(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104823462 A
(43)申请公布日 2015.08.05

(21)申请号 201380057959.2
(22)申请日 2013.10.25
(30)优先权数据
2012-251444 2012.11.15 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.05.06
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/078935 2013.10.25
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/077106 JA 2014.05.22
(71)申请人 奥林巴斯株式会社
地址 日本东京
(72)发明人 松本一哉 若琳胜裕
(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
代理人 徐殿军
(51)Int.Cl.
H04R 19/00(2006.01)
A61B 8/12(2006.01)
H01L 29/84(2006.01)

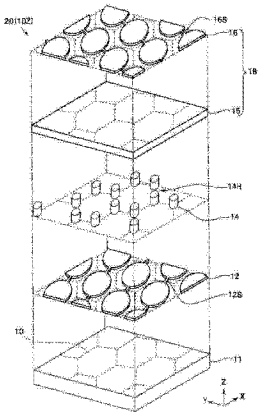
权利要求书1页 说明书9页 附图13页

(54)发明名称

超声波振子元件及超声波内窥镜

(57)摘要

超声波振子元件(20)具备由基板(11)和由多个单元(10)构成的单元群(10Z),所述多个单元(10)分别具有包括配设在基板(11)之上的下部电极(12)和隔着腔体(14H)而与下部电极(12)对置配置的上部电极(16)的膜片(18)、以及通过支承膜片(18)而形成腔体(14H)的多个柱(14),多个单元(10)各自的腔体(14H)相互连通。



CN 104823462 A

1. 一种超声波振子元件，其特征在于，具备：

基板；以及

单元群，由多个超声波振子单元构成，所述多个超声波振子单元分别具有包括配设在上述基板之上的下部电极和隔着腔体而与上述下部电极对置配置的上部电极的膜片、以及通过支承上述膜片而形成上述腔体的多个柱，所述多个超声波振子单元各自的上述腔体相互连通。

2. 如权利要求 1 所述的超声波振子元件，其特征在于，

上述膜片被 3 根以上且 16 根以下的上述多个柱支承。

3. 如权利要求 2 所述的超声波振子元件，其特征在于，

各个柱将邻接的多个超声波振子单元的膜片支承。

4. 如权利要求 3 所述的超声波振子元件，其特征在于，

上述超声波振子单元的上述下部电极或上述上部电极的至少某个是配设在上述基板的单元群形成区域的整个面上的、上述多个振子的共通电极。

5. 如权利要求 3 所述的超声波振子元件，其特征在于，

上述单元群具备从上述腔体的形状、上述腔体的大小、上述柱的数量或上述膜片的厚度中选择的至少某个不同的多个种类的上述超声波振子单元。

6. 如权利要求 3 所述的超声波振子元件，其特征在于，

各个上述腔体的形状是构成彭罗斯点阵图案的两种菱形；

上述柱配置在上述两种菱形的顶点。

7. 如权利要求 3 所述的超声波振子元件，其特征在于，

上述单元群的最外周区域的上述腔体的外周侧被由包络面构成的封闭壁包围，上述单元群的多个上述腔体是不与外部连通的密封的空间。

8. 一种超声波内窥镜，其特征在于，具备：

插入部，在前端部配设有权利要求 1 ～ 7 中任一项记载的超声波振子元件；

操作部，配设在上述插入部的基端侧；以及

通用软线，从上述操作部延伸。

超声波振子元件及超声波内窥镜

技术领域

[0001] 本发明涉及具备由多个静电电容型的超声波振子单元（以下也称作“单元”）构成的单元群的超声波振子元件（以下也称作“元件”）以及具备在前端部配设有上述超声波振子元件的插入部的超声波内窥镜。

背景技术

[0002] 向体内照射超声波、根据回波信号将体内的状态图像化而进行诊断的超声波诊断法正在普及。作为在超声波诊断法中使用的医疗装置之一，有超声波内窥镜。超声波内窥镜在向体内导入的插入部的前端硬性部上配设有元件。元件具有将电信号变换为超声波而向体内发送、此外将在体内反射的超声波接收而变换为电信号的功能。

[0003] 在目前的许多元件中，主要使用含有对环境影响大的铅的陶瓷压电材料、例如PZT（锆钛酸铅）等。对此，使用MEMS(Micro Electro Mechanical Systems，微机电系统）技术制造的、具有由在材料中不含铅的静电电容型超声波振子（Capacitive Micro－machined Ultrasonic Transducer；以下称作“c－MUT”）构成的多个单元的元件的开发正在进展。

[0004] 例如，在美国专利第6854338号说明书中公开了图1～图3所示的元件120。如作为俯视图的图1所示，元件120具有作为超声波收发的基本单位的25个由c－MUT构成的单元110。

[0005] 图2是元件120的1个单元110的剖视图，图3是图1所示的元件120的4个单元110的局部分解图，由虚线表示的正方形表示1个单元110的专用区域，换言之表示单元110的平面观察形状。另外，以下将平面观察形状简称作形状。单元110的形状可以看作正方形。

[0006] 如图2及图3所示，单元110具有隔着腔体114H而与兼作下部电极12的导电性基板111对置配置的上部电极116。上部电极116的腔体114H的正上方的区域构成进行超声波振动的膜片118。腔体114H由形成于绝缘层114的贯通孔形成。腔体114H是不与外部连通的密封的空间。

[0007] 单元110中，当在下部电极12与上部电极116之间施加驱动信号，则膜片118振动而产生超声波。利用当超声波从外部入射则膜片118变形而电极间的静电电容变化这一情况，将超声波变换为电信号。由“（膜片118的面积）/（单元110的面积）”表示的开口率越大，元件120的收发灵敏度越高。

[0008] 但是，在正方形的具有单元110的元件120中，圆形的腔体114H的正上方的膜片118以外的区域是不对超声波的收发做出贡献的不敏感区域。例如不敏感区域的电极间的静电电容成为在超声波接收时不变化的所谓寄生电容。

[0009] 在元件120中，由于不敏感区域较大而开口率较小，所以得到较高的收发灵敏度是不容易的。

发明内容

[0010] 发明要解决的课题

[0011] 本发明的目的是提供一种收发灵敏度较高的超声波振子元件及具备上述超声波振子元件的超声波内窥镜。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 本发明的技术方案的超声波振子元件具备：基板；单元群，由多个超声波振子单元构成，所述多个超声波振子单元分别具有包括配设在上述基板之上的下部电极和隔着腔体而与上述下部电极对置配置的上部电极的膜片、以及通过支承上述膜片而形成上述腔体的多个柱，所述多个超声波振子单元各自的上述腔体相互连通。

[0014] 此外，另一技术方案的超声波内窥镜具备：插入部，在前端部配设有具备基板和由多个超声波振子单元构成的单元群的超声波振子元件，所述多个超声波振子单元分别具有包括配设在上述基板之上的下部电极和隔着腔体而与上述下部电极对置配置的上部电极的膜片、以及通过支承上述膜片而形成上述腔体的多个柱，所述多个超声波振子单元各自的上述腔体相互连通；操作部，配设在上述插入部的基端侧；以及通用软线，从上述操作部延伸。

[0015] 发明效果

[0016] 根据本发明的实施方式，能够提供一种收发灵敏度较高的超声波振子元件及具备上述超声波振子元件的超声波内窥镜。

附图说明

[0017] 图 1 是以往的元件的俯视图。

[0018] 图 2 是以往的元件的超声波振子单元的剖视图。

[0019] 图 3 是以往的元件的分解图。

[0020] 图 4 是第 1 实施方式的元件的立体图。

[0021] 图 5 是第 1 实施方式的元件的超声波振子单元的剖视图。

[0022] 图 6 是第 1 实施方式的元件的分解图。

[0023] 图 7 是用来说明第 1 实施方式的元件的单元的俯视示意图。

[0024] 图 8A 是表示第 1 实施方式的元件的柱的变形例的图。

[0025] 图 8B 是表示第 1 实施方式的元件的柱的变形例的图。

[0026] 图 8C 是表示第 1 实施方式的元件的柱的变形例的图。

[0027] 图 8D 是表示第 1 实施方式的元件的柱的变形例的图。

[0028] 图 9 是第 2 实施方式的元件的分解图。

[0029] 图 10 是用来说明第 3 实施方式的元件的俯视示意图。

[0030] 图 11 是用来说明第 4 实施方式的元件的俯视示意图。

[0031] 图 12 是用来说明第 5 实施方式的元件的俯视示意图。

[0032] 图 13 是用来说明第 6 实施方式的元件的俯视示意图。

[0033] 图 14 是用来说明第 7 实施方式的元件的俯视示意图。

[0034] 图 15 是用来说明第 8 实施方式的元件的俯视示意图。

[0035] 图 16 是用来说明第 9 实施方式的元件的俯视示意图。

[0036] 图 17 是用来说明第 10 实施方式的元件的俯视示意图。

[0037] 图 18 是第 11 实施方式的元件的分解图。

[0038] 图 19 是实施方式的元件的封闭壁的俯视图。

[0039] 图 20 是第 12 实施方式的超声波内窥镜的阵列型超声波振子的立体图。

[0040] 图 21 是第 12 实施方式的超声波内窥镜的外观图。

具体实施方式

[0041] < 第 1 实施方式 >

[0042] 如图 4 所示，本实施方式的超声波振子元件 20 在基板 11 之上配设有由多个超声波振子单元 10 构成的单元群 10Z。并且，当在下部电极端子 12T 与上部电极端子 16T 之间施加驱动信号，则单元群 10Z 发送超声波，入射的超声波基于下部电极端子 12T 与上部电极端子 16T 之间的静电电容变化而被变换为电信号并被接收。

[0043] 如图 5 所示，单元 10 具有与下部电极端子 12T 连接的下部电极 12、将下部电极 12 覆盖的下部绝缘层 13、形成有腔体 14H 的柱 14、以及被柱 14 支承的、包括与上部电极端子 16T 连接的上部电极 16 的膜片 18。腔体 14H 的正上方的区域的膜片 18 包括上部绝缘层 15、上部电极 16 和保护层 17。

[0044] 柱 14 通过对膜片 18 进行支承而形成腔体 14H。如后述那样，腔体 14H 是真空状态或所希望的气体以所希望的气压封入而被密封了的空间。

[0045] 另外，在由单晶硅等构成的基板 11 的表面形成有绝缘薄膜，但没有图示。下部电极 12 是由导电性的金属、例如 Al、Mo、W、Ti 或上述金属的合金等构成的单层膜或多层膜。

[0046] 另外，为了使膜片 18 的厚度较薄，作为上部电极 16 也可以使用石墨烯或硅烯等。石墨烯具有由碳原子构成的二维网构造或层叠有多个二维网构造层的构造，硅烯具有由硅原子构成的二维网构造。石墨烯等尽管厚度极薄，但具有与金属同等的导电率、高刚性及高热传导率。

[0047] 下部绝缘层 13、上部绝缘层 15 及柱 14 由氟化硅、氧化硅、氧化钽或氧化铪等构成。下部绝缘层 13、上部绝缘层 15 及柱 14 也可以分别由不同的材料构成。另外，下部绝缘层 13 或上部绝缘层 15 的至少某个不是必须的构成要素。

[0048] 下部绝缘层 13 将下部电极 12 在加工工序中加以保护，并确保下部电极 12 与上部电极 16 之间的电绝缘。以将下部电极 12 覆盖的方式成膜的下部绝缘层 13 的表面在成膜后根据需要被通过 CMP 法等平坦化。

[0049] 腔体 14H 通过牺牲层蚀刻而形成。即，在下部绝缘层 13 之上配设柱 14 和牺牲层，其上方被上部绝缘层 15 等覆盖。

[0050] 并且，通过在覆盖着牺牲层的上部绝缘层 15 等中形成贯通孔 (VIA 孔) 而向牺牲层注入蚀刻剂，通过将牺牲层有选择地蚀刻，形成作为空洞部的腔体 14H。牺牲层的材料从与周围材料的蚀刻选择比大的材料中选择。例如，在下部绝缘层 13 等由氟化硅构成的情况下，对牺牲层使用磷玻璃等。VIA 孔在牺牲层蚀刻后被埋孔，可以将埋孔部件作为一部分的柱 14 使用。

[0051] 上部电极 16 由与下部电极 12 同样的材料构成。将上部电极 16 覆盖的保护层 17 通过由氟化硅、氧化硅、聚酰亚胺或聚对二甲苯等构成的绝缘体构成。

[0052] 另外，元件 20 的构成要素的材料及制造方法等与以往的元件大致相同。即，元件 20 与以往的元件不同的是，支承着膜片的不是绝缘层 114 而是多个柱 14。因此，元件 20 的制造方法等并不限于上述记载，可以使用周知的元件的制造方法等。

[0053] 图 5 所示的单元 10 看起来也与图 2 所示的单元 110 类似。但是，如在图 3 中表示的那样，在以往的元件 120 中，腔体 114H 分别是密闭的空间，换言之，各个腔体 114H 孤立。相对于此，如图 6 所示，在元件 20 中，通过多个柱 14 形成腔体 14H。因此，单元群 10Z 的多个腔体 14H 是相互连通 (communicate) 的所谓开放腔体。换言之，多个腔体 14H 形成 1 个空间。

[0054] 另外，在图 6 的分解图中，下部绝缘层 13 及保护层 17 没有图示。此外，图 7 的俯视图仅表示了柱 14 和下部电极 12 和上部电极 16 的配置。在图 6 及图 7 等中用虚线表示的正六边形表示 1 个单元 10 的专有区域、换言之单元 10 的平面观察形状，但实际上边界并没有明示。例如，由虚线表示的多个单元 10 的腔体 14H 的边界线是实际不存在的假想线。

[0055] 如图 6 及图 7 所示，在元件 20 中，无间隙地配设有平面观察形状为正六边形的多个单元 10。即，各个柱 14 将邻接的 3 个单元 10 的膜片 18 支承，形成腔体 14H。上部绝缘层 15 与柱 14 接合的区域是不振动的不贡献于收发的不敏感区域，但元件 20 的作为振动区域的膜片 18 的面积相对于单元面积的开口率相比以往的元件显著较高。即，单元 10 的形状及面积与腔体 14H 的形状及面积大致相等。

[0056] 另外，在元件 20 中，严格地讲，单元 10 的形状和不包含柱 14 的区域的腔体 14H 的形状也不同，但以下有将腔体 14H 的形状称作单元 10 的形状的情况。

[0057] 多个单元 10 的下部电极 12 通过下部电极配线 12S 相互连接，上部电极 16 通过上部电极配线 16S 相互连接。即，元件 20 的多个单元 10 构成被同时驱动的单元群 10Z。

[0058] 当在下部电极 12 与上部电极 16 之间经由下部电极端子 12T 和上部电极端子 16T 施加不是 0 的电位，则通过由电位差产生的静电引力，膜片 18 被向下部电极 12 的方向吸引而位移。另外，从安全确保的观点来看，上部电极 16 优选设为接地电位。

[0059] 膜片 18 的位移量在单元 10 的中心点处为最大，在邻接单元边界，在正六边形的各边的 2 等分点处为最大。此外，位移量以用虚线表示的邻接的单元 10 的边界线为轴而线对称。进而，由于单元 10 是正六边形，所以位移量是如果相对于单元 10 的中心点 6 度旋转则相等的 6 重对称。

[0060] 如果在膜片 18 位移的状态下将施加电位切断则静电引力消失，膜片 18 以由构成材料及构造参数决定的共振频率振动，发送等于共振频率的振动数的超声波。

[0061] 另外，在将超声波脉冲性地发送的情况下，优选的是控制施加的驱动信号的波形等。例如优选的是，缓缓使电位上升以使膜片 18 的位移能够追随于施加电位的上升，或者隔开充分的时间以使膜片 18 完全静止，然后施加下个脉冲。此外，也可以在将超声波发送后，通过由辅助脉冲施加带来的引力、或由主脉冲和逆相位的辅助脉冲施加带来的相反振动，强制性地使膜片 18 静止。

[0062] 另一方面，为了多普勒计测等，在连续发送超声波的情况下，施加与膜片 18 的共振频率相等的、例如由三角波脉冲构成的驱动信号。

[0063] 超声波发生时的膜片 18 的振动频率、即发生的超声波的频率比具有与正六边形的单元 10 内切的圆形腔体的单元发生的超声波的频率稍低。为了实现与具有上述内切的

圆形腔体的单元相等的超声波频率，将单元 10 以相似形状缩小即可。

[0064] 在超声波入射到单元 10 中的情况下，膜片 18 通过超声波的声压而以入射超声波的频率振动，对应于该振动，腔体 14H 的厚度即电极间的距离变化，对应于此，电极间的静电电容变化。因此，通过检测电极间的静电电容，检测入射的超声波的强度及频率。

[0065] 另外，通过使用在电极间始终施加电位差的 DC 偏置 (DC offset bias) 法使膜片 18 始终微小变形，元件 20 能够收发更高频率的超声波。

[0066] 另外，驱动信号也可以被从元件 20 的外部供给，也可以在元件 20 的背面设置由 IC 等构成的驱动电路。

[0067] 这里，如图 7 所示，作为圆柱的柱 14 的截面的直径 R 优选的是柱 14 与柱 14 的间隔 D 的 1/20 以上且 1/5 以下。如果是上述范围以上，则能够将膜片 18 稳定支承，如果是上述范围以下，则由于开口率较大例如为 95％以上，所以收发灵敏度高。

[0068] 例如，在正六边形的单元 10 中，在间隔 D 为 100 μm、直径 R 为 10 μm 的情况下，单元 10 的面积是 26000 μm^2，柱 14 的面积是 157 μm^2。因此，开口率是 (26000 － 157)/26000 ＝ 99.4％。

[0069] 相对于此，在将以往的具有孤立的圆形腔体的单元排列为正方格子的元件中，即使假想地在腔体彼此相接的形态下，也由于开口率是“(圆的面积)/(外切于圆的正方形的面积)”，所以是 78.5％。

[0070] 即，在将以往的具有孤立的圆形腔体的单元排列为正方格子的元件中开口率不到 80％，但在元件 20 中，能够容易地实现超过 95％的高开口率。

[0071] 元件 20 实现了超声波的收发灵敏度的提高，还能够实现应用扩展的扩大。此外，开口率较大使得能够进行效率良好的膜片的驱动，或者，寄生电容的比例降低，信噪比 (SN 比) 也上升。

[0072] 即，元件 20 开口率大，收发灵敏度高。

[0073] 并且，在元件 20 中，由于下部电极 12 与上部电极 16 之间的对置区域全部贡献于超声波的接收，所以不受到由不敏感区域带来的寄生电容的影响，所以接收灵敏度高。

[0074] 另外，柱 14 的形状并不限于圆柱。例如，在图 8A 所示的柱 14A 中，截面不是圆形而是大致正三角形，图 8B 所示的柱 14B 是截面向 3 方向突出的大致星型。此外，图 8C 所示的柱 14C 是柱中央部隆起的凸肚 (entasis) 形状，图 8D 所示的柱 14D 是柱的上部变宽的装饰柱形状。

[0075] 柱 14 也可以是椭圆柱、多角柱、星型柱、圆锥或多角锥等形状，此外，元件 20 的多个柱 14 也可以由多个不同形状的柱构成。另外，在圆柱以外的柱 14 的情况下，也优选的是柱 45 被设计为使得单元的开口率为 90％以上、优选的是 95％以上。

[0076] ＜第 2 实施方式＞

[0077] 图 9 所示的第 2 实施方式的元件 20A 与元件 20 类似，所以对相同的构成要素赋予相同的标号而省略说明。

[0078] 在元件 20A 中，下部电极 12A 是配设在单元群 10ZA 形成区域的整面上的、多个振子 10 的共通的下部电极。即，在图 9 中，通过虚线表示各个振子 10 的下部电极 12A，但其边界线是假想线。

[0079] 在元件 20A 中，下部电极 12A 配设在整面上，但由于上下电极相对置的区域全部是

膜片 18，所以与具有被形成图案的下部电极 12 的元件 20 相比，不敏感区域不会增加。

[0080] 元件 20A 由于不需要将下部电极 12A 形成图案，所以制造简单。此外，如已经说明的那样，由于在形成了图案的下部电极 12 之上成膜的下部绝缘层 13 的表面形成有凹凸，所以优选进行平坦化。但是，在元件 20A 中，由于在单元群 10ZA 形成区域的整面上配设有下部电极 12，所以在下部绝缘层 13 的表面不形成凹凸，也不需要平坦化。

[0081] 元件 20A 具有元件 20 的效果，并且制造容易。

[0082] 另外，当然，将下部电极 12 或上部电极 16 的至少某个配设在基板 11 的单元群 10Z 形成区域的整面上也具有与元件 20A 同样的效果。

[0083] < 第 3 实施方式 >

[0084] 图 10 所示的第 3 实施方式的元件 20B 与元件 20 等类似，所以对相同的构成要素赋予相同的标号而省略说明。

[0085] 元件 20B 的各个单元 10 分别专有 6 根柱 14。因此，在单元 10 之间，形成有不贡献于收发的无用的区域。

[0086] 在邻接的单元 10 共用柱 14 的元件 20 等中，如果 1 根柱是不合格的，则共用该柱的 3 个单元 10 成为不合格。相对于此，元件 20B 中即使柱不合格也仅 1 个单元 10 成为不合格，所以作为制品能够使用的概率较高。即，在元件 20 中，并不一定需要全部的单元 10 是合格品的情况也较多。

[0087] 元件 20B 具有元件 20 等的效果，并且制造成品率比元件 20 等高。

[0088] 另外，在元件 20B 中，也优选的是设计为开口率 90％以上，特别优选的是设计为 95％。此外，也可以一部分的柱被邻接单元共用，其余的柱被专有。

[0089] < 第 4 实施方式 >

[0090] 图 11 所示的第 3 实施方式的元件 20C 与元件 20 等类似，所以对相同的构成要素赋予相同的标号而省略说明。另外，在以下的图中，柱 14 用表示中心的黑圆表示。

[0091] 在元件 20C 中，柱 14 不仅设置在正六边形的单元 10C 的顶点 6 处，还在与邻接单元的边界线的两边上分别设置有 3 根。即，单元 10C 的膜片被 12 根柱 14 支承。

[0092] 单元 10C 的膜片的位移相对于单元中心不是 6 重对称，而是两重对称，按复杂的形状位移。因此，单元 10C 的共振频率的幅度较宽。

[0093] 元件 20C 具有元件 20 所具有的效果，并且，膜片 18 产生的超声波是宽频带的，同样能够收发宽频带的超声波。

[0094] < 第 5 实施方式 >

[0095] 图 12 所示的第 5 实施方式的元件 20D 与元件 20 等类似，所以对相同的构成要素赋予相同的标号而省略说明。

[0096] 在元件 20D 中，柱 14 不是配设在正六边形的单元 10D 的顶点，而是配设在从顶点稍稍错开的位置。错开量 d 随机地设定，但设定在直径 RD 的圆的内部。直径 RD 例如优选的是间隔 D 的 1/100 以上且 1/10 以下。如果是上述范围，则效果显著。此外，错开量 d 例如基于随机数设定。

[0097] 柱 14 的间隔 D 相同的单元 10 有可能发生不需要的共振、或不需要的横波被强调。相对于此，在元件 20D 中，由于单元 10D 的柱 14 从六边形的顶点以微小的平面位移随机地配置，所以不会发生不需要的共振等。

[0098] 即，元件 20D 具有元件 20 所具有的效果，并且不会发生不需要的共振等。

[0099] ＜第 6 实施方式及第 7 实施方式＞

[0100] 第 6 实施方式的元件 20E 及第 7 实施方式的元件 20F 与元件 20 等类似，所以对相同的构成要素赋予相同的标号而省略说明。

[0101] 如图 13 所示，在元件 20E 中，无间隙地配设有正三角形的单元 10E。即，各个单元 10E 的膜片 18 被共通的 3 根柱 14 支承。此外，如图 14 所示，在元件 20F 中，单元 10F 是正八边形。单元 10F 的膜片 18 被 12 根柱 14 支承，其中 8 根配置在正八边形的单元 10F 的顶点。

[0102] 元件 20E 及元件 20F 具有与元件 20 相同的效果。即，如果具有通过柱 14 支承膜片 18 而形成了腔体 14H 的振子单元，则支承振子单元的柱的数量只要是 3 根以上就可以，并不限定于 6 根。另外，支承振子单元的柱的数量优选的是 16 根以下，如果是上述范围以下，则容易使开口率变大。

[0103] 此外，膜片（单元）的平面观察形状并不限定于特定的形状。例如可以是平行四边形、长方形、菱形或梯形。特别是，能够平面填充多个单元即能够无间隙地配设多个单元的形状由于容易使开口率变大所以是优选的。

[0104] ＜第 8 实施方式～第 11 实施方式＞

[0105] 第 8 实施方式的元件 20G ～第 10 实施方式的元件 20J 与元件 20 等类似，所以对相同的构成要素赋予相同的标号而省略说明。

[0106] 如图 15 所示，第 8 实施方式的元件 20G 的单元群 10ZG 具备腔体的形状是相同的正方形但大小（单元 10G 的平面观察尺寸）不同的 3 种单元 10G1 ～ 10G3。

[0107] 如图 16 所示，第 9 实施方式的元件 20H 的单元群 10ZH 具备腔体的形状及大小相同但支承各个腔体的柱 14 的数量不同的 4 种单元 10H1 ～ 10H4。

[0108] 如图 17 所示，第 10 实施方式的元件 20I 的单元群 10ZI 具备腔体（单元）的形状不同的两种单元 10I1 ～ 10I2。

[0109] 如图 18 所示，第 11 实施方式的元件 20J 的单元群 10ZJ 具备腔体的形状等相同但膜片 18 的厚度不同的两种单元 10J1 ～ 10J2。

[0110] 单元群的从腔体的平面观察形状、腔体的大小（平面观察尺寸）、柱的数量或膜片的厚度中选择的至少某个不同的多个种类的单元其共振频率不同。

[0111] 因此，元件 20G ～ 20J 能够收发的超声波的频率带域较宽。例如，在图 15 所示的元件 20G 中，将最大的单元 10G1 配置在元件 20G 的中心部，在最外周配置有最小的单元 10G3。大的单元 10G1 产生的超声波由于频率低，所以波束容易扩散，小的单元 10G3 产生的超声波由于频率高，所以波束不易扩散。在元件 20G 中，由于将低频的单元配置在中心部，所以元件整体中的超声波波束的收敛性好。

[0112] 另一方面，在图 16 所示的元件 20H 中，配置在中心部的单元 10H1 的膜片 18 由于被 16 根柱 14 支承，所以共振频率高。相对于此，配置在周边部的单元 10H4 的膜片 18 由于被 5 根柱 14 支承，所以共振频率低。配置在单元 10H1 与单元 10H3 之间的单元 10H2 的膜片 18 被 10 根柱 14 支承，单元 10H3 的膜片 18 被 8 根柱 14 支承。因此，单元 10H2 及单元 10H3 的共振频率处于单元 10H1 的共振频率与单元 10H4 的共振频率之间。

[0113] 元件 20H 其观察对象的近点侧能够以高分辨率观察。即，近点侧是用来通过高频

的信号进行图像形成的高分辨率。

[0114] 图17所示的元件20I的两种单元10I1及10I2的形状是构成彭罗斯点阵(Penrose tile)图案的两种菱形，柱配置在两种菱形的顶点。在彭罗斯点阵图案中，平面填充有两种菱形（锐角72度、钝角108度的菱形和锐角36度、钝角144度的菱形）。在利用正多边形的填充的情况下，出现周期性的图案，但彭罗斯点阵图案与其他平面填充不同，没有周期性的图案。

[0115] 彭罗斯点阵图案由于具有5重对称的特异对称性，所以平面观察没有平移对称性。因此，元件20I极不易发生不需要的共振，可以特别优选地使用。

[0116] 另外，菱形的单元表现出与大致相同尺寸的具有椭圆型腔体的单元相等的共振频率，所以元件20I具有两种共振频率。进而，具有将彭罗斯点阵图案沿一个方向缩小或扩大了的多个单元的元件在原理上是具有10种共振频率的宽频带的元件。

[0117] 在图18所示的元件20J中，膜片18的厚度较厚的单元10J2的共振频率比厚度较薄的单元10J1的共振频率高。即，共振频率与膜片厚度成比例。

[0118] 另外，具有共振频率不同的多个种类的单元的元件中的单元配置能够根据目的而变更。此外，单元的种类只要是两种以上就可以。

[0119] 元件20G～20J都具有元件20等所具有的效果，并且，由于具有更宽频带的特性，所以能够扩展应用到超声波多普勒计测等。此外，根据目的，能够设为在元件内考虑到声波的指向性的单元配置，或设为超声波波束内的收敛性良好的具有高分辨率的单元配置。

[0120] 此外，通过使从腔体的平面观察形状、腔体的大小（平面观察尺寸）、柱的数量及膜片的厚度中选择的两个以上的因素变化，成为具有更多共振频率的宽频带的元件。特别是，通过使配置的单元的共振频率连续地平滑变化，成为频带非常宽的元件。

[0121] 另外，在图18所示的元件20J中，下部电极12A形成在单元群形成区域的整个面。另一方面，上部电极16J也形成在单元群形成区域的大致整个面，但在与柱14对置的区域中形成有孔16JH。柱14的正上方的膜片成为不敏感区域，但在元件20J中，由于在不敏感区域没有上部电极16，所以接收灵敏度更高。

[0122] 这里，图19表示在上述实施方式中说明的元件20的单元群10Z的端部的一例。如已经说明的那样，构成单元群10Z的单元10的多个腔体14H相互连通。但是，单元群10Z的最外周区域的腔体14H的外周侧优选的是，被由包络面构成的封闭壁包围，单元群10Z的多个腔体14H是不与外部连通的密封的空间。另外，在元件20A～20J中，也优选为，多个腔体14H是不与外部连通的密封的空间。

[0123] 单元群10Z的多个腔体14H是不与外部连通的密封的空间的元件即使周围的环境变化，腔体14H的内部压力也不变化，所以收发灵敏度不会变化。

[0124] ＜第12实施方式＞

[0125] 上述说明的元件20～20J能够优选地在超声波内窥镜（以下称作“内窥镜”）2中使用。

[0126] 如图20所示，径向(radial)型的阵列型超声波振子30具有多个元件20、在外表面配设元件20的圆筒形的保持部件31、以及线缆80。元件20的下部电极端子12T和上部电极端子16T分别与线缆80的导线81A、81B连接。另外，超声波阵列也可以是凸面(convex)型或直线(linear)型等。

[0127] 图 21 表示具有在前端部 47 配设有阵列型超声波振子 30（元件 20）的第 12 实施方式的超声波内窥镜 2 的超声波内窥镜系统 1。内窥镜 2 与超声波观测装置 3 及监视器 4 一起构成超声波内窥镜系统 1。内窥镜 2 具备向体内插入的细长的插入部 41、配设在插入部 41 的基端的操作部 42、和从操作部 42 的侧部延伸出的通用软线 43。

[0128] 在通用软线 43 的基端部，配设有与光源装置（未图示）连接的连接器 44A。从连接器 44A 延伸出经由连接器 45A 拆装自如地与相机控制组件（未图示）连接的线缆 45、和经由连接器 46A 拆装自如地与超声波观测装置 3 连接的线缆 46。超声波观测装置 3 连接监视器 4。

[0129] 插入部 41 从前端侧起依次连续设置前端部 47、位于前端部 47 的后端的弯曲部 48、以及位于弯曲部 48 的后端并达到操作部 42 的细长且具有挠性的挠性管部 49 而构成。并且，在前端部 47 的前端侧配设有阵列型超声波振子 30。

[0130] 通过设在前端部 47 的阵列型超声波振子 30，内窥镜 2 取得超声波图像。

[0131] 内窥镜 2 由于具备具有较高的超声波发送灵敏度及超声波接收灵敏度的超声波振子元件，所以能够取得高分辨率的图像。

[0132] 另外，元件 20 ～ 20J 不仅配设于图 21 所示的内窥镜 2，当然也能够配设于需要小型且细径化的各种超声波诊断装置、例如 IVUS（Intra Vascular UltraSound，血管内超声）、体外式的超声波探头、或囊型超声波内窥镜中。

[0133] 本发明并不限定于上述实施方式等，在不改变本发明的主旨的范围内能够实现各种变更、改变、例如实施方式的构成要素的组合等。

[0134] 本发明并不限定于上述实施方式等，在不改变本发明的主旨的范围内能够进行各种变更、改变、组合等。

[0135] 本申请基于 2012 年 11 月 15 日在日本提出的特愿 2012 － 251444 号为基础主张优先权，其公开内容被引用于本申请说明书、权利要求书、附图。

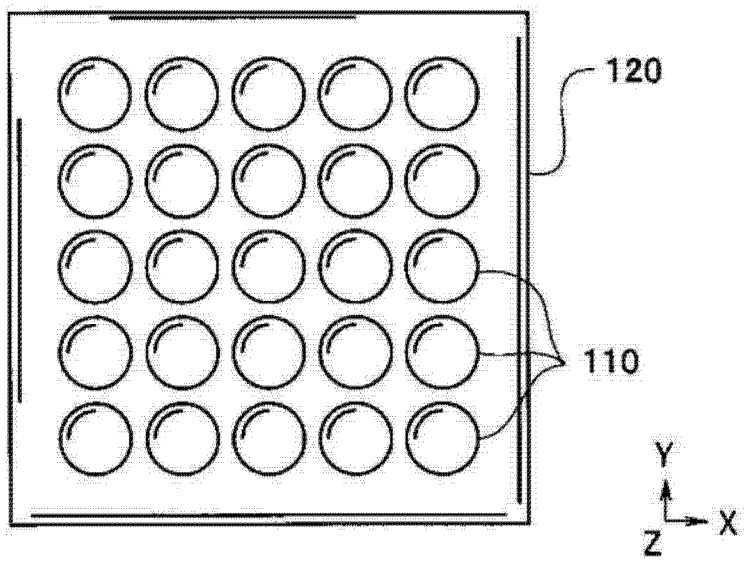


图 1

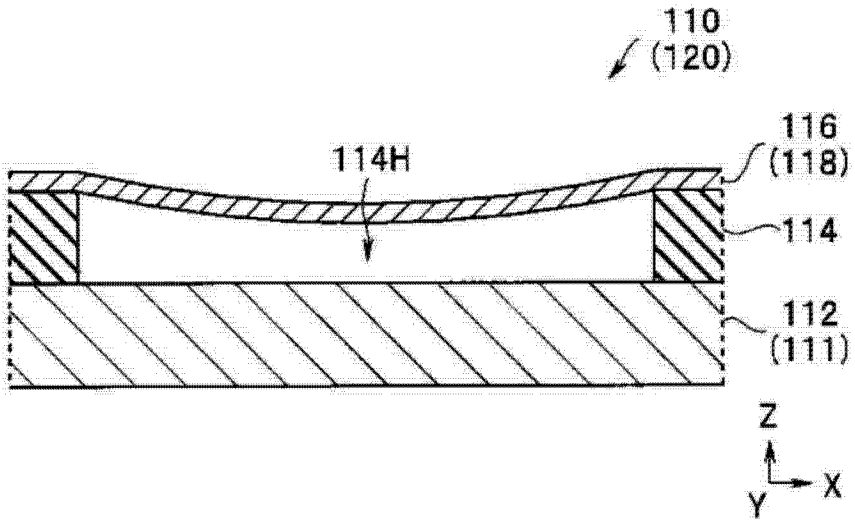


图 2

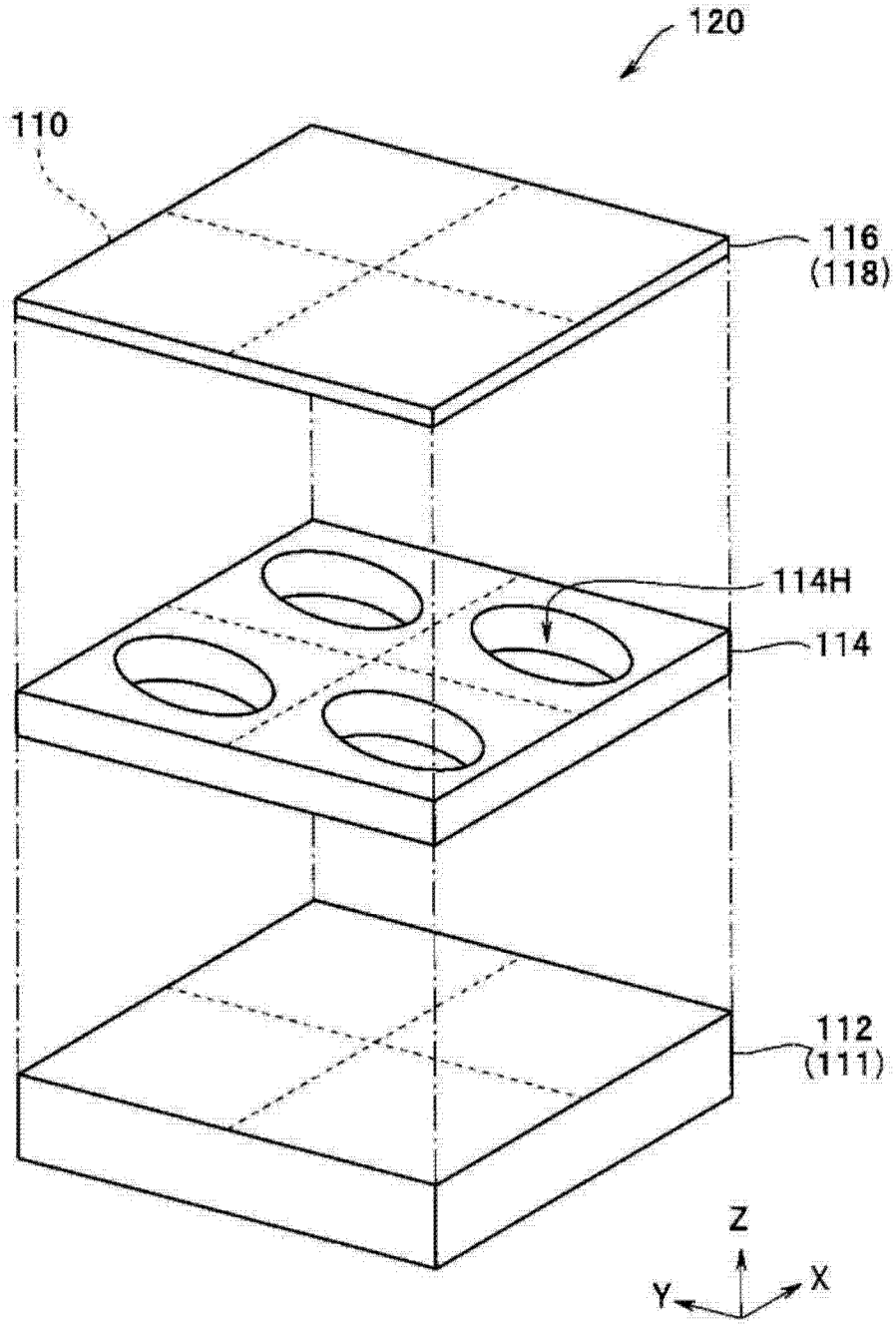


图 3

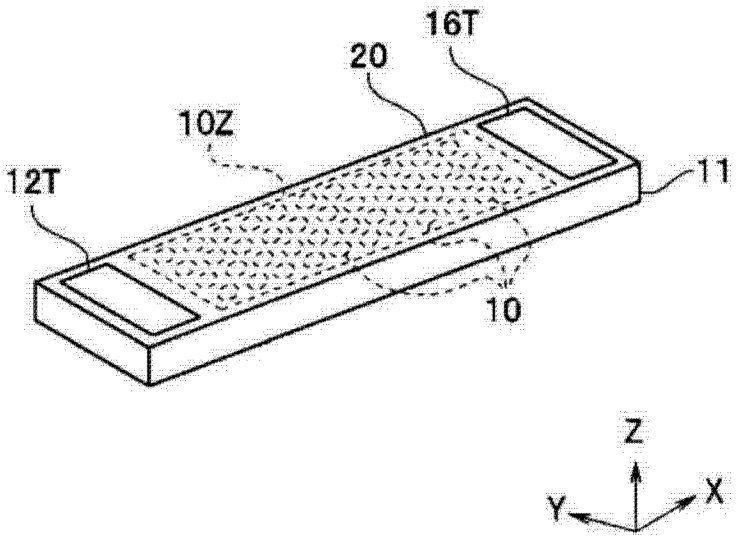


图 4

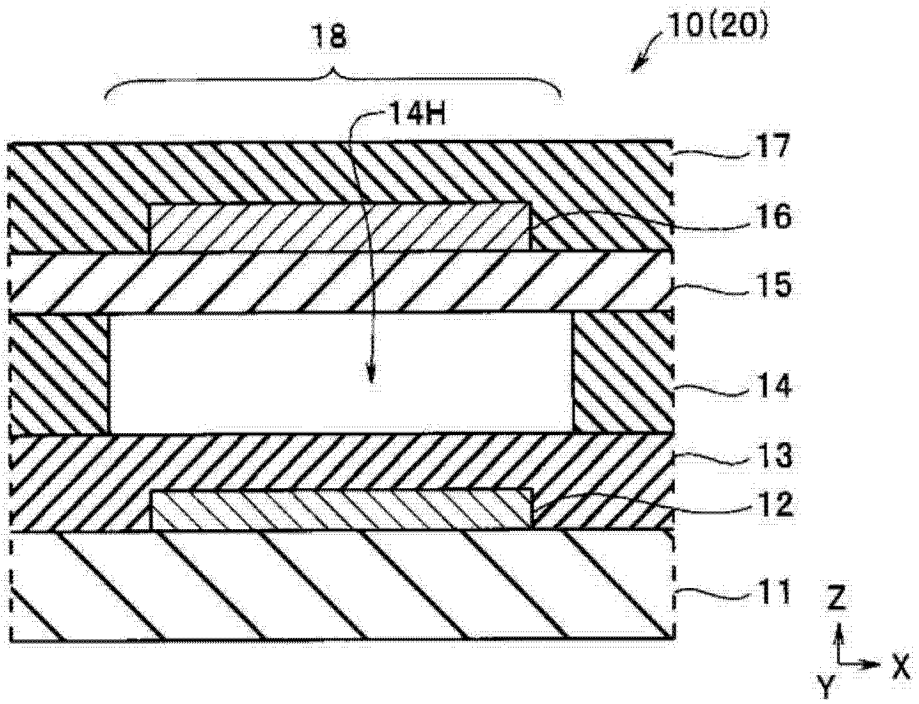


图 5

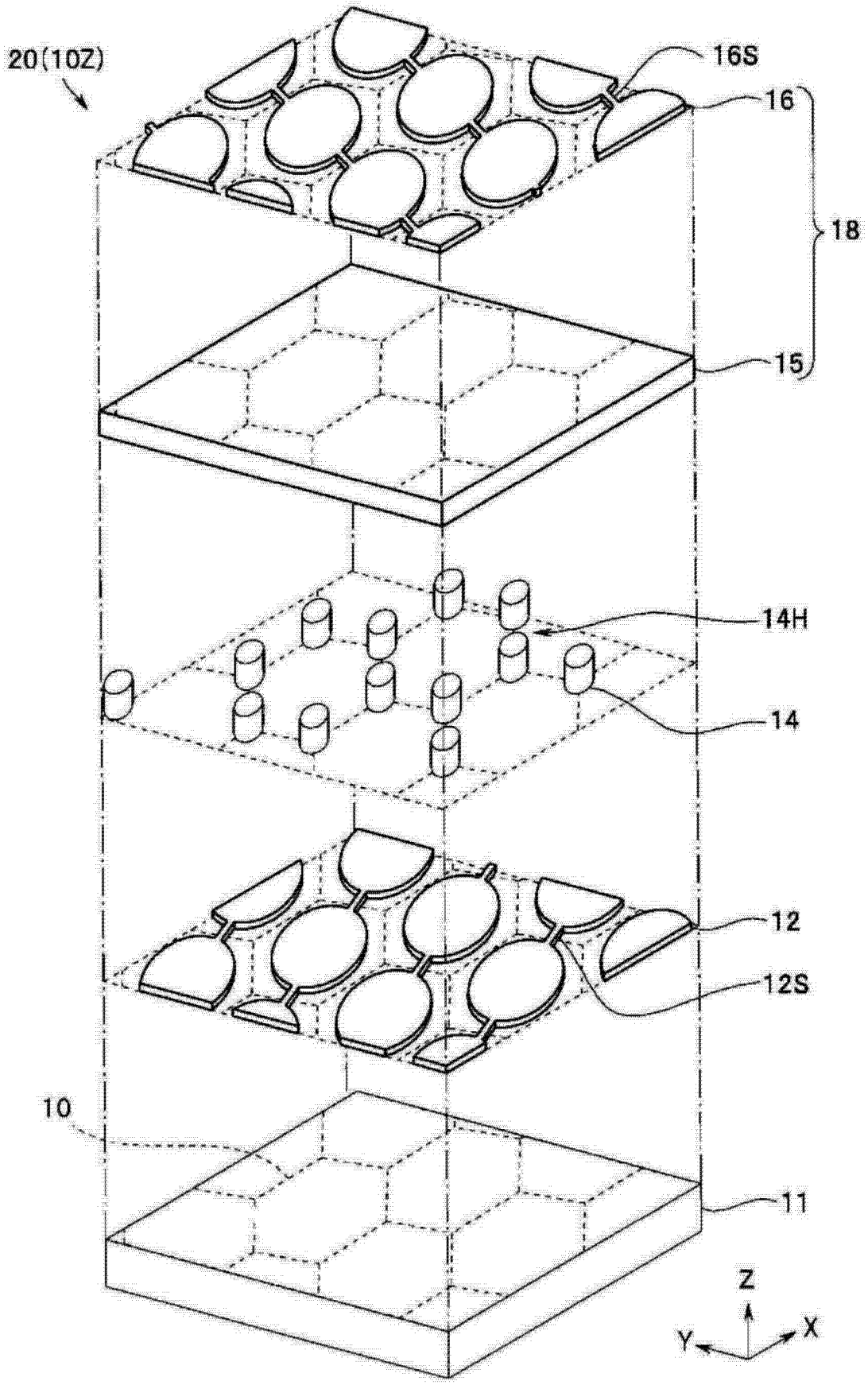


图 6

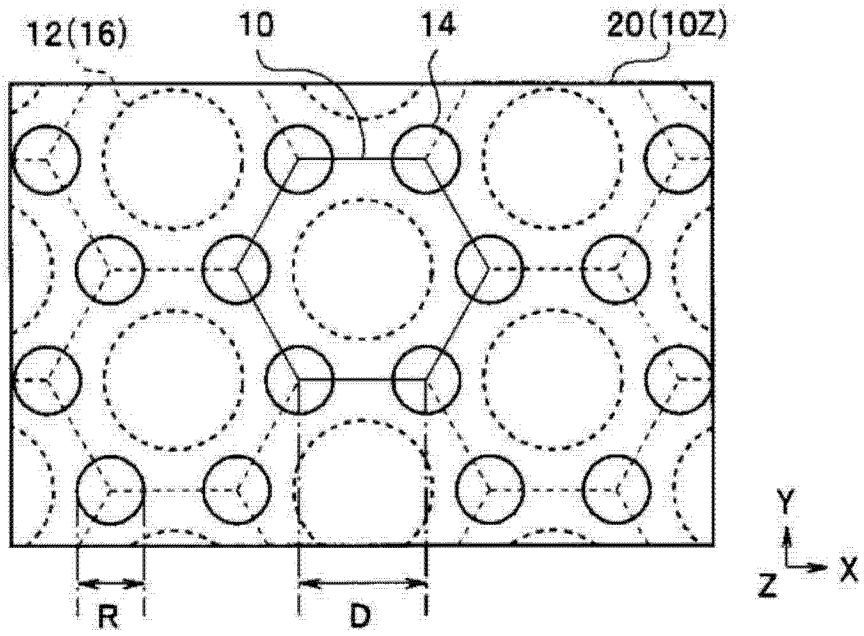


图 7

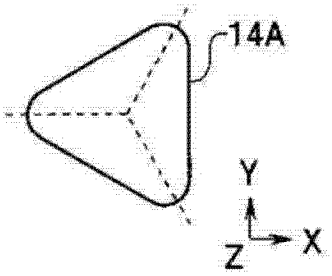


图 8A

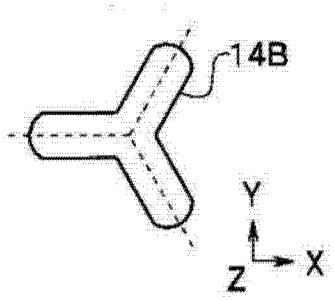


图 8B

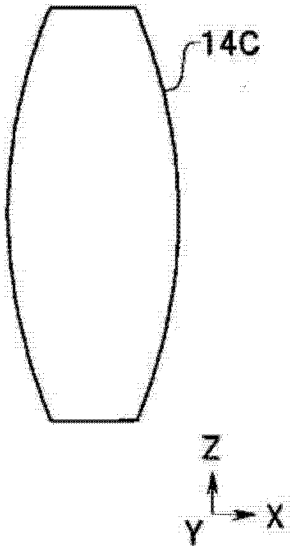


图 8C

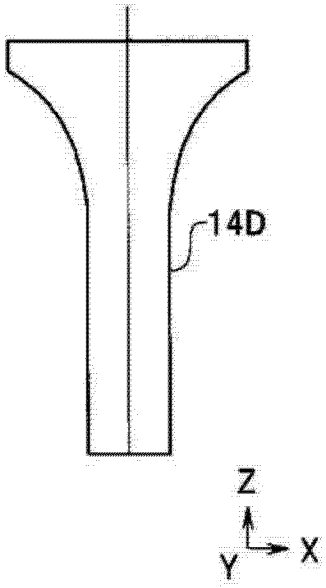


图 8D

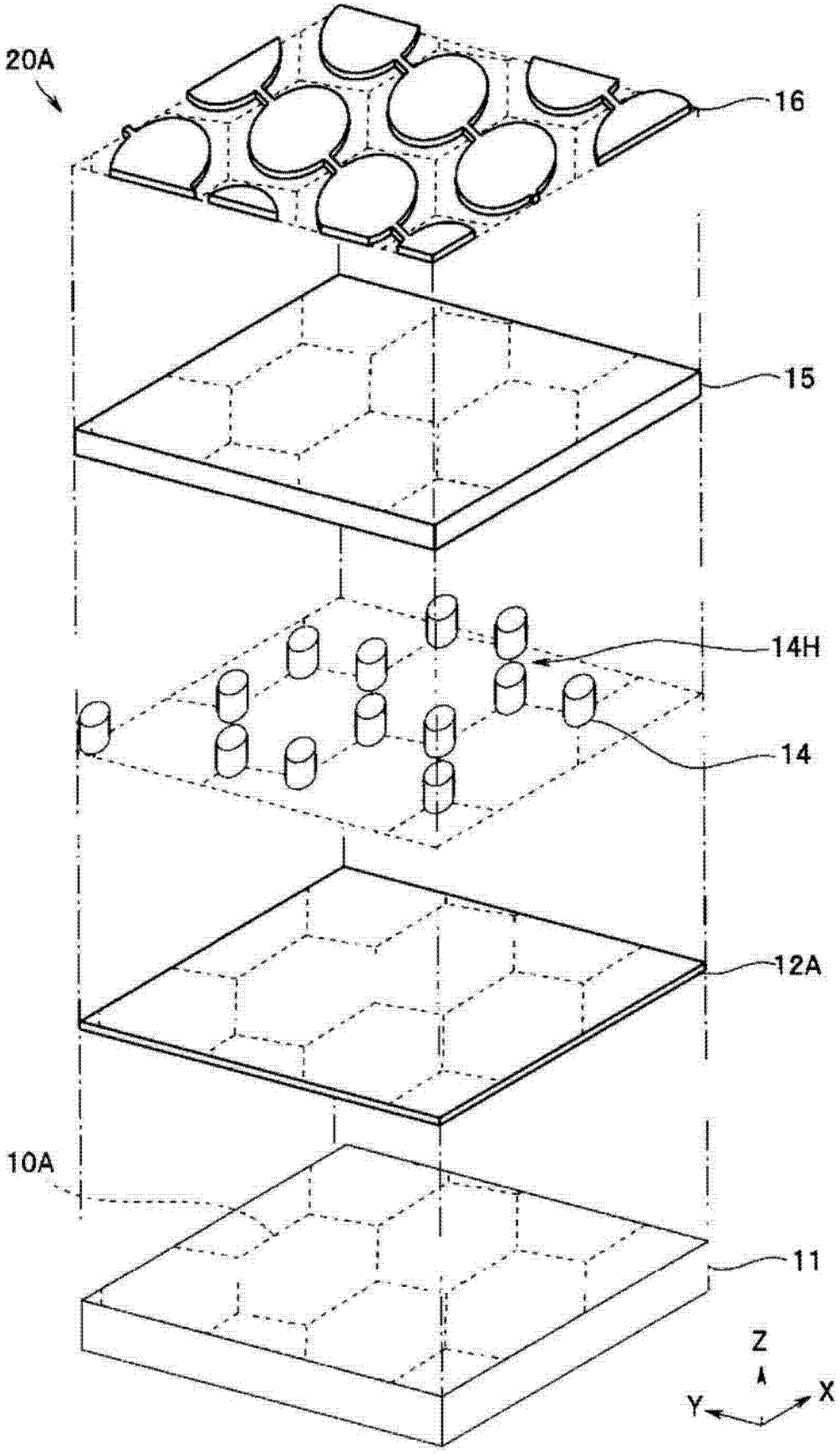


图 9

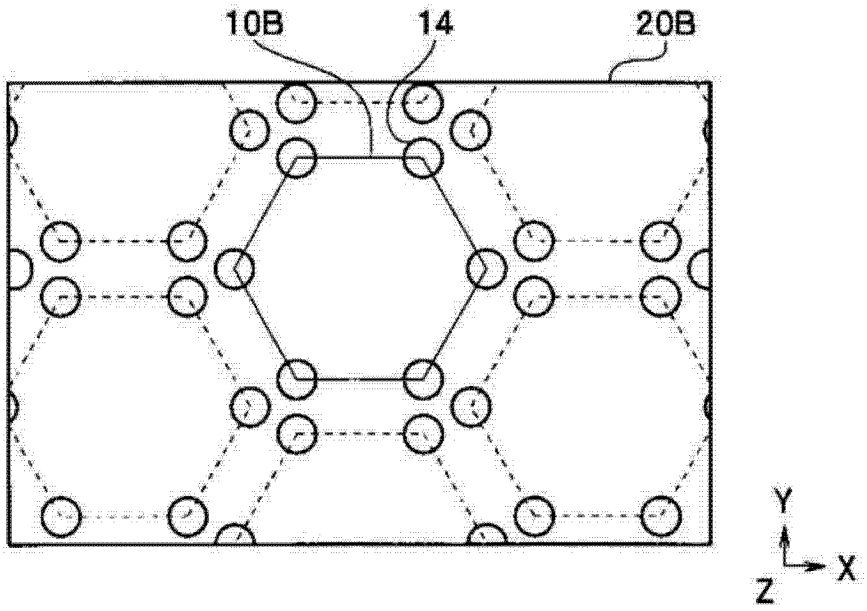


图 10

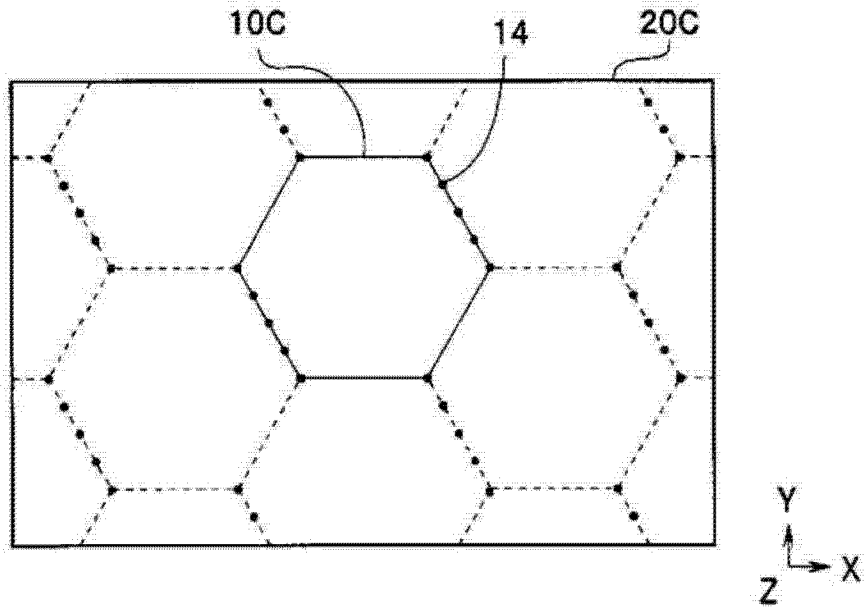


图 11

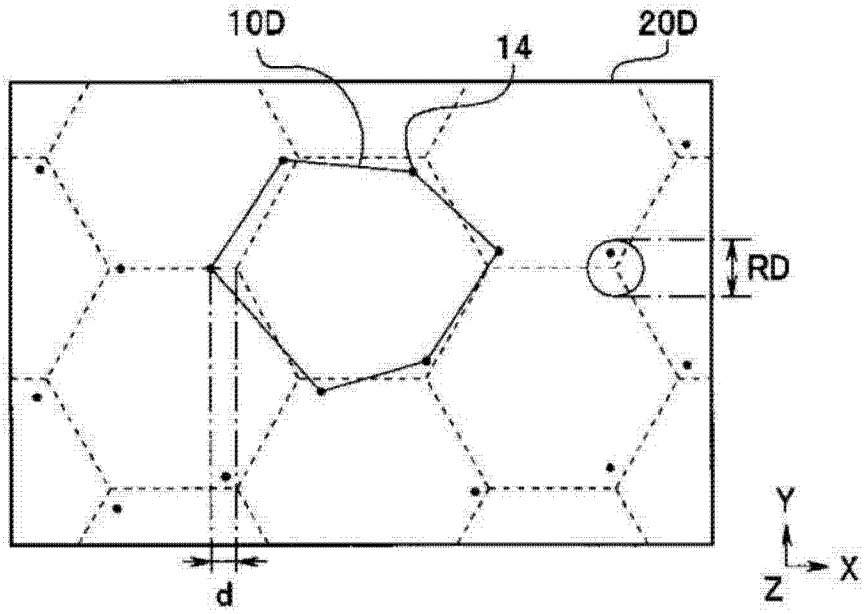


图 12

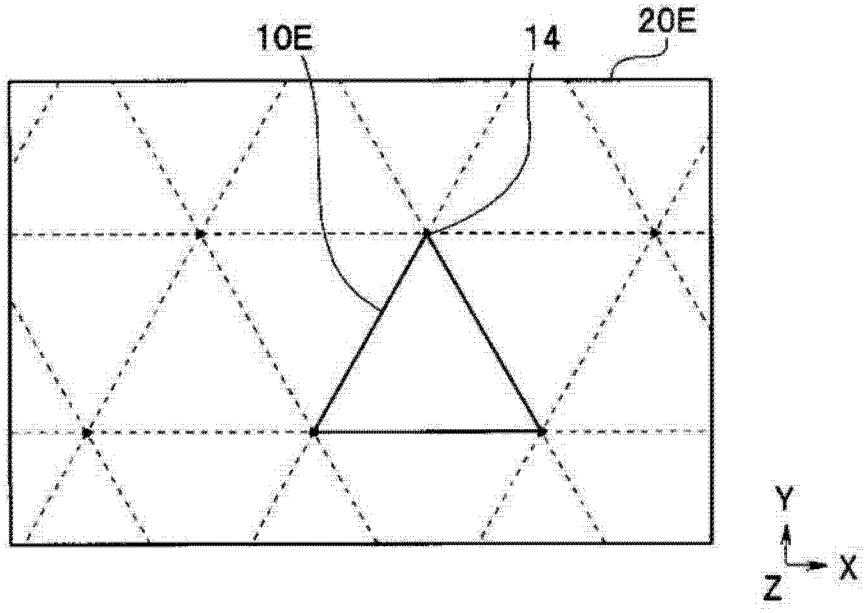


图 13

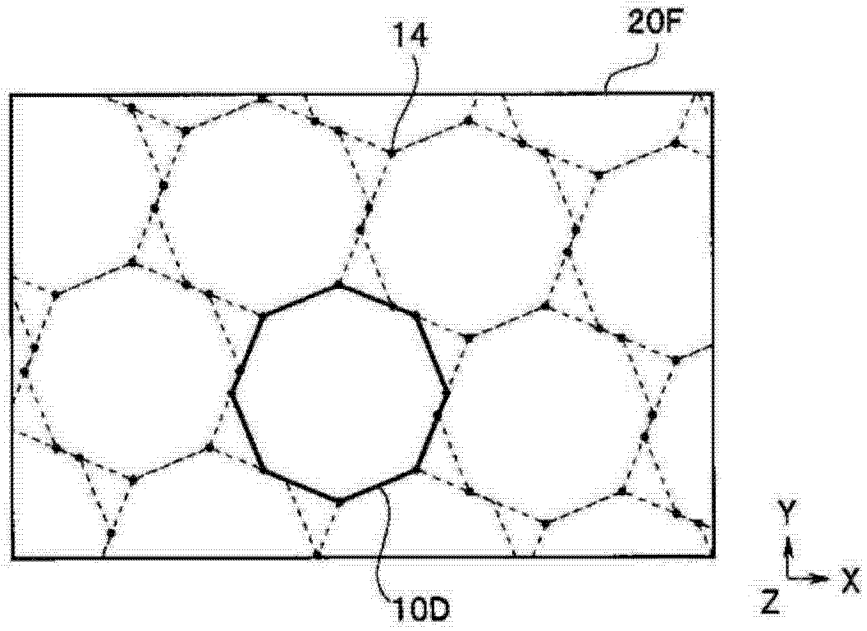


图 14

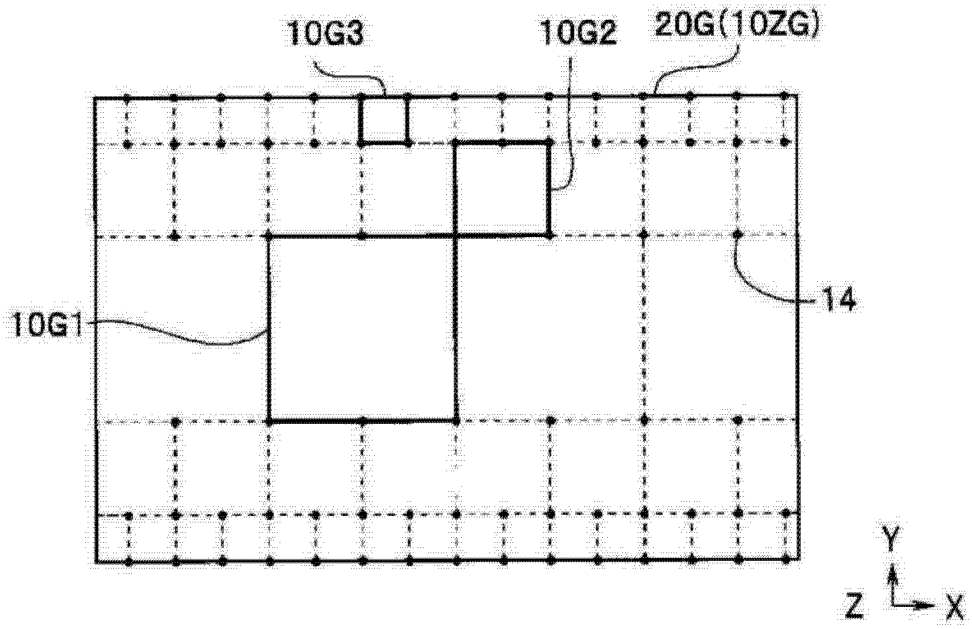


图 15

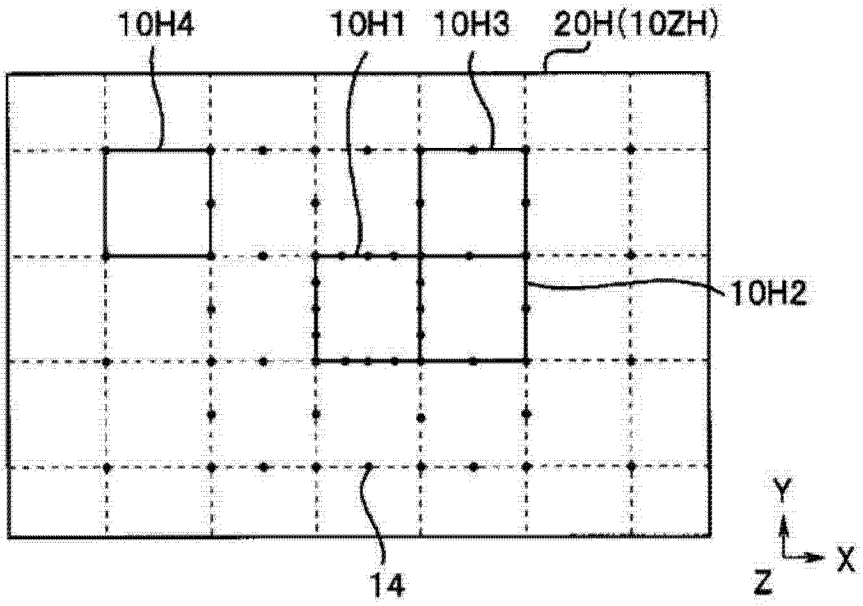


图 16

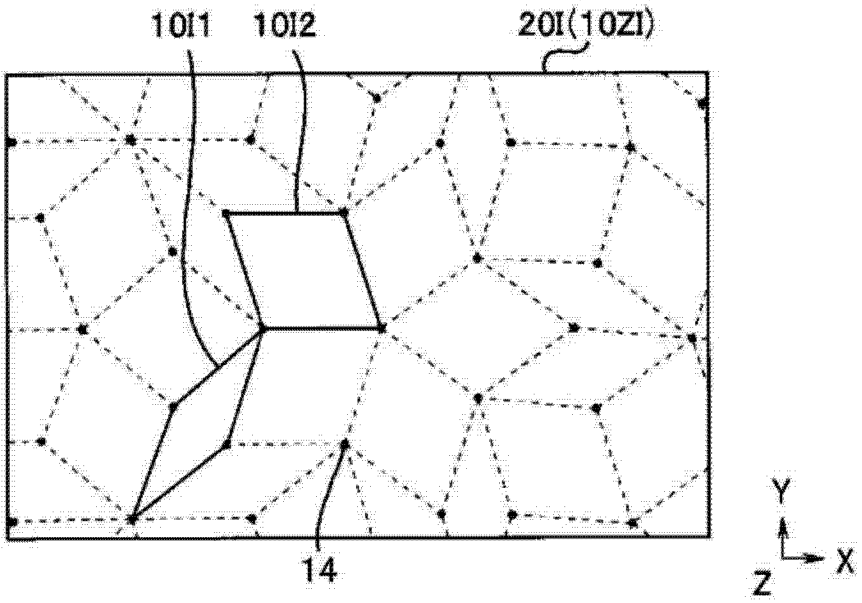


图 17

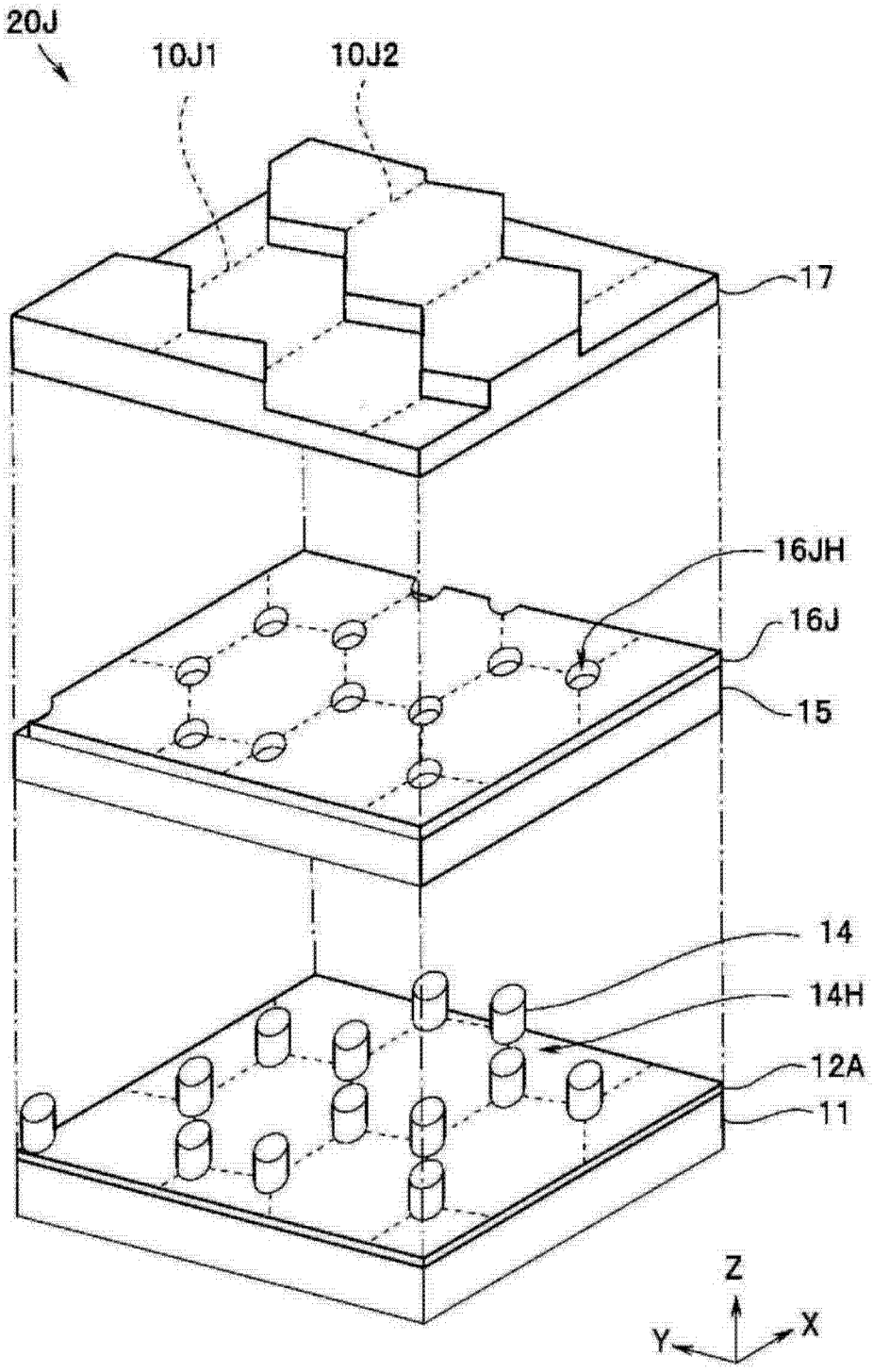


图 18

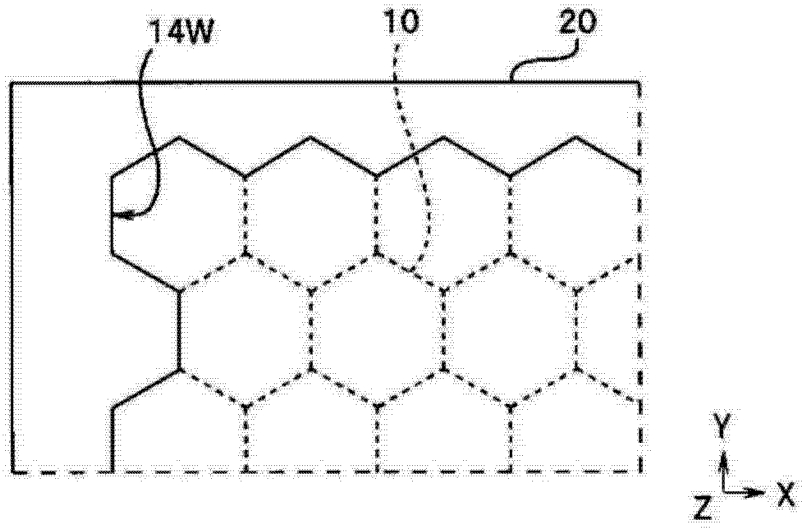


图 19

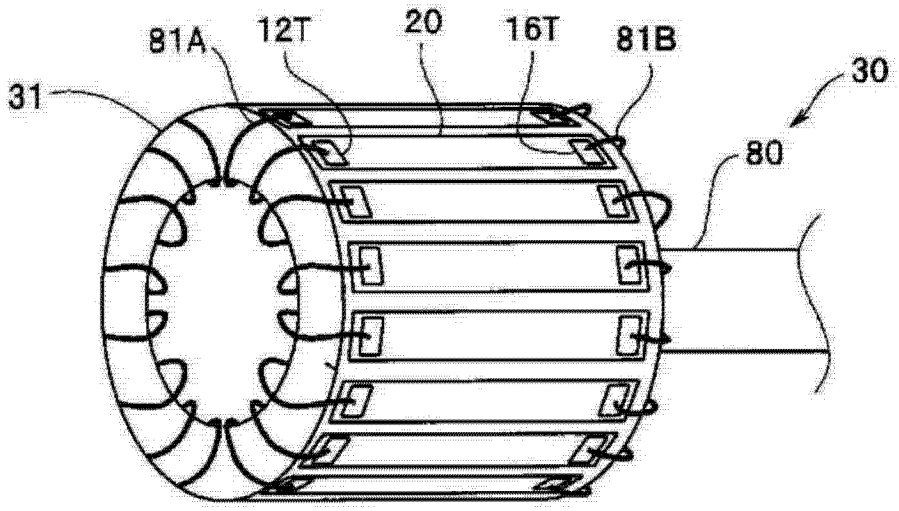


图 20

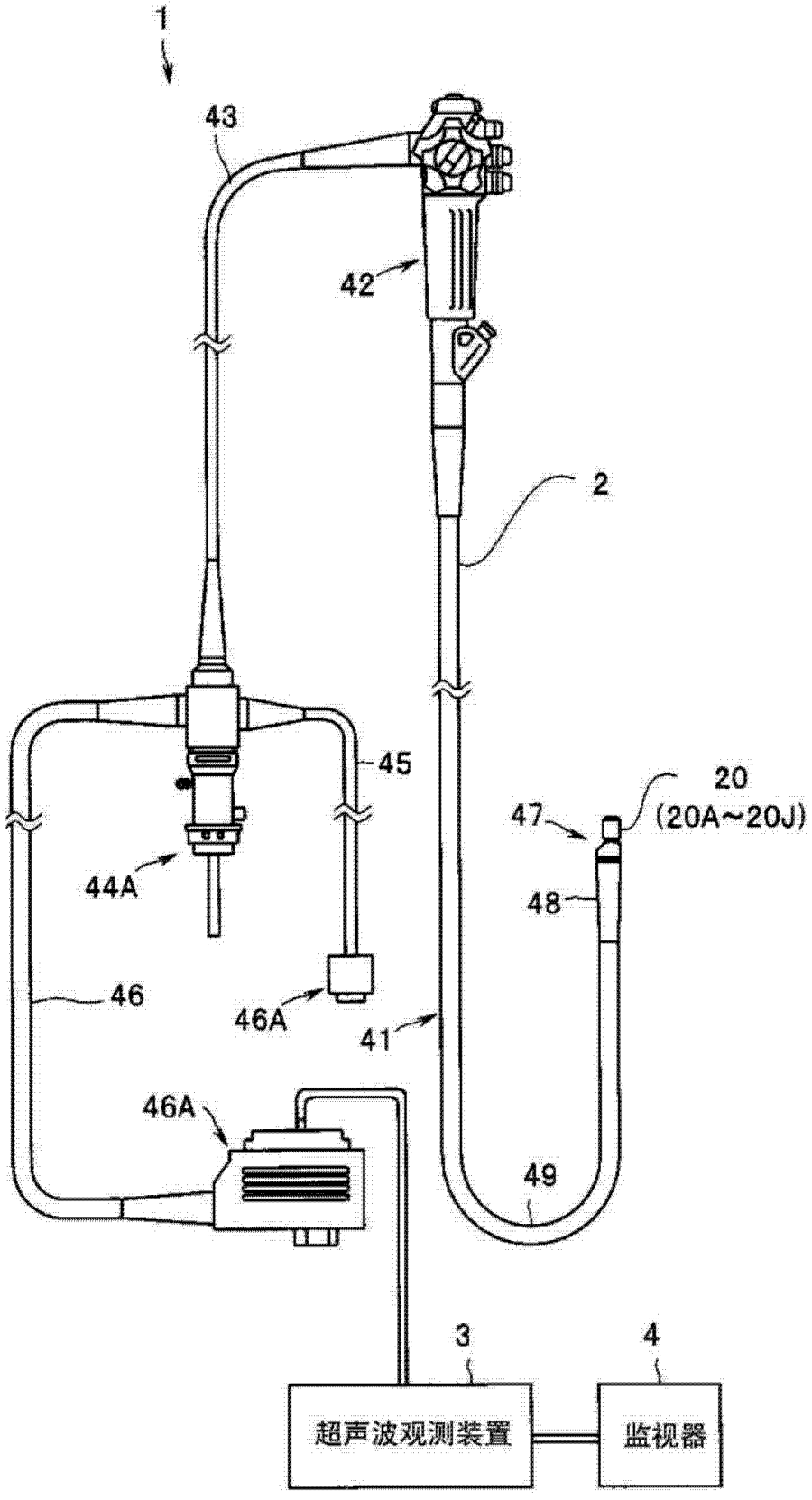
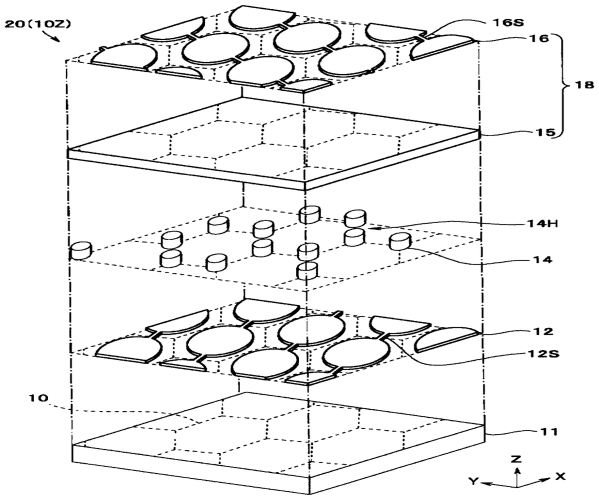


图 21

专利名称(译)	超声波振子元件及超声波内窥镜		
公开(公告)号	CN104823462A	公开(公告)日	2015-08-05
申请号	CN201380057959.2	申请日	2013-10-25
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
[标]发明人	松本一哉 若琳胜裕		
发明人	松本一哉 若琳胜裕		
IPC分类号	H04R19/00 A61B8/12 H01L29/84		
CPC分类号	A61B8/12 H01L28/60 A61B8/4483 B06B1/0292		
优先权	2012251444 2012-11-15 JP		
其他公开文献	CN104823462B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

超声波振子元件(20)具备由基板(11)和由多个单元(10)构成的单元群(10Z)，所述多个单元(10)分别具有包括配设在基板(11)之上的下部电极(12)和隔着腔体(14H)而与下部电极(12)对置配置的上部电极(16)的膜片(18)、以及通过支承膜片(18)而形成腔体(14H)的多个柱(14)，多个单元(10)各自的腔体(14H)相互连通。