



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101395778 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 25

(21) 申请号 200780007807. 6

(22) 申请日 2007. 01. 03

(30) 优先权数据

11/326, 012 2006. 01. 05 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 09. 04

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/000108 2007. 01. 03

(87) PCT申请的公布数据

W02007/081722 EN 2007. 07. 19

(73) 专利权人 施耐德电气美国股份有限公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 K·B·王

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 张雪梅 陈景峻

(51) Int. Cl.

H02H 1/00(2006. 01)

H02H 3/44(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5839092 A, 1998. 11. 17, 说明书全文.

US 5223795 A, 1993. 06. 29, 说明书全文.

US 6008973 A, 1999. 12. 28, 说明书全文.

US 2004/0042137 A1, 2004. 03. 04, 说明书
0015 段、0017 段、0103 段.

审查员 杨瑞昆

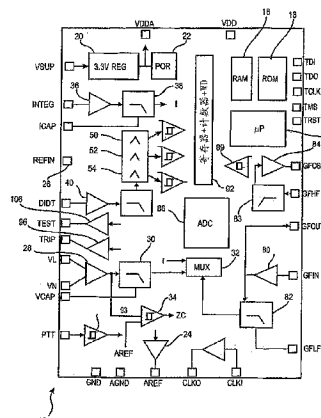
权利要求书2页 说明书16页 附图70页

(54) 发明名称

利用负载电流 / 线路电压标准化算法的负载识别和串联电弧检测

(57) 摘要

一种用来确定电路中是否存在电弧的方法和系统。所述方法包括感测电路中的电流的变化并且开发相应的输入信号、分析输入信号以确定预定频率范围中的宽带噪声的存在、并且产生相应的输出信号。所述方法进一步包括至少部分地根据输入信号和输出信号来确定连接到电路的负载类型、根据输入信号和输出信号以预定的方式使多个计数器中的一个或多个增加以及至少部分地根据多个计数器中的一个或多个的状态来确定是否存在电弧故障。所述方法也包括根据次级分析减少所述多个计数器中的一个或多个。



CN 101395778 B

1. 一种确定电路中是否存在电弧的方法,包括:
 - 感测电路中的电流的变化并且开发相应的输入信号;
 - 分析输入信号以确定预定频率范围中的宽带噪声的存在,并且产生相应的输出信号;
 - 至少部分地根据输入信号和输出信号,确定连接到所述电路的负载类型;
 - 根据输入信号和输出信号以预定的方式使多个计数器中的一个或多个增加,并且至少部分地根据多个计数器中的一个或多个的状态来确定电弧故障是否存在;以及
 - 根据选自包括下述的组中的一个次级分析来减少所述多个计数器中的一个或多个:
 - (1) 测量输入信号的多个半周期中的每一个之间的距离并且比较所述多个半周期中的每一个之间的距离,以及
 - (2) 测量多个负载电流面积;
 - 由所述多个负载电流面积计算负载电流台阶;
 - 比较负载电流台阶与预定值;以及
 - 响应于负载电流台阶等于或大于所述预定值,将计数器减少预定数。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述次级分析(1)进一步包括如果所述多个半周期中的每一个之间的距离相同则减少所述多个计数器中的一个或多个。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述次级分析(2)中的标准化包括:
 - 获得第一电压、对应于第一电压的第一负载电流、第二电压、和对应于第二电压的第二负载电流;以及
 - 使第一电压乘以第二负载电流并且使第二电压乘以第一负载电流。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其中响应于第一电压和第二负载电流的乘积与第二电压和第一负载电流的乘积相同,所述次级分析(2)包括减少所述多个计数器中的一个或多个。
5. 一种用来确定电路中是否存在电弧的系统,包括:
 - 用来感测电路中的交流电流并且开发相应的传感器信号的传感器;
 - 用来分析传感器信号以确定预定频率范围中的宽带噪声的存在、并且产生相应的输出信号的电路;
 - 用来处理传感器信号和输出信号以确定连接到所述电路的负载的类型和电流特性并且利用负载电流特性和宽带噪声的存在来确定电路中是否存在电弧故障的控制器;以及
 - 至少一个计数器,其中所述至少一个计数器根据输入信号和输出信号以预定的方式增加,并且所述至少一个计数器适合根据选自包括下述的组中的一个次级分析被减少:
 - (1) 测量输入信号的多个半周期中的每一个之间的距离并且比较所述多个半周期中的每一个之间的距离,以及
 - (2) 测量多个负载电流面积;
 - 由所述多个负载电流面积计算负载电流台阶;
 - 比较负载电流台阶与预定值;以及
 - 响应于负载电流台阶等于或大于所述预定值,将计数器减少预定数;其中控制器适合至少部分地根据所述至少一个计数器的状态来确定是否存在电弧故障。
6. 如权利要求 5 所述的系统,其中用于进一步分析的控制器和电路被设置在单个 ASIC 上。

7. 如权利要求 5 所述的系统,其中控制器根据传感器信号和输出信号以预定的方式增加多个计数器中的一个或多个,并且至少部分地根据所述多个计数器中的一个或多个的状态来确定负载类型。

8. 如权利要求 5 所述的系统,其中控制器根据传感器信号和输出信号增加多个计数器中的一个或多个,并且至少部分地根据所述多个计数器中的一个或多个的状态来周期性地确定是否存在电弧故障。

9. 如权利要求 8 所述的系统,其中控制器至少部分地根据所述多个计数器中的一个或多个的状态来周期性地确定是否存在电弧故障。

10. 如权利要求 5 所述的系统,其中所述次级分析还包括下述之一:图形识别、接通/断开转换检测、晶闸管扫描检测、以及标准化线路电流或电压。

11. 一种响应于输入信号确定电路中是否存在电弧的方法,所述输入信号对应于电路中的交流电流并且对应于电路中预定频率范围内的宽带噪声的存在,所述方法包括:

根据输入信号增加多个计数器中的一个或多个;

根据选自包括下述的组中的一个次级因子的结果减少所述多个计数器中的所述一个或多个:

(1) 测量输入信号的多个半周期中的每一个之间的距离并且比较所述多个半周期中的每一个之间的距离,以及

(2) 测量多个负载电流面积;

由所述多个负载电流面积计算负载电流台阶;

比较负载电流台阶与预定值;以及

响应于负载电流台阶等于或大于所述预定值,将计数器减少预定数;

利用所述多个计数器中的一个或多个的状态确定连接到所述电路的负载的类型以及是否存在电弧故障;以及

在交流电流的每 1/8 个周期监控 20 KHz 带中的高频噪声。

12. 如权利要求 11 所述的方法,进一步包括响应于电路中存在电弧故障的确定产生跳闸信号。

13. 如权利要求 11 所述的方法,其中在软件中实施计数器。

14. 如权利要求 11 所述的方法,其中所述次级因子还包括下述之一:图形识别、接通/断开转换检测、晶闸管扫描检测、以及标准化线路电流或电压。

15. 如权利要求 11 所述的方法,进一步包括利用所述多个计数器中的所选计数器的状态来确定电流中选择的次谐波的存在并且响应于选择的次谐波中的所述一个或多个的存在来增加所述计数器中的一个或多个其它计数器。

利用负载电流 / 线路电压标准化算法的负载识别和串联电弧检测

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是 2003 年 5 月 13 日提出的题为“Load Recognition and Series Arc Detection Using Bandpass Filter Signatures”的悬而未决的美国专利申请 No. 10/436,671 的部分延续,所述悬而未决的美国专利申请 No. 10/436,671 是 2002 年 3 月 27 日提出的题为“Arc Detection Using Load Recognition, Harmonic Content and Broadband Noise”的美国专利申请 No. 10/107,621 的部分延续,所述美国专利申请 No. 10/107,621 是 2001 年 10 月 17 日提出的题为“Arc Fault Circuit Interrupter System”的美国专利申请 No. 09/981,603 的部分延续。

技术领域

[0003] 本发明涉及电路的保护,并且更具体地说涉及电路中的通常所说的电弧故障型电气故障的检测。

背景技术

[0004] 在住宅、商业和工业应用中的电气系统通常包括用来从公用电源 (utility source) 接收电功率的配电板。然后通过保护装置将功率路由到供应一个或多个负载的指定支路。这些过电流装置通常是电路中断器例如电路断路器和保险丝,所述电路断路器和保险丝被设计成如果供应负载的导体的极限被超过则中断电流。

[0005] 电路断路器是电路中断器的优选类型,因为复位机构允许它们再使用。通常,电路断路器由于断开或跳闸条件例如电流过载或接地故障而中断电路。当电流超过长期运转额定值由跳闸电流确定的时间间隔时产生电流过载条件。接地故障跳闸条件由在线路导体和中性导体之间流动的电流的失调引起,所述电流失调可以由到地的漏电流或电弧故障引起。

[0006] 电弧故障一般被定义为通过在断裂导体的两端之间、或在有故障的接触或连接器处的电离气体的电流 (“串联”电弧)、或者通过在供应负载的两个导体之间、或在导体和地之间的电离气体的电流 (“并联”电弧)。然而,电弧故障可能不会使常规电路断路器跳闸。电弧故障电流电平可以被支路或负载阻抗减小到低于电路断路器的跳闸曲线设置的电平。另外,不接触接地导体或人的电弧故障将不会使接地故障保护器跳闸。

[0007] 有许多可以引起电弧故障的条件。例如,被腐蚀的、用旧的或老化的配线、连接器、接触或绝缘、不良连接、被穿过绝缘的钉或钉子损坏的配线、以及由重复过载引起的电应力、雷击等。这些故障可能损坏导体绝缘和 / 或使导体达到不能接受的温度。

[0008] 本发明涉及在家庭用具的正常操作范围内出现的低电流串联电弧的检测和 / 或在保护装置 (例如家庭电路断路器) 的操作额定值之内的低电流串联电弧故障检测。

[0009] 美国专利 No. 6,008,973 (共同转让的) 主要基于负载电流的斜率变化并且不着眼于特定次谐波、宽带噪声含量和 / 或公用负载识别。与此相反,本发明利用次谐波含量、宽

带噪声和负载识别来设置阈值和选择电弧特征。

[0010] 在我们的以上引用的申请 (2002 年 3 月 27 日提出的悬而未决的美国专利申请序列号 No. 10/107, 621) 中,每隔半周期地监控频率用于宽带噪声,主要在 33KHz 和 58KHz 带中。我们已经发现,某些负载类型,例如灯调光器负载,具有某些高频特性,所述高频特性可以被用来开发算法以近似检测例如灯调光器被设置在什么相角并且利用合适的电弧算法来为该特定调光器设置检测电弧。我们已经发现,典型的灯调光器波形的高频成分主要出现在电流波形的上升沿。而在电弧期间,噪声并不局限于电流波形的上升沿。因此,该特性可以被用来更好地区分电弧与正常的操作噪声。而且,在一些负载类型中,在电弧条件期间,噪声仅在电流非零的地方出现;然而,在电弧期间,电流在电压零交叉周围为零。因此高频噪声在波形的这些区域基本为零。我们已经发现,这通常对任何类型的负载中的任何电弧都适用。

[0011] 此外,在本发明中,我们已经发现,利用以上引用的原申请中描述的检测方法和设备,每隔 1/8 个线路周期监控 20KHz 带中的高频噪声可以用来获得改善的负载识别。

[0012] 本发明可以应用于住宅、商业、工业应用用于预防串联电弧故障的电路保护。

发明内容

[0013] 根据本发明的一个方面,提供一种确定电路中是否存在电弧的方法。所述方法包括感测所述电路中的电流的变化并且开发相应的输入信号。分析输入信号以确定预定频率范围中的宽带噪声的存在,并且产生相应的输出信号。确定连接到电路的负载类型。所述确定至少部分地基于输入信号和输出信号。根据输入信号和输出信号以预定的方式使多个计数器中的一个或多个增加。

[0014] 根据本发明的另一方面,用来确定电路中是否存在电弧的系统包括用来感测电路中的交流电流并且开发相应的传感器信号的传感器、用来分析传感器信号以确定在预定范围的频率中的宽带噪声的存在并且产生相应的输出信号的电路、以及用来处理传感器信号和输出信号以确定连接到电路的负载的类型和电流特性的控制器。控制器还利用负载电流特性和宽带噪声的存在来确定电路中是否存在电弧故障。所述系统也包括根据输入信号和输出信号以预定的方式增加的至少一个计数器。所述至少一个计数器适合根据次级分析 (secondary analysis) 减少。控制器也适合至少部分地根据所述至少一个计数器的状态来确定是否存在电弧故障。

[0015] 根据本发明的另一方面,提供一种响应于输入信号确定电路中是否存在电弧的方法,所述输入信号对应于电路中的交流电流并且对应于电路中预定频率范围中的宽带噪声的存在。所述方法包括根据输入信号增加多个计数器中的一个或多个、根据次级因子的结果减少所述多个计数器中的所述一个或多个、利用所述多个计数器中的一个或多个的状态确定连接到电路的负载的类型以及是否存在电弧故障、以及在交流电流的每 1/8 个周期监控 20KHz 带中的高频噪声。

附图说明

[0016] 图 1a 和 1b 形成根据本发明的电弧故障电路断路器系统的电路示意图;

[0017] 图 2 是示出形成图 1 的系统的一部分的专用集成电路芯片的更多细节的功能图;

- [0018] 图 3 是示出图 2 的芯片的数字电路部分的操作的功能框图；
- [0019] 图 4 是形成图 1b 的芯片的一部分的信号处理电路的电路示意图；
- [0020] 图 5A-5C 是示出根据本发明的主程序顺序的操作的流程图；
- [0021] 图 6 是示出初始化程序模块的操作的流程图；
- [0022] 图 7A-7J 是示出检测负载类型程序模块的操作的流程图；
- [0023] 图 8 是更新历史缓冲器程序模块的流程图；
- [0024] 图 9 是欠电流 (under current) 监控程序模块的流程图；
- [0025] 图 10 是超 5 安培电阻性程序模块的流程图；
- [0026] 图 11 是示出电感性电弧计时器程序模块的操作的流程图；
- [0027] 图 12 是示出设置参数程序模块的操作的流程图；
- [0028] 图 13A-13F 示出显示设置测试极限程序模块的操作的流程图；
- [0029] 图 14A 和 14B 示出显示检查极限程序模块的操作的流程图；
- [0030] 图 15A-15D 示出显示检查斜率变化程序模块的操作的流程图；
- [0031] 图 16 是示出缺少半周期检查程序模块的操作的流程图；
- [0032] 图 17A-17F 示出显示并联电弧算法程序模块的操作的流程图；
- [0033] 图 18 是示出台阶 (step) 启动算法程序模块的操作的流程图；
- [0034] 图 19A-19J 示出显示跳闸方程式 (equation) 程序模块的操作的流程图；
- [0035] 图 20A 和 20B 示出显示检查电流架 (shelf) 程序模块的操作的流程图；
- [0036] 图 21A-21C 示出显示利用 20KHz 滤波器程序模块的操作的流程图；
- [0037] 图 22A 和 22B 示出显示读取 HF 计数程序模块的操作的流程图；
- [0038] 图 23 是示出存储半周期结果程序模块的操作的流程图；
- [0039] 图 24 是示出根据本发明的一个实施例的样本正弦波的图；
- [0040] 图 25 是示出根据本发明的一个实施例的图形识别 (patternrecognition) 程序模块的操作的流程图；
- [0041] 图 26 是示出根据本发明的一个实施例的接通 / 断开转换检测程序模块的操作的流程图；
- [0042] 图 27 是示出根据本发明的一个实施例的晶闸管扫描程序模块的操作的流程图；
- [0043] 图 28 是示出根据本发明的一个实施例的样本电流和电压波形的图；以及
- [0044] 图 29 是示出根据本发明的一个实施例的标准化程序模块的操作的流程图。

具体实施方式

[0045] 本发明涉及使用片上系统解决主要在电路断路器或电插座、或其它电装置中使用的电弧故障检测,通常是 15 或 20 安培大小但不限于 15 或 20 安培大小。参考图 1a 和 1b,当被并入具有最少外部元件的电子印刷线路板 12 时,该微芯片 10 提供电弧故障检测和主布线装置的跳闸。

[0046] 片上系统是组合单个微芯片上的模拟和数字信号处理的专用集成电路。方块图在图 2 中示出。

[0047] 所述“片上系统”10 监控主装置中的线路电压和电流并且分析它们用于电弧故障的存在。如果某电弧检测标准满足嵌入在微控制器 14 的存储器 18 的软件内的电弧算法所

确定的,则芯片用信号通知外部 SCR98 使它断开所述装置与负载。

[0048] 所述 ASIC 通常包括处理器或微处理器 14、存储器、放大级、滤波器、A/D 转换器、模拟多路转接器、电压调节器和上电复位电路。所述 ASIC 的任务是:测量线路电压,检测电压零交叉,测量 60Hz 线路电流,测量接地故障电流,检测中性线中的接地回路(接地中性),检测线路电流的高频成分,为所有 ASIC 电路提供电压调节,检测信号的存在以开始自测试,产生自测试高频电流源,为微控制器提供欠电压复位(POR),提供跳闸信号以开启(fire)跳闸螺线管驱动器,提供看门狗(watchdog)以复位微控制器,以及根据嵌在微控制器中的代码做出跳闸决定。

[0049] 所述 ASIC 可以以两种不同的模式操作:

[0050] “正常”模式对应于其中处理器 14 是主控(master)的模式。在正常模式中,微处理器控制数据转换速率(A 到 D)、计数器、中断以及数据存储器。微处理器执行存储在 ROM 存储器中的代码。此外,微处理器为了限制功耗而通过强加“下电”信号来控制所有模拟块的行为。该模式是所述 ASIC 的正常操作模式。

[0051] “从”模式对应于其中处理器 14 是从动(slave)并且被标准通信信道(例如 JTAG)接口或端口 15(见图 1a 和 1b)控制的模式。可以利用 JTAG 接口 15 在该模式中进行两个主要操作:调试模式、以及寄存器值和数据传送。利用 ASIC 的处理器 14 作为从处理器,JTAG 端口可以用来将个人计算机(PC)或其它外部处理器耦合到所述 ASIC。这允许 ASIC 计数器、寄存器等的询问以及重写到 ASIC 的存储器、寄存器等。JTAG 端口 15 包括数据输入/输出端口(TDI、TDO)、以及复位(TRST)、时钟(TCLK)和模式选择(TMS)端口。

[0052] 在一个实施例中,处理器 14 是来自 ARM 公司的 ARM7TDMI。所述 ARM 在它的接口周围具有边界扫描电路,其用于生产测试或用来连接到用于系统和软件调试的电路内部仿真器(ICE)接口(即 JTAG)。JTAG 接口可以通过管脚 TDI、TDO、TMS、TCK 和 TRST 访问并且像 JTAG 说明书中所说明的那样工作。

[0053] 所述处理器是 32 位宽并且具有 12MHz 的 CPU 频率。外部谐振器 90(图 1b)具有 24MHz 的频率,所述 24MHz 的频率除以 2 用于 CPU。利用宽带噪声的存在以及电流特征和上升时间(di/dt),微处理器分析电流、接地故障和 di/dt 信号,并且通过电弧检测算法做出跳闸决定。在引用作为参考文献的 2001 年 7 月 10 日出版的美国专利号 No. 6, 259, 996 中描述了一个这样的算法。当线路电压被馈送给微处理器时,它可以被所述算法可选地用来实现如嵌入式软件所规定的多级电弧检测。微处理器利用零交叉信号来使电弧检测算法与线路电压同步。

[0054] 在所述 ASIC 中存在不同的时钟域:用于 ARM、总线控制器和存储器的时钟。微处理器时钟频率是 12MHz。用于外围设备(计数器、看门狗、ADC、BP 滤波器)的时钟是 4MHz、1MHz 和 250KHz 的频率。这些时钟是固定的并且由 ARM 时钟获得。

[0055] 有两个存储器域。程序存储器包括用于 ARM 操作的软件,该程序存储器空间包括 10kb 的 ROM(2560 个 32 位的字),并且程序存储器起始地址是 0000:0000(十六进制)。数据存储器 16 包括程序数据并且由两个 128 字节×16 位的 RAM 构成,总计 512 字节。存储器通路可以是 32 位或 16 位宽。ARM 选择存取方式。数据存储器起始地址是 0004:0000(十六进制)。除了存储器以外,处理器也可以访问寄存器。寄存器存储器起始地址是 0008:0000(十六进制)。

[0056] 下面简要描述多个功能块（见图 2）和它们各自的操作：

[0057] 3. 3V 调节器 20 提供供芯片的模拟和数字部分使用的被精确调节的 DC 电源。芯片的输入仅需要被粗略地调节到粗略的极限内，例如 4 到 7 伏。

[0058] POR 或上电复位电路 22 感测芯片的调节电源电压，并且如果所述电压低于安全操作极限就将微控制器保持在复位状态。

[0059] 模拟参考电路 (AREF) 24 在模拟电源的中点为输入信号提供参考点以允许放大的信号在正和负之间摆动。AREF 向外连接到 REFIN 管脚 26。

[0060] $V1/Vn$ 差动放大器 28 通过位于外部的分压器 29 (图 1B) 差动地测量在主装置的端子处的线路电压。电压信号如所示在低通滤波器块 30 处被低通滤波以除去高频噪声或谐波以及提供抗混叠。经滤波的信号被发送到多路转接器 32 的第一通道并且也被发送到零交叉检测器 34 的输入。在 VCAP 管脚和外部电容器 91 (图 1b) 处的输出电压为 A/D 转换器 86 提供抗混叠低通滤波器 (LPF)。在输入处的典型差动输入范围是 $\pm 0.65V$ 。

[0061] 在线路电压差动放大器 28 的输出处的比较器 34 检测供同步电弧检测算法使用的线路电压中的零交叉 (ZC)。

[0062] 在 di/dt 传感器的外部集成输出被低通滤波 38 用于抗混叠并且被发送到前面引用的多路转接器 32 的第二通道之前，在 INTEG 输入处的放大器 36 放大该 di/dt 传感器的外部集成输出。

[0063] 监控通过主装置的线路电流的 di/dt 传感器 25 (见图 1) 的输出在首先被滤波电容器 42 (图 1b) 高通滤波以除去 60Hz 分量之后连接到 di/dt 放大器 40 的输入。 di/dt 信号在放大器 40 处被放大并且被发送到三个带通滤波器 50、52、54 的输入。在 DIDT 输入处出现的在 10KHz 到 100KHz 范围内的宽带噪声是存在电弧的一个指示。

[0064] 图 3 示出 di/dt 感测系统的更详细的方块图。三个开关电容器 (SC) 带通滤波器 (BPF) 50、52、54 分别设置在 20、33 和 58KHz，过滤 di/dt 信号以确定在线路电流中是否存在宽带噪声。通过一组比较器 60 监控滤波器的输出，当预定的阈值被超过时所述比较器 60 的输出改变状态。微处理器 14 (图 2) 单独地监控每个滤波器的比较器的状态并且也监控在所述 33 和 58KHz 滤波器的与门 62 处的逻辑与输出以确定宽带噪声的存在。通过与开关电容器带通滤波器 50、52、54 相同的时钟 ($f = 1MHz$) 使比较器 60 输出和与门 62 同步。应当注意的是，比较器输出与时钟的操作确保在 33KHz 和 58KHz 滤波器的通带中的高频成分必须同时存在并且具有足够的幅度以便被认为是宽带噪声并且因此必须用 33/58 计数器进行计数。为了分别计算 20KHz、33KHz 和 58KHz BPF 的通带中的成分，为将来使用提供单独的计数器。

[0065] 所述 ASIC 提供 di/dt 输入信号的放大并且执行模拟信号处理。如上所述，通过三个独立的开关电容器带通滤波器 (BP) (20、33 和 58KHz) 的信号与沿两个方向（正和负）的固定阈值参考电压相比较。20KHz BP 具有等于 4 的典型品质因数 Q 。33 和 58KHz BP 具有等于 8 的典型 Q 。比较器的输出控制单独的计数器。33 和 58KHz BP 比较器输出的与布尔组合控制如图 3 中所示的第 4 个计数器。所有的比较器输出根据开关电容器时钟 (1MHz) 被同步并且在每个 $1\mu s$ 的周期期间是稳定的。可以通过软件复位或停用计数器。抗混叠滤波器被放置在第一级中。截止频率通常是 150KHz。带通滤波器的采样时钟频率是 F_{1MHz} 。箝位反并联二极管放置在 ASIC 内部的 AREF 和 DIDT 之间。

[0066] 可以通过下列表达式描述开关电容器带通滤波器的 Z 域函数：

$$[0067] \quad Y_i = a(X_i - X_{i-1}) - bY_{i-1} - cY_{i-2}$$

[0068] 其中 X_i 和 Y_i 分别是输入和输出电压的第 i 个样本, 并且 a 、 b 和 c 是滤波器系数。

[0069] 标准化 BP 的系数 20KHz 33KHz 58KHz

[0070] a 0.031 0.026 0.047

[0071] b -1.953 -1.932 -1.825

[0072] c 0.969 0.974 0.952

[0073] 接地故障感测变压器 35(图 1b) 的输出连接到 GFIN 放大器 80(图 2) 的输入, 所述 GFIN 放大器 80 具有高的增益以放大来自传感器的小输出。接地故障信号在被馈送到多路转接器 32(图 2) 的第三通道之前被放大并且被低通滤波 (82)(图 2) 用于抗混叠。

[0074] 还参考图 4, 该电路在 AD 转换之前执行接地故障 (GF) 输入电压的放大和抗混叠低通 (LP) 滤波, 并且在管脚 GFOSC 处为接地中性检测提供高通 (HP) 滤波和放大。第一增益级 80 是为低通和高通滤波器 82、83(图 2) 提供信号的电流 - 电压转换器。高通滤波器的 3dB 带宽是典型的 15KHz。LP 和 HP 滤波器分别由内部电阻器与外部电容器 81 和 85 构成。箝位反并联二极管 87(见图 1b) 放置在 AREF 和 GFIN 管脚之间用于瞬态保护。

[0075] 当装备有接地中性感测变压器 83(图 4) 以及 5mA 接地故障变压器 35(图 4) 时, 芯片 10 具有对人身水平的接地故障保护的准备。为实现该特征功能, 可以通过电容器 81 将输出 GFOUT 耦合到 GFHF 的输入。然后 GFOSC 被电容性地耦合到中性感测变压器 83 的绕组。当这样连接时, 这形成了静止 (dormant) 振荡器中性检测系统, 包括第二运算放大器 84 和比较器 89。在 GFHF 处的第二放大器 84 的功能是在存在足够低的电阻接地中性条件时提供使静止振荡器振荡所必需的总环路增益。

[0076] 多路转接器 32(图 2) 交替在三个通道输入即电流、线路电压或接地故障之间选择并且将选择的信号传递到模拟 - 数字 (A/D) 转换器 (ADC) 86(图 2) 的输入。模拟 - 数字转换器 86 是交替数字化用于由微处理器分析的电流、线路电压和接地故障信号的单通道 $\Sigma \delta$ 转换器。

[0077] 通过放置在 di/dt 线圈 25(图 1a) 的输出中的外部低通滤波器 83a 获得在 ASIC 管脚 INTEG 处的线路电流信号。ASIC 放大所述 INTEG 信号。通过放置在 AD 转换级前的 ICAP 管脚处的外部电容器 88(图 1b) 获得抗混叠 LP 滤波器。

[0078] 看门狗 (WD) 92 监控 ARM 微处理器 14 的操作。如果软件在周期时间没有复位看门狗计数器, 则所述看门狗引起微处理器的硬复位。可替换地, 它可以被用来引起跳闸条件。看门狗是基于由 250KHz 时钟驱动的 15 位宽周期计数器。通过软件以 WDG_RST 地址复位所述计数器。在该地址上写入 1 复位所述计数器。如所述, 看门狗必须仅在特定的时间窗中被复位, 否则, 发生硬复位。如果看门狗在计数器达到 2^{14} 之前被复位或如果计数器在计数器达到 2^{15} 之前没有被复位, 则为 ARM 并且为 WD 计数器产生看门狗复位。

[0079] 为允许 ARM 检查看门狗值, 可以读取 MSB(位 14), 并且如果所述值是 1, 则处理器必须复位计数器。

[0080] 当看门狗产生复位时, 特定的寄存器被设置以显示看门狗复位已经发生。即使在复位后也可以读取该寄存器值。

[0081] 当跳闸决定到达时, 跳闸信号缓存器 96 闭锁并且驱动外部启动电路 (图 1a) 的

SCR98 的栅极。为了在跳闸序列期间节约储能,微处理器被中断并且部分模拟电路被停用。SCR98 与跳闸线圈 100 串联连接。在接通状态,SCR98 使线圈 100 越过所述线路瞬间短路以机械松开主装置的接触并且随后中断电流的流动。

[0082] 按下测试 (push to test) (PTT) 电路 102 监控按下测试 (PTT) 按钮 104 的状态。当按下测试按钮被压下时,线路电压通过电路 102 中的外部分压器被施加到芯片 10 的 PTT 输入。电路感测到系统测试正被请求并且用信号通知微处理器进入测试模式。测试按钮 104(不是 ASIC 的一部分)的启动被 PTT 比较器 93(图 2)检测为 PTT(按下测试)管脚处的电压。

[0083] 利用测试模式中的微处理器,测试信号缓冲器 106 充当电流源,所述电流源依次利用在带通滤波器的中心频率即 20KHz(当使用时)、33KHz 和 58KHz 的每一个处的急剧上升和下降沿方波驱动 di/dt 传感器的测试绕组 45(图 1a)。

[0084] 表 1 在下面简要描述了 ASIC10 的每一个管脚。

[0085]	名称	类型	描述
[0086]	VSUP	电源	高正 ASIC 电源电压
[0087]	VDDA	电源	模拟正 ASIC 电源电压和调节器输出
[0088]	VDD	电源	数字正 ASIC 电源电压(输入)
[0089]	AGND	电源	模拟接地
[0090]	GND	电源	数字接地
[0091]	INTEG	模拟	用于电流测量的输入
[0092]	ICAP	模拟	用于 LP 滤波器的输入
[0093]	REFIN	模拟	参考电压的输入感测
[0094]	AREF	模拟	模拟参考输出
[0095]	DIDT	模拟	用于 DIDT 测量的输入
[0096]	TEST	模拟	测试输出信号
[0097]	TRIP	模拟	跳闸输出信号
[0098]	VL	模拟	用于电压测量的输入
[0099]	VN	模拟	用于电压测量的输入
[0100]	VCAP	模拟	用于 LP 滤波器的输入
[0101]	PTT	模拟	PTT 输入信号
[0102]	CLKI	模拟	石英的输入时钟
[0103]	CLKO	模拟	石英的输出时钟
[0104]	GFIN	模拟	用于 GF 测量的输入信号
[0105]	GFOUT	模拟	增益级的输出
[0106]	GFLF	模拟	用于 LP 滤波器的输入
[0107]	GFHF	模拟	用于 HP 滤波器的输入
[0108]	GFOSC	模拟	GF 静止增益级的输出
[0109]	TDI	数字输入	数据输入
[0110]	TDO	数字输出	数据输出
[0111]	TCLK	数字输入	时钟输入

- [0112] TMS 数字输入 选择输入
[0113] TRST 数字输入 复位输入（有效低）
[0114] 补充的操作描述

[0115] 接地故障检测特征的主要目的是在电弧初期检测到地电弧，其中接地导体在故障线路导体的附近。这种检测和跳闸可以在它们发展成为大事件之前清除电弧故障。正如较早所讨论的，通过利用合适的接地故障和中性感测变压器，该特征可以用来提供人身保护以及到地电弧检测。

[0116] 当按下测试按钮 104 被压下时，线路电压以这样的方式施加到按下测试电路 102 以便使接地故障电流流过接地故障感测变压器 83 并且同时强制微控制器 14 进入如前所述的测试模式。微处理器监控接地故障检测电路的输出和带通滤波器的输出（由驱动测试绕组的测试缓冲器引起）以确定带通滤波器检测电路是否在起作用。只有当计数器 66 和 68 具有足够高的计数并且存在足够高的接地故障信号峰时，跳闸信号才会被给出。

[0117] 校准程序允许微处理器 14 补偿线路电压、电流和接地故障测量电路中的运算放大器中的每一个所产生的偏移电压。直接在上电之后并且每隔周期性的间隔（更新数据例如补偿热漂移），微处理器启动校准程序。在该时间周期期间，线路电压和电流测量电路从它们各自的输入端在内部被断开并且运算放大器中的每一个被依次连接到模拟参考电压 (AREF) 24。然后相应的偏移电压（每个运算放大器的偏移电压）被微处理器读取并且它们的值被存储在存储器中。通过软件从测量的信号值减去存储的偏移电压。通过在内部短路第一级放大器 (80) 增益设置电阻器并且直接从输入读取外部 AC 耦合电容器上的偏移电压来测量接地故障偏移。软件从测量的信号值减去该值。

[0118] 并入电弧故障电路保护的住宅型电路断路器需要非常小的具有低功耗的印刷线路板。为了可靠地区分电弧故障和电噪声负载，例如来自照明开关和通用电动机的电弧，电弧故障电路中断需要大的模拟和数字信号处理。在前面的实施例中，利用单独的模拟 ASIC（专用集成电路）和微处理器来实现这样的处理。

[0119] 片上系统设计减小了封装尺寸（减小大约 1/3），也减少了必需的外部部件。减小的部件和部件放置的结合导致显著的成本降低和组装的简易。带通滤波器性能更稳定，偏移电压校正被改善，测试电路性能被改善，并且可以提供接地故障人身保护。

[0120] 利用负载电流、负载电流的上升速度 (di/dt) 以及系统线路电压，本发明检测家庭用具软线和电布线中的串联电弧条件。利用负载电流、负载电流的上升速度 (di/dt) 以及系统线路电压输入，下面介绍的方法将利用符合负载的合适电弧检测算法来识别所述负载（如果存在所述负载）并且确定是否存在电弧特征。当电弧特征被检测时，跳闸信号启动并且断开电路断路器，停用电弧源。

[0121] 本发明的所述实施例用于 15A 或 20A 的家庭分支电路断路器，但是本发明并不被如此限制。

[0122] 我们已经发现，串联电弧特征不同于与电弧串联的不同类型的负载。我们已经发现，检测串联电弧的最好方法是首先分类负载电流的特征并且然后寻找该类负载的电弧特征。我们已经发现，大部分住宅负载通过它们的波形和相位关系可以被分成八类。我们已经给这些种类命名：“压缩机”、“计算机”、“计算机和电阻”、“换向器电动机”、“灯调光器”、“灯调光器和电阻”、“变速电动机”以及“电阻”。尽管使用这些负载类型的名称，但是在不脱离

本发明的情况下,也可以包含或取代其它负载类型。

[0123] 我们已经利用下面描述的技术实现改善的检测时间和改善的抗扰乱跳闸性。在下文结合以上简要描述的、并且将在下文更充分描述的多个流程图来描述该技术。特别地,除了在我们以上参考的原申请中描述的技术之外,我们已经发现,利用被分成 $1/8$ 个线路周期增量的高增益低队列因子的 20KHz 带通滤波器在一些类型的负载中提供了另外的改善。即,在每 $1/8$ 个线路周期利用高分辨率高频成分并且在线路周期的不同位置寻找高频成分的存在提供了改善的电弧检测和抗扰乱跳闸性。取决于负载类型,在正常负载条件例如启动和稳态条件下的高频成分的特征将与电弧条件下的不同。

[0124] 特别地,我们已经发现,对于一些负载例如典型的真空吸尘器,高增益低队列滤波器带通滤波器将具有恒定的非零输出。然而,在这种负载的串联电弧期间,当电弧电流为零时持续的滤波器输出将会转到电压零交叉附近的零。电弧期间,当电流为零时将没有高频成分,其在电弧事件中随机地出现,但是在正常运行负载期间高频成分一般更均匀。因此,利用高增益、低队列滤波器并且将线路周期分成多个部分,我们已经发现,改善的电弧检测可以实现。

[0125] 现在参考图 5A-5C,在开始 202 主程序序列初始化 204 微处理器或控制器(见图 6),并且然后等待 206 监控电流的下一个零电压交叉并且然后开始 A/D 转换 208。然后启用自测试或按下测试 (PTT) 模式 212,如果被要求并且成功的话,所述自测试或按下测试 (PTT) 模式 212 会接通跳闸螺线管以使断路器跳闸。

[0126] 除了前述的,以上简要描述的并且在下文更充分描述的流程图还提供了一些超过在我们以上引用的共同未决的申请(2002 年 3 月 27 日提交的序列号 No. 10/107,621)中所公开的改善的附加改善。本申请的一个目的是改善编码效率并且也再编译供改善的处理器类型使用的编码和模块。在上文描述的实施例中,处理器可以是 ARM 公司(Advanced Reduced Instruction Set Computer (IRISC) Machine)提供的 ARM7TDMI 所指定的类型,其基本上是为 ASIC 厂商提供的编码,用于允许所述 ASIC 根据本发明执行电弧检测。

[0127] 现在再次参考图 5A-5C,主程序序列然后对许多其它模块进行排序,其更多细节在附图的下列图中被示出。简要地,这些包括图 7A-7J 中示出检测负载型模块 240、图 8 中示出的更新历史缓冲器模块 242 以及图 9 中示出的欠电流监控模块 244。这些后面有图 10 中示出的超 5 安培电阻性算法模块 246、图 11 中示出的电感性电弧计时器模块 248、以及图 12 中示出的设置参数模块 250。对于被指定为算法 1、算法 2、算法 3 的三个独立算法中的每一个,分别在图 12、图 13A-13F、图 14A-14B 和图 15A-15D 中示出的该后面的模块 250 与下列三个模块 252、254 和 256 被重复三次。在这些算法的每一个中,当模块的每一个运行时参数中的一些被稍微改变。因此,模块 258、260、262 和 264 是利用用于“算法 2”的稍微不同的参数运行的相同模块,并且类似地,模块 266、268、270 和 272 是又利用用于“算法 3”的稍微不同的参数运行的相同模块。

[0128] 紧接着,在图 16 中示出缺少半周期模块 291 并且运行图 17A-17F 中示出并联电弧算法模块 291。该后面的并联电弧算法模块 291 是以在我们的在前的美国专利号 No. 6,259,996 中更充分解释的方式相应地测试并联电弧的所谓的类型 B 算法,并且暂时参考图 13A-13F,这里示出的算法基本类似于在我们以上引用的在前专利中示出的那些。

[0129] 在并联电弧算法之后,如图 18 中所示地执行启动算法 278。在该点上,跳闸方程式

在 280 运行,如图 19A-19J 中所示。

[0130] 在 282,程序序列检查零交叉以验证半周期完成了。半周期一完成,主程序就继续检查图 20A-20B 中示出的电流架模块 284,后面是图 21A-21C 中示出的使用 20KHz 滤波器模块 286。在该点上根据本发明的一个方面使用所述 20KHz 滤波器以为以上讨论的每 1/8 个线路周期监控高频噪声。下一个模块 288 从进一步在图 22A-22B 中示出的 20KHz 滤波器读取高频计数,并且半周期结果存储在图 23 中所示的模块 290 中。在 292 读取测试按钮去抖动寄存器,并且如果大于 2,则自测试模式被设置为真 (true),测试按钮去抖动被设置得等于 4 并且四秒计数寄存器在 294 被设置为零,据此,主序列准备从图 5A 的顶部重复。

[0131] 虽然在此示出的特定算法与以上参考的原申请中示出的算法稍微不同,但是操作的基本理论和方式是相同的,其中模块着眼于多种峰、面积和上升时间、以及上面给出的样本组的从一个样本到下一个样本的值的多种比率、以及因数,例如从一个周期到下一个周期的峰位的变化。在用来在电弧检测算法或 19A-19J 的跳闸方程式中选择稍后运行的合适的负载类型算法的软件中,所有这些因数被用来增加或设置多个寄存器或计数器。

[0132] 图 6 示出以上所述的初始化模块 204,所述初始化模块 204 包括开始 230、软件计数器 / 寄存器的初始化 233、清除 RAM 数据、并且转到返回。

[0133] 在本实施例中指定的负载类型是压缩机负载、电阻性计算机负载、电阻、电感性电刷负载、灯调光器、灯调光器电阻性负载以及变速电动机。在不脱离本发明的情况下可以指定或利用其它负载类型或基于相同或其它标准的上载类型小组。

[0134] 根据本发明的所述实施例,微控制器或微处理器在软件中实施多个计数器。根据不久将要描述的检测负载类型程序或模块,也根据其它程序或模块,包括稍后将描述的电弧检测算法或“跳闸方程式”,来增加或减少这些计数器。然后控制器根据多个计数器或计数器的小组不仅从以上指定的类型中确定负载类型而且确定是否存在电弧。正如不久将要见到的,不同的算法或不同的子程序或算法的部分被用于每种负载,一旦已经确定负载类型,就根据上述获得的传感器输入确定电弧是否发生。因此,根据输入的传感器信号增加和 / 或设置多个计数器或寄存器。在多个算法或子程序中利用这些寄存器和 / 或计数器的状态来不仅确定负载类型,而且确定一种电弧的发生和 / 或足以引起指定跳闸信号以便使电路断路器跳闸到断开位置的幅度。正如从随后的描述将显而易见的是,本发明的方法也选择一种负载类型作为默认。在本实施例中,在通过图 7A 到 7J 的检测负载类型程序确定没有其它负载类型存在的情况下电阻性负载类型是默认选择。

[0135] 现在参考图 7A,为了为 Δ 峰位寄存器中的半周期 1 和半周期 2 之间的峰位差设置绝对值,在 304 监控输入波形的峰位。因此,半面积 n 寄存器 310 将面积设置得等于面积 n 的一半,所述面积 n 是第 n 个 (例如第一) 半周期上的波形下面的面积。然后算法着眼于多个前面采用的样本 (在 312 的 (1-14) 和在 314 的 (15-32)) 以在 316、318 或 320 为中点寄存器确定合适的设置。在该点上,图示的实施例每线路周期采用 32 个样本。中点寄存器或计数器计数对应于中点或电流尖峰出现的样本或周期。其次,在 322 上升时间寄存器被设置得等于第一半周期的峰值 1 与最大 $di/dt1$ 的比率,并且纵横比寄存器被设置得等于第一半周期中面积与峰值的比率。如果第一半周期中面积的两倍大于最小安培寄存器 (324) 中的值,则负载电流在 326 被设置为真。如果不是,则负载电流在 328 被设置为假 (false)。

[0136] 继续到图 7B,如果负载电流是真 (330),则检查峰值寄存器,并且如果低于

4000(331),则在 332 检查纵横比峰位中的值、上升时间和中点寄存器。在 333 检查架计数,并且如果这些寄存器小于特定值则负载型计数器被增加 334。否则,则检查纵横比峰位和中点值(在 336)架计数和电感性电刷计数(在 337)并且负载型寄存器或计数器增加 2,取决于这些值,即这些值是大于还是小于所选量。在图 7C 中,在 340 读取 Δ 和峰位最大 di/dt 寄存器值,并且如果这些值大于或小于所选量则在 341 将因数 1 和 2 寄存器设置为所选值。其次,在 342 读取纵横比寄存器和其它,并且如果大于或小于所选量,则电阻性计算机计数寄存器或计数器在 344 增加 2。在 345、346、347、348、349、350 和 352 示出寄存器值的附加检查与电感性电刷计数和电阻性计算机计数负载型寄存器的增加以及这些因数的设置,据此程序进入图 7D。要注意的是,负载电流中的“假(false)”读数=正寄存器(330)或在峰位和中点读书处的“no”(340)将程序指向图 7G。

[0137] 在图 7D、7E 和 7F 中,多个其它寄存器值被测试,并且如果在特定范围内或在特定值以上或以下,则以与图 7C 中大致相同的方式设置多个负载型寄存器和因数寄存器。

[0138] 接着参考图 7G,在描述的实施例中,负载型计数器基本上自由运转,并且为了防止它们溢出,它们都被减少一个计数,假定它们通常大于零。这在步骤 404 到 430 中示出。

[0139] 进入到图 7H,在 436 与“负载型”计数器一起检查多个负载类型在计数器中的计数,并且如果大于特定值,则在 438 将负载型计数器减少 2,或者,如果不是,并且负载型计数器为非零(440),则在 442 将负载型计数器减少 1。如果负载型计数器不大于 0,则在 443 复位峰值减 25%寄存器。在参考数字 444-450,运行负载型计数器和低于 5A 寄存器的进一步检查(在 444)用来减少负载型计数器(446)或用来将负载型计数器设置得等于 12(450)。

[0140] 图 7I 和 7J 根据多个负载型计数器中的计数显示检测的负载计数器或寄存器的多个设置。图 7J 显示根据所示的电阻性计数和多个峰计数器中的特定条件将检测的负载计数器设置为默认 1 或默认 2 条件并且将检查高频计数寄存器设置为真。

[0141] 图 8 示出用于更新历史缓冲器的模块 242,其中如所示地更新多个寄存器或缓冲器。图 9 示出检查低于 5 安培电流条件的欠电流监控模块 244。

[0142] 图 10 是超 5 安培电阻性模块 246。该模块如在 502-506 所示地监控多个计数器的条件并且如在 508-512 所示地增加或减少频率计数器。在 514,最初将超 5 安培高频寄存器设置为假,并且计算第一和第三半周期在 33KHz 和 58KHz 处的高频计数之间的差的绝对值。

[0143] 现在参考图 11,更详细地示出电感性电弧计时器模块 248。该模块通过检查命中(hit)30 和命中 20 寄存器从 550 开始。这些寄存器涉及电流特征中的 30Hz 或 20Hz 谐波。电感性电弧计时器模块然后检查斜率变化的状态并且相应地在 552 和 554 或 556 增加或减少电弧电感性计数器,取决于它的电流状态。

[0144] 图 12 示出设置参数模块 250。该模块设置参数 1 和参数 2 寄存器与分子和分母符号寄存器以及临时 2 寄存器,取决于所选择的算法。在该点上在所示的实施例中三种算法是可选择的,正如相对于主程序序列所看到的。在图 5A-5C 中,图 12 的模块运行三次,一次用于这些算法中的每一个。如图 12 中所看到的,所述模块本身确定哪个算法正被请求,正如在参考数字 600、602 和 603 所显示的。类似地,在参考数字 604、605、606、608 和 610 显示由模块设置的寄存器。

[0145] 图 13A-13F 示出自测试极限模块 252。该模块为三个算法类型中的每一个设置百

分比寄存器的特定极限,并且类似于图 12 的模块如图 5A-5C 中所示地运行三次,一次用于每个算法,如在 620、622 和 623 所示地确定。在每种情形下,所述模块对总体上在图 13A-13F 示出的每个算法为多个负载类型设置百分比极限(如下面表格中所限定的)。这也包括默认 1 和默认 2 负载类型的设置。

[0146] 表格 1- 测试极限限定

[0147]

Limit_1[0] = 12	Limit_2[0] = 12	Limit_3[0] = 16
Limit_1[1] = 24	Limit_2[1] = 24	Limit_3[1] = 16
Limit_1[2] = 128	Limit_2[2] = 128	Limit_3[2] = 128
Limit_1[3] = 64	Limit_2[3] = 64	Limit_3[3] = 32

[0148]

Limit_1[4] = 32	Limit_2[4] = 32	Limit_3[4] = 32
Limit_1[5] = 64	Limit_2[5] = 64	Limit_3[5] = 64
Limit_1[6] = 100	Limit_2[6] = 100	Limit_3[6] = 100
Limit_1[7] = 100	Limit_2[7] = 100	Limit_3[7] = 64
Limit_1[8] = 128	Limit_2[8] = 128	Limit_3[8] = 128
Limit_1[9] = 32	Limit_2[9] = 32	Limit_3[9] = 32
Limit_1[10] = 32	Limit_2[10] = 32	Limit_3[10] = 32

[0149] 图 14A-14B 示出检查极限模块 254。该模块基本上检查“参数”是否已经被图 13A-13F 的模块中设置的特定百分比极限改变。“比率大于测试极限”寄存器或缓冲器最初被设置为假,正如在 640 所示的。接着在 642 检查从一个样本到下一个样本的参数的符号,并且如果为正,表示上升波形边沿,则在 644 将比率符号设置为真,并且如果为负,表示下降沿,则在 646 将比率符号缓冲器设置为假。然后在 648 将比率寄存器的值设置为参数之间的差的绝对值,并且在 650 设置停止溢出极限。如果所述比率大于所述停止溢出设置,如在 652 所示,则在 654 将比率设置得等于其,或如果它不大于所述停止溢出极限,则在 656 将比率设置得等于电流比率值的百分比。在 658 检查低于 5 安培缓冲器的状态,并且如果为真,则所述比率在 660 被设置为零。否则,如果所述比例符号是真并且所述比率大于参数 1,则在 666 将比率大于测试极限寄存器或缓冲器设置为真。如果比例符号被设置为假并且所述比率大于参数 2,则如在 670 所示地将比率大于测试极限缓冲器设置为真。

[0150] 图 15A-15D 示出检查斜率变化模块 256。以与先前的模块 250、252 和 254 相同的方式,该模块也被启动或运行用于所示实施例中的三个算法中的每一个,如图 5A-5C 中所示。应当注意的是,在如流程图所示的模块中,已经使用特定约定,包括利用感叹号 (!) 来表示逻辑非并且利用 && 来表示逻辑与。

[0151] 在检查斜率变化模块中,在参考数字 700 处示出,最初命中缓冲器被设置为假,并且如果特定斜率变化条件符合由其余模块确定的条件则该缓冲器将被设置为真。在此,斜率 1 指的是算法 1 并且斜率 2 指的是算法 2 以及斜率 3 指的是算法 3。在图 15A 中的模块的一部分确定电流特征看起来更像启动条件还是更像电弧条件。模块的该部分延伸到并且包括图 15B 中的步骤 704。类似地,始终跟随步骤 704 并且包括图 15B 的剩余部分的模块的所述部分包括进一步检查启动条件与电弧的比较。在图 15C 中的模块的所述部分中,当倒数(down count)增加时,这表示更有可能是启动条件。最后,倒数如在图 15C 的参考数字 720 所示地在每个周期减少以避免使它的寄存器溢出。在所示的实施例中,在倒数寄存器中的最大倒数是 18,如在图 15D 中的参考数字 724 处所示。最后在参考数字

726-730 确定正在运行的算法项（即 1、2 或 3）并且在 732、734 和 736 设置适合于所选算法的倒数寄存器寄存器的值。

[0152] 参考图 6, 缺少半周期检查模块 274 被示出。该模块基本上着眼于峰值以确定什么时候从电流特征的给定半周期缺少电弧。

[0153] 如上所述, 图 17A-17F 用来检测并联电弧的“类型 B”算法并且基本与在我们以上引用的美国专利号 No. 6, 259, 996 中描述的算法相同。

[0154] 图 18 示出台阶启动算法 278, 所述台阶启动算法 278 基本上被提供用于适应由电流特征所确定的联机出现的新负载。如果满足如图 18 中所示的启动算法, 则预防跳闸直到所有模块再次运行新的半周期为止。

[0155] 参考图 19A-19J, 示出用于本发明的所述实施例的跳闸方程式（算法）262。跳闸算法根据对计数器中的不同计数器和计数器组合的状态、和多个被增加和 / 或减少或被设置为真或假的寄存器或缓存器的状态、或前面描述的模块中的值的其它状态的检查来决定是否使控制器产生跳闸信号。

[0156] 在图 19A 中, 如果几个条件中的一个被满足则跳闸信号被设置为 1。在 802 的一个条件是比较接地故障计数器与阈值电压。其它标准是在 804 的在电阻性计算机计数器中的最小计数以及在 806 的在几个斜率变化与和计数器中的最小计数。其它这样的条件包括在几个斜率变化与和计数器以及特定负载型计数器中的计数, 如在 808-812 所示。如果电阻性计算机计数不满足在 804 所示的最小计数、或如果在 802-806 的条件和在 808 或 810 和 812 的条件没有被满足, 则程序根据不同组的标准继续测试电弧故障, 如图 19B 中所示。

[0157] 图 19B 在步骤 814-824 示出多个会引起跳闸信号发出的条件, 包括在所选计数器组中的最小读数。如果这些条件中的一些被满足, 则会使跳闸信号被设置 (826), 并且如果不满足, 则会使程序进入图 19C 中的下一组方程式。在图 19C 中, 类似的过程出现, 集中在灯调光器负载上, 并且读取多个计数器和计数器的组合中的计数 (834-844) 以决定是在 846 设置跳闸信号还是进入图 19D。类似地, 图 19D 在 850 开始检查灯调光器计数器和其它选择的计数器并且对多个计数器内容进行一系列检查, 如图 19D 中所示, 所述一系列检查将导致在 858 设置跳闸信号或进入图 19E。

[0158] 在图 19E-19J 中, 仍然读取计数器的其它选择的组, 并且以类似于前面描述的图 19A-19D 的方式, 设置跳闸信号或模块继续前进。

[0159] 参考图 20A 和 20B, 检查电流架模块 284 基本上寻找电流特征中的平坦点。该模块根据面积和架计数寄存器以及架计数累加器的电流状态来增加和 / 或减少架计数累加器。

[0160] 图 21A-21C 示出利用 20KHz 滤波器模块 286。该模块基本上将 20KHz 滤波器输出分成 1/8 周期部分, 其中每半周期 32 个样本被读取。在该点上, 如图 21A-21C 中所示的和计数器中的每一个的最大值是计数 32。该算法将和计数器设置为如其中所示的多个值并且也设置和 / 或复位所示的架计数累加器。

[0161] 在图 22A 和 22B 中示出读取 HF 计数模块 288。该模块基本上检查包括 HF 计数器、HF 噪声累加器计数器和上电计数器的多个计数器, 并且增量计数器包括所示的上电计数器和 HF 噪声累加器计数器。在所述模块的末端, “和 3358”、“和 33”以及“和 58”计数器被复位到零。

[0162] 最后, 图 23 示出存储半周期结果模块 290。该模块再次将这些值设置到所示的多

个寄存器或计数器中。

[0163] 现在转到图 24-27, 将示出和上述斜率变化计数器一起使用的附加算法。正弦波 300 包括最大值 (峰) 302 和最小值 (谷) 304。在本发明的一个实施例中, 算法测量每个峰 302 和谷 304 之间的距离。如果每个峰和谷之间的距离相同, 则负载电流波动是由负载引起的而不是电弧, 因为电弧是随机事件并且不会引起这样的图形 (pattern)。

[0164] 现在转到图 25, 将描述示出图 24 的图形识别方法的流程图。在步骤 400, 测量电流的两个半周期的面积。如果在步骤 402 确定第一半周期的面积大于第二半周期的面积, 则在步骤 404 将图形方向设置为正。图形方向识别电流在增加还是在减小。如果图形方向被设置为正, 则它表示电流在增加。接着, 在步骤 406 使 Δ 峰距 1 增加 1。 Δ 峰距 (在图中被标示为 Δ 峰距 1、 Δ 峰距 2、以及 Δ 峰距 3) 是两个峰值负载之间的距离的指示。换句话说, 它是所述半周期的峰之间的距离。接着, 在步骤 408 确定 Δ 峰距 2 和 Δ 峰距 3 是否大于 1。如果回答为是, 则在步骤 410 确定 Δ 峰距 2 是否等于 Δ 峰距 3。如果所述两者相等, 则在步骤 412 确定电流重复图形计数是否已经达到 40。如果还没有, 则在步骤 414 将电流重复图形计数增加 2 并且该过程进入步骤 416。

[0165] 如果电流重复图形计数已经达到 40 (或在电流重复图形计数已经增加 2 之后), 则在步骤 416 将电弧计数器减少 2。接着在步骤 418 确定电流重复图形是否大于零。如果是, 则过程继续到步骤 420 并且电流重复图形计数减少 1 并且然后该过程结束。如果电流重复图形计数不大于零, 则该过程结束。

[0166] 现在回到步骤 410, 如果 Δ 峰距 2 不等于 Δ 峰距 3, 则过程前进到步骤 418 并且如上所述地继续进行。

[0167] 类似地, 在步骤 408, 如果 Δ 峰距 2 和 Δ 峰距 3 小于 1, 则过程也前进到步骤 418 并且如上所述地继续进行。

[0168] 再次参考步骤 402, 如果半周期 1 的面积小于半周期 2 的面积, 则所述方法进入到步骤 422 并且确定线路电流是否在减小以及图形方向是否为正。如果回答为是, 则在步骤 424 存储 Δ 距离 1 到 3 并且将图形方向设置为负。接着, 方法前进到步骤 408, 并且如上所述地继续。

[0169] 如果在步骤 422 线路电流没有减小并且图形方向不为正, 则在步骤 426 将 Δ 峰距 1 增加 1 并且方法进入步骤 408 并且如上所述地进行。

[0170] 现在转到图 26, 示出接通 / 断开转换识别方法的流程图。在步骤 500 确定半周期面积 A_1 和 A_2 以及 A_{10} 和 A_{11} 是否在预定的范围 (例如 0.3mA) 内。如果它们是在预定的范围内, 则在步骤 502 确定 A_1 是否大于 A_{11} 。如果 A_1 大于 A_{11} , 则在步骤 504 将变量 1 (所述变量 1 是预编程的变量) 设置为 $A_1 - A_{11}$ 。

[0171] 如果 A_1 不大于 A_{11} , 则方法进行到其中变量 1 被设置为 $A_1 - A_{11}$ 的步骤 506。在变量 1 被设置之后 (在步骤 504 和 506 中), 在步骤 508 确定变量 1 是否在 5000 和 1000 之间。如果是, 则在步骤 510 确定计数器 (下文中的“负载开关计数”) 是否小于 20, 所述计数器表示负载是接通还是断开。如果负载开关计数小于 20, 则负载开关计数被增加 4 (步骤 512)。接着, 在步骤 518 (如果负载开关计数不小于 20 所述步骤 518 也是下一个步骤), 确定负载开关计数是否大于 16。如果不是, 则过程结束。如果负载开关计数大于 16, 则在步骤 520 确定被预编程的电弧检测算法是否大于 1。如果是, 则在步骤 522 将电弧检测算法减

少 2, 并且过程执行灵敏电弧算法, 从步骤 528 开始。在步骤 528, 确定所述灵敏电弧检测算法是否大于 1。如果是, 则在步骤 530 将灵敏电弧算法减少 2 并且程序结束, 所述灵敏电弧算法也被预编程。

[0172] 如果灵敏电弧检测算法不大于 1, 则在步骤 532 确定灵敏电弧检测算法是否大于 0。如果不是, 则程序结束。如果灵敏电弧检测算法大于 0, 则在步骤 534 将灵敏电弧检测算法减少 1 并且然后程序结束。

[0173] 现在回到步骤 520, 如果电弧检测算法小于或等于 1, 则在步骤 524 确定电弧检测算法是否大于 0。如果不是, 则程序进入灵敏电弧算法。

[0174] 如果电弧检测算法大于 0, 则在步骤 526 将电弧检测算法减少 1。在步骤 526 之后, 启动灵敏电弧算法。

[0175] 如果在步骤 508 变量 1 不在范围 1000 和 5000 之内, 则方法进行到步骤 514, 在此确定负载开关计数是否大于 0, 如果负载开关计数不大于 0, 则过程结束。如果负载开关计数大于 0, 则在步骤 516 将负载开关计数减少 1, 并且过程前进到步骤 518 并且如上所述地继续进行。

[0176] 转回到步骤 500, 如果 A1 和 A2 以及 A10 和 A11 不在 0.3mA 内, 则过程在步骤 518 继续。

[0177] 现在转到图 27, 示出用于晶闸管扫描 (swap) 的方法。在步骤 600, 确定相对于过去 3 个半周期的时间的电流的最大变化是否大于相对于 2 个半周期以前的时间的电流最大变化。如果是, 则在 602 将涉及相对于时间位置移动的当前半周期的最大电流变化的变量设置为等于负。接着, 在步骤 604, 确定相对于时间位置移动的先前 1/2 周期的最大电流变化是否也是负。如果回答为是, 则在步骤 608 确定累加器计数是否小于 20。如果是, 则在步骤 610 将累加器计数增加 2。

[0178] 在步骤 612 (所述步骤 612 也是步骤 600、604、606、608 的负响应的结果步骤), 确定相对于过去 3 个 1/2 周期的时间的最大负载电流变化是否小于相对于 2 个 1/2 周期以前的时间的最大负载电流变化。如果回答为是, 则在步骤 614 将相对于时间位置移动的当前 1/2 周期的电流变化设置为正。在步骤 616, 确定相对于时间位置移动的先前 1/2 周期的电流变化是否也为正。如果是, 则在步骤 618 确定相对于 2 个 1/2 周期以前的时间的最大负载电流变化减去相对于 3 个 1/2 周期以前的时间最大负载电流变化是否大于零。如果是, 则在步骤 620 确定累加器计数是否小于 20。如果计数小于 20, 则累加器被增加 2 并且程序结束。

[0179] 如果在 612、616、618 或 620 的结果为否, 则在 624 将相对于时间方向的最后的电流变化设置得等于相对于时间方向的当前电流变化。接着在 626 确定累加器计数是否小于 20, 如果累加器计数不小于 20, 则程序结束。如果累加器计数小于 20, 则累加器被增加 2 并且程序结束。

[0180] 现在转到图 28 和 29, 将示出负载电流和线路电压的标准化。图 28 示出两个正弦波。第一正弦波示出随着时间过去的电流并且第二正弦波示出随着时间过去的电压。根据本发明的一个实施例, 如图 29 中所示, 在步骤 700 和 702 获得在第一电压面积 V1 (图 28) 中的样本的和与在第一电流面积 I1 (图 28) 中的样本的和。在步骤 704 和 706 获得在第二电压面积 V2 (图 28) 中的样本的和与在第二电流面积 I2 (图 28) 中的样本的和。然后在步

骤 708, 在电压面积 V1 中的样本的和乘以在电流面积 I2 中的样本的和。在步骤 710, 在电压面积 V2 中的样本的和乘以在电流面积 I1 中的样本的和。在步骤 712, 比较 V1 和 I2 乘积与 V2 和 I1 的乘积。如果 V1 和 I2 乘积等于 V2 和 I1 的乘积, 则确定没有电弧存在 (步骤 714)。如果 V1 和 I2 乘积不等于 V2 和 I1 的乘积, 则确定有电弧存在 (步骤 716)。

[0181] 在图 28 和 29 中描述的实施例中, 比较两个邻近的面积 (V1 和 V2)。然而, 在其它实施例中, 可以比较任何一对面积。

[0182] 虽然已经示出和描述了本发明的特定实施例和应用, 但是应当理解的是, 本发明并不限于在此公开的精确结构和构成, 并且在不脱离所附权利要求限定的本发明的精神和范围的情况下, 多个修改、变化、以及变型可以由前面的描述变得显而易见。

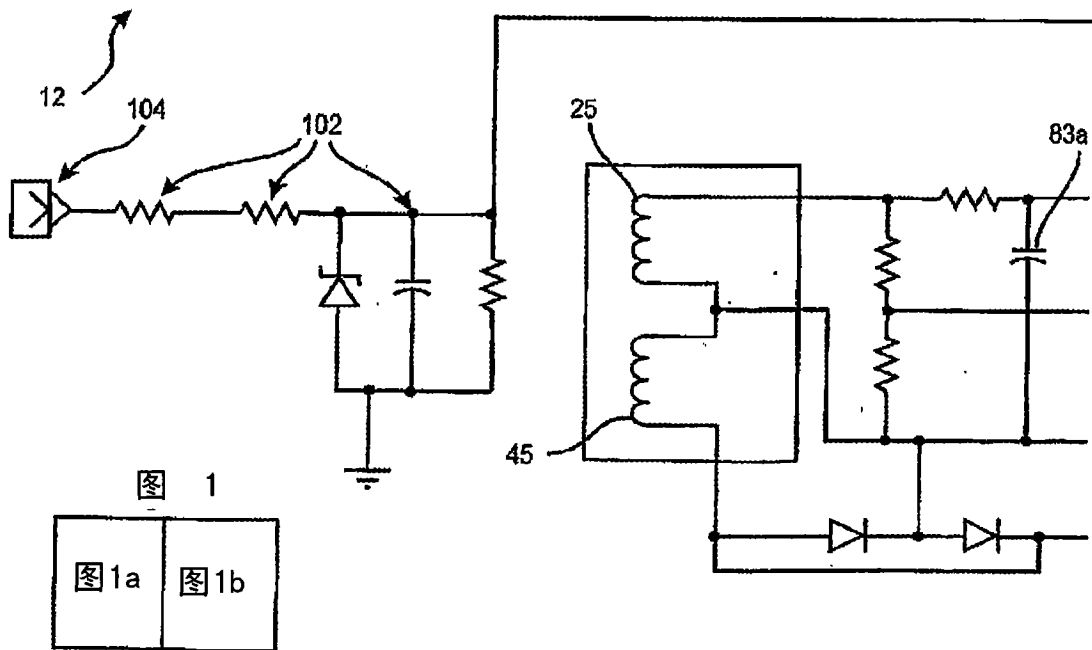
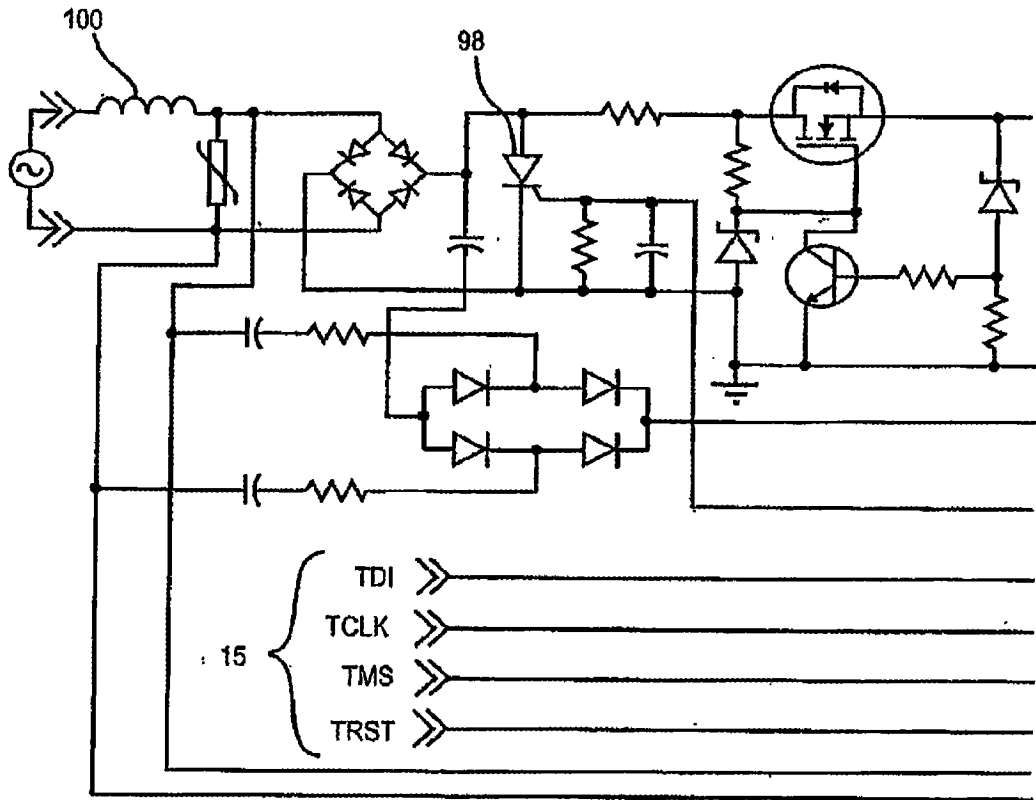


图 1

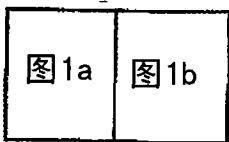


图 1a

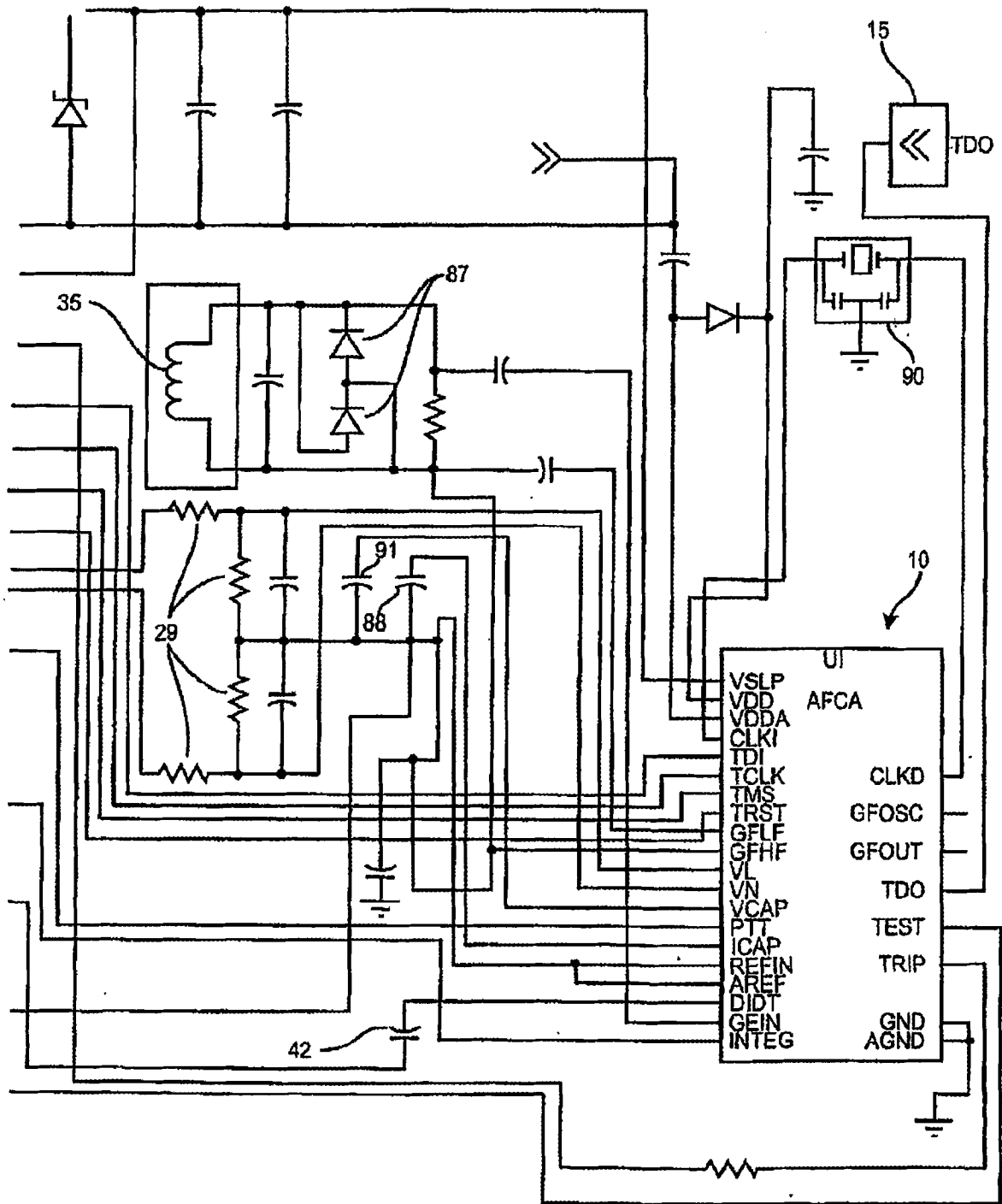


图 1b

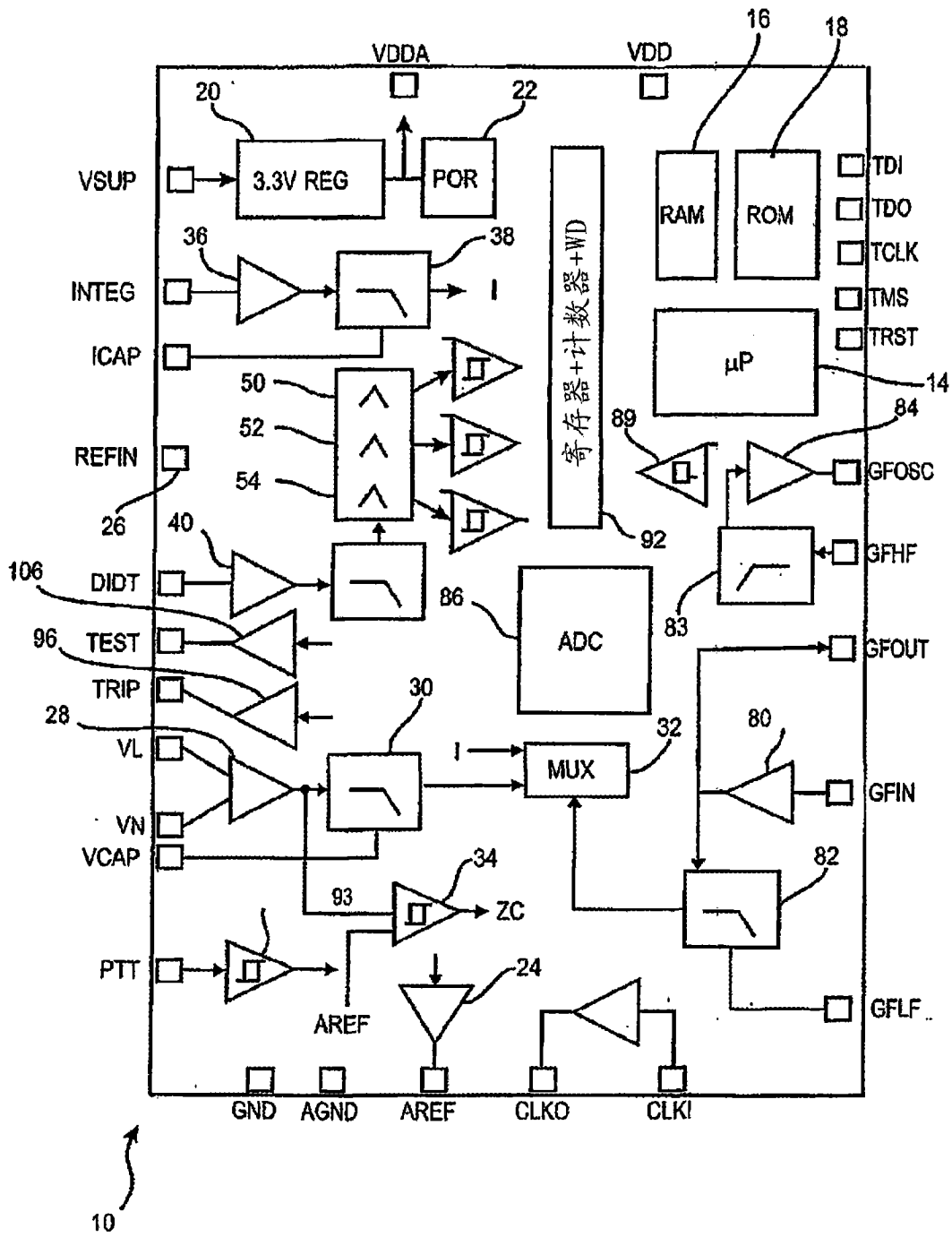


图 2

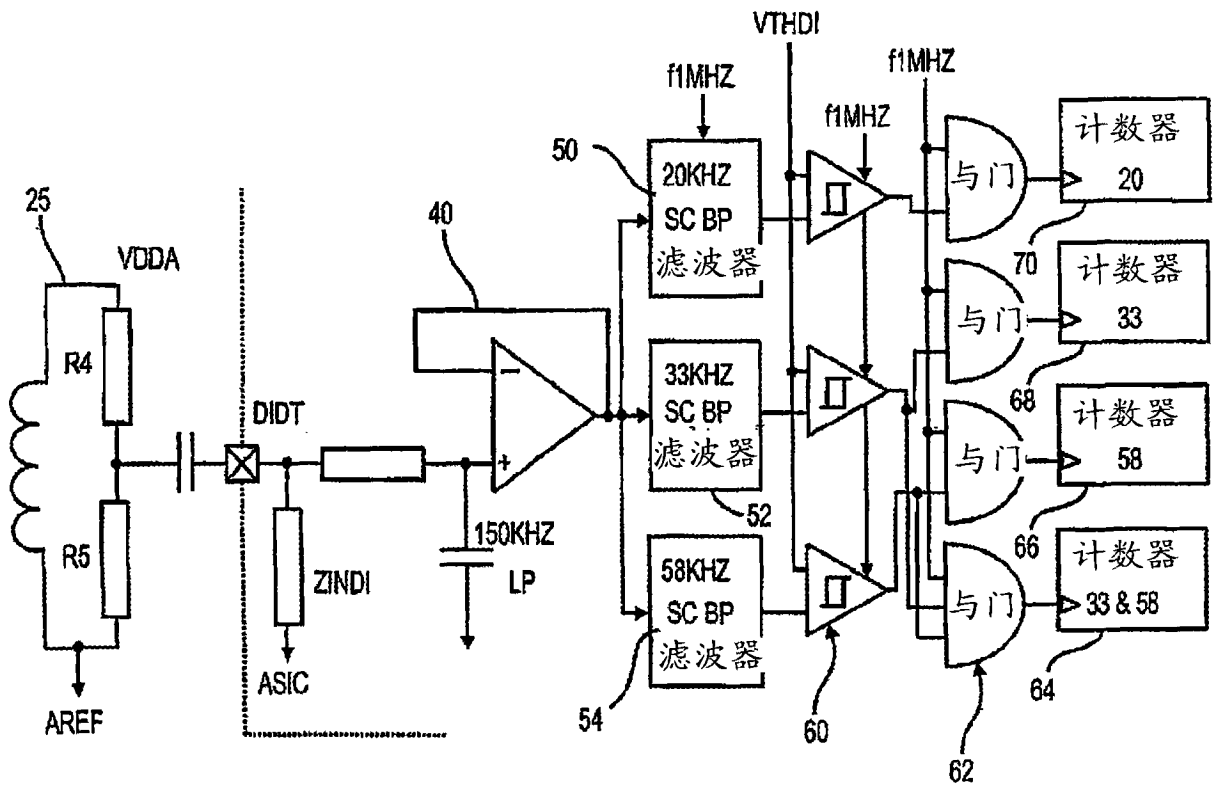


图 3

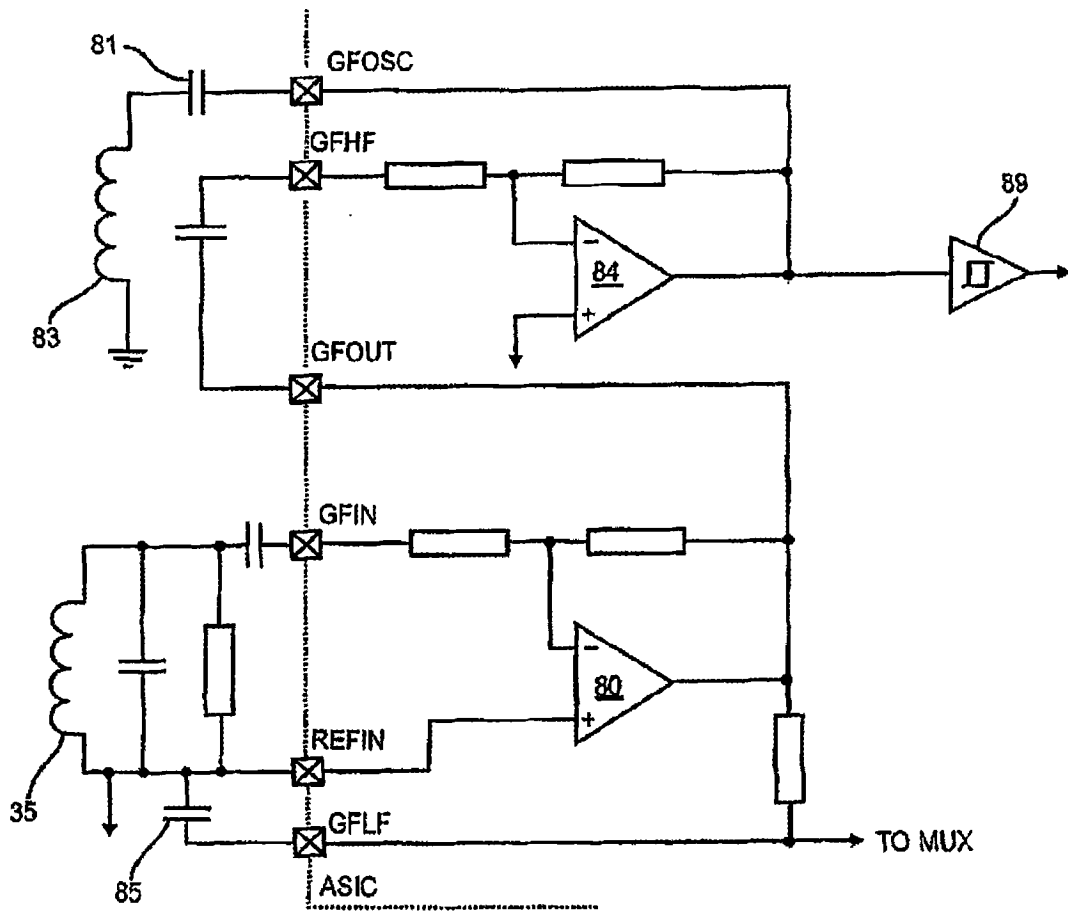


图 4

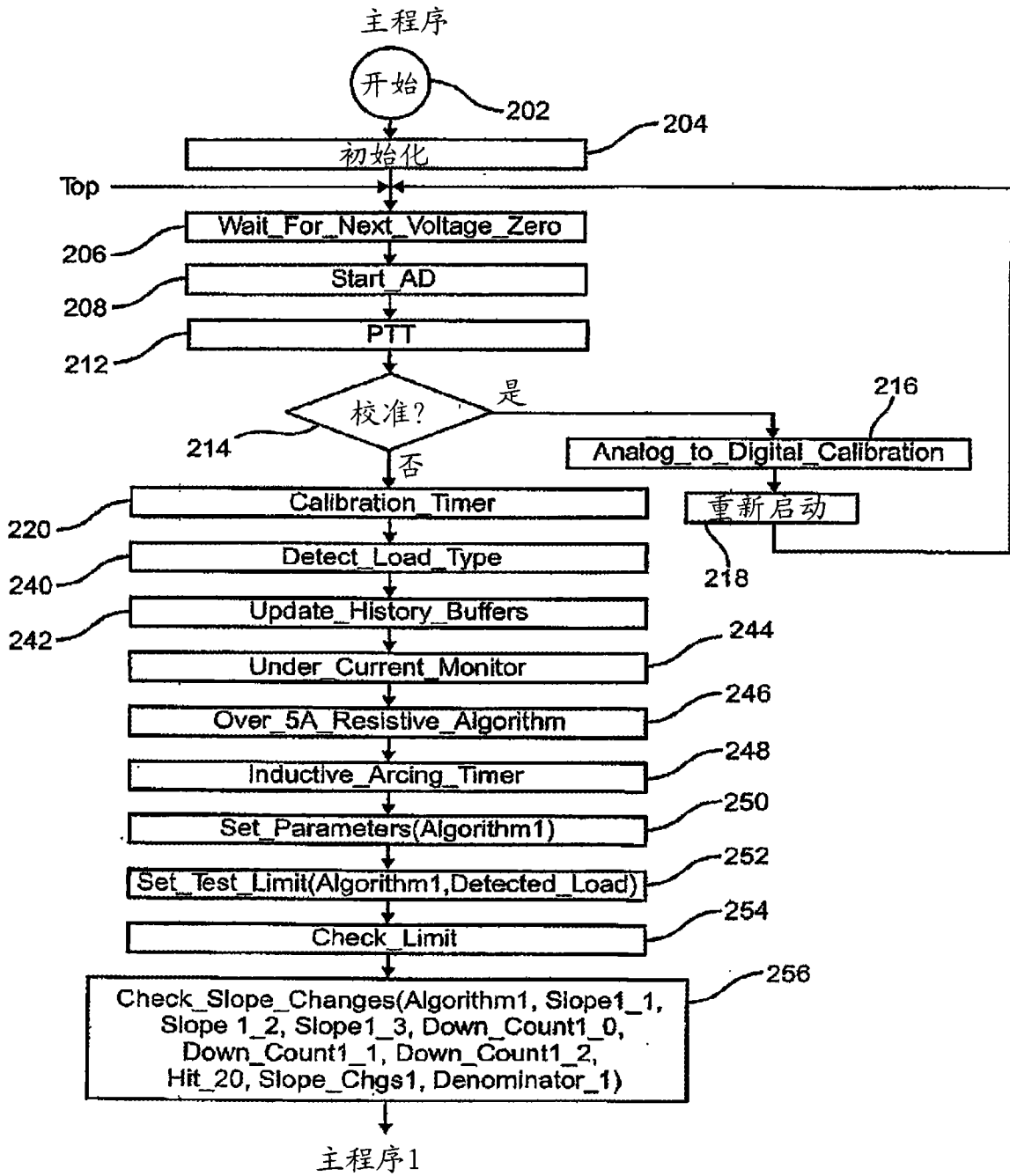


图 5a

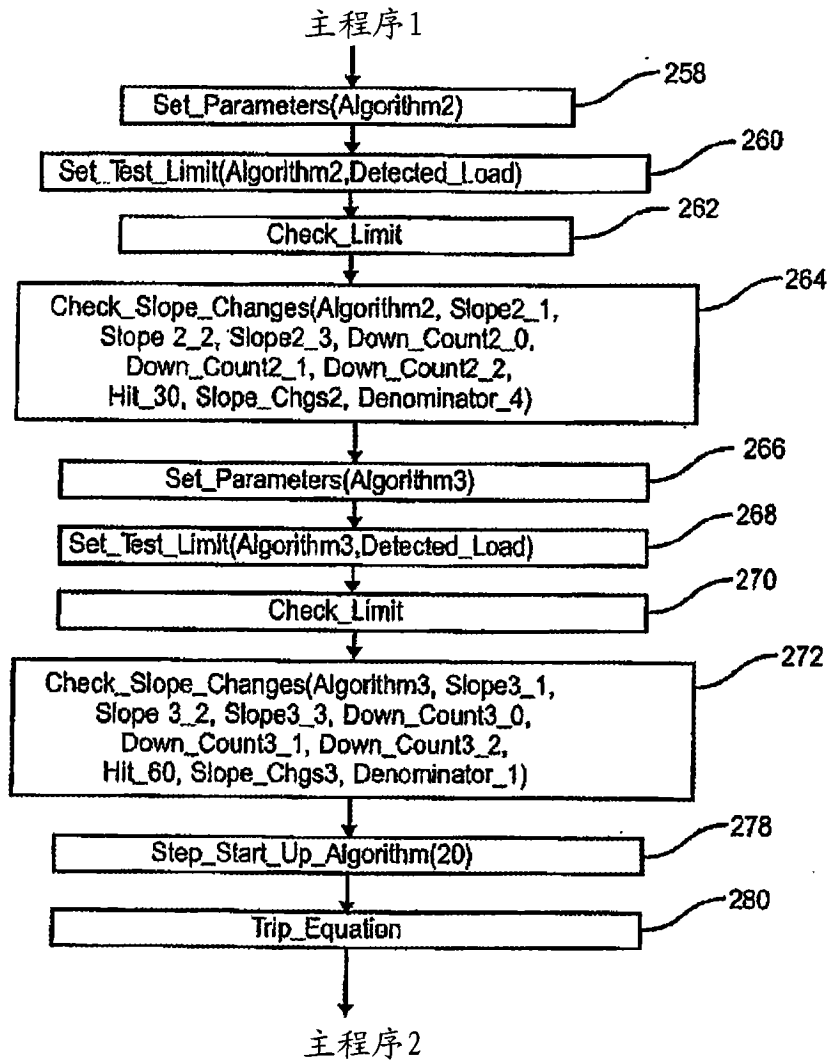


图 5b

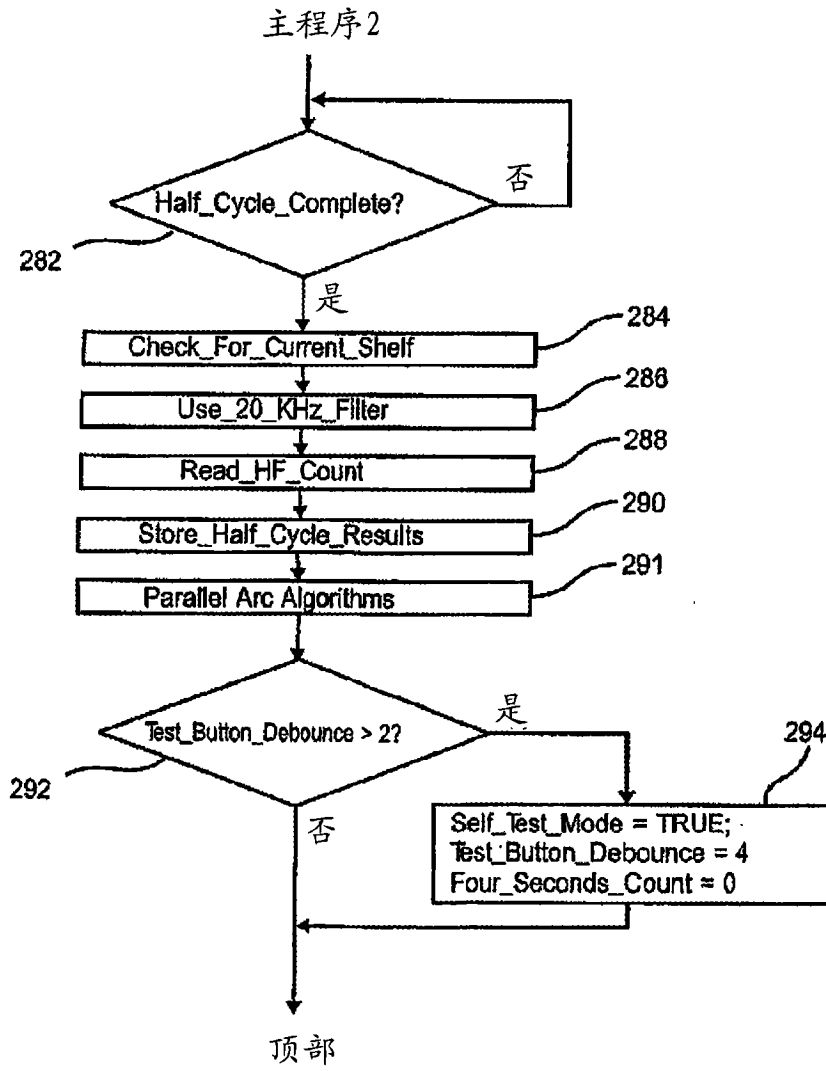


图 5C

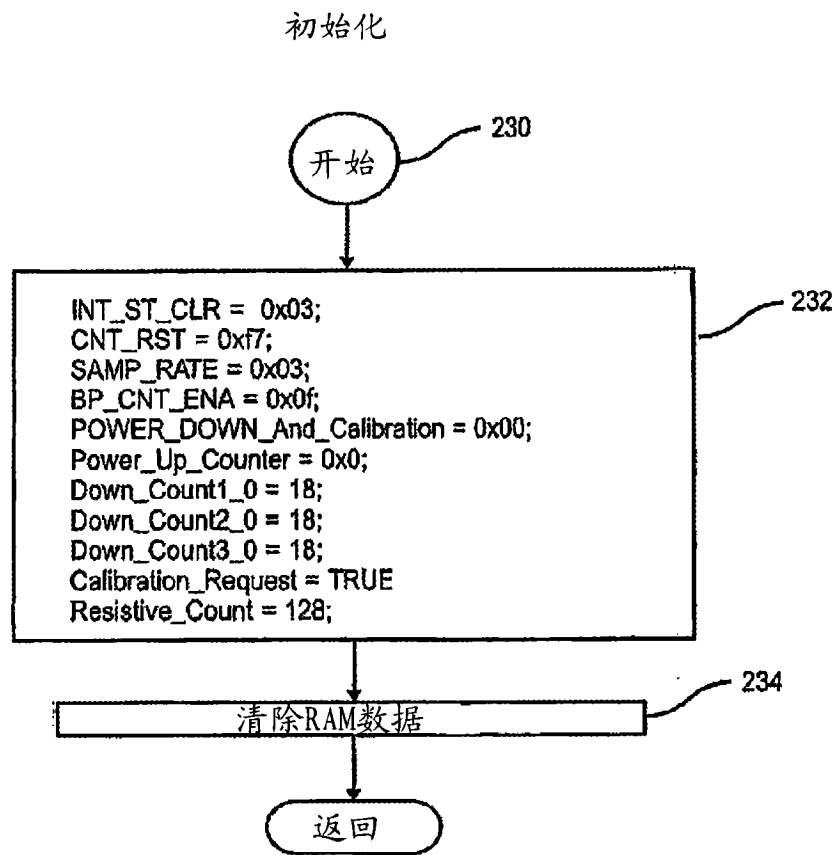


图 6

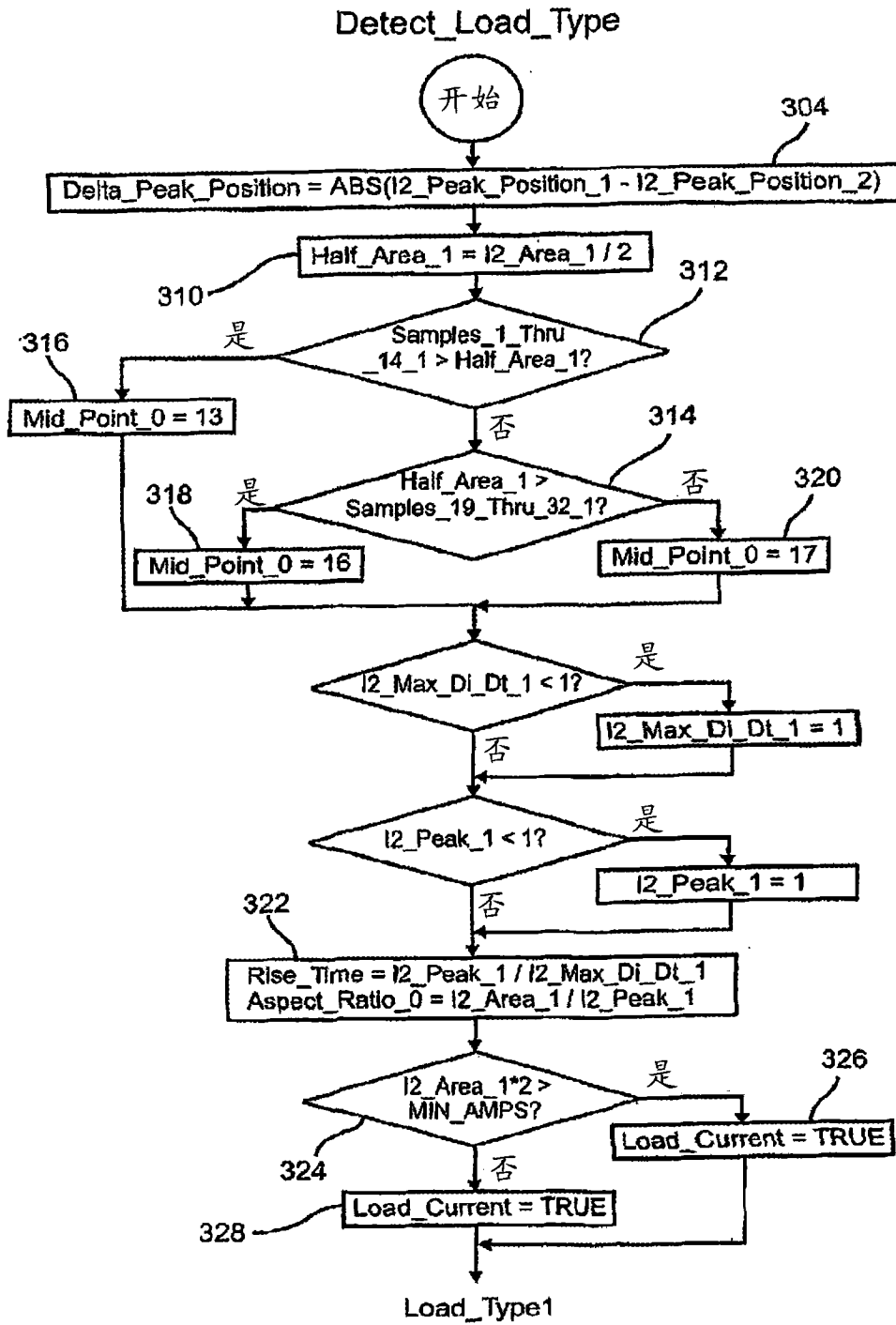


图 7a

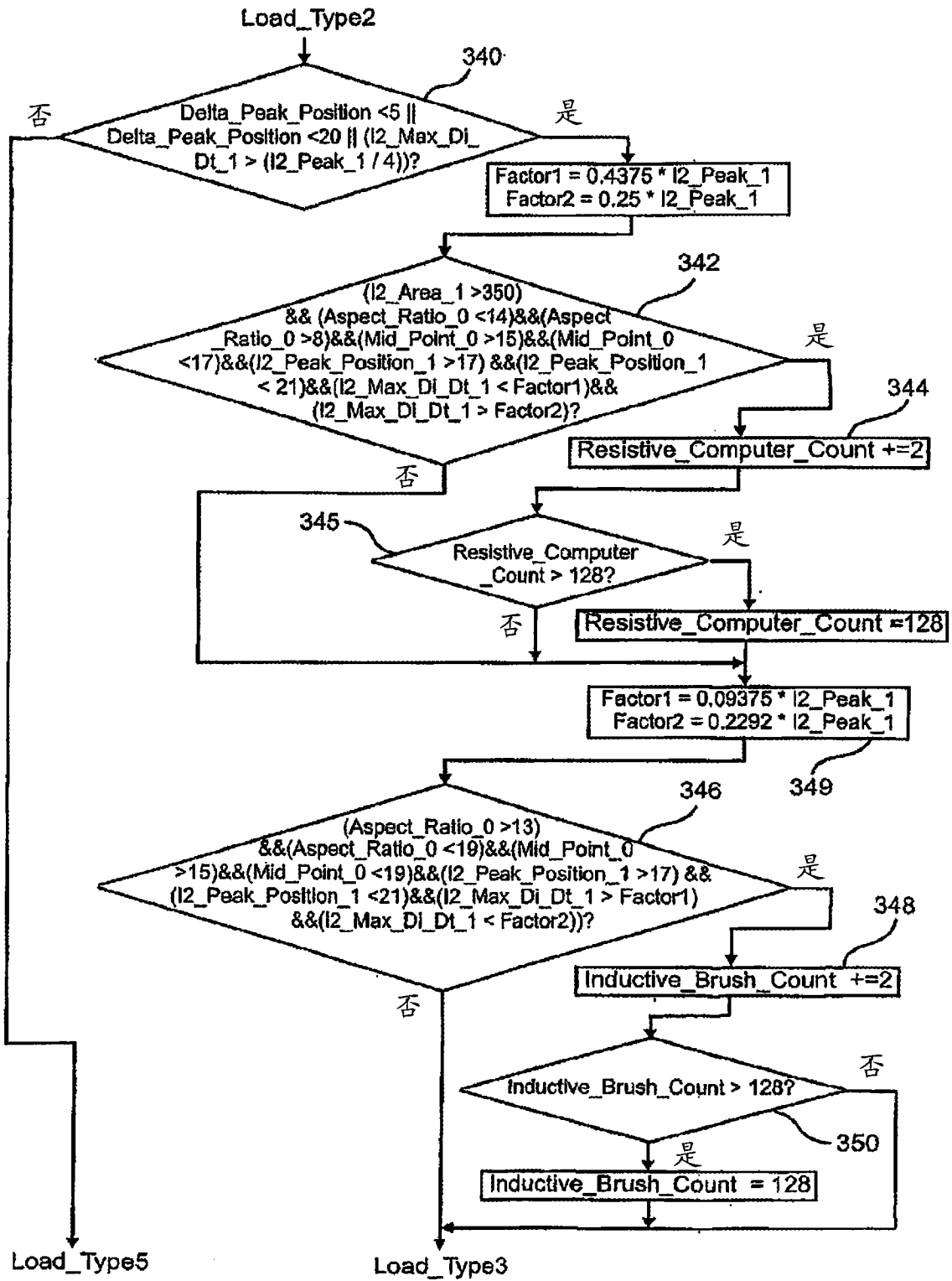


图 7c

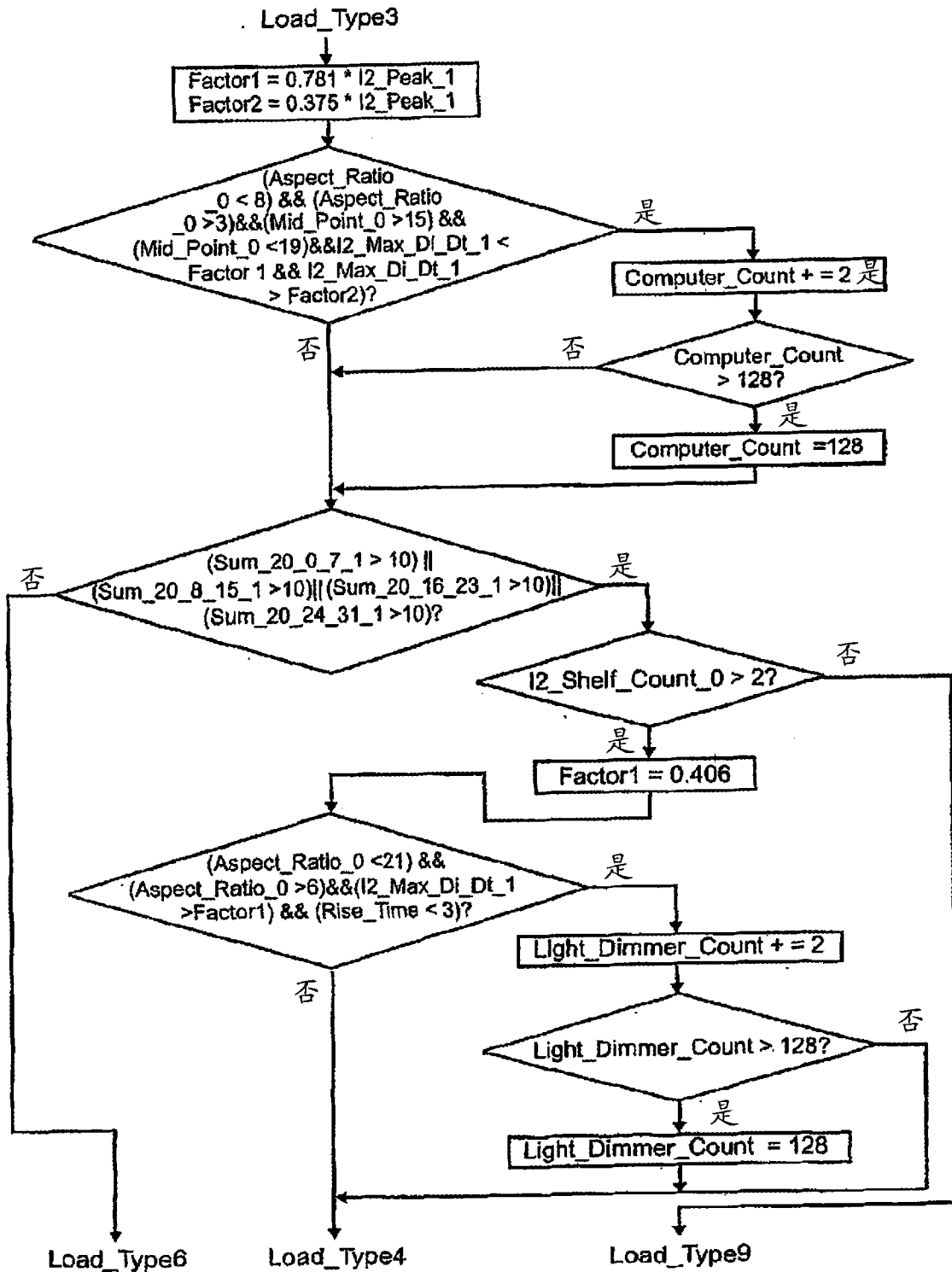


图 7d

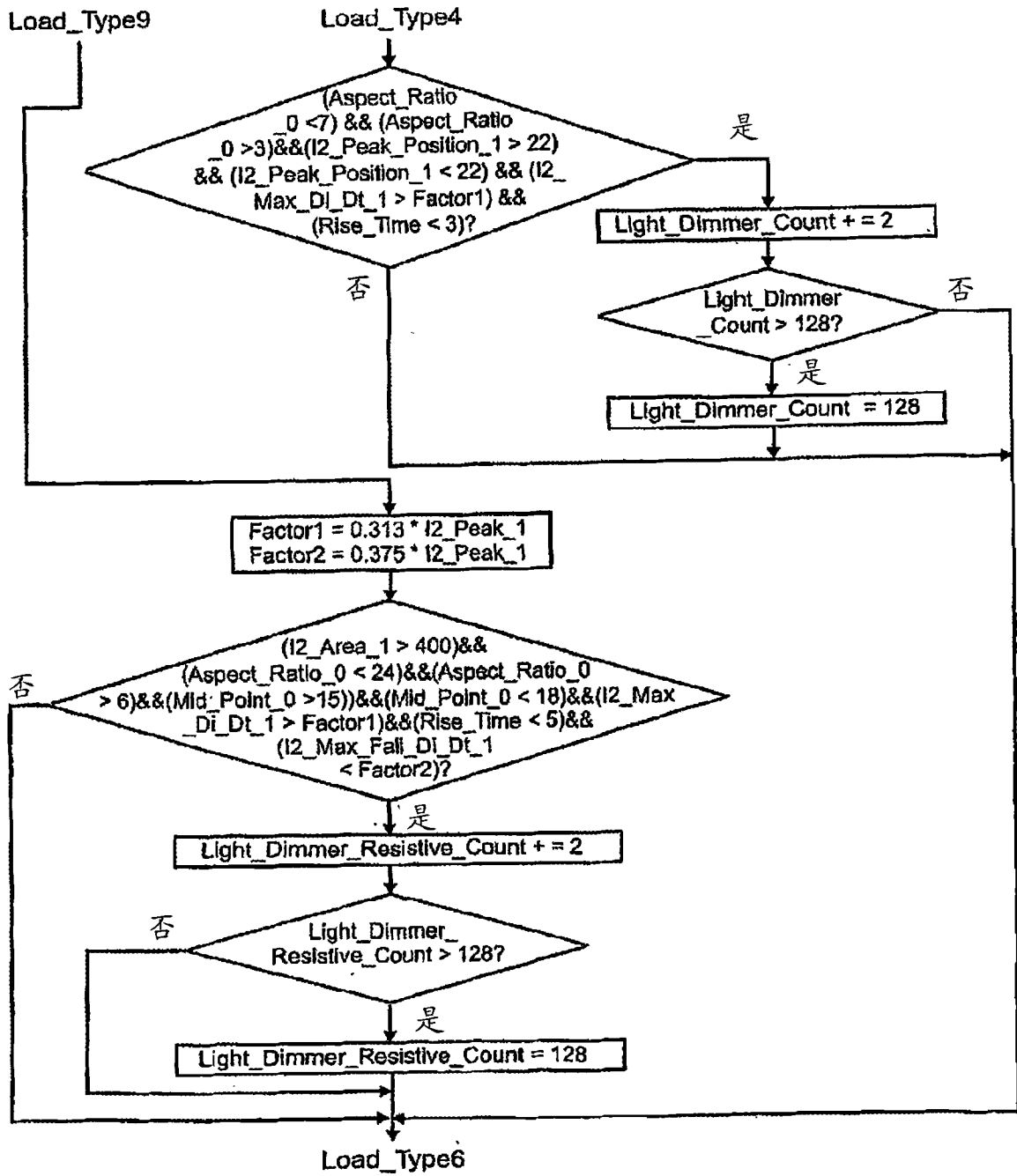


图 7e

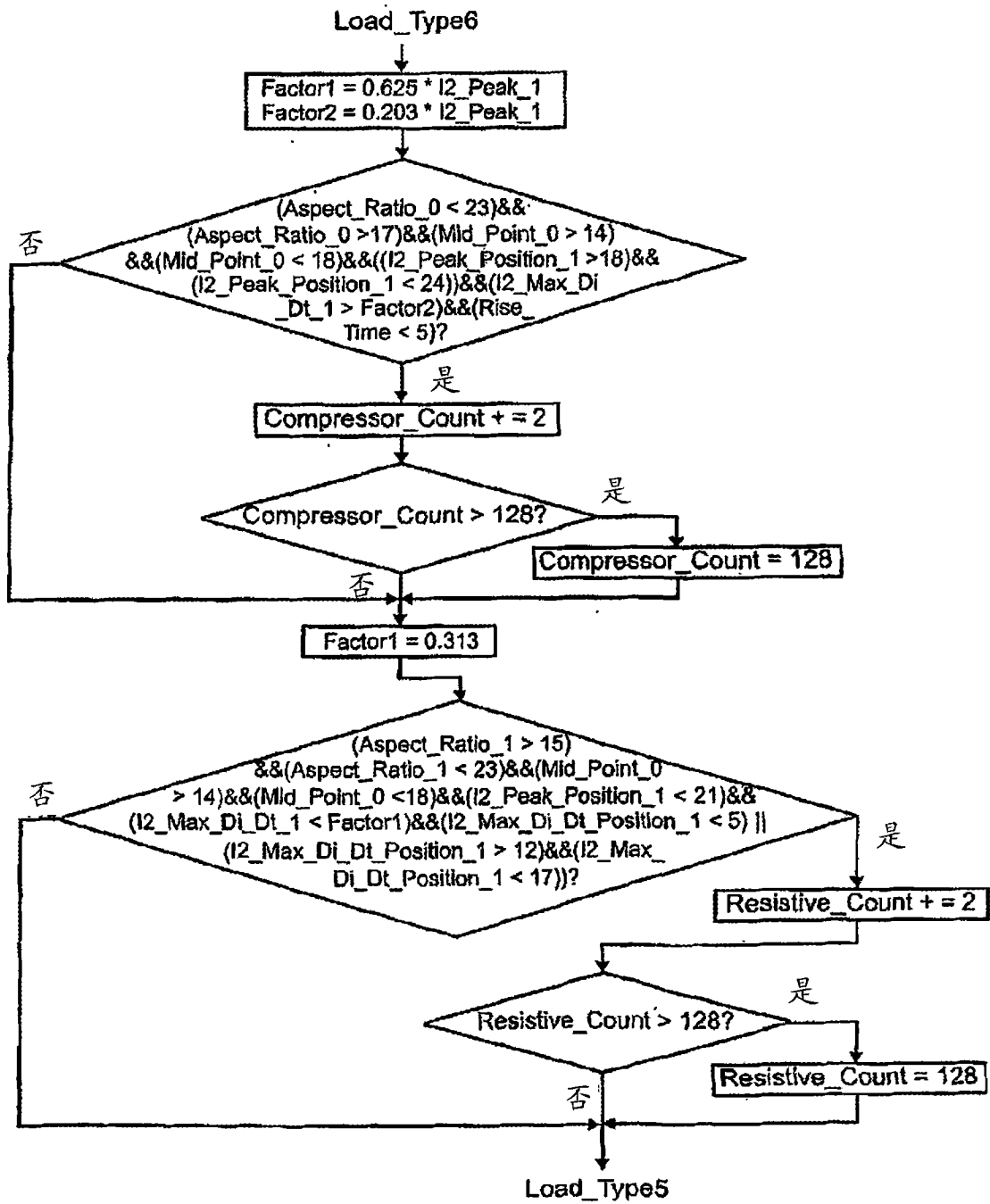


图 7f

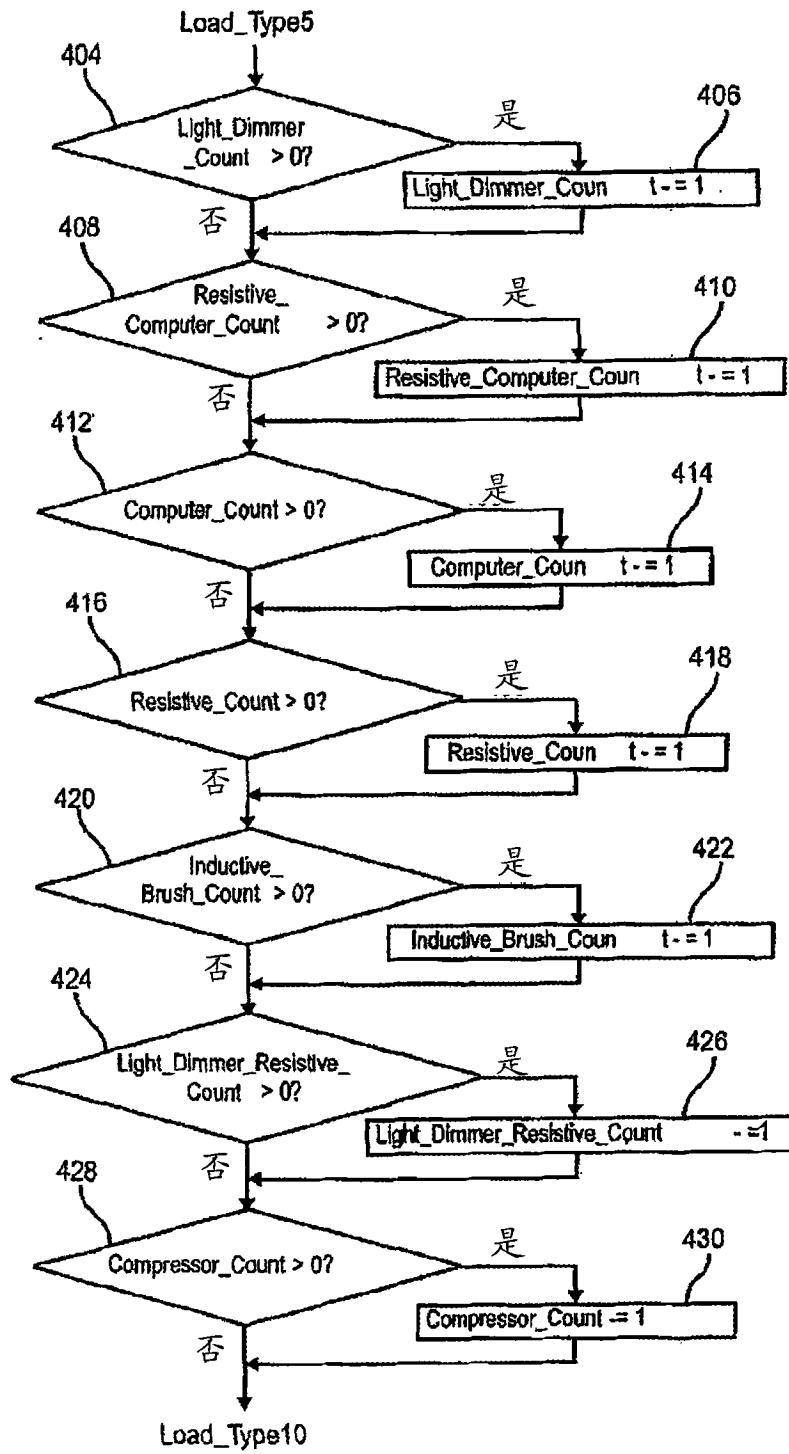


图 7g

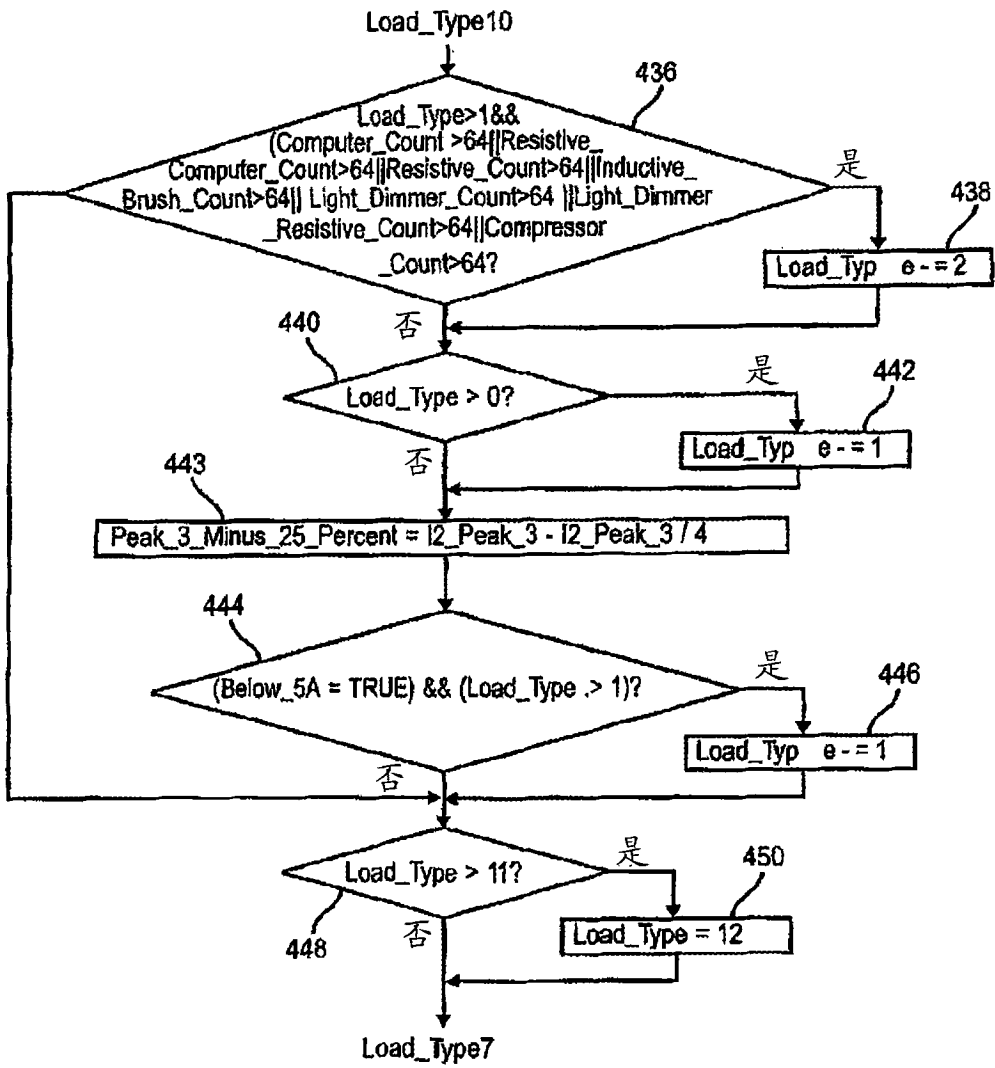


图 7h

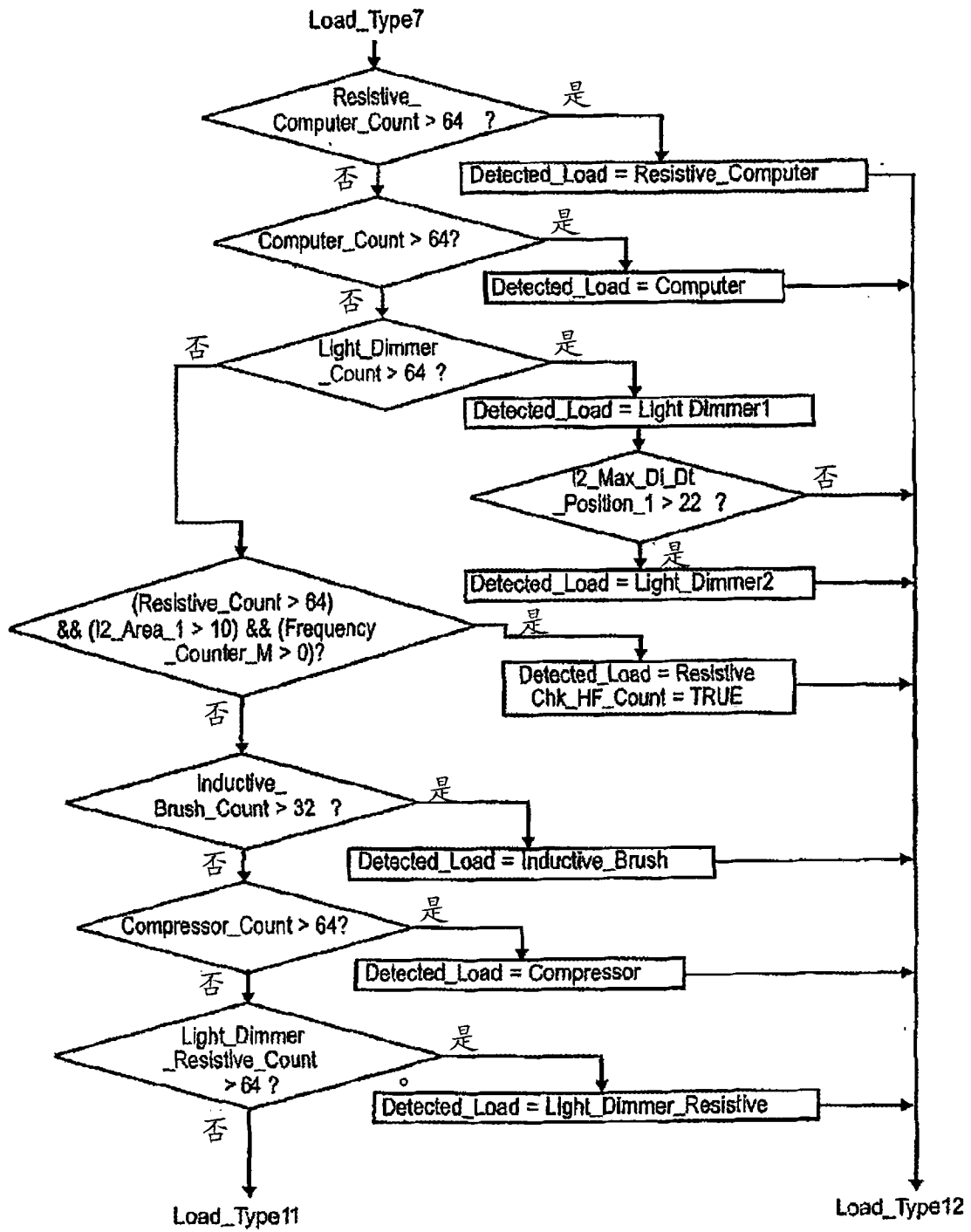


图 7i

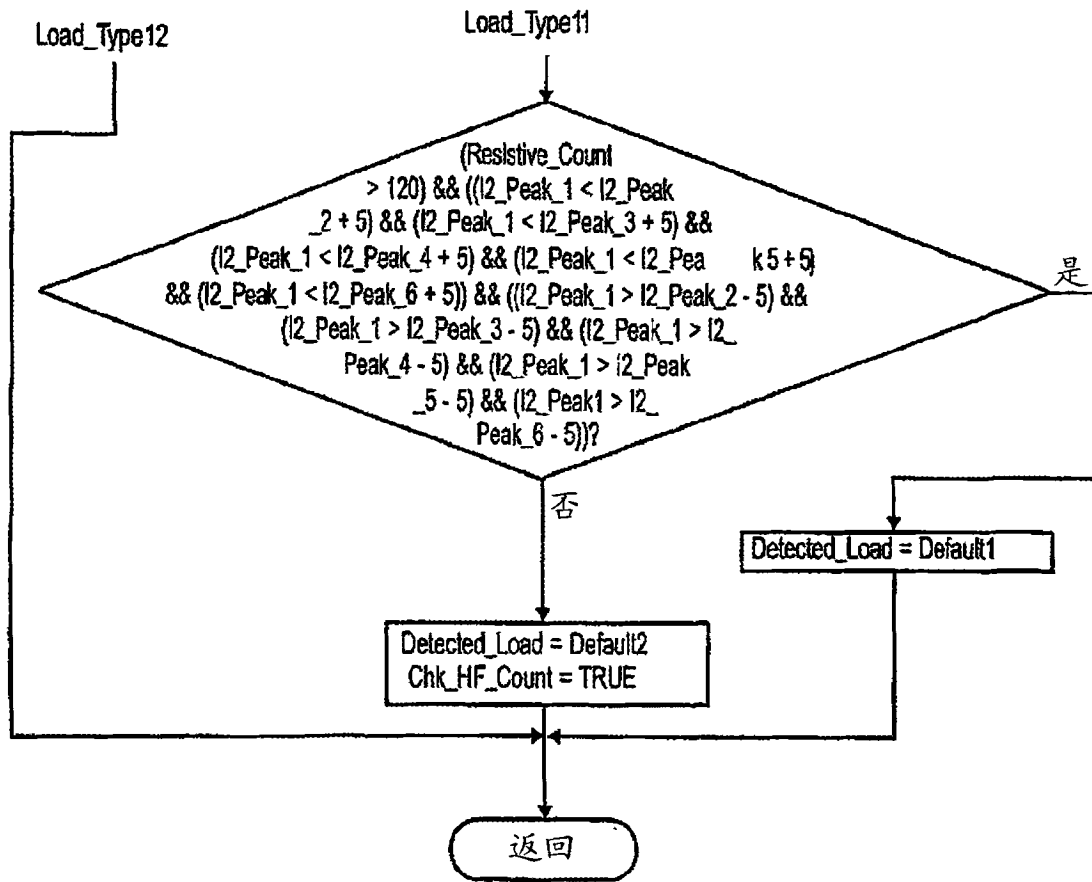


图 7j

Update_History_Buffers

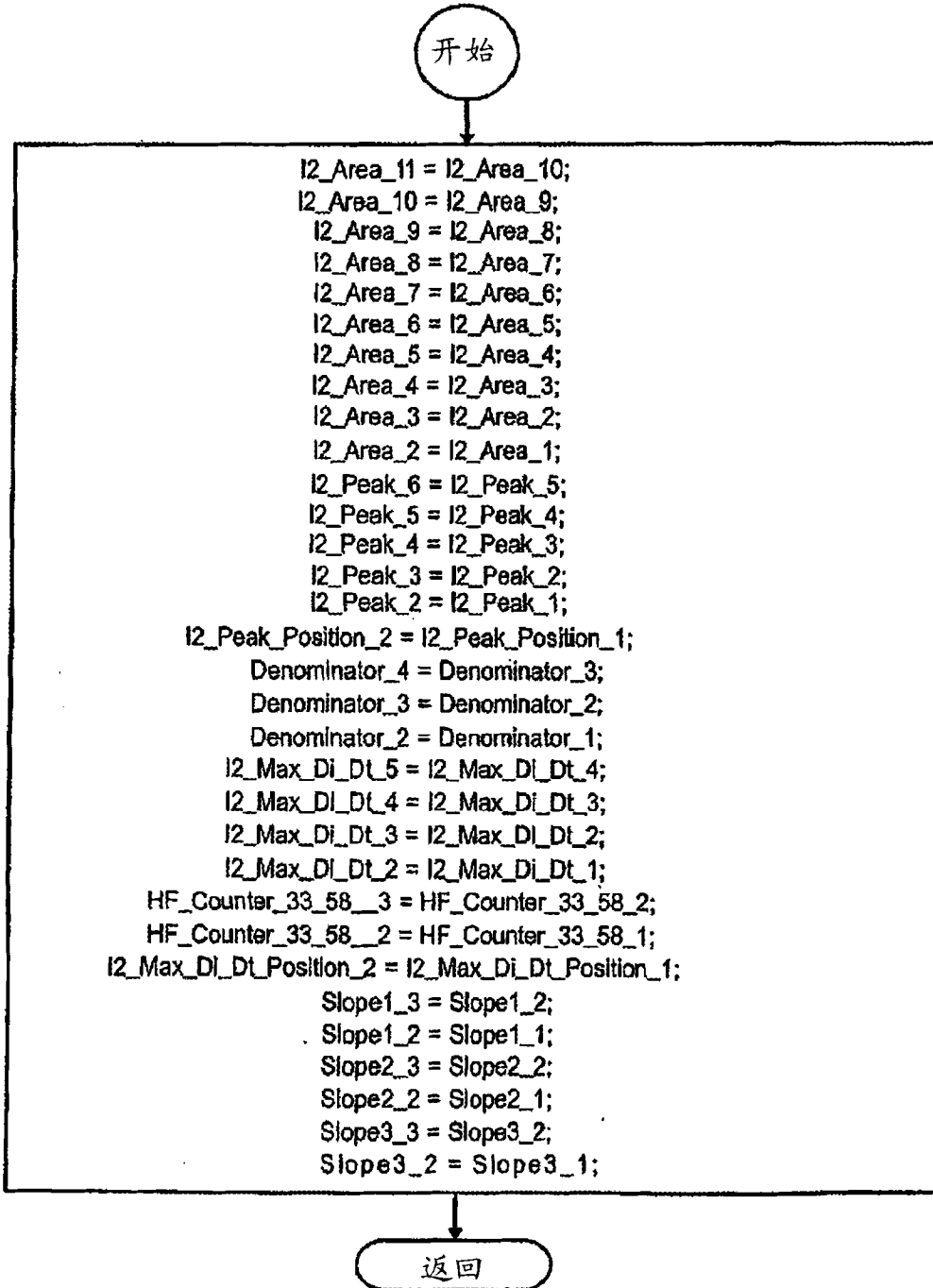


图 8

Under_Current_Monitor

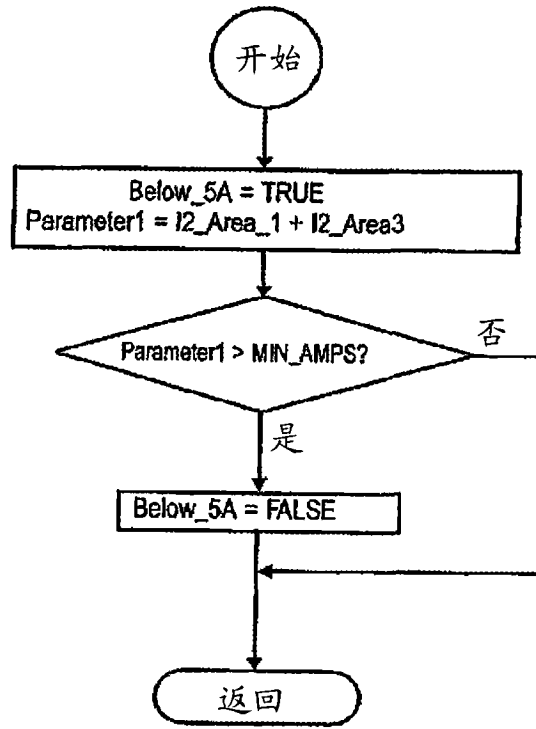


图 9

Over_5A_Resistive_Algorithm

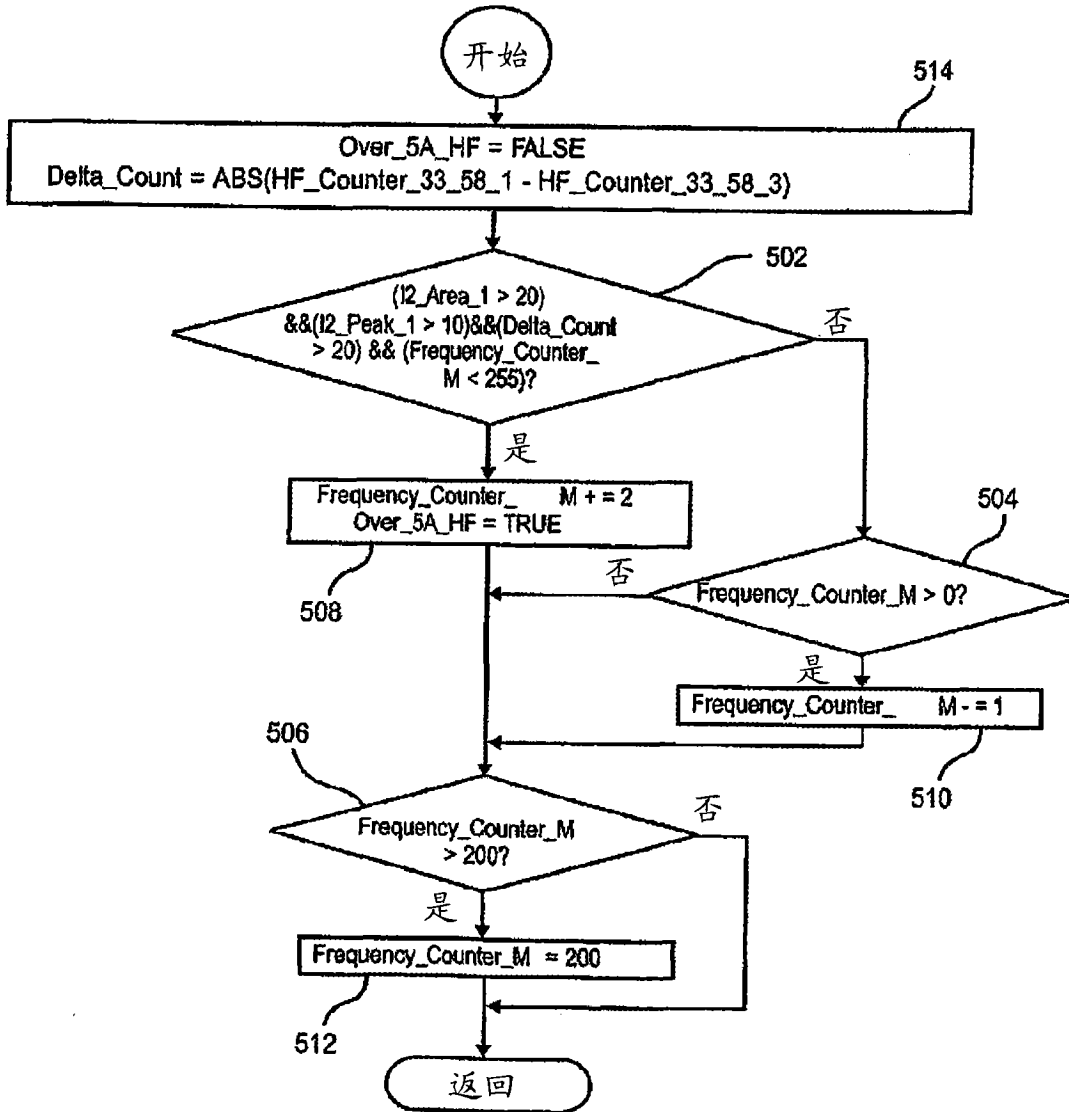


图 10

Inductive_Arcing_Timer

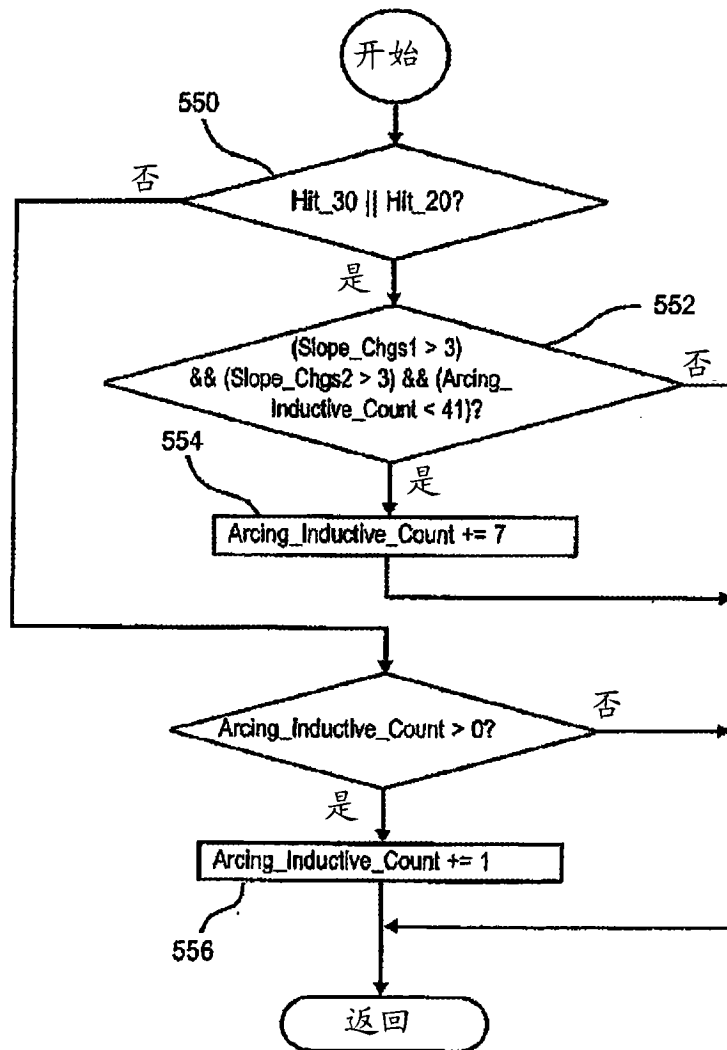


图 11

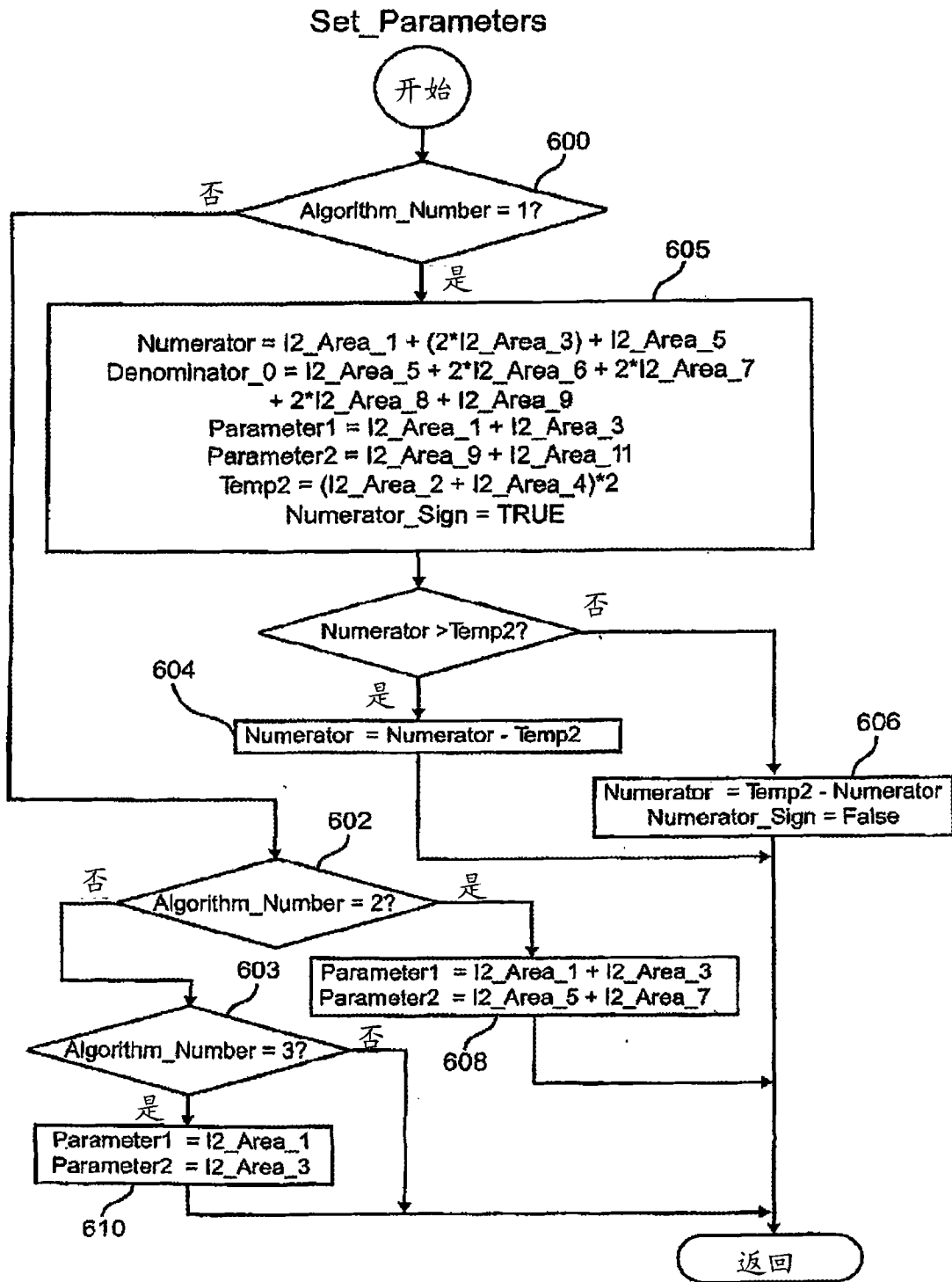


图 12

Set_Test_Limit

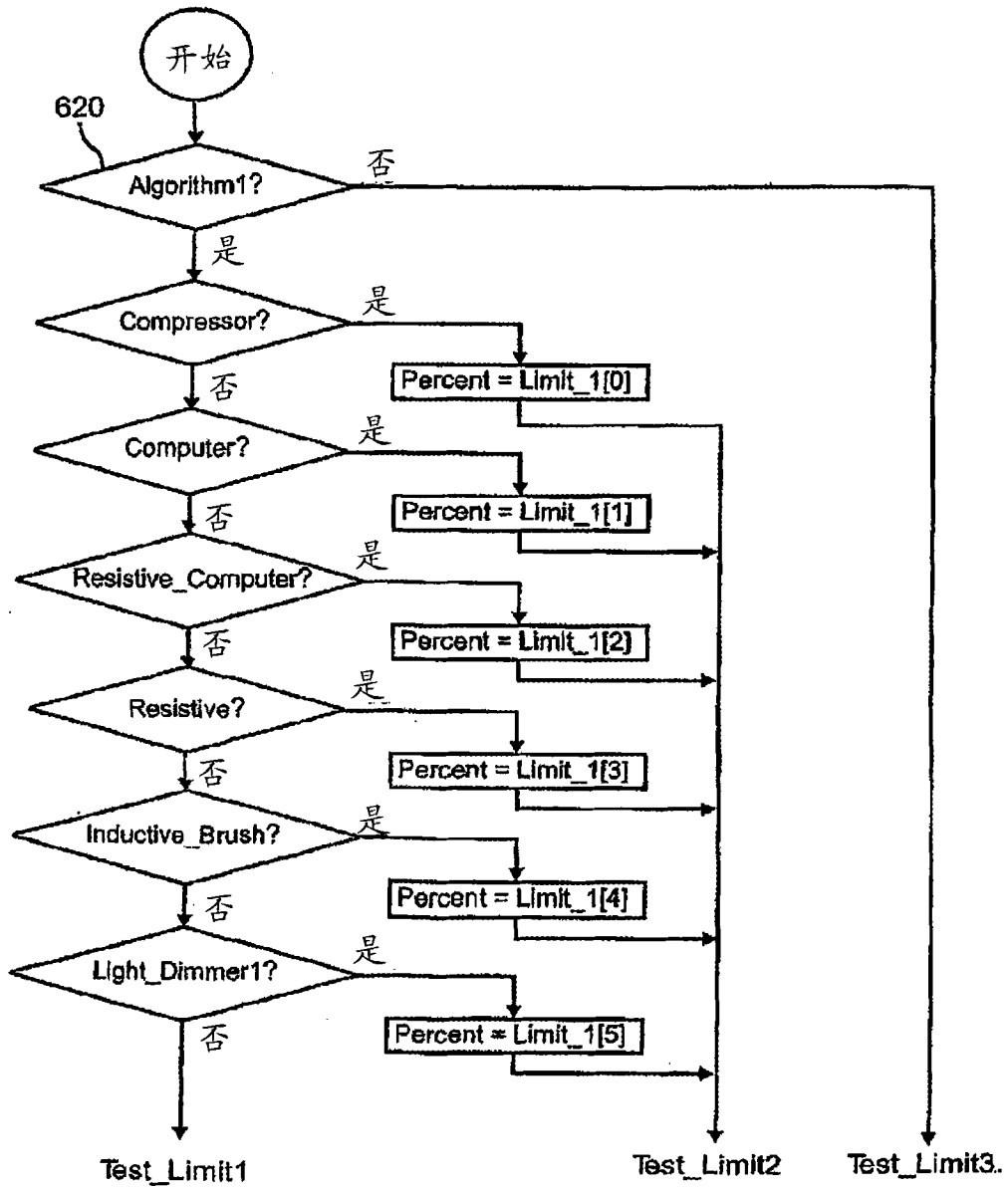


图 13a

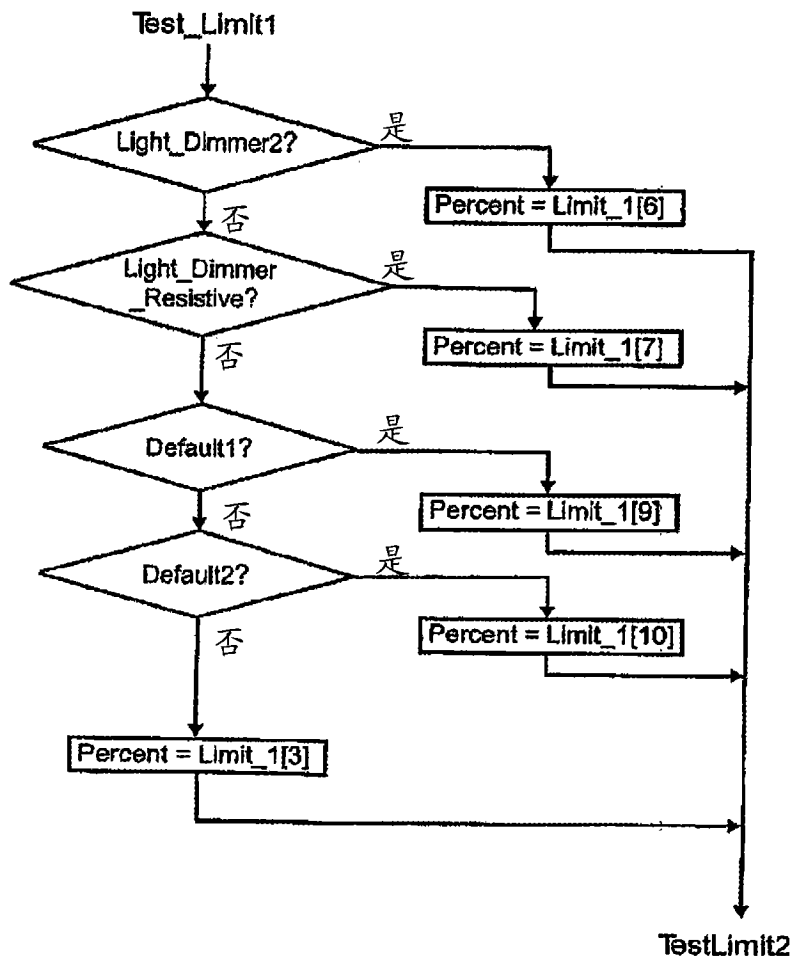


图 13b

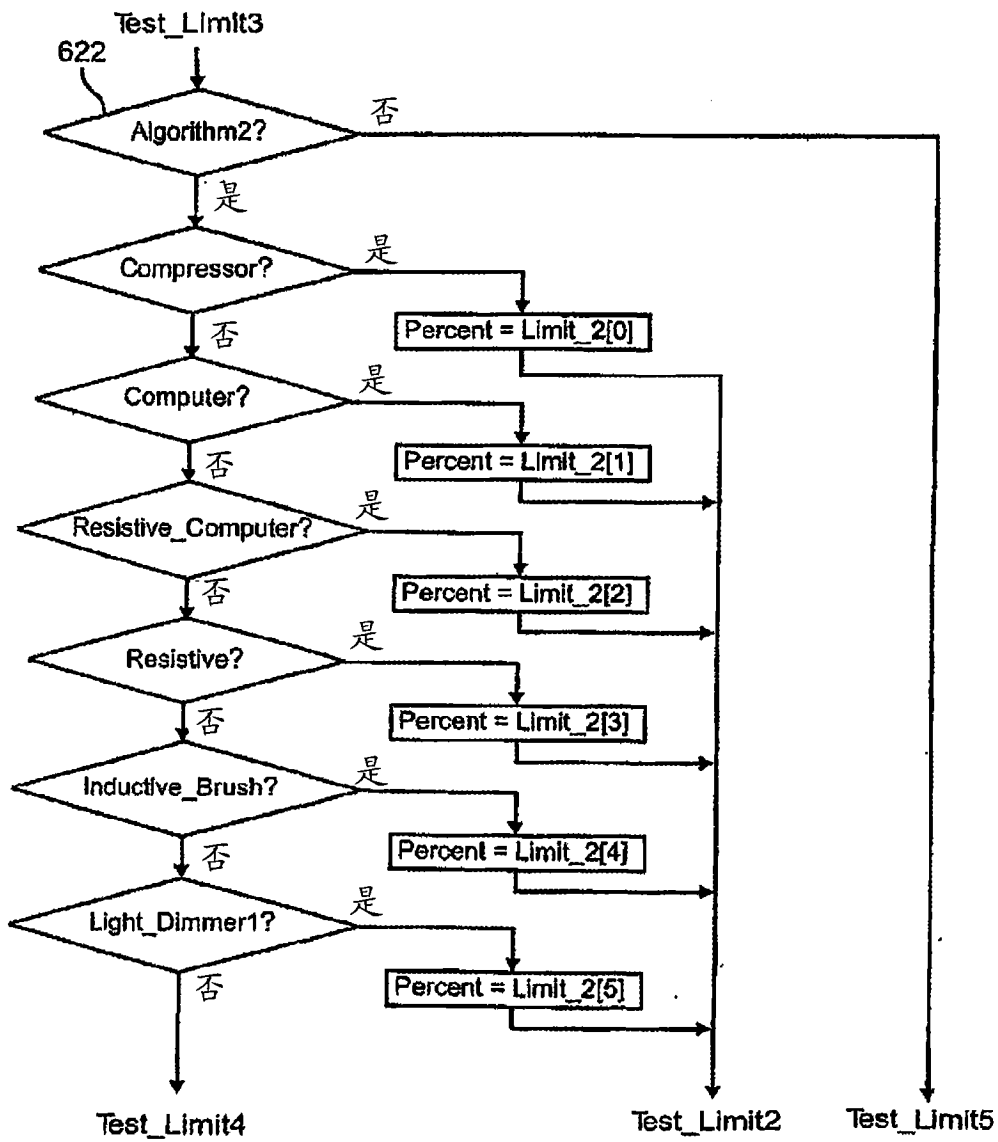


图 13c

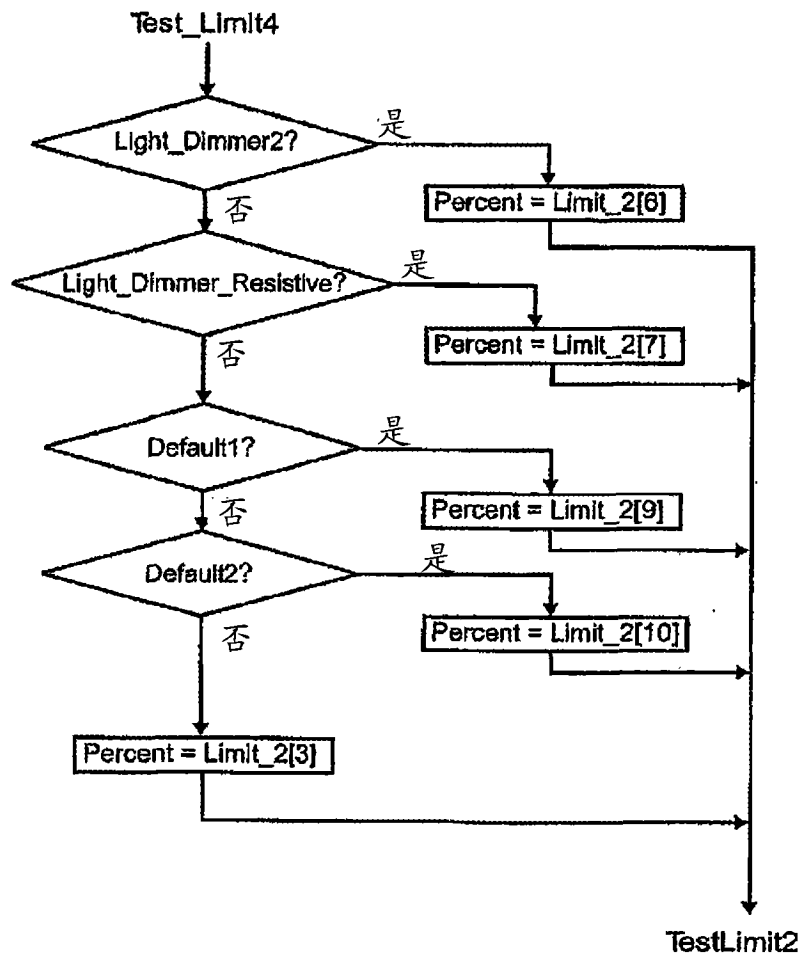


图 13d

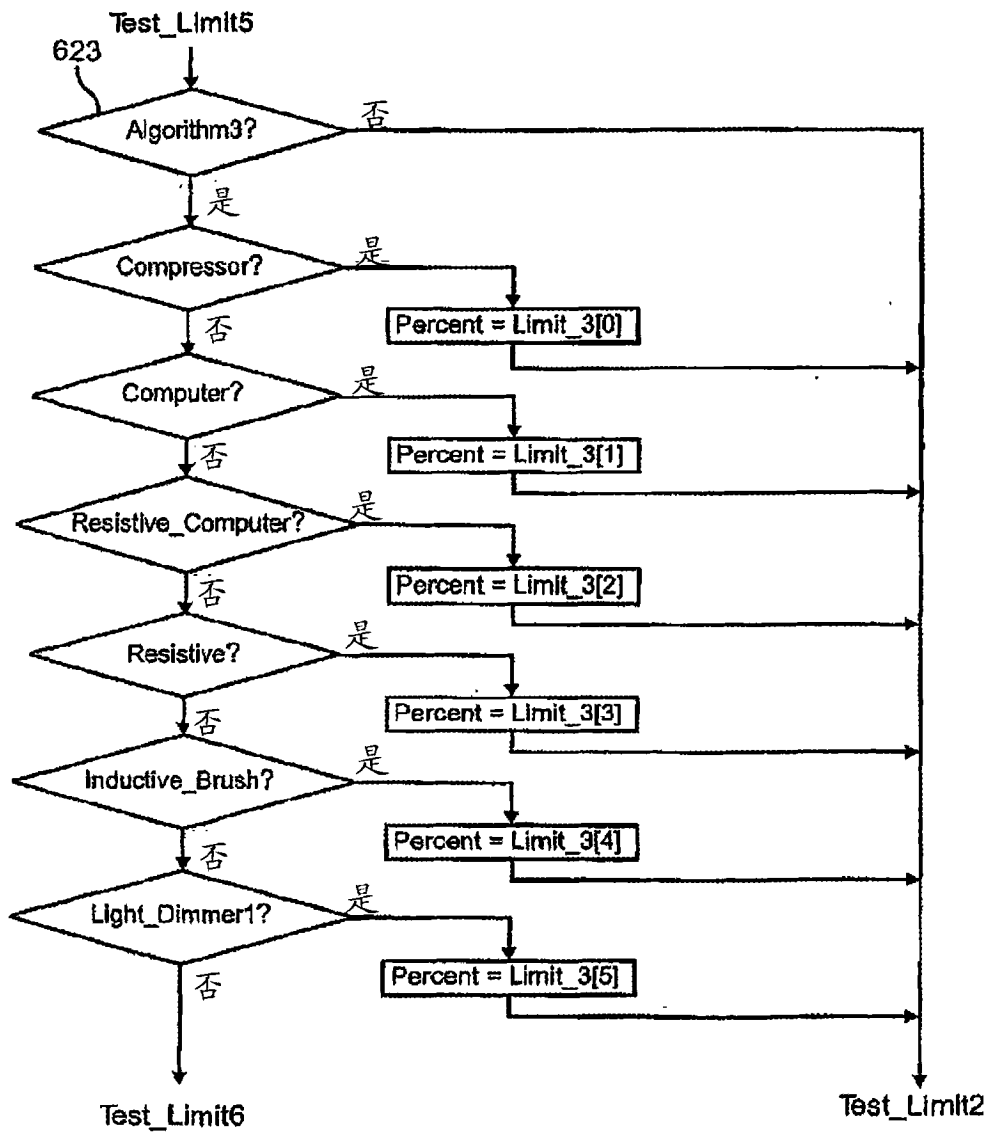


图 13e

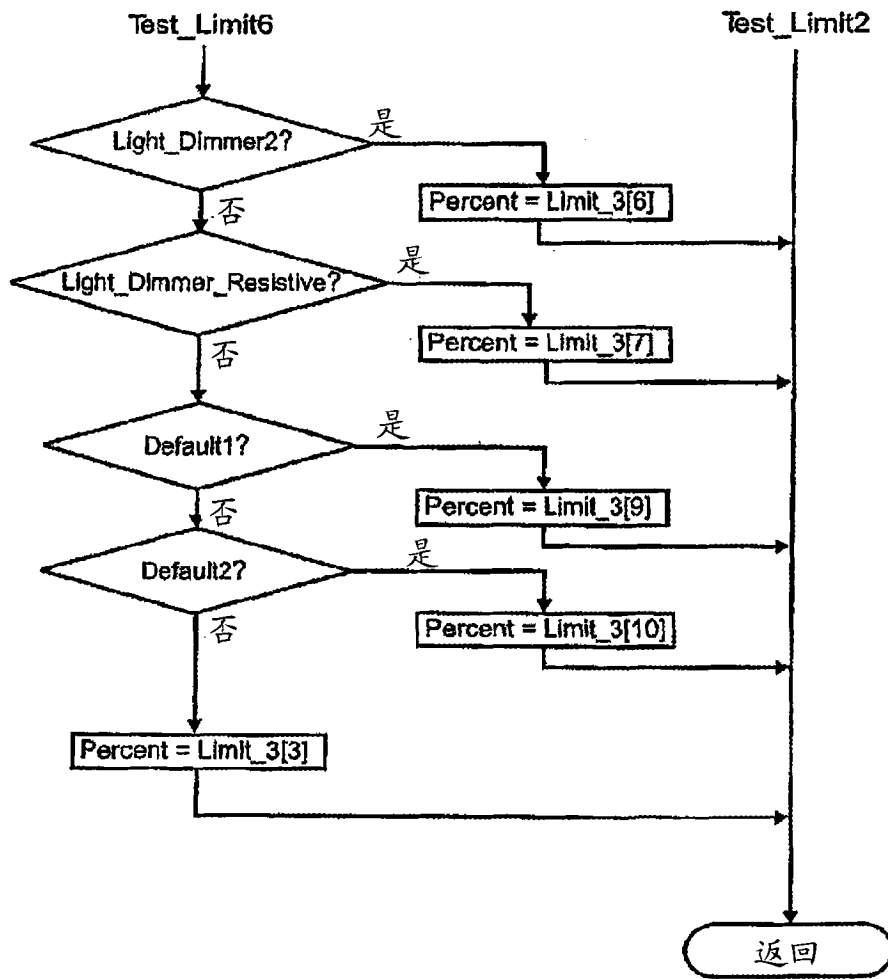


图 13f

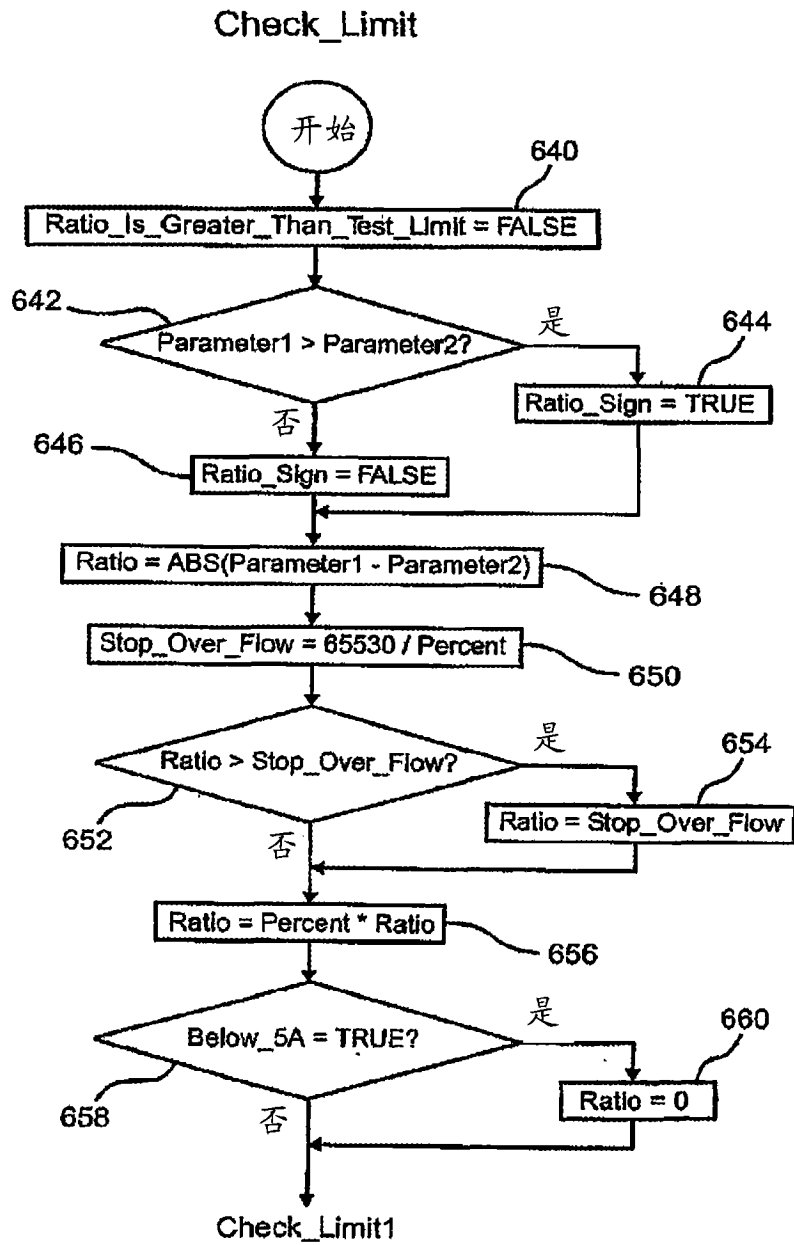


图 14a

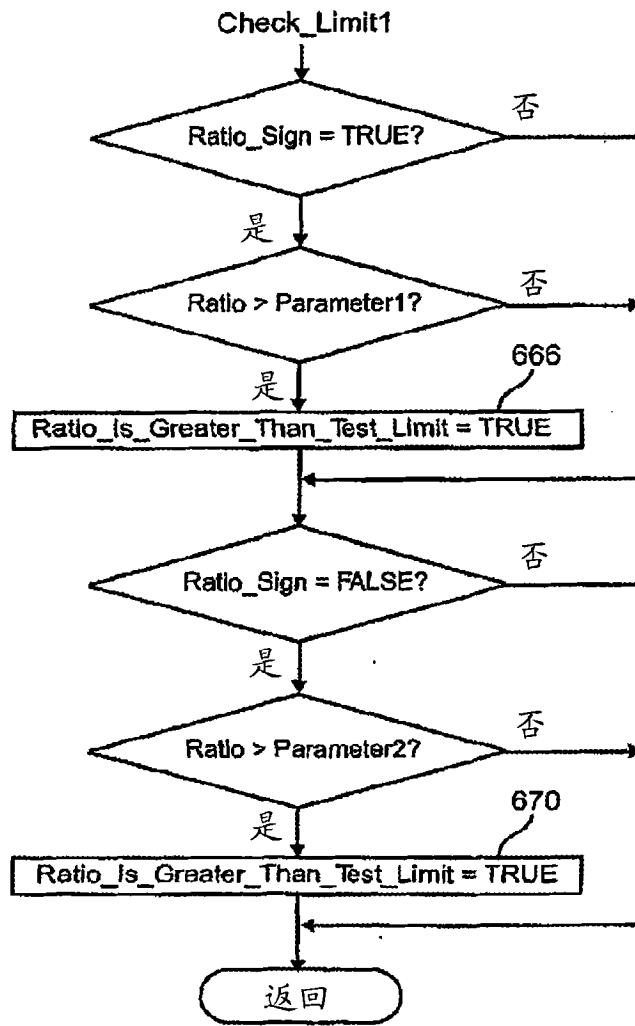


图 14b

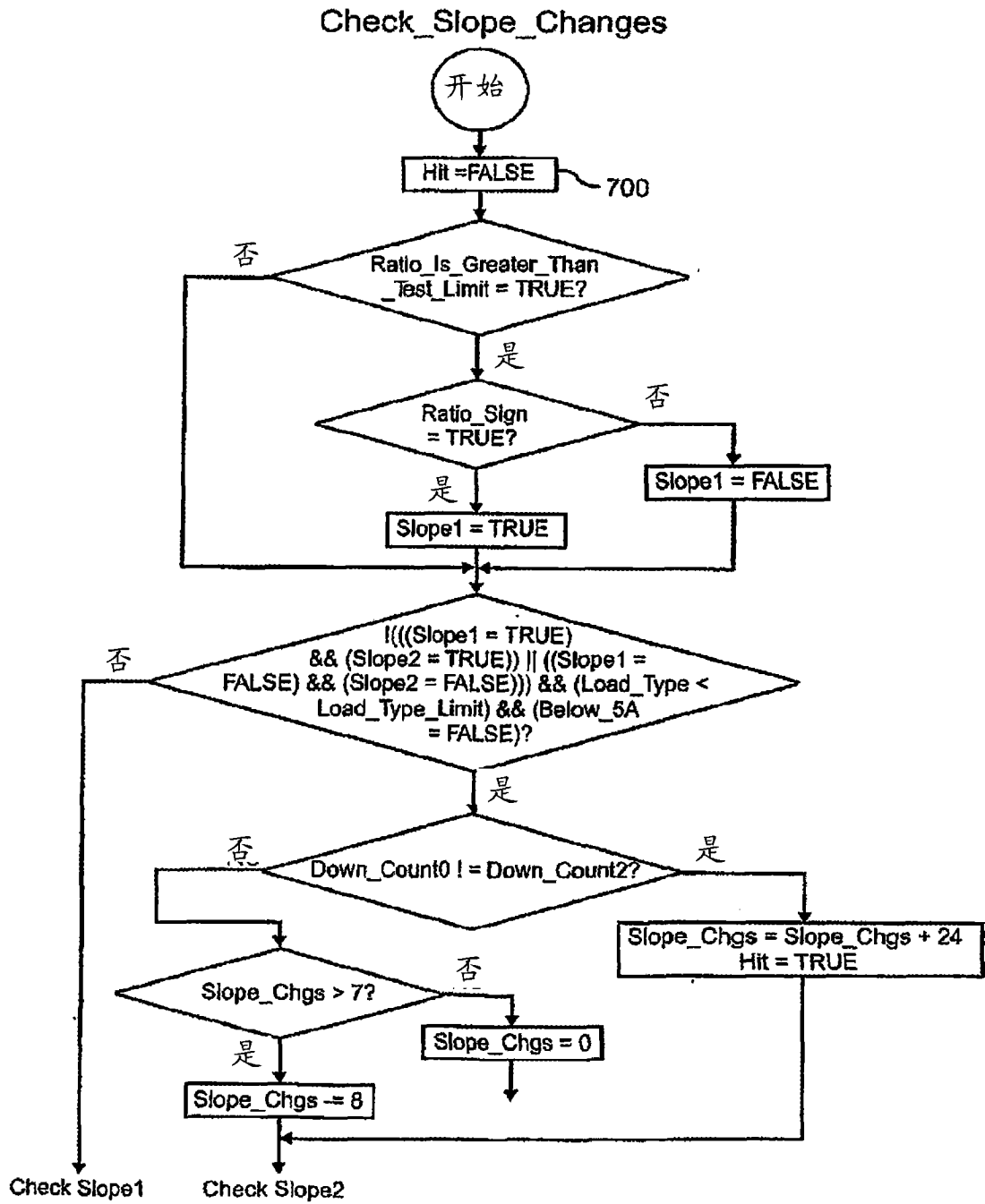


图 15a

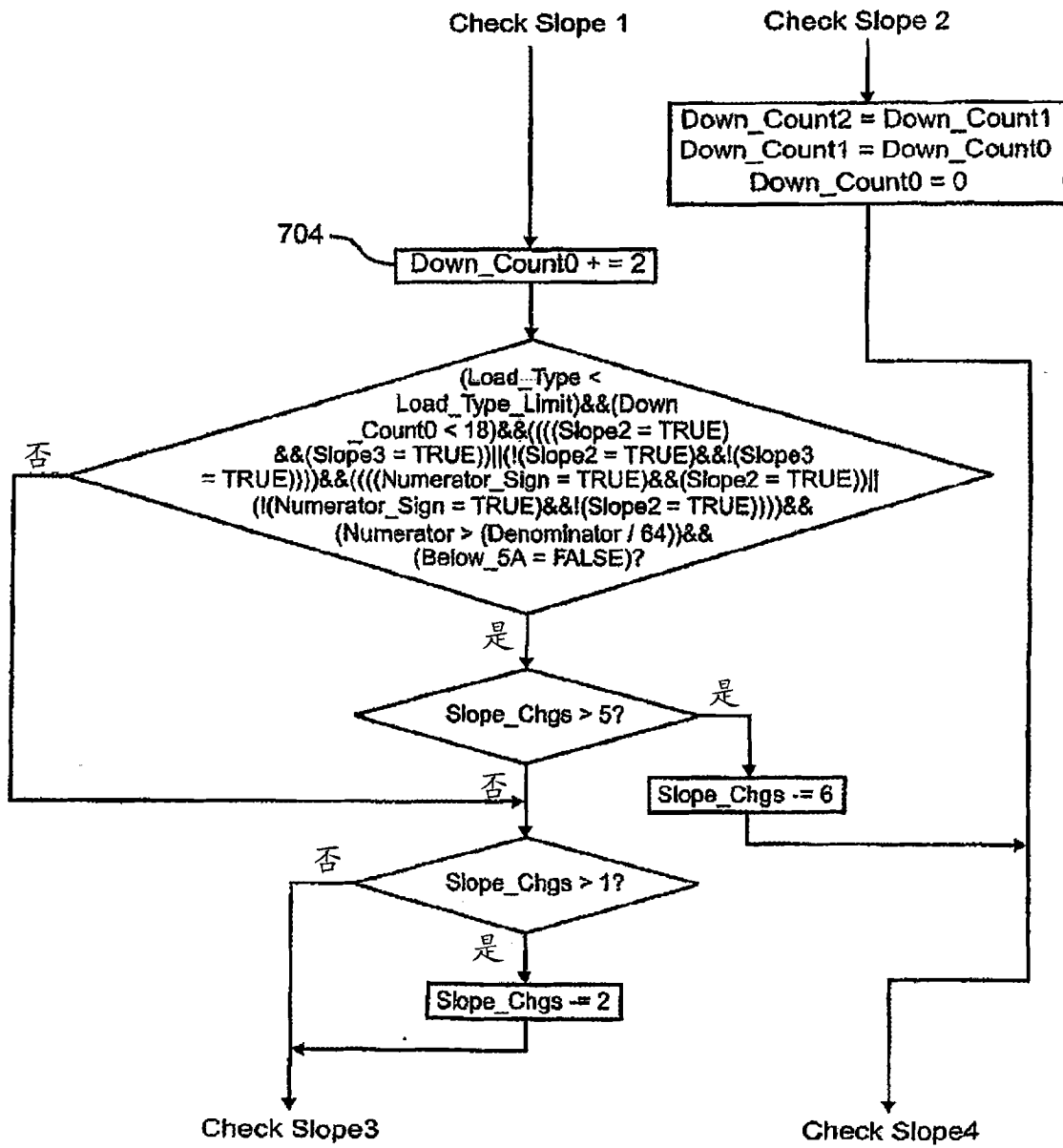


图 15b

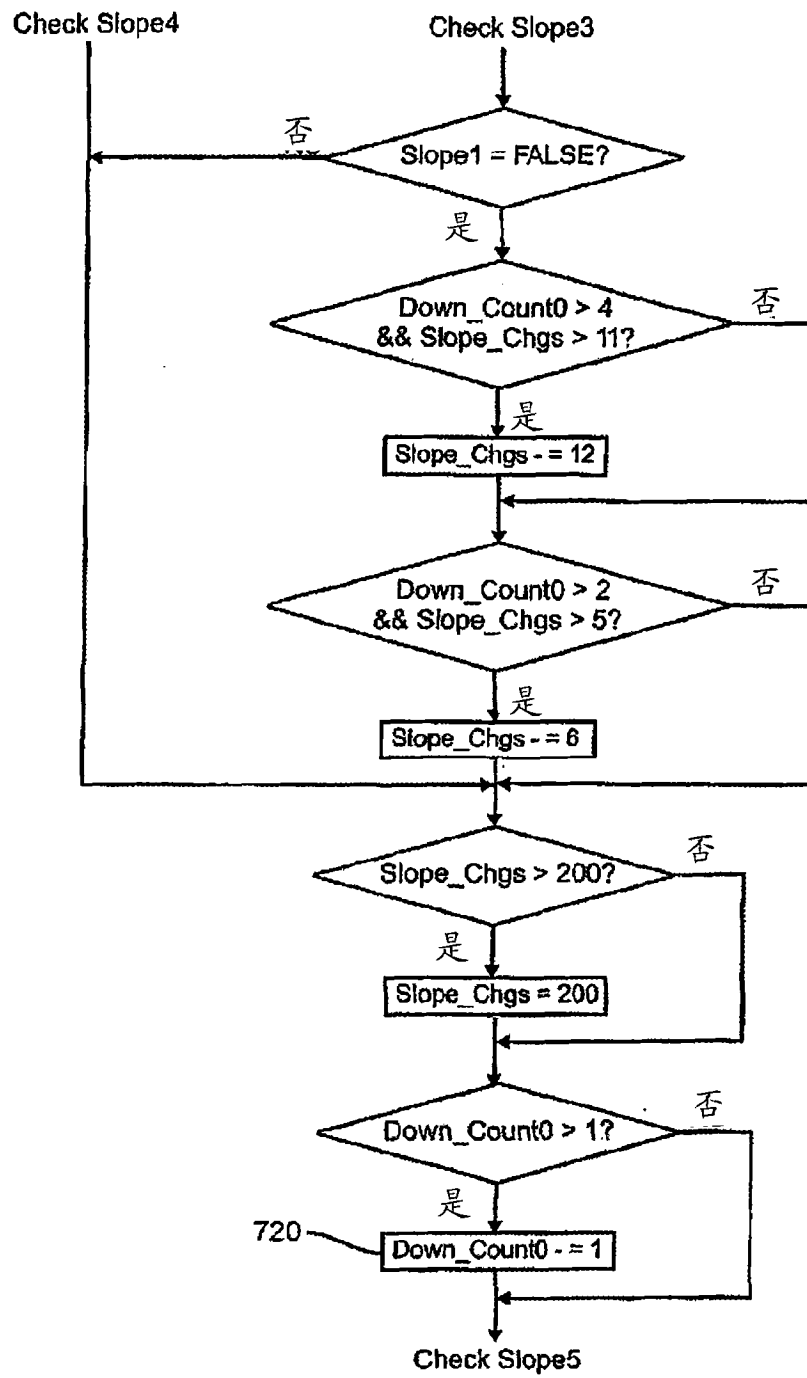


图 15c

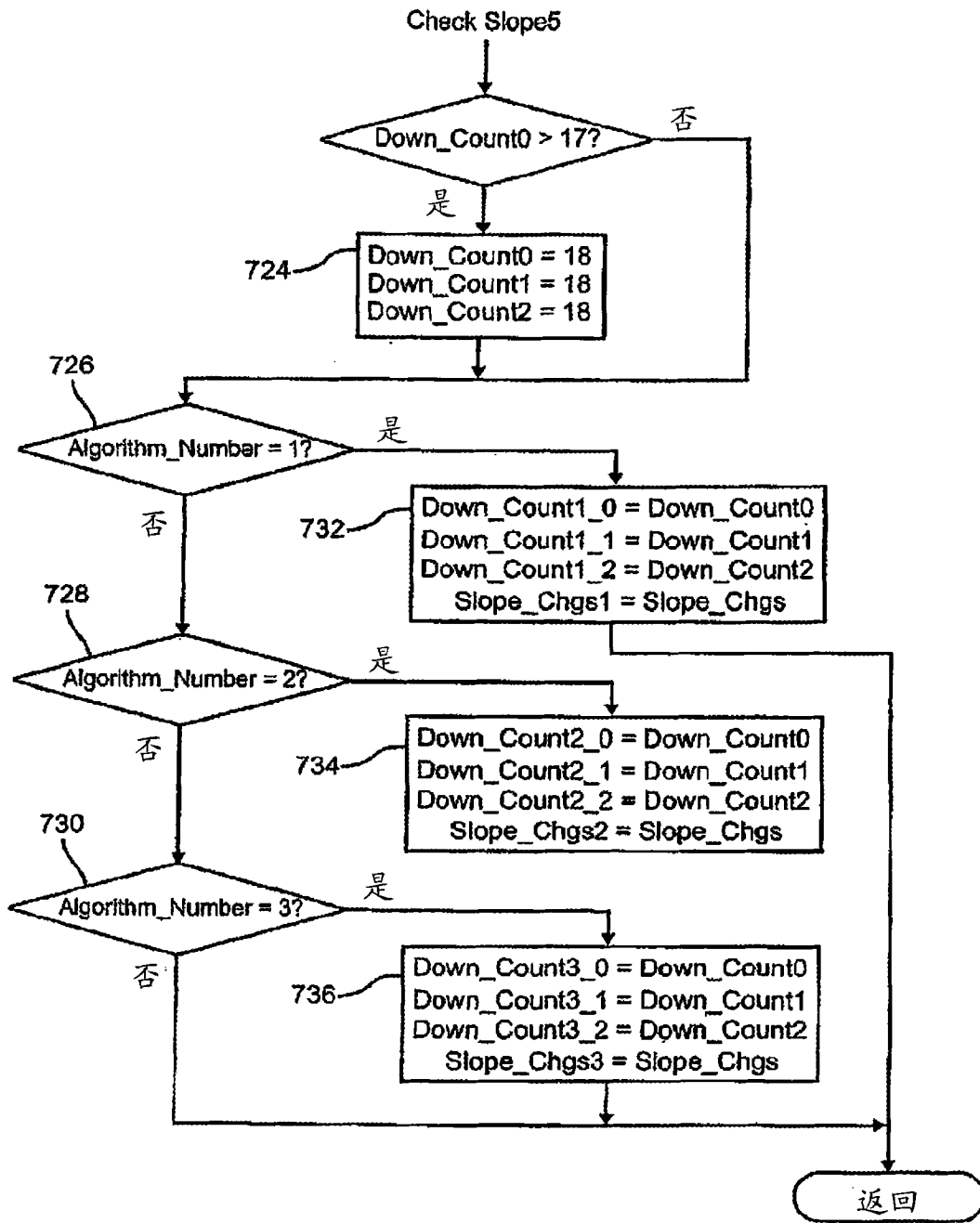


图 15d

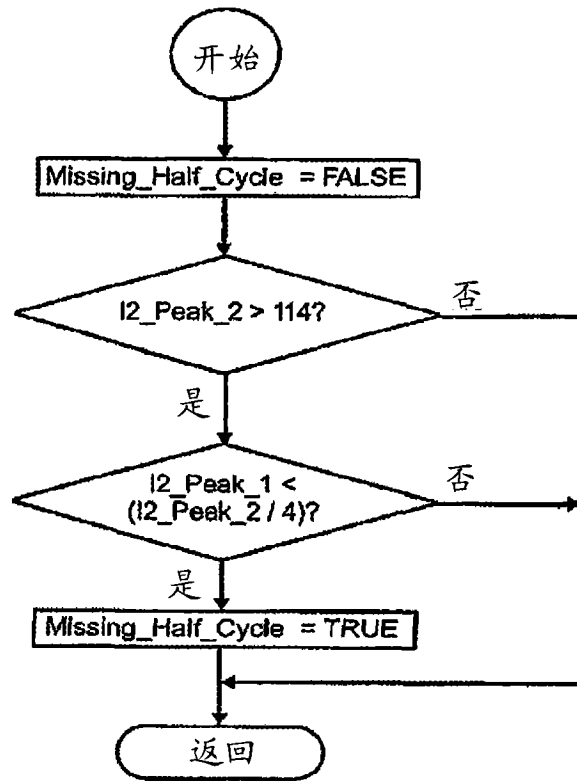


图 16

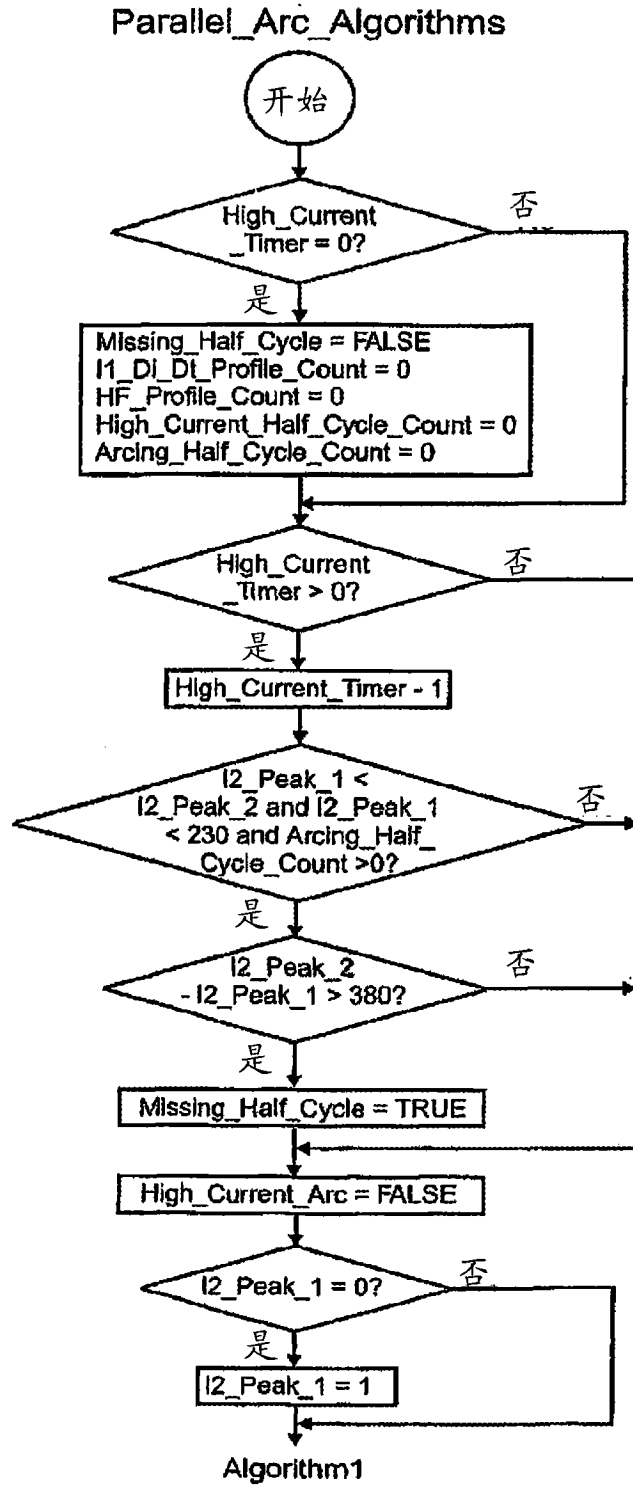


图 17a

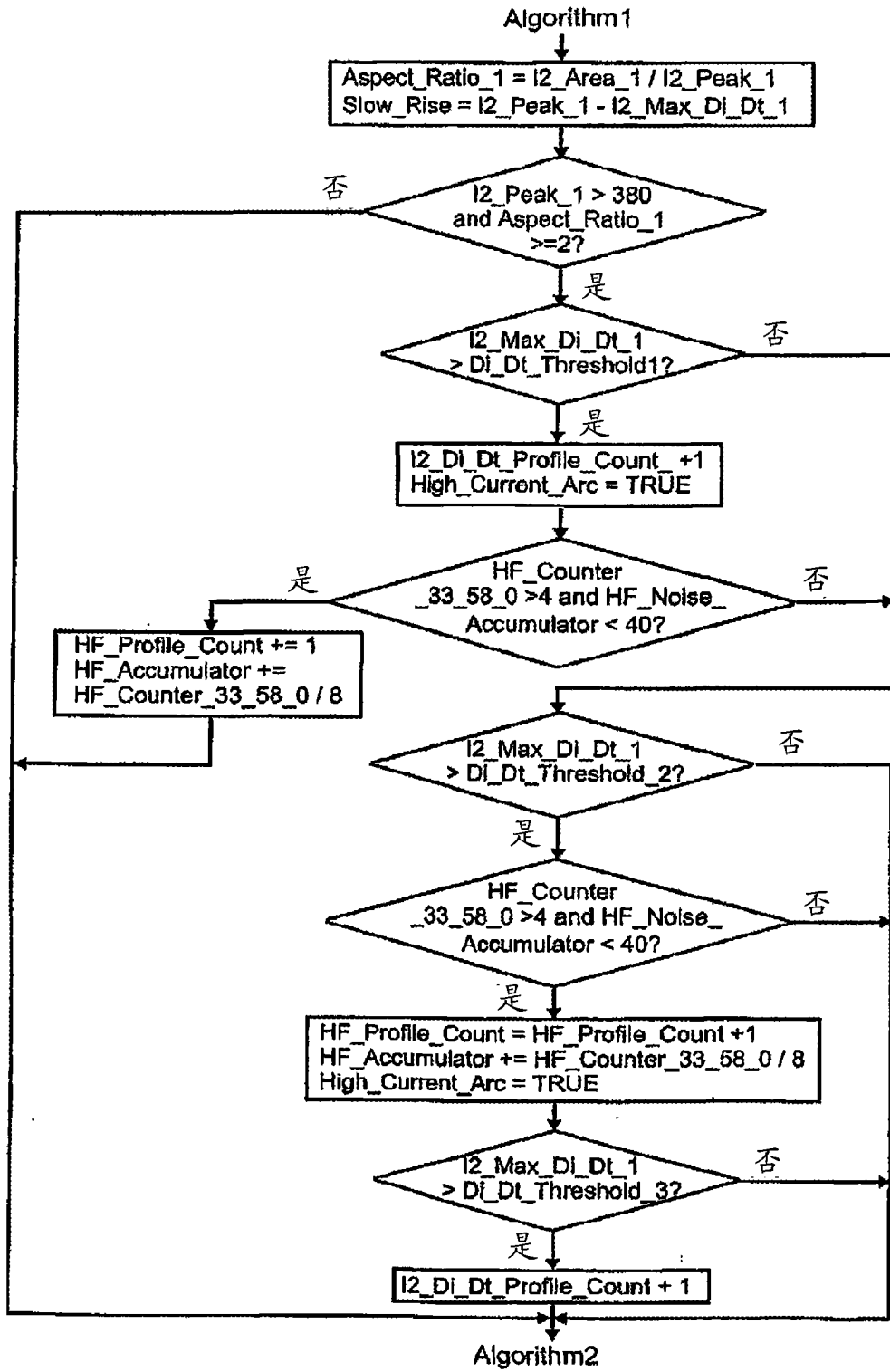


图 17b

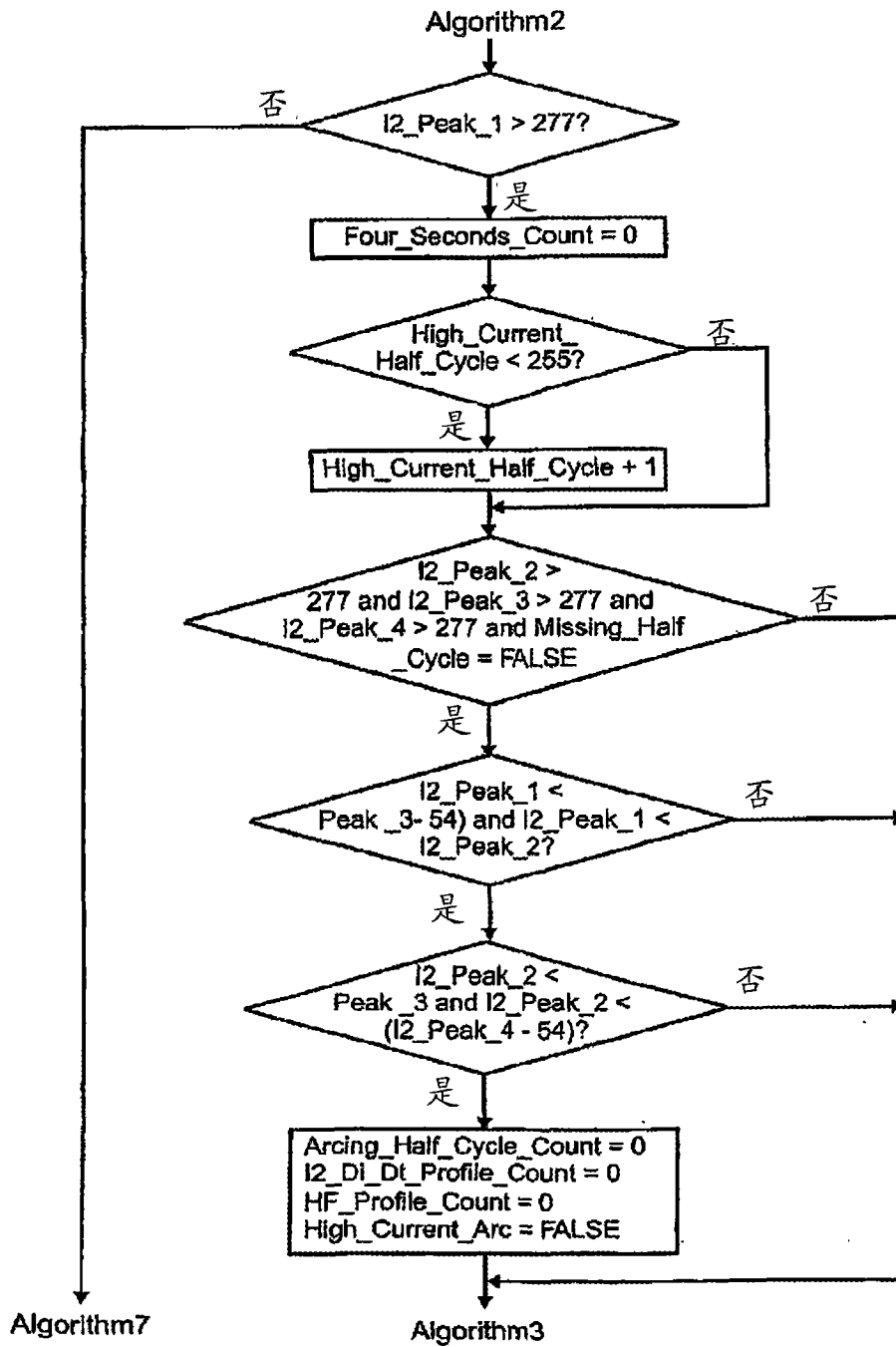


图 17c

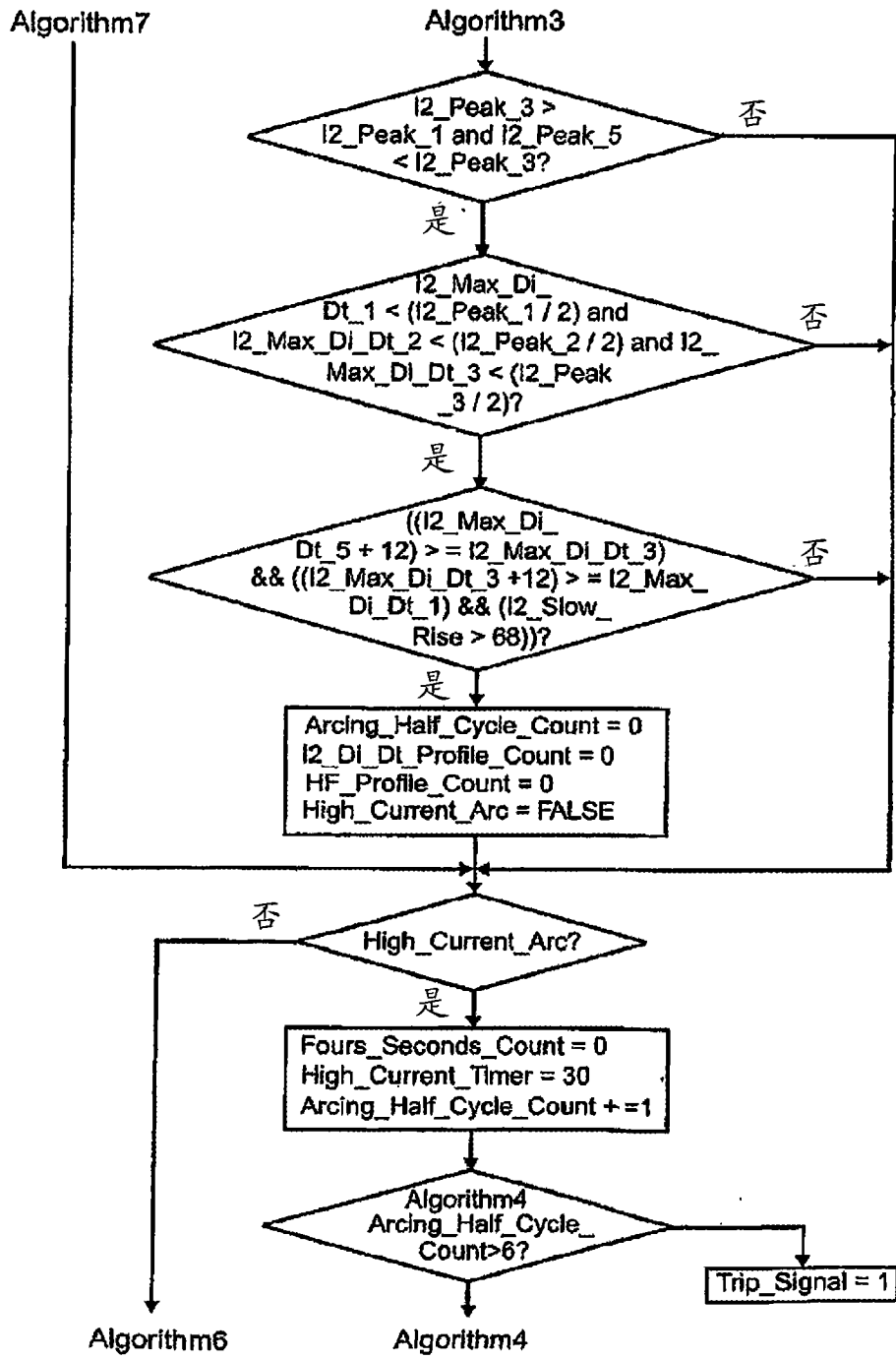


图 17d

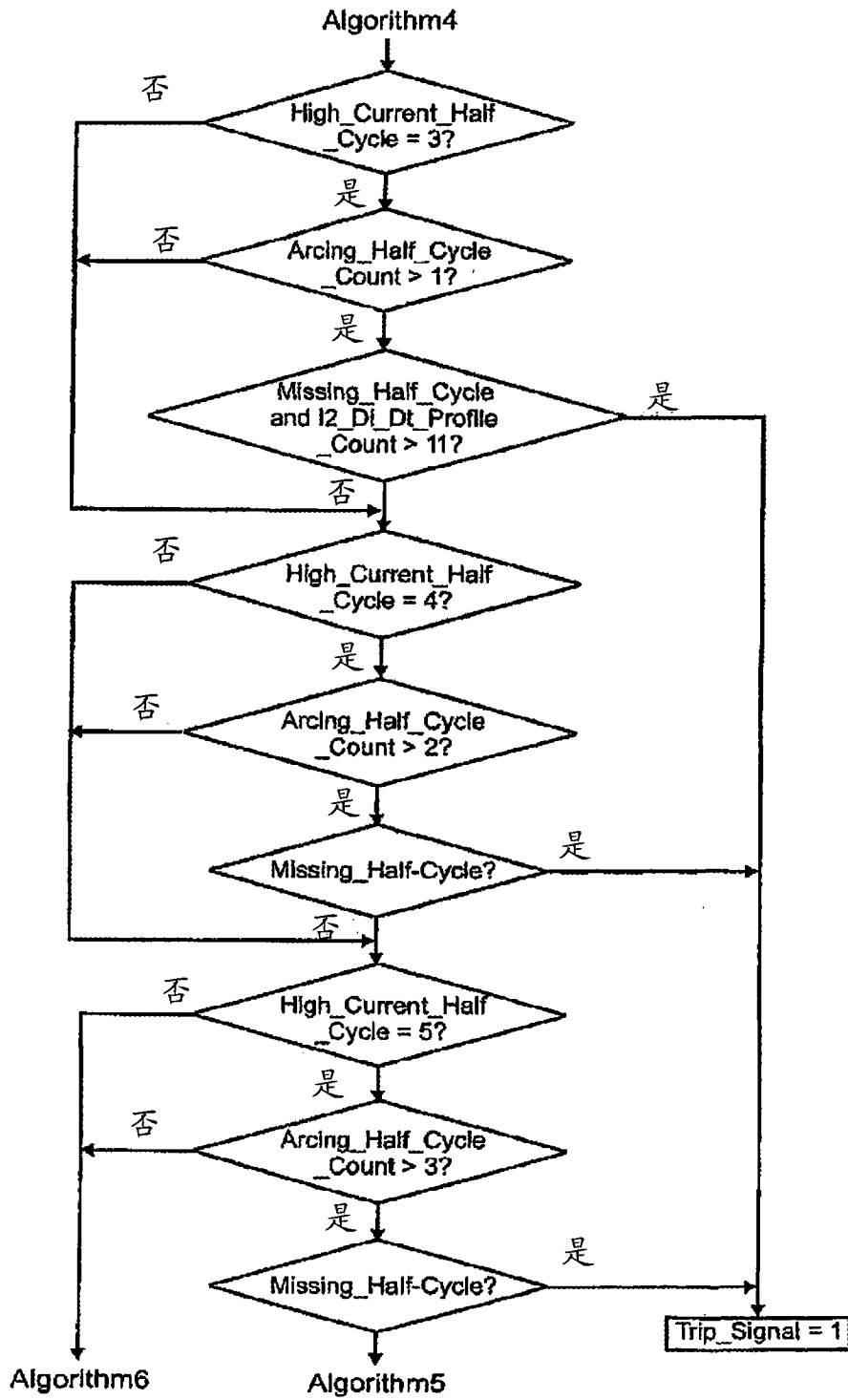


图 17e

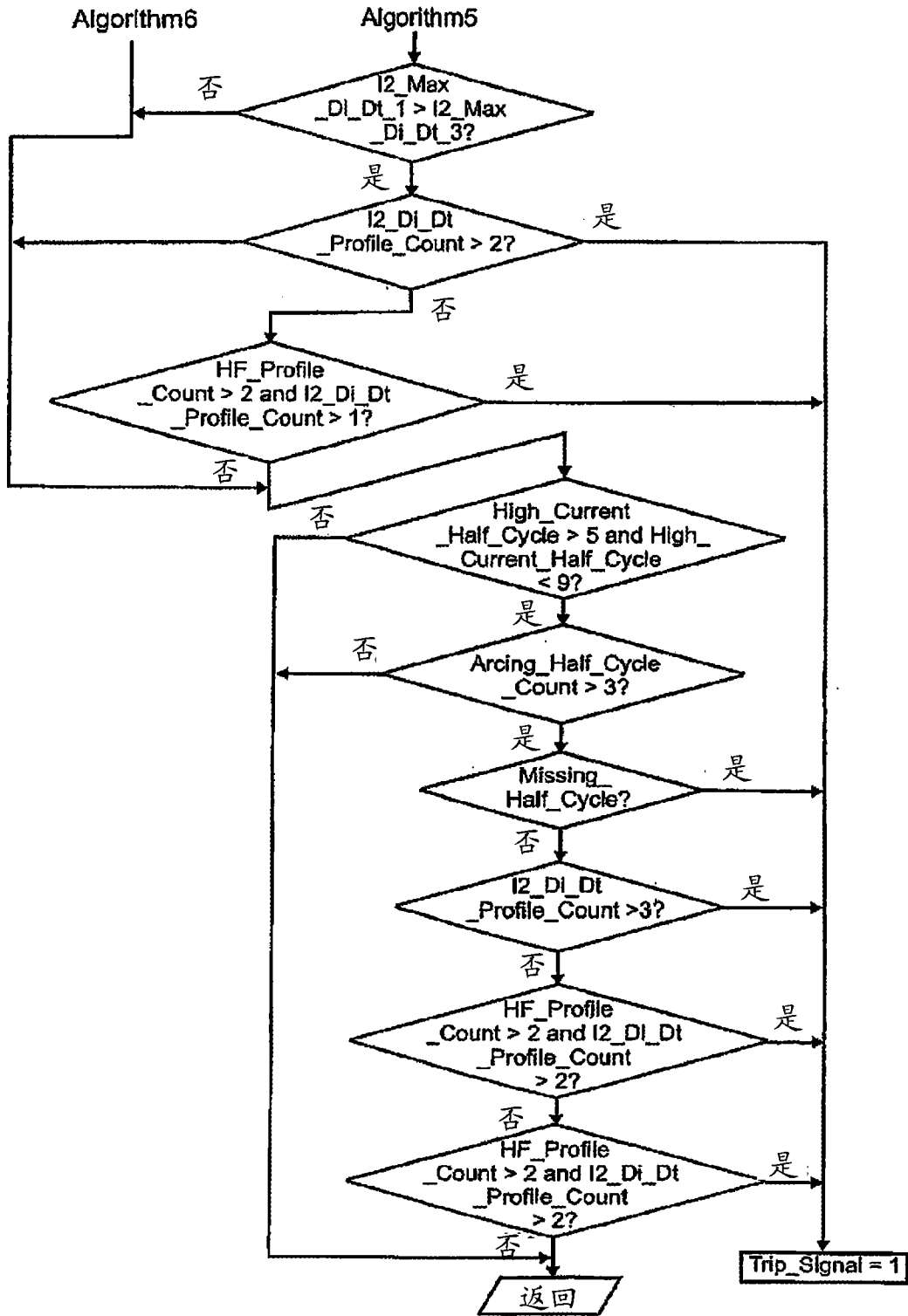


图 17f

Step_Start_Up_Algorithms

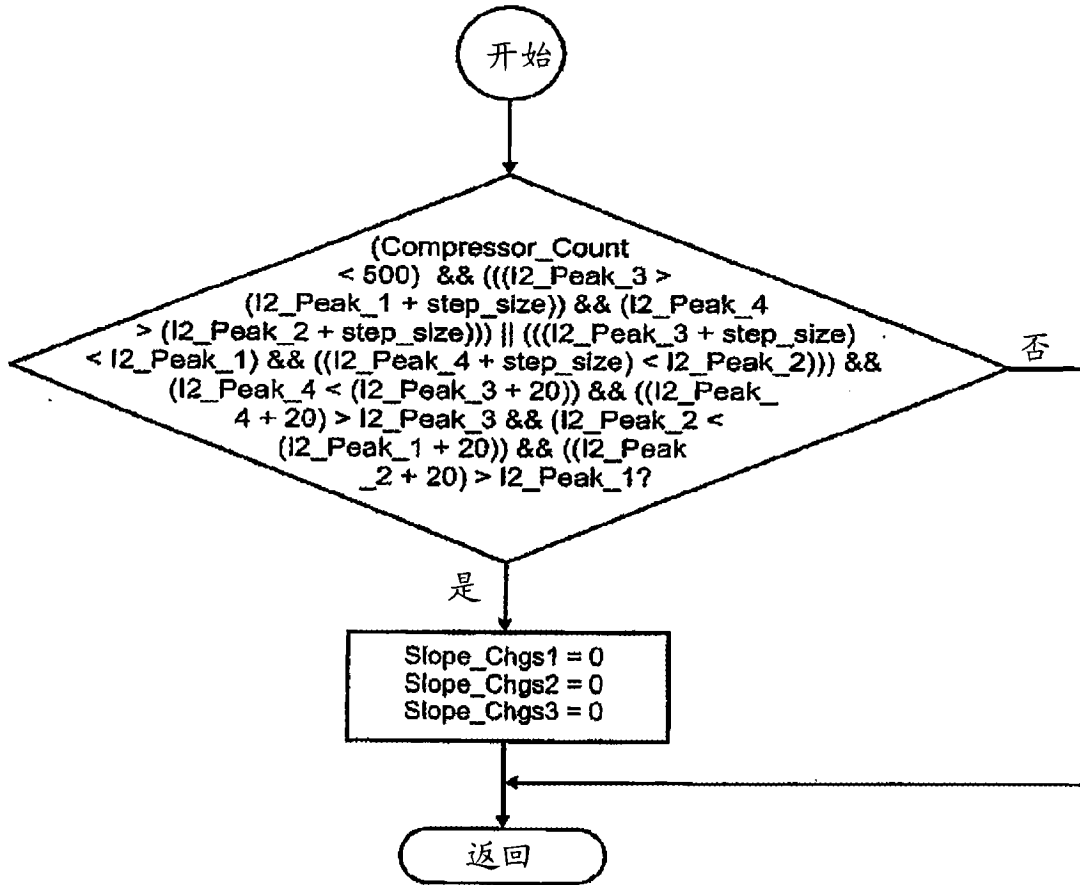


图 18

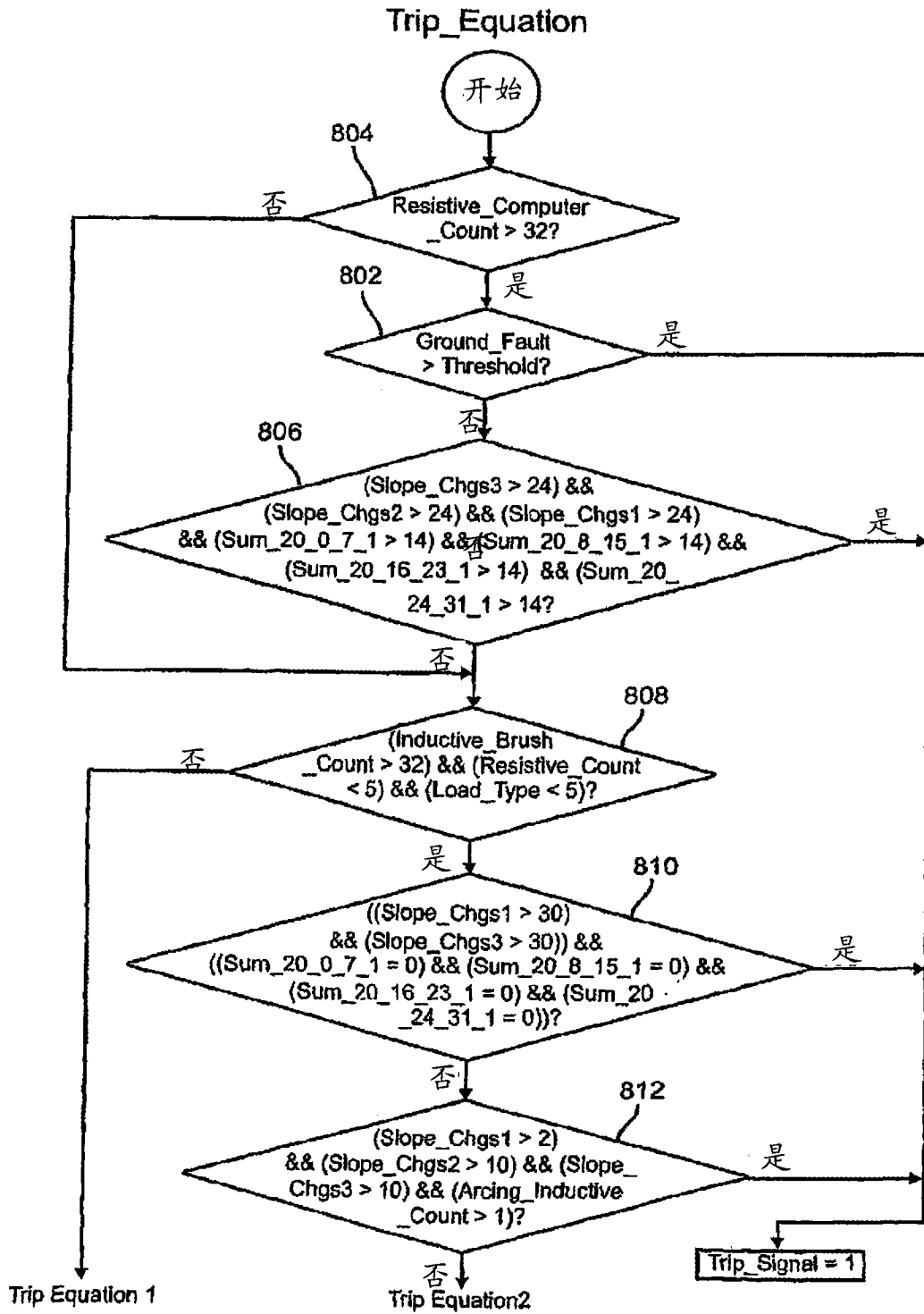


图 19a

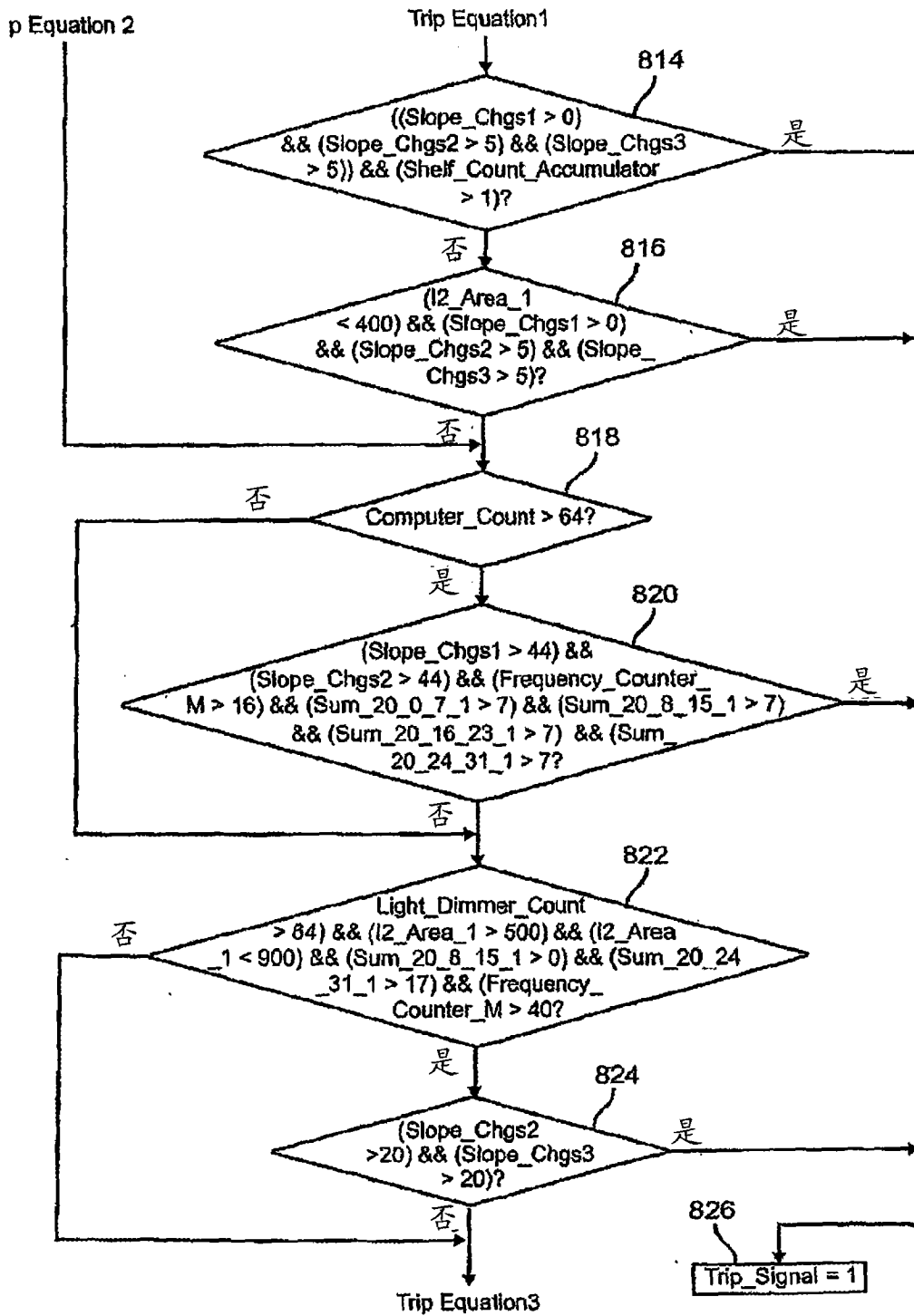


图 19b

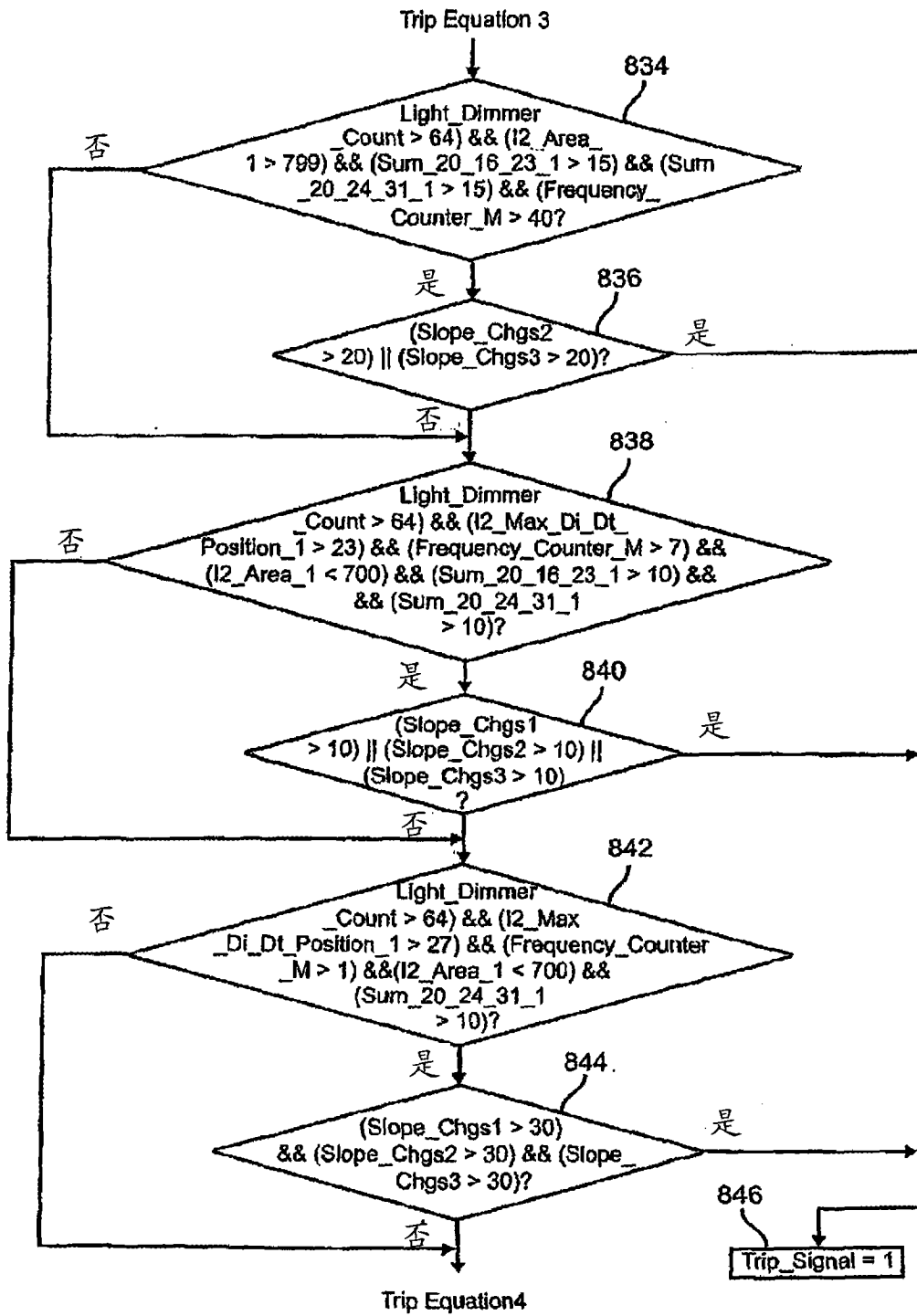


图 19c

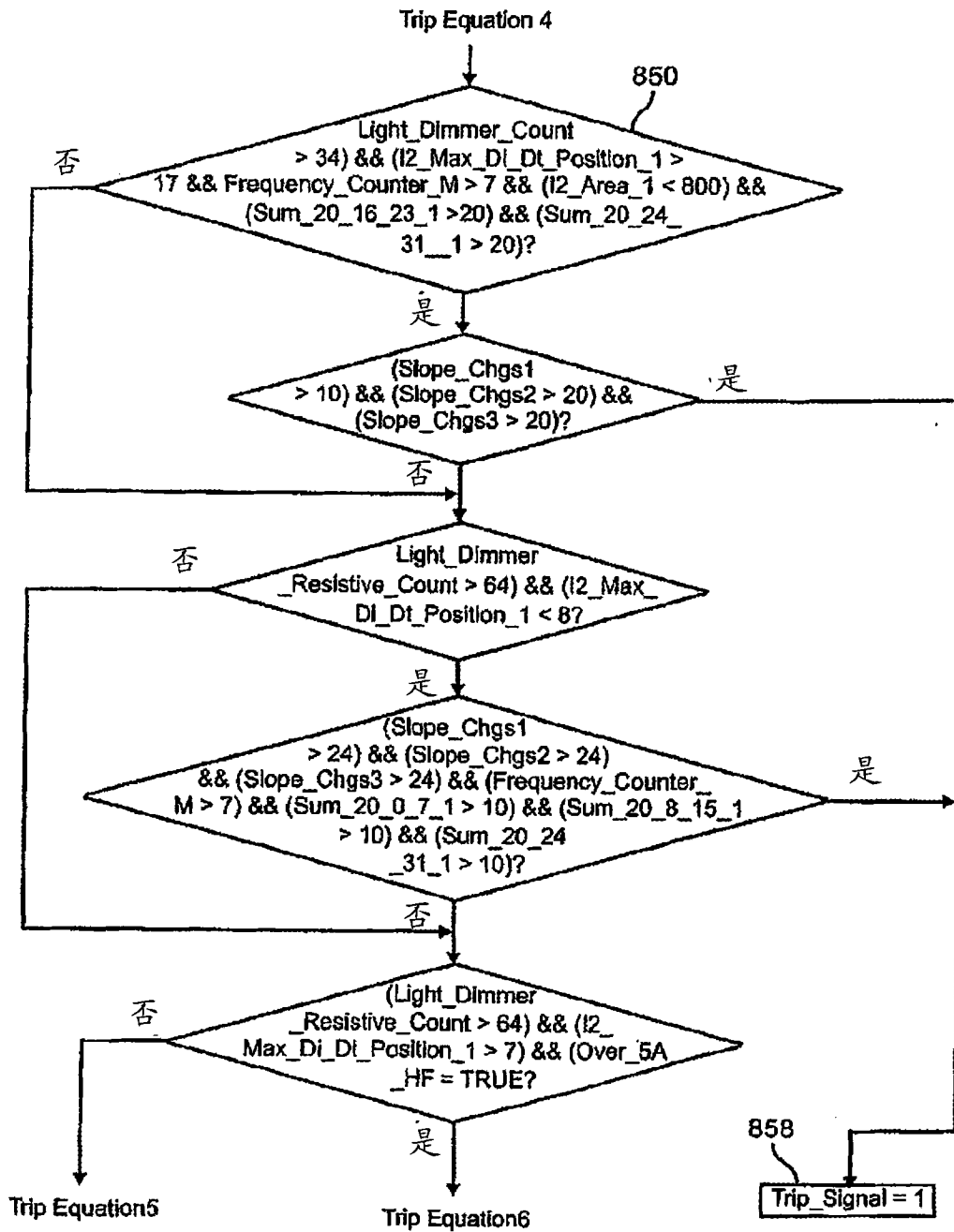


图 19d

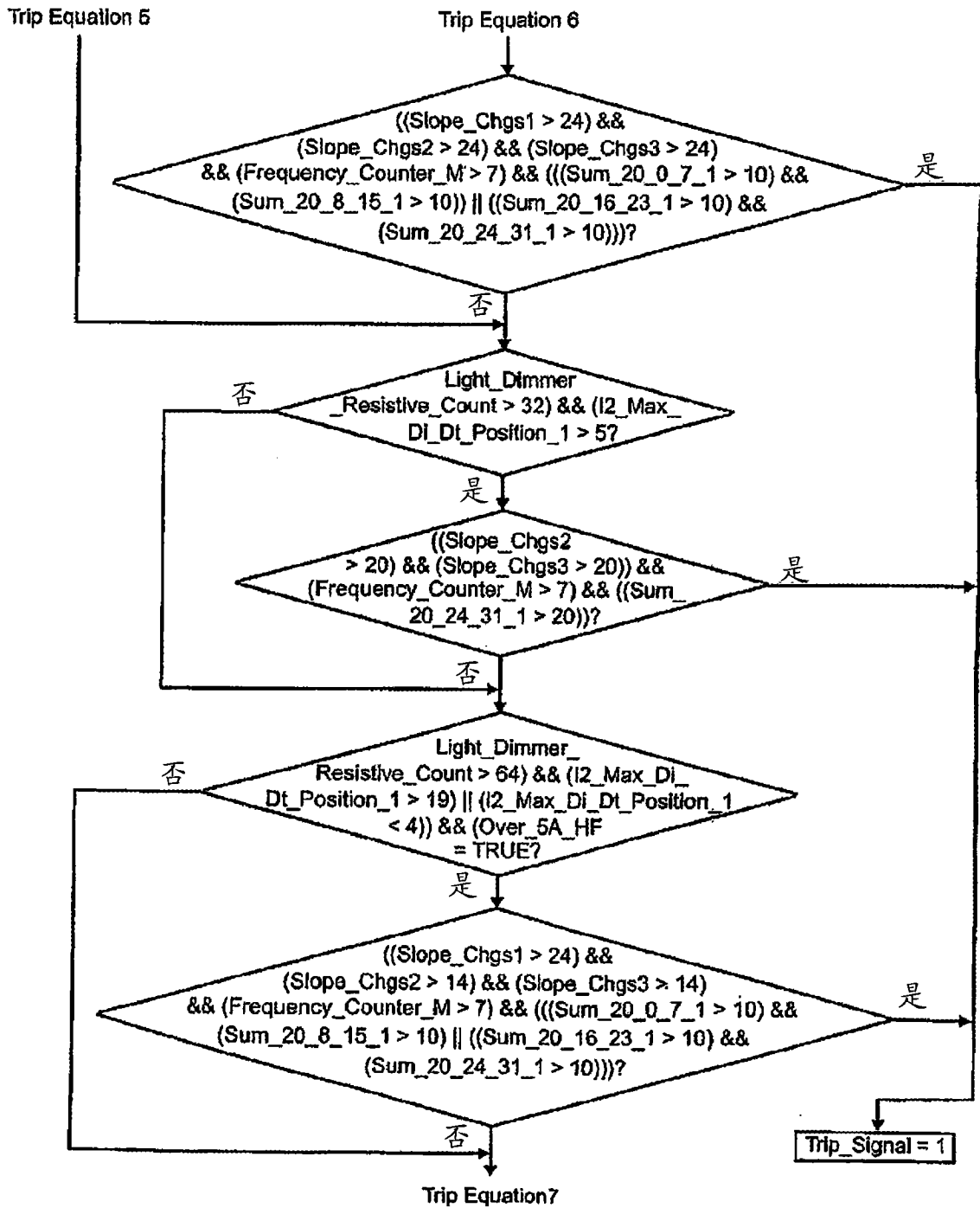


图 19e

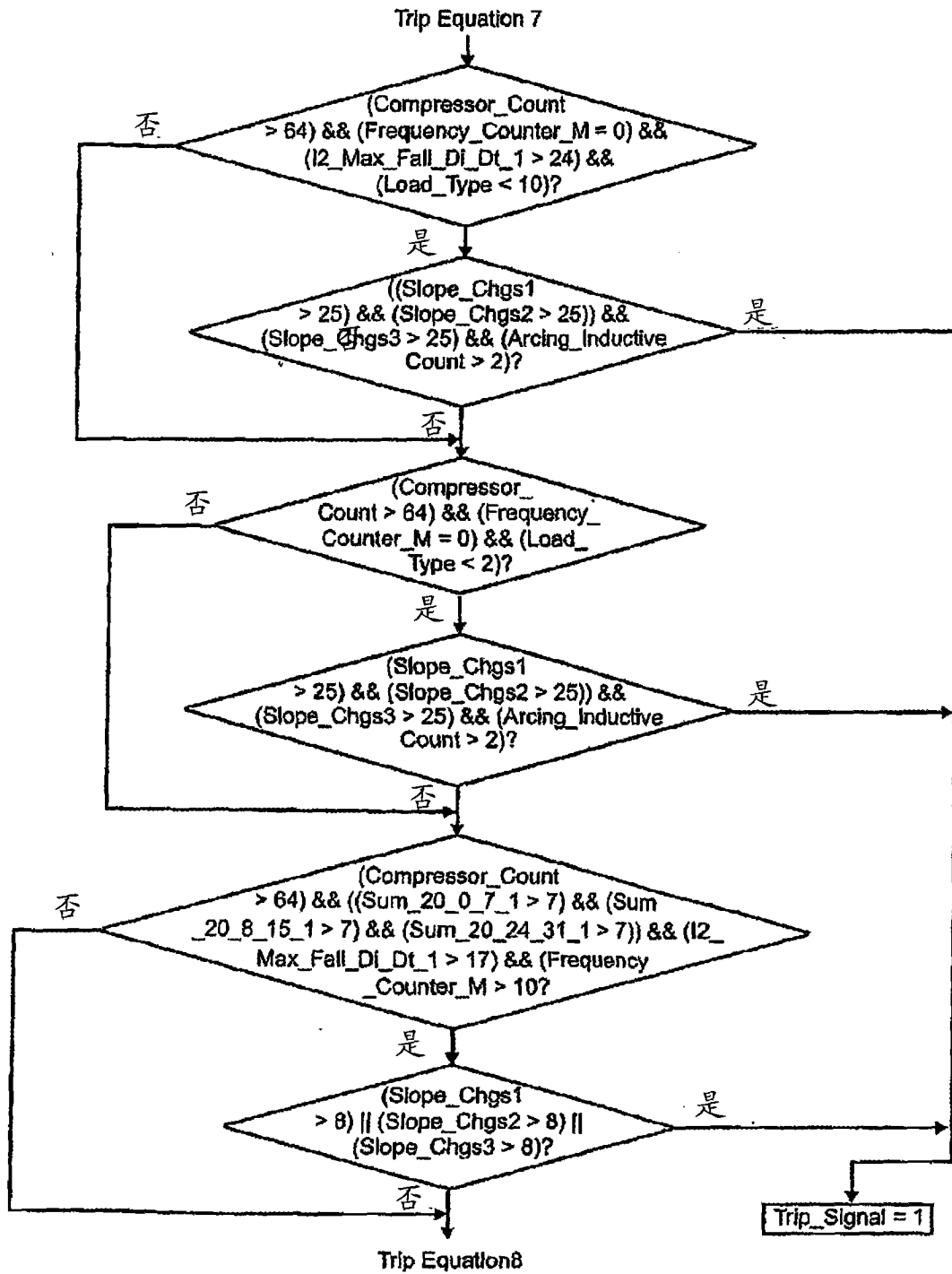


图 19f

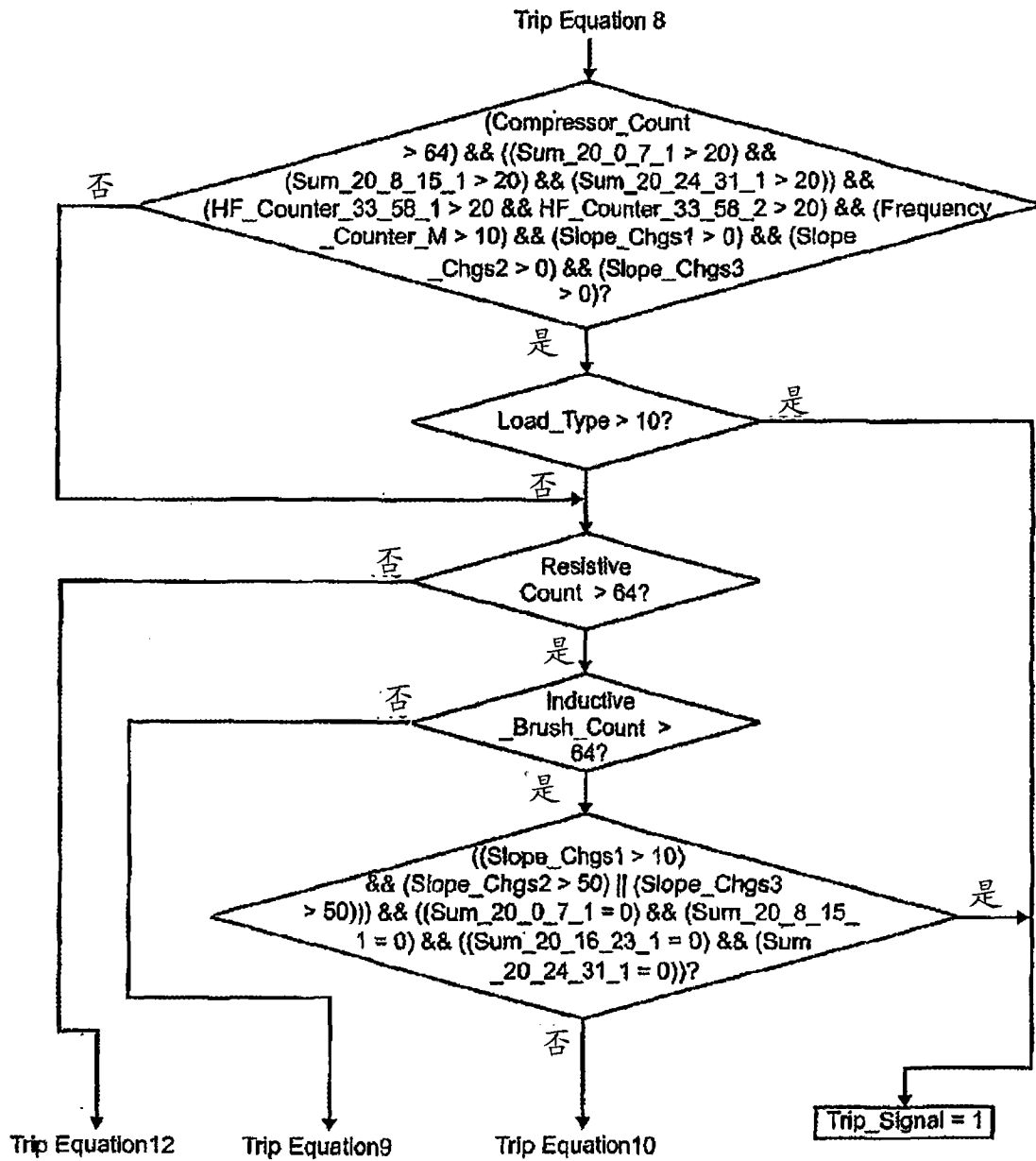


图 19g

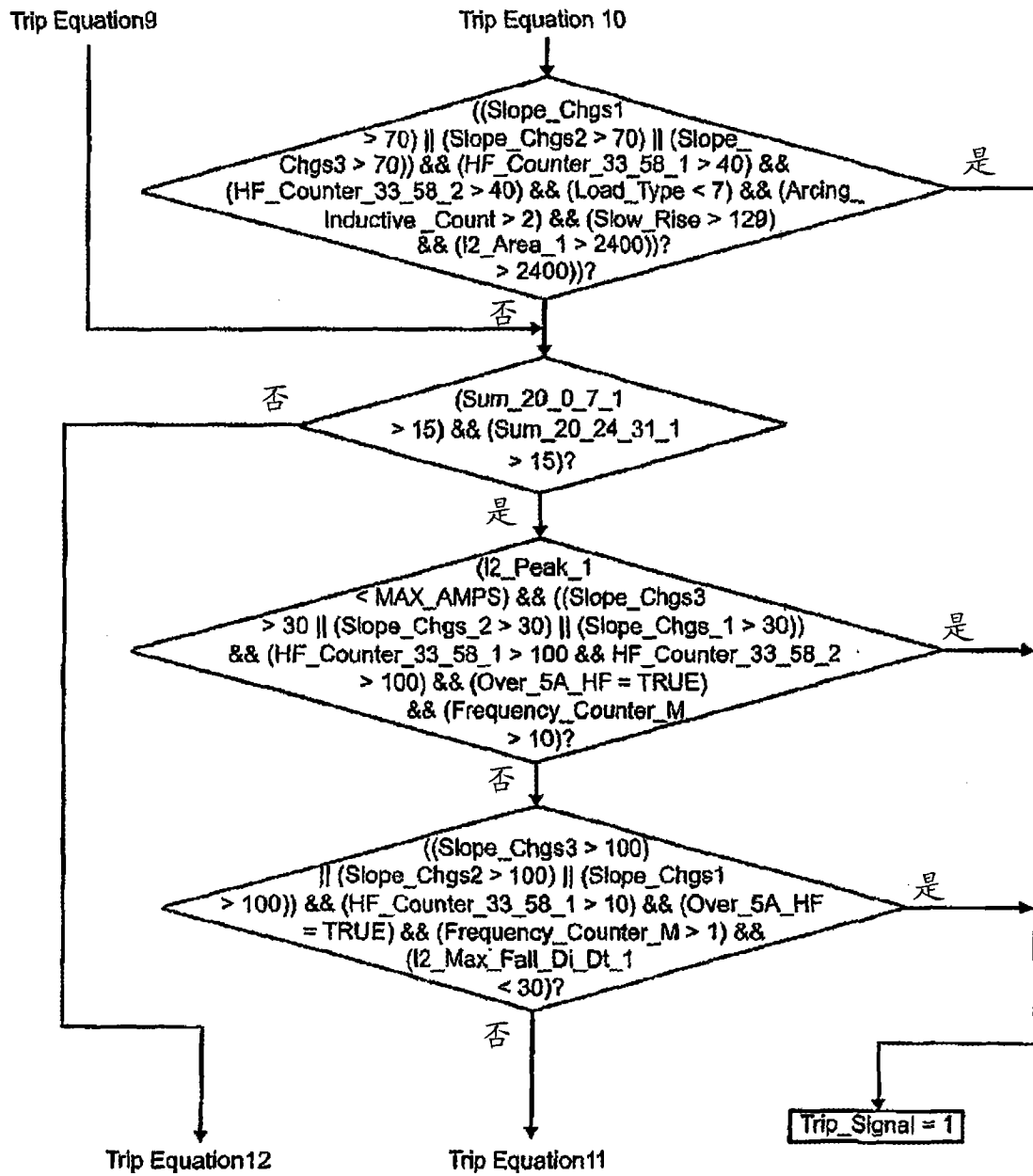


图 19h

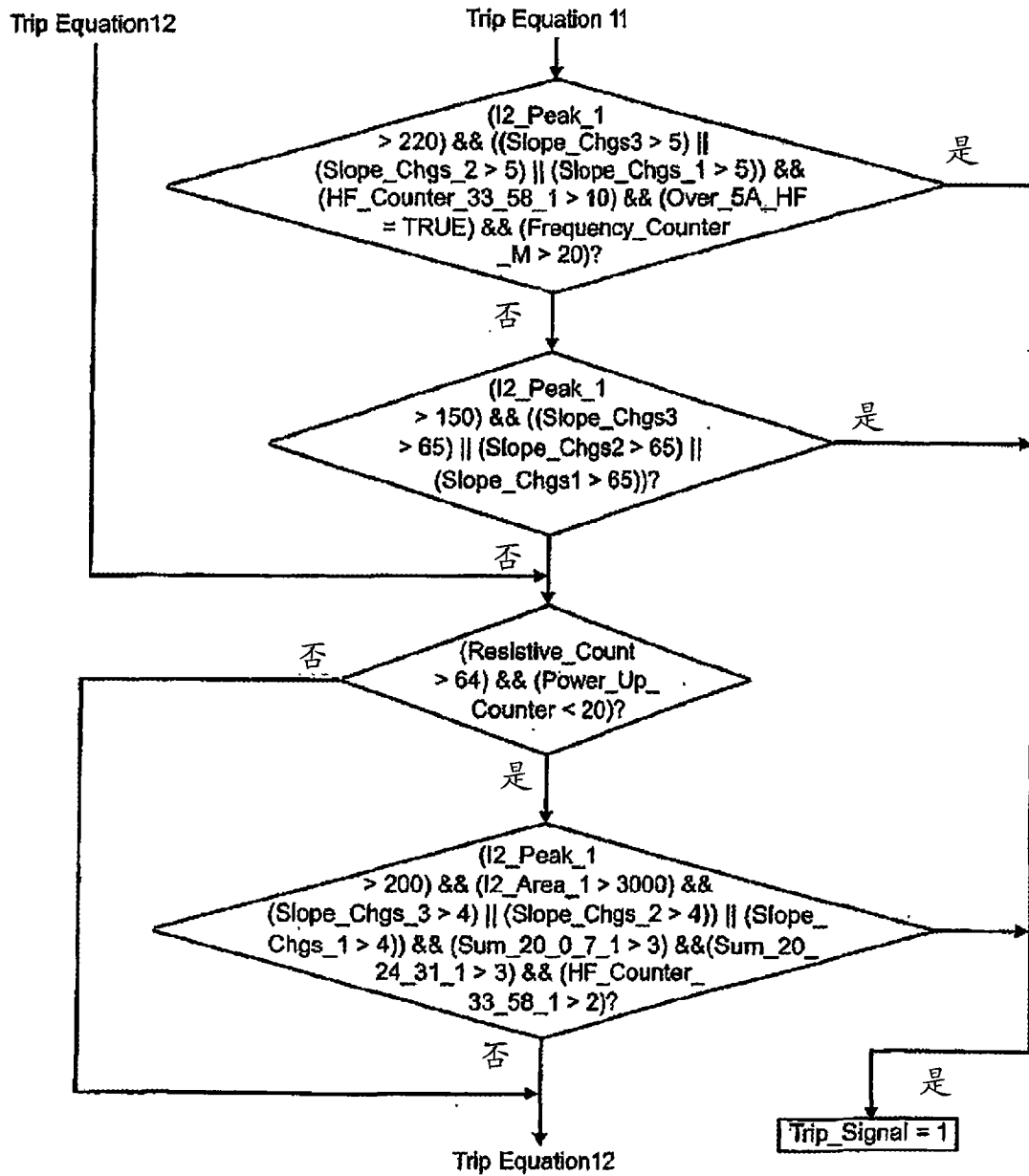


图 19i

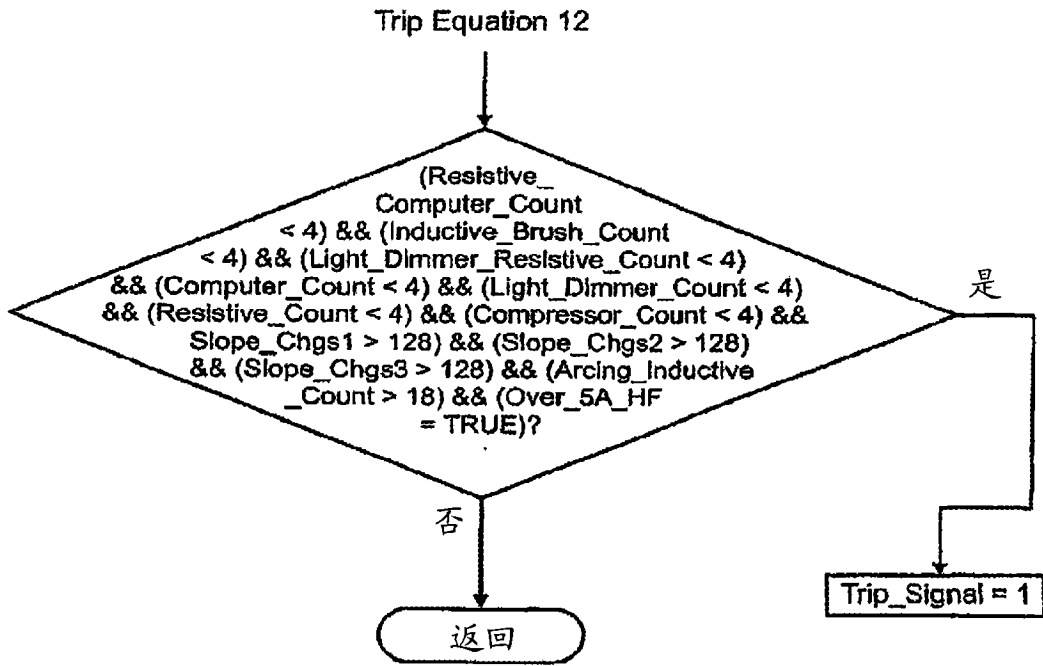


图 19j

Check_For_Current_Shelf

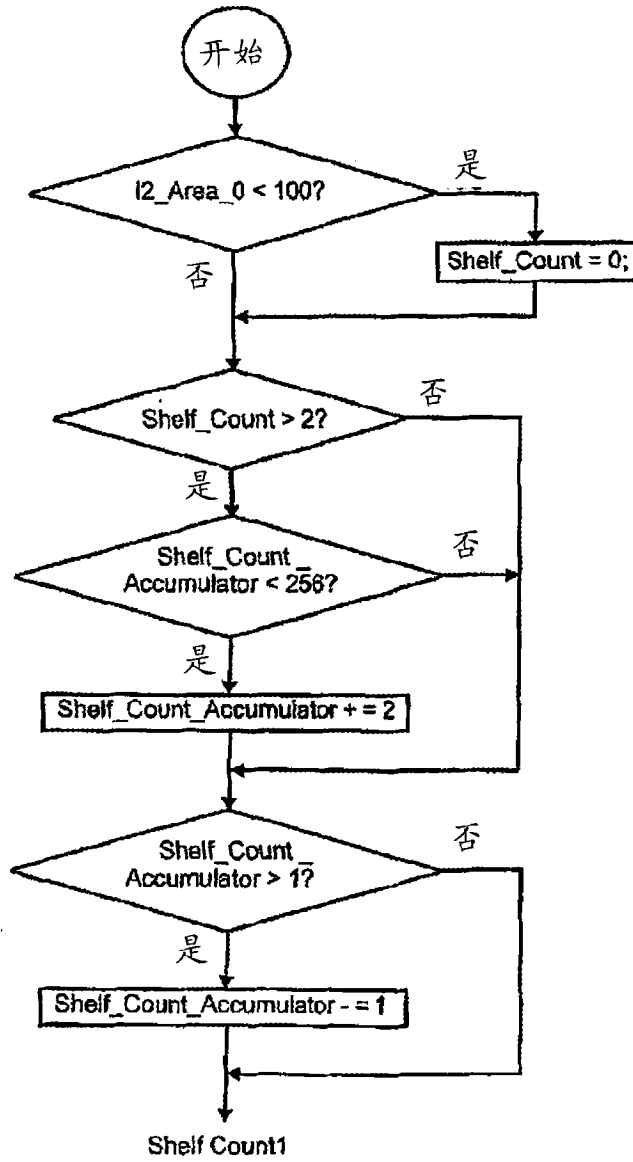


图 20a

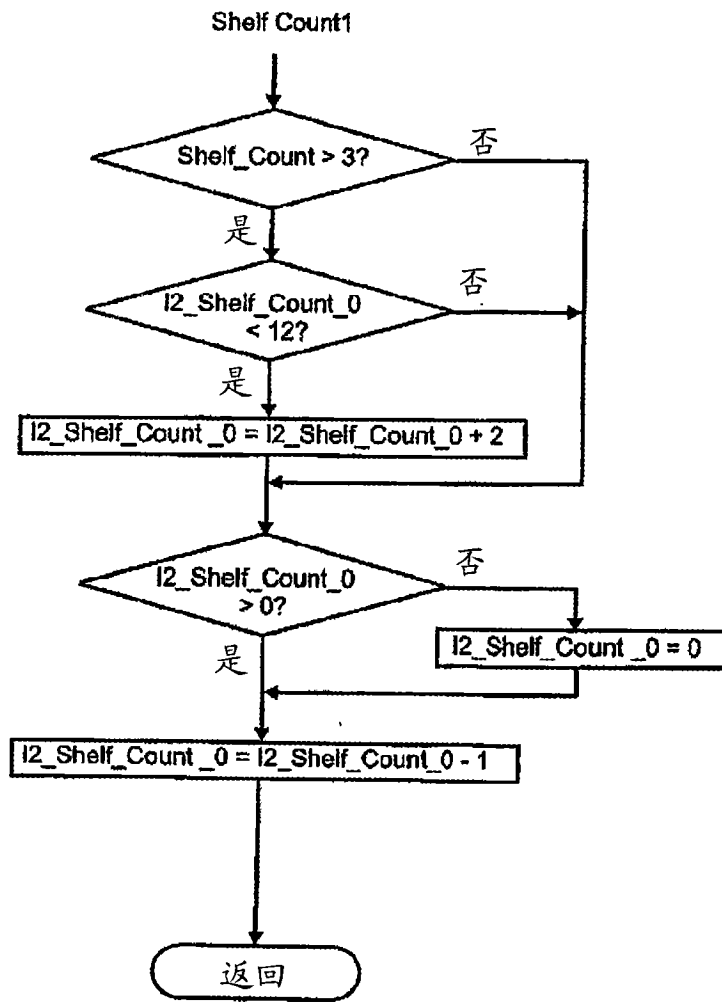


图 20b

Use_20_KHz_Filter

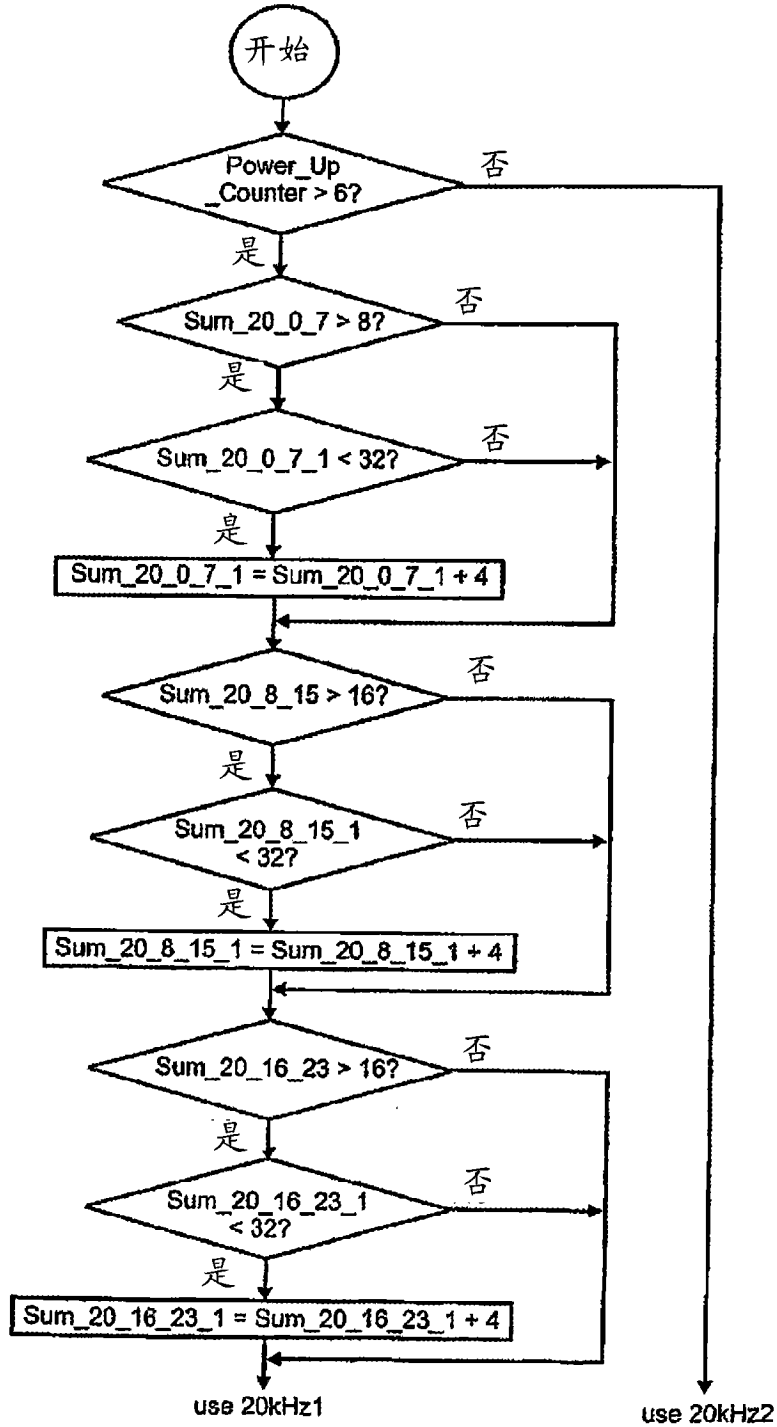


图 21a

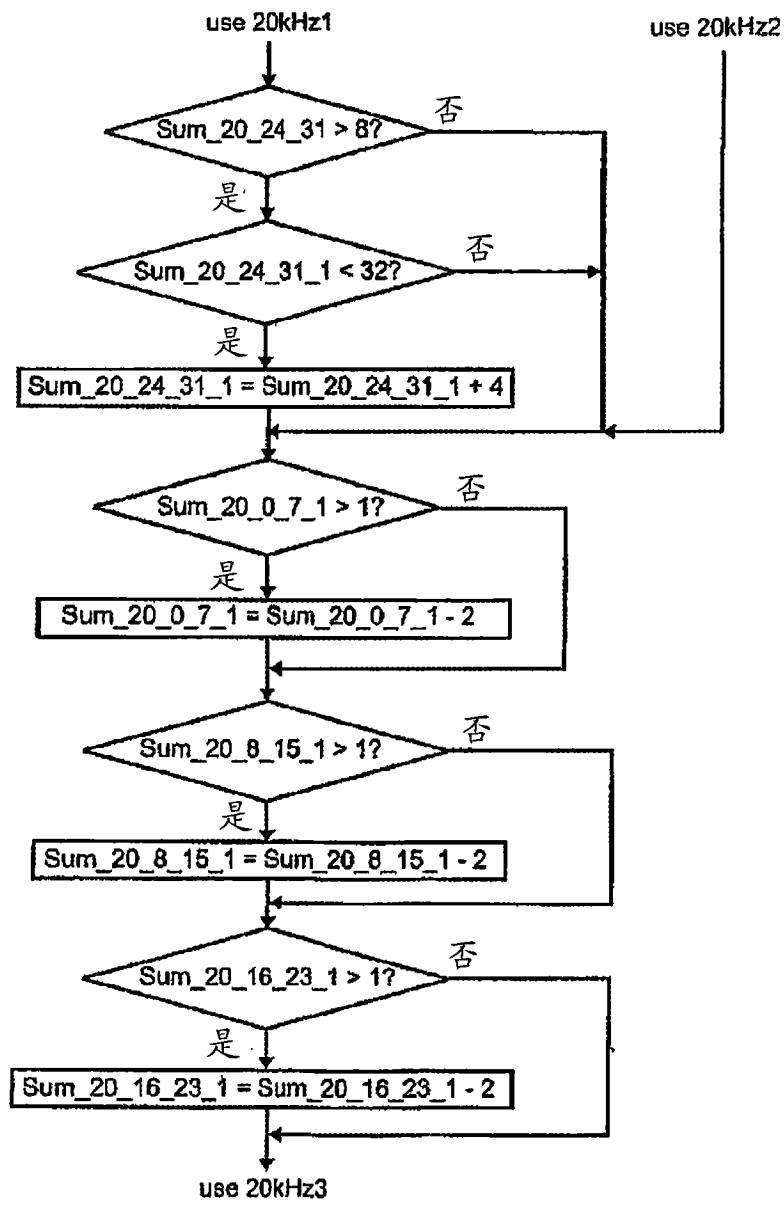


图 21b

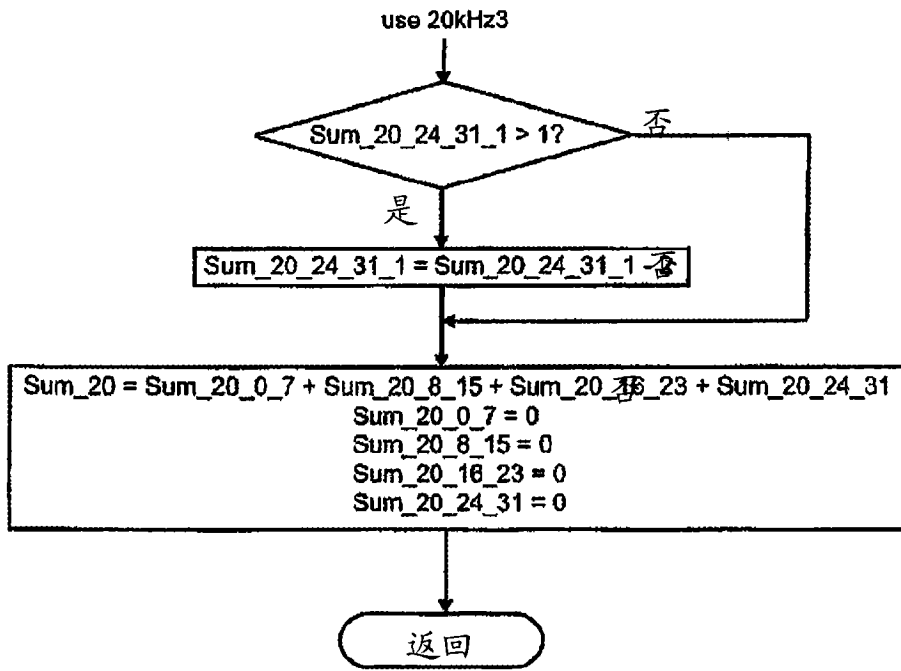


图 21c

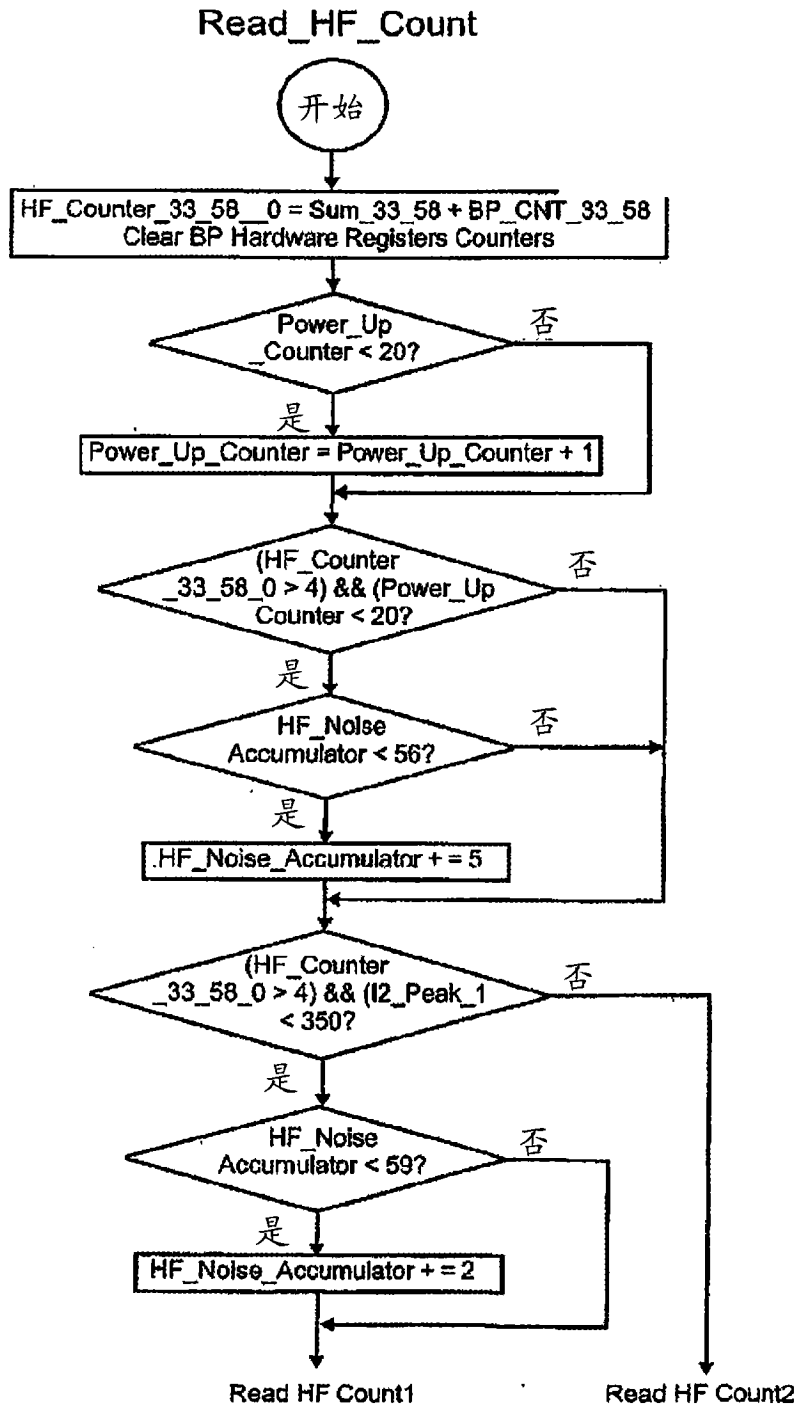


图 22a

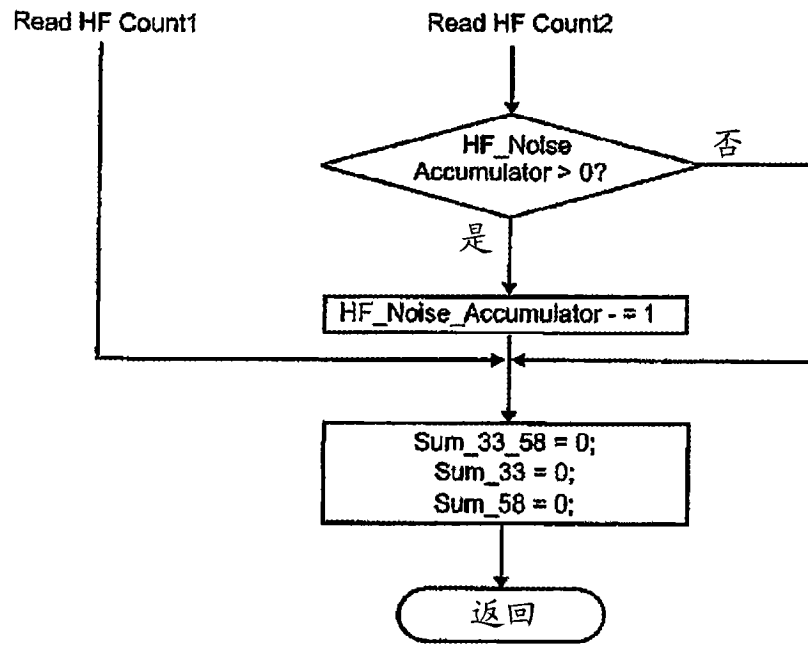


图 22b

Store_Half_Cycle_Results

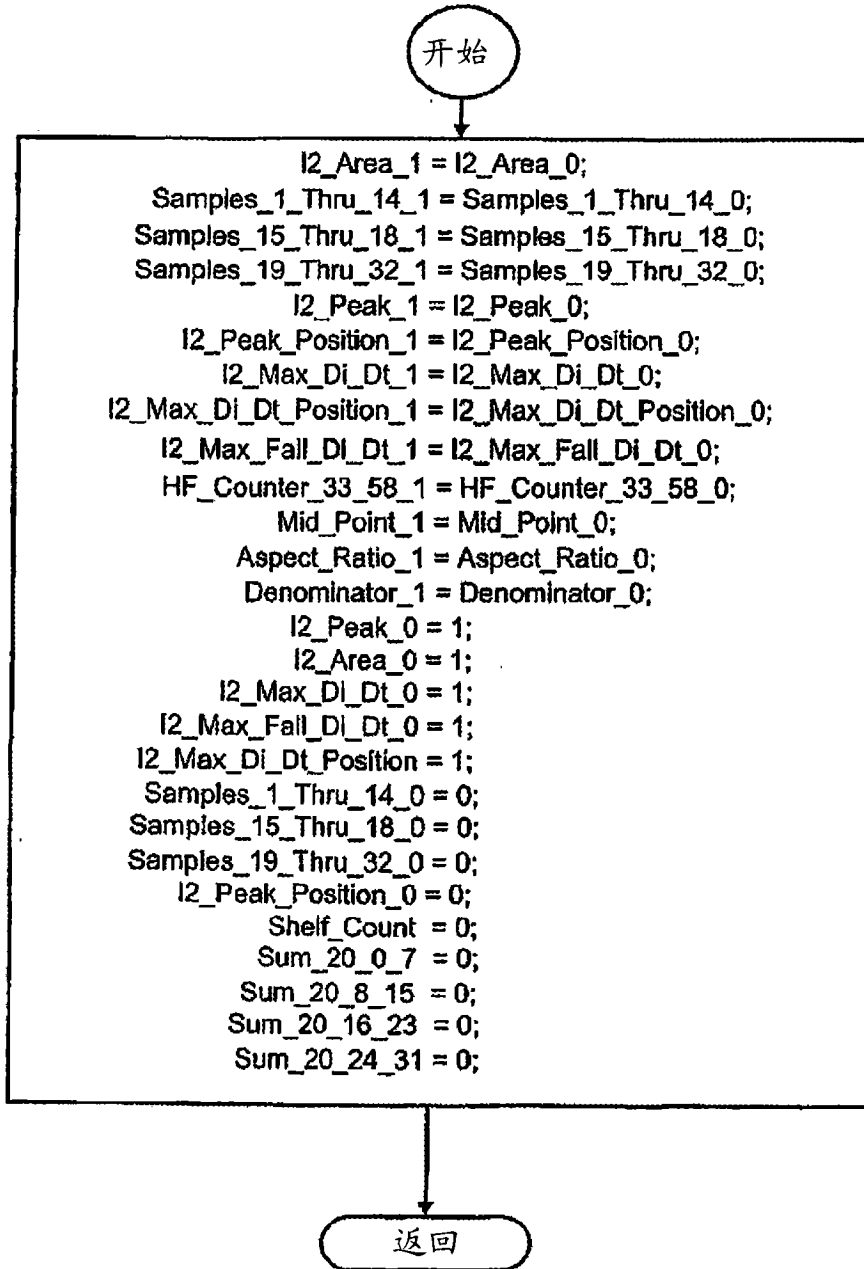


图 23

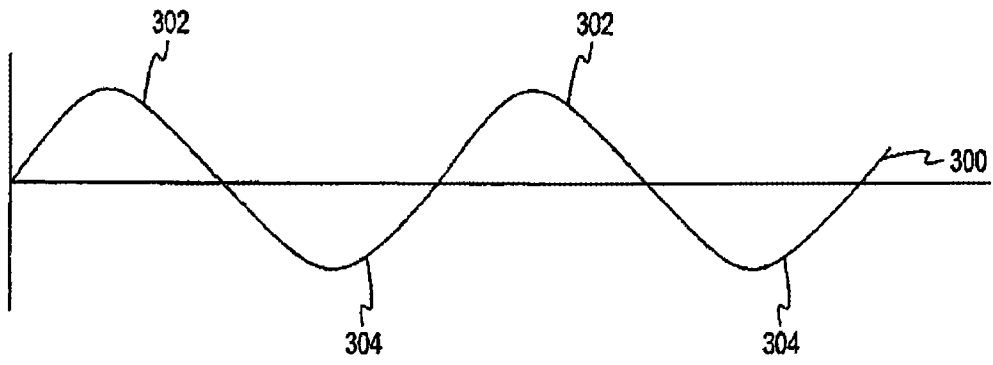


图 24

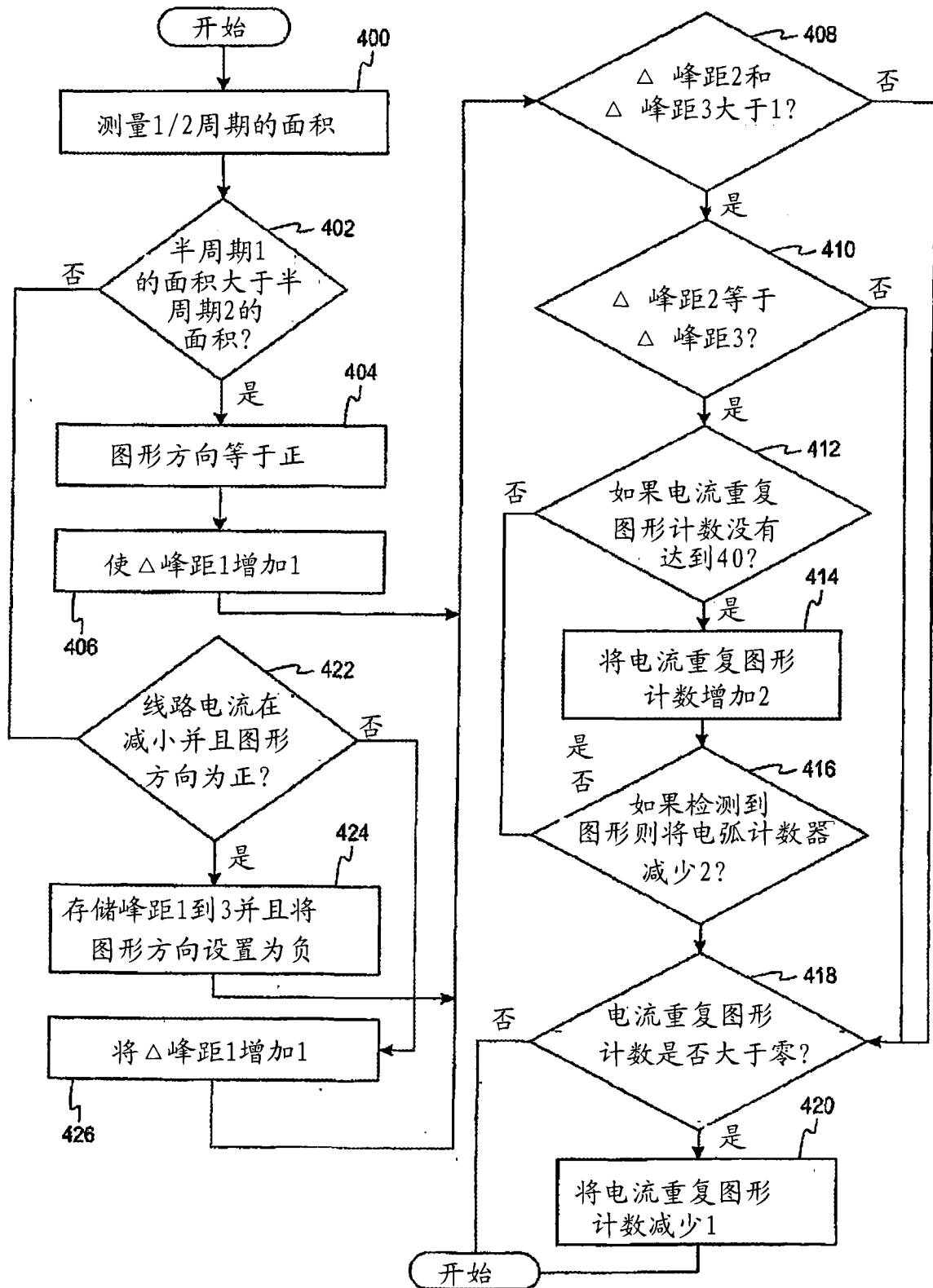


图 25

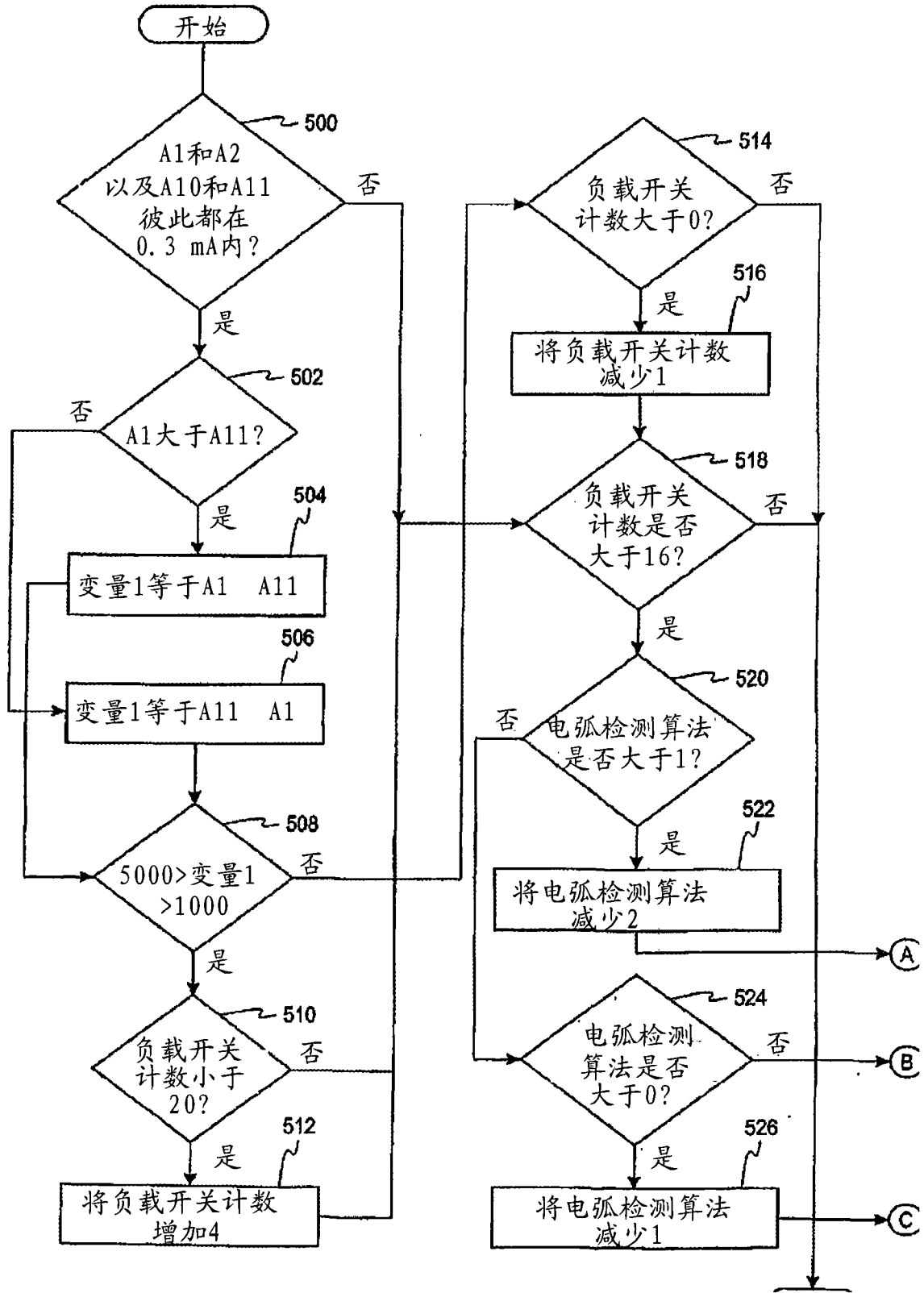


图 26a

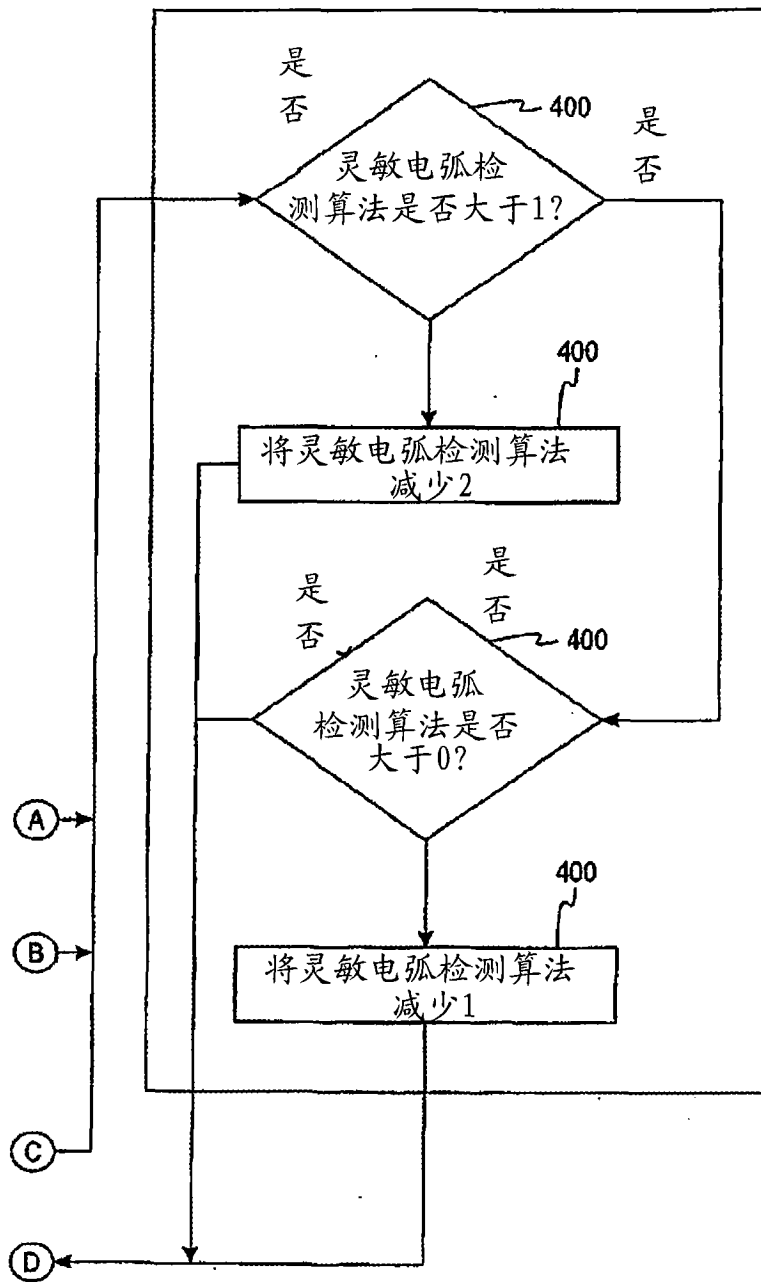


图 26b

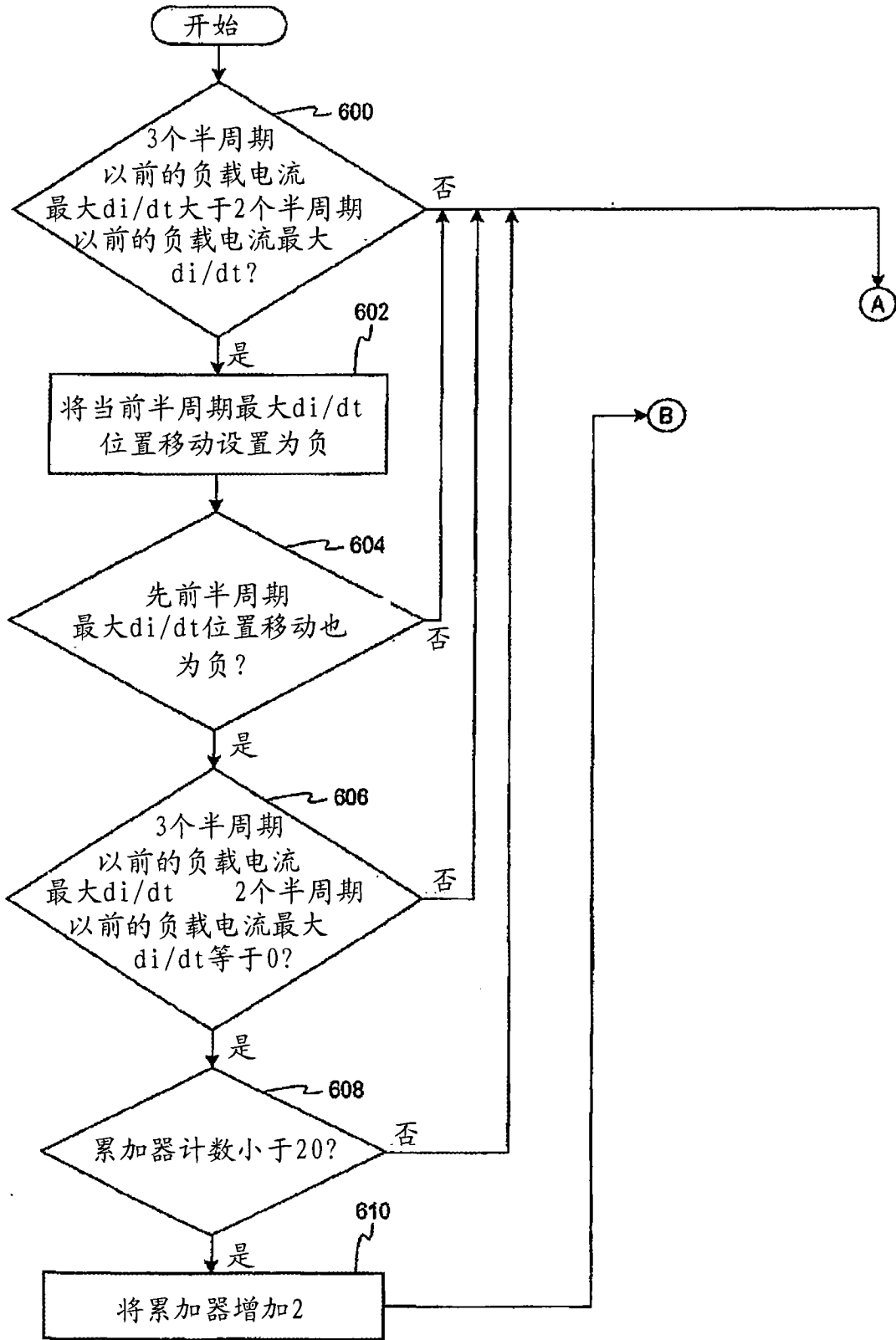


图 27a

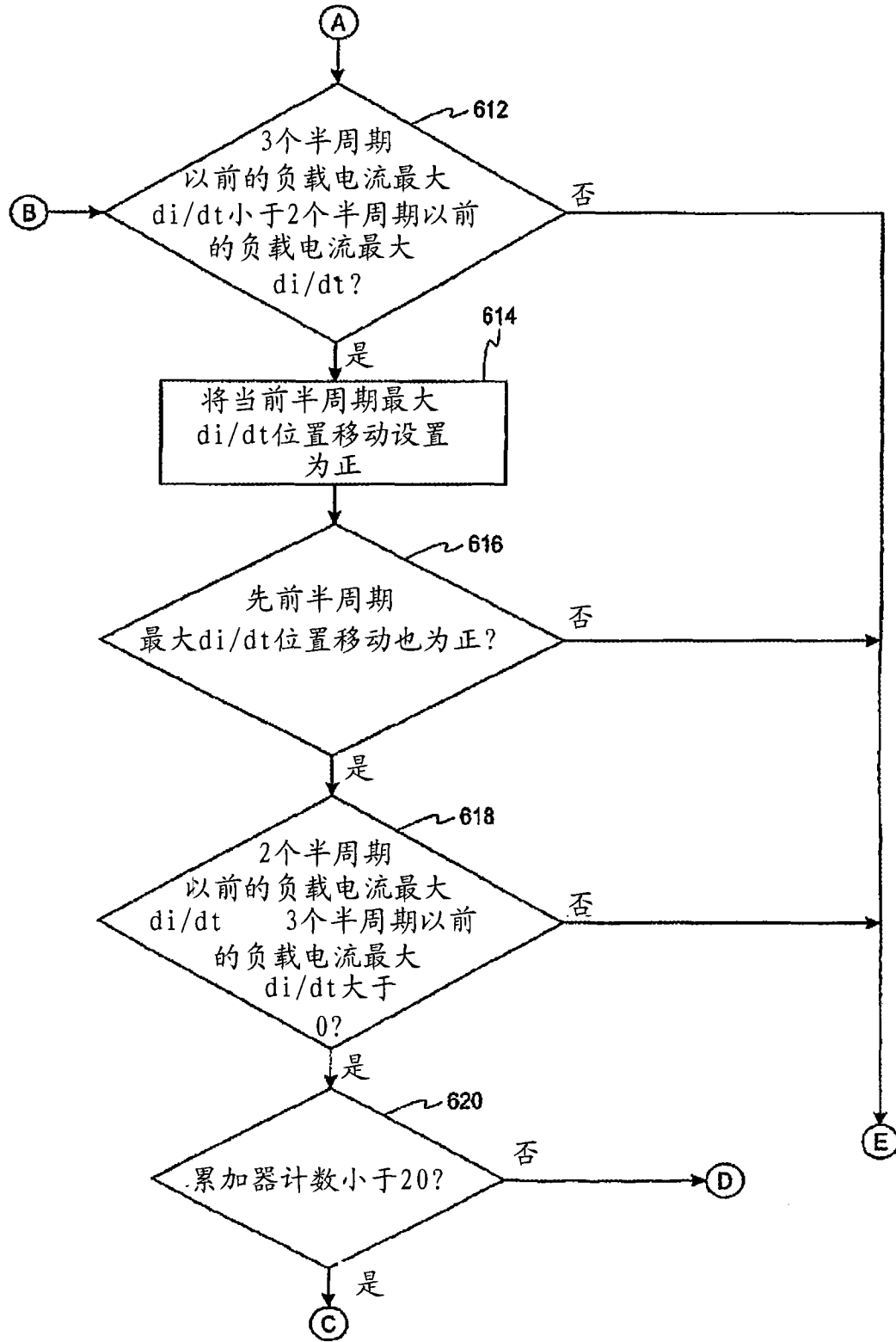


图 27b

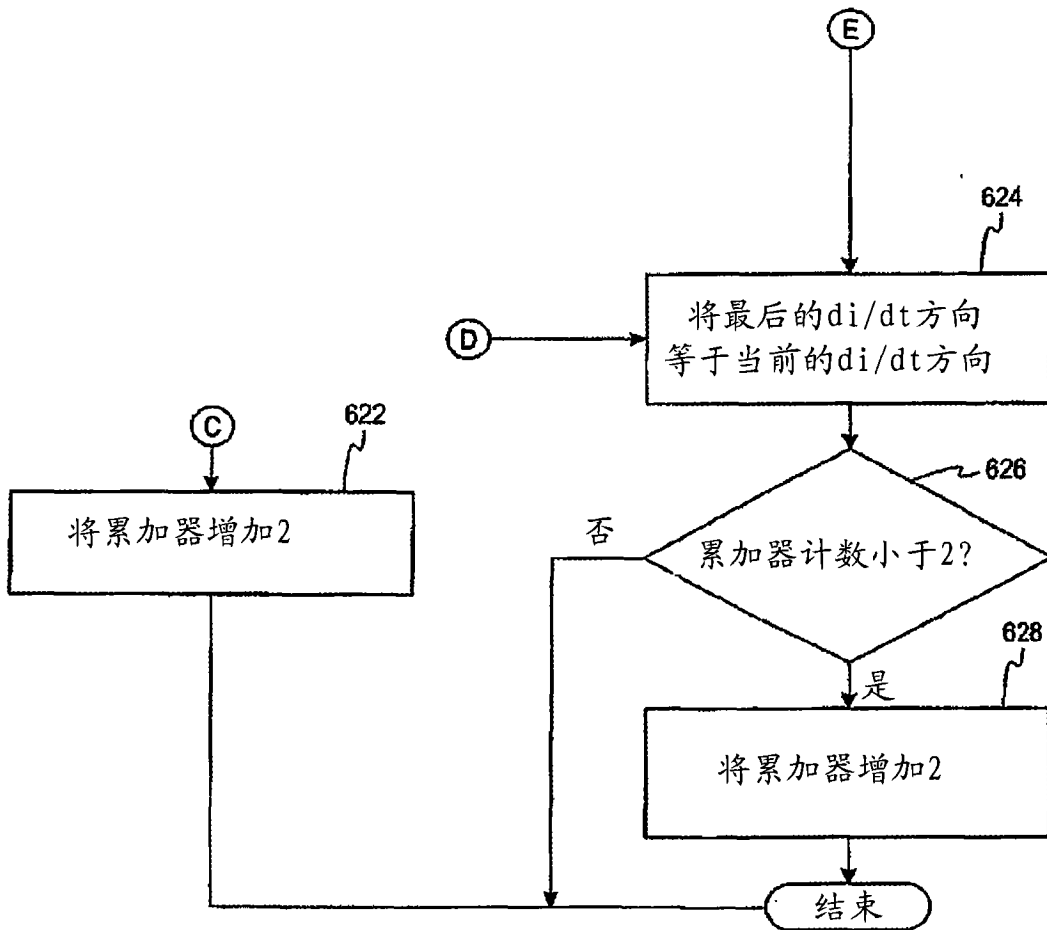


图 27c

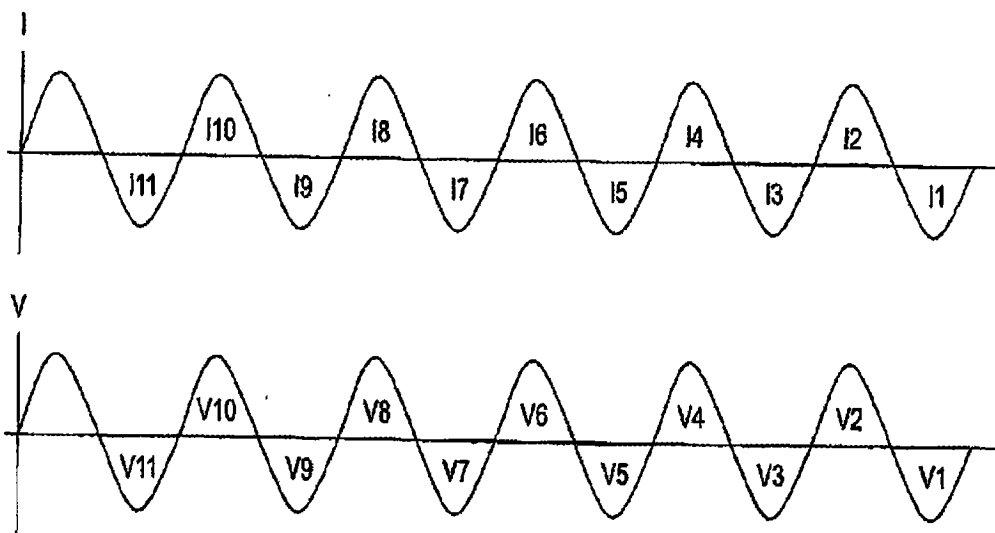


图 28

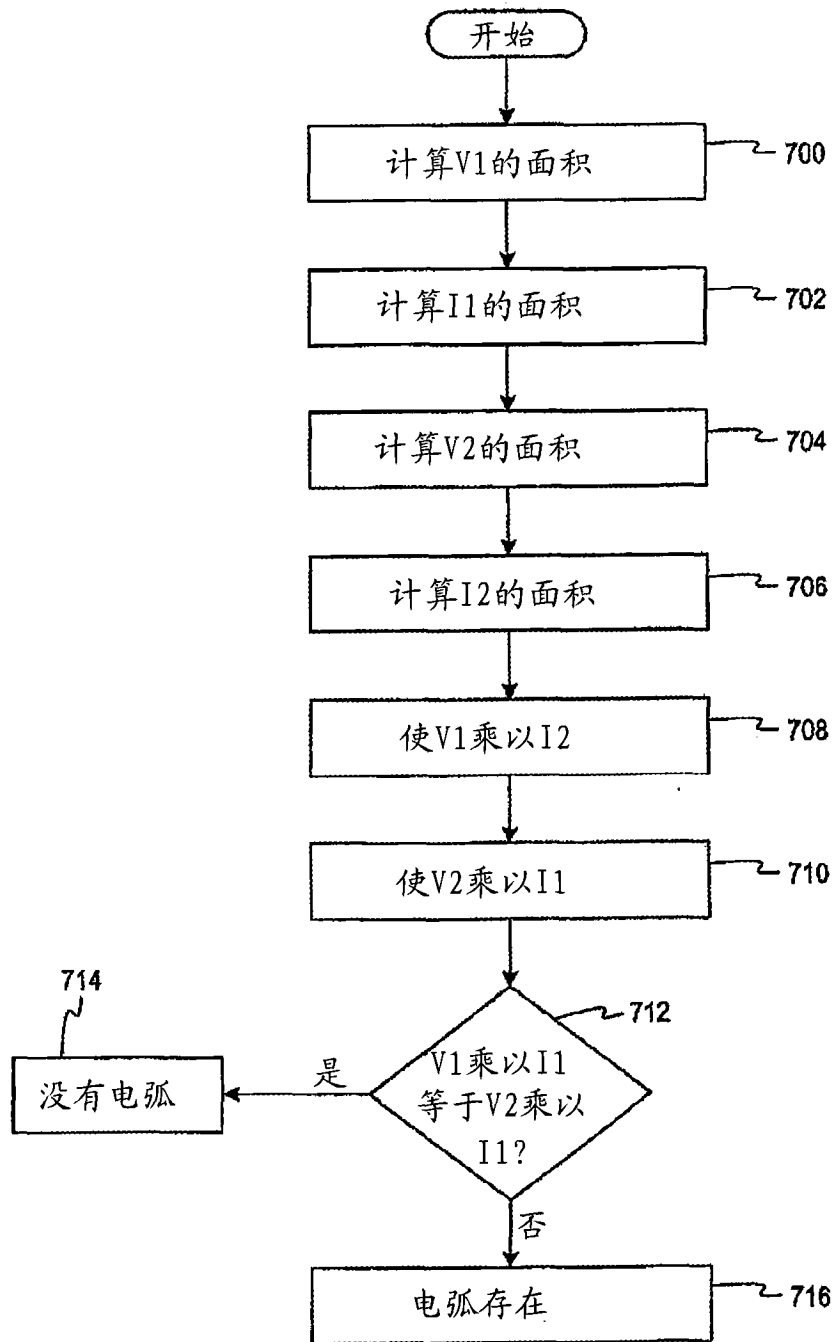


图 29