



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105726063 A  
(43)申请公布日 2016.07.06

(21)申请号 201610275908.2

(22)申请日 2016.04.29

(71)申请人 深圳大学

地址 518060 广东省深圳市南山区南海大道3688号

(72)发明人 和晓念 陈昕 覃正笛 林浩铭  
陈思平

(74)专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事务所 44268

代理人 王永文 刘文求

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

G01N 29/00(2006.01)

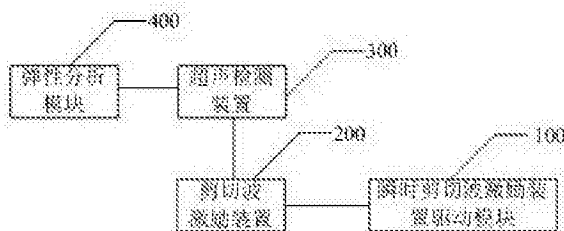
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统及方法

(57)摘要

本发明提供了一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统及方法,包括瞬时剪切波激励装置驱动模块,用于产生瞬时低频信号,经放大后驱动电磁振荡器,并通过电磁振荡器带动剪切波激励装置振动;剪切波激励装置,用于在电磁振荡器振动的带动下对待检测的介质表面进行瞬时振动,在介质内产生剪切波;超声检测装置,其中所包括的超声换能器设置在剪切波激励装置的中心轴上,用于发出超声波对剪切波中的聚焦旁瓣剪切波成分进行检测;及弹性分析模块。本发明中由剪切波激励装置对待检测的介质表面进行瞬时振动在其中心轴产生叠加剪切波成分,提高了在待检测的介质中圆环中心轴方向剪切波的能量和深度,从而增加瞬时弹性成像检测穿透深度。



1. 一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统,其特征在于,包括:

瞬时剪切波激励装置驱动模块,用于产生瞬时低频信号,经放大后驱动电磁振荡器,并通过电磁振荡器带动剪切波激励装置振动;

剪切波激励装置,用于在电磁振荡器振动的带动下对待检测的介质表面进行瞬时振动,在介质内产生剪切波;

超声检测装置,其中所包括的超声换能器设置在剪切波激励装置的中心轴上,用于发出超声波对剪切波中的聚焦旁瓣剪切波成分进行检测;

弹性分析模块,用于对采集的聚焦旁瓣剪切波的数据进行提取,得到聚焦剪切波的传播速度。

2. 根据权利要求1所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统,其特征在于,所述超声检测装置的检测信号与剪切波激励装置对介质表面的瞬时振动信号同步。

3. 根据权利要求1所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统,其特征在于,所述剪切波激励装置为圆环激励。

4. 根据权利要求3所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统,其特征在于,所述圆环激励、及所述超声检测装置中的超声换能器均固定设置在手柄中,且所述超声检测装置中所包括的超声换能器设置在圆环激励装置的中心轴上。

5. 根据权利要求1所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统,其特征在于,所述激励装置为振动点源,所述振动点源对称设置在所述超声检测装置中所包括的超声换能器两侧。

6. 一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法,其特征在于,包括以下步骤:

A、瞬时剪切波激励装置驱动模块产生瞬时低频信号,经放大后驱动电磁振荡器,并通过电磁振荡器带动剪切波激励装置振动;

B、剪切波激励装置在电磁振荡器振动的带动下对待检测的介质表面进行瞬时振动,在介质内产生剪切波;

C、设置在剪切波激励装置中心轴上的超声换能器发出超声波对剪切波中的聚焦旁瓣剪切波成分进行检测;

D、弹性分析模块对采集的聚焦旁瓣剪切波的数据进行提取,得到聚焦剪切波的传播速度。

7. 根据权利要求6所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法,其特征在于,所述超声检测装置的检测信号与剪切波激励装置对介质表面的瞬时振动信号同步。

8. 根据权利要求6所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法,其特征在于,所述激励装置为圆环激励。

9. 根据权利要求6所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法,其特征在于,所述圆环激励、及所述超声检测装置中的超声换能器均固定设置在手柄中,且所述超声检测装置中所包括的超声换能器设置在圆环激励的中心轴上。

10. 根据权利要求7所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法,其特征在于,所述激励装置为振动点源,所述振动点源对称设置在所述超声检测装置中所包括的超声换能器两侧。

## 一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及剪切波技术领域,尤其涉及一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统及方法。

### 背景技术

[0002] 瞬时弹性成像技术提供了一种快速、简洁、无创且完全无痛的肝脏硬度检测方法,其原理主要通过测定低频剪切波在肝组织纤维中的传播速度来判断肝脏的硬度,从而评估出肝脏纤维化的程度。法国ECHOSENS公司拥有的专门用于FibroScan(即纤维扫描)设备的VCTE(振动控制瞬时弹性)肝脏硬度无创定量诊断专利技术,该瞬时弹性成像技术主要装置是将超声换能器固定在电磁振荡器上,电磁振荡器产生低频瞬时振动,带动超声换能器本身在粘弹性介质表面产生瞬时振动,从而在组织内部产生剪切波,再利用该超声检测装置对探头正下方的剪切波进行监测和跟踪,从而获得与剪切波传播速度相对应的粘弹性介质的弹性数值,用来评估肝脏的硬度,单位以千帕(kPa)来表示。弹性数值测量范围是2.4~75.4千帕,弹性数值越大,表示肝组织质地越硬,纤维化程度越严重。

[0003] 该瞬时弹性装置中,剪切波的产生是由超声探头本身瞬时振动介质表面,作用等效于一个圆盘瞬时激励组织产生剪切波,同时又由其本身对探头正下方剪切波成分进行监测和跟踪。其存在的问题是:该模式剪切波产生的机理决定了探头正下方的剪切波成分能量相对较弱,剪切波向下传播深度受限。

[0004] 因此,现有技术还有待改进和发展。

### 发明内容

[0005] 鉴于上述现有技术的不足之处,本发明的目的在于提供一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统及方法,旨在解决现有技术中由电磁振荡器带动超声检测装置中的超声换能器振动,超声换能器本身瞬时振动待测介质表面,激励介质内部产生瞬时剪切波,而由超声换能器振动带动组织振动而产生的正下方剪切波能量相对较弱,剪切波向下传播深度受限,瞬时弹性成像检测穿透力不够,难以实现深度弹性检测的问题。

[0006] 为了达到上述目的,本发明采取了以下技术方案:

一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统,其中,包括:

瞬时剪切波激励装置驱动模块,用于产生瞬时低频信号,经放大后驱动电磁振荡器,并通过电磁振荡器带动剪切波激励装置振动;

剪切波激励装置,用于在电磁振荡器振动的带动下对待检测的介质表面进行瞬时振动,在介质内产生剪切波;

超声检测装置,其中所包括的超声换能器设置在剪切波激励装置的中心轴上,用于发出超声波对剪切波中的聚焦旁瓣剪切波成分进行检测;

弹性分析模块,用于对采集的聚焦旁瓣剪切波的数据进行提取,得到聚焦剪切波的传播速度。

[0007] 所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统,其中,所述超声检测装置的检测信号与剪切波激励装置对介质表面的瞬时振动信号同步。

[0008] 所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统,其中,所述激励装置为圆环激励。

[0009] 所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统,其中,所述圆环激励、及所述超声检测装置均固定设置在手柄中,且所述超声检测装置中所包括的超声换能器设置在圆环激励装置的中心轴上。

[0010] 所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统,其中,所述激励装置为振动点源,所述振动点源对称设置在所述超声检测装置中所包括的超声换能器两侧。

[0011] 一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法,其中,包括以下步骤:

A、瞬时剪切波激励装置驱动模块产生瞬时低频信号,经放大后驱动电磁振荡器,并通过电磁振荡器带动剪切波激励装置振动;

B、剪切波激励装置在电磁振荡器振动的带动下对待检测的介质表面进行瞬时振动,在介质内产生剪切波;

C、设置在剪切波激励装置中心轴上的超声换能器发出超声波对剪切波中的聚焦旁瓣剪切波成分进行检测;

D、弹性分析模块对采集的聚焦旁瓣剪切波的数据进行提取,得到聚焦剪切波的传播速度。

[0012] 所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法,其中,所述超声检测装置的检测信号与剪切波激励装置对介质表面的瞬时振动信号同步。

[0013] 所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法,其中,所述激励装置为圆环激励。

[0014] 所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法,其中,所述圆环激励、及所述超声检测装置中的超声换能器均固定设置在手柄中,且所述超声检测装置中所包括的超声换能器设置在圆环激励的中心轴上。

[0015] 所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法,其中,所述振动点源对称设置在所述超声检测装置中所包括的超声换能器两侧。

[0016] 本发明所述的基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统及方法,包括:瞬时剪切波激励装置驱动模块,用于产生瞬时低频信号,经放大后驱动电磁振荡器,并通过电磁振荡器带动剪切波激励装置振动;剪切波激励装置,用于在电磁振荡器振动的带动下对待检测的介质表面进行瞬时振动,在介质内产生剪切波;超声检测装置,其中所包括的超声换能器设置在剪切波激励装置的中心轴上,用于发出超声波对剪切波中的聚焦旁瓣剪切波成分进行检测;弹性分析模块,用于对采集的聚焦旁瓣剪切波的数据进行提取,得到聚焦剪切波的传播速度。本发明中由剪切波激励装置对待检测的介质表面进行瞬时振动在其中心轴产生叠加剪切波成分,提高了在待检测的介质中圆环中心轴方向剪切波的能量和深度,从而增加瞬时弹性成像检测穿透深度。

## 附图说明

[0017] 图1为本发明所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统较佳实施例的结构示意图。

[0018] 图2a为本发明所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统第一实施例的结构

示意图。

[0019] 图2b为本发明所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统第一实施例中圆环激励的示意图。

[0020] 图3为本发明所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统第二实施例的结构示意图。

[0021] 图4a为现有技术中单点激励在待检测的介质表面产生剪切波的分布示意图。

[0022] 图4b为本发明所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统中激励装置在待检测的介质表面产生剪切波的切面分布示意图。

[0023] 图5为本发明所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法较佳实施例的流程图。

### 具体实施方式

[0024] 本发明提供一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统及方法,为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下参照附图并举实施例对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0025] 请参考图1,其为本发明所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统较佳实施例的结构示意图。如图1所示,所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统包括:

瞬时剪切波激励装置驱动模块100,用于产生瞬时低频信号,经放大后驱动电磁振荡器,并通过电磁振荡器带动剪切波激励装置200振动;

剪切波激励装置200,用于在电磁振荡器振动的带动下对待检测的介质表面进行瞬时振动,在介质内产生剪切波;

超声检测装置300,其中所包括的超声换能器设置在剪切波激励装置200的中心轴上,用于发出超声波对剪切波中的聚焦旁瓣剪切波成分进行检测;

弹性分析模块400,用于对采集的聚焦旁瓣剪切波的数据进行提取,得到聚焦剪切波的传播速度。

[0026] 本发明的实施例中,瞬时剪切波激励装置驱动模块100中的瞬时低频信号经功率放大器放大后驱动电磁振荡器,并通过电磁振荡器带动剪切波激励装置200振动。由对称设置在超声检测装置300中的超声换能器周围的多点对称式激励的激励装置200在电磁振荡器振动的带动下对待检测的介质表面进行瞬时振动,并在介质内产生剪切波。由于不再是单点激励,而是多点对称式的激励,故在介质中产生复合剪切波,请参考图4b,且剪切波可叠加以加深在介质中的传播深度,从而增加瞬时弹性成像检测穿透深度。而现有技术中,则直接由超声检测装置300中的超声换能器直接对待检测的介质表面进行瞬时振动而产生剪切波,请参考图4a,该超声换能器正下方的剪切波在介质中的传播深度则低于本发明中叠加后的剪切波的传播深度。

[0027] 具体实施时,如图2a所示,作为本发明所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统第一实施例,所述剪切波激励装置200为圆环激励。具体的,如图2b所示,所述圆环激励的内径为1-5cm,所述圆环激励的外径与内径之差为2-16mm。如图2a所示,该基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统主要由三部分组成,剪切波产生模块(其包括瞬时剪切波激励装置驱动模块100和剪切波激励装置200)和超声检测装置300以及弹性分析模块400。所述

超声检测装置300的检测信号与剪切波激励装置200对介质表面的瞬时振动信号同步,可以实现对剪切波的跟踪检测,这是由于剪切波产生并存在的时间很短,故超声检测装置300应同步发出对剪切波进行检测的超声波,以避免检测不到剪切波。超声检测装置300中所包括的超声换能器放置于圆环激励的中心轴上(此时超声检测装置300中所包括的超声换能器与激励圆环可处于一个平面,也可以不处于一个平面),可以实现对圆环激励产生的聚焦旁瓣剪切波成分进行检测。激励信号产生模块100中可以采用电磁振荡器对圆环施加不同频率的瞬时激励信号。超声检测装置300是利用超声技术对剪切波传播数据进行采集。通过弹性分析模块400,可以从超声回波数据中提取剪切波的传播速度,估计出组织的弹性信息。为方便临床操作,可以将剪切波激励装置200和超声检测装置300中的超声换能器整合到一个手柄当中,即所述圆环激励、及所述超声检测装置300中的超声换能器均固定设置在手柄中,且所述超声检测装置300中所包括的超声换能器设置在圆环激励装置200的中心轴上。将剪切波激励装置200和超声检测装置300中所包括的超声换能器整合到一个手柄当中便于使用者操作,而且可以对手柄进行处理后,可确保圆环激励装置200在瞬时振动的同时而超声换能器仍保持静止,提高装置检测的稳定性。

[0028] 显然,所述剪切波激励装置200不局限于为所述圆环激励。请参考图3,作为本发明所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统第二实施例,所述剪切波激励装置200为振动点源,所述振动点源对称设置在所述超声换能器两侧。此时,所述超声检测装置300的检测信号与剪切波激励装置200对介质表面的瞬时振动信号同步。第二实施例与第一实施例的本质相同,这是因为第二实施例中只选取圆环激励中的部分对称的点输入激励信号,而不是在激励圆环上的所有点输入激励信号。

[0029] 同时,本发明不仅只是应用于瞬时激励弹性成像,也可以实现连续激励弹性成像,或对激励圆环连续激励,放置中间的超声检测装置中所包括的超声换能器对剪切波进行实时检测,依然也适用。

[0030] 由于利用圆环激励或是采用圆环上的有限个对称点激励产生叠加的剪切波模式具有多种独有特性,如剪切波可动态聚焦、可高频、可连续,故利用这些特性进行弹性成像也适用。

[0031] 可见,本发明中由对称设置在超声检测装置中所包括的超声换能器两侧的激励装置对待检测的介质表面进行瞬时振动,在超声换能器正下方产生叠加剪切波成分,提高了在待检测的介质中所传播剪切波的能量和深度,从而增加瞬时弹性成像检测穿透深度,以实现深度弹性检测。

[0032] 基于上述系统实施例,本发明还提供了一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法。如图5所示,所述一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法,包括以下步骤:

步骤S100、瞬时剪切波激励装置驱动模块产生瞬时低频信号,经放大后驱动电磁振荡器,并通过电磁振荡器带动激励装置振动;

步骤S200、激励装置在电磁振荡器振动的带动下对待检测的介质表面进行瞬时振动,在介质内产生剪切波;

步骤S300、设置在剪切波激励装置中心轴上的超声换能器发出超声波对剪切波中的聚焦旁瓣剪切波成分进行检测;

步骤S400、弹性分析模块对采集的聚焦旁瓣剪切波的数据进行提取,得到聚焦剪切波

的传播速度。

[0033] 进一步的,在所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法中,所述超声检测装置的检测信号与剪切波激励装置对介质表面的瞬时振动信号同步;具体如上所述。

[0034] 进一步的,在所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法中,所述激励装置为圆环激励;具体如上所述。

[0035] 进一步的,在所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法中,所述圆环激励、及所述超声检测装置中的超声换能器均固定设置在手柄中,且所述超声检测装置中所包括的超声换能器设置在圆环激励的中心轴上。

[0036] 进一步的,在所述基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励方法中,所述激励装置为振动点源,所述振动点源对称设置在所述超声检测装置中所包括的超声换能器两侧;具体如上所述。

[0037] 综上所述,本发明提供了一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统及方法,包括:瞬时剪切波激励装置驱动模块,用于产生瞬时低频信号,经放大后驱动电磁振荡器,并通过电磁振荡器带动剪切波激励装置振动;剪切波激励装置,用于在电磁振荡器振动的带动下对待检测的介质表面进行瞬时振动,在介质内产生剪切波;超声检测装置,所述超声检测装置中所包括的超声换能器设置在剪切波激励装置的中心轴上,用于发出超声波对剪切波中的聚焦旁瓣剪切波成分进行检测;弹性分析模块,用于对采集的聚焦旁瓣剪切波的数据进行提取,得到聚焦剪切波的传播速度。本发明中由剪切波激励装置对待检测的介质表面进行瞬时振动在其中心轴产生叠加剪切波成分,提高了在待检测的介质中圆环中心轴方向剪切波的能量和深度,从而增加瞬时弹性成像检测穿透深度。

[0038] 可以理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据本发明的技术方案及本发明构思加以等同替换或改变,而所有这些改变或替换都应属于本发明所附的权利要求的保护范围。

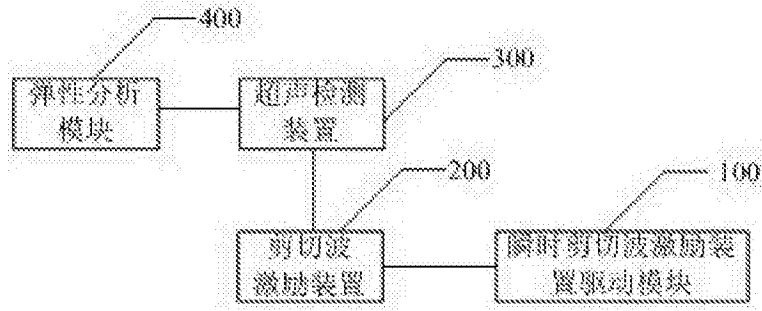


图1

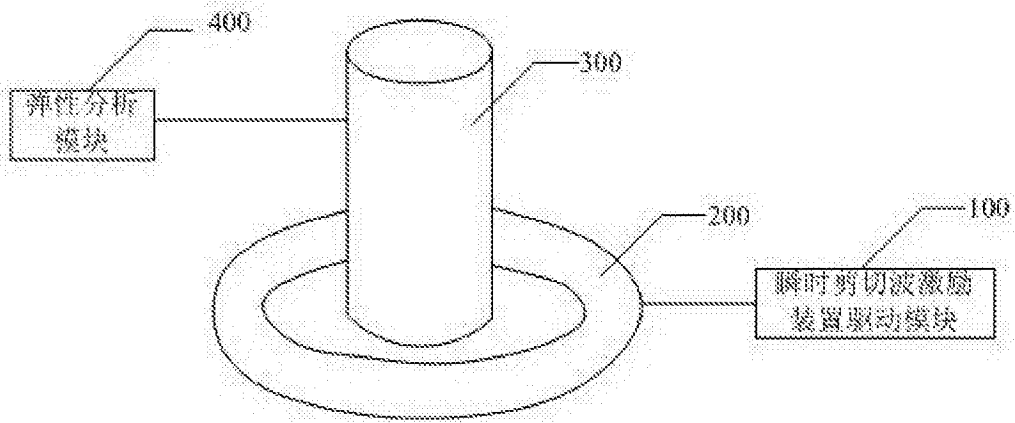


图2a

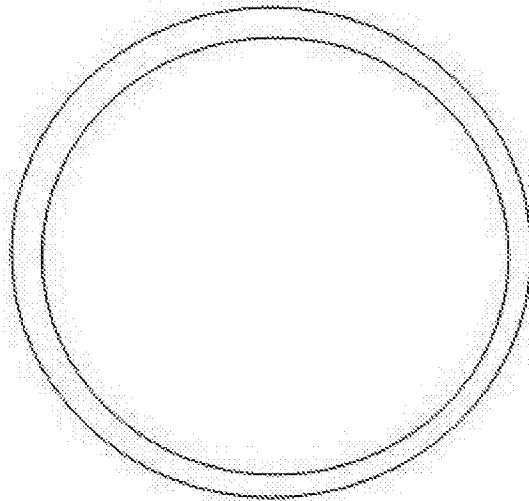


图2b

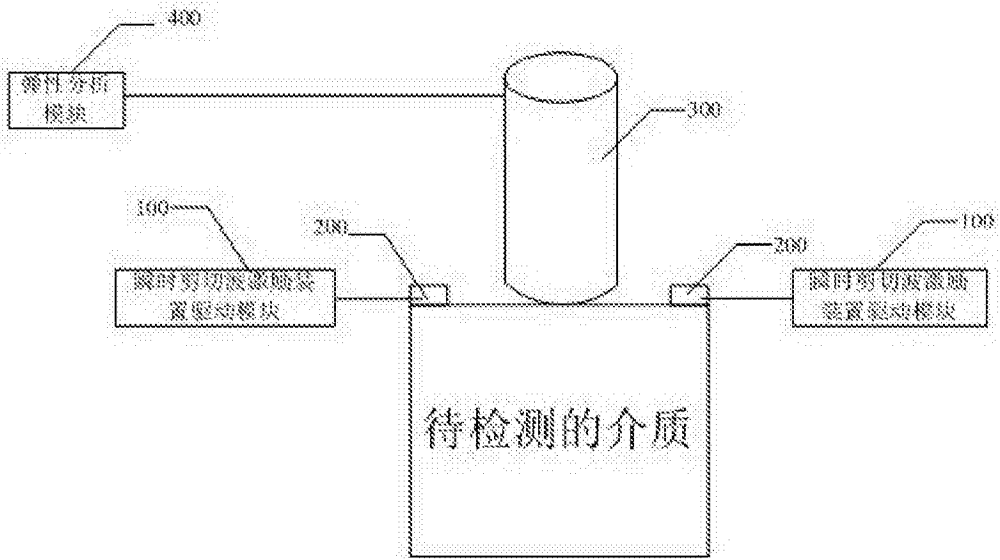


图3

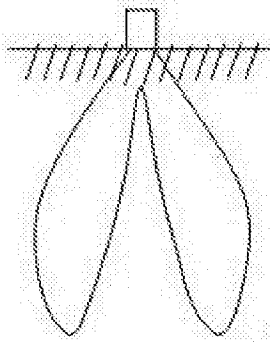


图4a

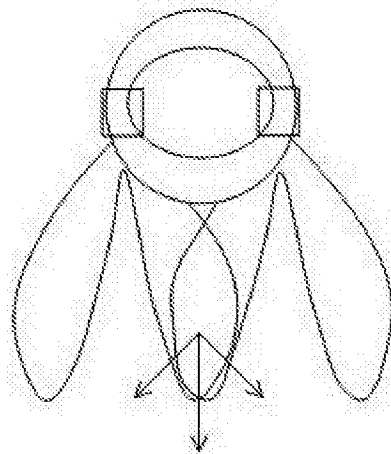


图4b

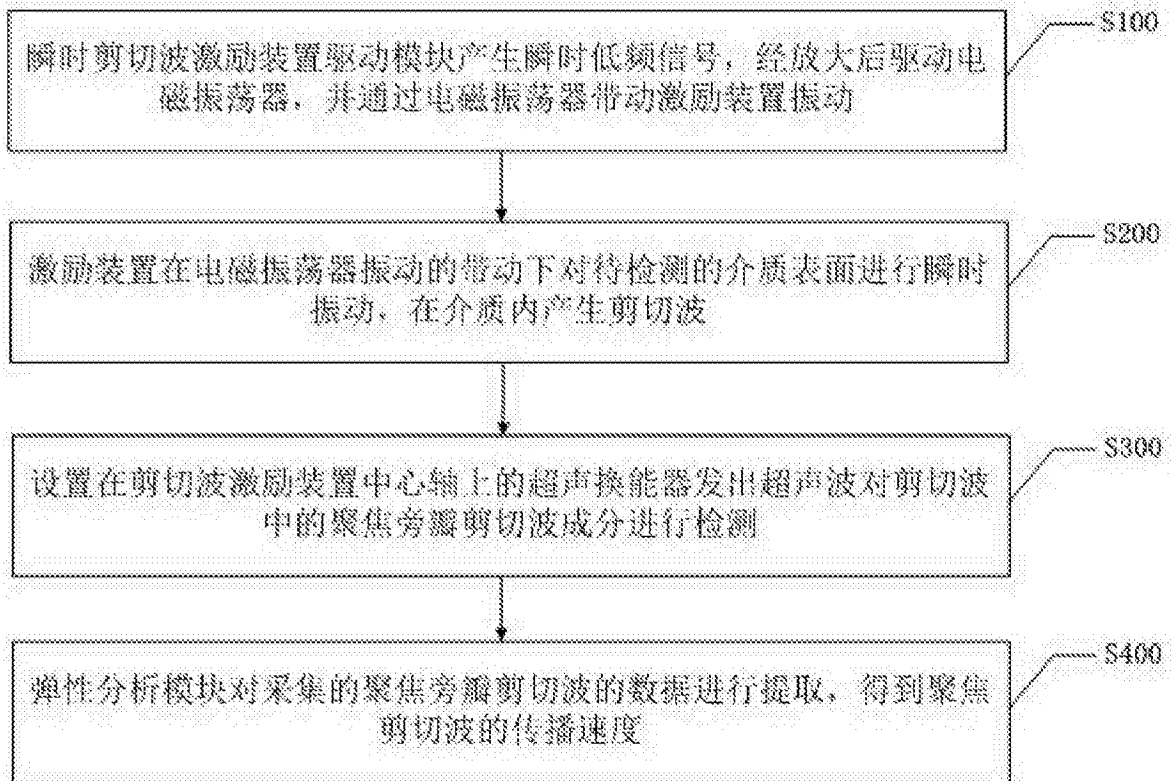


图5

专利名称(译)	一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统及方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN105726063A</a>	公开(公告)日	2016-07-06
申请号	CN201610275908.2	申请日	2016-04-29
[标]申请(专利权)人(译)	深圳大学		
申请(专利权)人(译)	深圳大学		
当前申请(专利权)人(译)	深圳大学		
[标]发明人	和晓念 陈昕 覃正笛 林浩铭 陈思平		
发明人	和晓念 陈昕 覃正笛 林浩铭 陈思平		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/00		
CPC分类号	A61B8/44 A61B8/4483 G01N29/00 G01N2291/02483 G01N2291/0422		
代理人(译)	王永文		
其他公开文献	CN105726063B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供了一种基于圆环外部振动的瞬时剪切波激励系统及方法，包括瞬时剪切波激励装置驱动模块，用于产生瞬时低频信号，经放大后驱动电磁振荡器，并通过电磁振荡器带动剪切波激励装置振动；剪切波激励装置，用于在电磁振荡器振动的带动下对待检测的介质表面进行瞬时振动，在介质内产生剪切波；超声检测装置，其中所包括的超声换能器设置在剪切波激励装置的中心轴上，用于发出超声波对剪切波中的聚焦旁瓣剪切波成分进行检测；及弹性分析模块。本发明中由剪切波激励装置对待检测的介质表面进行瞬时振动在其中心轴产生叠加剪切波成分，提高了在待检测的介质中圆环中心轴方向剪切波的能量和深度，从而增加瞬时弹性成像检测穿透深度。

