



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108966669 B

(45) 授权公告日 2021.10.01

(21) 申请号 201880000153.2

(22) 申请日 2018.01.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108966669 A

(43) 申请公布日 2018.12.07

(30) 优先权数据
2017-053719 2017.03.17 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.03.09

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2018/002486 2018.01.26

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/168218 JA 2018.09.20

(73) 专利权人 株式会社东芝
地址 日本东京都

(72) 发明人 高峰英文 渡部一雄

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

代理人 金春实

(51) Int.Cl.
G01N 29/12 (2006.01)
G01N 29/14 (2006.01)
G01N 29/46 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2003173897 A, 2003.06.20
JP 2006153801 A, 2006.06.15
JP 2003135459 A, 2003.05.13
CN 103703793 A, 2014.04.02
CN 103591972 A, 2014.02.19
袁艺 等. 构件粘接的一种在线检测技术.
《兵工学报》. 1994, 第80-84页.
敦怡 等. 非线性超声在金属基复合材料结构界面粘接强度评价中的应用.《中国机械工程》. 2008, 第19卷(第19期), 第2351-2354页.

审查员 李双浩

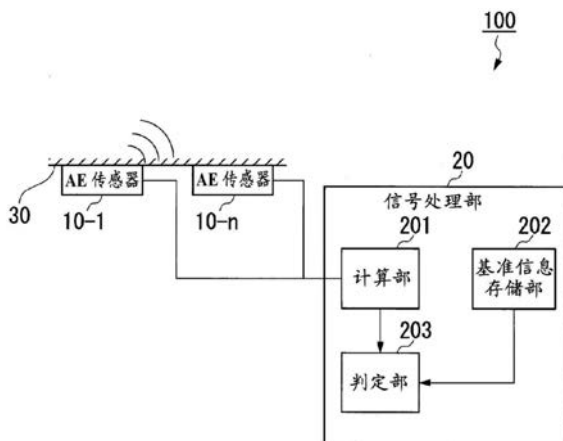
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

传感器粘接状态判定系统、传感器粘接状态判定装置以及传感器粘接状态判定方法

(57) 摘要

实施方式的传感器粘接状态判定系统具有多个传感器、计算部以及判定部。多个传感器检测弹性波。计算部根据由所述多个传感器检测到的所述弹性波来计算所述弹性波的峰值频率。判定部通过比较所述峰值频率和作为判定基准的信息,判定所述传感器的粘接状态。



1. 一种传感器粘接状态判定系统,用于粘接于构造物的传感器的粘接状态的判定,该传感器粘接状态判定系统具备:

多个传感器,粘接于作为劣化评价的对象的构造物表面,检测弹性波;

计算部,根据由所述多个传感器检测到的所述弹性波来计算所述弹性波的峰值频率;
以及

判定部,通过比较所述峰值频率和作为判定基准的信息,判定所述传感器的粘接状态,
所述多个传感器是AE传感器或加速度传感器,具备以特定的频率进行振荡的振荡功能,

所述多个传感器中的第1传感器利用所述振荡功能以特定的频率进行振荡,

所述多个传感器中的除了所述第1传感器以外的多个其它传感器检测由于所述第1传感器的振荡而产生的弹性波,

所述计算部根据由所述多个其它传感器分别检测出的多个弹性波来计算所述弹性波的峰值频率,

所述判定部在所述弹性波的峰值频率的一部分或者全部不收敛于作为所述判定基准的峰值频率的范围内的情况下将所述第1传感器判定为粘接不良。

2. 一种传感器粘接状态判定系统,用于粘接于构造物的传感器的粘接状态的判定,该传感器粘接状态判定系统具备:

多个传感器,粘接于作为劣化评价的对象的构造物表面,检测由于来自外部的冲击、负荷而从构造物产生的弹性波;

计算部,根据由所述多个传感器检测到的所述弹性波来计算所述弹性波的峰值频率;
以及

判定部,通过比较所述峰值频率和作为判定基准的信息,判定所述传感器的粘接状态,
所述多个传感器是AE传感器或加速度传感器,

所述判定部在所述峰值频率以预先决定的频度以上的频度与所述传感器的共振频率大致一致的情况下将所述传感器判定为粘接不良。

3. 一种传感器粘接状态判定系统,用于粘接于构造物的传感器的粘接状态的判定,该传感器粘接状态判定系统具备:

多个传感器,粘接于作为劣化评价的对象的构造物表面,检测由于来自外部的冲击、负荷而从构造物产生的弹性波;

计算部,根据由所述多个传感器检测到的所述弹性波来计算所述弹性波的峰值频率;
以及

判定部,通过比较所述峰值频率和作为判定基准的信息,判定所述传感器的粘接状态,
所述多个传感器是AE传感器或加速度传感器,

所述判定部在由所述传感器检测到的弹性波中的在预先决定的比例以上的时间内峰值频率与共振频率大致一致的弹性波的比例为基准值以上的情况下将所述传感器判定为粘接不良。

4. 根据权利要求2或者3所述的传感器粘接状态判定系统,其中,

所述传感器具有与在构造物内传播的弹性波的主要的频率不同的共振频率。

5. 一种传感器粘接状态判定装置,是用于粘接于构造物的传感器的粘接状态的判定的

传感器粘接状态判定系统所具备的传感器粘接状态判定装置,具备:

计算部,根据由粘接于作为劣化评价的对象的构造物表面并检测弹性波的多个传感器检测到的所述弹性波来计算所述弹性波的峰值频率;以及

判定部,通过比较所述峰值频率和作为判定基准的信息,判定所述传感器的粘接状态,

所述多个传感器是AE传感器或加速度传感器,具备以特定的频率进行振荡的振荡功能,所述多个传感器中的第1传感器利用所述振荡功能以特定的频率进行振荡,所述多个传感器中的除了所述第1传感器以外的多个其它传感器检测由于所述第1传感器的振荡而产生的弹性波,

所述计算部根据由所述多个其它传感器分别检测出的多个弹性波来计算所述弹性波的峰值频率,

所述判定部在所述弹性波的峰值频率的一部分或者全部不收敛于作为所述判定基准的峰值频率的范围内的情况下将所述第1传感器判定为粘接不良。

6. 一种传感器粘接状态判定方法,是用于粘接于构造物的传感器的粘接状态的判定的传感器粘接状态判定系统中的传感器粘接状态判定方法,具有:

计算步骤,根据由粘接于作为劣化评价的对象的构造物表面并检测弹性波的多个传感器检测到的所述弹性波来计算所述弹性波的峰值频率;以及

判定步骤,通过比较所述峰值频率和作为判定基准的信息,判定所述传感器的粘接状态,

所述多个传感器是AE传感器或加速度传感器,具备以特定的频率进行振荡的振荡功能,

所述多个传感器中的第1传感器利用所述振荡功能以特定的频率进行振荡,

所述多个传感器中的除了所述第1传感器以外的多个其它传感器检测由于所述第1传感器的振荡而产生的弹性波,

在所述计算步骤中,根据由所述多个其它传感器分别检测出的多个弹性波来计算所述弹性波的峰值频率,

在所述判定步骤中,在所述弹性波的峰值频率的一部分或者全部不收敛于作为所述判定基准的峰值频率的范围内的情况下将所述第1传感器判定为粘接不良。

传感器粘接状态判定系统、传感器粘接状态判定装置以及传感器粘接状态判定方法

技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及传感器粘接状态判定系统、传感器粘接状态判定装置以及传感器粘接状态判定方法。

[0002] 本申请基于在2017年3月17日在日本申请的特愿2017-053719号请求优先权,在此引用其内容。

背景技术

[0003] 由于构造物内部的龟裂的发展、摩擦等而产生AE(Acoustic Emission,声发射)。AE为伴随材料的疲劳龟裂的发展而产生的弹性波。利用设置于构造物表面的传感器来检测AE,对得到的信号进行分析,从而能够进行构造物内部的劣化评价。通常,传感器利用粘接剂等粘接于作为劣化评价的对象的结构物表面。然而,可能有时由于粘接作业不良、经时变化等而传感器的粘接成为不充分的状态。在为粘接不充分的状态的情况下,可能有时导致构造物的劣化评价的精度下降、误诊。另外,粘接不充分的状态的传感器可能有从构造物表面脱落而落下的危险,从安全方面来看也需要有对策。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2005-83752号公报

发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题在于提供能够判定与构造物粘接的传感器的粘接状态的传感器粘接状态判定系统、传感器粘接状态判定装置以及传感器粘接状态判定方法。

[0008] 实施方式的传感器粘接状态判定系统具有多个传感器、计算部以及判定部。多个传感器检测弹性波。计算部根据由所述多个传感器检测到的所述弹性波来计算所述弹性波的峰值频率。判定部通过比较所述峰值频率和作为判定基准的信息,判定所述传感器的粘接状态。

附图说明

[0009] 图1是示出第1实施方式中的传感器粘接状态判定系统的系统结构的图。

[0010] 图2是示出通过测量而得到的数据的一个例子的图。

[0011] 图3是示出第1实施方式中的传感器粘接状态判定系统的处理的流程的时序图。

[0012] 图4是示出第2实施方式中的传感器粘接状态判定系统的系统结构的图。

[0013] 图5是示出通过测量而得到的数据的一个例子的图。

[0014] 图6A是示出进行了小波变换的结果的图。

[0015] 图6B是示出进行了小波变换的结果的图。

[0016] 图7是示出第2实施方式中的信号处理部的处理的流程的流程图。

具体实施方式

[0017] 以下,参照附图,说明实施方式的传感器粘接状态判定系统、传感器粘接状态判定装置以及传感器粘接状态判定方法。

[0018] (第1实施方式)

[0019] 图1是示出第1实施方式中的传感器粘接状态判定系统100的系统结构的图。传感器粘接状态判定系统100用于粘接于构造物的传感器的粘接状态的判定。在本实施方式中,作为构造物的一个例子,以桥梁为例进行说明,但构造物无需限定于桥梁。例如,构造物只要为伴随龟裂的产生或者发展、或者外部的冲击(例如雨、人工降雨等)而产生弹性波的构造物,则可以是任意的构造物。此外,桥梁不限于架设于河流、溪谷等之上的构造物,还包括比地面靠上方设置的各种构造物(例如高速道路的高架桥)等。

[0020] 传感器粘接状态判定系统100具备多个AE传感器10-1~10-n(n为2以上的整数)以及信号处理部20。AE传感器10-1~10-n与信号处理部20通过有线或者无线能够通信地连接。此外,在以下说明中,在关于AE传感器10-1~10-n不区分的情况下记载为AE传感器10。

[0021] AE传感器10通过粘接剂等粘接于作为劣化评价的对象的结构物表面。例如,AE传感器10粘接于桥梁的混凝土地面30。AE传感器10具有引起具有特定的频率的弹性波的振荡功能和检测从构造物产生的弹性波的检测功能。即,AE传感器10作为测定装置而具有振荡部和检测部。振荡功能是通过以特定的频率进行振荡而在AE传感器10与构造物表面的粘接部产生弹性波的脉冲的功能。由于AE传感器10利用振荡功能进行振荡而产生的弹性波在构造物中传播。

[0022] 此外,基于AE传感器10的振荡既可以在预先设定的时刻进行,也可以按照预先设定的周期进行,也可以在由用户进行了指示的定时进行。AE传感器10具有压电元件,检测从构造物产生的弹性波,将检测到的弹性波变换为电压信号(AE源信号)。AE传感器10对AE源信号实施放大、频率限制等处理,输出到信号处理部20。此外,也可以不使用AE传感器10,而使用加速度传感器。在该情况下,加速度传感器通过进行与AE传感器10同样的处理,将处理后的信号输出到信号处理部20。

[0023] 信号处理部20将实施了基于AE传感器10的处理的AE源信号作为输入。信号处理部20根据从所输入的AE源信号得到的频率来判定振荡源的AE传感器10的粘接状态。例如,信号处理部20判定是AE传感器10的粘接良好的状态还是AE传感器10的粘接不良的状态。信号处理部20作为传感器粘接状态判定装置发挥功能。此外,信号处理部20保持与自身连接的所有的AE传感器10的识别信息。

[0024] 接下来,说明信号处理部20的功能结构。

[0025] 信号处理部20具备通过总线连接的CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)、存储器、辅助存储装置等,执行粘接状态判定程序。通过粘接状态判定程序的执行,信号处理部20作为具备计算部201、基准信息存储部202、判定部203的装置发挥功能。此外,信号处理部20的各功能的全部或者一部分也可以使用ASIC(Application Specific Integrated Circuit,专用集成电路)、PLD(Programmable Logic Device,可编程逻辑器件)、FPGA(Field Programmable Gate Array,现场可编程门阵列)等硬件而实现。另外,粘接状态判定程序也可以记录于计算机能够读取的记录介质。计算机能够读取的记录介质是

指例如软盘、磁光盘、ROM、CD-ROM等可移动介质、内置于计算机系统的硬盘等存储装置。另外,粘接状态判定程序也可以经由电通信线路进行收发。

[0026] 计算部201根据所输入的AE源信号来计算峰值频率。

[0027] 基准信息存储部202是使用磁硬盘装置、半导体存储装置等存储装置而构成的。基准信息存储部202存储基准范围的信息。基准范围表示能够判定为是粘接良好的状态的峰值频率的范围。基准范围也可以适当地设定。基准信息存储部202也可以针对传感器的每个种类而存储基准范围的信息。

[0028] 判定部203根据由计算部201计算出的每个AE传感器10的峰值频率和基准范围,判定振荡源的AE传感器10的粘接状态。

[0029] 图2是示出通过测量而得到的数据的一个例子的图。图2所示的数据是通过将15个AE传感器10粘接于构造物表面且各AE传感器10依次进行振荡而得到的与全部AE传感器10有关的数据。横轴表示各振荡源的AE传感器10,纵轴表示峰值频率。在图2中,示出了各AE传感器10以一定的间隔依次进行振荡,从而释放弹性波的脉冲的例子。峰值频率140kHz附近所示的点列表示通过各AE传感器10的振荡而产生的弹性波的脉冲。峰值频率50kHz~120kHz所示的点列表示从基于由其它AE传感器10检测到的弹性波的AE源信号得到的峰值频率。另外,在图2中R表示基准范围。AE源信号具有大致60kHz的峰值频率,但由于AE传感器10的位置关系等的影响而具有偏差。

[0030] 图2所示的AE传感器10中的、用“5”表示的AE传感器10和用“6”表示的AE传感器10虽然处于能够进行信号的检测的状态,但是处于粘接不充分的状态。如图2所示,可知通过处于粘接不良的状态的AE传感器10的振荡而产生的弹性波的基于由其它AE传感器10检测到的弹性波的峰值频率比基准范围R靠下方。这样使用将通过AE传感器10的振荡而产生的弹性波由其它AE传感器10进行检测时的峰值频率,由此能够判定振荡源的AE传感器10的状态。在以下说明中,将图2所示的分布的数据作为频率分布。

[0031] 图3是示出第1实施方式中的传感器粘接状态判定系统100的处理的流程的时序图。在图3中,以AE传感器10为4个的情况为例进行说明。此外,在图4中,将4个AE传感器10分别设为第1传感器、第2传感器、第3传感器以及第4传感器进行说明。

[0032] 第1传感器以特定的频率进行振荡(步骤S101)。通过第1传感器的振荡而振动传递到构造物,由于振动而从构造物产生弹性波的脉冲。从构造物产生的脉冲(弹性波)在构造物内传播,由第2传感器~第4传感器检测。第2传感器将检测到的弹性波变换为AE源信号,实施处理而输出到信号处理部20(步骤S102)。第3传感器将检测到的弹性波变换为AE源信号,实施处理而输出到信号处理部20(步骤S103)。第4传感器将检测到的弹性波变换为AE源信号,实施处理而输出到信号处理部20(步骤S104)。

[0033] 计算部201输入从各传感器输出的AE源信号。计算部201根据所输入的AE源信号分别计算峰值频率 f_2 、 f_3 以及 f_4 (步骤S105)。峰值频率 f_2 表示从第2传感器输出的AE源信号的峰值频率。峰值频率 f_3 表示从第3传感器输出的AE源信号的峰值频率。峰值频率 f_4 表示从第4传感器输出的AE源信号的峰值频率。计算部201将计算出的峰值频率 f_2 、 f_3 以及 f_4 输出到判定部203。判定部203根据从计算部201输出的峰值频率 f_2 、 f_3 以及 f_4 来生成频率分布(步骤S106)。即,判定部203生成将横轴设为第1传感器并将纵轴设为峰值频率的频率分布。在该情况下,判定部203绘制于与从计算部201输出的峰值频率 f_2 、 f_3 以及 f_4 相当的峰值频率

的位置。此外,在从第1传感器进行了多次脉冲的释放的情况下,判定部203进行多次同样的处理。通过该处理,判定部203生成如图2所示的频率分布。

[0034] 之后,判定部203根据所生成的频率分布和存储于基准信息存储部202的基准范围的信息来判定频率分布内的峰值频率 f_2 、 f_3 以及 f_4 是否收敛于基准范围内(步骤S107)。在峰值频率 f_2 、 f_3 以及 f_4 收敛于基准范围内的情况下(步骤S107—是),判定部203将第1传感器判定为粘接良好(步骤S108)。即,判定部203判定为第1传感器的粘接处于良好的状态。

[0035] 另一方面,在峰值频率 f_2 、 f_3 以及 f_4 未收敛于基准范围内的情况下(步骤S107—否),判定部203将第1传感器判定为粘接不良(步骤S109)。即,判定部203判定为第1传感器的粘接处于不良的状态。

[0036] 在传感器粘接状态判定系统100中,对各AE传感器10进行图3的处理。例如,在第2传感器释放脉冲的情况下,信号处理部20根据由第1传感器、第3传感器以及第4传感器检测到的弹性波来判定第2传感器的粘接状态。粘接状态的判定方法与上述相同。

[0037] 根据如上那样构成的传感器粘接状态判定系统100,信号处理部20根据基于由各AE传感器10检测到的弹性波的AE源信号来计算峰值频率,在计算出的峰值频率收敛于基准范围内的情况下将振荡源的AE传感器10的粘接状态判定为良好,在未收敛于基准范围内的情况下将振荡源的AE传感器10的粘接状态判定为不良。因此,能够判定粘接于构造物的传感器的粘接状态。

[0038] 以下,说明传感器粘接状态判定系统100的变形例。

[0039] 在本实施方式中,示出了判定部203生成频率分布的结构,但判定部203也可以不生成频率分布。在这样构成的情况下,判定部203根据由计算部201计算出的峰值频率和基准范围来判定峰值频率是否收敛于基准范围内。

[0040] 判定部203也可以在多个峰值频率中的、特定的数量(例如,两个、3个等)的峰值频率未收敛于基准范围内的情况下判定为振荡源的AE传感器10粘接不良。

[0041] 通过这样构成,不会仅凭由于噪声的混入等而1个值未收敛于基准范围内就被判定为粘接不良。因此,能够更准确地进行判定。

[0042] 判定部203也可以根据峰值频率的统计值来进行粘接状态的判定。统计值例如为平均值、众数、中值等。在根据峰值频率的平均值来进行粘接状态的判定的情况下,基准信息存储部202存储平均值的基准范围的信息。在该情况下,判定部203比较峰值频率的平均值和平均值的基准范围,在峰值频率的平均值收敛于平均值的基准范围内的情况下判定为振荡源的AE传感器10粘接良好,在峰值频率的平均值未收敛于平均值的基准范围内的情况下判定为振荡源的AE传感器10粘接不良。

[0043] 判定部203也可以分别计算通过各AE传感器10各自的振荡而得到的各AE传感器10的检测信号的频率的分布,并比较它们,将从其它AE传感器10的值的分布起的背离为阈值以上的AE传感器10判定为粘接不良。

[0044] 信号处理部20也可以构成为输出判定结果。在这样构成的情况下,信号处理部20还具备显示部。显示部显示基于判定部203的判定结果。例如,显示部既可以显示粘接不良的AE传感器10的信息,也可以显示图2所示的频率分布。

[0045] 通过这样构成,传感器粘接状态判定系统100的利用者能够容易地找到粘接不良的AE传感器10。

[0046] (第2实施方式)

[0047] 在第2实施方式中,AE传感器不具有振荡功能,利用AE传感器检测由于来自外部的冲击、负荷而从构造物产生的弹性波。

[0048] 图4是示出第2实施方式中的传感器粘接状态判定系统100a的系统结构的图。传感器粘接状态判定系统100a用于粘接于构造物的传感器的粘接状态的判定。在本实施方式中,作为构造物的一个例子,以桥梁为例进行说明,但构造物无需限定于桥梁。

[0049] 传感器粘接状态判定系统100a具备多个AE传感器10a-1~10a-n以及信号处理部20a。AE传感器10a-1~10a-n与信号处理部20a通过有线或者无线能够通信地连接。此外,在以下说明中,在关于AE传感器10a-1~10a-n不区分的情况下记载为AE传感器10a。

[0050] AE传感器10a通过粘接剂等粘接于作为劣化评价的对象的结构物表面。例如,AE传感器10a粘接于桥梁的混凝土地面30。AE传感器10a具有检测从构造物产生的弹性波的检测功能。AE传感器10a具有压电元件,检测从构造物产生的弹性波,将检测到的弹性波变换为电压信号(AE源信号)。AE传感器10a对AE源信号实施放大、频率限制等处理,输出到信号处理部20a。此外,也可以不使用AE传感器10a,而使用加速度传感器。在该情况下,加速度传感器通过进行与AE传感器10a同样的处理,将处理后的信号输出到信号处理部20a。

[0051] 信号处理部20a将实施了基于AE传感器10a的处理的AE源信号作为输入。信号处理部20a根据从所输入的AE源信号得到的频率来判定AE传感器10a的粘接状态。信号处理部20a作为传感器粘接状态判定装置发挥功能。此外,信号处理部20a保持与自身连接的所有的AE传感器10a的识别信息。

[0052] 接下来,说明信号处理部20a的功能结构。

[0053] 信号处理部20a具备通过总线连接的CPU、存储器、辅助存储装置等,执行粘接状态判定程序。通过粘接状态判定程序的执行,信号处理部20a作为具备计算部201、基准信息存储部202a、判定部203a的装置发挥功能。此外,信号处理部20a的各功能的全部或者一部分也可以使用ASIC、PLD、FPGA等硬件而实现。另外,粘接状态判定程序也可以记录于计算机能够读取的记录介质。计算机能够读取的记录介质是指例如软盘、磁光盘、ROM、CD-ROM等可移动介质、内置于计算机系统的硬盘等存储装置。另外,粘接状态判定程序也可以经由电通信线路进行收发。

[0054] 信号处理部20a在具备基准信息存储部202a以及判定部203a来代替基准信息存储部202以及判定部203这点上与信号处理部20的结构不同。关于其它结构,信号处理部20a与信号处理部20相同。因此,省略信号处理部20a整体的说明,说明基准信息存储部202a以及判定部203a。

[0055] 基准信息存储部202a是使用磁硬盘装置、半导体存储装置等存储装置构成的。基准信息存储部202a存储传感器的共振频率的信息和基准值。基准信息存储部202a也可以针对传感器的每个种类而存储传感器的共振频率的信息。基准值表示作为能够判定为是粘接良好的状态的基准的值。基准值也可以适当地设定。

[0056] 判定部203a根据由计算部201计算出的每个AE传感器10a的峰值频率、传感器的共振频率以及基准值来判定AE传感器10a的粘接状态。

[0057] 图5是示出通过测量而得到的数据的一个例子的图。图5所示的数据是将两个AE传感器10a(传感器1以及传感器2)粘接于构造物的表面且由传感器1以及传感器2检测到由于

对构造物造成的冲击而产生的弹性波时的数据。在图5中，横轴表示时间，纵轴表示峰值频率。图5是绘制在对构造物间歇地造成冲击时得到的AE源信号的峰值频率而成的。在图5所示的例子中，传感器1为粘接良好的状态，传感器2为粘接不良的状态。

[0058] 如图5所示，传感器1与传感器2的峰值频率的分布不同。在此使用的AE传感器10a的共振频率为60kHz。在粘接状态良好的传感器1中，见到的多数是具有在构造物内传播的弹性波的主要的频率即20~30kHz的范围内的峰值频率的弹性波，相对于此，在粘接状态不良的传感器2中，仅AE传感器10a的共振分量成为支配地位，弹性波的峰值频率集中在AE传感器10a的共振频率即60kHz附近。信号处理部20a能够比较在由AE传感器10a检测的弹性波的峰值频率的分布中示出的峰值频率和检测到弹性波的AE传感器10a的共振频率，在比较结果大致一致的弹性波的比例为基准值以上的情况下，将该AE传感器10a判定为粘接不良。在此，大致一致是指作为比较对象的值（例如，峰值频率与共振频率）彼此的差为±几kHz（例如，±5kHz）的情况。

[0059] 另外，通过进行小波解析，能够更准确地检测粘接不良。在图6A以及图6B中示出取出图5中的传感器1和传感器2各自的1个波形并进行了小波变换的结果。在图6A以及图6B中，横轴表示时间，纵轴表示频率。图6A是示出关于粘接状态良好的传感器1的1个波形而进行了小波变换的结果的图。图6B是示出关于粘接状态不良的传感器2的1个波形而进行了小波变换的结果的图。如图6A所示，在粘接状态良好的传感器1中，能够看到包括在构造物内传播的弹性波的主要的频率即20~30kHz的范围的、具有各种频率分量的区域（图6A的圆31）。相对于此，如图6B所示，在粘接不良的传感器2中，在整体上峰值频率的位置稳定在传感器的共振频率即60kHz附近（图6B的圆32）。信号处理部20a在对由AE传感器10a检测到的弹性波进行了小波变换的情况下，在将峰值频率稳定在传感器的共振频率附近的弹性波检测出基准值以上的情况下，能够将该AE传感器10a判定为粘接不良。即，判定部203a在由AE传感器10a检测到的弹性波中的在预先决定的比例以上的时间内峰值频率与共振频率大致一致的弹性波的比例为基准值以上的情况下，能够将该AE传感器10a判定为粘接不良。此外，在图5以及图6中说明的构造物为混凝土。

[0060] 图7是示出第2实施方式中的信号处理部20a的处理的流程的流程图。此外，在图7中，以使用了由多个AE传感器10a中的1个AE传感器10a检测到的弹性波的情况为例进行说明。此外，在图7中，作为第1传感器而说明1个AE传感器10a。

[0061] 计算部201根据由第1传感器得到的弹性波来计算峰值频率（步骤S201）。计算部201将计算出的峰值频率输出到判定部203a。接下来，判定部203a比较计算出的峰值频率和AE传感器10a的共振频率。例如，判定部203a判定计算出的峰值频率与传感器的共振频率之差是否为预先决定的容许值 δ （例如，几kHz）以下。进而，判定部203a针对得到的弹性波而计算频率差为 δ 以下的弹性波的频度（步骤S202）。

[0062] 然后，判定部203a比较计算出的频度和存储于基准信息存储部202a的基准值，判定频度是否小于基准值（步骤S203）。在频度小于基准值的情况下（步骤S203—是），判定部203a将第1传感器判定为粘接良好（步骤S204）。即，判定部203a判定为第1传感器的粘接处于良好的状态。

[0063] 另一方面，在频度小于基准值的情况下（步骤S203—否），判定部203a将第1传感器判定为粘接不良（步骤S205）。即，判定部203a判定为第1传感器的粘接处于不良的状态。

[0064] 在本实施方式中,在AE传感器10a的共振频率与在作为测量对象的构造物内占支配地位的弹性波的峰值频率大致一致的情况下,传感器粘接的良好与否所致的峰值频率的差异小。因此,在第2实施方式中使用的AE传感器10a最好是具有与在作为测量对象的构造物内占支配地位的弹性波的峰值频率不同的共振频率的AE传感器10a。

[0065] 根据如上那样构成的传感器粘接状态判定系统100a,信号处理部20a根据基于由各AE传感器10a检测到的弹性波的AE源信号来计算峰值频率。之后,信号处理部20a比较计算出的峰值频率和AE传感器10a的共振频率,在峰值频率与AE传感器10a的共振频率之差为 δ 以下的弹性波的频度小于基准值的情况下将检测到该弹性波的AE传感器10a的粘接状态判定为良好,在为基准值以上的情况下将检测到该弹性波的AE传感器10a的粘接状态判定为不良。因此,能够判定与构造物粘接的传感器的粘接状态。

[0066] 根据以上说明的至少一个实施方式,具有检测从构造物产生的弹性波的多个传感器、根据由多个传感器检测到的弹性波来计算弹性波的峰值频率的计算部、以及通过比较峰值频率与作为传感器的粘接是否为良好的状态的判定基准的信息来判定传感器的粘接状态的判定部,从而能够判定与构造物粘接的传感器的粘接状态。

[0067] 说明了本发明的几个实施方式,但这些实施方式是作为例子而提示的,未意图限定发明的范围。这些实施方式能够以其它各种方式被实施,能够在不脱离发明的要旨的范围进行各种省略、置换、变更。这些实施方式及其变形与包含于发明的范围、要旨同样地,包含于权利要求书所记载的发明和与其均等的范围。

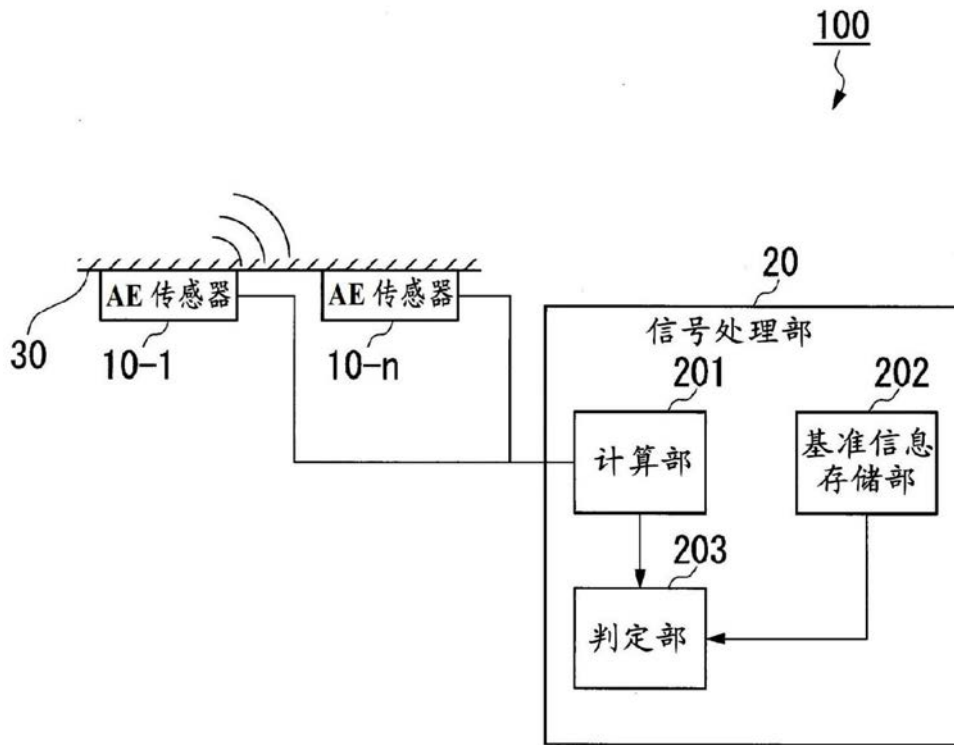


图1

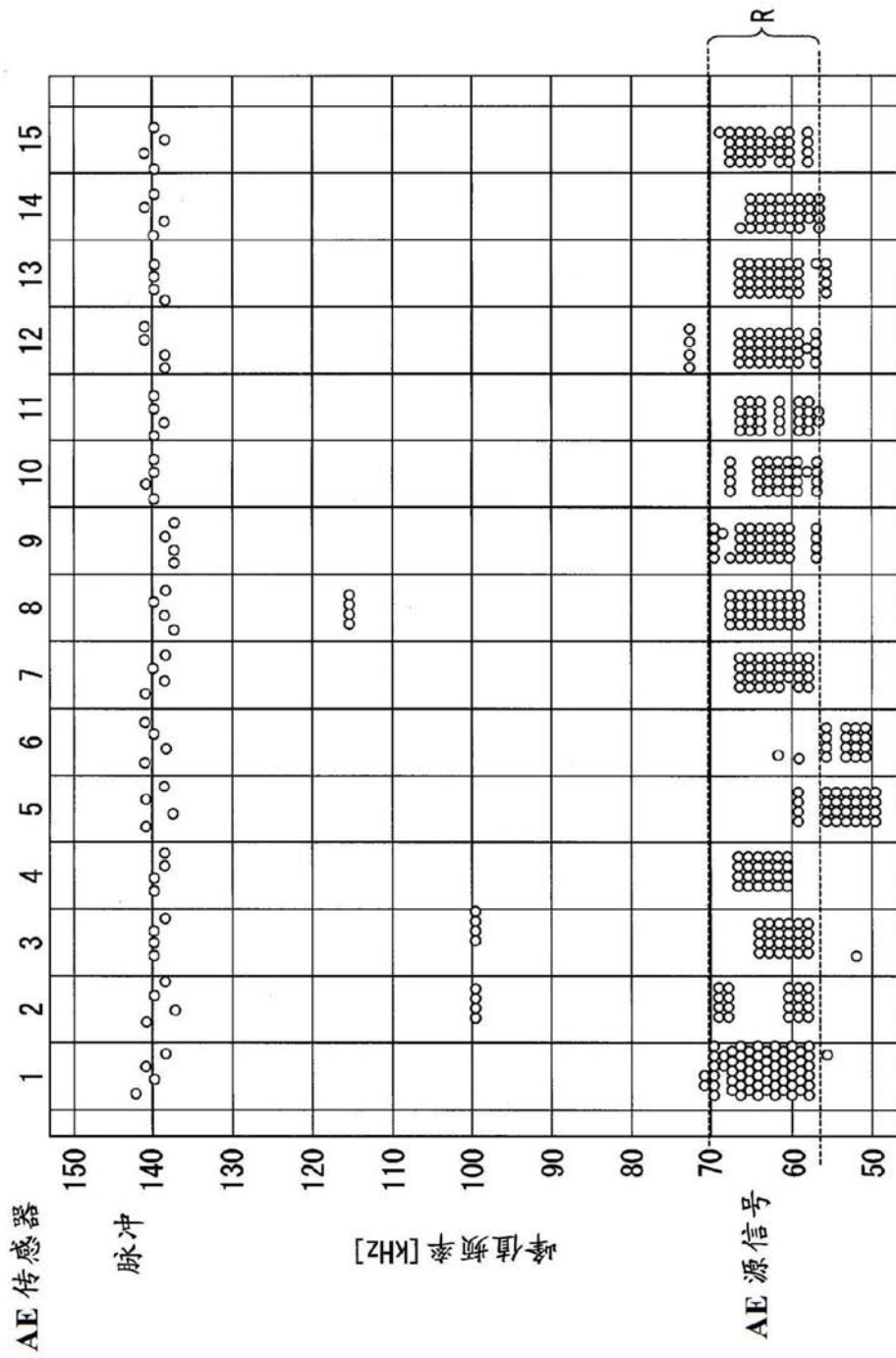


图2

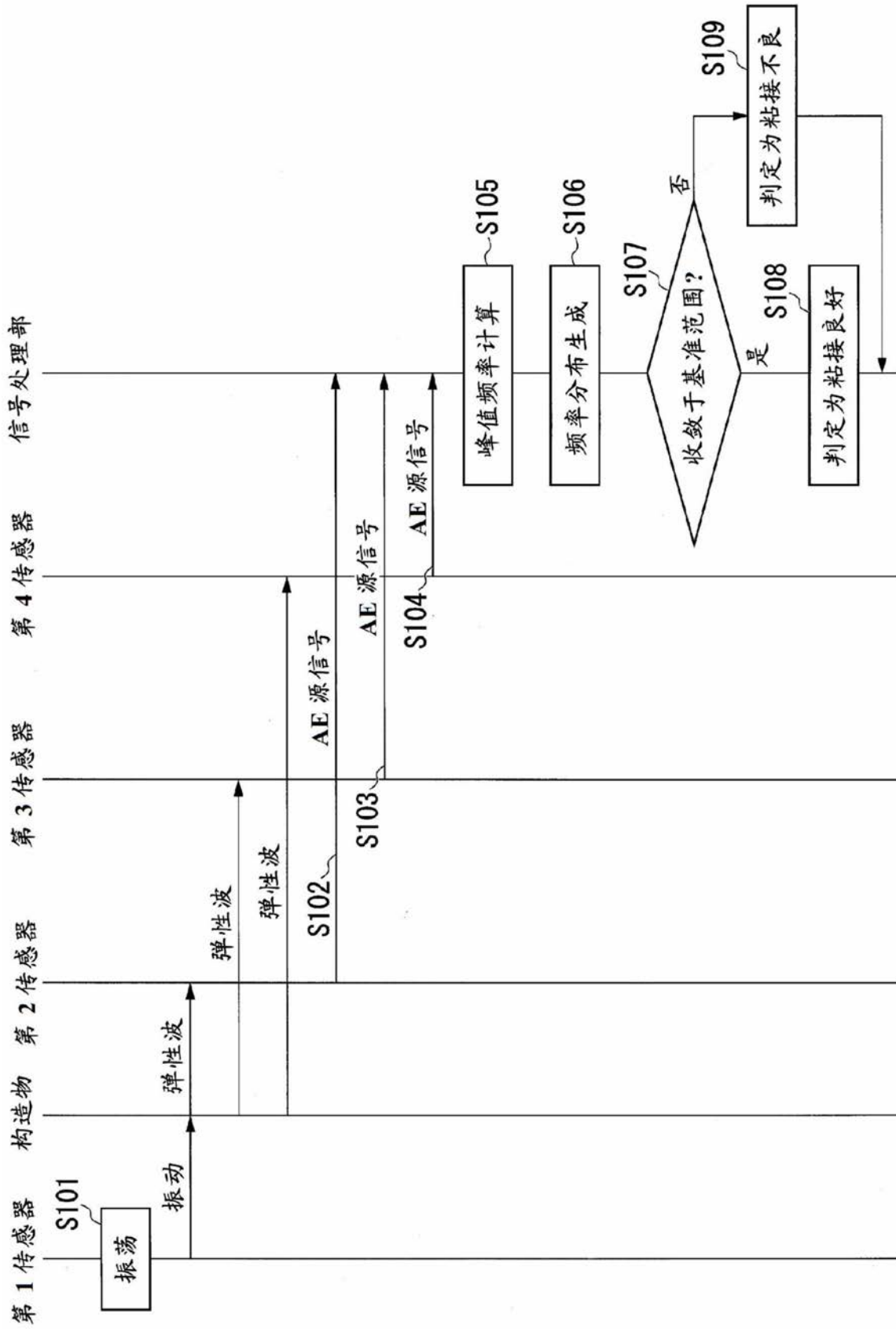


图3

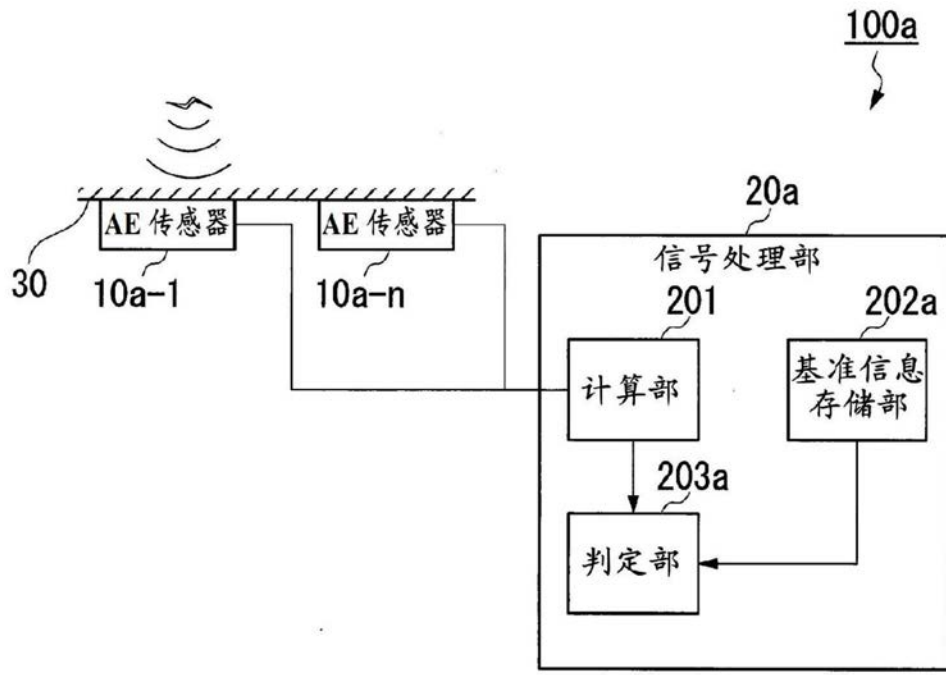


图4

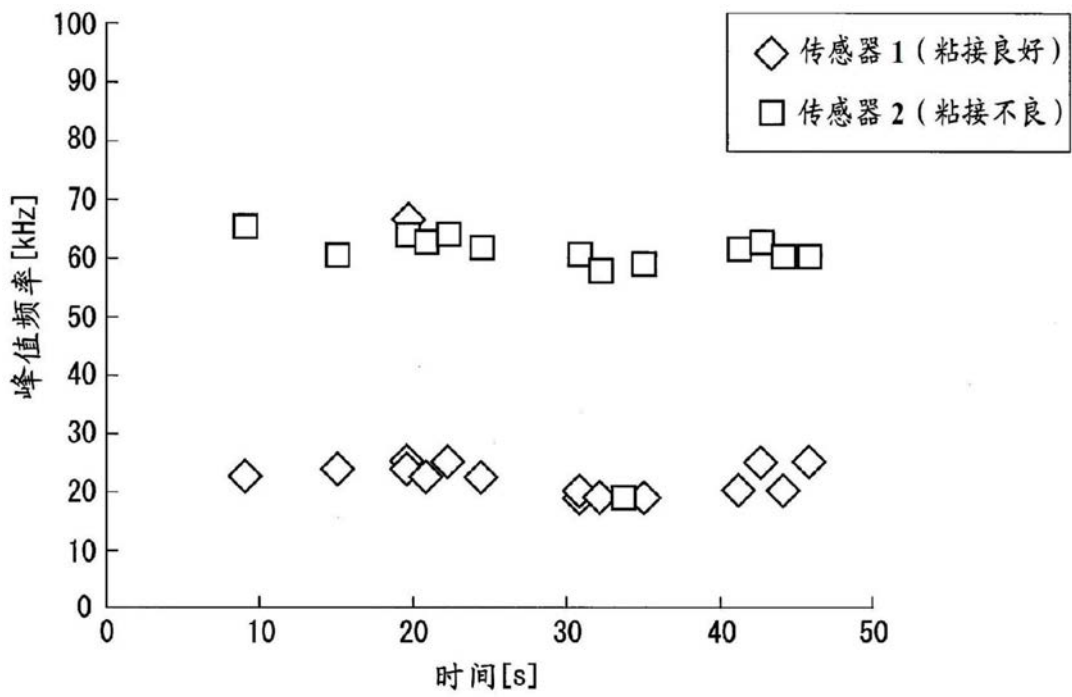


图5

传感器 1 (粘接良好)

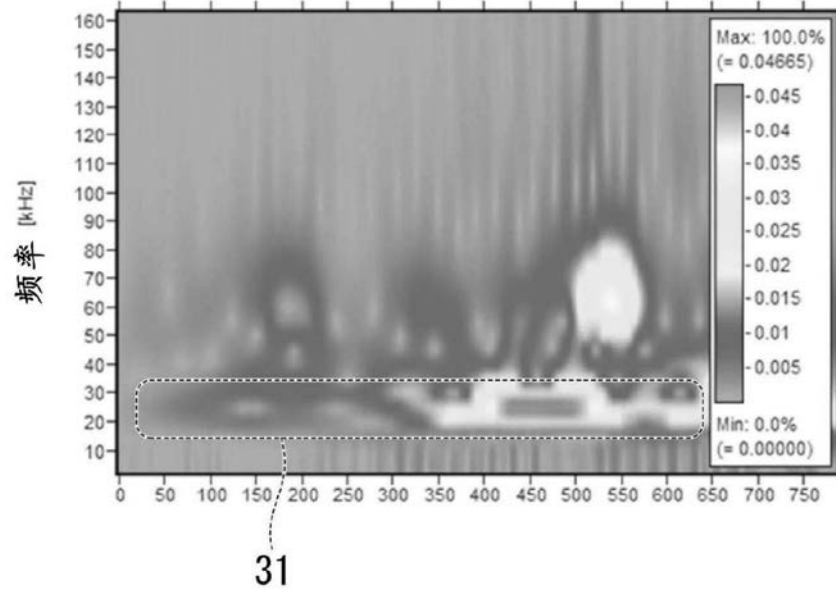


图6A

传感器 2 (粘接不良)

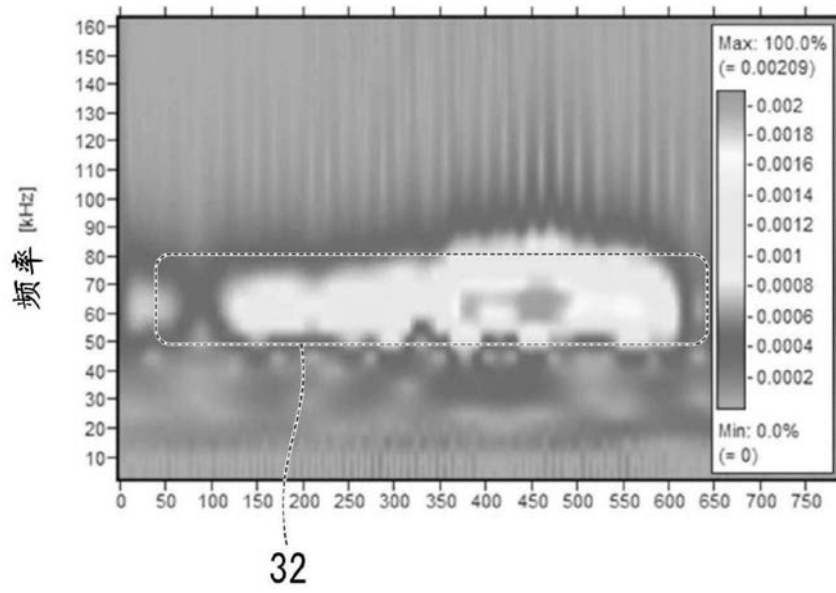


图6B

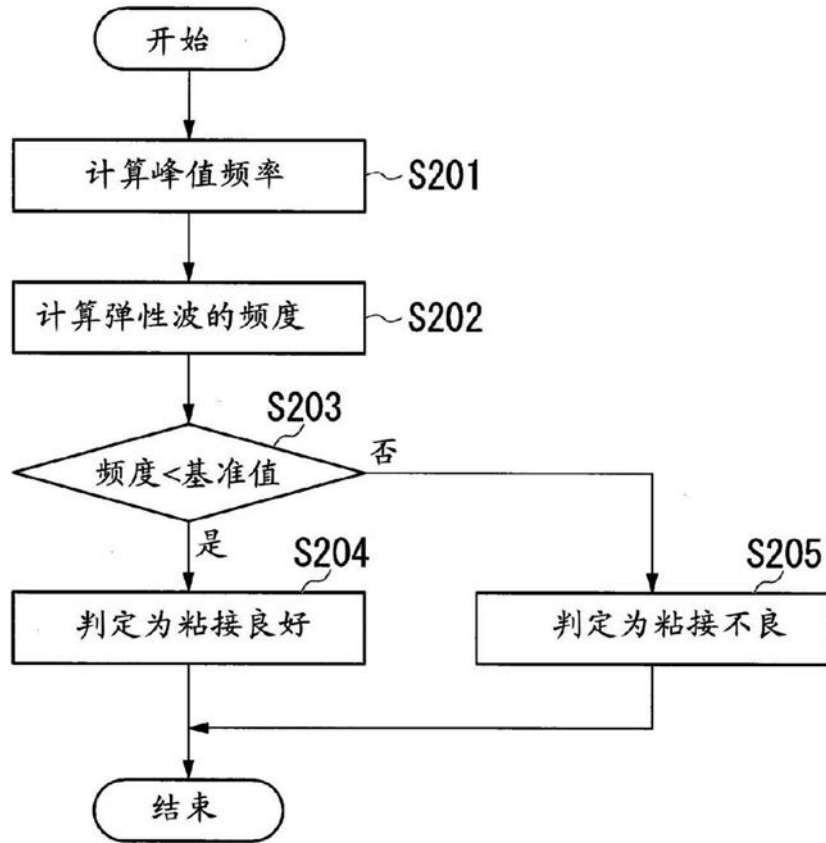


图7