



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102813533 A

(43) 申请公布日 2012. 12. 12

(21) 申请号 201210291982. 5

(22) 申请日 2012. 08. 16

(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 陈昕

(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 杨宏 刘文求

(51) Int. Cl.

A61B 8/08 (2006. 01)

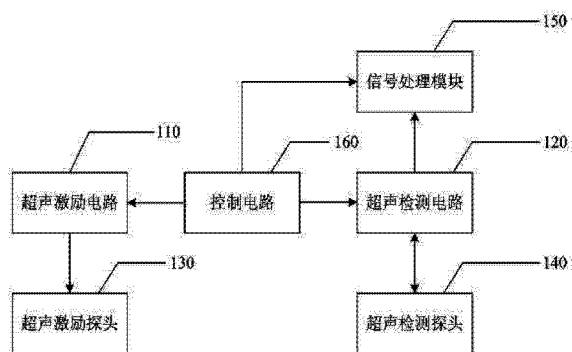
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

基于声辐射力的超声波骨评价装置及剪切波参数检测方法

(57) 摘要

本发明公开一种基于声辐射力的超声波骨评价装置及剪切波参数检测方法,通过超声激励电路产生声辐射力,激励骨组织振动,产生剪切波在骨组织中传播,然后由超声检测电路发射检测脉冲并接收回波,再由信号处理模块对回波进行处理,从中提取剪切波,并计算剪切波声学参数,最后根据所述声学参数输出骨组织状况评价结果,本发明利用剪切波声学参数与现有 QUS 技术互补,达到对骨组织状况进行准确评价的目的。



1. 一种基于声辐射力的超声波骨评价装置,其特征在于,包括:

超声激励电路;

超声检测电路;

超声激励探头;

超声检测探头;

信号处理模块;

控制电路;

所述超声激励电路连接超声激励探头,所述超声检测电路连接超声检测探头和信号处理模块,所述控制电路连接超声激励电路、超声检测电路和信号处理模块;

所述超声激励电路以预定形式的激励信号激励超声激励探头,发射相应频带宽度的超声波,所述超声波聚焦于骨组织内部,通过声辐射力激励骨组织产生剪切波并向四周传播,超声检测电路通过超声检测探头发射检测脉冲并接收回波,所述回波中包含了剪切波的振动信号,控制电路控制各个部分的时序和同步,信号处理模块对回波进行处理,从中提取剪切波,并计算剪切波声学参数,然后根据所述声学参数输出骨组织状况评价结果。

2. 根据权利要求1所述基于声辐射力的超声波骨评价装置,其特征在于,所述剪切波的质点振动方向与传播方向垂直。

3. 根据权利要求1所述基于声辐射力的超声波骨评价装置,其特征在于,所述激励超声波是脉冲调幅波。

4. 根据权利要求1所述基于声辐射力的超声波骨评价装置,其特征在于,所述激励超声波是连续调幅波。

5. 根据权利要求1所述基于声辐射力的超声波骨评价装置,其特征在于,所述超声激励探头和超声检测探头为同一探头。

6. 根据权利要求1所述基于声辐射力的超声波骨评价装置,其特征在于,所述超声激励探头和超声检测探头为不同探头。

7. 根据权利要求1所述基于声辐射力的超声波骨评价装置,其特征在于,所述检测电路通过脉冲—回波方式接收回波。

8. 根据权利要求1所述基于声辐射力的超声波骨评价装置,其特征在于,所述声学参数包括声速和声衰减量。

9. 根据权利要求1所述基于声辐射力的超声波骨评价装置,其特征在于,所述骨组织剪切波声学参数用于评价骨组织状况。

10. 一种如权利要求1所述基于声辐射力的超声波骨评价装置的剪切波参数检测方法,其特征在于,包括步骤:

A、所述超声波骨评价装置发射相应频带宽度的超声波;

B、所述超声波聚焦于骨组织内部,通过声辐射力激励骨组织产生剪切波并向四周传播;

C、所述超声波骨评价装置发射检测脉冲并接收回波,并对所述回波进行处理,从中提取剪切波,并获取所述剪切波的声学参数。

基于声辐射力的超声波骨评价装置及剪切波参数检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及超声骨组织检测领域,尤其涉及一种基于声辐射力的超声波骨评价装置及剪切波参数检测方法。

背景技术

[0002] 骨质疏松是以骨量减少、骨的微观结构退化为特征的,致使骨的脆性增加以及易于发生骨折的一种全身性骨骼疾病。骨质疏松与糖尿病、老年痴呆一起,被列为世界三大老年性疾病,它不仅严重危害人类健康,而且给家庭和社会带来极大负担。中国正逐步向老龄化社会过渡,作为中老年退行性疾病的骨质疏松症及其所引起的骨折已成为一个严重的社会问题。对于骨质疏松的策略是主动预防,早期诊断是关键。因此,对骨质疏松症诊断方法的研究受到国内外学术界和医学界的日益重视。

[0003] 目前临床对骨质疏松的诊断广泛采用定量超声(Quantitative Ultrasound, QUS)技术。QUS 的基本原理是用发射探头在骨组织中产生超声波,再用检测探头接收超声波。然后根据接收的超声波计算各种声学参数,例如声速、声衰减。然后利用物理模型或者经验公式将这些声学参数与骨组织特性联系起来,进而诊断骨质疏松。骨组织中可以传播两种声波:纵波(longitudinal wave)和横波(shear wave,也称为剪切波)。纵波的传播方向与质点振动方向一致,而剪切波的传播方向与质点振动方法垂直。两种声波在骨组织中的传播方式不同,与骨组织特性的联系也不同。例如纵波声速与骨的体模量相关,而剪切波声速与骨的剪切模量相关,不同的弹性模量反映了骨的不同生物力学特性。根据 Sarvazyan 等人的论文(Ultrasound in Medicine and Biology, Vol. 24, No. 9, pp. 1419 - 1435; 1998),与骨组织的体模量相比,剪切模量分布在更宽的范围中,因此剪切模量对骨组织的变化更敏感。现有 QUS 技术发射的超声波都是纵波,得到的声学参数也都是纵波声学参数。如果在 QUS 测量的同时检测剪切波声学参数,将与纵波声学参数形成互补关系,可以更全面的对骨组织特性进行评估。

发明内容

[0004] 现有 QUS 技术虽然应用广泛,但其测量精度不高,与基于 X 线的方法相比还有差距。鉴于现有 QUS 技术的不足,本发明的目的在于提供一种基于声辐射力的超声波骨评价装置及剪切波声学参数检测方法,旨在定量检测骨组织中剪切波声学参数,与现有 QUS 技术互补,为骨组织评估提供更全面的信息。

[0005] 本发明的技术方案如下:

一种基于声辐射力的超声波骨评价装置,其中,包括:

超声激励电路;

超声检测电路;

超声激励探头;

超声检测探头;

信号处理模块；

控制电路；

所述超声激励电路连接超声激励探头，所述超声检测电路连接超声检测探头和信号处理模块，所述控制电路连接超声激励电路、超声检测电路和信号处理模块；

所述超声激励电路以预定形式的激励信号激励超声激励探头，发射相应频带宽度的激励超声波，所述超声波聚焦于骨组织内部，通过声辐射力激励骨组织振动，产生剪切波并向四周传播，超声检测电路通过超声检测探头发射检测脉冲并接收回波，所述回波中包含了剪切波的振动信号，控制电路控制各个部分的时序和同步，信号处理模块对回波进行处理，从中提取剪切波，并计算骨组织的剪切波声学参数，然后根据所述声学参数输出骨组织状况评价结果。

[0006] 所述基于声辐射力的超声波骨评价装置，其中，所述剪切波的质点振动方向与传播方向垂直。

[0007] 所述基于声辐射力的超声波骨评价装置，其中，所述激励超声波是脉冲调幅波。

[0008] 所述基于声辐射力的超声波骨评价装置，其中，所述激励超声波是连续调幅波。

[0009] 所述基于声辐射力的超声波骨评价装置，其中，所述超声激励探头和超声检测探头为同一探头。

[0010] 所述基于声辐射力的超声波骨评价装置，其中，所述超声激励探头和超声检测探头为不同探头。

[0011] 所述基于声辐射力的超声波骨评价装置，其中，所述检测电路通过脉冲 回波方式接收回波。

[0012] 所述基于声辐射力的超声波骨评价装置，其中，所述声学参数包括声速和声衰减量。

[0013] 所述基于声辐射力的超声波骨评价装置，其中，所述骨组织剪切波声学参数用于评价骨组织状况。

一种所述基于声辐射力的超声波骨评价装置的剪切波参数检测方法，其中，包括步骤：

A、所述超声波骨评价装置发射相应频带宽度的超声波；

B、所述超声波聚焦于骨组织内部，通过声辐射力激励骨组织产生剪切波并向四周传播；

C、所述超声波骨评价装置发射检测脉冲并接收回波，并对所述回波进行处理，从中提取剪切波，并获取所述剪切波的声学参数；

有益效果：

本发明公开的基于声辐射力的超声波骨评价装置及剪切波声学参数检测方法，其中，采用激励 振动 检测的工作方式，激励和检测都是采用纵波，而检测的对象是组织内部由于激励产生和传播的剪切波。本发明与现有的 QUS 技术在装置上很容易兼容：超声激励电路可以用于实现 QUS 中的发射功能，超声检测电路可以用于实现 QUS 中的接收功能，本发明检测的剪切波参数与 QUS 检测的纵波参数互补，从而能够为骨组织评估提供更全面的信息。

附图说明

- [0014] 图 1 为本发明基于声辐射力的超声波骨评价装置的结构框图。
- [0015] 图 2a 为本发明基于声辐射力的超声波骨评价装置激励剪切波的结构示意图。
- [0016] 图 2b 为本发明基于声辐射力的超声波骨评价装置检测剪切波的结构示意图。
- [0017] 图 3 为本发明基于声辐射力的超声波骨评价装置的剪切波参数检测方法的流程图。

具体实施方式

[0018] 本发明提供一种基于声辐射力的超声波骨评价装置及剪切波参数检测方法,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仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0019] 本发明基于声辐射力的超声波骨评价装置,如图 1 所示,其包括:超声激励电路 110、超声检测电路 120、超声激励探头 130、超声检测探头 140、信号处理模块 150 和控制电路 160,其中,所述超声激励电路 110 连接超声激励探头 130,所述超声检测电路 120 连接超声检测探头 140 和信号处理模块 150,所述控制电路 160 连接超声激励电路 110,超声检测电路 120,以及信号处理模块 150。

[0020] 具体来说,请一并结合图 2a 和图 2b,超声激励电路 110(图 2a 和图 2b 中用超声激励电路表示)以预定形式的激励信号激励超声激励探头 130,发射相应频带宽度的超声波,所述超声波聚焦于骨组织内部,通过声辐射力激励骨组织振动,产生剪切波并向四周传播。超声检测电路 120(图 2a 和图 2b 中用超声检测电路表示)工作在脉冲 回波方式,通过超声检测探头 140 发射并接收回波(所述回波中包含了剪切波的振动信号),然后由超声检测电路将其发送给信号处理模块(图 2a 和图 2b 中用信号处理模块表示)。信号处理模块对回波进行处理,从中提取剪切波,并计算剪切波声学参数,然后根据所述声学参数输出骨组织状况评价结果。控制电路 160 负责各个部分之间的控制与时序同步。本发明与现有 QUS 技术的区别包括:QUS 工作方式是发射 接收,采用的是纵波;本发明的工作方式是激励 振动 检测,其中振动是剪切波振动,在本实施例中,检测是采用超声脉冲 回波方法。激励和检测都是采用纵波,而检测的对象是剪切波。

[0021] 本发明与 QUS 技术在装置上很容易兼容。激励电路可以实现 QUS 中的发射功能,区别只是功率大小。检测电路也可以实现超声波的接收。

[0022] 所述剪切波即横波的质点振动方向与超声波的传播方向垂直,而纵波的质点振动方向与超声波的传播方向平行。

[0023] 本发明除了可以用一个超声探头来产生激励剪切波,然后用另一个超声探头来检测剪切波之外,还可以用同一个超声探头同时激励和检测剪切波。

[0024] 激励探头和检测探头可以只有单个阵元,也可以包含多个阵元,由多阵元协同工作。

[0025] 所述超声波聚焦于骨组织内部,使整体能量集中在局部区域,激励骨组织产生振动,所述检测电路通过脉冲 回波方式对剪切波进行检测,即采用多普勒超声系统的检测电路,工作在脉冲 回波方式,所述声学参数包括声速、声衰减量等参数。

[0026] 基于上述方法,本发明还提供一种基于声辐射力的超声波骨评价装置的剪切波参

数检测方法,如图 3 所示,包括步骤:

S101、所述超声波骨评价装置发射相应频带宽度的超声波;

S102、所述超声波聚焦于骨组织内部,通过声辐射力激励骨组织产生剪切波并向四周传播;

S103、所述超声波骨评价装置发射检测脉冲并接收回波,并对所述回波进行处理,从中提取剪切波,并获取所述剪切波的声学参数;

其中,第 k 个回波的复数形式为 $r(t, k) = g(t, k)e^{j(\omega_0 t + \phi_0)}$; t 表示时间(间接代表组织的深度), ω_0 表示超声角频率, ϕ_0 表示初始相位,其中 j 为复数虚单位, e 为常数。 $g(t, k)$ 是基带复数包络,其表达式为 $g(t, k) = |g(t, k)|e^{j\phi(t, k)}$ 。

[0027] 本发明还通过信号处理模块来完成对所检测到的 $r(t, k)$ 信号进行后处理。当骨组织中有剪切波传播时,会引起质点位移,假设位移幅度为 $D(t)$,质点位移会导致回波在时间上的滞后,则对第 k 个接收回波而言,由于位移引起的时间差为: $\Delta t = 2D(t + kT)/c$; 其中 c 是检测超声在骨组织中的声速, T 是两个检测脉冲之间的时间间隔,回波时间差可转换为回波复数包络的相位:

$$\phi(t, k) = \omega_0 \Delta t = 2\omega_0 D(t + kT)/c;$$

所以第 k 个回波还、可以表示为:

$$r(t, k) = |g(t, k)|e^{2j\omega_0 D(t + kT)/c} e^{j(\omega_0 t + \phi_0)};$$

然后对 $r(t, k)$ 进行正交解调,得到同相信号和正交信号:

$$\begin{aligned} I(t, k) &= |g(t, k)| \cos(2\omega_0 D(t + kT)/c + \phi_0) \\ Q(t, k) &= |g(t, k)| \sin(2\omega_0 D(t + kT)/c + \phi_0); \end{aligned}$$

从中提取振动信号,得到:

$$D(t + kT) = \frac{c}{2\omega_0} \tan^{-1}(Q/I) - \frac{c\phi_0}{2\omega_0}, \text{ 从而最终获得剪切波的位移波形。}$$

[0028] 综上所述,本发明通过超声激励探头产生声辐射力,并激励骨组织振动,产生剪切波在骨组织中传播,最后由超声检测探头发射检测脉冲并接收回波,然后由信号处理模块对回波进行处理,从中提取剪切波,并计算剪切波声学参数,然后根据所述声学参数输出骨组织状况评价结果,本发明利用剪切波的声学参数与现有 QUS 技术互补,达到对骨组织状况进行准确的评价的目的。

[0029] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

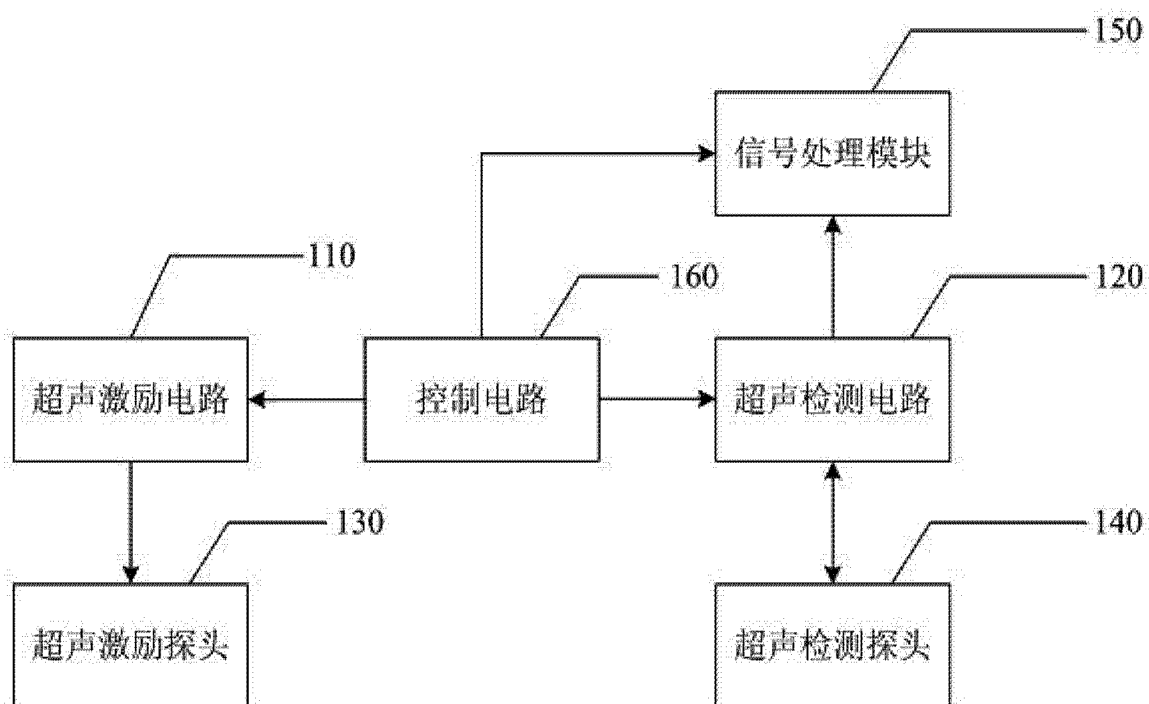


图 1

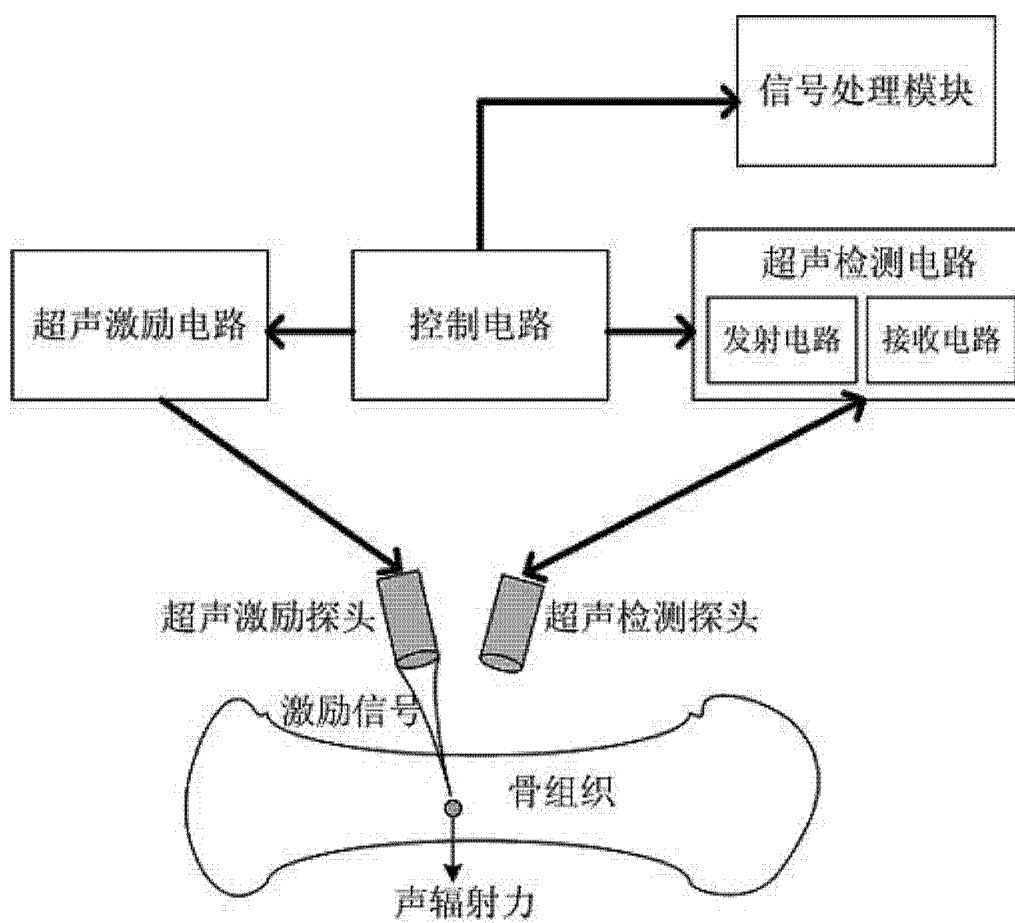


图 2a

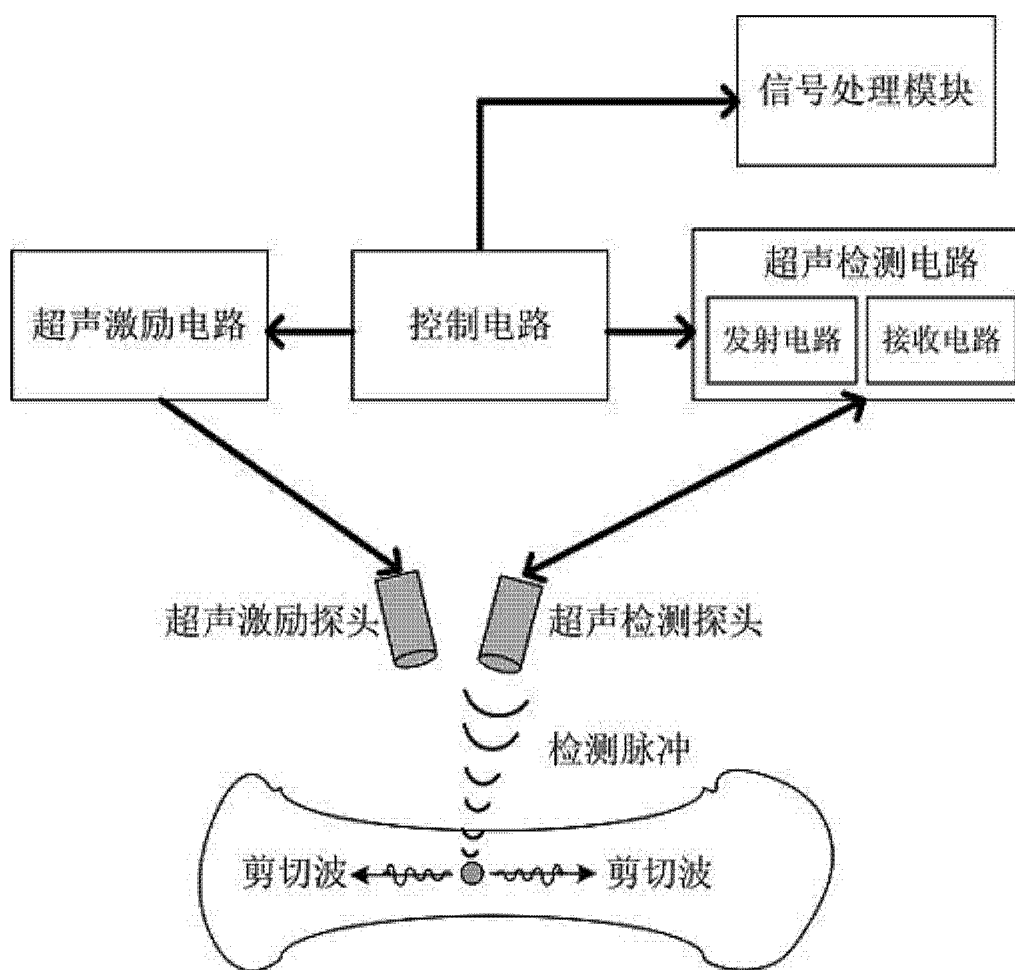


图 2b

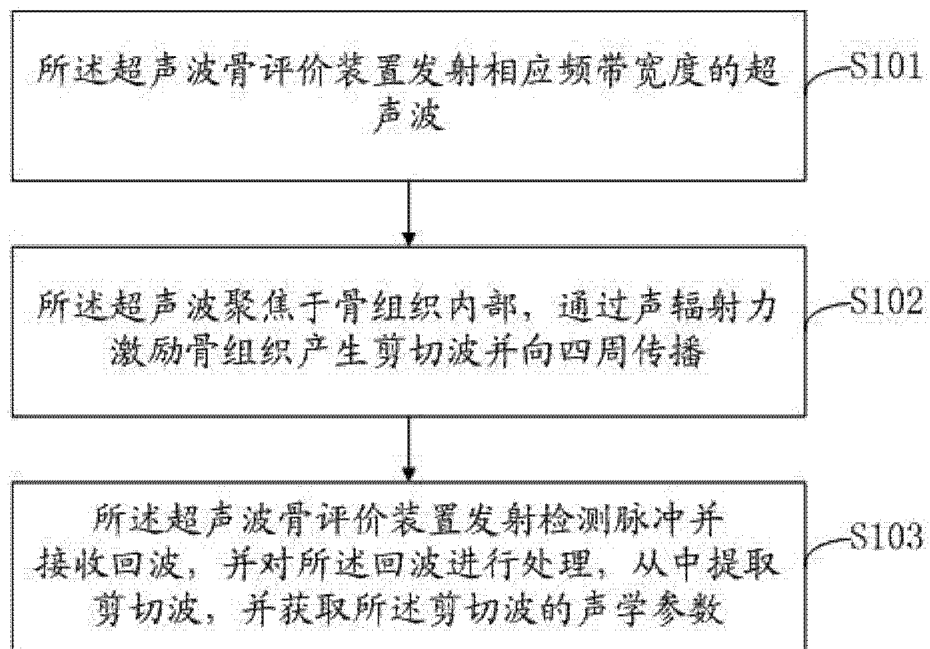


图 3

专利名称(译)	基于声辐射力的超声波骨评价装置及剪切波参数检测方法		
公开(公告)号	CN102813533A	公开(公告)日	2012-12-12
申请号	CN201210291982.5	申请日	2012-08-16
[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	陈昕		
发明人	陈昕		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/485		
代理人(译)	杨宏		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开一种基于声辐射力的超声波骨评价装置及剪切波参数检测方法，通过超声激励电路产生声辐射力，激励骨组织振动，产生剪切波在骨组织中传播，然后由超声检测电路发射检测脉冲并接收回波，再由信号处理模块对回波进行处理，从中提取剪切波，并计算剪切波声学参数，最后根据所述声学参数输出骨组织状况评价结果，本发明利用剪切波声学参数与现有QUS技术互补，达到对骨组织状况进行准确评价的目的。

