



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113933391 A

(43) 申请公布日 2022.01.14

(21) 申请号 202111192112.8

(22) 申请日 2021.10.13

(71) 申请人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72) 发明人 姜明顺 魏钧涛 张雷 张法业
隋青美 贾磊

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 祖之强

(51) Int. Cl.

G01N 29/04 (2006.01)

G01N 29/14 (2006.01)

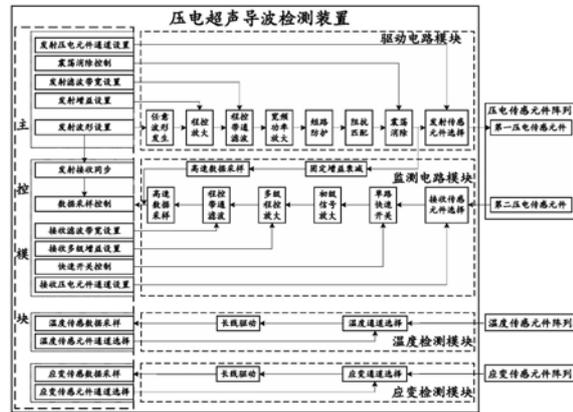
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种压电超声导波检测装置及检测方法

(57) 摘要

本发明提供了一种压电超声导波检测装置及检测方法,包括:主控模块、驱动电路模块、监测电路模块、温度检测模块、应变检测模块、至少两个压电传感元件、至少一个温度传感元件、至少一个应变传感元件;主控模块通过驱动电路模块与至少一个第一压电传感元件连接,至少一个第二压电传感元件通过监测电路模块与主控模块连接;主控模块通过温度监测模块与至少一个温度传感元件连接;主控模块通过应变监测模块与至少一个应变传感元件连接;本发明实现了对发射信号的稳定控制,消除了发射信号谐振,降低了发射信号噪声;实现了对压电传感元件短路的及时保护和报警提示;实现了对通道间串扰的消除;提升了仪器在不同工况下的适用性。



1. 一种压电超声导波检测装置,其特征在于:

包括:主控模块、驱动电路模块、监测电路模块、温度检测模块、应变检测模块、至少两个压电传感元件、至少一个温度传感元件以及至少一个应变检测元件;

主控模块通过驱动电路模块与至少一个第一压电传感元件连接,至少一个第二压电传感元件通过监测电路模块与主控模块连接;

主控模块通过温度检测模块与至少一个温度传感元件连接;

主控模块通过应变检测模块与至少一个应变传感元件连接;

第一压电传感元件用于发射驱动信号,第二压电传感元件用于接收驱动信号与结构耦合作用后的响应信号,主控模块用于根据第二压电传感元件的接收到的响应信号,结合结构的温度和应变信息进行结构缺陷判断。

2. 如权利要求1所述的压电超声导波检测装置,其特征在于:

驱动电路模块包括依次连接的任意波形发生模块、程控放大模块、程控带通滤波模块、功率放大模块、短路防护模块、阻抗匹配模块、震荡消除模块和压电传感元件选择模块。

3. 如权利要求2所述的压电超声导波检测装置,其特征在于:

任意波形发生模块,根据发射信号的需求和主控模块的指令,调整输出波形的参数,产生特定幅值、频率和相位的驱动波形。

4. 如权利要求2所述的压电超声导波检测装置,其特征在于:

程控放大模块,根据发射信号的幅值需求和主控模块的指令,调节模块的增益,对发射信号进行不同倍数的放大。

或者,

程控带通滤波模块,根据发射信号的频率和主控模块的指令进行滤波频带配置,滤除前级产生的低频和高频噪声;

或者,

宽频功率放大模块,对发射信号进行固定倍数的功率放大,提高输出电压和驱动能力;

或者,

短路防护模块,利用三极管搭建可自恢复的双向短路防护电路,用于第一压电传感元件的短路时的过流防护;

或者,

阻抗匹配模块,利用电阻、电容、电感搭建匹配电路,实现装置输出阻抗与压电传感元件阻抗的匹配,减少发射信号的能量损耗;

或者,

震荡消除模块,利用主控模块控制双向晶闸管的通断,从而消除发射信号的震荡;

或者,

发射传感元件选择模块,用于在多个压电传感元件中选取至少一个作为发射用的第一压电传感元件。

5. 如权利要求1所述的压电超声导波检测装置,其特征在于:

监测电路模块包括依次连接的压电传感元件选择模块、单路速开关模块、初级放大模块、多级程控放大模块、程控带通滤波模块、固定增益衰减模块和数据采样模块。

6. 如权利要求5所述的压电超声导波检测装置,其特征在于:

接收压电传感元件选择模块,用于在多个压电传感元件中选取至少一个作为接收用的第二压电传感元件。

7. 如权利要求5所述的压电超声导波检测装置,其特征在于:

单路快速开关模块,在激励信号结束前打开,在结束后闭合,用于消除响应信号中的串扰信号,打开和闭合受主控模块的指令控制;

或者,

初级信号放大模块,采用精密运放对响应信号进行固定倍数的初级放大。

或者,

多级程控放大模块,采用多个增益可调的运放级联实现,每个运放的增益根据主控模块的指令配置;

或者,

程控带通滤波模块,根据发射信号的频率和主控模块的指令进行滤波频带配置,滤除响应信号中的低频和低频噪声;

或者,

固定增益衰减模块,对发射信号进行固定增益的幅值衰减,不改变其频率与相位;

或者,

高速数据采样模块,对衰减后的发射信号和放大后的响应信号进行模数转换。

8. 如权利要求1所述的压电超声导波检测装置,其特征在于:

所述主控模块通过温度检测模块与温度传感元件连接,且主控模块通过温度通道选择模块进行多个温度传感元件中的选择连接。

9. 如权利要求1所述的压电超声导波检测装置,其特征在于:

所述主控模块通过应变检测模块与应变传感元件连接,且主控模块通过应变通道选择模块进行多个应变传感元件中的选择连接。

10. 一种压电超声导波检测方法,其特征在于,利用权利要求1-9任一项所述的压电超声导波检测装置,包括以下过程:

多个压电传感元件、至少一个温度传感元件、至少一个应变传感元件被配置于待测结构体上;

主控模块利用驱动电路模块驱动某个第一压电传感元件发射预设波形信号,发射信号的频率和相位由任意波形发生模块调节,发射信号的幅值由任意波形发射模块和程控放大模块共同调节;

主控模块根据发射信号的频率,利用可调的带通滤波模块滤除发射信号中其他频带的噪声;

主控模块根据发射信号的结束时间,控制震荡消除模块消除发射波形的震荡;

主控模块控制发射传感元件选择模块,在多个压电传感元件中选取至少一个作为发射用的第一压电传感元件;

主控模块利用监测电路模块接收某个第二压电传感元件的响应信号;

主控模块控制接收传感元件选择模块,在多个压电传感元件中选取至少一个作为接收用的第二压电传感元件;

主控模块根据发射信号的结束时间,控制单路快速开关动作,消除响应信号中的串

扰影响；

主控模块根据响应信号的幅值,自适应调节多级程控放大模块的增益；

主控模块根据发射信号的频率,利用可调的带通滤波模块滤除响应信号中其他频带的噪声；

主控模块利用高速数据采集模块,对衰减后的发射信号和放大后的响应信号进行采样；

主控模块利用温度检测模块接收某个温度传感元件采集的结构温度信息,主控模块控制温度通道选择模块,在多个温度传感元件中选取至少一个作为温度传感元件,获取结构温度信息；

主控模块利用应变检测模块接收某个应变传感元件采集的结构应变信息,主控模块控制应变通道选择模块,在多个应变传感元件中选取至少一个作为应变传感元件,获取结构应变信息；

主控模块根据第二压电传感元件接收到的响应信号变化,结合结构的温度信息和应变信息,对结构损伤进行判断。

一种压电超声导波检测装置及检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及结构健康监测领域,特别涉及基于压电超声导波的检测装置及检测方法。

背景技术

[0002] 本部分的陈述仅仅是提供了与本发明相关的背景技术,并不必然构成现有技术。

[0003] 结构健康监测,是对结构工作状态正常与否的描述。利用传感器获取结构运行参数,经数据处理得到健康状态诊断所需的特征信息,通过融合各类特征信息,实现对结构的状态监测、故障诊断、预测等,产生维护和决策可用的健康状态信息。

[0004] 压电传感元件,又称压电换能器,是利用某些单晶材料的压电效应和某些多晶材料的电致伸缩效应来将电能与声能进行相互转换的器件。

[0005] 超声导波检测技术,是结构健康监测的一种实现方式,以导波作为损伤信息的传递媒介,利用多压电传感元件组成的阵列在结构上激励导波,并采集与损伤相互作用后的导波响应信号。对采集到的响应信号进行处理,提取波形中的幅值、相位、频谱等信号特征,之后进行信号特征分析,对结构损伤进行识别与定位。

[0006] 传统的压电超声检测仪器存在如下缺点:

[0007] (1) 不能精确控制驱动压电传感元件的发射波形,波形谐波分量较大,波形在高频时容易出现谐振,导致系统稳定性相对较差;

[0008] (2) 无法对压电传感元件的短路做出及时防护;

[0009] (3) 无法有效降低因波形发射造成的通道之间的串扰。

[0010] (4) 因不同材料对超声波有不同程度的衰减,因此会导致在同样的发射信号下,不同材料的接收信号幅值会有上百倍的差异,因此单个设备无法同时监测铝合金、复合材料等多种类型的结构。

发明内容

[0011] 为了解决现有技术的不足,本发明提供了一种压电超声导波检测装置及检测方法,能够精确控制压电传感元件的发射波形,降低波形的谐波分量,消除波形的震荡,提高发射波形的一致性;能够压电传感元件短路的及时保护和报警提示;能够抑制通道间的串扰信号;能够针对不同幅值的响应信号实现自适应放大。

[0012] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0013] 本发明第一方面提供了一种压电超声导波检测装置。

[0014] 一种压电超声导波检测装置,包括:主控模块、驱动电路模块、监测电路模块、温度检测模块、应变检测模块、至少两个压电传感元件、至少一个温度传感元件和至少一个应变传感元件。

[0015] 主控模块通过驱动电路模块与至少一个第一压电传感元件连接,至少一个第二压电传感元件通过监测电路模块与主控模块连接;主控模块通过温度监测模块与至少一个温

度传感元件连接;主控模块通过应变监测模块与至少一个应变传感元件连接。

[0016] 第一压电传感元件用于发射驱动信号,第二压电传感元件用于接收驱动信号与结构耦合作用后的响应信号,温度传感元件和应变传感元件用于获取结构的温度和应变信息,主控模块用于根据第二压电传感元件的接收到的响应信号,结合结构的温度和应变信息进行结构缺陷判断。

[0017] 进一步的,驱动电路模块包括依次连接的任意波形发生模块、程控放大模块、程控带通滤波模块、宽频功率放大模块、短路防护模块、阻抗匹配模块、震荡消除模块和压电传感元件选择模块。

[0018] 更进一步的,任意波形发生模块,根据发射信号的需求和主控模块的指令,调整输出波形的参数,产生特定幅值、频率和相位的驱动波形。

[0019] 更进一步的,程控放大模块,根据发射信号的幅值需求和主控模块的指令,调节模块的增益,对发射信号进行不同倍数的放大。

[0020] 更进一步的,程控带通滤波模块,根据发射信号的频率和主控模块的指令进行滤波频带配置,滤除前级产生的低频和高频噪声。

[0021] 更进一步的,宽频功率放大模块,对发射信号进行固定倍数的功率放大,提高输出电压和驱动能力。

[0022] 更进一步的,短路防护模块,利用三极管搭建可自恢复的双向短路防护电路,用于第一压电传感元件的短路时的过流防护。

[0023] 更进一步的,阻抗匹配模块,利用电阻、电容、电感搭建匹配电路,实现装置输出阻抗与压电传感元件阻抗的匹配,减少发射信号的能量损耗。

[0024] 更进一步的,震荡消除模块,利用主控模块控制双向晶闸管的通断,从而消除发射信号的震荡。

[0025] 更进一步的,发射传感元件选择模块,用于在多个压电传感元件中选取至少一个作为发射用的第一压电传感元件。

[0026] 进一步的,监测电路模块包括依次连接的压电传感元件选择模块、单路速开关模块、初级放大模块、多级程控放大模块、程控带通滤波模块、固定增益衰减模块和数据采样模块。

[0027] 更进一步的,接收压电传感元件选择模块,用于在多个压电传感元件中选取至少一个作为接收用的第二压电传感元件。

[0028] 更进一步的,单路快速开关模块,在激励信号结束前打开,在结束后闭合,用于消除响应信号中的串扰信号,打开和闭合受主控模块的指令控制。

[0029] 更进一步的,初级信号放大模块,采用精密运放对响应信号进行固定倍数的初级放大。

[0030] 更进一步的,多级程控放大模块,采用多个增益可调的运放级联实现,每个运放的增益根据主控模块的指令配置。

[0031] 更进一步的,程控带通滤波模块,根据发射信号的频率和主控模块的指令进行滤波频带配置,滤除响应信号中的低频和高频噪声。

[0032] 更进一步的,固定增益衰减模块,对发射信号进行固定增益的幅值衰减,不改变其频率与相位。

[0033] 更进一步的,高速数据采样模块,对衰减后的发射信号和放大后的响应信号进行模数转换。

[0034] 进一步的,温度检测模块包括依次连接的长线驱动模块和温度通道选择模块。

[0035] 更进一步的,长线驱动模块提高温度信号的驱动能力,以适应于信号的远距离传输。

[0036] 更进一步的,温度通道选择模块用于在多个温度传感元件中选取至少一个进行连接。

[0037] 进一步的,应变检测模块包括依次连接的长线驱动模块和应变通道选择模块。

[0038] 更进一步的,长线驱动模块提高应变信号的驱动能力,以适应于信号的远距离传输。

[0039] 更进一步的,应变通道选择模块用于在多个应变传感元件中选取至少一个进行连接。

[0040] 本发明第二方面提供了一种压电超声导波检测方法,利用上述的压电超声导波检测装置,包括以下过程:

[0041] 多个压电传感元件、至少一个温度传感元件、至少一个应变传感元件被配置于待测结构体上;

[0042] 主控模块利用驱动电路模块驱动某个第一压电传感元件发射预设波形信号,发射信号的频率和相位由任意波形发生模块调节,发射信号的幅值由任意波形发射模块和程控放大模块共同调节;

[0043] 主控模块根据发射信号的频率,利用可调的带通滤波模块滤除发射信号中其他频带的噪声;

[0044] 主控模块根据发射信号的结束时间,控制震荡消除模块消除发射波形的震荡;

[0045] 主控模块控制发射传感元件选择模块,在多个压电传感元件中选取至少一个作为发射用的第一压电传感元件;

[0046] 主控模块利用监测电路模块接收某个第二压电传感元件的响应信号。主控模块控制接收传感元件选择模块,在多个压电传感元件中选取至少一个作为接收用的第二压电传感元件;

[0047] 主控模块根据发射信号的结束时间,控制单路快速开关动作,消除响应信号中的串扰影响;

[0048] 主控模块根据响应信号的幅值,自适应调节多级程控放大模块的增益;主控模块根据发射信号的频率,利用可调的带通滤波模块滤除响应信号中其他频带的噪声;

[0049] 主控模块利用高速数据采样模块,对衰减后的发射信号和放大后的响应信号进行采样;

[0050] 主控模块利用温度检测模块接收某个温度传感元件采集的结构温度信息,主控模块控制温度通道选择模块,在多个温度传感元件中选取至少一个作为温度传感元件,获取结构温度信息;

[0051] 主控模块利用应变检测模块接收某个应变传感元件采集的结构应变信息,主控模块控制应变通道选择模块,在多个应变传感元件中选取至少一个作为应变传感元件,获取结构应变信息;

[0052] 主控模块根据第二压电传感元件接收到的响应信号变化,结合结构的温度信息和应变信息,对结构损伤进行判断。

[0053] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0054] 1、本发明所述的装置及方法,首先,主控模块根据发射信号的频率,设置合适的滤波器通带范围,通过控制驱动电路中程控带通滤波模块的截止频率与带宽,滤除发射信号中与发射信号不同频的噪声干扰。其次,驱动电路中的阻抗匹配模块对装置的输出阻抗与压电传感元件进行匹配,震荡消除模块通过对发射信号的反射震荡能量进行泄放,均可以减少发射信号的反射震荡现象,提高发射信号的一致性。最后,使用固定增益衰减模块对发射信号进行衰减,主控模块对其进行精确采样并根据采样信息对激励波形进行再调节,从而实现对波形的精确控制。以上措施均保证了发射波形的一致性和稳定性。另外,监测部分模块也使用程控带通滤波模块,可以有效降低响应信号的噪声与谐波分量,进而保证系统的高稳定性。

[0055] 2、本发明所述的装置及方法,驱动电路部分设计了可自恢复的短路防护模块。当第一压电传感元件发生短路时,电路会自动发出报警信号并限制过大的电流输出;当短路现象恢复正常后,电路会自动恢复正常工作状态并取消报警信号。在传感元件短路时,检测装置能够即使发出报警以提示检修,且避免了因压电传感元件短路而带来的仪器损坏等情况发生。

[0056] 3、本发明所述的装置及方法,监测电路部分使用了单路快速开关电路,其动作受主控模块控制。在发射信号结束前,该开关处于打开状态,在发射信号结束的第一时间,主控模块控制该开关快速闭合,可以使装置只对发射结束后的信号进行放大和采样而忽略与发射信号同时出现的串扰信号,从而有效消除因通道间串扰对响应造成的影响。

[0057] 4、本发明所述的装置及方法,仪器的监测电路部分使用了增益可调的程控放大电路,为尽可能的提高增益调节范围,使用多级增益可调放大器进行级联。主控模块根据第二压电传感元件响应信号的幅值大小,自动调节目控放大的增益,尽可能提高响应信号的信噪比,减小了因待测材料、监测范围等因素导致的响应信号幅值差异,实现了不同工况下增益的自适应调节,提高了损伤识别精度。

附图说明

[0058] 构成本发明的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。

[0059] 图1为本发明实施例1提供的压电超声导波检测装置的结构示意图。

[0060] 图2为本发明实施例2提供的短路防护模块的电路示意图。

[0061] 图3为本发明实施例3提供的震荡消除模块的电路示意图。

[0062] 图4为本发明实施例3提供的震荡消除模块的效果图。

具体实施方式

[0063] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明。

[0064] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本发明提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域的普通技术人员通常

理解的相同含义。

[0065] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本发明的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0066] 在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0067] 实施例1:

[0068] 如图1所示,本发明实施例1提供了一种压电超声导波检测装置,包括:压电传感元件的驱动与监测、温度传感元件和应变传感元件的监测。

[0069] 使用压电传感元件进行结构损伤监测时,将多个压电传感元件粘贴在待测结构上,使用一个压电传感元件发射高压的驱动信号,同时使用另一个压电传感元件接收响应信号,如果结构有损伤,那么响应信号中会携带损伤的信息。

[0070] 因此压电传感元件部分,主要包括驱动电路和监测电路两部分,另外还有主控模块对整个仪器所有电路进行整体协调控制。

[0071] 压电传感元件的驱动部分,由任意波形发生、程控放大、程控带通滤波、宽频功率放大、短路防护、阻抗匹配、震荡消除、发射传感元件选择等功能模块组成。

[0072] 波形发生模块根据发射信号的需求和主控模块的指令,调整输出波形的参数,产生特定幅值、频率、相位的驱动波形。本实施例中,波形发生模块使用DDS(直接数字频率合成)技术来实现,除此方式之外,还可使用DA(数字模拟转换)芯片实现。

[0073] 程控放大模块根据不同的幅值需求,根据发射信号的幅值需求和主控模块指令,调节模块的增益,对发射信号进行不同倍数的放大。本实施例中,程控放大模块使用增益可调的放大器实现,如AD603、PGA281等。除此之外,还可使用多路开关改变接入电路电阻值,或使用PE4302等衰减器的方式来实现增益可调。

[0074] 程控带通滤波的滤波频带根据发射波形的频率,由主控模块进行设置,以滤除前级产生的低频噪声和高次谐波等干扰。本实施例中,程控带通滤波使用模拟开关来控制接入电路的电阻值,从而实现滤波频带的调节,如MAX4051。

[0075] 宽频功率放大模块对波形进行固定倍数的功率放大,以达到驱动压电传感元件的电压和功率需求。本实施例中,设计AB类功率放大器提高电路的带载能力,使用变压器提高输出电压值。除此之外,还可使用高压宽频放大器,如PA85等,或者使用数字式功率放大器实现该功能。

[0076] 短路防护模块对压电传感元件短路的情况进行自动防护,在短路故障消除后可自动恢复成正常工作状态,可有效防止因短路产生的系统故障。本实施例中,使用三极管的基极与发射极的固定压差来实现短路检测,并利用LED指示(二极管)和光电耦合器的输出电平变化作为报警信号输出。

[0077] 阻抗匹配模块是对压电传感元件进行阻抗匹配,以减少能量的损失,减少波形的反射。本实施例中,使用利用电容、电感在不同频率下的电抗特性,在宽频下实现阻抗的尽可能匹配。除此之外,可根据发射信号频率,通过多路开关接入合适的电容和电感,实现宽频下的匹配。

[0078] 因为不同的激励频率下,阻抗不可能完美匹配,所以需要震荡消除电路对因激励

产生的震荡进行消除。本实施例中,由主控模块通过光耦合器控制双向晶闸管的栅极实现震荡的泄放。

[0079] 因为设备可以接上百个压电传感元件,但是驱动电路只有一个,因此需要发射传感元件的选择电路,来切换不同传感元件与驱动电路的连接。本实施例中,使用多通道电子模拟开关实现通道切换,如MAX4968等。除此之外,还可以使用继电器实现。

[0080] 压电传感元件的监测部分,由接收传感元件选择、单路快速开关、初级信号放大、多级程控放大、程控带通滤波、固定增益衰减、数据采样等功能模块组成。

[0081] 与发射传感元件选择模块类似,也需要选择某一个接收传感元件与监测部分电路进行连接。本实施例的实现方式也与发射传感元件选择模块一致。

[0082] 接收传感器的响应信号是包含串扰信号的,串扰信号幅值过大会导致后级放大只能使用较低的增益,影响损伤的识别精度,因此使用单路快速开关去除串扰信号。本实施例中,使用单通道快速模拟开关实现,如MAX4597等。

[0083] 响应信号的幅值是很微弱的,需要先对其进行初级固定倍数的放大。本实施例中,使用高精度的运算放大器实现,如OPA392等。

[0084] 多级程控放大使用多级增益可调运放级联,每级运放的增益由主控模块根据实际信号的大小决定,最终将响应信号放大后的幅值调整至合适的范围。本实施例中,使用增益可调的放大器级联实现,如AD603、PGA281等。除此之外,还可使用多路开关改变接入电路电阻值,或使用PE4302等衰减器的方式来实现增益可调。

[0085] 放大后的响应信号经带通滤波后被主控模块采样,滤波频带范围由主控模块根据发射信号频率决定,以滤除响应信号中其他频段的干扰。本实施例中,程控带通滤波使用模拟开关来控制接入电路的电阻值,从而实现滤波频带的调节,如MAX4051。

[0086] 另外,为保证发射信号的稳定性,监测电路部分还会对发射信号进行衰减采样,本实施例中,使用电阻分压对发射信号进行衰减。

[0087] 使用高速采样模块分别对响应信号和发射信号进行采样。本实施例中,使用两个单通道模数转换芯片实现,如AD9649。除此之外,还可使用一个多通道模数转换芯片实现。

[0088] 温度检测部分,使用驱动模块增加对温度传感元件的驱动能力以满足长线的需求,另外也需要使用温度通道选择模块来选择温度传感元件的连接。温度传感元件的选择,可以根据温度传感元件类型,使用合适的形式使用。本实施例中,温度传感元件使用IIC接口的数字式温度传感器,选用了四通道IIC芯片TCA9546实现多温度传感元件的检测。除此之外,还可使用模拟式温度传感器。

[0089] 应变检测部分,与温度检测部分类似,使用驱动模块增加对应变传感元件的驱动能力以满足长线的需求。另外也需要使用应变通道选择模块来选择应变传感元件的连接。本实施例中,应变传感元件使用电阻式应变片,通过检测阻值变化实现应变检测。

[0090] 为了减少电路的数量,驱动电路、监测电路、温度检测电路和应变检测电路均使用了传感元件选择模块来连接合适的发射传感元件、接收传感元件、温度传感元件和应变传感元件。除此之外,也可以使用多个驱动电路与发射传感元件进行一对一连接,监测电路、温度检测电路和应变检测电路同理,本领域技术人员均可以根据本发明构思进行适应性的选择,这里不再赘述。

[0091] 实施例2:

[0092] 本发明实施例1提供了一种压电超声导波检测装置,包括实施例1中的各个具体模块,其中,给出了一种短路防护模块的具体示例,如图2所示,包括:

[0093] 电信号输入端 V_{in} 通过第五电阻 R_5 与信号输出端 V_{OUT} 连接,信号输出端 V_{OUT} 用于与发射压电传感元件连接,信号输入端分别与第四电阻 R_4 的第一端、第一三极管 Q_1 的集电极连接,第一三极管 Q_1 的发射极分别与第一电阻 R_1 的第一端和第二电阻 R_2 的第一端连接,第二电阻 R_2 的第二端与第二三极管 Q_2 的基极连接;

[0094] 第四电阻 R_4 的第二端分别与第一三极管 Q_1 的基极和第二三极管 Q_2 的集电极连接,第四电阻 R_4 的第二端与第二三极管 Q_2 的集电极之间连接有第一二极管 D_1 ,第二三极管 Q_2 的发射极与光耦 U_1 的第一端连接,第一电阻 R_1 的第二端分别与光耦 U_1 的第二端、信号采集端、第六电阻 R_6 的第一端和第四三极管 Q_4 的集电极连接;

[0095] 信号输入端依次与第二二极管 D_2 的负极端、第八电阻 R_8 的第一端连接,第二二极管 D_2 的正极端与第三三极管 Q_3 的发射极连接,第八电阻 R_8 的第二端通过第七电阻 R_7 与第三三极管 Q_3 的基极连接,第八电阻 R_8 的第二端与第四三极管 Q_4 的发射极连接,第三三极管 Q_3 的集电极通过第三二极管 D_3 分别与第六电阻 R_6 的第二端和第四三极管 Q_4 的基极连接。

[0096] 信号输入端与第一电容 C_1 的第一端连接,第一电容 C_1 的第二端用于与 Λ 波信号源 P_1 连接, Λ 波信号源 P_1 接地。

[0097] 光耦 U_1 的第三端通过第三电阻 R_3 与第一电源 V_{CC} 连接,光耦 U_1 的第四端接信号地。

[0098] 第四电阻 R_4 的第二端与第一二极管 D_1 的正极端连接,第一二极管 D_1 的负极端与第二三极管 Q_2 的集电极连接,第三三极管 Q_3 的集电极与第三二极管 D_3 的负极端连接,第三二极管 D_3 的正极端分别与第六电阻 R_6 的第二端和第四三极管 Q_4 的基极连接。

[0099] 因为指示灯 D_2 和光耦 U_1 不能承受高的反向耐压值,因此原理图中加入了可承受高反向电压的二极管 D_1 和 D_3 ,可以保证在任何时刻, D_2 和 U_1 都不会承受高的反向电压。

[0100] 电阻 R_5 的作用是消除 Q_1 和 Q_4 导通电压带来的死区。如果没有 R_5 ,在输入信号的幅值小于 $\pm 0.7V$ 时,输出会维持在 $0V$,加入 R_5 可以消除该死区。

[0101] 当压电传感元件发生短路且发射驱动信号时,指示灯 D_2 会被点亮,光耦 U_1 的第三端电平会被拉低,同时作为报警信号,且电路对外输出电流最大值受 R_1 和 R_8 限制,保证了仪器不会被损坏。当压电传感元件恢复正常后,电路自动恢复正常工作状态,报警信号自动消除。

[0102] 实施例3:

[0103] 本发明实施例1提供了一种压电超声导波检测装置,包括实施例1中的各个具体模块,其中,给出了一种震荡消除模块的具体示例,如图3所示,包括:

[0104] Λ 波信号输入端 V_{in} 分别与发射压电传感元件、第二光耦 U_2 的第三端、第十电阻 R_{10} 的第一端连接;第十电阻 R_{10} 的第二端与第一双向晶闸管 T_1 的第一端连接,第一双向晶闸管 T_1 的栅极与第二光耦 U_2 的第四端、第九电阻 R_9 的第一端连接,第一双向晶闸管 T_1 的第三脚与第九电阻 R_9 的第二端接地。

[0105] 第二光耦的第一端连接脉冲输入信号 V_{pulse} ,第二光耦的第二端接信号地。

[0106] 在信号发射结束时,利用脉冲输入信号控制双向晶闸管导通,实现对震荡能量的泄放。

[0107] 图4为震荡消除模块的使用效果图,曲线A为存在震荡的发射信号,曲线B为使用震

荡消除模块后的发射信号,震荡信号被有效的消除了。

[0108] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

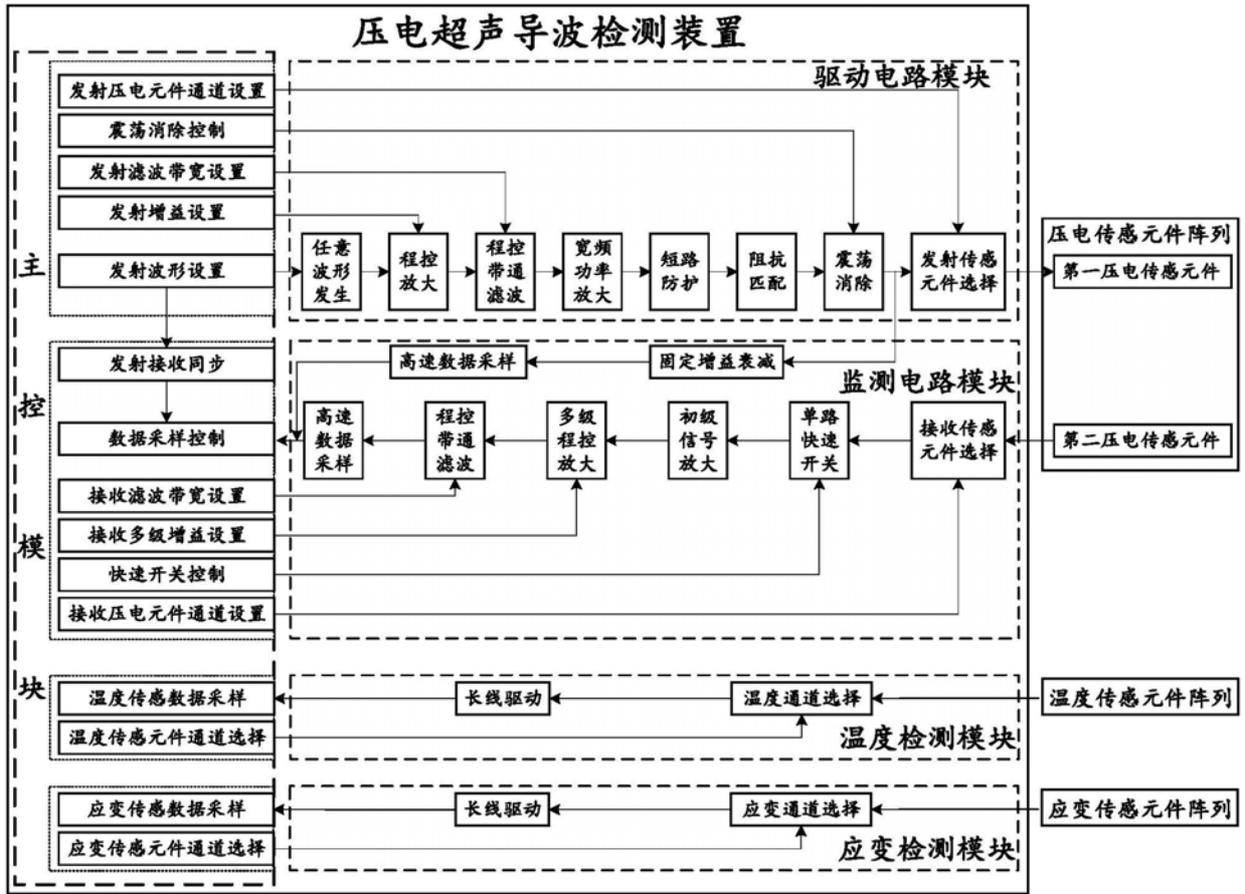


图1

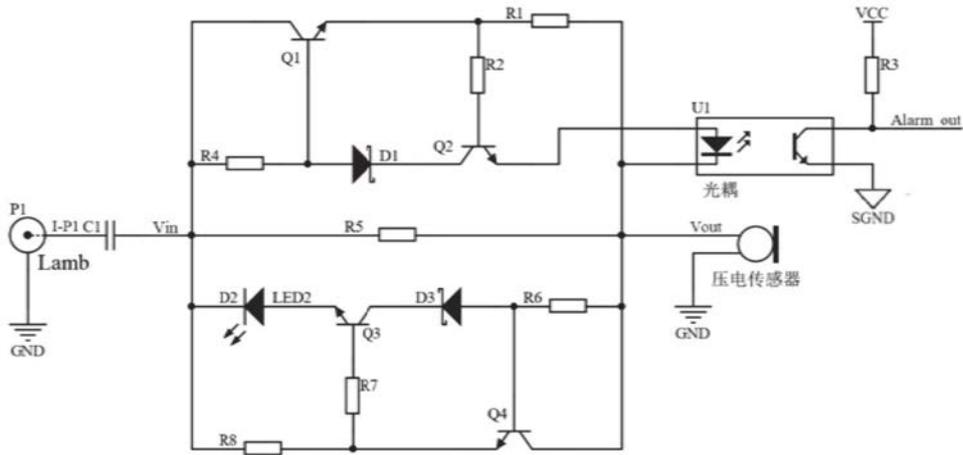


图2

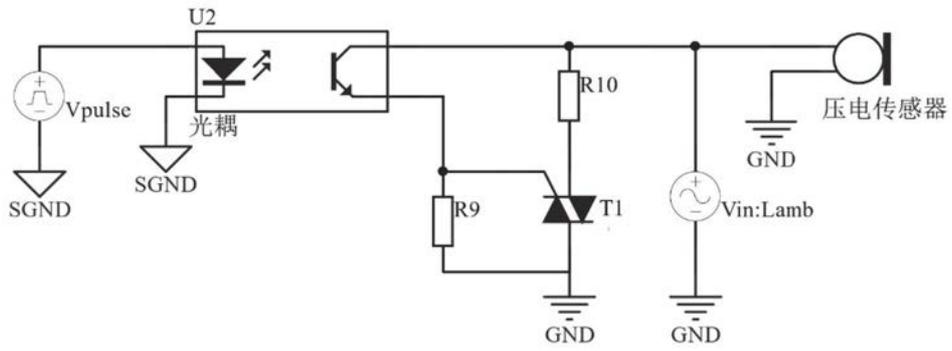


图3

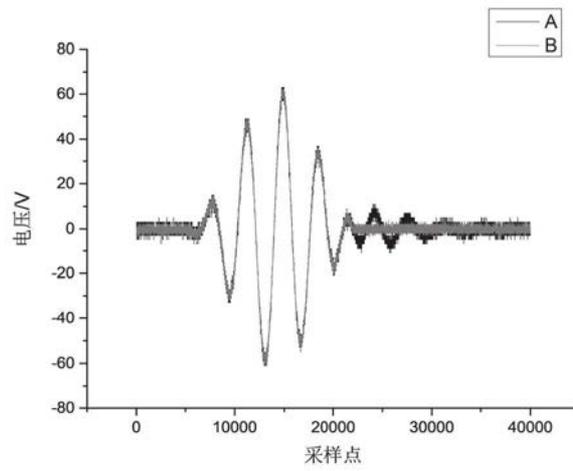


图4