



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116678850 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 01

(21) 申请号 202210166665.4

(22) 申请日 2022.02.23

(71) 申请人 北京理工大学

地址 100086 北京市海淀区中关村南大街5号

(72) 发明人 胡伟东 许志浩 韩钟德 蒋环宇 刘阳 鹿玉瑶 姚智宇

(74) 专利代理机构 北京清辰科创知识产权代理事务所(普通合伙) 16133 专利代理师 彭一波

(51) Int. Cl.

G01N 21/3586 (2014.01)

G01S 17/89 (2020.01)

G01S 7/48 (2006.01)

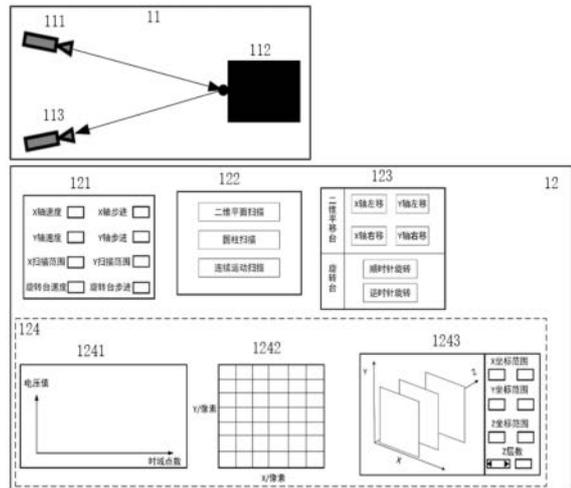
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

一种太赫兹无损检测系统及方法

(57) 摘要

本申请提供一种太赫兹无损检测系统及方法。该系统包括信号获取设备以及成像控制平台,获取设备包括扫描信号发生单元、样品移动单元以及回波信号接收单元,成像控制平台包括参数设置单元、扫描方式单元、运动控制单元、多级图像显示单元。本申请中的运动控制单元根据参数设置单元发送的扫描数值以及扫描方式单元发送的扫描模式,控制样品移动单元进行移动,以使回波信号接收单元接收到对应待测样品的不同预设位置的回波信号,对待测样品的形貌没有限制。且通过多级图像显示单元可以对回波信号进行整合处理,并进行深入地分析与计算,可以直观地显示待测样品的多维度检测信息,检测效率高。



1. 一种太赫兹无损检测系统,其特征在于,所述太赫兹无损检测系统包括信号获取设备以及成像控制平台,所述获取设备包括扫描信号发生单元、样品移动单元以及回波信号接收单元,所述成像控制平台包括参数设置单元、扫描方式单元、运动控制单元、多级图像显示单元;

所述扫描信号发生单元用于生成扫描信号,以使扫描信号传播至所述样品移动单元上的待测样品并反射回波信号至所述回波信号接收单元;

所述参数设置单元用于设置第一类型的扫描参数对应的扫描数值,其中,所述第一类型的扫描参数包括扫描信号的覆盖范围、扫描间隔和扫描速度;

所述扫描方式单元用于设置所述待测样品对应的第二类型的扫描模式,其中,所述第二类型的扫描模式包括平面扫描、圆柱扫描和连续采集扫描;

所述运动控制单元用于根据所述参数设置单元发送的所述扫描数值以及所述扫描方式单元发送的所述扫描模式,控制所述样品移动单元进行移动,以使所述回波信号接收单元接收到对应所述待测样品的不同预设位置的回波信号;

所述多级图像显示单元用于根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息,其中,所述多级图像信息包括一维距离像、二维图像信息和三维图像信息。

2. 根据权利要求1所述的太赫兹无损检测系统,其特征在于,所述样品移动单元包括二维平移台和转台,所述二维平移台与所述转台连接;

所述运动控制单元具体用于:

接收所述扫描方式单元发送的所述扫描模式;

若所述扫描模式为平面扫描,控制所述二维平移台进行平移以实现所述扫描信号对待测样品的平面扫描;

若所述扫描模式为圆柱扫描,控制所述二维平移台进行平移和/或控制所述转台进行转动,以实现所述扫描信号对待测样品的圆柱扫描;

若所述扫描模式为连续采集扫描,控制所述二维平移台进行平移以及控制所述转台进行转动,以实现所述扫描信号对待测样品的连续扫描。

3. 根据权利要求1所述的太赫兹无损检测系统,其特征在于,所述多级图像显示单元包括一维距离像显示子单元,所述多级图像显示单元具体用于:

接收所述回波信号接收单元传输的各回波信号对应的时域数据,其中,各回波信号对应所述待测样品的不同预设位置;

将各所述时域数据转化为电压以及进行第三类型的预设处理,得到各所述预设位置对应的频域数据以及一维距离像,其中,所述第三类型的预设处理包括相位补偿、滤波和傅里叶变换。

4. 根据权利要求3所述的太赫兹无损检测系统,其特征在于,所述多级图像显示单元还包括二维图像显示子单元,所述多级图像显示单元具体用于:

选取各预设位置的预设范围内的全部所述预设位置对应的频域数据为目标数据;

将所述目标数据进行积分,得到预设范围内的当前所述预设位置对应的强度值;

将全部预设位置对应的强度值进行融合显示,得到所述待测样品对应的二维图像。

5. 根据权利要求3所述的太赫兹无损检测系统,其特征在于,所述多级图像显示单元还

包括三维图像显示子单元,所述多级图像显示单元具体用于:

将各所述一维距离像进行三维拼接,得到所述待测样品对应的三维矩阵;

接收用户输入的三维坐标显示范围以及距离像层数;

根据坐标显示范围以及距离像层数,显示所述待测样品的不同深度距离对应的切片信息。

6. 一种太赫兹无损检测方法,其特征在于,应用于权利要求1-5中任一项所述的太赫兹无损检测系统,所述太赫兹无损检测方法包括:

扫描信号发生单元生成扫描信号,以使扫描信号传播至样品移动单元上的待测样品并反射回波信号至回波信号接收单元;

参数设置单元设置第一类型的扫描参数对应的扫描数值,其中,所述第一类型的扫描参数包括扫描信号的覆盖范围、扫描间隔和扫描速度;

扫描方式单元设置所述待测样品对应的第二类型的扫描模式,其中,所述第二类型的扫描模式包括平面扫描、圆柱扫描和连续采集扫描;

运动控制单元根据所述参数设置单元发送的所述扫描数值以及所述扫描方式单元发送的所述扫描模式,控制所述样品移动单元进行移动,以使所述回波信号接收单元接收到对应所述待测样品的不同预设位置的回波信号;

多级图像显示单元根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息,其中,所述多级图像信息包括一维距离像、二维图像信息和三维图像信息。

7. 根据权利要求6所述的太赫兹无损检测方法,其特征在于,所述样品移动单元包括二维平移台和转台,所述二维平移台与所述转台连接;

运动控制单元根据所述参数设置单元发送的所述扫描数值以及所述扫描方式单元发送的所述扫描模式,控制所述样品移动单元进行移动的步骤,包括:

接收所述扫描方式单元发送的所述扫描模式;

若所述扫描模式为平面扫描,控制所述二维平移台进行平移以实现所述扫描信号对待测样品的平面扫描;

若所述扫描模式为圆柱扫描,控制所述二维平移台进行平移和/或控制所述转台进行转动,以实现所述扫描信号对待测样品的圆柱扫描;

若所述扫描模式为连续采集扫描,控制所述二维平移台进行平移以及控制所述转台进行转动,以实现所述扫描信号对待测样品的连续扫描。

8. 根据权利要求6所述的太赫兹无损检测方法,其特征在于,所述多级图像显示单元包括一维距离像显示子单元;

多级图像显示单元根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息的步骤,包括:

接收所述回波信号接收单元传输的各回波信号对应的时域数据,其中,各回波信号对应所述待测样品的不同预设位置;

将各所述时域数据转化为电压以及进行第三类型的预设处理,得到各所述预设位置对应的频域数据以及一维距离像,其中,所述第三类型的预设处理包括相位补偿、滤波和傅里叶变换。

9. 根据权利要求8所述的太赫兹无损检测方法,其特征在于,所述多级图像显示单元还包括二维图像显示子单元;

多级图像显示单元根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息的步骤,包括:

选取各预设位置的预设范围内的全部所述预设位置对应的频域数据为目标数据;

将所述目标数据进行积分,得到预设范围内的当前所述预设位置对应的强度值;

将全部预设位置对应的强度值进行融合显示,得到所述待测样品对应的二维图像。

10. 根据权利要求8所述的太赫兹无损检测方法,其特征在于,所述多级图像显示单元还包括三维图像显示子单元;

多级图像显示单元根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息的步骤,包括:

将各所述一维距离像进行三维拼接,得到所述待测样品对应的三维矩阵;

接收用户输入的三维坐标显示范围以及距离像层数;

根据坐标显示范围以及距离像层数,显示所述待测样品的不同深度距离对应的切片信息。

一种太赫兹无损检测系统及方法

技术领域

[0001] 本申请涉及雷达成像领域,尤其涉及一种太赫兹无损检测系统及方法。

背景技术

[0002] 复合材料由于其质量轻、强度大、延展性强、耐腐蚀、制备灵活以及易加工等特点,被广泛用于航天隔热材料、固体火箭发动机壳体和导弹天线罩等方面。但由于复合材料成型过程复杂,许多细微的加工不确定因素将使得材料结构中存在不可避免的缺陷。同时,在复合材料的使用过程中,也可能会发生各种损伤。这些缺陷与损伤的存在,将对复合材料的使用安全构成极大的威胁。

[0003] 太赫兹波位于微波与红外之间,相对于微波或毫米波成像,太赫兹波因为其更短的波长和更大的带宽,可以获得更好的分辨率。且太赫兹波是完全非接触式的检测,相对于超声波成像可实现更高的分辨率。因此,太赫兹成像成为无损检测的一种新型且重要的补充手段。此外,太赫兹对于复合材料有较高的穿透性,可利用太赫兹无损检测技术实现对复合材料的内部无损检测。

[0004] 现有的无损检测成像方法在扫描方式上多为二维平面扫描,对被测样品的形貌要求有一定限制。而且没有对无损检测产生的各种数据进行整合并进行深入地分析与计算,无法直观地显示待测样品的各类具体检测信息,检测效率低。

发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种太赫兹无损检测系统及方法,具体方案如下:

[0006] 第一方面,本申请实施例提供了一种太赫兹无损检测系统,所述太赫兹无损检测系统包括信号获取设备以及成像控制平台,所述获取设备包括扫描信号发生单元、样品移动单元以及回波信号接收单元,所述成像控制平台包括参数设置单元、扫描方式单元、运动控制单元、多级图像显示单元;

[0007] 所述扫描信号发生单元用于生成扫描信号,以使扫描信号传播至所述样品移动单元上的待测样品并反射回波信号至所述回波信号接收单元;

[0008] 所述参数设置单元用于设置第一类型的扫描参数对应的扫描数值,其中,所述第一类型的扫描参数包括扫描信号的覆盖范围、扫描间隔和扫描速度;

[0009] 所述扫描方式单元用于设置所述待测样品对应的第二类型的扫描模式,其中,所述第二类型的扫描模式包括平面扫描、圆柱扫描和连续采集扫描;

[0010] 所述运动控制单元用于根据所述参数设置单元发送的所述扫描数值以及所述扫描方式单元发送的所述扫描模式,控制所述样品移动单元进行移动,以使所述回波信号接收单元接收到对应所述待测样品的不同预设位置的回波信号;

[0011] 所述多级图像显示单元用于根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息,其中,所述多级图像信息包括一维距离像、二维

图像信息和三维图像信息。

[0012] 根据本申请公开的一种具体实施方式,所述样品移动单元包括二维平移台和转台,所述二维平移台与所述转台连接;

[0013] 所述运动控制单元具体用于:

[0014] 接收所述扫描方式单元发送的所述扫描模式;

[0015] 若所述扫描模式为平面扫描,控制所述二维平移台进行平移以实现所述扫描信号对待测样品的平面扫描;

[0016] 若所述扫描模式为圆柱扫描,控制所述二维平移台进行平移和/或控制所述转台进行转动,以实现所述扫描信号对待测样品的圆柱扫描;

[0017] 若所述扫描模式为连续采集扫描,控制所述二维平移台进行平移以及控制所述转台进行转动,以实现所述扫描信号对待测样品的连续扫描。

[0018] 根据本申请公开的一种具体实施方式,所述多级图像显示单元包括一维距离像显示子单元,所述多级图像显示单元具体用于:

[0019] 接收所述回波信号接收单元传输的各回波信号对应的时域数据,其中,各回波信号对应所述待测样品的不同预设位置;

[0020] 将各所述时域数据转化为电压以及进行第三类型的预设处理,得到各所述预设位置对应的频域数据以及一维距离像,其中,所述第三类型的预设处理包括相位补偿、滤波和傅里叶变换。

[0021] 根据本申请公开的一种具体实施方式,所述多级图像显示单元还包括二维图像显示子单元,所述多级图像显示单元具体用于:

[0022] 选取各预设位置的预设范围内的全部所述预设位置对应的频域数据为目标数据;

[0023] 将所述目标数据进行积分,得到预设范围内的当前所述预设位置对应的强度值;

[0024] 将全部预设位置对应的强度值进行融合显示,得到所述待测样品对应的二维图像。

[0025] 根据本申请公开的一种具体实施方式,所述多级图像显示单元还包括三维图像显示子单元,所述多级图像显示单元具体用于:

[0026] 将各所述一维距离像进行三维拼接,得到所述待测样品对应的三维矩阵;

[0027] 接收用户输入的三维坐标显示范围以及距离像层数;

[0028] 根据坐标显示范围以及距离像层数,显示所述待测样品的不同深度距离对应的切片信息。

[0029] 第二方面,本申请实施例提供了一种太赫兹无损检测方法,所述太赫兹无损检测方法应用于第一方面中任一项实施例所述的太赫兹无损检测系统,所述太赫兹无损检测方法包括:

[0030] 扫描信号发生单元生成扫描信号,以使扫描信号传播至样品移动单元上的待测样品并反射回波信号至回波信号接收单元;

[0031] 参数设置单元设置第一类型的扫描参数对应的扫描数值,其中,所述第一类型的扫描参数包括扫描信号的覆盖范围、扫描间隔和扫描速度;

[0032] 扫描方式单元设置所述待测样品对应的第二类型的扫描模式,其中,所述第二类型的扫描模式包括平面扫描、圆柱扫描和连续采集扫描;

[0033] 运动控制单元根据所述参数设置单元发送的所述扫描数值以及所述扫描方式单元发送的所述扫描模式,控制所述样品移动单元进行移动,以使所述回波信号接收单元接收到对应所述待测样品的不同预设位置的回波信号;

[0034] 多级图像显示单元根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息,其中,所述多级图像信息包括一维距离像、二维图像信息和三维图像信息。

[0035] 根据本申请公开的一种具体实施方式,所述样品移动单元包括二维平移台和转台,所述二维平移台与所述转台连接;

[0036] 运动控制单元根据所述参数设置单元发送的所述扫描数值以及所述扫描方式单元发送的所述扫描模式,控制所述样品移动单元进行移动的步骤,包括:

[0037] 接收所述扫描方式单元发送的所述扫描模式;

[0038] 若所述扫描模式为平面扫描,控制所述二维平移台进行平移以实现所述扫描信号对待测样品的平面扫描;

[0039] 若所述扫描模式为圆柱扫描,控制所述二维平移台进行平移和/或控制所述转台进行转动,以实现所述扫描信号对待测样品的圆柱扫描;

[0040] 若所述扫描模式为连续采集扫描,控制所述二维平移台进行平移以及控制所述转台进行转动,以实现所述扫描信号对待测样品的连续扫描。

[0041] 根据本申请公开的一种具体实施方式,所述多级图像显示单元包括一维距离像显示子单元;

[0042] 多级图像显示单元根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息的步骤,包括:

[0043] 接收所述回波信号接收单元传输的各回波信号对应的时域数据,其中,各回波信号对应所述待测样品的不同预设位置;

[0044] 将各所述时域数据转化为电压以及进行第三类型的预设处理,得到各所述预设位置对应的频域数据以及一维距离像,其中,所述第三类型的预设处理包括相位补偿、滤波和傅里叶变换。

[0045] 根据本申请公开的一种具体实施方式,所述多级图像显示单元还包括二维图像显示子单元;

[0046] 多级图像显示单元根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息的步骤,包括:

[0047] 选取各预设位置的预设范围内的全部所述预设位置对应的频域数据为目标数据;

[0048] 将所述目标数据进行积分,得到预设范围内的当前所述预设位置对应的强度值;

[0049] 将全部预设位置对应的强度值进行融合显示,得到所述待测样品对应的二维图像。

[0050] 根据本申请公开的一种具体实施方式,所述多级图像显示单元还包括三维图像显示子单元;

[0051] 多级图像显示单元根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息的步骤,包括:

[0052] 将各所述一维距离像进行三维拼接,得到所述待测样品对应的三维矩阵;

[0053] 接收用户输入的三维坐标显示范围以及距离像层数；

[0054] 根据坐标显示范围以及距离像层数，显示所述待测样品的不同深度距离对应的切片信息。

[0055] 相对于现有技术而言，本申请具有以下有益效果：

[0056] 本申请提供的太赫兹无损检测系统包括信号获取设备以及成像控制平台，获取设备包括扫描信号发生单元、样品移动单元以及回波信号接收单元，成像控制平台包括参数设置单元、扫描方式单元、运动控制单元、多级图像显示单元。本申请中的运动控制单元根据参数设置单元发送的扫描数值以及扫描方式单元发送的扫描模式，控制样品移动单元进行移动，以使回波信号接收单元接收到对应待测样品的不同预设位置的回波信号，对待测样品的形貌没有限制。且通过多级图像显示单元可以对回波信号进行整合处理，并进行深入地分析与计算，可以直观地显示待测样品的多维度检测信息，检测效率高。

附图说明

[0057] 为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0058] 图1为本申请实施例提供的一种太赫兹无损检测系统的组成示意图；

[0059] 图2为本申请实施例提供的一种太赫兹无损检测方法的流程示意图。

具体实施方式

[0060] 下面将结合本发明实施例中附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。

[0061] 通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此，以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围，而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例，本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0062] 在下文中，可在本发明的各种实施例中使用的术语“包括”、“具有”及其同源词仅意在表示特定特征、数字、步骤、操作、元件、组件或前述项的组合，并且不应被理解为首先排除一个或更多个其它特征、数字、步骤、操作、元件、组件或前述项的组合的存在或增加一个或更多个特征、数字、步骤、操作、元件、组件或前述项的组合的可能性。

[0063] 此外，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0064] 除非另有限定，否则在这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明的各种实施例所属领域普通技术人员通常理解的含义相同的含义。所述术语(诸如在一般使用的词典中限定的术语)将被解释为具有与在相关技术领域中的语境含义相同的含义并且将不被解释为具有理想化的含义或过于正式的含义，除非在本发明的各种实施例中被清楚地限定。

[0065] 下面结合附图，对本申请的一些实施方式作详细说明。在不冲突的情况下，下述的

实施例及实施例中的特征可以相互结合。

[0066] 参见图1,图1为本申请实施例提供的一种太赫兹无损检测系统的组成示意图。

[0067] 所述太赫兹无损检测系统包括信号获取设备11以及成像控制平台12,所述信号获取设备11包括扫描信号发生单元111、样品移动单元112以及回波信号接收单元113,所述成像控制平台12包括参数设置单元121、扫描方式单元122、运动控制单元123、多级图像显示单元124。

[0068] 所述扫描信号发生单元111用于生成扫描信号,以使扫描信号传播至所述样品移动单元112上的待测样品并反射回波信号至所述回波信号接收单元113。

[0069] 所述参数设置单元121用于设置第一类型的扫描参数对应的扫描数值,其中,所述第一类型的扫描参数包括扫描信号的覆盖范围、扫描间隔和扫描速度。

[0070] 所述扫描方式单元122用于设置所述待测样品对应的第二类型的扫描模式,其中,所述第二类型的扫描模式包括平面扫描、圆柱扫描和连续采集扫描。

[0071] 所述运动控制单元123用于根据所述参数设置单元121发送的所述扫描数值以及所述扫描方式单元122发送的所述扫描模式,控制所述样品移动单元112进行移动,以使所述回波信号接收单元113接收到对应所述待测样品的不同预设位置的回波信号。

[0072] 需要说明的是,具体实施时,可以通过不同的方式实现所述扫描速度调节:

[0073] 1.待测样品的位置保持不动,即承载所述待测样品的样品移动单元112对应的实时位置不发生变化,仅调节所述扫描信号发生单元111的位置。调节的方式包括但不限于扫描信号发生单元111位置的上下移动或扫描信号发生单元111的信号发生端沿其固定端做旋转,即调节所述扫描信号单元的角度;

[0074] 2.所述样品移动单元112可以包括二维平移台和转台,所述二维平移台与所述转台连接。在此情况下,也可以保持扫描信号发生单元111位置或角度的不变,通过控制二维平移台的平移速度和/或转台的旋转角速度以移动或旋转所述待测样品,实现调节扫描速度的效果。

[0075] 基于类似的理由,扫描模式的调节也可以通过所述运动控制单元123控制二维平移台和/或所述转台来实现。具体地,所述运动控制单元123接收所述扫描方式单元122发送的所述扫描模式,然后确定扫描模式对应的第二类型,根据不同第二类型的扫描模式确定样品移动单元112的具体移动方式:

[0076] 若所述扫描模式为平面扫描,控制所述二维平移台进行平移以实现所述扫描信号对待测样品的平面扫描;

[0077] 若所述扫描模式为圆柱扫描,控制所述二维平移台进行平移和/或控制所述转台进行转动,以实现所述扫描信号对待测样品的圆柱扫描;

[0078] 若所述扫描模式为连续采集扫描,控制所述二维平移台进行平移以及控制所述转台进行转动,以实现所述扫描信号对待测样品的连续扫描。

[0079] 所述多级图像显示单元124用于根据所述回波信号接收单元113传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息,其中,所述多级图像信息包括一维距离像、二维图像信息和三维图像信息。

[0080] 具体地,所述多级图像显示单元124包括但不限于一维距离像显示子单元1241、二维图像显示子单元1242以及三维图像显示子单元1243。

[0081] 一维距离像显示子单元1241是对检测过程中,扫描信号在传播至待测样品的预设位置而返回的时域信息进行滤波、非线性度校准以及傅里叶变换之后,得到各预设位置对应的频域数据以及一维距离像。其中,一维距离像是待测样品对应的二维像在其径向上的所有回波信号的投影,即矢量和。通过各预设位置的一维距离像可以对待测样品的内部结构信息进行实时分析。

[0082] 二维图像显示子单元1242利用的是对一维距离像显示子单元1241中的频域数据进行积分后得到的强度值,通过将全部预设位置对应的强度值进行融合显示,可以得到所述待测样品对应的二维图像。

[0083] 三维图像显示子单元1243是将和预设位置对应的一维距离像拼接后进一步处理为三维图像,并将所述三维图像进行切片式的展示。

[0084] 可以根据用户的实际使用需求和具体应用场景选择其中一种或多种进行图像显示。下面分别对以上几种子单元的工作原理或流程进行说明:

[0085] 1.所述一维距离像显示子单元1241具体用于:

[0086] 接收所述回波信号接收单元113传输的各回波信号对应的时域数据,其中,各回波信号对应所述待测样品的不同预设位置;

[0087] 将各所述时域数据转化为电压以及进行第三类型的预设处理,得到各所述预设位置对应的频域数据以及一维距离像,其中,所述第三类型的预设处理包括相位补偿、滤波和傅里叶变换。

[0088] 一维距离像显示子单元1241可以通过数据采集卡获取当前扫描位置即预设位置对应的时域信号,将时域信号转化为电压值。由于获取设备中扫描信号发生单元111等射频器件会对宽带信号引入群延时,严重恶化信号质量,所以需要非线性度校准算法来对经过射频器件后的中频信号进行相位补偿,从而消除宽带射频器件带来的影响。因此,转化后的电压值需要再经过非线性度校准。对校准后的中频信号进行滤波加汉宁窗后进行傅里叶变换,得到各预设位置对应的一维距离像。其中,汉宁窗可大大降低旁瓣的影响。

[0089] 2.所述二维图像显示子单元1242具体用于:

[0090] 选取各预设位置的预设范围内的全部所述预设位置对应的频域数据为目标数据;

[0091] 将所述目标数据进行积分,得到预设范围内的当前所述预设位置对应的强度值;

[0092] 将全部预设位置对应的强度值进行融合显示,得到所述待测样品对应的二维图像。

[0093] 二维图像显示子单元1242是将各预设位置的前后区间,即预设范围内的积分值作为预设位置的强度值。因此,在根据不同扫描位置即预设位置的强度差异,便可判断待测样品的缺陷类型、大小及对应的缺陷位置。所述预设范围的具体大小,可以根据用户的使用需求和具体应用场景自定义,这里不做进一步限定。

[0094] 3.所述三维图像显示子单元1243具体用于:

[0095] 将各所述一维距离像进行三维拼接,得到所述待测样品对应的三维矩阵;

[0096] 接收用户输入的三维坐标显示范围以及距离像层数;

[0097] 根据坐标显示范围以及距离像层数,显示所述待测样品的不同深度距离对应的切片信息。

[0098] 三维图像显示子单元1243将一维距离像显示子单元1241处理得到的一维距离像

进行三维拼接,得到待测样品三维矩阵。进一步地,可以设置坐标显示范围,距离像层数查看距离像层数不同距离处的切片信息,从而可以更加精确的判断距离像层数内部是否有脱粘、分层、孔洞等缺陷类型和位置。如图1中所示的三维图像显示子单元1243,可以在其显示界面上设置坐标显示范围,即x和y的数值,以及设置距离像层数。其中,距离像层数即为将待测样品对应的三维图像沿z轴进行切分的层数。例如,若距离像层数为3,那么可以得到待测样品对应的3个切片信息。

[0099] 具体实施时,所述太赫兹无损检测系统还可以包括文件保存单元,所述文件保存单元用于将采集得到的中频原始数据以BIN文件的形式保存在指定的路径,同时将处理后的三维矩阵以MAT格式进行保存,便于后续对数据的其他处理和回放。

[0100] 本申请中的运动控制单元根据参数设置单元发送的扫描数值以及扫描方式单元发送的扫描模式,控制样品移动单元进行移动,以使回波信号接收单元接收到对应待测样品的不同预设位置的回波信号,对待测样品的形貌没有限制。且通过多级图像显示单元可以对回波信号进行整合处理,并进行深入地分析与计算,可以直观地显示待测样品的多维度检测信息,检测效率高。

[0101] 与上述系统实施例相对应,参见图2,图2为本申请实施例提供的一种太赫兹无损检测方法的流程示意图,所述太赫兹无损检测方法包括:

[0102] 步骤S201,扫描信号发生单元生成扫描信号,以使扫描信号传播至样品移动单元上的待测样品并反射回波信号至回波信号接收单元。

[0103] 步骤S202,参数设置单元设置第一类型的扫描参数对应的扫描数值,其中,所述第一类型的扫描参数包括扫描信号的覆盖范围、扫描间隔和扫描速度。

[0104] 步骤S203,扫描方式单元设置所述待测样品对应的第二类型的扫描模式,其中,所述第二类型的扫描模式包括平面扫描、圆柱扫描和连续采集扫描。

[0105] 步骤S204,运动控制单元根据所述参数设置单元发送的所述扫描数值以及所述扫描方式单元发送的所述扫描模式,控制所述样品移动单元进行移动,以使所述回波信号接收单元接收到对应所述待测样品的不同预设位置的回波信号。

[0106] 具体实施时,所述样品移动单元包括二维平移台和转台,所述二维平移台与所述转台连接;

[0107] 运动控制单元根据所述参数设置单元发送的所述扫描数值以及所述扫描方式单元发送的所述扫描模式,控制所述样品移动单元进行移动的步骤,包括:

[0108] 接收所述扫描方式单元发送的所述扫描模式;

[0109] 若所述扫描模式为平面扫描,控制所述二维平移台进行平移以实现所述扫描信号对待测样品的平面扫描;

[0110] 若所述扫描模式为圆柱扫描,控制所述二维平移台进行平移和/或控制所述转台进行转动,以实现所述扫描信号对待测样品的圆柱扫描;

[0111] 若所述扫描模式为连续采集扫描,控制所述二维平移台进行平移以及控制所述转台进行转动,以实现所述扫描信号对待测样品的连续扫描。

[0112] 步骤S205,多级图像显示单元根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息,其中,所述多级图像信息包括一维距离像、二维图像信息和三维图像信息。

[0113] 具体实施时,所述多级图像显示单元包括一维距离像显示子单元;

[0114] 多级图像显示单元根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息的步骤,包括:

[0115] 接收所述回波信号接收单元传输的各回波信号对应的时域数据,其中,各回波信号对应所述待测样品的不同预设位置;

[0116] 将各所述时域数据转化为电压以及进行第三类型的预设处理,得到各所述预设位置对应的频域数据以及一维距离像,其中,所述第三类型的预设处理包括相位补偿、滤波和傅里叶变换。

[0117] 具体实施时,所述多级图像显示单元还包括二维图像显示子单元;

[0118] 多级图像显示单元根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息的步骤,包括:

[0119] 选取各预设位置的预设范围内的全部所述预设位置对应的频域数据为目标数据;

[0120] 将所述目标数据进行积分,得到预设范围内的当前所述预设位置对应的强度值;

[0121] 将全部预设位置对应的强度值进行融合显示,得到所述待测样品对应的二维图像。

[0122] 具体实施时,所述多级图像显示单元还包括三维图像显示子单元;

[0123] 多级图像显示单元根据所述回波信号接收单元传输的各回波信号,生成并显示所述待测样品对应的多级图像信息的步骤,包括:

[0124] 将各所述一维距离像进行三维拼接,得到所述待测样品对应的三维矩阵;

[0125] 接收用户输入的三维坐标显示范围以及距离像层数;

[0126] 根据坐标显示范围以及距离像层数,显示所述待测样品的不同深度距离对应的切片信息。

[0127] 本申请所提供的太赫兹无损检测方法的具体实施过程,可以参见上述实施例提供的太赫兹无损检测系统的具体实施过程,在此不再一一赘述。

[0128] 本申请提供的太赫兹无损检测方法,运动控制单元根据参数设置单元发送的扫描数值以及扫描方式单元发送的扫描模式,控制样品移动单元进行移动,以使回波信号接收单元接收到对应待测样品的不同预设位置的回波信号,对待测样品的形貌没有限制。且通过多级图像显示单元可以对回波信号进行整合处理,并进行深入地分析与计算,可以直观地显示待测样品的多维度检测信息,检测效率高。

[0129] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,也可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,附图中的流程图和结构图显示了根据本发明的多个实施例的装置、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或代码的一部分,所述模块、程序段或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意,在作为替换的实现方式中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,结构图和/或流程图中的每个方框、以及结构图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0130] 另外,在本发明各个实施例中的各功能模块或单元可以集成在一起形成一个独立的部分,也可以是各个模块单独存在,也可以两个或更多个模块集成形成一个独立的部分。

[0131] 所述功能如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是智能手机、个人计算机、服务器、或者网络设备)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0132] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

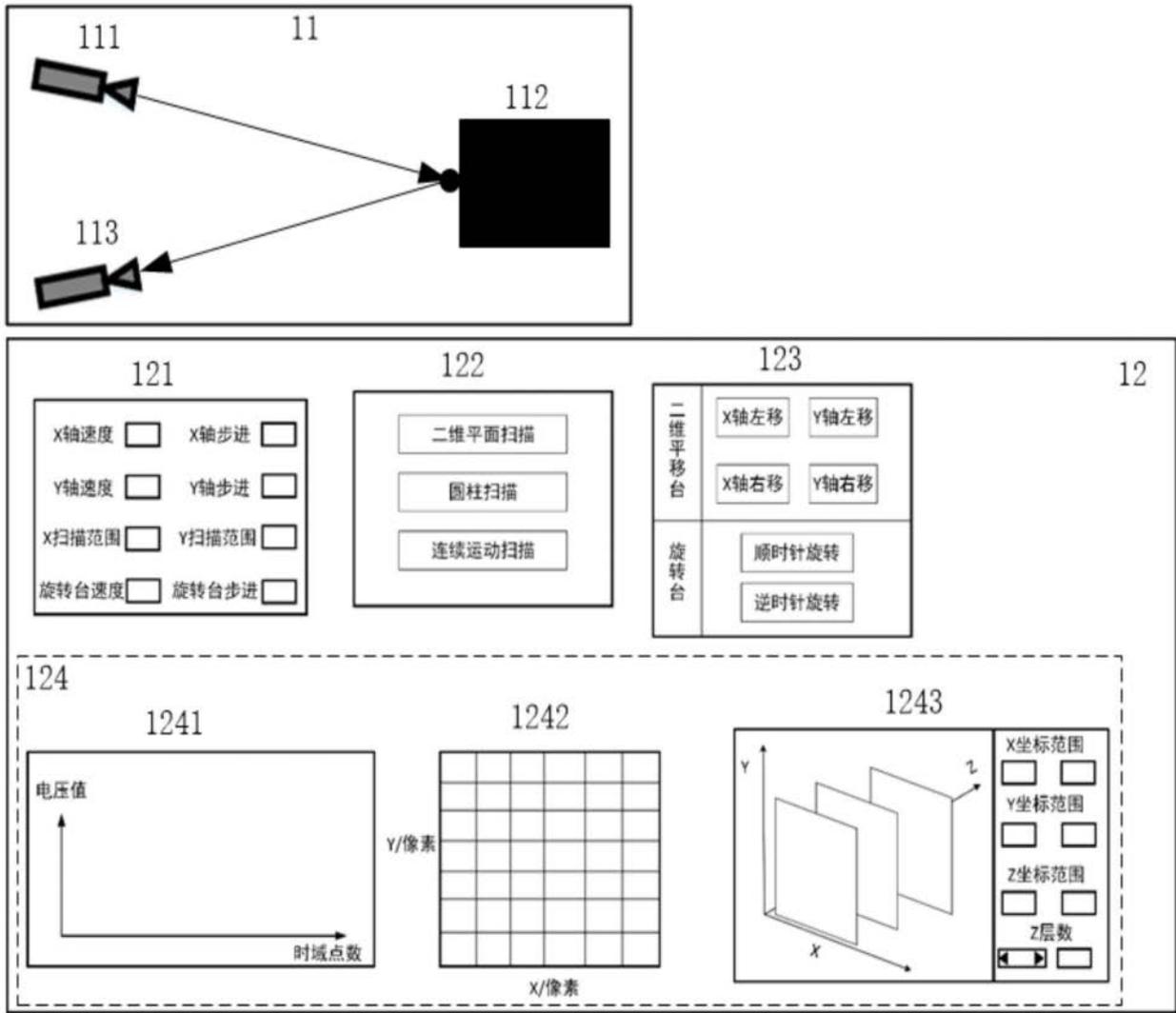


图1

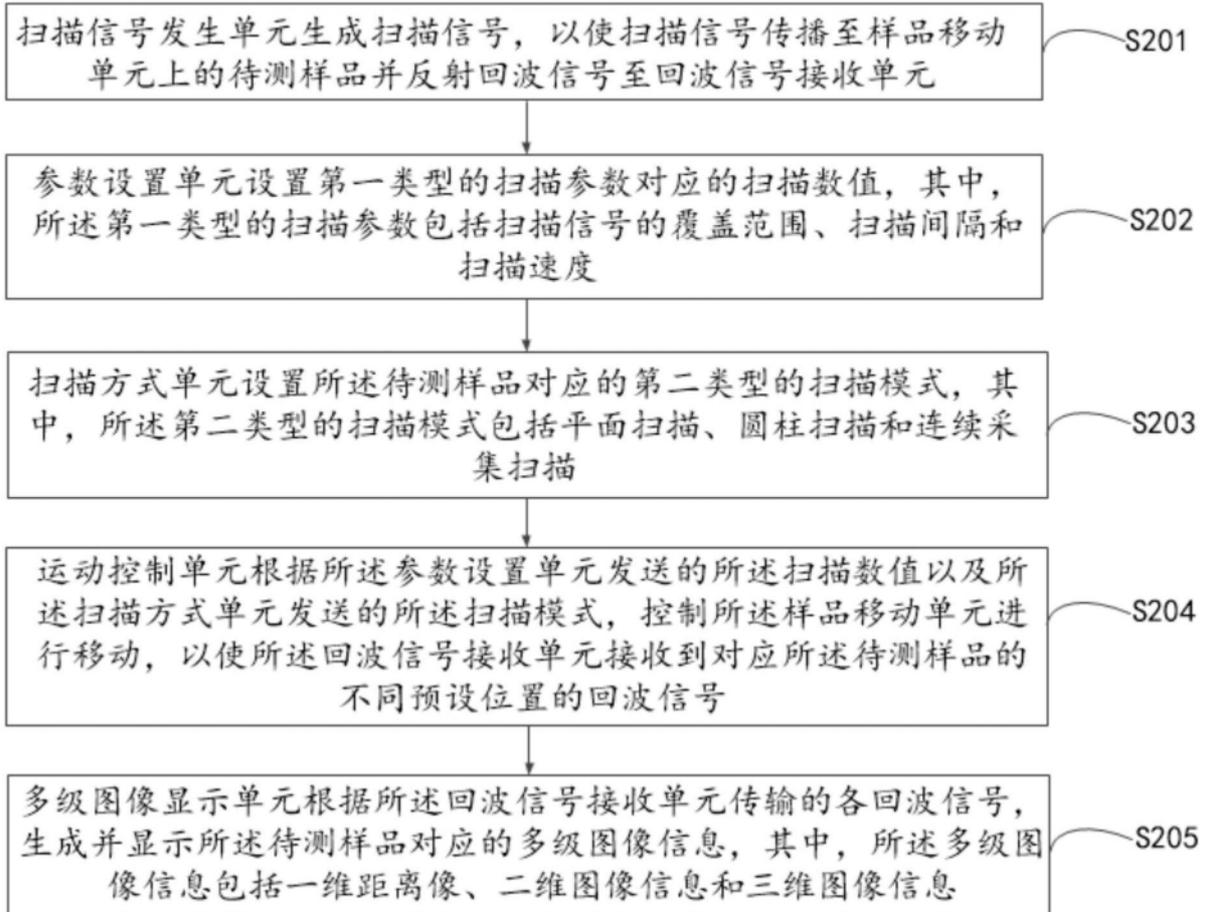


图2