(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 101832976 A
(43)申请公布日 2010.09.15

(21)申请号 201010166913.2

(22)申请日 2010.05.10

(71)申请人 中国人民解放军理工大学
地址 210007 江苏省南京市海福巷1号

(72)发明人 石立华 邵志学 蔡建

(74)专利代理机构 南京众联专利代理有限公司 32206
代理人 卢霞

(51)Int.Cl.
G01N 29/34(2006.01)

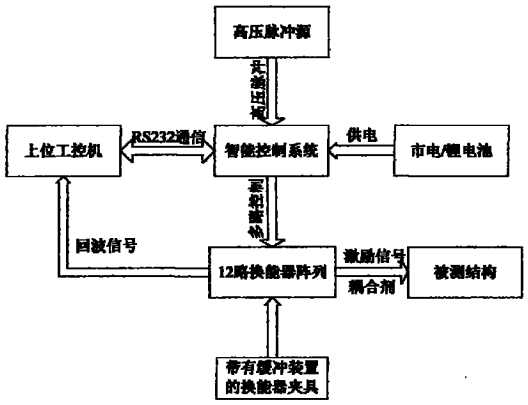
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54)发明名称

非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统

(57)摘要

本发明涉及一种非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统，所说的换能器阵列包括12路换能器阵列、带缓冲装置的换能器夹具，所说的控制系统包括与上位工控机的通信电路、多路高速数字电路、耐高压脉冲开关电路、单片机控制器、继电器和电源。本发明与现有技术相比，具有如下技术效果：1、换能器阵列一次可检测60cm的区域，检测效率高；2、可以对非金属结构快速高效的精细探测，操作流程简单；3、多路高速数字电路控制发射和接收装置与换能器阵列相结合，可以实现对非金属结构的A超、B超、C超等扫描；为开发与检测结果评价智能化与高效化功能的超声成像探测系统提供可能性；4、控制系统采用可编程ARM器件，有很好的扩展性。



CN 101832976 A

1. 非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统，其特征在于，所说的换能器阵列包括 12 路换能器阵列、带有缓冲装置的换能器夹具，所说的控制系统包括与上位工控机的通信电路、多路高速数字电路、耐高压脉冲开关电路、单片机控制器、继电器和电源，其中控制系统通过 SMA 接口的带屏蔽同轴线与换能器阵列连接。

2. 根据权利要求 1 所述的非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统，其特征在于，所说的换能器阵列相邻换能器之间采用聚胺脂隔离。

3. 根据权利要求 1 所述的非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统，其特征在于，所说的控制系统的单片机为可编程的 ARM 单片机。

4. 根据权利要求 3 所述的非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统，其特征在于，所说的控制系统的继电器为耐高压高频单刀双路继电器。

5. 根据权利要求 4 所述的非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统，其特征在于，所说的控制系统的电源为市电或者可充电电池。

非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超声无损检测用阵列换能器及其控制系统，特别是一种用于非金属结构低频超声检测的阵列换能器及其控制系统。

背景技术

[0002] 利用超声波进行无损检测时，国内大都采用一人手持换能器和一人操作仪器的方式进行检测，目前的产品大多为单对换能器和基于模拟电路控制装置组成的产品，其工作效率很低，且一般只能大体显示被检测结构的某一特征，检测精度很低。特别对大面积的混凝土结构进行检测时，费时费力，检测系统的智能化和高效化亟待解决。

[0003] 近年来已着手研制的超声检测系统的相控阵换能器，一般针对金属结构的扫描检测，由于混凝土等非金属结构比较庞大，通过单对换能器或操作复杂的控制装置难于实现高效、精确检测。在公开号为 CN1521503，发明名称为“微加工的超声换能器阵列”的中国专利中，公开了一种用于微加工的换能器阵列，是针对微加工检测，并不适合非金属结构的使用。在美国专利 AA61B800FI. Sang Bum Kye, You ChunPu. Ultrasound probe having a transducer array with multipleradii of curvature. 中公开了一种有多半径和曲率的换能器阵列装置，其也具有多路换能器，其主要是超声信号的发射与接收的精细处理，不能快速高效的探测。

发明内容

[0004] 本发明的目的是克服现有技术的不足之处，提供一种快速高效的非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统。

[0005] 本发明的非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统中，所说的换能器阵列包括 12 路换能器阵列、带有缓冲装置的换能器夹具，所说的控制系统包括与上位工控机的通信电路、多路高速数字电路、耐高压脉冲开关电路、单片机控制器、继电器和可充电电池，其中控制系统通过 SMA 接口的带屏蔽同轴线与换能器阵列连接，这种接口体积小，耐压高，传输信号的频率高，衰减少，便于高压高频脉冲的准确传输。换能器阵列采用聚丙烯塑料夹固换能器，使得阵列轻便、易操作。

[0006] 优选地，本发明的非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统中，

[0007] 所说的换能器阵列的相邻换能器之间采用聚胺脂隔离，增强相邻换能器间的抗串扰能力。

[0008] 所说的控制系统的单片机为可编程的 ARM 单片机。

[0009] 所说的控制系统的继电器为耐高压高频单刀双路继电器。

[0010] 所说的控制系统的电源为市电或者可充电电池。

[0011] 本发明的非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统的原理为：控制系统中 ARM 控制器通过串口接收上位工控机的指令，通过 GPIO 口控制多路继电器实现高压脉冲顺序施加于阵列换能器。通过阵列换能器将电信号转换为声信号激励被测结构，实现对被测

结构的快速扫描。由于高压脉冲不能直接输出给采集系统，故在控制系统中设有检错功能，如果发出的指令有误，则不执行指令，并向上位工控机返回错误信息。如果指令正确，则执行指令，并返回指令执行信息。

[0012] 本发明与现有技术相比，具有如下技术效果：

[0013] 1、换能器阵列一次可检测 60cm 的区域，检测效率高；

[0014] 2、可以对非金属结构快速高效的精细探测，操作流程简单；

[0015] 3、多路高速数字电路控制发射和接收装置与换能器阵列相结合，可以实现对非金属结构的 A 超、B 超、C 超等扫描；为开发与检测结果评价智能化与高效化功能的超声成像探测系统提供可能性；

[0016] 4、控制系统采用可编程 ARM 器件，有很好的扩展性。

附图说明

[0017] 图 1 是本发明的控制系统工作原理图；

[0018] 图 2 是本发明的实施例 1 中的阵列换能器及其控制系统的结构示意图；

[0019] 图 3 是本发明的实施例 1 中的阵列换能器及其控制系统的工作流程图；

[0020] 图 4 是本发明实施例 2 的混凝土阶梯试块示意图；

[0021] 图 5 是本发明实施例 2 的混凝土阶梯试块成像图。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图和具体实施方式来对本发明作进一步的详细说明。

[0023] 实施例 1

[0024] 如图 2 所示，非金属结构超声检测用阵列换能器及其控制系统中，换能器阵列包括 12 路换能器阵列、带有缓冲装置的换能器夹具，换能器阵列采用聚丙烯硬塑料夹固换能器，夹层有弹簧装置，底层受力处有聚胺脂弹性材料缓冲。换能器阵列的相邻换能器之间采用聚胺脂隔离。

[0025] 控制系统包括与上位工控机的 RS232 通信电路、多路高速数字电路、耐高压脉冲开关电路、单片机控制器、继电器和电源，其中控制系统通过 SMA 接口的带屏蔽同轴线与换能器阵列连接。

[0026] 控制系统采用 32 位的 ARM7 系列控制器，片内集成 2 个 16C550 工业标准 UART，可以实现系统与工控机的串行通信。多达 112 个通用 I/O 口，可以实现多达 24 路换能器阵列的控制，其片内 PPL 倍频电路可以使得复杂算法高速运行并输出控制继电器动作。在继电器驱动电路中采用Π型滤波电路来防止激励源产生的高压高频信号的干扰，保证了系统的可靠运行。继电器采用双路耐高压继电器，防止高压脉冲将其击穿。控制系统与换能器阵列结合使用可以快速高效的对非金属结构进行线扫描，面扫描，并实时成像显示。控制系统的电源可通过市电供电用于室内，也可用自带电池供电用与室外。

[0027] 如图 3 所示，本发明的阵列换能器及其控制系统的工作流程步骤如下：换能器阵列控制系统通过串口通信接收上位工控机发出的指令，收到指令后判断指令是否正确，如果错误，向上位工控机返回错误信息；如果正确，执行指令，并返回正确信息。继电器动作，使产生的高压脉冲顺序施加于阵列换能器。通过阵列换能器将电信号转换为声信号激励被

测结构，实现对被测结构的快速扫描。

[0028] 实施例 2

[0029] 运用本发明的检测系统对厚度为 30cm，相邻台阶厚度差为 10cm，共有三个台阶的混凝土阶梯试块（如图 4 所示）进行扫描成像，进行检测，从图 5 中可以看出，随着台阶厚度的增加，其台阶表面成像越来越模糊，表明其反射信号强度越来越小，是超声波被吸收反射波减弱的结果。

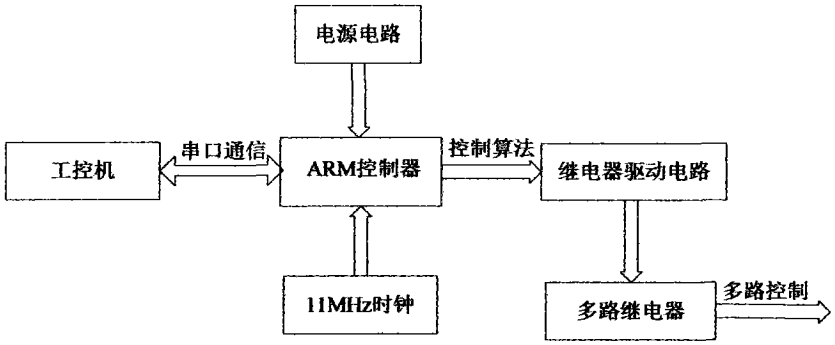

电源电路
工控机
串口通信
ARM控制器
控制算法
继电器驱动电路
11MHz时钟
多路继电器
多路控制

图 1

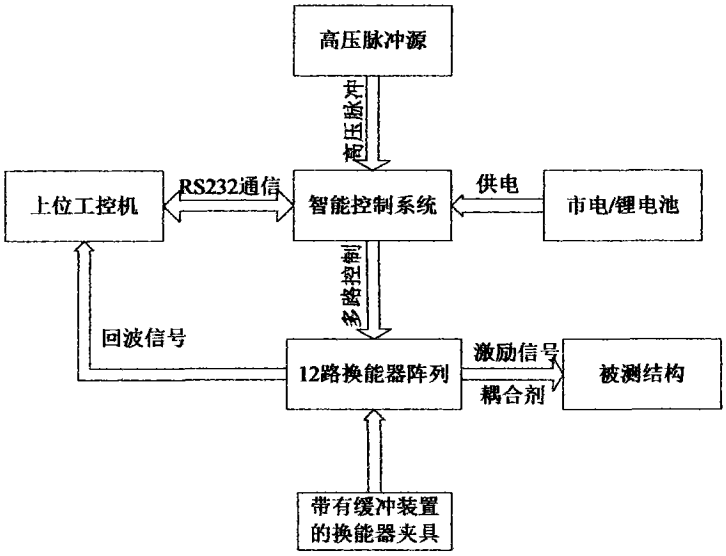

高压脉冲源
充电/放电脉冲
上位工控机
RS232通信
智能控制系统
供电
市电/锂电池
多路控制
回波信号
12路换能器阵列
激励信号
耦合剂
被测结构
带有缓冲装置的换能器夹具

图 2

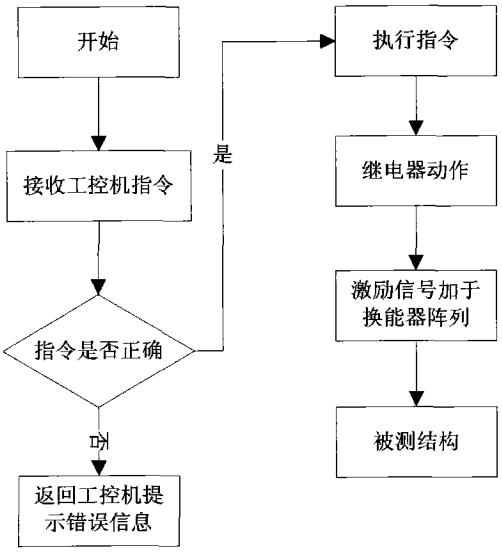

开始
接收工控机指令
指令是否正确
是
否
执行指令
继电器动作
激励信号加于换能器阵列
被测结构
返回工控机提示错误信息

图 3

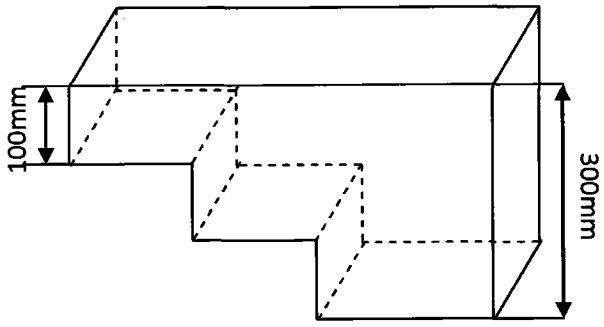

100mm
300mm

图 4

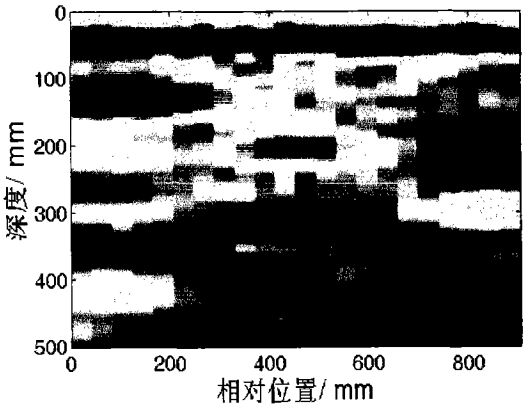


图 5