



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118076889 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 24

(21) 申请号 202280068139.2

(22) 申请日 2022.09.21

(30) 优先权数据

2021-172687 2021.10.21 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.04.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/035136 2022.09.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/067975 JA 2023.04.27

(71) 申请人 松下电器(美国)知识产权公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 谷川理佐子

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 高迪

(51) Int.Cl.

G01N 29/24 (2006.01)

G01N 29/11 (2006.01)

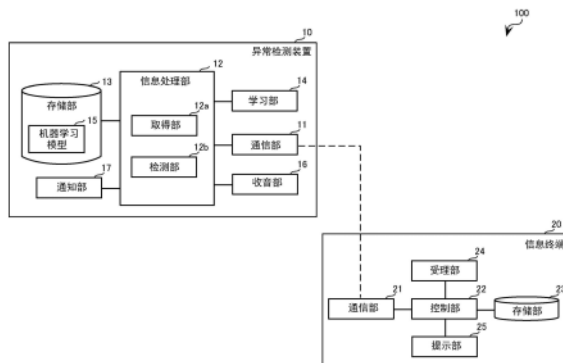
权利要求书2页 说明书23页 附图15页

(54) 发明名称

异常检测装置、异常检测方法及程序

(57) 摘要

异常检测装置(10)具备:收音部(16),取得在激光焊接时在焊接部分(3c)处产生且由收音部(16)收集的声音(4);以及检测部(12b),基于由收音部(16)取得的声音(4)所包含的非可听声的变化,检测焊接部分(3c)的异常。



1. 一种异常检测装置,具备:
取得部,取得在激光焊接时在焊接部分处产生且由收音部收集的声音;以及
检测部,基于由所述取得部取得的所述声音所包含的非可听声的变化,检测所述焊接部分的异常。
2. 如权利要求1所述的异常检测装置,
所述检测部基于所述声音所包含的非可听声的声压的减小,检测所述焊接部分的异常。
3. 如权利要求1或者2所述的异常检测装置,还具备:
通知部,在由所述检测部检测出所述异常的情况下向用户进行通知。
4. 如权利要求1或者2所述的异常检测装置,
所述收音部是激光麦克风。
5. 如权利要求1或者2所述的异常检测装置,
所述非可听声是100kHz以上且200kHz以下的频带的声音。
6. 如权利要求1或者2所述的异常检测装置,
所述检测部还基于所述声音所包含的可听声的声压的增加来检测所述异常。
7. 如权利要求1或者2所述的异常检测装置,
所述检测部基于通过向学习完成的机器学习模型输入与由所述取得部取得的所述声音相关的声音信息而得到的输出结果,检测所述异常。
8. 如权利要求7所述的异常检测装置,
所述声音信息包括所述声音的谱图的图像数据、所述声音的频率特性的图像数据以及所述声音的时序数据中的至少任一个。
9. 如权利要求8所述的异常检测装置,
所述时序数据是所述声音的时间波形。
10. 如权利要求7所述的异常检测装置,
所述输出结果是所述焊接部分有无异常或者所述焊接部分的异常度。
11. 如权利要求1或者2所述的异常检测装置,
所述声音是在向所述焊接部分照射激光时在所述焊接部分处产生的声音,包含所述焊接部分附着有杂质的情况下产生的声音。
12. 如权利要求1或者2所述的异常检测装置,
所述异常是在所述焊接部分处发生溅射及发生裂纹中的至少任一个。
13. 一种异常检测装置,具备:
激光麦克风,收集在激光焊接时在焊接部分处产生的声音;以及
检测部,基于由所述激光麦克风收集的所述声音,检测所述焊接部分的异常。
14. 一种异常检测方法,包括:
取得步骤,取得在激光焊接时在焊接部分处产生且由收音部收集的声音;以及
检测步骤,基于在所述取得步骤中取得的所述声音所包含的非可听声的变化,检测所述焊接部分的异常。
15. 如权利要求14所述的异常检测方法,
在所述检测步骤中,基于所述声音所包含的非可听声的声压的减小,检测所述焊接部

分的异常。

16. 一种异常检测方法,包括:

收音步骤,由收集在激光焊接时在焊接部分处产生的声音的激光麦克风收集所述声音;以及

检测步骤,基于由所述激光麦克风收集的所述声音,检测所述焊接部分的异常。

17. 一种用于使计算机执行如权利要求14~16中任一项所述的异常检测方法的程序。

异常检测装置、异常检测方法及程序

技术领域

[0001] 本公开涉及异常检测装置、异常检测方法及程序。

背景技术

[0002] 例如,在专利文献1中公开了如下技术:基于在激光焊接时在焊接部分处产生的声音(以下也称为焊接音)所包含的可听声的信号水平(换言之,声压),检测焊接部分的焊接状态的正常或者不合格(以下也称为异常)。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平05-066202号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 但是,在专利文献1所记载的技术中,基于焊接音所包含的可听声来检测焊接部分的异常,因此容易受到噪声影响,存在无法检测的异常。

[0008] 于是,本公开提供能够提高焊接部分的异常的检测精度的异常检测装置、异常检测方法及程序。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 本公开的一个方式所涉及的异常检测装置具备:取得部,取得在激光焊接时在焊接部分处产生且由收音部收集的声音;以及检测部,基于由所述取得部取得的所述声音所包含的非可听声的声压的减小,检测所述焊接部分的异常。

[0011] 发明效果

[0012] 根据本公开,能够提供能够提高焊接部分的异常的检测精度的异常检测装置、异常检测方法及程序。

附图说明

[0013] 图1是表示实施方式中的异常检测系统的功能构成的一例的框图。

[0014] 图2是表示收音部的构成的一例的图。

[0015] 图3是用于说明图2所示的计测部的构成的一例的图。

[0016] 图4是表示实施方式中的异常检测系统的动作的一例的流程图。

[0017] 图5是表示实施方式中的异常检测系统的动作的其他例的流程图。

[0018] 图6是用于说明检测步骤中的异常检测装置的动作的第1例的图。

[0019] 图7是用于说明检测步骤中的异常检测装置的动作的第2例的图。

[0020] 图8是用于说明机器学习模型的学习阶段以及使用机器学习模型的推理阶段的图。

[0021] 图9是用于说明检测步骤中的异常检测装置的动作的第3例的图。

- [0022] 图10是表示实施方式的变形例中的异常检测系统的功能构成的一例的框图。
- [0023] 图11是表示在正常进行焊接时收集的声音的时间波形的图。
- [0024] 图12是表示在容易发生异常的条件下进行焊接时收集的声音的时间波形的图。
- [0025] 图13是表示在正常进行焊接时收集的声音的谱图的图。
- [0026] 图14是表示在容易发生异常的条件下进行焊接时收集的声音的谱图的图。
- [0027] 图15是表示在正常进行焊接时收集的声音的特征量(声特征量)的图。
- [0028] 图16是表示在容易发生异常的条件下进行焊接时收集的声音的特征量(声特征量)的图。

具体实施方式

[0029] (本公开的概要)

[0030] 本公开的一个方式所涉及的异常检测装置具备:取得部,取得在激光焊接时在焊接部分处产生且由收音部收集的声音;以及检测部,基于由所述取得部取得的所述声音所包含的非可听声的变化,检测所述焊接部分的异常。

[0031] 由此,异常检测装置基于在激光焊接时在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声来检测焊接部分的异常,因此不容易受到在收音部的周围产生的各种可听声、即成为噪声的声音影响。另外,非可听声的带域不容易受到成为噪声的声音影响,因此在非可听声发生了变化的情况下(例如在非可听声的声压发生了变化的情况下),异常检测装置能够捕捉该变化。因此,异常检测装置能够提高焊接部分的异常的检测精度。

[0032] 在本公开的一个方式所涉及的异常检测装置中,所述检测部也可以基于所述声音所包含的非可听声的声压的减小,检测所述焊接部分的异常。

[0033] 由此,异常检测装置基于在激光焊接时在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声的声压的减小来检测焊接部分的异常,因此不容易受到在收音部的周围产生的各种可听声、即成为噪声的声音影响。另外,非可听声的带域不容易受到成为噪声的声音影响,因此在非可听声的声压减小的情况下,异常检测装置能够捕捉声压减小的变化。另外,在焊接部分发生异常时,在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声的声压认为存在减小的倾向。因此,异常检测装置能够提高焊接部分的异常的检测精度。

[0034] 本公开的一个方式所涉及的异常检测装置也可以还具备:通知部,在由所述检测部检测出所述异常的情况下,向用户进行通知。

[0035] 由此,异常检测装置能够向用户通知在焊接部分发生了异常,因此用户能够掌握在焊接部分是否存在异常。

[0036] 在本公开的一个方式所涉及的异常检测装置中,所述收音部也可以是激光麦克风。

[0037] 由此,异常检测装置通过使用激光麦克风作为收音部,与使用通常的麦克风的情况相比能够取得更宽带域的声音,因此得到的信息量变多。因此,异常检测装置能够基于更多的信息检测焊接部分的异常。因此,异常检测装置能够提取更多的特征量,因此能够提高焊接部分的异常的检测精度。另外,在通常的麦克风(例如具有振动板的麦克风)中,由于电磁波、高温、或者金属片的附着等导致难以收音,但异常检测装置通过使用激光麦克风,在通常的麦克风难以收音的环境中也能够收音。因此,异常检测装置能够在更多的环境下进

行异常检测。

[0038] 在本公开的一个方式所涉及的异常检测装置中,所述非可听声也可以是100kHz以上且200kHz以下的频带的声音。

[0039] 由此,异常检测装置能够提取非可听声之中的特定的频带的声音作为特征量。因此,异常检测装置能够基于提取的特征量,高精度地检测焊接部分的异常。

[0040] 在本公开的一个方式所涉及的异常检测装置中,所述检测部也可以还基于所述声音所包含的可听声的声压的增加来检测所述异常。

[0041] 由此,异常检测装置能够基于声音所包含的非可听声及可听声提取更多的特征量。因此,异常检测装置能够提高焊接部分的异常的检测精度。

[0042] 在本公开的一个方式所涉及的异常检测装置中,所述检测部也可以基于通过向学习完成的机器学习模型输入与由所述取得部取得的所述声音相关的声音信息而得到的输出结果来检测所述异常。

[0043] 由此,异常检测装置通过使用机器学习模型,能够从声音信息自动地提取特征量,因此能够更简便地检测焊接部分的异常。

[0044] 在本公开的一个方式所涉及的异常检测装置中,所述声音信息也可以包括所述声音的谱图的图像数据、所述声音的频率特性的图像数据以及所述声音的时序数据中的至少任一个。

[0045] 由此,异常检测装置通过使用易于提取数据的特征量的声音信息,能够使通过机器学习模型提取数据的规则性(所谓特征量)变得容易。

[0046] 在本公开的一个方式所涉及的异常检测装置中,所述时序数据也可以是所述声音的时间波形。

[0047] 由此,异常检测装置通过使用声音的时间波形作为上述声音的时序数据,能够通过机器学习模型提取与音量(换言之,声压)的增减相关的特征量变得容易。

[0048] 在本公开的一个方式所涉及的异常检测装置中,所述输出结果也可以是所述焊接部分有无异常或者所述焊接部分的异常度。

[0049] 由此,异常检测装置能够基于焊接部分有无异常或者其异常度来检测焊接部分的异常。

[0050] 在本公开的一个方式所涉及的异常检测装置中,所述声音也可以是在向所述焊接部分照射激光时在所述焊接部分处产生的声音,包含所述焊接部分附着有杂质的情况下产生的声音。

[0051] 由此,异常检测装置能够基于声音检测焊接部分的异常。

[0052] 在本公开的一个方式所涉及的异常检测装置中,所述异常也可以是在所述焊接部分处发生溅射及发生裂纹中的至少任一个。

[0053] 由此,异常检测装置不仅能够检测焊接部分的正面的异常,而且也能够检测在焊接对象的内部或者背面发生的异常。

[0054] 另外,本公开的一个方式所涉及的异常检测装置具备:激光麦克风,收集在激光焊接时在焊接部分处产生的声音;以及检测部,基于由所述激光麦克风收集的所述声音,检测所述焊接部分的异常。

[0055] 由此,异常检测装置通过使用激光麦克风,在通常的麦克风难以收音的环境中

能够收音。例如,在通常的麦克风(例如具有振动板的麦克风)中,由于电磁波、高温、或者金属片的附着等导致难以收音,但激光麦克风由于不像通常的麦克风那样具有振动板,因此在电磁波、高温、高热或者金属片等环境下也能够收音。

[0056] 另外,本公开的一个方式所涉及的异常检测方法包括:收音步骤,取得在激光焊接时在焊接部分处产生且由收音部收集的声音;以及检测步骤,基于在所述收音步骤中取得的所述声音所包含的非可听声的变化,检测所述焊接部分的异常。

[0057] 由此,执行异常检测方法的装置基于在激光焊接时在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声来检测焊接部分的异常,因此不容易受到在收音部的周围产生的各种可听声、即成为噪声的声音影响。另外,非可听声的带域不容易受到成为噪声的声音影响,因此在非可听声发生了变化的情况下(例如在非可听声的声压发生了变化的情况下),执行异常检测方法的装置能够捕捉该变化。因此,执行异常检测方法的装置能够提高焊接部分的异常的检测精度。

[0058] 本公开的一个方式所涉及的异常检测方法也可以在所述检测步骤中,基于所述声音所包含的非可听声的声压的减小,检测所述焊接部分的异常。

[0059] 由此,执行异常检测方法的装置基于在激光焊接时在焊接部分3c处产生的声音4所包含的非可听声的声压的减小来检测焊接部分3c的异常,因此不容易受到在收音部16的周围产生的各种可听声、即成为噪声的声音影响。另外,非可听声的带域不容易受到成为噪声的声音影响,因此在非可听声的声压减小的情况下,执行异常检测方法的装置能够捕捉声压减小的变化。另外,在焊接部分发生异常时,在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声的声压认为存在减小的倾向。因此,执行异常检测方法的装置能够提高焊接部分3c的异常的检测精度。

[0060] 另外,本公开的一个方式所涉及的异常检测方法包括:收音步骤,由收集在激光焊接时在焊接部分处产生的声音的激光麦克风收集所述声音;以及检测步骤,基于由所述激光麦克风收集的所述声音,检测所述焊接部分的异常。

[0061] 由此,异常检测方法通过使用激光麦克风,在通常的麦克风难以收音的环境中也能够收音。例如,在通常的麦克风(例如具有振动板的麦克风)中,由于电磁波、高温、或者金属片的附着等导致难以收音,但激光麦克风由于不像通常的麦克风那样具有振动板,因此在电磁波、高温、高热或者金属片等环境下也能够收音。

[0062] 另外,本公开的一个方式所涉及的程序是用于使计算机执行上述任一个异常检测方法的程序。

[0063] 由此,能够使用计算机获得与上述任一个异常检测方法同样的效果。

[0064] 此外,这些概括或者具体的方式也可以由系统、方法、装置、集成电路、计算机程序或者计算机可读的CD-ROM(紧凑盘只读存储器(Compact Disc Read Only memory))等记录介质实现,也可以通过系统、方法、装置、集成电路、计算机程序及记录介质的任意组合来实现。

[0065] 以下,参照附图具体说明本公开的实施方式。以下的实施方式所表示的数值、形状、材料、构成要素、构成要素的配置位置及连接方式、步骤、步骤的顺序等是一例,其主旨不在于对权利要求的范围进行限定。此外,关于以下的实施方式中的构成要素之中表示最上位概念的独立权利要求中没有记载的构成要素,作为任意的构成要素而被说明。另外,各

图不一定是严密的图示。在各图中,针对在实质上相同的构成附加相同的标记,有时省略或者简化重复的说明。

[0066] 另外,在本公开中,平行及垂直等表示要素间的关系性的用语、以及矩形等表示要素的形状的用语、以及数值并不仅表现严格的含义,其含义也包含在实质上等同的范围、例如几%程度的差异。

[0067] (实施方式)

[0068] 以下,关于实施方式,参照附图具体进行说明。

[0069] [1. 构成]

[0070] 图1是表示实施方式中的异常检测系统100的功能构成的一例的框图。异常检测系统100例如是取得在激光焊接时在焊接部分处产生且被收集的声音、并根据取得的声音检测焊接部分的异常的系统。例如,异常检测系统100基于取得的声音所包含的非可听声的变化,检测焊接部分的异常。更具体而言,异常检测系统100既可以基于非可听声的声压的减小来检测焊接部分的异常,也可以除了非可听声的声压的减小之外,还基于取得的声音所包含的可听声的声压的增加来检测焊接部分的异常。另外,异常检测系统100也可以在检测出异常的情况下向用户通知该情况。

[0071] 非可听声是人耳无法检测(换言之,人耳无法听到)的频带的声音,具体是20kHz以上的频带(所谓超声波带)的声音,其中也有100kHz以上且200kHz以下的频带的声音。

[0072] 可听声是人耳能够检测(换言之,人耳能够听到)的频带的声音,具体是20Hz以上且小于20kHz的频带的声音。

[0073] 异常检测系统100例如具备异常检测装置10和信息终端20。以下说明各构成。

[0074] [异常检测装置10]

[0075] 实施方式所涉及的异常检测装置10基于在激光焊接中在被焊接的焊接部分处产生的声音所包含的非可听声的变化,检测焊接部分的异常。例如,异常检测装置10基于在激光焊接时在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声的声压的减小,检测焊接部分的异常。异常检测装置10也可以还基于在焊接部分处产生的声音所包含的可听声的声压的增加来检测焊接部分的异常。也就是说,异常检测装置10也可以基于在激光焊接时在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声的声压的减小以及可听声的声压的增加,检测焊接部分的异常。由此,对跨可听声到非可听声的宽带域的声音进行感测,因此焊接部分的异常的检测精度得以提高。

[0076] 异常检测装置10例如具备通信部11、信息处理部12、存储部13、学习部14、收音部16和通知部17。以下说明各构成。

[0077] [通信部11]

[0078] 通信部11是用于异常检测装置10与信息终端20进行通信的通信电路(或者通信模组)。通信部11具备用于经由局域通信网络进行通信的通信电路(或者通信模组),但也可以具备用于经由广域通信网络进行通信的通信电路(或者通信模组)。通信部11例如是进行无线通信的无线通信电路,但也可以是进行有线通信的有线通信电路。此外,关于通信部11所进行的通信的通信规格不特别限定。

[0079] [信息处理部12]

[0080] 信息处理部12取得由收音部16收集的声音,并基于与取得的声音相关的声音信

息,进行与焊接部分的异常检测相关的各种信息处理。信息处理部12具体具备取得部12a和检测部12b。取得部12a及检测部12b的功能通过构成信息处理部12的处理器或微型计算机执行存储部13中存储的计算机程序而实现。

[0081] [取得部12a]

[0082] 取得部12a取得由收音部16收集的声音(以下也称为焊接音)。焊接音是在激光焊接时在焊接部分处产生的声音。

[0083] [检测部12b]

[0084] 检测部12b基于由取得部12a取得的声音所包含的非可听声的变化,检测焊接部分的异常。例如,检测部12b既可以基于由收音部16收集的声音所包含的非可听声的声压的减小来检测焊接部分的异常,也可以基于所收集的声音所包含的非可听声的声压的减小及可听声的声压的增加来检测焊接部分的异常。此时,检测部12b也可以基于通过向学习完成的机器学习模型15输入与由收音部16收集的声音相关的声音信息而得到的输出结果,检测焊接部分的异常。声音信息例如也可以包括声音的谱图的图像数据、声音的频率特性的图像数据以及声音的时序数据中的至少任一个。声音的时序数据既可以是声音的时序的数值数据,也可以是声音的时间波形。此外,关于检测部12b的动作(所谓检测处理)的详细情况,在[2.动作]部分中后述。

[0085] [存储部13]

[0086] 存储部13是存储供信息处理部12执行的专用的应用程序等的存储装置。存储部13例如由HDD(硬盘驱动器(Hard Disk Drive))实现,但也可以由半导体存储器实现。在存储部13中,也可以存放学习完成的机器学习模型15。在该情况下,机器学习模型15被用于焊接部分的异常的检测处理。

[0087] [机器学习模型15]

[0088] 机器学习模型15例如也可以是卷积神经网络(CNN),但不限于于此。例如,机器学习模型15也可以是全连接型神经网络。另外,在声音信息是时序的数值数据(例如声音的谱图或者频率特性的时序数值数据)的情况下,机器学习模型15也可以是循环神经网络(RNN: Recurrent Neural Network)模型。也就是说,也可以根据输入数据的形式而适宜地选定机器学习模型15。机器学习模型15通过学习部14的学习而得到。例如,也可以通过学习在激光焊接时在焊接部分处产生的声音(所谓焊接音)与焊接部分有无异常之间的关系,来构筑机器学习模型15。焊接音包含人耳无法检测的非可听声以及人耳能够检测的可听声。

[0089] [学习部14]

[0090] 学习部14进行机器学习模型的学习。例如,学习部14也可以进行监督学习。在该情况下,学习部14既可以使用教师数据(标签数据)进行机器学习模型的学习,也可以不使用教师数据而进行机器学习模型的学习。例如,在学习部14使用教师数据进行机器学习模型的学习的情况下,教师数据也可以包括:由与在激光焊接时在焊接部分处产生的声音相关的声音信息和表示焊接部分的异常的注释构成的第1数据、以及由上述声音信息和表示焊接部分无异常(即正常)的注释构成的第2数据。另外,在学习部14不使用教师数据而进行机器学习模型的学习的情况下,在学习中使用的数据是与在激光焊接时在焊接部分处产生的声音相关的声音信息。

[0091] [收音部16]

[0092] 收音部16收集在激光焊接时在焊接部分处产生的声音。收音部16例如是麦克风,更具体是激光麦克风。在图1中表示了异常检测装置10具备1个收音部16的例子,但也可以具备2个以上的收音部16。在异常检测装置10具备2个以上的收音部16的情况下,各收音部16也可以收集在不同的焊接部分处产生的声音。收音部16将收集的声音转换为电信号,并将电信号向信息处理部12输出。在此,参照图2及图3说明收音部16的构成。图2是表示收音部16的构成的一例的图。图2所示的收音部16是激光麦克风。图3是用于说明图2所示的计测部161的构成的一例的图。

[0093] 如图2所示,收音部16例如具备计测部161、框体部162和运算部163。以下说明各构成。

[0094] 框体部162由至少1个反射部件构成,该至少1个反射部件以与声音的行进方向交叉的方式围住声音所经过的规定空间。收音部16计测在规定空间中从Y轴正方向朝向ZX平面行进的声音。以与声音的行进方向交叉的方式围住规定空间,也包含不是完全地围住规定空间而是由至少1个反射部件围住规定空间的一部分的情况。另外,一对反射部件平行配置的情况也被包含在由一对反射部件夹着规定空间的情况中。

[0095] 框体部162例如由2个反射部件162a、162b构成,2个反射部件162a、162b分别相离配置。在该情况下,框体部162可以在2个反射部件162a、162b之间具有至少1个间隙。至少1个间隙例如是用于使激光向规定空间内入射的间隙(以下也称为入射口)、以及用于调整激光的反射角度并使其返回入射口的间隙(以下也称为角度调整口)。框体部162可以在角度调整口内或者角度调整口的外侧(Z轴负侧)具备角度调整用反射部件162c。角度调整用反射部件162c具有反射面1621c,被配置为反射面1621c朝向规定空间。角度调整用反射部件162c例如既可以能够转动地安装在被固定于2个反射部件162a、162b的支承轴(未图示)上,也可以由压电体支承为能够倾斜移动。由此,角度调整用反射部件162c能够调整激光相对于反射面1621c的反射角度,因此能够使激光高精度地返回至计测部161。

[0096] 框体部162的形状在从声音的行进方向观察的情况下,也可以是三角形、四边形、五边形、六边形、圆形或者椭圆形。在此,框体部162的形状是四边形。

[0097] 框体部162的大小也可以根据设计而适宜地设定,例如也可以是宽度(X轴方向的长度)及高度(Z轴方向的长度)分别为130mm且进深(Y轴方向的长度)为20mm。

[0098] 2个反射部件162a、162b分别具有至少1个反射面。例如,2个反射部件162a、162b分别具有多个反射面1621a、1621b,被配置为多个反射面1621a、1621b朝向规定空间。更具体而言,在从声音的行进方向(即Y轴方向)观察规定空间的情况下,2个反射面1621a、1621b被配置为在规定的空间中使激光交叉并多次反射。例如,多个反射面1621a分别是平面,连续地形成。进而,作为多个反射面1621a,在规定的空间内多个反射面1621a各自的朝向不同。多个反射面1621a也可以形状及面积不同。例如,反射面1621a的形状也可以是正方形、长方形或者梯形,也可以根据反射部件162a中的反射面1621a的配置位置(例如角部及端部等)而面积不同。此外,多个反射面1621a连续地形成,但也可以不是连续地形成。另外,在多个反射面1621a不是连续地形成的情况下,也可以通过在要成为多个反射面1621a的多个面上粘贴反射板来制作反射部件162a。此外,多个反射面1621b也与多个反射面1621a是同样的。

[0099] 计测部161将激光向规定空间出射,并基于在被反射部件162a、162b围住的规定空间内反射并返回至计测部161的激光(以下也称为反射光)的相位变动来计测规定空间内的

声压。计测部161例如是激光多普勒振动计或者光电二极管。在计测部161是激光多普勒振动计的情况下,计测部161例如具有图3所示的构成。

[0100] 如图3所示,计测部161具有出射激光的激光源111,从激光源111输出的激光由第1分束器112a向2个方向分光。向2个方向分光而成的一方的激光L1(所谓出射光)经过第2分束器112b而出射。另一方面,由第1分束器112a分光而成的另一方的激光L2被反射镜113调整光轴,向由AOM(声光调制器(Acoust-Optic Modulator))驱动器114a驱动的AOM114b入射,并从AOM114b输出使激光的频率偏移后的基准光。基准光经过第3分束器112c,被光学性地调整为向受光部115(例如光探测器)照射。另外,在规定空间中反射并返回的激光L3(所谓反射光)经由第2分束器112b及第3分束器112c向受光部115照射,与基准光叠加而成为干涉光并由受光部115接受。计测部161由检测电路116检测通过该叠加干涉而产生的激光的相位变动,并作为模拟信号向运算部163输出。

[0101] 运算部163基于从计测部161输出的信号,计算规定空间内的声压。例如,运算部163也可以是频率分析装置。

[0102] 此外,作为计测部161在1个箱体具备激光源111和受光部115的例子而说明了激光多普勒振动计的例子,但不限于此。另外,计测部161也可以将激光源111与受光部115分别配置在不同的箱体中。另外,不限于激光源111及受光部115,第1分束器112a、第2分束器112b、第3分束器112c、AOM114b及反射镜113等也可以不被包含在1个箱体中。

[0103] 此外,激光源111例如也可以是He-Ne激光信号发射器,也可以是激光二极管。

[0104] [通知部17]

[0105] 再次参照图1。通知部17例如在由检测部12b检测出焊接部分的异常的情况下,将通知信息向用户通知。通知信息例如是与焊接部分的异常相关的信息。与焊接部分的异常相关的信息也可以包括:表示焊接部分有无异常的信息、表示焊接部分的异常度的信息以及与焊接部分的异常的种类(例如发生溅射或者发生裂纹等)相关的信息中的至少任一个。异常度是表示异常的程度的统计量,具体是用数值来表现在焊接部分发生异常的可能性的值。

[0106] [信息终端20]

[0107] 信息终端20是由异常检测装置10的用户使用的笔记本个人计算机、智能电话或者平板电脑终端等便携式的信息终端,但也可以是固定式的计算机装置。信息终端20具备通信部21、控制部22、存储部23、受理部24和提示部25。

[0108] [通信部21]

[0109] 通信部21是供信息终端20经由局域通信网络与异常检测装置10连接的通信电路(或者通信模组),但也可以是供其经由广域通信网络连接的通信电路(或者通信模组)。由通信部21进行的通信是无线通信,但也可以是有线通信。关于由通信部21进行的通信的通信规格不特别限定。

[0110] [控制部22]

[0111] 控制部22基于从受理部24受理的操作输入,进行与信息终端20相关的各种信息处理。控制部22例如由微型计算机实现,但也可以由处理器实现。

[0112] [存储部23]

[0113] 存储部23是存储供控制部22执行的专用的应用程序等的存储装置。存储部23例如

由半导体存储器等实现。

[0114] [受理部24]

[0115] 受理部24是受理由使用信息终端20的用户进行的操作输入的输入接口。例如,受理部24受理用户为了向异常检测装置10发送通知信息的提示方法而进行的输入操作。受理部24具体由触摸面板显示器等实现。例如,在受理部24搭载有触摸面板显示器的情况下,触摸面板显示器作为提示部25及受理部24发挥功能。此外,受理部24不限于触摸面板显示器,例如也可以是键盘、指示设备(例如触摸笔或鼠标)或者硬件按钮等。另外,受理部24在受理基于声音(语音)的输入的情况下也可以是麦克风。另外,受理部24在受理基于手势的输入的情况下也可以是相机。

[0116] [提示部25]

[0117] 提示部25提示由异常检测装置10通知的通知信息。提示部25例如是显示包括字符等的图像信息的显示装置。进而,提示部25也可以具备输出声音信息的声音输出装置。显示装置例如是包括液晶(LC)面板或者有机EL(电致发光(Electro Luminescence))面板等作为显示设备的显示器。另外,声音输出装置例如是扬声器或者耳机。例如,提示部25既可以将图像信息显示在显示装置上,也可以由声音输出装置输出声音信息,还可以提示图像信息及声音信息双方。

[0118] [2.动作]

[0119] 接下来,参照附图具体说明实施方式中的异常检测系统100的动作。图4是表示实施方式中的异常检测系统100的动作的一例的流程图。

[0120] 例如,如果信息终端20的受理部24受理了异常检测处理的开始指示的输入操作,则信息终端20的控制部22经由通信部21将该指示向异常检测装置10输出(未图示)。

[0121] 接下来,如果异常检测装置10的通信部11取得了该指示,则信息处理部12使收音部16收集在焊接部分处产生的声音(未图示)。

[0122] 接下来,异常检测装置10的取得部12a取得在激光焊接时在焊接部分处产生且由收音部16收集的声音(S01)。更详细而言,取得部12a取得与由收音部16收集的声音对应的电信号。然后,取得部12a将取得的电信号向检测部12b输出。收音部16例如是激光麦克风。由此,收音部16与通常的麦克风相比能够收集更宽带域的声音。另外,收音部16不像通常的麦克风那样具有振动板,因此在电磁波、高温、高热或者金属片等的环境下也能够收音。

[0123] 接下来,异常检测装置10的检测部12b基于在步骤S01中由取得部12a取得的声音所包含的非可听声的变化,检测焊接部分的异常(S02)。非可听声的变化例如是非可听声的声压的变化。例如,在步骤S02中,检测部12b基于由取得部12a取得的声音所包含的非可听声的声压的减小,检测焊接部分的异常。更具体而言,在步骤S02中,检测部12b例如基于该非可听声之中的100kHz以上且200kHz以下的频带的声音的声压的减小,检测焊接部分的异常。

[0124] 接下来,异常检测装置10的通知部17在步骤S02中由检测部12b检测出焊接部分的异常的情况下向用户进行通知(S03)。具体而言,通知部17在由检测部12b在焊接部分处检测出异常的情况下,将通知信息向用户通知。关于通知信息如上所述,因此在此省略说明。

[0125] 此外,在步骤S02中,表示了检测部12b基于在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声的声压的减小来检测焊接部分的异常的例子,但也可以除了非可听声的声压的减小

之外,还基于在步骤S01中由取得部12a取得的声音所包含的可听声的声压的增加来检测焊接部分的异常。图5是表示实施方式中的异常检测系统100的动作的其他例的流程图。在图4及图5中,针对同样的处理附加相同的步骤编号并省略或简化说明。

[0126] 例如,如图5所示,检测部12b基于在步骤S01中取得的声音所包含的非可听声的声压的减小以及取得的声音所包含的可听声的声压的增加,检测焊接部分的异常(S11)。

[0127] 此外,在步骤S02及步骤S11(所谓检测步骤)中,检测部12b也可以从与步骤S01中取得的声音相关的声音信息中提取特征量,并针对提取的特征量进行阈值处理,从而检测焊接部分有无异常。

[0128] [检测步骤中的动作]

[0129] 以下说明检测步骤中的异常检测装置10的动作例。

[0130] [第1例]

[0131] 图6是用于说明检测步骤中的异常检测装置10的动作的第1例的图。如图6所示,在激光焊接中,激光焊接装置(未图示)向焊接对象3的焊接部分3c照射从激光扫描仪1出射的激光2。例如,焊接对象3是2片金属板材。焊接对象3在正面3a侧被照射激光2。声音4是在向焊接部分3c照射激光2时在焊接部分3c处产生的声音,例如包含焊接部分3c附着有杂质的情况下被照射激光2时在焊接部分3c处产生的声音。例如,在焊接部分3c的正面3a附着有杂质的情况下,焊接部分3c发生异常。焊接部分3c的异常是在焊接部分3c的正面3a发生溅射、以及在焊接部分3c的背面3b发生裂纹。

[0132] 收音部16(例如激光麦克风)收集在激光焊接时在焊接部分3c处产生的声音4。例如,收音部16(激光麦克风)收集在激光焊接时在焊接部分3c处产生的声音(更具体而言是从焊接部分3c以球面状传播的声音)之中的一部分声音(更具体而言是向收音部16(激光麦克风)的方向传播的声音),但也可以收集全部声音。异常检测装置10的检测部12b从与由取得部12a收集的声音相关的声音信息中提取特征量。具体而言,检测部12b提取收集的声音所包含的非可听声(例如100kHz以上且200kHz以下的频带的声音)的声压以及可听声(例如1kHz以上且小于20kHz的频带的声音)的声压。检测部12b通过阈值处理,判定非可听声的声压的减小及可听声的声压的增加。检测部12b基于判定出的非可听声的声压的减小及可听声的声压的增加,检测焊接部分3c有无异常(正常或者异常)。

[0133] 此外,在该例中,异常检测装置10具备1个收音部16,但不特别限定,也可以具备2个以上的收音部16。在该情况下,例如,异常检测装置10使用2个以上的收音部16,既可以收集在焊接时在焊接部分3c处产生的声音之中的全部声音,也可以收集一部分声音(更具体而言是向2个以上的收音部16各自的方向传播的声音)。

[0134] [第2例]

[0135] 接下来,说明检测步骤中的异常检测装置10的动作的第2例。图7是用于说明检测步骤中的异常检测装置10的动作的第2例的图。

[0136] 在动作的第1例中,检测部12b通过阈值处理来检测焊接部分3c有无异常,但在动作的第2例中,检测部12b使用学习完成的机器学习模型15来检测焊接部分3c有无异常。以下,以与第1例的不同点为中心进行说明,关于重复的内容省略或者简化说明。

[0137] 异常检测装置10的检测部12b基于通过向机器学习模型15输入与由取得部12a取得的声音相关的声音信息而得到的输出结果,检测焊接部分3c的异常。机器学习模型15表

示在激光焊接时在焊接部分3c处产生的声音(所谓焊接音)与在焊接部分3c是否发生了异常之间的关系性。机器学习模型15例如是卷积神经网络(CNN),但不限于此。在第2例中,通过机器学习模型15进行分类。输出结果例如是焊接部分3c有无异常。

[0138] 向学习完成的机器学习模型15输入的声音信息例如是焊接音的谱图的图像数据或者频率特性的图像数据。该信息例如是JPEG(联合图像专家小组(Joint Photographic Experts Group))或者BMP(基本多文种平面(Basic Multilingual Plane))等形式的图像数据。

[0139] 在此,说明机器学习模型15的学习及学习完成的机器学习模型15的利用。图8是用于说明机器学习模型15的学习阶段以及使用机器学习模型15的利用阶段(也称为推理阶段)的图。

[0140] 在学习阶段中,异常检测装置10的学习部14例如使用教师数据进行机器学习模型的学习。在存储部13中存储有教师数据。教师数据例如也可以包括:第1数据,由与在激光焊接时在焊接部分3c产生的声音相关的声音信息、以及表示焊接部分3c的异常的注释构成;以及第2数据,由上述声音信息以及表示焊接部分3c无异常(即正常)的注释构成。

[0141] 在推理阶段中,异常检测装置10的检测部12b向学习完成的机器学习模型15(所谓学习完成模型)输入与由收音部16收集的声音相关的声音信息(例如收集的声音的谱图的图像或者频率特性的图像)。然后,检测部12b基于从机器学习模型15输出的输出结果进行推理处理,并基于推理处理的输出结果(例如有无异常)检测焊接部分3c的异常。

[0142] [第3例]

[0143] 接下来说明检测步骤中的异常检测装置10的动作的第3例。图9是用于说明检测步骤中的异常检测装置10的动作的第3例的图。

[0144] 在动作的第2例中,使用学习完成的机器学习模型15来检测焊接部分3c有无异常,但在动作的第3例中,使用学习完成的机器学习模型15,基于焊接部分3c的异常度来检测焊接部分3c的异常。以下,以与第2例的不同点为中心进行说明,关于重复的内容省略或者简化说明。

[0145] 异常检测装置10的检测部12b基于通过向机器学习模型15输入与由取得部12a取得的聲音相关的声音信息而得到的输出结果,检测焊接部分3c的异常。机器学习模型15表示在激光焊接时在焊接部分3c处产生的声音(所谓焊接音)与在焊接部分3c是否发生了异常之间的关系性。机器学习模型15例如是卷积神经网络(CNN),但不限于此。在第3例中,通过机器学习模型15进行回归。输出结果例如是焊接部分3c的异常度。此外,异常度是表示异常的程度的统计量,具体是用数值来表现在焊接部分发生异常的可能性的值。

[0146] 向学习完成的机器学习模型15输入的声音信息例如是焊接音的时序数据。该时序数据例如是声音的时间波形,更具体是WAV(波形音频文件格式(Waveform Audio File Format))等形式的时序的数值数据。该信息例如也可以包括声音的频带、以及声音的持续时间、声压及波形之中的至少1个。

[0147] 在此,再次参照图8说明机器学习模型15的学习及学习完成的机器学习模型15的利用。

[0148] 在学习阶段中,异常检测装置10的学习部14例如将正常的焊接音的波形或者谱图作为输入数据进行机器学习模型的学习。在存储部13中存储有正常的焊接音的波形或者谱

图。机器学习模型15例如是自编码器。

[0149] 在推理阶段中,异常检测装置10的检测部12b向学习完成的机器学习模型15(所谓学习完成模型)输入与在激光焊接时由收音部16收集且由取得部12a取得的声音相关的声音信息(例如该声音的波形或者谱图)。然后,检测部12b基于从机器学习模型15输出的输出结果(例如由自编码器编码并被解码的声音信息)进行推理处理,并基于推理处理的输出结果(例如异常度)检测焊接部分3c的异常。

[0150] [3.效果等]

[0151] 如上所述,实施方式所涉及的异常检测装置10具备:取得部12a,取得在激光焊接时在焊接部分3c处产生且由收音部16收集的声音4;以及检测部12b,基于由取得部12a取得的声音4所包含的非可听声的变化,检测焊接部分3c的异常。

[0152] 由此,异常检测装置10基于在激光焊接时在焊接部分3c处产生的声音4所包含的非可听声来检测焊接部分3c的异常,因此不容易受到在收音部16的周围产生的各种可听声、即成为噪声的声音影响。另外,非可听声的带域不容易受到成为噪声的声音影响,因此在非可听声发生了变化的情况下(例如在非可听声的声压发生了变化的情况下),异常检测装置10能够捕捉该变化。因此,异常检测装置10能够提高焊接部分3c的异常的检测精度。

[0153] 在本公开的一个方式所涉及的异常检测装置10中,检测部12b也可以基于声音4所包含的非可听声的声压的减小,检测焊接部分3c的异常。

[0154] 由此,异常检测装置10基于在激光焊接时在焊接部分3c处产生的声音4所包含的非可听声的声压的减小来检测焊接部分3c的异常,因此不容易受到在收音部16的周围产生的各种可听声、即成为噪声的声音影响。另外,非可听声的带域不容易受到成为噪声的声音影响,因此在非可听声的声压减小的情况下,异常检测装置能够捕捉声压减小的变化。另外,在焊接部分3c发生异常时,在焊接部分3c处产生的声音4所包含的非可听声的声压认为存在减小的倾向。因此,异常检测装置10能够提高焊接部分3c的异常的检测精度。

[0155] 实施方式所涉及的异常检测装置10也可以还具备:通知部17,在由检测部12b检测出焊接部分3c的异常的情况下,向用户进行通知。

[0156] 由此,异常检测装置10能够向用户通知焊接部分3c发生了异常,因此用户能够掌握焊接部分3c是否存在异常。

[0157] 在实施方式所涉及的异常检测装置10中,收音部16也可以是激光麦克风。

[0158] 由此,异常检测装置10通过使用激光麦克风作为收音部16,与使用通常的麦克风的情况相比,能够取得更宽带域的声音,因此得到的信息量变多。因此,异常检测装置10能够基于更多的信息检测焊接部分的异常。因此,异常检测装置10能够提取更多的特征量,因此能够提高焊接部分3c的异常的检测精度。另外,在通常的麦克风(例如具有振动板的麦克风)中,由于电磁波、高温、或者金属片的附着等造成难以收音,但异常检测装置10通过使用激光麦克风,在通常的麦克风难以收音的环境中也能够收音。因此,异常检测装置10能够在更多的环境下检测异常。

[0159] 在实施方式所涉及的异常检测装置10中,非可听声也可以是100kHz以上且200kHz以下的频带的声音。

[0160] 由此,异常检测装置10能够提取非可听声之中的特定的频带的声音作为特征量。因此,异常检测装置10能够基于提取的特征量,高精度地检测焊接部分3c的异常。

[0161] 在实施方式所涉及的异常检测装置10中,检测部12b也可以还基于声音4所包含的可听声的声压的增加来检测焊接部分3c的异常。

[0162] 由此,异常检测装置10能够基于声音4所包含的非可听声及可听声提取更多的特征量。因此,异常检测装置10能够提高焊接部分3c的异常的检测精度。

[0163] 在实施方式所涉及的异常检测装置10中,检测部12b也可以基于通过向学习完成的机器学习模型15输入与由取得部12a取得的声音4相关的声音信息而得到的输出结果,检测焊接部分3c的异常。

[0164] 由此,异常检测装置10通过使用机器学习模型15,能够从声音信息中自动地提取特征量,因此能够更简便地检测焊接部分3c的异常。

[0165] 在实施方式所涉及的异常检测装置10中,声音信息也可以包括声音4的谱图的图像数据、声音4的频率特性的图像数据以及声音4的时序数据中的至少任一个。

[0166] 由此,异常检测装置10通过使用容易提取数据的特征量的声音信息,能够使通过机器学习模型15提取数据的规则性(所谓特征量)变得容易。

[0167] 在实施方式所涉及的异常检测装置10中,声音4的时序数据也可以是声音4的时间波形。

[0168] 由此,异常检测装置10通过使用声音4的时间波形作为上述声音4的时序数据,能够使通过机器学习模型15提取与音量(即声压)的增减相关的特征量变得容易。

[0169] 在实施方式所涉及的异常检测装置10中,输出结果也可以是焊接部分3c有无异常或者其异常度。

[0170] 由此,异常检测装置10能够基于焊接部分3c有无异常或其异常度检测焊接部分3c的异常。

[0171] 在实施方式所涉及的异常检测装置10中,声音4也可以是在向焊接部分3c照射激光时在焊接部分3c处产生的声音,包含焊接部分3c附着有杂质的情况下产生的声音。

[0172] 由此,异常检测装置10能够基于声音4检测焊接部分3c的异常。

[0173] 在实施方式所涉及的异常检测装置10中,焊接部分3c的异常也可以是焊接部分3c中发生溅射及发生裂纹中的至少任一个。

[0174] 由此,异常检测装置10不仅能够检测焊接部分3c的正面3a的异常,而且也能够检测在焊接对象3的内部或者背面3b处发生的异常。

[0175] 另外,实施方式所涉及的异常检测装置10具备:激光麦克风,收集在激光焊接时在焊接部分处产生的声音4;以及检测部12b,基于由激光麦克风收集的声音4,检测焊接部分3c的异常。

[0176] 由此,异常检测装置10通过使用激光麦克风,在通常的麦克风难以收音的环境中也能够收音。例如,在通常的麦克风(例如具有振动板的麦克风)中,由于电磁波、高温、或者金属片的附着等导致难以收音,但激光麦克风由于不像通常的麦克风那样具有振动板,因此在电磁波、高温、高热或者金属片等环境下也能够收音。

[0177] 另外,实施方式所涉及的异常检测方法包括:收音步骤(S01),取得在激光焊接时在焊接部分3c处产生且由收音部16收集的声音4;以及检测步骤(S02),基于在收音步骤(S01)中取得的声音4所包含的非可听声的变化,检测焊接部分3c的异常。

[0178] 由此,执行异常检测方法的装置基于在激光焊接时在焊接部分3c处产生的声音4

所包含的非可听声来检测焊接部分3c的异常,因此不容易受到在收音部16的周围产生的各种可听声、即成为噪声的声音影响。另外,非可听声的带域不容易受到成为噪声的声音影响,因此在非可听声发生了变化的情况下(例如在非可听声的声压发生了变化的情况下),执行异常检测方法的装置能够捕捉该变化。因此,执行异常检测方法的装置能够提高焊接部分3c的异常的检测精度。

[0179] 实施方式所涉及的异常检测方法也可以在检测步骤(S02)中,基于声音4所包含的非可听声的声压的减小,检测焊接部分3c的异常。

[0180] 由此,执行异常检测方法的装置基于在激光焊接时在焊接部分3c处产生的声音4所包含的非可听声的声压的减小来检测焊接部分3c的异常,因此不容易受到在收音部16的周围产生的各种可听声、即成为噪声的声音影响。另外,非可听声的带域不容易受到成为噪声的声音影响,因此在非可听声的声压减小的情况下,执行异常检测方法的装置能够捕捉声压减小的变化。另外,在焊接部分3c发生异常时,在焊接部分3c处产生的声音3所包含的非可听声的声压认为存在减小的倾向。因此,执行异常检测方法的装置能够提高焊接部分3c的异常的检测精度。

[0181] 另外,实施方式所涉及的异常检测方法包括:收音步骤,由收集在激光焊接时在焊接部分3c处产生的声音4的激光麦克风收集声音4;以及检测步骤,基于由激光麦克风收集的声音4,检测焊接部分3c的异常。

[0182] 由此,异常检测方法通过使用激光麦克风,在通常的麦克风难以收音的环境中也能够收音。例如,在通常的麦克风(例如具有振动板的麦克风)中,由于电磁波、高温、或者金属片的附着等导致难以收音,但激光麦克风由于不像通常的麦克风那样具有振动板,因此在电磁波、高温、高热或者金属片等环境下也能够收音。

[0183] (变形例)

[0184] 接下来,参照附图具体说明实施方式的变形例。

[0185] [1. 构成]

[0186] 图10是表示实施方式的变形例中的异常检测系统100a的功能构成的一例的框图。在图10中,针对与图1相同的构成附加相同的标记。在实施方式中的异常检测系统100中,异常检测装置10具备收音部16,但在变形例中,与实施方式的不同点在于,异常检测装置10a不具备收音部16,而异常检测系统100a具备收音装置30。以下,以与实施方式的不同点为中心进行说明,简化或者省略重复内容的说明。

[0187] [异常检测装置10a]

[0188] 变形例所涉及的异常检测装置10a取得由收音装置30收集的声音。异常检测装置10a例如具备通信部11a、信息处理部12、存储部13、学习部14和通知部17。以下,说明与实施方式所涉及的异常检测装置10不同的构成。

[0189] [通信部11a]

[0190] 通信部11a是用于异常检测装置10a与信息终端20及收音装置30进行通信的通信电路(或者通信模组)。通信部11a具备用于经由局域通信网络进行通信的通信电路(或者通信模组),但也可以具备用于经由广域通信网络进行通信的通信电路(或者通信模组)。通信部11a例如是进行无线通信的无线通信电路,但也可以是进行有线通信的有线通信电路。此外,关于通信部11a所进行的通信的通信规格不特别限定。

[0191] [收音装置30]

[0192] 收音装置30例如具备通信部31、控制部32、存储部33和收音部16。关于收音部16在实施方式中已经进行了说明,因此在此省略说明。

[0193] [通信部31]

[0194] 通信部31是用于收音装置30与异常检测装置10a及信息终端20进行通信的通信电路(或者通信模组)。通信部31具备用于经由局域通信网络进行通信的通信电路(或者通信模组),但也可以具备用于经由广域通信网络进行通信的通信电路(或者通信模组)。通信部31例如是进行无线通信的无线通信电路,但也可以是进行有线通信的有线通信电路。此外,关于通信部31所进行的通信的通信规格不特别限定。

[0195] [控制部32]

[0196] 控制部32进行与收音装置30相关的各种信息处理。控制部32具体而言,基于存储部33中存储的设定信息,向收音部16发送控制信号。控制部32例如由微型计算机或者处理器等实现。控制部32的功能例如通过由构成控制部32的微型计算机或者处理器等执行存储部33中存储的计算机程序而实现。

[0197] [2.动作]

[0198] 在变形例中,与实施方式的不同点在于,收音装置30将由收音部16收集的声音转换为电信号并向异常检测装置10a输出。再次参照图4及图5并以与实施方式的不同点为中心进行说明。

[0199] 例如,如果信息终端20的受理部24受理了异常检测处理的开始指示的输入操作,则信息终端20的控制部22经由通信部21将该指示向异常检测装置10a输出(未图示)。然后,异常检测装置10a如果取得了该指示,则向收音装置30输出收音开始指示(未图示)。此外,信息终端20也可以将该指示向异常检测装置10a输出,并且向收音装置30输出收音开始指示。

[0200] 在步骤S01中,异常检测装置10a的通信部11a取得由收音装置30的收音部16收集的声音(更详细而言是与声音对应的电信号)。此时,通信部11a也可以取得与声音对应的电信号以及收音装置30的识别信息。由此,在异常检测装置10a与多个收音装置30通过通信而连接的情况下,能够识别收集了所取得的声音的收音装置30。

[0201] 接下来,异常检测装置10a的检测部12b进行图4的步骤S02或者图5的步骤S11,检测焊接部分的异常。

[0202] 接下来,异常检测装置10a的通知部17在步骤S02或者步骤S11中由检测部12b检测出焊接部分的异常的情况下,将该情况向用户通知(S03)。

[0203] [3.效果等]

[0204] 变形例所涉及的异常检测装置10a由于与收音装置30分体构成,因此能够根据设计而适宜地变更收音装置30的设置位置及设置个数,能够使异常检测装置10a安装至1个集成电路。

[0205] [实施例]

[0206] 以下,通过实施例具体说明本公开的异常检测装置及异常检测方法,但以下的实施例为一例,本公开完全不被仅限于以下的实施例。

[0207] 基于以下的条件,收集在激光焊接时在焊接部分处产生的声音,并验证了基于收

集的声音能否检测出焊接部分的异常。关于正常的焊接及异常的焊接, (1) 实施例1及比较例1表示在声音信息是时间波形的情况下的验证结果, (2) 实施例2及比较例2表示在声音信息是谱图的情况下的验证结果。另外, (3) 实施例3及比较例3表示基于声音信息的特征量(也称为声特征量)的验证结果。

[0208] [收音次数]

[0209] 正常:10次

[0210] 异常:10次

[0211] 具体而言,在上述的“正常”中,以10次收集了在正常进行焊接时在焊接部分处产生的声音。另外,在上述的“异常”中,向焊接对象的正面涂布金属粉末以使焊接时发生异常,并以10次收集了在容易发生异常的条件下进行焊接时在焊接部分处产生的声音。

[0212] [麦克风]

[0213] 激光麦克风(Xarion公司生产,1通道,收集10kHz至1MHz的频带的声音)

[0214] [从焊接部分到麦克风的距离]

[0215] 5cm

[0216] (1) 声音信息是时间波形的情况

[0217] [实施例1]

[0218] 图11是表示在正常进行焊接时收集的声音的时间波形的图。如图11所示,在正常进行焊接时的焊接音的时间波形中,未观察到振幅增大的位置。因此,确认了在焊接时未发生异常的情况下(也就是说,在正常进行了焊接的情况下),在焊接部分处产生的声音的大小(声压)不增加。

[0219] [比较例1]

[0220] 图12是表示在容易发生异常的条件下进行焊接时收集的声音的时间波形的图。如图12所示,在容易发生异常的条件下进行焊接时的声音的时间波形中,观察到振幅增大的位置(由实线包围的位置)。因此,认为在焊接时发生了异常的情况下在焊接部分处产生的声音的大小(声压)增加。

[0221] (2) 声音信息是谱图的情况

[0222] [实施例2]

[0223] 图13是表示在正常进行焊接时收集的声音的谱图的图。如图13所示,100kHz以下的频带的声音的声压大,因此确认了在焊接时在焊接部分处产生100kHz以下的频带的声音。另外,也确认了200kHz及250kHz附近的频带的声音断续地产生。

[0224] [比较例2]

[0225] 图14是表示在容易发生异常的条件下进行焊接时收集的声音的谱图的图。如图14所示,在20kHz以下的频带中观察到声压水平增大的位置。另一方面,与实施例2相比,在100kHz以上且200kHz以下的频带中观察到声压水平减小的位置。该声压水平减小的位置的时间与在20kHz以下的频带中声压水平增大的位置的时间是大致相同的时间。因此,在焊接时发生了异常的情况下认为存在如下倾向:在焊接部分产生的声音之中的20kHz以下的可听声的声压增大,而100kHz以上且200kHz以下的非可听声的声压减小。

[0226] (3) 声音信息的特征量

[0227] 根据上述(2)的结果可知,(A) 1kHz以上且20kHz以下的频带的声压在焊接时发生

了异常的情况下增大;以及(B)100kHz以上且200kHz以下的频带的声音存在如下倾向:在焊接时发生了异常时的该频带的声音的声压比正常进行焊接时的该频带的声音的声压减小。

[0228] 在实施例3及比较例3中,探讨了通过使上述的(A)及(B)的时间变动成为曲线能否在视觉上确认发生异常的定时。在图15及图16中,实线表示与上述(A)对应的(a)使1kHz以上且20kHz以下的波形的RMS(均方根(Root Mean Square))包络的值成为10倍而得到的值,虚线表示与上述(B)对应的(b)使100kHz以上且200kHz以下的波形的RMS包络与正常焊接时的100kHz以上且200kHz以下的波形的RMS包络平均值之差成为20倍而得到的值。上述(b)的100kHz以上且200kHz以下的波形的RMS包络与正常焊接时的100kHz以上且200kHz以下的波形的RMS包络平均值之差通过下式计算。

[0229] [数1]

$$[0230] \quad E_n(t) = x_{\text{envRMS}}(n,t) - \frac{1}{10} \sum_{n=1}^{10} x_{\text{envRMS}}(n,t)$$

[0231] 此外,在上式中, x_{envRMS} 表示波形的RMS包络。

[0232] [实施例3]

[0233] 图15是表示在正常进行焊接时收集的声音的特征量(声特征量)的图。如图15所示,在(a)及(b)各自中都未观察到振幅的值增大及减小的位置。

[0234] [比较例3]

[0235] 图16是表示在容易发生异常的条件下进行焊接时收集的声音的特征量(声特征量)的图。如图16所示,在(a)的曲线中,观察到1kHz以上且20kHz以下的包络的值(振幅)增大的位置。另外,在(b)的曲线中,也观察到100kHz以上且200kHz以下的频带的声音的值与正常焊接时的100kHz以上且200kHz以下的波形的RMS包络平均值之差增大的位置。因此,在焊接时发生了异常的情况下认为存在如下倾向:在焊接部分产生的声音之中的20kHz以下的可听声的声压增大,而100kHz以上且200kHz以下的非可听声的声压减小。

[0236] (考察)

[0237] 根据实施例1~3及比较例1~3的结果确认到,基于在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声、特别是100kHz以上且200kHz以下的频带的非可听声的声压的减小,能够检测焊接部分的异常。另外也确认到,基于在焊接部分处产生的声音所包含的可听声、特别是1kHz以上且20kHz以下的频带的声压的增加,能够检测焊接部分的异常。因此确认到,根据本公开所涉及的异常检测装置及异常检测方法,基于在焊接部分处产生且被收集的声音所包含的非可听声的声压的减小及可听声的声压的增加,能够高精度地检测焊接部分的异常。

[0238] (其他实施方式)

[0239] 以上基于上述的实施方式说明了本公开的1个或者多个方式所涉及的异常检测装置及异常检测方法,但本公开不限于这些实施方式。只要不脱离本公开的主旨,针对实施方式施以本领域技术人员所想到的各种变形而成的方式、将不同实施方式中的构成要素组合而构成的方式,也可以被包含在本公开的1个或者多个方式的范围内。

[0240] 例如,上述实施方式所涉及的异常检测装置所具备的构成要素的一部分或者全部也可以由1个系统LSI(Large Scale Integration:大规模集成电路)构成。例如,异常检测

装置也可以由具有收音部、检测部和输出部的系统LSI构成。此外,系统LSI也可以不包括收音部。

[0241] 系统LSI是将多个构成部集成在1个芯片上而制造的超多功能LSI,具体是构成为包括微处理器、ROM(只读存储器(Read Only Memory))、RAM(随机存取存储器(Random Access Memory))等的计算机系统。在ROM中,存储有计算机程序。通过微处理器依照计算机程序进行动作,系统LSI达成其功能。

[0242] 此外,在此设为系统LSI,但根据集成度的差别,也有时称为IC、LSI、超级LSI、特级LSI。另外,集成电路化的方法不限于LSI,也可以由专用电路或者通用处理器实现。也可以利用在LSI制造后能够编程的FPGA(现场可编程逻辑门阵列(Field Programmable Gate Array))或者能够将LSI内部的电路单元的连接或设定重构的可重构处理器。

[0243] 进而,如果随着半导体技术的进步或者衍生的其他技术而出现了置换LSI的形成集成电路的技术,当然也可以使用该技术来进行功能模块的集成。生物技术的适用等是有可能的。

[0244] 另外,本公开的一个方式不仅是这样的异常检测装置,也可以是将该装置所包括的特征性的构成部作为步骤的异常检测方法。另外,本公开的一个方式也可以是使计算机执行异常检测方法所包括的特征性的各步骤的计算机程序。另外,本公开的一个方式也可以是记录有这样的计算机程序的计算机可读的非易失性的记录介质。

[0245] (附记)

[0246] 以下,例示根据本说明书的公开内容得到的技术,并说明通过该技术而得到的效果等。

[0247] [技术1]

[0248] 一种异常检测装置,具备:

[0249] 取得部,取得在激光焊接时在焊接部分处产生且由收音部收集的声音;以及

[0250] 检测部,基于由所述取得部取得的所述声音所包含的非可听声的变化,检测所述焊接部分的异常。

[0251] [技术1的效果]

[0252] 由此,异常检测装置基于在激光焊接时在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声来检测焊接部分的异常,因此不容易受到在收音部的周围产生的各种可听声、即成为噪声的声音影响。另外,非可听声的带域不容易受到成为噪声的声音影响,因此在非可听声发生了变化的情况下(例如在非可听声的声压发生了变化的情况下),异常检测装置能够捕捉该变化。因此,异常检测装置能够提高焊接部分的异常的检测精度。

[0253] [技术2]

[0254] 如技术1所述的异常检测装置,

[0255] 所述检测部基于所述声音所包含的非可听声的声压的减小,检测所述焊接部分的异常。

[0256] [技术2的效果]

[0257] 由此,异常检测装置基于在激光焊接时在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声的声压的减小来检测焊接部分的异常,因此不容易受到在收音部的周围产生的各种可听声、即成为噪声的声音影响。另外,非可听声的带域不容易受到成为噪声的声音影响,因此

在非可听声的声压减小的情况下,异常检测装置能够捕捉声压减小的变化。因此,异常检测装置能够提高焊接部分的异常的检测精度。

[0258] [技术3]

[0259] 如技术1或者2所述的异常检测装置,还具备:

[0260] 通知部,在由所述检测部检测出所述异常的情况下向用户进行通知。

[0261] [技术3的效果]

[0262] 由此,异常检测装置能够向用户通知在焊接部分发生了异常,因此用户能够掌握在焊接部分是否存在异常。

[0263] [技术4]

[0264] 如技术1~3中任一项所述的异常检测装置,

[0265] 所述收音部是激光麦克风。

[0266] [技术4的效果]

[0267] 由此,异常检测装置通过使用激光麦克风作为收音部,与使用通常的麦克风的情况相比能够取得更宽带域的声音,因此得到的信息量变多。因此,异常检测装置能够基于更多的信息检测焊接部分的异常。因此,异常检测装置能够提取更多的特征量,因此能够提高焊接部分的异常的检测精度。另外,在通常的麦克风(例如具有振动板的麦克风)中,由于电磁波、高温、或者金属片的附着等导致难以收音,但异常检测装置通过使用激光麦克风,在通常的麦克风难以收音的环境中也能够收音。因此,异常检测装置能够在更多的环境下进行异常检测。

[0268] [技术5]

[0269] 如技术1~4中任一项所述的异常检测装置,

[0270] 所述非可听声是100kHz以上且200kHz以下的频带的声音。

[0271] [技术5的效果]

[0272] 由此,异常检测装置能够提取非可听声之中的特定的频带的声音作为特征量。因此,异常检测装置能够基于提取的特征量,高精度地检测焊接部分的异常。

[0273] [技术6]

[0274] 如技术1~5中任一项所述的异常检测装置,

[0275] 所述检测部还基于所述声音所包含的可听声的声压的增加来检测所述异常。

[0276] [技术6的效果]

[0277] 由此,异常检测装置能够基于声音所包含的非可听声及可听声提取更多的特征量。因此,异常检测装置能够提高焊接部分的异常的检测精度。

[0278] [技术7]

[0279] 如技术1~6中任一项所述的异常检测装置,

[0280] 所述检测部基于通过向学习完成的机器学习模型输入与由所述取得部取得的所述声音相关的声音信息而得到的输出结果,检测所述异常。

[0281] [技术7的效果]

[0282] 由此,异常检测装置通过使用机器学习模型,能够从声音信息自动地提取特征量,因此能够更简便地检测焊接部分的异常。

[0283] [技术8]

- [0284] 如技术7所述的异常检测装置,
- [0285] 所述声音信息包括所述声音的谱图的图像数据、所述声音的频率特性的图像数据以及所述声音的时序数据中的至少任一个。
- [0286] [技术8的效果]
- [0287] 由此,异常检测装置通过使用易于提取数据的特征量的声音信息,能够使通过机器学习模型提取数据的规则性(所谓特征量)变得容易。
- [0288] [技术9]
- [0289] 如技术8所述的异常检测装置,
- [0290] 所述时序数据是所述声音的时间波形。
- [0291] [技术8的效果]
- [0292] 由此,异常检测装置通过使用声音的时间波形作为上述声音时序数据,能够使通过机器学习模型提取与音量(即声压)的增减相关的特征量变得容易。
- [0293] [技术10]
- [0294] 如技术7~9中任一项所述的异常检测装置,
- [0295] 所述输出结果是所述焊接部分有无异常或者所述焊接部分的异常度。
- [0296] [技术10的效果]
- [0297] 由此,异常检测装置能够基于焊接部分有无异常或者其异常度来检测焊接部分的异常。
- [0298] [技术11]
- [0299] 如技术1~10中任一项所述的异常检测装置,
- [0300] 所述声音是在向所述焊接部分照射激光时在所述焊接部分处产生的声音,包含所述焊接部分附着有杂质的情况下产生的声音。
- [0301] [技术11的效果]
- [0302] 由此,异常检测装置能够基于声音检测焊接部分的异常。
- [0303] [技术12]
- [0304] 如技术1~11中任一项所述的异常检测装置,
- [0305] 所述异常是在所述焊接部分处发生溅射及发生裂纹中的至少任一个。
- [0306] [技术12的效果]
- [0307] 由此,异常检测装置不仅能够检测焊接部分的正面的异常,而且也能够检测在焊接对象的内部或者背面发生的异常。
- [0308] 由此,异常检测装置能够基于声音检测焊接部分的异常。
- [0309] [技术13]
- [0310] 一种异常检测装置,具备:
- [0311] 激光麦克风,收集在激光焊接时在焊接部分处产生的声音;以及
- [0312] 检测部,基于由所述激光麦克风收集的所述声音,检测所述焊接部分的异常。
- [0313] [技术13的效果]
- [0314] 由此,异常检测装置通过使用激光麦克风,在通常的麦克风难以收音的环境中也能够收音。例如,在通常的麦克风(例如具有振动板的麦克风)中,由于电磁波、高温、或者金属片的附着等导致难以收音,但激光麦克风由于不像通常的麦克风那样具有振动板,因此

在电磁波、高温、高热或者金属片等环境下也能够收音。

[0315] [技术14]

[0316] 一种异常检测方法,包括:

[0317] 取得步骤,取得在激光焊接时在焊接部分处产生且由收音部收集的声音;以及

[0318] 检测步骤,基于在所述取得步骤中取得的所述声音所包含的非可听声的变化,检测所述焊接部分的异常。

[0319] [技术14的效果]

[0320] 由此,执行异常检测方法的装置基于在激光焊接时在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声来检测焊接部分的异常,因此不容易受到在收音部的周围产生的各种可听声、即成为噪声的声音影响。另外,非可听声的带域不容易受到成为噪声的声音影响,因此在非可听声发生了变化的情况下(例如在非可听声的声压发生了变化的情况下),执行异常检测方法的装置能够捕捉该变化。因此,执行异常检测方法的装置能够提高焊接部分的异常的检测精度。

[0321] [技术15]

[0322] 如技术14所述的异常检测方法,

[0323] 在所述检测步骤中,基于所述声音所包含的非可听声的声压的减小,检测所述焊接部分的异常。

[0324] [技术15的效果]

[0325] 由此,执行异常检测方法的装置基于在激光焊接时在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声的声压的减小来检测焊接部分的异常,因此不容易受到在收音部的周围产生的各种可听声、即成为噪声的声音影响。另外,非可听声的带域不容易受到成为噪声的声音影响,因此在非可听声的声压减小的情况下,执行异常检测方法的装置能够捕捉声压减小的变化。另外,在焊接部分发生异常时,在焊接部分处产生的声音所包含的非可听声的声压认为存在减小的倾向。因此,执行异常检测方法的装置能够提高焊接部分的异常的检测精度。

[0326] [技术16]

[0327] 一种异常检测方法,包括:

[0328] 收音步骤,由收集在激光焊接时在焊接部分处产生的声音的激光麦克风收集所述声音;以及检测步骤,基于由所述激光麦克风收集的所述声音,检测所述焊接部分的异常。

[0329] [技术16的效果]

[0330] 由此,执行异常检测方法的装置通过使用激光麦克风,在通常的麦克风难以收音的环境中也能够收音。例如,在通常的麦克风(例如具有振动板的麦克风)中,由于电磁波、高温、或者金属片的附着等导致难以收音,但激光麦克风由于不像通常的麦克风那样具有振动板,因此在电磁波、高温、高热或者金属片等环境下也能够收音。

[0331] [技术17]

[0332] 一种用于使计算机执行如技术14~16中任一项所述的异常检测方法的程序。

[0333] [技术17的效果]

[0334] 由此,能够使用计算机获得与上述任一个异常检测方法同样的效果。

[0335] 工业实用性

[0336] 根据本公开,基于在激光焊接时在焊接部分产生的声音,能够高精度地检测焊接部分的异常。另外,本公开的异常检测装置及异常检测方法通过使用激光麦克风进行收音,在通常的麦克风难以收音的环境也能够使用,另外与通常的麦克风相比能够收集更宽带域的声音。因此,本公开的异常检测装置及异常检测方法也能够应用于通过目视难以判定异常的情况。

[0337] 附图标记说明:

[0338] 1 激光扫描仪

[0339] 2 激光

[0340] 3 焊接对象

[0341] 3a 正面

[0342] 3b 背面

[0343] 3c 焊接部分

[0344] 4 声音

[0345] 10、10a异常检测装置

[0346] 11、11a、21、31通信部

[0347] 12 信息处理部

[0348] 12a 取得部

[0349] 12b 检测部

[0350] 13、23、33存储部

[0351] 14 学习部

[0352] 15 机器学习模型

[0353] 16 收音部

[0354] 17 通知部

[0355] 20 信息终端

[0356] 22、32 控制部

[0357] 24 受理部

[0358] 25 提示部

[0359] 30 收音装置

[0360] 100、100a异常检测系统

[0361] 111激光源

[0362] 112a第1分束器

[0363] 112b第2分束器

[0364] 112c第3分束器

[0365] 113 反射镜

[0366] 114a AOM驱动器

[0367] 114b AOM

[0368] 115 受光部

[0369] 116 检测电路

[0370] 161 计测部

- [0371] 162 框体部
- [0372] 162a、162b反射部件
- [0373] 162c角度调整用反射部件
- [0374] 1621a、1621b、1621c反射面
- [0375] 163运算部
- [0376] L1、L2、L3激光。

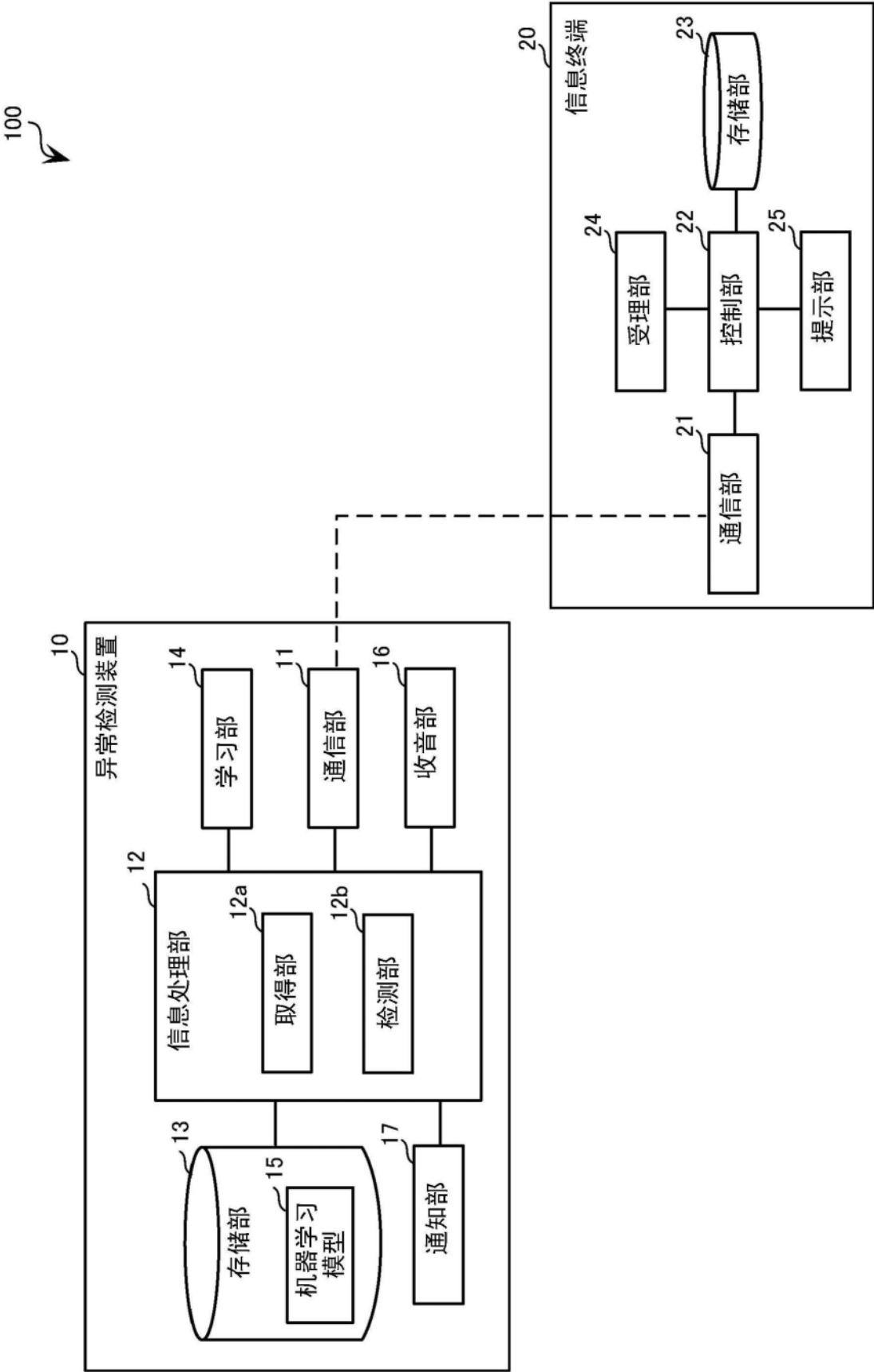


图1

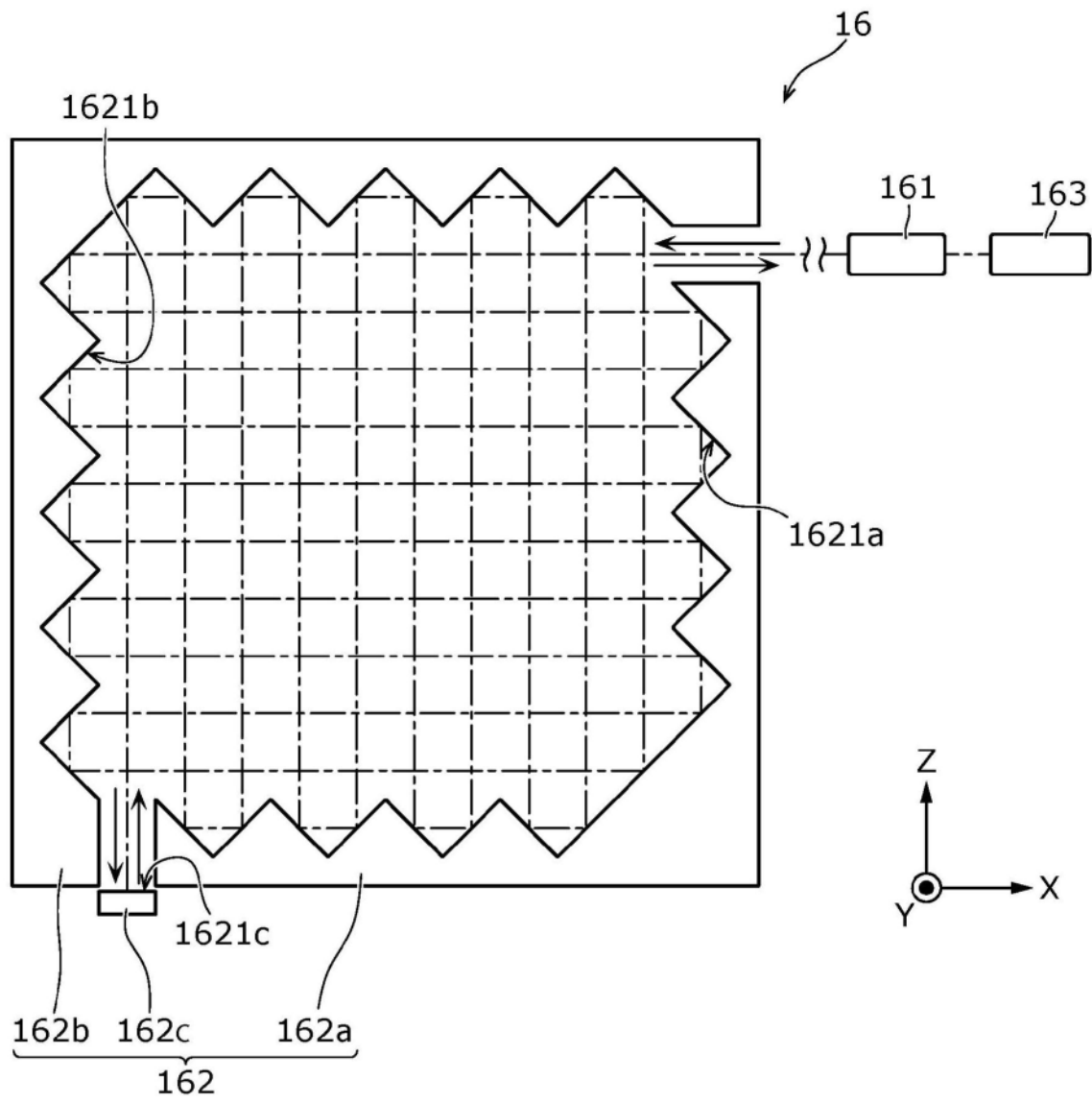


图2

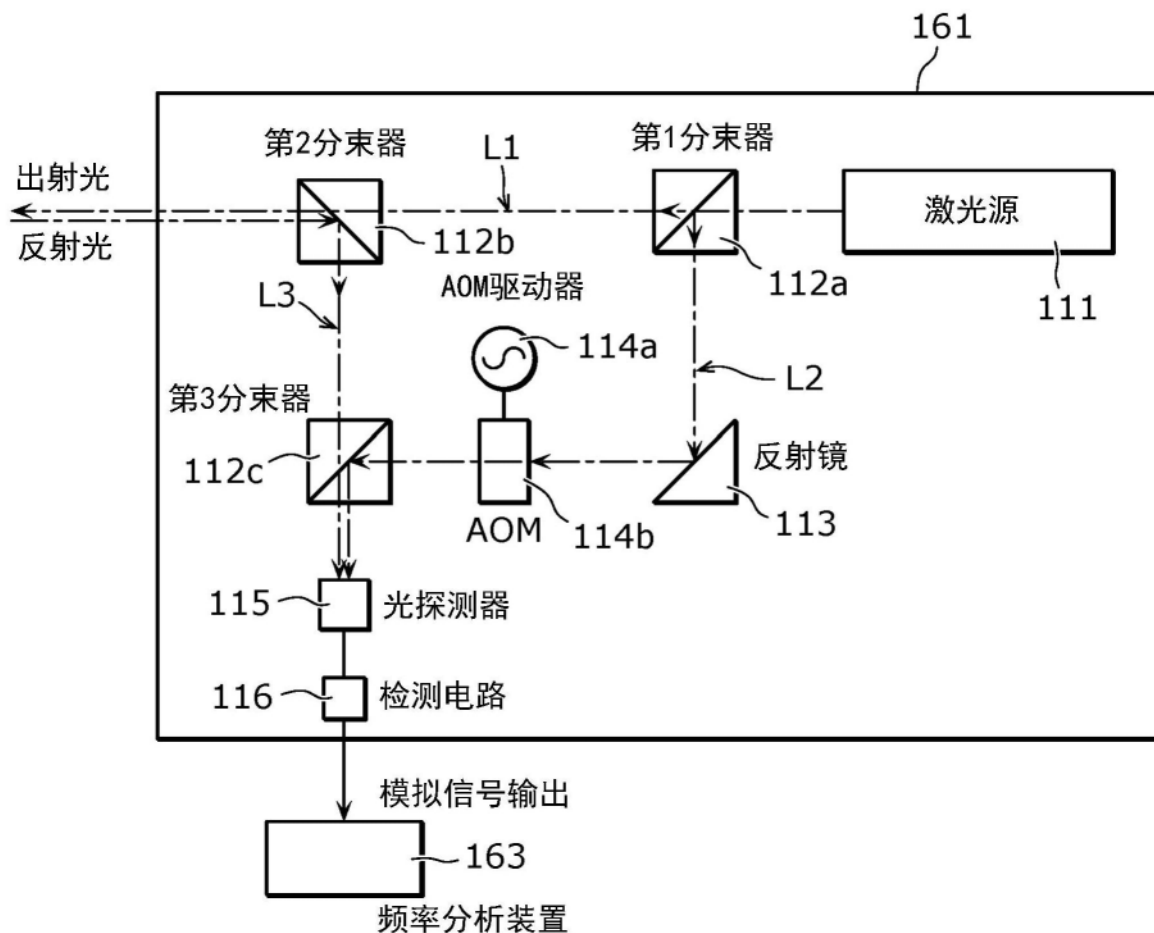


图3

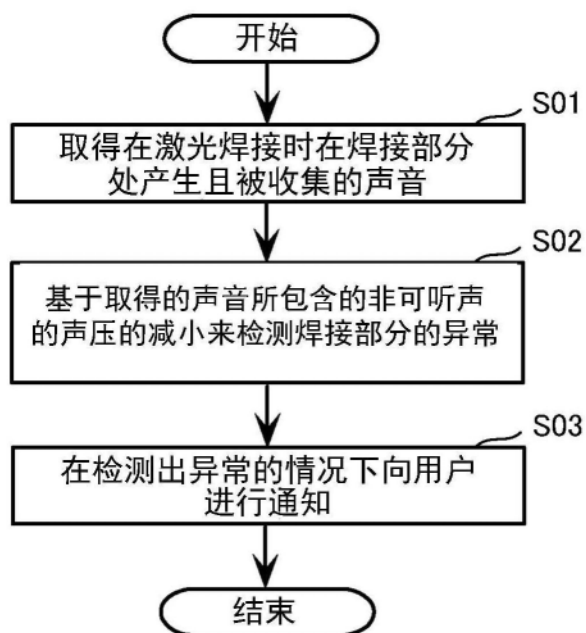


图4

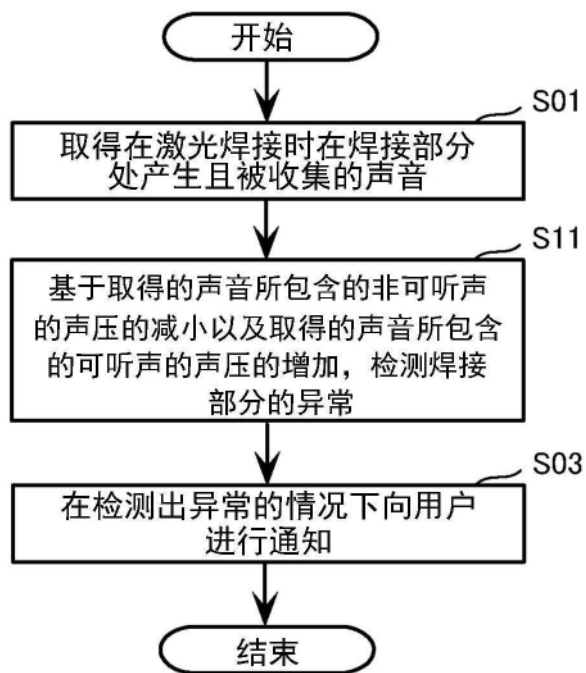


图5

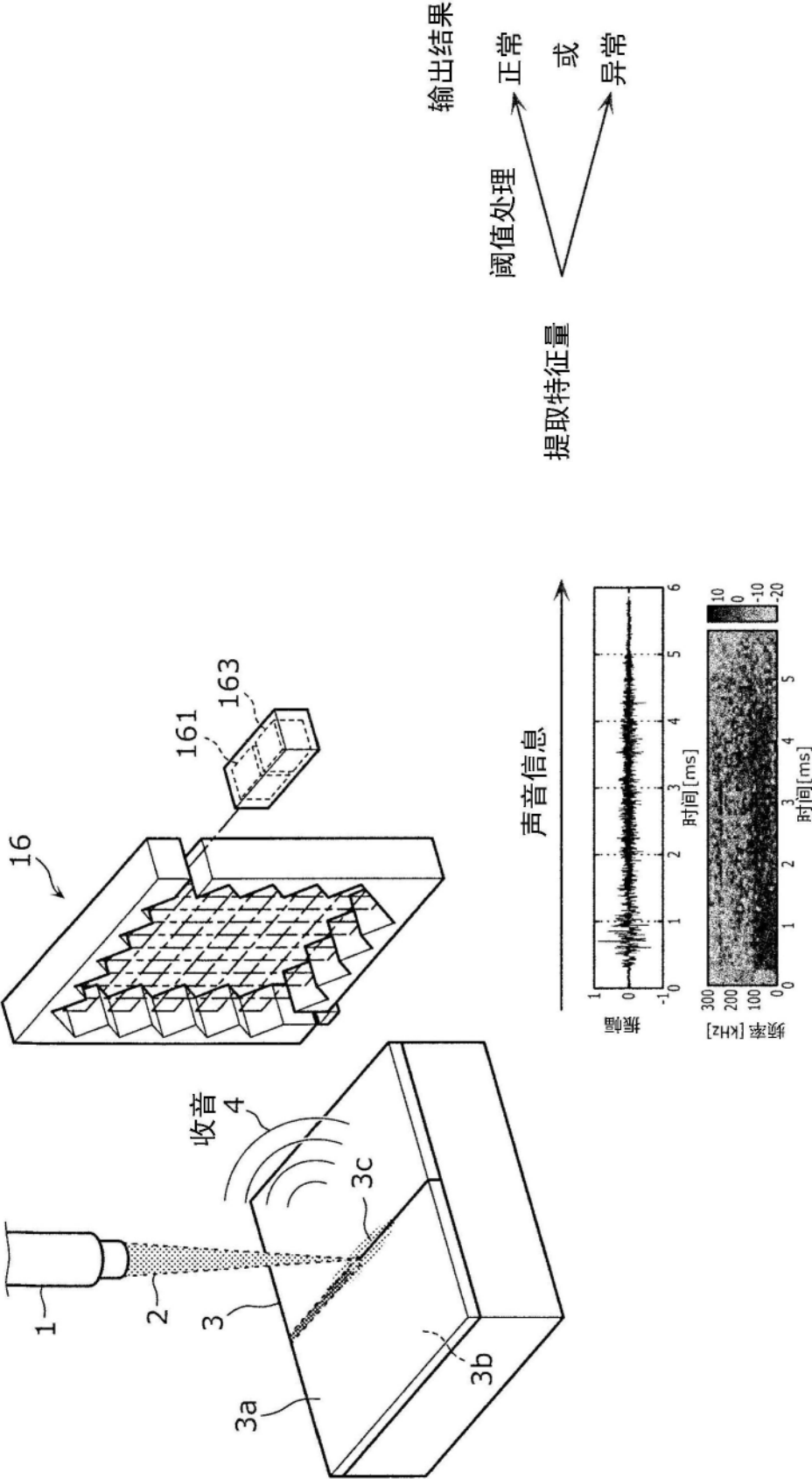


图6

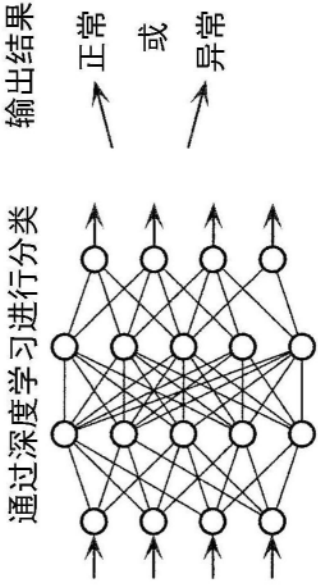
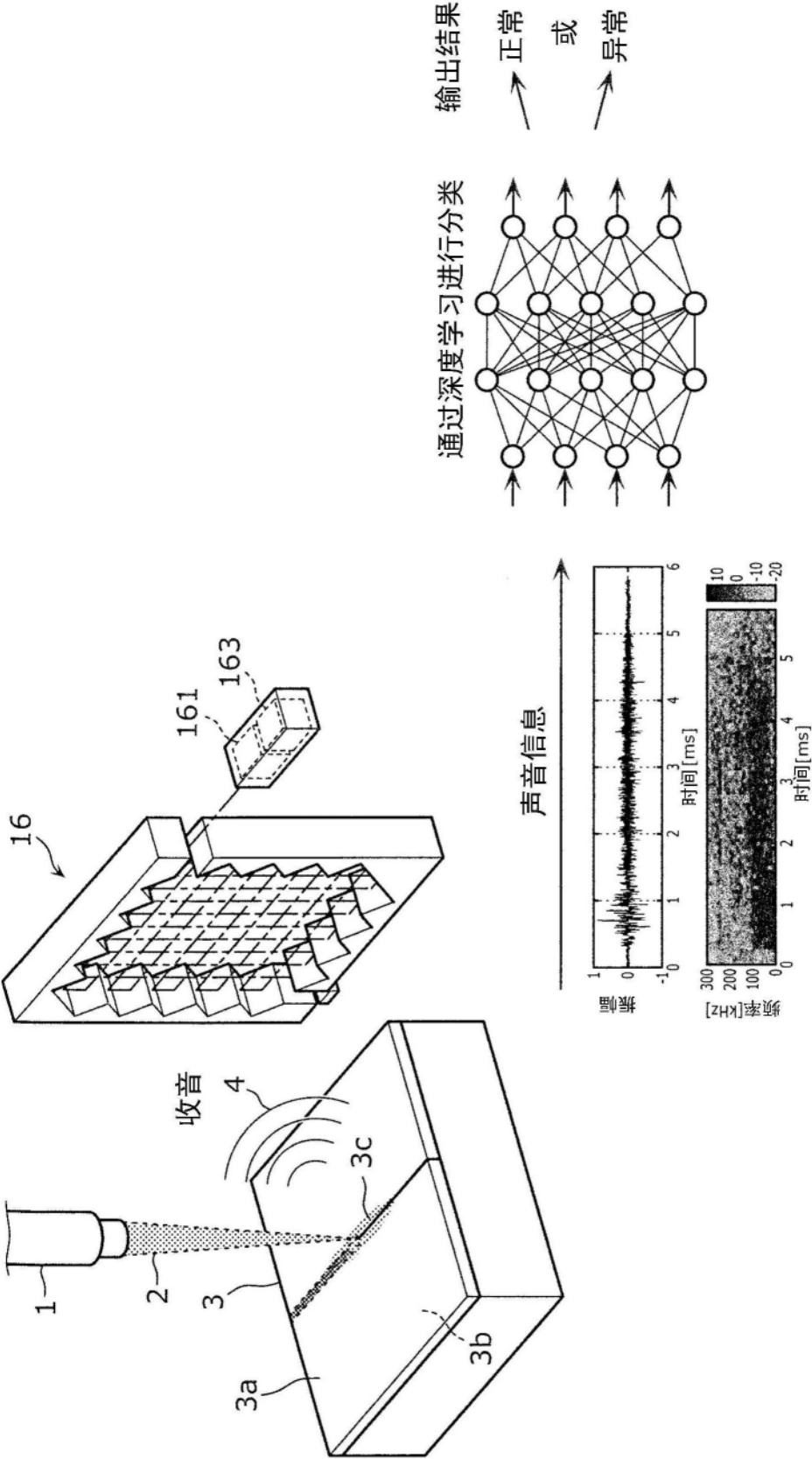


图7

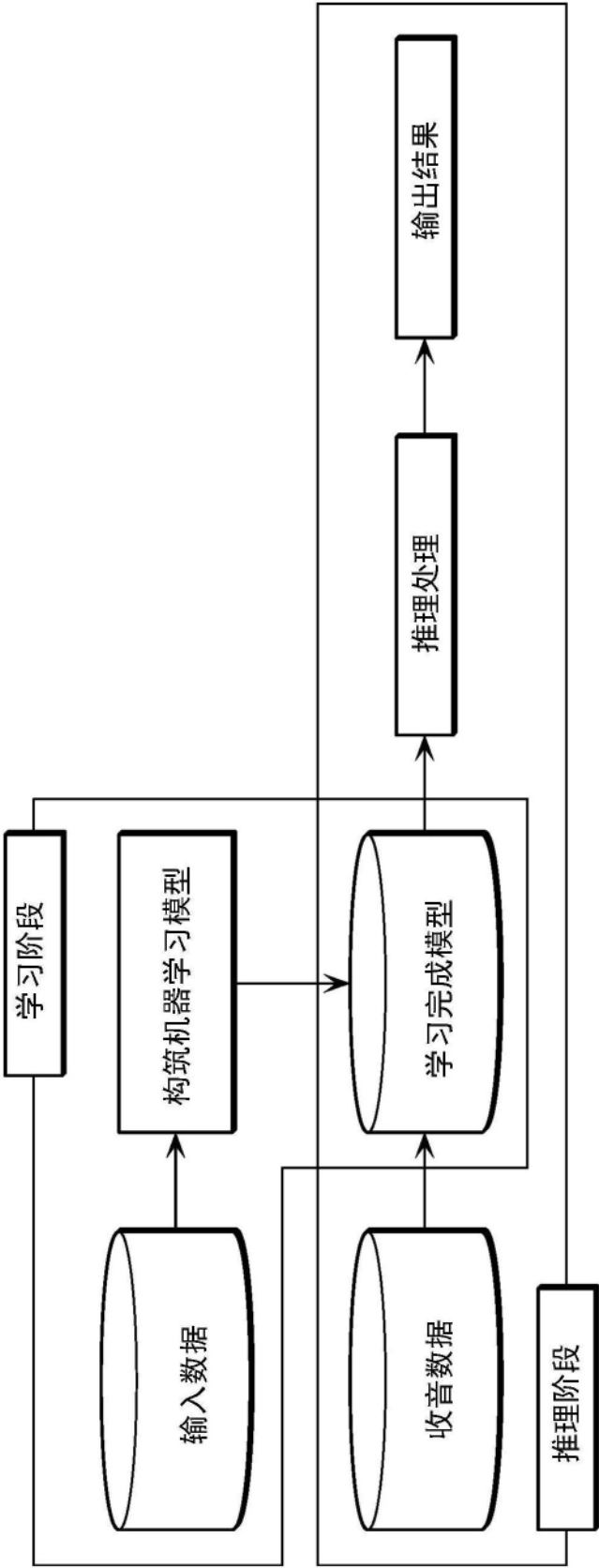


图8

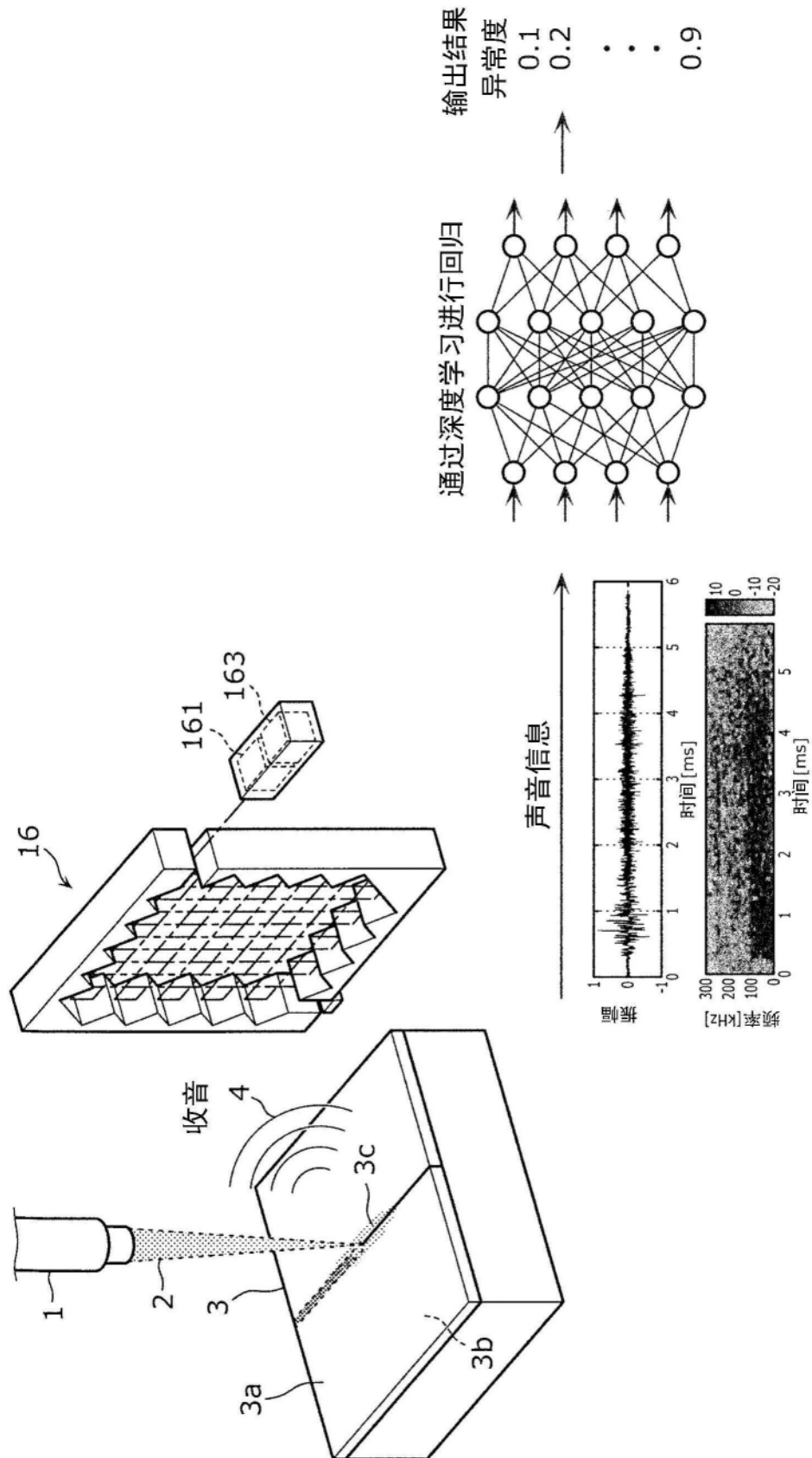


图9

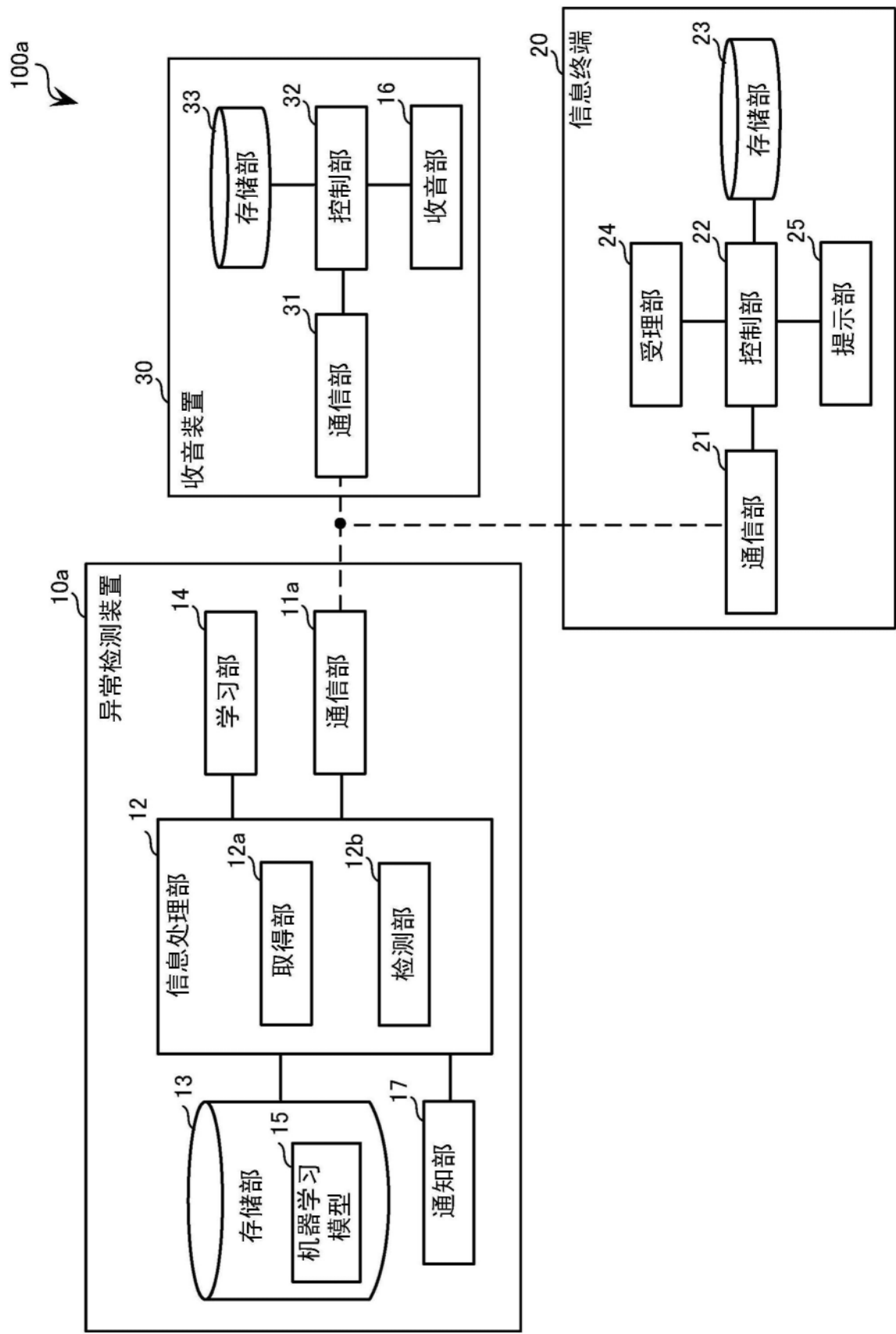


图10

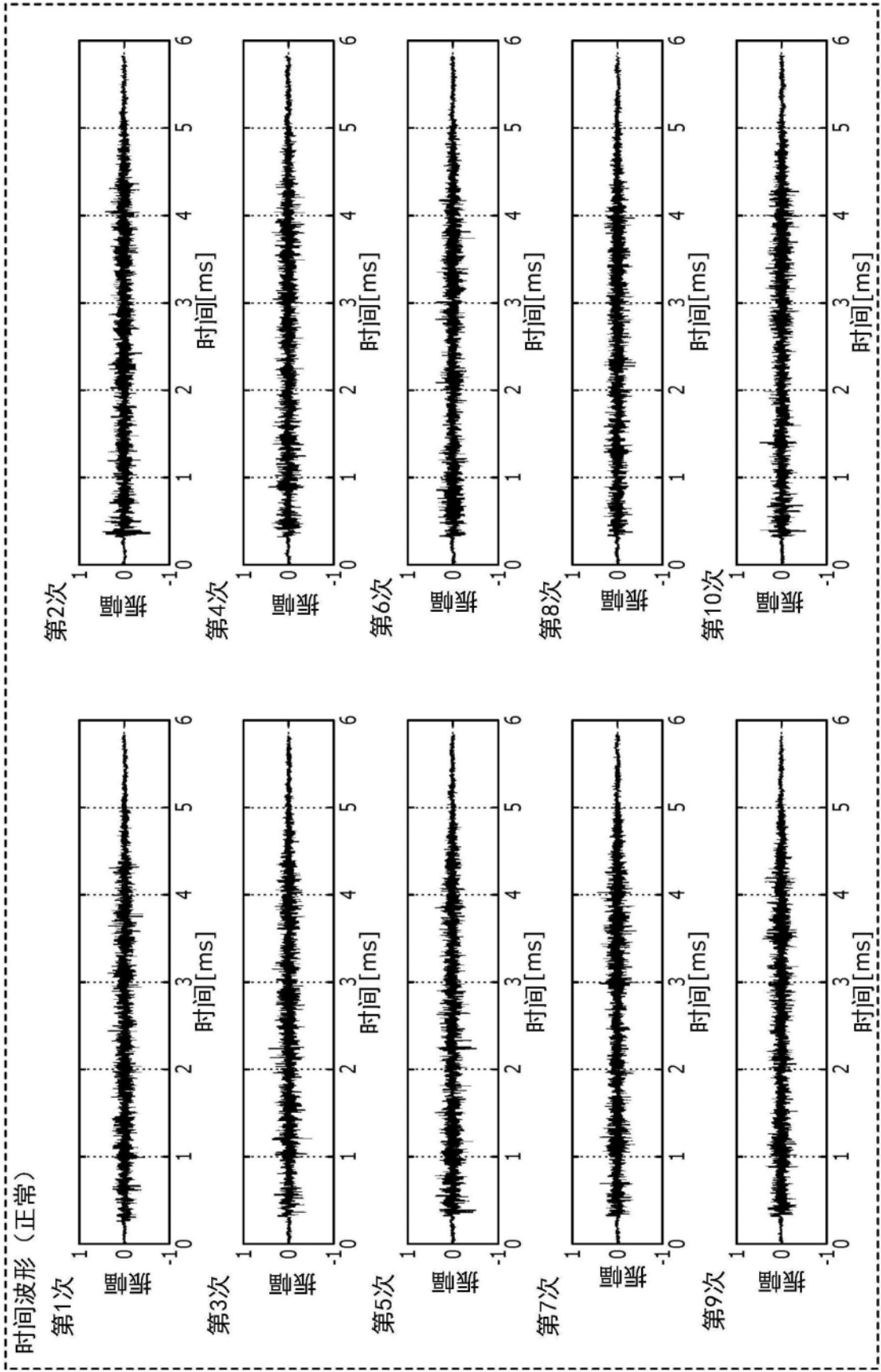


图11

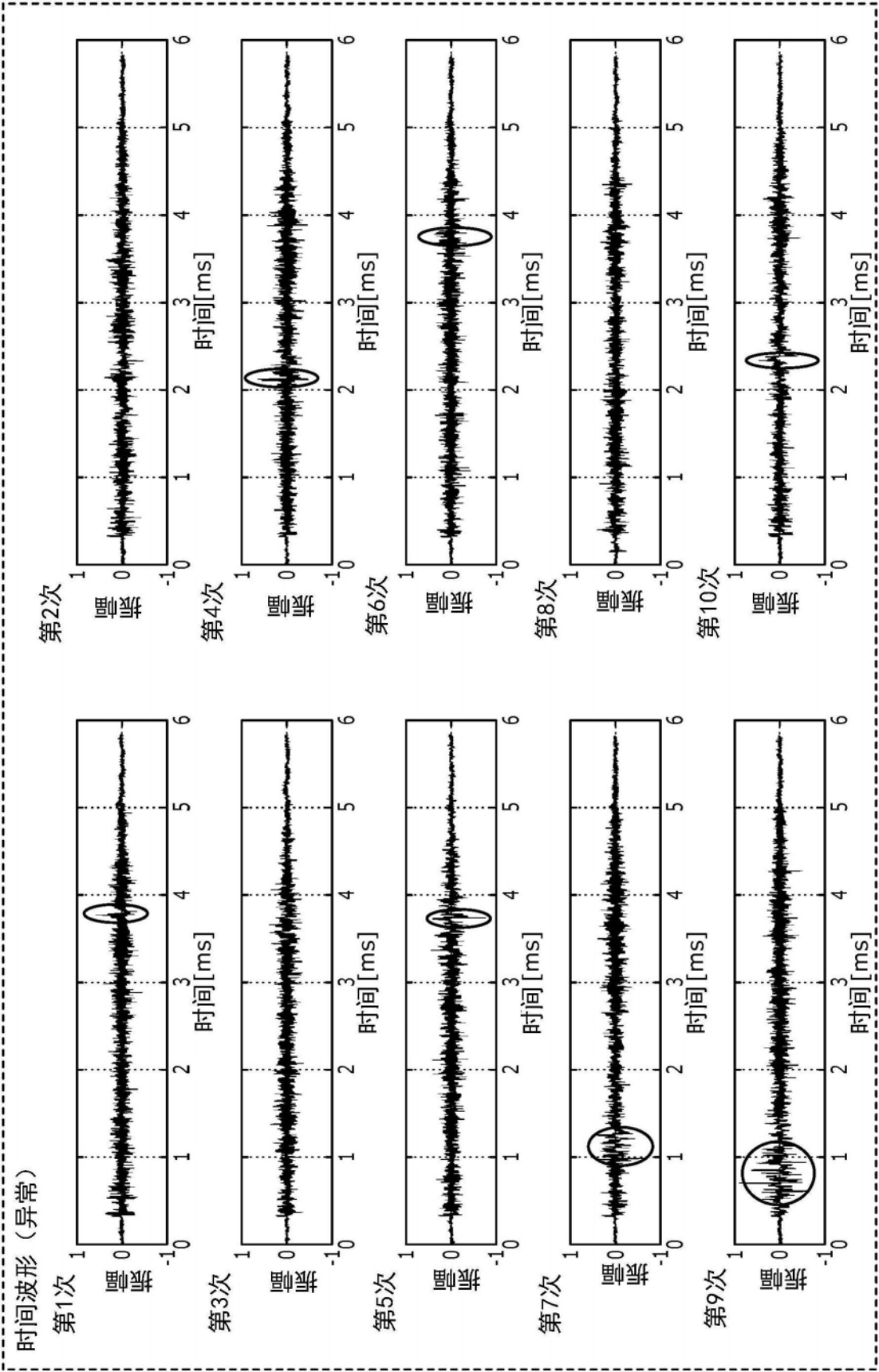


图12

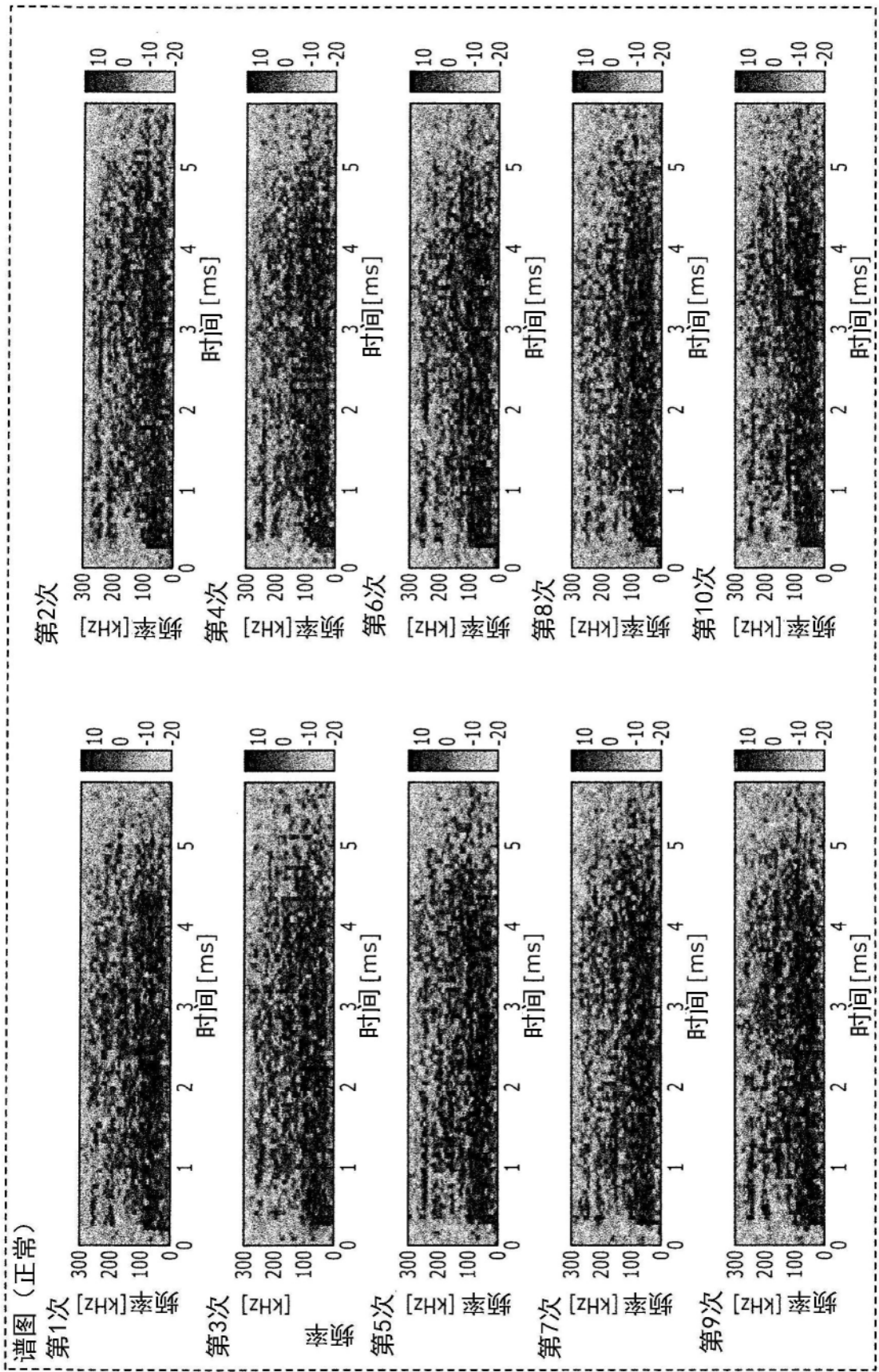


图13

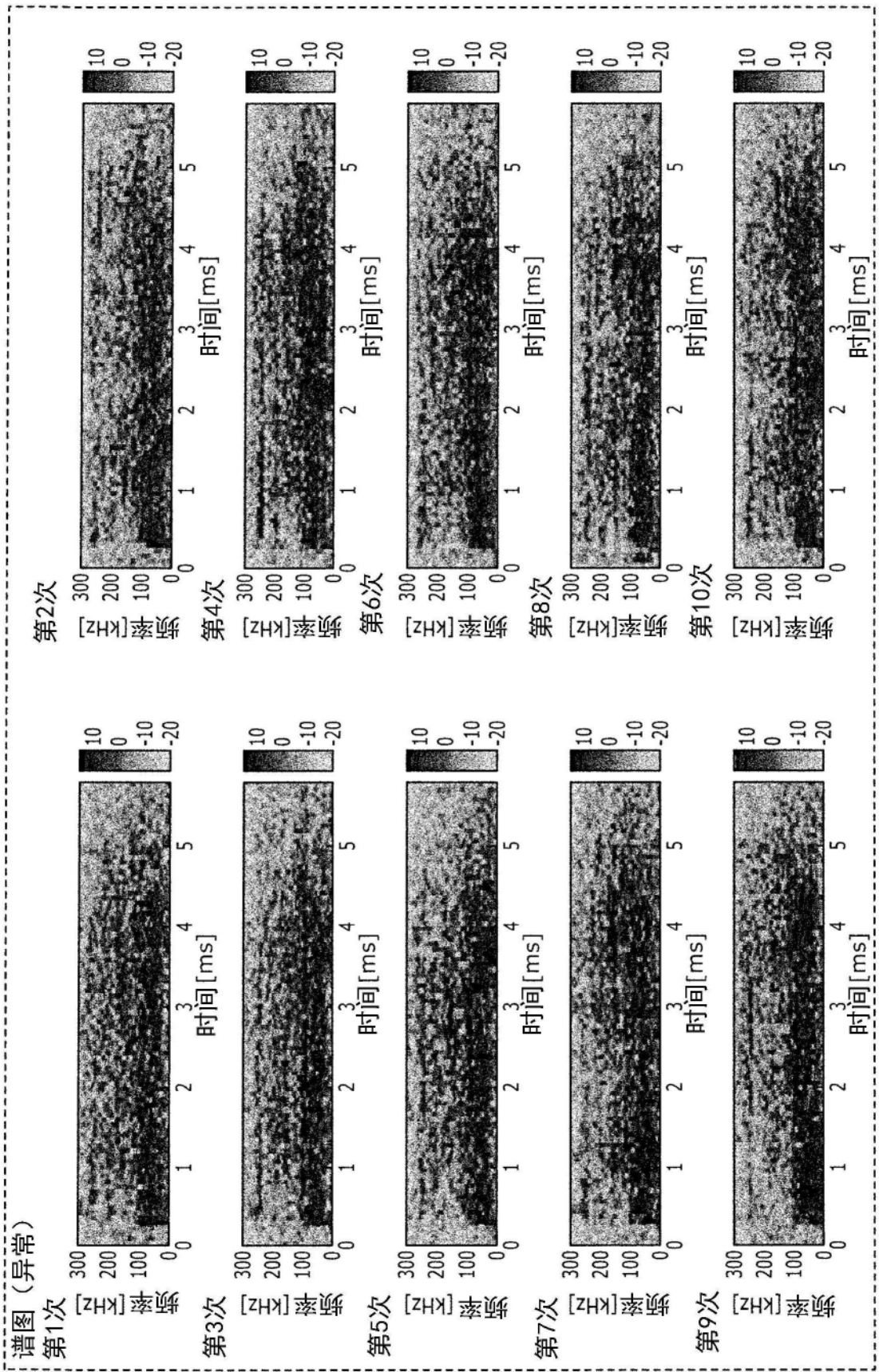


图14

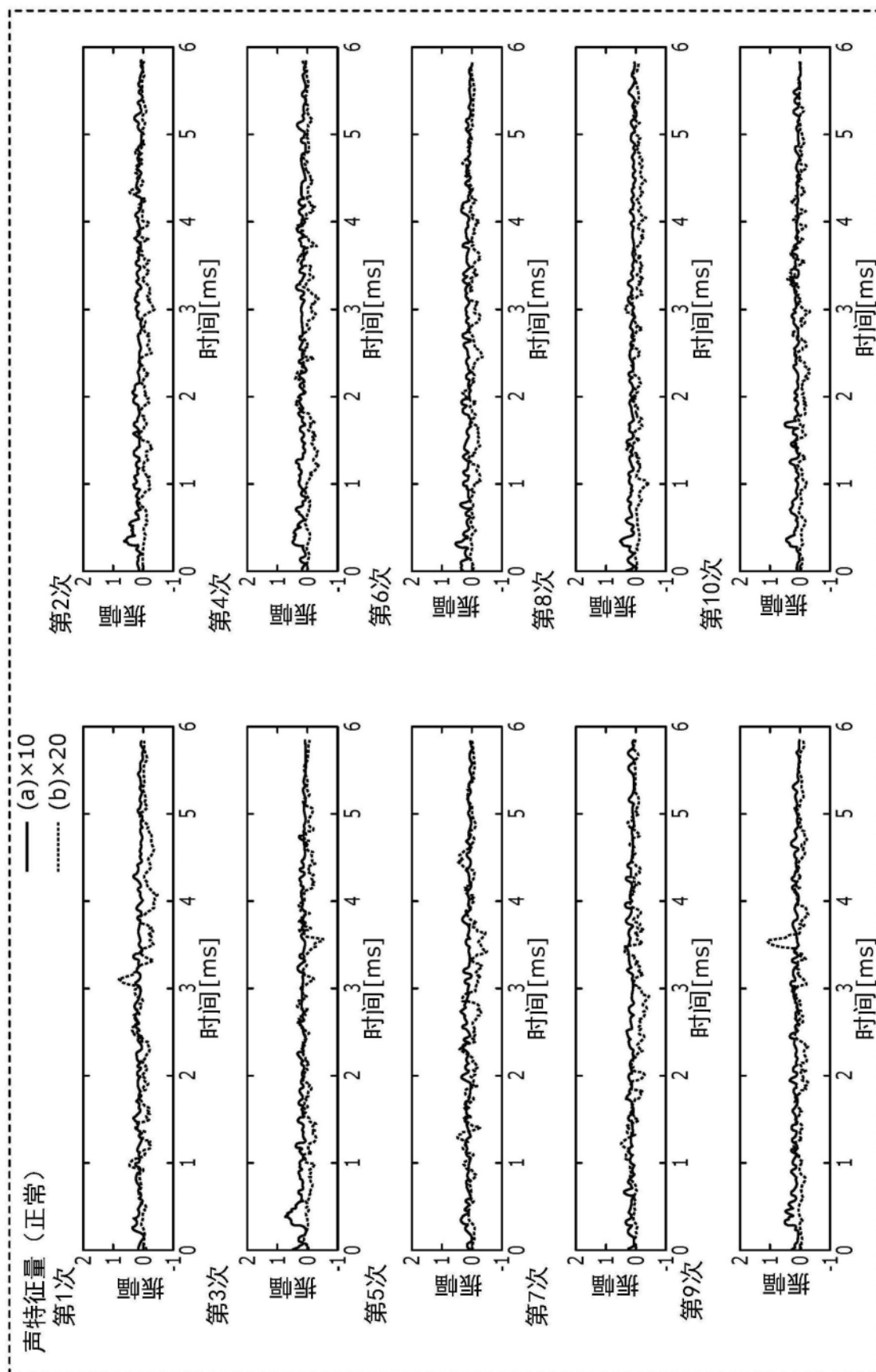


图15

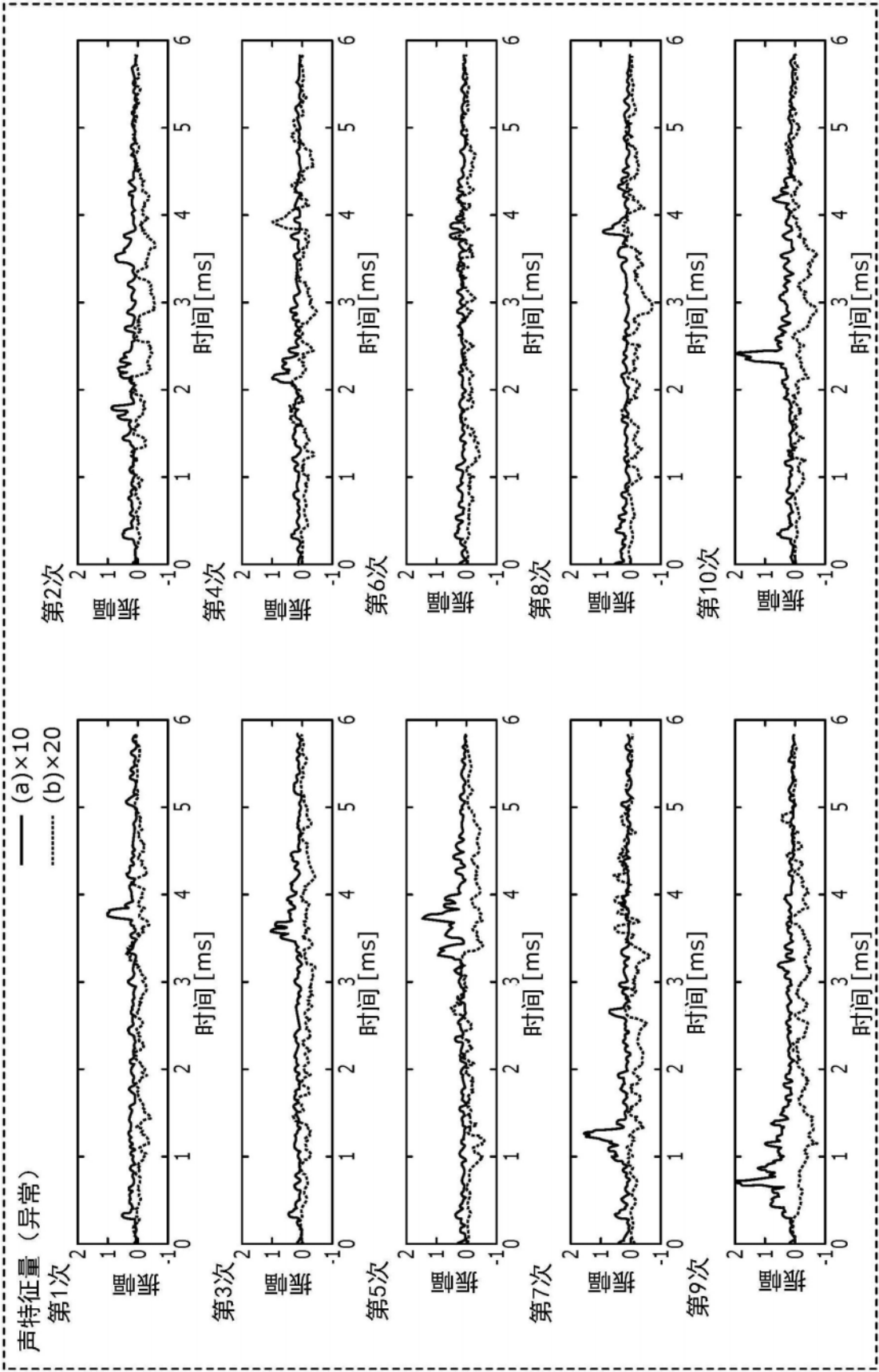


图16