

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101114555 B

(45) 授权公告日 2011.06.15

(21) 申请号 200710136295.5

(56) 对比文件

(22) 申请日 2007.04.30

CN 1308354 A, 2001.08.15,

(30) 优先权数据

US 5559426 A, 1996.09.24,

11/414,918 2006.05.01 US

WO 9422155 A1, 1994.09.29,

(73) 专利权人 伊顿公司

JP 57136223 A, 1982.08.23,

地址 美国俄亥俄州

审查员 刘继业

(72) 发明人 周信 B·R·莱恰 邹廉强

J·J·本克

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 杨晓光 李峰

(51) Int. Cl.

H01H 71/00 (2006.01)

H01H 71/10 (2006.01)

H01H 71/12 (2006.01)

H01H 71/24 (2006.01)

H01H 9/56 (2006.01)

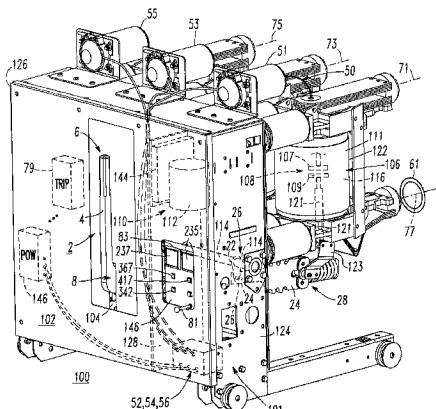
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 15 页

(54) 发明名称

包含波形临界点控制器和电压传感器的电路
断流器

(57) 摘要

断路器 (100) 包含断路器外壳 (102) 和多个独立极 (101, 103, 105)。每个独立极包含：可分离触点 (108)；电压传感器 (51, 53, 55)，其被安装到断路器外壳上或断路器外壳内，并被构造为检测与可分离触点有效关联的电压；被构造为断开以及闭合可分离触点的电磁致动器 (112)。波形临界点控制器 (146) 被断路器外壳封装并与独立极的传感器和致动器协作，以便独立且同步地断开以及闭合独立极的可分离触点。



1. 一种电路断流器 (100), 其包含 :

 电路断流器外壳 (102) ;

 多个独立的极 (101, 103, 105), 每个所述独立极包含 :

 可分离触点 (108),

 至少一个传感器 (51, 53, 55, 61, 63, 65), 所述至少一个传感器中的一个 (51) 被安装到所述电路断流器外壳上或所述电路断流器外壳内并被构造为对与所述可分离触点有效关联的电压进行检测, 以及

 被构造为断开以及闭合所述可分离触点的致动器 (112); 以及

 波形临界点控制器 (146), 其由所述电路断流器外壳封装, 并与所述独立极的所述传感器以及所述致动器协作, 以便独立且同步地断开以及闭合所述独立极的所述可分离触点。

2. 根据权利要求 1 的电路断流器 (100), 其中, 所述独立极 (101, 103, 105) 的数量为三个。

3. 根据权利要求 1 的电路断流器 (100), 其中, 所述致动器是机电致动器 (112); 其中, 所述机电致动器各自包含断开线圈 (292) 以及闭合线圈 (290); 且其中, 所述波形临界点控制器为包含驱动所述机电致动器的所述断开线圈与闭合线圈的多个电子输出 (331, 332) 的电子波形临界点控制器 (146)。

4. 根据权利要求 1 的电路断流器 (100), 其中, 所述电路断流器是中压断路器 (100)。

5. 根据权利要求 1 的电路断流器 (100), 其中, 所述电路断流器是中压真空电路断流器 (100)

6. 根据权利要求 1 的电路断流器 (100), 其中, 所述至少一个传感器包含被构造为对与所述独立极中的对应一个 (101) 的所述可分离触点有效关联的电流进行检测的电流互感器 (61)。

7. 根据权利要求 6 的电路断流器 (100), 其中, 所述波形临界点控制器是电子波形临界点控制器 (146), 所述电子波形临界点控制器 (146) 包含电子输入 (282), 所述电子输入 (282) 接收对于所述独立极中的一个 (101) 的、所述检测到的电流。

8. 根据权利要求 7 的电路断流器 (100), 其中, 所述检测到的电流包含过零点; 且其中, 所述波形临界点控制器被构造为在相对于所述检测到的电流的所述过零点的多个不同的预定相角上独立且同步地断开所述独立极的所述可分离触点。

9. 根据权利要求 1 的电路断流器 (100), 其中, 所述波形临界点控制器为电子波形临界点控制器 (146), 所述电子波形临界点控制器 (146) 包含电子输入 (278), 所述电子输入 (278) 接收对于所述独立极中的一个 (101) 的、所述检测到的电压。

10. 根据权利要求 9 的电路断流器 (100), 其中, 所述检测到的电压包含过零点 (233Z); 且其中, 所述波形临界点控制器被构造为在相对于所述检测到的电压的所述过零点的多个不同的预定相角上独立且同步地闭合所述独立极的所述可分离触点。

11. 根据权利要求 1 的电路断流器 (100), 其中, 所述至少一个传感器中的所述一个是光电传感器 (51)。

12. 根据权利要求 11 的电路断流器 (100), 其中, 所述电压为中压; 其中, 所述电路断流器为中压电路断流器 (100); 且其中, 所述光电传感器 (51) 被构造为检测所述中压。

13. 根据权利要求 12 的电路断流器 (100), 其中, 所述中压为从大约 1kV 到大约 40kV。

14. 一种断路器 (100), 其包含 :

断路器外壳 (102) ;

多个独立的极 (101, 103, 105), 每个所述独立极包含 :

可分离触点 (108) ,

被安装到所述断路器外壳上或所述断路器外壳内的电压传感器 (51), 所述电压传感器被构造为对与所述可分离触点有效关联的电压进行检测,

被构造为对与所述可分离触点有效关联的电流进行检测的电流传感器 (61), 以及
被构造为断开以及闭合所述可分离触点的致动器 (112) ;

与所述断路器外壳集成在一起的波形临界点控制器 (146), 所述波形临界点控制器与所述独立极的所述电压传感器中的至少一个 (51)、所述独立极的所述电流传感器中的至少一个 (61) 以及所述独立极的所述致动器协作, 以便独立且同步地断开以及闭合所述独立极的所述可分离触点; 以及

保护性继电器 (79), 其与所述独立极的所述电流传感器以及所述波形临界点控制器协作以跳闸断开所述独立极的所述可分离触点。

15. 根据权利要求 14 的断路器 (100), 其中, 所述检测到的电流包含过零点; 其中, 所述波形临界点控制器被构造为在相对于所述检测到的电流的所述过零点的多个不同的预定相角上独立且同步地断开所述独立极的所述可分离触点。

16. 根据权利要求 14 的断路器 (100), 其中, 对于所述独立极中的对应一个的所述电压为中压; 其中, 所述断路器是中压断路器 (100); 且其中, 对于所述独立极中的所述对应一个 (101) 的所述电压传感器 (51) 被构造为检测所述中压。

17. 根据权利要求 14 的断路器 (100), 其中, 所述致动器为机电致动器 (112); 其中, 所述机电致动器各自包含断开线圈 (292) 与闭合线圈 (290); 且其中, 所述波形临界点控制器是电子波形临界点控制器 (146), 所述电子波形临界点控制器 (146) 包含驱动所述机电致动器的所述断开线圈与闭合线圈的多个电子输出 (331, 332)。

18. 根据权利要求 14 的断路器 (100), 其中, 所述检测到的电压包含过零点 (233Z); 且其中, 所述波形临界点控制器被构造为在相对于所述检测到的电压的所述过零点的多个不同的预定相角上独立且同步地闭合所述独立极的所述可分离触点。

19. 根据权利要求 14 的断路器 (100), 其中, 所述电压传感器是光电电压传感器 (51, 53, 55)。

20. 根据权利要求 19 的断路器 (100), 其中, 所述电压是中压; 其中, 所述断路器是中压断路器 (100); 其中, 所述光电电压传感器 (51, 53, 55) 被构造为检测所述中压; 且其中, 所述中压是从大约 1kV 到大约 40kV。

包含波形临界点控制器和电压传感器的电路断流器

- [0001] 相关申请的交叉引用
- [0002] 本申请与共同转让、同时提交的下列申请有关：
- [0003] 2006 年__月__日提交的、申请号为__ / ___, 名为“Manual OpeningDevice And Electrical Switching Apparatus Employing The Same”的美国专利申请（代理卷号为 No. 05-EDP-484）；以及
- [0004] 2006 年__月__日提交的、申请号为__ / ___, 名为“Circuit Interrupter Including Manual Selector Selecting Different Point-On-WaveSwitching Characteristics”的美国专利申请（代理卷号为 No. 06-EDP-018）。

技术领域

[0005] 本申请通常涉及电路断流器 (circuit interrupter)，尤其是包含由波形临界点 (point-on-wave) 控制器控制的多个独立极 (pole) 的断路器 (circuit breaker)。

背景技术

[0006] 电路断流器为电气系统提供保护以防止电流过载和短路等电气故障情况。许多电路断流器包含由弹簧产生动力的操作机构，其对异常情况做出响应地断开电触点以中断经过电气系统的导体的电流，然而，可采用各种各样的机械、机电或其他合适的驱动机构。

[0007] 真空电路断流器（例如真空断路器、真空自动重接器、其他真空开关装置）包含被布置在绝缘外壳中的可分离触点。真空电路断流器——例如用于操作大约 1000 伏以上的系统的电力断路器——典型地将例如真空断流器 (vacuum interrupter)（不要与真空电路断流器 (vacuum circuitinterrupter) 混淆）等真空开关 (vacuum switch)（不要与真空开关装置 (vacuum switching device) 混淆）用作开关元件。

[0008] 将波形临界点 (POW) 技术应用于电路断流器，以便降低可分离触点闭合期间的开关瞬变（例如瞬时电流、过度的过电压）并使中断期间的触点腐蚀最小化。这种同步开关装置用于在例如中压和高压系统中降低设备上的开关瞬变并延长电路断流器的寿命。例如，在三极 POW 断路器中，独立地对三个极进行操作以实现同步开关或 POW 开关。

[0009] 已经知道对 POW 断路器进行定制，以便对下列类型负载中的一个且仅仅一个进行激励或去激励：(1) 接地的电容器组；(2) 非接地的电容器组；(3) 转换开关 (transfer switch)（例如对线路电压和负载电压进行同步，使得它们在被连接时处于相同的电压相位角，以便最小化瞬时电流）；(4) 变压器；(5) 中压电动机控制器；以及 (6) 并联电抗器（例如，对于接地的高压并联电抗器，三相应当在相到地电压的最大值时被激励）。

[0010] 当例如电容器组、转换开关、变压器或中压电动机控制器被接通时，会产生瞬时过电压和高的补偿电流。为了减少这些压力，定制的三极 POW 断路器在线路电压或电流的特殊预定相角处同步操作。这样的 POW 断路器包含被不同地控制的三个独立的操作机构，以便为特定的对应负载实现定制的 POW 开关。

[0011] 已知的中压真空电路断流器采用电压互感器，其具有相对较大的尺寸和重量。这

样的电压互感器大而且重,以至于必须被封装在与电动机控制中心外壳或开关装置中的对应电路断流器分离的独立间隔 (compartment) 中。

[0012] 已知的 POW 电路断流器采用定制的机械部件和 / 或定制的电气部件,以便为一个特定的断开与闭合应用(例如对于接地电容器组)产生对应的一组相角开关特性。换句话说,完全相同的 POW 电路断流器不能用于为另一个不同的断开与闭合应用(例如对于非接地电容器组、变压器、转换开关、中压电动机控制器)产生不同的一组相角开关特性。

[0013] 一种已知的三极 POW 电路断流器采用预编程的 POW 控制器,该 POW 控制器驱动三个线性致动器,以便为一个特定的预定断开与闭合应用产生对应的一组相角开关特性。必须将不同的 POW 控制器用于为另一个不同的断开与闭合应用产生不同的一组相角开关特性。

[0014] 在电路断流器中存在改进的空间。

[0015] 在包含两个以上的独立极的断路器中也存在改进的空间。

发明内容

[0016] 上述需求以及其他需求通过本发明的实施例满足,本发明的实施例提供了一种电路断流器,其中,多个电压传感器被安装在电路断流器外壳之上或之内,以便对与多个独立极的可分离触点有效关联的电压进行检测,且其中,波形临界点控制器由电路断流器外壳容纳并对被构造为断开以及闭合这些可分离触点的多个致动器进行控制。

[0017] 根据本发明的一个实施形态,电路断流器包含:电路断流器外壳;多个独立极,每个独立极包含可分离触点、至少一个传感器以及被构造为断开以及闭合可分离触点的致动器,所述至少一个传感器中的一个被安装在电路断流器外壳之上或之内并被构造为检测与可分离触点有效关联的电压;波形临界点控制器,其由电路断流器外壳封装,并与独立极的致动器以及传感器协作,以便独立且同步地断开以及闭合独立极的可分离触点。

[0018] 被检测的电流可包含过零点(zero crossing),波形临界点控制器可被构造为在相对于被检测电流过零点的多个不同的预定相角上独立且同步地断开独立极的可分离触点。

[0019] 被检测的电压可包含过零点,波形临界点控制器可被构造为在相对于被检测电压过零点的多个不同的预定相角上独立且同步地闭合独立极的可分离触点。

[0020] 所述至少一个传感器中的所述一个可为光电传感器。

[0021] 电压可为中压,电路断流器可为中压电路断流器,光电传感器可被构造为对中压进行检测。

[0022] 中压可从大约 1kV 到大约 40kV。

[0023] 作为本发明的另一实施形态,断路器包含:断路器外壳;多个独立的极,每个独立的极包含可分离触点、安装在断路器外壳之上或之内的电压传感器、被构造为对与可分离触点有效关联的电流进行检测的电流传感器、被构造为断开以及闭合可分离触点的致动器,所述电压传感器被构造为对与可分离触点有效关联的电压进行检测;与断路器外壳集成一体的波形临界点控制器,波形临界点控制器与独立极的至少一个电压传感器、独立极的至少一个电流传感器以及独立极的致动器协作,以便独立且同步地断开以及闭合独立极的可分离触点;保护继电器,其与独立极的电流传感器以及波形临界点控制器协作,以便

跳闸断开独立极的可分离触点。

附图说明

- [0024] 结合相关附图阅读下面对优选实施例的介绍可得到对本发明的全面理解，在附图中：
- [0025] 图 1 为根据本发明一实施例的波形临界点 (POW) 断路器及其手动选择器的前侧立体图；
- [0026] 图 2 为图 1 的 POW 断路器的前侧的纵向正视图；
- [0027] 图 3 为图 1 的断路器的操作机构以及手动断开装置的侧向正视图，其示出了在操作手柄位于其正常位置的情况下位于其闭合位置的一个磁致动器以及对应的极轴；
- [0028] 图 4-6 为分别对于接地电容器组、非接地电容器组和变压器的三相源电压、三相致动器控制信号以及三相可移动触点轨迹 (travel) 的图；
- [0029] 图 7 为用于图 1 的 POW 断路器的 POW 控制器的手动旋转开关选择器以及接口电路的原理框图；
- [0030] 图 8A-8B 构成了图 1 的 POW 断路器的 POW 控制器、跳闸单元以及三个电磁致动器控制器的布线的框图；
- [0031] 图 9 为图 7 的 POW 控制器的 POW 逻辑的框图；
- [0032] 图 10-12 分别为图 7 的 POW 控制器的关断、开启以及跳闸程序的流程图；
- [0033] 图 13 为根据本发明另一实施例的 POW 断路器的立体图；
- [0034] 图 14-17 为根据本发明其他实施例的 POW 控制器及其手动选择器的框图。

具体实施方式

- [0035] 这里使用的方向术语——例如左、右、顺时针、逆时针及其派生含义——与附图所示元件的定向有关，除非在这里明确指出，否则不对权利要求构成限制。
- [0036] 这里采用的术语“紧固件”指的是任何合适的连接、固定或紧固机构，其明确地包括但不限于螺栓、螺钉、螺钉与螺母（例如但不限于闭锁螺母）的组合以及螺钉、垫圈与螺母的组合。
- [0037] 这里采用的两个或两个以上部件被“耦合”在一起的陈述意味着这些部件直接接合或通过一个或一个以上的中间部件接合。
- [0038] 这里采用的术语“多个”意味着一个或多于一个的整数个（即复数个）。
- [0039] 这里采用的术语“集成”意味着一个部件与另一个部件形成为一个单元。
- [0040] 本发明与具有三个独立极的磁致动中压真空断路器相关联地公开，然而，本发明可应用于含有适用于多种电压并由多种适合的致动机构致动的、任何合适数量的基于真空或非基于真空的可分离触点的多种电路断流器（例如但不限于自动重接器、电路开关装置以及其他断流器，如接触器、电动机起动器、电动机控制器以及其他负载控制器）。
- [0041] 参照图 1，电路断流器——例如中压真空断路器 100——包含电路断流器外壳 102 和三个独立极 101、103、105（三个极 101、103、105 在图 2 中示出）。每个独立极 101、103、105 包含可分离触点 108（以隐藏线绘图示出）、多个传感器（例如，电压传感器 51、53、55 中对应的一个以及电流传感器 63、65（在图 8B 中示出）与 61（图 1 和 8B）中对应的一个）

以及致动器 112。示例性电压传感器 51、53、55 被安装在电路断流器外壳 102 上（如图 1 所示）且被构造为对与可分离触点 108 有效关联的电压进行检测。特别地，如导体 50 与传感器 51 所示，电压传感器 51、53、55 分别被电气连接到线路电力母线（line power bus）71、73、75 中对应的一个，以便检测对应的线路电压。传感器 51、53、55 的输出可如图 8B 所示地分别采用电子盒 52、54、56。电子盒 52、54、56 产生发送到相应的传感器 51、53、55 的光信号并接收从相应的传感器 51、53、55 返回的光信号。这些电子盒还对所接收到的光信号进行分析并将它们转换成对于 POW 控制器 146 的、被测线路电压的模拟输出表示。或者，电压传感器 51、53、55 可被嵌入支撑如图 13 中的断路器 100’ 所示的真空断流器的绝缘支架中。

[0042]

示例 1

[0043] 例如，所示电压传感器 51、53、55 是被构造为对从大约 1kV 直到大约 40kV 的中压进行检测的光电传感器。这些相对较小且较轻的光电电压传感器——其被置于示例性断路器外壳 102 的顶部——使得相对紧凑的封装中的中压测量成为可能。这些光电电压传感器使到 POW 控制器 146 的信号与对应的被测中压电隔离。光电中压传感器的一个示例为用于 Texas, Bridgeport 的 OptiSense Network 公司所售 Embedded Application 的 OptiSense 15kV 等级电压传感器。

[0044]

示例 2

[0045] 对于示例性断路器 100，相电流信号由外部（例如位于对应的负载电力母线（如母线 77 上所示））的或开关装置外壳（未示出）内的电流传感器 61、63、65 提供，然而，本发明可应用于位于断路器外壳 102 内的电流传感器。例如，电流传感器 61、63、65 为被构造为对流经独立极 101、103、105 中对应一个的可分离触点 108 的负载电流进行检测的电流互感器。

[0046]

示例 3

[0047] 三个致动器 112 为被构造为断开以及闭合对应的可分离触点 108 的磁致动的致动器（例如线性致动器）。或者，可采用任何合适的致动器。非限制性实例包括压电致动器、机电致动器和电动气动致动器。

[0048] 三个示例性独立极 101、103、105 由三个独立受控的操作机构独立地进行操作，以便实现同步开关、也称作波形临界点（POW）开关。断路器 100 提供集成的三相电压监测系统和能够进行同步开关的 POW 控制器 146。POW 控制器 146（在图 1 中以隐藏线绘图示出）由电路断流器外壳 102 封装（例如，POW 控制器 146 与外壳 102 集成在一起），并与独立极 101、103、105 的三个致动器 112 以及多个传感器 51、53、55、61、63、65 协作，以便独立且同步地断开以及闭合其可分离触点 108。保护性继电器（例如跳闸单元 79）与电流传感器 61、63、65 以及 POW 控制器 146 协作，以便跳闸断开独立极 101、103、105 的可分离触点 108。或者，跳闸单元 79 可为保护性继电器（例如，其检测电流，判定是否存在故障，并向断路器 100 发送跳闸信号以断开被保护电路）。保护性继电器可位于断路器 100 的外部（未示出），或者，可集成在断路器中（如跳闸单元 79 所示）。

[0049]

示例 4

[0050] 如同下面联系图 4-7、8A-8B 和 9-12 所讨论的，POW 控制器 146 也与手动选择器 81 协作，以便按照由手动选择器 81 选择的特定波形临界点开关特性的功能（function）来独立且同步地断开以及闭合独立极 101、103、105 的可分离触点 108。手动选择器 81 被构造为

从多种不同的开关特性中至少选择波形临界点开关特性。例如,手动选择器 81 可为相对较小的手动操作旋转开关,其位于断路器 100 的前面板 83 上。手动选择器 81 使用户能够将断路器 100 设置到所期望的 POW 开关类型,例如包括但不限于接地电容器组、非接地电容器组、变压器、转换开关或中压电动机控制器的开关,其中的每一个使用不同的对应开关相角以实现最优性能。

[0051]

示例 5

[0052] 在图 1 的示例中,断路器 100 包含手动断开装置 2。外壳 102 具有:开口 104;多个极机构 106(图 1 示出了包含真空断流器 111 的单极机构 106),其中的每个包含可分离触点 108(静态触点 107 和可移动触点 109 以隐藏线绘图示出);包含多个致动器 112(一个致动器 112 以隐藏线绘图示出)的至少一个操作机构 110。致动器 112 被构造为断开以及闭合极机构 106 中对应的一个的可分离触点 108。操作机构 110 由外壳 102 支撑,并包含对应的极轴 114(以隐藏线绘图示出)。

[0053] 图 2 示出了断路器 100,外壳 102(图 1)的前盖罩被移除以示出内部结构。在所示出的示例中,断路器 100 包含第一极 101、第二极 103、第三极 105 和多个极机构 106。特别地,断路器 100 包含用于第一极 101 的第一真空断流器 111、用于第二极 103 的第二真空断流器 113、用于第三极 105 的第三真空断流器 115。每个真空断流器 111、113、115(如以简化形式在图 2 中以隐藏线绘图所示)包含电绝缘容器 (pod) 122(例如真空囊、真空瓶)(在图 1 中最好地示出),其由任何已知或适合的紧固件耦合到断路器 100 的外壳 102。

[0054] 再次参照图 1,可以看出,静态触点 107 和可移动触点 109 都被布置在电绝缘容器 122 中。可移动转柄机构 121(以简化的形式部分地由图 1 和 3 的隐藏线绘图示出)从绝缘容器 122 内部它耦合到可移动触点 109 的地方延伸。可移动转柄机构 121 包含一个或一个以上的被构造为移动可移动触点 109 的连接元件 123(一个连接元件 123 在图 1 中示出),由此当断路器 100 被断开(在图 1 中以假想线绘图示出)以及闭合(图 3)时断开以及闭合可分离触点 108。连接构件——例如电绝缘连接 24——包含被耦合到断路器操作机构 110 的对应的极轴 114 上的第一端 26(以隐藏线绘图示出)以及通过可移动转柄机构 121 及其连接元件 123 被耦合到真空断流器 111 的可移动触点 109 的第二端 28。

[0055] 如图 1-3 中的一个或一个以上所示,手动断开装置 2 包含具有第一端 6 以及第二端 8 的操作手柄 4。第一端 6 伸出断路器外壳 102 的开口 104(图 1)。操作手柄 4 的第二端 8 被耦合到凸轮组件 10(图 3)。具体而言,凸轮组件 10 包含枢轴 12 以及被耦合到枢轴 12 的至少一个凸轮 14。操作手柄 4 的第二端 8 被耦合到枢轴 12。在这里所示出和介绍的示例中,驱动组件 16 将凸轮组件 10 耦合到对应的第一、第二、第三极轴 114、117、119 以及致动器 112。以这种方式,手动断开装置 2 被构造为当操作手柄 4 从第一正常位置(图 3)移动到第二断开位置(以假想线绘图示出)时同步地断开极机构 106 的所有可分离触点 108。

[0056] 具体而言,驱动组件 16 包含第一突出(protrusion)18、第二突出 20、第三突出 22 以及前述连接构件,该构件为由任何已知的或合适的电绝缘材料(例如但不限于塑料)制成的电绝缘连接 24。由此,在这里所示出和介绍的示例中,驱动组件 16 包含对于断路器 100(如图 2 所示)的第一极轴 114、第二极轴 117、第三极轴 119 中每一个的对应的第一突出 18、对应的第二突出 20、对应的第三突出 22。第一、第二、第三突出或杆臂(lever arm)18、20、22 通常从对应的极轴 114、117、119 垂直延伸。为了图示的简化,仅仅第一极轴 114 及

其第一、第二、第三突出 18、20、22 在图 3 中示出。如图 3 所示,当操作手柄 4 位于第一位置时,第一突出 18 通常从极轴 114 向凸轮组件 10 的枢轴 12 和凸轮 14 延伸。第二突出 20 将极轴 114 耦合到对应的致动器 112,第三突出 22 将极轴 114 通过电绝缘连接 24 耦合到对应的真空断流器 111 的可移动触点 109,如前面所讨论的那样。由此,当对应的极轴 114 作为操作手柄 4 被移动的结果在枢轴上旋转时,由之延伸的第一、第二和第三突出 18、20、22 移动,以便断开(如图 1 中的假想线绘图所示)真空断流器 111 内的可分离触点 108。

[0057] 如图 2 所示,断路器外壳 102 包含第一侧 124、第二侧 126、第一极 101 与第二极 103 之间的第一分离器(divider)128、第二极 103 与第三极 105 之间的第二分离器 130。第一极轴 114 的第一端 132 被可移动地耦合到外壳 102 的第一侧 124,第二端 134 被可移动地耦合到第一分离器 128 的一侧。第二极轴 117 的第一与第二端 136、138 分别被可移动地耦合到第一分离器 128 的另一侧与第二分离器 130 的第一侧,第三极轴 119 的第一与第二端 140、142 分别被可移动地耦合到第二分离器 130 的第二侧与断路器外壳 102 的第二侧 126。换句话说,第一极轴 114 被布置在第一外壳侧 124 与第一分离器 128 之间,第二极轴 117 被布置在第一与第二分离器 128、130 之间,第三极轴 119 被布置在第二分离器 130 与第二外壳侧 126 之间。

[0058] 每个致动器 112 包含磁体 116、被耦合到对应的极轴——例如 114(图 3)——的第二突出 20 的可移动衔铁 118、对应的打开弹簧 120,其中,断开弹簧 120 被耦合到对应的极轴的第一突出 18。参照图 3,打开弹簧 120 以适用于断开对应的真空断流器 111 的可分离触点 108 的第一力对第一突出 18 和极轴 114 进行偏压,磁体 116 以适用于闭合可分离触点 108 的第二力对可移动的衔铁 118 进行偏压。磁体 116 的第二力比对应的打开弹簧 120 的第一力大,直到手动断开装置 2 的操作手柄 4 部分地向第二位置移动(如图 3 中的假想线绘图所示)。

[0059] 磁致动器及其结构和操作通常是旧的、也是本领域众所周知的。示例性断路器 100 包含三个磁致动器 112,如前所述,在对应的磁致动器 112 的对应的打开弹簧 120 被耦合到第一、第二或第三极轴 114、117、119 中的对应一个的情况下,第一、第二和第三断路器极 101、103、105 中的每个用三个磁致动器 112 中的一个。

[0060] 示例性凸轮组件 10 包含三个凸轮 14,其中,对操作手柄 4 从第一位置(图 3)向第二位置(图 3 中假想线绘图所示)的部分移动做出响应,每个凸轮 14 喷合和移动对应的第一突出 18 以及第一、第二或第三极轴 114、117、119 中其从之延伸的对应一个。这又移动对应的打开弹簧 120——该弹簧被耦合到对应的第一突出 18,导致磁体 116 的前述第二力被从凸轮 14 施加到第一突出 18 上的力和打开弹簧 120 的第一力压倒。换句话说,在由凸轮组件 10 发起打开弹簧 120 的移动后,磁体 116 的脱离力被压倒,打开弹簧 120 的第一力推动极轴 114、117、119 的在枢轴上的转动,并最终断开可分离触点 108。

[0061]

示例 6

[0062] 图 4 为对于接地电容器组波形临界点开关特性的三相源电压 201、202 与 203、三相致动器控制信号 204、205 与 206 以及三相可移动触点轨迹 207、208 与 209 的图。在该示例中,A 相电压传感器 51(图 1)被构造为检测极 101 的线路电压,其包含例如在 233Z 处的过零点。POW 控制器 146(图 1)与独立极 101、103、105 的致动器 112 以及电压传感器 51 协作,以便在如 230 所示相对于被检测电压过零点的大约零度的地方同步地闭合第一极 101

的可分离触点 108, 在如 232 所示相对于被检测电压过零点的大约 120 度的地方同步地闭合第二极 103 的可分离触点 108, 在如 231 所示相对于被检测电压过零点的大约 60 度的地方同步地闭合第三极 105 的可分离触点 108。

[0063] 示例 7

[0064] 图 5 为对于非接地电容器组波形临界点开关特性的三相源电压 211、212 与 213、三相致动器控制信号 214、215 与 216 以及三相可移动触点轨迹 217、218 与 219 的图。

[0065] 示例 8

[0066] 图 6 为对于变压器波形临界点开关特性的三相源电压 221、222 与 223、三相致动器控制信号 224、225 与 226 以及三相可移动触点轨迹 227、228 与 229 的图。

[0067] 示例 9

[0068] 示例 6-8 的不同的闭合开关特性 (分别为图 4-6) 可通过示例性手动选择器 81 按照通过图 7 的 POW 控制器 146 的输入进行选择。例如, 考虑图 4 的接地电容器组波形临界点开关特性 (示例 6), 极 A (例如但不限于第一极 101) 首先在 230 处 A 相电压过零点上闭合, 然后, 极 C 例如但不限于第三极 103) 在 231 处在极 A 后 60° 闭合, 然后, 极 B (例如但不限于第二极 102) 在 232 处在极 A 后 120° 闭合。在 60Hz 系统中, 例如, 360° 等于一秒的 1/60。由于极 101、103、105 中的每一个由 POW 控制器 146 独立地进行操作和控制, 可以通过纯电子控制实现这一点。

[0069] 也可以通过手动选择器 81 来停用 POW 开关。例如, 可出于示范目的或出于开始的断路器测试目而采用这种功能。优选为, 在过电流、短路或其他故障情况发生时, 该功能被自动停用。在这种情况下, 断路器 100 的与传统的断路器类似地断开以及闭合。

[0070] 表 1 示出了对于示例 6-8 的不同闭合开关特性 (分别为图 4-6) 以及对于对应的不同断开开关特性 (图 4-6 中未示出) 的示例性控制设置。

[0071] 表 1

[0072]

应用	闭合 / 断开	相 A	相 B	相 C
接地电容器组	闭合	A 相电压 0°	A 相电压 120°	A 相电压 60°
接地电容器组	断开	A 相电流 0° 后 大约 1ms	A 相电流 120° 后 大约 1ms	A 相电流 60° 后 大约 1ms
非接地电容器组	闭合	A 相电压 -30°	A 相电压 -30°	A 相电压 60°
非接地电容器组	断开	A 相电流 0° 后 大约 1ms	A 相电流 90° 后 大约 1ms	A 相电流 90° 后 大约 1ms
变压器	闭合	A 相电压 60°	A 相电压 60°	A 相电压 150°

变压器	断开	A 相电流 0° 前 大约 2ms	A 相电流 90° 前 大约 2ms	A 相电流 90° 前 大约 2ms
-----	----	----------------------	-----------------------	-----------------------

[0073] 表 2 示出了用于激励用于各种电动机连接的电感性负载的示例性控制装置。

[0074] 表 2

[0075]

应用	闭合 / 断开	A 相	B 相	C 相
Wye	闭合	A 相电压大约 60°	A 相电压大约 60°	A 相电压大约 150°
三角形 (三角形中的接触器 / 断路器)	闭合	A 相电压大约 30°	A 相电压大约 150°	A 相电压大约 150°
三角形 (三角形外的接触器 / 断路器)	闭合	A 相电压大约 60°	A 相电压大约 60°	A 相电压大约 150°

[0076] 在示例 6-8 的不同的闭合开关特性 (分别为图 4-6) 中, 闭合序列由闭合命令 233 发起, 其最典型的是与三相源电压——例如 201 (图 4)——不同步, 与三相源电压中的一个的过零点——例如 233Z 处的示例性 A 相过零点——同步。尽管示出了 A 相 /A 极, 可为这种同步采用三个三相源电压中的任意一个。闭合命令 233 通过按照例如从图 1 的前面板 83 的 CLOSE 按键 235 手动输入的闭合 (ON) 输入 234 (图 7-9) 被提供给 POW 控制器 146 (图 7)。另外, 可采用一个或一个以上的远程或外程传送的闭合输入 (未示出)。

[0077] 以同样的方式, 对于表 1 的不同的断开开关特性, 断开序列由断开命令发起, 其最典型的是与例如通过电流传感器 61 (图 1 和 8B) 检测到的三相负载电流不同步, 与三相负载电流中的一个的过零点——例如示例性 A 相过零点——同步。尽管示出了 A 相 /A 极, 可为这种同步采用三个三相负载电流中的任意一个。断开命令通过按照例如从图 1 的前面板 83 的 OPEN 按键 237 手动输入的断开 (OFF) 输入 236 (图 7、8A-8B 和 9) 被提供给 POW 控制器 146 (图 7)。另外, 可采用一个或一个以上的远程或远程传送的断开输入 (未示出)。表 1 示出了不同的断开开关特性相对于示例性 A 相电流过零点的相对定时。

[0078] 例如, 对于上述表 1 的非接地电容器组或变压器, 电流传感器 61 被构造为检测与第一极 101 有效关联的电流, 该电流包含过零点。POW 控制器 146 与独立极 101、103、105 的致动器 112 以及电流传感器 61 协作, 以便在相对于被检测电流的过零点的大约零度同步地断开第一极 101 的可分离触点 108, 在相对于被检测电流的过零点的大约 90 度同步地断开第二极 103 的可分离触点 108, 在相对于被检测电流的过零点的大约 90 度同步地断开第三极 105 的可分离触点 108。

[0079] 示例 10

[0080] 图 7 示出了在图 1 的示例性手动旋转开关选择器 81 与 POW 控制器 146 之间的示例性接口电路 239。这里, 手动选择器 81 包含对应于四个不同的电输出 241、242、243、244 的四个不同的旋转位置, 所述的四个电输出中的一个通过旋转臂 246 被电气连接到共同的输出 245。这四个位置在输出 245 上建立起对应的电压 248。电压 248 (例如, +2.0V、+1.5V、+1.0V、+0.5V) 从由电源 252 输出的电压 250 (+2.5V) 被确定, 该电压通过由电阻器 254 以及由与相应的电输出 241、242、243、244 对应的四个不同旋转位置选择的四个电阻器 255、

256、257、258 中的一个组成的分压器进行分压。输出 245 的被选择电压 248 由跟随器 260 缓冲到 POW 控制器 146 的模拟输入 262(AI6)。在这个示例中,与四个输出 241、242、243、244 对应的四个旋转位置分别对应于非 POW 模式、变压器波形临界点开关特性、非接地电容器组波形临界点开关特性以及接地电容器组波形临界点开关特性。对于三个不同 POW 开关特性(表 1),POW 控制器 146 独立且同步地断开以及闭合独立极 101、103、105 的可分离触点 108。对于非 POW 模式,POW 控制器 146 以传统的非 POW 断路器的方式在大约同一时刻断开所有独立极 101、103、105 的可分离触点 108,或在大约同一时刻闭合所有极的可分离触点。

[0081]

示例 11

[0082] 图 8A-8B 示出了图 1 的断路器 100 的 POW 控制器 146、跳闸单元 79 和三个电磁致动器控制器(EMCON)144 的布线。POW 控制器 146 监测断路器 100 的功能和性能的各个方面,管理同步 POW 开关。POW 控制器 146 的主要功能是确定何时在预定负载电流(例如但不限于电流传感器 61 的输出;被检测电流 I_A)或预定线路电压(例如电压传感器 51 的输出;被检测电压 V_A)的特定相位角下同步地断开以及闭合断路器 100。POW 控制器 146 还监测由辅助开关断开信号 265 和辅助开关闭合信号 266 确定的三个极各自的位置(ALL_VIS_OPEN 263 或 ALL_VIS_CLOSE 264)、断开电容器上的适当充电(proper charge)(ALL_OPEN_CAPS_CHARGED 267)、闭合电容器上的适当充电(ALL_CLOSE_CAPS_CHARGED 268)、断路器的一般健康度(generalhealth)(ALL_EMCONS_OK 269)。

[0083] 如将要介绍的,电子 POW 控制器 146 包含处理器(μP)270、模-数转换器(A/D)272、两个过零点检测器(ZCD)274 与 276 以及多个数字与模拟输入与输出。尽管示例性 POW 控制器 146 包含 μP 270,将会明了,可采用一个或一个以上的模拟、数字和 / 或基于处理器的电路的组合。电子模拟输入 278 接收对于独立极中的一个(例如极 101)的被检测电压(V_A)。电压 ZCD 274 输出对应的过零点检测信号(VA_ZERO_CROSSING 280)。另一电子模拟输入 282 接收对于独立极中的一个(例如极 101)的被检测电流(I_A)。电流 ZCD 276 输出对应的过零点检测信号(IA_ZERO_CROSSING 284)。

[0084] 跳闸单元 79 分别从电流传感器 61、63、65 接收对于独立极 101、103、105 的被检测电流(I_A 、 I_B 、 I_C),并对之做出响应地向 POW 控制器 146 输出传统的跳闸信号(TRIP_REQUEST_ON 286)。

[0085] 下面将介绍 A 相控制器 144,应当明了,B 相与 C 相控制器 144 以类似的方式发挥功能。控制器 144 包含一个或一个以上的模拟、数字和 / 或基于处理器的电路的组合。A 相控制器 144 与 POW 控制器 146 协作以驱动 A 相致动器 112,A 相致动器 112 包含闭合线圈 290 和断开线圈 292。

[0086] 合适的功率源 294(例如但不限于 100-240VAC;100-300VDC)向两个直流(DC)电源 298、300 提供进入的 V+ 296 和进入的 V- 297 输入。在这个示例中,两个 DC 电源 298、300 各自提供 +48VDC 输出,其被相加、以便在 A 相控制器 144 的输入 302 处提供 +96VDC。为了图示的方便,仅仅示出了 A 相控制器 144 的输入 302。应将明了,其他控制器 144 各自具有两个类似的 DC 电源(未示出)。

[0087] 断路器 100(图 1)的辅助开关(未示出)在 304(AUX OPEN A)上提供当断路器 100 断开时断开的 AUX1 和 AUX2 信号,且其在 306(AUXCLOSE A)上提供当断路器 100 断开时

闭合的 AUX3 和 AUX4 信号。

[0088] 控制器 144 优选为包含这样的电路（未示出）：该电路保持电容器 308、310、312 上的保留电荷，用于通过驱动闭合信号 316 的输出 314 向闭合线圈 290 供电。每当三个闭合电容器 308、310、312 被完全充电时，控制器 144 还驱动输出 318 (CLOSE CHARGED)。控制器 144 进一步驱动输出 320 (OK) 以指示断路器 A 相健康。控制器 144 优选为包含这样的电路（未示出）：该电路保持电容器 322 上的保留电荷，用于通过驱动断开信号 328 的输出 326 向断开线圈 292 供电。每当断开电容器 322 被完全充电时，控制器 144 还驱动输出 330 (OPEN CHARGED)。

[0089] 如 A 相控制器 144 所示，POW 控制器 146 包含用于三个 EMCOS 144 中的各个的电子断开输出 331 和电子闭合输出 322。A 相控制器 144 又包含接收电子断开输出 331 的电子断开输入 334 以及接收电子闭合输出 332 的电子闭合输入 336。响应于来自 POW 控制器 146 的电子断开输入 334，A 相控制器 144 通过驱动断开信号 328 的输出 326 向致动器断开线圈 292 供电。响应于来自 POW 控制器 146 的电子闭合输入 336，A 相控制器 144 通过驱动闭合信号 316 的输出 314 向致动器闭合线圈 290 供电。

[0090]

示例 12

[0091] 图 9 示出了图 1 的 POW 控制器 146 的 POW 逻辑 338 的一个示例。每当 ALL_EMCONS_OK 269 为真且 ALL_VIS_OPEN 263 或 ALL_VIS_CLOSE 264 中的一个为真时，系统健康状态 (BREAKER_OK340) 被输出到指示器 342 (图 1)。基于闭合输入 234、断开输入 236、手动旋转开关选择器 81 (图 1 和 7) 的被选择状态，POW 控制器 μ P 270 (图 8A) 通过 POW 逻辑 338 确定用于输入的八个状态信号 (IS1-IS8) 的一个。POW 逻辑 338 又为 EMCOS 144 中的各个将对于对应的被选择 POW 开关特性的闭合或断开致动器控制信号 346 (图 9) 输出到输出 331、332 (图 8A)，其中，VI_A 为 A 相真空断流器 111，VI_B 为 B 相真空断流器 113，VI_C 为 C 相真空断流器 115。这里，图 9 通常遵循表 1 并具有下列不同。信号 IS4 对应于图 7 的传统非 POW 模式闭合，其中，所有独立极 101、103、105 的可分离触点 108 在大约同一时刻闭合，不具有延迟。信号 IS8 对应于图 7 的传统非 POW 模式断开，或对来自跳闸单元 79 的 TRIP_REQUEST_ON 286 做出响应地跳闸，其中，所有独立极 101、103、105 的可分离触点 108 在大约同一时刻断开，不具有延迟。

[0092] 输出信号 S1-S3 和 S5-S7 包含如结合图 4-6 所示的示例性的九周期 (9T) 延迟。输出信号 S5、S6 还包含附加延迟（例如大约 1ms）期，采用附加延迟期以便使在触点间隙两端的电压达到其最大值前的最大触点间隙成为可能。输出信号 S7 还包含减少的（或负）延迟（例如大约 -2ms）期，采用减少的（或负）延迟期以便使中断过程中的电弧能量最小化。

[0093]

示例 13

[0094] 图 10 示出了用于图 1 的 POW 控制器 146 的关断程序 350。在 352 中，POW μ P 270 (图 8A) 检测断开输入 236 (OFF) 的有效状态。接着，在 354 中，判定是否所有断开电容器被充电 (ALL_OPEN_CAPS_CHARGED267)、是否所有三个极是闭合的 (ALL_VIS_CLOSE 264) 以及控制电路是否可工作 (ALL_EMCONS_OK 269)。如果是，接着在 356 中，判定 POW 模式是否被选择（状态 S1'-S3' (图 11) 或状态 S5'-S7')。如果是，接着，在 358 中，在收到 A 相电流过零点检测信号 (图 8A 的 IA_ZERO_CROSSING 284) 时，将 POW μ P 270 的计时器（未示出）设置为零并开始其计数。在 360 中，在合适的 POW 时刻（例如表 1），被选择的 POW 断

开控制信号 361(图 10)被发送到三个致动器 112 的断开线圈 292。接下来,在 364 中,判定辅助继电器是否确定所有三个极为断开(图 8A 的 ALL_VIS_OPEN 263)。如果是,则在 366 中,指示器 367(图 1)被照亮以指示所有三个极被断开,在 368 中,指示器 342 被照亮以指示断路器 100 健康,在 370 中,断开电容器 322(图 8B)被充电。否则,如果 364 处的测试失败,则在 372 中指示器 342 熄灭以指示断路器 100 不健康。

[0095] 另一方面,如果 356 处的测试失败,且非 POW 模式被选择(状态 S4(图 11)或 S8),则在 362 中,被选择的非 POW 断开控制信号 361(图 10)被立即发送到三个致动器 112 的断开线圈 292,在这之后如所讨论地执行步骤 364。

[0096] 状态 S5'-S7'通常分别与图 9 中的状态 S5-S7 相同,除了用于三相 A-C 控制器 144 的电子断开输出 331(图 8A)在相对较早的时刻(例如分别比图 9 的状态 S5、S6 或 S7 的对应时刻早 Δt_{2A} 、 Δt_{2B} 、 Δt_{2C})被输出,以便考虑极 101、103、105 中的机械延迟。例如,这种机械延迟可能由于特定的致动器 112、连接构件 24 和真空断流器 111、113、115 的特性引起。应当明了,时间 Δt_{2A} 、 Δt_{2B} 、 Δt_{2C} 可基于断路器 100 的通常设计预先确定(且因此可为同样的),或者可基于特定断路器的特定部件被测量以及预先确定(且因此两个或所有三个时间可以是不同的)。

[0097] 图 10 的步骤 374 读取 POW A/D 272(图 8A)并由对应于图 7 的模拟输入 262(AI6)的数字值确定状态 S5'-S7' 或 S8 中被选择的一个。该值被用于通过多路复用器功能 378 选择用于输出的合适的 POW 断开控制信号 361。

[0098]

示例 14

[0099] 图 11 示出了用于图 1 的 POW 控制器 146 的关断程序 400。在 402 中,POW μ P 270 检测闭合输入 236(OPEN)的有效状态。接着,在 404 中,判断是否所有闭合电容器被充电(ALL_CLOSE_CAPS_CHARGED 268)、是否所有三个极是断开的(ALL_VIS_OPEN 263)以及控制电路是否可工作(ALL_EMCONS_OK 269)。如果是,则在 406 中判定 POW 模式是否被选择(状态 S1'-S3'(图 11)或状态 S5'-S7')。如果是,则在 408 中,在收到 A 相电压过零点检测信号(VA_ZERO_CROSSING 280)时,POW μ P 270 的计时器(未示出)被设置为零并开始其计数。在 410 中,在合适的 POW 时刻(例如表 1),被选择的 POW 闭合控制信号 411 被发送到三个致动器 112 的闭合线圈 290。接下来,在 414 中,判定辅助继电器是否确定所有三个极为闭合(ALL_VIS_CLOSE 264)。如果是,则在 416 中,指示器 417(图 1)被照亮以指示所有三个极被闭合,在 418 中,指示器 342 被照亮以指示断路器 100 健康,并在 420 中,闭合电容器 322 被充电。否则,如果在 414 中的测试失败,则在 422 中,指示器 342 被熄灭以指示断路器 100 不健康。

[0100] 另一方面,如果在 406 中的测试失败且非 POW 模式被选择(状态 S4(图 11)或 S8),则在 412 中,被选择的非 POW 断开控制信号 411(图 11)被立即发送到三个致动器 112 的闭合线圈 290,在这之后,如所讨论的那样执行步骤 414。

[0101] 状态 S1'-S3'通常分别与图 9 中的状态 S1-S3 相同,除了用于三相 A-C 控制器 144 的电子闭合输出 332(图 8A)在相对较早的时刻(例如分别比图 9 的状态 S1、S2 或 S3 的对应时刻早 Δt_{2A} 、 Δt_{2B} 、 Δt_{2C})输出以便考虑极 101、103、105 中的机械延迟以外。例如,这样的机械延迟可能由于特定的致动器 112、连接构件 24 和真空断流器 111、113、115 的特性引起。应当明了,时间 Δt_{2A} 、 Δt_{2B} 、 Δt_{2C} 可基于断路器 100 的通常设计预先确定(且因此可

为相同的),或者可基于特定断路器的特定部件被测量以及预先确定(且因此,两个或所有三个时间可以不同)。尽管用于断开(图10)以及闭合(图11)的时间 Δt_{2A} 、 Δt_{2B} 、 Δt_{2C} 被示为相同的,应当明了,这些时间也可以不同。

[0102] 图11的步骤424读取POW A/D 272(图8A)并由对应于模拟输入262(AI6)(图7)的数字值确定状态S1' - S3'或S8中被选择的一个。该值被用于通过多路复用器功能428选择用于输出的合适的POW闭合控制信号411。

[0103]

示例 15

[0104] 图12示出了POW控制器146的跳闸程序450,其从跳闸单元79接收传统的跳闸信号(TRIP_REQUEST_ON)286。首先,在452中,判定是否所有的断开电容器被充电(图8A的ALL_OPEN_CAPS_CHARGED267)、是否所有三个极是闭合的(图8A的ALL_VIS_CLOSE 264)以及控制电路是否可工作(图8A的ALL_EMCONS_OK 269)。如果是,则在454中,传统的非POW断开控制信号被立即且同步地发送到三个致动器112的断开线圈292。接下来,在456中,判定辅助继电器是否确定所有三个极为断开(图8A的ALL_VIS_OPEN 263)。如果是,则在460中,指示器367(图1)被照亮以便指示所有三个极被断开,在462中,指示器342被照亮以便指示断路器100健康,且在464中,断开电容器322被充电。否则,如果在456处的测试失败,则指示器342在458中被熄灭以指示断路器100不健康。

[0105]

示例 16

[0106] 图14示出了POW控制器470——其与图1中的POW控制器146类似——及其手动选择器472。这里,手动选择器是包含预定值(V)474的可移除(removable)存储器装置472。POW控制器470包含被构造为读取可移除存储器装置472以及按照来自可移除存储器装置472的预定值474的功能而独立且同步地断开以及闭合独立极101、103、105(图1)的可分离触点108的处理器(μ P)476。不同的波形临界点开关特性可以通过从合适的存储器保有装置478移除包含第一预定值(例如但不限于用于变压器的V=2)的可移除存储器装置472并手动地用包含不同的第二预定值(例如但不限于用于非接地电容器组的V'=3)的另一不同的可移除存储器装置472'(用假想线绘图示出)或相同但经修改的可移除存储器装置(未示出)替代可移除存储器装置472而被手动选择。

[0107]

示例 17

[0108] 图15示出了POW控制器480——其与图1的POW控制器146类似——及其手动选择器482。这里,POW控制器480包含多个输入484,手动选择器是对应于POW控制器480的多个输入484的多个跳接器482。例如,存在三个输入484,其对应于变压器、接地电容器组和非接地电容器组。这里,例如,跳接器486向输入489提供合适的选择信号488,其对应于接地电容器组。其他的两个未被选择的输入484对应于变压器和非接地电容器组。

[0109]

示例 18

[0110] 图16示出了POW控制器490——其与图1的POW控制器146类似——及其手动选择器492。这里,POW控制器490包含第一通讯接口494。手动选择器是远程用户接口492,其包含对应于多种波形临界点开关特性的多个手动输入496、输入手动输入496的第二通讯接口498以及位于第一与第二通讯接口494与498之间的通讯通道499。第一和第二通讯接口494、498与通讯通道499协作以将手动输入496输入到POW控制器490。

[0111]

示例 19

[0112] 图 17 示出了 POW 控制器 500——其与图 1 的 POW 控制器 146 类似——及其手动选择器 502。这里，手动选择器 502 包含具有对应于多种波形临界点开关特性的多个手动输入 506 的本地用户接口 504。

[0113] 图 1 的示例性断路器极 101、103、105 分别被电气连接到 A 相、B 相、C 相线路电力母线 71、73、75。或者，断路器极 101、103、105 不需要以这种严格的相序连接到线路电力母线，但是，如果它们不是处于 A、B 与 C 相或者 C、A 与 B 相或者 B、C 与 A 相的相序，对应的闭合角和断开角需要进行适当的调整。

[0114] 尽管具体介绍了本发明的典型实施例，本领域技术人员将会明了，在本公开的教导的启示下可实现对这些细节的多种修改和替换。相应地，所公开的特定布置仅意味着说明性而不对本发明的范围构成限制，本发明的范围由所附权利要求的全文以及任何和所有等同内容给出。

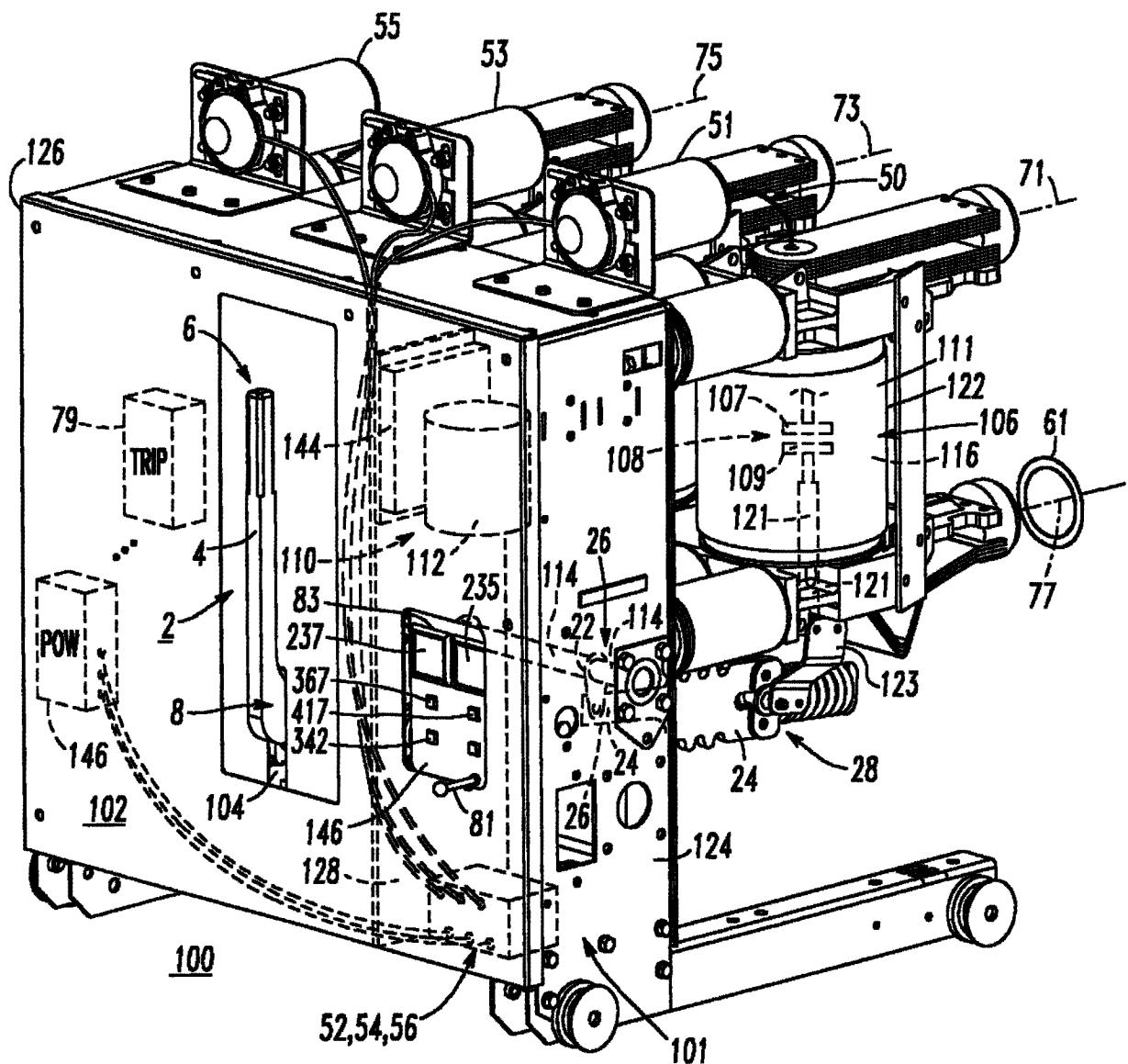


图 1

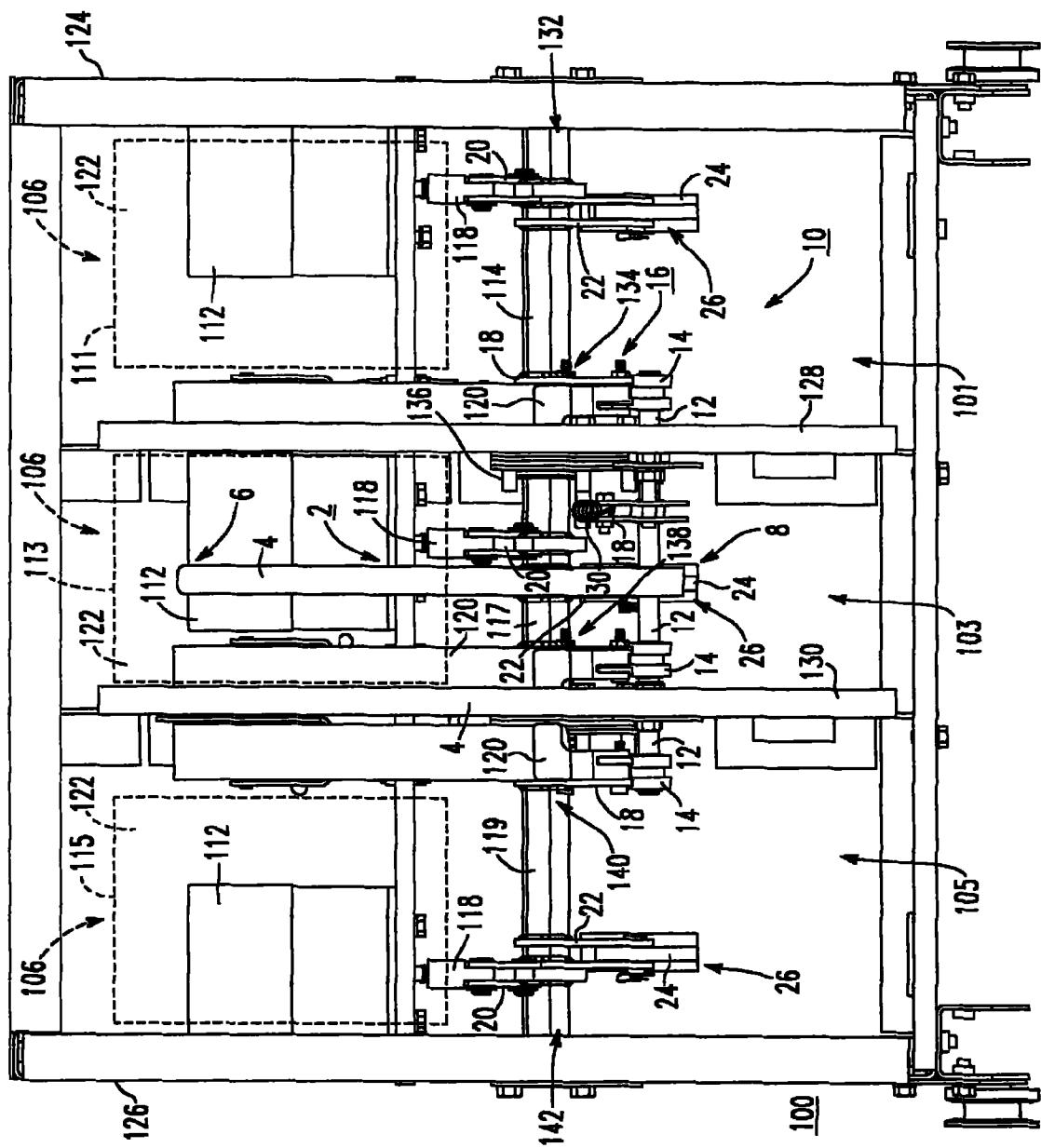


图 2

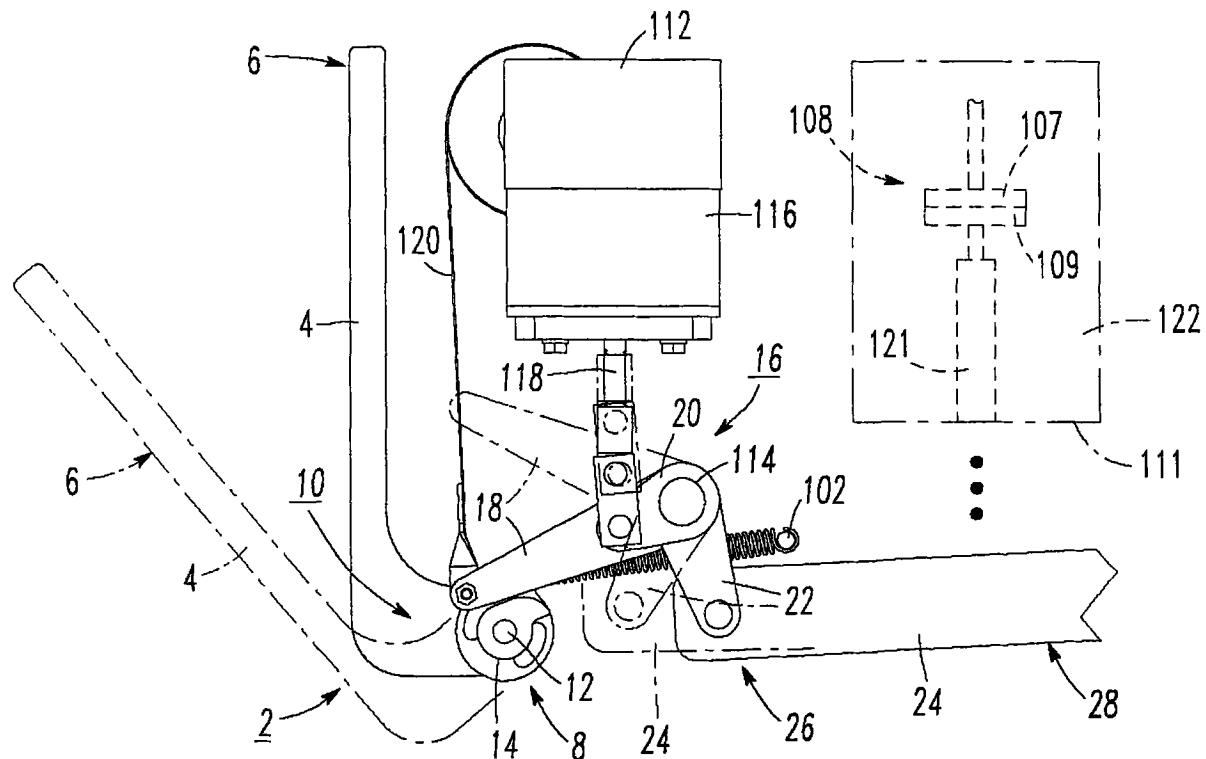


图 3

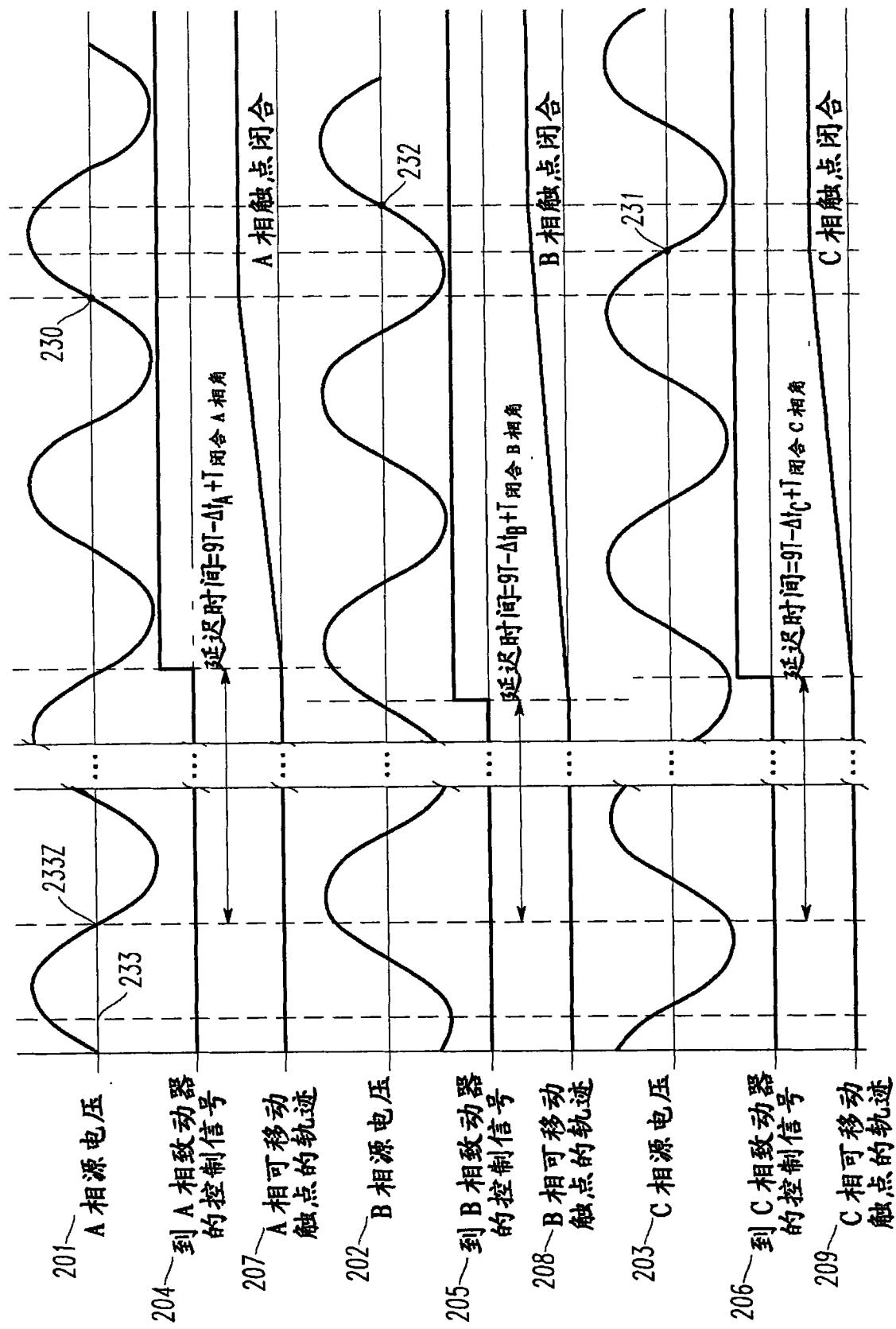


图 4

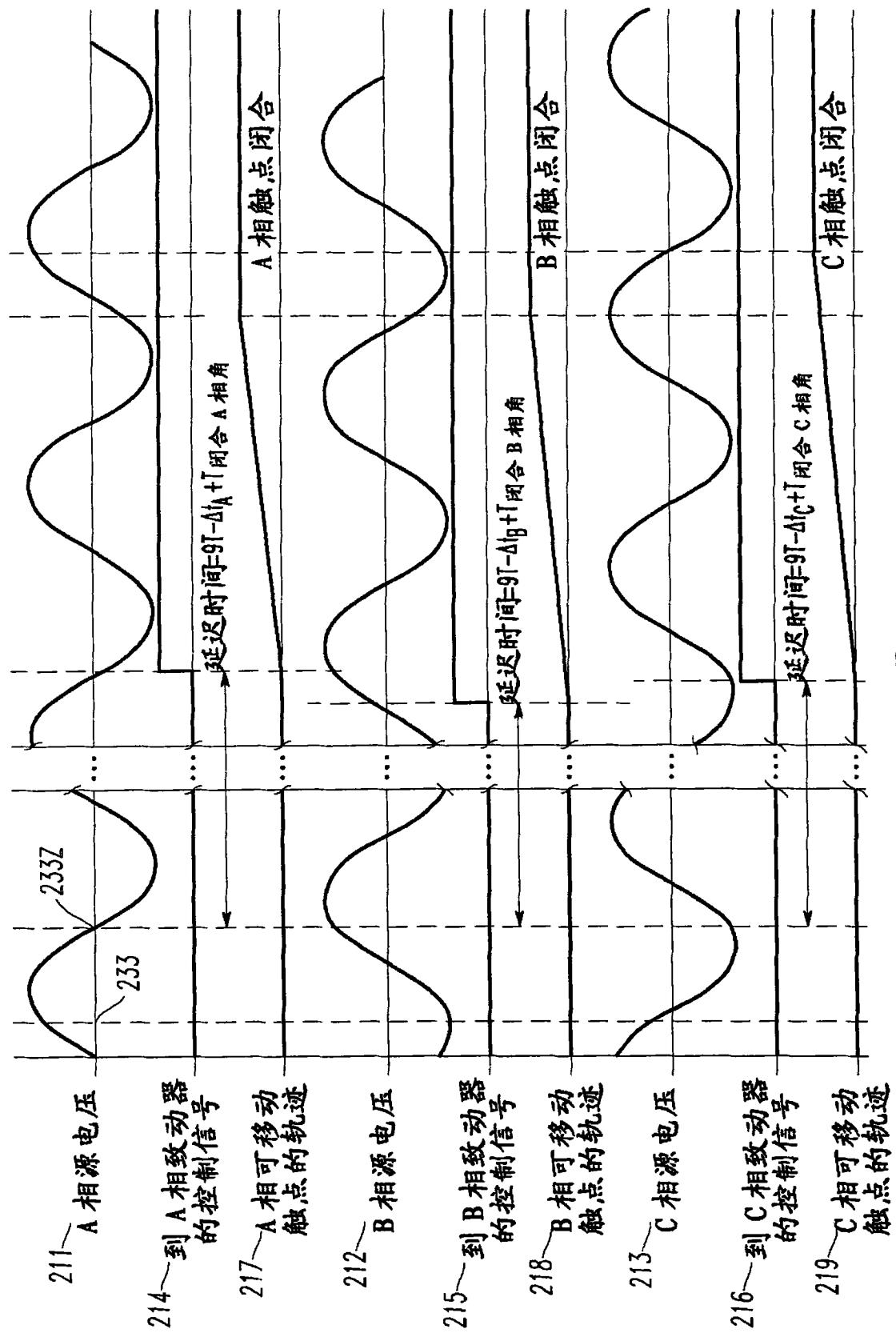


图 5

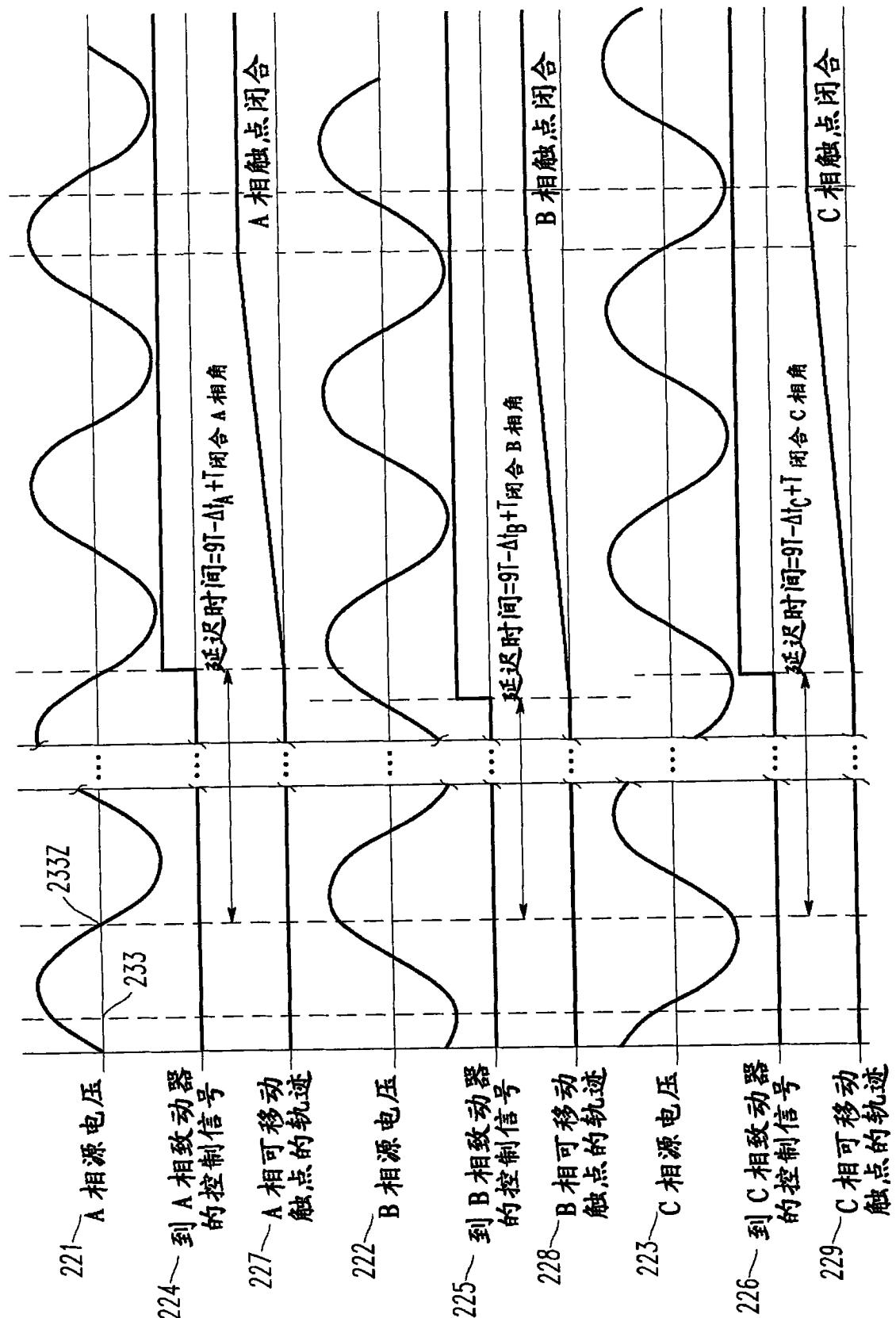


图 6

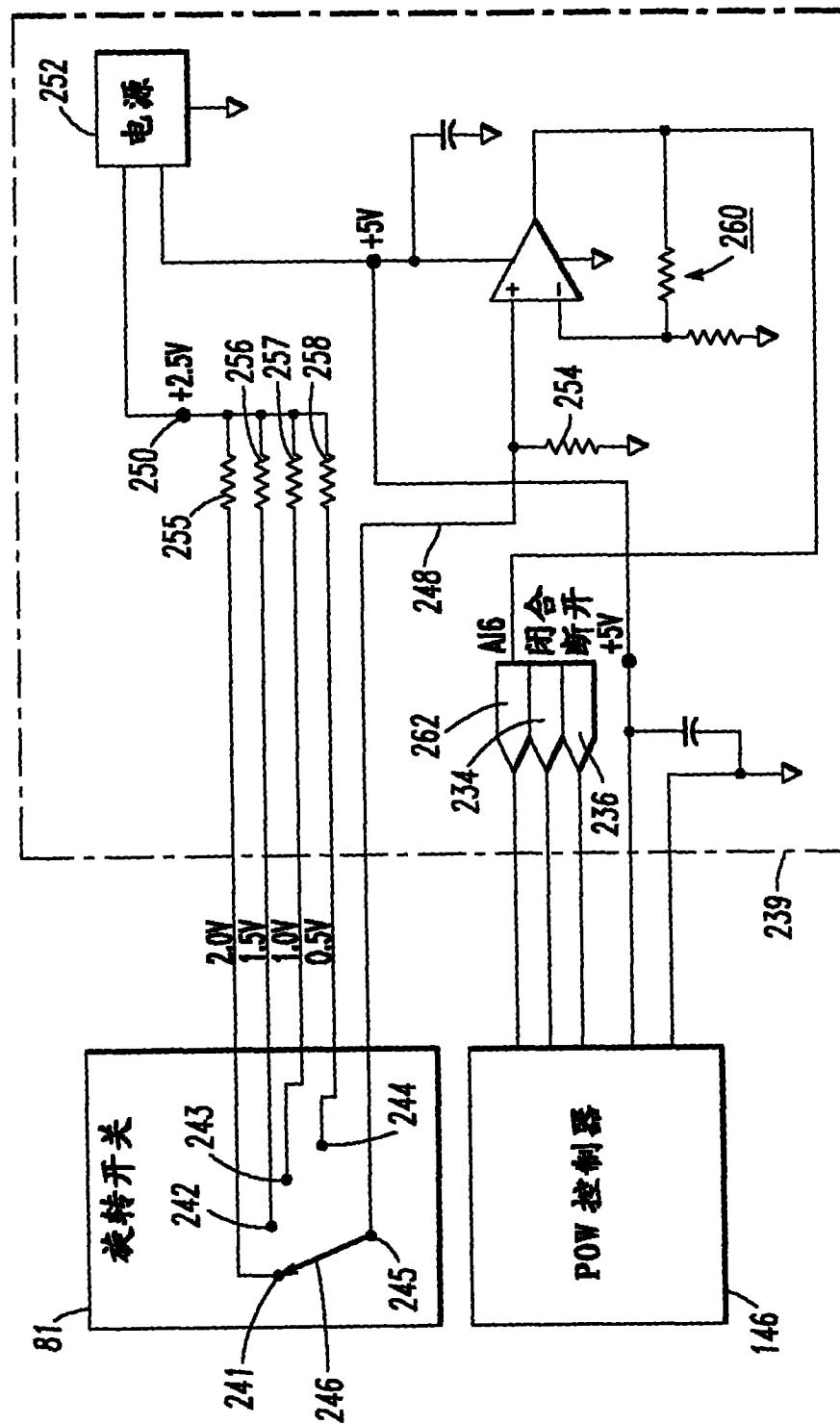


图 7

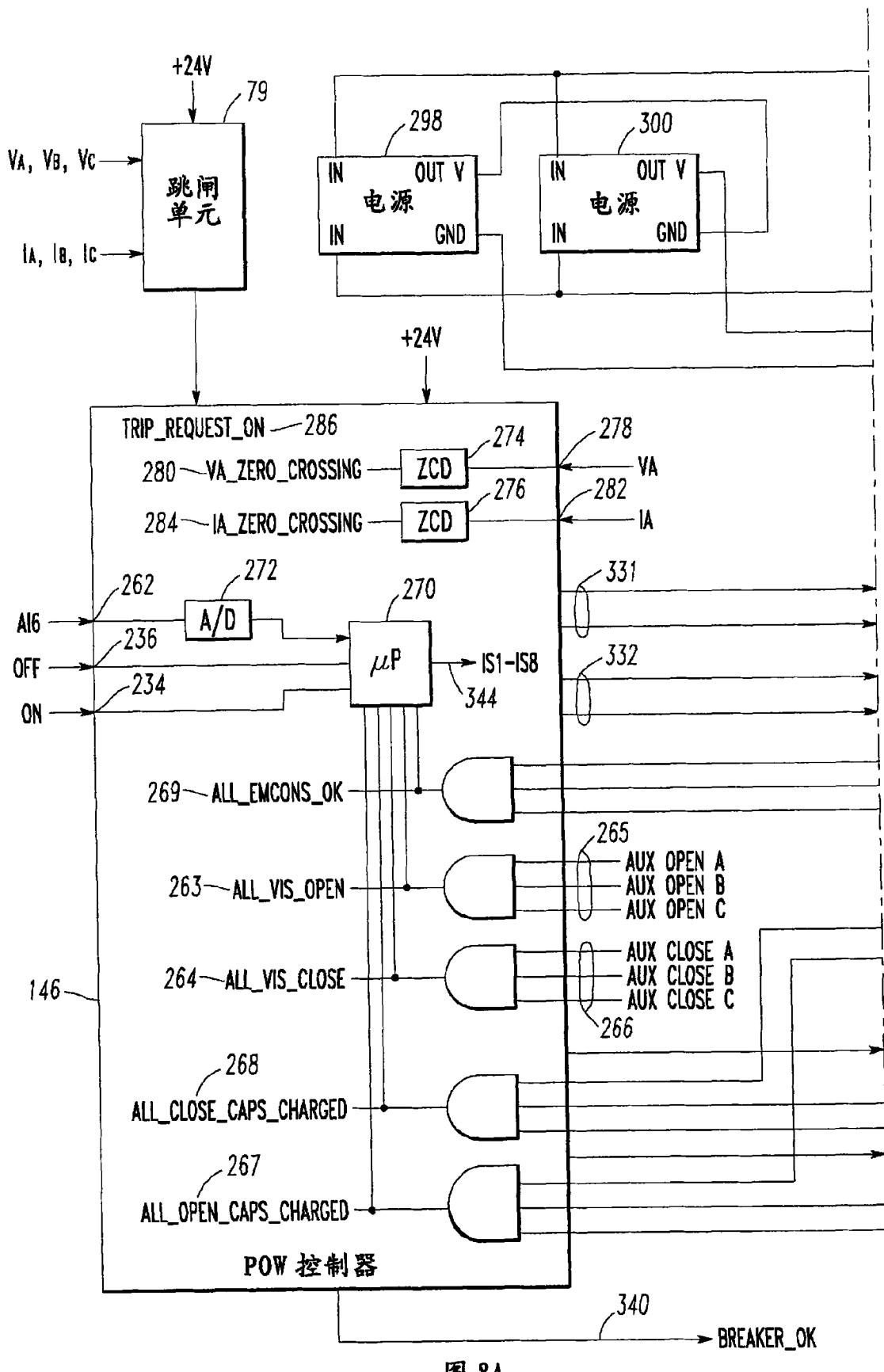


图 8A

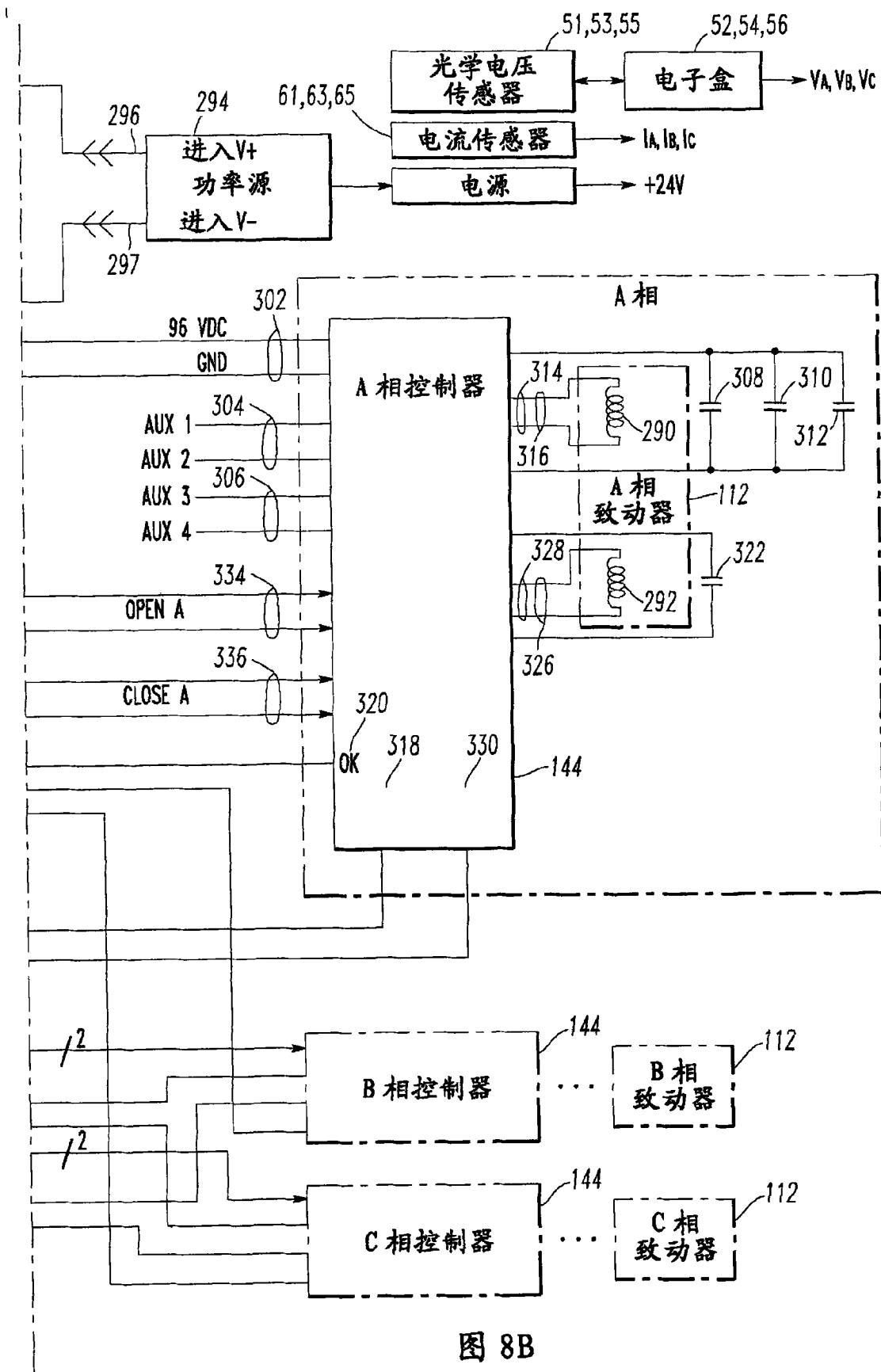
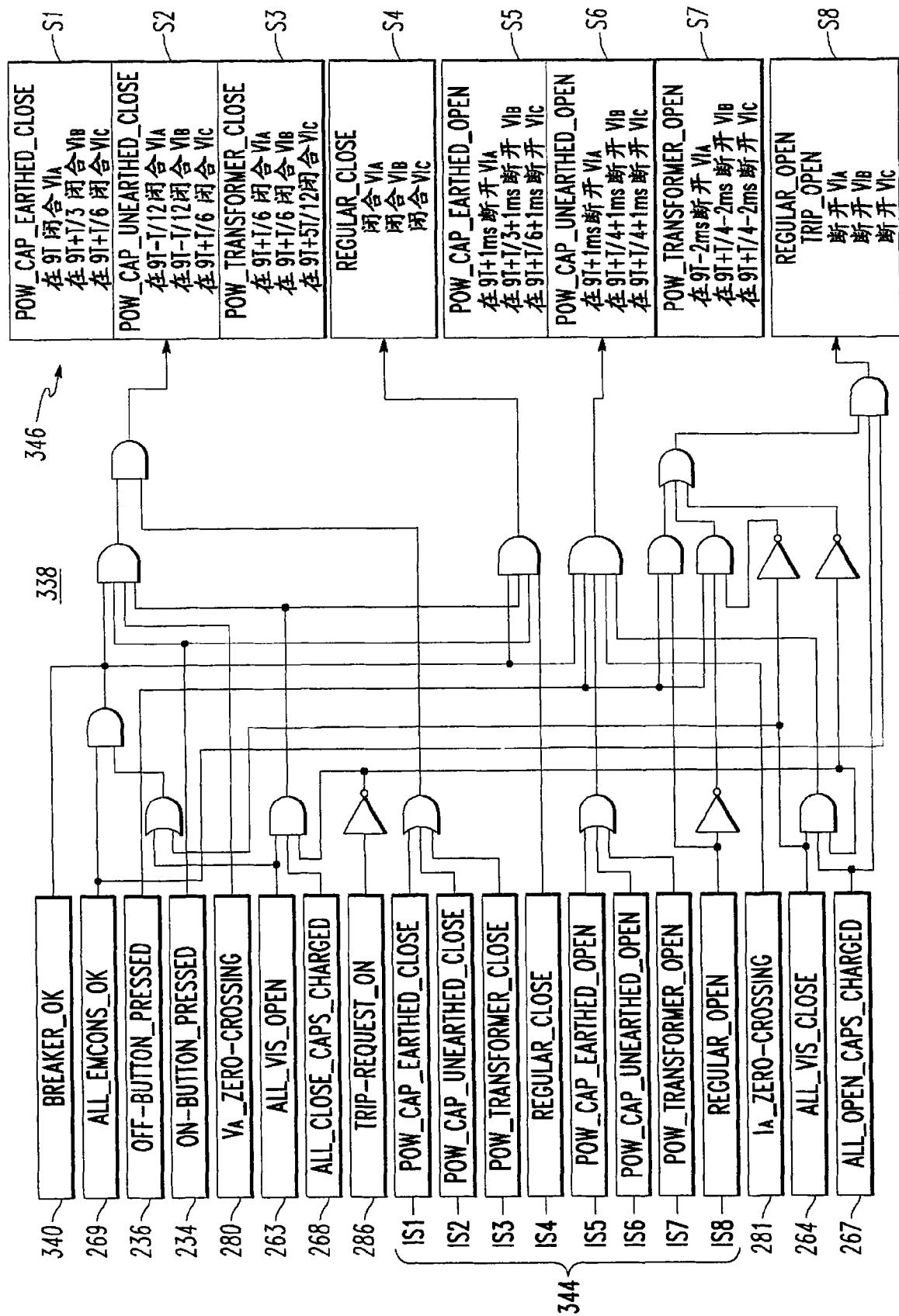


图 8B



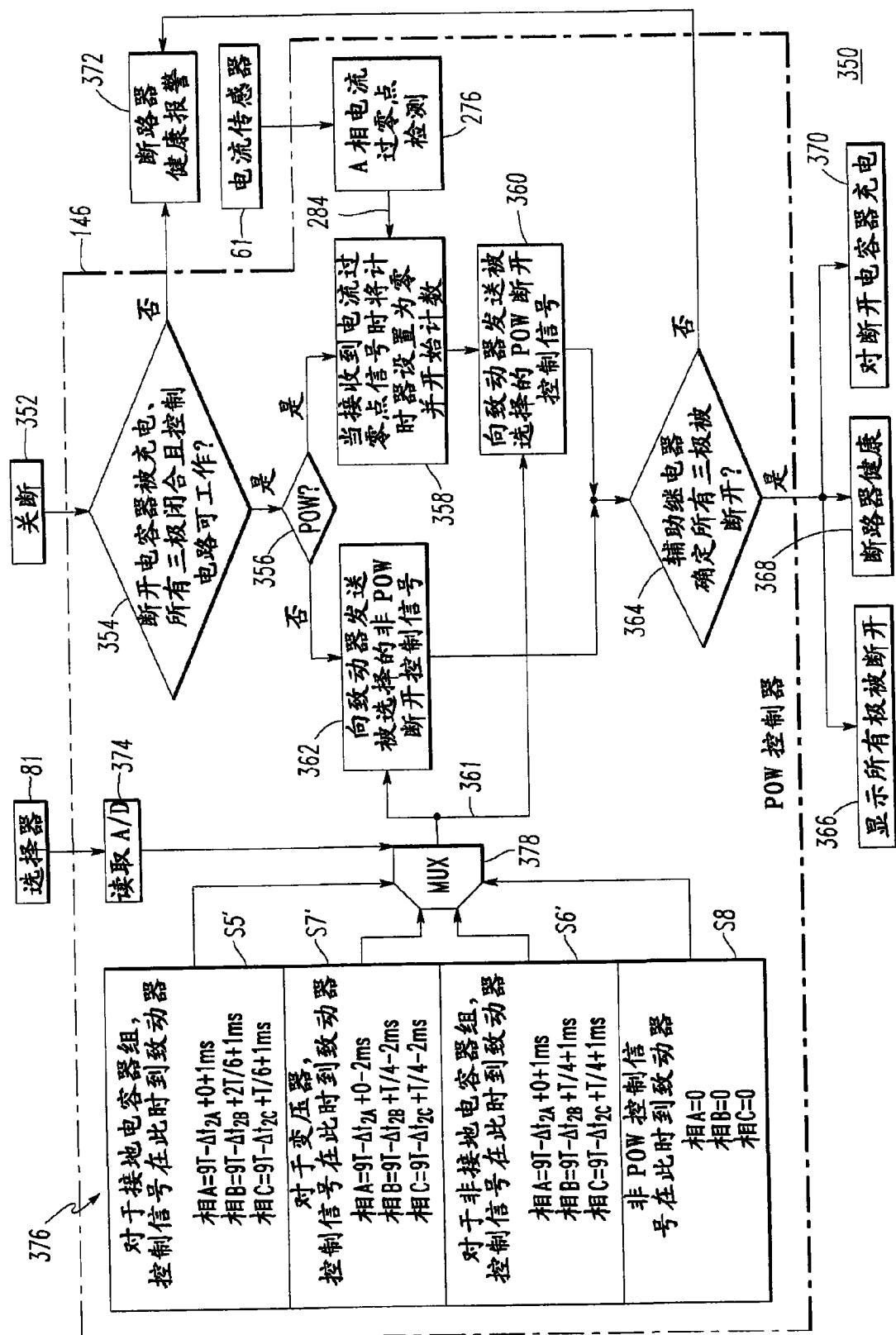


图 10

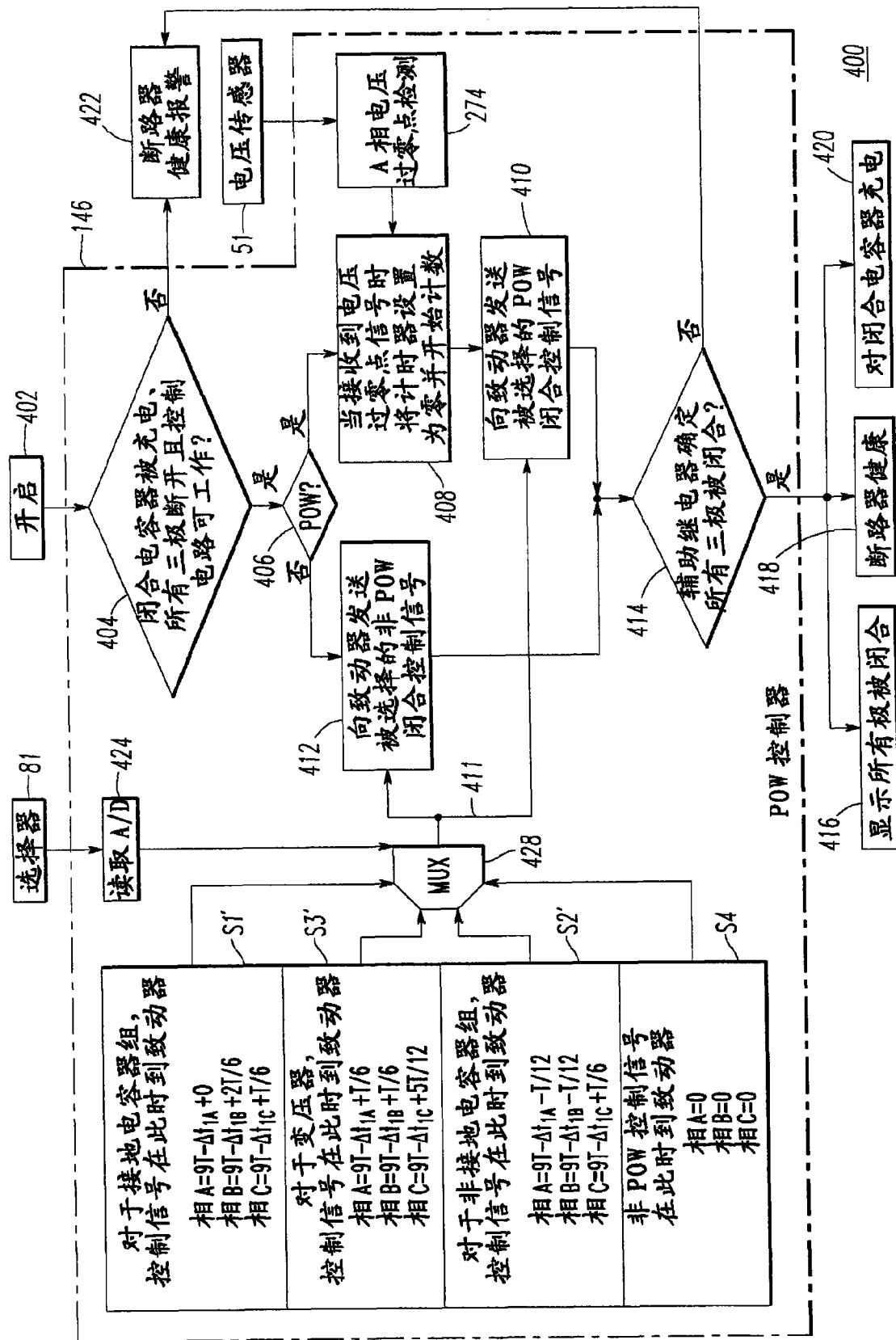


图 11

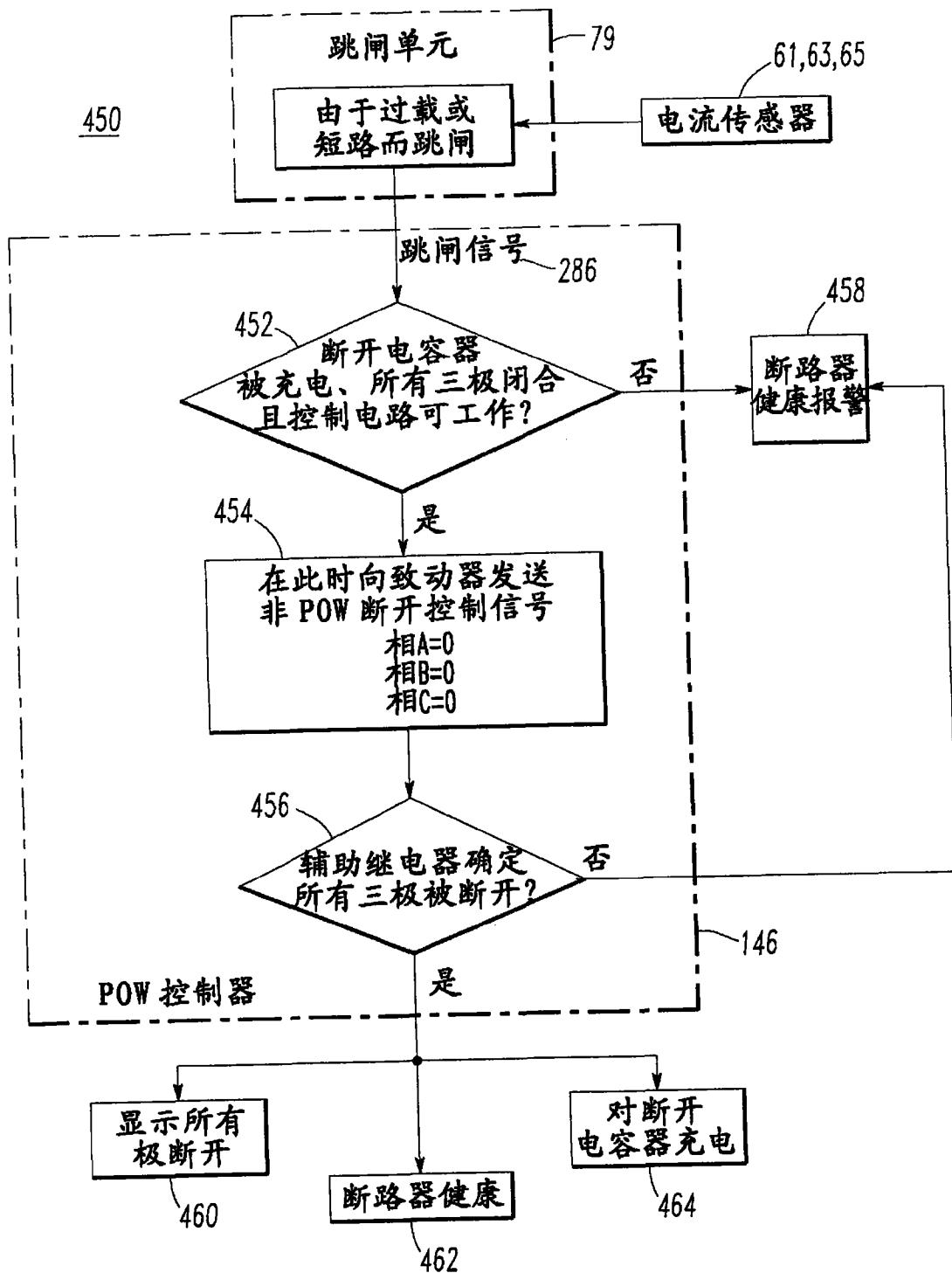


图 12

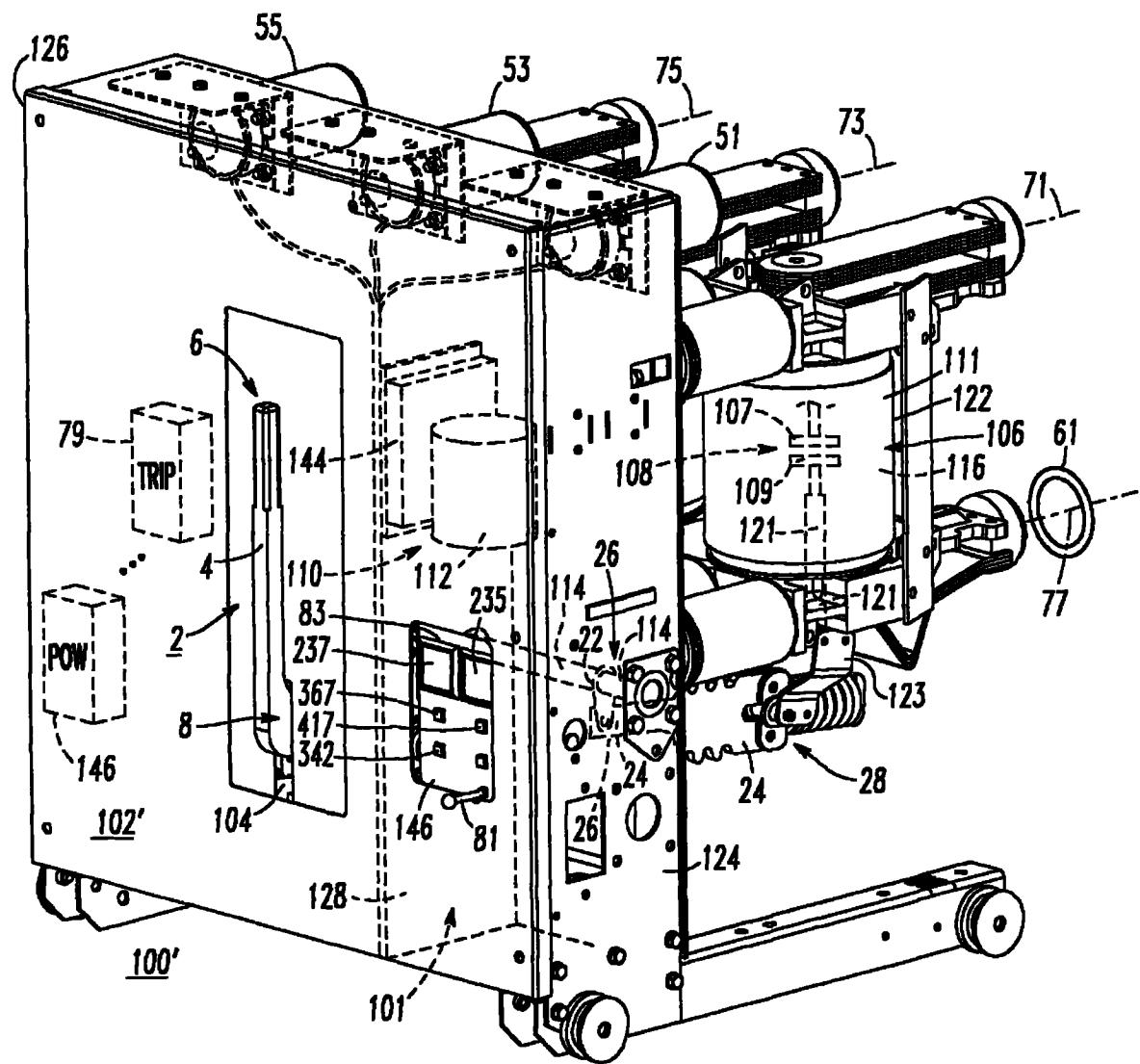


图 13

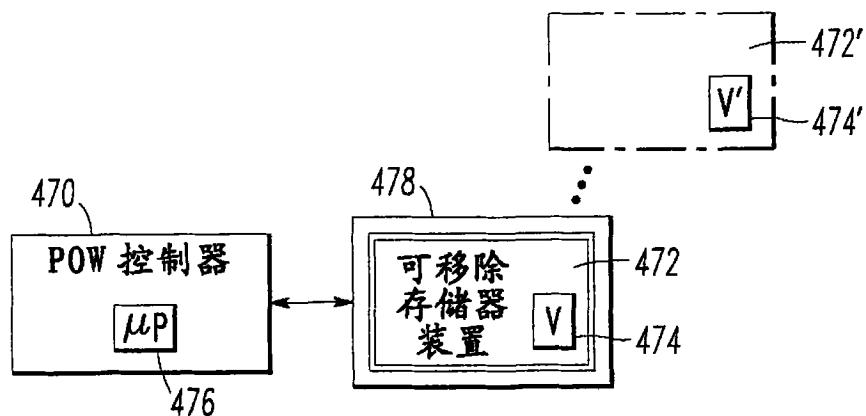


图 14

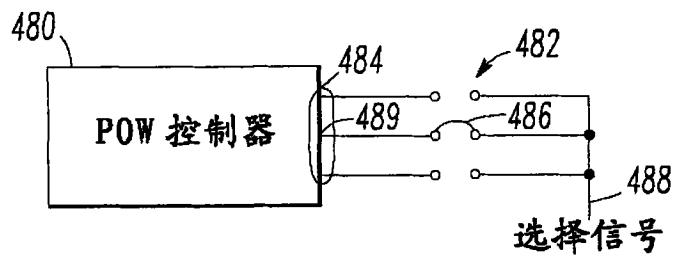


图 15

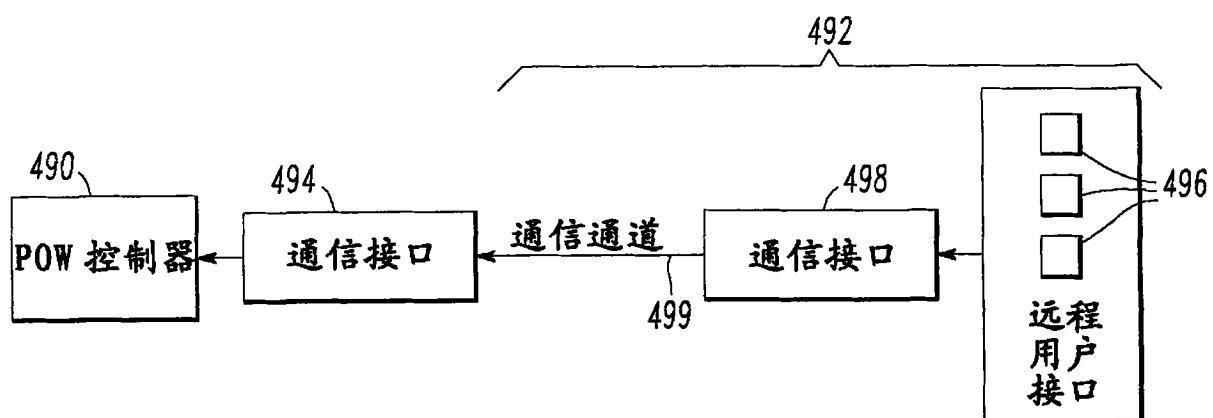


图 16

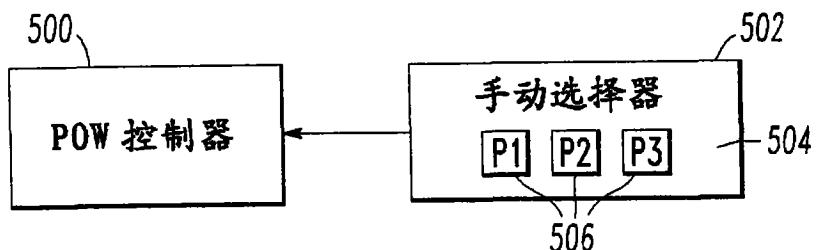


图 17