



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109662729 A
(43)申请公布日 2019.04.23

(21)申请号 201910043674.2

(22)申请日 2019.01.17

(71)申请人 南京航空航天大学
地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

(72)发明人 吴大伟 何丽媛 王亮 李晓牛
刘威 曹腾 王瑞峰

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204
代理人 柏尚春

(51)Int.Cl.
A61B 8/00(2006.01)
A61B 8/10(2006.01)
A61B 8/12(2006.01)

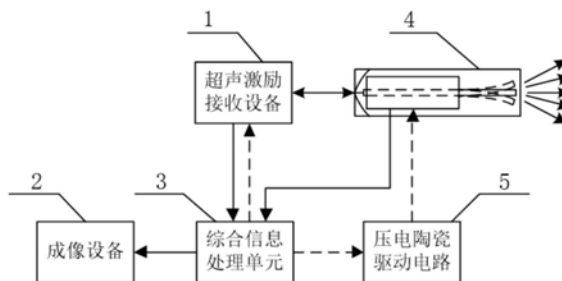
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种压电驱动超声扫描成像装置

(57)摘要

本发明公开了一种压电驱动超声扫描成像装置,该装置中超声激励接收设备连接第一超声换能器,第一超声换能器封装在毛细金属管尾端,毛细金属管穿过压电陶瓷管的轴心,并用胶与压电陶瓷管固定,毛细金属管尾端一部分突出压电陶瓷管呈悬臂状,压电陶瓷管固定于金属保护管内,压电陶瓷管分别与压电陶瓷驱动电路和综合信息处理单元连接,综合信息处理单元与成像设备连接。本发明中压电陶瓷管带动毛细金属管摆动,同时超声激励接收设备控制第一超声换能器发射超声波信号,回波信号经过超声激励接收设备采样和综合信息处理单元处理之后,在成像设备上显示成超声图像,本发明可以实现高分辨率快速C-mode超声成像。



1. 一种压电驱动超声扫描成像装置,包括:第一超声换能器、毛细金属管、压电陶瓷管、金属保护管、超声激励接收设备、压电陶瓷驱动电路、综合信息处理单元、成像设备,其特征在于:超声激励接收设备连接第一超声换能器,第一超声换能器封装在毛细金属管尾端,毛细金属管穿过压电陶瓷管的轴心,并用胶与压电陶瓷管固定,毛细金属管尾端一部分突出压电陶瓷管呈悬臂状,压电陶瓷管固定于金属保护管内,压电陶瓷管分别与压电陶瓷驱动电路和综合信息处理单元连接,综合信息处理单元与成像设备连接。

2. 根据权利要求1所述的一种压电驱动超声扫描成像装置,其特征在于:所述第一超声换能器为高频单阵元超声换能器,所述高频单阵元超声换能器的压电结构材料为压电陶瓷、压电单晶或复合材料中的任意一种。

3. 根据权利要求1所述的一种压电驱动超声扫描成像装置,其特征在于:所述毛细金属管的结构为双层或三层不锈钢弹簧管。

4. 根据权利要求1所述的一种压电驱动超声扫描成像装置,其特征在于:所述压电陶瓷管外表面镀电极,所述电极为条状并与压电陶瓷管轴线平行,所述电极极化方向为径向极化。

5. 根据权利要求1所述的一种压电驱动超声扫描成像装置,其特征在于:对所述毛细金属管尾端运动的控制方式为:对所述悬臂态毛细金属管的运动采用闭环控制方式;综合信息处理单元通过采集并处理压电陶瓷管传感器的信号,实时获取悬臂态毛细金属管尾端的位置和姿态,并对压电陶瓷管驱动电路发出反馈信号。

6. 根据权利要求1所述的一种压电驱动超声扫描成像装置,其特征在于:所述压电陶瓷驱动电路输出的驱动信号为有90度相位差的波形一致的四路周期性信号,波形为正弦与三角波的叠加。

7. 根据权利要求1至6任一项所述的一种压电驱动超声扫描成像装置,其特征在于:所述金属保护管内还包括第二超声换能器,所述第二超声换能器位于金属保护管靠近第一超声换能器的一端,所述超声激励接收设备包括发射和接收两个通道,所述发射通道与第一超声换能器连接,接收通道与第二超声换能器连接。

8. 根据权利要求7所述的一种压电驱动超声扫描成像装置,其特征在于:所述第二超声换能器为环形超声换能器,所述第二超声换能器的压电结构材料为PVDF压电薄膜材料。

一种压电驱动超声扫描成像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及医学超声成像领域,具体涉及一种压电驱动超声扫描成像装置。

背景技术

[0002] 超声成像与CT、X射线等医学成像技术相比,以其无损无辐射且成本低廉的优点,正越来越多地被应用于临床诊断治疗的各个领域。超声成像系统中的核心器件是超声换能器,其既是超声波发射源,也是组织回波的接收器,因此其性能直接决定着超声成像系统的成像质量和性能优劣。由于能够很好的平衡穿透性和分辨率,高频微超声成像技术得到日益广泛的关注和应用。高频微超声成像技术在临床中常应用于内窥超声、浅表和眼科等方面的疾病检测。

[0003] 高频微超声成像技术的核心器件是高频、微型超声换能器。由于频率和使用区域的限制,高频换能器的尺寸非常小,按照阵元的个数分为单阵元换能器和阵列型换能器。这两类换能器分别对应机械扫描和电子扫描两种扫描方式来获取二维超声图像。一般超声成像获取B-mode超声图像比较容易,获取C-mode图形比较难。B-mode超声(Brightness-mode Ultrasound),简称B超,是指使用超声探头发射超声波给物体,记录物体内部结构的回波,将回波进行处理而形成灰度图像,以反映物体的内部结构(即纵向截面像)。C-mode又称超声波C扫技术,是利用超声探伤原理提取垂直于声束指定截面(即横向截面像)的回波信息而形成二维图像的技术,可获取不同截面的信息,因此应用广泛。获取C-mode超声图像一种方式用单阵元采用逐点逐行扫描,成像效率极低,另一种方式是用上万个阵元的二维阵列进行相控阵电子扫描获取。二维阵列加工成本极高,电路设计复杂,系统十分昂贵。目前实现快速C-mode成像的技术难度与成本都非常高。

发明内容

[0004] 发明目的:本发明提供一种压电驱动超声扫描成像装置,降低了加工成本和电路系统的复杂性,解决了现有的装置需要通过复杂的二维阵列相控扫描才能实现C-mode快速成像的问题。

[0005] 技术方案:本发明一种压电驱动超声扫描成像装置,包括:第一超声换能器、毛细金属管、压电陶瓷管、金属保护管、超声激励接收设备、压电陶瓷驱动电路、综合信息处理单元、成像设备,超声激励接收设备连接第一超声换能器,第一超声换能器封装在毛细金属管尾端,毛细金属管穿过压电陶瓷管的轴心,并用胶与压电陶瓷管固定,毛细金属管尾端一部分突出压电陶瓷管呈悬臂状,压电陶瓷管固定于金属保护管内,压电陶瓷管分别与压电陶瓷驱动电路和综合信息处理单元连接,综合信息处理单元与成像设备连接。

[0006] 进一步的,所述第一超声换能器为高频单阵元超声换能器,所述高频单阵元超声换能器的压电结构材料为压电陶瓷、压电单晶或复合材料中的任意一种。

[0007] 进一步的,所述毛细金属管的结构为双层或三层不锈钢弹簧管,其外径为400~600 μm ,选用不锈钢弹簧管原因是可以获取较大的振幅。

[0008] 进一步的,所述压电陶瓷管外表面镀电极,所述电极为条状并与压电陶瓷管轴线平行,所述电极极化方向为径向极化,压电陶瓷管为中空圆筒形,外径3~5mm,壁厚0.3~0.66mm,长度10~20mm,压电陶瓷管外表面电极为条状与压电陶瓷管轴线平行且均分为12片电极,8片为驱动电极,用于驱动压电陶瓷管;其余电极为传感电极,利用压电效应,将压电陶瓷管的形变转变为电压信号传递至综合信息处理单元来感知第一超声换能器的姿态。

[0009] 进一步的,对所述毛细金属管尾端运动的控制方式为:对所述悬臂态毛细金属管的运动采用闭环控制方式;综合信息处理单元通过采集并处理压电陶瓷管传感器的信号,实时获取悬臂态毛细金属管尾端的位置和姿态,并对压电陶瓷管驱动电路发出反馈信号。

[0010] 进一步的,所述压电陶瓷驱动电路输出的驱动信号为有90度相位差的波形一致的四路周期性信号,波形为正弦与三角波的叠加。

[0011] 进一步的,所述金属保护管内还包括第二超声换能器,所述第二超声换能器位于金属保护管靠近第一超声换能器的一端,所述超声激励接收设备包括发射和接收两个通道,所述发射通道与第一超声换能器连接,接收通道与第二超声换能器连接。

[0012] 进一步的,所述第二超声换能器为环形超声换能器,所述第二超声换能器的压电结构材料为PVDF压电薄膜材料。

[0013] 有益效果:本发明融合微超声技术与压电精密驱动技术,通过驱动压电陶瓷管使第一超声换能器按预设路径快速大幅度摆动,形成动态的圆形扫描区域,不需要通过复杂的二维阵列相控扫描便能实现C-mode快速成像,降低了加工成本和电路系统的复杂性;本装置中的压电陶瓷管既是驱动器,又是传感器,由传感器的信号获取第一超声换能器的位姿信息,采用闭环控制技术,使得成像图像更为精确,并且尺寸小,重量轻,适用于医学上浅表、内窥和眼科等方面的疾病检测。

附图说明

[0014] 图1为本发明结构原理图;

[0015] 图2为本发明实施例1金属保护管内部结构示意图;

[0016] 图3为压电陶瓷管俯视图;

[0017] 图4为压电陶瓷管侧视图;

[0018] 图5为压电陶瓷管驱动信号示意图;

[0019] 图6为超声换能器扫描轨迹示意图;

[0020] 图7为本发明实施例2金属保护管内部结构示意图。

具体实施例

[0021] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步描述:

[0022] 实施例1

[0023] 如图1至图5所示,本发明的一种压电驱动超声扫描成像装置,包括第一超声换能器11、毛细金属管10、压电陶瓷管9、金属保护管4、超声激励接收设备1、压电陶瓷驱动电路5、综合信息处理单元3、成像设备2,超声激励接收设备1连接第一超声换能器11,第一超声换能器11为高频单阵元超声换能器,尺寸为0.4mm×0.4mm,高频单阵元超声换能器的压电结构材料为压电陶瓷,超声激励接收设备1包括发射和接收两种模式,在发射模式下,超声

激励接收设备1生成频率为20MHz~50MHz高频正弦电脉冲信号经过第一超声换能器11转换成超声波信号,超声激励接收设备1随后切换到接收模式,由第一超声换能器11接收装置中的回波信号并转化为电信号,通过切换发射和接收模式,实现第一超声换能器11对超声信号的发射与接收;

[0024] 第一超声换能器11封装在毛细金属管10尾端,毛细金属管10结构为双层不锈钢弹簧管,外径为600 μ m,封装第一超声换能器11的毛细金属管10穿过压电陶瓷管9的轴心并伸出压电陶瓷管9外,突出一部分呈悬臂状,第一超声换能器11的声束方向与毛细金属管10的轴线方向重合;封装第一超声换能器11的毛细金属管10与压电陶瓷管9间用树脂胶8固定,压电陶瓷管9固定于金属保护管4内且两者之间用固定块7来连接并固定,金属保护管4为金属材质的圆管,厚度为0.5mm,外径5mm,长度40mm,金属保护管4内填充声衰减极弱的液体传声介质12,液体传声介质12为液体石蜡,将第一超声换能器11封装在液体石蜡中,液体石蜡用于保护第一超声换能器11和作为声传播的媒介;压电陶瓷管9通过导线6连接金属保护管4外的压电陶瓷驱动电路5和综合信息处理单元3,综合信息处理单元3与成像设备2连接。

[0025] 压电陶瓷管9为中空圆筒形,外径5mm,壁厚0.66mm,长度20mm,压电陶瓷管内外表面均镀电极,内表面电极联通为一块;压电陶瓷管9外表面电极条状与压电陶瓷管9轴线平行且均分为12片电极,电极极化方向为径向极化,其中8片为驱动电极,包括第一电极9-1,第二电极9-2,第四电极9-4,第五电极9-5,第七电极9-7,第八电极9-8,第十电极9-10,第十一电极9-11,用于驱动压电陶瓷管9;其余电极为传感电极,包括第三电极9-3,第六电极9-6,第九电极9-9,第十二电极9-12,利用压电效应,将压电陶瓷管9的形变转变为电压信号传递至综合信息处理单元3来感知第一超声换能器11的姿态。

[0026] 压电陶瓷驱动电路5输出的驱动信号为有90度相位差的波形一致的四路周期性信号,波形为正弦与三角波的叠加,如信号1与信号3相差90度相位差,信号3与信号2相差90度相位差,信号2与信号4相差90度相位差,也就是信号1与信号2电压值相反,信号3与信号4电压值相反。四组电压信号分别施加于压电陶瓷管9四组驱动电极对上,如第一电极9-1和第十一电极9-11施加信号1,第二电极9-2和第四电极9-4施加信号3,第五电极9-5与第七电极9-7施加信号2,第八电极9-8与第十电极9-10施加信号4。该周期电压信号驱动控制压电陶瓷管9的运动,其原理基于逆压电效应,即对压电材料施加交变电场引起其机械变形的现象,压电陶瓷管9带动第一超声换能器11的尾端沿圆周路径摆动。

[0027] 当改变电压信号的幅度逐渐增大时,毛细金属管10尾端的圆周轨迹从零点逐渐增大,形成螺旋线运动;当振幅最大时,毛细金属管10带着第一超声换能器11到达最外圈边界,在一个信号周期内第一超声换能器11摆动划过的螺旋线充满整个圆形区域,从而获得一帧图像的信息,第一超声换能器的扫描轨迹如图6所示;此后,驱动信号振幅逐渐减小直到振幅为零,毛细金属管10带着第一超声换能器11也回到了零点,接着开始下一个周期。在整个信号周期,按照超声成像的需要,超声激励接收电路1以很高的脉冲重复频率发射脉冲波,在一帧图像的扫描时间内能够采集到足够密度的信息。

[0028] 压电陶瓷管9外表面的传感电极,包括第三电极9-3,第六电极9-6,第九电极9-9,第十二电极9-12,主要负责实时测量摆动着的毛细金属管10尾端的位置与姿态,也就是第一超声换能器11位置与姿态。其测量原理基于正压电效应,即压电材料形变时产生电位差的现象。当毛细金属管10摆动时,会对压电陶瓷管9的内外表面产生挤压,从而产生微弱的

电压信号,该电压信号经由导线6传递给综合信息处理单元3。同时,超声激励接收设备1也会将采集的超声回波信号传递给综合信息处理单元3,采集的信号经过滤波、时间增益补偿、Hillbert变换、对数压缩等处理后,以帧的形式发送给成像设备2,最后获得高分辨率C-mode超声图像。当内部元件响应或外界环境因素变化导致毛细金属管10没有按图5驱动信号设定的路径运动时,综合信息处理单元3根据压电陶瓷管9传感器传递的信号,分析处理后,对压电陶瓷驱动电路5发出微调指令,通过对驱动信号的调整及时纠正第一超声换能器11的位置和姿态,比较典型的纠正补偿算法有比例-积分-微分PID算法。

[0029] 实施例2

[0030] 如图7所示,本实施例与实施例1的结构基本相同,不同之处是:金属保护管4内还包括第二超声换能器13,第二超声换能器13为环形超声换能器,第二超声换能器13的压电结构材料为PVDF压电薄膜材料;第二超声换能器13位于金属保护管4靠近第一超声换能器11的一端,同时超声激励接收设备1包括发射和接收两个通道,发射通道与第一超声换能器11连接,接收通道与第二超声换能器13连接。

[0031] 此时第一超声换能器11为高频单阵元超声换能器,其发射超声信号,第二超声换能器13为环形超声换能器,其接收超声回波信号,超声激励接收设备1不需要切换发射与接收状态,可控制发射和接收的同时进行,能够提高扫描成像速度和帧率。

[0032] 本发明利用压电陶瓷管9传感电极的压电效应作为传感器,实时获取第一超声换能器11的位置与姿态,当超声扫描成像装置内部元件响应变化,导致第一超声换能器11没有按预设路径摆动时,系统将及时做出微调,纠正毛细金属管10姿态,以保证扫描成像的稳定和无畸变,大大降低了制造成本和系统复杂度,具有更好的发展前景。

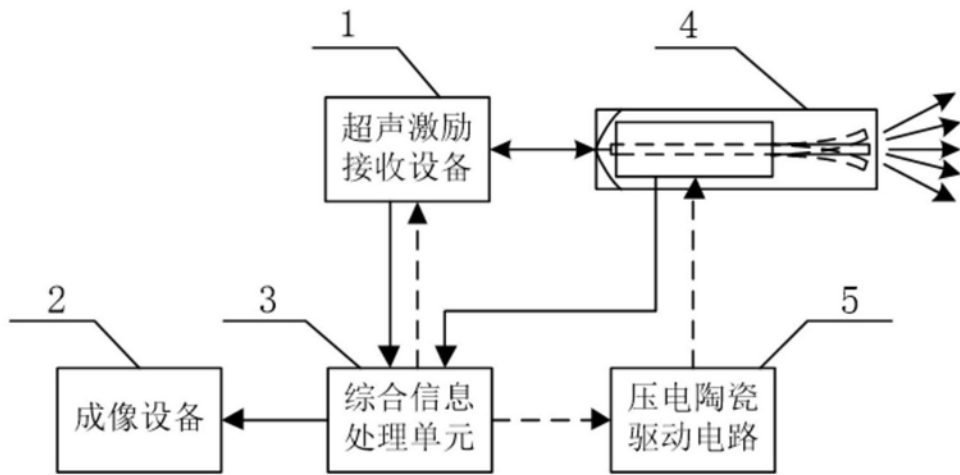


图1

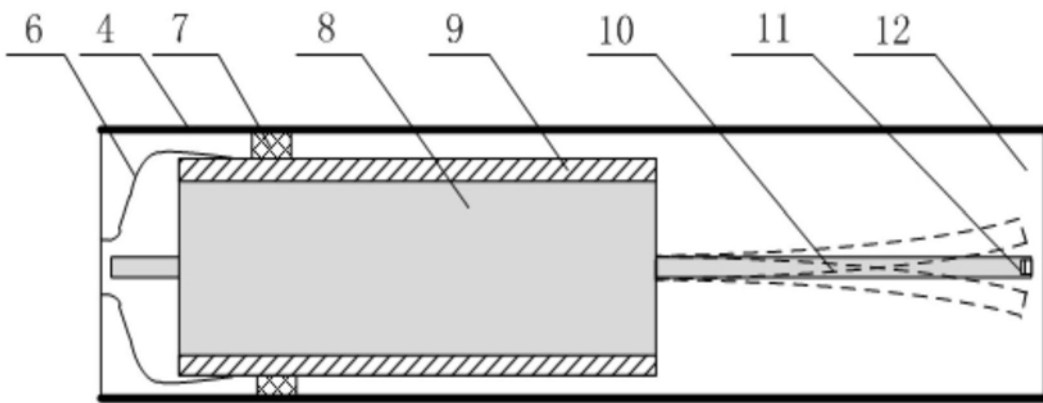


图2

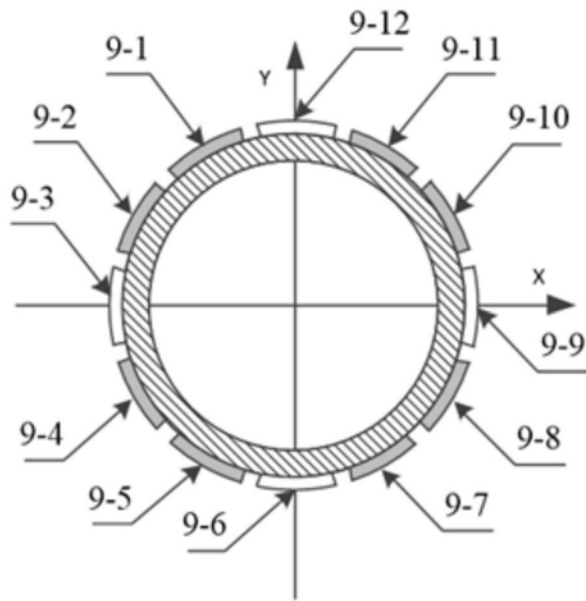


图3

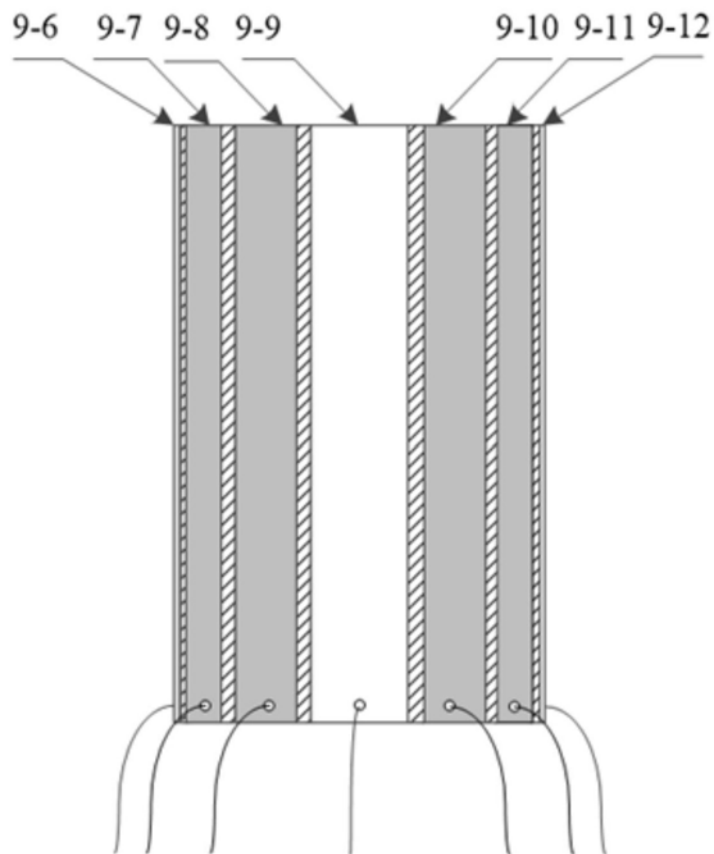


图4

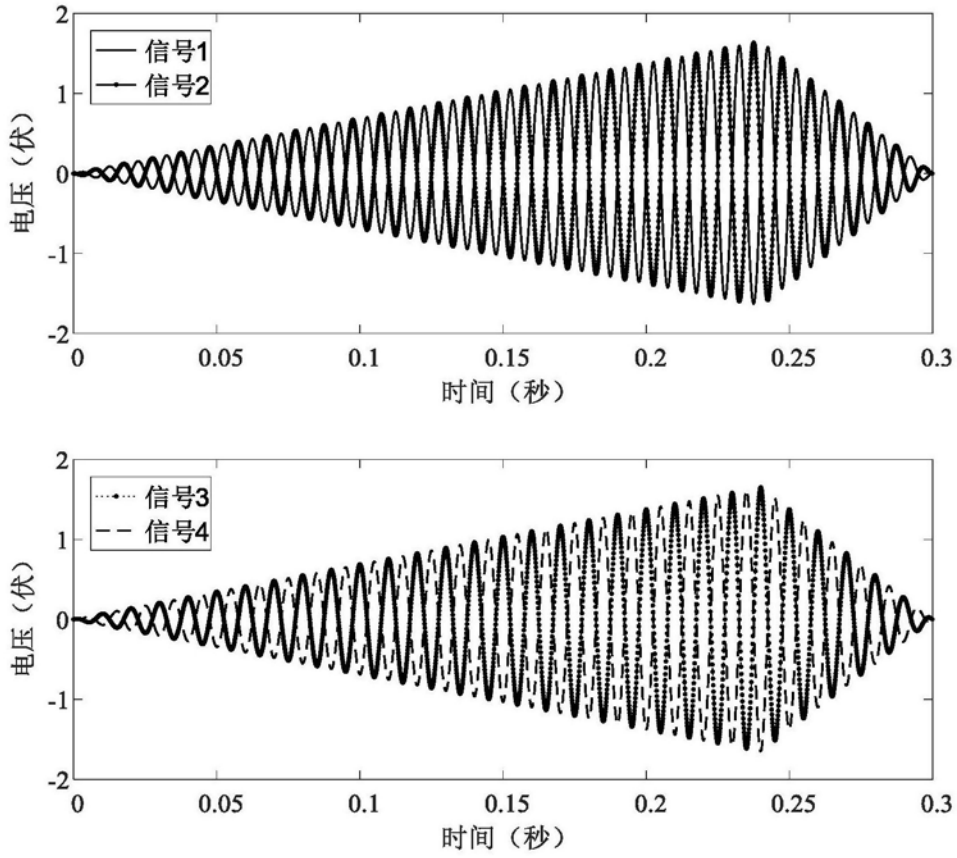


图5

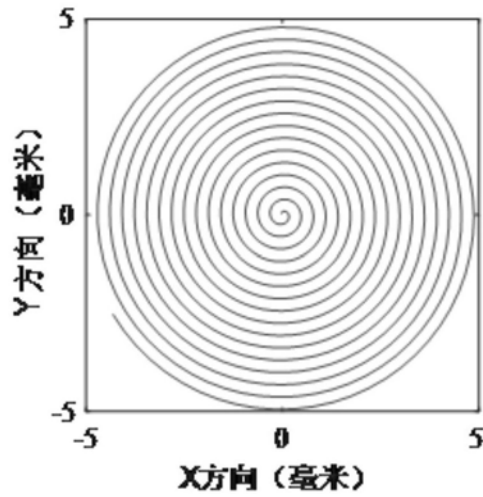


图6

专利名称(译)	一种压电驱动超声扫描成像装置		
公开(公告)号	CN109662729A	公开(公告)日	2019-04-23
申请号	CN201910043674.2	申请日	2019-01-17
[标]申请(专利权)人(译)	南京航空航天大学		
申请(专利权)人(译)	南京航空航天大学		
当前申请(专利权)人(译)	南京航空航天大学		
[标]发明人	吴大伟 何丽媛 王亮 李晓牛 刘威 曹腾 王瑞峰		
发明人	吴大伟 何丽媛 王亮 李晓牛 刘威 曹腾 王瑞峰		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/10 A61B8/12		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B8/10 A61B8/12 A61B8/4461 A61B8/4494		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种压电驱动超声扫描成像装置，该装置中超声激励接收设备连接第一超声换能器，第一超声换能器封装在毛细金属管尾端，毛细金属管穿过压电陶瓷管的轴心，并用胶与压电陶瓷管固定，毛细金属管尾端一部分突出压电陶瓷管呈悬臂状，压电陶瓷管固定于金属保护管内，压电陶瓷管分别与压电陶瓷驱动电路和综合信息处理单元连接，综合信息处理单元与成像设备连接。本发明中压电陶瓷管带动毛细金属管摆动，同时超声激励接收设备控制第一超声换能器发射超声波信号，回波信号经过超声激励接收设备采样和综合信息处理单元处理之后，在成像设备上显示成超声图像，本发明可以实现高分辨率快速C-mode超声成像。

