



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103338707 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 02

(21) 申请号 201280006649. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 01. 19

A61B 8/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

2011-014431 2011. 01. 26 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 07. 26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2012/000314 2012. 01. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02012/101989 JA 2012. 08. 02

(71) 申请人 株式会社日立医疗器械

地址 日本东京都

(72) 发明人 辻田刚启

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 齐秀凤

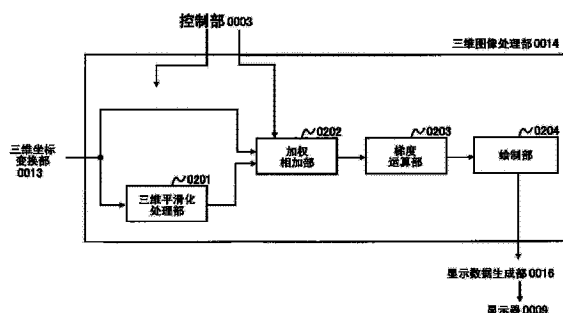
权利要求书3页 说明书18页 附图15页

(54) 发明名称

超声波诊断装置以及图像处理方法

(57) 摘要

本发明提供不增大超声波诊断装置负担的能够高速地取得良好画质的三维图像的技术。在绘制处理前,针对结束了坐标变换处理的断层体数据,实施效果不同的多个滤波处理,分别获得体数据。按照每一体素对取得的各体数据赋予所预先确定的权重并相加来取得体数据,并根据所取得的体数据来生成三维图像。效果不同的滤波处理例如可以是平滑化处理、锐化处理这样的滤波种类不同的处理,在相同的滤波处理中,也可以是强度不同的处理。另外,也可以是不进行滤波处理的处理。



1. 一种超声波诊断装置,其特征在于,具备:
超声波探头;
对所述超声波探头发送驱动信号的发送部;
利用来自所述超声波探头所测定的检查对象的超声波信号来生成所述检查对象的断层体数据的三维断层数据生成部;
根据所述断层体数据来生成三维图像的三维图像处理部;和
显示所述三维图像处理部所生成的三维图像的显示部,
其中,
所述三维图像处理部具备:
平滑化处理部,其对所述断层体数据实施空间平滑化处理来生成平滑化体数据;
加权相加部,其在每当生成了所述平滑化体数据,就将该断层体数据和所述平滑化体数据乘以权重系数后相加来生成合成体数据;和
绘制部,其在每当生成了所述合成体数据,就对该合成体数据实施绘制处理,来生成所述三维图像。
2. 一种超声波诊断装置,其特征在于,具备:
超声波探头;
对所述超声波探头发送驱动信号的发送部;
利用来自所述超声波探头所测定的检查对象的超声波信号来生成所述检查对象的断层体数据的三维断层数据生成部;
根据所述断层体数据来生成三维图像的三维图像处理部;和
显示所述三维图像处理部所生成的三维图像的显示部,
其中,
所述三维图像处理部具备:
滤波处理部,其对所述断层体数据独立地实施多个三维滤波处理,分别生成处理后体数据;
加权相加部,其在每当生成了多个所述处理后体数据,就将该多个处理后体数据乘以权重系数后相加来生成合成体数据;
绘制部,其在每当生成了所述合成体数据,就对该合成体数据实施绘制处理来获得所述三维图像。
3. 根据权利要求1或2所述的超声波诊断装置,其特征在于,
还具备从操作者受理所述权重系数的输入的界面,
所述加权相加部在每当经由所述界面受理了权重系数的输入,就生成所述合成体数据。
4. 根据权利要求1或2所述的超声波诊断装置,其特征在于,
还具备梯度运算部,其在每当生成了所述合成体数据,就计算出该合成体数据的亮度梯度,
所述绘制部利用所述梯度运算部所计算出的亮度梯度来执行所述绘制处理。
5. 一种超声波诊断装置,其特征在于,具备:
超声波探头;

对所述超声波探头发送驱动信号的发送部；

利用来自所述超声波探头所测定的检查对象的超声波信号来生成所述检查对象的断层体数据的三维断层数据生成部；

根据所述断层体数据来生成三维图像的三维图像处理部；和

显示所述三维图像处理部所生成的三维图像的显示部，

其中，

所述三维图像处理部具备：

滤波处理部，其对所述断层体数据独立地实施多个三维滤波处理，分别生成处理后体数据；和

绘制部，其在每当生成了所述处理后体数据，就一边按每一构成体素将所生成的该多个处理后体数据乘以权重系数后相加，一边实施绘制处理，来生成所述三维图像。

6. 根据权利要求 5 所述的超声波诊断装置，其特征在于，

所述绘制部对于该多个处理后体数据之中的所述第 1 处理后体数据和第 2 处理后体数据，根据处理对象体素的相距投影面的距离，使所述权重系数发生变化。

7. 根据权利要求 5 所述的超声波诊断装置，其特征在于，

还具备从操作者受理所述权重系数的输入的界面，

所述绘制部在每当经由所述界面受理了权重系数的输入，就根据所述多个处理后体数据来生成所述三维图像。

8. 根据权利要求 5 所述的超声波诊断装置，其特征在于，

还具备梯度运算部，该梯度运算部在每当生成了所述处理后体数据，就计算出所生成的该多个处理后体数据各自的亮度梯度，

所述绘制部利用所述梯度运算部所计算出的各个亮度梯度，对各处理后体数据分别实施所述绘制处理。

9. 根据权利要求 2 或 5 所述的超声波诊断装置，其特征在于，

所述多个三维滤波处理包括利用第 1 平滑化系数的第 1 平滑化处理、利用与所述第 1 平滑化系数不同的第 2 平滑化系数的第 2 平滑化处理。

10. 根据权利要求 2 或 5 所述的超声波诊断装置，其特征在于，

所述多个三维滤波处理包括空间平滑化处理、锐化处理。

11. 根据权利要求 10 所述的超声波诊断装置，其特征在于，

所述空间平滑化处理是基于膨胀的扩张处理。

12. 根据权利要求 10 所述的超声波诊断装置，其特征在于，

还具备从操作者受理所述平滑化处理中所利用的处理方法以及所述锐化处理中所利用的处理方法的输入的界面，

所述平滑化处理在每当受理了所述处理方法的输入，就通过该处理方法来生成所述平滑化体数据，

所述锐化处理在每当受理了所述处理方法的输入，就通过该处理方法来生成所述锐化体数据。

13. 根据权利要求 1 所述的超声波诊断装置，其特征在于，

还具备从操作者受理所述平滑化处理中所利用的平滑化系数的输入的界面，

所述平滑化处理在每当受理了所述平滑化系数的输入,就利用该平滑化系数来生成所述平滑化体数据。

14. 根据权利要求 2 或 5 所述的超声波诊断装置,其特征在于,

还具备从操作者受理所述三维滤波处理中所利用的滤波系数的输入的界面,

所述滤波处理部在每当受理了所述滤波系数的输入,就利用该滤波系数来生成所述处理后体数据。

15. 一种图像处理方法,是超声波诊断装置中的图像处理方法,该超声波诊断装置利用对检查对象发送超声波而接收到的超声波信号来生成所述检查对象的断层体数据,并对该断层体数据实施图像处理来生成三维图像,

所述图像处理方法的特征在于,包括:

对所述断层体数据实施空间平滑化处理来生成平滑化体数据,

将所述断层体数据和所述平滑化体数据乘以权重系数后相加来生成合成体数据,

对所述合成体数据实施绘制处理,来生成所述三维图像。

超声波诊断装置以及图像处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及利用超声波来构筑被检体内的诊断部位的超声波图像并进行显示的超声波诊断装置,尤其是涉及能够构筑断层像、血流像、弹性像数据的三维超声波图像的超声波诊断装置。

背景技术

[0002] 超声波诊断装置通过超声波探头对被检体发送超声波并接收来自被检体的反射回波信号,利用反射回波信号来生成被检体的断层像。超声波诊断装置通过自动或者手动在短轴方向上操作超声波探头,来获得三维数据,并通过体绘制等的手法将所取得的三维数据向二维投影面进行投影,来显示投影图像(三维图像)。例如,如果是血流像,则三维地取得血流速度、血流强度;如果是弹性像,则三维地取得变形、硬度的信息,生成投影图像并进行显示。

[0003] 当前,关于实时实施由反射回波信号至生成投影图像的信号处理(图像处理),一般有所称之为以三维图像作为动画而进行显示的实时 3D 或者 4D 的技术。

[0004] 但是,在超声波图像中大量存在斑点噪声等的超声波特有的伪影,从而导致三维图像的画质的降低。为了降低这样的噪声而提高画质,进行处理负担相对而言较轻的平滑化处理等的三维滤波处理,例如,平滑化处理在降低三维图像的噪声来提高画质,而另一方面会使边界变得不鲜明。由于三维数据的数据量巨大,所以,难以实时进行用于提高画质的任意图像处理。

[0005] 作为解决这样的问题的方法,例如有按照每一空间,决定是否放大通过移动平均法而进行了平滑化后的体素数据来使用从而使画质得以提高的方法(例如,专利文献 1 参照)。在此,是否使用是由周边亮度的标准偏差来决定的。

[0006] 另外,在 1 次扫描不能取得充分的三维体数据的情况下,还存在有通过将多个体数据进行结合来提高三维图像画质的手法(例如,参照专利文献 2)。

[0007] 另外,还存在有通过将可把握对象物形状的体绘制图像和可把握对象物构造的体绘制图像的两个图像进行合成,来提高三维图像的画质的技术(例如,参照专利文献 3)。

[0008] 在先技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献 1 :JP 特开 2007-229283 号公报

[0011] 专利文献 2 :JP 特开 2009-61182 号公报

[0012] 专利文献 3 :JP 特开 2006-130071 号公报

[0013] 发明的概要

[0014] 发明所解决的课题

[0015] 在处理过度的情况下,即使按照空间切换进行平滑化处理的实施区域,也不能消除图像成为不鲜明这样的平滑化处理的弊端。另外,平滑化强度仅能从预先准备的强度中选择,没有自由度。因此,难以以最佳强度实施平滑化。

[0016] 另外,专利文献 2 所公开的结合处理是通过将不同时间所取得的相同部位的体素值进行平均来进行的。因此,虽能够取得时间平滑化效果,但不能取得空间平滑化效果。

[0017] 另外,在实施专利文献 3 所公开的合成处理的情况下,需要实施 2 次绘制处理。绘制处理与平滑化等的三维滤波处理相比,其运算量庞大,所以装置负担较大。而且不适于实时实施。

发明内容

[0018] 本发明是鉴于上述情况而开发的,目的在于提供一种不增大超声波诊断装置负担的能够高速取得良好画质的三维图像的技术。

[0019] 解决课题的手段

[0020] 本发明在绘制处理前针对断层体数据实施效果不同的多个滤波处理,来分别获得体数据。根据对所取得的各体数据按每一体素赋予预先确定的权重后进行相加所取得的体数据,来生成三维图像。

[0021] 效果不同的滤波处理例如可以是所谓的平滑化处理、锐化处理这样的滤波种类不同的处理,也可以是相同的滤波处理但其强度不同的处理。另外,也可以是不进行滤波处理的处理。

[0022] 具体而言,提供一种超声波诊断装置,其特征在于具备:超声波探头;对所述超声波探头发送驱动信号的发送部;利用来自所述超声波探头所测定的检查对象的超声波信号来生成所述检查对象的断层体数据的三维断层数据生成部;根据所述断层体数据来生成三维图像的三维图像处理部;和显示所述三维图像处理部所生成的三维图像的显示部,其中,所述三维图像处理部具备:平滑化处理部,其对所述断层体数据实施空间平滑化处理来生成平滑化体数据;加权相加部,其在每当生成了所述平滑化体数据,就将该断层体数据和所述平滑化体数据乘以权重系数后相加来生成合成体数据;和绘制部,其在每当生成了所述合成体数据,就对该合成体数据实施绘制处理,来生成所述三维图像。

[0023] 另外,根据其他的方式,提供一种超声波诊断装置,其特征在于,具备:超声波探头;对所述超声波探头发送驱动信号的发送部;利用来自所述超声波探头所测定的检查对象的超声波信号来生成所述检查对象的断层体数据的三维断层数据生成部;根据所述断层体数据来生成三维图像的三维图像处理部;和显示所述三维图像处理部所生成的三维图像的显示部,其中,所述三维图像处理部具备:滤波处理部,其对所述断层体数据独立地实施多个三维滤波处理,来分别生成处理后体数据;加权相加部,其在每当生成了多个所述处理后体数据,就将该多个处理后体数据乘以权重系数后相加来生成合成体数据;绘制部,其在每当生成了所述合成体数据,就对该合成体数据实施绘制处理来获得所述三维图像。

[0024] 而且,根据其他的方式,提供一种超声波诊断装置,其特征在于,具备:超声波探头;对所述超声波探头发送驱动信号的发送部;利用来自所述超声波探头所测定的检查对象的超声波信号来生成所述检查对象的断层体数据的三维断层数据生成部;根据所述断层体数据来生成三维图像的三维图像处理部;和显示所述三维图像处理部所生成的三维图像的显示部,其中,所述三维图像处理部具备:滤波处理部,其对所述断层体数据独立地实施多个三维滤波处理,分别生成处理后体数据;和绘制部,其在每当生成了所述处理后体数据,就一边按每一构成体素将所生成的该多个处理后体数据乘以权重系数后相加,一边实

施绘制处理,来生成所述三维图像。

[0025] 另外,提供一种图像处理方法,是超声波诊断装置中的图像处理方法,该超声波诊断装置利用对检查对象发送超声波而接收到的超声波信号来生成所述检查对象的断层体数据,并对该断层体数据实施图像处理来生成三维图像,所述图像处理方法的特征在于,包括:平滑化处理步骤,对所述断层体数据实施空间平滑化处理来生成平滑化体数据;加权相加步骤,将所述断层体数据和所述平滑化体数据乘以权重系数后相加来生成合成体数据;和绘制步骤,对所述合成体数据实施绘制处理,来生成所述三维图像。

[0026] 另外,提供一种超声波诊断装置用程序,使计算机作为下述各部发挥功能,分别为:利用对检查对象发送超声波而接收的超声波信号来生成所述检查对象的断层体数据的三维断层数据生成部;对所述断层体数据实施空间平滑化处理来生成平滑化体数据的平滑化处理部;将所述断层体数据和所述平滑化体数据乘以权重系数后进行相加来生成合成体数据的加权相加部;和对所述合成体数据实施绘制处理来生成所述三维图像的绘制部。

[0027] 发明效果

[0028] 根据本发明,能够不增大超声波诊断装置负担,高速地获得良好画质的三维图像。

附图说明

[0029] 图1是第1实施方式的超声波诊断装置的框图。

[0030] 图2是第1实施方式的三维图像处理部的功能框图。

[0031] 图3是第1实施方式的三维图像处理的流程图。

[0032] 图4的(a)~(c)是用于说明通过第1实施方式的三维图像处理所生成的体数据的图。

[0033] 图5的(a)~(c)是用于说明通过第1实施方式所生成的三维图像的图。

[0034] 图6的(a)~(c)是用于说明第1实施方式的权重系数设定界面的图。

[0035] 图7的(a)~(c)是用于说明第1实施方式的平滑化系数设定界面的图。

[0036] 图8是第2实施方式的三维图像处理部的功能框图。

[0037] 图9是第2实施方式的三维图像处理的流程图。

[0038] 图10是第3实施方式的三维图像处理部的功能框图。

[0039] 图11是第3实施方式的三维图像处理的流程图。

[0040] 图12的(a)~(c)是用于说明第3实施方式的平滑化处理方法以及锐化处理方法设定界面的图。

[0041] 图13是第4实施方式的三维图像处理部的功能框图。

[0042] 图14是第4实施方式的三维图像处理的流程图。

[0043] 图15是用于说明通过第4实施方式所生成的体数据的图。

具体实施方式

[0044] <<第1实施方式>>

[0045] 以下,关于本发明的实施方式,基于附图进行说明。以下,在用于说明本发明的实施方式的全部附图中,对具有相同功能的部件赋予相同标号,并省略其反复的说明。本实施方式中,基于通过将三维图像变换后的断层体数据和对该断层体进行了平滑化处理后的

数据乘以预先确定的权重后进行相加所生成的合成体数据,来生成三维图像。超声波诊断装置具备超声波探头;对超声波探头发送驱动信号的发送部;利用来自超声波探头所测定的检查对象的超声波信号来生成检查对象的断层体数据的三维断层数据生成部;根据断层体数据来生成三维图像的三维图像处理部;显示三维图像处理部所生成的三维图像的显示部。

[0046] 首先,关于本实施方式的超声波诊断装置 0001,参照图 1 进行说明。如图 1 所示,超声波诊断装置 0001 具备:用在与被检体 0010 进行抵接的超声波探头 0002;经由超声波探头 0002 以一定的时间间隔对被检体 0010 反复发送超声波的发送部 0005;对被检体 0010 反射的反射回波信号进行接收的接收部 0006;用于控制发送部 0005 与接收部 0006 的动作的收发控制部 0007;对通过接收部 0006 所接收的反射回波信号进行调相相加的调相相加部 0008。

[0047] 超声波探头 0002 具备多个振荡器,经由振荡器将超声波向被检体 0010 进行发送的同时接收反射回波信号。多个振荡器呈矩形或者扇形地排列,通过在其排列方向正交的方向(短轴方向)机械性摇动振荡器,来三维地收发超声波。此外,作为超声波探头 0002,可利用呈二维排列的多个振荡器,通过电控制超声波的收发来三维地收发超声波的探头。

[0048] 发送部 0005 对超声波探头 0002 发送驱动信号。发送部 0005 驱动超声波探头 0002 的振荡器,生成用于使超声波产生的发送波脉冲。此时,控制向超声波探头 0002 的各振荡器传递的发送波信号的相位,将发送的超声波的收敛点设定在某深度处。另外,接收部 0006 以规定的增益将超声波探头 0002 的各振荡器所接收的反射回波信号进行放大,来生成 RF 信号即接收信号。收发控制部 0007 对发送部 0005 和接收部 0006 的动作进行控制。调相相加部 0008 在使通过接收部 0006 放大的 RF 信号的相位整合后,进行相加,由此,形成相对于 1 点或者多个收敛点而收敛的超声波波束,来生成 RF 信号帧数据(相当于 RAW 数据)。

[0049] 另外,三维断层数据生成部利用来自超声波探头 0002 所测定的检查对象的超声波信号来生成检查对象的断层体数据。超声波诊断装置 0001,作为根据 RF 信号帧数据来生成诊断部位的三维数据即断层体数据的三维断层数据生成部的构成,具备断层信息运算部 0011、三维断层数据存储部 0012、三维坐标变换部 0013。另外,作为根据断层体数据来生成将接收超声波的振幅设为亮度的诊断部位的三维图像(三维体数据的二维投影像)的构成,具备三维图像处理部 0014、显示数据生成部 0016。另外,作为创建任意断面的二维图像的构成,可具备任意断面像创建部 0015。各部的详情将后述。

[0050] 另外,作为用户界面,超声波诊断装置 0001 具备操作部 0004、显示器(显示部)0009。另外,超声波诊断装置 0001 具备对全部动作进行控制的控制部 0003。

[0051] 断层信息运算部 0011 对通过调相相加部 0008 所生成的 RF 信号帧数据,实施增益修正、日志(log)压缩、检波、轮廓强调以及平滑化处理等的信号处理,来构成二维断层数据。此时,控制部 0003 根据经由操作部 0004 从操作者处受理的设定条件来控制断层信息运算部 0011。

[0052] 三维断层数据存储部 0012 将通过断层信息运算部 0011 构成的二维断层数据与其取得位置建立对应地进行存储。在此所称的取得位置是收发方向。例如,利用由 θ 方向和与其正交的 Φ 方向构成的坐标系,通过在 θ 方向上进行了收发的计测结果来构成二维断层数据的情况下,在每个与 θ 方向正交的 Φ 方向的位置,将该位置作为索引,存储多个二维断

层数据。

[0053] 三维坐标变换部 0013 针对在三维断层数据存储部 0012 所存储的多个二维断层数据实施三维坐标变换,来生成断层体数据。

[0054] 三维图像处理部 0014 在三维坐标变换部 0013 中对坐标变换后的断层体数据实施三维图像处理,来生成三维图像。三维图像处理部 0014 按照每次生成断层体数据,执行三维图像处理,来生成三维图像。本实施方式的三维图像处理的详情将后述。对所生成的三维图像赋予根据亮度从黑向白进行变化的灰度标度、带红色的黑褐彩色等明亮度主要根据亮度而变大的彩色标度。

[0055] 任意断面像创建部 0015 利用三维断层数据存储部 0012 所存储的二维断层数据,来创建操作者所指定的断面的二维图像。此外,操作者通过经由操作部 0004 设定变换系数,来指定显示断面。

[0056] 显示数据生成部 0016 生成用于使三维图像处理部 0014 中所生成的三维图像显示在显示器 0009 的显示数据。本实施方式的显示数据生成部 0016 在每当生成三维图像则生成显示数据,并对显示器 0009 的显示数据进行更新。此外,在具备任意断面像创建部 0015 的情况下,显示数据生成部 0016 作为显示数据而生成与任意断面像创建部 0015 中所生成的二维图像一起显示三维图像的显示数据。例如,将二维图像和三维图像并列地进行显示。

[0057] 其次,关于本实施方式中特征性的三维图像处理部 0014,参照图 2 进行说明。图 2 是本实施方式的三维图像处理部 0014 的功能框图。

[0058] 如本图所示,本实施方式的三维图像处理部 0014 进行三维图像处理,该三维图像处理中,将通过三维坐标变换部 0013 生成的断层体数据其本身、与对该断层体数据实施平滑化处理得到的数据以任意的比例进行合成来生成三维图像。为了实现该处理,具备三维平滑化处理部 0201、加权相加部 0202、梯度运算部 0203、绘制部 0204。以后,在本实施方式中,将实施了平滑化处理后的断层体数据称为平滑化体数据(平滑体数据),将未实施平滑化处理的断层体数据其本身称为纹理(texture)体数据(原始体数据)。

[0059] 三维平滑化处理部(滤波处理部)0201 针对通过三维坐标变换部 0013 进行了坐标变换后的断层体数据,进行空间平滑化处理(三维平滑化处理),来生成平滑化体数据。三维平滑化处理部(滤波处理部)0201 能够对断层体数据独立地实施多个三维滤波处理,分别生成处理后体数据。在本实施方式中,作为平滑化处理,例如,采用利用了周围的体素值进行平均化的平均化滤波处理。平均化滤波处理的平滑化的强度由平均化体素数来决定。平均化体素数作为平滑化系数是由操作者进行设定。

[0060] 加权相加部 0202 进行加权相加处理,该加权相加处理利用所设定的权重系数对根据相同的断层体数据所生成的多个体数据进行加权相加,来生成体数据。加权相加按照体数据的每一体素来进行。加权相加部 0202 在每当生成平滑化体数据时,对断层体数据和平滑化体数据乘以权重系数之后进行相加来生成合成体数据。加权相加部 0202 在每当生成了多个处理后体数据时,对该多个处理后体数据乘以权重系数之后进行相加来生成合成体数据。以下,在本说明书中,将通过加权相加处理所取得的体数据称为合成体数据。在本实施方式中,根据同一断层体数据所生成的多个体数据是断层体数据其本身即纹理体数据、和通过三维平滑化处理部 0201 根据断层体数据所生成的平滑化体数据这两个。

[0061] 权重系数是操作者经由操作部 0004 所设定的值,控制部 0003 将其通知给加权相

加部 0202。即,操作部(界面)0004 受理权重系数的输入。权重系数诸如设定为 0 至 1 之间的值。按照两体数据的相对应的每一体素,通过以下的式(1)进行相加。在此,将权重系数设为 W ,将规定的体素 v 的其中一方的体数据的亮度值设为 $V1v$,将另一方的体数据的亮度值设为 $V2v$,将合成体数据的亮度值设为 Cv 。

$$[0062] \quad Cv = V1v \cdot W + V2v \cdot (1-W) \quad (1)$$

[0063] 梯度运算部 0203 生成合成体数据的梯度信息。梯度信息是,通过构成合成体数据的各体素的亮度值与其周边的体素的亮度值而求取的每个体素的亮度值的梯度(梯度值)。

[0064] 绘制部 0204 对合成体数据实施体绘制处理,来生成三维图像。绘制部 0204 可在每当生成了合成体数据,就对合成体数据实施绘制处理,来生成所述三维图像。绘制部 0204 可在每当生成了处理后体数据,就一边将所生成的该多个处理后体数据按照每一构成体素与权重系数进行相乘后进行相加一边实施绘制处理,来生成三维图像。此外,所生成的三维图像经由显示数据生成部 0016 而被显示在显示器 0009。

[0065] 绘制部 0204 利用以下的式(2)以及式(3),对合成体数据实施体绘制处理,由此,构成被检体的诊断部位的三维图像。投影方向(视线方向)是控制部 0003 经由操作部 0004 从操作者处受理的。

$$[0066] \quad Cout = Cout-1 + (1-Aout-1) \cdot Ai \cdot Ci \cdot Si \quad (2)$$

$$[0067] \quad Aout = Aout-1 + (1-Aout-1) \cdot Ai \quad (3)$$

[0068] 上式中, Ci 是在从创建的二维投影面上的某点观察合成体数据的情况下的视线上第 i 个存在的体素的亮度值。在视线上排列 N 体素的数据时,对 $i = 0 \sim N$ 为止进行累计得到的值 $Cout$ 将成为最终的输出像素值。 $Cout-1$ 表示至第 $i-1$ 个为止的累计值。

[0069] 另外,上式中, Ai 是视线上第 i 个存在的体素的不透明度,取 $0 \sim 1.0$ 的值。不透明度取 0.0 至 1.0 为止的值。体素值与不透明度的关系作为确定了亮度值与不透明度的关系的不透明度表(不透明性表)而被进行了预先确定。绘制部 0204 根据体素的亮度值并参照不透明度表来获得不透明度。

[0070] 另外, Si 表示视线上存在于第 i 个的体素的梯度值。例如,在通过第 i 个的体素的亮度值的梯度所确定的面的法线与视线一致的情况下,对 Si 例如赋予 1.0 ,在法线与视线正交的情况下,对 Si 例如赋予 0 。相对于视线的梯度越大,梯度值越小,所算出的输出像素值成为小的值。此外,在本实施方式中,也可以是不含梯度运算部 0203 的构成。在该情况下,对 Si 赋予一定的值,例如,始终赋予 1.0 。

[0071] 此外, $Cout$ 、 $Aout$ 均将 0 作为初期值。

[0072] 如式(3)所示的那样, $Aout$ 每通过体素时则被累计,收敛于 1.0 。因此,如式(2)所示的那样,在至第 $i-1$ 个为止的体素的不透明度的累计值 $Aout-1$ 成为了约等于 1.0 的情况下,第 i 个的体素值 Ci 则不被反映到输出图像中。通过这样的体绘制处理,能够将不透明度高的体素作为表面,立体地显示三维断层像数据。

[0073] 最终所取得的 $Cout$ 被进行彩色标度变换,变换为 RGB 等的色信息进行输出。

[0074] 此外,绘制部 0204 也可根据以下的式(4)~(6),按照 RGB 等的色信息的每一要素来生成三维图像。

$$[0075] \quad CRout = CRout-1 + (1-Aout-1) \cdot Ai \cdot CRi \cdot Si \quad (4)$$

[0076] $CG_{out} = CG_{out-1} + (1 - A_{out-1}) \cdot A_i \cdot CG_i \cdot S_i$ (5)

[0077] $CB_{out} = CB_{out-1} + (1 - A_{out-1}) \cdot A_i \cdot CB_i \cdot S_i$ (6)

[0078] 在此, Cri 是在从创建的二维投影面上的某点观察合成体数据的情况下的视线上存在于第 i 个的体素的亮度值的红色分量, CG_i 、 CB_i 分别是绿色分量、蓝色分量。

[0079] 此外,本实施方式的绘制部 0204 根据合成体数据来生成三维图像的手法并不限于此。例如还有如下的方法,即,不是将表面而是将内部的构造物进行透过性可视化,仅显示关心区域中的高亮度构造物的最大值投影法 (Maximum intensity projection),仅描绘低亮度构造物的最小值投影法 (Minimum intensity projection),也可以是使视线方向的体素值的累计图像进行显示的方法 (Ray summation)。

[0080] 另外,在绘制处理的过程中,也可以构成为:通过阈值对各处理对象的体素的亮度值进行判别,选择将该体素的数据设为有效还是无效。阈值是操作者经由操作部 0004 进行设定的,控制部 0003 将其通知给绘制部 0204。

[0081] 此外,本实施方式的超声波诊断装置 0001 具备 CPU、存储器以及存储装置。另外,还可具备 GPU (Graphics Processing Unit)。控制部 0003、以及根据 RF 信号帧数据来生成断层体数据进而生成二维图像、三次图像的各部 (断层信息运算部 0011、三维坐标变换部 0013、三维图像处理部 0014、任意断面像创建部 0015、显示数据生成部 0016) 之功能是通过 CPU 或者 GPU 将预先保存在存储装置中的程序加载至存储器中并执行来实现的。

[0082] 其次,利用图 3 以及图 4 对本实施方式的三维图像处理部 0014 所进行的三维图像处理的流程与通过该三维图像处理所生成的图像进行说明。

[0083] 图 3 是本实施方式的三维图像处理部 0014 所进行的三维图像处理的处理流程,图 4 是用于说明通过本实施方式的三维图像处理部 0014 所进行的三维图像处理而取得的体数据的图,图 4(a) 是作为三维坐标变换部 0013 的输出数据的断层体数据 (纹理体数据) 0401。

[0084] 三维平滑化处理部 (滤波处理部) 0201 设定平滑化系数 (步骤 S1101)。平滑化系数是从预先确定的平滑化系数中,由操作者经由操作部 0004 而指定的。三维平滑化处理部 0201 经由控制部 0003,取得所指定的平滑化系数后进行设定。此外,本实施方式中,作为平滑化处理,执行平均化滤波处理,因此,作为平滑化系数,如上所述,设定平均化体素数。

[0085] 其次,三维平滑化处理部 0201 针对三维坐标变换部 0013 的输出数据即断层体数据进行平滑化处理,来生成平滑化体数据 (步骤 S1102)。图 4(b) 是三维平滑化处理部 0201 所进行的平滑化处理后的平滑化体数据 0402。

[0086] 加权相加部 0202 受理权重系数并进行设定 (步骤 S1103)。

[0087] 权重系数是由操作者经由操作部 0004 而设定的。加权相加部 0202 经由控制部 0003 受理权重系数,并进行设定。

[0088] 加权相加部 0202 利用所设定的权重系数,按照每一体素进行上述式 (1) 所示的相加处理 (步骤 S1104),将平滑化体数据和纹理体数据进行相加,来生成合成体数据。在此,图 4(c) 表示所生成的合成体数据 0403。

[0089] 例如,如图 4(b) 所示,平滑化体数据 0402 即使是被过度进行了平滑化处理后的数据,通过由加权相加部 0202 进行相加处理,也能够得到进行了平滑化体数据 0402 和纹理体数据 0401 的中间的平滑化后的合成体数据 0403。另外,通过变更权重系数,能够获得平滑

化体数据 0402 和纹理体数据 0401 之间的所希望的平滑化强度的合成体数据。

[0090] 接下来,梯度运算部 0203 针对合成体数据 0403 进行体素的亮度梯度计算,生成梯度信息(步骤 S1105)。其后,绘制部 0204 利用合成体数据 0403 和每个体素的梯度值进行绘制处理,来生成三维图像(步骤 S1106)。此外,所生成的三维图像通过显示数据生成部 0016 生成显示数据后显示在显示器 0009。

[0091] 其次,利用图 5 对赋予了操作者设定的权重系数后的三维图像的效果进行说明。本实施方式中,将式(1)中的 $V1v$ 设为纹理体数据 0401 的亮度值,将 $V2v$ 设为平滑化体数据 0402 的亮度值来进行说明。

[0092] 图 5(a) 所示的三维图像 0501 是在权重系数 W 被设定为 1.0 的情况下的三维图像。通过式(1),对纹理体数据 0401 以 1.0 进行加权,对平滑化体数据 0402 以 0.0 进行加权由此取得合成体数据,根据该合成体数据来生成三维图像 0501。

[0093] 对于在将权重系数 W 设为 1.0 的情况下成为生成三维图像 0501 的原始的合成体数据,纹理体数据 0401 直接被使用。因此,三维图像 0501 是根据完全未被平滑化的体数据来生成的。因此,保持了胎儿的手指、脸部的皱纹等信息,但另一面,图像的边界线留下凹凸。

[0094] 图 5(b) 所示的三维图像 0502 是权重系数 W 被设定为 0.0 的情况下的三维图像。通过式(1),对纹理体数据 0401 以 0.0 进行加权,对平滑化体数据 0402 以 1.0 进行加权从而取得合成体数据,根据该合成体数据来生成三维图像 0502。

[0095] 对于在权重系数 W 被设定为 0.0 的情况下成为生成三维图像 0502 的原始的合成体数据,平滑化体数据 0402 直接被利用。因此,三维图像 0502 根据以所设定的平滑化系数被平滑化后的体数据来生成。因此,在图像的边界线没有凹凸而是光滑的,但另一面,胎儿的手指、脸部的皱纹等的信息消失。

[0096] 图 5(c) 所示的三维图像 0503 是在设定为适当的权重系数 W ,例如 0.5 的情况下的三维图像。通过式(1),对纹理体数据 0401 以 0.5 进行加权,对平滑化体数据 0402 以 0.5 进行加权而取得合成体数据,根据该合成体数据来生成三维图像 0503。本图所示,所取得的三维图像 0503 中,边界线的凹凸适当消失,且胎儿的手指、脸部的皱纹等的信息也得到保持。

[0097] 这样,通过调整权重系数,能够对最终取得的画质进行调整。本实施方式中,操作者一边观察显示在显示器 0009 的图像一边实时对权重系数进行变更,由此来调整权重系数。

[0098] 其次,利用图 6,对操作者设定 / 调整权重系数的界面进行说明。

[0099] 图 6(a) 是设定 / 调整权重系数的界面由变更旋钮 0601、系数显示区域 0602、三维图像显示区域 0600 构成时的示例。操作部 0004 具备变更旋钮 0601。操作者通过操作变更旋钮 0601,来在 0.0 ~ 0.1 之间变更权重系数。

[0100] 显示器 0009 具备系数显示区域 0602、三维图像显示区域 0600。此外,三维图像显示区域 0600 是显示三维图像处理部 0014 所生成的三维图像的区域。

[0101] 控制部 0003 在操作者每当经由变更旋钮 0601 对权重系数进行了设定 / 变更,就使该权重系数显示在系数显示区域 0602。另外,控制部 0003 在操作者每当经由变更旋钮 0601 对权重系数进行了设定 / 变更,就将该权重系数通知给三维图像处理部 0014。三维图

像处理部 0014 接受通知后,反复进行从上述三维图像处理的流程的步骤 S1103 起的处理。接下来,所生成的三维图像将显示在三维图像显示区域 0600。操作者一边对三维图像显示区域 0600 所显示的三维图像进行确认,一边设定最佳的权重系数。

[0102] 图 6(b) 是设定 / 调整权重系数的界面由显示器 0009 上的触摸面板、系数显示区域 0602、三维图像显示区域 0600 构成时的示例。显示器 0009 具备用于受理使系数的值上下变化的指示的滑动条 0603。操作者利用手指或者操作部 0004 所具备的鼠标、跟踪球、键盘等的输入装置来操作滑动条 0603,能够在 0.0 ~ 0.1 之间变更权重系数。关于在通过操作者设定 / 变更权重系数时的控制部 0003 所进行的处理,其与上述图 6(a) 的例子相同。

[0103] 图 6(c) 是对权重系数进行设定 / 调整的界面由显示器 0009 上的触摸面板、系数显示区域 0602、三维图像显示区域 0600 构成的示例。显示器 0009 具备受理使系数的值上升的指示的上升指示区域 0604、受理使系数的值下降的指示的下降指示区域 0605。操作者经由上升指示区域 0604 或者下降指示区域 0605,能够在 0.0 ~ 1.0 之间变更权重系数。指示利用手指或者操作部 0004 所具备的鼠标、键盘等的输入装置来进行。关于在通过操作者设定 / 变更权重系数时的控制部 0003 所进行的处理,其与上述图 6(a) 的例子相同。

[0104] 此外,图 6(c) 中,例示了在系数显示区域 0602 内具备上升指示区域 0604、下降指示区域 0605 的情况,但也可不在系数显示区域 0602 内。

[0105] 此外,操作者对权重系数设定 / 调整的界面并不限于此。

[0106] 此外,平滑化系数也可以构成为操作者一边对三维图像进行确认一边能实时在预先准备的平滑化系数间进行变更。在该情况下,权重系数也相同地,操作者一边观察显示在显示器 0009 的图像,一边实时变更平滑化系数,由此来设定最佳的平滑化系数。以下,关于操作者对平滑化系数进行设定 / 变更的界面,利用图 7 进行说明。

[0107] 图 7(a) 是对平滑化系数进行设定 / 变更的界面由变更旋钮 0701、系数显示区域 0702、三维图像显示区域 0600 构成的示例。操作部 0004 具备变更旋钮 0701。操作者通过变更旋钮 0701,从预先确定的平滑化系数中选择平滑化系数。例如,预先确定的平滑化系数作为编号显示在显示器 0009,控制部 0003 将与操作者选择的编号对应的平滑化系数通知给三维图像处理部 0014。

[0108] 显示器 0009 具备系数显示区域 0702。三维图像显示区域 0600 是显示三维图像处理部 0014 所生成的三维图像的区域。

[0109] 控制部 0003 在每当操作者经由变更旋钮 0701 对平滑化系数进行了设定 / 变更,就使该平滑化系数显示在系数显示区域 0702。另外,控制部 0003 在每当操作者经由变更旋钮 0701 对平滑化系数进行了设定 / 变更,就对三维图像处理部 0014 通知该平滑化系数。三维图像处理部 0014 接受通知,反复进行自上述三维图像处理的流程的步骤 S1101 起的处理。接下来,所生成的三维图像显示在三维图像显示区域 0600。操作者对三维图像显示区域 0600 所显示的三维图像进行确认的同时设定最佳的平滑化系数。

[0110] 图 7(b) 是对平滑化系数进行设定 / 变更的界面由显示器 0009 上的触摸面板、系数显示区域 0702、三维图像显示区域 0600 构成的示例。显示器 0009 具备用于受理使系数的值上下变化的指示的滑动条 0703。操作者利用手指或者利用操作部 0004 所具备的鼠标、跟踪球、键盘等的输入装置来操作滑动条 0703,由此,从预先确定的平滑化系数中选择平滑化系数。关于在通过操作者对平滑化系数进行了设定 / 变更时的控制部 0003 所进行的处

理,其与上述图 7(a) 的例子相同。

[0111] 图 7(c) 是对平滑化系数进行设定 / 变更的界面由显示器 0009 上的触摸面板、系数显示区域 0702、三维图像显示区域 0600 构成的示例。显示器 0009 具备用于受理使系数的值上升的指示的上升指示区域 0704、受理使系数的值下降的指示的下降指示区域 0705。操作者经由上升指示区域 0704 或者下降指示区域 0705,从预先确定的平滑化系数中选择平滑化系数。指示通过利用手指或者利用操作部 0004 所具备的鼠标、键盘等的输入装置来进行。关于在通过操作者对平滑化系数进行了设定 / 变更时的控制部 0003 所进行的处理,其与上述图 7(a) 的例子相同。

[0112] 此外,图 7(c) 中,例示了在系数显示区域 0702 内具备上升指示区域 0704、下降指示区域 0705 的情况,但也可不在系数显示区域 0702 内。

[0113] 另外,操作者对平滑化系数进行设定 / 变更的界面并不限于此。

[0114] 另外,对平滑化系数进行设定 / 变更的界面也可以兼用作对权重系数进行设定 / 调整的界面。在该情况下,具备从操作者受理对任何一种系数进行变更的指示的构成,根据指示,作为相对应的系数的变更进行受理。

[0115] 如以上说明的那样,根据本实施方式,三维图像处理中,通过将断层体数据和对该断层体数据实施平滑化处理而得到的平滑化体数据乘以权重系数后相加,来生成合成体数据。接下来,对生成的合成体数据实施绘制处理,来生成三维图像。

[0116] 本实施方式中,通过改变相加时所利用的权重系数,能够使合成体数据的平滑化的强度发生变化。因此,通过操作者任意地设定权重系数,操作者能够任意地使想要抑制的凹凸的信息和想要保持的微细形态信息发生变化。另外,由于相加时所利用的权重系数能够实时地自由变更,所以,能够实时地自由调整合成体数据的平滑化强度。因此,能够获得进行了所希望的平滑化的三维图像,能够基于需要来获得最佳的图像。

[0117] 另外,在对绘制处理后的多个图像进行合成的情况下,例如,在不透明度的累计值成为了 1 的情况下,由此近前侧的体素值不将反映到输出图像中,因此,即使进行加权相加,也不反映到相加后的图像中。另一方面,根据本实施方式,由于在绘制前的体数据的状态下,调整平滑化的强度,因此不会丢失各个体素的信息,能够获得对平滑化的强度进行了调整的合成体数据。接下来,由于根据该合成体数据来生成三维图像,因此,根据所取得的全部体数据,能够获得反映了更多信息的三维图像。

[0118] 另外,为了对平滑化强度进行调整而进行加权相加的对象的纹理数据和平滑数据,是根据相同的断层体数据来生成的。因此,不会发生因时间以及 / 或者空间变化而引起的画质降低。

[0119] 而且,在进行平滑化处理的三维图像处理中,新追加的构成仅仅是高速且对装置的负担较小的加权相加,而对装置负担大的绘制处理仅需要进行与现有技术相同的一次即可。如上所述,绘制处理的处理量巨大,在时间上对装置的负担大。因此,能够不增大装置负担地,高速地获得所期望的画质的三维图像。

[0120] 此外,本实施方式的三维平滑化处理部 0201 中,作为空间平滑化处理,利用了平均化滤波,但并不限于此。例如,也可以三维地使用低通滤波或者中值滤波等。另外,也可以三维地进行基于膨胀 (dilatation) 的扩张处理。

[0121] << 第 2 实施方式 >>

[0122] 接下来,对应用本发明的第2实施方式进行说明。第1实施方式中,三维图像处理部0014将三维坐标变换部0013的输出即断层体数据其本身与对该断层体数据实施了平滑化处理的体数据,利用规定的权重系数进行合成来生成合成体数据。相对于此,本实施方式中,三维图像处理部将对相同的三维坐标变换部的输出分别实施各不相同的平滑化处理而获得的两个体数据,利用规定的权重系数进行相加,来生成合成体数据。

[0123] 本实施方式的超声波诊断装置0001具有基本上与第1实施方式的超声波诊断装置0001相同的构成。其中,如上所述,由于三维图像处理不同,取代第1实施方式的三维图像处理部0014而具备三维图像处理部0014a。以下,关于本实施方式,以三维图像处理部0014a为主线进行说明。

[0124] 图8是本实施方式的三维图像处理0014a的功能框图。如本图所示,本实施方式的三维图像处理部0014a具备两个三维平滑化处理部(滤波处理部)0201(0201a、0201b)、加权相加部0202、梯度运算部0203、绘制部0204。

[0125] 两个三维平滑化处理部0201的功能分别与第1实施方式的三维平滑化处理部(滤波处理部)0201基本上相同。即,利用所设定的平滑化系数对断层体数据来进行空间平滑化处理。其中,两个三维平滑化处理部(滤波处理部)0201a、201b中所利用的平滑化系数各不相同。三维平滑化处理部(滤波处理部)0201对断层体数据独立实施多个三维滤波处理,分别生成处理后体数据。

[0126] 以下,为了便于说明,将利用平滑化效果弱的平滑化系数(第1平滑化系数)的一侧称为第1三维平滑化处理部0201a,将利用与第1平滑化系数相比平滑化效果强的平滑化系数(第2平滑化系数)的一侧称为第2三维平滑化处理部0201b。以下,本实施方式中,将通过第1三维平滑化处理部0201a所生成的体数据称为纹理体数据(弱平滑化体数据),将通过第2三维平滑化处理部0201b所生成的体数据称为平滑化体数据(强平滑化体数据)。

[0127] 第1平滑化系数以及第2平滑化系数与第1实施方式的平滑化系数相同地,通过操作者经由操作部0004从预先确定的平滑化系数中指定。第1三维平滑化处理部0201a以及第2三维平滑化处理部0201b经由控制部0003,分别受理并设定所指定的第1平滑化系数以及第2平滑化系数。对于第1平滑化系数以及第2平滑化系数,与第1实施方式相同,设定平滑化滤波中的平均化体素数。

[0128] 加权相加部0202的功能基本与第1实施方式相同。其中,本实施方式中,进行加权相加的根据同一断层体数据生成的多个体数据是实施较弱的平滑化处理的纹理体数据和实施较强的平滑化处理的平滑化体数据这两个。

[0129] 其他的构成(梯度运算部0203、绘制部0204)的功能基本与第1实施方式相同。另外,与第1实施方式相同地,也可以是不包含梯度运算部0203的构成。

[0130] 其次,关于本实施方式的三维图像处理部0014a所进行的图像处理的顺序,利用图9进行说明。图9是本实施方式的三维图像处理部0014a所进行的图像处理的处理流程。

[0131] 利用图4说明所生成的体数据。此外,图4虽然在第1实施方式的三维图像处理部0014的说明中也进行了利用,但该图是用于对效果概要进行说明的图,并不是用来表示第1实施方式的三维图像处理部0014和第2实施方式的三维图像处理部0014a产生相同的结果。

[0132] 三维平滑化处理部 0201a 设定第 1 平滑化系数 (步骤 S1201), 对三维坐标变换部 0013 的输出数据即断层体数据, 进行平滑化处理, 来生成图 4(a) 所示的纹理体数据 0401 (步骤 S1202)。

[0133] 其次, 三维平滑化处理部 0201b 设定第 2 平滑化系数 (步骤 S1203), 对三维坐标变换部 0013 的输出数据即断层体数据, 进行平滑化处理, 来生成图 4(b) 所示的平滑化体数据 0402 (步骤 S1204)。

[0134] 此外, 对第 1 三维平滑化处理部 0201a 以及第 2 三维平滑化处理部 0201b 的处理顺序并不进行规定。另外, 可以构成为先设定第 1 平滑化系数以及第 2 平滑化系数其后分别进行平滑化处理。

[0135] 加权相加部 0202 与第 1 实施方式相同, 受理并设定权重系数 (步骤 S1205)。接下来, 按照每一体素, 将纹理体数据和平滑化体数据基于式 (1) 进行加权相加, 获得图 4(c) 所示的合成体数据 0403 (步骤 S1206)。

[0136] 例如, 图 4(a) 所示的纹理体数据 0401 是平滑化处理不充分的情形, 图 4(b) 所示的平滑化体数据 0402 是平滑化处理过度进行的情形, 即使是这样的情形, 通过加权相加部 0202 对两者进行相加, 能够获得进行了纹理体数据 0401 和平滑化体数据 0402 的中间的平滑化后的合成体数据 0403。另外, 通过变更权重系数, 能够获得平滑化体数据 0402 和纹理体数据 0401 之间的所期望的平滑化强度的合成体数据。

[0137] 其后, 与第 1 实施方式相同地, 梯度运算部 0203 进行合成体数据 0403 的梯度计算 (步骤 S1207)。即, 梯度运算部 0203 在每当生成了处理后体数据, 就计算出所生成的多个处理后体数据各自的亮度梯度。绘制部 0204 针对合成体数据 0403 进行绘制处理, 来生成三维图像 (步骤 S1208)。即, 绘制部 0204 在每当经由界面受理了权重系数的输入, 就根据多个处理后体数据来生成三维图像。此外, 所生成的三维图像由显示数据生成部 0016 生成显示数据后在显示器 0009 进行显示。

[0138] 此外, 本实施方式中, 操作者设定的权重系数的效果也基本与第 1 实施方式相同。平滑化强度弱的纹理体数据 0401 中保持胎儿的手指、脸部的皱纹等的信息, 但另一面, 残留了图像的边界线的凹凸。另外, 平滑化强度强的平滑化体数据 0402 在图像的边界线没有凹凸较为光滑, 但另一面, 丢失了胎儿的手指、脸部的皱纹等的信息。

[0139] 本实施方式中, 也与第 1 实施方式相同地, 具备调整权重系数的界面, 操作者通过一边观察显示在显示器 0009 的图像一边实时变更权重系数, 来调整权重系数, 进而调整合成体数据的平滑化强度。

[0140] 另外, 本实施方式中, 也与第 1 实施方式相同地, 也可以具备实时对第 1 平滑化系数以及第 2 平滑化系数进行变更的界面。本实施方式中, 也可以构成为按照每一系数而分别具备与第 1 实施方式相同的界面, 也可以构成为根据来自操作者的指示, 通过 1 个界面来受理两方的系数的变更。而且, 与第 1 实施方式相同地, 也可与权重系数的调整用界面进行兼用。

[0141] 如以上说明的那样, 根据本实施方式, 三维图像处理中, 通过将对 1 个断层体数据以分别不同的平滑化强度实施平滑化处理所获得的纹理体数据和平滑化体数据乘以预先确定的权重系数后进行相加, 来生成合成体数据。接下来, 对生成的合成体数据进行绘制处理来生成三维图像。

[0142] 由此,与第1实施方式相同地,能够容易地获得进行了所期望的平滑化后的三维图像,能够根据必要而获得最佳的图像。由于能够获得以两个不同的平滑化强度进行了平滑化后的图像的中间的平滑化强度的图像,因此,与第1实施方式相比,能够以更高的自由度,设定平滑化级别。即,操作者能够更宽地具有三维图像的平滑化的调整幅度。

[0143] 另外,关于其他,由于是与第1实施方式相同的构成,能够获得与第1实施方式相同的各种效果,能够不增大装置的负担地,高速获得所期望的画质的三维图像。

[0144] 此外,上述实施方式中,以具备两个三维平滑化处理部0201的构成为例进行了说明,但并不限于此。也可以构成为:通过1个三维平滑化处理部0201,依次针对相同的断层体数据,利用不同的平滑化系数进行平滑化,对这些的输出进行加权相加这样的构成。

[0145] 另外,与第1实施方式相同地,在三维平滑化处理部0201a以及0201b中,作为空间平滑化处理,三维地利用平均化滤波、低通滤波、中值滤波等。另外,也可三维地进行基于膨胀的扩张处理。

[0146] <<第3实施方式>>

[0147] 其次,对应用本发明的第3实施方式进行说明。第2实施方式中,三维图像处理部0014a将针对三维坐标变换部0013的输出以不同的平滑化强度进行了平滑化处理的2种体数据进行加权相加,来生成合成体数据。对于此,在本实施方式中,三维图像处理部利用规定的权重系数,将针对相同的三维坐标变换部的输出进行不同滤波处理而获得的多个滤波处理后的体数据进行相加,来生成合成体数据。

[0148] 本实施方式的超声波诊断装置0001基本具有与第1实施方式的超声波诊断装置0001相同的构成。其中,如上所述,由于三维图像处理不同,因此取代第1实施方式的三维图像处理部0014而具备三维图像处理部0014b。以下,关于本实施方式,以三维图像处理部0014b为主着眼点进行说明。此外,在此作为不同的滤波处理,以进行三维锐化处理和三维平滑化处理这样2种的情况为例进行说明。

[0149] 图10是本实施方式的三维图像处理部0014b的功能框图。如本图所示,本实施方式的三维图像处理部2014具备:三维平滑化处理部0201、三维锐化处理部0206、加权相加部0202、梯度运算部0203、绘制部0204。

[0150] 三维锐化处理部0206针对三维坐标变换部0013的输出数据即断层体数据,进行锐化处理。本实施方式中,将锐化处理后的体数据称为纹理体数据(锐化体数据)。在此,所进行的锐化处理中有三维地利用高通滤波的处理、基于三维腐蚀(erosion)处理的退化处理等。通过利用三维高通滤波,能够生成空间锐化的体数据。另外,通过基于三维腐蚀处理的退化处理,能够生成强调了构造的体数据。

[0151] 锐化处理是利用用于决定锐化的强度的锐化系数来进行的。锐化系数与第1实施方式的平滑化系数相同地,是由操作者经由操作部0004从预先确定的锐化系数中指定的。三维锐化处理部0206经由控制部0003接收所指定的锐化系数并设定。

[0152] 三维平滑化处理部0201基本与第1实施方式相同,本实施方式中,将对断层体数据实施平滑化处理后生成的体数据称为平滑化体数据(平滑体数据)。本实施方式中,作为空间平滑化处理,可三维地使用低通滤波或者中值滤波等,另外,也可以三维地进行基于膨胀的扩张处理。如此,本实施方式中,能够对三维超声波图像产生任意的平滑化效果。

[0153] 加权相加部0202的功能基本与第1实施方式相同。其中,进行加权相加的根据相

同的断层体数据所生成的多个体数据是实施了锐化处理的纹理体数据和实施了平滑化处理的平滑化体数据这两个。

[0154] 其他的构成（梯度运算部 0203、绘制部 0204）的功能基本与第 1 实施方式相同。另外，与第 1、第 2 实施方式相同地，也可以是不含梯度运算部 0203 的构成。

[0155] 其次，利用图 11，对本实施方式的三维图像处理部 0014b 所进行的图像处理的顺序进行说明。图 11 是本实施方式的三维图像处理部 0014b 所进行的图像处理的处理流程。所生成的体数据，与第 2 实施方式相同地，为了说明效果的概要，利用图 4 进行说明。

[0156] 三维锐化处理部 0206 设定锐化系数（步骤 S1301），对三维坐标变换部 0013 的输出数据即断层体数据，进行锐化处理，来生成图 4(a) 所示的纹理体数据 0401（步骤 S1302）。

[0157] 其次，三维平滑化处理部 0201 设定第 2 平滑化系数（步骤 S1303），对三维坐标变换部 0013 的输出数据即断层体数据，进行平滑化处理，来生成图 4(b) 所示的平滑化体数据 0402（步骤 S1304）。

[0158] 此外，关于三维锐化处理部 0206 以及三维平滑化处理部 0201 的处理顺序并不进行规定。另外，可以构成为先设定两系数其后进行两处理。

[0159] 加权相加部 0202 与第 1 实施方式相同地，受理权重系数并设定（步骤 S1305）。接下来，按照每一体素，基于式（1）对纹理体数据和平滑化体数据进行加权相加，获得图 4(c) 所示的合成体数据 0403（步骤 S1306）。

[0160] 其后，与第 1 实施方式相同地，梯度运算部 0203 进行合成体数据 0403 的梯度计算（步骤 S1307），绘制部 0204 对合成体数据 0403 进行绘制处理，来生成三维图像（步骤 S1308）。此外，所生成的三维图像通过显示数据生成部 0016 生成显示数据后在显示器 0009 进行显示。

[0161] 此外，本实施方式中，操作者设定的权重系数的影响基本也与第 1 实施方式相同。本实施方式中，也与第 1 实施方式相同，具备用于调整权重系数的界面，操作者观察显示器 0009 所显示的图像的同时，实时变更权重系数，来调整权重系数。

[0162] 另外，本实施方式中，也与第 1 实施方式相同地，可具备实时变更平滑化处理中所利用的平滑化系数以及 / 或者锐化处理中所利用的锐化系数的界面。

[0163] 另外，本实施方式中，也可以具备操作者选择锐化中利用的处理方法以及平滑化中利用的处理方法的界面。关于操作者选择这些的处理方法的界面，利用图 12 进行说明。

[0164] 图 12(a) 是选择处理方法的界面由操作部 0004 所具备的变更旋钮 0801、处理方法显示区域 0802、三维图像显示区域 0600 构成的示例。操作部 0004 具备变更旋钮 0801。通过操作者操作变更旋钮 0801，从预先准备的锐化处理方法、平滑化处理方法等中选择所期望的处理方法。

[0165] 显示器 0009 具备处理方法显示区域 0802、三维图像显示区域 0600。此外，三维图像显示区域 0600 是三维图像处理部 0014b 所生成的三维图像所进行显示的区域。

[0166] 控制部 0003 在每当操作者经由变更旋钮 0801 对三维滤波处理方法进行了设定 / 变更，就将选择的处理方法分别显示在处理方法显示区域 0802。另外，控制部 0003 在每当操作者经由变更旋钮 0801 对处理方法进行了选择 / 变更，就对三维图像处理部 0014b 通知该处理方法。三维图像处理部 0014b 接受通知，执行变更后的处理和加权相加处理以后的处理。接下来，所生成的三维图像显示在三维图像显示区域 0600。操作者对三维图像显示

区域 0600 所显示的三维图像进行确认的同时,设定最佳的处理方法。

[0167] 图 12(b) 是选择处理方法的界面由显示器 0009 上的触摸面板、处理方法显示区域 0802、三维图像显示区域 0600 来构成的示例。显示器 0009 具备用于受理处理方法的选择的滑动条 0803。通过操作者利用手指或者利用操作部 0004 所具备的鼠标、跟踪球、键盘等的输入装置来操作滑动条 0803,从预先准备的锐化处理方法、平滑化处理方法等中选择所期望的处理方法。关于在通过操作者选择处理方法时的控制部 0003 所进行的处理与上述图 12(a) 的例子相同。

[0168] 图 12(c) 是对处理方法进行选择界面由显示器 0009 上的触摸面板、处理方法显示区域 0802、三维图像显示区域 0600 来构成的示例。显示器 0009 具备用于受理处理方法的变更指示的指示区域 0804、0805。操作者经由指示区域 0804 或者 0805,指示处理方法的变更。指示是利用手指或者利用操作部 0004 所具备的鼠标、键盘等的输入装置来进行。关于在通过操作者选择 / 变更处理方法时的控制部 0003 所进行的处理,其与上述图 12(a) 的例子相同。

[0169] 如以上说明的那样,根据本实施方式,三维图像处理中,对 1 个断层体数据实施分别不同的滤波处理,将所取得的处理后的体数据乘以预先确定的权重系数后相加来生成合成体数据。接下来,针对生成的合成体数据进行绘制处理来生成三维图像。

[0170] 由此,与第 1 实施方式相同地,通过操作者任意设定权重系数,操作者能够任意地使要抑制的凹凸的信息和要保留的微细形态信息发生变化。另外,相加时所利用的权重系数能够实时进行变更。因此,能够容易地获得所期望的滤波效果。因此,能够获得进行了所期望的滤波处理后的三维图像,能够基于需要而获得最佳的图像。

[0171] 另外,关于其他,由于是与第 1 实施方式相同的构成,所以,能够取得与第 1 实施方式相同的各种的效果,能够不增大装置负担地高速地获得所期望的画质的三维图像。

[0172] 此外,上述实施方式中,作为三维滤波处理,以进行锐化处理和平滑化处理的情况为例进行了说明,但三维滤波处理并不限于此。另外,进行组合的三维滤波处理并不限于两个。只要是效果不同的三维滤波处理的组合即可,对于滤波处理的种类、数量并不限定。

[0173] 此外,执行的三维滤波处理为 3 个以上的情况下,加权相加部按照分别赋予的权重系数的合计成为 1 地进行相加处理。

[0174] << 第 4 实施方式 >>

[0175] 其次,对应用本发明的第 4 实施方式进行说明。上述各实施方式中,对相同的断层体数据实施效果不同的滤波处理,由此,利用 1 的权重系数对生成的多个体数据进行加权相加,来生成合成体数据。对此,本实施方式中,根据各体素的位置使权重系数发生变化,来进行加权相加。

[0176] 本实施方式的超声波诊断装置 0001 具有基本与第 1 实施方式的超声波诊断装置 0001 相同的构成。其中,如上所述,由于三维图像处理不同,因此取代第 1 实施方式的三维图像处理部 0014 而具备三维图像处理部 0014c。以下,关于本实施方式,以三维图像处理部 0014c 为主着眼点进行说明。此外,对效果不同的滤波处理的种类并不限定,在此,作为一例,以与第 2 实施方式相同地具备两个三维平滑化处理部 0201 并在各三维平滑化处理部 0201 中分别通过不同的平滑化强度进行平滑化的情况为例进行说明。

[0177] 图 13 是本实施方式的三维图像处理部 0014c 的功能框图。如本图所示,本实施方

式的三维图像处理部 0014c 具备两个三维平滑化处理部 0201 (0201a、0201b)、两个梯度运算部 0203 (0203a、0203b)、距离加权绘制部 (绘制部) 0207。

[0178] 两个三维平滑化处理部 0201 (0201a、0201b) 的功能分别与第 2 实施方式相同。平滑化处理中所利用的各平滑化系数也与第 2 实施方式相同, 操作者经由操作部 0004 所输入的系数由控制部 0003 来进行设定。

[0179] 另外, 两个梯度运算部 0203 (0203a、0203b) 的功能分别基本与第 1 实施方式的梯度运算部 0203 的功能相同。其中, 本实施方式中, 并不是生成合成体数据, 而是分别生成作为第 1 三维平滑化处理部 0201a 的输出的纹理体数据以及作为第 2 三维平滑化处理部 0201b 的输出的平滑化体数据的梯度信息。在此, 为了说明, 将处理纹理体数据的一侧称为第 1 梯度运算部 0203a, 将处理平滑化体数据的一侧称为第 2 梯度运算部 0203b。

[0180] 距离加权绘制部 (绘制部) 0207 根据相距投影面的距离, 对计算出亮度梯度后的纹理体数据和平滑化体数据, 按照每一体素进行加权相加的同时, 进行体绘制处理, 来生成三维图像。即, 距离加权绘制部 (绘制部) 0207 对于第 1 处理后体数据和第 2 处理后体数据, 根据处理对象体素的相距投影面的距离使权重系数发生变化。

[0181] 在此所利用的权重系数是根据处理对象的体素的位置信息而设定的距离权重系数。该距离权重系数是操作者经由操作部 0004 输入的系数, 控制部 0003 进行通知。

[0182] 此外, 利用上述式 (2) 以及式 (3) 进行绘制处理。其中, 根据以下的式 (7) 以及式 (8), 计算出亮度信息 (视线上存在于第 i 个的体素的亮度值) C_i 以及梯度信息 (视线上存在于第 i 个的体素的梯度值) S_i 。

$$[0183] \quad C_i = K_{1i} \cdot C_{1i} + K_{2i} \cdot C_{2i} \quad (7)$$

$$[0184] \quad S_i = K_{1i} \cdot S_{1i} + K_{2i} \cdot S_{2i} \quad (8)$$

[0185] 其中, $K_{1i} + K_{2i} = 1$ 。

[0186] 在此, C_{1i} 、 C_{2i} 分别是纹理体数据的体素值、平滑化体数据的体素值, K_{1i} 、 K_{2i} 是根据相距投影面的距离而设定的距离权重系数。

[0187] 另外, 与第 1、第 2、第 3 实施方式相同地, 也可以是不含梯度运算部 0203 (0203a、0203b) 的构成。在该情况下的梯度值 S_i 例如始终赋予 1.0。

[0188] 其次, 利用图 14, 对本实施方式的特征性的三维图像处理部 0014c 中的图像处理的顺序进行说明。图 14 是本实施方式的三维图像处理部 0014c 的图像处理的处理流程。关于所生成的体数据, 与上述各实施方式相同, 利用图 4 进行说明。

[0189] 第 1 三维平滑化处理部 0201a 受理第 1 平滑化系数并设定 (步骤 S1401)。另外, 第 2 三维平滑化处理部 0201b 受理第 2 平滑化系数并设定 (步骤 S1402)。第 1 平滑化系数以及第 2 平滑化系数分别与第 2 实施方式相同地, 是从预先确定的平滑化系数中通过操作者经由操作部 0004 而指定的, 且是通过控制部 0003 所通知的。另外, 如上所述, 作为第 2 平滑化系数, 设定为比第 1 平滑化系数大的系数。

[0190] 其次, 第 1 三维平滑化处理部 0201a 对三维坐标变换部 0013 的输出数据即断层体数据, 进行平滑化处理, 生成图 4(a) 所示的实施了较弱的平滑化处理后的体数据 (纹理体数据) 0401 (步骤 S1403)。接下来, 第 1 梯度运算部 0203a 对纹理体数据的亮度梯度进行计算 (步骤 S1404)。

[0191] 另外, 第 2 三维平滑化处理部 0201b 对断层体数据进行平滑化处理, 生成如图 4(b)

所示的实施了较强的平滑化处理后的平滑化体数据 0402(步骤 S1405)。接下来,第 2 梯度运算部 0203b 对平滑化体数据的亮度梯度进行计算(步骤 S1406)。

[0192] 此外,通过上述处理流程,只要按照设定平滑化系数,进行平滑化处理,进行梯度计算的顺序即可,对各平滑化系数的设定、各平滑化处理、各梯度计算的处理顺序并不限定。

[0193] 三维图像处理部 0014 受理距离权重系数并进行设定(步骤 S1407)。接下来,距离加权绘制部 0207 利用所设定的距离权重系数,根据式(2)、式(3)、式(7)以及式(8),按照每一体素对纹理体数据和平滑化体数据进行加权相加的同时进行体绘制处理,来生成三维图像。此外,所生成的三维图像由显示数据生成部 0016 形成为显示数据后在显示器 0009 进行显示。

[0194] 如上所述,本实施方式中,能够根据距离来改变权重系数。例如,针对相距投影面的距离较近的体素,使 $K1i$ 较大,使平滑化强度弱的纹理体数据的权重较大,而针对相距投影面的距离较远的体素,使 $K2i$ 较大,使平滑化强度较强的平滑化体数据的权重较大。在该情况下,处理过程中所生成的体数据 0900 的示意图如图 15 所示。

[0195] 如本图所示,仅纵深方向的关心区域的平滑化程度被抑制为适当,关心区域以外被过度地进行平滑化。如此,能够使距离近的体数据微细化,使距离远的体数据模糊地构筑三维图像。

[0196] 此外,在此,作为针对断层体数据的三维滤波处理,以通过不同的平滑化强度进行的平滑化处理为例进行了说明,但并不限于此。如第 3 实施方式那样,也可以实施不同的三维滤波处理。另外,所实施的效果不同的三维滤波处理也不限于 2 种。

[0197] 如以上说明的那样,根据本实施方式,除了上述各实施方式的效果,还能够根据距离使平滑化的程度发生变化。因此,操作者能够通过对想观察的关心区域以外的体素数据过度地进行平滑化,来获得更易于识别关心区域的三维图像。即,能够提高纵深方向的关心区域的视觉辨识性。

[0198] 另外,以上的各实施方式中的处理并不限于断层像,也能够适用于通过超声波诊断装置可取得的三维血流、弹性信息、由超声波造影剂所强调的亮度信息。

[0199] 另外,超声波诊断装置 0001 也可不具备上述各实施方式中根据 RF 信号帧数据来生成断层体数据,并且生成二维图像、三维图像的各部(断层信息运算部 0011、三维坐标变换部 0013、三维图像处理部 0014、任意断面像创建部 0015、显示数据生成部 0016)的功能。例如,可在能够与超声波诊断装置 0001 进行数据收发的、独立于超声波诊断装置 0001 的信息处理装置上进行构筑。另外,这些各功能中的一部分也可在独立的信息处理装置上构筑。

[0200] 而且,上述各实施方式中,作为应用本发明的检查装置,以超声波诊断装置为例进行了说明,但并不限于超声波诊断装置。也可适用于 MRI 装置、X 线 CT 装置等的根据断层体数据来生成三维图像的各种检查装置。

[0201] 标号说明

[0202] 0001:超声波诊断装置,0002:超声波探头,0003:控制部,0004:操作部,0005:发送部,0006:接收部,0007:收发控制部,0008:调相相加部,0009:显示器(显示部),0010:被检体,0011:断层信息运算部,0012:三维断层数据存储部,0013:三维坐标变换部,0014:三维图像处理部,0014a:三维图像处理部,0014b:三维图像处理部,0014c:三维图像处理

部,0015:任意断面像创建部,0016:显示数据生成部,0201:三维平滑化处理部,0201a:第1三维平滑化处理部,0201b:第2三维平滑化处理部,0202:加权相加部,0203:梯度运算部,0203a:第1梯度运算部,0203b:第2梯度运算部,0204:绘制部,0206:三维锐化处理部,0207:距离加权绘制部,0401:纹理体数据,0402:平滑化体数据,0403:合成体数据,0501:三维图像,0502:三维图像,0503:三维图像,0600:三维图像显示区域,0601:变更旋钮,0602:系数显示区域,0603:滑动条,0604:上升指示区域,0605:下降指示区域,0701:变更旋钮,0702:系数显示区域,0703:滑动条,0704:上升指示区域,0705:下降指示区域,0801:变更旋钮,0802:处理方法显示区域,0803:滑动条,0804:指示区域,0805:指示区域

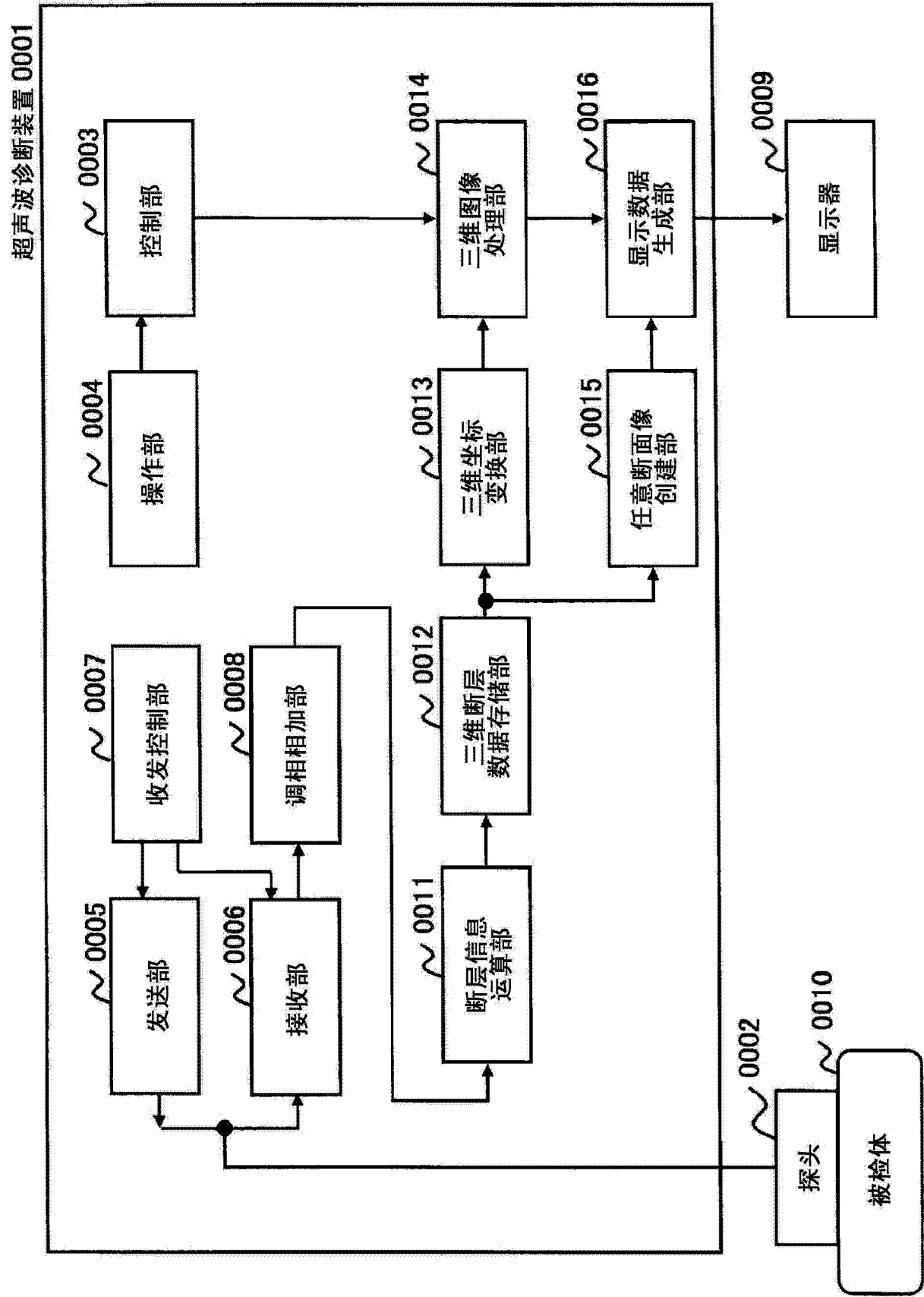


图 1

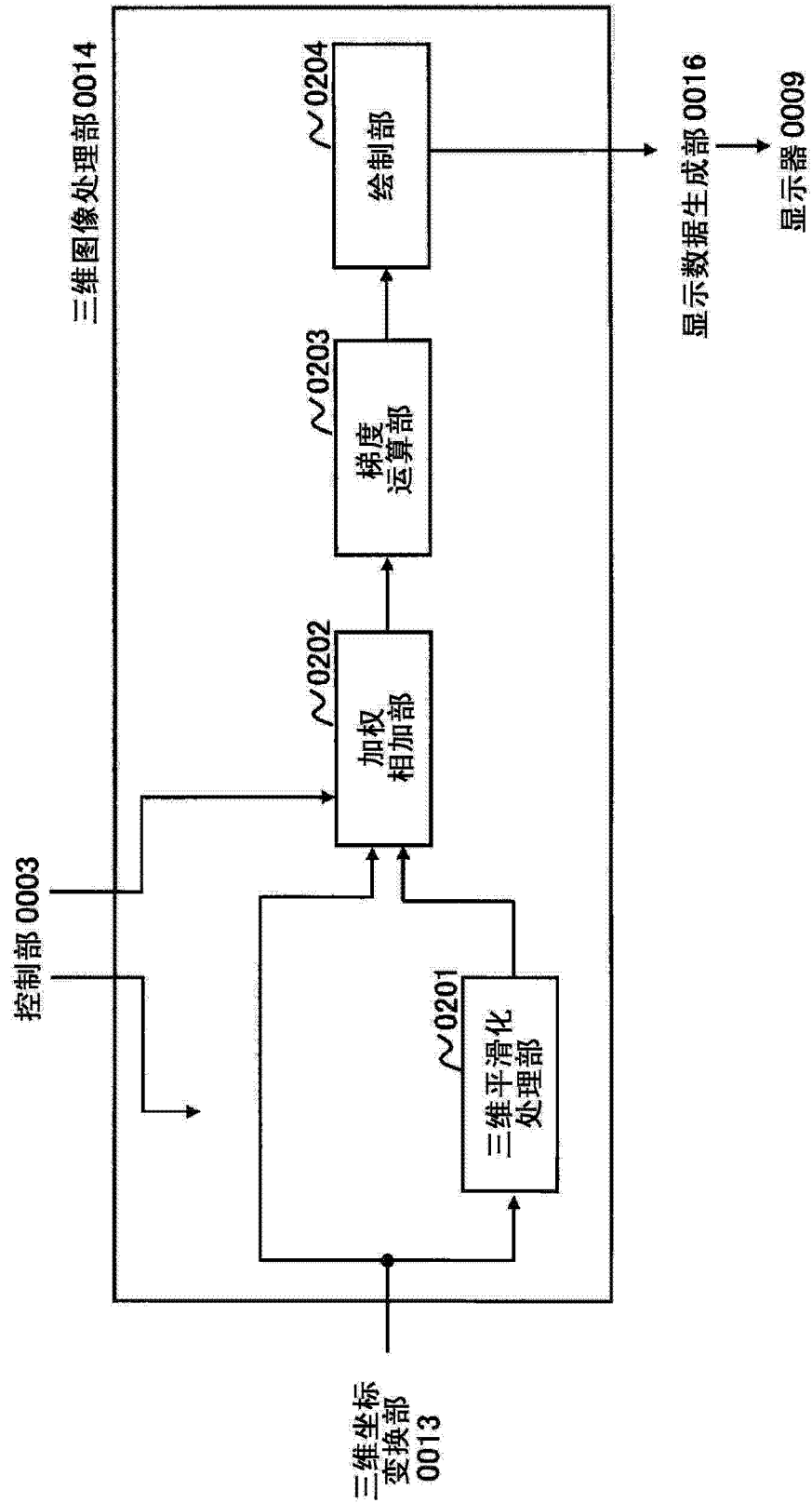


图 2

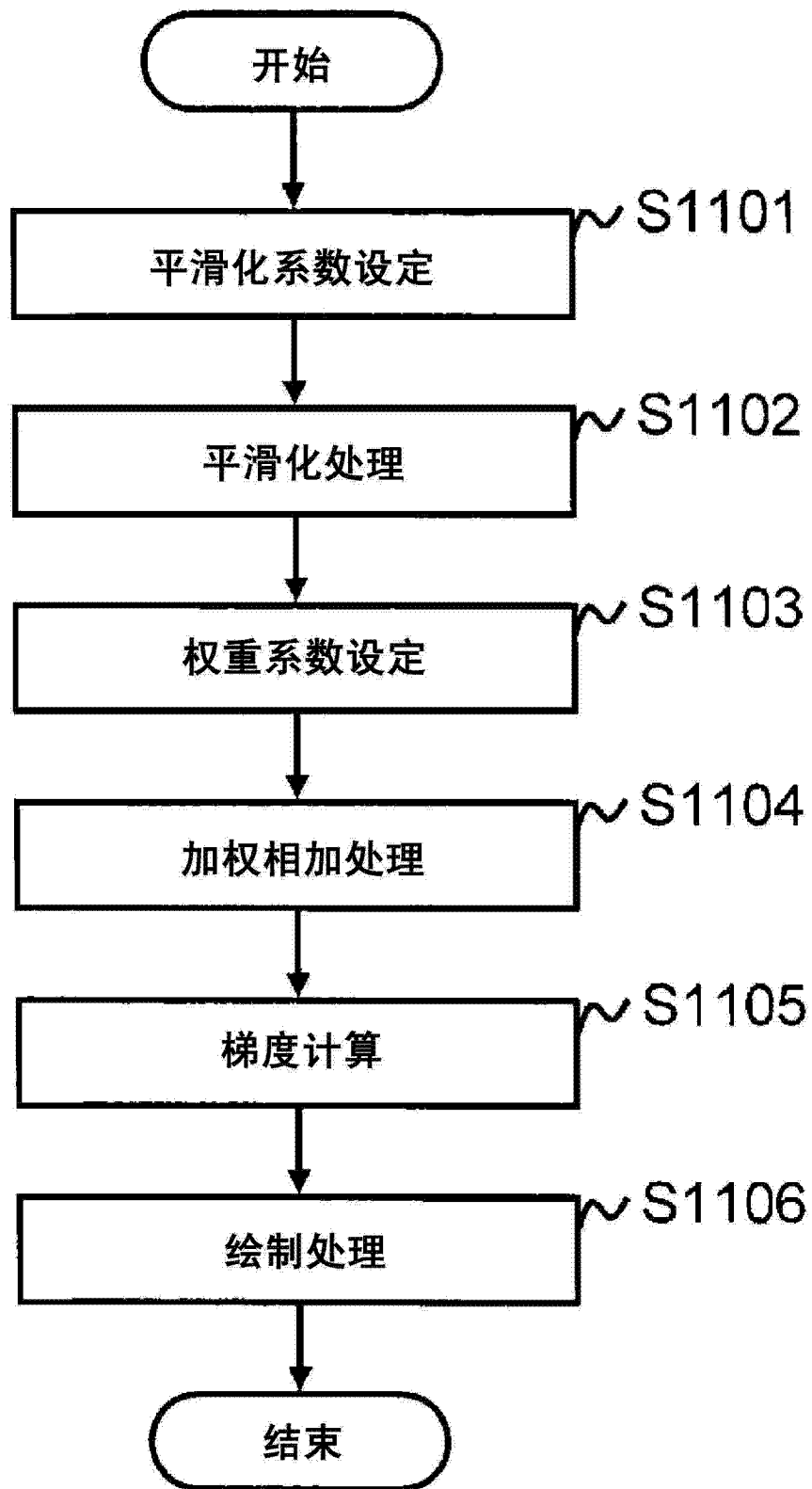


图 3

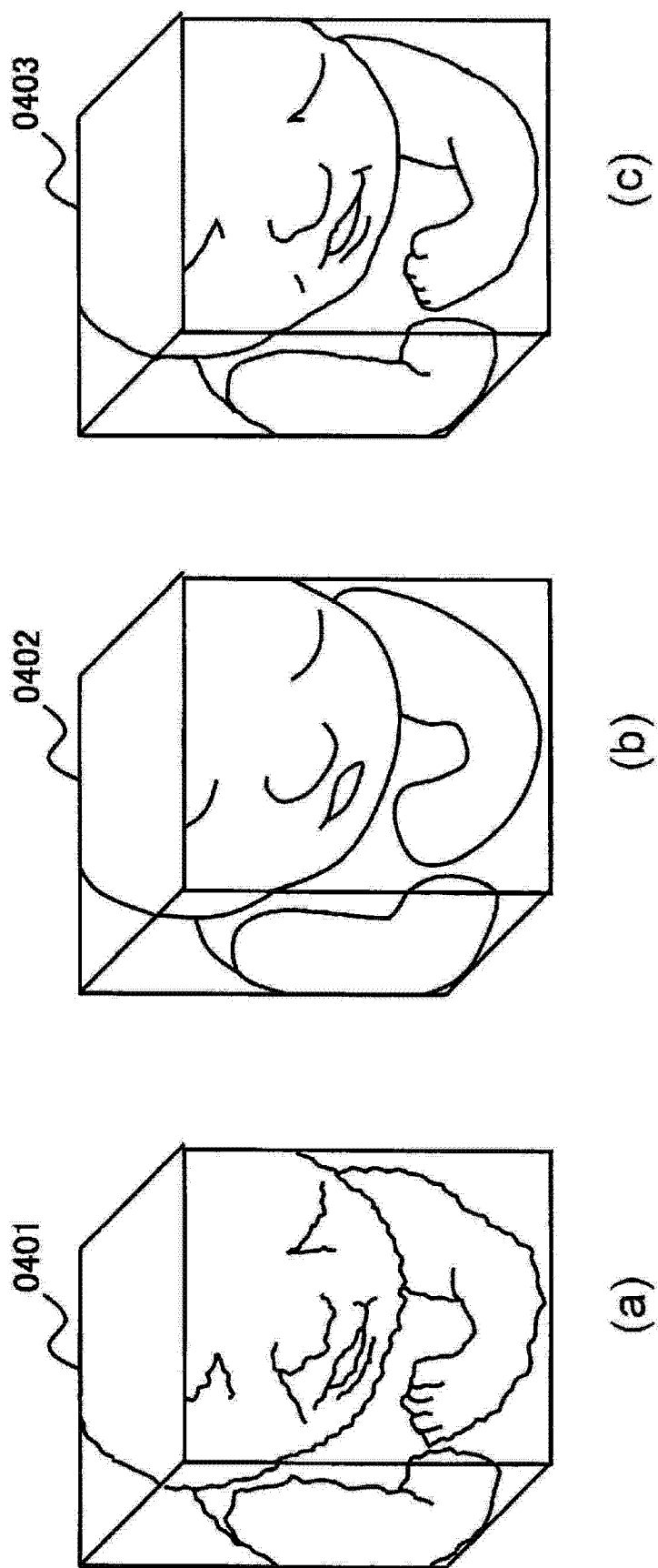


图 4

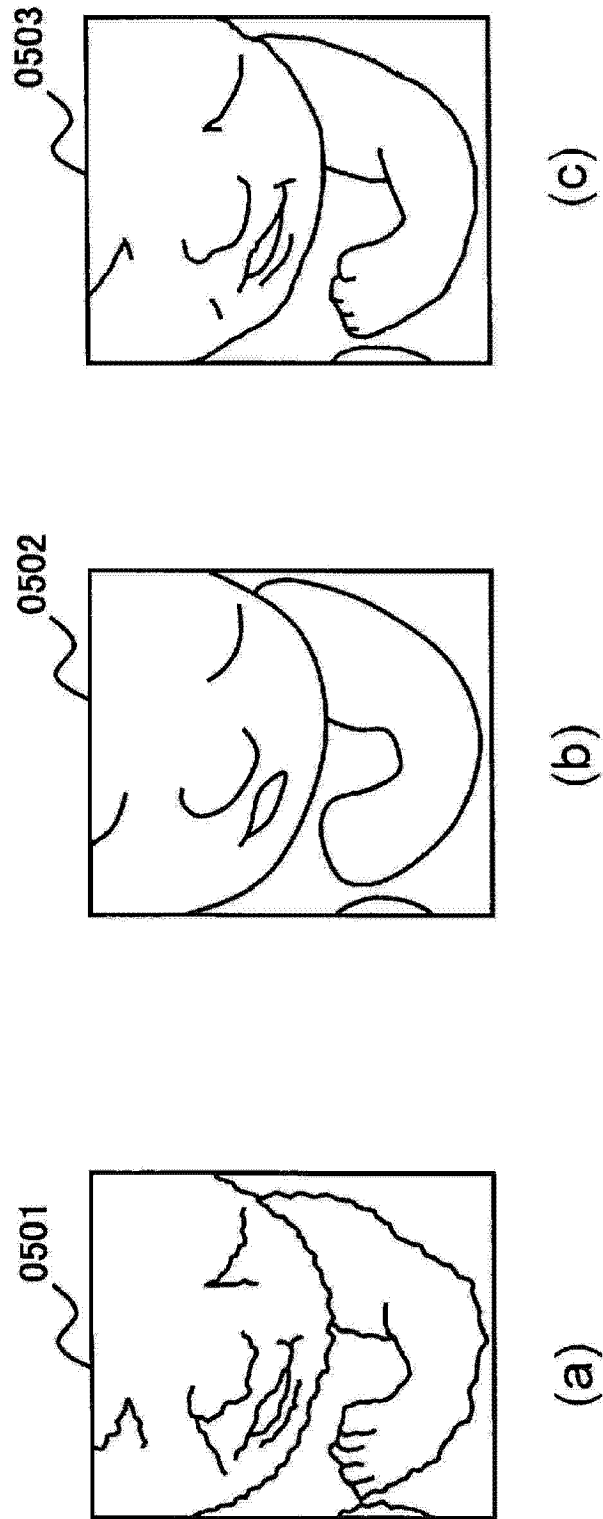


图 5

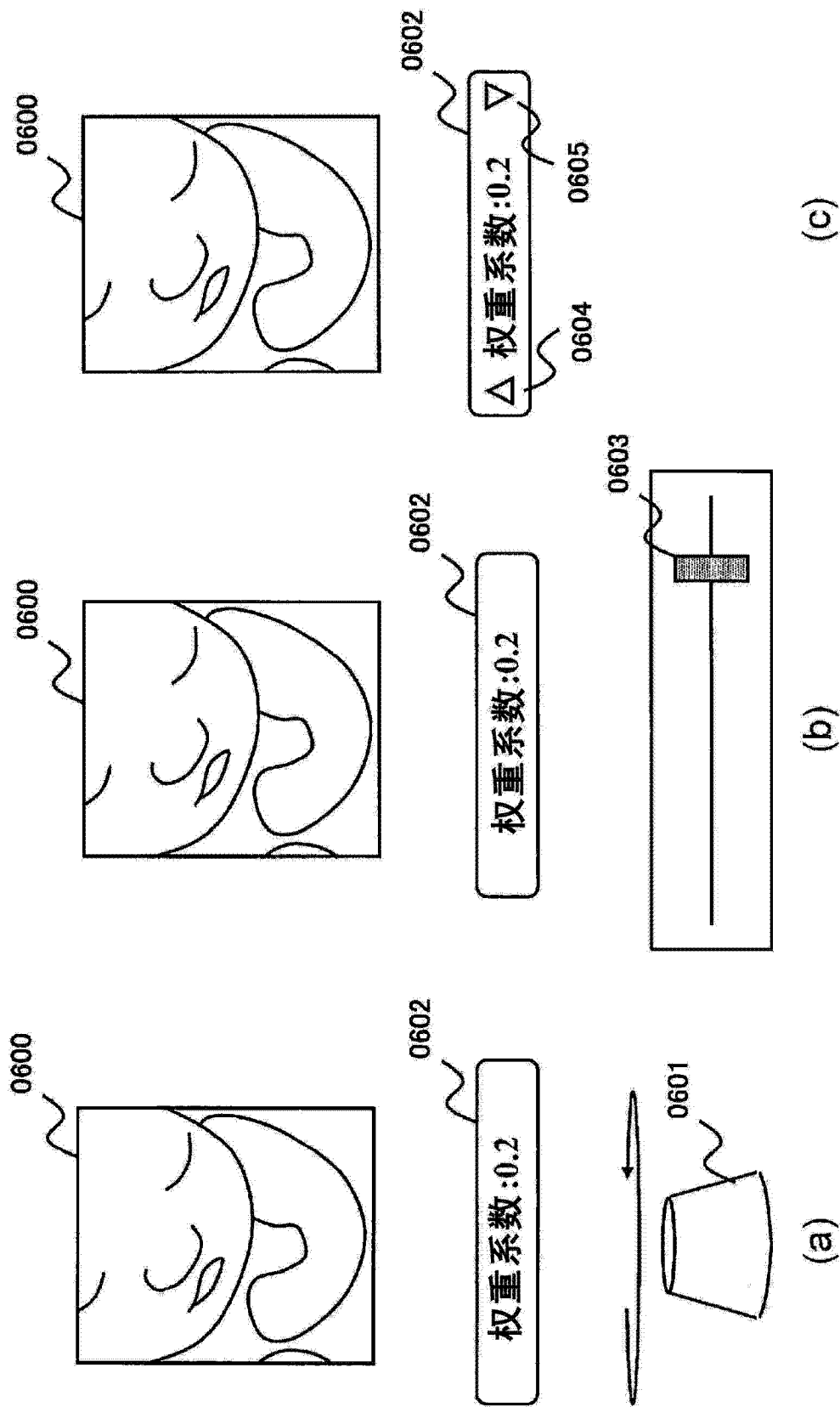


图 6

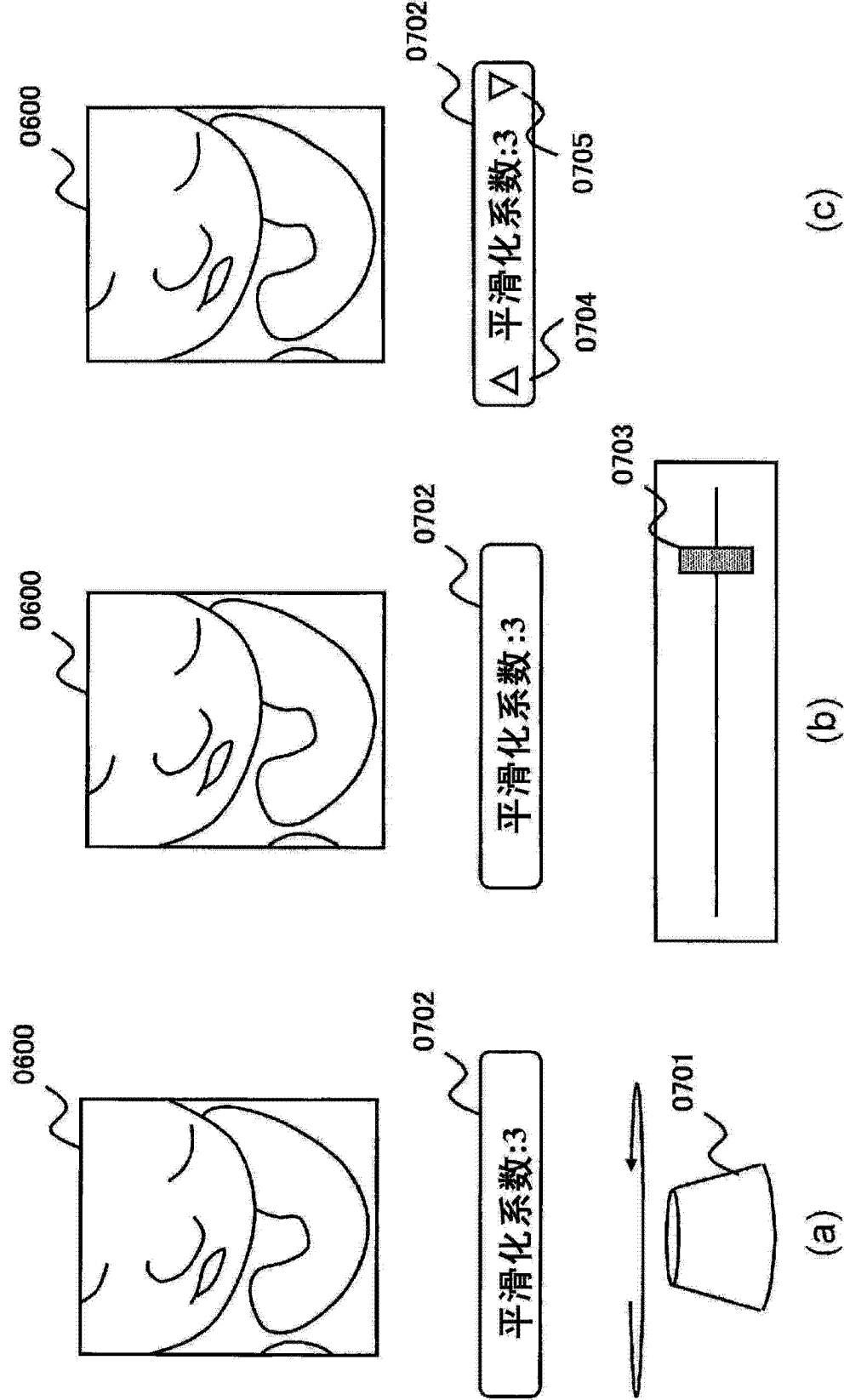


图 7

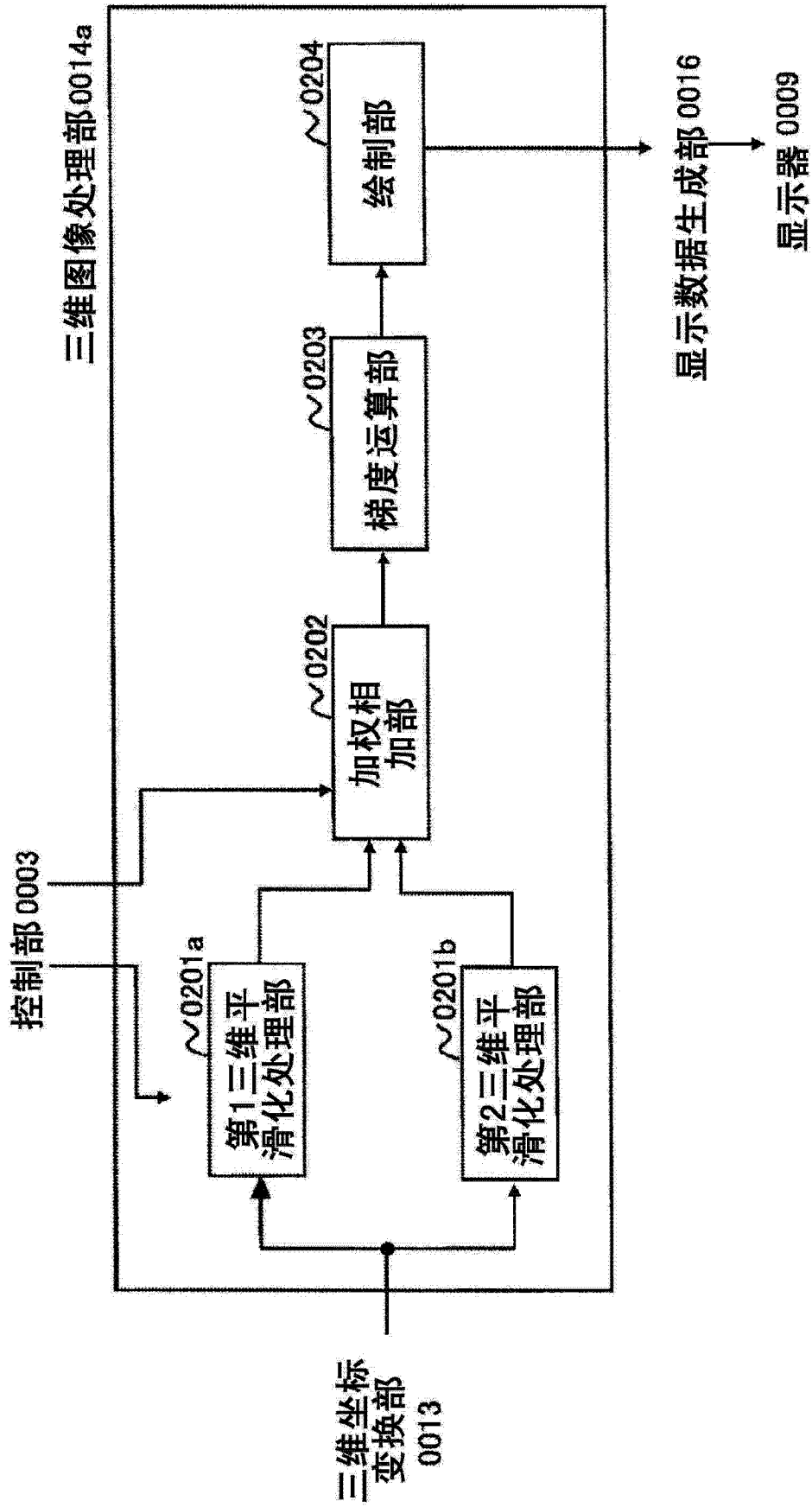


图 8

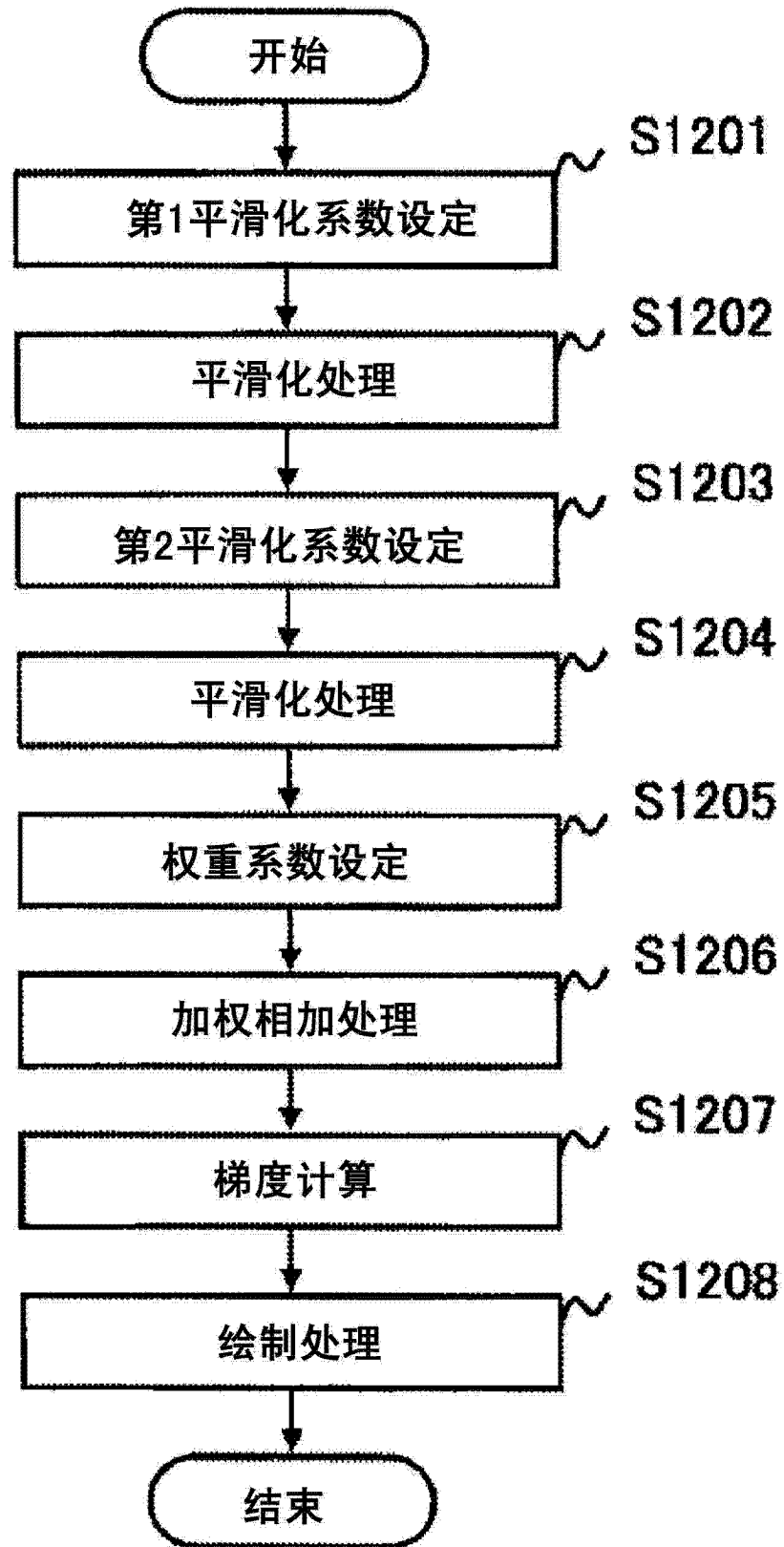


图 9

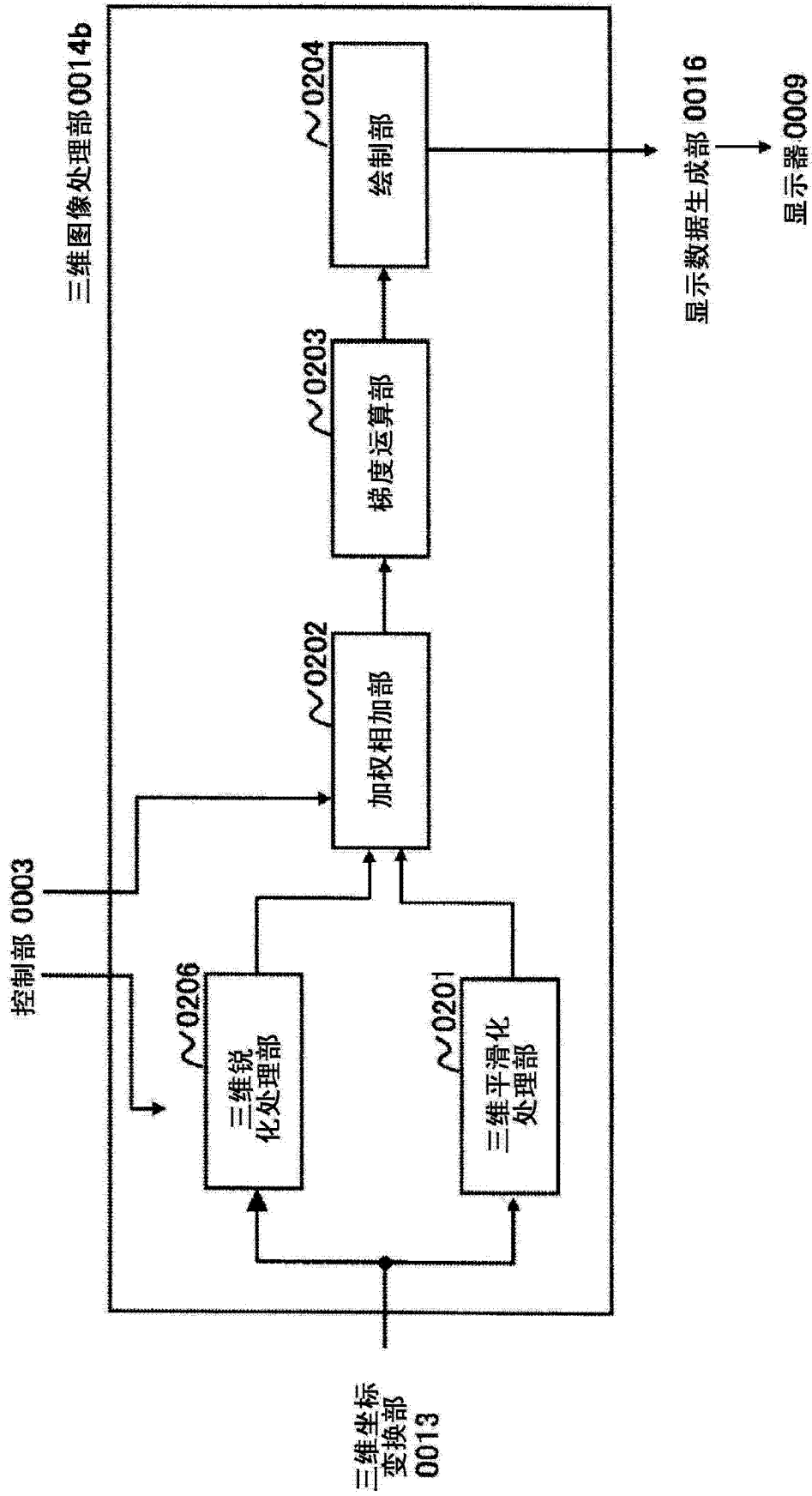


图 10

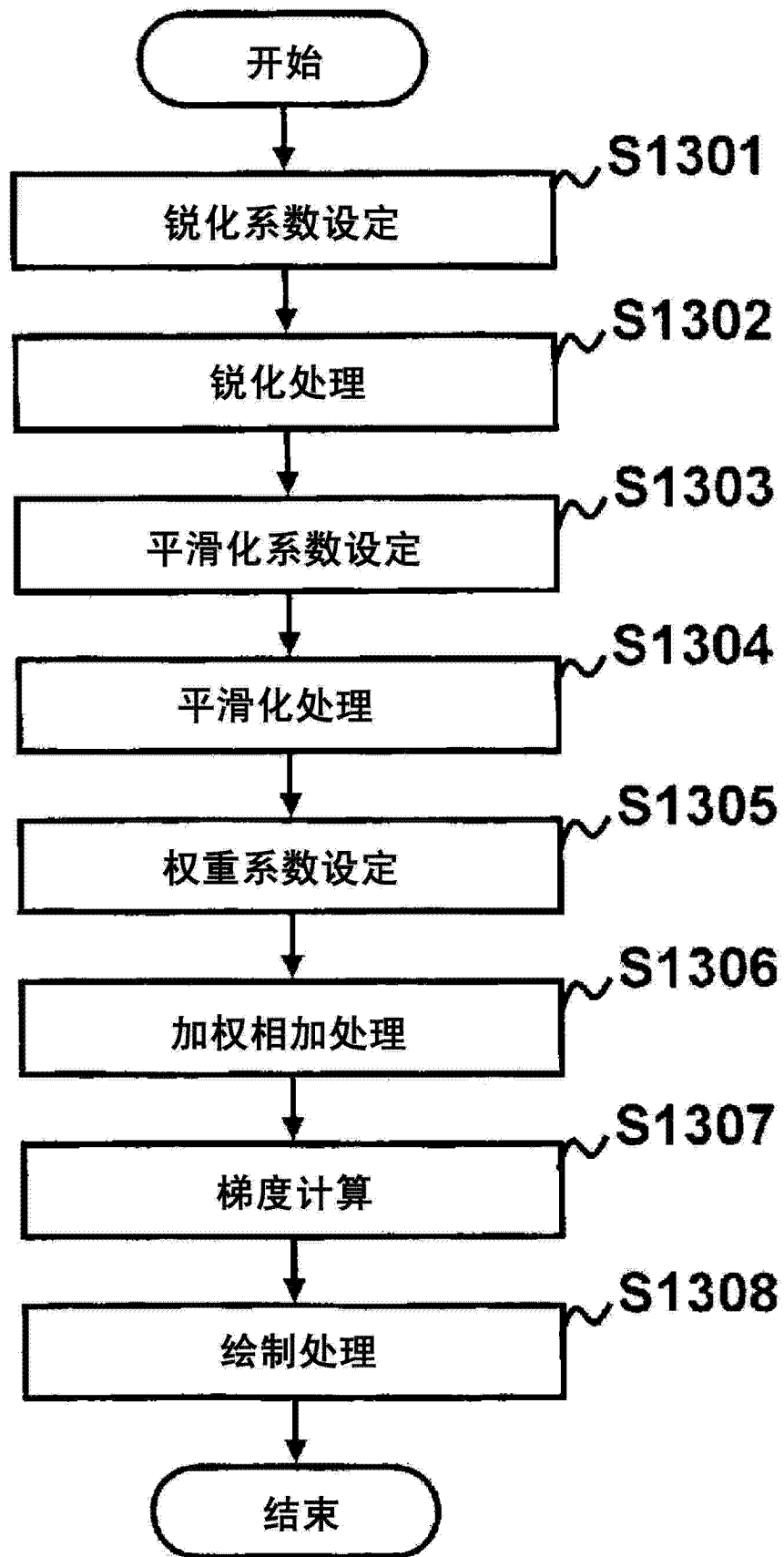


图 11

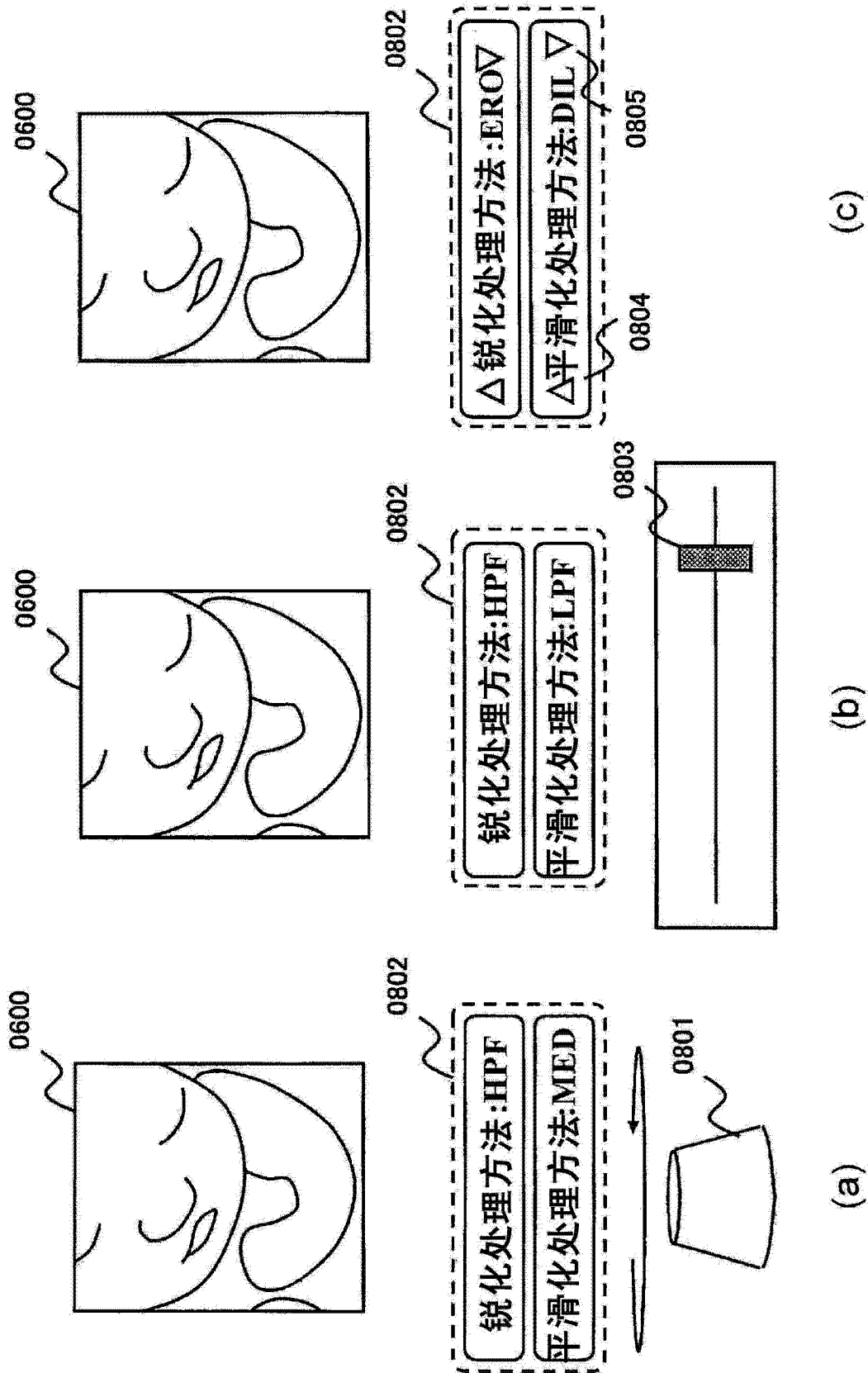


图 12

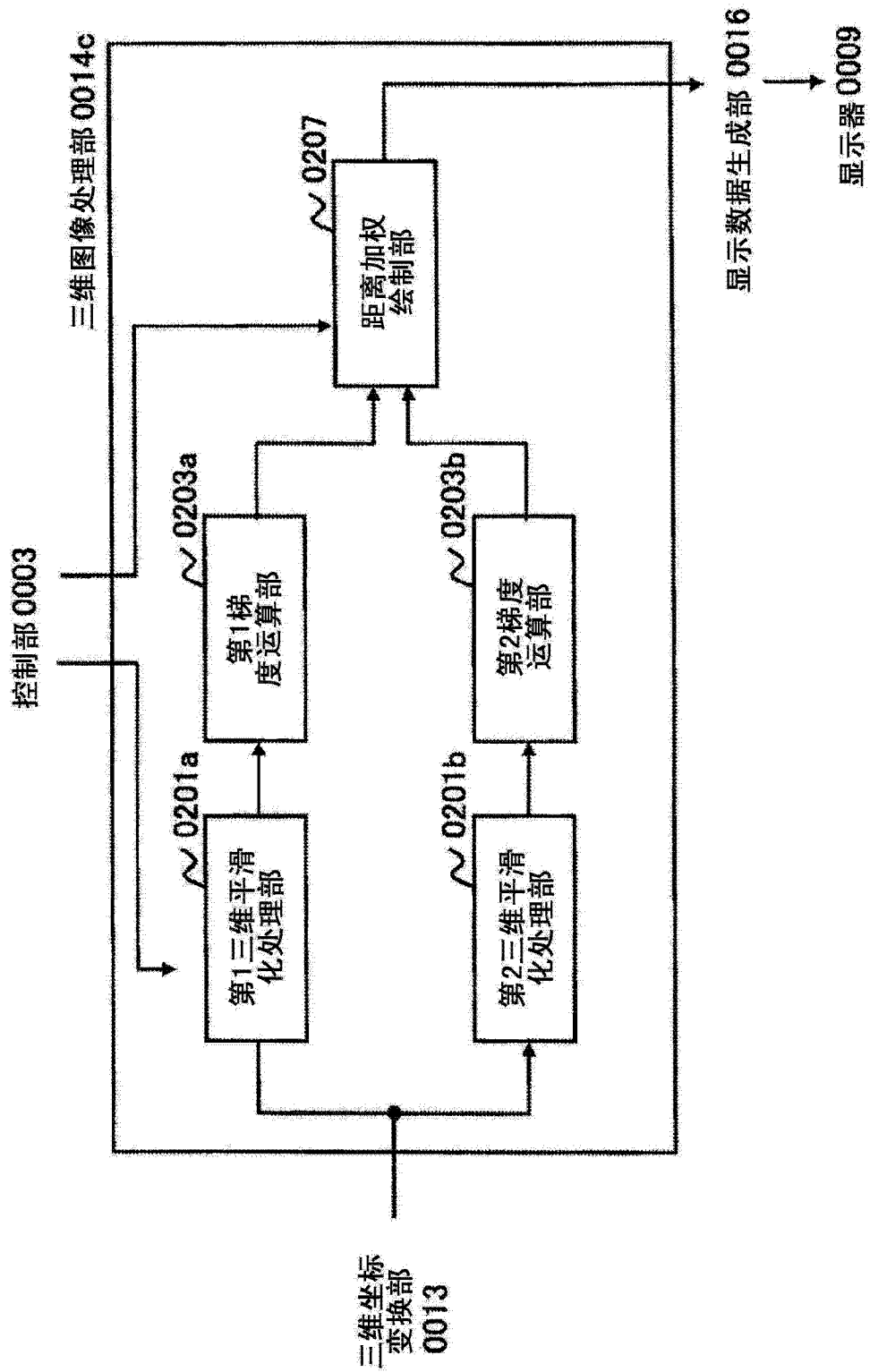


图 13

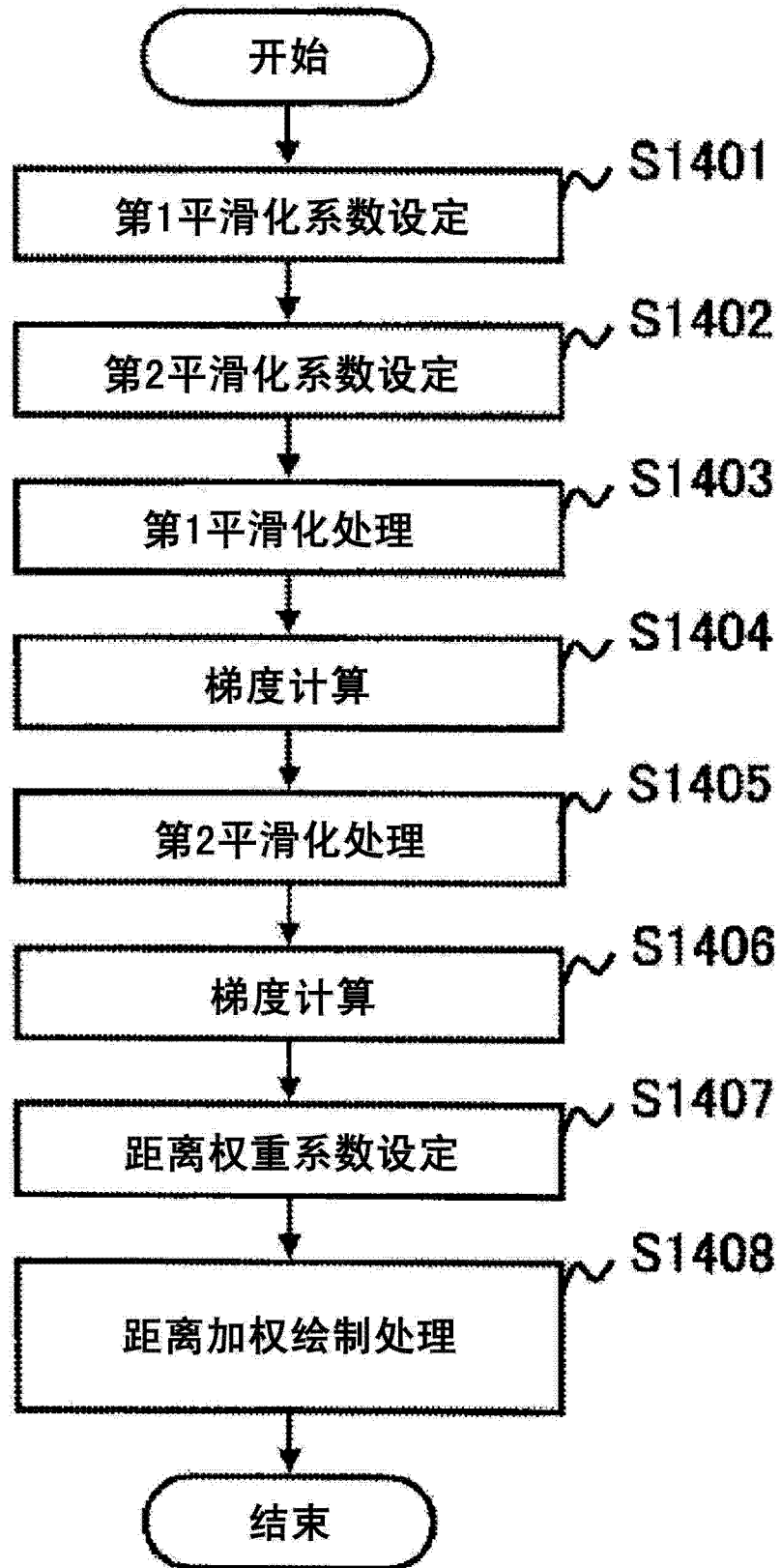


图 14

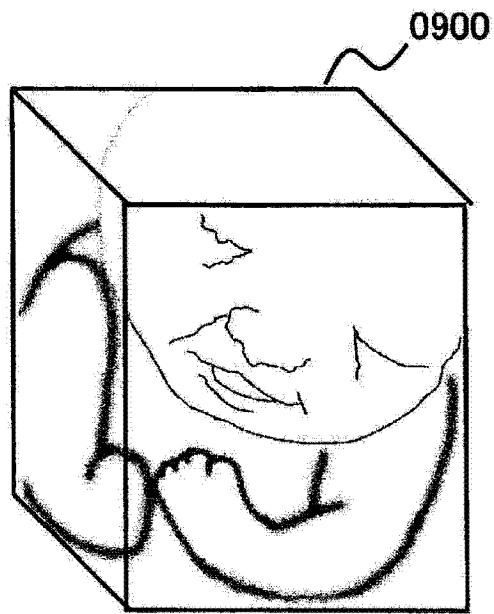


图 15

专利名称(译)	超声波诊断装置以及图像处理方法		
公开(公告)号	CN103338707A	公开(公告)日	2013-10-02
申请号	CN201280006649.3	申请日	2012-01-19
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立医疗器械		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	辻田刚启		
发明人	辻田刚启		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G06T15/08 A61B8/0866 A61B8/466 A61B8/467 A61B8/483 A61B8/5207 A61B8/5246 A61B8/5269 G01S7/52084 G01S15/8993 G06T5/004 G06T19/00 G06T2207/10136 G06T2207/30044 G06T2210/41		
优先权	2011014431 2011-01-26 JP		
其他公开文献	CN103338707B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供不增大超声波诊断装置负担的能够高速地取得良好画质的三维图像的技术。在绘制处理前，针对结束了坐标变换处理的断层体数据，实施效果不同的多个滤波处理，分别获得体数据。按照每一体素对取得的各体数据赋予所预先确定的权重并相加来取得体数据，并根据所取得的体数据来生成三维图像。效果不同的滤波处理例如可以是平滑化处理、锐化处理这样的滤波种类不同的处理，在相同的滤波处理中，也可以是强度不同的处理。另外，也可以是不进行滤波处理的处理。

