



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101969856 B

(45) 授权公告日 2013.06.05

(21) 申请号 200880108270.7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008.09.17

A61B 8/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

B06B 1/02 (2006.01)

60/972,836 2007.09.17 US

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日

US 2005/0200241 A1, 2005.09.15, 摘要、附图1, 3, 5F、说明书第0047-0048, 0070, 0085-0086段。

2010.03.15

CN 1714754 A, 2006.01.04, 全文。

(86) PCT申请的申请数据

EP 1764162 A1, 2007.03.21, 全文。

PCT/IB2008/053778 2008.09.17

US 2005/0075572 A1, 2005.04.07,

(87) PCT申请的公布数据

附图1, 7、说明书第0001, 0017, 0029, 0030, 0034, 0041, 0047-0048段。

WO2009/037655 EN 2009.03.26

审查员 李玉菲

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 P·迪克森 A·范德卢格特

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 蹇炜

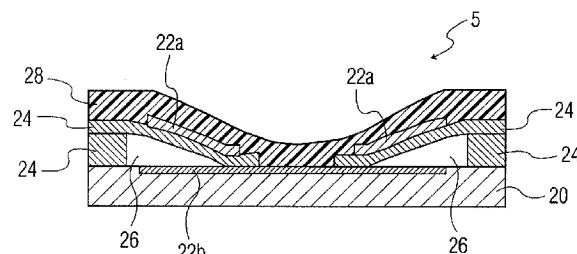
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

预塌陷的电容微机械超声传感器的制造及其应用

(57) 摘要

提供了用于制造预塌陷的电容微机械超声传感器(cMUT)的方法。公开的方法通常包括以下步骤：在刻蚀和密封膜之前获得接近完成的传统cMUT结构；穿过cMUT结构的膜给相对于膜的顶面固定的每个电极环限定孔；跨cMUT结构的膜和基底施加偏置电压，使得膜的邻近孔的区域向或朝向基底塌陷；通过施加包装层而将膜的塌陷的区域固定和密封至基底；以及中断或减小偏置电压。提供了CMUT组件，包括封装的组件、具有集成电路/芯片（例如束操控芯片）和cMUT/透镜组件的集成组件。提供了利用公开的预塌陷的cMUT的基于cMUT的有益应用，例如基于超声传感器的应用、基于导管的应用、基于针的应用以及流量计应用。



1. 一种用于制造 cMUT 的方法,包括:
  - a. 提供接近完成的 cMUT,其中所述接近完成的 cMUT 限定一或多个 cMUT 元件,所述一或多个 cMUT 元件包括:(i) 基底层;(ii) 电极板;(iii) 膜层;以及(iv) 电极环,
    - b. 穿过用于每个 cMUT 元件的所述膜层限定至少一个孔,
    - c. 跨所述一或多个 cMUT 元件的膜层和基底层施加偏置电压,使得所述膜层相对于所述基底层塌陷,
    - d. 通过施加包装层来固定并密封相对于所述基底层塌陷的该膜层。
  2. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:(i) 中断所述偏置电压;(ii) 将所述偏置电压减小至操作电压;或(iii) 其组合。
  3. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述偏置电压是由电池供给的在 10V 和 250V 之间的 DC 电压。
  4. 如权利要求 1 所述的方法,其中,改变所述偏置电压的幅度以调节塌陷的量。
  5. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述至少一个孔的直径在 1 微米和 25 微米之间。
  6. 如权利要求 1 所述的方法,其中,使用选自以下技术构成的组中的光学平版印刷术技术限定所述孔:g 线平版印刷术、i 线平版印刷术、纳米压印平版印刷术和电子束平版印刷术。
  7. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述电极板是由导电材料制作的圆形电极板。
  8. 如权利要求 7 所述的方法,其中,所述导电材料为金属或非金属。
  9. 如权利要求 7 所述的方法,其中,所述电极环的外径的配置和形成的尺寸为基本匹配所述圆形电极板的直径,并且其中,所述电极环的中心和所述圆形电极板的中心基本对准。
  10. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述基底层包括硅。
  11. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述膜层包括 CMOS 兼容材料。
  12. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述包装层包括 CMOS 兼容材料。
  13. 如权利要求 11 或 12 所述的方法,其中,所述 CMOS 兼容材料为氮化物、各种等级的氧化物、四乙氧基硅烷(TEOS)、多晶硅。
  14. 如权利要求 13 所述的方法,其中,所述氮化物为氮化硅。
  15. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述电极板是金属或非金属导电材料。
  16. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述 cMUT 至少部分使用等离子体增强化学气相沉积(PECVD)和/或低压化学气相沉积(LPCVD)制作。
  17. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述 cMUT 元件的所述电极板相对于所述基底层的顶表面固定。
  18. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述 cMUT 元件的所述膜层相对于所述基底层的顶面固定,使得在所述膜层和所述基底层之间限定腔。
  19. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述电极环相对于所述膜层的顶面固定。
  20. 如权利要求 1 所述的方法,其中,穿过所述膜层相对于所述电极环的中心限定所述至少一个孔。
  21. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述孔的直径小于所述电极环的内径。
  22. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述膜层的塌陷区邻近所述孔。

23. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述偏置电压:(i)在整个固定和密封处理中被维持;(ii)在所述固定和密封处理之前被减小;(iii)在所述固定和密封处理期间被减小;或(iv)其组合。

24. 一种用于声成像的集成组件,包括:

- a. 根据权利要求 1-23 中任一项所述的方法制造的预塌陷的 cMUT,适于传递超声能量;以及
- b. 集成电路或芯片,具有束操控功能性;

其中,所述预塌陷的 cMUT 和所述集成电路或芯片相对于彼此安装,以限定集成单元。

25. 如权利要求 24 所述的集成组件,其中,所述集成电路或芯片包括一或多个脉冲生成器、一或多个驱动器、前置放大器以及处理器,并且具有输入 / 输出控制功能性。

26. 一种包含 cMUT 的封装单元,包括:

- a. 单独的根据权利要求 1-23 中任一项所述的方法制造的预塌陷的 cMUT 或所述预塌陷的 cMUT 与集成电路或芯片的组合;
- b. 与导电互连部连接的至少一个焊垫;以及
- c. 围绕能量路径的流阻挡层。

27. 如权利要求 26 所述的封装单元,其中,所述流阻挡层由光刻胶材料制作。

28. 一种用于声成像的组件,包括:

- a. 根据权利要求 1-23 中任一项所述的方法制造的预塌陷的 cMUT;以及
- b. 相对于所述预塌陷的 cMUT 安装的聚焦透镜。

## 预塌陷的电容微机械超声传感器的制造及其应用

### 技术领域

[0001] 本公开总体涉及声成像领域,例如光声成像、超声成像等。更具体地,本公开的示例实施例涉及用于制造高端传感器阵列的新的和有用的方法,该传感器例如是可以有利地应用于声成像应用中的传感器阵列。本公开的示例实施例还涉及基于于此公开的有利的制造方法的电容微机械超声传感器(cMUT),该传感器提供改进的一致性和可靠性。

### 背景技术

[0002] 在声成像应用中,高端二维超声(US)传感器阵列使得能够进行主动的束操纵/聚焦并提供/支持实时三维成像应用。此外,该传感器阵列的质量是总的声成像产品性能的关键并且通常是产品区别中的决定性因素。为达此目的,特别需要进行可靠、有效、低成本的US传感器阵列制造的方法。

[0003] 用于加工US传感器阵列的当前技术总体涉及以下之一:(i)用于制作压电微机械超声传感器(pMUT)的技术,其总体涉及薄膜工艺和压电叠层技术的应用,和(ii)用于制作电容微机械超声传感器(cMUT)的技术,其总体涉及牺牲释放工艺,其中通过在承载基底上沉积牺牲层在膜下产生腔。

[0004] 在pMUT加工中,提供压电陶瓷键合层、复合的和简单的聚合物匹配层。金刚石锯可用于切割单个元件。通过前表面上的用于至元件的通常的、歪曲的迹线的导电层可以实现互连。替代地,能够使用平版印刷技术制造pMUT,由此避免了对金刚石锯的需要。通常,信号通过同轴电缆等从pMUT传输至辅助系统。单晶加工能够提供/支持改进的性能,但是其成本可能不完全可行。

[0005] 用于制造cMUT的当前方法可以涉及牺牲刻蚀工艺,由此在氮化硅膜下产生真空腔。对于涉及当前cMUT处理方法的概述,参见“Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducers :Fabrication Technology”,A. S. Ergun等,IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, Vol. 52, (12), December 2005。还公开了用于加工cMUT的晶片键合技术。

[0006] 图1中描绘了示例性常规一维cMUT元件10的示意性横截面(现有技术)。如其中描述的,典型的cMUT元件(未塌陷的(un-collapsed))包括(从底部向上)硅基底上的底电极12b、绝缘层14b、膜14a、顶电极12a、以及氧化物钝化层18。典型地,膜14a和绝缘层14b配置成在其间限定真空腔16,例如圆柱腔。

[0007] 偏置电压的应用引起电荷,该电荷将膜和基底拉得更靠近一起。然而,如果膜/基底太靠近一起,可以发生塌陷。在cMUT阵列的典型制造中,穿过膜层刻蚀小的孔(经常在低于100nm的量级)和通道,以制造描绘的结构,然而,已经公开了较大的刻蚀通道(在2-5微米的量级)。可以需要相对昂贵和复杂的设备/技术以在膜中形成孔的图案用于牺牲刻蚀,例如高分辨率电子束平版印刷术。

[0008] 常规cMUT(未塌陷的)具有固有的缺陷,包括非线性行为、窄的操作范围、低电容、以及对加工变异性的高敏感性。另外,需要相对高的偏置电压。需要注意,对于未塌陷cMUT,

膜上的力与电荷的平方成比例。从而,增大力减小了分开,这依次增大了电容,并且(由电压偏置)增大了电荷。结果,当正反馈克服膜的刚度时,膜最后将塌陷,此塌陷的结果是形成塌陷的 cMUT。

[0009] 已经研究了塌陷的 cMUT。例如,形成了塌陷的 cMUT,其中,通过施加 DC 偏置电压,使膜塌陷至腔的底部。塌陷的 cMUT 能够提供改进的性能。然而,特定于塌陷的 cMUT 的问题还没有得到充分解决和 / 或处理,例如加工相关的问题、与阵列一致性相关的问题、以及总的可靠性。例如,引起膜塌陷所需的相对地高的电压招致显著的复杂化,例如对充电的增加的 cMUT 灵敏度。该相对地高的电压还可以消极地影响关联的电子器件,例如芯片。

[0010] 从而,对用于制作塌陷的 cMUT 的有效和可靠的需求继续存在,该塌陷的 cMUT 在一致和成本效益的基础上呈现出期望的运行性质。如本领域技术人员从以下公开的内容将能够明白的,于此公开的有利的方法满足此未解决的需求并支持塌陷的 cMUT 的商业制造,并具有与其相关联的伴随益处。

## 发明内容

[0011] 根据本公开,提供了用于制造预塌陷的 cMUT 的有利的方法。更具体地,公开的方法的示例性实施例在塌陷的 cMUT 的加工标准和总的功效方面提供了显著的成本效益改善。实际上,公开的方法的示例性实施例有效地解决了先前未解决的与塌陷的 cMUT 关联的问题,包括对相对高的塌陷电压和对充电的相关灵敏度的需求。虽然本公开的示例性实施例通常涉及声成像应用并且更具体地涉及光声 (PA) 成像应用,但是明确地,预期于此公开的方法以相等的效用和益处适用于可能期望紧凑的传感器的任何领域。

[0012] 通常,本公开的示例性实施例涉及用于制造预塌陷的 cMUT 的方法,其遵循形成 / 制作接近完成的、常规的 cMUT 的常规加工步骤。这些接近完成的 cMUT 通常包括 cMUT 元件的分组,例如阵列,其中每个单个的 cMUT 元件包括(从底部向上):(1)基底层;(2)电极板;(3)膜层;以及(4)电极。

[0013] 基底层典型地由诸如硅的工业标准的基底材料构成。在本公开的示例性实施例中,电极板圆形地配置并嵌入于基底层的顶面中。膜层典型地配置为在基底层和膜之间限定圆柱腔,由此将嵌入的电极板封装于其中。膜层典型地由诸如氮化硅的工业标准的膜材料构成。电极环可以有利地相对于膜层顶面固定,使得电极环中心直接位于电极板的中心之上。实际上,在示例性实施中,电极环的外径可以基本上等于圆形地配置的电极板的直径。典型地,电极环的配置和形成的尺寸是使得电极环的内径限定用于构图和 / 或刻蚀的膜层区域。

[0014] 根据本公开,本加工方法在最终的(或接近最终的)处理步骤上与常规 cMUT 制作技术相偏离。更具体地,根据本公开,与牺牲层的刻蚀和膜层的密封相关联的常规步骤被替换和 / 或得到改进。从而,在本公开的示例性实施例中,用于制造预塌陷的 cMUT 的方法包括以下步骤:(1)获得如于此所述的接近完成的 cMUT,(2)穿过用于每个 cMUT 元件的所述膜层限定孔(其中,通常穿过电极环的中心限定孔),(3)跨膜层和基底层施加偏置电压(良好限定的偏置电压),使得所述膜层向和 / 或朝向邻近每个孔的所述基底层塌陷,以及(4)相对于所述基底层固定 / 密封塌陷的膜层。

[0015] 根据公开的加工方法穿过膜层限定的孔的尺寸特性可以不同于传统 cMUT 制造通

用的尺寸。从而，穿过膜层限定的示例性孔的尺寸可以在约 1 和 25 微米之间。在示例性实施例中，孔的直径在 10 至 20  $\mu\text{m}$  的量级，然而，根据本公开，可以采用较小尺寸的孔，例如孔直径在约 3 或 4 微米的量级。通常，对公开的孔进行构图，使得穿过膜层在（或基本接近）对应的电极环的中心点限定每个孔。重要的是，孔的直径小于电极环的内径。

[0016] 在公开的加工技术的示例性实施中，通过刻蚀牺牲层使得无膜层，穿过基底层限定 / 形成孔。归因于根据本公开可以采用的孔的相对大的大小，可以有利地避免需要和 / 或利用高分辨电子束平版印刷术的传统刻蚀技术。替代地，用于对本公开的孔进行构图的示例性技术包括“g 线”或“i 线”平版印刷术的使用，从而减少了成本并提供了更大程度的阵列一致性。如于此所使用的，“g 线”平版印刷术包含 UV 辐射，该 UV 辐射包含波长为 436nm 的高强度线；且“i 线”平版印刷术包含 UV 辐射，该 UV 辐射包含波长为 365nm 的高强度线。用于形成 / 构图根据本公开的孔的替代技术采用光学平版印刷术，示例性波长为 248nm（深紫外 /DUV）、365nm、436nm 等。此外，可以采用电子束和 / 或压印平版印刷术用于根据本公开的孔形成 / 构图。

[0017] 根据公开的加工技术，获得了附加的优点。例如，归因于公开的加工技术中的孔的大小，相对于传统刻蚀技术，可以有利地获得较高刻蚀速率。此外，因为在公开的用于预塌陷的 cMUT 的构图和刻蚀处理中产生通道不是必须的，所以接近 100% 的阵列密度是可能的。

[0018] 在本公开的示例性实施例中，跨膜层和基底层施加的偏置电压是 10V 和 250V 之间的 DC 耦合电压，例如，在约 100V 的量级。通过改变 DC 耦合电压的幅度，能够调节预塌陷的量，从而容许对阵列性质的灵活的定制和优化。重要的是，为实现期望的耦合电压，可以在沉积处理中向晶片施加外部电接触部。重要的是，随着膜层的塌陷，可以减小偏置电压，只要电压保持足够维持塌陷的状态。

[0019] 根据本公开，相对于基底固定并密封塌陷的膜，例如向塌陷的组件施加包装层。包装层可以是工业标准材料，例如  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 。在包装层的沉积过程中，跨膜层和基底层的偏置电压典型地维持有效。然而，在本公开的示例性实施例中，可以在固定和密封处理之前和 / 或期间减小偏置电压。在施加包装层后，偏置电压变得不是必需的了并且可以被中断或减小至操作电压。

[0020] 相对于现有加工技术，公开的加工技术提供许多明显的优点。例如，相对于常规方式，于此公开的示例性方法提供较高的牺牲层刻蚀速率。此外，可以使用例如是 g 线平版印刷术或 i 线平版印刷术的相对便宜的技术实现公开的刻蚀 / 构图步骤，与采用高分辨电子束平版印刷术的现有技术要求相反。本公开的示例性方法得到接近 100% 阵列密度、高阵列一致性和高塌陷一致性的预塌陷的 cMUT。根据本公开制作的塌陷的 cMUT 还呈现出改进的线性，基本消除了任何潜在的滞后回线。此外，通过改变偏置电压的幅度，能够有效地调节预塌陷的量。公开的示例性方法还具有减小用于制造塌陷的 cMUT 的操作电压并从而指数地减小充电规模的优点。此外，固定 / 密封处理中偏置电压的连续应用有利地防止了刻蚀后烘干处理期间潜在的复杂化。

[0021] 可以封装公开的预塌陷 cMUT 以提供有益的组件。例如，可以形成防水封装以包装和保护本公开的预塌陷的 cMUT。还可以将公开的 cMUT 与聚焦透镜组合，以有利于传递发射的波至期望的目标，该波例如是超声波。

[0022] 本公开还延伸至于此公开的预塌陷的 cMUT 的有益的应用。从而,在公开的预塌陷的 cMUT 的第一示例性实施中,除其它事物外,提供的集成组件包括:预塌陷的 cMUT 和集成电路 / 芯片,除了其它事物外,集成电路 / 芯片包括束操控功能性。束操控芯片通常包括各种特征 / 功能性,包括脉冲生成器、一或多个驱动器(例如,以提升输出电压)、前置放大器、处理器、和 / 或输入 / 输出控制功能性。预塌陷的 cMUT 和束操控芯片的集成有利地促进了来自本公开的预塌陷的 cMUT 的超声传递的控制 / 优化。集成组件还支持和 / 或促进操作控制和数据接收 / 处理。

[0023] 本公开的预塌陷的 cMUT 具有广泛范围的有益应用。例如,预塌陷的 cMUT 可以用于各种传感器应用,该应用包括超声传感器以外的应用。例如,可以在各种基于导管的应用、针刺单元、超声流量计实施等中采用预塌陷的 cMUT(单独或与集成芯片 / IC 组合)。实际上,在基于导管和 / 或基于针的示例性实施中,根据本公开的预塌陷的 cMUT 可以用于定位解剖结构,例如脉管,或另外用于促进解剖导航。可以在超声领域 (regimen) 内或外操作的替代应用可以于此公开的预塌陷的 cMUT 的实施获益,根据以下公开,这对本领域技术人员来说是明显的。

[0024] 虽然参照示例性实施例和其实施描述了本公开,但是本公开不受这些示例性实施例和 / 或实施限定或限定于这些示例性实施例和 / 或实施。相反,可以不脱离本公开的精神或范围对本公开的装置、系统和方法进行各种修改、改变和 / 或增强。因此,本公开明确包括其范围内的所有这样的修改、改变和 / 或增强。

## 附图说明

- [0025] 为了帮助本领域技术人员利用和使用于此的主题,参照了附图,其中:
- [0026] 图 1 描绘示例性常规一维 cMUT 元件的示意性横截面;
- [0027] 图 2 描绘接近完成的 cMUT 的单个元件的示意性横截面;
- [0028] 图 3 描绘图 2 中描绘的元件的示意性横截面,其中,相对于电极环的中心穿过膜层限定了孔;
- [0029] 图 4 描绘图 3 中描绘的元件的示意性横截面,其中,跨膜层和基底层施加了偏置电压,以便使膜层相对于基底层塌陷;
- [0030] 图 5 描绘图 4 中描绘的元件的示意性横截面,其中,通过施加包装层而将塌陷的膜层相对于基底层固定并密封;
- [0031] 图 6 是本公开的替代示例性 cMUT 的示意图;
- [0032] 图 7 是根据本公开的示例性的包含封装的 cMUT 的单元的示意图;
- [0033] 图 8 描绘根据本公开的包括 cMUT 和束操控芯片的示例性集成组件的示意图;
- [0034] 图 9 描绘根据本公开的包括预塌陷的 cMUT 和透镜的示例性组件的示意图;
- [0035] 图 10 提供本公开的示例性 cMUT 的三 (3) 个 SEM 图像;
- [0036] 图 11 提供与根据本公开的 cMUT 的刻蚀孔的密封相关的三 (3) 个 SEM 图像。

## 具体实施方式

[0037] 根据本公开提供了用于制造预塌陷的 cMUT 的示例性方法。为了帮助本领域技术人员利用和使用该示例性方法,提供了附图,其中描绘了示例性加工方法的连续的步骤。

[0038] 根据本公开的用于制作塌陷的 cMUT 的示例性方法典型地包括以下步骤：(1) 获得如图 2 中描绘的接近完成的 cMUT；(2) 如图 3 中描绘的，穿过每个 cMUT 的膜层限定至少一个孔（并且可选地多个孔）；(3) 跨膜层和基底层施加偏置电压，以便如图 4 中所描绘的，使膜层相对于基底层塌陷；以及 (4) 如图 5 中描绘的，相对于基底层固定并密封塌陷的膜层。

[0039] 首先参照图 2，描绘了 cMUT 元件 5 的示意性横截面，其中，获得的接近完成的 cMUT 包括 cMUT 元件的分组（例如阵列）。示例性 cMUT 元件 5 包括基底层 20、电极板 22b、膜层 24、以及电极环 22a。在示例性实施例中，电极板 22b 是圆形配置的并嵌入于基底层 20 中。另外，膜层 24 被相对于基底层 20 的顶面固定并配置 / 形成的尺寸为在膜层 24 和基底层 20 之间限定圆柱腔 26。重要的是，圆柱腔 26 可以限定替代的几何结构，或者是整体，或者是部分。例如，腔 26 能够限定矩形和 / 或方形横截面、六角横截面、椭圆横截面、或不规则横截面，这对本领域技术人员来说是明显的。

[0040] 底电极 22b 典型地以附加层（未图示）绝缘。可以由 CMOS 兼容的材料制作公开的部件，这些材料例如是 Al、Ti、氮化物（例如氮化硅）、氧化物（各种等级）、四乙氧基硅烷（TEOS）、多晶硅等。

[0041] 用于制造公开的腔 26 的示例性技术包括在增加膜层 24 的顶面之间在膜层 24 的初始部分中限定该腔。在图 2 中描绘的示例性实施例中，圆柱腔 26 的直径大于圆形配置的电极板 22b 的直径。电极环 22a 可以与圆形配置的电极板 22b 具有相同的外径，然而，根据本公开，该一致不是必需的。从而，在本公开的示例性实施例中，相对于膜层 24 的顶面固定电极环 22a，以便与下面的电极板 22b 对准。

[0042] 现在参照图 3，描绘了示例性 cMUT 元件 5 的示意性横截面，其中，相对于电极环 22a 的中心穿过膜层 24 的顶面限定了孔 27。如先前提到的，可以以附加孔增加孔 27，以限定多个孔。如图 3 中所示，示例性孔 27 是圆形配置的，其直径小于电极环 22a 的内径。可以有利地使用光学平版印刷术形成孔 27，该平版印刷术例如是 g 线平版印刷术、i 线平版印刷术、纳米压印平版印刷术、和 / 或电子束平版印刷术。孔 27 的直径典型地在约 1 微米和 25 微米之间。

[0043] 现在参照图 4，描绘了示例性 cMUT 元件 5 的示意性横截面，其中，跨膜层 24 和基底层 20 施加了偏置电压，以便使膜层 24 相对于基底层 20 塌陷。能够看到电极环 22a 的得到的示例性角度配置。在图 4 中描绘的示例性实施例中，使邻近孔 27 的膜层 24 的顶面与电极板 22b 接触。

[0044] 现在参照图 5，描绘了示例性 cMUT 元件 5 的示意性横截面，其中，通过在膜层 24 的顶面和电极环 22a 之上施加包装层 28 而将塌陷的膜层 24 相对于基底层 20 和电极板 22b 固定并密封。最终得到的 cMUT 元件 5 从而是可以根据公开的加工方法学制作的许多预塌陷的 cMUT 元件中的一个的示例性实施例。制作公开的 cMUT 可以采用等离子体增强化学气相沉积 (PECVD) 和 / 或低压化学气相沉积 (LPCVD)。可以由合适的导电材料制作公开的电极板 / 构件，该导电材料例如是金属或非金属导电材料。

[0045] 图 6 中示意性地描绘了本公开的替代实施例。示例性 cMUT 40 包括形成于膜 44 中的多个孔 42，例如相对小的刻蚀的孔。孔 42 由环电极 46 围绕。从而，在图 6 的替代实施例中，由若干位于膜 44 的中心附近的相对小的孔 42 替代单个中心孔，该多个孔 42 设置于环电极 46 的内径之内。图 6 的替代 cMUT 40 的制作和功能性对应于先前公开的示例性预

塌陷的 cMUT 的制作 / 功能性 (见图 1-5)。

[0046] 在本公开的示例性实施例中,可以在底电极 22b 顶部提供附加绝缘层。另外,金属底电极 22b 可以由提供相同功能性的导电非金属层替代。

[0047] 在本公开的且参照图 7 的另一示例性实施例中,示意性地公开了包含预塌陷的 cMUT 52 的封装单元 50。沿或邻近 cMUT 52 的周边形成焊垫 54,并且该焊垫通过导电构件与互连功能部件 56 相连,导电构件例如是限定在 cMUT 52 上的金隆起部 58。流阻挡层 60 也限定在 cMUT 52 上,在金隆起部之内并围绕能量路径 62,能量路径 62 有利于超声波等的传输。流阻挡层 60 可以采取 SU-8 流阻挡层或其它光刻胶材料的形式。SU-8 是粘性聚合物,其限定常用的负光刻胶。如组装的,封装单元 52 有利地限定具有广泛应用的防水单元。在名称为“*A new package for silicon biosensors*”(EMPC 2005, June 12-15, Brugge, Belgium) 的公开中提供了与封装的生物传感器相关的背景信息,于此通过引用并入了该内容。

[0048] 参照图 8,提供了根据本公开的示例性集成组件的示意性描绘。组件 100 包括相对于彼此安装以限定集成单元的 cMUT 102 和束操控芯片 104。cMUT 102 和束操控芯片 104 相连,使得芯片 104 给 cMUT 102 提供输入用于从其的超声传递。芯片 104 典型地包括各种功能部件和功能性,例如脉冲发生器、一个或多个驱动器 (例如,以提升输出电压)、前置放大器、处理器、以及输入 / 输出控制功能性。对于熟练的从业者,合适的束操控芯片 / 集成电路 104,例如 ASIC,的设计和制作是公知的。

[0049] 参照图 9,示意性地描绘了包括预塌陷的 cMUT 传感器 152 和透镜 154 的另一组件 150。公开的透镜 154 通常适于聚焦来自 cMUT 传感器 152 的发射,例如从其发射的超声波。透镜 154 可以采取具有合适的透射性质的塑料单元的形式。

[0050] 图 10 中和图 11 中提供了与本公开关联的 SEM 图像。图 10 提供与本公开的 cMUT 的制作相关的三 (3) 个 SEM 图像,而图 11 提供与公开的 cMUT 关联的刻蚀孔的密封相关的三 (3) 个 SEM 图像。

[0051] 公开的 cMUT 制作技术 / 方法适于制造具有宽广应用和有利的功能性的预塌陷的 cMUT。例如,于此公开的预塌陷的 cMUT 有利地适于生成预定频率范围中的超声波,例如 1-5MHz 和 5-50MHz。利用本公开的预塌陷的 cMUT,可以支持和 / 或生成替代的频率范围。本公开的预塌陷的 cMUT 具有广泛范围的有利的应用,例如延伸至超声传感器实施以外的传感器应用。预塌陷的 cMUT 的示例性实施中有基于导管的应用、针刺引用、超声流量计应用等。预塌陷的 cMUT 可以单独使用,或与集成芯片 / IC 组合使用,以提供附加特征或功能性。在示例性基于导管和 / 或基于针的实施中,预塌陷的 cMUT 可以用于定位解剖的结构,例如脉管、器官等,或另外有助于解剖导航。可以在超声领域内或外操作的替代应用可以从于此公开的预塌陷的 cMUT 的实施获益。

[0052] 如上述,虽然参照示例性实施例和其实施描述了本公开,但是本公开不受这些示例性实施例和 / 或实施限定或限定于这些示例性实施例和 / 或实施。相反,可以不脱离本公开的精神或范围对本公开的装置、系统和方法进行各种修改、改变和 / 或增强。因此,本公开明确包括其范围内的所有这样的修改、改变和 / 或增强。

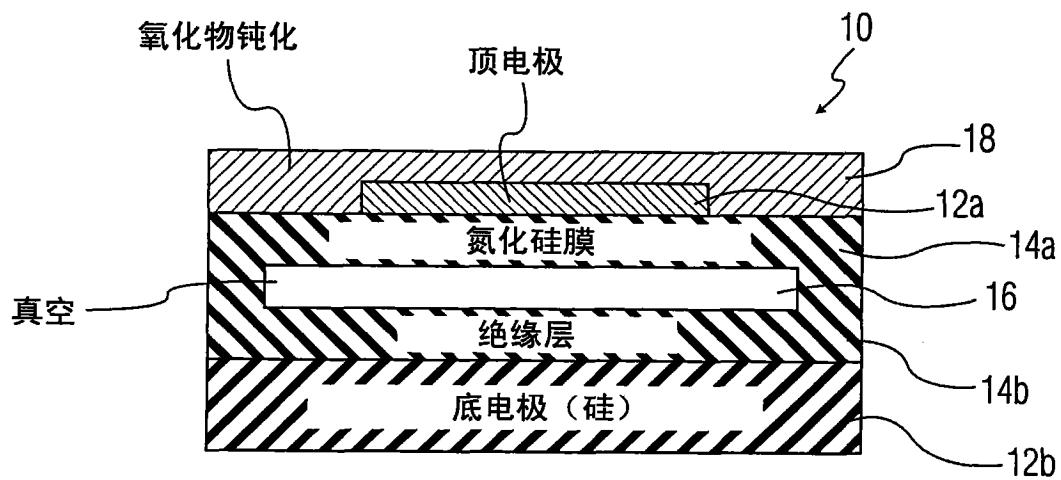


图 1

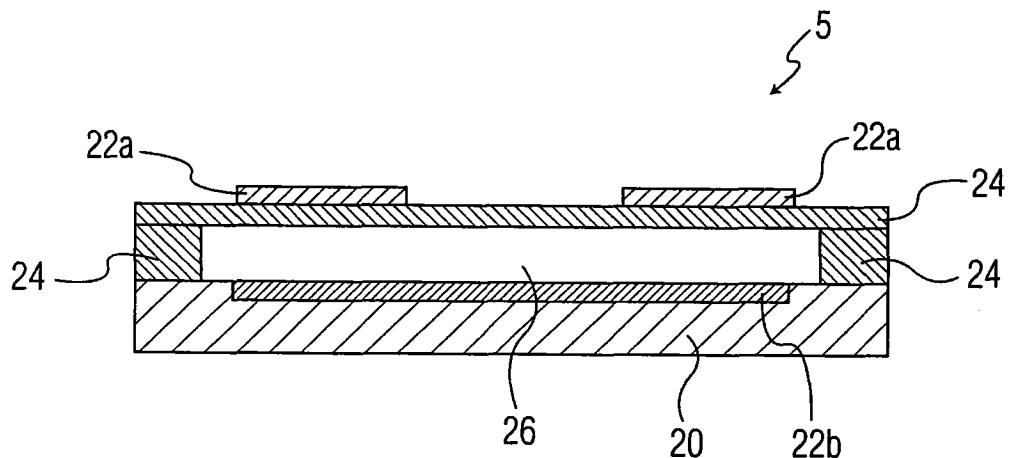


图 2

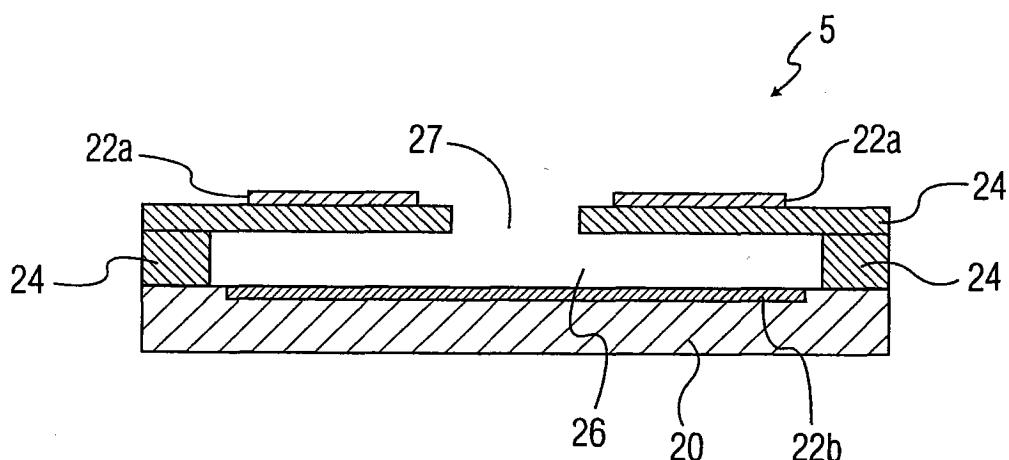


图 3

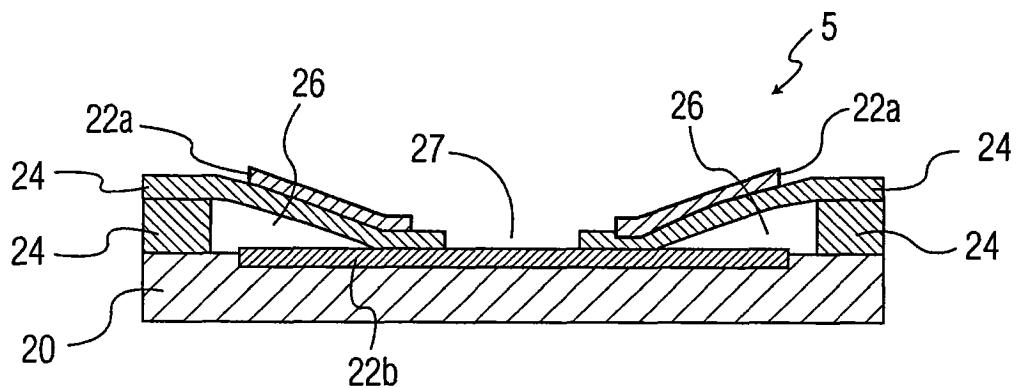


图 4

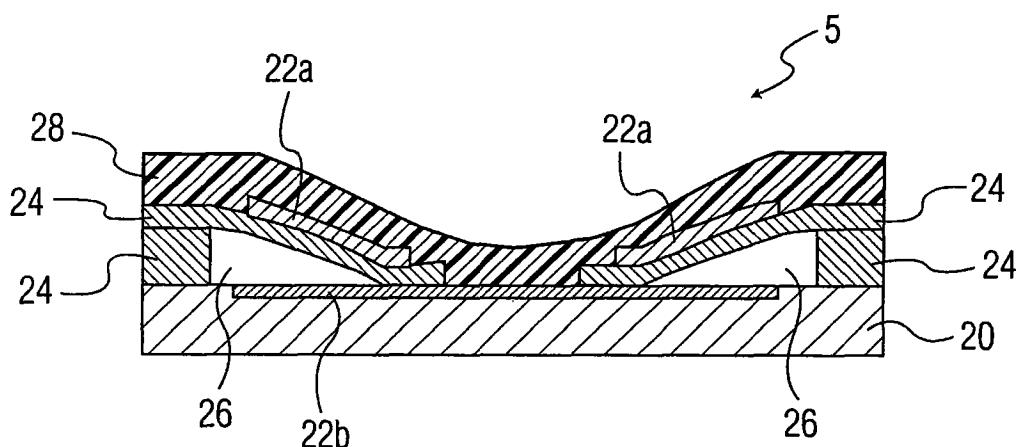


图 5

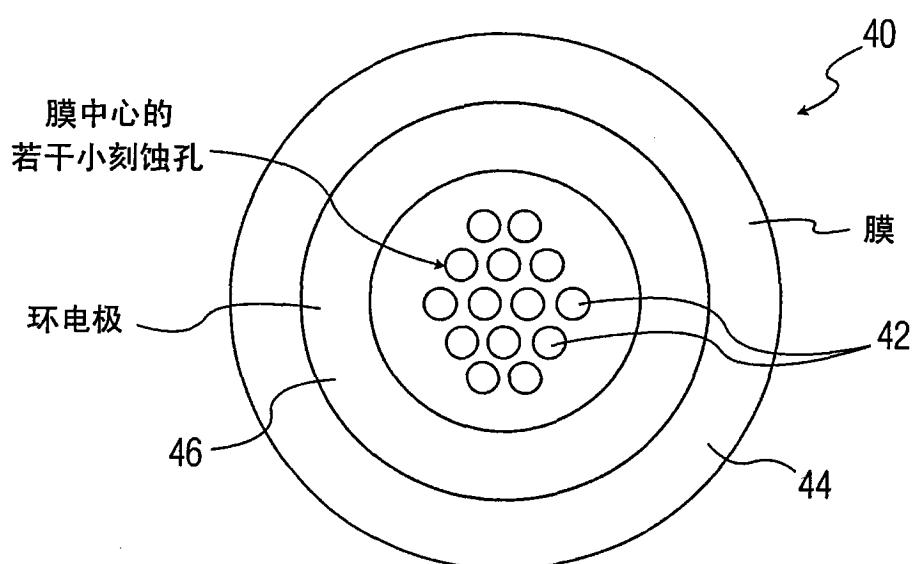


图 6

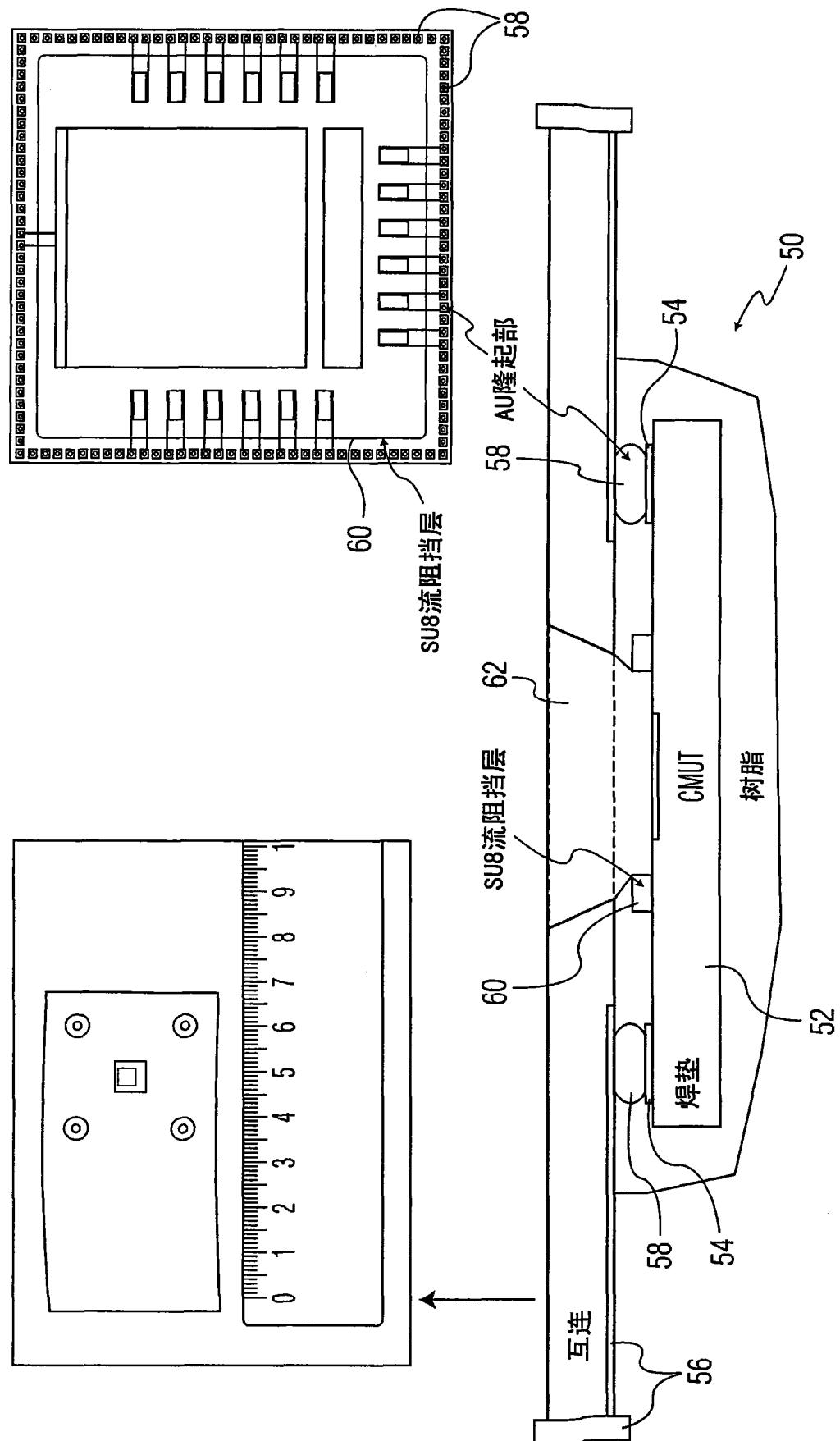


图 7

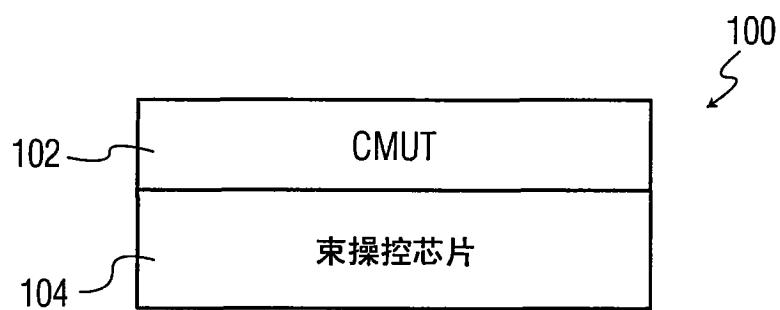


图 8

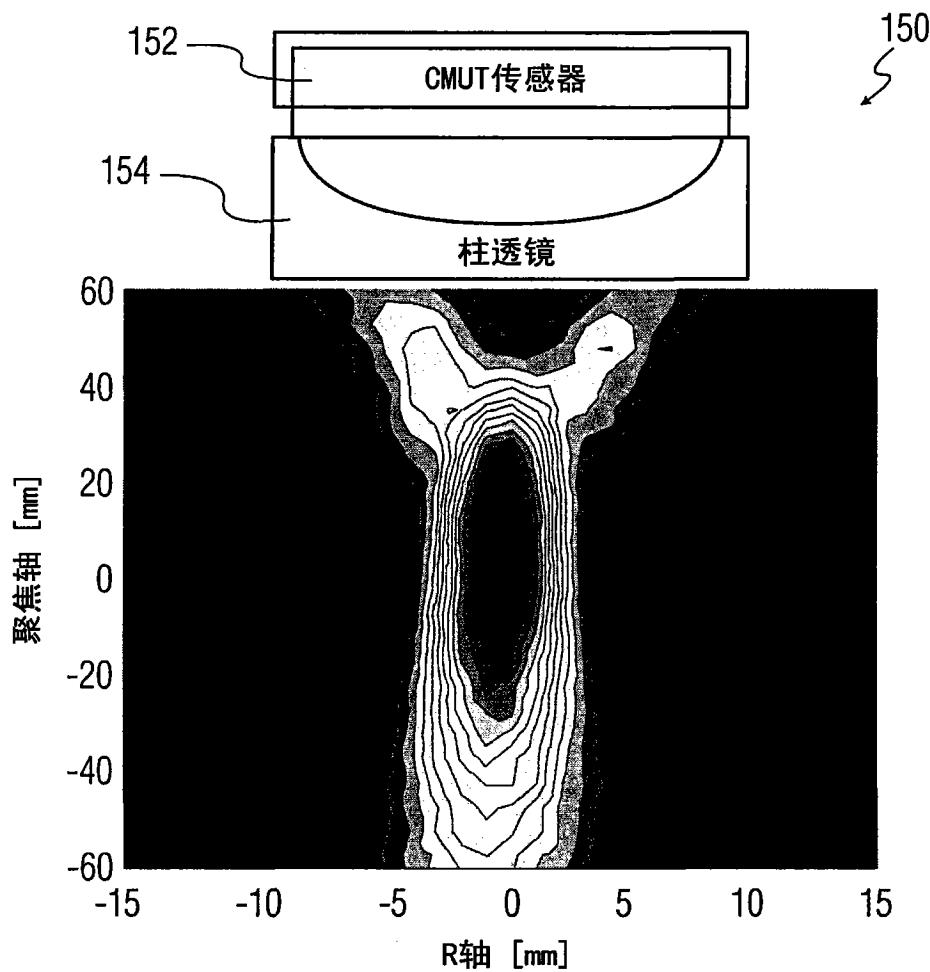


图 9

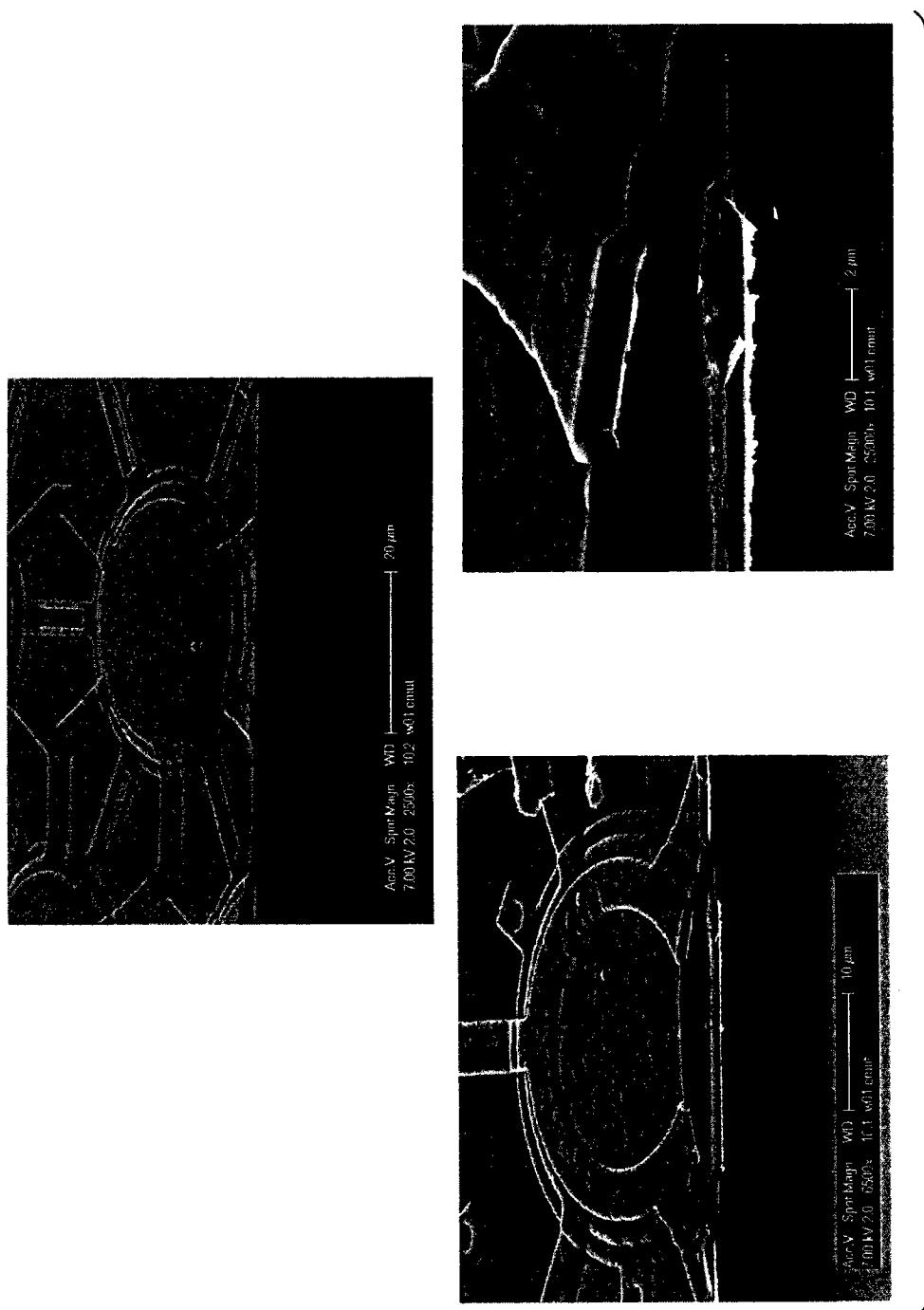


图 10

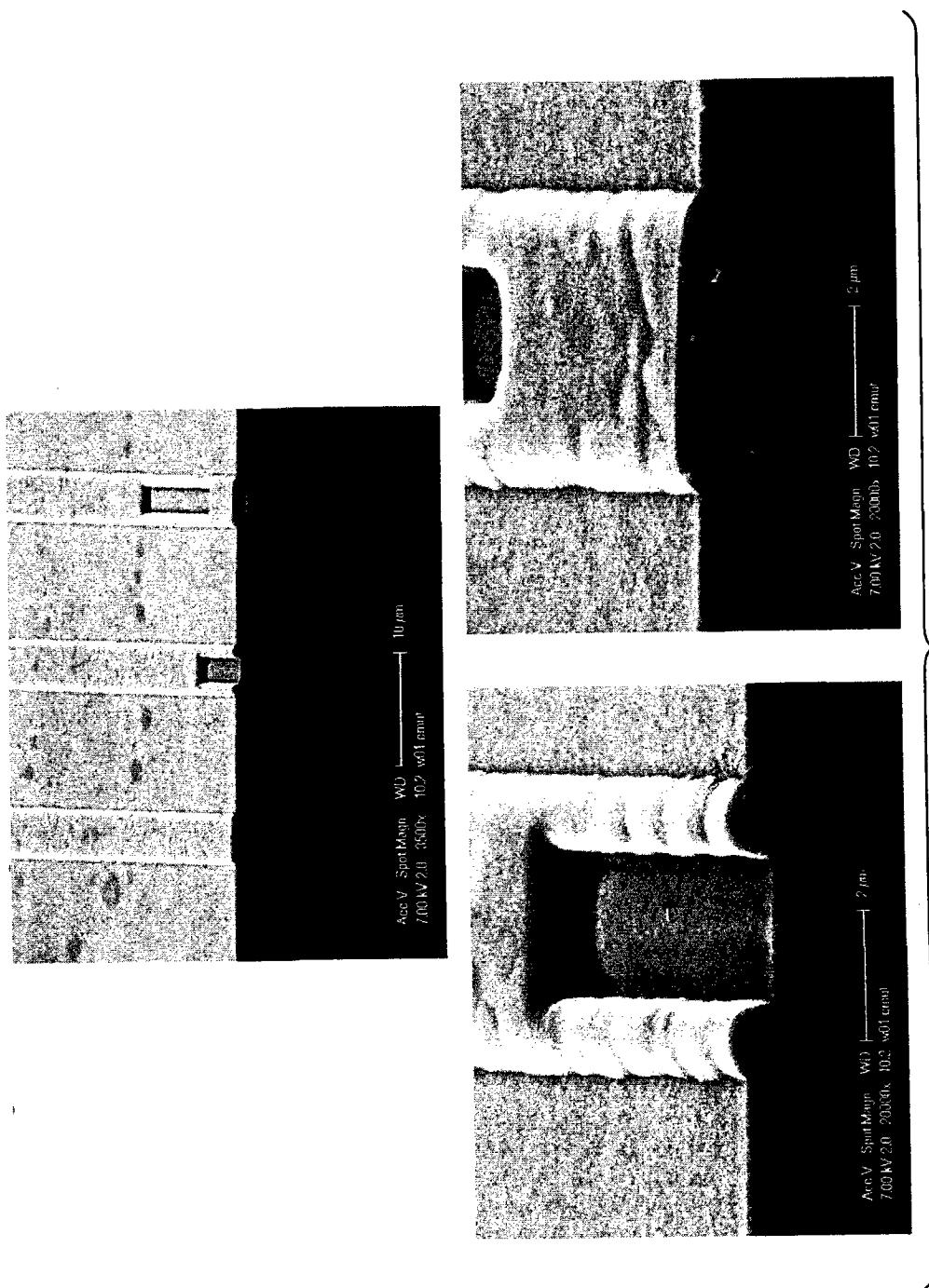


图 11

专利名称(译)	预塌陷的电容微机械超声传感器的制造及其应用		
公开(公告)号	<a href="#">CN101969856B</a>	公开(公告)日	2013-06-05
申请号	CN200880108270.7	申请日	2008-09-17
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
[标]发明人	P·迪克森 A·范德卢格特		
发明人	P·迪克森 A·范德卢格特		
IPC分类号	A61B8/00 B06B1/02		
CPC分类号	H04R19/005 A61B8/00 B06B1/0292 Y10T29/43 Y10T29/49005 Y10T29/4908		
审查员(译)	李玉菲		
优先权	60/972836 2007-09-17 US		
其他公开文献	<a href="#">CN101969856A</a>		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

### 摘要(译)

提供了用于制造预塌陷的电容微机械超声传感器(cMUT)的方法。公开的方法通常包括以下步骤：在刻蚀和密封膜之前获得接近完成的传统cMUT结构；穿过cMUT结构的膜给相对于膜的顶面固定的每个电极环限定孔；跨cMUT结构的膜和基底施加偏置电压，使得膜的邻近孔的区域向或朝向基底塌陷；通过施加包装层而将膜的塌陷的区域固定和密封至基底；以及中断或减小偏置电压。提供了CMUT组件，包括封装的组件、具有集成电路/芯片(例如束操控芯片)和cMUT/透镜组件的集成组件。提供了利用公开的预塌陷的cMUT的基于cMUT的有益应用，例如基于超声传感器的应用、基于导管的应用、基于针的应用以及流量计应用。

