

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03119581.4

[51] Int. Cl.

H01L 41/04 (2006.01)

H04R 17/00 (2006.01)

G01N 29/00 (2006.01)

G01N 29/24 (2006.01)

A61B 8/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 100399595C

[22] 申请日 2003.3.12 [21] 申请号 03119581.4

[73] 专利权人 中国科学院声学研究所

地址 100080 北京市海淀区北四环西路 21 号

[72] 发明人 李明轩 廉国选 王小民 毛捷  
杨玉瑞 李顺 叶青

[56] 参考文献

JP2-107236A 1990.4.19

GB2208138A 1989.3.1

CN1224840A 1999.8.4

US5250869A 1993.10.5

JP2003-70096A 2003.3.7

审查员 贺文晶

[74] 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司

代理人 王凤华

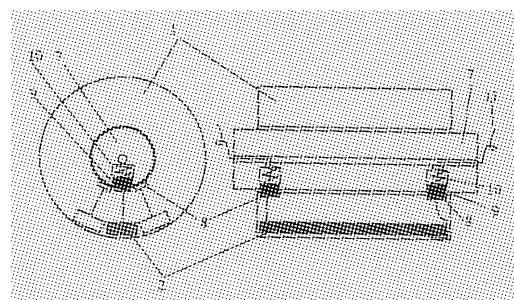
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于扫描成像装置的轮式扫描探头

[57] 摘要

本发明公开了一种用于扫描成像装置的轮式扫描探头。该探头包括一圆筒状支撑体和嵌套在筒内的中空轮轴；支撑体外表面等间距嵌有换能器单元；换能器单元沿支撑体径向所对应的支撑体的内表面设有两个引出电极。轮轴设有两个电极滑块，且分别通过电极压簧与两个引出电极电刷式连接；两个电极滑块各有一根电极引线通过轮轴的中空部分引出到轮轴外部；换能器单元由压电块和非压电块组成；压电块和非压电块交错放置；换能器单元的上下表面分别覆盖有上电极和下电极，分别与该换能器单元对应的两个引出电极连接。本发明提供的用于扫描成像装置的轮式扫描探头，可用于固体材料的超声无损检测，其中包括粘接界面的质量评价。



1、一种用于扫描成像装置的轮式扫描探头，该探头包括一圆筒状支撑体（1）和嵌套在筒内的中空轮轴（7）；其特征在于，支撑体（1）外表面等间距嵌有换能器单元（2），换能器单元（2）呈长方体，其长度方向与支撑体（1）的轴线平行；换能器单元（2）沿支撑体（1）径向所对应的支撑体（1）的内表面设有两个引出电极（8）；轮轴（7）设有两个电极滑块（9），且分别通过电极压簧（10）与两个引出电极（8）电刷式连接；两个电极滑块（9）各有一根电极引线（11）通过轮轴（7）的中空部分引出到轮轴（7）外部；所述换能器单元（2）由压电块（3）和非压电块（4）组成；所述压电块（3）和非压电块（4）交错放置；换能器单元（2）的上下表面分别覆盖有上电极（5）和下电极（6），分别与该换能器单元（2）对应的两个引出电极（8）连接。

2、根据权利要求1所述的用于扫描成像装置的轮式扫描探头，其特征在于，所述支撑体（1）和轮轴（7）之间采用轴承类或直接摩擦式连接方式。

3、根据权利要求1所述的用于扫描成像装置的轮式扫描探头，其特征在于，所述换能器单元（2）的宽度小于等于 $\lambda/2$ ，其厚度小于等于 $\lambda/2$ ，其中 $\lambda$ 等于所需发射声波的波长。

4、根据权利要求1所述的用于扫描成像装置的轮式扫描探头，其特征在于，相邻换能器单元（2）之间的距离大于等于隔离换能器单元间耦合振动需要的最小距离。

5、根据权利要求1所述的用于扫描成像装置的轮式扫描探头，其特征在于，所述压电块（3）的偏振方向沿换能器单元（2）的长度方向或者宽度方向。

6、根据权利要求1所述的用于扫描成像装置的轮式扫描探头，其特征在于，还包括设置在所述换能器单元（2）声辐射面上的保护膜。

7、根据权利要求1所述的用于扫描成像装置的轮式扫描探头，其特征在于，还包括设置在所述换能器单元（2）背面上的背衬。

## 用于扫描成像装置的轮式扫描探头

### 技术领域

本发明涉及一种用于扫描成像装置的探头，具体地说，涉及一种用于扫描成像装置的轮式扫描探头。

### 背景技术

传统的多通道成像技术利用超声纵波探头组成直探头阵列或轮式探头阵列对检测对象进行电子扫描成像。由于在固体中存在波型转换，传统的纵波相控阵技术在用于固体介质的检测时会遇到额外的干扰。另外，在粘接界面的液体夹层及零间隙脱粘的检测中，采用超声纵波无法检测。

相对于纵波，横波探测有其独特的优势。从传播理论可知，对于各向异性等复杂介质材料纯横波的散射、反射特性比较单纯，采用横波检测有纵波无法达到的效果。在相同的频率条件下，横波波长比纵波波长几乎要小一倍，因此对同样大小的缺陷，横波的反射能量相对也要大的多。同时，在对粘接界面缺陷中液体夹层的检测中，横波的灵敏度也远比纵波高。

虽然在焊缝的超声检测中，有时使用横波阵列探头（Roy, O., Mahaut, S., Casula, O., Development of a smart flexible transducer to inspect component of complex geometry: modeling and experiment, AIP Conference Proceedings no.615A: 908-14, 2002），但是，组成探头阵列的阵元直接辐射纵波，然后倾斜入射在耦合界面上，利用波型转换在检测介质中产生横波。这种利用波型转换技术，产生横波的效率受到影响，并常伴有纵波或表面波使其检测受到影响。也有使用电磁声技术产生 SH 横波进行金属板测厚<sup>[2]</sup>，但设备相对比较复杂，检测条件要求高，且只适用于铁磁性介质，目前也还没有实际可以用于小当量缺陷检测的产品。使用其他方法也能够产生横波（[1]. Murray, P.R.; Dewhurst, R.J., Laser/EMAT measurement systems for ultrasound B-scan imaging, Sensors and their Applications XI. Proceedings of the Eleventh Conference on Sensors and their Applications: 169-74, 2001; [2]. Every, A.G.; Sachse, W., Imaging of laser-generated ultrasonic waves in silicon, Physical Review B (Condensed Matter), vol.44, no.13:

6689-99, 1 Oct. 1991 Language:English; [3]. 汪承灏, 乔东海, 固体表面菲涅尔阵列产生的声束聚焦的研究, 声学学报, Vol.24, No.4, 1999, pp351-356), 但也常伴随纵波, 不能够得到模式纯净的横波辐射声场。

## 发明内容

本发明的目的是为了克服现有技术中扫描成像装置的探头不能直接发射横波, 因而效率低并限制其应用等缺点, 通过设计可直接产生横波的换能器单元, 从而提供了一种用于扫描成像装置的轮式扫描探头。

本发明的技术方案为:

一种用于扫描成像装置的轮式扫描探头, 该探头包括一圆筒状支撑体 1 和嵌套在筒内的中空轮轴 7; 支撑体 1 外表面等间距嵌有换能器单元 2, 换能器单元 2 呈长方体, 其长度方向与支撑体 1 的轴线平行; 换能器单元 2 沿支撑体 1 径向所对应的支撑体 1 的内表面设有两个引出电极 8; 轮轴 7 设有两个电极滑块 9, 且分别通过电极压簧 10 与两个引出电极 8 电刷式连接; 两个电极滑块 9 各有一根电极引线 11 通过轮轴 7 的中空部分引出到轮轴 7 外部; 所述换能器单元 2 由压电块 3 和非压电块 4 组成; 所述压电块 3 和非压电块 4 交错放置; 换能器单元 2 的上下表面分别覆盖有上电极 5 和下电极 6, 分别与该换能器单元 2 对应的两个引出电极 8 连接。

所述支撑体 1 和轮轴 7 之间采用轴承类或直接摩擦式连接方式。所述换能器单元 2 的宽度小于等于  $\lambda/2$ , 其厚度小于等于  $\lambda/2$ , 其中  $\lambda$  等于所需发射声波的波长。相邻换能器单元 2 之间的距离大于等于隔离换能器单元间耦合振动需要的最小距离。所述压电块 3 的偏振方向沿换能器单元 2 的长度方向或者宽度方向。该探头还包括设置在所述换能器单元 2 声辐射面上的保护膜, 设置在所述换能器单元 2 背面上的背衬。

在实际使用时, 可将本发明提供的轮式扫描探头与现有技术的扫描成像装置的发射/接收电路部分通过多束高频屏蔽电缆连接, 从而构成完整的多通道扫描成像装置。

本发明提供的用于扫描成像装置的轮式扫描探头的优点在于: 该探头可以直接产生纯横波, 避免了波型转换带来的能量损失或其它干扰, 避免了固体中声波波型转换带来的影响; 使用该探头, 不仅可以利用电子相控技术实现对固体材料的垂直纯横波声束电子扫描, 还可对粘接界面的液体夹层及零间隙脱粘进行检

测。

本发明提供的用于扫描成像装置的轮式扫描探头，可用于固体材料的超声无损检测，其中包括粘接界面的质量评价。

#### 附图说明

图 1 (a) 是本发明轮式扫描探头的正视图；

图 1 (b) 是本发明轮式扫描探头的侧视图；

图 2 是图 1 中换能器单元的结构示意图；

图 3 是另一种换能器单元的结构示意图

图 4 是应用本发明轮式扫描探头的扫描成像装置机械部分的结构示意图；

图 5 是应用本发明轮式扫描探头的扫描成像装置电子部分的结构示意图；

图面说明：

支撑体 1	换能器单元 2	压电块 3	非压电块 4
上电极 5	下电极 6	轮轴 7	引出电极 8
电极滑块 9	电极压簧 10	电极引线 11	

#### 具体实施方式

下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细描述：

图 1 是轮式扫描探头的结构示意图，图 1 (a) 是正视图，图 1 (b) 是侧视图。该探头整体上包括一环氧树脂材料做成的圆筒状支撑体 1 和嵌套在筒内的中空轮轴 7，它们之间采用轴承类或者直接摩擦式连接方式。支撑体 1 外表面一周等间距嵌有多个换能器单元 2，相邻换能器之间的间距为 2 毫米。换能器单元 2 呈长方体，其长度方向与支撑体 1 的轴线平行。每个换能器单元 2 都对应两个引出电极 8，引出电极 8 位于支撑体 1 的内表面，且与对应的换能器单元 2 处于支撑体 1 的同一半径方向。轮轴 7 上设有两个电极滑块 9，且分别通过电极压簧 10 与两个引出电极 8 电刷式连接；两个电极滑块 9 各有一根电极引线 11 通过轮轴 7 的中空部分引出到轮轴 7 外部。

换能器单元 2 的一种结构如图 2 所示，其宽度为 0.8 毫米，厚度为 1.1 毫米，长度为 10 毫米，该换能器单元 2 发射声波的波长为 3 毫米（对应于检测体为金属钢的情形）。换能器单元 2 上下表面分别覆盖有上电极 5 和下电极 6，这两个电极用于分别与该换能器单元 2 对应的两个引出电极 8 连接。换能器单元 2 由 3

个压电块 3 和 4 个非压电块 4 交错放置组成,其偏振方向沿换能器单元 2 的长度方向;压电块 3 使用压电材料,可以为锆钛酸铅压电陶瓷,如 PZT-5A 和 PZT-4,也可用其它系列的压电材料如钛酸钡、偏铌酸铅、铌酸钾钠、钛酸铅压电陶瓷或石英晶体。非压电块的材料为环氧树脂如 E-51,或其它双酚 A 型环氧树脂如 E-44 或 E-55。

换能器单元 2 还可以有另外一种构成方式,如图 3 所示,由 7 个压电块 3 和 7 个非压电块 4 交错放置组成,其偏振方向沿换能器单元 2 的宽度方向。

换能器单元 2 的声辐射面上设有材料为环氧树脂加 280 目金刚砂的保护膜(未示出),其中,金刚砂也可用硅酸盐类微粉或刚玉类微粉等绝缘材料微粉代替。换能器单元 2 的背面设有环氧树脂加金属粉末的背衬(未示出),例如加钨粉。

应用本发明的轮式扫描探头的扫描成像装置,包括电子部分和机械部分。机械部分如图 4 所示,电子部分如图 5 所示。轮式扫描探头与扫描架一起构成的轮式探头扫描机构。扫描架由支撑导轨、扫描架基座、步进电机、电缆接头组成。扫描架基座安装在支撑导轨上,在步进电机的驱动下可以沿轨道移动。轮式扫描探头安装在基座的下方,扫描架可以给轮式扫描探头施加一定的压载荷。电缆接头将来自轮式扫描探头的电极引线 11、步进电机的驱动/控制线分别与电子部分发射/接收电路、扫描控制驱动电路连接起来,其中电极引线 11 使用高频同轴屏蔽电缆。

电子部分包括发射电路、接收电路、A/D 转换电路、工业控制计算机、显示器、打印机。扫描系统包括扫描控制驱动电路和扫描驱动装置。工业控制计算机负责设备的控制、波形处理、识别、分类和成像等工作。发射电路负责产生驱动压电换能器的高压脉冲信号,通常发射脉冲幅度 $\geq 200$  伏特,上升沿/下降沿 $\leq 10$  纳秒。接收电路负责将接收到的信号放大,并送到 A/D 转换电路,通常接收电路中的放大器带宽 $\geq 15$  兆赫兹,增益 $\geq 64$  分贝,增益控制范围 $\geq 74$  分贝。A/D 转换电路采用波形采集卡,使用不小于 20 兆赫兹采样频率采集回波信号并存放在双端口存储器中,最后将采集的波形数据送给工业控制计算机供处理、显示。显示器用于对设备系统实行菜单式操作和对回波信号波形实施实时监视并显示成像结果。打印机完成打印输出成像结果及有关参数的功能。

开始扫描时,筒体上与电极滑块连接的换能器单元位于筒体正下方和工件表面上,而其他单元则处于断开状态。此时发射电路发出激励电脉冲,换能器单元

向工件中辐射横波。当接收电路收到来自工件的回波后，扫描控制电路发出扫描进行信号，扫描驱动电路驱动扫描架向前移动，筒体滚动到下一个换能器单元，进入新的扫描检测循环。因此，本发明中，扫描速度应足够小，以充分使得每个工作的换能器单元能够接收到工件中可能存在的最远缺陷的回波信号。

检测过程中需要在工件表面涂抹横波耦合剂如粘稠蜂蜜等，并施加一定的耦合压力载荷，因此滚轮轴及筒状支撑体的填充物、支撑导轨、扫描架等都应选用合适的材料使其具有一定的强度。

在图4的扫描过程中，所实现的实际扫描区域为一系列平行排列的矩形扫描区域，这些区域给出了使用本发明的装置进行扫描成像时的扫描覆盖率或能达到的不漏检缺陷的最小尺寸。

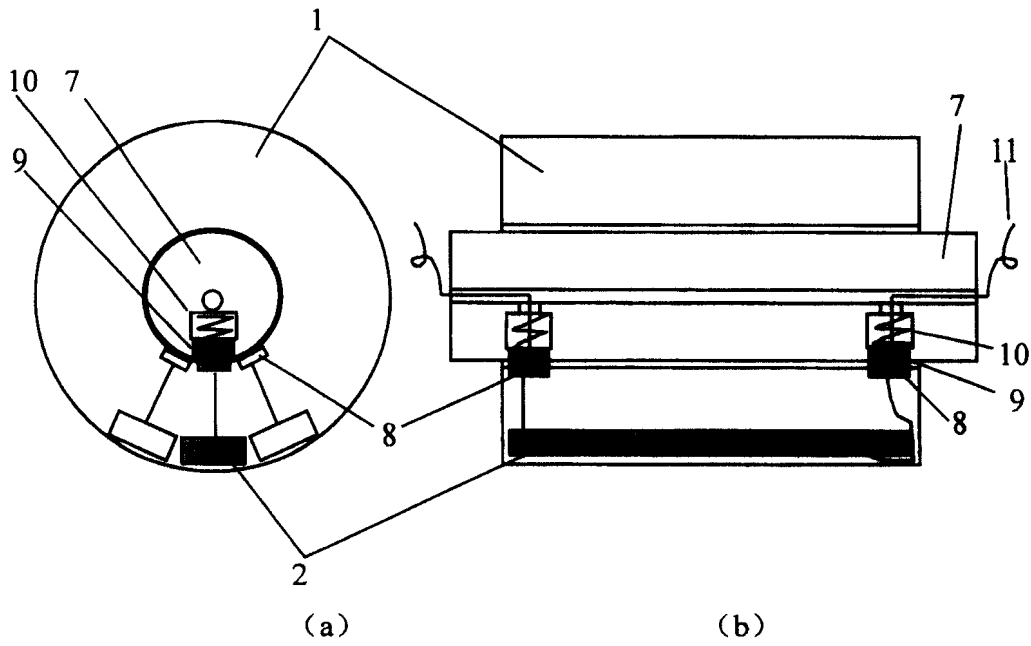


图 1

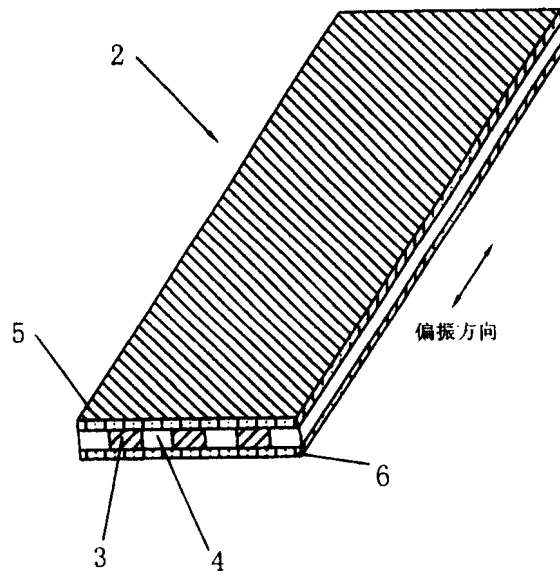


图 2

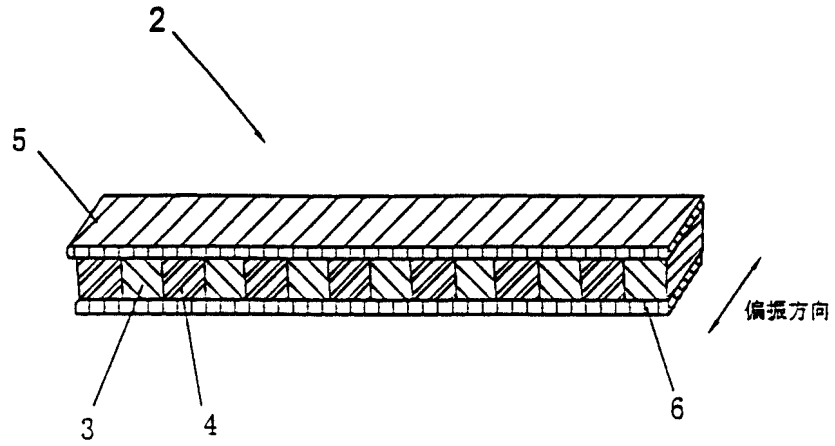


图 3

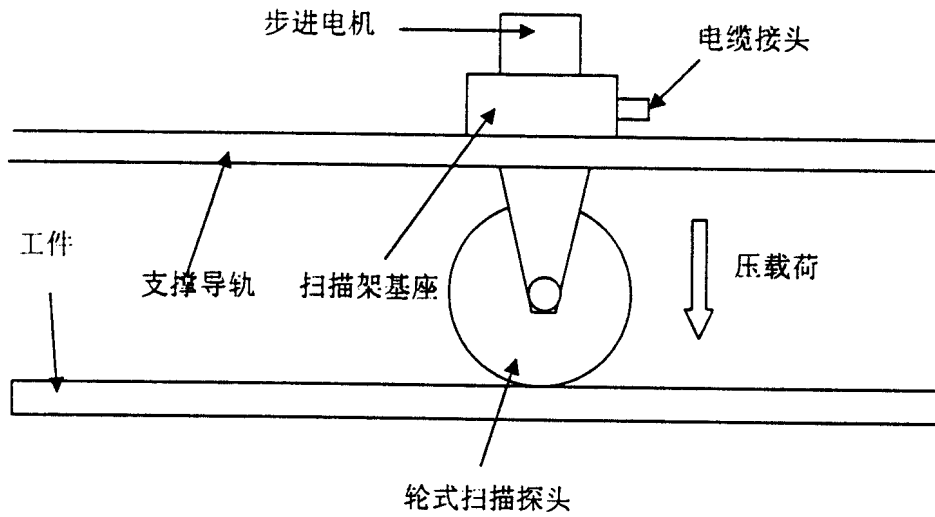


图 4

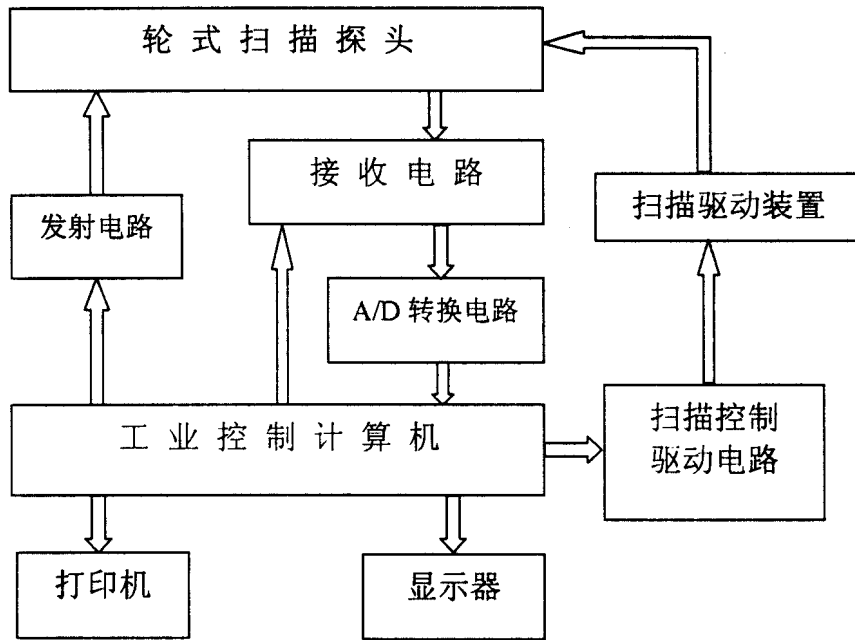


图 5

专利名称(译)	用于扫描成像装置的轮式扫描探头		
公开(公告)号	<a href="#">CN100399595C</a>	公开(公告)日	2008-07-02
申请号	CN03119581.4	申请日	2003-03-12
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院声学研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院声学研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院声学研究所		
[标]发明人	李明轩 廉国选 王小民 毛捷 杨玉瑞 李顺 叶青		
发明人	李明轩 廉国选 王小民 毛捷 杨玉瑞 李顺 叶青		
IPC分类号	H01L41/04 H04R17/00 G01N29/00 G01N29/24 A61B8/00		
代理人(译)	王凤华		
其他公开文献	CN1530649A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开了一种用于扫描成像装置的轮式扫描探头。该探头包括一圆筒状支撑体和嵌套在筒内的中空轮轴；支撑体外表面等间距嵌有换能器单元；换能器单元沿支撑体径向所对应的支撑体的内表面设有两个引出电极。轮轴设有两个电极滑块，且分别通过电极压簧与两个引出电极电刷式连接；两个电极滑块各有一根电极引线通过轮轴的中空部分引出到轮轴外部；换能器单元由压电块和非压电块组成；压电块和非压电块交错放置；换能器单元的上下表面分别覆盖有上电极和下电极，分别与该换能器单元对应的两个引出电极连接。本发明提供的用于扫描成像装置的轮式扫描探头，可用于固体材料的超声无损检测，其中包括粘接界面的质量评价。

