

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H01L 27/108

H01L 21/8242

H01L 27/04

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96190228.0

[45] 授权公告日 2002 年 5 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1085411C

[22] 申请日 1996.7.5

[21] 申请号 96190228.0

[30] 优先权

[32]1995.7.7 [33]JP [31]172142/95

[86] 国际申请 PCT/JP96/01883 1996.7.5

[87] 国际公布 WO97/03468 日 1997.1.30

[85] 进入国家阶段日期 1996.11.25

[73] 专利权人 罗姆股份有限公司

地址 日本京都府京都市

[72] 发明人 中村孝

[56] 参考文献

EP 415750A1 1991.3.6 H01L2992

JP 平 7-169854A 1995.7.4 H01L218242

审查员 赵百令

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

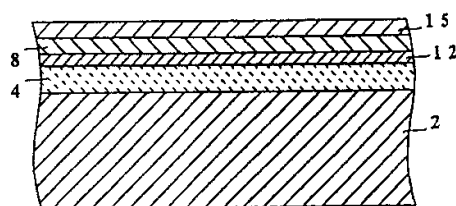
代理人 沈昭坤

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 9 页

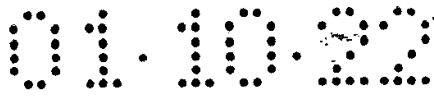
[54] 发明名称 电介质电容器及其制造方法

[57] 摘要

本发明的目的在于提供显示出优异的介电特性的电介质电容器。硅基片 2 上设置有二氧化硅层 4、下部电极 12、强电介质层 8、以及上部电极 15。下部电极 12 由氧化钡构成。而上部电极 15 也由氧化钡构成。氧化钡能防止强电介质膜 8 中的氧透过。以此,可以得到显示出优异的介电特性的电介质电容器。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种电介质电容器，其特征在于，具备：

至少具有 WO_x 层、 TiO_x 层、 TaO_x 层、 IrO_2 层、 PtO_2 层、 RuO_x 层、 ReO_x 层、 PdO_x 层、 OsO_x 层中的任一氧化层，并且在上面形成 W 层、Ti 层、Ta 层、Ir 层、pt 层、Ru 层、Re 层、Pd 层、Os 层中的任一导体层的下部电极、

形成于下部电极上的所述导体层上面，由强电介质或具有高介电常数的电介质构成的电介质层、

在该电介质层上形成的上部电极。

2. 根据权利要求 1 所述的电介质电容器，其特征在于，所述下部电极形成于基片上形成的二氧化硅层上面；所述下部电极具有与所述二氧化硅层相接的接合层。

3. 一种电介质电容器，其特征在于，具备：

下部电极、

形成于下部电极上，由强电介质或具有高介电常数的电介质构成的电介质层、

形成于电介质层上面，至少具有 WO_x 层、 TiO_x 层、 TaO_x 层、 IrO_2 层、 PtO_2 层、 RuO_x 层、 ReO_x 层、 PdO_x 层、 OsO_x 层中的任一氧化层的上部电极。

4. 根据权利要求 3 所述的电介质电容器，其特征在于，

上述下部电极形成于在基片上形成的二氧化硅层上，

上述下部电极具有与所述二氧化硅层相接的接合层。

5. 一种电介质电容器，其特征在于，具备：

至少具有 WO_x 层、 TiO_x 层、 TaO_x 层、 IrO_2 层、 PtO_2 层、 RuO_x 层、 ReO_x 层、 PdO_x 层、 OsO_x 层中的任一氧化层的下部电极、

形成于下部电极上，由强电介质或具有高介电常数的电介质构成的电介质层、

形成于电介质层上，至少具有 WO_x 层、 TiO_x 层、 TaO_x 层、 IrO_2 层、 PtO_2 层、 RuO_x 层、 ReO_x 层、 PdO_x 层、 OsO_x 层中的任一氧化层的上部电极。

6. 根据权利要求 5 所述的电介质电容器，其特征在于，

在所述氧化层上面，形成 W 层、Ti 层、Ta 层、Ir 层、Pt 层、Ru 层、Re 层、Pd 层、Os 层中的任一导体层、构成下部电极，在该导体层的上面形成强电介质层。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的电介质电容器，其特征在于，

上述下部电极形成于在基片上形成的二氧化硅层上，

上述下部电极具有与所述二氧化硅层相接的接合层。

8. 一种电介质电容器的制造方法, 其特征在于, 包括:

在基片上用溅射方法形成 W 层、Ti 层、Ta 层、Ir 层、Pt 层、Ru 层、Re 层、Pd 层、Os 层中的任一基底层的步骤、

使所述基底层的表面氧化的步骤、

在表面氧化的基底层上面形成强电介质膜或具有高介电常数的电介质膜作为电介质层的步骤、以及

在电介质层的上面形成上部电极的步骤。

9. 一种电介质电容器的制造方法, 其特征在于, 具备:

在基片上形成下部电极的步骤、

在下部电极上面形成强电介质膜或具有高介电常数的电介质膜作为电介质层的步骤、以及

在电介质层上面用溅射形成 $W O_x$ 层、 $Ti O_x$ 层、 $Ta O_x$ 层、 $Ir O_2$ 层、 $Pt O_2$ 层、 $Ru O_x$ 层、 $Re O_x$ 层、 $Pd O_x$ 层、 $Os O_x$ 层中的任一氧化层作为上部电极的步骤。

10. 一种电介质电容器的制造方法, 其特征在于, 具备:

在基片上形成下部电极的步骤、

在下部电极上面形成强电介质膜或具有高介电常数的电介质膜作为电介质层的步骤、

在电介质层上面用溅射方法形成 W 层、Ti 层、Ta 层、Ir 层、Pt 层、Ru 层、Re 层、Pd 层、Os 层中的任一基底层的步骤、以及

使所述基底层的表面氧化的步骤。

11. 一种电介质电容器的制造方法, 其特征在于, 具备:

在基片上溅射形成 W 层、Ti 层、Ta 层、Ir 层、Pt 层、Ru 层、Re 层、Pd 层、Os 层中的任一种作为基底层的步骤、

在基底层的表面形成 W 层、Ti 层、Ta 层、Ir 层、Pt 层、Ru 层、Re 层、Pd 层、Os 层中的任一种作为导体层的步骤、

使表面形成薄膜导体的导体层氧化的步骤、

在氧化处理过的导体层的上面形成强电介质膜或具有高介电常数的电介质膜作为电介质层的步骤、以及

在电介质层的上面形成上部电极的步骤。

12. 根据权利要求 8、10 或 11 所述的电介质电容器的制造方法, 其特征在于, 所述氧化处理与形成电介质层时的热处理并用。

说明书

电介质电容器及其制造方法

技术领域

本发明涉及电介质电容器，特别涉及其强介电性等的提高。

背景技术

图 10 表示已有的强电介质电容器。在硅基片 2 的上面形成二氧化硅层 4。在其上面设置白金的下部电极 6。在下部电极 6 上面设有强电介质 PZT ($\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$) 膜 8，再在其上设置白金的上部电极 10。就这样，由下部电极、PZT 膜、上部电极 10 形成强电介质电容器。

在这里，下部电极 6 使用白金有如下理由。PZT 膜 8 必须形成在定向膜上面。如果形成于非晶态膜上，由于没有定向，强电介质的性质就会受到损害。另一方面，下部电极必须在与硅基片 2 绝缘的状态下形成。为此，在硅基片 2 上形成二氧化硅层 4。该二氧化硅层 4 是非晶态的。通常，在非晶态材料上形成的膜为无定向膜，但是白金具有即使在非晶态材料上也形成定向膜的性质。由于有这样的理由，所以下部电极使用白金。

但是，上述已有的强电介质电容器存在有如下问题。

由于白金容易透过氧、铅，故存在强电介质 (PZT) 内的氧逃逸、经时变化及极化反向的反复进行引起的强介电性降低的问题。也就是，如图 11 所示，强电介质中的氧、铅等从白金的柱状结晶之间逃出的问题。

而，这样的问题同样也存在于使用具有高介电常数的电介质的电容器。

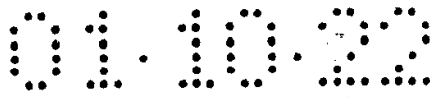
发明内容

本发明的目的在于解决上述问题，提供经时劣化和反复极化反向引起的劣化小的强电介质电容器或具有高介电常数的电介质电容器。

在本发明中，所谓“电容器”是指在绝缘体的两侧设置电极的结构，而与是否使用于贮存电能无关，是包含具有该结构的物体的概念。

本发明所涉及的电介质电容器具备：

至少具有 WO_x 层、 TiO_x 层、 TaO_x 层、 IrO_2 层、 PtO_2 层、 RuO_x 层、 ReO_x 层、 PdO_x 层、 OsO_x 层中的任一氧化层，并且在上面形成 W 层、Ti 层、Ta 层、Ir 层、Pt 层、Ru 层、Re 层、Pd 层、Os 层中的任一导体层的下部电极、



形成于下部电极上的所述导体层上面，由强电介质或具有高介电常数的电介质构成的电介质层、以及

在该电介质层上形成的上部电极。

也就是说，下部电极至少具有 WO_x 层、 TiO_x 层、 TaO_x 层、 IrO_2 层、 PtO_2 层、 RuO_x 层、 ReO_x 层、 PdO_x 层、 OsO_x 层中的任一氧化层。从而能够防止氧从电介质层逃出，抑制介电特性的经时变化。

本发明涉及的电介质电容器，其特征在于，所述下部电极形成于基片上形成的二氧化硅层上面；

所述下部电极具有与所述二氧化硅层相接的接合层。

也就是说，在氧化层上面，设置 W 层、Ti 层、Ta 层、Ir 层、Pt 层、Ru 层、Re 层、Pd 层、Os 层中的任一导体层，在该导电层的上面设置电介质层。从而，可以谋求减少漏电流。

本发明涉及的电介质电容器，具备：

下部电极、

形成于下部电极上，由强电介质或具有高介电常数的电介质构成的电介质层、形成于电介质层上面，至少具有 WO_x 层、 TiO_x 层、 TaO_x 层、 IrO_2 层、 PtO_2 层、 RuO_x 层、 ReO_x 层、 PdO_x 层、 OsO_x 层中的任一氧化层的上部电极。

也就是说，在上部电极至少具有 WO_x 层、 TiO_x 层、 TaO_x 层、 IrO_2 层、 PtO_2 层、 RuO_x 层、 ReO_x 层、 PdO_x 层、 OsO_x 层中的任一氧化层。从而可以防止氧从电介质层逃出，可以抑制介电特性的经时变化。

本发明涉及的电介质电容器，其特征在于，

上述下部电极形成于在基片上形成的二氧化硅层上，

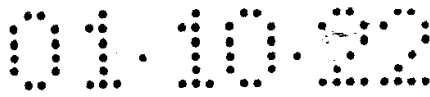
上述下部电极具有与所述二氧化硅层相接的接合层。

本发明涉及的电介质电容器，具备：

至少具有 WO_x 层、 TiO_x 层、 TaO_x 层、 IrO_2 层、 PtO_2 层、 RuO_x 层、 ReO_x 层、 PdO_x 层、 OsO_x 层中的任一氧化层的下部电极、

形成于下部电极上，由强电介质或具有高介电常数的电介质构成的电介质层、形成于电介质层上，至少具有 WO_x 层、 TiO_x 层、 TaO_x 层、 IrO_2 层、 PtO_2 层、 RuO_x 层、 ReO_x 层、 PdO_x 层、 OsO_x 层中的任一氧化层的上部电极。

也就是说，在上部电极和下部电极，至少具有 WO_x 层、 TiO_x 层、 TaO_x 层、 IrO_2 层、 PtO_2 层、 RuO_x 层、 ReO_x 层、 PdO_x 层、 OsO_x 层中的任一氧化层。从而可以防止氧从电介质层逃出，可以抑制介电特性的经时变化。



本发明涉及的电介质电容器，其特征在于，在所述氧化层上面，形成W层、Ti层、Ta层、Ir层、Pt层、Ru层、Re层、Pd层、Os层中的任一导体层、构成下部电极，在该导体层的上面形成强电介质层。

本发明涉及的电介质电容器，其特征在于，

上述下部电极形成于在基片上形成的二氧化硅层上，

上述下部电极具有与所述二氧化硅层相接的接合层。

也就是说，在氧化层上面，设置W层、Ti层、Ta层、Ir层、Pt层、Ru层、Re层、Pd层、Os层中的任一导体层，在该导体层的上面设置电介质层。从而可以谋求减少漏电流。

采用本发明，可以提供强电介质特性的、高介电常数的良好的电介质电容器。

本发明涉及的电介质电容器的制造方法包括以下步骤：

在基片上用溅射方法形成W层、Ti层、Ta层、Ir层、Pt层、Ru层、Re层、Pd层、Os层中的任一基底层的步骤、

使所述基底层的表面氧化的步骤、

在表面氧化的基底层上面形成强电介质膜或具有高介电常数的电介质膜作为电介质层的步骤、以及

在电介质层的上面形成上部电极的步骤。

本发明涉及的电介质电容器的制造方法，具备以下步骤：

在基片上形成下部电极的步骤、

在下部电极上面形成强电介质膜或具有高介电常数的电介质膜作为电介质层的步骤、以及

在电介质层上面用溅射形成 WO_x 层、 TiO_x 层、 TaO_x 层、 IrO_2 层、 PtO_2 层、 RuO_x 层、 ReO_x 层、 PdO_x 层、 OsO_x 层中的任一氧化层作为上部电极的步骤。

本发明涉及的电介质电容器的制造方法具备以下步骤：

在基片上形成下部电极的步骤、

在下部电极上面形成强电介质膜或具有高介电常数的电介质膜作为电介质层的步骤、

在电介质层上面用溅射方法形成W层、Ti层、Ta层、Ir层、Pt层、Ru层、Re层、Pd层、Os层中的任一种作为基底层的步骤、以及

使所述基底层的表面氧化的步骤。

本发明所涉及的电介质电容器的制造方法具备以下步骤：

在基片上溅射形成W层、Ti层、Ta层、Ir层、Pt层、Ru层、Re层、Pd层、Os层中的任一种作为基底层的步骤、

在基底层的表面形成W层、Ti层、Ta层、Ir层、Pt层、Ru层、Re层、

Pd 层、Os 层中的任一种作为导体层的步骤、

使表面形成薄膜导体的导体层氧化的步骤、

在氧化处理过的导体层的上面形成强电介质膜或具有高介电常数的电介质膜作为电介质层的步骤、以及

5 在电介质层的上面形成上部电极的步骤。

本发明所涉及的电介质电容器的制造方法，其特征在于，氧化处理与形成电介质层时的热处理并用。

本发明的特征可以如上所述广泛展示，而其结构和内容，在考虑附图后，与目的和特征一起，在后面的叙述中将会更加清楚。

10 附图概述

图 1 表示本发明一实施例的强电介质电容器的结构图。

图 2 表示使用强电介质电容器 22 的非易失性存储器。

图 3 表示强电介质电容器的制造工艺。

图 4 表示设置接合层 30 的实施例。

15 图 5 表示使用具有高介电常数的电介质 90 时的实施例。

图 6 表示其他实施例采用的强电介质电容器的结构。

图 7 表示氧化钡层防止氧逃逸的机理。

图 8 表示图 1 的强电介质电容器的制造工艺。

图 9 表示在钡的表面设置白金薄膜进行氧化的实施例。

20 图 10 表示已有的强电介质电容器的结构。

图 11 表示由白金引起的氧从下部电极 6 逃逸的状态。

本发明的最佳实施方式

图 1 表示本发明一实施例的强电介质电容器的结构。硅基片 2 上设置有二氧化硅层 4、下部电极 12、强电介质膜(强电介质层)8、上部电极 15。下部电极 25 12 由氧化钡(PdO_x)形成,上部电极 15 也由氧化钡形成。

如已有例的图 11 所示，白金为柱状结晶，因此，能够使强电介质膜 8 中的氧透过。在本实施例，氧化钡作为下部电极 12 使用。该氧化钡层 12 不是柱状结晶，因而氧不容易透过。从而可以防止强电介质膜缺氧。对于上部电极也相同。以此，可以提高强电介质膜 8 的强介电性。总之，与用白金构成的情况相比，用氧化钡 30 构成上部电极 15 或下部电极 12 中的任一个，使得剩余极化由于 Pr 的使用引起的劣化得到相当改善。

还有，在上述实施例，下部电极 12、上部电极 15 两者都由氧化钡形成，所以，可以有效地防止氧和铅的透过。即使只是某一方采用，也能够得到某种程度的效果。

35 如上所述的强电介质电容器，例如图 2 所示，与晶体管 24 组合，可以作为非易失性存储器使用。图 3 表示本发明一实施例的强电介质电容器的制造工艺。

将硅基片 2 的表面加热氧化，形成氧化硅层 4(图 3A)。这里，把氧化硅层 4 的厚度定为 600nm。接着，将钽作为溅射靶使用，借助于反应性溅射在二氧化硅层 4 的上面形成氧化钽层，以此为下部电极 12(图 3B)。在这里形成 200nm 的厚度。

接着，在该下部电极 12 上用溶胶-凝胶法形成 PZT 膜作为强电介质层 8(图 3C)。使用 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Zr}(\text{t}-\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ 、 $\text{Ti}(\text{i}-\text{OC}_3\text{H}_7)_4$ 的混合溶液。作为初始原料将该混合溶液旋转涂复后在摄氏 150 度烘干，在干燥空气中以摄氏 400 度的温度进行 30 秒钟的暂时烧成。反复进行 5 次暂时烧成后，在 O_2 气氛中以摄氏 700 度以上进行热处理。这样，形成了 250nm 的强电介质层 8。这里， $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ 中 x 取 0.52(下面以 PZT52-48 表示)，形成 PZT 膜。

再在强电介质 8 上面以反应性溅射形成氧化钽，作为上部电极 15(图 3D)。这里，厚度取 200nm。这样，可以得到强电介质电容器。

还有，也可以使用 WO_x 、 TiO_x 、 TaO_x 、 IrO_2 、 PtO_2 、 RuO_x 、 ReO_x 、 OsO_x 取代氧化钽。

而且，一旦在这些氧化层上面形成强电介质，强电介质的定向性将受到损害。因此也可以设置 W 层、Ti 层、Ta 层、Ir 层、Pt 层、Ru 层、Re 层、Pd 层、Os 层等导体层，在其上面形成强电介质。由于设置这样的导体层，可以使强电介质的泄漏减少。

图 4 表示本发明其他实施例的强电介质电容器的结构。在这一实施例中，下部电极 12 和氧化硅层 4 之间设置 Ti 层(5nm)作为接合层 30。通常，氧化钽和氧化硅的粘附性不太好。因此有可能发生金属层部分剥离，使强介电特性变坏。因此，在本实施例设置与二氧化硅层 4 粘附性好的钛层作为接合层 30。以此改善强介电特性。钛层可以用溅射方法形成。

在上述实施例中，使用钛层作为接合层 30，但是，只要是能够改善接合性的材料，使用怎样的材料都行。例如，也可以使用白金层。

在上述实施例中，使用 PZT 作为强电介质膜 8，但是，只要是氧化物强电介质，使用怎样的材料都行。例如，也可以使用 $\text{Ba}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ 。

图 5 表示本发明的其他实施例的电容器。在该实施例中，使用具有高介电常数的电介质层 90 代替强电介质层 8。在氧化硅层 4 上面设置氧化钽的下部电极 12，在其上面形成具有 SrTiO_3 、 $(\text{Sr}, \text{Ba})\text{TiO}_3$ 的钛钙矿(perovskite)结构的高介电常数薄膜作为电介质层 90。在这种情况下也和强电介质的情况一样介电性质也可得到改善。总之，已经清楚，关于强电介质层所述的种种也适用于具有高介电常数的电介质层。

图 6 表示本发明其他实施例的强电介质电容器的结构。在硅基片 2 上设置有氧化硅层 4、下部电极 12、强电介质膜(强电介质层)8、和上部电极 15。下部电极 12 由钽层 11 和形成于其上的氧化钽层构成。上部电极 15 由钽层 7 和形成于其上的氧化钽层 9 构成。

图 7 是下部电极近旁的放大图。钽层 11 是柱状结晶，所以强电介质膜 8 的氧会透过。在本实施例中，钽层 11 的上表面形成氧化钽层 13。如前所述，该氧化钽层 13 可以防止强电介质膜 8 缺少氧。对于上部电极也相同。

在上述实施例中，下部电极 12、上部电极 15 两者都形成氧化钽层，所以能够 5 得到经时变化少的特性优异的强电介质电容器。而即使是下部电极 12 和上部电极 15 中的某一方做成上述结构，也能够 在某种程度上得到效果。

图 8 表示该强电介质电容器的制造工艺。将硅基片 2 的表面加热使其氧化，形成氧化硅层 4(图 8A)。这里取氧化硅层 4 的厚度为 600nm。用钽作为溅射靶，在氧化硅层 4 上形成钽层 11(图 8B)。接着，在氧气气氛中进行 800℃、1 分钟的热处理，使钽层 11 的表面上生成一层氧化钽层 13。以该钽层 11 和氧化钽层 13 10 作为下部电极。这里，下部电极的厚度做成 200nm。

接着，用溶胶-凝胶法在该下部电极 12 上形成 PZT 膜作为强电介质层 8(图 8C)。使用 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Zr}(\text{t-OC}_4\text{H}_9)_4$ 、 $\text{Ti}(\text{i-OC}_3\text{H}_7)_4$ 的混合溶液作为初始原料。将该混合溶液旋转涂复后在摄氏 150 度烘干，在干燥空气中以摄氏 400 度的温度进行 30 秒钟的暂时烧成。反复进行 5 次暂时烧成后，在 O_2 气氛中以摄氏 700 度以上进行热处理。这样，形成了 250nm 的强电介质层 8。这里， $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ 中 x 取 0.52(下面以 PZT52-48 表示)，形成 PZT 膜。

再在强电介质 8 上面溅射形成钽层 7。接着，在氧气气氛中以 800℃ 1 分钟的条件进行热处理，在钽层 7 表面形成氧化钽层 9(图 8D)。以该钽层 7 和氧化钽层 9 作为上部电极。这里，上部电极 15 做成 200nm 厚度。就这样，可以得到强电介质电容器。

还有，在本实施例最好也设置图 4 中说明的接合层 30。

又，这里说明的将钽表面氧化的实施例不仅可以适用于强电介质膜，也可以适用于所述具有高介电常数的电介质膜，可以得到相同的效果。

如上所述，将钽层表面氧化可以防止强电介质的氧逃逸，但是，在表面形成氧化钽，强电介质膜的定向性变坏。如上所述，这可以用在氧化钽层 13 上设置 W 层、Ti 层、Ta 层、Ir 层、Pt 层、Ru 层、Re 层、Pd 层、Os 层等导体层的方法解决。但是，如下面所述，形成下部电极也能够解决。

首先，如图 9 所示，在钽层 11 的上面设置极薄的白金层 80。这里取 30nm。接着在该状态下进行热处理。表面的白金层 80 不和氧反应，所以不氧化。而由于白金层做得薄，其下面的钽层 11 的结晶之间被氧化，形成氧化钽防止氧的透过。从而，表面仍然保持定向性优异，而又能够形成可以防止氧透过的下部电极 12。

还有，在形成这样的白金薄膜层 80 后，氧化后的钽层 11 可以单独作为下部电极 12 使用。但是，也可以在溅射形成的氧化钽层的上面设置定向性良好的导电层(钽层、白金层等)，作为改善定向性的实施例中的，定向性良好的导电层使

用。

又，这里说明的实施例不仅可以适用于强电介质，也可以适用于所述的高介电常数的电介质膜，可以得到相同的效果。

5 在上面作为理想的实施形态对本发明做出了说明，但是，各种用语并不是为了用于限定，而是为了进行说明而使用的，在不超出本发明的范围和精神的前提下，在所附的权利要求范围内是可以变更的。

说明书附图

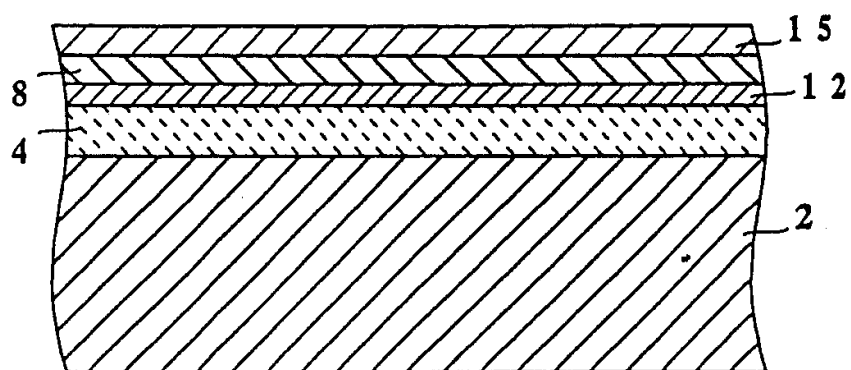


图 1

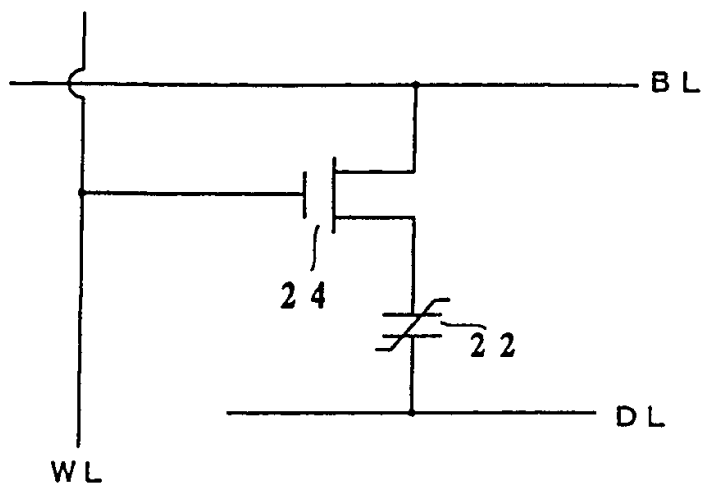


图 2

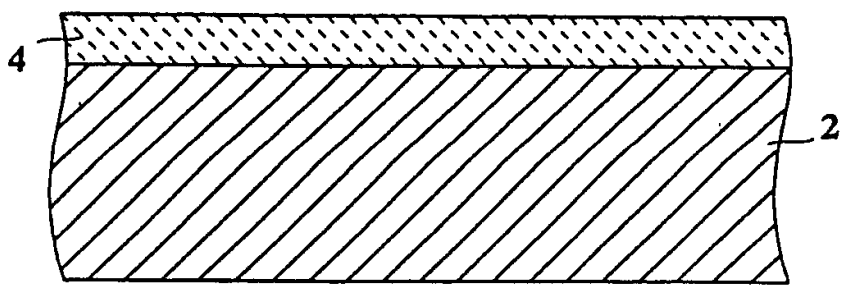


图 3A

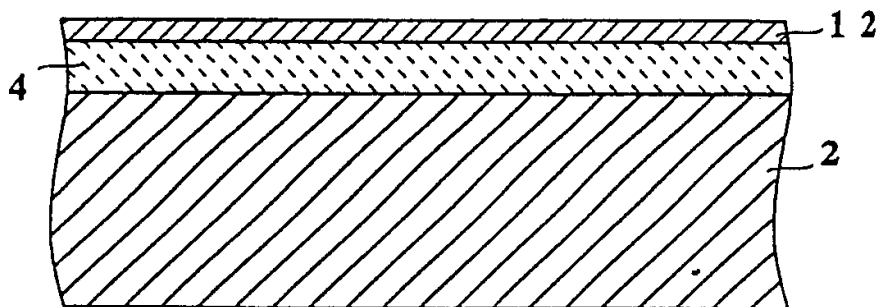


图 3B

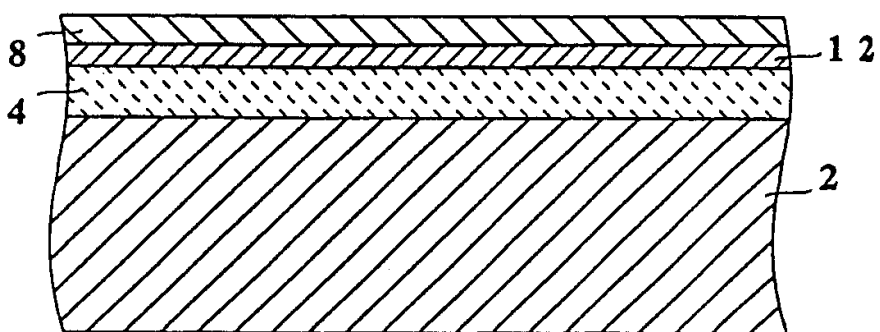


图 3C

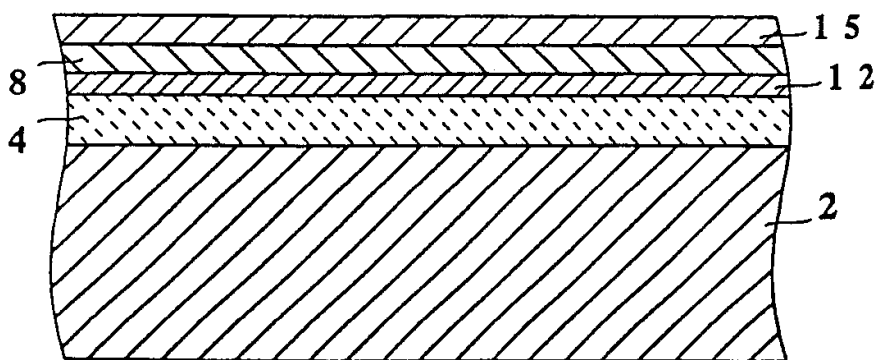


图 3D

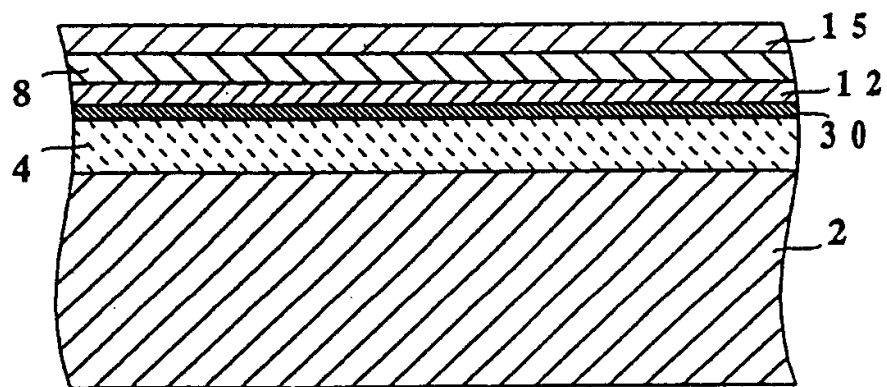


图 4

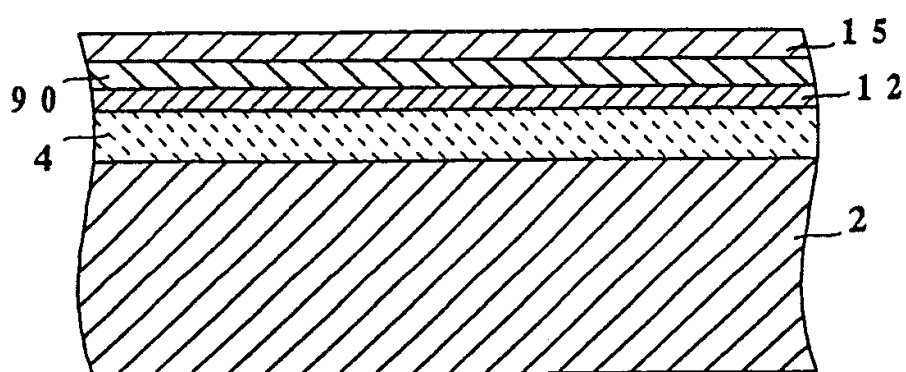


图 5

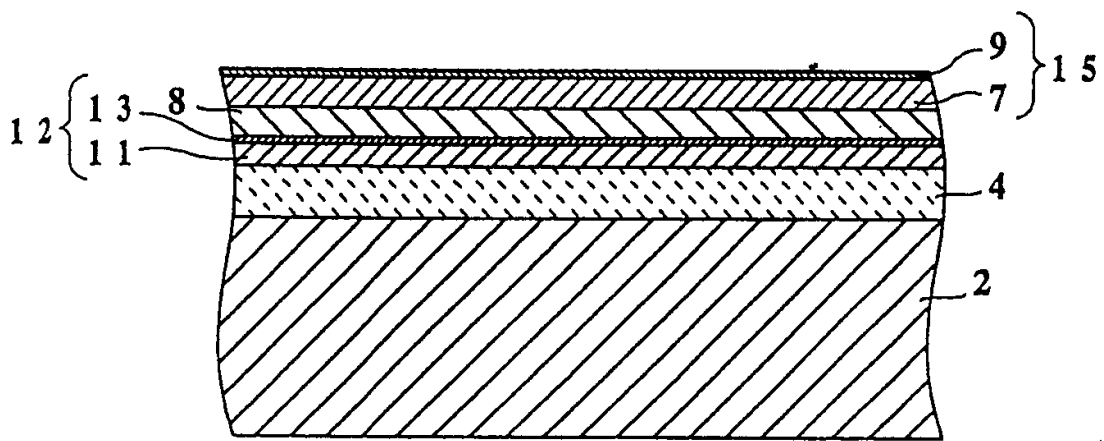


图 6

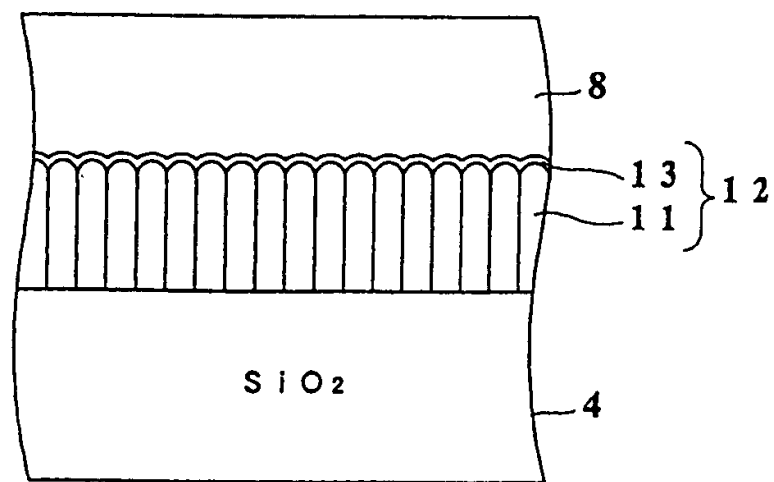


图 7

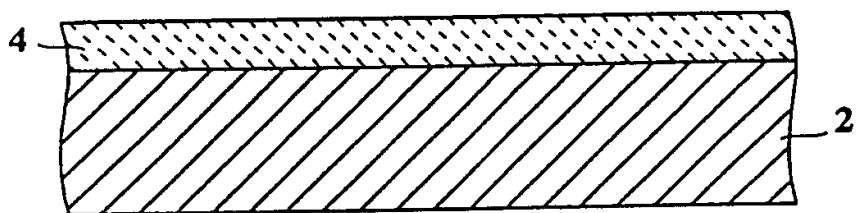


图 8A

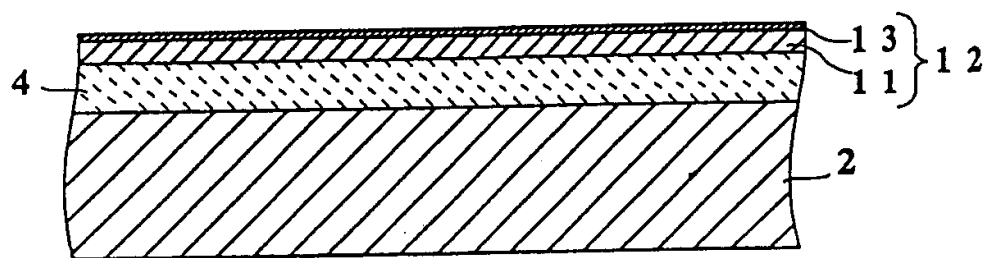


图 8B

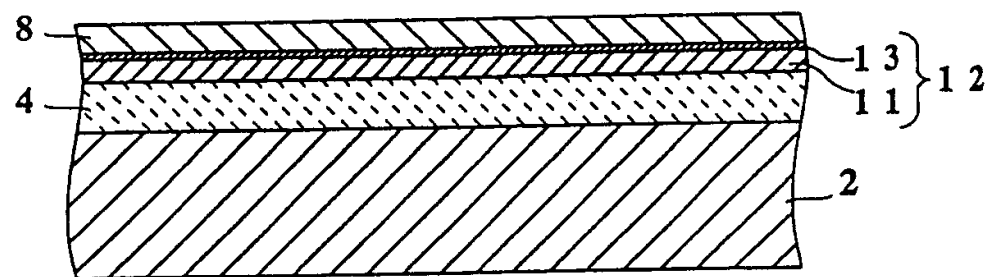


图 8C

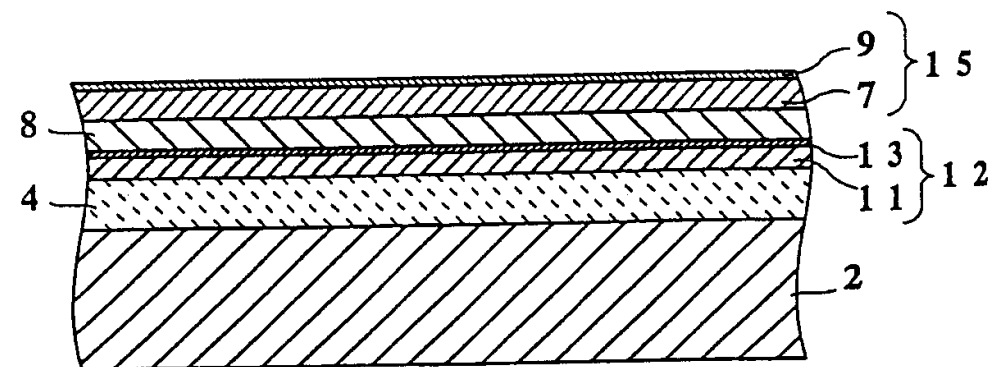


图 8D

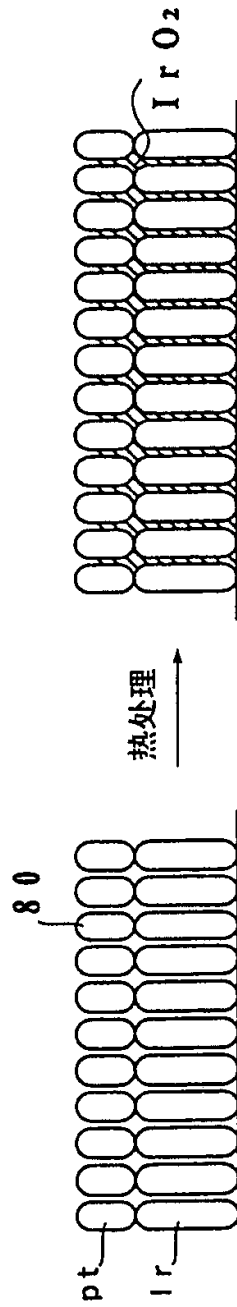


图 9A

图, 9B

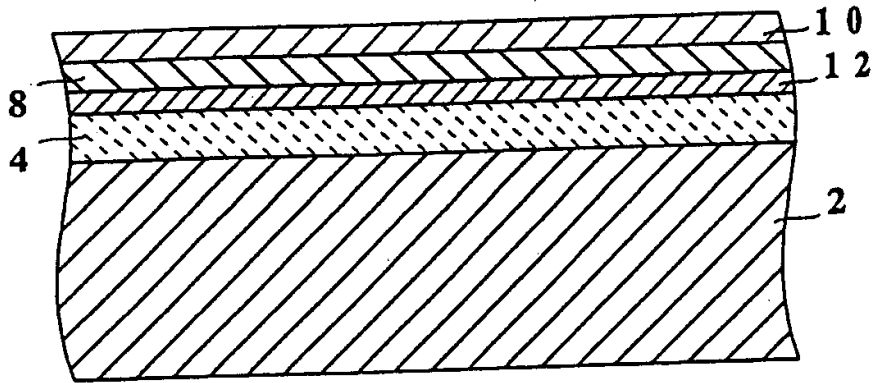


图 10

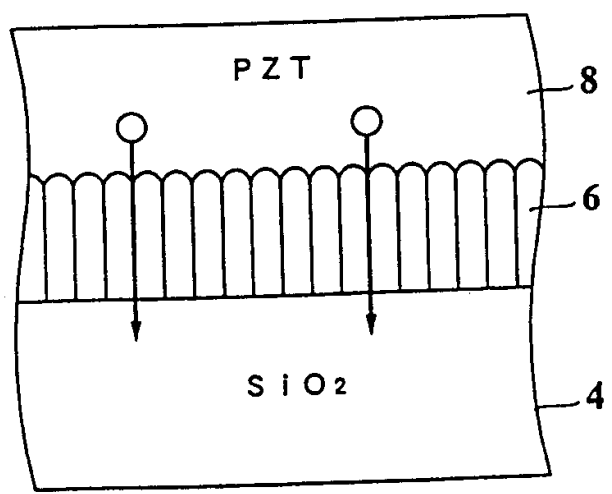


图 11