

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200420082769.4

[51] Int. Cl.

B06B 1/06 (2006.01)

H01L 41/08 (2006.01)

A61B 8/00 (2006.01)

G01N 29/22 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006 年 11 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 2841166Y

[22] 申请日 2004.9.10

[21] 申请号 200420082769.4

[73] 专利权人 中国科学院上海硅酸盐研究所

地址 200050 上海市定西路 1295 号

[72] 设计人 周学农 范晓荣 陈 钢 董显林

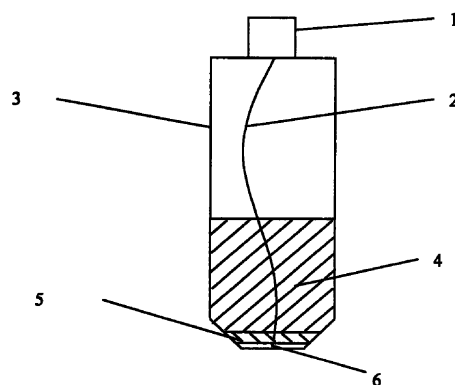
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

[54] 实用新型名称

一种高频超声换能器

[57] 摘要

一种高频超声换能器，用于医学诊断和超声检测，属于振动传感器领域。它是由外壳 3，BNC 连接器 1，电极引线 2，压电晶片 5，背衬块 4 和保护膜 6 组成，其中压电晶片和背衬块粘结在一起，从压电晶片处引出电极引线与 BNC 连接器相连，电极引线、压电晶片、背衬块装入外壳中，在压电晶片的端面涂覆保护膜。本发明制作的换能器中心频率 $f_c = 12.52\text{MHz}$ 时， $Bw_{-6\text{dB}} = 86.74\%$ ，具有极好的高频性能和性能一致性。



1、一种高频超声换能器，其特征在于包括 BNC 连接器（1）、电极引线（2）、外壳（3）、背衬块（4）、压电晶片（5）、保护膜（6）等部件，其中压电晶片是改性偏铌酸铅压电陶瓷晶片；

压电晶片和背衬块粘结在一起，从压电晶片处引出电极引线，与 BNC 连接器相连，电极引线、压电晶片、背衬块装入外壳中，在压电晶片的端面涂覆保护膜。

2、按权利要求 1 所述的一种高频超声换能器，其特征在于改性偏铌酸铅压电陶瓷晶片是用 Ba^{2+} 、 Sr^{2+} 或 Ca^{2+} 中的一种或几种元素部分取代 Pb^{2+} 所制备的压电陶瓷晶片。

一种高频超声换能器

技术领域

本发明涉及一种高频超声换能器，主要应用于医学超声诊断及微缺陷无损检测，属于振动传感器领域。

背景技术

近年来，临床医学的许多方面(如眼睛，口腔，血管内以及皮肤下的清晰成像)对 B-型超声成像系统提出了更高的要求，而满足这一要求的关键是发展高性能的宽带高频换能器。从高频换能器的特性来看，其性能的好坏直接受压电材料和制作工艺的影响，所以为换能器选择适当的压电材料和设计简易的制备方法就显得尤为重要。

目前，用来制作高频换能器的压电材料主要有：复合材料(PVDF 或 P(VDF-TrFe))，PZT、PT 厚膜等，选用不同的压电材料相应地有不同的制备方法。Sherar 等人(见 M. S. Sherar and F. S. Foster, “The design and fabrication of high frequency polymer(vinylidene fluoride) transducers”, Ultrasonic Imaging, Vol. 11, pp. 75-94, 1989.) 制作的球壳状复合材料高频换能器具有声束特性好，带宽宽及易于制作等优点，但它的损耗高，机电耦合系数低，双向插入损耗达-40dB, 而且介

电常数也太低（50MHz 下的 $\epsilon'/\epsilon_0 = 6.5$ ），因此不宜制作用于血管内成像的小尺寸的高频换能器。PZT、PT 厚膜的制备方法有浸渍法（见 Xi-Yun He, Ai-Li Ding et al., “Preparation of PZT(53/47) thick film deposited by a dip-coating process”, Microelectronic Engineering, Vol. 66, pp. 865-871, 2003.），丝网印刷法（见 Pascal Tran-Huu-Hue, Franck Levassort et al., “Preparation and electromechanical properties of PZT/PGO thick films on alumina substrate”, Journal of the European Ceramic Society, Vol. 21, pp. 1445-1449, 2001.），溶胶—凝胶喷涂法（见 M. Kobayashi, T. R. Olding et al., “Piezoelectric thick film ultrasonic transducers fabricated by a sol-gel spray technique”, Ultrasonics, Vol. 39, pp. 675-680, 2002.）等。其中尤以浸渍法的制备过程比较简单，但在浸渍的过程中，提拔的速度、溶液的离子浓度和基质的特性（如浸润性、粗糙度）对厚膜的制备都会产生影响；而其他的制备方法过程比较复杂，不易操作，另外还存在基质难以选择的问题，通常所使用的铝基质，作为背衬，由于其衰减较小，实际应用中需要很大的厚度才能满足背衬吸声的要求，而且铝的声阻抗要比压电层高很多，这样换能器的中心频率几乎要下降一半，灵敏度也会下降。

而本发明的压电晶片选用改性的偏铌酸铅压电陶瓷，因为偏铌酸铅压电陶瓷具有品质因数低，单纯的厚度谐振模式，且厚度机电耦合系数大的特点，容易制得高频、宽带换能器；并且换能器组装工艺简单，组装

换能器一致性好，成本低。

发明内容

本发明的目的在于提供一种用于医学超声诊断和微缺陷无损检测的高频(>10MHz)超声换能器，换能器的中心频率在 12.66MHz 时，-6dB 带宽达到 85.67%。

换能器是由外壳 3，BNC 连接器 1，电极引线 2，压电陶瓷晶片 5，背衬块 4 和保护膜 6 组成（见图 1）。

压电陶瓷晶片 5 和背衬块 4 粘结在一起，同时从压电陶瓷晶片处引出电极引线 2，电极引线、压电陶瓷晶片、背衬块装入外壳 3 中，用环氧胶固定，电极引线 2 与 BNC 连接器 1 相连，在压电晶片 5 的端面涂覆一薄层环氧保护膜。

其中压电陶瓷晶片是改性的偏铌酸铅压电陶瓷，它是用 Ba^{2+} , Sr^{2+} 或 Ca^{2+} 中的一种或几种元素来部分取代 Pb^{2+} 所制备的压电陶瓷晶片。这类压电陶瓷晶片具有介电系数小，机械品质因数低，单纯的厚度谐振模式，且厚度机电耦合系数大的特点。

本发明具有以下优点：

1、采用改性的偏铌酸铅压电陶瓷，这类压电陶瓷晶片具有介电系数小，机械品质因数低，谐振模式单一的特点，容易制得高频、宽带换能器。

2、换能器组装工艺简单，组装换能器性能一致性好，成本低。

附图说明

图 1 为高频换能器结构示意图。其中 1 为 BNC 连接器, 2 为电极引线, 3 为外壳, 4 为背衬块, 5 为压电晶片, 6 为保护膜。

图 2 为高频换能器测试装置。其中, 1 为高频换能器, 2 为不锈钢试块, 3 为超声脉冲发射接收仪, 4 为示波器, 5 为 PC 机, 6 为水槽。高频换能器作用于放置在水槽内的试块上, 通过超声脉冲发射接收仪接收频谱并通过示波器显示脉冲一回波波形最终通过 PC 机记录。

图 3 为实施例一换能器的脉冲一回波波形。

图 4 为实施例一换能器的频谱。

图 5 为实施例二换能器的脉冲一回波波形。

图 6 为实施例二换能器的频谱。

具体实施方式

下面通过实施例进一步阐明发明的实质性特点和显著进步。

实施例 1

改性偏铌酸铅压电陶瓷晶片参数如下:

尺寸: $\phi 10 \times 0.13$ (mm), $d_{33}=162$ (10^{-12} C/N), $\epsilon=445$, $Q_m=10.5$, $Kt=47.60\%$,
 $f_s=13.18$ MHz

首先将制备好的压电晶片与用来吸收后向回波的背衬块粘结在一起, 同时引出电极引线, 然后将粘结好的这一整体装入事先设计并加工好的换能器外壳中, 调整位置使二者共心, 此时马上用环氧胶将其固定,

之后将电极引线焊接到 BNC 连接器上，最后在压电晶片的端面涂上一薄层环氧保护膜（作为声匹配层，厚度要依据 $\lambda/4$ 原则）。

换能器组装好后，运用脉冲一回波法测试其性能（图 2 为其测试装置图），考虑到高频换能器的衰减较大，故选用衰减较小的除气活性水作为耦合剂，测试块是表面抛光的不锈钢块。测试仪器有：泛美 200MHz 程控超声脉冲发射—接收仪 PR5900, 安捷伦 54642A 示波器 (500MHz, 2GSa/s)。测得的换能器在不锈钢块表面上的脉冲一回波波形如图 3 所示，将采集到的数据在 PC 机上进行处理作 FFT 得换能器的频谱（图 4 所示）。从换能器的频谱得其中心频率 $f_c = 12.65\text{MHz}$ ，-6dB 带宽为 $Bw_{-6db} = 74.65\%$ 。

实施例 2

改性偏铌酸铅压电陶瓷晶片参数如下：

尺寸： $\phi 10 \times 0.13$ (mm), $d_{33} = 166$ (10^{-12} C/N), $\epsilon = 450$, $Q_m = 11$, $Kt = 48.15\%$,
 $f_s = 13.10\text{MHz}$

将对应于上述参数的压电晶片按实施例一的步骤组装成高频换能器，并依上法测得换能器的中心频率为 $f_c = 12.52\text{MHz}$ ，-6dB 带宽为 $Bw_{-6db} = 86.74\%$ 。

可以看出，以上两个实例制得的高频换能器的性能一致性较好。

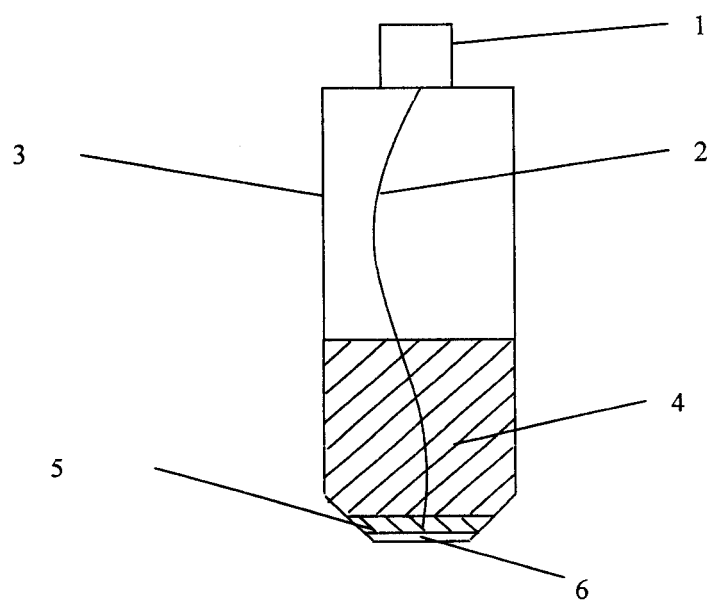


图 1

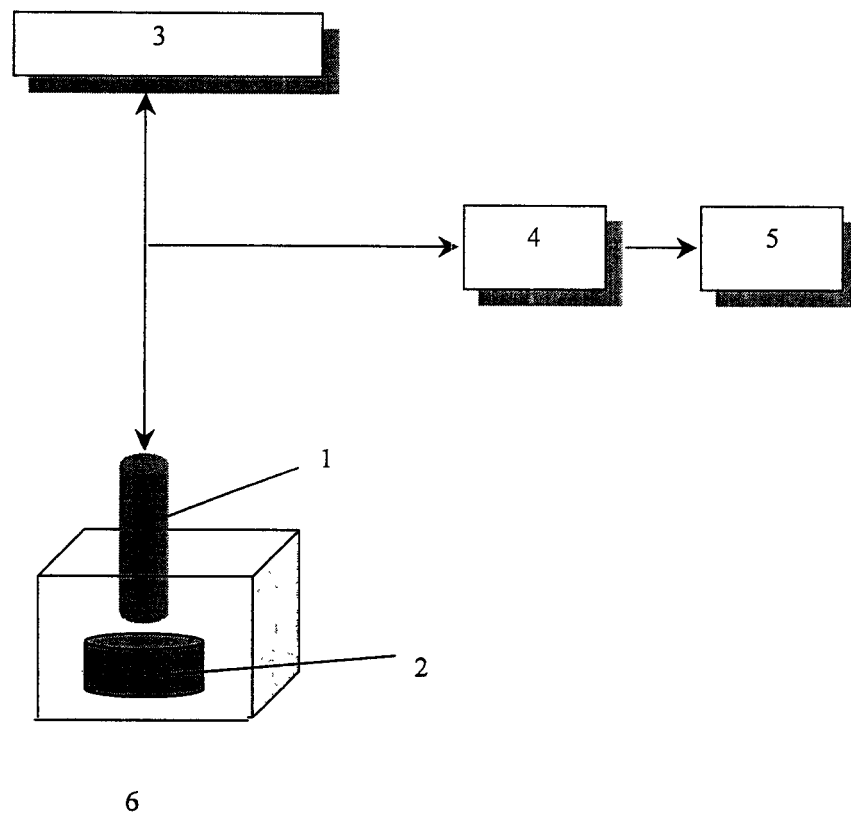


图 2

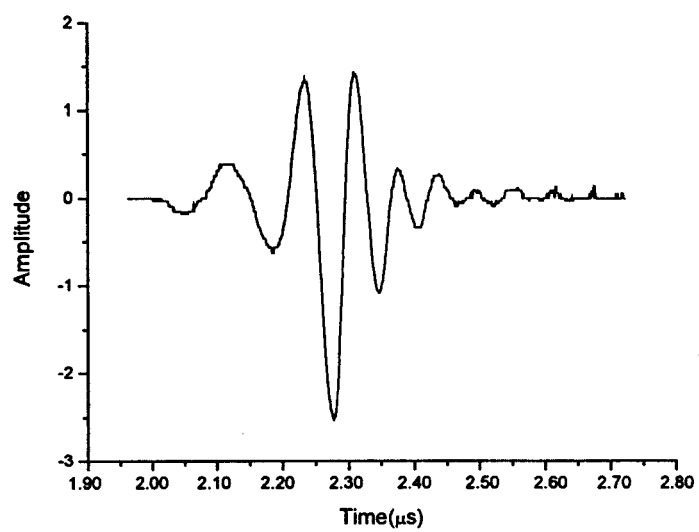


图 3

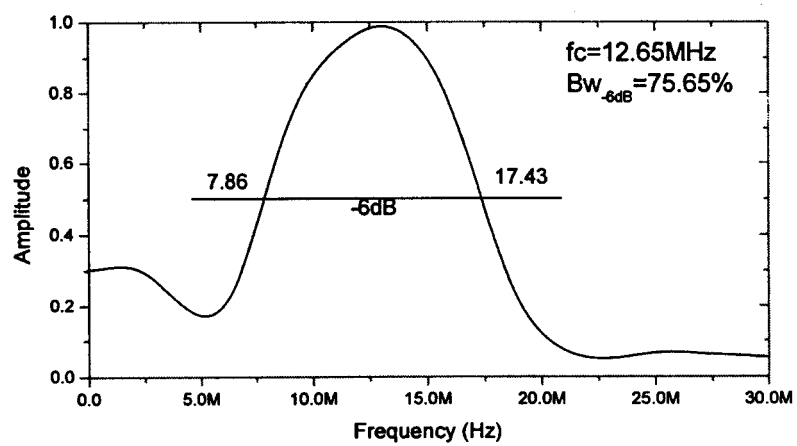


图 4

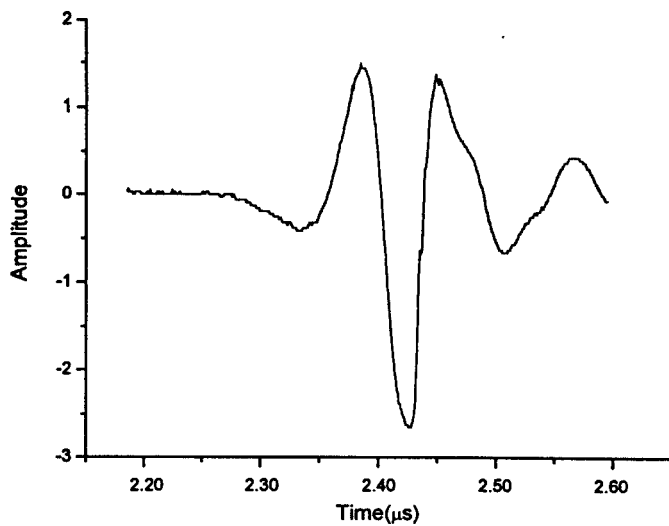


图 5

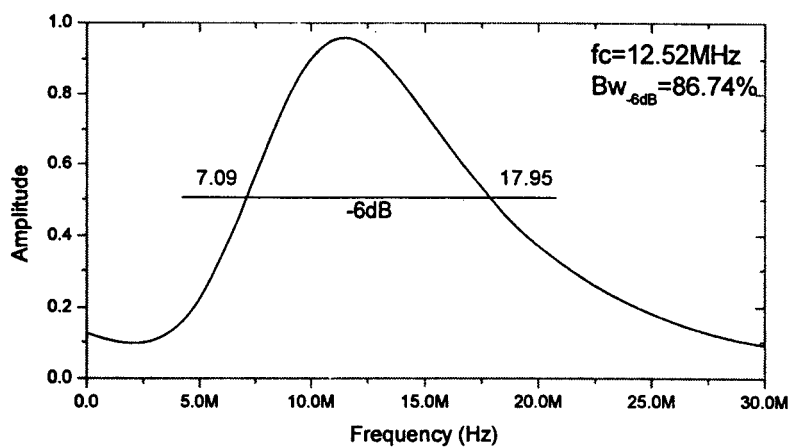


图 6

专利名称(译)	一种高频超声换能器		
公开(公告)号	CN2841166Y	公开(公告)日	2006-11-29
申请号	CN200420082769.4	申请日	2004-09-10
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院上海硅酸盐研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院上海硅酸盐研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院上海硅酸盐研究所		
[标]发明人	周学农 范晓荣 陈钢 董显林		
发明人	周学农 范晓荣 陈钢 董显林		
IPC分类号	B06B1/06 H01L41/08 A61B8/00 G01N29/22		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种高频超声换能器，用于医学诊断和超声检测，属于振动传感器领域。它是由外壳3，BNC连接器1，电极引线2，压电晶片5，背衬块4和保护膜6组成，其中压电晶片和背衬块粘结在一起，从压电晶片处引出电极引线与BNC连接器相连，电极引线、压电晶片、背衬块装入外壳中，在压电晶片的端面涂覆保护膜。本发明制作的换能器中心频率 $f_c = 12.52\text{MHz}$ 时， $B_w - 6\text{dB} = 86.74\%$ ，具有极好的高频性能和性能一致性。

