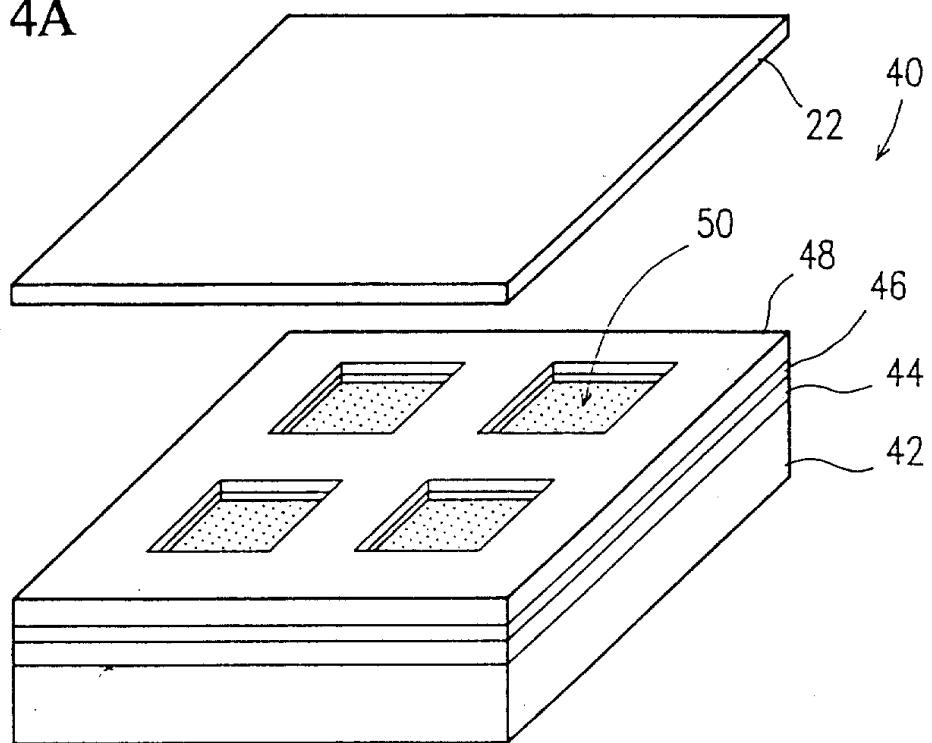


图 4B

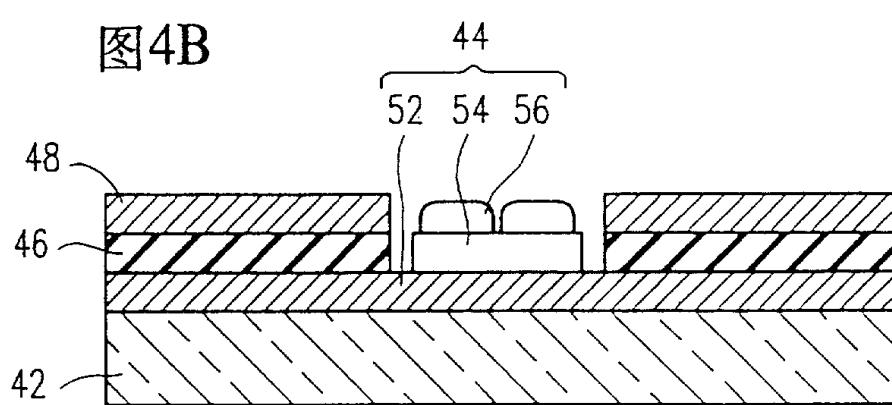


图 4C

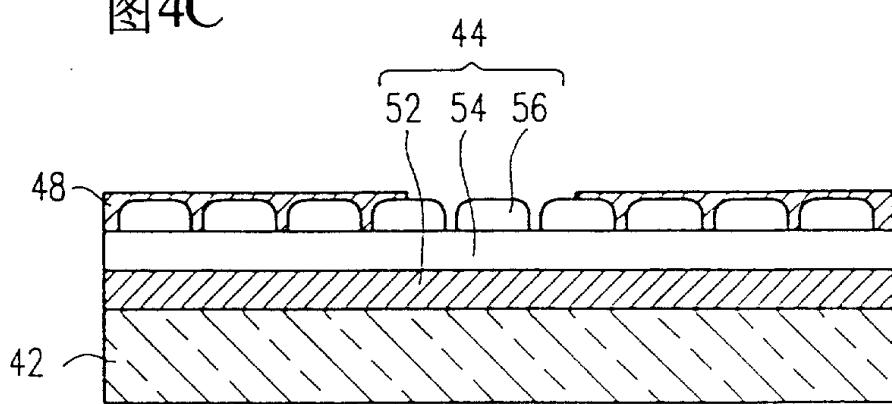


图 5

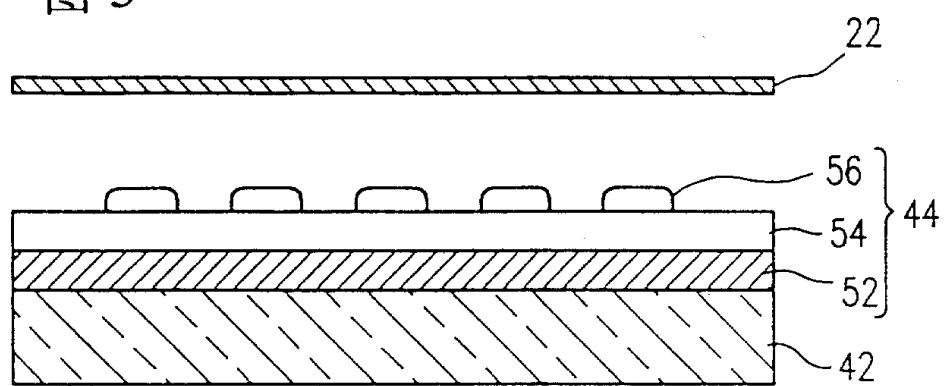


图 6

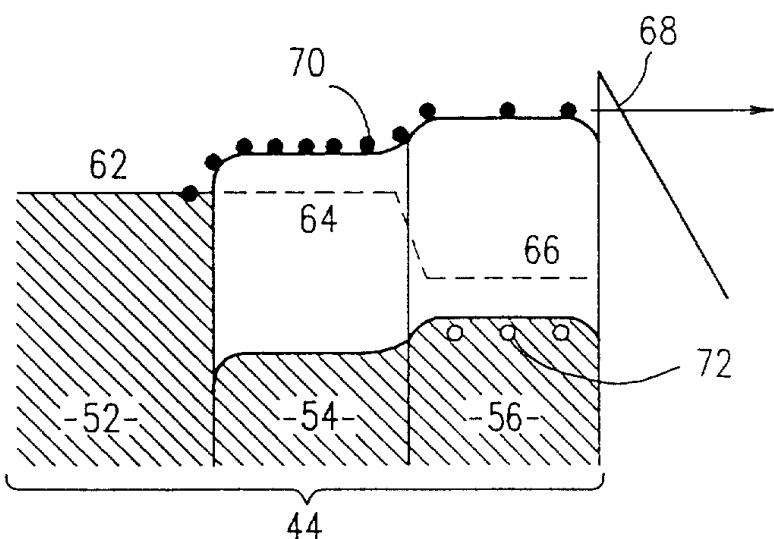


图 7

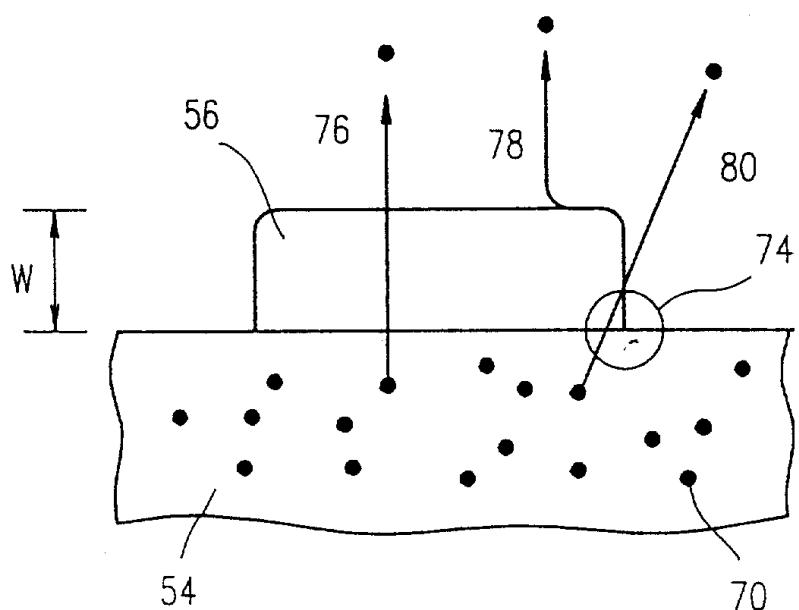


图 8

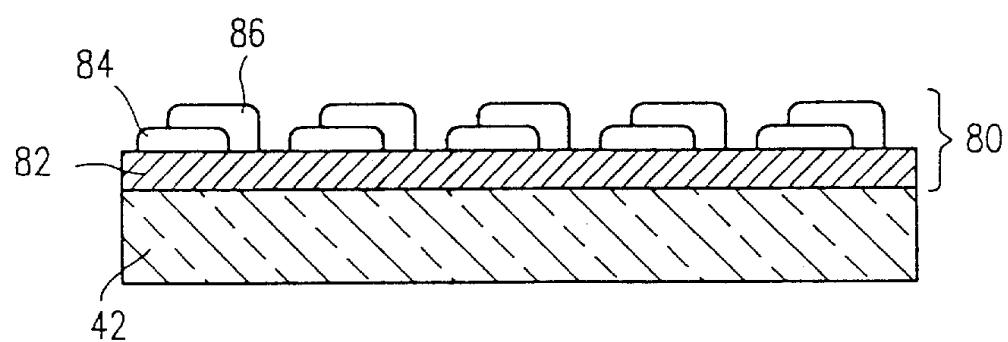


图9

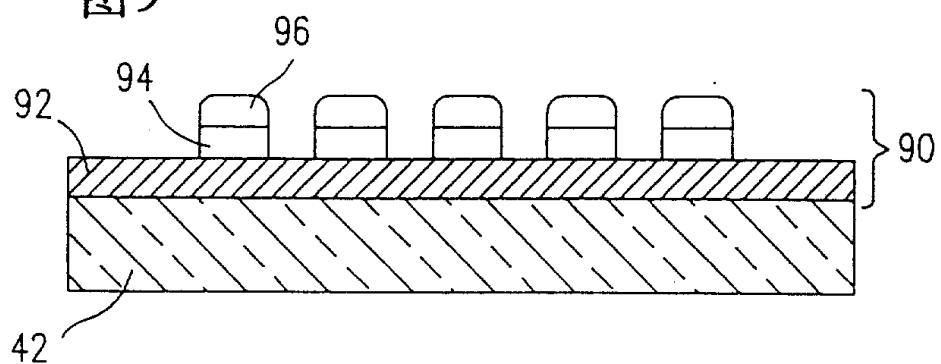


图10

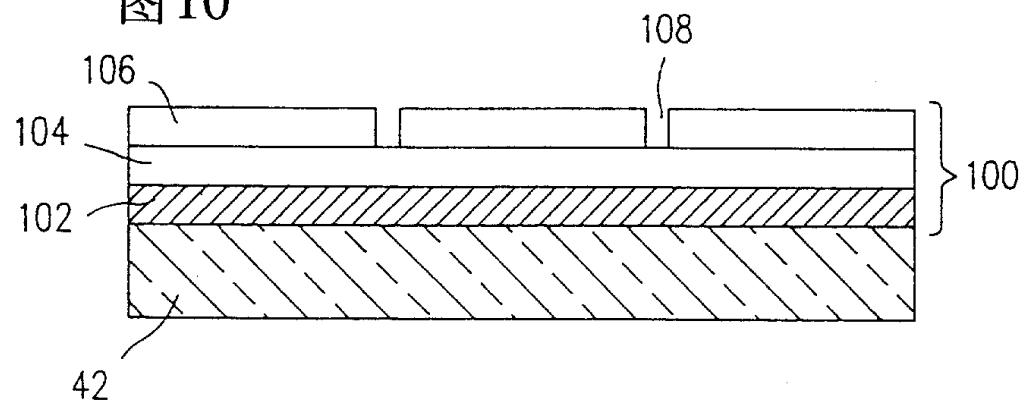


图11

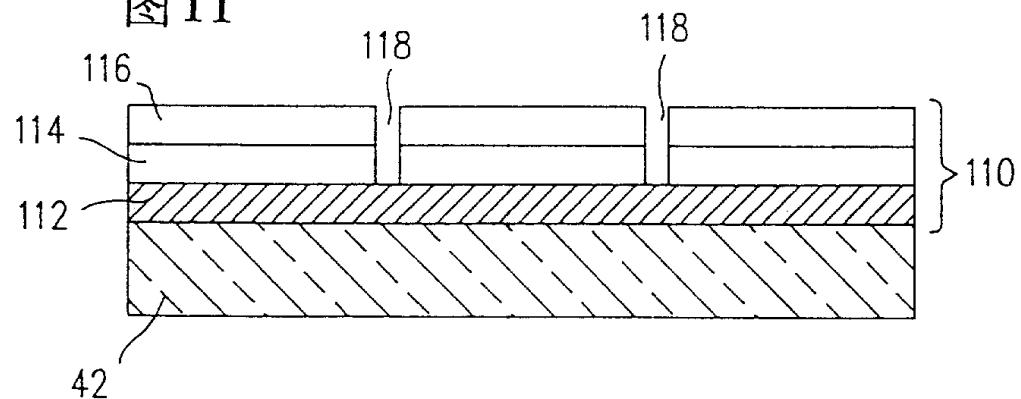


图12A

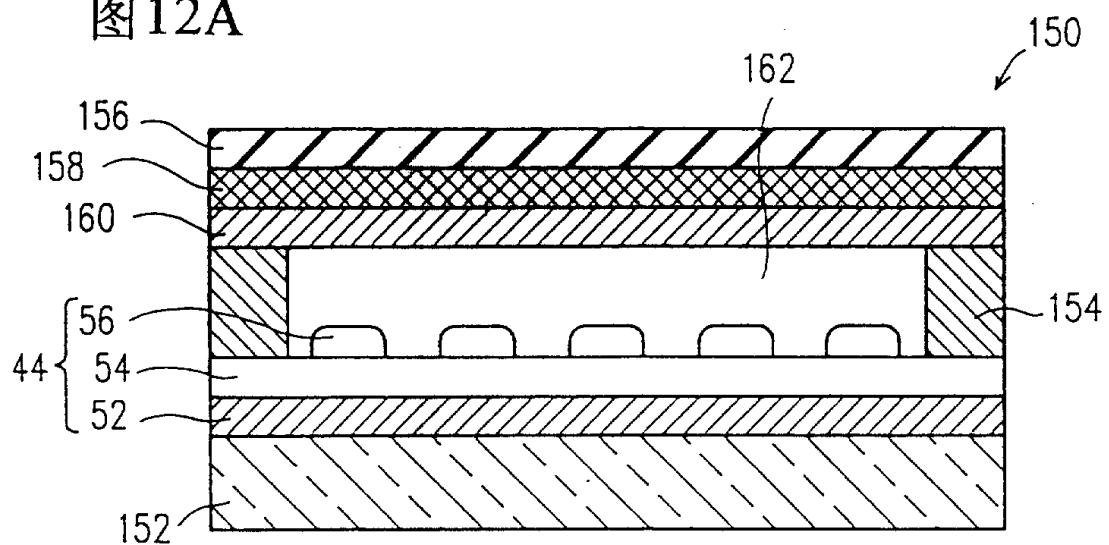


图12B

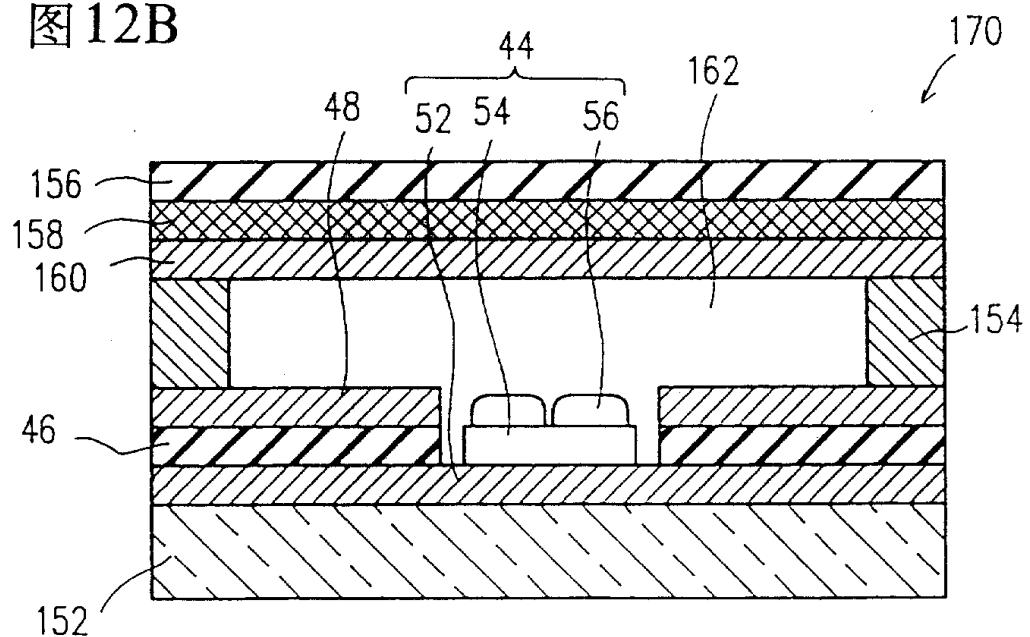


图13

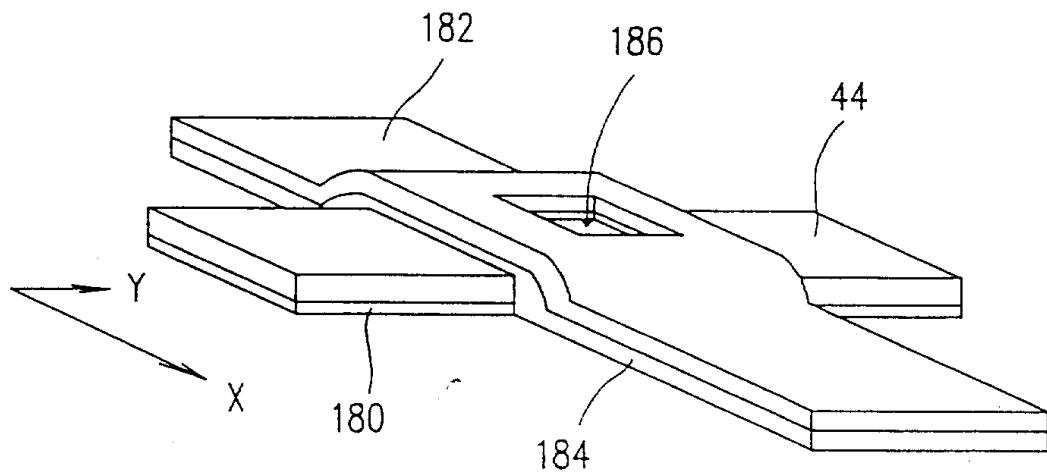


图14

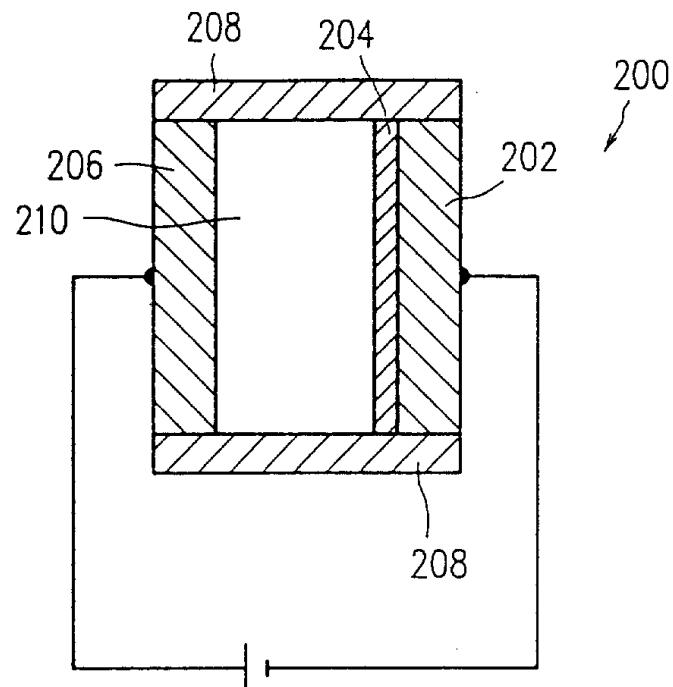


图15

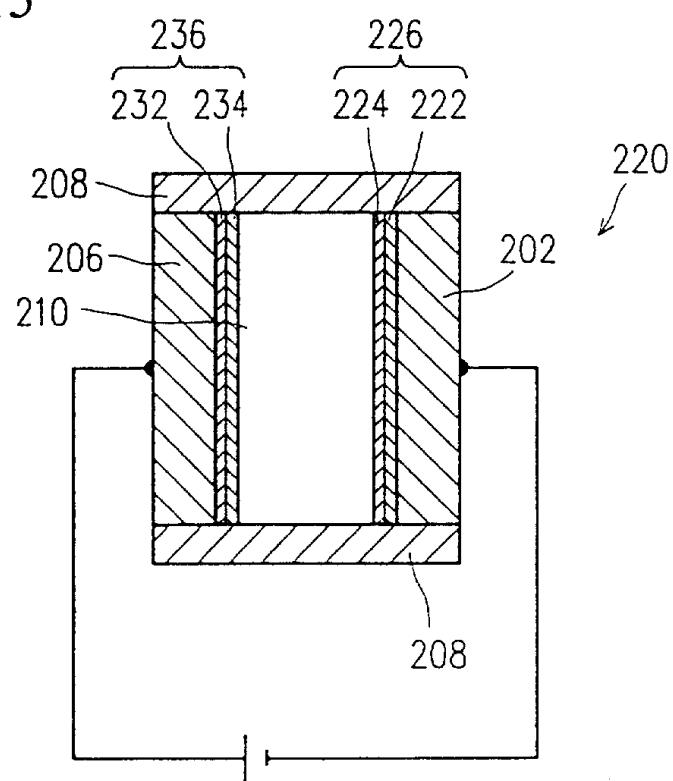


图16

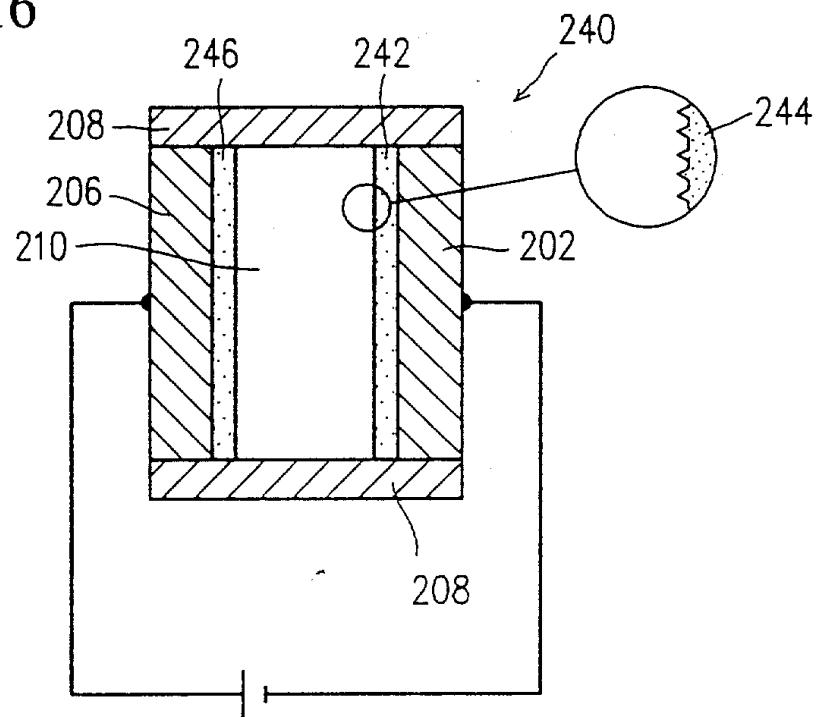


图17

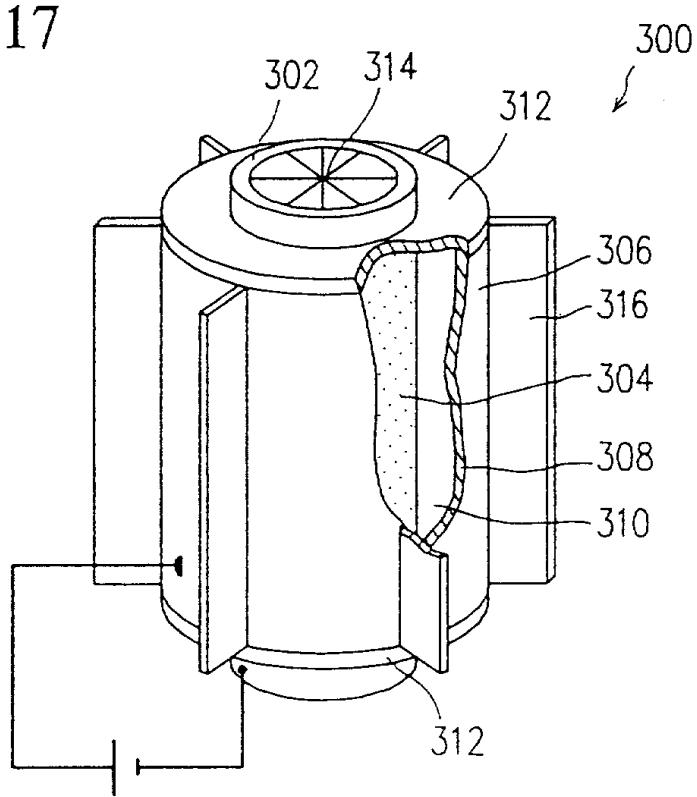


图 18

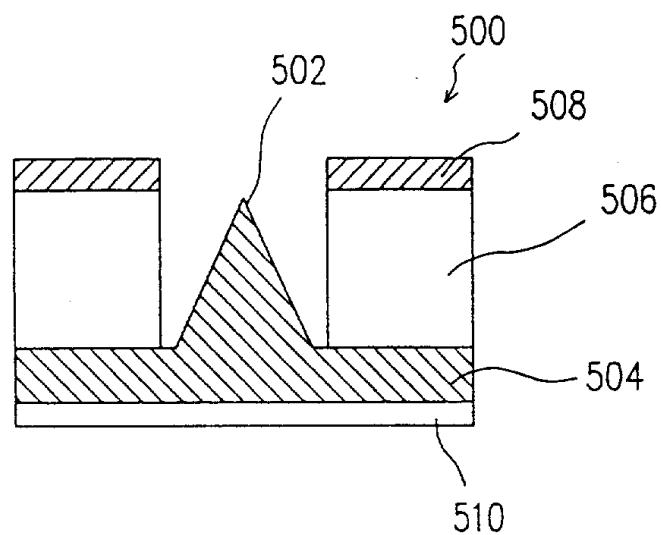


图19

