



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103713048 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 09

(21) 申请号 201310669619. 7

(22) 申请日 2013. 12. 10

(71) 申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 潘永东 李立兵 刘磊 陈亘

凌松

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 王小荣

(51) Int. Cl.

G01N 29/06 (2006. 01)

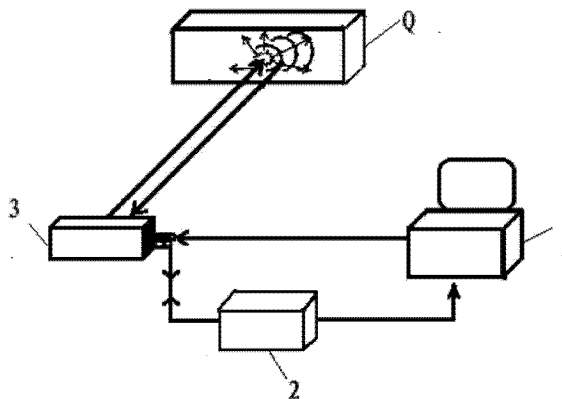
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于无损探伤的超声场非接触可视化方法及装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于无损探伤的超声场非接触可视化方法及装置,方法包括:将待检对象置于振镜扫描头能够扫描到的有效区域;确定待检对象的检测区域;在待检对象上选取某一点作为激光干涉仪接收超声波声信号的接收点;脉冲激光器对检测区域中的每个点依次发射脉冲激光,从而在每个点激发超声波,同时激光干涉仪在接收点接收超声波声信号,并存储于计算机中;根据互易定理,得到脉冲激光器激发接收点传播到检测区域中所有点的声信号;通过计算机得到的各个点的声信号与其所在检测区域模型中的位置相对应。与现有技术相比,本发明突破了传统超声探头需接触待检对象的瓶颈,实现现场无损检测,具有检测分辨率、带宽及灵敏度高等优点。



1. 一种用于无损探伤的超声场非接触可视化方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 将待检对象置于振镜扫描头能够扫描到的有效区域;

(2) 确定待检对象的检测区域,通过计算机将该检测区域建立为由行列交叉的点阵表示的模型;

(3) 在待检对象上选取某一点作为激光干涉仪接收超声波声信号的接收点;

(4) 脉冲激光器从检测区域的某个点开始,对检测区域中的每个点依次发射脉冲激光,从而在每个点激发超声波,与此同时,激光干涉仪在接收点接收超声波声信号,接收到的声信号通过采集卡转化为数字信号后存储于计算机中;

(5) 根据互易定理,得到脉冲激光器激发接收点传播到检测区域中所有点的声信号;

(6) 通过计算机将步骤(5)得到的各个点的声信号与其所在检测区域模型中的位置相对应,并利用图像或动画显示出来,直观地呈现待检对象的缺陷情况。

2. 根据权利要求1所述的一种用于无损探伤的超声场非接触可视化方法,其特征在于,所述的待检对象包括金属、陶瓷或复合材料。

3. 一种实施如权利要求2所述的用于无损探伤的超声场非接触可视化方法的装置,其特征在于,包括信号控制与处理箱、振镜扫描头及激光干涉仪,所述的信号控制与处理箱包括脉冲激光器、振镜控制卡、信号采集卡、计算机及电源模块,所述的振镜扫描头包括激光通道、干涉仪通道及振镜;

所述的脉冲激光器发射激光,该激光通过激光通道入射到振镜中,通过振镜控制卡调节振镜的反射镜角度,对待检对象的检测区域进行扫描;

所述的激光在待检对象上激发产生超声波,该超声波信号经由干涉仪通道被所述的激光干涉仪同步接收,之后传输给所述的信号采集卡,再经过所述的计算机进行分析处理得到待检对象的缺陷情况。

4. 根据权利要求3所述的一种用于无损探伤的超声场非接触可视化装置,其特征在于,所述的振镜是由X、Y方向的旋转小镜组成。

5. 根据权利要求3所述的一种用于无损探伤的超声场非接触可视化装置,其特征在于,所述的振镜扫描头的扫描视角为 $\pm 20^\circ$,扫描频率可达1kHz。

6. 根据权利要求1所述的一种用于无损探伤的超声场非接触可视化方法,其特征在于,所述的图像包括A型扫描显示、B型扫描显示及最大振幅图。

一种用于无损探伤的超声场非接触可视化方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及激光超声检测技术领域,尤其是涉及一种用于无损探伤的超声场非接触可视化方法及装置。

背景技术

[0002] 随着人类生活水平的不断提高,对环境、出行及工业产品的安全要求越来越高,如何防止核电的泄露、飞行器的空难、高温高压设备的爆炸等灾难性事故的发生是反映一个国家的工业水平及管理能力的综合指标,而超声无损检测因其适用范围广、穿透能力强、分辨率高、检测成本低以及对人无害是国家工业进步必不可少的有效工具之一。运用计算机图像处理技术,将超声无损检测的声场数据以形象、直观的形式呈现出来的声场可视化方法可以方便现场工作人员的判断,提高安检的可靠性和效率,是目前超声无损检测技术的一个发展方向。

[0003] 目前常用的超声场可视化方法是利用声场引起透明媒质光折射率的变化而实现声场可视化的动态光弹技术,由光源、声源、声光延时同步控制及 CCD 图像采集系统组成,它对透明介质中的声场进行无干扰、快速成像。该技术主要应用于撞击应力和动应力集中的观察、应力波和声波的传播规律研究、地震波在透明地球物理模型中传播规律研究、断裂力学中裂纹扩展规律研究。但受透光性的限制,动态光弹法不能用来观察不透明介质中的超声场。另外超声探头需与试样接触或是浸入液体中来产生超声场,不适合有弯曲表面及空间受限不能与传感器接触的试样。

[0004] 目前超声无损检测大多采用压电换能器来实现超声的激发和接收,需要被检试样与其接触或浸泡在水中,很难实现实时在线检测,更不能适用高温、辐射、弯曲下的构件。而由激光脉冲产生超声并由激光干涉仪检测的激光超声检测技术可非接触地实现超声的激发和接收,而且灵敏度高、时空分辨率好,已在实验室用于细观及纳观结构材料的声、光、热特性的研究,也用于大型飞机构件、高温钢管等传统超声无法接触的在线无损检测。但目前的激光超声检测系统大多用到高功率激光,系统复杂庞大,而且系统昂贵,使用和维护成本高,还没有低成本且便携式的系统,因此还没有在工业中得到广泛使用。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种用于无损探伤的超声场非接触可视化方法及装置。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:一种用于无损探伤的超声场非接触可视化方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0007] (1) 将待检对象置于振镜扫描头能够扫描到的有效区域;

[0008] (2) 确定待检对象的检测区域,通过计算机将该检测区域建立为由行列交叉的点阵表示的模型;

[0009] (3) 在待检对象上选取某一点作为激光干涉仪接收超声波声信号的接收点;

[0010] (4) 脉冲激光器从检测区域的某个点开始,对检测区域中的每个点依次发射脉冲激光,从而在每个点激发超声波,与此同时,激光干涉仪在接收点接收超声波声信号,接收到的声信号通过采集卡转化为数字信号后存储于计算机中;

[0011] (5) 根据互易定理,得到脉冲激光器激发接收点传播到检测区域中所有点的声信号;

[0012] (6) 通过计算机将步骤(5)得到的各个点的声信号与其所在检测区域模型中的位置相对应,并利用图像或动画显示出来,直观地呈现待检对象的缺陷情况。

[0013] 所述的待检对象包括金属、陶瓷或复合材料。

[0014] 一种用于无损探伤的超声场非接触可视化装置,其特征在于,包括信号控制与处理箱、振镜扫描头及激光干涉仪,所述的信号控制与处理箱包括脉冲激光器、振镜控制卡、信号采集卡、计算机及电源模块,所述的振镜扫描头包括激光通道、干涉仪通道及振镜;

[0015] 所述的脉冲激光器发射激光,该激光通过激光通道入射到振镜中,通过振镜控制卡调节振镜的反射镜角度,对待检对象的检测区域进行扫描;

[0016] 所述的激光在待检对象上激发产生超声波,该超声波信号经由干涉仪通道被所述的激光干涉仪同步接收,之后传输给所述的信号采集卡,再经过所述的计算机进行分析处理得到待检对象的缺陷情况。

[0017] 所述的振镜是由 X、Y 方向的旋转小镜组成。

[0018] 所述的振镜扫描头的扫描视角为 $+20^\circ$,扫描频率可达为 1kHz。

[0019] 所述的图像包括 A 型扫描显示(简称 A 扫)图、B 型扫描显示(简称 B 扫)图及最大振幅图。

[0020] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0021] 1、不仅突破了传统超声探头需接触待检对象的瓶颈,而且可快速得到超声在不透明材料中传播的声场,检测分辨率、带宽及灵敏度高,可应用于不适合接触的极端环境,实现现场无损检测;

[0022] 2、装置各个部分均可携带,适合应用于工业现场检测;

[0023] 3、通过计算机建模,方便现场工作人员直观判断缺陷存在而产生的声场扰动,提高安检的可靠性和效率。

附图说明

[0024] 图 1 为本发明装置的结构框图;

[0025] 图 2 为本发明实施例薄铝板的检测区域模型图;

[0026] 图 3 实施例中本发明装置对含有人工缺陷的铝板进行扫描检测后得到的声信号图像:(a)A 扫图,(b)B 扫图,(c)最大振幅图;

[0027] 图 4 为实施例中声波在扫描区域内传播时的动画截图,a 为声波经过缺陷前声场($t = 12.2 \mu s$),b 为声波经过缺陷时声场($t = 14.3 \mu s$),c 为声波经过缺陷时声场($t = 15.5 \mu s$),d 为声波经过缺陷后声场($t = 16.4 \mu s$)。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0029] 如图 1 所示,一种用于无损探伤的超声场非接触可视化装置,其特征在于,包括信号控制与处理箱 1、振镜扫描头 2 及激光干涉仪 3,所述的信号控制与处理箱 1 包括脉冲激光器、振镜控制卡、信号采集卡、计算机及电源模块,所述的振镜扫描头 2 包括激光通道、干涉仪通道及振镜;所述的脉冲激光器发射激光,该激光通过激光通道入射到振镜中,通过振镜控制卡调节振镜的反射镜角度,对待检对象 Q 的检测区域进行扫描;所述的激光在待检对象 Q 上激发产生超声波,该超声波信号经由干涉仪通道被所述的激光干涉仪 3 同步接收,之后传输给所述的信号采集卡,再经过所述的计算机进行分析处理得到待检对象 Q 的缺陷情况。所述的待检对象 Q 包括金属、陶瓷或复合材料。所述的振镜扫描头 2 的扫描视角为 $\pm 20^\circ$,扫描频率为 100Hz。所述的图像包括 A 扫图、B 扫图及最大振幅图。

[0030] 实施例:本例为厚度为 0.2mm 的薄铝板表面缺陷检测,具体检测步骤为:

[0031] (1) 将薄铝板置于振镜扫描头能够扫描到的有效区域;

[0032] (2) 通过振镜扫描头的红光标示,确定薄铝板的检测区域 S,通过计算机将该检测区域 S 建立为由行列交叉的点阵 M 表示的模型,再根据检测需求,通过计算机中声场可视化软件设置点阵 M 的行列数,以获取足够的空间分辨率,如图 2 所示;

[0033] (3) 在薄铝板上选取某一点作为激光干涉仪接收超声波声信号的接收点 P;

[0034] (4) 脉冲激光器从检测区域 S 的某个点开始,对检测区域 S 中的每个点依次发射脉冲激光,从而在每个点激发超声波,与此同时,激光干涉仪在接收点 P 接收超声波声信号,接收到的声信号通过采集卡转化为数字信号后存储于计算机中;

[0035] (5) 经过步骤 (4) 后,脉冲激光器激发检测区域 S 中所有点传播到接收点 P 的声信号被依次记录下来,根据互易定理,得到脉冲激光器激发接收点 P 传播到检测区域 S 中所有点的声信号;

[0036] (6) 通过计算机将步骤 (5) 得到的各个点的声信号与其所在点阵 M 中的位置相对应,并利用图像或动画显示出来,直观地呈现待检对象的缺陷情况。

[0037] 如图 3 所示为本发明装置对含有人工缺陷(直径 1.5mm 深度 1.5mm 盲孔)的铝板(厚 2mm)试样进行检测得到的声信号 A 扫图、B 扫图和最大振幅图。由 A 扫图可以看到各点阵 M 的声波随时间变化的幅度信息即射频信号;B 扫图可以看到声波随水平位置点阵 M 变化的幅度信息;最大振幅图上可以看到扫描区域内各点阵 M 声波最大幅度信息,图中圆形黑线区域为直径 1.5mm 的人工缺陷。图 4 为声波在扫描区域内传播时的动画截图,可以清楚看到声波与人工缺陷作用的情况。图中圆形黑线区域为直径 1.5mm 的人工缺陷。

[0038] 本发明的装置采用脉冲激光器和便携式激光干涉仪结合实现激光超声场的可视化检测,基于声场互易性实现声场的快速非接触实时显示,可直观判断超声场中是否存在由缺陷引起的异常散射,并能进行进一步的定量检测分析评价。本装置不仅适用于实验室复杂结构超声场及与缺陷相互作用规律的研究,而且适用于工业现场的材料结构的超声无损检测,可非接触、实时快速得到材料无损检测的 A 扫图、B 扫图、最大振幅图及超声传播的动画图。

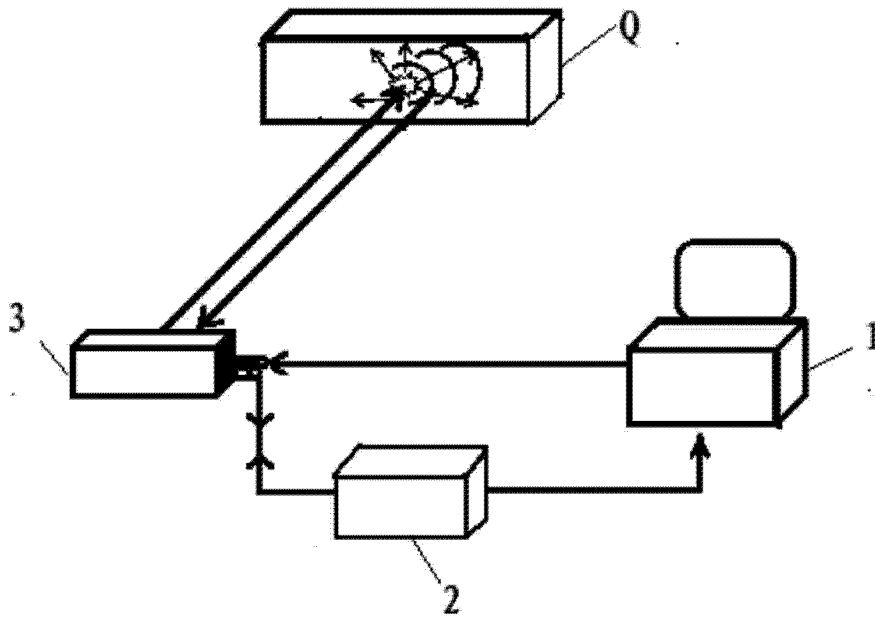


图 1

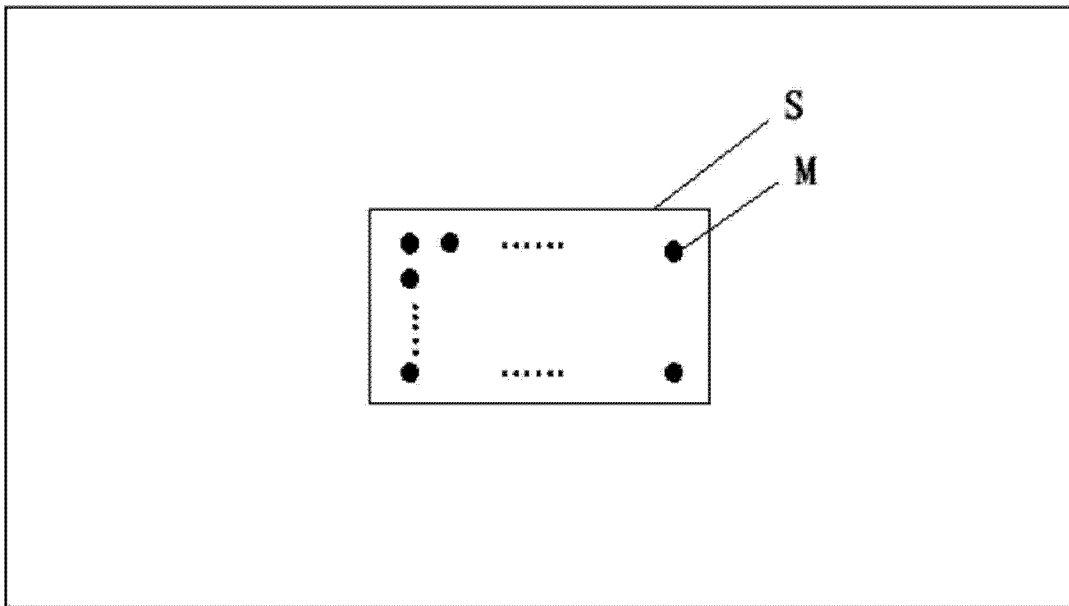


图 2

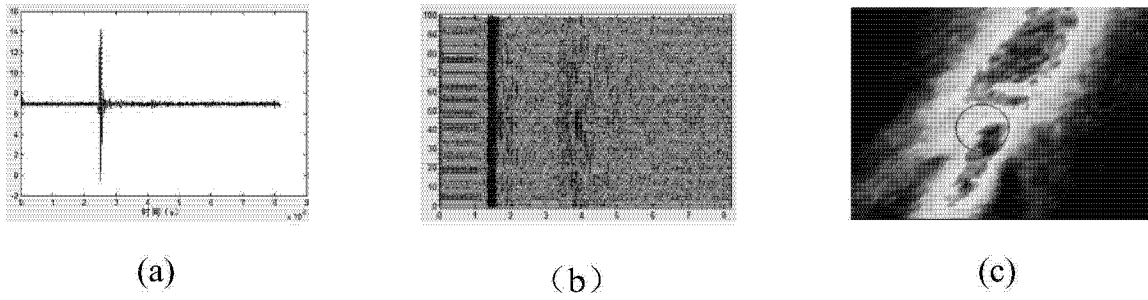


图 3

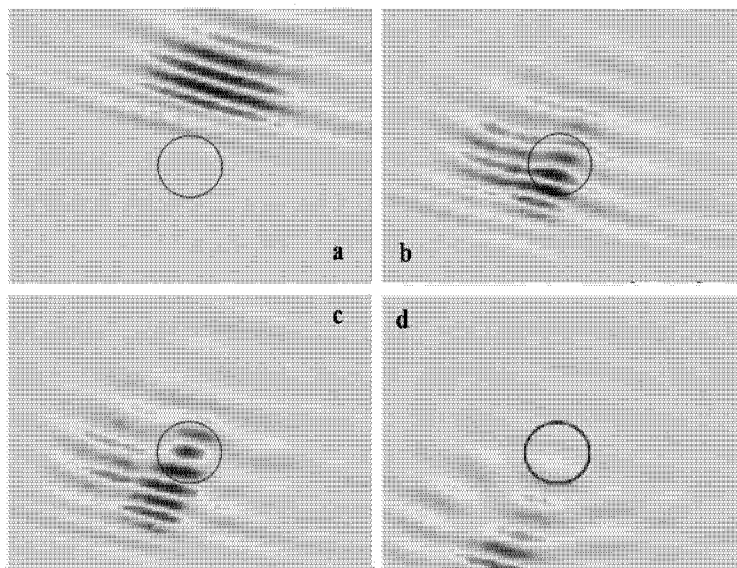


图 4