



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101592751 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 17

(21) 申请号 200910145659. 5

US 2006/0273245 A1, 2006. 12. 07,

(22) 申请日 2009. 05. 27

审查员 谢建军

(30) 优先权数据

2008-142939 2008. 05. 30 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 山田朋宏 黑田亮

(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 11038

代理人 康建忠

(51) Int. Cl.

G02B 5/20 (2006. 01)

H04N 5/225 (2006. 01)

H01L 27/146 (2006. 01)

G01J 1/04 (2006. 01)

G01J 3/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2007/118895 A1, 2007. 10. 25,

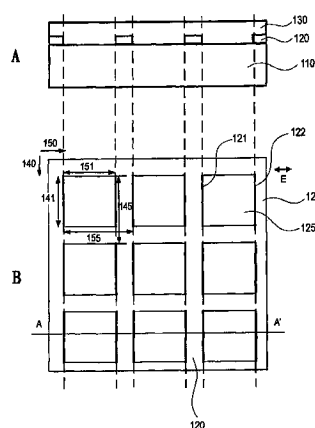
权利要求书 1 页 说明书 16 页 附图 20 页

(54) 发明名称

滤光器

(57) 摘要

本申请提供一种滤光器。该滤光器包括在基板表面上设置有多个开口的遮光导电层,其选择性地透射第一波长的光;以及与导电层接触的电介质层。开口的尺寸等于或小于第一波长,导电层的表面积与基板表面的表面积比率在等于或大于 36% 且等于或小于 74% 的范围内。通过入射到导电层上的光而在开口中引起的表面等离子体振子,第一波长的透射率增大。



1. 一种滤光器,包括:

在基板表面上设置有多个开口的遮光导电层,其选择性地透射第一波长的光,所述多个开口沿第一方向具有第一长度,并且沿与第一方向垂直的第二方向具有第二长度,以及被形成为与导电层接触的电介质层,

其中开口的尺寸是等于或小于第一波长的尺寸,并且导电层的表面积与基板表面的面积的比率在等于或大于 36% 且等于或小于 74% 的范围内,并且,

其中通过入射到导电层上的光在开口中引起的局域等离子体振子使得第一波长的透射率增大;以及

其中所述多个开口被布置为格子状图案,并且开口为圆形或规则多边形形状。

2. 根据权利要求 1 的滤光器,其中,第一波长处于可见光范围内。

3. 根据权利要求 1 的滤光器,其中,导电层的厚度等于或小于可见光范围内的光的波长。

4. 根据权利要求 1 的滤光器,其中,导电层包括 Al 或者含 Al 的合金或化合物。

5. 根据权利要求 1 的滤光器,其中,基板包括电介质。

6. 根据权利要求 5 的滤光器,其中,电介质包括二氧化硅、二氧化钛和氮化硅中的任一个或更多个。

7. 根据权利要求 1 的滤光器,其中,开口的直径处于等于或大于 220nm 且等于或小于 270nm 的范围内,厚度处于等于或大于 10nm 且等于或小于 200nm 的范围内,布置周期处于等于或大于 310nm 且等于或小于 450nm 的范围内,并且透射光谱的最大值被展现在等于或大于 600nm 且等于或小于 700nm 的波长范围内。

8. 根据权利要求 1 的滤光器,其中,开口的直径处于等于或大于 180nm 且等于或小于 220nm 的范围内,厚度处于等于或大于 10nm 且等于或小于 200nm 的范围内,布置周期处于等于或大于 250nm 且等于或小于 310nm 的范围内,并且透射光谱的最大值被展现在等于或大于 500nm 且等于或小于 600nm 的波长范围内。

9. 根据权利要求 1 的滤光器,其中,开口的直径处于等于或大于 100nm 且等于或小于 180nm 的范围内,厚度处于等于或大于 10nm 且等于或小于 200nm 的范围内,布置周期处于等于或大于 170nm 且等于或小于 250nm 的范围内,并且透射光谱的最大值被展现在等于或大于 400nm 且等于或小于 500nm 的波长范围内。

10. 根据权利要求 1 的滤光器,其中,开口在基板的面内方向上以多个周期被布置。

11. 根据权利要求 1 的滤光器,其中,多个导电层被设置在基板上。

12. 一种具有根据权利要求 1 的滤光器的光检测元件。

13. 一种具有根据权利要求 12 的光检测元件的图像拾取元件。

14. 一种具有根据权利要求 13 的图像拾取元件的照相机。

15. 一种具有根据权利要求 1 的滤光器的光谱元件。

滤光器

技术领域

[0001] 本发明涉及使用局域等离子体振子 (plasmon) 的滤光器。

背景技术

[0002] 在 USP No. 5973316 和 Nature, Vol. 424, 14, August, 2003 中说明了在薄金属膜中周期性布置开口并且通过使用表面等离子体振子执行波长选择的空穴型滤光器。

[0003] 开口直径等于或小于光波长的尺寸的薄金属膜的透射率已被认为小于约 1%，其特定值依赖于膜厚。

[0004] USP No. 5973316 的说明书建议可通过使用薄金属膜表面的表面等离子体振子在一定程度上增大透射率。

[0005] 并且, Nature, Vol. 424 (P824-830), 14, August, 2003 说明了作为使用表面等离子体振子的空穴型滤光器获得 RGB 透射光谱的可能性。

[0006] 在使用薄金属膜的常规滤光器中, 光透射率一般约为百分之几。但是, 在透射率不太高的滤光器中, 足以获得希望的透射光强度的入射光强度可能高。结果, 例如, 薄金属膜随着入射光强度上升被加热, 并且可能在薄金属膜中出现结构变化。这可使得不能获得所希望设计的光学特性。

[0007] USP No. 5973316 公开了通过使用在薄金属膜中设置周期性开口的薄金属膜结构体并将开口的布置周期与在薄金属膜表面中传播的表面等离子体振子的波长匹配来增大透射率的特征。

[0008] 然而, 在 USP No. 5973316 中公开的发明中, 开口布置周期通常必须与等离子体振子波长匹配, 并且由此, 在设计光学特性时的自由度小。例如, 可能难以设计在诸如整个可见光范围的宽区域波长范围内具有所希望光学特性的元件。

[0009] Nature, Vol. 424, 14, August, 2003 公开了作为空穴型滤光器获得 RGB 透射光谱的可能性, 但是, 没有进行对于这些滤光器增大透射率并提供稳定特性的研究。

[0010] 实际上, 在应用上述文件公开的滤光器时, 除了诸如透射率和波长区域的光学特性以外, 还需要提高特性的稳定性和耐久性。

发明内容

[0011] 根据本发明的一个方面, 一种滤光器, 包括: 在基板表面上设置有多个开口的遮光导电层, 其选择性地透射第一波长的光; 以及与导电层接触的电介质层。开口的尺寸是等于或小于第一波长的尺寸, 并且导电层的表面积与基板表面的表面积比率在等于或大于 36% 且等于或小于 74% 的范围内。通过入射到导电层上的光而在所述开口中引起的表面等离子体振子, 第一波长的透射率增大。根据本发明的另一方面, 一种滤光器包括: 基板; 具有在基板上周期性设置的多个开口的导电层; 以及导电层所嵌入到的电介质层。开口的尺寸是等于或小于等离子体振子共振的共振波长的尺寸, 以使得通过入射到其上的可见光产生局域表面等离子体振子, 并且在滤光器的共振波长处的透射率的最大值等于或大于约

50%。

[0012] 通过参照附图阅读示例性实施例的以下说明,本发明的其它特征将变得显而易见。

附图说明

- [0013] 图 1A 和图 1B 是示出本发明的例子的示意图;
- [0014] 图 2 是示出光透射强度对于波长的依赖性的曲线图;
- [0015] 图 3A 和图 3B 是示出本发明的例子的示意图;
- [0016] 图 4A 和图 4B 是示出本发明的例子的示意图;
- [0017] 图 5 是示出根据本发明的一个方面的界面的形状的示意图;
- [0018] 图 6 是示出根据本发明的另一方面的界面的形状的示意图;
- [0019] 图 7 是示出本发明的例子的示意图;
- [0020] 图 8 是示出光透射强度对于波长的依赖性的曲线图;
- [0021] 图 9 是示出本发明的例子的示意图;
- [0022] 图 10 是示出本发明的例子的示意图;
- [0023] 图 11A 和图 11B 是示出本发明的例子的示意图;
- [0024] 图 12A 和图 12B 是示出本发明的例子 1 的说明图;
- [0025] 图 13A 和图 13B 是示出光透射强度对于波长的依赖性的曲线图;
- [0026] 图 14A ~ 14C 是示出本发明的例子 2 的说明图;
- [0027] 图 15A ~ 15C 是示出本发明的例子 3 的说明图;
- [0028] 图 16A ~ 16C 是示出本发明的原理的示意图;
- [0029] 图 17 是示出本发明的例子的示意图;
- [0030] 图 18 是例子 4 的示意图;
- [0031] 图 19 是例子 4 的示意图;
- [0032] 图 20 是例子 4 的示意图;
- [0033] 图 21 是例子 5 的示意图;以及
- [0034] 图 22 是例子 5 的示意图。

具体实施方式

[0035] 发明人已研究了具有至少两个金属 / 电介质界面被相互对置的结构滤光器。

[0036] 在平滑金属表面与电介质接触的情况下,可以在其界面处产生表面等离子体振子共振 (surface plasmon resonance SPR)。并且,即使在金属表面不平滑的情况下,例如,在诸如金属微粒或金属开口的金属纳米结构中,比如在尺寸等于或小于大约光波长的结构中,可产生局域表面等离子体振子共振 (localized surface plasmon resonance LSPR)。

[0037] 等离子体振子是通过诸如光的外部电场引起的金属内或其表面上的自由电子的集体振荡。由于电子承载电荷,因此电子的振荡产生由自由电子的密度分布确定的极化。该极化与电磁场耦合的现象被称为等离子体振子共振。

[0038] 光与在金属纳米结构中产生的自由电子的等离子体振荡的共振现象被称为局域表面等离子体振子共振 (LSPR)。

[0039] 因此,金属纳米结构中的自由电子的集体振荡由诸如光的外部电场引起,这些振荡产生电子密度分布和因其产生的极化,并且,产生在金属纳米结构的附近局域化的电磁场。

[0040] 产生的 LSPR 吸收并散射具有特别高的强度的特定频率的光。因此,由此产生的透射率和反射率依赖于波长。

[0041] 可通过厚度等于或大于几纳米的金属结构举例说明 LSPR。

[0042] 以下将使用简单结构来说明本发明多个方面的原理。

[0043] 如图 16A ~ 16C 所示,考虑导体 / 电介质界面相互平行面对的薄金属膜结构体 1611。图 16A 是从光入射侧观察的视图,图 16B 是侧视图。以下将通过考虑金属解释导体。在图中,由金属构件 1601、电介质构件 1602 和金属构件 1603 形成的界面 1604 和界面 1605 相互平行面对。这两个界面形成开口 1606。

[0044] 在以上的解释中,主要考虑使用图 16 所示的形状的滤光器,但是,根据本发明的滤光器不限于该形状,并且,如图 16C 所示,可基本上通过界面相互对置的任意形状,举例说明根据本发明的多个方面的滤光器的光学特性。

[0045] 这是由于,如以下更加详细地解释的那样,产生在金属构件(导电层)和电介质构件(电介质层)的界面 1604 和界面 1605 上局域化的等离子体振子。

[0046] 在不局限于任何具体理论的情况下,认为当具有图示的偏振(电场)分量的入射光 1607 入射到开口 1606 上时,如图中的箭头所示,自由电子在开口 1606 及其周边移动和分布,并且,在开口 1606 的附近出现电荷密度分布。电荷密度分布与电磁场的耦合是局域等离子体振子。

[0047] 由于开口 1606 周边的自由电子的参与或界面端部处的散射,因此局域等离子体振子在开口边缘处产生电荷密度分布。

[0048] 例如,在具有开口形状的滤光器的情况下,在开口中引起的局域等离子体振子被产生为从图 16A ~ 16C 所示的开口 1606 的端部 1608 反射的电荷密度波的驻波。结果,在该部分中引起的等离子体振子的半波长的整数倍大致等于界面的宽度(长度)1609。

[0049] 当在这种界面处引起等离子体振子的情况下,即使当相对的界面之间的间隔 1610 太小使得可见光不能透过时,该光的能量也在局域等离子体振子的影响下传播到薄金属膜结构体 1611 的出射侧。

[0050] 由此,根据本发明的一个方面,可以通过使用在纳米尺寸结构体(如,相对的平滑表面)中引起的局域等离子体振子,而不是通过沿薄金属膜表面传播的一般表面等离子体振子,表现预定的光学特性。

[0051] 因此本发明的多个方面可以使用在界面部分中和通过界面形成的开口中局域化和引起的局域等离子体振子。

[0052] 局域等离子体振子沿面内方向局域化,并且也沿薄金属膜的厚度方向局域化,并且,当在开口的入射侧的端面处引起局域等离子体振子的情况下,局域等离子体振子的能量传播到开口的出射侧端面并在自由空间中被再射出。

[0053] 根据本发明的一个方面,引起局域等离子体振子的滤光器的光学特性可能源自引起局域等离子体振子的纳米结构的形状和设置。因此,可通过精确地设计纳米结构的形状和设置,控制透射波长和透射率。

[0054] 并且,根据本发明的多个方面的滤光器即使利用一组相对界面也可展现其功能。这是由于,如上文所述,在根据本发明的滤光器的光学特性中,至少部分地通过相对的界面的形状确定在界面上引起的局域等离子体振子的频率或与该频率对应的波长。

[0055] 图 3A 和图 3B 是滤光器 304 的示意图,其中在电介质基板 301 中设置具有相同宽度和长度的金属 / 电介质界面 303 的薄金属膜结构体 302。

[0056] 在图 3A 和图 3B 中,通过金属 / 电介质界面 303 的周期性布置,构成滤光器。在图 3B 中表示图 3A 中的断面 A-A'。

[0057] 类似地,在图 4A 和图 4B 中表示配置与图 3A 和图 3B 所示的配置不同的滤光器的例子。

[0058] 图 4A 和图 4B 是滤光器 404 的示意图,其中在电介质基板 401 中设置具有相同宽度和长度的金属 / 电介质界面 403 的薄金属膜结构体 402。

[0059] 在图 4A 和图 4B 中,金属 / 电介质界面形成用作作为遮光构件的金属层 (导电层) 中打开的窗口的、开口的部分。

[0060] 在图 4A 和图 4B 中,滤光器包括周期性布置的开口。在图 4B 中表示图 4A 中的断面 B-B'。

[0061] 由于金属 / 电介质界面的宽度 (长度) 至少部分地确定引起的等离子体振子的波长,因此它可在确定滤光器的光学特性 (比如透射波长) 方面具有重要作用。

[0062] 并且,虽然具有相对的金属 / 电介质界面的滤光器的透射率可能受各种因素影响,但是,一般地,随着在两个界面处引起的等离子体振子被耦合以及电磁场分布从金属侧被扩展到电介质侧,传播损失减少。

[0063] 因此,界面之间的距离的一定减小可能对于减少传播损失是有益的。但是,由于在开口被视为等离子体振子波导的情况下的传播损失增加,因此可能不希望界面之间的距离太小。

[0064] 因此,表面占有率 (填充因数;以下被称为 FF) 由 S_a/S 表示,这里, S_a 代表具有表面 S 的滤光器中的被遮光部分占据的表面。因此,填充因数代表遮光部分 (导电层) 的面积与基板表面的面积的比率。

[0065] 并且,即使当开口具有阵列状布置时,FF 也可影响透射率。

[0066] 在上文提到的 USP No. 5973316 的说明中,可通过使薄金属膜的开口周期与沿薄金属膜表面长距离传播的表面等离子体振子的波长匹配,积极激励表面等离子体振子。相反,在根据本发明的多个方面的滤光器中,通过在开口内引起局域等离子体振子,可展现光学特性。并且,在某些情况下,可能不希望例如在没有在开口内引起局域等离子体振子的情况下,引起薄金属膜表面上的表面等离子体振子。

[0067] 这是由于,当引起表面等离子体振子并且它们在薄金属膜表面上传播时,如在美国专利 No. 5973316 中说明的那样,不可避免地出现损失。

[0068] 并且,由于薄金属膜表面上的表面等离子体振子的激励条件与存在于开口内的局域等离子体振子的激励条件不同,因此,当存在于薄金属膜表面上的表面等离子体振子与位于开口内的局域等离子体振子耦合时,也可能出现损失。这是透射率可随表面等离子体振子的产生而减小的另一原因。

[0069] 但是,在根据本发明的多个方面的滤光器中,在不将入射光转变成表面等离子体

振子的情况下,基本上且甚至完全可直接引起局域等离子体振子。并且,由于使局域等离子体振子重新与传播光耦合有助于透射率的增大,因此可以实现较高的透射率。

[0070] 根据本发明的一个方面,所有元件中的薄金属膜的 FF 较小的配置可被视为具有较高透射率的滤光器的配置。

[0071] 并且,由于主要在薄金属膜中形成的开口的边缘处引起局域等离子体振子,因此局域等离子体振子的能量的一部分传播到包围开口的薄金属膜表面,并且在薄金属膜内作为热能被损失。在 FF 大的情况下,包围开口(透光部分)的薄金属膜部分(遮光部分)远远大于开口面积,并且,薄金属膜部分沿绕开口的任意方向存在于比开口直径大的距离处。

[0072] 结果,在开口中引起的局域等离子体振子的能量可能容易地在包围开口的薄金属膜部分中引起电荷密度分布,并且可能容易导致上述的能量损失。

[0073] 例如在如上述的美国专利 No. 5973316 中说明的滤光器那样,开口的布置周期与表面等离子体振子的波长匹配的情况下,这些效果可能十分显著。

[0074] 相反,在 FF 小的情况下,包围开口的薄金属膜部分的形状可以是细金属线的形状,不是平板的形状。

[0075] 由于线状金属的结构各向异性,因此在线状金属的表面上引起的表面等离子体振子的模数可能比上述平板形状的薄金属膜结构的模数少。

[0076] 结果,在包围开口的线状薄金属膜结构的表面等离子体振子中转变在开口中引起的局域等离子体振子偏振子的能量的比率可减小,并且,可获得在透射过程中具有较小的损失和高透射率的滤光器。

[0077] 相反,在 FF 太低的情况下,光谱对比度(spectral contrast)可随着透射率的增大而减小。因此,可能存在允许维持对比度同时也增大透射率的最佳 FF 值。

[0078] 图 2 示出透射率强度对于波长的依赖性的示例。

[0079] 图 2 表示在使用 Al 作为遮光材料并且以 350nm 的周期以正方形格子状图案形式设置一边为 180nm 的正方形开口(FF 约为 74%)的情况下获得的透射率 201 的曲线图、在以类似的方式设置一边为 220nm 的正方形开口(FF = 60%)的情况下获得的透射率 202 的曲线图和在以类似的方式设置一边为 280nm 的正方形开口(FF = 36%)的情况下获得的透射率 203 的曲线图。以一边为 300nm 的正方形开口(FF 约为 26%)获得透射率 204,并且,以一边为 156nm 的正方形开口(FF = 80%)获得透射率 205。

[0080] 从图 2 得出,在 FF 较高并且开口较小的状态下,在共振波长的下摆(foot)部分中,如透射率 205 或 201 那样,透射率降到几乎为零。如果 FF 减小,那么,如透射率 203 或 202 那样,透射率的最大值逐渐增大。

[0081] 但是,共振波长的下摆处的透射率也上升,最终获得平坦的光谱特性,并且,具有高透射率的配置的光谱对比度减小(204)。

[0082] 当考虑使用滤光器的各种装置的光利用效率时,滤光器的共振波长的透射率的最大值等于或大于约 50%。

[0083] 在考虑作为波长选择性的指标的对比度的情况下,可使光谱的下摆部分中的透射光谱的透射率等于或小于约 50%。

[0084] 通过考虑这些问题,一方面,例如为了获得约等于或大于 50%的共振频率处的透射率的最大值,FF 可等于或小于约 74%,并且,例如为了保持透射光谱的对比度(换句话

说,为了在共振波峰的下摆部分中获得等于或小于 50% 的透射率),FF 可等于或大于约 36%。

[0085] 因此,可使导电层的表面积与基板表面的表面积的比率处于等于或大于 36% 且等于或小于 74% 的范围内。

[0086] 由于通过局域等离子体振子共振透射具有共振波长的光,因此透射率光谱通常具有一定的最大值。

[0087] 通过滤光器(即,元件)透射的光还可包含被金属遮光部分直接透射的光或以非常少的量穿过开口的散射和传播光分量。这些光分量的波长依赖性通常由开口的截止(cut-off)确定。

[0088] 因此,波长依赖性既没有最大值也没有最小值。因此,很显然,根据本发明的滤光器的光学特性不依赖于微开口的截止。

[0089] 发明人进行的研究表明,其中薄金属膜结构体被嵌入电介质基板中的滤光器优于其中薄金属膜结构体被简单设置于电介质基板表面上并且薄金属膜结构体暴露于空气的结构。

[0090] 因此,在薄金属膜结构体被简单设置于电介质基板上的情况下,空气和薄金属膜结构体的边界部分附近的界面处的等离子体振子共振的频率可与薄金属膜结构体和电介质基板的边界部分附近的界面处的等离子体振子共振的频率不同。

[0091] 结果,光谱宽度增大,或者可出现峰分裂,并且,可能展现对于滤光器而言不希望的特性。

[0092] 在使用滤光器作为反射滤光器的情况下,反射特性根据入射光是从电介质基板侧入射还是从空气侧入射而不同。因此,为了展现预定的光学特性,可设置使得光仅从某一个方向入射的滤光器,由此使用这种滤光器的光学系统的设计自由度可减小。另一问题在于,在灰尘等粘附于金属表面的情况下,峰波长可改变。

[0093] 在由上述原因导致的光学特性的变化被应用于诸如使用金属纳米结构的环境传感器的装置中的情况下,即使获得有利的特性,对于滤光器的特性也包含稳定性和耐久性,并且与传感器所需要的特性不同。

[0094] 在根据本发明的多个方面的滤光器中,能量经由局域化于开口内部的局部等离子体振子从光入射侧透射到光出射侧,并且,当电磁场的能量在开口内穿过时出现的能量损失可减小。

[0095] 出于这种目的,通过在开口内嵌入具有高介电常数的电介质(电介质层),局域化于开口内部的局部等离子体振子的电磁场分布可从开口内的金属侧延伸到电介质侧。这种配置可使得能够减小在金属中从存在于金属内的电磁场耗散的能量份额。

[0096] 对于薄金属膜结构体被嵌入电介质中的结构的研究表明,这种结构可抑制由空气和金属的界面处的等离子体振子共振频率的差异导致的光谱峰的分裂、峰宽扩大和透射率的减小。

[0097] 并且,这种结构可防止金属氧化,抑制由灰尘等对于金属表面的粘附导致的光学特性的变化(峰波长的偏移等),并可提高稳定性和耐久性。

[0098] 但是,在作为典型滤光器的电介质多层滤光器或着色剂滤光器要被用于装置中的情况下,可能需要等于或大于光波长的厚度,并且,典型的膜可具有等于或大于约 $1\mu\text{m}$ 的

厚度。

[0099] 相反,可通过使用厚度等于或小于约 100nm 的金属膜(即,导电薄膜)作为遮光构件,配置根据本发明的多个方面的滤光器。

[0100] 即使保护层在薄金属膜结构体上被层叠到约 100nm 的厚度,整个层的总厚度也可被限制到约 200nm。因此,可以提供比使用着色剂等的常规滤光器薄的滤光器。

[0101] 因此,在根据本发明的多个方面的滤光器被用于诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的光接收元件中的情况下,可以使光接收元件小型化。另外,可以减轻因光接收元件中的像素数量增大引起的像素的超前瞄准角(point-ahead angle)减小而导致的受光量不足。

[0102] 以下将更加详细地说明本发明的实施例。

[0103] 图 1B 是与本发明的第一实施例对应的滤光器的顶视图。图 1A 是沿 A-A' 的断面图。

[0104] 透光电介质层 130 被设置在透光电介质基板 110 的表面(即,电介质基板表面)上,并且,遮光金属薄膜结构体(即,导电层)120 被选择性地设置在电介质基板 110 和电介质层 130 之间。换句话说,电介质层 130 以与导电层接触的方式被设置在导电层上。

[0105] 薄金属膜结构体(即,导电层)120 具有沿电介质基板 110 的法线方向构成与电介质层 130 相对的界面 121 和 122 的第一区域,这些界面沿与电介质基板 110 的表面平行的第一方向 140 延伸。

[0106] 在另一表现中,作为电介质层和金属层之间的界面的界面 121 和 122 在薄金属膜结构体 120 处形成界面对 123,并且,在电介质基板 110 的面内方向上以孤立的状态二维和周期性地设置这些界面对 123。

[0107] 在图中,界面 121 和 122 还形成具有在能够用作遮光部分的薄金属膜结构体 120 中形成的光透射窗口的功能的开口 125 的一部分。在这种情况下,电介质层 130 也被嵌入开口 125 中。在这里的解释中,开口 125 具有正方形格子状布置,但是该布置不是限制性的。

[0108] 开口 125 沿第一方向 140 具有第一长度 141,并且还沿与第一方向 140 垂直的第二方向 150 具有第二长度 151。

[0109] 在这种情况下,第一长度 141(沿与电介质基板表面平行的方向的第一边的长度)和第二长度 151(相对的第一区域之间的距离)被设为等于或小于可见光范围内的光的波长的长度。

[0110] 在通过图中所示的具有偏振分量(电场分量)的入射光在界面上引起的局域等离子体振子的波长为最低阶模的情况下,等离子体振子的半波长可基本上等于界面 121 和 122 的长度 141。由于可由可见光引起局域等离子体振子的结构的尺寸小于可见光的激励波长,因此,可使得这些长度等于或小于可见光范围内的光的波长。

[0111] 这里,作为例子,开口 125 具有第一长度 141 等于第二长度 151 的正方形形状,一个边为 240nm。从有利于光学特性的设计的观点看,可设置正方形形状,但是也可使用其它的多边形形状。并且,开口还可具有圆形或椭圆形状。例如,规则多边形形状或圆形形状由于可抑制偏振依赖性因而可能是有利的。圆形形状由于相对易于制造并且易于保持制造精度因而可能是有利的。

[0112] 例如,在正方形开口的情况下,图 5 所示的附图标记 501 表示第一长度,附图标记 502 表示第二长度。

[0113] 在具有界面对（相对界面）123 的开口具有规则多边形形状的情况下，如例如图 6 所示，第一长度（沿与基板表面平行的方向的第一区域的长度）被取为由附图标记 601 表示的长度，第二长度（第一区域之间的距离）被取为由附图标记 602 表示的长度。

[0114] 并且，根据本发明的一个方面，在开口具有圆形形状的情况下，沿与基板表面平行的方向的第一区域的长度和相对的第一区域之间的距离可表示圆直径。

[0115] 在本说明书中提到开口尺寸的情况下，它可被视为表示开口的上述的第一或第二长度、圆形开口的直径和多边形开口的对角长度。

[0116] 例如，在透射光的最大波长处于红色区域（作为第一波长，等于或大于 600nm 且等于或小于 700nm）中时，开口尺寸可被取为等于或小于第一波长的尺寸。

[0117] 在本实施例中，由于界面对 123 和入射到电介质基板或电介质层上的光的共振，因此，通过在界面 121 和 122 的表面处引起的局域表面等离子体振子，可见光区域中的预定波长的透射率可增大。换句话说，预定波长的透射光可优先（如，选择性地）产生。

[0118] 在例如图 1A 和图 1B 所示的开口组（一组开口 125）中，可以使得设置界面对 123 的周期 145 和周期 155 等于或小于可见光区域中的光的波长。这是由于，在开口布置周期比关注的光的波长区域大的情况下，可产生高阶衍射光并且零阶衍射光的强度可降低。

[0119] 并且，一方面，设置界面对 123 的周期 145 和周期 155 可小于在开口中引起的等离子体振子的共振波长。在开口周期变得接近等离子体振子共振波长的情况下，出现所谓的伍德异常（Wood anomaly），由等离子体振子共振产生的波峰的形状可从洛伦茨类型（Lorentztype）的形状大大改变，并且可展现与预期并且预选的光学特性不同的特性。

[0120] 这里提到的伍德异常是这样一种现象，即，入射光被周期性结构衍射，并且衍射光在与金属周期性结构的表面的极近区域中平行于表面传播，由此增加损失并降低折射效率。

[0121] 假定作为例子在红色波长区域中产生等离子体振子共振，那么取 350nm 的周期 145 和 155。

[0122] 一方面，薄金属膜结构体（导电层）120 的厚度（即，层厚）160 可等于或小于可见光区域中的光波长。

[0123] 由于长度 141 和界面间隔 151 可等于或小于可见光区域中的光波长，因此，在薄金属膜结构体的厚度在被用于制造根据本发明的滤光器的微加工处理中被设为太大的情况下，该结构可能难以制造并且制造误差可能变大。因此，作为例子，薄金属膜（导电层）的厚度在这里被假定为 60nm。

[0124] 可以使用铝、金、银和铂等作为构成薄金属膜结构体 120 的材料。在它们中，铝具有比银高的等离子体频率，并且可使得能够相对容易地设计具有在物理上包含整个可见光范围的光学特性的滤光器（Ag：约 3.8eV（约 325nm）；Al：约 15eV（约 83nm））。一方面，金属膜结构体 120（即，导电层）可包括 Al 或者含 Al 的合金或化合物。

[0125] 并且，由于铝在化学上比银等更稳定，因此可以长时间以良好的稳定性展现预定的光学特性。

[0126] 并且，由于铝具有比银高的介电常数虚部，因此，即使当铝的膜厚小于银时，也可展现足够的遮光能力。另外，铝的微细加工可能比银容易。

[0127] 并且，由于类似于铂，铝具有极低的化学活性，因此，其使用通常不导致诸如在干

法蚀刻中难以微加工的不便。

[0128] 薄金属膜结构体（电介质层）120 可由包含铝、金、银和铂的混合物、合金和化合物形成。

[0129] 用于电介质基板 110 的材料可适当地选自作为透射可见光区域中的光的材料的具有高的可见光透射率的材料，比如石英（二氧化硅）、诸如二氧化钛的金属氧化物和氮化硅中的至少一个。并且，对于电介质基板 110 也可使用诸如聚碳酸酯和聚对苯二甲酸乙二酯的聚合物材料。

[0130] 电介质在这里被指示为基板材料，但是，根据本发明的基板不限于电介质。

[0131] 根据本发明的基板是支撑具有开口的遮光导电层的构件。

[0132] 例如，在通过在硅晶片上形成具有光电转换部分的传感器部分（CMOS 传感器等），然后层叠布线层和绝缘层等，然后层叠导电层，并入滤光器的情况下，硅晶片可被称为基板。中间绝缘层等也可被视为基板。因此，根据本发明的基板包含诸如电介质基板和半导体基板的比较大的厚度的支撑体，并且还包含诸如半导体层和绝缘层的比较小的厚度的支撑体。

[0133] 与电介质基板 110 类似，电介质层 130 的材料可包括石英（二氧化硅）、二氧化钛和氮化硅等中的一个或更多个。当在诸如 CMOS 传感器的半导体器件中进行并入的情况下，可以使用在半导体制造处理中使用的典型绝缘膜。并且，也可使用诸如聚碳酸酯或聚对苯二甲酸乙二酯的聚合物材料作为电介质层 130 的材料。

[0134] 一方面，基板 110 可由电介质构成，并且基板和电介质层 130 之间的介电常数的差等于或小于 5%。

[0135] 这是由于，在电介质基板 110 的介电常数与电介质层 130 的介电常数大大不同的情况下，可能在电介质基板 110 侧的、界面 121 和 122 的端部处的等离子体振子的激励波长和电介质层 130 侧的、界面 121 和 122 的端部处的等离子体振子的激励波长之间存在大的差异。

[0136] 因此，在这种情况下，可在意外的共振波长处出现峰，或峰宽增大。

[0137] 因此，一方面，电介质基板的介电常数与电介质层的介电常数相同。

[0138] 根据本发明的多个方面的滤光器可具有在电介质层中层叠多层薄金属膜结构体的叠层配置。

[0139] 以下将说明叠层元件的光学特性，具体而言，说明其透射光谱。

[0140] 在叠层中的中间层距离等于或大于在各薄金属膜结构体中引起的局域等离子体振子的近场分布所达到的距离（一般约为 100nm）的情况下，可能出现薄金属膜结构体的层的透射光谱的积的光谱。这是由于，因在薄金属膜结构体之间不出现近场交互作用，因此各薄金属膜结构体的光学特性被维持。在本实施例中，整个元件的光学特性可能是比较容易设计的。

[0141] 相反，在上述的薄金属膜结构体之间的距离等于或小于 100nm 的情况下，在薄金属膜结构体中引起的局域等离子体振子将交互作用。结果，光学特性变得复杂。

[0142] 与不存在上述交互作用的情况相比，可能出现诸如透射光谱峰的分裂或加宽以及透射率的减小或增大的各种变化。虽然在这种情况下可能难以设计整个元件的光学特性，但是能够形成比单层配置的光谱形状更复杂的光谱形状。

[0143] 参照图 7, 在电介质基板 701 上形成第一薄金属膜结构体 702, 然后涂敷第一电介质层 703。在第一电介质层 703 上设置第二薄金属膜结构体 704, 并且在第二薄金属膜结构体上形成第二电介质层 (另一电介质层) 705。

[0144] 结果, 例如, 通过层叠二层滤光器 R, 能够获得线宽比单层配置的线宽更细的透射光谱。

[0145] 第一薄金属膜结构体 702 和第二薄金属膜结构体 704 的配置不限于布置周期与开口 706 的布置周期相同的配置或形状与开口的形状相同的配置。

[0146] 在本实施例的层叠滤光器中, 从易于设计的观点看, 可以利用使得实际上不导致近场交互作用的叠层间隔, 来执行层叠。例如, 可设置等于或大于 100nm 的叠层间隔。

[0147] (计算结果)

[0148] 图 8 示出代表通过使用上述的结构并进行数值计算获得的结果的曲线图。该曲线图表示透射强度对于波长的依赖性。

[0149] 在这里使用的滤光器中, 使用铝作为薄金属膜结构体, 开口直径被设为 240nm, 周期为 350nm, 并且厚度为 60nm。滤光器的透射光谱与透射光谱 801 类似, 并且该滤光器用于以高强度透射具有接近 650nm 的波长的光。

[0150] 由于 650nm 的波长处于红色区域内, 因此使用词语“红色”表示滤光器 R。由于该滤光器 R 透射红色波长, 因此该滤光器可被用作红色原色滤光器。

[0151] 可通过改变开口直径或周期, 来改变透射光谱的波长、光谱宽度和透射率。

[0152] 例如, 可通过采用 200nm 的开口直径、280nm 的周期和 60nm 的厚度构成具有透射光谱 802 的滤光器, 该透射光谱 802 具有接近可见光范围的绿色 (波长 550nm) 的透射率的最大值。该滤光器将被称为滤光器 G。滤光器 G 可被用作绿色原色滤光器。

[0153] 类似地, 可通过采用 160nm 的开口直径、230nm 的周期和 60nm 的厚度构成具有透射光谱 803 的滤光器, 该透射光谱 803 具有接近可见光范围内的蓝色 (波长 450nm) 的透射率的最大值。该滤光器将被称为滤光器 B。滤光器 B 可被用作蓝色原色滤光器。

[0154] 在本实施例的滤光器的反射光谱中, 在透射率最大的波长附近反射率最小。本实施例的滤光器由此不仅可被用作透射滤光器, 还可被用作反射滤光器。

[0155] (设计方针)

[0156] 以下将解释构成薄金属膜结构体的参数和光学特性之间的关系。

[0157] 在开口中引起的局域等离子体振子共振是伴随界面处的自由电子的等离子体振荡的电荷密度分布, 并且该电荷密度分布或开口的光学特性可受开口的形状影响。

[0158] 例如, 在沿与偏振方向垂直的方向的开口的长度增大而沿照射开口的光的偏振方向的开口的长度、金属层的厚度和开口的布置周期保持恒定的情况下, 共振波长将向较长波长偏移。并且, 不仅共振波长将向较长波长偏移, 而且峰宽以及透射峰处的透射率也将增大。

[0159] 因此, 显然, 为了在开口中产生较长波长的局域等离子体振子共振, 沿与偏振方向垂直的方向的开口的长度可增大。入射到滤光器上的光的偏振可能不要求严格与开口的法线方向平行。

[0160] 在沿与照射开口的光的偏振方向垂直的方向的开口的长度、金属层的厚度和开口的布置周期恒定的状态下, 共振波长向较短波长偏移, 使得沿偏振方向的开口的长度增大。

并且,峰宽增大并且共振波长处的透射率也增大。

[0161] 在沿照射开口的光的偏振方向的开口的长度、垂直于偏振方向的方向的开口的长度和开口的布置周期恒定的状态下,金属层厚度的增大实际上可能不改变共振波长,但是共振波长处的透射率和共振宽度减小。

[0162] 在沿照射开口的光的偏振方向的开口的长度、沿垂直于偏振方向的方向的开口的长度和金属层厚度恒定的状态下,开口布置周期的增大趋于将共振波长向较长波长偏移,减小共振波长处的透射率并减小共振宽度。

[0163] 基于这些发现,诸如开口形状和开口布置周期的参数可被优化,并且具有预定的共振波长的滤光器可被设计。

[0164] 发明人进行的研究的结果表明,为了在红色区域内即在等于或大于 600nm 且等于或小于 700nm 的波长范围内获得滤光器的共振波长(即,波长范围内的透射光谱的最大值),可将开口直径设定在等于或大于 220nm 且等于或小于 270nm 的范围内。并且,可将薄金属膜结构体的厚度设定在等于或大于 10nm 且等于或小于 200nm 的范围内,并且还可将开口布置周期设定在等于或大于 310nm 且等于或小于 450nm 的范围内。

[0165] 为了在绿色区域内即在等于或大于 500nm 且等于或小于 600nm 的波长范围内获得滤光器的共振波长(即,波长范围内的透射光谱的最大值),可将开口直径设定在等于或大于 180nm 且小于 220nm 的范围内。

[0166] 并且,可将薄金属膜结构体的厚度设定在等于或大于 10nm 且等于或小于 200nm 的范围内,并且还可将开口布置周期设定在等于或大于 250nm 且等于或小于 310nm 的范围内。

[0167] 为了在蓝色区域内即在等于或大于 400nm 且小于 500nm 的波长范围内获得滤光器的共振波长(即,波长范围内的透射光谱的最大值),可将开口直径设定在等于或大于 100nm 且小于 180nm 的范围内。

[0168] 并且,可将薄金属膜结构体的厚度设定在等于或大于 10nm 且等于或小于 200nm 的范围内,并且还可将开口布置周期设定在等于或大于 170nm 且等于或小于 250nm 的范围内。

[0169] 在第二实施例中解释具有拜耳(Bayer)布置的 RGB 滤光器。

[0170] 如图 9 所示,例如,上述的滤光器 R(如,透射光谱 801)被设置在区域 901 中,滤光器 G(如,透射光谱 802)被设置在区域 902 中,滤光器 B(如,透射光谱 803)被设置在区域 903 中。通过使用具有这种设置的根据本发明的多个方面的滤光器,能够配置具有拜耳布置的滤色器。在本实施例中,开口形状在各区域中不同,并且,开口布置周期也不同,但是这种配置不是限制性的。例如,可以在区域中设置仅在开口周期方面不同的开口组。作为替代方案,可以在区域中设置仅在开口尺寸方面不同的开口组。

[0171] 换句话说,可存在两个或更多个第一开口组,第一开口可具有相互不同的周期,并且,第一开口组可被设置在电介质基板表面的相互不同的区域中。

[0172] 可以在多个区域中设置包含形状与构成第一开口组的第一开口的形状不同的第二开口的第二开口组。因此,第二开口沿第一方向具有第一长度,并沿第二方向具有第二长度,并且,第二开口的第一长度与第一开口的第一长度不同,或者,第二开口的第二长度与第一开口的第二长度不同。结果,第二开口组能够在与第一开口组的共振波长(第一波长)不同的波长(第二波长)处增大光的透射率。

[0173] 图 10 示出以三角形格子形式布置正方形开口的第三实施例。在使用三角形格子

布置的情况下,格子的单位矢量分量可能不是正交的。因此,与正方形格子布置相比,可以在更大程度上抑制滤光器的光学特性对于入射光偏振的依赖性或由斜辐射导致的光谱变化。

[0174] 这种三角形格子布置也可表现为其中在交迭的区域中设置以正交的格子形式布置的多个开口的布置。

[0175] 因此,由第一开口 1001 构成的第一开口组 1002(图中的虚线)和第二开口组 1003(图中的点划线)可表现为被设置在交迭的区域中。

[0176] 在第四实施例中,将解释与第三实施例类似地通过交迭设置多个开口组的例子。

[0177] 图 11A 表示在交迭区域中设置具有不同周期的第一开口组的例子。构成第一开口组 1102(图中的实线)的第一开口 1101 具有周期 1103,并且构成第二开口组 1105 的第一开口 1104 具有周期 1106。在本实施例中,由于开口的布置周期相互不同,因此可以配置具有两个开口组固有的光学特性的滤光器。

[0178] 因此,图 11A 所示的滤光器在电介质基板的面内方向上具有两个或更多个第一开口组,并且,构成所述两个或更多个第一开口组的第一开口的布置周期相互不同。并且,这两个或更多个第一开口组被设置在交迭区域中。

[0179] 图 11B 表示在交迭区域中设置第一开口组和第二开口组的例子。第一开口 1107 构成第一开口组 1108,并且第二开口 1109 构成第二开口组 1110。由于构成开口组的开口不同,因此,可同时展现两个开口组固有的光学特性。

[0180] 因此,图 11B 所示的滤光器具有与第一开口组分开地、在电介质基板的面内方向上以孤立状态周期性二维设置多个第二开口的第二开口组。第二开口在第一方向上具有第一长度,并在第二方向上具有第二长度,并且,第一长度和第二长度等于或小于可见光区域中的光波长。第二开口的第一长度与第一开口的第一长度不同,或者,第二开口的第二长度与第一开口的第二长度不同,并且第一开口组和第二开口组被设置在交迭区域中。结果,第一开口的共振波长(第一波长)与第二开口的共振波长(第二波长)不同。

[0181] 这种实施例还包含例如在面内以多个周期(周期 A1701 和周期 B1702)布置开口 1703 的滤光器(如图 17)。图 17 表示正方形格子具有多个周期的布置的例子,但是,本实施例的周期的数量等不是限制性的。

[0182] 以下将基于本发明的具体例子更加详细地说明本发明,但应当理解本发明不限于这些例子。

[0183] 例子 1

[0184] 单层结构

[0185] 以下将说明用于制造 RGB 透射滤光器的方法和滤光器的光学特性。

[0186] 图 12A 是示出铝作为薄金属膜层 1202 在由厚度为 $525\mu\text{m}$ 的石英基板构成的电介质基板 1201 的表面上被汽相淀积到 60nm 的厚度并且用于电子束(EB)平版印刷的抗蚀剂 1203 被涂敷于薄金属膜层上的状态的示意图。用于形成薄金属膜层 1202 的方法不限于汽相淀积,并且可以是溅射等。

[0187] 然后,通过使用 EB 平版印刷装置对抗蚀剂 1203 进行构图。将抗蚀剂图案制成为使得以约 350nm 的周期以正方形格子形式布置一边约为 240nm 的正方形开口的形状。可通过以抗蚀剂图案为蚀刻掩模用氯和氧的气体混合物的等离子体进行干法蚀刻形成薄金属

膜结构体 1204。干法蚀刻气体不限于氯和氧,也可使用氩或其它的气体。

[0188] 用于制造蚀刻掩模的方法不限于 EB 平版印刷,并且,也可使用光刻法等。并且,也可通过在电介质基板 1201 上通过 EB 平版印刷或光刻形成抗蚀剂图案、形成薄金属膜层 1202、然后使用剥离处理,执行薄金属膜层 1202 的构图。当使用剥离处理时,必须关于上述处理执行负-正颠倒。

[0189] 也可通过使用聚焦离子束处理装置(FIB 处理装置)直接处理薄金属膜层 1202。

[0190] 然后,在薄金属膜结构体 1204 上,石英薄膜通过溅射形成为 300nm 的厚度作为电介质层 1205。在图 12B 中示出由此形成的滤光器。成膜方法不限于溅射,并且,可通过 CVD 形成膜,或者可通过 SOG(玻璃旋涂)方法涂敷膜。HSG(氢化立方硅氧烷(silsesquioxane))是无机 SOG 的例子,MSQ(甲基立方硅氧烷)是有机 SOG 的例子。

[0191] 图 13A 表示以上述方式制造的滤光器的透射光谱。通过数值计算求得由附图标记 1301 表示的透射光谱 R。显然,该滤光器在 650nm 的波长附近具有透射率的最大值。由于表示透射率峰的波长与可见光范围的红色对应,因此该滤光器用作透射红光的原色滤光器。

[0192] 通过以约 200nm 的开口直径、约 60nm 的厚度和约 280nm 的开口布置周期设置薄金属膜结构体 1204,获得由附图标记 1302 表示的透射光谱 G。类似地,以约 160nm 的开口直径、约 60nm 的厚度和约 230nm 的开口布置周期获得由附图标记 1303 表示的透射光谱 B。这些滤光器分别透射 RGB,并且用作原色滤光器。

[0193] 本例子的滤光器的反射光谱在大致等于透射率具有最大值的波长的波长处具有最小反射率。

[0194] 因此,通过使用本例子的滤光器作为反射滤光器,如图 13B 所示,能够从具有透射光谱 R 的滤光器获得由附图标记 1304 表示的反射光谱 R。类似地,具有透射光谱 G 的滤光器可产生由附图标记 1305 表示的反射光谱 G,并且,具有透射光谱 B 的滤光器使得能够获得由附图标记 1306 表示的反射光谱 B。因此,这些滤光器可用作强烈反射可见光范围的红色、绿色和蓝色的辅色(青色、品红色、黄色)的滤光器。

[0195] 通过使用在薄金属膜结构体中以正方形格子形式布置正方形开口的配置解释本例子,但是,也可使用三角形格子布置。通过三角形格子布置,可以抑制入射光偏振的依赖性并可提高斜入射特性。并且,开口形状不限于正方形,并且也可以为例如规则的矩形或圆形。

[0196] 例子 2

[0197] 拜耳配置

[0198] 以下将说明用于制造拜耳配置的 RGB 透射滤光器的方法和滤光器的光学特性。

[0199] 图 14A 是示出铝作为薄金属膜层 1402 在由厚度为 525 μm 的石英基板构成的电介质基板 1401 的表面上被汽相淀积到 60nm 的厚度并且抗蚀剂 1403 被涂敷于薄金属膜层上的状态的示意图。

[0200] 然后,通过使用 EB 平版印刷装置对抗蚀剂 1403 进行构图。抗蚀剂图案形状使得以约 350nm 的周期以正方形格子形式布置一边约为 240nm 的正方形开口的构图正方形形状具有约 10 μm 的边,并且,这种构图正方形形状被视为图案部分 A 1404。

[0201] 以约 280nm 的周期以正方形格子形式布置一边约为 200nm 的正方形开口的正方形形状被视为图案部分 B 1405,并且,以约 230nm 的周期以正方形格子形式布置一边约为

160nm 的正方形开口的正方形形状被视为图案部分 C 1406。

[0202] 制造图 14B 所示的以其间隔 10 μm 设置这些图案部分的结构。通过用氯和氧的混合气体的等离子体进行干法蚀刻,制造薄金属膜结构体 1407。

[0203] 开口的形状不限于正方形形状,并且,可以为多边形或圆形。

[0204] 通过在薄金属膜结构体 1407 上溅射,形成厚度为 500nm 的石英薄膜作为电介质层 1408。在图 14C 中示出由此形成的滤光器。图 14C 是图 14B 中的 A-A' 断面。

[0205] 可以形成遮光层以防止上述图案部分之间的混色。并且,在构成图案部分的薄金属膜结构体的厚度相同的情况下,如在本例子中那样,可以在同一处理中制造这些图案部分,并且,可以消除图案部分之间的边界。

[0206] 例如如图 13A 所示,以上述方式制造的图案部分 A、B 和 C 具有由附图标记 1301 表示的透射光谱 R、由附图标记 1302 表示的透射光谱 G 和由附图标记 1303 表示的透射光谱 B。这些图案部分可用作相应的 RGB 原色滤光器。

[0207] 并且,在所有的图案部分被制造为具有相同的厚度的情况下,如在本例子中那样,可以在同一批次中制造 RGB 原色滤光器。

[0208] 因此,通过使用着色剂的常规滤色器制造拜耳配置结构所需要的三种颜色 RGB 的单独涂敷处理可变得不必要,制造处理时间可被缩短,并且,制造处理可被简化。三种颜色 RGB 的单独涂敷不限于拜耳布置,并且可在通过使用不同的着色剂配置任何滤色器时执行。

[0209] 例子 3

[0210] 孔穴层叠

[0211] 以下将说明层叠滤光器的制造方法和滤光器的光学特性。

[0212] 图 15 是示出铝作为薄金属膜层 1502 在由厚度为 1mm 的石英基板构成的电介质基板 1501 的表面上被汽相淀积到 60nm 的厚度并且用于电子束 (EB) 平版印刷的抗蚀剂 1503 被涂敷于薄金属膜层上的状态的示意图。

[0213] 然后,通过使用 EB 平版印刷装置对抗蚀剂 1503 进行构图。通过以约 350nm 的周期以正方形格子形式布置一边约为 240nm 的正方形开口,获得抗蚀剂图案形状。通过用氯和氧的气体混合物的等离子体进行干法蚀刻,制成第一薄金属膜结构体 1504。

[0214] 在第一薄金属膜结构体 1504 上,形成厚度为 300nm 的石英薄膜作为第一电介质层 1505。第一电介质层 1505 的厚度不限于 300nm,但是可设置基本上不影响与将在下一处理中制成的第二薄金属膜结构体的近场交互作用的层间距离。

[0215] 然后,如图 15B 所示,铝作为第二薄金属膜层 1506 在第一电介质层 1505 的表面上被汽相淀积到 60nm 的厚度。由此,在电介质基板上设置多个导电层。然后,用于电子束 (EB) 平版印刷的抗蚀剂作为抗蚀剂层被涂敷于第二薄金属膜层 1506 上。然后,通过使用 EB 平版印刷装置对抗蚀剂层进行构图。通过以约 350nm 的周期以正方形格子形式布置一边约为 240nm 的正方形开口,获得抗蚀剂图案形状。通过使用抗蚀剂图案作为蚀刻掩模,通过用氯和氧的气体混合物的等离子体进行干法蚀刻,制成第二薄金属膜结构体 1507。

[0216] 然后,如图 15C 所示,通过在第二薄金属膜结构体 1507 上溅射形成厚度为 400nm 的石英薄膜作为第二电介质层 1508。

[0217] 滤光器的第一薄金属膜结构体和第二薄金属膜结构体的透射光谱具有接近约 650nm 的峰波长,并且,第二薄金属膜结构体的透射光谱也具有接近约 650nm 的峰波长。结

果,本例子的层叠滤光器的光学特性接近代表第一薄金属膜结构体的透射光谱和第二薄金属膜结构体的透射光谱的积的光学特性。因此,本例子的层叠滤光器用作在比单层滤光器的频带窄的频带中透过红色的滤光器。

[0218] 例子 4

[0219] 本例子涉及使用在例子 1 ~ 3 中解释的滤光器中的任一个的光检测元件、在阵列中配置光检测元件的图像拾取元件和包含图像拾取元件的数字照相机。

[0220] 图 18 是使用本发明的滤光器的光检测元件的示意图。

[0221] 在光检测元件 1807 中,通过微透镜 1801 从外面入射的光被引入光电转换单元 1805。在光电转换单元中,产生与入射光对应的电荷。除了光电转换单元 1805 以外,光检测元件包含在本发明中公开的滤光器 1802、电介质层 1803、电路单元 1804 和半导体基板 1806。滤光器 1802 包含如在图 1A 和图 1B 所示的金属结构体 120 中那样可响应入射光引起等离子体振子共振的结构。

[0222] 以下将说明用于制造这种光检测元件的方法。

[0223] 首先,在半导体基板 1806 上形成光电转换单元 1805,并且通过使用光刻法等从上面对电路单元 1804 进行构图。然后重复形成电介质层 1803 的处理,由此形成预定数量的电路层和电介质层。然后,从上面形成金属层,并且通过使用诸如电子束平版印刷装置的微加工装置对开口进行构图,由此形成滤光器 1802。然后,可通过使用树脂等从上面形成微透镜 1801,制成使用本发明的滤光器的光检测元件。

[0224] 在该配置中,滤光器被设置在微透镜正下方,但是,滤光器的设置区域不限于这种配置。例如,滤光器可被层叠于光电转换层正上方或接近它,或位于电路层之间。为了即使在滤光器位于光电转换层正上方的情况下也能够用滤光器有效地产生等离子体振子共振,可以设置在滤光器和光电转换层之间设置电绝缘薄层以提供电绝缘的结构。结果,可以基本上防止等离子体振子共振的能量向半导体基板或光电转换层散失。通过由此使滤光器接近光电转换部分,还能够以高的效率利用光电转换部分检测以由滤光器产生的散射光量。

[0225] 图 19 是使用本发明的滤光器的图像拾取元件的示意图。

[0226] 在图 19 中,多个上述的光检测元件(像素)1901 作为 3 行 × 3 列的二维矩阵被布置在像素区域 1900 中。在图 19 中,像素区域 1900 为 3 行 × 3 列的二维矩阵的形式,但是它也可为例如 7680 行 × 4320 列的矩阵。在图 19 中,标号 1902 和 1903 也表示像素。

[0227] 参照图 19,垂直扫描电路 1904 和水平扫描电路 1905 用于选择和读取在像素区域 1900 中设置的光检测元件(像素)。

[0228] 图 20 是包含如图 19 所示的那样配置的图像拾取元件的数字照相的示意图。

[0229] 在图 20 中,附图标记 2001 表示照相机体,2007- 目镜,2008- 快门,2009- 反射镜。

[0230] 根据本发明的图像拾取元件由附图标记 2004 表示,并且,光经由设置在镜筒 2003 内的拾取光学系统(透镜)2002 入射到图像拾取元件 2004 上。

[0231] 结果,与拾取对象对应地在图像拾取元件 2004 的各像素中产生电荷,并且,可以与产生的电荷对应地再现拾取对象。拾取对象可在监视显示器 2005 处被再现,或者,被记录到诸如存储卡的记录介质 2006 上。

[0232] 由于根据本发明的滤光器的厚度比通过着色剂配置的典型滤色器的厚度小,因此,根据这里表示的本发明的图像拾取元件可被配置为具有小的厚度。结果,从图像拾取元

件的表面到图像拾取元件的光电转换部分的距离减小,并且,光利用效率因此增加。因此,根据本发明的图像拾取元件的灵敏度可增加。

[0233] 例子 5

[0234] 以下将参照图 21 说明使用在例子 1 ~ 3 中解释的滤光器中的任一个的光谱元件。

[0235] 滤光器层 2102 被设置在具有以一维的方式在其上面布置的光电转换层 2101 的线传感器 2103 上。滤光器层 2102 与位于线传感器中的像素对应地具有尺寸或形状不同的开口 2104。在开口 2104 的尺寸或形状不同的情况下,开口的透射率光谱形状也将不同。结果,例如,在开口尺寸不同的情况下,在像素之间,本例子的元件的各像素中的光接收效率最高的波长将不同。因此,通过在线传感器上设置具有上述结构的滤光器层,本例子的元件可配置组合了光谱功能和光检测功能的光谱检测器。

[0236] 通过直接在光传感器上设置滤光器层的结构,如在本例子中那样,能够使光谱元件小型化。

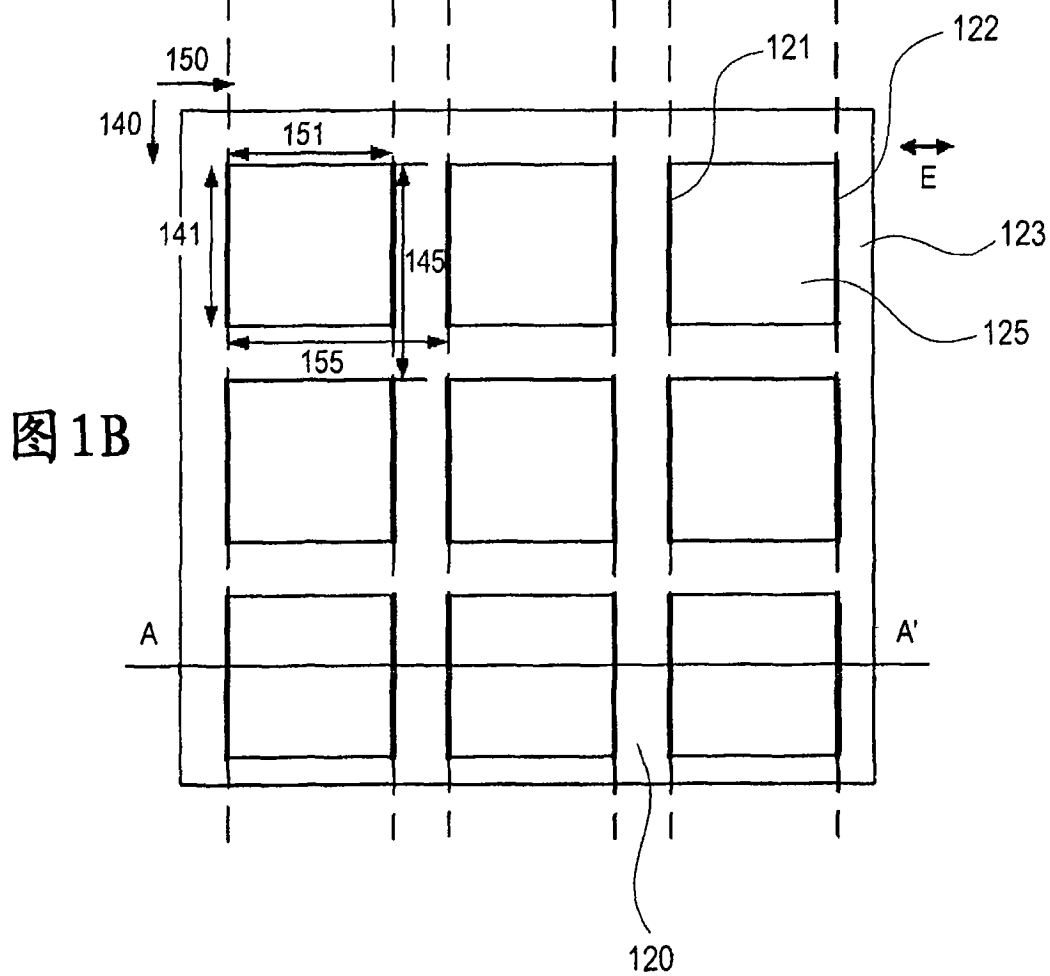
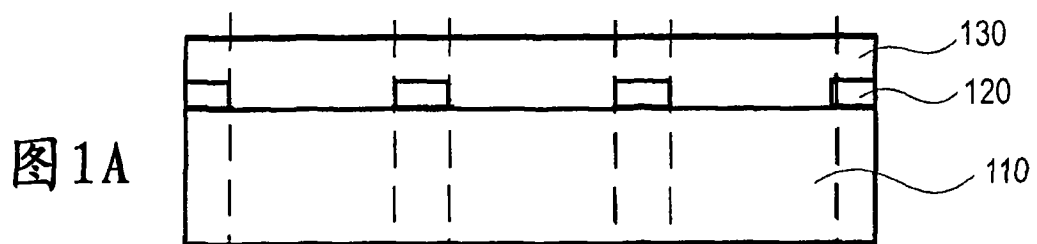
[0237] 在本例子中,通过在线传感器上布置滤光器,配置一维结构的传感器,但是,也可如例如图 22 所示,在二维区域传感器 (area sensor) 上设置滤光器层。

[0238] 滤光器层 2202 被设置在以二维方式布置光电转换层 2201 的区域传感器 2203 上。滤光器层 2202 与位于区域传感器中的像素对应地具有尺寸或形状不同的开口 2204。在开口 2204 的尺寸或形状不同的情况下,开口的透射率光谱及其对于偏振的依赖性也将不同。结果,通过使用诸如图 22 所示的矩形开口,能够赋予透射光谱对偏振的依赖性。在这种情况下,如图 22 所示,可以在面内设置具有不同的角度取向的矩形开口,使得开口将在由矩形开口的纵向和入射光偏振形成的角度方面不同。并且,在开口尺寸不同的情况下,除了入射光偏振以外,在本例子的元件的像素之间,光接收效率最高的偏振和波长将不同。因此,当在区域传感器上设置具有上述结构的滤光器层的情况下,本例子的元件可配置组合了光谱功能和偏振检测功能的光谱偏振检测器。通过本例子的元件,能够制造可同时获取光谱信息和偏振信息的小尺寸元件。

[0239] 本发明不仅可被应用于滤光器,而且可被应用于使用滤光器的各种装置。

[0240] 因此,根据本发明的例子表明可提供高耐久性滤光器,其在可见光区域中具有较高透射率,并且其在较长时间段上可显示出基本稳定的特性。并且,这些例子表明能够提供其中透射光谱具有原色特性的、具有小的膜厚度的滤光器。

[0241] 虽然已参照示例性实施例说明了本发明,但应理解,本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有的这些变型以及等同的结构和功能。



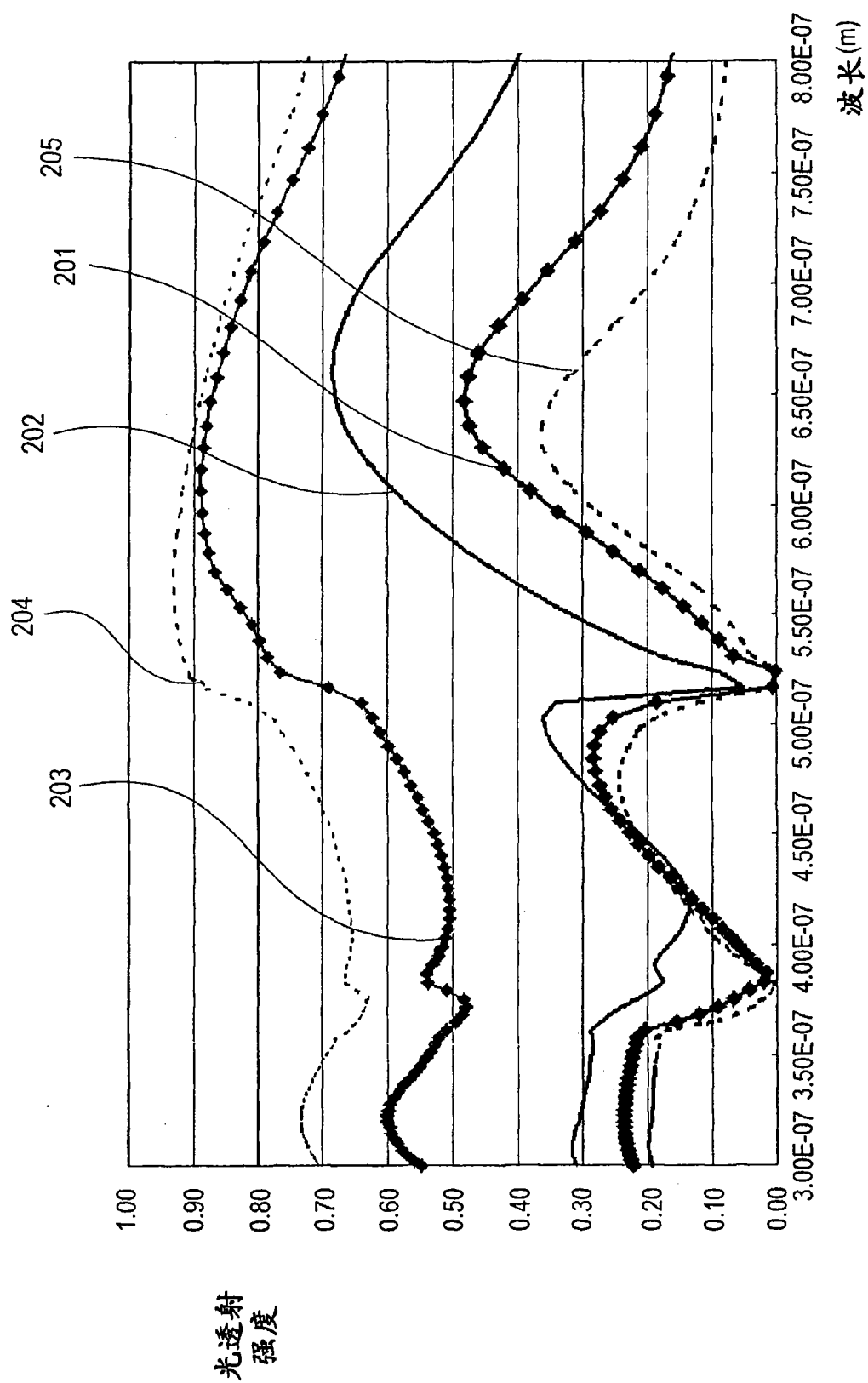
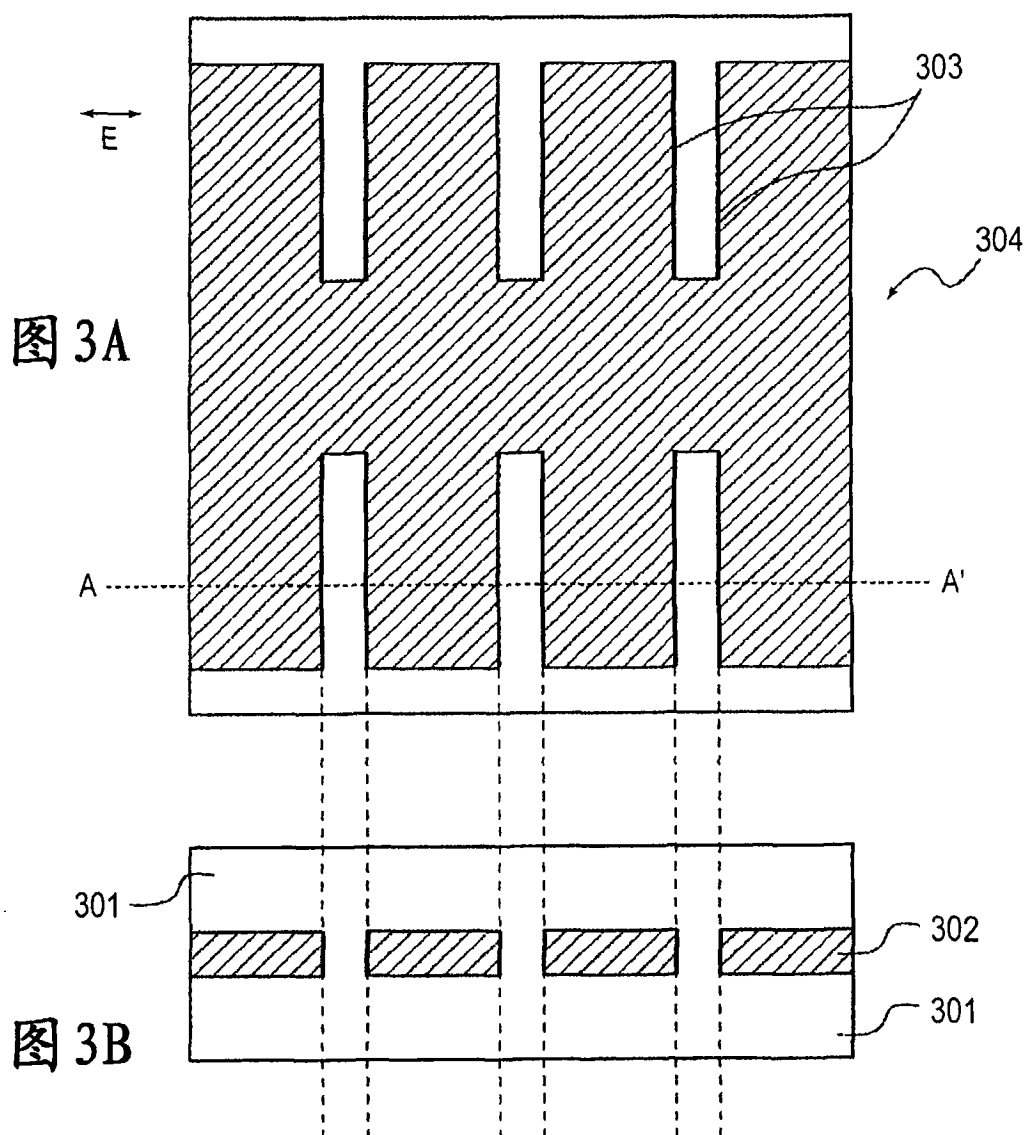
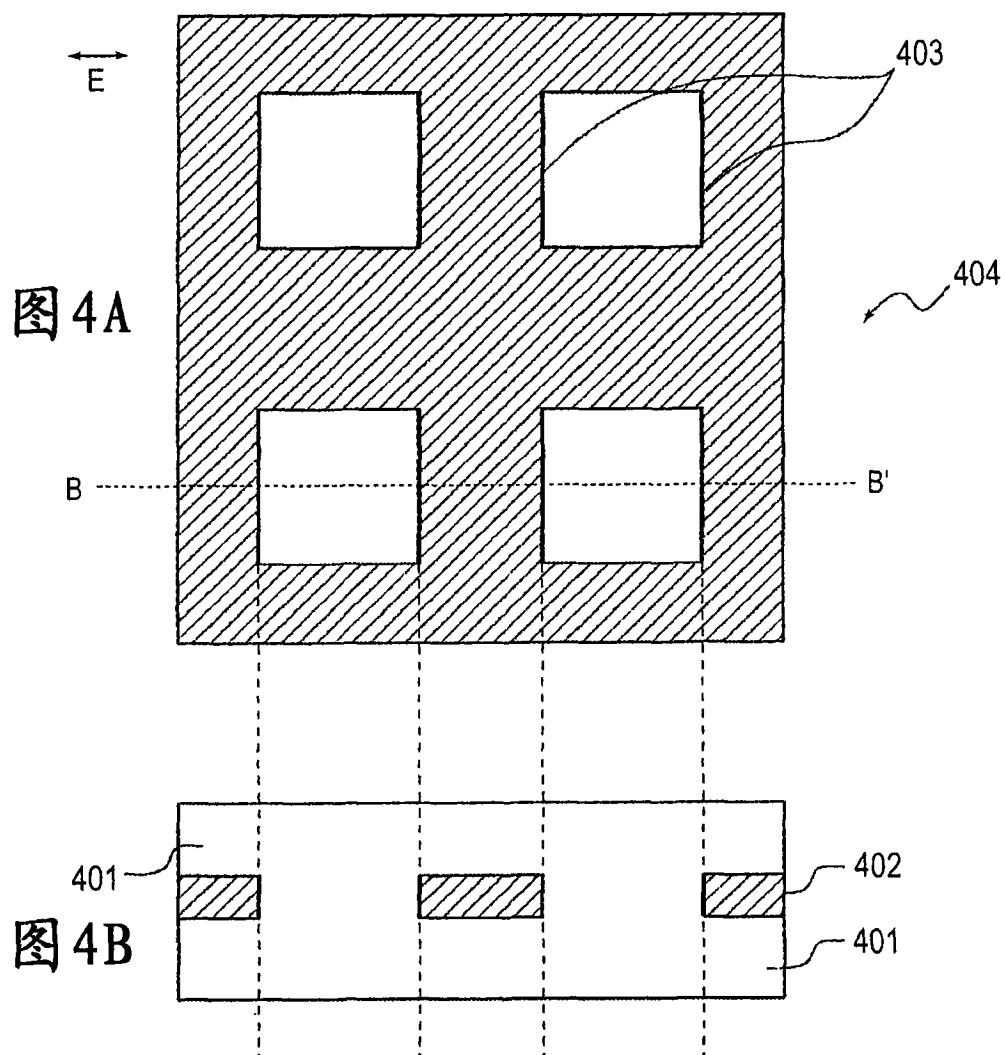


图 2





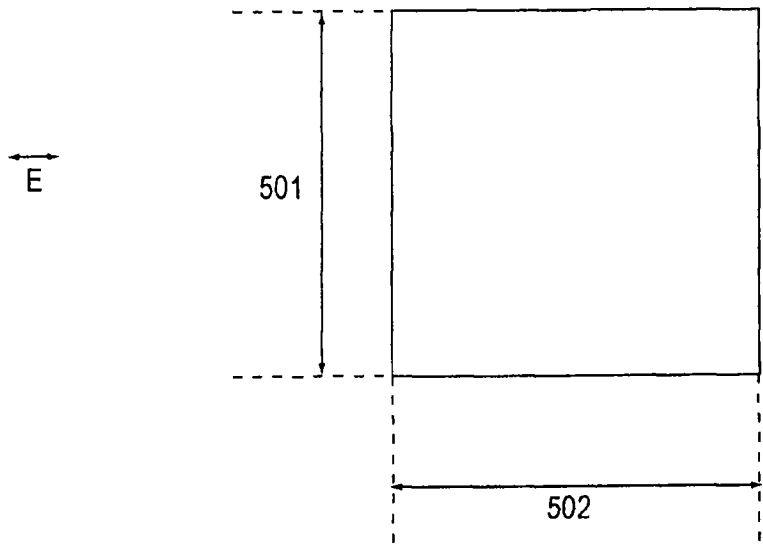


图 5

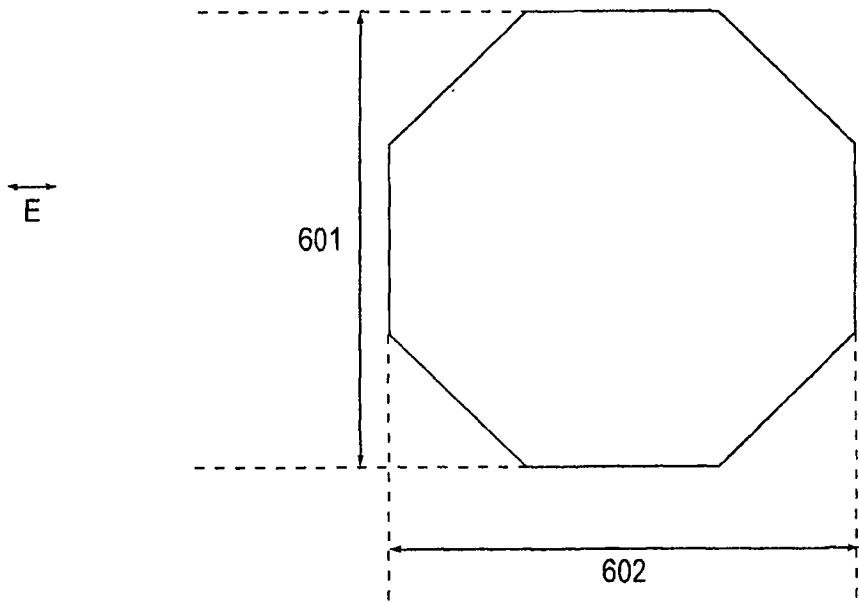


图 6

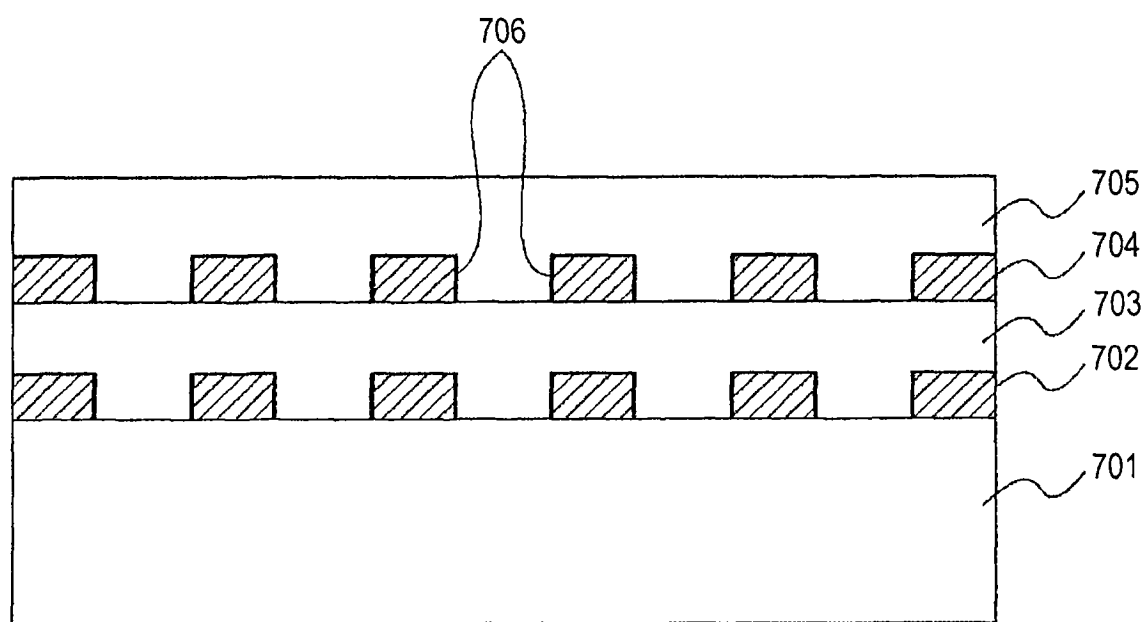


图 7

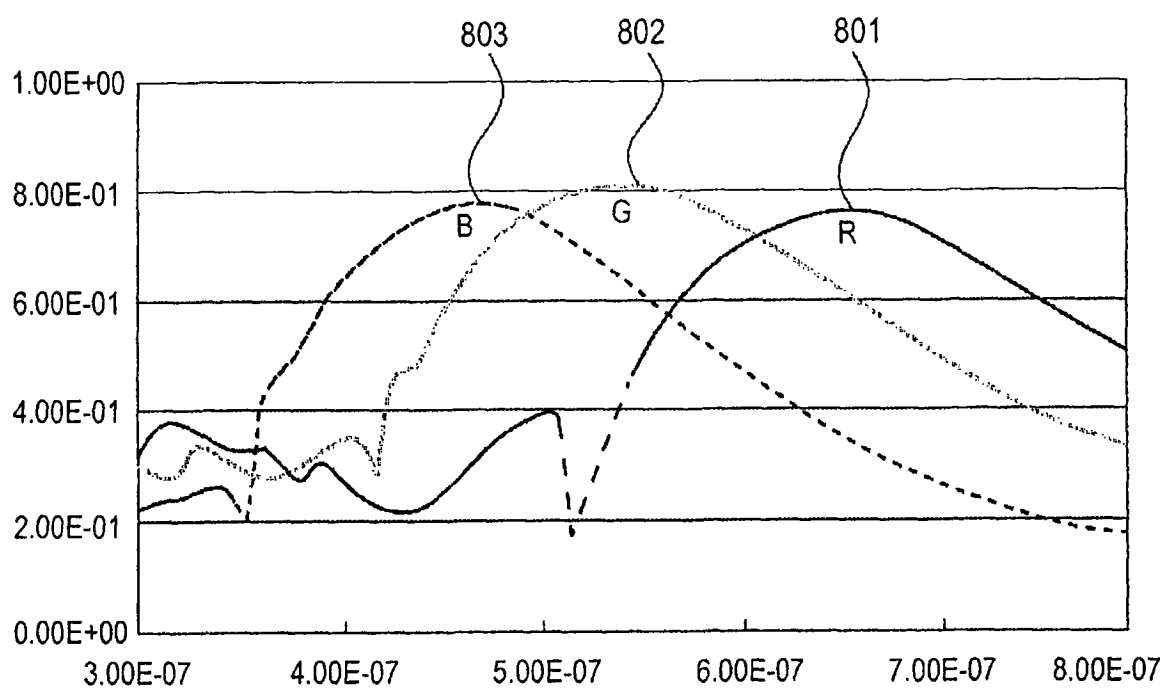


图 8

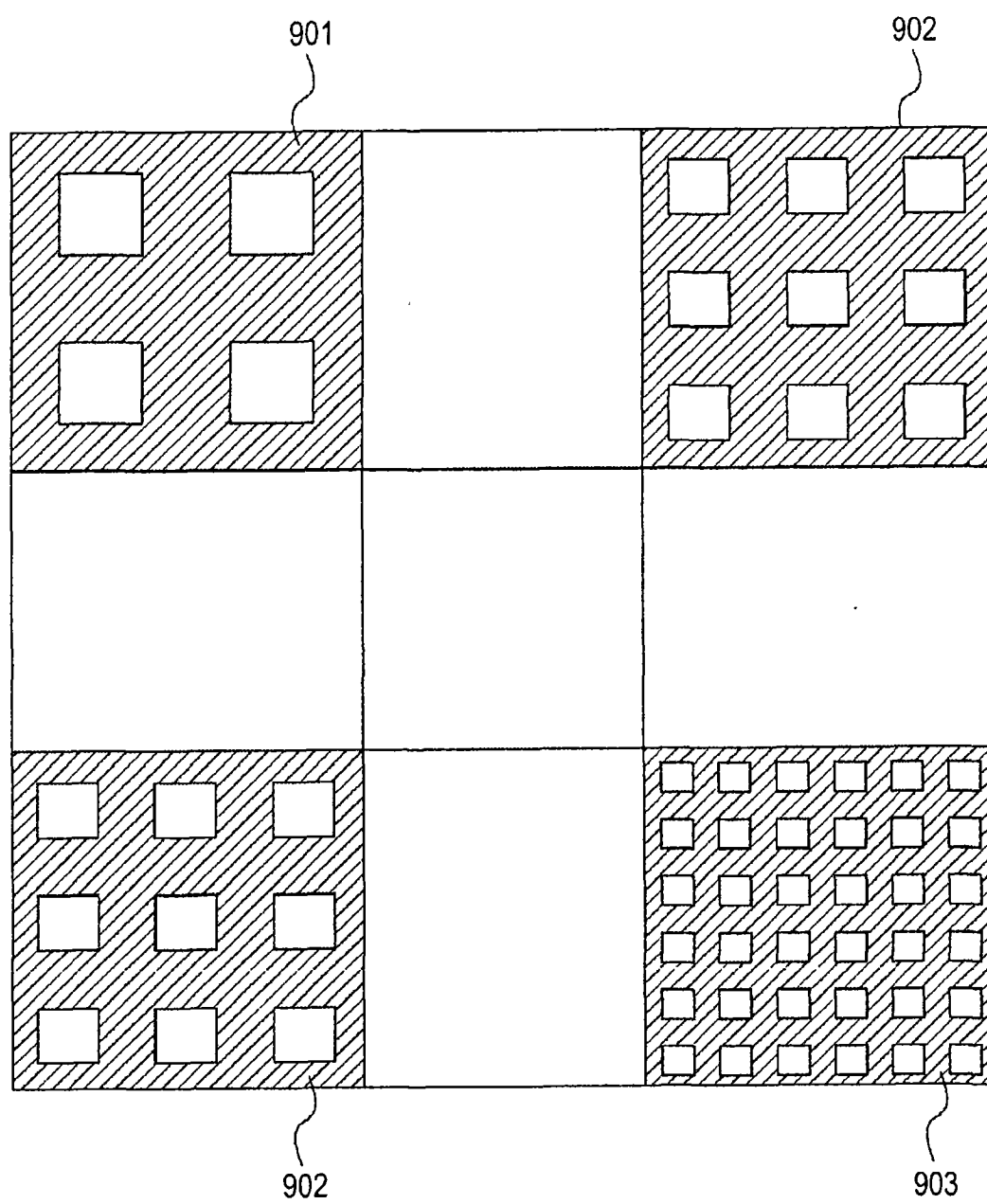


图 9

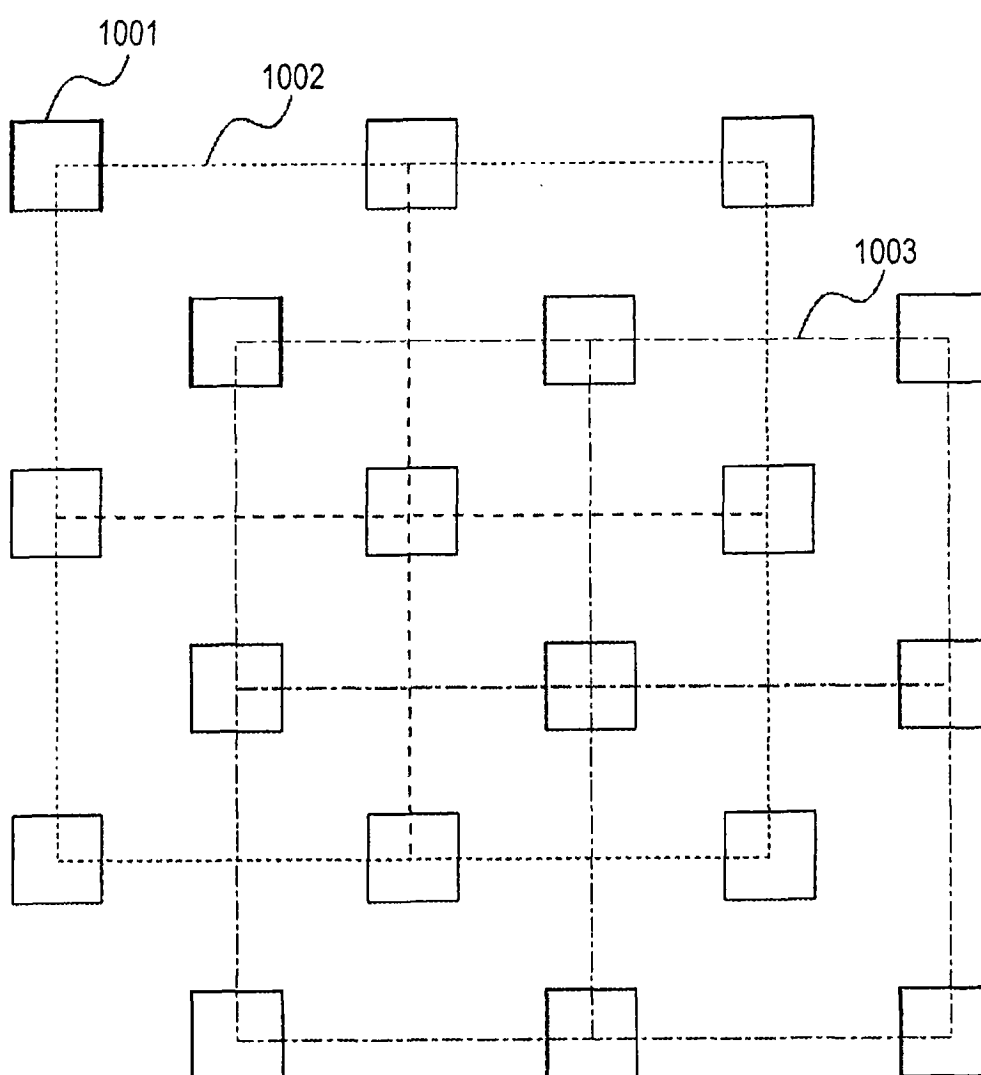


图 10

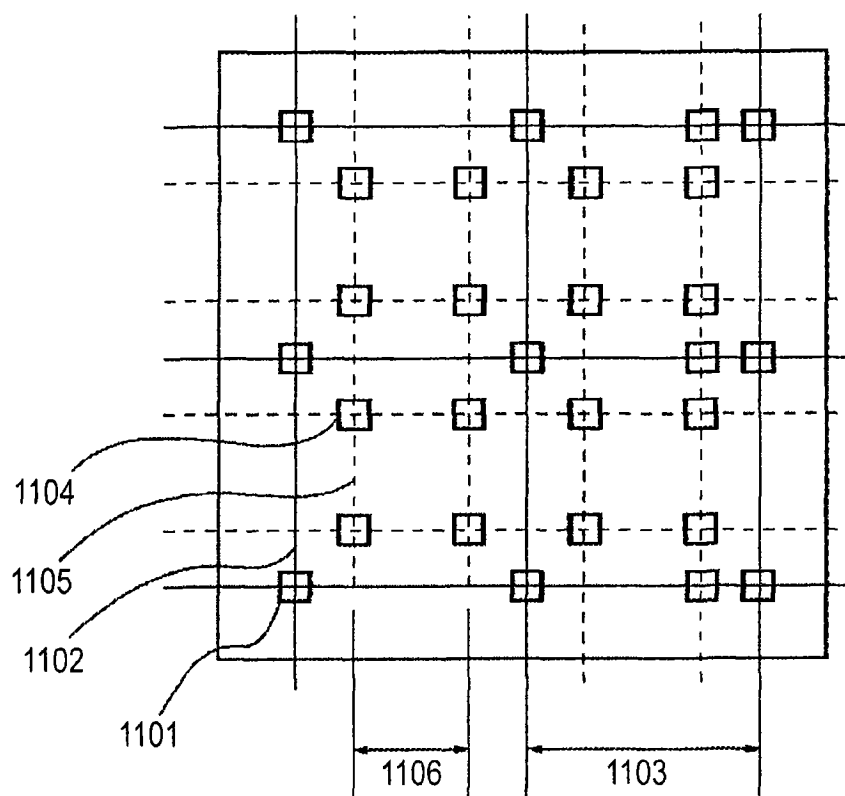


图 11A

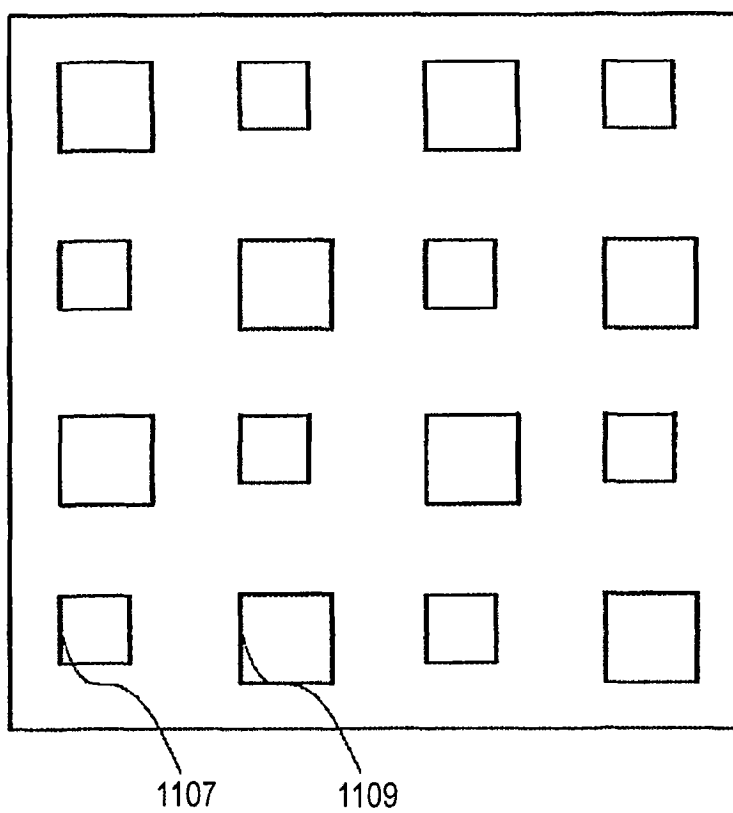


图 11B

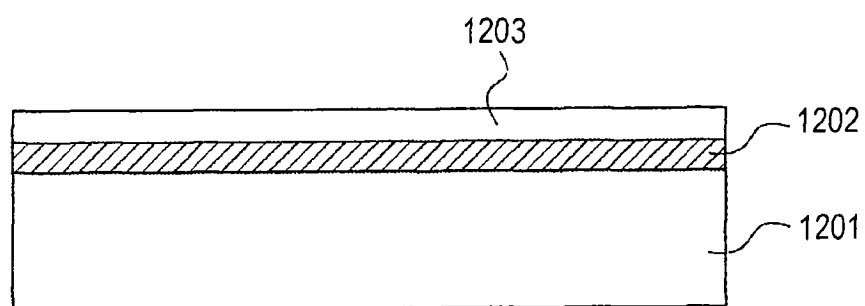


图 12A

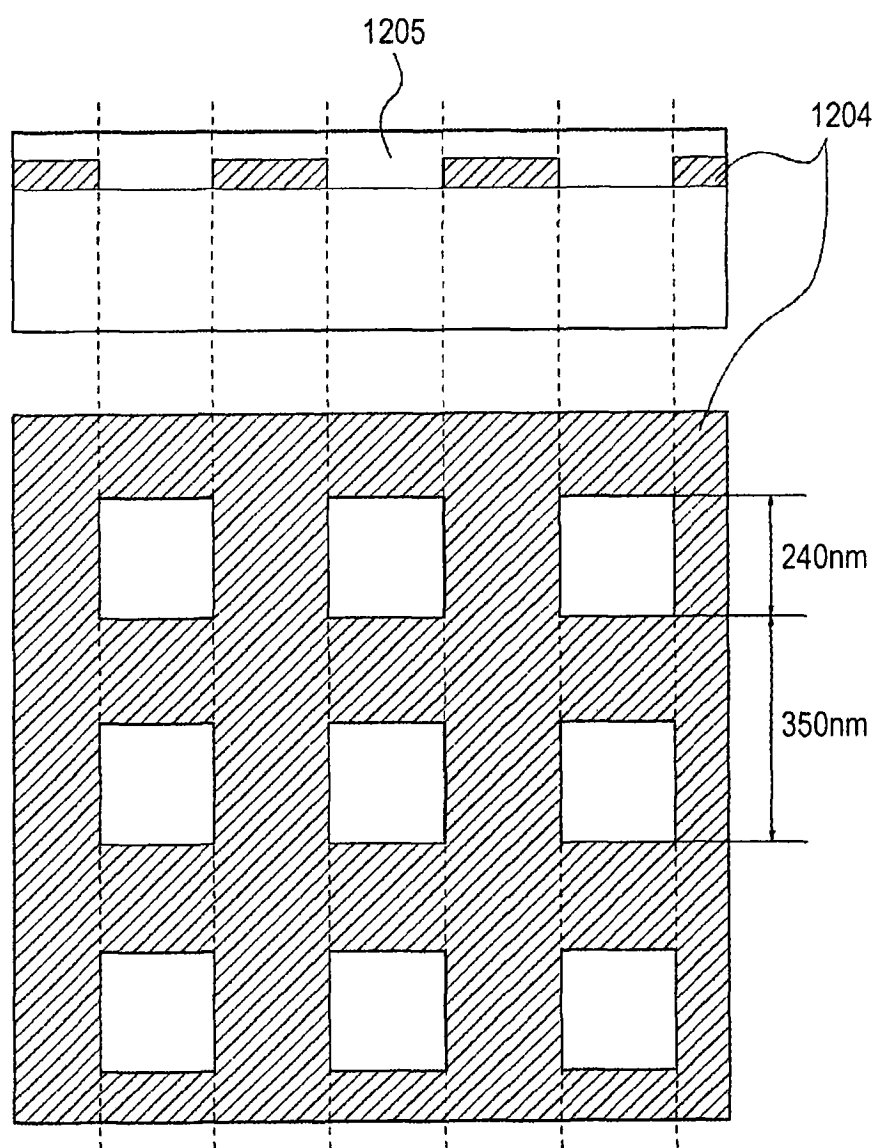


图 12B

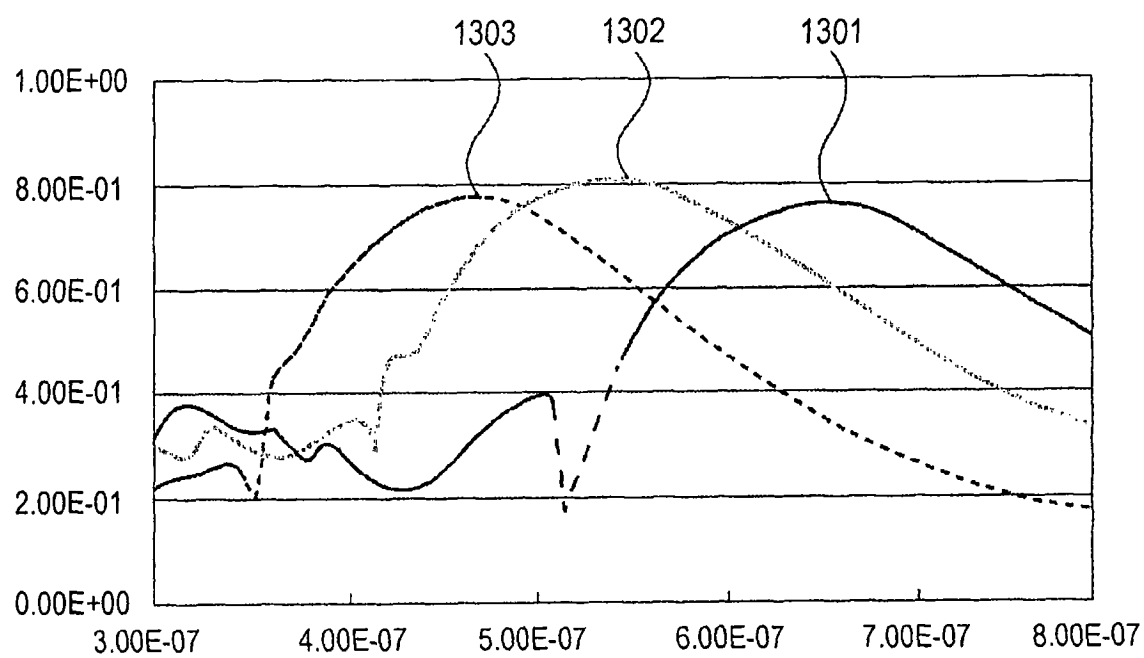


图 13A

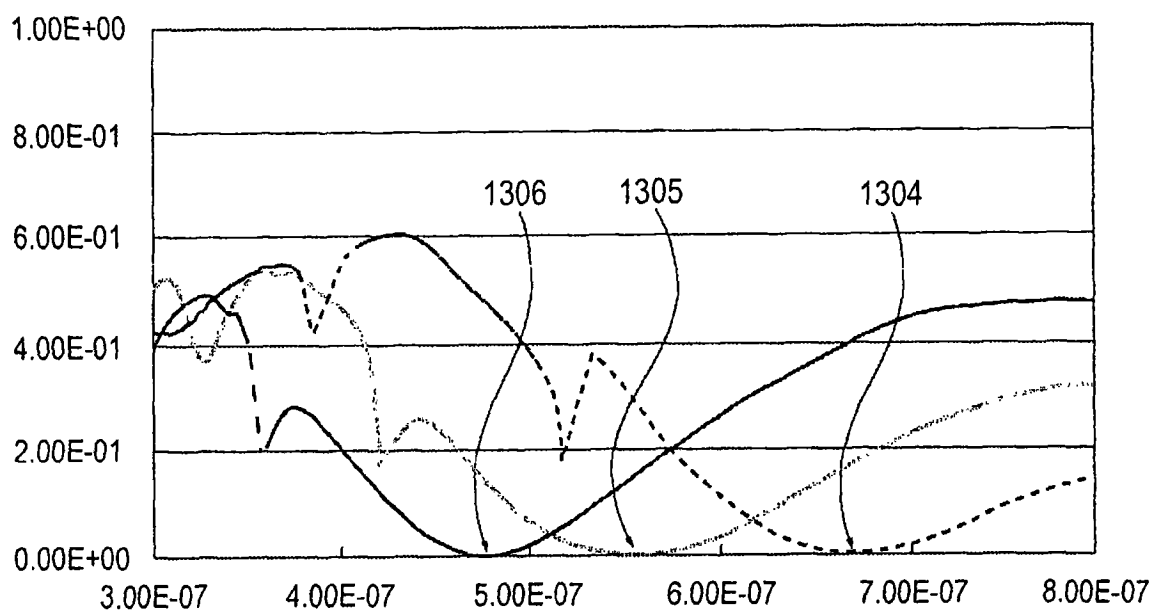


图 13B

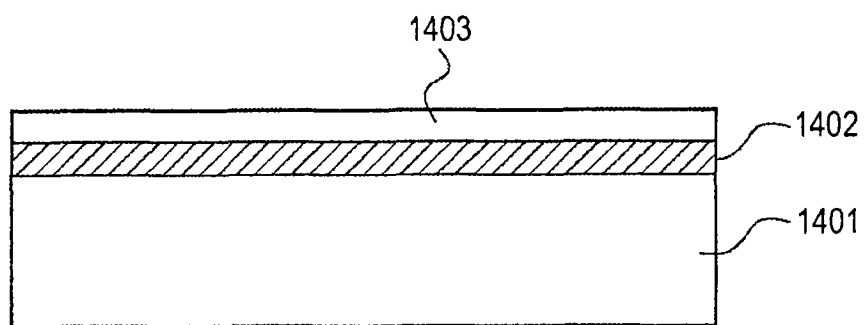


图 14A

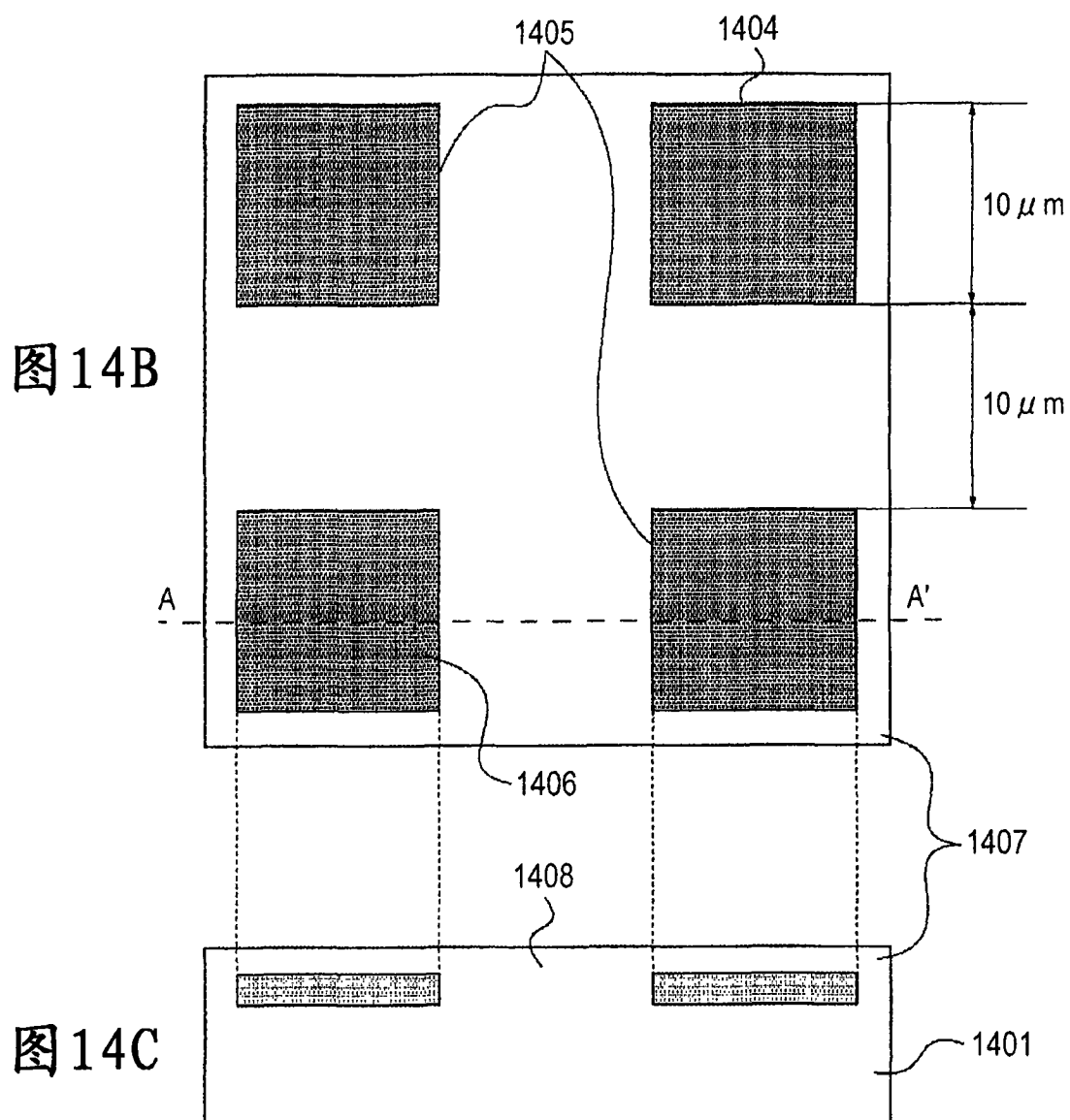


图 14B

图 14C

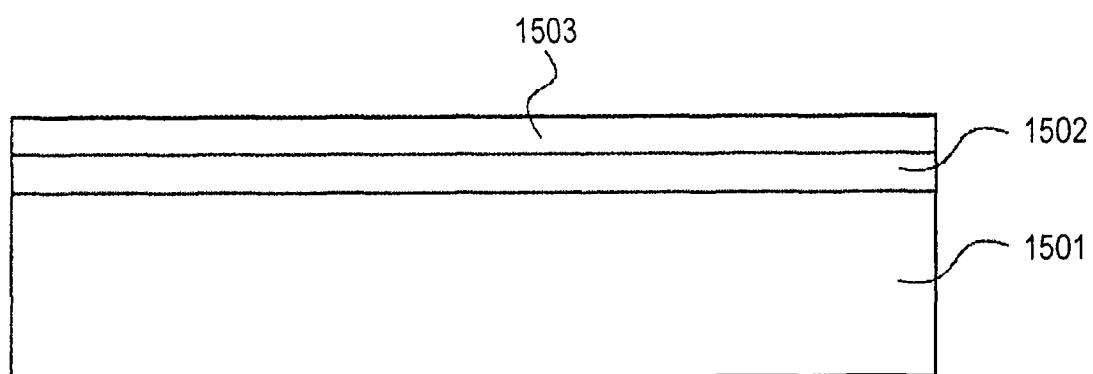


图 15A

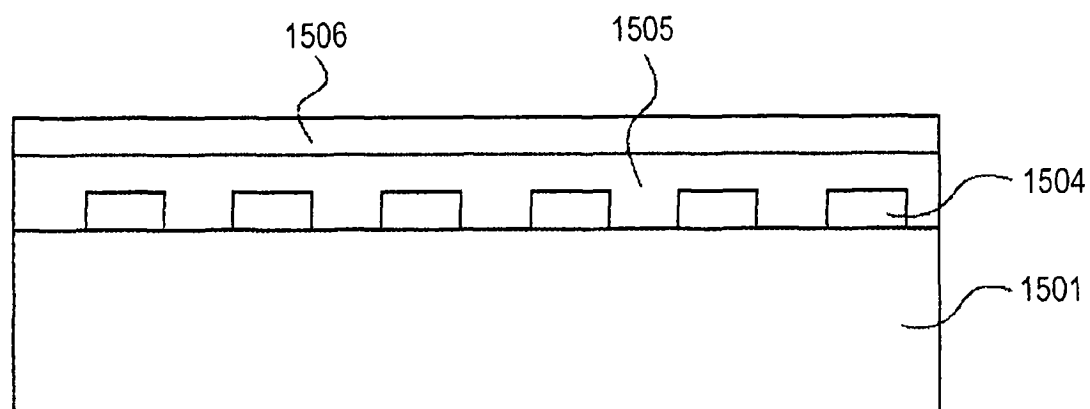


图 15B

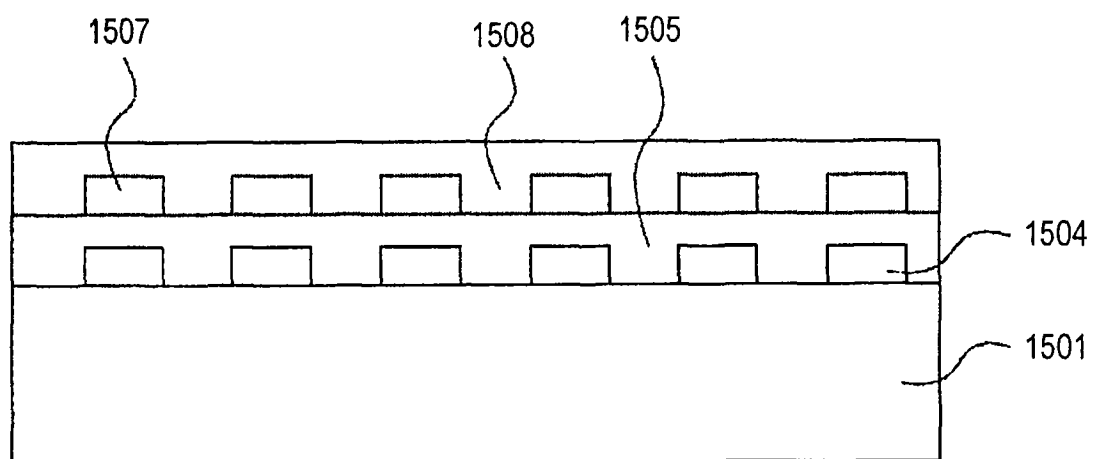


图 15C

图 16A

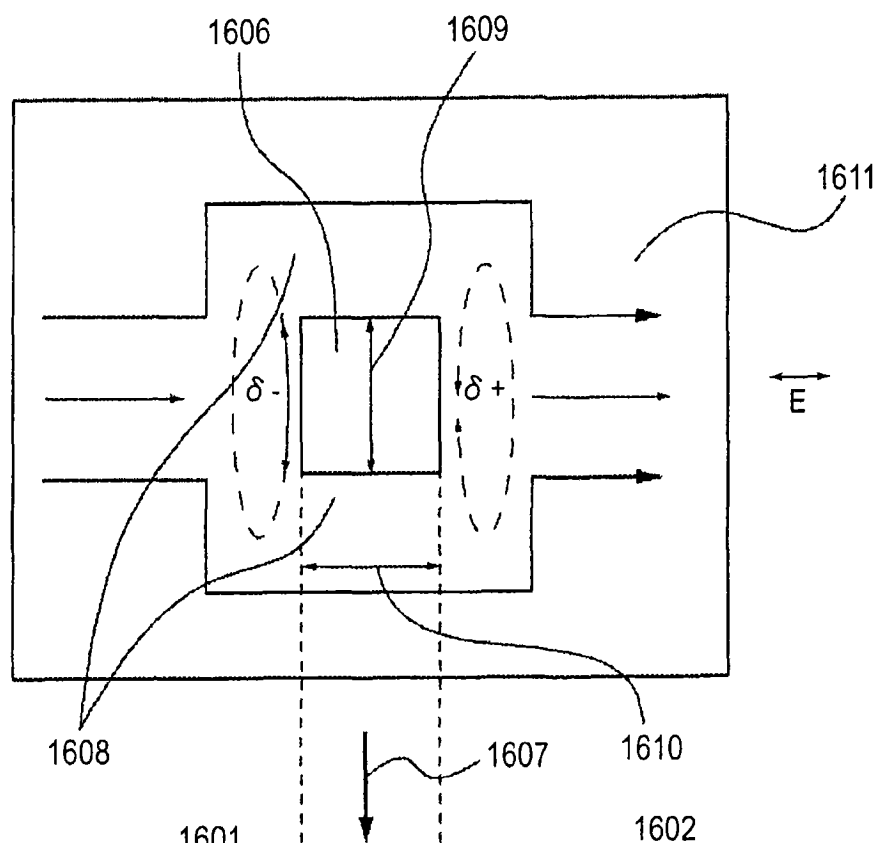


图 16B

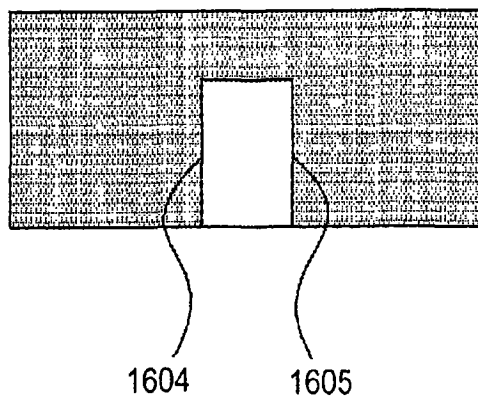
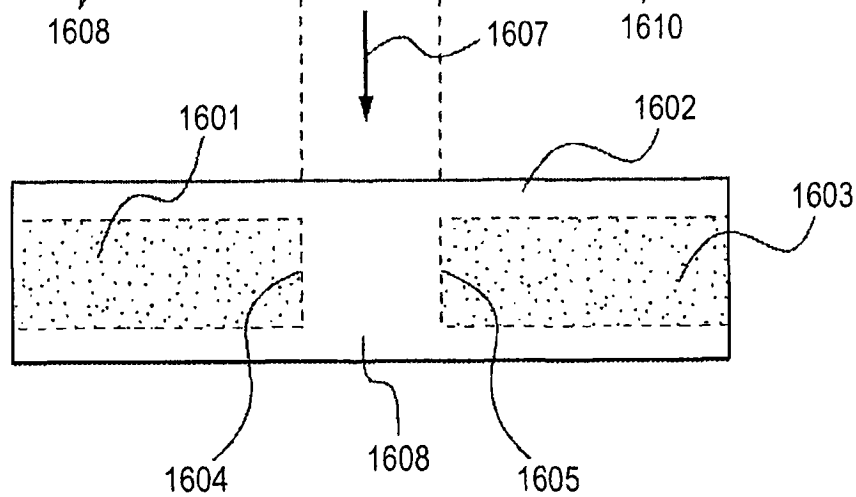


图 16C

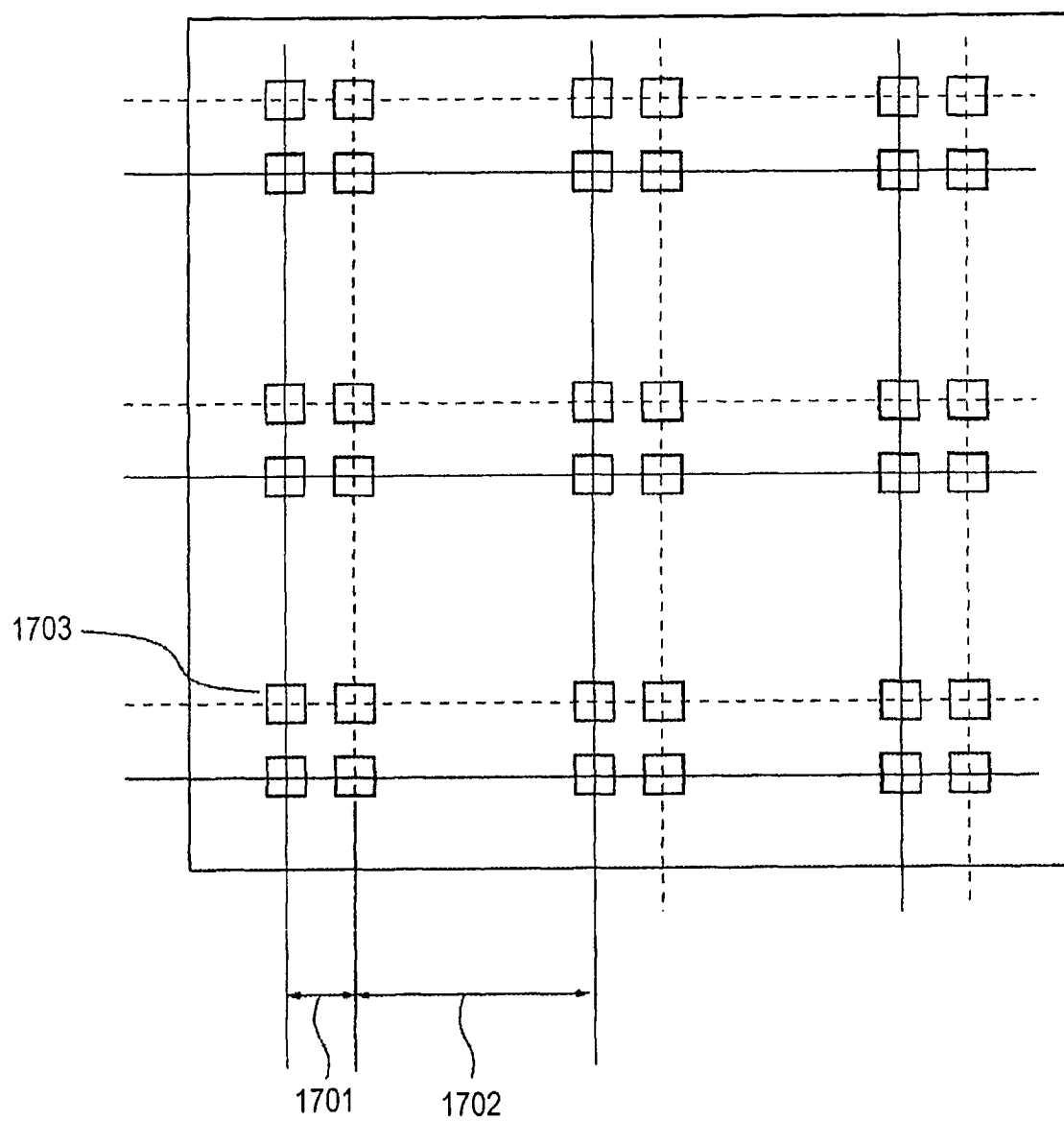


图 17

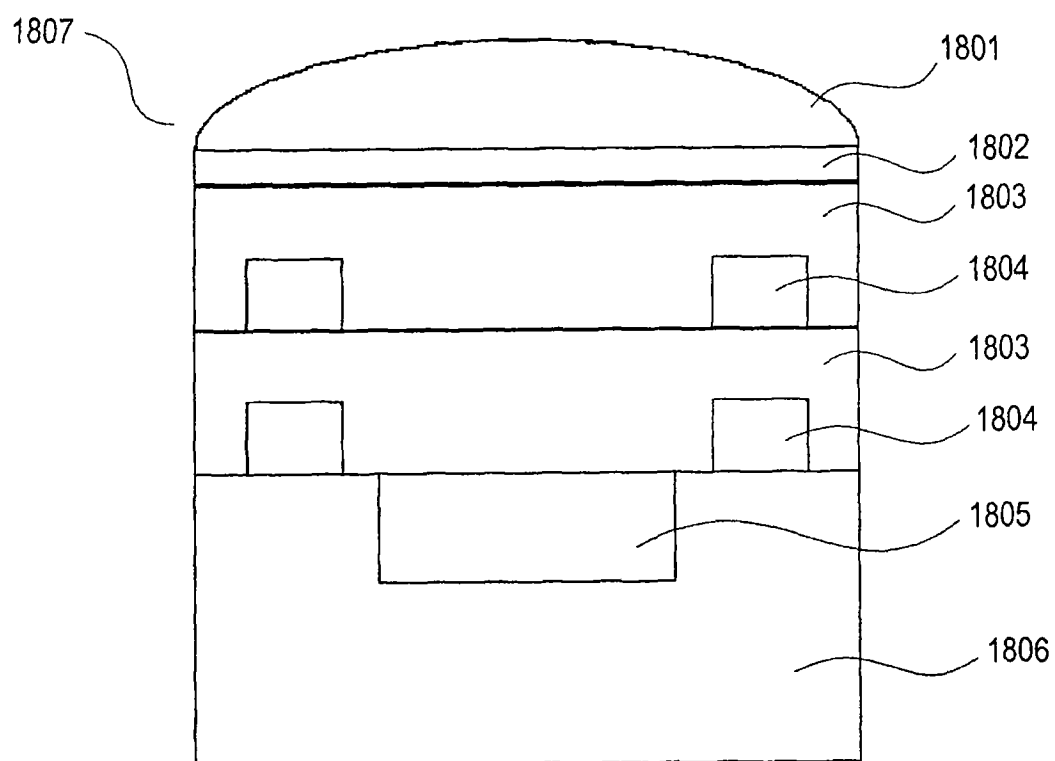


图 18

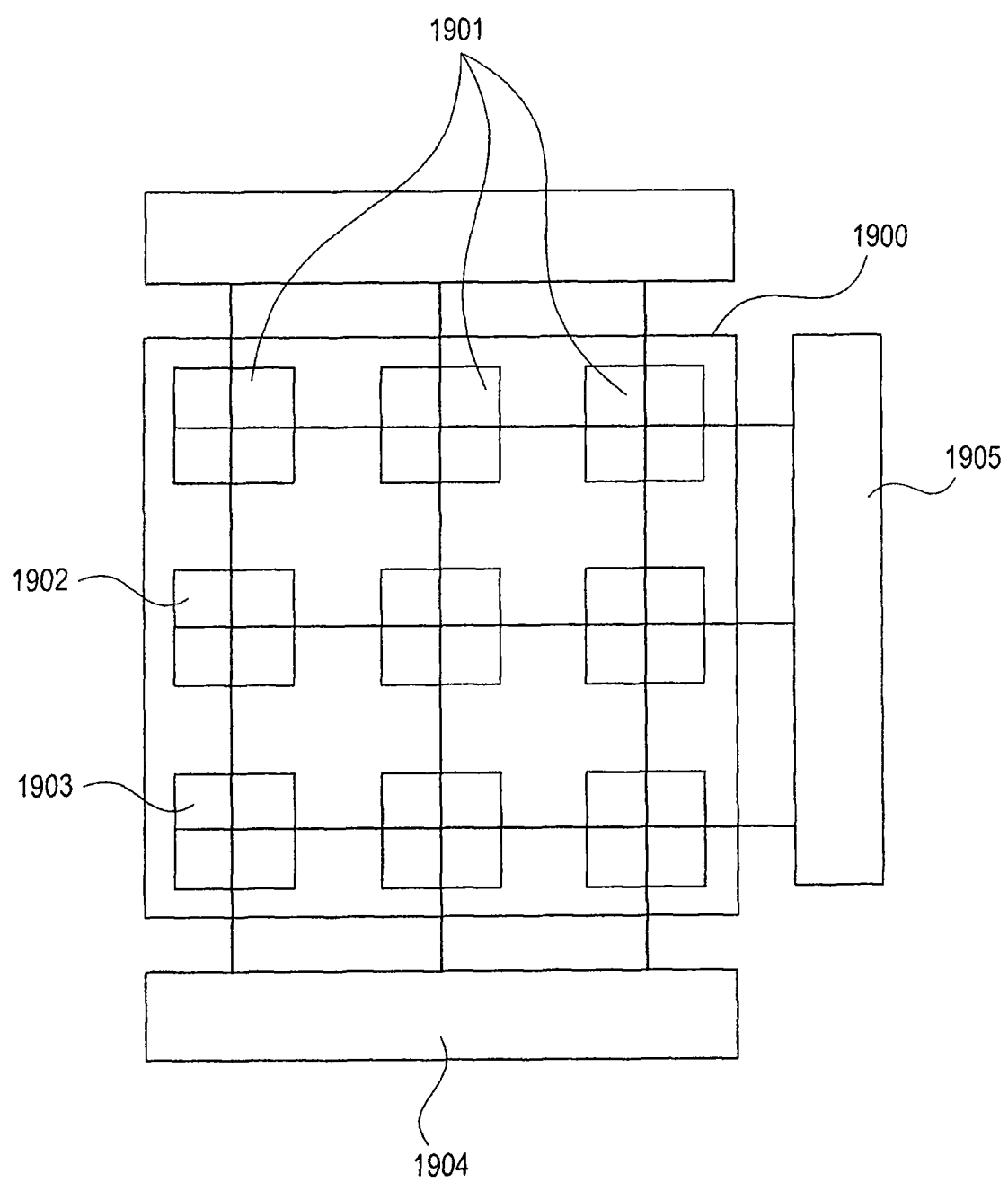


图 19

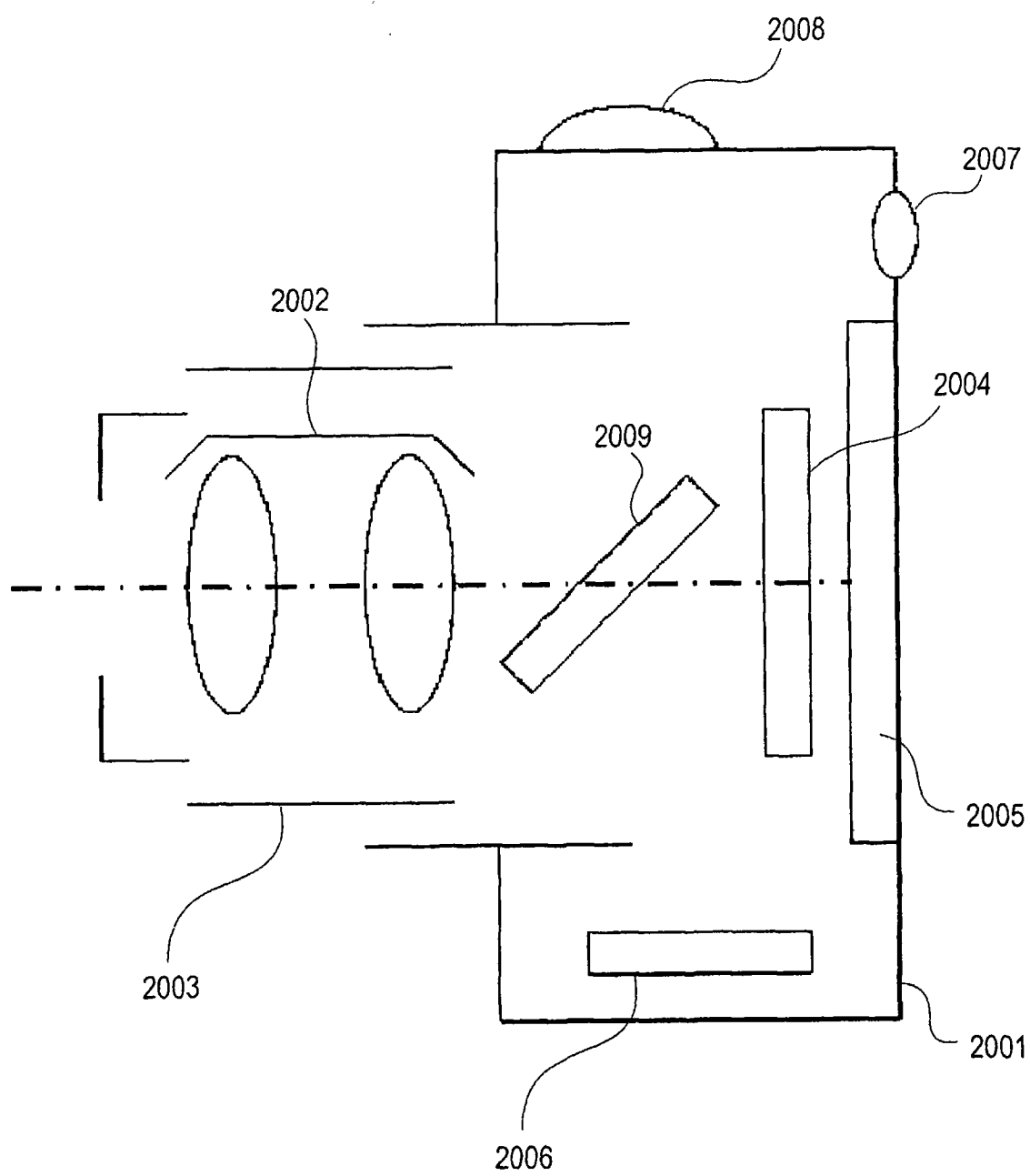


图 20

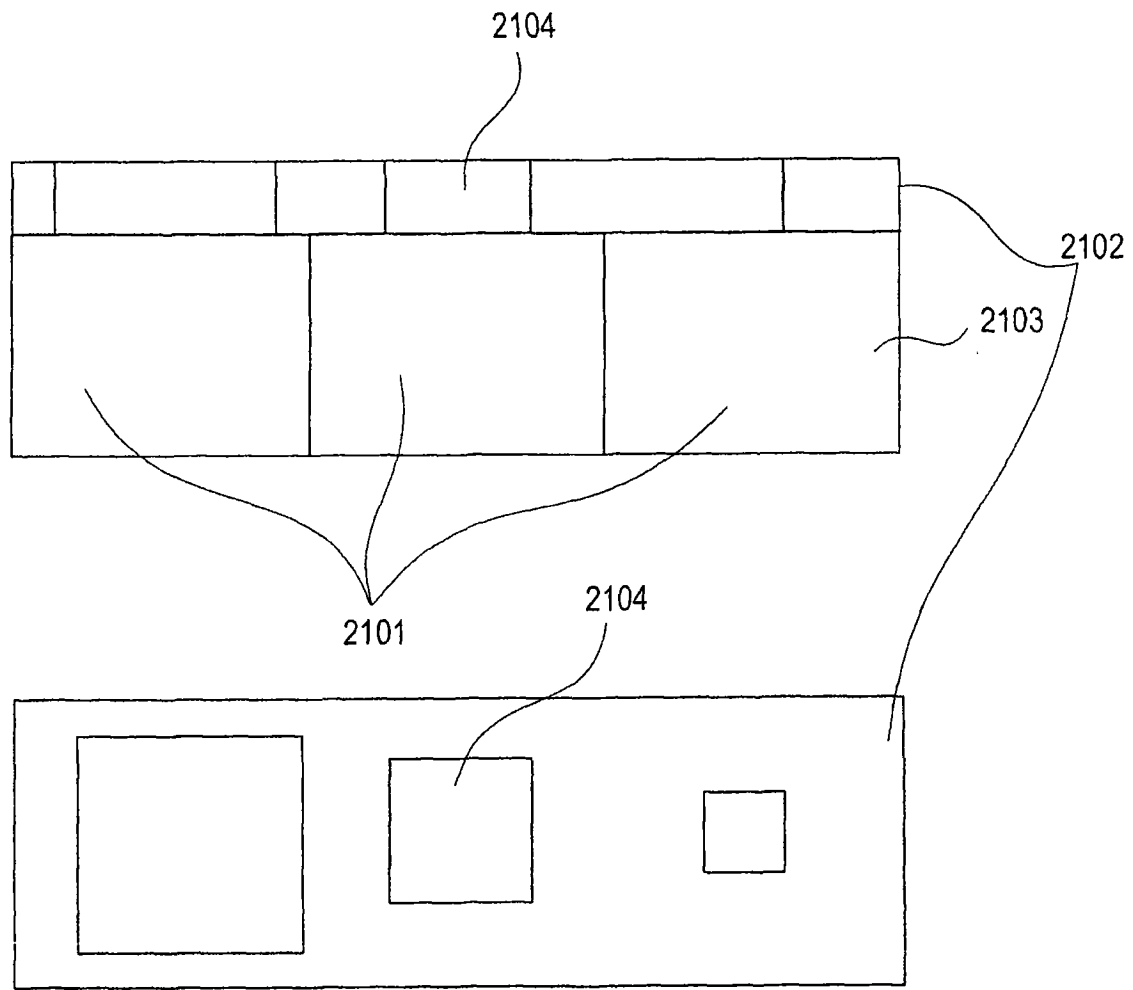


图 21

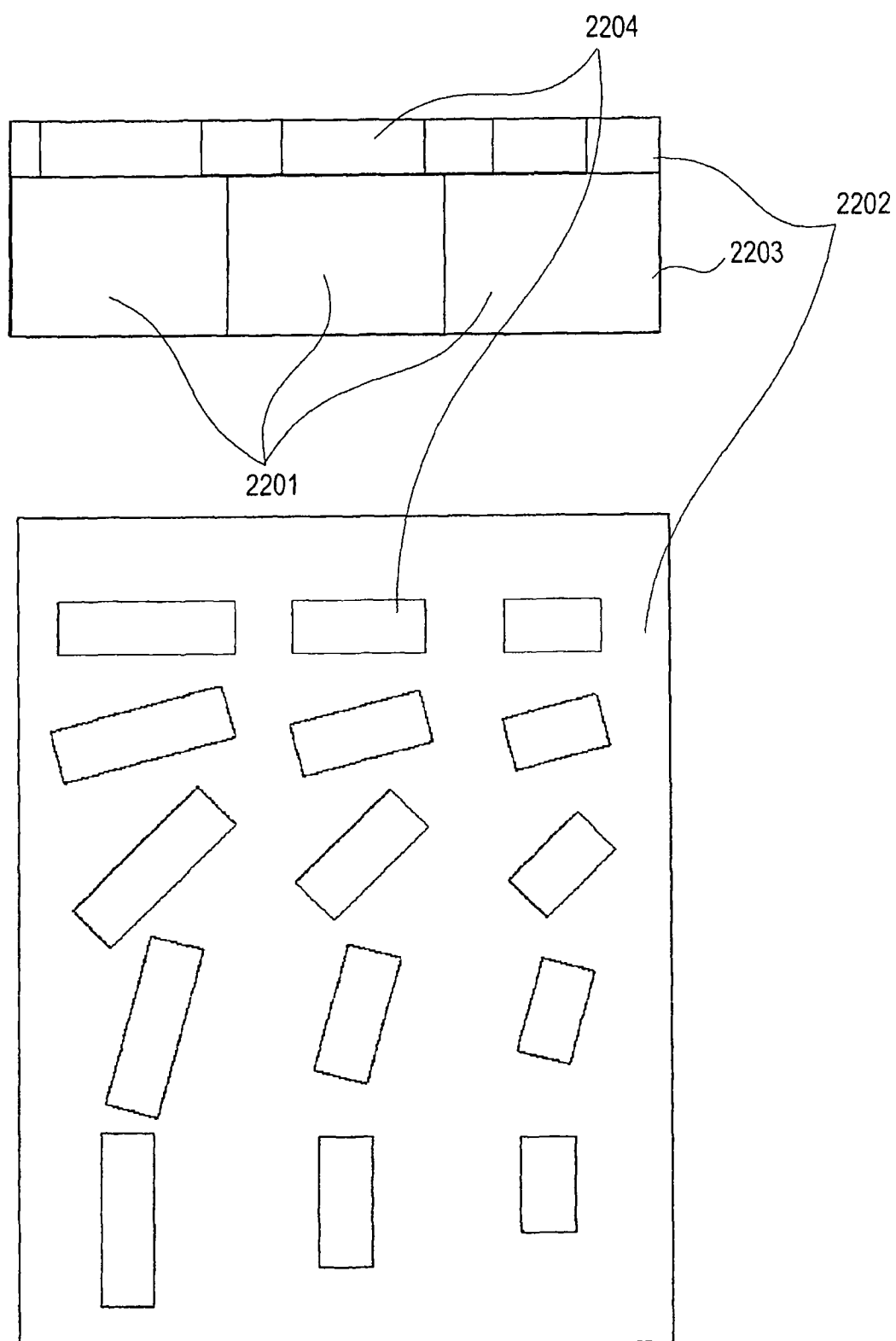


图 22