



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106999152 A

(43)申请公布日 2017.08.01

(21)申请号 201580064725.X

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22)申请日 2015.11.24

代理人 叶培勇 付曼

(30)优先权数据

2014-238531 2014.11.26 JP

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 8/08(2006.01)

2017.05.26

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/062527 2015.11.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/086059 EN 2016.06.02

(71)申请人 GE医疗系统环球技术有限公司

地址 美国威斯康星州

(72)发明人 松永笃子 谷川俊一郎

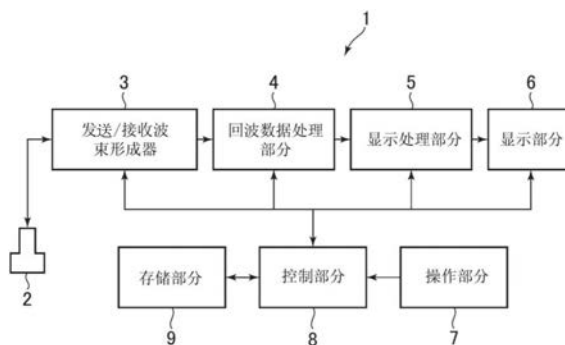
权利要求书3页 说明书5页 附图8页

(54)发明名称

超声诊断设备和程序

(57)摘要

本发明提供一种超声诊断设备,所述超声诊断设备能够在抑制衰减的同时更可靠地传播剪切波。所述超声诊断设备的特征在于,所述超声诊断设备包括:超声探头2,用于向对象中的生物组织T发送第一超声束BM1;发送控制部分,用于从所述超声探头2向所述生物组织T发送用于在所述生物组织T中产生剪切波的超声束,同时对所述超声束施加转向;以及区域限定部分,用于限定所述对象的超声图像中的区域R,其中所述发送控制部分通过设置发送参数来发送所述第一超声束BM1,同时对所述超声束施加转向,以使所述第一超声束BM1行进到最靠近所述区域R并且位于所述区域之外的位置。



1. 一种超声诊断设备,其特征在于,包括:
超声探头,用于向对象中的生物组织发送超声束;
发送控制部分,用于从所述超声探头向所述生物组织发送用于在所述生物组织中产生剪切波的超声束,同时对所述超声束施加转向;以及
区域限定部分,用于限定所述对象的超声图像中的区域,其中
所述发送控制部分通过基于由所述区域限定部分限定的所述区域的位置的信息设置发送参数来发送所述超声束,同时对所述超声束施加转向,以使所述超声束行进到最靠近所述区域并且位于所述区域之外的位置。
2. 根据权利要求1所述的超声诊断设备,其中:所述发送控制部分通过基于由所述区域限定部分限定的所述区域的位置的信息设置所述发送参数来调整所述超声束的方向和形状,以使所述超声束行进到最靠近所述区域并且位于所述区域之外的位置。
3. 根据权利要求1或2所述的超声诊断设备,其中:所述发送控制部分发送一个所述超声束或者一对所述超声束。
4. 一种超声诊断设备,其特征在于,包括:
超声探头,用于向对象中的生物组织发送超声束;
发送控制部分,用于从所述超声探头向所述生物组织发送用于在所述生物组织中产生剪切波的超声束,同时对所述超声束施加转向;以及
区域限定部分,用于限定所述对象的超声图像中的区域,其中
所述发送控制部分通过基于由所述区域限定部分限定的所述区域的位置的信息设置所述发送参数来发送一对所述超声束,同时对所述超声束施加转向,以使所述超声束各自传输到位于所述区域任一横向端附近的位置,并且使所述超声束的至少一部分包括在所述区域内。
5. 根据权利要求4所述的超声诊断设备,其中:所述发送控制部分通过基于由所述区域限定部分限定的所述区域的位置的信息设置所述发送参数来调整所述超声束对的方向和形状,以使所述超声束各自传输到位于所述区域任一横向端附近的位置,并且使所述超声束的至少一部分包括在所述区域内。
6. 根据权利要求3到5中的任一权利要求所述的超声诊断设备,其中:所述发送控制部分同时发送所述超声束对。
7. 根据权利要求3到6中的任一权利要求所述的超声诊断设备,其中:所述超声束对具有共同焦点。
8. 根据权利要求1到7中的任一权利要求所述的超声诊断设备,其中:所述发送控制部分发送检测超声束,用于检测由所述超声束产生的剪切波。
9. 根据权利要求1到8中的任一权利要求所述的超声诊断设备,其中:测量值计算部分,用于基于所述检测超声束的回波信号,计算所述生物组织的弹性的测量值。
10. 根据权利要求9所述的超声诊断设备,其中,包括:显示部分,在所述显示部分中,根据所述测量值的弹性图像显示在所述区域中。
11. 根据权利要求9或10所述的超声诊断设备,其中:所述测量值是所述剪切波的传播速度。
12. 根据权利要求9或10所述的超声诊断设备,其中:所述测量值是基于所述剪切波的

所述传播速度计算的生物组织的弹性值。

13. 根据权利要求1到12中的任一权利要求所述的超声诊断设备,其中:所述超声图像是基于超声束的回波信号产生的超声图像,所述回波信号独立于所述超声束发送,用于在所述生物组织内产生剪切波。

14. 根据权利要求1到13中的任一权利要求所述的超声诊断设备,其中:所述超声图像是B型图像。

15. 根据权利要求1到14中的任一权利要求所述的超声诊断设备,其中:所述超声探头是凸面探头。

16. 根据权利要求1到15中的任一权利要求所述的超声诊断设备,其中:所述区域限定部分基于操作员的输入而限定所述区域。

17. 一种包括处理器的超声诊断设备,其中,所述处理器通过程序执行:

发送控制功能,用于从所述超声探头向对象中的生物组织发送用于在所述生物组织中产生剪切波的超声束,同时对所述超声束施加转向;以及

区域限定功能,用于限定所述对象的超声图像中的区域,其中

所述发送控制功能通过基于由所述区域限定部分限定的所述区域的位置的信息设置发送参数来发送所述超声束,同时对所述超声束施加转向,以使所述超声束行进到最靠近所述区域并且位于所述区域之外的位置。

18. 一种包括处理器的超声诊断设备,其特征在于,所述处理器通过程序执行:

发送控制功能,用于从所述超声探头向对象中的生物组织发送用于在所述生物组织中产生剪切波的超声束,同时对所述超声束施加转向;以及

区域限定功能,用于限定所述对象的超声图像中的区域,其中

所述发送控制功能是执行以下操作的功能:通过基于由所述区域限定部分限定的所述区域的位置的信息设置所述发送参数来发送一对所述超声束,同时对所述超声束施加转向,以使所述超声束各自传输到位于所述区域任一横向端附近的位置,并且使所述超声束的至少一部分包括在所述区域内。

19. 一种程序,所述程序使超声诊断设备中的处理器执行:

发送控制功能,用于从所述超声探头向对象中的生物组织发送用于在所述生物组织中产生剪切波的超声束,同时对所述超声束施加转向;以及

区域限定功能,用于限定所述对象的超声图像中的区域,所述程序的特征在于:

所述发送控制功能是通过基于由所述区域限定部分限定的所述区域的位置的信息设置发送参数来发送所述超声束,同时对所述超声束施加转向,以使所述超声束行进到最靠近所述区域并且位于所述区域之外的位置。

20. 一种程序,所述程序使超声诊断设备中的处理器执行:

发送控制功能,用于从所述超声探头向对象中的生物组织发送用于在所述生物组织中产生剪切波的超声束,同时对所述超声束施加转向;以及

区域限定功能,用于限定所述对象的超声图像中的区域,所述程序的特征在于:

所述发送控制功能是执行以下操作的功能:通过基于由所述区域限定部分限定的所述区域的位置的信息设置所述发送参数来发送一对所述超声束,同时对所述超声束施加转向,以使所述超声束各自传输到位于所述区域任一横向端附近的位置,并且使所述超声束

的至少一部分包括在所述区域内。

超声诊断设备和程序

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超声诊断设备以及一种通过从超声探头发送高声压超声束来测量生物组织弹性的程序。

背景技术

[0002] 目前已知若干弹性测量技术可通过从超声探头向生物组织发送高声压的超声束(推脉冲, push pulse)来测量生物组织的弹性(例如, 参见专利文件1)。更确切地说, 通过超声检测束检测由超声束在生物组织中产生的剪切波, 并且计算剪切波的传播速度和/或生物组织的弹性值, 以提供弹性数据。之后, 根据所述弹性数据在二维区域中显示彩色或类似的弹性图像。

[0003] 日本专利申请公开号2012-100997。

发明内容

[0004] 本发明所解决的问题

[0005] 随着剪切波不断远离产生剪切波的超声束, 该剪切波会不断衰减。因此, 如果超声束被发送到远离上述区域的位置, 则难以提供准确反映生物组织弹性的弹性值, 因为在所述区域中检测到的剪切波的振幅较小。此外, 如果产生剪切波的超声束被发送到远离所述区域的位置, 则提高了超声束与所述区域之间存在妨碍剪切波传播到所述区域中的障碍物的可能性。因此, 需要将超声束发送到尽可能靠近所述区域的位置。

[0006] 通常, 所述超声束的波束方向垂直于超声探头的发送/接收平面。因此, 超声束可发送到远离所述区域的位置, 具体取决于超声探头的几何结构。确切地说, 具有弧形发送/接收平面的凸面探头可导致超声束发送到远离所定义区域的位置, 具体取决于所述区域的位置。因此, 在所述区域内检测到的剪切波可能具有较低强度, 或者传播到所述区域时可能受阻碍。因此, 需要能够更可靠地将剪切波传播到所述区域中, 同时无论超声探头的几何构造, 均能够抑制衰减的超声诊断设备和程序。

[0007] 解决所述问题的方法

[0008] 在一个方面中, 本发明使用一种超声诊断设备来解决上述问题, 所述超声诊断设备的特征在于, 所述超声诊断设备包括: 超声探头, 用于向对象中的生物组织发送超声束; 发送控制部分, 用于从所述超声探头向所述生物组织发送用于在所述生物组织中产生剪切波的超声束, 同时对所述超声束施加转向; 以及区域限定部分, 用于限定所述对象的超声图像中的区域, 其中所述发送控制部分通过设置发送参数来发送所述超声束, 同时对所述超声束施加转向, 以使所述超声束行进到最靠近所述区域并且位于所述区域之外的位置。

[0009] 在另一个方面中, 本发明使用一种超声诊断设备来解决上述问题, 所述超声诊断设备的特征在于, 所述超声诊断设备包括: 超声探头, 用于向对象中的生物组织发送超声束; 发送控制部分, 用于从所述超声探头向所述生物组织发送用于在所述生物组织中产生剪切波的超声束, 同时对所述超声束施加转向; 以及区域限定部分, 用于限定所述对象的超

声图像中的区域,其中所述发送控制部分发送一对所述超声束,同时通过设置发送参数来对所述超声束施加转向,以使所述超声束各自传输到位于所述区域任一横向端附近的位置,并且使所述超声束的至少一部分包括在所述区域内。

[0010] 本发明的效果

[0011] 根据本发明的一个方面,所述发送控制部分通过设置发送参数来发送所述超声束,同时对所述超声束施加转向,以使所述超声束行进到最靠近所述区域并且位于所述区域之外的位置,因此,所述超声束产生的剪切波可以更可靠地传播到所述区域,同时抑制衰减。

[0012] 根据本发明的另一个方面,所述发送控制部分通过设置发送参数来发送一对超声束,同时对所述超声束施加转向,以使所述超声束各自传输到位于所述区域任一横向端附近的位置,并且使所述超声束的至少一部分包括在所述区域内,所述超声束产生的剪切波可以更可靠地传播到所述区域,同时抑制衰减。

附图说明

[0013] [图1]是方框图,示出了本发明的一个示例性实施例中的超声诊断设备的示意性配置。

[0014] [图2]是方框图,示出了回波数据处理部分的配置。

[0015] [图3]是方框图,示出了显示处理部分的配置。

[0016] [图4]是示出了显示部分的图解,所述部分中显示B型(B-mode)图像和弹性图像。

[0017] [图5]是流程图,示出了第一实施例的操作。

[0018] [图6]是示出了显示部分的图解,其中限定B型图像中的区域。

[0019] [图7]是示出了第一超声束的传输的图解。

[0020] [图8]是示出了第一超声束的波束方向的图解。

[0021] [图9]是示出了第二超声束的图解。

[0022] [图10]是示出了所述实施例的第一变型中的第一超声束的传输的图解。

[0023] [图11]是示出了所述实施例的第二变型中的第一超声束的传输的图解。

具体实施方式

[0024] 现在将描述本发明的实施例。图1中所示的超声诊断设备1包括超声探头2、发送/接收(T/R)波束形成器3、回波数据处理部分4、显示处理部分5、显示部分6、操作部分7、控制部分8和存储部分9。超声诊断设备1具有与计算机相似的配置。

[0025] 诊断探头2配置成包括以阵列的形式布置的多个超声振动器(未示出),用于向对象发送超声波(超声脉冲)并且通过超声振动器接收其回波信号。在本实施例中,超声探头2是具有弧形超声束发送/接收面的凸探头(convex probe)。

[0026] 通过超声探头2发送第一超声束(推脉冲),以在生物组织中产生剪切波。同时通过超声探头2发送用于检测剪切波的第二超声束,并且接收其回波信号。此外,通过超声探头2发送用于产生B型图像的第三超声束,并且接收其回波信号。

[0027] T/R波束形成器3基于来自所述控制部分8的控制信号驱动超声探头2,以使用预定发送参数发送第一到第三超声束(发送控制功能)。T/R波束形成器3还向超声回波信号施加

诸如分相加法处理 (phased addition processing) 等信号处理。T/R波束形成器3和控制部分8表示本发明中的发送控制部分的一个示例性实施例。所述发送控制功能表示本发明中的发送控制功能的一个示例性实施例。

[0028] 回波数据处理部分4包括B型处理部分41、传播速度计算部分42和弹性值计算部分43,如图2中所示。B型处理部分41向T/R波束形成器3输出的回波数据施加对数压缩处理以及包络线(envelope)检测处理等B型处理,并且创建B型数据。B型处理部分41基于来自第三超声束的回波信号创建B型数据。

[0029] 传播速度计算部分42基于T/R波束形成器3的回波数据输出计算剪切波的传播速度。传播速度计算部分42基于第二超声束的回波信号计算传播速度。弹性值计算部分43还基于所述传播速度,计算推脉冲所发送到的生物组织的弹性值。下文将描述其详细信息。传播速度计算部分42和弹性值计算部分43表示本发明中的测量值计算部分的一个示例性实施例。所述传播速度和弹性值表示本发明中关于生物组织弹性的测量值的一个示例性实施例。

[0030] 应了解,可以只计算传播速度,而不一定计算弹性值。传播速度数据或弹性值数据将在本说明书中称为弹性值。

[0031] 如图3中所示,显示处理部分5包括图像显示处理部分51和区域限定部分52,。图像显示处理部分51使用扫描转换器扫描转换所述B型数据,以创建显示部分6中显示B型图像所依据的B型图像数据。图像显示处理部分51还使用扫描转换器扫描转换所述弹性数据,以创建显示部分6中显示弹性图像所依据的弹性图像数据。

[0032] 参见图4,弹性图像EI是显示在B型图像BI中限定的二维区域R内的二维图像。弹性图像EI是根据传播速度或弹性值的具有各种颜色的彩色图像。图像显示处理部分51将B型图像数据和弹性图像数据合并在一起,以创建在显示部分6中显示图像所依据的合并图像数据。因此,弹性图像EI是允许背景中的B型图像从中通过的半透明图像。

[0033] B型图像BI表示本发明中的超声图像的一个示例性实施例。弹性图像EI表示本发明中的弹性图像的一个示例性实施例。

[0034] 区域R由区域限定部分52进行限定。更确切地说,区域限定部分52基于操作员在操作部分7的输入限定区域R。区域R是检测剪切波的区域,并且在本区域R中执行第二超声波的发送/接收。区域限定部分52表示本发明中的区域限定部分的一个示例性实施例。通过区域限定部分52限定区域R的功能表示本发明中的区域限定功能的一个示例性实施例。区域R表示本发明中的所述区域的一个示例性实施例。

[0035] 显示部分6是LCD(液晶显示器)、有机EL(电发光)显示器,或类似显示器。显示部分6表示本发明中的显示部分的一个示例性实施例。

[0036] 尽管未特别示出,操作部分7配置成包括用于允许操作员输入命令和/或信息的键盘、诸如跟踪球等指向装置,以及类似装置。

[0037] 控制部分8是处理器,如CPU(中央处理器)。控制部分8将存储在存储部分9中的程序加载其中,并且控制超声诊断设备1中的若干部分。例如,控制部分8将存储在存储部分9中的程序加载到其中,并且通过所加载的程序执行T/R波束形成器3、回波数据处理部分4和显示处理部分5的功能。

[0038] 控制部分8可以通过所述程序执行T/R波束形成器3的所有功能、回波数据处理部

分4的所有功能,以及显示处理部分5的所有功能,或者通过所述程序仅执行一部分所述功能。如果控制部分8仅执行一部分功能,则剩余的功能可通过电路等硬件执行。

[0039] 应了解,T/R波束成形器3、回波数据处理部分4和显示处理部分5的功能可以通过诸如电路等硬件实现。

[0040] 存储部分9是HDD(硬盘驱动器)、诸如RAM(随机存取存储器)和/或ROM(只读存储器)的半导体存储器,以及类似存储器。超声诊断设备1可以具有HDD、RAM和ROM中的全部,作为存储部分9。存储部分9还可以是任何便携式存储介质,例如CD(光盘)或DVD(数字通用光盘)。

[0041] 控制部分8执行的程序存储在非瞬时存储介质中,例如HDD或ROM。所述程序还可以存储在任何非瞬时便携式存储介质中,例如CD(光盘)或DVD(数字通用光盘)。

[0042] 接下来,将基于图5中的流程图描述本实施例中的超声诊断设备1。首先,在步骤S1中,操作员通过超声探头2向/从对象中的生物组织进行超声波发送/接收,并且基于回波信号显示B型图像。在步骤S1中,发送第三超声束。第三超声束表示本发明中独立于产生剪切波的超声束单独发送的超声束的一个示例性实施例。

[0043] 操作员随后在操作部分7中进行输入以限定B型图形BI中的区域R。因此,区域R限定于B型图像BI中,如图6中所示。区域R限定成具有操作员所需的用于显示弹性图像的位置和大小。

[0044] 接下来,在步骤S2,一个上述第一超声束BM1从超声探头2传输到生物组织T,如图7中所示。例如一旦操作员在操作部分7中进行输入就时传输第一超声束BM1,以显示弹性图像等。第一超声束BM1传输到区域R的外部且位于区域R在横向方向(X方向)的一端部附近。第一超声束BM1是用于在生物组织中产生剪切波的超声束,并且表示本发明中用于产生剪切波的超声束的一个示例性实施例。

[0045] 现在,将详细描述第一超声束BM1。T/R波束形成器3将发送参数设置成使第一超声束BM1行进到最靠近区域R且位于所述区域之外的位置,并且发送所述第一超声束BM1。更确切地说,T/R波束形成器3将第一超声束BM1发送到生物组织,同时对所述波束施加转向。换言之,T/R波束形成器3沿方向d1,以相对于方向d2的预定角度 θ ($\theta \neq 0$)发送第一超声束BM1,所述方向d2与超声探头2中的发送/接收平面2a的切向正交,如图8中所示。方向d2是不对超声束施加任何转向的波束方向。

[0046] 此外,T/R波束形成器3发送具有预定深度的焦点F的第一超声束BM1,如上述的图7中所示。

[0047] T/R波束形成器3通过基于关于区域R的位置的信息(位置和尺寸)设置发送参数,例如延迟量、发送孔、焦点等来调整第一超声束BM1的方向和形状,以使第一超声束BM1行进到最靠近区域R的位置。

[0048] 第一超声束BM1在生物组织T中产生剪切波。在步骤S3中,发送第二超声束BM2,用于检测通过第一超声束BM1在区域R的内部产生的剪切波,并且接收其回波信号,如图9中所示。应注意,通过图9中的声线来指示第二超声束BM2。针对区域R内部的多个声线,按顺序执行第二超声束BM2的发送/接收。

[0049] 接下来,在步骤S4中,基于第二超声束BM2的回波信号创建弹性数据,并且显示基于所述弹性数据的弹性图像EI。所述弹性数据是剪切波的传播速度数据,或者基于所述传

播速度计算的弹性值的数据。更确切地说,传播速度计算部分42计算在第二超声束BM2的回波信号中检测到的剪切波的传播速度。弹性值计算部分43基于剪切波的传播速度计算弹性值(杨氏模量(单位Pa:帕斯卡))。应了解,可以只计算传播速度,而不一定计算弹性值。

[0050] 根据本实施例,T/R波束形成器3发送第一超声束BM1,同时施加转向,以使所述第一超声束行进到最靠近区域R并且位于所述区域之外的位置。第一超声束BM1的形状也限定成最靠近区域R并且位于所述区域之外。因此,由第一超声束BM1产生的剪切可以更可靠地传播到区域R,同时抑制衰减。

[0051] 接下来,将描述上述实施例的变型。首先,将描述第一变型实例。在上述步骤S2中,发送一对第一超声束BM1-1、BM1-2,如图10中所示。所述第一超声束对BM1-1、BM1-2同时传输到区域R的外部且位于区域R在横向方向上的一端附近。

[0052] 在本实施例中,T/R波束形成器3再次基于关于区域R的位置的信息设置发送参数,以使超声束BM1-1、BM1-2行进到最靠近区域R的位置,并且发送第一超声束BM1-1、BM1-2。第一超声束BM1-1、BM1-2具有公共焦点F。T/R波束形成器3通过对第一超声束BM1-1、BM1-2施加转向来发送这些超声束,以使它们在焦点F处彼此相交。

[0053] 在第一变型中,第一超声束BM1-1产生的剪切波和第二超声束BM1-2产生的剪切波均由第二超声束BM2检测在上述步骤S3检测到。

[0054] 接下来,将描述第二变型。在上述步骤S2中,发送一对第一超声束BM1-1、BM1-2,如图11中所示。确切地说,T/R波束形成器3将发送参数设置成使第一超声束BM1-1、BM1-2各自传输到位于区域R任一横向端附近的位置,并且使第一超声束BM1-1、BM1-2的一部分包括在区域R内,并且发送所述第一超声束对BM1-1、BM1-2。除了本特征之外的配置类似于第一实施例。

[0055] 在第二变型中,第一超声束BM1-1、BM1-2的一部分包括在区域R中。但是,所述第一超声束对BM1-1、BM1-2各自传输到区域R任一横向端附近,以便由第一超声束BM中的一个超声束产生的剪切波可以传播到区域R的一部分,其中包括第一超声束的另一个超声束,从而提供弹性图像。

[0056] 尽管参考实施例描述了本发明,但是能够轻易地认识到,可以在不偏离本发明的精神和范围的前提下,使用若干修改方案来实践本发明。例如,所述第一超声束对BM1-1、BM1-2可以具有各自不同的焦点,而没有公共焦点。在这种情况下,所述第一超声束对BM1-1、BM1-2在焦点以外的其他位置相交。

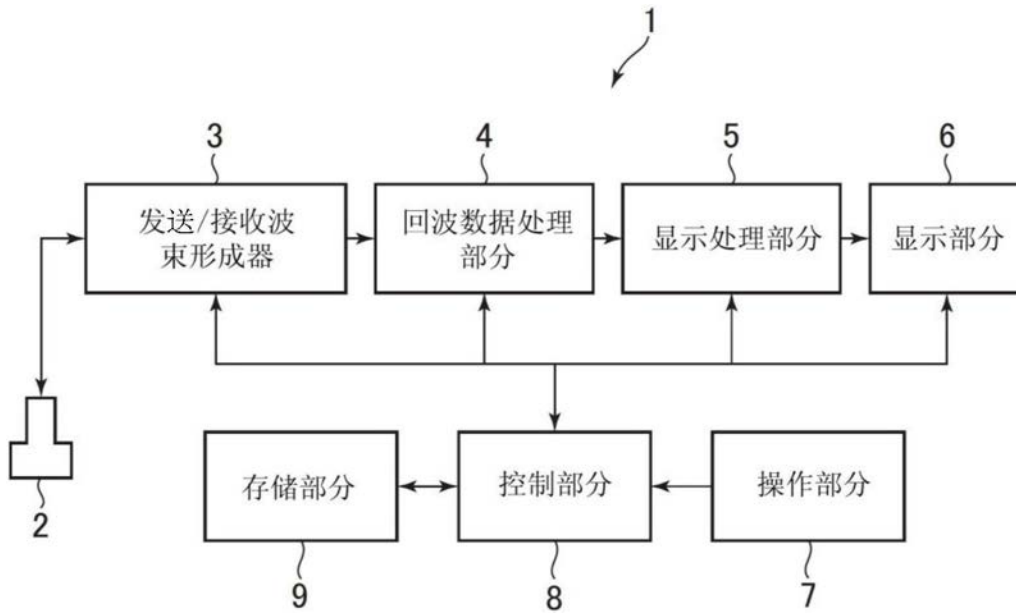


图1

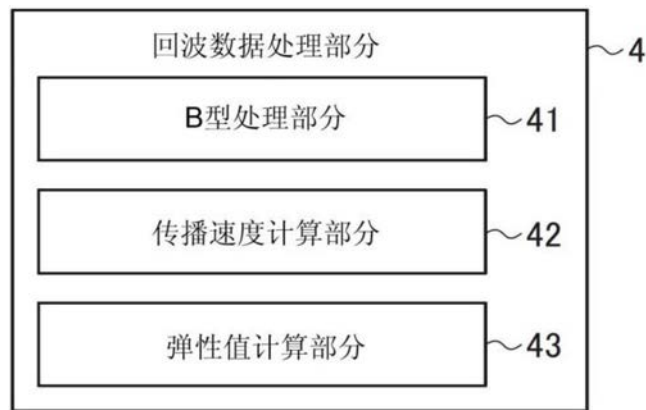


图2



图3

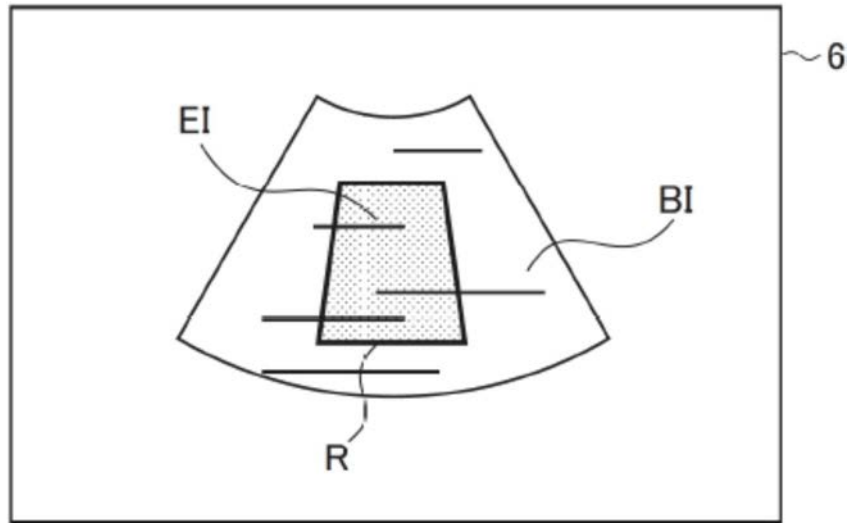


图4

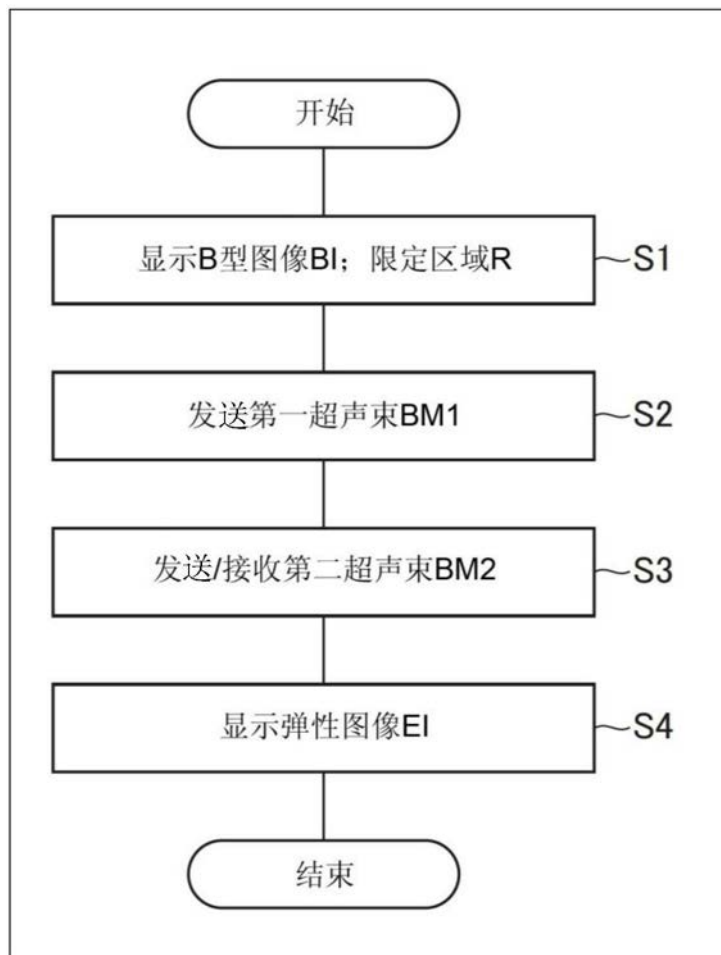


图5

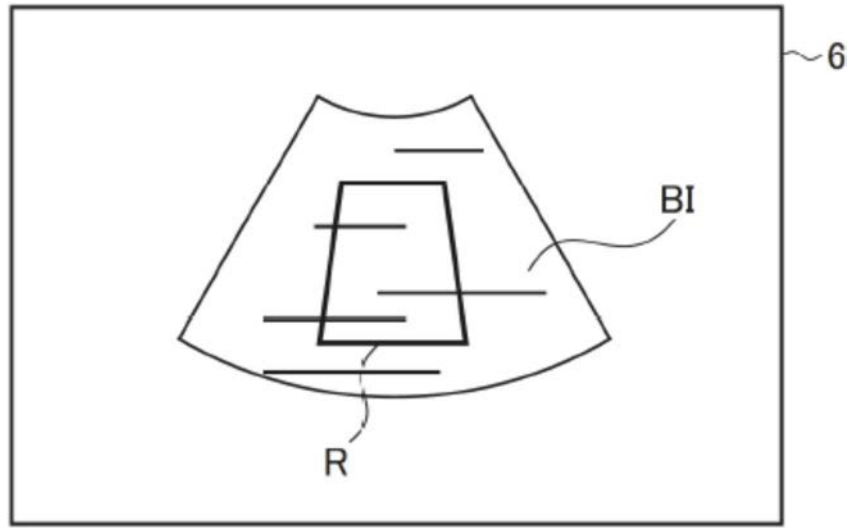


图6

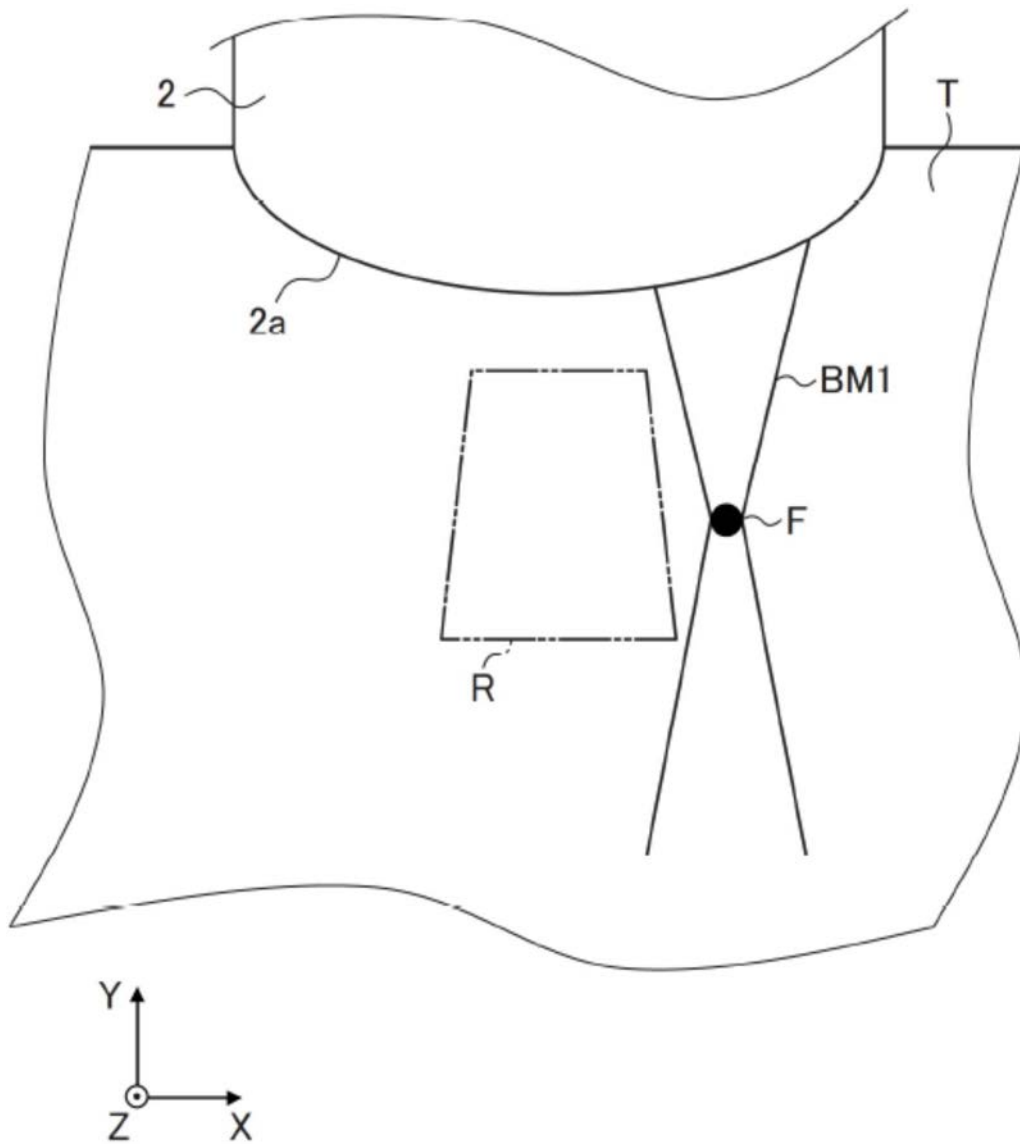


图7

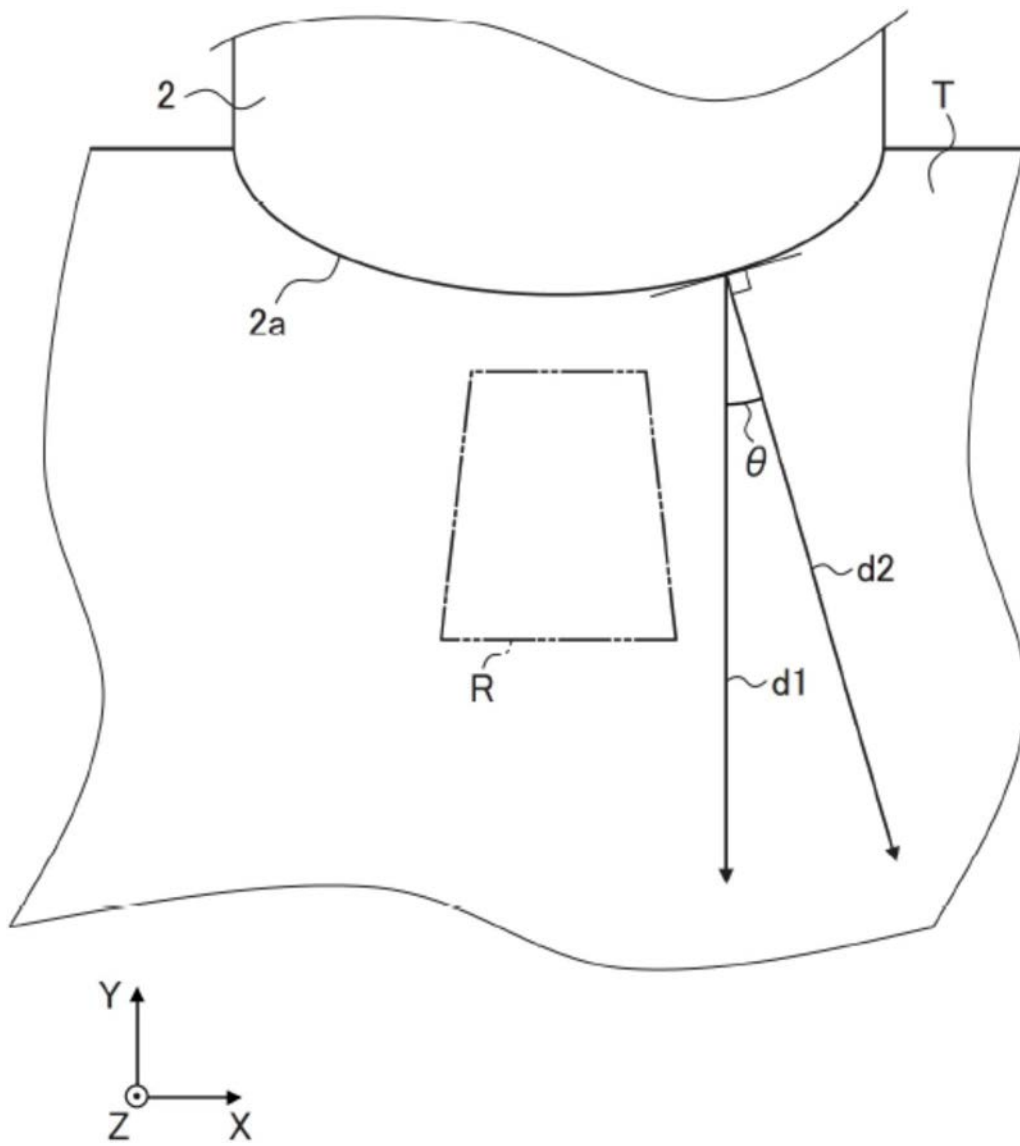


图8

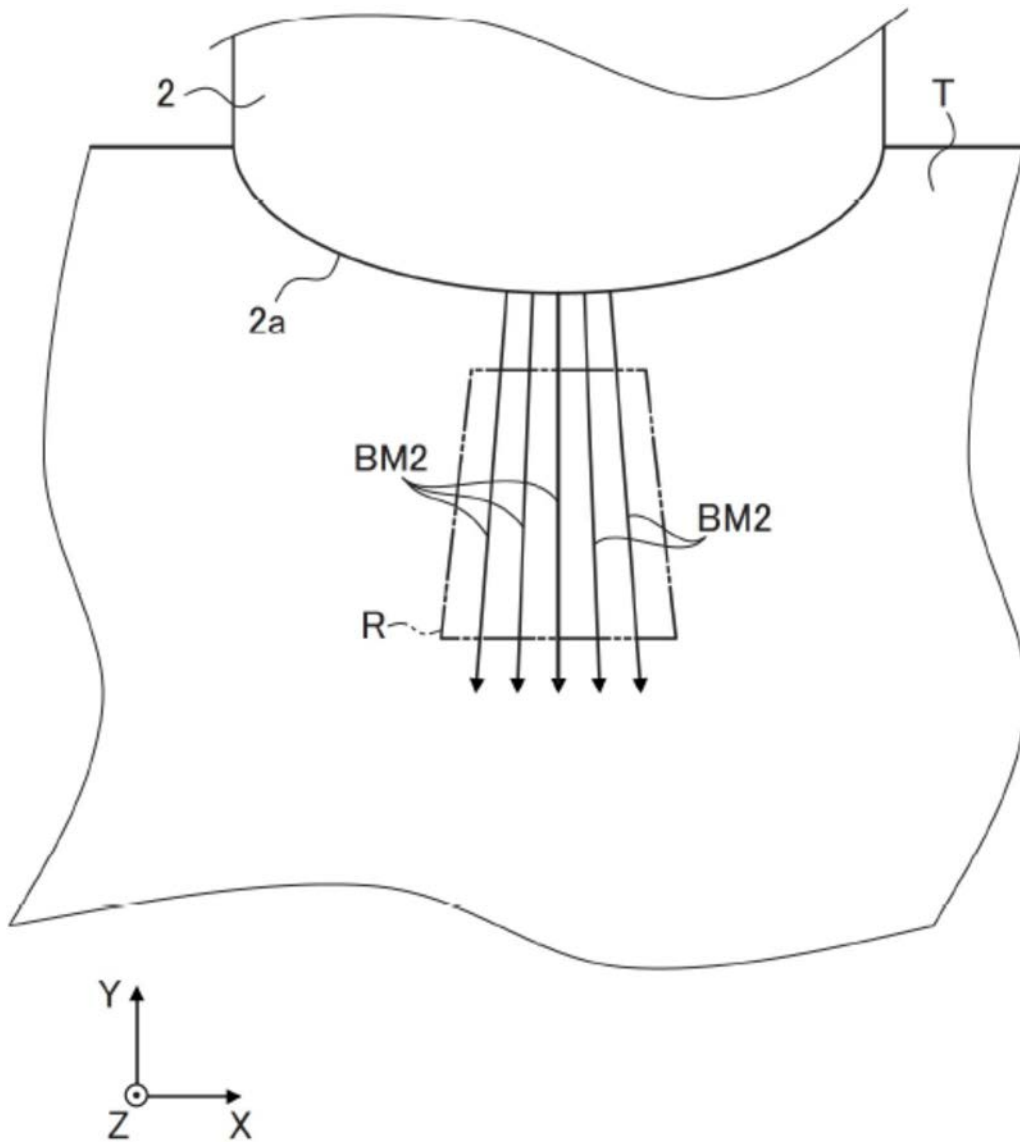


图9

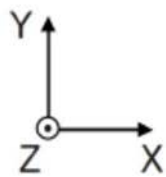
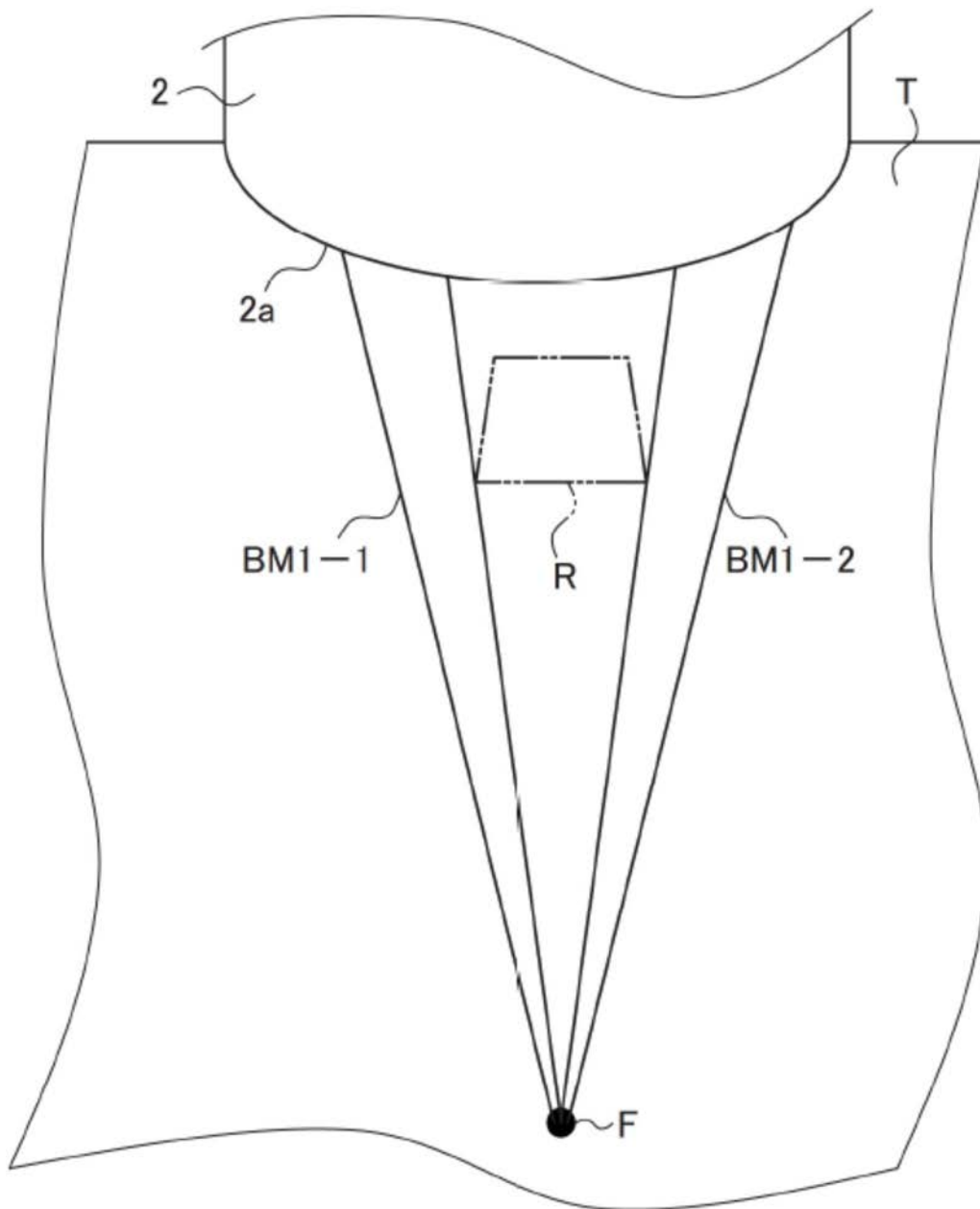


图10

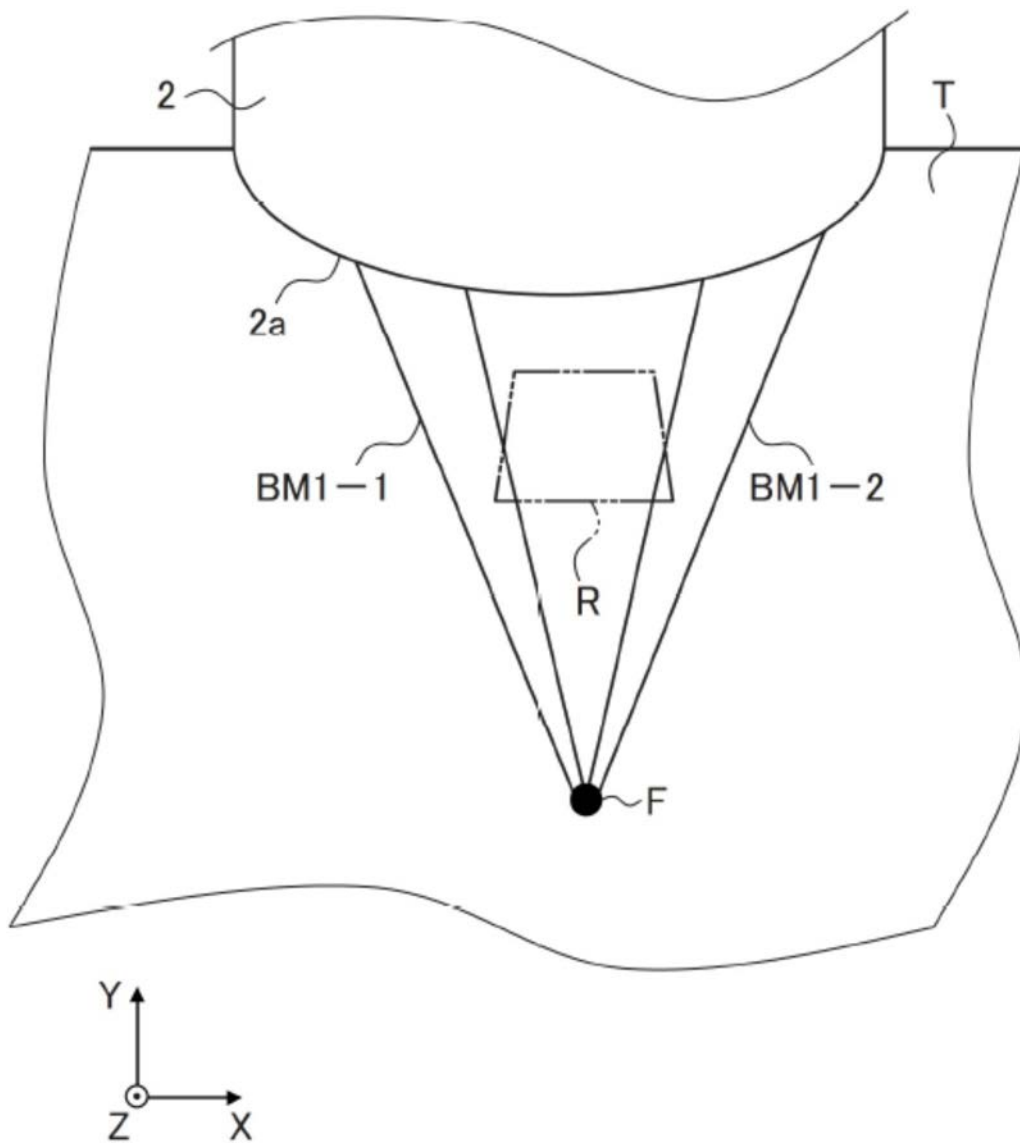


图11

专利名称(译)	超声诊断设备和程序		
公开(公告)号	CN106999152A	公开(公告)日	2017-08-01
申请号	CN201580064725.X	申请日	2015-11-24
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术有限公司		
[标]发明人	松永笃子 谷川俊一郎		
发明人	松永笃子 谷川俊一郎		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/485 A61B8/14 A61B8/4455 A61B8/463 A61B8/469 A61B8/5223 A61B8/5246 A61B8/54 G01S7/52022 G01S7/52042 G01S7/52063 G01S7/52085		
优先权	2014238531 2014-11-26 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种超声诊断设备，所述超声诊断设备能够在抑制衰减的同时更可靠地传播剪切波。所述超声诊断设备的特征在于，所述超声诊断设备包括：超声探头2，用于向对象中的生物组织T发送第一超声束BM1；发送控制部分，用于从所述超声探头2向所述生物组织T发送用于在所述生物组织T中产生剪切波的超声束，同时对所述超声束施加转向；以及区域限定部分，用于限定所述对象的超声图像中的区域R，其中所述发送控制部分通过设置发送参数来发送所述第一超声束BM1，同时对所述超声束施加转向，以使所述第一超声束BM1行进到最靠近所述区域R并且位于所述区域之外的位置。

