

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B06B 1/06 (2006.01)

H01L 27/20 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02803075.3

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1327976C

[22] 申请日 2002.7.26 [21] 申请号 02803075.3
[30] 优先权

[32] 2001. 7.31 [33] US [31] 09/919,470

[86] 国际申请 PCT/IB2002/003145 2002.7.26

[87] 国际公布 WO2003/013181 英 2003.2.13

[85] 进入国家阶段日期 2003.5.30

[73] 专利权人 皇家飞利浦电子有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 D·G·米勒

[56] 参考文献

CN 1212146A 1999.3.31

US 4432007A 1984.2.14

US 5744898A 1998.4.28

US 5855049A 1999.1.5

审查员 鹿士杰

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 崔幼平 章社杲

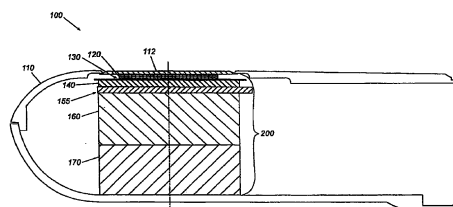
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 11 页

[54] 发明名称

用于将声学元件装接到集成电路上的系统

[57] 摘要

用于装接声学元件到集成电路的系统包括多种连接压电陶瓷或者微加工的超声换能器(MUT)元件到集成电路(IC)的方法,从而通过结合IC中的信号来减少将声学元件连接到IC所需的导体数量。在发明的另一方面,换能器元件包括一导电的声学层,声波层包含一衬垫层和/或一连接到IC的去匹配层。



1. 一种超声换能器探测器, 包含:

一探测器外壳;

一超声传感器, 位于该探测器外壳内并具有多个换能器元件;

一集成电路, 位于探测器外壳内;

其特征在于, 所述超声换能器探测器还包括:

一重新分布层, 其位于该超声传感器和该集成电路之间, 该重新分布层具有一包括对应于该集成电路的电路的第一表面, 并具有一包括对应于该超声传感器的多个元件的电路的第二表面, 其中所述重新分布层被施加在该集成电路的一个有源电路上面, 并且所述重新分布层还包括用于将第一表面的电路与第二表面的电路连接的重新分布连接器。

2. 根据权利要求 1 所述的换能器探测器, 其特征在于, 该超声传感器和该重新分布层被构形成一维阵列或二维阵列。

3. 根据权利要求 1 所述的换能器探测器, 其特征在于, 该超声传感器包含一微加工的超声换能器, 并且该重新分布层通过使用从焊块、金块、导电胶粘聚合体块和胶粘聚合体细线粘接之中的至少一种来连接到该超声传感器上。

4. 根据权利要求 3 所述的换能器探测器, 其特征在于, 该超声传感器包含一微加工的超声换能器, 并且该微加工的超声换能器还包括一与多个微加工的超声换能器元件中每一个有关的导电通孔, 该导电通孔构形成在该微加工的超声换能器元件和重新分布层的第二表面之间提供电连接。

5. 根据权利要求 1 所述的换能器探测器, 其特征在于, 还包含一位于该超声传感器和该重新分布层之间的不导电胶粘材料, 并且该不导电胶粘材料是去匹配层。

6. 一种超声换能器探测器, 包含:

一具有多个换能器元件的超声传感器, , 每个换能器元件包括一导电的声学层;

一集成电路;

其特征在于, 所述超声换能器探测器还包括:

重新分布层, 其位于该超声传感器和该集成电路之间, 该重新分布层具有一包括对应于该集成电路的电路的第一表面, 并具有一包括对应

于该多个超声传感器元件的电路的第二表面，其中所述重新分布层被施加在该集成电路的一个有源电路上面，并且所述重新分布层还包括用于将第一表面的电路与第二表面的电路连接的重新分布连接器。

7. 根据权利要求 6 所述的换能器探测器，其特征在于，该导电的声学层是衬垫层。

8. 根据权利要求 6 所述的换能器探测器，其特征在于，该导电的声学层是去匹配层。

9. 根据权利要求 1-8 之一所述的超声换能器探测器，

其特征在于，所述超声换能器探测器还包含：

与该集成电路有关的多个垫片，布置成分别与所述多个超声传感器元件的位置相对应；

与该垫片和该超声传感器的换能器元件分别有关的多个电接点；和

其中，利用胶粘聚合体细线粘接将每个电接点连接到该超声传感器的多个换能器元件中的每一个上。

10. 根据权利要求 9 所述的换能器探测器，其特征在于，还包含一钝化层，施加在该导体上并使电接点暴露，其中该钝化层和该电接点被平面化，以使该集成电路的表面变平。

11. 根据权利要求 9 的换能器探测器，其特征在于，每个电接点通过使用从焊块、金块、和导电胶粘聚合体块之中的至少一个来连接多个换能器元件中每一个。

12. 一种用来构建超声换能器探测器的方法，该方法包含以下步骤：

提供一探测器外壳；

提供一在该探测器外壳内的超声传感器，该超声传感器具有多个换能器元件；

提供一在该探测器外壳内的集成电路；

其特征在于还包括以下步骤：

提供一包括重新分布连接器的重新分布层，其位于该超声传感器和该集成电路之间，该重新分布层具有一包括对应于该集成电路的电路的第一表面，并具有一包括对应于该超声传感器的多个元件的电路的第二表面；

施加所述重新分布层在该集成电路的一个有源电路上面；并且

通过使用所述重新分布连接器来将第一表面的电路与第二表面的电路连接。

用于将声学元件装接到集成电路上的系统

技术领域

本发明总体上涉及超声换能器，尤其涉及一种用于将超声换能器的声学元件装接到集成电路上的系统。

背景技术

超声换能器已应用了相当长时间，并对于非介入式的医学诊断成像非常有效。超声换能器一般由压电元件或微加工的超声换能器（MUT）元件形成。压电元件典型地由压电陶瓷比如锆酸钛酸铅（一般称作PZT）制成，多个元件布置形成换能器。MUT是通过使用已知的半导体制造技术形成，以获得一电容性的超声换能器单元，该单元大体上包括一挠性膜，该挠性膜围绕其边缘在硅基片上被支撑。通过将电极形式的接触材料施加于膜或膜的一部分上和施加于硅基片的腔底部，然后在电极上施加合适的电压信号，MUT被激励以产生合适的超声波。同理，当被电偏置时，MUT的膜可以被用来接收超声信号，通过获取反射的超声能量并将此能量转化为电偏置膜的运动，从而生成一个接收信号。

超声换能器元件可和控制电路组合在一起而形成换能器组件，该组件以电子线路板的形式进一步组装在一可能包括附加控制电子设备的外壳中，以组合成为超声探头。包含各种声匹配层、衬垫层和去匹配层的超声探头用于发射和接收经过机体组织的超声信号。

以往，将一例如压电陶瓷换能器元件或者MUT元件的这种声波传感器连接到电子控制电路需要使用很多单独的电线来将换能器阵列的每个元件连接到控制电路。就具有成百上千个元件的大换能器阵列而言，需要大量的接线。但是，大量的接线增加了超声探测器的体积和成本。对于设计为在人体内使用的超声探测器，理想的是减少超声探测器和线缆的总尺寸。一个减小探测器尺寸的方法是在一集成电路(IC)组件上设置换能器元件的电子控制线路。邻近换能器阵列的IC（集成电路）可用来发射并从很多小换能器元件接收，并且也可用来组合信号，由此减少或者消除大体积和典型地连接超声探测器元件到控制电子线路的昂贵的线缆。

在IC的上设置换能器阵列将导致更大的封装效率。不利的是，没有

方便的方法来将压电陶瓷或者 MUT 换能器元件连接到控制电子线路。

因此，理想的是有一种方法能直接将超声换能器阵列的压电陶瓷和 MUT 元件连接到 IC。

发明内容

本发明是一种用于将声学元件装接到集成电路(IC)上的系统。该系统提供了多种方法来将压电陶瓷或者 MUT 换能器元件连接到 IC 上，从而通过结合 IC 中的信号减少了将换能器阵列的每个元件连接到 IC 上的所需导体数量。

在发明的一方面，提出一种超声换能器探测器，包含：一探测器外壳；一超声传感器，位于该探测器外壳内并具有多个换能器元件；一集成电路，位于探测器外壳内；其特征在於，所述超声换能器探测器还包括：一重新分布层，位于该超声传感器和该集成电路之间，该重新分布层具有一包括对应于该集成电路的电路的第一表面，并具有一包括对应于该超声传感器的多个元件的电路的第二表面，其中所述重新分布层被施加在该集成电路的一个有源电路上面，并且所述重新分布层还包括用于将第一表面的电路与第二表面的电路连接的重新分布连接器。

在发明的另一方面，也提出一种超声换能器探测器，包含：一具有多个换能器元件的超声传感器，每个换能器元件包括一导电的声学层；一集成电路；其特征在於，所述超声换能器探测器还包括：重新分布层，其位于该超声传感器和该集成电路之间，该重新分布层具有一包括对应于该集成电路的电路的第一表面，并具有一包括对应于该多个超声传感器元件的电路的第二表面，其中所述重新分布层被施加在该集成电路的一个有源电路上面，并且所述重新分布层还包括用于将第一表面的电路与第二表面的电路连接的重新分布连接器。

在发明的别的方面，还提出一种超声换能器探测器，包含：一探测器外壳；一超声传感器，位于探测器外壳内并具有多个换能器元件；和一集成电路，位于该探测器外壳内，其特征在於，所述超声换能器探测器还包括：一垫片，与该集成电路有关，并布置成与所述多个超声传感器元件中每一个的位置相对应；一电接点，与该垫片和该超声传感器的每个换能器元件有关；和其中利用胶粘聚合体细线粘接将每个电接点连接到该超声传感器的多个换能器元件中的每一个上。

在发明的另一方面，也提出一种超声换能器探测器，包含：一探测

器外壳；一超声传感器，位于该探测器外壳内并具有多个换能器元件；一集成电路，位于该探测器外壳内，该集成电路包括多个电垫片，其特征在于，每一个换能器元件位于仅仅一个对应的电垫片；和所述超声换能器探测器还包含：对应于电垫片的多个电接点，其中每个电接点以相应的电垫片被电气地装接到一个所述换能器元件上。

在发明的另一方面，也提出一种用来构建超声换能器探测器的方法，该方法包含以下步骤：提供一探测器外壳；提供一在该探测器外壳内的超声传感器，该超声传感器具有多个换能器元件；提供一在该探测器外壳内的集成电路；其特征在于还包括以下步骤：提供一包括重新分布连接器的重新分布层，其位于该超声传感器和该集成电路之间，该重新分布层具有一包括对应于该集成电路的电路的第一表面，并具有一包括对应于该超声传感器的多个元件的电路的第二表面；施加所述重新分布层在该集成电路的一个有源电路上面；并且通过使用所述重新分布连接器来将第一表面的电路与第二表面的电路连接。

在发明的另一方面，换能器元件包括一具有一衬垫层和/或一连接到IC的去匹配层的导电的声学层。

对于本领域的普通技术人员，本发明的其它系统、方法、特征和优点在审查下面的附图和详细说明时将是或将成为显而易见的。包括在此说明书之中的所有这些附加的系统、方法、特征和优点都在本发明范围之内，并且被后附的权利要求书所保护。

附图说明

参照附图可更好地理解由权利要求书限定的本发明。图中的元件彼此不按比例绘制，重点应放在清楚地阐明本发明的原理上。

图1是一经食管(TEE)超声探测器的截面示意图。

图2是图1超声换能器的一部分的截面示意图。

图3是图2超声换能器的一优选实施例的截面示意图。

图4是图2超声换能器的另一优选实施例的截面示意图。

图5A是图2超声换能器中IC的平面图。

图5B是二维(2D)声波传感器覆盖区域的平面图。

图5C是包括图5B换能器阵列覆盖区域的图2重新分布层的平面图。

图6A是图5AIC的一优选实施例的平面图。

图 6B 是一维(1D)声波传感器覆盖区域的平面图。

图 6C 是包括图 6 换能器阵列覆盖区域的重新分布层的平面图。

图 7 是图 2 所示的超声换能器的替代实施例的截面示意图。

图 8A 是图 2 所示的压电陶瓷换能器元件的截面示意图。

图 8B 是图 8A 所示的压电陶瓷换能器元件一替代实施例的截面示意图。

图 9 是图 2 所示的超声换能器另一替代实施例的截面示意图。

图 10 是图 4 所示的超声换能器替代实施例的截面示意图。

具体实施方式

以下描述的本发明可应用于连接到集成电路(IC)的压电陶瓷和微加工的超声换能器(MUT)元件。

图 1 是经食管(TEE)超声探测器 100 的截面示意图。超声探测器 100 包括容纳超声换能器的探测器外壳 110。超声换能器包括一声波传感器 120, 其通常包含多个换能器阵列元件(将在下文详细说明)。换能器元件可以是压电陶瓷或者微加工的超声换能器(MUT)元件。通过一声波窗 112 既可以从超声探测器 100 发射超声能量,也可以由超声探测器 100 接收超声能量,该声波窗被沿探测器外壳 110 的表面放置,并在声波传感器 120 的前面。

声波传感器 120 通过一界面 130 连接到集成电路(IC)140。界面 130 包括一施加在集成电路 140 的有源电路上面的重新分布层 145(在图 2 中显示并说明)。IC 140 的有源电路可在合适的基片(图 2 的 150)的表面上形成,并且典型地构造在一硅(Si)基片的上面。然而,其它半导体基片材料也可用来构造 IC 140。IC 基片被粘接到具有声波阻抗的电路板 155,此声波阻抗与 IC 基片的声波阻抗相匹配。用薄的粘合剂将电路板 155 粘接在一衬垫材料 160 上,以防止粘接表面的声波反射。

声波传感器 120 典型地包括成百上千个换能器元件,并且优选的是,包括 2500 个超声元件。每个元件需要与超声探测器 100 有关的电子控制电路(未示出)电连接。IC 140 组合这种电连接,由此减少超声探测器 100 内的单独连接的数量。

通常,为了吸收通过电路板 155 迁移的所有超声能量,声波衬垫 160 被施加在电路板 155 的后面。为了排出声波传感器 120 和 IC 140 的热量,散热器 170 被施加在声波衬垫 160 的后面。声波传感器 120、界面

130、IC 140、电路板 155、声波衬垫 160 和散热器 170 构成超声换能器 200。

图 2 是阐明图 1 超声换能器 200 的一部分的截面示意图。虽然在图 2 超声换能器 200 中被省略，一般来说存在与超声换能器 200 有关的一电路板（图 1 的 155）、一声波衬垫 160 和一散热器 170（如图 1 所示）。此外，匹配层和去匹配层也为了清楚起见而被省略。

超声换能器 200 包括一声波传感器 220，在此实施例中，其包含多个压电陶瓷换能器元件，用附图标记 210 表示其中一个典型元件。多个压电陶瓷换能器元件 210 布置成一阵列，该阵列典型地包括成千上万个单独的换能器元件，并且在一优选实施例中，其包括 2500 个元件。每个压电陶瓷换能器元件 210 包括一元件金属化层 212a，如图所示地施加于上表面。元件金属化层 212a 为每个元件 210 提供电气接地连接。该接地连接典型地包括将每个元件 210 连接到一合适的电气接地的导体上（未示出）。依据发明的一个方面，每个压电陶瓷换能器元件 210 通过一重新分布层 145 被连接在与 IC 140 有关的有源电路 218 上。重新分布层 145 可施加在有源电路 218、IC 垫片和位于 IC 140 上的模钝化层 214 的上面，用附图标记 224 表示其中一个典型的 IC 垫片。IC 基片 150 和有源电路 218 构成 IC 140。模钝化层 214 施加在有源电路 218 和 IC 垫片 224 的上面，把 IC 垫片 224 暴露出来。

重新分布层 145 包括多个重新分布的导体，用附图标记 222 表示其中一个典型导体，其通过 IC 垫片 224 和有源电路 218 相接触。重新分布层 145 还包括一通过 IC 垫片 224 施加在重新分布导体 222 和模钝化层 214 上面的辅助钝化层 216。重新分布导体 222 通过 IC 垫片 224 将有源电路 218 的连接重新分布在对应于每个压电陶瓷换能器元件 210 的合适的位置上。重新分布导体 222 是将每个 IC 垫片 224 连接到各自的金属接点 232 的导电材料，并用精细迹线 IC 技术形成。每个金属接点 232 对应一压电陶瓷换能器元件 210。

模钝化层 214 和辅助钝化层 216 可以由例如二氧化硅或者聚合物形成，但并非局限于这两种材料。重新分布层 145 帮助减少有源电路 218 和换能器元件 210 之间的电容耦合。一附加钝化层（未示出）可施加在模钝化层 214 和重新分布导体 222 之间来进一步减少有源电路 218 和换能器元件 210 之间的电容耦合，并可施加于其它所讨论的实施例。此外，

辅助钝化层 216 帮助将 IC 基片 150 的上面因有源电路 218 的形成而造成的凹凸不平的表面变平坦。

在一实施例中，每个压电陶瓷换能器元件 210 利用一导电元件 228 连接到各自的金属接点 232。导电元件 228 在金属接点 232 和一施加在每个压电陶瓷换能器元件 210 下侧的元件金属化层 212b 之间形成一电连接，例如，导电元件可以是焊球或者焊块。这样，实现了压电陶瓷换能器元件 210 和有源电路 218 之间的电连接。虽然在图 2 中用焊块作为导电元件 228，其它多种技术可用于将金属接点 232 与每个压电陶瓷换能器元件 210 的元件金属化层 212b 进行电连接。例如，除了焊块以外，也可用金块。进一步，导电胶或者导电聚合体块也可用来连接金属接点 232 到元件金属化层 212b。更进一步，如下文将对图 4 的说明，一已知为“细线粘接”的技术可用于元件金属化层 212b 直接连接到金属接点 232，以导致一直接的电阻连接。在此实施例中，在元件金属化层 212b 和金属接点 232 细线粘接之前，辅助钝化层 216 的表面和金属接点 232 可被可选地磨平，或平面化，以便将重新分布层 145 和集成电路 140 的表面变平。

胶粘材料 226 填充每个导电元件 228 之间的间隙以及每个压电陶瓷换能器元件 210 和辅助钝化层 216 之间的空间。胶粘材料 226 典型地不导电，并可以是多种胶，例如环氧树脂这样的胶，但不局限于环氧树脂。胶粘材料 226 也可以作为去匹配材料，起到声波反射器的作用。

超声换能器 200 典型地由在 IC 140 的有源电路 218 上面形成辅助钝化层 216 和金属接点 232 而构建。导电元件 228 随后沉积在金属接点 232 上。胶粘材料 226 随后沉积，并且形成换能器元件 210 的材料被粘接到辅助钝化层 216，在元件金属化层 212b 和导电元件 228 之间导致一电连接。接着，通过去除形成换能器元件 210 的一部分材料以及元件金属化层 212a 和 212b 来形成换能器元件 210。例如，可用一钻石轮划片机来切割换能器元件 210，在划片机接触金属化层 212b 之前停止。换能器元件 210 的剩余材料和金属化层 212b 可被除去，例如，用激光烧掉。所产生的划片机切口 215 形成了独立的换能器元件 210，并去除了换能器元件 210 之间的电连接。

图 3 是图 2 超声换能器 200 的一替代实施例的截面示意图。图 3 超声换能器 300 包括一声波传感器 320，其包含多个 MUT 元件 310。MUT

元件 310 在 MUT 基片 330 上形成。每个 MUT 元件 310 包括一个或多个 MUT 单元（未示出）。如果一个以上的 MUT 单元用来形成 MUT 元件 310，形成 MUT 元件的 MUT 单元通常是连接起来的。如本领域普通技术人员所知，可通过使用半导体设备处理技术在诸如硅的基片 330 上构造 MUT 元件 310。每个 MUT 元件 310 包括一电气接地连接（未示出），其典型地延伸到每个 MUT 元件 310 表面的上面。接地连接典型地包括一连接每个 MUT 元件 310 到合适的电气接地的导体（未示出）。

依据发明的一方面，每个 MUT 元件 310 包括一个或多个小直径孔，称作通孔，用附图标记 325 表示其中一个典型通孔。通孔 325 穿过 MUT 基片 330 并与每个 MUT 元件 310 接触。每个通孔 325 被掺杂质而导电，由此提供对每个 MUT 元件 310 的电连接。依据发明的这个方面，每个 MUT 元件 310 被放置在邻近通孔 325 的位置。每个通孔 325 穿过 MUT 基片 330 并与一个导电元件 328 接触。这样，导电通孔 325 将 MUT 元件 310 电耦合到导电元件 328。应该注意的是，上文提到的图 2 中的优选的所有导体元件也可施加于图 3。每个导体元件 328 与各自的金属接点 332 相接触。每个金属接点 332 与各自的重新分布导体 322 连接，依次与各自的 IC 垫片 324 连接。每个 IC 垫片 324 接触有源电路 318 的一部分。这样，位于 IC 340 上的有源电路 318 通过重新分布导体 322 与导电元件 328 和每个 MUT 元件 310 相接触。胶粘材料 326 填充每个导电元件 328 之间的间隙以及 MUT 基片 330 和辅助钝化层 316 之间的空间。胶粘材料 326 典型地不导电，并与上文所述的胶粘材料 226 类似。

图 4 是阐明图 2 超声换能器 200 的另一实施例的截面示意图。图 4 的超声换能器 400 包括一声波传感器 420，其在此例中包括多个压电陶瓷换能器元件，用附图标记 410 表示其中一个典型元件。每个压电陶瓷换能器元件 410 包括一如图所示地施加在上表面的元件金属化层 412a。元件金属化层 412a 为每个元件 410 提供电气接地连接。该接地连接典型地包括一导体（未示出），其将每个元件 410 连接到合适的电气接地部。每个压电陶瓷换能器元件 410 还包括一如图所示地施加在下侧的元件金属化层 412b。元件金属化层 412b 使得在压电陶瓷换能器元件 410 和金属接点 432 之间形成直接的电接点。如上文提到的，这种连接典型地称作“细线粘接”。细线粘接利用一粘性聚合体材料来将金属接点 432 机械地连接到压电陶瓷换能器元件 410 的元件金属化层 412b 的暴露表

面。之所以能实现细线粘接，是因为在元件金属化层 412b 的暴露表面和金属接点 432 上存在细微的表面粗糙度。此细微的表面粗糙度在金属接点 432 和元件金属化层 412b 之间提供直接电阻连接。金属接点 432 通过重新分布导体 422 连接到 IC 垫片 424。IC 垫片 424 连接到位于 IC 440 上的有源电路 418。重新分布层 445 包括重新分布导体 422 和一辅助钝化层 416，与上文所述的辅助钝化层 216 类似。

与图 2 超声换能器 200 类似，超声换能器 400 典型地通过在 IC 440 的有源电路 418 和 IC 垫片 424 之上形成辅助钝化层 416 和金属接点 432 而被构建成。辅助钝化层 416 的暴露表面和金属接点 432 的某些部分可被磨平，或被平面化。

胶 426 随后沉积，并且形成换能器元件 410 的材料被粘接到辅助钝化层 416，在元件金属化层 412b 和金属接点 432 之间导致一细线粘接电连接。换能器元件 410 于是通过去除一部分形成换能器元件 410 的材料以及元件金属化层 412a 和 412b 而形成。如上文所述，可使用一钻石轮划片机来切割换能器元件 410，在划片机接触金属化层 412b 之前停止。换能器元件 410 剩余的材料和金属化层 412b 随后被去除，例如，用激光去除。所产生的划片机切口 415 形成了独立的换能器元件 410，并去除换能器元件 410 之间的电连接。

图 5A 是阐明图 2 的 IC 140 的平面图。IC 140 包括多个 IC 垫片，用附图标记 224 表示其中一个典型 IC 垫片。IC 垫片 224 连接到有源电路 218 并对应于图 2 的 IC 垫片 224。

图 5B 是阐明二维声波传感器覆盖区域 500 的平面图。为了简化，换能器阵列覆盖区域 500 表示 16 个换能器元件，用附图标记 510 表示其中一个典型元件，布置为 4×4 的阵列。然而，一典型的换能器阵列包括成百上千个换能器元件。

图 5C 是阐明图 2 的重新分布层 145 的平面图，其包括用虚线表示的图 5C 中的换能器阵列覆盖区域 500。每个重新分布导体 222 将一个 IC 垫片 224 连接到换能器阵列覆盖区域 500 的一个换能器阵列元件 510。在重新分布层 145 上的重新分布导体 222 在 IC 垫片 224 与每个各自的换能器阵列元件 510 之间形成电连接。相应地，换能器阵列覆盖区域 500 和有源电路 218 的设计可被独立地优化，并且每个换能器阵列元件 510 连接到有源电路 218 合适的部分。

图 6A 是阐明图 5A 的 IC 的一替代实施例的平面图。IC 640 包括多个 IC 垫片，用附图标记 624 表示其中一个典型 IC 垫片。IC 垫片 624 连接到有源电路 618。

图 6B 是阐明一维声波传感器 605 的一个覆盖区域的平面图。声波传感器 605 包括多个换能器元件，用附图标记 610 表示其中一个典型元件，布置为 1×8 的阵列。

图 6C 是阐明图 5A 的重新分布层 145 的一替代实施例的平面图。重新分布层 645 包括图 6B 声波传感器 605。每个重新分布导体 622 将一个 IC 垫片 624 连接到声波传感器 605 的一个换能器阵列元件 610。进一步，在图 6C 中，点线表示在图 6B 中显示的声波传感器 605 的轮廓。这样，在重新分布层 645 中的重新分布导体 622 在 IC 垫片 624 和每个各自的换能器阵列元件 610 之间形成电连接。相应地，声波传感器 605 和有源电路 618 的设计可被独立地优化，并且每个换能器元件 610 连接到有源电路 618 合适的部分。

图 7 是阐明图 2 超声换能器 200 的一替代实施例的截面示意图。超声换能器 700 包括一声波传感器 720，其包含多个压电陶瓷换能器元件，用附图标记 710 表示其中一个典型元件。每个压电陶瓷换能器元件 710 包括一施加于如图所示的上表面的元件金属化层 712a。元件金属化层 712a 为每个元件 710 提供电气接地连接。该接地连接典型地包括一将每个元件 710 连接到合适的电气接地部的导体（未示出）。每个压电陶瓷换能器元件 710 还包括一施加于如图所示的每个压电陶瓷换能器元件 710 下侧的元件金属化层 712b。在图 7 所示的实施例中，每个导电元件 728 是一导电聚合体块，其被磨平，或被平面化，然后如图所示用一金属化层 719 使其金属化。胶层 726 也被平面化和金属化。每个导电元件 728 被放置在各自的金属接点 732 的上面。在每个压电陶瓷换能器元件 710 下侧的元件金属化层 712b 被细线粘接到施加在每个导电元件 728 上面的金属化层 719。

重新分布层 745 包括重新分布导体 722 和一辅助钝化层 716，其与上文所述的辅助钝化层 216 类似。

每个金属接点 732 通过各自的重新分布导体 722 连接到各自的 IC 垫片 724。IC 垫片 724 连接到位于 IC 740 上的有源电路 718。辅助钝化层 716 与压电陶瓷换能器元件 710 上的元件金属化层 712 的暴露表面之

间的间隙用一层胶层 726 填充。胶层 726 与上文所述的胶粘材料 226 类似。如上文所述，可用一钻石轮划片机切割换能器元件 710，在划片机接触到金属化层 712b 之前停下来。换能器元件 710 的剩余材料和金属化层 712b 可被去除，例如用激光去除。所产生的划片机切口 715 形成了独立的换能器元件 710，并去除换能器元件 710 之间的电连接。

图 8A 是阐述一个图 2 所示的压电陶瓷换能器元件的截面示意图。压电陶瓷换能器元件 800 包括位于压电陶瓷元件 806 上的第一匹配层 802 和第二匹配层 804。匹配层 802 和 804 有导电性，并且一般包括一施加在匹配层 802 上面的金属化层 801。匹配层 802 和 804 帮助将压电陶瓷元件 806 的声波阻抗（约 30 兆瑞利 (MRayl)）与病人的声波阻抗（约 1.5 MRayl）相匹配。MRayl 是声波阻抗的一个度量单位。

例如，通过使用匹配层 802 和 804，在 1/4 波的方案中，病人的 1.5 MRayl 声波阻抗可被很接近地与压电陶瓷元件 806 的 30 MRayl 声波阻抗相匹配。另外，压电陶瓷元件 806 的声波阻抗可通过使用合成的压电陶瓷材料构造元件 806 来改变，而不是使用纯的压电陶瓷元件。

依据发明的另一方面，一层导电声波材料被粘接在压电陶瓷元件 806 上与匹配层 804 相对的表面。在一实施例中，导电声波材料是粘接到如图所示的压电陶瓷元件 806 的去匹配层 808。去匹配层 808 起声波反射器的作用，并可以是一高阻抗的去匹配层，例如由碳化钨构造，该层具有一钴粘合剂或镍粘合剂，并具有约 80 到 100MRayl 的声波阻抗。另外，一低阻抗去匹配层由例如聚合体或聚合体混合物构造，例如声波阻抗约为 3MRayl 的环氧树脂和诸如声波阻抗约为 4.5MRayl 的环氧树脂银的环氧树脂金属。例如，导电去匹配层 808 可能为碳化钨，具有与 80 到 100MRayl 相似的声波阻抗。这样，高阻抗去匹配层 808 向压电陶瓷元件 806 反射声波能量，其声波阻抗约为 33MRayl。去匹配层 808 被粘接到 IC840，其声波阻抗与 19MRayl 相似。去匹配层的两个表面都反射波，如本领域普通技术人员所了解。穿过去匹配层 808 的少量能量被传送进入 IC 基片 850、电路板 855 并进入衬垫 860，并被吸收。电路板 855 和衬垫 860 都与 IC 基片 850 的声波阻抗相匹配。

如本领域普通技术人员所了解的，除了与上文所述的界面 130 类似的界面 830，图 8A 中所有元件使用声学粘合剂装接。IC 840 与上文所述的 IC 140 类似，并可通过界面 830 连接到去匹配层 808，界面 830 与

上文所述的界面 130 类似。

或者,导电去匹配层 808 可能是一层环氧树脂银,其具有与 4.5Mrayl 相似的声波阻抗。在此实施例中,低阻抗去匹配层 808 向一声波阻抗约为 33Mrayl 的压电陶瓷元件 806 反射声波能量。去匹配层 808 被粘接到 IC840,具有与 19Mrayl 相似的声波阻抗。去匹配层 808 的两个表面都反射波,如本领域普通技术人员所了解。穿过去匹配层 808 的少量能量被传送进入 IC 基片 850、电路板 855 和进入衬垫 860,并被吸收。电路板 855 和衬垫 860 与 IC 基片 850 的声波阻抗相匹配。如本领域普通技术人员所已知的,可在交变声波阻抗中加入一附加的去匹配层来减少通过 IC840、电路板 855 传送并进入衬垫 860 的声波能量。

图 8B 是阐明图 8A 压电陶瓷换能器元件 800 的另一实施例的截面示意图。换能器元件 810 包括一匹配层 812,其被施加在金属化层 811 的上面。匹配层 812 被施加在压电陶瓷元件 814 的上面,其具有约 33Mrayls 的声波阻抗。压电陶瓷元件 814 的声波阻抗被接近地与 IC 基片 850 的声波阻抗相匹配。在一些情况中此构形是理想的,因为它提供更大的工作带宽。换能器元件 810 也可能用一合成聚合体和压电陶瓷元件 814 构造,其具有与 IC 基片 850 的声波阻抗相匹配的声波阻抗。

另一构形是将换能器元件放置在具有导体的衬垫上,此导体在 IC 的重新分布层的上面。这种包括导体的衬垫披露于共同转让的名称为“用于声波换能器阵列的衬垫”、授权给 Miller 等人的美国专利 No.5,267,221。

如本领域普通技术人员所已知的,除了与上文所述的界面 130 类似的界面 830,所有图 8B 中的元件用声学粘合剂装接。

在此实施例中,施加于电路板 855 的导电的声学层是一衬垫层 816。衬垫层 816 起声波吸收材料的作用,由此吸收在 IC840 和电路板 855 中移动的所有声波能量。此外,图 8A 的去匹配层 808 可与图 8B 的衬垫层 816 结合,来达到所希望的压电陶瓷换能器元件 800 的声波性能。

图 9 是阐明图 2 超声换能器 200 的另一替代实施例 900 的截面示意图。超声换能器 900 包括一声波传感器 920,其在此实施例中包含多个压电陶瓷换能器元件,用附图标记 910 表示其中一个典型元件。多个压电陶瓷换能器元件 910 布置为一阵列,一般包括成千上万个单独的换能器元件,并且在一替代实施例中,包括 2500 个元件。每个压电陶瓷换

能器元件 910 包括一施加于如图所示的上表面的元件金属化层 912a。该元件金属化层 912a 对于每一元件 910 设置有电接地连接。元件金属化层 912a 包括一将每个元件 910 连接到合适的电气接地的导体（未示出）。依据发明的一方面，每个压电陶瓷换能器元件 910 通过一模钝化层 914 连接到与 IC 940 有关的有源电路 918，在模钝化层 914 中金属接点 932 被直接连接到 IC 垫片 924，由此省去了上文提到的重新分布导体。模钝化层 914 可施加在有源电路 918 和 IC 垫片的上面，用附图标记 924 表示其中一个典型 IC 垫片。模钝化层 914 可用例如二氧化硅或聚合体的材料来形成。

每个 IC 垫片 924 与有源电路 918 的一对应部分和金属接点 932 下侧有电接点。如图 9 所表示，上文提到的重新分布导体和辅助钝化层被省略，因为换能器元件 910 各自在相应的 IC 垫片 924 的上面对齐。

在一实施例中，每个压电陶瓷换能器元件 910 用一导电元件 928 连接到各自的金属接点 932。导电元件 928 可以是焊块，例如在金属接点 932 和一施加于每个压电陶瓷换能器元件 910 下侧的元件金属化层 912b 之间形成电接点的焊块。这样，在压电陶瓷换能器元件 910 和有源电路 918 之间可实现电接点。虽然在图 9 中用焊块表示导电元件 928，上文提到的与图 2 有关的其它多种技术可用于将金属接点 932 电连接到每个压电陶瓷换能器元件 910 的元件金属化层 912b。

胶粘材料 926 填充每个导电元件 928 之间的间隙和每个压电陶瓷换能器元件 910 和模钝化层 914 之间的空间。胶粘材料 926 典型地不导电，并可以是多种胶，例如环氧树脂这样的胶，但并不局限于环氧树脂。

超声换能器 900 典型地通过在 IC 940 上的有源电路 918 的上面形成模钝化层 914 和金属接点 932 而构建。导电元件 928 随后沉积在金属接点 932 的上面。胶粘材料 926 随后沉积，并且形成换能器元件 910 的材料被粘接到模钝化层 914，在元件金属化层 912b 和导电元件 928 之间导致一电连接。换能器元件 910 于是通过去除一部分形成换能器元件 910 的材料和元件金属化层 912a 和 912b 而形成，例如，如上文所述的切割或激光烧的方法去除。

图 10 是阐明图 4 超声换能器 400 的一替代实施例 1000 的截面示意图。图 10 的超声换能器 1000 包括声波传感器 1020，在此例中包括多个压电陶瓷换能器元件，用附图标记 1010 表示其中一个典型元件。每个

压电陶瓷换能器元件 1010 包括一施加于如图所示的上表面的元件金属化层 1012a。元件金属化层 1012a 提供一将每个元件 1010 连接到合适电气接地部的导体（未示出）。每个压电陶瓷换能器元件 1010 还包括一施加于如图所示的下侧的元件金属化层 1012b。元件金属化层 1012b 允许在压电陶瓷换能器元件 1010 和金属接点 1032 之间形成直接的电接点。如上文所提到的，这个连接通常称作“细线粘接”。细线粘接一般由一胶聚合体将金属接点 1032 直接电气地连接到压电陶瓷换能器元件 1010 的元件金属化层 1012b 的暴露表面。因为元件金属化层 1012b 的暴露表面和金属接点 1032 上存在细微的表面粗糙度，实现细线粘接。此细微的表面粗糙度在金属接点 1032 和元件金属化层 1012b 之间提供一直接的电阻连接。

金属接点 1032 直接连接到 IC 粘接垫片 1024 上，无需利用上文所述的重新分布导体。IC 垫片 1024 连接到位于 IC 1040 上的有源电路 1018。辅助钝化层 1016 的表面和一部分金属接点 1032 被磨平，或平面化，并被金属化来将 IC 1040 的表面变平，并且提供一平滑表面，在上面装接换能器元件 1010。

超声换能器 1000 典型地由在有源电路 1018 的上面直接形成 IC 粘接垫片 1024 而构建。金属接点 1032 于是形成在 IC 粘接垫片 1024 的上面，并且模钝化层 1014 和辅助钝化层 1016 于是形成在有源电路 1018 和 IC1040 的 IC 垫片 1024 的上面。辅助钝化层 1016 的暴露表面和金属接点 1032 的某些部分被磨平，或平面化并且金属化。元件金属化层 1012b 于是被细线粘接到辅助钝化层 1016 的平面化表面，在元件金属化层 1012b 和金属接点 1032 之间形成一细线粘接电连接。换能器元件 1010 于是通过用例如上文所述的切割或者激光烧的方法去除一部分形成换能器元件 1010 的材料和元件金属化层 1012a 和 1012b 而形成。

对于本领域的普通技术人员而言，很明显，在未脱离本发明的原理的情况下可针对本发明做很多如上文所阐明的那样的变型和变化。例如，本发明可以和压电陶瓷和 MUT 换能器元件一起使用。而且，本发明可应用到不同的基片材料上，例如包括硅和锗。所有这种变型和变化意在包含在此。

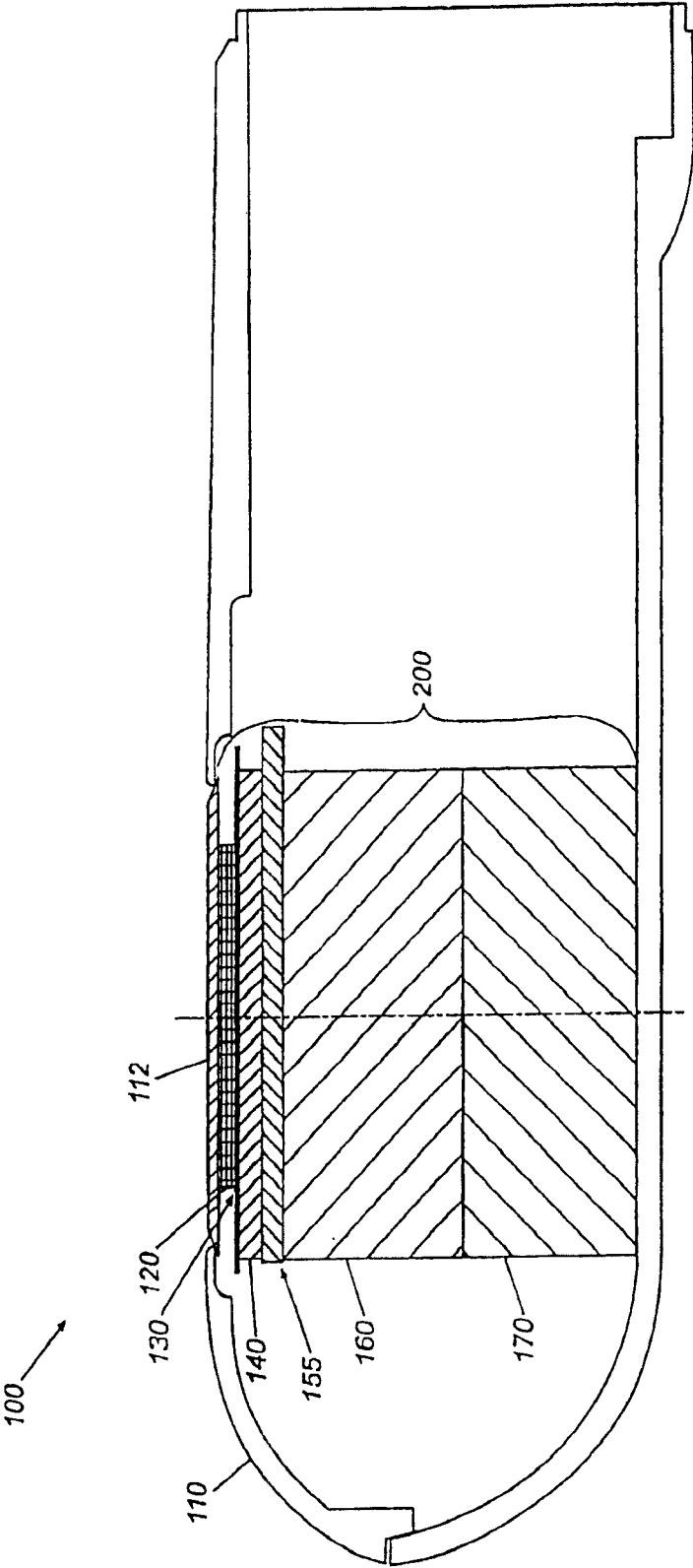


图 1

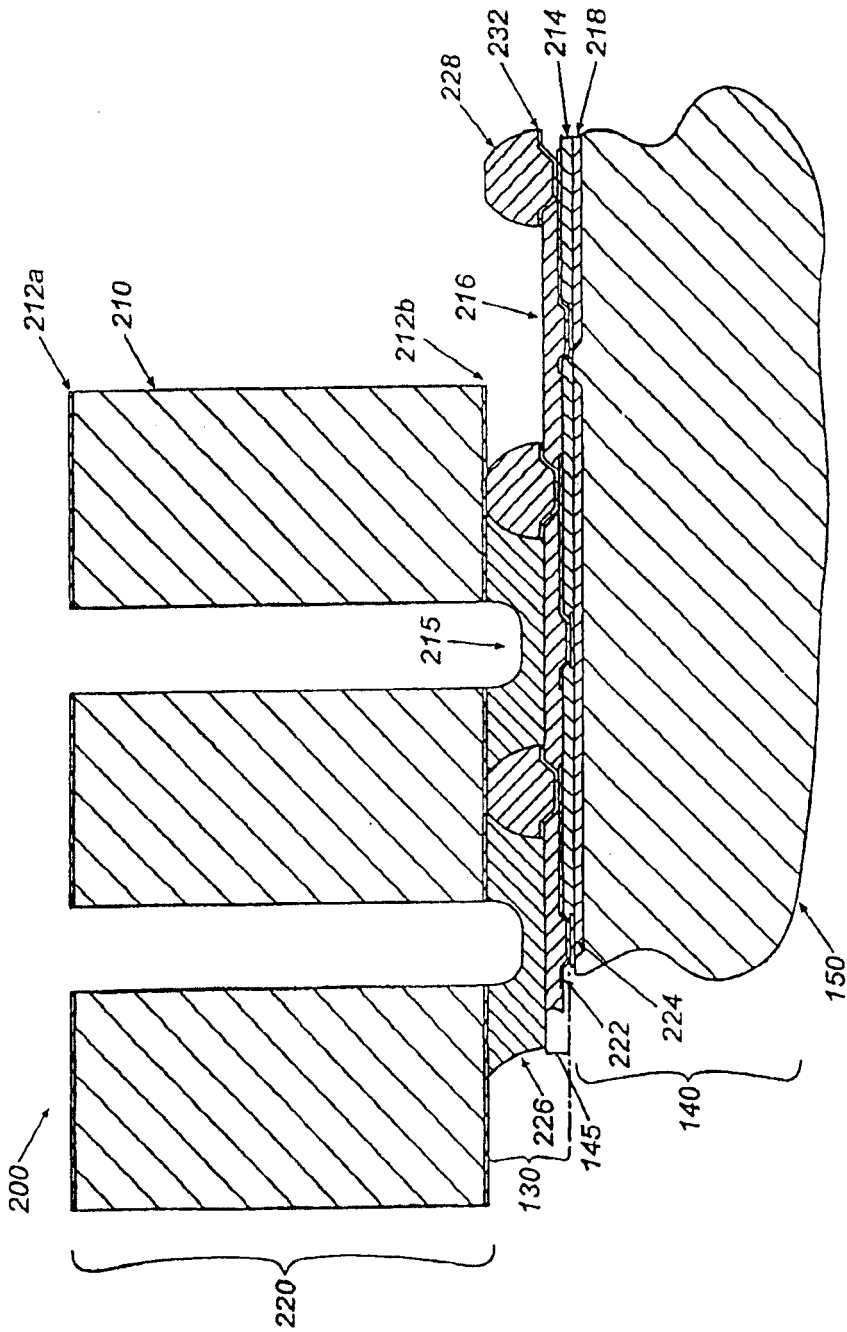


图 2

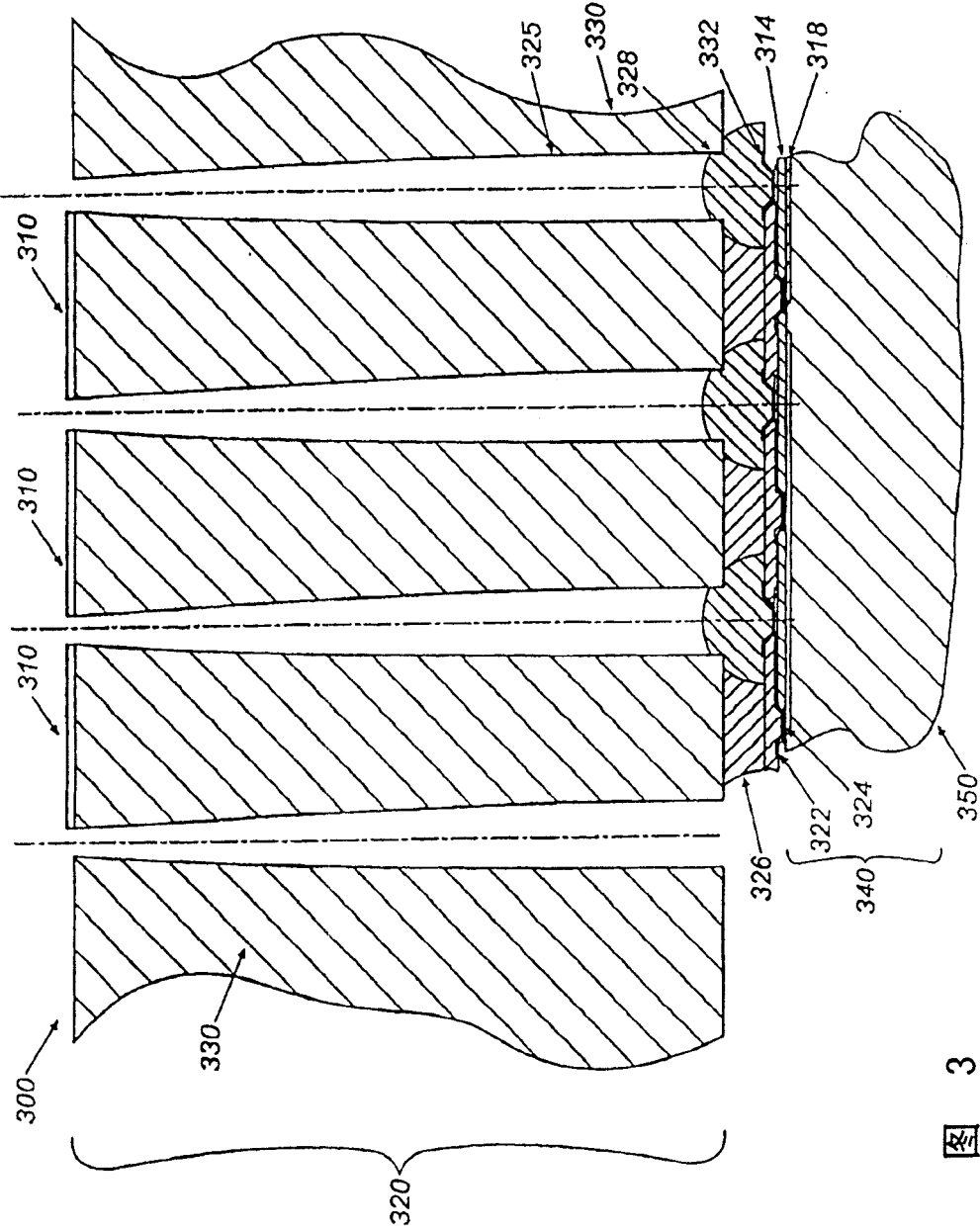


图 3

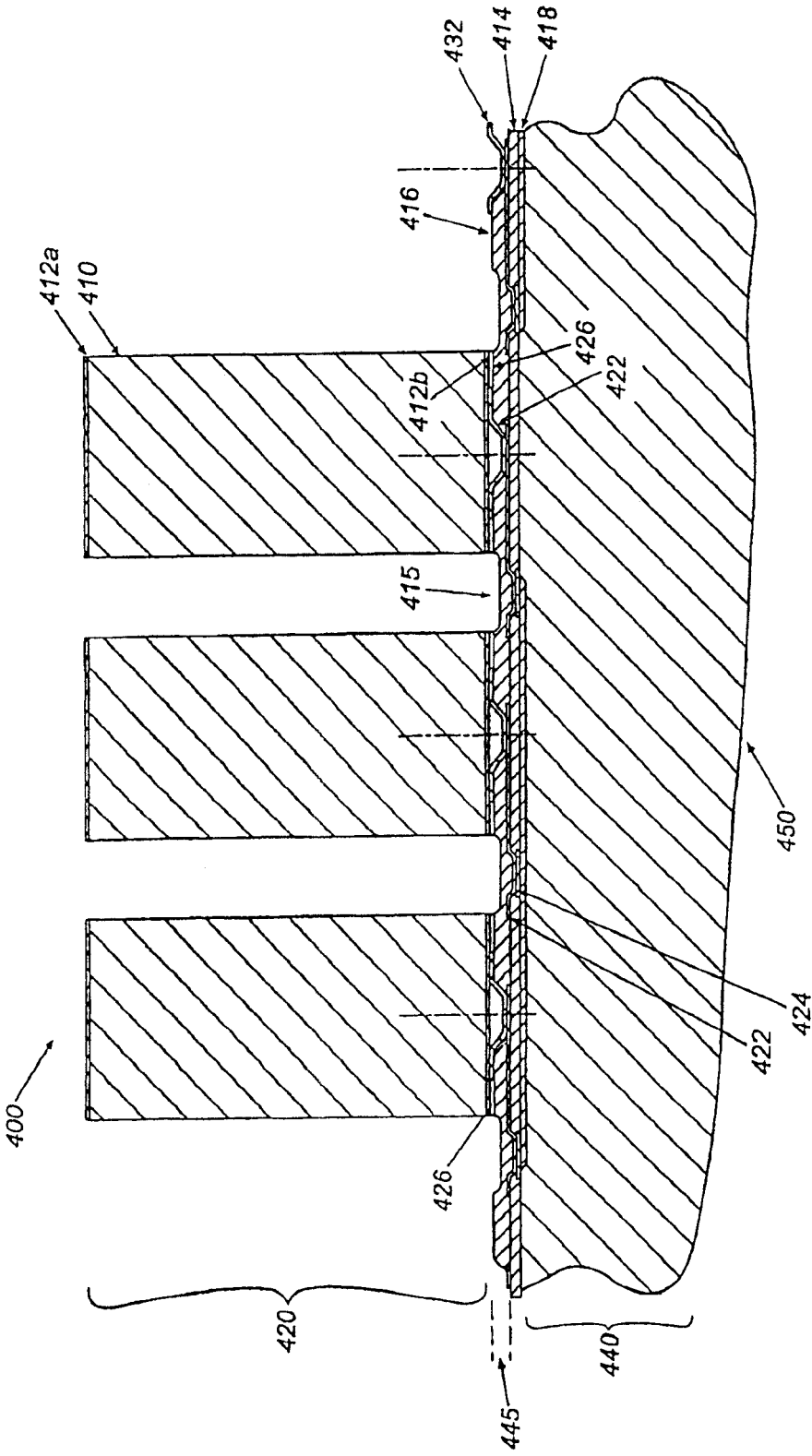


图 4

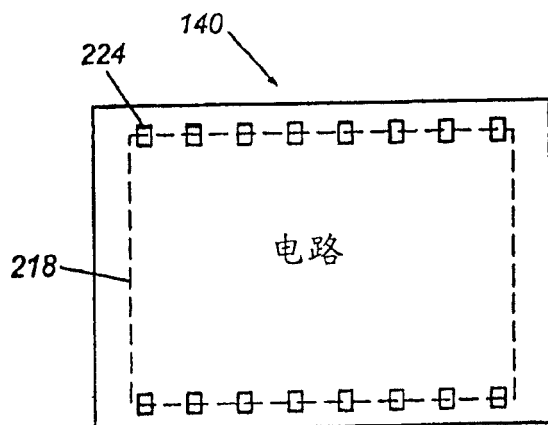


图 5A

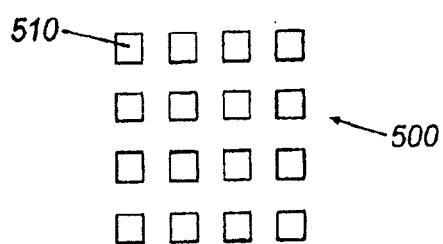


图 5B

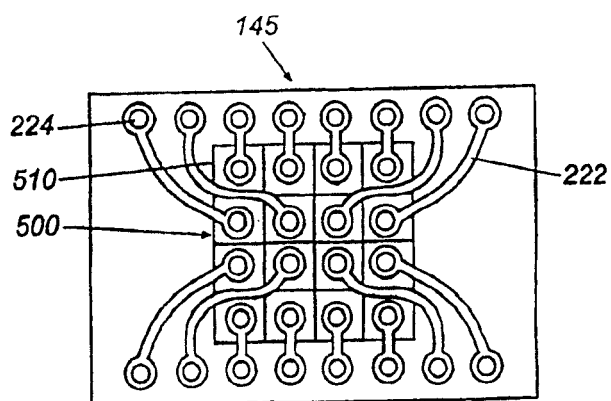


图 5C

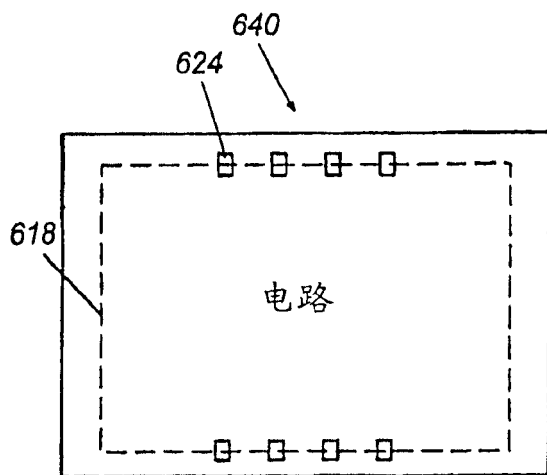


图 6A

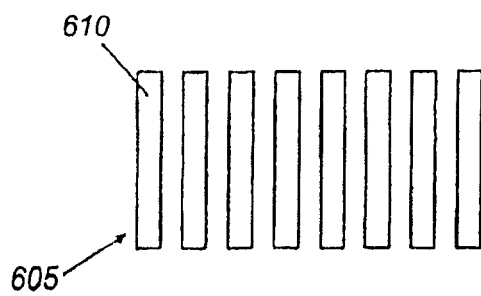


图 6B

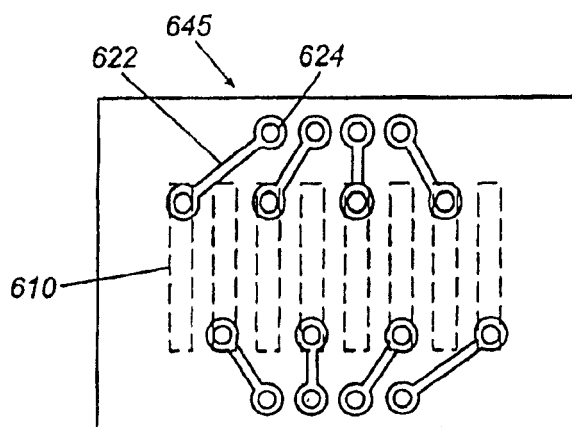


图 6C

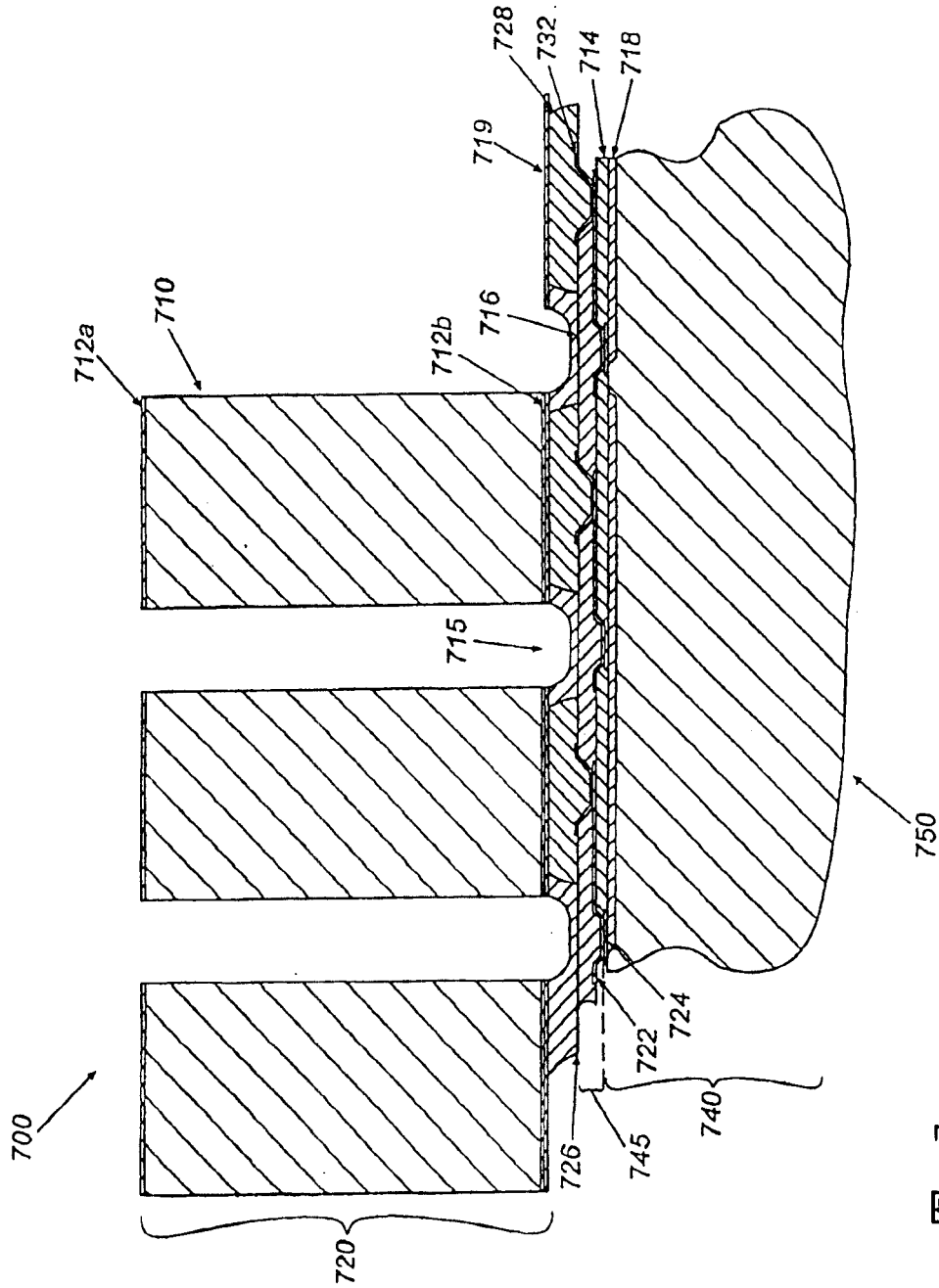


图 7

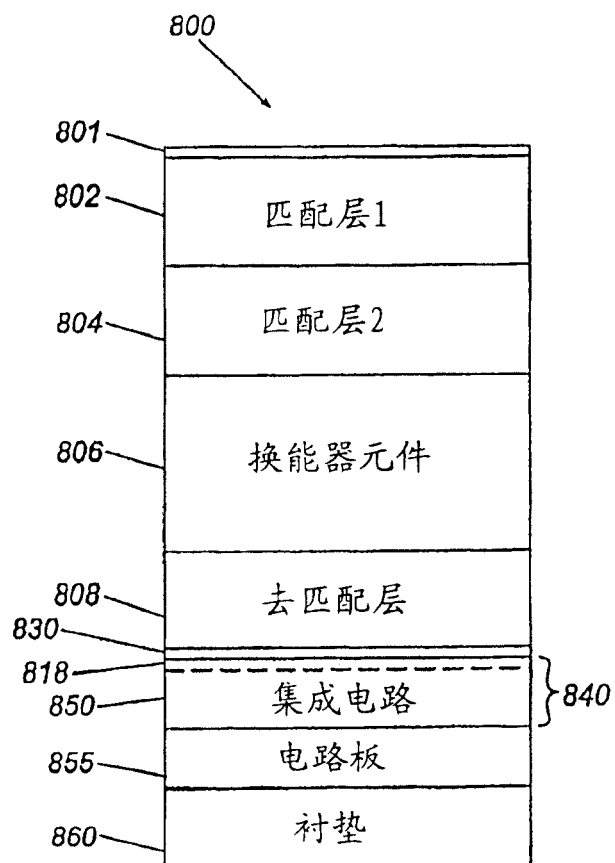


图 8A

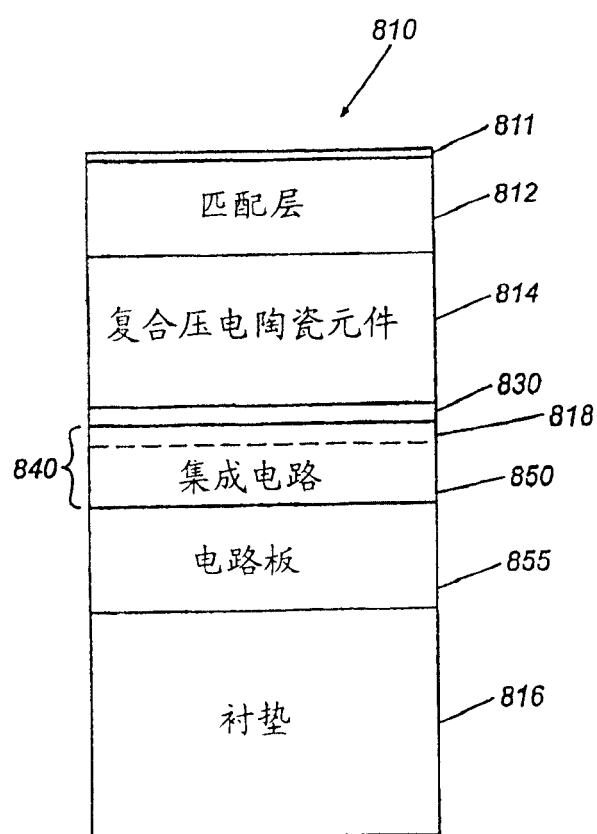


图 8B

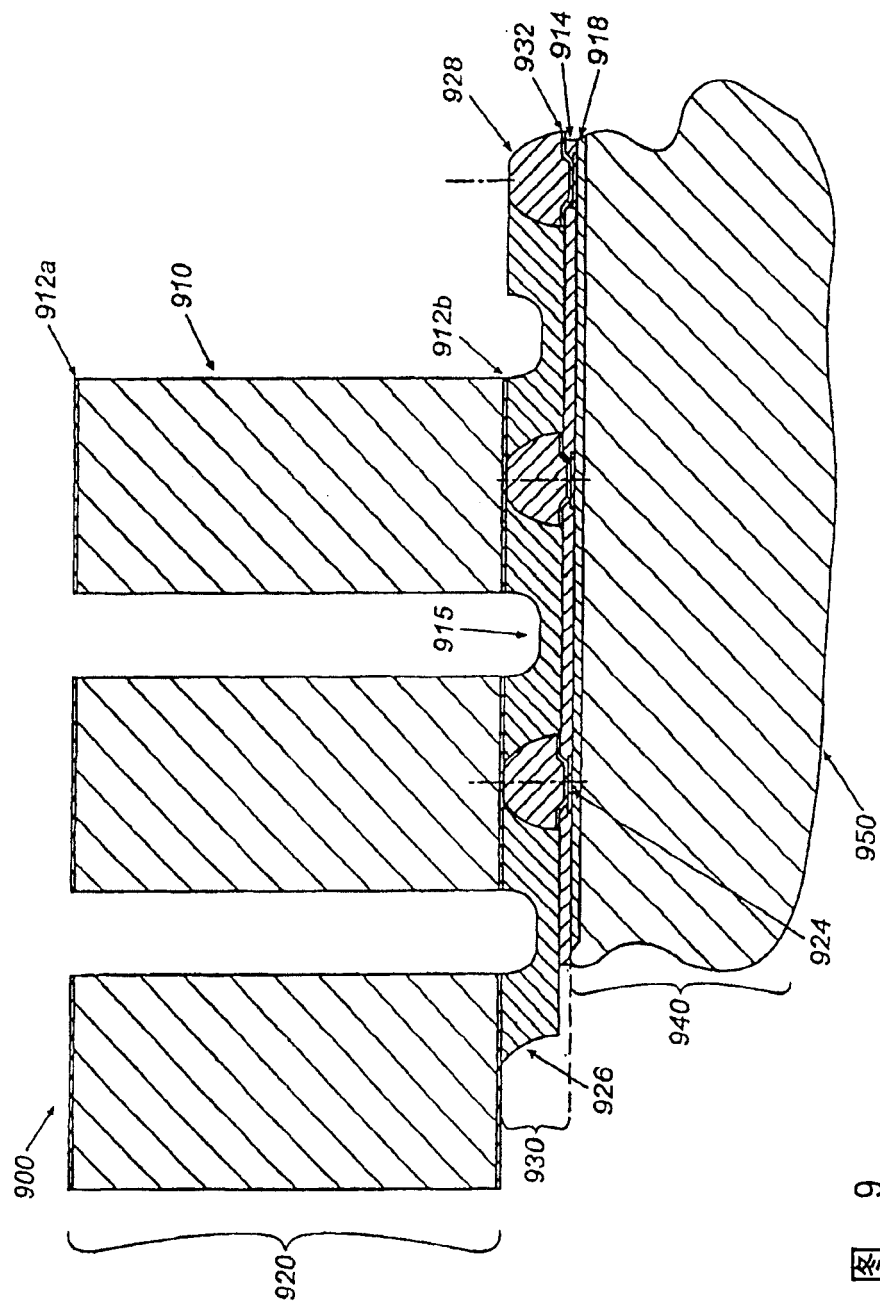


图 9

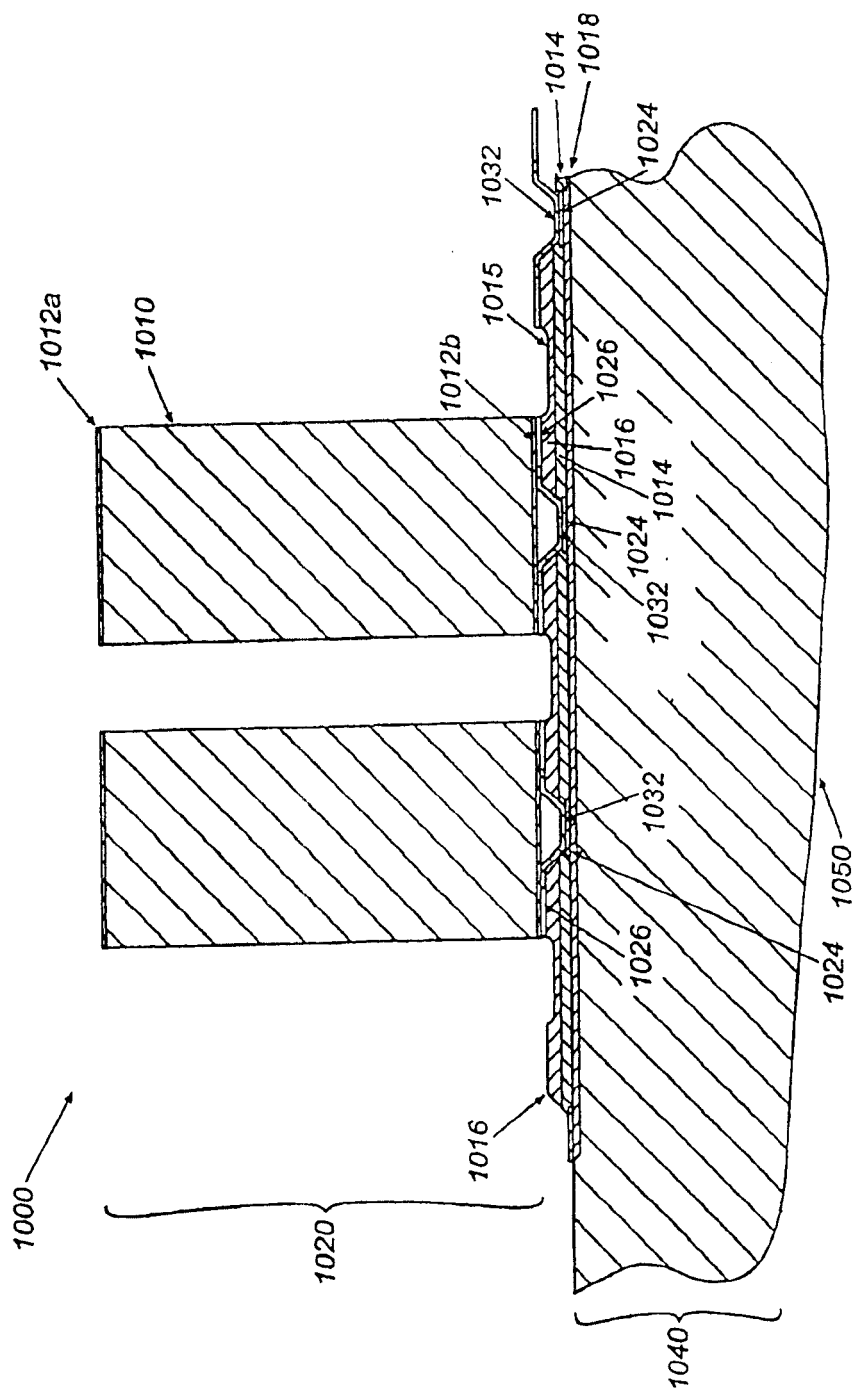


图 10

专利名称(译)	用于将声学元件装接到集成电路上的系统		
公开(公告)号	CN1327976C	公开(公告)日	2007-07-25
申请号	CN02803075.3	申请日	2002-07-26
[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)	皇家飞利浦电子有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子有限公司		
[标]发明人	DG米勒		
发明人	D·G·米勒		
IPC分类号	B06B1/06 H01L27/20 G01N29/24 A61B8/00 A61B8/12 H01L41/08 H01L41/09 H01L41/187 H04R17/00		
CPC分类号	A61B8/4483 Y10T29/42 A61B8/445 B06B1/0622 A61B8/12		
优先权	09/919470 2001-07-31 US		
其他公开文献	CN1531467A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

用于装接声学元件到集成电路的系统包括多种连接压电陶瓷或者微加工的超声换能器(MUT)元件到集成电路(IC)的方法，从而通过结合IC中的信号来减少将声学元件连接到IC所需的导体数量。在发明的另一方面，换能器元件包括一导电的声学层，声波层包含一衬垫层和/或一连接到IC的去匹配层。

