

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03F 1/14 (2006.01)

G03F 1/08 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03815898.1

[45] 授权公告日 2007 年 10 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 100343757C

[22] 申请日 2003.6.13 [21] 申请号 03815898.1

[30] 优先权

[32] 2002. 7. 2 [33] GB [31] 0215243.7

[86] 国际申请 PCT/IB2003/002939 2003. 6. 13

[87] 国际公布 WO2004/006016 英 2004. 1. 15

[85] 进入国家阶段日期 2005. 1. 4

[73] 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 I·D·弗伦奇 J·赫维特

[56] 参考文献

US6045954 A 2000. 4. 4

US2002/0076622 A1 2002. 6. 20

US2002/0053748A1 2002. 5. 9

US5907393A 1999. 5. 25

US5015353A 1991. 5. 14

US6391499B1 2002. 5. 21

审查员 韩 冰

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 吴立明 张志醒

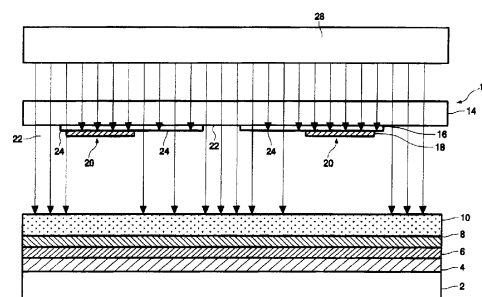
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

掩模以及使用掩模的制造方法

[57] 摘要

一种掩模 12 包括半色调层 16 和光阻挡层 20。半色调层 16 是富含硅的氮化硅 $\text{SiN}_x\text{:H}$ ，其中 x 可以在 0 到 1 范围内，优选为 0.2 到 0.6，以便使光学带隙可以在 2.1eV 到 2.5eV。已经发现，当使用掩模 12 时，光致抗蚀剂的去除非常依赖于带隙，而不太依赖于厚度，因此可以获得 TFT 制造的良好控制。



1. 一种在形成多级光致抗蚀剂结构中使用的半色调掩模(12)，包括：

掩模基板(14)；

在跨越该掩模基板的图案中设置的半色调掩模材料的半色调层(16)；和

在跨越半色调层的图案中设置的光阻挡材料的光阻挡层(18)；

其中半色调掩模材料(16)是富含硅的氮化硅 $\text{SiN}_x\text{:H}$ ，其中 x 小于或等于1。

2. 根据权利要求1的掩模，其中该富含硅的氮化硅层(16)具有在0.2到0.6范围内的 x 值和从2.1eV到2.5eV的光学带隙。

3. 根据权利要求1或2的掩模，其中富含硅的氮化硅层(16)具有从40nm到100nm的厚度。

4. 一种使用前述任一项权利要求的掩模的方法，包括：通过使紫外光穿过掩模(12)到达光致抗蚀剂层(10)之上来曝光光致抗蚀剂层(10)，以限定出其中完全除去光致抗蚀剂的完全除去区(32)、在通过半色调区域曝光的区域中具有第一厚度的厚区(30)和具有小于第一厚度的厚度的薄区(34)。

5. 一种使用具有预定波长的紫外光源制造在形成多级光致抗蚀剂结构中使用的半色调掩模的方法，包括：

提供掩模基板(14)；

淀积半色调层(16)；以及

在掩模基板上淀积紫外光阻挡层(18)；

其中半色调掩模材料(16)是富含硅的氮化硅 $\text{SiN}_x\text{:H}$ ，其中控制氮的部分 x 小于或等于1，以提供用于部分吸收预定波长的紫外光的预定带隙。

6. 一种制造薄膜器件的方法，包括：

在衬底(2)上淀积多层(6,8)；

根据权利要求1至3中的任意一个提供半色调掩模(12)；

在衬底(2)上的多层(6,8)上淀积光致抗蚀剂(10)；

使紫外光穿过掩模(12)到达光致抗蚀剂层(10)之上，以构图光致抗蚀剂(10)，来限定出其中完全除去光致抗蚀剂的完全除去区

(32)、在通过半色调区域曝光的区域中具有第一厚度的厚区(30)和具有小于第一厚度的厚度的薄区(34)；

在完全除去区(32)上进行第一工艺步骤；

减薄光致抗蚀剂(10)以除去薄区中而不是厚区中的光致抗蚀剂；并且

在薄区(34)上进行第二工艺步骤。

7. 根据权利要求6的方法，其中减薄光致抗蚀剂(10)的步骤通过氧气等离子体蚀刻进行。

8. 根据权利要求6或7的方法，其中淀积在衬底上的多层包括氮化硅层(4)、淀积在氮化硅层上的非晶硅层(6)和淀积在非晶硅层上的金属层(8)；

第一工艺步骤包括蚀刻金属层(8)和非晶硅层(6)；以及

第二工艺步骤包括蚀刻金属层(8)。

掩模以及使用掩模的制造方法

本发明涉及一种适用于薄膜器件阵列制造的制造方法，特别地但不是专有地用于主动矩阵液晶显示器 (AMLCD) 及微电子机械系统 (MEMS) 的生产中。本发明还涉及在这种方法中使用的掩模，掩模的使用及掩模的制造方法。

减少工艺步骤的数量并简化工艺步骤是降低诸如 AMLCD 和 x 射线图像传感器的器件制造成本的重要手段。减少步骤数量的一种途径是使用单一的光刻步骤来限定两层光致抗蚀剂。在这种工艺中使用的光掩模可以具有三个区域。一个区域是完全透明的以允许紫外线 (UV) 穿过，第二区域是固态的以阻止 UV 光穿过，且第三区域包括多个狭缝作为衍射掩模，允许减小的 UV 透射通过掩模的第三区域。由于这些狭缝通过衍射将穿过掩模的 UV 光展开，因此可以在狭缝下方获得相对均匀的光强度。

使用衍射掩模存在三个主要问题。首先，掩模成本是由最小特征尺寸决定的。越小的特征尺寸就需要越多的时间来写掩模，且因此更昂贵。衍射掩模需要比普通掩模小得多的特征尺寸，例如用 $0.4\ \mu\text{m}$ 至 $1.5\ \mu\text{m}$ 数量级的缝隙和线取代用于 AMLCD 普通光刻的 $5\ \mu\text{m}$ 。这使掩模昂贵且难以制造。只有非常少数量的掩模制造商具有在 AMLCD 制造中所使用的大掩模上制作这种小特征尺寸的能力。

第二，对于小特征尺寸来说掩模写入的均匀性很差。由于在衍射光栅区域中到达衬底的光量强烈依赖于狭缝尺寸，因此，使用这种衍射掩模的工艺易于导致在通过衍射格栅暴露的区域中的光致抗蚀剂厚度的均匀性很差。

第三，衍射效应不可避免地意味着光强度轮廓具有倾斜边缘。光强度轮廓的倾斜边缘转化成光致抗蚀剂的倾斜边缘轮廓。为了限定第二光致抗蚀剂图案，光致抗蚀剂必须在氧气等离子体中部分地被蚀刻。对于大衬底来说，氧气等离子体蚀刻、光致抗蚀剂旋涂和 UV 曝光不是非常均匀，且这将造成在衬底上不同位置处要被蚀刻的光致抗蚀剂的不同厚度，从而引起特征尺寸的不精确。

图 1 示出了这种影响。如果光致抗蚀剂被部分蚀刻了厚度 d_1 ，则缝隙的尺寸为 L_1 ，但是如果蚀刻厚度为 d_2 ，则缝隙长度将是 L_2 。因此，厚度的很小变化会导致特征尺寸的显著变化。这种变化在特征尺寸控制是很重要的应用中是个问题，例如当限定 AMLCD 的薄膜晶体管 (TFT) 沟道长度时。

因此，仍然需要解决这些不便之处的制造 AMLCD 和其它器件的工艺。

根据本发明，提供了一种掩模，包括：掩模基板；在跨越该掩模基板的图案中设置的半色调 (half-tone) 掩模材料的半色调层；和在跨越该半色调层的图案中设置的光阻挡材料的光阻挡层；其中半色调掩模材料是富含硅的氮化硅 $\text{SiN}_x\text{:H}$ ， x 在 0 到 1 的范围内。

根据本发明的掩模使用富含硅的氮化硅。本发明人已经认识到，该材料具有使其在特殊应用中非常有用的特性。具体地，通过使用等离子体淀积制造掩模层、并改变氮 (NH_3) 和硅烷 (SiH_4) 的数量，可以容易地改变掩模层中氮的部分 x ，从而可以改变氮化硅的光学带隙。本发明人进行的测试已经表明，掩模氮化硅的光学带隙对于决定氮化硅层的光学透射率是比该层厚度的微小变化重要得多的参数。因此，可以通过精确控制该层中氮的部分，来精确地控制紫外光穿过富含硅的氮化硅的半色调层的透射率。

而且，可以制造适用于各种不同紫外波长的掩模。通过改变氮的部分，可以制造出适于使用具有各种紫外波长的 UV 光源的半色调掩模材料层，该波长包括 365nm 处的 i 线、405nm 处的 h 线和 436nm 处的 g 线。

优选地，富含硅的氮化硅层具有 0.2 至 0.6 范围内的 x 值和从 2.1eV 到 2.5eV 的光学带隙，优选小于 2.35eV。富含硅的氮化硅层优选具有 40nm 到 100nm 的厚度。

本发明还涉及上述掩模的使用，以便通过使紫外光穿过掩模到达光致抗蚀剂层来构图光致抗蚀剂层，以限定出其中完全除去光致抗蚀剂的完全除去区、在通过半色调区域曝光的区域中具有第一厚度的厚区和具有小于第一厚度的厚度的薄区。

本发明还涉及使用具有预定波长的紫外光源制造掩模的方法，包

括：提供掩模基板；淀积富含硅的氮化硅 $\text{SiN}_x\text{:H}$ 层，其中氮部分 x 控制在 0 到 1 的范围内，以提供用于部分吸收具有预定波长的紫外光的预定带隙，以及在掩模基板上淀积紫外光阻挡层。

另一方面，本发明涉及一种制造薄膜器件的方法，包括：在衬底上淀积多层；提供具有掩模基板的掩模；在跨越掩模基板的图案中设置半色调掩模材料的半色调层；并在跨越半色调层的图案中设置光阻挡层；其中半色调层是富含硅的氮化硅 $\text{SiN}_x\text{:H}$ ， x 在 0 到 1 范围内；在衬底上的多层上淀积光致抗蚀剂；使紫外光穿过掩模到达光致抗蚀剂层以构图光致抗蚀剂，从而限定出其中完全除去光致抗蚀剂的完全除去区、在通过半色调区域曝光的区域中具有第一厚度的厚区和具有小于第一厚度的厚度的薄区；在完全除去区上进行第一工艺步骤；减薄光致抗蚀剂以除去薄区中而不是厚区中的光致抗蚀剂；并且在薄区上进行第二工艺步骤。

为了更好地理解本发明，现在将仅通过示例的方式结合附图描述实施例，其中：

图 1 示出了由于不同的等离子体蚀刻深度引起的特征长度的变化；

图 2 (a) 至 2 (e) 示出了在根据本发明的方法中制造显示器的阶段；

图 3 示出了根据本发明制造的 TFT 的顶视图；

图 4 表示光学带隙作为氮与硅烷比率的函数；

图 5 表示透射率作为波长和光学带隙的函数；以及

图 6 表示穿过不同厚度的氮化硅的光学透射率。

参考图 2，现在将描述制造 TFT 阵列的方法。参考图 2a，衬底 2 具有氮化硅层 4、非晶硅层 6 和在其上淀积的金属层 8。然后跨越衬底淀积光致抗蚀剂层 10。淀积这些层的方法是标准的且是在本领域公知的。衬底可以是任何常规材料，例如玻璃。

然后提供光掩模 12，该光掩模 12 具有可透过 UV 的掩模基板 14、在衬底上富含硅的氮化硅半色调掩模材料的构图层 16 和在部分氮化硅半色调掩模材料上的铬光阻挡层 18。由此将光掩模 12 分成三个区

域。在存在铬光阻挡层 18 的光阻挡区域 20 中，UV 光基本上都被掩模吸收。在既不存在半色调掩模材料也不存在光阻挡铬层的透明区域 22 中，UV 光以极少量的吸收穿过掩模。在半色调区域 24 中，只存在半色调掩模材料而没有铬光阻挡层。在这些区域中，UV 光的透射率在 20% 至 80% 范围内。

富含硅的氮化硅层 16 具有 60nm 的厚度和 2.3eV 的带隙。这些参数可以依据 UV 光的特性而改变，将在下面更详细地解释。

将光掩模 12 与衬底对准放置，且具有预定波长的 UV 光源 30 被引导穿过光掩模 12 到达光致抗蚀剂 10 上以构图光致抗蚀剂。在曝光后，移除光掩模 12 并显影光致抗蚀剂 10，以给出两种不同厚度的光致抗蚀剂。

在通过掩模的透明区域 22 曝光的光致抗蚀剂层 10 的区域 32 中，将光致抗蚀剂 10 完全除去以形成完全除去区。在与掩模的光阻挡区 20 相对应且邻近的区域 30 中，光致抗蚀剂保持第一厚度以形成厚区。在通过半色调区域 24 曝光的光致抗蚀剂层 10 的区域 34 中，将光致抗蚀剂 10 处理成具有比第一厚度小的减小的厚度，以形成薄区 34。具体地，该减小的厚度优选是第一厚度的 40% 至 60%，更优选的是约 50%。因此，光致抗蚀剂 10 的曝光和显影步骤得到图 2(b) 中所示的图案。

可以处理光致抗蚀剂以具有多个厚度的原因在于，光致抗蚀剂包括感光添加剂，其强烈地吸收 UV 光且对于光致抗蚀剂聚合物层的体部来说是溶解抑制剂。光致抗蚀剂的未曝光区域可以长时期浸在光致抗蚀剂显影剂中，而不会除去任何光致抗蚀剂。一旦曝光于 UV 光，光子就在光致抗蚀剂的顶表面被吸收。然后发生光化学反应而改变感光添加剂，使其不再起溶解抑制剂的作用。同时将其漂白以便使 UV 光能够穿过曝光层更深而进入到光致抗蚀剂层。光漂白和破坏溶解抑制剂的组合操作意味着 UV 曝光是自顶向下的过程。如果仅短时间曝光光致抗蚀剂使得完整的层不能被有效地曝光，则在随后的显影步骤中将只除去光致抗蚀剂的上层部分，而留下较薄但完整的光致抗蚀剂层。只有其中实际上不再有任何溶解抑制剂的光致抗蚀剂层，才在光致抗蚀剂显影剂溶液中快速溶解。

因此，通过穿过掩模 12 将光致抗蚀剂 10 曝光正确的时间量，然

后显影该掩模的透明区域 20 之下的光致抗蚀剂的完全除去区 32 被完全除去, 且掩模的半色调区域 24 之下的光致抗蚀剂的薄区 34 只接收曝光整个膜所必需的一半的光, 因此显影后在该区域中将保留约一半的光致抗蚀剂的厚度。

如图 2 (c) 所示, 接下来的步骤是通过完全除去区 32 来蚀刻金属 8 和非晶硅层 6。

接着, 如图 2 (d) 所示, 在氧气等离子体中部分蚀刻光致抗蚀剂 10。其除去了光致抗蚀剂的薄区 34, 而在厚区 30 中仍留有光致抗蚀剂的薄层。然后将新的光致抗蚀剂图案用于蚀刻金属层 8, 而不蚀刻非晶硅层 6, 然后除去光致抗蚀剂得到图 2 (e) 中所示的图案。

图 3 示出了薄膜晶体管中蚀刻的源 - 漏金属层 8 和非晶硅层 6 的平面图。将注意到, 非晶硅层 6 在金属源和漏金属化 8 的整个区域下方延伸。换言之, 金属层 8 的顶部图案完全位于非晶硅层 6 的边界之内。

本工艺最困难的方面在于可靠地实现具有受控厚度的多层光致抗蚀剂。根据本发明, 通过使用富含硅的氮化硅作为半色调掩模层, 可以避免与衍射图案半色调掩模相关的困难。掩模的特征尺寸与要被构图的特征部件的尺寸相匹配, 且不会如衍射光栅方法所需要的那样被缩小。而这意味着, 通过使用本方法可以获得的较大特征尺寸, 降低了由小特征尺寸引起的掩模写入中缺乏均匀性。而且, 本方法避免了作为用衍射光栅掩模进行构图的部件其特征的倾斜光致抗蚀剂边缘, 并且由此避免了与这种倾斜光致抗蚀剂边缘相关的特征尺寸的不良均匀性。

使用富含硅的氮化硅提供了更多好处, 即, 富含硅的氮化硅层 16 的精确特性可以具体根据由紫外光源 30 发射的光的波长而改变。

可以使用等离子体淀积在掩模上淀积富含硅的氮化硅, 其使得可以淀积氮化硅 SiN_x , 其中层中氮 x 的部分从 0.001 到 1.4 变化。随着氮量的增加, 材料的光学带隙从 1.7eV 增大到 6.0eV。在本发明中, 控制氮化硅的吸收边沿以控制透射过氮化硅的光量。通常, UV 处理使用汞灯的 g、h 和 i 发射线。因此, 在该情况下, 氮化硅应具有与 2.1 至 2.5eV 大致相应的 400 到 500nm 区域内的吸收边沿。

图 4 示出了所淀积的富含硅的氮化硅的带隙作为等离子体淀积

工艺中氮:硅烷的比率的函数。将看出,通过改变该比率,可以获得各种不同的带隙。

图5示出了对60nm厚的氮化硅层改变光学带隙的效果。如所看到的,光学透射率强烈地受带隙的影响。因此,通过控制带隙,它是精确控制穿过氮化硅掩模层的透射率的相对直接的问题。由此,通过使用氮化硅获得精确的光学透射率是相对直接的。因此,可以优选地制造富含硅的氮化硅层16以具有2.15eV到2.35eV范围内的带隙,从而对应于广泛使用的UV光源30的波长,特别是汞灯的i线、h线和g线。

使用富含硅的氮化硅的方法具有更多的好处,即,氮化硅层的厚度不是特别关键的。图6示出了穿过具有2.3eV光学带隙的不同厚度的氮化硅的光学透射率。如从图可以清楚看到的,氮化硅层厚度的很小变化不会引起透射率的强烈变化。因此,可以可靠地获得跨越掩模的整个区域具有基本均匀透射率的掩模层。例如,掩模层的厚度可以在40nm到100nm范围内。

将理解,在主动矩阵液晶显示器的制造中使用的掩模是很大的,且因此内在地受到跨越其宽度的掩模材料厚度变化的影响。优选地,掩模材料厚度的变化不大于20%,更优选为10%。

通过阅读本公开,其它变化和更改对本领域技术人员来说是显而易见的。这种变化和更改包括在设计中已知的等效的和其他的特征、制造和掩模的使用,其可以使用除在此描述的特征或替代在此描述的特征。虽然在本申请中已经就特征的具体组合提出了权利要求,但应当理解,公开的范围还包括在此明确地或隐含地或任何其概括地公开的任何新颖的特征或特征的任何新组合,不论其是否缓和了如本发明的任一或所有相同的技术问题。申请人在此通告,在本申请或由其得出的任何其他申请过程期间,可以就任何这些特征和/或这些特征的组合提出新的权利要求。

例如,虽然示例描述了使用正型光致抗蚀剂的工艺,但相似的方法可以使用负型光致抗蚀剂。

而且,虽然已经描述该工艺用于AMLCD结构,但其还可以用于其它结构的制造,例如MEMS,特别是在包括光刻构图的工艺中使用金属、硅、塑料和介电层的组合。MEMS可以具有与薄膜器件相似的特

征尺寸。

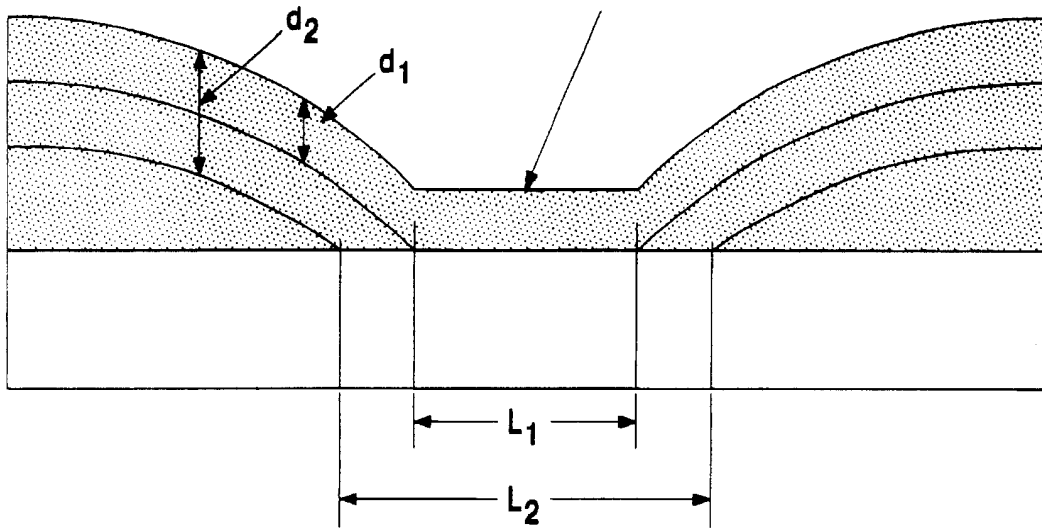


图 1

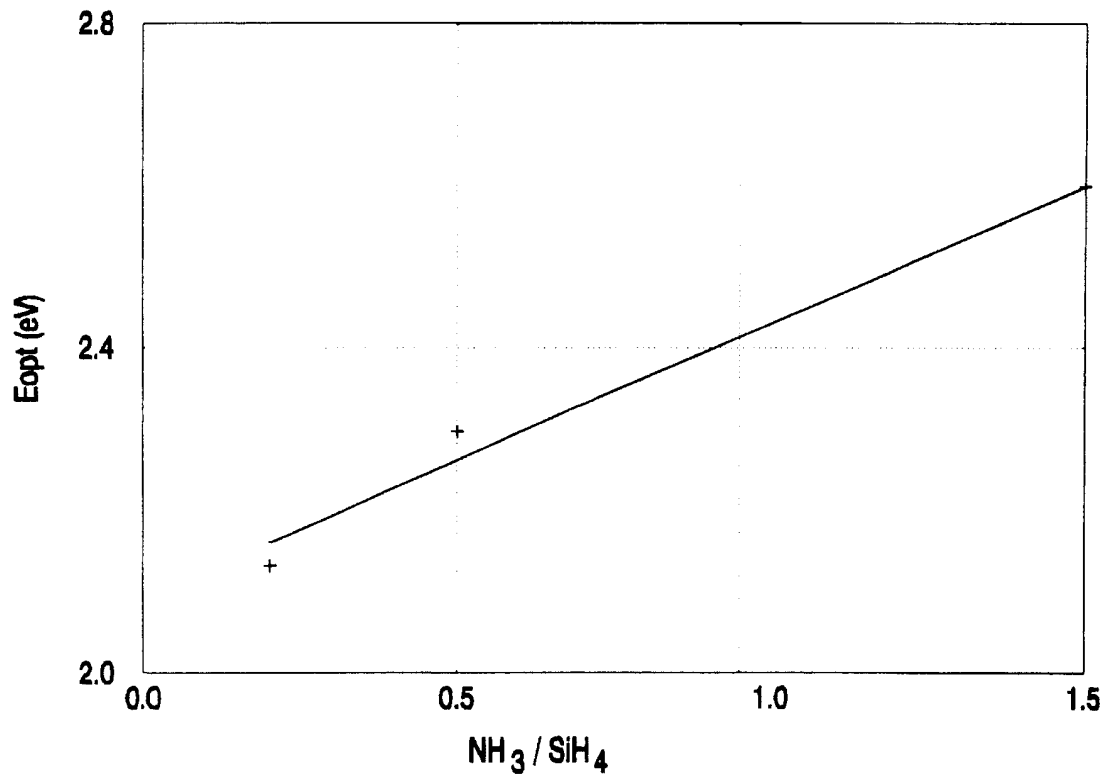


图 4

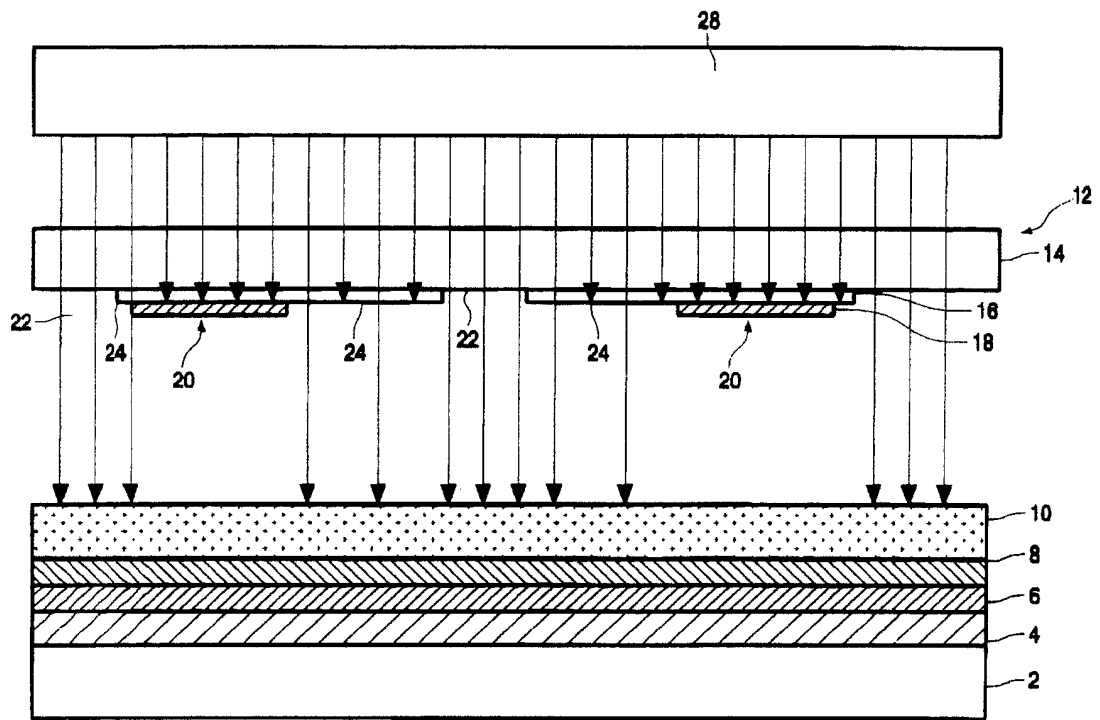


图 2(a)

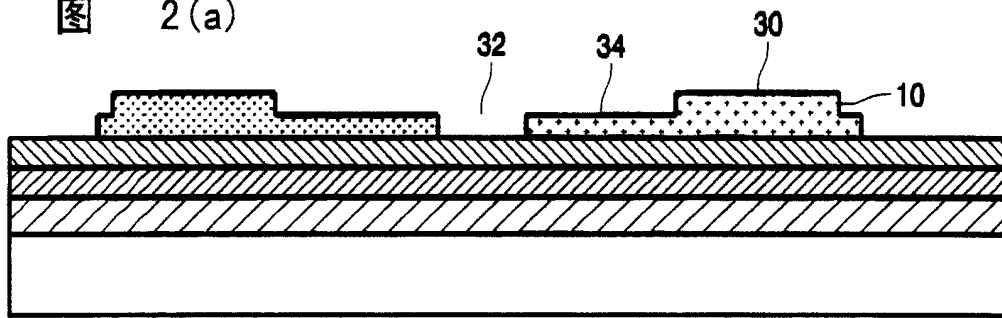


图 2(b)

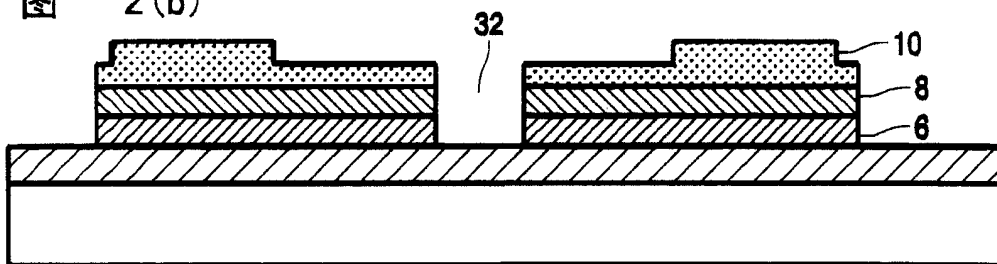


图 2(c)

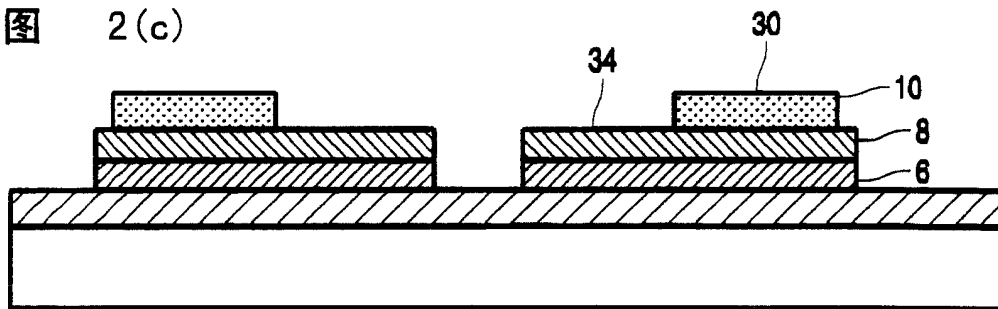


图 2(d)

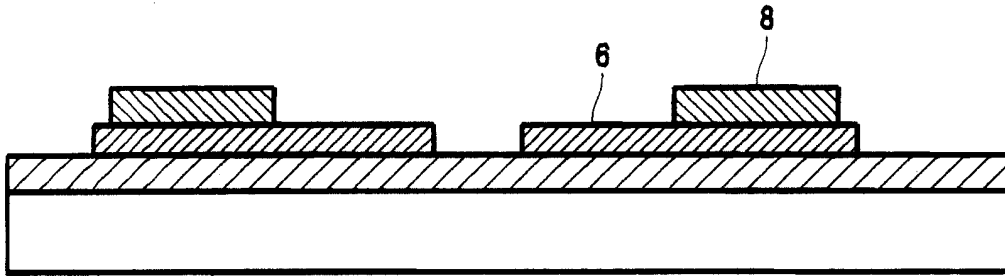


图 2(e)

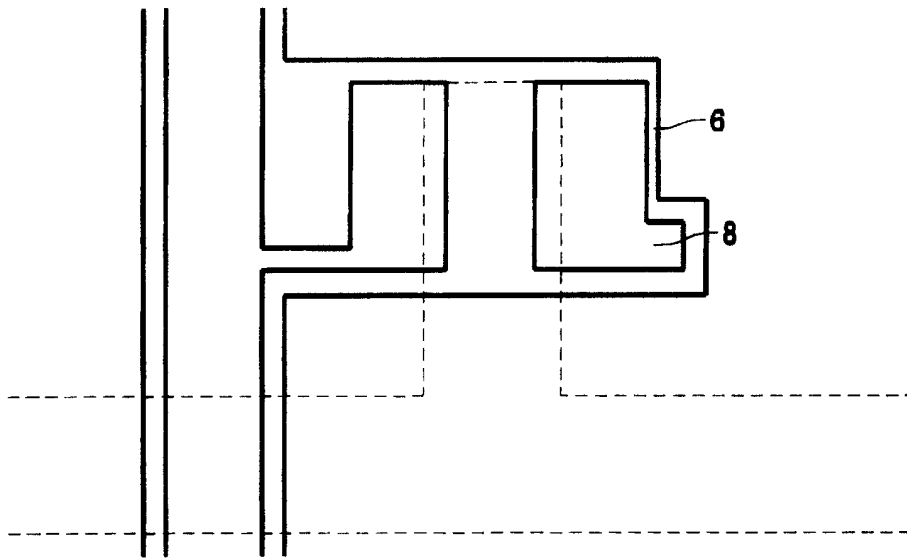


图 3

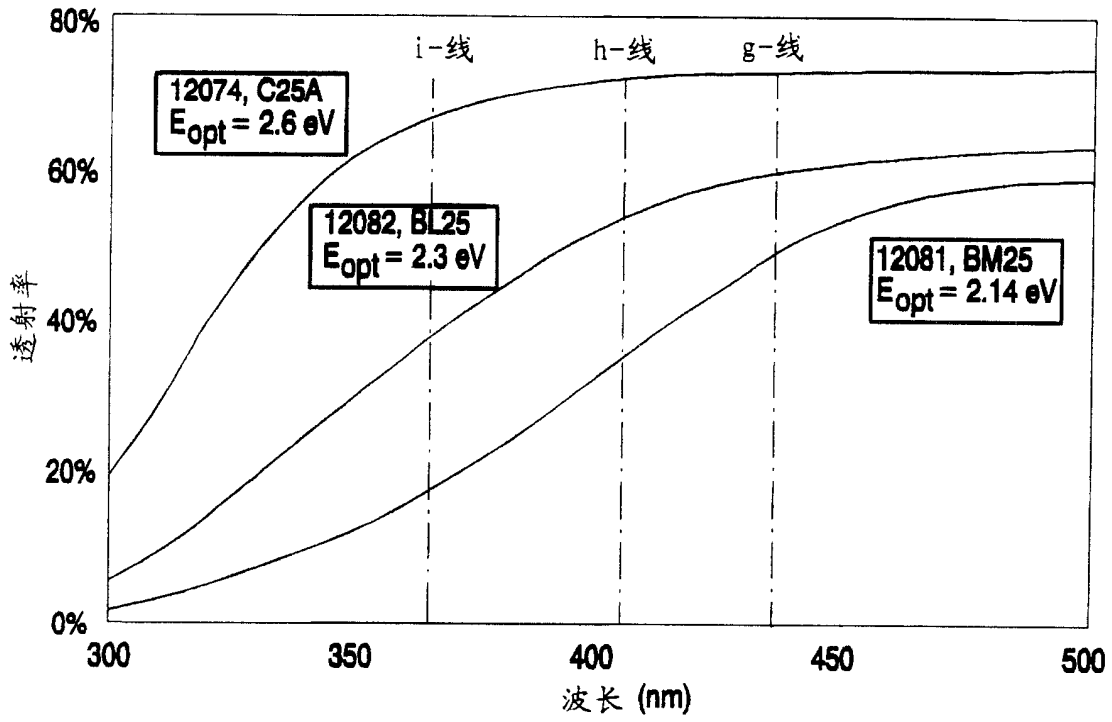


图 5

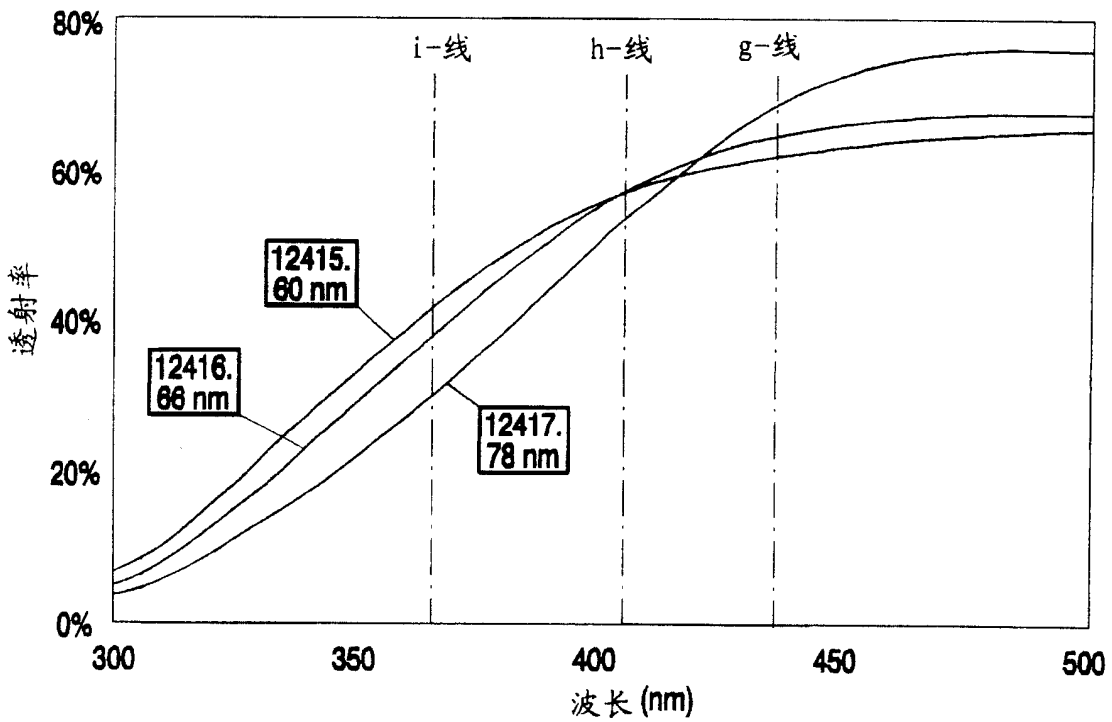


图 6