



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106102591 A

(43)申请公布日 2016. 11. 09

(21)申请号 201580013303.X

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

(22)申请日 2015.02.26

代理人 高迪

(30)优先权数据

2014-048884 2014.03.12 JP

(51)Int.Cl.

A61B 8/08(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.09.12

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/055567 2015.02.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/137131 JA 2015.09.17

(71)申请人 古野电气株式会社

地址 日本兵库县

(72)发明人 喜屋武弥 川浪敏志

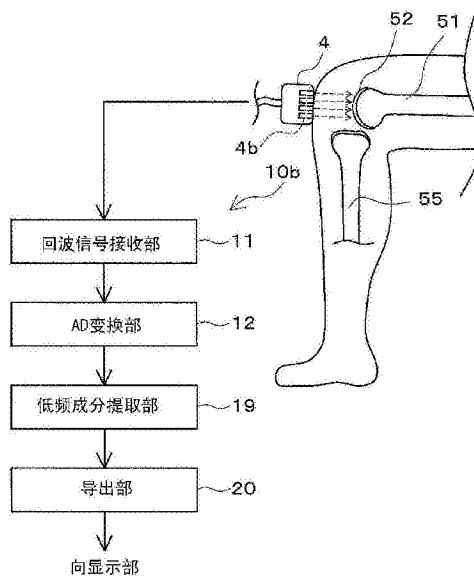
权利要求书2页 说明书11页 附图15页

(54)发明名称

超声波诊断装置、以及超声波诊断方法

(57)摘要

准确地检测软骨的形状,并且基于高精度检测而得的软骨的回波,导出与该软骨有关的信息。超声波诊断装置具备超声波发射部(4b)以及超声波接收部(4b)、低频成分提取部(19)、导出部(20)。超声波发射部(4b)在进行超声波收发的收发波面相对于软骨(52)的相对位置被固定后的状态中的、第2骨部(55)相对于第1骨部(51)的弯曲角度不同的多个弯曲状态的各个状态下,对软骨(52)发送超声波。超声波接收部(4b)在多个弯曲状态中的各个状态下,接收各帧的回波信号。低频成分提取部(19)从回波信号中,针对帧方向提取作为频率成分低于规定频率的回波数据的低频回波数据。导出部(20)基于低频回波数据,导出与软骨有关的信息。



1. 一种超声波诊断装置,具备:超声波发射部,经覆盖包含第1骨部的端部与第2骨部的端部的关节部的软组织,朝向所述第1骨部的端部的软骨发射超声波;以及超声波接收部,接收由该超声波发射部发射的超声波的回波信号,所述超声波诊断装置基于由该超声波接收部接收的所述回波信号,诊断所述软骨的变性度,所述超声波诊断装置的特征在于,

所述超声波发射部在进行所述超声波的收发的收发波面相对于所述软骨的相对位置被固定后的状态中的、所述第2骨部相对于所述第1骨部的弯曲角度不同的多个弯曲状态中的各个弯曲状态下,对所述软骨发射超声波,

所述超声波接收部在所述多个弯曲状态中的各个弯曲状态下,对由所述软骨的深度方向以及与该深度方向正交的方向而确定的各帧中的回波信号进行接收,

所述超声波诊断装置还具备:

低频成分提取部,从由所述超声波接收部接收的回波信号之中,针对作为多个所述帧的排列方向的帧方向,提取作为频率成分低于规定频率的回波数据的低频回波数据;以及

导出部,基于由所述低频成分提取部提取出的所述低频回波数据,导出与所述软骨有关的信息。

2. 如权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述第2骨部在所述多个弯曲状态之中的所述弯曲角度最大的第1弯曲状态与所述弯曲角度最小的第2弯曲状态之间,以规定周期进行弯曲动作,

所述超声波发射部以规定的时间间隔发射超声波。

3. 如权利要求2所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述规定频率设定为频率低于表示为所述规定周期的倒数的频率。

4. 如权利要求1~3中任一项所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述导出部具有基于所述低频回波数据、来生成作为与所述软骨有关的信息的回波图像的回波图像生成部。

5. 如权利要求1~4中任一项所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述低频成分提取部,具有:

傅里叶变换部,针对三维回波数据至少沿所述帧方向进行傅里叶变换,所述三维回波数据由沿所述帧方向排列的每一所述帧的回波数据构成,且所述三维回波数据由所述帧方向、所述软骨的深度方向、以及与所述帧方向和所述深度方向这两方正交的方向而确定;以及

低通滤波部,从由所述傅里叶变换部进行了傅里叶变换而得的所述三维回波数据中,提取所述低频回波数据。

6. 如权利要求5所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述傅里叶变换部针对所述三维回波数据进行三维傅里叶变换,

所述导出部具有:

选择部,从由所述傅里叶变换部进行傅里叶变换而得的所述三维回波数据中,选择作为所述帧方向上的低频的二维回波数据的低频二维回波数据;

谱角度特性计算部,将与下述的多个角度位置分别对应的区域内的回波强度相加来计算合计值,并计算针对于各所述角度位置的各所述合计值、来作为谱角度特性,上述的多个角度位置是针对穿过由所述选择部选择出的所述低频二维回波数据的原点的基准线而设

定的多个角度位置;以及

角宽计算部,在由所述谱角度特性计算部算出的所述谱角度特性中,对所述合计值相对于所述谱角度特性的峰值为规定比例的、角度的宽度进行计算。

7. 如权利要求6所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述超声波诊断装置还具备解析区域设定部,该解析区域设定部在每一所述帧的任意一个回波数据中设定下述的解析区域,所述解析区域是由所述软骨的深度方向以及与该深度方向正交的方向而确定、包括所述软骨且除去该软骨所附着的软骨下骨而得的区域,

所述选择部对包含在由所述解析区域设定部设定的所述解析区域内的、所述低频二维回波数据进行选择。

8. 如权利要求1~7中任一项所述的超声波诊断装置,其特征在于,

适用于作为所述第1骨部的大腿骨、以及作为所述第2骨部的胫骨。

9. 如权利要求8所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述接收波面的法线方向朝向所述软骨且沿该大腿骨所延伸的方向配置。

10. 如权利要求1~9中任一项所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述超声波诊断装置还具备显示部,显示由所述导出部导出的与所述软骨有关的信息。

11. 一种超声波诊断方法,包括:发射超声波的步骤,经覆盖包含第1骨部的端部与第2骨部的端部的关节部的软组织,朝向所述第1骨部的端部的软骨发射超声波;以及接收超声波的步骤,接收由所述发射超声波的步骤发射的超声波的回波信号,所述超声波诊断方法基于由所述接收回波信号的步骤接收的所述回波信号,诊断所述软骨的变性度,所述超声波诊断方法的特征在于,

在所述发射超声波的步骤中,在进行所述超声波的收发的收发波面相对于所述软骨的相对位置被固定后的状态中的、所述第2骨部相对于所述第1骨部的弯曲角度不同的多个弯曲状态中的各个弯曲状态下,对所述软骨发射超声波,

在所述接收回波信号的步骤中,在所述多个弯曲状态的各个弯曲状态下,接收由所述软骨的深度方向、以及与该深度方向交叉的方向而确定的各帧的回波信号,

所述超声波诊断方法还包括,

针对作为多个所述帧的排列方向的帧方向,提取作为频率成分低于规定频率的回波数据的、低频回波数据的步骤;以及

基于所述低频回波数据导出与所述软骨有关的信息的步骤。

## 超声波诊断装置、以及超声波诊断方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于诊断软骨的状态的超声波诊断装置、以及超声波诊断方法。

### 背景技术

[0002] 一直以来,众所周知的超声波诊断装置是,为了解析软骨的状态,而基于朝向软骨发射的超声波的反射回波,导出与软骨有关的信息。例如,在专利文献1公开的超声波诊断装置中,通过进行朝向膝盖软骨发射的超声波波束的回波信号的回波电平(强度)的边缘提取,提取软骨与邻接该软骨的其他组织的边界。并且,基于该提取的边界提取软骨的形状。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2010-125号公报

### 发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 但是,存在如下可能性,即在软骨与邻接该软骨的其他组织之间的回波电平之差较小时,不能准确地进行上述那样的边缘提取,二者之间的边界的推算精度变低。如此一来,不能准确地检测软骨的形状。

[0008] 本发明是为解决上述问题而作出的,其目的在于,准确地检测软骨的形状,并且基于高精度检测而得的软骨的回波导出与该软骨有关的信息。

[0009] 用于解决问题的手段

[0010] (1)为了解决上述问题,本发明的某一方面所涉及的超声波诊断装置具备:超声波发射部,经覆盖包含第1骨部的端部与第2骨部的端部的关节部的软组织,朝向所述第1骨部的端部的软骨发射超声波;以及超声波接收部,接收由该超声波发射部所发射的超声波的回波信号,该超声波诊断装置基于由该超声波接收部接收的所述回波信号,来诊断所述软骨的变性度,所述超声波发射部在进行所述超声波收发的收发波面相对于所述软骨的相对位置被固定后的状态中的、所述第2骨部相对于所述第1骨部的弯曲角度不同的多个弯曲状态的各个弯曲状态下,对所述软骨发射超声波,所述超声波接收部在所述多个弯曲状态的各个弯曲状态下,接收由所述软骨的深度方向以及与该深度方向正交的方向而确定的各帧的回波信号,所述超声波诊断装置还具备低频成分提取部,从由所述超声波接收部接收的回波信号中,针对作为多个所述帧的排列方向的帧方向,提取作为频率成分低于规定频率的回波数据的低频回波数据;以及导出部,基于由所述低频成分提取部提取出的所述低频回波数据,导出与所述软骨有关的信息。

[0011] (2)优选的是,所述第2骨部在所述多个弯曲状态之中的所述弯曲角度最大的第1弯曲状态与所述弯曲角度最小的第2弯曲状态之间,以规定周期进行弯曲动作,所述超声波发射部以规定的时间间隔发射超声波。

[0012] (3)更优选的是,所述规定频率设定为频率低于表示为所述规定周期的倒数的频

率。

[0013] (4)优选的是,所述导出部具有基于所述低频回波数据,生成作为与所述软骨有关的信息的回波图像的回波图像生成部。

[0014] (5)优选的是,所述低频成分提取部具有:傅里叶变换部,针对三维回波数据至少沿所述帧方向进行傅里叶变换,所述三维回波数据由沿所述帧方向排列的每一所述帧的回波数据构成,且所述三维回波数据由所述帧方向、所述软骨的深度方向、以及与所述帧方向和所述深度方向这两方正交的方向而确定;以及低通滤波部,从由所述傅里叶变换部进行了傅里叶变换而得的所述三维回波数据之中,提取所述低频回波数据。

[0015] (6)更优选的是,所述傅里叶变换部针对所述三维回波数据进行三维傅里叶变换,所述导出部具有:选择部,从由所述傅里叶变换部进行了傅里叶变换而得的所述三维回波数据之中,选择作为所述帧方向上的低频的二维回波数据;谱角度特性计算部,将与下述的多个角度位置分别对应的区域内的回波强度相加来计算合计值,并计算针对于各所述角度位置的各所述合计值、来作为谱角度特性,上述的多个角度位置是针对穿过由所述选择部选择出的所述低频二维回波数据的原点的基准线而设定的多个角度位置;以及角宽计算部,在由所述谱角度特性计算部算出的所述谱角度特性中,对所述合计值相对于所述谱角度特性的峰值为规定比例的、角度的宽度进行计算。

[0016] (7)更优选的是,所述超声波诊断装置还具备解析区域设定部,该解析区域设定部在每一所述帧的任意一个回波数据中设定下述的解析区域,所述解析区域是由所述软骨的深度方向以及与该深度方向正交的方向而确定、包括所述软骨且除去该软骨所附着的软骨下骨而得的区域,所述选择部对包含在由所述解析区域设定部设定的所述解析区域内的、所述低频二维回波数据进行选择。

[0017] (8)优选的是,所述超声波诊断装置适用于作为所述第1骨部的大腿骨、以及作为所述第2骨部的胫骨。

[0018] (9)更优选的是,所述接收波面的法线方向朝向所述软骨且沿该大腿骨所延伸的方向配置。

[0019] (10)优选的是,所述超声波诊断装置还具备显示部,显示由所述导出部导出的与所述软骨有关的信息。

[0020] (11)为了解决上述问题,本发明的某一方面所涉及的超声波诊断方法包括:发射超声波的步骤,经覆盖包含第1骨部的端部与第2骨部的端部的关节部的软组织,朝向所述第1骨部的端部的软骨发射超声波;以及接收超声波的步骤,接收由所述发射超声波的步骤发射的超声波的回波信号,所述超声波诊断方法基于由所述接收回波信号的步骤接收的所述回波信号,诊断所述软骨的变性度,在所述发射超声波的步骤中,在进行所述超声波的收发收发波面相对于所述软骨的相对位置被固定后的状态中的、所述第2骨部相对于所述第1骨部的弯曲角度不同的多个弯曲状态中的各个弯曲状态下,对所述软骨发射超声波,在所述接收回波信号的步骤中,在所述多个弯曲状态的各个弯曲状态下,接收由所述软骨的深度方向、以及与该深度方向交叉的方向而确定的各帧的回波信号,所述超声波诊断方法还包括,针对作为多个所述帧的排列方向的帧方向,提取作为频率成分低于规定频率的回波数据的、低频回波数据的步骤;以及基于所述低频回波数据导出与所述软骨有关的信息的步骤。

[0021] 发明效果

[0022] 根据本发明,能够准确地检测软骨的形状,并且能够基于高精度检测而得的软骨的回波导出与该软骨有关的信息。

## 附图说明

[0023] 图1为表示本发明的实施方式所涉及的超声波诊断装置的构成的模块图、以及、示意地表示在安装有超声波诊断装置的探头的状态下的患者的膝盖的剖面图。

[0024] 图2为表示超声波发射时的膝关节的状态的示意图,(A)为表示在使用装置时大腿骨与胫骨之间的角度(弯曲角度)最大的状态(第1弯曲状态)的图、(B)为表示弯曲角度最小的状态(第2弯曲状态)的图。

[0025] 图3为表示图1所示的超音波诊断装置的信号处理部的构成的模块图。

[0026] 图4为表示图3所示的解析区域设定部的构成的一例的模块图。

[0027] 图5为基于从AD变换部输出的回波数据的回波图像,且为用于说明关注区域设定的图。

[0028] 图6为表示由回波图像生成部生成的回波图像的一例的图。

[0029] 图7为表示图3所示的特征量计算部的构成的模块图。

[0030] 图8为表示从根据由三维DFT处理部输出的三维回波数据而得到的功率谱S2中、选择出的低频成分的功率谱的图。

[0031] 图9为用于说明根据图8所示的功率谱来计算谱角度特性的方法的图。

[0032] 图10为表示通过图9所示的方法得到的谱角度特性的一例的波形。

[0033] 图11为软骨的回波图像,(A)为正常的软骨的回波图像的一例、(B)为变性的软骨的回波图像的一例。

[0034] 图12为对图11(B)所示的变性的软骨的回波数据进行逆傅里叶变换而得的回波数据的图像。

[0035] 图13为将表示正常的软骨的谱角度特性的波形、与表示变性的软骨的谱角度特性的波形重叠进行显示的图,为用于说明二者差异的图。

[0036] 图14为用于说明超声波诊断装置的动作的流程图。

[0037] 图15为表示在计算特征量的步骤中进行的各步骤的流程图。

[0038] 图16为表示变形例所涉及的超声波诊断装置的构成的模块图。

[0039] 图17为表示变形例所涉及的超声波诊断装置的信号处理部的构成的模块图。

[0040] 图18为表示变形例所涉及的超声波诊断装置的信号处理部的构成的模块图。

## 具体实施方式

[0041] 参照附图说明本发明的实施方式所涉及的超声波诊断装置1。图1为表示本发明的实施方式所涉及的超声波诊断装置1的构成的示意图。超声波诊断装置1诊断患者的膝盖的大腿骨(第1骨部)的近端的软骨的状态(变性度)。具体而言,在超声波诊断装置1中,计算表示上述的膝盖软骨的变性度的指标,用户(例如医生)能够根据该指标诊断患者的膝盖软骨,细节后述。

[0042] [整体构成]

[0043] 如图1所示,超声波诊断装置1具备操作部2、控制部3、探头4、信号处理部10以及显示部5。

[0044] 操作部2例如由键盘或触控面板等构成,接受用户的操作输入。操作部2根据用户的操作输入,指示控制部3开始执行对软骨表面进行检测的处理。此外,操作部2根据用户的操作输入,将设定或切换显示形态的指示输出至显示部5。另外,该操作部2也可以装入显示部5。

[0045] 控制部3生成脉冲状的超声波信号,并以由探头4发射该超声波信号的方式控制探头4。

[0046] 探头4具备在与收发波面4a平行的方向上排列的多个振子4b(参照图1)。该振子4b的排列方向为扫描方向(图1中的X方向、与软骨52的深度方向正交的方向)。各振子4b被设置作为将超声波信号以规定的时间间隔朝向软骨52发射的超声波发射部。此外,各振子4b被设置作为接收所发射的超声波信号的回波信号的超声波接收部。

[0047] 如图1所示,探头4以如下方式与膝盖的软组织60的表面抵接,上述方式为该探头4的收发波面4a的法线方向成为朝向大腿骨51的软骨52且从大腿骨51的近位朝向远位侧的方向(即、沿大腿骨51所延伸的方向)。据此,沿软骨52的深度方向发射超声波。在此,如图1所示,软组织60为与大腿骨51的软骨52相比存在于更靠膝盖的表面侧的部位,由皮肤以及肌肉等组成。软骨52附着在软骨下骨53上,软骨下骨53为与松质骨54结合的组织。

[0048] 图2为表示发射超声波时膝关节50的状态的示意图。如图2所示,在超声波诊断装置1中,在胫骨55(第2骨部)相对于大腿骨51的弯曲角度不同的多个弯曲状态中的各个状态下,由各振子4b发射超声波,并且由各振子4b接收所发射的超声波的反射波。在各弯曲状态下得到的回波信号分别被向信号处理部10输出。

[0049] 在本实施方式中,作为一例,例如,医生以规定周期屈伸患者的腿的膝盖以下部分(以下,有时也称作“膝盖下部”)期间,各振子4b以规定的时间间隔发射超声波。具体而言,医生以规定周期(作为一例,例如10秒)进行患者的膝盖下部的屈伸,以便患者的膝盖的状态在图2(A)所示的第1弯曲状态与图2(B)所示的第2弯曲状态之间反复。此间,各振子4b以一定时间间隔发射超声波,并且在第1弯曲状态与第2弯曲状态之间的各弯曲状态下,接收所发射的所述超声波的回波信号。

[0050] 如上所述,在屈伸患者的膝盖下部时,探头4相对于大腿骨51的相对位置固定。据此,在屈伸膝盖时,软骨52相对于探头4的位置大致相同,与之相对,软组织60相对于探头4的位置按照规定的周期性(以上述规定的周期)变化。

[0051] 信号处理部10基于上述那样的各振子4b所接收的回波信号来解析软骨52的状态,并将该解析结果向显示部5输出。关于信号处理部10的详细构成以及动作,详见后述。

[0052] 显示部5显示由信号处理部10解析而得的软骨52的解析结果。具体而言,在显示部5上显示有表示软骨52的形狀的回波图像。此外,在显示部5上显示有由信号处理部10算出的、作为表示软骨的状态的指标的特征量。用户根据这些回波图像以及特征量诊断患者的膝盖的软骨52的状态。

[0053] [信号处理部的构成]

[0054] 图3为表示本实施方式所涉及的超声波诊断装置1的信号处理部10的构成的模块图。如图3所示,信号处理部10具备回波信号接收部11、AD变换部12、解析区域设定部13、三

维DFT处理部14、LPF处理部15、三维IDFT处理部16、回波图像生成部17以及特征量计算部18。信号处理部10采用包括CPU、RAM以及ROM(未图示)等的硬件来构成。此外,信号处理部10采用包括ROM所存储的信号处理程序的软件来构成。

[0055] 上述信号处理程序为用于使信号处理部10执行本发明的一实施方式中的信号处理方法的程序。该程序能够从外部进行安装。该安装的程序例如以存储在记录介质中的状态进行分发。上述硬件与软件以协作地进行动作的方式构成。据此,能够使信号处理部10作为上述的回波信号接收部11、AD变换部12、解析区域设定部13等发挥功能。

[0056] 回波信号接收部11针对在参照图2说明的多个弯曲状态中的各个状态下得到的回波信号进行规定的放大处理,并向AD变换部12输出。

[0057] AD变换部12通过以规定的时间间隔采样回波信号来进行数据离散化。进行该数据离散化而得的回波信号为回波数据。据此,能够得到以扫描方向x与深度方向z确定的多张(多帧)二维回波数据。即、能够通过AD变换部12得到三维回波数据。AD变换部12将该回波数据向解析区域设定部13输出。

[0058] 图4为表示解析区域设定部13的构成的一例的模块图。解析区域设定部13为了诊断软骨52的状态而将除去来自软骨下骨53的无用回波信号而得的区域设定为解析区域。如图4所示,解析区域设定部13具有关注区域设定部13a、回波电平差计算部13b、判定部13c以及设定部13d。

[0059] 图5为基于从AD变换部12输出的回波数据的回波图像,为用于说明关注区域的设定的图。图5图示出以探头4的扫描方向(图5中的x方向)与软骨的深度方向(图5中的z方向)确定的区域的回波图像。

[0060] 如图5所示,关注区域设定部13a将沿扫描方向(X方向)呈细长的矩形形状的区域设定为关注区域 $R_n$ ( $n=1,2,\dots,N$ )。关注区域 $R_n$ 由第一区域 $R_A$ 与第2区域 $R_B$ 构成。第一区域 $R_A$ 为关注区域 $R$ 中的膝盖表面侧的区域。第2区域 $R_B$ 为关注区域 $R$ 中在深度方向(Z方向)上较第一区域 $R_A$ 更深的一侧的区域,且为深度方向上的宽度小于该第一区域 $R_A$ 的区域。关注区域设定部13a在深度方向上向深的一侧按每规定间隔移动关注区域 $R_n$ ,来设定多次。

[0061] 回波电平差计算部13b计算第一区域内全部样本的回波强度的平均值(第1平均值)、以及第2区域内全部样本的回波强度的平均值(第2平均值),通过从第1平均值减去第2平均值来计算差值。回波电平差计算部13b分别针对多次设定的上述关注区域 $R_n$ 计算该差值。

[0062] 判定部13c从分别针对多次设定的关注区域 $R_n$ 算出的多个上述差值之中,选择差值最小的值,将算出该差值的关注区域 $R_n$ 判定为包含有软骨下骨的区域即软骨下骨区域。

[0063] 设定部13d将除去经上述判定部13c判定出的软骨下骨区域而得的区域、具体而言将浅于软骨下骨区域一侧的矩形区域设定为解析区域。

[0064] 三维DFT处理部14(傅里叶变换部)针对由解析区域设定部13设定的解析区域内的回波数据进行三维DFT(Discrete Fourier Transformation、离散傅里叶变换)处理。据此,能够将包含实空间域以及时间域的数据的三维回波数据变换为包含波数空间域以及频率域的数据的三维回波数据。该三维回波数据被输出至LPF处理部15以及特征量计算部18。

[0065] LPF处理部15(低通滤波部)针对从三维DFT处理部14输出的三维回波数据沿帧方向进行LPF处理(低通滤波处理)。据此,能够从低频的回波数据(即使使膝盖弯曲、位置也大

致不变的软骨52的回波)之中除去高频的数据(若使膝盖弯曲则位置发生变化的软组织60的回波)。在本实施方式中,将比表示为进行膝盖屈伸的规定周期的倒数的频率(例如0.1Hz)低的频率,设定为截止频率,并除去比该截止频率高的频率成分。据此,能够从与上述规定周期相比周期足够小的软骨52的回波信号中,除去具有与上述规定周期大致相同的周期的、软组织60的回波信号。经LPF处理部15得到的数据作为低频回波数据,被输出至三维IDFT处理部16。在以x方向的波数 $k_x$ 、z方向的波数 $k_z$ 确定的坐标上,该低频回波数据能够表示为功率谱。

[0066] 三维IDFT处理部16对从LPF处理部15输入的低频回波数据进行逆傅里叶变换。据此,三维IDFT处理部16,将作为波数空间域以及频率域的数据的低频回波数据、变换为实空间的回波数据。

[0067] 另外,上述的三维DFT处理部14、LPF处理部15、以及三维IDFT处理部16作为低频成分提取部发挥功能,低频成分提取部从由AD变换部12输入的三维回波数据之中、提取低于规定频率的频率成分的回波数据即低频回波数据。

[0068] 图6为表示由回波图像生成部17生成的回波图像的一例的图。回波图像生成部17根据经三维IDFT处理部16生成的、减少软组织60的回波数据而得的回波数据,来生成回波图像。本实施方式的回波图像生成部17基于来自经解析区域设定部13设定的解析区域的、各位置的回波数据,生成回波电平图像。回波电平图像由格子状排列的多个像素构成。各像素配置在与解析区域的各位置对应的位置上,具有与解析区域的各位置的回波强度对应的亮度级。在本实施方式中,作为一例,例如,伴随亮度级从高到低,使色调按红、橙、黄、绿、蓝、深蓝的顺序渐变来显示。另外,在图6中,为了方便,以浓影线表示亮度级高的区域,以淡的影线表示亮度级低的区域。该回波图像显示在显示部5上。

[0069] 图7为表示特征量计算部的构成的模块图。特征量计算部18根据从LPF处理部15输出的低频回波数据、即、根据主要来自软骨52的回波数据构成的回波数据,来计算作为表示该回波数据的特征指标的的特征量。在本实施方式中,特征量计算部18计算详细内容后述的半值宽度(half width)作为特征量。

[0070] 如图7所示,特征量计算部18具有功率谱选择部18a、谱角度特性计算部18b、以及半值宽度计算部18c(角宽度计算部)。

[0071] 图8为表示低频成分的功率谱的图。功率谱选择部18a在根据从三维DFT处理部14输入的三维回波数据而得到的功率谱之中,选择低频成分的功率谱。即、功率谱选择部18a选择主要由软骨52的回波数据构成的功率谱。

[0072] 图9为用于说明根据图8所示的功率谱来计算谱角度特性的方法的图,图10为表示通过图9所示的方法得到的谱角度特性的一例的波形。如图9所示,谱角度特性计算部18b对作为以功率谱的中心部C(原点)为中心的扇形微小区域的、对象区域 $R_{\Delta\theta}$ 进行设定。

[0073] 经谱角度特性计算部18b使对象区域 $R_{\Delta\theta}$ 的旋转位置 $\theta$ 在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 的范围内移动。谱角度特性计算部18b在旋转位置 $\theta$ 逐渐移动而得的对象区域 $R_{\Delta\theta}$ 中,使各对象区域 $R_{\Delta\theta}$ 内的全部地点的回波强度的相加。如此一来,谱角度特性计算部18b通过计算与各旋转位置 $\theta$ 对应的回波强度的合计值,计算图10所示的谱角度特性。另外,在图10中,针对各旋转位置 $\theta$ 的回波强度的合计值进行了归一化,但不限于此,也可以直接使用上述的合计值本身。

[0074] 半值宽度计算部18c对由谱角度特性计算部18b算出的谱角度特性的峰的半值宽

度进行计算。具体而言,半值宽度计算部18c在90度附近的规定角度范围(作为一例,例如,80度~100度)内检测峰值,并计算具有该峰值的波峰的半值宽度(在图10所示的例中为16度)。该半值宽度作为特征量被输出并显示于显示部5,上述特征量作为表示软骨52的变性程度的指标。另外,在本实施方式中,虽通过谱角度特性来求半值宽度,但不限于此。具体而言,也可以在谱角度特性中,对上述合计值相对于谱角度特性的峰值为规定比例的、角度的宽度进行计算。

[0075] [半值宽度]

[0076] 在此,说明如上述计算的半值宽度、与软骨52的变性程度的关系。

[0077] 图11为软骨的回波图像,(A)为正常的软骨的回波图像的一例、(B)为变性的软骨的回波图像的一例。此外,图12为对图11(B)所示的变性的软骨的回波数据进行逆傅里叶变换而得的回波数据的图像。另外,图11(A)所示的软骨的回波图像为对图8所示的回波数据进行逆傅里叶变换而得的图像。

[0078] 如图11(A)所示,正常的软骨的回波图像沿探头4的扫描方向x连续。因此,若对其进行逆傅里叶变换,则生成具有方向性的功率谱(参照图8)。因此,如图10所示,根据该功率谱计算的谱角度特性的半值宽度变得比较小。

[0079] 与之相对,如图11(B)所示,变性的软骨的回波图像不同于图11(A)所示的正常的软骨的回波图像,沿探头4的扫描方向x不连续而是变得离散。因此,若对其进行逆傅里叶变换,则生成方向性比较小的功率谱(参照图12)。因此,如图13所示,根据该功率谱计算的谱角度特性的半值宽度变得大于根据正常的软骨得到的谱角度特性的半值宽度。另外,在图13中虚线所示的波形为根据正常的软骨得到的谱角度特性,实线所示的波形为根据变性的软骨得到的谱角度特性。

[0080] [信号处理部的动作]

[0081] 图14为用于说明信号处理部10的动作用的流程图。参照图14,说明信号处理部10的动作。

[0082] 首先,在步骤S1中,针对患者的膝盖安装探头4。此时,以收发波面4a的法线方向沿大腿骨51延伸的方向的方式,对患者的膝盖安装探头4。

[0083] 接着,在步骤S2中,参照图2,在第1弯曲状态与第2弯曲状态之间以规定周期屈伸患者的膝盖。作为一例,例如,该屈伸通过医生摇动患者的膝盖下部来进行。

[0084] 另一方面,在步骤S3中,通过探头4的振子4b与上述步骤S2并行进行超声波的发射以及接收。由振子4b接收的回波信号在由回波信号接收部11进行规定的放大处理之后,由AD变换部12变换为数字信号。

[0085] 接着,在步骤S4中,判断是否已取得之后进行的三维DFT处理所需的数据。具体而言,判断是否已得到所需数量(作为一例,例如32)的弯曲状态下的回波数据。在得到所需数量的弯曲状态下的回波数据时(步骤S4的“是”),进入步骤S5。另一方面,在未得到所需数量的弯曲状态下的回波数据时(步骤S4的“否”),返回到步骤S2以及步骤S3,再次进行步骤S2以及步骤S3的流程。

[0086] 接着,在步骤S5中,进行解析区域的设定。具体而言,参照图5,关注区域设定部13a设定由第一区域 $R_A$ 与第二区域 $R_B$ 构成的关注区域 $R_1$ ,回波电平差计算部13b在算出各区域 $R_A$ 、 $R_B$ 内的全部样本的回波强度的平均值(第1平均值以及第2平均值)之后,计算从第1平均值

减去第2平均值而得的差值。在步骤S5中,针对向深的方向被以规定间隔移动的各关注区域 $R_n$ 计算上述差值。并且,判定部13c将差值最大的关注区域判定为作为包含有软骨下骨的区域,设定部13d将浅于该软骨下骨区域一侧的矩形区域设定为解析区域。

[0087] 接着,在步骤S6中,针对与多个弯曲状态分别对应的膝关节的回波数据之中、经步骤S5设定的解析区域内的回波数据进行三维DFT处理。据此,能够得到包括波数空间域以及频率域的数据的三维回波数据。

[0088] 接着,在步骤S7中,LPF处理部15通过针对三维回波数据沿帧方向进行LPF处理,来生成低频回波数据。据此,能够减少来自软组织60的回波信号。

[0089] 接着,在步骤S8中,三维IDFT处理部16对低频回波数据进行逆傅里叶变换。据此,三维IDFT处理部16将作为波数空间域以及频率域的数据的低频回波数据,变换为实空间的回波数据。

[0090] 接着,在步骤S9中,回波图像生成部17根据三维IDFT处理部16生成的低频回波数据(即、软组织60的回波信号被减少后的回波数据)生成回波图像(参照图6)。该回波图像作为与软骨有关的信息显示在显示部5上。

[0091] 另一方面,在步骤S10中,特征量计算部18进行计算作为特征量的半值宽度的处理。图15为表示在步骤S10中进行的各步骤的流程图。参照图15说明计算特征量的步骤。

[0092] 首先,在步骤S11中,功率谱选择部11a对根据由三维DFT处理部14输入的三维回波数据而得的功率谱中的、低频成分的功率谱进行选择。另外,功率谱选择部11a也可以对根据由LPF处理部15生成的低频回波数据而得到的功率谱中的、低频成分的功率谱进行选择。

[0093] 接着,在步骤S12中,谱角度特性计算部18b对作为以功率谱的中心部C(原点)为中心的扇形微小区域的、对象区域 $R_{\Delta\theta}$ 进行设定(参照图9)。在步骤S12中,作为一例,例如,设定旋转角度为0度的对象区域 $R_{\Delta\theta}$ 。

[0094] 接着,在步骤S13中,谱角度特性计算部18b将对象区域 $R_{\Delta\theta}$ 内的全部地点的回波强度相加来计算合计值。

[0095] 接着,在步骤S14中,谱角度特性计算部18b判定是否在已选择的功率谱中应计算合计值的区域的全部范围内算出了合计值。具体而言,谱角度特性计算部18b判定对象区域 $R_{\Delta\theta}$ 的旋转角度是否到达了180度。在尚未到达180度时(步骤S14的“否”),在步骤S15中,谱角度特性计算部18b通过使对象区域 $R_{\Delta\theta}$ 旋转规定角度量,从而移动对象区域 $R_{\Delta\theta}$ 的位置、并针对新设定而得的对象区域 $R_{\Delta\theta}$ 再次进行步骤S13的处理。另一方面,在到达180度时(步骤S14的“是”),进入步骤S16。

[0096] 接着,在步骤S16中,谱角度特性计算部18b对上述那样算出的合计值进行归一化。具体而言,谱角度特性计算部18b对按照每一旋转角度算出的各合计值的最大值进行检测,计算使得归一化后的该最大值成为1的系数,将该系数与全部其他合计值相乘。据此,能够得到谱角度特性。另外,也可以省略步骤S16,在步骤S14之后进行步骤S17。

[0097] 最后,在步骤S17中,半值宽度计算部18c对谱角度特性的半值宽度进行求取。该半值宽度作为特征量显示在显示部5上。

[0098] [效果]

[0099] 如以上,在本实施方式所涉及的超声波诊断装置1中,通过在固定了探头4相对于软骨52的相对位置的状态下,使胫骨55相对于大腿骨51的弯曲角度变化,并在多个定时发

射超声波,从而在多个弯曲状态中的每一状态下,得到软骨52的回波信号。并且,通过从该多个弯曲状态中的每一状态下得到的各回波信号之中、提取低频成分,能够减少作为高频成分的软组织60引起的回波。即、能够从所需的回波(本实施方式的情况为来自软骨52的回波)中,除去无用的回波(本实施方式的情况为来自软组织60的回波)。这样一来,即使在所需的回波与无用的回波之间的回波电平之差较小时,也能够从所需的回波中可靠地分离无用的回波。

[0100] 因此,在超声波诊断装置1中,能够准确地检测软骨52的形状。

[0101] 此外,在超声波诊断装置1中,能够基于准确检测出的软骨52的形状,导出与该软骨52有关的信息(本实施方式的情况为软骨52的回波图像、以及作为软骨52的特征量的半值宽度)。因此,能够以更高的准确度诊断软骨的变性度。

[0102] 此外,在超声波诊断装置1中,由于针对以规定周期进行屈伸的膝关节,以规定的时间间隔发射超声波,因此能够以比较短的时间平滑地取得回波信号。

[0103] 此外,在超声波诊断装置1中,截止频率设定为比表示为膝盖的屈伸的周期的倒数的周期(本实施方式的情况为0.1Hz)低的频率。据此,能够适当地设定截止频率。

[0104] 此外,在超声波诊断装置1中,由于生成回波图像作为与软骨有关的信息,因此用户(医生等)能够根据该回波图像诊断软骨的状态。

[0105] 此外,在超声波诊断装置1中,沿帧方向对由帧方向、软骨的深度方向(z方向)、以及与该深度方向正交的方向(x方向)确定的三维回波数据进行傅里叶变换,通过低通滤波部从进行了该傅里叶变换而得的三维回波数据之中除去高频成分。据此,能够从三维回波数据之中恰当地除去起因于软组织60的回波信号。

[0106] 此外,在超声波诊断装置1中,针对全部方向对三维回波数据进行傅里叶变换,并且从进行了傅里叶变换而得的该三维回波数据之中提取帧方向上的低频成分(低频二维回波数据),基于该数据计算特征量(半值宽度)。据此,能够通过一系列处理进行无用的回波(来自软组织60的回波)的除去、以及与所需的回波(来自软骨52的回波)有关的结果的导出。

[0107] 此外,在超声波诊断装置1中,将包含软骨52且除去软骨下骨53而得的区域设定为解析区域,以该解析区域内的回波信号为对象进行三维傅里叶变换。据此,由于能够除去对特征量的计算无用的区域(包括软骨下骨53的区域),因此能够减轻信号处理部10的计算负荷。

[0108] 此外,在超声波诊断装置1中,能够针对包括大腿骨51的近端与胫骨55的远端的膝关节,诊断大腿骨51的软骨52的变性度。

[0109] 此外,在超声波诊断装置1中,由于探头4的收发波面4a的法线方向朝向软骨52且沿大腿骨51所延伸的方向配置,因此能够沿软骨52的深度方向恰当地发射超声波。

[0110] 此外,在超声波诊断装置1中,通过信号处理部10算出的特征量显示在显示部5上。据此,用户能够视觉辨识作为表示软骨52的变性度的指标的特征量。

[0111] 以上,说明了本发明的实施方式,但本发明不限于此,只要不脱离本发明的主旨则能够进行各种各样的变更。

[0112] [变形例]

[0113] (1)图16为表示变形例所涉及的超声波诊断装置1a的构成的模块图。在上述实施

方式中,通过医生等变更患者的膝盖的弯曲状态。但是,本变形例所涉及的超声波诊断装置1a不同于上述的实施方式,具备能够自动变更患者的膝盖的弯曲状态的自动弯曲膝盖机构30。另外,以下说明的自动弯曲膝盖机构30的构成仅是一例,只要是能够自动弯曲患者的膝盖的机构,可以是任何的构成。此外,以下,主要说明与上述实施方式大为不同的部分,具体是指自动弯曲膝盖机构30的构成以及动作,而省略其以外部分的说明。

[0114] 自动弯曲膝盖机构30构成为,能够在患者坐在椅子上并固定大腿骨的位置的状态下,摇动患者的膝盖以下的部分(膝盖下部)。此时,通过固定器具(省略图示)等,探头4相对于大腿骨的相对位置得以固定。据此,通过该自动弯曲膝盖机构30使患者的膝盖弯曲为多个状态。

[0115] 自动弯曲膝盖机构30具备底座部31、支柱部32、以及摇动机构33。

[0116] 底座部31为载置于地面的大致板状的部分,例如由重量比较重的金属材料等形成。支柱部32被设为,从设置在地面的状态下的底座部31向上方延伸。支柱部32相对于底座部31被固定。

[0117] 摇动机构33构成为使患者的膝盖下部沿前后方向摇动。摇动机构33具有电动机34、脚放置部35以及连结部36。电动机34安装在支柱部32的上侧的部分。脚放置部35形成为能够载置患者的脚的大致板状,由底座部31的上表面支承。患者的脚通过固定安全带37固定在脚放置部35上。连结部36设定为沿支柱部在上下方向上延伸,并且下端部固定在脚放置部35上,从而将电动机34的旋转力传递到脚放置部35。

[0118] 在摇动机构33中,若电动机34旋转,则其旋转力通过齿轮(省略图示)等传递到连结部36。据此,由于脚放置部35沿图16的两侧箭头方向摇动,因此能够自动弯曲患者的膝盖。

[0119] 此外,在本变形例所涉及的超声波诊断装置1a中,电动机34进行正旋转或逆旋转,以便在图2所示的第1弯曲状态与第2弯曲状态之间,以上述的规定周期屈伸患者的膝盖。其间,与上述实施方式的情况同样地,以规定的时间间隔从各振子4b发射超声波。据此,在超声波诊断装置1a中,能够在多个弯曲状态中的每一状态下,自动取得软骨的回波信号。另外,与上述实施方式情况同样地处理像这样取得的回波信号。

[0120] (2)图17为表示变形例所涉及的超声波诊断装置的信号处理部10a的构成的模块图。在上述实施方式中,对由帧方向、软骨的深度方向、与所述帧方向以及所述深度方向这两方正交的方向而确定的三维回波数据,针对全部方向进行傅里叶变换(三维傅里叶变换),但不限于此,只针对帧方向进行傅里叶变换亦可。据此,与上述实施方式的情况相比,能够在进行傅里叶变换时减轻信号处理部10a的计算负荷。在本变形例中,作为一例,例如,生成回波图像作为与软骨有关的信息。

[0121] (3)图18为表示变形例所涉及的超声波诊断装置的信号处理部10b的构成的模块图。本变形例所涉及的信号处理部10b具备回波信号接收部11、AD变换部12、低频成分提取部19、以及导出部20。

[0122] 低频成分提取部19从三维回波数据中,提取作为频率成分低于规定的频率的回波数据的、低频回波数据。例如,低频成分提取部19通过利用LPF处理(低通滤波处理)、小波变换、卷积等的方法,提取低频回波数据。另外,小波变换为频率解析的方法之一,为采用小波函数作为基函数的方法。此外,在卷积中,将在上述实施方式的低通滤波处理中采用的传递

函数进行逆傅里叶变换而得的函数与三维回波数据进行卷积。

[0123] 导出部20基于由低频成分提取部19提取出的低频回波数据,导出与软骨有关的信息。在与该软骨有关的信息中,不限于在上述实施方式中例示的回波图像以及半值宽度,还包括该其他信息。

[0124] (4)在上述实施方式中,列举对大腿骨的软骨适用超声波诊断装置的例子来进行说明,但不限于此,本发明所涉及的超声波诊断装置也能够适用于其他软骨。

[0125] (5)在上述实施方式中,在显示部5上显示回波图像以及半值宽度作为与软骨有关的信息,但不限于此,也可以在显示部5上显示由功率谱选择部18a选择的功率谱。

[0126] 标号说明

[0127] 1、1a 超声波诊断装置

[0128] 4 探头

[0129] 4a 收发波面

[0130] 4b 振子(超声波发射部、超声波接收部)

[0131] 17 回波图像生成部(导出部)

[0132] 18 特征量计算部(导出部)

[0133] 19 低频成分提取部

[0134] 20 导出部

[0135] 50 膝关节(关节部)

[0136] 51 大腿骨(第1骨部)

[0137] 52 (第1骨部的)软骨

[0138] 55 胫骨(第2骨部)

[0139] 60 软组织

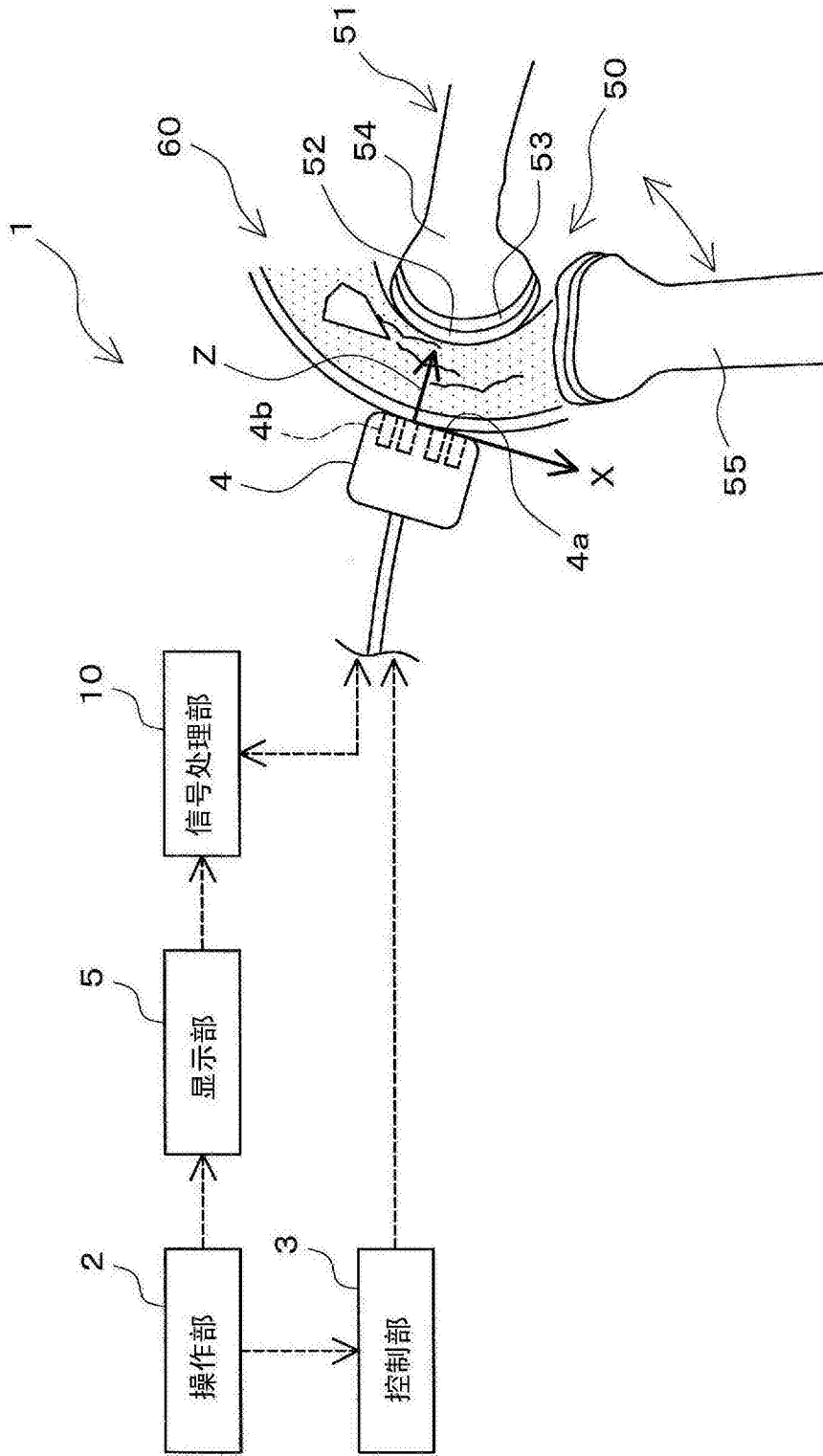


图1

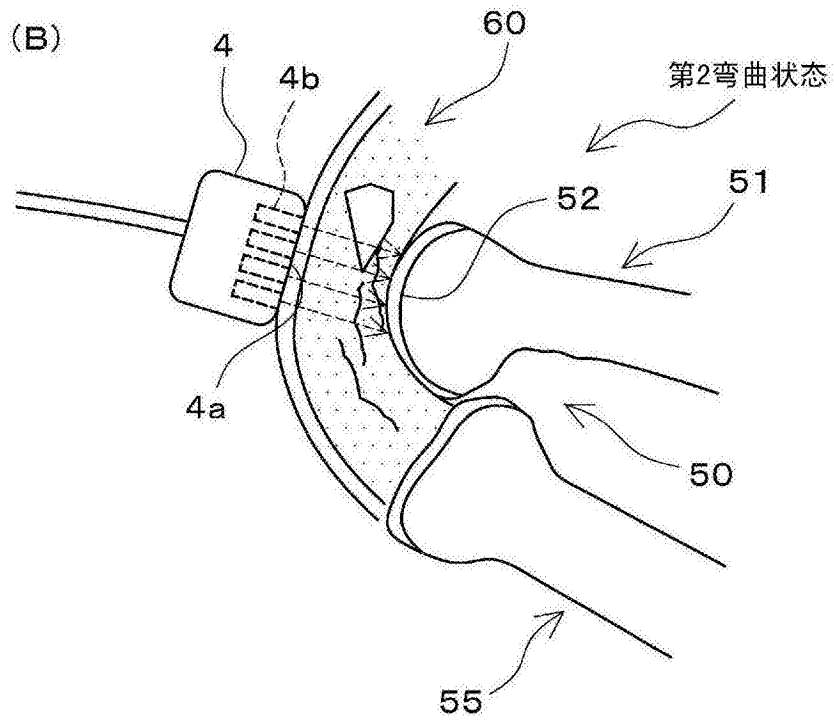
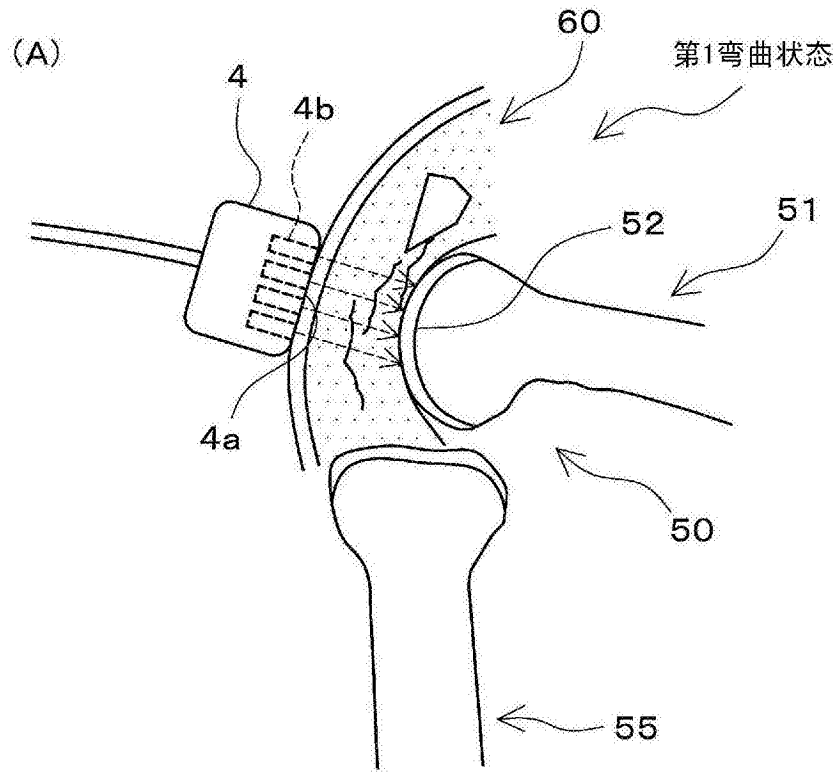


图2

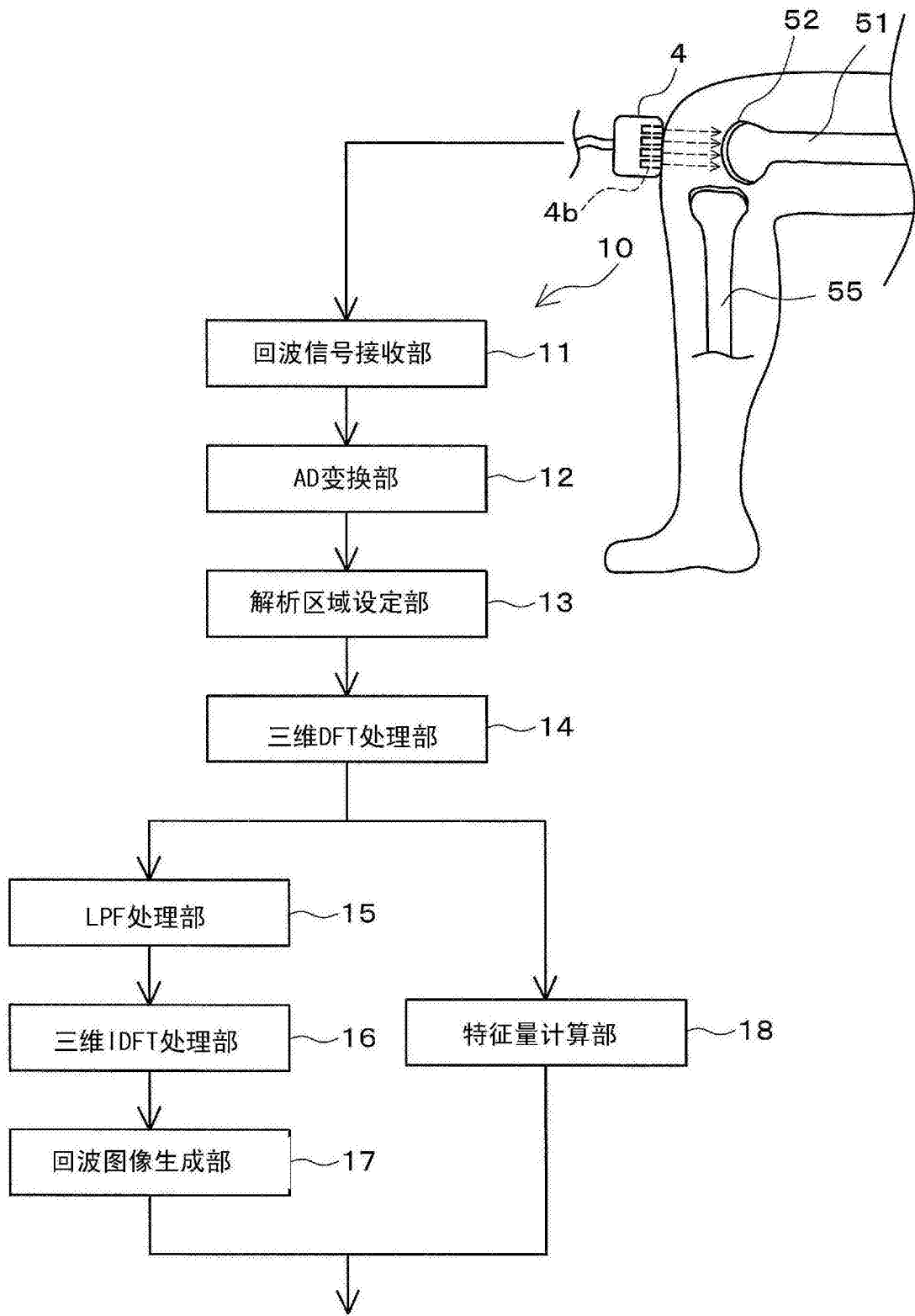


图3



图4

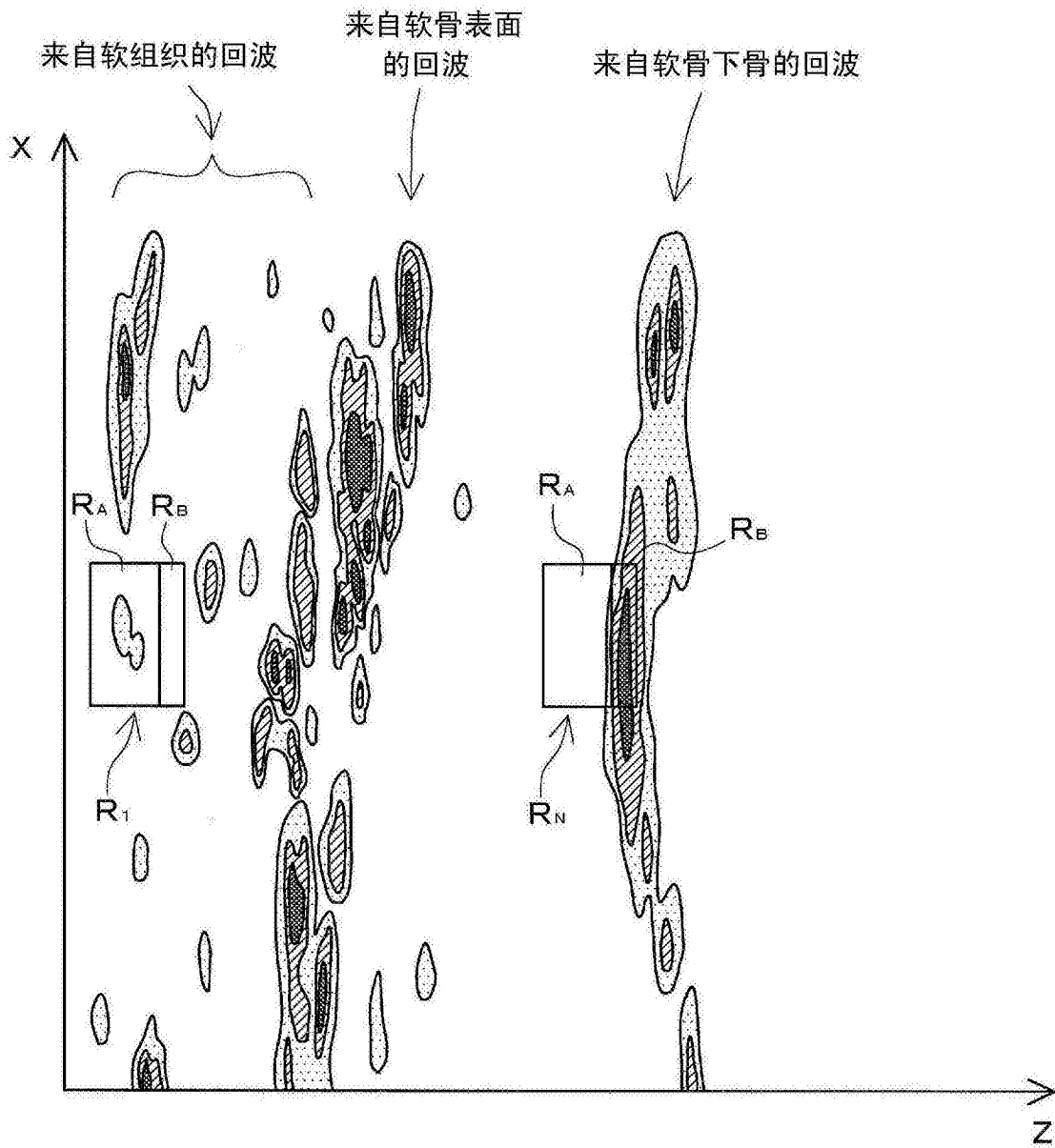


图5

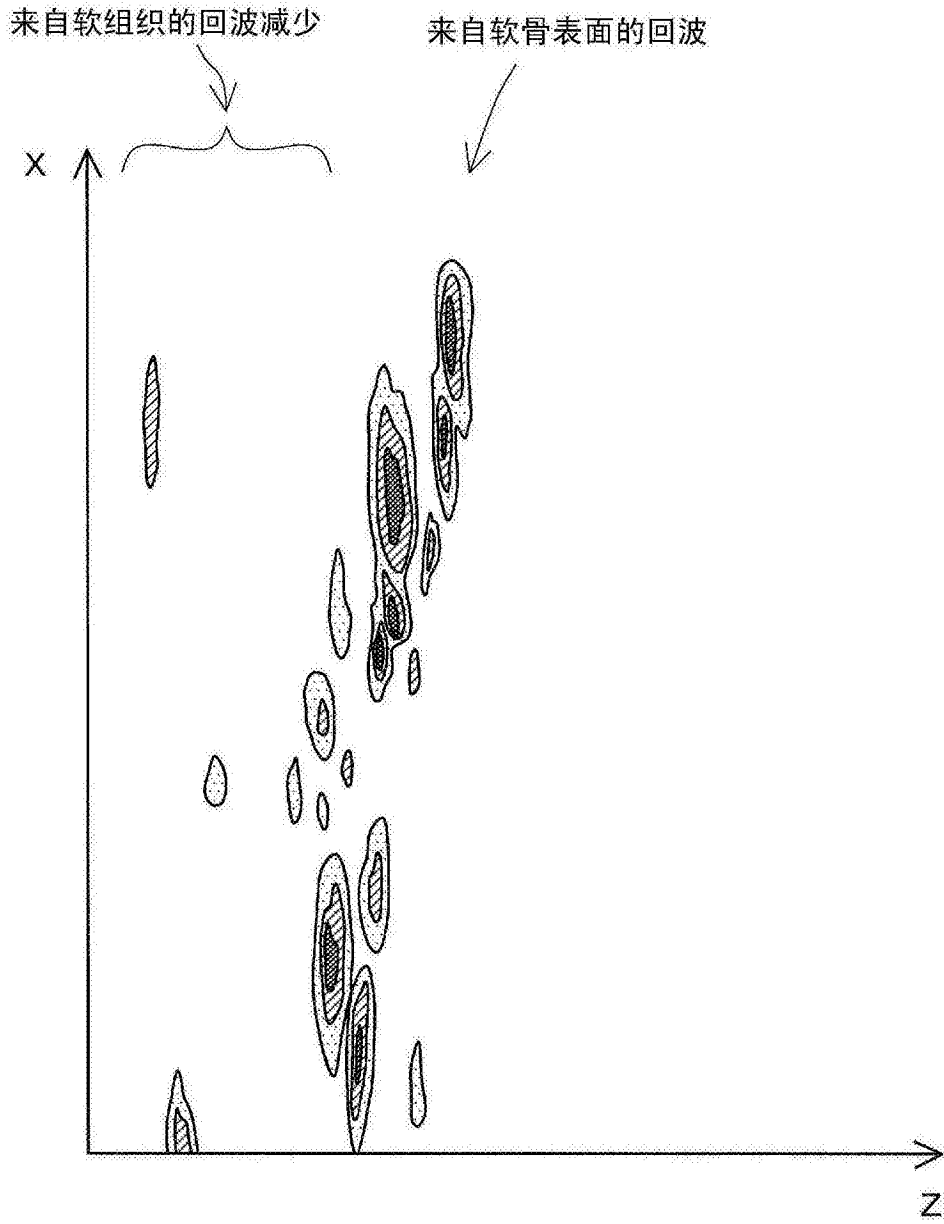


图6

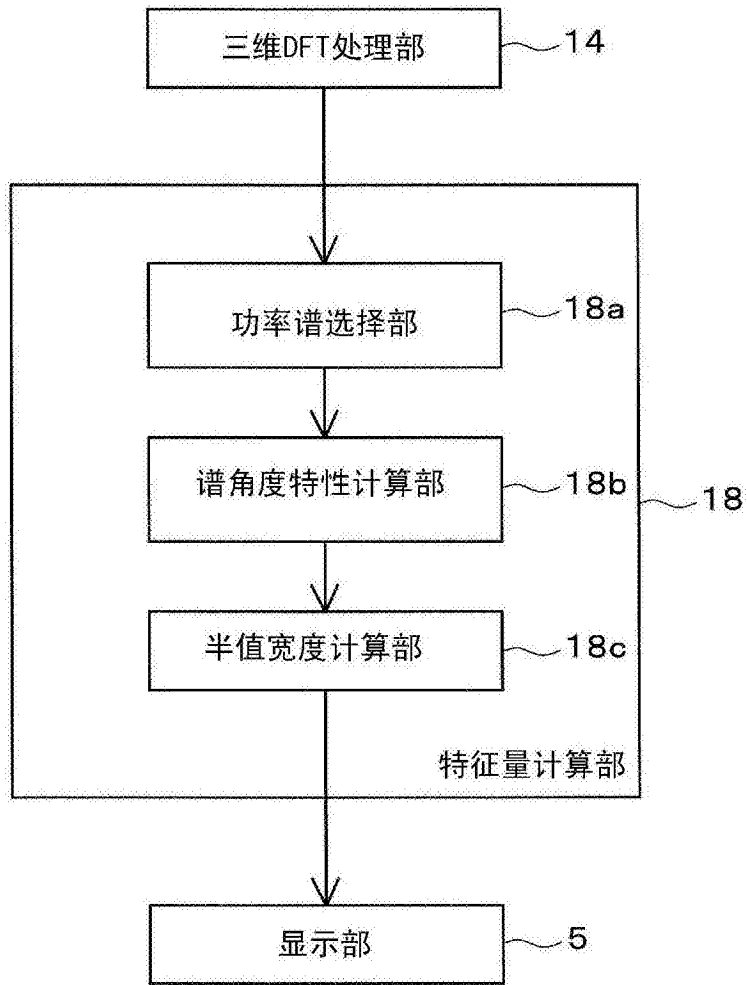


图7

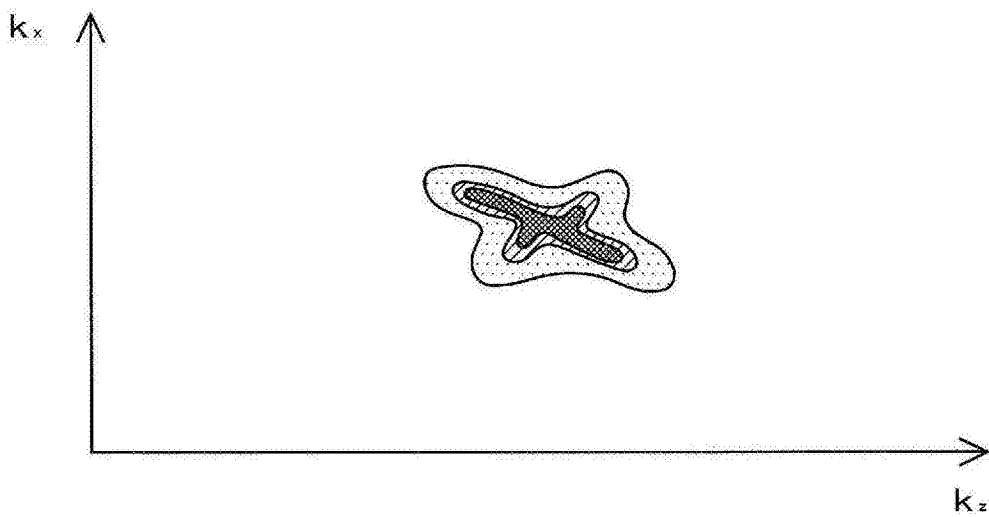


图8

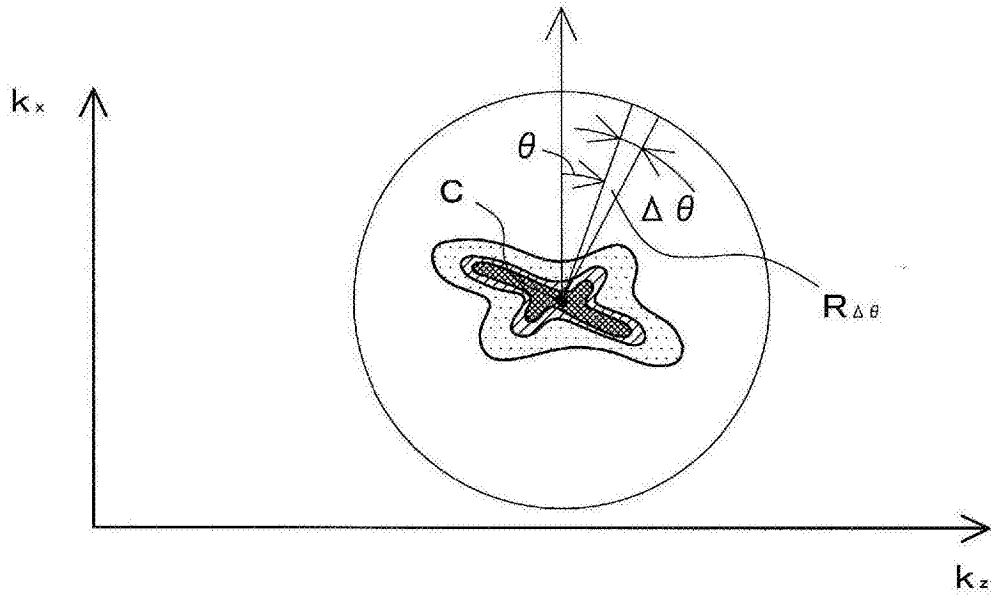


图9

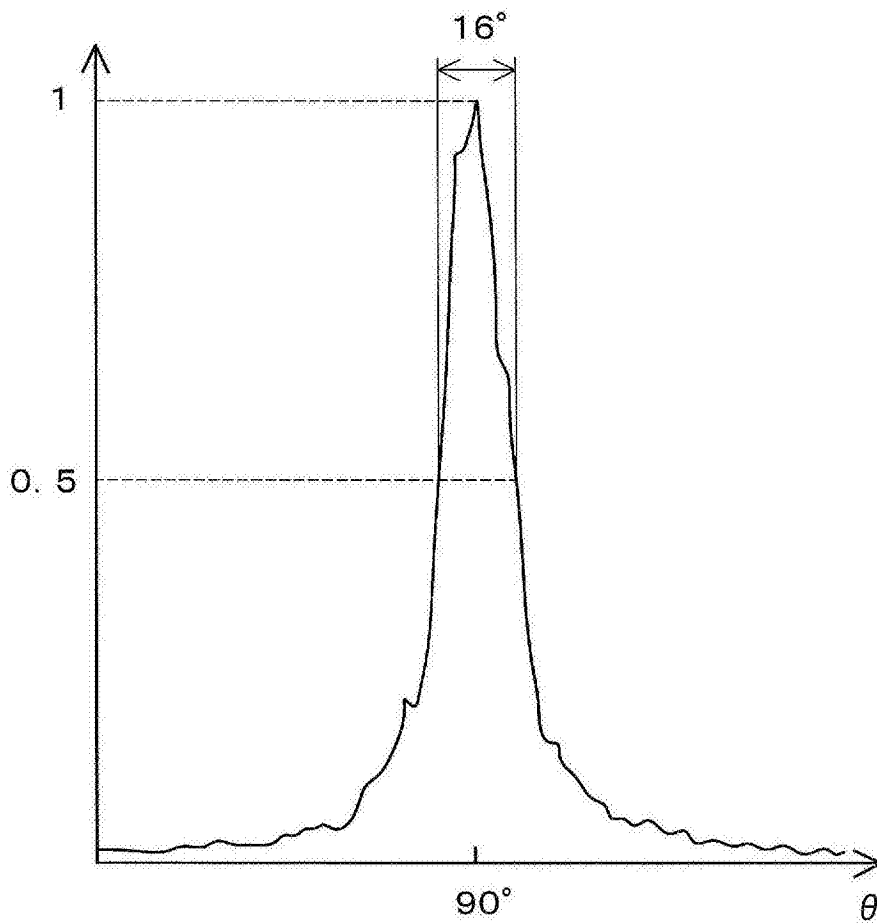


图10

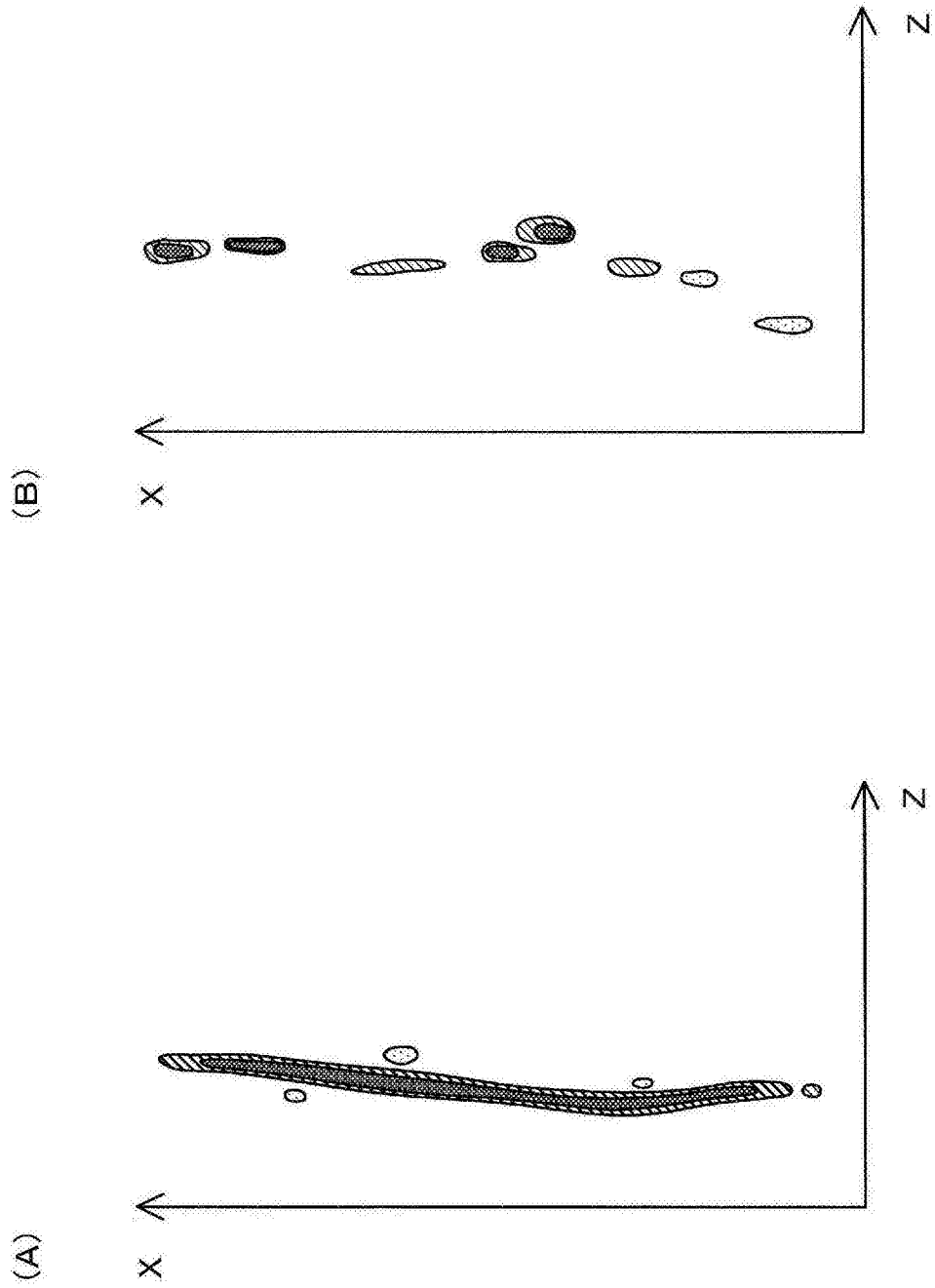


图11

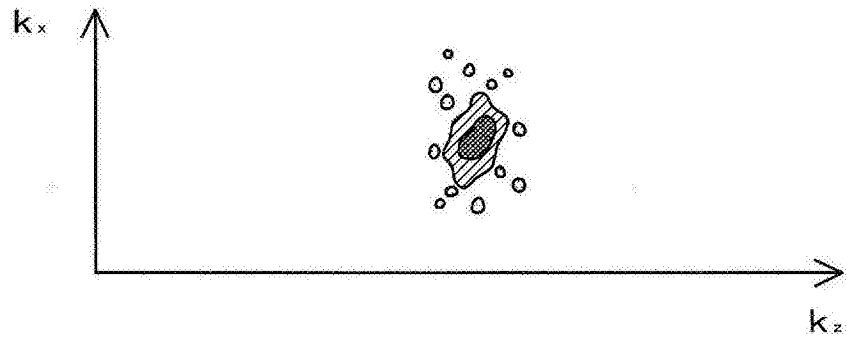


图12

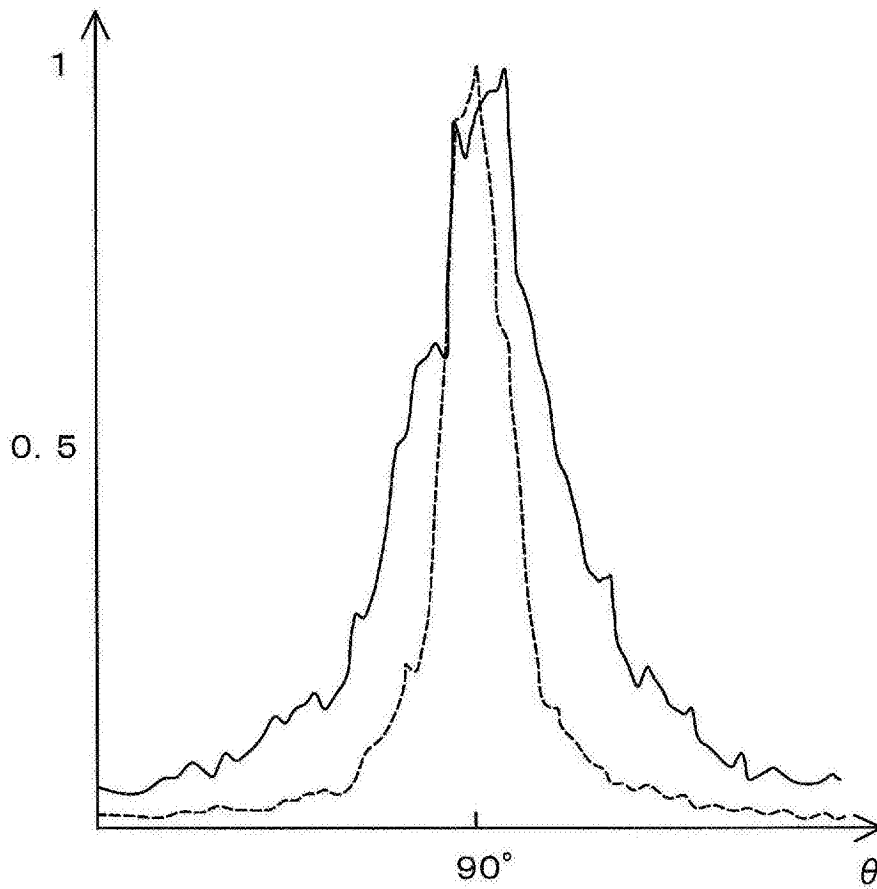


图13

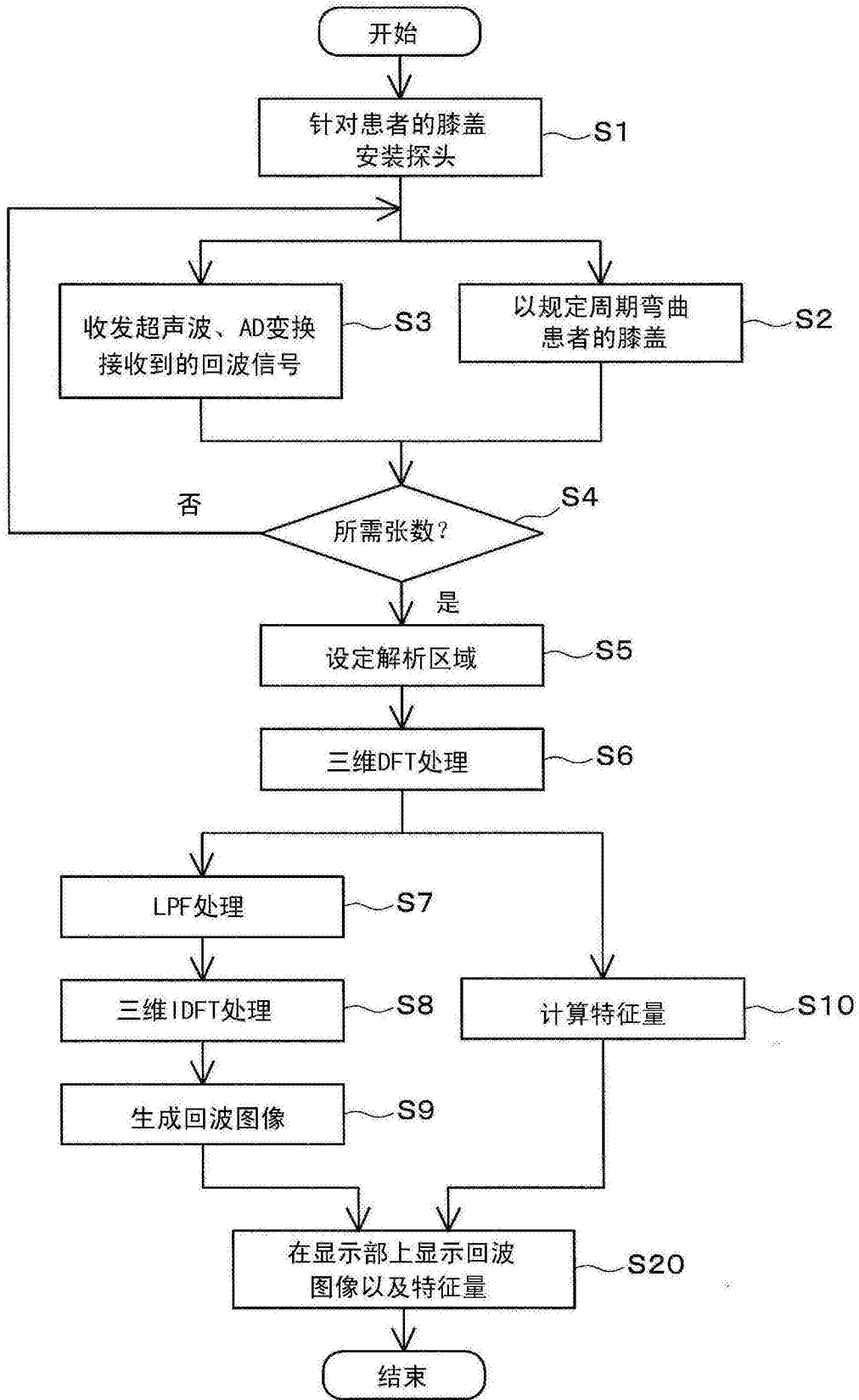


图14

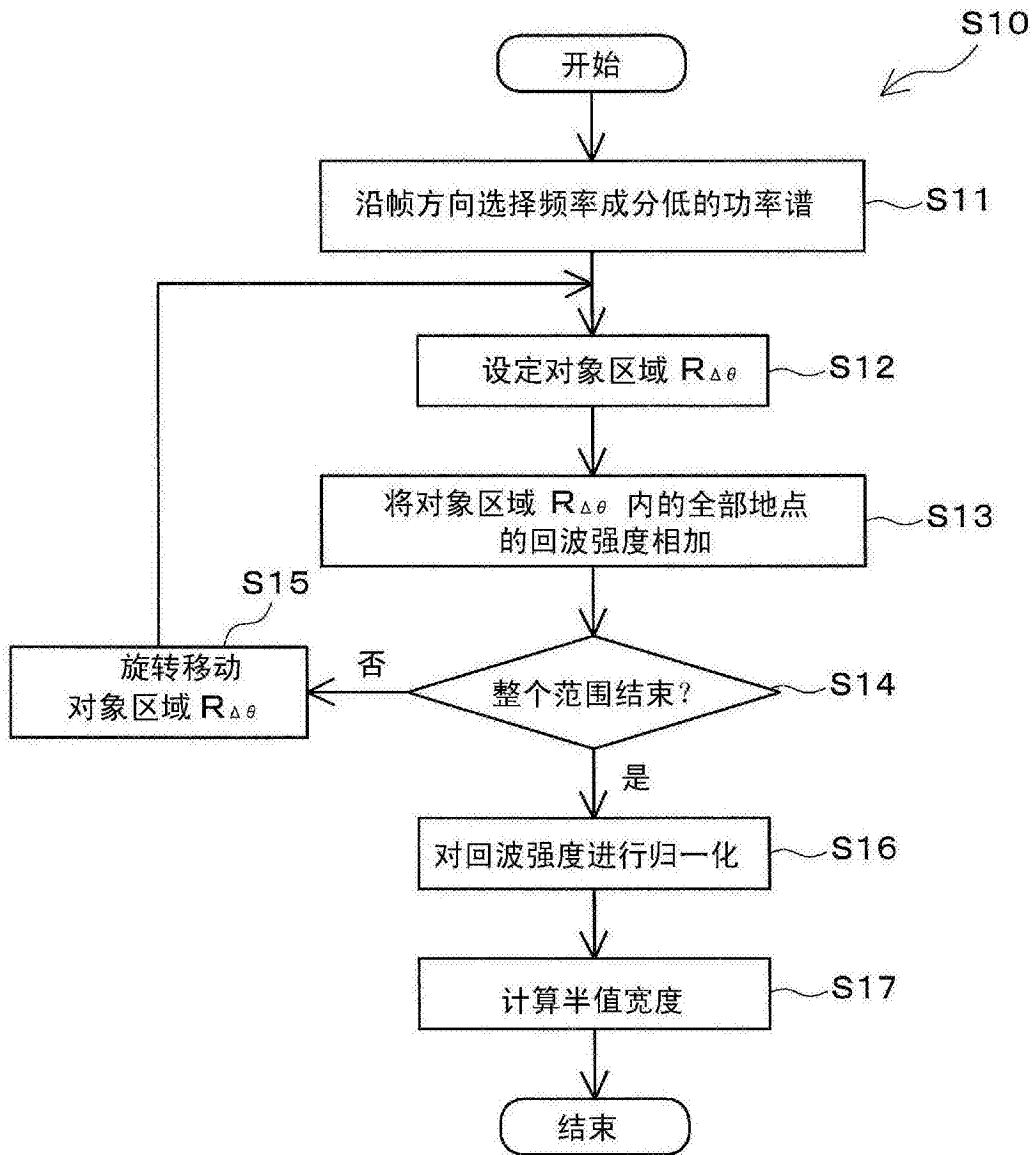


图15

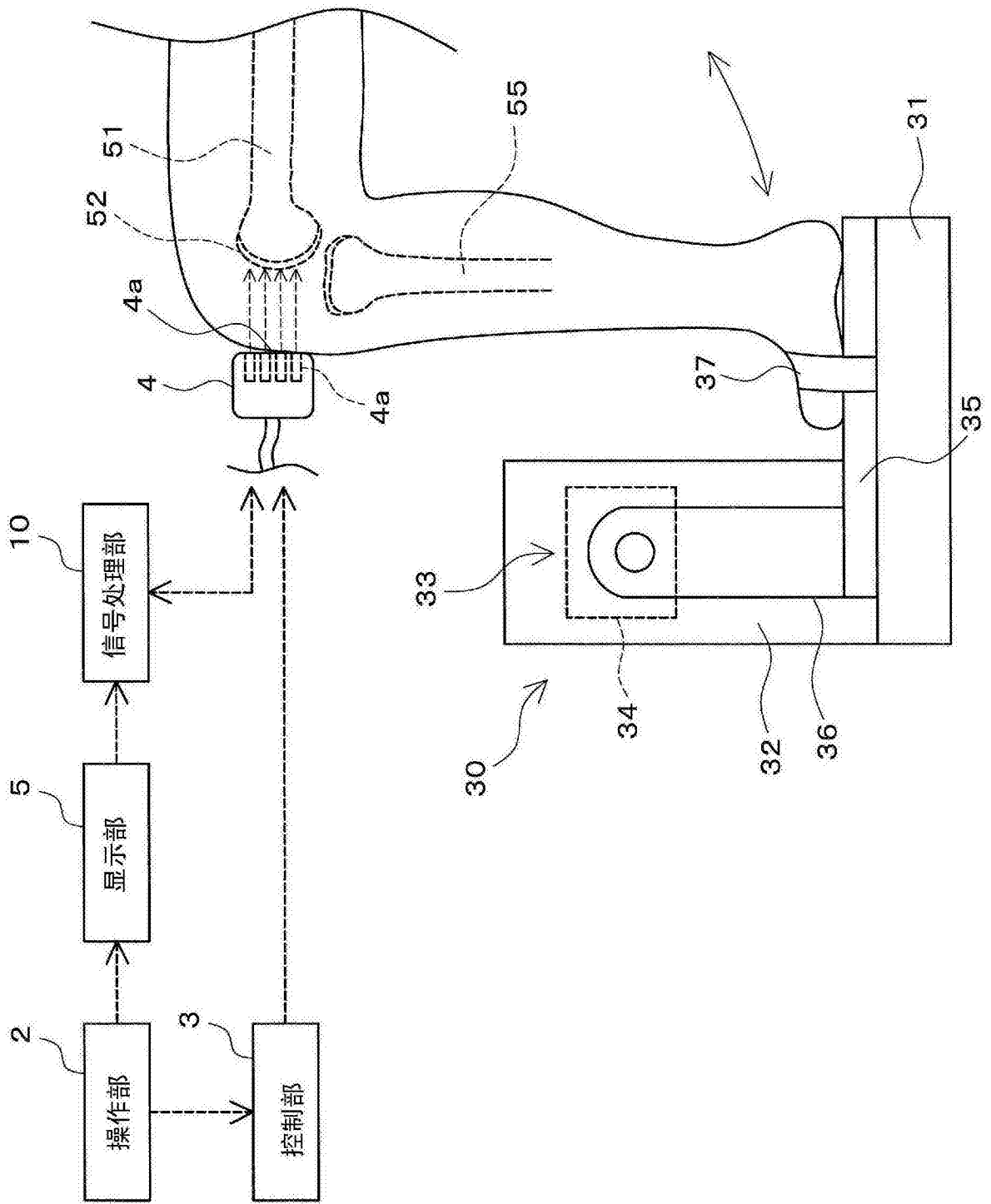


图16

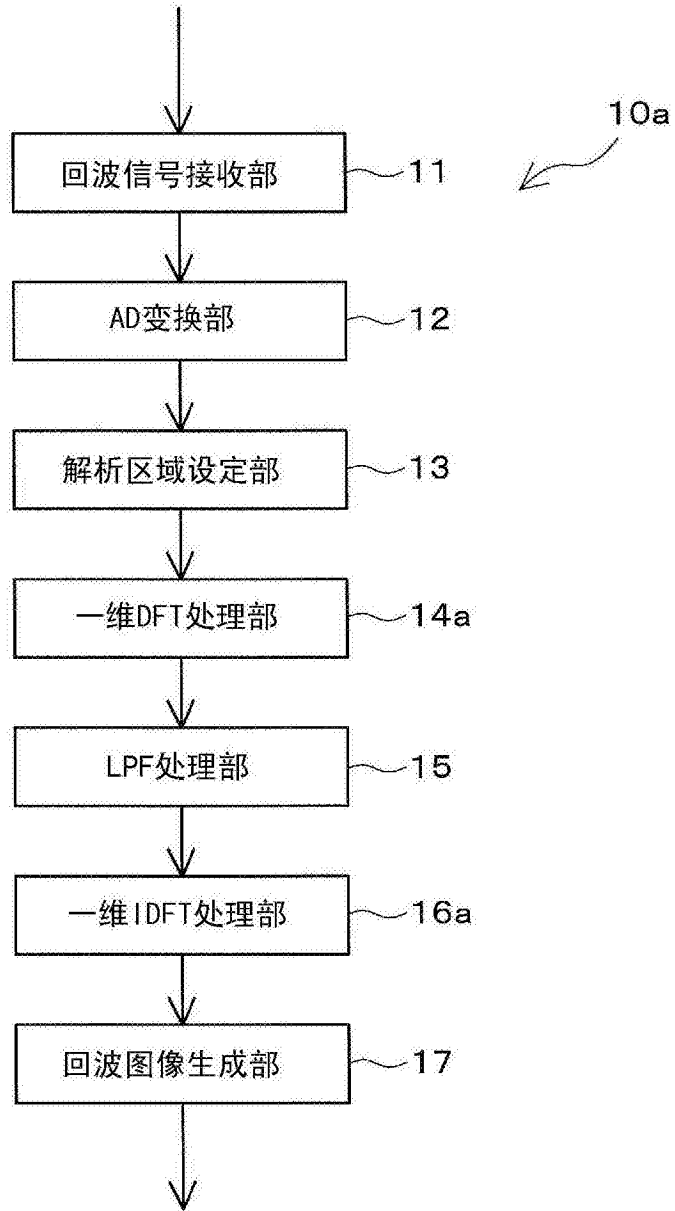


图17

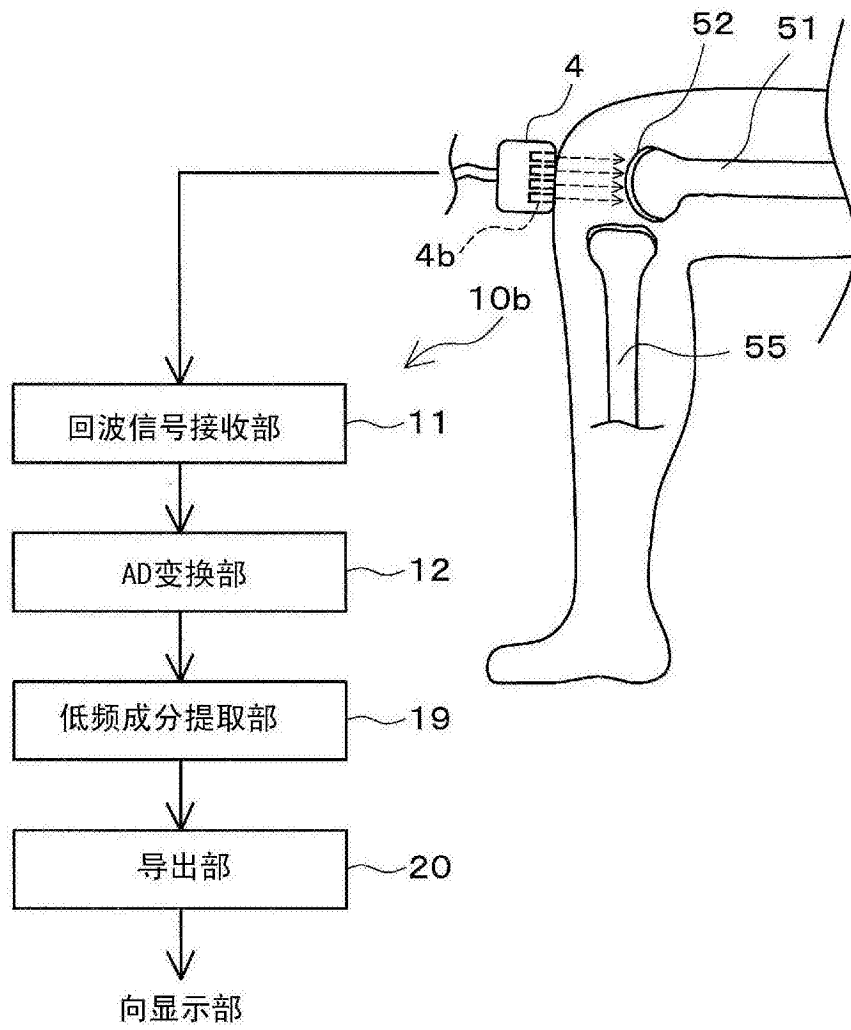


图18

专利名称(译)	超声波诊断装置、以及超声波诊断方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN106102591A</a>	公开(公告)日	2016-11-09
申请号	CN201580013303.X	申请日	2015-02-26
申请(专利权)人(译)	古野电气株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	古野电气株式会社		
[标]发明人	喜屋武弥 川浪敏志		
发明人	喜屋武弥 川浪敏志		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/0875 A61B8/40 A61B8/461 A61B8/483 A61B8/5223 G01S7/52036 G01S7/52071 G01S15/8915		
代理人(译)	高迪		
优先权	2014048884 2014-03-12 JP		
其他公开文献	CN106102591B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

准确地检测软骨的形状，并且基于高精度检测而得的软骨的回波，导出与该软骨有关的信息。超声波诊断装置具备超声波发射部(4b)以及超声波接收部(4b)、低频成分提取部(19)、导出部(20)。超声波发射部(4b)在进行超声波收发的收发波面相对于软骨(52)的相对位置被固定后的状态中的、第2骨部(55)相对于第1骨部(51)的弯曲角度不同的多个弯曲状态的各个状态下，对软骨(52)发送超声波。超声波接收部(4b)在多个弯曲状态中的各个状态下，接收各帧的回波信号。低频成分提取部(19)从回波信号中，针对帧方向提取作为频率成分低于规定频率的回波数据的低频回波数据。导出部(20)基于低频回波数据，导出与软骨有关的信息。

