

1. 一种超声波诊断系统,包括:

超声波探头,其与活体相接触,发射和接收超声波,并且输出接收信号;

图像形成单元,其基于所述接收信号来形成超声波图像;

距离测量单元,其使用包括放射状设定在所述活体的截面上的多个测量路径的多个超声波图像,沿着各个所述测量路径测量深部位置处的基准部位和浅部位置处的预定的边界表面之间的距离;

指标值计算单元,其基于多个所述测量路径之间的相对位置关系和沿着多个所述测量路径测量出的多个距离来计算与内脏脂肪量相关的指标值;以及

输出单元,其输出所述指标值。

2. 根据权利要求1所述的超声波诊断系统,其中

所述基准部位是血管,

与每个测量路径相对应的每个超声波图像显示为断层分析图像,并且

在每个所述断层分析图像上测量所述血管和所述预定的边界表面之间的距离。

3. 根据权利要求2所述的超声波诊断系统,其中

所述血管是搏动的降主动脉。

4. 根据权利要求3所述的超声波诊断系统,其中

多个断层分析图像对应于垂直于所述截面并且在所述降主动脉上相交的多个扫描平面。

5. 根据权利要求4所述的超声波诊断系统,其中

所述活体的截面是活体的腹部区域上的横截面,并且

所述多个扫描平面中的中央扫描平面形成在避开存在于腹部区域中的肚脐的位置处。

6. 根据权利要求5所述的超声波诊断系统,其中

所述多个扫描平面包括中央扫描平面、右侧扫描平面和左侧扫描平面,并且

所述右侧扫描平面和左侧扫描平面相对于所述中央扫描平面以实质相同的倾斜角度设置在所述中央扫描平面的右侧和左侧。

7. 根据权利要求1所述的超声波诊断系统,其中

多个所述测量路径包括中央路径、右侧路径和左侧路径,并且

所述指标值计算单元包括:

基于沿着所述中央路径的距离、沿着所述右侧路径的距离以及所述中央路径和所述右侧路径之间的右侧角度,来计算所述中央路径和所述右侧路径之间的右侧部的右侧部面积的单元;

基于所述中央路径上的距离、沿着所述左侧路径的距离以及所述中央路径和所述左侧路径之间的左侧角度,来计算所述中央路径和所述左侧路径之间的左侧部的左侧部面积的单元;以及

至少使用所述右侧部面积和所述左侧部面积来计算所述指标值的单元。

8. 根据权利要求1所述的超声波诊断系统,其中

所述预定的边界表面是皮下层的内表面。

9. 根据权利要求1所述的超声波诊断系统,其中

每个所述超声波图像包括表示相应的测量路径的线,并且

所述系统进一步包括输入单元,用户通过所述输入单元在每条线上指定基准部位和预定的边界表面。

10. 根据权利要求 1 所述的超声波诊断系统,进一步包括:

探头保持设备,其用于保持其中所述探头与所述活体的腹部区域的表面相接触的状态。

11. 根据权利要求 10 所述的超声波诊断系统,其中

所述探头保持设备包括:

多个保持部,其保存待与所述腹部区域相接触的探头,以及

固定单元,其将多个所述保持部固定在所述腹部区域上,并且

所述多个保持部在使用期间在左右方向上排列设置,并且设置为使所述探头的发射接收表面朝向于所述基准部位的角度。

12. 根据权利要求 11 所述的超声波诊断系统,其中

每个所述保持部具有允许保存在其中的探头的侧倾运动的可变形性。

13. 根据权利要求 11 所述的超声波诊断系统,其中

所述探头包括一维阵列传感器,并且

每个所述保持部保持所述探头以使得所述一维阵列传感器的元件布置方向平行于所述活体的体轴向方向。

14. 根据权利要求 11 所述的超声波诊断系统,其中

在每个所述保持部中,形成有用于将所述探头的发射接收表面暴露于活体侧的开口以及围绕且保持所述探头的中空结构。

15. 根据权利要求 11 所述的超声波诊断系统,其中

多个所述保持部包括中央保持部、右侧保持部和左侧保持部;

所述右侧保持部和所述左侧保持部相对于所述中央保持部倾斜,并且整个保持部呈扇形展开,并且

在使用中,所述右侧保持部和所述左侧保持部相对于所述中央保持部的倾斜角度被设定在 30 度和 50 度之间。

16. 根据权利要求 11 所述的超声波诊断系统,其中

所述固定单元是包绕在体部上的带形构件。

17. 根据权利要求 11 所述的超声波诊断系统,其中

设置有用相对于肚脐进行位置匹配的标记。

超声波诊断系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超声波诊断系统,尤其涉及测量内脏脂肪的超声波诊断系统。

背景技术

[0002] 在医疗领域,正在使用超声波诊断系统。通常地,超声波诊断系统是由超声波诊断装置形成的或者由超声波诊断装置和计算机的组合形成的。超声波诊断装置包括:超声波探头,其向活体发射超声波并且接收来自活体的反射波;以及装置主体,其基于从超声波探头接收到的信号来执行图像形成和各种测量。通过超声波诊断,可以避免在X射线诊断中发生的诸如辐射曝光的问题,并且超声波诊断不需要诸如X射线诊断所需的大型装置。由于这种便利性,理想的是将超声波诊断技术应用至代谢综合症(即,由于内脏脂肪引起的肥胖病)的医疗检查。

[0003] 目前,在代谢综合症的医疗检查中,因为腹围和内脏脂肪量之间存在一定程度的相关性,通常对腹围进行测量。然而,腹围仅仅是包括皮下脂肪(包括肌肉)的长度信息,而并不直接表示腹腔中内脏脂肪的量或者其中存在内脏脂肪的范围的大小。提出了一种方法,其中将弱电流施加至腹部区域并且基于其电阻来估算内脏脂肪的量。然而,为了实现这种方法,可能需要大型的装置,并且不能获得充分反映腹部区域中的结构的结果,因此,不能改善测量的可靠性。在使用X射线CT装置测量内脏脂肪量的方法中,能够实现具有高精度的测量,但是必须为这个方法构造非常大规模的系统,导致了规模和成本方面的问题。此外,产生了关于辐射曝光的问题。考虑到这点,进行了超声波诊断(其能够无创伤地观测体内构造)应用至代谢综合症的医疗检查,即内脏脂肪测量的研究。

[0004] 非专利文献1是描述内脏脂肪和心血管疾病危险因数之间的关系的论文。虽然细节并不清楚,但是能够推断出的是,内脏脂肪量是使用超声波图像测量出的。更具体地,在非专利文献1的图1中示出的腹部区域的横截面(垂直地横跨腰椎的截面)上,设定了从腰椎至腹部区域的前表面侧放射状展开的三个路径,在这些路径上确定了从腰椎至皮下脂肪的距离a、b和c,并且计算出平均值 $(a+b+c)/3$ 作为与内脏脂肪量相对应的信息VFD(内脏脂肪距离)。在这种计算中,没有考虑相邻路径之间的角度。也即是说,在这个方法中,仅使用了一个维度的距离信息,而没有使用二维信息或者结构信息。这个论文还没有公开用于设定具有良好再现性的三个路径的装置。

[0005] 专利文献1公开了一种内脏脂肪肥胖检查装置,其通过对超声波图像进行图像处理来计算皮下脂肪的截面积和腹膜前脂肪的截面积之间的比率。然而,这个装置并不是将测量腹部区域内的宽范围作为目标,并且并不具有用于实现良好再现性的测量条件和测量支持装置。

[0006] 专利文献2公开了一种内脏脂肪测量装置,其确认肝脏附近的腹膜前脂肪厚度和肚脐附近的腹膜前脂肪厚度,并且基于这些信息来确定取决于内脏脂肪量的内脏脂肪系数。这个装置观测在脊柱延伸的方向上间隔的两个点处的内脏脂肪,而没有考虑垂直于脊柱的截面的形状和结构。

[0007] 专利文献 3 公开了一种用于超声波探头的配件,其防止了当超声波探头与患者接触时脂肪厚度的变化。然而,这个配件仅具有一个探头保持部。专利文献 4 公开了一种具有带形细绳的近红外光型体脂肪测量装置。在细绳上,设置有肚脐位置匹配部。

[0008] 在代谢综合症的检查中,尤其是在代谢综合症的团体性医疗检查中,要求对与内脏脂肪量相对应的信息进行简易、快速且可靠的测量。然而,通过相关领域的技术,并不一定能够充分地满足这种要求。

[0009] 在通过按顺序在体表面上的多个位置处接触探头进行检查的情形中,要求提高探头定位准确度以及实现探头定位的良好可操作性,但是通过相关领域的技术,并不一定能够充分满足这种要求。

[0010] [相关领域参考文献]

[0011] [专利文献]

[0012] [专利文献 1]JP 2007-135980A

[0013] [专利文献 2]JP 2008-194240A

[0014] [专利文献 3]JP 2008-284136A

[0015] [专利文献 4]JP 2006-296770A

[0016] [非专利文献]

[0017] [非 专 利 文 献 1]Yu CHIBA 等,“Relationship between Visceral Fat and Cardiovascular Disease Risk Factors:The Tanno and Sobetsu Study”,Hypertens Res, 2007 年第 30 卷第 3 期第 229 页至第 236 页。

发明内容

[0018] [技术问题]

[0019] 本发明的优势在于提供了一种超声波诊断系统,其能够使用超声波高精度地测量与内脏脂肪量相对应的信息。

[0020] 本发明的另一个优势在于提供了一种超声波诊断系统,其能够在活体的截面上设定具有良好再现性的多个内脏脂肪测量路径。

[0021] 本发明的另一个优势在于提供了一种超声波诊断系统,其能够通过简单的结构获得可靠的测量结果,并且该系统适于代谢综合症的团体性医疗检查。

[0022] 本发明的另一个优势在于提供了一种超声波诊断系统,其能够改善探头在活体表面上的定位精度和定位再现性。

[0023] 本发明的另一个优势在于提供了一种超声波诊断系统,其能够改善探头在活体表面上定位期间的可操作性。

[0024] 本发明的另一个优势在于提供了一种超声波诊断系统,其能够容易地搜索在体轴向方向上延伸的基准组织并且其能够构建良好的测量状况。

[0025] [解决问题的方案]

[0026] 本申请的每个权利要求中描述的发明旨在实现上述优势中的一个。

[0027] 根据本发明的一个方案,提供了一种超声波诊断系统,包括:超声波探头,其与活体相接触,发射和接收超声波,并且输出接收信号;图像形成单元,其基于所述接收信号来形成超声波图像;距离测量单元,其使用包括放射状设定在所述活体的截面上的多个测量

路径的多个超声波图像,在各个所述测量路径上测量深部位置处的基准部位和浅部位置处的预定的边界表面之间的距离;指标值计算单元,其基于多个所述测量路径之间的相对位置关系和在多个所述测量路径上测量出的多个距离来计算与内脏脂肪量相关的指标值;以及输出单元,其输出指标值。

[0028] 根据上述结构,其中存在内脏脂肪存在于活体中的可能性的范围被确认为沿着多个测量路径的多个距离。基于多个测量路径之间的相对位置关系(优选地,相交角度)和多个距离,计算出与内脏脂肪量相关的指标值。在作为现有技术方法的腹围测量方法中,肌肉的厚度和皮下脂肪也被包括以作为测量目标,但是通过上述构造,当移除皮下脂肪层等时能够确认其中可能存在内脏脂肪的范围,并且使用这个范围作为用于指标值计算的基础。更具体地,根据本申请中公开的方法,沿着多个测量路径测量多个距离,并且因此,能够考虑内脏脂肪的二维展开或者大小。由此,能够改善指标值的可靠性。当使用 X 射线 CT 装置进行内脏脂肪测量时,发生了辐射曝光的问题并且需要大型机构。然而,通过上述构造,能够快速并且无创伤地测量指标值,并且能够获得高度的医疗可用性。预定的边界表面是围绕其中存在内脏脂肪的区域的边界表面。优选地,预定的边界表面是其中不存在内脏脂肪的皮下层的内表面;更具体地,是肌肉层的内表面或者皮下脂肪层的内表面。

[0029] 测量路径的数量大于或者等于两个,并且优选的是三个。通过设定三个测量路径,除了其中可能存在内脏脂肪的范围的展开之外,能够考虑范围的大致形状(或者右侧形式和左侧形式之间的差别)。可选地,可以设定四个或者更多个测量路径。距离测量是自动、手动或者半自动地执行的。在手动执行的情形中,考虑到用户的负担,优选的是设定三个测量路径。多个测量路径优选地被设定为使得多个测量路径在身体的深部处相交。其中可能存在内脏脂肪的范围或者体腔的形状大致为椭圆形,并且因此,特别优选的是将基准部位设定在椭圆形的中心附近以及设定从基准部位放射状展开的多个测量路径。为了实现在多个测量路径上的距离测量,使得探头逐渐或者同时地与活体表面上的多个接触位置相接触。优选地,显示的多个超声波图像中的每个包括表示测量路径的线,并且设置了输入单元,用户通过输入单元在每条线上指定基准部位和预定的边界表面。

[0030] 优选地,所述基准部位是血管,与每个测量路径相对应的每个超声波图像显示为断层分析图像,并且在每个所述断层分析图像上测量所述血管和所述预定的边界表面之间的距离。显示断层分析图像有利于预定的边界表面的视觉确认。此外,还有利于血管的确认。可选地,可以使用超声波多普勒方法自动执行血管的确认。优选地,所述血管是搏动的降主动脉。能够在断层分析图像上非常容易地识别出这种搏动的血管,并且,通过参照这种血管设定测量路径,即使对于手动测量,也能够改善测量的可靠性。

[0031] 优选地,多个断层分析图像对应于垂直于所述截面并且在所述降主动脉上相交的多个扫描平面。优选地,所述活体的截面是活体的腹部区域上的横截面,并且所述多个扫描平面中的中央扫描平面形成在避开存在于腹部区域中的肚脐的位置处。

[0032] 优选地,所述多个扫描平面包括中央扫描平面、右侧扫描平面和左侧扫描平面,并且所述右侧扫描平面和左侧扫描平面相对于所述中央扫描平面以实质相同的倾斜角度设置在所述中央扫描平面的右侧和左侧。优选地,多个所述测量路径包括中央路径、右侧路径和左侧路径,并且所述指标值计算单元包括:基于沿着所述中央路径的距离、沿着所述右侧路径的距离以及所述中央路径和所述右侧路径之间的右侧角度,来计算所述中央路径和所

述右侧路径之间的右侧部的右侧部面积的单元；基于所述中央路径上的距离、沿着所述左侧路径的距离以及所述中央路径和所述左侧路径之间的左侧角度，来计算所述中央路径和所述左侧路径之间的左侧部的左侧部面积的单元；以及至少使用所述右侧部面积和所述左侧部面积来计算所述指标值的单元。

[0033] 计算出的面积值可以不经进一步的处理而被输出以作为指标值，或者可以通过在活体的各个位置处计算面积值来确定体积值并且将体积值输出以作为指标值。作为面积计算和体积计算的方法，可以考虑各种方法。在任何情形中，优选的是沿着多个径向测量路径计算多个距离以及在活体中的二维形状信息的基础上计算指标值。

[0034] 优选地，超声波诊断系统进一步包括探头保持设备。优选地，所述探头保持设备包括：多个保持部，其保存待与所述腹部区域相接触的探头；以及固定单元，其将多个所述保持部固定在所述腹部区域上，并且所述多个保持部在使用期间在腹部区域的左右方向上排列设置，并且设置为使所述探头的发射接收表面朝向于所述基准部位的角度。

[0035] 通过上述构造，多个保持部设置有预定的位置关系，并且用户能够按顺序地将探头设定在保持部中，以及在每个位置处执行超声波诊断。通过这种构造，因为探头能够快速并且准确地定位，所以能够减轻用户的负担，并且能够获得测量的良好再现性。基准部位例如是定位在身体的深部中的血管，并且调整探头的取向以使得扫描平面通过基准部位。特别地，调整倾斜角度。在探头插进多个保持部中的每个中的状态下，通常地，电子扫描方向变得相互平行，并且仅调整扫描平面的侧倾角度。当电子扫描方向和用作基准部位的血管的流动方向处于平行关系时，多个扫描平面可以在血管的中心轴线上相交。根据测量目标来确定保持部的数量，并且对于内脏脂肪的测量，例如，设置有三个保持部。可选地，可以设置两个、四个或者更多个保持部。固定单元优选地围绕整个腹部区域，但是可选地，可以使用其他结构。

[0036] 优选地，每个保持部具有允许保存在其中的探头的侧倾运动的可变形性。每个保持部优选地由弹性的可变形材料构成。可以在保持部中设置间隙以允许探头的运动。保持部优选地形成使得即使当用户没有用手保持探头时，探头也不会掉落。优选地，当观测超声波图像时，用户执行扫描平面的定位。

[0037] 优选地，所述探头包括一维阵列传感器，并且每个保持部保持所述探头以使得所述一维阵列传感器的元件布置方向平行于所述活体的体轴向方向。优选地，在每个保持部中，形成有助于将所述探头的发射接收表面暴露于活体侧的开口以及围绕且保持所述探头的中空结构。

[0038] 优选地，多个所述保持部包括中央保持部、右侧保持部和左侧保持部；所述右侧保持部和所述左侧保持部相对于所述中央保持部倾斜，并且整个保持部呈扇形展开，并且在使用中，所述右侧保持部和所述左侧保持部相对于所述中央保持部的倾斜角度被设定在 30 度和 50 度之间。优选地，所述固定单元是包绕在体部上的带形构件。优选地，设置有助于相对于肚脐进行位置匹配的标记。

附图说明

[0039] 图 1 是用于说明本发明的测量方法的图，并且特别地示出了用于计算指标值的三个测量路径。

- [0040] 图 2 是用于说明在与三个测量路径相对应的三个断层分析图像上的距离测量的图。
- [0041] 图 3 是用于说明基于三个距离的面积计算的图。
- [0042] 图 4 是示出面积计算中的具体示例计算的概念图。
- [0043] 图 5 是用于说明右侧部面积和左侧部面积的示例性计算的图。
- [0044] 图 6 是用于说明使用表的面积计算方法的图。
- [0045] 图 7 是用于说明沿着测量路径的自动距离计算的图。
- [0046] 图 8 是示出具有计算与内脏脂肪量相关的指标值的功能的超声波诊断系统的图。
- [0047] 图 9 是图 8 所示的装置的示例性操作的流程图。
- [0048] 图 10 是用于说明用于将探头固定在体表面上的多个位置上的一件设备的立体图。
- [0049] 图 11 是图 10 所示的设备的剖视图。
- [0050] 图 12 是用于说明图 10 所示的设备的整体结构的图。

具体实施方式

[0051] 现在将参照附图描述本发明的优选实施例。

[0052] 图 1 示意性地示出了活体的腹部区域的横截面。图 1 特别地示出了其中测量和计算与内脏脂肪量相关的指标值的情形。X 方向是脊柱的方向，Z 方向是活体厚度的方向，Y 方向是左右方向。图 1 的横截面是通过从大腿侧朝向头部侧设定视线而观测到的截面。

[0053] 在图 1 中，附图标记 10 表示活体的腹部区域，其中腹部区域 10 的下侧表示背部，腹部区域 10 的上侧表示腹部区域 10 的表面 12。例如，活体面朝上放置在床上。在腹部区域 10 的内部，存在皮下脂肪层 14。皮下脂肪层 14 是包括皮肤和肌肉的层。肌肉 16 也存在于皮下脂肪层 14 的内侧。内脏脂肪区域 20 存在于肌肉 16 的更内侧。在图 1 中，内脏脂肪区域 20 是在 YZ 平面上延伸的间隙区域，并且存在于器官的周围。存在百分比因人而异。通过下文描述的本方法，能够计算出与内脏脂肪量显著相关的特定指标值。皮下层可以限定为包括皮下脂肪层 14 和肌肉 16 的层。在图 1 中，内脏脂肪区域 20 由皮下层的内表面（边界表面）16A 包围。

[0054] 在图 1 中，附图标记 18 表示腰椎，并且附图标记 24 表示诸如器官的其他组织。这里应该观测到的组织是降主动脉 22。降主动脉是宽动脉，并且能够在超声波图像上容易地看到降主动脉的搏动。降主动脉 22 定位在腹部区域的近似中央处，并且在本实施例中，降主动脉 22 用作基准组织或者基准部位。

[0055] 对于指标值的测量，在本实施例中，设定了 3 个测量路径 36A、36B 和 36C。在图 1 中，这些路径示为 3 条线，并且这些线在降主动脉 22 的中央处相交。相对于中央处的测量路径 36A，其他的两个测量路径 36B 和 36C 倾斜相同的角度。该角度是诸如 40 度。可选地，该角度值可以被设定在 30 度至 50 度的范围内或者设定为另外的角度。为了放射状地设定三个测量路径 36A、36B 和 36C，确定了三个接触位置 A、B 和 C。

[0056] 更具体地，一件保持设备 26 设置在腹部区域表面 12 上，并且探头 32 通过保持设备 26 按顺序地被保持在三个接触位置 A、B 和 C 处。保持设备 26 具有三个保持部 30A、30B 和 30C，探头 32 可以被选择性地插入和保持在保持部 30A、30B 和 30C 中的一个中。例如，

在图 1 中,探头 32 设置在接触位置 A 处;也即是说,探头 32 插入保持部 30A 中。探头 32 的发射接收表面与腹部区域表面 12 紧密接触,并且在这个状态下发射和接收超声波;也即是说,执行了超声波束的电子扫描。当完成了这个位置处的测量时,探头 32 接下来运动至接触位置 B,并且在这个位置处执行类似的超声波测量。然后,在接触位置 C 处执行与上文类似的超声波测量。附图标记 28 表示保持设备 26 的底部,并且附图标记 32-2 和 32-3 表示探头被重新插入之后的探头。探头 32 的电子扫描方向沿 X 方向。也即是说,沿垂直于图 1 中所示的横截面的方向执行电子扫描,并且扫面平面形成在这个方向上。中央接触位置 A 设定在稍稍避开其中趋于产生空气层间隙的肚脐位置的位置处。通过这种构造,总是能确保良好的声传播。接触位置 A 定位在降主动脉 22 的正上方。

[0057] 在本实施例中,为了测量与图 1 中所示的内脏脂肪区域 20 的面积相对应的值,如上文描述地设定了三个测量路径 36A、36B 和 36C,并且,沿着测量路径 36A、36B 和 36C 中的每个,手动或者自动地测量出从降主动脉的中心至存在于活体的前表面侧的边界表面 16A 的距离。图 2 示出了其中手动地测量距离的示例性构造。在图 1 中,边界表面 16A 是肌肉层的内表面。可选地,皮下脂肪层 14 的内表面可以用作基准表面。

[0058] 在图 2 中,示出了与上文描述的三个接触位置 A、B 和 C 相对应的三个断层分析图像 Fa、Fb 和 Fc。断层分析图像 Fa、Fb 和 Fc 是基于三个扫描平面上的回声数据形成的。这里,每个扫描平面是通过超声波束的电子扫描形成的。在图 2 中,概念性地示出了放置在每个接触位置处的探头 32。在每个断层分析图像中,展示了表示测量路径的线。

[0059] 例如,当参照中央断层分析图像 Fa 时,在这个图像中测量路径示为附图标记 La。当执行距离测量时,由用户指定降主动脉的中心 O,并且由用户指定与边界表面 Ra 的深度位置相对应的点 40A。这两个点 O 和 40A 被指定在与中心线相对应的测量路径 La 上。可选地,可以采用其中这种路径能够自由倾斜或者偏转的构造。边界表面 Ra 通常是能够容易地被视觉确认的表面,并且也能够能够在图像上非常容易地确认出降主动脉。因此,能够以高的精度水平确认距离。类似地,同样在接触位置 B 处,沿着测量路径 Lb,由用户指定降主动脉的中心 O 和边界表面 Rb 上的点 40B,并且作为结果自动地确认距离 b。类似地,同样在接触位置 C 处,沿着测量路径 Lc,由用户指定中点 O 和边界表面 Rc 上的点 C,并且自动地计算距离 c。通过上述处理,识别出三个距离 a、b 和 c。

[0060] 图 3 再次示出了活体的横截面。测量路径 36A、36B 和 36C 上的点 38A、38B 和 38C 表示发射接收表面上的中心点,并且 O 表示如上文所述的降主动脉的中心点。附图标记 40A、40B 和 40C 表示由上述处理指定的边界表面上的点。在本实施例中,中央测量路径 36A 被垂直地设定。其他两个测量路径 36B 和 36C 相对于中央测量路径的倾斜角度 θb 和 θc 是已知的,例如,倾斜角度 θb 和 θc 都是 40 度。通过这种处理,限定了用于确认两个三角形的四个点。也即是说,能够确认由包括中心点 O、边界点 40B、边界点 40A 和边界点 40C 的四个点围绕的四边形或者两个三角形的二维形状。根据本发明人的实验,已经显示的是该二维形状的这种大小或者面积与腹腔中的内脏脂肪量存在很强的相关关系。因此,能够使用二维形状的这种大小或者面积计算出表示内脏脂肪量的大小的指标值。

[0061] 作为获得这种指标值的方法,存在函数计算方法和表方法。在下文中,首先,将描述函数计算方法。在这种方法中,从几何视角(即,三个测量路径和三个距离之间的相对位置关系)计算出面积。现在将描述细节。

[0062] 能够基于已经计算出的距离 a 、 b 和 c 以及已知的两个角度 θb 和 θc 容易地确定两个三角形的面积 Sb 和 Sc 。在本实施例中,这种方法被扩展以进一步计算四个三角形的面积。即,计算局部面积 $Sb1$ 、 $Sb2$ 、 $Sc1$ 和 $Sc2$ 。

[0063] 面积 $Sb1$ 是由点 O 、 $40B$ 和 $R1$ 包围的三角形的面积,并且能够通过角度 $\theta b1$ 和两个边长 b 和 $b1$ 计算出。角度 $\theta b1$ 是已知值,并且在本实施例中边长 $b1$ 被定义为与边长 b 相同,或者被定义为通过以边长 b 乘以预定系数得到的长度。面积 $Sb2$ 是由 3 个点 O 、 $R1$ 和 $R2$ 包围的三角形的面积,并且基于边长 $b1$ 和 $b2$ 以及角度 $\theta b2$ 计算出。角度 $\theta b2$ 是已知值,并且能够例如使用预定系数且基于 b 和 c 来计算出长度 $b2$ 。通过类似的方法,确定局部面积 $Sc1$ 和局部面积 $Sc2$ 。通过 c 、 $c1$ 和 $\theta c1$ 计算局部面积 $Sc1$,并且通过 $c1$ 、 $c2$ 和 $\theta c2$ 计算局部面积 $Sc2$ 。因为已知了角度 $\theta c1$ 和 $\theta c2$,可以基于 c 或者基于 c 和 b 来估算 $c1$ 和 $c2$ 。最后,确定其中局部面积 Sb 、 Sc 、 $Sb1$ 、 $Sb2$ 、 $Sc1$ 和 $Sc2$ 相加得到的面积 S 。面积 S 被输出作为表示内脏脂肪量的指标值,或者通过对面积 S 进行换算或者校正来确定指标值。在任一情形中,内脏脂肪区域 20 的大小是从二维视角测量的,因此能够比腹围的测量(即,现有技术的方法)更可靠地获得指标值。

[0064] 图 4 是示出上述方法的概念图。附图标记 52 表示计算模块。计算模块的计算是诸如通过软件功能来实现的。以附图标记 42-50 表示的数值 a 、 b 、 c 、 θb 和 θc 被输入至模块 52。此外,必要时提供由附图标记 54-60 表示的值 $\theta b1$ 、 $\theta b2$ 、 $\theta c1$ 和 $\theta c2$ 。基于这些参数值,如附图标记 62-72 所示,通过图中所示的函数计算出六个局部面积 Sb - Sc 。示例性构造仅仅是一个示例,并且,在任何构造中,理想地,使用已知的三个测量出的距离 a 、 b 和 c 以及两个角度 θb 和 θc 。附图标记 74 表示六个局部面积的相加。可以输出作为相加结果的面积 S 以作为指标值,或者可以基于多个面积计算出体积并且将体积输出。而且,在估算值的计算中,可以考虑对象的体型、年龄、性别等,其示为附图标记 76。特别地,基于对作为相加结果的 S 的各种条件来施加校正,并且可以确定最终的指标值 S' 。指标值可以是体积 V' 。当确定了体积时,在活体上的多个位置处确定面积,并且基于这些面积来理想地确定体积。可选地,如果能够基于实验由面积确定体积,那么可以执行这种换算。

[0065] 图 5 例示了两个局部面积的基本计算等式。附图标记 78 示出了局部面积 Sb 的计算方法。也即是说,执行 $1/2 \cdot ab \sin \theta b$ 的计算。附图标记 80 示出了局部面积 Sc 的计算方法。也即是说,执行 $1/2 \cdot ac \sin \theta c$ 的计算。

[0066] 如图 6 所示,可以采用表 82,其中 a 、 b 、 c 、 θb 和 θc 被提供以作为输入值,并且 S 被确定为输出值。例如,为了构建这个表,可以从多个对象获得数据并且数据可以累加。

[0067] 图 7 示出了距离的自动计算方法。在框 F 中,测量线 L 被设定为中心线。 W 表示搜索范围。例如,通过从搜索范围 W 的原点执行边缘检测处理,可以确认边界表面 R 上的边缘点 40。搜索方向可以朝向于向上的方向。可选地,可以使用超声波多普勒方法来提取血流部 D ,并且可以基于这种图像处理的结果来确认两个边缘点 84 和 86,并且可以将中心点 O 确认为边缘点的中间点。可以不使用多普勒信息而是通过二值化处理等来确认血流部。通过这种自动计算,能够明显地减少用户的负担。自动计算的有效性能被认可,尤其是对于团体性医疗检查等。

[0068] 图 8 是示出具有上述计算指标值的功能的超声波诊断装置的方块图。

[0069] 探头 180 通过线缆连接至身体,并且在本实施例中,探头 180 包括 1D (一维)阵列

传感器。1D 阵列传感器由布置为线形或者弧形的多个传感器元件形成。由阵列传感器形成超声波束。超声波束被电子扫描。作为这种扫描方法,已知了电子线性扫描、电子扇形扫描等。在本实施例中,使用弧形阵列传感器,并且执行被称为凸扫描的扫描方法。使用单个探头 180,并且在多个阶段中相同的探头在多个接触位置处按顺序地形成接触。

[0070] 发射接收单元 182 用作发射波束形成器和接收波束形成器。在发射期间,发射接收单元 182 与阵列传感器并行地提供多个发射信号。通过这种处理,发射波束形成在探头 180 处。来自活体内部的反射波由探头 180 接收,并且多个接收信号被输出至发射接收单元 182。在接收期间,发射接收单元 182 对多个接收信号执行整相求和(phase align and summing)处理以形成整相求和后的接收信号,并且输出波束数据。波束数据被提供给信号处理单元 184。信号处理单元 184 包括对数转换器、检波器等。

[0071] 信号处理之后的波束数据被提供给图像形成单元 186。图像形成单元 186 由数字扫描转换器形成,数字扫描转换器包括坐标转换功能和插值处理功能。B 模式黑白断层分析图像由多组波束数据形成。图像数据被提供给显示处理单元 188。断层分析图像被显示在显示单元 192 上。

[0072] 测量单元 190 是执行自动距离测量的模块或者基于手动输入的位置执行距离计算的模块。控制单元 194 执行图 1 所示的结构的操作控制。控制单元 194 由 CPU 和操作系统构成。输入单元 196 由操作面板等构成,并且更具体地,包括键盘、轨迹球等。用户能够借助于输入单元 196 来指定位置。

[0073] 图 9 示出了图 8 所示的装置的操作。特别地,图 9 示出了计算指标值时的操作。

[0074] 在其中活体面朝上躺在床上的状态下,保持设备被放置在腹部区域上。然后,在 S101,将探头设定在位置 A 处。位置 A 为例如中央位置。在 S102,在使用这样放置的探头形成的断层分析图像上,由用户输入血管的中心点和边界点,并且测量出其间的距离。在这一处理之前,由用户调整探头的取向从而绘制出理想的截面。这一处理相当于设定中央测量线的处理。保持设备由柔软的材料制成以允许这种倾斜运动;即侧倾运动。

[0075] 当在中央位置完成了距离测量时,在 S103,将探头设定在位置 B 处,并且在 S104,调整探头的取向和位置,并且由用户在 B 模式断层分析图像上指定血管的中心点和边界点。通过这种处理,测量出第二距离。类似地,在 S105,将探头设定在位置 C 处,并且在 S106,调整探头的位置和取向,并且由用户在超声波图像上指定血管的中心点和边界点。通过这种处理,测量出第三距离。

[0076] 在 S107,基于预先得定的三个距离和两个角度,计算出与内脏脂肪量高度相关的指标值。计算相当于内脏脂肪量的估算。在 S108 中,显示指标值。在团体性医疗检查中,不仅通过测量腹围,而且如上文所述通过使用超声波诊断且在二维形状下来估算腹腔中的内脏脂肪存在区域,可以获得对于诊断或者评估代谢综合症更加有用的指标值。为了进一步改善指标值和内脏脂肪量之间的相关性,在诊断中,理想的是基于性别、体质和关于对象的其他信息来施加校正。基于经验或者根据实验来确定用于这种校正的系数。

[0077] 接下来,参照图 10 至图 12,将详细描述用于上文描述的指标值测量的保持设备。保持设备可以用于除了上述测量以外的用途。

[0078] 图 10 示出了保持设备 100 的主要部分的结构。附图标记 100A 表示主体单元。主体单元 100A 具有底部 102,并且三个保持部 104、106 和 108 设置在底部 102 上。保持部

104、106 和 108 分别具有其中插入和平缓地保持探头的中空部 104A、106A 和 108A。中空部 104A、106A 和 108A 的水平截面形状沿着深度方向是一致的。可选地,该形状可以沿着探头的外形变形。

[0079] 主体单元 100A 由柔软的材料构成,诸如橡胶,并且连接至主体单元 100A 的带式部 110 也由橡胶等构成。然而,当带式部 110 用于测量腹围等时,带式部 110 理想地由不可拉伸的材料构成。通过设置带式部 110,当腹部区域的周围由带式部 110 包绕时可以固定主体单元 100A,并且能够容易地将探头保持在稳定状态。通过这种构造,能够容易地限定以对象为基准的正交坐标系。此外,通过这种保持设备 100 的使用,在呼吸期间,探头能够随着活体的表面运动而跟随运动,能够减少例如测量位置偏离的问题,并且能够改善测量的再现性。

[0080] 因为如上文所述在指标值的测量中限定了三个探头位置,所以图 10 中所示的主体单元 100A 具有三个保持部 104、106 和 108。中央处的保持部 104 直立;即,具有沿 Z 方向延伸的垂直取向。另外两个保持部 106 和 108 相对于保持部 104 设置有预定角度的倾斜角度;更加具体地为 40 度。这些保持部在 YZ 平面上倾斜。因为主体单元 100A 本身由柔软的材料制成,插入每个保持部中的探头能够倾斜。探头本身在 YZ 平面的方向上的运动是允许的,而探头在其他方向上的运动被限制。通过这种构造,能够容易地执行降主动脉的搜索,并且三个扫描平面能够在降主动脉上准确地相交。附图标记 112 示出了肚脐标记,标记的突出部与肚脐的位置相匹配。通过这个构造,能够确保测量的再现性和超声波传播的良好性。

[0081] 图 11 示出了主体单元 100A 的截面。如上文所述,三个保持部 104、106 和 108 是中空结构,并且放射状排列。在图 11 中,角度 $\theta 1$ 是例如 40 度,并且角度 $\theta 2$ 也是例如 40 度。可选地,只要在装备中能够实现适当的角度,在初始形成状态下,角度 $\theta 1$ 和 $\theta 2$ 可以是更小的角度。中央保持部 104 直立。中空内部 104A、106A 和 108A 具有刚好包住探头外侧的形状,并且,当探头被保持时,由于在中空内部中运动的自由度以及主体的弹性,探头可以倾斜,但是探头不易于从保持部掉落。附图标记 114A 表示上开口,并且附图标记 114B 表示下开口。类似地,附图标记 116A 表示上开口,附图标记 116B 表示下开口,附图标记 118A 表示上开口,并且附图标记 118B 表示下开口。在其中设定了探头的状态下,理想的是探头的发射接收表面,尤其是声透镜表面,与主体表面紧密地接触,并且,为了移除发射接收表面和活体表面之间的空气层,例如,使用了胶状物形式的声学联接构件。主体单元 100A 可以由透明材料构成以确保可视性。

[0082] 图 12 概念性地示出了整个保持设备 100。如上文所述,保持设备 100 包括主体单元 100A,和连接在主体单元 100A 两端上的带式部 110。带式部 110 将包绕在活体的体部上。带式部 110 本身可以是可拉伸的,或者,例如,可以如附图标记 120 所示设置具有可调整长度的机构。此外,为了允许在长度调整期间测量腹围,可以在带式部 110 上设置刻度标记。在包括一侧和另一侧的主体单元 100A 的两侧,突出标记 112 设置为使得标记 112 能够与肚脐的位置相匹配,而无论主体单元 100A 放置的取向,并且能够预先避免例如重新进行保持设备 12 的放置等问题。通过肚脐标记 112 的采用,探头接触位置总是能够从活体的中央向一侧移动预定的距离,这允许了良好的传播路径的形成和测量的良好再现性。这个位置对应于降主动脉上方的位置,并且能够同时执行垂直定位。

[0083] 因为图 10 至图 12 所示的保持设备有利于将多个扫描平面设定在存在于活体内的深部中的基准部位上相交的状态下,除了上文所述的指标值的计算以外,保持设备通常能够用于其中需要类似测量的情形。可以根据用途来调整保持设备的弹性或者保持作用的程度。通过这种保持设备的使用,在团体性医疗检查中,医生能够仅仅通过将探头按顺序地插进保持部中来容易地完成探头的定位,并且因此,能够显著地减少医生的负担。此外,因为能够显著地改善测量的再现性,所以能够提高团体性医疗检查的效率。

[0084] 在本实施例中,指标值是在其中活体面对横向的状态下测量的。可选地,可以在其中活体站立的状态下使用类似的保持设备来测量指标值。

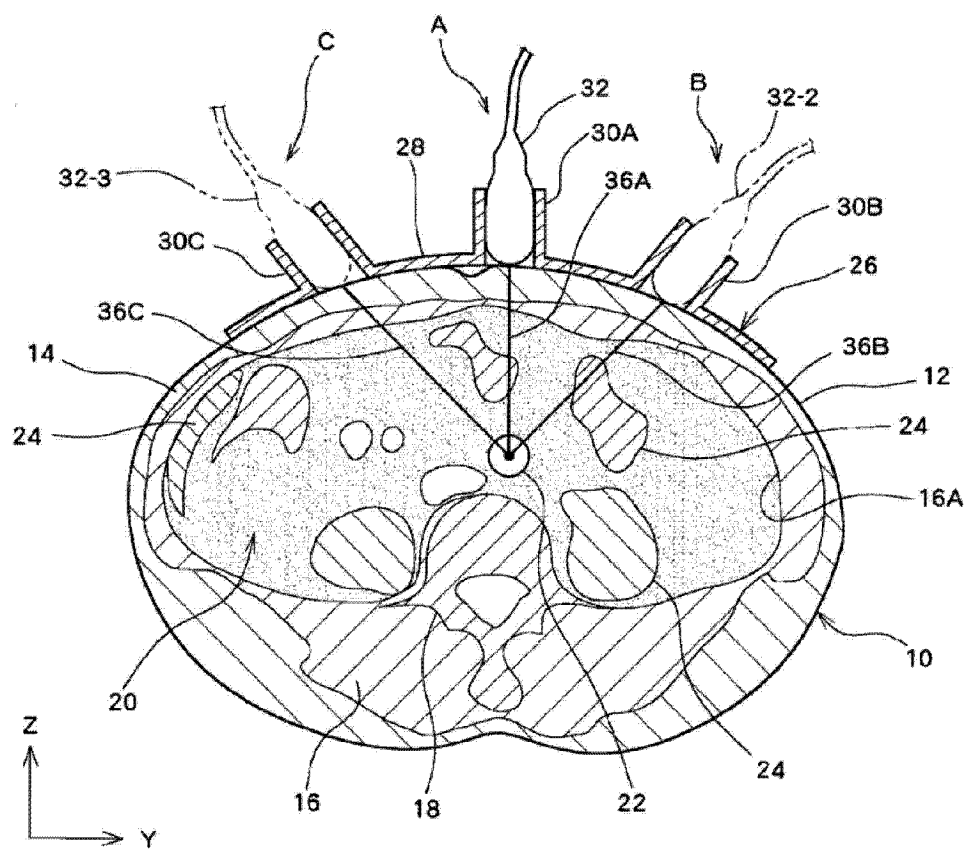


图 1

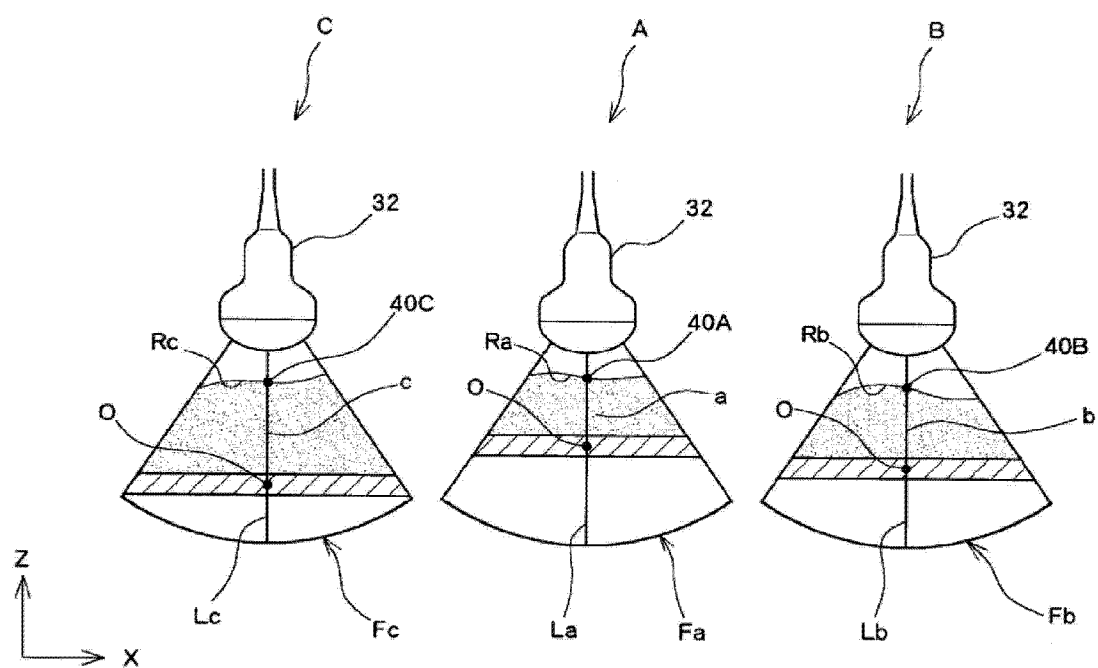


图 2

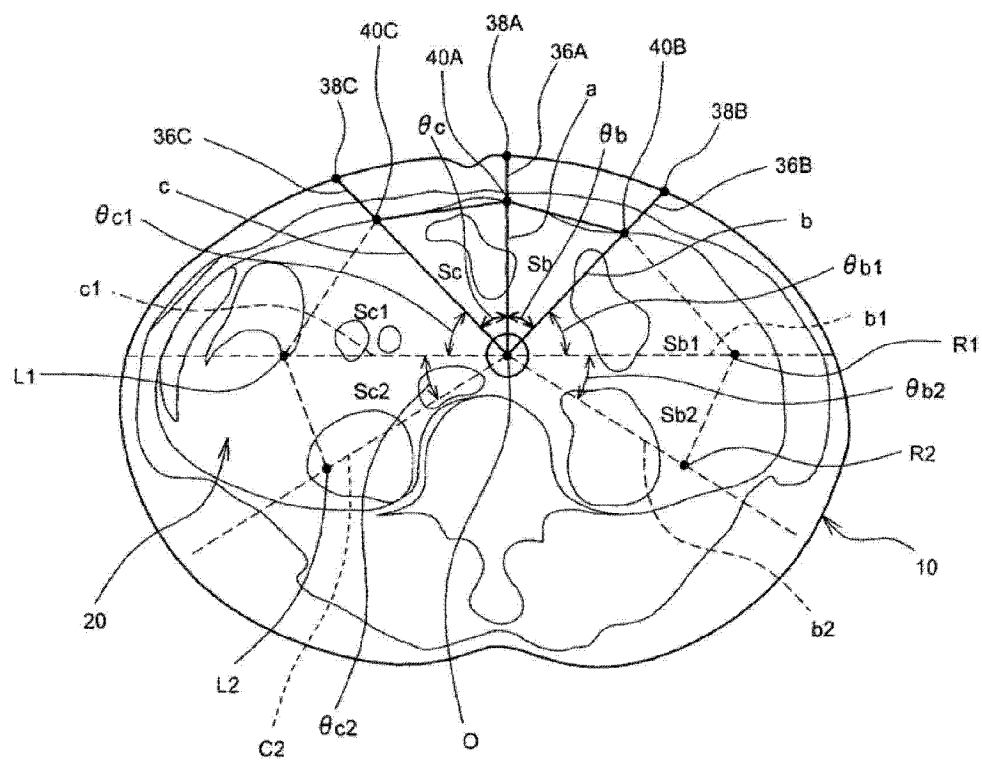


图 3

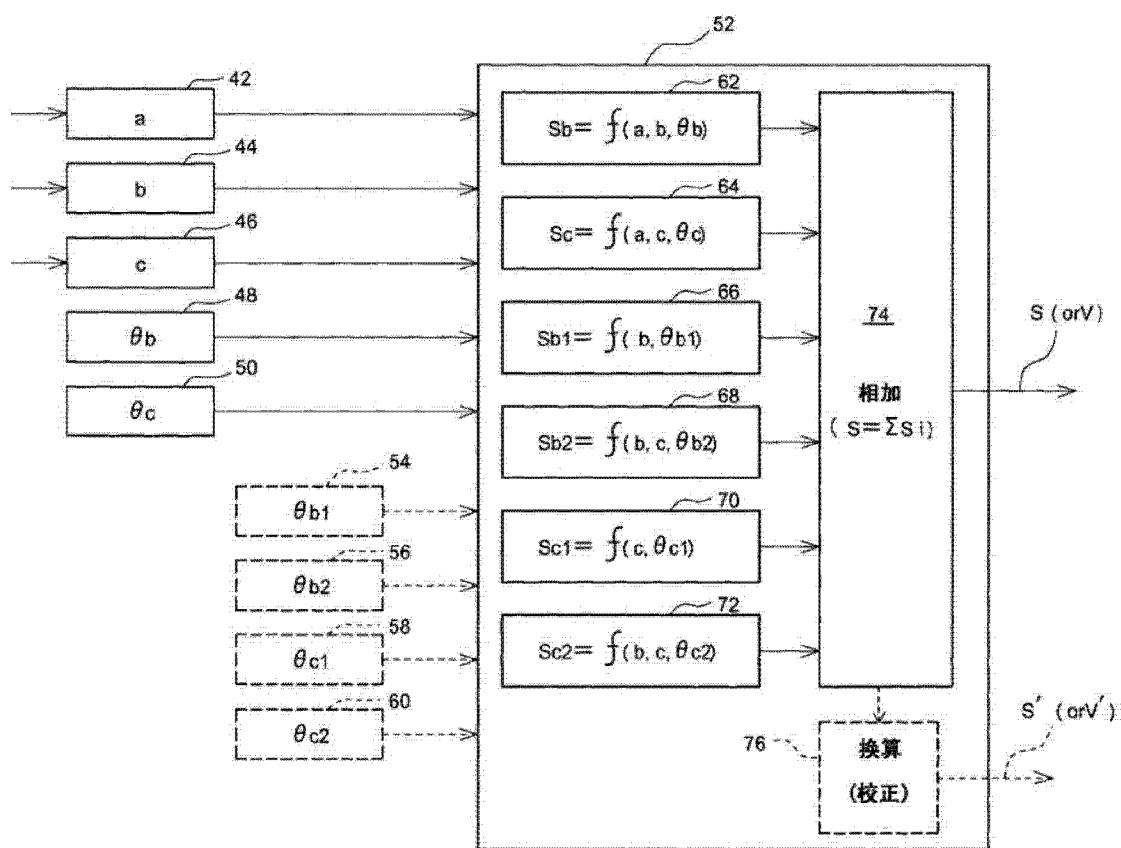


图 4

(A)
$$S_b = \frac{1}{2} ab \sin \theta_b$$

(B)
$$S_c = \frac{1}{2} ac \sin \theta_c$$

图 5

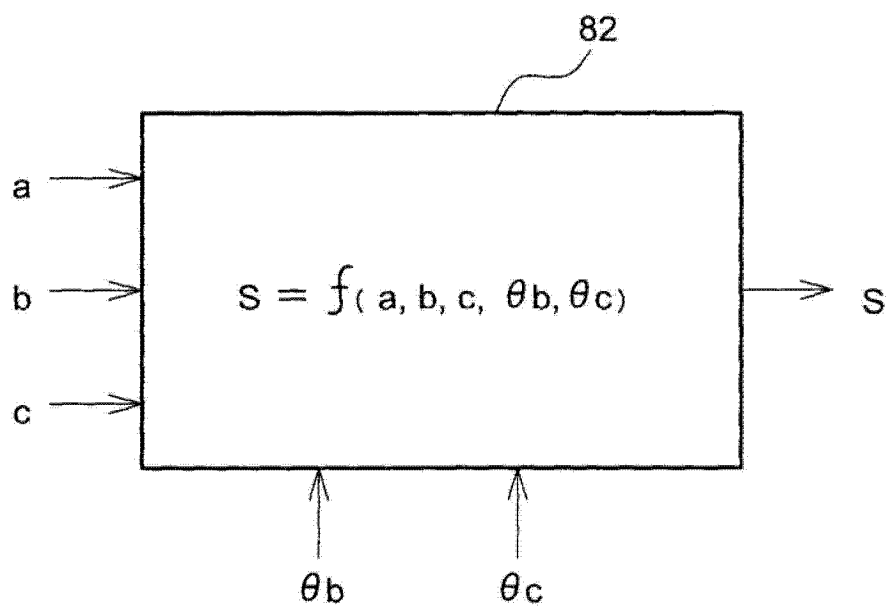


图 6

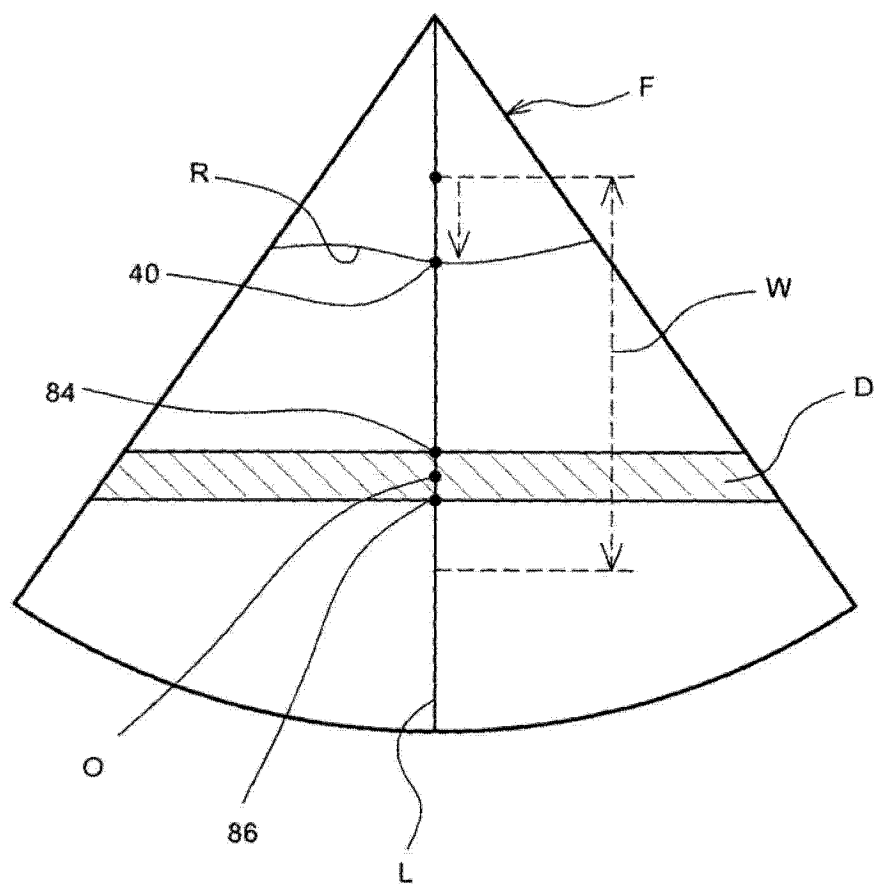


图 7

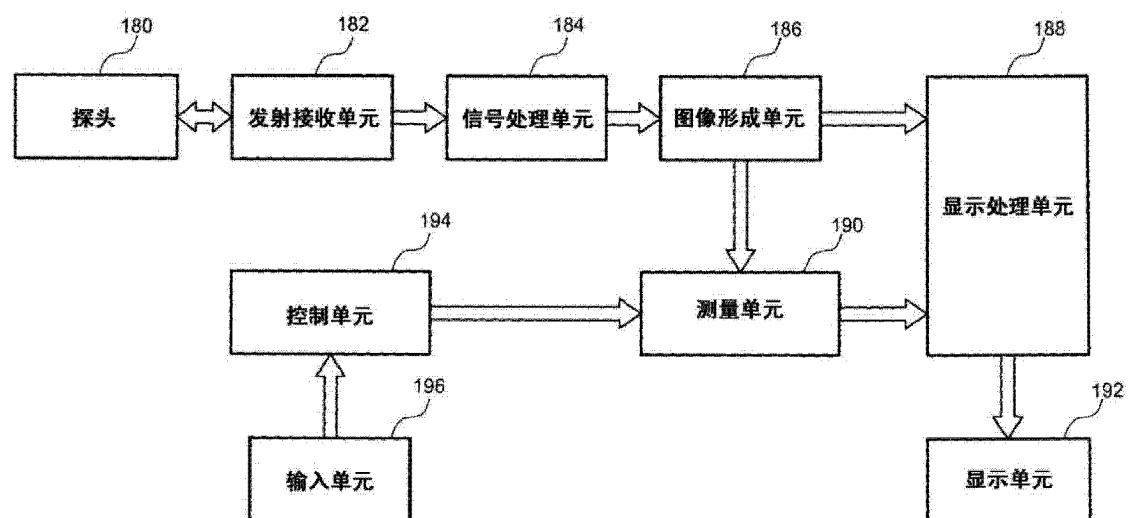


图 8

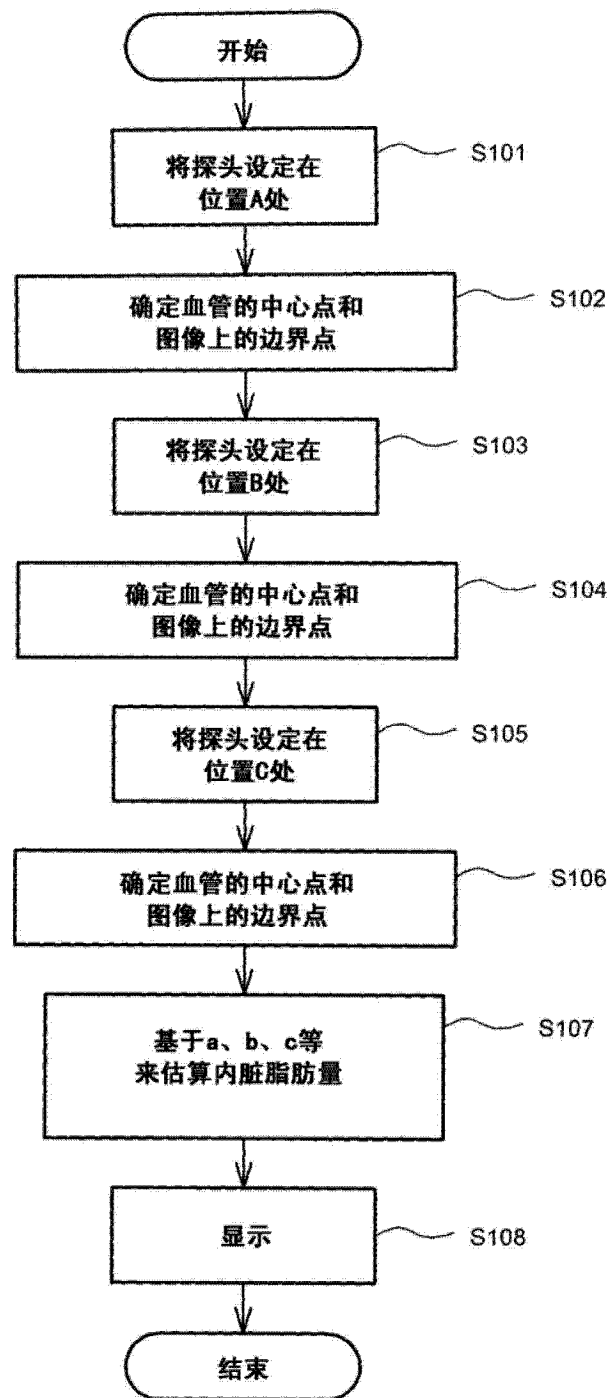


图9

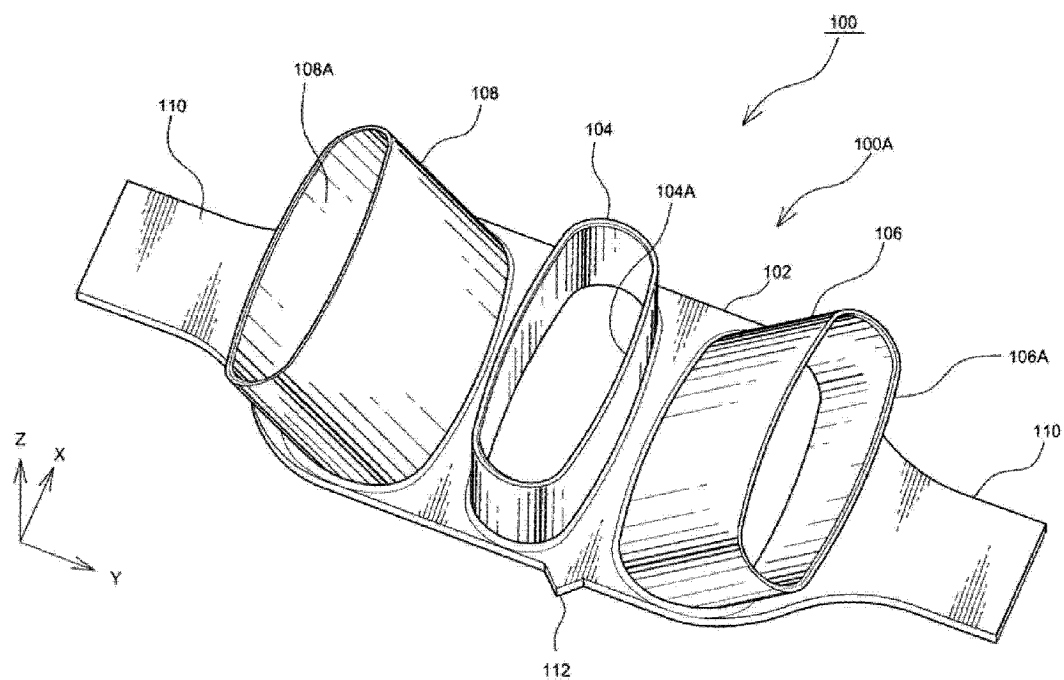


图 10

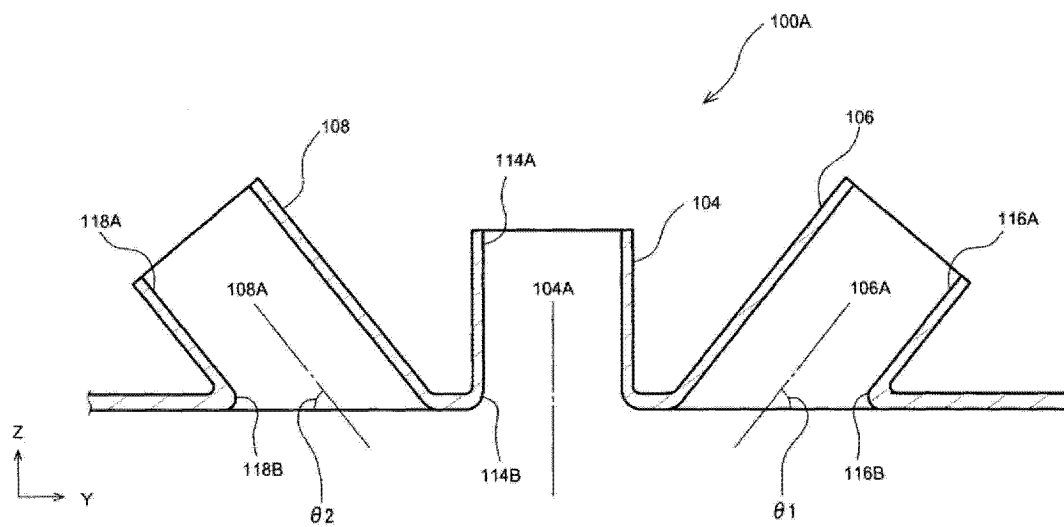


图 11

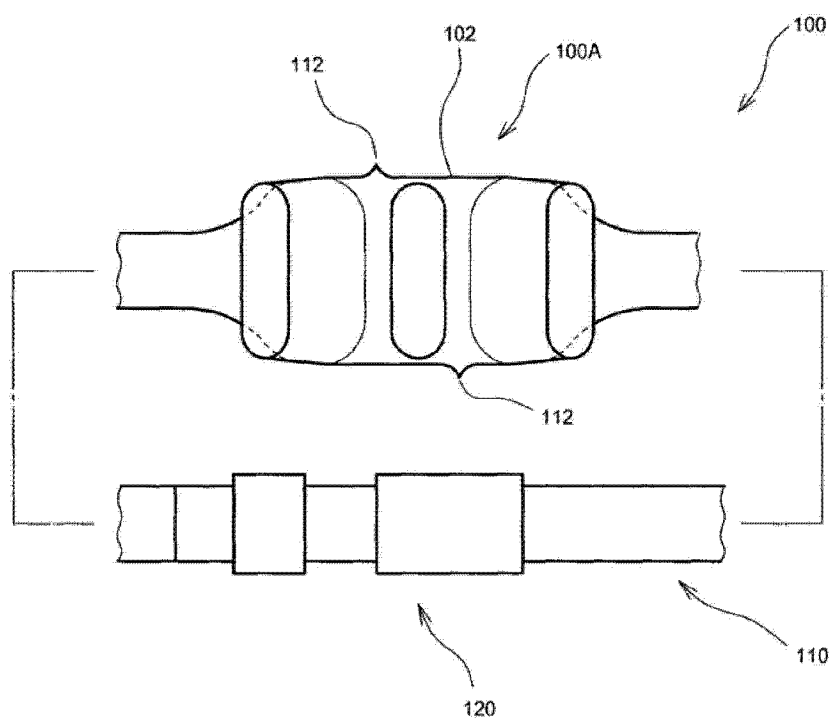


图 12

专利名称(译)	超声波诊断系统		
公开(公告)号	CN102639062A	公开(公告)日	2012-08-15
申请号	CN201080050993.3	申请日	2010-11-10
[标]申请(专利权)人(译)	国立大学法人 东京大学 日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	国立大学法人东京大学 日立阿洛卡医疗株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	国立大学法人东京大学 日立阿洛卡医疗株式会社		
[标]发明人	洼田直人 小泉宪裕 廖洪恩 浅野岳晴 汤桥一仁 光石卫 大西真 望月刚 佐久间一郎 门胁孝		
发明人	洼田直人 小泉宪裕 廖洪恩 浅野岳晴 汤桥一仁 光石卫 大西真 望月刚 佐久间一郎 门胁孝		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/5223 A61B5/4872 A61B8/085 A61B8/0858 A61B8/14 A61B8/4209 A61B8/4227		
代理人(译)	黄威 张彬		
优先权	2009256887 2009-11-10 JP 2009256886 2009-11-10 JP		
其他公开文献	CN102639062B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

当在代谢综合症的医疗检查期间使用超声波测量内脏脂肪量时，在腹部区域的表面上限定了三个接触位置，并且通过使探头在接触位置处与腹部区域的表面相接触来测量活体内部的三个距离。特别地，设定了以降主动脉的中心为起点的三个测量路径，并且观测在测量路径中从中心至与体表面相邻的脂肪层表面（皮下层的内表面）的距离。能够通过三个距离和由三个测量路径限定的两个角度来确定内脏脂肪区域（20）的近似面积，并且基于所述面积来计算指标值。在上述测量中理想地使用探头保持件。探头保持件包括选择性地保持探头的三个保持部。

