



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97190467.7

[45] 授权公告日 2005 年 2 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1188080C

[22] 申请日 1997.3.24 [21] 申请号 97190467.7  
 [30] 优先权  
 [32] 1996. 5. 9 [33] US [31] 08/647,414  
 [86] 国际申请 PCT/US1997/004954 1997.3.24  
 [87] 国际公布 WO1997/041774 英 1997.11.13  
 [85] 进入国家阶段日期 1997.12.31  
 [71] 专利权人 天灵技术公司  
 地址 美国加利福尼亚  
 [72] 发明人 拉斐特·罗纳德·哈伯德  
 约翰·麦考密克  
 詹姆斯·斯塔夫罗波勒斯  
 理查德·斯廷尼特  
 审查员 周东莉

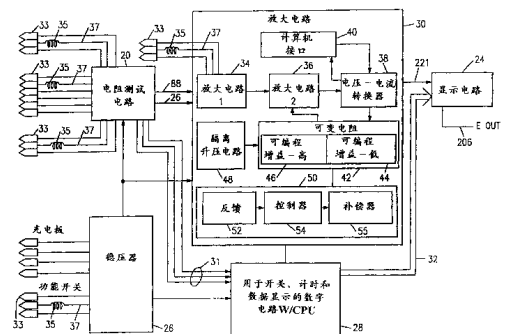
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
 商标事务所  
 代理人 马 浩

权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 20 页

[54] 发明名称 活体电阻变化的测试和显示系统

[57] 摘要

一种活体电阻变化测试系统包括一个电阻测试电路(20)、放大电路(30)和显示电路(24)，其中放大电路(30)包括校正电路(50)，对于给定的测试输入给出通常恒定的幅度响应，以解决由活体总电阻变化引起的灵敏度变化。



1. 一种用于显示活体电阻变化的设备包括，具有外部端子的电阻测试电路，与所述电阻测试电路相连的放大电路，与所述放大电路相连的显示电路，和与所述放大电路相连的灵敏度调节电路，其特征在于，

电阻测试电路适于在相对较低的可变活体电阻的第一范围内测试活体的电阻，以及在相对较高的可变活体电阻的第二范围内测试活体的电阻，产生一个测试信号；

放大电路适于将测试信号放大至一可观察的水平；

显示电路适于使测试信号成为可观察的形式；以及

灵敏度调节电路能够对于所述电阻测试电路中测试的所述第二范围内的高可变活体电阻设置自动增大所述显示电路的灵敏度。

2. 权利要求1的用于显示活体电阻变化的设备，其特征在于：

所述灵敏度调节电路能够对于所述电阻测试电路中测试的第一范围内的低可变电阻自动调节所述显示电路的灵敏度。

3. 权利要求1的用于显示活体电阻变化的设备，其特征在于：

所述灵敏度调节电路包括一个控制电路。

4. 权利要求1的用于显示活体电阻变化的设备，其特征在于：

所述灵敏度调节电路包括一个双联电位器。

5. 权利要求1的用于显示活体电阻变化的设备，其特征在于：

所述灵敏度调节电路包括一个电压控制运算放大器。

6. 权利要求1的用于显示活体电阻变化的设备，其特征在于所述电阻测试电路包括一个可手动调节的电位器（82、94）：

所述放大电路包括一校正电路，响应于所述可手动调节的电位器的手动调节运动自动调节所述放大电路的增益。

7. 权利要求6的用于显示活体电阻变化的设备，其特征在于所述校正电路包括：

与所述电阻测试电路相连，并适于接收代表测试输入的信号的反馈电路；

与所述反馈电路相连，并适于采用所述的测试输入信号来确定补偿值的控制电路；

对所述控制电路作出反应，通过所述补偿值来调整所述放大电路增益，保持通常恒定幅度响应的补偿电路。

8. 权利要求 6 的用于测试和显示活体电阻变化的设备，其特征在于所述校正电路包括一反馈电路适于接收代表活体总电阻的信号。

9. 权利要求 8 的用于测试和显示活体电阻变化的设备，其特征在于所述校正电路包括一控制电路与所述反馈电路相连，并适于从测试信号确定相应于放大电路增益变化的补偿信号。

10. 权利要求 9 的用于测试和显示活体电阻变化的设备，其特征在于所述校正电路包括一补偿电路，适于接收所述补偿信号，调整所述放大电路，从而保持通常恒定的幅度响应。

11. 权利要求 7 或 9 的用于测试和显示活体电阻变化的设备，其中所述反馈电路监视一个已知状态，并且所述校正电路包括：

由所述控制电路执行的软件程序，所述程序包括：

从所述反馈电路中读入所述已知状态的信号的方法；

采用代表所述已知状态的信号来预测和确定对干扰特征的响应的方法；

产生对所述干扰特征的响应的方法；以及

调整所述补偿电路从而消除所述干扰特征的方法。

12. 权利要求 11 的用于测试和显示活体电阻变化的设备，其中所述预测和确定方法包括一休眠方式。

13. 权利要求 11 的用于测试和显示活体电阻变化的设备，其中所述预测和确定方法包括检测所述已知状态的稳定性。

14. 权利要求 11 的用于测试和显示活体电阻变化的设备，其中：

所述控制电路包括一模拟数字转换器;

所述预测和确定方法包括读入所述模拟数字转换器产生的数据。

15. 权利要求 1 的用于显示活体电阻变化的设备包括多个手动控制的设备,

至少一个从每个电阻测试电路、放大电路和显示电路伸出的导电端子,

至少一个包含在所述电阻测试电路和在所述放大电路内的电感;

从而减小了经由所述电路传导的无线电干扰。

16. 权利要求 1 的用于显示活体电阻变化的设备, 其中进一步包括: 围绕所述电阻测试电路、所述放大电路和所述显示电路的外壳; 以及

覆盖所述外壳而隔离无线电频率的油漆。

17. 权利要求 6 的用于显示活体电阻变化的设备, 其特征在于该设备包括一个适于提供仿真测试信号的计算机接口。

18. 权利要求 6 的用于显示活体电阻变化的设备, 其特征在于放大电路包括一运算放大器, 具有连接于所述运算放大器的正负输入之间的电路的电容器。

19. 权利要求 7 的用于显示活体电阻变化的设备, 其特征在于控制电路进一步包括: 适于从所述反馈电路接收信号的微控制器; 以及

适于在来自所述反馈电路的信号中识别离散变化的模拟数字转换器。

20. 权利要求 7 的用于显示活体电阻变化的设备, 其特征在于控制电路进一步包括: 适于在所述可手动调节的电位器转换时触发所述控制电路的触发电路。

21. 权利要求 7 的用于显示活体电阻变化的设备, 其特征在于该设备包括:

在所述控制电路内的微控制器, 适于从所述反馈电路接收反馈信号;

以及

适于设置所述微控制器和响应于所述反馈信号产生一校正信号的由计算机执行的软件。

22. 权利要求 21 的用于显示活体电阻变化的设备，其特征在于该设备包括：

包括一数字电位器，并适于向所述放大电路提供校正输入信号的补偿电路。

23. 权利要求 6 的用于显示活体电阻变化的设备，其特征在于该设备包括：

在所述校正电路内的微控制器；以及

适于设置所述校正电路的由计算机执行的软件，连续检测手动调节电位器内的变化，从一组预定分辨率模式确定和设定一分辨率模式。

24. 在具有电阻测试电路的用于活体电阻变化测试的设备中，对于预定的测试输入保持一通常恒定的幅度响应的方法，其特征在于包括以下步骤：

初始化所述电阻测试电路和所述放大电路；

将活体与所述电阻测试电路相连；

确定活体总电阻；根据预定的比率调整所述放大电路的增益，从而对于被测的电阻变化产生一通常恒定的幅度响应。

25. 权利要求 24 的方法，其特征在于该方法包括：

作为确定总电阻的一部分，手动调节电位器；

将用于确定活体总电阻的分辨率模式设定为多个预定分辨率模式之一。

26. 权利要求 25 的方法，其特征在于该方法包括：

对应于活体总电阻的变化，通过使预定补偿因子信号与活体总电阻的电阻变化值匹配，来进一步调节所述放大电路的增益。

## 活体电阻变化的测试和显示系统

本发明涉及用于显示和测试活体电阻变化的改进设备。

随着 Lafayette R. Hubbard 的用于活体变化的测试和显示设备的出现，实现了能够通过机-电测试而识别活体电阻的微小变化。该设备通常包括电阻测试电路，放大电路和显示电路。尽管该设备足以达到测试活体电阻变化的目的，却不能精确显示测试的变化。美国专利 No. 3, 290, 589 号和美国专利 No. 4, 459, 995 号阐述并图示为了解决这个问题而尝试的各种改进。这些设备产生活体电阻小变化量的信号，然后放大为在诸如可视显示等可为人类所察觉的显示器上的可识别和有用的信号。这些设备的一个问题在于信号中干扰特征掩盖或错误地反映了小变化量。这些干扰特征可能是由于无线电频率的干扰和（或）设备自身内部非线性性能的干扰。因此，需要能更精确显示活体电阻变化的设备。

本发明的一般目标是精确显示活体电阻的小变化。

本发明的特殊目标是消除活体电阻信号中的干扰特征。

本发明的一个特征是包括一个有源校正电路，对于给定的测试输入给出通常恒定的幅度响应。

本发明的优点在于该设备的灵敏度维持在恒定的水平。

根据本发明的目标，特征和优点，提供了改进的电阻测试和显示设备，该设备包括具有与活体相连接的输入端子的电阻测试电路，用于产生表征活体电阻的测试信号。放大电路接收测试信号并将其放大至可察觉水平。显示电路接收放大信号并以可察觉的形式提供测试信号。本发明有益地包括了无源和有源设备以消除测试信号的干扰特征。

本发明的特征之一是有源的校正电路。该校正电路的作用是在显示电路给出通常恒定的幅度以响应电阻测试电路所给的电阻变化。校正电路的优选实施方式中，反馈电路部分和控制电路部分相配合而监测设备的运行及预测显示电路中幅度响应的变化。为了预测幅度的变化，还包括一个补

偿器用于调节或校正放大电路。

从结合附图的以下详细说明，本发明的目标和优点显而易见。

图 1 是测试活体电阻的常规设备的功能框图；

图 2 是本发明设备的功能框图；

图 3 是本发明优选的电阻测试电路的功能框图；

图 4A 是本发明优选的放大电路的功能框图；

图 4B 是可变电阻电路和升压电路的功能框图；

图 4C 是反馈和控制电路的功能框图；

图 5A - 5D 是主软件程序的流程图；

图 6 是延时程序的流程图；

图 7 是选择仪表程序的流程图；

图 8 是模-数低分辨率程序的流程图；

图 9 是模-数高分辨率程序的流程图；

图 10 是模-数转换程序的流程图；

图 11 是模-数中断程序的流程图；

图 12 是可编程的升压设置程序的流程图；

图 13 是分辨模式设置程序的流程图；

图 14 是查询低电势程序的流程图；

图 15 是选择数字电阻程序的流程图；

图 16 是改变数字电阻程序的流程图。

参照示图，本发明可与任何测试和显示活体电阻变化的常规的三阶段电路联合使用。参见图 1，该设备典型地应用了电阻测试电路 20 以将所测试的活体电阻转换为测试信号的形式。电阻测试电路与放大电路 22 相连而将测试信号放大至可察觉的水平。与放大电路 22 相连的显示电路 24 将测试信号转换为可察觉的形式。电阻测试电路可采用常规式的桥式或分压电路来测试活体电阻。美国专利 No. 4,702,259 号，美国专利 No. 4,459,995 号和美国专利 No. 3,290,589 号公开了具有适于该目的的桥式电路的三阶段电路，这里参阅了这些专利。具有适于该目的的分压电路的三阶段电路包括在“HUBBARD<sup>TM</sup> PROFESSIONAL MARK SUPER VII”设备中，该设备由加州洛杉矶的 Hubbard 电子仪表公司生产和销售。

基于上述内容, 已知的联合实现方式使得电路需要在高电阻水平时自动增加灵敏度, 低电阻水平时能自动调节的装置。本改进为显示电路 24 中恒定的幅度响应而提供。

本发明的优选实施方式, 如图 2 的功能框图所示, 将发明特征融于常规的“HUBBARD<sup>TM</sup> PROFESSIONAL MARK SUPER VII”电路。该电路另外采用了稳压器 26 以达到整个电路稳定的直流电压水平。由微处理器(这些常规器件图中未示)控制的数字电路 28 用于跟踪电阻测试电路 20 引出的端子 31 的信号, 进行日期和时间的显示及进行各种常规开关的功能。显示端子 32 向常规的 LCD 时钟及显示电路 24 的信号跟踪显示提供信号。数字电路也可以是美国专利 No. 4, 702, 259 号中公开的形式。端子 33 从调压电路 26, 电阻测试电路 20 及放大电路 30 引出, 并与各种常规的手动控制器(图中未示)按常规的方法连接。这些端子会截取无线电信号而导致无线电频率(RF)的干扰。在本发明的优选实施方式中, 电路板包括从手动控制器的滑片端子 37 引出的电感 35。手动控制器包括功能开关, 低压电位器, 远程低压电位器, 微调可变电阻和灵敏度控制器。

根据本发明, 放大电路 30 通常为两级放大。第一级放大电路 34 接收测试信号, 并对其对数放大。与第一级放大电路 34 的输出端相连的第二级放大电路 36 调节和放大测试信号的增益。计算机接口 40 选择性地向电压-电流转换电路 38 提供所需的信号, 用于要求模拟测试信号的情况。与第二级放大电路的输出相连的电压-电流转换电路将测试信号调整为显示电路 24 可用的形式。电压-电流转换电路 38 也向第二级放大电路 42 和计算机接口 40 提供反馈。可变电阻电路 42 与第二级放大电路 36 相连并提供放大器反馈信号, 从而放大电阻测试电路 20 的测量信号。可变电阻电路 42 包括高和低的可编程增益部分 46 和 44。隔离的升压开关电路 48 与可变电阻电路 42 相连用于手动增益调节。校正电路 50 也与可变电阻电路 42 相连。校正电路 50 作为校正装置调节放大电路的输出。在本优选实施方式中, 校正电路 50 包括反馈电路 52, 控制电路 54 和补偿电路 55。

优选实施例的电阻测试电路(图 3)为分压式。分压电路中, 高电势 56 与第一分压电阻 58 串联。第一电阻可采用可变电阻 60 调整或补偿第一电阻值。常规仪表检验开关 62 既可手动选择, 也可为数字电路 28 控制而

选择性地连接活体的外接端子 66、端子 64 和替代活体的作为检验电阻的 5K 欧姆电阻 68 之间切换分压电路。意在连接活体的常规电极通过插头（未示）相连。当插头插入，外端子 64 和 66 与活体相连。移去插头，另一开关 70 将高电势端 66 与 5K 欧姆的电阻 68 相连。另外，连于外端子 64 和 66 之间的电容 72 与电感 86 串联。电感 86 和电容 72 的功能是减少信号干扰。第二分压电阻位于仪表检验开关和输出端 88 之间。第三分压电阻 74 串联于输出端 88 和低电势端 76 之间。

低电势值采用手动调节设备 78 进行手动调节。手动调节设备 78 优选地包括电位器 82 的滑片端子 80，该电位器接于连接高、低电压之间。滑片端子 80 的电路包括电感 87，该电感通常通过模拟开关电路 90 与端子 91 相连，电容 92 接地以减少干扰。手动调节设备 78 一般为内置的电位器 82 或外部电位器 94。外部电位器 94 也通过高压端子 96 和低压端子 98 以及滑片端 100 与模拟开关电路相连。外部可变电阻 94 也包括一个  $\overline{\text{REM}}$  端或远程信号端 102 及地端 104。常规包括手动控制开关或分压器及锁存器的模拟开关电路 90 与模拟开关（未示）相连，该模拟开关选择性地驱动内部或外部的电位器。另一状况，电位器的选择是根据  $\overline{\text{REM}}$  信号端 102 的电压状态而决定的。当采用内部电位器 82 时，信号维持“高”，并通过外部电位器端子 106 与地 104 相连。在使用中电位器的滑片端 91、高端 108 及低端 100 的电压值送入数字电路 28（图 2）而计算出数字电位器信号值。滑片端子 91 的信号通过具有电压跟随器的信号缓冲器 112 发送，这样可避免在低电势 76 的电流的损失。

参照图 4A，B 和 C 所示，一级放大电路 34 接收来自电阻测试电路信号输出端 88 的测试信号。一级放大电路 34 包括运算放大器（op-amp）124，其正输入端 126 与电阻测试电路 20（图 1）的输出端 88 相连。运算放大器 124 接为电压跟随器，其反馈端 128 从运算放大器的输出端 130 接至负输入端 132。电容 134 连接于正输入端 126 和负输入端 132 间，有助于减少测试信号中的 RF 干扰。与反馈回路 136 并联的运算放大器输出端 130 向运算放大器 138 提供负输入，作为一级放大器。电阻 140 与电压跟随器的输出端 130 相连。电阻 140 通过两个并联电阻支路连于预置电位器 142 及一级放大器的输出端 144。第一支路包括连于预置电位器 142 和第一电

阻 140 间的电阻 146。第二支路包括连于电极 148 的常规用户可调电位器，该电极与电阻 150 和预置可变电阻 142 串联。该用户可调电位器（未示）用作灵敏计，灵敏计电极 148 包括通过电感 156 连于一级放大器的负输入端 154 的滑片端 152。一级运算放大器的正输入端 158 接收来自稳压器 26 的电压参考信号 160，稳压器 26 提供稳定的参考电压 5.25 伏。电压参考端 160 也与电阻反馈支路相连，该支路包括第二预置可调电阻 162 及与一级放大器的输出端 166 相连的固定电阻 164。一级放大器的输出端 144 也通过固定电阻 170 与输出端 166 相连。熟练的技术人员应知道一级放大电路的构造提供了一个衰减加法放大器，经过运算放大器 138 增益放大的电阻测试电路 20 的信号输出端 88 的值与电压参考 160 的值进行求和。一级放大电路的运算放大器 124 和 138 为曼彻斯特 Norwood 的模拟器件公司生产的 OP420 型运算放大器。求和，放大信号的输出端 166 连于二级放大电路 36。随着可变电阻 142 由低向高变化，一级放大电路对数地从 1 至 10 改变仪器增益。

二级放大电路 36 包括了模拟器件公司生产的具有可变电阻反馈支路的 OP90 型运算放大器。该特殊类型的运算放大器要求偏置补偿，即采用可变电阻 174 通过其滑片端 178 与地 176 相连。适于本目的的其它类型的放大器不要求此电路。一级放大电路 34 的输出端 166 与二级运算放大器 172 的正输入端 180 相连。可变电阻电路 42 向二级放大器 172 的负输入端 182 提供增益反馈。二级放大器 172 的正输入端 184 与锁存器门电路 186 - 187 中的门电路 186 相连。这些门电路选择性地电压 - 电流转换器 38 与二级放大电路 36 及计算机接口 40 相连。数字电路 28 完成开关切换以按常规方式响应操作者的选择。

通过锁存器门电路 188 和 189，计算机接口 40 与电压 - 电流转换电路 38 相连。计算机接口 40 包括与二级电路相似的放大器 190，该二级电路具有来自信号总线的 E - IN 信号端 192，并与放大器的正输入端 194 相连。第一电容 196 提供滤波后的反馈，并连于放大器 190 的负输入端及输出端之间。该负输入端进一步与分压反馈电路相连，该分压反馈电路包括参考电压 201，两个正偏电阻 202 和 203，锁存器门电路 188 及与地相连的第三电阻 204。计算机接口 E - IN 端 192 接收先前记录部分的再现信号或模

拟再现信号，利用计算机接口的放大器 190 在显示电路上复制该输出。信号端 E\_OUT206 接收来自显示电路 24 的显示活体电阻变化的信号，并将测试信号传送给计算机接口 40。

电压-电流转换电路 38 包括晶体管 208，其发射端 210 通过偏置电阻 202 与“高”压 201 相连，并与门 187 和 188 相连，基端 212 通过正偏电阻 214 和“高”压相连，两个串联二极管 216 - 217 反偏于基端 212。二极管 216 - 217 通过门 186 和 189 分别与二级放大器 172 的输出及计算机接口放大器输出相连。晶体管集电极为连于显示电路 24 的输出端 221。

可变电阻电路 42（图 4B）包括可编程增益降低电路 44 和可编程增益升高电路 46。电阻测试电路（图 3）的低电势 76 的变化表示这些可变电阻电路中哪一个被用来提供可变增益，这将在以下阐述。可变电阻电路 42 通过端子 226 和 228（图 4A 和图 4B）而连于运算放大器的负输入端 182，通过门电路 187 而与电压-电流转换电路 38 相连，通过电阻 202 与电压源 201 相连。正输入端 180 和负输入端 182 间的电容 223 减缓了 RF 干扰信号。可编程增益升高电路 46 包括四个电路部分，它们并联于可变电阻电路的 226 端和 228 端之间。第一部分包括电容 230。第二部分包括锁存器门电路 232 和电阻 234，第三部分包括锁存器门电路 236 和电阻 238，第四部分包括三个串联电阻 240 - 242。锁存器门电路 232 和 236 由隔离的升压开关电路 48 控制。可编程增益降低电路 44 包括一个独立的锁存器门电路 244，该门与以下将详细讨论的校正电路 50 相连，可编程增益降低电路 44 还包括三个并联的支路。可编程增益降低电路的每个支路包括分别与电阻 252，253 和 254 串联的锁存器门电路 246，248 和 250，根据隔离的升压开关电路 48 的设置选择性地连接于电路中。

升压开关电路 48 包括具有滑片端 258 的开关 256，能进行三个独立的低端 260，常态端 262 和高端 264 的设置。260 端，262 端和 264 端通过各自的负偏电阻 268，267 和 266 而接地。与这些端相连的门，当检测到地电压时，关闭。滑片端 258 包括正的或高的电压。当滑片端与高端 264，常态端 262 和低端 260 之一相连时，连接端升高至高压水平。当检测为高压时，与不同端子相连的锁存器门电路将打开。即使在可编程增益降低模式，可编程增益升高电路总为开。根据升压开关的低，常，高态而进一步

放大来自一级放大器的输入信号，升压开关以 10 为单位线性变化运算放大器的增益。通过升压开关，二级运算放大器提供附加的增益，因而在低升压位置时，增益乘 1，常态升压位置时，增益乘 10，高升压位置时，增益乘 100。另外，在微控单元的控制下，二级运算放大器提供范围为  $0.7 \times$  至  $50 \times$  的增益。因微控增益独立于灵敏度和升压器，可当作第三级。这三级分别为电路总增益的因子，因而输出增益为这三级的乘积。最低可能增益为  $1.0 \times 1.0 \times 0.7=0.7$ ，最高可能增益为  $10 \times 100 \times 50=50,000$ 。

控制和反馈电路 50（图 4C）提供放大器的有源校正以响应电阻测试电路 20 的手动调节设备 78 的变化或运动。控制和反馈电路 50 与可变电阻电路连于运算放大器的负输入端 182，如端子 356 所示（图 4C），356 端与 226 端（图 4B）及运算放大器 172 负输入端 182 串联，控制与反馈电路 50 连于可编程增益降低/升高锁存器门电路 244 的控制锁存器端 272（图 4B，4C），控制和反馈电路 50 响应电路的任何变化而提供有源的校正，该变化可能产生测试信号的干扰特征。本优选实施方式中，控制和反馈电路监控和响应手动调节设备 78 的变化。参照图 3 可知，手动调节设备 78 控制分压器的低电势 76。熟练的技术人员应知道低电势时的变化反比地改变通过分压器的供给电压。当通过分压器提供的电压变化时，界定测试信号 88 的最大值的工作范围的变化也反比于低电势端 76 的值。工作范围的变化影响显示电路 24 提供的最大值的显示范围。为了维持显示范围为显示电路 24 中的校正的常态水平，反馈和控制电路调节二级放大电路的反馈增益而补偿测试信号 88 的工作范围的变化。还可知道的是，当低电势 76 调节至与高电压水平 56 接近匹配时，可检测到的电阻差异的电压范围非常小。正因为如此小的范围，因此需要可编程增益升高电路。在整个低电势范围，反馈和控制电路通过调节运算放大器负输入端的增益而调节运算放大器的输出。为了实现运算放大器负输入端增益的调节和在可编程增益升高和降低模式间进行切换，反馈和控制电路包括反馈电路 52，控制电路 54 和补偿电路 55。

反馈和控制电路的反馈电路 52 包括与低电势端 76 相连的端子，该端子通过电阻 306 连于与微控单元（MCU）相连的低分辨率的输入端 308，还包括与地相连的用于信号滤波的电容。电阻 306 的输出端与运算放大器

314 的正输入端 312 相连。运算放大器负输入端 316 包括增益电路, 该增益电路包括与电位器 324 串联的电阻反馈支路 318 和与并联于负输入端 316 和输出端 322 之间的电容支路 320。电位器 324 由一对固定电阻 326 和 328 及可变电阻 330 而平衡, 以提供要求的放大偏量。高分辨率输入端 332 通过电阻 331 与高分辨率运算放大器 314 的输出相连。

控制电路 54 包括微控单元 (MCU) 334, 其型号为德州 Carrolton 的 SGS Thompson 电子公司生产的 ST62TI0B6/SWD。该特例中 MCU334 也通常被参照为中央处理单元 (CPU), 它包一个由软件设置的第一八位端口, 通过管脚 14 和 15 分别接收反馈电路的输出端子 308 和 332 的输出。这些管脚在电路中连于内部的模-数转换器, 该模-数转换器包含于 MCU 中, 并能在 0 - 255 递增范围内识别输入信号的离散变化。当手动调节设备 78 在 0.5 至 6.5 的范围变化时, 低分辨率输入连续变化, 这与大约 1.4 至 5.2 伏的电压变化范围相对应。高分辨率输入是有源的, 但直到手动调节设备 78 高于约 4.8 伏时才真正变化。低于该水平时, 高分辨率输入保持在 0.7 伏 (高于零点的增压), 随着手动调节设备 78 达到 5.0 伏, 高分辨率输入范围校正至 1.00 伏, 当手动控制调节设备 78 升至 6.5 伏时, 电压继续线性升至大约 5.2 伏。

控制电路 54 (图 4C) 也包括一个锁存器触发电路 336。当手动调节设备 78 处于转换期间时才用到控制器 54。因为触发是间歇的, 控制器 54 包括节能式静态触发器 338。静态触发器 338 为摩托罗拉生产的 4013B 型置位-复位触发器。数字电路 28 (图 2) 的 340 端触发通常设置为“高”电压 341 的触发锁存器门电路。当数字电路 28 检测到低电势滑片输出端 91 (图 3) 的变化时, 它由“高”至“低”改变信号, 而由端子 340 送至显示电路 24。端子 340 也连于触发电路 336。当 340 端降至零电势或“低”时, 触发器 338 改变信号输出 342, 并向 MCU 发出中断信号而“唤醒” MCU。

控制电路 54 包括电源和地端 344 和 346, 以常规接法连于管脚 1, 2, 5, 6 和 20。MCU 复位中断电路 348 连于 MCU 管脚 7。复位开关定时发出复位信号至管脚 7, 而使电路功率降低。复位触发开/关设计为 4.5 伏界限。当电压由零升至 4.5 伏时, 复位为关态。当电压升高至 4.5 伏时, 复位打开, 只要电压保持在或超过 4.5 伏, 复位为开。当电压降低至 4.5 伏

以下时，复位关闭，只要电压保持在或低于 4.5 伏，复位为关。4MHZ 的时钟 350 与管脚 3，4 相连，该时钟为松下生产的 PX400 型。

响应反馈电路 52 并由软件控制的控制器 54 产生校正信号。校正信号通过 356 经过 MCU 管脚 18 和 19 送至补偿电路 55。

优选实施方式的补偿电路 55 包括数字控制的可变电阻 354 或数字电位器。数字电位器 354 为加州，Milpitas 的 Xicor 生产的 X9C103 型数字电位器。数字电位计 354 接收输入电压 TA\_Ref160，TA\_Ref160 提供输入信号。可变电阻电路的输出端 357，经接地电容滤波消除 RF 干扰，在如图 4A 所示的 226 处与第二运算放大器的负输入端 182 相连。此端子为图 4A 和 4C 中的 R+端。数字电位计 354 的电阻响应微控单元 334 的校正信号而改变。可变电阻的改变用来抵消被测信号中预计的干扰特征。

参考图 4A、B 和 C，在软件的控制下，微控单元 334 与反馈 52、补偿电路 54 相配合，自动地监控电路从而实现校正功能，该软件对常规的微控单元 334 进行设置。软件程序包括一个主程序和十一个子程序。参照与手动调节设备 78 相对应的流程图中的 TA。每个优选的实施方式均说明如下。

主程序 400(图 5A-B)包括一初始化程序，该初始化程序设置中断地址向量 401，并且设置微控单元硬件和端口 402。下一步执行一延时循环使微控单元的管脚端子稳定至预值。此循环包括一初始化计数器步骤 403 和一 do-until 循环 404，它两次调用了延时子程序 406。下一步 408，设置数字电位器或数字电位计。数字电位计的范围划分为 100 个增加步长，并且确定了正负极限值。下一步执行数字电位计设置程序(clkdp) 410，为数字电阻设置一初始值。在设置程序之后，执行一仪表类型(slemeter)子程序 412。执行完仪表类型子程序 412，初始化程序完成，开始有源校正模式。

有源校正模式是由微控单元 334(图 4C)执行的主程序，在微控单元工作时连续地重复。首先，在 TA 检测使能步骤 414，设置休眠的触发器，从而检测 TA 值的变换。下一步，调用低分辨率下 TA 电位器测量子程序(a2dlow) 416。升压设置子程序(setboost) 418 将升压器门电路确定和设置为高或低可编程增益。模式设置子程序(setmode) 420 将分辨率模式内

部确定和设置为“高”或“低”分辨率。下一步，在分辨率检验步骤 422 中检验分辨率模式。如分辨率标志位为高，调用高分辨率下测试 TA 的子程序(a2dhigh) 424。否则，不进行测量。下一步 TA 求解子程序(TA find)将确定 TA 的值。下一步，如图 5C - 1 所示，数字电位计设置子程序(dpset) 428 确定所需校正量。下一步，调用 clkdP 程序 430，将数字电位计重新设置至所需的新的校正位置。在补偿器校正之后，执行 TA 变化检验步骤 432。如 TA 表发生变化，在步骤 434 中，清除休眠的触发器，主程序返回至 TA 使能 414 步骤。否则，主程序继续重新设置触发器步骤 436，以确保触发器的正确设置。

下一步，参照图 5C-1，在步骤 438 对于三个采样的 do-loop 循环设置计数寄存器。如图 5C-2 所示高分辨率检验步骤 440，如检验结果为高，则调用高分辨率下测量 TA 的子程序 442。否则，调用低分辨率下测量 TA 的子程序 444。下一步 446，在内存中存储所测量的采样。如采样数量少于三个，采样计数器减 1，检测是否采样结束，然后步骤 448 返回至分辨率判断步骤。否则，程序开始测试采样数据。测试的目的在于确定操作者是否已将手动调节设备调整至一新的位置。微控单元辨别出操作者已经完成了设备的转动，此时，当三个采样数据中的任何两个相等时，测量结果将稳定。当进行其它步骤或其它采样数据从而确定操作者是否已完成手动调节设备的调节时，优选的实施方式包括三个数据比较步骤 450(图 5C-2)、452(图 5D-1)和 454(图 5D-1)。在第一个测试步骤 450 中，第一采样数据和第二采样数据相比。如果第一和第二采样数据相等，测试停止，程序继续 TA 状态检测步骤 456(图 5D-1)。否则以第二测试步骤 452 继续进行测试，将第一采样数据和第三采样数据相比。如第一和第三采样相等，测试停止，程序继续 TA 状态检查步骤 456。否则以第三测试步骤 454 继续进行测试，将第二和第三采样数据相比。如第二和第三采样数据相等，程序继续 TA 状况检查步骤 456。否则，仍调整 TA，程序返回至 TA 使能步骤 414 校正程序的开始(图 5B)。

如果当前采样数据中的任何两个相等显示手动调节已完成，并且数据有效，则执行 TA 状态检查步骤 456，通过检验 TA 触发器确定开始采样以来手动调节设备是否已调节。如触发器被触发，则触发器在步骤 458(图 5D-1)

被清除和复位,程序返回至 TA 使能步骤 414。否则,补偿器按下列顺序重新校正: a2dlow416(图 5B)、 setboost 子程序 460(图 5D-1)、 tafind 子程序 462(图 5D-1)、 dpset 子程序 464(图 5D-2)和 clkdp 子程序 466(图 5D-2)。下一步,重新检查 TA 触发器是否调节 468(图 5D-2)。如果调节了,TA 触发器被清除 470,程序返回至 TA 使能步骤 414。否则,程序进入休眠模式 472,保存能量,抑制噪音。MCU 硬件的工作部分监控来自 TA 转换器的输入信号。如接收到一个中断信号,MCU 在步骤 474 唤醒,返回至 TA 变化检验步骤 468。这样,主程序保持放大电路的校正。

检测休眠模式是有用的,否则 MCU334 将连续校正放大电路。这在显示电路输出时造成了和电阻测量电路无关的周期性的跳跃。在稳定期间,休眠模式通过将控制器置于休眠状态,消除了随机的跳跃,稳定了补偿电路。

正如上面关于主程序的讨论,子程序在主程序中完成具体的任务。这些子程序将按它们在主程序中的调用顺序被逐一说明。

延时(dly 1)子程序 480 包括 do-loop 循环的计数器常数输入步骤 482,计数器减少步骤 484 和循环结束检验步骤 486。在完成所要求次数的 loop 循环以后,子程序返回至程序调用处。

仪表选择(selmeter)440 子程序在主程序的初始化部分调用。本发明的反馈和控制电路可以在任何一种先前已有的采用较早说明和参照的类型的分压器或电阻桥的电子仪表上执行。本发明的电路和软件可以经过设置,使之和如图说明的优选的实施方式中的电压分压电路或电阻桥电路一起工作。仪表选择子程序检查 MCU 上的一个端口管脚。依据所采用的电阻测量电路的类型,这个管脚被设置为“高”或“低”电压。仪表选择子程序 490 包括管脚检验步骤 492。如管脚为“高”,执行分压电路的初始化步骤 494。否则,执行电阻桥电路的初始化步骤 496。完成任何一个初始化步骤以后,程序返回至主程序。

a2dlow 子程序 500 在低分辨率模式下测量 TA 值。此子程序包括初始化步骤 502,设置低分辨率模式的 MCU 内部模拟数字转换器。下一步,调用模拟数字转换器(a2d)子程序步骤 504。返回后,模拟数字转换器复位(步骤 506),子程序返回至程序调用处。

a2dhigh 子程序 510 在高分辨率模式下测量 TA 值。此子程序包括初始

化步骤 512，设置高分辨率模式的 MCU 内部模拟数字转换器。下一步，a2d 子程序被调用 514。返回后，模拟数字转换器复位 516，子程序返回至程序调用处。

高分辨率和低分辨率模式的运用，使得 8 位内部模拟数字转换器的使用可以起到 12 位模拟数字转换器的效果，12 位模拟数字转换器的整个电压范围要求为 0-5.2 伏特，其中低分辨率在 1-4.8 伏特范围，高分辨率在 4.8-5.2 伏特范围。低分辨率模式下 AD 转换器直接检测 TA 上的滑片电压，这样 1.4 伏特至 5.2 伏特的电压范围对应十进制值大约为 67 至 255。高分辨率模式下 AD 转换器可以检测 1.0 至 5.2 伏特的输入范围，对应 TA 滑片器上的电压范围大约为 4.8 至 5.2 伏特，对应十进制值大约为 49 至 255。

被测模拟信号步骤 522 的 a2d 子程序 520 在被 a2dlow 子程序 (步骤 500) 调用时，将 MCU 管脚 14 上测量到的模拟信号转换为数字信号；在被 a2dhigh (步骤 510) 子程序调用时，将 MCU 管脚 15 上测量到的模拟信号转换为数字信号。然后 a2d 子程序 520 进入等待模式 522，使 MCU 的模拟数字转换器完成转换。完成转换后，MCU 产生一中断 524，该中断包括一指向 a2dint 子程序 528 的地址向量。a2dint 子程序 528 恢复，保存模拟数字转换数据，终止相关硬件 530。a2dint 子程序返回至 a2d 子程序，a2d 子程序也依次返回至调用它的子程序。

升压设置子程序 540 在可变电阻器电路的可编程的高和低增益之间转换可变电阻器电路的升压电阻。升压设置子程序包含电势测试，对 TA 模拟数字转换设置是高分辨率模式还是低分辨率模式进行判定。如果设置了高分辨率模式 (步骤 542)，程序将跳至可编程增益升高有效步骤 544。否则将进行另外的测试。这种情况下，如果 TA 值高于可编程增益最低值，TA 值和可编程最低值的比较步骤 546 跳至可编程增益升高有效步骤 544。否则将进行另外的测试。这种情况下，如果 TA 值低于可编程增益最高值，TA 值和可编程最高值的比较步骤 548 跳至可编程增益降低有效步骤 554。否则，程序运行至可编程增益升高有效步骤 544。对于可编程增益升高有效步骤 544 或可编程增益降低有效步骤 550，子程序均根据高的或低的设置值设置可编程增益锁存器端子 552。然后 setboost 子程序返回至程序调用处。

在本优选的实施方式中，可编程增益最低值要小于可编程增益最高值。熟练的技术人员知道所述的流程图将不要求在这种情况下和可编程增益的高值进行比较，因为这个测试所得的TA值总是要小于可编程增益最高值。然而，在另一个可替换的实施方式中，可编程增益的最高值要小于可编程增益的最低值。这个设置使得在变换设置时引起滞后现象。这在显示电路的数据读出中对于防止不希望的跳跃是有用的。

模式设置子程序 560 将模拟数字转换器模式设置为高分辨率模式或低分辨率模式。此子程序包括一TA值和高分辨率模式极限值的比较 562。如TA值大于高分辨率模式的极限值，此程序将高分辨率标志位设置为高或逻辑真 564。否则，程序将高分辨率位设置为低或假 566。设置完高分辨率标志位后，程序返回至程序调用处。

tafind 子程序 570 采用TA值来确定所要求的校正，从而消除电阻测量电路的信号输出中任何干扰特征。在本优选的实施方式中，有源校正检测TA值，检测TA设置中的变化。就分压器来说，电阻变化可测量的程序电压范围的减小与TA缓冲区内电压值的增加有直接的关系。当TA值大于或超过了优选的范围为5K至12.5K欧姆的TA电阻时，代表活体电阻变化的信号的幅度相应地不希望地减小。tafind子程序克服了这个问题，通过确定可变电阻电路的调整值而补偿这些变化，即采用查表相应地调整放大电路的反馈而补偿TA电压的变化并进行被测信号的校正。tafind子程序570包括设置步骤572，该步骤确定分压器类型或电阻桥类型电阻测量电路的正确的查找表。下一步，高分辨率模式的检验步骤574对设备处于高分辨率还是低分辨率模式进行检查。如处于高分辨率模式，则将高分辨率模式的查找表部分置于内存中(步骤576)。下一步，在准备步骤578，MCU将TA值和查表值装入内存。在TA检查步骤580，对照TA的索引值测试TA的值。表值按最低或最高顺序由MCU读入。如果TA值小于索引值，下一步输入TA索引值582，程序返回至测试步骤580。否则，相应的数字电位计的值将输入查找表(步骤584)。然后数字电位计设置改变步骤586输入所需值从而改变数字电位计的电阻。然后子程序返回至程序调用处。

dpset子程序590对MCU进行设置从而调整数字电位器。子程序590包括寄存器输入步骤592，新位置计算步骤594和检查步骤596，以确认新

值高还是低了。如值变高，执行方向标志设置步骤 598，使之上调，否则执行方向标志设置步骤 600，使之下调。下一步，输入值，开始数字电位计的校正 602。然后子程序返回至程序调用处。

clkdp 子程序 610 响应从 TA 电位器中测得的电压值对数字电位器进行校正。此子程序包括一方向位检查步骤 612。如此位为高，数字电位计被指示向上计数 614。如此位为低，数字电位计被指示向下计数 616。下一步进行无变化检查 618。如变化为零，此子程序返回至程序调用处。否则，数字电位计进行初始化 620，开始改变可变电阻。在方向检查步骤，数字电位计被指示在所确定的方向上增加一个单位。采用优选的数字电位计，增量变化为 100 欧姆。下一步调用延时子程序 624，使得数字电位计接收和处理信号。然后计数器减少并被检查 626。计数器大于零，程序返回至指示步骤 622，将数字电位计再推进一单位。计数器为零时，程序终止，返回至程序调用步骤。

从上面的公开内容可知，本发明可用有源地校正放大器以消除任何已知的预定干扰特征。一旦特征被确定并且此特征符合可测的内部信号的变化，这就可实现。微处理器包括一存储在内存中的增益补偿因子的“查找表”，它是通过测量整个输入电阻上的每个所选点的所给定的电阻变化幅度，凭经验得到的。根据这些补偿因子，可以计算所需增益和相应的反馈电阻，由此建立了低电势(76)与可变电阻 42 的增益电阻的表。

在操作中，设备通过调整微调控制 60(图 3)、升压变换电路 48(图 4B)和灵敏度控制(图中未示)进行初始化，使得低电势 76(图 3)和 5K 欧姆仪表检测电阻相平衡。这样活体和电阻测量电路的外部端 64 和 66 相连。为了使电路依据活体的总电阻达到平衡，调节手动调节设备 78 直到低电势 76 和活体的总电阻达到平衡。在改变低电势 76 使之和活体总电阻达到平衡的过程中，反馈电路 52(图 2 和 4C)对控制电路 54 提供了低电势 76 的变化。通常处于休眠模式的控制电路 54，当数字电路 28 发出信号时为手动控制设备 78 的运动所唤醒。控制电路 54 监控手动控制设备 78 的运动，直到调整完成。调整完成后，控制电路 54 采用查找表确定增益调整值，向补偿器电路 56 发出信号而调整放大电路的增益。增益经过调整，消除了响应低电势 76 增高而产生的灵敏度降低这一干扰特征。增益自动调节，使得灵敏

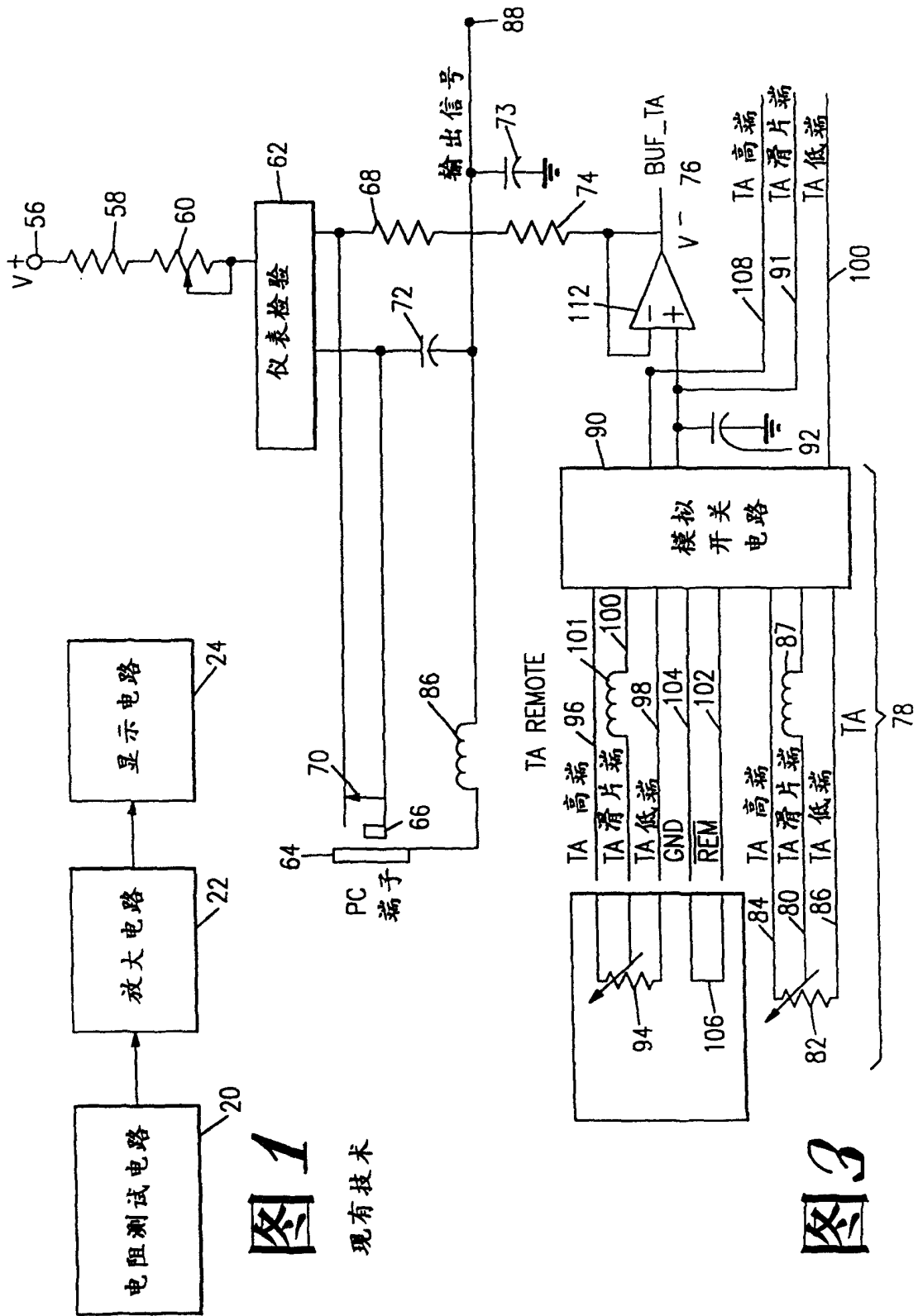
度保持一恒定的值，而不依赖于低电势 76 的变化。

在校正电路的另一可替换的实施方式中，放大电路(未示)中包含一电压控制运算放大器。在此实施方式中，低电势 76 和放大器的控制电压输入相连。放大器可以以负的输入和输出端串联置于与电压跟随器的端子 130(图 4A)相对应的输出端处。正输入端将和一恒定高压源相连。此运算放大器与低电势的变化成比例地对放大器增益进行校正。适合此目的的运算放大器是亚利桑那州 Burr Brown of Tucson 生产的 VCA610 型号。

在校正电路的第二个可替换的实施方式中，手动调节设备 78 可包含一常规的双联电位计，其中可将第二电阻非线性增大调节至和可变电阻器 82 电阻值(图 3)反比的电阻。第二电位计将在参考电压(图 4C)和第二运算放大电路(图 4C)的负端输入端之间连接。

本发明的另一实施方式是在外壳的内表面包含一无线电频率隔离油漆涂层，该实施方式中，无线电频率干扰可以进一步减少。适合此目的油漆由 IL, Port Byron 的 Sandstrom Proclucts 公司制造，以 Sanpro A405 型号出售，这种油漆亦被称作镀银 EMI/RFI 防护涂层油漆。

虽然本发明是基于最实用和优选实施方式方面的考虑进行说明的，应认识到本发明并不仅仅局限于这些公开的实施方式，相反，其意在覆盖本发明主旨内的各种修改和同等的设置，这将在所附的权利要求书中陈述，其范围与最广泛的说明相一致，以致包括了所有的这些改进和同等的设置。



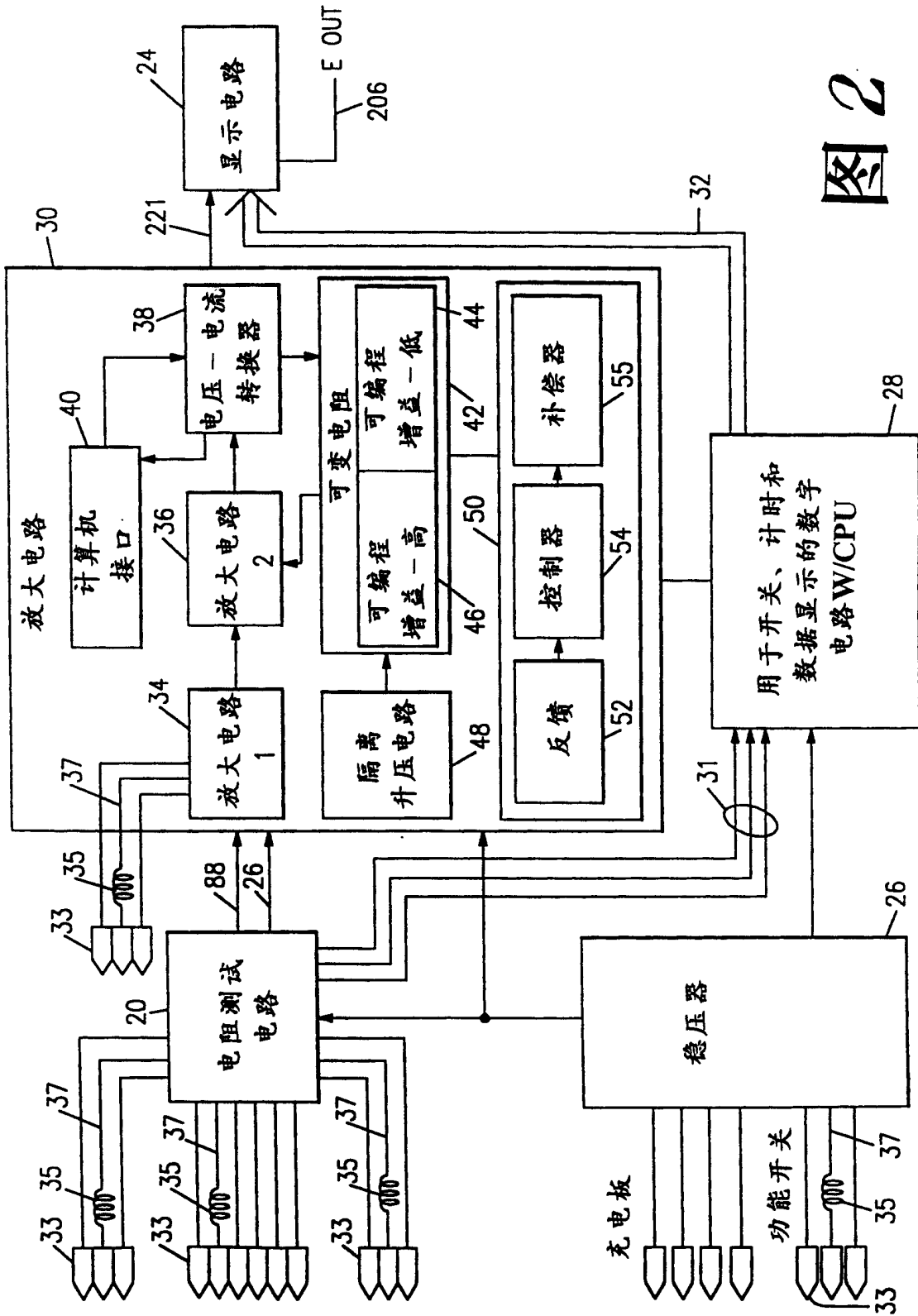
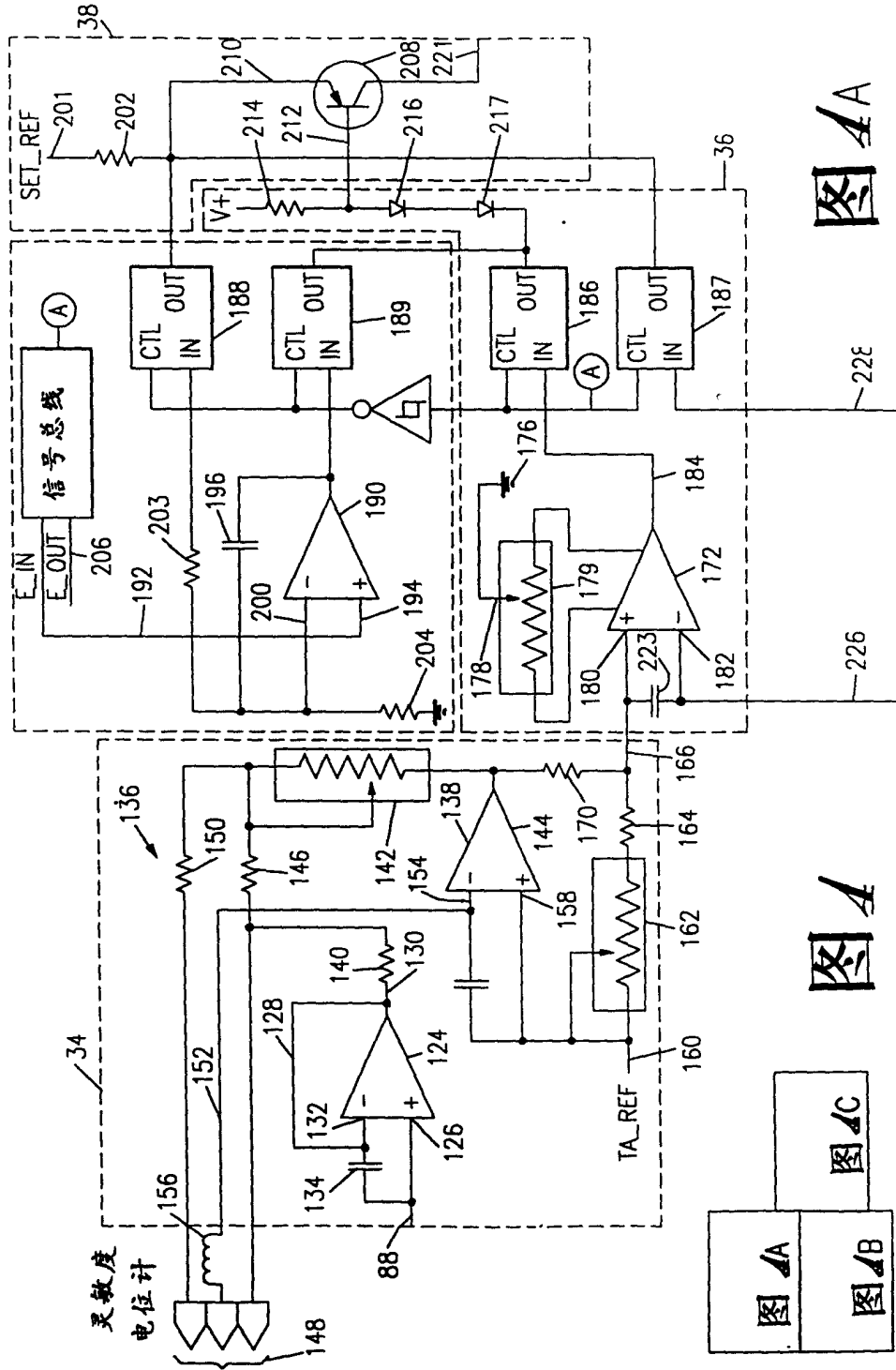
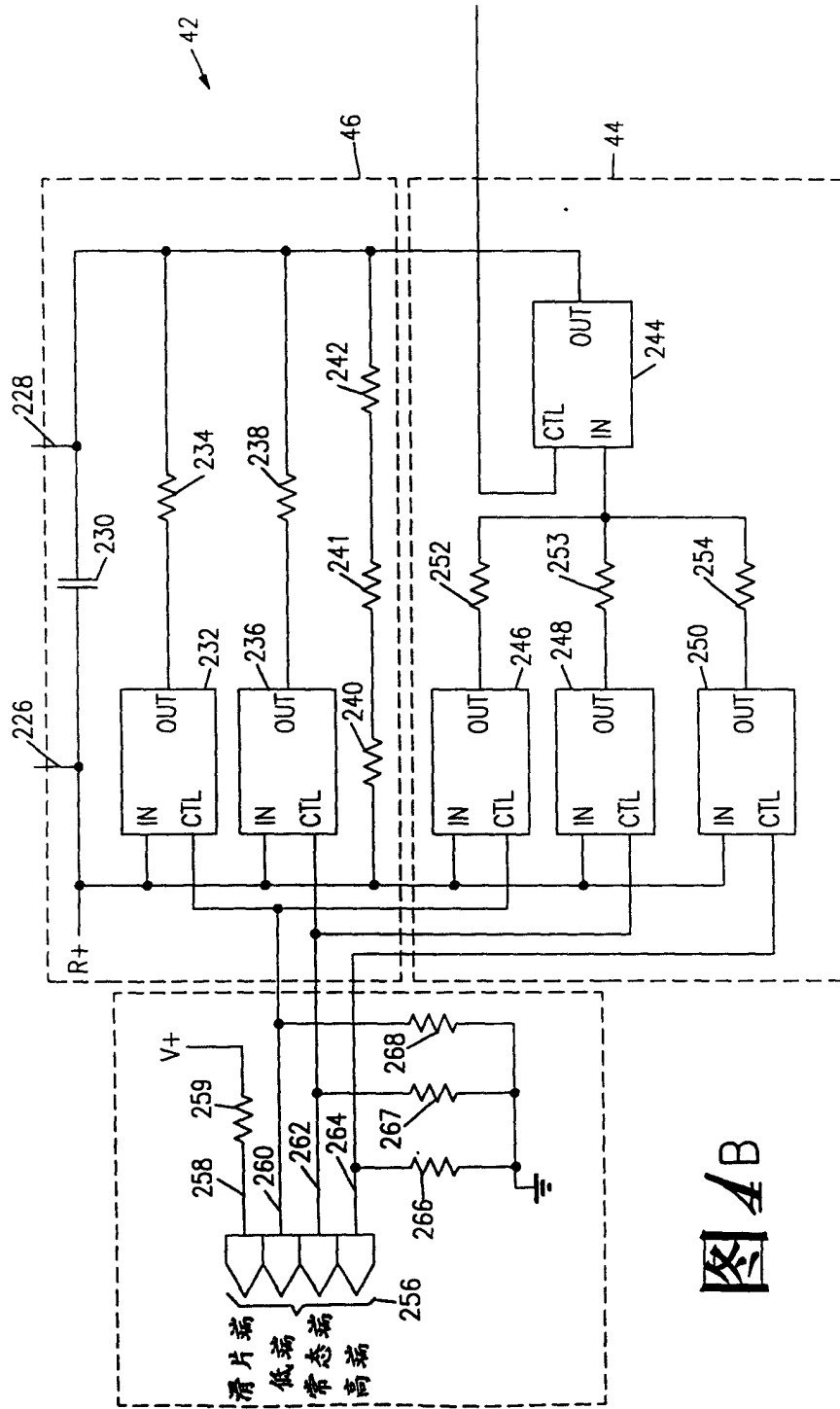


图2





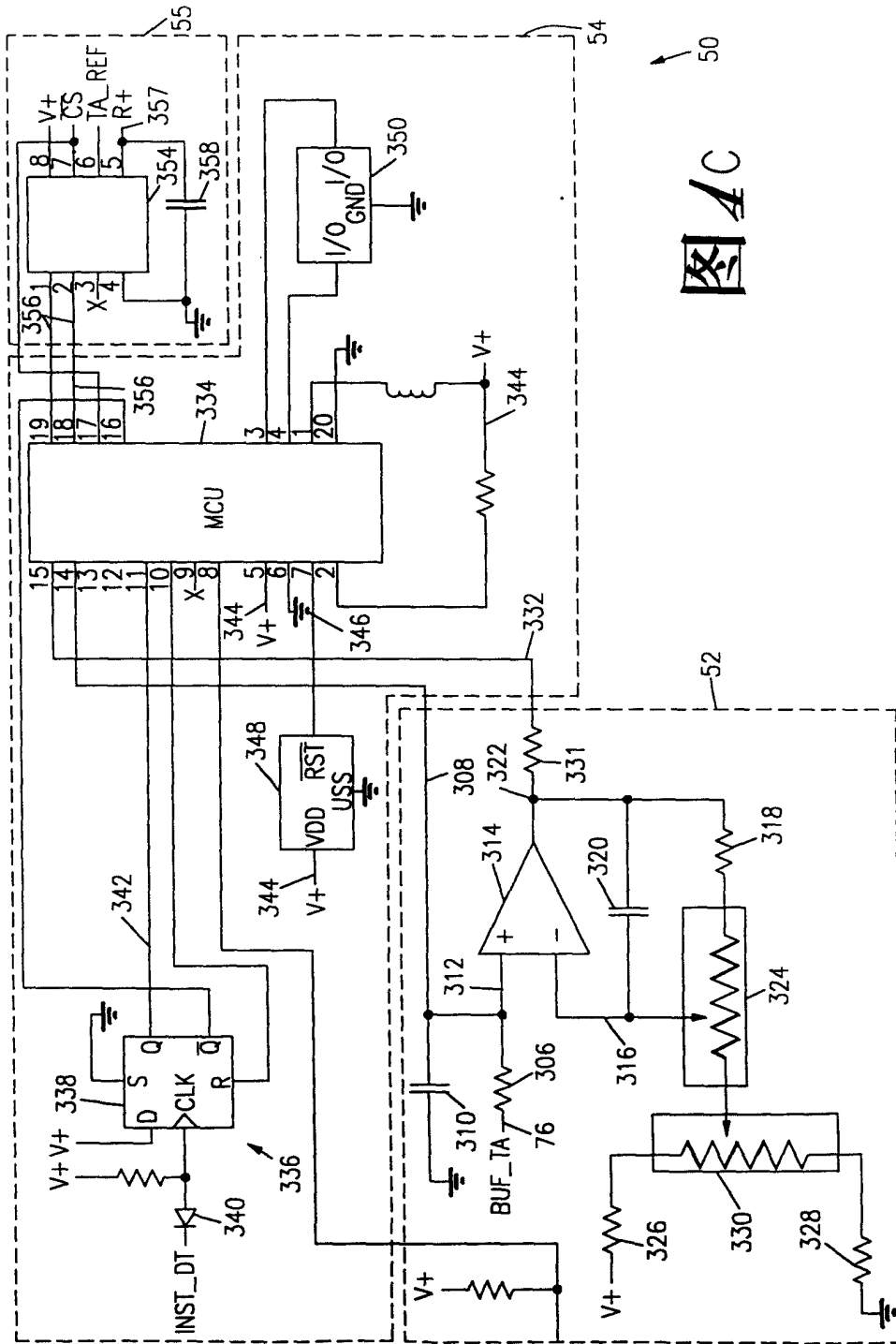


图 A C

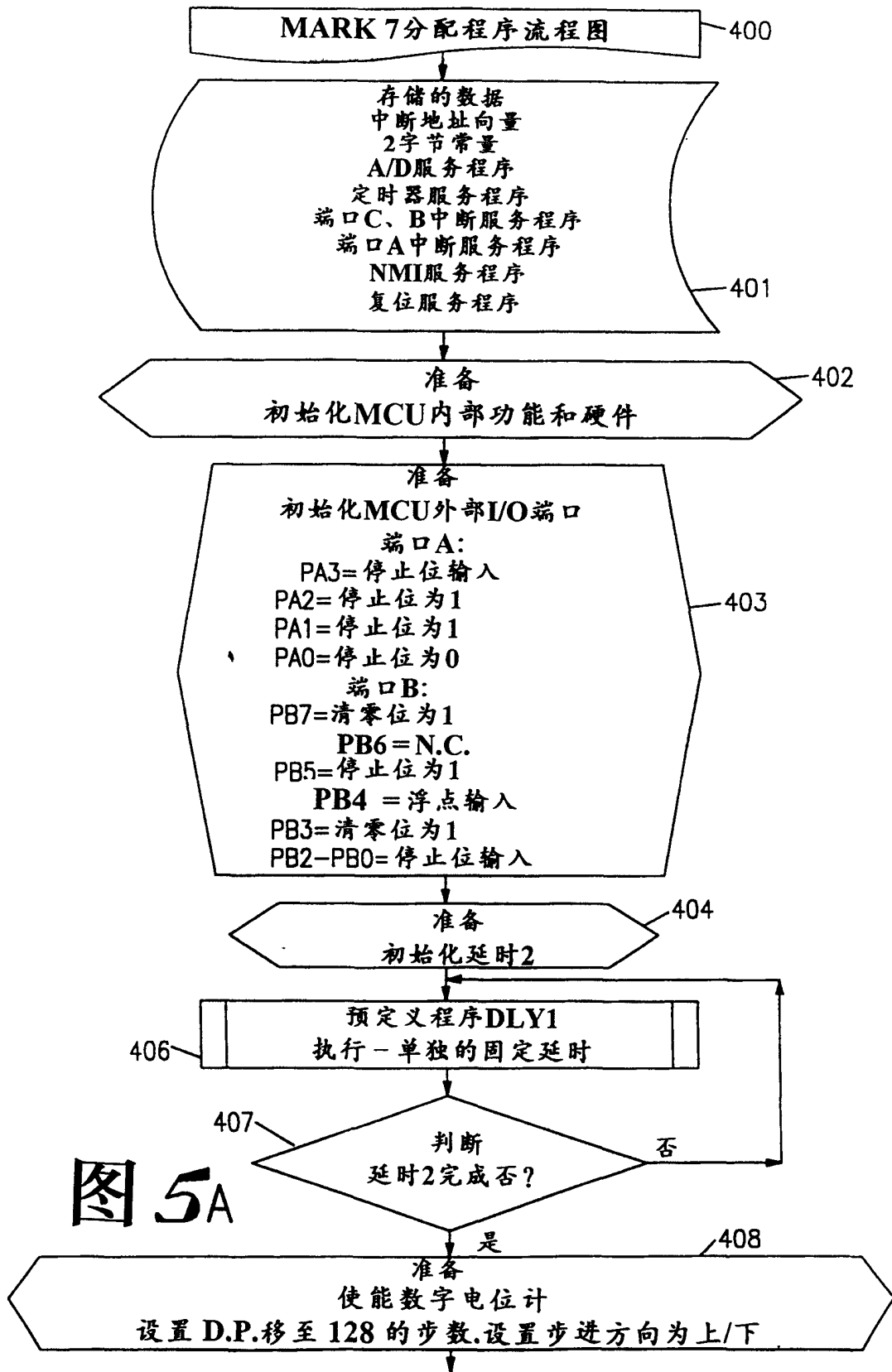


图 5A

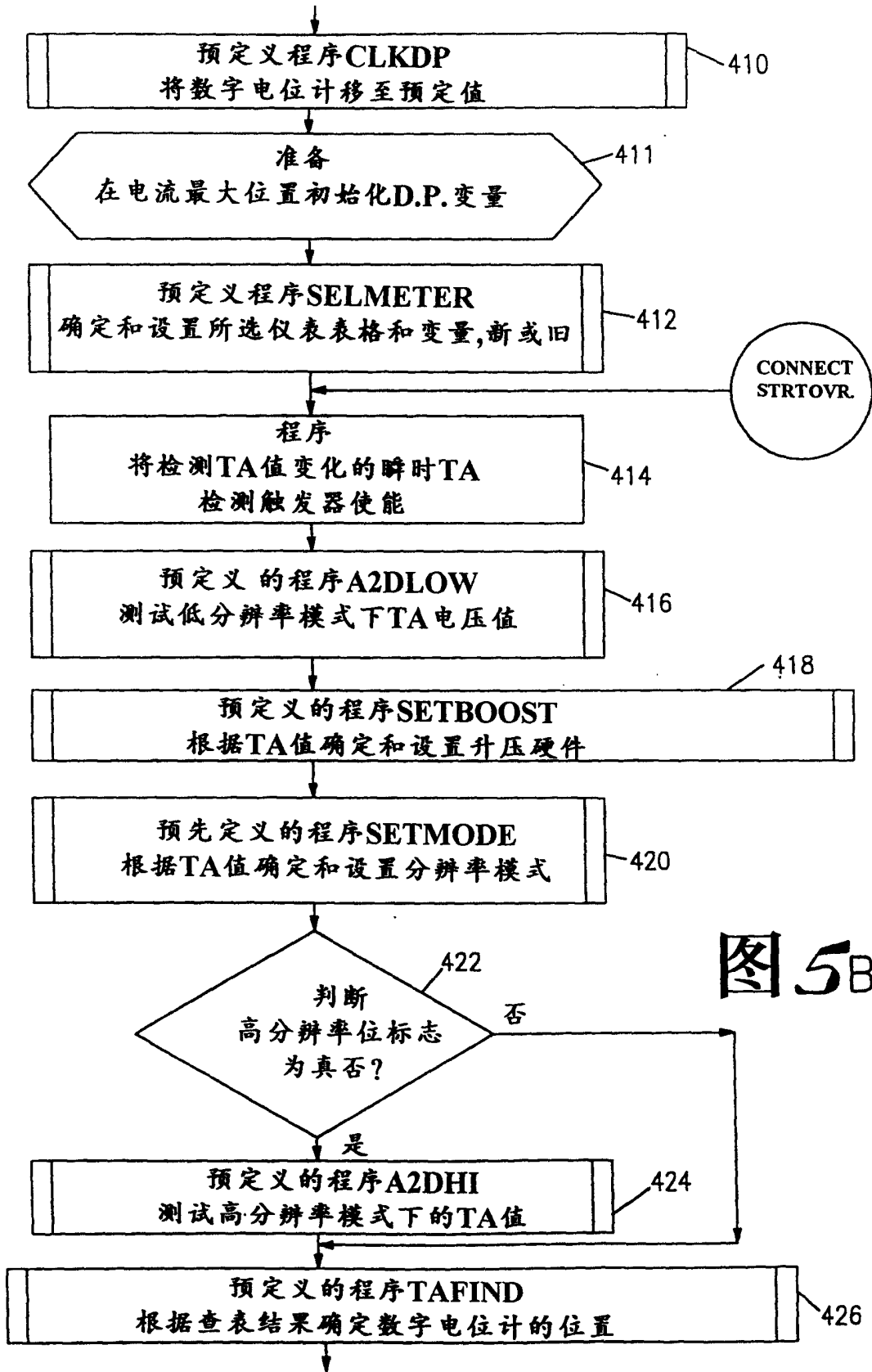


图5B

图5C

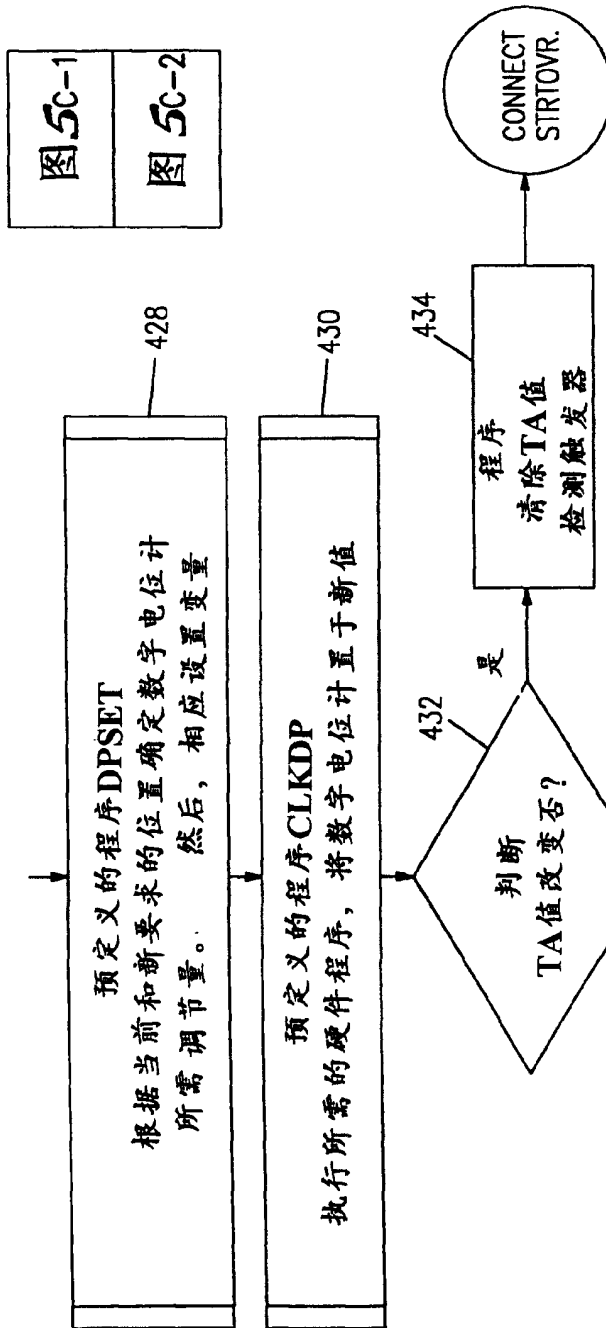


图5C-1

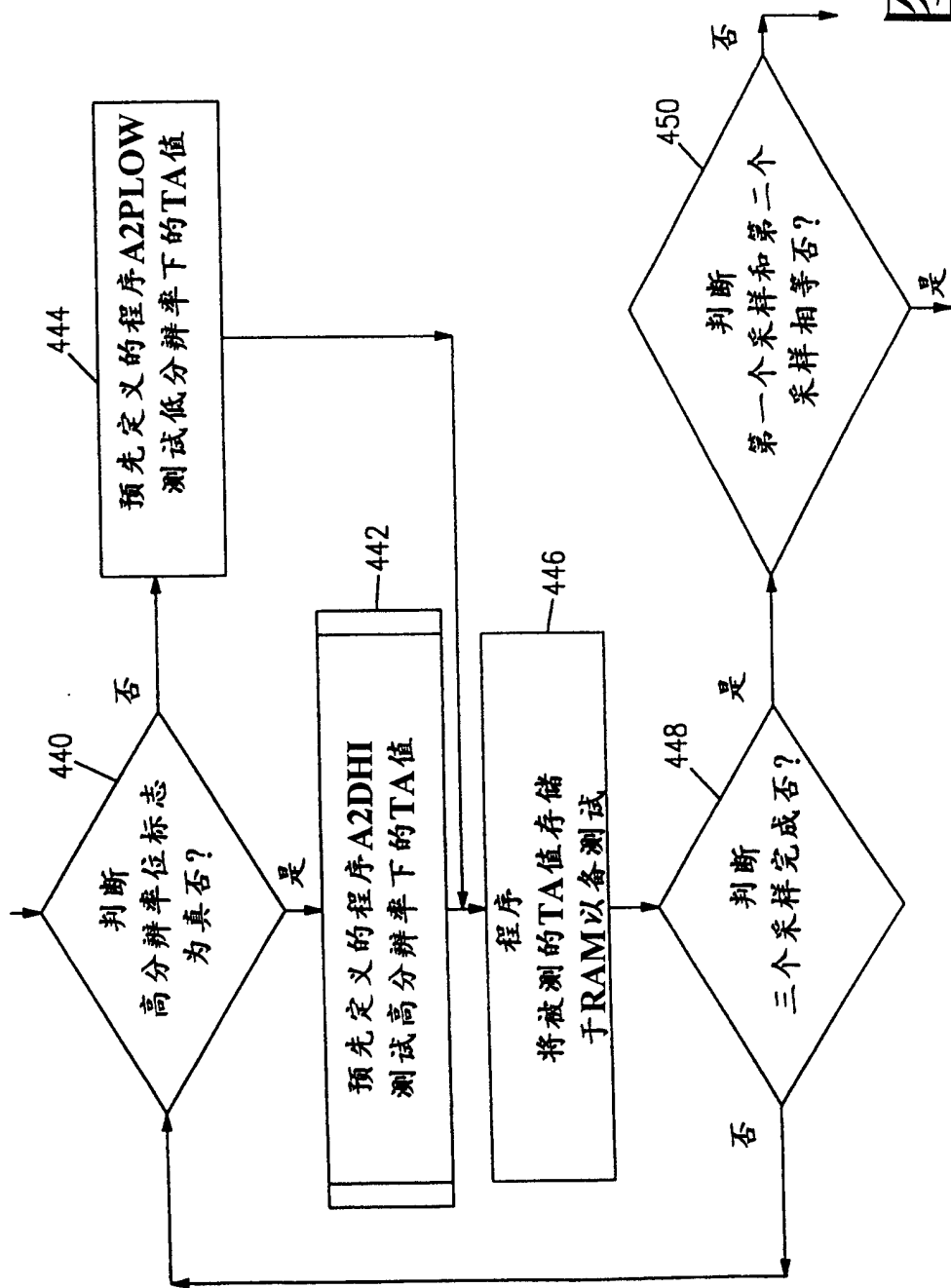


图 5C-2

图 5D-1
图 5D-2

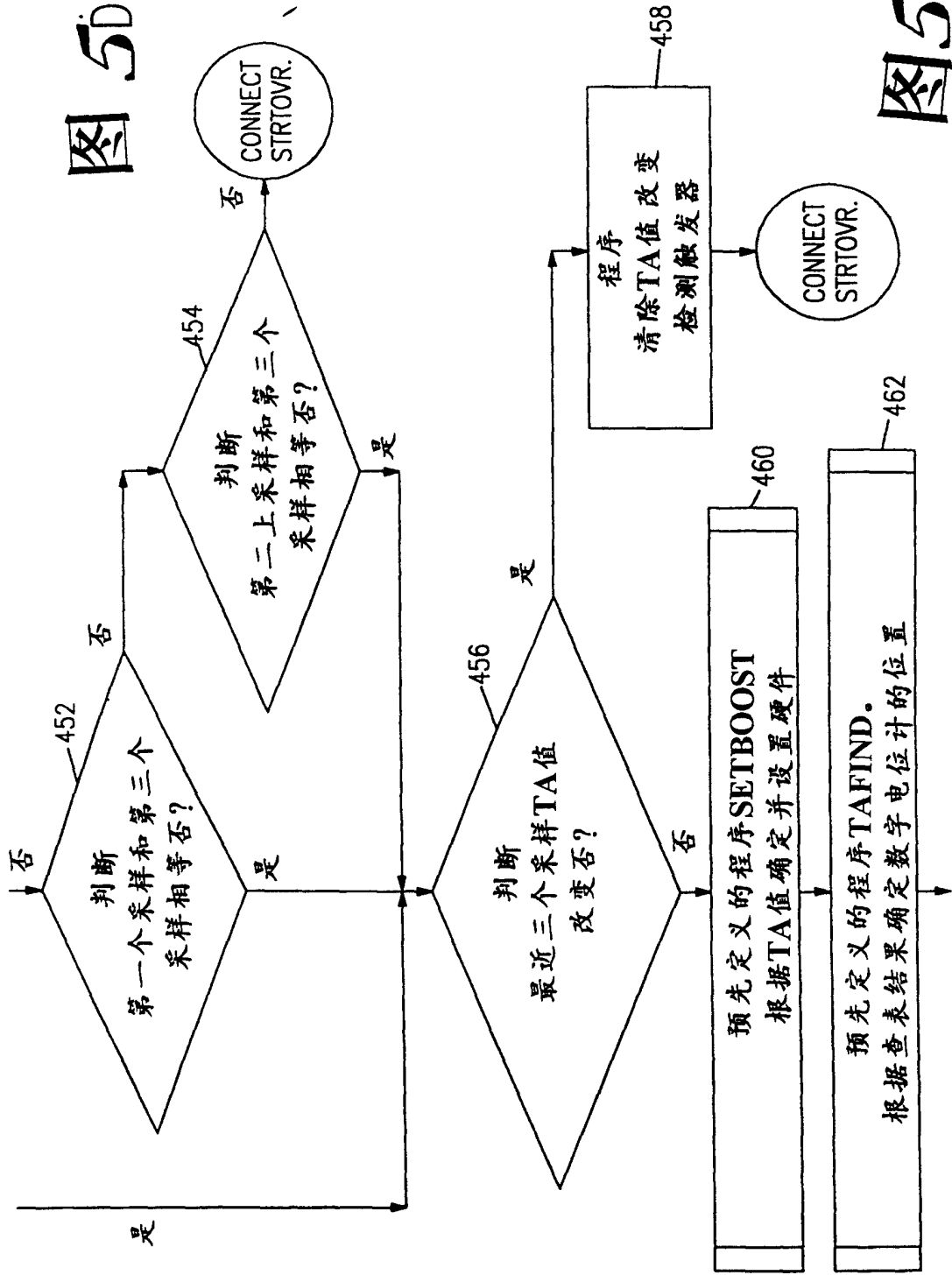
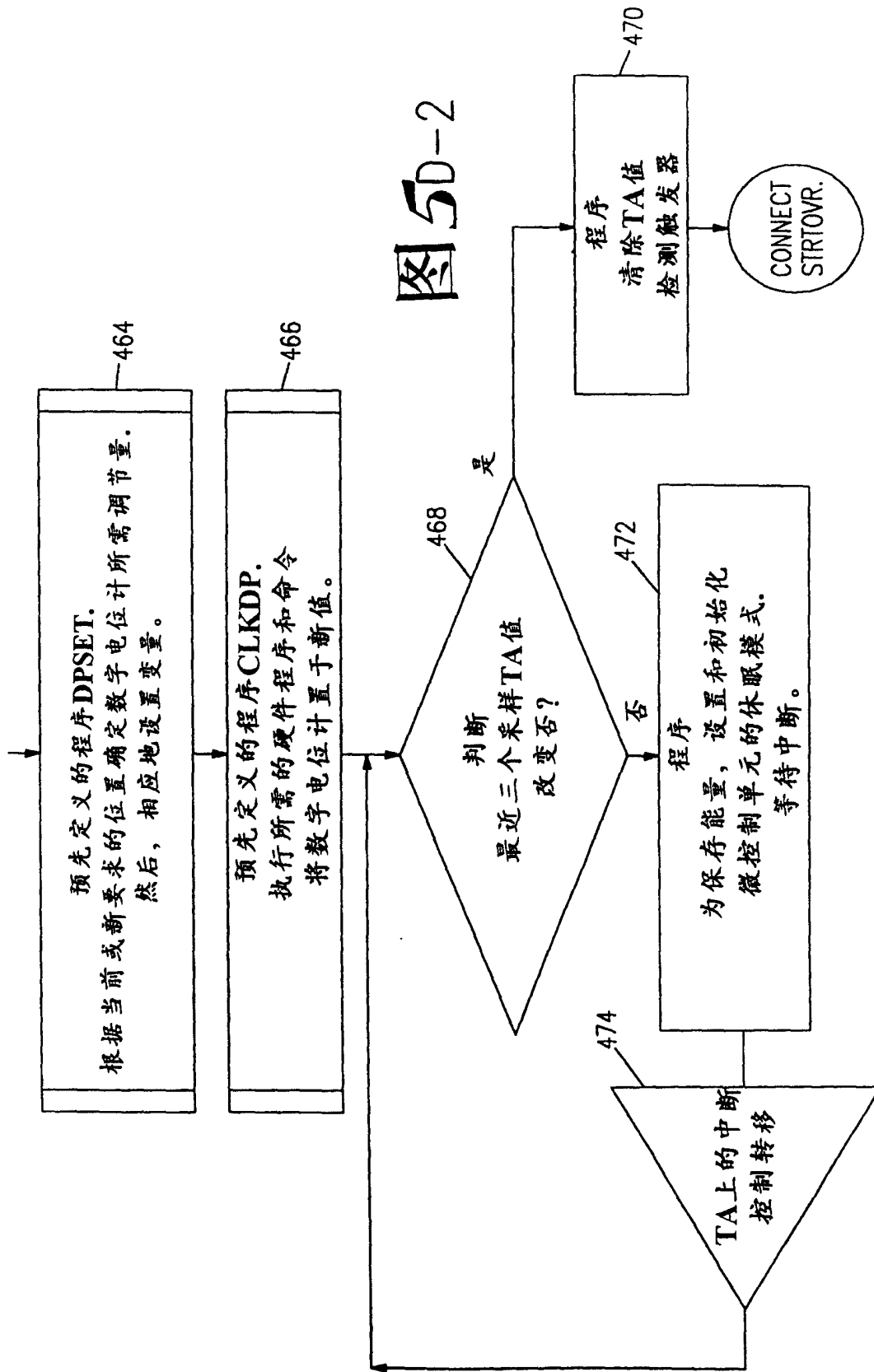


图5D-1



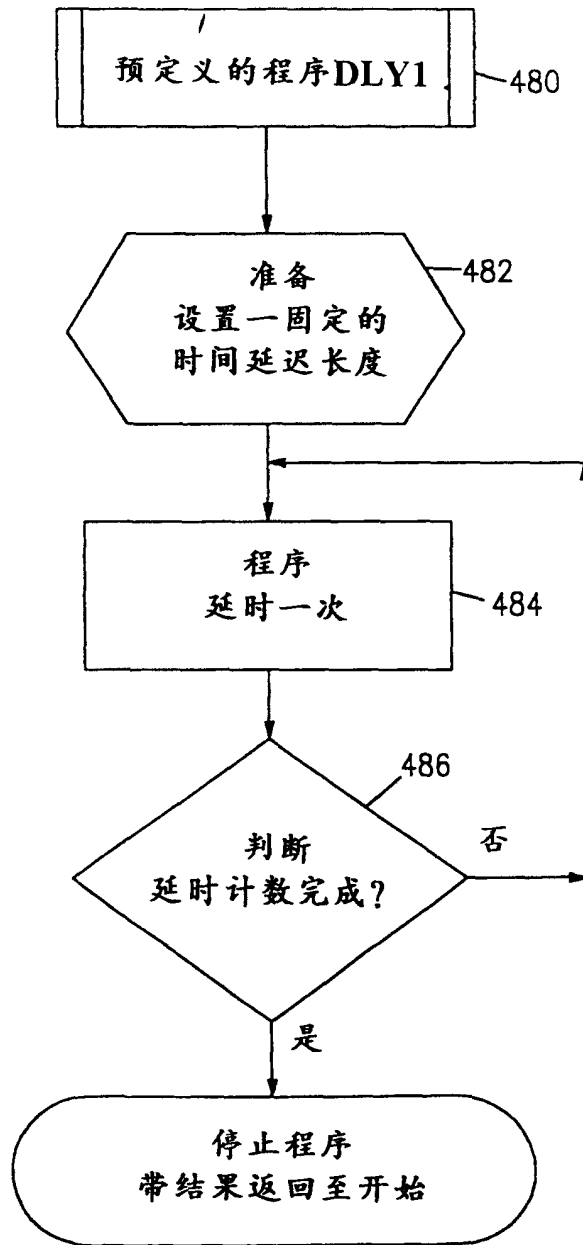


图 6

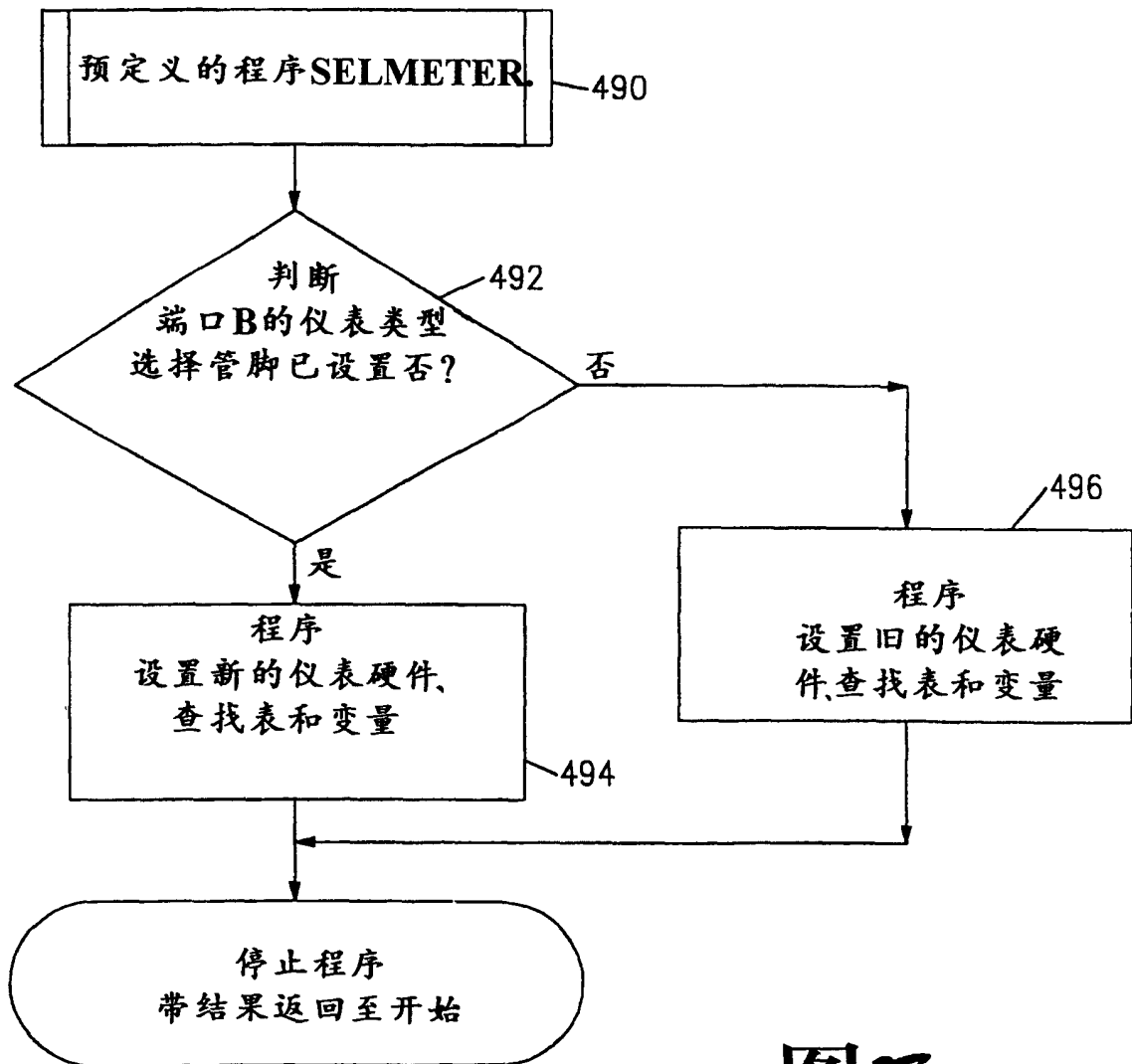


图7

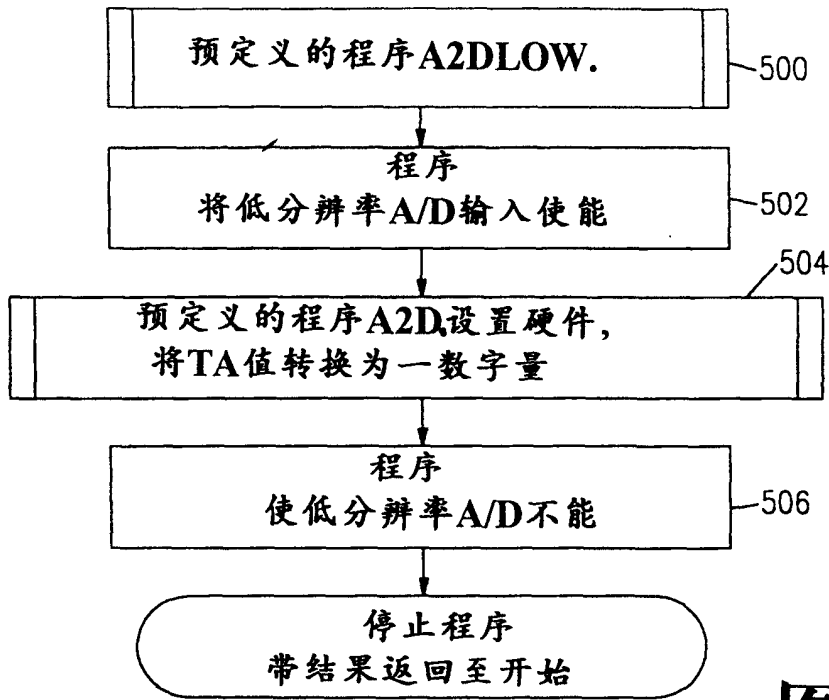


图8

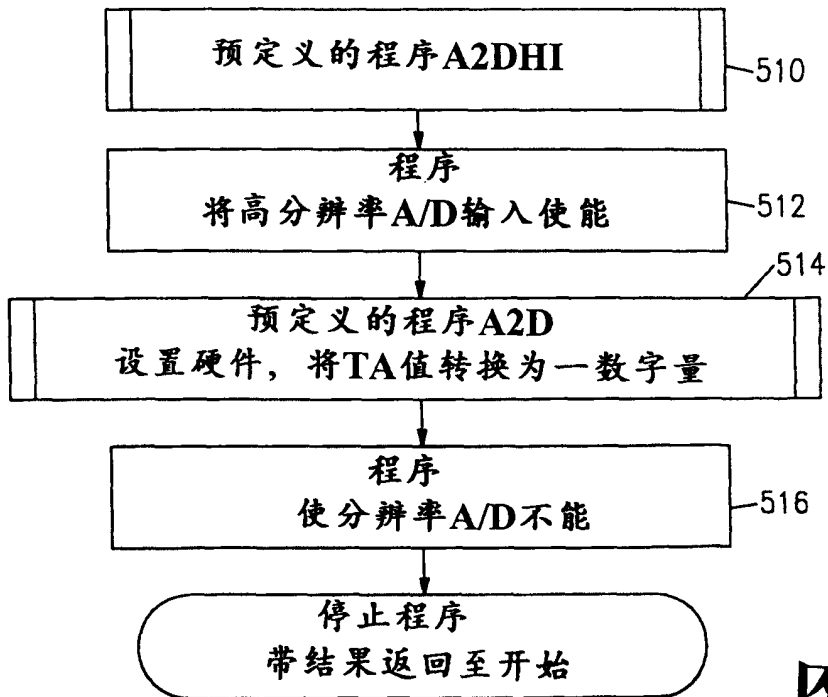


图9

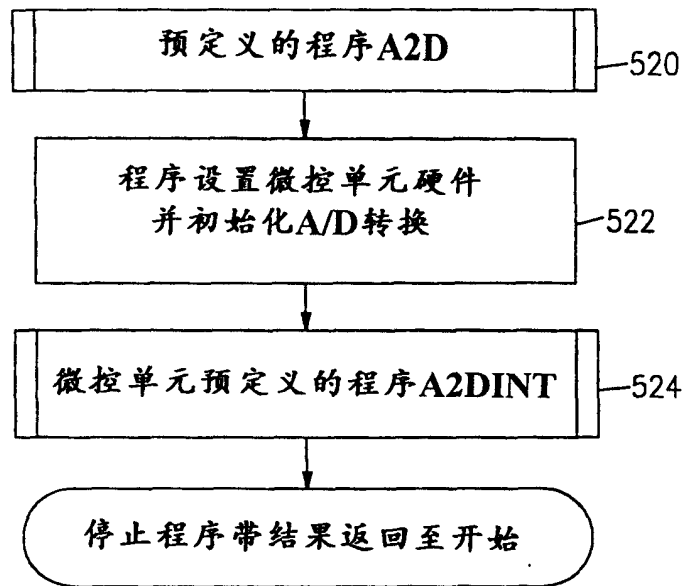


图10

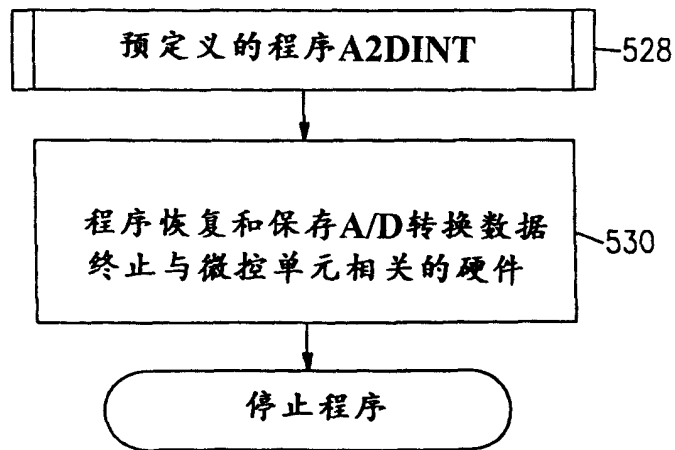


图11

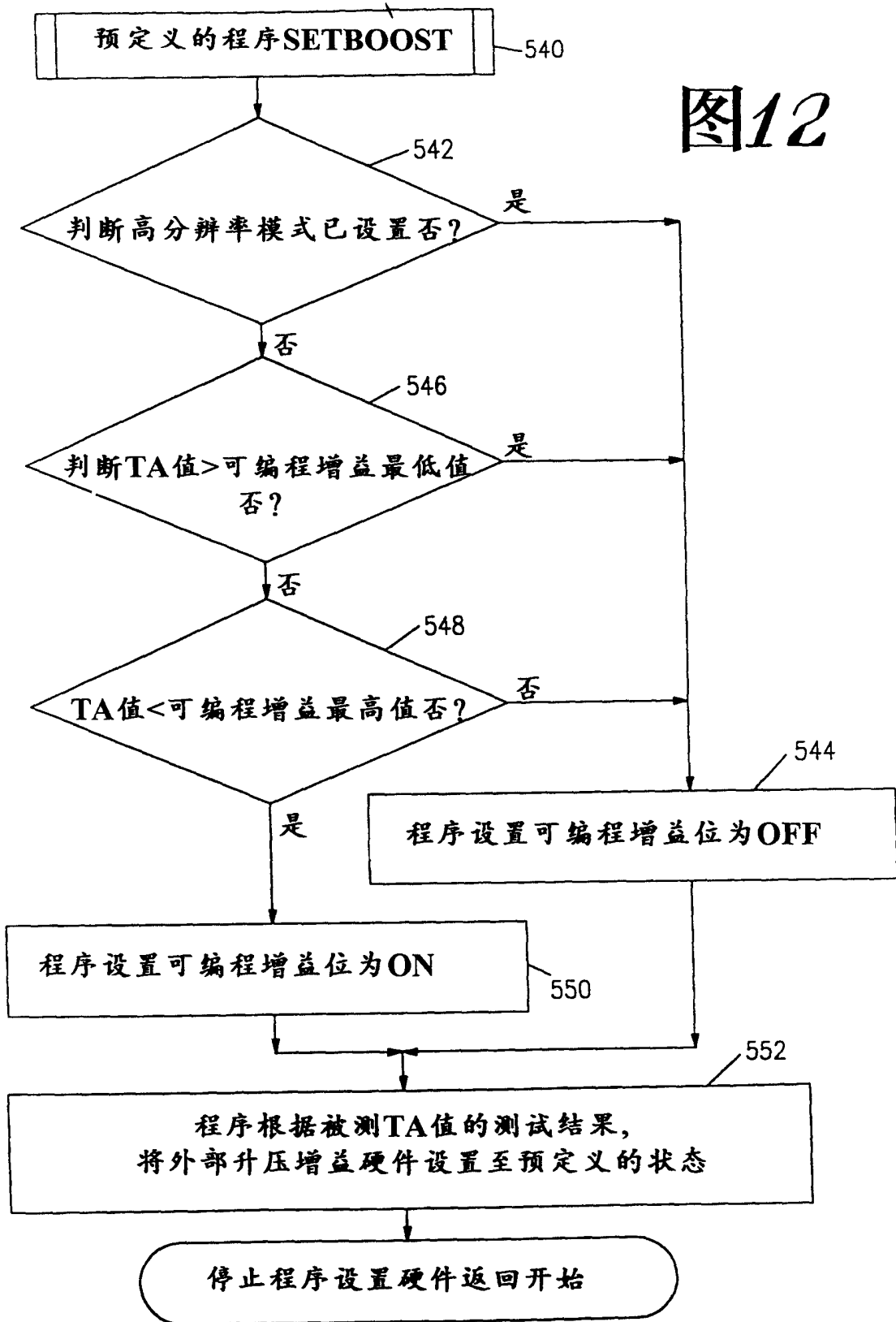


图12

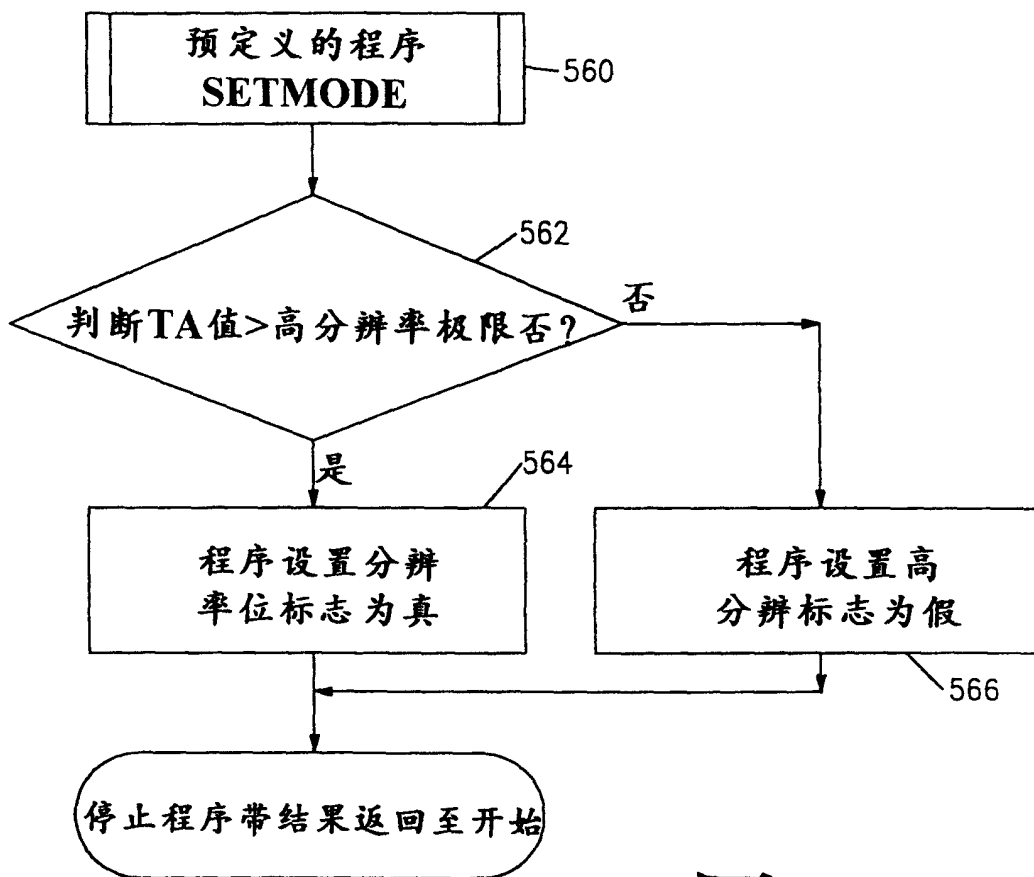


图13



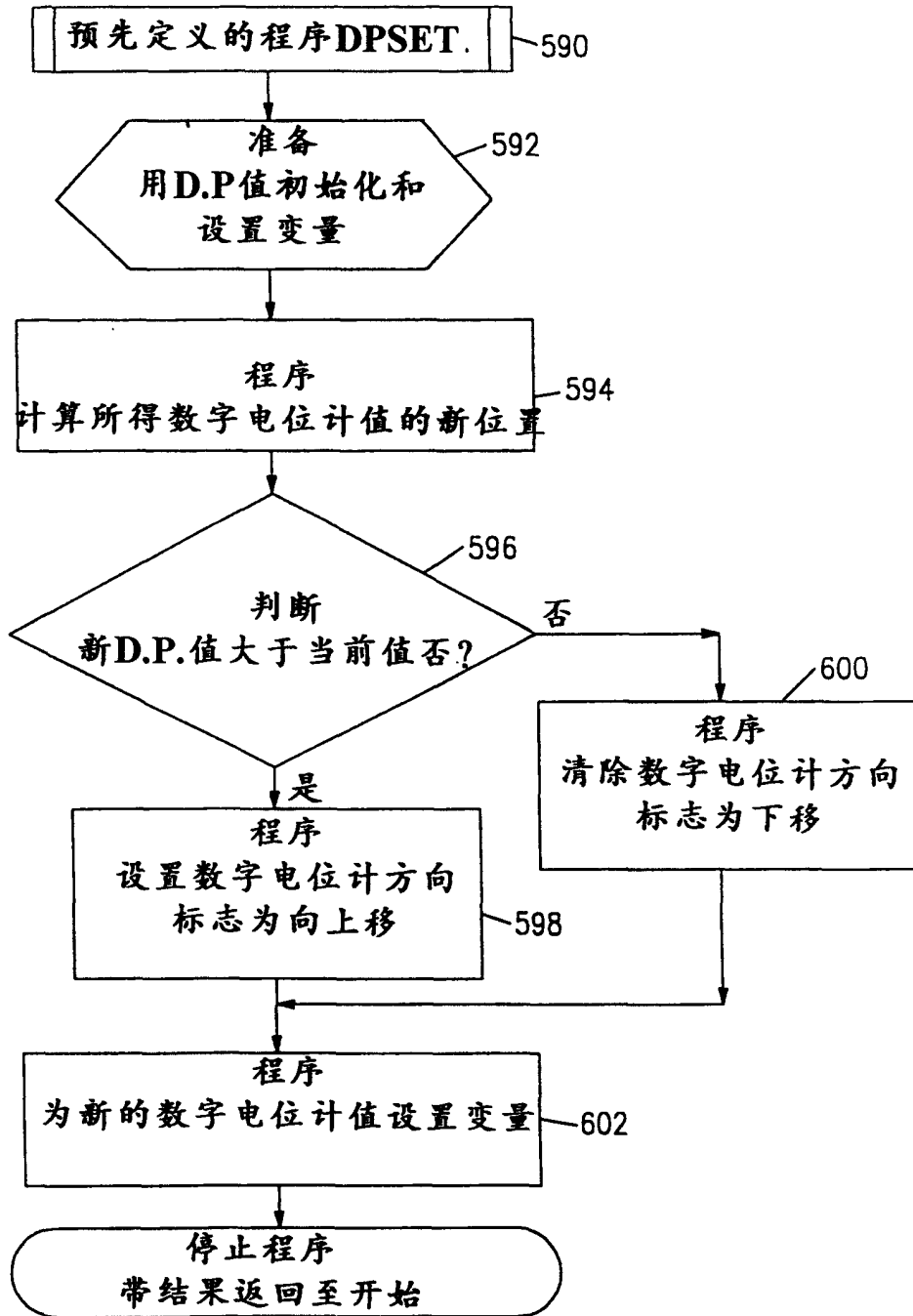


图15

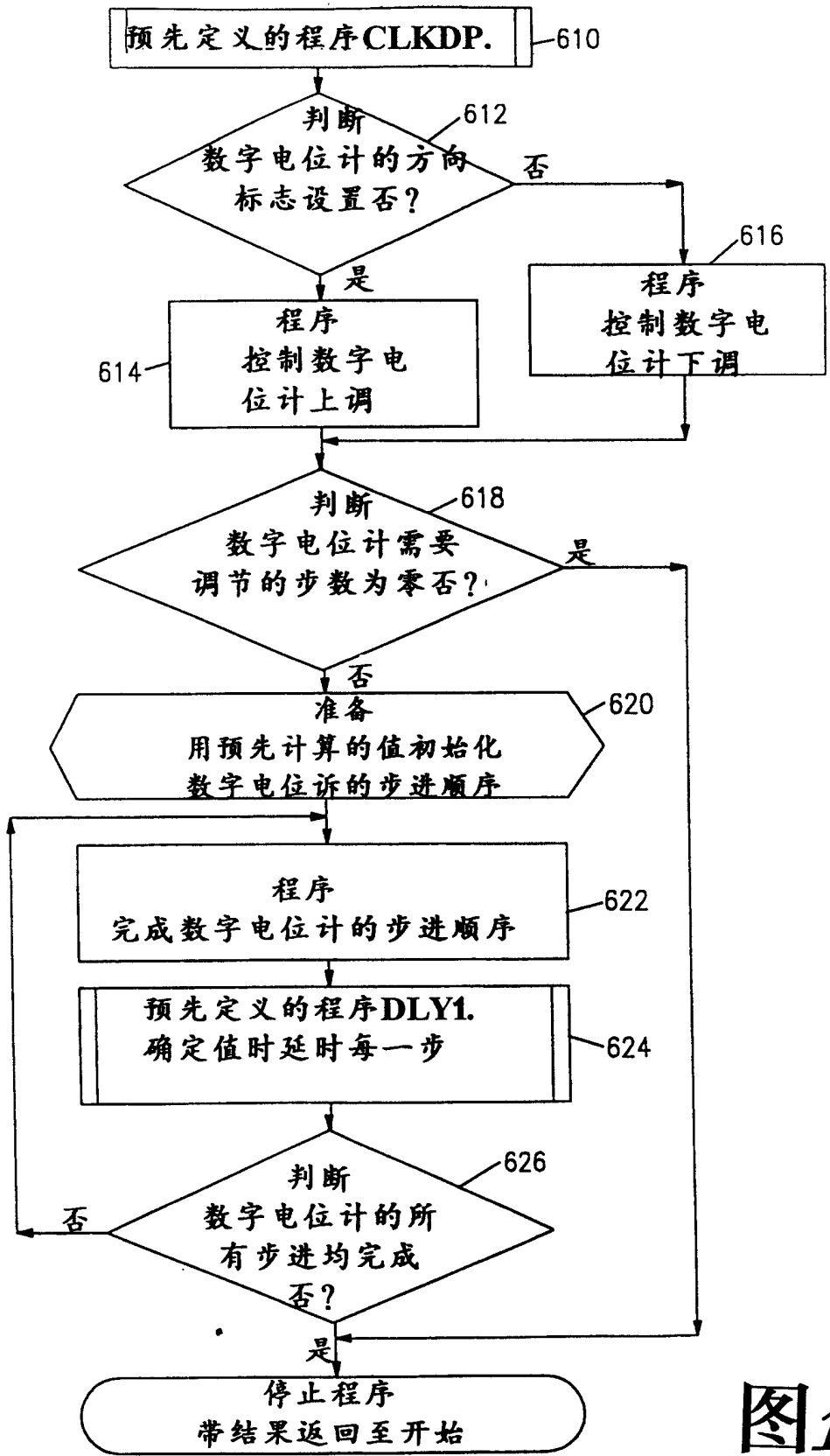


图10