



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102901994 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201210175463. 2

CN 101052896 A, 2007. 10. 10,

(22) 申请日 2012. 05. 30

US 2010232258 A1, 2010. 09. 16,

(30) 优先权数据

JP 特开平 11-304940 A, 1999. 11. 05,

10-2011-0075431 2011. 07. 28 KR

KR 2003-0020536 A, 2003. 03. 10,

(73) 专利权人 韩国地质资源研究院

审查员 宋洁

地址 韩国大田

(72) 发明人 曹昌洙 申寅撤 朴廷昊

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

代理人 陈炜 李德山

(51) Int. Cl.

G01V 13/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102004267 A, 2011. 04. 06,

CN 102192970 A, 2011. 09. 21,

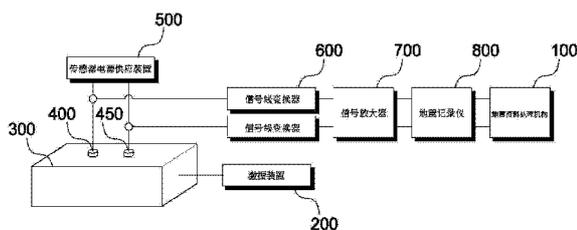
权利要求书3页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称

利用地震记录仪的测定传感器验证系统及方法

(57) 摘要

本发明涉及一种利用地震记录仪的测定传感器验证系统及方法,更详细地,涉及一种对新颖地震观测仪器及老化的地震计的地震观测测定资料或振动台试验资料进行时间区域带通滤波器及希尔伯特变换来想要提高地震记录仪的响应谱振幅及相位测定效率的利用地震记录仪的测定传感器验证系统及方法。通过本发明对新颖地震观测仪器及老化的地震计的地震观测测定资料或振动台试验资料进行时间区域带通滤波器过滤及希尔伯特变换来求得地震传感器响应谱,由此提供用于提高振幅及相位测定准确度的效果。并且,可与所要测定的传感器种类不相关地提供传感器的特性,从而能够改善需要引进同种传感器的不便。



1. 一种利用地震记录仪的测定传感器验证系统,其特征在于,包括:
 - 激振装置 (200),其对振动台进行激振;
 - 振动台 (300),其设置有基准传感器 (400) 及测定传感器 (450),与上述激振装置相连接,并在启动激振装置时激振;
 - 信号线变换器 (600),其用于测定上述基准传感器及测定传感器的振动信号,
 - 信号放大器 (700),其对在上述信号线变换器中变换的振动信号进行放大,并向地震记录仪传送放大的振动信号;
 - 地震记录仪 (800),其用于测定从上述信号放大器传送的放大振动信号;
 - 地震资料处理机构 (100),其计算在上述地震记录仪中所测定的基准传感器及测定传感器的响应谱,将基准传感器的振动信号变换为频域,并将其修正为响应谱之后,对上述计算的响应谱与修正的响应谱进行比较来判断测定传感器的正常与否,
 - 其中,上述地震资料处理机构 (100) 包括:
 - 基准传感器频域变换部 (110),其取得基准传感器的振动信号,利用傅立叶变换将其变换为频域;
 - 响应谱修正部 (120),其用于通过将借助上述基准传感器频域变换部来变换的频谱除以理论性响应谱或者已知的响应谱来修正响应谱;
 - 同种传感器判断部 (130),其用于判断基准传感器及测定传感器是否为相同种类的传感器;
 - 单位变换部 (140),其用于在基准传感器与测定传感器不是相同种类的传感器时,以测定传感器为基准,在频域使用微分运算符或者积分运算符进行变换,以便具备相同的测定单位;
 - 响应谱计算部 (150),其用于在基准传感器与测定传感器为相同种类的传感器时,利用带通滤波器过滤及希尔伯特变换来计算响应谱;
 - 测定传感器正常与否判断部 (160),其用于对借助上述响应谱计算部计算的响应谱与借助响应谱修正部修正的响应谱进行比较来判断测定传感器的正常与否;
 - 结果值输出部 (170),其用于输出在上述测定传感器正常与否判断部判断的结果值。
2. 根据权利要求 1 所述的利用地震记录仪的测定传感器验证系统,其特征在于,上述响应谱计算部 (150) 包括:
 - 实数部及虚数部设定部 (151),其在设定的带通频带利用测定传感器信息和基准传感器信息执行时域带通滤波器过滤,并执行希尔伯特变换后,将带通滤波器过滤信息设定为实数部,将希尔伯特变换信息设定为虚数部;
 - 振幅及相位计算部 (152),其用于合计借助实数部及虚数部设定部而设定的实数部与虚数部后,计算随时间发生变化的振幅和相位;
 - 振幅提取部 (153),其对于借助上述振幅及相位计算部计算的基准传感器和测定传感器的时间序列振幅,仅提取高于基准传感器或者测定传感器本身的噪音的振幅值;
 - 响应振幅谱比计算部 (154),其对于借助上述振幅提取部提取的振幅,通过合计基准传感器及测定传感器的时间序列振幅值计算基准传感器与测定传感器的振幅比来计算响应振幅谱;
 - 响应相位谱计算部 (155),其用于计算基准传感器与测定传感器的相位差,计算相位差

的平均值和标准偏差值,在相位差值中,在平均值中计算对于标准偏差范围内的相位差值的平均值来计算响应相位谱。

3. 根据权利要求 1 所述的利用地震记录仪的测定传感器验证系统,其特征在于,上述地震资料处理机构还包括:

一次响应谱比计算部 (180),其通过将包括与基于第一次激振的频道一相连接的基准传感器的振动信号的频域变换和响应谱的测定值除以包括与频道二相连接的测定传感器的振动信号的频域变换和响应谱的测定值来计算响应谱比;

二次响应谱比计算部 (185),其通过将包括与基于第二次激振的频道一相连接的测定传感器的振动信号的频域变换和响应谱的测定值除以包括与频道二相连接的基准传感器的振动信号的频域变换和响应谱的测定值来计算响应谱比;

地震记录仪响应取得部 (190),其通过将借助上述一次响应谱比计算部与二次响应谱比计算部计算的响应谱比相乘并乘以 $1/2$ 平方来取得频道一的地震记录仪响应/频道二的地震记录仪响应。

4. 根据权利要求 3 所述的利用地震记录仪的测定传感器验证系统,其特征在于,将在上述地震记录仪响应取得部取得的值乘以从与频道二相连接的传感器测定的地基振动值来修正地震记录仪。

5. 一种利用地震记录仪的测定传感器验证方法,其特征在于,包括以下步骤:

通过启动激振装置来使振动台振动的激振装置振动扫描步骤 (S100);

在地震资料处理机构取得借助地震记录仪测定的基准传感器及测定传感器的振动信息的实验信息取得步骤 (S200);

基准传感器频域变换部 (110) 取得基准传感器的振动信号,利用傅立叶变换使其变换为频域的基准传感器频域变换步骤 (S300);

响应谱修正部 (120) 将借助基准传感器频域变换部而变换的频域除以基准传感器的理论性响应谱修正或者已知的响应谱来修正响应谱的响应谱修正步骤 (S400);

同种传感器判断部 (130) 判断基准传感器及测定传感器是否为相同种类的传感器的同种传感器判断步骤 (S500);

在基准传感器与测定传感器为相同种类的传感器的情况下,响应谱计算部 (150) 利用带通滤波器过滤及希尔伯特变换计算响应谱的响应谱计算步骤 (S700);

测定传感器正常与否判断部 (160) 通过对借助响应谱计算部计算的响应谱与借助响应谱修正部修正的响应谱进行比较来判断测定传感器的正常与否的测定传感器正常与否判断步骤 (S800);

结果值输出部 (170) 输出在测定传感器正常与否判断部判断的结果值的结果值输出步骤。

6. 根据权利要求 5 所述的利用地震记录仪的测定传感器验证方法,其特征在于,在上述同种传感器判断步骤 (S500) 判断的结果表明基准传感器与测定传感器不是相同种类的传感器时,执行单位变换部 (140) 以测定传感器为基准在频域中使用微分运算符或者积分运算符来变换为相同的测定单位的单位变换步骤 (S600)。

7. 根据权利要求 5 所述的利用地震记录仪的测定传感器验证方法,其特征在于,上述响应谱计算步骤 (S700) 包括以下步骤:

实数部及虚数部设定部 (151) 在设定的带通频带利用测定传感器信息和基准传感器信息执行时域带通滤波器过滤, 并执行希尔伯特变换后, 将带通滤波器过滤信息设定为实数部, 将希尔伯特变换信息设定为虚数部的实数部及虚数部设定步骤 (S710) ;

振幅及相位计算部 (152) 对借助实数部及虚数部设定部而设定的实数部和虚数部进行合计后, 计算随时间发生变化的振幅与相位的振幅及相位计算步骤 (S720) ;

振幅提取部 (153) 对于借助振幅及相位计算部计算的基准传感器和测定传感器的时间序列振幅, 仅提取高于基准传感器或者测定传感器本身的噪音的振幅值的振幅提取步骤 (S730) ;

响应振幅谱比计算部 (154) 对于借助振幅提取部而提取的振幅, 通过合计基准传感器及测定传感器的时间序列振幅值计算基准传感器与测定传感器的振幅比来计算响应振幅谱比的响应振幅谱比计算步骤 (S740) ;

响应相位谱计算部 (155) 计算基准传感器与测定传感器的相位差, 并计算相位差的平均值和标准偏差值, 在相位差值中在平均值中计算对于在标准偏差范围内的相位差值的平均值来计算响应相位谱的响应相位谱计算步骤 (S750)。

利用地震记录仪的测定传感器验证系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用地震记录仪的测定传感器验证系统及方法,更详细地,涉及一种对新颖地震观测仪器及老化的地震计的地震观测测定资料或振动台试验资料进行时间区域带通滤波器(Bandpass filter)及希尔伯特变换来提高地震记录仪的响应谱振幅及相位测定准确度的利用地震记录仪的测定传感器验证系统及方法。

背景技术

[0002] 地震监测系统为测定主要使用地震记录仪来测定地面移动的地震传感器(seismometer sensor)(速度,加速度)的电压的装置,购买新颖地震计时,必须确认制造公司提示的地震记录仪及传感器的性能,可能需要验证设置于地震观测所的以往老化的地震监测系统的性能。

[0003] 作为地震仪的验证方法,将地震仪传感器设置在振动台(振动产生装置)之上,通过激振(产生振动)以绝对基准传感器为基准来测定要测定的地震计传感器振动。

[0004] 此时,有一种对测定的振动值单纯执行傅立叶变换来使其变换为频域之后,除以绝对基准传感器测定值来测定的方法。

[0005] 这种情况下,具有应掌握性能和通过验证的绝对地震计性能的缺点。

[0006] 并且,激振振动值非常微小时,由于噪音测定多而可能会产生测定错误。

[0007] 另一种方法,作为用于验证地震仪性能的方法,有一种在实际地震观测所设置两个传感器,将从具有已测定的地震计传感器响应谱的传感器资料(信息)测定的传感器的频率进行变换,利用频谱比来测定的方法。

[0008] 这种测定的情况,对于具有传感器本身噪音的部分,就测定传感器的响应谱部分而言包含很多噪音。

[0009] 并且,如果仅执行上述频率变换,则就各频率而言仅存在一个测定值,因此只能放大响应谱的误差。

[0010] 因此,就求得使用地震计所测量的振动资料的地震计传感器响应谱而言,低于地震计传感器本身噪音的成分的谱产生歪曲传感器响应谱的部分,从而需要一种能够通过抑制低于地震计传感器本身噪音的振动资料的谱来提高正确性的方法。

[0011] 并且,在执行地震研究上,会产生需要获取精密的地震资料的情况、需要修正地震记录仪的情况或者丢失记录仪的可测定信息的情况,此时,需要一种可修正地震记录仪的方法。

[0012] 作为背景技术的一例,公开于作为韩国授权专利 0594625 号(2006.06.30. 公开)的“地震波检测系统”。

[0013] 上述背景技术输入得到地震波信号并过滤之后,将对于地震波信号的短时间平均(Short Time average)与长时间平均(Long Time average)的比率交换为规定时窗(TimeWindow)的区间值,并测定基于核对值的短时间平均(ST)与长时间平均(LT)区间的地震波信号变化率,对测定的模拟信号进行微分,并且控制地震波变数的代入、存储、记录

控制、运算等,以便进行微分时利用倾斜率来控制任意的两个区间。

[0014] 但是,如上所述的背景技术在产生微地震 (Micro Earthquake) 时,不能区分背景噪音与地震波的振幅 (Amplitude),从而地震波检测性能显著地降低,因此具有不可能进行准确的地震因素决定的缺点。

[0015] 现有技术文献

[0016] 专利文献

[0017] (专利文献 1) 韩国授权专利 0594625 (2006. 06. 30)

发明内容

[0018] 因此,本发明是考虑到如上所述的现有技术的问题而提出的,本发明的目的在于,对新颖地震观测仪器及老化的地震计的地震观测测定资料或振动台试验资料进行时间区域带通滤波器 (Bandpass filter) 及希尔伯特变换来求得地震传感器响应谱,由此提高振幅及相位测定准确度。

[0019] 本发明的再一目的在于,可与所要测定的传感器种类无关地提供传感器的特性。

[0020] 本发明的另一目的在于,在一般地震观测所设置两个传感器时,不用特别将传感器带到实验室振动台,利用在地震观测所得到的资料也可执行传感器的性能确认及验证。

[0021] 本发明的又一个目的在于,与激振源无关地,可以仅变更地震记录仪的频道也能执行地震记录仪修正,以便不仅在振动台试验,而是在一般地震观测所均可以仅变更频道来方便地执行修正工作。

[0022] 为了达到本发明所要解决的问题的目的,根据本发明的一实施例的利用地震记录仪的测定传感器验证系统包括:激振装置 200,其对振动台进行激振;振动台 300,其设置构成有基准传感器 400 及测定传感器 450,与上述激振装置相连接,并在启动激振装置时激振;信号线变换器 600,其用于测定上述基准传感器及测定传感器的振动信号;信号放大器 700,其将在上述信号线变换器中变换的振动信号进行放大,并向地震记录仪传送放大的振动信号;地震记录仪 800,其用于测定从上述信号放大器传送的放大振动信号;地震资料处理机构 100,其计算在上述地震记录仪测定的基准传感器及测定传感器的响应谱,将基准传感器的振动信号变换为频域,并将其修正为响应谱后,对上述计算的响应谱与修正的响应谱进行比较来判断测定传感器的正常与否。由此解决本发明的问题。

[0023] 具有以上结构及作用的本发明的利用地震记录仪的测定传感器验证系统及方法,对新颖地震观测仪器及老化的地震计的地震观测测定资料或振动台试验资料进行时间区域带通滤波器 (Bandpass filter) 及希尔伯特变换来求得地震传感器响应谱,由此提供用于提高振幅及相位测定准确度的效果。

[0024] 并且,使与所要测定的传感器种类无关地提供传感器的特性,从而能够改善需要引进同种传感器的不便。

[0025] 并且,在一般地震观测所设置两个传感器时,不用特别将传感器带到实验室振动台,也可利用在地震观测所得到的资料执行传感器的性能确认及验证,从而提供使用上的便利性。

[0026] 并且,提供如下更好的效果:与激振源无关地,仅变更地震记录仪的频道也可执行地震记录仪修正,以便不仅在振动台试验,而且在一般地震观测所也可以仅变更频道来方

便地执行修正工作。

附图说明

[0027] 图 1 是简要构成利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的结构图。

[0028] 图 2 是利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的地震资料处理机构框图。

[0029] 图 3 是利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的响应谱计算部框图。

[0030] 图 4 是表示利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证方法的流程图。

[0031] 图 5 是表示利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的响应谱计算部的处理过程的流程图。

[0032] 图 6 至图 7 是用于修正利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的地震记录仪的试验执行程序图。

[0033] 图 8 是用于修正利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的地震记录仪的框图。

[0034] 图 9 是表示利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的地震记录仪修正方法的流程图。

[0035] 附图标记的说明

[0036] 100 :地震资料处理机构

[0037] 200 :激振装置

[0038] 300 :振动台

[0039] 400 :基准传感器

[0040] 450 :测定传感器

[0041] 600 :信号线变换器

[0042] 700 :信号放大器

[0043] 800 :地震记录仪

具体实施方式

[0044] 用于达成上述目的利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统,其特征在于,包括:激振装置 200,其对振动台进行激振;振动台 300,其设置构成有基准传感器 400 及测定传感器 450,与上述激振装置相连接,并在启动激振装置时激振;信号线变换器 600,其用于测定上述基准传感器及测定传感器的振动信号;信号放大器 700,其将在上述信号线变换器中变换的振动信号进行放大,并向地震记录仪传送放大的振动信号;地震记录仪 800,其用于测定从上述信号放大器传送的放大振动信号;地震资料处理机构 100,其计算在上述地震记录仪测定的基准传感器及测定传感器的响应谱,将基准传感器的振动信号变换为频域,并将其修正为响应谱后,对上述计算的响应谱与修正的响应谱进行比较来判断测定传感器的正常与否。

[0045] 此时,上述地震资料处理机构 100,其特征在于,包括:基准传感器频域变换部 110,其取得基准传感器的振动信号,利用傅立叶变换使其变换为频域;响应谱修正部 120,其用于将借助上述基准传感器频域变换部变换的频谱除以理论性响应谱或者已知的响应谱来修正响应谱;同种传感器判断部 130,其用于判断基准传感器及测定传感器是否为相同种类的传感器;单位变换部 140,其用于在基准传感器与测定传感器不是相同种类的传感器时,以测定传感器为基准,在频域使用微分运算符或者积分运算符进行变换,以便具备相同的测定单位;响应谱计算部 150,其用于在基准传感器与测定传感器为相同种类的传感器时,利用带通滤波器过滤及希尔伯特变换来计算响应谱;测定传感器正常与否判断部 160,其用于对借助上述响应谱计算部计算的响应谱与借助响应谱修正部修正的响应谱进行比较来判断测定传感器的正常与否;结果值输出部 170,其用于输出在上述测定传感器正常与否判断部判断的结果值。

[0046] 此时,上述响应谱计算部 150,其特征在于,包括:实数部及虚数部设定部 151,其在设定的带通频带利用测定传感器信息和基准传感器信息执行时域带通滤波器过滤,并执行希尔伯特变换后,将带通滤波器过滤信息设定为实数部,将希尔伯特变换信息设定为虚数部;振幅及相位计算部 152,其用于合计借助实数部及虚数部设定部而设定的实数部与虚数部后,计算随时间发生变化的振幅和相位;振幅提取部 153,其对于借助上述振幅及相位计算部计算的基准传感器和测定传感器的时间序列振幅,用于仅提取高于基准传感器或者测定传感器本身的噪音的振幅值;响应振幅谱比计算部 154,其对于借助上述振幅提取部提取的振幅,通过合计基准传感器及测定传感器的时间序列振幅值计算振幅比(测定传感器/基准传感器)来计算响应振幅谱;响应相位谱计算部 155,其用于计算基准传感器与测定传感器的相位差(测定传感器相位-基准传感器相位),计算相位差的平均值和标准偏差值,在相位差值中,在平均值中计算对于标准偏差范围内的相位差值的平均值来计算响应相位谱。

[0047] 另一方面,作为本发明的利用地震记录仪的测定传感器验证方法,其特征在于,包括以下步骤:通过启动激振装置来使振动台振动的激振装置振动扫描步骤(S100);在地震资料处理机构取得借助地震记录仪测定的基准传感器及测定传感器的振动信号的实验信息取得步骤(S200);基准传感器频域变换部 110 取得基准传感器的振动信号,利用傅立叶变换使其变换为频域的基准传感器频域变换步骤(S300);响应谱修正部 120 在借助基准传感器频域变换部而变换的频域除以基准传感器的理论性响应谱修正或者已知的响应谱来修正响应谱的响应谱修正步骤(S400);同种传感器判断部 130 判断基准传感器及测定传感器是否为相同种类的传感器的同种传感器判断步骤(S500);在基准传感器与测定传感器为相同种类的传感器的情况下,响应谱计算部 150 利用带通滤波器过滤及希尔伯特变换计算响应谱的响应谱计算步骤(S700);测定传感器正常与否判断部 160 通过对借助响应谱计算部计算的响应谱与借助响应谱修正部修正的响应谱进行比较来判断测定传感器的正常与否的测定传感器正常与否判断步骤(S800);结果值输出部 170 输出在测定传感器正常与否判断部判断的结果值的结果值输出步骤。

[0048] 此时,其特征在于,上述同种传感器判断步骤(S500)中的判断结果,基准传感器与测定传感器不是相同种类的传感器时,单位变换部 140 执行以测定传感器为基准在频域中使用微分运算符或者积分运算符变换为相同的测定单位的单位变换步骤(S600)。

[0049] 此时,上述响应谱计算步骤(S700),其特征在于,包括以下步骤:实数部及虚数部设定部 151 在设定的带通频带利用测定传感器信息和基准传感器信息执行时域带通滤波器过滤,并执行希尔伯特变换后,将带通滤波器过滤信息设定为实数部,将希尔伯特变换信息设定为虚数部的实数部及虚数部设定步骤(S710);振幅及相位计算部 152 对借助实数部及虚数部设定部而设定的实数部和虚数部进行合计后,计算随时间发生变化的振幅与相位的振幅及相位计算步骤(S720);振幅提取部 153 对于借助振幅及相位计算部计算的基准传感器和测定传感器的时间序列振幅,仅提取高于基准传感器或者测定传感器本身的噪音的振幅值的振幅提取步骤(S730);响应振幅谱比计算部 154 对于借助振幅提取部而提取的振幅,通过合计基准传感器及测定传感器的时间序列振幅值计算振幅比(测定传感器/基准传感器)来计算响应振幅谱比的响应振幅谱比计算步骤(S740);响应相位谱计算部 155 计算基准传感器与测定传感器的相位差(测定传感器相位-基准传感器相位),并计算相位差的平均值和标准偏差值,在相位差值中在平均值中计算对于在标准偏差范围内的相位差值的平均值来计算响应相位谱的响应相位谱计算步骤(S750)。

[0050] 另一方面,根据本发明的再一实施例的上述地震资料处理机构,其特征在于,还包括:一次响应谱比计算部 180,其通过将包括与基于第一次激振的频道一相连接的基准传感器的振动信号的频域变换和响应谱的测定值除以包括与频道二相连接的测定传感器的振动信号的频域变换和响应谱的测定值来计算响应谱比;二次响应谱比计算部 185,其通过将包括与基于第二次激振的频道一相连接的测定传感器的振动信号的频域变换和响应谱的测定值除以包括与频道二相连接的基准传感器的振动信号的频域变换和响应谱的测定值来计算响应谱比;地震记录仪响应取得部 190,其通过将借助上述一次响应谱比计算部与二次响应谱比计算部计算的响应谱比相乘并乘以 $1/2$ 平方来取得(频道一的地震记录仪响应/频道二的地震记录仪响应)。

[0051] 此时,其特征在于,将在上述地震记录仪响应取得部取得的值(频道一的地震记录仪响应/频道二的地震记录仪响应)乘以从与频道二相连接的传感器测定的地基振动值来修正地震记录仪。

[0052] 下面,通过利用基于本发明的地震记录仪的测定传感器验证系统及方法的实施例进行详细说明。

[0053] 图 1 是简要构成利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的结构图。

[0054] 如图 1 所示,作为本发明的利用地震记录仪的测定传感器验证系统,其特征在于,包括:激振装置 200,其对振动台进行激振;振动台 300,其设置构成有基准传感器 400 及测定传感器 450,与上述激振装置相连接,并在启动激振装置时激振;信号线变换器 600,其用于测定上述基准传感器及测定传感器的振动信号;信号放大器 700,其将在上述信号线变换器中变换的振动信号进行放大,并向地震记录仪传送放大的振动信号;地震记录仪 800,其用于测定从上述信号放大器传送的放大振动信号;地震资料处理机构 100,其计算在上述地震记录仪测定的基准传感器及测定传感器的响应谱,将基准传感器的振动信号变换为频域,并将其修正为响应谱后,对上述计算的响应谱与修正的响应谱进行比较来判断测定传感器的正常与否。

[0055] 基准传感器及测定传感器充分地于振动台上表面很好的紧固在一起,从而使在振

动台产生的振动不歪曲地顺利进行传达。

[0056] 参照图 1, 为了对许多种类的基准传感器 400 及测定传感器 450 进行试验, 由信号线变换器 600、用于向传感器供应电源的传感器电源供应装置 600 以及将具有低输出电压的传感器的信号放大成适合于地震记录仪 800 的信号放大器 700 构成。

[0057] 就上述信号线变换器而言, 每个制造公司使用不同的端子, 因此需要变更配线, 使得信号线电缆适合地震记录仪地进行输入, 作为另一术语可以定义为信号线配线变换器。

[0058] 此时, 例如, 在基准传感器或者测定传感器中知道传感器的响应谱, 或者在此传感器进行几乎与理论性响应谱相同的举动的假设下执行试验。

[0059] 图 2 是利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的地震资料处理机构的框图。

[0060] 如图 2 所示, 地震资料处理机构 100 包括: 基准传感器频域变换部 110, 其取得基准传感器的振动信号, 利用傅立叶变换使其变换为频域; 响应谱修正部 120, 其用于将借助上述基准传感器频域变换部变换的频谱除以理论性响应谱或者已知的响应谱来修正响应谱; 同种传感器判断部 130, 其用于判断基准传感器及测定传感器是否为相同种类的传感器; 单位变换部 140, 其用于在基准传感器与测定传感器不是相同种类的传感器时, 以测定传感器为基准, 在频域使用微分运算符或者积分运算符进行变换, 以便具备相同的测定单位; 响应谱计算部 150, 其用于在基准传感器与测定传感器为相同种类的传感器时, 利用带通滤波器过滤及希尔伯特变换来计算响应谱; 测定传感器正常与否判断部 160, 其用于对借助上述响应谱计算部计算的响应谱与借助响应谱修正部修正的响应谱进行比较来判断测定传感器的正常与否; 结果值输出部 170, 其用于输出在上述测定传感器正常与否判断部判断的结果值。

[0061] 上述响应谱修正部 120 通过将借助基准传感器频域变换部变换的频谱除以制造公司提供的理论性响应谱或者已知的响应谱来修正响应谱。

[0062] 本发明说明的理论性响应谱, 是指地震仪传感器制造公司制造的传感器所具备的固有特性, 通过提供极点 (pole) 和零点 (zero) 值来提供响应谱。

[0063] 此外, 将制造公司直接测定的各传感器的响应谱提供给使用者, 已知的响应谱是指制造公司供应的响应谱或通过绝对的测定而测定的响应谱, 可成为绝对基准传感器。

[0064] 此时, 上述单位变换部 140 执行能够具备同一测定单位地进行变换的功能, 例如可能会有测定地基运动的加速度的加速度计和测定速度的速度计, 因此是统一上述加速度计和速度计的测定单位。

[0065] 并且, 本发明的说明书上所说明的地震资料意味着表示根据时间测定的地基振动值的资料。

[0066] 图 4 是表示利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证方法的流程图。

[0067] 如图 4 所示, 利用地震记录仪的测定传感器验证方法, 其特征在于, 包括以下步骤: 通过启动激振装置来使振动台振动的激振装置振动扫描步骤 (S100); 在地震资料处理机构取得借助地震记录仪测定的基准传感器及测定传感器的振动信号的实验信息取得步骤 (S200); 基准传感器频域变换部 110 取得基准传感器的振动信号, 利用傅立叶变换使其变换为频域的基准传感器频域变换步骤 (S300); 响应谱修正部 120 在借助基准传感器频域

变换部而变换的频域除以基准传感器的理论性响应谱修正或者已知的响应谱来修正响应谱的响应谱修正步骤 (S400) ;同种传感器判断部 130 判断基准传感器及测定传感器是否为相同种类的传感器的同种传感器判断步骤 (S500) ;在基准传感器与测定传感器为相同种类的传感器的情况下,响应谱计算部 150 利用带通滤波器过滤及希尔伯特变换计算响应谱的响应谱计算步骤 (S700) ;测定传感器正常与否判断部 160 通过对借助响应谱计算部计算的响应谱与借助响应谱修正部修正的响应谱进行比较来判断测定传感器的正常与否的测定传感器正常与否判断步骤 (S800) ;结果值输出部 170 输出在测定传感器正常与否判断部判断的结果值的结果值输出步骤。

[0068] 此时,上述同种传感器判断步骤 (S500) 中的判断结果,基准传感器与测定传感器不是相同种类的传感器时,单位变换部 140 执行以测定传感器为基准在频域中使用微分运算符或者积分运算符变换为相同的测定单位的单位变换步骤 (S600)。

[0069] 参照图 2 及图 4 进行说明,为了验证传感器,地震资料处理机构 100 包括:基准传感器频域变换部 110、响应谱修正部 120、同种传感器判断部 130、单位变换部 140、响应谱计算部 150、测定传感器正常与否判断部 160 以及结果值输出部 170。

[0070] 对工作过程进行说明,通过启动激振装置来使 (S100) 振动台激振,在地震资料处理机构 100 取得借助地震记录仪测定的基准传感器及测定传感器的振动信号 (S200)。

[0071] 此后,地震资料处理机构的基准传感器频域变换部 110 取得基准传感器的振动信号,利用傅立叶变换使其变换为频域 (S300)。

[0072] 此时,在振动台执行激振时,激振源包括所要得到的振动范围的频率成分。

[0073] 例如,振动进行 0.1Hz 至 50Hz 的振动扫描 (sweep) 时,执行激振约 20 秒。

[0074] 其后,确认试验资料是否从地震记录仪传送并在地震资料处理机构取得。

[0075] 其后,在基准传感器频域变换部利用傅立叶变换将基准传感器资料变换为频域。

[0076] 此后,响应谱修正部 120 在借助基准传感器频域变换部变换的频域除以基准传感器的理论性响应谱修正或者已知的响应谱来修正响应谱 (S400)。

[0077] 此后,同种传感器判断部 130 判断基准传感器及测定传感器是否为相同种类的传感器 (S500),基准传感器与测定传感器不是相同种类的传感器的情况下,单位变换部 140 执行以测定传感器为基准,在频域使用微分运算符或者积分运算符变换为同一测定单位的单位变换步骤 (S600)。

[0078] 即,以测定传感器为基准,在频域使用微分运算符 ($i\omega$) 或者积分运算符 ($1/i\omega$) 变换为同一测定单位。

[0079] 此时, ω 表示各频率, i 表示复数。

[0080] 特别是,在基准传感器为速度、测定传感器为加速度的情况下,在基准传感器资料的频域进行微分,在基准传感器为加速度、测定传感器为速度的情况下,在基准传感器资料的频域进行积分。

[0081] 并且,就响应谱计算部 150 而言,在基准传感器与测定传感器为相同种类的传感器的情况下,利用带通滤波器过滤及希尔伯特变换计算响应谱 (S700)。

[0082] 参照图 3 及图 5 再对此进行具体说明。

[0083] 此后,测定传感器正常与否判断部 160 通过对借助响应谱计算部计算的响应谱与借助响应谱修正部修正的响应谱进行比较来判断测定传感器的正常与否 (S800)。

[0084] 此后,结果值输出部 170 输出在测定传感器正常与否判断部判断的结果值,如果输出测定传感器不正常的结论,则决定传感器的矫正或者修理。

[0085] 此时,还可以取得计算的响应谱的结果本身。

[0086] 图 3 是利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的响应谱计算部的框图。

[0087] 如图 3 所示,上述响应谱计算部 150 包括:实数部及虚数部设定部 151,其在设定的带通频带利用测定传感器信息和基准传感器信息执行时域带通滤波器过滤,并执行希尔伯特变换后,将带通滤波器过滤信息设定为实数部,将希尔伯特变换信息设定为虚数部;振幅及相位计算部 152,其用于合计借助实数部及虚数部设定部而设定的实数部与虚数部后,计算随时间发生变化的振幅和相位;振幅提取部 153,其对于借助上述振幅及相位计算部计算的基准传感器和测定传感器的时间序列振幅,仅提取高于基准传感器或者测定传感器本身的噪音的振幅值;响应振幅谱比计算部 154,其对于借助上述振幅提取部提取的振幅,通过合计基准传感器及测定传感器的时间序列振幅值计算振幅比(测定传感器/基准传感器)来计算响应振幅谱比;响应相位谱计算部 155,其用于计算基准传感器与测定传感器的相位差(测定传感器相位-基准传感器相位),计算相位差的平均值和标准偏差值,在相位差值中,在平均值中计算对于标准偏差范围内的相位差值的平均值来计算响应相位谱。

[0088] 图 5 是表示利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的响应谱计算部的处理过程的流程图。

[0089] 参照图 3 及图 5,说明上述响应谱计算步骤(S700),就响应谱计算步骤而言,其特征在于,包括以下步骤:实数部及虚数部设定部 151 在设定的带通频带利用测定传感器信息和基准传感器信息执行时域带通滤波器过滤,并执行希尔伯特变换后,将带通滤波器过滤信息设定为实数部,将希尔伯特变换信息设定为虚数部的实数部及虚数部设定步骤(S710);振幅及相位计算部 152 对借助实数部及虚数部设定部而设定的实数部和虚数部进行合计后,计算随时间发生变化的振幅与相位的振幅及相位计算步骤(S720);振幅提取部 153 对于借助振幅及相位计算部计算的基准传感器和测定传感器的时间序列振幅,仅提取高于基准传感器或者测定传感器本身的噪音的振幅值的振幅提取步骤(S730);响应振幅谱比计算部 154 对于借助振幅提取部而提取的振幅,通过合计基准传感器及测定传感器的时间序列振幅值计算振幅比(测定传感器/基准传感器)来计算响应振幅谱比的响应振幅谱比计算步骤(S740);响应相位谱计算部 155 计算基准传感器与测定传感器的相位差(测定传感器相位-基准传感器相位),并计算相位差的平均值和标准偏差值,在相位差值中在平均值中计算对于在标准偏差范围内的相位差值的平均值来计算响应相位谱的响应相位谱计算步骤(S750)。

[0090] 即,实数部及虚数部设定部 151 在设定的带通频带利用测定传感器信息和基准传感器信息执行时域带通滤波器过滤,并执行希尔伯特变换后,将带通滤波器过滤信息设定为实数部,将希尔伯特变换信息设定为虚数部(S710)。

[0091] 作为通过带通过滤器(最小相位延迟过滤器或者零相位过滤器)的过滤及利用希尔伯特变换的响应谱制作程序,最低频率从 $1/T$ (T :整体记录时间)开始计算到最大频率 $1/(2X \times t)$,将各频带增减频率设定为 $1/T$ 在理论上最为适当,但是考虑到计算时间,例如,在带通带小于 1Hz 时将带设定为 $1.5/T$,在 1Hz 以上时将带设定为 0.25Hz,从最低频率到最大

频率反复地执行带通过滤器及希尔伯特变换步骤。

[0092] 此后,振幅及相位计算部 152 合计借助实数部及虚数部设定部设定的实数部与虚数部后,计算随时间发生变化的振幅和相位 (S720)。

[0093] 此后,振幅提取部 153 相对于借助振幅及相位计算部计算的基准传感器与测定传感器的时间序列振幅,仅提取高于基准传感器或者测定传感器本身的噪音的振幅值 (S730),响应振幅谱比计算部 154 相对于借助振幅提取部提取的振幅,合计基准传感器及测定传感器的时间序列振幅值来计算振幅比 (测定传感器 / 基准传感器) 并计算响应振幅谱比 (S740)。

[0094] 此后,响应相位谱计算部 155 计算基准传感器与测定传感器的相位差 (测定传感器相位 - 基准传感器相位),计算相位差的平均值和标准偏差值,在相位差值中计算对于平均值中标准偏差范围内的相位差值的平均值来计算响应相位谱 (S750)。

[0095] 通过如上所述的步骤,按不同频率取得根据频率的响应谱。

[0096] 如上所述求得传感器响应谱的方法同样适用于对于一般地震观测所噪音和地震观测地震资料。

[0097] 图 6 至图 7 是用于修正利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的地震记录仪修正的试验执行程序图。

[0098] 首先,频道一连接基准传感器,频道二连接测定传感器,执行第一个激振源的为图 6,频道一连接测定传感器,频道二连接基准传感器,执行第二个激振源的为图 7。

[0099] 图 8 是用于修正利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的地震记录仪的框图。

[0100] 图 9 是表示利用根据本发明的一实施例的地震记录仪的测定传感器验证系统的地震记录仪修正方法的流程图。

[0101] 连接频道一与基准传感器,连接频道二与测定传感器后执行第一次激振 (S1000),一次响应谱比计算部 180 通过将包括基于第一次激振的与频道一相连接的基准传感器的振动信号的频域变换和响应谱的测定值除以包括与频道二相连接的测定传感器的振动信号的频域变换和响应谱的测定值来计算响应谱比 (S1100)。

[0102] 此后,相互变更传感器频道后执行激振 (S1200),二次响应谱比计算部 185 通过将包括与基于第二次激振的频道一相连接的测定传感器的振动信号的频域变换和响应谱的测定值除以包括与频道二相连接的基准传感器的振动信号的频域变换和响应谱的测定值来计算响应谱比 (S1300)。

[0103] 此后,地震记录仪响应取得部 190 将借助一次响应谱比计算部和二次响应谱比计算部计算的响应谱比相乘并进行 1/2 平方取得 (频道一的地震记录仪响应 / 频道二的地震记录仪响应) (S1400)。

[0104] 对此进行详细说明,如下。

[0105] 可以利用 $\frac{Z_{11}(w)}{Z_{21}(w)} = \frac{R_1 S_A}{R_2 S_B}$, $\frac{Z_{12}(w)}{Z_{22}(w)} = \frac{R_1 S_B}{R_2 S_A}$ 导出 $\frac{Z_{11}(w)}{Z_{21}(w)} \times \frac{Z_{12}(w)}{Z_{22}(w)} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$ 。

[0106] 此时, $Z_{11}(w) = R_1 S_A U_1(w)$: 在基于第一次激振的频道一测定的频域值

[0107] $Z_{21}(w) = R_2 S_B U_1(w)$: 在基于第一次激振的频道二测定的频域值

[0108] $Z_{12}(w) = R_1 S_A U_2(w)$: 在基于第二次激振的频道一测定的频域值

[0109] $Z_{22}(w) = R_2 S_B U_1(w)$:在基于第二次激振的频道二测定的频域值

[0110] 但, R_1 :一号频道记录仪响应, R_2 :二号频道记录仪响应

[0111] S_A :A 传感器响应, S_B :B 传感器响应

[0112] U_1 :第一次激振, U_2 :第二次激振

[0113] 此时,将在上述地震记录仪响应取得部取得的值(频道一的地震记录仪响应/频道二的地震记录仪响应)乘以从与频道二相连接的传感器测定的振动值来修正地震记录仪。

[0114] 即,如果在上述导出的值乘频道二的记录值(R_1/R_2),则可以执行对地震记录仪的修正。

[0115] 具体地说明,在从频道二得出的地震记录仪的值乘(频道一的地震记录仪响应/频道二的地震记录仪响应),则在频道一和频道二得到的传感器值计算为同一频道一的记录响应。

[0116] 记录在各频道的记录仪值在频域看,可视为“(频道记录仪响应谱 X 传感器响应谱) X (地基振动谱)”。

[0117] 因此,如果求得与频道记录仪相关的响应谱比,取得实际频道一的记录仪响应则也可知频道二的响应谱。

[0118] 一般地,记录仪大部分提供为电压/比特(voltage/bit)或者电压/计数(voltage/count),如果求得响应谱比则按不同频率表示为规定的常数值。

[0119] 如上的内容的本发明所属的技术领域的普通技术人员可以理解不对本发明的技术思想或必须的特征进行变更也能够以其他具体的形态来实施。因此,应理解为以上记述的实施例是在所有方面例示的,而不局限于此。

[0120] 本发明的范围比上述详细的说明更取决于所附的权利要求书,应解释为从权利要求书的意思及范围以及其等价概念导出的所有变更或者变形的形态均包括于本发明的范围。

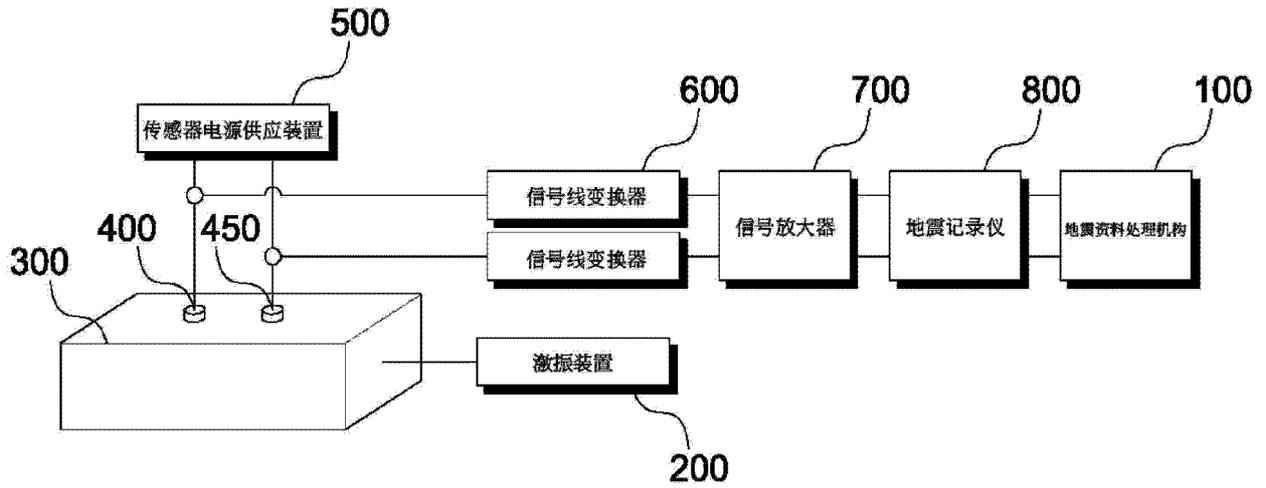


图 1

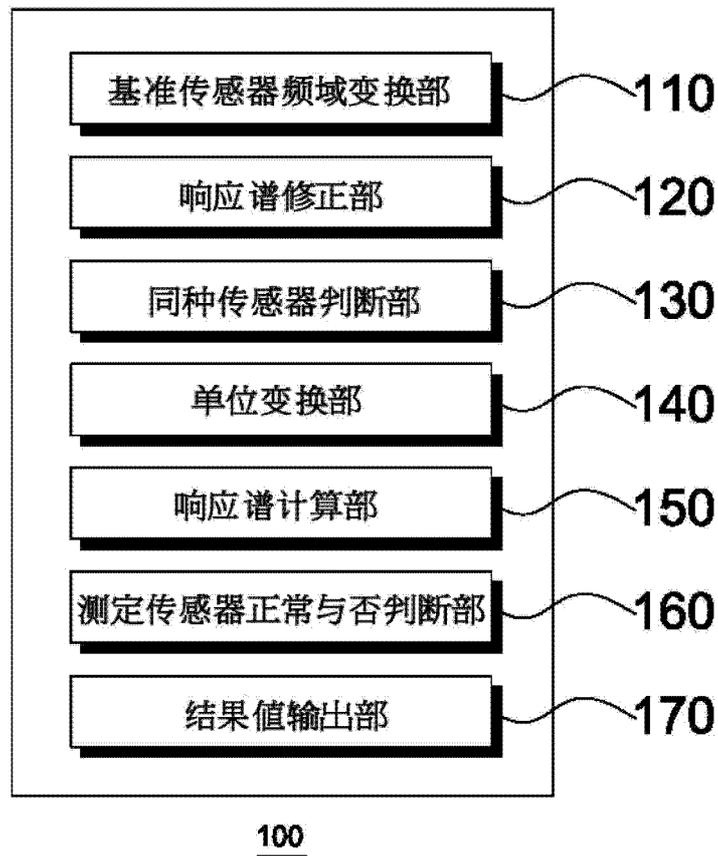


图 2

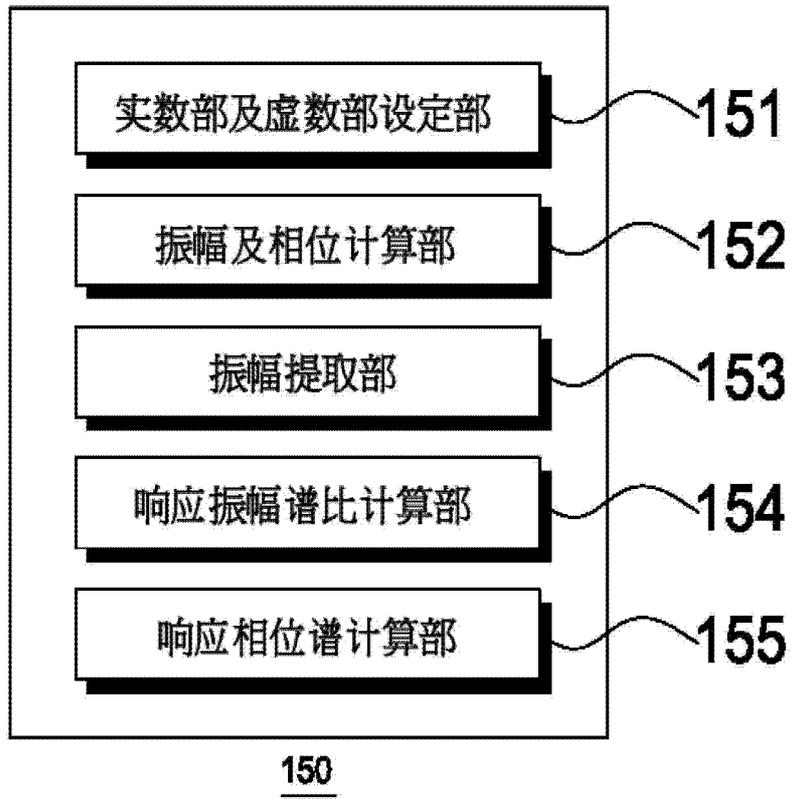


图 3

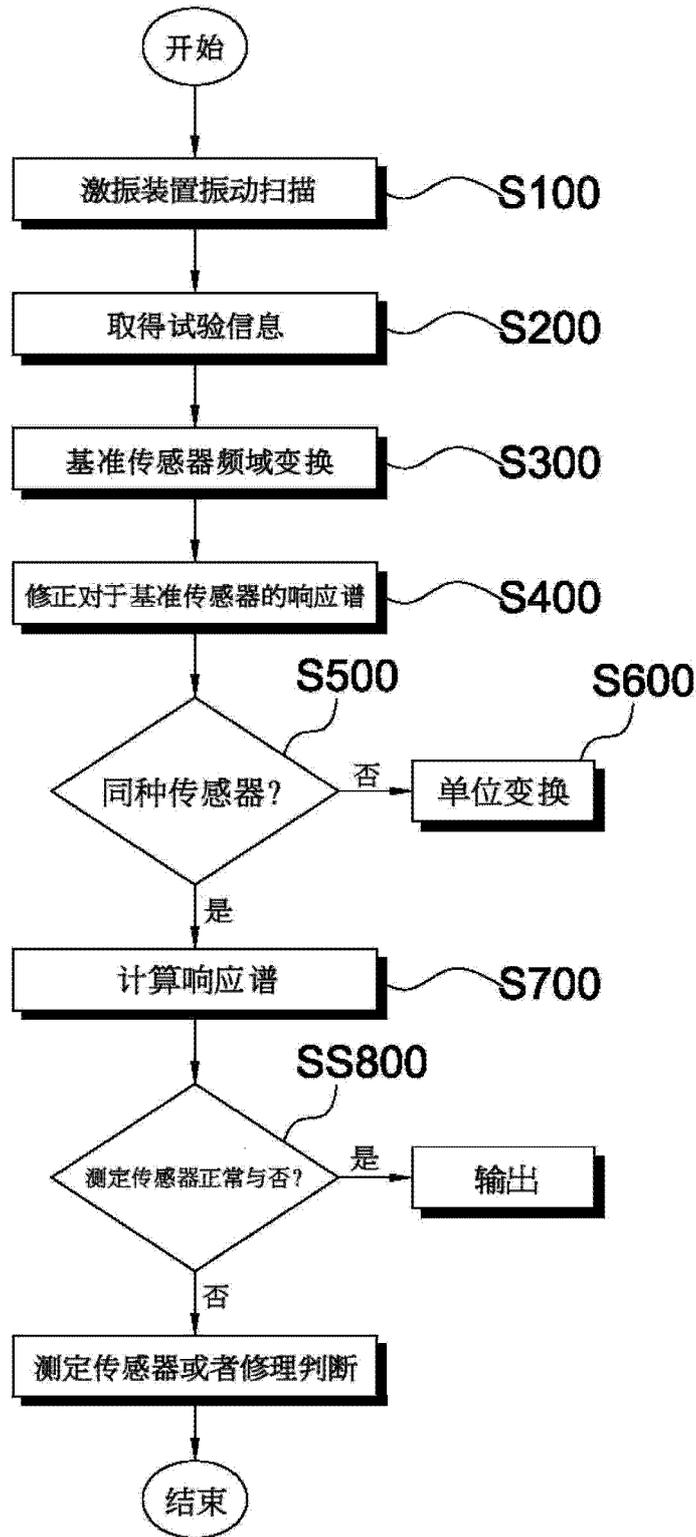


图 4

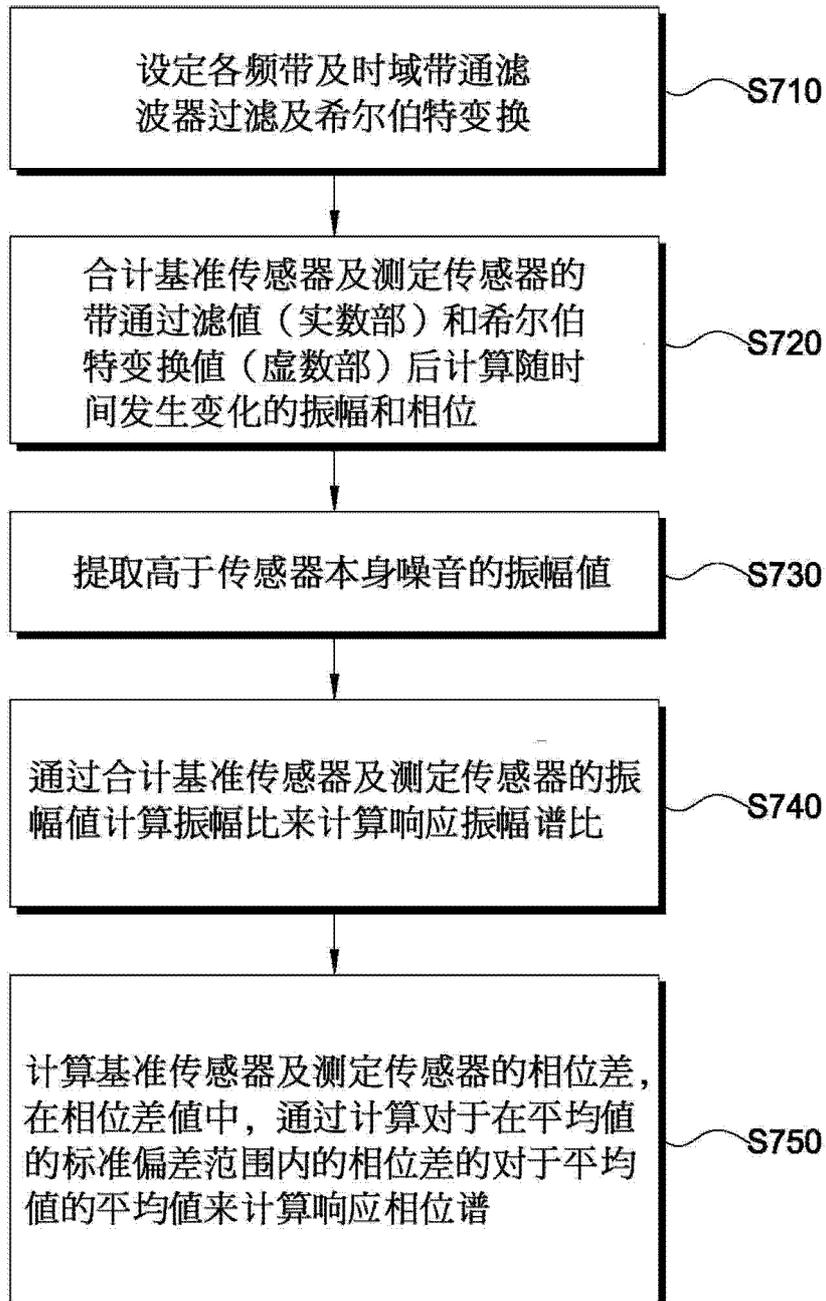


图 5

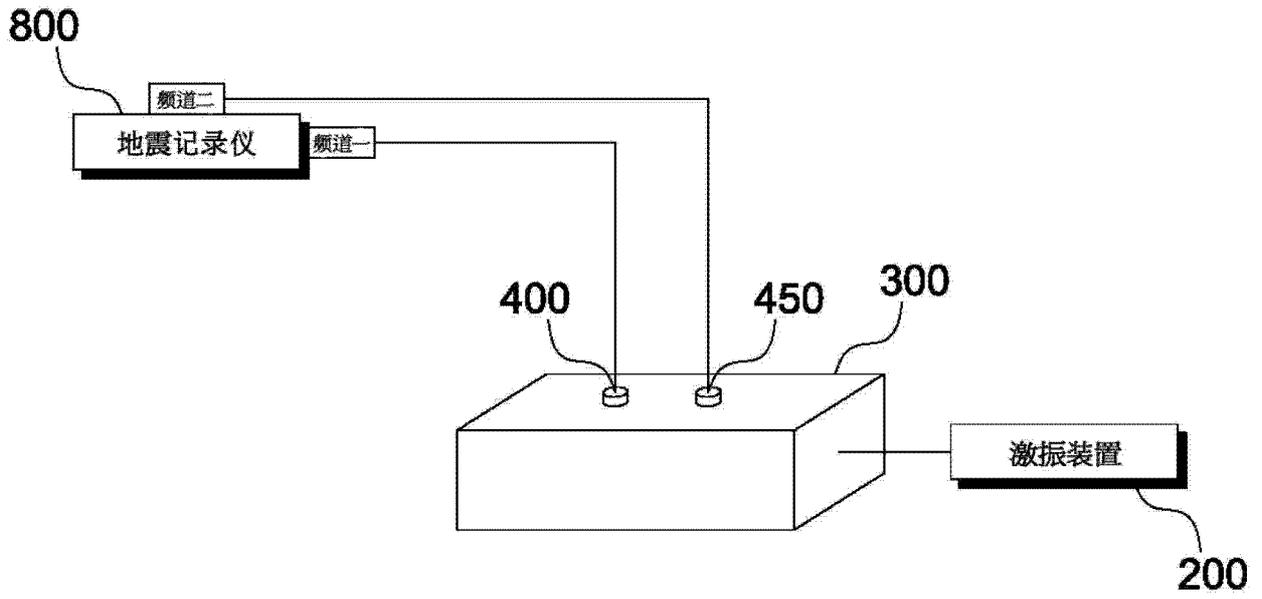


图 6

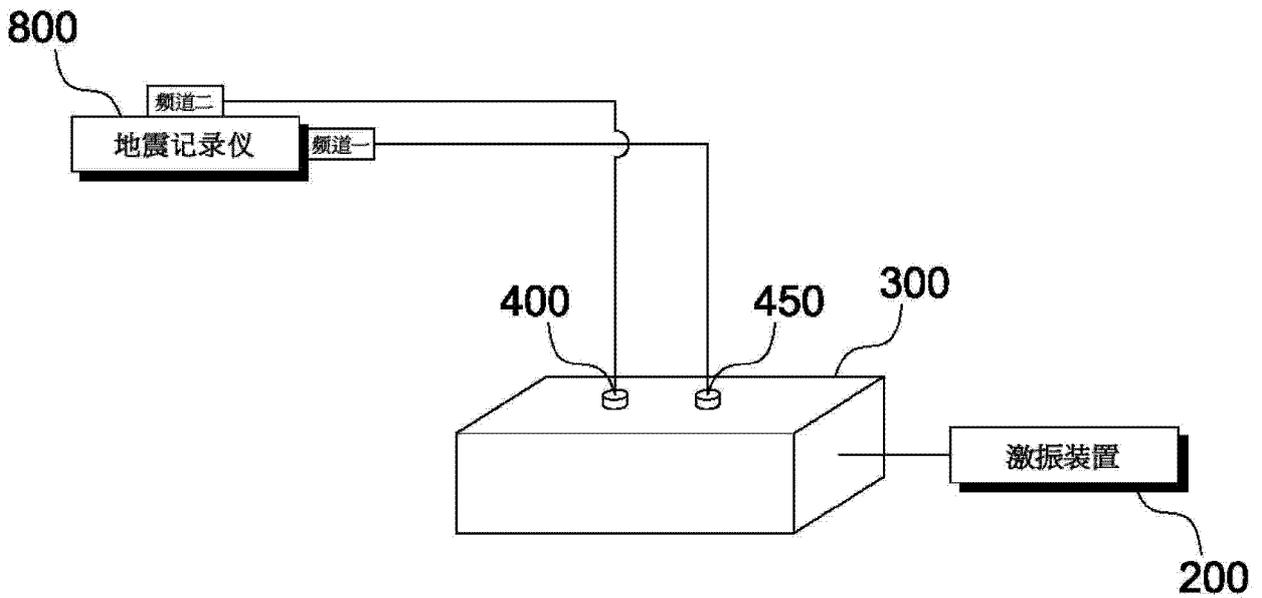


图 7

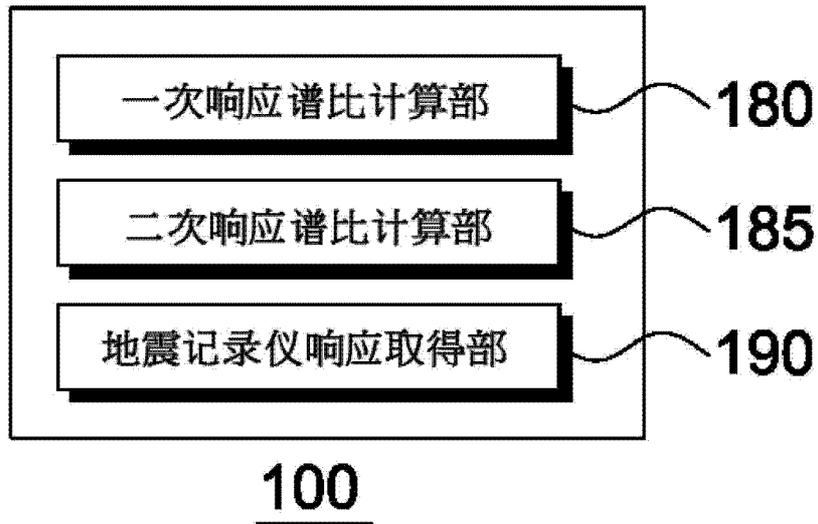


图 8

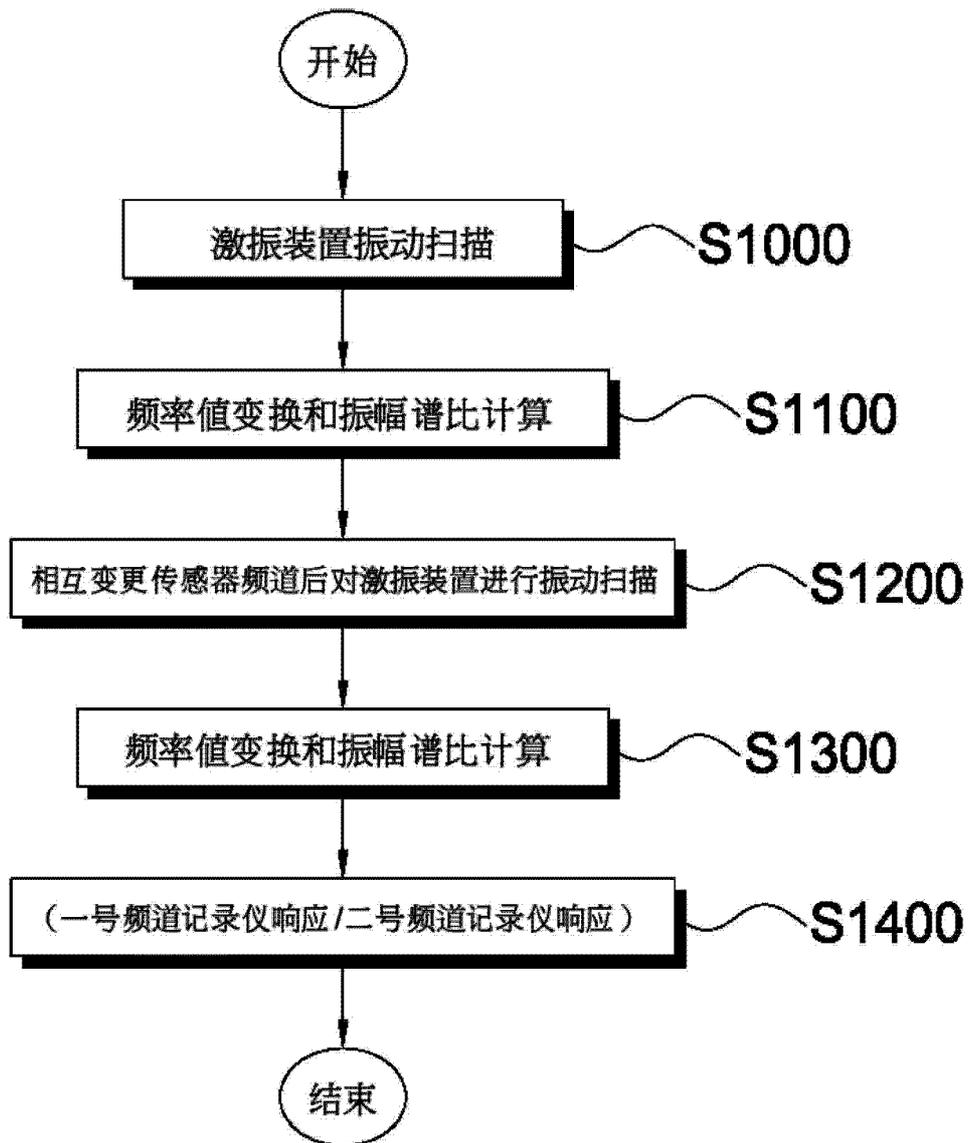


图 9