

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H01L 51/52 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410086157.7

[45] 授权公告日 2010年1月13日

[11] 授权公告号 CN 100580976C

[22] 申请日 2004.10.19

[21] 申请号 200410086157.7

[30] 优先权

[32] 2004.5.7 [33] US [31] 10/842,039

[73] 专利权人 友达光电股份有限公司

地址 台湾省新竹市

[72] 发明人 宋朝钦

[56] 参考文献

CN1427654A 2003.7.2

WO01/57904A1 2001.8.9

审查员 黄 翀

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 陶凤波 肖 鹂

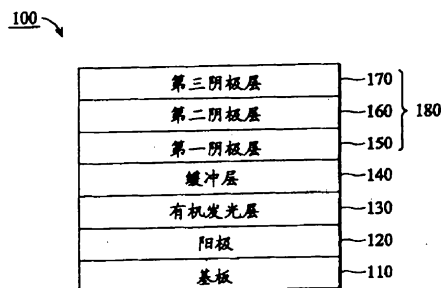
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

[54] 发明名称

有机发光显示器、阴极复合层及其制造方法

[57] 摘要

本发明提供一种有机发光显示器及其阴极复合层的制造方法。上述有机发光显示器包括一基板、一阳极设置于基板上、至少一有机发光层设置于阳极上、一缓冲层设置于有机发光层上、以及一阴极设置于缓冲层上。上述阴极包括一第一阴极层、一第二阴极层以及一第三阴极层。第一阴极层包括导电材料，第二阴极层包括电子传输材料，第三阴极层包括导电材料。



1. 一种有机发光显示器，包括：
  - 一基板；
  - 一阳极，包括透明导电材料，设置于该基板上；
  - 至少一有机发光层，设置于该阳极上；以及
  - 一阴极复合层，设置于该有机发光层上，该阴极复合层包括一具有导电材料的第一阴极层、一具有电子传输材料、且位于该第一阴极层上的第二阴极层、及一具有导电材料、且位于该第二阴极层上的第三阴极层；其中该第二阴极层包括至少一具有多于 15 个  $\pi$  键的高共轭有机材料。
2. 如权利要求 1 所述的有机发光显示器，还包括一缓冲层，设置于该有机发光层上。
3. 如权利要求 1 所述的有机发光显示器，其中该第一阴极层由含有以下材料物质所构成：铝、镁或钙。
4. 如权利要求 1 所述的有机发光显示器，其中该第一阴极层的厚度范围介于 50 至 600 埃。
5. 如权利要求 1 所述的有机发光显示器，其中该高共轭有机材料包括选自邻苯二甲基金属、三芳基胺、聚多方基、C60、及聚对本撑乙炔组成的组中的一种或几种材料。
6. 如权利要求 5 所述的有机发光显示器，其中该邻苯二甲基金属包括邻苯二甲基铜。
7. 如权利要求 1 所述的有机发光显示器，更包括：
  - 一空穴注入层，设置于该阳极上；以及
  - 一空穴传输层，设置于该空穴注入层上，及该有机发光层下。
8. 一种有机发光显示器的阴极复合层的制造方法，至少包括：
  - 形成包括一导电材料的一第一阴极层，于该有机发光显示器元件的一缓冲层上，其中该有机发光显示器包括一阳极，该阳极包括透明导电材料；
  - 形成包括一电子传输材料的一第二阴极层，于该第一阴极层上；以及
  - 形成包括一导电材料的一第三阴极层，于该第二阴极层上；其中该第二阴极层包括至少一具有多于 15 个  $\pi$  键的高共轭有机材料。
9. 如权利要求 8 所述的有机发光显示器的阴极复合层的制造方法，其中

该第一阴极层由含有以下材料物质所构成：铝、镁或钙。

10. 如权利要求 8 所述的有机发光显示器的阴极复合层的制造方法，其中该第一阴极层由物理气相沉积法所形成。

11. 如权利要求 10 所述的有机发光显示器的阴极复合层的制造方法，其中该第一阴极层由热蒸镀或电子束沉积法所形成。

12. 如权利要求 8 所述的有机发光显示器的阴极复合层的制造方法，其中该高共轭有机材料包括选自由邻苯二甲基金属、三芳基胺、聚多方基、C60、及聚对本撑乙炔组成的组中的一种或多种材料。

13. 如权利要求 12 所述的有机发光显示器的阴极复合层的制造方法，其中该邻苯二甲基金属包括邻苯二甲基铜。

## 有机发光显示器、阴极复合层及其制造方法

### 技术领域

本发明涉及一种有机发光显示器元件，特别是涉及一种具有多层阴极结构的有机发光显示器元件，以及上述有机发光显示器元件的阴极复合层的制造方法。

### 背景技术

有机发光显示器元件，例如有机电激发光(organic light emitting diode, OLED)显示器，已广泛地研究应用于平面显示器领域中。运用有机发光元件的平面显示器，不同于其它的液晶显示器，由于其具有自发光特性因而具有较高亮度且不需背光系统(backlight system)。此外，藉由使用不同的有机材料，有机发光元件可高效能地发出红、绿、蓝等色光。并且，有机发光元件能在低驱动电压的操作条件下运作且在高倾斜视角下可清楚辨别。

有机发光元件通常具有多层结构，包括至少一有机发光层夹置于一阳极与一阴极之间。有机发光元件的基本操作原理简述如下：当一电压施于阳极与阴极间，电子与空穴个别地被驱使移动至有机发光层中，于此时电子与空穴相互结合而发光。

美国专利第 6,137,223、6,579,629、及 6,013,384 号对有机电激发光(organic light emitting diode, OLED)显示器有清楚而详细的揭露。阳极通常由透明的导电材料所构成，例如氧化铟锡(indium tin oxide, ITO)，以及阴极通常由金属所构成。在阴极的形成方法中优选使用的是热蒸镀法(thermal evaporation)及电子束沉积法(e-beam deposition)，其原因在于不会损及有机发光层。然而，上述这些制造工艺却非常没有效率。另一方面，虽然溅射法(sputtering)具有许多优点，例如短制造工艺周期、优选的薄膜附着性、及沉积材料使用的经济性，但可能损及有机发光层的电性。有鉴于此，业界极需一种有机发光元件的阴极结构可利用溅射法沉积形成而在本质上不会损及有机发光层。

### 发明内容

有鉴于此,为了解决上述有机电激发光显示器的制造问题,本发明的目的在于提供一种具有多层阴极的有机电激发光显示器,可利用溅射法形成,有效地减短制造工艺周期、提升薄膜附着性、及改善沉积材料使用的经济性。

根据上述目的,本发明提供一种有机电激发光显示器,包括:一基板;一阳极,设置于基板上;至少一有机发光层,设置该阳极上;一缓冲层,设置于有机发光层上;以及一阴极,设置于缓冲层上,包括一第一阴极层、一第二阴极层、及一第三阴极层,其中第一阴极层包括导电层,第二阴极层包括电子传导层,及第三阴极层包括导电层。

根据上述目的,本发明还提供一种有机电激发光显示器元件的阴极的制造方法,包括下列步骤:形成一第一阴极层,包括一导电材料,于有机发光显示器元件的缓冲层上;形成一第二阴极层,包括一电子传输材料,于第一阴极层上;形成一第三阴极层,包括一导电材料,于第二阴极层上。

以下配合附图以及优选实施例,以更详细地说明本发明。

#### 附图说明

图1为显示根据本发明具体实施例的多层阴极的有机发光元件的剖面示意图;

图2为显示根据本发明另一实施例的多层阴极的有机发光元件的剖面示意图;

图3为显示根据本发明实施例第一阴极层由物理气相沉积法形成于真空腔体的装置示意图;

图4为显示根据本发明实施例第三阴极层由溅射法所形成的装置示意图;以及

图5为显示根据本发明又一实施例的有机发光元件的剖面示意图。

#### 简单符号说明

100~有机发光元件; 110~基板; 120~阳极; 130~有机发光层; 140~缓冲层; 150~第一阴极层; 160~第二阴极层; 170~第三阴极层; 180~阴极; 200~有机发光元件; 210~基板(Glass); 220~阳极(ITO); 230~第一有机发光层(NPB); 232~第二有机发光层(AIQ3: C545T); 234~第三有机发光层(AIQ); 240~缓冲层(LiF); 250~第一阴极层(Al); 260~第二阴极层(CuPc); 270~第三

阴极层(Li:Al); 300~真空腔体; 310~钨坩锅; 320~铝锭; 330~加热器; 340~基板; 350~真空系统; 210~基板; 420~Al:Li 靶材; 430、440~电极; 450~氩气(Ar); 500~有机发光元件; 510~基板; 520~阳极; 530~空穴注入层; 540~空穴传输层; 550~有机发光层; 560~缓冲层; 570~第一阴极层; 580~第二阴极层; 590~第三阴极层。

### 具体实施方式

请参阅图 1, 藉由一具体实施例说明本发明的有机发光元件 100。有机发光元件 100 包括一基板 110、一阳极 120、一有机发光层 130、一缓冲层 140、一阴极 180。上述阴极 180 包括一第一阴极层 150、一第二阴极层 160 以及一第三阴极层 170。

基板 110 可包括玻璃、石英、或透明高分子材料, 例如塑料。阳极 120 设置于基板 110 上, 其包括透明导电材料, 例如氧化铟锡(ITO)。有机发光层 130 设置于阳极 120 上, 包括至少一发光掺杂材料。发光掺杂材料可有包括红光、绿光、或蓝光发光掺杂材料。红光发光掺杂材料可包括有机材料 DCJTb。绿光发光掺杂材料可包括有机材料 C545T。蓝光发光掺杂材料可包括有机材料 TBP。就本领域技术人员而言, 应可了解的是该多层堆栈有机发光层可设置于阳极 120 上。设置于有机发光层 130 上的缓冲层 140 可包括碱金属卤化物, 例如 LiF、CsF、CsI、KI 及 NaCl。

阴极 180 设置于缓冲层 140 上, 且包括第一阴极层 150、第二阴极层 160 以及第三阴极层 170。第一阴极层 150 设置于缓冲层 140 上, 其材料包括金属, 例如铝、镁或钙皆可用来形成第一阴极层 150。第一阴极层 150 的厚度大于 0 但大约不超过 600 埃(Å)。优选者为第一阴极层 150 的厚度范围大约介于 50 至 600 埃(Å)。第一阴极层 150 可藉由物理气相沉积法(PVD)形成, 例如热蒸镀法(thermal evaporation)及电子束沉积法(e-beam deposition)。

由于第一阴极层 150 的存在, 增加了注入有机发光层 130 的电子, 因而改善元件的电性极发光效率。此外, 第一阴极层 150 可实质上地避免有机发光层 130 在第三阴极层 170 形成过程中遭受到离子轰击所造成损伤。因此, 第三阴极层 170 可由例如溅射法所沉积形成, 其速率大于传统步骤所形成单一阴极层的沉积速率。更有甚者, 第一阴极层 150 反射自有机发光层 130 散发的光以避免被第二阴极层 160 所吸收, 进而避免降低元件的亮度。

第二阴极层 160 优选为包括至少一具有多于 15 个  $\pi$  键的高共轭有机材料, 例如, 邻苯二甲基蓝(phthalocyanine, Pc)、三芳基胺(triarylamine)、聚多方基(polyaryl)、C60、或聚对本撑乙炔(polyparaphenylene vinylene, PPV)。邻苯二甲基蓝 Pc 包括金属邻苯二甲基蓝, 例如铜邻苯二甲基蓝(copper phthalocyanine)。三芳基胺(triarylamine)包括 N,N-双(唑基)-4,4'-联苯基(CBP) (N,N-bis(carbazolyl)-4,4'-biphenyl(CBP))以及 N,N'-双(1-甲川)-N,N'-二苯-1,1'-联苯-4,4'-双胺(NPB) (N,N'-bis(1-naphthyl)-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine(NPB))。聚多方基(polyaryl)包括特-丁基-二嵌苯(*tert*-butyl perylene(TBADN))。于本发明的一实施例中, 金属邻苯二甲基蓝, 例如铜邻苯二甲基蓝(copper phthalocyanine)可用以形成第二阴极层 160。第三阴极层 170 优选者包括一碱金属合金, 例如含锂金属的合金, 其中碱金属合金所含的碱金属成分比例大约为 0.1%至 10%。第三阴极层 170 可藉由溅射法沉积形成。由于第一阴极层 150 所提供的保护, 第三阴极层 170 可以溅射速率大于 10 埃( $\text{\AA}$ )/秒的条件形成而不损及有机发光层 130。

请参阅图 2, 根据本发明有机发光元件 200 的实施例, 基板 210 包括玻璃。一阳极 220 包括氧化铟锡(ITO), 厚度范围大约为 600 埃( $\text{\AA}$ )。第一有机发光层 230 包括 NPB(4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]biphenyl), 厚度范围大约为 200 埃( $\text{\AA}$ )。一第二有机发光层 232 包括 AlQ3(tris-(8-hydroxyquinoline)aluminum) : C545T(10-(2-benzothiazolyl)-1,1,7,7-tetramethyl-2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H,11H-[1]benzo-pyrano[6,7,8-ij]quinolizin-11-one), 厚度范围大约为 300 埃( $\text{\AA}$ )。一第三有机发光层 234 包括 AlQ, 厚度范围大约为 400 埃( $\text{\AA}$ )。一缓冲层 240 包括 LiF, 具有厚度范围大约为 10 埃( $\text{\AA}$ )。一第一阴极层 250 包括 Al, 具有厚度范围大约为 200 埃( $\text{\AA}$ )。一第二阴极层 260 包括 CuPc, 具有厚度范围大约为 200 埃( $\text{\AA}$ )。一第三阴极层 270 包括 Li:Al, 具有厚度范围大约为大于 1000 埃( $\text{\AA}$ )。

请参阅图 3, 第一阴极层 250 由物理气相沉积法形成于一真空腔体 300 中。一铝锭 320 置于真空腔体 300 内的钨坩锅 310 中。一基板 340, 其上形成有一 LiF 缓冲层 240 (如图 2 所示), 设置于铝锭 320 的相对侧。提供一真空系统 350 以使真空腔体 300 内的真空达到至少  $2.4 \times 10^{-6}$  Pa。当钨坩锅 310

藉由加热器 330 加热至铝的升华温度以上时，例如温度高于 660°C、压力约为  $2.4 \times 10^{-6}$  Pa 时，铝升华气化并沉积在基板 340 上以形成第一阴极层 250。

请参阅图 4，第三阴极层 270 由溅射法所形成。一 Al:Li 靶材 420 设置于邻近电极 430 处。一基板 410，其上已形成第二阴极层 260，并且设置对向于邻近电极 440 的靶材 420，并以 50mm/min 的速率移动。氩气(Ar) 450 气体的流速为 50sccm/sec。直流(DC)溅射的功率为 200W。由上述条件，第三阴极层 270 以 62.5 埃(Å)/min 的沉积速率成长。

相较于现有技术，由于第一阴极层 250，因此本发明的有机发光元件具有优选的发光效率、高电流密度及高亮度。例如，当一电压差，例如 7V，施于阳极 220 与第三阴极层 270 之间。相较于现有技术的有机发光元件，发光效率自现有的 7.6cd/A 增至 10.4cd/A，电流密度自现有的  $85\text{mA}/\text{cm}^2$  增至  $130\text{mA}/\text{cm}^2$ ，且亮度自现有的  $6200\text{cd}/\text{m}^2$  增至  $14000\text{cd}/\text{m}^2$ 。整体而言，本发明的实施例至少较现有技术增加上述电性的 30%。

请参阅图 5，本发明另一实施例的有机发光元件 500 包括：一基板 510、一阳极 520、一空穴注入层 530、一空穴传输层 540、一有机发光层 550、一缓冲层 560、一第一阴极层 570、一第二阴极层 580、以及一第三阴极层 590。空穴注入层 530 可包括邻苯二甲基蓝(phthalocyanine)，例如铜邻苯二甲基蓝 CuPc(copper phthalocyanine)，可增加空穴自阳极 520 注入的数目及增加空穴流向有机发光层 550 的数目。根据本实施例，空穴注入层 530 可由热蒸镀法形成，厚度范围大约为 200 埃(Å)。空穴传输层 540 包括 NPB，其具易传输自阳极 520 注入的空穴的能力，以及易传输空穴注入层 530 内空穴至有机发光层 550 的能力。空穴传输层 540 可由热蒸镀法形成，厚度范围大约为 200 埃(Å)。

本发明的特征与效果在于利用具有多层(例如三层)的阴极复合层的有机发光元件，可利用溅射法沉积形成阴极而在本质上不会损及有机发光层。藉由第一阴极层可增加注入有机发光层的电子，因而可改善元件的电性及发光效率。此外，第一阴极层可实质上地避免有机发光层遭受到在第三阴极层形成过程中离子轰击所造成损伤。因此，第三阴极层可由例如溅射法所沉积形成，其速率大于传统步骤所形成单一阴极层的沉积速率。更有甚者，第一阴极层反射自有机发光层散发的光以避免被第二阴极层所吸收，进而避免降低元件的亮度。

虽然本发明以优选实施例揭露如上，然而其并非用以限定本发明，本领域的技术人员在不脱离本发明的精神和范围内，可作些许的更动与润饰，因此本发明的保护范围应当以后附的权利要求所界定者为准。

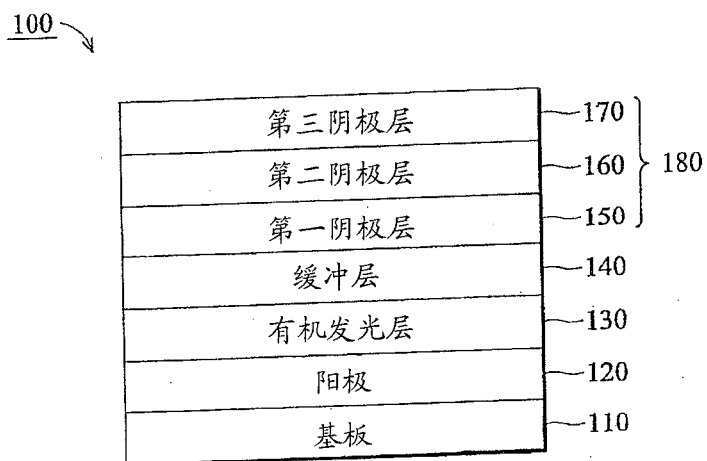


图 1

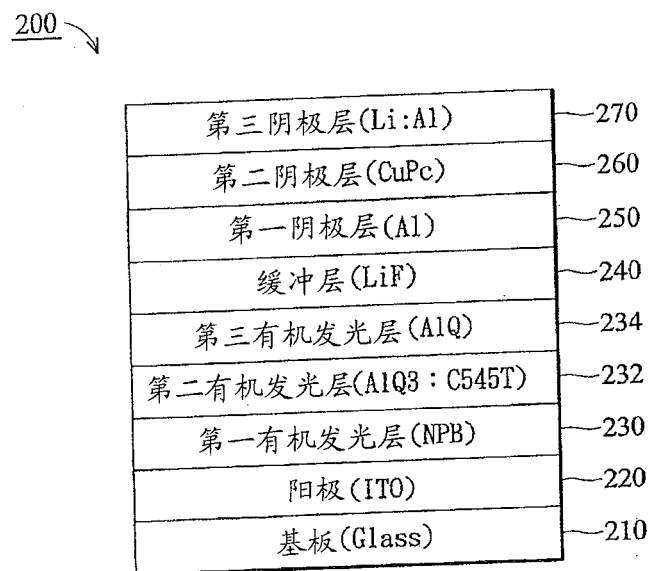


图 2

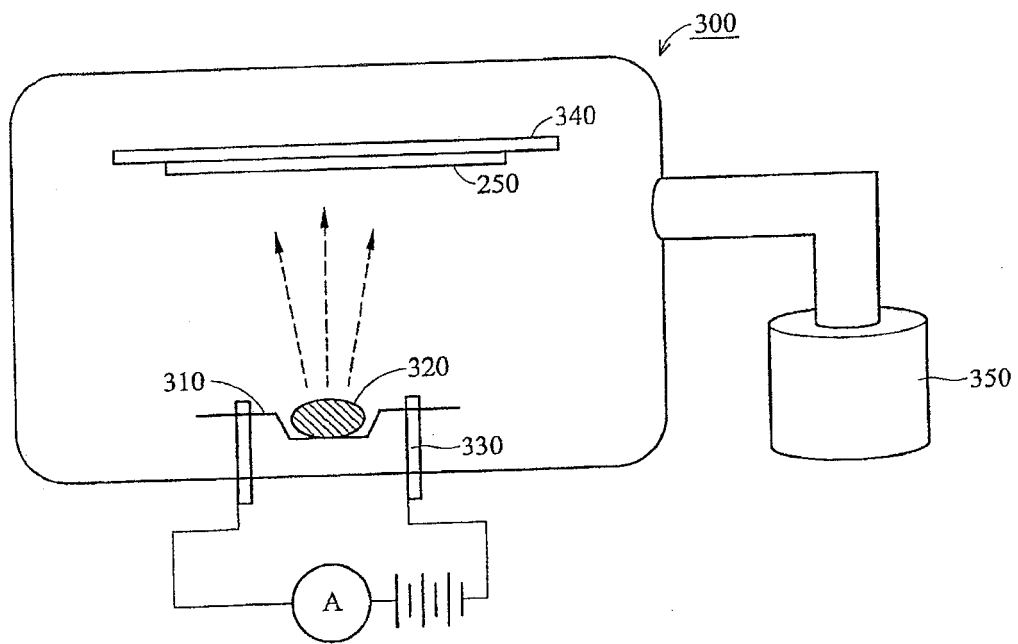


图 3

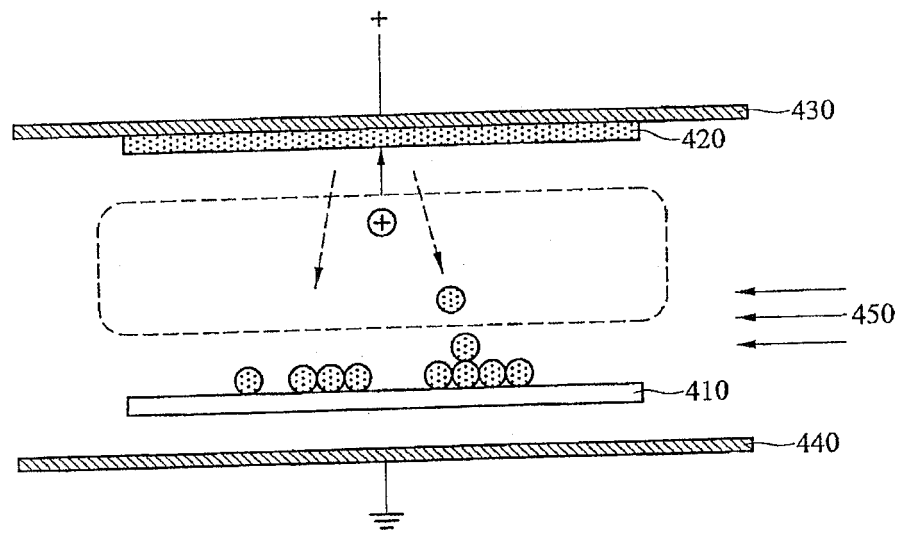


图 4

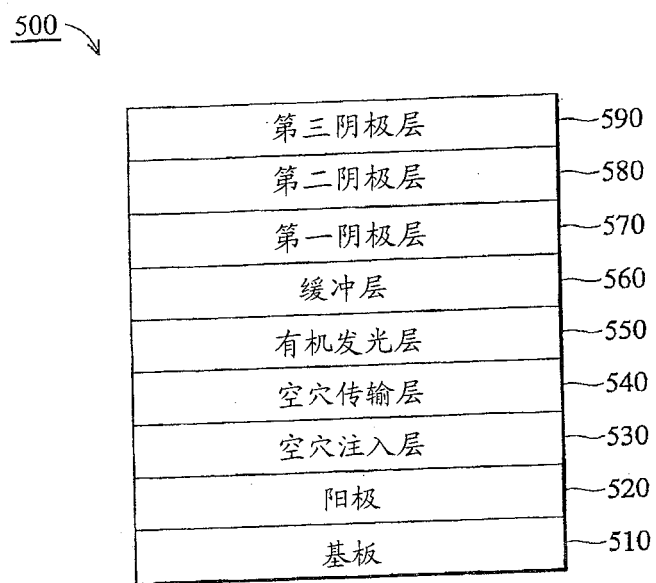


图 5

|                |  |         |            |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 有机发光显示器、阴极复合层及其制造方法  |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN100580976C</a>   | 公开(公告)日 | 2010-01-13 |
| 申请号            | CN200410086157.7   | 申请日     | 2004-10-19 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 友达光电股份有限公司   |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 友达光电股份有限公司   |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 友达光电股份有限公司   |         |            |
| [标]发明人         | 宋朝钦  |         |            |
| 发明人            | 宋朝钦  |         |            |
| IPC分类号         | H01L51/52 H05B33/26 G09F9/00 G09F9/30 H01J1/62 H01J63/04 H01L27/32 H01L51/50 H05B33/00 H05B33/10 H05B33/12 H05B33/14 H05B33/20 |         |            |
| CPC分类号         | H01L51/5221 H01L51/5231 Y10S428/917  |         |            |
| 审查员(译)         | 黄翀   |         |            |
| 优先权            | 10/842039 2004-05-07 US  |         |            |
| 其他公开文献         | CN1596048A   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>   |         |            |

摘要(译)

本发明提供一种有机发光显示器及其阴极复合层的制造方法。上述有机发光显示器包括一基板、一阳极设置于基板上、至少一有机发光层设置于阳极上、一缓冲层设置于有机发光层上、以及一阴极设置于缓冲层上。上述阴极包括一第一阴极层、一第二阴极层以及一第三阴极层。第一阴极层包括导电材料，第二阴极层包括电子传输材料，第三阴极层包括导电材料。

