



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103008218 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 29

(21) 申请号 201210354044. 5

(22) 申请日 2012. 09. 21

(30) 优先权数据

13/240754 2011. 09. 22 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 M. H. 克罗恩 P. 辛格 P. A. 梅耶
骆巍

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公
司 72001

代理人 肖日松 傅永霄

(51) Int. Cl.

B06B 1/06(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2001042291 A1, 2001. 11. 22,

US 4518889 A, 1985. 05. 21,

US 4518889 A, 1985. 05. 21,

CN 101952052 A, 2011. 01. 19,

US 2010217160 A1, 2010. 08. 26,

US 2009230823 A1, 2009. 09. 17,

审查员 程诗

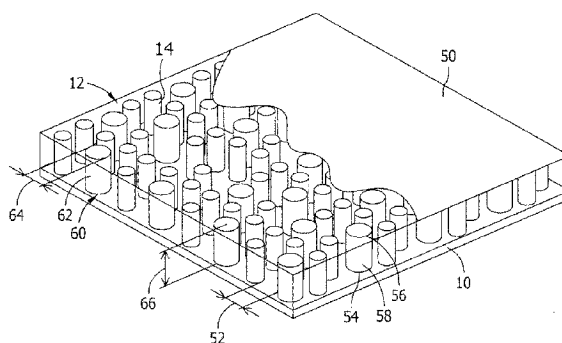
权利要求书1页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种用于超声探头的构造中的复合陶瓷换能器结构

(57) 摘要

本发明涉及一种用于超声探头的构造中的复合陶瓷换能器结构。一种用于超声探头(50)的构造中的复合陶瓷换能器结构(10)包括基板(16)和多个压电换能器柱(14)。多个压电换能器柱(14)可控制地形成于基板(16)上位于基板(16)的X-Y平面中的多个空间位置处。多个压电柱(14)包括限定于基板(16)的X-Y-Z平面中的多个形状,其中多个压电换能器柱(14)被配置成便于最小化在超声探头(50)内的剪切波。



1. 一种用于超声探头(50)的构造中的复合陶瓷换能器结构(10),所述结构(10)包括:
基板(16);以及
多个压电换能器柱(14),其在位于所述基板(16)的X-Y平面上的多个空间位置中可控地形成于所述基板(16)上,所述多个压电换能器柱(14)包括限定于所述基板(16)的X-Y-Z空间中的多个形状,所述多个压电换能器柱(14)被配置成便于最小化在所述超声探头(50)内的剪切波;
其中,所述多个压电换能器柱(14)中的至少一个具有不均匀的密度。
2. 根据权利要求1所述的复合陶瓷换能器结构(10),其特征在于,每个所述多个压电换能器柱(14)包括光可固化的压电陶瓷材料。
3. 根据权利要求1所述的复合陶瓷换能器结构(10),其特征在于,位于所述基板(16)的X-Y平面上的所述多个空间位置包括0-3、3-0、1-3、3-1、3-3和2-2复合结构(10)中的至少一个。
4. 根据权利要求1所述的复合陶瓷换能器结构(10),其特征在于,在所述基板(16)的X-Y平面上的所述多个空间位置包括所述多个压电换能器柱(14)的非周期性布置。
5. 根据权利要求1所述的复合陶瓷换能器结构(10),其特征在于,所述多个压电换能器柱(14)中的至少一个具有不同于所述多个压电换能器柱(14)中的其余压电换能器柱的截面面积。
6. 根据权利要求1所述的复合陶瓷换能器结构(10),其特征在于,所述多个压电换能器柱(14)中的至少一个具有不同于所述多个压电换能器柱(14)中的其余压电换能器柱的侧部轮廓。
7. 根据权利要求1所述的复合陶瓷换能器结构(10),其特征在于,所述多个压电换能器柱(14)中的至少一个具有不同于所述多个压电换能器柱(14)中的其余压电换能器柱的高度。
8. 根据权利要求1所述的复合陶瓷换能器结构(10),其特征在于,所述多个压电换能器柱(14)中的至少一个具有不同于所述多个压电换能器柱(14)中的其余压电换能器柱的密度。
9. 根据权利要求1所述的复合陶瓷换能器结构(10),其特征在于,所述多个压电换能器柱(14)中的至少一个与所述多个压电换能器柱(14)中的相邻压电换能器柱(14)不等距地间隔开。

一种用于超声探头的构造中的复合陶瓷换能器结构

技术领域

[0001] 本文所述的实施例涉及换能器结构,且更特定而言,涉及对于用于换能器探头的换能器结构的受控的造型和布置的方法和系统。

背景技术

[0002] 常常包括压电柱或压电柱阵列的超声探头用于多种应用,包括例如通过超声扫描的结构内部的无损成像。在许多这种成像应用中,期望使用复合材料,复合材料通常由压电材料和非压电材料组成。这些复合材料导致比单片压电材料更好的压电性能。需要尽可能多地减小构成该复合件的个别压电特征的大小,以允许以更高的频率操作,而这又提供在所得到的图像中的增加的分辨率。已知的用于制造压电换能器的切割-填充法在压电换能器中的柱状件大小减小时大体到达分辨率极限。此外,制造探头的已知方法,诸如切割和填充方法,限于在换能器柱之间制作直线切口,从而限制了可用的换能器设计空间,例如,换能器柱布置、截面形状的限制和不能制作自由形式的三维换能器特征。

[0003] 以更高频率的已知超声探头的操作部分地通过减小换能器材料的厚度且相对地减小包括换能器的压电柱的x-y截面面积来实现。此操作导致为了完成换能器的制造,切割时间延长。此外,由于(更薄的)压电柱的增加的断裂可能性,与常规的制造低频换能器的产品产量相比,用于制造高频换能器的切割-填充法的产品产量通常减小。此外,已知的制造方法可产生利用剪切波制成的换能器,这造成一个或多个超声波长在复合结构内行进。剪切波造成对探头的设计约束且造成探头中诸如鸣震(ringing)的声干涉。

发明内容

[0004] 在一方面,提供一种用于在超声探头的构造中使用的复合陶瓷换能器结构。该结构包括基板和多个压电换能器柱。多个压电换能器柱在位于基板的X-Y平面上的多个空间位置处可控制地形成于基板上。多个压电柱包括限定于基板的X-Y-Z平面中的多个形状,其中多个压电换能器柱被配置成便于最小化在超声探头内的剪切波。

[0005] 在另一方面,提供一种用于制造用于超声探头的构造中的陶瓷换能器结构的方法。该方法包括:形成基板层并且形成在基板层上的层,其中该层包括换能器材料和光聚合物。该方法还包括:使得该层的多个选定区域对可编程的光模式(pattern)曝光,以使得该层的选定区域可控制地固化来便于形成多个压电换能器柱。压电换能器柱包括位于基板的X-Y平面上且具有在基板的X-Y-Z平面中的多种形状的多个空间位置。压电换能器柱被配置成便于最小化剪切波且维持在超声探头内的纵波。

[0006] 在又一方面,提供一种超声探头。探头包括基板和可控制地形成于基板上的多个压电换能器柱。柱形成于基板的X-Y平面上的多个空间位置,且其中多个压电柱包括限定于基板的X-Y-Z平面中的多个形状。多个压电换能器柱被配置成便于最小化剪切波且维持在超声探头内的纵波。探头还包括外接地围绕在基板上的压电换能器柱的填料。电接触件联接到多个压电换能器柱以便于将电能转换为超声能。

附图说明

- [0007] 图1示出了包括多个换能器柱阵列的示例性换能器结构的局部截面视图。
- [0008] 图2为制造用于图1所示结构的换能器柱阵列的示例性方法的流程图。
- [0009] 图3a示出了可用于制造用于图1所示结构的换能器柱的示例性浆液系统。
- [0010] 图3b示出了图3a所示的浆液系统的另一过程视图。
- [0011] 图4示出了可用于制造图1所示结构的换能器柱的示例性光调制系统。
- [0012] 图5a示出了在图4中所示用于制作示例性光模式的光调制系统。
- [0013] 图5b示出了图4所示的光调制系统的另一过程视图。
- [0014] 图5c示出了图4所示的光调制系统的另一过程视图。
- [0015] 图5d示出了图4所示的光调制系统的另一过程视图。
- [0016] 图6示出了图1所示的结构透视图。
- [0017] 图7示出了用于图6所示结构的示例性换能器柱的侧视图。
- [0018] 图8示出了可用于图6所示结构的示例性换能器柱的另一侧视图。
- [0019] 图9示出了可用于图6所示结构的换能器柱的示例性阵列的平面图。
- [0020] 图10示出了图9所示的换能器柱阵列的透视图。
- [0021] 图11示出了利用换能器柱阵列制作的示例性探头的局部侧视图。
- [0022] 部件列表
- | | | |
|--------|-----|------------------------|
| [0023] | 10 | 结构 |
| [0024] | 12 | 阵列 |
| [0025] | 14 | 换能器柱 |
| [0026] | 16 | 基板 |
| [0027] | 200 | 方法 |
| [0028] | 18 | 功能层 |
| [0029] | 202 | 形成功能层 |
| [0030] | 204 | 使得多个选定区域曝光 |
| [0031] | 206 | 使得功能层的选定区域固化 |
| [0032] | 208 | 移除功能层的未曝光区域 |
| [0033] | 210 | 使得换能器元件阵列脱脂(debinding) |
| [0034] | 212 | 烧结(sinter)换能器元件阵列 |
| [0035] | 20 | 浆液系统 |
| [0036] | 22 | 浆液 |
| [0037] | 24 | 分配器 |
| [0038] | 26 | 珠滴(bead) |
| [0039] | 28 | 刀片 |
| [0040] | 30 | 调制器系统 |
| [0041] | 32 | 计算机 |
| [0042] | 34 | 光调制器 |
| [0043] | 36 | 光模式 |

[0044]	38	数字模式
[0045]	42	模式
[0046]	44	模式
[0047]	46	模式
[0048]	48	模式
[0049]	50	探头(50)
[0050]	52	非周期性间距
[0051]	54	近端
[0052]	56	远端
[0053]	58	主体
[0054]	60	均匀配置
[0055]	62	非正交形状
[0056]	64	直径
[0057]	66	高度
[0058]	68	空隙
[0059]	70	六边形
[0060]	72	长度
[0061]	73	侧部
[0062]	74	高度
[0063]	76	非周期性阵列
[0064]	78	换能器元件
[0065]	79	成对的换能器元件84
[0066]	80	直径
[0067]	81	分组
[0068]	82	直径
[0069]	83	间距(在换能器元件84之间)
[0070]	84	换能器元件
[0071]	85	间距(在换能器元件78与换能器元件84之间)
[0072]	86	电极
[0073]	88	侧部
[0074]	92	填料。

具体实施方式

[0075] 图1示出了包括置于基板16上的多个换能器柱14的阵列12的示例性换能器结构10的截面图。图2为可用于制作换能器柱14的阵列12的示例性方法200的流程图。在示例性实施例中,方法200包括在基板16上形成202层18(在图3中示出)。基板16可包括诸如但不限于下列的材料:塑料、玻璃、云母、金属、陶瓷和/或其组合。层18由诸如但不限于下列材料制成:超声换能器材料和光可固化的聚合物材料。超声换能器材料可包括一种或多种导电材料、和/或一种或多种压电材料和/或一种或多种声材料。

[0076] 在示例性实施例中,层18的多个选定区域向可编程的光系统30(在图4中示出)曝光204。接下来,层18的选定区域固化206以形成聚合超声换能器区域且选择性地移除208层18的未曝光区域以形成聚合超声换能器柱14的期望布置。方法200还包括将聚合超声换能器柱14脱脂210以选择性地移除有机聚合物,且然后烧结212聚合超声换能器柱14的布置以得到超声换能器柱14的期望阵列12。

[0077] 图3a示出了可用于制备层18的示例性浆液系统20。图3b示出了图3a所示的浆液系统的另一过程视图。用于形成薄均匀层的任何合适制造方法可用于形成层18。在示例性实施例中,浆液系统20的分配器24在基板16上沉积浆液22的珠滴26,其中浆液22包括换能器材料和光聚合物材料。可基于结构10的预定特性来控制浆液珠滴26的大小和/或珠滴26形成的速率。在制造期间,刀片28可控制地擦浆液22以便于形成具有期望大小和形状 of 的层18。用于制备层18的其它合适系统(未图示)包括但不限于本领域中已知的刀片技术、刮刀技术和丝网印刷。

[0078] 在示例性实施例中,层18包括压电材料15和光可固化的聚合物材料17。任何合适的压电材料可用于制成层18。例如,压电材料可包括但不限于仅包括锆钛酸铅、偏铌酸铅、铌酸锂、钛酸铋、钛酸铅和/或其组合。其它压电材料可包括但不限于仅包括铌镁酸铅、铌锌酸铅、铌镍酸铅、氧化铋铟和/或其组合。在示例性实施例中,压电材料包括锆钛酸铅(PZT)。在另一实施例中,层18还可包括任何合适的导电材料和光聚合物。例如,合适的导电材料可包括但不限于仅包括铂、钯、铂-钯合金和/或其组合。可与一种或多种超声换能器材料兼容的任何光可固化的聚合物用于形成层18。另外,当对给定波长分布的光曝光时聚合的任何光可固化的材料可用于制作层18。

[0079] 图4示出可用于制造用于结构10的换能器柱14的阵列12的示例性光调制器系统30。图5a至图5d示出了图4所示的用于制作示例性光模式的光调制系统。在实施例中,空间光调制器34系统性地移动以使得层18曝光,使用“步进扫描”(step-and-scan)制造技术。在制造期间,层18的多个选定区域19向能启动聚合过程的预定强度和波长分布的光曝光204。系统30包括计算机32,其提供数字控制信号来控制调制光强度和/或空间光调制器34的方向来便于在层18上生成预定光模式36。在一个实施例中,可编程的光模式36被数字地控制。计算机32生成电子控制信号且空间光调制器34在层18的多个选定区域19上投射预定光模式36来曝光并固化206层18的那些选定区域19。每一层18向数字地可编程的光模式36曝光,且个别特征的成像经由计算机控制动态实现。表示待制作的结构的截面的数字模式38投射到层18上。空间光调制器34选择性地固化206存在于层18的选定区域19内的光聚合物以得到层18内的聚合区域。

[0080] 如在图5a至图5d中最佳可见地,在制造期间,空间光调制器模块34可在大体上水平面中沿着X平面和Y平面移动来向层18上发射呈期望的曝光模式42的数字可编程的光模式36。空间光调制器模块34也可沿着Z平面移动。例如,空间光调制器模块34可沿着X平面平移来在层18的至少一部分上产生第一曝光模式44,且沿着Y平面平移以在层18的至少一部分上产生不同的曝光模式46。同样地,空间光调制器34可沿着Z平面平移以在层18的至少一部分上产生又一曝光模式48。使用此步进扫描技术便于使用小面积、高分辨率和数字掩膜来制造更大部分。

[0081] 方法200继续选择性地移除208层18的未曝光区域21来产生聚合换能器柱14的期

望布置。接下来,将聚合换能器柱14的阵列12脱脂210来移除有机聚合物。最后,在示例性实施例中,方法200包括烧结212聚合换能器柱14来得到横跨基板14(如在图1中所示)间隔开的超声换能器柱14的期望阵列12。换能器柱14能以任何受控制的间距放置和/或能以不同的物理尺寸和/或不同的形状来独立地制作。换能器柱14能以降低的成本且以任何间距可控制地形成和/或具有用于能使结构10如本文所述地起作用的自由形式的三维造型的任何物理尺寸和/或形状。

[0082] 换能器柱14的可控制的造型和布置通过最小化或基本上消除了阵列12内行进的超声换能器波长的剪切波而便于提高探头(诸如图11所示的探头50)的分辨率。换能器柱14可具有任何合适配置和/或方位和/或大小,其便于最小化和/或消除阵列12内的剪切波;便于维持和/或增强在阵列12内的纵波和/或便于提高探头50的分辨率。

[0083] 在实施例中,多个换能器柱14可控制地形成且布置于基板16上。多个换能器柱14形成为在基板16的X-Y平面上具有多个空间位置。另外,多个换能器柱14形成为具有限于基板16的X-Y-Z平面中的多个形状。换能器柱14的多个空间位置和多个形状被配置成便于最小化剪切波且维持在阵列12内的纵波。在实施例中,换能器柱14的空间位置和/或形状被配置为便于干涉和/或消除(cancellation)由柱14生成且在柱14内或柱14之间行进的剪切波。在示例性实施例中,换能器柱14的空间位置和/或形状还便于减小在柱14内或柱14之间行进的剪切波的振幅。多个空间位置和形状便于增强探头,诸如探头50(在图11中示出)的压电性质和声性质。

[0084] 图6示出了包括可控制地形成和布置的换能器柱14的阵列12的结构10的透视图。在实施例中,换能器柱14的多个空间位置包括多个换能器柱14在基板16上的周期性布置。备选地,换能器柱14的多个空间位置包括多个换能器柱14在基板16上的非周期性布置。在实施例中,换能器柱14位于基板16上的多个空间位置包括0-3、3-0、1-3、3-1、3-3和2-2复合结构中的至少一个。

[0085] 在示例性实施例中,换能器柱14定位成使得间距52限定于相邻的换能器柱14之间。在实施例中,间距52在换能器柱14中的至少一个与相邻换能器柱14之间等距。在另一实施例中,间距52在换能器柱14中的至少一个与相邻换能器柱14之间不等距。在一个实施例中,在换能器柱14之间的间距52在约5微米与约50微米之间。每个换能器柱14包括近端54、远端56和在它们之间延伸的主体58。近端54联接到基板16,且主体58从近端54远离基板16延伸。在示例性实施例中,多个换能器14中的至少一个具有形成为具有基本上均匀配置60的主体58。更具体而言,如本文所用的均匀配置60包括基本上平滑的侧部轮廓和/或基本上均匀的模式化侧部轮廓(未图示),其允许沿主体58的截面形状的微小变化。另外,如本文所用的,均匀配置60包括用于主体58的基本上相似的截面积。

[0086] 在另一实施例中,用于多个换能器柱14的多个形状包括多个换能器柱14中的至少一个换能器柱14的不同截面积。另外,在实施例中,用于多个换能器柱14的多个形状包括用于多个换能器柱14中的至少一个换能器柱14的不同侧部轮廓形状。

[0087] 在示例性实施例中,多个换能器柱14的至少一个主体58具有非正交(non-orthogonal)形状62,诸如但不限于包括基本上圆形截面的柱状形状。在一个实施例中,这样的换能器元件14的直径64的长度在约1微米与约50微米之间。在示例性实施例中,主体50各具有如在端部54与56之间测量的基本上相等的高度66。在示例性实施例中,每个换能器

元件高度66在约5微米与约150微米之间。此外,在示例性实施例中,主体58包括至少2:1的高度与宽度的纵横比。备选地,至少一个主体58被形成为具有不同于阵列12内的多个换能器柱14中其它主体58的高度66。

[0088] 图7示出了用于图6所示的结构示例性换能器柱14的侧视图。在示例性实施例中,至少一个换能器柱14可具有不同于多个换能器柱14中的其它换能器柱14的密度68。备选地,多个换能器柱14中的每个换能器柱14可具有基本上相似的密度。每个换能器柱14的密度结构便于最小化或基本上消除在阵列12内行进的超声换能器波的剪切波。换能器柱14可形成为具有便于消除在阵列12的柱14内或者在阵列12的柱14之间行进的剪切波的任何密度分布。换能器柱14可形成为具有便于维持在阵列12的柱14内或者在阵列12的柱14之间行进的纵波的任何密度分布。另外,在实施例中,多个换能器柱14中的每个换能器柱14能具有均匀密度分布或不均匀密度分布。换能器柱14也可包括诸如但不限于分布于换能器柱14内的盲孔和通孔的结构。

[0089] 图8示出了形成为具有非正交形状70的示例性换能器元件14的侧视图。在示例性实施例中,换能器元件14形成为具有由六边形截面限定的柱形。在示例性实施例中,换能器元件14的每一侧73的长度72在约1微米与约50微米之间,且每个换能器元件14具有如从基板16测量的在约5微米到约150微米之间的高度74。

[0090] 图9示出了安置于图6所示的基板16上的换能器柱14的示例性阵列76的平面图。图10示出了阵列76的透视图。在示例性实施例中,在阵列76内的换能器柱14形成为具有非正交形状,诸如但不限于由基本上圆形截面限定的柱形。备选地,阵列76中的换能器柱14可被形成为具有其它非正交形状(未图示),诸如但不限于六边形截面形状。此外,在阵列76中的换能器柱14可形成为具有正交形状(未图示)。

[0091] 如图所示,至少一些换能器柱14被形成为在阵列76内具有不同于阵列76内的其它换能器柱14的物理大小。更具体而言,在示例性实施例中,阵列76包括多个换能器柱78,其被形成为具有比阵列76中的其它换能器柱84更大的截面大小。此外,在实施例中,在阵列76内的每个换能器元件78具有比每个相邻换能器元件84的直径82更大的直径80。在示例性实施例中,每个直径80比每个直径82大大约30%至50%。

[0092] 在阵列76中,每个换能器元件78定位于成对79换能器柱84与其它换能器柱84的分组84之间。换能器柱84的分组84可包括多个换能器柱84。在一个实施例中,分组81包括四个换能器柱84。在示例性实施例中,限定于相邻换能器柱84之间的间距83在约5微米到约50微米之间。另外,限定于换能器元件78与每个相邻换能器元件84之间的间距85在约5微米到约50微米之间。阵列76的方位、和换能器柱78和84的形状和/或大小便于最小化或基本上消除在换能器结构10的换能器柱14内或之间行进的剪切波。另外,阵列70的方位、和换能器柱78和84的形状和/或大小便于维持在换能器结构10的换能器柱14内或之间行进的纵波。此外,阵列76的方位和换能器柱78和84的形状和/或大小便于减小结构10的总大小以允许探头,诸如探头50(在图11中示出)以比具有已知间距和/或方位和/或形状的探头更高的频率来操作。另外,阵列76的方位、和换能器柱78和84的形状和/或大小便于提高由探头50所得到的图像的分辨率。

[0093] 图11示出了被制作为具有换能器柱14的阵列12的示例性探头50的局部侧视图。探头50包括换能器柱14的阵列12,换能器柱14具有联接到每个顶侧88的电极86,其使得探头

50电联接到电源(未图示)。柱14将电能转换为超声能。探头50还包括填料92,填料92外接基板16上的多个换能器柱14。在示例性实施例中,填料92包括环氧化物材料,其将换能器柱保持在一起且在柱14之间支承电极材料,这形成具有比单片陶瓷材料更低的声阻抗和更高的耦合系数的复合材料。这种造型便于在换能器柱14与由探头50所检查的构件(未图示)之间更高效的声耦合。

[0094] 如本文所用的术语“控制或布置”当用于讨论结构和/或换能器柱和/或探头的一个或多个构件的背景下时,可独立地由用户限定或可编程地实施的换能器柱的物理几何形状和/或大小和/或方位。此外,该术语也可指且包括下面这样的情形:探头的换能器柱的布置也为用户限定的且可例如为不均匀的和/或均匀的。这种布置在受控制或不受控制的距离上可为非周期性/随机的。术语“柱”当用于讨论结构和/或换能器柱和/或探头的一个或多个构件的背景下时,可指压电材料的任何特征。

[0095] 本文所述的实施例提供便于最小化和/或消除剪切波并且维持纵波的换能器柱的几何形状和/或方位和/或间距,而与包括已知换能器柱的探头的性能相比,这提高了相关联的探头的性能。本文所述的实施例包括在任一x-y、x-z、或y-z平面中的非正交的柱截面,诸如例如圆形和六边形。非正交的截面还便于最小化或基本上消除由跨该结构上所施加的电势所生成的剪切波。本文所述的实施例还提供使用成本节约的制造生产自由形式的三维换能器柱用于改进的更高机电耦合系数,在换能器与检查的物件之间改进的声阻抗匹配和改进的谐振特性的能力。

[0096] 本文所描述的实施例提供用于换能器探头的结构。所公开的尺寸范围包括在它们之间的所有子范围。用于换能器柱的尺寸范围便于减小换能器元件的总大小以使得探头能以更高的频率操作。此外,用于换能器元件的尺寸范围便于提高由探头所得到的图像的分辨率。

[0097] 本文所述的实施例的技术效果包括受控制的换能器柱的阵列,其便于最小化或消除在换能器结构的阵列内行进的剪切波。本文所述的换能器柱的阵列的另一技术效果便于减小换能器元件的大小以便于探头以更高频率操作。换能器柱阵列的又一技术效果便于提高探头所得到的图像中的分辨率。

[0098] 在上文中详细地描述了换能器柱、探头和制造换能器柱、结构和探头以及组装探头的方法的示例性实施例。换能器柱、结构、探头和方法并不限于本文所述的具体实施例,而是换能器柱和/或探头的构件和/或方法的步骤可独立地且单独于本文所述的其它构件和/或步骤利用。例如,探头和方法也可与其它诊断系统和方法组合地使用,且并不限于仅利用如本文所述的超声换能器探头来实践。而是,可结合许多其它诊断系统或其它支承结构来实施和利用示例性实施例。

[0099] 尽管在某些附图中示出但未在其它附图中示出本发明的各种实施例的具体特征,但这只是出于方便目的。根据本发明的原理,附图的任何特征可结合任何其它附图的任何特征来参考和/或要求保护。

[0100] 本书面描述使用示例来公开本发明,包括最佳实施方式,且还使本领域技术人员能够实践本发明,包括做出和使用任何层或系统及执行任何合并的方法。本发明的专利保护范围由权利要求限定,且可包括本领域技术人员所想到的其它示例。如果其它示例具有与权利要求的字面语言并无不同的结构元件或者如果其它示例包括与权利要求的字面语

言并无实质不同的等效结构元件,则这些其它示例预期在权利要求的保护范围内。

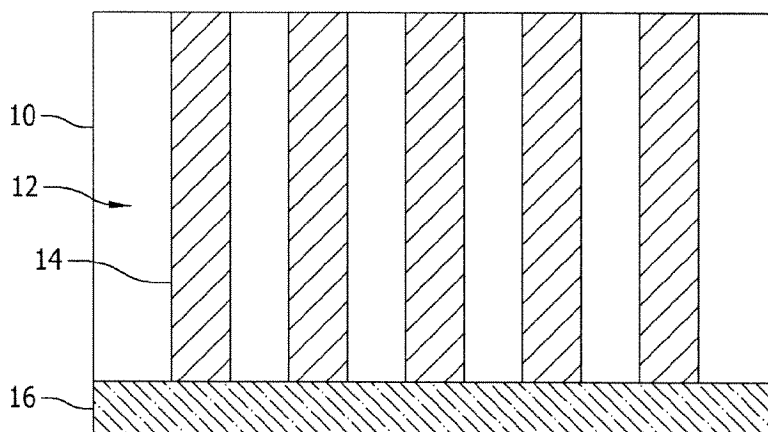


图 1

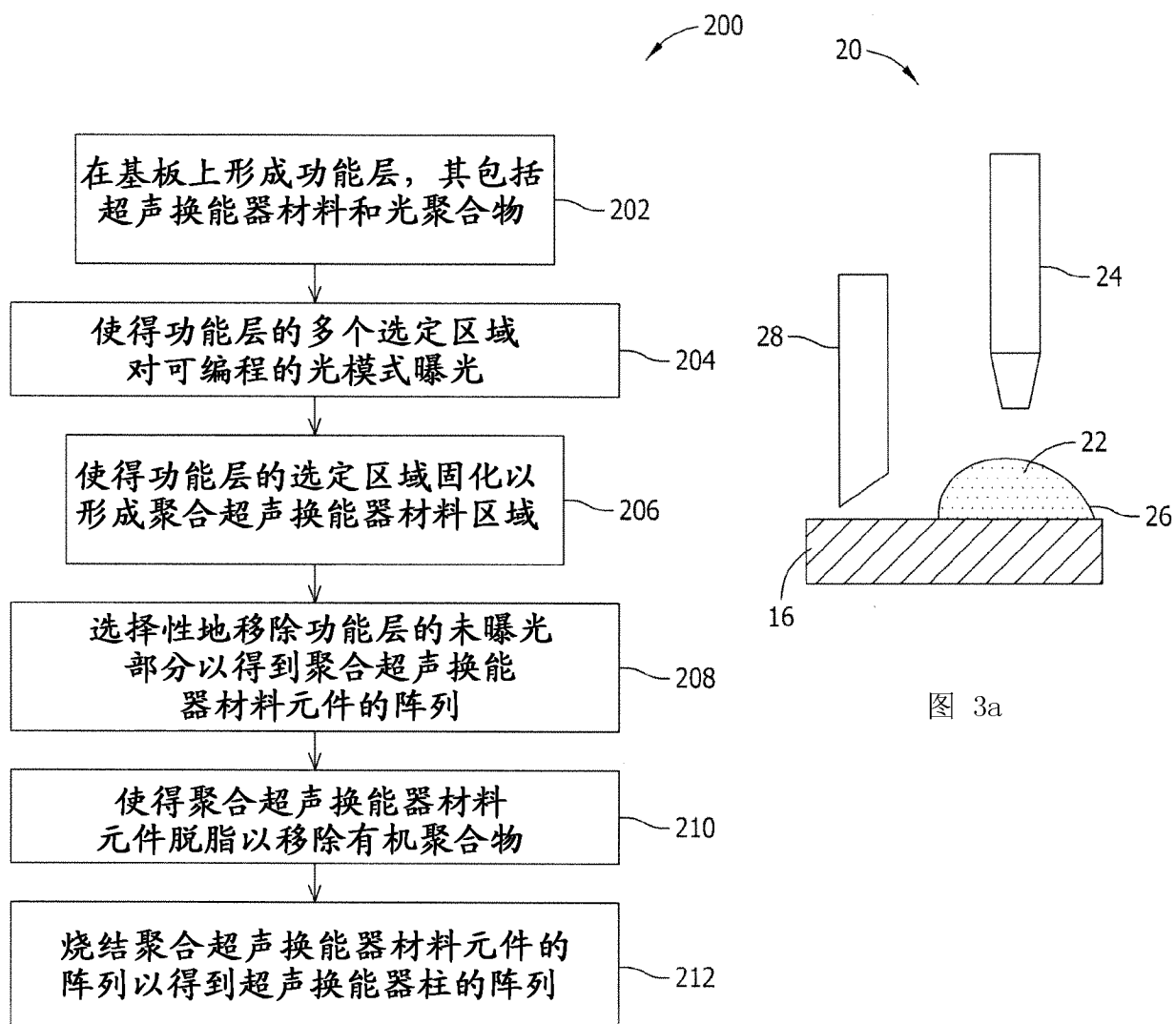


图 3a

图 2

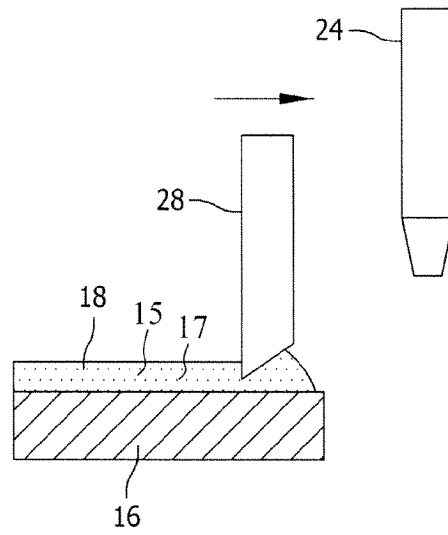


图 3b

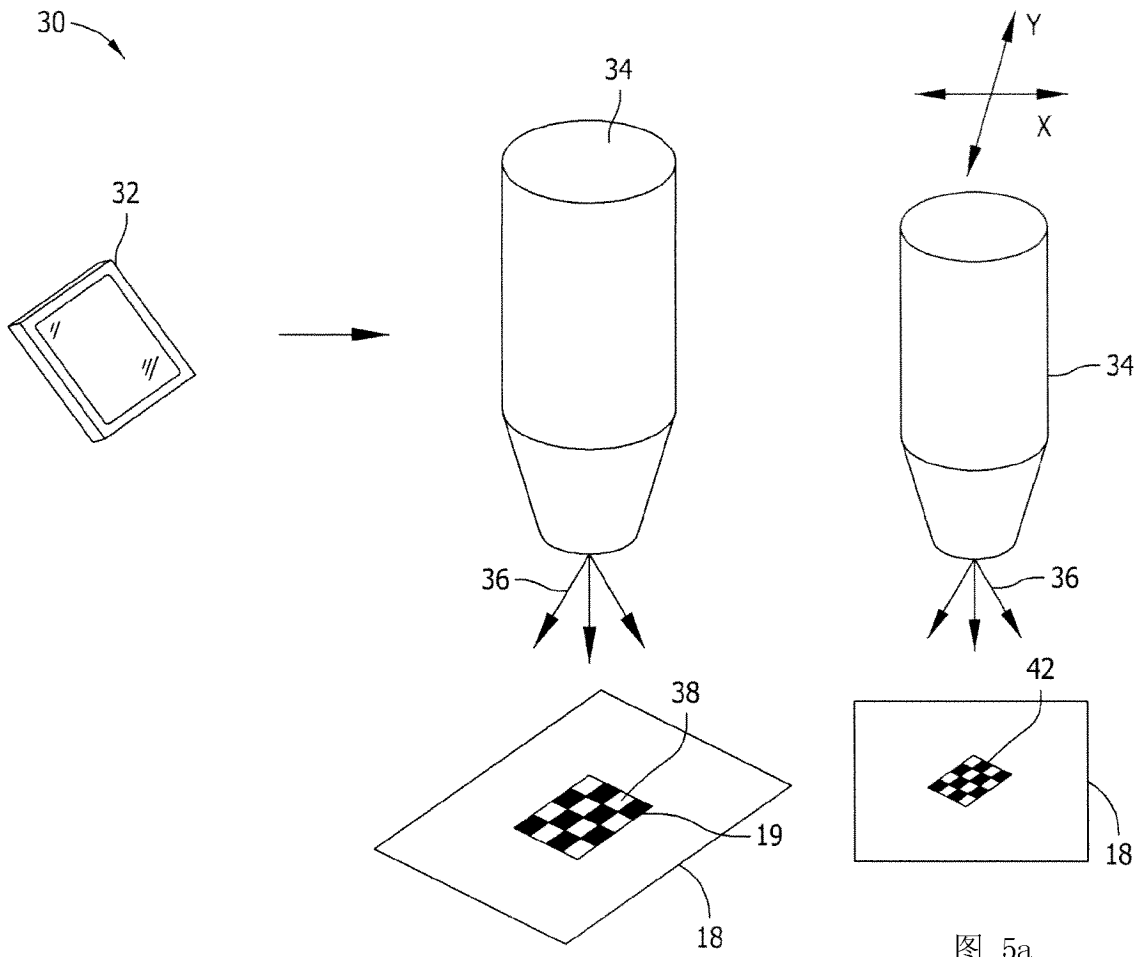


图 5a

图 4

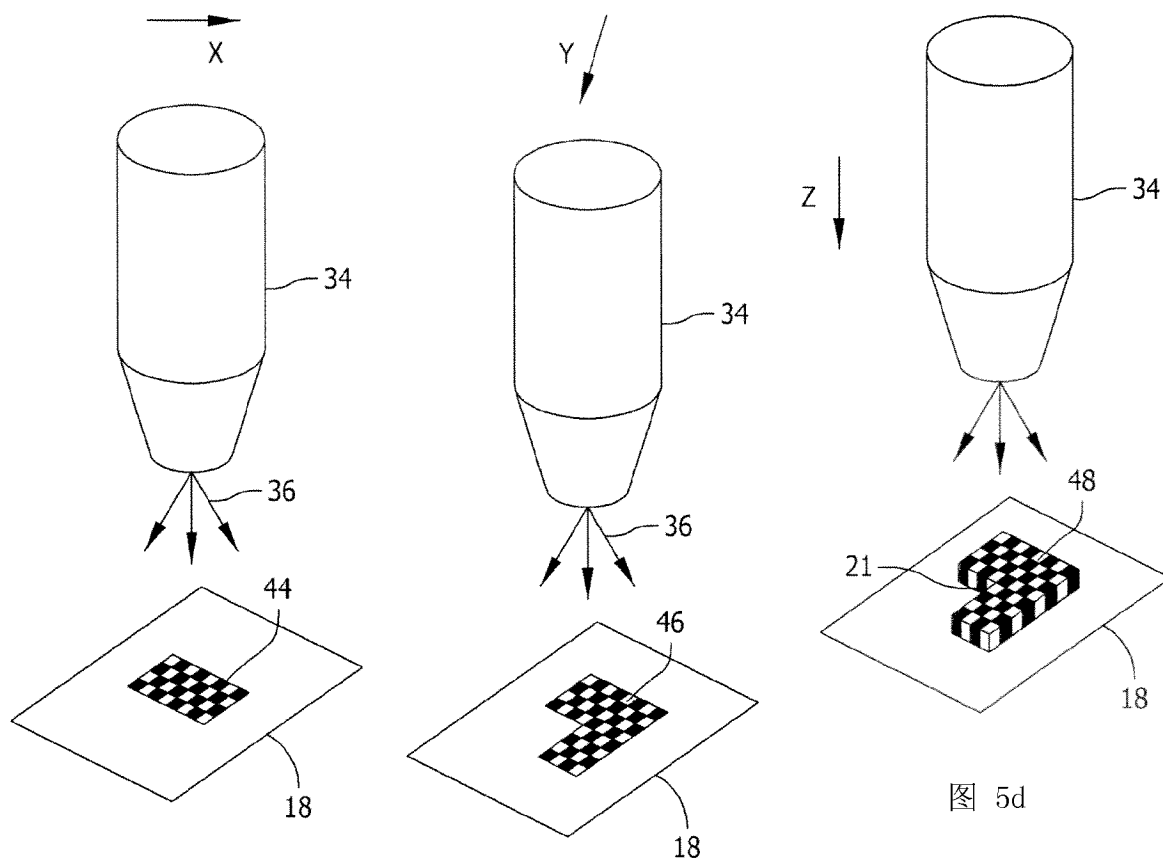


图 5b

图 5c

图 5d

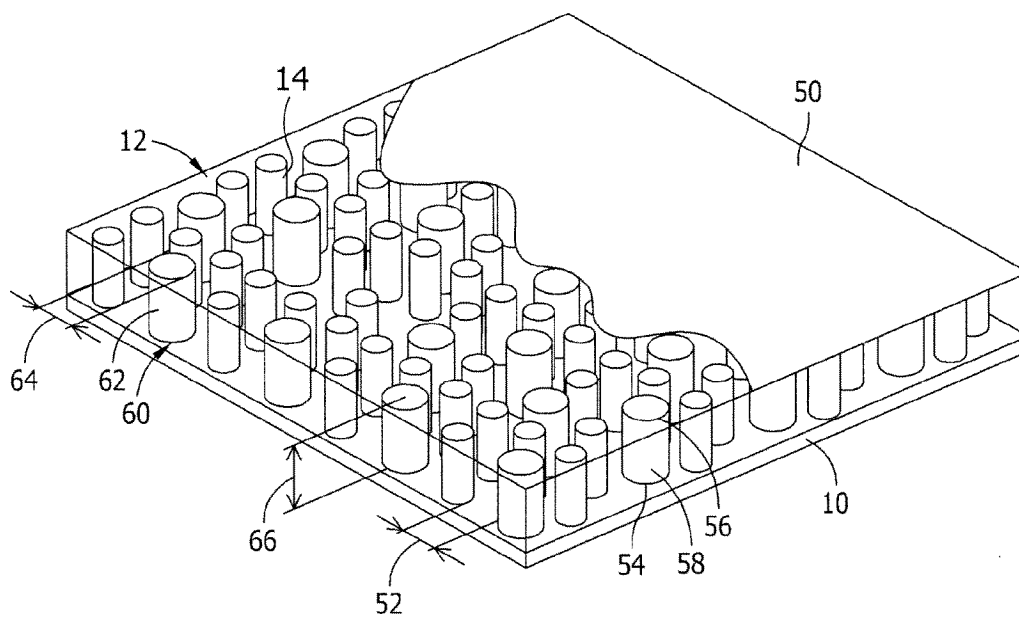


图 6

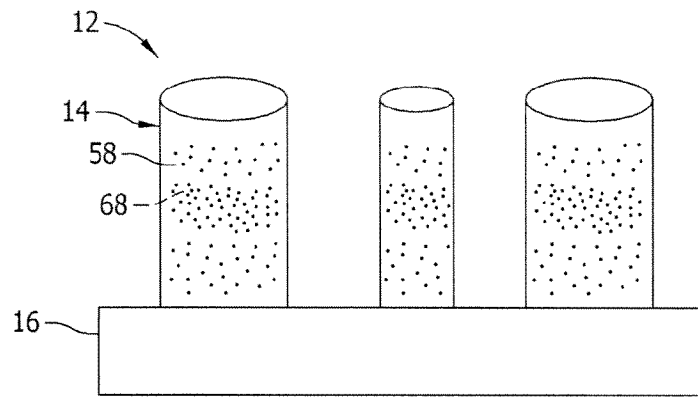


图 7

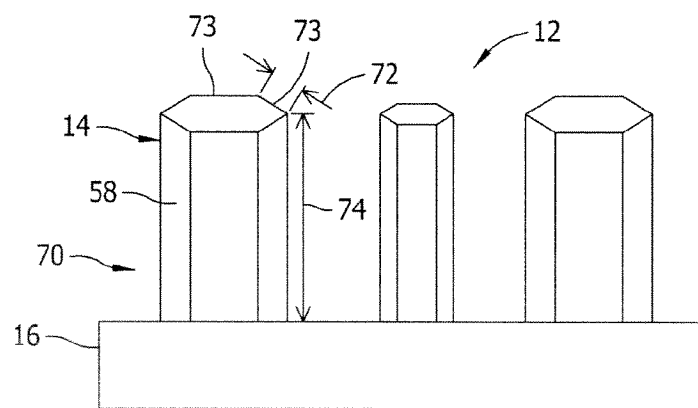


图 8

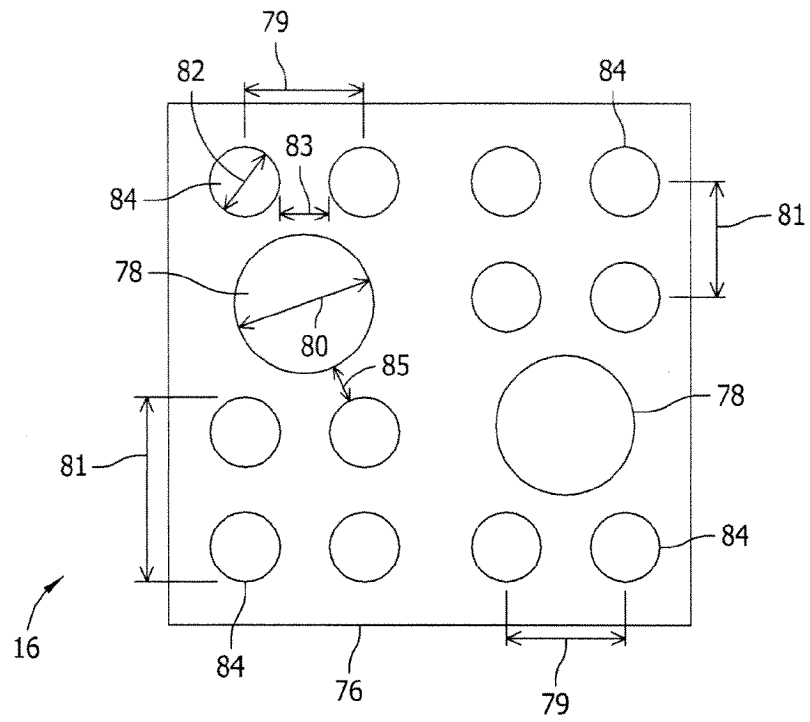


图 9

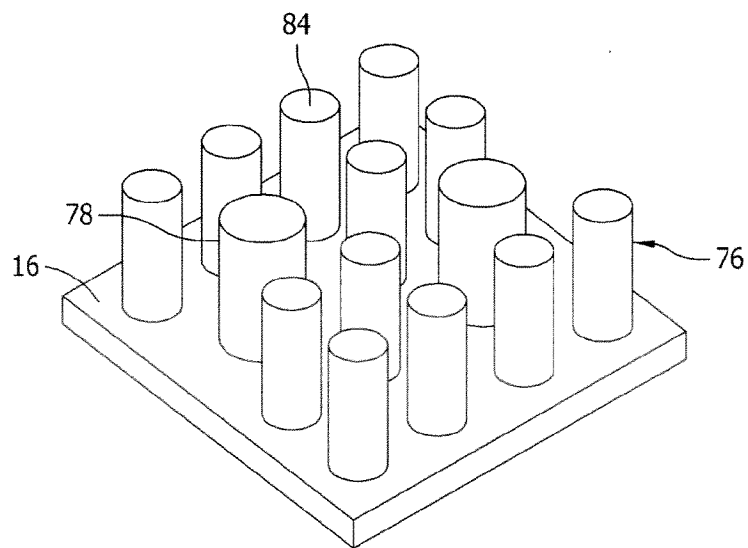


图 10

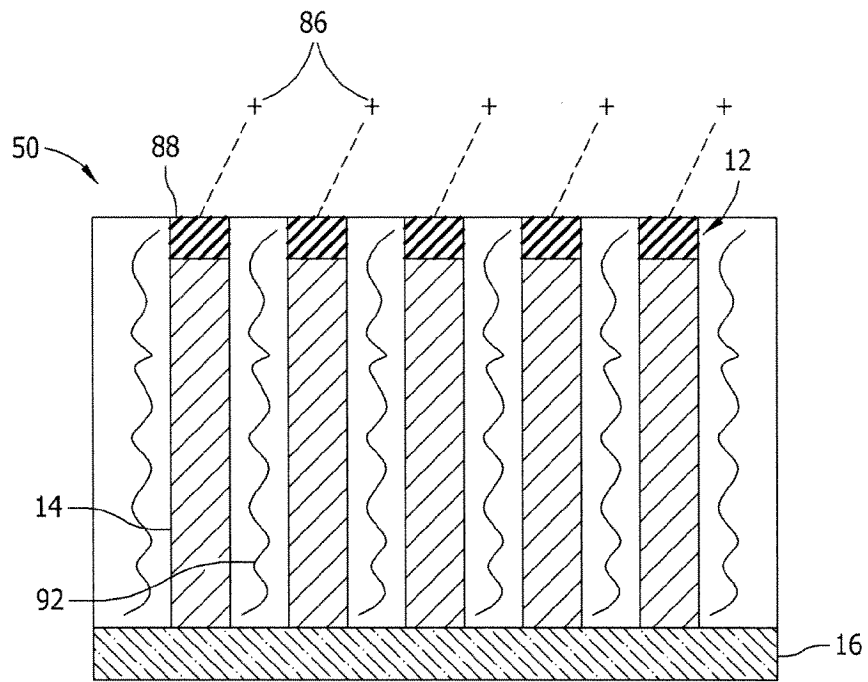


图 11