



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111433547 A

(43)申请公布日 2020.07.17

(21)申请号 201880062066.X

(22)申请日 2018.09.25

(30)优先权数据

102017122205.7 2017.09.25 DE

102018101010.9 2018.01.18 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.03.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2018/057414 2018.09.25

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/058358 DE 2019.03.28

(71)申请人 X-FAB半导体制造有限公司

地址 德国爱尔福特市

(72)发明人 斯文·格吕贝尔

(74)专利代理机构 北京允天律师事务所 11697

代理人 李建航 高源

(51)Int.Cl.

F27B 17/00(2006.01)

G01R 31/28(2006.01)

F27D 21/00(2006.01)

H01L 21/67(2006.01)

H04M 3/08(2006.01)

H05B 3/14(2006.01)

G01R 31/54(2020.01)

G01R 31/72(2020.01)

F27D 19/00(2006.01)

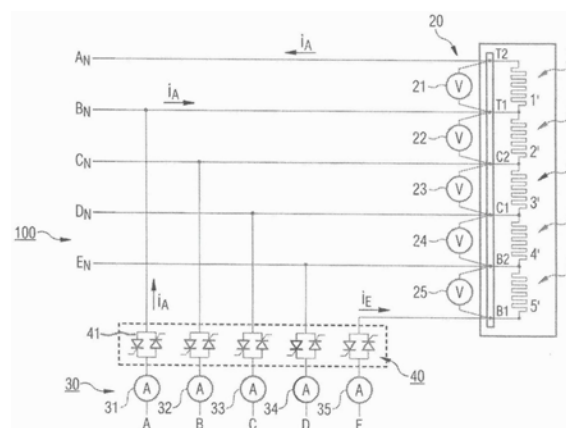
权利要求书3页 说明书11页 附图27页

## (54)发明名称

多区立式炉的实时监控与及早识别热区元件的失效

## (57)摘要

本发明旨在帮助避免在热处理时的晶片损失。晶片具有每批高达150000欧元的价值。因此，应不再出现用于处理晶片的热学装置的意外失效。监控用于对晶片组或晶片批次进行容纳和退火的(多个)热学装置100的所提出的方法在热学装置的多个加热区1'、2'、3'、4'、5'中的至少一个加热区1'中使用对电阻值 $R_1$ 持续施加的测量。将在所属的加热区1'中的电阻1的各当前测量的值 $R_1(i)$ 与同一电阻1的之前测量的值 $R_1(i-1)$ 进行比较。在出自相同的加热区1'的两个电阻值通过比较检测出偏差 $\Delta R_i$ 的情况下就已生成用于热学装置100的警告或警报90，所述警告或警报在时间上处于在热学装置100中的整个加热区1失效之前。另一目的是资源的更好的可规划性。



1. 一种用于监控或监控用于对晶片组或晶片批次进行容纳和退火的热学装置(100)的方法,

其中在所述热学装置(100)的多个加热区(1', 2', 3', 4', 5')中的至少一个加热区(1')中对电阻(1)的电阻值( $R_1$ )进行持续施加的测量;

将在所属的所述加热区(1')中的所述电阻(1)的各当前测量出的值( $R_1(i)$ )与同一电阻(1)的之前测量出的值( $R_1(i-1)$ )进行比较;

已经在出自相同的所述加热区(1')的这两个电阻值( $R_1(i)$ ;  $R_1(i-1)$ )通过比较检测出偏差(310,  $\Delta R_1$ )的情况下,生成用于所述热学装置(100)的警告或警报(90),所述警告或警报在时间上处于所述热学装置(100)的整个加热区(1')失效之前。

2. 根据权利要求1所述的方法,

其中从在所述电阻(1)处的电压(21)和电流(31)的多次测量和所述电阻(1)的值( $R_1$ )的相应的计算中得到对所述电阻的持续施加的测量。

3. 根据权利要求2所述的方法,

其中对所述电阻值( $R_1$ )的持续施加的测量得出所述电阻(1)的值( $R_1(i)$ )的时间变化曲线,尤其得出关于第*i*个采样值的时间变化曲线。

4. 至少根据权利要求1所述的方法,

其中用于所述热学装置的所产生的所述警告或所产生的所述警报(90)引起更换所述加热区(1')中的电阻(1)。

5. 至少根据权利要求1所述的方法,

其中对所述电阻值( $R_1$ )或所述电阻(1)的持续施加的测量也扩展到在所述热学装置(100)的实际运行之前的时间范围上。

6. 至少根据权利要求1所述的方法,

其中在作为电阻(1)的加热线圈的并排放置的部位(1.3, 1.4)电接触( $F_1$ )时两个在时间上间隔开的电阻值的通过比较检测出的偏差( $\Delta R_1$ )处于作为电阻(1)的所述加热线圈的中断电流的断裂(320)之前。

7. 至少根据权利要求1所述的方法,

其中两个在时间上间隔开的电阻值的通过比较检测出的偏差( $\Delta R_1$ )小于健全的、未损坏的所述加热线圈(1)的电阻值( $R_1$ )的10%。

8. 至少根据权利要求7所述的方法,

其中两个在时间上间隔开的电阻值的通过比较检测出的偏差小于健全的、未损坏的所述加热线圈(1)的值的7%,尤其小于5%。

9. 至少根据权利要求1或权利要求2至8中任一项所述的方法,

其中所述加热线圈(1)的断裂处于识别两个在时间上间隔开的且测量出的电阻值( $R_1(i)$ ,  $R_1(i-1)$ )的通过比较检测出的偏差( $\Delta R_1$ )之后多于一个小时。

10. 根据权利要求1或权利要求9所述的方法,

其中检测出的偏差( $\Delta R_1$ )远在具有所属的加热电阻作为加热线圈(1)的所述加热区(1')失效之前。

11. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,

其中在多个所述热区或加热区(1', 2', 3', 4', 5')中持续施加地测量和比较相应的电

阻。

12. 根据上述权利要求中任一项所述的方法，

其中在多个设备 (100) 的多个热区或加热区 (1', 2', 3', 4', 5') 中持续施加地测量和比较相应的电阻。

13. 根据上述权利要求中任一项所述的方法，

其中如果所述热学装置 (100) 或其热区 (1', 2', ……) 或其一个热区被冷却或处于冷却运行中，那么也仍进行持续施加的测量。

14. 根据上述权利要求中任一项所述的方法，

其中设有多个阈值 (122, 142, 151)，在测量期间必须克服所述阈值，进而从测量中自动地推断 (151a)，触发警报 (90, 61, 161)。

15. 根据权利要求14所述的方法，其中

(a) 对相应的所述电阻 (1) 馈电的电压的最小数量的周期必须由所属的功率控制装置 (40)，尤其晶闸管控制装置依次接通；

和/或

(b) 从计算出的电阻 (149) 以及分别从测量的电压和从测量的电流计算和比较有效功率；

和/或

(c) 使检测出的和计算出的电阻差 ( $\Delta R_1$ ) 经历或经受检查窗口，并且电阻差必须离开所述检查窗口。

16. 根据权利要求15所述的方法，

其中接通至少四个周期，和/或计算出的有效功率相互比较应相差小于2%，和/或必须检测到计算出的电阻差 ( $\Delta R_1$ ) 的至少2.5%。

17. 根据上述权利要求中任一项所述的方法，

其中为了对一个或多个所述电阻处的电流和电压更整洁地形成均方根，将过零点滤除并且将仅一个半波、尤其负半波用于评估。

18. 一种用于监控多个热学装置 (100) 或用于执行根据上述权利要求中任一项所述的方法的屏幕显示，所述屏幕显示具有：

(i) 配置窗口区域 (211)，用于显示所述热学装置 (100) 的技术参数，所述配置窗口区域呈如下形式：具有用于配置采样率和采样值的数量的分区 (221a, 221b) 的第一区 (321)，用于预设用于计算出的电阻值的窗口大小的第二区 (222)，和用于激活或切断在所述热学设备 (100) 中的热区 (1', 2', ……) 的第三区 (224, 224a)，以及用于接通或切断整个热学设备的第四区 (223)；

(ii) 测量和检测窗口区域 (212)，用于显示所述热学设备 (100) 中的一个热学设备的技术测量值，所述测量和检测窗口区域呈如下形式：用于实际的或计算出的测量值 (23a) 的、尤其所述热学设备 (100) 的每个热区的计算出的电阻值的至少三个可见设置的其他区 (230, 232, 91)，用于警报通知 (90) 的区 (91)，和用于显示计算出的电阻值 ( $R_1(i)$ ) 的时间变化曲线的区。

19. 根据权利要求18所述的屏幕显示，

其中设有多个测量和检测窗口区域 (212a, 212b) 并且每个测量和检测窗口区域与热学

设备(100)相关联。

20.一种具有用于执行根据上述方法权利要求中任一项所述的方法的监控装置的热学装置,所述热学装置用于监控热处理过的晶片组或晶片批次,所述热学装置尤其具有根据权利要求18或19所述的屏幕显示。

21.根据权利要求20所述的热学装置,

其中设有计算装置和比较器(54),其中

在所述计算装置(140)中能够分别将所属的所述加热区(1')的所述电阻(1)的当前测量出的值( $R_1(i)$ )与同一电阻(1)的之前测量出的值( $R_1(i-1)$ )进行比较。

22.根据权利要求21所述的热学装置,

其中已经在出自相同的所述加热区(1')的两个电阻值通过比较检测出偏差(310,  $\Delta R_1$ )的情况下,能够引起或能生成用于所述热学装置(100)的警告或警报(90),所述警告或警报在时间上处于所述热学装置(100)中的一个或整个加热区(1')失效之前。

23.根据权利要求22所述的热学装置,

其中所述比较器(144,54)是减法器。

## 多区立式炉的实时监视与及早识别热区元件的失效

### 技术领域

[0001] 本发明涉及在多区立式炉、例如TEL (Tokyo Electron Limited) 的五区炉Alpha8SE中的加热元件的实时监控。高温得自高于500°C的值,所述值在激活运行期间在热学装置(权利要求1)中占主导;参照2004年八月的设备数据表,TEL-Alpha-8SE,调用于2017九月23日[www.agsemiconductor.com/files/LM28.pdf](http://www.agsemiconductor.com/files/LM28.pdf)。

### 背景技术

[0002] 在晶片方面,US 2010/14749 (Turlure, STM) 涉及一种晶片炉(在那里的第10页第3列第45、46段),在所述晶片炉中设置有温度传感器29。如果测量的温度超过由在那里安置的相机26预设的阈值,那么炉变得过热,或者所述炉是过热的,并且用于晶片定位的相机可能损坏。识别用于晶片的炉的故障情况在此不是有意的(并且也不可能)。

[0003] US2009/237102A1 (Lou, Star Technologies) 描述一种用于半导体的加热装置并且具有温度控制器,以便控制炉的温度。此外,提供用于炉中的半导体的测试信号。

[0004] DE 39 10 676A1 (Pierburg, **Lösing**) 在疏远的技术领域涉及一种用于空气质量流的测量装置,这位于内燃发动机中,即位于车辆中。应当避免运行所造成的测量误差,所述测量误差例如由于沉积或老化引起。时间间隔地进行测量,将其结果与由此引起的修正的结果进行比较,参照那里的第5列,第40至51行或第1列从第52行起,或者针对欧姆电阻参照第4列,第12行及以下等等。

### 发明内容

[0005] 相反地,要求保护的发明涉及对开始提到的各个热区(其中分别存在至少一个加热元件)在过早损耗方面的监控,从而也对所有热区共同进行监控。也监控分别具有多个热区的多个设备。

[0006] 当前不存在识别加热区(=热区)的过早失效的可能性。由此,存在每设备150个晶片的晶片损失的高风险。在日本设备制造商Tokyo Electron (TEL) 方面,仅存在识别加热区的实际失效的方法。也由其他制造商提供识别通过温度降低而引起的故障并且在设备处生成温度警报的这种类型的热学监控。

[0007] TEL的提出的加热装置是立式5区加热器,所述加热器在600°C至1150°C的范围内运行。由于立式设置方式和高温,个别平面地设置的线圈(绕组)随着时间变形并且会造成在一个区之内的绕组的两个相邻部段的触碰(参见图1)。由于这种效应,电阻减小若干百分比并且在一定时间之后在此部位处随后造成绕组的断裂。

[0008] 至今为止不存在在设备的待机中或在设备的工艺中及早检测五个区的加热装置失效的可能性。在过去曾出现失效的多种情况。这些事件一方面在工艺期间出现,借助于生成温度警报(造成工艺中断),然而也在待机中出现这种中断。

[0009] 在待机中失效时,对晶片退火的工艺仍可以开始,因为在设备处没有生成警报。用贵重的晶片预先加载的工艺开始并且随后通过温度警报中断。

[0010] 每次工艺中断造成设备的大约12天的长时间不可用和整组(或批次)的至少150个晶片(300000EUR损失成本)的生产损失。

[0011] 以在上文中阐述的现有技术为出发点,本发明基于如下技术问题。本发明涉及避免具有每批次直至150000EUR价值的晶片损失。也应当不再出现热学装置的计划外的失效并且得出资源的更好的可规划性。

[0012] 要求保护的发明(权利要求1或权利要求18或权利要求20)及早地识别损耗(元件的或加热绕组的区域的触碰或者在加热绕组中出现点状传导部位),以便使晶片损失最小化或完全避免晶片损失并且可以更好地规划人员和材料的可用性。

[0013] 根据本发明,对此还对每个加热区的电阻进行持续测量(得自电压和电流的测量)。将电阻的当前值与之前的值进行比较。已经在电阻值中偏差小的情况下,为设备生成警报(警告),在时间上还远早于整个加热绕组的失效。

[0014] 本发明利用如下效应:在各个热区中持续地实施实时检测,从而在最终造成绕组断裂之前及早地识别在绕组之内的接触。这是预期的故障(其已经作为警报通知发出)和实际的故障(其作为绕组断裂出现)。

[0015] 在真正的运行之前,在所谓的待机模式中,检测预期的故障也是可行的(权利要求5)。如果在此出现故障预期,那么一开始根本不接通。

[0016] 借助本发明实现的优点尤其在于:可以通过如下方式使晶片损失的风险明显最小化:已经在检测到临近的失效时,将设备停机并且例如可以预防性地更换五区加热器,或者也更新个别加热区,或者热学装置在未进行修理之前根本不启动。

[0017] 要求保护的屏幕显示(例如权利要求20)能够实现概览地监控多个热学装置并且为用户允许立即识别系统状态,即使应监控大量设备或包含在其中的电阻时也如此。

[0018] 该屏幕显示(有效地)适合对于实施根据权利要求1至17中任一项所述的方法。

[0019] 所述屏幕显示具有:配置窗口区域,用于显示热学装置的技术参数;和测量和检测窗口区域,用于显示热学装置之一的技术测量值和计算出的值,优选多个独立的最后的测量和检测窗口区域,其中各一个该窗口区域与仅一个热学设备相关联。多个设备以这种方式单独地在屏幕上出现,然而不会彼此混淆。

[0020] 在此包含相应的从属权利要求。

[0021] 对于本发明的具体实例参照附图(也就是图片),其中这些实例不应解读为其包含列入就此而言优先的权利要求中或在那里显得必要的强制性的元件。

[0022] 这也不意味着:所述实例不包含适合于对权利要求进行补充的公开内容。

[0023] 即使并非在各处和在各句中都可读到表述“尤其”或“例如”,有意向的本领域的读者可以请求将要求保护的发明的在下文中给出的实例理解为具有示例性的元件、值和功能的实例。

[0024] 没有描述的元件不应理解为其存在不受保护。如果针对元件、值或功能仅公开了一个实例,那么所述实例仍能以类似的方式由本领域技术人员做出改变。

## 附图说明

[0025] 对于本发明的实例参照附图(也就是图片)。在此,所述附图示出如下内容:

[0026] 图1示出热区1'中的电阻1的绕组接触的实例。

- [0027] 图2示出具有多个热区1'、2'、……、5'的加热装置(在设备100中)的原理导线图。
- [0028] 图2a示出处于高压变压器HT 110的高压侧(HV输入端)的加热装置的导线图。
- [0029] 图3示出电压变换器的组20中的一个电压变换器21的实例。
- [0030] 图4示出电流变换器的组30中的一个电流传感器31的实例。
- [0031] 图5示出具有用于七个设备100的模块m1至m7的八槽检测装置。
- [0032] 图6以图6-1、6-2至6-4分为四页的方式示出设备的实例的电路图。
- [0033] 图6a示出电阻测量和设备监控的方框导线图。
- [0034] 图6b以分为两页6b-1和6b-2的方式示出电阻测量和设备监控的程序解决方案的流程图。
- [0035] 图7示出借助于示波器对电压和电流进行的测量。
- [0036] 图8以分为两页8-1和8-2的方式示出作为屏幕显示的软件目录,用于用户界面的起始页211。
- [0037] 图9示出作为屏幕显示的软件目录,设备页212、212a……作为(多个)用户界面。
- [0038] 图10以分为两页10-1和10-2的方式示出作为屏幕显示的软件目录,历史数据评估213。
- [0039] 图11以分为两页11-1和11-2的方式示出作为屏幕显示的软件目录,历史数据偏移读取236。
- [0040] 图12示出作为屏幕显示的软件目录,UI评估214。
- [0041] 图13以分为两页13-1和13-2的方式示出第一绕组接触事件310的及早检测。
- [0042] 图14以分为两页14-1和14-2的方式示出第二绕组接触事件310'的及早检测。

## 具体实施方式

- [0043] 在图1中图解说明绕组,即电阻1的放大图,所述电阻作为呈缠绕的、平面形式的加热线圈。在此应当示出绕组接触F<sub>1</sub>,所述绕组接触在出现绕组损坏F的区域中(在圆圈中)由于两个相邻的加热金属丝部段的触碰(以黑色和深色可见)而产生。
- [0044] 在这种损坏出现之前,在此所描述的发明,尤其在此所描述的实施例应当能预见这种损坏作为出现的损坏。
- [0045] 未示出线圈的中心,所述中心能够假设在上方,例如假设处于图片的双倍高度处。该局部在下部(右侧)的边缘区域处示出并且根据热区1'中的电阻1来阐明这种线圈。加热金属丝通常是如下件,所述件绕组形地或螺旋形地围绕中心向外卷绕。
- [0046] 在图1中以亮色可见的径向定向的接片使所述以深色示出的加热金属丝的位置稳定。在加热金属丝(在图片中以深色可见)的两个相应的径向相邻的部段之间存在绝缘材料(在图片中为亮色)。在边缘区域中能够识别所述加热金属丝的各个编号的部段。部段1.4、1.3、1.2和1.1是加热金属丝,即绕组整体的相邻的部段。最外部的金属丝或导线部段1.1在所有接片1.10至1.14下方穿引。所述金属丝或导线部段在图片中在左侧开始,在接片1.10下方向右延续,并且到达接片1.11、1.12,随后到达后面的接片1.13和1.14。
- [0047] 接片具有大致相同的环周的间隔角,然而在其纵向延伸中(沿径向方向)不是同样长的,而是交替地较短和较长,如这在图片中可见。
- [0048] 在部段1.3的内边缘处存在绝缘区1.6。接片支撑到位于加热金属丝部段之间的绝

缘区上(较亮色地示出)。更靠内存在下一绝缘区1.5,在内部邻接于加热金属丝的部段1.4。在右侧跟随的、在径向接片1.12和1.13之间的部段中,加热金属丝的在上文中描述的导线部段1.4、1.3、1.2和1.1延续。

[0049] 在所述中间接片区域中可识别的是:绝缘部1.6明显拓宽(部段1.6'),即加热线圈的部段1.3和1.4彼此更远离,以便随后在用 $\alpha_F$ 表示的跟随的中间接片部段中关于部段1.4向外明显地移动至,使得在圈出的故障区域F中发生在中间接片部段 $\alpha_F$ 中的两个导线部段1.3和1.4的触碰 $F_1$ 。

[0050] 造成环绕线圈(大约360°)短路的触碰的所述局部情况造成故障情况。所述故障情况可以引起:当在一个部位 $F_1$ 处发生过度加热时,整个加热线圈1失效,所述过度加热会造成直至导线断裂。

[0051] 可识别的是:这处于虚线区域F'中(在左边缘处)。在此存在(即将来临的)另外的故障情况,所述另外的故障情况涉及金属金属丝部段1.1和1.2。

[0052] 下面描述硬件的实施例。

[0053] 借助图2说明构造的原理导线图。

[0054] 在每个电阻1至5处的电压借助于各一个光学电势分开的电压变换器20(图3中)直接在每个加热区1'至5'处测量。每个区1'至5'的电流检测装置30经由各一个无接触的霍尔电流传感器(图4中)在相A至E和SCR单元40(晶闸管块或加热器控制装置)之间实现。图2示出各一个组20、30的变换器,其中变换器中的两个变换器21、31与区1'相关联。各一个电流检测装置31和电压变换器21(共同地也称作“变换器”)描绘热区1'的电阻1的测量值。同样内容适用于区2'(变换器22、32)和其他区。

[0055] 通过无接触测量,在传感器故障情况下不造成对加热区的影响。这两个传感器类型(电流传感器30、电压传感器20)使用 $\pm 15V$ 的直流电压作为电势分开的供应电压。

[0056] 为了评估电流和电压的信号,将8槽壳体用于模块m1至m7,其中在每个模块中设有用于电流的模拟检测区域30a和用于电压的模拟检测区域20a。八槽壳体在示例的构造中是National Instruments的NI-cDAQ9188。

[0057] 所述八槽壳体容纳7个模拟输入模块(每模块16个模拟输入端)和具有八个SSR继电器61至68的固态继电器模块60(参见图5)。

[0058] 借助所述硬件可以同时监控不同设备的各五个区的七个加热器(即七个图2中的加热设备100,所述加热设备分别具有至少五个区)。

[0059] 经由继电器60可以建立到相应的热学设备100的连接,以便生成警报90。

[0060] 硬件的电布线根据图6可见((整个)设备100的实例,在此处提出的结构级中能够存在七个这种设备)。设备100分为四页,这些页如对于在页6-1上图6的右上部示出的那样合并。根据系统状态,那么是四张图或一张图。在每个设备处存在一电配电箱,在所述电配电箱中实现具有 $\pm 15V$ (DCV)的电压供应装置80和电压变换器20。

[0061] 为了避免干扰影响,抗干扰电容器可以结合在电流传感器30处,因为所述抗干扰电容器直接在功率变压器附近安装在设备中。附加地,可以使用被屏蔽的多芯线缆。

[0062] 为了截取电压可以使用不易燃的导线。

[0063] 之前概括示出的总设备100应当在各个部件中更详细地阐述,其中使用附图标记。

[0064] 之前概括地提到电流传感器30,其在图2中在晶闸管块40上游可见。在热学设备



100的五个区1'、2'、3'、4'和5'的实例中涉及五个双向的晶闸管,所述双向的晶闸管也可以作为三端双向交流开关(Triac)接入。总的来说,所述晶闸管之前称作为加热器控制装置。其操控对应于常见的处理方法并且在此不应详细阐述。然而,已经阐述其操控的效果。

[0065] 在图2的热学设备100中可识别五个区1'至5',其在那里借助五个电阻1至5表示,其中每个电阻装入一个区中。电阻如同区那样命名,即在区1'中的电阻1、在区2'中的电阻2、在区3'中的电阻3、在区4'中的电阻4和在区5'中的电阻5。在这些电阻在本实例中全部串联连接之后,所以也可以称为上电阻(Top)和下电阻(Bottom)。所述电阻相应地设置在加热器100中。参照图1,每个电阻,例如电阻1构成为线圈(加热线圈)。

[0066] 经由提到的电压传感器20求出在电阻处的电压,即在每个电阻处的每个电压。在此,电压传感器21在热区1'中设置在电阻1处。所有其他电压传感器22、23、24和25对应于热区2'、3'、4'和5'或所属的电阻2、3、4和5。

[0067] 在晶闸管块40中的每个晶闸管,或者相应的反并联的晶闸管对,例如41操控电阻,在本实例中操控加热区1'中的电阻1(加热线圈1)。在此绘制电流 $i_A$ ,所述电流从(随后)要阐述的无电势的次级负载电压A经由电流测量装置31、双向连接的晶闸管41、至 $B_N$ 的所属的导线随后到加热区1'中经过电阻1并且在端部处经由连接导线 $A_N$ 流出。所述电流是交流电流并且所述电流来源于在下面根据图2a阐述的电压。

[0068] 所述电压A具有一相和一零线 $A_N$ ,其在此用“Top”命名。其来源于在共同的变压器芯上的绕组,其中在该实例中存在五个绕组。这些绕组及其分别由相和零线构成的、分别无电势的输出端用A、B、C、D和E命名。所述输出端连接于晶闸管块40的所属的相输入端A、B、C、D和E(各相)并且相应的零线 $A_N$ 、 $B_N$ 、 $C_N$ 等连接于图2中的相应的零线 $A_N$ 、 $B_N$ 、 $C_N$ 等。

[0069] 加热变压器110(HT 110)具有初级的高的输入电压,所述输入电压可以位于300V和600V之间,优选处于380V额定交流电压。由三个相U、V和W构成的所属的输入电路以三角形电路连接于三个绕组W1、W2和W3,所述三个绕组缠绕在共同的芯上。所述变压器芯在次级侧上具有五个无电势的次级绕组,所述次级绕组匹配于在所述热学设备100中的加热区的数量。

[0070] 每个次级绕组对热区供电并且在将热区与其电阻串联连接之后,也可以借助每个绕组经由晶闸管块40和在其中存在的双向的晶闸管进行相应的区的单独的加热。

[0071] 在图2a中绘制的开关将热区及其供电电压接通,所述开关在此概括地称为“Sch”,并且在图6中又位于四图组中的左下方。在此绘制的电压对应于电压A至E(从上到下)。右侧可见晶闸管块40的晶闸管。

[0072] 加热变压器110的供电的电流电平匹配于电阻1至5的电流兼容性。所述电流电平在30A和55A之间。加热变压器110的次级绕组的电压也相应地匹配并且在75V至165V之间。热区中的电阻在中等温度范围内具有在 $1.8\Omega$ 和 $4.5\Omega$ 之间的值而在高的温度范围内具有 $0.25\Omega$ 和 $0.9\Omega$ 之间的值。

[0073] 电流可以为直至150A。电阻可以具有直至低于 $1\Omega$ 作为电阻值。

[0074] 为了使以下解释相互配合,应当再次图解说明:热区1'具有电阻1(作为物理的或实体的电阻)。所述电阻构成为线圈,如在图1中可见。其运行值(在此称为电阻值)为 $R_1$ 。

[0075] 热区1'在本实例中是上部的热区“Top”并且具有在物理电阻1处的具有传感器21的电压测量装置。在示出的实例中,在具有电阻值 $R_1$ 的所述电阻1中流过电流 $i_A$ 。经由电压测

量装置21和电流测量装置31求出的电阻值经计算为 $R_1$ ,其中在持续进行的测量中“测出”和计算出多个电阻值,因为电阻1的欧姆值改变并且由此多个测量的电阻值作为正在进行的测量的第 $i$ 个测量值得出,即 $R_1(i)$ 、 $R_1(i+1)$ ,其中 $i=1$ 至 $n$ 。 $n$ 是采样时间(更准确地说采样区间)的多倍。

[0076] 相同内容适用于热区2',所述热区具有物理电阻2及其欧姆电阻值 $R_2$ ,其在时间上连续地作为 $R_2(i)$ ,其中 $i=1$ 至 $n$ 。以相同方式,所述阐述也可转用于图2中的其他三个电阻3、4和5上,分别具有匹配脚标3、4或5。

[0077] 实体地,电压变换器20在图3中示出,作为插接壳体(用于未示出的卡扣轨道)。所述电压变换器具有输入端子和输出端子,其是无电势的。

[0078] 针对电流传感器30,图4示出电流传感器31的一个实例,所述电流传感器无电势地测量电流,所述电流例如输送给晶闸管块40中的双极晶闸管41。

[0079] 使用多个电流传感器,在该实例中使用五个电流传感器,其与用于热学设备100的五个区相对应。如果使用更多设备,那么相应地存在更多电流传感器。在更靠前的实例中为七个设备100。

[0080] 在电流传感器30和电压传感器20的数量可以变得非常大规模之后,为了评估电流和电压的所测量的信号而设有输入模块,在该实例中图5的输入模块作为8槽壳体30a(用于电流)和20a(用于电压),这在图6中示出。在此,在该实例中,有七个提到的设备,其分别具有五个热区。

[0081] 在每模块16个模拟输入端可用之后,每模块也可以容纳比在此在该实例中连接的更多的热区。在此,将五个输入端用于电流信号并且将五个输入端用于电压信号,在图6的实例中在物理模块 $m1$ 中存在功能区域30a(用于电流)和20a(用于电压)。因此,热学设备100可以与模块相关联。

[0082] 从图6a中可见示意性的方框线路图(作为电路),如其针对一个区和一个在其中设置的电阻可以实现的那样。

[0083] 如果监控多个区,所述模式也可以转用到多个区上,或者多维度地观察,使得每个功能块50、52、……以如在要测量的热学设备中存在的电阻那样频繁地存在,更确切地说,在一个热学设备100中进行监控,或在存在多个设备、例如分别具有五个热区的七个设备的情况下也跨设备地进行监控。

[0084] 在此,应针对在热学设备100中的区1'阐述根据图6a的监控。

[0085] 借助电压测量装置21和借助电流测量装置31检测时间上分别相关联的测量值,所述测量值在时间点 $i$ 存在( $i$ 是数字检测的连续变量并且也可以称作“时间戳”)。交流电压优选是有效值,不是瞬时值。在时间点 $i$ 的两个测量的信号、即电压和电流输送给计算单元50,以便从中算出电阻值 $R_1(i)$ ,所述电阻值从属地属于作为时间戳 $i$ 的时间值。

[0086] 所述测量和所述计算持续地在设备100运行期间进行并且将连续地在此求出的电阻值 $R_1(i)$ 保存在缓存器52中。所述缓存器52输出当前值和先前值,尤其前一值,并且借此馈送给比较器或减法器54。

[0087] 这两个电阻值 $R_1(i)$ 和 $R_1(i-1)$ 相减或者比较其值并且将这两个值的比较结果、尤其其差 $\Delta R_1(i)$ 输出。一般而言是电阻值差 $\Delta R_j(i)$ ,其中 $j=1$ 至 $m$ ,其中在该实例中 $m=5$ 表示五个热区。

[0088] 差  $\Delta R_j(i)$  输出给阈值开关56,所述阈值开关在超过预设的差值  $\Delta R$  时动作(也称为具有上限和下限的窗口)并且阈值开关56将信号输出给SSR继电器60中的一个继电器61,这一个SSR继电器触发警报信号90。多个SSR继电器60在图6中可见,其中一个继电器SSR61在此在热学设备100的加热线圈1中是激活的。

[0089] 馈入的偏差  $\Delta R$  定义动作灵敏度并且显示:由于在区域 $F_1$ 中的两个相邻的加热金属丝部段的触碰而引起的故障情况 $F$ 是否出现苗头或已经产生。因此,仍远在整个加热绕组或加热线圈1失效之前,生成对所述识别到的故障情况的警报90,所述加热绕组或加热线圈在此考虑为图6a中和在图1中的实例。

[0090] 借助测量和计算连续的电阻值,在出现最终的绕组断裂或最终造成绕组断裂之前,可以及早地识别在绕组(更好地为:线圈)之内的接触。

[0091] 相关联的措施是可行的,例如在进行修理之前不接通设备。所述设备在失效之前也可以已经停机并且将所有存在的、尤其五个区中的整个加热装置更新。另一可行性是:如果在待机模式中进行了监控并且识别到将到来的实际的故障情况(出现苗头的绕组断裂)(作为监控的生成警报的“故障情况”),那么阻止热学设备的开启。

[0092] 下面解释软件实现方案(程序实现方案)。

[0093] 测量数据检测和监控同样可以经由程序进行,图6b阐述该内容。编程的技术流程图是190。所述技术流程图借助来自运行流程(根据与技术领域相关联的过程计算机的类型,所述过程计算机不处理抽象的数据,因而不是“数据处理设备本身”)的真实的测量值工作。

[0094] 电流和电压信号的检测(即测量值)同时以每模拟输入端5000个值/秒在全部设备100之上实现,编程功能110。测量区间为4秒,这整体上对应于每模拟输入端20000个值。完整的测量数据组可以经由网络,例如经由以太网(未示出)传送至借助(技术)软件编程的控制装置,所述控制装置实施作为电路示出的图6a的功能或者在软件流程图190中考虑。

[0095] 滤波器和评估……

[0096] 每个单个的加热区的温度调节采用相应的设备100的晶闸管控制装置40。所述温度调节根据功率预设(0%至100%)在一定数量的毫秒期间建立多个电压周期(实例参见图7)。

[0097] 为了实现用于电流和电压的整洁的RMS形成130(Root Mean Square(均方根),RMS,有效值),将过零点通过为此编程的滤波器滤除(见图12,可见在 $U$ 和 $I$ 的过零点中的阶梯241a)并且仅将负的半波用于评估,功能125。这因为热区在正半波中根据功率可以相互影响从而可能造成不整洁的信号。

[0098] 在功能122中可以检查:是否存在周期的最小数量,例如五个周期。如果不存在,那么忽略这些数据,分支122a。这尤其是有意义的,因为在冷却加热装置时功率可以小于3%从而可能存在对于最优的RMS形成不足数量的原始数据(第一阈值)。

[0099] 在RMS形成130之后,根据欧姆定律借助功能140确定每个加热元件的电阻值并且以时间戳存储到匹配的文件中,尤其文本文件中。

[0100] 接着,借助功能142从借助电压和电流的平方值来求出的电阻值中检查功率变化曲线,以便附加地排除信号受干扰。如果在比较144中的差大于预设(第二阈值),那么同样忽略相关的加热区的(测量区间的)测量的数据,分支144a,功能145。

[0101] 警报生成……

[0102] 在求出过程数据(不是“数据本身”)之后,将所述过程数据通过警报例程评估。在此,在功能150中将当前的电阻值与前一值进行比较。在偏差处于作为第三阈值的范围(例如 $\pm 2.5\%$ 作为以百分比说明的窗口 $\Delta R$ )之外时,通过具有功能161的所属的设备的SSR继电器的电路在询问151之后经由分支151a生成警报90。

[0103] 其他警报生成也是可行的,同样等电势的警报生成也是可行的,不强制地仅经由无电势的SSR继电器。

[0104] 附加地存储原始数据,以便事后可以执行对信号变化曲线的分析。同样可以评估:晶闸管对于正半波或负半波是有故障的。这在流程中求出并且以文本形式示出。

[0105] 在流程图中至今仍未提到的是功能120,借助所述功能进行测量的原始数据的缩放(或归一化),由此随后的计算可以借助合理大的值工作,可能甚至不必考虑不同区的不同的电流大小。通过归一化可以截取在30A和60A之间的电流,使得所述电流对于随后的计算和故障检测具有相同的最大值或相同的有效值。对于借助功能150进行的故障检测,关键的是以百分比说明的偏差。

[0106] 因此,电阻差 $\Delta R_{\text{absolut}}$ 可以涉及前一测量值或当期测量值 $R_j(i)$ 或 $R_j(i-1)$ ,以便以百分比的方式作为 $\Delta R_{\text{relativ}}$ 表达,即对于区j的第i次测量得出 $\{R_j(i) - R_j(i-1)\} / R_j(i)$ 。在功能150中产生 $\Delta R_{\text{relativ}}$ 。

[0107] 在偏差处于阈值之外时,例如 $\pm 2.5\%$ 作为窗口 $\Delta R_{\text{relativ}}$ ,在流程中转至路线151a,否则转至分支151b,所述分支如也同分出的返回路径122a和145a作为未达到阈值的结果那样回引至功能110。

[0108] 应再次选取不同的插入的阈值。这些阈值用于验证结果,这并不简单地假视为关于151、151a的警报故障情况和警报生成161,而是可以经过多次可信度测试:是否真正涉及真实故障(在预期的真实故障的意义上),而不仅是不幸的测量值或干扰变量。

[0109] (a) 在询问122中的周期的数量确保存在足够的测量结果。在晶闸管控制装置40以在此在该实例中采用的脉冲串控制工作之后,即始终允许一个完整的正弦波通过并且阻挡一个或多个正弦波,那么在功率小,例如小于3%的情况下,消阴(ausgetastet)多个 $360^\circ$ 的全波并且接通仅一个或几个全波,例如一个接通的全波和五个暂停的全波。在电流较高时,例如接通八个全波并且暂停两个全波。后一种情况支持询问122并且说明,对于有效值计算存在足够的测量值。这是第一检查步骤,在此也抽象地称为“第一阈值”。

[0110] (b) 第二阈值在于关于电流和电压的有效功率的检查中。如果在功能140中计算电阻,那么借助所述电阻也可以计算在设备处或在区处输出的有效功率,更确切地说经由电压以及经由电流的有效功率。有效功率的这两个计算出的过程值可用并且有助于识别干扰。这应当称作为第二阈值,所述第二阈值不是真正的阈值,而仅是阈或开关阈,所述阈或开关阈应当防止继续发出干扰或者干扰作为故障警报触发。

[0111] (c) 第三阈值位于询问151中。在此,测量的和之前测量的电阻值(或再更早测量的电阻值)的要检测的差与偏差的最小量相关联,所述最小量应满足,以便经由警报例程151、151a和161触发故障作为实际的警报90。

[0112] 其中一个、两个或所有三个阈值有助于:改善故障识别的安全性和可靠性并且尽可能地直至完全地避免错误的警报。在此可以记住:设备的切断与丢失在其中包含的晶片

的风险联系在一起。正是因此及早的识别应是可行的,然而同时也达到可靠的识别。从调节技术中已知的是:系统反应得越灵敏,所述系统在运行中表现得越易受干扰。应共同满足这两个标准,实现多倍地维持上文所述的阈,在警报161必须实际触发时,必须克服所述阈。

[0113] 对于最小数量的周期适当的值是数量为至少五个的彼此跟随的电压周期。对于检查有效功率(经由电流计算)和将有效功率(由电压计算)分别与之前计算的电阻值比较而适合的数量处于小于5%,优选小于2%的范围内。对于必须抛弃针对故障情况的电阻差的窗口或检查窗口而言适合的值处于 $\pm 2.5\%$ 。在此要注意的是,阈(即窗口)不应选择为过大,以便不错过故障情况或者使这种故障情况隐没,然而另一方面也不应选择为过小,以便过于频繁地认定故障情况,这些故障情况中仅一些是实际的故障情况,如其在图1中在区域F中所示出的那样(或者在区域F'中出现苗头)。

[0114] 功能性的软件界面(GUI,操作面板)

[0115] GUI (Graphic User Interface,图形用户界面)可以由多个目录卡210构成。在首页211上(也见图8)可以设定下述特性……

[0116] 为了测量系统的配置221……

[0117] • 采样率,区221a

[0118] • 数值的数量,区221b

[0119] • 时间区间,区221c,用于显示和保存图形(以小时为单位,设定为24小时)

[0120] • 警报界限,区222,正/负以百分比说明,作为提到的第三阈值,呈八个窗口的形式

[0121] • 数据检测激活/停用,区223,每个设备10

[0122] • 从警报评估中功能上移除个别加热区(热区),区224。

[0123] 从前文抽象释义中,在此应当更具体地强调在该实例中具有八个热学设备PHOT=0400至PHOT-1400的总设备的在首页上用选项卡211定义的信息200。

[0124] 测量系统在221处(在子选项卡中)配置。界限(第三阈值)在子选项卡222中配置或确定,更确切地说根据 $\pm$ 极限,使得对于例如PHOT-0400的 $\pm 2.5\%$ 的在此设定的极限给出如下范围,在该范围之内不发出警告或警报。

[0125] 在直接在操作界面上没有专门的选项卡的情况下,区223具有可图形激活的按键或区域,其中以激活的方式接通八个所述设备以进行数据检测。在图形显示的下部区域中,为在子选项卡224中的评估,其中在区域224a中示出PHOT-0400至PHOT-1400的每个设备与其全部区,在此为各五个区(Bottom、CTR1、CTR2、CTR3和Top)。

[0126] 经由选项卡211调用的所述图形目录卡因此具有如下特性:配置测量系统、配置界限、警报评估,并且附加地具有如下区,所述区激活在多个热学设备中的每个热学设备处的数据检测。

[0127] 在此,以特定的方式维持并且视觉可视化用于配置系统的所有有意义的的数据。重要的标准是设定用于各个设备中的电阻差的窗口变量,在所述窗口变量之内总是不进行警告。通过借助选项卡224在区中进行激活或切断,也可以从警告中抽出整个区或甚至整个设备。这种评估实现:概览大量的过程数据,其在采样率221a、采样的数量221b和预设的时间区间方面可识别,对于这些过程数据应将测量值作为图形存储。仍实现功能上可容易获取的概览,所述概览能够为用户实现:监控、预设和同样激活以及停用(多个)设备及其故障情

况。

[0128] 随后的目录卡212、212a、212b(见图9)与设备PHOT-0400、PHOT-0500……等相关联。在其上显示当前求出的数据并且将电阻值以图形的方式显示。在警报通知91的文本区中标出警报情况90。

[0129] 在目录历史213中(对此参见图10)中,可以读入各个设备在过去的电阻值。

[0130] 电阻改变(对此参见图11)也可以关于时间观察,因为在每个时间区间形成并且存储平均值。

[0131] 在U-I评估(对此参见图12)下可以观察在故障情况下的电压和电流的原始数据。

[0132] 在此应当根据图9说明在下面的选项卡212、212a、212b等中的功能性的识别。每个设备在此更具体地描绘并且具有用于显示关于时间的电阻变化曲线的图表232。在此应当仅阐述选项卡212,选项卡212a、212b以相同的方式构成并且在功能上实现。如果用户离开选项卡211的首页,那么通过点击选项卡212视觉上显示设备PHOT-400。

[0133] 可见三个较大的区:即在区230中的实际的过程数据(测量数据和计算的值),在区91中的警报通知90(当前没有插入警报,即设备无故障地运行),和关于时间的至少四个电阻变化曲线232的视觉上辅助理解的表格,其中两个电阻在时间变化曲线中可以上下相叠,在4.25欧姆和4.5欧姆之间。

[0134] 在实际的测量窗口230中,对于所述设备PHOT-400对于在那里设置的五个区(Bottom、CTR1、CTR2、CTR3和Top)可见所有在那里存在的物理变量:即计算的电阻、检测的电压、测量的电流、计算的有效功率。视觉显示,例如LED符号可以用符号表示:警报是否激活并且已经发生的警报是否可以附加地在较小的窗口中针对五个区中的每个区显示。

[0135] 每个热学设备在绘图上的个性化能够为用户实现:非常具体直至详细地理解过程的事件,以及非常抽象地概览上级的测量和一个或多个过程的其他结果,视觉上评估显示的结果,并且这能非常快地执行。如果考虑选项卡212的实例,增加在此示出的另外七个设备PHOT-0500至PHOT-1400,那么变得容易可见的是:在此处理何种数据量,使得其可由用户简单地会 and 评估。当然,对警报事件的自动评估是与此无关的,然而所述自动评估与在GUI的首页211上的参数的设定相关。

[0136] 配置集中在首页211上。设备结果集中在目录卡212、212a、……上,其中具有针对相应的设备和在设备之内针对所有在那里存在的区的所属的警报通知90,在该实例中在总设备100中的各设备10的五个区。

[0137] 可选地,也可以将警报理解成晶闸管单元40(作为功率开关的实例)的故障通知,而不仅理解为造成损坏的电阻线圈的检测。

[0138] 选项卡213(图10和11)以及UI评估214(图12中)用于检查和事后观察故障发展。通常有意义的是:事后再次描绘和观察故障产生的准确过程,通常这也有助于分析:为什么识别出故障或者如何识别故障并且最后同样有意义的是:也对无意地通知的警报进行分析:为什么所述警报被识别,尽管其不应被识别。为所有这些目的记录过去经历(历史,选项卡213)和记录电阻的偏移的测量:所述电阻如何长期表现。为此,例如根据图11绘制每天平均值,其中x轴在两个竖直部段之间的示出的标度分别在图9、10和11中变得越来越大。如果在图9中还将x轴的标度以2分钟划分(针对在选项卡212、212a、212b中的相应的设备),那么在选项卡213中的历史显示已经增大为每标度单位2小时并且将偏移在更长时间期间用2个月

标度。

[0139] 测量数据越来越密集,使得其也允许长时间的说明和评定,同样如在分钟网格中的短时间的判定。

[0140] 扩展的数据可以经由区235读入(设有文本文件,所述文本文件提供数据)。也可以将偏移数据经由区236读入,如图11说明的那样,分别与设备相关的功能区237。读入在多于一天的较长的时间段之上的偏移数据(图10的历史数据大约描绘具有24小时的一天)可经由图11的两个月的网格和表偏移数据234'实现。

[0141] 所有在此所描述的区是触摸敏感的或点击敏感的,以便触发相关联的动作。

[0142] 经由可激活的区240以电阻值类似的方式记录电压变化曲线也用于监控和检查。在此显示出的电压变化曲线241在x轴上关于数据采样的数量标度。

[0143] 引人注意的是:将过零点隐没,这在上文中根据图6b借助功能121阐述。这些部位中的一个部位用241a选出。要理解的是:在需要四个或五个周期来计算电压的有效值的数值和电流的相应的数值时,存储电压和电流的明显更多的数据采样以用于UI评估,更确切地说持续地存储,如这对于所有设备的电阻值的历史213都是如此。

[0144] 从图13和14中得知:如之前所提到的那样,及早检测绕组接触是可行的,在图13中称为第一事件而在图14中称为第二事件。

[0145] 在此根据历史和所属的选项卡213进行证实,以此可以根据图10中的之前描述的功能性的流程事后和回顾地再次分析:发生了什么。采用和绘制2h的时间网格,如图10也示出的那样,其中经由功能性选择区237针对图13的警报情况显示设备PH0T-0900。

[0146] 针对图14中的第二事件,设备PH0T-1000在功能性选择区237中调出并且在两个示图中使用每标度网格2h的标度。

[0147] 以局部放大在图13中将时间范围300放大为300',以便说明故障情况(出现7%的电阻变化)在时间点310开始。电阻的断裂在320处在5h之后作为真实的故障情况示出。然而在观察到(面临的)真实故障情况时的警报生成在时间上是较早的,并且在真实的故障使热学系统失效(并且该装载的批次不可用)之前,已经由系统归为故障情况。

[0148] 以类似的局部放大在图14中将时间区域300放大为300'',以便说明第二事件的开始(故障情况2)(在此在时间点310'也出现7%的电阻变化)。电阻的断裂在320'处在3.5小时之后作为第二真实的故障情况示出。警报生成在3.5小时之前已经发生。

[0149] 及早识别的证明……

[0150] 自将加热器监控装置安装在本申请人的内部设备上起,可以证实及早识别绕组接触(第一事件和第二事件)的两个事件(在图13和14中显示)。

[0151] 在这两种情况下存在大约7%的电阻变化并且在大约3.5小时或5小时之后出现绕组断裂(在热学设备中的加热线圈的断裂)。

[0152] 生产组通过给设备的(多个)警报通知得以挽救。



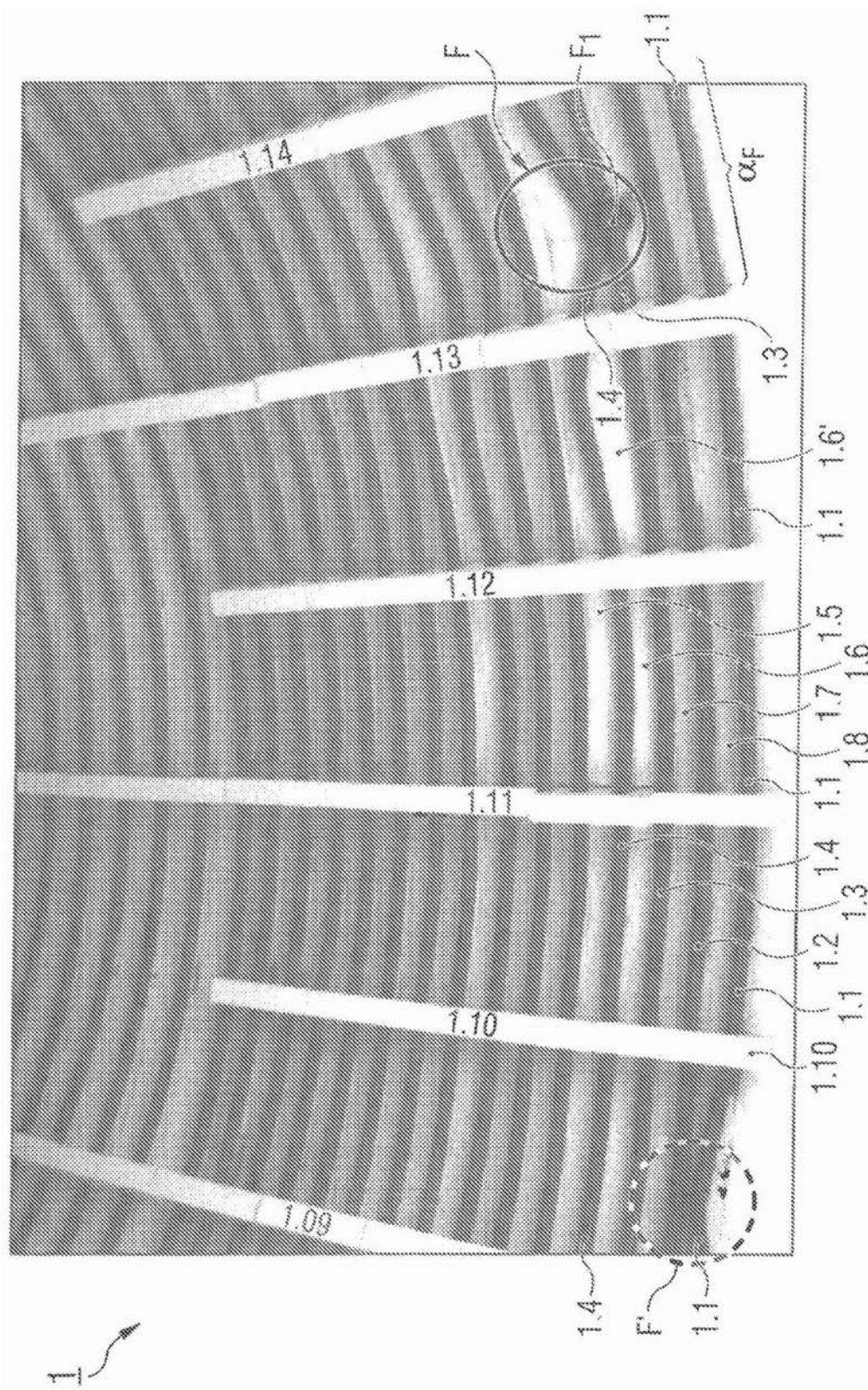


图1





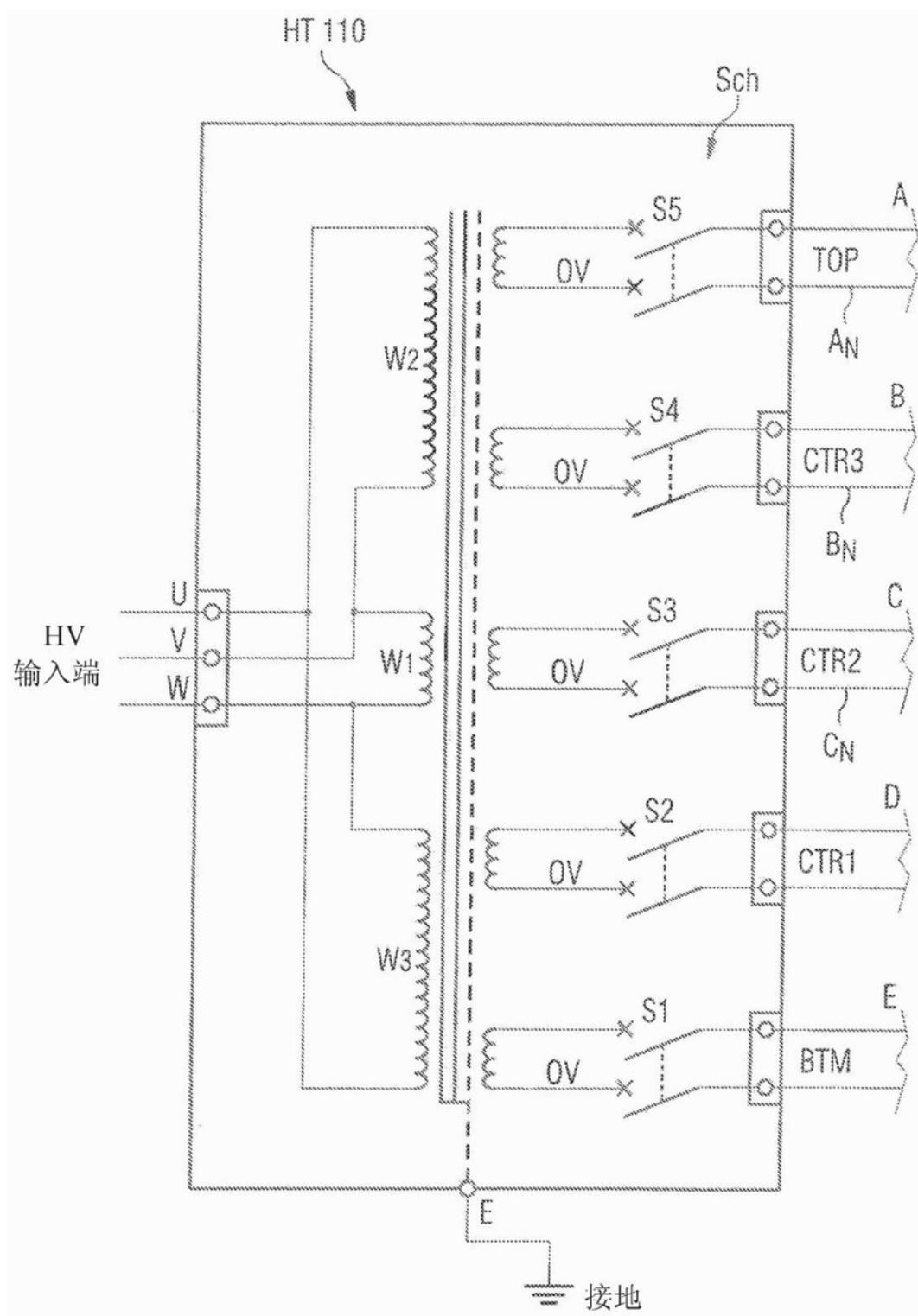


图2a

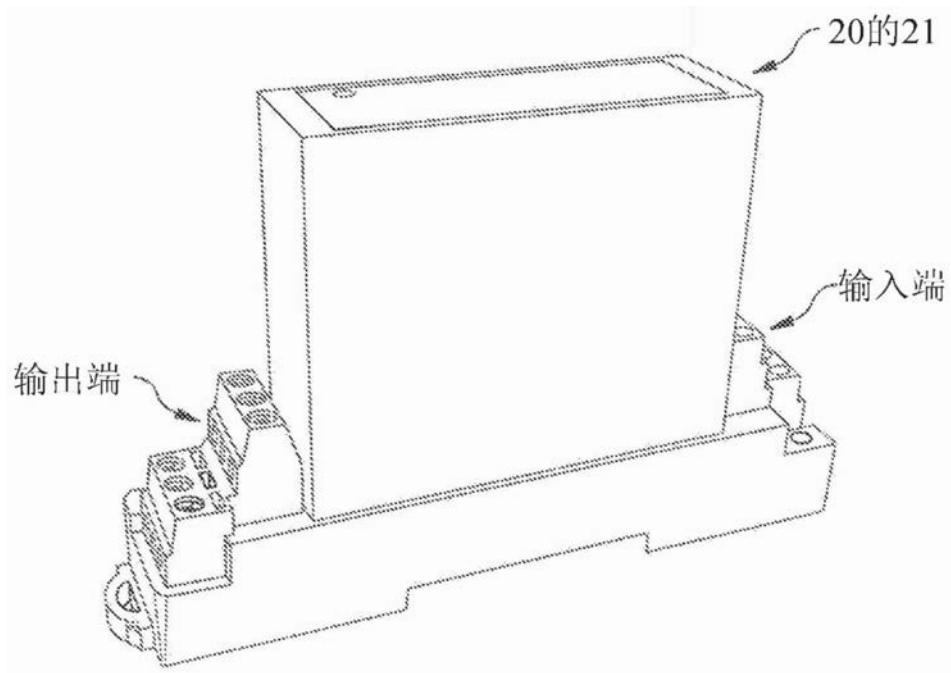


图3电压变换器21

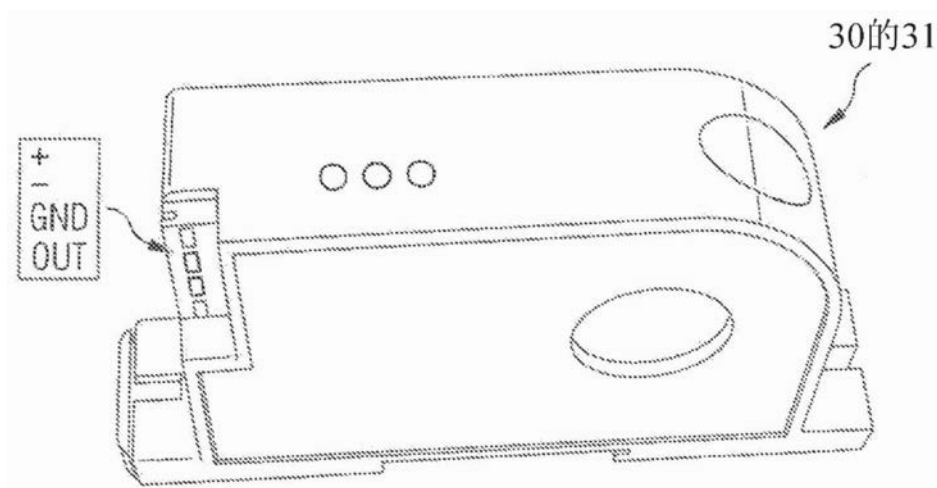


图4电流传感器31

## 用于7个设备的8槽检测模块

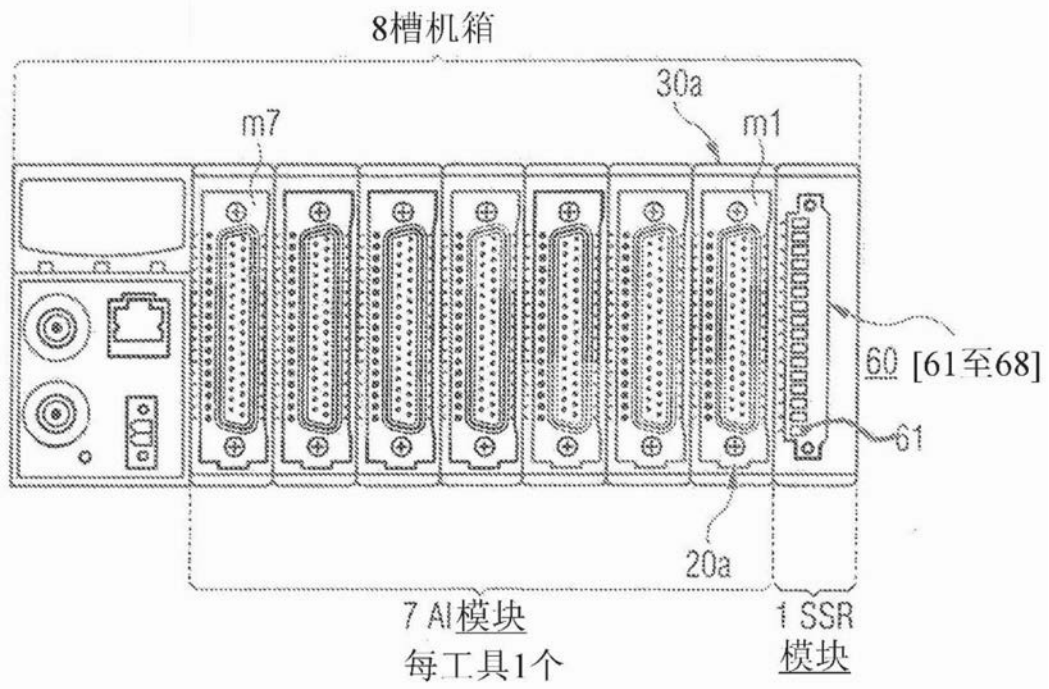


图5



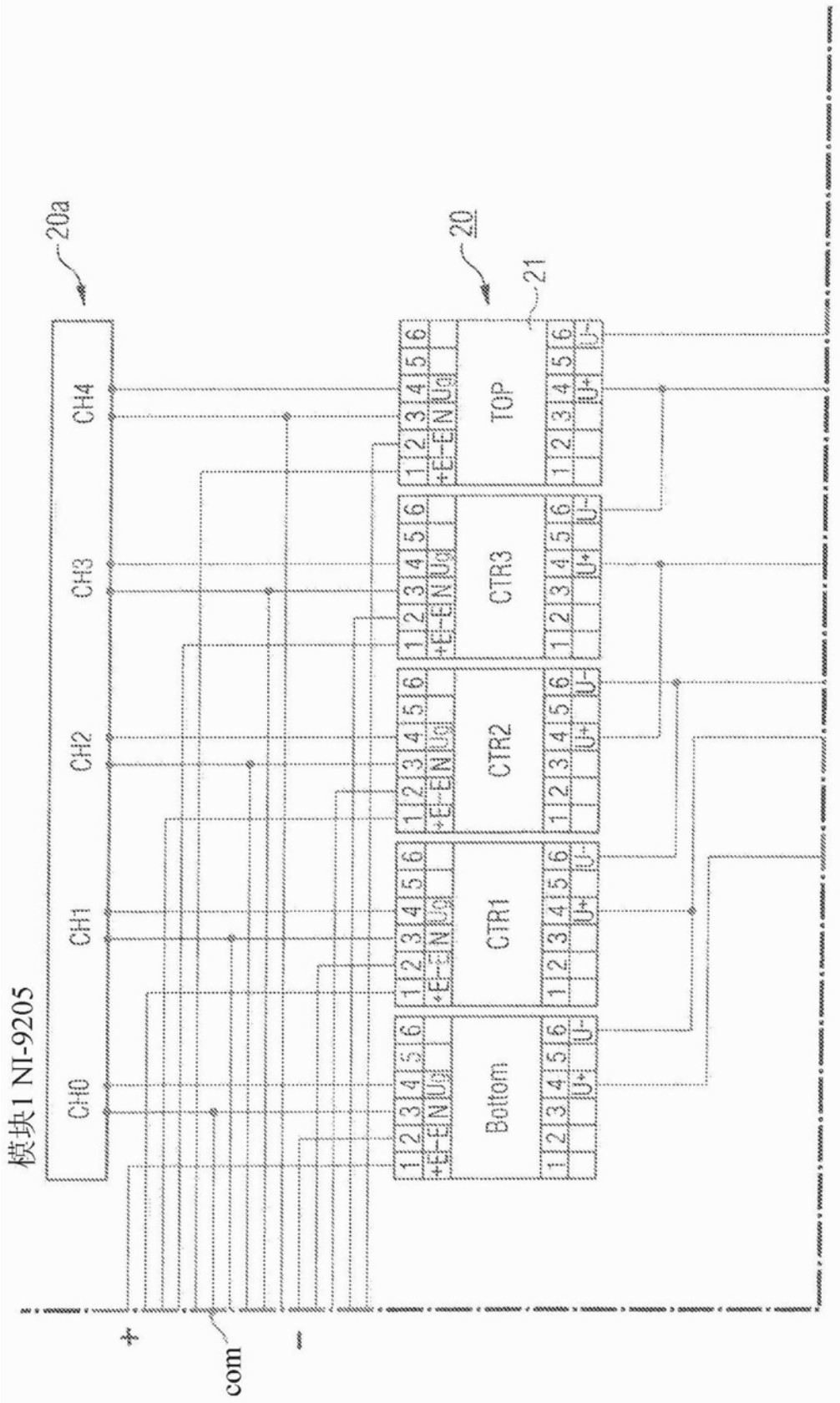


图6-2

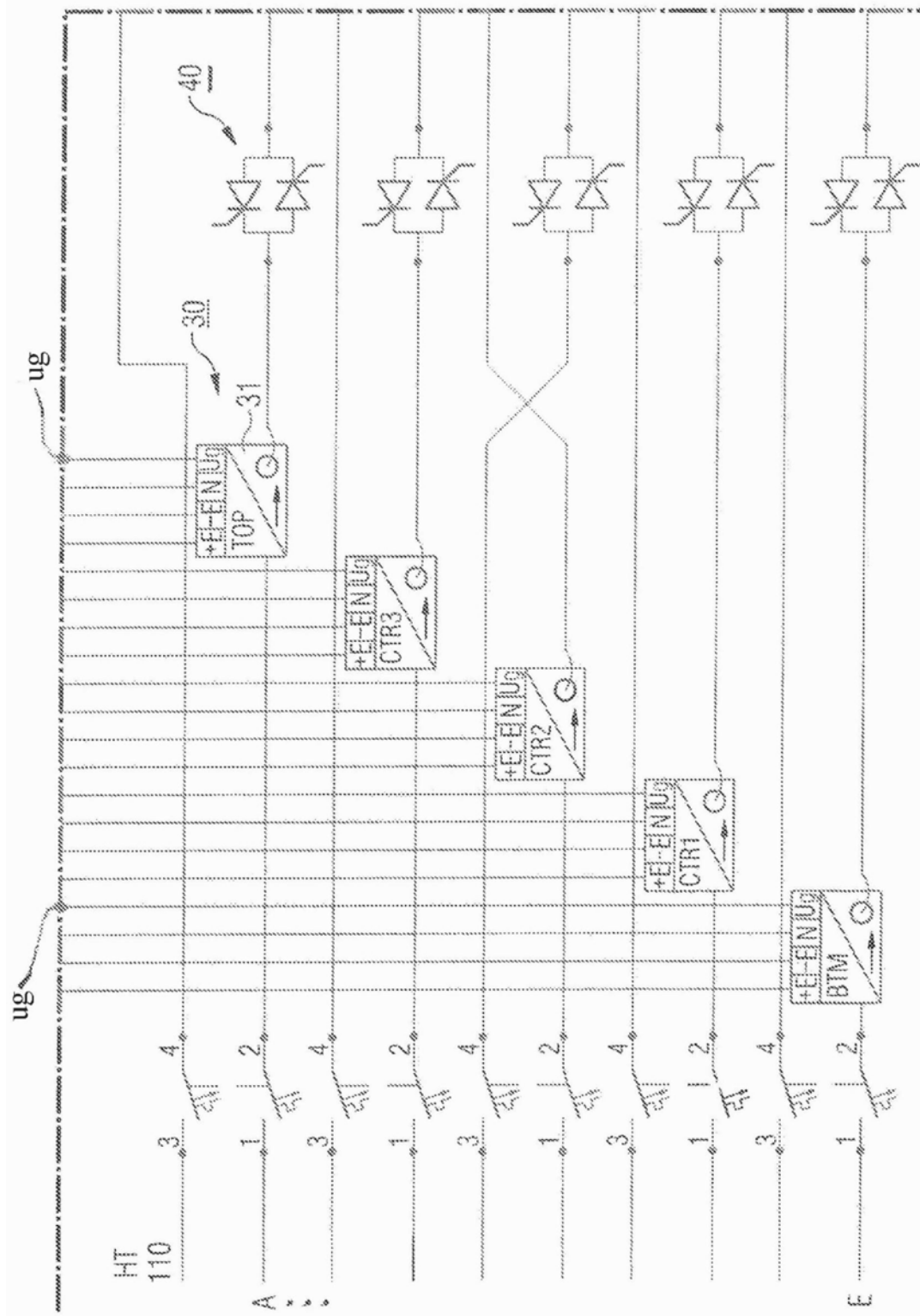


图6-3

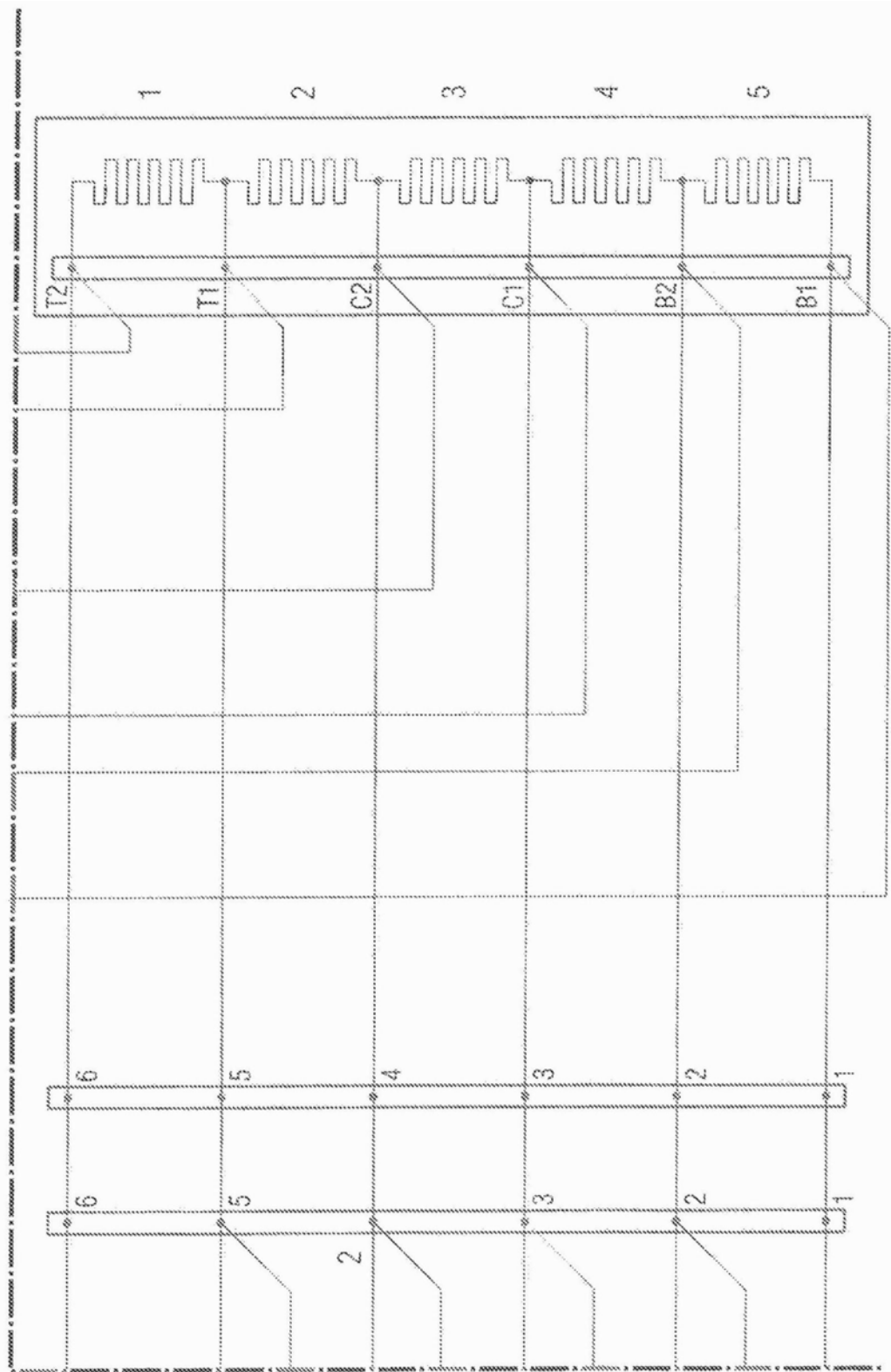


图6-4



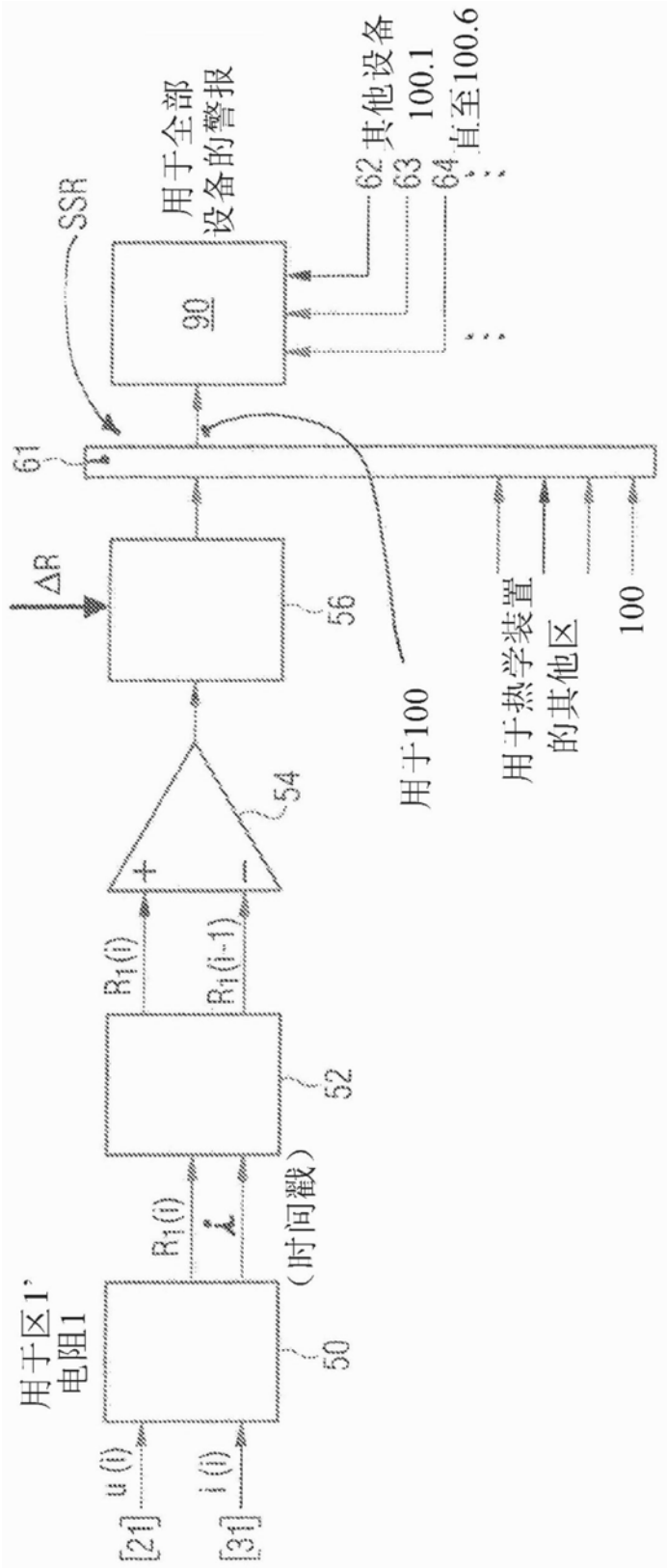


图6a

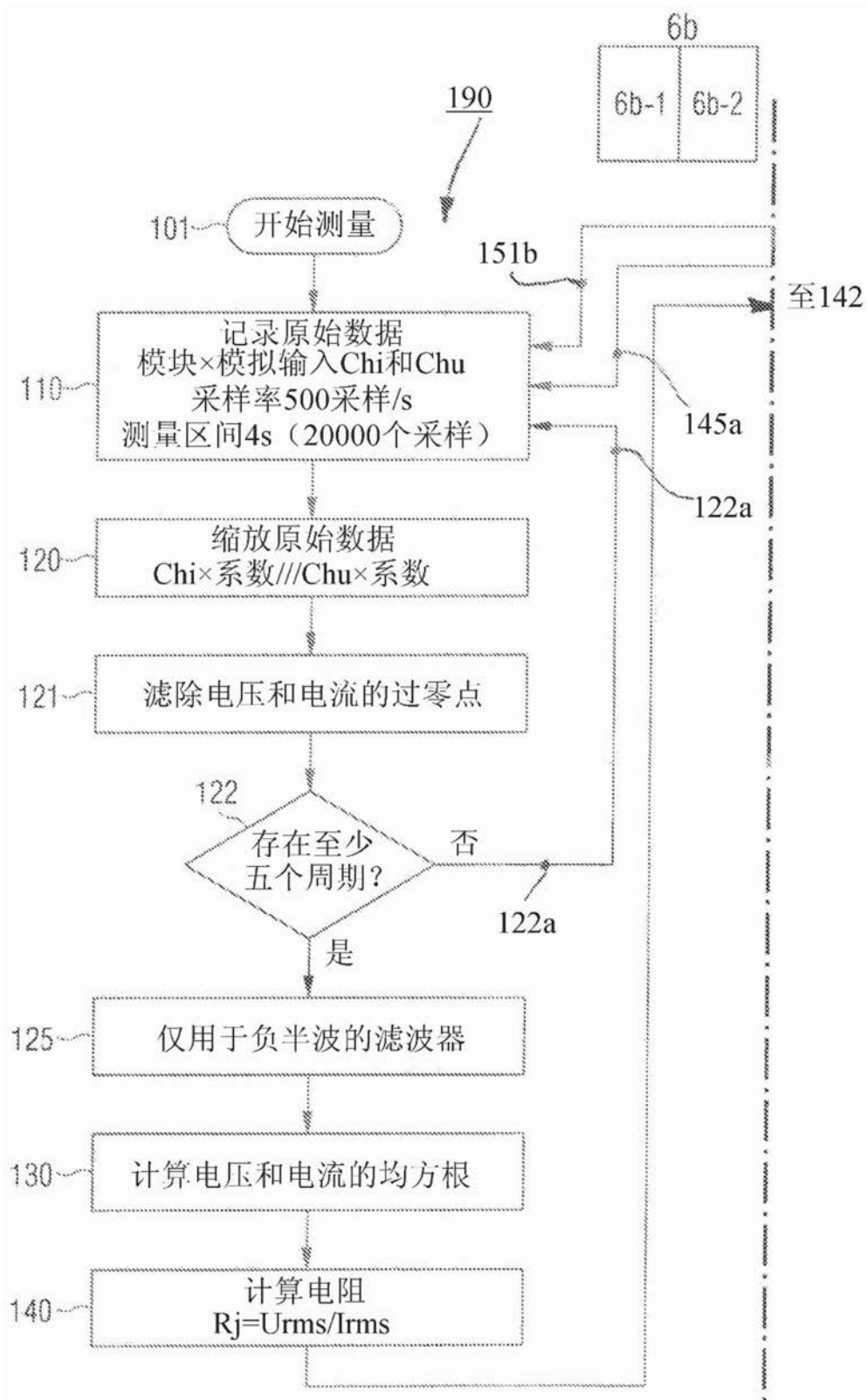


图6b-1

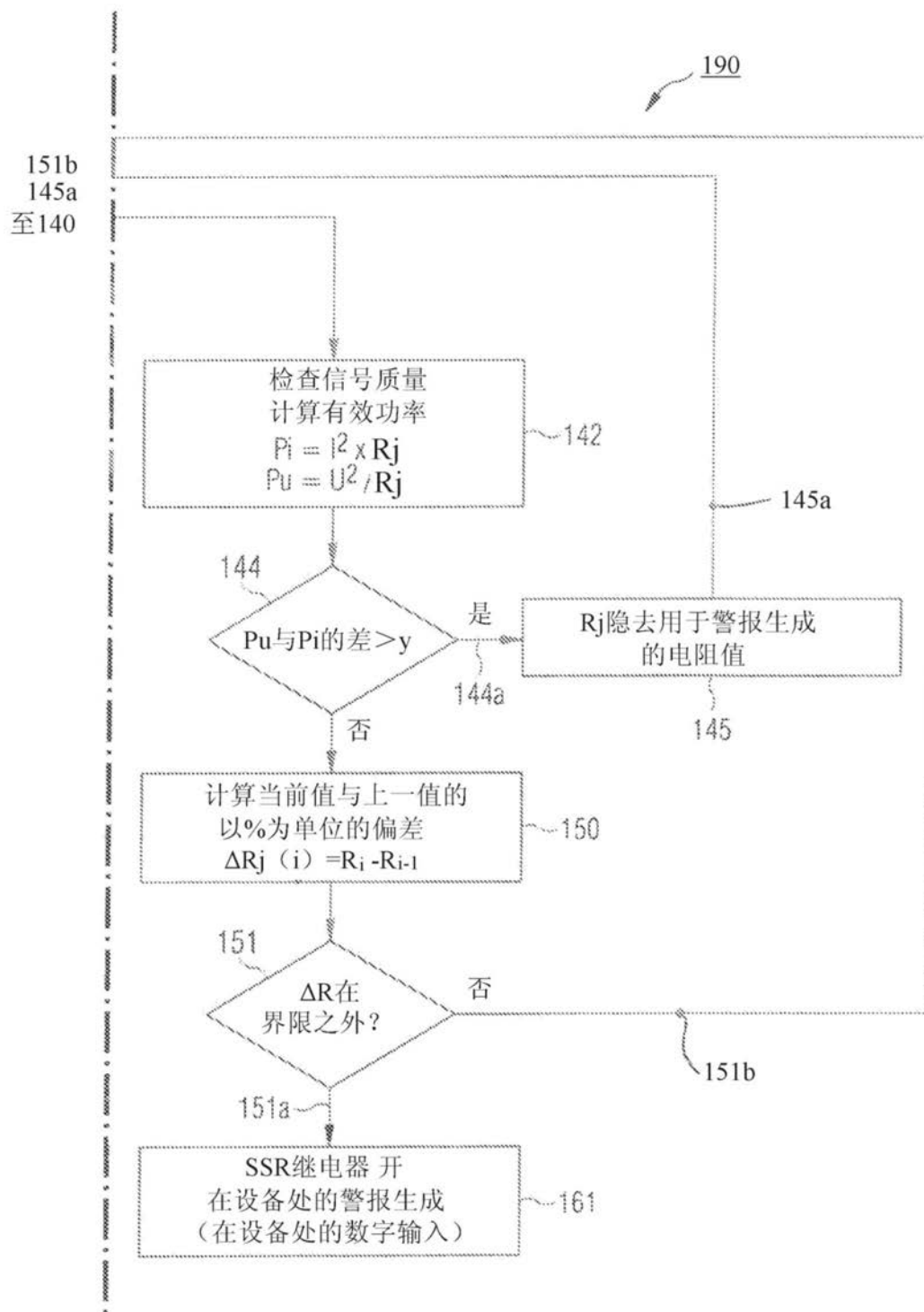


图6b-2

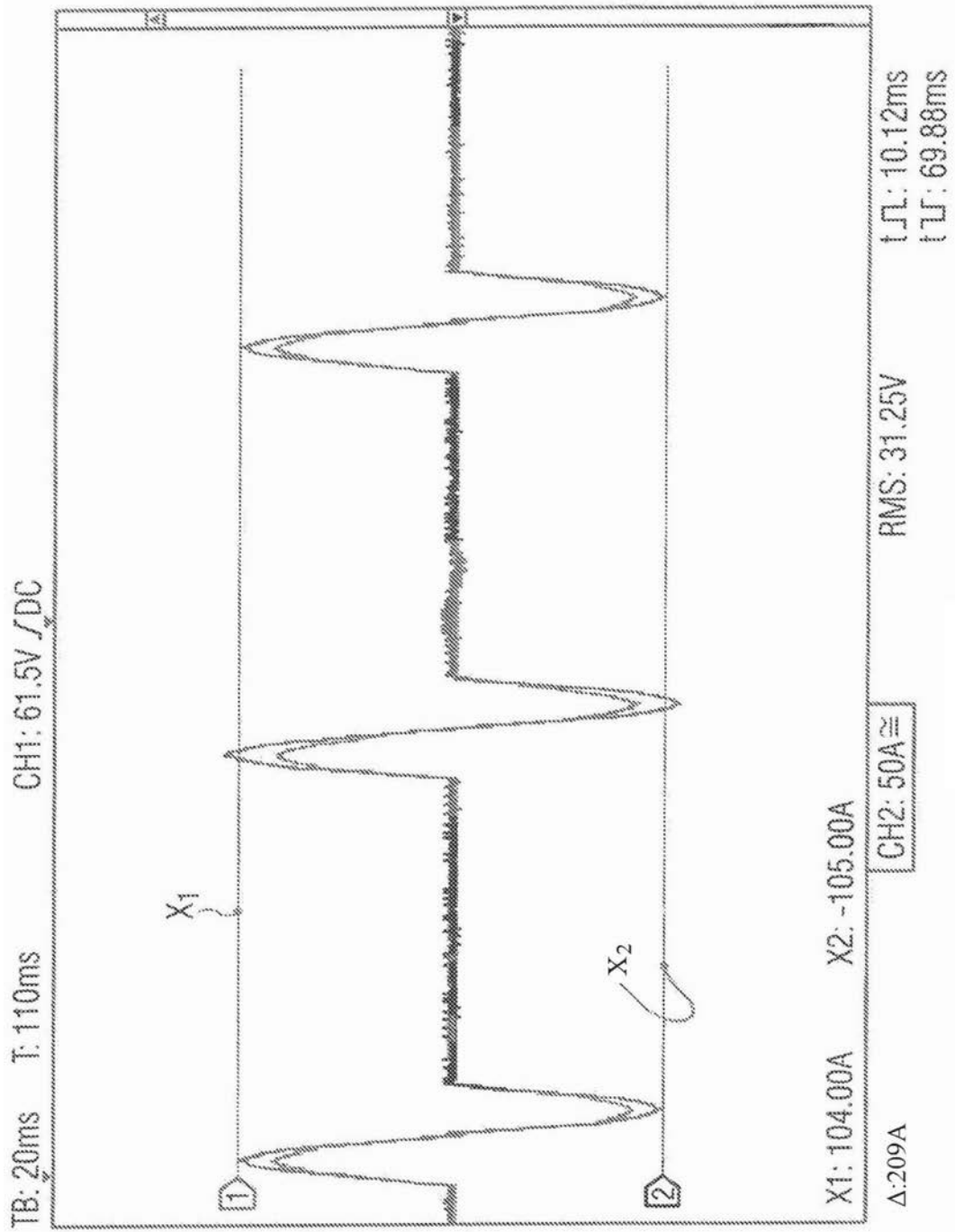
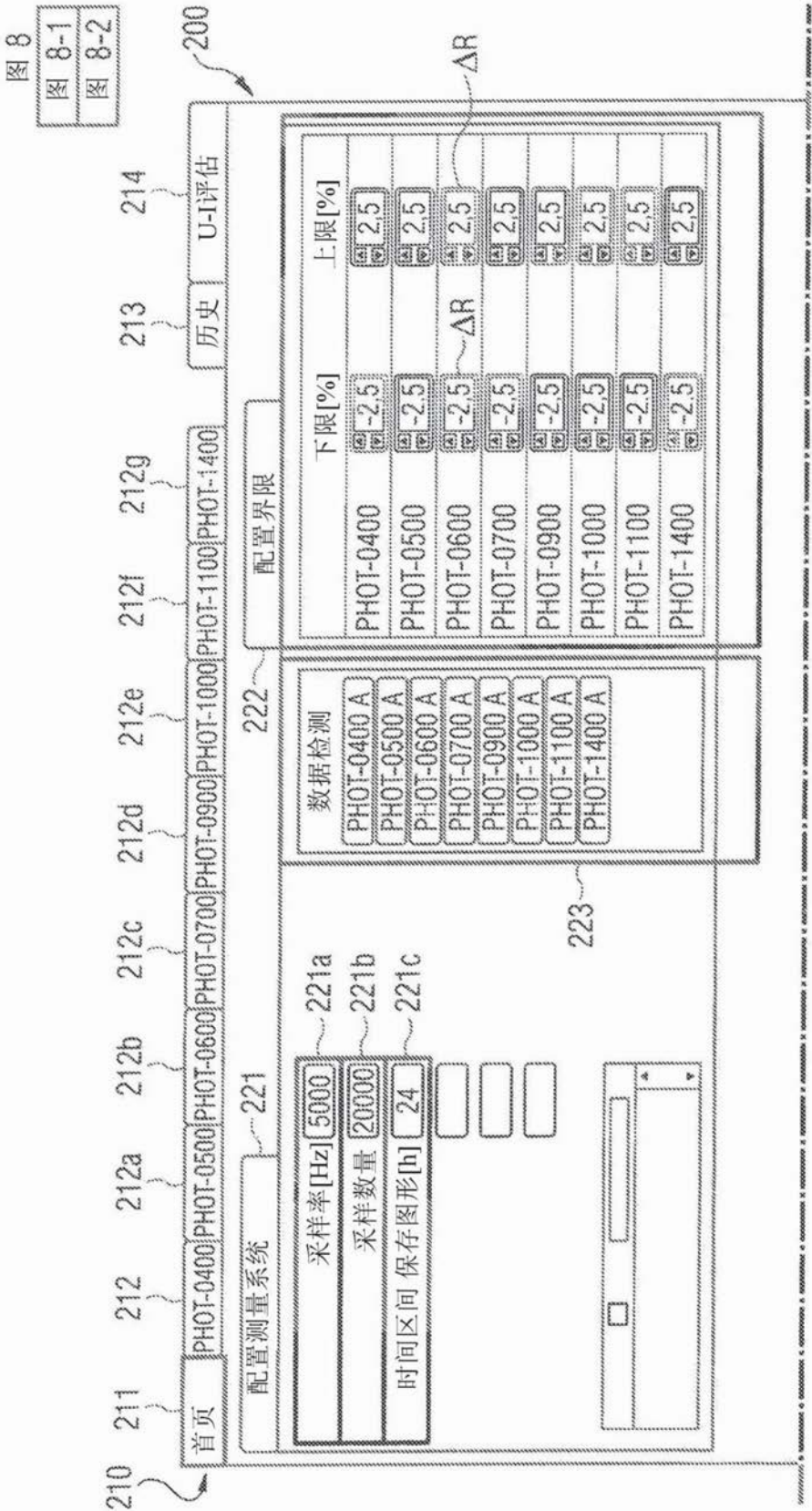


图7



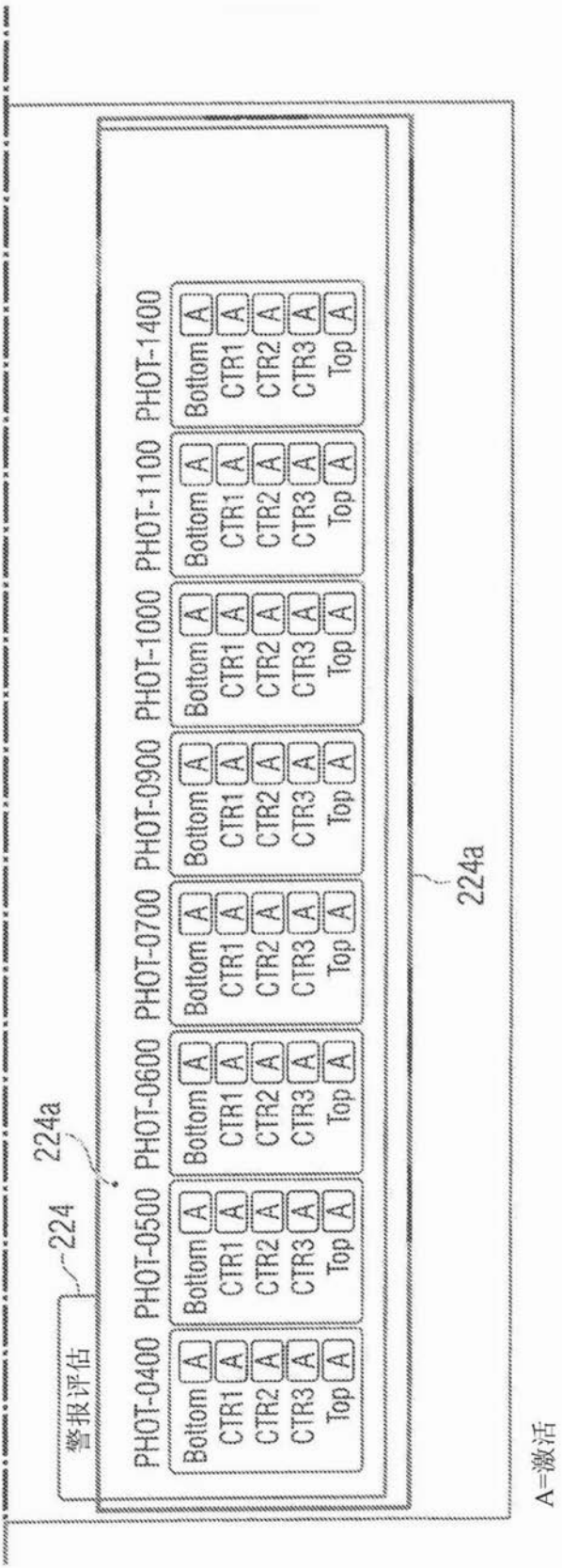


图8-2

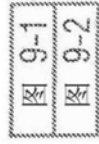


图9

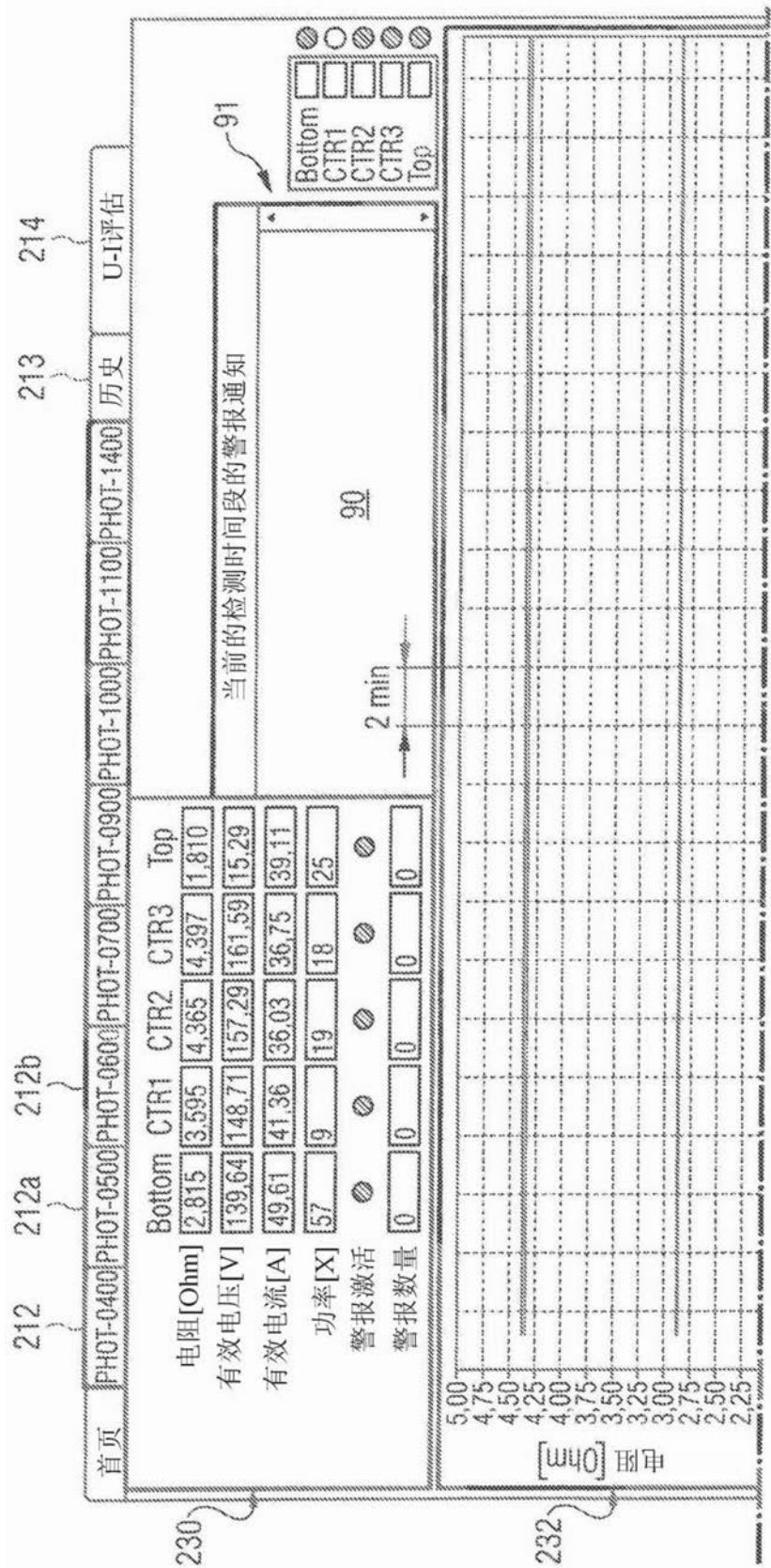


图9-1



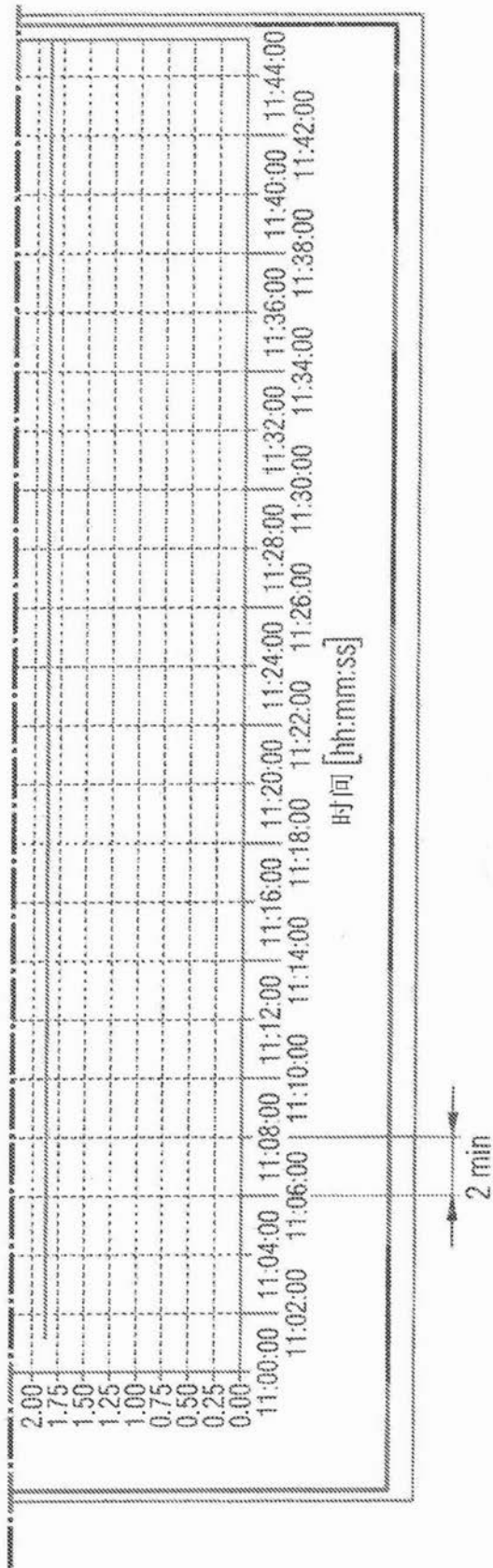


图9-2

图 10

图 10-1  
图 10-2

213

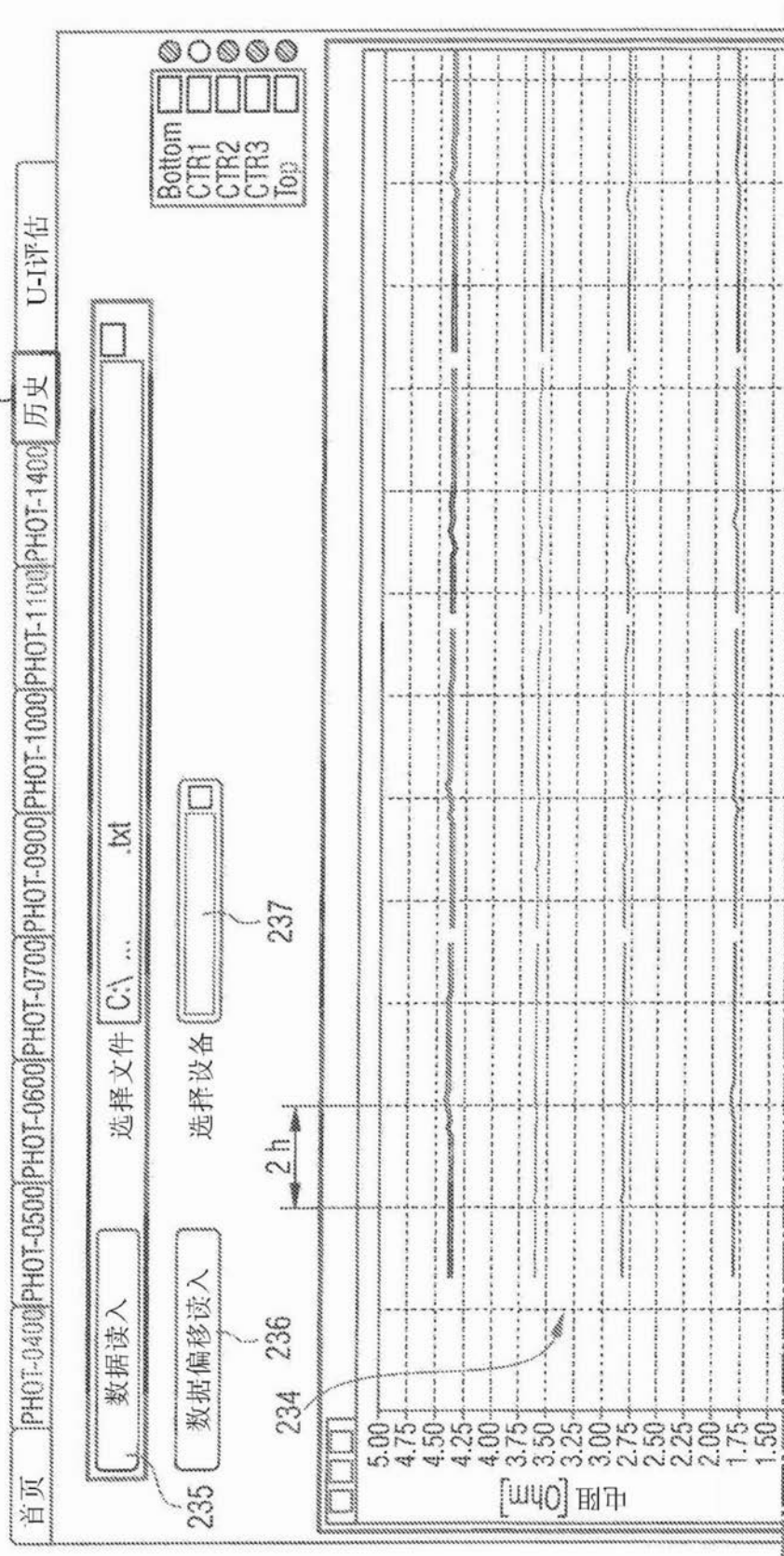


图 10-1

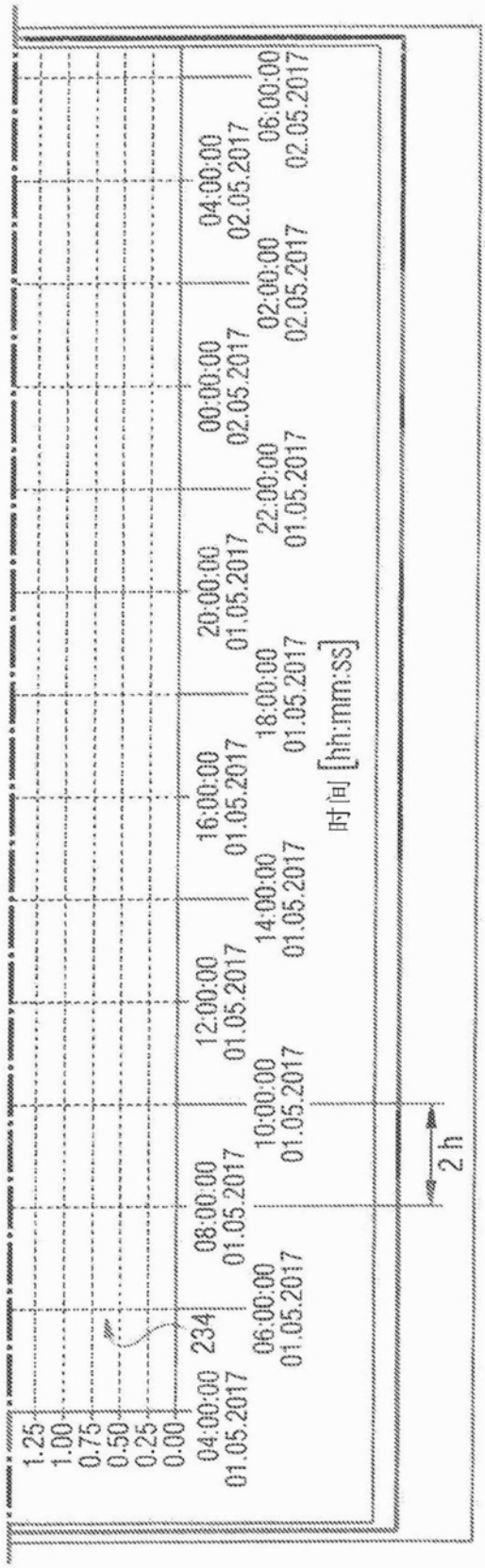


图10-2

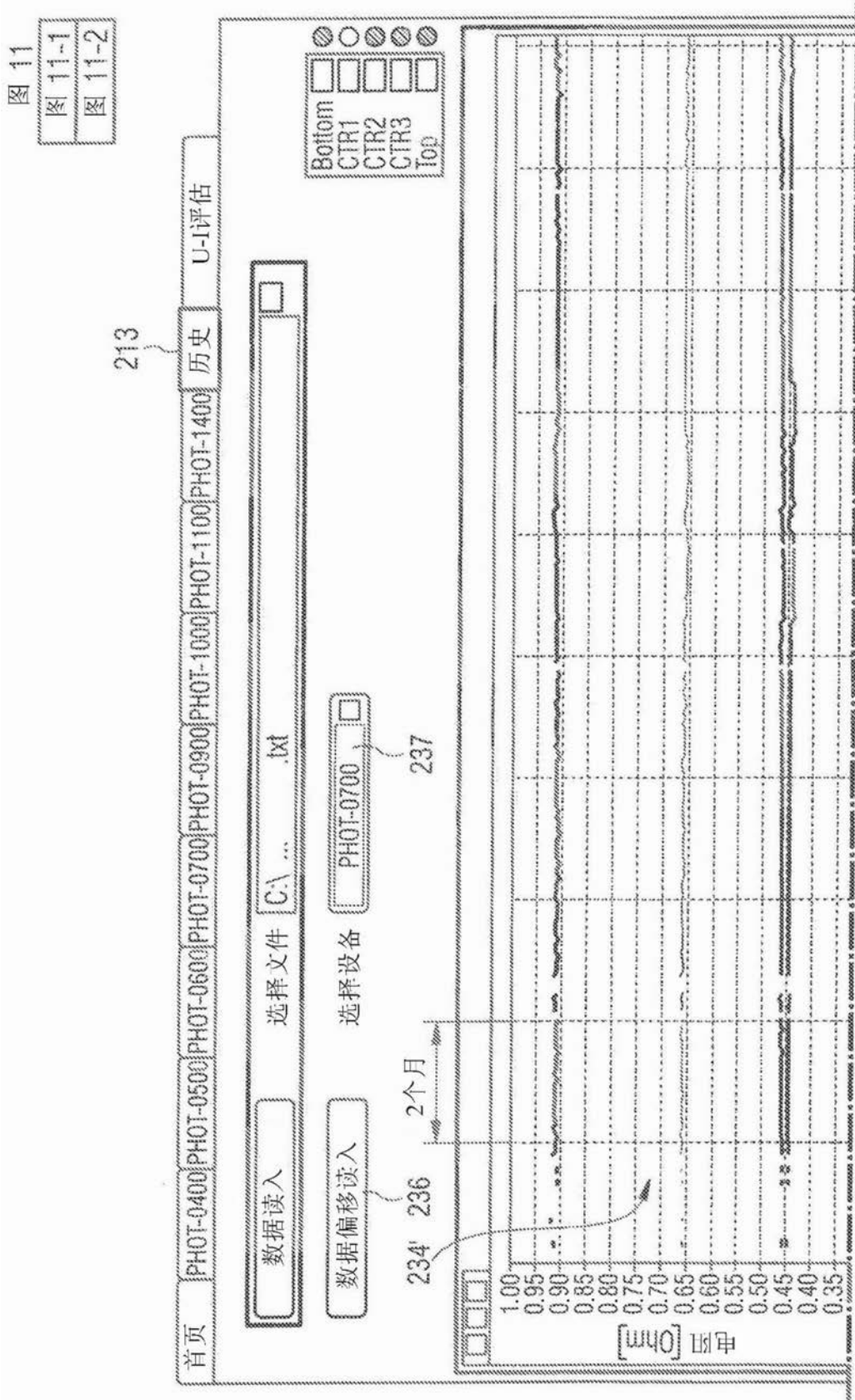


图 11-1

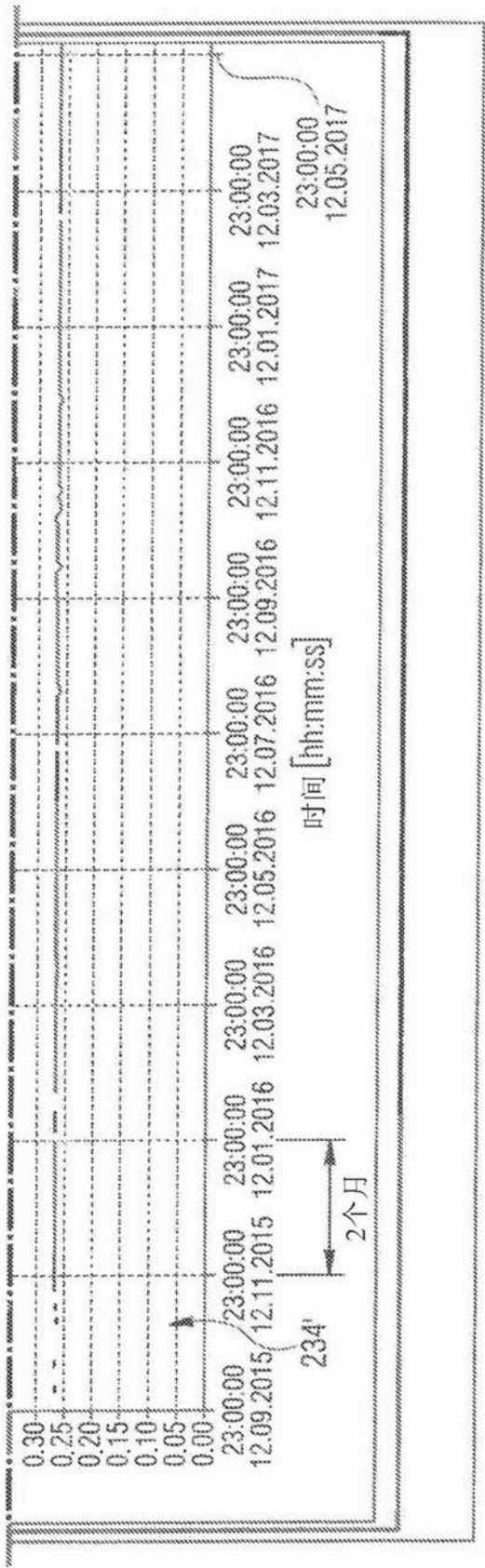


图11-2

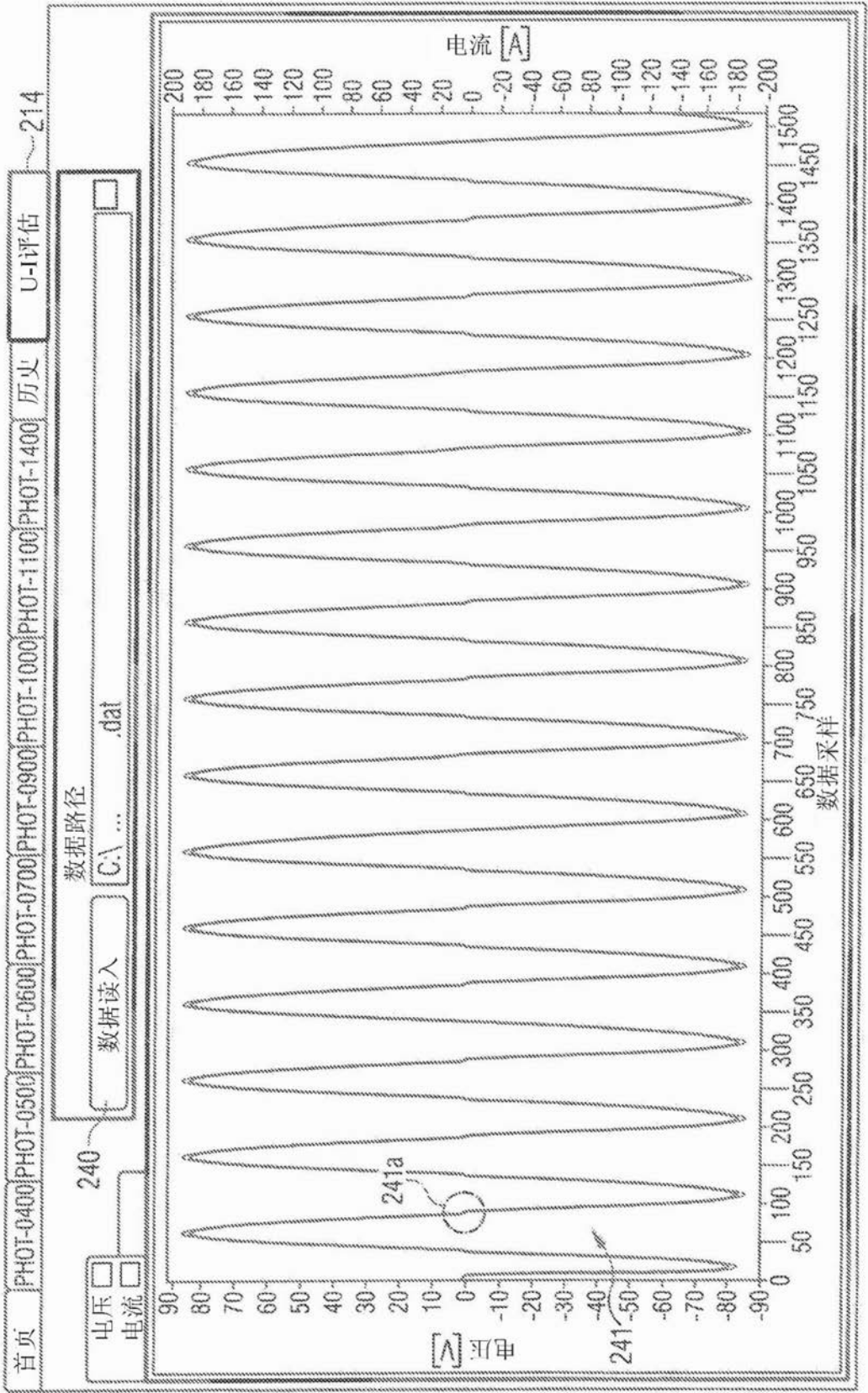
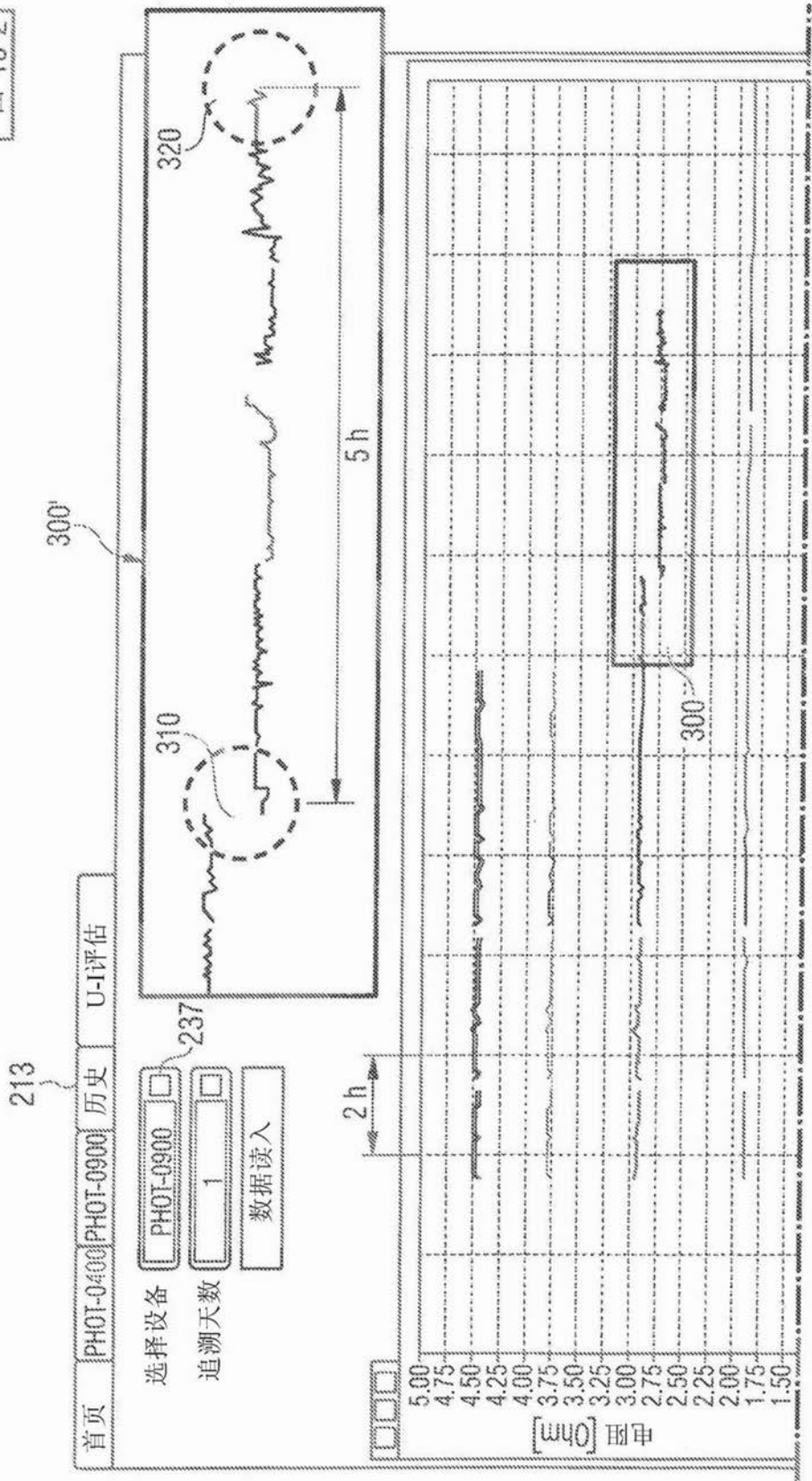


图12

图 13  
图 13-1  
图 13-2



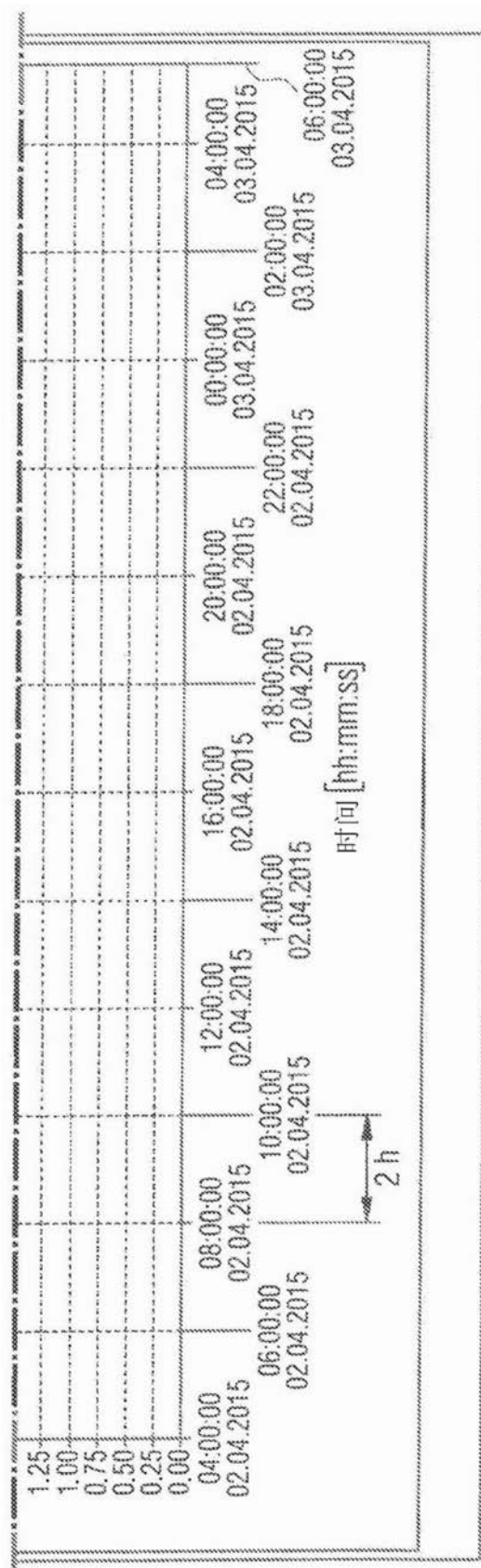
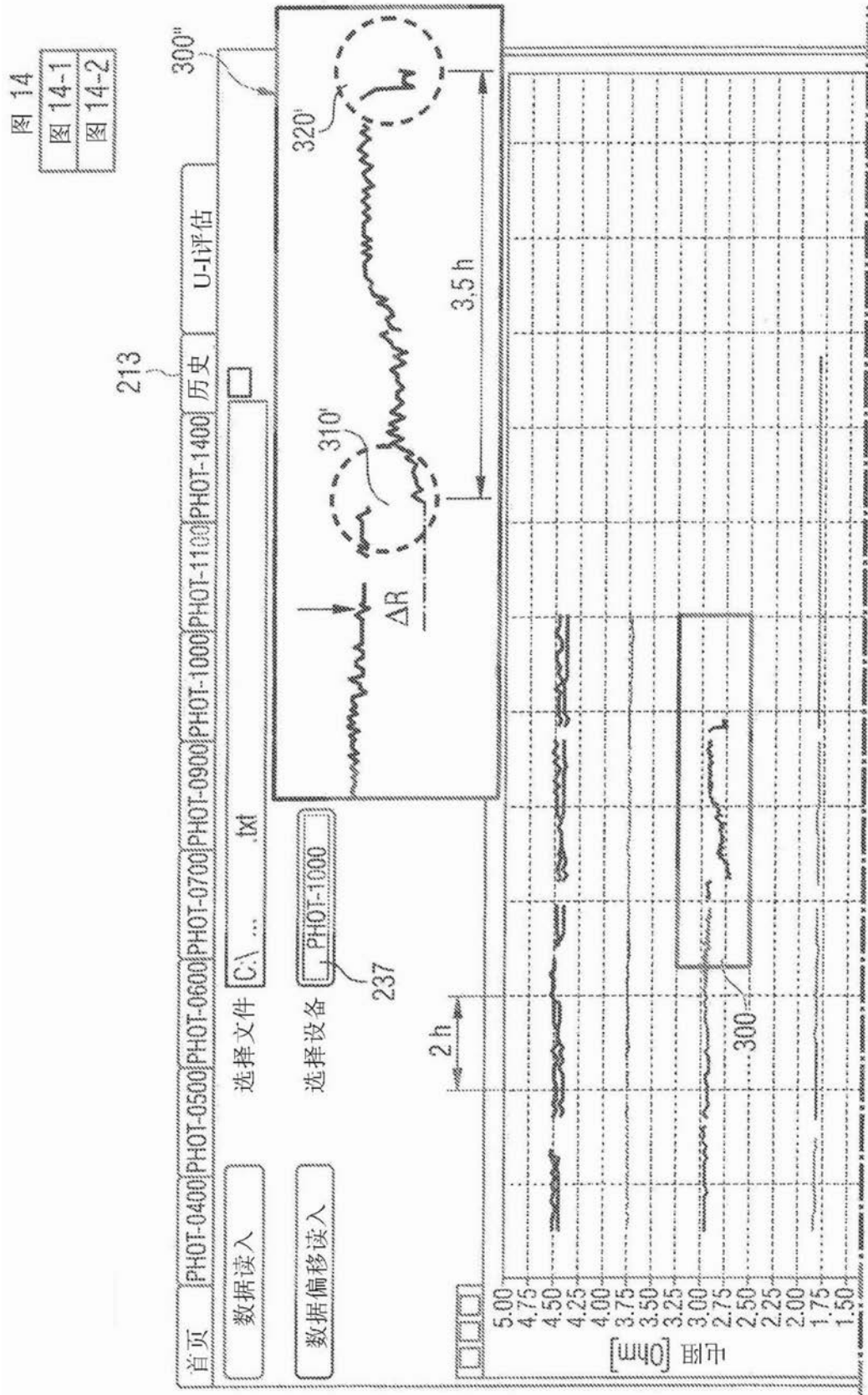


图13-2





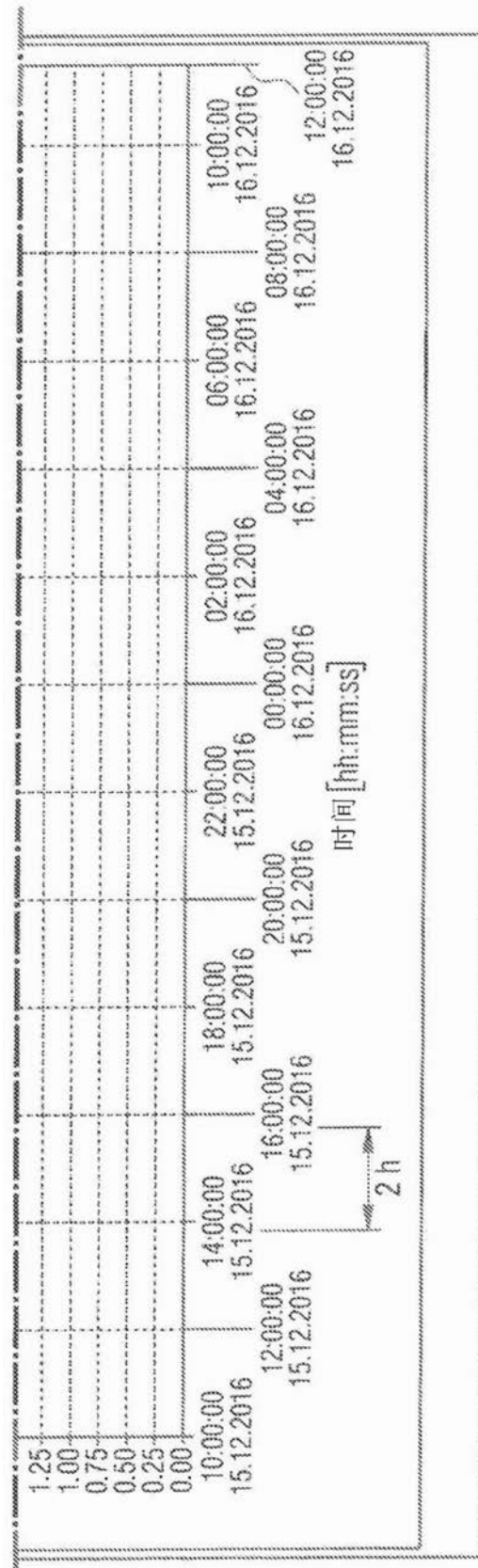


图14-2