



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109419532 A
(43)申请公布日 2019.03.05

(21)申请号 201810987678.1

(22)申请日 2018.08.28

(30)优先权数据

2017-165127 2017.08.30 JP

(71)申请人 佳能株式会社

地址 日本国东京都大田区下丸子3丁目30-2

(72)发明人 铃木纮一 阿部直人

(74)专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

代理人 迟军 李艳丽

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

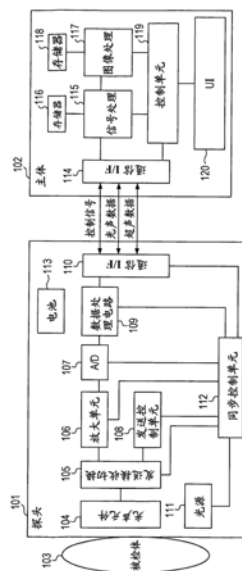
权利要求书1页 说明书14页 附图5页

(54)发明名称

超声探头和包括超声探头的光声装置

(57)摘要

公开了超声探头和包括超声探头的光声装置。超声探头包括：光照射单元，被配置成用光照射被检体；声波接收单元，被配置成接收在用光照射被检体时生成的声波并将声波转换成电信号；模数转换单元，被配置成转换电信号成数字信号；积分单元，被配置成对当用光多次照射被检体时获得的多个数字信号进行积分并输出积分信号；和通信单元，被配置成执行积分信号的通信。



1. 一种超声探头,包括:
光照射单元,被配置成用光照射被检体;
声波接收单元,被配置成接收在用光照射被检体时生成的声波并将声波转换成电信号;
模数转换单元,被配置成转换电信号成数字信号;
积分单元,被配置成对当用光多次照射被检体时获得的多个数字信号进行积分并输出积分信号;和
通信单元,被配置成执行积分信号的通信。
2. 根据权利要求1所述的超声探头,其中,通信单元被配置成执行积分信号的无线通信。
3. 根据权利要求1所述的超声探头,其中,积分单元被配置成能够执行用于对积分信号执行除法的除法处理。
4. 根据权利要求1所述的超声探头,其中,积分单元被配置成能够改变执行电信号的积分的次数。
5. 根据权利要求1所述的超声探头,其中,声波接收单元被配置成能够执行超声波发送。
6. 根据权利要求1所述的超声探头,其中,光照射单元包括光源,通过包括多个半导体发光元件来构成该光源。
7. 一种光声装置,包括:
根据权利要求1所述的超声探头;和
信号处理单元,被配置成从通信单元获得与被检体有关的信息。
8. 根据权利要求7所述的光声装置还包括:保存数字信号的存储单元,
其中,从光照射单元发射的光是脉冲光,并且
其中,在存储单元中保存的数据量高于或等于预定值的情况下,控制被执行以减小从光照射单元发射的脉冲光的重复频率。

超声探头和包括超声探头的光声装置

技术领域

[0001] 本发明涉及超声探头和包括超声探头的光声装置。

背景技术

[0002] 到目前为止,已经研究了通过使用光声效应对被检体内部的形态和机能进行成像的光声装置。在上述相关技术的光声装置中,当接收到用户的指令时,光声装置内部的控制器将信号发送到光源的驱动电路,并且光源生成脉冲光。当用此脉冲光照射被检体时,生成光声波。此光声波由探头接收并被转换成电信号(光声信号)。控制器对此光声信号执行诸如图像重构之类的信号处理,并将获得的图像呈现给用户。

[0003] 日本专利特开No.2017-006161描述了一种光声成像装置。根据日本专利特开No.2017-006161,对于每个波长,通过探头多次获得光声信号,并通过线缆将光声信号发送到主体侧。在主体侧执行多个光声信号的相加平均以实现光声信号的信噪(S/N)比的改善。

[0004] 同时,近年来,无线通信技术已经发展,并且通信速度的提高和通信设备的小型化已经得到了发展。PCT日文翻译专利公开No.2002-530142示出超声探头的示例,其中在主体和探头之间执行数据通信。

[0005] 在日本专利特开No.2017-006161中描述的光声装置中,随着探头中的超声波接收元件的数量增大以获得更高的图像质量,线缆中的线路数量增大。因此,增大了线缆直径和线缆重量。因此,已经发现变得难以操纵探头的问题。

[0006] 即使基于在PCT日文翻译专利公开No.2002-530142中描述的超声探头中使用的无线通信技术来处理日本专利特开No.2017-006161中发现的问题时,也会发生光声装置所特有的问题。也就是说,当要多次获得光声信号以获得降噪效果时,通信数据量显著增大,并且出现通信频带被挤压从而减小帧速率的问题。

[0007] 鉴于上述问题做出了本发明,并且本发明的目的在于提供如下的光声装置,该光声装置能够减小在通过多次获得光声信号来执行光声测量时的通信数据量并且抑制帧速率的减小。

发明内容

[0008] 根据本发明的一方面的超声探头包括:光照射单元,被配置成用光照射被检体;声波接收单元,被配置成接收在用光照射被检体时生成的声波并将声波转换成电信号;模数转换单元,被配置成转换电信号成数字信号;积分单元,被配置成对当用光多次照射被检体时获得的多个数字信号进行积分并输出积分信号;和通信单元,被配置成执行积分信号的通信。

[0009] 参考附图,根据对示例性实施例的以下描述,本发明的其它特征将变得清楚。

附图说明

[0010] 图1是用于描述根据本发明示例性实施例的光声探头的示意框图。

- [0011] 图2是用于描述根据本发明示例性实施例的光声探头的操作流程图。
- [0012] 图3是用于描述根据本发明示例性实施例的光声探头的操作流程图。
- [0013] 图4示出用于描述根据本发明示例性实施例的光声探头的任务存储器的内容。
- [0014] 图5示出用于描述根据本发明示例性实施例的光声探头的操作定时。

具体实施方式

[0015] 在下文中,将参考附图描述本发明的示例性实施例。然而,应该注意,下面将描述的构成部分的尺寸、材料和形状、其相对布置等将依赖于应用本发明示例性实施例的装置的配置和各种条件而适当地改变,并且本发明的范围不限于以下描述。此外,下面描述的本发明每个实施例可以在必要时单独实现或者作为多个实施例或其特征的组合实现;或者在单单个实施例中来自各个实施例的元件或特征的组合是有益的。

[0016] 根据本示例性实施例的光声装置是使用光声效应的装置,其中,当用光(电磁波)照射被检体时在被检体内部生成的声波被接收,并且被检体内部的特征信息被获得。此时获得的特征信息指示出通过光照射生成的声波的生成源分布、被检体内部的初始声压分布或从初始声压导出的光能吸收密度分布或吸收系数分布、构成组织的物质的浓度分布等。另外,特征信息通常是图像数据,但是也可以使用数值信息等,只要可以理解被检体的内部状态即可。物质的浓度分布包括例如氧饱和度分布、氧合血红蛋白/脱氧血红蛋白浓度分布等。由于上述特征信息也被称为被检体信息,因此根据本发明示例性实施例的光声装置也可以被称为被检体信息获得装置。

[0017] 在本发明的示例性实施例中提到的声波(acoustic wave)通常是超声波(ultrasound wave),并且包括音波、超声波和被称为声波的弹性波。在一些情况下,由光声效应生成的声波也被称为光声波(photoacoustic wave)或光学超声波。被检体信息获得装置的探头接收在被检体内部生成的声波。

[0018] 第一示例性实施例

[0019] 根据本示例性实施例,光声装置的探头单元(超声探头)多次获得光声信号,并将那些光声信号进行积分以被传送到主体部分(信号处理单元)。

[0020] 光声装置

[0021] 图1是示出根据本示例性实施例的光声装置的示意框图。根据本示例性实施例的光声装置包括超声探头101和信号处理单元102。根据本示例性实施例,超声探头101被配置成获得主要源自被检体的光声信号并执行无线数据通信。信号处理单元102被配置成主要接收从超声探头发送的数据并获得被检体的信息。在下文中,将详细描述每个部件。

[0022] 超声探头

[0023] 在图1中,超声探头101用光照射被检体103并且还接收在被检体103中生成的声波以将声波转换成被称为光声信号的电信号。根据本示例性实施例的超声探头还包括将超声波发送到被检体103并接收从被检体103内部的组织反射和返回的超声波以将超声波转换成被称为超声信号的电信号的功能。超声探头101也可以被称为光声装置的探头单元101。应当注意,照射被检体的光通常是脉冲光。可以在超声探头101和信号处理单元102之间执行无线数据通信,并且可以使诸如由探头单元生成的控制信号、光声信号或超声信号之类的信号数字化以被发送到主体部分102。根据本示例性实施例,数字化的光声信号被称为光

声信号数据。类似地,数字化的超声信号被称为超声信号数据。

[0024] 信号处理单元

[0025] 图1中的信号处理单元102也可以被称为光声装置的主体部分。信号处理单元102通过无线数据通信接收从超声探头101发送的光声信号数据和超声信号数据,并执行诸如噪声去除之类的信号处理。另外,通过执行所获得数据的图像重构处理来执行成像,并且将所获得的图像呈现给用户。根据本示例性实施例,信号处理单元包括用户接口(UI) 120,其被配置成输入用户的指令。

[0026] 被检体

[0027] 被检体103是要由光声装置获得信息的目标并且是被测试的人的身体的一部分。在此,以乳房为例进行描述。

[0028] 声波接收单元

[0029] 声波接收单元104从被检体接收光声波和超声波,光声波和超声波将被分别转换成被称为光声信号和超声信号的电信号。根据本示例性实施例的声波接收单元104优选地被配置成能够向被检体103发送超声波。

[0030] 根据本示例性实施例,声波接收单元具有100个或更多个通道的声波接收单元104以一维阵列方式或二维阵列方式被布置在超声探头与被检体接触的平面中。通过包括一个或多个声学元件来构成声波接收单元104。声学元件的示例是包括多个压电元件或电容型换能器的配置。当电信号被施加到声波接收单元104中的声学元件时,超声波被发送到超声探头101的外部。

[0031] 当从超声探头101的外部接收到光声波和超声波时,电信号被输出。声波接收单元104可以在超声波发送和接收时以及在光声波接收时使用相同的元件或相互不同的元件。

[0032] 切换电路

[0033] 切换电路105被配置成切换超声波的发送和接收,并且由模拟开关、多路复用器、保护二极管等构成。切换电路105被连接到同步控制单元112,并且在超声波发送时、超声波接收时和光声波接收时分别切换相应的声波接收单元和周围电路之间的连接。也就是说,当超声波被发送到被检体103时,发送控制单元108和声波接收单元104彼此连接,并且声波接收单元104和发送控制单元108彼此连接。另一方面,当接收从被检体103反射的超声波时,放大单元106和声波接收单元104彼此连接。另外,当也接收来自被检体的光声波时,放大单元106和声波接收单元104彼此连接。

[0034] 在超声波发送和接收时以及在光声波接收时使用不同元件的情况下,放大单元106和用于超声波接收的声波接收单元104在超声波接收时彼此连接,并且放大单元106和用于光声波接收的声波接收单元104在光声波接收时彼此连接。另外,相对于声波接收单元的通道数,发送控制单元的通道数被设置为低,并且多个元件可以共用电路。

[0035] 前置放大器电路

[0036] 通过包括前置放大器电路来构成放大单元106,该前置放大器电路被配置成放大从声波接收单元104输出的光声信号和超声信号。放大单元106包括可编程增益放大器并且可以通过来自外部的设置来动态地改变增益。放大单元106被连接到同步控制单元112,并且可以在光声信号的放大时和在超声信号的放大时基于来自同步控制单元112的指令以相互不同的放大因子(增益)执行放大处理。例如,通常,光声信号比超声信号微弱(较小)。当

接收光声信号时,增益被设置为相对较高,并且当接收超声信号时,增益被设置为相对较低。随着从超声波发送开始经过的时间变长,增益增大,并且还可以执行时间增益控制(TGC)处理从而以更高的增益放大来自被检体103的深部的微弱(小的)信号。

[0037] 模数转换单元

[0038] 模数转换单元(A/D转换单元)107使放大的信号数字化为数字信号。根据本示例性实施例,通过包括用于避免生成重复噪声的抗混叠滤波器、A/D转换电路和主要保存经A/D转换的光声信号数据和超声信号数据的存储器来构成A/D转换单元107。A/D转换单元107被连接到同步控制单元112,并且与去往光源111的光照射控制信号同步地执行光声信号的采样。超声信号的采样也与来自发送控制单元108的超声波发送控制信号同步地执行。

[0039] 发送控制单元

[0040] 发送控制单元108生成用于驱动声波接收单元104的脉冲信号。根据本示例性实施例,通过包括高压脉冲电路和波束形成器电路来构成发送控制单元108,该波束形成器电路被配置成生成各个声波接收单元的驱动脉冲。发送控制单元108基于来自同步控制单元112的设置和超声波发送控制信号来控制到各个声波接收单元的信号的相位,并且执行超声波束的扫描和发送开口控制。

[0041] 数据处理电路(积分单元)

[0042] 数据处理电路109对由A/D转换单元107数字化的光声信号数据和超声信号数据进行积分以输出积分信号。另外,可以在积分之后执行除法处理(相加平均处理),该除法处理用于执行除以与执行积分的次数相对应的次数的除法。当用光多次照射被检体时获得的多个数字信号被积分以输出积分信号,并且积分信号通过通信单元传送,因此可以减小通信数据量。结果,可以抑制帧速率的减小。

[0043] 通过包括例如FPGA、微控制器等来构成积分单元109。也就是说,光声信号被多次接收,并且对光声信号进行积分以减少随机噪声。对被检体103的相同位置进行N次成像,并且执行N个光声信号的相加平均。在噪声是随机噪声的情况下,获得大小被设置为 $1/\sqrt{N}$ 的优点。由于即使在执行相加平均之后光声信号的大小也不改变,因此信噪比可以被乘以 \sqrt{N} 。此外,数据处理电路109被连接到同步控制单元112,并将光声信号数据和超声信号数据转换成适合于与主体通信的格式。具体地,执行数据压缩处理、噪声去除处理等。此时,可以对超声信号数据和光声信号数据应用不同的处理。例如,可以根据光声信号接收时和超声信号接收时的各个信号的频率来执行具有不同通带的滤波处理的应用。数据处理电路还将超声信号数据转换成预定格式,并添加附加信息。附加信息包括探头的ID和用于将光声信号数据和超声信号数据彼此区分开的信息。另外,用于将光声信号数据和超声信号的数据类型彼此区分开的信息被包括。例如,在获得光声信号时获得关于具有多个波长的光的光声信号数据的情况下,用于标识出波长的信息被包括作为附加信息。在获得超声信号数据时获得B模式数据和多普勒数据的情况下,用于标识出B模式和多普勒的信息被包括作为附加信息。应当注意,积分单元还可以被配置成能够改变执行电信号的积分的次数。

[0044] 通信单元

[0045] 探头的通信单元(通信接口)110将由探头单元101获得的超声信号数据和光声信

号数据无线地发送到主体部分102,并发送和接收来自主体部分102控制命令。根据本示例性实施例的通信单元基本上是无无线通信接口,但是可以单独地包括可以以有线方式发送和接收数据的接口。

[0046] 诸如Wi-Fi、蓝牙(注册商标)、2G、3G或4G之类的无线通信协议可以用作通信协议。由输入缓冲器、通信模块和天线构成通信接口110。由基带单元和RF单元构成通信模块,并且基于无线通信协议执行向数据添加报头信息、纠错和分组。根据无线通信协议执行频谱扩展、调制或解调处理等。另外,通信模块在通信错误时执行重新发送控制等。

[0047] 输入缓冲器是缓冲存储器,其主要存储来自数据处理电路109的光声信号数据和超声信号数据。缓冲存储器基于先进先出(FIFO)。从数据处理电路109输出的数据基于FIFO被顺序输入,并且先输入的数据被顺序读出到无线通信模块。由双端口存储器构成缓冲存储器,并且缓冲存储器可以并行地执行来自数据处理电路109的数据写入和来自无线通信模块的数据读取。另外,可以从同步控制单元112定期监视缓冲存储器的内部状态。

[0048] 从主体部分102发送到探头单元101的控制命令的内容包括成像开始、中断、临时暂停、状态通知等。在获得超声信号时的光声信号获得功能和参数也被包括在控制命令中。参数包括是否获得各信号、获得频率、光源的波长的类型、超声波的操作模式、发送波束形成的类型、各个信号的数据压缩率等。

[0049] 应当注意,根据本示例性实施例,通信单元优选地被配置成能够执行有线通信。无线通信电信号的帧速率低于执行有线通信的情况下的电信号的帧速率。

[0050] 此外,无线通信电信号可以是相加了在一定时间段期间获得的多个电信号的信号,或者是通过相加并除以信号数量而获得的相加平均之后的电信号。以这种方式,当使用相加或相加平均之后的电信号时,可以减小无线通信的数据量。

[0051] 关于无线通信的定时,在从光源多次发射光的情况下,可以在发光期间执行无线通信。

[0052] 光源

[0053] 光源111发射脉冲光。根据本示例性实施例,通过包括例如半导体激光器件和驱动电路来构成光源。光源111包括外部触发信号,并被配置成能够从同步控制单元112控制发光的定时。光源111还包括光量设置信号,并且可以从同步控制单元112设置光量。在设置的光量为高的情况下,光源内部的驱动电路增大到半导体激光器件的电流值。另一方面,在设置的光量为低的情况下,驱动电路减小到半导体激光器件的电流值。另外,可以提供具有不同振荡波长的多个半导体激光器件,并且可以根据来自同步控制单元112的设置而发射具有不同波长的光。

[0054] 应当注意,被配置成确定光源的发光定时的切换单元可以被包括在探头单元中。

[0055] 可以采用这样的配置,其中,当无线通信电信号的数据量变得高于或等于预定值时,从光源发射的光的重复频率被设置为减小。

[0056] 可以通过包括以阵列方式布置的多个半导体发光元件来构成光源,并且也可以通过包括诸如钛蓝宝石激光器、Yag激光器或翠绿宝石激光器之类的固态激光器来构成光源。半导体发光元件的示例包括发光二极管(LED)、半导体激光器(LD)等。

[0057] 同步控制单元

[0058] 同步控制单元112与探头单元101中的各个单元通信,并执行同步控制。由微计算

机和软件构成同步控制单元112。根据本示例性实施例,用于改变无线通信和激光发光定时的控制被执行。同步控制单元可以控制光源的发光定时和通信单元的无线通信定时。例如,同步控制单元控制光源的发光定时和通信单元的无线通信定时,以使得二者相互不重叠。应当注意,根据本示例性实施例的同步控制单元可以执行控制,以使得在光源发光之后执行无线通信。根据本示例性实施例的同步控制单元还可以执行控制,以使得在通信单元的无线通信之后执行光源的发光。下面将描述控制内容的细节。

[0059] 电源单元

[0060] 电池113向探头单元101中的各个单元供给电力。小型锂离子电池等被用作电池113。探头单元101包括用于对电池113充电的端子并且可以通过使电池连接到主体部分102来充电。可以通过连接充电线缆的方法或使探头单元101的充电端子与主体部分102的充电端子部分接触的方法来执行连接。通过同步控制单元112中的微计算机来监视电池113的剩余电量,并且在剩余电量变低的情况下显示警告。LED或小尺寸液晶显示单元被安装在探头单元101上,并且可以显示电池剩余电量和警告。另外,可以在电池剩余电量变低的阶段中经由无线接口110向主体部分102通知状态,并且可以在主体部分102上的用户接口120上显示警告。主体的通信单元

[0061] 主体部分102中的通信接口114无线地接收由探头单元101获得的超声信号数据和光声信号数据,并且还向探头单元101发送控制和从探头单元101接收控制。主体侧的通信接口114设置有与探头侧的通信接口110的无线通信功能类似的无线通信功能。接收的超声信号数据和接收的光声信号数据被发送到信号处理电路(数字电路)115。

[0062] 信号处理单元115向超声信号数据和光声数据应用信号处理。现场可编程门阵列(FPGA)、数字信号处理器(DSP)等被实现为信号处理电路115。超声信号数据和光声信号数据的类型基于由数据处理电路109添加的信息被彼此区分,并且不同的信号处理被分别应用于数据。例如,对于超声信号的B模式数据,执行16、对数放大、包络检测处理、谐波成像处理等。对于超声信号的多普勒数据,执行频率分析、HPF处理等,以生成指示出观察位置处的血流速度的数据。对于光声信号数据,执行声波接收单元的响应校正处理、噪声去除处理、带通滤波处理等。当执行这些处理时,可以根据包括在附加信息中的探头ID信息来改变信号处理的参数。例如,在声波接收单元的响应校正处理时,可以从探头ID信息识别声波接收单元的类型,以选择不同的脉冲响应波形。在带通滤波器处理时,还可以从探头ID信息识别声波接收单元的接收频带,以选择与接收频带相对应的滤波器。另外,从附加信息识别在获得光声信号数据时的光源111的波长,以使得不同波长的光声信号数据不会混合。

[0063] 存储单元

[0064] 存储单元(存储器)116保存已经由信号处理电路115执行了信号处理的超声信号数据和光声信号数据。由信号处理电路115根据类型将各个数据保存在不同区域中。

[0065] 图像处理电路117是被配置成读出保存在存储器116中的数据并根据数据的类型执行成像的电路,并且是由专用于图像处理的处理器(图形处理单元(GPU))构成的。对于超声信号数据组合各扫描线的B模式数据来生成B模式图像。对光声信号数据执行图像重构处理以生成初始声压分布和吸收系数分布图像。已经提出了通用反投影(UBP)、基于模型的重构处理等作为图像重构处理的算法。另外,通过使用多个波长的光声数据来计算氧饱和度和分布。

[0066] 存储器118保存由图像处理电路117成像的数据。HDD、SSD等被用作存储器。

[0067] 应当注意,也可以采用这样的配置,其中执行控制以使得在存储器单元中保存的数据量高于或等于预定值的情况下减小从光照射单元发射的脉冲光的重复频率。

[0068] 控制单元119是连接到主体侧的各个单元并且控制整体的处理器。由CPU和在CPU上运行的软件构成控制单元119。控制单元119经由用户接口120接收从用户输入的成像指令和成像参数,并经由通信接口114向探头单元101输出命令。探头单元101基于经由通信接口110接收的命令的内容来获得超声信号数据和光声信号数据,并经由通信接口110将获得的数据发送到主体部分102。在主体部分102中,经由通信接口114接收超声信号数据和光声信号数据,并且通过信号处理电路115和图像处理电路117生成诊断图像。诊断图像经由控制单元119被输出到用户接口120以被呈现给用户。

[0069] 用户接口120接受来自用户的输入到光声装置的指令,并且还将诊断图像输出给用户。具体地,由键盘、鼠标、显示器等构成用户接口120。信号处理单元的操作流程

[0070] 接下来,将描述在主体部分102内执行的操作的流程。图2是示出主体部分102中的各个单元的操作的流程图。

[0071] 步骤S201

[0072] 在步骤S201中,控制单元119向通信接口114发送指令以发送通信命令。搜索具有由用户注册的探头ID的探头,并且当发出响应时认为通信已建立。在从多个探头发出响应的情况下,在用户接口120上显示可通信探头的列表以由用户进行选择。

[0073] 步骤S202

[0074] 接下来,在步骤S202中,确定是否建立了与探头单元101的通信。在未建立通信的情况下,确定周围不存在可用探头或电池113用完,并且流程前进到步骤S215。在建立了与探头单元101的通信的情况下,流程前进到步骤S203。

[0075] 步骤S203

[0076] 在步骤S203中,向探头单元101请求探头的信息。具体地,诸如光源111的波长的类型、可以发射的光的最大频率、声波接收单元104的元件的数量、带宽、中心频率、A/D转换器的位数、电池113的剩余电量和通信接口110的通信速度之类的信息被获得。获得的信息被保存在控制单元119的存储器中。

[0077] 步骤S204

[0078] 在步骤S204中,流程等待用户经由用户接口120输入成像参数和成像指令。当输入完成时,流程前进到步骤S205。

[0079] 步骤S205

[0080] 在步骤S205中,将成像参数保存在控制单元119的存储器中。成像参数包括要获得的诊断图像的类型、成像目标的深度、超声波的成像范围、超声波的重复频率、基于多普勒的血流测量的有无、脉冲光的照射周期、执行照射的次数、波长等。

[0081] 步骤S206

[0082] 在步骤S206中,控制单元119向通信接口114发送指令以将成像命令发送到探头101。成像命令包括用于超声信号获得的参数和用于光声信号获得的参数。具体地,用于超声信号获得的参数包括超声波束的数量、重复频率、波束扫描方法、焦点、基于时间增益控制(TGC)的增益表的类型等。用于光声信号获得的参数包括光源的重复频率、执行光照射的

次数、光照射强度、波长的类型、接收时的增益、执行接收信号的积分的次数等。参数还包括超声信号获得和光声信号获得的时间参数。例如,参数包括指示出是交替执行超声信号获得和光声信号获得还是连续执行N次超声信号获得然后连续执行M次光声信号获得等的信息。控制单元119通过从用户指示的成像参数中找出用于超声信号获得和光声信号获得的这些信息来生成成像命令,并将成像命令发送到探头101。

[0083] 步骤S207

[0084] 接下来,在步骤S207中,确定是否适当地发送了成像命令。在通信接口114能够接收到来自探头101的对于步骤S206中的成像命令发送的确认响应的情况下,确定能够适当地执行发送,并且流程前进到步骤S208。在未接收到确认响应的情况下,多次执行成像命令的重新发送。在即使若干次执行重新发送之后仍未接收到确认响应的情况下,流程前进到步骤S216。

[0085] 步骤S208

[0086] 在步骤S208中,通信接口114接收从探头单元发送的超声信号数据和光声信号数据。所接收的数据被保存在通信接口114中的FIFO存储器中,并从信号处理电路115被顺序读出。

[0087] 步骤S209

[0088] 接下来,在步骤S209中,基于接收到的数据的报头信息执行数据类型的分类和重新排列。当在无线通信时执行分组分割之后的部分数据的重新发送时,在某些情况下可能改变数据的序列关系。响应于此,基于报头信息中记录的序列号来重新排列数据以恢复原始顺序。这个处理在通信接口中根据TCP/IP协议执行。关于重新排列之后的超声信号数据和光声信号数据,根据附加信息识别数据的类型并将其保存在存储器116中。

[0089] 步骤S210

[0090] 接下来,在步骤S210中,信号处理单元115检查是否丢失了某些数据。在超声信号的情况下,检查是否存在与单个超声波发送波束相对应的所有超声信号数据。在光声信号的情况下,检查是否存在与单个脉冲光照射相对应的所有光声信号数据。在存在所有数据的情况下,流程前进到步骤S211。在即使经过一定时间段也丢失了一些数据的情况下,流程前进到步骤S217。

[0091] 步骤S211

[0092] 接下来,在步骤S211中,信号处理单元根据关于超声信号数据和光声信号数据的数据类型执行信号处理,以将结果保存在存储器116中。步骤S212

[0093] 接下来,在步骤S212中,图像生成单元117从存储器116读出数据,并根据数据的类型执行图像生成处理以将结果保存在存储器118中。

[0094] 步骤S213

[0095] 接下来,在步骤S213中,控制单元119顺序读出保存在存储器118中的图像数据以被显示在用户接口120的显示器上。

[0096] 步骤S214

[0097] 接下来,在步骤S214中,控制单元119基于来自用户的指令确定是否继续成像。在继续成像的情况下,流程前进到步骤S206。在用户经由用户接口120发出成像结束指令的情况下,确定不继续成像,并且结束处理。在用户经由用户接口改变成像参数的情况下,确定

继续成像,并且流程前进到步骤S205。然后,在步骤S205中获得改变的成像参数,并继续处理。在用户没有特别发出指令的情况下,确定继续成像,并且流程前进到步骤S205。然后,在步骤S205中,通过使用与到目前为止的成像参数相同的成像参数继续处理。

[0098] 在步骤S215中,控制单元119在用户接口120的显示器上显示指示出未建立与探头的通信的错误消息,并且处理结束。

[0099] 在步骤S216中,控制单元119在用户接口120的显示器上显示指示出未传送成像命令的错误消息,并且处理结束。

[0100] 在步骤S217中,控制单元119在用户接口120上显示指示出接收数据丢失的警告消息。然后流程前进到步骤S214,并且继续处理。应当注意,可以依赖于用户的设置关闭警告消息,以在一部分图像丢失的状态下继续处理。在这种情况下,补充丢失数据,并且流程前进到步骤S211。超声探头的操作流程

[0101] 接下来,将描述在探头单元101中执行的操作流程。图3是示出探头单元101的各个单元的操作的流程图。

[0102] 步骤S301

[0103] 在电源接通之后,在S301中,探头单元101进入对来自主体部分的通信建立命令的等待状态。当经由通信接口110接收到来自主体部分102的通信建立命令时,流程前进到步骤S302。除了通信接口110之外的模块在等待状态期间被置于休眠状态,并且可以执行用于抑制电池113的耗尽的处理。通信接口110在接收到通信建立命令的阶段将同步控制单元112从休眠状态置于正常状态。

[0104] 步骤S302

[0105] 在步骤S302中,同步控制单元112经由通信接口将响应信号发送到主体部分102,并执行探头单元101和主体部分102的配对。探头ID、相应的通信标准、及探头单元特有的其它信息被发送到主体部分102。

[0106] 具体地,探头单元特有的信息包括与光源有关的信息、与声波接收单元有关的信息以及与探头有关的其它信息。与光源有关的信息包括光源111的波长类型、能够发射光的最大频率、光源的寿命和光源的光量。与声波接收单元有关的信息包括声波接收单元104的元件数量、带宽和中心频率。与探头有关的其它信息包括诸如A/D转换器的位数、电池113的剩余电量和通信接口110的通信速度之类的信息。

[0107] 步骤S303

[0108] 接下来,在步骤S303中,探头单元101进入对来自主体部分102的成像命令的等待状态。当经由通信接口110接收到来自主体部分102的成像命令时,流程前进到步骤S304。除了通信接口110之外的模块在等待状态期间被置于休眠状态,并且可以抑制电池113的耗尽。在这种情况下,通信接口110在接收到成像命令的阶段将同步控制单元112从休眠状态置于正常状态。

[0109] 步骤S304

[0110] 接下来,在步骤S304中,同步控制单元112分析所接收的成像命令的分组以找出执行超声波的发送和接收及光声波接收的顺序和次数以及执行任务调度的时间间隔。一系列任务被保存在同步控制单元112中的任务存储器中。这里,作为简单的示例,图4示出在以200us的间隔执行三次超声波发送和接收并且然后以100us的间隔执行三次光声信号接收

的情况下的任务存储器的内容。图4示出任务ID号401和任务类型402。根据本示例性实施例,任务类型402包括超声波发送和接收、光声波接收和结束三种类型。图4示出以微秒(us)为单位表示的任务执行时间403。区域404是保存在超声波发送和接收时超声波发送特有的参数以及保存在光声接收时光照射特有的参数的区域。这里保存发送参数的编号,并且各个参数的详细信息参考其它区域。区域405是保存在超声波发送和接收时超声波接收特有的参数以及保存在光声接收时光声信号接收的参数的区域。这里保存接收参数的编号,并且各个参数的详细信息参考其它区域。利用这种配置,获得了如下优点:即使在参数类型的数量增大的情况下,也可以进行灵活的响应。

[0111] 步骤S305

[0112] 接下来,在步骤S305中,同步控制单元112读出初始任务存储器,并确定任务类型402是否是超声波发送和接收。在类型是超声波发送和接收的情况下,流程前进到步骤S306。在任务不是超声波发送和接收的情况下,流程前进到步骤S312。

[0113] 步骤S306

[0114] 在步骤S306中,同步控制单元112读出任务存储器的发送参数区域404并设置发送控制单元108的操作。同步控制单元112还读出接收参数区域405并设置放大单元106、A/D转换单元107和数据处理电路109的操作。发送参数与要发送到被检体103的超声波束的形成有关,并且包括诸如以下项的信息:要驱动的声波接收单元104的数量、声波接收单元104的驱动电压、驱动时间宽度和各个声波接收单元104之间的驱动时间差。另一方面,接收参数与从被检体103接收的超声信号相关并且包括诸如放大单元106的增益、TGC表和A/D转换单元的采样频率之类的信息。在数据处理电路109中执行调相相加、噪声去除或数据压缩的情况下,该信息包括在接收时的多级聚焦的有无、数字滤波器的类型或数据压缩率。

[0115] 步骤S307

[0116] 接下来,在步骤S307中,同步控制单元112读出任务存储器的时间区域403并等待直到任务执行时间为止。当到达任务执行时间时,流程前进到步骤S308。根据本示例性实施例,由于第一任务的执行时间是0us,所以流程立即前进到步骤S308。

[0117] 步骤S308

[0118] 接下来,在步骤S308中,同步控制单元112向发送接收切换单元105发出指令,并且将发送控制单元108和声波接收单元104彼此连接。然后,向发送控制单元108发出指令以开始向被检体103的超声波发送。发送控制单元基于在步骤S306中设置的发送参数来驱动声波接收单元104,并生成超声波脉冲。在生成超声波脉冲之后,流程前进到步骤S309。发送到被检体的超声波的一部分被内部组织反射,以通过声波接收单元104被转换成超声信号。

[0119] 步骤S309

[0120] 接下来,在步骤S309中,同步控制单元112向发送接收切换单元105发出指令,并将放大单元106和声波接收单元104彼此连接。然后,向放大单元106和A/D转换单元107发出指令以开始从被检体103的超声波接收。放大单元106和A/D转换单元107基于在步骤S306中设置的接收参数对于超声信号分别执行放大和A/D转换。在这些处理之后,数据被保存在数据处理单元109的存储器中。

[0121] 步骤S310

[0122] 接下来,在步骤S310中,同步处理单元112向数据处理单元109发出指令,并对超声

信号执行信号处理。具体地,执行依赖于声波接收单元的特征的信号处理、数据积分、压缩处理以及对用于数据识别的附加信息的添加。转换后的数据被保存在通信接口110的存储器中。

[0123] 步骤S311

[0124] 接下来,在步骤S311中,同步控制单元112向通信接口110发出指令以开始数据通信,并且流程返回到步骤S305。当流程返回到步骤S305时,任务存储器被弹出,并且初始任务被删除。在步骤S305中,执行下一个任务。通信接口110对保存在存储器中的数据进行分组并开始向主体部分102的发送。此时,通信接口110在通信停止信号为ON时暂时停止通信,并在通信停止信号变为OFF时恢复通信。

[0125] 步骤S312

[0126] 另一方面,在步骤S312中,同步控制单元112读出初始任务存储器并确定任务类型402是否是光声接收。在任务类型是光声接收的情况下,流程前进到步骤S313。在任务类型不是光声接收的情况下,状态对应于结束。确定从主体部分102指示的成像被全部完成,并且流程前进到步骤S320。

[0127] 步骤S313

[0128] 在步骤S313中,同步控制单元112读出任务存储器的照射参数区域404并设置光源111的操作。同步控制单元112还读出接收参数区域405并设置放大单元106、A/D转换单元107和数据处理电路109的操作。照射参数与照射被检体103的脉冲光有关,并且包括诸如半导体激光器的驱动功率、波长和脉冲宽度之类的信息。另一方面,接收参数与从被检体103接收的光声信号有关,并且包括诸如放大单元106的增益、TGC表和A/D转换单元107的采样频率之类的信息。在数据处理电路109执行数据的噪声去除处理和数据压缩的情况下,该信息包括数字滤波器的类型、压缩率等。

[0129] 步骤S314

[0130] 接下来,在步骤S314中,同步控制单元112读出任务存储器的时间区域403并等待直到任务执行时间为止。当到达任务执行时间时,流程前进到步骤S315。根据本示例性实施例,由于光声接收的第一次任务的执行时间是1100us,所以当时间到达时间1100us时,流程前进到步骤S315。

[0131] 步骤S315

[0132] 接下来,在步骤S315中,同步控制单元112向通信接口110发送指令以将通信停止信号设置为ON。响应于此,通信接口110中断与主体部分的数据通信。

[0133] 接下来,在步骤S315中,同步控制单元112向发送接收切换单元105发出指令,并且将放大单元106和声波接收单元104彼此连接。然后,向光源111发出指令以开始对于被检体103的光照射。光源111基于在步骤S306中设置的照射参数驱动半导体激光器件并发射在大约10ns到大约200ns之间的时间宽度的脉冲光。在发射脉冲光之后,流程前进到步骤S316。照射被检体的脉冲光被被检体的内部组织部分地吸收,并且光声波被生成。由声波接收单元104将光声波转换成光声信号。

[0134] 步骤S316

[0135] 接下来,在步骤S316中,同步控制单元112接收光声信号,并且在放大单元106和A/D转换单元107中执行放大和A/D转换。

[0136] 步骤S317

[0137] 接下来,在步骤S317中,执行光声信号数据的积分。从数据处理电路109中的存储器读出直到前一光照射为止的积分数据,并且添加新获得的光声信号以将其重新写回数据处理电路中的存储器。存储器被设置为双端口存储器,并且当同时处理读取和写入时可以使处理加速。另外,可以通过根据执行积分的次数改变所使用的存储器区域的位宽来实现存储容量的减小。

[0138] 步骤S318

[0139] 接下来,在步骤S318中,同步控制单元112确定是否要结束积分。根据本示例性实施例,在执行先前确定的次数的积分或者成像结束的情况下,积分结束。例如,当对应于执行三次光照射的三份光声信号数据被积分以生成单个积分光声信号数据时,确定积分结束。在确定积分结束的情况下,流程前进到步骤S319,并且生成的数据被发送到主体部分102。在确定积分未结束的情况下,流程返回到步骤S305。

[0140] 步骤S319

[0141] 接下来,在步骤S319中,同步处理单元112向数据处理单元109发出指令,并对积分的光声信号执行信号处理。具体地,执行依赖于声波接收单元的特征的信号处理、噪声去除处理、压缩处理和对用于数据识别的附加信息的添加。转换后的数据被保存在通信接口110的存储器中。接下来,流程前进到步骤S311,光声信号被发送到主体部分102。

[0142] 步骤S320

[0143] 在步骤S320中,同步控制单元112待机直到所有数据到主体部分102的发送结束为止。可以通过监视通信接口110的状态来实现关于是否已经将所有数据发送到主体部分102的判断。当所有数据已经被发送到主体部分时,流程前进到步骤S303。

[0144] 时间表

[0145] 图5示出在分别执行三次超声波发送和接收以及光声接收的情况下的时间表的示例。图5的顶部部分示出用于从光源111发射脉冲光的信号(脉冲光驱动信号)的定时。水平轴表示时间。从顶部开始的第二部分示出声波接收单元104对超声波和光声波接收的定时。从顶部开始的第三部分示出数据处理电路109执行信号处理的定时。从顶部开始的第四部分示出通信接口110相对于主体部分102传送超声信号数据和光声信号数据的定时。从顶部开始的第五部分示出同步控制单元112的通信控制信号的定时。图5中的所有水平轴表示时间。另外,发送1相当于与图4中的任务编号1对应的超声波发送,超声波接收1相当于与任务编号1对应的超声波接收。图5中的数字也对应于图4中的关于发送2到发送3、超声波接收2到超声波接收3、光声接收4到光声接收6、信号处理1到信号处理6、通信1到通信6的任务编号。参考图5,激光照射和光声信号接收从时间600起以100us的间隔开始。关于在光声接收4和光声接收5中获得的光声信号数据,由于在步骤S318中确定积分未结束,因此不执行通信,并且积分结果被保存在数据处理电路109的存储器中。另一方面,因为在光声接收6获得光声信号数据的阶段中获得了三份数据,所以在步骤S318中确定积分结束。然后,在信号处理结束之后的数据被顺序地发送到主体部分102。当以上述方式对光声信号进行积分时,减少了噪声,并且还获得了通信数据量减小的优点。如图5中从时间600us到时间800us的通信接口的情况所示,由积分释放的时间可用于超声信号的通信,这有助于提高超声波和光声信号的帧速率。

[0146] 当被检体103中的声速被设置为1500m/s并且被检体103的观察深度被设置为100mm时,超声波发送和接收大约需要134us,并且光声波接收需要67us。关于信号处理,可以顺序地处理A/D转换之后的数据,并且处理时间基本上等于接收时间并且不会大幅波动。另一方面,与主体的通信取决于此时放置光声装置的位置的情况和与周围设备的通信情况而大幅波动。例如,在主体部分102远离探头单元101的情况下,在周围存在屏蔽无线电波的障碍物的情况下,在存在周围设备的无线电干扰的情况下等,发生通信错误或重新发送,并且通信速度趋于大幅减小。出于这个原因,通信所花费的时间动态地改变,并且在某些情况下在传送前一数据时要开始下一任务。例如,通信2的时间比通信1的时间长,并且在通信2结束之前开始发送3。为此,通信接口110设置有具有足够容量的缓冲存储器。

[0147] 声波接收单元104的元件数量被设置为128通道。A/D转换单元107的位计数被设置为12位,并且A/D转换器的采样频率被设置为40MHz。此时,每个超声波发送波束的超声信号的原始数据量变为大约8.3Mbit,并且每个光声波接收的光声信号的原始数据量变为大约4.1Mbit。关于超声信号,具有128通道的多份12位数据由数据处理电路109进行调相相加以被集成到单个19位数据中,使得单个超声波发送和接收的数据量被压缩到0.101Mbit。当通信1中的有效速度被设置为500Mbps时,通信1花费202us。当通信2中的有效速度被设置为300Mbps时,通信2花费336us。当通信3和后续通信中的有效速度被设置为500Mbps时,通信3花费202us。

[0148] 另一方面,对三次的光声信号进行积分,并且然后除以次数,以执行到具有4.1Mbit的单个12位数据的集成。这经过128通道的调相相加和到19位数据中的集成,该19位数据被压缩到0.05Mbit。当通信4+通信5+通信6中的有效速度被设置为500Mbps时,通信4+通信5+通信6花费101us。

[0149] 如上所述,根据本发明的示例性实施例,当探头多次获得要经历积分并随后发送到主体部分的光声数据时,可以实现降噪和通信数据量减小二者。利用这种配置,可以提高超声信号和光声信号的帧速率。

[0150] 应当注意,根据本示例性实施例,已经通过使用其中执行超声波发送和接收以及光声接收两者的示例进行了描述。然而,即使在仅具有光声接收功能而没有超声波发送和接收功能的装置中,当多次执行光照射并且所获得的光声信号被积分时,也可以获得类似的通信量减小的效果。利用这种配置,可以进一步缩短光照射的周期,并且增大了执行积分的次数,从而可以实现降噪。

[0151] 另外,根据本示例性实施例,已经示出其中在探头单元101内执行光声信号数据的积分和除法以执行相加平均的计算的示例,但在探头单元101中可以仅执行积分,并且可以在主体部分102中执行除法。与执行积分和除法两者的情况相比,以通信数据量略微增大为代价,探头单元101不需要包括除法电路,这实现探头单元的小型化和功耗减小。

[0152] 另外,根据本示例性实施例,已经通过使用其中执行积分的次数是三的示例给出了描述。然而,也可以采用这样的配置,其中执行积分的次数被限制为2的幂,并且用移位电路代替除法电路来减小探头单元的电路规模从而实现探头单元的小型化和功耗减小。

[0153] 此外,根据本示例性实施例,已经通过使用其中超声波发送和接收被执行三次并且此后光声接收被执行三次的示例给出了描述,但是执行超声波发送和接收的次数以及执行光声接收的次数及其顺序不限于以上所述,并且可以通过图4中的用户指令自由地改变。

例如,可以交替地执行超声信号发送和接收与光声接收。还可以临时增大执行光声接收的次数以检查被检体内部的更深的部位。另外,可以通过附接到探头的开关、拨盘等来执行对执行积分的次数的改变。

[0154] 此外,根据本示例性实施例,已经通过使用其中执行积分的次数被固定为三的示例给出了描述,但是执行积分的次数不限于三。为了降噪,还可以增大执行积分的次数。例如,当执行积分的次数被设置为100时,随机噪声理想地变为1/10,并且可以以减小帧速率为代价获得在被检体内部的更深位置处的光吸收部分的图像。以这种方式,在增大执行积分的次数的情况下,当探头单元执行积分时通信数据量的减小的效果变得更加显著。

[0155] 另一方面,当执行积分的次数增大太多时,被检体可能在积分期间移动,并且担心光声图像模糊。在增大执行积分的次数时,也可以同时增大光源的频率,进而可以抑制被检体的移动的影响。另外,可以采用这样的配置,其中被配置成检测移动的传感器被包括在探头单元中,当探头单元和被检体之间的相对位置关系未被移动时执行积分,并且当存在运动时不执行积分。此外,可以依赖于超声信号数据的改变来执行移动检测。

[0156] 另外,已经示出根据本示例性实施例的其中执行积分的次数与通信状态无关地被固定的示例,但是在使用无线配置的情况下的通信速度取决于周围电磁环境的情况而瞬间改变。因此,可以根据通信速度改变执行积分的次数。也就是说,根据通信接口中FIFO存储器中的数据剩余量来估计通信速度。当通信速度慢时,可以增大执行积分的次数以减小通信数据量。另一方面,当通信速度快时,可以减小执行积分的次数以增大光声图像的帧速率。

[0157] 类似地,可以根据通信速度改变光照射的频率。也就是说,根据通信接口中FIFO存储器中的数据剩余量来估计通信速度。当通信速度慢时,可以减小光照射的频率以减小通信数据量。另一方面,当通信速度快时,可以增大光照射的频率来增大执行积分的次数从而实现降噪。

[0158] 利用根据本发明示例性实施例的超声探头,可以提供如下的超声探头和包括该超声探头的光声装置,所述超声探头能够在传送通过用光多次照射被检体时获得的信号时减小通信数据量。

[0159] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应该理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被赋予最广泛的解释以包含所有这些修改和等同的结构和功能。

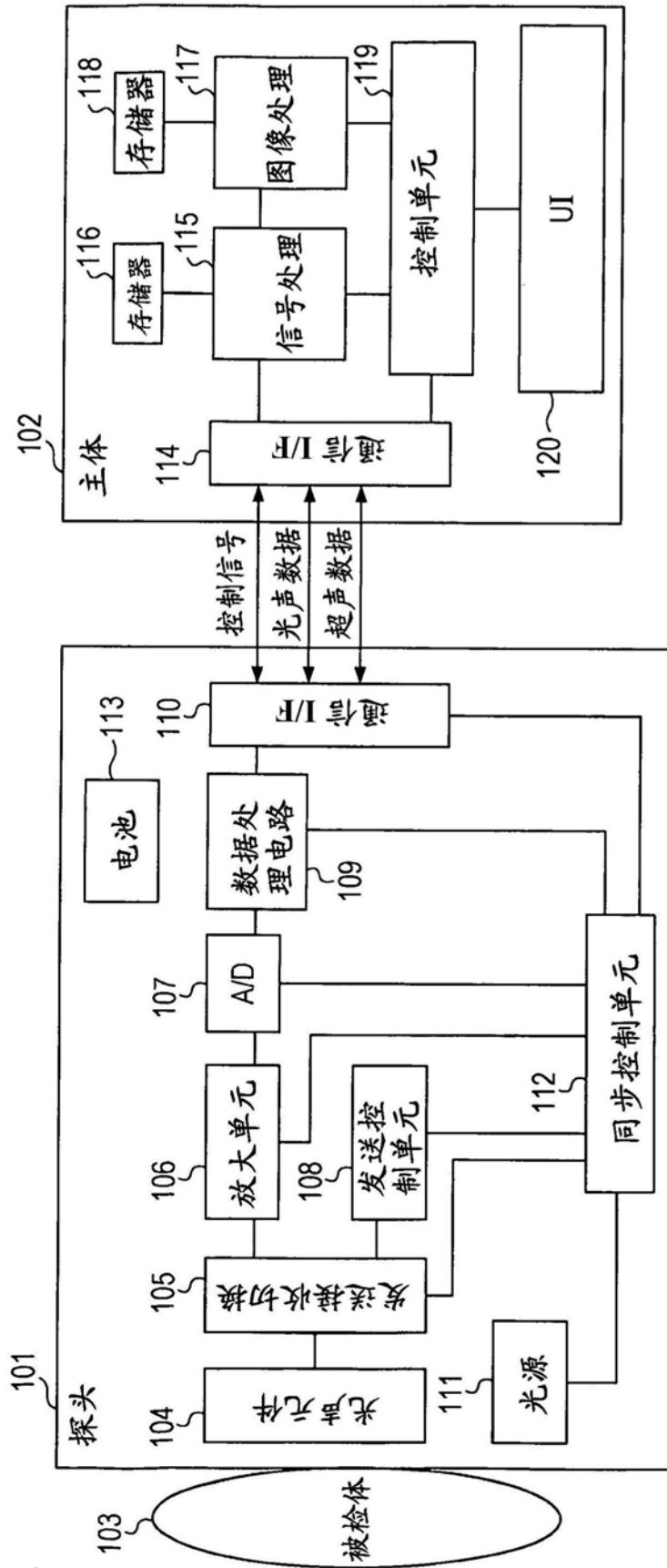


图1

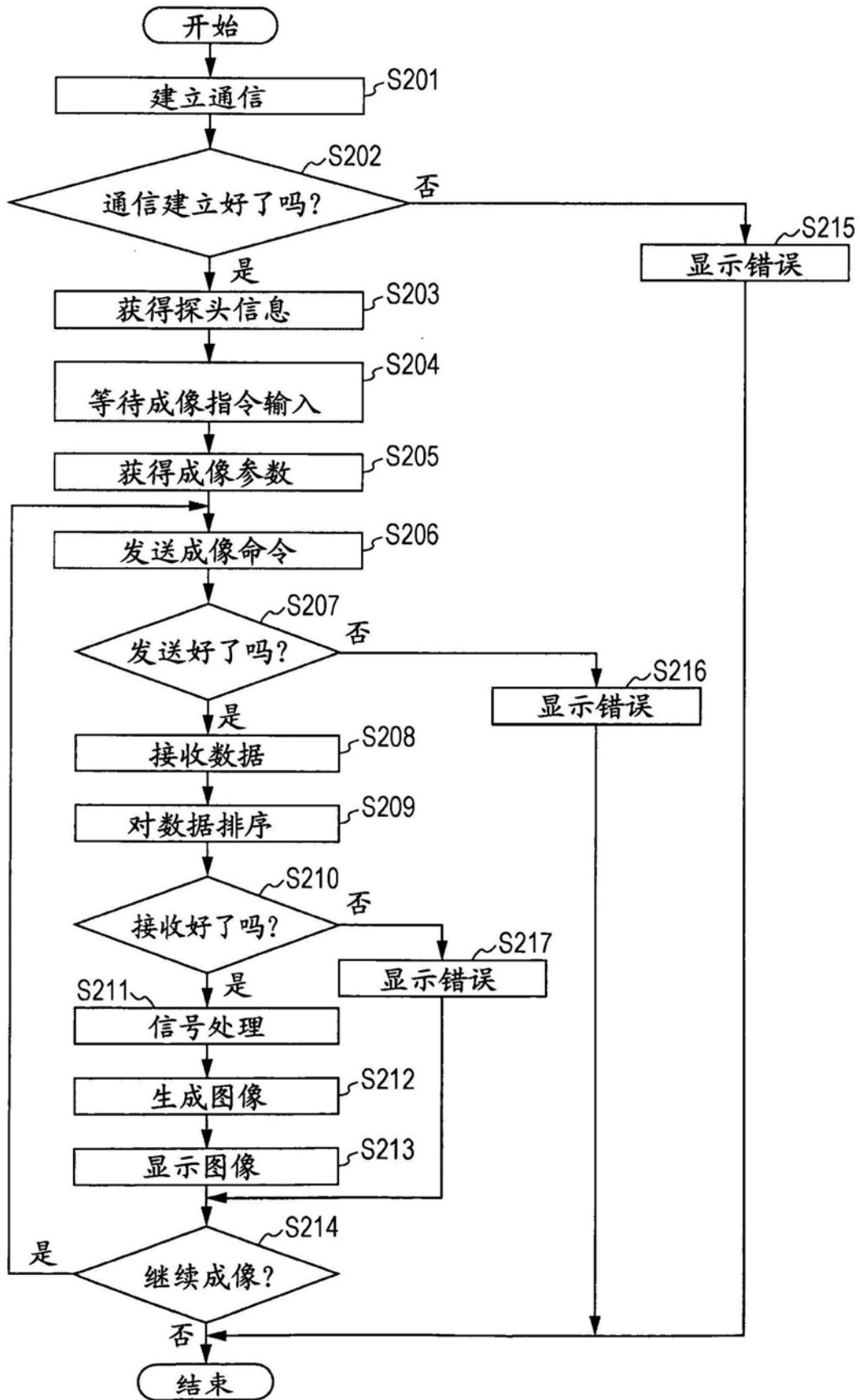


图2

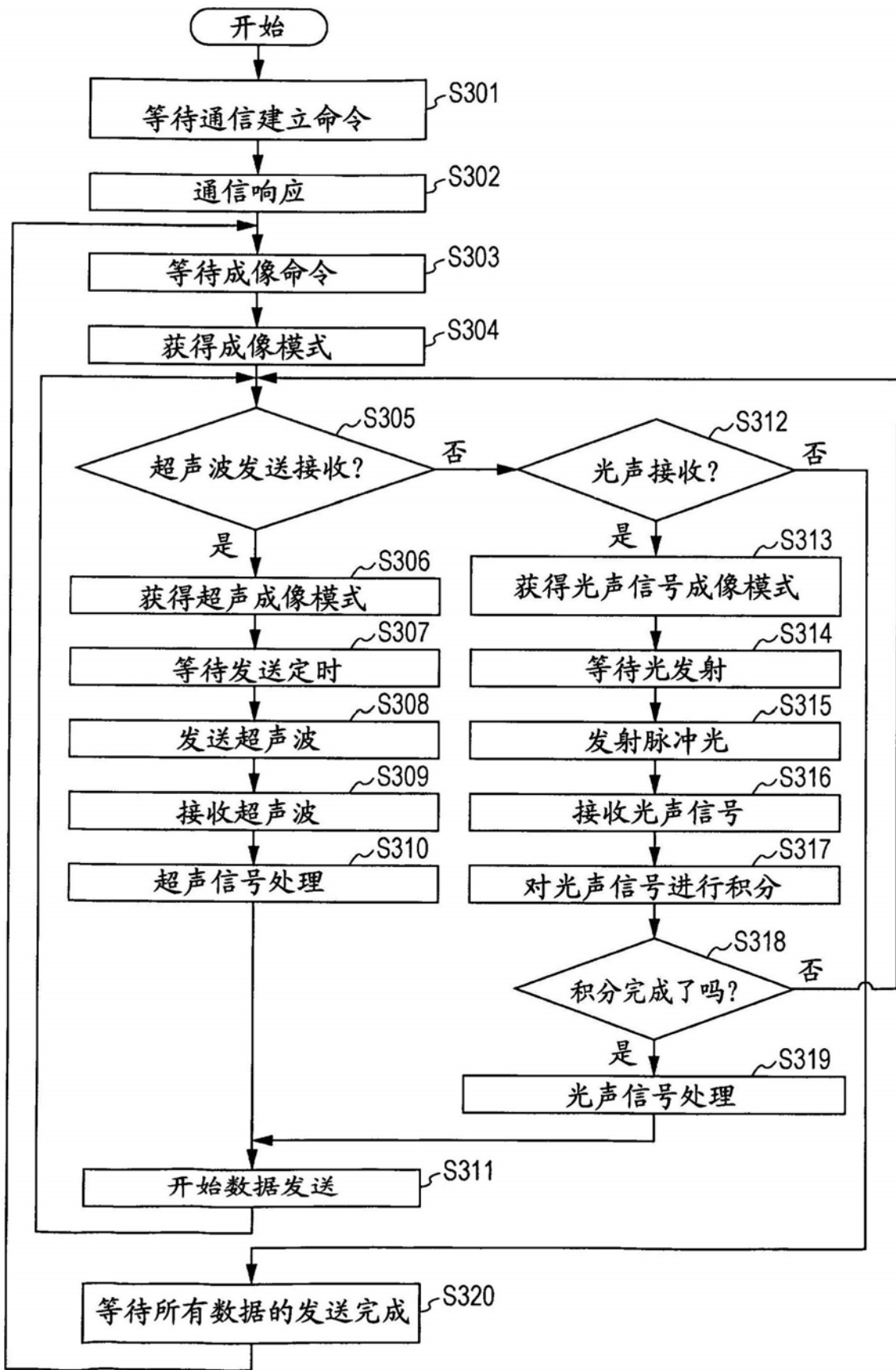


图3

	401	402	403	404	405
1	超声波发送接收	0	发送参数 1	接收参数 1	
2	超声波发送接收	200	照射参数 1	接收参数 1	
3	超声波发送接收	400	发送参数 1	接收参数 1	
4	光声接收	600	照射参数 1	接收参数 2	
5	光声接收	700	发送参数 1	接收参数 2	
6	光声接收	800	照射参数 1	接收参数 2	
7	结束	900	空	空	

图4

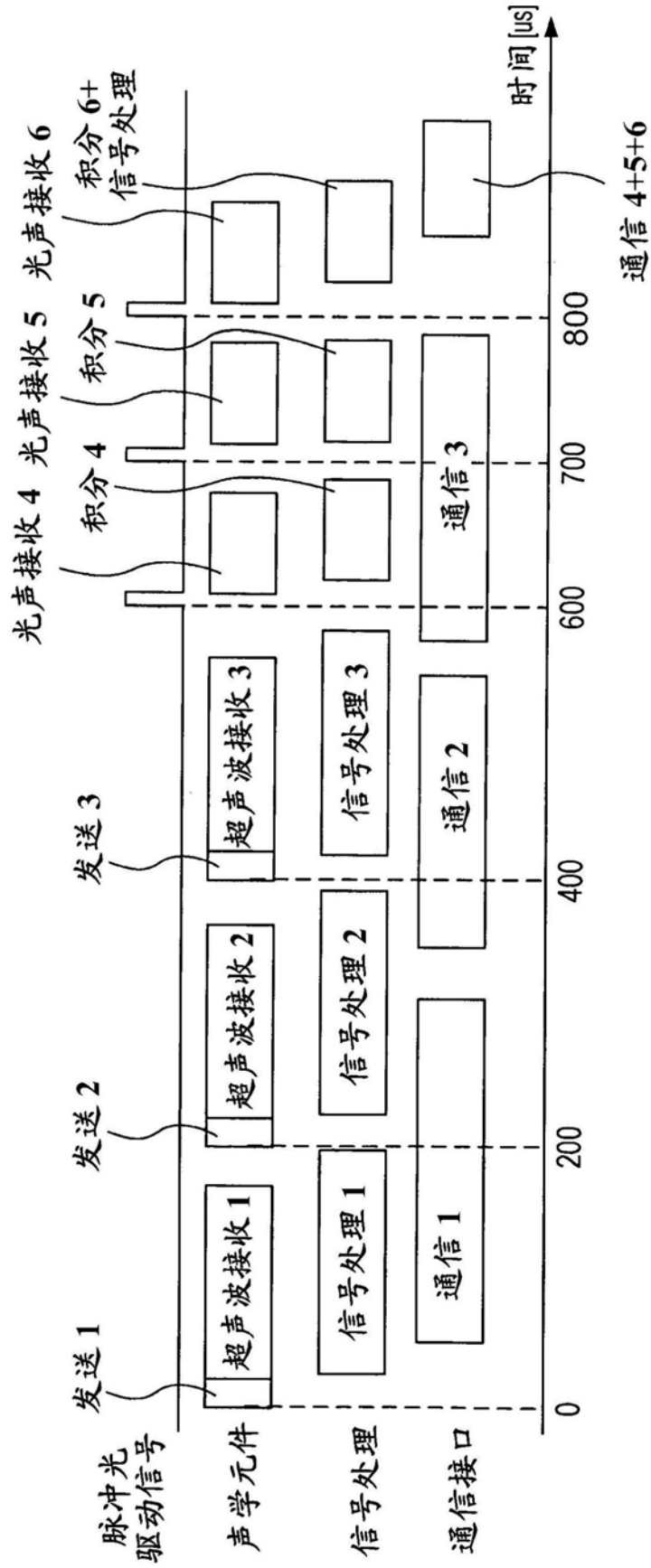


图5

专利名称(译)	超声探头和包括超声探头的光声装置		
公开(公告)号	CN109419532A	公开(公告)日	2019-03-05
申请号	CN201810987678.1	申请日	2018-08-28
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
[标]发明人	铃木纮一 阿部直人		
发明人	铃木纮一 阿部直人		
IPC分类号	A61B8/00 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0095 A61B8/4472 A61B8/56 G01N29/2418 G01N29/44 A61B8/4444		
代理人(译)	迟军 李艳丽		
优先权	2017165127 2017-08-30 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

公开了超声探头和包括超声探头的光声装置。超声探头包括：光照射单元，被配置成用光照射被检体；声波接收单元，被配置成接收在用光照射被检体时生成的声波并将声波转换成电信号；模数转换单元，被配置成转换电信号成数字信号；积分单元，被配置成对当用光多次照射被检体时获得的多个数字信号进行积分并输出积分信号；和通信单元，被配置成执行积分信号的通信。

