

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101605288 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 12

(21) 申请号 200810038902. 9

审查员 贾杨

(22) 申请日 2008. 06. 13

(73) 专利权人 上海爱培克电子科技有限公司
地址 201203 上海市龙东大道3000号5号楼
203室

(72) 发明人 袁建人

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002
代理人 郭少俊 王英

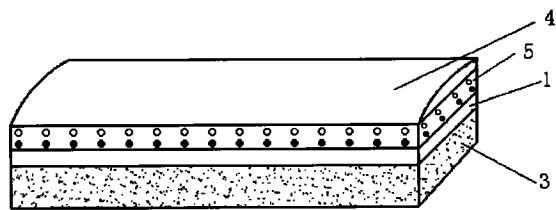
(51) Int. Cl.
A61B 8/00 (2006. 01)

(56) 对比文件
CN 101006931 A, 2007. 08. 01,
CN 101006931 A, 2007. 08. 01,
US 4523122 A, 1985. 06. 11,
US 5974884 A, 1999. 11. 02,
CN 1666568 A, 2005. 09. 07,
CN 201261009 Y, 2009. 06. 24,
WO 2008056611 A1, 2008. 05. 15,

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称
一种声阻抗连续变化的超声换能器

(57) 摘要
本发明涉及一种声阻抗连续变化的超声换能器,包括依次重叠设置的背衬、压电材料层,在所述压电材料层和工作介质之间设有声阻抗连续变化层。本发明声阻抗连续变化的超声换能器只需一层声阻抗连续变化层就能实现不同声阻抗之间的声匹配,使超声换能器的结构大为简化,而且不存在结构层之间的多次反射,提高了声能量的发射效率。



1. 一种声阻抗连续变化的超声换能器,包括依次重叠设置的背衬(3)、压电材料层(1),在所述压电材料层(1)和工作介质之间设有声阻抗连续变化层(5),所述声阻抗连续变化层(5)由粒径相同、比重不同的声学材料颗粒与高分子耦合剂混合固化构成,其中沿纵向方向按照比重的大小依次排列所述声学材料颗粒。

2. 如权利要求1所述的声阻抗连续变化的超声换能器,其特征在于,所述声阻抗连续变化层(5)与压电材料层(1)相邻的表面的声阻抗值 Z_H 与压电材料层(1)的声阻抗值相等,所述声阻抗连续变化层(5)与工作介质相邻的表面的声阻抗值 Z_1 与工作介质的声阻抗值相等。

3. 如权利要求1所述的声阻抗连续变化的超声换能器,其特征在于,在所述声阻抗连续变化层(5)与工作介质之间加入透镜层(4),所述声阻抗连续变化层(5)与压电材料层(1)相邻的表面的声阻抗值 Z_H 与压电材料层(1)的声阻抗值相等,所述声阻抗连续变化层(5)与透镜层(4)相邻的表面的声阻抗值 Z_1 与透镜层(4)的声阻抗值相等。

4. 如权利要求1所述的声阻抗连续变化的超声换能器,其特征在于,所述声阻抗连续变化层(5)的声阻抗沿纵向由高声阻抗值 Z_H 向低声阻抗值 Z_1 连续分布。

5. 如权利要求1或3所述的声阻抗连续变化的超声换能器,其特征在于,在所述背衬(3)与压电材料层(1)之间也设置声阻抗连续变化层。

6. 如权利要求5所述的声阻抗连续变化的超声换能器,其特征在于,所述声阻抗连续变化层与背衬(3)相邻的表面的声阻抗值与背衬(3)的声阻抗值相等,所述声阻抗连续变化层与压电材料层(1)相邻的表面的声阻抗值与压电材料层(1)的声阻抗值相等。

7. 如权利要求1所述的声阻抗连续变化的超声换能器,所述压电材料层为复合压电材料。

8. 如权利要求1所述的声阻抗连续变化的超声换能器,其特征在于,所述压电材料层为钛酸铅、钛酸钡或者各种不同组分锆钛酸铅压电陶瓷层。

9. 如权利要求1所述的声阻抗连续变化的超声换能器,所述压电材料层为各种不同组分的铌镁酸铅—钛酸铅或各种不同组分的铌锌酸铅—钛酸铅压电单晶材料。

一种声阻抗连续变化的超声换能器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超声换能器,特别是涉及一种声阻抗连续变化的超声换能器。

背景技术

[0002] 超声换能器是一种把电信号转换成声信号,将其发送到工作介质中去,然后又经过工作介质传播、散射或反射回来的声信号转换成电信号的无源、被动的双向器件。超声换能器的性能,是决定相应系统性能的关键器件。

[0003] 如图 1 所示,现有技术超声换能器包括压电材料层 1、匹配层 2、背衬 3 和声透镜 4,为了使超声换能器有较高的机—电效率,超声换能器通常采用两层或多层的匹配层,使得高声学阻抗的压电材料层 1 与低声学阻抗的工作介质有较好的耦合。图 1 所示的超声换能器的匹配层为两层,这是目前极为普遍采用的。

[0004] 即使采用多层匹配层,高声学阻抗的压电材料层 1 与低声学阻抗的工作介质之间也会存在声阻抗失配。假定压电材料的声阻抗是 Z_c ,工作介质的声阻抗是 Z_m ,第 i 层匹配层的声阻抗 Z_i 可表示为:

$$[0005] \quad Z_i = (Z_{i-1} \text{ g} Z_{i+1})^{\frac{1}{\gamma}}, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

[0006] 当 $i = 1$ 时 $Z_{i-1} = Z_0 @ Z_c$

[0007] 当 $i = N$ 时 $Z_{i+1} = Z_{N+1} @ Z_m$

[0008] 其中, N 是匹配层的总层数, γ 是大于 2 的有理数字,取决于不同的理论实验研究的结果。以两层匹配层的超声换能器为例,压电陶瓷片的声阻抗是 32MRayl,第一匹配层(与压电材料层 1 相邻)的声阻抗和第二匹配层的声阻抗按公式 (1) 做计算,分别为 9.03MRayl 和 2.55MRayl(假定工作介质的声阻抗为 1.5MRayl,计算的 γ 取为 2)。由此可知,两层匹配层的超声换能器,高声学阻抗的压电材料层与低声学阻抗的工作介质之间存在声阻抗失配。

[0009] 在第二层匹配层与声透镜 4 之间,也会存在声阻抗失配的问题,如声透镜 4 常用 RTV 硅橡胶材料制成,RTV 的声阻抗约为 1.3MRayl,将存在有 $Z_2 = 2.55\text{MRayl}$ 和 $Z_L = 1.3\text{MRayl}$ 的声阻抗失配。由此造成的声能反射系数为:

$$[0010] \quad R = \left(\frac{Z_2 - Z_L}{Z_2 + Z_L} \right)^2 = 10.5\%$$

[0011] 相应的声压反射系数为 32.5%;相应的声强透声系数为 $T = 1 - R = 89\%$ 。也就是说,对于常用两层匹配层的超声换能器,将会有 10.5%的声能量不能发送到工作介质中。

[0012] 这种超声换能器的缺点是:

[0013] 1、如果采用少量的匹配层,采用一至二层匹配层(这是目前绝大多数超声换能器采用的方法),那么声学匹配的效果是“台阶”式的,不能完全和工作介质的声阻抗匹配。

[0014] 2、多层匹配可以改善声学匹配的效果,但每增加一层匹配层,同时也增加一层粘结界。这不仅增加了超声换能器结构上的复杂性,同时也造成了声波在粘结界中的多次反

射,从而降低超声换能器的其他方面的性能。

[0015] 3、由于第二层匹配层与声透镜之间存在阻抗失配,有一部分能量不能发送到工作介质中,这部分能量将在声透镜和工作介质的界面以及声透镜和第二匹配层的界面之间产生多次反射,这种多次反射的结果,造成超声成像系统中出现明显的近场亮暗条纹。

发明内容

[0016] 本发明的目的是提供一种声阻抗连续变化的超声换能器,结构简单,使高声学阻抗的压电材料层和低声学阻抗的工作介质很好地匹配耦合。

[0017] 为了达到上述目的,本发明的技术方案是:一种声阻抗连续变化的超声换能器,包括依次重叠设置的背衬、压电材料层,特点在于,在所述压电材料层和工作介质之间设有声阻抗连续变化层。

[0018] 上述声阻抗连续变化的超声换能器,其中,所述声阻抗连续变化层由粒径相同、比重不同的声学材料颗粒与高分子耦合剂混合固化构成。

[0019] 上述声阻抗连续变化的超声换能器,其中,所述声阻抗连续变化层与压电材料层相邻的表面的声阻抗值 Z_n 与压电材料层的声阻抗值相等,所述声阻抗连续变化层与工作介质相邻的表面的声阻抗值 Z_1 与工作介质的声阻抗值相等。

[0020] 上述声阻抗连续变化的超声换能器,其中,在所述声阻抗连续变化层与工作介质之间加入透镜层,所述声阻抗连续变化层与压电材料层相邻的表面的声阻抗值 Z_n 与压电材料层的声阻抗值相等,所述声阻抗连续变化层与透镜层相邻的表面的声阻抗值 Z_1 与透镜层的声阻抗值相等。

[0021] 上述声阻抗连续变化的超声换能器,其中,所述声阻抗连续变化层的声阻抗沿纵向由高声阻抗值 Z_n 向低声阻抗值 Z_1 连续分布。

[0022] 上述声阻抗连续变化的超声换能器,其中,在所述背衬与压电材料层之间也设置声阻抗连续变化层。

[0023] 上述声阻抗连续变化的超声换能器,其中,所述声阻抗连续变化层与背衬相邻的表面的声阻抗值与背衬的声阻抗值相等,所述声阻抗连续变化层与压电材料层相邻的表面的声阻抗值与压电材料层的声阻抗值相等。

[0024] 上述声阻抗连续变化的超声换能器,其中,所述压电陶瓷层为各种不同类型的复合压电材料。

[0025] 上述声阻抗连续变化的超声换能器,其中,所述压电陶瓷层为钛酸铅、钛酸钡或者各种不同组分锆钛酸铅压电陶瓷层。

[0026] 上述声阻抗连续变化的超声换能器,其中,所述压电陶瓷层为各种不同组分的铌镁酸铅-钛酸铅、铌锌酸铅-钛酸铅压电单晶材料。

[0027] 本发明由于采用上述技术方案,使之与现有技术相比,具有以下优点和积极效果:

[0028] 1、本发明声阻抗连续变化的超声换能器只需一层阻抗连续变化层就能使高声学阻抗的压电材料层和低声学阻抗的工作介质很好地匹配耦合,因此在压电材料层和工作介质之间不必再采用多层结构的匹配层,也不必引入层与层之间的粘结层,能减少声波在结构层之间的多次反射,提高声能量的发射效率,有效改善超声成像系统中近场明暗干扰条

纹对成像质量的影响。

[0029] 2、本发明声阻抗连续变化的超声换能器只需一层阻抗连续变化层就能达到很好的声学匹配效果,使超声换能器结构中最复杂的材料多层结构大为简化。

[0030] 3、由于声阻抗连续变化层的声阻抗在纵向呈连续分布,将高声学阻抗 Z_H 端和低声学阻抗 Z_L 端直接耦合起来,实现没有多次反射的完全匹配耦合,使超声换能器得到最佳的声学性能。

[0031] 4、本发明声阻抗连续变化的超声换能器的背衬与压电材料层之间,也可以设置声阻抗连续变化层,能实现背衬与压电材料层之间声阻抗的完全匹配耦合,使来自压电材料层背向辐射的超声波能全部透进背衬,不再反射回压电材料层。

附图说明

[0032] 图 1 是现有技术中超声换能器的结构示意图。

[0033] 图 2 是本发明声阻抗连续变化的超声换能器的结构示意图(压电材料层与声透镜层之间设有声阻抗连续变化层)。

[0034] 图 3 是本发明声阻抗连续变化的超声换能器的结构示意图(压电材料层与声透镜层之间、压电材料层与背衬之间都设有声阻抗连续变化层)。

[0035] 图 4 是声阻抗连续变化层内部结构截面图。

[0036] 图 5 是声阻抗连续变化层的声阻抗沿纵向连续分布示意图。

具体实施方式

[0037] 以下参见附图具体说明本发明的较佳实施方式:

[0038] 一种声阻抗连续变化的超声换能器,包括依次重叠设置的背衬、压电材料层,特点在于,在所述压电材料层和工作介质之间设有声阻抗连续变化层。

[0039] 所述声阻抗连续变化层由粒径相同、比重不同的声学材料颗粒与高分子耦合剂混合固化构成。

[0040] 所述声阻抗连续变化层与压电材料层相邻的表面的声阻抗值 Z_H 与压电材料层的声阻抗值相等,所述声阻抗连续变化层与工作介质相邻的表面的声阻抗值 Z_L 与工作介质的声阻抗值相等。

[0041] 实施例一、

[0042] 在本实施例中,超声换能器不直接与工作介质接触,加入一透镜层。

[0043] 参见图 2,一种声阻抗连续变化的超声换能器,包括依次重叠设置的背衬 3、压电材料层 1、声阻抗连续变化层 5 和透镜层 4。

[0044] 所述声阻抗连续变化层 5 由粒径相同、比重不同的声学材料颗粒与高分子耦合剂混合固化构成。

[0045] 若要制备非导电的声阻抗连续变化层 5,可选择压电材料层 1 作为声阻抗连续变化层 5 的高阻抗端的材料,其声阻抗值为 Z_H ,选择中空非金属材料作为声阻抗连续变化层 5 的低阻抗端的材料,所选中空非金属材料的声阻抗值等于声透镜的声阻抗 Z_L ,再根据工作频率上的波长和所要求的材料的厚度,计算出阻抗梯度,依据计算出的阻抗梯度确定声阻抗介于 Z_H 和 Z_L 之间的材料及其的比例。

[0046] 若要制备导电的声阻抗连续变化层 5,可选择重金属材料作为声阻抗连续变化层 5 的高阻抗端的材料,其声阻抗值为 Z_H ,选择中空轻金属材料或表面镀复金属层的中空非金属材料作为声阻抗连续变化层 5 的低阻抗端的材料,所选低阻抗端的材料声阻抗值等于声透镜的声阻抗 Z_L ,再根据工作频率上的波长和所要求的材料的厚度,计算出阻抗梯度,依据计算出的阻抗梯度确定声阻抗介于 Z_H 和 Z_L 之间的材料及其的比例。

[0047] 粒径相同、比重不同的声学材料颗粒与高分子耦合剂混合后在重力的作用下,颗粒按比重大小,由大至小依次纵向排列。参见图 4,在固化后形成的声阻抗连续变化层 5 中,高声阻抗材料颗粒位于声阻抗连续变化层 5 的下端,低声阻抗材料颗粒位于声阻抗连续变化层 5 的上端。声阻抗值为 Z_H 的材料颗粒位于声阻抗连续变化层 5 的最底端(声阻抗值为 Z_H 的材料颗粒的比重最大),声阻抗值为 Z_L 的材料颗粒位于声阻抗连续变化层 5 的最上端(声阻抗值为 Z_L 的材料颗粒的比重最小)。

[0048] 所述声阻抗连续变化层 5 的材料比重 ρ 和材料声速 c 都是不均匀的,其与压电材料层 1 相邻的表面的声阻抗值 Z_H 与压电材料层 1 的声阻抗值相等,而其与透镜层 4 相邻的表面的声阻抗值 Z_L 与透镜层 4 的声阻抗值相等。

[0049] 参见图 5,声阻抗连续变化层 5 的声阻抗沿纵向连续分布(假设与压电材料层 1 相邻的一端为坐标原点),所述声阻抗连续变化层 5 的厚度为 T , $T = \frac{2\pi}{\lambda} l$,其声阻抗沿纵向连续分布,由 Z_H 逐渐降低为 Z_L ,其中, l 是厚度的实际物理尺寸, T 是一个无量纲量,当材料实际厚度等于工作频率上的声波的一个波长时, T 相当于在相位上一个周期的厚度。所述声阻抗连续变化层 5 可以直接将高声学阻抗 Z_H 端和低声学阻抗 Z_L 端直接耦合起来,只需一层就能达到很好的声学匹配效果。

[0050] 所述压电材料层 1 可选用压电晶体,如石英、酒石酸钾钠晶体,或者各种不同组分的铌镁酸铅-钛酸铅(PMN-PT)、铌锌酸铅-钛酸铅(PZN-PT)压电单晶材料,也可选用压电陶瓷,如钛酸钡、钛酸铅、或者各种不同组分锆钛酸铅(PZT)压电陶瓷层。

[0051] 在所述压电材料层 1 和透镜层 4 之间设置声阻抗连续变化层 5,只需一层,就能实现不同声阻抗之间的声匹配,使超声换能器结构中最复杂的材料多层结构大为简化,减少了声波在结构层之间的多次反射,提高了声能量的发射效率,有效改善了超声成像系统中近场明暗干扰条纹对成像质量的影响。

[0052] 实施例二:

[0053] 参见图 3,实施例二与实施例一的区别在于,在所述背衬 3 与压电材料层 1 之间也设置声阻抗连续变化材料层,该声阻抗连续变化材料层与背衬 3 相邻的表面的声阻抗值与背衬 3 的声阻抗值相等,而声阻抗连续变化材料层与压电材料层 1 相邻的表面的声阻抗值与压电材料层 1 的声阻抗值相等。同样地,该声阻抗连续变化材料层的声阻抗沿纵向连续分布,该声阻抗连续变化材料层的制备方法与压电材料层 1 和透镜层 4 之间的声阻抗连续变化层 5 的制备方法相同。

[0054] 在超声换能器的背衬与压电材料层之间设置声阻抗连续变化材料层,能实现背衬与压电材料层之间声阻抗的完全匹配耦合,使来自压电材料层背向辐射的超声波能全部透进背衬,不再反射回压电材料层。

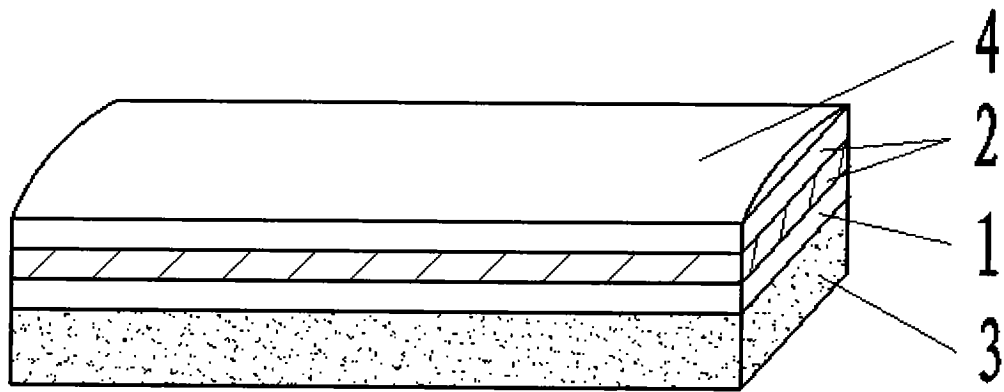


图 1

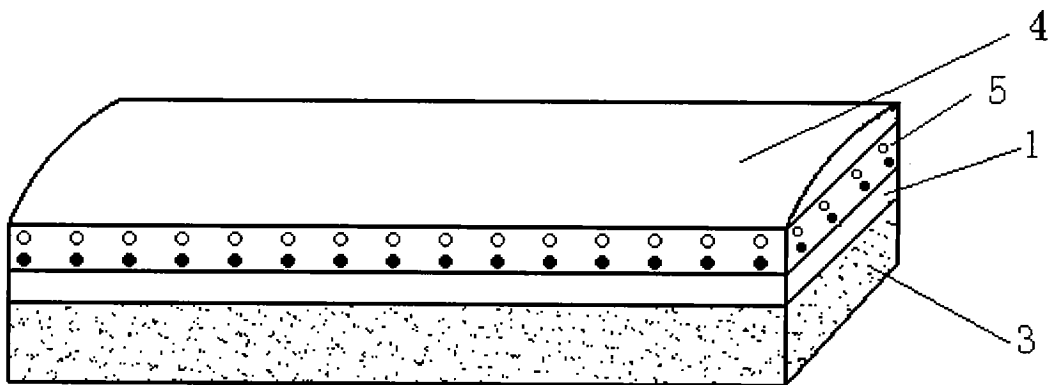


图 2

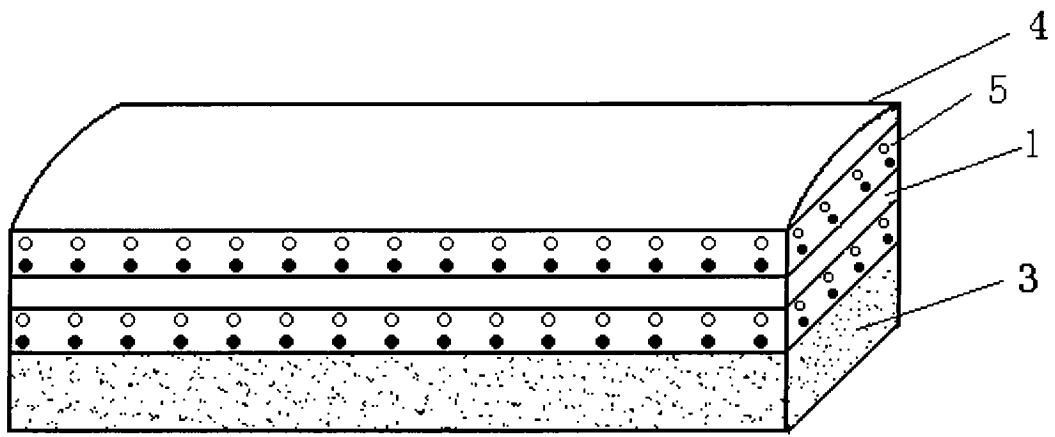


图 3

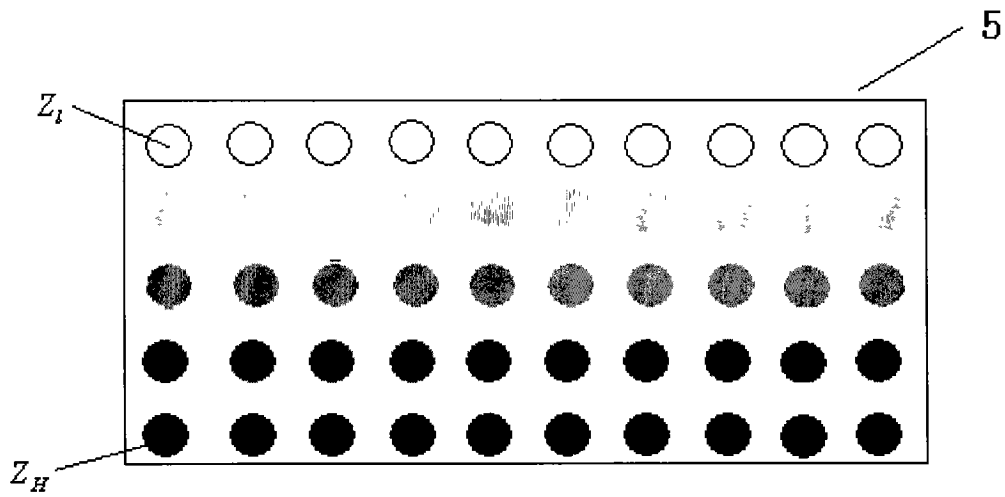


图 4

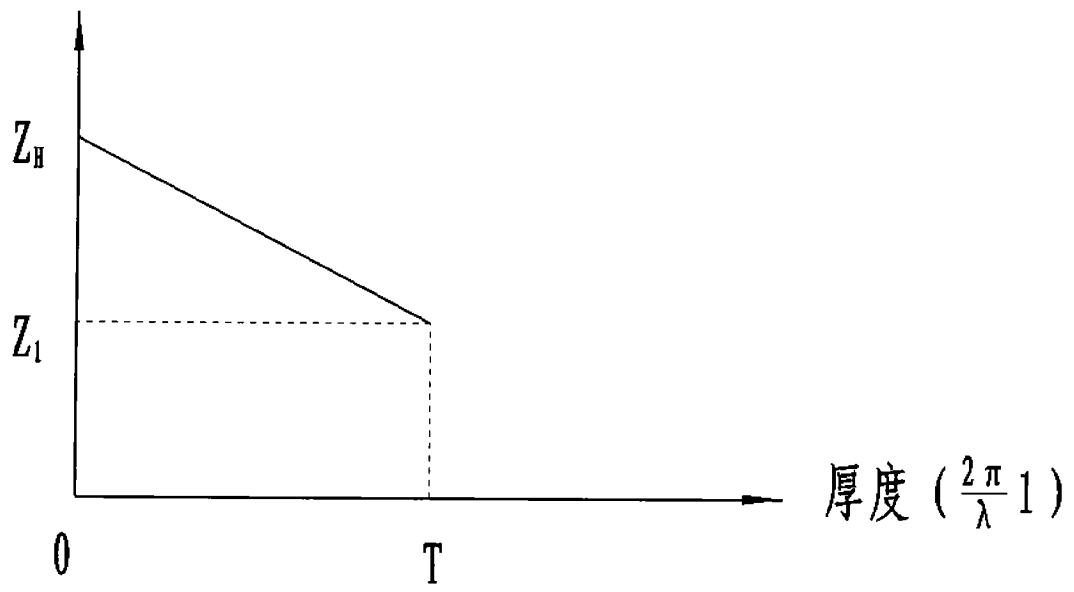


图 5

专利名称(译)	一种声阻抗连续变化的超声换能器		
公开(公告)号	CN101605288B	公开(公告)日	2013-06-12
申请号	CN200810038902.9	申请日	2008-06-13
[标]申请(专利权)人(译)	上海爱培克电子科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	上海爱培克电子科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	上海爱培克电子科技有限公司		
[标]发明人	袁建人		
发明人	袁建人		
IPC分类号	A61B8/00		
代理人(译)	王英		
审查员(译)	贾杨		
其他公开文献	CN101605288A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种声阻抗连续变化的超声换能器，包括依次重叠设置的背衬、压电材料层，在所述压电材料层和工作介质之间设有声阻抗连续变化层。本发明声阻抗连续变化的超声换能器只需一层声阻抗连续变化层就能实现不同声阻抗之间的声匹配，使超声换能器的结构大为简化，而且不存在结构层之间的多次反射，提高了声能量的发射效率。

