

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 1 月 20 日 (20.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/011606 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04R 17/00 (2006.01) *B06B 1/06* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/102164
- (22) 国际申请日: 2020 年 7 月 15 日 (15.07.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳市汇顶科技股份有限公司 (SHENZHEN GOODIX TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区腾飞工业大厦B座13层, Guangdong 518045 (CN)。
- (72) 发明人: 纪登鑫(JI, Dengxin); 中国广东省深圳市福田区腾飞工业大厦B座13层, Guangdong 518045 (CN)。 王红超(WANG, Hongchao); 中国广东省深圳市福田区腾飞工业大厦B座13层, Guangdong 518045 (CN)。 沈健(SHEN, Jian); 中国广东省深圳市福田区腾飞工业大厦B座13层, Guangdong 518045 (CN)。

- (74) 代理人: 上海晨皓知识产权代理事务所(普通合伙) (SHANGHAI CHENHAO INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM GENERAL PARTNERSHIP); 中国上海市黄浦区制造局路787号二幢202B室, Shanghai 200011 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,

(54) Title: ULTRASONIC TRANSDUCER AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 超声换能器与电子设备

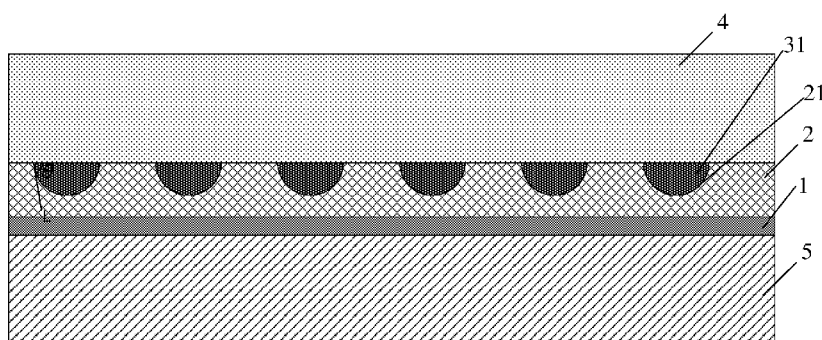


图 1

(57) Abstract: Provided are an ultrasonic transducer and an electronic device. The ultrasonic transducer comprises: a first electrode layer (1), a piezoelectric layer (2), a second electrode layer (3) and a circuit layer (4), wherein the piezoelectric layer (2) is arranged on the first electrode layer (1); the second electrode layer (3) and the circuit layer (4) are arranged on the piezoelectric layer; a plurality of first grooves are formed in a first surface of the piezoelectric layer (2); each of the first grooves is provided with a recessed surface (21); the orientation of each recessed surface (21) is the same as an acoustic emission direction of the ultrasonic transducer; and a contact angle between the recessed surface (21) and a plane on which the first surface is located is greater than 0 degrees and less than 90 degrees. By using the embodiments of the present application, the emission sensitivity of the ultrasonic transducer can be increased, thereby improving the loop sensitivity of the ultrasonic transducer.



AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：本申请实施例提供了一种超声换能器与电子设备。超声换能器包括：第一电极层(1)、压电层(2)、第二电极层(3)以及电路层(4)；压电层(2)设置在第一电极层(1)上，压电层上设置有第二电极层(3)以及电路层(4)；压电层(2)的第一表面上形成有多个第一凹槽，每个所述第一凹槽具有一个凹面(21)，每个凹面(21)的朝向与超声换能器的声波发射方向相同，凹面(21)与第一表面所在的平面之间的接触角大于0度且小于90度。采用本申请的实施例，能够增加超声换能器的发射灵敏度，即提升了超声换能器的回路灵敏度。

超声换能器与电子设备

技术领域

[0001] 本申请实施例涉及超声换能技术领域，特别涉及一种超声换能器与电子设备。

背景技术

[0002] 超声换能器是将声能和电能互相转换的器件，超声换能器中的压电材料在发生形变时，可以在压电材料的两端产生电压差；在压电材料的两端有电压差时，压电材料发生形变振动产生超声波；利用压电材料的上述特性，可以实现机械振动和交流电的互相转换。其中，压电材料可以为压电陶瓷锆钛酸铅 PZT 或高分子压电材料聚偏二氟乙烯 PVDF。

[0003] 在相同厚度条件下，PVDF 超声换能器的回路灵敏度大于 PZT 超声换能器的回路灵敏度，因此便携式移动终端一般采用 PVDF 超声换能器，但是 PVDF 超声换能器的发射性能较差，限制了 PVDF 超声换能器的回路灵敏度。

发明内容

[0004] 本申请实施例的目的在于提供一种超声换能器与电子设备，能够在相同厚度条件下，实现更高的回路灵敏度，更加适用于便携式移动终端。

[0005] 本申请实施例提供了一种超声换能器，包括：第一电极层、压电层、第二电极层以及电路层；压电层设置在第一电极层上，压电层上设置有第二电极

层以及电路层；压电层的第一表面上形成有多个第一凹槽，每个第一凹槽具有一个凹面，每个凹面的朝向与超声换能器的声波发射方向相同，凹面与第一表面所在的平面之间的接触角大于0度且小于90度。

[0006] 本申请实施例提供了一种电子设备，包括上述的超声换能器。

[0007] 本申请实施例现对于现有技术而言，提供了一种超声换能器，其包括：第一电极层、压电层、第二电极层以及电路层，压电层设置在第一电极层上，压电层上设置有第二电极层以及电路层，压电层的第一表面上形成有多个第一凹槽，每个第一凹槽具有一个凹面，每个凹面的朝向与超声换能器的声波发射方向相同，凹面与第一表面所在的平面之间的接触角大于0度且小于90度。在利用该超声换能器发射声波时，压电层中的凹面能够对声波起到汇聚作用，减小了声波发射的发散角度，并且凹面所形成的空腔形成了声学谐振腔，能够增加超声换能器的发射灵敏度，从而提升了超声换能器的回路灵敏度；即相较于现有技术，能够在相同厚度条件下，实现更高的回路灵敏度，更加适用于便携式移动终端。另外，由于能够增加发射灵敏度，从而在相同回路灵敏度条件下，降低了对发射带宽的要求。

[0008] 例如，压电层的第一凹槽的凹面朝向电路层，第二电极层包括多个第一导电部，多个第一导电部分别设置在压电层的第一凹槽内。本实施例提供了第一凹槽的凹面朝向电路层时第二电极层的一种具体结构。

[0009] 例如，第一表面上形成阵列设置且呈半球状的第一凹槽，第二电极层包括阵列设置的半球状的第一导电部，各第一导电部分别设置在各第一凹槽内。本实施例提供了压电层上的第一凹槽的一种设置方式。

[0010] 例如，第一表面上形成多个半圆柱体状的第一凹槽，第二电极层包括并

行设置的半圆柱体状的第一导电部，各第一导电部分别设置在各第一凹槽内。

本实施例提供了压电层上的第一凹槽的另一种设置方式。

[0011] 例如，多个第一导电部具有远离第一电极层的第一上表面，第一上表面与压电层的第一表面在同一平面上。本实施例中提供了第二电极层中的第一导电部的一种设置方式。

[0012] 例如，压电层包括多个压电单元，每个压电单元包括一个与第一表面相对的第二表面，每个压电单元的第一表面上形成一个第一凹槽，第二表面包括凸面，第一电极层中具有多个收容空间，多个压电单元设置在第一电极层的收容空间内，多个第一导电部分别设置在压电单元的第一凹槽内。本实施例中提供了压电层的一种具体结构。

[0013] 例如，第一电极层具有一个第二上表面，压电层的第一表面、第一电极层的第二上表面以及第一导电部的第一上表面在同一平面上。本实施例提供了将多个压电单元间隔设置的具体实现方式。

[0014] 例如，多个压电单元间隔设置。本实施例中，提供了一种分离压电薄膜的压电层，将多个压电单元间隔设置，能够避免多个压电单元之间的振动干扰。

[0015] 例如，第一电极层具有一个第二上表面，压电层的第一表面与第一导电部的第一上表面在同一个平面上，压电层的第一表面与第一电极层的第二上表面不在同一平面上。

[0016] 例如，超声换能器还包括多个绝缘部，第一导电部上形成有第二凹槽，绝缘部设置在第一导电部的第二凹槽内，以使绝缘部与压电层间隔设置。本实施例中，在超声换能器增加了多个绝缘部，能够使各绝缘部与压电层间隔设置。

[0017] 例如，多个绝缘部具有远离第一电极层的第三上表面，第三上表面与压

电层的第一表面在同一平面上。本实施例提供了绝缘部的一种具体设置方式。

[0018] 例如，压电层的第一凹槽的凹面朝向第一电极层，第一电极层包括第一电极本体与多个第二导电部，第一电极本体具有靠近压电层的第四上表面，多个第二导电部设置在第四上表面上，且多个第二导电部分别设置在压电层的第一凹槽中，第一电极本体的第四上表面、第二导电部的下表面以及压电层的第一表面在同一平面上。本实施例提供了第一凹槽的凹面朝向第一电极层时，第一电极层的一种具体结构。

[0019] 例如，压电层的第一表面上形成阵列设置且呈半球状的第一凹槽，第一电极层包括阵列设置的半球状的第二导电部，各第二导电部分别设置在压电层的各第一凹槽内。

[0020] 例如，压电层的第一表面上形成多个半圆柱体状的第一凹槽，第一电极层包括并行设置的半圆柱体状的第二导电部，各第二导电部分别设置在压电层的各第一凹槽内。

[0021] 例如，超声换能器还包括设置在电路层上背衬层。本实施例中，能够减少超声波在朝向电路层的方向反向传播。

[0022] 例如，压电层包括与第一表面相对的第二表面，第二表面为平面。本实施例提供了压电层的第二表面的一种设置方式，使得压电层易于制作，适用于压电薄膜刮涂技术。

[0023] 例如，压电层包括与第一表面相对的第二表面，第二表面上形成有多个与第一凹槽相对应的凸出部。本实施例提供了压电层的第二表面的另一种设置方式，

[0024] 例如，第二电极层还包括第二电极本体，多个第一导电部形成在第二电

极本体的第一下表面上，第一下表面与压电层的第一表面在同一平面上；第一电极层包括分离设置的多个第一子电极，任意两个第一子电极之间相互绝缘，各第一子电极的分别覆盖在各凸出部上。本实施例提供了，在第二电极层为整面电极时，对各压电单元进行单独控制的方式。

[0025] 例如，第二电极层包括多个第二子电极，任意两个第二子电极之间相互绝缘，各第二子电极的分别覆盖在各凸出部上，第二子电极位于凸出部与电路层之间，且电路层靠近压电层的下表面与压电层的第二表面在同一平面上。本实施例中，在压电层的第二表面上形成有凸出部时，通过第二电极层对各压电单元进行单独控制的方式。

[0026] 例如，第二电极层包括多个第二子电极，任意两个第二子电极之间相互绝缘，各第二子电极的分别覆盖在各第一凹槽的背面，第二子电极位于凸出部与电路层之间，且电路层靠近压电层的下表面与压电层的第二表面在同一平面上。本实施例中，在压电层的第二表面为平面时，通过第二电极层对各压电单元进行单独控制的方式。

[0027] 例如，第二电极层覆盖在压电层的第二表面上；第一电极本体包括多个第三子电极，任意两个第三子电极之间相互绝缘，各第二导电部分别形成在各第三子电极上。本实施例中，提供了第二电极层为正面电极时，通过第一电极层对各压电单元进行单独控制的方式。

[0028] 例如，凹面朝向第一电极层，第一电极层包括多个第三导电部，多个第三导电部分别设置在压电层的第一凹槽中；多个第三导电部具有远离第二电极层的第二下表面，多个第三导电部的第二下表面与压电层的第一表面在同一平面上；多个第一凹槽分别设置在第二电极层中，任意两个第一凹槽之间不存在

接触，第二电极层设置有第一凹槽的表面与压电层的第一表面在同一平面上。

本实施例提供了凹面朝向第一电极层时，将多个第一凹槽形成压电单元分离设置的一中具体方式，其能够避免多个压电单元之间的振动干扰。

[0029] 例如，绝缘部与压电层的声阻相匹配。本实施例中，能够避免声波在压电层与第二电极层之间、第二电极层与电路层之间产生过多的反射，以避免降低发射效率。

[0030] 例如，超声换能器还包括功能层，第一电极层设置在功能层上，功能层包括衬底和/或背衬。

[0031] 例如，接触角的范围为 75 度到 90 度。本实施例中，能够尽可能的增加超声换能器的发射灵敏度。

附图说明

[0032] 一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明，这些示例性说明并不构成对实施例的限定，附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件，除非有特别申明，附图中的图不构成比例限制。

[0033] 图 1 是根据本申请第一实施例中的超声换能器的结构图；

[0034] 图 2 是图 1 中的超声换能器的部分放大图；

[0035] 图 3 是根据本申请第一实施例中的超声换能器的发射灵敏度的提升倍数与接触角的关系图；

[0036] 图 4 与图 5 是根据本申请第一实施例中超声换能器中的压电层的结构图；

[0037] 图 6 是根据本申请第一实施例中的超声换能器的声波发射与接收的示意图；

[0038] 图 7 至图 9 是根据本申请第二实施例中的超声换能器的结构图；

[0039] 图 10 与图 11 是根据本申请第二实施例中超声换能器中的压电层的结构图；

[0040] 图 12 是根据本申请第三实施例中的超声换能器的结构图；

[0041] 图 13 至图 16 是根据本申请第四实施例中的超声换能器的结构图；

[0042] 图 17 是根据本申请第五实施例中的超声换能器的结构图。

具体实施例

[0043] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请实施例进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

[0044] 超声换能器应用于便携式移动终端时，可以用于指纹识别，其工作频率与压电材料的厚度成反比。采用压电陶瓷锆钛酸铅 PZT 作为压电材料时，由于其压电系数较大，使得基于 PZT 材料的超声换能器具有较好的发射性能；而聚偏二氟乙烯 PVDF 的压电系数较小，因此 PZT 超声换能器的发射性能优于 PVDF 超声换能器；而 PZT 材料的介电常数是 PVDF 材料的 100 倍左右，因此 PVDF 超声换能器的接收性能优于 PZT 超声换能器。超声换能器的回路灵敏度等于发射灵敏度乘以接收灵敏度，用于指纹识别的超声换能器通常采用 10MHz-20MHz 的工作频率，在相同厚度条件下，PVDF 超声换能器的回路灵敏度大于 PZT 超声换能器的回路灵敏度，因此 PVDF 超声换能器更适用于便携式移动终端，但是 PVDF 超声换能器的发射性能较差，限制了 PVDF 超声换能器的回路灵敏度。基于此，发明人提出了本申请的技术方案。

[0045] 本申请第一实施例涉及一种超声换能器，应用于电子设备，电子设备可以为便携式的移动终端，例如手机、平板电脑等，电子设备可以利用该超声换能器实现指纹识别、振动反馈等功能，举例来说，超声换能器安装在电子设备的触摸屏的下方，则该超声换能器能够用于屏下指纹识别，并且可以在用户使用电子设备的过程中提供振动反馈。

[0046] 本实施例中，超声换能器包括：第一电极层、压电层、第二电极层以及电路层；压电层设置在第一电极层上，压电层上设置有第二电极层以及电路层；压电层的第一表面上形成有多个第一凹槽，每个第一凹槽具有一个凹面，每个凹面的朝向与超声换能器的声波发射方向相同，凹面与压电层的第一表面所在的平面之间的接触角大于 0 度且小于 90 度。

[0047] 本实施例相对于现有技术而言，提供了一种超声换能器，其包括：第一电极层、压电层、第二电极层以及电路层，压电层设置在第一电极层上，压电层上设置有第二电极层以及电路层，压电层的第一表面上形成有多个第一凹槽，每个第一凹槽具有一个凹面，每个凹面的朝向与超声换能器的声波发射方向相同，凹面与第一表面所在的平面之间的接触角大于 0 度且小于 90 度。在利用该超声换能器发射声波时，压电层中的凹面能够对声波起到汇聚作用，减小了声波发射的发散角度，并且凹面所形成的空腔形成了声学谐振腔，能够增加超声换能器的发射灵敏度，从而提升了超声换能器的回路灵敏度；即相较于现有技术，能够在相同厚度条件下，实现更高的回路灵敏度，更加适用于便携式移动终端。另外，由于能够增加发射灵敏度，从而在相同回路灵敏度条件下，降低了对发射带宽的要求。

[0048] 下面对本实施例中超声换能器进行详细的说明，其中涉及到的细节仅为

示例性说明，并非本申请的必须。超声换能器的压电层的凹面的朝向是基于超声换能器的声波发射方向来设定的，本实施例中，以超声换能器的声波发射方向为从第一电极层到电路层为例进行说明。

[0049] 请参考图 1 与图 2，超声换能器包括：第一电极层 1、压电层 2、第二电极层以及电路层 4。其中，第一电极层 1 和第二电极层可以为铜、锡、铝等材料或者铜、锡、铝的化合物，有机导电材料，半导体材料等。

[0050] 在一个例子中，超声换能器还包括功能层 5，功能层 5 可以包括衬底和/或背衬；在超声换能器朝向电路层 4 发射超声波时，功能层 5 包括背衬，能够减少超声波的反向传播。

[0051] 第一电极层 1 设置在功能层 5 上，压电层 2 设置在第一电极层 1 上，压电层 2 上设置有第二电极层以及电路层 4。

[0052] 压电层 2 的第一表面上形成有多个第一凹槽，每个第一凹槽具有一个凹面 21，每个凹面 21 的朝向与超声换能器的声波发射方向相同，且凹面 21 与压电层 2 的第一表面所在的平面之间的接触角大于 0 度且小于 90 度。其中，压电层 2 可以由电陶瓷锆钛酸铅 PZT、聚偏二氟乙烯 PVDF 等压电材料制成的压电薄膜。

[0053] 本实施例中，超声换能器的声波发射方向为从第一电极层 1 到电路层 4，此时压电层 2 的各第一凹槽的凹面 21 是朝向电路层 4 的，因此压电层 2 的第一表面即为压电层 2 的上表面，压电层 2 的上表面与电路层 4 的下表面相接触，凹面 21 与压电层 2 的第一表面所在的平面之间的接触角即为凹面 21 与电路层 4 的下表面之间的接触角，压电层 2 包括与第一表面相对的第二表面，压电层 2 的第二表面即为压电层 2 的下表面，压电层 2 的第二表面为平面，其覆盖在第

一电极层 1 上，这种压电层 2 易于制作，适用于压电薄膜刮涂技术。

[0054] 请参考图 2，凹面 21 与压电层 2 的第一表面所在的平面之间的接触角为凹面 21 与电路层 4 的下表面的交点处作与凹面 21 相切的线 L 与电路层 4 的下表面之间的夹角 θ ，该夹角 θ 在 0 度到 90 度之间，即 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ，从而使凹面 21 能够对声波起到汇聚作用，以减小声波发射的发散角度，还能够使凹面 21 所形成的空腔形成声学谐振腔，以增加超声换能器的发射灵敏度。

[0055] 在一个例子中，设定凹面 21 与压电层 2 的第一表面所在的平面之间的接触角在 75 度至 90 度之间，以使该凹面 21 尽可能的增加超声换能器的发射灵敏度。请参考图 3，为图 1 中的超声换能器对发射灵敏度的提升倍数与夹角 θ （即凹面 21 与第一表面所在的平面之间的接触角）的关系图，由图可见，夹角 θ 在 0 度至 35 度之间时，对发射灵敏度的提升倍数维持在 0.5 以下；夹角 θ 在 35 度至 75 度之间时，发射灵敏度的提升倍数呈线性增加；夹角 θ 在 75 度至 90 度之间时，发射灵敏度的提升倍数基本维持不变，处于发射灵敏度提升的饱和区，因此设置该夹角 θ 在 75 度至 90 度之间时，能够使得压电层 2 最大化的增加超声换能器的发射灵敏度。

[0056] 需要说明的是，本实施例中以及之后的实施例中均以凹面 21 为标准球面为例进行说明，但并不会对凹面 21 的形状进行任何限定，凹面 21 可以为曲面、非标准球面等，此时压电层 2 仍然能够提升超声换能器的发射灵敏度。

[0057] 本实施例中，第二电极层包括多个第一导电部 31，多个第一导电部 31 分别设置在压电层 2 的第一凹槽内，第一导电部 31 具有远离第一电极层 1 的第一上表面，第一上表面与压电层 2 的第一表面在同一平面上。即第二电极层为图形化电极，其包括多个第一导电部 31，第一导电部 31 与第一凹槽的形状匹

配，从而可以设置在第一凹槽中，并且各第一导电部 31 的第一上表面（即第一导电部 31 的上表面）、压电层 2 的第一表面以及电路层 4 的下表面均位于同一平面上。

[0058] 在一个例子中，请参考图 4，压电层 2 的第一表面上形成阵列设置且呈半球状的第一凹槽，第二电极层包括阵列设置的半球状的第一导电部 31，各第一导电部 31 分别设置在压电层 2 的各第一凹槽内。即，压电层 2 的第一表面上形成有呈阵列排布的多个半球状的第一凹槽，相当于在压电层 2 上挖了多个半球状孔，第一导电部 31 为与第一凹槽形状匹配的半球凸点，各第一导电部 31 设置在各第一凹槽中，第一凹槽的凹面 21 为半球面。

[0059] 在一个例子中，请参考图 5，压电层 2 的第一表面上形成多个半圆柱体状的第一凹槽，第二电极层包括并行设置的半圆柱体状的第一导电部 31，各第一导电部 31 分别设置在压电层 2 的各第一凹槽内。即，压电层 2 的第一表面上平行设置有多个半圆柱体状的第一凹槽，第一导电部 31 为与第一凹槽形状匹配的半圆柱体，各第一导电部 31 设置在各第一凹槽中，第一凹槽的凹面 21 为半圆柱体的内圆柱面。

[0060] 本实施例中，每个第一凹槽均能够在压电层 2 上形成一个压电单元，即压电层 2 包括多个压电单元，压电单元能够用于发射和接收声波信号，可以设置第一电极层 1 和第二电极层分别与电路层 4 电连接，压电层 2 分别与第一电极层 1 和第二电极层电连接，电路层 4 为电性连接层，例如为 TFT、CMOS、包含导线的 PCB 板等，其可以用于传递、处理、发射、接收信号，举例来说，电路层 4 可以连接于电子设备的处理器，在接收到处理器发送的发射超声波信号的指令时，电路层 4 能够通过第一电极层 1 和第二电极层给压电层 2 提供交

流电压信号,压电层 2 产生压电效应,将交流电压信号转换为压电层 2 的振动,从而能够沿着声波发射方向朝向电路层 4 发射超声波。

[0061] 以超声换能器应用于屏下指纹识别为例,请参考图 6,超声换能器设置在触摸屏 7 下方,电路层 4 可以连接于电子设备的处理器,在接收到处理器发送的发射超声波信号的指令时,电路层 4 能够通过第一电极层 1 和第二电极层给压电层 2 提供交流电压信号,压电层 2 产生压电效应,将交流电压信号转换为压电层 2 的振动,并通过由第一凹槽所形成的压电单元朝着触摸屏 7 发射超声波 8,超声波 8 在空气、手指皮肤 101 表面发生反射,由于空气和皮肤的声阻抗不同,因此反射回来的超声信号 9 的强度不同,压电层 2 将通过压电单元接收到的超声信号 9 被发送到处理器后,处理器便能够根据超声信号 9 生成指纹图像。其中,超声换能器还包括声阻匹配层 6,其设置在电路层 4 与触摸屏 7 之间,声阻匹配层 6 与压电层 2 的声阻相匹配,从而能够解决电路层 4 与触摸屏 7 之间的声阻不匹配的问题,尽可能的避免声波在触摸屏 7 上被反射,提高了有效声压。

[0062] 本申请第二实施例涉及一种超声换能器,本实施例相对于第一实施例而言,主要区别之处在于:提供了压电层的另一种具体结构。

[0063] 本实施例仍以超声换能器的声波发射方向为从第一电极层 1 到电路层 4 为例进行说明。

[0064] 请参考图 7,压电层 2 的第一表面上形成有多个第一凹槽,每个第一凹槽具有一个凹面 21,压电层 2 包括与第一表面相对的第二表面,压电层 2 的第二表面上形成有多个与第一凹槽相对应的凸出部 22,凸出部 22 的形状可以与第一凹槽的形状相同或不同,且凸出部 22 与第一凹槽在垂直于压电层 2 的方向

上位置相对应。其中，第一电极层 1 具有一个第二上表面，压电层 2 的第一表面与第一导电部 31 的第一上表面在同一个平面上，压电层 2 的第一表面与第一电极层 1 的第二上表面不在同一平面上。

[0065] 本实施例中，以凸出部 22 的形状可以与第一凹槽的形状相同为例，此时凹面 21 与凸出部 22 的凸面曲率相等，可以设置压电层 2 各处的厚度相等。

[0066] 在一个例子中，请参考图 8，超声换能器还包括多个绝缘部 8，第一导电部 31 上形成有第二凹槽，多个绝缘部 8 分别设置在第一导电部 31 的第二凹槽中，以使各绝缘部 8 与压电层 2 间隔设置。

[0067] 本实施例中，多个绝缘部 8 具有远离第一电极层 1 的第三上表面，第三上表面与压电层 2 的第一表面在同一平面上。绝缘部 8 相当于设置在电路层 4 的下表面的绝缘凸点，各第一导电部 31 分别设置在压电层 2 的第一凹槽中，各第一导电部 31 上形成有第二凹槽，绝缘部 8 与第二凹槽的形状匹配，各绝缘部 8 分别设置在各第二凹槽中，电路层 4 的下表面对各第一凹槽进行封闭。

[0068] 在一个例子中，在图 8 中，设置绝缘部 8 与压电层 2 的声阻相匹配，即绝缘部 8 的制作材料与压电层 2 的声阻相匹配，从而能够避免声波在压电层 2 与第二电极层之间、第二电极层与电路层 4 之间产生过多的反射，以避免降低发射效率。另外，还可以尽可能的将绝缘部 8 做薄，以进一步减小其对声波的反射。

[0069] 在图 7 与图 8 中，第二电极层为图形化电极、第一电极层 1 为整面电极，第二电极层包括多个第一导电部 31，各第一凹槽所形成的压电单元能够通过其中的第一导电部 31 与电路层 4 电性连接，此时能够通过各第一导电部 31 分别对各压电单元进行单独控制；然不限于此，还可以设置第二电极层为整面电极、

第一电极层 1 为图形化电极，来实现对各压电单元的单独控制，请参考图 9，具体如下。

[0070] 第二电极层还包括第二电极本体 32，多个第一导电部 31 形成在第二电极本体 32 的第一下表面上，第二电极本体 32 的第一下表面上与压电层 2 的第一表面在同一平面上，第一电极层 1 包括分离设置的多个第一子电极 11，任意两个第一子电极 11 之间相互绝缘，各第一子电极 11 的分别覆盖在各凸出部 22 上。需要说明的是，图中以各第一子电极 11 之间不包含任何物质来实现绝缘，然不限于此，还可以在各第一子电极 11 之间填充绝缘物质来实现绝缘。

[0071] 多个第一导电部 31 形成在第二电极本体 32 上，第二电极本体 32 上的各第一导电部 31 设置在各第一凹槽中，压电层 2 的第二表面上的多个凸出部 22 分别位于各第一子电极 11 中，即各第一子电极 11 的上表面设置有容置空间，各凸出部 22 分别设置在第一子电极 11 的容置空间中，每个子电极 11 的容置空间可以完全覆盖对应的凸出部 22（图中以此为例），也可以部分覆盖对应的第一子电极 11，从而能够实现对各第一凹槽所形成的压电单元的单独控制。

[0072] 示例性的，请参考图 10，压电层 2 的第一表面上形成阵列设置且呈半球状的第一凹槽，第二电极层包括阵列设置的半球状的第一导电部 31，各第一导电部 31 分别设置在压电层 2 的各第一凹槽内，压电层 2 的第二表面对应阵列设置有多多个半球状的凸出部 22。

[0073] 示例性的，请参考图 11，压电层 2 的第一表面上形成多个半圆柱体状的第一凹槽，第二电极层包括并行设置的半圆柱体状的第一导电部 31，各第一导电部 31 分别设置在压电层 2 的各第一凹槽内，压电层 2 的第二表面对应并行设置有多多个半圆柱体状的凸出部 22。

[0074] 本申请第三实施例涉及一种超声换能器，本实施例相对于第二实施例而言，主要不同之处在于：提供了一种分离压电薄膜的压电层。

[0075] 请参考图 12，压电层 2 包括多个压电单元，每个压电单元包括一个与第一表面相对的第二表面，每个压电单元的第一表面上形成一个第一凹槽，第二表面包括凸面 23，第一电极层 1 中具有多个收容空间，多个压电单元设置在第一电极层 1 的收容空间内，多个第一导电部 31 分别设置在压电单元的第一凹槽内，第一电极层 1 具有一个第二上表面，压电层 2 的第一表面、第一电极层 1 的第二上表面以及第一导电部 31 的第一上表面在同一平面上。

[0076] 本实施例中，压电层 2 包括了由多个第一凹槽所形成的压电单元，第一电极层 1 上形成有多个收容空间，各压电单元分别设置在各收容空间中，从而使得任意两个压电单元之间不存在接触，第一电极层 1 设置有第一凹槽的表面、第一导电部 31 的第一上表面以及电路层 4 的下表面在同一平面上，通过这种设置方式，使得任一压电单元在振动时，不会对相邻的压电单元造成干扰，避免了压电单元之间的干扰。

[0077] 本实施例相对于第二实施例而言，提供了一种分离压电薄膜的压电层，其能够避免多个压电单元之间的振动干扰。

[0078] 本申请第四实施例涉及一种超声换能器，本实施例相对于第一实施例而言，主要不同之处在于：第一实施例以超声换能器的声波发射方向为从第一电极层到电路层为例，本实施例中，以超声换能器的声波发射方向为从电路层到第一电极层为例进行说明。

[0079] 本实施例中，请参考图 13 与图 14，超声换能器包括：第一电极层 1、压电层 2、第二电极层以及电路层 4。其中，第一电极层 1 和第二电极层可以为铜、

锡、铝等材料或者铜、锡、铝的化合物，有机导电材料，半导体材料等。

[0080] 示例性的，超声换能器还包括功能层 5，功能层 5 为衬底，本实施例中可以设置功能层 5 由与压电层 2 的声阻匹配的材料制作，即该功能层 5 作为声阻匹配层，此时功能层 5 与压电层 2 的声阻相匹配，能够提升有效声压。

[0081] 第一电极层 1 设置在功能层 5 上，压电层 2 设置在第一电极层 1 上，压电层 2 上设置有第二电极层以及电路层 4。

[0082] 压电层 2 的第一表面上形成有多个第一凹槽，每个第一凹槽具有一个凹面 21，每个凹面 21 的朝向与超声换能器的声波发射方向相同，且凹面 21 与压电层 2 的第一表面所在的平面之间的接触角大于 0 度且小于 90 度。其中，压电层 2 可以由电陶瓷锆钛酸铅 PZT、聚偏二氟乙烯 PVDF 等压电材料制成的压电薄膜。

[0083] 本实施例中，超声换能器的声波发射方向为从电路层 4 到第一电极层 1，此时各凹面 21 是朝向第一电极层 1 的，因此压电层 2 的第一表面即为压电层 2 的下表面，凹面 21 与第一表面所在的平面之间的接触角即为凹面 21 与第一电极层 1 的上表面之间的接触角，压电层 2 的第二表面即为压电层 2 的上表面，其与第三电极层 3 以及电路层 4 相接触。

[0084] 如图 13 所示，凹面 21 与第一电极层 1 的上表面之间的接触角为凹面 21 与第一电极层 1 的上表面的交点处作与凹面 21 相切的线 L 与第一电极层 1 的上表面之间的夹角 θ ，该夹角 θ 在 0 度到 90 度之间，即 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ，从而使凹面 21 能够对声波起到汇聚作用，以减小声波发射的发散角度，还能够使凹面 21 所形成的空腔形成声学谐振腔，以增加超声换能器的发射灵敏度。

[0085] 本实施例中，压电层 2 的凹面 21 朝向第一电极层，第一电极层 1 包括第

一电极本体 12 与多个第二导电部 13，第一电极本体 12 具有靠近压电层 2 的第四上表面，多个第二导电部 13 设置在第一电极本体 12 的第四上表面上，且多个第二导电部 13 分别设置在压电层 2 的第一凹槽中，第一电极本体 12 的第四上表面、第二导电部 13 的下表面以及压电层 2 的第一表面在同一平面上。

[0086] 由上可知，第一电极层 1 包括第一电极本体 12 与设置在该第一电极本体 12 的第四上表面的多个第二导电部 13，第二导电部 13 与第一凹槽的形状匹配，从而可以设置在第一凹槽中，第一电极本体 12 的第三上表面能够对第一凹槽进行封闭。

[0087] 在图 13 中，压电层 2 的第二表面上形成有多个与第一凹槽相对应的凸出部 22，凸出部 22 的形状可以与第一凹槽的形状相同或不同，且凸出部 22 与第一凹槽在垂直于压电层 2 的方向上位置相对应。第二电极层包括多个第二子电极 33，任意两个第二子电极 33 之间相互绝缘，各第二子电极 33 的分别覆盖在各凸出部 22 上，第二子电极 33 位于凸出部 22 与电路层 4 之间，且电路层 4 靠近压电层 2 的下表面与压电层的第二表面在同一平面上。即第二子电极 33 与凸出部 22 的形状匹配，各第二子电极 33 分别覆盖对应的凸出部 22，电路层 4 设置在压电层 2 上，覆盖了压电层 2 与第二子电极 33，且电路层 4 的下表面与压电层的第二表面在同一平面上。

[0088] 在图 14 中，压电层 2 的第二表面为平面，第二电极层包括多个第二子电极 33，任意两个第二子电极 33 之间相互绝缘，各第二子电极 33 覆盖在压电层 2 的第二表面上，且第二子电极 33 的位置与第一凹槽相对应，即各第二子电极 33 的分别覆盖在各第一凹槽的背面，第二子电极 33 位于压电层 2 的第二表面与电路层 4 的下表面之间，且电路层 4 靠近压电层 2 的下表面与压电层 2 的第

二表面在同一平面上。

[0089] 在图 13 与图 14 中，第二电极层为图形化电极、第一电极层 1 为整面电极，第二电极层包括多个第二子电极 33，各第一凹槽所形成的压电单元能够通过对应的第二子电极 33 与电路层 4 电性连接，此时能够通过各第二子电极 33 分别对各压电单元进行单独控制；然不限于此，还可以设置第二电极层为整面电极、第一电极层 1 为图形化电极，来实现对各压电单元的单独控制，请参考图 15，具体如下。

[0090] 第二电极层 3 覆盖在压电层 2 的第二表面上，第一电极本体 12 包括多个第三子电极 121，任意两个第三子电极 121 之间相互绝缘，各第二导电部 13 分别形成在各第三子电极 121 上。即将第一电极本体 12 分成了多个第三子电极 121，在每个第三子电极 121 上设置第二导电部 13，各第二导电部 13 分别位于各第一凹槽中，第三子电极 121 的上表面、第二导电部 13 的下表面以及压电层 2 的第一表面在同一平面上，从而各第一凹槽所形成的压电单元能够通过其中的第二导电部 13 与各第三子电极 121 电性连接，从而能够实现对各第一凹槽所形成的压电单元的单独控制。

[0091] 示例性的，请参考图 16（以图 13 的超声换能器为例），超声换能器还包括设置在电路层 4 上背衬层 10，能够减少超声波在朝向电路层 4 的方向反向传播。

[0092] 本申请第五实施例涉及一种超声换能器，本实施例相对于第四实施例而言，主要不同之处在于：提供了一种分离压电薄膜的压电层。

[0093] 请参考图 17，压电层 2 的第一凹槽的凹面 21 朝向第一电极层，第一电极层 1 包括多个第三导电部 14，多个第三导电部 14 分别设置在压电层 2 的第

一凹槽中；多个第三导电部 14 具有远离第二电极层 3 的第二下表面，多个第三导电部 14 的第二下表面与压电层 2 的第一表面在同一平面上；多个第一凹槽分别设置在第二电极层 3 中，任意两个第一凹槽之间不存在接触，第二电极层设置有第一凹槽的表面与压电层 2 的第一表面在同一平面上。

[0094] 压电层 2 包括分离设置的多个第一凹槽，多个第一凹槽形成了压电层 2 的多个压电单元，这多个压电单元间隔设置在第二电极层 3 中，即第二电极层 3 上包括多个收容空间，各压电单元分别设置在该收容空间中，使得任意两个压电单元之间均不存在连接，从而任一压电单元在振动时，不会对相邻的压电单元造成干扰，避免了压电单元之间的干扰。

[0095] 本实施例相对于第四实施例而言，提供了一种分离压电薄膜的压电层，其能够避免由各凹面所形成的压电单元之间的振动干扰。

[0096] 本申请第六实施例涉及一种电子设备，包括第一至第五实施例中任一项的超声换能器，电子设备可以为便携式的移动终端，例如手机、平板电脑等，电子设备可以利用该超声换能器实现指纹识别、振动反馈等功能，举例来说，超声换能器安装在电子设备的触摸屏的下方，则该超声换能器能够用于屏下指纹识别。

[0097] 本领域的普通技术人员可以理解，上述各实施例是实现本申请的具体实施例，而在实际应用中，可以在形式上和细节上对其作各种改变，而不偏离本申请的精神和范围。

权利要求书

1、一种超声换能器，其特征在于，包括：第一电极层、压电层、第二电极层以及电路层；

所述压电层设置在所述第一电极层上，所述压电层上设置有所述第二电极层以及所述电路层；

所述压电层的第一表面上形成有多个第一凹槽，每个所述第一凹槽具有一个凹面，每个所述凹面的朝向与所述超声换能器的声波发射方向相同，所述凹面与所述第一表面所在的平面之间的接触角大于 0 度且小于 90 度。

2、如权利要求 1 所述的超声换能器，其特征在于，所述压电层的第一凹槽的凹面朝向所述电路层，所述第二电极层包括多个第一导电部，所述多个第一导电部分别设置在所述压电层的所述第一凹槽内。

3、如权利要求 2 所述的超声换能器，其特征在于，所述第一表面上形成阵列设置且呈半球状的所述第一凹槽，所述第二电极层包括阵列设置的半球状的所述第一导电部，各所述第一导电部分别设置在各所述第一凹槽内。

4、如权利要求 2 所述的超声换能器，其特征在于，所述第一表面上形成多个半圆柱体状的所述第一凹槽，所述第二电极层包括并行设置的半圆柱体状的所述第一导电部，各所述第一导电部分别设置在各所述第一凹槽内。

5、如权利要求 2 至 4 中任一项所述的超声换能器，其特征在于，所述多个第一导电部具有远离所述第一电极层的第一上表面，所述第一上表面与所述压电层的所述第一表面在同一平面上。

6、如权利要求 2 所述的超声换能器，其特征在于，所述压电层包括多个压电单元，每个压电单元包括一个与所述第一表面相对的第二表面，每个压电单

元的第一表面上形成一个所述第一凹槽，所述第二表面包括凸面，所述第一电极层中具有多个收容空间，所述多个压电单元设置在所述第一电极层的收容空间内，所述多个第一导电部分别设置在所述压电单元的所述第一凹槽内。

7、如权利要求 6 所述的超声换能器，其特征在于，所述第一电极层具有一个第二上表面，所述压电层的第一表面、所述第一电极层的第二上表面以及所述
5 所述第一导电部的第一上表面在同一平面上。

8、如权利要求 6 所述的超声换能器，其特征在于，所述多个压电单元间隔设置。

9、如权利要求 2 所述的超声换能器，其特征在于，所述第一电极层具有一个第二上表面，所述压电层的第一表面与所述第一导电部的第一上表面在同一个平面上，所述压电层的第一表面与所述第一电极层的第二上表面不在同一平面上。
10

10、如权利要求 2 所述的超声换能器，其特征在于，所述超声换能器还包括多个绝缘部，所述第一导电部上形成有第二凹槽，所述绝缘部设置在所述第一导电部的所述第二凹槽内，以使所述绝缘部与所述压电层间隔设置。
15

11、如权利要求 10 所述的超声换能器，其特征在于，所述多个绝缘部具有远离所述第一电极层的第三上表面，所述第三上表面与所述压电层的所述第一表面在同一平面上。

12、如权利要求 1 所述的超声换能器，其特征在于，所述压电层的第一凹槽的凹面朝向所述第一电极层，所述第一电极层包括第一电极本体与多个第二导电部，所述第一电极本体具有靠近所述压电层的第四上表面，所述多个第二导电部设置在所述第四上表面上，且所述多个第二导电部分别设置在所述压电
20

层的所述第一凹槽中，所述第一电极本体的第四上表面、所述第二导电部的下表面以及所述压电层的所述第一表面在同一平面上。

13、如权利要求 12 所述的超声换能器，其特征在于，所述压电层的所述第一表面上形成阵列设置且呈半球状的所述第一凹槽，所述第一电极层包括阵列
5 设置的半球状的所述第二导电部，各所述第二导电部分别设置在所述压电层的各所述第一凹槽内。

14、如权利要求 12 所述的超声换能器，其特征在于，所述压电层的第一表面上形成多个半圆柱体状的所述第一凹槽，所述第一电极层包括并行设置的半圆柱体状的所述第二导电部，各所述第二导电部分别设置在所述压电层的各所
10 述第一凹槽内。

15、如权利要求 12 所述的超声换能器，其特征在于，所述超声换能器还包括设置在电路层上背衬层。

16、如权利要求 2 或 12 所述的超声换能器，其特征在于，所述压电层包括与所述第一表面相对的第二表面，所述第二表面为平面。

15 17、如权利要求 2 或 12 所述的超声换能器，其特征在于，所述压电层包括与所述第一表面相对的第二表面，所述第二表面上形成有多个与所述第一凹槽相对应的凸出部。

18、如权利要求 17 所述的超声换能器，其特征在于，所述第二电极层还包括第二电极本体，所述多个第一导电部形成在所述第二电极本体的第一下表面
20 上，所述第一下表面与所述压电层的所述第一表面在同一平面上；

所述第一电极层包括分离设置的多个第一子电极，任意两个所述第一子电极之间相互绝缘，各所述第一子电极的分别覆盖在各所述凸出部上。

19、如权利要求 17 所述的超声换能器，其特征在于，所述第二电极层包括多个第二子电极，任意两个所述第二子电极之间相互绝缘，各所述第二子电极的分别覆盖在各所述凸出部上，所述第二子电极位于所述凸出部与所述电路层之间，且所述电路层靠近所述压电层的下表面与所述压电层的第二表面在同一平面上。

20、如权利要求 18 所述的超声换能器，其特征在于，所述第二电极层包括多个第二子电极，任意两个所述第二子电极之间相互绝缘，各所述第二子电极的分别覆盖在各所述第一凹槽的背面，所述第二子电极位于所述凸出部与所述电路层之间，且所述电路层靠近所述压电层的下表面与所述压电层的第二表面在同一平面上。

21、如权利要求 18 所述的超声换能器，其特征在于，所述第二电极层覆盖在所述压电层的第二表面上；

所述第一电极本体包括多个第三子电极，任意两个所述第三子电极之间相互绝缘，各所述第二导电部分别形成在各所述第三子电极上。

22、如权利要求 1 所述的超声换能器，其特征在于，所述凹面朝向所述第一电极层，所述第一电极层包括多个第三导电部，所述多个第三导电部分别设置在所述压电层的所述第一凹槽中；

所述多个第三导电部具有远离所述第二电极层的第二下表面，所述多个第三导电部的第二下表面与所述压电层的所述第一表面在同一平面上；

多个所述第一凹槽分别设置在所述第二电极层中，任意两个所述第一凹槽之间不存在接触，所述第二电极层设置有所述第一凹槽的表面与所述压电层的所述第一表面在同一平面上。

23、如权利要求 10 所述的超声换能器，其特征在于，所述绝缘部与所述压电层的声阻相匹配。

24、如权利要求 1 所述的超声换能器，其特征在于，所述超声换能器还包括功能层，所述第一电极层设置在所述功能层上，所述功能层包括衬底和/或背
5 衬。

25、如权利要求 1 所述的超声换能器，其特征在于，所述接触角大于 75 度且小于 90 度。

26、一种电子设备，其特征在于，包括：权利要求 1 至 25 中任一项所述的超声换能器。

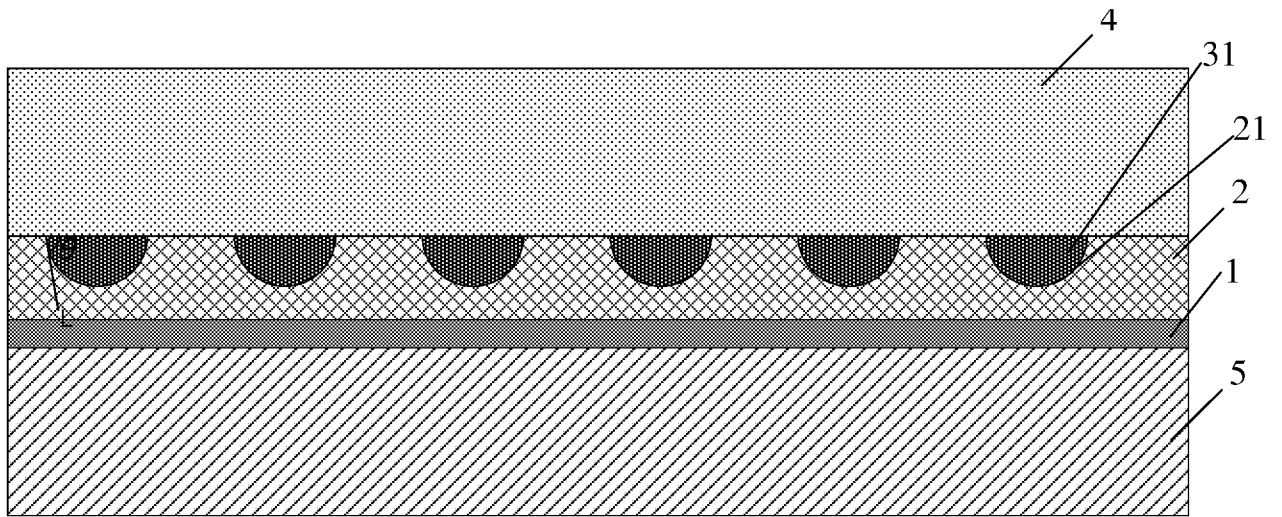


图 1

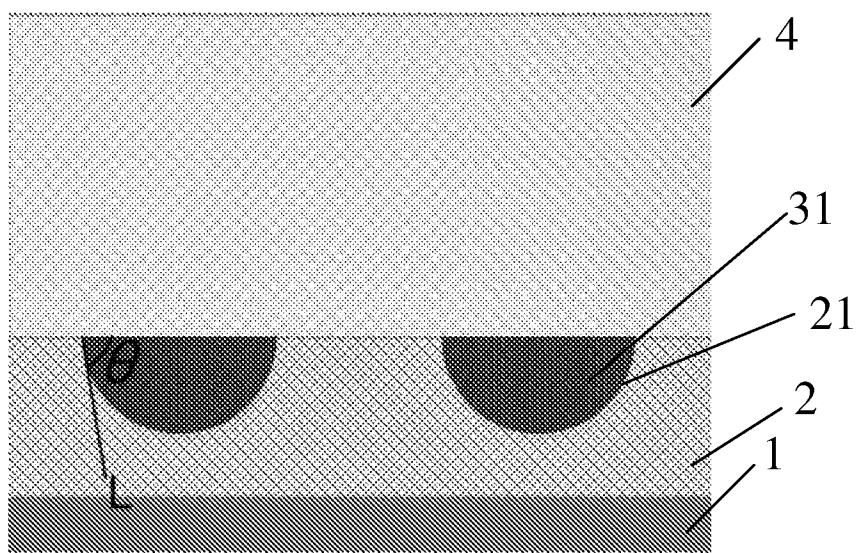


图 2

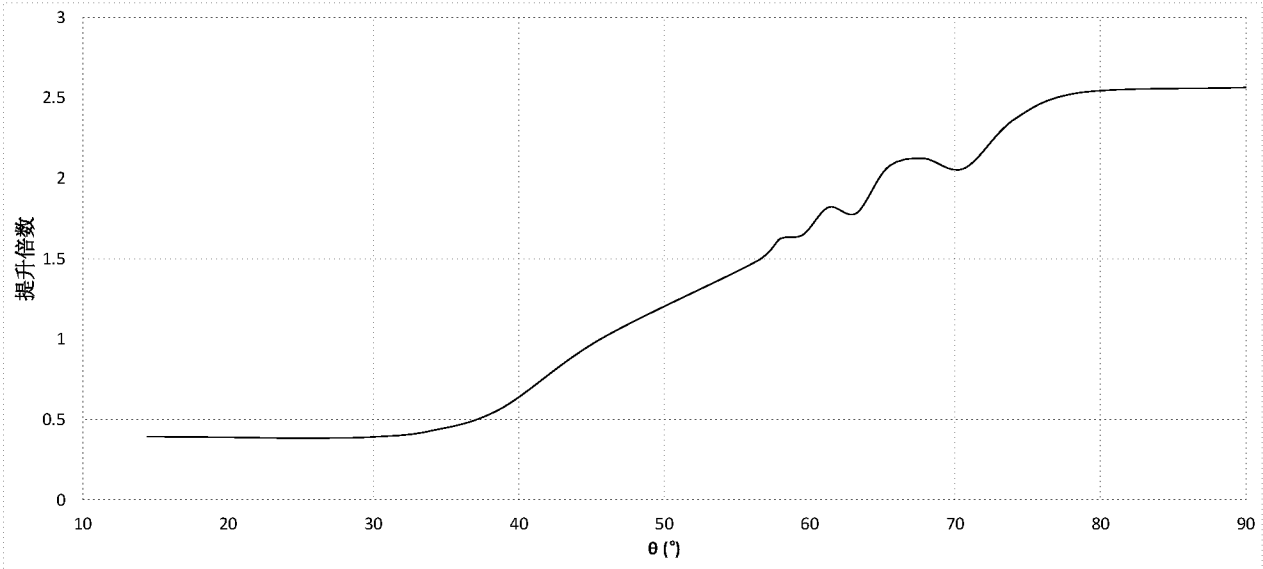


图 3

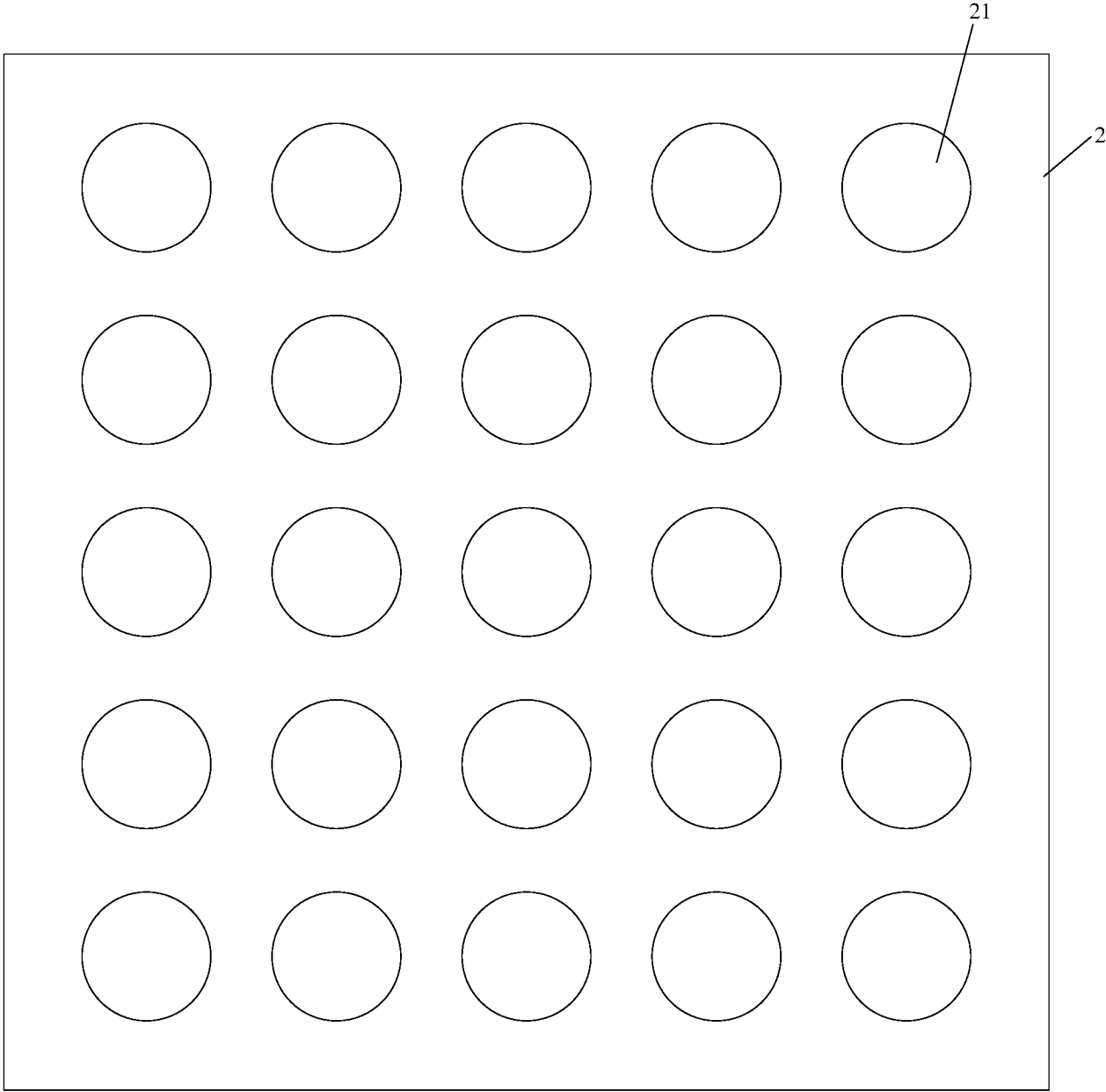


图 4

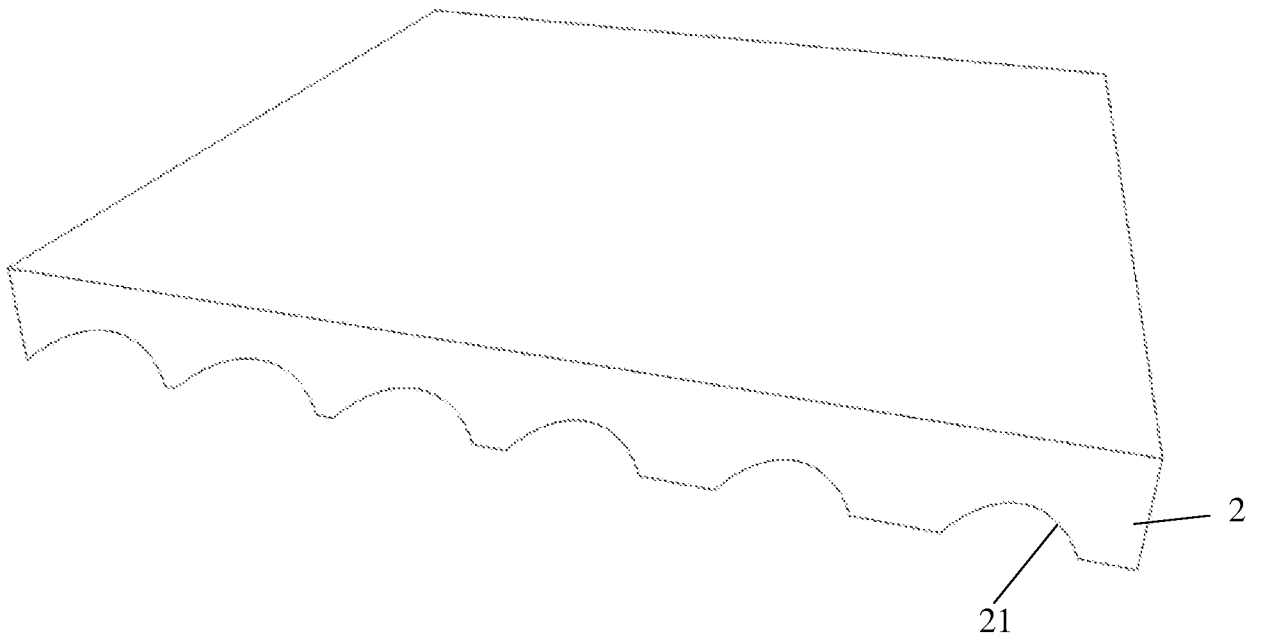


图 5

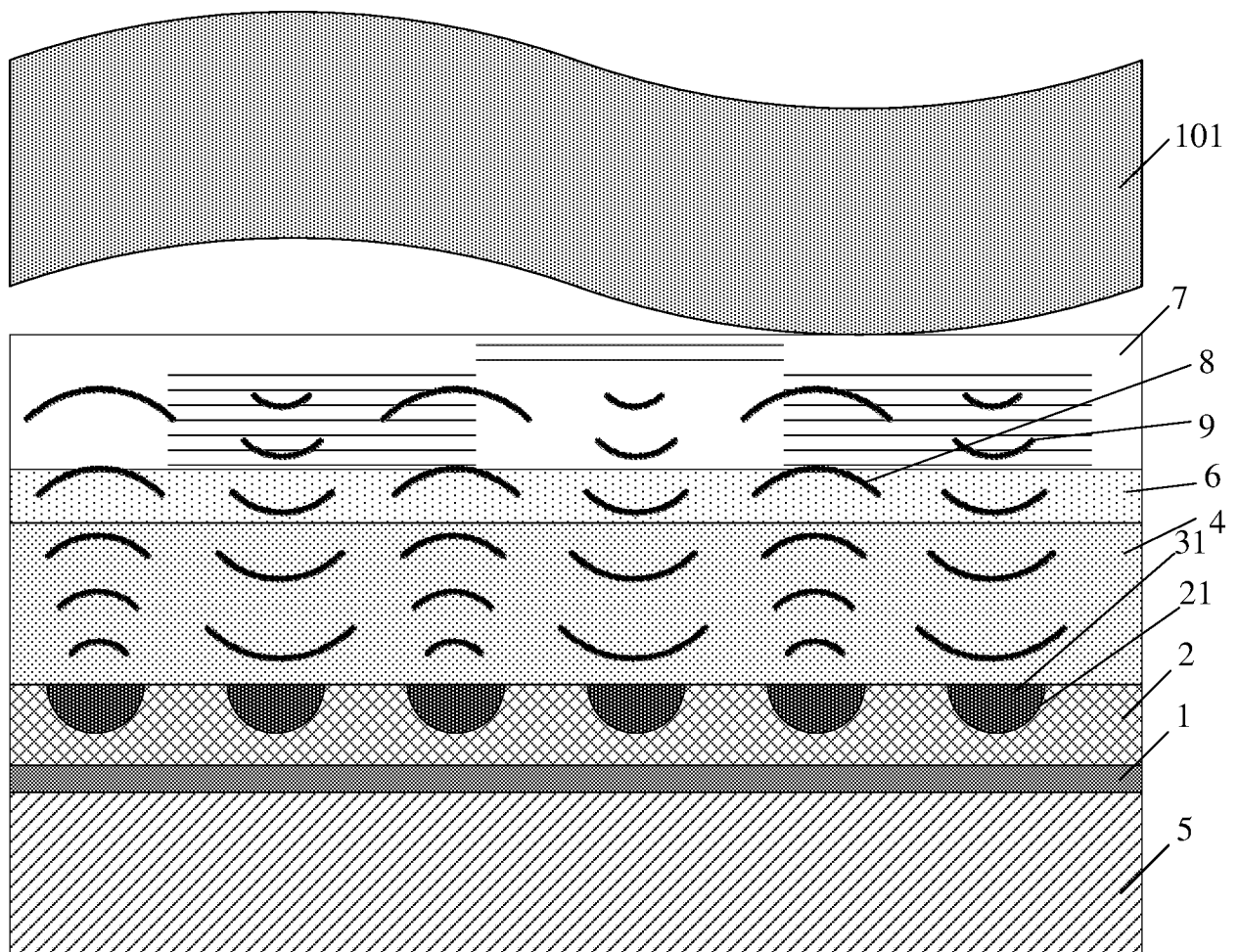


图 6

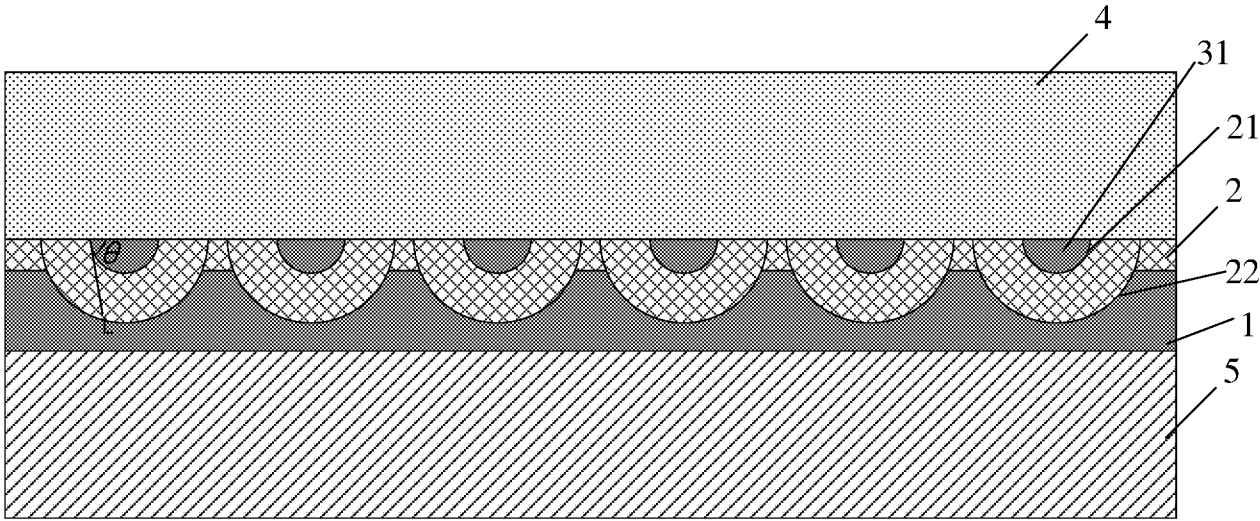


图 7

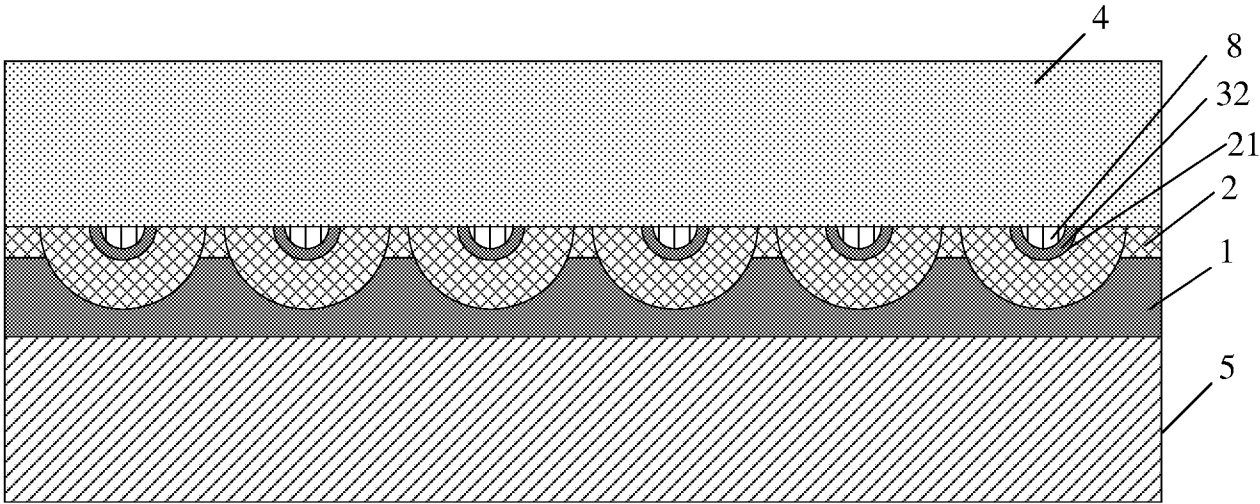


图 8

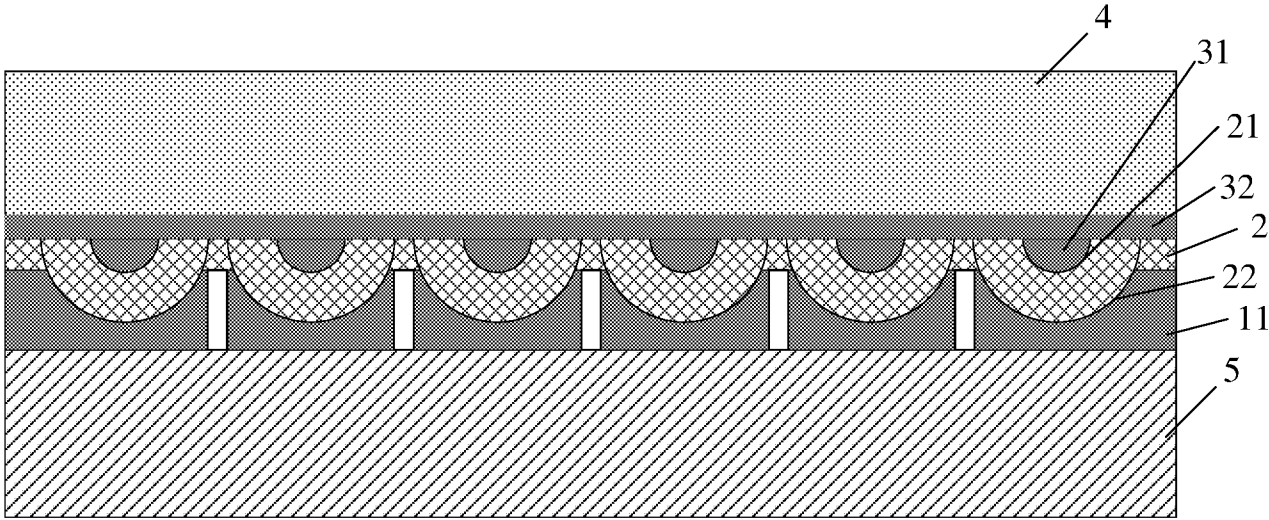


图 9

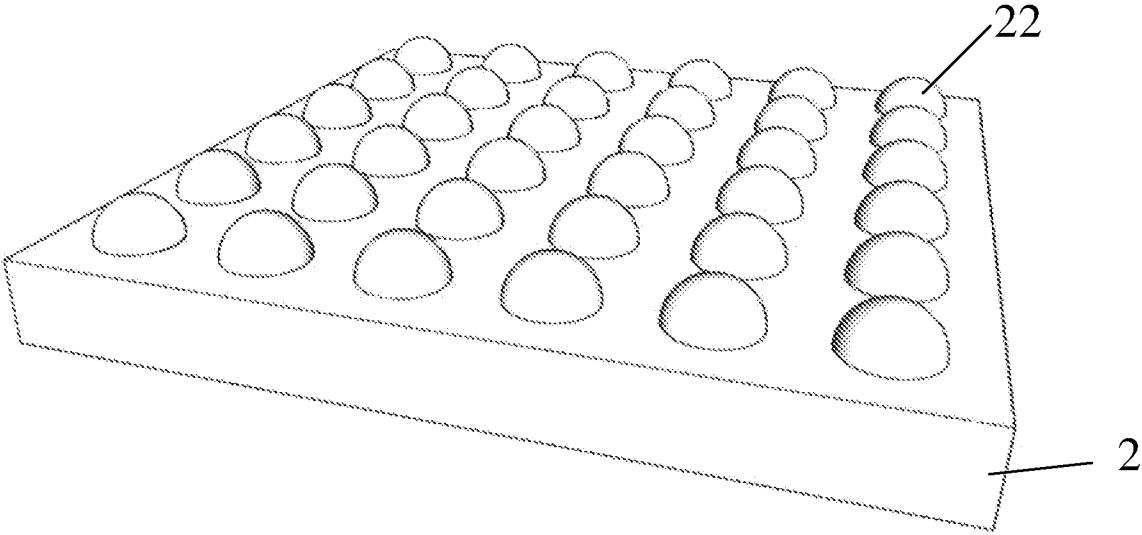


图 10

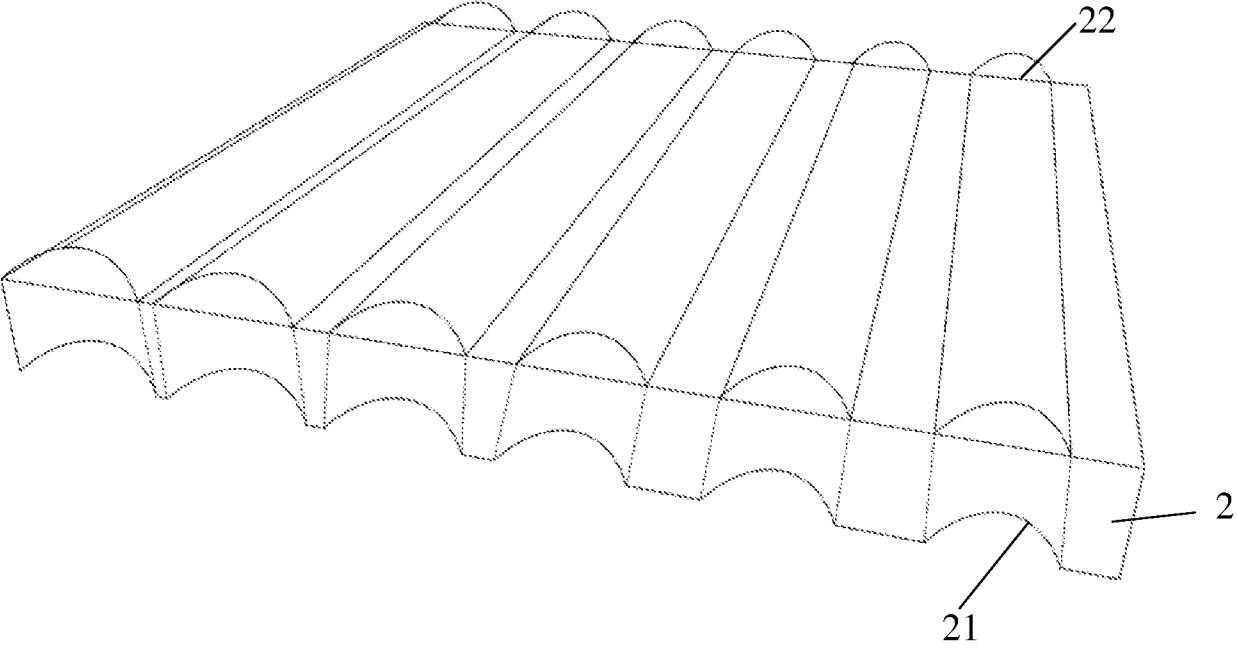


图 11

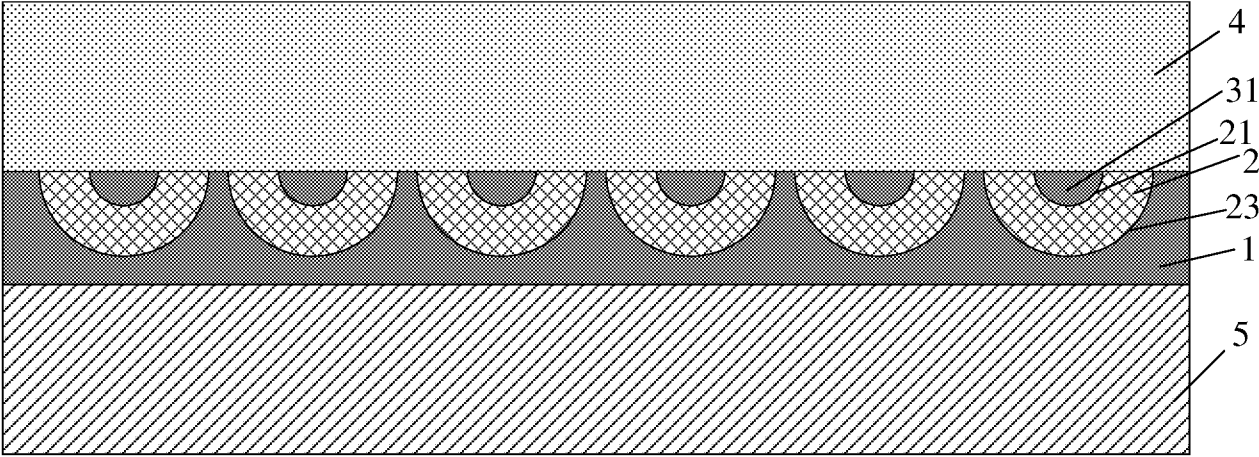


图 12

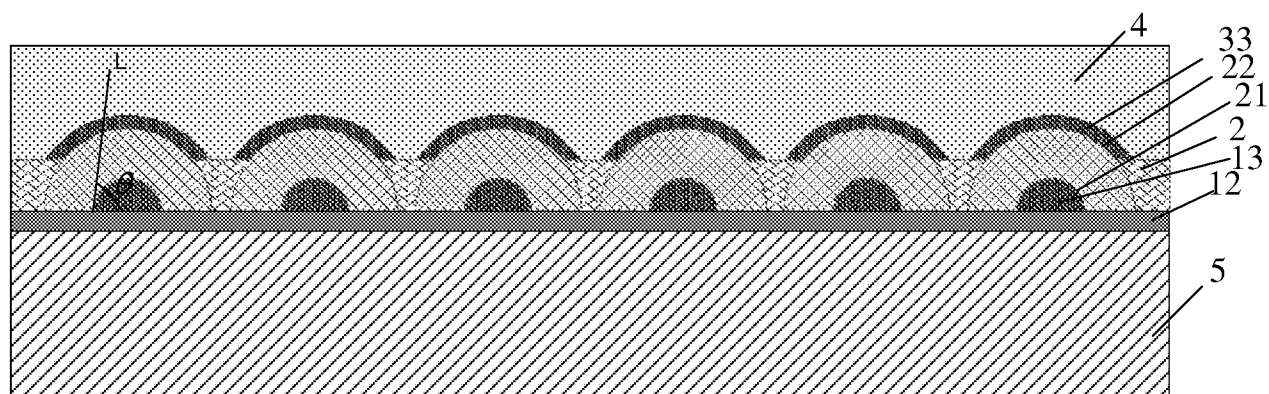


图 13

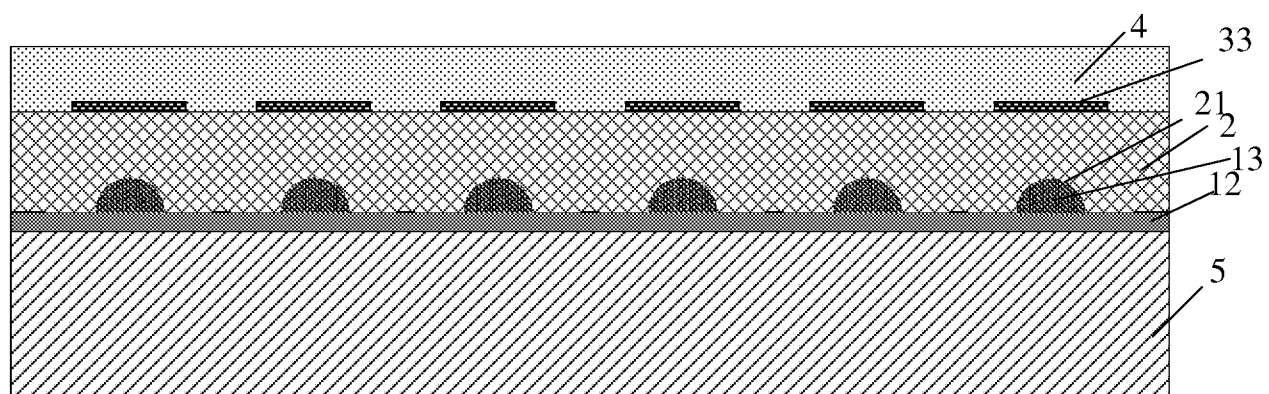


图 14

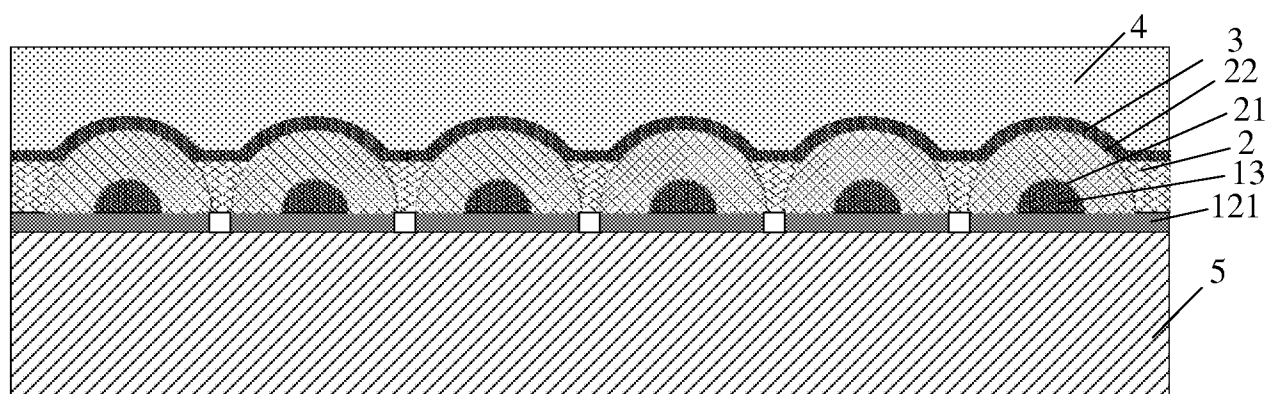


图 15

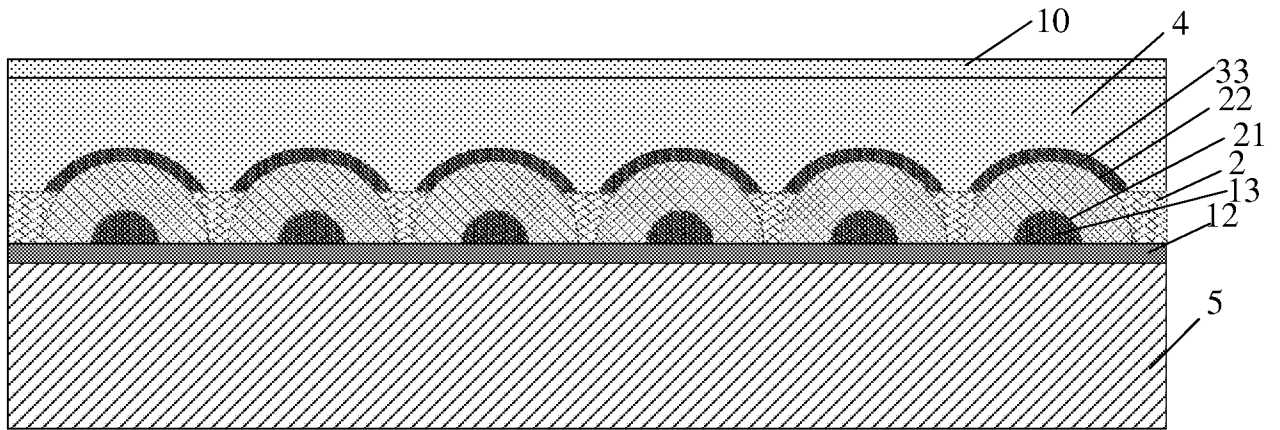


图 16

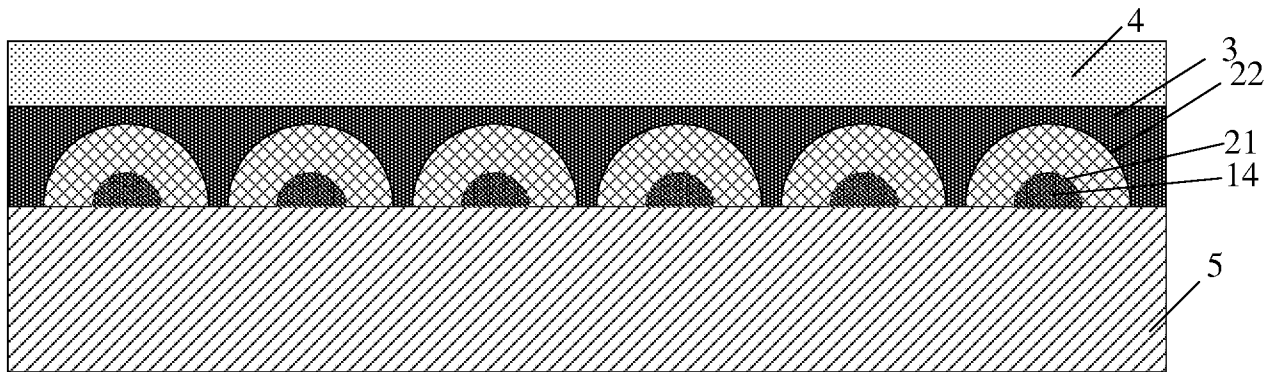


图 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/102164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R 17/00(2006.01)i; B06B 1/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04R; B06B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 超声换能器, 电极层, 压电层, 凹槽, 接触角, 角度, 斜度, 弧度; ultrasonic transducer, electrode layer, piezoelectric layer, trough, contact angle

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 108955736 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 07 December 2018 (2018-12-07) description, paragraphs [0049]-[0081]	1-26
Y	CN 108540103 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 14 September 2018 (2018-09-14) description paragraphs 0083-0121	1-26
A	CN 108903968 A (SUZHOU INSTITUTE OF BIOMEDICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 30 November 2018 (2018-11-30) entire document	1-26
A	US 2016353221 A1 (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 01 December 2016 (2016-12-01) entire document	1-26
A	WO 2017218228 A1 (QUALCOMM INC.) 21 December 2017 (2017-12-21) entire document	1-26



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 April 2021

Date of mailing of the international search report

16 April 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/102164

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108955736	A	07 December 2018	WO	2019228198	A1	05 December 2019
CN	108540103	A	14 September 2018	US	2018254764	A1	06 September 2018
				JP	2018148548	A	20 September 2018
CN	108903968	A	30 November 2018	None			
US	2016353221	A1	01 December 2016	JP	2016225746	A	28 December 2016
WO	2017218228	A1	21 December 2017	KR	20190019074	A	26 February 2019
				BR	112018075541	A2	19 March 2019
				AR	108765	A1	26 September 2018
				TW	201802723	A	16 January 2018
				CA	3024317	A1	21 December 2017
				US	2017364726	A1	21 December 2017
				JP	2019528583	A	10 October 2019
				EP	3472751	A1	24 April 2019
				CN	109313702	A	05 February 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/102164

A. 主题的分类 H04R 17/00 (2006.01) i; B06B 1/06 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) H04R; B06B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 超声换能器, 电极层, 压电层, 凹槽, 接触角, 角度, 斜度, 弧度; ultrasonic transducer, electrode layer, piezoelectric layer, trough, contact angle		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 108955736 A (京东方科技集团股份有限公司) 2018年 12月 7日 (2018 - 12 - 07) 说明书第0049-0081段	1-26
Y	CN 108540103 A (三星电机株式会社) 2018年 9月 14日 (2018 - 09 - 14) 说明书第0083-0121段	1-26
A	CN 108903968 A (中国科学院苏州生物医学工程技术研究所) 2018年 11月 30日 (2018 - 11 - 30) 全文	1-26
A	US 2016353221 A1 (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 2016年 12月 1日 (2016 - 12 - 01) 全文	1-26
A	WO 2017218228 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2017年 12月 21日 (2017 - 12 - 21) 全文	1-26
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2021年 4月 2日		国际检索报告邮寄日期 2021年 4月 16日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 彭亮 电话号码 86-10-53961652

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/102164

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	108955736	A	2018年 12月 7日	WO	2019228198	A1	2019年 12月 5日
CN	108540103	A	2018年 9月 14日	US	2018254764	A1	2018年 9月 6日
				JP	2018148548	A	2018年 9月 20日
CN	108903968	A	2018年 11月 30日	无			
US	2016353221	A1	2016年 12月 1日	JP	2016225746	A	2016年 12月 28日
WO	2017218228	A1	2017年 12月 21日	KR	20190019074	A	2019年 2月 26日
				BR	112018075541	A2	2019年 3月 19日
				AR	108765	A1	2018年 9月 26日
				TW	201802723	A	2018年 1月 16日
				CA	3024317	A1	2017年 12月 21日
				US	2017364726	A1	2017年 12月 21日
				JP	2019528583	A	2019年 10月 10日
				EP	3472751	A1	2019年 4月 24日
				CN	109313702	A	2019年 2月 5日