



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103663345 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310027382. 2

(22) 申请日 2013. 01. 24

(30) 优先权数据

13/615, 645 2012. 09. 14 US

(71) 申请人 鑫创科技股份有限公司

地址 中国台湾新竹县

(72) 发明人 谢聪敏 李建兴 刘志成

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 陈小雯

(51) Int. Cl.

B81B 7/00 (2006. 01)

B81B 3/00 (2006. 01)

B81C 1/00 (2006. 01)

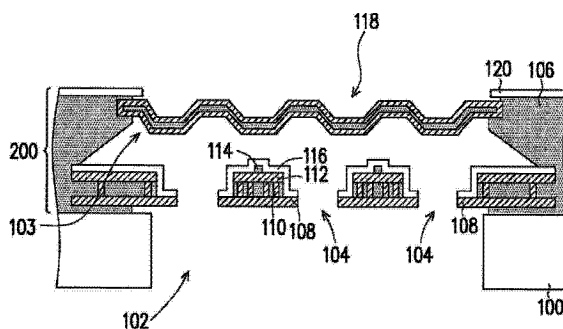
权利要求书4页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

微型机电系统装置及其制造方法

(57) 摘要

本发明公开一种微型机电系统(MEMS)装置及其制造方法,所述 MEMS 装置包含硅衬底和结构电介质层。所述硅衬底具有腔。所述结构电介质层设置在所述硅衬底上。所述结构电介质层具有位于所述硅衬底的所述腔上方的空间并且在所述空间内容纳多个结构元件,所述结构元件包含:导电背板,其位于所述硅衬底上方,具有多个通气孔以及位于所述导电背板上部的多个突起结构;以及隔膜,其位于所述导电背板上方一定距离处,其中室形成于所述隔膜与所述导电背板之间,并且通过所述通气孔连接到所述硅衬底的所述腔。所述隔膜的第一侧暴露于所述室中且面向所述导电背板的所述突起结构,并且所述隔膜的所述第二侧暴露于环境空间中。



1. 一种微型机电系统装置,包括:

硅衬底,所述硅衬底具有腔;以及

结构电介质层,其设置在所述硅衬底上,其中所述结构电介质层具有位于所述硅衬底的所述腔上方的空间并且在所述空间内容纳多个结构元件,所述结构元件包括:

导电背板,其位于所述硅衬底上方,具有多个通气孔以及位于所述导电背板上部的多个突起结构;以及

隔膜,其位于所述导电背板上方一定距离处,其中室形成于所述隔膜与所述导电背板之间,并且通过所述通气孔连接到所述硅衬底的所述腔,

其中所述隔膜的第一侧暴露于所述室中且面向所述导电背板的所述突起结构,并且所述隔膜的第二侧暴露于环境空间中。

2. 根据权利要求1所述的微型机电系统装置,其特征在于,所述隔膜包括第一层和第二层,以及包封在所述第一层和所述第二层之间的所述结构电介质层的一部分。

3. 根据权利要求2所述的微型机电系统装置,其特征在于,包封所述结构电介质层的所述第一层与所述第二层是导电的。

4. 根据权利要求1所述的微型机电系统装置,其特征在于,所述隔膜是波纹状结构。

5. 根据权利要求1所述的微型机电系统装置,其特征在于,所述隔膜还具有至少一个开口,用于将所述室连接到所述环境空间。

6. 根据权利要求1所述的微型机电系统装置,其特征在于,所述导电背板包括平行多层导电层以及填充在所述导电层之间的电介质层。

7. 根据权利要求6所述的微型机电系统装置,进一步包括盖罩层,其位于导电背板层上以覆盖所述导电背板的侧壁,其中所述盖罩层的蚀刻速率低于所述电介质层的蚀刻速率。

8. 根据权利要求1所述的微型机电系统装置,其特征在于,所述导电背板包括平行多层导电层、垂直于所述导电层的垂直导电层,以及填充在所述平行多层导电层与所述垂直导电层之间的电介质层。

9. 根据权利要求8所述的微型机电系统装置,进一步包括在所述导电背板层上的盖罩层以覆盖所述导电背板层的侧壁,其中所述盖罩层的蚀刻速率低于所述电介质层的蚀刻速率。

10. 根据权利要求1所述的微型机电系统装置,进一步包括位于所述结构电介质层上部的钝化层,所述钝化层具有开口以使所述隔膜的所述第二侧暴露,并且在蚀刻速率方面低于所述结构电介质层。

11. 一种微型机电系统装置,包括:

硅衬底,其具有腔;

结构电介质层,其设置在所述硅衬底上;以及

钝化层,其位于所述结构电介质层上,所述钝化层具有位于所述硅衬底的所述腔上方的开口,

其中所述结构电介质层具有微型机电系统空间并且在所述微型机电系统空间内容纳多个结构元件,所述结构元件包括:

第一导电层,其设置在所述硅衬底上方,其中所述第一导电层具有位于所述硅衬底的

所述腔上方的多个通气孔；

支撑层，其设置在所述第一导电层上，环绕所述通气孔；

第二导电层，其设置在所述支撑层上；

多个突起结构，其设置在所述第二导电层上，位于所述硅衬底的所述腔上方的区域内；

盖罩层，其罩在所述第一导电层、所述支撑层、所述第二导电层以及所述突起结构上方；以及

隔膜，其位于所述第二导电层上方一定距离处，其中室形成于所述隔膜与所述盖罩保护层之间，并且通过所述通气孔连接到所述硅衬底的所述腔，

其中所述微型机电系统空间内的所述隔膜、所述第一导电层和所述盖罩层的一部分是暴露的。

12. 根据权利要求 11 所述的微型机电系统装置，其特征在于，所述隔膜包括第一层和第二层，以及包封在所述第一层与所述第二层之间的所述结构电介质层的一部分。

13. 根据权利要求 11 所述的微型机电系统装置，其特征在于，所述隔膜还具有至少一个开口，用于将所述室连接到所述环境空间。

14. 根据权利要求 11 所述的微型机电系统装置，其特征在于，所述钝化层在蚀刻速率方面低于所述结构电介质层的电介质材料。

15. 根据权利要求 11 所述的微型机电系统装置，其特征在于，所述支撑层包含多个环形层，并且所述通气孔中的每个通气孔被所述环形层中的至少一个环形层环绕。

16. 根据权利要求 11 所述的微型机电系统装置，其特征在于，所述支撑层包含多个支撑结构单元，所述支撑结构单元分布在所述通气孔周围。

17. 根据权利要求 11 所述的微型机电系统装置，其特征在于，所述结构电介质层的一部分填充包封在所述盖罩层、所述第一导电层以及所述第二导电层之间的内部空间。

18. 根据权利要求 11 所述的微型机电系统装置，其特征在于，所述盖罩层在蚀刻速率方面低于所述结构电介质层的电介质材料。

19. 根据权利要求 11 所述的微型机电系统装置，其特征在于，所述隔膜是波纹状结构。

20. 一种用于制造微型机电系统装置的方法，包括：

提供具有第一侧和第二侧的硅衬底；

在所述硅衬底的所述第一侧上方形成结构电介质层，其中多个结构元件嵌入所述结构电介质层中并且有待释放，所述结构元件包括：

导电背板，其位于所述硅衬底上方，具有多个通气孔以及位于所述导电背板上部的多个突起结构；以及

隔膜，其位于所述导电背板上方一定距离处，其中室形成于所述隔膜与所述导电背板之间；

在所述硅衬底中于所述第二侧处，形成腔，其中所述腔对应于嵌入所述结构电介质层的所述结构元件；以及

在所述结构电介质层的电介质材料上执行各向同性蚀刻过程，以便释放所述结构元件，

其中所述隔膜的第一侧暴露于所述室中且面向所述导电背板的所述突起结构，并且所

述隔膜的第二侧暴露于环境空间中,其中所述室通过所述导电背板的所述通气孔连接到所述硅衬底的所述腔。

21. 根据权利要求 20 所述的用于制造微型机电系统装置的方法,其特征在于,所述隔膜形成成为包括第一层和第二层,以及包封在所述第一层与所述第二层之间的所述结构电介质层的一部分。

22. 根据权利要求 20 所述的用于制造微型机电系统装置的方法,其特征在于,所述隔膜是波纹状结构。

23. 根据权利要求 20 所述的用于制造微型机电系统装置的方法,其特征在于,所述隔膜进一步形成成为具有至少一个开口,用于将所述室连接到所述环境空间。

24. 根据权利要求 20 所述的用于制造 MEMS 装置的方法,进一步形成位于所述结构电介质层上部的钝化层,所述钝化层具有开口以使所述隔膜的所述第二侧暴露,并且在蚀刻速率方面低于所述结构电介质层。

25. 一种用于制造微型机电系统装置的方法,包括:

提供具有第一侧和第二侧的硅衬底;

在所述硅衬底的所述第一侧上形成结构电介质层,其中多个结构元件嵌入所述结构电介质层中并且有待释放,所述结构元件包括:

第一导电层,其形成于所述硅衬底上方,其中所述第一导电层具有多个通气孔;

支撑层,其形成于所述第一导电层上,环绕所述通气孔;

第二导电层,其形成于所述支撑层之上;

多个突起结构,其形成于所述第二导电层上;

盖罩层,其罩在所述第一导电层、所述支撑层、所述第二导电层以及所述突起结构上方;以及

隔膜,其形成于所述第二导电层上方一定距离处,其中室形成于所述隔膜与所述盖罩保护层之间,并且通过所述通气孔连接到所述硅衬底的所述腔;

在所述结构电介质层上方形成钝化层,其中所述钝化层具有开口以在微型机电系统区域使所述结构电介质层暴露;

在所述硅衬底中于所述第二侧处形成腔以使所述结构电介质层暴露;以及

在所述结构电介质层的电介质材料上执行各向同性蚀刻过程,以便释放所述结构元件,

其中所述隔膜的第一侧暴露于所述室中且面向所述导电背板的所述突起结构,并且所述隔膜的第二侧暴露于环境空间中,其中所述室通过所述导电背板的所述通气孔连接到所述硅衬底的所述腔。

26. 根据权利要求 25 所述的用于制造微型机电系统装置的方法,其特征在于,所述隔膜包括第一层和第二层,以及包封在所述第一层和所述第二层之间的所述结构电介质层的一部分。

27. 根据权利要求 25 所述的用于制造微型机电系统装置的方法,其特征在于,所述隔膜是波纹状结构。

28. 根据权利要求 25 所述的用于制造微型机电系统装置的方法,其特征在于,所述隔膜还具有至少一个开口,用于将所述室连接到所述环境空间。

29. 根据权利要求 25 所述的用于制造微型机电系统装置的方法,其特征在于,所述钝化层在蚀刻速率方面低于所述结构电介质层的电介质材料。

30. 根据权利要求 25 所述的用于制造微型机电系统装置的方法,其特征在于,所述支撑层包含多个环形层,并且所述通气孔中的每个通气孔由所述环形层中的至少一个环形层环绕。

31. 根据权利要求 25 所述的用于制造微型机电系统装置的方法,其特征在于,所述支撑层包含多个支撑结构单元,所述支撑结构单元分布在所述通气孔周围。

32. 根据权利要求 25 所述的用于制造微型机电系统装置的方法,其特征在于,所述结构电介质层的一部分填充包封在所述盖罩层、所述第一导电层以及所述第二导电层之间的内部空间。

33. 根据权利要求 25 所述的用于制造微型机电系统装置的方法,其特征在于,所述盖罩层在蚀刻速率方面低于所述结构电介质层的电介质材料。

微型机电系统装置及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造,确切地说,涉及微型机电系统(Microelectromechanical system, 简称:MEMS)装置及其制造方法。

背景技术

[0002] MEMS 装置,例如,MEMS 麦克风,基本上包含位于硅衬底上方的背板和隔膜。背板具有通气孔,硅衬底具有腔,这样,腔就通过通气孔连接到形成于背板和隔膜之间的室。隔膜可以感测由声波引起的空气压力,从而相应地改变隔膜和背板之间的电容。检测到的电压信号包含电容效应,这样就可以感测到声音。随后,可以实现 MEMS 麦克风的性能。

[0003] 然而, MEMS 装置可以采用多种结构形成,从而也会产生不同的性能。如何设计合适的 MEMS 装置仍然是一个问题,有待进一步研发。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供了一种 MEMS 装置,所述 MEMS 装置在制造过程中可以避免背板与隔膜之间的粘附现象。

[0005] 为达上述目的,本发明的一个实施例提供了一种 MEMS 装置,所述 MEMS 装置包含硅衬底和结构电介质层。硅衬底具有腔。结构电介质层设置在硅衬底上。结构电介质层具有位于硅衬底的腔上方的空间并且在所述空间内容纳多个结构元件,所述结构元件包含:导电背板,其位于硅衬底上方,具有多个通气孔以及位于导电背板上部的多个突起结构;以及隔膜,其位于导电背板上方一定距离处,其中室形成于隔膜与导电背板之间,并且通过通气孔连接到硅衬底的腔。隔膜的第一侧暴露于室中且面向导电背板的突起结构,并且隔膜的第二侧暴露于环境空间中。

[0006] 本发明的一个实施例提供了一种 MEMS 装置,所述 MEMS 装置包含硅衬底、结构电介质层以及钝化层。硅衬底具有腔。结构电介质层设置在硅衬底上。钝化层位于结构电介质层上。所述钝化层具有位于硅衬底的腔上方的开口。结构电介质层具有 MEMS 空间并且在 MEMS 空间内容纳多个结构元件。这些结构元件包括设置在硅衬底上方的第一导电层,其中所述第一导电层具有位于硅衬底的腔上方的多个通气孔。支撑层设置在第一导电层上,环绕通气孔。第二导电层设置在支撑层上。多个突起结构设置在第二导电层上,位于硅衬底的腔上方的区域内。盖罩层罩在第一导电层、支撑层、第二导电层以及突起结构上方。隔膜位于第二导电层上方一定距离处,其中室形成于隔膜与盖罩保护层之间,并且通过通气孔连接到硅衬底的腔。MEMS 空间内的隔膜、第一导电层和盖罩层的一部分是暴露的。

[0007] 本发明的一个实施例提供了一种用于制造 MEMS 装置的方法,所述方法包括提供具有第一侧和第二侧的硅衬底。结构电介质层形成于硅衬底的第一侧上方,其中多个结构元件嵌入结构电介质层中并且有待释放。所述结构元件包含:导电背板,其设置在硅衬底上,具有多个通气孔以及位于导电背板上部的多个突起结构;以及隔膜,其位于导电背板上方一定距离处,其中室形成于隔膜与导电背板之间。腔在硅衬底中于所述第二侧处形成,其

中所述腔对应于嵌入结构电介质层的结构元件。各向同性蚀刻过程在结构电介质层的电介质材料上执行,以便释放结构元件。隔膜的第一侧暴露于室中且面向导电背板的突起结构,并且隔膜的第二侧暴露于环境空间中。所述室通过导电背板的通气孔连接到硅衬底的腔。

[0008] 本发明的一个实施例提供一种用于制造 MEMS 装置的方法。所述方法包括提供具有第一侧和第二侧的硅衬底。随后,结构电介质层形成于硅衬底的第一侧上,其中多个结构元件嵌入结构电介质层中并且有待释放。所述结构元件包括:第一导电层,其形成于硅衬底上方,其中第一导电层具有多个通气孔;支撑层,其形成于第一导电层上,环绕通气孔;第二导电层,其形成于支撑层上;多个突起结构,其形成于第二导电层上;盖罩层,罩在第一导电层、支撑层、第二导电层以及突起结构上方;以及隔膜,其形成于第二导电层上方一定距离处,其中室形成于隔膜与盖罩保护层之间,并且通过通气孔连接到硅衬底的腔。钝化层形成于结构电介质层上方。钝化层具有开口以在 MEMS 区域使结构电介质层暴露。硅衬底中位于第二侧的腔使结构电介质层暴露。各向同性蚀刻过程在结构电介质层的电介质材料上执行,以便释放结构元件。隔膜的第一侧暴露于室中且面向导电背板的突起结构,并且隔膜的第二侧暴露于环境空间中。所述室通过导电背板的通气孔连接到硅衬底的腔。

[0009] 应理解,无论是前文概述还是下文具体实施方式,均为示例性的,并且旨在提供对所主张的本发明的进一步阐释。

附图说明

[0010] 附图被包含在内以提供对本发明的进一步理解,并且并入本说明书中且构成本说明书的一部分。附图示出了本发明的实施例,并且连同说明书一起用于阐释本发明的原理。

[0011] 图 1 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出 MEMS 装置的截面图;

[0012] 图 2A 到 2B 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出背板的一部分结构的俯视图;

[0013] 图 3 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出 MEMS 装置的截面图;

[0014] 图 4 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出 MEMS 装置的截面图;

[0015] 图 5 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出用于制造 MEMS 装置的方法的制造流程图;

[0016] 图 6 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出用于制造具有 CMOS 电路的 MEMS 装置的方法的制造流程图;

[0017] 图 7A 到图 13 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出用于制造 MEMS 装置的方法的过程步骤的截面图。

具体实施方式

[0018] 本发明中,提出一种 MEMS 装置。MEMS 的结构包含位于背板上的突起,所述突起朝向 MEMS 装置的隔膜。突起是为了避免在执行湿蚀刻等各向同性蚀刻时背板与隔膜之间发生粘附。完成各向同性蚀刻过程时,需要将蚀刻剂从隔膜与背板之间的室中排出。具有所需空气压力灵敏度的隔膜的机械强度通常并不是很强,并且因此可以在蚀刻剂排出时粘附到背板上。用作抗粘附突起的突起可以避免隔膜与背板进行粘附。

[0019] 提供了若干实施例来描述本发明。然而,本发明并不限于所提供的实施例。

[0020] 图 1 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出 MEMS 装置的截面图。在图 1 中, MEMS 装置包含硅衬底 100 以及结构电介质层 200。硅衬底 100 具有腔 102。结构电介质层 200 设置在硅衬底 100 上。结构电介质层 200 是嵌入有若干结构元件的电介质层 106。在最后阶段而非最终阶段, 结构电介质层 200 具有位于硅衬底 100 的腔 102 上方的自由空间, 该自由空间对应于腔 103, 并且该结构电介质层在该空间内容纳结构元件。结构元件包含导电背板和隔膜 118。导电背板可以包含导电层 108, 所述导电层设置于硅衬底 100 上方。背板具有多个通气孔 104 以及位于导电背板上部的多个突起结构 114。

[0021] 导电背板可以进一步包含支撑层 110、导电层 112 以及盖罩层 116。图 2A 到图 2B 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出背板的一部分结构的俯视图。而且, 参考图 2A 或图 2B, 支撑层 110 可以是环绕通气孔 104 的多个环, 如图 2A 所示, 或者可以是分布在通气孔 104 周围的多个支撑结构单元, 如图 2B 所示。应注意, 通气孔 104 的几何形状并不限于圆形。通气孔 104 的几何形状还可以是正方形或者用于 MEMS 装置的排气功能的任何其他合适的形状。另一个导电层 112 也可以形成于支撑层 110 上。多个突起 116 可以形成于背板上部。在一个实例中, 突起结构 116 形成于导电层 112 上。盖罩层 112 随后罩在突起结构 116、导电层 112、支撑层 110 以及导电层 108 上方。电介质材料填充在导电层 108、支撑层 110、导电层 112 以及盖罩层 116 之间。由于用作保护层的盖罩层罩住了电介质材料的一部分, 如将在制造过程中所述, 因此电介质材料可以保存, 不会因各向同性蚀刻过程而被蚀刻以释放背板和隔膜。盖罩层可以是单个层或复合的多个层。盖罩层的材料可以是 TiN、Al、多晶硅或其他类似材料。盖罩层的蚀刻速率通常低于结构电介质层 200 的电介质材料, 从而具有保护效果。本领域中还可以了解的是, 背板也可以包含硅衬底 100 的一部分。

[0022] 隔膜 118 位于导电背板或导电层 108 上方一定距离处。随后, 室 103 形成于隔膜 118 与导电背板之间。室 103 通过通气孔 104 连接到硅衬底 100 的腔 103。隔膜 118 的第一侧暴露于室 103 中且面向导电背板的突起结构 114, 并且隔膜 118 的第二侧暴露于环境空间中。

[0023] 隔膜 118 的结构可以是平坦结构或波纹状结构。在该实施例中, 隔膜 118 是采用波纹状结构。此外, 作为一个实例, 隔膜 118 具有下部导电层和上部导电层。电介质层 106 的电介质部分被包裹在下部和上部导电层之间。

[0024] 结构电介质层 200 还可以包含位于电介质层 106 上的钝化层 120, 所述钝化层对应于隔膜的开口。钝化层在蚀刻速率方面低于结构电介质层 200 的电介质 106, 因此在后期阶段, 各向同性蚀刻过程仅可以释放隔膜 118 的中心部分, 而隔膜 118 的端部仍是嵌入并容纳于电介质层 106 中。

[0025] 如半导体制造过程中已知, 电介质层 106 实际上包含多个层, 这些层与形成结构元件的过程关联。说明中的具体细节省略。

[0026] 图 3 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出 MEMS 装置的截面图。在图 3 中, MEMS 装置的结构类似于图 1 所示 MEMS 装置的结构。不同之处在于, 隔膜 118 在外围区域具有额外开口 119。开口 119 可以释放隔膜张力, 并且允许室 103 与环境空间实现较小程度的连接。

[0027] 图 4 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出 MEMS 装置的截面图。在图 4 中, MEMS 装置由耦接结构 122 连接到 CMOS 电路 124。实际上, MEMS 装置和 CMOS 电路可以在

CMOS 制造过程中形成于同一硅衬底 100 上。例如,CMOS 电路 124 可以检测隔膜 118 与背板之间的电容变化,这种电容变化对应于声音空气压力。

[0028] 图 5 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出用于制造 MEMS 装置的方法的制造流程图。通常,MEMS 装置可以通过若干步骤形成。在步骤 S100 中,提供了硅衬底。在步骤 S102 中,结构电介质层形成于硅衬底上,其中结构电介质层中嵌入有预定背板结构。在步骤 S104 中,MEMS 隔膜形成于结构电介质层中,位于背板上方一定距离处。在步骤 S106 中,硅衬底被摹制成在背板下方形成腔。在步骤 S108 中,执行各向同性蚀刻过程以蚀刻结构电介质层的电介质材料,并且随后释放 MEMS 麦克风结构等 MEMS 装置,其中 MEMS 隔膜和背板被释放并且暴露于环境空间中。

[0029] 图 6 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出用于制造 MEMS 麦克风等具有 CMOS 电路的 MEMS 装置的方法的制造流程图。在步骤 S200 中,提供了硅衬底。在步骤 S202 中,CMOS 电路形成在硅衬底上的结构电介质层中。在同一 CMOS 过程中,嵌入结构电介质层中的预定背板结构也形成于硅衬底上。在步骤 S204 中,MEMS 隔膜形成于结构电介质层中,位于背板上方一定距离处。在步骤 S206 中,硅衬底被摹制成在背板下方形成腔。在步骤 S208 中,执行各向同性蚀刻过程以蚀刻结构电介质层的电介质材料,并且随后释放 MEMS 麦克风结构等 MEMS 装置,其中 MEMS 隔膜和背板被释放并且暴露于环境空间中。

[0030] 图 7A 到图 13 是根据本发明的一个实施例的示意性地示出用于制造 MEMS 装置的方法的过程步骤的截面图。在以下实施例中,将详细描述用以形成 MEMS 装置的半导体制造过程。在图 7A 中,提供了硅衬底 100。结构电介质层 106' 形成于硅衬底 100 上。若干结构元件嵌入结构电介质层 106' 中,该结构电介质层采用电介质材料作为来自多个子电介质层的复合层。例如,结构元件包含:导电层 108、支撑层 110 以及导电层 112。导电层 112 具有开口 126,其对应于稍后形成的通气孔 104 的位置,如图 1 所示形成。如图 2A 到图 2B 所示,支撑层 110 可以是环或多个支撑单元,以环绕通气孔 104 并因此环绕开口 126。结构电介质层 106' 的电介质部分填充在支撑层 110、导电层 108 以及导电层 112 之间。在该实例中,处于此阶段的导电层 108 是没有开口的平坦层。或者,在图 7B 中,导电层 108 可以具有已形成的开口 128。开口 128 也对应于预期的通气孔 104 或开口 126,其中通气孔 104 将在稍后阶段中形成。

[0031] 在紧随图 7A 的图 8A 中,执行光刻和蚀刻过程。这样,就移除了结构电介质层 106' 的一部分。光刻和蚀刻过程包含在结构电介质层 106' 上形成具有开口的光敏电阻层 130,以在包含开口 126 的区域使结构电介质层 106' 暴露。各向异性蚀刻过程 132 通过将光敏电阻层 130 用作蚀刻掩膜来执行,从而蚀刻电介质材料。随后,导电层 112 和导电层 108 在对应于光敏电阻器层 130 的开口的区域暴露。应了解,位于导电层 112 上的结构电介质层 106' 的电介质残余部分用作突起结构 114。

[0032] 或者,在紧随图 7B 的图 8B 中,执行图 8A 中所示的相同过程。由于导电层 108 已具有开口 128,因此,开口 128 内的电介质可以被蚀刻或不可以被蚀刻。在该实例中,开口 128 内的电介质仍然存在。

[0033] 在图 9 中,移除光敏电阻层 130 之后,可以在硅衬底 100 上形成盖罩层 116。执行其他光刻和蚀刻过程,其中包含形成具有开口的光敏电阻层 134,所述开口对应于稍后形成的通气孔。盖罩层 116 覆盖突起结构 114 并且还协助侧壁来密封导电层 108、盖罩层 116、

支撑层 110 和导电层 112 之间的电介质的一部分。随后,执行各向异性蚀刻过程 136 以蚀刻盖罩层 116、导电层 108 以及结构电介质层 106',从而使硅衬底 100 暴露,在此过程中使用光敏电阻层 134 作为蚀刻掩膜。稍后形成的通气孔 104 形成。

[0034] 在图 10 中,另一个结构电介质层 106'' 进一步形成于硅衬底 100 上方,以与结构电介质层 106' 结合作为结构电介质层 200,如图 1 所示。此处,蚀刻速率高于结构电介质层 106'、106'' 的电介质材料的蚀刻速率的电介质层 138 可以形成于内部。电介质层 138 可以是磷酸硅酸盐玻璃(PSG)或硼磷酸硅酸盐玻璃(BPSG)。在稍后执行各向同性蚀刻过程以释放 MEMS 装置时,电介质层 138 允许进行快速蚀刻。如上所述的隔膜 118 嵌入结构电介质层 106''。具有开口的钝化层 120 也形成于隔膜 118 上方,其中开口对应于隔膜 118。隔膜 118 可以是波纹状结构并且具有下部导电层和上方导电层以包封电介质部分。

[0035] 此处,如可以理解的那样,如果图 3 中的小开口 119 是预期的,那么隔膜 118 可以相应地通过额外步骤形成。

[0036] 在图 11 中,硅衬底 100 被摹制成形成腔 102 以使结构电介质层 106' 暴露。在图 12 中,执行各向同性蚀刻过程 140 以在结构电介质层 200 中蚀刻电介质材料的暴露部分。通常,隔膜 118 下方的电介质部分多于隔膜 118 上方的电介质部分,并且可能花费更长的时间来蚀刻电介质。如果蚀刻时间过长,那么结构元件也可能因蚀刻而损坏。然而,具有较快蚀刻速率的电介质层 138 可以使蚀刻时间缩短。

[0037] 在图 13 中,各向同性蚀刻过程 140 随后释放背板和隔膜 118。突起结构 114 以及背板的电介质的一部分由盖罩层 116 罩住,并且因此并未被蚀刻掉。隔膜 118 的机械强度并不是很强。当各向同性蚀刻过程结束并且蚀刻剂从室 103 中排出时,可以拉动隔膜 118 以粘附到背板上。如果接触区域过大,那么隔膜 118 无法返回原始位置。然而,突起结构 114 可以在蚀刻剂从室 103 中排出时通过较小接触面积来阻止隔膜 118。该突起结构 114 将允许隔膜 118 返回原来的位置。具有低蚀刻速率的钝化层 120 可在隔膜 118 的外围部分保留电介质材料以固持隔膜 118。

[0038] CMOS 电路的制造并未进行描述。然而,根据兼容的半导体制造过程,可以同时制造 CMOS 电路和 MEMS 装置。

[0039] 本发明已提出,突起结构 114 位于背板上部以避免隔膜 118 粘附到背板上。此外,盖罩层可以在各相同性蚀刻过程处于释放 MEMS 装置的阶段时保护背板。

[0040] 所属领域的技术人员将了解,在不脱离本发明的范围或精神的情况下,可以对本发明的结构做出各种修改和变化。鉴于前述内容,期望本发明涵盖属于所附权利要求书及其等效物的范围内所有修改和变化。

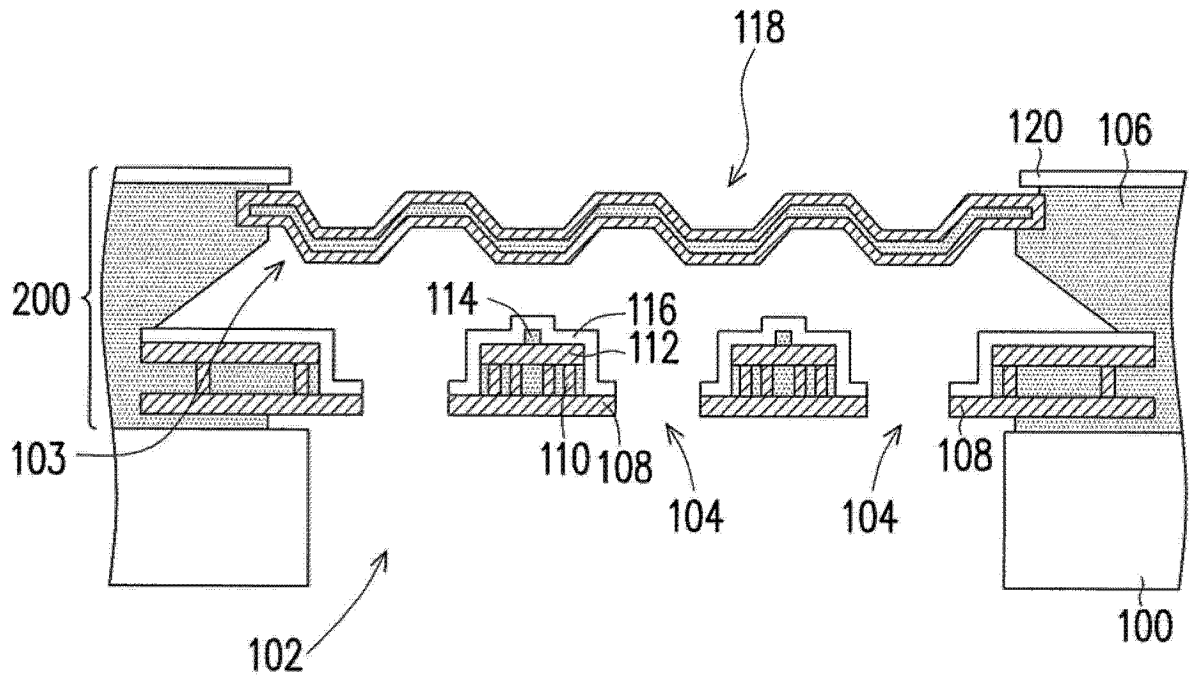


图 1

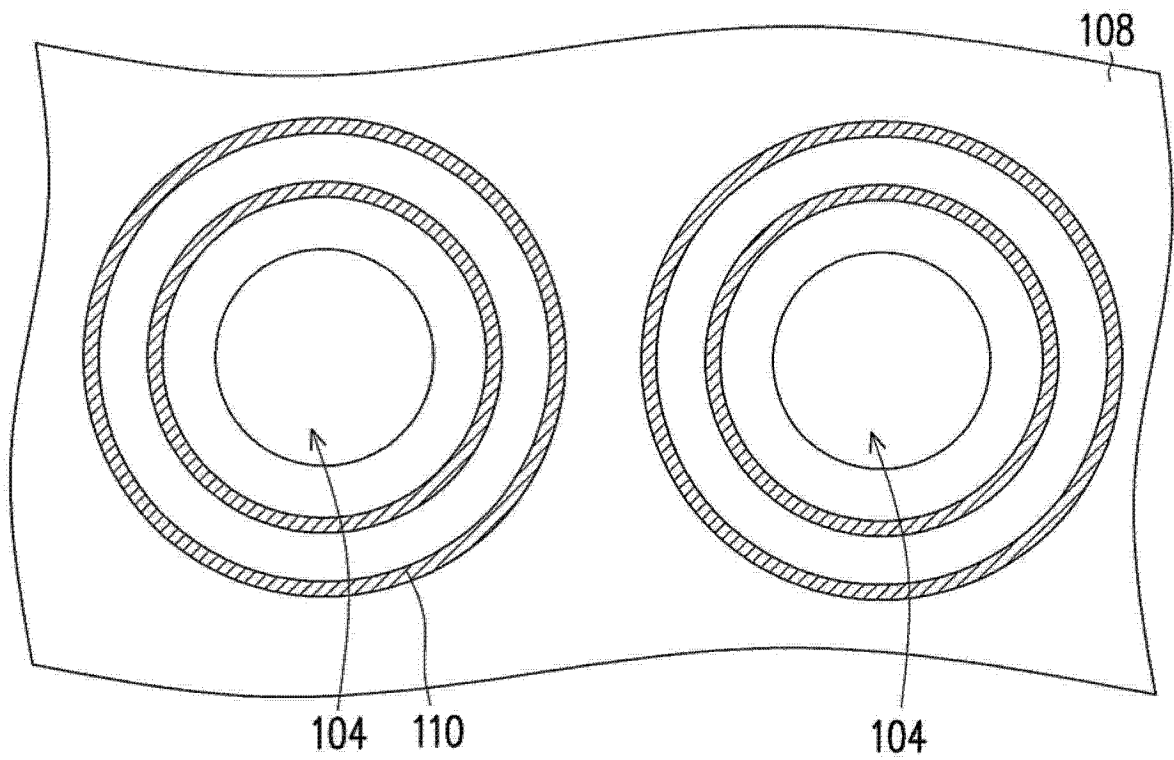


图 2A

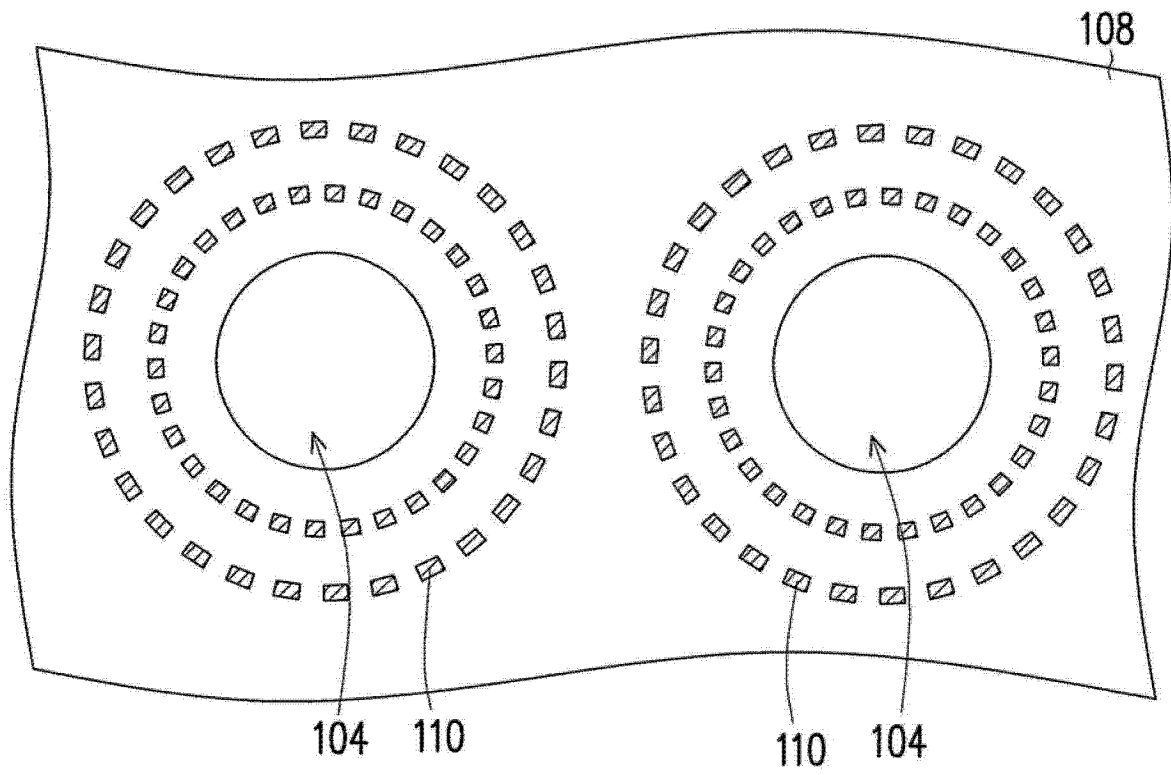


图 2B

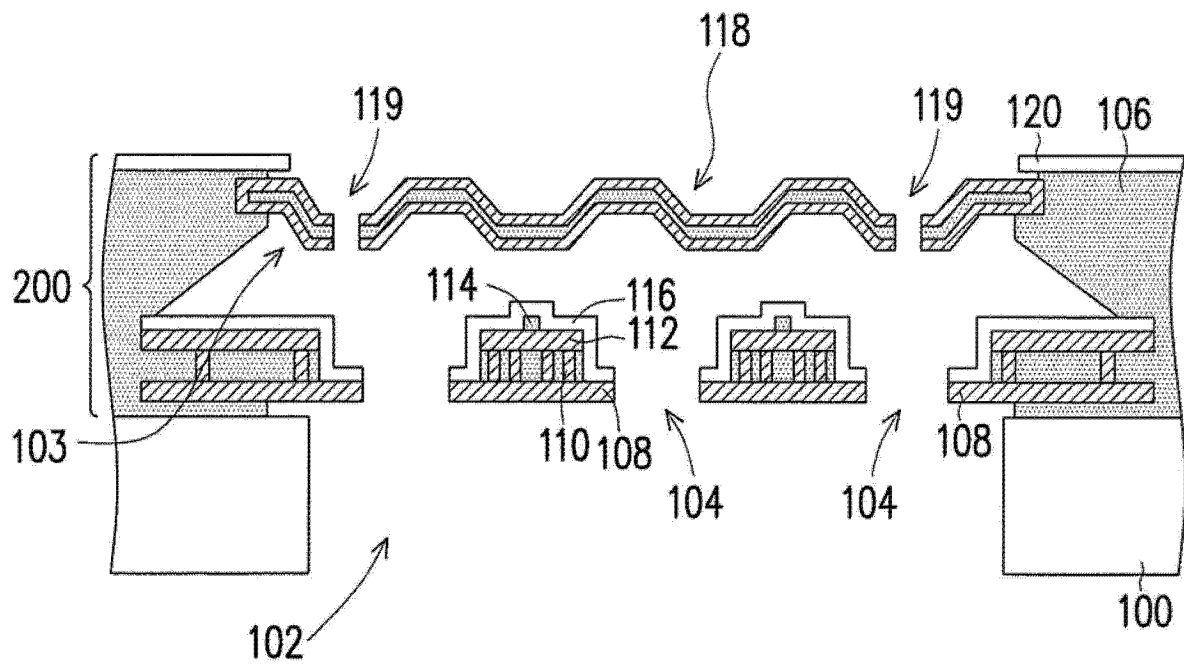


图 3

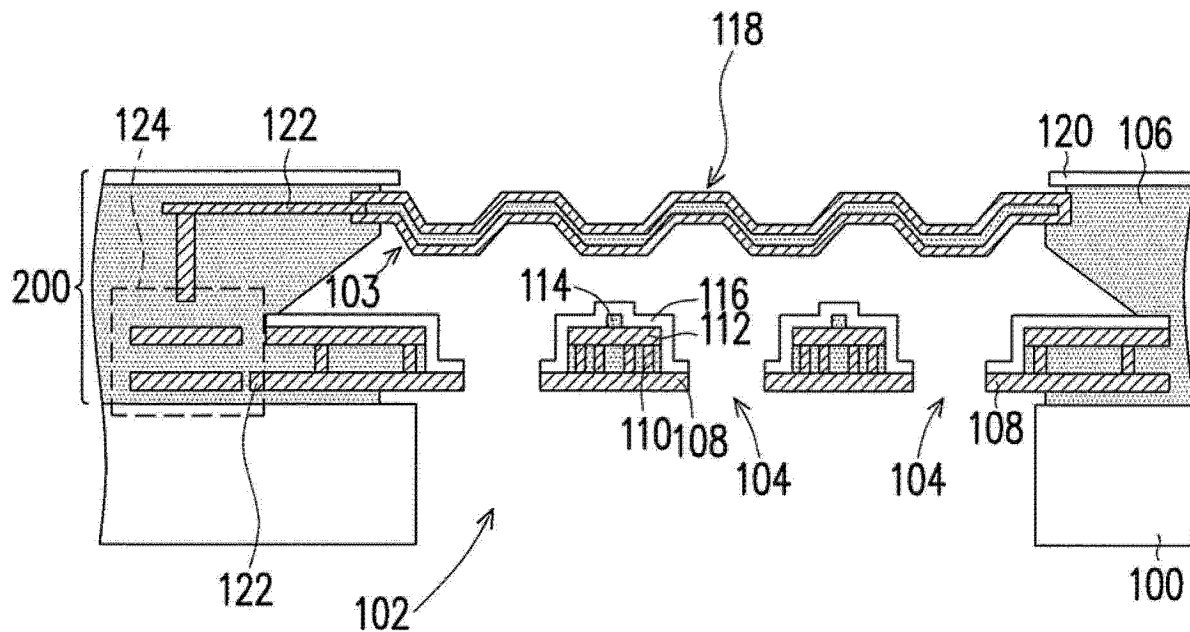


图 4

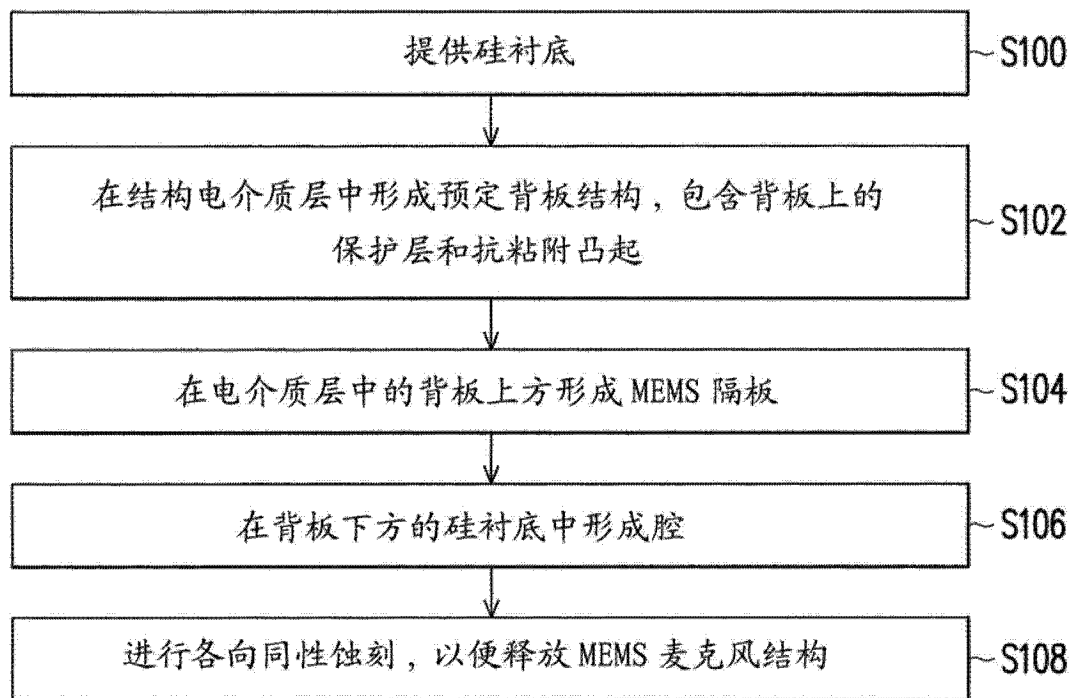


图 5

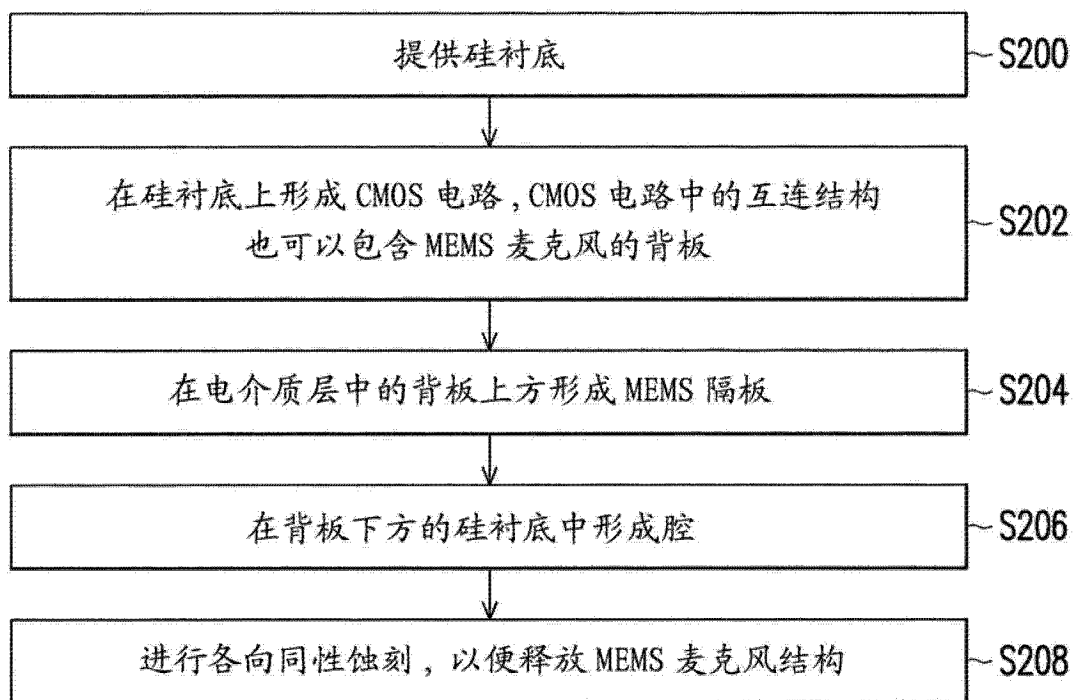


图 6

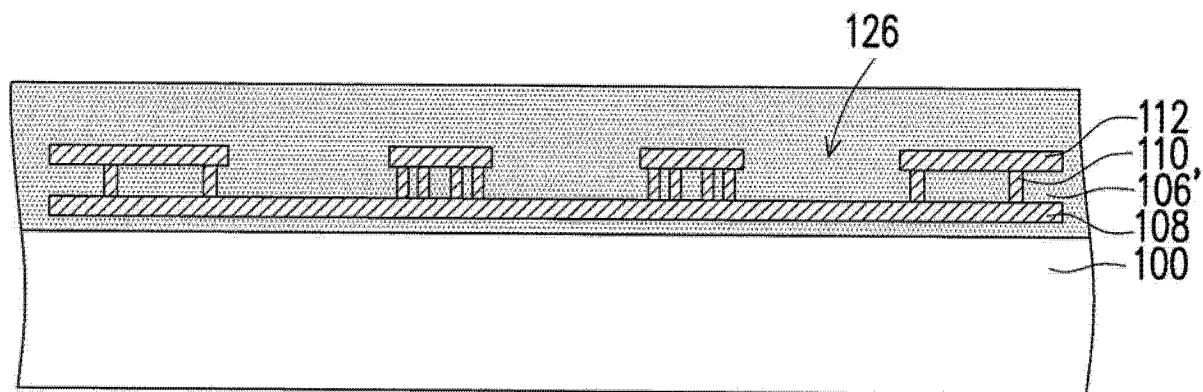


图 7A

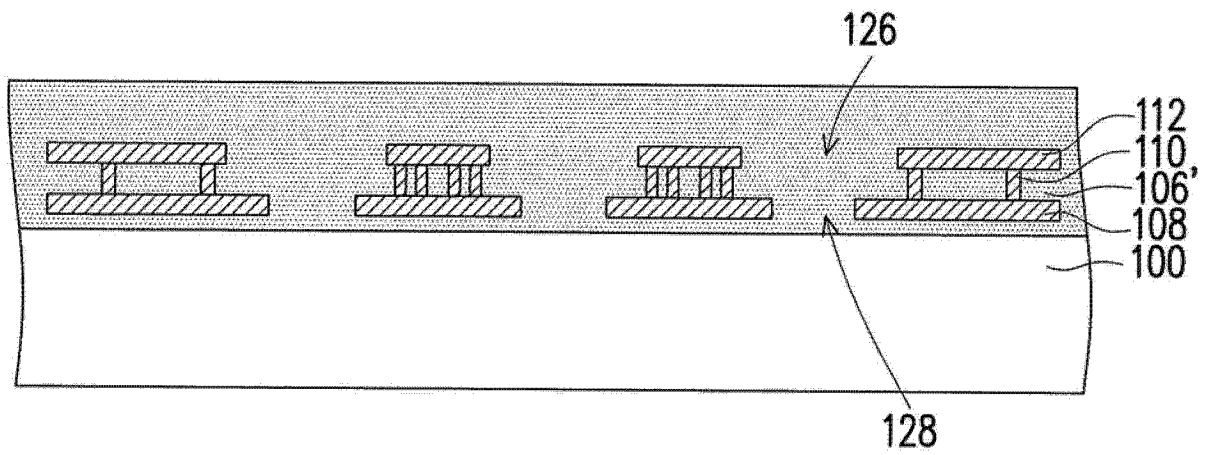


图 7B

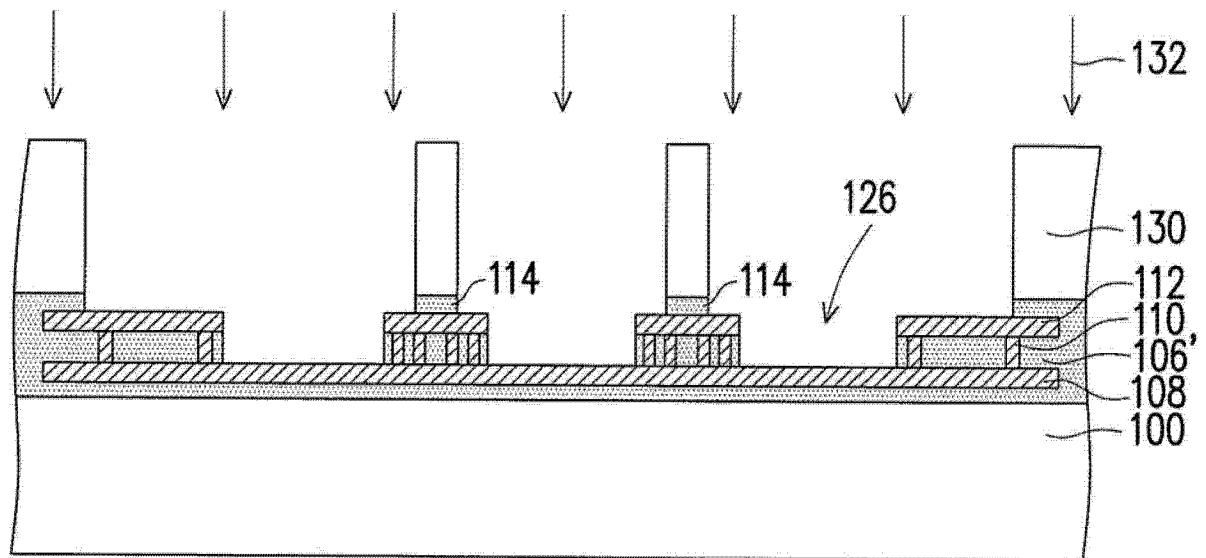


图 8A

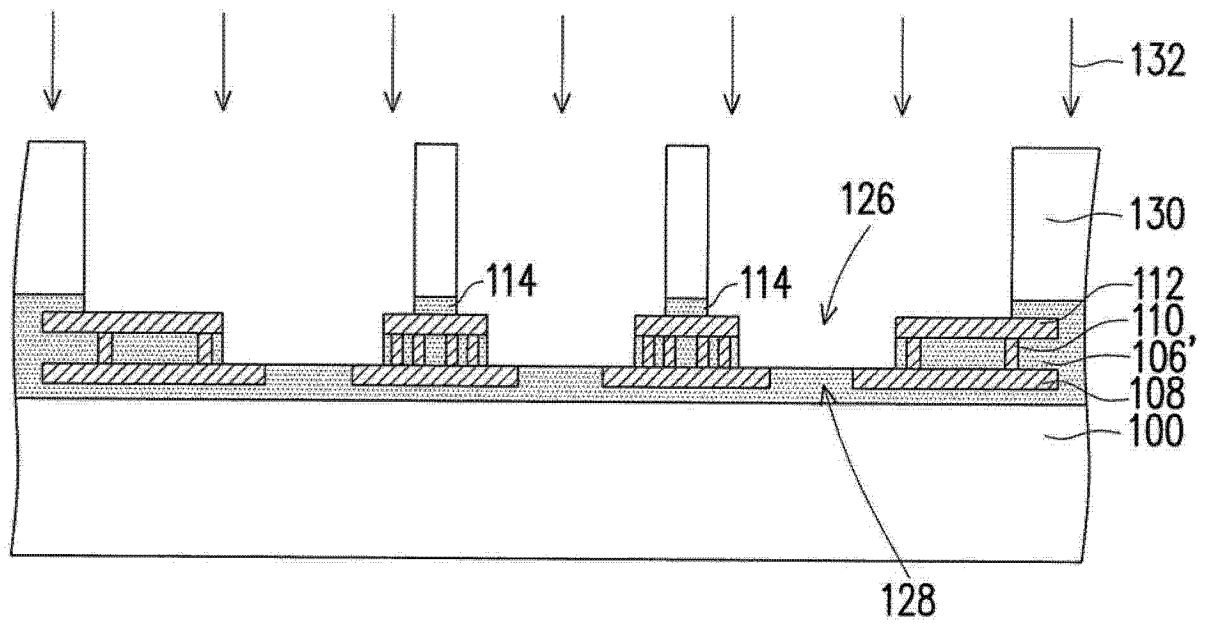


图 8B

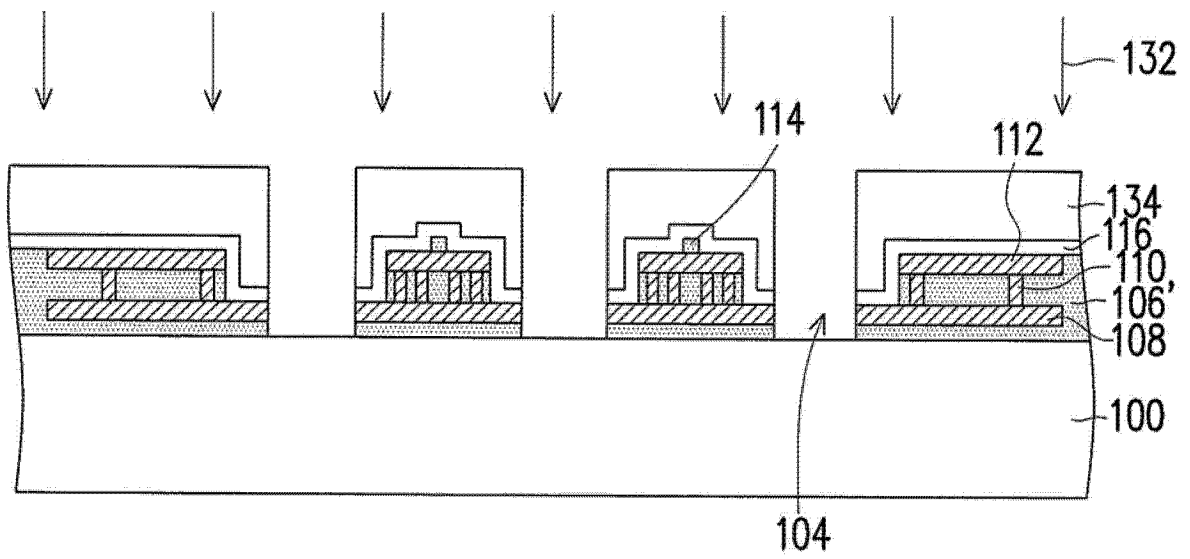


图 9

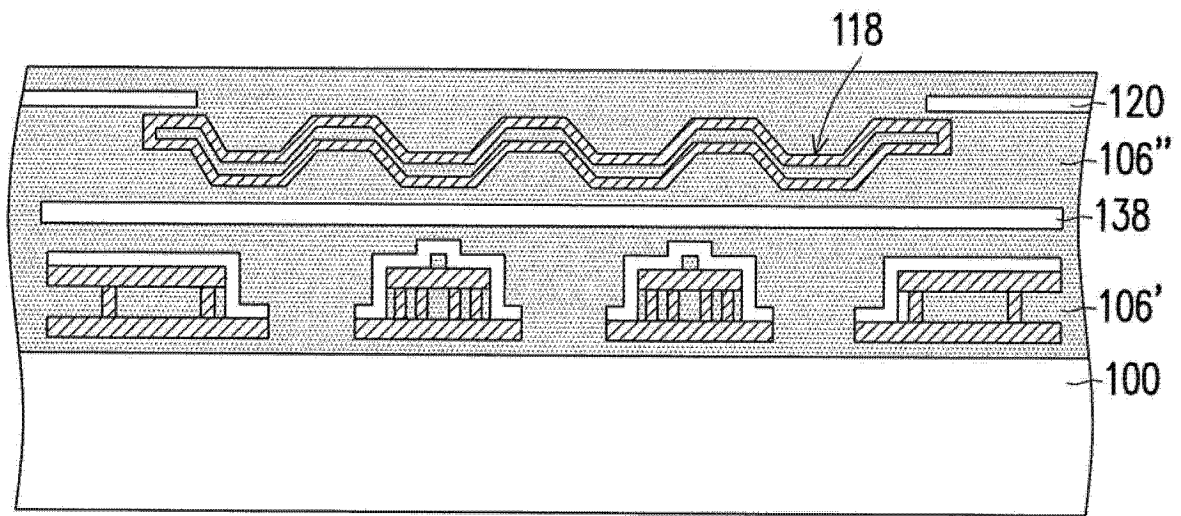


图 10

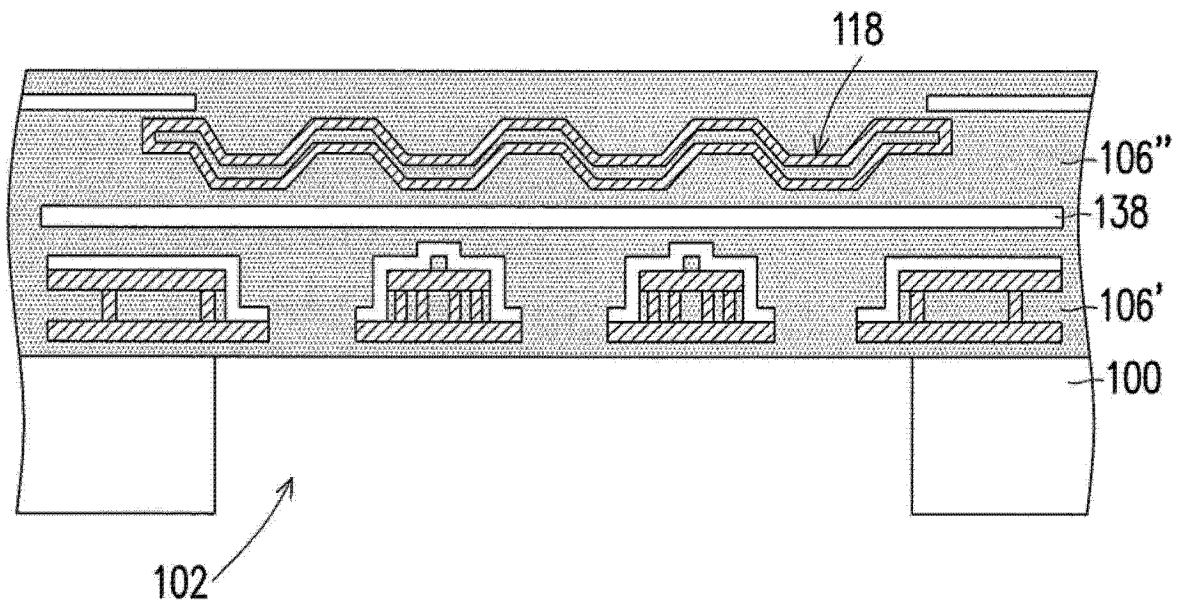


图 11

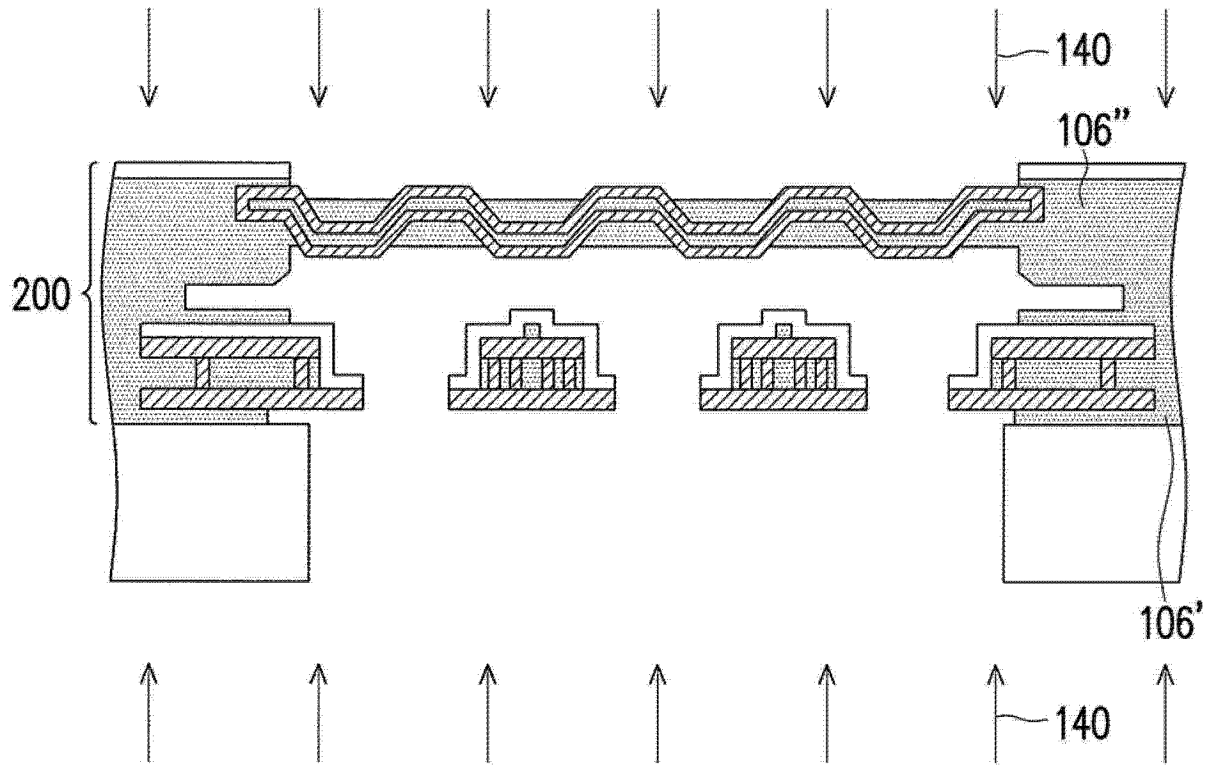


图 12

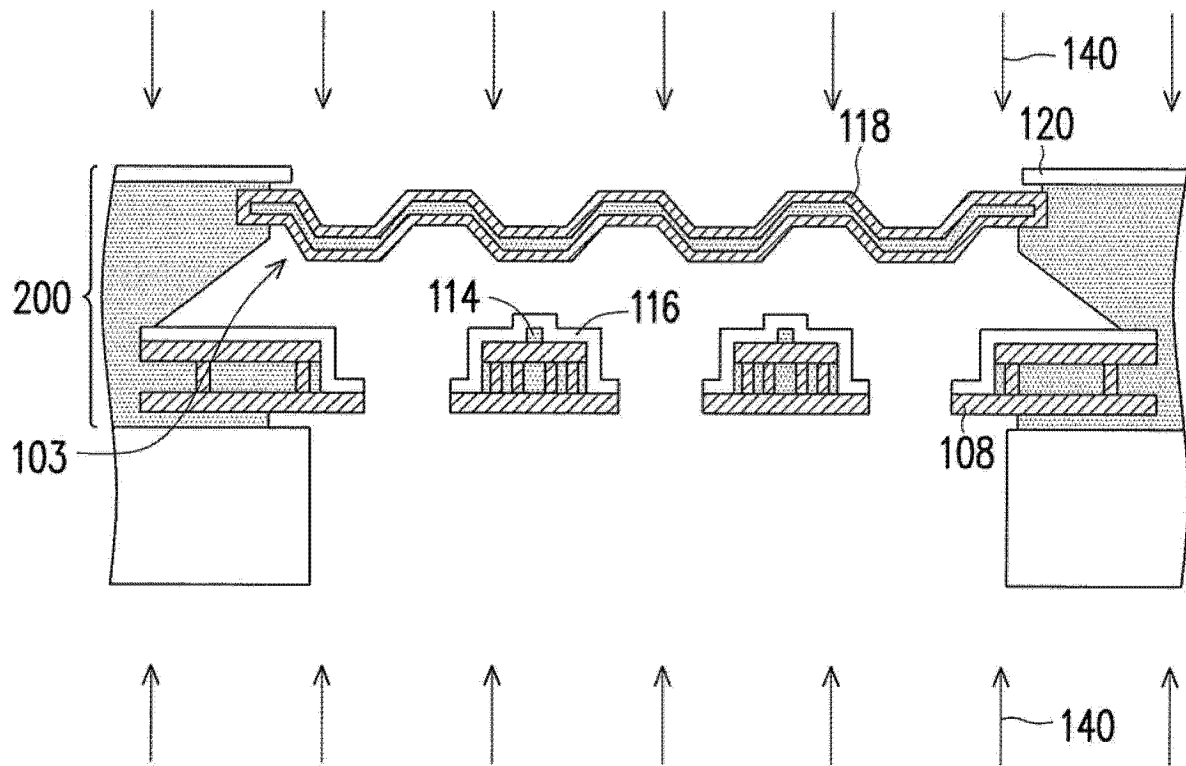


图 13