



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104797196 B

(45)授权公告日 2016.11.16

(21)申请号 201380060367.6

(22)申请日 2013.09.12

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104797196 A

(43)申请公布日 2015.07.22

(30)优先权数据
2012-213184 2012.09.26 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.05.19

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/074721 2013.09.12

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/050596 JA 2014.04.03

(73)专利权人 株式会社日立制作所
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 王亚爱

(51)Int.Cl.
A61B 8/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 101378700 A,2009.03.04,全文.
CN 102119865 A,2011.07.13,全文.
WO 2011118903 A1,2011.09.29,全文.
JP 2008259697 A,2008.10.30,全文.
US 5497776 A,1996.03.12,全文.
WO 2011099410 A1,2011.08.18,全文.

审查员 李怡雪

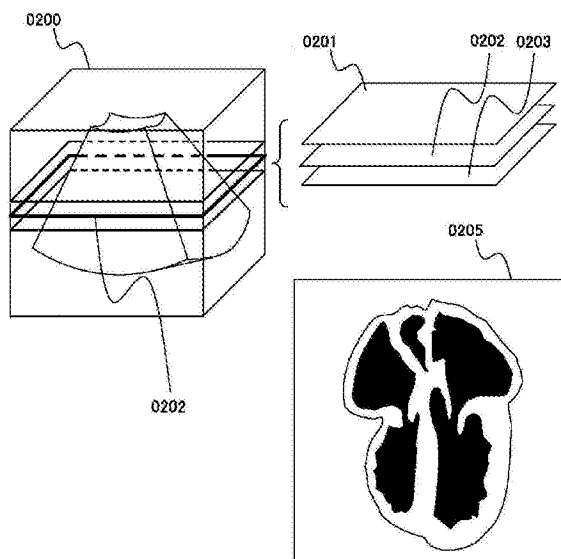
权利要求书2页 说明书13页 附图14页

(54)发明名称

超声波诊断装置以及超声波二维断层图像生成方法

(57)摘要

本发明旨在提供对三维空间的任意的剖面图像赋予表示光的行为(漏出、吸收、散射、反射等)的光学特性(或阴影效果)以使构造可清楚地被确认从而能得到提高了真实感的断层图像的超声波诊断装置。本发明的超声波诊断装置具备:光源信息设定部,其设定用于表示照射至所述对象物的剖面的光源的特性的光源数据;光学特性设定部,其设定用于表示包含所述剖面中的亮度信息在内的剖面数据相对于所述光源的光学特性的权重系数;照度切片数据创建部,其基于所述光源数据以及所述权重系数来计算与多个所述剖面的座标相应的位置的照度,并基于计算出的所述照度来创建所述多个剖面的照度切片数据;以及合成部,其根据所述多个照度切片数据来合成所述对象物的二维断层图像。



1. 一种超声波诊断装置,其特征在于,具备:

光源信息设定部,其设定表示照射至对象物剖面光源特性的光源数据;

光学特性设定部,其设定表示包含所述剖面中的亮度信息在内的剖面数据相对于所述光源的光学特性的权重系数;

照度切片数据创建部,其基于所述光源数据以及所述权重系数来计算与多个所述剖面的座标相应的位置的照度,并基于计算出的所述照度来创建多个所述剖面的照度切片数据;以及

合成部,其根据多个所述照度切片数据来合成所述对象物的二维断层图像。

2. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述合成部根据所述剖面数据以及多个所述照度切片数据来合成所述二维断层图像。

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,

所述照度切片数据创建部具备:

二维卷积处理部,其通过对所述光源数据进行二维卷积积分,来生成二维卷积积分数据;以及

加权加法部,其通过基于所述权重系数对所述光源数据以及所述二维卷积积分数据进行加权加法,来创建所述照度切片数据。

4. 根据权利要求3所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述照度切片数据创建部具备:光源数据保持部,其将所述光源数据的初始值以及由所述加权加法部所执行的所述加权加法的结果作为光源切片数据进行保持,

从所述剖面数据中的照度运算开始切片起至照度运算结束切片为止切换所述剖面数据,同时对所述光源切片数据进行二维卷积积分,从而生成二维卷积积分数据,并通过基于所述权重系数对所述光源切片数据以及所述二维卷积积分数据进行加权加法,来创建所述照度切片数据。

5. 根据权利要求1或2所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述照度切片数据创建部基于视线方向来变更从所述照度运算开始切片起至所述照度运算结束切片为止的顺序。

6. 根据权利要求1或2所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述光学特性设定部根据所述剖面数据的亮度以及有效亮度连续在给定的方向上的所述剖面数据的切片数,来设定所述权重系数。

7. 根据权利要求1或2所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述合成部使用多个所述照度切片数据的照度值的平均值、多个所述切片数据的加权加法以及基于由所述剖面数据的所述亮度信息所参照的不透明度表而进行的绘制处理当中的至少一者,来合成所述二维断层图像。

8. 根据权利要求1或2所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述超声波诊断装置具备:显示部,其显示所述二维断层图像,

所述显示部将对用于设定所述多个剖面的视线方向的区域宽度进行设定的第1设定部、在所述剖面数据的法线方向上设定任意的厚度的第2设定部、对所述剖面数据的切片数进行设定的第3设定部、对所述光源的照射方向进行设定的第4设定部、对视点的正方向或逆方向进行变更的第5设定部、对所述合成部的合成手法进行设定的第6设定部当中的至少

一者或多者的组合显示。

9. 根据权利要求8所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述显示部将与所述剖面的剖面图像对应的所述二维断层图像、与所述剖面图像正交的所述二维断层图像、在三维空间中相互正交的多个所述二维断层图像、以及与所述剖面图像正交且相互平行的多个所述二维断层图像当中的至少一者显示。

10. 根据权利要求9所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述显示部,

在显示与所述剖面图像正交的所述二维断层图像的情况下,显示对用于创建多个所述照度切片数据的多个所述剖面的位置进行规定的断层图像设定框,

在显示所述三维空间中相互正交的多个所述二维断层图像的情况下,显示作为共同交点的交点标记,

在显示与所述剖面图像正交且相互平行的多个所述二维断层图像的情况下,显示对与多个所述二维断层图像对应的所述剖面的位置进行规定的断层图像设置线。

11. 根据权利要求3所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述超声波诊断装置具备多个所述二维卷积处理部,

多个所述二维卷积处理部相对于所述光源数据输出分别不同的所述二维卷积积分数据,并分别输出至加权加法部。

12. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在于,

所述超声波诊断装置具备:显示部,其显示所述二维断层图像,

所述显示部将所述剖面的剖面图像和与所述剖面的剖面图像对应的所述二维断层图像并列显示。

13. 一种超声波二维断层图像生成方法,其特征在于,

设定表示照射至对象物剖面光源特性的光源数据,

设定表示包含所述剖面中的亮度信息在内的剖面数据相对于所述光源的光学特性的权重系数,

基于所述光源数据以及所述权重系数来计算与多个所述剖面的座标相应的位置的照度,并基于计算出的所述照度来创建所述多个剖面的照度切片数据,

根据所述多个照度切片数据来合成所述对象物的二维断层图像。

超声波诊断装置以及超声波二维断层图像生成方法

技术领域

[0001] 本发明涉及超声波诊断装置,特别涉及根据超声波的亮度体数据来生成二维断层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向被检测体内部发送超声波,从被检测体内部接收与生物体组织的构造相应的超声波的反射回波信号,例如,构成超声波断层图像(B模式像)等断层图像来在诊断用途中进行显示。

[0003] 在收集三维超声波数据的情况下,在对通过自动或手动在短轴方向上扫描探头而得到的三维数据进行了座标变换后,在视线方向上重构超声波图像数据来创建三维图像从而观察对象物的表面,这样的技术是普遍的。当前,实时地实施这些信号处理并动态地显示三维图像的被称为实时3D或4D的技术变得普遍。

[0004] 另外,在不仅是表面还想观察三维空间的任意的剖面的情况下,或想得到详细的图像的情况下,根据三维数据来显示任意的剖面的技术变得普遍。

[0005] 然而,在这些技术中,与通常的二维断层图像相同,存在如下问题:由于被称为斑纹的超声波特有的衍射图样,应该连续的区域中断而被显示或者对象物的立体的构造变得难读。

[0006] 作为解决这样的问题的方法,例如存在专利文献1中所公开的方法。在该方法中,公开了如下内容:为了显示强调后的C面图像,选择作为表面纹理、最大密度、最小密度、平均投影、倾斜光绘制以及最大透明度当中的一者的体绘制技法,来强调解剖学的特征当中的1个。

[0007] 在先技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:JP特开2005-74227号公报

[0010] 发明要解决的课题

[0011] 然而,在现有的超声波诊断装置中,未能像通过肉眼来观察的宏观标本、通过显微镜或放大镜来从背面打光进行观察的微观标本等那样得到构造可清楚地确认、使真实感得以提高的断层图像。

发明内容

[0012] 本发明为了解决现有的问题而提出,其目的在于,对三维空间的任意的剖面图像赋予表示光的行为(漏出、吸收、散射、反射等)的光学特性(或阴影效果)以使构造可清楚地被确认从而得到提高了真实感的断层图像。

[0013] 用于解决课题的手段

[0014] 本发明的超声波诊断装置具备:光源信息设定部,其设定表示照射至所述对象物的剖面的光源的特性,并基于光源的特性来生成光源数据;光学特性设定部,其设定表示包

含所述剖面中的亮度信息在内的剖面数据相对于所述光源的光学特性的权重系数;照度切片数据创建部,其基于所述光源数据以及所述权重系数来计算与多个所述剖面的座标相应的位置的照度,并基于计算出的所述照度来创建所述多个剖面的照度切片数据;以及合成部,其从所述多个照度切片数据来合成所述对象物的二维断层图像。

[0015] 根据该构成,对三维空间的任意的剖面图像赋予表示光的行为(漏出、吸收、散射、反射等)的光学特性(或阴影效果),构造可清楚地被确认,能得到提高了真实感的断层图像。

[0016] 发明效果

[0017] 本发明对三维空间的任意的剖面图像赋予表示光的行为(漏出、吸收、散射、反射等)的光学特性(或阴影效果),构造可清楚地被确认,能得到提高了真实感的断层图像。

附图说明

[0018] 图1是表示本实施方式所涉及的超声波诊断装置的一例的框图。

[0019] 图2是表示任意剖面图像存储部中所存储的多个剖面图像的概念图。

[0020] 图3是表示断层图像处理部的一例的框图。

[0021] 图4是示意性地表示任意的剖面的剖面数据、照度切片数据、以及光源的概念图。

[0022] 图5是表示照度切片数据创建部的构成的一例的框图。

[0023] 图6是针对在加权加法部中使用的权重系数的设定进行说明的图。

[0024] 图7是表示本实施方式的效果的一例的图。

[0025] 图8是表示对断层图像的显示状态进行切换的图形用户界面的一例的图。

[0026] 图9是表示将超声波的任意的剖面图像、以及断层图像的同一剖面同时显示的形态的图。

[0027] 图10是表示将超声波的任意的剖面图像、以及与该剖面图像正交的断层图像同时显示的形态的图。

[0028] 图11是表示将三维空间中相互正交的3个面中的二维断层图像、以及三维图像同时显示的形态的图。

[0029] 图12是表示将超声波的1个以上的任意的断层图像、以及正交的多个断层图像同时显示的显示形态的一例的图。

[0030] 图13是表示本实施方式的变形例所涉及的照度切片数据创建部的框图。

[0031] 图14是表示本实施方式的其他的变形例所涉及的二维卷积处理部的框图。

具体实施方式

[0032] 以下,使用附图来说明本发明的实施方式的超声波诊断装置。图1是表示本实施方式所涉及的超声波诊断装置的一例的框图。如图1所示,超声波诊断装置0001具备:控制部0003、操作部0004、发送部0005、接收部0006、收发控制部0007、调相加法部0008、显示部0009、断层信息运算部0011、三维数据存储部0012、任意剖面图像创建部0013、三维座标变换部0014、体数据存储部0015、三维图像处理部0016、图像合成部0017、投影处理部0018、斜率运算部0019、任意剖面图像存储部0020、以及断层图像处理部0021,基于亮度体数据来生成三维空间中的对象物的图像。另外,在超声波诊断装置0001,连接着超声波探头0002。

[0033] 超声波探头0002与被检测体0010相抵接而被使用。超声波探头0002配设多个振子而形成,具有经由振子来对被检测体0010发送接收超声波的功能。超声波探头0002由呈矩形或扇形的多个振子组成,在与多个振子的排列方向正交的方向上使振子机械式振动,或者以手动进行移动,能三维地发送接收超声波。超声波探头0002也可以将多个振子进行二维排列,而能对超声波的收发进行电子式控制。

[0034] 控制部0003对超声波诊断装置0001以及超声波探头0002的各构成要素进行控制。操作部0004对控制部0003进行各种输入。操作部0004具备键盘或轨迹球等。

[0035] 发送部0005每隔一定的时间间隔通过超声波探头0002来向被检测体0010反复发送超声波。发送部0005驱动超声波探头0002的振子来生成用于使超声波产生的送波脉冲。发送部0005具有将所发送的超声波的收敛点设定在一定深度的功能。接收部0006接收从被检测体0010反射的反射回波信号。接收部0006针对由超声波探头0002接收的反射回波信号以给定的增益进行放大来生成RF信号即接收信号。收发控制部0007对发送部0005和接收部0006进行控制。

[0036] 调相加法部0008对由接收部0006接收到的反射回波进行调相加法运算。调相加法部0008对由接收部0006放大后的RF信号的相位进行控制,对1点或多个收敛点形成超声波束来生成RF信号帧数据(相当于RAW数据)。断层信息运算部0011基于由调相加法部0008生成的RF信号帧数据来构成断层图像。三维数据存储部0012将由断层信息运算部0011构成的断层图像存储多个。

[0037] 任意剖面图像创建部0013基于断层图像的获取形状来创建剖面图像。三维坐标变换部0014基于断层图像的获取形状进行三维坐标变换,生成亮度体数据,并存放至体数据存储部0015。三维图像处理部0016使用体数据存储部0015中所存放的亮度体数据来创建照度体数据。

[0038] 斜率运算部0019使用体数据存储部0015中所存放的亮度体数据来创建斜率体数据。投影处理部0018使用照度体数据、亮度体数据、以及斜率体数据来进行绘制处理,从而生成三维图像。另外,投影处理部0018可以从亮度体数据以及照度体数据来创建三维图像。图像合成部0017将由投影处理部0018生成的三维图像、与由任意剖面图像创建部0013创建的剖面图像进行合成。显示部0009对由图像合成部0017创建的显示图像进行显示。

[0039] 接下来,说明三维数据的处理。超声波探头0002与超声波的收发同时地,能一边二维地切换收发方向,一边例如沿 θ 、 ϕ 的2个轴来进行计测。断层信息运算部0011基于控制部0003中的设定条件,输入从调相加法部0008输出的RF信号帧数据,并进行增益校正、日志压缩、检波、轮廓强调、平滑化处理等的信号处理,从而构成二维断层数据。

[0040] 三维数据存储部0012具有将断层信息运算部0011的输出数据即二维断层数据基于相当于获取位置的收发方向而存储多个的功能。例如,将根据在深度方向上进行了采样后的时间序列的超声波数据在 θ 方向上进行收发后的计测结果而创建的二维断层图像,在与 θ 方向正交的 ϕ 方向上进行驱动而获取多张,并将与 ϕ 建立了关联的多个二维断层数据作为三维断层数据进行存储。

[0041] 三维坐标变换部0014使用三维数据存储部0012中所存储的三维断层数据,基于获取位置(深度、 θ 、 ϕ)来对空间上的坐标进行三维坐标变换,生成亮度体数据,并存放至体数据存储部0015。

[0042] 任意剖面图像创建部0013使用三维数据存储部0012中所存储的三维断层数据,基于获取位置(深度、 θ 、 ϕ),来创建由控制部0003以及操作部0004设定的三维空间上的任意的平面中的任意剖面图像。

[0043] 三维图像处理部0016基于体数据存储部0015中所存放的亮度体数据来创建照度体数据。斜率运算部0019基于体数据存储部0015中所存放的亮度体数据,来创建算出了各体素座标中的视线方向的斜率的体数据。投影处理部0018使用照度体数据和亮度体数据进行绘制处理,来生成三维图像。

[0044] 任意剖面图像存储部0020对由任意剖面图像创建部0013创建的多个剖面图像进行存储。在本实施方式中,任意剖面图像存储部0020存储任意的剖面(操作者所观察的剖面)以及与该剖面平行且等间隔的剖面图像的剖面数据。

[0045] 图2是表示任意剖面图像存储部0020中所存储的多个剖面图像的概念图。如图2所示,任意剖面图像创建部0013在三维空间0200指定任意的剖面的剖面数据0202,从剖面数据0202创建剖面图像0205。任意剖面图像创建部0013创建具有由操作者设定的剖面数据0202的法线方向的厚度(或与剖面数据0202平行、且由操作者设定的间隔)的剖面数据0201、0203。任意剖面图像存储部0020存储多个剖面数据0201、0202、0203。剖面图像0205可以是对剖面数据0201、0202、0203进行相加而获得了平滑化效果的剖面图像。

[0046] 接下来,详细说明断层图像处理部0021。断层图像处理部0021基于任意剖面图像存储部0020中所存放的多个剖面图像的剖面数据来创建强调了阴影效果的断层图像。

[0047] 图3是表示断层图像处理部0021的一例的框图。如图3所示,断层图像处理部0021具备:光源信息设定部0031、光学特性设定部0032、照度切片数据创建部0033以及合成部0034。本实施方式所涉及的超声波诊断装置0001具备:光源信息设定部0031,其设定用于表示照射至对象物的剖面的光源的特性的光源数据;光学特性设定部0032,其设定用于表示包含所述剖面中的亮度信息在内的剖面数据相对于所述光源的光学特性的权重系数;照度切片数据创建部0033,其基于所述光源数据以及所述权重系数来计算与多个所述剖面的座标相应的位置的照度,并基于计算出的所述照度来创建所述多个剖面的照度切片数据;以及合成部0034,其根据所述多个照度切片数据来合成所述对象物的二维断层图像。另外,在本实施方式所涉及的超声波二维断层图像生成方法中,设定用于表示照射至对象物的剖面的光源的特性的光源数据,设定用于表示包含所述剖面中的亮度信息在内的剖面数据相对于所述光源的光学特性的权重系数,基于所述光源数据以及所述权重系数来计算与多个所述剖面的座标相应的位置的照度,基于计算出的所述照度来创建所述多个剖面的照度切片数据,并根据所述多个照度切片数据来合成所述对象物的二维断层图像。

[0048] 光源信息设定部0031设定用于表示照射至三维空间中的对象物的剖面的光源的特性的光源数据。光源信息设定部0031生成用于表示光源的强度的光源数据。另外,光源信息设定部0031能调整光源的强度、三维空间上的光源的位置、光源的方向、光源的色调、以及光源的形状当中至少一者来设定光源数据。例如,光源信息设定部0031基于经由控制部0003从操作部0004输入以及设定的光源的方向、光源的强度和光源的色调来生成光源数据。

[0049] 光学特性设定部0032设定任意剖面图像存储部0020中所存放的多个剖面数据0201、0202、0203的光学特性。光学特性设定部0032设定用于表示剖面数据(包含剖面中的

亮度信息的剖面数据)相对于光源的光学特性的权重系数。照度切片数据创建部0033基于由光源信息设定部0031设定的光源数据和由光学特性设定部0032设定的光学特性(权重系数)来计算配置在多个剖面数据上的照度,从而创建照度切片数据。在创建多个剖面的照度切片数据的情况下,照度切片数据创建部0033基于光源数据以及权重系数来计算与多个剖面的座标相应的位置的照度。

[0050] 合成部0034根据所述剖面数据以及所述多个照度切片数据来合成所述二维断层图像。合成部0034根据多个照度切片数据来合成对象物的二维断层图像。合成部0034可以使用多个所述照度切片数据的照度值的平均值、多个所述切片数据的加权加法、以及基于由所述剖面数据的所述亮度信息参照的不透明度表而进行的绘制处理当中至少一者来合成所述二维断层图像。也就是,合成部0034可以通过对多个照度切片数据的各自对应的位置(剖面中的同一座标)的照度值取平均,来合成为1张断层图像。另外,合成部0034可以通过对多个照度切片数据分别加权进行相加(对照度值进行加权相加运算)来合成为1张断层图像。另外,合成部0034能对照度切片数据、以及与照度切片数据对应的剖面数据的亮度进行加权并相加来合成为1张断层图像。也就是,合成部0034能根据剖面数据以及多个照度切片数据合成二维断层图像。

[0051] 接下来,使用图4以及图5来说明由光源信息设定部0031设定的光源数据、由光学特性设定部0032设定的光学特性、以及由照度切片数据创建部0033创建的照度切片数据。

[0052] 图4是示意性地表示任意的剖面的剖面数据、照度切片数据、以及光源的概念图。如图4所示,与图2同样,在三维空间0200指定任意的剖面的剖面数据0202,并指定与该剖面的剖面数据0202平行的剖面的剖面数据0201、0203。任意剖面图像存储部0020存储多个剖面数据0201、0202、0203。

[0053] 照度切片数据0401、0402、0403与剖面数据0201、0202、0203对应。通过计算由光源信息设定部0031设定的光源0400的光到达了剖面数据0201、0202、0203的剖面的情况下的光的强度,来创建照度切片数据0401、0402、0403。

[0054] 光源信息设定部0031生成光源0400的光源数据(光源的强度)。光源0400的光在剖面数据0201、0202、0203的剖面所呈现的组织中传播,并在组织中漏出、吸收、散射、或反射。反映了组织中的光的行为(漏出、吸收、散射、反射等)的照度切片数据0401、0402、0403由照度切片数据创建部0033生成。

[0055] 光学特性设定部0032设定为了计算照度切片数据0401、0402、0403而使用的剖面数据0201、0202、0203的光学特性。光学特性设定部0032设定用于表示相对于光源的剖面数据0201、0202、0203的光学特性的权重系数。照度切片数据创建部0033从位于光源0400的最近处的剖面数据0201起开始照度运算,直至位于最远处的剖面数据0203为止都进行照度运算。也就是,在图4中,剖面数据0201的剖面成为照度运算开始切片,剖面数据0203的剖面成为照度运算结束切片。

[0056] 照度切片数据0401、0402、0403按照从光源0400的最近处到最远处的顺序被创建,并由合成部0034进行合成,从而创建断层图像0404。

[0057] 接下来,使用图5来说明照度切片数据创建部0033的构成的一例。如图5所示,照度切片数据创建部0033具备:照度切片数据存储部0501、光源数据保持部0502、二维卷积处理部0503、以及加权加法部0504。照度切片数据创建部0033具备:二维卷积处理部0503,其通

通过对所述光源数据进行二维卷积积分来生成二维卷积积分数据;以及加权加法部0504,其通过基于所述权重系数对所述光源数据以及所述二维卷积积分数据进行加权加法,来创建所述照度切片数据。另外,照度切片数据创建部0033具备:光源数据保持部0502,其将所述光源数据的初始值和所述加权加法部0504所执行的所述加权加法的结果作为光源切片数据进行保持,通过从所述剖面数据中的照度运算开始切片起至照度运算结束切片为止切换所述剖面数据,并且对所述光源切片数据进行二维卷积积分,来生成二维卷积积分数据,并通过基于所述权重系数对所述光源切片数据以及所述二维卷积积分数据进行加权加法,来创建所述照度切片数据。

[0058] 光源数据保持部0502保持光源切片数据。光源切片数据具有在光源信息设定部0031中所设定的光源数据的初始值。在照度切片数据创建部0033开始照度运算之前,光源数据的初始值被设定至光源数据保持部0502。

[0059] 二维卷积处理部0503对由光源数据保持部0502保持的光源切片数据(光源数据)进行二维卷积积分,从而生成二维卷积积分数据。二维卷积积分是光源切片数据(光源数据)、与表示散射的特性的卷积内核的二维卷积积分处理,卷积内核由二维的矩阵构成,并由控制部进行设定。加权加法部0504输入二维卷积处理部0503的输出结果即二维卷积积分切片数据、以及由光源数据保持部0502保持的光源切片数据。加权加法部0504通过基于权重系数对光源切片数据(光源数据)以及二维卷积积分切片数据进行加权加法,来创建照度切片数据。权重系数由光学特性设定部0032设定。

[0060] 加权加法部0504的结果作为照度切片数据而被存放至照度切片数据存储部0501。另外,作为加权加法部0504的结果的照度切片数据作为光源切片数据而被存放(保持)至光源数据保持部0502。也就是,光源数据保持部0502将光源数据的初始值和加权加法部0504所执行的加权加法的结果作为光源切片数据进行保持。二维卷积处理部0503对由光源数据保持部0502保持的光源切片数据进而执行二维卷积积分。

[0061] 接下来,使用图6来详述在加权加法部0504中使用的权重系数的设定。图6的二维权重系数表0601是将由光学特性设定部0032设定的权重系数二维地排列的表,为以所参照的剖面的剖面数据的亮度、以及有效切片厚度这两个作为指标来用于参照二维存放的权重系数的二维表。有效切片厚度是指,有效亮度连续在给定的方向(例如,视线方向)上的剖面数据的切片数。有效亮度值是指,超过预先设定的阈值的亮度值。

[0062] 本实施方式中的光学特性通过被设定为基于组织的光学特性来再现光的行为(举动)的权重系数进行规定,并由光学特性设定部0032进行设定。光学特性设定部0032设定具备权重系数的二维权重系数表0601来作为亮度体数据的光学特性。也就是,光学特性设定部0032根据所述剖面数据的亮度、有效亮度连续在给定的方向上的所述剖面数据的切片数(有效切片厚度),来设定所述权重系数。

[0063] 针对基于剖面数据的亮度和有效切片厚度这2个指标,从二维权重系数表0601参照的权重系数为a和b这2个的情况进行说明。在对光源切片数据所加的权重系数为a、且对二维卷积积分切片数据所加的权重系数为b的情况下,通过调整a和b的大小,能简便地设定光的行为(散射的程度等)。

[0064] 另外,权重系数a和b、以及光源切片数据和二维卷积积分切片数据的加权和被输出至照度切片数据存储部0501。通过将权重系数a和b的合计值设定得较大,能设定被增强

的照度,通过将权重系数a和b的合计值设定得较小,能设定被减弱的照度。

[0065] 有效切片厚度是指剖面数据的同一座标中的有效亮度值连续的切片片数。有效亮度值是通过所参照的亮度是否超过阈值来判定的。阈值从操作部0004经由控制部0003而设定。

[0066] 在依次参照图4的剖面数据0201、0202、0203的情况下,若所参照的座标的亮度值超过阈值,则有效切片厚度增加,若低于阈值,则有效切片厚度被初始化。在照度切片数据0401、0402、0403的照度运算中,加权加法部0504基于相应的座标的亮度值和有效切片厚度,从二维权重系数表0601中参照权重系数。加权加法部0504基于权重系数对光源切片数据以及二维卷积积分切片数据执行加权加法。

[0067] 根据本实施方式,能设定根据相当于生物体的音响阻抗的亮度、以及相当于生物体的形状的有效切片厚度而判别的光学特性。即,不用进行复杂的运算,通过设定反映了组织的特性的二维权重系数表,并基于二维权重系数表来调整光的行为(散射的程度等),能简便且任意地赋予组织中的光学效果,能创建对应于组织的特性(例如,组织的音响阻抗或伴随其的软硬)而使真实感得以提高的断层图像0404。

[0068] 照度切片数据创建部0033从照度运算开始切片(剖面数据0201)起至照度运算结束切片(剖面数据0203)为止,在切换由加权加法部0504参照的剖面数据的同时,反复进行上述的照度运算处理。也就是,照度切片数据创建部0033从剖面数据中的照度运算开始切片起至照度运算结束切片为止切换剖面数据的同时,对光源切片数据进行二维卷积积分,从而生成二维卷积积分数据,并通过基于权重系数对光源切片数据以及二维卷积积分数据进行加权加法,来创建照度切片数据。

[0069] 在照度切片数据创建部0033直至照度运算结束位置为止进行了运算后,创建对配置在剖面数据上的照度进行了运算后的照度切片数据,照度切片数据被存储至照度切片数据存储部0501。

[0070] 光的行为特性遵照自然法则,根据光源的波长而不同。因此,基于自然法则,在使真实感进一步提高的情况下,照度运算按光源的每个波长来执行。在此情况下,权重系数根据光源的每个波长而不同。

[0071] 光源信息设定部0031设定与光源的多个波长相应的光源数据。光学特性设定部0032按多个波长的每个波长来设定权重系数。也就是,二维权重系数表0601按波长而准备多个,照度切片数据创建部0033按每个波长进行照度运算处理,并按每个波长来创建多个照度切片数据。例如,在光源0400为可见光线的7色的情况下,照度切片数据创建部0033设定7种权重系数(或二维权重系数表),并生成7种照度切片数据。另外,在光源0400为加色混合的三原色的情况下,照度切片数据创建部0033设定相当于R要素、G要素、B要素的波长的3种权重系数(或二维权重系数表),并生成3种照度切片数据。

[0072] 在本实施方式中,针对光源0400为加色混合的三原色、且设定3种权重系数(或二维权重系数表)、生成3种照度切片数据的情况进行说明。

[0073] 照度切片数据按每个波长(按R要素、G要素、B要素的每个)而生成3种,因此合成部0034按每个波长来合成照度切片数据,从而创建每个波长的3种(R要素、G要素、B要素)断层图像。照度切片数据存储部0501内的照度切片数据按每个波长而由合成部0034合成为3种断层图像。合成部0034通过按每个波长来计算多个照度切片数据的座标中的照度值的平均

值,能合成为3种断层图像。另外,合成部0034通过按每个波长将多个照度切片数据实施加权后相加,也能合成为3种断层图像。另外,合成部0034通过将照度切片数据存储部0501内的照度切片数据、以及与照度切片数据对应的剖面数据的亮度实施加权后相加,能合成为1张断层图像。

[0074] 在按每个波长准备了3种照度切片数据的情况下,合成部0034(断层图像处理部0021)按每个波长来参照照度切片数据,并创建每个波长的3种断层图像。

[0075] 另外,合成部0034还能基于每个波长的3种照度切片数据、以及与照度切片数据对应的剖面数据的亮度,使用式(1)~(3)来创建断层图像。如式(1)~(3)所示,合成部0034还能基于每个波长(R要素、G要素、B要素)的照度切片数据 $L_r[k]$ 、 $L_g[k]$ 、 $L_b[k]$ 中的照度值(体素值)、剖面数据的亮度(体素值) C 、以及基于亮度 C 所参照的不透明度表 α ,进行创建断层图像的绘制处理。也就是,将每个波长的照度切片数据 $L_r[k]$ 、 $L_g[k]$ 、 $L_b[k]$ 中的体素值乘上根据由剖面数据的亮度 C 参照的不透明度表 α 所求取的不透明度项,并在视线方向上累计,从而生成断层图像。

$$[0076] \quad \text{OUT_R}[K] = \sum^{k=0:K} ((L_r[k]) \cdot \alpha[C[k]] \cdot \prod^{m=k+1:k} (1 - \alpha[C[m]])) \cdots (1)$$

$$[0077] \quad \text{OUT_G}[K] = \sum^{k=0:K} ((L_g[k]) \cdot \alpha[C[k]] \cdot \prod^{m=k+1:k} (1 - \alpha[C[m]])) \cdots (2)$$

$$[0078] \quad \text{OUT_B}[K] = \sum^{k=0:K} ((L_b[k]) \cdot \alpha[C[k]] \cdot \prod^{m=k+1:k} (1 - \alpha[C[m]])) \cdots (3)$$

[0079] 式中的“ k ”表示视线方向的切片编号座标。视线方向是经由控制部0003且通过操作部0004而被设定为观察超声波图像的方向。视线方向决定照度切片数据和剖面数据的参照顺序。照度切片数据创建部0033基于视线方向来变更从照度运算开始切片起至照度运算结束切片为止的顺序。如图4所示,基于视线方向,既能以从照度切片数据0401到0403的顺序来进行合成计算,也能以从照度切片数据0403到0401的顺序来进行合成计算。在此情况下,与照度切片数据对应的剖面数据也基于视线方向而以与照度切片数据相同的顺序被参照,在以从照度切片数据0401到0403的顺序进行合成计算的情况下,以从剖面数据0201到0203的顺序来参照剖面数据,在从照度切片数据0403到0401的顺序进行合成计算的情况下,以从剖面数据0203到0201的顺序来参照剖面数据。

[0080] 由断层图像处理部0021创建的断层图像通过图像合成部0017而被配置于任意的剖面图像、三维图像的同一直面上,并由显示部0009进行显示。在此情况下,图像合成部0017对应于显示部0009的输入规格来适当变换按每个波长而划分的断层图像。

[0081] 使用图7来说明本实施方式的效果。如图7所示,在剖面数据0701、0703、0705的剖面图像中,出现高亮度的构造物(例如,组织)0702、0704、0706。在合成了这3张剖面数据的情况下,如合成图像0710所示,在断层图像内同时显示高亮度的构造物0702、0704、0706。例如,剖面数据0701上的构造物0702在合成图像0710上作为高亮度部0712而被显示。剖面数据0703上的构造物0704在合成图像0710上作为高亮度部0714而被显示。剖面数据0705上的构造物0706在合成图像0710上作为高亮度部0716而被显示。

[0082] 图7所示的照度切片数据0707、0708、0709与剖面数据0701、0703、0705分别对应。图7的照度切片数据0707、0708、0709示出了基于视线方向,以从照度切片数据0707到0709的顺序,由照度切片数据创建部0033进行照度运算的情况。

[0083] 照度切片数据0707被赋予参照了剖面数据0701的亮度的光学特性,来生成反映了构造物0702的光学特性的照度构造物0722。照度切片数据0708被赋予参照了剖面数据0703

的亮度的光学特性,来生成反映了构造物0704的光学特性的照度构造物0724,而且由照度切片数据0707生成的照度构造物0722伴随二维卷积处理的效果,呈现为照度构造物0732。

[0084] 照度切片数据0709被赋予参照了剖面数据0705的亮度的光学特性,来生成反映了构造物0706的光学特性的照度构造物0726,而且由照度切片数据0708生成的照度构造物0724、0732伴随二维卷积处理的效果,呈现为照度构造物0734、0742。

[0085] 如此,照度切片数据创建部0033基于光源数据(光源的位置、光源的方向、以及光源的强度、色调等)和光学特性来计算配置在多个剖面数据0701、0703、0705上的照度,并创建照度切片数据0707、0708、0709。在照度切片数据0709,基于剖面数据0705生成照度构造物0726,而且由照度切片数据0707、0708生成的照度构造物0722、0724伴随着二维卷积处理的效果,呈现为反映了光的行为的照度构造物0734、0742。

[0086] 照度切片数据创建部0033从照度运算开始切片(剖面数据0701)起至照度运算结束切片(剖面数据0705)为止,切换由加权加法部0504参照的剖面数据的同时,反复进行上述的照度运算处理。例如,照度构造物0742通过对由照度切片数据0707生成的照度构造物0722反复进行照度切片数据创建部0033所执行的照度运算处理而呈现。

[0087] 合成部0034将3张照度切片数据0707、0708、0709与3张剖面数据0701、0703、0705进行合成来创建断层图像0710。在断层图像0710,与高亮度部0712、0714、0716一起反映出照度构造物0752、0754、0756的效果。例如,剖面数据0701上的构造物0702在合成出的断层图像0710上伴随着高亮度部0712和光学效果(照度构造物0752),能作为进一步强调了构造的图像而被显示。

[0088] 图8是表示对断层图像的显示状态进行切换的图形用户界面的一例的图。如图8所示,显示部0009对用于切换照度切片数据与断层图像的显示状态的切换按钮画面0801进行显示。通过经由控制部0003而由操作部0004对切换按钮画面0801的按钮进行切换,能切换照度切片数据与断层图像的显示状态。

[0089] 按钮0802以及按钮0803是对与用于创建断层图像的多个剖面数据对应的视线方向的厚度进行选择的界面(第1设定部)。在选择了按钮0802的情况下,多个剖面数据被设定至视线方向宽的区域。通过将多个剖面数据设定至视线方向宽的区域,能跨宽范围来对断层图像赋予光学效果,例如,能赋予深的阴影效果,能进一步强调构造物。另一方面,在选择了按钮0803的情况下,多个剖面数据被设定至视线方向窄的区域。通过将多个剖面数据设定至视线方向窄的区域,能以窄的范围来对断层图像赋予光学效果,光易于透过,能透射性地识别内部的构造。也就是,按钮0802以及按钮0803对用于设定多个剖面的视线方向的区域宽度进行设定。

[0090] 可以由按钮0804(第2设定部)在剖面数据(例如,图2的剖面数据0202)的法线方向上设定任意的厚度。另外,可以由按钮0805(第3设定部)来设定剖面数据的任意的切片数。通过由按钮0804以及按钮0805以任意的厚度等间隔地设定任意的切片数,还能调整剖面数据的间隔。

[0091] 另外,还能由按钮0806(第4设定部)以及按钮0807(第4设定部)来选择(设定)光的照射方向。若将光的照射方向设为顺光,则能使光源与视点的方向一致来创建基于肉眼的宏观标本那样的断层图像。若将光的照射方向设为透过光,则能使光源与视点的方向相反来从背面投射光而创建微观标本那样的断层图像。另外,还能由按钮0808(第5设定部)变更

视点的正方向或逆方向,从而变更视线方向。

[0092] 另外,还能通过按钮0809(第6设定部)来选择(设定)由合成部0034执行的合成手法(例如,照度值的平均值、照度值的加权加法)。另外,还能变更由加权加法部0504使用的二维权重系数表0601。

[0093] 本实施方式所涉及的超声波诊断装置0001具备对二维断层图像进行显示的显示部0009,显示部0009将对用于设定所述多个剖面的视线方向的区域宽度进行设定的第1设定部、在所述剖面数据的法线方向上设定任意的厚度的第2设定部、对所述剖面数据的切片数进行设定的第3设定部、对所述光源的照射方向进行设定的第4设定部、对视点的正方向或逆方向进行变更的第5设定部、对所述合成部的合成手法进行设定的第6设定部当中的至少一者或多者组合显示。也就是,还能通过对按钮赋予多个条件来同时变更多个条件。

[0094] 按钮0810以及按钮0811是被赋予了厚度和光的照射方向的条件按钮。能由按钮0810来一并进行使厚度增厚且使光成为顺光的设定,将创建多个剖面数据的范围设定得较宽,能使光源与视点的方向一致来创建基于肉眼的宏观标本那样的断层图像。能由按钮0811来一并进行使厚度变薄且使光成为透过光的设定,将创建多个剖面数据的范围设定得较窄,能使光源与视点的方向相反来创建从背面投射光的微观标本那样的断层图像。另外,可以同时变更表示与作为目的的显示相一致的光学特性的二维权重系数表0601。

[0095] 如此,在由显示部0009或操作部0004所具备的界面变更了断层图像的显示状态的设定的情况下,经由控制部0003,由任意剖面图像创建部0013设定断层图像的描画范围或切片数,由光源信息设定部0031设定照射方向,并由光学特性设定部0032设定二维权重系数表0601。

[0096] 接下来,使用图9来说明本实施方式中的显示形态。图9是表示将超声波的任意的剖面图像、以及断层图像的同时显示的形态的图。如图9所示,显示部0009将作为现有的剖面图像的剖面图像0901以及本实施方式的断层图像(二维断层图像)0902同时显示。也就是,显示部0009将所述剖面的剖面图像0901以及与所述剖面的剖面图像对应的所述二维断层图像0902并列显示。其结果,能在使用剖面图像0901进行基于现有的诊断基准的诊断的同时,使用组织构造可被清楚确认的断层图像0902来提高诊断准确度。

[0097] 接下来,使用图10来说明本实施方式中的其他的显示形态。图10是表示将超声波的任意的剖面图像、以及与该剖面图像正交的断层图像同时显示的形态的图。如图10所示,显示部0009将现有的剖面图像1001、以及作为本实施方式的断层图像的与剖面图像1001正交的断层图像(二维断层图像)1003同时显示。在剖面图像1001中显示断层图像设定框1002。剖面图像1001被用作用于设定断层图像设定框1002的引导图像。

[0098] 断层图像设定框1002是确定与剖面图像1001正交的断层图像1003的作画范围的框,在由断层图像设定框1002确定的范围内构成多个任意的剖面图像,并基于所构成的多个剖面数据来创建断层图像1003进行显示。也就是,断层图像设定框1002规定用于创建多个照度切片数据的多个剖面的位置。断层图像1003是与剖面图像1001正交的面上的图像,通过与剖面图像1001一起设定断层图像1003而使其可观察,从而能提高检查效率。

[0099] 接下来,使用图11来说明本实施方式中的其他的显示形态。图11是表示将在三维空间中相互正交的3个面中的二维断层图像、以及三维图像同时显示的形态的图。如图11所示,由显示部0009来同时显示具有共同交点的3个正交面中的断层图像(二维断层图像)

1101、1102、1103、以及三维图像1104。

[0100] 在三维图像1104中,显示与断层图像1101、1102、1103分别对应的断层图像设定标记1105、1106、1107。由于断层图像设定标记1105、1106、1107移动,对应的断层图像1101、1102、1103也移动。在显示部0009的三维图像上从断层图像设定标记1105、1106、1107当中选择1个,通过轨迹球或光标,断层图像设定标记1105、1106、1107能够移动。另外,通过编码器操作,断层图像设定标记1105、1106、1107能在任意的方向上直接移动。

[0101] 另外,在断层图像1101、1102、1103中,显示作为共同交点的交点标记1108,通过使交点标记1108移动,还能使断层图像1101、1102、1103的位置移动。交点标记1108的位置与三维图像1104的断层图像设定标记1105、1106、1107的交点的位置对应,通过移动交点标记1108,断层图像设定标记1105、1106、1107也移动。其结果,断层图像1101、1102、1103的位置也移动。选择显示部0009上的交点标记1108,既可以以轨迹球或光标来使交点标记1108移动,也可以以编码器操作来使交点标记1108在任意的方向上直接移动。

[0102] 通过使用图11所示的显示形态,能同时观察断层图像1101、1102、1103以及三维图像1104,能提高检查效率。另外,能容易操作断层图像1101、1102、1103的显示位置,能提高检查效率。

[0103] 也就是,显示部0009在显示与所述剖面图像正交的所述二维断层图像的情况下,显示对用于创建所述多个照度切片数据的所述多个剖面的位置进行规定的断层图像设定框1002,在所述三维空间中显示相互正交的多个所述二维断层图像的情况下,显示作为共同交点的交点标记1108,在显示与所述剖面图像正交且相互平行的多个所述二维断层图像的情况下,显示对与所述多个二维断层图像对应的所述剖面的位置进行规定的断层图像设置线1302~1309。

[0104] 接下来,使用图12来说明本实施方式中的显示形态的其他的例子。图12是表示将超声波的1个以上的任意的断层图像、以及正交的多个断层图像同时显示的显示形态的一例的图。如图12所示,任意的剖面图像1301被用作引导图像。在剖面图像1301中,显示有断层图像设置线1302、1303、1304、1305、1306、1307、1308、1309。断层图像设置线1302~1309是确定断层图像1310~1317的作画位置的线。断层图像设置线1302~1309规定与多个二维断层图像对应的剖面的位置。与由断层图像设置线1302~1309确定的位置对应的断层图像(二维断层图像)1310、1311、1312、1313、1314、1315、1316、1317分别显示在显示部0009中。断层图像1310~1317是与任意的剖面图像1301正交且相互平行的断层图像,通过将剖面图像1301作为引导图像使用且一次性设定多个断层图像1310~1317,能提高检查效率。

[0105] 也就是,显示部0009将与所述剖面的剖面图像对应的所述二维断层图像、与所述剖面图像正交的所述二维断层图像、在所述三维空间中相互正交的多个所述二维断层图像、以及与所述剖面图像正交且相互平行的多个所述二维断层图像当中的至少一者进行显示。

[0106] 以上说明了本实施方式,但本发明不限于这些实施方式,能在权利要求所记载的范围内进行变更和变形。

[0107] 图13是表示本实施方式的变形例的框图。如图13所示,超声波诊断装置0001的照度切片数据创建部0033具备:光源数据保持部0502、加权乘法部1401、二维卷积处理部0503、以及加法部1402。光源数据保持部0502和二维卷积处理部0503具有与本实施方式同

样的功能。

[0108] 若与图5的照度切片数据创建部0033比较,取代加权加法部0504而配置加法部1402,且在二维卷积处理部0503的前级配置加权乘法部1401。

[0109] 加权乘法部1401使用由光学特性设定部0032设定的二维权重系数表0601,基于剖面图像(剖面数据)的亮度(轴0602)和有效切片厚度(轴0603),参照二维权重系数表0601来得到2个权重系数(例如,上述的a和b)。加权乘法部1401输入光源数据保持部0502中所保持的光源切片数据,并输出将光源切片数据乘以权重系数a而得到的加权光源切片数据、以及对相同的光源切片数据乘以权重系数b而得到的加权光源切片数据。乘以权重系数a和b而得到的2个加权光源切片数据的任一者(例如,乘以权重系数a而得到的加权光源切片数据)被输入至二维卷积处理部0503。二维卷积处理部0503对所输入的加权光源切片数据进行二维卷积积分,来创建二维卷积积分切片数据。

[0110] 由加权乘法部1401乘以权重系数a和b得到的2个加权光源切片数据当中的另一者(例如,乘以权重系数b而得到的加权光源切片数据)作为光源切片数据而被输入至加法部1402。加法部1402将光源切片数据和二维卷积积分切片数据进行输入并相加,且存放至照度切片数据存储部0501。

[0111] 根据图13所示的变形例,与本实施方式同样,通过针对由光源数据保持部0502保持的光源切片数据、以及对光源切片数据施加了二维卷积积分后的二维卷积积分切片数据,乘以权重系数后进行相加,从而能基于被设定为对组织中的光的行为(举动)进行再现的权重系数来简便地设定光的行为(散射的程度等),从而能得到基于反映了光的行为的照度切片数据而提高了真实感的断层图像。

[0112] 接下来,使用图14来说明本实施方式的其他的变形例。图14是表示本实施方式的其他的变形例的框图。如图14所示,超声波诊断装置0001的二维卷积处理部0503包含2个以上的多个二维卷积处理部。二维卷积处理部0503(0503-1~0503-N)从光源数据保持部0502输入光源切片数据,并对光源切片数据(光源数据)输出各自不同的二维卷积积分数据,且向加权加法部0504分别输出。在此情况下,加权加法部0504输入从光源数据保持部0502读出的光源切片数据、以及由二维卷积处理部0503(0503-1~0503-N)创建的多个二维卷积积分数据,并对光源切片数据和多个二维卷积积分数据进行加权加法处理,从而输出照度切片数据,并将照度切片数据存放至照度切片数据存储部0501。在此情况下,加权加法部0504中的权重系数保存了针对光源切片数据和多个二维卷积积分数据的系数。按二维卷积处理部0503(0503-1~0503-N)的每个输出结果而不同的权重系数可以从二维表参照,且在加权加法部0504中使用。

[0113] 根据图14所示的变形例,超声波诊断装置0001通过具备多个二维卷积处理部0503-1~0503-N,能与光的行为相应的阴影效果表现多种,能创建算出了与基于自然的光的行为(例如,散射)的照度的断层图像。此外,多个二维卷积处理部0503-1~0503-N可以应用于图13所示的变形例。

[0114] 工业实用性

[0115] 本发明所涉及的超声波诊断装置具有如下效果:对三维空间的任意的剖面图像赋予表示光的行为(漏出、吸收、散射、反射等)的光学特性(或阴影效果),构造可清楚地被确认,从而能得到提高了真实感的断层图像,其作为根据超声波的亮度体数据生成二维断层

图像的超声波诊断装置是有用的。

- [0116] 符号说明
- [0117] 0001 超声波诊断装置
- [0118] 0002 超声波探头
- [0119] 0003 控制部
- [0120] 0004 操作部
- [0121] 0005 发送部
- [0122] 0006 接收部
- [0123] 0007 收发控制部
- [0124] 0008 调相加法部
- [0125] 0009 显示部
- [0126] 0011 断层信息运算部
- [0127] 0012 三维数据存储部
- [0128] 0013 任意剖面图像创建部
- [0129] 0014 三维座标变换部
- [0130] 0015 体数据存储部
- [0131] 0016 三维图像处理部
- [0132] 0017 图像合成部
- [0133] 0018 投影处理部
- [0134] 0019 斜率运算部
- [0135] 0020 任意剖面图像存储部
- [0136] 0021 断层图像处理部
- [0137] 0031 光源信息设定部
- [0138] 0032 光学特性设定部
- [0139] 0033 照度切片数据创建部
- [0140] 0034 合成部
- [0141] 0501 照度切片数据存储部
- [0142] 0502 光源数据保持部
- [0143] 0503 二维卷积处理部
- [0144] 0504 加权加法部
- [0145] 1002 断层图像设定框
- [0146] 1105 断层图像设定标记
- [0147] 1108 交点标记
- [0148] 1302 断层图像设置线
- [0149] 1401 加权乘法部
- [0150] 1402 加法部

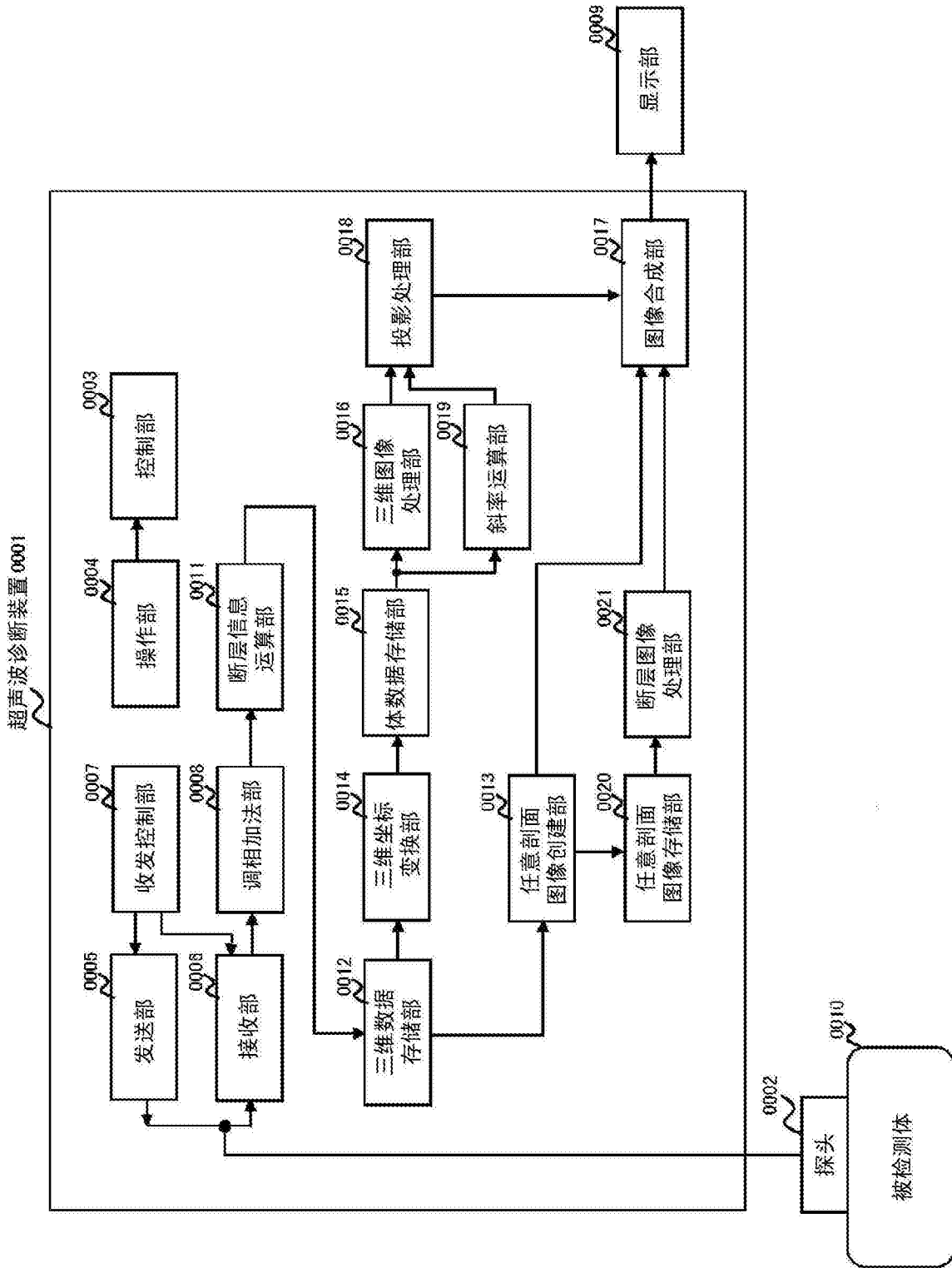


图1

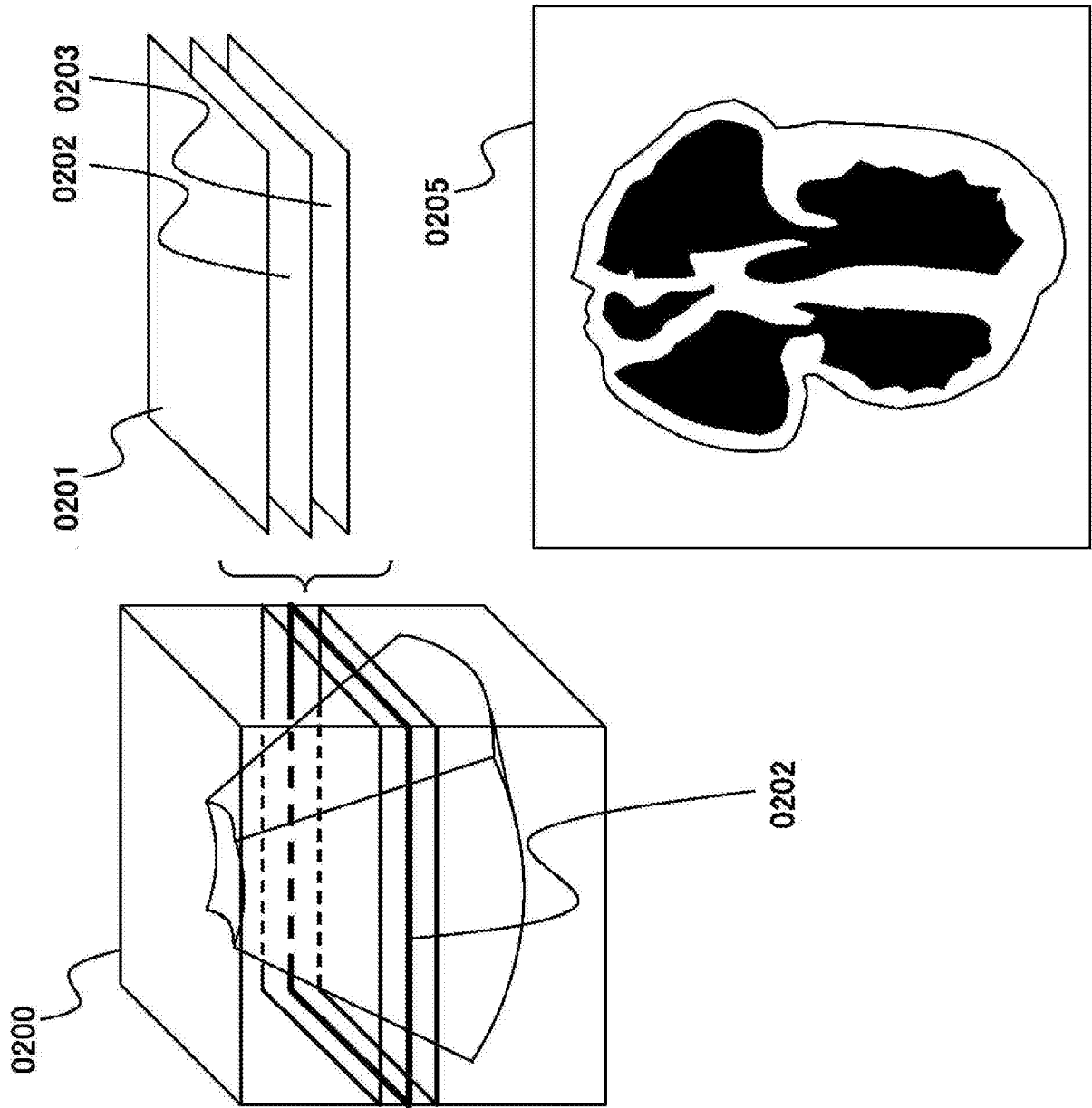


图2

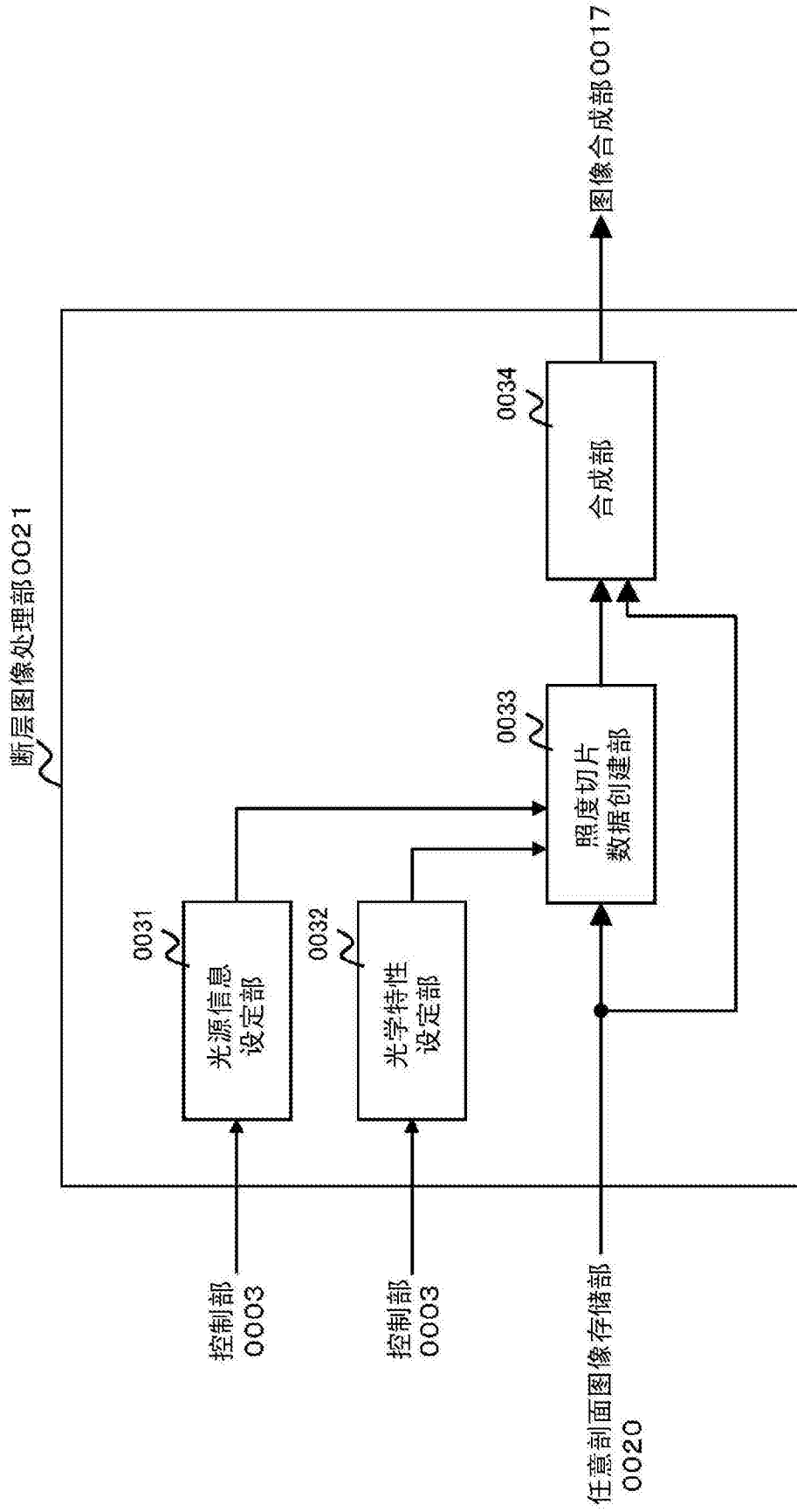


图3

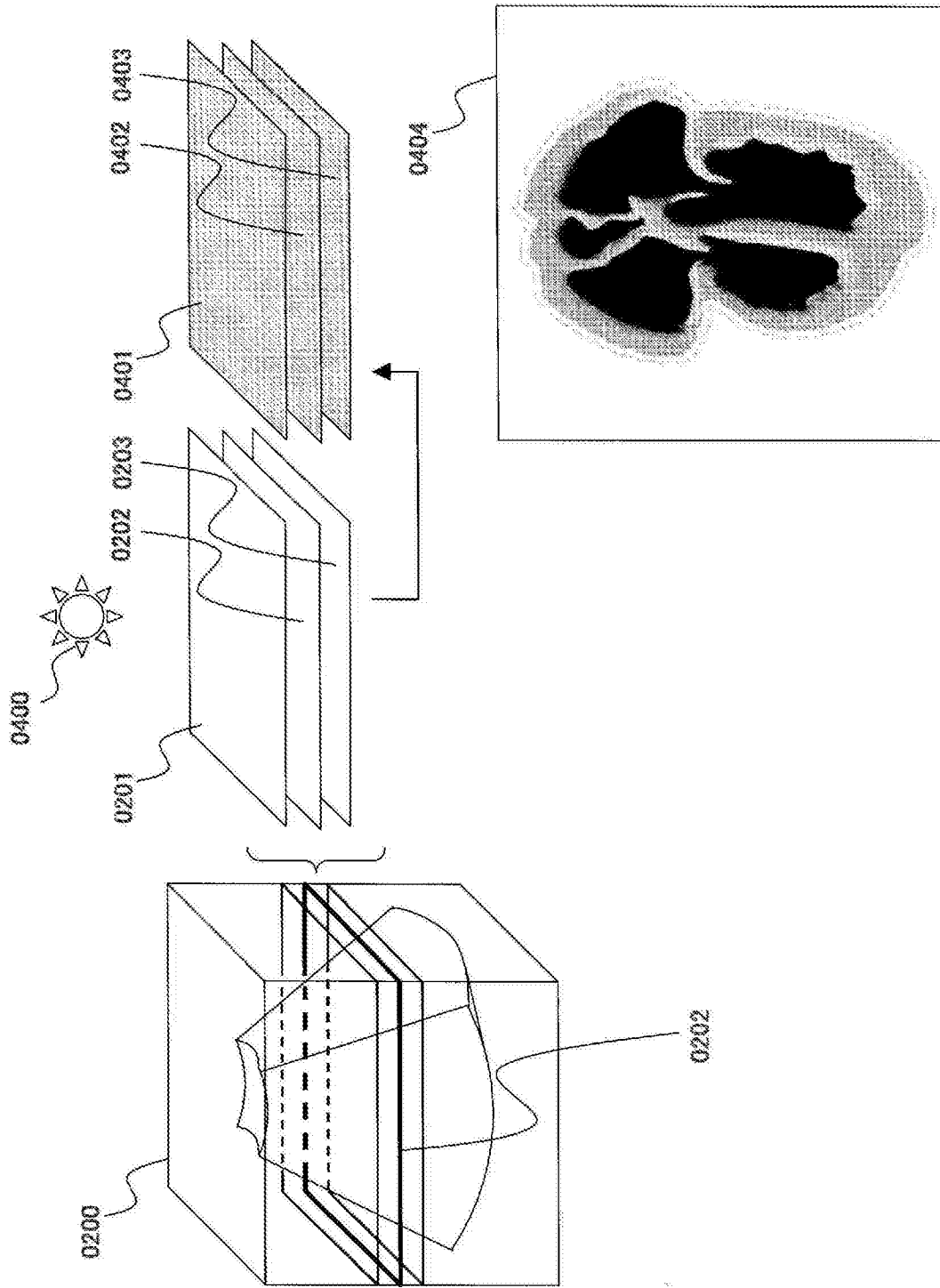


图4

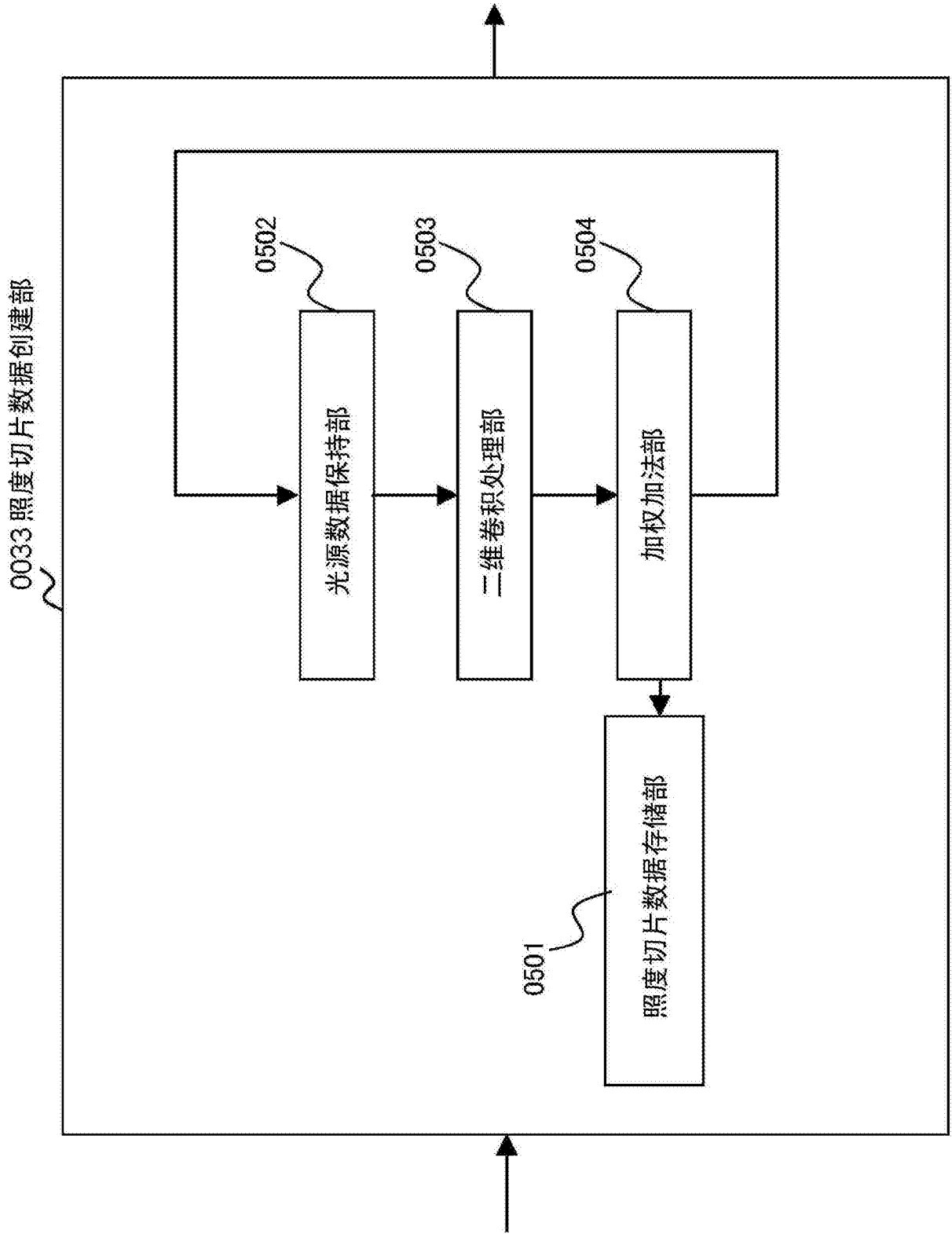


图5

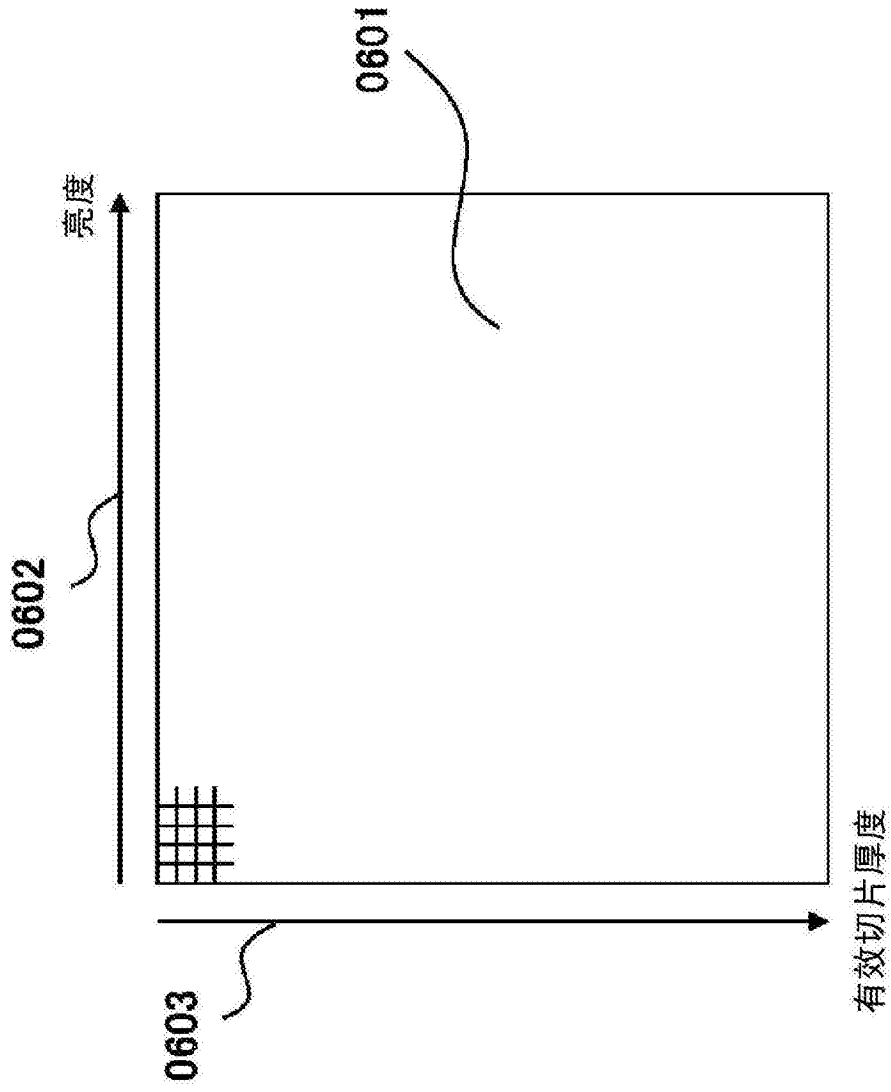


图6

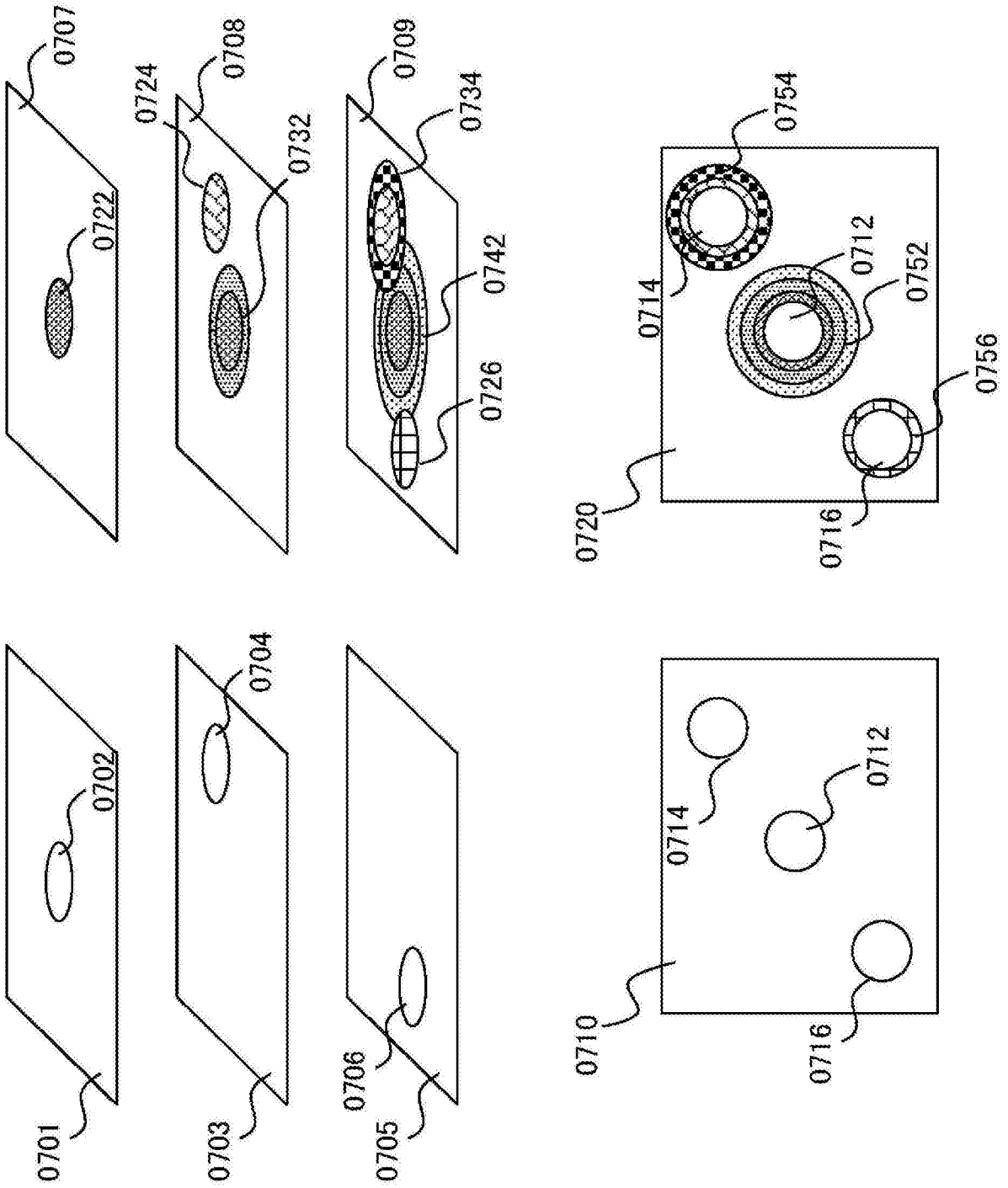


图7

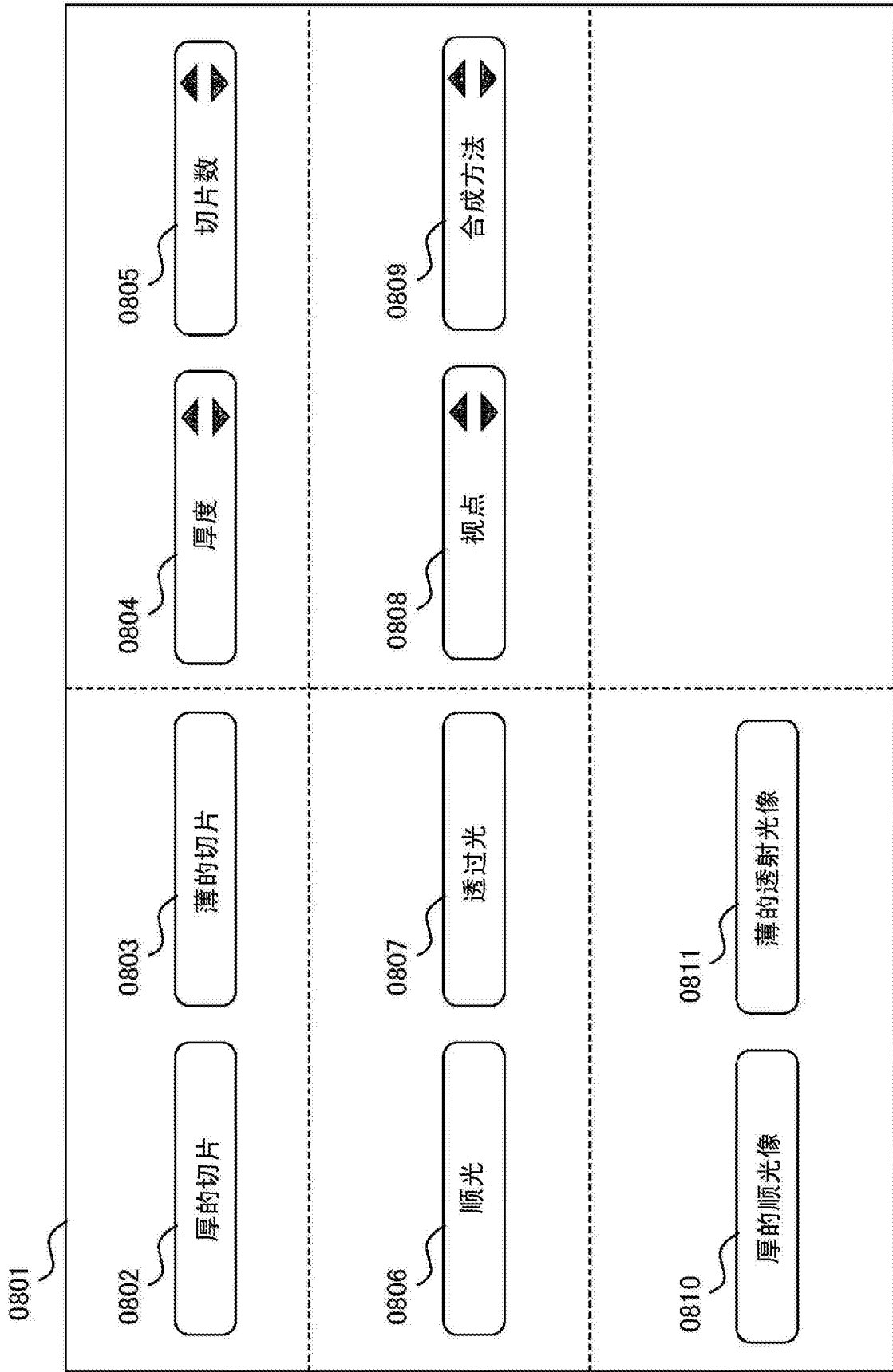


图8

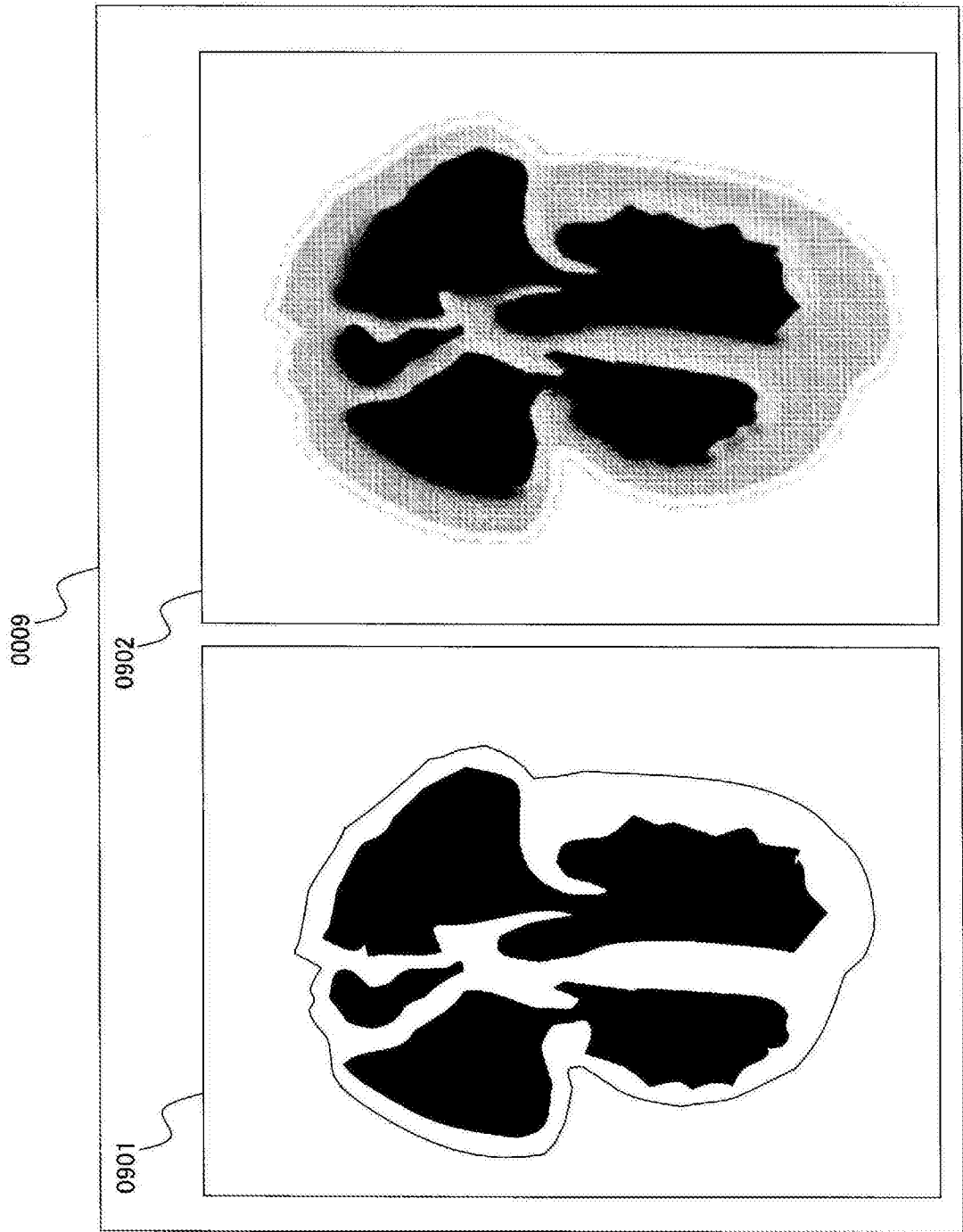


图9

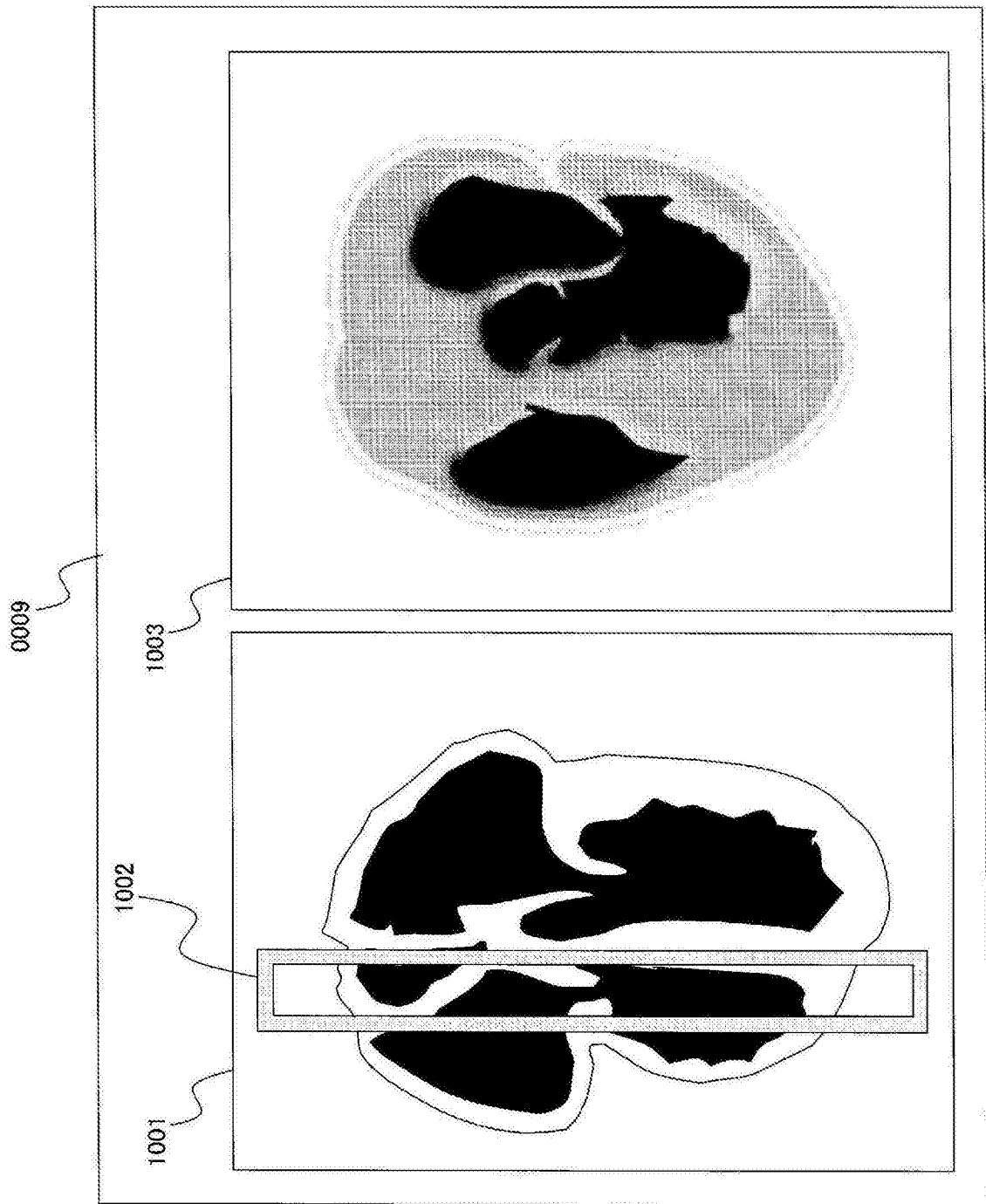


图10

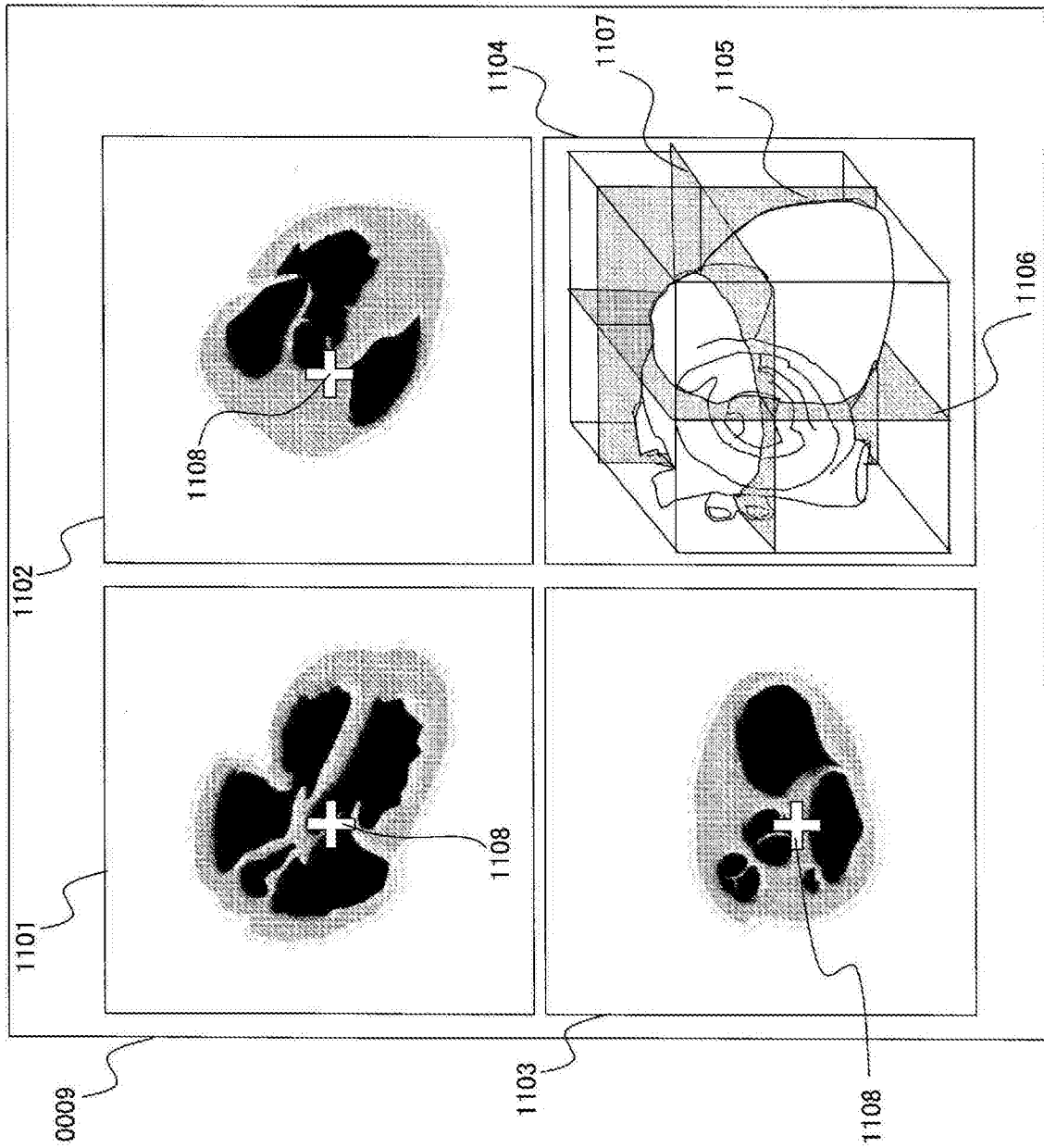


图11

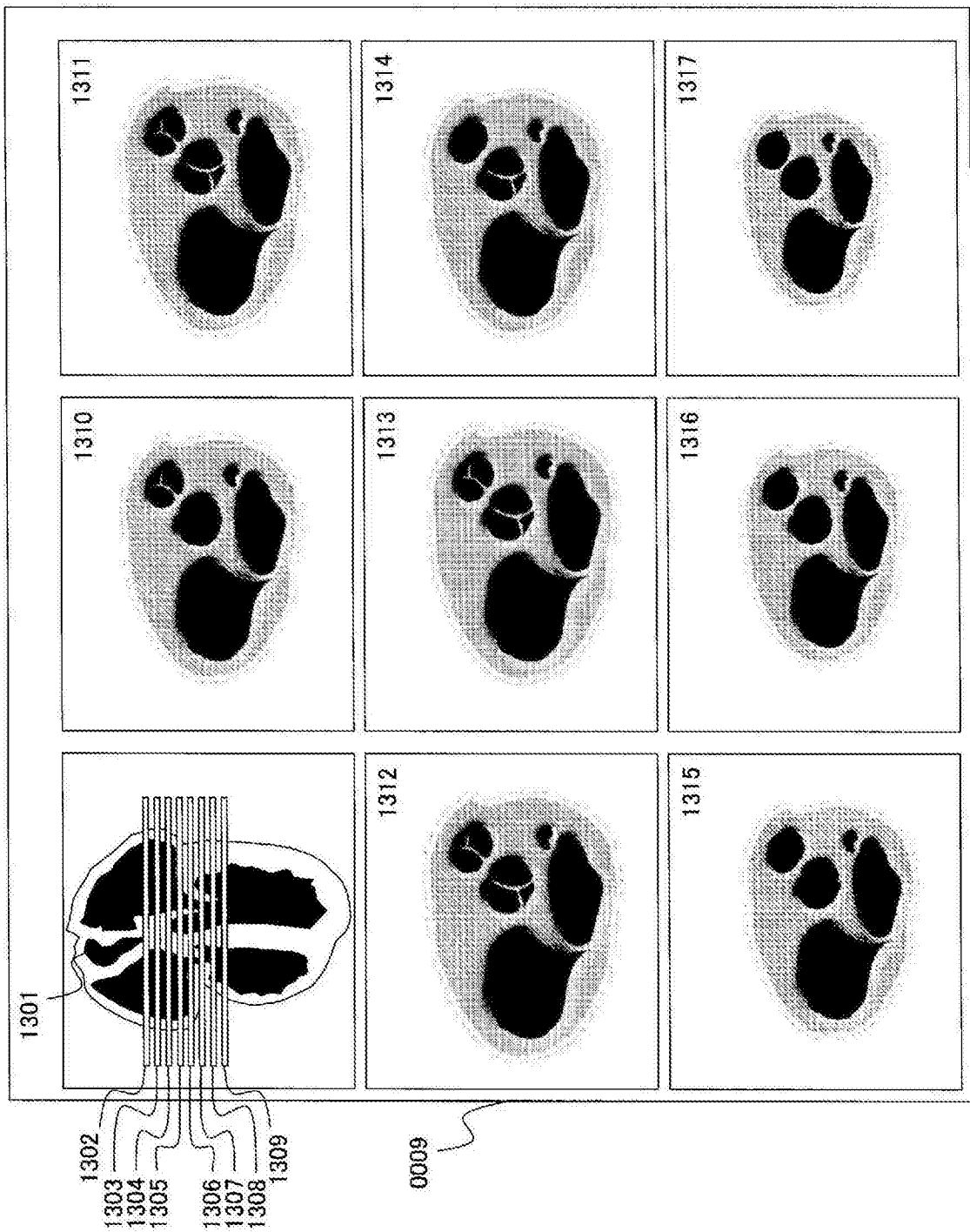


图12

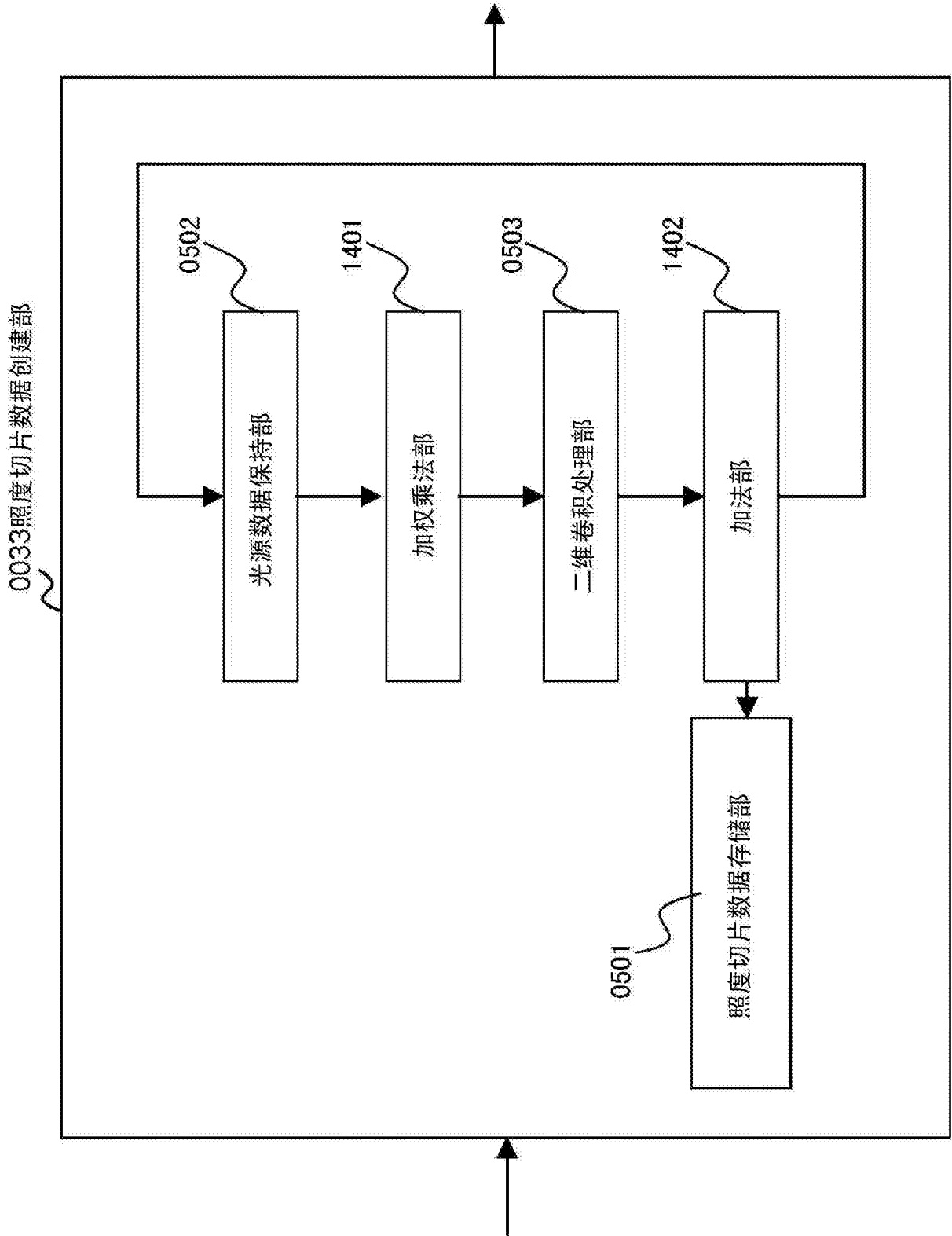


图13

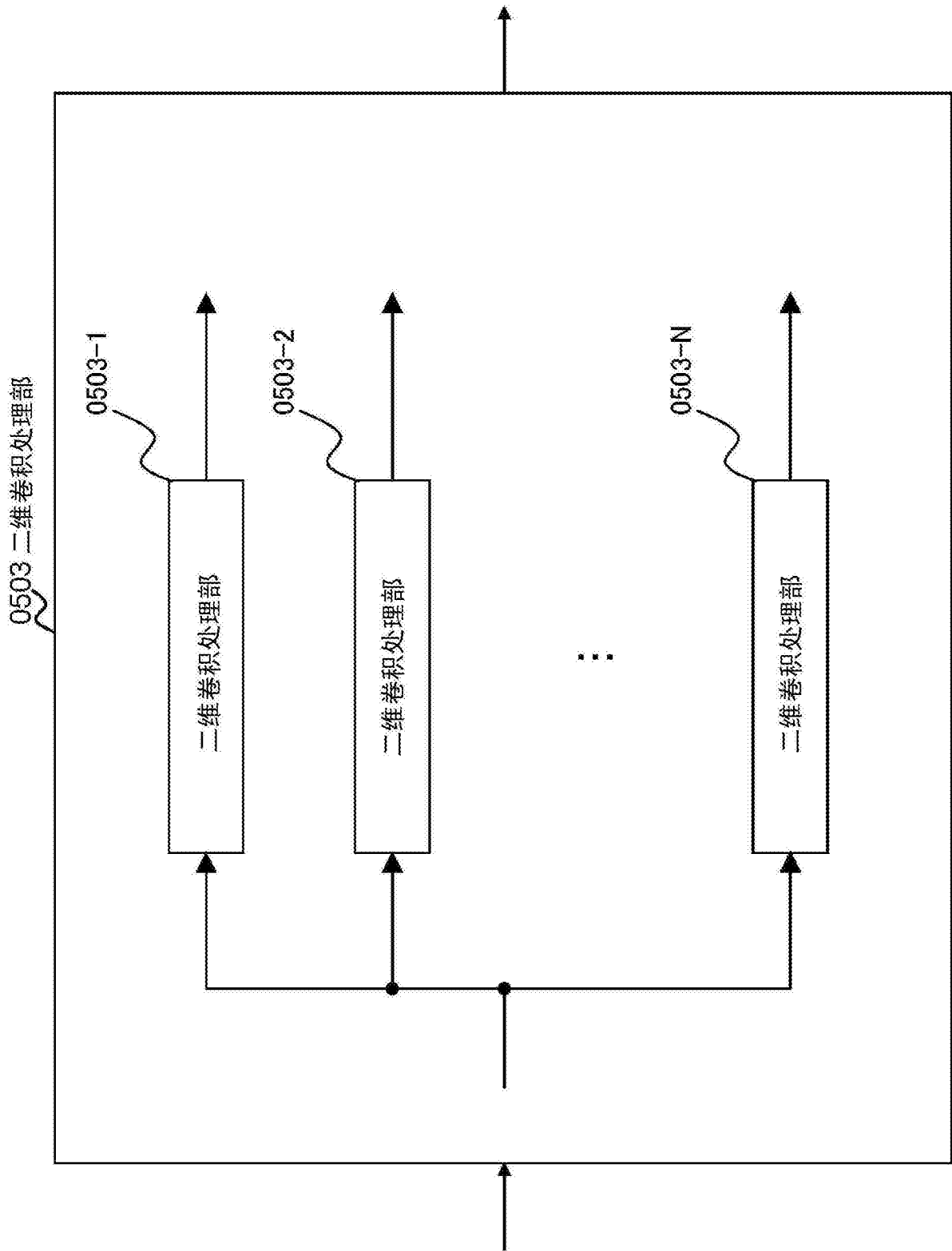


图14