



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105411623 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201510990801. 1

(22) 申请日 2015. 12. 25

(71) 申请人 中国科学院深圳先进技术研究院  
地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大学  
城学苑大道 1068 号

(72) 发明人 钱明 郑海荣 李永川 苏敏  
邱维宝

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限  
公司 11127

代理人 郭晓宇

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

A61N 7/02(2006. 01)

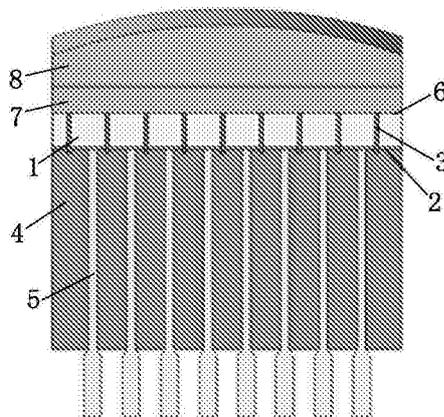
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种二维面阵列超声换能器及其制备方法

(57) 摘要

本发明提出了一种二维面阵列超声换能器及其制备方法,其中,该二维面阵列超声换能器包括:压电阵元阵列层,由M×N个压电阵元排布而成,各个压电阵元由切缝分隔,用于接收或发射超声信号;阵元电极,溅射在压电阵元阵列层的第一表面,按照所述切缝进行切割分隔,其中,每一阵元电极对应一压电阵元;去耦材料,填充在所述切缝,用于减少各个压电阵元的串声干扰;背衬块,与阵元电极粘结,用于吸收压电阵元背面的声能;电极引线,设置在背衬块中,每一电极引线分别连接一压电阵元,用于将电极信号接入到外部系统电路;公共电极,溅射在所述压电阵元阵列层的第二表面;匹配层,与所述公共电极粘结,用于使所述压电阵元与外部物体之间的声阻抗匹配。



1. 一种二维面阵列超声换能器,其特征在于,包括:

压电阵元阵列层,由 $M \times N$ 个压电阵元排布而成,各个压电阵元由切缝分隔,用于接收或发射超声信号;

阵元电极,溅射在所述压电阵元阵列层的第一表面,按照所述切缝进行切割分隔,其中,每一阵元电极对应一压电阵元;

去耦材料,填充在所述切缝,用于减少各个压电阵元的串声干扰;

背衬块,与所述阵元电极粘结,用于吸收压电阵元背面的声能;

电极引线,设置在所述背衬块中,每一电极引线分别连接一所述压电阵元,用于将电极信号接入到外部系统电路;

公共电极,溅射在所述压电阵元阵列层的第二表面;

匹配层,与所述公共电极粘结,用于使所述压电阵元与外部物体之间的声阻抗匹配。

2. 根据权利要求1所述的二维面阵列超声换能器,其特征在于,还包括:声透镜,粘结在匹配层上,用于聚焦声场,将压电阵元发射出来的声波进行聚焦。

3. 根据权利要求1所述的二维面阵列超声换能器,其特征在于,所述背衬块通过导电粘胶与阵元电极粘结,粘结后沿各个所述压电阵元之间的切缝切割,在背衬块上切割一定深度的切缝,重新填充去耦材料,使每一块导电粘胶对应一压电阵元。

4. 根据权利要求1所述的二维面阵列超声换能器,其特征在于,所述去耦材料、背衬块选用环氧树脂或其它绝缘材料。

5. 根据权利要求1所述的二维面阵列超声换能器,其特征在于,所述压电阵元阵列层中的压电阵元为压电单体或压电复合材料;

其中,压电复合材料选用1-3型压电复合材料或2-2型压电复合材料。

6. 根据权利要求1所述的二维面阵列超声换能器,其特征在于,所述匹配层为单层结构或多层结构。

7. 根据权利要求1所述的二维面阵列超声换能器,其特征在于,所述二维面阵列超声换能器的外形为平面阵或弧面阵。

8. 根据权利要求1所述的二维面阵列超声换能器,其特征在于,所述阵元电极、公共电极选用铬、铜或铬铜合金。

9. 一种制备权利要求1所述的二维面阵列超声换能器的方法,其特征在于,该方法包括:

对压电材料进行二维方向的切割,制备出由 $M \times N$ 个压电阵元排布而成的压电阵元阵列层,各个压电阵元由切缝分隔,在切缝中填充去耦材料;

在压电阵元阵列层的第一表面溅射阵元电极,所述阵元电极按照所述切缝进行切割分隔,其中,每一阵元电极对应一压电阵元;

将嵌入有电极引线的背衬块与所述阵元电极粘结,使每一电极引线分别连接一所述压电阵元;

在所述压电阵元阵列层的第二表面溅射公共电极;

在公共电极上粘结匹配层。

10. 根据权利要求9所述的制备方法,其特征在于,嵌入有电极引线的背衬块的制备方法如下:

制备M个引线框架及一引线框架夹具；

根据压电阵元阵列层中压电阵元的排布方式，制作M片柔性电路板，其中，每一柔性电路板包含N个电极引线；

将每一柔性电路分别固定在一引线框架中，将M个引线框架固定在引线框架夹具中，使相邻所述电极引线之间的间距与相邻压电阵元中心之间的间距相等；

在引线框架夹具中灌注绝缘材料，固化后去除引线框架夹具和引线框架，获得嵌入有电极引线的背衬块。

11. 根据权利要求9所述的制备方法，其特征在于，将嵌入有电极引线的背衬块与所述阵元电极粘结，使每一电极引线分别连接一所述压电阵元，包括：

利用导电粘胶将背衬块与阵元电极粘结，粘结后沿各个所述压电阵元之间的切缝切割，在背衬块上切割一定深度的切缝，重新填充去耦材料，使每一块导电粘胶对应一压电阵元。

## 一种二维面阵列超声换能器及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及超声成像设备制备领域,尤指一种二维面阵列超声换能器及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 超声换能器是超声设备中关键的部件,可以用于超声成像、超声刺激、超声治疗等等。超声换能器的结构经历了由单阵元向线阵、凸阵、环阵发展的过程之后,正朝着二维面阵的方向发展。自超声换能器诞生以来,最早期是单阵元超声换能器。可以通过机械扫描(如扇形扫描)一个单阵元超声换能器来获取超声图像。随着加工工艺的日益成熟,通过电子扫描线阵结构的换能器的振元或振元组来实现二维超声图像的获取。近年来,超声三维成像以及三维空间声刺激、声操控、声治疗的需求日益增大,需要研发性能可靠的二维面阵列超声换能器的可靠制备方法及其工艺。例如:二维面阵列超声换能器日益广泛运用于胎儿、心脏、腹部、乳腺和泌尿器官的三维成像和检查。二维面阵换能器也可以在三维空间产生可调控的局域声场,从而在三维空间内实现对粒子、物体的三维操控,可用于局部药物递送。二维面阵换能器也可以在三维空间的局部单点或多点产生聚焦,从而对目标点进行声刺激、调控、或毁损,因而可以用于精确的神经调控或者高强度聚焦超声治疗。

[0003] 利用二维面阵列超声探头进行三维扫描,就必须要保证每一个阵元可以实现独立工作。传统二维面阵列超声探头的每个阵元有导线单独控制,那么 $M \times N$ ( $M$ 、 $N$ 可以任意取值)的二维面阵列超声探头阵列,就需要 $M \times N$ 条引线,使用FPC(Flexible Printed Circuit;柔性电路)板将每个阵元单独连接引线。目前有一种接线方案(一种二维超声波面阵探头及其制备方法,申请号201210223970.9),此方案通过对阵列接线方式,每个阵元的工作状态可根据上电极导线和下电极导线连通或断开的选择来控制。此方案解决了接线数目多的问题,同时也带来了新的问题。

[0004] 1、在现有的接线方案中,虽然减少了引线数目,但是由于需要通过对行和列进行二维通电以实现某一个阵元的工作,因而无法实现同时对任意多个阵元的通电,也无法对电压幅值、时间延迟等进行精确控制,因此不能应用于一些复杂的超声三维成像、三维声刺激、三维声治疗中。例如在经颅声刺激或治疗中,需要采用时间反演方法,将任意阵元接收到的声信号时间反转并发送回去。这就需要对每一个阵元进行控制,对任意阵元进行任意波形的发射,对电压幅值、时间延迟有精确的要求。本发明通过可靠的工艺,实现了每一个阵元的单独引线,在保证引线连接质量的情况下,也降低了工艺的复杂度。

[0005] 2、在现有的接线方案中,匹配层与背衬材料必须使用导电材料,这样不仅使匹配层与背衬材料的选择空间很狭窄,而且限制了超声换能器在某些环境(例如磁共振环境)的应用。此外,导电材料价格昂贵,也大大增加了探头的制备成本。本发明中我们使用绝缘材料作为背衬材料,选择空间大,价格便宜。而且可以通过不同材料的选取和配比,实现磁兼容和高的导热性能。

[0006] 3、在现有的接线方案中,引线是连接在匹配层与背衬上的,那么就必须要分割匹

配层与和背衬,由于匹配层、压电层、背衬的总厚度相对现在的工艺条件来说很难切穿,此方案在切割时没有切穿背衬,通过减薄的方法露出切缝,不仅在工艺上增加了工序而且限制的背衬的厚度。如果背衬厚度达不到设计指定厚度,那么压电阵元背面的声能不能完全衰减,达不到添加背衬的目的。

[0007] 综上,在已有的二维面阵列超声换能器及其制备方法中,若干技术难点制约了换能器的性能,从而也制约了大规模二维面阵换能器的加工制备。其中最主要的有:工艺的复杂度、引线的焊接质量、大规模二维面阵的散热性能等等。大规模二维面阵必然需要相对复杂的加工工艺。二维面阵列超声换能器的每个阵元最好有引线单独控制,这样就可以进行精确的声场发射和控制。 $M \times N$ ( $M$ 、 $N$ 可以任意取值)的二维面阵列超声探头阵列,就需要 $M \times N$ 条引线,大规模二维引线焊接工艺上是很复杂的,随着阵元数的增加和阵元尺寸的减小,引线焊接工艺难度急剧增大。如果不能将大规模二维面阵所产生的热散去,也会对超声换能器的性能和寿命有较大的影响。

### 发明内容

[0008] 为解决现有的二维面阵列超声换能器及其制备方法的不足,本发明提供了一种具有可靠的加工方式、引线、散热的方案,简化了工艺的复杂度,同时提高了工艺的可靠性。

[0009] 为达到上述目的,本发明提出了一种二维面阵列超声换能器,包括:压电阵元阵列层,由 $M \times N$ 个压电阵元排布而成,各个压电阵元由切缝分隔,用于接收或发射超声信号;阵元电极,溅射在所述压电阵元阵列层的第一表面,按照所述切缝进行切割分隔,其中,每一阵元电极对应一压电阵元;去耦材料,填充在所述切缝,用于减少各个压电阵元的串声干扰;背衬块,与所述阵元电极粘结,用于吸收压电阵元背面的声能;电极引线,设置在所述背衬块中,每一电极引线分别连接一所述压电阵元,用于将电极信号接入到外部系统电路;公共电极,溅射在所述压电阵元阵列层的第二表面;匹配层,与所述公共电极粘结,用于使所述压电阵元与外部物体之间的声阻抗匹配。

[0010] 进一步的,还包括:声透镜,粘结在匹配层上,用于聚焦声场,将压电阵元发射出来的声波进行聚焦。

[0011] 进一步的,所述背衬块通过导电粘胶与阵元电极粘结,粘结后沿各个所述压电阵元之间的切缝切割,在背衬块上切割一定深度的切缝,重新填充去耦材料,使每一块导电粘胶对应一压电阵元。

[0012] 进一步的,去耦材料、背衬块选用环氧树脂或其它绝缘材料。

[0013] 进一步的,所述压电阵元阵列层中的压电阵元为压电单体或压电复合材料;其中,压电复合材料选用1-3型压电复合材料或2-2型压电复合材料。

[0014] 进一步的,所述匹配层为单层结构或多层结构。

[0015] 进一步的,所述二维面阵列超声换能器的外形为平面阵或弧面阵。

[0016] 进一步的,所述阵元电极、公共电极选用铬、铜或铬铜合金。

[0017] 为达到上述目的,本发明还提出了一种制备上述二维面阵列超声换能器的方法,该方法包括:对压电材料进行二维方向的切割,制备出由 $M \times N$ 个压电阵元排布而成的压电阵元阵列层,各个压电阵元由切缝分隔,在切缝中填充去耦材料;在压电阵元阵列层的第一表面溅射阵元电极,所述阵元电极按照所述切缝进行切割分隔,其中,每一阵元电极对应一

压电阵元；将嵌入有电极引线的背衬块与所述阵元电极粘结，使每一电极引线分别连接一所述压电阵元；在所述压电阵元阵列层的第二表面溅射公共电极；在公共电极上粘结匹配层。

[0018] 进一步的，嵌入有电极引线的背衬块的制备方法如下：制备M个引线框架及一引线框架夹具；根据压电阵元阵列层中压电阵元的排布方式，制作M片柔性电路板，其中，每一柔性电路板包含N个电极引线；将每一柔性电路分别固定在一引线框架中，将M个引线框架固定在引线框架夹具中，使相邻所述电极引线之间的间距与相邻压电阵元中心之间的间距相等；在引线框架夹具中灌注绝缘材料，固化后去除引线框架夹具和引线框架，获得嵌入有电极引线的背衬块。

[0019] 进一步的，将嵌入有电极引线的背衬块与所述阵元电极粘结，使每一电极引线分别连接一所述压电阵元，包括：利用导电粘胶将背衬块与阵元电极粘结，粘结后沿各个所述压电阵元之间的切缝切割，在背衬块上切割一定深度的切缝，重新填充去耦材料，使每一块导电粘胶对应一压电阵元。

[0020] 本发明提出的二维面阵列超声换能器的制备方法，简化了工艺的复杂度，同时提高了工艺的可靠性，是一种高效、可靠的制备二维面阵列超声换能器的方法。利用上述方法制作出来的二维面阵列超声换能器具有散热好，对每一个阵元单独引线，可以实现对每一个阵元的稳定控制，达到对任意阵元进行任意波形的发射以及对电压幅值、时间延迟的精确控制，适用于超声三维成像、三维空间声操控、三维空间声刺激、声调控和声治疗等各种用途。

## 附图说明

[0021] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，并不构成对本发明的限定。在附图中：

[0022] 图1为本发明一实施例的二维面阵列超声换能器的结构示意图。

[0023] 图2所示本发明一实施例的二维面阵列超声换能器制作方法流程图。

[0024] 图3为本发明一实施例的压电阵元阵列层的制作流程示意图。

[0025] 图4A至图4D为本发明一实施例的嵌入有电极引线的背衬块制作流程示意图。

[0026] 图5为本发明一实施例的粘结嵌入有电极引线的背衬块与所述阵元电极的流程示意图。

[0027] 图6为本发明一实施例的粘结声透镜的流程示意图。

[0028] 图7为图6所示二维面阵列超声换能器的剖面示意图。

## 具体实施方式

[0029] 以下配合图示及本发明的较佳实施例，进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段。

[0030] 图1为本发明一实施例的二维面阵列超声换能器的结构示意图。如图1所示，二维面阵列超声换能器包括：

[0031] 压电阵元阵列层1，由M×N个压电阵元排布而成，各个压电阵元由切缝分隔，用于接收或发射超声信号。其中，所述压电阵元阵列层1为压电单体或压电复合材料；压电复合

材料可以选用1-3型压电复合材料或2-2型压电复合材料,如PZT压电陶瓷。

[0032] 阵元电极2,溅射在所述压电阵元阵列层1的第一表面,按照所述切缝进行切割分隔,其中,每一阵元电极对应一压电阵元。

[0033] 去耦材料3,填充在所述切缝,用于减少各个压电阵元的串声干扰。

[0034] 背衬块4,与所述阵元电极2粘结,用于吸收压电阵元背面的声能,厚度及参数根据压电阵工作频率及声学参数决定。

[0035] 电极引线5,设置在所述背衬块4中,每一电极引线分别连接一所述压电阵元,用于将电极信号接入到外部系统电路。

[0036] 公共电极6,溅射在所述压电阵元阵列层1的第二表面。

[0037] 匹配层7,与所述公共电极6粘结,用于使所述压电阵元与外部物体之间的声阻抗匹配。匹配层7可以是单层结构或多层结构,厚度及参数根据压电阵工作频率及声学参数决定。

[0038] 进一步的,该二维面阵列超声换能器还可以包括:声透镜8,粘结在匹配层7上,用于聚焦声场,将压电阵元发射出来的声波进行聚焦。

[0039] 其中,去耦材料3可以选用环氧树脂或其它绝缘材料。背衬块4的材料可以是环氧树脂或其它绝缘材料,也可以是多种材料的混合物,例如环氧树脂、氧化铝、氮化铝等的混合物背衬块4。阵元电极2、公共电极6可以选用铬(Cr)、铜(Au)或铬铜合金。

[0040] 在本实施例中,二维面阵列超声换能器的外形可以是平面振,也可以在粘结好背衬块4之后,进行二次成型,制作成弧面阵等

[0041] 为了对上述二维面阵列超声换能器进行更为清楚的解释,下面结合一个具体的制作流程来进行说明,然而值得注意的是该实施例仅是为了更好地说明本发明,并不构成对本发明不当的限定。

[0042] 图2所示本发明一实施例的二维面阵列超声换能器制作方法流程图。如图1所示,该方法包括:

[0043] 步骤S201,对压电材料进行二维方向的切割,制备出由 $M \times N$ 个压电阵元排布而成的压电阵元阵列层,各个压电阵元由切缝分隔,在切缝中填充去耦材料。

[0044] 步骤S202,在压电阵元阵列层的第一表面溅射阵元电极,所述阵元电极按照所述切缝进行切割分隔,其中,每一阵元电极对应一压电阵元。

[0045] 步骤S203,将嵌入有电极引线的背衬块与所述阵元电极粘结,使每一电极引线分别连接一所述压电阵元。

[0046] 步骤S204,在所述压电阵元阵列层的第二表面溅射公共电极。

[0047] 步骤S205,在公共电极上粘结匹配层。

[0048] 具体的,压电阵元阵列层的制作流程可以参考图3所示。

[0049] 首先,选取压电材料,将其厚度研磨到一定的厚度尺寸(步骤S301)。将压电材料31横向切割为M行的凹型槽(步骤S302),然后,纵向切割为N列的凹型槽(步骤S303),在凹形槽中添加去耦材料并固化(步骤S304)。最后,将其减薄到指定的厚度尺寸(根据声学参数确定的尺寸),并磨掉未切穿的压电晶片,使切缝全部露出,即可制备出 $M \times N$ 型(M、N可以取任意整数)的压电阵元阵列(步骤S305)。

[0050] 具体的,嵌入有电极引线的背衬块制作流程可以结合图4A-4D所示。

[0051] 首先,如图4A所示,首先制备出M片柔性电路板10,每一片柔性电路板10有N根电极引线5,电极引线5之间的距离与阵元中心的间距相同。

[0052] 制作引线框架11,将柔性电路板10精确固定在引线框架11中。其中,引线框架11四周的四个圆孔是用于并列排布多个引线框架。

[0053] 如图4B所示,制作引线框架夹具12。然后,将M片装有柔性电路板的引线框架11规则安装于夹具内,这样M×N根电极引线就按照矩阵形式规则排布。然后在安装好引线的夹具内灌注绝缘的环氧树脂,绝缘的环氧树脂是作为二维面阵列超声换能器的背衬材料。将整个夹具放置于干燥环境,待其完全固化。

[0054] 如图4C所示,固化后去掉引线框架夹具12,去掉引线框架11,获得嵌入有电极引线5的背衬块4。其中,引线间距与压电阵元中心间距相同。

[0055] 如图4D所示,将背衬块4打磨平整(使电极引线5适当露出),可以在背衬块4的底面溅射Cr/Au电极13。

[0056] 具体的,粘结嵌入有电极引线的背衬块与所述阵元电极的流程可以参考图5所示。该方法是利用导电粘胶将背衬块4与阵元电极2粘结,粘结后沿各个所述压电阵元之间的切缝切割,在背衬块上切割一定深度(如50um)的切缝,重新填充去耦材料3并打磨,使每一块导电粘胶对应一压电阵元,保证各个压电阵元的分离。

[0057] 在本实施例中,使用导电粘胶可以保证压电阵元和电极引线5的可靠粘结与导通。导电粘胶工艺避免了传统的锡焊工艺可能导致的焊接不好、焊接效果不均匀等问题。

[0058] 完成粘结后,在压电阵元阵列层1的表面溅射公共电极(图5中未绘示),这样压电阵元的两个表面分别有阵元电极2和公共电极。其中,阵元电极2与电极引线5对应连通,最终实现对二维面阵列中每一个压电阵元的单独引线。

[0059] 在本实施例的步骤S205中,匹配层7通过绝缘胶粘结在公共电极上。结合图6所示,在匹配层7之上,还可以粘结一声透镜8,至此,二维面阵列超声换能器制备完成。结合图7所示,为图6所示二维面阵列超声换能器的剖面示意图。

[0060] 与背景技术提到的较佳现有技术相比,本发明通过制备背衬引线块,实现了对每一个阵元的单独引线,可以对任意阵元的激励电压幅值、时间延迟等进行精确调控,适用于复杂的超声三维成像、三维声刺激、三维声治疗。例如在经颅声刺激或治疗中,需要采用时间反演方法,将任意阵元接收到的声信号时间反转并发送回去。这就需要每一个阵元进行控制,对任意阵元进行任意波形的发射,对电压幅值、时间延迟有精确的要求。本发明使用绝缘材料作为背衬材料,选择空间大,价格便宜,而且可以通过不同材料的选取和配比,实现磁兼容和高的导热性能。本发明不需要切穿匹配层和背衬层,因此不存在对背衬厚度的限制。

[0061] 本发明提出的二维面阵列超声换能器的制备方法,简化了工艺的复杂度,同时提高了工艺的可靠性,是一种高效、可靠的制备二维面阵列超声换能器的方法。利用上述方法制作出来的二维面阵列超声换能器具有散热好,对每一个阵元单独引线,可以实现对每一个阵元的稳定控制,达到对任意阵元进行任意波形的发射以及对电压幅值、时间延迟的精确控制,适用于超声三维成像、三维空间声操控、三维空间声刺激、声调控和声治疗等各种用途。

[0062] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详

细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

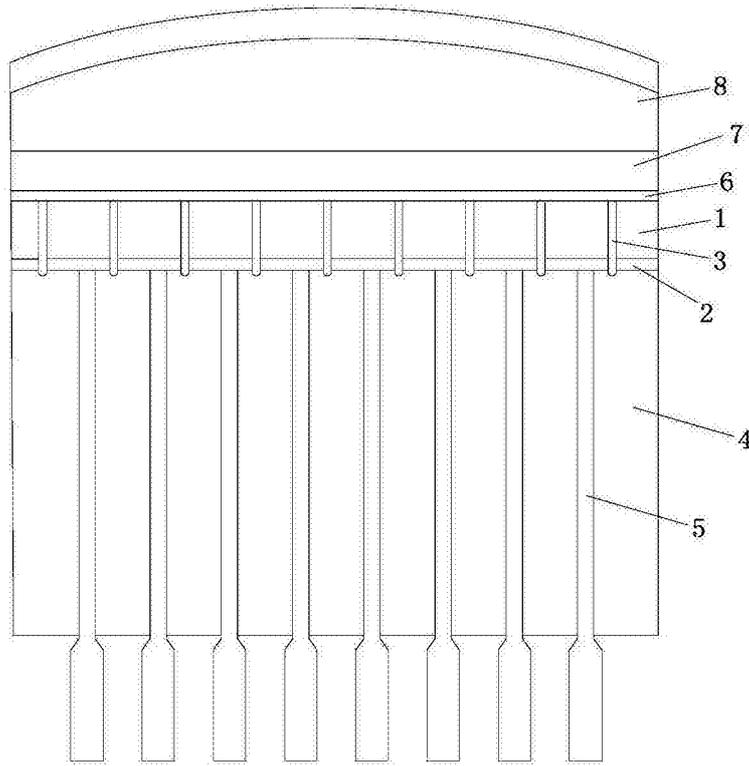


图1

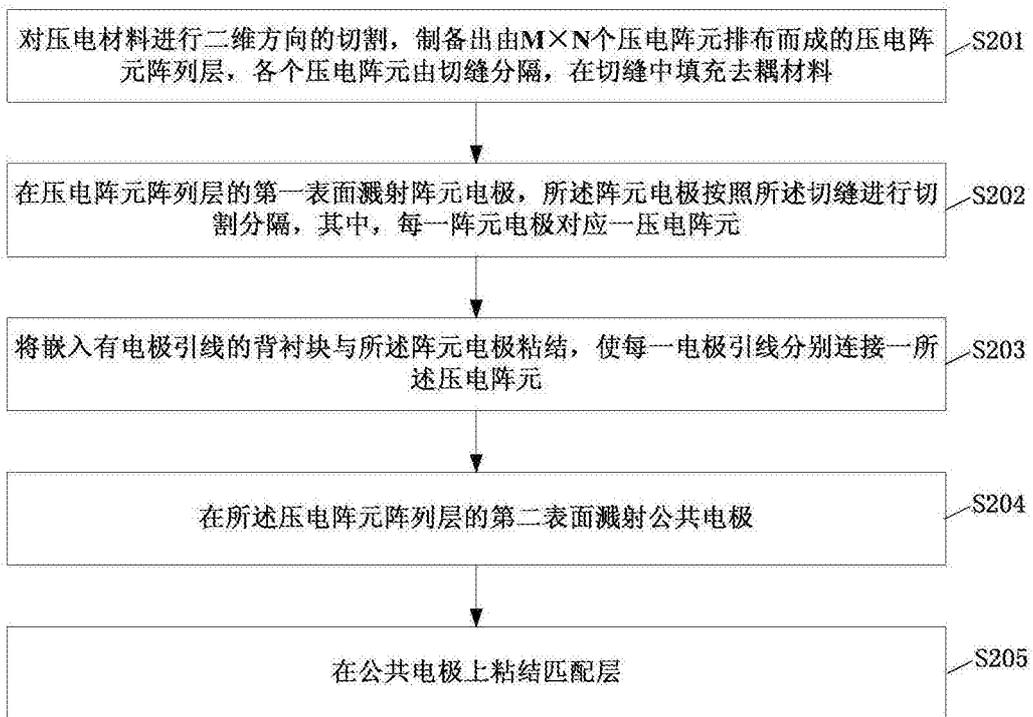


图2

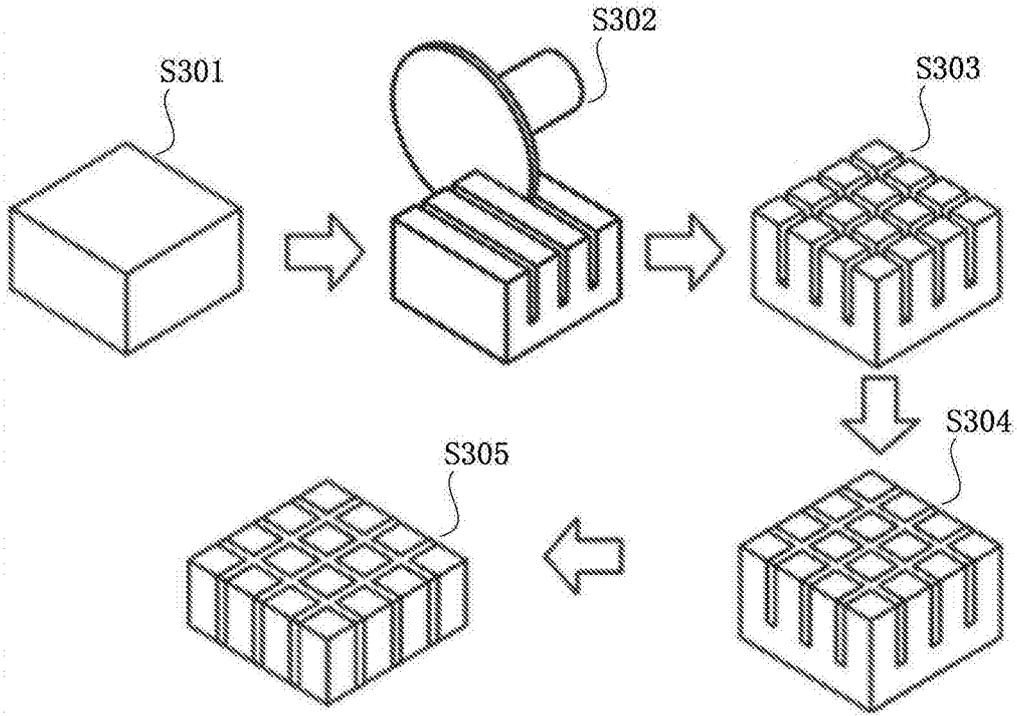


图3

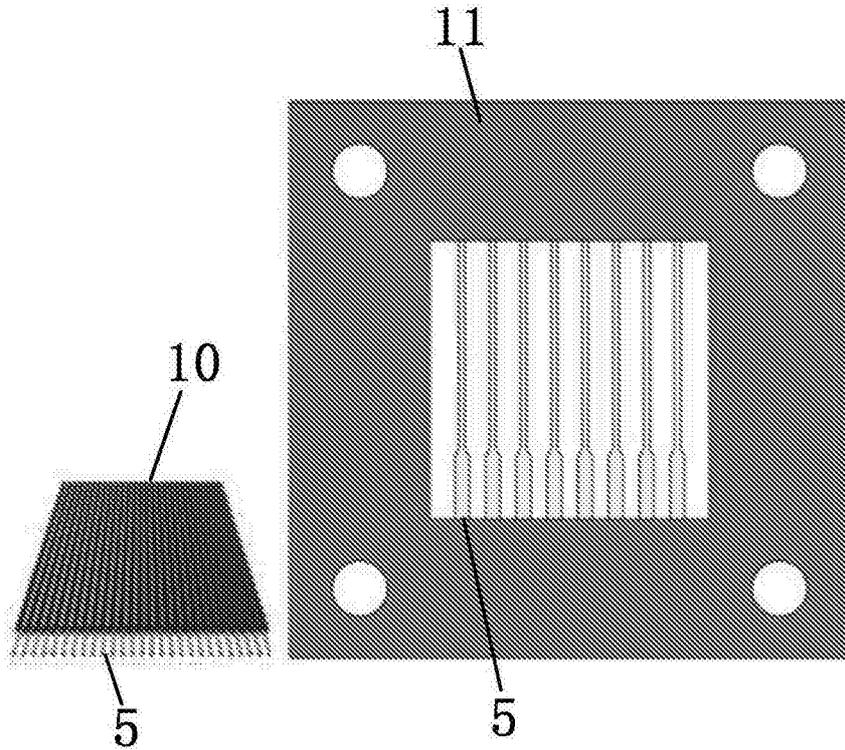


图4A

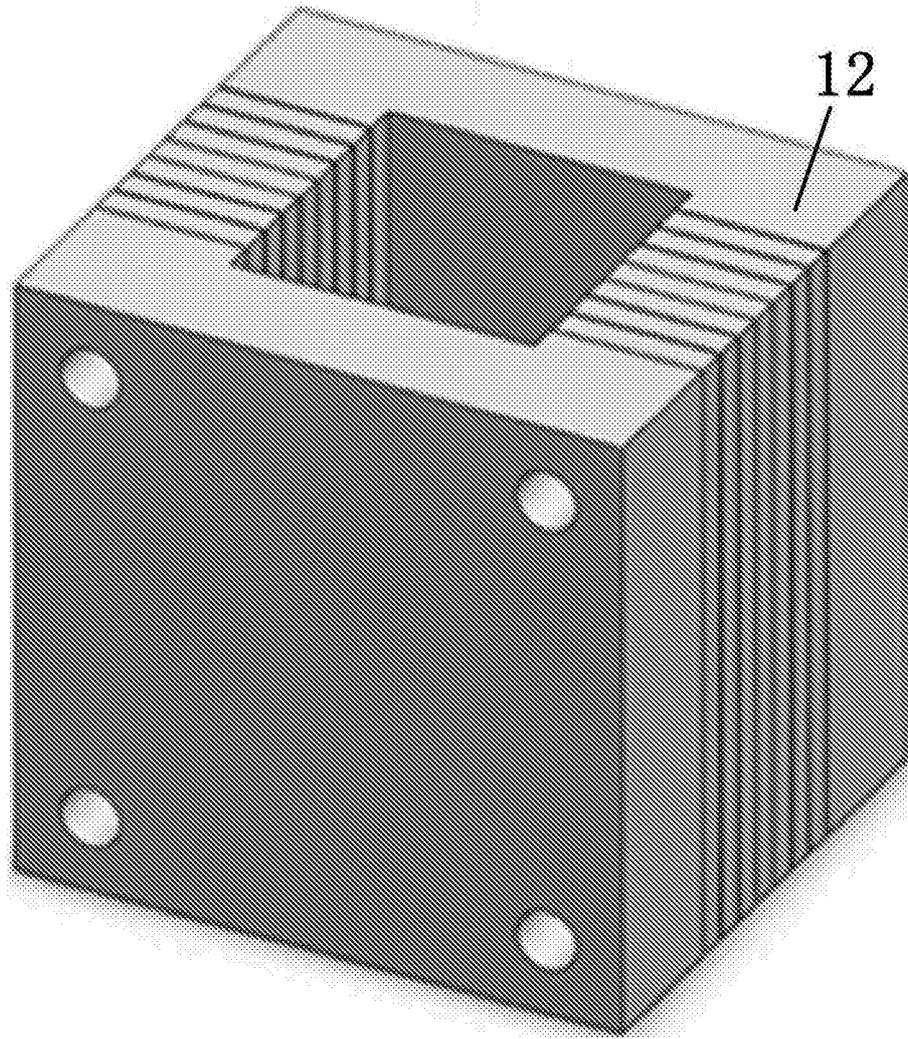


图4B

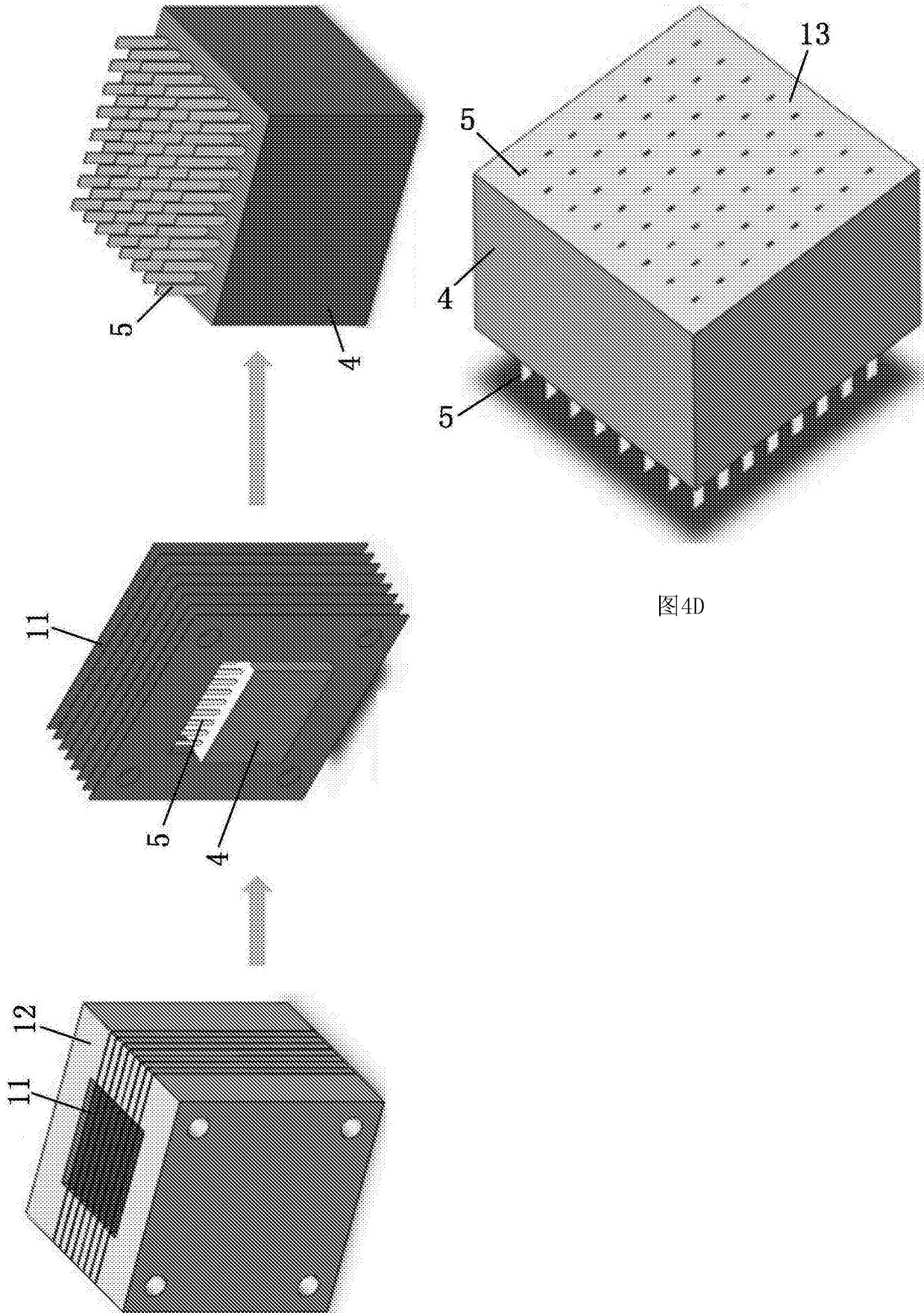


图4D

图4C

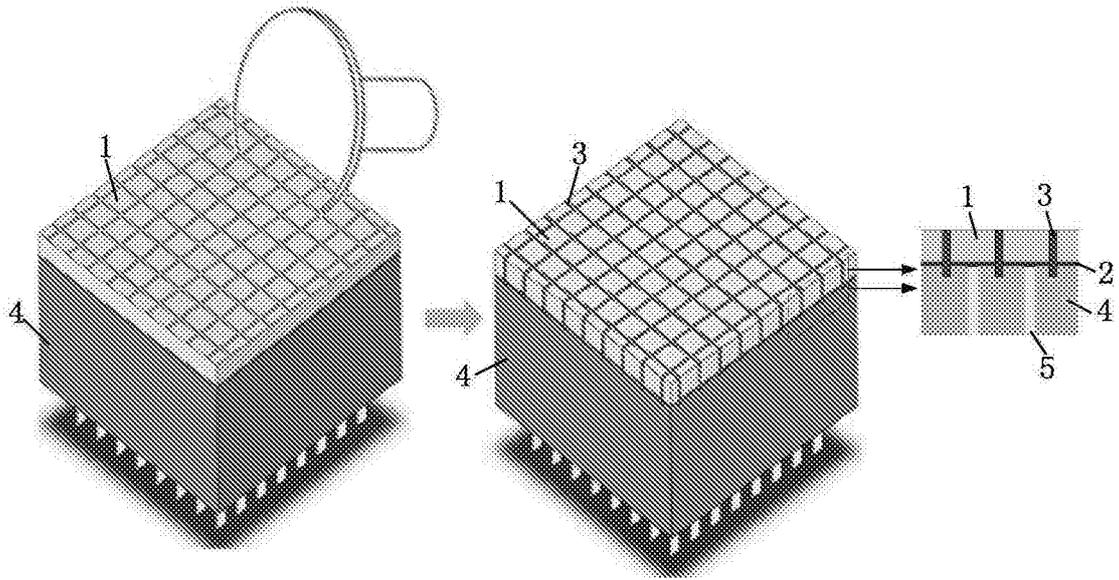


图5

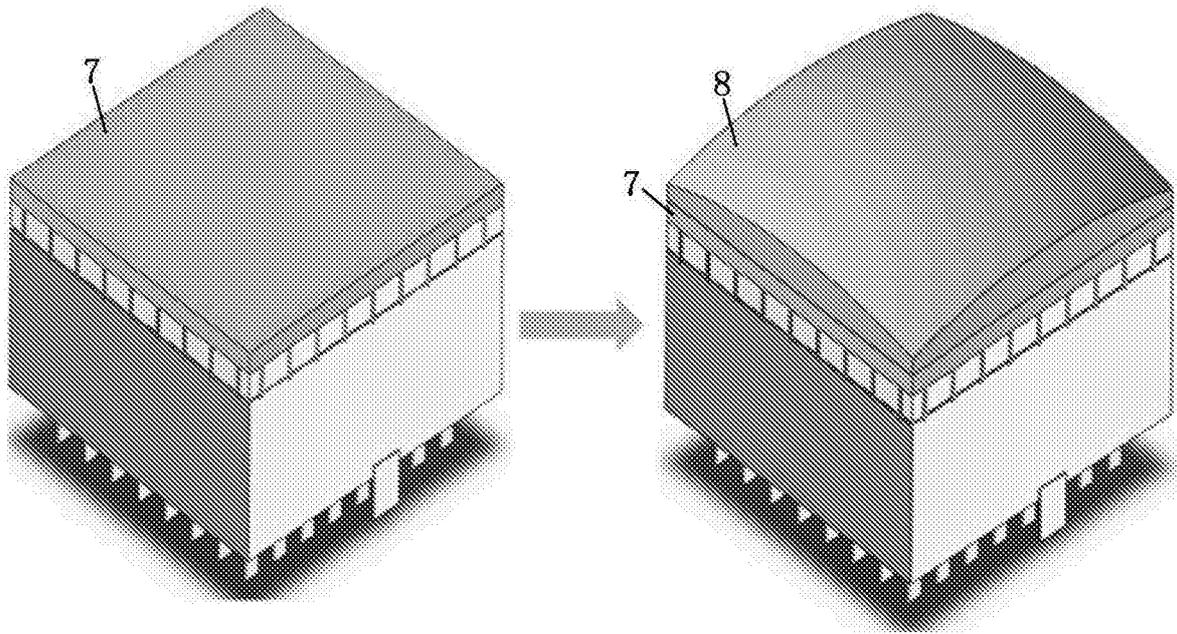


图6

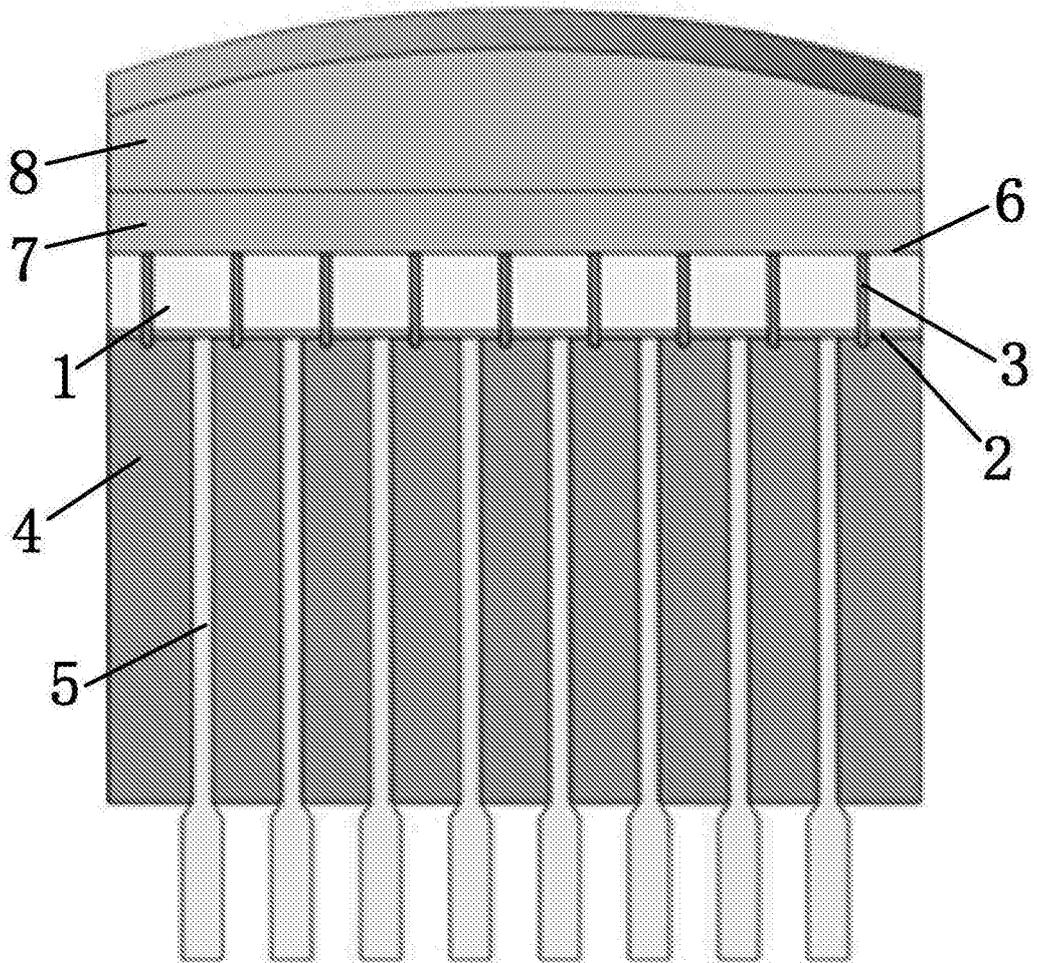


图7

专利名称(译)	一种二维面阵列超声换能器及其制备方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN105411623A</a>	公开(公告)日	2016-03-23
申请号	CN201510990801.1	申请日	2015-12-25
[标]申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
申请(专利权)人(译)	中国科学院深圳先进技术研究院		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院深圳先进技术研究院		
[标]发明人	钱明 郑海荣 李永川 苏敏 邱维宝		
发明人	钱明 郑海荣 李永川 苏敏 邱维宝		
IPC分类号	A61B8/00 A61N7/02		
CPC分类号	A61B8/4488 A61B8/0808 A61N7/02		
代理人(译)	郭晓宇		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提出了一种二维面阵列超声换能器及其制备方法，其中，该二维面阵列超声换能器包括：压电阵元阵列层，由M×N个压电阵元排布而成，各个压电阵元由切缝分隔，用于接收或发射超声信号；阵元电极，溅射在压电阵元阵列层的第一表面，按照所述切缝进行切割分隔，其中，每一阵元电极对应一压电阵元；去耦材料，填充在所述切缝，用于减少各个压电阵元的串声干扰；背衬块，与阵元电极粘结，用于吸收压电阵元背面的声能；电极引线，设置在背衬块中，每一电极引线分别连接一压电阵元，用于将电极信号接入到外部系统电路；公共电极，溅射在所述压电阵元阵列层的第二表面；匹配层，与所述公共电极粘结，用于使所述压电阵元与外部物体之间的声阻抗匹配。

