



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580022342.2

[45] 授权公告日 2009年7月29日

[11] 授权公告号 CN 100518662C

[22] 申请日 2005.6.9

[21] 申请号 200580022342.2

[30] 优先权

[32] 2004.6.9 [33] JP [31] 170959/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/010567 2005.6.9

[87] 国际公布 WO2005/120358 日 2005.12.22

[85] 进入国家阶段日期 2006.12.30

[73] 专利权人 株式会社日立医药

地址 日本东京都

[72] 发明人 松村刚

[56] 参考文献

WO2004/105615A1 2004.12.9

US2002/0068870A1 2002.6.6

US2004/0059224A1 2004.3.25

CN1240123A 2000.1.5

WO2004/039262A1 2004.5.13

审查员 马薇

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公  
司

代理人 李贵亮

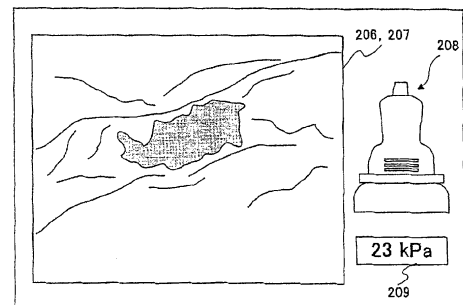
权利要求书 3 页 说明书 28 页 附图 23 页

[54] 发明名称

超声波诊断装置

[57] 摘要

本发明提供一种弹性图像显示方法，其是对被检查体施压压力而测量上述被检查体的断层部位的超声波断层数据，基于该超声波断层数据求出与上述断层部位的组织的弹性相关的物理量，基于该物理量生成上述断层部位的弹性图像并显示在显示装置中，基于对上述被检查体施加的上述压力求出与上述断层部位的压迫状态相关的压迫状态信息，将该压迫状态信息与上述弹性图像一起显示在上述显示装置中。由此，不管经验或熟练度如何，都能基于弹性图像进行客观或者确定的诊断。



1. 一种超声波诊断装置，具备：  
信号处理机构，其对通过与被检查体抵接的超声波探头所检测的信号进行处理并生成断层图像以及弹性图像；  
压力检测机构，其求出对所述被检查体施加的压力；  
压迫状态评价机构，其基于由所述压力检测机构所求出的压力数据评价所述被检查体的压迫状态；和  
显示机构，其将由该压迫状态评价机构所评价的压迫状态信息与所述弹性图像对应并显示。
2. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置，其特征在于，  
所述压力检测机构具备在所述超声波探头与被检查体之间的接触面附近配置的至少一个压力传感器，  
所述压迫状态评价机构，对来自所述压力传感器的压力数据施以统计处理并生成所述压迫状态信息。
3. 根据权利要求2所述的超声波诊断装置，其特征在于，  
所述压迫状态信息，是与所述压力数据对应的数值与压力的单位的组合。
4. 根据权利要求2所述的超声波诊断装置，其特征在于，  
所述压力传感器是沿着超声波的收发的长轴方向排列的。
5. 根据权利要求2所述的超声波诊断装置，其特征在于，  
所述压力传感器是测量施加给体表的压力的参考变形体。
6. 根据权利要求2所述的超声波诊断装置，其特征在于，  
所述压力传感器，作为多个组配置在超声波收发面的短轴方向。
7. 根据权利要求2所述的超声波诊断装置，其特征在于，  
所述压迫状态信息是：与长轴方向对应求出的压力分布的平均值、分散值、中位数、最大值、最小值中的至少一个压力数据，该长轴方向为构成所述超声波探头的多个振子的排列方向，将该压力数据与所述弹性图像并列显示在所述显示机构中。
8. 根据权利要求7所述的超声波诊断装置，其特征在于，  
所述压力数据是：数值、具有与该数值对应的长度的条形图、赋予与

所述数值对应的亮度或者色调的图形、具有与所述数值对应的长度且赋予与所述数值对应的亮度或者色调的条形图、用针的旋转角表示所述数值的模拟仪表、具有所述数值的直径的圆形、模拟所述断层部位的压缩变形的状态来表示所述数值的图形中的至少一种。

9. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置，其特征在于，所述压迫状态信息是表示对所述被检查体施加的压力随时间变化的压力变化线图。

10. 根据权利要求9所述的超声波诊断装置，其特征在于，所述压迫状态评价机构，将作为对所述被检查体施加的压力随时间变化的范例的参考线图，与所述压力变化线图重叠显示在所述显示机构上。

11. 根据权利要求9所述的超声波诊断装置，其特征在于，对所述压力的时间变化设定任意的时间区间，所述压力变化线图是该设定的时间区间中的压力变化线图，将该压力变化线图与所述弹性图像相对应地保存在存储介质中。

12. 根据权利要求9所述的超声波诊断装置，其特征在于，根据所述压力的时间变化适当提取被压迫的时间区间，所述压力变化线图是该提取的时间区间中的所述压力变化线图。

13. 根据权利要求9所述的超声波诊断装置，其特征在于，在所述超声波探头中设置磁传感器，利用从该磁传感器输出的位置坐标数据，生成压迫状态图像数据并显示。

14. 根据权利要求9所述的超声波诊断装置，其特征在于，具备保存所述压力变化线图与所述弹性图像的影像存储器，和控制该影像存储器的控制机构，

该控制机构在将从所述影像存储器读出的所述压力变化线图与所述弹性图像显示在所述显示机构中时，在所述压力变化线图的时间轴上显示标记，在沿着时间轴移动该标记时，从所述影像存储器中读出与该标记的时间对应的弹性图像并显示。

15. 根据权利要求14所述的超声波诊断装置，其特征在于，所述标记在时间轴方向被滑动控制。

16. 根据权利要求14所述的超声波诊断装置，其特征在于，所述控制机构，使所述压力变化线图与所述弹性图像停止，在所述压

力变化线图中设定压力变化的 1 个周期的始点和终点，并将该所设定的 1 个周期的所述压力变化线图与所述弹性图像保存在记录介质中。

17. 根据权利要求 16 所述的超声波诊断装置，其特征在于，保存在所述记录介质中的所述压力变化线图和所述弹性图像在所设定的区间内被再生。

18. 根据权利要求 16 所述的超声波诊断装置，其特征在于，所述控制机构自动设定所述压力变化的 1 个周期的始点和终点。

19. 根据权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其特征在于，所述压迫状态评价机构，判断对所述被检查体施加的压力是否进入设定范围，当所述压力在所述设定范围之外时，将所述压力在所述设定范围之外的意思的警报通过声音、图像和色调中的至少一种输出。

20. 根据权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其特征在于，所述压迫状态信息，包含对所述被检查体施加的所述压力在 1 帧期间的变化量的压力变化分布。

21. 根据权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其特征在于，具备输入机构，其在显示于所述显示机构中的所述弹性图像上设定应力关心线或者所关心的区域中的任一个；

所述压迫状态评价机构，求出对所述被检查体施加的应力在 1 帧期间的变化量沿着所述应力关心线的应力变化分布、与所述所关心的区域内的应力变化分布，作为所述压迫状态信息。

22. 根据权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其特征在于，所述压迫状态评价机构，求出所述断层图像中的组织的形变累计值作为所述压迫状态信息。

23. 根据权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其特征在于，所述压力检测机构是：在所述超声波探头与被检查体之间的接触面附近配置的 cMUT 振子。

24. 根据权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其特征在于，对所述被检查体施加的所述压力，是经由插入到所述被检查体内所采用的超声波探头而施加的，在所述超声波探头中具备有所述压力检测机构。

## 超声波诊断装置

### 技术领域

本发明涉及一种表示超声波诊断中诊断部位的生物体组织的硬度或者柔软度的图像显示方法以及超声波诊断装置。

### 背景技术

超声波诊断装置通过超声波探头向被检查体内部发送超声波，接收来自被检查体内部与生物体组织的结构相应的超声波的反射回波信号，例如构成B模式图像等断层图像并显示以用于诊断。

最近，提出了一种通过手动方法或者机械方法对被检查体施加压迫力，测量超声波图像数据，根据测量时间不同的两个超声波图像数据求出因压迫而产生的生物体各部分的位移，根据生物体各部分的位移数据，生成表示生物体组织的硬度或者柔软度的弹性图像。这样，在超声波探头的振子元件部的背后设置压力传感器，通过对被检查体进行压迫而求出对超声波探头施加的压力，求出杨氏模量，显示弹性图像。或者，在超过某个压力的阈值时，使探头所具备的发光二极管发光。关于这样的测量法，记载在专利文献JP2003-225239A中。

但是，在该专利文献中，没有言及求出施加给超声波探头的压力，只计算出杨氏模量，将压迫状态信息显示在画面上。

另一方面，有报告称：生物体组织的硬度具有非线性，根据压迫生物体组织时的压迫条件改变组织的硬度（例如，Kroushkop TA, et al. Elastic Moduli of Breast and Prostate Tissue Under Compression. Ultrasonic Imaging. 1998;20:260-274）。在此，所谓压迫条件，是指对生物体组织施加的压力随时间的变化、压迫量（从压缩为零的状态开始的生物体组织的压缩量）的变化、压迫速度等。

即，由于生物体组织的硬度依赖于压迫条件而改变，因此所测量的弹

性图像也因压迫条件而不同。参考图 1 (A) ~ (C) 对其进行说明。图 1 (A) 表示压迫适当时的图像例，用黑圆圈表示硬的组织的区域，除此以外的软的组织的区域用白色表示。图 1 (B) 表示压迫过大时的图像例，在作为硬的组织区域的黑圆圈内也产生变形，与周围的软的组织区域之间的边界不清晰，图像的对比度也降低。图 1 (C) 表示压迫不足时的图像例，由于未对生物体组织作用足够的应力，因此在均匀柔软的组织区域也散在有无变形的点（被识别为硬的部分），成为不均匀的图像。

但是，以往由于考虑到要检测压迫条件以及将压迫条件的信息与弹性图像对应显示，因此检查者难以客观地判断根据所关注部位的弹性图像所识别的弹性信息是否因压迫条件而不同。因而，由于检查者只能根据在基于主观的压迫条件（适当压迫、不足压迫、过大压迫）下所测量的弹性图像进行诊断，因此存在根据经验或熟练程度会产生诊断结果不同的不利情况。

## 发明内容

本发明正是鉴于上述问题而完成的发明，其研究的课题是：与经验或熟练程度无关并能根据弹性图像进行客观或者确定性的诊断。

为了解决上述问题，本发明的第一技术方案的弹性图像显示方法，其特征在于，对被检查体施加压力测量上述被检查体的断层部位的超声波断层数据，基于该超声波断层数据求出与上述断层部位的组织的弹性相关的物理量，基于该物理量生成上述断层部位的弹性图像，并显示于显示装置，基于对上述被检查体施加的上述压力，求出与上述断层部位的压迫状态相关的压迫状态信息，将该压迫状态信息与上述弹性图像一起显示于上述显示装置。

在这里，与弹性相关的物理量，可以是组织的变形和弹性模量中的任何一种，与此相一致，弹性图像可以是形变图像和弹性模量图像中的任何一种。另外，对被检查体施加的压力，可以通过设置在与被检查体抵接所采用的超声波探头中的压迫部件来施加。这种情况下的压力，可以通过设置在压迫部件中的压力传感器和参考变形体（reference deforming body）中的任何一方的压力检测机构来测量。或者，可以基于在不同时间测量的

2 个超声波断层数据，求出断层部位的组织的位移，基于该位移数据求出对被检查体施加的压力。

这样，如果采用本发明的第一技术方案的弹性图像显示方法，则可以向检查者同时提供弹性图像和压迫状态。即，将与施加给被检查体的压力相关的压迫状态信息与弹性图像一起显示，因此检查者可以根据图像显示的压迫状态信息判断压迫条件（压迫适当、压迫不足、压迫过大），根据在适当的压迫下所测量的弹性图像进行判断。其结果为，不论经验或熟练度如何，都可以进行客观或者确定的诊断。

另外，弹性图像优选使对被检查体施加的压力周期性改变而进行测量。因此，显示在显示装置中的压迫状态信息，根据对被检查体施加的压力随时间的变化而改变。

另外，对被检查体施加的压力，可以经由与被检查体抵接而采用的超声波探头来施加。在这种情况下，优选根据压迫状态信息来判断对被检查体施加的压力是否进入设定范围，当该压力在设定范围之外时，将该意思的警报通过声音和图像显示中的至少一种被输出。这样，检查者便可用手调整经由超声波探头施加的压迫量，以与适当的范围一致。作为该图像显示，可以使用向下箭头或者向上箭头等图形，或者在适当压迫时用蓝色、压迫过大时用红色、压迫不足时用黄色等色调，或者使用作为声音的“请减轻压迫”或“请加强压迫”。

在上述情况下，压迫状态信息，是与长轴方向对应求出的压力分布数据，该长轴方向是构成超声波探头的多个振子的排列方向，使该压力分布数据与对应于弹性图像的超声波探头的长轴方向的坐标方向匹配，并用条形图或者线图显示在上述显示装置中。在这种情况下，求出压力分布数据相对于基准压力的偏差，使该偏差与对应于弹性图像的超声波探头的长轴方向的坐标方向匹配，并用线图显示在显示装置中。这样，由于检查者可以判断用手经由超声波探头施加的压迫量有偏颇，因此可以均匀地调整压迫量。

另外，代替通过压力分布显示压迫状态信息，也可以是压力分布的平均值、分散值、中位数、最大值、最小值中的至少一个压力数据，将该压力数据与弹性图像并列显示在显示装置中。在这种情况下，压力数据可以

用数值、具有与该数值对应的长度的条形图、赋予与上述数值对应的亮度或者色调的图形、具有与上述数值对应的长度且赋予与上述数值对应的亮度或者色调的条形图、用针的旋转角表示上述数值的模拟仪表、具有上述数值的直径的圆形、模拟上述断层部位的压缩变形的状态来表示上述数值的图形中的至少一种，来显示。另外，在采用条形图、模拟仪表、圆形来显示时，通过与压力数据的数值刻度匹配进行显示，从而容易客观识别压迫量。由于有些情况下因观察部位会使压迫状态的变化较大，因此可以采用对数刻度作为数值刻度。另外，在用赋予亮度或者色调图形进行显示时，可以与亮度或者色调对应来显示压力数据的数值刻度。

另外，本发明的第二技术方案的弹性图像显示方法，一边对被检查体反复施加压力，一边测量上述被检查体的断层部位的超声波断层数据，并基于该超声波断层数据求出与上述断层部位的组织的弹性相关的物理量，基于该物理量生成上述断层部位的弹性图像并显示在显示装置上，求出对上述断层部位施加的压力随时间的变化，将该压力变化线图与上述弹性图像一起显示在上述显示装置中。

这样，观察作为压迫状态信息的压力变化线图，便可以判断对被检查体反复施加的压力的最大值以及最小值、进而反复周期的速度是否适当。这种情况下的压力变化线图，可以采用与长轴方向对应而求出的压力分布的平均值、分散值、中位数、最大值、最小值中的至少一种，该长轴方向为构成超声波探头的多个振子的排列方向。尤其，优选将成为对断层部位施加的压力随时间的变化的范例（example）的参考线图，与压力变化线图重叠显示在显示装置中。这样，检查者便可以将用手经由超声波探头施加的压迫操作调整至最佳状态。

另外，将压力变化线图与弹性图像保存在影像存储器（cine memory）中，在显示从影像存储器中读出的压力变化线图与弹性图像时，在压力变化线图的时间轴上显示标记，在沿着时间轴使该标记移动时，可以显示与该标记的时间对应的弹性图像。

另外，通过使压力变化线图与弹性图像静止（freeze），在压力变化线图中设定压力变化的1个周期的始点和终点，并记录保存该所设定的1个周期的压力变化线图与弹性图像，从而反复观察在适当的压迫条件下的

弹性图像，便可以进行确定的诊断。在这种情况下，便可以自动设定压力变化的1个周期的始点和终点。

另外，实施本发明的弹性图像显示方法的超声波诊断装置，其构成具备：信号处理机构，其对通过与被检查体抵接的超声波探头所检测的信号进行处理并生成断层图像以及弹性图像；压力检测机构，其求出对上述被检查体施加的压力；压迫状态评价机构，其根据由上述压力检测机构所求出的压力数据评价上述被检查体的压迫状态；和显示机构，其使由该压迫状态评价机构所评价的压迫状态信息与上述弹性图像对应并显示。

另外，具备保存上述压力变化线图与上述弹性图像的影像存储器，和控制该影像存储器的控制机构，该控制机构在将从上述影像存储器读出的上述压力变化线图与上述弹性图像显示在上述显示机构中时，在上述压力变化线图的时间轴上显示标记，在沿着时间轴移动该标记时，从上述影像存储器中读出与该标记的时间对应的弹性图像并显示。这样，从存储在影像存储器中的压力变化线图中客观地选择通过适当的压迫操作所获得的信息，并使用该信息进行适当的诊断。

在这种情况下，控制机构可以使压力变化线图与弹性图像静止，在压力变化线图中设定压力变化的1个周期的始点和终点，并将该所设定的1个周期的压力变化线图与弹性图像保存在记录介质中。这样，一边确认反映了压力数据的大小的时间变化的信息，一边从存储在影像存储器中的弹性图像中任意选择适当的压迫操作的弹性图像，可以人为选择最适于诊断的压迫状态的范围并保存。

另外，上述控制机构，可以自动设定压力变化的1个周期的始点和终端。由此，便可以自动检测·选择适当压迫的期间的最初和最后，即适当的压迫操作的1个周期，保存该1个周期的弹性图像组，以便以后确认。

## 附图说明

图1为说明弹性图像依赖于压迫程度的图。

图2为表示本发明的超声波诊断装置的实施例的框图。

图3为表示安装有压迫板的超声波探头的实施例的图。

图4为表示具备压力检测机构的超声波探头的实施例的图。

图 5 为表示本发明的特征部的压迫状态评价部的实施例的框图。

图 6 是示出在压迫板上设置多个压力传感器的压力传感器组的图。

图 7 是表示被图像化为条形图的压迫状态信息的图。

图 8 是示出根据所压迫的强度来改变表示当前时刻的压迫状态信息的条形图的长度的图。

图 9 是示出同时显示条形图图像的压迫状态信息和弹性图像的显示图像的例子图。

图 10 是示出将超声波探头在长轴方向的压力分布与弹性图像对应显示的例子图。

图 11 是示出通过模拟显示被检查体的压缩变形的状态的图形来表示压迫状态信息的例子图。

图 12 是示出压迫状态信息的压力数据的各种显示法的例子图。

图 13 是示出压迫状态信息的显示图像的变形例的图。

图 14 是示出采用条形图表示压迫状态信息的压力数据的情况的变形例的图。

图 15 是示出通过压力变化线图表示从过去到现在为止的压迫状态随时间的变化的例子图。

图 16 是示出在图 15 的压迫状态的压力变化线图中显示压迫操作的范例的例子图。

图 17 是示出检测出不适当的压迫并反馈给检查者的例子图。

图 18 是示出压力范围处于不适当的压迫范围时的其它显示例的图。

图 19 是示出通过在压力变化线图上指定任意的时间而使与该时间对应的弹性图像连动显示的例子图。

图 20 是示出通过在压力变化线图中指定任意 2 点的时间而提取与该时间范围对应的弹性图像组的例子图。

图 21 是示出自动检测适当的压迫状态下的 1 个周期，并将该 1 个周期的弹性图像组作为保存范围的情况一例的图。

图 22 是示出将适当的压迫状态的期间设定在压力范围内，并将该范围的弹性图像作为保存范围的情况一例的图。

图 23 是示出在自动检测出适当的压迫状态的一个周期的情况下的检

测方法的一例的图。

图 24 是示出压力范围适当、不足、过大的情况下的其它显示例的图。

图 25 是示出将相对于超声波探头在长轴方向的压力分布的基准压力的偏差，与弹性图像的对应的坐标方向匹配并用线图来表示的例子图。

图 26 是示出使超声波探头在长轴方向的绝对压力分布与压力大小的变化量的压力变化分布与弹性图像对应通过条形图显示的例子图。

图 27 是示出使在图像上设定的应力关心线中超声波探头在长轴方向的应力分布与压力变化分布，与弹性图像对应并通过条形图显示的例子图。

图 28 是显示所关心的区域的变形的累计值和弹性模量之间的关系并通过条形图显示形变的累计值的例子图。

图 29 (a) 是 cMUT 振子的剖面图。

图 29 (b) 是配置多个 cMUT 振子而形成的振子的平面图。

图 29 (c) 是在超声波收发面的两侧配置 cMUT 振子而形成的超声波振子的结构图。

图 30 是示出应用 cMUT 振子的压力测量机构的体内用超声波探头的一例的图。

图 31 (a) 是示出应用 cMUT 振子的压力测量机构的体内用超声波探头的其它例子图。

图 31 (b) 是说明图 31 (a) 的体内用超声波探头的动作的图。

图 32 是说明参考变形体的固定工具以及固定方法的图。

图 33 是示出参考变形体的固定方法的其它例子图。

图 34 是示出凹型形状的参考变形体的一例的图。

图 35 是一体化形成参考变形体和其固定工具的一例的外观图。

## 具体实施方式

以下，根据附图详细说明本发明的实施例。图 2 是表示本发明的超声波诊断装置的实施例的框图。该超声波诊断装置是：利用超声波得到有关被检查体 10 的诊断部位的断层图像并显示表示被检查体 10 的生物体组织的硬度或者柔软度的弹性图像。如图所示，该超声波诊断装置具有：探头

100、超声波收发控制电路 101、发送电路 102、接收电路 103、调相加法电路 104、信号处理部 105、黑白扫描转换器 106、图像显示器 107、和装置控制接口部 116，还具备：RF 信号帧数据选择部 108、位移测量部 109、压力测量部 110、形变以及弹性模量运算部 111、弹性数据处理部 112、彩色扫描转换器 113、切换加法器 114、压迫状态评价部 115、和影像存储部（cine memory）117。

超声波探头 100，采用机械或者电子方式进行波束扫描并向被检查体 10 发送超声波以及接收来自被检查体 10 的超声波。在探头 100 的超声波收发面整齐排列配置有作为超声波的产生源并且接收反射回波的振子的元件组。通常，采用超声波的弹性图像化中被检查体的压迫动作，是通过图 3（A）、（B）中所示的形状的超声波探头进行的。尤其是，如图（B）所示，为了对被检查体 10 的诊断部位有效地赋予应力分布，采用与超声波探头 100 的超声波收发面 1001 面对面安装压迫板 21 的结构。另外，采用如下方法，即，使由超声波探头 100 的超声波收发面 1001 与压迫板 21 双方构成的压迫面与被检查体 10 的体表接触，用手使压迫面上下移动来压迫被检查体 10。

超声波收发信号控制电路 101，对发送以及接收超声波的时刻进行控制。发送电路 102，对探头 100 进行驱动生成用于产生超声波的发送脉冲。这时，通过内置的发送延迟电路将所发送的超声波的会聚点设定为某深度。接收电路 103，按规定的增益将由探头 100 所接收的反射回波信号进行放大。调相加法电路 104，输入由接收电路 103 所放大的接收信号并控制它们的相位，将来自一个或者多个会聚点的接收信号进行调相并相加。信号处理部 105，输入来自调相加法电路 104 的接收信号并进行增益补正、日志压缩、检波、轮廓强调、滤波处理等信号处理。另外，由这些探头 100、发送电路 102、接收电路 103、调相加法电路 104 以及信号处理部 105 整体构成超声波收发机构，通过使用探头 100 使超声波波束在被检查体 10 的体内的断层部位沿着恒定方向扫描，从而得到一张断层图像。另外，信号处理部 105 构成生成断层图像的信号处理机构。

黑白扫描转换器 106，由将作为从信号处理部 105 输出的超声波断层图像数据的反射回波信号变换成数字信号的 A/D 转换器、按时间序列保存

由该 A/D 转换器进行数字化的断层图像数据的多个帧存储器、和对它们的动作进行控制的控制器组成。即，通过取入从信号处理部 105 输出的反射回波信号，从而按超声波周期获得断层部位的 RF 信号帧数据。另外，具备用于按电视同步方式读出 RF 信号帧数据的断层扫描机构以及用于进行系统的控制的机构。

图像显示器 107，是一种显示由黑白扫描转换器 106 所得到的按时间序列的断层图像数据的机构。即，包括：从黑白扫描转换器 106 经由切换加法器 14 取入图像数据并将所取入的图像数据变换成模拟信号的 D/A 变换器、和输入来自该 D/A 变换器的模拟视频信号并作为图像显示的彩色监视器。

RF 信号帧数据选择部 108 以及位移测量部 109 从调相加法电路 104 的输出侧分支设置。与 RF 信号帧数据选择部 108 以及位移测量部 109 并列设置压力测量部 110。在压力测量部 110 和位移测量部 109 的后段设置有形变以及弹性模量运算部 111。形变以及弹性模量运算部 111 的输出向弹性数据处理部 112 输入，以生成弹性图像数据。即，由形变以及弹性模量运算部 111 和弹性数据处理部 112 构成生成弹性图像的信号处理机构。从压力测量部 110 的输出侧分支设置有压迫状态评价部 115。在形变以及弹性模量运算部 111 的后段设置有弹性数据处理部 112。在弹性数据处理部 112 的后段设置有彩色扫描转换器 113。在压迫状态评价部 115、彩色扫描转换器 113 与黑白扫描转换器 106 的输出侧设置有切换加法器 114。

RF 信号帧数据选择部 108，将从调相加法电路 104 以超声波诊断装置的帧频率经时地依次输出的 RF 信号帧数据依次保存在 RF 信号帧数据选择部 108 所具备的帧存储器内。令当前保存在 RF 信号帧数据选择部 108 中的 RF 信号帧数据作为 RF 信号帧数据 N，令在时间上过去的 RF 信号帧数据为  $N-1$ 、 $N-2$ 、 $N-3$ 、 $\dots$ 、 $N-M$ 。RF 信号帧数据选择部 108，依据超声波诊断装置的控制命令从在时间上过去的 RF 信号帧数据  $N-1$ 、 $N-2$ 、 $N-3$ 、 $\dots$ 、 $N-M$  中选择一个 RF 信号帧数据，将其作为 RF 信号帧数据 X，并与 RF 信号帧数据 N 一起向位移测量部 109 输出。即，RF 信号帧数据选择部 108，输出 1 组 RF 信号帧数据 (N, X)。虽然将来自调相加法电路 104 的输出信号描述为 RF 信号帧数据，但还可以是例如变成

对 RF 信号进行组合解调的 I、Q 信号的形式信号。

位移测量部 109，根据在 RF 信号帧数据选择部 108 中所选择的 1 组 RF 信号帧数据，通过进行一维或者二维相关处理，测量断层图像上的各测量点的位移或者移动矢量（位移的方向和大小），并生成位移帧数据。作为该移动矢量的检测方法，例如有 JP5-317313A 所记载的模块·匹配（block matching）法和梯度法。模块匹配法是：将图像分成例如由  $N \times N$  个像素组成的模块，从之前的帧中搜索与当前的帧中所关注的模块最近似的模块，并参考该模块进行预测编码。

压力测量部 110，使用如图 4（A）所示的在压迫板 21 等中安装的压力传感器 31~36 或图 4（B）所示的在压迫板 21 等中安装的参考变形体 37 等，测量对被检查体 10 的体表面等施加的压力。其测量结果作为压力数据被发送给形变以及弹性模量运算部 111、和压迫状态评价部 115。有关该压力数据的获得方法，详细记载在本案申请人之前申请的特愿 2003-178685 号（JP2005-13283A）以及特愿 2003-300325 号（JP2005-66041）中。

形变以及弹性模量运算部 111，根据通过位移测量部 109 以及压力测量部 110 所分别求出的位移帧数据（移动量）以及压力数据，运算断层图像上各测量点的形变以及弹性模量，并生成形变或者弹性模量的数值数据（弹性帧数据），将其作为弹性帧数据向弹性数据处理部 112 输出。关于形变的运算，例如可以通过对位移进行空间微分而计算出来，并不需要压力数据。另外，关于弹性模量内之一的例如杨氏模量  $Y_m$  的运算，可以按照下式用各运算点的形变量除各运算点的应力（压力）而求出。

$$Y_{mi, j} = \text{压力（应力） } i, j / \text{（形变量 } i, j \text{）}$$

$$\text{（ } i, j = 1, 2, 3 \dots \text{）}$$

在此， $i, j$  的指标表示帧数据的坐标。

弹性数据处理部 112，对从形变以及弹性模量运算部 111 输入的弹性帧数据，施以坐标平面内的光滑化（smoothing）处理、对比度最佳化处理或帧之间的在时间轴方向的光滑化处理等各种图像处理，并将处理后的弹性帧数据向彩色扫描转换器 113 输出。有关该弹性数据处理部 112，详细记载在本案申请人之前申请的特愿 2003-006932 号（JP2004-261198A）

中。

彩色扫描转换器 113，构成色调信息变换机构，其输入从弹性数据处理部 112 输出的弹性帧数据、与来自超声波诊断装置控制部的命令或者来自弹性数据处理部 112 的弹性帧数据中作为灰度化选择范围的上限值以及下限值。此外，根据该弹性帧数据赋予红、绿、蓝等色调信息作为弹性图像数据。例如，在从弹性数据处理部 112 输出的弹性帧数据中，对于测量形变很大的区域，在弹性图像数据内被变换成红色代码，相反对于测量形变很小的区域，在弹性图像数据内被变换成蓝色代码。

另外，彩色扫描转换器 113 可以由黑白扫描转换器构成，对于测量形变很大的区域，可以在弹性图像数据内以高亮度显示，相反，对于测量形变小的区域，可以在弹性图像数据内的以低亮度显示。

切换加法器 114，输入来自黑白扫描转换器 106 的黑白断层图像数据和来自彩色扫描转换器 113 的彩色弹性图像数据，将两个图像相加或者切换并向图像显示器 107 输出。在这种情况下，按照仅输出黑白的断层图像数据或者仅输出彩色的弹性图像数据，或者将两个图像数据相加合成后输出的方式进行切换。在这种情况下，例如如特许文献 JP2000-60583A 所示，也可以在两个画面显示中同时显示黑白断层图像和彩色或者黑白扫描转换器 106 中的黑白弹性图像。另外，也可以是例如本案申请人在专利文献 JP2004-135929A 中所记载的那样，在黑白断层图像中半透明重叠显示彩色弹性图像。此外，从该切换加法器 114 向影像存储部 117 和图像显示器 107 输出显示图像数据。

本实施例中的压迫状态评价部 115，利用从压力测量部 110 输出的压力数据，评价当前时刻所关心的部位的压迫状态，并且生成反映该压迫状态的压迫状态信息。所生成的压迫状态信息在彩色扫描转换器 113 中被图像化，并经由切换加法器 114 向图像显示器 107 输出。这样，便可将当前时刻所关心的部位的压迫状态信息在图像显示器 107 图像化并显示，并反馈给检查者。

即，本实施例的弹性图像的显示方法，是一边借助超声波探头 100 向被检查体 10 施加压力，一边测量作为被检查体的断层部位的超声波断层数据的 RF 信号帧数据，并根据该 RF 信号帧数据求出与断层部位中的组

织的弹性相关的物理量如形变或者弹性模量，根据该形变以及弹性模量生成断层部位的弹性图像并显示在图像显示器 107 中，与此同时，根据向被检查体 10 施加的压力，在压迫状态评价部 115 中求出与断层部位的压迫状态相关的压迫状态信息，将该压迫状态信息与弹性图像一起显示在图像显示器 107 中。

以下，将对在压迫状态评价部 115 中所生成的压迫状态信息以及压迫状态图像和弹性图像的显示方法的实施例进行说明。

### （实施例 1）

图 5 为表示本实施例中的压迫状态评价部 115 所进行的一连串的处理的框图。压迫状态评价部 115，其构成具备：存储器电路 1151、压迫状态评价电路 1152 和图像构建电路 1153。存储器电路 1151，保存从压力测量部 110 输出的测量结果的压力数据，并向压迫状态评价电路 1152 输出。压迫状态评价电路 1152，输入从存储器电路 1151 输出的压力数据，在显示压迫状态时，按照成为最佳图像的方式，对该压力数据实施溢出处理或平均值计算处理等统计处理，将作为其结果的数值数据作为压迫状态评价数据向下一段的图像构建电路 1153 输出。图像构建电路 1153，输入从压迫状态评价电路 1152 输出的压迫状态评价数据，并构建反映该压迫状态评价数据的图像作为压迫状态图像数据，向切换加法器 114 输出。

接着，说明该压迫状态评价部 115 的动作例子。对将采用多个传感器所测量的压力数据作为统计学特征显示的情况进行说明。图 6 为表示采用多个传感器测量压力时的探头的变形例的图。在图 4 (A) 中，虽然表示了沿着圆形压迫板 21 的周缘安装压力传感器 31~36 的情况，但图 6 的探头是：压力测量部中的压力传感器组 51~5f、61~6f 沿着长方形的超声波收发面 1001 的长轴方向多个配置在压迫板 21 的两侧。对使用来自这些压力传感器组 51~5f、61~6f 的压力数据组制作压迫状态信息的情况进行说明。

将从压力传感器组 51~5f、61~6f 输出的时刻  $t$  的压力数据组表示为  $P_{i,j}(t)$  ( $i=1, 2, 3, \dots, N; j=1, 2, 3, \dots, M$ )。在此，指标  $i$  表示在探头的超声波收发面的长轴方向的坐标，指标  $j$  表示在短轴方向的坐标，

以指标参考所有的压力数据组。这些压力数据组  $P_{i,j}(t)$ ，作为测量结果数据组  $R_{i,j}(t)$  ( $i=1, 2, 3, \dots, N; j=1, 2, 3, \dots, M$ ) 保存在存储器电路 1151 中。

压迫状态评价电路 1152，进行例如将测量结果数据组  $R_{i,j}(t)$  作为母集的统计处理，作为该统计特征量，采用下式运算其平均值  $\langle R_{i,j}(t) \rangle$ 。

$$\langle R_{i,j}(t) \rangle = \{ \sum ( \text{测量结果数据 } R_{i,j}(t) ) \} / (N \times M)$$

该平均值  $\langle R_{i,j}(t) \rangle$  被设定作为压迫状态评价数据。

例如，如图 7 所示，图像构建电路 1153，构建将测量结果数据组的平均值  $\langle R_{i,j}(t) \rangle$  的值图像显示称与之相应的长度的条形图的压迫状态图像数据。另外，构建对赋予了平均值的数值和单位的量规 (gauge) 202 进行图像显示的压迫状态图像数据。

压迫状态图像数据，根据当前时刻的压迫状态而时时刻刻产生变化，例如，如图 8 的模式图所示，根据正在压迫对象组织 204 的强度，表示当前时刻的压迫状态图像数据的条形图 203 的长度会时时刻刻产生变化。

图 9 是表示本实施例的切换加法器 114 的动作例子的图。如上所述，在构建压迫状态图像数据，并向切换加法器 114 输出时，将从压迫状态评价部 115 输出的压迫状态图像 205、从彩色扫描转换器 106 输出的弹性图像 206、和从黑白扫描转换器 106 输出的断层图像 207 组合，构成例如图 9 所示的一个显示图像数据，将该显示图像数据发送给图像显示器 107 以便检查者可以观察。

在上述实施例中，虽然就在压力测量部 110 中特别采用如图 4 (A) 所示的压力传感器的例子作了说明，但本发明并非限于此，例如也可以采用如图 4 (B) 所示的参考变形体 37 作为压力传感器的代替品，实现同样的动作。即，按照覆盖超声波探头 10 的超声波收发面 1001 的方式，设置参考变形体 37，通过信号处理测量在压迫诊断部位时赋予体表的压力。在超声波探头 10 的超声波收发面 1001 中整齐配置作为超声波的产生源并接收反射回波的振子的元件组。在图像显示器 107 中显示的压力分布表示参考变形体 37 与被检查体的边界线。

边界检测电路 (未图示)，使用 RF 信号帧数据，检测出被检查体 10

的表皮与参考变形体 37 之间的边界, 将所检测的 RF 信号帧数据中边界的坐标作为边界坐标数据向压力运算电路 (未图示) 输出。压力运算电路, 使用由边界检测电路所检测出的边界坐标数据, 提取 RF 信号帧数据中的来自参考变形体 37 的 RF 信号, 通过运算求出赋予被检查体 1 的表皮和参考变形体 37 的边界的压力。由于参考变形体 37 的弹性模量是已知的, 因此若令其为  $Y_m$  (例如杨氏模量), 则存在:

$$\text{压力 (应力) } p_i = Y_m \times (\text{形变量 } \delta d_i) \quad (i=1, 2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

的关系, 可以求出数据区域  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3 \dots d_n$  的内部的压力分布并分别作为压力分布  $p_1$ 、 $p_2$ 、 $p_3 \dots p_n$ 。通过解析这些压力分布  $p_{d1}$ 、 $p_{d2}$ 、 $p_{d3} \dots p_{dn}$ , 从而令被检查体 10 的表皮与参考变形体 37 的边界的压力分别为压力  $p_1$ 、 $p_2$ 、 $p_3 \dots p_n$ , 求出各个振子  $v_1$ 、 $v_2$ 、 $v_3 \dots v_n$  在垂直下方时的压力。

作为参考变形体 37, 优选采用含有声耦合材料或声透镜材料等超声波衰减小, 且声速、声阻抗与生物体内相近等的与生物体之间的声耦合特性优良且同时形状复原性以及形状保持性也优良的原材料。通常, 声耦合材料是构成在超声波图像诊断中通常使用的声介质的材料。该声介质在使超声波探头 10 的超声波收发面 1001 与如生物体表面那样的有凹凸不平的部分接触时, 使其之间不会产生间隙。即, 如果在超声波收发面 1001 与生物体表面之间产生间隙, 则从超声波探头 10 照射的超声波在该间隙的空气与超声波探头 10 之间的边界会产生回弹, 对显示图像带来不良影响。因此, 通过在超声波探头 10 的头部与生物体之间的接触面存在传播超声波的声介质, 来解决这样的问题。

参考变形体可以是油系凝胶原材料或丙烯酰胺等以水为基质的凝胶材料、以硅等为基质所生成的材料。如果是由粘性低的丙烯酰胺等原材料构成, 则由于灵敏地应答压迫操作, 而适于压力测量。

通过使用这样的参考变形体, 可以测量振子正下方的压力, 可以测量与图像对应的压力。另外, 不必使用压力传感器或信号处理系统, 便可以获得压力信息。

如图 32~图 35 所示, 使用用于在探头中安装参考变形体的参考变形体固定工具。由参考变形体 37 和固定工具构成一个压力测量单元, 将该压力测量单元用通过单触操作从测量单元中装卸。

图 32 表示详细的固定工具 500。参考变形体 37 通过粘合或熔敷等方法被固定在固定工具 500 的内框中。另外，也可以是将参考变形体 37 嵌入固定工具 500 的内框中的形式，可以安装或者取出参考变形体 37。固定工具 500，设置有夹在探头 100 的侧部的槽中的突起部（未图示），可以通过单触的方式嵌入。另外，在固定工具 500 中设置有凹陷部（未图示）以便可以把持以往的探头所具备的用于识别超声波扫描方向的突起部。在固定工具 500 中设置有用于用手抓住的防滑手柄（未图示），检查者抓住防滑手柄压迫被检查体 10。为了容易握住防滑手柄，防滑手柄制作成与手指对应的形状。

在图 33 中，表示例如用薄带 501 将参考变形体 37 固定在固定工具 500 中的例子。如此用 2 根带子 501 将参考变形体 37 的两端传送至固定工具 500 而进行固定。该带子 501 可以通过粘合胶带等取出。另外，固定工具 500 中具备透射超声波的袋子（未图示），可以使参考变形体 37 出入该袋子。另外，在该袋子中具备让超声波通过的窗口，以保证超声波的收发信号不被袋子所切断。

另外，除此以外作为固定参考变形体 37 的方法，例如，具备使针出入固定工具 500 的槽壁的机构，在将参考变形体 37 固定在槽中之后，刺入参考变形体 37 以固定。

就上述压力测量单元而言，可以从形状、硬度、声特性各不相同的参考变形体中，选择适于测量对象组织的参考变形体，并组合在固定工具 500 中。例如，在对象组织整体比较硬的情况下，或所关心的病变部位处于深部的情况下等，使用较硬的参考变形体，更能向对象组织有效施加压力，容易得到高图像质量的弹性图像。

如图 34 所示，在应用于甲状腺评价等情况下，由于颈部具有凸型形状，因此难以从表皮进行均匀的压迫。因而，通过使用反映了颈部的凸型形状的凹型形状参考变形体 502，构成对生物体表皮进行均匀压迫的压力测量单元。

在上述中，虽然示出了组合参考变形体和参考变形体固定工具构成压力测量单元的例子，但本发明并非限于此，也可以如图 35 所示，一体化（例如整体为硅制）构成参考变形体和参考变形体固定工具，例如加工成

帽状，以便能以盖在探头上的形式而容易地安装。

另外，在上述实施例中，如图 4 (A) 所示，虽然说明了在压力测量部 110 中特别采用多个压力传感器的例子，但发明并非限于此，也可以在压力测量部 110 所具备的压迫板中仅安装 1 个压力传感器，根据从这 1 个压力传感器输出的压力数据的大小，在压迫状态评价部 115 中构建压迫状态图像数据。

在上述实施例中，虽然说明了在压迫状态评价部 115 中，作为其统计处理，特别采用从多个压力传感器输出的压力数据组，运算平均值，并提示压迫状态的情况，但并非仅限于此，也可以采用例如将压力数据组作为母集而进行统计的分散值、中位数、最大值、最小值等，也可以提示表示压力数据组的统计特征的压迫状态信息。另外，不仅仅提示一个统计特征，还可以同时提示多个统计信息。

#### (实施例 2)

虽然在实施例 1 中，说明了在压迫状态评价部 115 中，特别采用从多个压力传感器输出的压力数据组，提示其统计学特征作为压迫状态信息的情况，但并非仅限于此，还可以采用各压力传感器的各压力数据，分别构建压迫状态图像数据，并分别独立显示。即，在各压力传感器沿着如图 6 所示的超声波收发面的长轴方向被配置多个的情况下，例如，如图 10 所示按照使各个压力传感器的配置场所与弹性图像以及断层图像的相应场所分别一致的方式建立对应关系，显示按照使各个压力数据独立的形式构建的压迫状态图像数据 10A。在图 10 中，压迫状态图像数据 10A 的各条形图的高度，与图 6 的各压力传感器组 51~5f、61~6f 对应。另外，由于图 6 的压力传感器组 51~5f、61~6f 在短轴方向被配置 2 个，因此短轴方向的 2 个压力传感器的平均值与图 10 的压迫状态图像数据 10A 的条形图的高度相对应。因此，通过视觉上确认图 10 的压迫状态图像数据 10A，检查者可以正确掌握探头在长轴方向的压迫状态。

即，如图 10 所示，使与构成超声波探头的多个阵子的排列方向即长轴方向对应而求出的压力分布，与对应于超声波探头的长轴方向的弹性图像的坐标方向匹配，并通过条形图来显示。另外，代替压迫状态图像数据 10A 的条形图，可以通过线图来表示。

### （实施例3）

图 11 是示出将图 9 的显示图像中的条形图部分置换成对通过图 8 的上段所示的探头所压迫的断层部位的压缩变形的状态进行模拟表示的图形 208 的情况一例。这样，通过表示探头压迫对象组织的状态，检查者可以直观识别压迫状态。另外，在图 11 中，在探头和对象组织的模式图的下侧显示压力数据值 209。

### （实施例4）

在实施例 1 中，说明了在压迫状态评价部 115 中构件压迫状态信息尤其是像条形图所提示的那样构建压迫状态图像数据的情况。本发明并非限于此，只要能提示反应压力数据的大小的信息，就可以采用任何方法。例如，如图 12 (A) 所示，也可以按照压力的次数直接显示压力数据作为数值数据。另外，如图 12 (B) 所示，也可以将压力数据变换成色调信息并显示色调。进而，也可以如图 12 (C) 所示将压力数据变换成亮度信息并显示亮度。这样，只要通过各种显示可以判别压力数据的大小即可。

另外，如图 13 (A) 所示，还可以采用以旋转式的针表示半圆形状的刻度的仪表形式，来表示作为压迫状态信息的压力数据。进而，如图 13 (B) 所示，还可以用圆的大小表示作为压迫状态信息的压力数据。这样，只要是以能够瞬时掌握压迫状态的形式表示的方法，则可以是除此以外的显示方法。另外，所显示的压力的单位，并非限于[kPa]，也可以是[mbar]、[Torr]、[arm]、[kgf/cm<sup>2</sup>]、[psi]等任何单位。这些设定是在超声波诊断装置侧切换的。另外，也可以按照不显示数值、单位的方式切换设定。

另外，在用色调或者亮度显示压力数据的情况下，虽然与用数值表示的情况相比辨识性得到提高，但通过设置与压力数据对应的刻度，并在该刻度上显示压力数据的大小，从而可以更加容易地知道压力的大小。

### （实施例5）

图 14 是示出采用条形图作为表示压迫状态信息的压迫状态图像的情况的变形例的图。虽然在实施例 1 等的实施例中，是将量规部分设定为线型的例子，但在图 14 中，是对数显示量规 202 的刻度。另外，对数显示中也可以采用图示以外的刻度。

### （实施例6）

图 15 是示出可以知道作为压迫状态信息的压力在时间上的变化那样的显示方法的一例的图。在上述各实施例中，针对在压迫状态评价部 115 中特别按照提示当前时刻的压迫状态的信息的方式构建压力变化图标 210 的情况作了说明。但是，并非限于此，例如，也可以如图 15 所示，按照可以观测从过去到现在为止的压迫状态随时间的变化的方式，构建压迫状态图像数据，并按照最终检查者可通过图像显示器 107 进行观测的方式来显示。例如，按照采用示波器观测电压随时间的变化的方式，曲线图随时间滚动显示。这并非特别限于用线图显示的方法，只要是能提示反映了压力数据的大小随时间的变化的信息，则可以采用任何方法来显示。另外，在表示压迫状态随时间的变化的压迫状态图像数据内，例如如图 16 所示，还可以显示成为压迫操作的范例那样的曲线（图中虚线曲线），起到引导的作用，以使检查者可以根据该曲线进行压迫。

#### （实施例 7）

图 17 是示出反馈（警告）压迫状态不当的情况的一例的图。虽然在上述各实施例中，针对在压迫状态评价部 115 中特别使用从压力传感器输出的压力数据并按照用曲线图提示压迫状态信息的方式构建压迫状态图像数据的情况作了说明。但是，本发明并非限于此，也可以使压迫状态评价部 115 具有如下功能，即在弹性图像诊断的压迫操作中根据压力数据检测当前的压迫状态为压迫过大或者压迫不足这样的不当压迫状态。在这种情况下，例如如图 17 (B) 所示，如果压迫过强则减弱压迫；如图 17 (C) 所示，如果压迫不足，则增强压迫，由此显示向下箭头 131 或者向上箭头 132 作为催促检查者注意的反馈信息。在图 17 中，特别将 10~20kPa 的压力范围作为适当的压迫范围，如果在此以上则为压迫过大，如果是在此以下则为压力不足。该适当的压迫范围是一个例子，并非限定于此。另外，该压迫范围可以适当设定以及变更。并非特别限于通过图像向检查者反馈的方法，例如该图所示，也可以是通过“请减轻压迫”或“请增加压迫”这样的声音发声以达到同样的目的。另外，其目的不仅是显示压迫过大会导致危险的状态，而且还引导适当的压迫方法以获得高图像质量。

即，本实施例判断压迫力是否处于设定范围，当压迫力在设定范围以外时，则通过声音和图像显示中的至少一种方式输出该意思的警报。

### （实施例 8）

图 18 是示出压力范围处于适当的压迫范围的情况下的显示的变形例的图。在图 17 中，针对令大约 10~20kPa 的压力范围为适当的压迫范围，若在此以上则为压迫过大，若在此以下则为压迫不足，并显示向下箭头 131 或者向上箭头 132 的情况作了说明。在图 18 中，用颜色表现条形图的条本身的颜色，以便在是适当的压迫的情况下为蓝色（图 18（A））、在是压迫过大的情况下为红色（图 18（B））、在是压迫不足的情况下为黄色（图 18（C））。另外，在用颜色表示时，也可以使颜色阶段性改变。另外，也可以显示对通过图 8 的上段所示的探头所压迫的断层部位的压缩变形的状态进行模拟显示的图形的颜色，以便在是适当的压迫的情况下为蓝色，在是压迫过大的情况下为红色，在是压迫不足的情况下为黄色等。由此便可以直观识别压迫状态。

如以上所说明，根据实施例 1~8，通过压迫状态评价部 115，评价当前时刻的例如所关心的部位的压迫状态，并生成反应了该压迫状态的图像信息，并在图像显示器 107 中与弹性图像关联显示。其结果为，可以向检查者反馈压迫状态，检查者可以在任意时刻客观地评价所显示的弹性图像的压迫状态。另外，与此同时，还可以唯一生成所希望的压迫状态，或者再现所希望的压迫状态。这样，可以实现为了应用于诊断而决定的恒定的压迫状态，可以选择在该规定的压迫条件下所获得的弹性图像，并确定地进行图像诊断。并且同时，避免因在依赖于检查者的主观的压迫条件下的图像诊断而导致检查者之间给出不同的诊断结果的现象，确立客观、普遍的诊断，可以提供在临床上有用的超声波诊断装置。

### （实施例 9）

另外，以往方法中的影像存储部 117 所起的作用是：将显示图像数据保存在存储器中，根据装置控制接口 116 的控制信号，调出过去的显示图像数据并显示在图像显示器 107 中，或者将所选择的显示图像数据传送记录在 MO 等记录介质中。对此，本实施例中的影像存储部 117 所具备的功能在于，利用在其内部具备的存储器中按时间顺序排列保存的显示图像数据内的压迫状态图像数据部的信息，参考或者提取弹性图像数据。以下，针对本实施例中的影像存储部 117 的详细情况进行说明。

图 19 是示出本实施例的影像存储部的动作的一例的图。首先，检查者参考压迫状态评价部 115 中的图像构建电路 1153 的压迫状态图像数据，使该时刻的显示图像数据显示在图像显示器 107 中。例如，如图 19 所示，根据来自装置控制接口 116 的控制信号，使超声波诊断装置静止 (freeze)，从保存在影像存储部 117 中的显示图像数据中将通过图像显示器 107 的三角形状的按钮 141 所指定的时刻的弹性图像数据，依次显示在图像显示器 107 中。该按钮 141 的滑动控制是经由装置控制接口部 116 通过鼠标等进行的。在通过按钮 141 指定所希望的压迫状态的时刻时，从影像存储部 117 中选择与该时刻对应的弹性图像数据，如图 19 所示依次显示在图像显示器 107 中。

#### (实施例 10)

图 20 是示出检查者根据表示压迫状态的曲线图选择最佳压迫状态并将其保存的情况的一例的图。例如，如图 20 所示，根据来自装置控制接口部 116 的控制信号，停止超声波诊断装置，在图像显示器 107 中选择性地显示保存在影像存储部 117 中的在某时刻的显示图像数据。显示压迫状态图像数据，该压迫状态图像数据表示在该显示图像数据内所含的压迫状态随时间的变化，如图 20 所示，检查者滑动三角形状的按钮 151、152，指定适当压迫期间的最初时刻  $t_1$  的帧与最后时刻  $t_2$  的帧。从而，从影像存储部 117 中提取在该时刻  $t_1-t_2$  期间所存在的按时间顺序的显示图像数据组 (帧组) 并保存。

#### (实施例 11)

图 21 是示出自动检测出适当的压迫状态的 1 个周期并使其为保存范围的情况的一例的图。在图 20 中，针对影像存储部 117 中特别是检查者参考压迫状态图像提取在所指定的范围内连续的显示图像数据的情况作了说明，但在这里，自动检测 (提取) 压迫适当的期间的最初和最后。例如，如图 21 所示，自动检测出适当的压迫操作的 1 个周期，并保存该一个周期的显示图像数据组。

在图 21 中，虽然针对在影像存储部 117 中利用压迫状态图像数据部的信息，提取在压迫适当的状态下所获得的显示图像数据的情况作了说明，但并非限于此，也可以利用从压迫状态评价部 115 的压迫状态评价电

路 1152 输出的压迫状态评价数据实现同样的动作。

另外，在图 21 中，在影像存储部 117 中决定范围后所提取的显示图像数据组，根据来自装置控制接口部 116 的控制信号而显示在图像显示器 107 中，但并非限于此，也可以连续重复且循环再生显示，或者传送记录在 MO 等记录介质中。

#### (实施例 12)

图 22 是示出对适当的压迫状态的期间按压力轴的大小设定其范围，并将其作为保存范围的情况的一例的图。在图 21 中，虽然针对自动检测（提取）压迫适当的期间的最初和最后，并将其作为 1 个周期的显示图像数据组而保存的情况作了说明，但在这里，也可以在压力轴方向设定适当的压迫数据 P1 以及 P2，经过该范围提取压迫的期间  $pa \sim pg$ 。另外，该检测可以自动进行，也可以手动进行。

#### (实施例 13)

图 23 是示出自动检测适当的一个周期时的检测方法的一例的图。首先，根据实际的压迫状态曲线（图中实线所示），可以截出图示这样的各范围（范围 1、范围 2...）。接着，如图所示，在各取样点中，运算实际的压迫状态曲线与范例的压迫曲线（图中虚线所示）之间的差值。可以在各范围内取各取样点的差值相加，将最小加和的范围作为最佳的 1 个周期而提取。在图 23 中，选择范围 3 作为最佳范围。尤其是可以提取与范例的曲线最匹配的范围，作为适当的 1 个周期，也可以采用除此以外的最小自乘法或相关系数的运算来实现。另外，并非特别限于 1 个周期，也可以是半个周期或者多个周期，只要在适当的阶段自动提取即可。

根据本实施例，可以使用压迫状态评价部 115 和切换加法器 114 和影像存储器 117，根据客观基准提取在规定的压迫条件下所获得的弹性图像，有效地进行不依赖于主观的确定的图像诊断。

#### (实施例 14)

在上述各实施例中，虽然压迫状态评价部 115 和切换加法器 114 和影像存储部 117，以表示压迫状态的各种信息内、特别是以从压力传感器输出的绝对压力值的数据为例作了说明，但并非限于此，例如，也可以利用压力数据随时间的变化（压迫前后帧之间的压力变化）、一连串的压迫过

程中当前时刻的压力变化（压力值的斜率）数据，生成压迫状态图像数据，并显示在图像显示器 107 上。

例如，如图 25 所示，求出压力分布相对于基准压力的偏差，使该偏差与对应于超声波探头的长轴方向的弹性图像的坐标方向匹配并用线图 212 来显示。在这种情况下，可以通过图像立即识别在超声波探头的长轴方向的压迫力的偏差。

另外，作为在压迫状态评价部 115 中的测量结果数据，例如，也可以在超声波探头 100 中设置磁传感器，利用从该磁传感器输出的位置坐标数据，生成压迫状态图像数据，并将其显示在图像显示器 107 中。进而，对照从位置坐标数据派生的压迫速度数据或位移（矢量）数据等来进行显示。

进而，作为压迫状态评价部 115 中采用的测量结果数据，可以利用来自位移测量部 109 的位移信息。即，作为压迫状态评价部 115 中的测量结果数据，可以利用从位移测量部 109 输出的位移帧数据，生成压迫状态图像数据。这时，在图像显示器 107 中显示的数据，也可以是位移的平均数据、实施统计处理后的数据、或者根据该位移数据运算的压迫速度数据、按时间累计位移数据的累计位移数据等。

另外，也可以将多个压迫状态信息的图像同时显示在图像显示器上。就该超声波诊断装置而言，检查者可以经由装置控制接口部 116，自由选择设定对压迫状态图像数据进行构建的信息，所述压迫状态图像数据被包括在表示压迫状态的位移、压迫速度等多个信息内。在这里所选择的信息，并非限于一种信息，也可以同时选择多个信息，在选择多个信息时，将该所选择的多个压迫状态图像数据构建成显示图像数据，并同时显示在图像显示器 107 中。

另外，在上述实施例中，压迫状态图像的显示与否的选择、或压迫状态图像中的显示范围的设定，也可以使用装置控制接口部 116 由检查者自由控制。

如以上各实施例所说明的那样，根据本发明，通过在弹性图像诊断中将压迫状态信息与弹性图像建立关联并提供给检查者，可以实现客观性高的弹性图像诊断。

接着，针对各实施例中相同的超声波诊断装置的动作例进行说明。首

先,按照超声波收发控制,通过发送电路 102 向与被检查体的体表面接触的探头 100 施加高电压电脉冲以打出超声波,并由探头 100 接收来自诊断部位的反射回波信号。接着,该接收信号被输入到接收电路 103,在进行前置放大之后,向调相加法电路 104 输入。经由该调相加法电路 104 使相位一致后的接收信号,在接下来的信号处理部 105 接受压缩、检波等信号处理之后,向黑白扫描转换器 106 输入。该黑白扫描转换器 106,对接收信号进行 A/D 转换,同时将其作为按时间顺序连续的多个断层图像数据保存在内部的多个帧存储器内。

由于从调相加法电路 104 连续输出 RF 信号帧数据,因此在 RF 信号帧数据选择部 108 中依次取入该 RF 信号帧数据。通过 RF 信号帧数据选择部 108,选择在 RF 信号帧数据选择部 108 中存储的 RF 信号帧数据内的、按时间顺序连续的多个 RF 信号帧数据,并取入到位移测量部 109 中。另外,在位移测量部 109 中,求出一维或者二维位移分布  $(\Delta L_{i,j})$ 。就位移分布的计算而言,作为上述移动矢量的检测法,例如通过模块·匹配法进行计算,当然,即使不是特别采用该方法也是可以的,也可以是一般采用的计算 2 个图像数据在同一区域的自相关来计算位移。

另一方面,在压力测量部 110 中,通过压力传感器测量向体表面施加的压力,并将该压力数据从压力测量部 110 向形变以及弹性模量运算部 111 和压迫状态评价部 115 发送。

从位移测量部 109 以及压力测量部 110 输出的位移  $(\Delta L_{i,j})$  以及压力  $(\Delta P_{i,j})$  的各个测量信号,向形变以及弹性模量运算部 111 输入,求出形变量分布  $(\epsilon_{i,j})$ 。通过对位移分布  $(\Delta L_{i,j})$  进行空间微分  $(\Delta L_{i,j}/\Delta X)$ ,计算形变量分布  $(\epsilon_{i,j})$ 。尤其是弹性模量中的杨氏模量  $Y_{mi,j}$  通过下式计算。

$$Y_{mi,j} = (\Delta P_{i,j}) / (\Delta L_{i,j}/\Delta X)$$

基于如此求出的弹性模量  $Y_{mi,j}$ ,求出各测量点的弹性模量,生成弹性帧数据。

输入了弹性帧数据的弹性数据处理部 112,施以坐标平面内的平滑化处理、对比度最佳化处理、帧之间的时间轴方向的平滑化处理等各种图像处理。压迫状态评价部 115 评价当前时刻对象组织的压迫状态,构建将该

压迫状态作为信息的压迫状态图像数据，并将该压迫状态图像数据发送给切换加法器 114。在切换加法器 114 中，可以与黑白断层图像和彩色弹性图像同时显示压迫状态图像，并同时观察两者的对应关系。

另外，关于上述弹性图像的形成，虽然就求出生物体组织的变形或者杨氏模量  $Y_m$  并生成弹性图像数据的例子作了说明，但本发明并非限于此，也可以采用例如刚性参数  $\beta$ 、压弹性系数  $E_p$ 、增量弹性系数  $E_{inc}$  等其它参数来运算弹性模量 (JP5-317313A)。

另外，在图 1 所示的实施例中，虽然针对使探头 100 与被检查体 10 的体表面接触的情况作了说明，但本发明并非限于此，也同样可以应用于经直肠探头、经食道探头、手术中用探头、血管内探头等任意的超声波探头中。

采用这样的结构，在本发明的超声波诊断装置的弹性图像诊断中，通过将压迫状态信息与弹性图像建立关联并显示，从而可以提供一种可实现客观性高的弹性图像诊断的超声波诊断装置。

在图 8 中，示出了按照根据压迫对象组织的强度而表示当前时刻的压迫状态图像数据的条形图的长度会时时刻刻产生变化的方式进行显示，或者模式地表示由探头压迫的对象组织的状态的情况。但是，如图 24 所示，对象组织被模式地表示成眼和口，在适当的压迫状态的情况下、压迫不足的情况下、和压迫过大的情况下，其表情产生变化。在图中，在压迫不足的情况下，口张开，表示压迫不足，在压迫过大的情况下，变成口呈  $\sim$  字且眼睛闭上的表情。另外，在表情变化的同时，在对象组织的部分按照如图 18 所示那样在是适当压迫的情况下为蓝色、压迫过大的情况下为红色、压迫不足的情况下为黄色等的方式，使颜色一致来表现。

#### (实施例 15)

在上述各实施例中，虽然对引出表示当前时刻的绝对压迫的强度的压力数据作为压迫状态数据的方法作了说明，但本发明并非限于此，也可以显示压力变化量的分布。

位移测量部 109 从在 RF 信号帧数据选择部 108 中所选择的 1 组 RF 信号帧数据，测量断层图像上各测量点的位移，并生成位移帧数据，但上述位移是通过使赋予生物体的压力的大小改变而生成的。只要是压缩了生

物体则压力变化就为正方向，只要是使生物体松弛则压力变化就为负方向。

在本实施例中，将 1 帧期间的压力大小的变化量作为压力变化分布 10B 来显示。例如，如图 26 所示，该压力变化分布 10B 与绝对压力分布 10A 同时实时地显示。由于 1 帧期间的压力大小的变化是微量的，因此压力变化分布 10B 的曲线图与绝对压力分布 10A 相比是放大显示的。也可以使用装置控制接口部 116 的键，将所显示的压力分布切换为绝对压力分布和压力变化分布中的任一种。

通过由图像显示压力变化分布 10B，从而可以容易地确认当前时刻所显示的弹性图像是否是通过适当的压迫操作所生成的。

#### （实施例 16）

如上所述，生物体组织的硬度具有非线性，组织的硬度根据压迫条件而改变。如图 27 所示，在图像上设置任意的应力关心线 350，显示沿着该线 305 的应力分布 300 或应力变化分布 301。

用于显示在该应力分布 300、应力变化分布 301 中的应力关心线 305 上的应力，通过基于表面压力、物质特性、形变、距表面的距离  $a$  等信息的有限单元法求出。

有限单元法是数值计算方法的公知技术。在对计算对象的结构通过探头施加外力而产生变形的情况进行解析时，用网眼区分属于被检查体内部的对象的结构。另外，制作较小的各单元内的联立一次方程式。在本实施例的情况下，设定线上的应力为未知数，根据表面压力、物质特性、形变、距表面的距离  $a$  等信息建立方程式。然后，将各单元的方程式相加，制作联立一次方程式，求出应力的解。关于具体的求法，由于记载在非专利文献的有限单元法入门：三好 俊郎（著）等出版物中，因此在此省略说明。

基于通过有限单元法求出的应力信息，分别求出应力关心线 305 上的应力，并显示应力分布 300。另外，显示 1 帧期间的应力大小的变化量作为应力变化分布 301。例如如图 27 所示，该应力变化分布 301，与应力分布 300 同时实时显示。

另外，也可以在图像上设置任意的应力关心区域 306，测定该所关心的区域内的应力分布或应力变化。通过上述有限单元法，测量应力关心区

域内部的应力大小或压迫前后的应力变化，用例如条形图 302 显示。

通过这些显示方法，从而可以直接观察赋予所关心的病变区域的应力，即使在不同的检查者之间，也可以在共同大小的应力条件下测量病变组织的形变、弹性模量，可以更加确定客观地测量表示非线性应答的生物体组织的弹性模量。

在上述说明中，虽然表示了根据应力的的大小使测量条件共同化，但本发明并非限于此，也可以是测量形变数据的累计值并显示。实时表示形变的累计值的形态示于图 28。在病变区域设置形变关心区域，从压力零的状态开始累计测量形变的累计值，显示在例如条形图 304 中。形变的累计值，是一种可知从压缩零的状态开始压缩了多少量的值。这样，便可以掌握在病变区域的形变的累计值的大小与在该条件下测量的弹性模量之间的关系。

在此，可知在形变的累计值为 4% 前后，分成弹性模量保持在恒定值的线性区域和弹性模量偏离的非线性区域。该非线性区域，是因在过分按压被检查体 10 时被检查体本身 10 没有变形（变硬）的现象而导致产生的。在非线性区域，认为弹性模量没有可靠性。

进而，用曲线图 303 经时地表示在形变关心区域所测量的形变累计值与在该区域测量的弹性模量之间的关系。若进入非线性区域，则可以容易地识别弹性模量是不确定的。这时，如图所示，如果形变关心区域的形变累计值超过例如 4% 进入非线性区域，则可以通过图像或声音等反馈（警告）给检查者。

在上述中，虽然表示了以形变的累计值为基准识别非线性应答的方法，但并非限于形变累计值，也可以采用基于上述应力的的大小等的方法，只要以表示压迫状态的适当信息为基准即可。

#### （实施例 17）

将采用 MEMS 技术的 cMUT 振子、或应用液晶触模板的设备等用作压力传感器。如图 29 (a) 所示，cMUT 振子大致由夹持真空间隙 403 两侧的硅部件 404 和夹持硅部件 404 并施加偏压的电极 405 构成。

在此，使表面具备 cMUT 振子的超声波探头与被检查体 10 接触，在施加压力时，根据该压力压迫真空间隙 403。利用该现象测量压力。具体

来说,预先存储真空间隙 403 的挠曲与电压、电压与压力之间的关系。例如,如果真空间隙 403 的挠曲为  $10\mu\text{m}$ ,则电压改变 5V。如果压力改变 5V,则压力为 10kPa。采用这样的方法可以通过真空间隙 403 的挠曲测定 cMUT 振子的表面压力。

图 29 (b) 是配置有 cMUT 振子 400 的图。可以在各 cMUT 振子 400 中计算压力。另外,还可以同时测定在配置有 cMUT 振子 400 的区域的压力。

图 29 (c) 是将 cMUT 振子配置在超声波振子 401 的两侧的形态。与图 6 的例子同样,可以测量压力。另外,还可以将触摸板固定在超声波探头 100 的头部周边。

另外,还可以仅使 cMUT 振子排列在被检查体的接触面上。如果通过采用了兼备超声波收发和压力测量的 MEMS 技术的 cMUT 振子,则可以与通常的超声波诊断同时测量压力。

#### (实施例 18)

由于 cMUT 振子或触摸板可以作为薄型设备而构成,因此不仅是一般的线性探头或凸面探头,如图 30 所示,即使是在插入到前列腺等体内的形式的超声波探头 402 中,也可以采用对患者的负担小的方法检测出压力分布。

就体内用超声波探头 402 而言,在两处配置有线状振子 403 和曲面状振子 404。使 cMUT 振子 400 排列在挟持各个振子的两侧。如果是线状振子 403 的周边则排列成直线状,如果是曲面状振子 404 的周边则排列成曲面状。cMUT 振子 400 定位在与超声波信号的扫描方向相同的方向。通过以这样的形式排列 cMUT 振子 400,从而可以适当地测定压力。另外,cMUT 振子 400 的排列并非限于该形式,还可以按照包围振子的方式安装。另外,与实施例 17 的方法同样地测定压力。即,即使在体内用超声波探头 402 中,也可以用与压力值相应的条形图 201 或压力变化线图 210 显示压迫状态图像。

另外,也可以仅使 cMUT 振子 400 排列在压迫面,可以如上述那样与通常的超声波诊断同时测量压力。

#### (实施例 19)

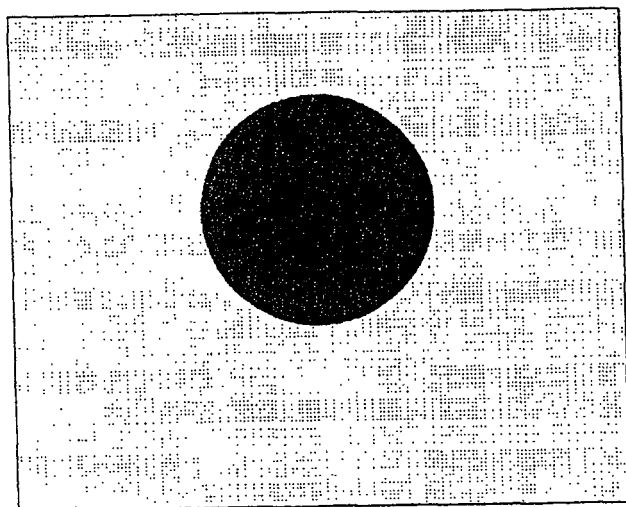
在体内用超声波探头中，可以在柄的部分安装检测出“伸展”或“挠曲”的传感器并用作压力传感器。如图 31 所示，在探头的柄部分安装触摸板技术、MEMS 技术（cMUT 振子）、变形量规等、检测出“伸展”或“挠曲”的传感器 410。安装场所可以远离头部。另外，变形量规即可以是电式也可以是光学式。

通过压迫前列腺，体内用超声波探头 402 的柄部分发生挠曲。通过在柄中设置的压力传感器测量该挠曲情况。具体来说，按照将曲面状的振子 404 的所有方向覆盖的方式配置压力传感器 410。另外，预先存储因该柄的区域的膨胀（挠曲）或 cMUT 振子的变形而引起的偏压的移动、与体内用超声波探头的前端部的压力之间的关系，与区域的膨胀对应而测量压力。在如图 31（b）所示的形式中，与压迫方向相同方向的区域 411 在长轴方向膨胀。通过上述压力传感器测定该现象，计算压力以及压迫方向，并使压力以及压迫方向显示在画面上。

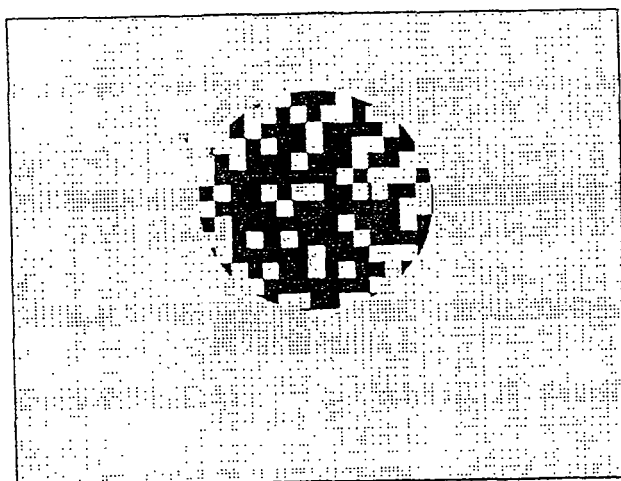
这样，通过对由阵列式上述传感器所得到的压力分布进行解析，可以求出压力和压迫方向。另外，即使将多个变形量规配置成圆弧状也可以实现。

上述传感器，作为一种单元，实现可以容易装卸的结构。可以容易地应用于经直肠、经阴道、经食道、内视镜探头等体内插入型探头中，如果采用该检测弯曲度的方法，则不需要向体内插入传感器，可以安全测量且对患者没有负担。

(A)



(B)



(C)

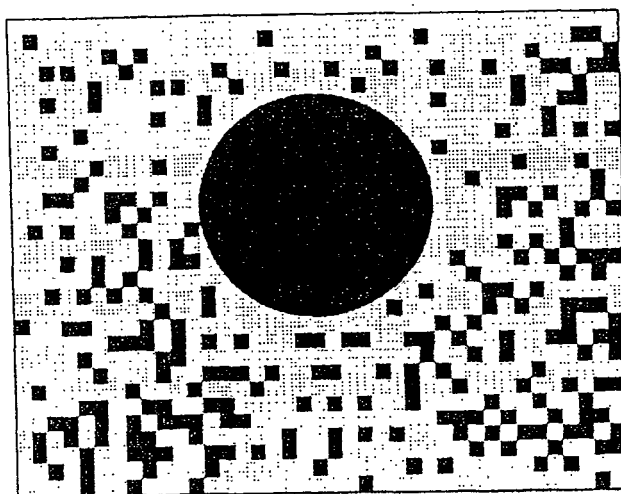


图 1

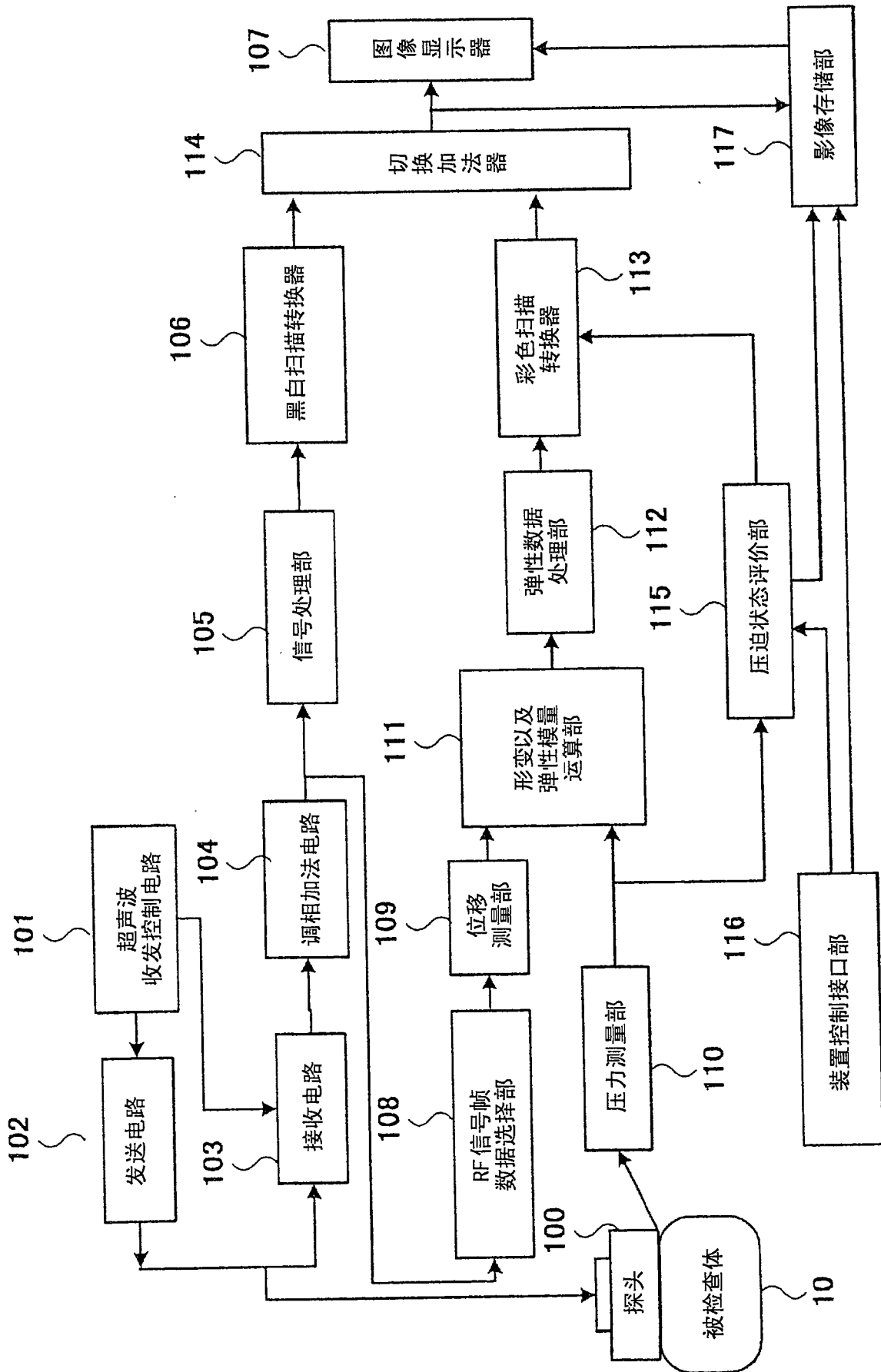


图 2

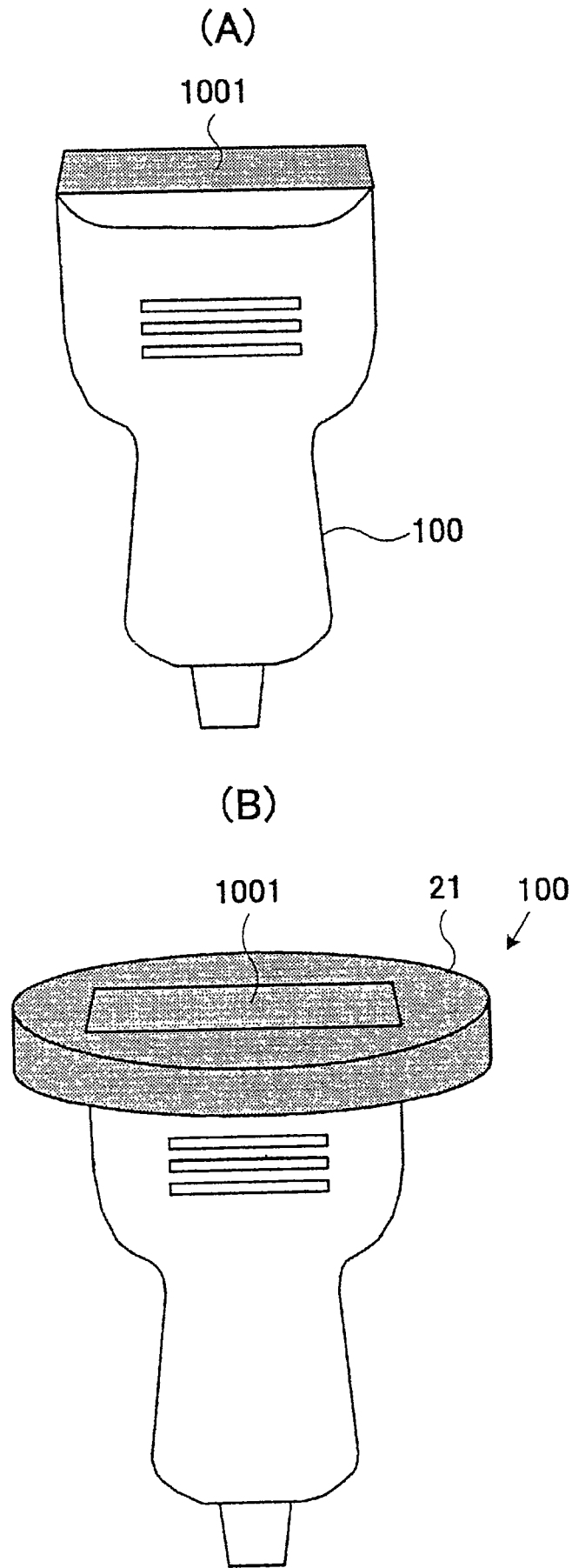


图 3

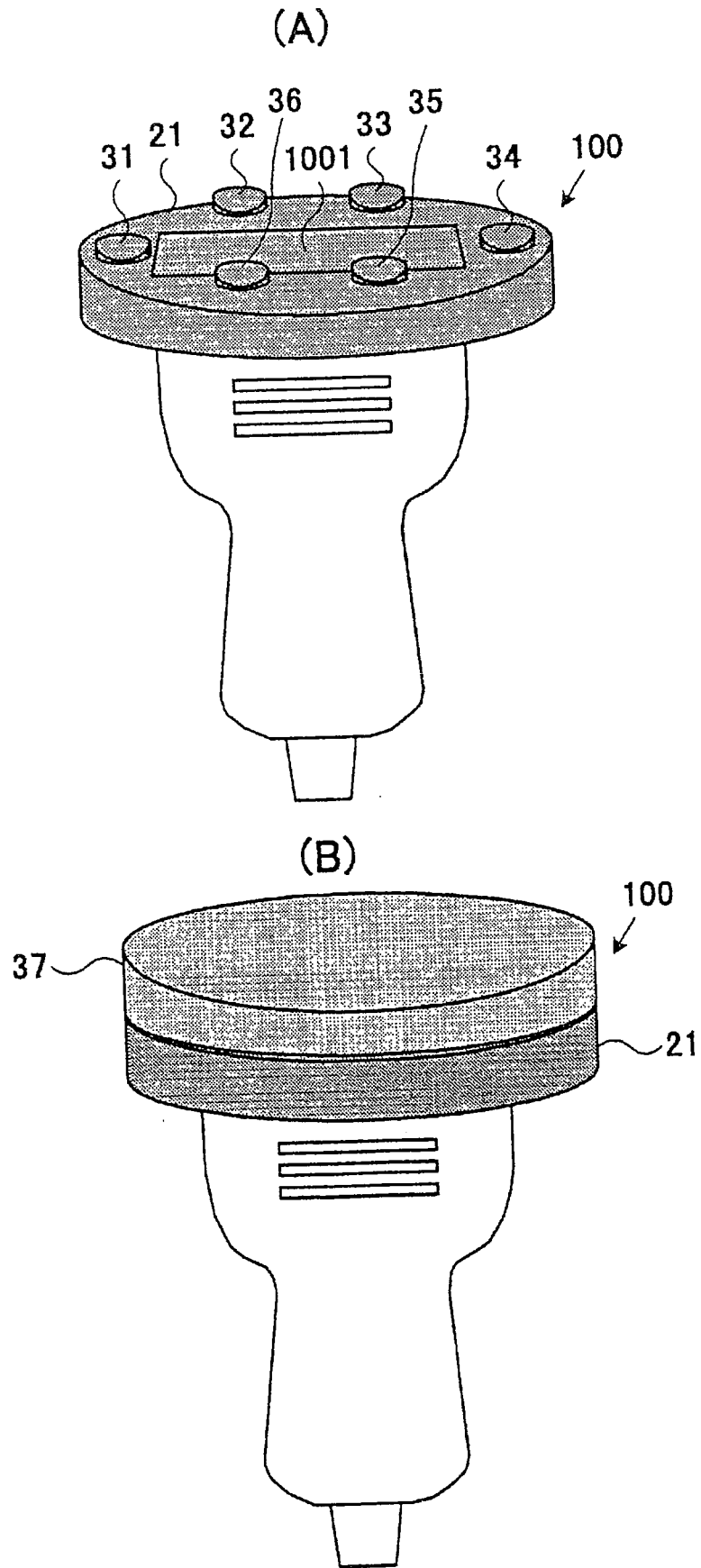


图 4

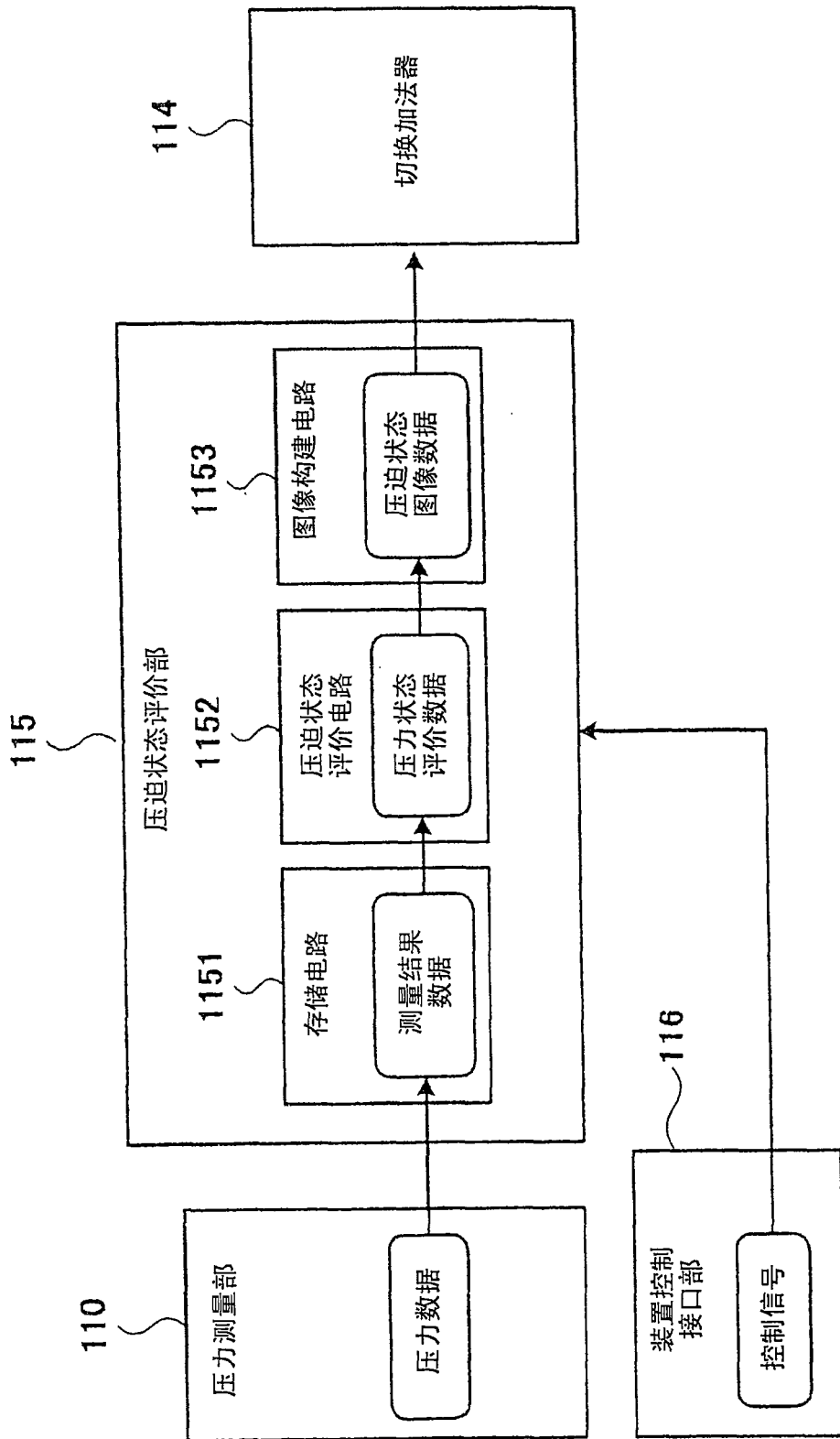


图 5

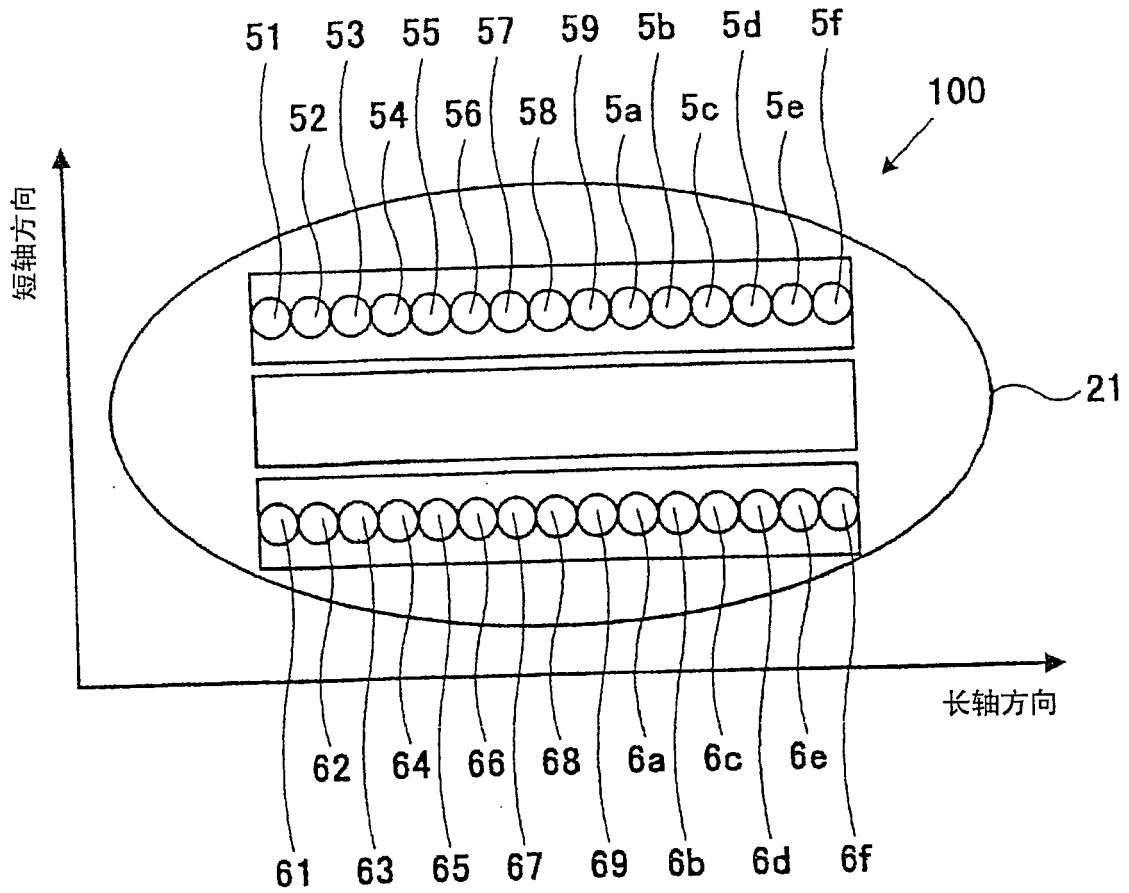


图 6

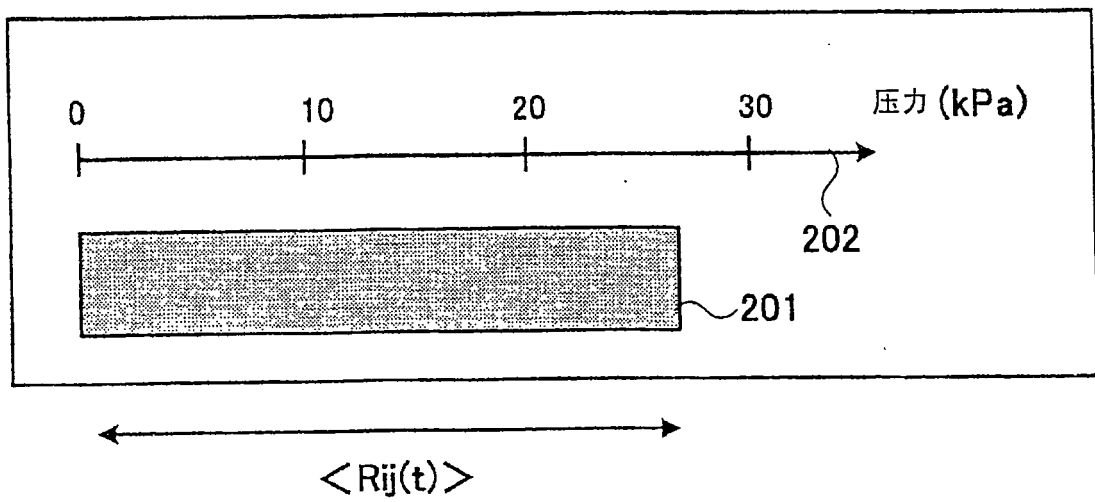


图 7

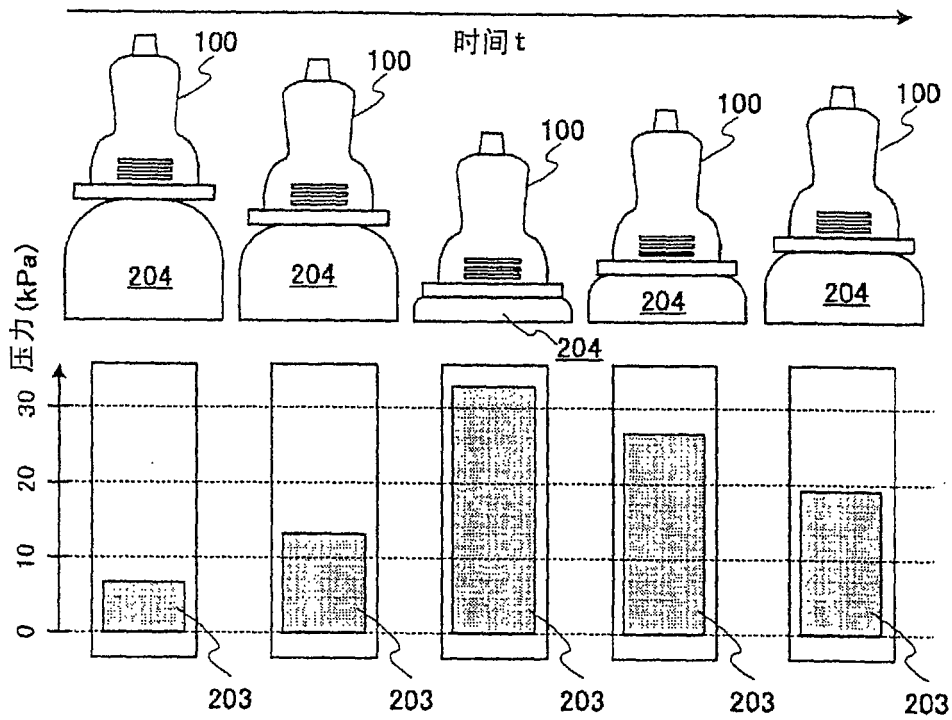


图 8

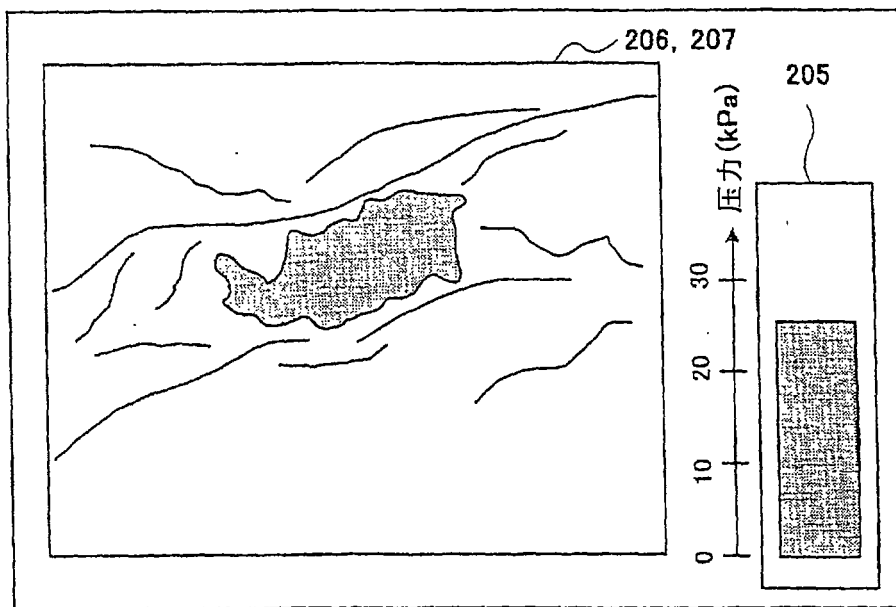


图 9

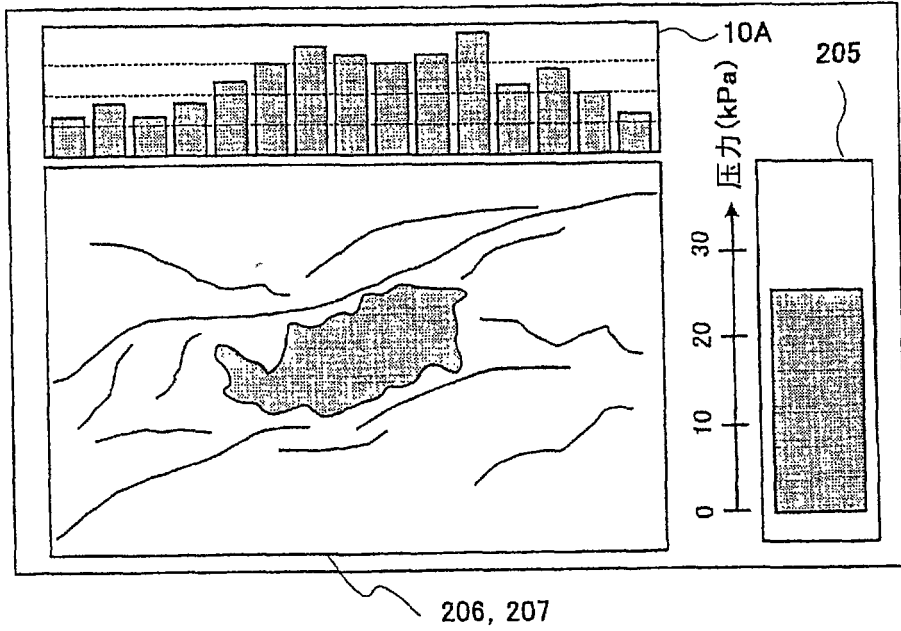


图 10

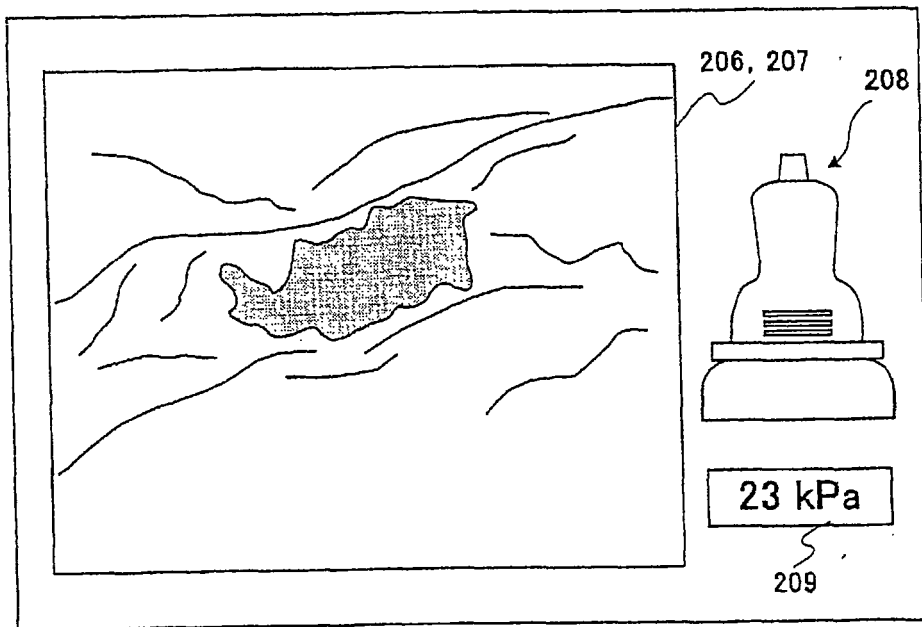


图 11

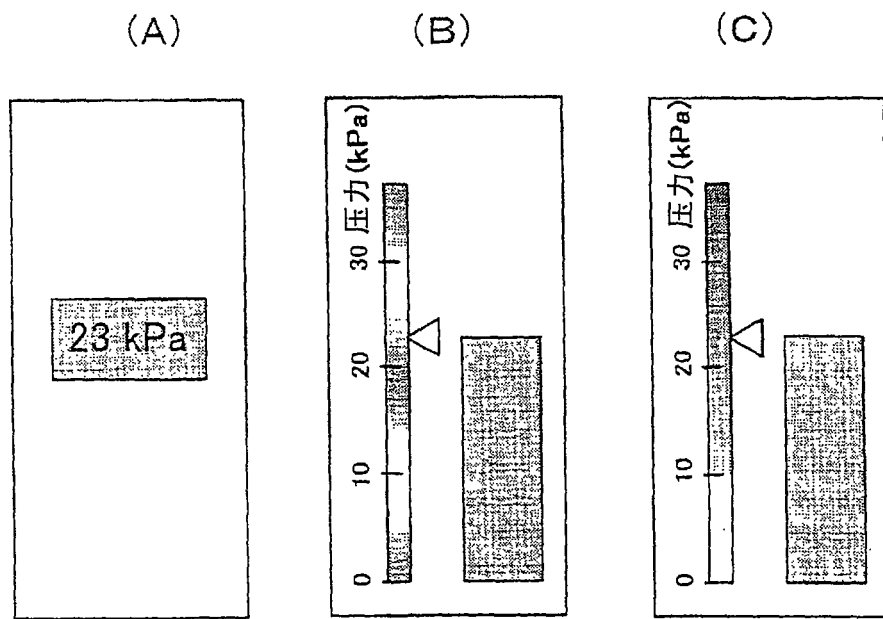
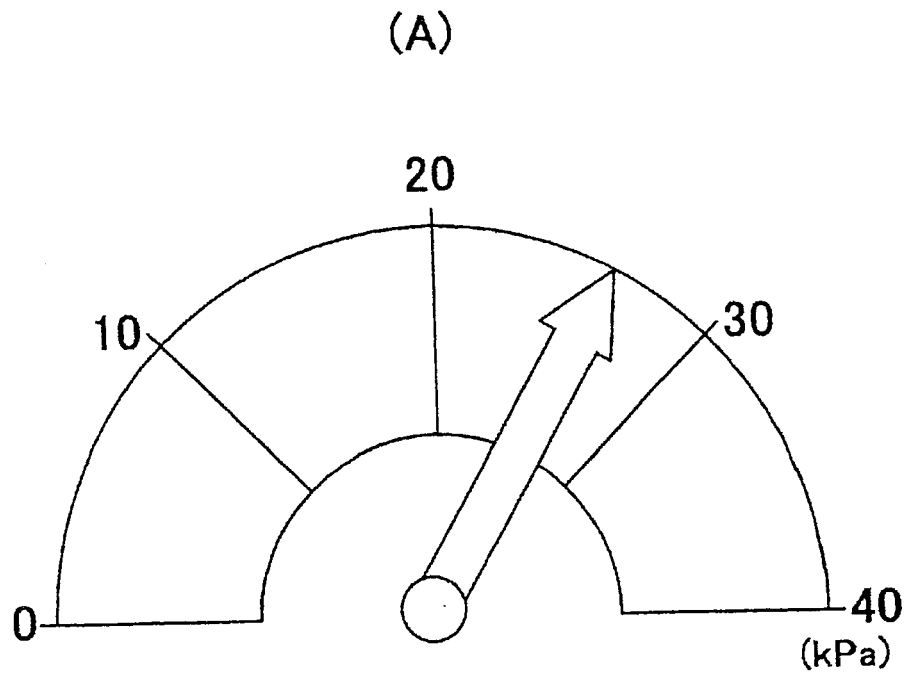


图 12



(B)

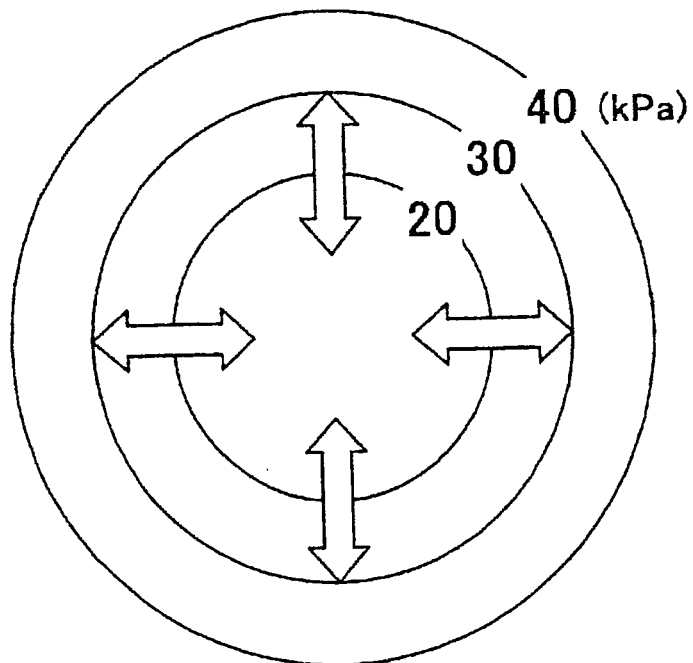


图 13

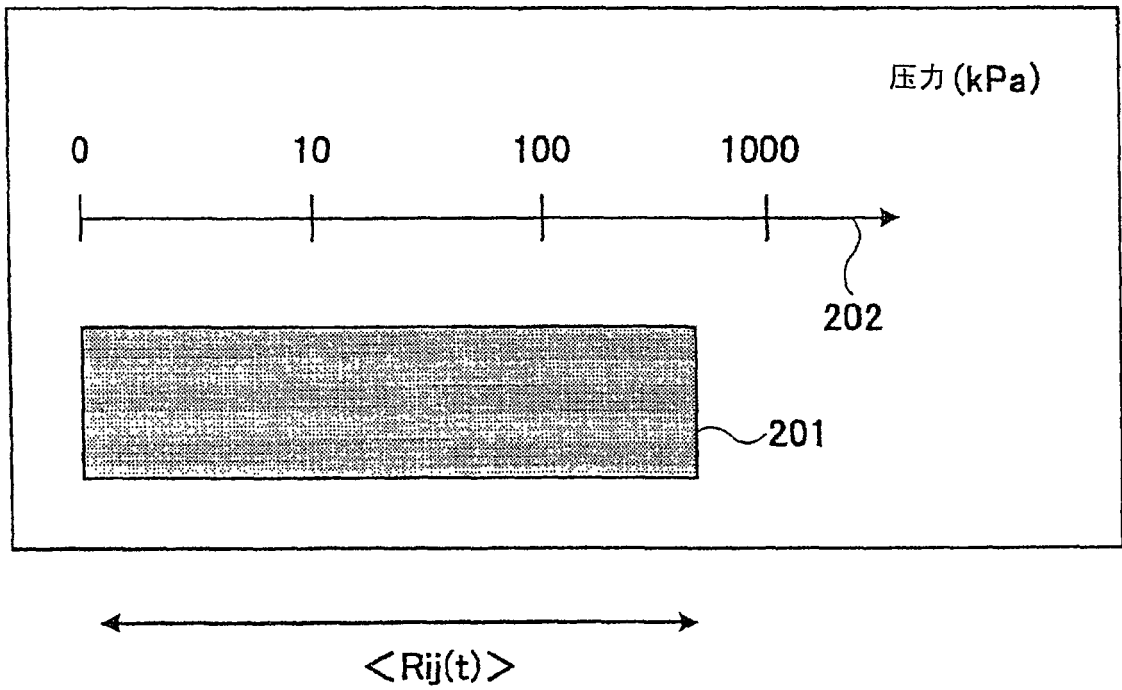


图 14

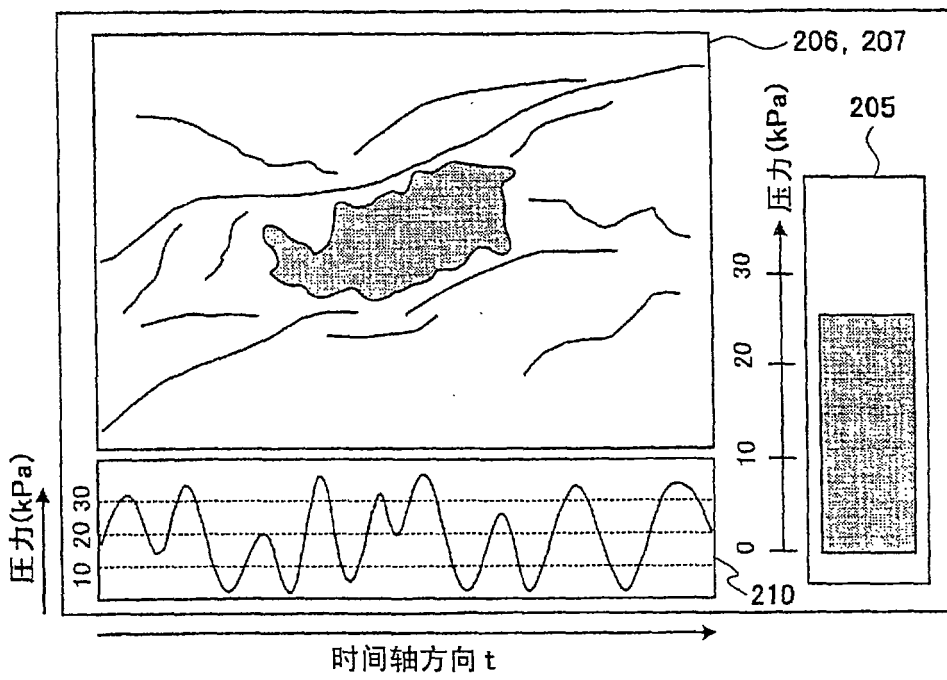


图 15

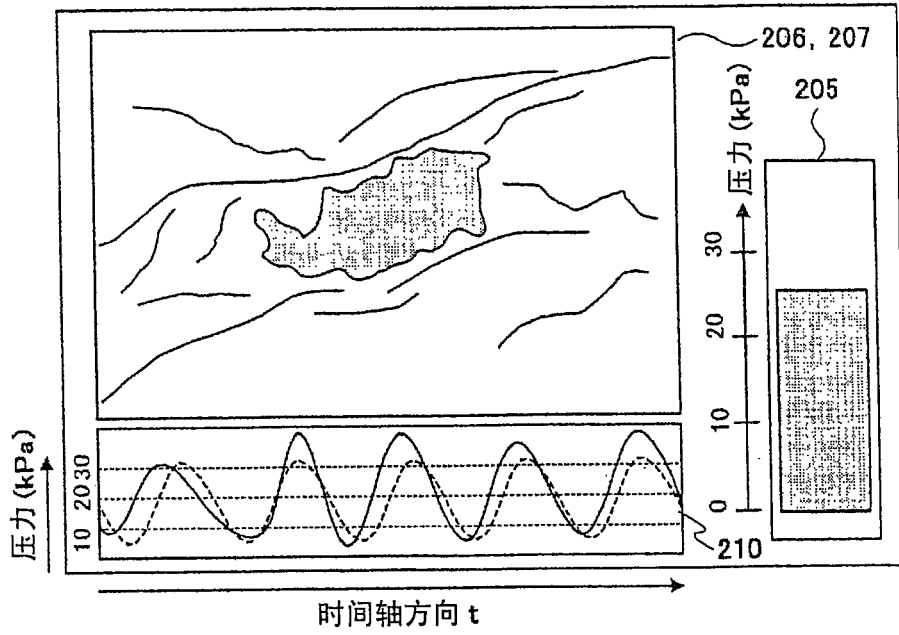


图 16

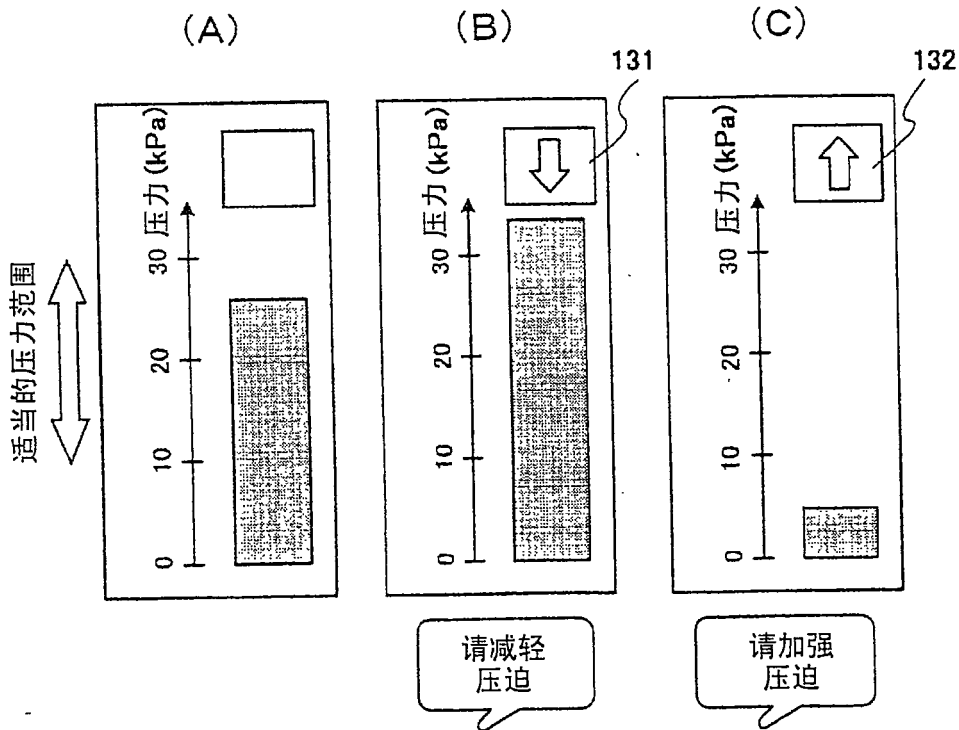


图 17

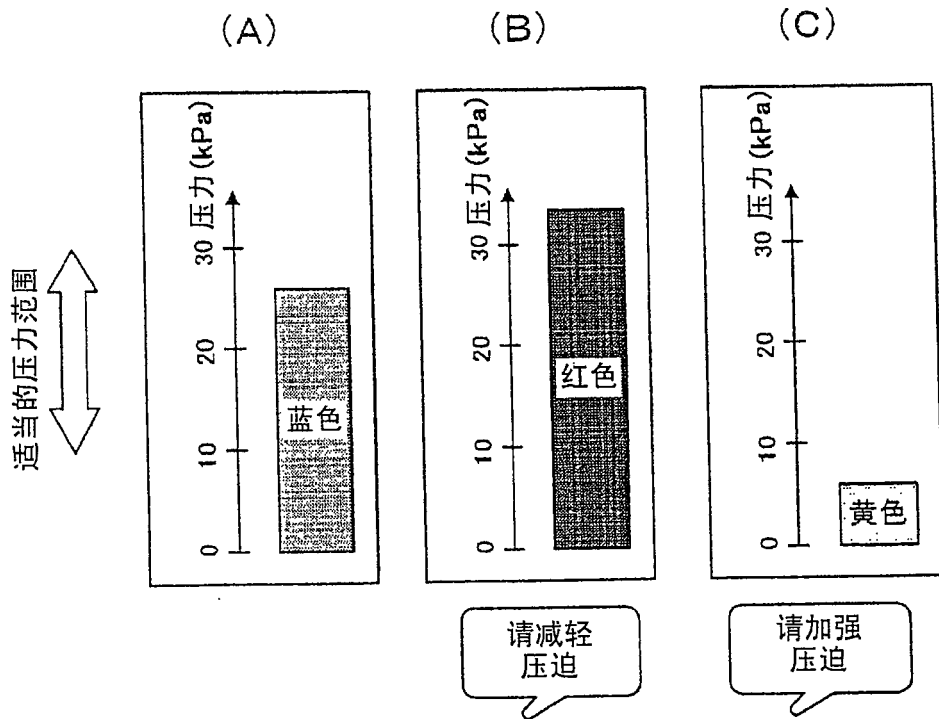


图 18

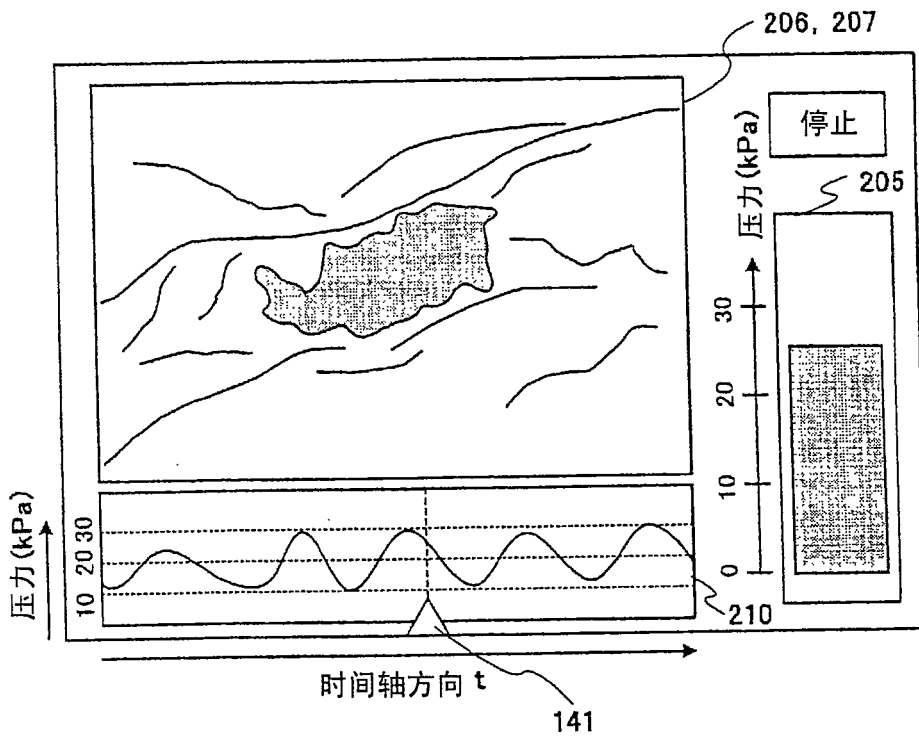


图 19

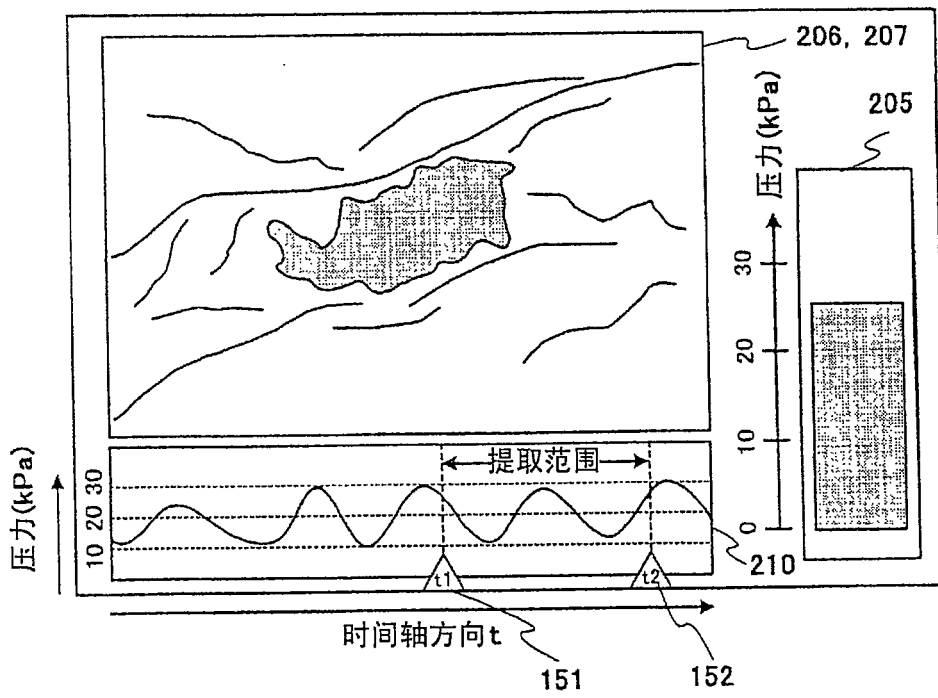


图 20

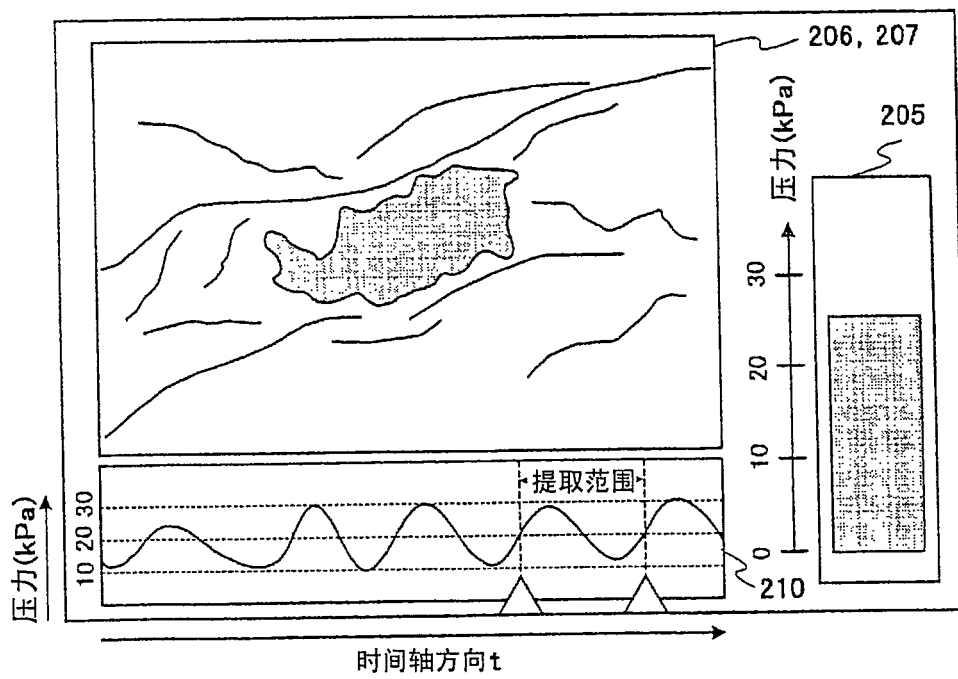


图 21

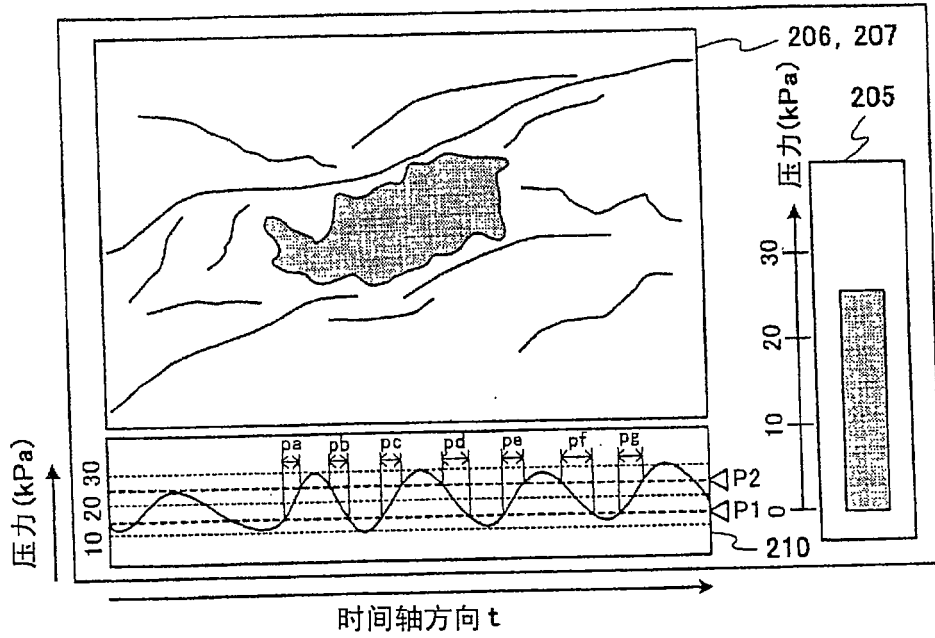


图 22

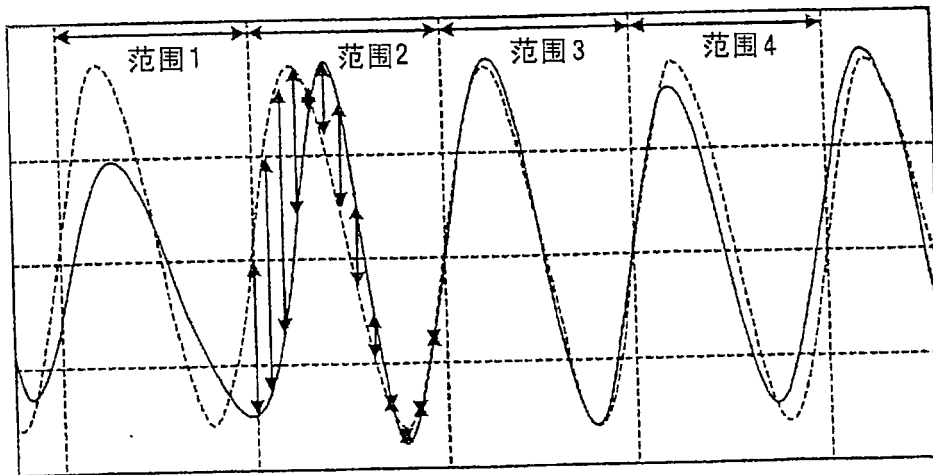


图 23

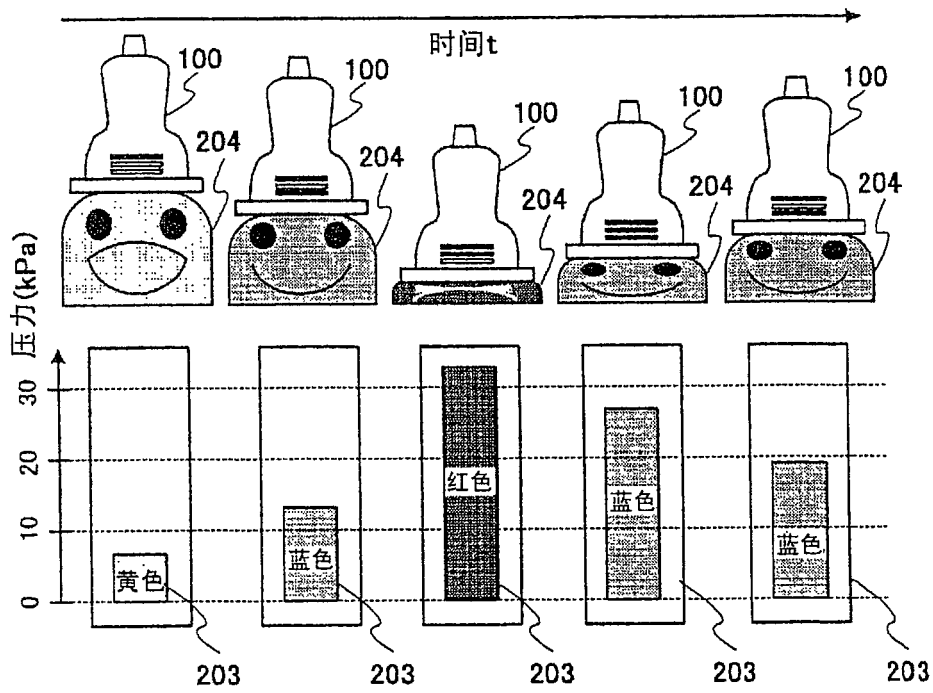


图 24

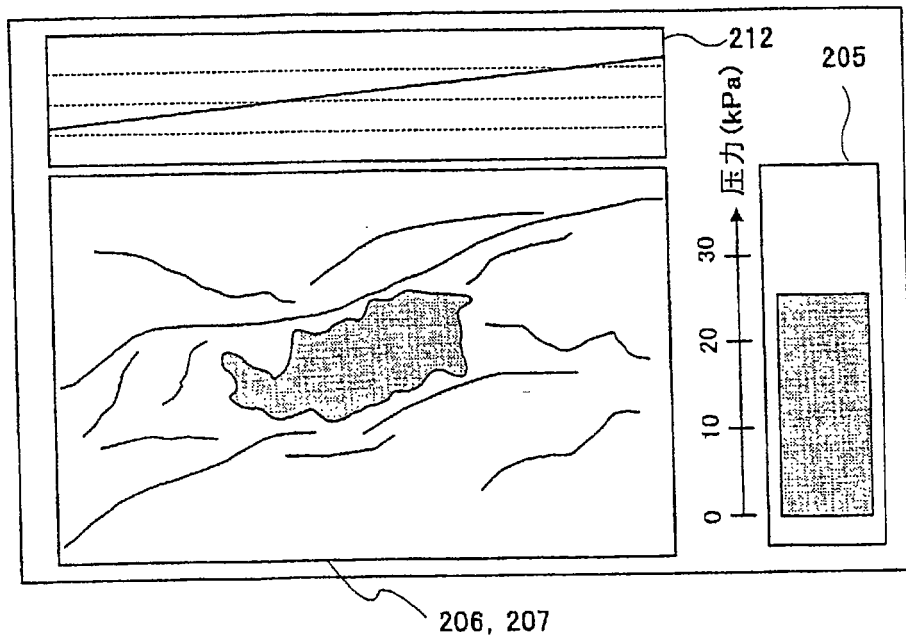


图 25

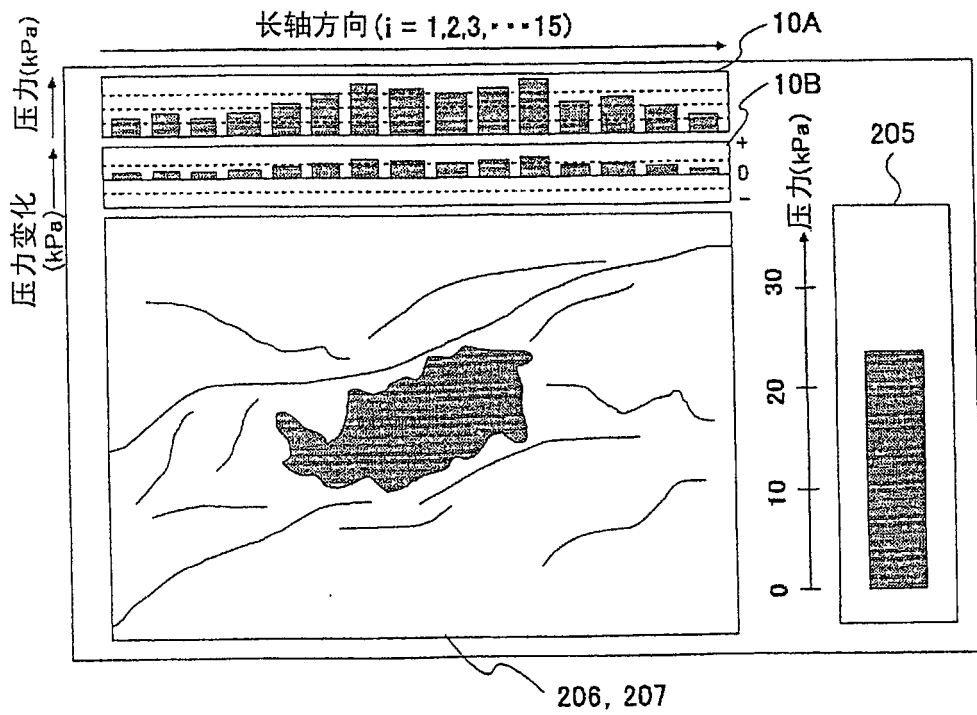


图 26

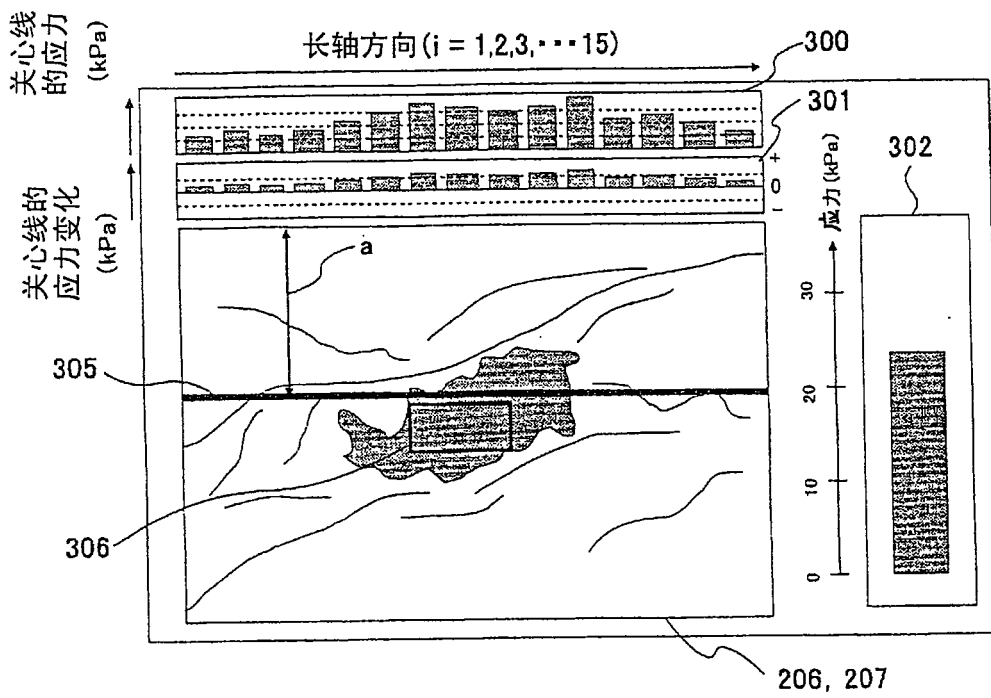


图 27

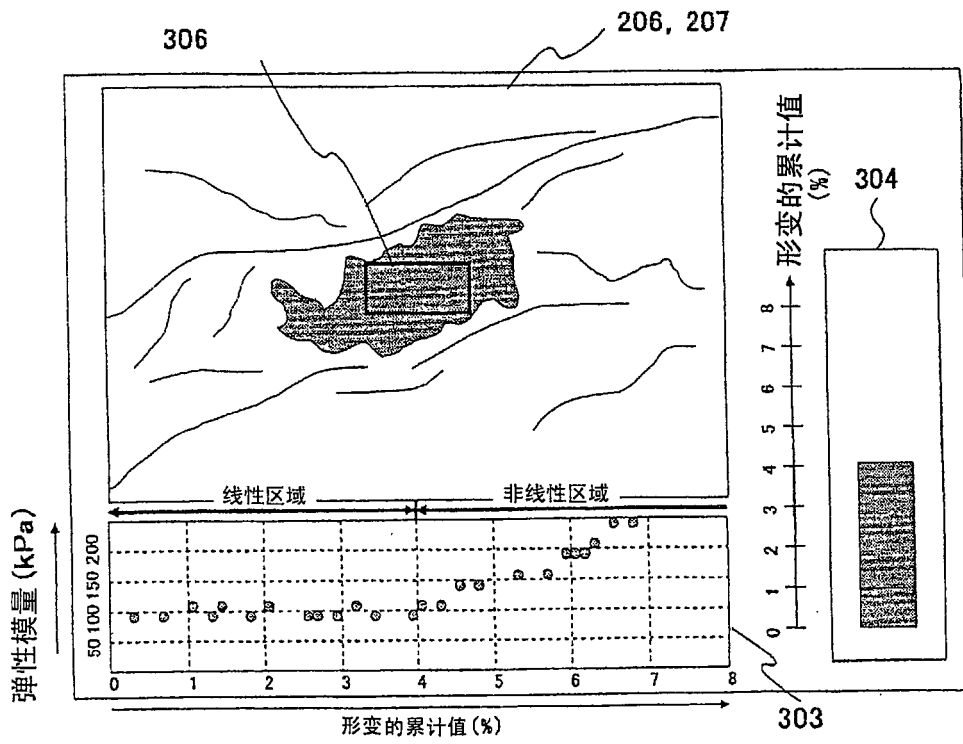


图 28

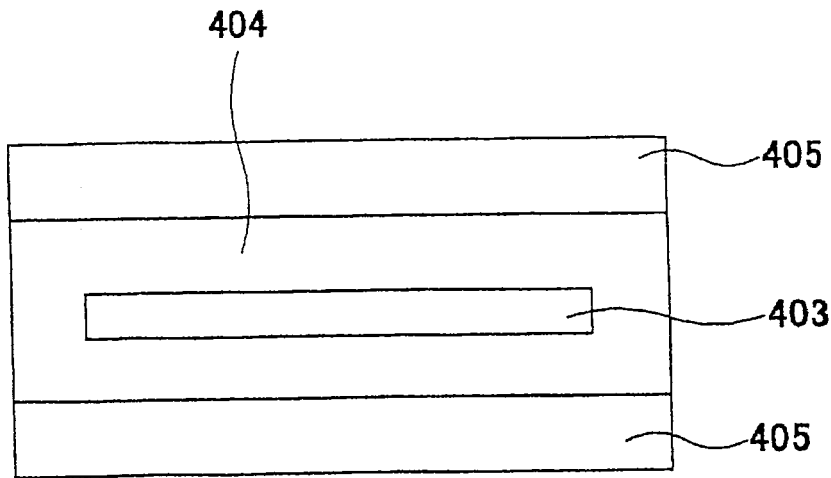


图 29(a)

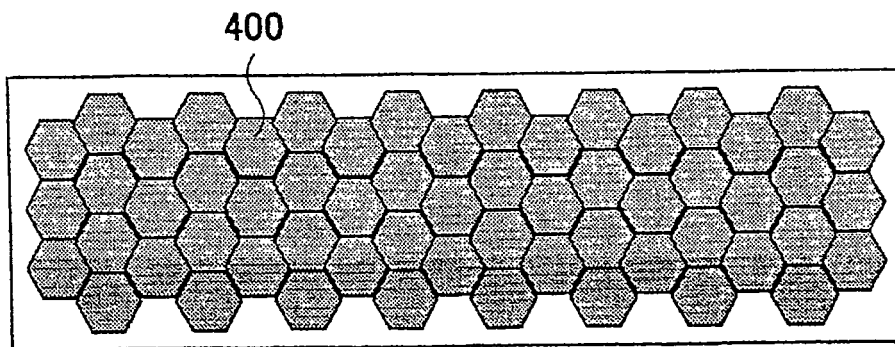


图 29(b)

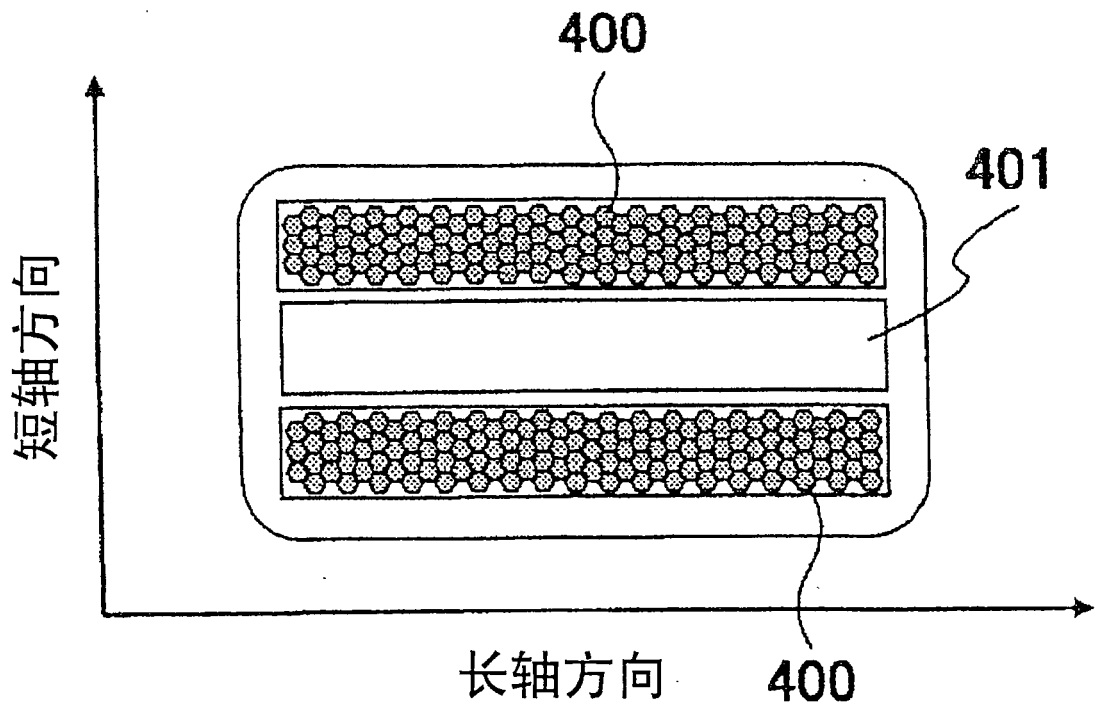


图 29(c)

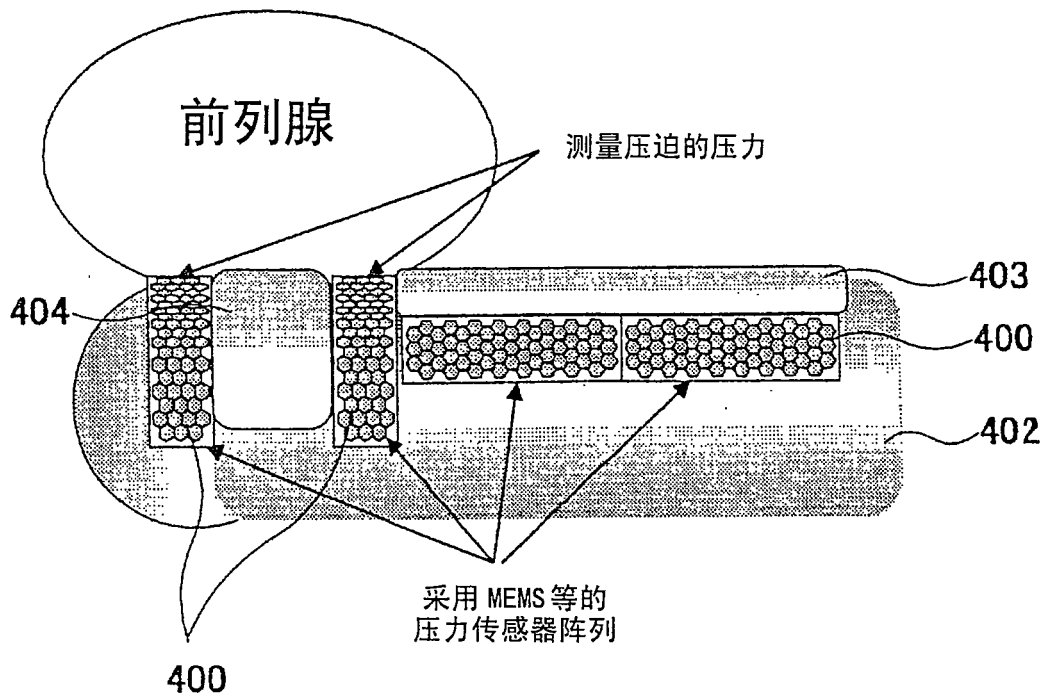


图 30

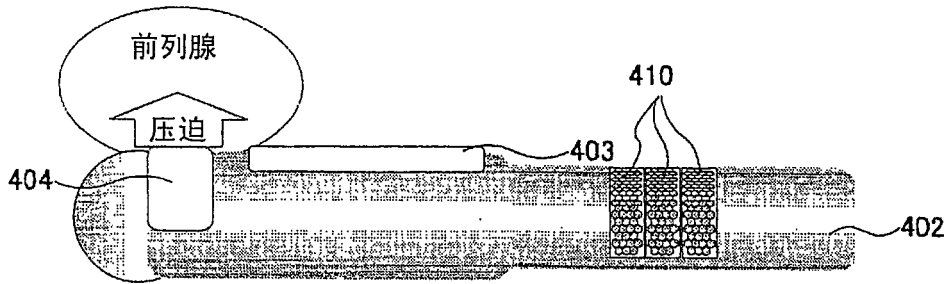


图 31(a)

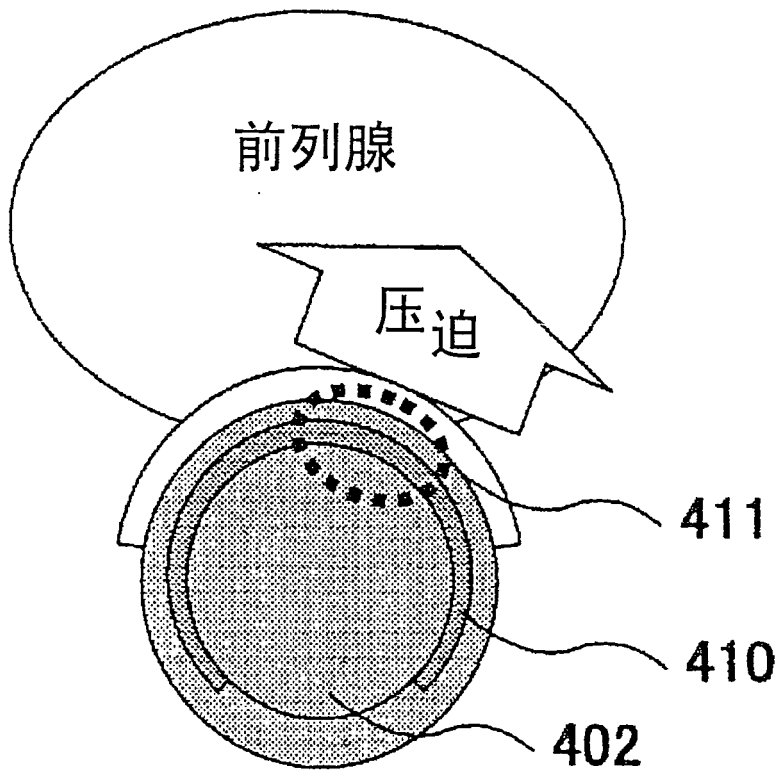
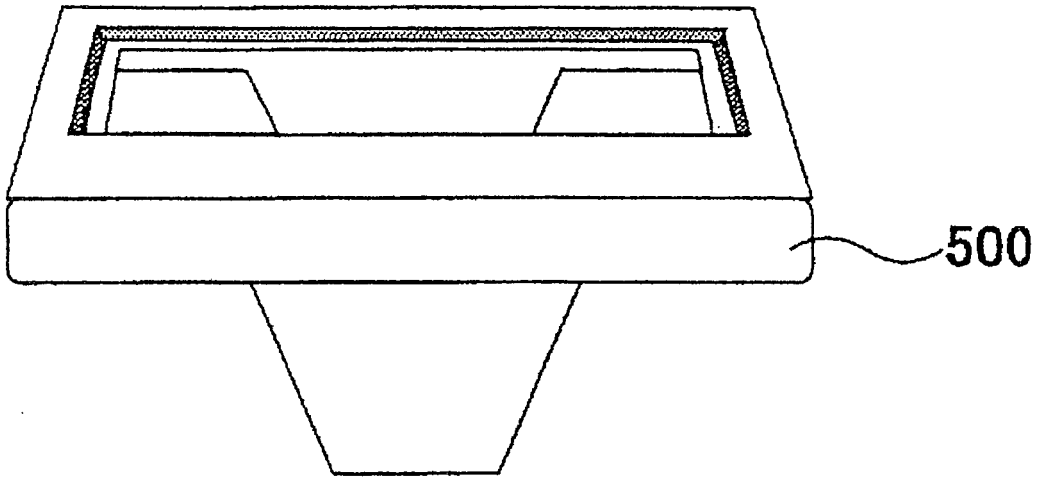
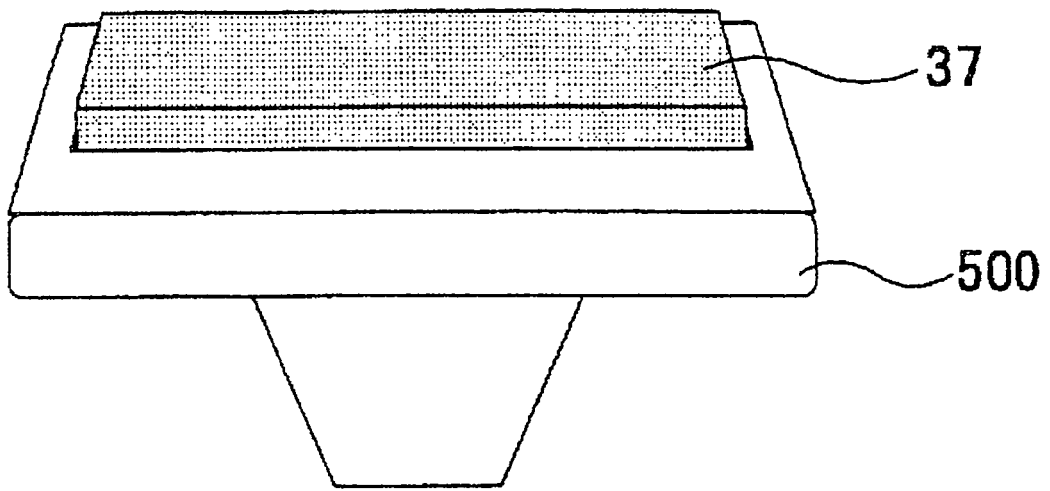


图 31(b)



参考变形体固定工具



参考变形体固定工具

图 32

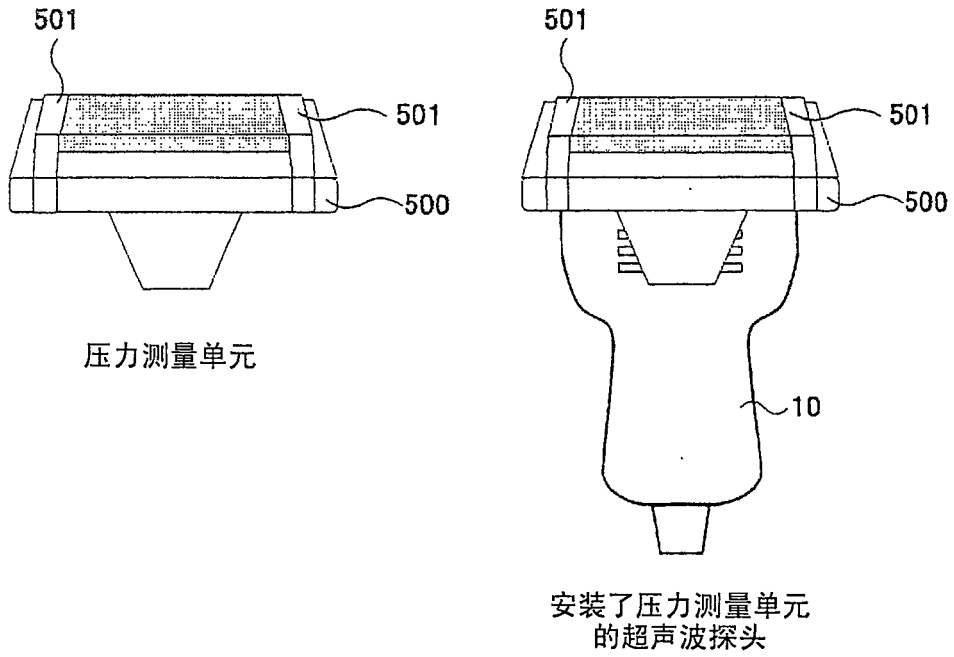


图 33

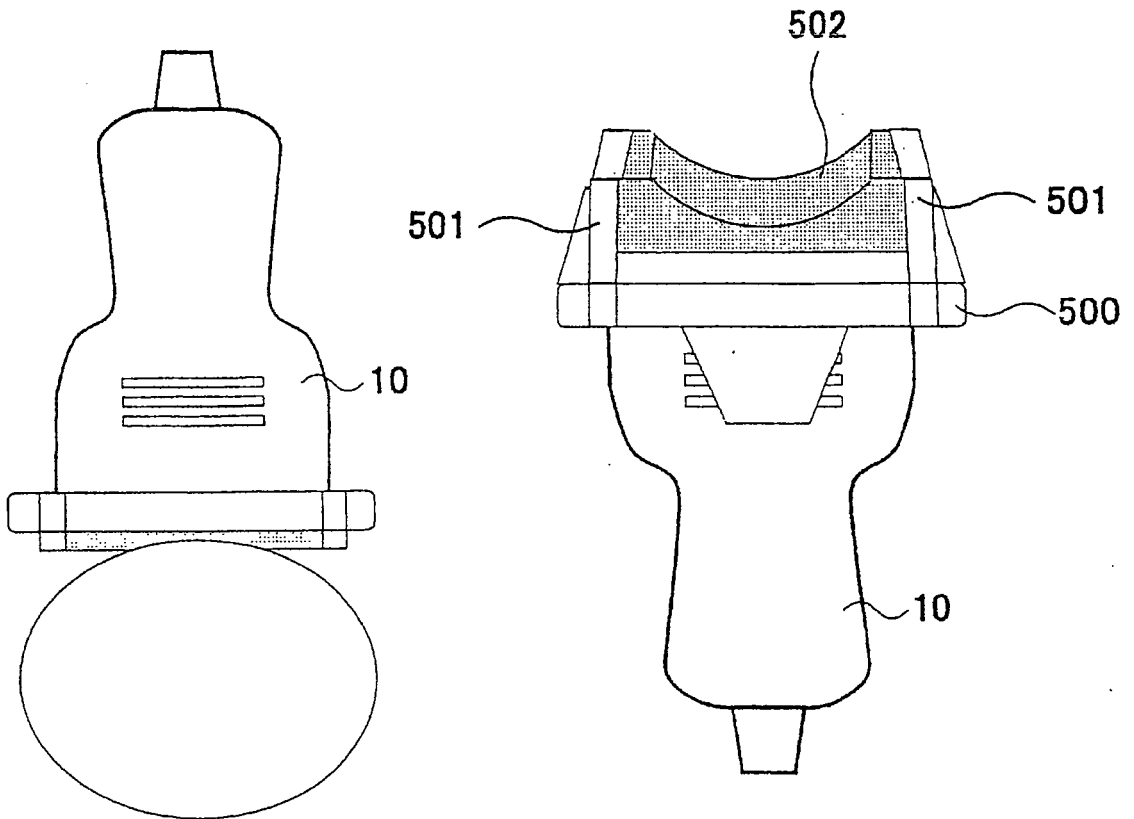


图 34

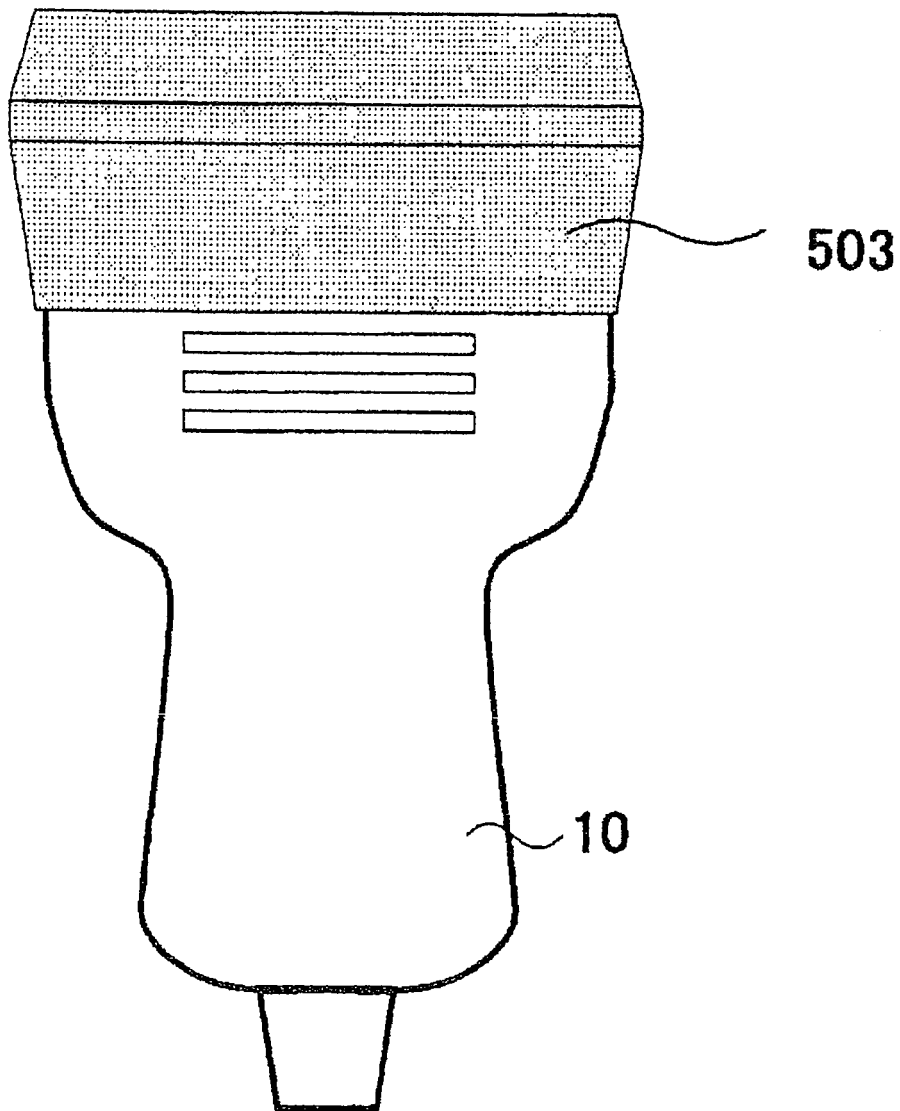


图 35

专利名称(译)	超声波诊断装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN100518662C</a>	公开(公告)日	2009-07-29
申请号	CN200580022342.2	申请日	2005-06-09
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
[标]发明人	松村刚		
发明人	松村刚		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/00 A61B8/12 G01S7/52 G01S15/89		
CPC分类号	A61B8/461 A61B8/0825 A61B8/4281 A61B8/08 A61B2562/0247 G01S15/899 A61B8/463 G01S15/8909 A61B8/485 G01S7/52074 G01S7/52042 A61B2562/028 A61B8/12 A61B8/429 A61B2562/043 A61B2019/5276 A61B2562/046 A61B8/5223 A61B8/5238 A61B5/0048 A61B8/445 A61B2090/378		
代理人(译)	李贵亮		
审查员(译)	马薇		
优先权	2004170959 2004-06-09 JP		
其他公开文献	CN1980606A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种弹性图像显示方法，其是对被检查体施压压力而测量上述被检查体的断层部位的超声波断层数据，基于该超声波断层数据求出与上述断层部位的组织的弹性相关的物理量，基于该物理量生成上述断层部位的弹性图像并显示在显示装置中，基于对上述被检查体施加的上述压力求出与上述断层部位的压迫状态相关的压迫状态信息，将该压迫状态信息与上述弹性图像一起显示在上述显示装置中。由此，不管经验或熟练度如何，都能基于弹性图像进行客观或者确定的诊断。

