



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101156307 B

(45) 授权公告日 2011.08.17

(21) 申请号 200680008421.2

H02M 1/08(2006.01)

(22) 申请日 2006.02.02

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

CN 1314742 A, 2001.09.26, 全文.

60/649,720 2005.02.02 US

US 4455598 A, 1984.06.19, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

US 3757230 A, 1973.09.04, 全文.

2007.09.14

US 3564388 A, 1971.02.16, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

WO 2004019471 A1, 2004.03.04, 全文.

PCT/US2006/003965 2006.02.02

审查员 徐旭

(87) PCT申请的公布数据

W02006/084192 EN 2006.08.10

(73) 专利权人 磁应用股份有限公司

地址 美国科罗拉多州

(72) 发明人 I·S·法伯曼 S·C·考齐

C·Y·拉弗塔尼 D·E·威廉姆斯

H·C·斯科特

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 李玲

(51) Int. Cl.

H02M 7/162(2006.01)

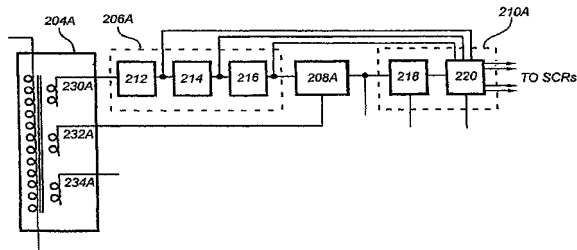
权利要求书 2 页 说明书 21 页 附图 56 页

(54) 发明名称

用于可控整流器的脉冲发生器

(57) 摘要

一种可适应诸如永磁体交流发电机的发电机的输出中的宽泛变化、同时提供具有相对较均匀的相位纹波的输出的控制系统。控制系统包括零交叉检测器 (206B) 和可调斜坡发生器 (208A), 以生成对开关整流器的控制信号, 从而生成调节 DC 信号。



1. 一种控制系统, 响应于三相 AC 信号的至少一相, 用于生成对开关整流器的控制信号从而生成调节 DC 信号, 所述控制系统包括:

零交叉检测器, 响应于第一信号, 用于生成所述至少一相中的零交叉的标记;

其中所述零交叉检测器包括:

比较器, 响应于所述第一信号, 用于生成表示所述第一信号的极性的极性信号以及指示零交叉的所述极性信号中的转变;

可调熄灭装置, 用于生成响应于所述极性信号中的转变而启动的熄灭脉冲, 并且具有与连续零交叉之间的预定周期部分相等的持续时间;

以及

复位脉冲发生器, 用于响应于所述极性信号中预定极性的转变, 生成预定持续时间的脉冲作为所述相中零交叉的所述标记;

可调斜坡发生器, 响应于第二信号和来自复位脉冲发生器的复位信号, 用于生成表示从出现零交叉时起累积的所述至少一相的电压的时间积分的斜坡信号, 并且所述可调斜坡发生器基于所出现的下一相继零交叉复位;

触发信号发生器, 响应于所述时间积分斜坡信号和表示保持设定 DC 输出的所需触发角的基准信号, 用于根据所述时间积分斜坡信号与所述基准信号的比较生成对所述开关整流器的所述控制信号; 以及

隔离变压器, 所述隔离变压器具有被所述三相 AC 信号驱动的初级绕组和多个相隔离的次级绕组, 其中所述第一信号和所述第二信号分别由所述隔离变压器的各个次级绕组生成。

2. 如权利要求 1 所述的控制系统, 其特征在于, 所述第一信号和所述第二信号是不同的相互隔离的信号。

3. 如权利要求 1 所述的控制系统, 其特征在于, 所述可调熄灭装置包括:

具有相关联定时电容器的单稳态触发器, 由所述单稳态触发器生成的脉冲具有持续时间, 所述持续时间受对所述定时电容器充电所需的时间控制,

设置成对所述定时电容器充电的电流源, 所述电流源通过与所述单稳态触发器输出的占空比成比例的信号来驱动, 从而对所述定时电容器充电所需的时间与所述单稳态触发器输出的所述占空比成反比。

4. 如权利要求 1 所述的控制系统, 其特征在于, 响应于三相 AC 信号的多个相, 所述控制系统包括针对各个相的:

零交叉检测器, 响应于第一信号, 用于生成所述多个相中的零交叉的标记;

其中所述零交叉检测器包括:

比较器, 响应于所述第一信号, 用于生成表示所述第一信号的极性的极性信号以及指示零交叉的所述极性信号中的转变;

可调熄灭装置, 用于生成响应于所述极性信号中的转变而启动的熄灭脉冲, 并且具有与连续零交叉之间的预定周期部分相等的持续时间;

以及

复位脉冲发生器, 用于响应于所述极性信号中预定极性的转变, 生成预定持续时间的脉冲作为所述相中零交叉的所述标记;

可调斜坡发生器, 响应于第二信号和来自复位脉冲发生器的复位信号, 用于生成表示从出现零交叉时起累积的所述多个相的电压的时间积分的斜坡信号并且所述可调斜坡发生器基于所出现的下一相继零交叉复位;

触发信号发生器, 响应于所述时间积分斜坡信号和表示保持设定 DC 输出的所需触发角的基准信号, 用于根据所述时间积分斜坡信号与所述基准信号的比较生成对所述开关整流器的所述控制信号; 以及

隔离变压器, 所述隔离变压器具有被所述三相 AC 信号驱动的初级绕组和多个相隔离的次级绕组, 其中所述第一信号和所述第二信号分别由所述隔离变压器的各个次级绕组生成。

5. 如权利要求 4 所述的控制系统, 其特征在于, 所述第一信号和所述第二信号是不同的相互隔离的信号。

6. 如权利要求 5 所述的控制系统, 其特征在于, 响应于所述三相 AC 信号的第一相, 以及至少一其它相, 还包括针对各个其它相的相应 AGC 放大器, 它用于将来自与所述第一相相关联的所述斜坡发生器的斜坡的平均电压和来自与所述其它相相关联的所述斜坡发生器的斜坡的平均电压作比较, 并且调节与所述其它相相关联的所述斜坡发生器的增益, 使得与所述其它相相关联的所述斜坡发生器的所述斜坡的所述时间积分等于与所述第一相相关联的所述斜坡发生器的所述斜坡的所述时间积分。

## 用于可控整流器的脉冲发生器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求对 2005 年 2 月 2 日提交的美国临时申请 No. 60/649, 720 的优先权。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及用于在机械能与电能之间进行转换的诸如无刷 AC 发电机的机器的电压和电流控制系统, 尤其涉及紧凑型永磁体大功率交流发电机的控制系统, 诸如适于汽车用的紧凑型永磁体大功率交流发电机。

### 背景技术

[0004] 交流发电机通常包括安装在旋转轴上并相对于固定定子同轴设置的转子。转子通常被置于定子内部。然而, 定子可有选择地同轴设置在转子内部。诸如电机或涡轮机的外部能源一般直接或者经由诸如传动带的中间系统来驱动旋转元件。定子和转子两者都具有一系列磁极。转子或定子产生磁场, 该磁场与另一结构的磁极上的绕组相互作用。当磁场被绕组截断时, 产生提供给适当负载的电场。通常将感生电场 (一般称为电压源) 施加到整流器 - 有时也加以调节, 并且用作 DC 输出电源。通常将感生电流施加到整流器 - 有时也加以调节, 并且提供为 DC 输出电源。在一些实例中, 经调节的 DC 输出信号被施加到 DC-AC 逆变器以提供 AC 输出。

[0005] 按照惯例, 机动车辆应用中所采用的交流发电机通常包括: 外壳, 安装在发动机的外部; 具有 3 相绕组的定子, 装在外壳中; 皮带传动爪极型 (例如伦德尔式 (Lundell)) 转子, 可旋转地支承于外壳中的定子内。然而, 为了增加功率输出, 必须显著增加常规交流发电机的大小。因此, 车辆中的空间限制往往使得难以在诸如对空调、致冷或通信装置供电的诸如 5kW 的大输出应用中使用这种交流发电机。

[0006] 另外, 承载绕组的爪极型转子相对较重 (常常构成重达交流发电机的总重的四分之三), 并且产生相当大的惯性。实际上, 每次发动机被加速时, 这种惯性就对发动机形成负载。这往往降低发动机的效率, 从而导致附加燃料消耗。另外, 这种惯性在诸如电气或混合动力车的应用中可能会产生问题。混合动力车利用汽油发动机来以例如 30Kph (通常与汽油发动机最有效的 RPM 范围相对应) 的高于预定阈值的速率推进车辆。类似地, 在所谓“轻度混合”中, 采用起动机 - 发电机在驾驶员压下加速器踏板时提供一个初始推进脉冲, 从而便于在交通中车辆停止时关闭车辆发动机以节省燃料并降低排放。这种轻度混合系统通常考虑使用高压 (例如 42 伏特) 电气系统。这种系统中的交流发电机必须能够使蓄电池再充电至足以驱动起动机 - 发电机在连续停止之间 - 特别是在启停之间提供初始推进脉冲的程度。因而, 需要相对大功率低惯性的交流发电机。

[0007] 通常, 需要用于向车辆中的控制和驱动系统、空调装置和附属设备供电的附加电源。这对用于娱乐、诸如致冷的工业运输应用、建筑应用和军事应用的车辆而言是特别切实的。

[0008] 例如, 机动车行业中的一种趋势是采用智能电气的而不是机械或液压的控制和驱

动系统来降低车辆发动机上的功率负载和增长燃料经济性。例如,可结合转向伺服机构(通常仅在要求转向校正时有效)、减震器(使用反馈来根据道路和速度情况调节减震器的刚度)和空调装置(以维持恒温所需的最小速度操作压缩机)来使用这种系统。这种电控制和驱动系统的使用往往提高了对车辆电源系统的要求。

[0009] 类似地,期望汽车致冷系统可被电驱动。例如,以可变速度驱动致冷系统(不依赖于车辆发动机的每分钟转数 rpm)可提高效率。另外,使用电驱动系统,连接有例如压缩机(在发动机上)、冷凝器(设置成暴露于空气)和蒸发单元(位于冷冻室中)的各种元件的软管可被替换成与家用冰箱或空调装置相似的电驱动密封系统。因此,期望这种应用中的车辆电源系统能向电驱动单元提供所必需的功率电平。

[0010] 还特别需要一种“拆换”大功率交流发电机来改进现有车辆。通常仅在车辆的发动机舱内提供有限空间来容纳交流发电机。除非替换交流发电机能装在此可用空间内,否则即使如果可能安装也是相当复杂的,而且通常需要拆卸诸如散热器、保险杆等的主要元件并安装附加支架、传动带和配件。因此,期望替换交流发电机能装在所提供的原有空间内,并且连接原有配件。

[0011] 通常,永磁体交流发电机是众所周知的。这种交流发电机使用永磁体来生成必需磁场。永磁体发电机往往比传统绕线磁极式发电机更轻更小得多。在1997年4月29日授予 Scott 等人的美国专利 5,625,276、1998年1月6日授予 Scott 等人的美国专利 5,705,917、1999年3月23日授予 Scott 等人的美国专利 5,886,504、1999年7月27日授予 Scott 等人的美国专利 5,92,611、2000年3月7日授予 Scott 等人的美国专利 6,034,511、2002年8月27日授予 Scott 的美国专利 6,411,522 中描述了永磁体交流发电机的多个示例。

[0012] 特别轻且紧凑的永磁体交流发电机可通过采用“外部”永磁体转子和“内部”定子来实现。转子包括空心圆柱外壳,并且高能永磁体被置于该圆柱体的内表面。定子被同轴设置于转子外壳内,并且适当地包括软磁芯和导电绕组。磁芯通常是具有带预定数量等距的齿和槽孔的轴向锯齿状外周边表面的圆柱体。导电绕组(由诸如涂漆电动机铜线的适当绝缘导体构成)穿过一个相应槽孔在外表沿磁芯侧面绕着预定数量的齿卷绕,然后穿过另一个槽孔返回。沿磁芯的侧面在锯齿状槽孔的外部延伸的绕组部分在本文中称为端匝。转子绕着定子旋转导致从转子磁铁发出的磁通量与定子绕组相互作用并在其中感生电流。例如,在前述 1998年1月6日授予 Scott 等人的美国专利 5,705,917 和 1999年7月27日授予 Scott 等人的美国专利 5,92,611 中描述了这种交流发电机的一个示例。

[0013] 由永磁体发电机提供的功率根据转子的速度显著地变化。在许多应用中,由于例如汽车中发动机速度的变化或负载特性的改变,常常引起转子速度的改变。因此,通常采用电子控制系统。因此,在前述 1997年4月29日授予 Scott 等人的美国专利 5,625,276 中描述了永磁体交流发电机和控制系统的示例。在 2000年1月25日授予 Anderson 等人的美国专利 6,018,200 中描述了其它控制系统的示例。在由 Quazi 等人共同拥有的、题为“Controller For Permanent Magnet Alternator(永磁体交流发电机的控制器)”并在 2004年6月6日提交的待批美国专利申请 No. 10/860,393 中描述了控制系统的其它示例。前述 Quazi 等人的申请通过如在本文中逐字阐述般的引用结合于此。

[0014] 在机动车辆应用中,对适应宽泛范围转子速度的需求特别强烈。例如,大型柴油机货车发动机通常工作于从空转下的 600RPM 到高速公路速度下的 2600RPM,并且当发动机被

用来减速运货车的速度时偶尔猝发至 3000RPM。因而,交流发电机的 RPM 进行 5 : 1 的变化。轻型柴油机在例如从 600 到 4,000RPM 的略宽范围内工作。与汽油车辆发动机一起使用的交流发电机通常必须适应例如从 600 到 6500RPM 的更宽范围 RPM。另外,交流发电机必须适应负载变化,即从无负载到满负载。因而,与汽油车辆发动机一起使用的永磁体交流发电机的输出电压可进行 12 : 1 的变化。因此,如果常规永磁体交流发电机在空转且有给定负载时需要提供工作电压(例如 12 伏特),则在承载此负载的满发动机 RPM 时需要提供多倍的工作电压,例如 10 倍 - 即 120 伏特。其中例如用于电驱动空调装置或通信装置时,空转时的电压为 120V,则满发动机 RPM 时的电压可能为例如 1200 伏特。操纵这种电压电平将是困难且危险的。另外,电压和电流中的这种极端变化可能需要更昂贵的元件;用于在高速发动机 RPM(例如高速公路速度)下产生高电压和电流的标称元件比用于较适度电压的标称元件要昂贵得多。

[0015] 已经对适应来自永磁体交流发电机的宽泛范围输出电压进行了各种尝试。例如,前述 Scott 等人的美国专利 5,625,276 描述了选择性地激活各个绕组以获得所需输出的控制器。绕组可全并联配置地连接以在相对较低的电压电平下提供强电流,或者串联连接以提供高电压容量。随着驱动 RPM 增加,实际上各个绕组与控制输出电压和 / 或电流的工作电路断开。然而,具体在诸如机动车辆的紧凑大功率高速率应用中,绕组之间的开关切换具有有害效应,特别在 RPM 范围的高位。

[0016] 其它尝试涉及控制交流发电机的 RPM,以及因而不依赖发动机 RPM 控制其电压。1987 年 9 月 22 日授予 Dishner 的美国专利 4,695,776 中描述了这种尝试的一个示例。这些解决方案往往涉及大型的、需要维护并且易受磨损的机械元件。

[0017] 其它尝试涉及使交流发电机中产生的磁通量的一部分偏转以调制输出电压。1989 年 12 月 5 日授予 Gokhale 的美国专利 4,885,493 中描述了系统的一个示例。然而,通量偏转通常要求附加机械元件,并且可能反应缓慢。

[0018] 整流和调节可使用具有负载周期的相角控制的开关电桥(例如 SCR 电桥)来实现为单个处理。电桥包括被选择性地致动以在电桥的输入端与输出端之间提供传导路径的相应控制开关器件(例如 SCR)。本质上,AC 信号的每个半周期(不考虑极性)在电桥的输出端生成一个预定极性(通常为正的)的脉冲。传导的持续时间和定时可能控制电桥的输出。这种开关电桥可以是“半控的”,包括用于每个相的相应可控开关器件(例如 SCR)和二极管,或者是“全控的”,包括用于每个相、且每个极性一个的两个开关器件(例如 SCR)。

[0019] 按照惯例,电桥中的开关器件根据“负载周期的相角控制”来致动以提供预定电压输出电平。通到开关器件的触发信号由控制器生成,该控制器检测 AC 信号的各个相中的零交叉、并由此生成触发信号(通常在名义上与 AC 信号中的预定相角相对应的延迟之后,并且伴随有期望 DC 输出电平)。更具体地,在常规系统中,当在特定相中检测到零交叉,则控制器延迟与期望负载周期(该周期又对应于期望输出电压电平)相对应的一时间间隔。延迟通常通过单稳态触发器或常规定时电路来形成。例如,当电容器上的电压超出基准电压时用电流对电容充电,生成对 SCR 的与相相关联的触发,然后电容器放电。响应于触发信号,SCR 接通(造成导电)并保持接通直至通过其的电流变成零,此时造成 SCR 不导电直至下一触发信号。响应于适当极性的下一零交叉,重复该循环。

[0020] 在半控系统中,在 AC 信号的与可控开关器件相关联的半周期期间,输出占空比的

相角控制通过选择性地致动可控开关器件来实现 ;在相的整个相关联 (相反极性) 的半周期期间,使引脚的二极管部分变成导电。因此,与全控系统相比,可从给定 AC 信号电平生成的输出信号的范围 (以及因而输入 AC 信号的范围) 受到限制。

[0021] 当提供全控制时,SCR 各自与相关联相的特定半周期 (极性) 相关联。响应于 (例如在相位延迟之后) 从相的相关联半周期开始的零交叉,生成触发信号。因此,必须对区分正向与负向零交叉做出规定。

[0022] 当结合振幅和交变频率快速变化的 AC 电源 (与机动车交流发电机的情况一样) 使用具有占空比的相角控制的开关电桥 (例如 SCR 电桥) 时,电压输出和纹波含量中的变化可能是相当大的。这在全控系统中特别切实。电桥输出中纹波含量的变化可生成不可接受的输出纹波谐波并需要大范围的滤波。例如,许多交流发电机的输出并非均匀的正弦波。振幅和持续时间的不均匀性常常存在于半周期之间,以及输入到电桥的 AC 输入信号的相之间,并且反映在电桥电路与相应相相关联的部分 (引脚) 的输出中。交流发电机输出中的这种失真和不均匀性可因许多原因的任一个而产生,比如绕组匝数相对彼此的设置的变化、以及在永磁体交流发电机情形中相对磁铁的设置的变化。进一步的变化在于 :电桥与相应相相关联的部分 (引脚) 的输出的变化 (由于例如容限、温度等)、与各个相相关联的电路之间的元件值的变化、由于发动机汽缸点火而产生的频率的周期性变化、磁性气隙的变化、定子齿部的饱和度随着磁铁靠近的变化等。

[0023] 另外,发电机的输出常常包括可能被检测器电路误认为是零交叉的寄生分量 (例如尖峰)。

[0024] 因而,需要使用可适应 AC 电源的频率和振幅中的宽泛变化、同时最小化输出纹波谐波和滤波要求的相对刚性半导体 (诸如 SCR) 的相对便宜且有效的控制系统。

[0025] 在一些应用中,可能用相对较长的电缆将变换器的输出连接到负载。例如,变换器与蓄电池 (负载) 之间的电缆线路可能足以导致变换器与蓄电池之间的压降。

[0026] 也存在可影响交流发电机系统的运行的许多其它因素。例如,交流发电机系统的运行可受到系统元件温度的相当大的影响,而且有时会失灵。需要包括用于检测对交流发电机系统有害的温度的机构的一种交流发电机控制。

[0027] 在用来对蓄电池充电的交流发电机系统中,蓄电池温度对最佳蓄电池充电电压具有直接影响,而蓄电池硫化作用是缩短蓄电池寿命的主要因素。需要可针对最优化充电电压动态调节输出并动态处理蓄电池硫化的交流发电机充电系统 (特别在机动车应用中)。

[0028] 需要一种包括用于智能控制的机构 (例如微处理器) 的交流发电机充电系统,从而提供例如 :监视电气系统性能 ;提供电气系统保护 ;以及系统操作参数的现场调节。

[0029] 常规强电流机动车交流发电机的定子被构造成具有有效串联连接的大横截面积的导体。这种卷绕方法存在一些问题。例如 :因为每磁极相位线圈的匝数较小 (在一些实例中仅为单匝),所以难以或不可能通过改变相位磁极线圈的匝数来使设计输出电压有微小变化 ;导体的大横截面积使得定子难以卷绕 ;以及线圈之间的短路通常会烧坏整个定子,并且可能使交流发电机停转,从而导致驱动系统的可能损坏或使车辆发动机过载。

[0030] 通常,结合了预定数量组独立绕组的永磁体交流发电机是公知的,这些绕组穿过槽孔绕着预定数量的齿卷绕,其中由各组绕组所提供的功率相对而言不受其它组的状况的影响。例如,在 1999 年 5 月 4 日授予 Scott 等人的美国专利 5,900,722 中描述了这种交流

发电机及其控制器。在专利 5,900,722 所述的交流发电机中,绕组的组数等于磁极数量的整数部分,并且控制器电路选择性地使电流通路连到各组绕组以获得期望输出。

[0031] 然而,仍需要其中可通过改变相位磁极线圈的匝数来获得期望输出电压的紧凑型大功率交流发电机,这些线圈相对易于卷绕、并且最小化短路的后果、同时易于冷却。还需要一种可适应这种交流发电机的变换器。

## 发明内容

[0032] 根据本发明的各个方面,提供可适应诸如永磁体交流发电机的发电机的输出中的宽泛变化、同时提供相对均匀的相位纹波的相对便宜的控制系統。

[0033] 根据本发明,提供了一种控制系统,响应于三相 AC 信号的至少一相,用于生成对开关整流器的控制信号从而生成调节 DC 信号,所述控制系统包括:零交叉检测器,响应于第一信号,用于生成所述至少一相中的零交叉的标记;其中所述零交叉检测器包括:比较器,响应于所述第一信号,用于生成表示所述第一信号的极性的极性信号以及指示零交叉的所述极性信号中的转变;可调熄灭装置,用于生成响应于所述极性信号中的转变而启动的熄灭脉冲,并且具有与连续零交叉之间的预定周期部分相等的持续时间;以及复位脉冲发生器,用于响应于所述极性信号中预定极性的转变,生成预定持续时间的脉冲作为所述相中零交叉的所述标记;可调斜坡发生器,响应于第二信号和来自复位脉冲发生器的复位信号,用于生成表示从出现零交叉时起累积的所述至少一相的电压的时间积分的斜坡信号,并且所述可调斜坡发生器基于所出现的下一相继零交叉复位;触发信号发生器,响应于所述时间积分斜坡信号和表示保持设定 DC 输出的所需触发角的基准信号,用于根据所述时间积分斜坡信号与所述基准信号的比较生成对所述开关整流器的所述控制信号;以及隔离变压器,所述隔离变压器具有被所述三相 AC 信号驱动的初级绕组和多个相隔离的次级绕组,其中所述第一信号和所述第二信号分别由所述隔离变压器的各个次级绕组生成。该第二信号可由所述隔离变压器的第二次级绕组生成。

[0034] 根据本发明的一个方面,开关器件(例如 SCR)的触发信号根据相应 AC 相半周期的电压的时间积分(例如伏秒)来启动。例如,当表示相关联 AC 信号相中的伏秒的斜坡信号达到预定电平时,生成触发信号。在优选实施例中,通过使用表示来自交流发电机自身的电压的信号对电容器充电来生成斜坡。

[0035] 根据本发明的另一个方面,仅响应于出现在与 AC 信号的频率相关(例如跟踪)的预定时间窗内的零交叉启动开关器件(例如 SCR)的触发信号。

[0036] 根据本发明的又一个方面,使用自动增益系统来补偿相应通道之间元件值的差异。根据本发明的另一个方面,控制可补偿变换器与蓄电池之间的长电缆敷设路径中存在的损耗或者其它类似损耗。补偿可通过感测远离变换器的-例如在蓄电池附近、或者变换器内部的电压来实现。根据本发明的又一个方面,蓄电池充电电压可参照蓄电池温度来最优化。根据本发明的再一个方面,提供一种机构来降低蓄电池极板硫化。根据本发明的其它方面,提供机构来监视各种系统参数并实地最优化各种系统参数。根据本发明的另一个方面,已实现了各种系统保护方法。

[0037] 根据本发明的又一个方面,使用较佳地与磁极数量相等的预定数量的磁极相位线圈来卷绕定子绕组。各个磁极相位线圈被卷绕成具有足以生成交流发电机的所需输出电



压、且输出电流除以磁极的数量之比等于 1 的匝数。然后,这些单独的磁极相位线圈并联连接。

[0038] 根据本发明的再一个方面,与每个输出相相对应的各个导电相环被安装在交流发电机内,并且与相关联相相对应的各个线圈被电连接到这些导电相环以便于冷却以及便于分组和传输要控制的输出相。

[0039] 根据本发明的另一个方面,导电相环通过不导电支承结构夹持到位。

[0040] 根据本发明的又一个方面,导电相环被设置成通过暴露于流过该导电相环的诸如空气的冷却流体来提供有效冷却。

## 附图说明

[0041] 以下将结合附图中的示图来描述本发明,其中相同的附图标记表示相同元件(除非另有说明)。

[0042] 图 1 是用于在机械能与电能之间转换的一个系统的框图。

[0043] 图 2A 是根据本发明的各个方面的控制器的框图。

[0044] 图 2B(与图 2A 一起统称为图 2)是根据本发明的各个方面的控制器 2A 内的单个通道的框图。

[0045] 图 3 是适于用在图 2 控制器中的零交叉检测器的示意图。

[0046] 图 4A 是适于用在图 2A 控制器中的可调斜坡发生器、触发脉冲发生器和缓冲器的示意图。

[0047] 图 4B 是图 2A 控制器中生成 SCR 触发信号时所涉及的各种信号的波形的相对定时的示图。

[0048] 图 5 是适于用在图 2A 控制器中的可调斜坡发生器、触发脉冲发生器和自动增益控制电路的示意图。

[0049] 图 6 是适于用在图 2A 控制器中的误差信号放大器和可调基准电压源的示意图。

[0050] 图 7 是适于用在图 2A 控制器中的系统使能电路和缓冲光耦合器的示意图。

[0051] 图 8 是适于用在图 2A 控制器中的不点火(No-Fire)检测电路的示意图。

[0052] 图 9A 和 9B(统称为图 9)是适于用在图 2A 控制器中的示例性状态读出电路的示意图。

[0053] 图 10A 和 10B(统称为图 10)是适于结合图 2A 控制器使用的开关电桥的简化示意图。

[0054] 图 11A 和 11B(统称为图 11)是适于结合图 2A 控制器使用的替代开关电桥的简化示意图。

[0055] 图 12A-12Z 以及图 12AA-12AG(统称为图 12)是用于有效操作图 2A 控制器的微控制器程序的示意性流程图。

[0056] 图 13 是适于用在图 2A 控制器中的消弧电路的示意图。

[0057] 图 14 是适于用在图 2A 控制器中的继电器指示电路的示意图。

[0058] 图 15 是适于由图 2A 控制器使用的辅助 12V 馈电电路的示意图。

[0059] 图 16 是适于用在图 2A 控制器中的微控制器的框图。

[0060] 图 17A-17e 统称为图 17。

- [0061] 图 17A 是根据本发明的各个方面的交流发电机的外部侧视图。
- [0062] 图 17B 是沿图 17A 交流发电机的 A-A 线取得的截面视图。
- [0063] 图 17C 是图 17A 交流发电机中的一端子的截面视图。
- [0064] 图 17D 是沿图 17A 交流发电机的 B-B 线取得的、示出了交流发电机内的导电相环的相对设置的简化截面视图。
- [0065] 图 17E 是示出了导电相环的可能变化的示图。
- [0066] 图 18A 是示出了单个磁极相位线圈的示图。
- [0067] 图 18B 是定子磁芯以及图 17A 交流发电机的导电相环的简化立体图,它示出了导电相环与相应组的绕组(略去绕组端匝)之间的连接。
- [0068] 图 18C 是具有各个磁极组的绕组卷绕其上的定子的侧视图。
- [0069] 图 18D 是定子磁芯以及图 17A 交流发电机的导电相环的立体图,它示出导电相环与所有相应组的绕组(略去绕组端匝)之间的连接。

### 具体实施方式

[0070] 现在参看图 1,根据本发明的各个方面的、用于在机械能与电能之间进行转换的系统 100 包括控制器 110 和开关电桥 112。系统 100 适于与诸如交流发电机 102 的 AC 电源和例如涡轮或发动机的机械能量源(例如驱动器)104、诸如电动机的负载 106,以及如有需要,诸如蓄电池、电容器或飞轮的能量存储器件 108 合作。如有需要,也可提供逆变器(有时分类为包括负载 106 的一部分)来生成恒定预定频率和振幅(例如 60Hz、120V)的 AC 信号。

[0071] 通常,响应于来自能量源 104 的机械输入交流发电机 102 生成 AC 电源。交流发电机 102 较佳地提供多相(例如三相、六相等)AC 输出信号,例如相 A(118)、相 B(120)和相 C(122)。那些输出信号通常未经调节,并且会根据驱动 RPM(源 104)显著变化。

[0072] 较佳地通过输入保险丝 128 将来自交流发电机 102 的 AC 相信号施加到系统 100。系统 100 对来自交流发电机 102 的 AC 信号进行整流,即将其变换成 DC 信号并将该信号的电压调节至例如 28V 的预定电平。响应于来自控制器 110 的控制信号,开关电桥 112 选择性地来自交流发电机 102 的 AC 信号的各个相与负载 106 之间提供导电路径。图 10(经典全控 SCR 电桥)和图 11(独立电桥阵列)中示出了示例性开关电桥 112。控制器 110 选择性地对开关电桥 112 生成控制信号,以便产生预定电压下的经调节输出信号。如后面将更全面描述的,控制器 110 在本地的输入端 114 或较远的输入端 140 处采样经调节输出、并调整输入到电桥 112 的信号以便保持适当输出。另外,在输出端 116 读出输出电流,以便进一步修正对电桥 112 的控制信号。

[0073] 然后,适于通过输出保险丝 136 将经调节 DC 信号-电压经调节输出(VRO)-施加到负载 106 和能量存储器件 108。负载 106 可以是使用电源的任意设备,比如灯、电动机、加热器、电气设备、例如逆变器或 DC 到 DC 变换器的功率变换器。能量存储器件 108 对控制系统 110 的输出进行滤波或平滑(尽管在各个实施例中,控制器 110 可自身结合或以其它方式提供充分滤波)。

[0074] 另外,如后面将更全面描述的,也可提供其它输出 150 和 160。也提供消弧电路 142 来用于系统保护。

[0075] 交流发电机 102 可以是响应于机械输入生成 AC 电源的任意适当设备, 诸如无刷 AC 发电机或永磁体交流发电机, 以及较佳地为 Charles Y. Lafontaine 和 Harold C. Scott 共同拥有的、题为“Compact High Power Alternator (紧凑型大功率交流发电机)”并在 2004 年 7 月 12 日提交的待批美国专利申请 No. 10/889, 980 中所述的一类交流发电机。由此, 前述 Lafontaine 等人的申请通过如在本文中逐字阐述般的引用结合于此。如将进一步描述的, 在优选实施例中, 交流发电机 102 是紧致大功率一类的, 但是对于各个磁极包括相应组的绕组 (包括与每个相相对应的至少一个绕组), 并且所有这些都与给定相相对应的绕组并联连接。较佳地, 与同一相相对应的线圈之间并联连接通过相应的导电相环 138 起作用, 并且包括设置于导电相环 138 与交流发电机的输出端 126 之间的熔线连接 124。导电相环是有效地将各个单独线圈的输出采集到相应导电相环的装置, 该相环进而附连到其相应输出端。随着磁极数量的增加, 单个线圈的数量也增加。聚集线圈的常规方法涉及将电动机电线焊接到常规绝缘的电动机导线。随着交流发电机的额定输出增加, 也要求相应地增加电动机导线的负荷能力。可用于满足电动机导线的增加负载要求的唯一手段是通过增加单条电线的直径或使用并联的多条电线来增加电线的累计直径。实际结果是电动机导线的横截面积变得越来越大。当考虑到线圈的总数量及其相应端匝、以及导线及其相关联的绝缘时, 导体和电动机导线捆绑在一起所得到的定子组件使各个端匝相互绝缘, 从而不利于冷却。结果所得的组件也限制了端匝上唯一存在气流, 从而进一步延缓冷却。将结合图 17 描述交流发电机 102 的一个优选实施例。

[0076] 简言之, 交流发电机 102 适当地包括安装在旋转轴上并相对于固定定子同轴设置的转子。定子适当地包括在一端 (中性) 以星形配置连接在一起的各个相绕组 A、B 和 C。在工作时, 转子通过外部能量源 404 直接或经由诸如传送带的中间系统驱动。在机动车应用中, 交流发电机 102 通常安装在防护罩之下, 并由车辆发动机皮带传动。转子与定子之间的相对运动导致绕组中感生电压。交流发电机 102 较佳地被设计成在空转时生成预定最小电压, 或者在满载状态下生成最小 RPM。如上所述, 在机动车应用中, 驱动 RPM 可宽泛地变化, 例如从空转时的 600RPM 到大型柴油货车的 3000RPM 和轻型柴油机的 600 到 4000RPM, 以及汽油车发动机的 600 到 6500RPM。另外, 交流发电机必须适应负载变化, 即从空载到满载。因而, 在与汽油车发动机一起使用时, 永磁体交流发电机 102 的输出电压发生 12 : 1 的变化。因此, 如果需要常规永磁体交流发电机在给定负载下处于空转速度时提供工作电压 (例如 18 伏特), 则在该负载的满发动机 RPM 下, 将需要提供多倍的工作电压, 例如电压的十二 (12) 倍 (例如 216 伏特)。

[0077] 现在参看图 2A 和 2B, 控制器 110 适当地包括针对由交流发电机 102 提供的输出信号的每个相的电路通道。每个电路通道包括: 相应的相隔离变压器 204 (例如分别针对三相 AC 信号的相 A (118)、相 B (120) 和相 C (122) 的变压器 204A、204B 和 204C); 相应零交叉检测器 206 (例如分别针对相 A (118)、相 B (120) 和相 C (122) 的 206A、206B 和 206C); 相应可调斜坡发生器 208 (例如分别针对相 A (118)、相 B (120) 和相 C (122) 的 208A、208B 和 208C); 以及相应触发脉冲发生器 210 (例如分别针对相 A (118)、相 B (120) 和相 C (122) 的 210A、210B 和 210C)。参看图 2B, 零交叉检测器 206 各自适当地包括滤波比较器 212、可调熄灭装置 214 和复位脉冲发生器 216。触发脉冲发生器 210 各自适当地包括比较器 218 和适当的数字路径选择逻辑 220。

[0078] 参看图 2,相之一(例如相 A(118),也可参见图 4)被指定为基准相,并包括接收可调斜坡发生器 208 的输出的适当的缓冲放大器 224。根据本发明的一个方面,与其它相(例如相 B(120)和 C(122),也可参见图 5)相关联的各个电路通道各自包括自动增益控制(AGC)放大器 222(例如针对相 B(120)的 222B;针对相 C(122)的 222C)。AGC 放大器 222 与相关联电路通道的可调斜坡发生器 208 合作,(通过缓冲器 224)被引到基准通道的可调斜坡发生器 208(例如可调斜坡发生器 208A)的输出,由可调斜坡发生器 208(例如 208A、208B 和 208C)生成的斜坡的平均电压值通过 AGC 放大器 222(例如 222B 和 222C)处理成相等。

[0079] 控制器 110 适当地还包括:例如误差信号放大器 226 和可调基准电压发生器 228 的电路,用于生成与相关联可调斜坡发生器 208 的输出作比较的、表示对触发脉冲发生器 210(例如 210A、210B、210C)的所需触发角的基准信号;与系统 100 的各个其它元件合作的常规微处理器或微控制器 248(例如 PIC18F242),用于生成表示各种操作条件或对其作出反应的信号(例如响应于系统温度控制各个风扇、由于过高温状态而限制电流或关闭系统、由于过电压或欠电压状态而关闭系统等);光使能电路 250,用于选择性地允许和禁止对开关电桥 112 施加触发信号;不点火电路 252,用于在禁止对开关电桥 112 施加触发信号期间生成表示特定指定状态的信号;系统启动电路 254,用于所有相都不产生信号时禁止操作;适当的逻辑电源 256;以及过电压检测电路 258。

[0080] 现在参看图 2B,通常,隔离变压器 204 的每一个都具有一个由相关联相对相电压驱动的初级绕组和多个相隔离的次级绕组(230A、230B 和 230C)。零交叉检测器 206 各自检查相关联变压器 204 的次级绕组之一(例如 230A),并确定电压波形何时零交叉。

[0081] 如前所述,零交叉检测器 206 各自适当地包括滤波比较器 212、可调熄灭装置 214 和复位脉冲发生器 216。滤波比较器 212 确定电压何时超出或低于基准点-例如 0 伏特到 3.5 伏特,较佳地为 2.5 伏特。转换点被认为是一潜在零交叉。向相关联触发脉冲发生器 210 提供信号极性标记。可调熄灭装置 214 提供等于零交叉-零交叉周期的一预定部分-例如为 30%到%70%之间,较佳地为 50%-的熄灭脉冲,从而可能由跟随真实零交叉的噪声所导致的寄生零交叉信号不会触发复位脉冲发生器 216。可调斜坡发生器 208 各自生成具有形状特性的、表示出现在相关联变压器的次级绕组(232A、232B、232C)上的伏秒的斜坡。将此斜坡与来自误差信号放大器 226 的斜坡基准电压(RAMP\_REF)相比较。比较器 218 上的一致性断言输入到数字路径选择电路 220 的一个信号,该数字路径选择电路 220 生成接通电桥 112 中适当开关器件的触发信号。斜坡通过相关联复位脉冲发生器 216 来复位。

[0082] 更具体地,相隔离变压器 204 的每一个(例如变压器 204A、204B 和 204C)适当地包括初级绕组和多个(例如 3 个)次级绕组(230、232 和 234),并且生成一些隔离的成比例的电压波形,这些波形体现了相应初级绕组上相关联相电压的特性。初级绕组通过交流发电机相 A(118)-B(120)、B(120)-C(122)或 C(122)-A(118)来驱动。次级绕组向相关联零交叉检测器 206 和斜坡发生器 208、以及向系统启动电路 254 提供信号。相隔离变压器 204 是能够为具体应用提供充分隔离的适当的可购买的变压器,诸如在优选实施例中为 Tamura 公司的 3FS-248 变压器。

[0083] 将表示来自各个变压器 204 的次级绕组之一的相关联相(例如 A(230A)、B(230B)或 C(230C))的波形的信号施加到相关联零交叉检测器 206(例如 206A、206B 和 206C)。零

交叉检测器 206 检测信号中电压零交叉的出现和极性,并生成波形极性信息和斜坡复位信号。将每个零交叉检测器 206(例如 206A、206B 和 206C)的输出信号提供给相关联可调斜坡发生器 208(例如 208A、208B 和 208C)和触发脉冲发生器 210(例如 210A、210B 和 210C)。如果通过光耦合使能电路 250 启用,触发脉冲发生器的输出被施加以启动 SCR。如果 INHIBIT 信号通过微控制器 248 或不点火电路 252 断言,则光耦合使能电路将不启用触发脉冲发生器。

[0084] 如前所述,零交叉检测器 206 各自适当地包括滤波比较器 212、可调熄灭装置 214 和复位脉冲发生器 216。现在参看图 3,滤波比较器 212 适当地包括低通前置滤波器 308 和比较器 310(具有较佳地在 0.1 与 0.3 伏特之间、更佳为 0.28 伏特的轻微 DC 磁滞)。滤波器 308 从来自变压器 204 的 AC 相信号中有效地消除高频尖峰。比较器 310 生成表示 AC 相信号的极性的信号;比较器 310 输出中的转变表示零交叉。比较器 310 的输出(表示相关联 AC 相中的零交叉和极性)被施加到相关联可调熄灭装置 214,并且在名义连接点 304 上提供以施加到相关联触发脉冲发生器 210。

[0085] 可调熄灭装置 214(与触发脉冲发生器 210 合作)在比较器输出中有效地防止可能以其它方式导致生成 SCR 触发信号的寄生转变。防止在比较器半周期的预定部分内发生的转变(例如在零交叉之后的预定数量的相位角内)生成 SCR 触发信号。仍参看图 3,可调熄灭装置 214 适当地包括单稳态多谐振荡器(单稳态触发器)312、滤波器 314 和可调电流源 316。单稳态触发器 312 通过比较器 310 输出中的正向或负向转变两者来触发。由单稳态触发器 312 生成的脉冲的持续时间是触发脉冲之间的时间的一预定部分(例如适当地在 30%到 70%的范围内,并且较佳地为 50%),即比较器 310 输出的半周期的持续时间。

[0086] 在优选实施例中,单稳态触发器输出脉冲的持续时间通过对定时电容器(例如 318)充电所需的时间来控制。当单稳态触发器 312 被触发时,定时电容器通常被放电,并且单稳态触发器 312 的输出被保持在预定电平(例如单稳态触发器 312 的输出 Q 保持高电平)直到电容器 318 再充电至预定电平(此时 Q 输出变成低电平)。在常规应用中,定时电容器通常经由一电阻器进行充电,并且单稳态触发器输出脉冲的持续时间恒定。然而,在本发明的优选实施例中,定时电容器通过由与单稳态触发器输出的占空比(以及由此比较器输出的频率)成比例的信号所驱动的电流感应源 316 来充电,从而对定时电容器充电所需的时间与单稳态触发器输出的占空比成反比。更具体地,反相输出(单稳态触发器 312 的  $\bar{Q}$ )被施加到对电流感应源 316 生成与单稳态触发器输出的占空比成比例的 DC 信号的滤波器 314。因而,如果 Q 输出脉冲的占空比(比较器输出半周期的百分数)减小,则提供给定时电容器的电流也将减小。随着充电电流的减小,需要更多的时间来将电容器充电至预定电平,从而增加了单稳态触发器输出脉冲的持续时间。相反,如果单稳态触发器输出信号的占空比增加,则通向定时电容器的电流将增加,从而加速定时电容器的充电。滤波器 314 的元件值被选择成使单稳态触发器输出的占空比等于给定比较器输出频率下的预定值。最终结果是不管触发器输入的速率如何,单稳态触发器输出信号的占空比都将自调节到预定值。单稳态触发器 312 的输出被提供给复位脉冲发生器 216,并且在连接点 320 上被施加到相关联触发脉冲发生器 210。

[0087] 响应于预定极性(例如上升沿)的转变,复位脉冲发生器 216 生成适于施加到斜坡发生器 208 中的开关元件(例如图 4 晶体管 414)来复位斜坡(例如图 4 放电电容器 412)

的一持续时间短的均匀脉冲。如图 3 所示,脉冲发生器 216 适当地包括在名义连接点 306 上提供用于施加到相关联斜坡发生器 208 和相关联触发脉冲发生器 210 的脉冲的单稳态触发器 320。因为单稳态触发器 320 仅响应来自单稳态触发器 312 的可调熄灭装置脉冲的上升沿,所以在由可调熄灭装置定义的时段内仅生成复位脉冲一次。

[0088] 可调斜坡发生器 208(例如 208A、208B、208C)生成表示相关联相电压(伏秒)的时间积分的电压斜坡。该斜坡在相零交叉复位。更具体地,响应于来自相关联隔离变压器 204 的第二次级绕组(例如 232A)的信号,可调斜坡发生器 208 各自生成伏特/秒斜坡。斜坡发生器 208 在相关联相的零交叉上复位(并开始新的斜坡),如通过来自相关联零交叉检测器 206(复位脉冲发生器 216)的复位脉冲所指示。因而,斜坡发生器 208 的瞬时输出电压表示相关联相半周期的伏秒。可调斜坡发生器 208 向相关联触发脉冲发生器 210(210A、210B、210C)提供伏/秒斜坡。如将进一步描述的,相关联触发脉冲发生器 210 将斜坡脉冲与基准脉冲作比较,并且除非被光耦合使能电路 250 禁用,将因此生成 SCR 触发脉冲信号(例如当斜坡电压等于基准电压时)。

[0089] 在与指定基准相(例如相 A)相关联的通道(例如相 A)的情况下,斜坡也经由缓冲放大器 224 被施加到与其它通道相关联的相应 AGC 放大器 222(222B、222C)。如将更全面描述的,为了便于自动增益控制,与指定基准相(例如 208A)相关联的斜坡发生器 208 的特定元件(例如图 4 电阻器 410)的值较佳地与和其它相相关联的类似元件的值相关,从而与基准相相关联的斜坡发生器 208 的输出斜坡大于由其它通道生成的斜坡。图 4 中示出了适于与指定基准相结合使用的示例性斜坡发生器 208(例如斜坡发生器 208A)。图 5 中示出了适于与其它相结合使用的示例性斜坡发生器 208(例如斜坡发生器 208B、208C)。

[0090] 参看图 4 和 5,斜坡发生器 208 适当地包括整流器电桥 408、与电容器 412 合作的电阻(例如电阻器或电阻网络)410、以及开关器件 414(例如晶体管)。整流器电桥 408 生成 DC 信号(表示相关联 AC 相的电压大小),该信号通过电阻 410 施加到充电电容器 412。开关器件 414 被设置成向电容器 412 提供可控放电路径(例如在电容器 412 上进行分流)。响应于来自复位脉冲发生器 216、被施加到名义连接点 306 的复位脉冲(在零交叉生成),开关器件 414 导通,以便对电容器 412 放电。因而,从启动瞬态半周期的零交叉开始,电容器 412 通过表示 AC 相电压的电流充电,从而电容器 412 上的电压表示在此半周期期间 AC 相的累计伏秒。

[0091] 生成作为交流发电机自身电压的函数的斜坡(例如波形的伏秒)适应宽泛范围的交流发电机 RPM。在半周期期间,由交流发电机的给定绕组生成的电压的时间积分(伏秒)在任意 RPM 下是恒定的。随着交流发电机 RPM(并且因此由变压器 204 所提供信号的频率)增加,半周期的持续时间减小,但是信号的电压增加,从而半周期的伏秒保持恒定。因而,对于每个半周期,在任意 rpm 下斜坡是相同的峰值(总伏秒)。

[0092] 斜坡发生器 208 较佳地也包括与滤波比较器 212 中的前置滤波器 308 相对应的补偿滤波器 416。如前所述,较佳地在滤波比较器 212 中使用前置滤波器来消除相关联相隔离变压器 204 输出中的寄生高频瞬变。前置滤波器 308 往往将相移插入到从中生成零交叉(和复位脉冲)的信号。期望在斜坡(例如斜坡间隔)和复位脉冲的生成之间保持合理的保真度。因此,滤波器 416 被设置成在获得斜坡的信号中生成类似相移。

[0093] 再次参看图 2,触发脉冲发生器 210(例如 210A、210B、210C)将施加到名义连接点

404 的、表示相关联相的伏秒的斜坡（来自相关联斜坡发生器 208）与例如 RAMP\_REF 的表示期望触发角（即 AC 信号中与期望占空比相对应的相位角以及伴随的期望 DC 输出电平）的控制电压作比较。在电压相等时，生成 SCR 触发信号，并且除非被光耦合使能电路 250 禁用，将被路由到适当的 SCR。图 4 中示出了一示例性触发脉冲发生器 210。触发脉冲发生器 210 适当地包括比较器 218 和适当的数字路径选择逻辑 220。比较器 218 生成表示何时来自斜坡发生器 208 的伏秒斜坡（在名义连接点 404 上提供）超出表示期望触发角的基准信号（RAMP\_REF）（在优选实施例中，由与基准电压发生器 228 合作的误差信号放大器 226 提供）的信号。数字路径选择逻辑 220 适当地包括 RC 网络 450、相应 D 型（例如 74HC74）触发器 456 和 458、增强时钟电路 464、或非门 452、异或门 454 以及相应光耦合器 460 和 462。响应于：

[0094] 比较器 218 的输出（表示何时来自斜坡发生器 208 的伏秒斜坡超出基准信号（RAMP\_JREF））；

[0095] 在名义连接点 304 上提供的、滤波比较器 212 的输出（表示瞬态半周期的极性）；

[0096] 在名义连接点 302 上提供的、可调熄灭装置 214 的输出（表示半周期的 AC 相中转变被视为寄生并被忽略的预定部分）；以及

[0097] 在名义连接点 306 上提供的复位脉冲（表示 AC 相中的零交叉转变）；以及

[0098] 来自光使能电路 250 的 ENABLE 信号，数字路径选择电路 220 在被激活时，对关联于伏秒斜坡与基准信号（RAMP\_REF）之间的电压相等时的相的正或负 SCR 生成触发信号。在正常操作期间，斜坡信号（在名义连接点 404）将超出基准信号 RAMP\_REF，从而比较器 218A 生成输出信号，该输出信号通过门 452 和 454 以便将数据从触发器 456 时钟输入到触发器 458。触发器 456 的输出  $\overline{Q}$  作为信号 ZC\_SIG 被提供给微控制器。触发器 458 的输出被施加到缓冲光耦合器 460 和 462（在图 7 中更具体地示出）。当触发器 458 的输出改变状态时，光耦合器（如果被启用）被激活，从而向相关联 SCR 发送信号以启动。不存在由微控制器或不点火电路 252 断言的 INHIBIT 信号时，光耦合器 460 和 462 被光使能电路 250 启用。由触发器 456 保持的极性信息从比较器 310（零交叉检测器 206 中）在名义连接点 304 上提供的输出导出，并且通过点 302 上的可调熄灭装置信号来进行时钟控制（适当地通过 RC 网络 450 延迟）。在信号 404 从不超出 RAMP\_REF 的情况中，将不生成任何时钟信号。在没有时钟信号生成的情况中，在零交叉（信号 306 RAMP RESET）时，晶体管对 464 对触发器 458 启动增强时钟。图 4B 的时序图中示出了生成 SCR 触发信号时所涉及的各种信号的波形。

[0099] AGC 放大器 222B 和 222C 将来自与指定基准相相关联的斜坡发生器 208（例如 208A）的平均电压与来自相关联斜坡发生器的（例如 208B 或 208C）平均电压作比较，并调节相关联斜坡发生器（208B 或 208C）的增益，从而使输出斜坡大小与 208A 的输出斜坡大小相匹配。图 5 中示出了适于结合指定基准相（例如斜坡发生器 208B、208C）使用的示例性 AGC 放大器 218。

[0100] 如前所述，由于与各相相关联的电路之间的元件值中的变化、由于例如容限、温度差异、绕组电压变化等，与各个相相关联的电桥的部分（引脚）的输出中往往存在变化。AGC 放大器 222 的使用为这些差异提供了补偿。参照图 5，AGC 放大器 222 较佳地包括：差分放大器 502；可调电阻器件 504，比如 4N25 光耦合隔离器；相应滤波器 501 和 508，以及缓冲器 506（类似于图 4 中的缓冲器 224）。差分放大器 502 接收表示来自与指定基准相相关联的

通道的伏秒斜坡（例如斜坡发生器 208A 的输出）的时间积分（平均值）、以及表示来自相关联通道的斜坡输出（例如斜坡发生器 208B 或 208C 的输出）的时间积分（平均值）的信号。更具体地，名义连接点 402 上表示由缓冲器 224（图 4）提供的基准相斜坡的信号被施加到滤波器 501。滤波器 501 生成表示基准相伏秒斜坡的时间积分（平均值）的 DC 信号，该信号被施加到差分放大器 502 的一（例如正）输入端。名义连接点 404 上来自相关联通道的伏秒斜坡（例如斜坡发生器 208B 或 208C 的输出）通过缓冲器 506 并被施加到滤波器 508。滤波器 508 生成表示相关相伏秒斜坡的时间积分的 DC 信号，该信号被施加到差分放大器 502 的其它（例如反相）输入端。使用伏秒斜坡的积分允许不管相之间的相角差（例如  $120^\circ$ ）而进行比较。各个伏秒斜坡的积分之间的由放大器 502 生成的差异被用来控制可调电阻 504 的电阻值。可调电阻 504 被连接成使这种调节改变电阻 410 的有效电阻，从而控制相关联斜坡发生器 208（208B 或 208C）中电容器 412 的时间常数，使相关伏秒斜坡（例如来自 208B 或 208C）的时间积分等于基准相伏秒斜坡（例如来自 208A）的时间积分（平均值）。因而，与相应相相关联的类似元件之间的变化的影响被最小化。

[0101] 如前所述，当表示相关相的伏秒斜坡与表示期望触发角的控制电压一致时，触发脉冲发生器 210（例如 210A、210B、210C）对适当的 SCR 生成触发信号。控制信号可以是固定（恒定）的，或者例如在有助于保持预定调节输出电压的反馈回路中是可变的。在优选实施例中，基准信号被构建为控制回路的一部分。通过比较输出电压的一部分与来自可调基准电压 228 的基准电压，误差信号放大器 222 提供最终改变 SCR 触发等待时间并由此调节输出电压的控制电压。

[0102] 参看图 1、2 和 6，负载 106 上的电压通过适当连接馈送回误差信号放大器 226 的电压反馈输入端（将在后面更全面描述的本地 114 或远程 140）。误差信号放大器 226 根据反馈信号与表示期望输出电压的基准电压偏差生成控制信号 RAMP\_REF。误差信号放大器 226 较佳地包括适当的比例放大器 602、差分放大器 604 和适当的逆变器 / 电平移动器 606。由控制器内的内部连接提供本地反馈电压（114）、或者远程反馈电压（140）通过放大器 602 来适当地按比例缩放，并且经缩放电压作为一个输入被施加到差分放大器 604。另外，此信号作为 V\_SENSE 被提供给微控制器。差分放大器 604 生成表示经缩放反馈信号与表示期望输出电压的基准电压（在优选实施例中由可调基准电压源 228 提供）的偏差的信号。差信号按需通过逆变器 / 电平移动器 606 来反相或电平移动，并且作为控制信号 RAMP\_REF 施加到触发脉冲发生器 210。如后面将更全面说明的，RAMP\_REF 信号也通过施加在 610 的上升充电信号、施加在 608 的蓄电池温度信号、以及响应于电流信号 116 及电流监听信号 FOLD\_30 与 FOLD\_60 的电流控制求和放大器 612 来调制。

[0103] 可调基准电压源 228 提供基准电压。该基准电压可以是固定（恒定）的，或者与优选实施例中一样，根据环境参数来动态调制。例如，在其中连接变换器的输出与负载的相对较长电缆会足以导致显著压降的应用中，基准电压被调制以解决这种压降。当流入负载的电流增加（并且敷设电缆压降增加）时，电压调节点被向上调节成在负载上保持期望稳定电压。

[0104] 在特定应用中，适当的敷设电缆可被安装在期望调节点（例如蓄电池电极）与远程感测输入（140）之间。然而，在其它应用（特别是改进应用）中，适当电压感测敷设电缆的安装可能是不实用的。为了在远程感测不实用的应用中适应这种调节，使用电流传感器



(例如霍尔效应器件、分流器或类似器件) 116 以及包括并联分压器 VR1 和 VR2 的可调基准电压源 228。分压器 VR1 和 VR2 最初被调节成空载状态(零电流)以便提供表示期望输出电压的基准电压(例如分压器 VR1 的电刷被设定成产生期望基准电压,而分压器 VR2 的电刷被设定成接地)。然后,增加系统负载,并且 VR2 被调节成将负载(或蓄电池)上的电压恢复成期望标称电压。其后,在操作中,从传感器 116 施加到分压器 VR2 的电流反馈信号有效地调制基准电压以补偿电缆中的电阻下降,从而不管电缆中的电流和电压降如何,负载 106 上的电压都基本上恒定。或者,远程感测输入 140 可被用来确保调节感测点(例如蓄电池或敏感负载应用)上的电压被保持,从而消除诸如长电缆的固有系统损耗。为了利用远程感测,适当的敷设电缆应当被安装成在调节点(例如蓄电池电极)与远程感测输入(140)之间形成连接。由于本地感测输入 114 上的电阻,施加到输入 140 上的远程感测信号将自动地覆盖 114 上的本地感测输入。当使用远程感测时,分压器 VR2 的电刷被设定成接地。因此,不管输出与感测点之间的任意损耗,系统都将调节 VRO 以在感测点(例如蓄电池电极)保持期望电压。

[0105] 期望调节电压输出设定点(VRO)以适应蓄电池温度的变化。如图 6 所示,可包括标称地提供给输入连接点 608 的、用于生成表示蓄电池温度的信号的温度传感器的输出。施加到名义连接点 608 的蓄电池温度传感器的输出与输入和比例放大器 602 的输出进行求和。因此,蓄电池温度控制对 RAMP\_REF 信号的振幅进行调节的反馈信号,由此根据蓄电池温度(例如对于铅壳硫酸蓄电池,每升高 1°C 对应充电电压中约 10mV 的下降)调制开关电桥 112(VRO)的输出。这将使得蓄电池充电电压可根据蓄电池温度来最优化。

[0106] 还期望周期性地使系统充电电压即 VRO 升高以便使蓄电池极板脱硫。为了实现这个,微控制器 248 周期性地对基准放大器 604 断言一信号(在名义连接点 610 上提供),从而导致 RAMP\_REF 变低,由此使期望输出电压(VRO)升高。

[0107] 期望保护系统电路免遭过电流状态以防止系统元件发生故障。再次参看图 6,提供常规加法放大器 612 来对电流感测监视器 116 的输出和来自微控制器 248 的限流信号进行求和。微控制器 248 适当地响应于超温度状态生成表示所需限流功能-即限制输出电流达例如 30%或 60%的选定百分比-的信号。微控制器 248 将对加法放大器 612 的适当缩放输入(例如减小输入的 30%, FOLD\_30 或 60%, FOLD\_60)断言一低逻辑电平信号。加法放大器 612 的输出进而与逆变器/电平漂移放大器 606 的输入进行求和,由此调制 RAMP\_REF 信号,从而在过电流或电流监听状态期间减小 VRO 设定点。

[0108] 在非 12 伏系统(例如 24 伏系统)中,可能期望向辅助系统提供 12 伏电源。在一些 24 伏的汽车应用中,交流发电机提供 12 伏信号,该信号通常通过对连接到报警灯的继电器供电来控制交流发电机报警指示器。因此,简要地参看图 1 和 14,电路 150 可被包括在系统 100 中来提供适于对继电器或提供系统操作(例如系统操作正常)指示的指示器供电。电路 150 由来自微控制器 248 的 RELAY\_ENABLE 来激活。

[0109] 在一些应用中,可能期望提供足以操作系统 100 内的 12 伏子系统的 12 伏电源来代替或添加到图 14 的电路。现在参看图 1 和 15,电路 160 可被包括到系统 100 中以提供足以从开关电桥 112 的输出(VRO)获得高达 10 安培的电流的 12 伏电源。电源 160 由来自系统启动电路 254 的 SYSTEM\_START 信号来启用。或者,在机动车应用中,来自车辆点火开关的信号可用来启用电路 160。

[0110] 按照应用需要指定,电源 150 和 160 两者都不、或者之一或两者可包括在系统 100 中,或者可用不同电压源替代。

[0111] 期望提供各种失效保险系统来在异常运行状态中防止对元件的可能损害。如图 2 中所示,控制器 110 适于包括各种子系统(例如微控制器 248、系统启动电路 254、过电压电路 258 等)来在特定状态下有效禁用控制器 110,诸如当来自交流发电机的输入未被检测到时、来自误差信号放大器 226 的控制电压 RAMP\_REF 接近或超过指定基准相(来自例如名义连接点 402 上的可调斜坡发生器 208A 和缓冲器 224)的伏秒斜坡值、或者超出温度限制。这些状态通过由微控制器 248 或不点火电路 252 生成 INHIBIT 信号来指示。参看图 2A、4 和 7,在不施加来自微控制器 248 或不点火电路 252 的使控制器正常操作的 INHIBIT 信号的情况下,光使能电路 250 适当地包括用于对光耦合器 460 和 462 施加启动电压的常规开关。在 INHIBIT 信号开始时,电路 250 消除光耦合器 ENABLE 信号。

[0112] 图 8 中示出了示例性不点火电路 252。不点火电路 252 将基准信号 RAMP\_REF 与缓冲器 224 的输出作比较,该输出表示由指定基准相通道生成的伏秒斜坡(在名义连接点 402 处提供)。超过点 402 处的缓冲斜坡信号的 RAMP\_REF 信号表示误差信号放大器 226 对极小负载或空载状态作出响应。当基准信号 RAMP\_REF 超出缓冲器 224 的输出(点 402 处)时,不点火电路 252 断言 INHIBIT 信号。这防止启动 SCR,直到 RAMP\_REF 信号降至低于缓冲器 224 的输出(点 402 处)的值,SCR 在该值开始重新启动。

[0113] 图 9B 中示出了一示例性过电压检测电路 258。过电流检测电路 258 监视开关电桥 112 的输出(VRO),并且当 VRO 超出预定电压值(例如  $VRO+15\%$ )时生成 OVER\_VOLT 信号。OVER\_VOLT 信号被传递给微控制器 248,该控制器进而通过断言 INHIBIT 信号来响应。

[0114] 在优选实施例中,系统启动电路 254 防止系统在从交流发电机 102 输入的 AC 的所有相都不存在的情况下工作。参看图 2A 和 9A,系统启动电路 254 从各个隔离变压器 204A、204B 和 204C 的第三次级绕组(例如分别为 234A、234B、234C)处接收表示各个相的输出的信号,并且仅当所有相都存在时生成控制信号 SYSTEM\_START。5V 逻辑电源 256(图 15)的激活取决于所有 3 个隔离变压器 204A、204B 和 204C,这些隔离变压器提供表示交流发电机 102 的所有三个相存在的各个标称输出。如果任何相可能发生故障,则系统将停止运行。

[0115] 为了保护免受过电流状态(例如电流短路),熔线 124 被设置在交流发电机 102 的相线路中,输入保险丝 128 和输出保险丝 136 被设置在控制系统 100 中(例如用于 350 安培系统的 350 安培熔线、350 安培输入保险丝和 400 安培输出保险丝)。另外,为了保护电气系统元件免受过电压状态,短路消弧电路 142(图 1 和 13)被设置在开关电桥 112 的电压调节输出上。如果发生灾难性的过电压(例如 VRO 的 130%),则消弧电路 142 短接系统 100 的输出。在另一个实施例中,消弧电路可被用来接通所有开关电桥 112SCR,由此短接交流发电机的输出。图 13 中示出了一示例性消弧电路 142。

[0116] 提供表示其它操作参数的信号的其它传感器电路可用来对微控制器 248 生成输入作为与生成 INHIBIT 信号相关的参数。例如,参看图 16,来自传感器电路(未示出)的表示比如交流发电机 102 的温度、安装有各种元件的散热片的温度、蓄电池的温度及其流入或流出蓄电池的电流、干线电压(VRO,负载 106 的 DC 电压,通过采样输入和比例放大器 602 的输出,例如图 6 中的 V\_SENSE)、输出电流信号 116 和表示交流发电机 RPM 的来自零交叉检测器的缓冲信号(例如图 4 中的 ZC\_SIG)的各种系统参数的信号被施加到微控制器 248 作

为输入。响应于这些输入,微控制器 248 执行程序来生成:

[0117] 各种操作参数的标记,以及

[0118] 用于包括可用于延长寿命的变速风扇的各个风扇(未示出)(例如交流发电机冷却风扇、控制系统冷却风扇)的控制信号

[0119] 周期性地将开关电桥 112 的输出(VRO)增大至足以通过将硫从蓄电池极板驱赶到电解质的溶液中来降低蓄电池中的硫化的电平。当系统静默(例如关闭发动机)时,根据基于蓄电池温度、电压和放电速率的蓄电池容量的计算可断言此增大的充电电压。例如,可将任意给定温度下的蓄电池电压与所使用电池类型(例如 Pb-Pb 或 Pb-Ca)的标称电压的查找表作比较。另外,可计算蓄电池上任意给定耗用电流的电压下降速率以提供蓄电池容量指示。然后,可在名义连接点 610 断言下一次启动系统的上升充电电压信号。

[0120] 另外,基于上述蓄电池容量计算,可激活报警指示器(例如仪表板灯)来向操作人员指示蓄电池接近寿命末期,以便防止在使用时失灵。可激活另一个指示器作为蓄电池充电接近损耗至不能启动发动机的点的报警。

[0121] 其它报警指示器可向操作人员提醒极端系统温度(例如交流发电机温度、控制系统温度),以便操作人员可减小系统负载从而防止系统停止运行。

[0122] 响应于升高的系统温度,提供首先将电流输出减小 30%(FOLD\_30)、然后减小 60%(FOLD\_60)以及最后减至关闭系统的信号(INHIBIT)。

[0123] 将 INHIBIT 信号施加到光使能电路 250 来去除数字数字路径选择电路 220 中光耦合器 460 和 462(图 4 和 7)的 ENABLE 信号,从而当微控制器 248 检测到系统故障时禁用 SCR 启动。

[0124] 图 12A-12AG 中提供了由微控制器 248 执行的程序流程图。通常,程序由启动中断和时序线程及例程构成,如下:

[0125] 中断

[0126] ISR\_ExtInt\_1:OVER-VOLTAGE(过电压)

[0127] 此中断是对通过过电流检测电路 258(图 9B)检测到的表示为信号 OVER\_VOLT 的过电压状态的响应。这是错误状态,并且所有禁止被断言,例如微控制器 248 生成 INHIBIT 信号。

[0128] ISR\_ExtInt\_0:ZERO-CROSS(零交叉)

[0129] 此中断是对交流发电机相输入经历零电压的零交叉的响应。表示零交叉的信号适当地施加到微控制器(ZC\_SIG,图 4)。监视零交叉周期来指示发动机转速。

[0130] ISR\_ExtInt\_0:ZERO-CROSS TIMER ROLL-OVER(零交叉定时器翻转)

[0131] 此中断是对根据内部时钟递增并基于零交叉的翻转复位(零交叉计数器)的内部计数器 Timer\_0。这是表示发动机转速过低的错误状态。

[0132] ISR\_Timer\_2:TIME-BASE(时基)

[0133] 此中断是对通用系统延迟的响应。它是在固件内保持延迟的重复事件。

[0134] 线程和例程

[0135] UpdatePeriodBuffer(更新周期缓冲器)

[0136] 此线程负责缓冲每个零交叉周期。每次读出新周期,就测试表示新值是否有效的标记,如果被置位,则存储“full\_count”。此值被存储在缓冲器中,并计算其平均值。对其

它线程置位一标记以指示平均值已被更新。

[0137] GetAnalogInputs(取得模拟输入)

[0138] 此线程负责对所有模拟通道进行采样。各个通道通过芯片内模数转换器采集。这些读数被存储在各个通道的缓冲器中。计算各个缓冲器的平均值来由其它线程使用。对它线程置位一标记以指示平均值已被更新。

[0139] TestAnalog(测试模拟)

[0140] 此线程测试模拟平均值是否已被更新。如果已被更新,则对开关电桥的输出(干线电压, VR0)、散热片温度和交流发电机温度执行一系列边界检验。

[0141] TestVoltage(测试电压)

[0142] 此线程对照一系列限制来测试表示系统的平均干线电压(VR0)(例如图6的V\_SENSE)以说明以下状态之一:过低、正常和过高。

[0143] TestAlternatorTemp(测试交流发电机温度)

[0144] 此例程对照一系列限制来测试平均交流发电机温度以说明以下状态之一:正常、限流电平1(例如FOLD\_30)、限流电平2(例如FOLD\_60)和系统禁用。

[0145] TestHeatSinkTemp(测试散热片温度)

[0146] 此例程对照一系列限制来测试平均散热片温度以说明以下状态之一:正常、限流电平1(例如FOLD\_30)、限流电平2(例如FOLD\_60)和系统禁用。

[0147] TestPeriod(测试周期)

[0148] 此例程对照一系列限制来测试交流发电机的平均周期(根据连续零交叉之间的时间段来确定)以说明以下状态之一:过低、正常和过高。

[0149] BoostControl(升压控制)

[0150] 此例程对照指定升压启动和结束时间来测试流逝时间。施加于名义连接点610的升高充电电压信号(例如减小蓄电池中的硫化)通过此例程来控制。

[0151] UpdateControls(更新控制)

[0152] 此例程负责基于各个测试说明的故障控制处理器的输出。此例程还控制散热片和交流发电机的风扇。

[0153] TestEndStartUp(测试结束启动)

[0154] 此例程负责挂起系统使其停止运行直至清除各个测试中的所有故障。

[0155] 现在参看图10A。如前所述,响应于来自控制器110的控制信号,开关电桥112选择性地在交流发电机102的AC信号的各个相与负载106之间提供导电路径。控制器110选择性地对开关电桥112生成控制信号以生成预定电压下的调节输出信号。图10示出了常规三相全控SCR电桥。此电路的显著特征包括:

[0156] 连接到(三相)交流发电机的3条导线。不管绕组连接成“三角形”还是如这里所示的“Y形”,仅需要3条输出线来进行操作。或者,在“Y形”交流发电机配置中,取决于应用需要(例如多段供电操作),可从交流发电机导出中性线。

[0157] 传导到输出要求2个SCR处于导电状态。因此,由于2个SCR上的电压降而存在传导损耗。

[0158] 因为由交流发电机生成的相电压的旋转特性(相隔120度),所以正确的SCR必须以正确的次序启动以便适当地控制传导。因而,对于给定交流发电机相次序和交流发电机

旋转方向,SCR 触发的次序只有一种解决方案。方向性是由这样的事实导致:如果交流发电机的旋转反转,则相的输出次序也反转,从而需要 SCR 触发定时的反转。

[0159] 参看图 10B,替代电桥可由单个 SCR 与二极管成对构成。这个实施例在输出中导致了更大的纹波,但是由于二极管的导通电压通常小于 SCR 的导通电压,从而具有较小热损耗的优点。

[0160] 图 11A 示出了替代 3 相全控 SCR 电桥。值得注意的是,交流发电机中的所有绕组是完全独立的,且没有公共连接点。此外,4 个 SCR 被用来形成各个绕组的独立全波电桥。将交流发电机连接到电桥需要六条导线。虽然表面上常规 3 相电桥中的 3 条导线有缺点,但是通过将电流分配到多个导体可使较大功率的电路获益。结合使用并联连接的多个绕组线圈的交流发电机 102 的实施例,这样的全控 SCR 电桥的实施例具有特别的效用。

[0161] 图 11B 示出了替代 3 相部分受控 SCR 电桥。类似于图 11A 中所示实施例,结合使交流发电机中的所有绕组完全独立且没有公共连接点的交流发电机,图 11B 的 SCR 电桥具有特别的效用。然而,6 个二极管被用来替代 SCR,从而 2 个 SCR 和 2 个二极管被用来形成各个绕组的独立全波电桥部分。

[0162] 这种配置的特征是:

[0163] 与图 11A 的实施例一样,将交流发电机连接到电桥需要六条导线。再一次,虽然表面上常规 3 相电桥中的 3 条导线有缺点,但是通过将电流分配到多个导体可使较大功率的电路获益。

[0164] 由于较小的传导下降而产生较小的损耗。通常二极管的传导下降比 SCR 的小。因为在输出的电流路径中仅涉及一个 SCR 及一个二极管,所以传导损耗将比 2 个 SCR 的小。

[0165] 在图 11A 和 11B 中,各个全波电桥部分都独立地起作用。虽然各个电桥的触发信号需要正确定时以传导所需电流,但是由于相旋转而无需定时协调。因而不需要在全系统内以正确次序触发 SCR。此外,由于这种定时独立性,交流发电机绕组可任意地连接到电桥的任一个。另外,各个绕组与各个电桥之间连接的极性也可以是任意的,因为各个电桥内的两个 SCR 可同时触发,并且仅用于传导的具有适当极性的设备会这样做。这降低了安装复杂性并避免连接错误。另外,在不用重新分配 SCR 触发的情况下,交流发电机也可在任一方向旋转。

[0166] 应当注意:在不进行任何更改的情况下,先前公开的用于常规 3 相可控电桥的控制电路可控制图 11B 的替代配置。大多数差异存在于提升对哪个绕组与哪个电桥相关联以确保适当操作的限制、以及提升交流发电机旋转方向限制等中。

[0167] 现在参看图 16,通用形式的微控制器 248 具有许多输入和输出。输入和输出可以是模拟或数字的,并且反映与外部独立计算装置的通信、芯片外辅助设备的接口或板外硬件的接口。模拟输入的示例包括例如表示温度、电压和电流的信号。被测量的温度的示例是交流发电机、散热片、蓄电池和环境。电压读出的示例是 VRO 和能量存储器件(例如蓄电池)108 上的电压。电流的示例是控制器输出电流(CUR\_SIG)和蓄电池电流。模拟输出示例包括可变电流限制和可变电压升压电平。示例数字输入包括来自 258 的过电压(OVER\_VOLT)、来自 214 的零交叉(ZC\_SIG)、交流发电机风扇转速计、确保风扇不停止的散热片风扇转速计(例如涉水(waterfording)操作)。示例数字输出包括固定电流限制(例如 FOLD\_60)、固定电压升压、散热片风扇控制、SCR 启动禁止、继电器输出电路启用、诸如速率

误差、电压误差、交流发电机温度状态、散热片温度状态的一些板上指示器的控制、交流发电机风扇控制、散热片风扇控制。交流发电机速率误差的示例是低速（例如发动机转动但尚不起动）和高速（例如发动机超速）。示例 VRO 电压误差是通过比较 V\_SENSE 和预编程设定点确定的低电压和高电压。交流发电机温度的示例包括由于升高的温度而减小 30% 的电流限制 (FOLD\_30)、由于进一步升高的温度而减小 60% 的电流限制 (FOLD\_60)、以及由于交流发电机具有破坏性（毁灭性）的温度而引起系统禁用。散热片温度的示例包括由于升高的温度而减小 30% 的电流限制 (FOLD\_30)、由于进一步升高的温度而减小 60% 的电流限制 (FOLD\_60)、以及由于散热片具有破坏性（毁灭性）的温度而引起的系统禁用。与外部独立计算装置的通信的示例可包括 RS232、通用串行总线、火线 (Fire-Wire)。芯片外辅助设备的示例包括非易失性存储器、附加输入输出能力、附加模数转换器、附加数模转换器、独立实时时钟。板外硬件包括显示模块、按键板和状态指示器。

[0168] 如前所述，需要一种紧凑型大功率交流发电机，其中可通过改变相位磁极线圈的匝数来获得所需输出电压，这些线圈相对而言较易于卷绕并且使短路后果最小化，同时易于冷却。根据本发明的各个方面，这通过以下来实现：使用预定数量（较佳地等于磁极的数量）的磁极相位线圈，并且卷绕足够匝数的磁极相位线圈 [ 相对较小直径的导线 ] 以便生成交流发电机的所需输出电压，而且输出电流除以磁极数量之比为 1；以及并联连接各个磁极相位线圈，较佳地使用导电相环 138。使用导电相环 138 不仅极大地简化了交流发电机 102 的装配，而且还便于冷却这些绕组。

[0169] 现在参看图 17A、B 和 C，交流发电机 102 较佳地包括：前部端板 1702、外部汽缸 1704、后部端板 1706、输出端子 126（每相一个），然后各条导线可附连到该端子以向控制系统 100 传输相输出。如最佳地在图 17B（沿图 17A 中的剖面 A-A 的详细视图）中可见的，交流发电机 102 包括具有置于其内表面上的永磁体的圆柱体转子（为了易于说明起见，未示出）、定子 1708 和各个相的各个导电相环 138。定子同轴设置在转子外壳内，并且适当地包括软磁芯和导电绕组。磁芯通常是具有带预定数量的等距的齿和槽孔的轴向锯齿状外周边表面的圆柱体。导电绕组（由适当的绝缘导体构成，诸如涂漆电动机铜线）穿过相应槽孔沿磁芯侧面向外绕着预定数量的齿卷绕，然后穿过另一个槽孔返回。沿磁芯的侧面在锯齿状槽孔的外部延伸的绕组部分在本文中称为端匝。转子绕着定子旋转使得从转子磁铁发出的磁通量与定子绕组相互作用，并在定子绕组中感生电流。

[0170] 输出端子 126 和熔线 124 绕着导电相环 138 径向设置。导电相环 138 由例如黄铜或电镀铜的适当材料制成。导电相环 138 可由线材坯形成，或者从一片适当材料冲压而成。在优选实施例中，导电相环是例如需要将成形导电相环的端部焊接或硬钎焊在一起的一连续部分（例如单片）。导电相环 138 被固定到不导电的、较佳地由例如聚酰胺酰亚胺的高抗冲击和化学稳定的材料制成的导电相环安装结构 1712，各个导电相环（每相输出一个）彼此电绝缘，并且与后部端部 1706 电绝缘。导电相环 138 被定位于通气道 1710 中以便最大程度地暴露于交流发电机 102 产生的气流，并且定位在定子 1708 的正上方。

[0171] 沿剖面 B-B 的详细视图 - 图 17C 示出了输出端子组件 126，该组件由较佳地为高导电抗蚀材料（例如黄铜或电镀铜）的导电螺栓 1716、以及用来与交流发电机后部端板 1716 的输出端子电隔离的、较佳地为高抗冲击和化学稳定的材料（例如聚酰胺酰亚胺）的电绝缘套管 1714 构成。在优选实施例中，导电螺栓 1716 具有用作基座的一体化轴肩 1720，交流

发电机后部端板 1706 从内部固定螺母 1718,从而在后部端板 1706 中锁住组件。

[0172] 熔线 124 由例如适当直径和长度的导线(较佳地为电镀铜)的适当材料制成,当遭受很可能损坏交流发电机 102、控制系统 100 或由所述装置进行供电的电气系统的负载时,该熔线熔化。在优选实施例中,熔线 124 被焊接或硬钎焊到导电螺栓 1716 和导电相环 138。另一种固定熔线方法是将适当的接线片附连到熔线 124 的端部,然后通过螺母将该熔线机械地固定到螺栓 1716。

[0173] 现在参看沿剖面 C-C(图 17A)的详细局部视图-图 17D。导电相环 138 被固定到结构 1712。导电相环暴露于气流 1722,从而冷却导电相环 138。定子 1708 被装入外部汽缸 1704 中并被固定到后部端板 1706。导体 1724 从定子 1708 引出,并被焊接或硬钎焊到它们各自的导电相环。在优选实施例中,导体 1724 暴露于气流 1722。在特定情况中,可能期望将导体 1724 插入到例如诺梅克斯(Nomex)的薄壁电绝缘材料 1726 中以避免接地。

[0174] 现在参看图 17E。另一种制造导电相环 138 的方法是通过使其形成呈现用于钻出和开出孔 1728 的适当表面的矩形坯料来实现。在此实施例中,熔线 124 的端部可附连(通过例如带螺纹紧固件 1732 紧固的适当接线片 1730)到导电相环 138。同样地,导体 1724 也可配备类似接线片,并使用紧固件 1734 固定到导电相环 138。导电相环 138 进而使用类似于 1712 的适当结构以类似方式固定到后部端板 1706。

[0175] 现在参看图 18A。单个磁极相位线圈 1802 被卷绕在定子 1708 的槽孔 1804 中。包括线圈 1802 的导体 1724 的匝数等于生成交流发电机一个相的标称输出电压所需的匝数。单个相位线圈的输出电流除以交流发电机的磁极数量等于 1。因而,单个磁极相位线圈由相对大匝数的相对较小导线制成。

[0176] 这种构造在交流发电机的构造期间以及交流发电机工作期间形成了许多优点。

[0177] 1. 因为单个磁极相位线圈由相对较大匝数制成,所以设计电压中的小变化可通过改变匝数来实现。例如,以常规方式卷绕且所有磁极相线圈串联连接的特定 12 极交流发电机可能需要等于线规为 6.285 的 1.0417 匝导体来在 1940rpm 下产生 14VDC(在适当的整流之后)、300 安培。匝数和等效的线规都不是制造用的实际数字。通过构造磁极相位线圈并联连接的示例交流发电机,各个单磁极相位线圈可以是线规为 17 的 12.5 匝。(注意:半匝通过端接在定子层压叠层一侧的单磁极相位线圈的一端即起点,和在定子层压叠层另一侧的另一端即终点来构造。图 18A 中示出了这种结构。)此外,在此示例中,将原始设计增至 1.0833 匝(再次为非实际数字)会使 rpm 减至 1894。在替代结构中,这可通过将各个并联磁极相位线圈增至 13 匝来实现。导体的相对较小横截面积使得线圈的卷绕更容易。

[0178] 2. 单个磁极相位线圈的各匝之间的短路导致了交流发电机中生成的大多数电流流入短接线圈中。因为线圈由相对较大匝数的相对较小横截面积的导体构成,所以短接匝数将极快速地熔化,从而消除短路。一个磁极相位线圈开路所导致的输出功率的减少量约为  $1/(\text{磁极数量} + \text{相数量})$ 。例如,一个磁极相位线圈短接且然后自消除的 12 极三相交流发电机的功率输出减少量约为 3%。

[0179] 3. 参看以上的示例 3,单磁极相位线圈的各匝之间的短路通常在少于两秒的时间内被消除。对交流发电机驱动系统的损坏被消除,发动机继续工作且无附加负载,并且交流发电机继续对所连接的负载产生功率。

[0180] 现在参看图 18B,导电相环 138 单独地标识为 A 环 1806、B 环 1808 和 C 环 1810。

为了清晰起见,三个单磁极相位线圈导体-A相 1812、B相 1814 和 C相 1816- 被示出为不带它们各自的线圈。在此实例中,构成磁极相位线圈组的三磁极相位线圈的每一个连接成“Y形”连接 1824。如先前所述,也可使用相集电环实现“三角形”连接的使用。

[0181] 现在参看图 18C,三相交流发电机的三个单磁极相位线圈包括共同构成磁极相位线圈组 1826 的 A 磁极相位线圈 1818、B 磁极相位线圈 1820 和 C 磁极相位线圈 1822。交流发电机的每一个磁极有一个磁极相位线圈组(例如 12 极交流发电机中有 12 个磁极相位线圈组)。

[0182] 4. 现在参看图 18D,12 极交流发电机的所有磁极相位线圈导体 1724 被示为附连到它们各自的导电相环 1806、1808 和 1810。还示出了各个磁极组的“Y形”连接 1824。为了清晰起见,未示出线圈本身。图 18D 部分地示出了以不妨碍冷却的有效方式集合各个相位线圈导体时存在的问题。相位线圈导体以 90 度离开相位线圈端匝到定子 1708 的表面,则端匝暴露于最大可能气流,进而可能向例如所述端匝提供最佳的可能冷却。

[0183] 尽管已结合各个示例性实施例描述了本发明,但是本发明不限于所示具体形式,并且可构想可创建本发明的其它实施例而不背离本发明的精神。如以下权利要求中所表示的,根据本发明可对设计和配置的元件、材料、数值、结构以及其它方面做出变化。





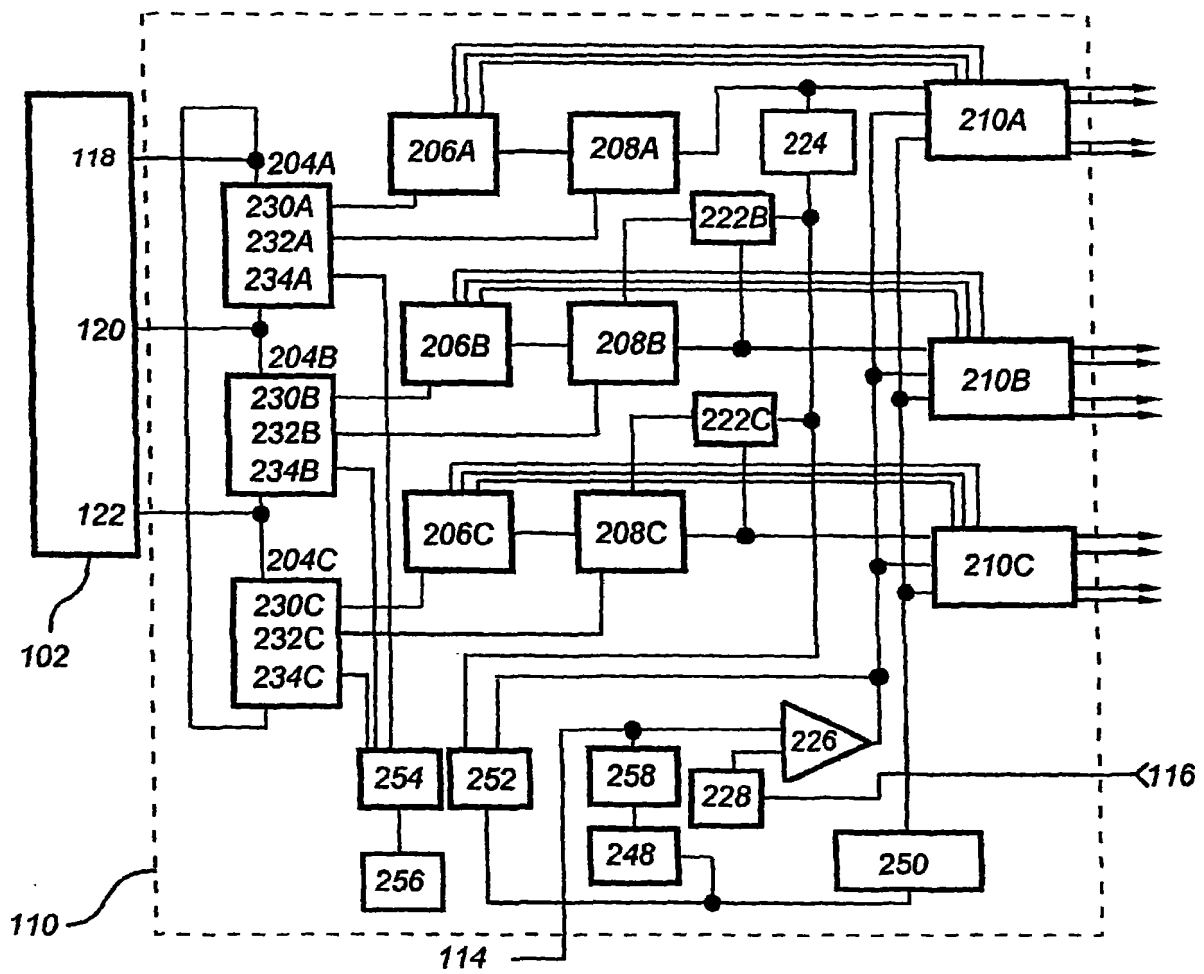


图 2A

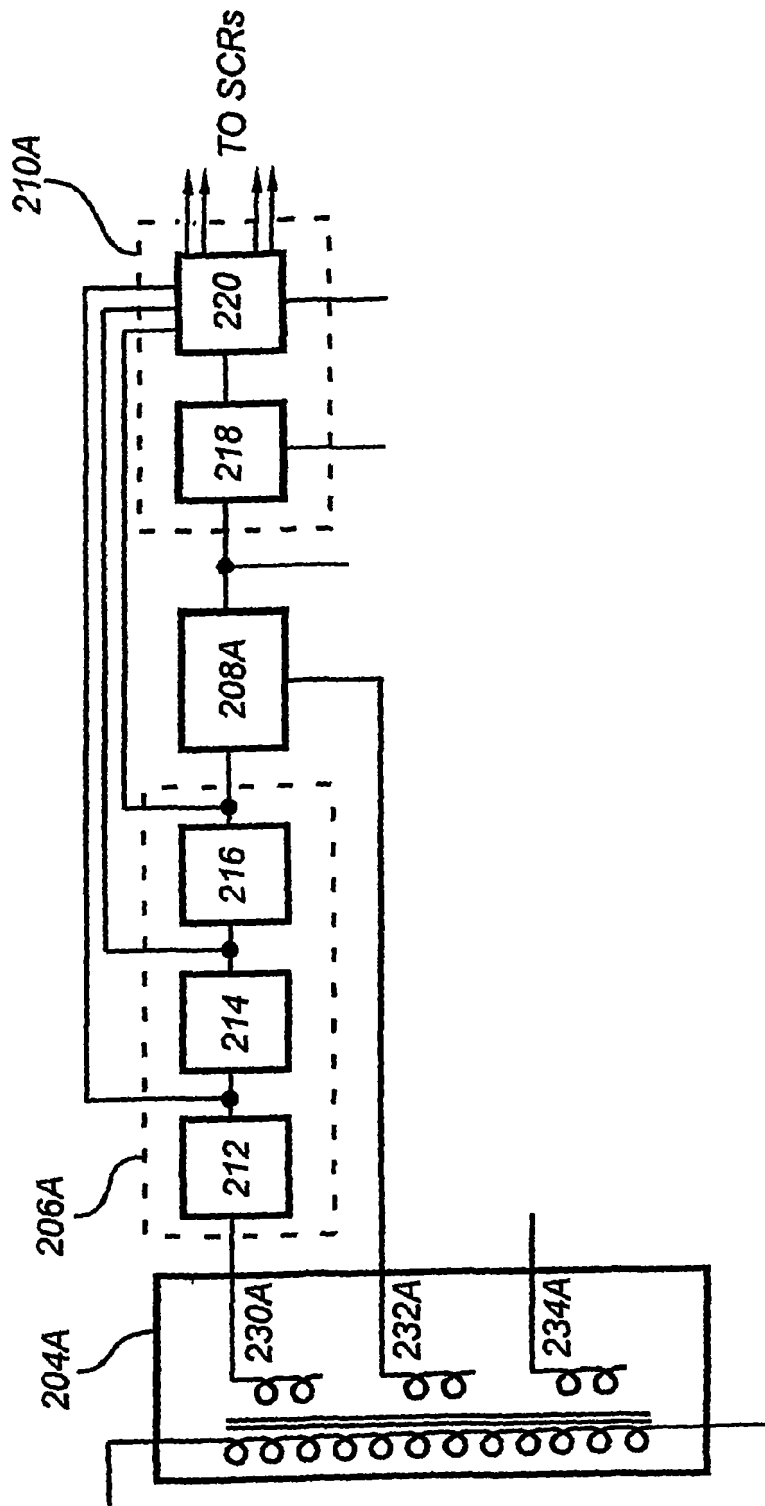


图 2B

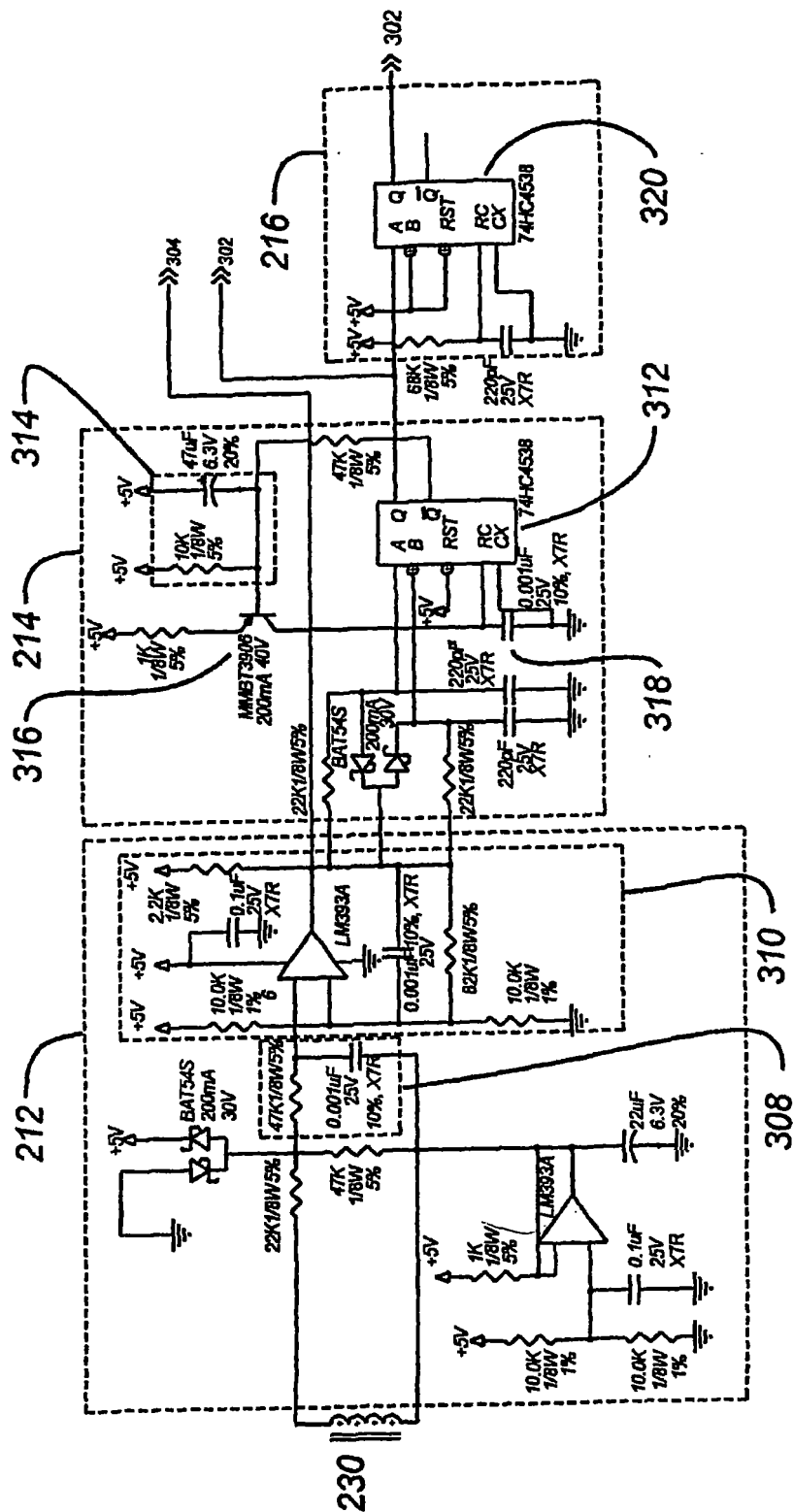


图 3



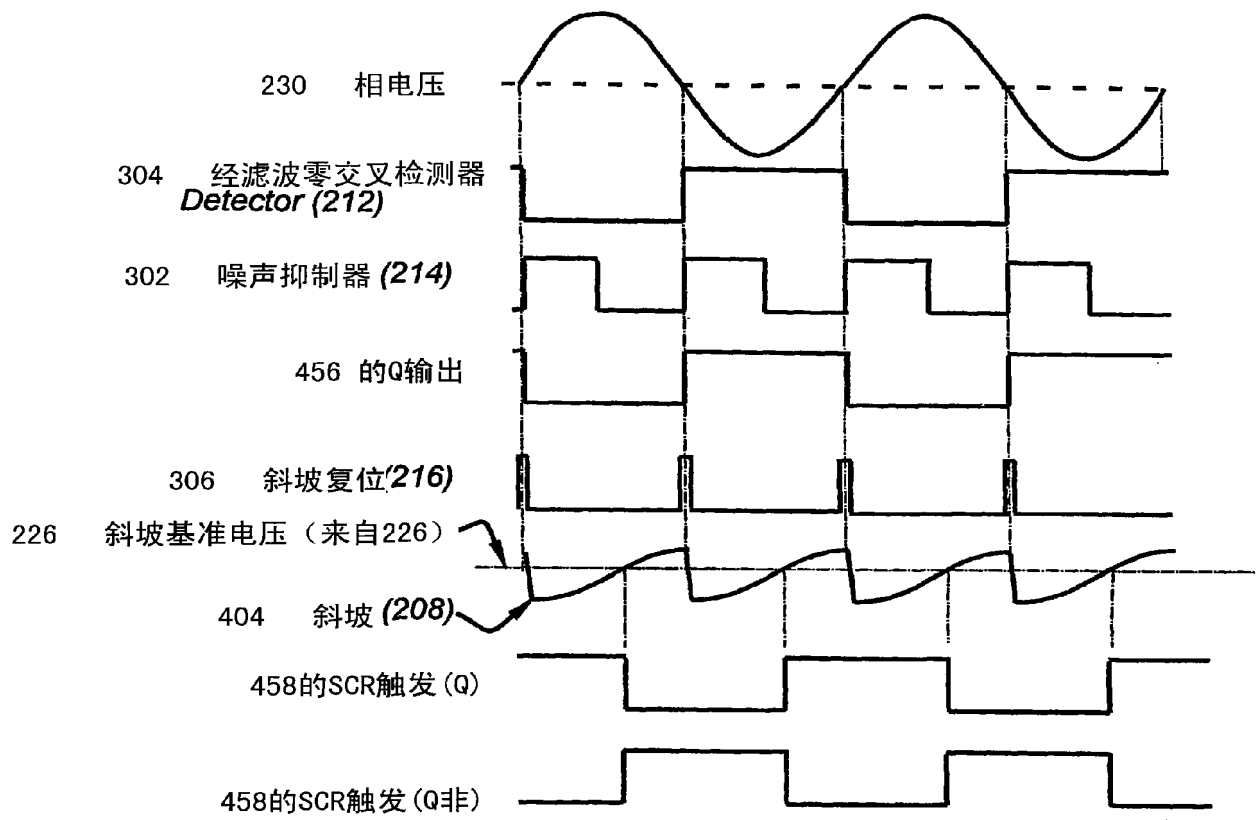


图 4B

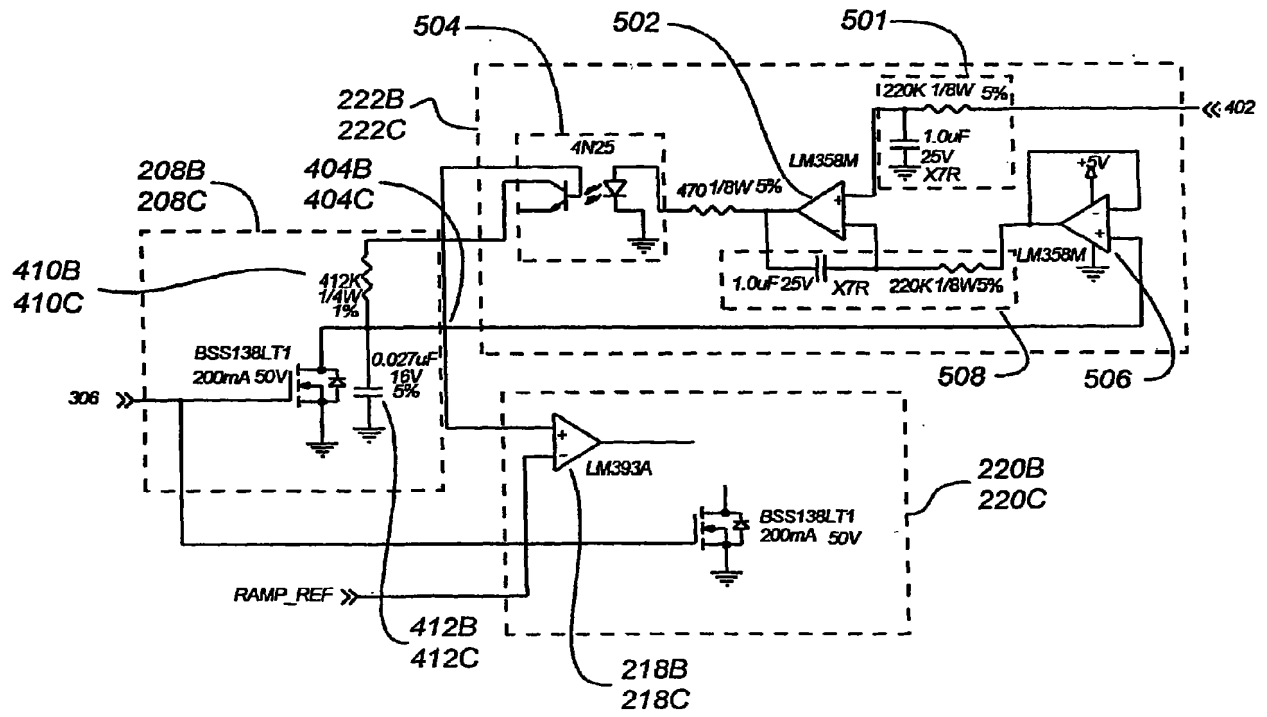


图 5

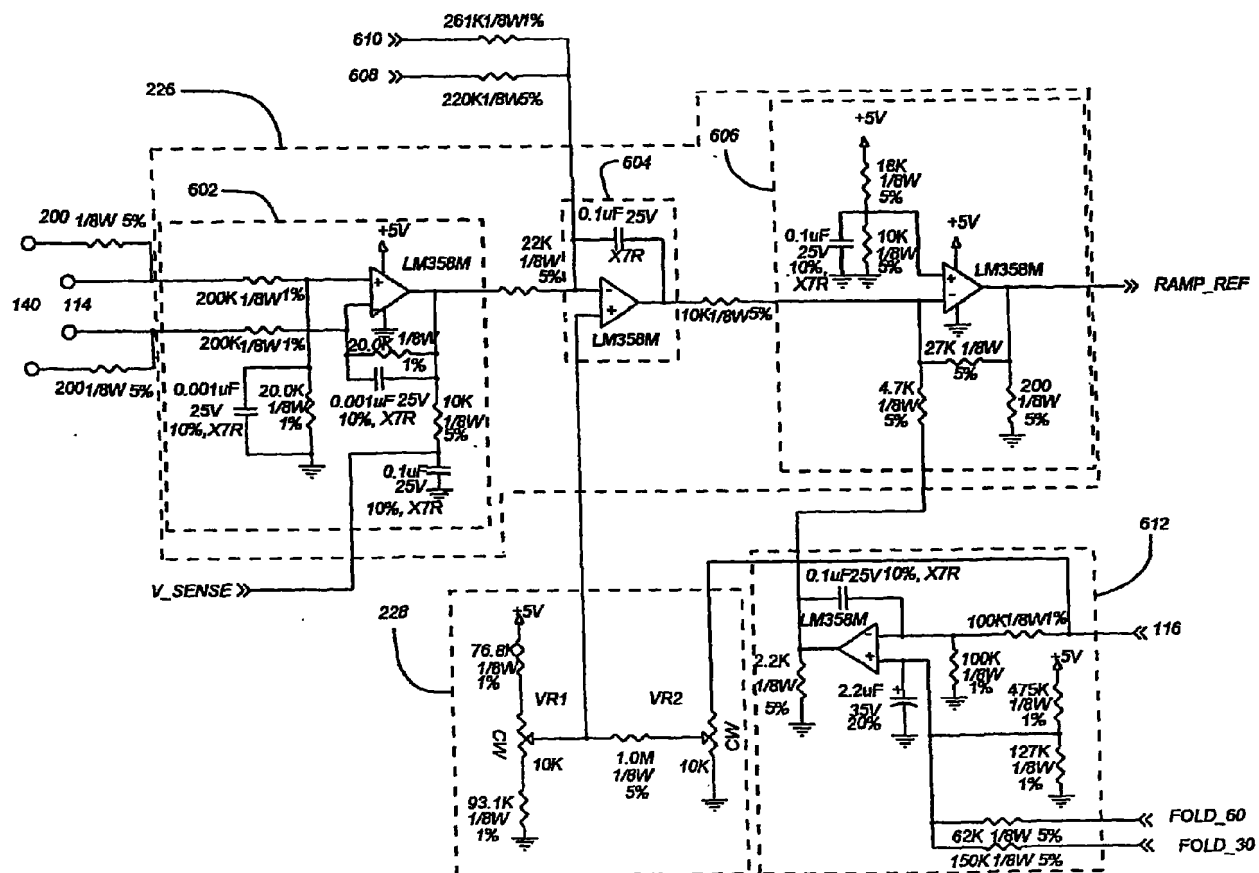


图 6



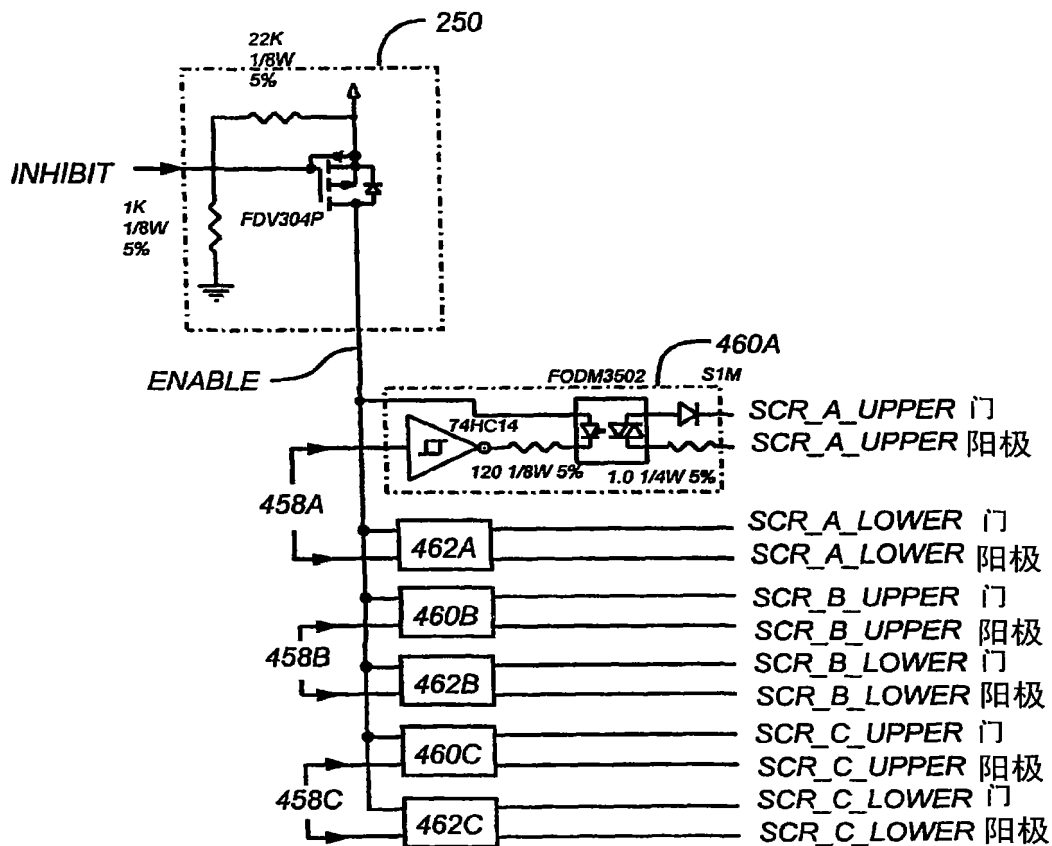


图 7

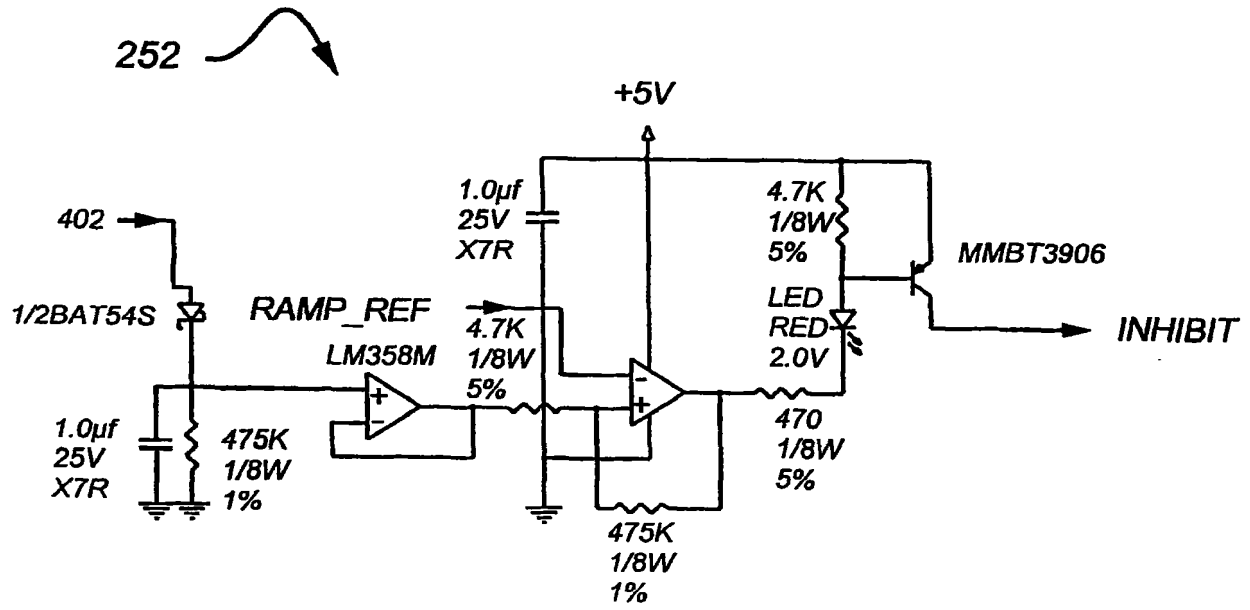


图 8

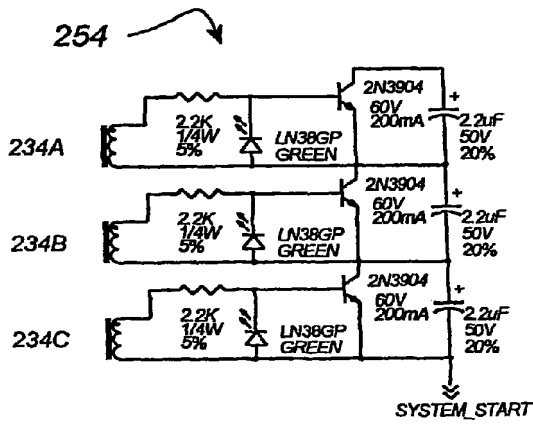


图 9A

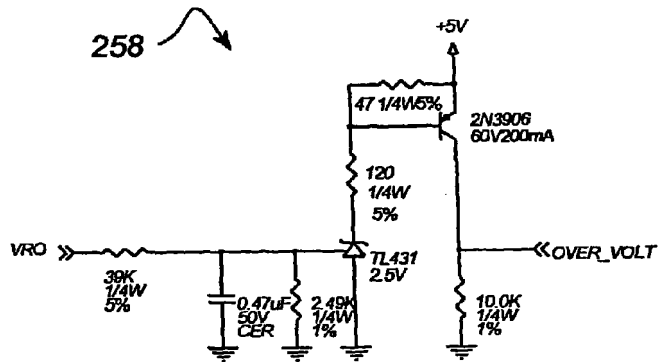


图 9B

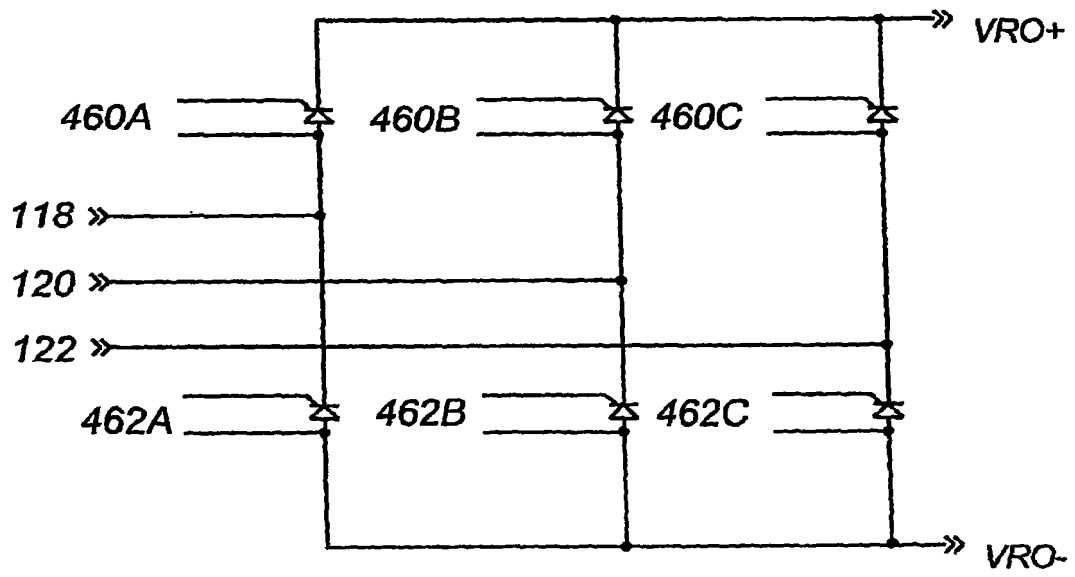


图 10A

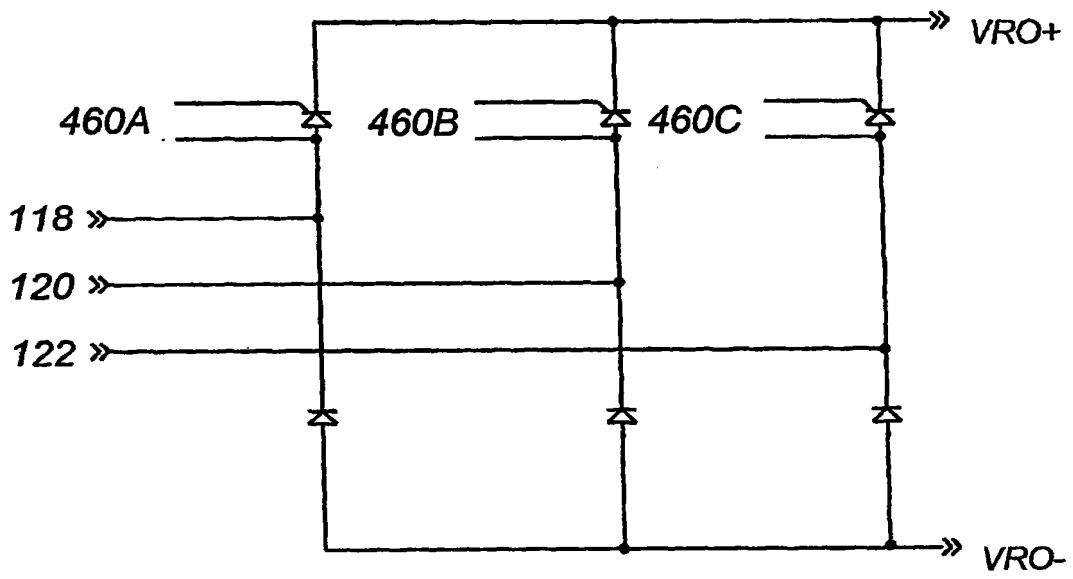


图 10B

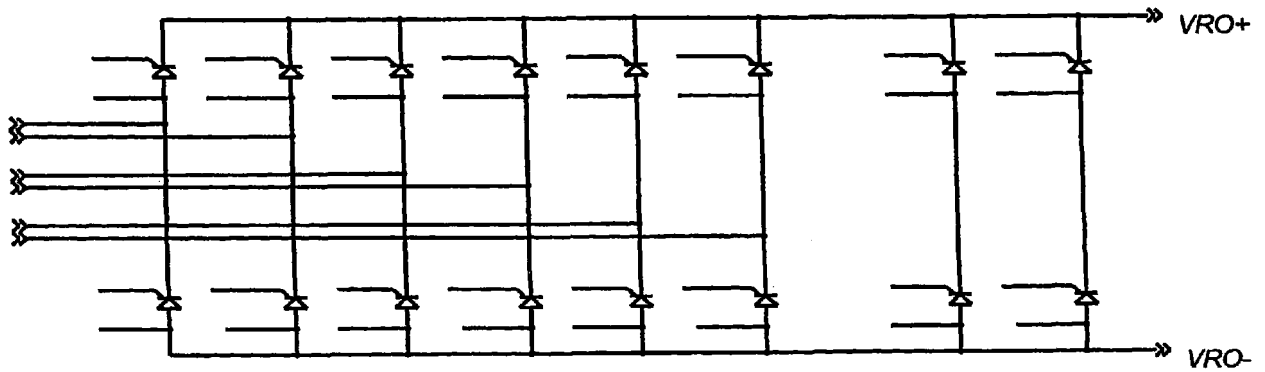


图 11A

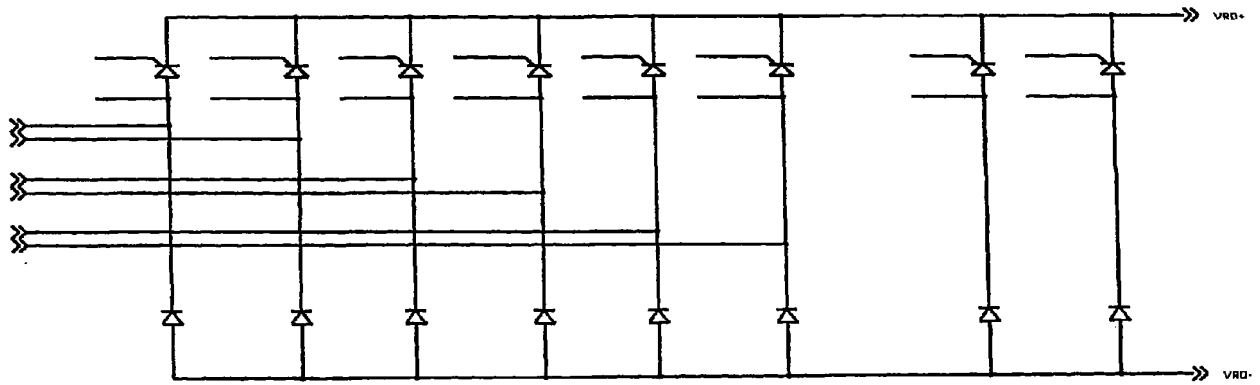


图 11B

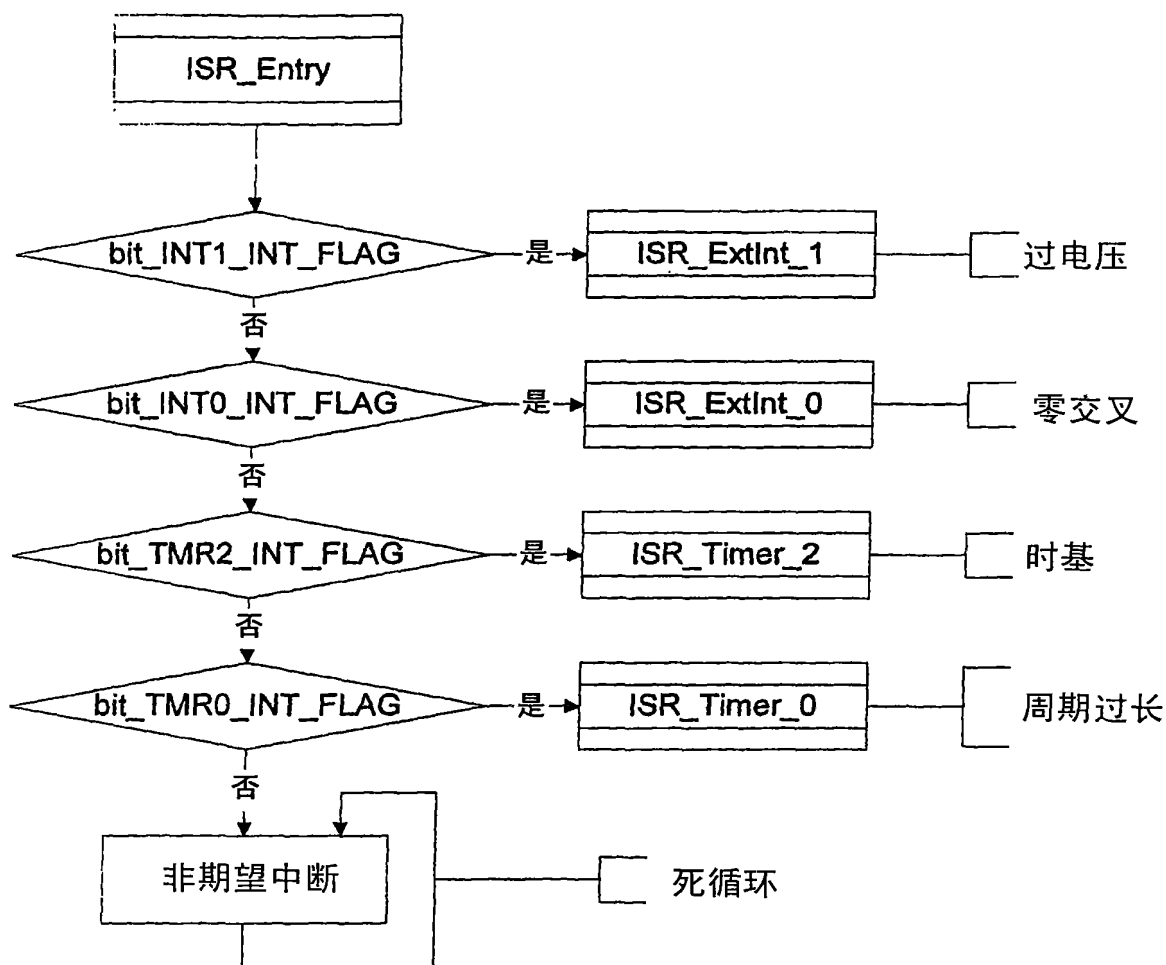


图 12A

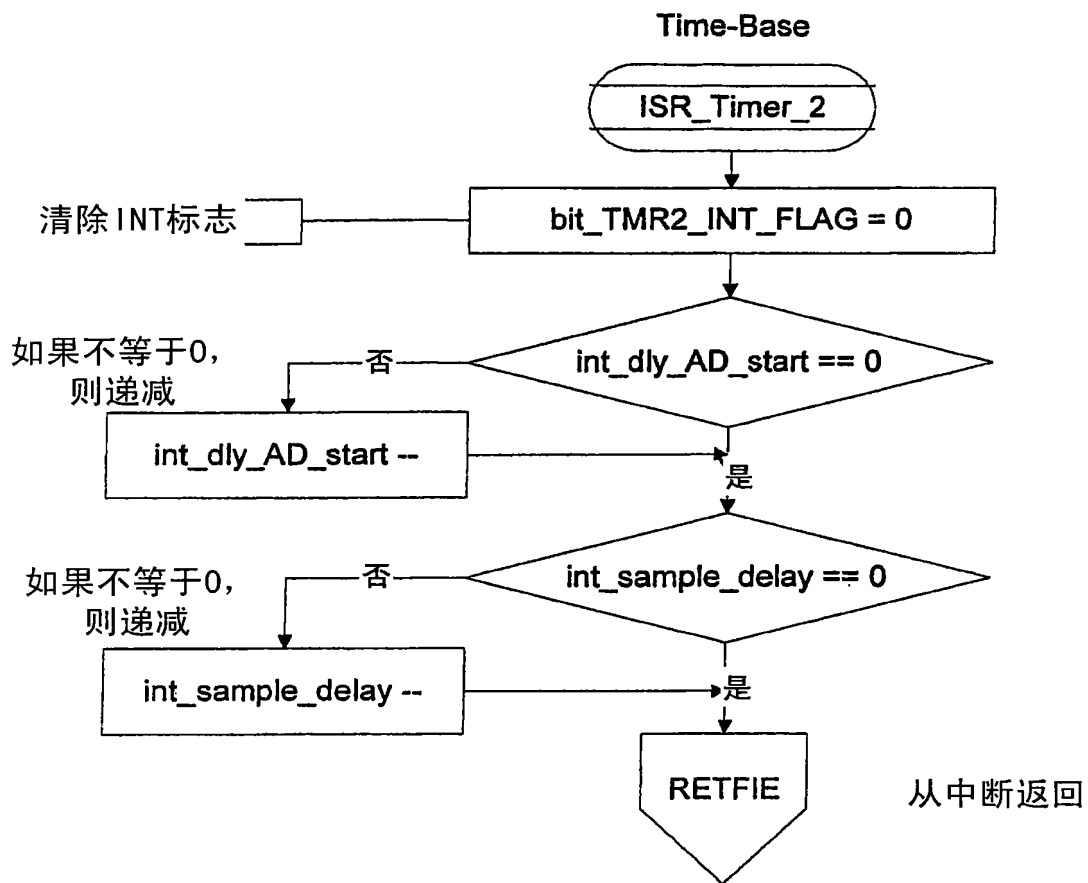


图 12B

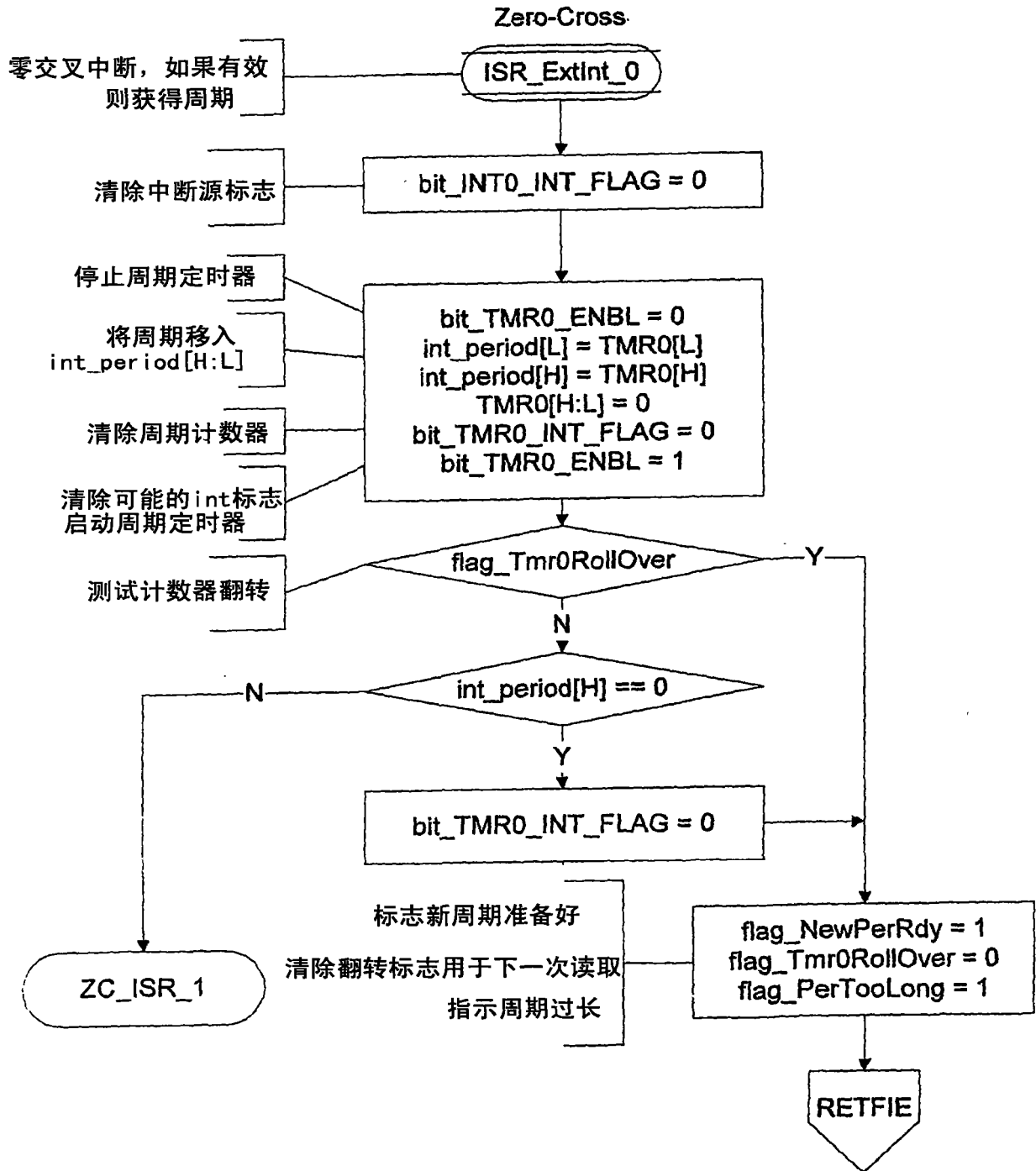


图 12C



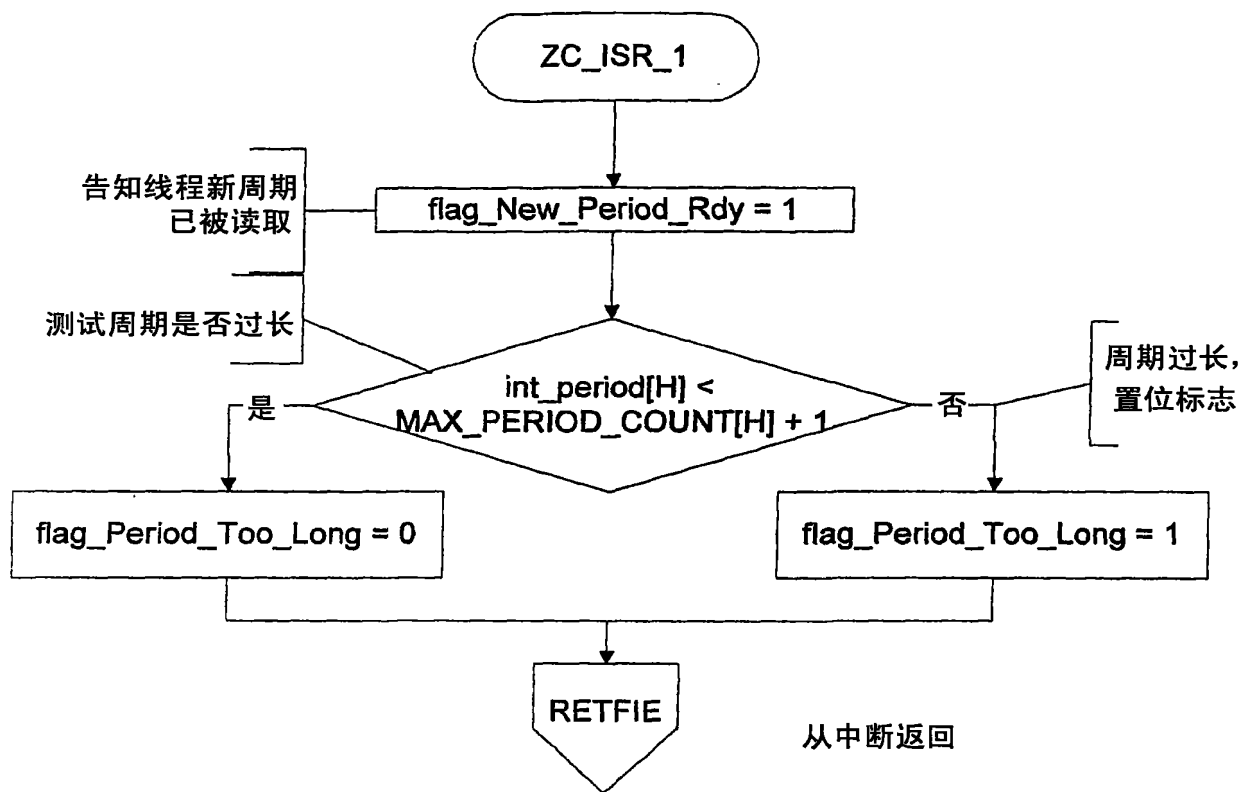


图 12D

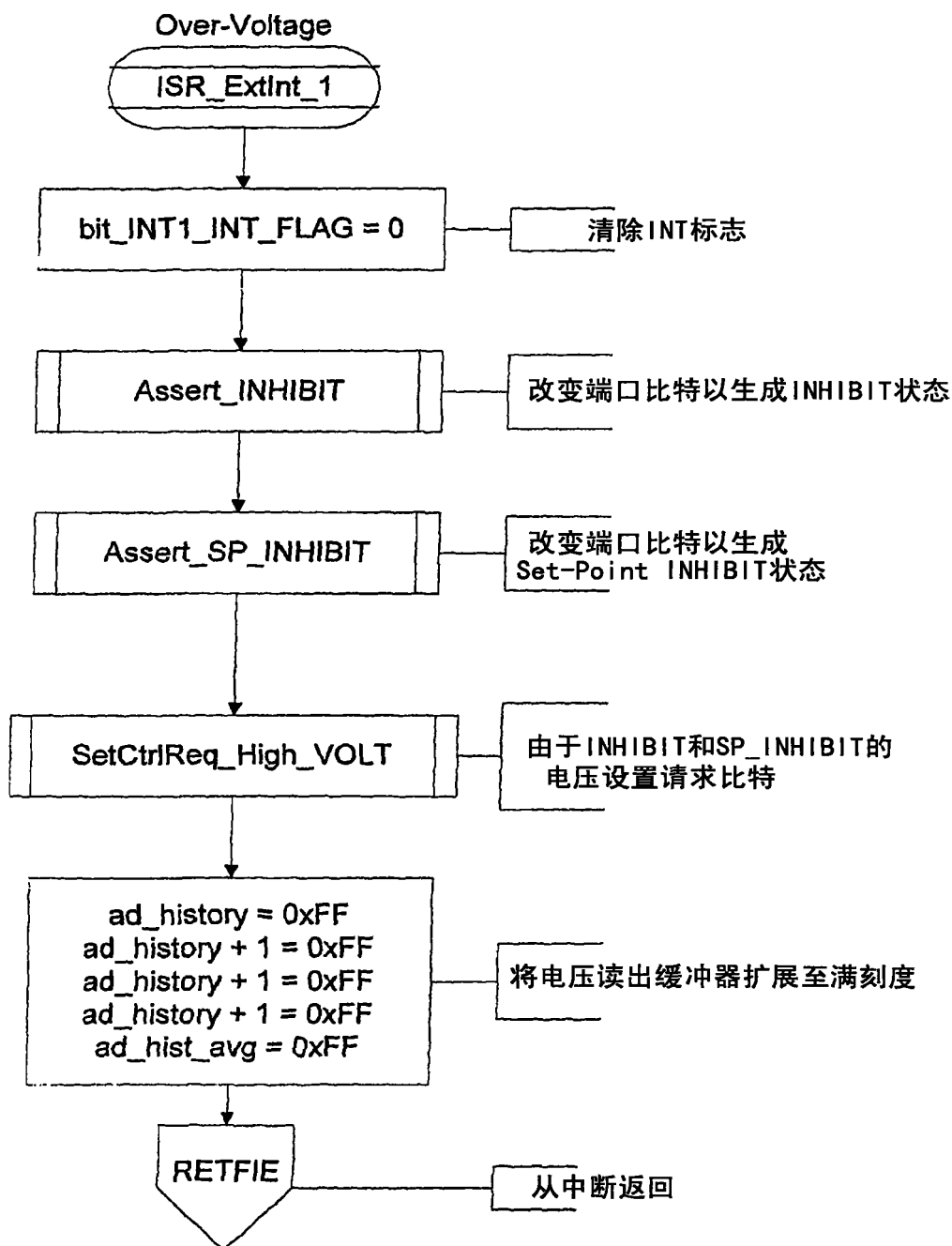


图 12E

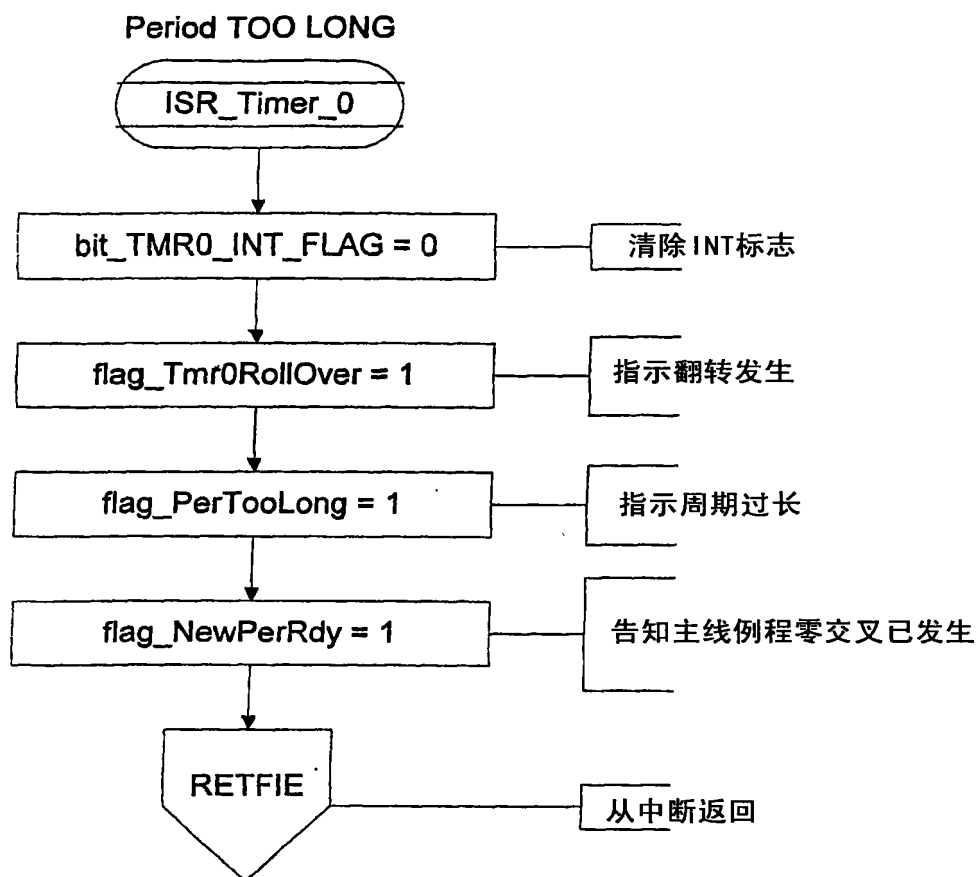


图 12F

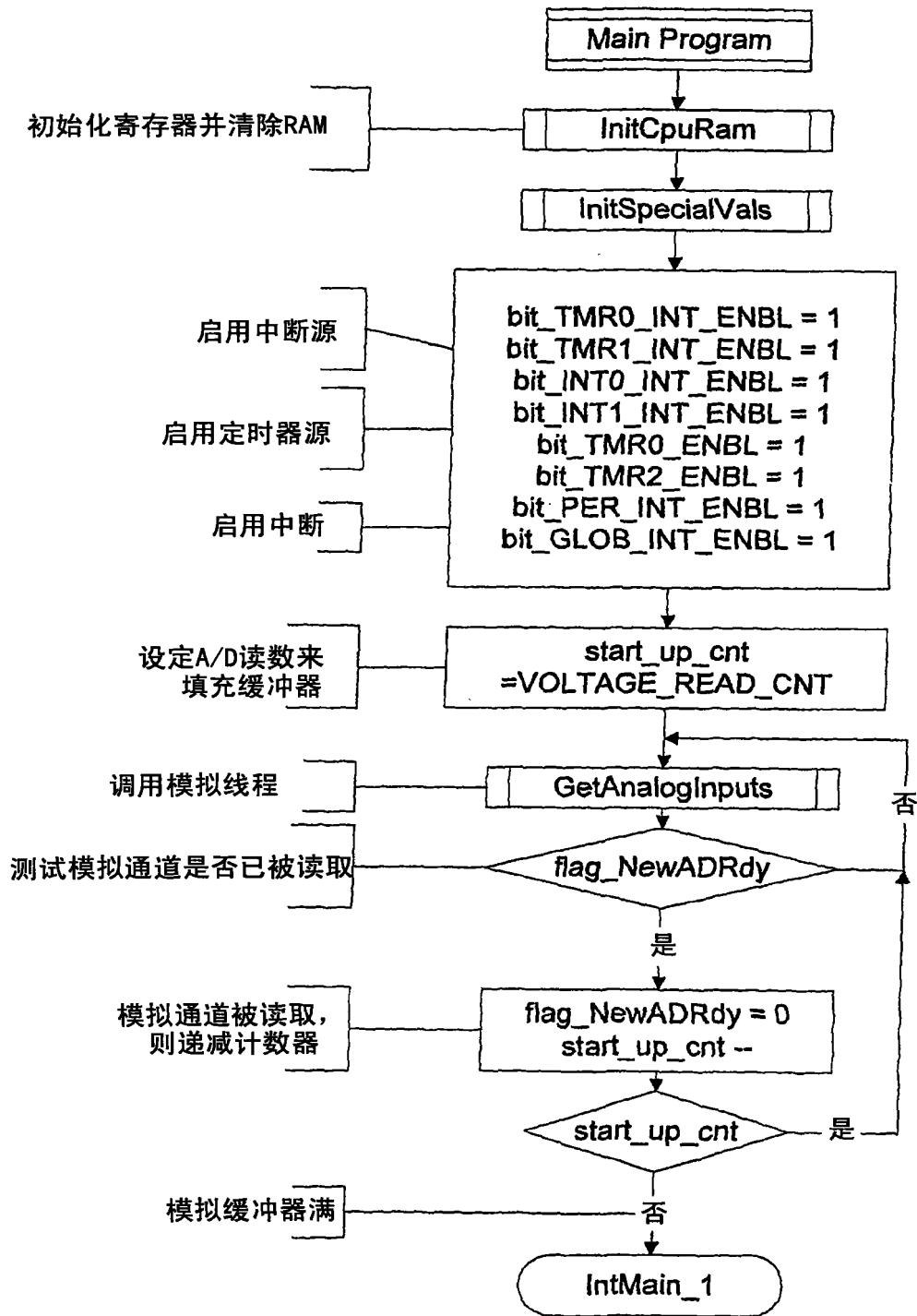


图 12G

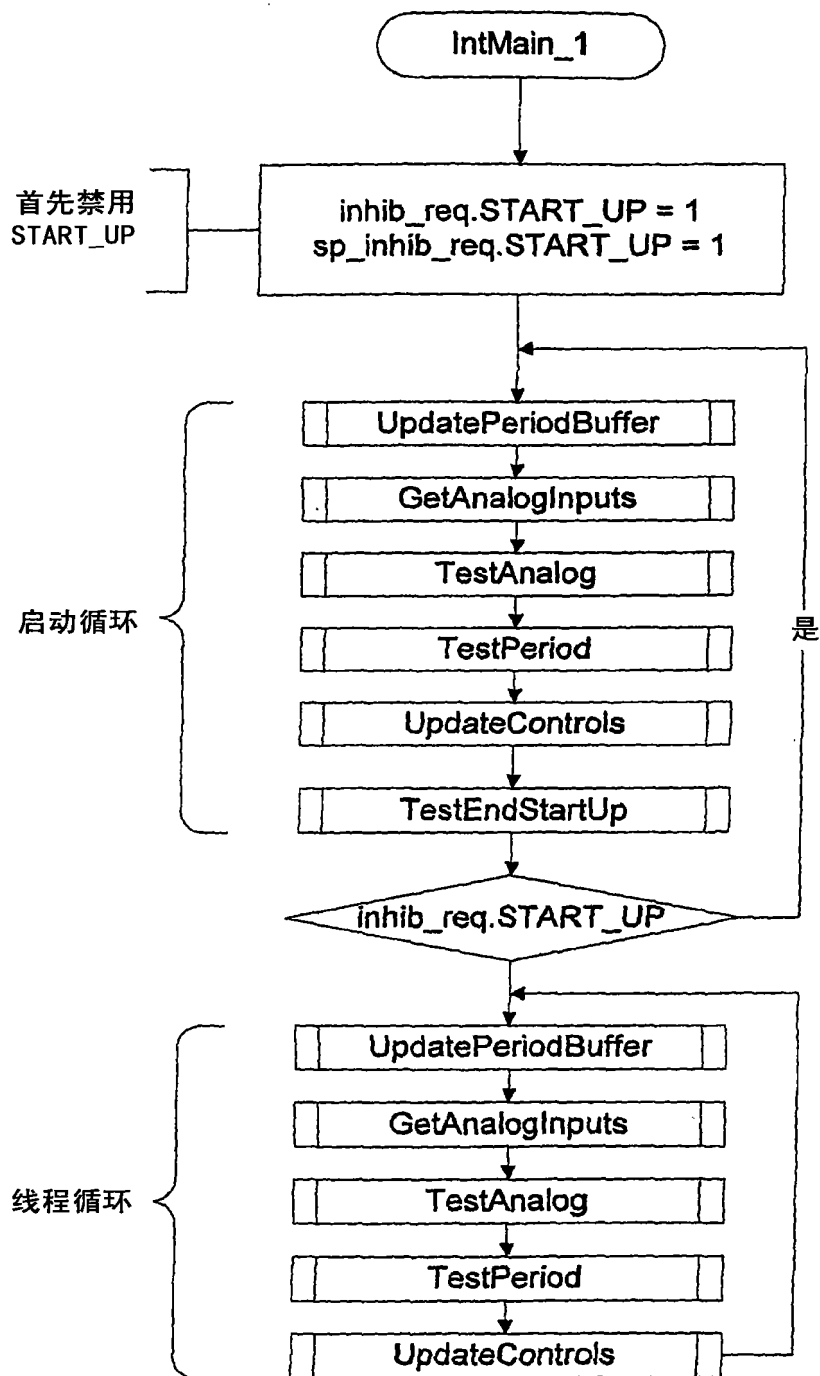


图 12H

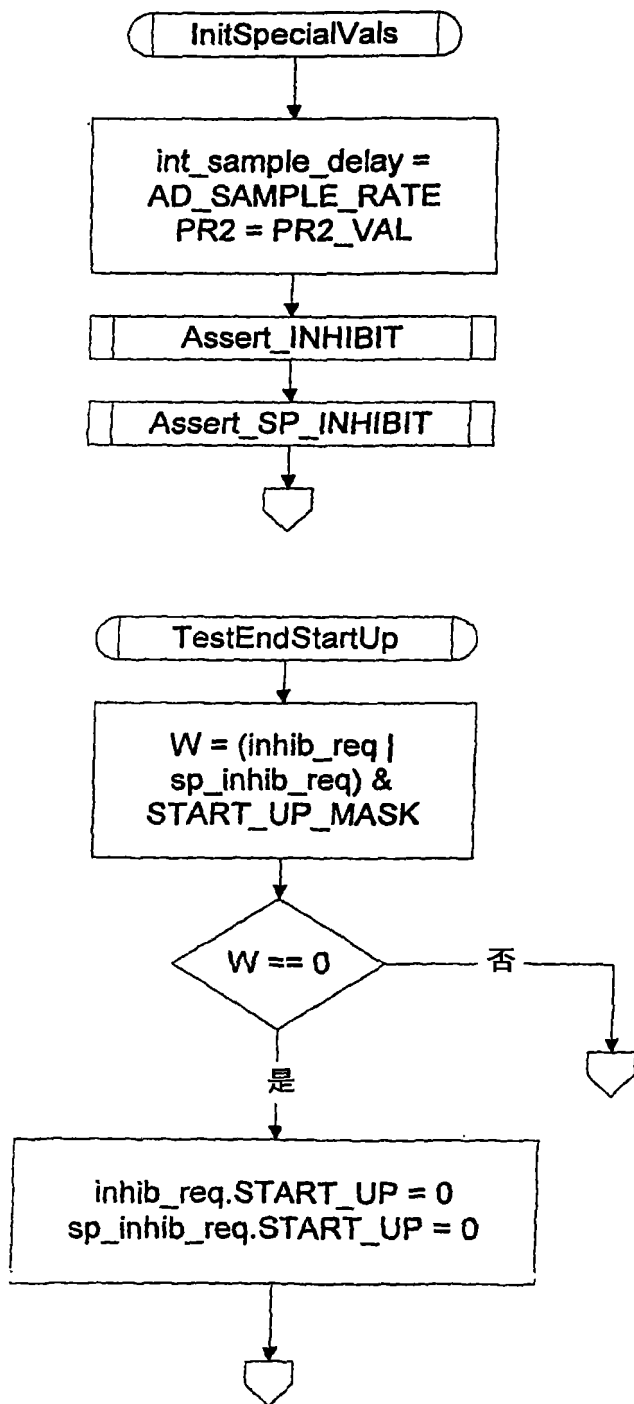


图 121

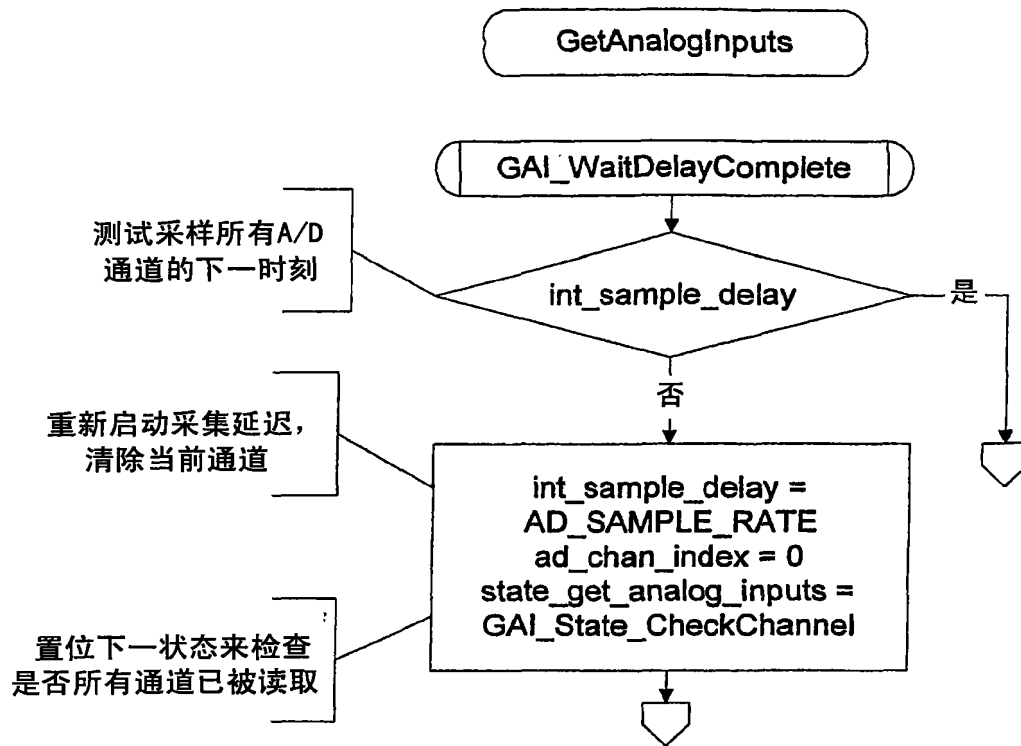


图 12J

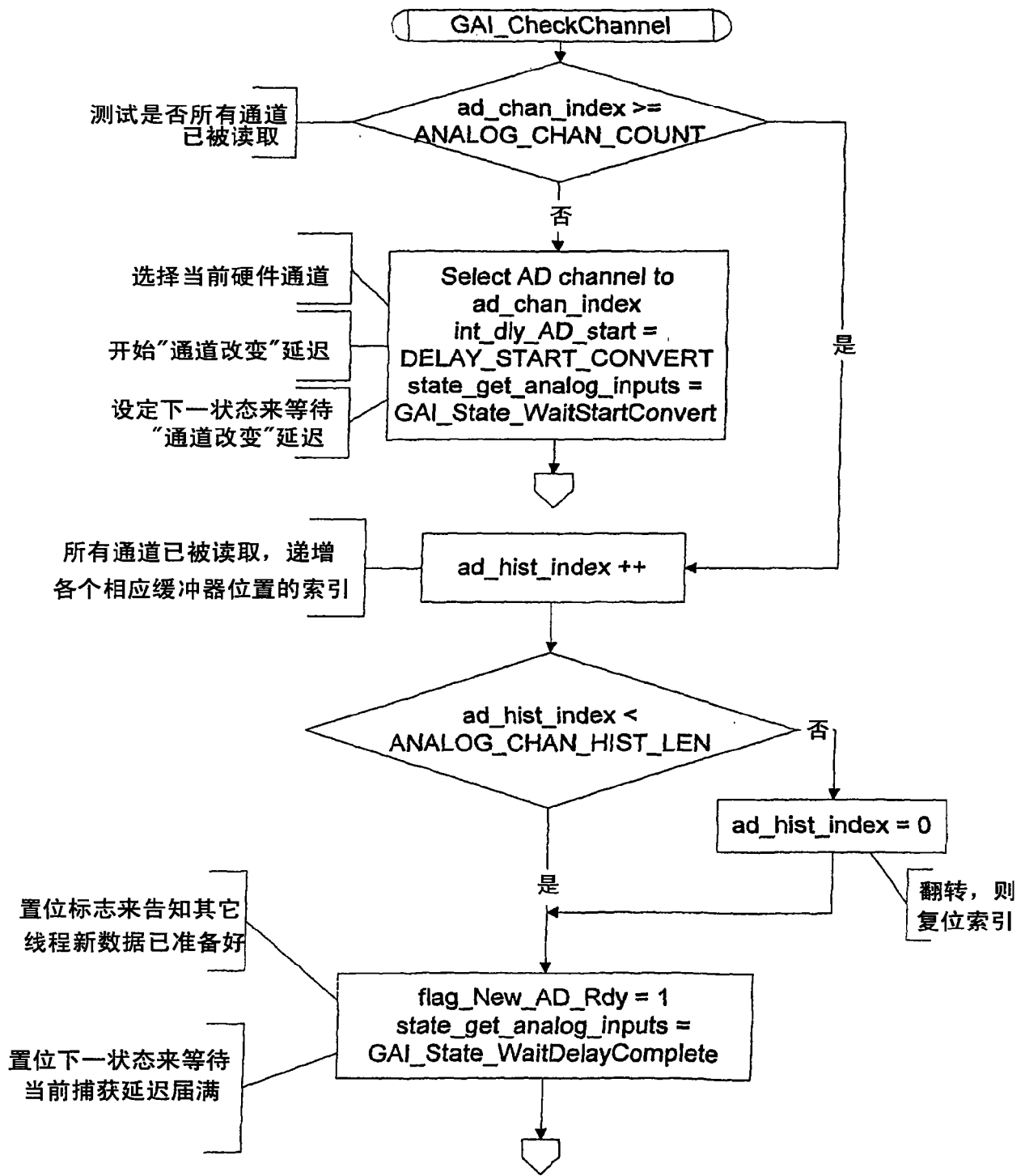


图 12K



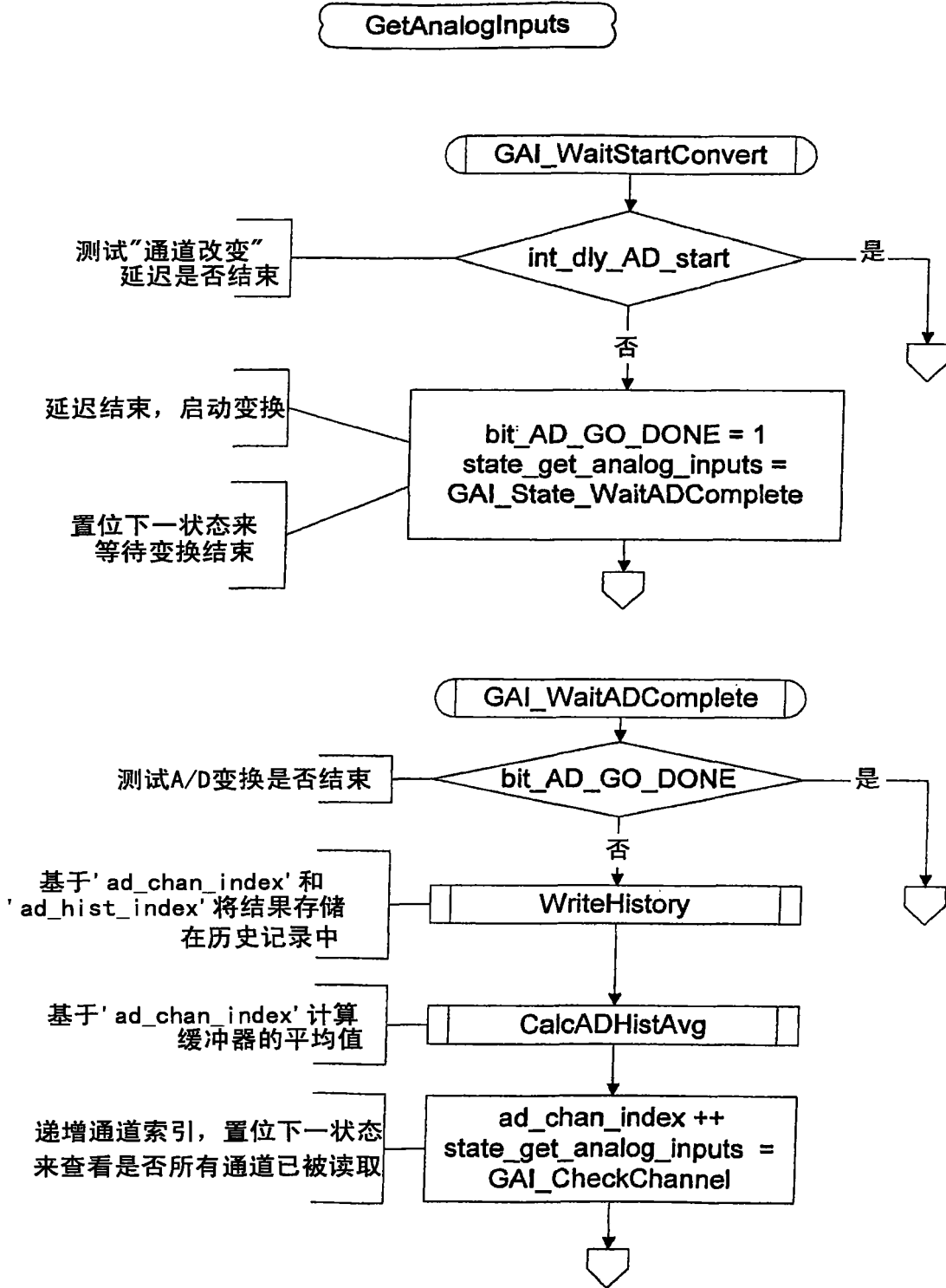


图 12L

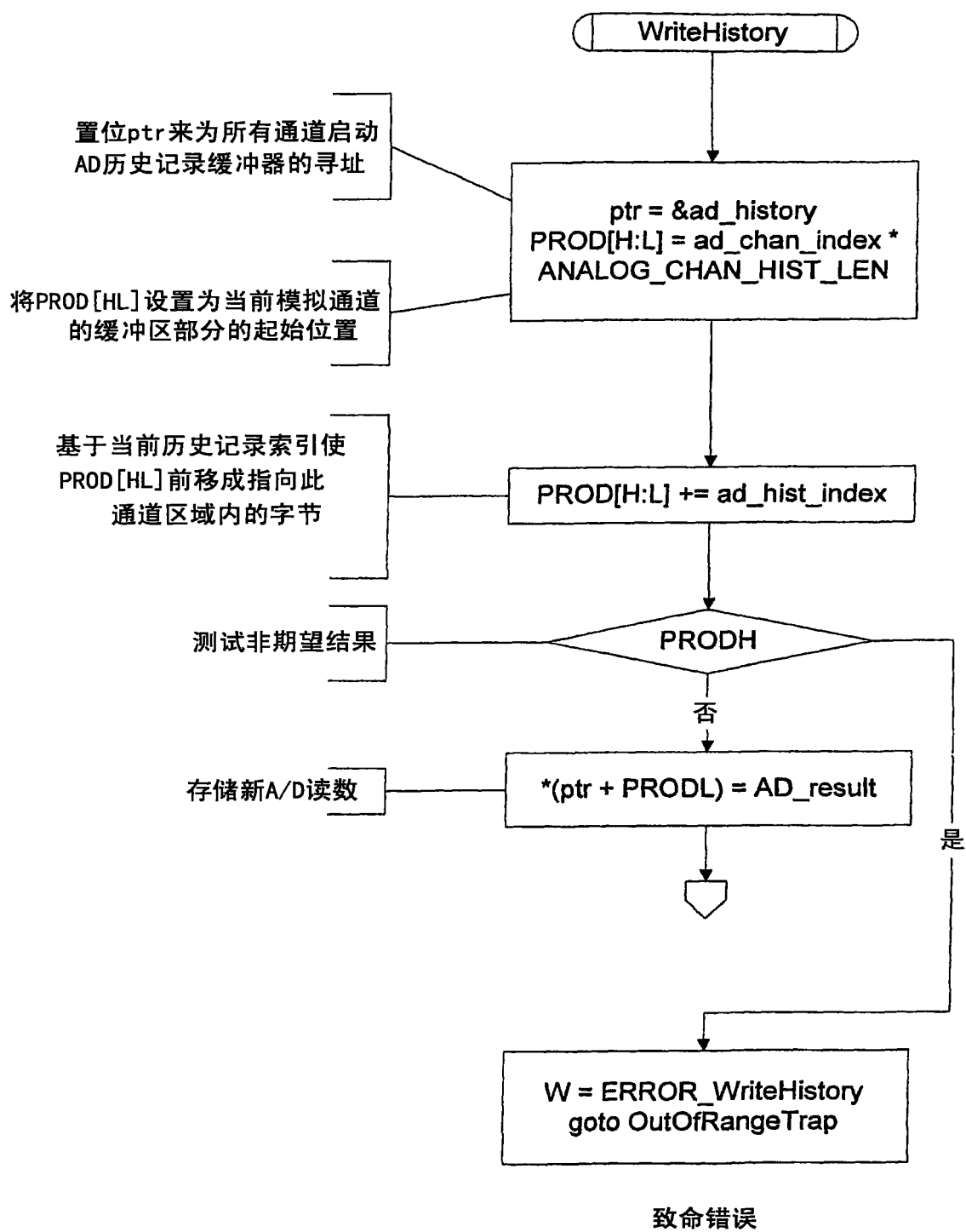


图 12M

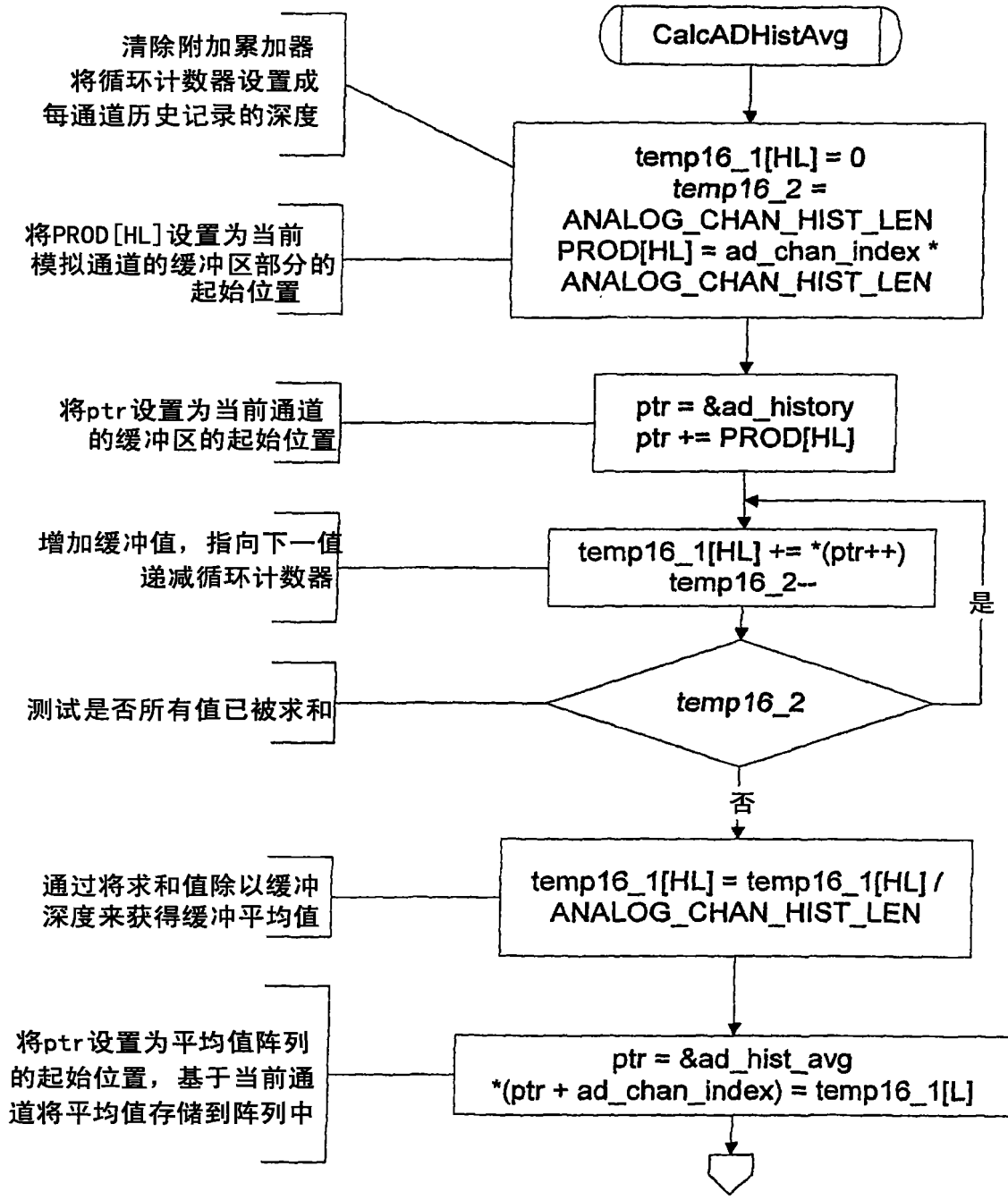


图 12N

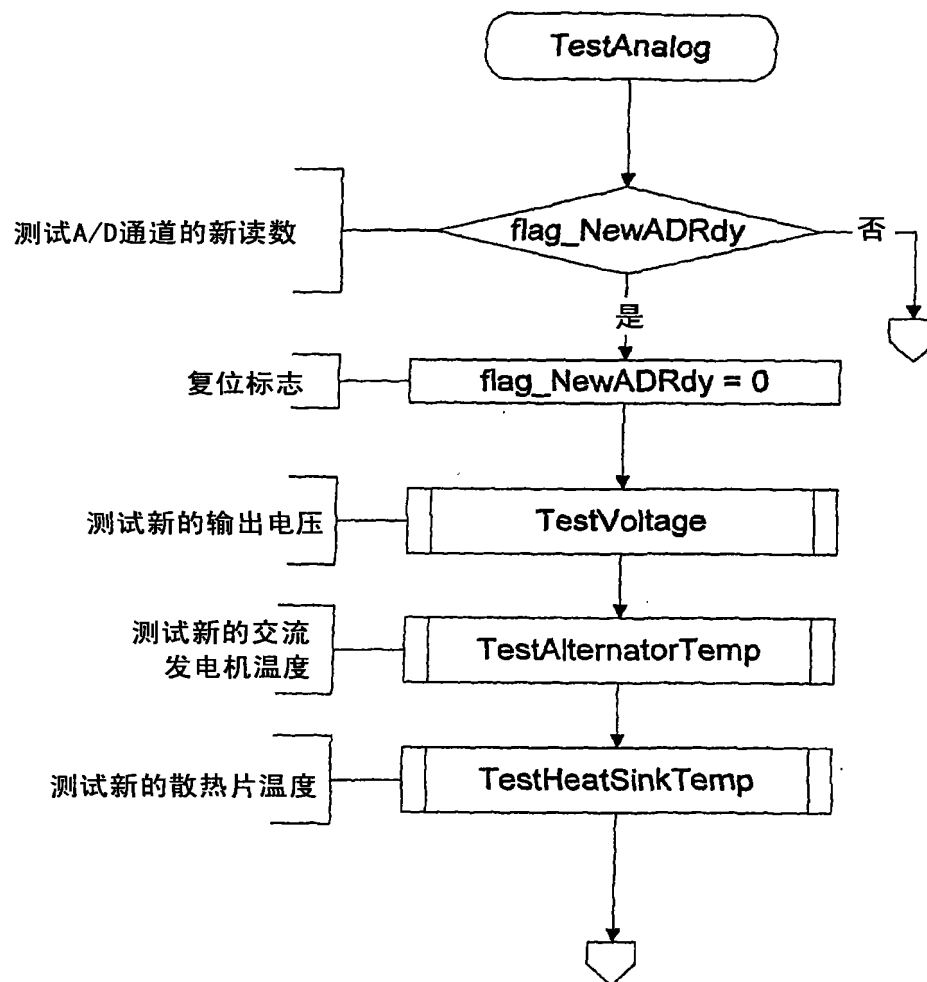


图 120

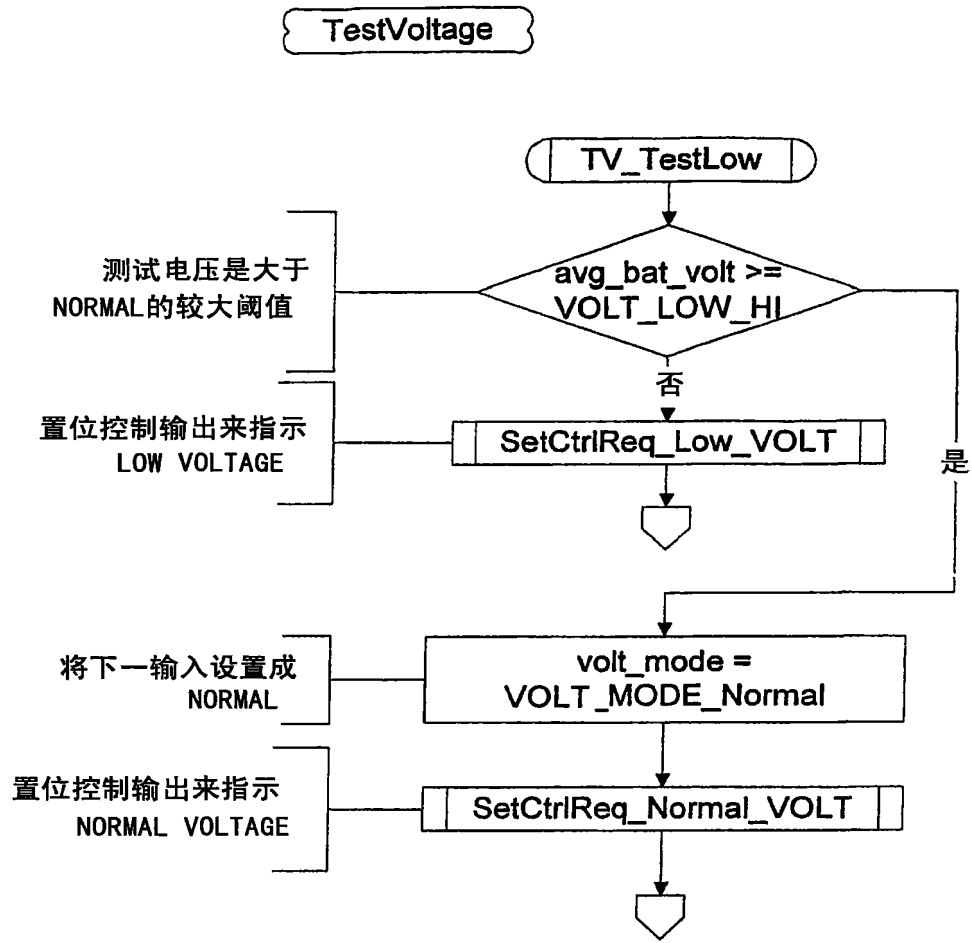


图 12P

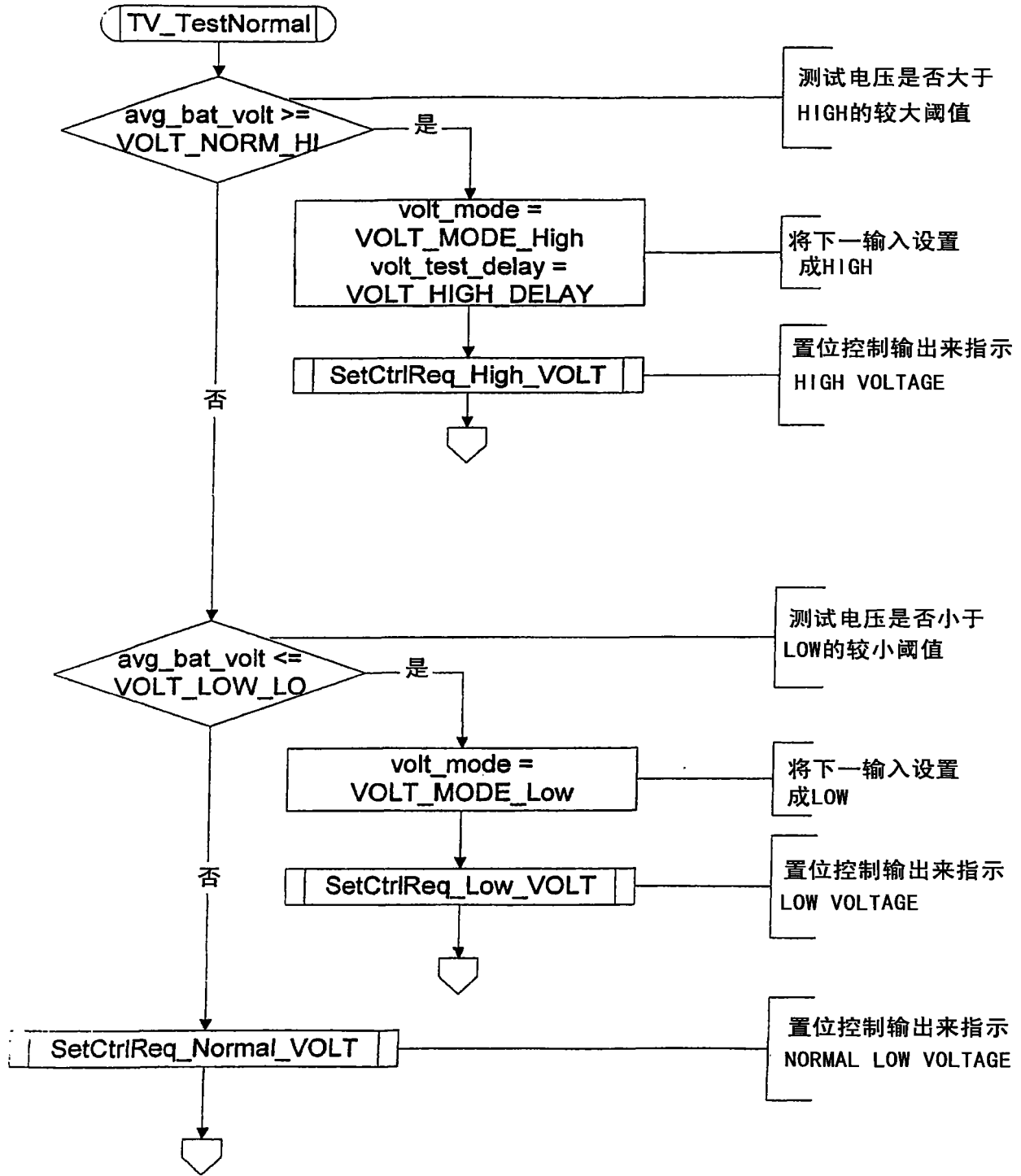


图 12Q

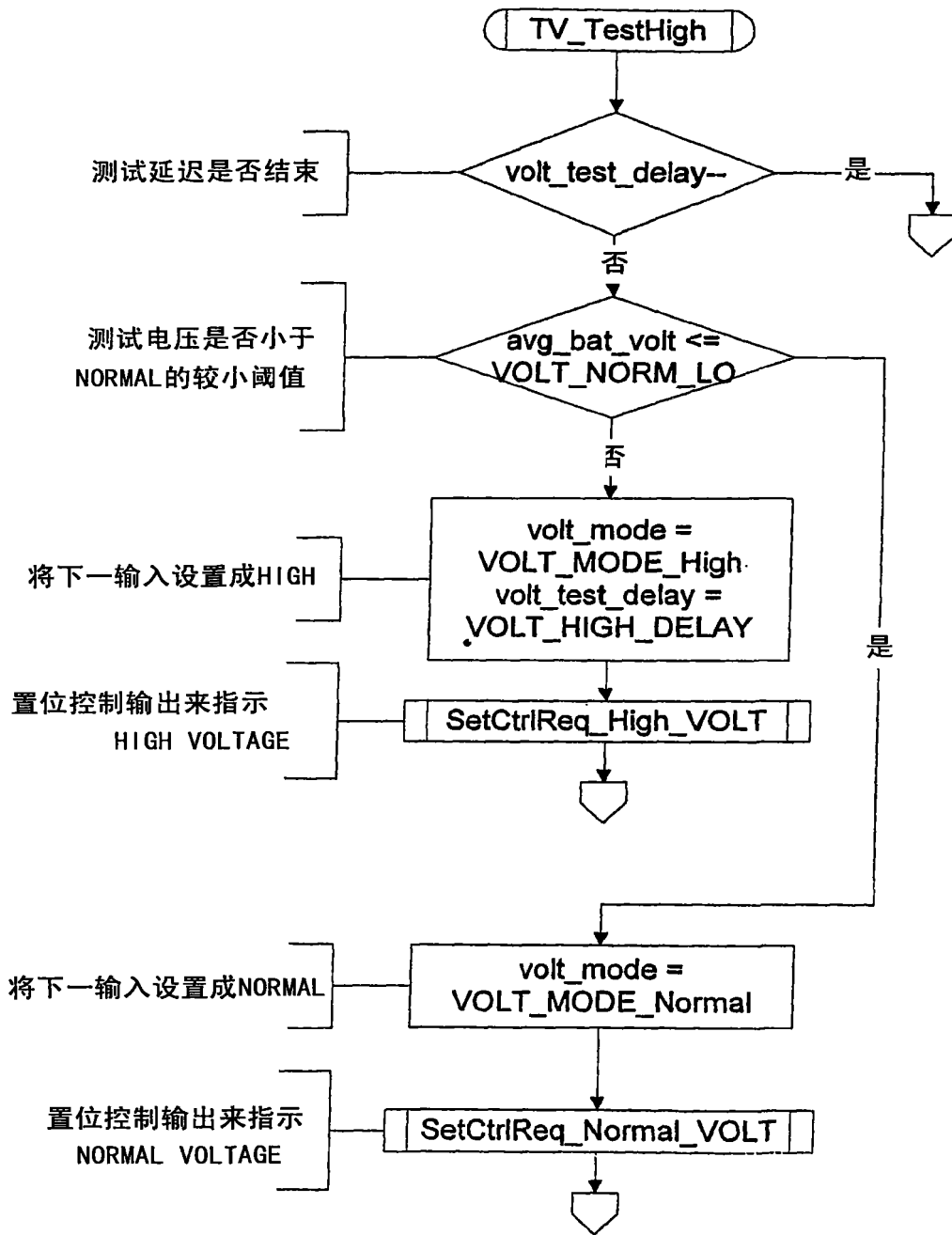


图 12R

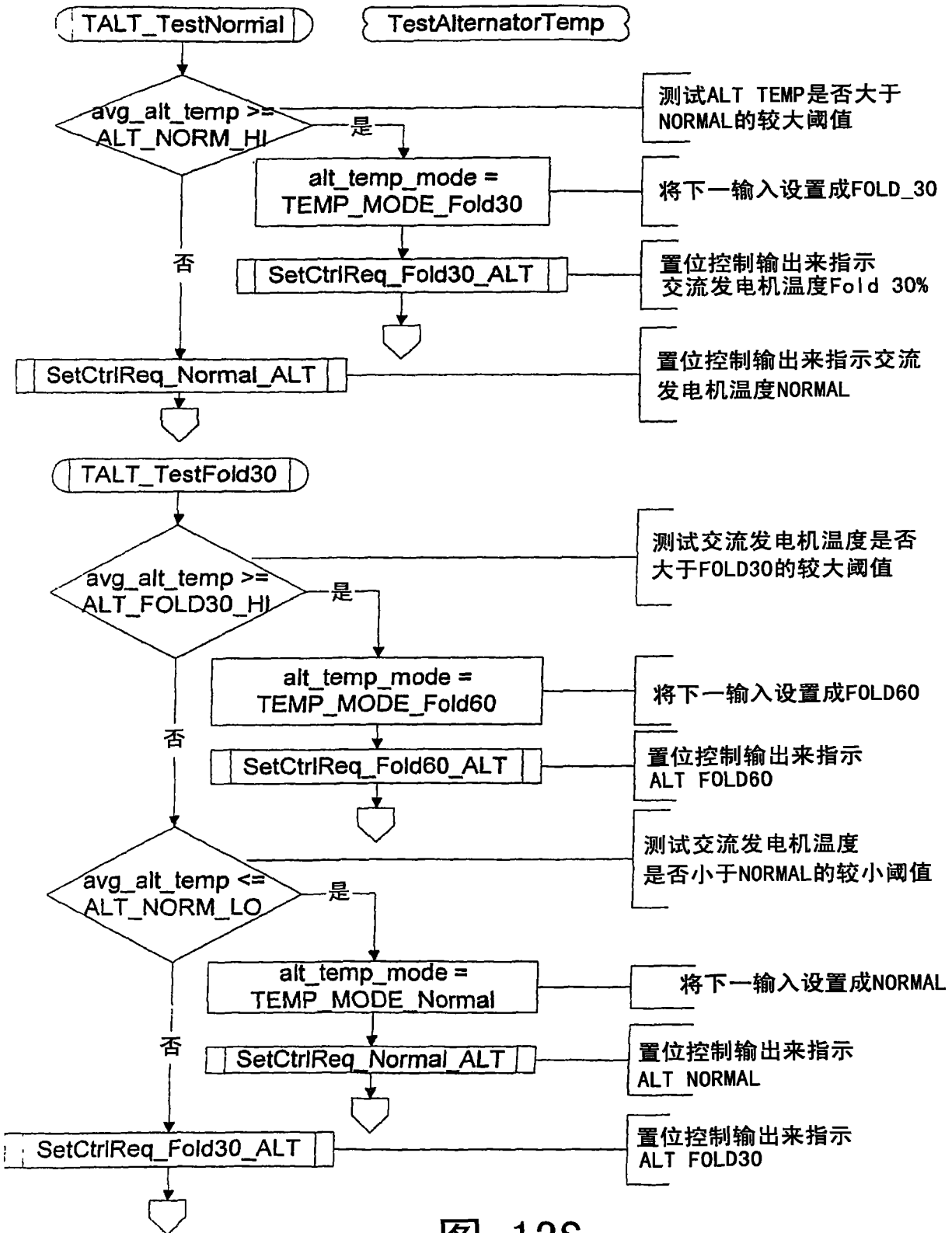


图 12S



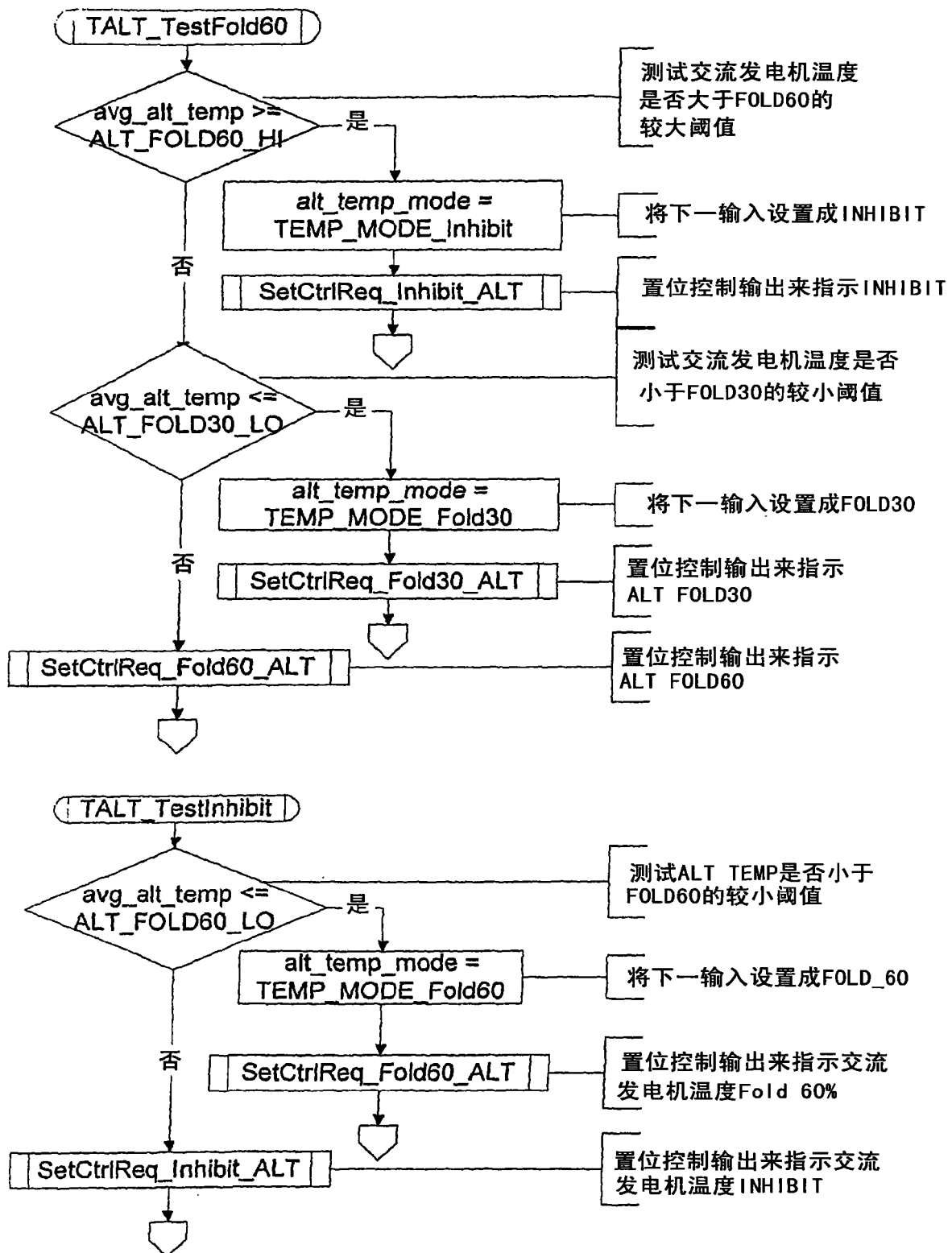


图 12T

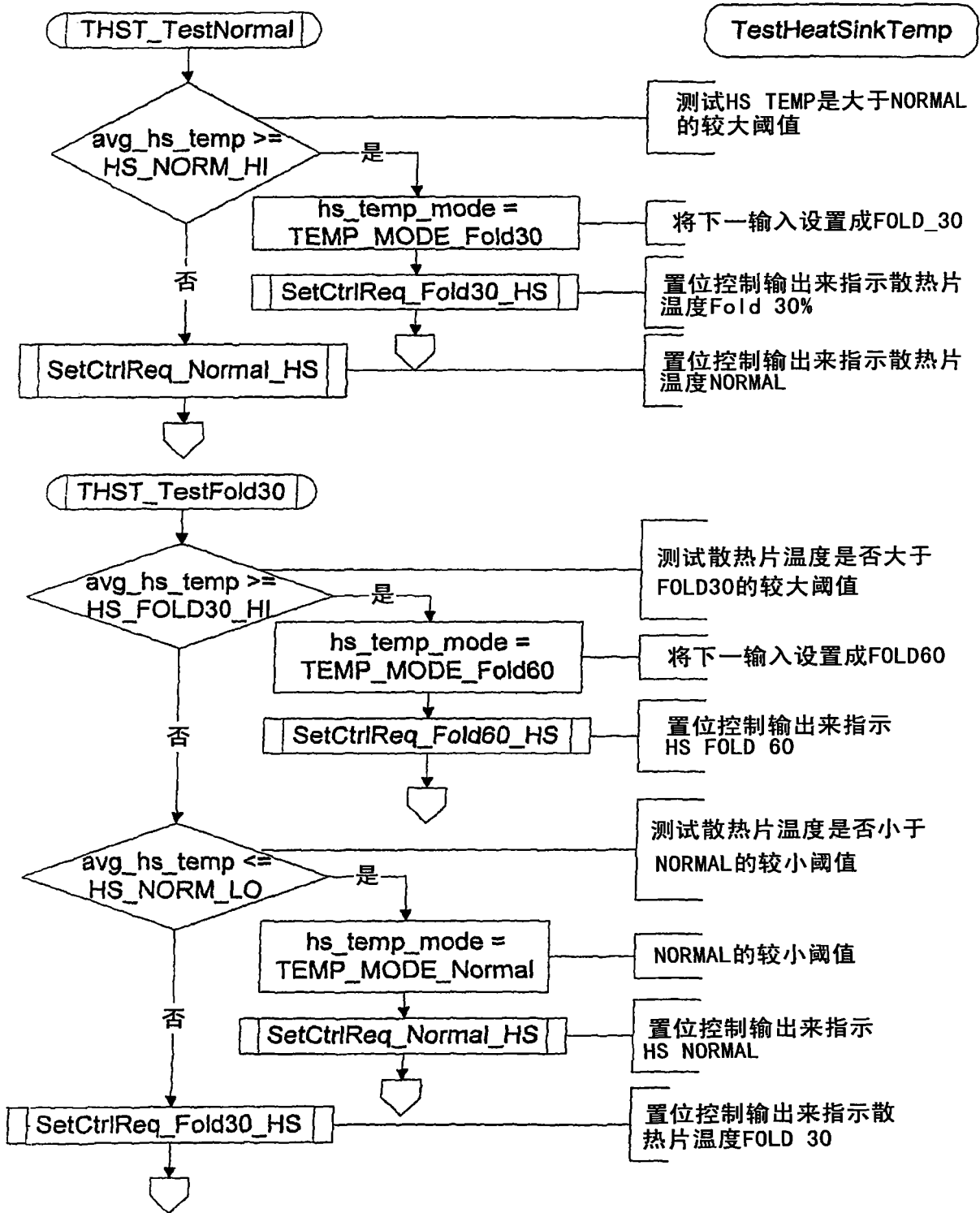


图 12U

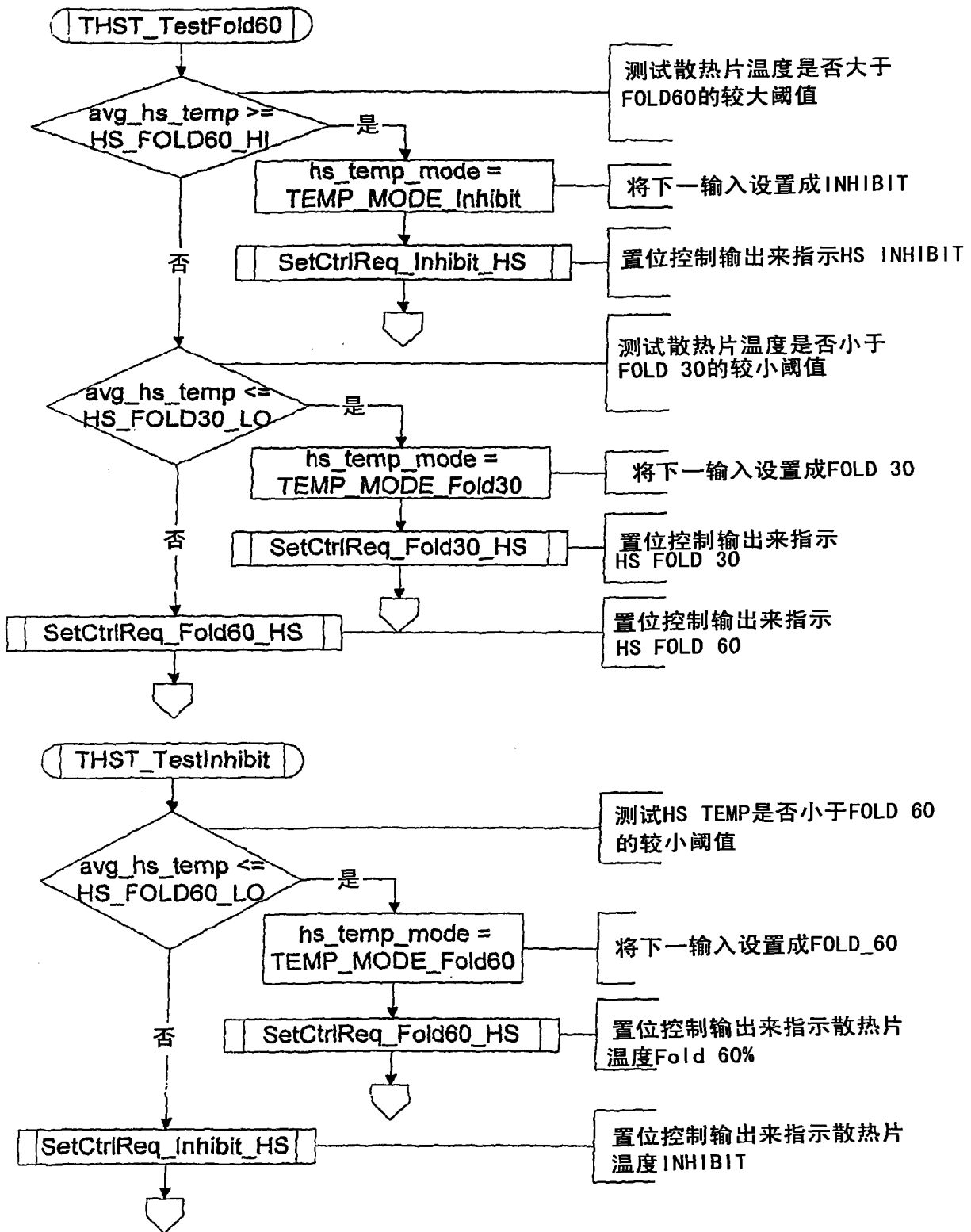


图 12V

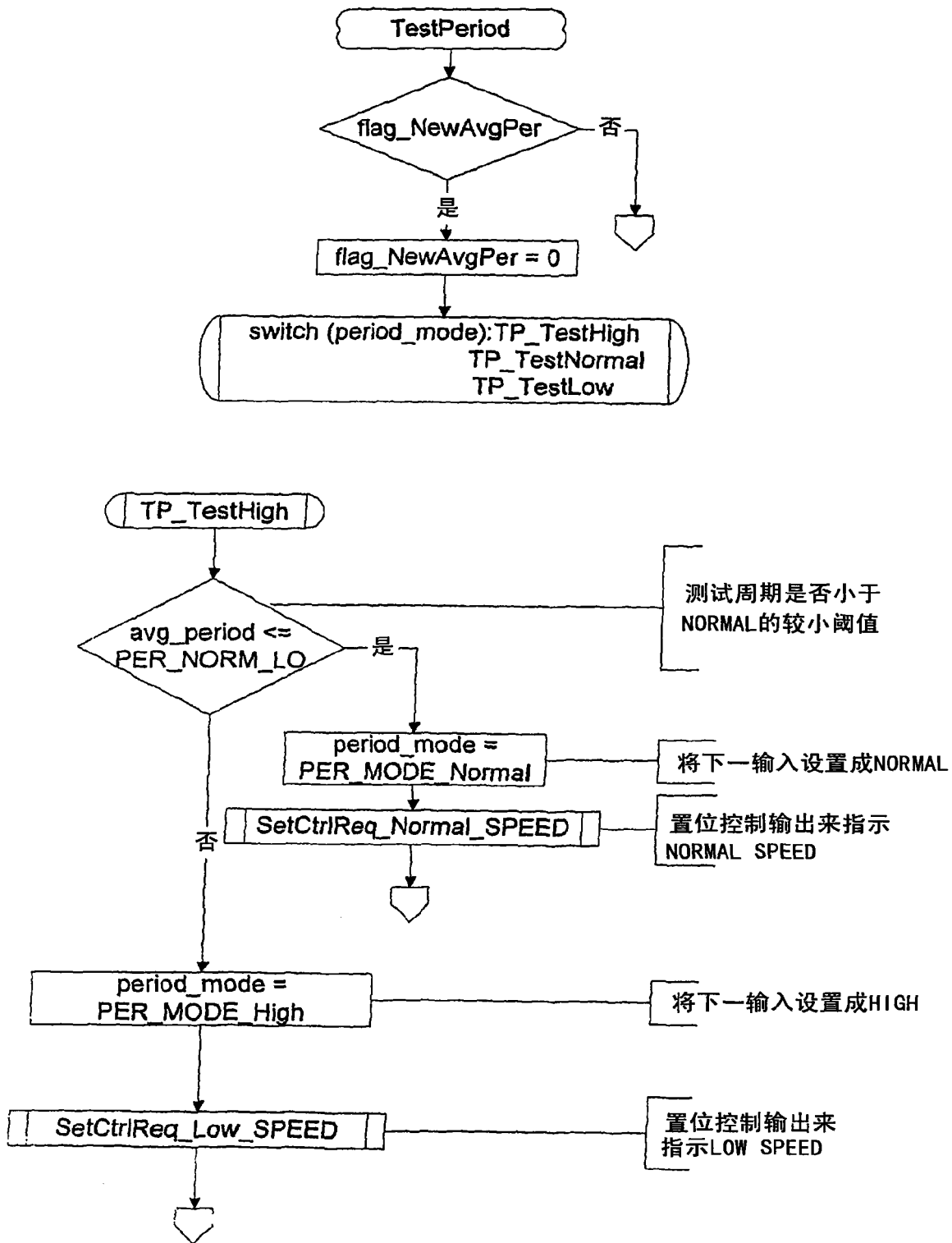


图 12W

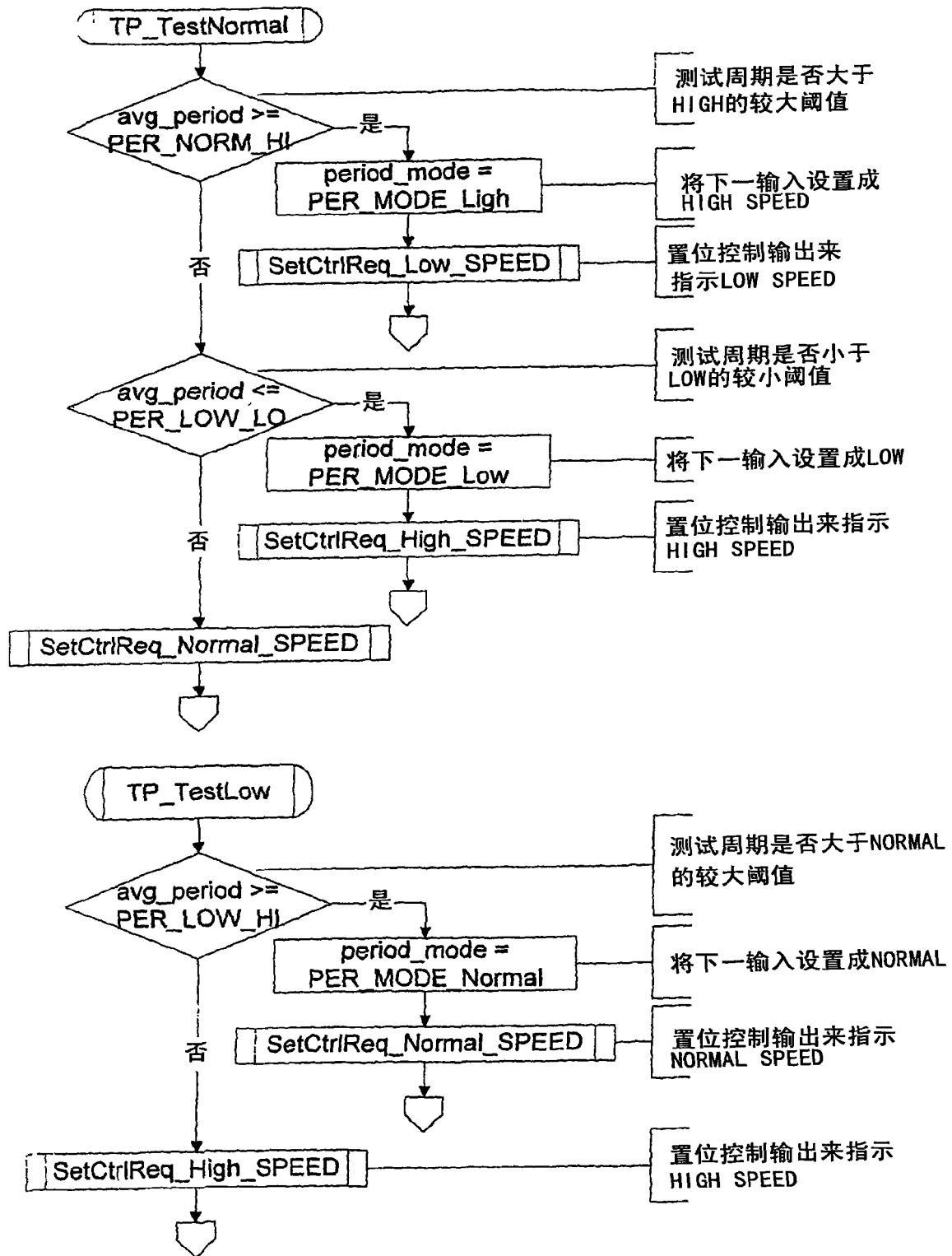


图 12X

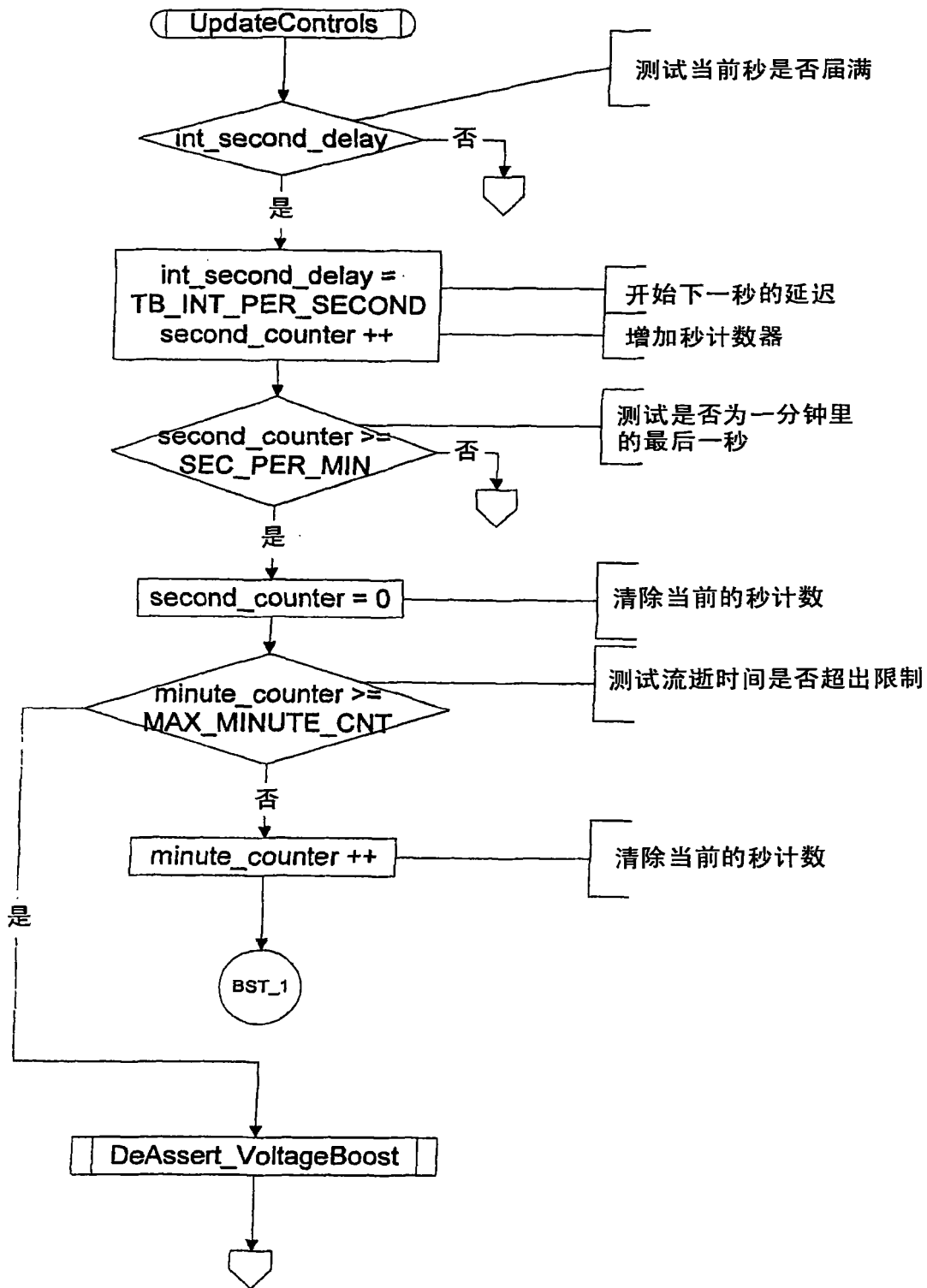


图 12Y

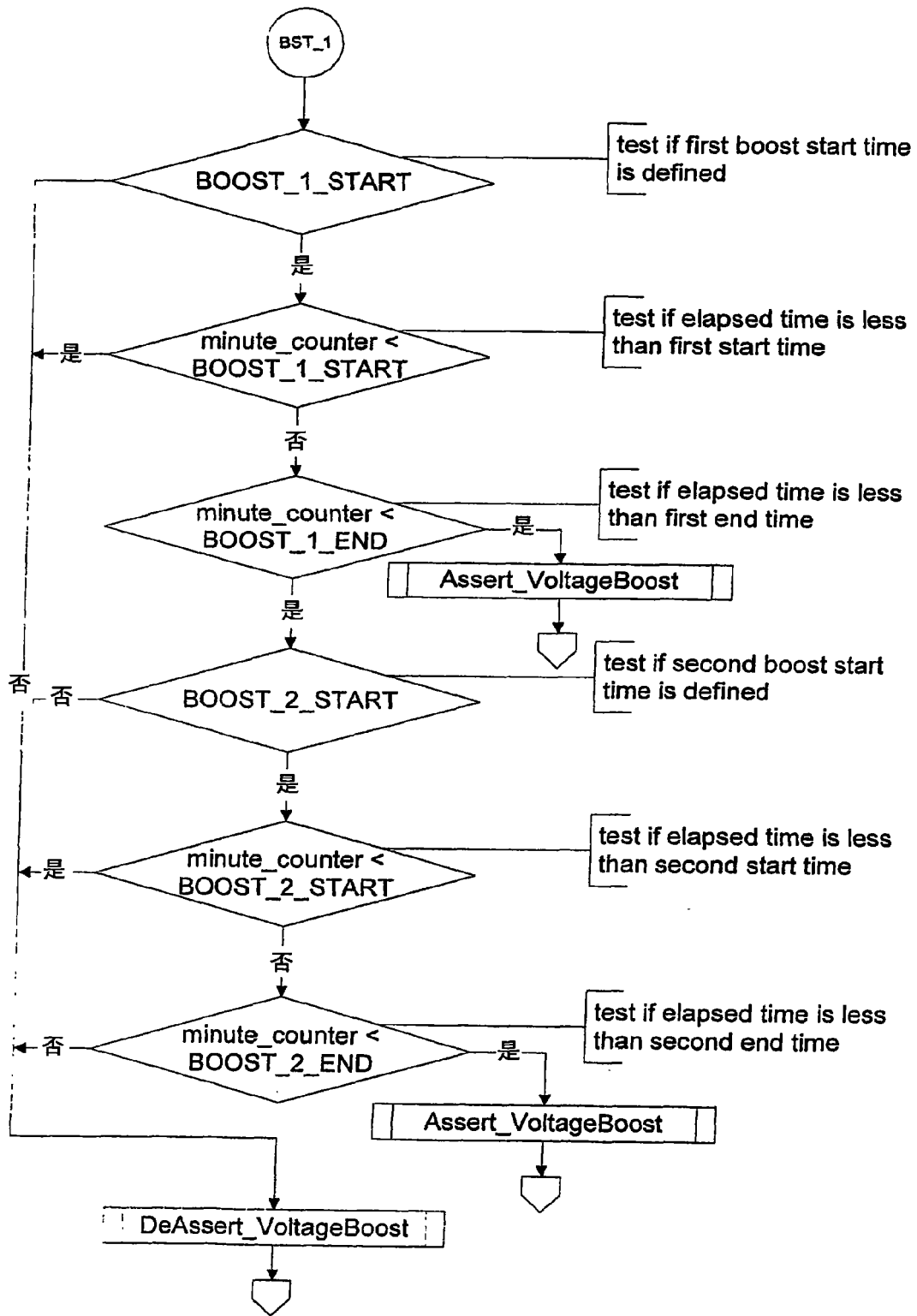


图 12Z

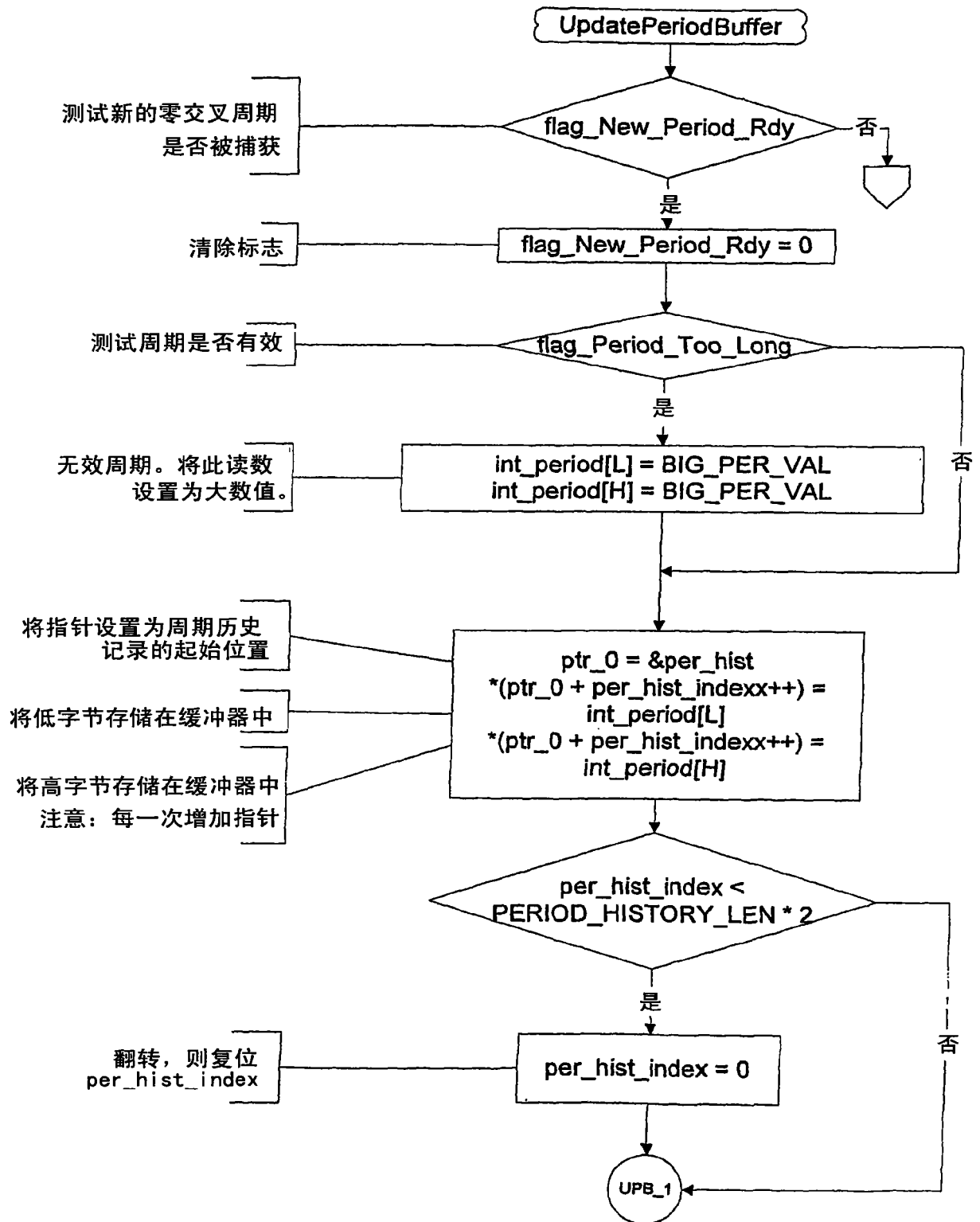


图 12AA



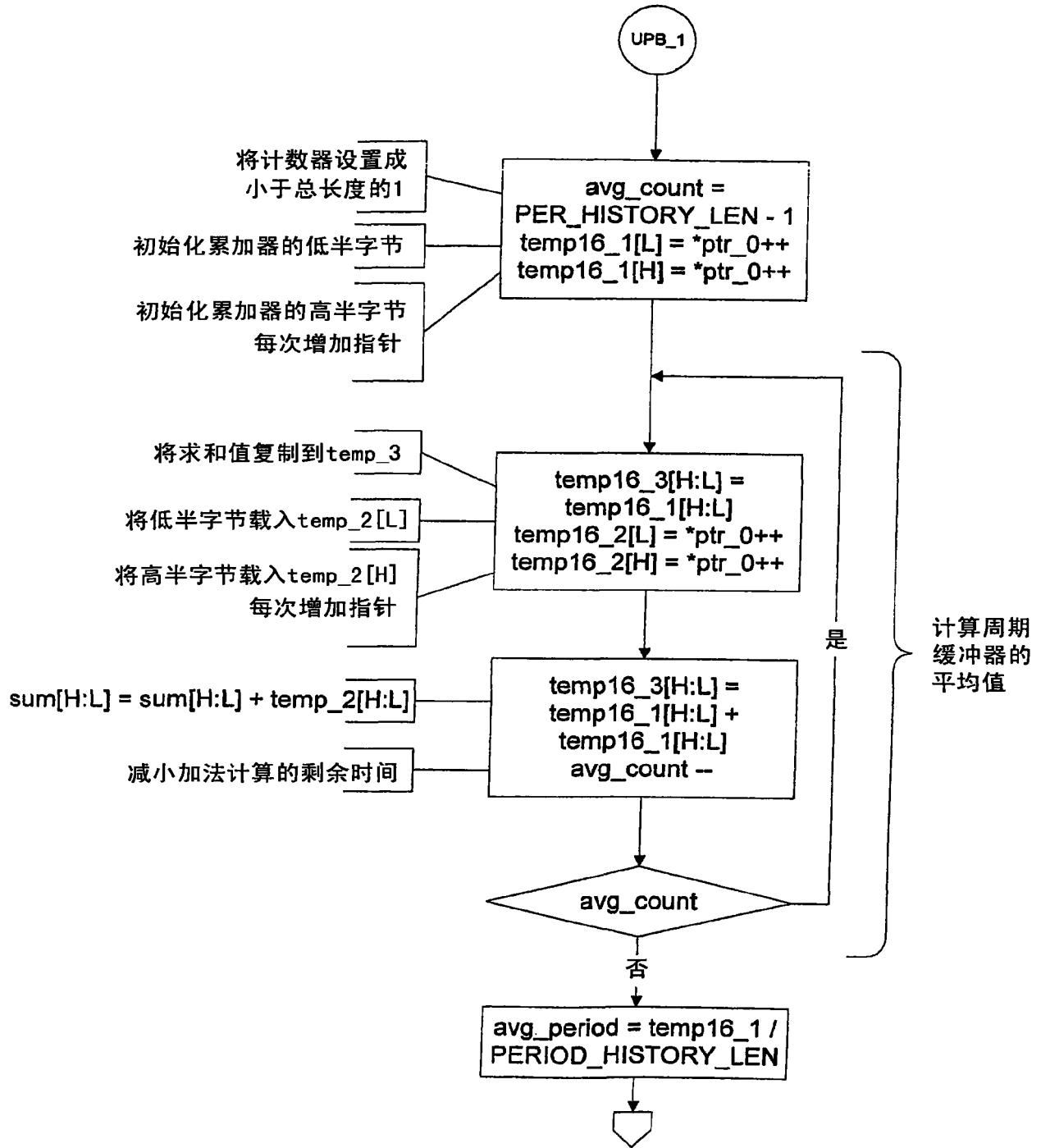


图 12AB

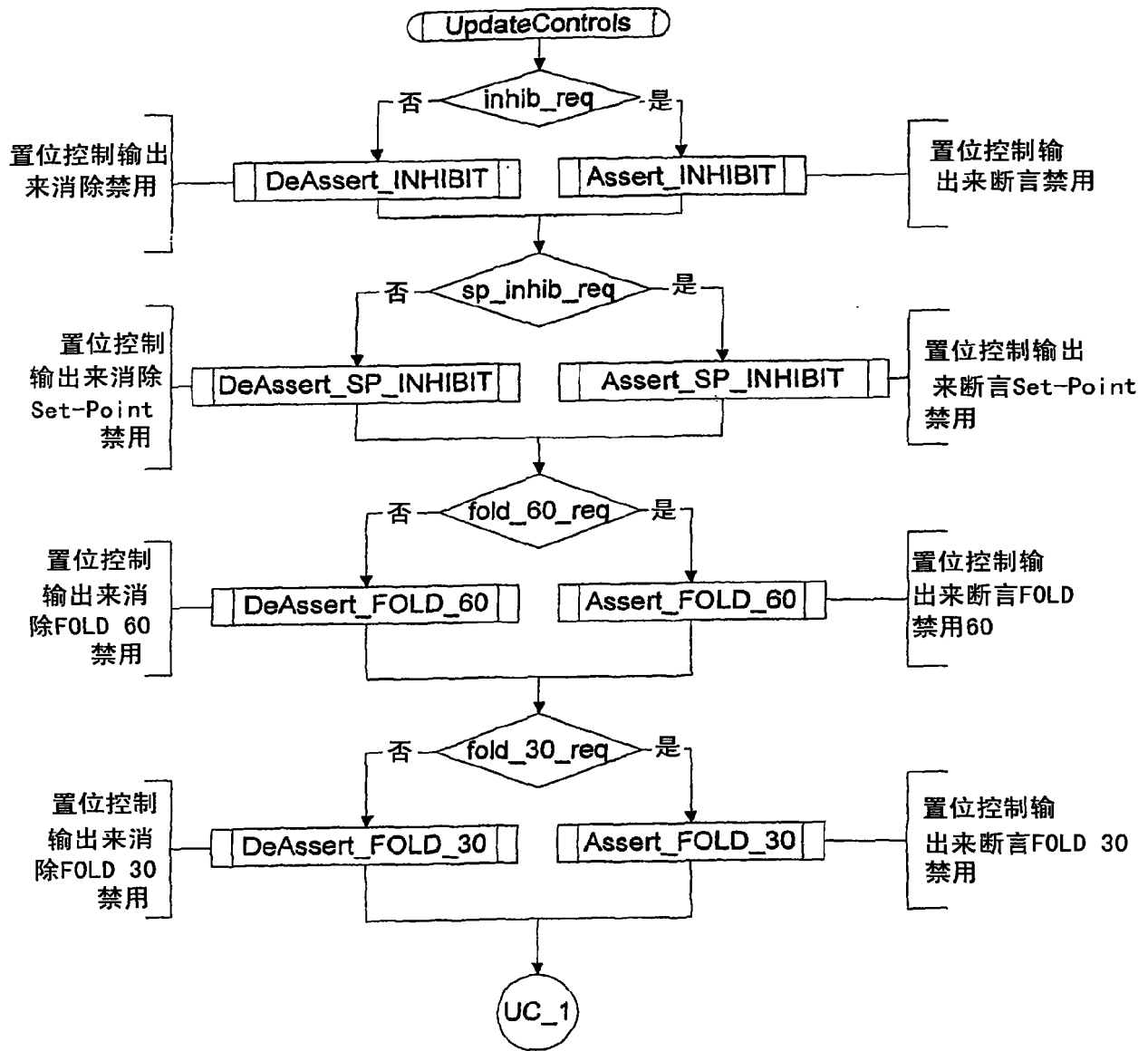


图 12AC

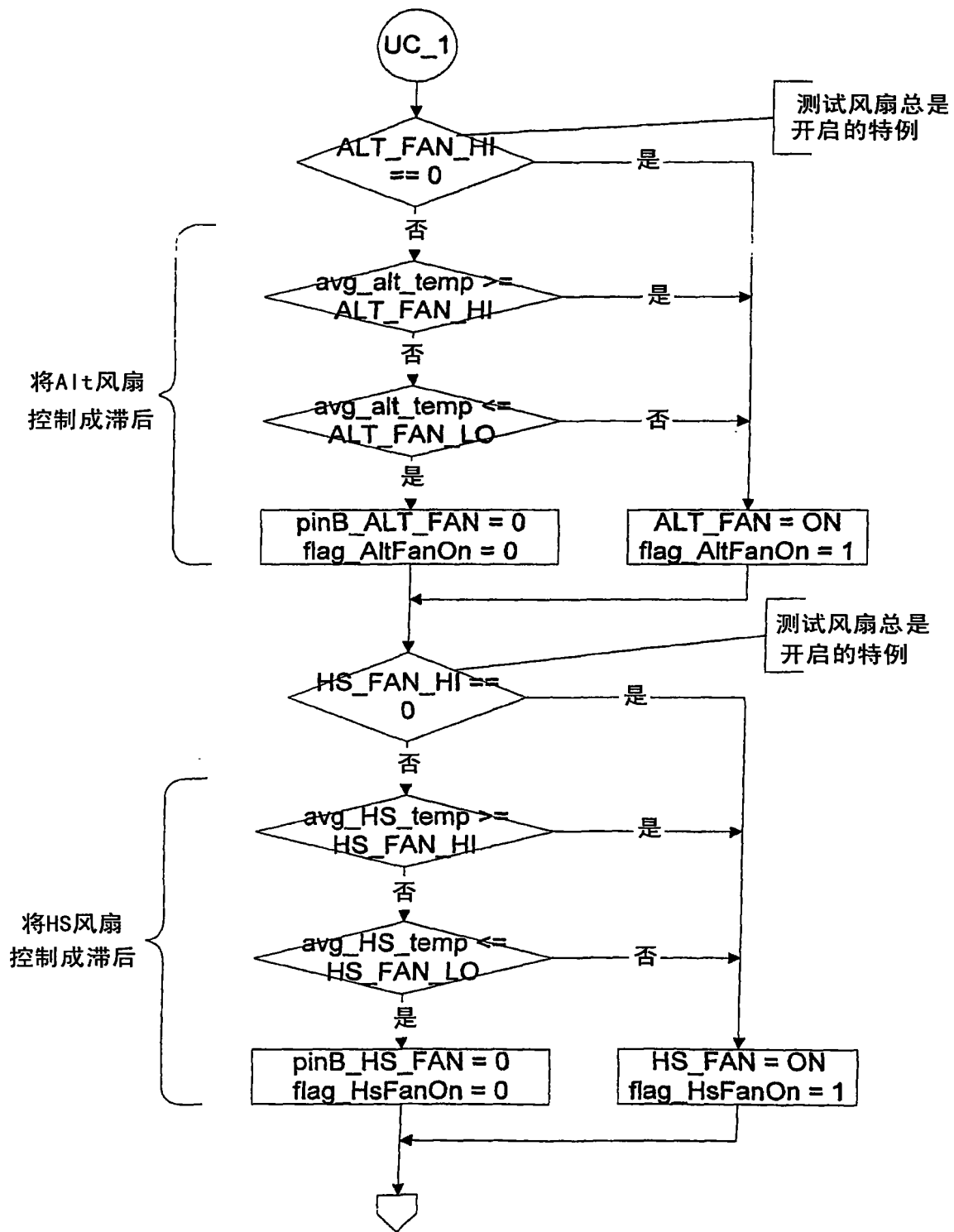


图 12AD

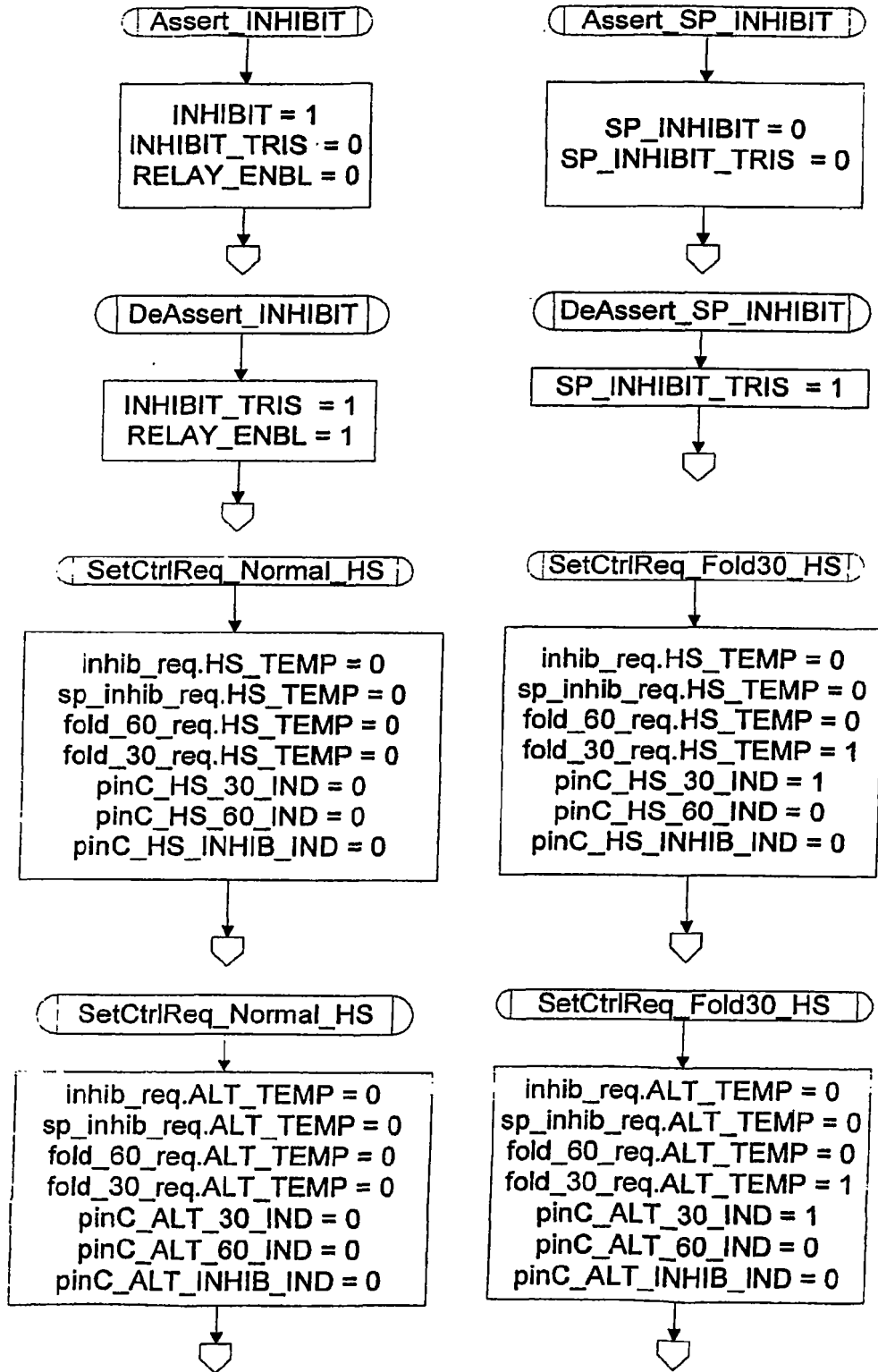


图 12AE

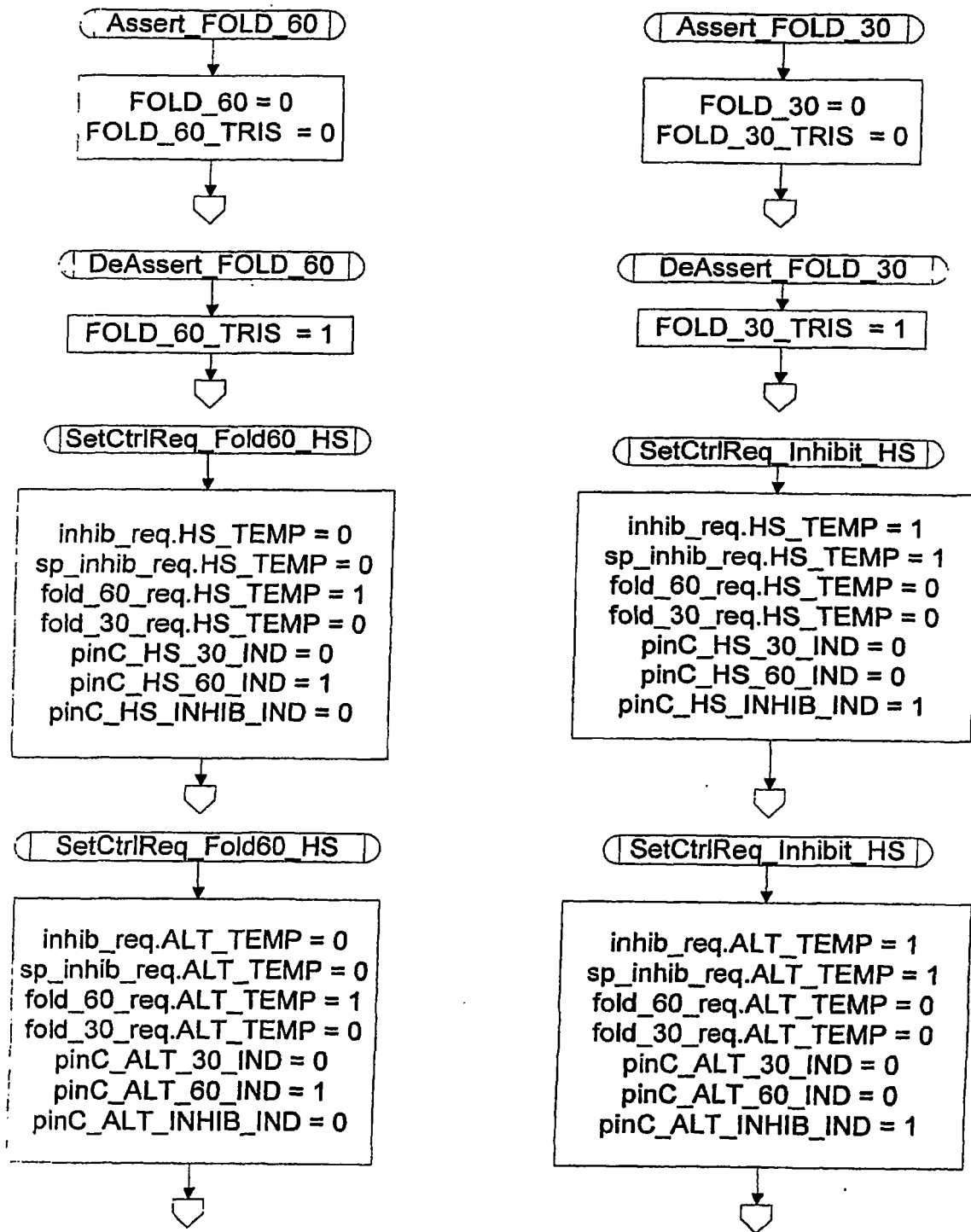


图 12AF

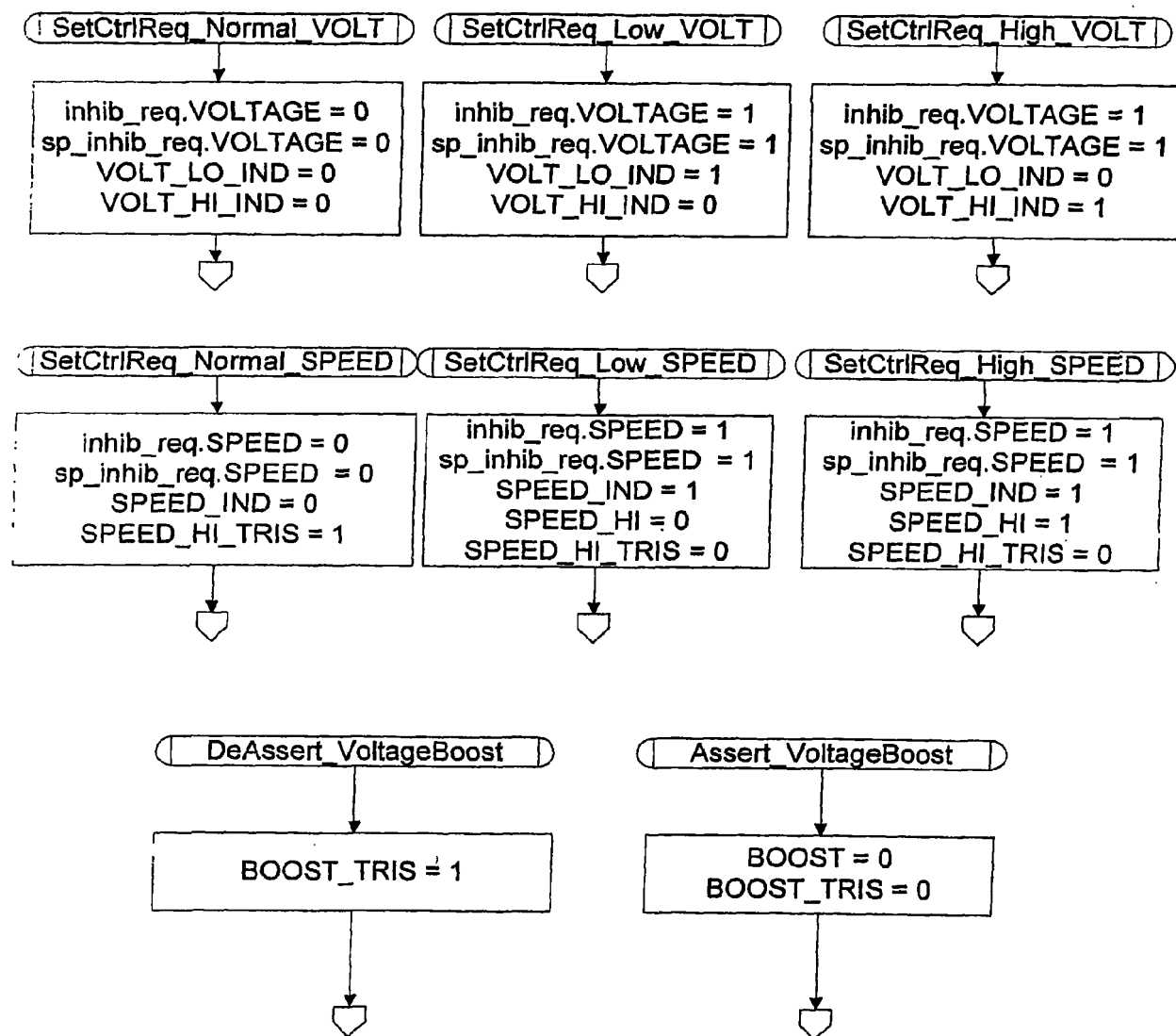


图 12AG

142

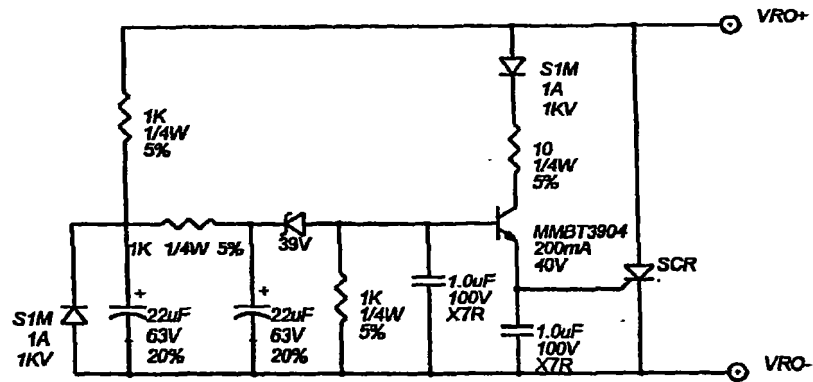


图 13

150

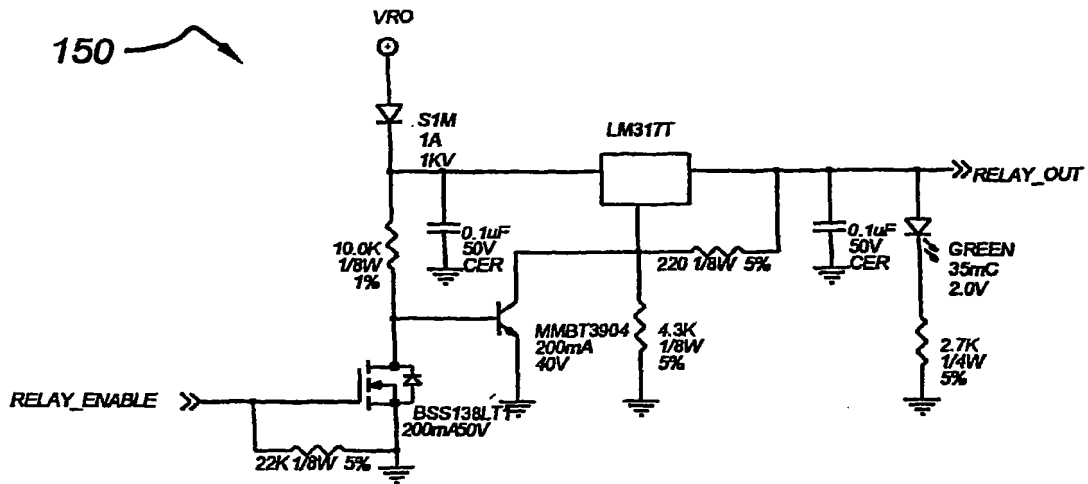


图 14

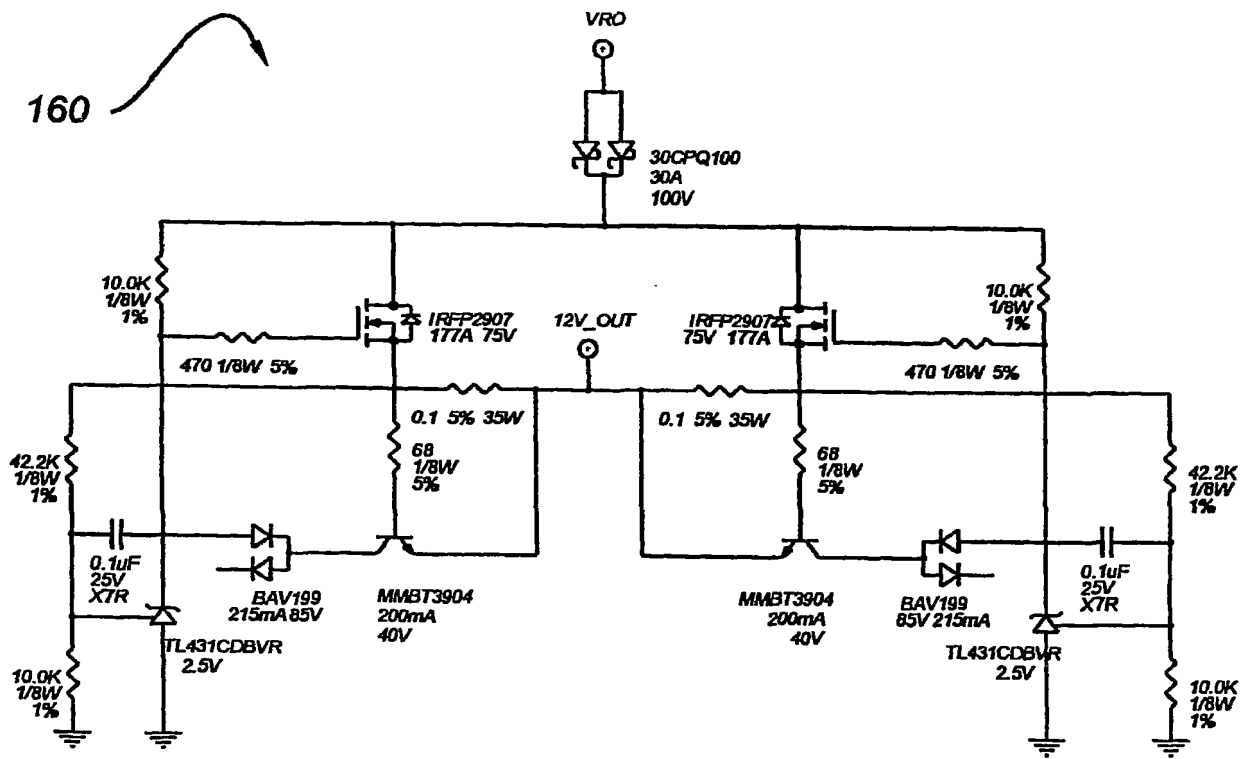


图 15



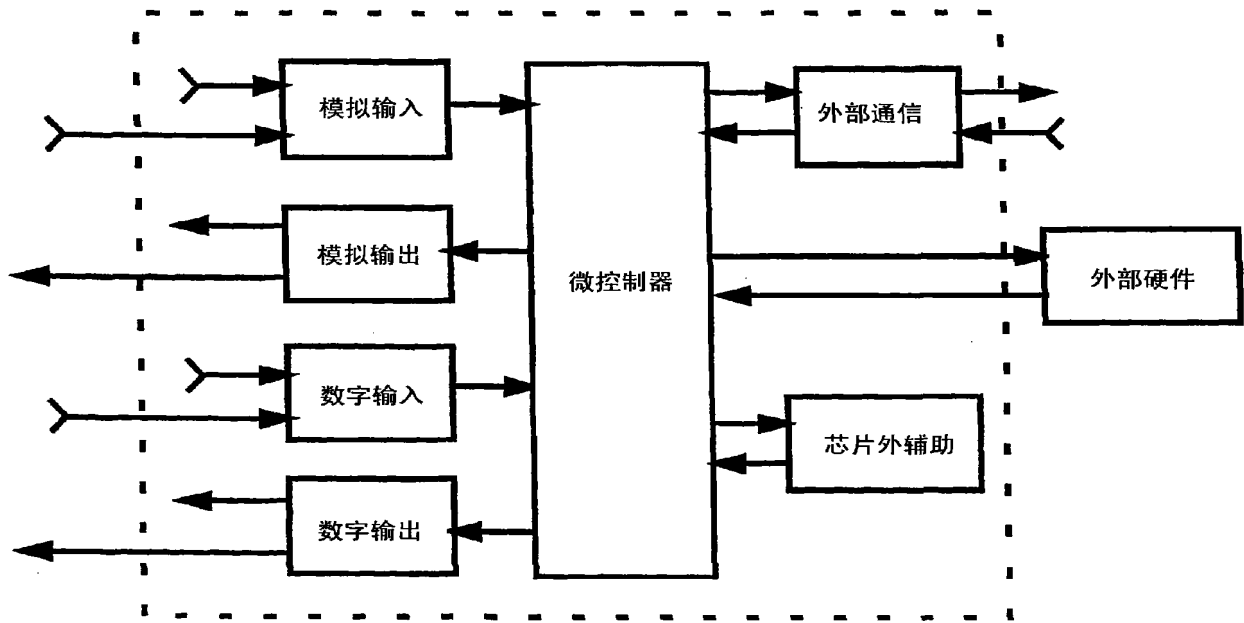


图 16

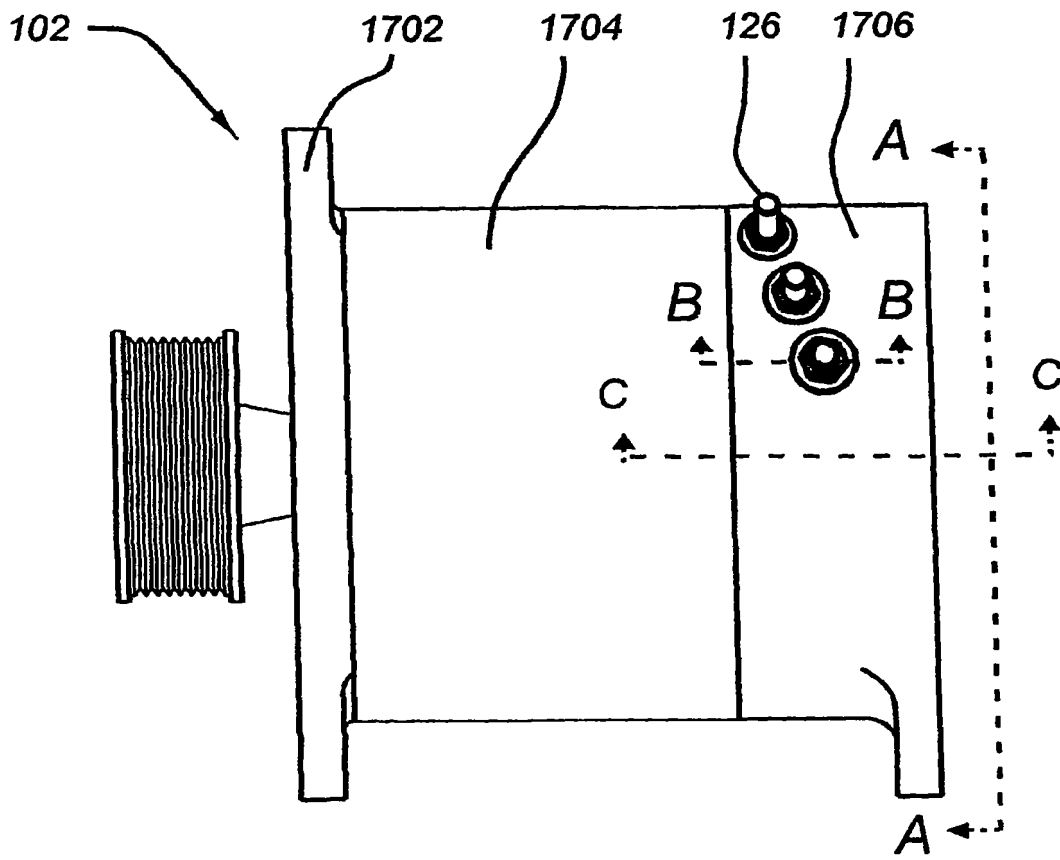


图 17A

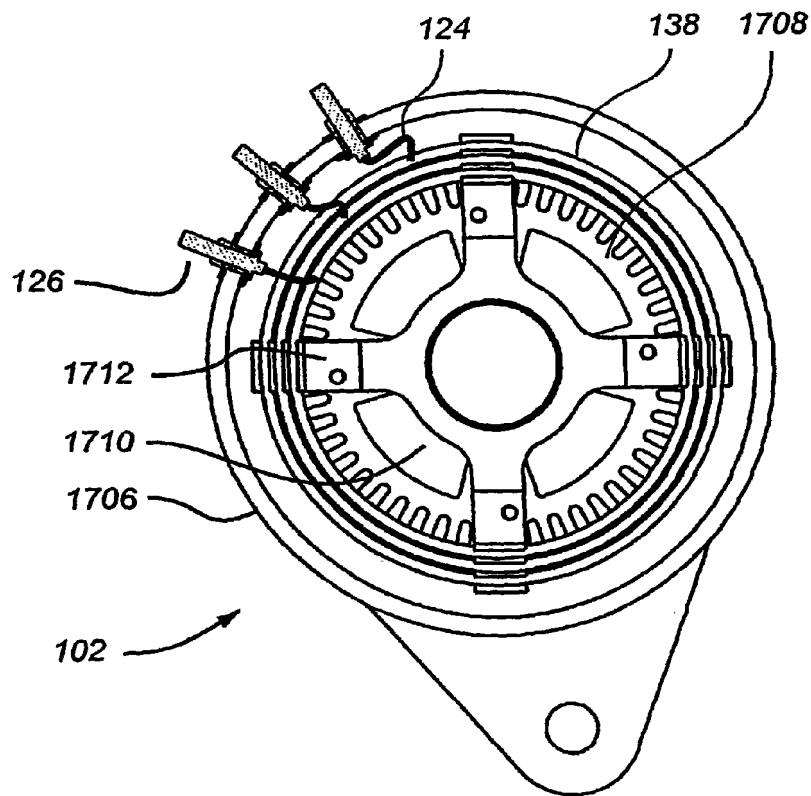


图 17B

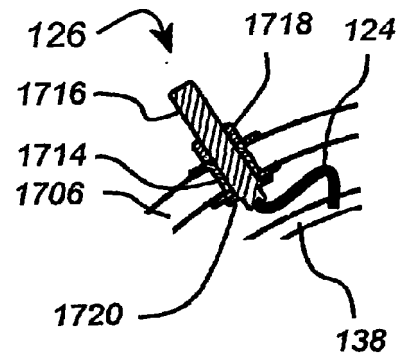


图 17C

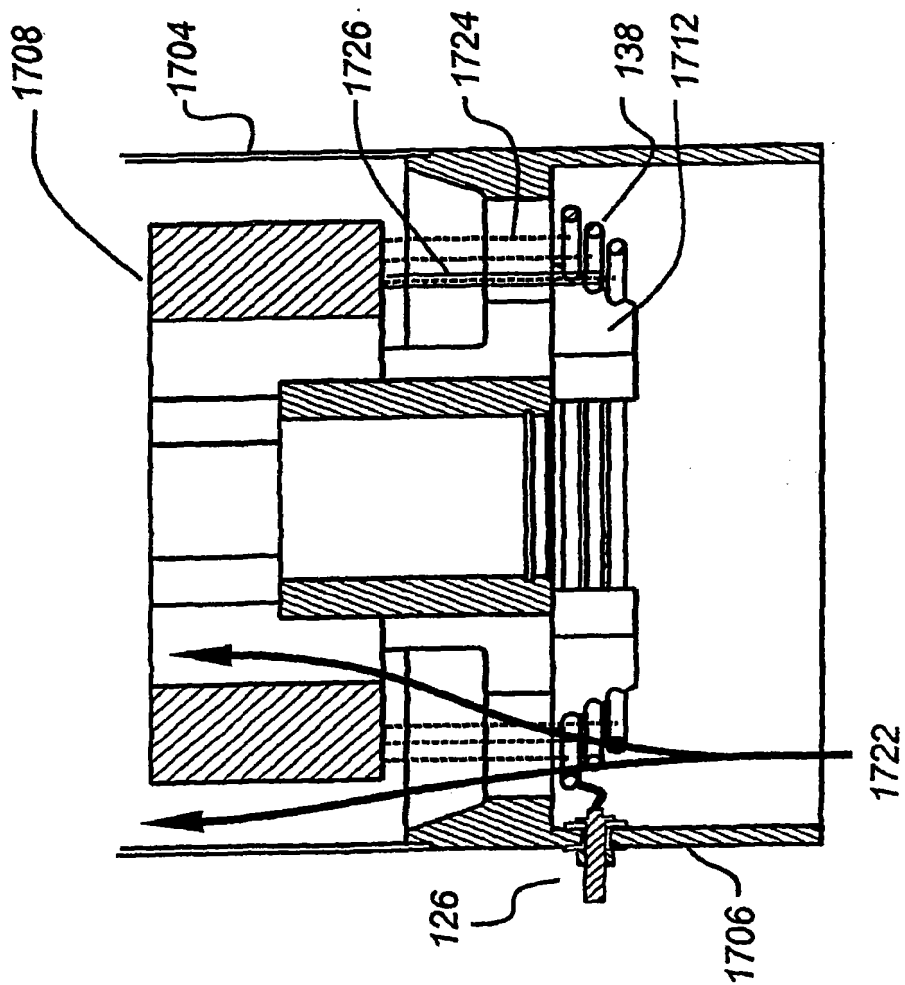


图 17D

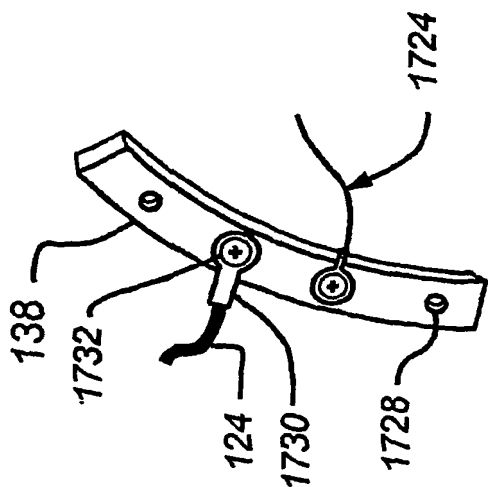


图 17E

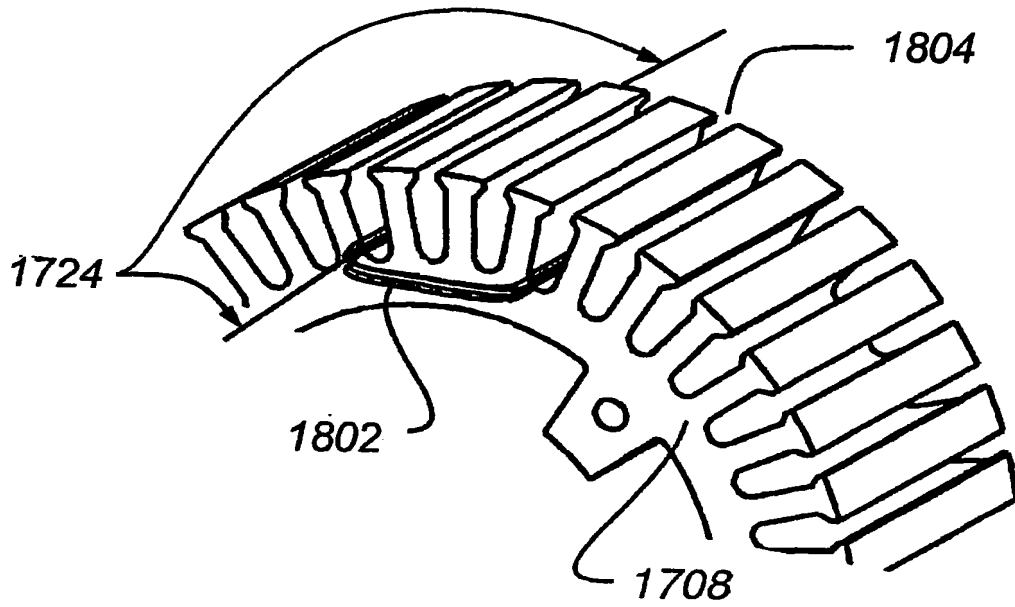


图 18A

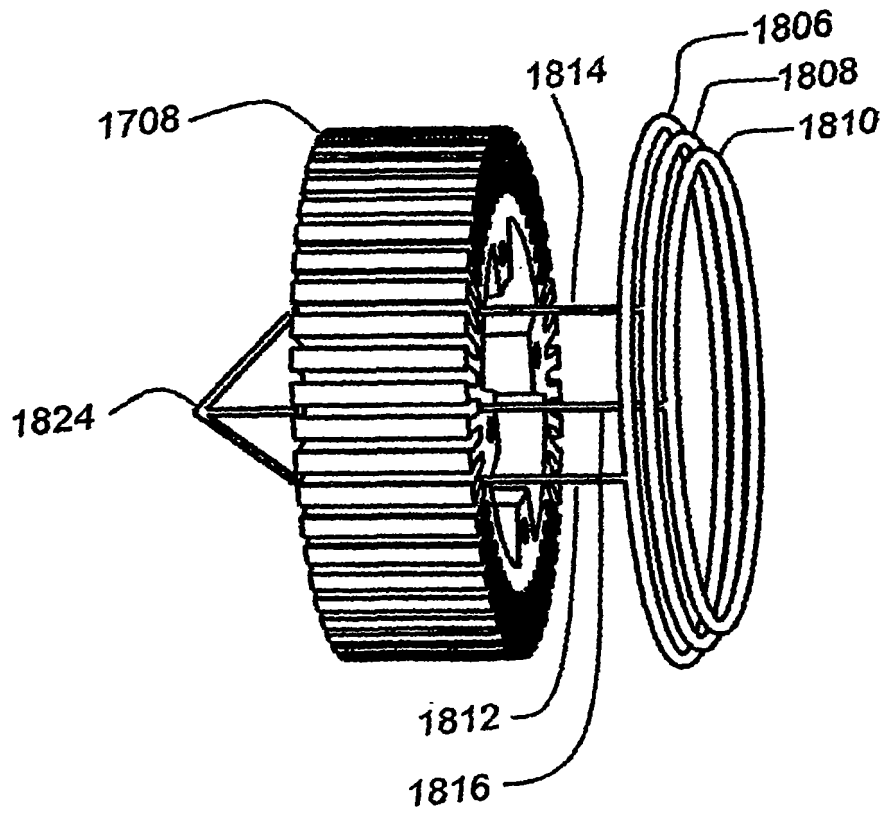


图 18B

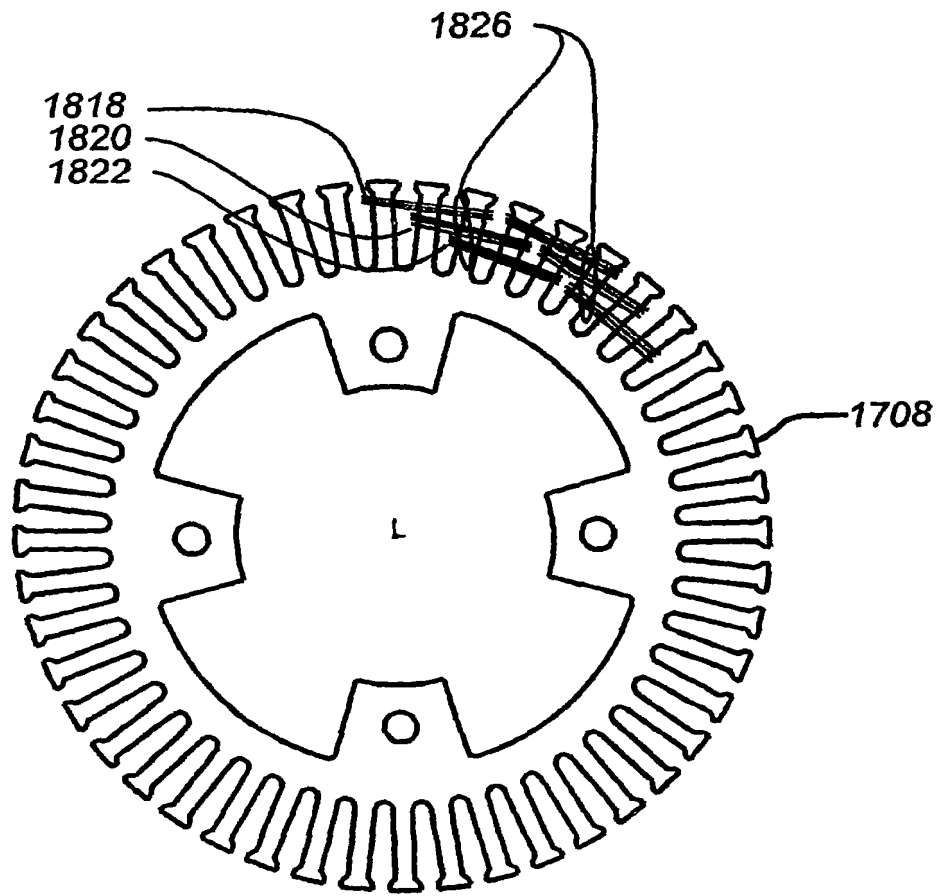


图 18C

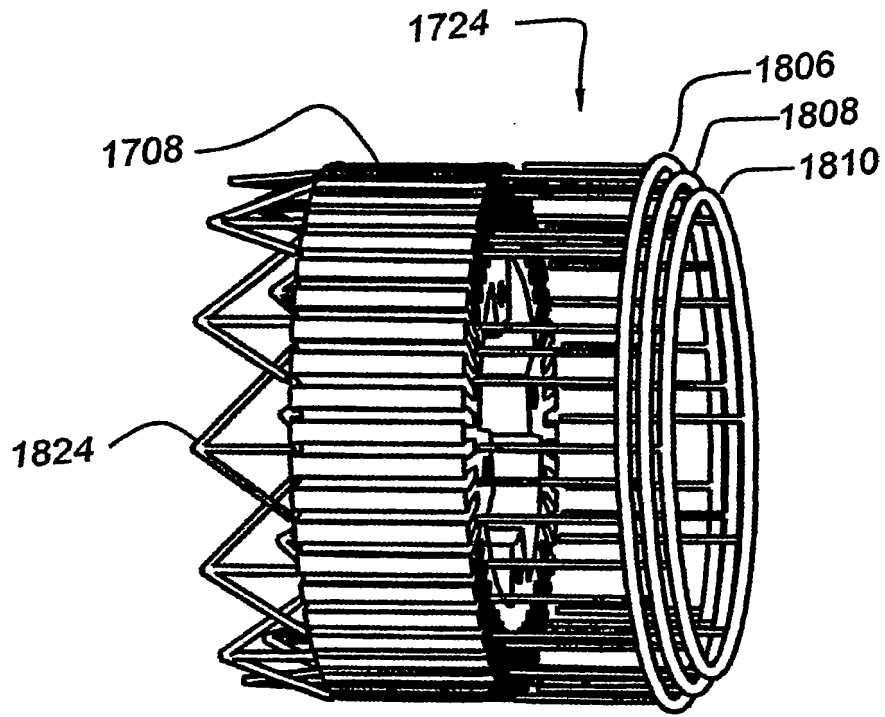


图 18D