

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103429359 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 04

(21) 申请号 201280013752. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 03. 14

B06B 1/06 (2006. 01)

(30) 优先权数据

G10K 11/00 (2006. 01)

61/453, 690 2011. 03. 17 US

A61B 8/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 09. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2012/051208 2012. 03. 14

(87) PCT申请的公布数据

W02012/123908 EN 2012. 09. 20

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 W·苏多尔 K·G·威克莱恩 Y·于

H·B·诺尔斯 J·保利诺

R·E·戴维森

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 蔡洪贵

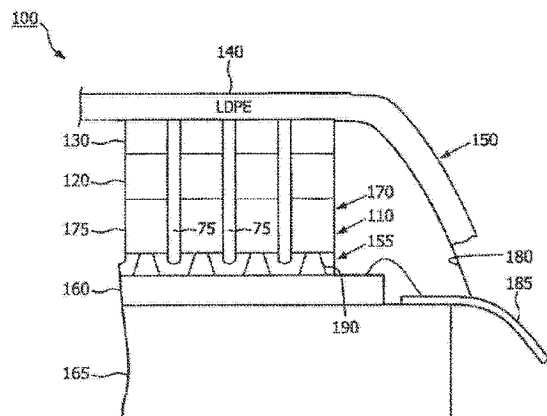
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

用于超声换能器阵列的具有高导热性的高孔隙率声背衬

(57) 摘要

一种用于超声探针的超声换能器阵列堆的衬块被形成为灌注有环氧树脂的石墨泡沫的复合结构。环氧树脂渗透多孔泡沫结构至少一部分达到石墨泡沫块的深度,并且在固化时为衬块提供良好的结构稳定性。复合石墨泡沫衬块被结合到换能器的集成电路,以提供远离换能器的高导热性和良好的声衰减或向后的声回响的散射。



1. 一种超声换能器阵列组件,包括:
换能器元件的阵列,所述换能器元件的阵列具有用于超声波的传播的向前的期望方向和向后的非期望的超声发射方向;
结构上联接到所述换能器元件的阵列的集成电路;
复合泡沫衬块,所述复合泡沫衬块定位在所述换能器元件的阵列和所述集成电路的后部,所述复合泡沫衬块由具有多孔结构的泡沫材料形成;以及
填充所述复合泡沫衬块的多孔结构的至少一部分的环氧树脂;
其中,在向后方向上的超声发射被多孔泡沫结构和所述环氧树脂散射或衰减,并且热量通过衬块材料远离所述换能器元件的阵列和所述集成电路地传导。
2. 根据权利要求 1 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,所述泡沫材料还包括石墨泡沫。
3. 根据权利要求 1 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,所述复合泡沫衬块还包括外表面,并且其中所述环氧树脂填充所述复合泡沫衬块的与所述外表面相邻的多孔结构。
4. 根据权利要求 1 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,所述集成电路还包括联接到所述换能器元件的阵列的后方侧的波束成形器 ASIC,
其中,所述复合泡沫衬块热联接到所述波束成形器 ASIC。
5. 根据权利要求 4 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,所述复合泡沫衬块通过环氧树脂粘合剂结合到所述波束成形器 ASIC。
6. 根据权利要求 4 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,所述超声换能器阵列组件还包括在所述波束成形器 ASIC 和所述复合泡沫衬块之间的电绝缘层。
7. 根据权利要求 6 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,所述电绝缘层还包括聚酰亚胺膜。
8. 根据权利要求 7 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,所述聚酰亚胺膜的厚度不超过 25 微米。
9. 根据权利要求 6 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,所述电绝缘层还包括聚对二甲苯涂层。
10. 根据权利要求 9 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,所述聚对二甲苯涂层的厚度不超过 15 微米。
11. 根据权利要求 1 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,所述多孔结构呈现至少 60%的孔隙率。
12. 根据权利要求 11 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,所述多孔结构的总孔隙率的至少 95%是开放的。
13. 根据权利要求 1 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,向后的超声波发射散射是由于在所述环氧树脂、多孔泡沫材料和在所述多孔泡沫结构中的空气之间的阻抗不匹配。
14. 根据权利要求 13 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,所述多孔泡沫材料还包括石墨泡沫材料。
15. 根据权利要求 1 所述的超声换能器阵列组件,其特征在于,向后的超声发射的衰减

是由于通过所述环氧树脂实现的吸收。

用于超声换能器阵列的具有高导热性的高孔隙率声背衬

发明领域

[0001] 本发明涉及医疗诊断超声系统,尤其涉及用于超声换能器阵列的背衬材料。

背景技术

[0002] 二维阵列换能器被用在超声成像中,以便进行三维扫描。二维阵列在方位方向和高度方向上都具有许多行和列的换能器元件,这将需要大量的电缆导体来在探针和主机超声系统之间联接信号。用于使在探针电缆中的信号导体的数量最小化的优选技术是在微波束成形器 ASIC (专用集成电路) 中的探针中执行至少一些波束成形。该技术仅仅需要相对少数量的部分波束成形信号被联接至主机超声系统,从而减少所需要的在电缆中的信号导体的数量。然而,必须在二维阵列和微波束成形器 ASIC 之间进行大量信号连接。进行这些连接的有效方法是将换能器阵列和 ASIC 设计成具有倒装芯片互连方式,由此该换能器阵列的传导垫是直接粘合到 ASIC 的相应传导垫上的突起部。

[0003] 然而,微波束成形器 ASIC 的高密度电子电路可能在其小的 IC 包中产生大量的热,所述热必须被消散。存在所述热可以沿其流动的两个主要方向。一个方向是穿过声堆 (acoustic stack) 朝着在探针的患者接触端处的透镜向前。在该方向上的导热性通过在该换能器堆 (transducer stack) 中的导电元件改善。该向前路径对热流呈现相对低的阻力。然后必须通过降低传输电压和 / 或脉冲重复频率来防止热在透镜中聚集,这不利地影响到了探针的性能。

[0004] 优选的导热方向是后部,远离透镜并且朝着在探针的后部处的散热器(通常是铝)。但是,通常位于换能器堆、阵列元件和微波束成形器 ASIC 后面的是声衬块 (acoustic backing block)。声衬块的目的在于使从声堆的后部发射的超声能衰减并且防止该能量导致被朝着声堆反射的回响。声衬块通常由具有良好声衰减性能的材料制成,诸如含有微气泡或其它消音颗粒的环氧树脂。虽然已开发了许多环氧树脂填料复合背衬以将 ASIC 与探针组件的支撑结构(通常是铝)隔离,但是它们有两个缺点。如果将它们构想为具有高衰减性,那么它们具有不可接受的导热率。如果将它们构想为具有高的导热率,则它们具有不可接受的衰减。因此,期望提供用于超声探针的声衬块,所述声衬块呈现对进入到该衬块中的声能的良好声衰减性、朝向所述探针的后部且远离透镜的良好导热性、可以在需要时支撑声堆的良好结构稳定性以及微波束成形器 ASIC 与所述探针的其它传导部件的适当的电绝缘性。

发明内容

[0005] 根据本发明的原理,用于超声换能器阵列堆的衬块由具有高的声衰减性和高的导热性的多孔石墨泡沫材料形成。在优选的实施方式中,泡沫衬块被构造为具有填充有环氧树脂的泡沫结构的复合件。可以将电绝缘层定位在衬块的顶部上、衬块和声堆组件的 ASIC 之间的结合部处。

附图说明

- [0006] 在图中：
- [0007] 图 1 图示了具有根据本发明的原理构造的导热衬块的声堆。
- [0008] 图 2 图示了当组装在具有透镜盖的换能器探针中时图 1 的声堆。
- [0009] 图 3 是根据本发明的原理构造的导热衬块的透视图。
- [0010] 图 4 是根据本发明的原理构造的导热衬块的俯视图。
- [0011] 图 5 是根据本发明的原理构造的导热衬块的横截面侧视图。
- [0012] 图 6 图示了根据本发明的原理构造的复合泡沫衬块。
- [0013] 图 7 图示了本发明的具有在 ASIC 和复合泡沫衬块之间的膜绝缘层的声堆组件。
- [0014] 图 8 图示了本发明的具有涂覆有聚对二甲苯的复合泡沫衬块的声堆组件。

具体实施方式

[0015] 首先参见图 1, 示意地示出具有根据本发明的原理构造的导热衬块的声堆 100。诸如 PZT 的压电层 110 和被粘结到该压电层的两个匹配层通过切块切割件 75 而被切块, 以便形成单个换能器元件 175 的阵列, 其中四个换能器元件 175 参见图 1。阵列 170 可以包括单行的换能器元件 (1-D 阵列) 或可以在两个正交方向上被切块, 以便形成换能器元件的二维 (2D) 矩阵阵列。匹配层使压电材料的声阻抗与通常在渐进匹配层的步骤中被诊断的身体的声阻抗匹配。在该示例中, 第一匹配层 120 被形成为导电石墨复合件, 并且第二匹配层 130 由被含有导电颗粒的聚合物形成。接地平面 180 被粘结到第二匹配层的顶部并且被作为传导层形成在低密度聚乙烯 (LDPE) 140 的膜 150 上。接地平面通过导电匹配层被电联接到换能器元件并且被连接到柔性电路 185 的接地导体。LDPE 膜 150 形成堆的第三且最后的匹配层 140。

[0016] 在换能器元件下面是集成电路 160 (即 ASIC), 该电路向换能器元件 175 提供发射信号并接收和处理来自该元件的信号。在集成电路 160 的上表面上的传导垫通过柱形突起部 190 电联接到在换能器元件的底部上的传导垫, 所述柱形突起部可以由焊料或导电环氧树脂形成。信号通过到柔性电路 185 的连接被提供给集成电路 160 和被从集成电路 160 提供。在集成电路 160 的下面是衬块 165, 所述衬块 165 使从换能器堆的底部发射的声能衰减。根据本发明的原理, 衬块还将集成电路产生的热量远离该集成电路和换能器堆并且远离换能器探针的患者接触端地传导。

[0017] 图 2 图示了当组装在换能器探针内侧时图 1 的换能器堆组件。在图 2 的探针中, 第三匹配层 140 被粘结到声透镜 230。超声波在成像期间被传播穿过透镜 230 并且进入到患者体中, 并且响应于这些波而被接收的回声穿过透镜 230 由换能器堆接收。当被包围在该堆周围并且被环氧树脂粘合剂 210 粘结到探针壳体 220 时, LDPE 膜 150 用于封闭在该实施例中的换能器堆。该构造的更多细节在美国专利公开 No. US2010/0168581 (Knowles 等) 中找到。

[0018] 衬块 165 的优选实施方式在余下的附图中图示。优选的衬块 165 始于石墨块 20。其它可替代件包括含有提供良好的机械加工性和良好的热性能的诸如镍或铜的金属的石墨。石墨块 20 被用于形成复合背衬结构, 所述复合背衬结构满足许多性能目标。首先, 背衬结构必须具有良好的 Z 轴导热性。石墨具有良好的导热性, 在 0° C-100° C 下 Tc 为

80-240W/m²·K。对于平行于结晶层的传导,在 300°K 下, T_c 接近于 1950W/m²·K。Z 轴方向是向后且远离换能器堆 100 和集成电路 160 的方向。因此,对于在 Z 轴方向上的热流动,期望使石墨块 20 的结晶层对齐。在其它实施方式中,可能期望优选地将热量横向地或纵向地且沿 Z 轴方向传导,在这种情况下,可能期望不同的结晶对齐方向,或者对齐方向对于设计而言是不重要的。当铝被用来消散一部分热量(其可以通过使用铝散热器或在探针壳体内侧的铝框架)时,期望衬块的导热性与铝的导热性是可比的或比铝的导热性好,使得热量优选地向铝流动。铝在室温下具有 237W/m²·K 的可比 T_c,因此,石墨块 20 很好地满足了该性能目标。

[0019] 第二个目标是衬块为声堆 100 和集成电路 160 提供结构支撑。石墨块的结构性良好,因此满足该目标。

[0020] 第三个目标是提供集成电路 160 与探针的铝构件或框架的电绝缘。导电的石墨可以通过利用非导电绝缘涂层涂覆衬块来满足该目标。在一些实施方式中,可能期望只涂覆衬块的与换能器堆接触的侧面。在其它实施方式中,可能期望涂覆衬块的多个侧面。例如,可能期望使用绝缘的声阻尼材料涂覆该衬块的横向侧,这将提供抑制横向声回响的附加益处。

[0021] 第四个目标是衬块必须使进入衬块的声能衰减。石墨是声能的良好导体且提供非常小的固有声阻尼。通过使用石墨块作为如图 3、4 和 5 中示出的用于内部声阻尼构件的复合结构的框架来满足该目标。在这些附图中,石墨呈现半透明状,用于清楚地图示该衬块的内部复合结构。阻尼构件被形成为在衬块中的多个背衬材料倾斜圆柱 30。圆柱 30 被切割或被钻进石墨块 20 中,然后用诸如填充有微气泡或其它声阻尼颗粒的环氧树脂的声阻尼材料进行填充。正如图 4 的衬块的俯视图所图示的,圆柱 30 的顶部将大面积的声阻尼材料呈现给集成电路的后部。从集成电路和声堆的后部发射的大量不期望声能因此立即进入阻尼材料。如图 3 中所看到的和最好是在图 5 的横截面视图中所看到的圆柱的倾斜确保在 Z 轴方向上行进的声能将不得不与在行进路径中的某点处与阻尼材料相交。优选地,不存在完全由石墨形成的在 Z 轴方向上的路径,并且圆柱的倾斜并不有助于将能量反射回集成电路,而是提供了向下和远离集成电路的散射角。在实践中,可能诸如通过阻挡 95% 的路径来阻挡大多数的 Z 轴路径是足够的。因此,圆柱的倾斜确保使所有或基本所有 Z 轴指向的能量衰减。

[0022] 然而,热量将发现存在穿过在圆柱 30 之间的石墨的连续路径。因为热量的流动是从较高温度区域到较低温度区域的(从较高的热密度到较低的热密度),所以,热量远离集成电路 160 和声堆 100 地流动到其可以安全地消散的在衬块 165 下方的结构。

[0023] 可以使用其他材料用于衬块的导热材料,诸如:铝、石墨泡沫或氮化铝。已发现对于许多应用有利的一个复合结构是填充有环氧树脂的导电石墨泡沫。上述加工和填充的石墨块的宏观性质可能向 ASIC 提供不平坦的接合表面,这易受膨胀不匹配的影响。用环氧树脂对孔进行的加工和填充也是劳动密集型过程。图 6 示出了本发明的实施方式,其中,图 6 的衬块的背衬材料使用了填充有柔软的未填充的衰减环氧树脂的导热石墨泡沫(POCO HTC)。未填充的 HTC 泡沫具有显著的孔隙率(60%),其中总孔隙率的 95%是开放的。当这样的开口孔隙率填充有柔软的树脂时,该复合背衬表现出在 5Mhz 时约 50dB/mm 的高的声衰减性。这种高衰减性主要是由于两种机制:1)由柔软的树脂实现的对声能的吸收和 2)由

于在环氧树脂、石墨和在多孔结构中的空气之间的阻抗不匹配导致的声能散射。这种高的声衰减性的结果是，背衬的厚度可以减小，以便换能器的散热。该填充环氧树脂的石墨泡沫的另一个特性是其高的导热性($\sim 50\text{W/mK}$)，该高的导热率比通常的环氧树脂填充物背衬配方高出一个数量级。

[0024] 图 6 的复合石墨泡沫衬块 32 示出了泡沫的高孔隙率。在这个示例中，泡沫块 32 的表面涂覆有以深度 36 浸入到泡沫块中的环氧树脂 34，如附图中的阴影区域所示，所述深度是泡沫块的孔隙率和树脂的粘度的函数。固化后的环氧树脂对泡沫块给予了良好的结构稳定性。复合衬块然后可以被利用薄的环氧树脂胶层直接结合到 ASIC160。为了提供与 ASIC 的足够的电绝缘，可以在衬块和 ASIC 之间使用绝缘层，如图 7 和 8 所示，图 7 和 8 示出了声堆中两种实施方式的分解视图。在每个图的顶部是具有其匹配层的换能器层 170。换能器层下面是 ASIC160。在图 7 中，在将衬块结合到该组件之前，薄的(12 至 25 微米)的聚酰亚胺膜 38 被附接至 ASIC。复合泡沫衬块 32 然后被结合到绝缘膜 38。在图 8 中，10 至 15 微米的聚对二甲苯涂层 58 被施加到 HTC 衬块。涂覆有聚对二甲苯的衬块然后被结合到 ASIC160。

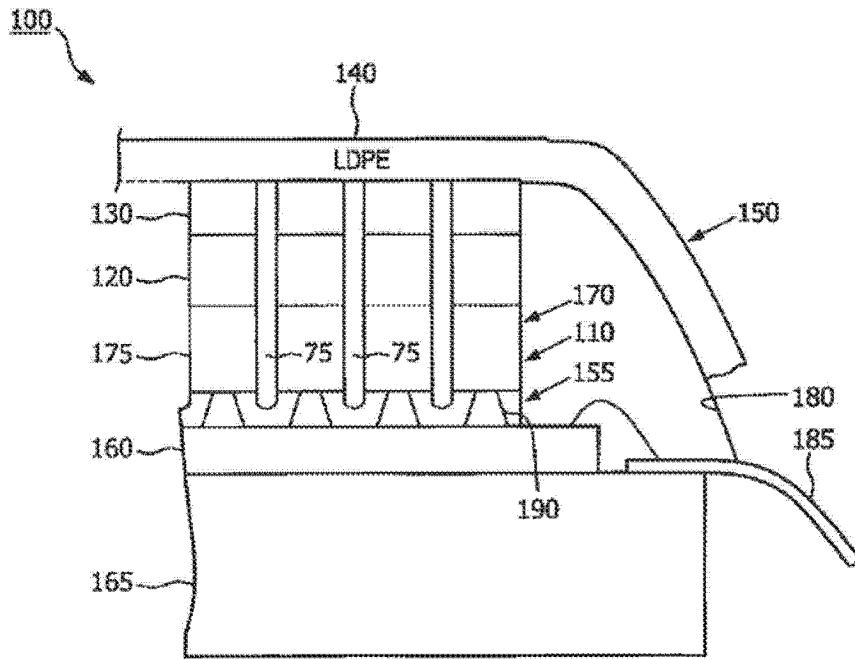


图 1

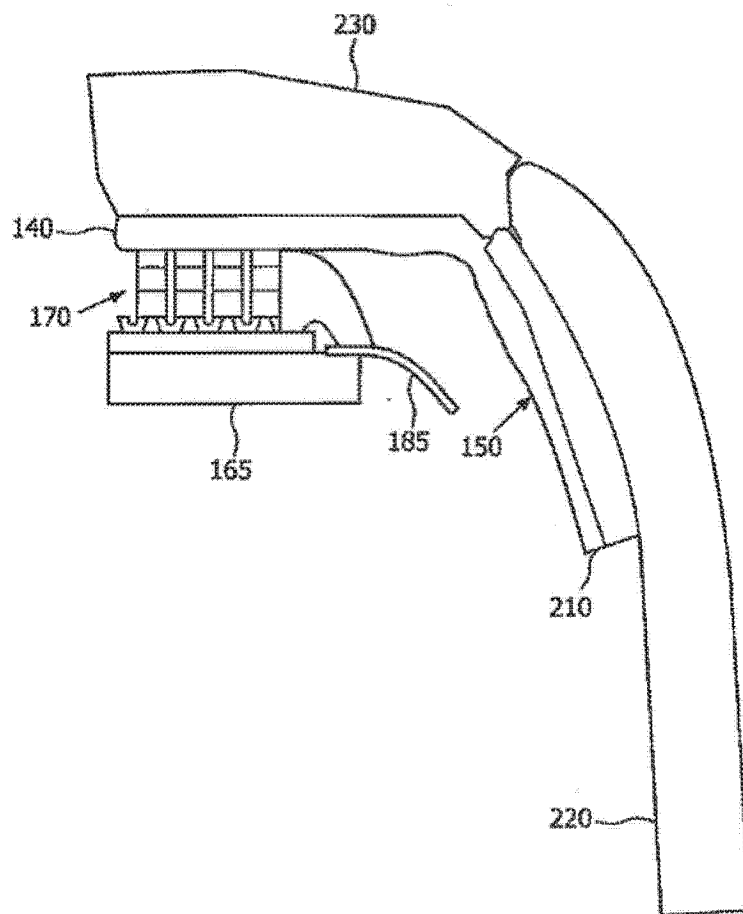


图 2

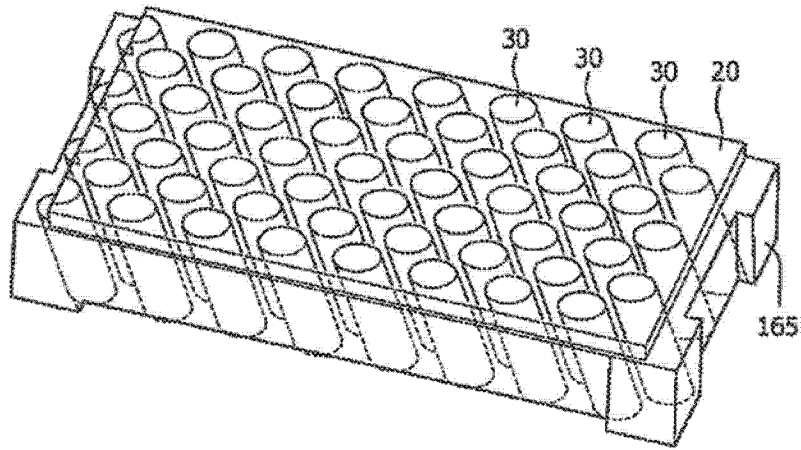


图 3

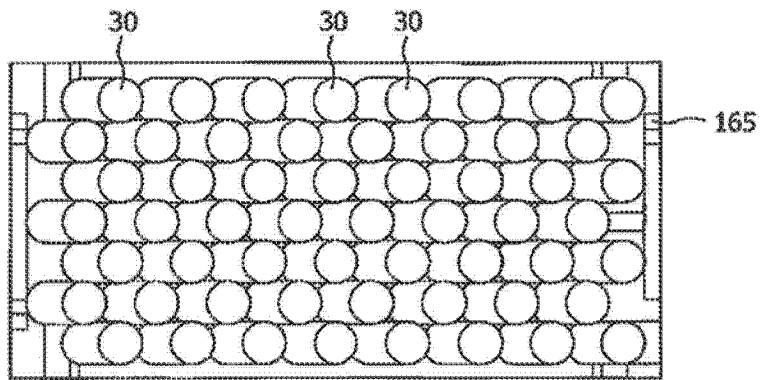


图 4

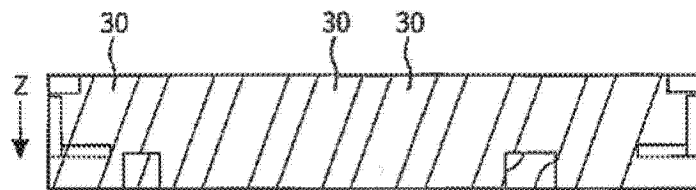


图 5

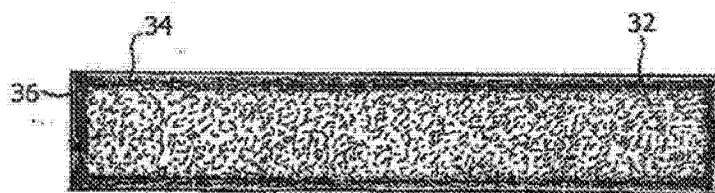


图 6

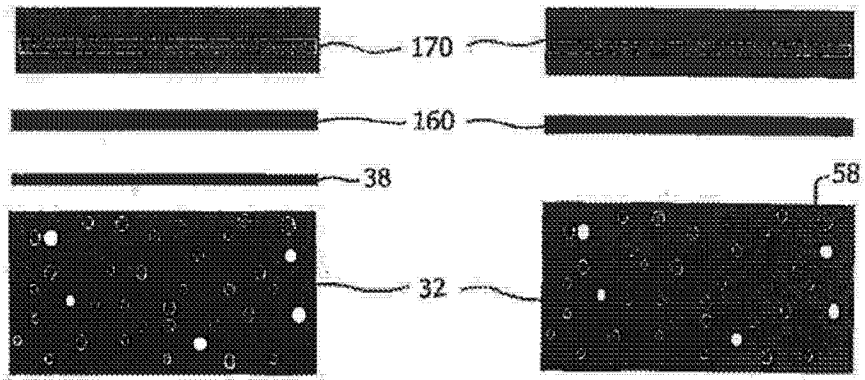


图7

图8

专利名称(译)	用于超声换能器阵列的具有高导热性的高孔隙率声背衬		
公开(公告)号	CN103429359A	公开(公告)日	2013-12-04
申请号	CN201280013752.0	申请日	2012-03-14
[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)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	W苏多尔 KG威克莱恩 Y于 HB诺尔斯 J保利诺 RE戴维森		
发明人	W·苏多尔 K·G·威克莱恩 Y·于 H·B·诺尔斯 J·保利诺 R·E·戴维森		
IPC分类号	B06B1/06 G10K11/00 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4483 G10K11/002 B06B1/0629 A61B8/4494		
代理人(译)	蔡洪贵		
优先权	61/453690 2011-03-17 US		
其他公开文献	CN103429359B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种用于超声探针的超声换能器阵列堆的衬块被形成成为灌注有环氧树脂的石墨泡沫的复合结构。环氧树脂渗透多孔泡沫结构至少一部分达到石墨泡沫块的深度，并且在固化时为衬块提供良好的结构稳定性。复合石墨泡沫衬块被结合到换能器的集成电路，以提供远离换能器的高导热性和良好的声衰减或向后的声回响的散射。

