



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119198894 A

(43) 申请公布日 2024. 12. 27

(21) 申请号 202410732022.0

(22) 申请日 2024.06.06

(30) 优先权数据

2023-104145 2023.06.26 JP

(71) 申请人 株式会社日立大厦系统

地址 日本

(72) 发明人 沟口崇子 平田理香 松本俊昭

小平法美 大西友治

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

11243

专利代理师 许静 范胜杰

(51) Int. Cl.

G01N 27/83 (2006.01)

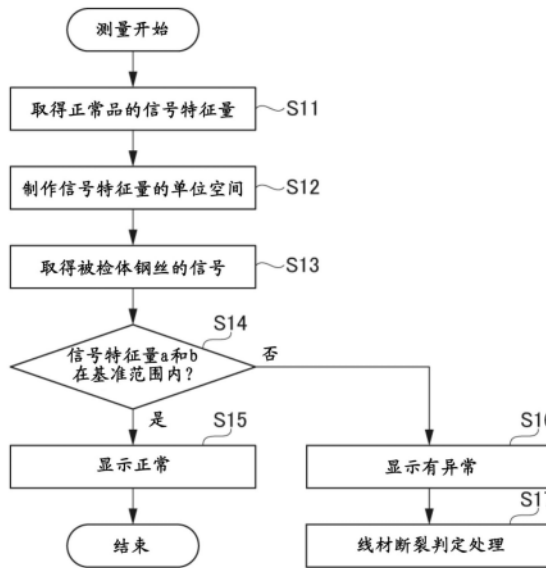
权利要求书2页 说明书12页 附图9页

(54) 发明名称

钢丝探伤装置以及钢丝的诊断方法

(57) 摘要

本发明提供一种钢丝探伤装置以及钢丝的诊断方法,不用单独地设定基于钢丝的种类、设置环境的差异的阈值,就能够判定钢丝的损伤状态的程度及损伤部位。钢丝探伤装置具备在钢丝的预定区间形成磁路的磁化机构、能够检测从钢丝的线材产生的磁信号的磁传感器,并检测钢丝的损伤,钢丝探伤装置还具备信号解析部,所述信号解析部构成为包括进行从磁传感器输出的磁信号的收集的信号收集器、进行从信号收集器输出的磁信号的处理的信号处理器,信号解析部使用由多个磁传感器检测出的多个信号波形各自的多个特征量来检测钢丝的损伤。



1. 一种钢丝探伤装置,具备:磁化机构,其在钢丝的预定区间形成磁路;以及多个磁传感器,其能够检测从所述钢丝的线材产生的磁信号,所述钢丝探伤装置检测所述钢丝的损伤,其特征在于,

所述钢丝探伤装置还具备信号解析部,所述信号解析部构成为包括:信号收集器,其进行从所述磁传感器输出的磁信号的收集;以及信号处理器,其进行从所述信号收集器输出的所述磁信号的处理,

所述信号解析部使用由所述多个磁传感器检测出的多个信号波形各自的多个特征量来检测钢丝的损伤。

2. 根据权利要求1所述的钢丝探伤装置,其特征在于,

所述信号解析部基于根据预先测量正常的钢丝而得到的信号波形的多个特征量制作出的单位空间,计算所述单位空间与由所述多个磁传感器检测出的多个信号波形的多个特征量的距离,基于所述距离来检测被检体的钢丝的损伤的程度。

3. 根据权利要求2所述的钢丝探伤装置,其特征在于,

所述信号解析部在判定为所述被检体的钢丝有损伤的情况下,基于根据预先测量正常的钢丝而得到的信号波形的多个特征量制作出的单位空间,计算所述单位空间与所述被检体的钢丝的由所述多个磁传感器检测出的多个信号波形的多个特征量的距离,通过将所述距离与基于距离的阈值进行比较,检测所述被检体的钢丝的损伤部位。

4. 根据权利要求3所述的钢丝探伤装置,其特征在于,

所述信号解析部在判定为所述被检体的钢丝有损伤的情况下,作为所述多个特征量,使用至少包括表示峰度的特征量的多个特征量来检测所述被检体的钢丝的损伤部位。

5. 根据权利要求4所述的钢丝探伤装置,其特征在于,

所述信号解析部在判定为所述被检体的钢丝有损伤的情况下,作为所述多个特征量,使用峰度和振幅、峰度和半值宽度、峰度和面积的任一个组合来检测所述被检体的钢丝的损伤部位。

6. 根据权利要求2所述的钢丝探伤装置,其特征在于,

所述信号解析部使用马氏距离来作为所述距离。

7. 一种使用钢丝探伤装置的钢丝的诊断方法,所述钢丝探伤装置具备:磁化机构,其在钢丝的预定区间形成磁路;以及多个磁传感器,其能够检测从所述钢丝的线材产生的磁信号,所述钢丝探伤装置检测所述钢丝的损伤,其特征在于,

所述钢丝的诊断方法包含如下步骤:

对于正常的钢丝,使用由所述多个磁传感器检测出的多个信号波形各自的多个特征量,预先制作所述多个特征量的单位空间;

对于被检体的钢丝,取得由所述多个磁传感器检测出的多个信号波形各自的多个特征量;

基于所述信号波形的特征量的数据,检测所述正常的钢丝中的单位空间与所述被检体的钢丝的距离;以及

基于所述距离,检测所述被检体的钢丝的损伤状态。

8. 根据权利要求7所述的钢丝的诊断方法,其特征在于,

判定所述被检体的钢丝的损伤状态的步骤还具有如下步骤:

检测所述被检体的钢丝的损伤的程度;以及  
检测所述被检体的钢丝的损伤部位,  
在检测所述被检体的钢丝的损伤部位的步骤中,使用至少包含表示峰度的特征量的多个特征量。

9.根据权利要求8所述的钢丝的诊断方法,其特征在于,  
在检测所述被检体的钢丝的损伤部位的步骤中,使用峰度和振幅、峰度和半值宽度、峰度和面积的任一个组合。

10.根据权利要求7所述的钢丝的诊断方法,其特征在于,  
在检测所述距离的步骤中,使用马氏距离来作为所述距离。

## 钢丝探伤装置以及钢丝的诊断方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及对金属线的损伤状态进行测定的探伤,尤其涉及适用于钢丝绳的线材断裂探伤的钢丝探伤装置及钢丝的诊断方法。

### 背景技术

[0002] 升降机所使用的金属线在电梯中是将细钢丝的线材捻合而成的钢丝绳,被用作升降机的轿厢的卷扬索。另外,在自动扶梯中,在扶手的树脂材料的内部设置有用于维持强度的金属线。

[0003] 在这样的金属线中,从安全性的观点出发,需要定期地检测钢丝的损伤状态。

[0004] 以往,作为检测钢丝的损伤状态的代表性的技术,已知有漏磁通探伤法。

[0005] 并且,在检测损伤状态的技术中,通过对检测出的信号进行解析处理,能够判定钢丝的损伤状态的等级。

[0006] 在专利文献1中公开了如下技术:基于由在长度方向上移动的钢丝绳的损伤产生的传感器信号输出和根据该信号输出的阈值超过数的相关关系计算出的等级,按等级判定钢丝绳的损伤状态。

[0007] 专利文献1:日本特开2013-35693号公报

### 发明内容

[0008] 在电梯所使用的钢丝绳中,有时根据电梯的机型来变更所使用的绳索的粗细、股数。

[0009] 并且,在绳索的损伤状态下,由于绳索的制造批次的个体差异、电梯的轿厢重量等设置条件的不同,有时损伤会发生变化。

[0010] 在检测到钢丝绳的损伤时,为了保养维护的改善对策,确定损伤的原因是有效的。

[0011] 作为损伤的原因之一,例如,在钢丝绳的表层部产生了损伤的情况下(顶部断丝),考虑与绳轮的接触过多所引起的磨损损伤。

[0012] 另外,例如在钢丝绳的内侧部产生损伤的情况下(底部断丝),认为是由于润滑脂的不足、枯竭所引起的润滑不良而产生的。

[0013] 在专利文献1的判定方法中,对钢丝绳的长度方向的每个区间设置信号输出的阈值,对超过该阈值的信号数进行计数,由此按3个阶段的等级区分损伤状态。

[0014] 然而,此时的阈值需要基于钢丝绳的粗细、股数的种类而单独地设定。因此,若变更钢丝绳的粗细、股数,则大多需要重新设定阈值。

[0015] 另外,仅通过阈值无法判定损伤的部位(表层的顶部断丝、内侧的底部断丝)。

[0016] 本发明的目的在于提供一种钢丝探伤装置及钢丝的诊断方法,无需单独设定基于钢丝的种类、设置环境的差异的阈值,就能够判定钢丝的损伤状态的等级及损伤部位。

[0017] 另外,本发明的上述目的及其他目的和本发明的新特征通过本说明书的记述及附图而变得明确。

[0018] 本发明的钢丝探伤装置具备:磁化机构,其在钢丝的预定区间形成磁路;以及多个磁传感器,其能够检测从钢丝的线材产生的磁信号,所述钢丝探伤装置检测钢丝的损伤,该钢丝探伤装置还具备信号解析部,信号解析部构成为包括:信号收集器,其进行从磁传感器输出的磁信号的收集;以及信号处理器,其进行从信号收集器输出的所述磁信号的处理,信号解析部使用由多个磁传感器检测出的多个信号波形各自的多个特征量来检测钢丝的损伤。

[0019] 本发明的钢丝的诊断方法使用了钢丝探伤装置,该钢丝探伤装置具备:磁化机构,其在钢丝的预定区间形成磁路;以及多个磁传感器,其能够检测从钢丝的线材产生的磁信号,该钢丝探伤装置检测线的损伤,该钢丝探伤装置的诊断方法包括如下步骤:针对正常的钢丝,使用由多个磁传感器检测出的多个信号波形各自的多个特征量,预先制作多个特征量的单位空间;针对被检体的钢丝,取得由多个磁传感器检测出的多个信号波形各自的多个特征量;基于信号波形的特征量的数据,检测正常的钢丝中的单位空间与被检体的钢丝的距离;以及基于距离,检测所述被检体的钢丝的损伤状态。

[0020] 根据上述的本发明的钢丝探伤装置及钢丝的诊断方法,无需单独设定基于钢丝的种类、设置环境的差异的阈值,就能够判定钢丝的损伤状态(损伤等级、损伤部位)。

[0021] 而且,通过判定钢丝的损伤部位,能够推定损伤的原因,因此能够实现保养维护的合理化和提高使用钢丝的设备的安全性能。

[0022] 此外,上述以外的课题、结构以及效果通过以下的实施方式的说明而变得明确。

## 附图说明

[0023] 图1是表示本发明的第一实施方式的钢丝绳探伤装置的磁传感器及钢丝绳的概略图(截面图)。

[0024] 图2是表示本发明的第一实施方式的钢丝探伤装置的结构的功能框图。

[0025] 图3是表示信号波形的特征量的种类的概略图。

[0026] 图4是本发明的第一实施方式的与钢丝绳的正常及异常相关的判定处理的流程图。

[0027] 图5是本发明的第一实施方式的损伤钢丝绳中的线材断裂的产生部位的判定处理的流程图。

[0028] 图6是表示本发明的第一实施方式的信号特征量的值与正常和异常的等级的关系的一例的图。

[0029] 图7是表示本发明的第一实施方式的信号特征量的值与钢丝的损伤部位的关系的一例的图。

[0030] 图8是表示本发明的第一实施方式的判定结果的显示的一例的图。

[0031] 图9是表示本发明的第二实施方式的钢丝和传感器的配置的概略图。

[0032] 图10是表示本发明的第二实施方式的钢丝探伤装置的结构的功能框图。

[0033] 图11是本发明的第二实施方式的与钢丝的正常以及异常相关的判定处理的流程图。

## 具体实施方式

[0034] 以下,使用文章或附图对本发明的实施方式及实施例进行说明。但是,本发明所示的构造、材料、其他具体的各种结构等并不限定于此提出的实施方式、实施例,能够在不变更主旨的范围内适当地组合、改良。另外,与本发明没有直接关系的要素省略图示。

[0035] 本发明的钢丝探伤装置具备在钢丝的预定区间形成磁路的磁化机构和能够检测从钢丝的线材产生的磁信号的多个磁传感器,是检测钢丝的损伤的钢丝探伤装置。

[0036] 另外,本发明的钢丝探伤装置还具备信号解析部,该信号解析部构成为包括进行从磁传感器输出的磁信号的收集的信号收集器和进行从信号收集器输出的磁信号的处理的信号处理器。

[0037] 并且,在本发明的钢丝探伤装置中,信号解析部使用由多个磁传感器检测出的多个信号波形各自的多个特征量,检测钢丝的损伤。

[0038] 根据本发明的钢丝探伤装置,信号解析部使用由多个磁传感器检测出的多个信号波形各自的多个特征量来检测钢丝的损伤,因此无需单独设定基于钢丝的种类、设置环境的不同的阈值,就能够判定钢丝的损伤状态(损伤等级、损伤部位)。

[0039] 而且,由于能够通过钢丝的损伤部位的判定来推定损伤的原因,因此能够提高保养维护的合理化和升降机等使用钢丝的设备的安全性能。

[0040] 本发明的钢丝的诊断方法是使用钢丝探伤装置的钢丝的诊断方法,该钢丝探伤装置具备在钢丝的预定区间形成磁路的磁化机构和能够检测从钢丝的线材产生的磁信号的多个磁传感器,并检测钢丝的损伤。

[0041] 并且,本发明的钢丝的诊断方法包括如下步骤:针对正常的钢丝,使用由多个磁传感器检测出的多个信号波形各自的多个特征量,预先制作多个特征量的单位空间;针对被检体的钢丝,取得由多个磁传感器检测出的多个信号波形各自的多个特征量;基于信号波形的特征量的数据,检测正常的钢丝中的单位空间与被检体的钢丝的距离;以及基于距离,检测被检体的钢丝的损伤状态。

[0042] 根据本发明的钢丝的诊断方法,由于使用由多个磁传感器检测出的多个信号波形各自的多个特征量来检测钢丝的损伤状态,因此无需单独地设定基于钢丝的种类、设置环境的不同的阈值,就能够判定钢丝的损伤状态(损伤等级、损伤部位)。

[0043] 另外,由于检测正常的钢丝中的单位空间与被检体的钢丝之间的距离,并基于该距离来检测被检体的钢丝的损伤状态,因此无需单独地设定基于线的种类、设置环境的不同的阈值,就能够更容易且更可靠地判定被检体的钢丝的损伤等级、损伤部位。

[0044] 在上述的钢丝探伤装置中,可以构成为,信号解析部基于根据预先测量正常的钢丝而得到的信号波形的多个特征量制作出的单位空间,算出单位空间与由多个磁传感器检测出的多个信号波形的多个特征量的距离,基于该距离来检测被检体的钢丝的损伤的程度。

[0045] 在设为该结构时,基于单位空间,计算单位空间与由多个磁传感器检测出的多个信号波形的多个特征量的距离,并基于该距离来检测被检体的钢丝的损伤的程度,因此能够更容易且更可靠地判定被检体的钢丝的损伤等级、损伤部位。

[0046] 在上述的钢丝探伤装置中,还可以构成为,信号解析部在判定为被检体的钢丝有损伤的情况下,基于根据预先测量正常的钢丝而得到的信号波形的多个特征量制作出的单

位空间,计算单位空间与由被检体的钢丝的多个磁传感器检测出的多个信号波形的多个特征量的距离,将距离与基于距离的阈值进行比较,由此检测被检体的钢丝的损伤部位。

[0047] 在设为该结构时,通过与单位空间的距离和基于距离的阈值进行比较,来检测被检体的钢丝的损伤部位,因此能够更容易且更可靠地判定被检体的钢丝的损伤部位。

[0048] 在上述的钢丝探伤装置中,还可以构成为,信号解析部在判定为被检体的钢丝有损伤的情况下,作为多个特征量,使用至少包含表示峰度的特征量的多个特征量来检测被检体的钢丝的损伤部位。

[0049] 另外,信号解析部还能够构成为作为多个特征量,使用峰度和振幅、峰度和半值宽度、峰度和面积的任一个组合来检测被检体的钢丝的损伤部位。

[0050] 在设为这些结构时,使用包含表示峰度的特征量的多个特征量,因此尤其能够容易地进行损伤的产生部位的判定。

[0051] 在上述的钢丝探伤装置中,能够构成为,信号解析部使用马氏距离作为距离。

[0052] 在设为该结构时,使用马氏距离作为与单位空间的距离,因此能够更容易地判定被检体的钢丝的损伤等级、损伤部位。

[0053] 在上述的钢丝的诊断方法中,能够构成为,判定被检体的钢丝的损伤状态的步骤还具有如下步骤:检测被检体的钢丝的损伤程度;以及检测被检体的钢丝的损伤部位,在检测被检体的钢丝的损伤部位的步骤中,使用至少包含表示峰度的特征量的多个特征量。

[0054] 另外,在上述的钢丝的诊断方法中,还能够构成为,在检测被检体的钢丝的损伤部位的步骤中,使用峰度和振幅、峰度和半值宽度、峰度和面积的任一个组合。

[0055] 在设为这些结构时,使用包含表示峰度的特征量的多个特征量,因此尤其能够容易地进行损伤的产生部位的判定。

[0056] 在上述的钢丝的诊断方法中,能够构成为,在检测距离的步骤中,使用马氏距离作为距离。

[0057] 在设为该结构时,使用马氏距离作为与单位空间的距离,因此能够更容易地判定被检体的钢丝的损伤等级、损伤部位。

[0058] 本发明的钢丝探伤装置和钢丝的诊断方法能够应用于在使用了钢丝的各种设备中检查钢丝的损伤的情况。

[0059] 例如,能够应用于电梯的升降机的轿厢的卷扬索的钢丝绳、自动扶梯的扶手的内部的钢丝等。

[0060] 以下,说明本发明的钢丝探伤装置及钢丝的诊断方法的具体实施方式。

[0061] (第一实施方式)

[0062] 以下,参照附图对本发明的第一实施方式进行说明。

[0063] 本实施方式将本发明的钢丝探伤装置以及钢丝的诊断方法应用于电梯中使用的钢丝绳。

[0064] 电梯中使用的钢丝绳是指通过捻合多根细的线材而形成股线,并以芯纲为中心捻合股线而形成1根束。

[0065] 将磁性金属材料的线材捻合而成的钢丝绳用作升降机的轿厢的卷扬索。

[0066] 作为动索的用途的升降机的钢丝绳随着使用期间的经过而产生弯曲疲劳、磨损、腐蚀等劣化等经时变化,因此需要定期的点检、检查。

[0067] 对于发现锈、腐蚀这样的外观的明显变化的劣化,目视检查是有效的,但检查员难以发现检查精度的偏差、在钢丝绳内部产生的异常。

[0068] 因此,在钢丝绳的安全监视技术中,使用基于从钢丝绳产生的漏磁通来检测钢丝绳的劣化状态的漏磁通探伤法是有效的。漏磁通探伤法是对钢丝绳进行励磁并通过磁传感器检测所产生的漏磁通的方法。

[0069] 在基于漏磁通探伤法的测定装置(以下,称为漏磁通探伤装置)中,设置有用于磁化钢丝绳的磁化机构,在该磁化机构上安装有磁铁。

[0070] 钢丝绳用的漏磁通探伤装置是当钢丝绳与磁化机构接触时,通过从磁铁发出的磁场,磁通在钢丝绳与磁化机构之间回流,形成磁路的结构。

[0071] 若在形成有磁路的钢丝绳产生线材断裂等损伤,则磁通的流动受阻碍,磁通向钢丝绳的表面泄漏。通过利用磁传感器检测该漏磁通,能够检测钢丝绳的线材断裂的状态。

[0072] 以下说明的本实施方式的漏磁通探伤装置能够检测基于线材断裂的产生频率的损伤状态的等级和线材断裂的种类。

[0073] 另外,在本实施方式中,将漏磁通探伤装置称为“钢丝绳探伤装置”来进行说明。

[0074] 图1是表示本发明的第一实施方式的钢丝绳探伤装置的磁传感器及钢丝绳的概略图(截面图)。

[0075] 如图1所示,在截面圆形的钢丝绳2的周围配置有构成钢丝绳探伤装置1(参照图2)的传感器部20的多个磁传感器3。

[0076] 图1所例示的钢丝绳2具有8根股线23,包括这8根股线23在内的整体被捻合为1根。此外,这样组成的钢丝绳2只不过是本实施方式的钢丝绳探伤装置1设为检查对象的一例,对于股线数不同的钢丝绳也同样地能够利用本实施方式的钢丝绳探伤装置1进行诊断。

[0077] 钢丝绳2及股线23由多个线材24构成,如果存在该线材24的断线部位,则要求钢丝绳探伤装置1可靠地检测该断线部位。

[0078] 另外,线材24的断线根据部位而不同,在股线23的外周侧产生的情况下被称为线材24的顶部断丝25,在与相邻的股线的中间产生的情况下被称为线材24的底部断丝26。即,底部断丝26是指在股线23的周向上股线23的最外周部与最内周部的中间部、或者相邻的股线23相互接触的部位处的线材24的断线。

[0079] 图1所示的磁传感器3在接近钢丝绳2的圆周上设置有多个。

[0080] 另外,作为磁传感器3的种类,代表性地举出检测线圈以及霍尔元件,但例如也能够使用TMR(Tunnel Magneto Resistive,隧道磁阻)传感器、AMR(Anisotropic Magneto Resistive,异向磁阻)传感器、或者GMR(Giant Magneto Resistive effect,巨磁阻)传感器。

[0081] 构成传感器部20的磁传感器3的排列采用根据磁传感器3的种类而不同的最佳方式。

[0082] 另外,磁传感器3的排列以通过最少个数的磁传感器3高效地检测线材24的断线部位为目的,优选在与钢丝绳2的外周相对的位置以预定的间隔(间距)环绕设置多个。

[0083] 图2是表示本发明的第一实施方式的钢丝绳探伤装置1的结构的功能框图。

[0084] 如图2所示,钢丝绳探伤装置1具备磁化机构30、传感器部20、磁传感器电路(磁传感器电路部)5、信号解析部7、数据显示部8及数据输入部9而构成。

[0085] 数据输入部9以及数据显示部8具有与电源10以及控制电路11相连的通用的计算机(PC),用户操作该计算机来控制钢丝绳探伤装置1。

[0086] 控制电路11进行磁传感器电路5、信号解析部7的控制。

[0087] 磁化机构30在钢丝的长度方向的预定区间形成磁路。磁化机构30能够采用通过使用了永久磁铁的直流磁场将钢丝磁化的结构、或者通过使用了励磁线圈的交流磁场以非接触的方式将钢丝磁化的结构。

[0088] 磁传感器电路5具有磁信号放大器(磁信号放大器部)12以及滤波电路(滤波电路部)13。磁信号放大器12对来自磁传感器3的输出信号进行放大。滤波电路13对由磁信号放大器12放大后的输出信号实施一般的模拟用滤波处理,并输出模拟信号。在模拟用滤波处理中,去除包含商用频率的噪声的噪声成分,仅使所期望的频域的信号通过。

[0089] 这样,磁传感器电路5对从磁传感器3输出的磁的检测信号进行模拟处理,将模拟的磁信号输出至信号解析部7。

[0090] 信号解析部7由A/D转换器(A/D转换部)16、信号收集器(信号收集部)17以及信号处理器(信号处理)18构成。A/D转换器16将从磁传感器电路5输出的模拟的磁信号转换为数字信号,并输出至信号收集器17。信号处理器18包括单片机或单板计算机等。

[0091] 信号处理器18通过CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)读出并执行存储于存储器、存储装置的程序,从而将从A/D转换器16输出的数字的磁信号存储于信号收集器17。

[0092] 基于信号解析部7的处理能够通过信号处理器18中的程序处理来实现,数据显示部8以及数据输入部9也能够设为键盘、液晶显示器这样的信号处理器18的关联设备。

[0093] 接着,在钢丝绳探伤装置1的信号解析部7中,关于判定钢丝绳的线材断裂的解析处理,在说明了概要后,参照附图详细说明处理次序。

[0094] 钢丝绳2的漏磁通由磁传感器3检测,如上所述,由信号解析部7的A/D转换器16转换为数字信号。在发生了钢丝绳2的损伤的情况下,由线材断裂引起的漏磁通信号被转换为数字信号。另外,在未发生线材断裂的正常品的钢丝绳2中,仅检测到源自股线23的凹凸的股线信号。

[0095] 此外,源自线材断裂的信号和在正常的钢丝绳检测的股线信号分别具有不同的信号波形的特征量。

[0096] 图3是表示信号波形的特征量的种类的概略图。

[0097] 作为信号波形的特征量(以下,也称为“信号特征量”),具体而言,如图3所示,可列举振幅100、半值宽度101、面积102、有效值103、峰度104、偏度105、以及振幅100与有效值103的比率即波峰因数106。

[0098] 在源于在有异常的钢丝绳中发生的线材断裂的信号和在正常的钢丝绳中检测的股线信号中,这些信号的信号特征量不同,因此通过利用信号特征量的差异,能够判定正常和异常。

[0099] 但是,若信号特征量使用各自的绝对值,则根据钢丝绳的种类、个体差异而产生差异,因此需要进行基于多变量解析的聚类处理。

[0100] 聚类分析的代表性的方法是使用马氏距离的分析方法。具体而言,在用多变量 $x$ 表示某集团内的信号值时,若用 $\mu$ 表示该集团的每个变量的平均值,用 $\Sigma$ 表示集团的协方差矩

阵,则与特定的变量的马氏距离 $Dm(x)$ 由以下的式(1)定义。

[0101] [数式1]

$$[0102] \quad Dm(x) = \sqrt{(x - \mu)^T \Sigma^{-1} (x - \mu)} \quad \cdots (1)$$

[0103] 另外,在作为现有的解析法之一的MT(马氏田口)法中,通过将正常品设定为单位空间,从而解析与被检体的马氏距离,判定被检体的异常度。

[0104] 此外,这样的聚类分析的方法不限于马氏距离,也可以使用欧几里得距离、曼哈顿距离、切比雪夫距离以及闵可夫斯基距离等方法。

[0105] 在本实施方式中,使用如图3所示那样的多种信号波形的特征量中的多种特征量,进行基于多变量分析的聚类处理。

[0106] 作为多种特征量,能够使用2种以上的任意的特征量的组合。

[0107] 优选的是,作为多种特征量,使用至少包含图3所示的峰度104的多种特征量。更优选的是,包含图3所示的峰度104和振幅100、峰度104和半值宽度101、峰度104和面积102的任一个组合。

[0108] 这样,通过使用包含峰度104的多种特征量,能够容易地确定发生了钢丝绳2的线材24的断裂的位置。

[0109] 另外,在本实施方式中,将预先在正常品的钢丝绳取得的信号特征量作为单位空间,计算与被检体钢丝绳的信号特征量的距离(马氏距离等),在有损伤的情况下,根据与单位空间的距离的程度来判定损伤等级。

[0110] 图4是本发明的第一实施方式的与钢丝绳的正常及异常相关的判定处理的流程图。

[0111] 根据图4,首先,在步骤S11中,按照控制电路11的控制,关于新品或者正常品的钢丝绳,通过磁传感器3取得磁信号,对其信号特征量a以及信号特征量b进行解析。

[0112] 接着,在步骤S12中,在步骤S11中解析出的新品以及正常品的钢丝绳的信号特征量a以及信号特征量b在信号处理器18中制作为单位空间并保存。

[0113] 接着,在步骤S13中,取得被检体钢丝绳的信号。然后,从该信号取得被检体钢丝绳的信号特征量a以及信号特征量b。

[0114] 接着,在步骤S14中,判定被检体钢丝绳的信号特征量a以及信号特征量b是否在基准范围内。具体而言,将在步骤S12中预先保存的正常品钢丝绳的信号特征量的单位空间与基于被检体钢丝绳的信号特征量a以及信号特征量b的点的距离(马氏距离等)和基准范围进行比较。

[0115] 在步骤S14中,若距离在基准范围内,则进入步骤S15,在步骤S15中,被检体钢丝绳被判定为正常品A,在数据显示部8中显示为正常。

[0116] 在步骤S14中,如果距离在基准范围外,则进入步骤S16,根据距离的数值,进行异常度B或C的等级判定,在数据显示部8中显示为有异常,进入步骤S17。此时,在数据显示部8中,与有异常的显示一起显示异常程度的等级(B或C)。

[0117] 在步骤S17中,进行对被判定为异常度B或者C的钢丝绳中的线材断裂的产生部位进行判定的处理。

[0118] 这样,进行与钢丝绳的正常及异常相关的判定和数据显示部8中的判定结果的显示。

- [0119] 此外,作为图4所示的信号特征量a以及信号特征量b,能够使用任意的2种特征量。
- [0120] 图5是本发明的第一实施方式的损伤钢丝绳中的线材断裂的产生部位的判定处理的流程图。该判定处理表示图4所示的步骤S17的判定中的处理方法。
- [0121] 根据图5,首先,在步骤S21中,取得被检体钢丝绳的信号特征量c以及信号特征量d。然后,解析所取得的这些信号特征量c以及信号特征量d。
- [0122] 接着,在步骤S22中,判定信号特征量c和信号特征量d是否为基准范围以上。具体而言,将基于预先保存的正常品钢丝绳的信号特征量c以及信号特征量d的单位空间与基于信号特征量c以及信号特征量d的点的距离和距离的基准范围进行比较。
- [0123] 在步骤S22中,若距离在基准范围内,则进入步骤S23,在步骤S23中,在数据显示部8判定显示为底部断丝的线材断裂。
- [0124] 在步骤S22中,如果距离为基准范围以上,则进入步骤S24,在步骤S24中,在数据显示部8中判定显示为顶部断丝的线材断裂。
- [0125] 这样,判定被检体钢丝绳的被检体钢丝绳的线材断裂的产生部位。
- [0126] 另外,作为图5所示的信号特征量c以及信号特征量d,优选使用在图4所示的信号特征量a以及信号特征量b中使用的特征量的组合和至少一方的特征量不同的组合。可以使用双方的特征量不同的组合,也可以使用一方的特征量不同而另一方的特征量相同的组合。由此,能够使正常品的钢丝绳的单位空间和距离分别适合于损伤等级的检测和损伤的产生部位的判定。
- [0127] 另外,优选将信号特征量c以及信号特征量d中的至少一方的特征量设为峰度。更优选将信号特征量c以及信号特征量d设为峰度和振幅、峰度和半值宽度、峰度和面积的任一个组合。这样,通过将信号特征量c以及信号特征量d的至少一方设为峰度,能够容易地进行损伤的产生部位的判定。
- [0128] 本实施方式的钢丝绳探伤装置1具备将钢丝绳2磁化的磁化机构30和能够检测从钢丝绳2的线材24产生的磁信号的多个磁传感器3,还具备信号解析部7,该信号解析部7构成为包括进行从磁传感器3输出的磁信号的收集的信号收集器17和取得从信号收集部17输出的磁信号的信号特征量的信号处理器18。
- [0129] 而且,信号解析部7将预先在正常品的钢丝绳取得的多个信号特征量保存为单位空间,基于与从被检体钢丝绳取得的多个信号特征量的距离(马氏距离等),检测被检体钢丝绳的损伤等级。
- [0130] 并且,信号解析部7在有损伤的钢丝绳中,计算多个信号特征量与单位空间的距离(马氏距离等),判定损伤的产生部位。
- [0131] 图6是表示本发明的第一实施方式的信号特征量a和信号特征量b的值与正常和异常的等级关系的一例的图。
- [0132] 具体而言,例如,将正常品或者分类为判定A的钢丝绳的信号特征量作为单位空间40,根据各个信号特征量a以及信号特征量b的值中的马氏距离的基准值,划分钢丝绳的正常以及异常的等级。
- [0133] 在信号特征量a及信号特征量b的值在单位空间40内的情况下,在图4的步骤S14中判定为正常。
- [0134] 在信号特征量a及信号特征量b的值在单位空间40外的情况下,在图4的步骤S14中

判定为有异常,将信号特征量a及信号特征量b的值中的距单位空间40的马氏距离与马氏距离的基准值进行比较。由此,划分为判定B的分类41或判定C的分类42。

[0135] 接着,图7是表示本发明的第一实施方式的信号特征量c以及信号特征量d的值和钢丝绳的损伤部位的一个例子的图。

[0136] 具体而言,例如,针对划分为图6的判定B的分类41以及判定C的分类42的钢丝绳,根据各个信号特征量c以及信号特征量d的值中的马氏距离,判定在外周产生的顶部断丝25和在内侧产生的底部断丝26。

[0137] 在此,根据损伤的产生部位,出现产生部位与磁传感器3的距离、漏磁场的分布的差异,因此例如考虑峰度等信号特征量的变化。

[0138] 并且,通过信号特征量c以及信号特征量d中的马氏距离不同,判定顶部断丝的分类44和底部断丝的分类43。

[0139] 这样进行判定的结果显示在数据显示部8中。数据显示部8例如是经由输出接口连接的液晶显示器等,作为解析结果显示画面,显示由信号解析部7执行的处理结果等。

[0140] 图8是表示本实施方式的判定结果的显示的一例的图。

[0141] 图8表示数据显示部8的解析结果显示画面的具体例。在解析结果显示画面中,例如显示信号波形中有无异常、断线种类(底部断丝或顶部断丝)、断线根数、型号、解析日期时间等。

[0142] 另外,虽然未图示,但也可以将根据判定结果推定的钢丝绳的更换时期的标准显示于解析结果显示画面。

[0143] 根据上述的本实施方式,在钢丝绳探伤装置1中,通过使用基于马氏距离等距离的多变量解析,能够判定钢丝绳2的损伤状态的等级(损伤程度)及损伤部位。

[0144] 而且,通过使用基于马氏距离等距离的多变量解析,即使不单独地设定基于电梯中使用的钢丝绳2的产品种类的差异的阈值,也能够判定钢丝绳2的损伤状态的等级以及损伤部位。

[0145] 并且,根据本实施方式,通过判定钢丝绳2的损伤部位,能够推定损伤的原因。

[0146] 另外,根据损伤的产生部位,出现产生部位与磁传感器3的距离、漏磁场的分布的差异,因此例如考虑峰度等信号特征量的变化。

[0147] 因此,通过使用包含峰度的多种特征量作为图5以及图7的信号特征量c以及信号特征量d,能够容易地进行损伤的产生部位的判定。

[0148] (第二实施方式)

[0149] 以下,参照附图对本发明的第二实施方式进行说明。

[0150] 本实施方式将本发明的钢丝探伤装置以及钢丝绳的诊断方法应用于自动扶梯的扶手中使用的钢丝绳。

[0151] 在自动扶梯中,与梯级联动地旋转并以防止乘客跌倒为目的而设置有扶手。

[0152] 扶手被聚氨酯等树脂材料覆盖,为了保持强度,在树脂材料的内部设置有多根钢丝。

[0153] 在由于钢丝的经年劣化而产生捻合、进而导致断裂的情况下,钢丝的断裂端有时会向扶手的外侧飞出,存在危险。因此,需要定期地检查扶手内部的钢丝线材有无捻合、断裂。

[0154] 从扶手的外观来看无法监视钢丝的状态,但通过使用作为非破坏检查法之一的漏磁通探伤法,能够测量内部的钢丝的捻合、断裂。

[0155] 图9是表示本实施方式的钢丝和传感器的配置的图。

[0156] 首先,如图9所示,在与作为检查对象的钢丝53对置的位置配置传感器部60。传感器部60由一对磁化机构(第一励磁线圈50和第二励磁线圈51)以及配置于2个励磁线圈50、51的中间部的磁传感器(检测线圈)52构成,并沿钢丝53的伸长方向配置成一列。

[0157] 第一励磁线圈50和第二励磁线圈51产生相互反向的交流磁场,将钢丝53非接触地磁化。此时,磁传感器52检测基于第一励磁线圈50以及第二励磁线圈51所形成的磁场的磁信号。

[0158] 在正常的钢丝53被对置的第一励磁线圈50和第二励磁线圈51磁化的情况下,输入到磁传感器52的磁场相互反向,因此被抵消,不会被检测为磁信号。

[0159] 另一方面,在钢丝53中产生了捻合或断线的情况下,由于产生漏磁通,因此在被输入至磁传感器52的磁场中产生偏差,从而被检测为磁信号。

[0160] 另外,由钢丝53的捻合、断线引起的漏磁通的磁信号具有与第一实施方式的图3所示的信号特征量100~105相同的信号特征量。因此,通过基于距离(马氏距离等)的多变量解析,能够判定钢丝53的捻合、断线的程度。

[0161] 在图9中,示出了一组励磁线圈50、51以及磁传感器(检测线圈)52,但实际上使用多组励磁线圈50、51以及磁传感器(检测线圈)52。

[0162] 而且,将多组励磁线圈50、51以及磁传感器52在与图9的纸面垂直的方向、图9的左右方向上排列配置(例如,参照日本特开2018-4555号公报、日本特开2021-134081号公报等)。由此,能够通过多组的多个磁传感器52进行钢丝53的大范围的检查。

[0163] 此外,正常的钢丝53的测量实际上受到钢丝53的设置环境的差异的影响。例如,由于混入振动等干扰噪声、用于位置检测的标记信号,因此会检测到特定的磁信号。

[0164] 在本实施方式中,将伴随正常的钢丝53的测量的包含干扰信号的磁信号设为单位空间。

[0165] 图10是表示连接图9的传感器部60而构成的本发明的一实施例的钢丝探伤装置61的结构的功能框图。

[0166] 如图10所示,钢丝探伤装置61具备一对磁化机构(第一励磁线圈及第二励磁线圈)50、51、磁传感器52、磁传感器电路(磁传感器电路部)65、信号解析部67、数据显示部88及数据输入部69。

[0167] 数据输入部69和数据显示部88具有与电源70和控制电路71连接的通用的计算机(PC),用户操作该计算机来控制钢丝探伤装置61。

[0168] 控制电路71进行磁传感器电路65、信号解析部67的控制。

[0169] 磁化机构50及51在钢丝53的长度方向的预定区间非接触地形成磁路。磁化机构50及51根据从控制电路71向磁化机构50及51的交流频率的输入,通过从磁化机构50及51产生的交流磁场,将钢丝53磁化。

[0170] 磁传感器电路65具有磁信号放大器(磁信号放大器部)62以及滤波电路(滤波电路部)63。磁信号放大器62对来自磁传感器52的输出信号进行放大。此时,从控制电路71输入到磁化机构50和51的交流频率也作为参照信号输入到磁信号放大器62,与来自磁传感器52

的输出信号进行同步。滤波电路63对由磁信号放大器62放大后的输出信号实施一般的模拟用滤波处理,并输出模拟信号。在模拟用滤波处理中,去除包含商用频率的噪声的噪声成分,仅使所期望的频域的信号通过。

[0171] 这样,磁传感器电路65对从磁传感器52输出的磁的检测信号进行模拟处理,而将模拟的磁信号输出至信号解析部67。

[0172] 信号解析部67由A/D转换器(A/D转换部)76、信号收集器(信号收集部)77以及信号处理器(信号处理)78构成。A/D转换器76将从磁传感器电路65输出的模拟的磁信号转换为数字信号,并输出至信号收集器77。信号处理器78具备单片机或单板计算机等。

[0173] 信号处理器78通过CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)读出并执行存储于存储器、存储装置的程序,从而将从A/D转换器76输出的数字的磁信号存储于信号收集器77。

[0174] 基于信号解析部67的处理能够通过信号处理器78中的程序处理来实现,数据显示部88以及数据输入部69也能够设为键盘、液晶显示器这样的信号处理器88的关联设备。

[0175] 图11是本发明的第二实施方式的与钢丝的正常以及异常相关的判定处理的流程图。

[0176] 根据图11,首先,在步骤S31中,关于新品或正常品的钢丝,通过磁传感器52取得磁信号,解析其信号特征量e以及信号特征量f。

[0177] 接着,在步骤S32中,在步骤S31中解析出的新品以及正常品的钢丝的信号特征量e以及信号特征量f在信号处理器88中制作为单位空间并保存。

[0178] 接着,在步骤S33中,取得被检体钢丝的信号。然后,从该信号取得信号特征量e和信号特征量f。

[0179] 接着,在步骤S34中,判定信号特征量e和信号特征量f是否在基准范围内。具体而言,将在步骤S32中预先保存的正常品钢丝的单位空间与基于信号特征量e以及信号特征量f的点的距离(马氏距离等)和基准范围进行比较。

[0180] 在步骤S34中,如果距离在基准范围内,则进入步骤S35,在步骤S35中,判定为被检体钢丝是正常品A,在数据显示部88中显示为正常。

[0181] 在步骤S34中,如果距离在基准范围外,则进入步骤S36,根据距离的数值进行异常度B或C的等级判定,在数据显示部88中显示为有异常。

[0182] 接着,在步骤S37中,将判定为正常A、异常度B或C的结果显示于数据显示部88,处理结束。

[0183] 这样,进行与钢丝的正常以及异常相关的判定和数据显示部88中的判定结果的显示。

[0184] 此外,作为图11所示的信号特征量e以及信号特征量f,能够使用任意的2种特征量。

[0185] 根据上述的本实施方式,在钢丝探伤装置61中,通过使用基于马氏距离等距离的多变量解析,能够判定钢丝53的损伤状态的等级(损伤程度)。

[0186] 而且,通过使用基于马氏距离等距离的多变量解析,即使不单独地设定基于钢丝53的设置环境的差异的阈值,也能够判定钢丝53的损伤状态的等级。

[0187] 此外,本发明并不限定于上述的实施方式,包括各种变形例。例如,上述的各实施

方式是为了容易理解地说明本发明而详细实施的实施方式,并不限定于必须具备所说明的全部结构。

[0188] (变形例)

[0189] 上述的各实施方式使用2个特征量作为多个特征量,计算与单位空间的距离,进行基于距离的多变量解析。

[0190] 在本发明中,也可以构成为,使用3个以上的特征量,计算与单位空间的距离,进行基于距离的多变量解析来检测钢丝的损伤状态。例如,在采用马氏距离作为距离的情况下,在上述式(1)中,即使将多变量x的变量的数量设为3个以上,也能够计算与单位空间的马氏距离。

[0191] 工业上的可利用性

[0192] 在升降机的安全监视中,作为检查电梯的卷扬索的钢丝绳探伤装置以及自动扶梯的扶手中使用的钢丝探伤装置的诊断方法而有可能采用本发明。

[0193] 符号说明

[0194] 1…钢丝绳探伤装置,2…钢丝绳,3、52…磁传感器,5、65…磁传感器电路,7、67…信号解析部,8、88…数据显示部,9、69…数据输入部,17、77…信号收集器,18、78…信号处理器,20、60…传感器部,23…股线,24…线材,25…顶部断丝,26…底部断丝,50…第一励磁线圈(磁化机构),51…第二励磁线圈(磁化机构),53…钢丝,61…钢丝探伤装置。

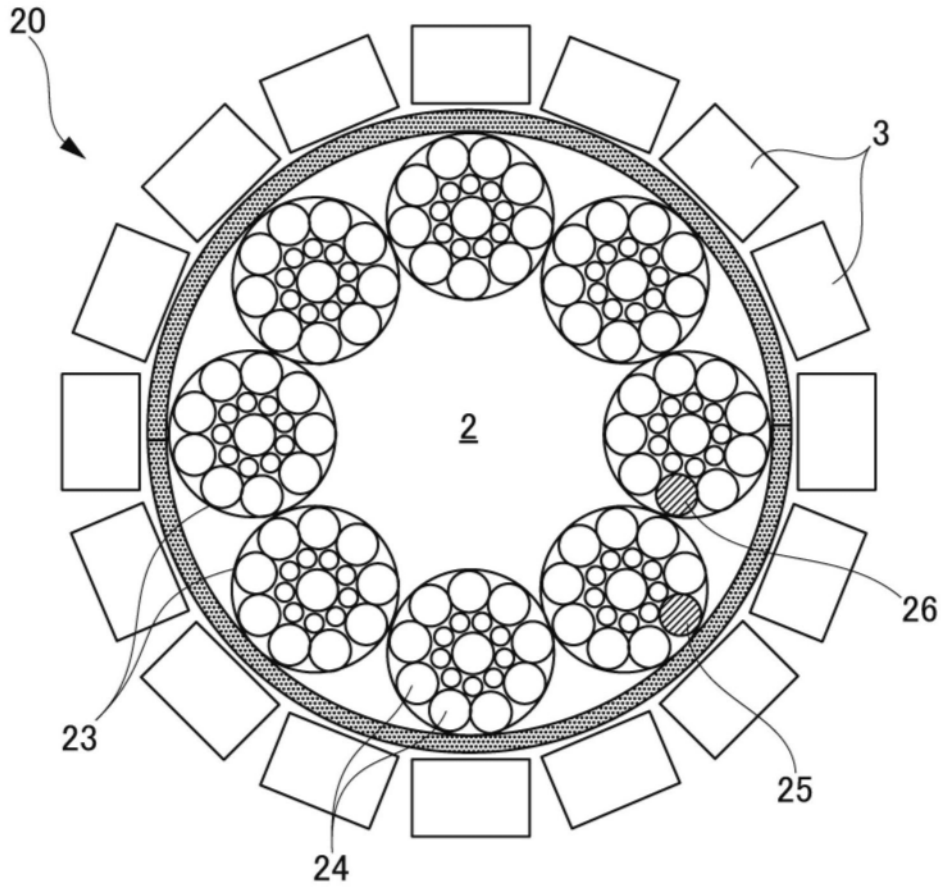


图1

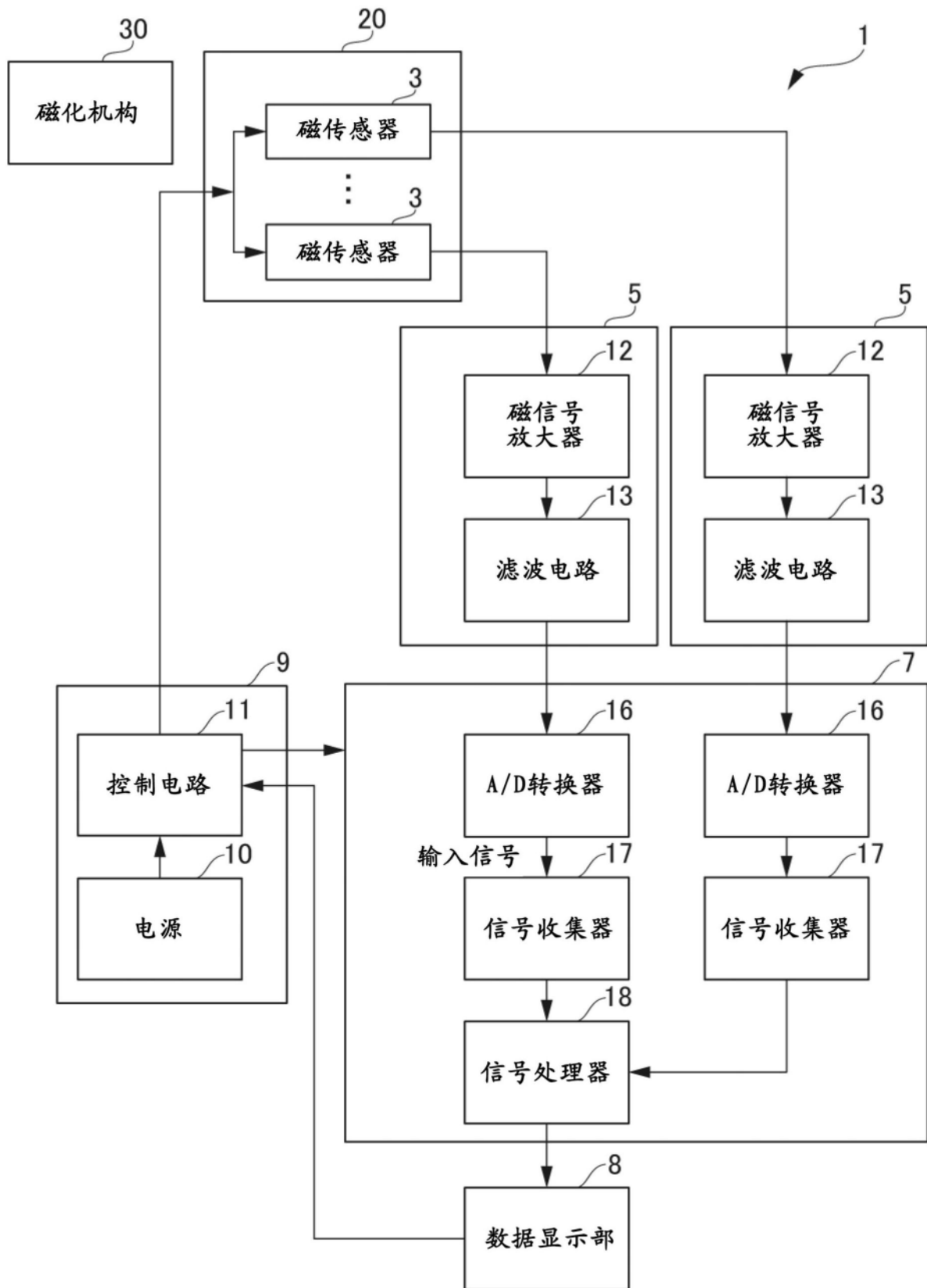


图2

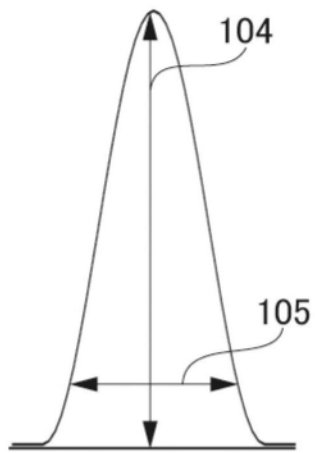
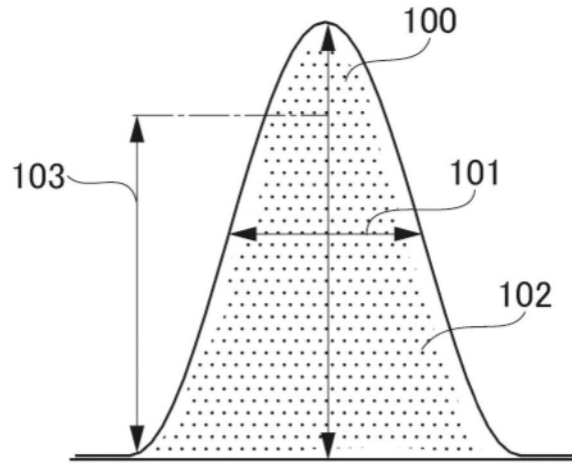


图3

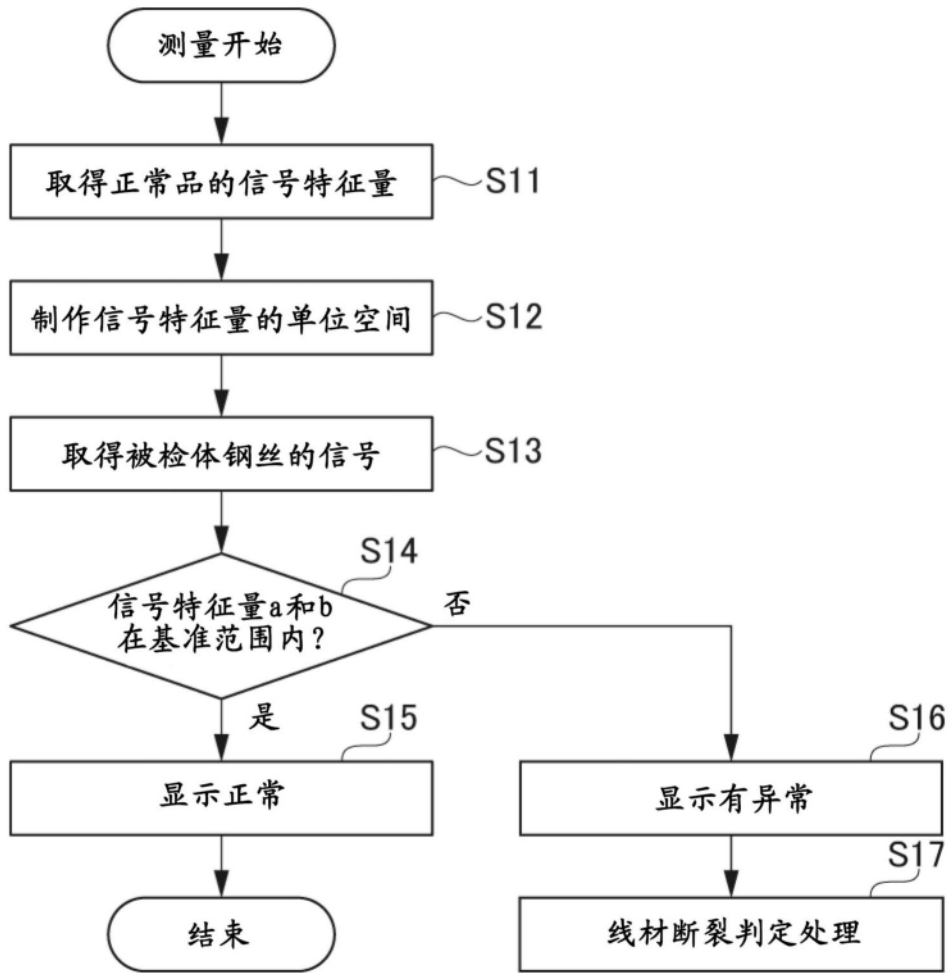


图4

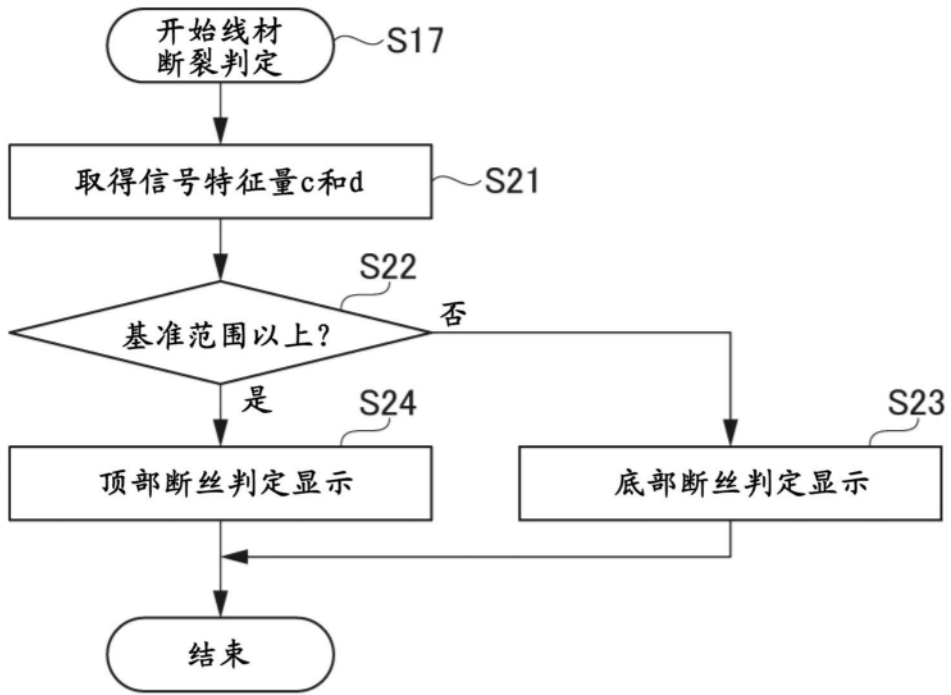


图5

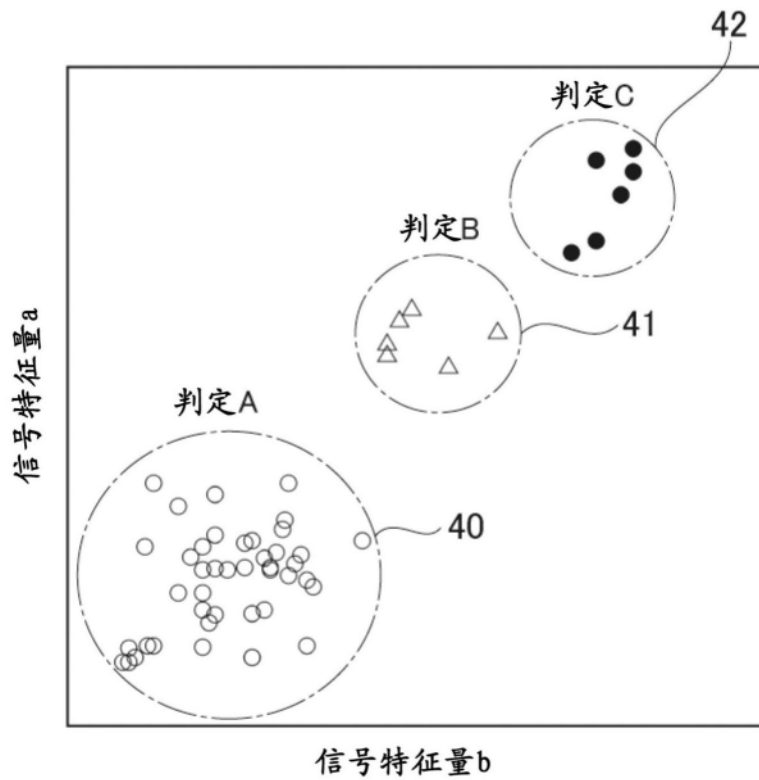


图6

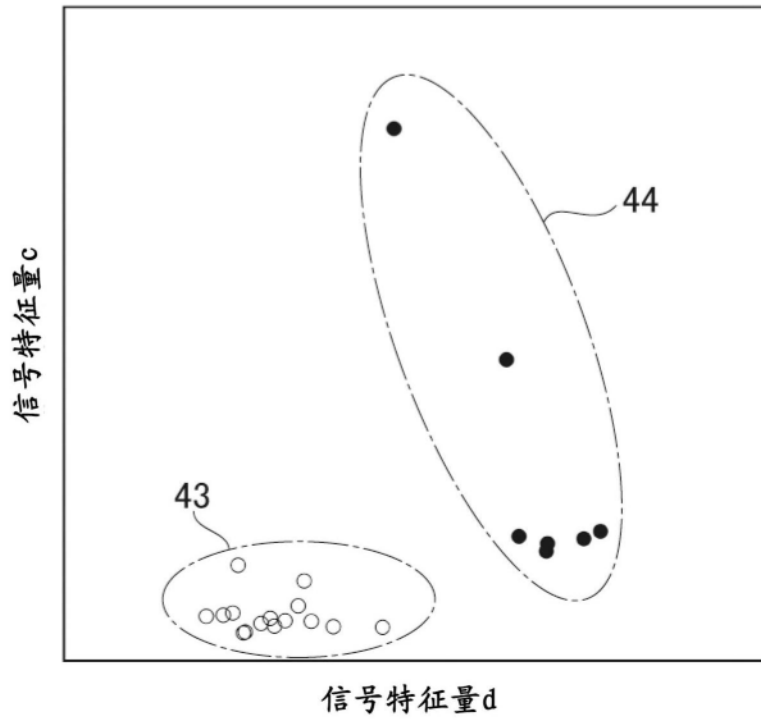


图7

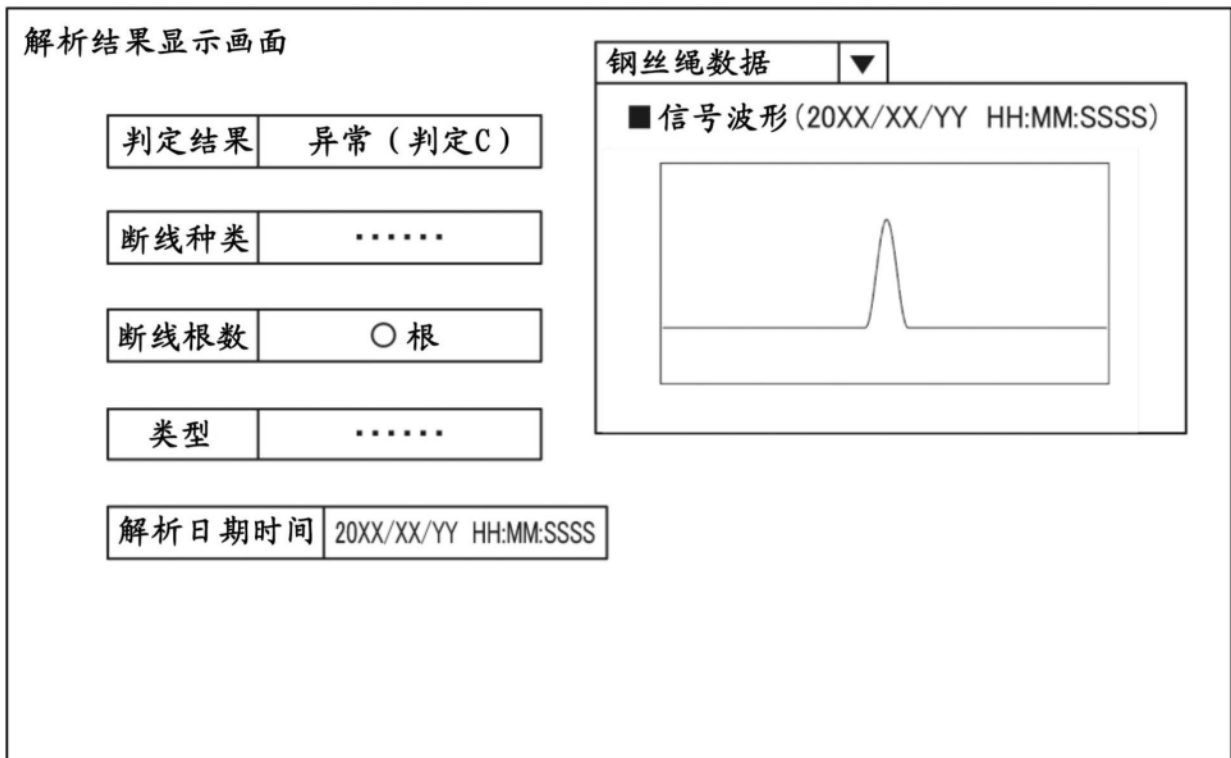


图8

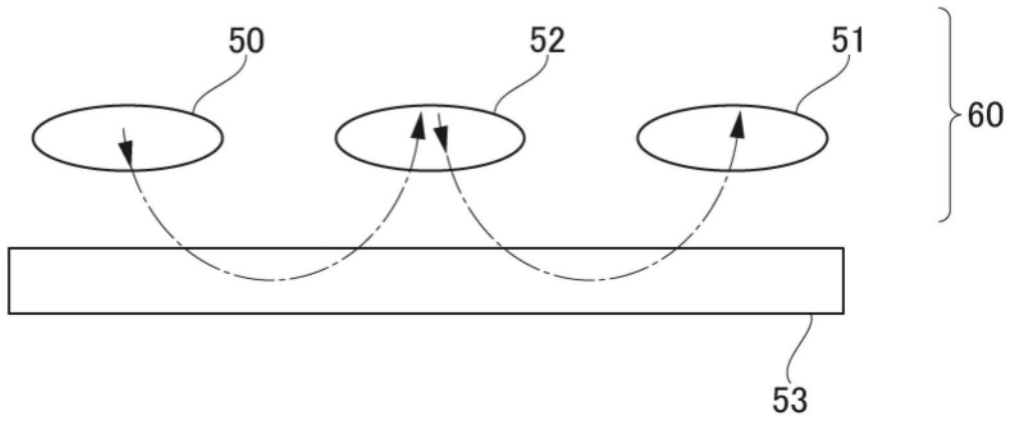


图9

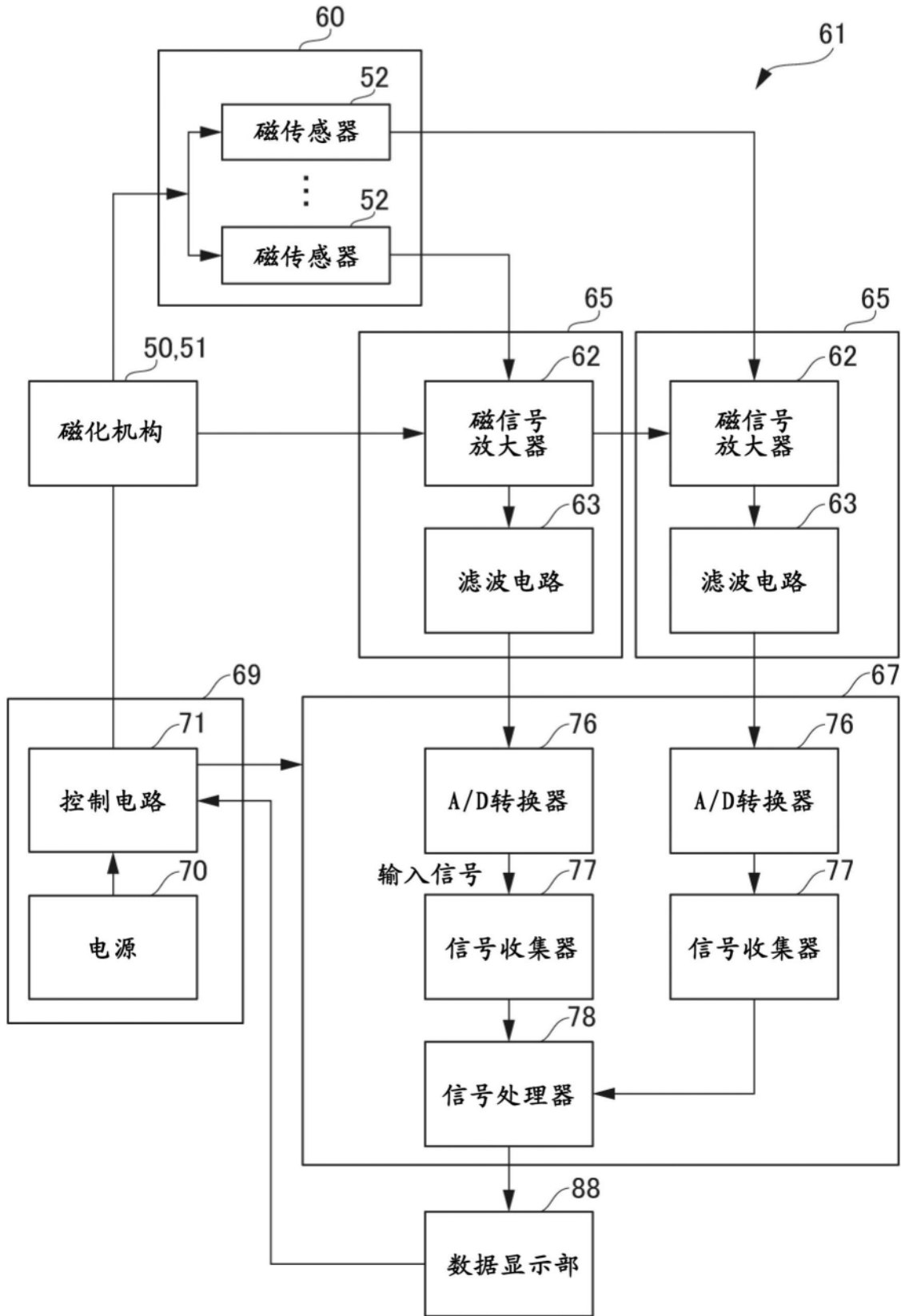


图10

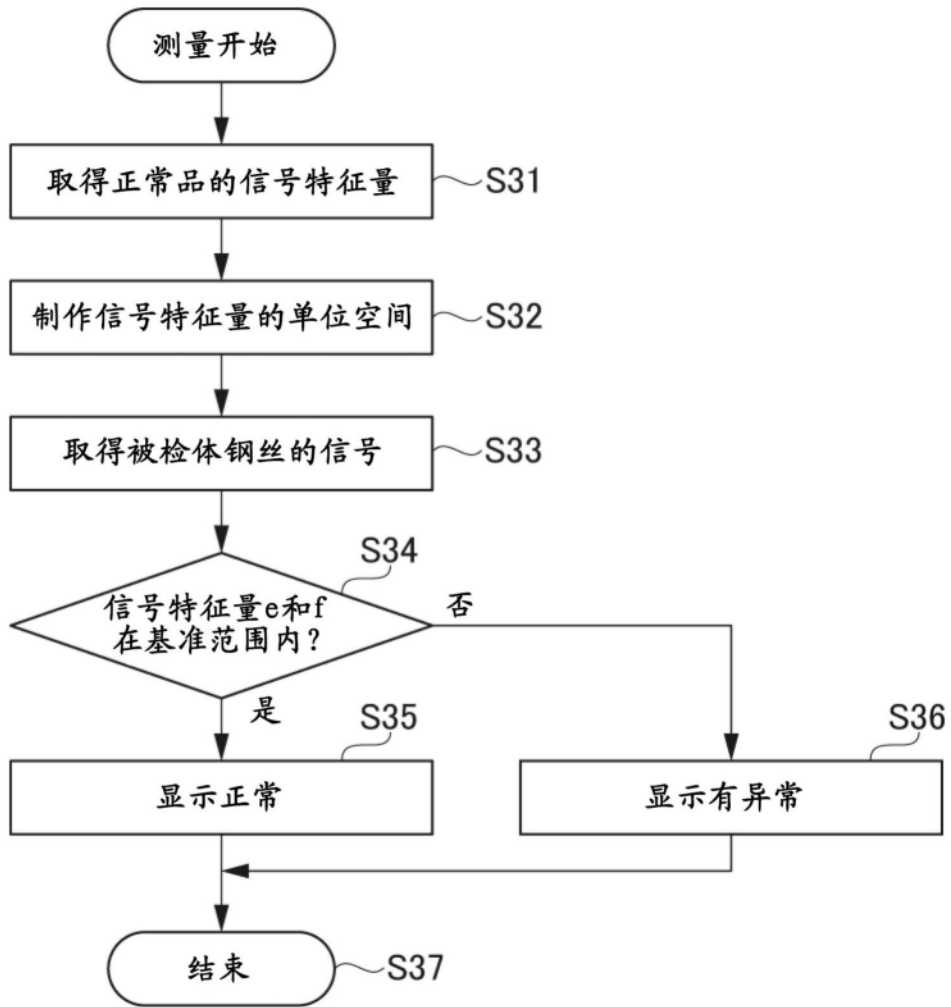


图11