

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610007147.9

[51] Int. Cl.

G02B 3/00 (2006.01)
H01L 31/18 (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01)
H01L 21/822 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年3月11日

[11] 授权公告号 CN 100468084C

[22] 申请日 2006.2.5

[21] 申请号 200610007147.9

[30] 优先权

[32] 2005.2.3 [33] KR [31] 9822/05

[73] 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 金世英

[56] 参考文献

JP11-186530A 1999.7.9

JP8-116041A 1996.5.7

JP11-340446A 1999.12.10

JP2003-287603A 2003.10.10

US5324930A 1994.6.28

JP2001-108812A 2001.4.20

JP11-119004A 1999.4.30

审查员 江鹏飞

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 陶凤波 侯宇

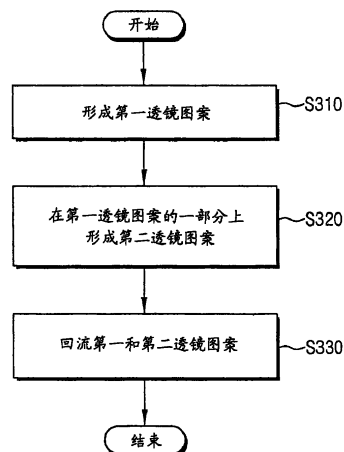
权利要求书4页 说明书15页 附图18页

[54] 发明名称

制造微透镜、微透镜阵列和图像传感器的方法

[57] 摘要

提供了一种微透镜的制造方法。所述方法包括形成第一透镜图案，在一部分所述第一透镜图案上以控制所述微透镜的非对称曲率的方式形成第二透镜图案。所述方法进一步包括对所述第一和第二透镜图案进行回流。



1. 一种制造微透镜的方法，其包括：
形成第一透镜图案；
在一部分所述第一透镜图案上以控制所述微透镜的非对称曲率的方式形成第二透镜图案；以及
对所述第一和第二透镜图案进行回流。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述微透镜用于互补金属氧化物半导体图像传感器中。
3. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述微透镜用于电荷耦合器件图像传感器中。
4. 如权利要求 1 所述的方法，其中，基于与所述第一透镜图案接触的第二透镜图案的面积控制所述微透镜的非对称曲率。
5. 如权利要求 1 所述的方法，其中，基于所述第二透镜图案在所述第一透镜图案上的位置控制所述微透镜的非对称曲率。
6. 如权利要求 1 所述的方法，其中，基于所述第二透镜图案的厚度控制所述微透镜的非对称曲率。
7. 如权利要求 1 所述的方法，其进一步包括在所述第二透镜图案上形成第三透镜图案，
其中，在形成所述第三透镜图案之后连同所述第一和第二透镜图案一起对第三透镜图案进行回流。
8. 如权利要求 1 所述的方法，其中，对所述第一和第二透镜图案的回流包括：
对所述第一和第二透镜图案进行加热，同时逐渐增大加热温度；以及
对所述第一和第二透镜图案进行冷却。
9. 如权利要求 1 所述的方法，其中，所述第一和第二透镜图案包括光透射率不低于 95% 的热固丙烯酸树脂。
10. 如权利要求 9 所述的方法，其中，对所述第一和第二透镜图案进行回流包括：
按顺序分别在约 140°C、150°C、160°C 和 170°C 下对所述第一和第二透镜图案加热 5 分钟，以及

对所述第一和第二透镜图案进行冷却。

11. 一种制造具有多个微透镜的微透镜阵列的方法，其包括：

形成第一透镜图案阵列；

在所述第一透镜图案阵列上以控制所述微透镜阵列中的多个微透镜中的每一个的非对称曲率的方式形成第二透镜图案阵列；以及

对所述第一和第二透镜图案阵列进行回流。

12. 如权利要求 11 所述的方法，其中，距离所述微透镜阵列的中心较远的多个微透镜中的微透镜所具有的曲率非对称性比距离所述微透镜阵列的中心较近的多个微透镜中的另一微透镜所具有的曲率非对称性更高。

13. 如权利要求 12 所述的方法，其中，所述微透镜阵列用于互补金属氧化物半导体图像传感器中。

14. 如权利要求 12 所述的方法，其中，所述微透镜阵列用于电荷耦合器件图像传感器中。

15. 如权利要求 11 所述的方法，其中，基于与所述第一透镜图案阵列中的第一透镜图案接触的第二透镜图案阵列中的第二透镜图案的面积控制所述微透镜阵列中的多个微透镜的非对称曲率。

16. 如权利要求 11 所述的方法，其中，基于所述第二透镜图案阵列中的第二透镜图案在所述第一透镜图案阵列中的第一透镜图案上的位置控制所述微透镜阵列中的多个微透镜的非对称曲率。

17. 如权利要求 11 所述的方法，其中，基于所述第二透镜图案阵列中的第二透镜图案的厚度控制所述微透镜阵列中的微透镜的非对称曲率。

18. 如权利要求 11 所述的方法，其进一步包括在所述第二透镜图案阵列上形成第三透镜图案阵列，

其中，在形成所述第三透镜图案阵列之后连同所述第一和第二透镜图案阵列一起对所述第三透镜图案阵列进行回流。

19. 如权利要求 11 所述的方法，其中，对所述第一和第二透镜图案阵列进行回流包括：

对所述第一和第二透镜图案阵列进行加热，同时逐渐增大加热温度；以及

对所述第一和第二透镜图案阵列进行冷却。

20. 如权利要求 11 所述的方法，其中，所述第一和第二透镜图案阵列

包括光透射率不低于 95%的热固丙烯酸树脂。

21. 如权利要求 20 所述的方法, 其中, 按顺序分别在约 140°C、150°C、160°C 和 170°C 下对所述第一透镜图案阵列和所述第二透镜图案阵列加热 5 分钟, 之后对其进行冷却。

22. 一种制造包括具有多个微透镜的微透镜阵列的图像传感器的方法, 所述方法包括:

在半导体衬底上形成光探测器阵列;

在所述光探测器阵列之上形成第一透镜图案阵列;

在所述第一透镜图案阵列上以控制所述微透镜阵列中的多个微透镜中的每一个的非对称曲率的方式形成第二透镜图案阵列; 以及

对所述第一和第二透镜图案阵列进行回流。

23. 如权利要求 22 所述的方法, 其中, 距离所述微透镜阵列的中心较远的多个微透镜中的微透镜所具有的曲率非对称性比距离所述微透镜阵列中心较近的多个微透镜中的另一微透镜所具有的曲率非对称性更高。

24. 如权利要求 23 所述的方法, 其中, 所述制造方法用于制造互补金属氧化物半导体图像传感器。

25. 如权利要求 23 所述的方法, 其中, 所述制造方法用于制造电荷耦合器件图像传感器。

26. 如权利要求 22 所述的方法, 其中, 所述多个微透镜中的一些微透镜的曲率根据所述多个微透镜中的这些微透镜与所述微透镜阵列中心之间的距离发生变化, 且其中, 远离所述微透镜阵列的中心的那些微透镜的曲率高于接近所述微透镜阵列的中心的那些微透镜的曲率。

27. 如权利要求 22 所述的方法, 其进一步包括在所述光探测器阵列和所述第一透镜图案阵列之间形成滤色器。

28. 如权利要求 22 所述的方法, 其中, 基于与所述第一透镜图案阵列中的第一透镜图案接触的所述第二透镜图案阵列中的第二透镜图案的面积控制所述微透镜阵列中的多个微透镜的非对称曲率。

29. 如权利要求 22 所述的方法, 其中, 基于所述第二透镜图案阵列中的第二透镜图案在所述第一透镜图案阵列中的第一透镜图案上的位置控制所述微透镜阵列中的多个微透镜的非对称曲率。

30. 如权利要求 22 所述的方法, 其中, 基于所述第二透镜图案阵列中

的第二透镜图案的厚度控制所述微透镜阵列中的多个微透镜的非对称曲率。

31. 如权利要求 22 所述的方法，其进一步包括在所述第二透镜图案阵列上形成第三透镜图案阵列，

其中，在形成所述第三透镜图案阵列之后连同所述第一和第二透镜图案阵列一起对所述第三透镜图案阵列进行回流。

32. 如权利要求 22 所述的方法，其中，对所述第一和第二透镜图案阵列进行回流包括：

对所述第一和第二透镜图案阵列进行加热，同时逐渐增大加热温度；以及

对所述第一和第二透镜图案阵列进行冷却。

33. 如权利要求 22 所述的方法，其中，所述第一和第二透镜图案阵列包括光透射率不低于 95% 的热固丙烯酸树脂。

34. 如权利要求 33 所述的方法，其中，对所述第一和第二透镜图案阵列进行回流包括：

按顺序分别在约 140°C、150°C、160°C 和 170°C 下对所述第一和第二透镜图案阵列加热 5 分钟，以及

对所述第一和第二透镜图案阵列进行冷却。

制造微透镜、微透镜阵列和图像传感器的方法

技术领域

本发明总体上涉及图像传感器和制造图像传感器的方法，更具体来讲，涉及微透镜的制造方法和在（例如）图像传感器中采用的微透镜阵列，以及制造包含所述微透镜阵列的图像传感器的制造方法。

背景技术

从根本上来讲，图像传感器是将光学图像转化为电信号的半导体器件。图像传感器广泛应用于半导体工业，并且通常分为电荷耦合器件（CCD）或互补金属氧化物半导体（CMOS）图像传感器。CMOS 图像传感器具有几项我们所期望的特性，例如，通过晶片加工批量生产的能力、低功耗、与外围电路的兼容性和单芯片技术的适用性。基于 CMOS 图像传感器的上述期望特性，CMOS 图像传感器广泛应用于数字照相机、智能电话、个人数字助理（PDA）、笔记本电脑、保密摄像机、条形码探测器、高清晰度电视（HDTV）摄像机和玩具。

图像传感器主要包括用于探测光的光探测器（通常包括光电二极管）和用于对探测到的光进行处理，并将其转化为电信号的逻辑电路。此外，为了提高图像传感器对光的灵敏度，图像传感器的占空因数（即光探测面积与像素面积的比率）应当高。但是，图像传感器的占空因数受到某些因素的限制，例如，芯片尺寸、像素数目和彻底去除逻辑电路部分的难度。

为此，已经开发出了改变入射到光电二极管之外上的光的路径并将所述光线集中到所述光电二极管上的聚合技术。就上述技术而言，采用微透镜会聚光线。此外，将每一微透镜分配至相应的像素，通常每一微透镜由具有恒定曲率的平凸透镜制成。

图 1 是说明具有恒定曲率的常规平凸透镜的横截面图。

参照图 1，平凸透镜的曲面是圆的一部分，其中心位于原点 P。

在上述常规方法中，形成图像传感器的微透镜，使得所述微透镜的中心位于所述光电二极管的中心上方。但是，上述常规图像传感器面对这样的困

难，由于通过模块透镜（未示出）的光垂直入射到位于微透镜阵列的中心的的光接收平面，并会聚到微透镜阵列的中心，因此，远离中心的光电二极管接收到的入射光的量比位于微透镜阵列的中心的的光电二极管接收到的要小。因此产生了一种被称为暗影（shading）的现象，其中，图像传感器俘获的图像的边缘看起来较暗。

图 2 是说明上述暗影现象的横截面图。

参照图 2，将微透镜 220L、220C 和 220R 中的每一个放置在对应的光探测器 210L、210C 和 210R 之上。如图 2 所示，光从垂直于光接收平面的方向，通过模块透镜（未示出）入射到位于微透镜阵列的中心的微透镜 220C，但是却从偏离直角的位置方向入射到位于微透镜阵列的边缘的微透镜 220L 和 220R。因此，就所处位置远离微透镜阵列中心的光探测器 210L 和 210R 而言，入射光未会聚到光探测器的中心，而是会聚到光探测器的边缘，由此导致了图像传感器光接收效率的降低。此外，由于通过模块透镜的入射光会聚到微透镜阵列的中心，所以远离微透镜阵列中心的光探测器 210L 和 210R 接收到的入射光的量较小。

因此，已经开发出了用于减小上述暗影现象的常规方法。这一常规方法利用将远离微透镜阵列中心的微透镜的位置移到微透镜阵列中心的方法。通过将远离微透镜阵列中心的微透镜的位置移动到微透镜阵列的中心，将入射光会聚到远离微透镜阵列中心的光探测器的中心，由此增强图像传感器的光接收效率。但是，这一常规方法难以适用于某些类型的图像传感器，例如，具有共享像素的构造的图像传感器，因为这些图像传感器中的微透镜的位置难以适当地移动。

在名为“固体成像装置及其制造方法”的日本专利公开 No.1999-340446 中介绍了一种固体成像装置，其试图通过使远离微透镜阵列中心的微透镜形成非对称曲率的方式增强光接收率，由此将入射光会聚到光探测器的中心。此外，在日本专利公开 No.1999-340446 所描述的固体成像装置的制造方法中，对微透镜阵列进行加热，之后令其旋转，并利用离心力使得在微透镜阵列中的微透镜与微透镜阵列的中心之间的距离更大的情况下，微透镜阵列中的微透镜具有更高的曲率非对称性。但是，日本专利公开 No.1999-340446 中的固体成像装置的制造方法难以适用于制造微透镜阵列的工艺。特别地，就在日本专利公开 No.1999-340446 中介绍的微透镜阵列制造工艺而言，必

须以模块透镜为单位对晶片进行切割，之后对切割后的一片晶片进行旋转，这样导致了制造图像传感器的过程中制造成本和制造时间的增加。

因此，需要一种高效的微透镜制造方法，来提供具有非对称曲率的微透镜。

发明内容

本发明的一些示范性实施例提供了有效制造具有非对称曲率的微透镜的方法。

本发明的其他示范性实施例提供了制造微透镜阵列的方法，其中，远离微透镜阵列中心的每一微透镜比接近微透镜阵列中心的那些微透镜具有更高的曲率非对称性。

本发明的另一些示范性实施例提供了制造图像传感器的方法，所述图像传感器包括微透镜阵列，在所述微透镜阵列当中，远离微透镜阵列中心的每一微透镜比接近微透镜阵列中心的那些微透镜具有更高的曲率非对称性。

在本发明的一些示范性实施例中，提供了制造具有非对称曲率的微透镜的方法。形成第一透镜图案，之后，在一部分第一透镜图案上以控制微透镜的非对称曲率的方式形成第二透镜图案。对第一和第二透镜图案进行回流，以形成具有非对称曲率的微透镜。此外，微透镜的制造方法可以进一步包括在第二透镜图案上形成第三透镜图案，其中，在形成第三透镜图案之后，连同第一透镜图案和第二透镜图案一起对第三透镜图案进行回流。通过所述方法制造的微透镜可以用于诸如 CMOS 图像传感器或电荷耦合器件 (CCD) 图像传感器的图像传感器。可以基于与第一透镜图案接触的第二透镜图案的面积、位于第一透镜图案上的第二透镜图案的位置和/或第二透镜图案的厚度控制微透镜的非对称曲率。

在其他示范性实施例中，可以以逐渐升高的温度对第一和第二透镜图案进行加热，之后使其冷却。此外，第一和第二透镜图案可以包括光透射率不低于 95% 左右的热固丙烯酸树脂，并且可以按顺序分别在约 140°C、约 150°C、约 160°C 和约 170°C 下加热大约 5 分钟，之后进行冷却。

在本发明的一些示范性实施例中，提供了一种制造微透镜的方法。形成第一透镜图案阵列，之后，在第一透镜图案阵列上以控制微透镜阵列中每一微透镜的非对称曲率的方式形成第二透镜图案阵列。对第一和第二透镜图案

阵列进行回流，以形成具有微透镜阵列中的相应微透镜的非对称曲率的微透镜阵列。距离微透镜阵列的中心较远的微透镜阵列中的每一微透镜所具有的曲率非对称性比距离微透镜阵列中心较近的微透镜所具有的曲率非对称性更高。通过所述方法制造的微透镜阵列可以用于 CMOS 图像传感器或电荷耦合器件 (CCD) 图像传感器。可以基于与第一透镜图案阵列中的第一透镜图案接触的第二透镜图案阵列中的第二透镜图案的面积、第二透镜图案阵列中的第二透镜图案在第一透镜图案阵列中的第一透镜图案上的位置和/或第二透镜图案阵列中的第二透镜图案的厚度控制微透镜阵列中微透镜的非对称曲率。

在其他示范性实施例中，微透镜阵列的制造方法可以进一步包括在第二透镜图案阵列上形成第三透镜图案阵列，且在形成第三透镜图案阵列之后，可以连同第一透镜图案阵列和第二透镜图案阵列一起对第三透镜图案阵列进行回流。此外，可以以逐渐升高的温度对第一和第二透镜图案阵列进行加热，之后使其冷却。第一和第二透镜图案可以包括光透射率不低于约 95% 的热固丙烯酸树脂，并且可以按顺序分别在约 140°C、约 150°C、约 160°C 和约 170°C 下加热大约 5 分钟，之后对其进行冷却。

在本发明的一些示范性实施例中，提供了一种制造包含微透镜阵列的图像传感器的方法。在半导体衬底上形成光探测器阵列。在光探测器上形成第一透镜图案阵列，之后，在第一透镜图案阵列上形成第二透镜图案阵列，以控制微透镜阵列中每一微透镜的非对称曲率。对第一和第二透镜图案阵列进行回流，以形成具有微透镜阵列中的相应微透镜的非对称曲率的微透镜阵列。一部分微透镜的曲率可以根据该部分微透镜与微透镜阵列的中心之间的距离而变化，远离部分的曲率可以高于接近部分的曲率。距离微透镜阵列的中心较远的微透镜阵列中的每一微透镜所具有的曲率非对称性比距离微透镜阵列中心较近的微透镜所具有的曲率非对称性更高。所述制造方法可以用于制造 CMOS 图像传感器或电荷耦合器件 (CCD) 图像传感器。可以基于与第一透镜图案阵列中的第一透镜图案接触的第二透镜图案阵列中的第二透镜图案的面积、第二透镜图案阵列中的第二透镜图案在第一透镜图案阵列中的第一透镜图案上的位置和/或第二透镜图案阵列中的第二透镜图案的厚度控制微透镜阵列中的微透镜的非对称曲率。

在其他示范性实施例中，所述方法可以进一步包括在光探测器阵列和第

一透镜图案阵列之间形成滤色器。此外，所述制造方法可以进一步包括在第二透镜图案阵列上形成第三透镜图案阵列，其中，在形成第三透镜图案阵列之后，连同第一透镜图案阵列和第二透镜图案阵列一起对第三透镜图案阵列进行回流。可以以逐渐升高的温度对第一和第二透镜图案阵列进行加热，之后使其冷却。第一和第二透镜图案阵列可以包括光透射率不低于约95%的热固丙烯酸树脂，并且可以按顺序分别在约140°C、约150°C、约160°C和约170°C下加热大约5分钟，之后进行冷却。

附图说明

图1是说明具有恒定曲率的平凸透镜的横截面图。

图2是说明常规图像传感器的暗影现象的横截面图。

图3是说明根据本发明的示范性实施例制造图像传感器的方法的流程图。

图4是说明具有非对称曲率的微透镜的横截面图。

图5到图9是说明根据本发明的示范性实施例制造图像传感器的操作的横截面图。

图10到图15是说明根据本发明的示范性实施例控制微透镜的非对称曲率的操作的横截面图。

图16是说明根据本发明的示范性实施例制造微透镜阵列的操作的流程图。

图17是从入射方向观察的，根据本发明的示范性实施例的微透镜阵列的平面图。

图18是说明显示了改善的暗影现象的图像传感器的横截面图。

图19到图29是说明根据本发明的示范性实施例制造CMOS图像传感器的操作的横截面图。

具体实施方式

现在，将参照附图对本发明的具体示范性实施例予以说明。但是，可以以不同的形式体现本发明，而不应推断本发明仅限于文中所述实施例。在附图中，采用类似的附图标记表示类似的元件。应当理解的是，在称一元件“连接”或“耦合”至另一元件时，其可能直接连接或耦合至另一元件或可能存

在插入元件。

本文采用的术语旨在说明具体的实施例，而不是对本发明进行限定。在本文中，单数形式的“一”、“一个”或“该”意在包含复数形式，除非另行明确说明。应当进一步理解的是，在用于本说明书中时，术语“包括”指定了所述部件、整数、步骤、操作、元件和/或组件的存在，但不排除一个或多个其他部件、整数、步骤、操作、元件、组件和/或其组合的存在或增加。

应当理解的是，尽管本文采用术语第一和第二表示不同的元件，但是这些元件不受这些术语的限制。这些术语仅用于将某一元件与其他元件区分开。因此，在不背离本发明的教导的情况下，可以将第一项目称为第二项目，类似地，也可以将第二项目称为第一项目。在本文中，所采用的“和/或”包括一个或更多相关列举项目的任何和所有组合。还可以采用符号“/”作为“和/或”的简化符号。

特别地，微透镜的非对称曲率包括非恒定曲率，非对称曲率对应于一部分微透镜的大曲率和另一部分微透镜的小曲率之间的差别。

图 3 是说明根据本发明的示范性实施例制造图像传感器的方法的流程图。

参照图 3，在根据这一示范性实施例制造图像传感器的过程中，在步骤 S310 中形成第一透镜图案。可以在光探测器之上形成第一透镜图案，其中，所述光探测器包括诸如光电二极管的器件，其接收光，并将所接收到的光转化为电信号。可以在第一透镜图案和光探测器之间形成透光层或展平层。

第一透镜图案可以由诸如热固丙烯酸树脂的材料构成，其光透射率不小于 95% 左右。也可以采用光敏树脂或热塑材料形成第一透镜图案。

可以通过曝光和显影方法形成第一透镜图案。在形成第一透镜层之后，执行曝光和显影程序，以形成第一透镜图案。

可以采用光致抗蚀剂通过光刻方法形成第一透镜图案。根据光刻方法，形成第一透镜层，在所述第一透镜层上形成光致抗蚀剂图案，从而使一部分第一透镜层曝露。更具体来讲，在第一透镜层上形成光致抗蚀剂膜，之后可以在所述光致抗蚀剂膜上执行曝光和光刻工艺，由此在第一透镜层上形成光致抗蚀剂图案。采用光致抗蚀剂图案作为蚀刻掩模去除第一透镜层的暴露部分，从而形成第一透镜图案。

在步骤 S320 中，在第一透镜图案上形成第二透镜图案。第二透镜图案

可以包括与第一透镜图案相同的材料。例如，可以采用光透射率不小于95%左右的热固丙烯酸树脂形成第二透镜层。也可以采用光敏树脂或热塑材料形成第二透镜图案。

可以通过曝光和显影方法形成第二透镜图案。在形成第二透镜层之后，执行曝光和显影程序，以形成第二透镜图案。

可以采用光致抗蚀剂通过光刻方法形成第二透镜图案。根据光刻方法，形成第二透镜层，在所述第二透镜层上形成光致抗蚀剂图案，从而使一部分第二透镜层暴露。更具体来讲，在第二透镜层上形成光致抗蚀剂膜，之后在所述光致抗蚀剂膜上执行曝光和光刻工艺，由此在第二透镜层上形成光致抗蚀剂图案。采用光致抗蚀剂图案作为蚀刻掩模去除第二透镜层的暴露部分，从而形成第二透镜图案。

为了形成微透镜的非对称曲率，在一部分第一透镜图案上形成第二透镜图案。

在步骤 S330 中，使第一透镜图案和第二透镜图案回流，形成第一透镜图案和第二透镜图案的目的在于控制非对称曲率。

在回流步骤中，可以以逐渐上升的温度对第一透镜图案和第二透镜图案加热，之后可以使其冷却。例如，可以按顺序将第一透镜图案和第二透镜图案在大约 140°C 下加热大约 5 分钟，在大约 150°C 下加热大约 5 分钟，在大约 160°C 下加热大约 5 分钟，在大约 170°C 下加热大约 5 分钟，之后可以冷却。

在回流步骤中软化的第一透镜图案和第二透镜图案通过表面张力和粘滞性的作用形成了平凸透镜的外形。但是，由于只在一部分第一透镜图案上形成了第二透镜图案，形成第二透镜图案的部分导致了更大的曲率。因此，本示范性实施例的微透镜具有与图 1 所示的具有恒定曲率的常规微透镜不同的非对称曲率。

图 4 是说明根据本发明的示范性实施例具有非对称曲率的微透镜的横截面图。

参照图 4，与具有恒定曲率的平凸透镜不同，形成第二透镜图案的部分对应于较小的曲率半径，其余部分对应于较大曲率半径。

曲率是指表示曲线或曲面的弯曲率的导数。在点以恒定速率在曲线上移动时，动点的方向根据移动的距离（即弧的长度）改变。在这个例子当中，

将相对于移动方向取得的移动方向的导数称为曲率。如果沿平面上的曲线从P点到Q点的移动距离为 ΔS ，并且P点和Q点处的切线的夹角为 $\Delta \theta$ ，那么将曲率 k 定义为下述方程 1。

[方程 1]

$$k = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta \theta}{\Delta s} \right|$$

典型地，较大曲率对应于较小曲率半径，反之亦然。将具有非对称曲率的微透镜定义为“具有非恒定曲率的曲面的微透镜”，与图 4 所示的微透镜类似。曲率非对称是指一部分微透镜的大曲率和另一部分微透镜的小曲率之间有差别。

图 5 到图 9 是说明根据本发明的示范性实施例制造图像传感器的操作的横截面图。

参照图 5，制造图像传感器的方法始于形成第一透镜图案 510。第一透镜图案 510 可以由诸如热固丙烯酸树脂的材料形成，其光透射率不小于 95% 左右。也可以采用光敏树脂或热塑材料形成第一透镜图案 510。如上所述，可以通过曝光和显影方法形成第一透镜图案 510。

如图 6 所示，在第一透镜图案上形成第二透镜图案 610。可以由与第一透镜图案 510 相同的材料形成第二透镜图案 610。例如，可以采用光透射率不小于 95% 左右的热固丙烯酸树脂形成第二透镜层。也可以采用光敏树脂或热塑材料形成第二透镜图案 610。如上所述，可以通过曝光和显影方法形成第二透镜图案 610。在想要曲率增大的部分上形成第二透镜图案 610。

图 7 到图 9 说明了在回流过程中图 6 所示的第一透镜图案 510 和第二透镜图案 610 的形状变化。

例如，可以按顺序将第一透镜图案和第二透镜图案在大约 140°C 下加热大约 5 分钟，在大约 150°C 下加热大约 5 分钟，在大约 160°C 下加热大约 5 分钟，在大约 170°C 下加热大约 5 分钟，之后使其冷却。在回流步骤中软化的第一透镜图案和第二透镜图案通过表面张力和粘滞性的作用形成了平凸透镜的外形。但是，由于只在一部分第一透镜图案上形成了第二透镜图案，形成第二透镜图案的部分导致了更大的曲率。因此，如图 9 所示的本示范性实施例的微透镜具有非对称曲率，其与图 1 所示的具有恒定曲率的常规微透

镜不同。

图 10 到图 15 是说明根据本发明的示范性实施例控制微透镜的非对称曲率的操作的横截面图。

图 10 和 11 说明了可以基于第二透镜图案的面积控制微透镜的非对称曲率，其中，所述第二透镜图案的面积是指第一透镜图案和第二透镜图案之间的接触面积。如图 10 所示，可以形成广泛分布于第一透镜图案 111 之上的第二透镜图案 112，之后对其进行回流；如图 11 所示，可以在第一透镜图案 121 上形成第二透镜图案 122，之后对其进行回流，相对于图 10 所示的第二透镜图案 112 来讲，第二透镜图案 122 分布较窄。通过图 10 和 11 可以理解，所形成的曲率彼此不同。

此外，参照图 12 和图 13，在微透镜曲率的控制当中可以利用位于第一透镜图案上的第二透镜图案的位置。如图 12 所示，可以在第一透镜图案 131 的中心形成第二透镜图案 132，之后对其进行回流；如图 13 所示，可以在偏离第一透镜图案 141 的中心的中心的部分形成第二透镜图案 142。通过图 12 和 13 可以理解，所形成的曲率彼此不同。

此外，如图 14 和图 15 所示，在微透镜曲率的控制当中，可以利用第二透镜图案的厚度。如图 14 所示，可以在第一透镜图案 151 上形成较薄的第二透镜图案 152，之后对其进行回流；如图 15 所示，可以在第一透镜图案 161 上形成比图 14 所示的第二透镜图案 152 厚的第二透镜图案 162。应当理解所形成的曲率彼此不同。

正如上文中参照图 10 到图 15 所述，可以基于至少一种因素控制微透镜的曲率，例如面积、位置和厚度。此外，可以在微透镜的曲率的控制当中，结合诸如面积、位置和厚度的至少两个因素。

在额外的实施例中，可以在第一透镜图案上形成两个以上的透镜图案，之后对其进行回流以控制微透镜的非对称曲率。例如，可以在第一透镜图案之上形成第二透镜图案，之后在第二透镜图案之上形成第三透镜图案。可以在完成三个图案的形成之后对第一透镜图案、第二透镜图案和第三透镜图案一起进行回流。

图 16 是说明根据本发明的实施例制造微透镜阵列的方法的流程图。

参照图 16，在制造本示范性实施例的微透镜阵列的过程中，在步骤 S161 中形成第一透镜图案阵列。可以在光探测器之上形成第一透镜图案阵列，其

中，所述光探测器包括诸如光电二极管的器件，其接收光，并将所接收到的光转化为电信号。可以在第一透镜图案阵列和光探测器之间形成透光层或展平层。

第一透镜图案阵列可以由诸如热固丙烯酸树脂的材料构成，其光透射率不小于95%左右。也可以采用光敏树脂或热塑材料形成第一透镜图案阵列。

正如在上述示范性实施例中就微透镜的制造所描述的，可以通过曝光和显影方法或采用光致抗蚀剂通过光刻方法形成第一透镜图案阵列。

在步骤 S162 中，在第一透镜图案阵列上形成第二透镜图案阵列。距离微透镜阵列的中心较远的微透镜阵列中的每一微透镜所具有的曲率非对称性比距离微透镜阵列中心较近的微透镜所具有的曲率非对称性更高。

可以由与第一透镜图案阵列相同的材料形成第二透镜图案阵列。例如，可以采用热固丙烯酸树脂、光敏树脂或热塑材料形成第二透镜图案阵列，所述热固丙烯酸树脂的光透射率不低于95%左右。

正如在上述示范性实施例中就微透镜的制造所描述的，可以通过曝光和显影方法或采用光致抗蚀剂通过光刻方法形成第二透镜图案阵列。

为了形成微透镜的非对称曲率，仅在一部分第一透镜图案阵列上形成第二透镜图案阵列。

可以根据第二透镜图案在阵列中的位置改变第二透镜图案阵列中的第二透镜图案的面积、第二透镜图案阵列中的第二透镜图案的位置和第二透镜图案阵列中第二透镜图案的厚度。换句话说，如果第一透镜图案和第二透镜图案对应于接近微透镜阵列中心的微透镜，那么形成第二透镜图案使得对应的微透镜具有较低的曲率非对称性。反之，如果第一透镜图案和第二透镜图案对应于远离微透镜阵列中心的微透镜，那么形成第二透镜图案使得对应的微透镜具有较高的曲率非对称性。如上文中参照图 10 到图 15 所述，可以基于相应的第二透镜图案阵列中的第二透镜图案的位置、面积和厚度控制微透镜阵列中的相应微透镜的曲率。

在步骤 S163 中，使第一透镜图案阵列和第二透镜图案阵列回流，形成第一透镜图案和第二透镜图案的目的在于控制非对称曲率。通过回流工艺形成的远离微透镜阵列中心的微透镜阵列中的微透镜比接近微透镜阵列中心的那些微透镜具有更高的曲率非对称性。

典型地，微透镜阵列的中心所对应的点是光线相对于光接收平面以直角

入射的点。此外，微透镜阵列的中心可以对应于模块透镜（module lens）的中心。由于入射位置远离微透镜阵列的中心，所以通过模块透镜的光线的入射角相对于光接收平面变得倾斜。可以通过微透镜的非对称曲率补偿倾斜的入射角，所述微透镜的非对称曲率根据微透镜相对于微透镜阵列中心的位置发生变化。

在回流步骤中，可以以逐渐上升的温度对第一透镜图案阵列和第二透镜图案阵列加热，之后可以使其冷却。例如，可以按顺序将第一透镜图案阵列和第二透镜图案阵列在大约 140°C 下加热大约 5 分钟，在大约 150°C 下加热大约 5 分钟，在大约 160°C 下加热大约 5 分钟，在大约 170°C 下加热大约 5 分钟，之后使其冷却。

在回流步骤中软化的处于阵列中的第一透镜图案和第二透镜图案通过表面张力和粘滞性的作用形成了平凸透镜的外形。不过，由于只在一部分第一透镜图案上形成了第二透镜图案，形成第二透镜图案的部分导致了更大的曲率。因此，本示范性实施例的微透镜具有非对称曲率，这与图 1 所示的具有恒定曲率的常规微透镜不同。

图 17 是从入射方向观察的，根据本发明的示范性实施例的微透镜阵列的平面图。

如图 17 所示，微透镜阵列可以具有多个微透镜 10。在微透镜阵列之上布置模块透镜。光线通过模块透镜入射到微透镜阵列上。

在微透镜阵列中，既存在近微透镜又存在远微透镜，所述近微透镜和远微透镜是由微透镜与微透镜阵列的中心 14 之间的距离定义的。在图 17 中示出了每一微透镜曲面的最上部 12。微透镜表面的最上部 12 是指这样的一点，如果平行于光接收平面 52 的平面从入射方向接近微透镜阵列，那么相应的微透镜将在该点处首先接触该平面。如图 17 所示，远微透镜距离微透镜阵列的中心越远，微透镜的最上部 12 距离微透镜的中心就越远。微透镜的最上部 12 的位置向外远离微透镜阵列的中心 14。由于微透镜的最上部距离相应微透镜的中心的长度偏移对应于微透镜的曲率的非对称程度，因此，微透镜距离微透镜阵列的中心 14 的距离越远，微透镜所具有的非对称性越高。这样，通过使微透镜阵列中的微透镜具有非对称曲率，提高了远离微透镜阵列中心的微透镜的光接收率。

图 18 是说明根据本发明的示范性实施例显示了改善的暗影现象的图像

传感器的横截面图。

参照图 18，将微透镜 181L、181C 和 181R 中的每一个放置在对应的光探测器 210L、210C 和 210R 之上。如图 18 所示，光从垂直于光接收平面 52 的方向，通过模块透镜（未示出）入射到位于微透镜阵列的中心 14 的微透镜 181C，但是却从偏离直角的方向入射到位于微透镜阵列的边缘的微透镜 181L 和 182R。

远离微透镜阵列的中心 14 的微透镜 181L 和 181R 的曲率是不对称的，这与具有恒定曲率的微透镜 181 不同。换句话说，对于相应的微透镜 181L 和 181R 来讲，距离微透镜阵列的中心 14 较远的部分比较近部分具有更高的曲率。

因此，图 18 中的图像传感器将光线有效地会聚到了相应的光电二极管 210L 和 210R 的中心，即使对应的微透镜远离微透镜阵列的中心 14。通过减少被遮光膜遮挡的光线，以及增大倾斜光线所能够到达的微透镜的表面积，提高了光电二极管的光接收率。

图 19 到图 29 是说明根据本发明的示范性实施例制造 CMOS 图像传感器的操作的横截面图。

参照图 19，在衬底 900 上形成界定有源区和场效应区的场氧化膜。在有源区的表面形成诸如光电二极管的光探测器 902。此外，在衬底 900 上形成连接至光探测器 902 的晶体管 912。晶体管 912 起着光探测器 902 的开关元件的作用。更具体地说，在半导体衬底 900 上形成栅极绝缘膜 904，之后在栅极绝缘膜 904 上形成栅电极 906。接下来，通过将杂质注入到位于栅电极 906 之间的半导体衬底表面，在该表面上形成源极/漏极区 910。在栅电极 906 的两侧壁上形成隔片 908，之后就完成了晶体管 912 的制作，晶体管 912 包括栅极绝缘膜 904、栅电极 906、源极/漏极区 910 和隔片 908。

参照图 20，形成绝缘膜 914，从而覆盖半导体衬底 900，其包括按照上述说明形成的晶体管 912。可以采用诸如氧化硅的透明材料形成绝缘膜 914。通过采用绝缘膜 914 执行曝光和显影工艺，形成第一接触孔 916，其暴露了晶体管 912 的预定部分。

参照图 21，形成填充第一接触孔 916 的第一金属层。第一金属层可以包括但不限于诸如钛、钨和铜的金属。可以采用化学气相淀积（CVD）或溅射法形成第一金属层。接下来，通过化学机械抛光（CMP）对包含上述金属的

第一金属层进行抛光，直到暴露绝缘膜 914 的表面，由此形成填充第一金属接触孔 916 的第一金属焊盘 918。

如图 22 所示，在绝缘膜 914 和第一金属焊盘 918 上形成层间绝缘膜 920。可以采用透明材料形成层间绝缘膜 920。接下来，采用典型的光蚀刻法(photo etching)通过去除层间绝缘膜 920 形成暴露第一金属焊盘的第二接触孔 922。

参照图 23，形成填充第二接触孔 922 的第二金属层。可以采用化学气相沉积或溅射法形成第二金属层，所述第二金属层可以包括但不限于诸如钛、钨和铜的金属。接下来，通过化学机械抛光对第二金属层进行抛光，直到暴露层间绝缘膜 920 的表面，由此形成填充第二接触孔 922 的第二金属焊盘 924。结果，完成了层间绝缘膜结构的制作，所述层间绝缘膜结构包括层间绝缘膜 920 和第二金属焊盘 924。

如图 24 所示，在层间绝缘膜 920 和第二金属焊盘 924 上形成第一光敏膜 926。第一光敏膜 926 起着防止元件受到湿气和擦划影响的作用。第一光敏膜 926 可以包括诸如光致抗蚀剂的感光材料。

接下来，如图 25 所示，可以在第一光敏膜 926 之上形成滤色器 928，滤色器 928 是由蓝色、绿色和红色滤色器构成的阵列结构。如图 25 所示，可以在作为光接收元件的光电二极管上形成蓝色、绿色或红色滤色器之一。滤色器 928 可以包括诸如光致抗蚀剂的感光材料。用于滤色器 928 的感光材料可以包括但不限于例如甲基丙烯酸树脂和交联甲基丙烯酸树脂。

参照图 26，在第一光敏膜 926 和滤色器 928 上形成第二光敏膜 930。典型地，所形成的滤色器可能具有一台阶，应当清除这一台阶，从而提供在后续工艺中形成微透镜的展平表面。第二光敏膜 930 将在去除由滤色器 928 引起的台阶的过程中起作用。第二光敏膜 930 可以包括诸如光致抗蚀剂的感光材料，第二光敏膜 930 中包含的光致抗蚀剂可以与第一光敏膜 926 中包含的光致抗蚀剂相同，也可以不同。

现在，参照图 27，在滤色器 928 上形成第一透镜图案 932a。在光电二极管 902 上方形成第一透镜图案，第一透镜图案可以由诸如热固丙烯酸树脂、光敏树脂或热塑材料的材料形成，所述热固丙烯酸树脂的光透射率不低于 95%左右。可以通过曝光和显影方法或采用光致抗蚀剂的光刻方法形成第一透镜图案。

参照图 28，在一部分第一透镜图案上形成第二透镜图案 932b。可以由

与第一透镜图案 932a 相同的材料形成第二透镜图案 932b。也可以通过曝光和显影方法或采用光致抗蚀剂的光刻方法形成第二透镜图案 932b。

在包含由多个微透镜构成的微透镜阵列的图像传感器中，可以根据第二透镜图案 932b 在阵列中的位置改变第二透镜图案阵列中第二透镜图案 932b 的面积、第二透镜图案阵列中第二透镜图案 932b 的位置和/或第二透镜图案阵列中第二透镜图案 932b 的厚度。换句话说，如果第一透镜图案 932a 和第二透镜图案 932b 对应于接近微透镜阵列中心的微透镜，那么形成第二透镜图案使得对应的微透镜具有较低的非对称性。反之，如果第一透镜图案 932a 和第二透镜图案 932b 对应于远离微透镜阵列中心的微透镜，那么形成第二透镜图案使得对应的微透镜具有较高的非对称性。如上文中参照图 10 到图 15 所述，可以基于相应的第二透镜图案阵列中的第二透镜图案的位置、面积和/或厚度控制阵列中的相应微透镜曲率。

参照图 29，对第一透镜图案 932a 和第二透镜图案 932b 进行回流，形成第一透镜 932a 和第二透镜图案 932b 的目的在于控制非对称曲率。如上所述，当微透镜 932 和微透镜阵列的中心之间的距离增大时，微透镜 932 的非对称曲率也增大。在回流步骤中，可以以逐渐上升的温度对第一透镜图案 932a 和第二透镜图案 932b 加热，之后可以使其冷却。例如，可以按顺序将第一透镜图案和第二透镜图案在大约 140°C 下加热大约 5 分钟，在大约 150°C 下加热大约 5 分钟，在大约 160°C 下加热大约 5 分钟，在大约 170°C 下加热大约 5 分钟，之后使其冷却。

在回流步骤中软化的第一透镜图案 932a 和第二透镜图案 932b 通过表面张力和粘滞性的作用形成了平凸透镜的外形。但是，由于只在一部分第一透镜图案上形成了第二透镜图案，形成第二透镜图案的部分导致了更大的曲率。通过额外的典型工艺完成 CMOS 图像传感器的制作。

通过图 19 到图 29，对 CMOS 图像传感器的制造方法进行了说明。但是不应将本发明理解为仅限于 CMOS 图像传感器的制造工艺。相反，也可以根据本发明的示范性实施例采用本领域公知的其他传感器，所述传感器包括但不限于电荷耦合器件 (CCD) 图像传感器。

根据本发明的多种示范性实施例，提供了制造微透镜、微透镜阵列和图像传感器的方法，其中，微透镜的曲率是非对称的，并且可以有效地控制非对称曲率。即使是远离微透镜阵列中心的微透镜也可以将入射光聚焦到光探

测器上，而不管微透镜的尺寸如何。通过增大入射光能够到达的微透镜表面积还减少了暗影现象。

尽管已经对本发明的示范性实施例进行了说明，但是应当进一步注意，对于本领域技术人员来讲，在不背离权利要求的边界所限定的本发明的精神和范围的情况下，显然可以做出各种改变。

本申请要求于2005年2月3日提交的韩国专利申请 No. 2005-9822 的权益，在此将其全文引入以供参考。

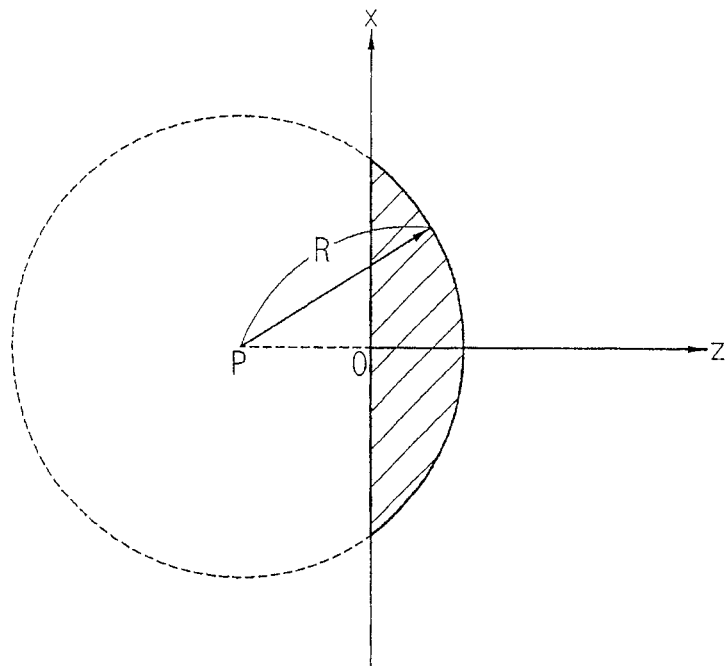


图 1

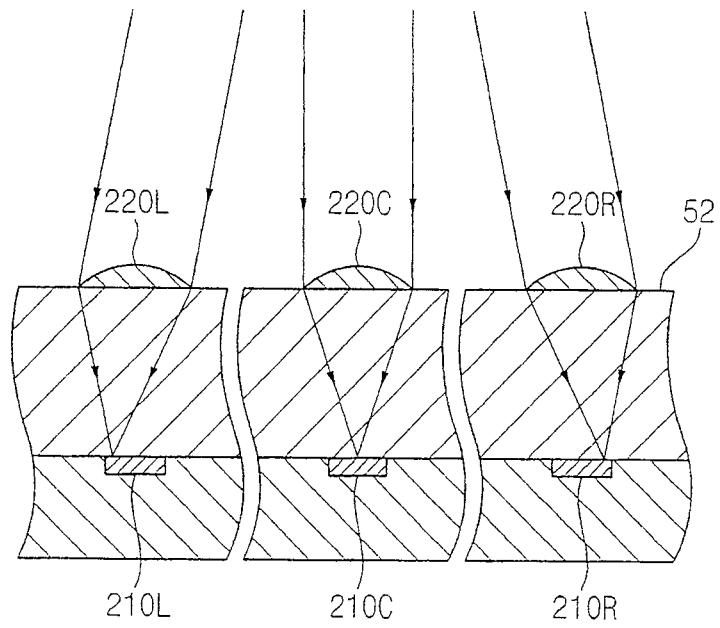


图 2

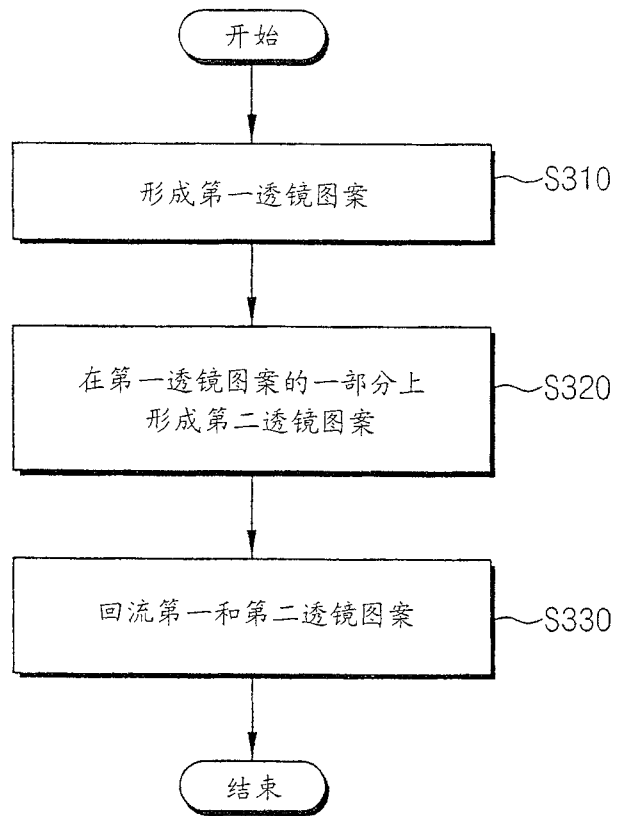


图 3

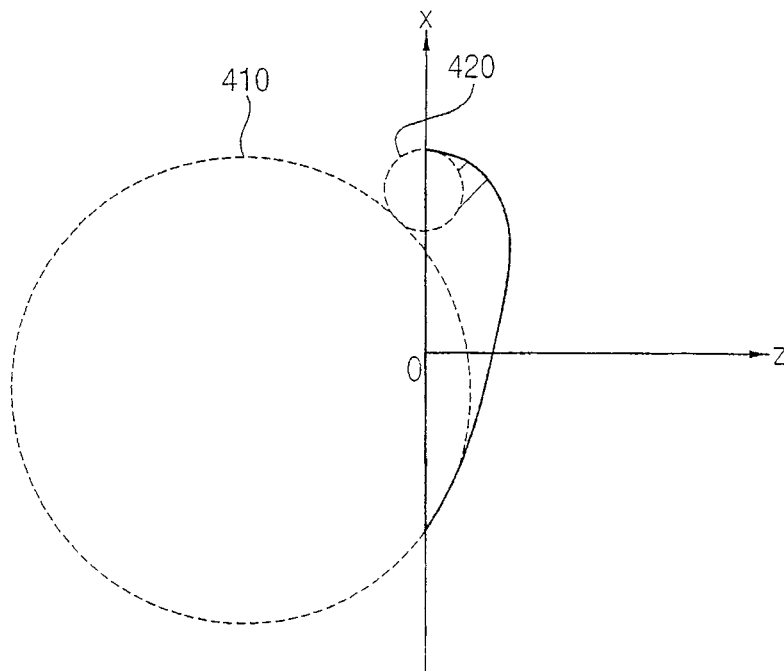


图 4

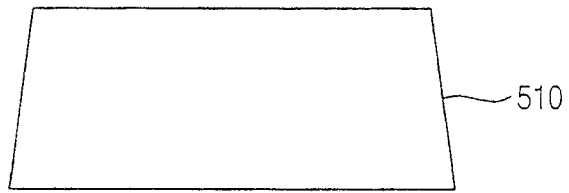


图 5

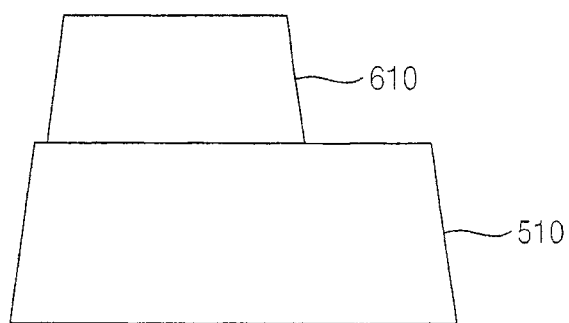


图 6

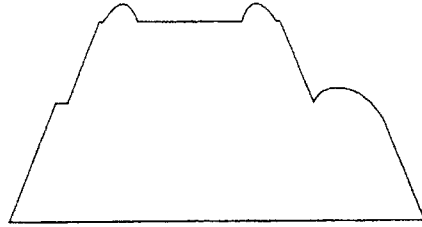


图 7

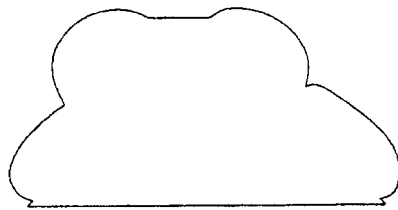


图 8

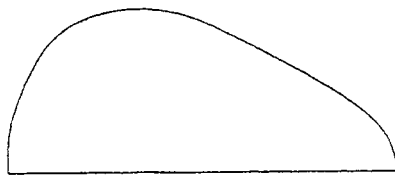


图 9

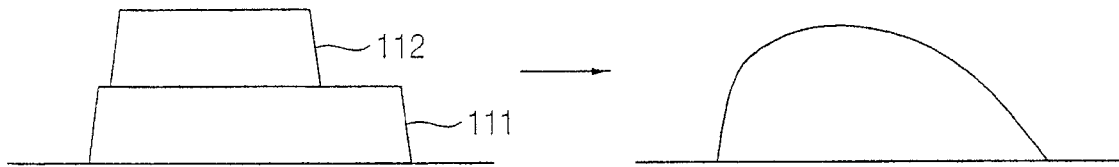


图 10

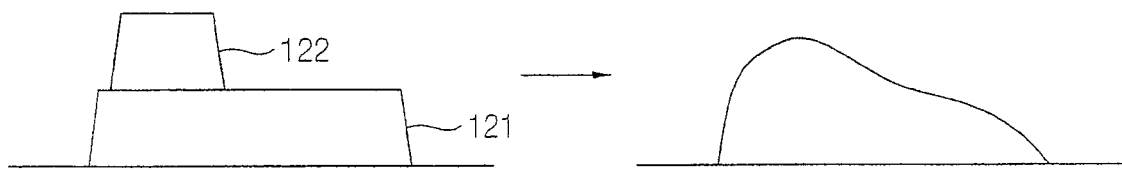


图 11

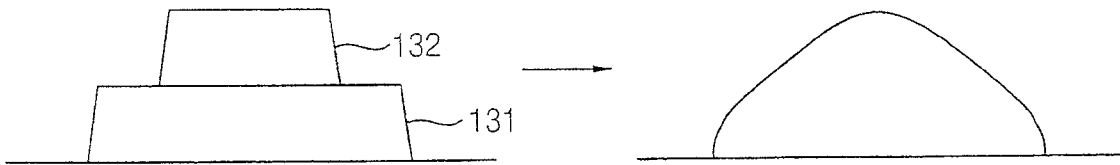


图 12

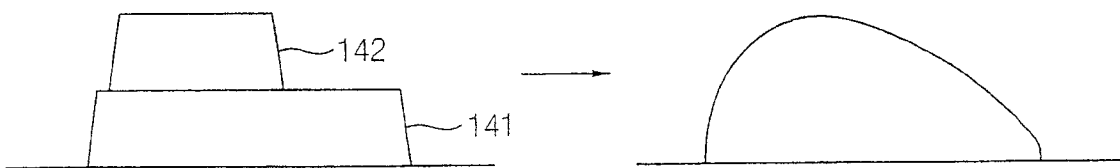


图 13

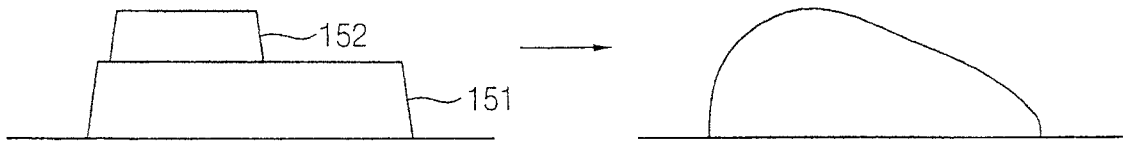


图 14

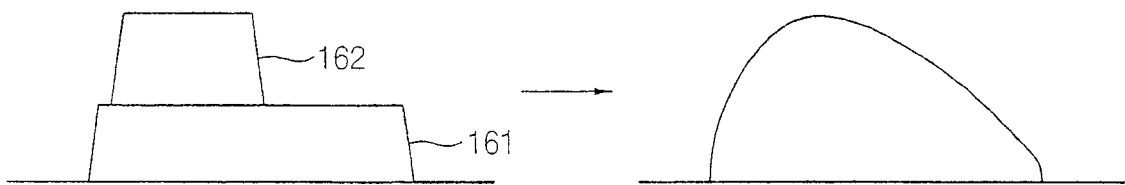


图 15

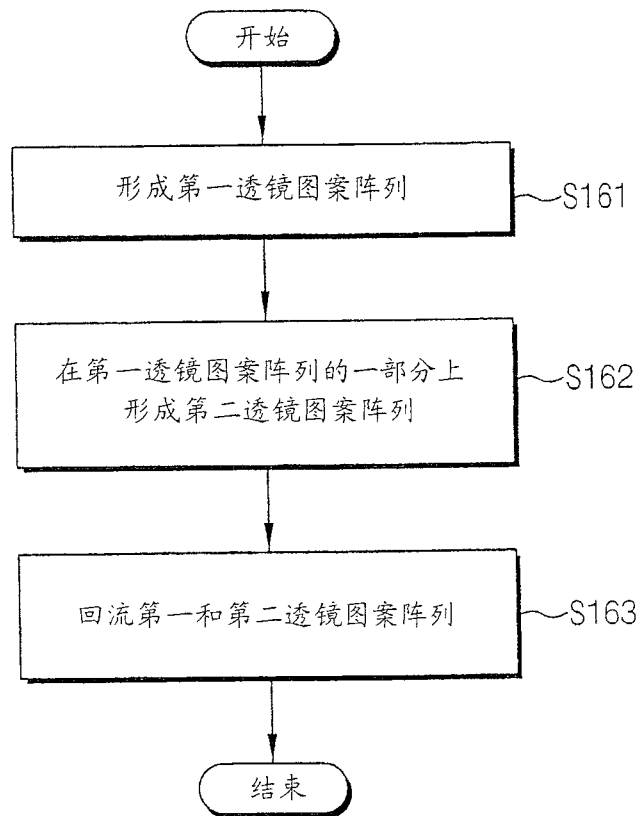


图 16

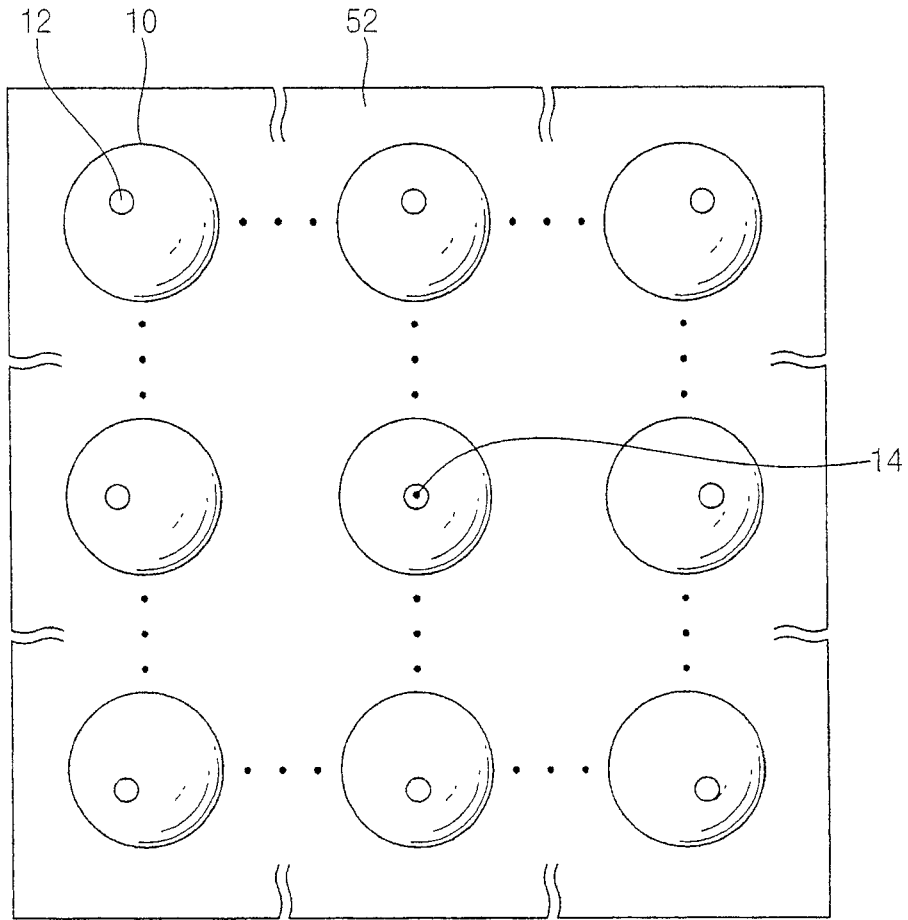


图 17

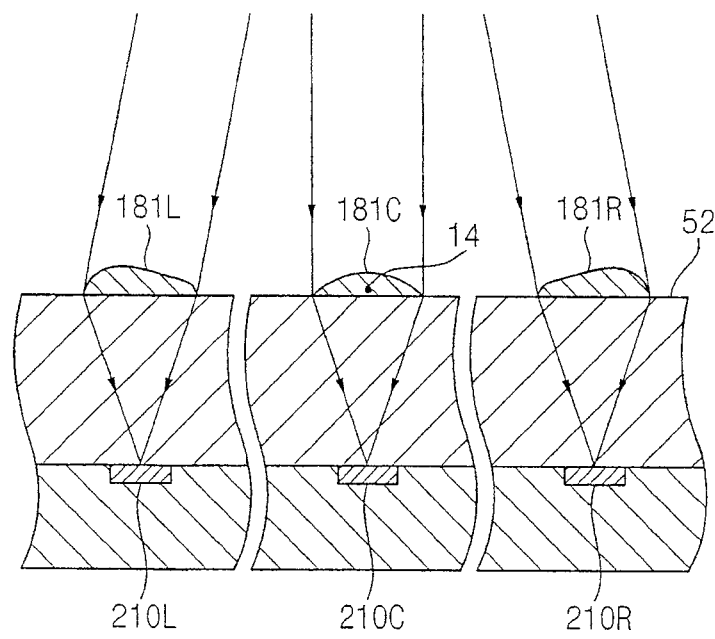


图 18

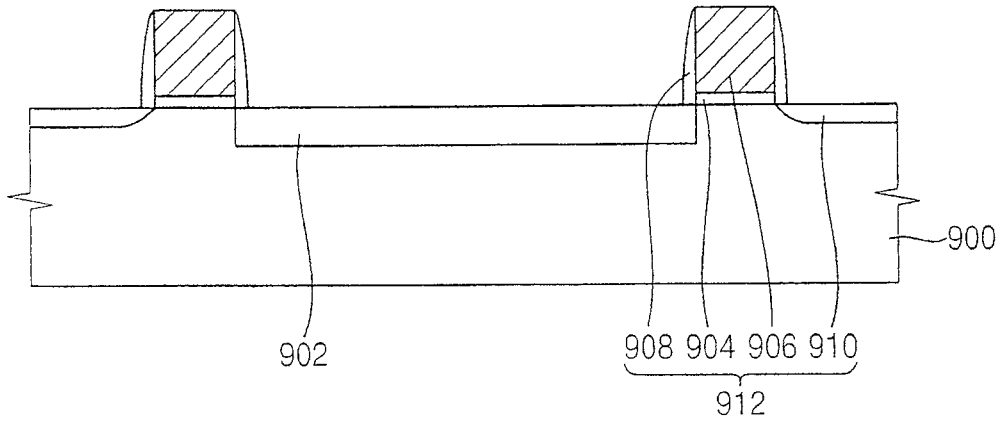


图 19

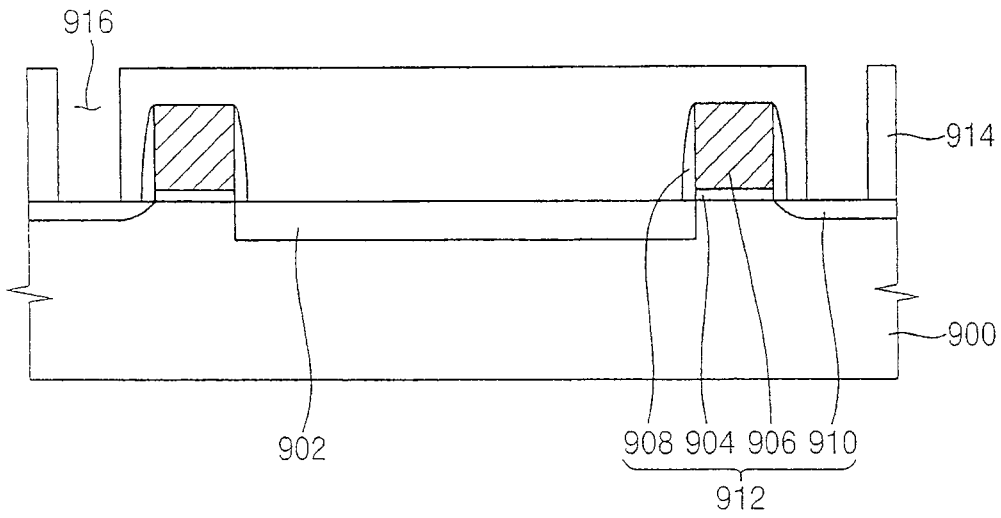


图 20

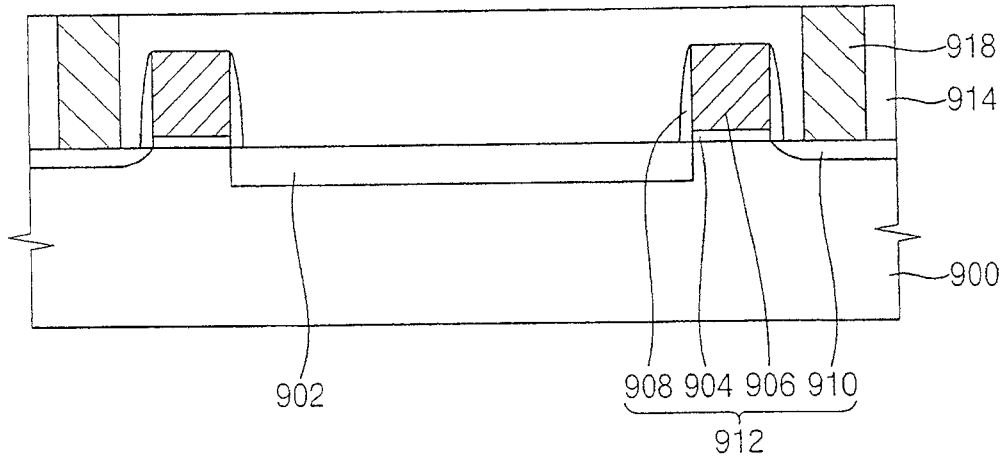


图 21

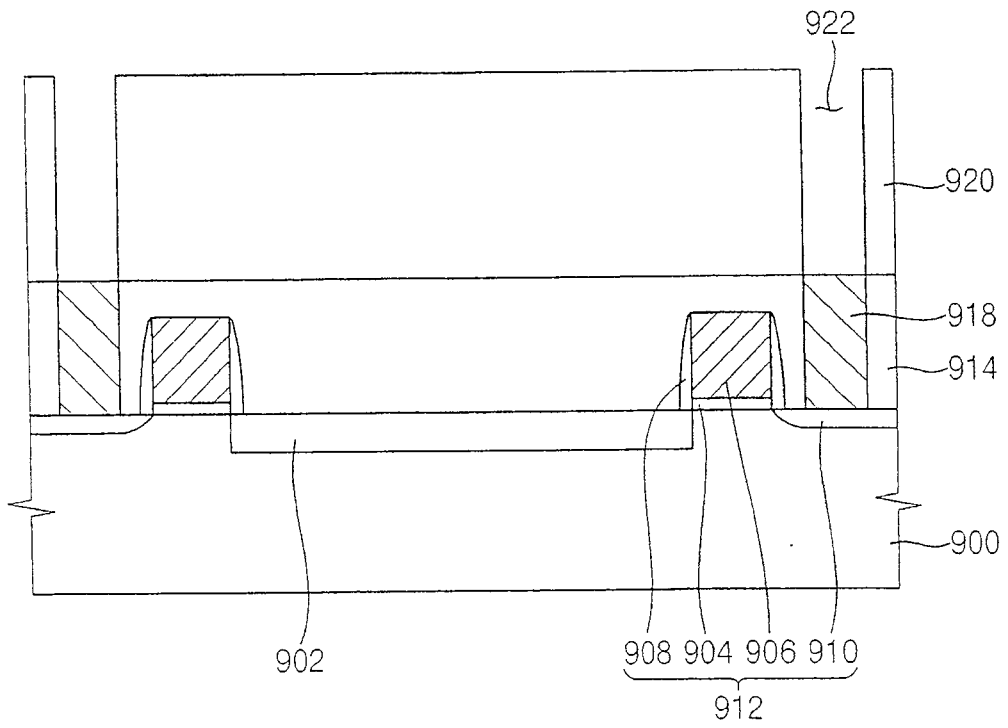


图 22

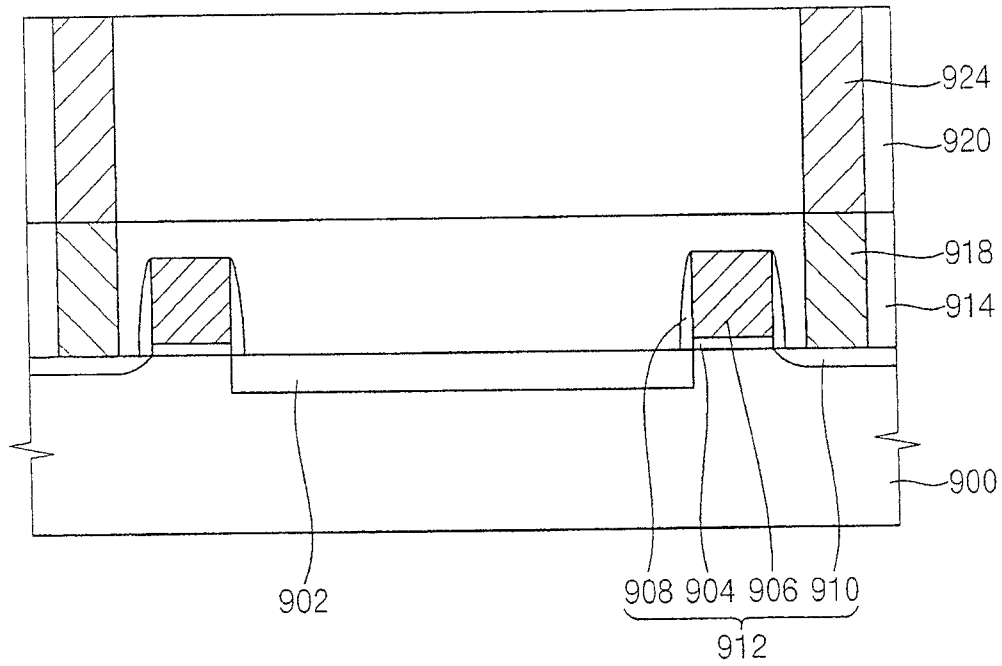


图 23

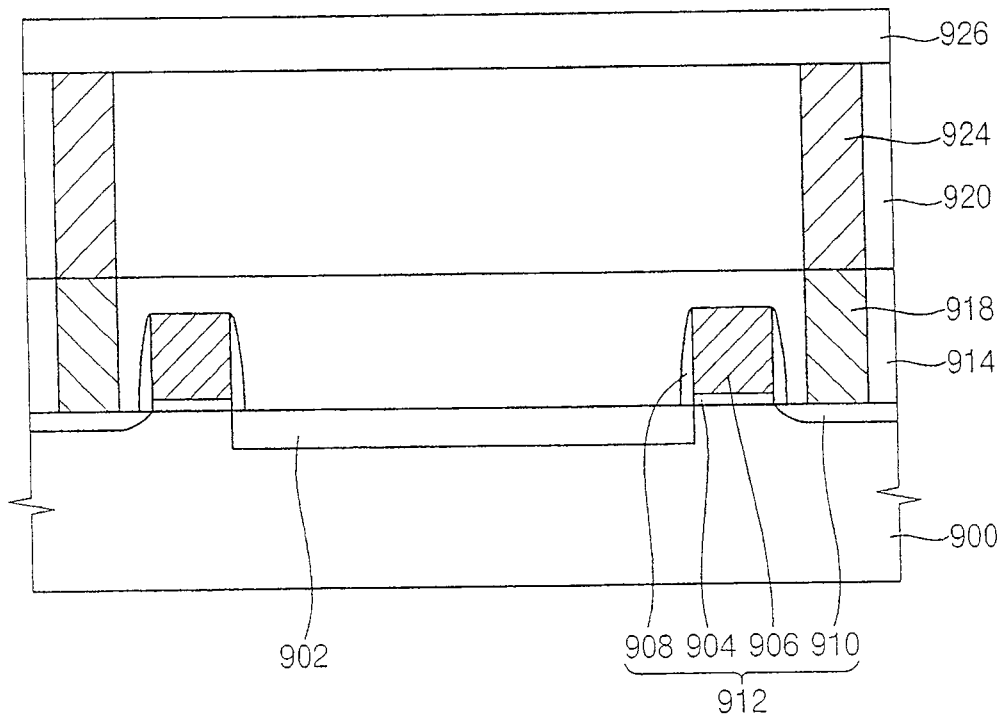


图 24

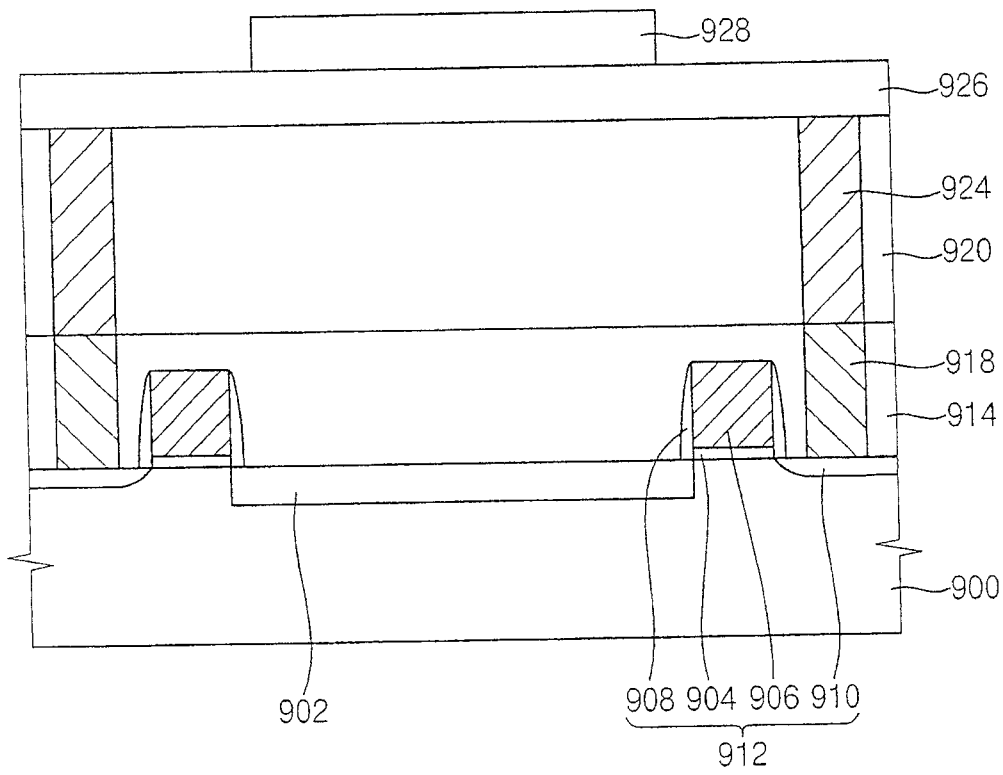


图 25

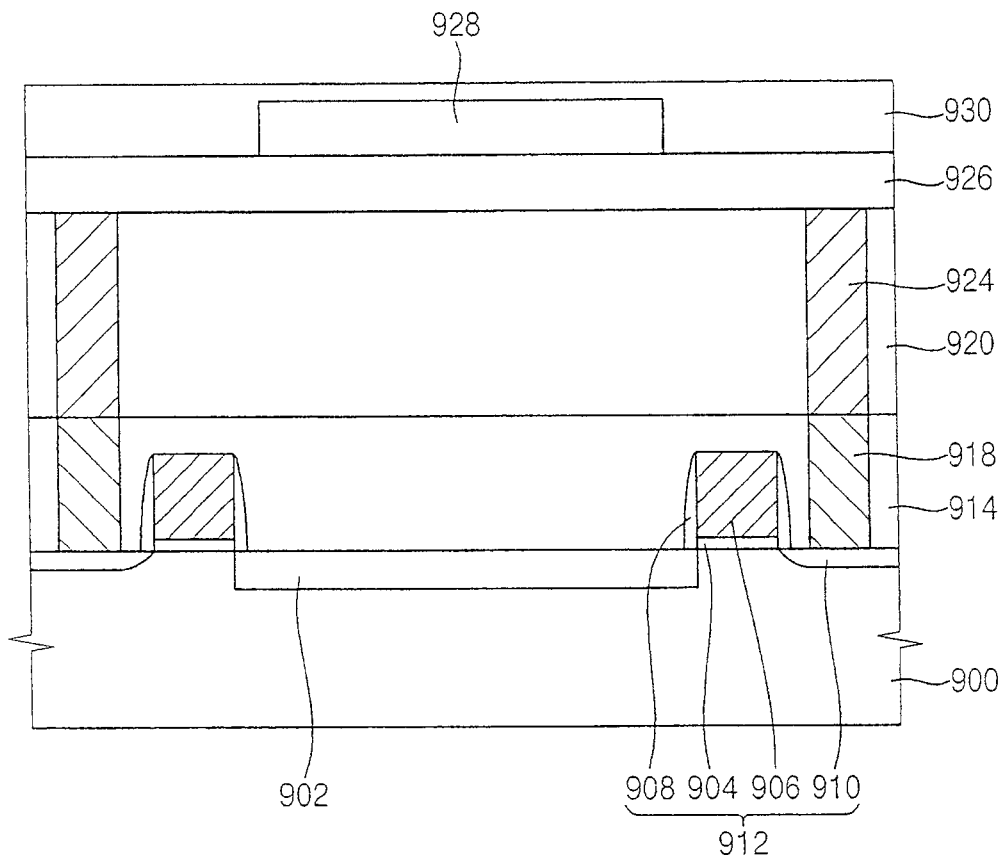


图 26

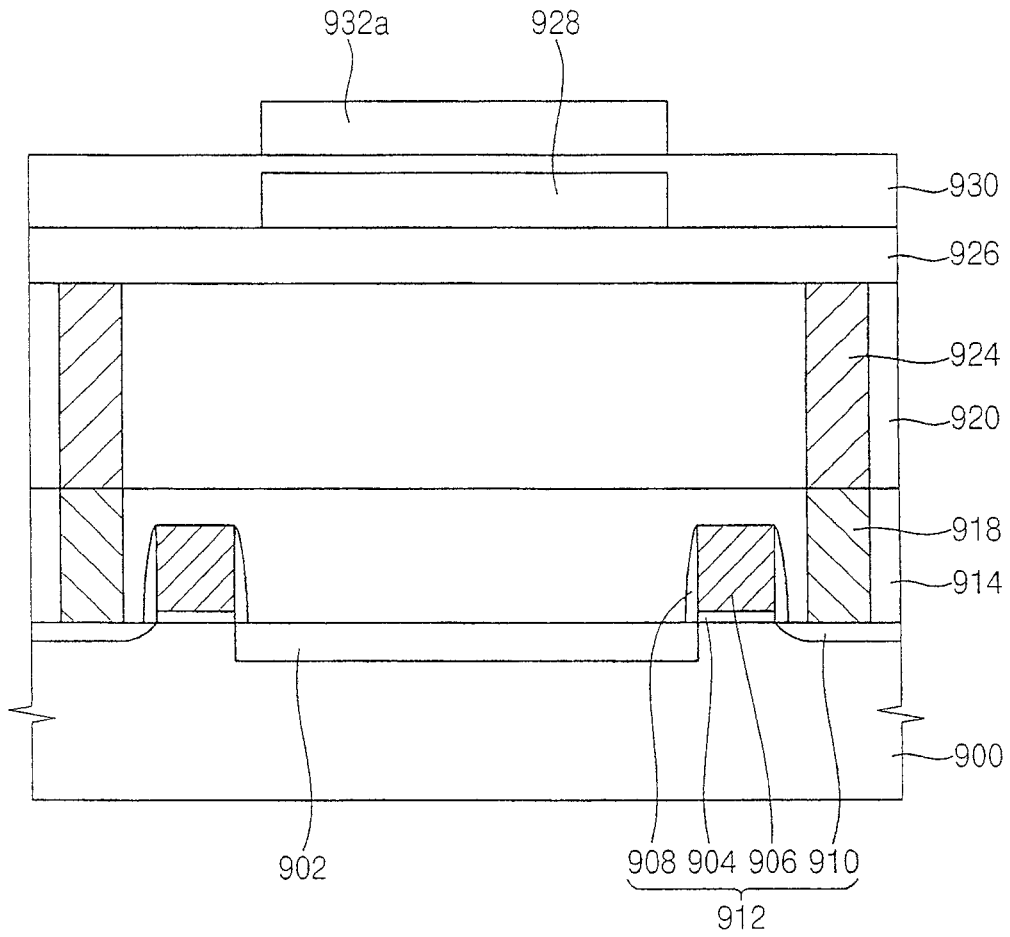


图 27

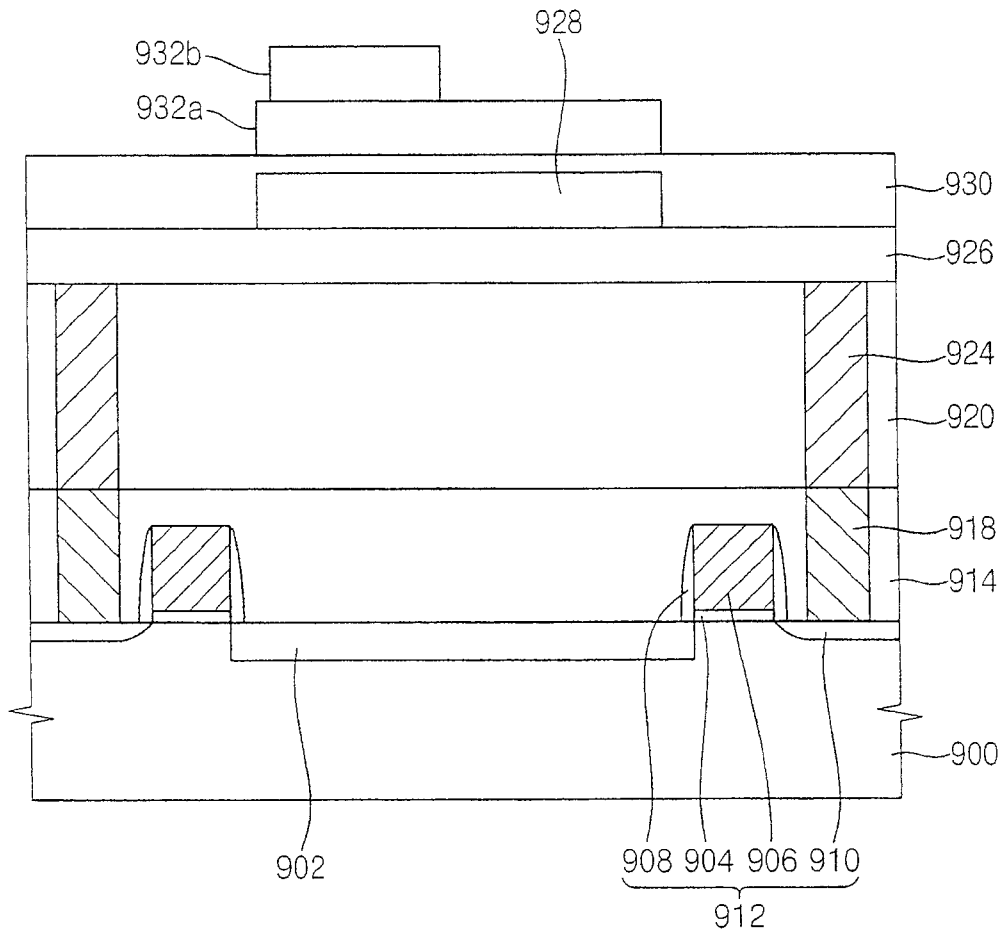


图 28

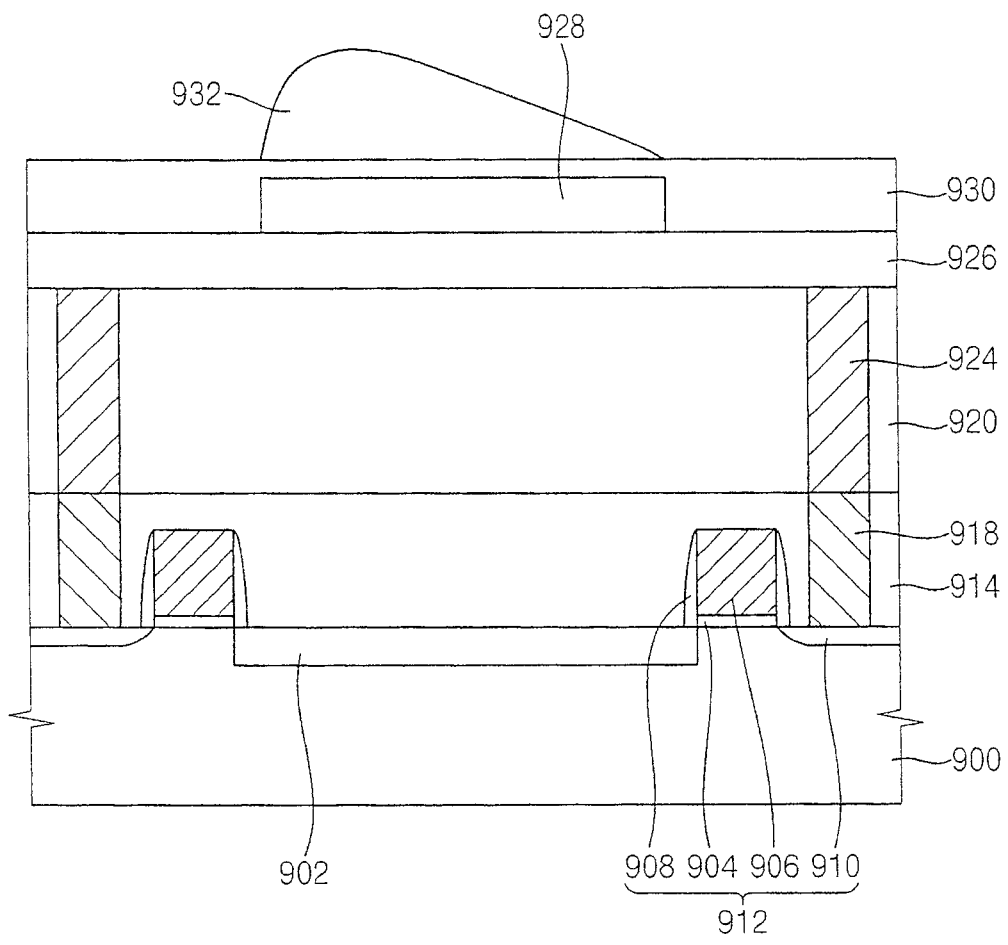


图 29