

(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
2025 年 1 月 16 日 (16.01.2025)



(10) 国际公布号
WO 2025/010933 A1

(51) 国际专利分类号:
A61B 8/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/137188

(22) 国际申请日: 2023 年 12 月 7 日 (07.12.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310842653.3 2023年7月10日 (10.07.2023) CN

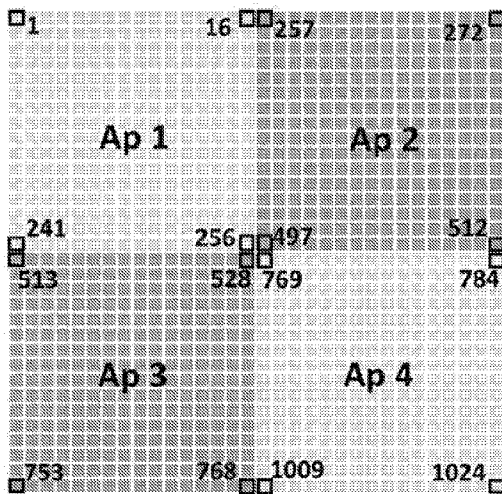
(71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 张志强 (ZHANG, Zhiqiang); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。王宁远(WANG, Ningyuan); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。强禹(QIANG, Yu); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。邱维宝(QIU, Weibao); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。郑海荣(ZHENG, Hairong); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京中巡通大知识产权代理有限公司 (BEIJING ZHONG XUN TONG DA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市西城区西直门外大街 1 号院 2 号楼 7 层 7C1, Beijing 100044 (CN)。

(54) Title: PLANAR-ARRAY ULTRASONIC TRANSDUCER, ULTRASOUND IMAGING METHOD, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 一种面阵超声换能器及超声成像方法、电子设备



[图2]

(57) Abstract: A planar-array ultrasonic transducer, an ultrasound imaging method, and an electronic device. The planar-array ultrasonic transducer comprises a plurality of array elements, wherein the distances between adjacent array elements are consistent; the plurality of array elements are divided into a plurality of sub-array regions, and each sub-array region has M rows and N columns of array elements; the array elements at the same row and column position in the sub-array regions can be connected to the same channel line, and the array elements at different row and column positions in the sub-array regions are connected to different channel lines; the channel line is used for inputting an excitation signal of the planar-array ultrasonic transducer and/or transmitting an ultrasonic echo signal; and at the same moment, for any row and column position, at most only one array element at the row and column position in a sub-array region is connected to the channel line. The ultrasonic transducer reduces the number of channels of the ultrasonic transducer, and can realize sub-aperture transmission or reception at any position on an ultrasonic transducer planar array, thereby improving the flexibility of imaging.



WO 2025/010933 A1

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, 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, ME, 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: 一种面阵超声换能器及超声成像方法、电子设备, 其中, 面阵超声换能器包括多个阵元, 相邻阵元之间的距离一致; 多个阵元被划分为多个子阵列区域, 各子阵列区域均具有M行、N列的阵元; 各子阵列区域中同一行列位置的阵元可连接至同一通道线, 各子阵列区域中不同行列位置的阵元连接至不同的通道线; 通道线用于输入面阵超声换能器的激励信号和/或传输超声回波信号; 在同一时刻, 对于任意一个行列位置, 最多只有一个子阵列区域的行列位置的阵元连接至通道线。该超声换能器减少了超声换能器的通道数量, 并且能够在超声换能器面阵上的任意位置实现子孔径发射或接收, 提高成像的灵活性。

说明书

发明名称: 一种面阵超声换能器及超声成像方法、电子设备 技术领域

[0001] 本申请涉及超声成像技术领域，特别涉及一种面阵超声换能器及超声成像方法、电子设备。

背景技术

[0002] 三维超声成像在医学临床与学术科研方面有重要的应用价值，它将传统的二维超声面成像提升一个维度至三维超声体成像，能体现更加丰富的结构层次信息，从而检测出二维超声成像无法评估的复杂病变或器官状态，进行更准确的临床诊断与科研探究。在各种三维超声扫描方法中，使用二维面阵换能器进行三维数据采集最为快速、精准。

[0003] 全采样大孔径二维面阵超声换能器能达到好的成像质量和高的成像灵活性，但这种面阵换能器的阵元数有成千上万，要求成像系统的物理通道数也要成千上万，不仅布线难度大，成本也非常高。全采样二维面阵超声换能器阵元数量为 $N \times N$ ，所需系统通道数与阵元数相同，故需要高通道数的成像系统。

[0004] 为减少制作成本、系统通道数、便于布线，同时实现高质量的三维成像，本领域提出了以下几种二维面阵换能器：二维稀疏阵列超声换能器、行列寻址阵列超声换能器、基于波束形成集成电路的二维面阵超声换能器、基于高压开关的可选通二维面阵超声换能器。

[0005] 二维稀疏阵列超声换能器在全采样二维面阵上随机均匀选通少量激活阵元进行成像，将三维超声成像所需的系统通道数减少为所需的激活阵元数，布线简单易于实现。

[0006] 行列寻址阵列超声换能器由两个垂直重叠放置的一维阵列组成，一个方向的阵列用于发射，另一个方向的阵列用于接收，从而实现聚焦成像，该方法将二维探头的阵元数从 $N \times N$ 变成了 $N+N$ ，极大地减少了所需的系统通道数与布线成本。

[0007] 基于波束形成集成电路的二维面阵超声换能器先将相邻多个阵元接收到的信号送入波束形成集成电路，经波束形成处理后输出为一个信号，从而减少进入系统的信号通路（比如四个阵元的信号输出为一个信号通路，就可以把系统通道数降低到阵元数的1/4）。但这样的换能器延时、聚焦等参数都固定了，不够灵活，只能应用于特定的成像需求。

[0008] 二维稀疏阵列超声换能器与全采样面阵相比，稀疏阵列的灵敏度和分辨率随着激活阵元的减少而降低，且激活阵元最优化排列的计算耗时并依赖于参数。行列寻址阵列超声换能器由于结构上并不是真正意义上的二维阵列，成像时会产生边缘效应，有较大的主瓣宽度和较强的旁瓣幅度，与全采样面阵相比分辨率较差。基于波束形成集成电路的二维面阵超声换能器由于集成电路中设置的波束形成延时为固定值，探头的成像参数也随之固定，不能随着应用灵活调节，使用场景受限。所以，全采样二维面阵超声换能器仍是三维超声成像的最优选择，在信噪比，灵敏度，分辨率，波束控制的灵活性上都有极大优势。

[0009] 基于高压开关的可选通全采样二维面阵超声换能器，连接到可编程高压开关进行子孔径的选通，实现由低通道超声成像系统完成全采样千阵元面阵超声换能器的三维超声成像。

[0010] 然而，现有的1024阵元全采样二维面阵超声换能器为了实现线路连接将1024阵元分成四个子阵列（ 8×32 ），各子阵列之间存在0.6 mm的间隔。由于间隔的存在与其布线方式的限制，只能选择固定的四个子孔径进行成像，严重影响了成像方法优化的灵活性，也导致较差的成像质量。

发明概述

技术问题

[0011] 本说明书的目的是提供一种面阵超声换能器及超声成像方法、电子设备，以解决现有超声成像方法不灵活、成像质量差的问题。

技术解决方案

[0012] 为解决上述技术问题，本说明书第一方面提供一种面阵超声换能器，包括：呈阵列分布的多个阵元，相邻阵元在第一方向上的距离一致，且相邻阵元在第二方向上的距离一致，其中所述第一方向与所述第二方向垂直；所述多个阵元被

划分为多个子阵列区域，各子阵列区域均具有M行、N列的阵元；各子阵列区域中同一行列位置的阵元可连接至同一通道线，各子阵列区域中不同行列位置的阵元连接至不同的通道线；所述通道线用于输入所述面阵超声换能器的激励信号和/或传输超声回波信号；其中，所述M、所述N为自然数；在同一时刻，对于任意一个行列位置，最多只有一个子阵列区域的所述行列位置的阵元连接至通道线。

[0013] 在一些实施例中，在同一时刻，对于任意一个行列位置及所述行列位置对应的通道线，有且只有一个子阵列区域的所述行列位置的阵元连接至所述通道线。

[0014] 在一些实施例中，连接至各通道线的阵元形成一个连续的子孔径区域。

[0015] 在一些实施例中，各子阵列区域中同一行列位置的阵元通过多选一可控开关连接至所述通道线。

[0016] 在一些实施例中，所述通道线的数量与每个子阵列区域中的阵元数量相同，所述多选一可控开关的动触点的数量与所划分的子阵列区域的数量相同。

[0017] 在一些实施例中，各子阵列区域呈X行Y列排布，所述X、所述Y均为任意自然数。

[0018] 本说明书第二方面提供一种超声成像方法，用于面阵超声换能器，所述面阵超声换能器包括呈阵列分布的多个阵元，相邻阵元在第一方向上的距离一致，且相邻阵元在第二方向上的距离一致，其中所述第一方向与所述第二方向垂直；所述多个阵元被划分为多个子阵列区域，各子阵列区域具有M行及N列的阵元；各子阵列区域中同一行列位置的阵元可连接至同一通道线，各子阵列区域中不同行列位置的阵元连接至不同的通道线；所述通道线用于输入所述面阵超声换能器的激励信号和/或传输超声回波信号；其中，所述M、N为自然数；在同一时刻，对于任意一个行列位置，最多只有一个子阵列区域的所述行列位置的阵元连接至通道线；所述方法包括：确定用于发射超声信号的各子孔径区域、用于接收超声回波信号的各预设区域；依次控制各子孔径区域发射超声信号，并在每个子孔径区域发射超声信号时，依次控制各预设区域接收超声回波信号，并将各预设区域内的各阵元所接收到的超声回波信号作为与发射超声信号的子孔径区域对应的超声回波信号；其中，控制一个子孔径区域发射超声信号是指

控制所述子孔径区域内的各阵元连接至通道线，控制一个预设区域接收超声回波信号是指控制所述预设区域内的各阵元连接至通道线；将各子孔径区域对应的超声回波信号进行处理，得到超声图像。

[0019] 在一些实施例中，在控制所述子孔径区域内的各阵元连接至通道线时，对于任意一个行列位置及对应的通道线，控制只有一个子阵列区域的所述行列位置的阵元连接至所述对应的通道线，并且连接至各通道线的阵元形成一个连续的子孔径区域。

[0020] 在一些实施例中，在确定用于接收超声回波信号的各预设区域时，使各预设区域的集合覆盖所述面阵换能器上的各阵元；和/或，在确定用于发射超声信号各子孔径区域时，使各子孔径区域的集合覆盖所述面阵换能器上的各阵元。

[0021] 在一些实施例中，在确定用于接收超声回波信号各预设区域时，使各预设区域的集合至少覆盖所述面阵换能器上离成像目标最近的阵元，并且各预设区域的集合不包括面阵换能器上离成像目标最远的至少一个阵元；和/或，在确定用于发射超声信号各子孔径区域时，使各子孔径区域的集合至少覆盖所述面阵换能器上离成像目标最近的阵元，并且各子孔径区域的集合不包括面阵换能器上离成像目标最远的至少一个阵元。

[0022] 在一些实施例中，所述各子孔径区域及所述各预设区域包括任意形状。

[0023] 在一些实施例中，所述预设区域与划分的各子阵列区域的行数及列数均相同。

[0024] 在一些实施例中，在控制各子孔径区域发射超声信号之前，还包括：确定各子孔径区域分别对应的发射角度；控制一个目标子孔径区域发射超声信号，并控制一个目标预设区域接收超声回波信号，包括：控制所述目标子孔径区域以各发射角度发射超声信号，并控制所述目标预设区域分别接收各个发射角度对应的超声回波信号；其中，一个发射角度对应的超声回波信号是指所述目标子孔径区域以所述发射角度发射超声信号时产生的超声回波信号。

[0025] 本说明书第三方面提供一种电子设备，包括：存储器和处理器，所述处理器和所述存储器之间互相通信连接，所述存储器中存储有计算机指令，所述处理器通过执行所述计算机指令，从而实现第二方面任一项所述方法的步骤。

[0026] 本说明书第四方面提供一种计算机存储介质，所述计算机存储介质存储有计算机程序指令，所述计算机程序指令被处理器执行时实现第二方面任一项所述方法的步骤。

[0027] 本说明书所提供的超声换能器，能够在行方向上的距离一致、列方向上的距离一致的情况下减少超声换能器的通道数量，并且能够在超声换能器面阵上的任意位置实现子孔径发射或接收，可以实现任意形状的子孔径。

有益效果

[0028] 本说明书所提供的超声成像方法，可以实现使用低通道、低成本的成像系统完成高通道全采样二维超声探头的三维超声成像，同时，通过灵活调整三维子孔径超声成像算法的成像参数，可以优化成像质量，大大提升三维超声成像的分辨率、对比度与信噪比。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本申请实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请中记载的一些实施方式，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0030] 图1示出了多选一可控选择器的结构示意图；

[0031] 图2至图4示出了本说明书提供的一种面阵超声换能器的布线方式示意图；

[0032] 图5示出了子孔径区域的示意图；

[0033] 图6示出了现有技术中可能存在的一种超声换能器的布线方式示意图；

[0034] 图7示出了本说明书提供的另一种面阵超声换能器的布线方式示意图；

[0035] 图8示出了本说明书提供的超声成像方法的流程图；

[0036] 图9示出了图8中的步骤20的一种实施方式示意图；

[0037] 图10示出了基于图2至图4所示的超声换能器布线方式提出的一种超声成像方法的示意图；

[0038] 图11示出了子孔径区域以不同发射角度发射超声信号的示意图；

[0039] 图12示出了基于图2至图4所示的超声换能器布线方式提出的另一种超声成像方法的示意图；

[0040] 图13示出了一种可能的现有技术的超声换能器的三种工作模式示意图；

[0041] 图14示出了本说明书提供的一种电子设备的原理框图。

本发明的实施方式

[0042] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请中的技术方案，下面将结合本申请实施方式中的附图，对本申请实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施方式仅仅是本申请一部分实施方式，而不是全部的实施方式。基于本申请中的实施方式，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式，都应当属于本申请保护的范围。

[0043] 本说明书提供一种面阵超声换能器，该面阵超声换能器包括呈阵列分布的多个阵元，这些多个阵元在第一方向上的距离一致，且这些多个阵元在第二方向上的距离一致，其中所述第一方向与所述第二方向垂直。其中，第一方向可以是阵列中的一行阵元的延伸方向（以下简称行方向），第二方向可以是阵列中的一列阵元的延伸方向（以下简称列方向）。

[0044] 这些阵元被划分为多个子阵列区域，各子阵列区域均具有M行、N列的阵元。各子阵列区域中同一行列位置的阵元可连接至同一通道线，各子阵列区域中不同行列位置的阵元连接至不同的通道线。通道线用于输入面阵超声换能器的激励信号和/或传输超声回波信号。其中，M、N为自然数。在同一时刻，对于任意一个行列位置，最多只有一个子阵列区域的行列位置的阵元连接至通道线。

[0045] 本说明书中所提及的超声换能器，可以是以下至少一者：压电换能器、电容式微机械超声换能器（CMUT）、压电式微机械超声换能器（PMUT）。

[0046] “相邻阵元”的“距离一致”，可以是相邻阵元之间的距离相等，也可以是相邻阵元之间的距离差值非常小以至于对于成像结果的影响可以忽略。

[0047] 本说明书所述的“行列位置”是指通过行和列定位的一个位置。由于各子阵列区域都是M行、N列的阵元，因此各子阵列区域的形状、布局是相同的。任意子阵列区域的任意一个阵元都可以通过行数和列数来定位。

[0048] “不同行列位置”是指两个位置的行数不同和/或列数不同。

[0049] “在同一时刻，对于任意一个行列位置，‘最多只有一个’子阵列区域的行列位置的阵元连接至通道线”，可以是对于m行n列的位置（m为1至M的任意一个

自然数， n 为1至 N 的任意一个自然数），没有一个子阵列区域的 m 行 n 列阵元连接至 m 行 n 列对应的通道线，也可以是有一个子阵列区域的 m 行 n 列阵元连接至 m 行 n 列对应的通道线。通道线与行列位置是一一对应的。

[0050] 上述“各子阵列区域中同一行列位置的阵元可连接至同一通道线”，是指各子阵列区域中同一行列位置的阵元可被控制连接至同一通道线。也即，各子阵列区域中同一行列位置的阵元可连接至同一可控器件，该可控器件连接至该行列位置对应的通道线，通过控制该可控器件可以选择（连接至该可控器件的各阵元中）哪一个或者哪几个阵元与该通道线电连接。

[0051] 在一些实施例中，该可控器件可以包括多个可控开关，其中，每个可控开关对应于一个阵元，可控开关的一端与对应的阵元电连接，另一端与通道线电连接。通过控制可控开关是否闭合来控制各阵元是否连接至该通道线。上述多个可控开关可被集成在同一个芯片中。

[0052] 在另一些实施例中，该可控器件可以是多选一的可控选择器，如图1所示，该多选一可控选择器包括一个静触点、多个动触点和触头，静触点与通道线电连接，每一个动触点分别与一个阵元电连接。触头的第一端与静触点电连接，另一端可被控制与任意一个动触点电连接，从而实现控制该动触点对应的阵元与通道线电连接。

[0053] 动触点的数量不少于所划分的子阵列区域的数量相同。在一些实施例中，动触点的数量与所划分的子阵列区域的数量相同。也即在同一时刻，对于任意一个行列位置（例如 m 行 n 列的阵元），有且只有一个子阵列区域的该行列位置的阵元连接至通道线。在另一些实施例中，动触点的数量也可以比所划分的子阵列区域的数量多1，例如，多出来的1个动触点悬空（即什么也不接），那么当触头与该动触点连接时，表示在同一时刻，对于一个行列位置（例如 m 行 n 列的阵元），没有一个子阵列区域的该行列位置的阵元连接至通道线。

[0054] 本说明书中的“多选一可控选择器”具体可以为多路复用高压开关。

[0055] 本说明书中的“通道线”用于输入面阵超声换能器的激励信号和/或传输超声回波信号。一个面阵超声换能器的所有通道线可以都用于输入激励信号，也可以都用于传输超声回波信号。也可以是一个面阵超声换能器中的一部分通道线

用于输入激励信号，另一部分通道线用于传输超声回波信号。通道线具体用于输入激励信号还是用于传输超声回波信号，可以根据面阵超声换能器的具体使用方式而定。

[0056] 图2至图4示出了本说明书提供的一种面阵超声换能器的示意图。该面阵超声换能器包括1024个阵元，这些阵元呈 32×32 的排列方式。这些阵元被划分为以下四个子阵列区域：Ap1、Ap2、Ap3、Ap4。这四个子阵列区域中，每个子阵列区域呈 16×16 的排列方式。这四个子阵列区域呈“田”字型排列。

[0057] 各子阵列区域中同一行同一列位置的阵元可连接至同一通道线，不同行或者不同列的阵元连接至不同的通道线。例如，如图3所示，子阵列区域Ap1、Ap2、Ap3、Ap4中第1行第1列位置的阵元连接至可控开关Switch 1，该可控开关Switch 1连接至“第1通道线”；如图4所示，子阵列区域Ap1、Ap2、Ap3、Ap4中第16行第16列位置的阵元连接至可控开关Switch 256，该可控开关Switch 256连接至“第256通道线”。图2所示的面阵超声换能器可对应应有256个Switch、256个通道线。图3和图4仅示出了子阵列区域Ap1、Ap2、Ap3、Ap4中的2个阵元的连接方式，其余阵元的连接方式可以依据图2和图3的连接方式类推得到。

[0058] 虽然图2至图4示出了呈田字形排列的四个子阵列区域的示意图，然而本说明书所提供的面阵超声换能器也可以被划分为其他数量的阵列区域，例如，可以是6个子阵列区域，这6个子阵列区域呈2行3列的排列方式；也可以是9个子阵列区域，这9个子阵列区域呈 3×3 的排列方式。也即，本说明书所提供的面阵超声换能器可被划分为 $X \times Y$ 个子阵列区域，这 $X \times Y$ 个区域呈X行Y列排布。X、Y可以均可以为任意的自然数。在一些示例中， $X \geq 2$ ， $Y \geq 2$ ，也就是说，面阵超声换能器至少具有2行，且至少具有2列。

[0059] 在一些实施例，在同一时刻，对于任意一个行列位置及所述行列位置对应的通道线，有且只有一个子阵列区域的该行列位置的阵元连接至该通道线；并且，连接至各通道线的阵元形成一个连续的子孔径区域。

[0060] 例如，各子阵列区域中同一行列位置的阵元通过K选一可控开关连接至通道线，这样可以实现上述“有且只有一个子阵列区域的该行列位置的阵元连接至该

通道线”。通道线的数量与一个子阵列区域中所包含的阵元的数量是相同的，K的取值与所划分的子阵列区域的数量是相同的。

[0061] 在“有且只有一个子阵列区域的该行列位置的阵元连接至该通道线”这一设置下，连接至通道线的阵元可以是分散在面阵换能器上的各个位置。控制连接至通道线的阵元形成一个连续的子孔径区域，能够便于子孔径成像时所发射的超声信号更为集中，使得信号强度高、成像效果更好。

[0062] 图5示出了子孔径区域的示意图，其中每个正方形粗实线框表示一个子孔径区域。例如，在 t_1 时刻，上方的正方形实线粗框内的阵元全部连接至通道线，在该正方形粗实线框外的阵元由于布线方式的限制全都不连接至通道线，也就是说选取正方形粗实线框内的阵元发射超声信号或接收超声回波信号，那么该正方形粗实线框所圈中的区域即为 t_1 时刻对应的子孔径区域；在 t_2 时刻，下方的正方形粗实线框内的阵元全部连接至通道线，而在该正方形粗实线框外的阵元由于布线方式的限制全都不连接至通道线，也就是说选取正方形粗实线框内的阵元发射超声信号或接收超声回波信号，那么该正方形粗实线框所圈中的区域即为 t_2 时刻对应的子孔径区域。图5中示出了两个子孔径区域的位置示意图。实际上子孔径区域可以有多种位置，区域Ap1、Ap2、Ap3、Ap4中的任意一个子阵列区域也可以形成一个子孔径。

[0063] 所形成的连续的子孔径区域，最大可以与所划分的子阵列区域一样大，最大的、连续的子孔径区域所包含的阵元数量、排布方式与所划分的子阵列区域均相同。

[0064] 需要说明的是，在“同一时刻，对于一个行列位置及该行列位置对应的通道线，可以没有一个子阵列区域的该行列位置的阵元连接至该通道线”的情况下，所形成的连续子孔径区域的行数、列数均小于所划分的子阵列区域。

[0065] 图6示出了现有技术中可能存在的一种面阵超声换能器的阵元排列示意图，其中1024个阵元被划分为4个子阵列区域，每个区域有256个子阵列阵元，这256个阵元呈8行32列的矩形排列。相邻在阵列区域之间的距离大于子阵列区域内各阵元间的距离。各子阵列区域中同一行列位置的阵元也通过多选一可控开关连接

至通道线。通道线的数量也与每个子阵列区域中的阵元数量相同，也即有256个通道线。

[0066] 本说明书所提供的面阵超声换能器与图6所示面阵超声换能器的区别在于；1、本说明书所提供的面阵超声换能器的各阵元之间的距离一致，也即各子阵列区域间的距离等于子阵列区域内各阵元间的距离，而在图6中相邻子阵列区域之间的距离是大于子阵列区域内各阵元间的距离的，也即各阵元之间的距离并不是一致的；2、本说明书所提供的面阵超声换能器的子阵列区域的行数、列数均可以任意选择，而图6中子阵列区域的列数只能是1列；3、本说明书所提供的面阵超声换能器可以在面阵超声换能器面阵上的任意位置形成用于发射超声或接收超声回波的子孔径区域（可以实现任意形状的子孔径），而图6所示的面阵超声换能器则不可以跨区域形成子孔径区域。

[0067] 针对上述第3点，由于图6中各子阵列区域之间的距离是大于子阵列区域内各阵元间的距离的，因此图6所示面阵超声换能器只能每次控制子阵列区域Ap1、Ap2、Ap3、Ap4中的一个作为子孔径区域，在子孔径区域跨越两个子阵列区域的情况下，超声成像效果会受子阵列区域间间隔的影响，从而导致超声成像效果不好。如图7所示，本说明书所提供的超声换能器中，跨区域形成的子孔径区域（如图7中的黑色粗实线大矩形框所示）与任意一个子阵列区域形成子孔径区域的成像效果是一样的。如图7中的黑色粗实线小矩形框所示，本说明书所提供的超声换能器中，子孔径区域的大小是可以随意选取的。实质上，子孔径区域的形状也是可以随意选取的，例如子孔径形状还可以为近似圆形的形状。

[0068] 需要说明的是，在本申请之前，各阵元之间的距离一致的面阵超声换能器，通常是每个阵元分别连接至一个通道线，也即通道线的数量等于阵元的数量，因此面阵超声换能器的通道数较多。而本说明书所提供的面阵超声换能器通过多路复用减少了面阵超声换能器的通道数量，而这种阵元布线方式是在面阵超声换能器上的任意位置实现子孔径发射或接收（甚至可以实现任意形状的子孔径）的前提条件。

[0069] 通过上述分析可知，本说明书所提供的面阵超声换能器，能够在保持各阵元之间距离一致的情况下减少面阵超声换能器的通道数量，并且能够在面阵超声换

能器面阵上的任意位置实现子孔径发射或接收，甚至可以实现任意形状的子孔径。

- [0070] 子孔径成像方案每次发射和接收时仅选通全孔径中的部分子孔径，再将多个子孔径的成像结果相干复合，在保持高成像帧频的同时实现高质量的超声成像。在硬件系统的通道线数量有限的情况下，每次只选通小于或等于系统通道数的子孔径阵元进行发射，再将信号进行相干复合，可实现与全孔径发射相当的图像质量。由于工艺水平的限制，面阵超声换能器布线需要留有部分空间以放置连接阵元的通道线，因此，图6所示的面阵超声换能器将全孔径划分为了四个子孔径，且各子孔径间存在间隔，严重影响了成像质量及成像方法的灵活性。
- [0071] 基于子孔径成像原理，本说明书基于上文提供的面阵超声换能器提供一种超声成像方法，如图8所示，该超声成像方法包括如下步骤：
- [0072] S10：确定用于发射超声信号的各子孔径区域、用于接收超声回波信号的各预设区域。
- [0073] 面阵超声换能器的布线结构具有以下特点：1、在同一时刻，对于任意一个行列位置，最多只有一个子阵列区域的所述行列位置的阵元连接至通道线；2、各子阵列区域中同一行列位置的阵元可连接至同一通道线，各子阵列区域中不同行列位置的阵元连接至不同的通道线。
- [0074] 由于面阵超声换能器的上述布线结构的限制，一个子孔径区域或者一个预设区域中的阵元数量必然是少于或等于所划分的一个子阵列区域中的阵元数量，并且一个子孔径区域或者一个预设区域中的阵元可以是连续分布的，也可以是分散分布的。
- [0075] 在一些实施例中，各子孔径区域及各预设区域可以是任意形状。
- [0076] 在另一些实施例中，在控制所述子孔径区域内的各阵元连接至通道线时，对于任意一个行列位置及对应的通道线，控制只有一个子阵列区域的所述行列位置的阵元连接至所述对应的通道线，并且连接至各通道线的阵元形成一个连续的子孔径区域。即形成如图5中所示的任意一个正方形粗实线框所表示的子孔径区域。

- [0077] 从图5可以看出，基于面阵超声换能器的上述布线结构的限制，在一个子孔径区域连续的情况下，所形成的一个子孔径区域在所包含的阵元数量、行数、列数等各方面都应当是与所划分的子阵列区域相同的（对应于有且只有一个子阵列区域的所述行列位置的阵元连接至所述对应的通道线）或者所形成的一个子孔径区域在所包含的阵元数量、行数、列数等方面中的至少一个方面是小于所划分的子阵列区域的。
- [0078] 类似地，基于面阵超声换能器的上述布线结构的限制，在一个预设区域连续的情况下，一个预设区域在所包含的阵元数量、行数、列数等各方面都应当是与所划分的子阵列区域相同的（对应于有且只有一个子阵列区域的所述行列位置的阵元连接至所述对应的通道线）或者一个预设区域在所包含的阵元数量、行数、列数等方面中的至少一个方面是小于所划分的子阵列区域的（对应于至少一个行列位置，没有一个子阵列区域的该行列位置的阵元连接至该行列位置对应的通道线）。
- [0079] 各预设区域之间可以是互不交叉的，也可以是有交叉的。理论上，各预设区域可以是在任意位置的。
- [0080] 在一些实施例中，在确定用于接收超声回波信号的各预设区域时，使各预设区域的集合覆盖所述面阵换能器上的各阵元。通过这一设置，在一个子孔径区域发射超声信号时，各预设区域可以依次接收超声回波信号，再将这些预设区域内的各阵元所接收的超声回波信号进行相干复合得到超声图像，由此得到的超声图像与全孔径接收相当的成像效果，即成像效果更佳。
- [0081] 各子孔径区域之间可以是互不交叉的，也可以是有交叉的。理论上，各子孔径区域可以是在任意位置的。
- [0082] 在一些实施例中，在确定用于各超声信号各子孔径区域时，使各子孔径区域的集合覆盖所述面阵换能器上的各阵元。通过这一设置，各子孔径区域可以依次发射超声信号，再将这些子孔径区域对应的超声回波信号进行相干复合得到超声图像，由此得到的超声图像与全孔径发射相当的成像效果，即成像效果更佳。

- [0083] 上述“覆盖所述面阵换能器上的各阵元”，可以是指覆盖面阵换能器上的所有阵元。在一些情况下（例如部分阵元故障），能够用于发射超声信号或接收超声回波的阵元以进行超声成像的阵元并不是超声换能器上的所有阵元，在这种情况下，“覆盖所述面阵换能器上的各阵元”并非是覆盖所有阵元。
- [0084] 在另一些实施例中，在确定用于接收超声回波信号的各预设区域时，使各预设区域的集合至少覆盖所述面阵换能器上离成像目标最近的阵元，并且各预设区域的集合不包括面阵换能器上离成像目标最远的至少一个阵元。也就是说，预设区域的集合可以仅包括超声换能器上的部分阵元，超声换能器上离成像目标较远的阵元可以不在该集合的覆盖范围内。例如，采用超声换能器中距离成像对象较近的阵元接收超声回波信号，而不采用距离成像对象较远的阵元接收超声回波信号。由于距离成像对象较远的阵元所接收的超声回波信号容易受干扰、准确性不高，因此上述设置能够提高超声成像的质量。
- [0085] 在一些实施例中，在确定用于发射超声信号的各子孔径区域时，使各子孔径区域的集合至少覆盖所述面阵换能器上离成像目标最近的阵元，并且各子孔径区域的集合不包括面阵换能器上离成像目标最远的至少一个阵元。也就是说，子孔径区域的集合可以仅包括超声换能器上的部分阵元，超声换能器上离成像目标较远的阵元可以不在该集合的覆盖范围内。例如，采用超声换能器中距离成像对象较近的阵元发射超声信号，而不采用距离成像对象较远的阵元发射超声信号。由于距离成像对象较远的阵元所发射的超声信号容易受干扰、准确性不高，因此上述设置能够提高超声成像的质量。
- [0086] S20：依次控制各子孔径区域发射超声信号，并在每个子孔径区域发射超声信号时，依次控制各预设区域接收超声回波信号，并将各预设区域内的各阵元所接收到的超声回波信号作为与发射超声信号的子孔径区域对应的超声回波信号；其中，控制一个子孔径区域发射超声信号是指控制所述子孔径区域内的各阵元连接至通道线，控制一个预设区域接收超声回波信号是指控制所述预设区域内的各阵元连接至通道线。
- [0087] 具体地，如图9所示，步骤S20可以包括如下步骤：

- [0088] S21: 控制当前子孔径区域内的阵元连接至通道线, 以使当前子孔径区域内的阵元发射超声信号, 并控制当前预设区域内的阵元连接至通道线, 以使当前预设区域接收超声回波信号; 获取当前预设区域内的各阵元接收到的超声回波信号。
- [0089] S22: 判断是否存在下一预设区域。在判断结果为是的情况下, 执行步骤S23; 否则跳转至步骤S24继续执行。
- [0090] S23: 将当前预设区域的下一预设区域作为当前预设区域, 并跳转至S21继续执行。
- [0091] S24: 将当前子孔径区域发射超声信号时, 各预设区域的各阵元接收到的超声回波信号作为当前子孔径区域对应的超声回波信号。
- [0092] 下面以图2至图5所示的面阵超声换能器来阐述上述步骤S21至S27。
- [0093] 如图10所示, 可以先控制子孔径区域1发射超声信号, 并控制预设区域Ap1接收超声回波信号; 再控制子孔径区域1发射超声信号, 并控制预设区域Ap2接收超声回波信号; 然后控制子孔径区域1发射超声信号, 并控制预设区域Ap3接收超声回波信号; 然后再控制子孔径区域1发射超声信号, 并控制预设区域Ap4接收超声回波信号。将上述预设区域Ap1、Ap2、Ap3、Ap4中的各阵元所接收到的超声回波信号作为子孔径区域1所对应的超声回波信号。
- [0094] S25: 判断是否存在下一子孔径区域。在判断结果为是的情况下, 执行步骤S26; 否则跳转至步骤S27继续执行。
- [0095] S26: 将当前子孔径区域的下一子孔径区域作为当前子孔径区域, 并跳转至S21继续执行。
- [0096] 沿用上例, 如图10所示, 可以采用与“获取子孔径区域1所对应的超声回波信号时”类似的方法, 获取子孔径区域2、子孔径区域3……子孔径区域k-1、子孔径区域k分别对应的超声回波信号。
- [0097] S27: 在获取各子孔径区域对应的超声回波信号之后, 将各子孔径区域对应的超声回波信号进行相干复合, 得到超声图像。
- [0098] S30: 将各子孔径区域对应的超声回波信号进行处理, 得到超声图像。

- [0099] 在一些实施例中，各子孔径区域发射超声信号时的发射角度是可以控制的。图11示出了一个子孔径区域以不同角度发射超声信号时所形成的发射波的示意图。发散波的传输路径通常可以被看做是从一个虚拟源发出的。
- [0100] 相应地，控制一个目标子孔径区域发射超声信号，并控制一个目标预设区域接收超声回波信号，可以为：控制所述目标子孔径区域以各发射角度发射超声信号，并控制所述目标预设区域分别接收各个发射角度对应的超声回波信号；其中，一个发射角度对应的超声回波信号是指所述目标子孔径区域以所述发射角度发射超声信号时产生的超声回波信号。
- [0101] 图12示出了这一技术方案的示意图。如图12所示，假设目标子孔径区域为子孔径区域1、目标预设区域为预设区域Ap1，那么可以先控制子孔径区域1以发射角度1发射超声信号，并控制预设区域Ap1接收超声回波信号；再控制子孔径区域1以发射角度2发射超声信号，并控制预设区域Ap1接收超声回波信号……控制子孔径区域1以发射角度a-1发射超声信号，并控制预设区域Ap1接收超声回波信号；最后控制子孔径区域1以发射角度a发射超声信号，并控制预设区域Ap1接收超声回波信号。其中，a为子孔径区域1所对应的发射角度的个数。
- [0102] 本说明书所提供的超声成像方法，对每个子孔径区域在a个不同角度下进行发射，每次发射由Ap1、Ap2、Ap3、Ap4四个预设区域分别接收，将 $k \times a \times 4$ （其中，4表示预设区域的个数，当然，4也可以更改为其他自然数）个发射接收对的数据进行相干复合合成一帧B mode图像，该方法相比于传统三维超声成像方法可以显著提升成像的对比度与信噪比。
- [0103] 图13示出了一种可能的现有技术的面阵超声换能器的三种工作模式示意图，这三种工作模式 Full、Light和Direct。图13中上层所示的各区域对应于图6中的各子阵列区域，图12中的下层所示的各区域也对应于图6中的各子阵列区域，同一竖直方向上的区域实质是图6中的同一子阵列区域。
- [0104] Full模式是指：子阵列区域Ap1内的阵元发射超声信号，子阵列区域Ap1、Ap2、Ap3、Ap4内的阵元接收超声回波信号；子阵列区域Ap2内的阵元发射超声信号，子阵列区域Ap1、Ap2、Ap3、Ap4接收超声回波信号；子阵列区域Ap3内的阵元发射超声信号，子阵列区域Ap1、Ap2、Ap3、Ap4接收超声回波信

号；子阵列区域Ap4内的阵元发射超声信号，子阵列区域Ap1、Ap2、Ap3、Ap4接收超声回波信号。也就是说在Full模式下形成了16个发射接收对，最后将16个结果（一个子阵列区域的一次接收的超声回波信号称为一个结果）相干复合成一张图像。

[0105] Light模式是指：子阵列区域Ap1、Ap2内的阵元发射超声信号，子阵列区域Ap1、Ap2、Ap3内的阵元接收超声回波信号；子阵列区域Ap3内的阵元发射超声信号，子阵列区域Ap2、Ap3、Ap4内的阵元接收超声回波信号；子阵列区域Ap4内的阵元发射超声信号，子阵列区域Ap3、Ap4内的阵元接收超声回波信号。也就是说在Light模式下形成了10个发射接收对，最后将10个结果（一个子阵列区域的一次接收的超声回波信号称为一个结果）相干复合成一张图像。

[0106] Direct模式是指：子阵列区域Ap1内的阵元发射超声信号，子阵列区域Ap1内的阵元接收超声信号；子阵列区域Ap2内的阵元发射超声信号，子阵列区域Ap2内的阵元接收超声信号；子阵列区域Ap3内的阵元发射超声信号，子阵列区域Ap3内的阵元接收超声信号；子阵列区域Ap4内的阵元发射超声信号，子阵列区域Ap4内的阵元接收超声信号。也就是说在Direct模式下形成了4个发射接收对，最后将4个结果（一个子阵列区域的一次接收的超声回波信号称为一个结果）相干复合成一张图像。

[0107] 由此可见，图6中所示面阵超声换能器最多能够形成16个发射接收对，得到16个结果，采用这16个结果合成超声图像。

[0108] 然而，如图12所示，本说明书所提供的面阵超声换能器能够形成 $k \times a \times 4$ （ k 为子孔径区域的数量、 a 为每个子孔径区域对应的发射角度的个数）个发射接收对。子孔径区域的数量可以为任意自然数，发射角度的数量也可以为任意自然数。由此可见，本说明书所提供的面阵超声换能器所能够形成的发射接收对的数量可以远多于图6所示换能器的16个发射接受对，可以灵活设置成像参数，从而提高成像质量。因此，本说明书所提供的超声成像方法得到的超声图像的质量更高。

[0109] 本说明书所提供的超声成像方法可以选择任意子孔径区域、任意发射角度发射超声信号，并选择任意预设区域接收超声信号，并且预设区域的数量、大小、

位置都是可以任意选取的，因此本说明书所提供的超声成像方法更为灵活。而图6所示的面阵超声换能器只能够选择上述三种工作模式中的一个模式，灵活性较低。

[0110] 本说明书所提供的超声成像方法，在硬件系统的通道线数量有限的情况下，每次只选通小于或等于通道线数量的子孔径阵元进行发射，再将多个子孔径区域对应的超声回波信号进行相干复合，可实现与全孔径发射相当的图像质量。

[0111] 本说明书所提供的超声成像方法，通过子孔径区域的数量和排列位置、偏转角度与偏转角数量、视野开角大小、子孔径大小等成像参数，可以灵活控制发射次数、声场形状，从而提升成像质量。结合本说明书所提供的超声换能器的布线方式与面阵换能器的结构优势，可灵活任意选通与控制二维面阵换能器，探究其子孔径成像方案，以较低的系统成本实现高对比度、高信噪比、大视野范围的三维超声成像。

[0112] 本发明实施例还提供了一种电子设备，如图14所示，该电子设备可以包括处理器1401和存储器1402，其中处理器1401和存储器1402可以通过总线或者其他方式连接，图14中以通过总线连接为例。

[0113] 处理器1401可以为中央处理器（Central Processing Unit，CPU）。处理器1401还可以为其他通用处理器、数字信号处理器（Digital Signal Processor，DSP）、专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC）、现场可编程门阵列（Field-Programmable Gate Array，FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等芯片，或者上述各类芯片的组合。

[0114] 存储器1402作为一种非暂态计算机可读存储介质，可用于存储非暂态软件程序、非暂态计算机可执行程序以及模块，如本发明实施例中的超声成像方法对应的程序指令/模块。处理器1401通过运行存储在存储器1402中的非暂态软件程序、指令以及模块，从而执行处理器的各种功能应用以及数据分类，即实现上述方法实施例中的超声成像方法。

[0115] 存储器1402可以包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序；存储数据区可存储处理器1401所创建的数据等。此外，存储器1402可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非暂态存

储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。

在一些实施例中，存储器1402可选包括相对于处理器1401远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至处理器1401。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0116] 所述一个或者多个模块存储在所述存储器1402中，当被所述处理器1401执行时，执行上述超声成像方法。

[0117] 上述电子设备具体细节可以参阅上述实施例中的相关描述和效果进行理解，此处不再赘述。

[0118] 本说明书提供一种计算机存储介质，该计算机存储介质存储有计算机程序指令，该计算机程序指令被处理器执行时实现上述任一种超声成像方法的步骤。

[0119] 本说明书提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包含有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述任一种超声成像方法的步骤。

[0120] 本领域技术人员可以理解，实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，所述存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体（Read-Only Memory，ROM）、随机存储记忆体（Random Access Memory，RAM）、快闪存储器（Flash Memory）、硬盘（Hard Disk Drive，缩写：HDD）或固态硬盘（Solid-State Drive，SSD）等；所述存储介质还可以包括上述种类的存储器的组合。

[0121] 本说明书中的各个实施方式均采用递进的方式描述，各个实施方式之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施方式重点说明的都是与其他实施方式的不同之处。

[0122] 上述实施方式阐明的系统、装置、模块或单元，具体可以由计算机芯片或实体实现，或者由具有某种功能的产品来实现。

[0123] 为了描述的方便，描述以上装置时以功能分为各种单元分别描述。当然，在实施本申请时可以把各单元的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

- [0124] 通过以上的实施方式的描述可知，本领域的技术人员可以清楚地了解到本申请可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在存储介质中，如ROM/RAM、磁碟、光盘等，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本申请各个实施方式的某些部分的方法。
- [0125] 本申请可用于众多通用或专用的计算机系统环境或配置中。例如：个人计算机、服务器计算机、手持设备或便携式设备、平板型设备、多处理器系统、基于微处理器的系统、置顶盒、可编程的消费电子设备、网络PC、小型计算机、大型计算机、包括以上任何系统或设备的分布式计算环境等等。
- [0126] 本申请可以在由计算机执行的计算机可执行指令的一般上下文中描述，例如程序模块。一般地，程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等等。也可以在分布式计算环境中实践本申请，在这些分布式计算环境中，由通过通信网络而被连接的远程处理设备来执行任务。在分布式计算环境中，程序模块可以位于包括存储设备在内的本地和远程计算机存储介质中。
- [0127] 虽然通过实施方式描绘了本申请，本领域普通技术人员知道，本申请有许多变形和变化而不脱离本申请的精神，希望所附的权利要求包括这些变形和变化而不脱离本申请的精神。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种面阵超声换能器，其特征在于，包括：
呈阵列分布的多个阵元，相邻阵元在第一方向上的距离一致，且相邻阵元在第二方向上的距离一致，其中所述第一方向与所述第二方向垂直；
所述多个阵元被划分为多个子阵列区域，各子阵列区域均具有M行、N列的阵元；各子阵列区域中同一行列位置的阵元可连接至同一通道线，各子阵列区域中不同行列位置的阵元连接至不同的通道线；所述通道线用于输入所述面阵超声换能器的激励信号和/或传输超声回波信号；其中，所述M、所述N为自然数；
在同一时刻，对于任意一个行列位置，最多只有一个子阵列区域的所述行列位置的阵元连接至通道线。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的面阵超声换能器，其特征在于，在同一时刻，对于任意一个行列位置及所述行列位置对应的通道线，有且只有一个子阵列区域的所述行列位置的阵元连接至所述通道线。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的面阵超声换能器，其特征在于，连接至各通道线的阵元形成一个连续的子孔径区域。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所述的面阵超声换能器，其特征在于，各子阵列区域中同一行列位置的阵元通过多选一可控开关连接至所述通道线；所述通道线的数量与每个子阵列区域中的阵元数量相同，所述多选一可控开关的动触点的数量与所划分的子阵列区域的数量相同。
- [权利要求 5] 根据权利要求1所述的面阵超声换能器，其特征在于，各子阵列区域呈X行Y列排布，所述X、所述Y均为任意自然数。
- [权利要求 6] 一种超声成像方法，其特征在于，用于权利要求1至5任一项所述的面阵超声换能器，所述方法包括：
确定用于发射超声信号各子孔径区域、用于接收超声回波信号各预设区域；

依次控制各子孔径区域发射超声信号，并在每个子孔径区域发射超声信号时，依次控制各预设区域接收超声回波信号，并将各预设区域内的各阵元所接收到的超声回波信号作为与发射超声信号的子孔径区域对应的超声回波信号；其中，控制一个子孔径区域发射超声信号是指控制所述子孔径区域内的各阵元连接至通道线，控制一个预设区域接收超声回波信号是指控制所述预设区域内的各阵元连接至通道线；

将各子孔径区域对应的超声回波信号进行处理，得到超声图像。

[权利要求 7] 根据权利要求6所述的超声成像方法，其特征在于，在控制所述子孔径区域内的各阵元连接至通道线时，对于任意一个行列位置及对应的通道线，控制只有一个子阵列区域的所述行列位置的阵元连接至所述对应的通道线，并且连接至各通道线的阵元形成一个连续的子孔径区域。

[权利要求 8] 根据权利要求6所述的超声成像方法，其特征在于，在确定用于接收超声回波信号的各预设区域时，使各预设区域的集合覆盖所述面阵换能器上的各阵元；

和/或，

在确定用于发射超声信号各子孔径区域时，使各子孔径区域的集合覆盖所述面阵换能器上的各阵元。

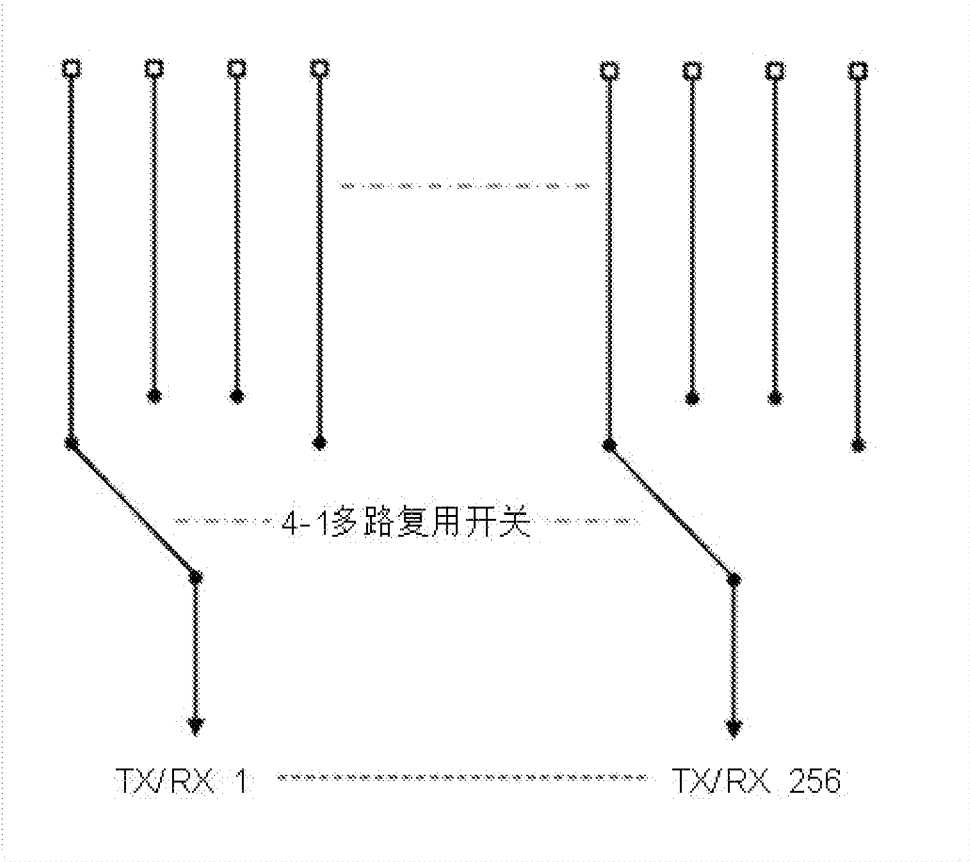
[权利要求 9] 根据权利要求6所述的超声成像方法，其特征在于，在确定用于接收超声回波信号各预设区域时，使各预设区域的集合至少覆盖所述面阵换能器上离成像目标最近的阵元，并且各预设区域的集合不包括面阵换能器上离成像目标最远的至少一个阵元；

和/或，

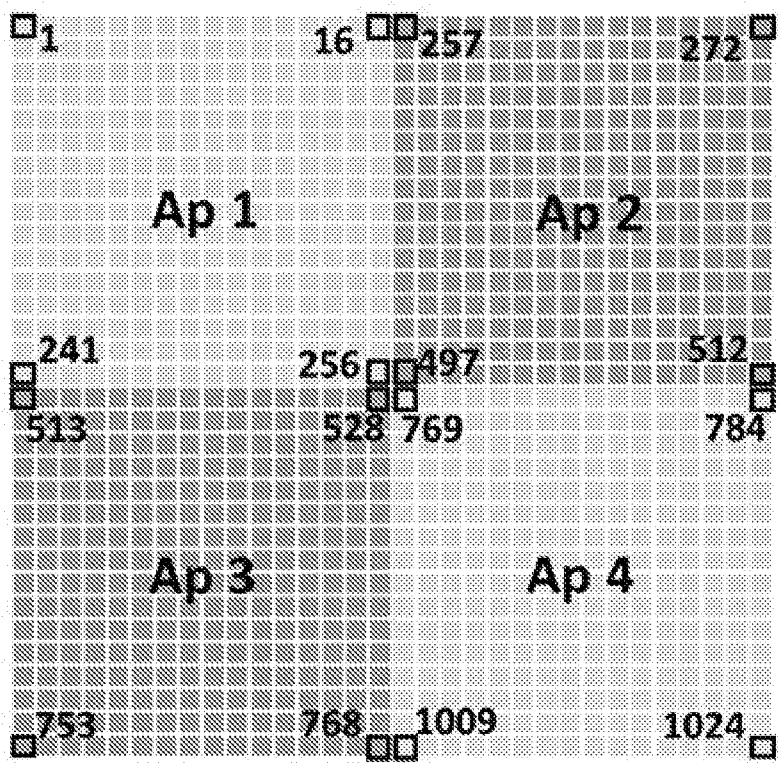
在确定用于发射超声信号各子孔径区域时，使各子孔径区域的集合至少覆盖所述面阵换能器上离成像目标最近的阵元，并且各子孔径区域的集合不包括面阵换能器上离成像目标最远的至少一个阵元。

- [权利要求 10] 根据权利要求6所述的超声成像方法，其特征在于，所述各子孔径区域及所述各预设区域包括任意形状。
- [权利要求 11] 根据权利要求10所述的超声成像方法，其特征在于，在控制各子孔径区域发射超声信号之前，还包括：确定各子孔径区域分别对应的发射角度；
控制一个目标子孔径区域发射超声信号，并控制一个目标预设区域接收超声回波信号，包括：
控制所述目标子孔径区域以各发射角度发射超声信号，并控制所述目标预设区域分别接收各个发射角度对应的超声回波信号；其中，一个发射角度对应的超声回波信号是指所述目标子孔径区域以所述发射角度发射超声信号时产生的超声回波信号。
- [权利要求 12] 一种电子设备，其特征在于，包括：
存储器和处理器，所述处理器和所述存储器之间互相通信连接，所述存储器中存储有计算机指令，所述处理器通过执行所述计算机指令，从而实现权利要求6至11任一项所述方法的步骤。
- [权利要求 13] 一种计算机存储介质，其特征在于，所述计算机存储介质存储有计算机程序指令，所述计算机程序指令被处理器执行时实现权利要求6至11任一项所述方法的步骤。

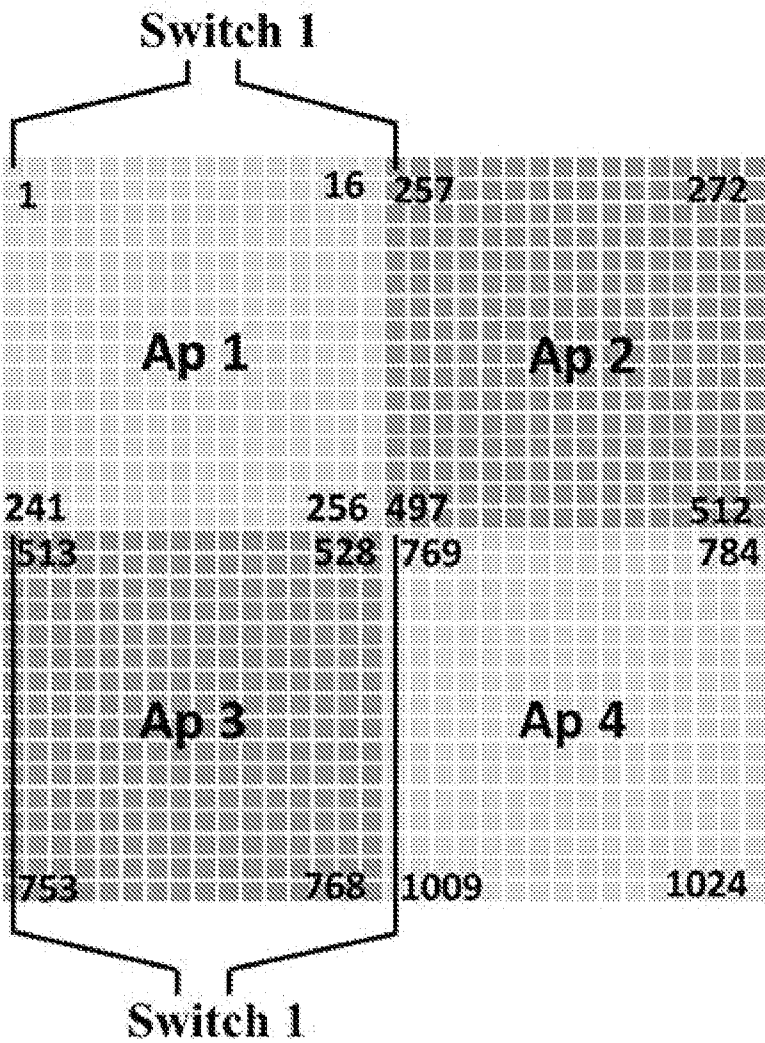
[图1]



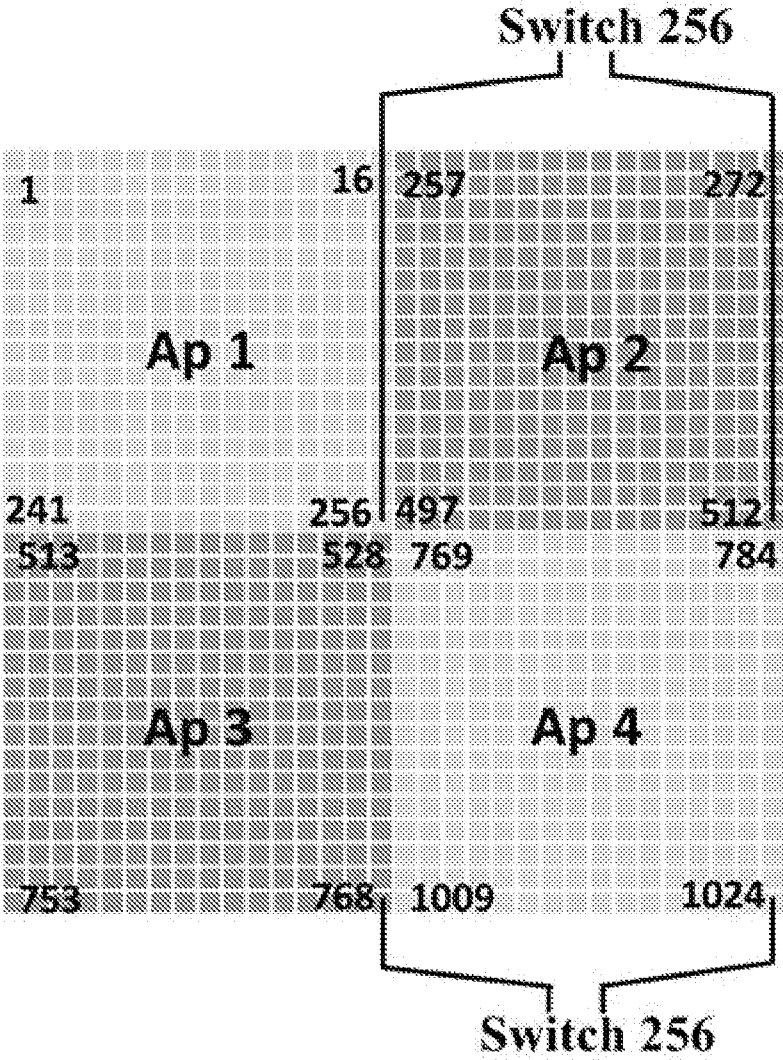
[图2]



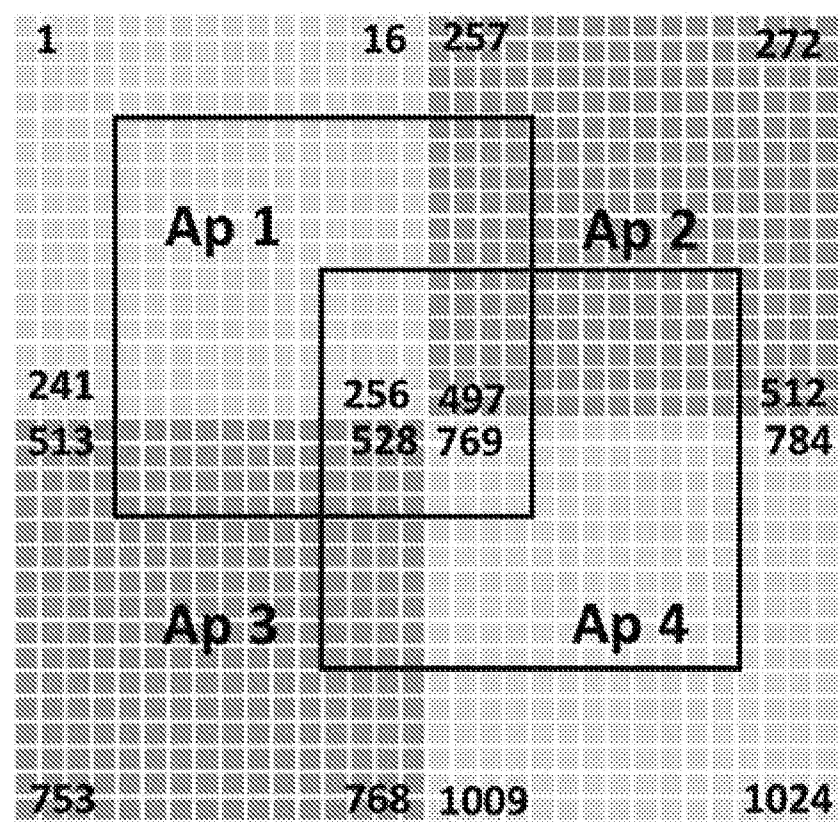
[图3]



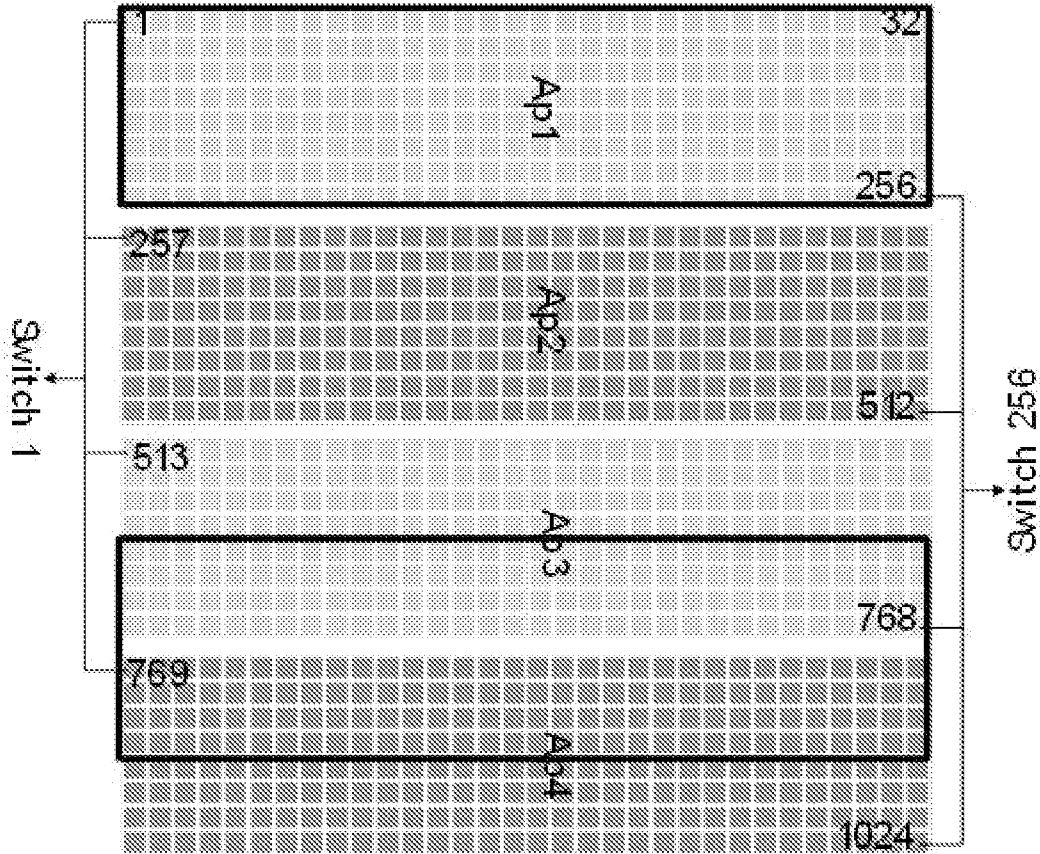
[图4]



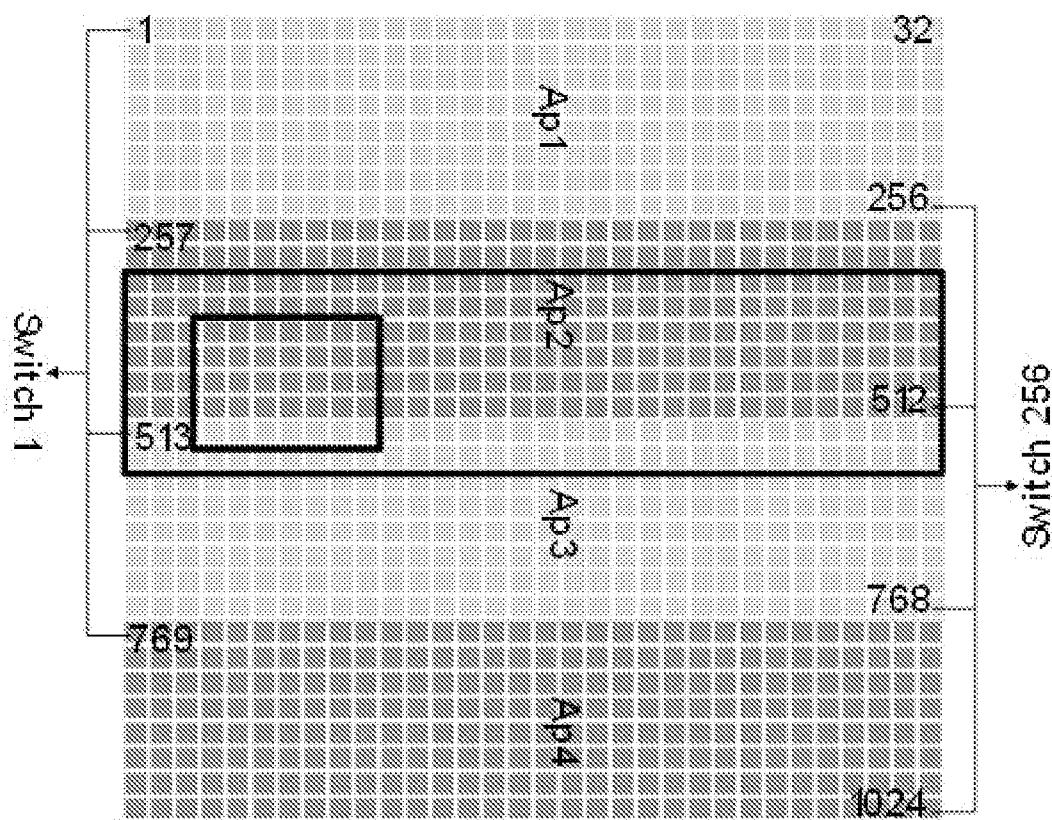
[图5]



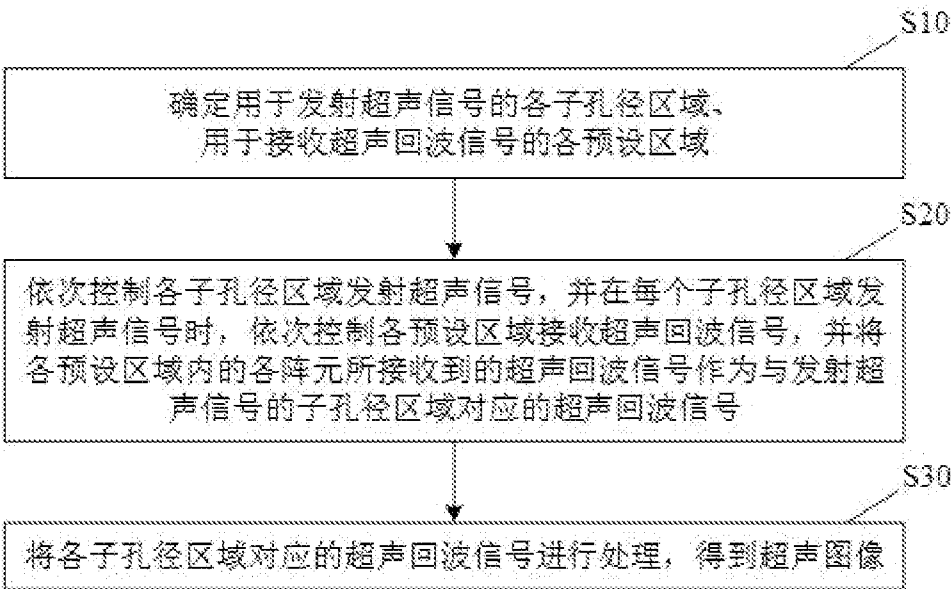
[图6]



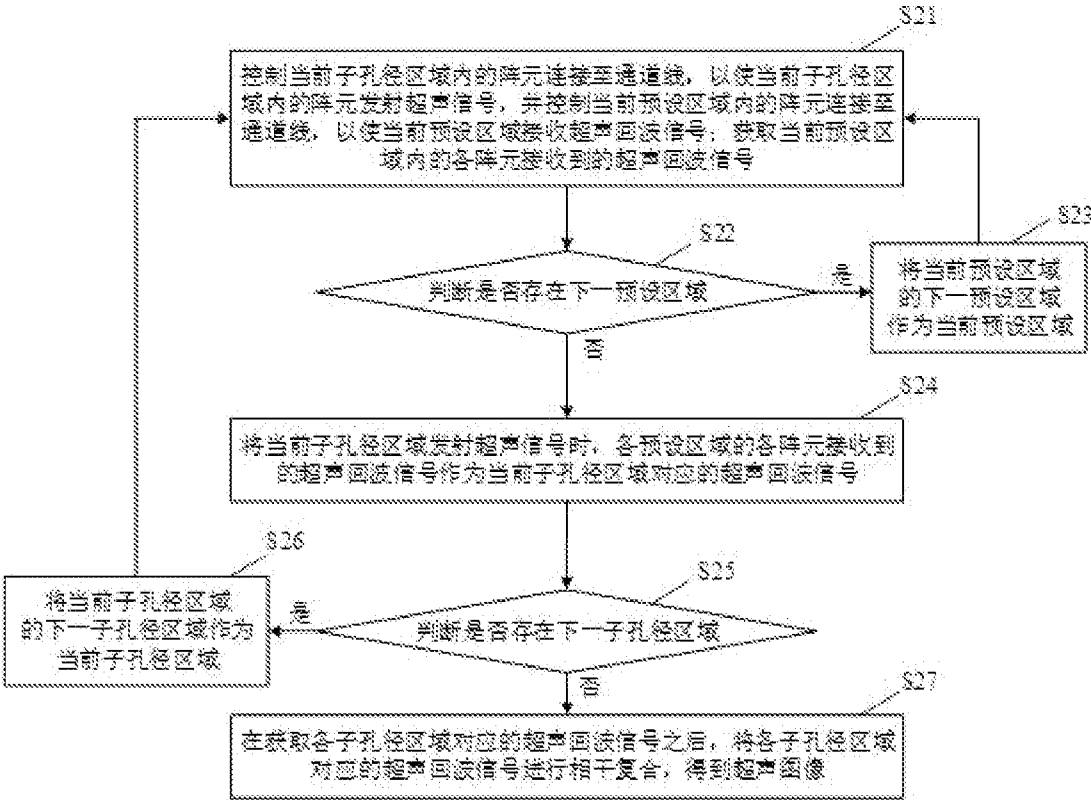
[图7]



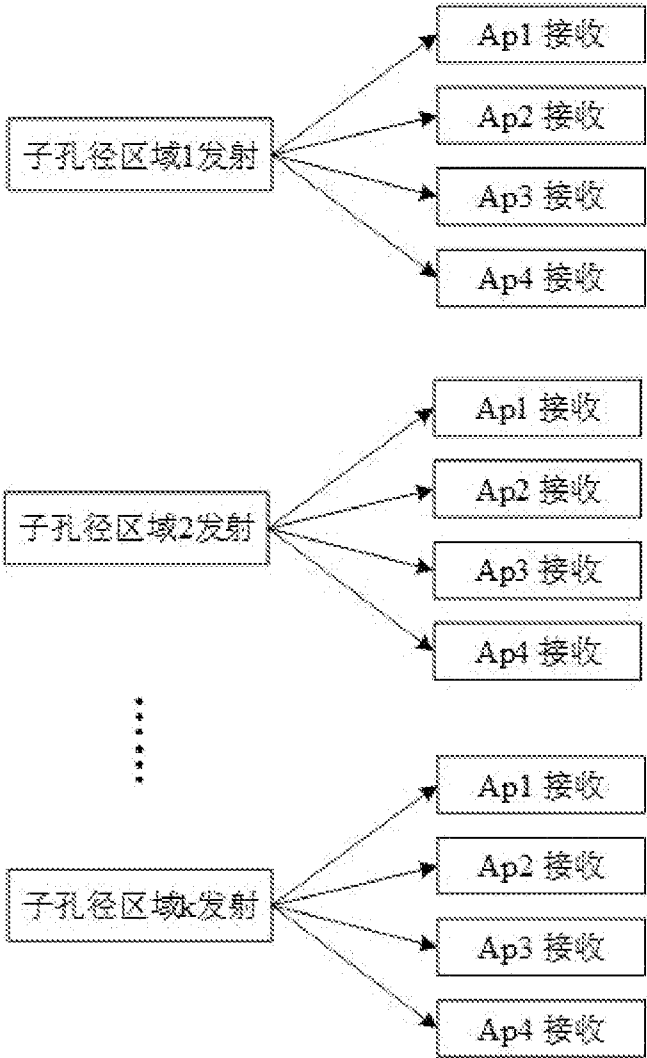
[图8]



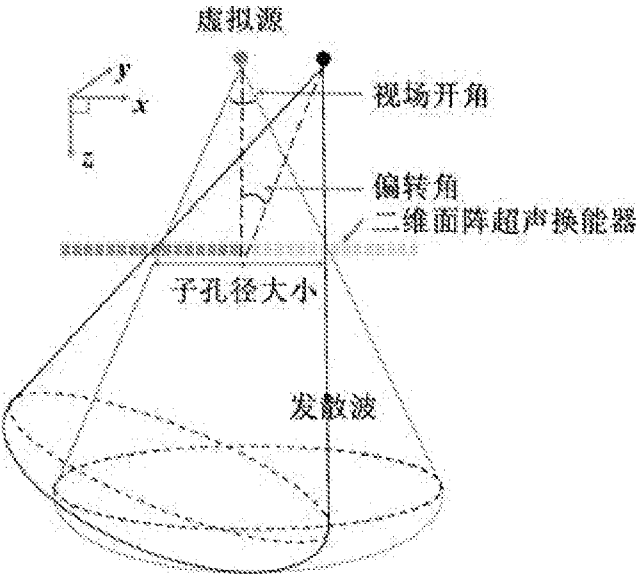
[图9]



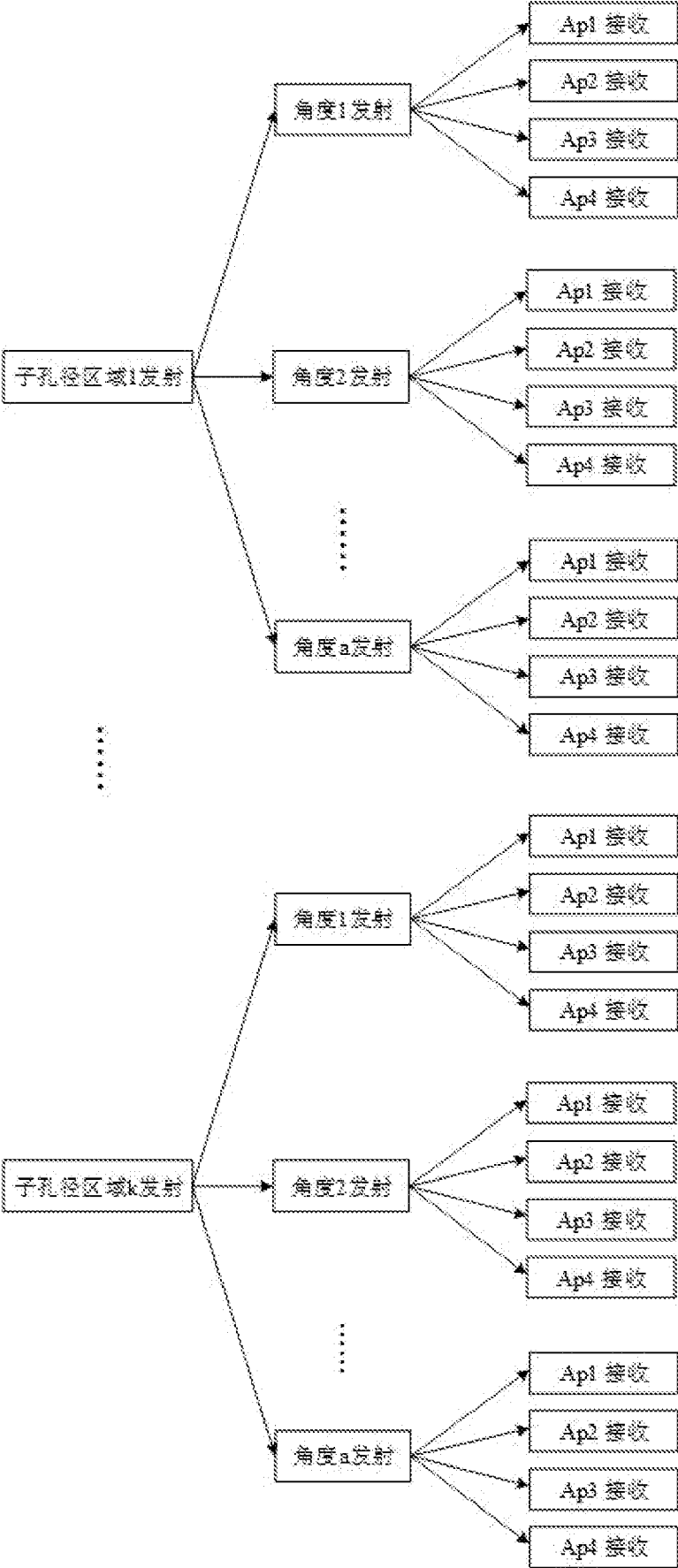
[图10]



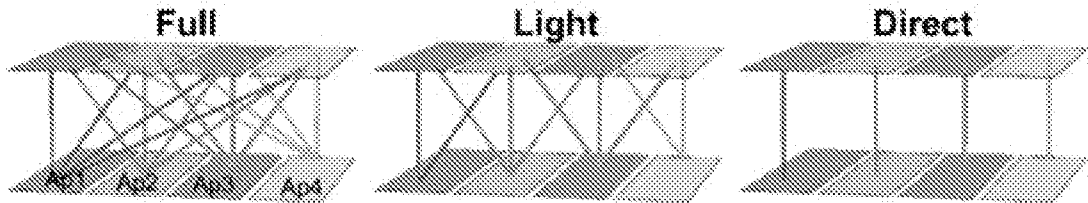
[图11]



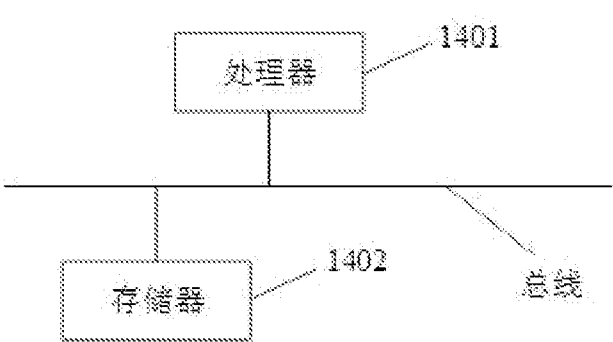
[图12]



[图13]



[图14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/137188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B8/00(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)

IPC:A61B8/-

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)

CNXTX, ENTXTX, DWPI, CNKI: 深圳先进技术研究院, 张志强, 王宁远, 强禹, 邱维宝, 郑海荣, 超声, 探头, 阵列, 面阵, 阵元, 子阵, 分区, 连接, 开关, 行列, 复用, 选用, 孔径, 单独, 可控, ultrasound, probe, array, sub, connect, switch, row, multiplex, aperture, individual, control

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116671976 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 01 September 2023 (2023-09-01) claims 1-13	1-13
X	US 5897501 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 27 April 1999 (1999-04-27) description, column 1, line 19-column 10, line 43, and figures 1A-12C	1-13
X	CN 104414681 A (SHENZHEN MINDRAY BIO-MEDICAL ELECTRONICS CO., LTD.) 18 March 2015 (2015-03-18) description, paragraphs [0021]-[0043], and figures 1-4	1-5
A	CN 110087554 A (SHENZHEN MINDRAY BIO-MEDICAL ELECTRONICS CO., LTD.) 02 August 2019 (2019-08-02) entire document	1-13
A	CN 104323794 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 04 February 2015 (2015-02-04) entire document	1-13



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
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “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

28 March 2024

Date of mailing of the international search report

02 April 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/137188**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111631750 A (WUHAN ZONCARE BIO-MEDICAL ELECTRONICS CO., LTD.) 08 September 2020 (2020-09-08) entire document	1-13
A	CN 109700479 A (NANJING KHONS MEDTECH CO., LTD.) 03 May 2019 (2019-05-03) entire document	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/137188

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116671976	A	01 September 2023	None			
US	5897501	A	27 April 1999	IL	124216	A	30 April 2001
				FR	2763136	A1	13 November 1998
				FR	2763136	B1	29 September 2000
				JPH	1142225	A	16 February 1999
				JP	4172841	B2	29 October 2008
CN	104414681	A	18 March 2015	None			
CN	110087554	A	02 August 2019	WO	2018195873	A1	01 November 2018
CN	104323794	A	04 February 2015	US	2015023135	A1	22 January 2015
				US	9482753	B2	01 November 2016
CN	111631750	A	08 September 2020	None			
CN	109700479	A	03 May 2019	CN	209884191	U	03 January 2020

A. 主题的分类

A61B8/00(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)

IPC:A61B8/-

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))

CNTEXT,ENTEXT,DWPI,CNKI: 深圳先进技术研究院, 张志强, 王宁远, 强禹, 邱维宝, 郑海荣, 超声, 探头, 阵列, 面阵, 阵元, 子阵, 分区, 连接, 开关, 行列, 复用, 选用, 孔径, 单独, 可控, ultrasound, probe, array, sub, connect, switch, row, multiplex, aperture, individual, control

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
PX	CN 116671976 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2023年9月1日 (2023 - 09 - 01) 权利要求1-13	1-13
X	US 5897501 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 1999年4月27日 (1999 - 04 - 27) 说明书第1栏第19行至第10栏第43行, 图1A-12C	1-13
X	CN 104414681 A (深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司) 2015年3月18日 (2015 - 03 - 18) 说明书第[0021]-[0043]段, 图1-4	1-5
A	CN 110087554 A (深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司) 2019年8月2日 (2019 - 08 - 02) 全文	1-13
A	CN 104323794 A (华中科技大学) 2015年2月4日 (2015 - 02 - 04) 全文	1-13
A	CN 111631750 A (武汉中旗生物医疗电子有限公司) 2020年9月8日 (2020 - 09 - 08) 全文	1-13
A	CN 109700479 A (南京广慈医疗科技有限公司) 2019年5月3日 (2019 - 05 - 03) 全文	1-13

☐ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2024年3月28日

国际检索报告邮寄日期

2024年4月2日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

黄曦

电话号码 (+86) 010-53962487

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/137188

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	116671976	A	2023年9月1日	无			
US	5897501	A	1999年4月27日	IL	124216	A	2001年4月30日
				FR	2763136	A1	1998年11月13日
				FR	2763136	B1	2000年9月29日
				JPH	1142225	A	1999年2月16日
				JP	4172841	B2	2008年10月29日
CN	104414681	A	2015年3月18日	无			
CN	110087554	A	2019年8月2日	WO	2018195873	A1	2018年11月1日
CN	104323794	A	2015年2月4日	US	2015023135	A1	2015年1月22日
				US	9482753	B2	2016年11月1日
CN	111631750	A	2020年9月8日	无			
CN	109700479	A	2019年5月3日	CN	209884191	U	2020年1月3日