

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 29/786

G02F 1/136

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01125878.0

[43] 公开日 2002 年 10 月 16 日

[11] 公开号 CN 1374705A

[22] 申请日 2001.8.30 [21] 申请号 01125878.0

[30] 优先权

[32] 2001.3.9 [33] JP [31] 065913/2001

[71] 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

[72] 发明人 佐藤健史 高桥卓也 加藤智也

金子寿辉 池田一

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

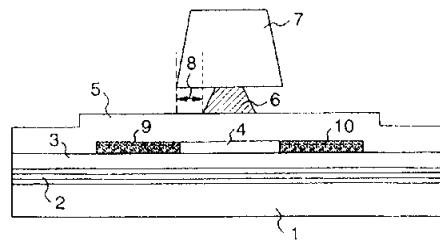
代理人 王永刚

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图页数 7 页

[54] 发明名称 薄膜晶体管基片及其制造方法

[57] 摘要

在有自对准 LDD 的多晶硅薄膜晶体管基片上,用 W 浓度为重量 5% 以上不到 25%,更希望用 W 浓度为重量 17% 到 22% 的 Mo-W 合金制作栅极,用包括磷酸浓度为重量 60% 到 70% 的刻蚀溶液的湿刻蚀工序的方法制作的薄膜晶体管基片有均匀的特性并有优越的生产性。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 薄膜晶体管基片，其特征是它是形成具有在透明绝缘性基片上形成由结晶硅构成的半导体膜，通过栅绝缘膜在半导体膜上形成由金属膜构成的栅极，以及夹着栅极由掺杂半导体膜形成的源极和漏极，并且在栅极一端具有用与源极和漏极相同类型的掺杂剂以比源极和漏极低的浓度进行掺杂的 LDD 区域的共面型薄膜晶体管的薄膜晶体管基片，

上述栅极由用 Mo 作为主成分，包含重量 5% 以上不到 25% 的 W 的单层金属膜构成。

2. 薄膜晶体管基片，其特征是它是形成具有在透明绝缘性基片上形成由结晶硅构成的半导体膜，通过栅绝缘膜在半导体膜上形成由金属膜构成的栅极，以及夹着栅极由掺杂半导体膜形成的源极和漏极，并且在栅极一端具有用与源极和漏极相同类型的掺杂剂以比源极和漏极低的浓度进行掺杂的 LDD 区域的共面型薄膜晶体管的薄膜晶体管基片，

上述栅极由用 Mo 作为主成分，包含重量 17% 以上 22% 以下的 W 的单层金属膜构成。

3. 薄膜晶体管基片的制造方法，该方法包括用含有重量 60% 以上 70% 以下的磷酸的刻蚀剂液对栅极进行加工的工序，形成权利要求 1 或 2 所述的薄膜晶体管基片。

说 明 书

薄膜晶体管基片及其制造方法

技术领域

本发明涉及有源矩阵驱动型液晶显示装置，和用于有机发光元件等的自发光型显示元件的薄膜晶体管基片，特别是涉及用低温多晶硅技术的薄膜晶体管基片及其制造方法。

背景技术

在液晶显示装置中，通过用可以在玻璃的耐热温度以下的比较低的温度下形成的多晶硅膜的薄膜晶体管，在基片上形成没有像素开关的电路削减部件数目，实现低成本化。为了提高在用多晶硅膜的薄膜晶体管中的可靠性，特别是在 N 型薄膜晶体管中，在源极，漏极和栅极之间设置为低浓度掺杂区域的 LDD（轻掺杂漏极）。作为相对栅极位置不偏离地形成 LDD 的方法，在日本平成 5 年公开的 5-152325 号专利公报中，已经揭示了对构成栅极的导电膜进行侧面腐蚀加工，使栅极形成从抗蚀剂后退的形状，在后退区域下部的半导体膜上，相对栅极自对准地形成 LDD 的方法。

又，在液晶显示装置中，要求构成栅极的导电膜有低电阻性，以便即使用同一个膜作为用于扫描信号的配线，也能够降低传输给配线的信号延迟。在用多晶硅膜作为半导体膜的薄膜晶体管的液晶显示装置中，因为是在高温下激活掺杂剂，所以也要求栅极有耐热性。在日本平成 11 年公开的 11-163366 号专利公报中，已经揭示了用电阻低耐热性优越的钼（Mo）和钼与钨（W）的合金（以下简称为 Mo-W 合金）作栅极，通过包含抗蚀剂灰化的工序，形成有自对准地形成的 LDD 的薄膜晶体管的例子。

关于由 Mo-W 合金构成的薄膜晶体管的栅极加工，能够用干蚀法或湿蚀法，但是刻蚀速率较大的湿蚀法从生产的观点来看是有利的。然而，例如在日本平成 10 年公开的 10-247733 号专利公报中已经揭示了

在 Mo 合金的湿刻蚀中，与刻蚀时搅拌溶液等条件有关在膜表面上形成钝化膜，使刻蚀速率变化的情形。因此，在用湿刻蚀法对 Mo-W 合金膜进行侧面腐蚀，在栅极从抗蚀剂后退的部位上自对准地形成 LDD 的制造工序中，存在反映刻蚀速率变化的侧面腐蚀长度使 LDD 长度变得不均匀，从而使薄膜晶体管的特性变得不均匀，成品率下降的问题。

发明内容

本发明的目的是提供生产性优越并具有均匀特性的薄膜晶体管基片及其制造方法。

本发明提供薄膜晶体管基片，该薄膜晶体管基片的特征是它是形成具有在透明绝缘性基片上形成由结晶硅构成的半导体膜，通过栅绝缘膜在半导体膜上形成由金属膜构成的栅极，以及夹着栅极由掺杂半导体膜形成的源极和漏极，并且在栅极一端具有用与源极和漏极相同类型的掺杂剂以比源极和漏极低的浓度进行掺杂的 LDD 区域的共面型薄膜晶体管的薄膜晶体管基片，

上述栅极由用 Mo 作为主成分，包含重量 5% 以上不到 25% 的 W 的单层金属膜构成。

本发明还提供包括用含有重量 60% 以上 70% 以下的磷酸的刻蚀剂液对栅极进行加工的工序，形成上述中记载的薄膜晶体管基片的制造方法。

附图说明

图 1 是表示根据本发明的薄膜晶体管基片制造工序的第 1 实施例的截面图。

图 2 是表示根据本发明的薄膜晶体管基片制造工序的第 1 实施例的截面图。

图 3 是表示 Mo-W 合金膜的侧面腐蚀长度与刻蚀溶液组成关系的一个例子的图。

图 4 是表示 Mo-W 合金的侧面腐蚀长度与膜组成关系的一个例子的图。

图 5 是表示根据本发明的薄膜晶体管基片的第 2 实施例的图。

图 6 是表示根据本发明的薄膜晶体管基片的第 2 实施例的截面图。

图 7 是表示根据本发明的薄膜晶体管基片制造工序的第 3 实施例的图。

图 8 是表示根据本发明的薄膜晶体管基片制造工序的第 3 实施例的截面图。

图 9 是表示根据本发明的薄膜晶体管基片制造工序的第 3 实施例的截面图。

图 10 是表示根据本发明的薄膜晶体管基片制造工序的第 3 实施例的截面图。

图 11 是表示根据本发明的薄膜晶体管基片制造工序的第 3 实施例的截面图。

图 12 是表示根据本发明的薄膜晶体管基片制造工序的第 3 实施例的截面图。

图 13 是表示根据本发明的薄膜晶体管基片制造工序的第 3 实施例的截面图。

具体实施方式

本发明者们研讨了 Mo-W 合金的湿刻蚀方法，结果发现通过用磷酸浓度为重量 60%以上到 70%以下的刻蚀溶液对浓度为重量 5%到 25%，最好为 17%到 22%范围内的 Mo-W 合金膜进行刻蚀，能够抑制由于 Mo-W 合金的侧面腐蚀引起的后退量的变化。

所以，作为本发明用于解决问题的方法，它的第 1 特征是用含 W 浓度为重量 5%到 25%的 Mo-W 合金制作栅极。

又，它的第 2 特征是用含 W 浓度为重量 17%到 22%的 Mo-W 合金制作栅极。

又，它的第 3 特征是包括用含磷酸浓度为重量 60%以上 70%以下的刻蚀溶液对由含 W 浓度为重量 5%到 25%的 Mo-W 合金构成的导电膜进行刻蚀加工形成栅极的工序。

我们用下面记载的实施例说明本发明的上述特征和别的特征，但是本发明不限于这些实施例是不言而喻的。

实施例 1

图 1 和图 2 表示本发明实施形态中的薄膜晶体管基片制造方法的第 1 实施例。通过用于阻断来自玻璃基片的杂质的由 SiN 构成的基底膜 2 和由 SiO₂ 构成的基底膜 3，在作为透明绝缘基片的玻璃基片 1 上形成多晶硅膜 4。多晶硅膜是用等离子 CVD 形成非晶硅膜，在 400⁰C 以下退火进行脱氢处理后，通过脉冲准分子激光退火形成结晶化。

用光刻法将多晶硅膜加工成岛状后，通过用 TEOS（四乙氧基硅烷）的等离子 CVD 法，淀积成为栅绝缘膜 5 的 SiO₂ 膜。进一步，通过用 Mo-W 合金构成靶的溅射法将由 Mo-W 合金构成的导电膜 6 淀积到 150nm 的厚度。用 W 浓度为重量 20% 的 Mo-W 合金。涂敷正型抗蚀剂，用光刻法制作布线图案，形成图 1 所示的抗蚀剂 7。用含磷酸浓度为重量 65% 的刻蚀溶液，对由 Mo-W 合金构成的导电膜 6 进行湿刻蚀，使由导电膜 6 构成的栅极形成从抗蚀剂 7 后退的形状。通过控制刻蚀时间使侧面腐蚀长度 8 形成 1 μ m 的厚度。将抗蚀剂 7 用作掩模，通过栅绝缘膜以每平方厘米 1 \times 10¹⁵ 的剂量将磷离子注入多晶硅膜 4。除去抗蚀剂后，如图 2 所示，以每平方厘米 1 \times 10¹³ 的剂量低浓度地注入磷离子时，在图 1 中的栅极从抗蚀剂后退的区域中，在栅极 12 上自对准地形成掺杂低浓度磷的 LDD 区域 11。通过 600⁰C 以下的热退火或 RTA（快速热退火），激活注入的磷离子，得到在栅极上自对准地形成 LDD 的 N 型薄膜晶体管。在图 1 中，9 是漏极，10 是源极。

此外，图 1，图 2 表示形成 N 型薄膜晶体管的实施例，但是代替磷用硼作为注入离子，也能够制成自对准地形成 LDD 的 P 型薄膜晶体管。通过形成 LDD 无论是 P 型薄膜晶体管还是 N 型薄膜晶体管都一样能提高可靠性并降低截止电流。因为 P 型薄膜晶体管对于电流驱动的耐久性比 N 型薄膜晶体管高，所以适合于由用有机膜的发光元件制成的显示装置等的电流驱动型显示装置。

又，在本发明的薄膜晶体管基片的制造工序中，因为也可以对用于栅极的由 Mo 和 W 组成的 Mo-W 合金进行干刻蚀加工，所以关于 LDD 的形成，除了利用湿刻进行侧面腐蚀的方法外，也能够通过抗蚀剂图案的灰化利用缩小，只用干刻蚀形成的方法等众所周知的方法。

图 3 表示 W 浓度为重量 20%（约 12% 的原子）的 Mo-W 合金膜的侧面腐蚀长度与刻蚀溶液的磷酸浓度关系的一个例子。作为刻蚀溶液在磷酸中添加硝酸，醋酸和水，通过改变磷酸和水的比例对磷酸浓度进行调整。无论哪种情形都固定刻蚀时间进行刻蚀处理。侧面腐蚀长度与磷酸浓度有关，其最大值随着磷酸量的增加而减小。又，侧面腐蚀长度在处理后的基片面内一般地有某种分布。分布的宽度，例如刻蚀溶液的磷酸浓度为重量 55% 时侧面腐蚀长度从最小 0.5 μm 到最大 2.5 μm 以上，磷酸浓度为重量 65% 时侧面腐蚀长度从最小 0.8 μm 到最大 0.9 μm ，磷酸浓度为重量 75% 时侧面腐蚀长度从 0 μm 到 0.5 μm 。如图 3 所示，用磷酸浓度为重量 60% 以下或重量 70% 以上的刻蚀溶液，侧面腐蚀长度的分布增大。用磷酸浓度为重量 60% 以下的刻蚀溶液，可以推测出由于磷酸量的减少在 Mo 合金表面上容易形成钝化膜，形成刻蚀速度小的区域，侧面腐蚀长度的散乱变大。另一方面，磷酸浓度为重量 70% 以上的刻蚀溶液，可以推测出由于粘度变大，难以向基片上均匀地供给刻蚀溶液，所以刻蚀时间在基片上变得不均匀，侧面腐蚀长度的分布变大。所以，为了进行侧面腐蚀长度在面内分布小的刻蚀，希望磷酸浓度为重量 60% 以上 70% 以下。通过刻蚀溶液的磷酸浓度在重量 60% 到 70% 范围内进行加工，侧面腐蚀长度拉长，薄膜晶体管的 LDD 长度变得均匀了，提高了薄膜晶体管特性的均匀性。在图 3 的例子中，用磷酸浓度为重量 65% 的刻蚀溶液，在基片内能够得到 $\pm 10\%$ 以下的侧面腐蚀长度的精度。此外，在图 3 中，表示了 W 浓度为重量 20% 的膜的结果，但是即便在改变 W 浓度的情形中，侧面腐蚀长度的绝对值是不同的，用磷酸浓度为重量 60% 到 70% 范围内的刻蚀溶液进行加工时，侧面腐蚀长度变得均匀了，用磷酸浓度为重量 60% 以下 70% 以上的刻蚀溶液时，同样倾向于增大侧面腐蚀长度的分布。

除了刻蚀溶液的磷酸浓度外，也可以通过刻蚀时间来调整侧面腐蚀长度。但是，增加刻蚀时间使生产性下降。又，在用于生产的刻蚀装置中，一般可以在装置上设定刻蚀时间的下限，不能用下限以下的刻蚀时间。从而，希望能够用适当长的时间进行刻蚀处理。在生产上适当的刻蚀时间中，可以形成的侧面腐蚀长度与 Mo-W 合金膜的组成关系的一个例子如图 4 所示。Mo-W 合金膜的厚度为 150nm 时，用磷酸浓度为重量 60% 到 70% 的刻蚀溶液，能够得到均匀的侧面腐蚀长度。W 浓度为重量 5% 以下的 Mo-W 合金膜，刻蚀过大，在装置上设定的可能的刻蚀时间范围内不能形成 $2\mu\text{m}$ 以下的侧面腐蚀长度。另一方面，随着 W 浓度的增加，刻蚀速率减小，也减少了可以形成的侧面腐蚀长度的范围。W 浓度为重量 17% 时可以形成 $0.6\sim 2\mu\text{m}$ 范围的侧面腐蚀长度，W 浓度为重量 22% 时可以形成 $0.3\sim 1.3\mu\text{m}$ 范围的侧面腐蚀长度。又，因为 W 浓度为重量 30% 以上的 Mo-W 合金膜的刻蚀速度很小，所以在生产上适当的刻蚀时间的上限中可以形成的侧面腐蚀长度在 $0.3\mu\text{m}$ 以下。

当薄膜晶体管的 LDD 的长度在 $2\mu\text{m}$ 以上时，由于 LDD 的附加电阻，晶体管的截止电流降低到没有 LDD 时的一半以下。又，LDD 的长度比 $0.3\mu\text{m}$ 小时，在栅极端的电场平缓不充分，薄膜晶体管的耐压减小，并且截止电流增大。所以，我们希望 LDD 的长度在 $0.3\mu\text{m}$ 到 $2\mu\text{m}$ 的范围内。用 W 浓度为重量 5% 以上不到 30% 的 Mo-W 合金膜作栅极，通过用含磷酸浓度为重量 60% 到 70% 的刻蚀溶液进行加工，得到对于 LDD 有适当长度的侧面腐蚀长度。但是，在实际的制造工序中，存在刻蚀溶液组成变化等的条件变化。在 W 浓度为重量 25% 以上的 Mo-W 合金膜中，连续进行刻蚀处理时，刻蚀速率下降，即便在生产上可能的最大刻蚀时间中进行处理，也已经判明存在侧面腐蚀长度在 $0.3\mu\text{m}$ 以下的担心。所以，我们希望制作栅极的 Mo-W 合金膜的 W 浓度比重量 25% 小。用 W 浓度为重量 5% 以上不到 25% 的 Mo-W 合金膜制作栅极时，能够稳定地得到对于 LDD 长度适当的 $0.3\mu\text{m}$ 到 $2\mu\text{m}$ 的侧面腐蚀长度，能够制造出生产性好的能均匀地形成特性良好的薄膜晶体管的薄膜晶体管基片。

又，用磷酸浓度为重量 60% 到 70% 的刻蚀溶液，在生产上适当的时

间内对 W 浓度为重量 17%到 22%的 Mo-W 合金进行刻蚀处理时，侧面腐蚀长度不小于 $0.3\mu\text{m}$ ，又不大于 $2\mu\text{m}$ 。从而，因为对于侧面腐蚀长度的刻蚀条件的允许范围变大，设定刻蚀条件的自由度增大，所以能够提高侧面腐蚀长度的控制性，能够以更高的生产率，更稳定地进行能均匀地形成特性良好的薄膜晶体管的薄膜晶体管基片的制造。所以，W 浓度为重量 17%到 22%的 Mo-W 合金更适合于作为有自对准 LDD 的薄膜晶体管的栅极。

实施例 2

图 5，图 6 表示作为根据本发明第 2 实施例的用薄膜晶体管基片的液晶显示装置象素的一个例子在它们的 A-A'线上的截面。薄膜晶体管的栅极 12，栅极线 30 和共通的电压信号线 31 是由含 W 浓度为重量 5%（约 3%的原子）的 Mo-W 合金形成的。用含磷酸浓度为重量 70%的刻蚀溶液对薄膜晶体管的栅极 12，栅极线 30 和共通的电压信号线 31 进行刻蚀加工，在栅极 12 的端部自对准地形成长度为 $2\mu\text{m}$ 的 LDD 11。

在栅极上，形成由通过用 TEOS 的等离子体 CVD 法形成的 SiO_2 构成的层间绝缘膜 13，在层间绝缘膜上开出接触孔 14。薄膜晶体管通过接触孔与由 Ti/Al-Si 合金/Ti 层积膜构成的漏极配线 15 连接。进一步，通过由 SiN 构成的无机抗蚀剂（SiN）16 和由聚酰亚胺系或丙烯系的透明树脂构成的有机抗蚀剂 18，形成由 ITO（铟-锡氧化物）构成的透明电极 21，通过通孔 17 和 19 与源极配线 20 连接。透明电极与用于保持加在液晶（图中未画出）上的电压的保持电容 32 电连接，保持电容 32 是通过栅极绝缘膜在由栅极和同层的导电膜构成的共通电极配线和多晶硅膜之间形成的。此外，在图 6 中，参照号码 1，9，10 和 11 与图 1 和图 2 中的相同。

在本实施例的薄膜晶体管基片制造工序中，用 Al 的湿刻蚀对由包含 Al 合金的层积膜构成的漏极配线 15 进行加工时，由于通过层间绝缘膜的缺陷沾染了 Al 的刻蚀溶液，存在栅极和与栅极同层的配线由于刻蚀而发生断线的担心。通过用卤素系气体的干刻蚀对包含 Al 合金的层积膜进行加工，能够抑制下层的栅极配线的断线。又，除了用 ITO，也可以用 IZO

(钼-铇氧化物)制作透明电极,能够通过包含用有机酸的湿刻蚀加工的光刻法对用无论哪种氧化物靶的溅射法淀积的透明电极进行加工。又,代替 Mo-W 合金,也可以用 Mo-Cr 合金, Mo-Zr 合金或在 Mo 中同时添加 Cr, Zr, W 两种以上的合金,用含磷酸浓度为重量 60%到 70%的刻蚀溶液,能够抑制在 Mo 合金膜表面形成钝化膜并能够实现均匀的刻蚀。由于通过调整加入 Mo 中的各元素的添加量可以得到适合的侧面腐蚀长度,所以能够以高的生产率制成可形成均匀 LDD 的薄膜晶体管基片。

实施例 3

图 7 表示根据本发明的薄膜晶体管基片的第 3 实施例,图 8 表示在图 7 的薄膜晶体管基片的 B-B'线上的截面。在作为透明绝缘基片的玻璃基片 1 上形成 N 型和 P 型薄膜晶体管,由 Mo/Al-Si/Mo 的层积膜构成的漏极配线 15 进行连接。薄膜晶体管的栅极 12 和 45 由 W 浓度为重量 24% (约 14%的原子)的 Mo-W 合金形成。又,在 N 型薄膜晶体管的栅极 12 的端部对着栅极自对准地形成 LDD。此外,在图 7 中,14 是接触孔,在图 8 中,13 是层间绝缘膜。

在图 9 到图 13 中,表示了图 8 的薄膜晶体管基片的制造方法的一个例子。在透明绝缘基片 1 上顺次地形成基底膜 2,基底膜 3,多晶硅膜 4 和栅绝缘膜 5,进一步,用溅射法淀积由含 W 浓度为重量 24%的 Mo-W 合金构成的导电膜 6。下面如图 9 所示,使包含 N 型薄膜晶体管的源极和漏极的区域开口,形成抗蚀剂图案 41 后,用磷酸浓度为重量 60%的刻蚀溶液,对由 Mo-W 合金构成的导电膜 6 进行湿刻蚀,加工成从抗蚀剂图案 41 后退 $0.3\mu\text{m}$ 的形状。其次,将抗蚀剂图案 41 用作掩模,以每平方厘米 1×10^{15} 的剂量将磷离子注入多晶硅膜,对 N 型薄膜晶体管的源极和漏极进行掺杂。如图 10 所示,在除去抗蚀剂图案后,以每平方厘米 3×10^{12} 的剂量低浓度地注入磷离子,形成 LDD11。其次如图 11 所示,覆盖 N 型薄膜晶体管的区域,形成使 P 型薄膜晶体管的源极和漏极区域开口的抗蚀剂图案 42。如图 12 所示,通过用添加了氧的 NF_3 , SF_6 , CF_4 等的卤素气体的干刻蚀,一面对抗蚀剂进行侧面腐蚀一面对 P 型薄膜晶体管的

栅极进行加工，使在源极和漏极上的 Mo-W 膜开口。进一步，以每平方厘米 3×10^{15} 的剂量注入硼离子，对 P 型薄膜晶体管的漏极 43 和源极 44 进行掺杂。在除去抗蚀剂后，进行热退火或 RTA，激活注入的掺杂剂，如图 13 所示，在同一基片上形成 N 型和 P 型薄膜晶体管。进一步，与第 2 实施例相同，形成由层间绝缘膜和 Al 合金层积膜构成的配线 46，形成图 8 的薄膜晶体管基片。此外，在图 9 中，参照号码 9，10 和 12 如图 6 中的说明。

在本实施例的 P 型薄膜晶体管栅极的加工中用湿刻蚀，栅极形成从抗蚀剂后退的形状，不在栅极后退区域的被抗蚀剂覆盖的区域的多晶硅中注入硼，成为高电阻区域，使 P 型薄膜晶体管的特性下降。因为也可以对用于本发明的薄膜晶体管栅极的由 Mo 和 W 组成的 Mo-W 合金膜进行干刻蚀加工，所以如图 12 所示，通过对 P 型薄膜晶体管栅极进行干刻蚀，一面对抗蚀剂进行侧面腐蚀一面进行加工，能够防止在栅极端形成没有注入硼的区域，能够制成特性良好的 P 型薄膜晶体管。如果根据本实施例，能够以很好的生产性制成能在同一块基片上形成均匀性可靠性优越的 N 型和 P 型薄膜晶体管的 CMOS 型的薄膜晶体管基片，能够低成本地提供在基片上有电力消耗小的 CMOS 型驱动电路的液晶显示装置。

如以上说明所述，如果根据本发明，能够提供生产性优越有均匀性特性的薄膜晶体管基片。又，能够低成本地制造适用于内藏驱动电路的液晶显示装置和自发光型的显示装置的薄膜晶体管基片。

图 1

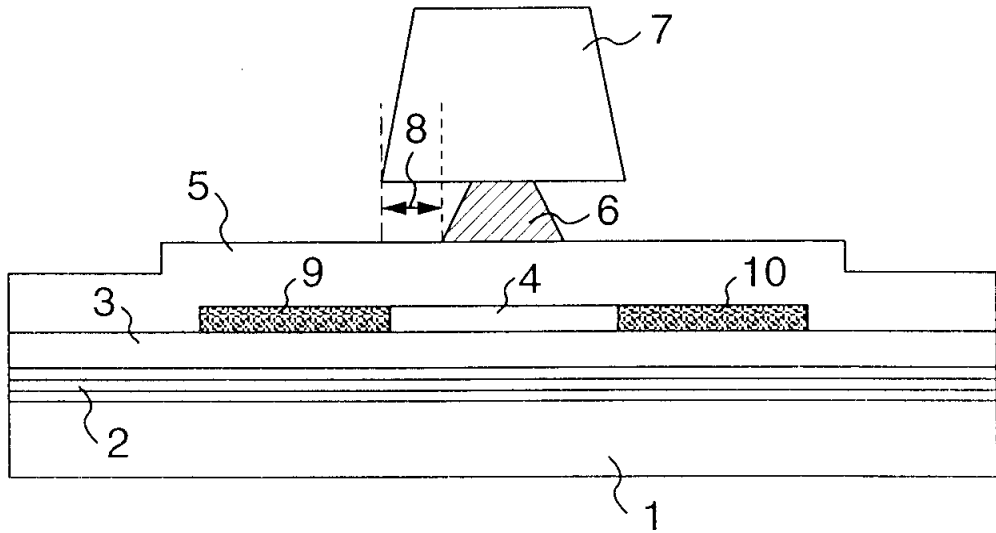


图 2

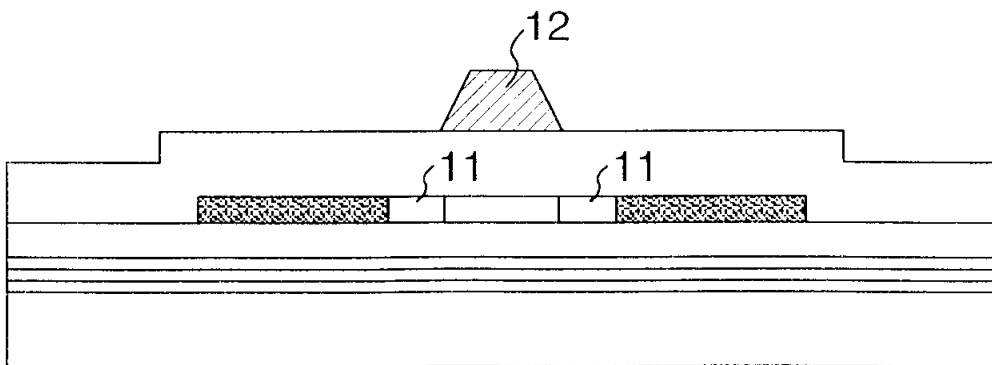


图 3

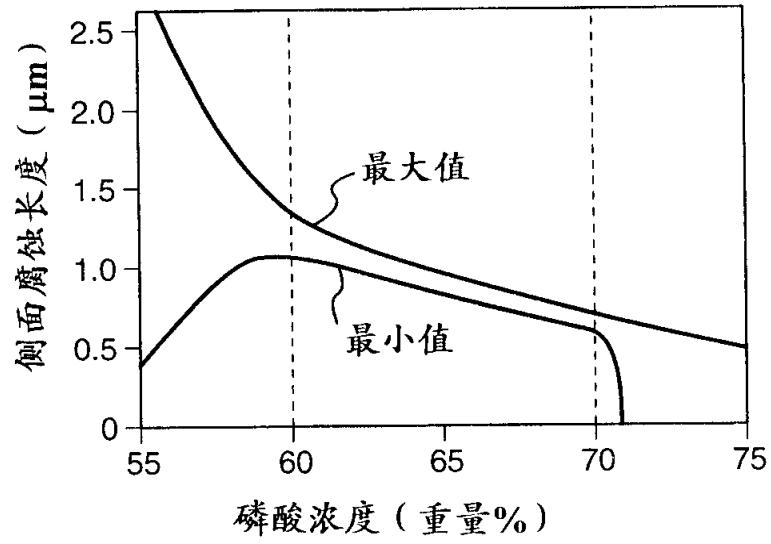


图 4

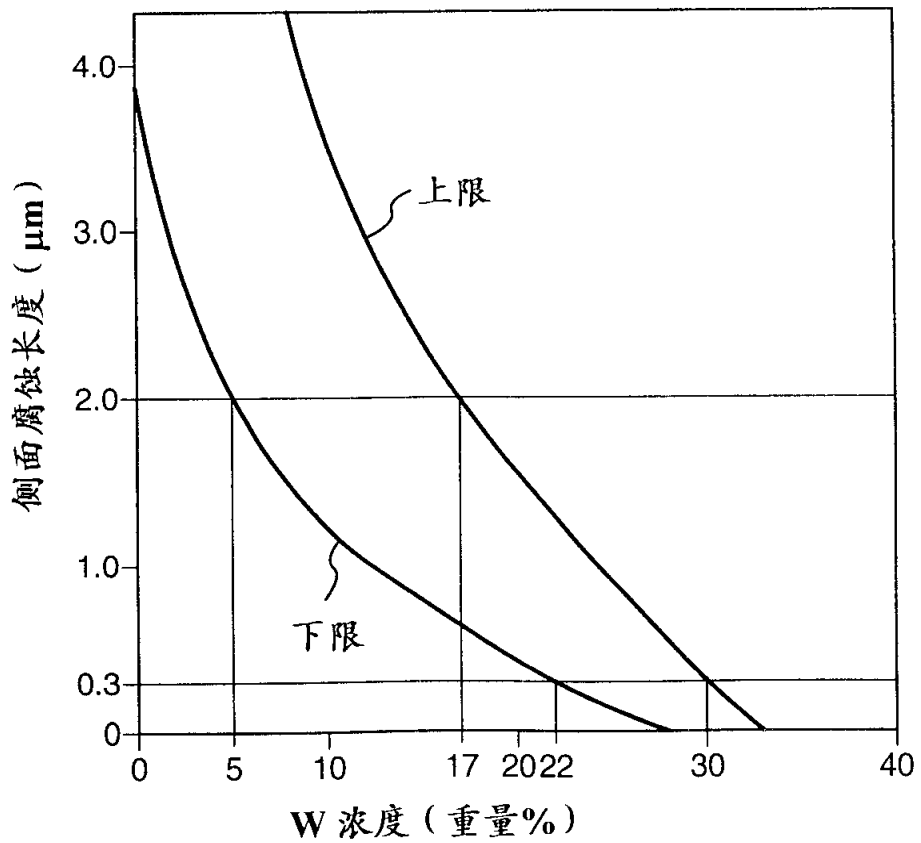


图 5

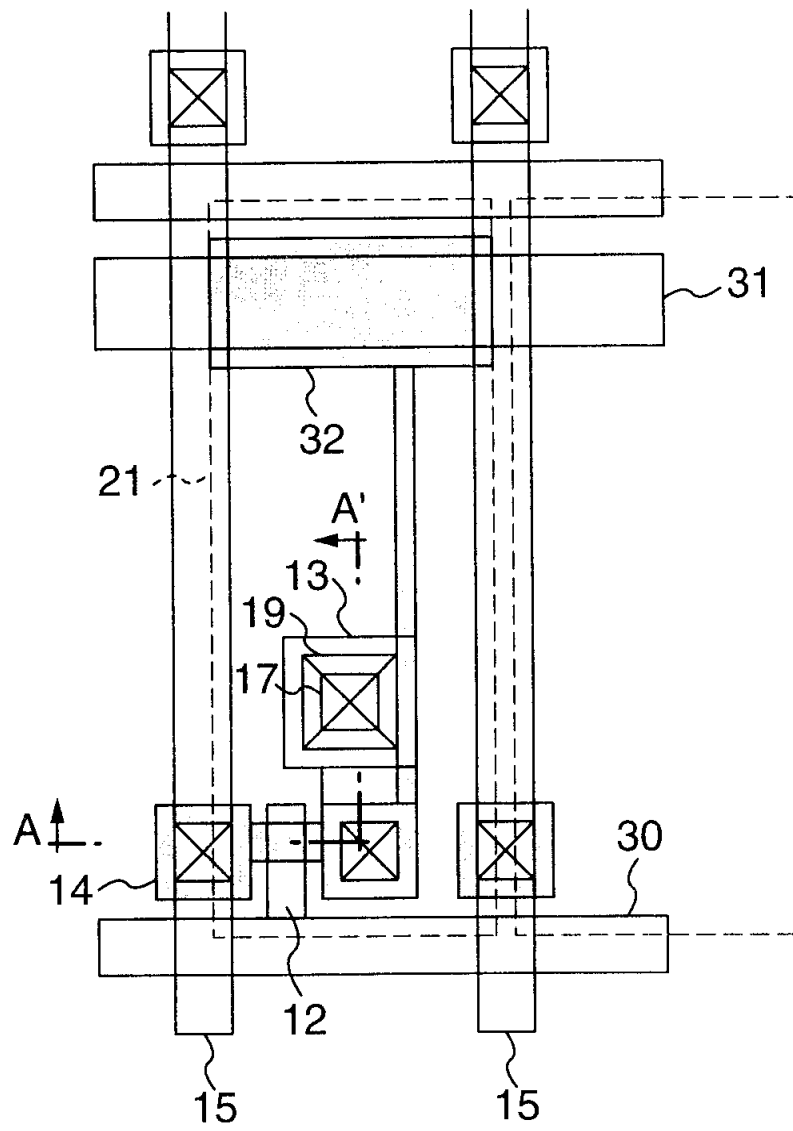


图 6

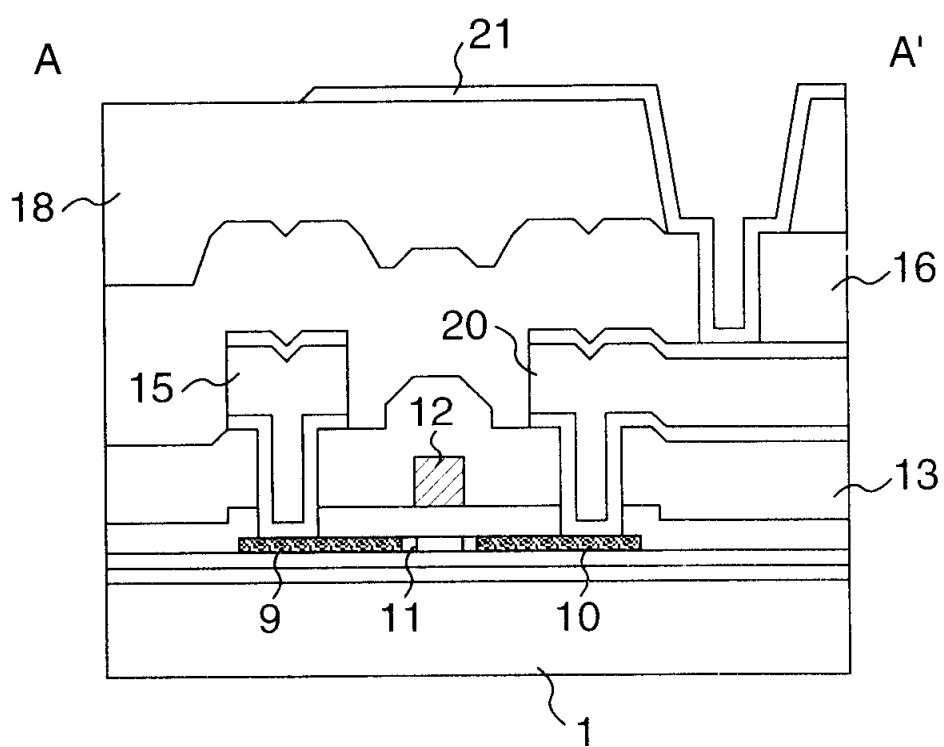


图 7

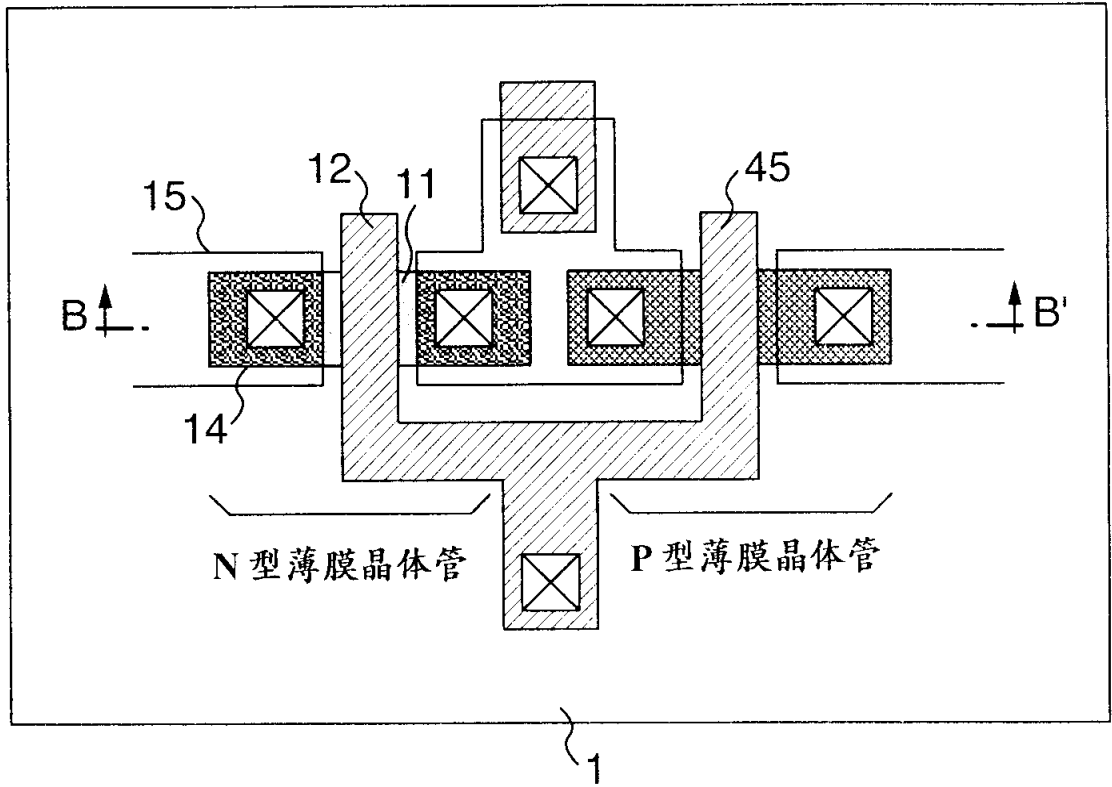


图 8

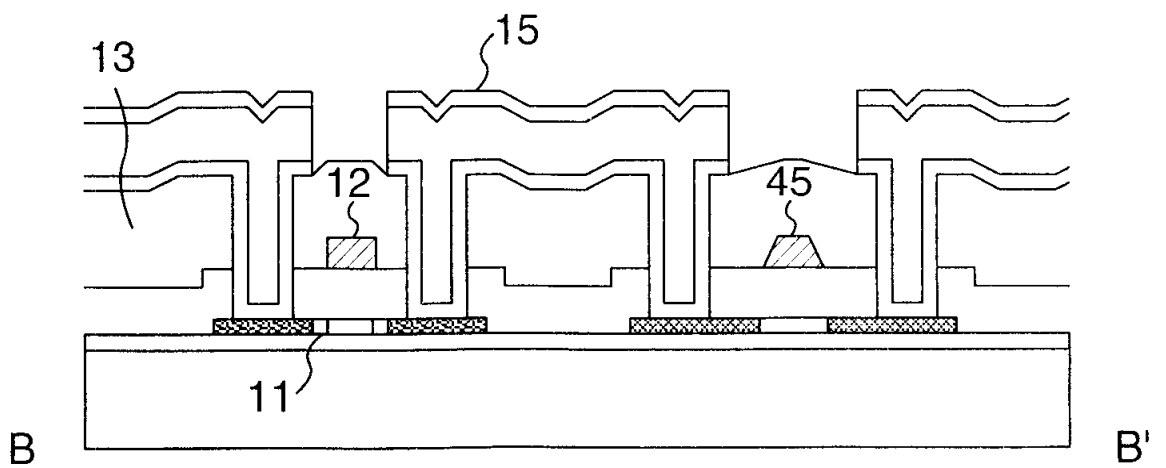


图 9

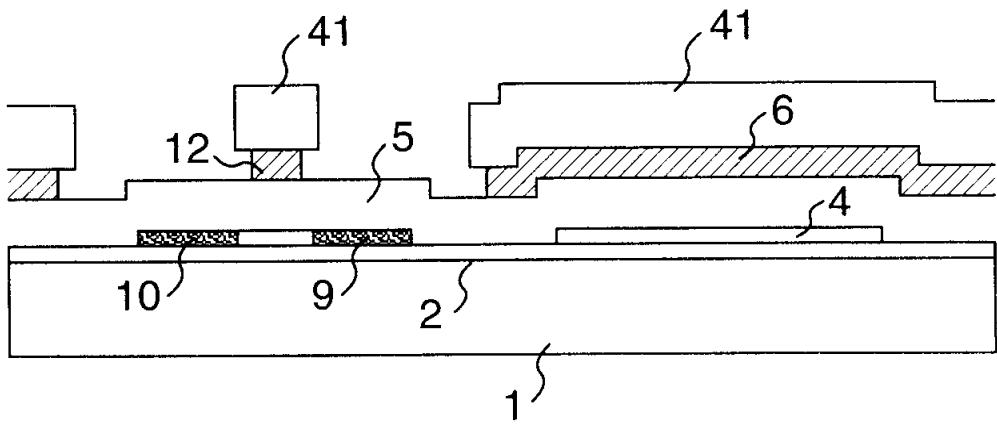


图 10

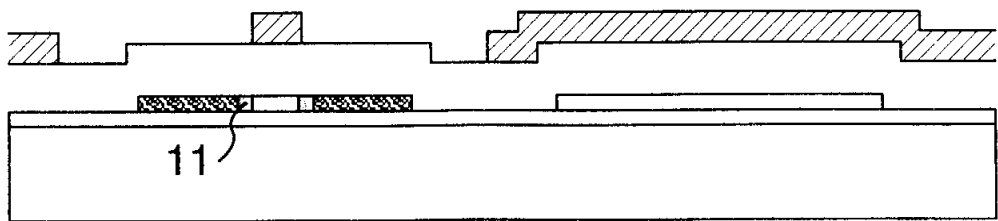


图 11

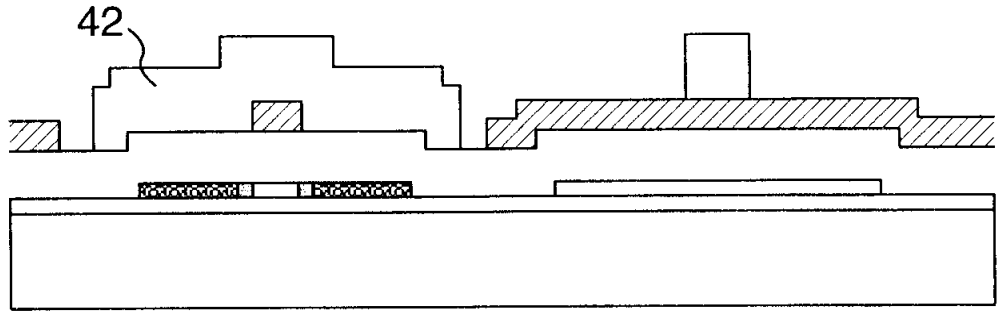


图 12

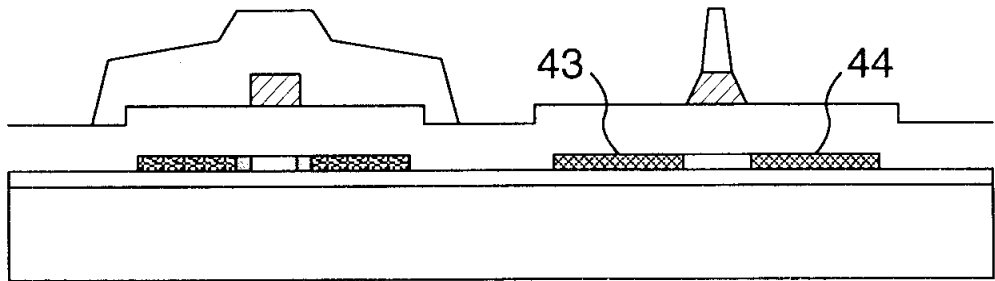


图 13

