



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109217841 A

(43)申请公布日 2019.01.15

(21)申请号 201811426033.7

(22)申请日 2018.11.27

(71)申请人 杭州左蓝微电子技术有限公司

地址 310018 浙江省杭州市杭州经济技术
开发区白杨街道6号大街452号2幢
B0711-0714号房

(72)发明人 不公告发明人

(74)专利代理机构 北京中知法苑知识产权代理
事务所(普通合伙) 11226

代理人 李明

(51)Int.Cl.

H03H 9/17(2006.01)

H03H 9/25(2006.01)

H03H 3/02(2006.01)

H03H 3/08(2006.01)

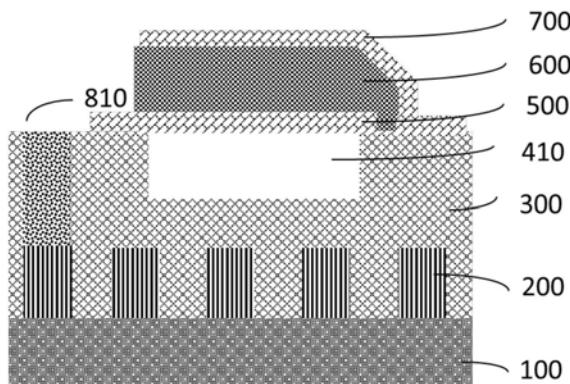
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组
合谐振器

(57)摘要

一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组
合谐振器，所述组合谐振器包括依次堆叠的压电
材料基板、金属叉指、温度补偿层、压电单元；其
中所述金属叉指形成在所述压电材料基板上方，
所述温度补偿层覆盖所述金属叉指，所述温度补
偿层上表面开有空腔且所述空腔上表面完全被
压电单元所覆盖，所述压电单元形成在所述温度
补偿层上方，所述压电单元包括第一电极、压电
层、第二电极所形成的堆栈结构，其中所述第一
电极设置在所述空腔上方且完全覆盖所述空腔。
本发明中提出的基于声表面波和空腔型薄膜体
声波组合谐振器，将声表面波谐振器与空腔型薄
膜体声波谐振器结合起来，使得组合谐振器能够
有效发挥两种谐振器的性能优势。



1. 一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器，其特征在于，所述组合谐振器包括依次堆叠的压电材料基板、金属叉指、温度补偿层、压电单元；其中所述金属叉指形成在所述压电材料基板上方，所述温度补偿层覆盖所述金属叉指，所述温度补偿层上表面开有空腔且所述空腔上表面完全被压电单元所覆盖，所述压电单元形成在所述温度补偿层上方，所述压电单元包括第一电极、压电层、第二电极所形成的堆栈结构，其中所述第一电极设置在所述空腔上方且完全覆盖所述空腔。

2. 根据权利要求1所述的一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器，其特征在于，所述压电材料基板的材料包括铌酸锂、钽酸锂、氮化铝、氧化锌或其组合。

3. 根据权利要求1所述的一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器，其特征在于，所述金属叉指的材料包括铝、钛、铜、铬、银或其组合，和/或所述温度补偿层的材料包括二氧化硅。

4. 根据权利要求1所述的一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器，其特征在于，所述压电层的材料包括氮化铝(A1N)、氧化锌(ZnO)、铌酸锂(LiNbO₃)、钽酸锂(LiTaO₃)或其组合。

5. 根据权利要求1所述的一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器，其特征在于，所述第二电极包括金属区域、过渡区域和介电区域，金属区域与压电层、第一电极构成第一压电区，过渡区域与压电层、第一电极构成第二压电区，介电区域与压电层、第二电极构成第三压电区，金属区域与过渡区域的质量差、过渡区域与介电区域的质量差的和值被选择为适于降低从组合谐振器发出的声波辐射所导致的能量损耗。

6. 根据权利要求5所述的一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器，其特征在于，所述金属区域与过渡区域的质量差异为2%到3%，过渡区域与介电区域的质量差为1%到15%。

7. 一种组合谐振器的制备方法，其特征在于，包括以下步骤：

在压电材料基板上沉积金属材料；

对金属材料进行图形化处理，形成金属叉指；

在金属材料上沉积温度补偿层，且使温度补偿层覆盖金属叉指；

对温度补偿层进行图形化，形成空腔结构；

在温度补偿层表面沉积牺牲层材料，完全填充空腔结构，再对牺牲层材料进行平坦化处理形成空腔内的牺牲层；

在牺牲层上沉积并图形化形成压电单元，所述压电单元包括第一电极、压电层、第二电极形成的堆栈结构；

去除所述空腔内的牺牲层，形成空腔。

8. 根据权利要求7所述的一种组合谐振器的制备方法，其特征在于，还包括在所述温度补偿上形成所述金属叉指引出电极的步骤。

9. 根据权利要求8所述的一种组合谐振器的制备方法，其特征在于，所述形成所述金属叉指引出电极的步骤包括对所述温度补偿层进行图形化并沉积金属材料。

10. 根据权利要求7所述的一种组合谐振器的制备方法，其特征在于，还包括对所述压电材料基板进行标准清洗步骤。

一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种组合谐振器，特别是涉及一种采用温度补偿型声表面波和空腔型薄膜体声波的组合谐振器及其加工方法。

背景技术

[0002] 随着无线通讯应用的发展，人们对于数据传输速度的要求越来越高。在移动通信领域，第一代是模拟技术，第二代实现了数字化语音通信，第三代(3G)以多媒体通信为特征，第四代(4G)将通信速率提高到1Gbps、时延减小到10ms，第五代(5G)是4G之后的新一代移动通信技术，虽然5G的技术规范与标准还没有完全明确，但与3G、4G相比，其网络传输速率和网络容量将大幅提升。如果说从1G到4G主要解决的是人与人之间的沟通，5G将解决人与人之外的人与物、物与物之间的沟通，即万物互联，实现“信息随心至，万物触手及”的愿景。

[0003] 与数据率上升相对应的是频谱资源的高利用率以及通讯协议的复杂化。由于频谱有限，为了满足数据率的需求，必须充分利用频谱；同时为了满足数据率的需求，从4G开始还使用了载波聚合技术，使得一台设备可以同时利用不同的载波频谱传输数据。另一方面，为了在有限的带宽内支持足够的数据传输率，通信协议变得越来越复杂，因此对射频系统的各种性能也提出了严格的需求。

[0004] 在射频前端模块中，射频滤波器起着至关重要的作用。它可以将带外干扰和噪声滤除以满足射频系统和通讯协议对于信噪比的需求。随着通信协议越来越复杂，对频带内外的要求也越来越高，使得滤波器的设计越来越有挑战。另外，随着手机需要支持的频带数目不断上升，每一款手机中需要用到的滤波器数量也在不断上升。

[0005] 目前射频滤波器最主流的实现方式是声表面波滤波器和基于薄膜体声波谐振器技术的滤波器。薄膜体声波谐振器主要用于高频(比如大于2.5GHz的频段)，制造工艺比较复杂，成本较高。而声表面波滤波器主要用于中低频(比如小于2.5GHz的频段)，制造工艺相对比较简单，成本相比于薄膜体声波谐振器要低很多，比较容易受市场接受。

[0006] 温度补偿声表面波谐振器和薄膜体声波谐振器的结构和制备方式已经有很多。以往的结构和制备方式都比较成熟。对于温度补偿声表面波谐振器，传统的方法是在叉指(IDT)表面沉积一层二氧化硅(SiO₂)，非晶的二氧化硅薄膜具有负的温度系数，正好可以抵消压电基板的正温度系数。传统制备空腔型薄膜体声波谐振器的方法是首先对衬底进行空腔，然后再用牺牲层材料填充。接下来沉积底电极材料，然后对其刻蚀形成所需的底电极形状，在此基础上再沉积压电层也顶电极材料并进行刻蚀。最后将牺牲层材料通过通孔进行湿法腐蚀。如何将温度补偿声表面波谐振器和薄膜体声波谐振器结合起来，以便充分发挥更大范围的频率调节作用，目前还没有相应的研究。

发明内容

[0007] 本发明的目的是针对现有技术的缺陷，提出了一种新型的采用基于温度补偿的声

表面波和空腔型薄膜体声波组合式谐振器及其制备方法。首先制备温度补偿性声表面波谐振器，然后在温度补偿层上形成空腔型薄膜体声波谐振器。具体地，本发明的方案如下：

[0008] 一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器，其特征在于，所述组合谐振器包括依次堆叠的压电材料基板、金属叉指、温度补偿层、压电单元；其中所述金属叉指形成在所述压电材料基板上方，所述温度补偿层覆盖所述金属叉指，所述温度补偿层上表面开有空腔且所述空腔上表面完全被压电单元所覆盖，所述压电单元形成在所述温度补偿层上方，所述压电单元包括第一电极、压电层、第二电极所形成的堆栈结构，其中所述第一电极设置在所述空腔上方且完全覆盖所述空腔。

[0009] 进一步的，所述压电材料基板的材料包括铌酸锂、钽酸锂、氮化铝、氧化锌或其组合。

[0010] 进一步的，所述金属叉指的材料包括铝、钛、铜、铬、银或其组合，和/或所述温度补偿层的材料包括二氧化硅。

[0011] 进一步的，所述压电层的材料包括氮化铝(AlN)、氧化锌(ZnO)、铌酸锂(LiNbO₃)、钽酸锂(LiTaO₃)或其组合。

[0012] 进一步的，所述第二电极包括金属区域、过渡区域和介电区域，金属区域与压电层、第一电极构成第一压电区，过渡区域与压电层、第一电极构成第二压电区，介电区域与压电层、第二电极构成第三压电区，金属区域与过渡区域的质量差、过渡区域与介电区域的质量差的和值被选择为适于降低从组合谐振器发出的声波辐射所导致的能量损耗。

[0013] 进一步的，所述金属区域与过渡区域的质量差异为2%到3%，过渡区域与介电区域的质量差为1%到15%。

[0014] 一种组合谐振器的制备方法，其特征在于，包括以下步骤：

[0015] 在压电材料基板上沉积金属材料；

[0016] 对金属材料进行图形化处理，形成金属叉指；

[0017] 在金属材料上沉积温度补偿层，且使温度补偿层覆盖金属叉指；

[0018] 对温度补偿层进行图形化，形成空腔结构；

[0019] 在温度补偿层表面沉积牺牲层材料，完全填充空腔结构，再对牺牲层材料进行平坦化处理形成空腔内的牺牲层；

[0020] 在牺牲层上沉积并图形化形成压电单元，所述压电单元包括第一电极、压电层、第二电极形成的堆栈结构；

[0021] 对空腔内的牺牲层进行湿法腐蚀，形成空腔。

[0022] 进一步的，还包括在所述温度补偿层上形成所述金属叉指引出电极的步骤。

[0023] 进一步的，所述形成所述金属叉指引出电极的步骤包括对所述温度补偿层进行图形化并沉积金属材料。

[0024] 进一步的，还包括对所述压电材料基板进行标准清洗步骤。

[0025] 本发明中提出的基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器，将声表面波谐振器与空腔型薄膜体声波谐振器结合起来，使得组合谐振器能够有效发挥两种谐振器的性能优势。

附图说明

- [0026] 图1为本发明的一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器剖面结构图；
- [0027] 图2为本发明的一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器的制备工艺流程图；
- [0028] 图3为本发明的一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器局部放大图。

具体实施方式

[0029] 下面通过附图和实施例，对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

实施例1

[0031] 图1为本发明实施例的一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器的剖面结构图，该组合谐振器包括压电材料基板100，压电材料基板100的材料可为铌酸锂、钽酸锂、氮化铝、氧化锌等或其组合；形成在该基片之上的金属叉指200，金属叉指200的材料可为铝、钛、铜、铬、银等或其组合；覆盖金属叉指200的温度补偿层300，温度补偿层300的材料可为二氧化硅等；所述温度补偿层300上表面开有空腔410且所述空腔410上表面完全被压电单元所覆盖；设置在温度补偿层之上的压电单元，压电单元例如包括由第一电极500、压电层600、第二电极700依次堆叠所形成，其中第一电极500、第二电极700的材料可为钨、钼、铂白金、钌、铱、钛钨、铝等或其组合；压电层600的材质例如为氮化铝(A1N)、氧化锌(ZnO)、铌酸锂(LiNbO₃)、钽酸锂(LiTaO₃)等或其组合；还包括将金属叉指200引出至温度补偿层300表面的金属叉指引线810，其材料可使用金、银、铜、铝等或其组合。

实施例2

[0033] 在实施例1的基础上，对第二电极700进行改进，例如第二电极700包括金属区域701、过渡区域702和介电区域703，金属区域701与压电层600、第一电极500构成第一压电区A1，过渡区域702与压电层600、第一电极500构成第二压电区A2，介电区域703与压电层600、第一电极500构成第三压电区A3，金属区域与过渡区域的质量差、过渡区域与介电区域的质量差的和值被选择为适于降低从组合谐振器发出的声波辐射所导致的能量损耗。

[0034] 其中，过渡区域702为金属材料或电介质材料，若过渡区域702使用金属材料，则该金属材料与金属区域701所使用的金属材料为不同材料；若过渡区域702使用电介质材料，则该电介质材料与介电区域703所使用的电介质材料为不同材料，通过过渡区域所选择的材质不同，来调节过渡区域与金属区域、介电区域的质量差。

[0035] 本实施例中，所述金属区域与过渡区域的质量差异为2%到3%，过渡区域与介电区域的质量差为1%到15%，属区域与过渡区域的质量差、过渡区域与介电区域的质量差的和值为3%到18%。

[0036] 薄膜体声波谐振器中存在一定的能量耗损问题，该能量耗损与第二电极700的具体结构有关，薄膜体声波谐振器与温度补偿声表面波谐振器组合之后，其能量耗损对组合谐振器仍有一定的影响，且随着温度补偿声表面波谐振器的具体性能不同，该影响的大小也不同。因此本实施例中对组合谐振器中第二电极700的结构进行了改进，将其分为金属区域701、过渡区域702和介电区域703，其中，金属区域701使用金属电极材料，其材料可为钨、钼、铂白金、钌、铱、钛钨、铝等或其组合；介电区域703使用电介质材料，其材料可为铂、五氧化二钽或其组合；过渡区域702可根据器件的不同使用需求，使用金属电极材料或者电介质

材料,若使用金属材料,则使用钨、钼、铂白金、钌、铱、钛钨、铝等或其组合,若使用电介质材料,则使用铂、五氧化二钽或其组合。通过过渡区来灵活补偿组合谐振器中的能量耗损,通过调整金属区域、过渡区域、介电区域三者之间的质量差别,从而灵活调整金属电极与介电区域之间的质量差别,有效减少谐振器中的能量耗损。

[0037] 实施例3

[0038] 图2为制备实施例1中一种基于声表面波和空腔型薄膜体声波组合谐振器的工艺流程图,该制备流程包括:

[0039] 准备压电材料基板100,进行标准清洗,如图2 (a) 所示。

[0040] 在压电材料基板100上沉积金属材料。该金属材料可以是铝、钛、铜、金、铬、银等金属之一或其组合,沉积的工艺一般采用电子束蒸发、物理气相沉积、原子层沉积、脉冲激光沉积等;对金属材料进行图形化处理,其中图形化可以采用本领域常用的比如光刻处理,形成金属叉指200,如图2 (b) 所示。

[0041] 在金属材料上沉积温度补偿层300,且使温度补偿层300覆盖金属叉指200,即温度补偿层300完全填充金属叉指200的间隙。此外,进一步的,对温度补偿层进行平坦化处理,该平坦化步骤例如采用CMP步骤,如图2 (c) 所示。

[0042] 对温度补偿层300进行图形化,形成空腔结构310,如图2 (d) 所示;

[0043] 在温度补偿层表面沉积牺牲层材料,完全填充空腔结构310,再对牺牲层材料进行平坦化处理形成空腔内的牺牲层400,如图2 (e) 所示;

[0044] 对温度补偿层300进行图形化处理,形成金属引线通孔800,如图2 (f) 所示。

[0045] 在金属引线通孔中沉积金属材料810,完全填充金属引线通孔800,并进一步进行平坦化处理,如图2 (g) 所示。

[0046] 在温度补偿层300上沉积第一电极500,并进行图形化处理,其中,第一电极500的材料包括钨、钼、铂白金、钌、铱、钛钨、铝之一或其组合,如图2 (h) 所示。

[0047] 在第一电极500上沉积压电层600,并进行图形化处理,如图2 (i) 所示。所述压电层600的材质包括氮化铝(A1N)、氧化锌(ZnO)、铌酸锂(LiNbO₃)、钽酸锂(LiTaO₃)之一或其组合。

[0048] 在压电层上600上沉积第二电极700,并进行图形化处理,如图2 (j) 所示。

[0049] 对空腔内的牺牲层400进行湿法腐蚀,形成空腔410,如图2 (j) 所示。

[0050] 需要进一步说明的是,本发明实施例3示意性的描述了本发明器件的制备工艺,但是基于本领域技术的了解,还可以对其中的步骤进行改进或者调整,比如形成金属引线孔800、并沉积金属材料810步骤,也可以在制备完压电单元后进行。

[0051] 本发明提供的制备方法中,创新性的将温度补偿声表面波谐振器和空腔型薄膜体声波谐振器整合在同一个工艺步骤内,从工艺角度更加高效,从产品角度会更加灵活。

[0052] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围。

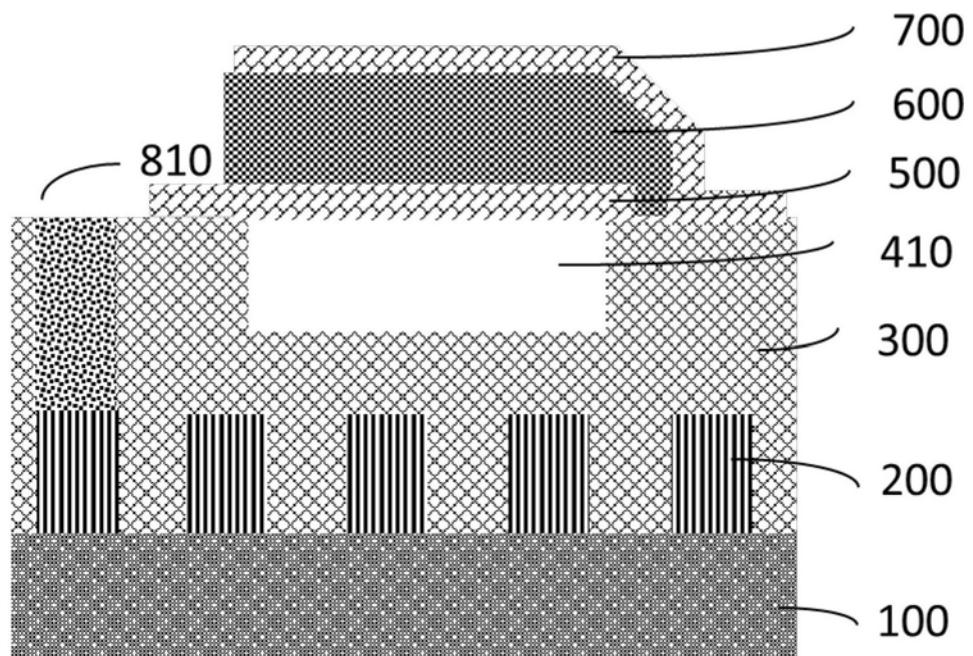
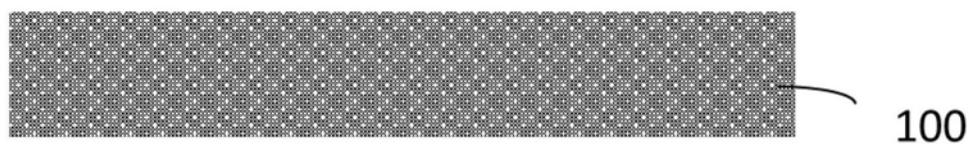
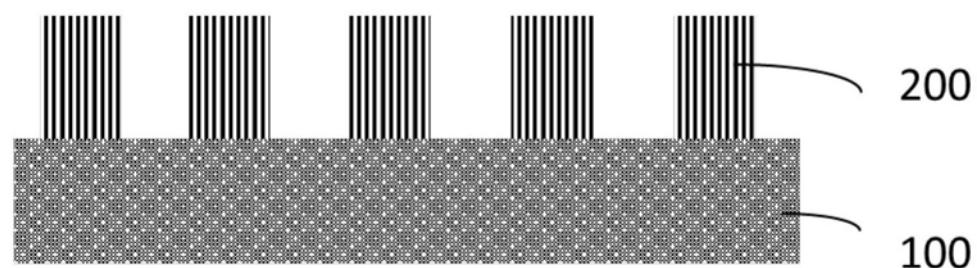


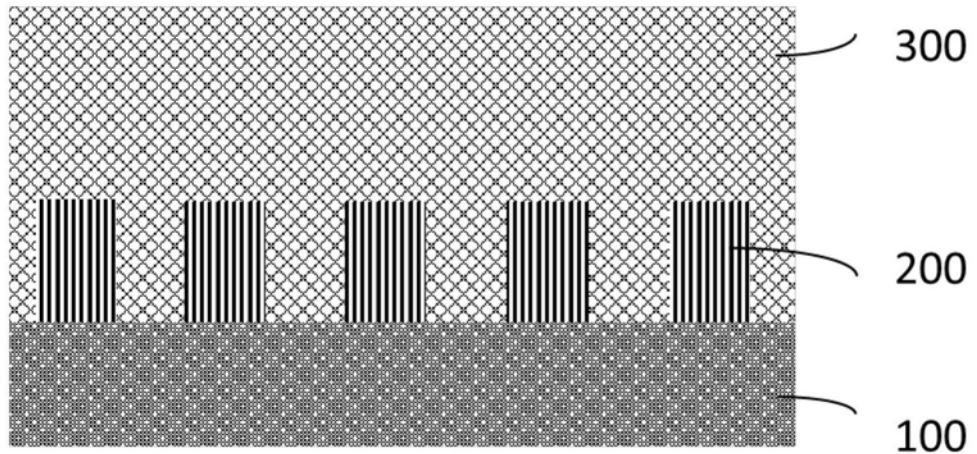
图1



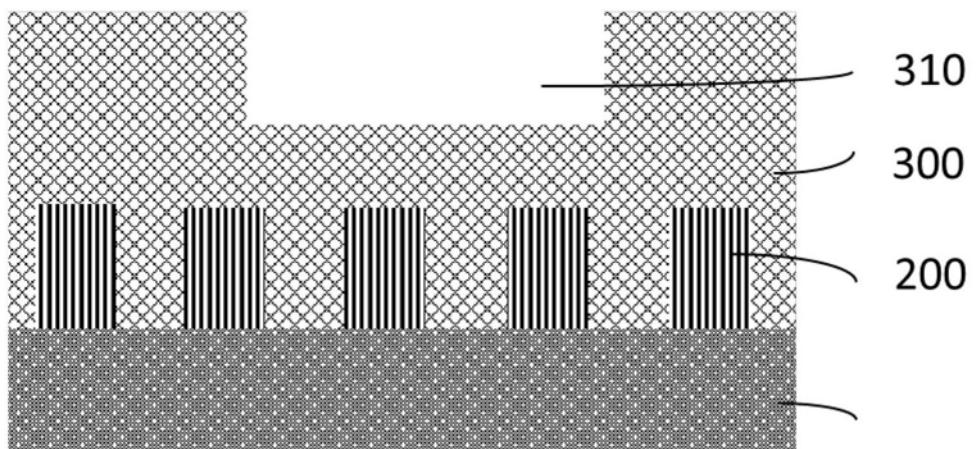
(a)



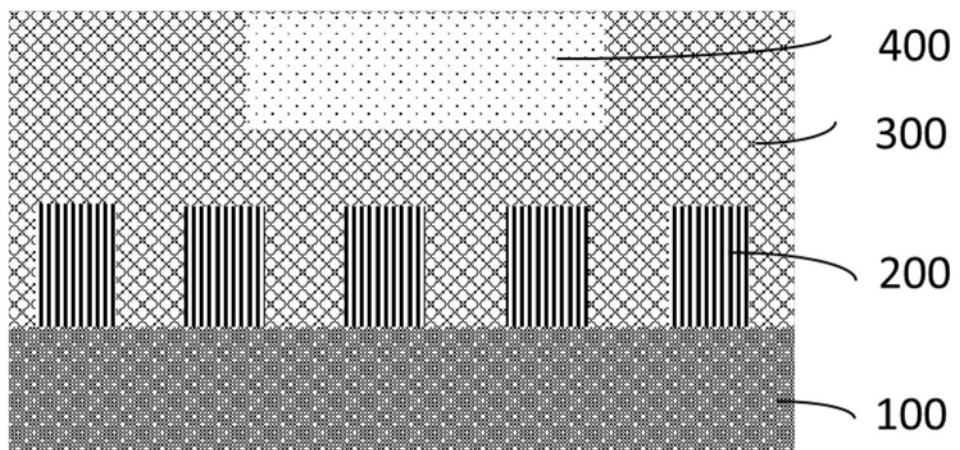
(b)



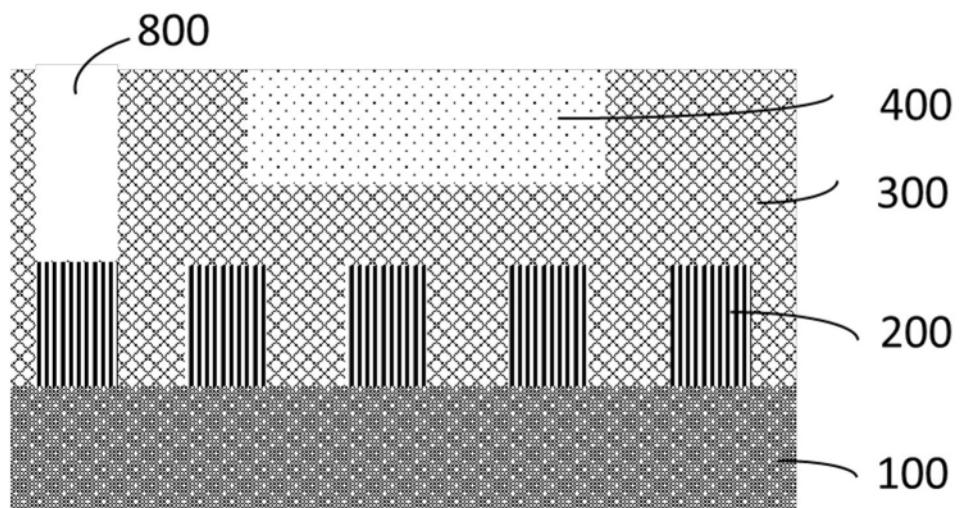
(c)



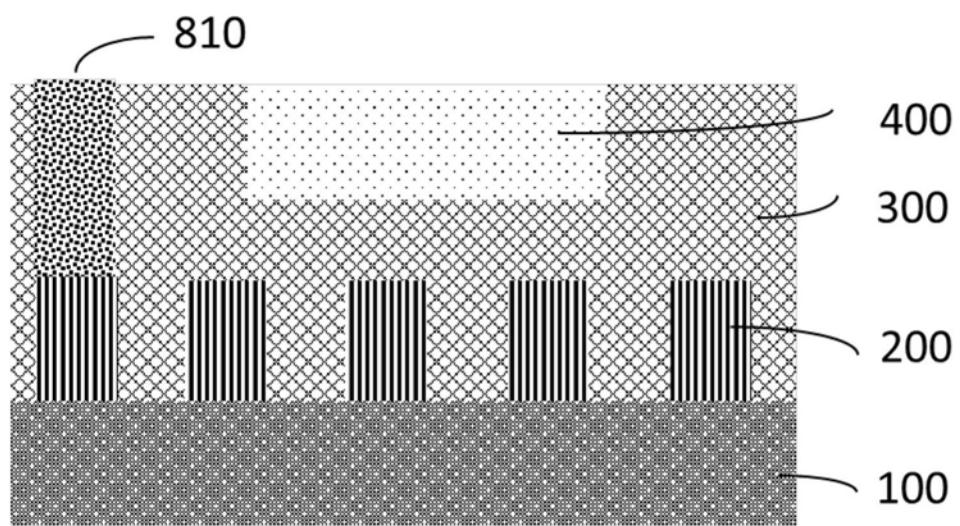
(d)



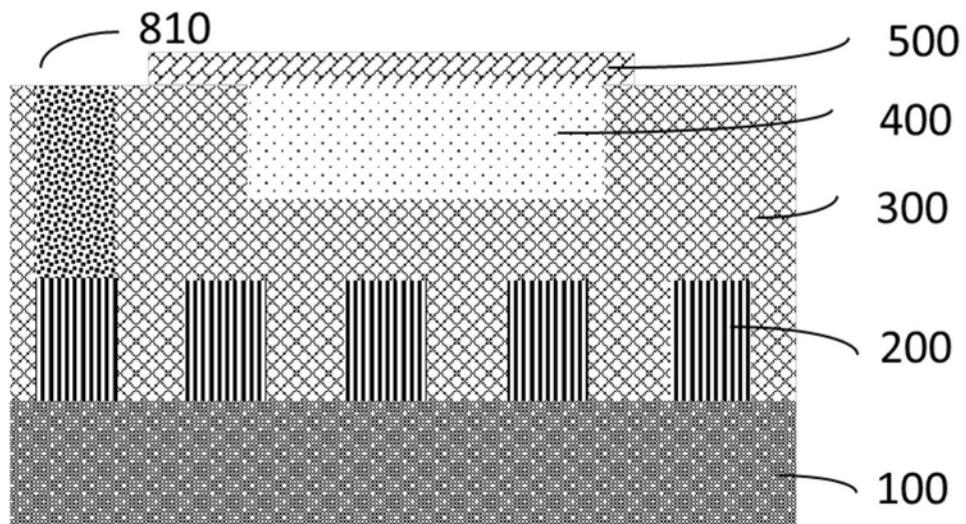
(e)



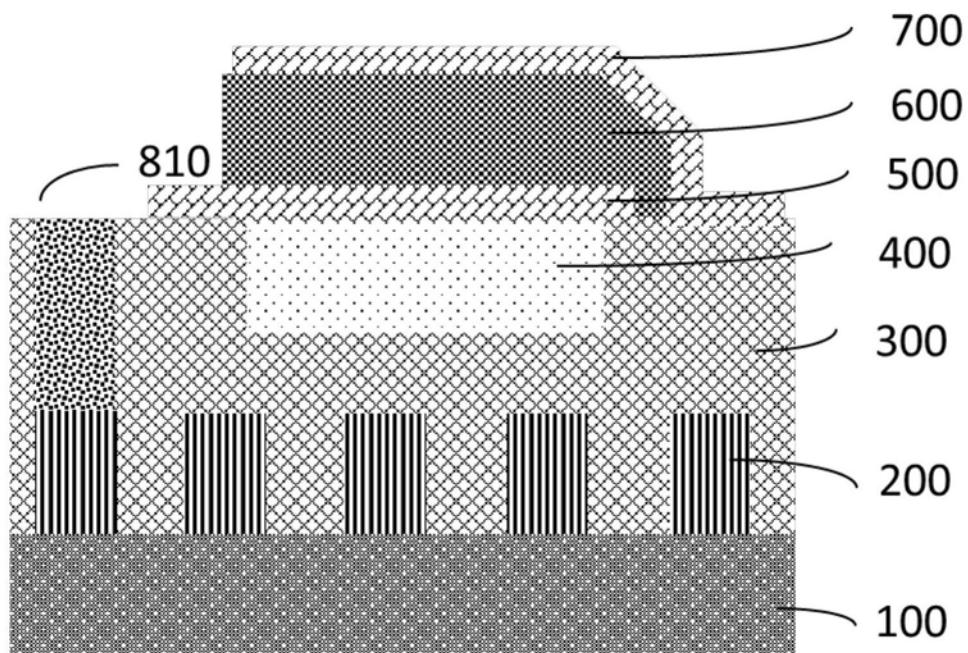
(f)



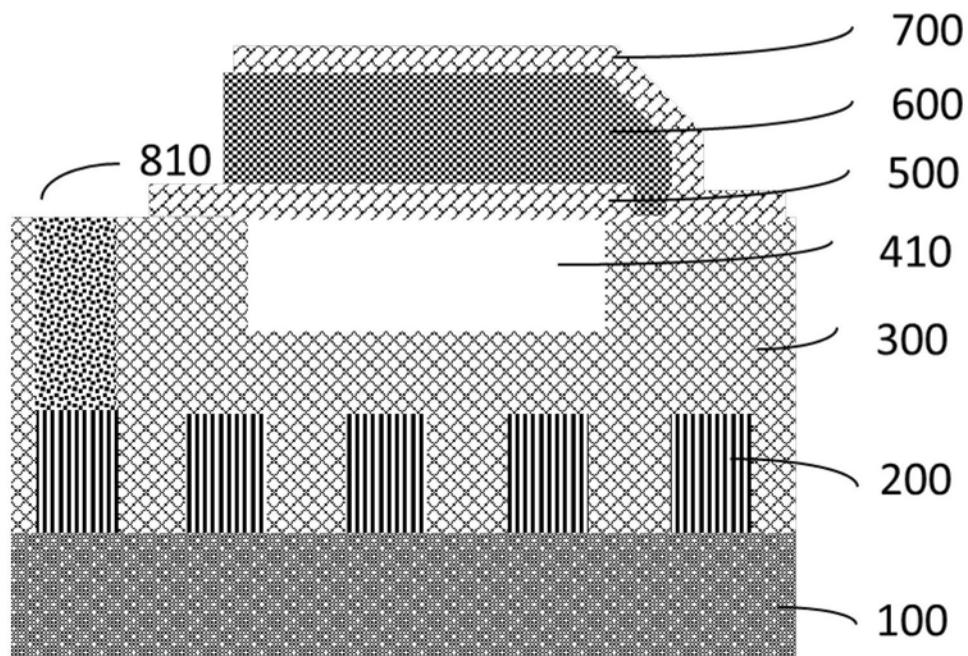
(g)



(h)



(i)



(j)

图2

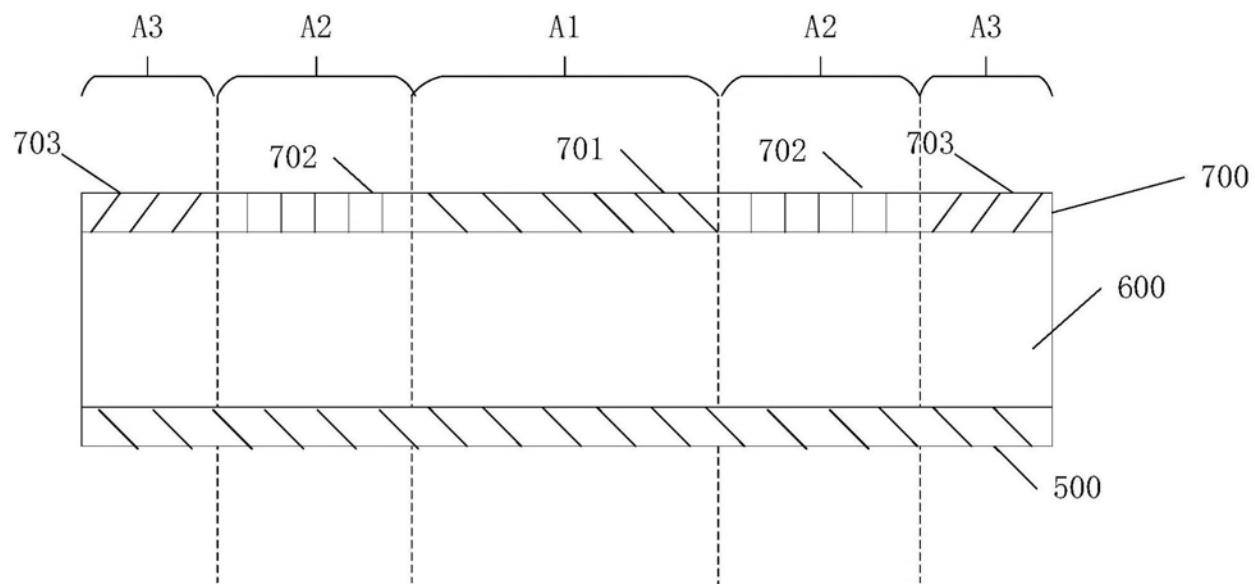


图3