

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 41/08

H02N 1/00

A61B 8/00

G01N 29/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510065141.2

[43] 公开日 2005 年 10 月 5 日

[11] 公开号 CN 1677706A

[22] 申请日 2005. 3. 31

[21] 申请号 200510065141.2

[30] 优先权

[32] 2004. 3. 31 [33] US [31] 10/814956

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 R·S·莱万多夫斯基

L·S·史密斯

C·E·鲍姆加特纳

D·M·米尔斯 D·G·维尔德斯

R·A·菲舍尔 G·C·索戈伊安

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

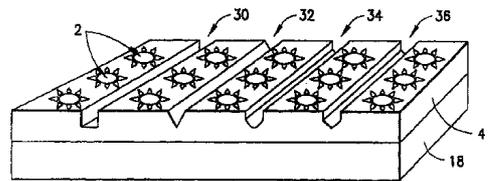
代理人 杨凯 张志醒

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 4 页

[54] 发明名称 传感元件的隔离方法和装置

[57] 摘要

一种装置，它包括设置在具有半导体表面的衬底(4)内或衬底(4)上的传感器(2, 39, 40)阵列和用于将每个传感器与其相邻传感器相隔离的装置(26, 28, 30, 32, 34, 36, 38 或 40)。在所述传感器是超声换能器元件的情况下，以相邻换能器元件之间的沟槽形式提供声隔离，以降低声串扰。可以用声衰减材料充填所述沟槽。在相邻换能器元件之间以半导体结的形式提供电隔离，以降低电串扰。在一个实例中，通过在相邻换能器元件之间的区域内进行离子注入来形成背对背 pn 结。这些类型的隔离可以单独采用，也可一起采用。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种传感器件，它包括：
多个传感元件(2, 39, 40)，它们排列在衬底的正面，每个所述
5 传感元件与所述衬底材料相接触；以及
多个阻挡体(26, 28, 30, 32, 34, 36, 38 或 46)，它们排列在
所述衬底的所述材料中，以降低任何所述传感元件之间的能量形式的
耦合，每个阻挡体对于落到其上的所述能量形式的传播构成障碍。
2. 如权利要求 1 所述的器件，其中所述传感元件排列成二维阵
10 列，相邻传感元件之间具有间隔，并且所述阻挡体形成限定多个有界
区域的互连网络，每个有界区域由各自的传感元件占据。
3. 如权利要求 1 所述的器件，其中所述传感元件包括电连接在
一起的多个超声换能器单元(2)。
4. 如权利要求 1 所述的器件，其中每个所述阻挡体包括各自的
15 沟槽(26, 28, 30, 32, 34, 36 或 38)。
5. 如权利要求 4 所述的器件，其中每个所述传感元件包括各自
的超声换能器元件，并且用声衰减材料充填所述沟槽。
6. 如权利要求 4 所述的器件，其中所述沟槽和所述衬底的邻接
部分涂敷有绝缘材料薄层。
- 20 7. 如权利要求 4 所述的器件，其中每个所述沟槽的表面涂敷有
接地的导电材料，以便将所述各传感元件互相隔离。
8. 如权利要求 1 所述的器件，其中每个所述阻挡体包括各自体
积(44, 46, 48)的所述衬底的所述材料，所述材料具有注入其中的掺杂
剂，所述掺杂材料具有基本上能阻止电流从其中流过的能力。
- 25 9. 如权利要求 8 所述的器件，其中每个所述体积包括各自的一
对背对背 pn 结二极管。
10. 一种超声换能器，它包括：
多个超声换能器元件(2, 39, 40)，它们排列在衬底(4)的正面，

每个所述换能器元件包括各自的超声换能器单元组,所述各超声换能器单元电连接在一起并且声耦合到所述衬底; 以及

多个沟槽(26, 28, 30, 32, 34, 36 或 38), 它们在所述衬底的所述材料中, 所述沟槽位于所述换能器元件之间的区域内, 并且所述

5 沟槽阻碍声波能量穿过其中传播。

传感元件的隔离方法和装置

5 相关专利申请

本申请是2003年3月6日提交的, 题目为”Mosaic Arrays Using Micromachined Ultrasound Transducers”的序列号 10/383,990 的美国专利申请的部分继续申请并要求其优先权。

10 技术领域

本发明一般涉及传感器阵列(例如光、热、压力、超声等传感器阵列)。具体地说, 本发明涉及微机械加工的超声换能器(MUT)。MUT的一种具体应用是在医学诊断超声成像系统中。另一具体实例是用于材料例如铸件、锻件或管材的非破坏性鉴定(NDE)。

15

背景技术

传统的超声成像换能器通过压电效应产生声能, 在所述压电效应中利用接入的压电陶瓷材料将电能转换为声能。将前向, 即在被扫描患者方向上传输的声能通过一个或多个声匹配层耦合到患者身上。但在离开被扫描患者的方向上传输的声能通常在位于换能器阵列后部的声衬垫材料中被吸收或散射。这就妨碍了声能从换能器后面的结构或界面上反射并返回到压电材料中, 于是降低了从患者体内反射所获得的声像的质量。已知有各种组成可用作声衬垫材料。例如, 声衬垫材料可以由在诸如橡胶、环氧树脂或塑料等衰减软材料中的金属颗粒(例如钨)的组合构成。其它声衬垫材料组成也可使用。

25

用于医学诊断成像的超声换能器具有宽的带宽并对低电平的超声信号具有高灵敏度, 这些特性能够产生声高质量的图像。满足这

些条件并通常用来制造超声换能器的压电材料包括锆钛酸铅 (PZT) 陶瓷和聚偏 1,1-二氟乙烯。但 PZT 换能器需要陶瓷制造工艺, 它不同于制造超声系统其它零件, 例如半导体组件所用的加工技术。最好超声换能器能用制造半导体组件的相同工艺来制造。

- 5 最近半导体工艺已用来制造一种超声换能器, 称为微机械加工超声换能器 (MUT), 可以是容性的 (cMUT) 或压电性的 (pMUT)。cMUT 是极小的膜片状器件, 具有将接收的超声信号的声振动转换成已调制电容量的电极。为进行传输, 对电容电荷进行调制, 使器件的膜片振动, 从而发送声波。pMUT 也类似, 不同的是膜片是双晶的, 由压
- 10 电材料和惰性材料 (如氮化硅或硅) 构成。

MUT 的一个优点是它们可以用半导体制造工艺制造, 例如统称为“微机械加工”的各种微制造工艺。如美国专利 No. 6, 359, 367 中所述:

- 微机械加工是利用以下设备的组合或子集的显微结构的形成方法: (A) 图案形成工具 (一般是光刻技术, 例如投影-对准器或晶片分档器); (B) 淀积工具, 例如 PVD (物理汽相淀积)、CVD (化学汽相淀积)、LPCVD (低压化学汽相淀积)、PECVD (等离子体化学汽相淀积); (C) 蚀刻工具, 例如湿法化学蚀刻、等离子体蚀刻、离子磨削、溅射蚀刻或激光蚀刻。微机械加工通常在硅、玻璃、蓝宝石或陶瓷等制作的衬底或晶片上进行。这种衬底或晶片通常非常平和光滑, 并且具有英寸数量级的横向尺寸。它们通常的加工方式是: 以盒的形式成批地从一个加工工具运行到另一加工工具。每个衬底最好能 (但不是必需的) 包含产品的许多复制件。有两种通用类型的微机械加工: 1) 整体微机械加工, 其中对晶片或衬底的大部分厚度进行蚀刻, 以及 2) 表面微机械加工, 其中蚀刻一般限于表面, 特别是限于表面上的薄淀积层。本文所用的微机械加工定义包括使用传统或已知的可微机械加工的材料, 包括硅、蓝宝石、所有类型的玻璃材料、聚合物 (例如聚酰亚胺)、多晶硅、氮化硅、氧氮化硅、薄膜金属 (例如铝合金, 铜合金和钨)、旋涂玻璃、可注入或已扩散的掺杂剂以及生长的薄膜
- 15
- 20
- 25

(例如氧化硅和氮化硅)。

本文采用相同的微机械加工定义。用这些微机械加工工艺得到的系统通常称为“微机械加工的机电系统(MEMS)”。

5 利用电容微机械加工超声换能器产生的声能并不依赖压电材料来产生超声能量。相反，cMUT 单元的基本结构是以小间隙悬浮在导电电极之上的导电薄膜或膜片结构。当电压加到膜片和电极之间时，库仑力将膜片吸引到电极上。如果所加电压随时间改变，则膜片的位置也会随时间改变，在膜片移动位置时，产生声能，所述声能从器件表面辐射。当声能主要在前向或患者方向产生时，一部分声能
10 将传播到 cMUT 的支撑结构中。这种结构通常是重掺杂硅晶片，也就是半导体的晶片。

通常利用每个换能器元件有多个膜片来构成 cMUT 器件。用于医学成像、非破坏性鉴定或其它成像装置的完整的换能器探头包括多个换能器元件，它们排列成一行或多行，形成阵列，每个元件包括
15 其电极相互电连接在一起的多个 cMUT 单元。阵列的每个元件需要独立工作，与相邻的元件无关。由于换能器元件阵列设置在共用衬底上，因此存在着相邻元件之间有电和机械干扰的问题。

因此需要在 MUT (cMUT 和 pMUT) 的换能器元件之间提供隔离。

20 发明内容

本发明针对包括设置在衬底上或衬底中的传感器阵列和用于使每个传感元件与其相邻元件隔离的装置的器件。在半导体晶片的情况下，半导体表面通常是半导体晶片的一个面，但也可以是绝缘衬底上的半导体薄膜。本发明还针对这种器件的制造方法。根据一些
25 公开的实施例，在相邻传感元件之间提供声隔离，以降低声串扰。根据其它公开的实施例，在相邻传感元件之间提供电隔离，以降低电串扰。这些类型的隔离在传感器件中可以单独采用或一起采用。传感器可以是光学、热或压力传感器，或超声换能器。

本发明的一个方面是一种传感器件，它包括：排列在衬底正面的多个传感元件，每个传感元件都与衬底材料相接触；以及排列在衬底材料中的多个阻挡体，以减小任何传感元件之间一种形式的能量耦合，每个阻挡体对于落到其上所述形式的能量的传播构成障碍。

5 本发明的另一方面是制造传感器件的方法，它包括以下步骤：(a) 在衬底上或衬底中微机械加工传感元件阵列；(b) 在衬底材料中形成多个阻挡体以减小任何传感元件之间一种形式能量的耦合，每个阻挡体对于落到其上所述形式的能量传播构成障碍。

10 本发明的再一个方面是一种超声换能器，它包括：排列在衬底正面的多个换能器元件，每个换能器元件包括各自的超声换能器单元组，这些单元电连接在一起且声耦合到衬底上；以及在衬底材料中的多个沟槽，沟槽位于换能器元件之间的区域内，且沟槽阻碍声波能量在其中传播。

15 本发明的再另一方面是一种传感器件，它包括：排列在衬底正面的多个传感元件，每个传感元件都与衬底材料相接触；以及在衬底材料中的多个掺杂剂注入区，掺杂剂注入区位于传感元件之间的区域内，且这些区阻碍电流在其中流动。

20 本发明的还有一个方面是制造传感器件的方法，它包括以下步骤：(a) 在衬底的一侧微机械加工传感元件阵列；(b) 将衬底的这一侧或另一侧固定到第一支撑结构上；(c) 在未固定到支撑结构的那侧衬底材料中形成多个沟槽，所述沟槽位于传感元件之间的区域内。

以下公开本发明的其它方面并对其提出权利要求。

附图说明

25 图 1 是示意图，示出典型的 cMUT 单元的截面图。

图 2 是示意图，示出图 1 所示的 cMUT 单元的立体图。

图 3 是示意图，示出 cMUT 器件和由声衬垫材料层支持的关联电连接的侧视图。

图 4 是示意图，示出在衬底和声衬垫材料上将各 cMUT 单元分成电连接在一起的组的立体图。

图 5 是示意图，示出经过微机械加工以形成一行间隔的换能器元件的衬底的立体图，每个元件包括多个电连接的 cMUT 单元。

5 图 6 是示意图，示出按照本发明的各实施例，可在图 1 的微机械加工衬底中形成的两种不同类型的声隔离沟槽。

图 7 是示意图，示出按照本发明的各实施例，可在图 1 的微机械加工衬底中形成的四种不同类型的声隔离沟槽。

10 图 8 是示意图，示出按照本发明另一实施例，在微机械加工衬底的背面形成声隔离沟槽。

图 9 和图 10 是示意图，分别示出按照本发明的其它实施例设置在半导体衬底上的 cMUT 元件，其中对衬底作了掺杂，以便在换能器元件之间提供电隔离。

15 图 11 是示意图，示出按照本发明的又一实施例设置在 n 型半导体衬底上的一对 cMUT 单元，其中支撑膜片的壁是由 p 型半导体制造的，用以提供电隔离。

现要参阅这些附图，附图中不同附图中类似的元件具有相同的标号。

20 具体实施方式

为便于说明，以下将对属于电容式微机械加工超声换能器类的本发明各实施例加以说明。但是，显然，此文公开的本发明的各方面不限于 cMUT 的结构和制造，而是也适用于衬底上其它类型传感器阵列的结构和制造。本发明也不限于半导体材料制造的衬底。

25 参阅图 1，图中示出典型的 cMUT 换能器单元 2 的截面图。这种换能器单元的阵列通常制作在衬底 4 上，例如重掺杂的硅(也就是半导体)晶片上。对于每个 cMUT 换能器单元，有一薄膜或膜片 8(可用硅或氮化硅制成)悬浮在衬底 4 上。膜片 8 在其周边由绝缘支座 6 支

撑，绝缘支座 6 可用氧化硅、氮化硅或衬底材料制成。膜片 8 和衬底 4 之间的空腔 16 可充以空气或气体，或者全部或部分抽真空。导电材料层或薄膜，例如铝合金或其它适合的导电材料，在膜片 8 上形成电极 12，且另一导电材料层或薄膜在衬底 4 上形成电极 10。或者，底部电极可用通过对衬底进行适当掺杂来形成。如图 1 所示，电极 12 在膜片上方，但它也可嵌入到膜片内或在膜片的底侧上。

由空腔 16 分隔开的两个电极 10 和 12 形成电容。当入射的声信号使膜片 8 振动时，电容的变化可利用关联的电子线路检测(图 1 中未示出)，从而将声信号转换为电信号。相反，加到一个电极上的 AC 信号将调制电极上的电荷，这又导致电极之间容性力的调制，后者导致膜片运动，从而发送声信号。

由于典型的 cMUT 的微米大小的尺寸，通常将许多 cMUT 单元制作成非常靠近，形成单个的换能器元件。单独的单元可以具有圆形、矩形、六角形或其它周边形状。在实现密集封装的简单形状中，六角形最接近圆形，所以具有最简单的谐振模式。具有六角形的 cMUT 单元示于图 2。六角形可提供换能器元件中 cMUT 单元的密集封装。cMUT 单元可具有不同的尺寸，以使换能器元件具有不同单元大小的组合特性，使换能器具有更宽的宽带特性。图 2 所示的“辐条”14，它们将单元互相电连接在一起，是具有图案的电极的一部分，即图 1 中的零件 12。可以使电极 12 具有给出最佳声性能的图案，并且电极 12 可位于膜片 8 的底部。

cMUT 器件还可包括一层声衰减材料，以下称为“声衬垫”，声耦合到衬底的背面。声衬垫材料具有足够的刚度，可对非常薄的衬底提供结构支撑。这种声衬垫层可以直接结合到衬底的背面，例如利用一层足够薄的基本上是声透明的环氧树脂，或利用中间层层叠到衬底上。或者，声衬垫可以是具有足够声阻抗的可铸造或可模制的组成。在一个实施例中，中间层是由声阻抗匹配材料制成，所述材料的声阻抗处于硅衬底的声阻抗和声衰减材料的声阻抗之间。在另

一实施例中，中间层是柔性印刷电路板（“柔性电路”），它具有导电焊盘，可连接到衬底中的导电通孔上。声衬垫材料最好具有这样的衰减特性，使得衬底中横向传播的波被吸收到可以降低换能器元件之间串扰的程度。

5 图 3 示出 cMUT 器件 20 的侧视图，cMUT 器件 20 通过电连接线（例如柔性电路）22 和 24 连接到适当的电子线路（未示出）。〔本文中使用的术语“cMUT 器件”是指包括衬底和由所述衬底支撑的多个 cMUT 单元的结构。〕在图示实施例中，cMUT 器件 20 位于声衬垫材料 18 实体中的成形阱中。衬底的上部通常与延伸到衬底底部之外的那些部分
10 的声衬垫的上部齐平，柔性电连接线 22 和 24 的远端与衬底的相应的边缘重叠，柔性电连接线 22 和 24 的邻接部分与声衬垫层的相应的部分重叠并与声衬垫层的相应的部分相结合。如图 3 所示，声衬垫层 18 支撑着 cMUT 器件 20 以及电连接线 22 和 24。衬垫 18 可以直接层叠到 cMUT 器件 20 上，或如前所述，可将中间声阻抗匹配层包括在
15 层叠的堆叠中。

微机械加工的超声换能器阵列可以设置在衬底表面上或者可以通过从衬底上去除材料蚀刻而成。阵列可以包括一行或多行换能器元件，或将换能器元件组织成没有行的二维结构，例如所谓的“马赛克阵列”，其中将 cMUT 单元或元件镶嵌在衬底上，如序列号 10/383,990
20 的美国专利申请中所公开的。

在典型的 cMUT 器件中每个换能器元件是由多个 cMUT 单元组成的。为便于说明，图 4 示出由七个六角形 cMUT 单元 2 组成的“雏菊”换能器元件：一个中心单元由六个单元的环围绕，环中每个单元与中心单元的一侧以及环中的相邻单元邻接。每个单元 2 的上电极 12
25 电连接在一起（所述连接不能以切换的方式断开）。如果是六角形阵列，六个导体 14（如图 2 和图 4 所示）从上电极 12 向外辐射，分别连接到相邻 cMUT 单元的上电极（在外周上的单元除外，它们连接到三个其它单元，而不是六个）。同理，每个单元 2 的下电极 10 电连接在一

起，形成七倍大的容性换能器元件 39。

图 4 所示结构可以在一个方向上延伸，形成一个长的，通常是矩形的换能器元件 40。这些矩形换能器元件可以排列成一行，形成线性阵列。这种 cMUT 器件 20 通常以图 5 代表，要说明的是，为了方便制图，每个矩形换能器元件示出仅具有一列 cMUT 单元，但应理解事实上每个元件包括多列 cMUT 单元。

阵列的每个元件需要独立工作，与相邻的元件无关。如图 5 所示，由于阵列设置在共用衬底 4 上，因此存在着相邻元件之间有电和机械干扰(即串扰)的问题。本发明提供了元件之间所需的隔离。

按照本发明第一类实施例，通过去除相邻换能器元件之间的全部或部分衬底材料来提供隔离。这可以利用晶片切割锯、激光、湿法蚀刻技术、反应离子蚀刻(RIE)或深度 RIE 等方法来实现。

形成隔离沟槽的一种方法是首先将携带 cMUT 单元或元件的衬底安装在衬垫材料上，如图 3 所示。图 6 示出在声衰减材料制成的衬垫层 18 上层叠的衬底 4。可以用晶片切割锯(未示出)切入衬底 4 并切入衬垫材料 18，从而形成多个互相间隔且平行的隔离沟槽或通道，如图 6 的隔离沟槽 26 所示。根据 cMUT 器件的工作频率，不一定需要将衬底 4 完全切通。而是可以形成深度小于衬底 4 的整个厚度的隔离沟槽或通道 28，也示于图 6。应当指出，在同一图中示出不同深度的沟槽是为了精简的关系，而一个特定 cMUT 晶片上的隔离沟槽通常都具有相同的深度。

如果隔离沟槽穿通衬底 4 的整个厚度并深入到衬垫材料 18 中，则衬垫材料将提供对每个换能器元件的机械支撑。由于衬垫材料阻尼了声能，通过衬垫材料 18 的串扰将显著低于通过衬底 4 的串扰。

无论深度如何，隔离沟槽都位于相邻换能器元件间的空间区域内。图 6 示出一行换能器元件，每个换能器元件包括多个 cMUT 单元 2。如果是一行元件的换能器阵列，相互平行的隔离沟槽位于相邻元件间的空间区域内。如果阵列包括两行或多行，隔离沟槽也位于行

间的空间区域，每行内的沟槽交错，形成互连的隔离沟槽网络。在这种情况下，行间的隔离沟槽相互平行并垂直于每行内的隔离沟槽。如果每行的元件对准，形成列，则交错的隔离沟槽将形成网格。

5 将换能器元件声隔离之后，可在换能器元件之间的隔离沟槽中充填以声吸收材料，例如硅橡胶。如果要在 cMUT 器件的表面加上透镜来聚焦声波和/或保护器件表面，则用透镜粘接剂填充隔离沟槽可改进透镜对 cMUT 器件的粘附。填充元件之间的沟槽也会增加对元件的机械支撑。

10 还可以肯定的是，沟槽的配置应具有最佳的形状。参阅图 7，隔离沟槽不需要具有直角底部的形状(见沟槽 30)，也可以具有”V”形(见沟槽 32)或”U”形(未示出)。图 7 中沟槽 34 和 36 显示出其它的形状。沟槽 34 具有平行的侧壁和抛物线底部，而沟槽 36 具有平行的侧壁和 V 形底部。显然，在衬底 4 中形成的全部沟槽通常具有相同的形状，将图 7 中所示的不同形状组合在一个衬底上是为了减小所需图案形成的数量。

15 使用晶片切割锯是去除位于换能器元件之间的衬底材料的有效方法，只要所得到的锯口或沟槽是直线即可。如果需要沿非直线去除材料，其它的方法例如激光切割、湿法蚀刻技术或 RIE 就更适用。一个实例就是设置成圆形的器件(例如环阵列)。所述圆形换能器阵列具有的元件形成同心圆环，因此需要圆形的隔离图案。这种几何结构为声能的点聚焦作好准备。

20 在衬底的任一表面进行上述任一声隔离技术都在本发明的范围之内。如果要从器件的背面(即 cMUT 单元的反面，如图 8 所示)去除材料，只要沟槽 38 不穿通衬底 4 的整个厚度，就可获得较大的活性面积。在这种情况下，沟槽可以制作成占用 cMUT 单元或元件下的区域。

25 cMUT 器件应在正面(即 cMUT 单元侧)得到支撑，以提供衬垫隔离。但是，由于 cMUT 器件很容易损坏，不能使用切割胶带。粘接到悬浮

膜片上的胶带会将它们拉开。按照本发明的一个实施例，在背面提供声隔离时，用一种低温安装腊来支撑 cMUT 器件，安装腊加到器件的正面，与易碎的膜片相接触。在隔离过程已完成且 cMUT 器件已清除掉切割操作的碎屑后，在去除安装腊之前，还需要对 cMUT 加以支撑。这种支撑可以是前述的声衰减衬垫。将 cMUT 器件安装到支撑物上之后，将其加热，熔化安装腊。使用适当的安装腊溶剂，就可清除掉 cMUT 器件上的腊迹。另一种支撑方案是仅支撑活性区外的 cMUT，并避免直接连接到膜片上。

用任何一种上述提供 cMUT 元件隔离的方法，都可能损坏，例如微裂等，这些损坏会进入活性 cMUT 单元。这会导致有一定导电性的液体渗入，而将信号和地电极短接。本发明的另一方面是提供一种预防措施，即施加保角涂层，例如溅射或汽相淀积的二氧化硅、氮化硅、氧化铝或其它绝缘无机物，来封上这种缺陷。汽相淀积涂敷过程能产生极度一致且厚度均匀的无针孔涂层，是在真空下进行的。

涂敷过程进行如下。在去除 cMUT 元件之间的材料以形成隔离沟槽之后，对 cMUT 单元进行清洁处理，去除其上残留的任何残余物。然后 cMUT 器件在真空中高温干燥。cMUT 器件干燥后，将其放入溅射或汽相涂敷机，涂敷数微米的所选材料。即使这种涂层非常保角一致，微裂(如果足够小)也会被封住，cMUT 单元就会具有真空。许多绝缘无机物具有高的介电强度，有助于使 cMUT 单元与外部环境绝缘。

本发明还有一方面是 cMUT 器件的制造，器件中的换能器元件是相互电隔离的。按照本发明的一个实施例，电隔离可以通过选择性离子注入来实现。由于电耦合受电磁能量流，主要是电子流的控制，所以改变衬底中的电导就可减小这种耦合。更确切的说，可以用能改变衬底半导体特性的离子来掺杂衬底中位于换能器元件之间的某些区域。通过在元件之间的区域选择性地注入掺杂物，就可以形成结，例如背对背 pn 结二极管，或近绝缘区，它们都可抑制电串扰。

按照这种方法，不去除任何材料但所选区域的电特性却有改变。所述过程可在形成 cMUT 单元之前、之中或之后进行。如果离子注入的条件需要高于 cMUT 单元微机械加工时的主要温度，那么可以选择在微机械加工前进行离子注入。

5 或者，可以用基本上是非导电的衬底来制造 cMUT，其中底部电极或是淀积的金属或是在 cMUT 下面的选择性掺杂的区域。在这种情况下，可能需要将每个元件之间的区域接地，方法是选择性地掺杂这些区域并使它们电接地。用隔离沟槽分隔开(如前所述)的元件之间区域的另一种接地方法是用一种导电材料(例如铝或铝-硅合金)涂
10 敷沟槽表面(例如沟槽壁)。然后将此金属连接到地，以使元件相互电隔离。以上任一种方法可以将杂散电荷导通到地，而不导通到相邻元件。

 pn 结二极管包括两个掺杂的半导体材料体积，它们沿着平面邻接，所述平面构成结。在一个区域中的材料是 n 型半导体材料，而在另一区域中的材料是 p 型半导体材料。换句话说，对结的两侧的
15 半导体材料进行不同的掺杂。pn 结二极管在一个方向导电，但另一方向不导电。将两个 pn 结二极管背对背设置，就可形成在任一方向都不导电的器件。延长这一对背对背 pn 结二极管的长度，就可形成对电流的长阻挡层。图 9 和图 10 示出这种电隔离器件的两个实例，
20 其中已经对衬底 4 进行掺杂，形成背对背 npn 型二极管。在上述两种情况下，背对背二极管都是通过将掺杂物注入到衬底材料的所需深度来制造的。

 在图 9 所示的实施例中，换能器元件(每个元件包括多个 cMUT 单元 2)设置在由 n 型半导体材料制成的区域 44 和 48 上，而将 p 型
25 掺杂物离子注入到换能器元件之间的区域 46 中。n 型半导体材料制成的每个区域用作在其上设置的换能器元件的底部电极。每个 p 型区域在两侧分别有 n 型区，各形成 np 结 50 和 52。或者，换能器元件可设置在 p 型材料上，p 型区域中交织有换能器元件之间离子注入

的 n 型区域。

在图 10 所示的实施例中，换能器元件设置在既非 p 型也非 n 型的半导体或非导电材料(例如未掺杂的多晶硅)的各个区域上，而在位于相邻换能器元件之间的每个区域中，将 n 型掺杂物离子注入到区域 44 和 48，将 p 型掺杂物离子注入到区域 44 和 48 之间的区域 46。于是，每个 p 型区域在两侧分别有 n 型区，各形成 np 结 50 和 52。或者，代替 npn 结，可在换能器元件之间的区域注入 pnp 结。

这样，通过将图 9 或图 10 所示类型的阻挡体设置在相邻换能器元件之间未被占用的空间，相邻换能器元件就可相互电隔离。

图 11 示出按照本发明又一实施例两个换能器元件共用一个 p 型材料制成的共用壁 46 的截面图。应当指出，为简明起见，更多的换能器元件未于示出，但每个相邻的换能器元件都共用一个 p 型材料制成的共用壁。各元件的底部电极由 n 型材料的区域 44 和 46 构成。n 型材料相邻区域之间的区域由 p 型材料占用，向上延伸形成共用壁。p 型材料壁支撑膜片 8，膜片 8 悬浮在构成换能器元件的各个 cMUT 单元的各自的空腔 10 上。特定换能器元件的各 cMUT 单元最好共用一个用 n 型材料制成的共用底部电极。

在声衬垫层设置在衬底后面的实施例中，声衬垫材料应具有与 cMUT 衬底声匹配的组成，以免声能反射回器件内。如果衬底用硅制成，适用的衬垫材料实例包括一种混合物：96.3% (质量比) 的钨(其中 85% 为 10 微米粒度，15% 为 1 微米粒度)和 3.67% 的聚氯乙烯粉末，在题目为“Backing Material for Micromachined Ultrasonic Transducer Devices)”的序列号 10/248,022 的美国专利申请中已公开。在 Lees, Gilmore 和 Kranz 的文章“Acoustic Properties of Tungsten-Vinyl Composites”，IEEE Transactions on Sonics and Ultrasonics, Vol.SU-20, NO.1, Jan.1972, pp1-2 中也讨论了钨-乙烯混合物。本专业的技术人员可理解，声衬垫材料可以不同于上述实例。

此外，图3所示实施例涉及将柔性互连电路设置在cMUT阵列上面。将所述阵列互连的另一可能的方法是借助于埋置在衬垫材料中的导线或迹线使连接线通过衬垫。然后利用穿过晶片的穿孔或返转的连接线将所述连接线引到cMUT器件的表面。按照另一不同方案，
5 可以将柔性电路设置在衬底之下，然后可以利用穿过晶片的穿孔或返转的连接线将信号引到cMUT器件的表面。按照又一个不同方案，可将cMUT衬底连接到第二衬底，所述第二衬底提供独立于超声变换或与超声变换有关的电功能，例如阻抗匹配、多路传输、切换以及传输和接收波束形成。声衬垫层可以设置在这些衬底之间。在此实
10 施例中，从cMUT单元电极到第二衬底上电子线路的电连接线可以穿过在衬底和声衬垫层中形成的通孔。

虽然已参阅优选实施例对本发明作了说明，但本专业的技术人员应理解对本发明的元件可以作各种改动并可用等效物替代，而不背离本发明的范围。此外，在不背离本发明的基本范围内可以对本
15 发明的内容作许多修改。所以本发明不应限于所公开的特定实施例作为实施本发明的最佳模式，而是本发明应包括属于所附权利要求书范围内的全部实施例。

在权利要求书中所用的术语“超声换能器”包括电容和压电超声换能器。在权利要求书中所用的短语“微机械加工衬底”应理解为包括
20 表面和/或整体微机械加工。

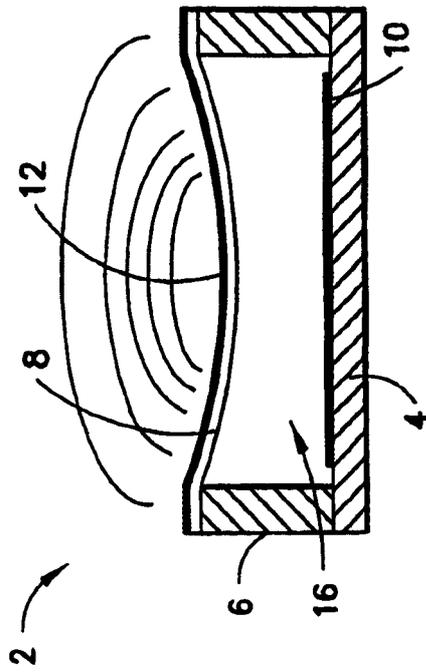


图 1

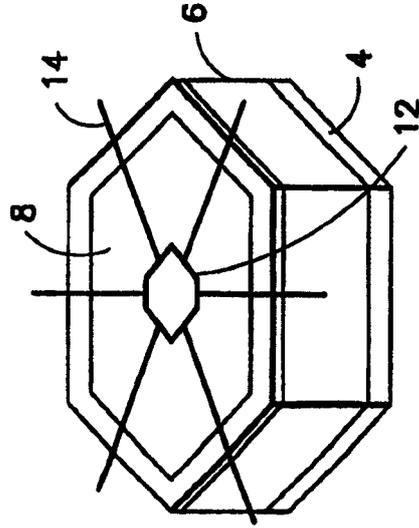


图 2

图 3

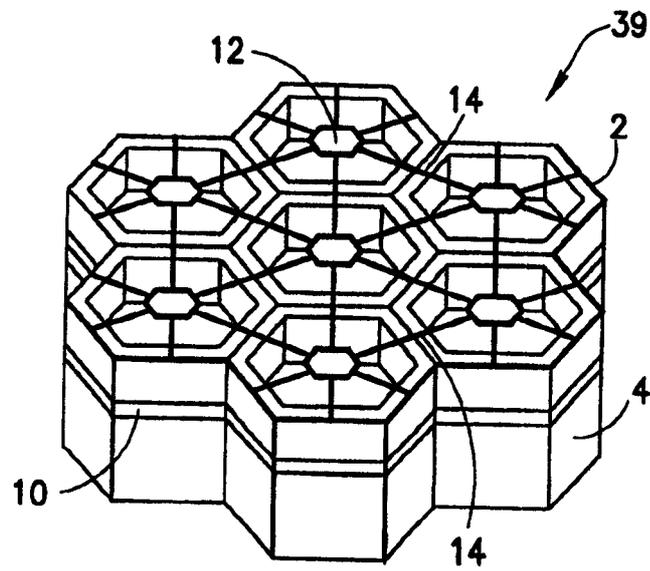
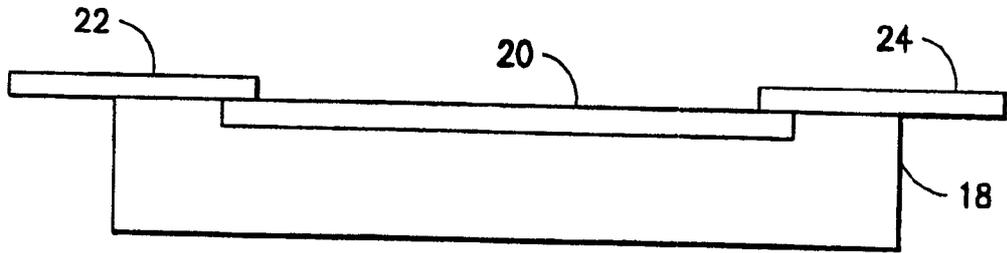


图 4

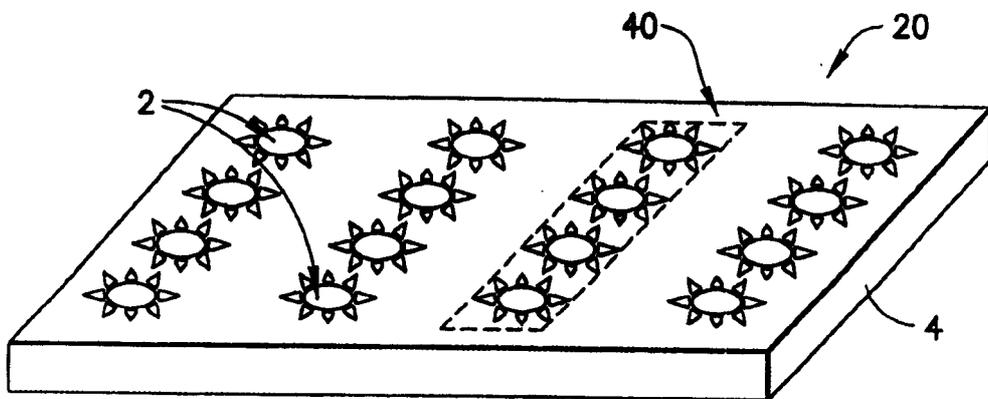


图 5

图 6

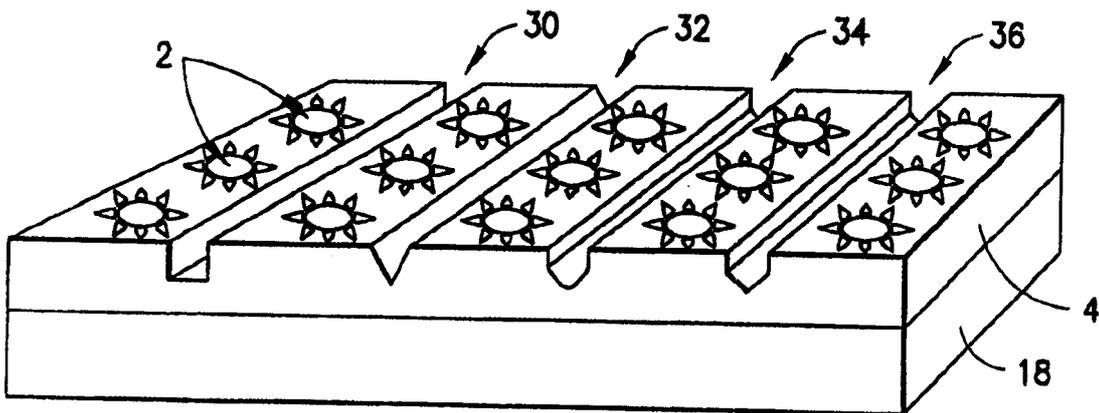
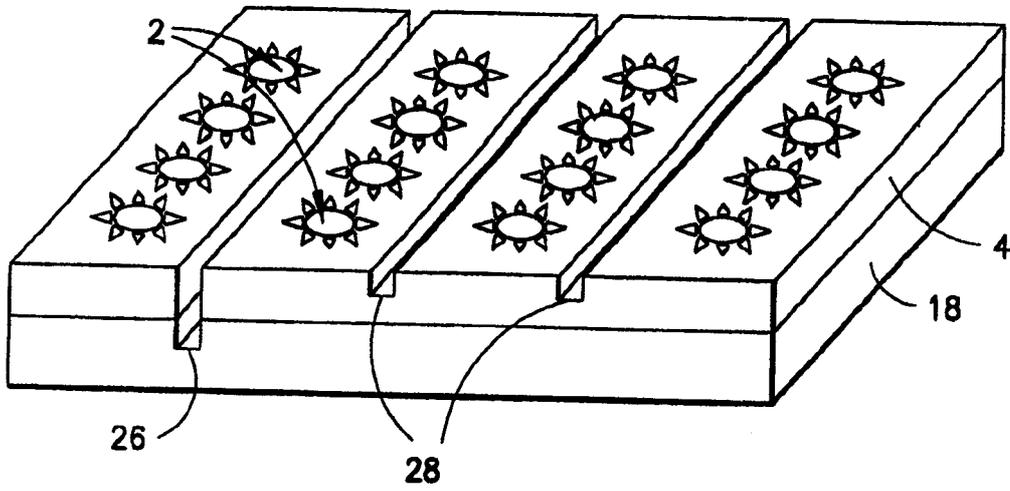


图 7

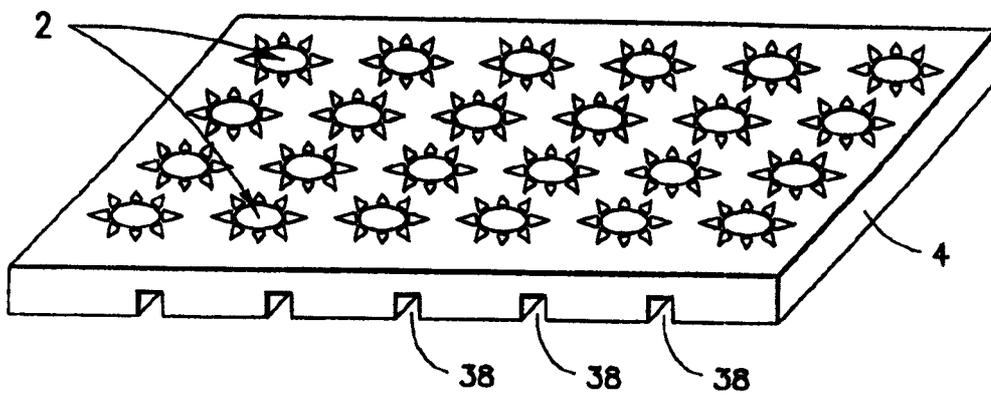


图 8

图 9

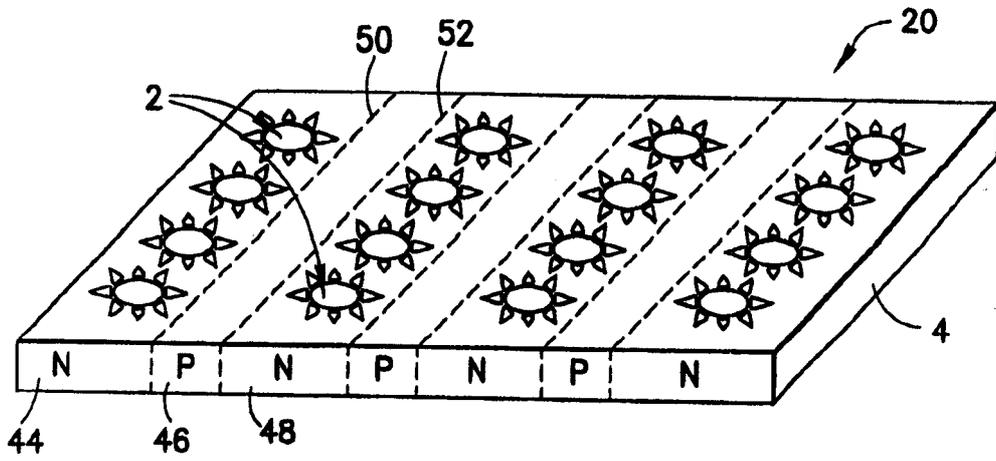
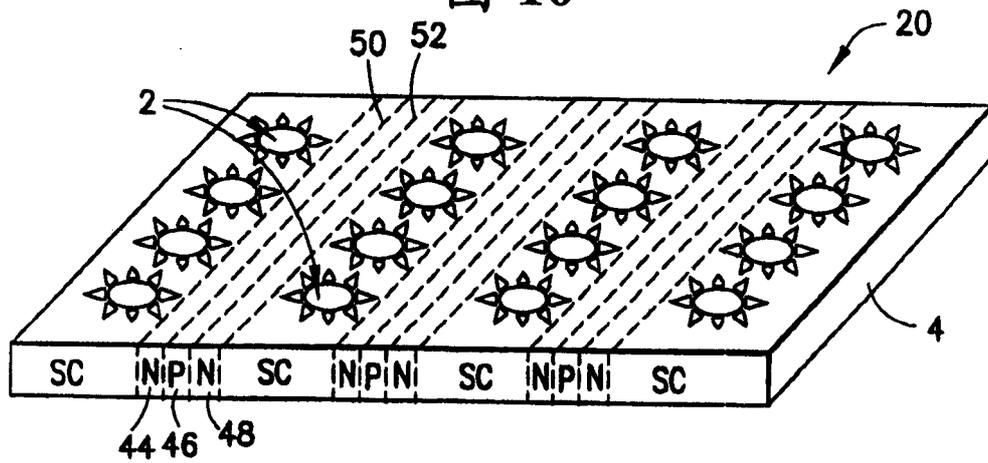


图 10



42

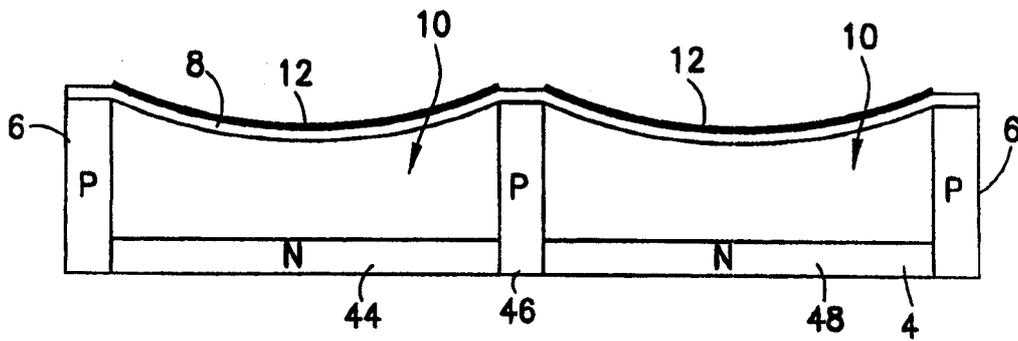


图 11

专利名称(译)	传感元件的隔离方法和装置		
公开(公告)号	CN1677706A	公开(公告)日	2005-10-05
申请号	CN200510065141.2	申请日	2005-03-31
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	RS莱万多夫斯基 LS史密斯 CE鲍姆加特纳 DM米尔斯 DG维尔德斯 RA菲舍尔 GC索戈伊安		
发明人	R·S·莱万多夫斯基 L·S·史密斯 C·E·鲍姆加特纳 D·M·米尔斯 D·G·维尔德斯 R·A·菲舍尔 G·C·索戈伊安		
IPC分类号	A61B8/00 B06B1/02 B06B1/06 B81B7/04 B81C1/00 G01N29/00 G01N29/24 G10K11/00 H01L21/76 H01L41/08 H02N1/00 H04R17/00		
CPC分类号	B06B1/0292 B06B1/0629 G10K11/002		
代理人(译)	杨凯		
优先权	10/814956 2004-03-31 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种装置，它包括设置在具有半导体表面的衬底(4)内或衬底(4)上的传感器(2, 39, 40)阵列和用于将每个传感器与其相邻传感器相隔离的装置(26, 28, 30, 32, 34, 36, 38或40)。在所述传感器是超声换能器元件的情况下，以相邻换能器元件之间的沟槽形式提供声隔离，以降低声串扰。可以用声衰减材料充填所述沟槽。在相邻换能器元件之间以半导体结的形式提供电隔离，以降低电串扰。在一个实例中，通过在相邻换能器元件之间的区域内进行离子注入来形成背对背pn结。这些类型的隔离可以单独采用，也可一起采用。

