



(10) 授权公告号 CN 103458794 B

(45) 授权公告日 2015.04.22

代理人 汪洋

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006.01)

2011-057747 2011.03.16 JP

2012-048784 2012. 03. 06 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 09. 13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/001821 2012.03.15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/124341 JA 2012.09.20

(73) 专利权人 富士胶片株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 辻田和宏 和田隆亚

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

(56) 对比文件

JP 特开 2004-147940 A, 2004. 05. 27.

JP 特开 2009-142320 A, 2009. 07. 02.

US 2009/0059727 A1, 2009. 03. 05,

CN 101472520 A, 2009. 07. 01,

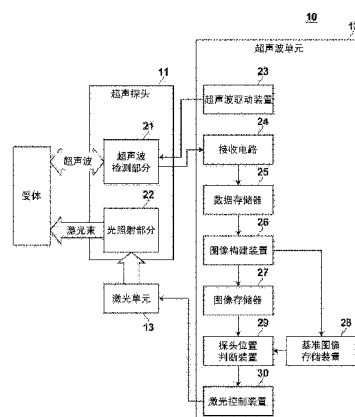
US 2010/0268058 A1, 2010. 10. 21.

审查员 郑亮

权利要求书2页 说明书11页 附图7页

光声图像生成设备和光声图像生成方法

〔目的〕阻止光被照射到待生成光声图像的部分以外的部分上。〔技术方案〕超声驱动装置(23)使超声波作为声波的一种从探头(11)的超声波检测部分(21)发射。超声波检测部分(21)检测所发射的超声波的反射的声信号。图像构造装置(26)基于反射的声信号生成超声图像。基准图像存储装置(28)具有储存于其中的当探头(11)处于适于生成光声图像的位置时获得的超声图像作为基准图像。探头位置判断装置(29)比较超声图像的特征和基准图像的特征。如果判定反射的声信号的特征相匹配,则激光控制装置(30)指令激光单元(13)输出光。超声波检测部分(21)检测受体内由于激光照射而产生的光声信号。图像构建装置(26)基于光声信号生成光声图像。



1. 一种光声图像生成设备,包括:

光源单元,该光源单元输出将要被照射到受体上的光;

探头,该探头朝向所述受体发射声波,检测由于所述光的照射而在所述受体内生成的光声信号,以及检测被发射的声波的反射声信号;

探头位置判断装置,用于将由所述探头检测到的反射声信号的特征与在探头处于光声图像将被生成的位置时由所述探头预先检测到的反射声信号的特征进行比较,并且用于判断所比较的特征是否匹配;

光源控制装置,当所述探头位置判断装置判定所比较的特征相匹配时,所述光源控制装置指令所述光源单元输出光;和

光声图像生成装置,该光声图像生成装置基于由所述探头检测到的光声信号生成光声图像。

2. 根据权利要求 1 所述的光声图像生成设备,还包括:

声波图像生成装置,该声波图像生成装置基于所述反射声信号生成声波图像;并且其中:

所述探头位置判断装置利用所述声波图像去比较所述反射声信号的特征。

3. 根据权利要求 2 所述的光声图像生成设备,其中:

所述探头位置判断装置从所生成的声波图像中提取特征,并将所提取的特征与预先获得的所述反射声信号的特征作比较。

4. 根据权利要求 3 所述的光声图像生成设备,还包括:

基准图像存储装置,用于将声波图像生成装置基于由所述探头在它处于光声图像将被生成的位置时检测到的反射声信号生成的声波图像储存为基准图像;并且其中:

所述探头位置判断装置从所储存的基准图像中提取特征,并比较所提取的声波图像的特征。

5. 根据权利要求 1 所述的光声图像生成设备,还包括:

接触状态判断装置,用于判断所述探头是否与所述受体接触;和

光照射抑制装置,用于在所述接触状态判断装置判定所述探头不与所述受体接触时抑制光的输出。

6. 根据权利要求 5 所述的光声图像生成设备,其中:

所述接触状态判断装置基于由所述探头检测到的反射声信号判断所述探头是否与所述受体接触。

7. 根据权利要求 1 所述的光声图像生成设备,其中,所述探头包括:

基材;

布置在所述基材的表面上的多个无机压电元件;

设置在所述多个无机压电元件上的第一声匹配层;和

设置在所述第一声匹配层上的第二声匹配层;

所述第二声匹配层包括构成多个有机压电元件的上侧有机层和执行关于所述多个无机压电元件与所述上侧有机层的声匹配的下侧有机层。

8. 根据权利要求 1 所述的光声图像生成设备,其中,所述探头包括:

被布置在基材上的多个无机压电元件;和

在与所述基材的表面平行的方向上与所述无机压电元件一起被设置的多个有机压电元件。

9. 根据权利要求 7 所述的光声图像生成设备, 其中:

所述多个无机压电元件被用于发射声波; 并且

所述多个有机压电元件被用于检测反射的声波。

10. 一种光声图像生成方法, 包括如下步骤:

从探头向受体发射声波;

用所述探头检测被发射的声波的反射声信号;

将由所述探头检测到的反射声信号的特征与在探头处于光声图像将被生成的位置时由所述探头预先检测到的反射声信号的特征进行比较, 并且判断所比较的特征是否匹配;

当在比较步骤中判定所比较的特征匹配时, 将光照射到所述受体上;

用所述探头检测由于光的照射而在所述受体内生成的光声信号; 和

基于检测到的光声信号生成光声图像。

11. 根据权利要求 10 所述的光声图像生成方法, 还包括如下步骤:

基于所述反射声信号生成声波图像; 并且其中:

所述声波图像被用于在所述比较步骤中比较所述反射声信号的特征。

12. 根据权利要求 11 所述的光声图像生成方法, 其中:

从生成的声波图像中提取特征, 并且在所述比较步骤中将所提取的特征与预先获得的反射声信号的特征作比较。

13. 根据权利要求 12 所述的光声图像生成方法, 还包括以下步骤:

将基于由所述探头在它处于光声图像将被生成的位置时检测到的反射声信号生成的声波图像储存为基准图像; 并且其中:

从所储存的基准图像中提取特征, 并且从基准图像中提取的特征被用于在所述比较步骤中作比较。

14. 根据权利要求 10 所述的光声图像生成方法, 还包括以下步骤:

判断所述探头是否与所述受体接触; 以及

当判定所述探头不与所述受体接触时, 抑制所述光的输出。

15. 根据权利要求 14 所述的光声图像生成方法, 其中:

基于由所述探头检测到的反射声信号判断所述探头是否与所述受体接触。

光声图像生成设备和光声图像生成方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光声图像生成设备和光声图像生成方法。更特别地，本发明涉及向受体 (subject) 发射激光束、检测受体内由于激光束照射而产生的超声波并生成光声图像的光声图像生成设备和光声图像生成方法。

背景技术

[0002] 超声波检查法是已知的图像检查方法，其能够以非侵入的方式检查活体组织的内部状态。超声检查采用能够发送和接收超声波的超声探头。当超声波从超声探头发射到受体（活体组织）时，超声波穿透活体组织的内部，并在组织系统的界面上反射。超声探头接收反射的超声波并通过基于反射的超声波返回超声探头花费的时间计算距离而对受体的内部状态进行成像。

[0003] 利用光声效应对活体组织的内部进行成像的光声成像技术也是已知的。通常，在光声成像中，脉冲激光束被照射进入活体组织。活体组织内吸收脉冲激光束的能量的生物组织通过绝热膨胀而产生超声波（光声信号）。超声探头或类似物检测光声信号，并基于检测到的信号构建光声图像，以基于光声信号使活体组织可视化。

[0004] 在光声成像中，必须使高输出的激光束照射进入活体组织。从安全的角度来看，优选地在探头未与活体组织接触时防止脉冲激光束的输出。在这一点上，专利文件 1 公开了一种配有测量目标检测装置的设备，当测量目标检测装置检测测量目标时，所述检查装置沿照射光的光学路径检测测量目标。测量目标的性质可用于检测该测量目标。特别地，测量目标的光屏蔽特性、反射率、独特的温度、重量和静电容量可用于检测该测量目标。

[0005] 现有技术文件

[0006] 专利文件

[0007] 专利文件 1

[0008] 日本未审查专利公开号 2009-142320。

发明内容

[0009] 在生成光声图像时，需要将光照射到期望生成光声图像的位置，并随后检测在该位置生成的光声波。专利文件 1 的测量目标检测装置仅仅检测测量目标是否处于待输出激光束的位置，不能检测激光束测量目标的将会被照射到部分。在专利文件 1 的发明中，如果测量目标被设置，则激光发射。因此，存在这样的情形，即，激光束被照射到期望位置以外的其他位置，并且光声图像在期望生成图像的位置之外的位置生成。

[0010] 本发明的开发即考虑到了上述问题。本发明的目的是提供一种光声图像生成设备和光声图像生成方法，其可以防止光（例如激光束）被照射到除应当生成光声图像的位置之外的其他位置。

[0011] 为了实现上述目的，本发明提供了一种光声图像生成设备，包括：

[0012] 光源单元，该光源单元输出将要被照射到受体上的光；

[0013] 探头,该探头朝向所述受体发射声波,检测由于所述光的照射而在所述受体内生成的光声信号,以及检测被发射的声波的反射声信号;

[0014] 探头位置判断装置,用于将由所述探头检测到的反射声信号的特征与在探头处于适于生成光声图像的位置时由所述探头预先检测到的反射声信号的特征进行比较,并且用于判断所比较的特征是否匹配;

[0015] 光源控制装置,当所述探头位置判断装置判定所比较的特征相匹配时,所述光源控制装置指令所述光源单元输出光;

[0016] 光声图像生成装置,该光声图像生成装置基于由所述探头检测到的光声信号生成光声图像。

[0017] 一种构造可以被采用,其中,本发明的光声图像生成设备还包括:

[0018] 声波图像生成装置,该声波图像生成装置基于所述反射声信号生成声波图像;并且其中:

[0019] 所述探头位置判断装置利用所述声波图像去比较所述反射声信号的特征。在这种情况下,所述探头位置判断装置可从所生成的声波图像中提取特征,并将所提取的特征与预先获得的所述反射声信号的特征作比较。

[0020] 一种构造可以被采用,其中,本发明的光声图像生成设备还包括:

[0021] 基准图像存储装置,用于将声波图像生成装置基于由所述探头在它处于适于生成光声图像的位置时检测到的反射声信号生成的声波图像储存为基准图像;并且其中:

[0022] 所述探头位置判断装置从所储存的基准图像中提取特征,并比较所提取的声波图像的特征。

[0023] 本发明的光声图像生成设备还包括:

[0024] 接触状态判断装置,用于判断所述探头是否与所述受体接触;和

[0025] 光照射抑制装置,用于在所述接触状态判断装置判定所述探针不与所述受体接触时抑制光的输出。在这种情况下,所述接触状态判断装置基于由所述探头检测到的反射声信号判断所述探头是否与所述受体接触。

[0026] 理想的是,本发明的光声图像生成设备的探头包括:

[0027] 基材;

[0028] 布置在所述基材的表面上的多个无机压电元件;

[0029] 设置在所述多个无机压电元件上的第一声匹配层;和

[0030] 设置在所述第一声匹配层上的第二声匹配层;

[0031] 所述第二声匹配层包括构成多个有机压电元件的上侧有机层和执行关于所述多个无机压电元件与所述上侧有机层的声匹配的下侧有机层。

[0032] 可替换地,一种构造可以被采用,其中,所述探头包括:

[0033] 被布置在基材上的多个无机压电元件;和

[0034] 在与所述基材的表面平行的方向上与所述无机压电元件一起被设置的多个有机压电元件。

[0035] 在上述每种探头中,理想的是所述多个无机压电元件被用于发射声波;并且所述多个有机压电元件被用于检测反射的声波。

[0036] 本发明还提供了一种光声图像生成方法,包括如下步骤:

- [0037] 从探头向受体发射声波；
- [0038] 用所述探头检测被发射的声波的反射声信号；
- [0039] 将由所述探头检测到的反射声信号的特征与在探头处于适于生成光声图像的位置时由所述探头预先检测到的反射声信号的特征进行比较，并且判断所比较的特征是否匹配；
- [0040] 当在比较步骤中判定所比较的特征匹配时，将光照射到所述受体上；
- [0041] 用所述探头检测由于光的照射而在所述受体内生成的光声信号；和
- [0042] 基于检测到的光声信号生成光声图像。
- [0043] 注意，理想的是，本发明的光声图像生成方法还包括如下步骤：
- [0044] 基于所述反射声信号生成声波图像；并且其中：
- [0045] 所述声波图像被用于在所述比较步骤中比较所述反射声信号的特征。
- [0046] 在这种情况下，理想的是，从生成的声波图像中提取特征，并且在所述比较步骤中将所提取的特征与预先获得的反射声信号的特征作比较。
- [0047] 在将提取出的特征用于前述比较的情况下，理想的是将基于由所述探头在它处于适于生成光声图像的位置时检测到的反射声信号生成的声波图像储存为基准图像；从所储存的基准图像中提取特征，并且所提取的特征被用于在所述比较步骤中作比较。
- [0048] 理想的是，本发明的光声图像生成方法，还包括以下步骤：
- [0049] 判断所述探头是否与所述受体接触；以及
- [0050] 当判定所述探头不与所述受体接触时，抑制所述光的输出。
- [0051] 在这种情况下，理想的是基于由探头检测到的反射声信号判断所述探头是否与所述受体接触。
- [0052] 本发明的光声图像生成设备和光声图像生成方法在待生成光声图像的位置预先发射和接收声波，并在该位置检测反射的声波。在生成光声图像时，在照射光之前相对于受体发射和接收声波，并且判断检测到的反射声波的特征与预先检测的反射声波的特征是否匹配。如果判定特征匹配，则光被照射到受体上，光声信号被检测，并且光声图像被生成。通过采用这种构造，能够在预先检测声波的期望的位置处生成光声图像，并且可以防止光被照射到除待生成光声图像位置之外的其他位置而导致的浪费。

附图说明

- [0053] 图 1 是描绘根据本发明第一实施例的光声图像生成装置的方块图。
- [0054] 图 2 是描绘了在登记位置时的操作过程的流程图。
- [0055] 图 3 是描绘了在生成光声图像时的操作过程的流程图。
- [0056] 图 4 是描绘根据本发明第二实施例的光声图像生成装置的方块图。
- [0057] 图 5 是描绘了探头的实例的局部分解透视图。
- [0058] 图 6 是描绘了图 5 的探头的一部分的侧视图。
- [0059] 图 7A 是描绘了制造图 5 的超声探头的方法的示意图。
- [0060] 图 7B 是描绘了制造图 5 的超声探头的方法的示意图。
- [0061] 图 7C 是描绘了制造图 5 的超声探头的方法的示意图。
- [0062] 图 7D 是描绘了制造图 5 的超声探头的方法的示意图。

[0063] 图 7E 是描绘了制造图 5 的超声探头的的方法的示意图。

[0064] 图 8 是描绘了图 5 的探头的驱动电路的示意图。

[0065] 图 9 是描绘了探头的另一实例的局部分解透视图。

具体实施方式

[0066] 下文中,将结合附图详细地描述本发明的实施例。图 1 描绘根据本发明第一实施例的光声图像生成设备 10。光声图像生成设备 10 包括:超声探头(探头)11;超声波单元 12;和光源(激光单元)13。激光单元 13 输出将被照射到受体上的激光束。将被照射到受体上的光束的波长可以根据观察的目标而适当地设定。激光单元 13 的激光束输出通过导光装置(例如,光纤)被引导至探头 11。

[0067] 探头 11 包括超声波检测部分 21 和光照射部分 22,其中超声波检测部分 21 检测作为声波的一个实例的超声波。光照射部分 22 向受体照射由激光单元 13 输出的激光束。超声波检测部分 21 朝向受体输出(发送)超声波并检测(接收)被受体反射的声波。探头 11 具有多个例如被布置在一个维度上的超声换能器。超声波检测部分 21 检测两种类型的超声波(超声信号)。第一类型是超声波(下文中,也称之为“光声信号”),它是由吸收了激光单元 13 输出的激光束的受体内的测量目标产生的。第二类型是朝向受体输出的超声波的反射的超声波(下文中,称之为“反射声信号”)。注意,光照射部分 22 可以与探头 11 分开地提供。

[0068] 超声波单元 12 具有超声波驱动装置 23、接收电路 24、数据存储器 25、图像构建装置 26、图像存储器 27、基准图像存储装置 28、探头位置判断装置 29、和激光控制装置 30。超声波驱动装置 23 驱动被包含在探头 11 的超声波检测部分 21 中的多个超声换能器,并使超声波检测部分 21 输出超声波。超声波驱动装置 23 通过向所述多个超声换能器输出具有预定波形的脉冲的电信号而使超声换能器输出超声波。接收电路 24 接收被超声波检测部分 21 检测到的超声信号(光声信号或反射声信号)。接收电路 24 包括 A / D 转换器,A / D 转换器能够例如采样所述超声波信号并将超声波信号转化为数字信号。接收电路在数据存储器 26 中储存接收到的超声波信号(的采样数据)。

[0069] 图像构建装置 26 基于超声波信号生成断层分析图像。图像构建装置 26 例如从数据存储器 25 中读取光声信号并基于读取的光声信号生成光声图像。此外,图像构建装置 26 从数据存储器 25 中读取反射声信号并基于读取的反射声信号生成超声图像。图像构建装置 26 将生成的光声图像和生成的超声图像存储在图像存储器 27 中。注意,在图 1 中,图像构建装置 26 生成光声图像和超声图像二者。可选择地,可将生成光声图像的光声图像生成装置和生成超声图像的超声图像生成装置作为分开的装置提供。

[0070] 探头位置判断装置 29 将由探头检测到的反射声信号的特征与由用于检测反射声信号的探头 11 在它处于适于生成光声图像的位置时预先获得的反射声信号的特征作比较。在当前实施例中,探头位置判断装置不直接地采用反射声信号,而是利用基于反射声信号生成的超声图像去比较超声图像(反射声信号)的特征。超声图像的特征的例子包括:是否存在血管;是否存在表皮的边界或该边界的位置;以及可以获得足够强的信号的深度和位置。探头位置判断装置 29 从存储在图像存储器 27 中的超声图像中提取特征,并将提取出的特征与基于由处于适于生成超声图像的位置上的探头 11 检测到的反射声信号生成

的超声图像的特征作比较。

[0071] 基准图像存储装置 28 具有存储于其中的超声图像,其中,超声图像由图像构建装置 26 基于当探头 11 处于适于生成作为基准图像的光声图像的位置上时由探头 11 检测到的反射声信号生成。例如,探头位置判断装置 29 从存储的基准图像中提取特征,并将从基准图像中提取的特征与从由图像构建装置 26 生成的当前的超声图像中提取的特征作比较。作为这种构造的一种替换,从基准图像中提取的特征可以被储存,并且该储存的特征可以与从由图像构建装置 26 生成的当前的超声图像中提取的特征作比较。在探头位置判断装置 29 判断特征匹配时,作为光源控制装置的激光控制装置 30 向激光单元 13 输出能够指令光输出的信号。

[0072] 光声图像生成设备 10 的操作过程将被描述。用户预先登记适于生成光声图像的位置。用于指令光声图像生成设备 10 登记适于生成光声图像的位置。用户移动探头 11 至适于生成光声图像的位置(步骤 A1)。在探头 11 被移动之后,超声波驱动装置 23 向探头 11 的超声波检测部分 21 的超声换能器提供驱动信号,并使超声波从探头 11 向受体发射(步骤 A2)。超声波检测部分 21 检测所发射的超声波的反射声信号(步骤 A3)。接收电路 24 在数据存储器 25 中存储检测到的反射声信号。

[0073] 图像构建装置 26 从数据存储器 25 中读取反射声信号,并生成超声图像(步骤 A4)。基准图像存储装置 28 将在步骤 A4 中生成的超声图像储存为基准图像(步骤 A5)。在有多位置需要生成光声图像的情况下,步骤 A1 至步骤 A5 的过程被重复地执行,并且将多个位置的超声图像储存为基准图像。通过储存基准图像,用于生成光声图像的初步准备工作就完成了。

[0074] 图 3 描绘了生成光声图像时的操作过程。在登记位置之后,用户指令在探头 11 处于任意位置的状态下生成光声图像。用户将光声图像生成设备 10 的模式切换为能够通过操作手动开关、脚踏开关等生成光声图像的模式。可选择地,所述切换也可以被自动地执行。超声波驱动装置 23 驱动探头 11 并使超声波被朝向受体发射(步骤 B1)。探头 11 的超声波检测部分 21 检测在步骤 B1 中被发射的超声波的反射声信号(步骤 B2)。接收电路 24 在数据存储器 25 中储存检测到的反射声信号。

[0075] 图像构建装置 26 从数据存储器 25 中读取反射声信号,并生成超声图像(步骤 B3)。图像构建装置 26 将生成的超声图像储存在图像存储器 27 中。探头位置判断装置 29 将被存储在基准图像存储装置 28 中作为基准图像的超声图像与被存储在图像存储器 27 中的当前的超声图像作比较,并判断两个图像的特征是否匹配(步骤 B4)。如果特征不匹配,探头位置判断装置 29 判定探头 11 不处于被登记的适合生成光声图像的位置,或者不处于与适合生成光声图像的位置具有相同特征的位置。在这种情况下,程序返回到步骤 B1。光声图像生成设备 10 重复地执行从步骤 B1 至 B4 的程序,直到它在步骤 B4 中判定特征相匹配。

[0076] 如果在步骤 B4 中判定特征相匹配,则它判定探头 11 处于被登记的适合生成光声图像的位置,或者处于与适合生成光声图像的位置具有相同特征的位置。在这种情况下,激光控制装置 30 向激光单元 13 输出指令激光束输出的信号(步骤 B5)。激光单元 13 响应来自激光控制装置 30 的信号而输出激光束。由激光单元 13 输出的激光束从探头 11 的光发射部分 22 照射到受体上(步骤 B6)。超声波检测部分 21 检测由于激光束的照射而在受体

内产生的光声信号（步骤 B7）。接收电路 24 在数据存储器 25 中储存检测到的光声信号。图像构建装置 26 从数据存储器 25 中读取光声信号，并生成光声图像（步骤 B8）。所生成的光声图像被例如图像显示装置（未示出）显示。

[0077] 在当前实施例中，在将要预先生成光声图像的位置上发射和接收超声波，并且在该位置上的超声图像被存储为基准图像。在生成光声图像时，在照射激光束之前相对于受体发射和接收超声波，并且所生成的超声图像和与被存储为基准图像的超声图像作比较。当两个超声图像的特征相匹配时，超声波单元 12 命令激光单元 13 输出激光。当前实施例判断探头 11 是否处于预先登记的位置或处于与所登记的位置的特征具有类似特征的位置。在确定探头 11 处于预先登记的位置或处于与所登记的位置的特征具有类似特征的位置时，激光束被照射到受体上。由此，可通过在期望的位置照射激光束而生成光声图像，并且可以防止在与需要生成光声图像的位置不同的位置上浪费的光的照射和光声图像的生成。

[0078] 接下来，将描述本发明的第二实施例。图 4 描绘了根据本发明第二实施例的光声图像生成设备 10a。该实施例的光声图像生成设备 10a 与图 1 中描绘的第一实施例的光声图像生成设备 10 的区别在于超声波单元 12a 还包括接触状态判断装置 31 和光照射抑制装置 32。光声图像生成设备 10a 的其他构件可与第一实施例的那些相同。注意，图 4 描绘了将接触状态判断装置 31 和光发射抑制装置 32 配置在超声波单元 12a 中的情形。可选择地，这些元件之一或二者也可以被配置在探头 11 内。

[0079] 接触状态判断装置 31 判断探头 11 是否与受体接触。诸如检测探头 11 与受体接触的压力传感器可以被用作接触状态判断装置 31。在这一情形下，接触状态判断装置 31 可基于检测到压力的量来判断探头 11 与受体的接触状态。作为采用物理传感器的替换，接触状态判断装置 31 可基于由图像构建装置 26 生成的超声图像判断所述接触状态。例如，当超声图像为通常看起来探头 11 不与受体接触的图像形式时（尤其是，当平行于超声换能器的高亮度的线被包含在超声换能器附近的超声图像中时），则接触状态判断装置 31 可判定探头 11 不与受体接触。

[0080] 当探头 11 与受体分离时，接触状态判断装置 31 输出信号，向光照射抑制装置 32 提示该分离。当接触状态判断装置 31 判定探头 11 不与受体接触时，光照射抑制装置 32 抑制激光束向受体的照射。例如，光照射抑制装置 32 向激光控制装置 30 输出激光抑制信号。如果所述激光抑制信号被接收到，则激光控制装置 30 将不向激光单元 13 输出指令输出激光束的信号。因此，可以防止激光束照射到受体上。作为抑制发送到激光单元的激光照射命令的输出的替换，也可以通过提供一个装置防止激光束照射到受体上，其中，所述装置可阻断激光单元 13 与受体之间的光路中的输出激光束。

[0081] 在当前实施例中，当探头 11 与受体分离时，光照射抑制装置 32 防止激光束照射到受体上。通过采用这种配置，可以避免激光束被发射到人眼中的情况发生，并且可提高其对于眼睛的安全性。其他有益的效果与第一实施例能够取得的那些相同。

[0082] 注意，图 3 中描绘的从发射超声波到超声图像的特征对比（步骤 B1 至 B4）的过程不需要在每次生成光声图像时都执行。在光声图像被重复生成的情况下，例如，可以只在第一次光声图像生成操作中在执行发射和接收超声波以比较超声图像的特征之后生成光声图像，并且在随后的光声图像生成操作中，步骤 B1 至 B4 可以被省略。可选择地，步骤 B1 至

B4 可以在每进行多个光声图像生成操作之后才执行,以间歇地确认探头 11 的位置。

[0083] 这里,可用在本发明的光声图像生成设备中替代探头 11 的探头(超声探头)的实例将被详细地描述。首先,将描述图 5 和图 6 中描绘的探头。多个无机压电元件 2 以预定的间距 P 布置和形成在基材 1 的表面上。将被用作超声换能器的无机压电元件 2 具有多个彼此分离的无机压电体 51。信号电极层 52 被结合到每个无机压电体 51 的一个表面上,并且接地电极层 53 被结合到每个无机压电体 51 的另一表面上。即,每个无机压电元件 2 由专用的无机压电体 51、信号电极层 52 和接地电极层 53 形成。

[0084] 第一声匹配层(acoustic matching layer)3 被结合到所述多个无机压电元件 2 上。第一声匹配层 3 被划分成多个部分并以与多个无机压电元件 2 的间距相同的间距 P 布置。

[0085] 第二声匹配层 4 被结合到第一声匹配层 3 上。第二声匹配层 4 具有上侧有机层 41 和下侧有机层 42。

[0086] 下侧有机层 42 被划分为多个部分并以与多个无机压电元件 2 的间距相同的间距 P 布置在第一声匹配层 3 上。同时,上侧有机层 41 未被划分,并且延伸覆盖整个下侧有机层 42。上侧有机层 41 和下侧有机层 42 的总厚度为这样一个厚度,该厚度满足相对于由多个无机压电元件 2 发出的超声波的基波的波长 λ 的 $\lambda/4$ 共振条件。上侧有机层 41 和下侧有机层 42 合在一起与多个无机压电元件 2 发出的超声波相匹配。

[0087] 此外,上侧有机层 41 构成了多个有机压电元件 5 的一部分。即,接地电极层 43 被结合到上侧有机层 41,使得它延伸覆盖所述上侧有机层 41 的表面。此外,被以与多个无机压电元件 2 的间距相同的间距 P 划分的多个信号电极层 44 被结合到上侧有机层 41 的面朝下侧有机层 42 的表面上。由此,上侧有机层 41 用作所述多个有机压电元件 5。以这种方式布置和形成的每个有机压电元件 5 由专用的信号电极层、与有机电压元件 5 共有的上侧有机层、以及接地电极层 43 构成。由于该原因,有机压电元件 5 的布置间距只由被结合到上侧电极层 43 的下侧的多个信号电极层 44 的布置间距决定,并且多个有机压电元件 5 以与多个无机压电元件 2 的间距相同的间距 P 布置。

[0088] 此外,无机压电元件 2 的多个部分、第一声匹配层 3、第二声匹配层 4 的下侧有机层 42 和被以相同的间距 P 划分的信号电极层 44 在沿每个层的堆叠方向上设置和对准,并且填充剂 6 填充它们之间的间隙。即,填充剂 6 以相同的间距 P 重复地填充所述间隙,使得它从信号电极层 44 的表面穿透至基材 1 的表面。此外,声学透镜 8 经由保护层 7 连接到多个有机压电元件 5 上。

[0089] 无机压电元件 2 的无机压电体 51 由压电陶瓷(例如,锆钛酸铅(PZT™))或压电单晶体(例如,铌酸镁铅-钛酸铅固溶体(PMN-PT))形成。同时,有机压电元件 5 的上侧有机层 41 由诸如聚偏二氟乙烯(PVDF)和聚偏二氟乙烯-三氟乙烯共聚物(P(VDF-TrFE))的聚合物压电元件形成。

[0090] 基材支撑多个无机压电元件 2 并吸收朝向后部放出并由橡胶材料(例如铁氧体橡胶)形成的超声波。

[0091] 第一声匹配层 3 被提供,以使由多个无机压电元件 2 产生的超声波能够有效地进入受体。第一声匹配层 3 由具有介于无机压电元件 2 的声阻抗值与活体组织的声阻抗值之间的声阻抗值的材料形成。

[0092] 第二声匹配层 4 被提供,以使由多个无机压电元件 2 产生的超声波能够有效地进入受体。下侧有机层 42 可由与上侧有机层 4 类似的聚合物压电元件(例如,聚偏二氟乙烯(PVDF)和聚偏二氟乙烯-三氟乙烯共聚物(P(VDF-TrFE)))形成。注意,优选地,上侧有机层 41 和下侧有机层 42 由具有相同或相近似的声阻抗的材料形成。如果上侧有机层的声阻抗和下侧有机层的声阻抗处于彼此相差 $\pm 10\%$ 以内的范围内,则第二声匹配层 4 可以被构成而不影响超声波的声匹配。

[0093] 填充剂 6 被用于固定相邻部件之间的位置和定向,并且填充剂 6 由环氧树脂或类似物形成。

[0094] 保护层 7 保护有机压电元件 5 的接地电极层 43,并由例如聚偏二氟乙烯(PVDF)形成。

[0095] 声透镜 8 利用折射聚焦超声波束以改进在垂直方向上的分辨率,并且声透镜 8 由硅酮橡胶或类似物形成。

[0096] 接下来将描述探针的操作。在操作过程中,例如,多个无机压电元件被用作专用的超声波发射换能器,并且多个有机压电元件 5 被用作专用的超声波接收换能器。

[0097] 脉冲电压或连续波电压被施加在多个无机压电元件 2 的信号电极层 52 和接地电极层 53 之间。无机压电元件 2 的无机压电体 51 根据所施加的电压而膨胀或收缩,并且从而产生脉冲的超声波或连续的超声波。超声波经由第一声匹配层 3、第二声匹配层 4、保护层 7、和声透镜 8 进入受体,并且被合并形成超声波束并在受体内传播。

[0098] 在受体内反射的反射超声波经由声透镜 8 和保护层 7 进入有机压电元件 5。当反射超声波进入压电元件 5 时,上有机层 41 以高灵敏度响应超声波的谐波分量膨胀和收缩,并且在信号电极层和接地电极层 43 之间产生电信号。电信号作为接收到的信号被输出。

[0099] 基于由多个有机压电元件 5 输出的接收到的信号,可生成超声图像。所生成的超声图像可用在上文描述的特征对比中。这里,多个无机压电元件和多个有机压电元件 5 被以相同的间距 P 布置和形成。因此,来自受体的反射超声波可以在与被发射的超声波的发射位置相同的布置位置被接收到,并且能够生成高精度的超声图像。

[0100] 注意,多个无机压电元件 2 可以被同时用作超声波发生换能器和超声波接收换能器。在这种情况下,由有机压电元件 5 经由声透镜 8 和保护层 7 接收的反射超声波进一步经由第二声匹配层 4 和第一声匹配层 1 进入无机压电元件 2。无机压电元件 2 主要响应超声波的基波分量而膨胀和收缩,并且在信号电极层 52 和接地电极层 53 之间生成电信号。

[0101] 合并了基波分量和谐波分量的复合的超声图像可基于从多个无机压电元件 2 接收到的与基波分量对应的信号和从多个有机压电元件 5 接收到的与谐波分量对应的信号生成。

[0102] 同样,在该情形中,多个无机压电元件和多个有机压电元件 5 以相同的间距 P 布置和形成。因此,来自受体的反射超声波的基波分量和谐波分量可以在相同的布置位置处被接收到,并且能够生成合并有所述基波分量和谐波分量的具有高精度的复合的超声图像。

[0103] 前文所述的探头可按照下述方式制造。

[0104] 首先,如图 7A 所示,延伸跨越基材 1 的整个表面的无机压电元件层 91a 用粘结剂或类似物附接到基材 1 的表面。无机压电元件层 91a 具有整体地形成在其两个表面上的传导层 92 和传导层 93。

[0105] 接下来,如图 7B 所示,延伸跨越无机压电元件层 91a 的整个区域的声匹配层 94 在处于 120℃至 150℃范围内的温度下被结合到传导层 93。随后,如图 7C 所示,有机层 95 被结合到声匹配层 94 上。有机层 95 具有延伸跨越声匹配层 94 的整个表面的尺寸,并且具有跨越它的与面朝声匹配层 94 的表面相对的整个表面的传导层 96。

[0106] 接下来,如图 7D 所示,传导层 96、有机层 95、声匹配层 94、和无机压电元件层 91a 被以间距 P 切割,以将每个层划分为多个部分。此时,执行切割以从传导层 96 至无机压电元件层 91a 完全地分离每个层。因此,每个层的被分割的部分在位置上对齐。由此,多个无机压电元件 2 被以布置间距 P 形成在基材 1 的表面上。第一声匹配层 3、下侧有机层 42、和信号电极层 44 的部分被形成在无机压电元件 2 上,从而它们顺序地彼此叠置。此外,在堆叠方向上穿透每个层的多个槽 97 被形成在由按照间距 P 对齐的每个层的部分形成的每个柱状体之间。

[0107] 通过以间距 P 从传导层 9 至无机压电元件层 91 切割每个层,每个层以简单的方式被划分成多个部分,并且被划分的层的每个部分可以在堆叠方向上位置对齐。此外,多个有机压电元件 5 的信号电极层 44 以及多个无机压电元件 2 的信号电极层 52 和接地电极层 53 可以被精确地位置对齐。

[0108] 接下来,填充剂 6 填满通过切割形成的所述多个槽 97,并且如图 7E 所示,每个层的部分的位置和定向被固定。此后,上侧有机层 41 在约 80℃的温度下被压到多个信号电极层 44 上。上侧有机层 41 具有延伸跨越多个信号电极层 44 整体的尺寸,并且接地电极层 43 被预先形成在上侧有机层 41 的与面朝所述多个信号电极层 44 的表面相对的整个表面上。

[0109] 这里,上侧有机层 41 构成第二声匹配层 4 的一部分,以用于声学地匹配由多个无机压电元件 2 发射的超声波。上侧有机层 41 和下侧有机层 42 的厚度总和是这样一个厚度,该厚度满足相对于由多个无机压电元件 2 发射的超声波的基波的波长 λ 的 $\lambda / 4$ 共振条件。如果只考虑上侧有机层 41,则其厚度并不受该共振条件的限制。因此,可通过将上侧有机层 41 形成得更薄来增加有机压电元件 5 的电容量。即,上侧有机层 41 可以被形成具有期望的厚度,该厚度可产生能够将有机压电元件 5 接收到的反射超声波有效地转化为所接收的信号的电容量。下侧有机层 42 可以被形成,使得上侧有机层 41 的厚度与下侧有机层 42 的厚度之和满足前述的共振条件。由此,多个有机压电元件 5 可以被形成得薄,同时第二声匹配层 4 满足相对于无机压电元件 2 的共振条件。

[0110] 这里,上侧有机层 41 的晶化度随着温度的升高而逐渐地降低。因此,利用上限温度显著地低于居里点 (Curie point)。例如,如果上侧有机层 41 被暴露于在层压诸如声匹配层 94 时所使用的 80℃至 100℃范围内的高温,则将会出现去极化现象。然而,上侧有机层 41 是在除保护层 7 和声透镜 8 之外的其他层被层压之后才被层压的。因此,上侧有机层 41 并不暴露于在层压其他层时以及用填充剂 6 填充槽 97 时所用的高温。因此,能够抑制去极化现象。

[0111] 此外,当上侧有机层 41 下方的层 (即,信号电极层 52、无机压电体 51、接地电极层 53、第一声匹配层 3、下侧有机层 42、和信号电极层 44) 被顺次地结合时,上侧有机层 41 尚未出现。因此,这些层可以在高温下被结合并且用高粘附力层压。

[0112] 在上侧有机层 41 以这种方式被层压到多个信号电极层 44 上之后,声透镜 8 经由保护层 7 与多个有机压电元件 5 的接地电极层 43 结合,从而完成图 5 和图 6 中所描绘的探

头。

[0113] 在采用该线性探头的情况下,其中,由多个无机压电元件 2 发射的超声波的频率约为 7MHz,第一声匹配层 3 的声阻抗约为 $8.9\text{rayl}(\text{kg} / \text{m}^2\text{s})$,并且第二声匹配层 4 的声阻抗约为 $4.0\text{rayl}(\text{kg} / \text{m}^2\text{s})$,PZTTM可以被用作无机压电体 51 的材料。由 PZTTM形成的无机压电体 51 可以被形成具有约 $190\mu\text{m}$ 的厚度,并且第一声匹配层 3 可以被形成具有约 $80\mu\text{m}$ 的厚度。PVDF 可以被用作下侧有机层 42 和上侧有机层 41 的材料。下侧有机层 42 可以被形成具有约 $60\mu\text{m}$ 的厚度,并且上侧有机层 41 可以被形成具有约 $20\mu\text{m}$ 的厚度,从而,第一声匹配层 4 的厚度作为一个整体变为约 $80\mu\text{m}$ 。因此,多个有机压电元件 5 可以被形成具有期望的厚度,同时第二声匹配层 4 满足相对于多个无机压电元件 2 的共振条件。

[0114] 第二声匹配层 4 为两层结构,其包括上侧有机层 41 和下侧有机层 42。第二声匹配层 4 被成形,使得构成多个有机压电元件 5 的上侧有机层 41 被形成具有期望的厚度,同时上侧有机层 41 的厚度与下侧有机层 42 的厚度的总和相对于多个无机压电元件 2 满足共振条件。因此,有机压电元件 5 相对于被接收的信号转换效率可以被提高,同时相对于由多个无机压电元件 2 发射的超声波保持优秀的声传播速率。

[0115] 此外,多个无机压电元件 2 和多个有机压电元件 5 被布置成位置对齐,从而可以生成具有高精度的复合超声图像。

[0116] 此外,用作有机压电元件 5 的有机压电体的上侧有机层 41 在超声探头的制造过程中不暴露于高温。因此,可以抑制的上侧有机层 41 的去极化现象。

[0117] 注意,用于无机压电元件的 A / D 转换器 60 可以被连接到每个无机压电元件 2 的信号电极层 52,并且用于有机压电元件的放大器 61 和 A / D 转换器 62 可以被连接到每个有机压电元件 5 的信号电极层 44,如图 8 所示。

[0118] 这里,如上文所述,可通过将有机压电元件 5 的有机压电体的厚度设定为薄,从而提高多个有机压电元件 5 的电容量。然而,仅通过这种构造,难以获得具有足够强度的接收信号,并且需要用有机压电元件的放大器 61 放大接收信号。此时,优选地是将有机压电元件的放大器 61 连接到有机压电元件 5 的信号电极层 44 附近,以在将接收信号从有机压电元件 5 传输到有机压电元件的放大器 61 的同时防止接收信号的衰减。

[0119] 可以在探头中提供多路转换器 (multiplexer) 以减少从探头中伸出的信号线的数目。例如,多路转换器可以被提供在无机压电元件的 A / D 转换器 60 和有机压电元件的 A / D 转换器 62 之后的信号链路中。因此,从无机压电元件的 A / D 转换器 60 和有机压电元件的 A / D 转换器 62 中伸出的两条信号线可以被减为单个信号线。

[0120] 此外,在表面上预先形成有传导层 96 的下侧有机层 95 被层压到第一声匹配层 94 上。然而,本发明并不仅限于这种构造。下侧有机层 95 可以被层压到第一声匹配层 94,之后,传导层 96 可以被形成在下侧有机层 95 的表面上。

[0121] 类似地,具有预先形成在表面上的接地电极层 43 的上侧有机层 41 被层压到多个信号电极层 42 上。可替换地,上侧有机层 41 可以被结合到多个信号电极层 42,之后,接地电极层 43 可以被形成在上侧电极层 41 的表面上。

[0122] 接下来,将参照图 9 描述可以被本发明的光声图像生成设备采用的探头的另一实例。注意,在图 9 中,与图 5 和图 6 中所描绘的那些相同的元件将用相同的附图标记表示,并且在不是特别必要的情况下,其细节描述将被省略。

[0123] 在图 9 的探头中,用于发射超声波的多个无机压电元件 2 和用于接收反射的超声波的多个有机压电元件不是按照堆叠的方式提供的,而是被布置在与基材的表面相平行的方向上。注意,在该实例中,有机压电元件 5 的接地电极层 43 还用作无机压电元件 2 的接地电极层。此外,在该实例中,第二基材 1' 被层压成基材 1 上的一个层,并且有机压电元件 5 被形成的第二基材 1' 上。可替换地,基材 1 可以被处理,以形成层叠的形式。

[0124] 在上述构造中,由无机压电元件 2 发射的超声波被照射到受体上而不穿过有机压电元件 5。在探头具有这种构造的情况下,可基于由多个有机压电元件输出的接收信号生成超声图像,并且所生成的超声图像可以被用在上述的特征对比中。

[0125] 本发明的优选实施例已在上文中加以描述。然而,本发明的光声图像生成设备和光声图像生成方法不仅限于上述实施例。对上述实施例的构造做出的各种变化和修改被包括在本发明的范围之内。

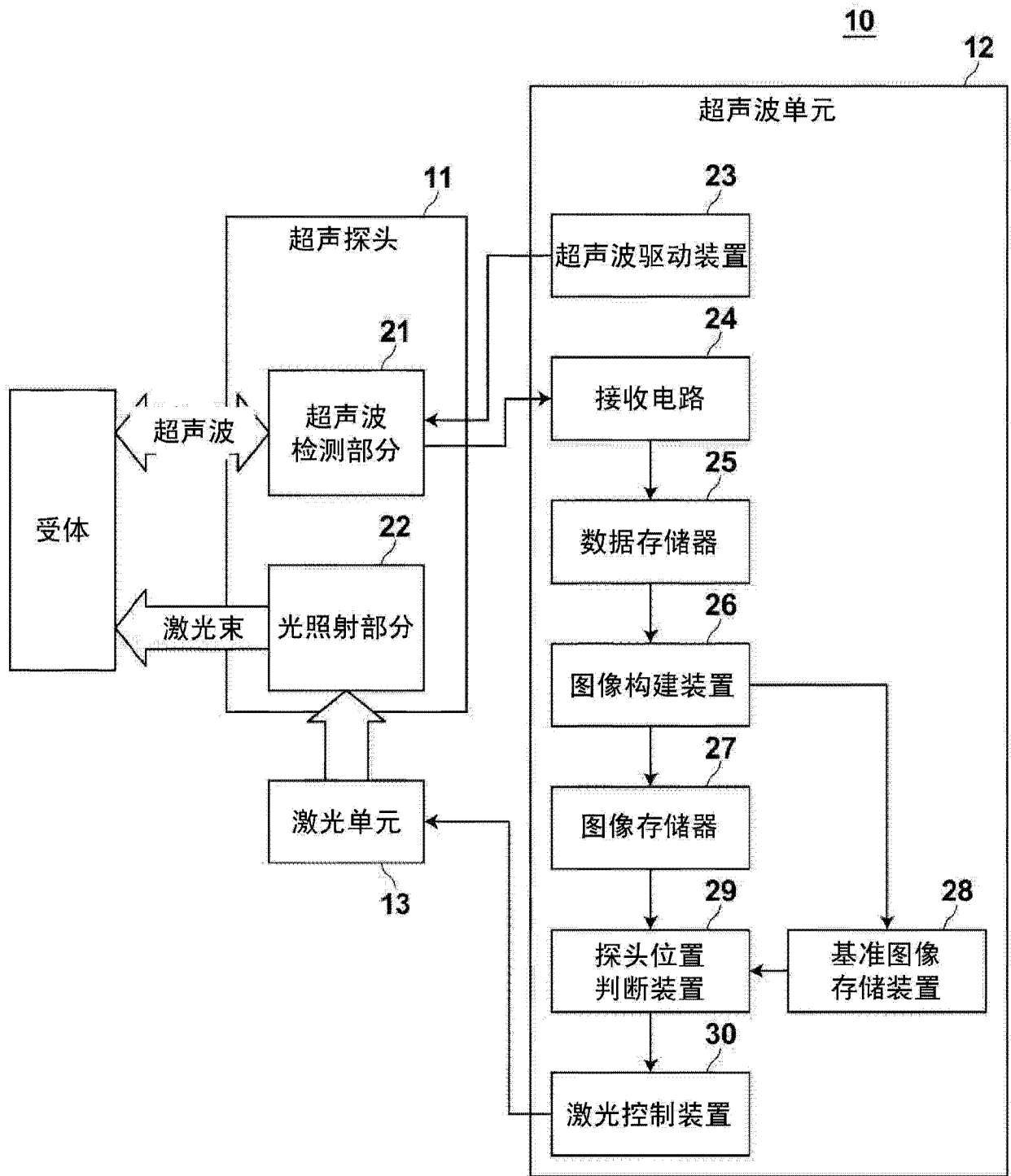


图 1

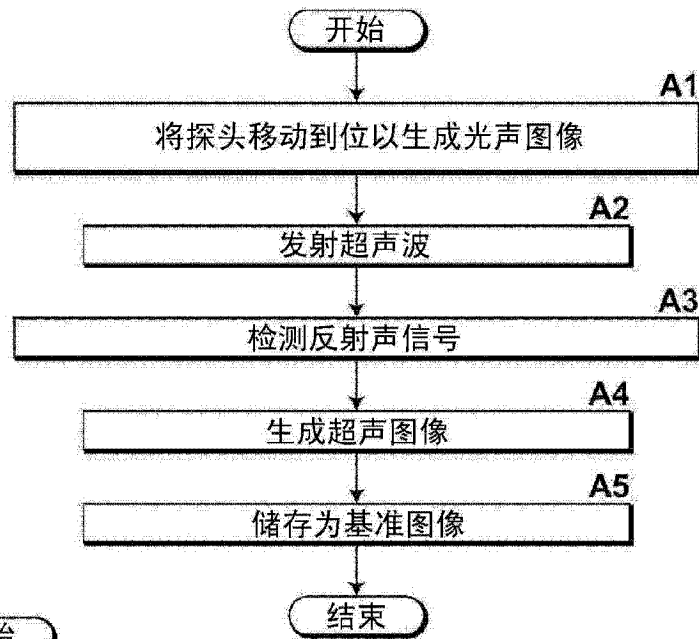


图 2

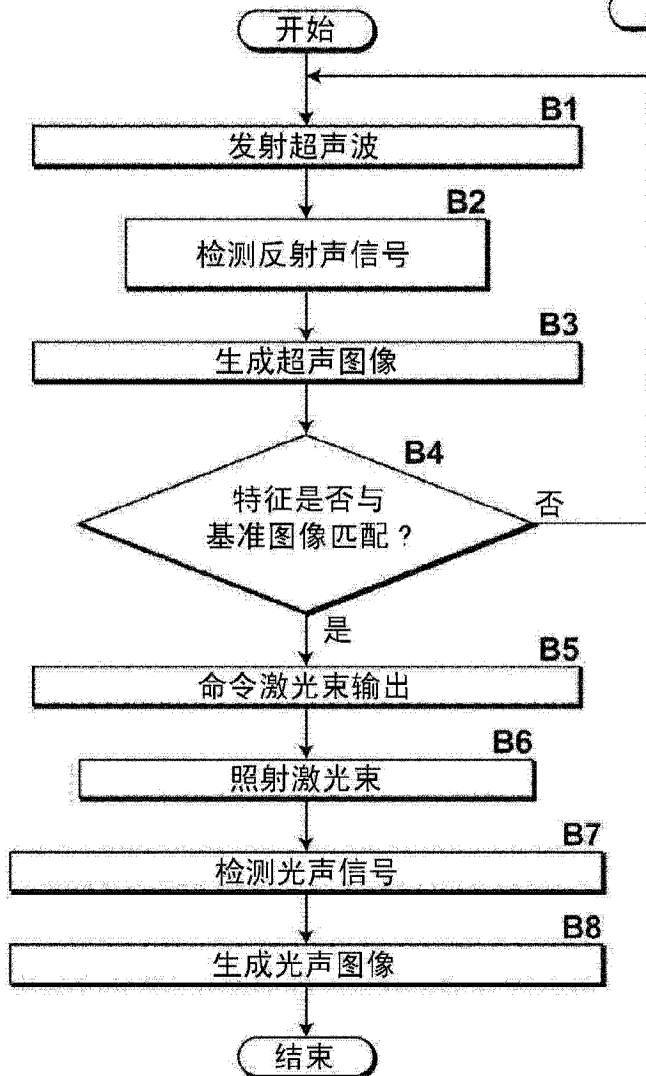


图 3

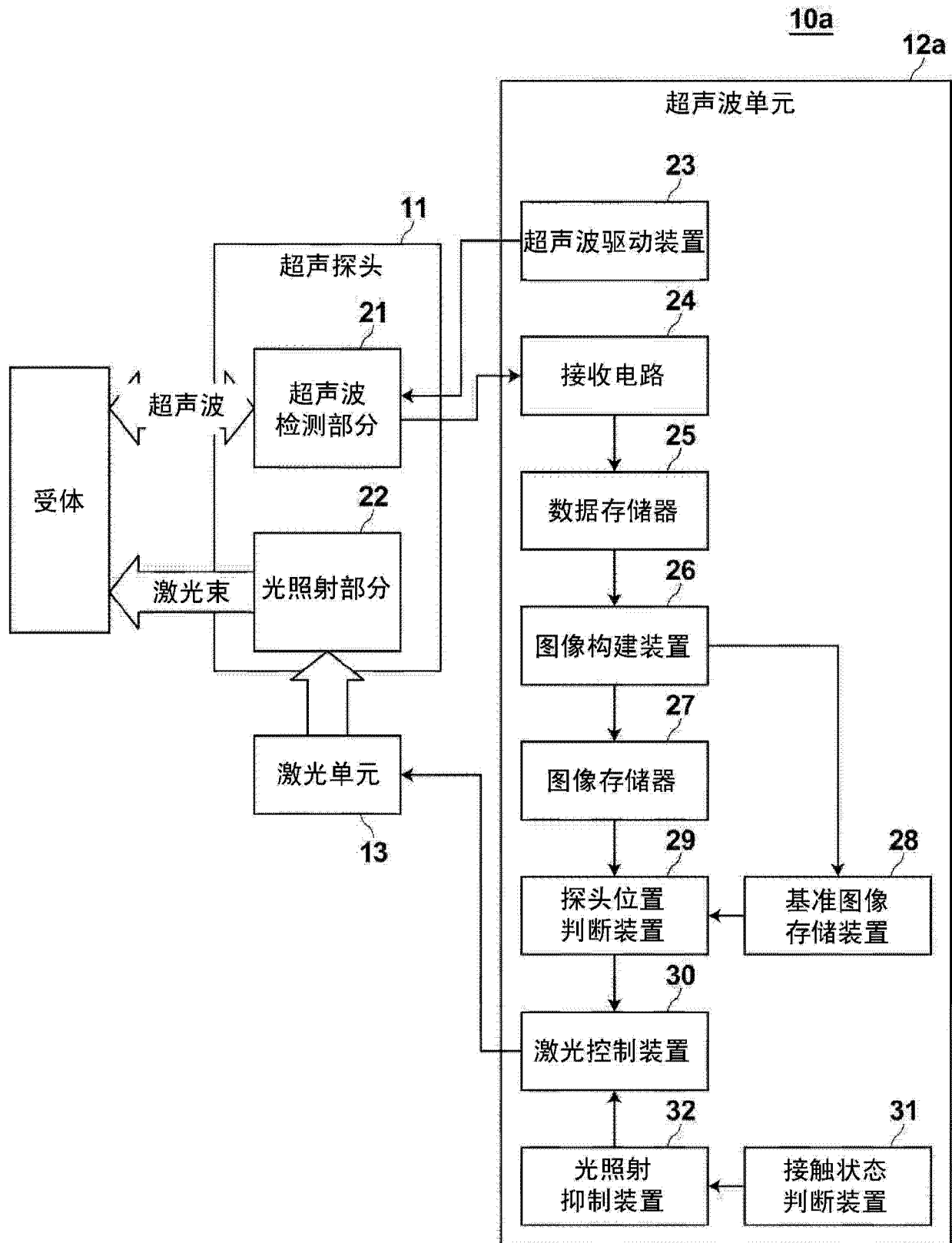


图 4

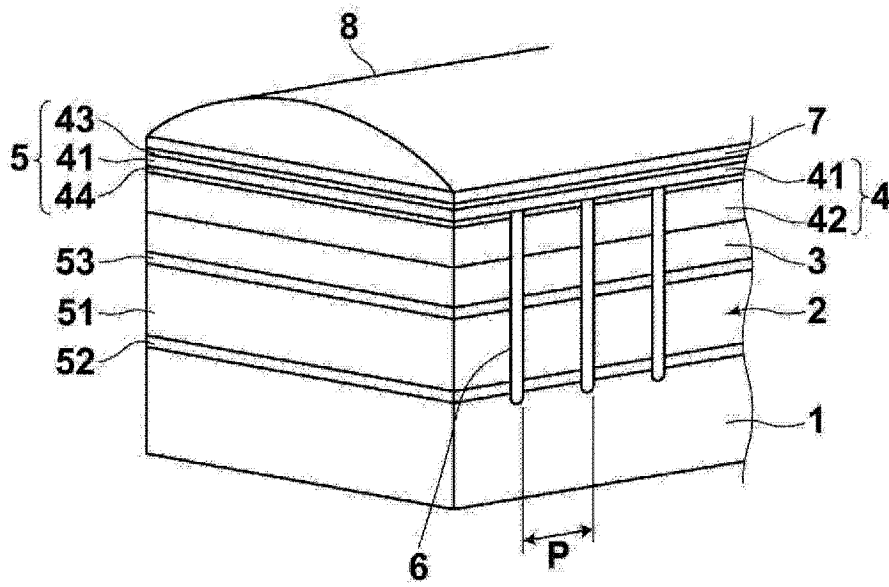


图 5

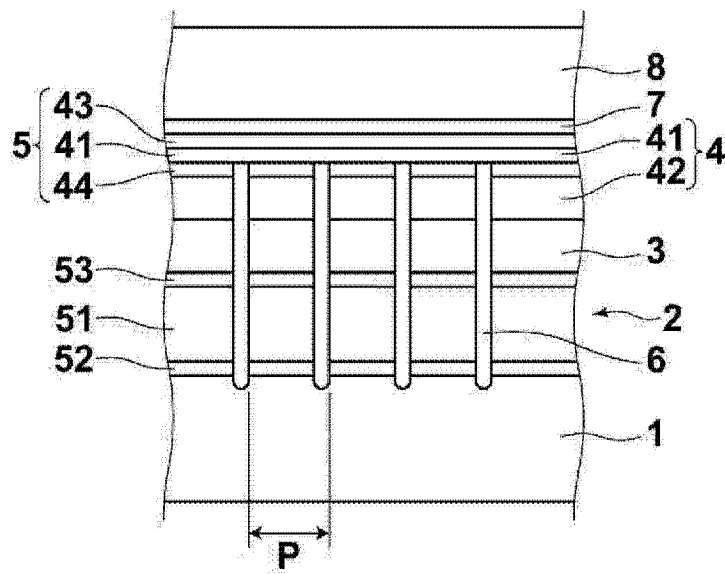


图 6

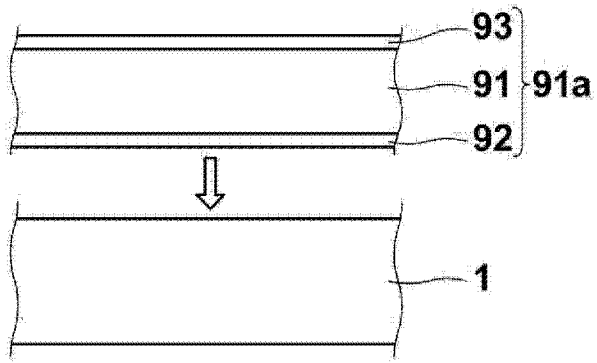


图 7A

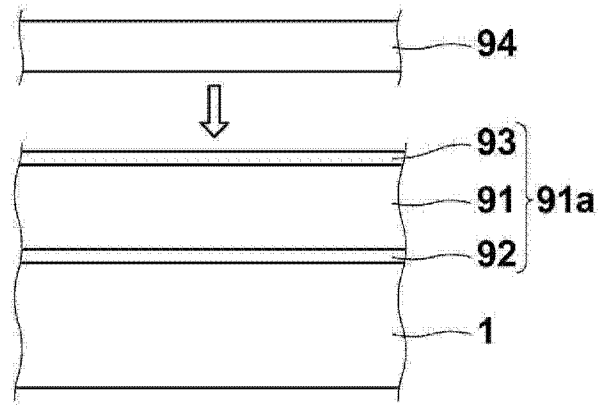


图 7B

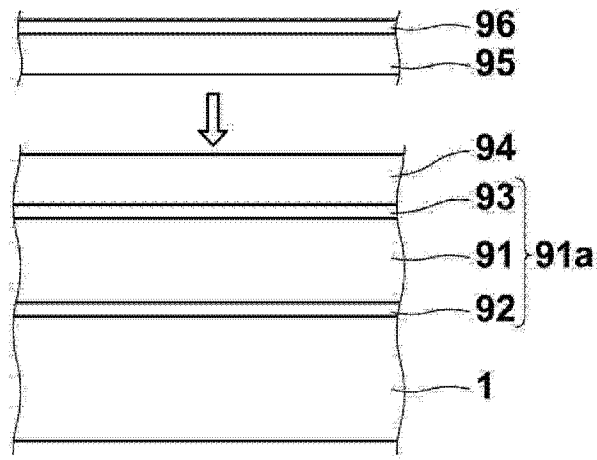


图 7C

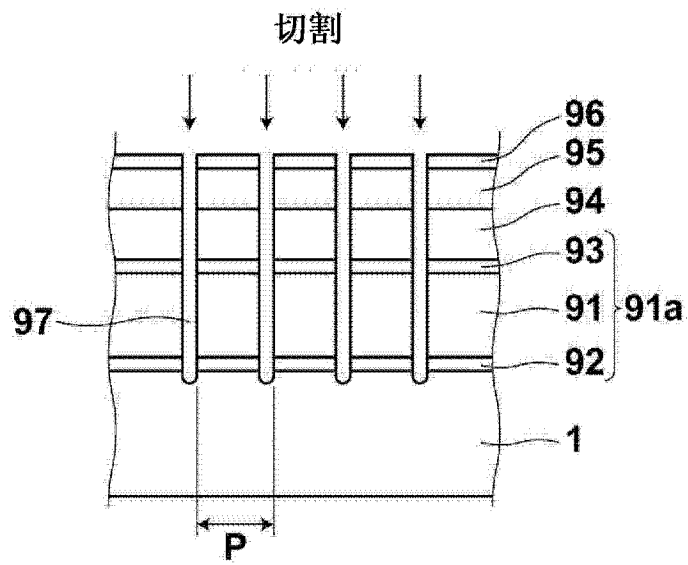


图 7D

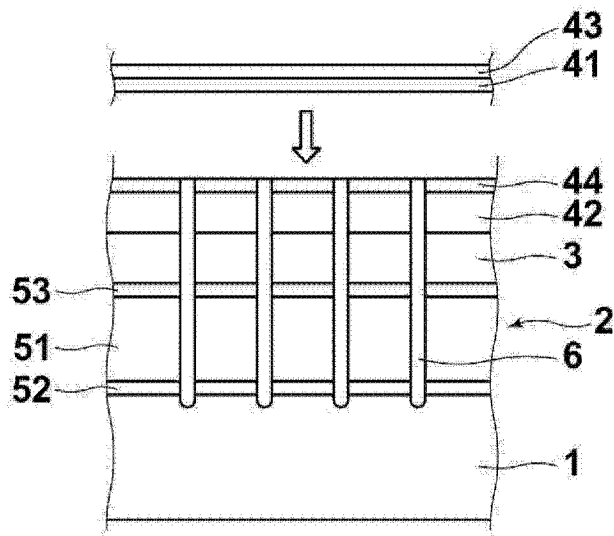


图 7E

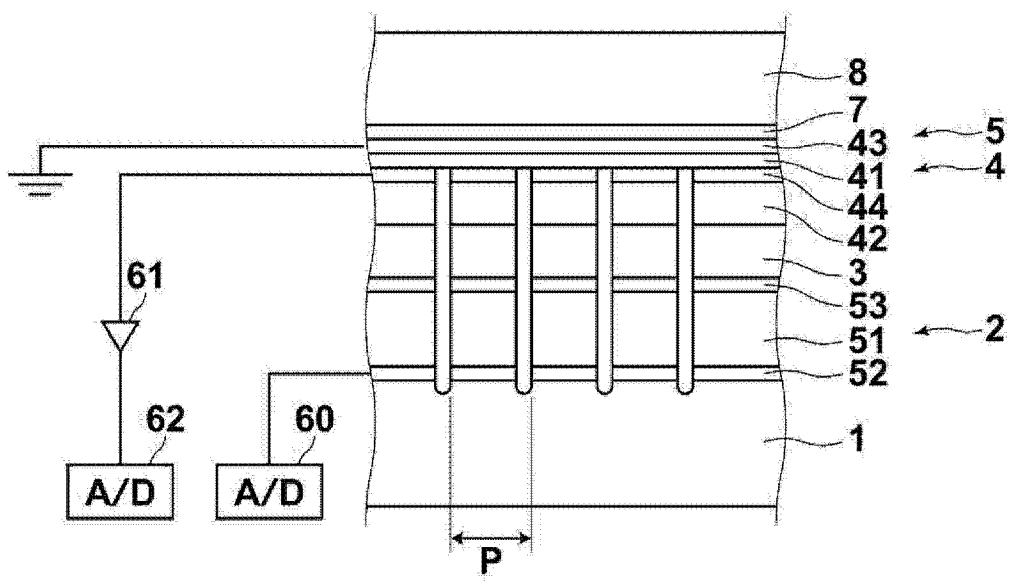


图 8

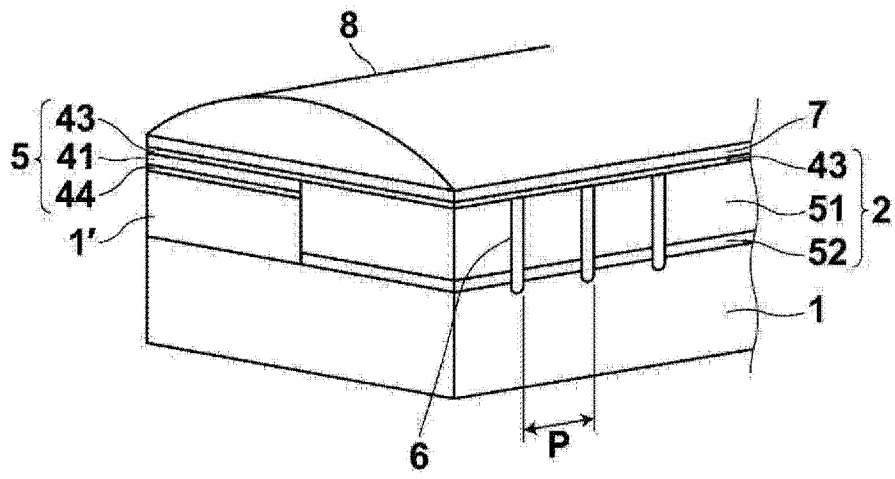


图 9

[目的]阻止光被照射到待生成光声图像的部分以外的部分上。[技术方案]超声驱动装置(23)使超声波作为声波的一种从探头(11)的超声波检测部分(21)发射。超声波检测部分(21)检测所发射的超声波的反射的声信号。图像构造装置(26)基于反射的声信号生成超声图像。基准图像存储装置(28)具有储存于其中的当探头(11)处于适于生成光声图像的位置时获得的超声图像作为基准图像。探头位置判断装置(29)比较超声图像的特征和基准图像的特征。如果判定反射的声信号的特征相匹配,则激光控制装置(30)指令激光单元(13)输出光。超声波检测部分(21)检测受体内由于激光照射而产生的光声信号。图像构建装置(26)基于光声信号生成光声图像。

