

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02J 7/00 (2006.01)

H02M 3/06 (2006.01)

H05B 41/30 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200520016971.1

[45] 授权公告日 2006 年 10 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 2829178Y

[22] 申请日 2005.4.21

[21] 申请号 200520016971.1

[30] 优先权

[32] 2004. 4. 21 [33] US [31] 60/563,902

[32] 2004. 4. 22 [33] US [31] 60/564,395

[32] 2004. 9. 17 [33] US [31] 10/943,322

[73] 专利权人 美国凹凸微系有限公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 设计人 陈斯德

法拉·坡贝斯库-斯塔内斯缇

[74] 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所
代理人 刘新宇

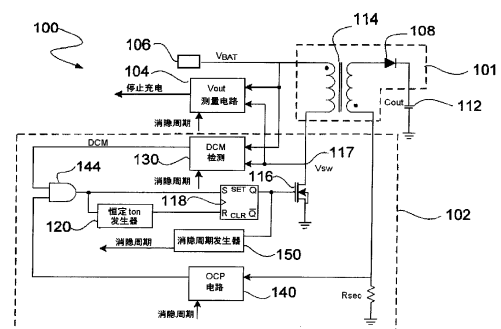
权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 8 页

[54] 实用新型名称

对容性负载充电的电容充电电路

[57] 摘要

本实用新型提供一种对容性负载充电的电容充电电路，该电路包括功率传输电路、功率转换控制电路和电压测量电路。该功率传输电路将功率从一个电源传输至一个电容。该功率转换控制电路控制功率转换至该功率传输电路。该电压测量电路间接测量输出电压，用来决定何时停止对电容的充电。本实用新型提供的对容性负载充电的电容充电电路，通过将漏电流和功率损耗降到最小，从而使对容性负载的充电更为有效。



1、一种用来对容性负载充电的电容充电电路，其特征在于所述电容充电电路包括：

功率传输电路，用来将功率从一个电源传输至所述容性负载；

功率转换控制电路，用来控制所述电源至所述功率传输电路的功率转换，这样功率在恒定导通时间内被传输至所述功率传输电路；和

电压测量电路，用来测量所述功率传输电路的输出电压，以决定何时停止对容性负载的充电。

2、根据权利要求1所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，其特征在于：所述功率传输电路包括一个变压器。

3、根据权利要求2所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，其特征在于：所述电压测量电路通过测量所述变压器的回扫电压间接测量所述输出电压，所述电压测量电路包括一个把所述回扫电压转换为一个被测电压的电路，所述电路将所述被测电压和一个基准电压进行比较。

4、根据权利要求1所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，其特征在于：所述功率转换控制电路包括一个开关，所述开关控制所述电源至所述功率传输电路的功率转换。

5、根据权利要求4所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，其特征在于：所述功率转换控制电路包括恒定导通时间发生器电路，用来决定所述恒定导通时间并允许所述开关在恒定导通时间内保持闭合。

6、根据权利要求5所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，其特征在于：所述功率传输电路包括一个变压器。

7、根据权利要求5所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，其特征在于：所述功率转换控制电路包括过流保护电路，

用来检测所述变压器中的过流状况的发生，其中当且仅当没有过流状况发生时，所述功率转换控制电路闭合所述开关。

8、根据权利要求7所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，其特征在于：所述功率转换控制电路包括不连续导通模式检测电路，用来检测所述变压器中的不连续导通模式的发生，其中当且仅当所述不连续导通模式发生时，所述功率转换控制电路闭合所述开关。

9、根据权利要求8所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，其特征在于：所述功率转换控制电路包括转换控制逻辑电路，该转换控制逻辑电路响应所述不连续导通模式检测电路和所述过流保护电路中的至少一个，用来提供一个转换控制信号闭合所述开关。

10、根据权利要求9所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，其特征在于：所述转换控制逻辑电路接收一个表示慢速充电模式或快速充电模式的 SLOW/FAST 指令，其中在快速充电模式下当且仅当没有过流状况发生时，所述转换控制逻辑电路闭合所述开关，其中在慢速充电模式下当没有过流状况发生且当不连续导通模式发生时，所述转换控制逻辑电路闭合所述开关。

11、根据权利要求1所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，其特征在于：还包括一个消隐周期发生器，用来产生一个消隐周期信号，其中所述功率转换控制电路和所述电压测量电路接收所述消隐周期信号。

12、一种功率转换控制电路，用来控制功率转换至一个变压器，其中所述变压器将功率传输至一个容性负载，其特征在于所述功率转换控制电路包括：

不连续导通模式检测电路，用来检测所述变压器中的不连

续导通模式；

过流保护电路，用来检测所述变压器中的过流状况；

连接至所述不连续导通模式检测电路和所述过流保护电路的转换控制逻辑电路，用来提供一个转换控制信号；

一个开关，用来响应所述转换控制信号将功率转换所述变压器；和

恒定导通时间发生器电路，该电路连接至所述不连续导通模式检测电路和所述过流保护电路，所述恒定导通时间发生器电路决定恒定导通时间并允许所述开关在所述恒定导通时间内保持闭合。

13、根据权利要求 12 所述的功率转换控制电路，其特征在于：当检测到所述不连续导通模式且没有检测到过流状况时，所述转换控制逻辑电路提供所述转换控制信号。

14、根据权利要求 12 所述的功率转换控制电路，其特征在于：当且仅当没有检测到过流状况时，所述转换控制逻辑电路提供所述转换控制信号。

15、根据权利要求 12 所述的功率转换控制电路，其特征在于：在慢速充电模式下当检测到所述不连续导通模式且没有检测到过流状况时，所述转换控制逻辑电路提供所述转换控制信号，在快速充电模式下当且仅当没有检测到过流状况时，所述转换控制逻辑电路提供所述转换控制信号。

16、根据权利要求 12 所述的功率转换控制电路，其特征在于：还包括一个消隐周期发生器，用来产生一个消隐周期信号，其中所述不连续导通模式检测电路和所述过流保护电路接收所述消隐周期信号。

17、根据权利要求 12 所述的功率转换控制电路，其特征在于：还包括一个连接在所述恒定导通时间发生器电路和所述开

关之间的锁存器，用来闭合所述开关，其中所述锁存器响应所述转换控制信号闭合所述开关，且其中所述锁存器在所述恒定导通时间过后响应所述恒定导通时间发生器电路断开所述开关。

18、一种电容充电装置，其特征在于所述电容充电装置包括：

一个集成电路，用来控制对容性负载的充电，容性负载连接至一个变压器，所述集成电路监测所述变压器并且启动一个拥有恒定导通时间的功率传输转换周期，其中所述集成电路在所述恒定导通时间内将功率转换至所述变压器，且其中当所述恒定时间过后，所述集成电路切断功率的转换。

19、根据权利要求 18 所述的电容充电装置，其特征在于：所述集成电路接收一个表示慢速充电模式或快速充电模式的 SLOW/FAST 指令。

20、根据权利要求 18 所述的电容充电装置，其特征在于：所述集成电路检测所述变压器中的过流状况，并且当没有过流发生时启动所述转换周期。

21、根据权利要求 20 所述的电容充电装置，其特征在于：所述集成电路用来检测所述变压器的不连续导通模式，并且当所述不连续导通模式发生且没有过流发生时启动所述转换周期。

对容性负载充电的电容充电电路

技术领域

本实用新型涉及对容性负载进行充电，更具体的是涉及控制功率转换和传输的电容充电电路。

背景技术

电容充电电路用来对容性负载充电，例如用于对传统照相闪光系统中的容性负载充电。在传统的电容充电电路中，通过闭合和断开电源开关控制从电源到容性负载的功率传输。在可变负载情况下或根据输出电压的要求，监测输出电压并调整开关以满足输出电压和负载的要求。

图 1 所示为一个传统电容充电电路 10。在该电路 10 中，功率通过变压器 14 被传输至电容 (C_{out}) 12。当电源开关 16 闭合时，电流流入变压器 14 的初级线圈。当电源开关 16 断开时，储存在变压器 14 中的能量被传输至电容 12。变压器 14 的次级线圈的输出电压 V_{out} 通过电阻分压器 20 (R_1 和 R_2) 被监测到。这种监测 V_{out} 的方法的缺点就是流经电阻 R_1 和 R_2 的漏电流会引起电容能量的损耗。

连接于比较器 24 和比较器 26 的锁存器 18 响应初级线圈电流 I_{pri} 和次级线圈电流 I_{sec} 控制电源开关 16 的闭合和断开。一旦初级线圈电流 I_{pri} 超过一个限定值，开关 16 断开，并且变压器 14 的能量被传输至电容 12。这种为了电流保护和充电控制而限制初级线圈电流 I_{pri} 的方法是在变压器 14 的一次侧采用了一个检测电阻 30。这种电流保护和充电控制的方法的缺点是电阻 R_{pri} 会引起功耗。在变压器 14 的二次侧也采用了一个检测电阻 32，并且一旦次级线圈电流 I_{sec} 低于一个限定值，开关 16

闭合并且开始一个新的充电周期。

因此，需要一种将漏电流和功耗减到最小的电容充电电路。

实用新型内容

有鉴于此，本实用新型提供一种用来对容性负载充电的电容充电电路，该电容充电电路包括：功率传输电路，用来将功率从一个电源传输至该容性负载；功率转换控制电路，用来控制该电源至该功率传输电路的功率转换，这样功率在恒定导通时间内被传输至该功率传输电路；和电压测量电路，用来测量该功率传输电路的输出电压，以决定何时停止对容性负载的充电。

本实用新型所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，所述功率传输电路包括一个变压器。

本实用新型所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，所述电压测量电路通过测量所述变压器的回扫电压间接测量所述输出电压，所述电压测量电路包括一个把所述回扫电压转换为一个被测电压的电路，所述电路将所述被测电压和一个基准电压进行比较。

本实用新型所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，所述功率转换控制电路包括一个开关，所述开关控制所述电源至所述功率传输电路的功率转换。

本实用新型所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，所述功率转换控制电路包括恒定导通时间发生器电路，用来决定所述恒定导通时间并允许所述开关在恒定导通时间内保持闭合。

本实用新型所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，所述恒定导通时间与源电压成反比。

本实用新型所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，所述功率传输电路包括一个变压器。

本实用新型所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，所述功率转换控制电路包括过流保护电路，用来检测所述变压器中的过流状况的发生，其中当且仅当没有过流状况发生时，所述功率转换控制电路闭合所述开关。

本实用新型所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，所述功率转换控制电路包括不连续导通模式检测电路，用来检测所述变压器中的不连续导通模式的发生，其中当且仅当所述不连续导通模式发生时，所述功率转换控制电路闭合所述开关。

本实用新型所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，所述功率转换控制电路包括转换控制逻辑电路，该转换控制逻辑电路响应所述不连续导通模式检测电路和所述过流保护电路中的至少一个，用来提供一个转换控制信号闭合所述开关。

本实用新型所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，所述转换控制逻辑电路接收一个表示慢速充电模式或快速充电模式的 SLOW/FAST 指令，其中在快速充电模式下当且仅当没有过流状况发生时，所述转换控制逻辑电路闭合所述开关，其中在慢速充电模式下当没有过流状况发生且当不连续导通模式发生时，所述转换控制逻辑电路闭合所述开关。

本实用新型所述的用来对容性负载充电的电容充电电路，还包括一个消隐周期发生器，用来产生一个消隐周期信号，其中所述功率转换控制电路和所述电压测量电路接收所述消隐周期信号。

本实用新型还提供一种功率转换控制电路，用来控制功率转换至一个变压器，其中该变压器将功率传输至一个容性负载，该功率转换控制电路包括：不连续导通模式（DCM）检测电路，

用来检测该变压器中的不连续导通模式；过流保护（OCP）电路，用来检测该变压器中的过流状况；连接至该DCM电路和该OCP电路的转换控制逻辑电路，用来提供一个转换控制信号；一个开关，用来响应该转换控制信号将功率转换该变压器；和恒定导通时间发生器电路，该电路连接至该DCM检测电路和该OCP电路，该恒定导通时间发生器电路决定恒定导通时间并允许该开关在该恒定导通时间内保持闭合。

本实用新型所述的功率转换控制电路，当检测到所述不连续导通模式且没有检测到过流状况时，所述转换控制逻辑电路提供所述转换控制信号。

本实用新型所述的功率转换控制电路，当且仅当没有检测到过流状况时，所述转换控制逻辑电路提供所述转换控制信号。

本实用新型所述的功率转换控制电路，在慢速充电模式下当检测到所述不连续导通模式且没有检测到过流状况时，所述转换控制逻辑电路提供所述转换控制信号，在快速充电模式下当且仅当没有检测到过流状况时，所述转换控制逻辑电路提供所述转换控制信号。

本实用新型所述的功率转换控制电路，所述恒定导通时间和一个源电压成反比。

本实用新型所述的功率转换控制电路，还包括一个消隐周期发生器，用来产生一个消隐周期信号，其中所述不连续导通模式检测电路和所述过流保护电路接收所述消隐周期信号。

本实用新型所述的功率转换控制电路，还包括一个连接在所述恒定导通时间发生器电路和所述开关之间的锁存器，用来闭合所述开关，其中所述锁存器响应所述转换控制信号闭合所述开关，且其中所述锁存器在所述恒定导通时间过后响应所述恒定导通时间发生器电路断开所述开关。

本实用新型还提供一种电容充电装置，包括：一个集成电路，用来控制对容性负载的充电，容性负载连接至一个变压器，该集成电路监测该变压器并且启动一个拥有恒定导通时间的功率传输转换周期，其中该集成电路在该恒定导通时间内将功率转换至该变压器，且其中当该恒定时间过后，该集成电路切断功率的转换。

本实用新型所述的电容充电装置，所述集成电路接收一个表示慢速充电模式或快速充电模式的 SLOW/FAST 指令。

本实用新型所述的电容充电装置，所述集成电路检测所述变压器中的过流状况，并且当没有过流发生时启动所述转换周期。

本实用新型所述的电容充电装置，所述集成电路用来检测所述变压器的不连续导通模式，并且当所述不连续导通模式发生且没有过流发生时启动所述转换周期。

在本实用新型中，电容充电电路通过将漏电流和功率损耗降到最小，从而使对容性负载的充电更为有效。

附图说明

图 1 所示为一个传统电容充电电路的电路图；

图 2A 所示为电容充电电路的一个实施例的示意图；

图 2B 所示为电容充电电路的另一个实施例的示意图；

图 3 所示为用于电容充电电路中的输出电压测量电路的一个实施例的电路图；

图 4 所示为用于电容充电电路中的不连续导通模式(DCM)和过流保护(OCP)电路的一个实施例的电路图；

图 5 所示为用于电容充电电路中的恒定导通时间发生器电路的一个实施例的电路图；

图 6 所示为表示功率转换控制电路在一种工作模式下的波形的时序图；和

图 7 所示为表示功率转换控制电路在另一种工作模式下的波形的时序图。

具体实施方式

通常，一个电容充电电路通过启动一个功率传输转换周期对一个容性负载充电，在该功率传输转换周期中，电源在一个称为导通时间的恒定时间内闭合。在恒定时间或导通时间过后，电源断开。电容充电电路监测电压值来决定何时启动另一个功率传输转换周期。电容充电电路还可间接监测输出电压值来决定何时结束对电容的充电。

电容充电电路的一个典型应用是产生照相机闪光灯的高电压。电容充电电路可作为数码装置，例如一个数码相机的电源管理系统的一个组成部分。本领域的技术人员知道电容充电电路也可用于其他应用和设备中。本文任一实施例所用的“电路”可包括，例如，单个固定电路、可编程电路、状态机电路，和/或储存由可编程电路执行的指令的固件，或这些电路的任意组合。本文任一实施例所用的“集成电路”为半导体器件和/或微电子器件，例如一个半导体集成电路芯片。

图 2A 所示为一个对容性负载充电的电容充电电路 100 的实施例。该典型电容充电电路 100 包括功率传输电路 101，功率转换控制电路 102 和电压测量电路 104。电源 106，例如一个电池，连接于功率传输电路 101、功率转换控制电路 102 和电压测量电路 104。一个容性负载或电容 112 连接于功率传输电路 101。功率转换控制电路 102 和/或电压测量电路 104 可由离散元件组成，或者是一个集成电路。尽管下文所描述的电路

的典型实施例都有其特殊的结构或设计，但本领域技术人员明白其它电路结构和设计也可实现本文中所描述的功能。

典型功率传输电路 101 包含一个变压器 114，例如一个拥有初级和次级线圈或绕组的回扫变压器，其中初级和次级线圈或绕组的极性相反。当电源 106 给变压器 114 的初级绕组供电时，功率被传输至变压器 114。当电源 106 不再给变压器 114 供电时，功率从变压器 114 传输至电容 112，从而对电容 112 充电。一个输出二极管 108 连接于电容 112 和变压器 114 之间，用来防止电容 112 在功率被传输至变压器 114 时通过变压器 114 被放电。

功率转换控制电路 102 通过启动功率传输转换周期控制电源 106 至变压器 114 的转换，在该功率转换周期中电源在一个恒定时间或导通时间闭合。在恒定导通时间内，功率转换控制电路 102 使功率持续传输至变压器 114，而与流经变压器 114 的初级绕组的电流无关。电压测量电路 104 间接测量输出电压用来决定何时停止对电容 112 的充电。

典型功率转换控制电路 102 包括一个电源开关 116，当触发器或锁存器 118 使开关 116 闭合时，功率被传输至变压器 114。在恒定导通时间内锁存器 118 使开关 116 闭合，并且在恒定导通时间过后时使开关 116 断开。为了控制开关 116 的切换，典型功率转换控制电路 102 也包含恒定导通时间发生器电路 120、不连续导通模式(DCM)、检测电路 130 和过流保护(OCP)电路 140。恒定导通时间发生器电路 120 决定功率传输转换周期的恒定导通时间。DCM 检测电路 130 检测不连续导通模式的发生，例如当变压器 114 的磁通量消失时。OCP 电路 140 通过检测变压器 114 的电流值提供过流保护，当开关 116 闭合时将导致一个额外的电流（即过流状况）。

在控制电路 102 的一个实施例中，当发生 DCM 而没有发生过流情况时，启动另一个功率传输转换周期，并且开关 116 在恒定导通时间内闭合，该恒定导通时间由恒定导通时间发生器电路 120 决定。在一个实施例中，功率转换控制电路 102 包括一个连接至 DCM 检测电路 130 和 OCP 电路 140 的逻辑门 144（例如一个与门），用来提供一个转换控制信号或一个启动功率传输转换周期的 FIRE 信号。在该实施例中，当接收到一个表示发生 DCM（例如 $DCM=1$ ）的 DCM 信号，且当接收到一个 OCP 输出信号表示没有过流状况发生（ $OCP=1$ ）时，逻辑门 144 提供该 FIRE 信号（ $FIRE=1$ ）。

在控制电路 102 的实施例中，由逻辑门 144 提供的 FIRE 信号设定锁存器 118 来闭合开关 116，并触发恒定导通时间发生器电路 120 使开关 116 在恒定导通时间内导通，从而启动另一个功率传输转换周期。当由恒定导通时间发生器电路 120 决定的恒定导通时间过后，恒定导通时间发生器电路 120 重置锁存器 118 来断开开关 116。

功率转换控制电路 102 也包括一个消隐周期发生器 150，用来产生一个消隐周期信号提供给电压测量电路 104、DCM 检测电路 130 和 OCP 电路 140。该消隐周期信号可以用来暂时取消或延迟电路的输出（即在消隐周期期间），用来防止由电压峰值引起的错误信号，例如当开关第一次被断开时。本领域技术人员知道有多种能产生消隐周期的电路结构。

图 2B 所示为电容充电电路的另一个实施例 100'。在该实施例中，电容充电电流 100' 工作在慢速充电模式和快速充电模式下。在慢速充电模式下，当发生 DCM（即变压器磁通量消失时）而没有发生过流状况（即变压器的电流值低于一个设定值）时，启动功率传输转换周期，如上文所述。在快速充电模式下，

当且仅当没有产生过流状况时，启动功率传输转换周期，无需检测 DCM。

为了在实施例中实现慢速/快速充电模式，功率转换控制电路 102' 包括一个逻辑门 131 (例如一个或门)，该逻辑门 131 连接在 DCM 检测电路 130 和逻辑门 144 之间。逻辑门 131 接收一个 SLOW/FAST 指令，例如来自外部控制电路的指令。在该实施例中，当接收到一个 OCP 输出信号 (OCP=1)，并且当得到一个 DCM 输出信号 (DCM=1) 或者当该 SLOW/FAST 指令表示快速充电模式 (SLOW/FAST=1) 时，逻辑门 144 提供 FIRE 信号 (FIRE=1)。换句话说，在快速充电模式下，可以忽略 DCM 信号，且只根据 OCP 输出信号发送 FIRE 信号，即使没有发生 DCM (DCM=0)。

图 3 所示为电压测量电路 104 的一个实施例。当被测电压达到一个预定值时，电压测量电路 104 停止对电容 112 的充电。当开关 116 断开时，典型电压测量电路 104 通过测量回扫脉冲间接测量经过变压器 114 初级线圈的输出电压 V_{out} 。更特殊的是典型电压测量电路 104 在节点 117 接收开关电压 V_{sw} 和电源电压 V_{BAT} 并决定被测电压 V_{R2} ，该被测电压 V_{R2} 与一个基准电压 V_{REF} 相比较。在该实施例中，一个共栅放大器 160 被用作一个电平转换器，用来把该回扫电压转换成被测电压 V_{R2} 。被测电压 V_{R2} 由下式给出：

$$V_{R2} = R2/R1 \times (V_{out}/N) \quad (1)$$

其中 R1 和 R2 为电阻 162、164 的电阻值，N 为次级-初级变压器匝数比， V_{out}/N 表示回扫电压。

共栅放大器 160 通过采用一个 P 通道金属氧化物半导体 (PMOS) M2 来实现。电压测量电路 104 包括偏置电路 166，

用来确保 $I_2=I_3$ ，这样 M1 和 M2 的栅极-源电压 V_{GS} 就相等了。在这种情况下，共栅放大器 160 的源电压就等于源电压 V_{BAT} 。

比较器 168 比较被测电压 V_{R2} 和基准电压 V_{REF} ，并且如果被测电压 V_{R2} 达到或超过基准电压 V_{REF} 就提供一个停止充电信号。例如，停止充电信号可重置一个锁存器（未示出），该信号将持续重置控制电路 102 的锁存器 118，来阻止充电直到接收到一个新的开始指令为止。举一个例子，如果 $V_{REF}=1.5$ ， $R2/R1=0.1$ ， $N=20$ ，电容 112 将被充电至 300V，然后充电被停止。

在停止充电期间，由于二极管 108 和/或电容 112 的固有漏电流，电容的电压会下降。为了开始再次充电，微处理器或相关外部控制电路在一个预定时间过后可唤醒电容充电电路 100，并且要考虑到允许的电容压降。例如停止重置锁存器 118，从而允许再次启动一个功率传输转换周期。电容充电电路的闭合-断开周期将根据微处理器或相关外部控制电路的时序决定更新频率。

在一个照相闪光应用中，微处理器和相关外部控制电路开始对电容 112 放电用来产生闪光。随后，微处理器和相关外部控制电路再次启动电容充电电路 100，从而允许启动一个功率传输转换周期来实现对电容 112 的充电。

图 4 所示为 DCM 检测电路 130 和过流保护电路 140 的实施例。当变压器 114 的磁通量完全消失并且回扫电压等于 0 时，变压器 114 中发生一个不连续导通模式（DCM）。为了检测 DCM，DCM 检测电路 130 接收开关电压 V_{SW} 和源电压 V_{BAT} ，并且判定回扫电压是否低于一个预定阈值。因为开关电压 V_{SW} 可能高于一个低电压过程中的变压器的栅极击穿电压，所以 DCM 检测电路 130 可包括一个电阻分压器 134，用来削弱电压

V_{SW} 至一个安全值以备进一步处理。

DCM 检测电路 130 包括一个比较器 132，该比较器比较开关电压 V_{SW} 和源电压 V_{BAT} ，并且提供一个输出信号表示发生 DCM。典型 DCM 检测电路 130 接收偏置电流 I_{bias1} 和 I_{bias2} ，并且依照下式进行比较：

$$K \times V_{SW} + V_{GS} = K \times V_{BAT} + V_{GS} + I_{bias1} \times R_{offset} \quad (2)$$

$$\therefore V_{SW} = V_{BAT} + V_{offset}/K \quad (3)$$

这样，当开关电压约等于源电压 ($V_{SW}=V_{BAT}$) 时，比较器 132 提供 DCM 输出信号，表示 DCM 已经发生 (即 $DCM=1$)。

在最初充电时段，当输出电压 V_{out} 接近 0V 时，回扫脉冲的振幅很小且可以小于 DCM 的阈值。DCM 检测电路 130 检测不到这样小的一个电压，结果即使没有发生 DCM，DCM 检测电路 130 也会产生一个 DCM 输出信号 ($DCM=1$)。如果在这种情况下启动功率传输转换周期，变压器 114 的初级电流将增加并超过开关 116 和变压器 114 的限制电流。

当变压器发生过流状况时，典型 OCP 电路 140 通过阻止开关 116 的闭合防止初级电流超过开关 116 和变压器 114 的限制电流。OCP 电路 140 接收偏置电流 I_{bias3} 、 I_{bias4} 和一个在电阻 R_{sec} 两端测得的过流保护电压 V_{OCP} 。OCP 电路 140 包括一个比较器 142，该比较器根据电压 V_{OCP} 通过判断变压器 114 的电流值是否超过一个确定值来检测过流状况，如下式：

$$V_{OCP} + V_{GS} + R_{offset} \times I_{bias} = V_{GS} \quad (4)$$

$$V_{OCP} = -I_{sec_valley} \times R_{sec} \quad (5)$$

这样，变压器次级绕组的过流值为：

$$I_{\text{sec_valley}} = \frac{R_{\text{offset}}}{R_{\text{sec}}} \times I_{\text{bias}} \quad (6)$$

变压器初级绕组相应的过流值为：

$$I_{\text{p_valley}} = I_{\text{sec_valley}} \times N \quad (7)$$

如果变压器次级绕组的电流值低于 $I_{\text{sec_valley}}$ ，比较器 142 产生 OCP 输出信号（即 $\text{OCP}=1$ ），表示没有过流状况。

图 5 所示为一个恒定导通时间发生器电路 120 的实施例。如上文所述，FIRE 信号设定触发器或锁存器 118，使开关 116 闭合，并且触发恒定导通时间发生器电路 120。依照所述实施例，恒定导通时间发生器电路 120 包括一个锁存器 121，该锁存器接收 FIRE 信号。恒定导通时间发生器电路 120 接收源电压 V_{BAT} ，该源电压被分压且加在位于运算放大器 122 周围的电流发生器，该运算放大器 122 与一个 NMOS 晶体管相连。与 V_{BAT} 成比例的 NMOS 晶体管的漏电流被传送至电流镜 123。当 FIRE 信号触发锁存器 121 时，其输出信号 CHARGE 驱动开关 124 使电流镜 123 映射的电流流至电容 125。电容 125 以与 V_{BAT} 成比例的电流进行充电：

$$I_{\text{charge}} = k \times V_{\text{BAT}} \quad (8)$$

电容 125 的电压从初始值 $V_{\text{RAMP_L}}$ 增加至 $V_{\text{RAMP_H}}$ 。比较器 128 检测何时电容电压达到 $V_{\text{RAMP_H}}$ 并输出信号 PK_DETECT ，该信号重置锁存器或触发器 118 和 129。触发器 129 启动电容放电电路，并重置锁存器 121。在电容 125 被放电后，比较器 127 设置触发器 129 使其准备一个新的周期。触发器 118 的输出端 Q 从 FIRE 信号设置时起一直设为高，直到它被 PK_DETECT 信号重置。导通时间 t_{on} 为：

$$t_{on} = \frac{C \times (V_{RAMP_H} - V_{RAMP_L})}{k \times V_{BAT}} = \frac{K_{ON}}{V_{BAT}} \quad (9)$$

这样，导通时间与源电压 V_{BAT} 成反比。

流经开关 116 和变压器 114 初级绕组的相应的电流变化为：

$$\Delta I_p = \frac{V_{BAT}}{L_p} \times t_{on} = \frac{K_{ON}}{L_p} \quad (10)$$

其中 ΔI_p 为变压器初级绕组内的电流变化， L_p 为变压器初级电感， K_{ON} 为一个常数：

$$K_{ON} = \frac{C \times (V_{RAMP_H} - V_{RAMP_L})}{k} \quad (11)$$

变压器初级绕组的峰值电流为：

$$I_{p_pk} = I_{p_valley} + \Delta I_p \quad (12)$$

因为典型 OCP 电路 140 在过流状况下防止充电且恒定导通时间发生器电路 120 保持电流变化恒定不变，所以功率转换控制电路 102 无需直接监测初级限制电流并可以去掉传统电容充电电路中使用的感测电阻。

尽管典型实施例只示出了恒定导通时间发生器电路 120 的一种结构，但本领域的技术人员知道其它结构也可以提供恒定导通时间。

图 6 所示为功率转换控制电路 102 和工作在慢速充电模式（即不连续导通模式）下的功率转换控制电路 102' 的实施例的多种相关波形。当开关在恒定导通时间 (t_{on}) 闭合时，开关电压 V_{SW} 减小到零且初级电流 I_{pri} 增加。在恒定导通时间过后，开关断开，初级电流 I_{pri} 减少到零且开关电压 V_{SW} 增加。为了补偿初级感应磁通量，电流 I_{SEC} 流经次级绕组，其初始值为 $I_{SEC} = I_{P_PK} / N$ 。在断开时间中，次级电流 I_{SEC} 减小。当变压器的

磁通量消失且回扫电压等于零（即 $V_{SW}=V_{BAT}$ ）时，产生 DCM 输出信号（ $DCM=1$ ）。只要过流状况不发生，就产生过流保护信号（ $OCP=1$ ）。当 $OCP=1$ 且 $DCM=1$ 时，开关在另一个闭合时间（ t_{on} ）内再次闭合。如果当 V_{out} 接近零时回扫电压在初始充电时段中减小至低于 DCM 阈值而产生 DCM 输出信号 200，如果 $OCP=0$ ，那么开关将不闭合。在本实施例中，当开关第一次断开，消隐周期（BP）发生，用来防止由电压峰值引起的误差信号。

图 7 所示为工作在快速充电模式（即连续电流工作）下的功率转换控制电路 102' 的实施例的多种波形。在快速充电模式期间，当且只当 $OCP=1$ 时开关在闭合导通时间（ t_{on} ）内闭合。结果，当次级电流 I_{SEC} 减小至设置值 I_{valley} 时开关在 DCM 发生前闭合。当开关闭合时，初级绕组中相应的电流 I_{pri} 等于 $N \times I_{valley}$ ，从而以一个连续电流工作。

总之，一个电容充电电路包括：功率传输电路，用来从一个电源传输功率至容性负载；功率转换控制电路，用来控制电源至功率传输电路的功率转换，这样功率在一个恒定导通时间内被传输至功率传输电路；和电压测量电路，用来测量功率传输电路的输出电压以决定何时停止对容性负载的充电。

因此，电容充电电路通过将漏电流和功率损耗降到最小，从而使对容性负载的充电更为有效。

本文所用的术语和词组只是用于描述，但并不限制此。在术语和词组的使用中，不排斥任何拥有本文所显示和描述的特征（或部分特征）的等同物。并且，应该明白在权利要求的范围内存在各种可能的修改。也存在着其他修改、变化和替换。因此，权利要求旨在涵盖所有的等同物。

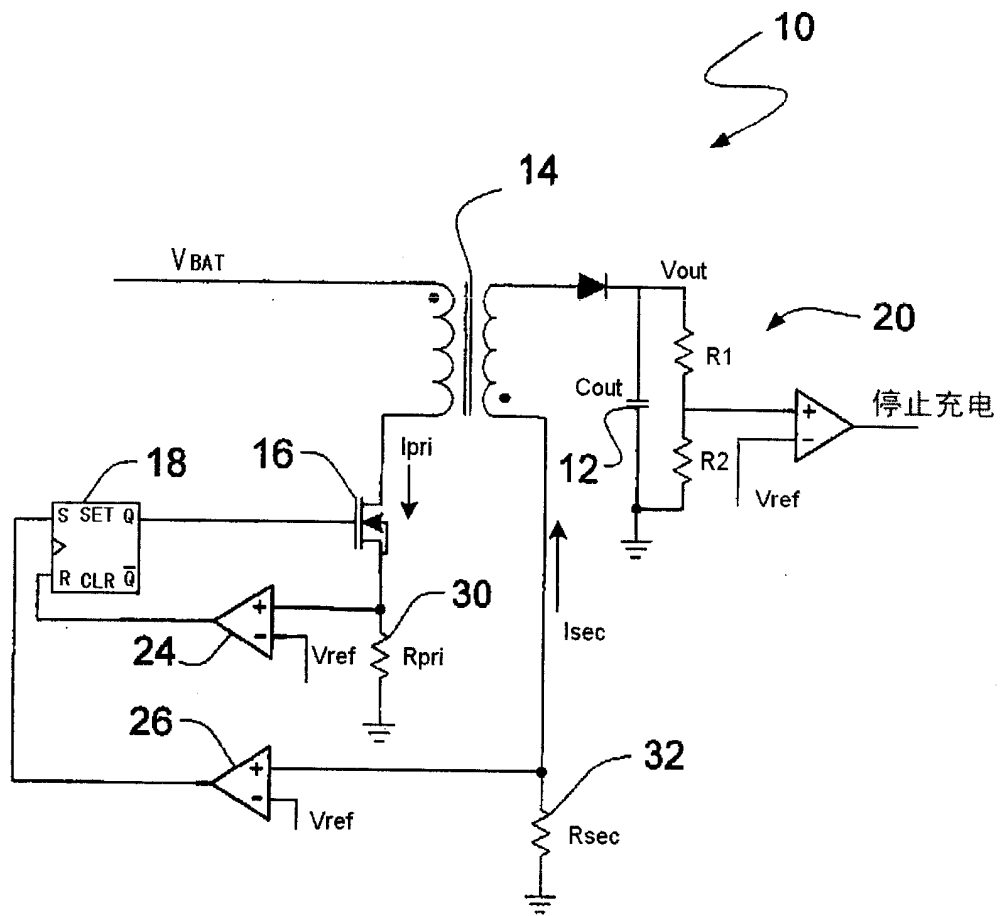


图 1

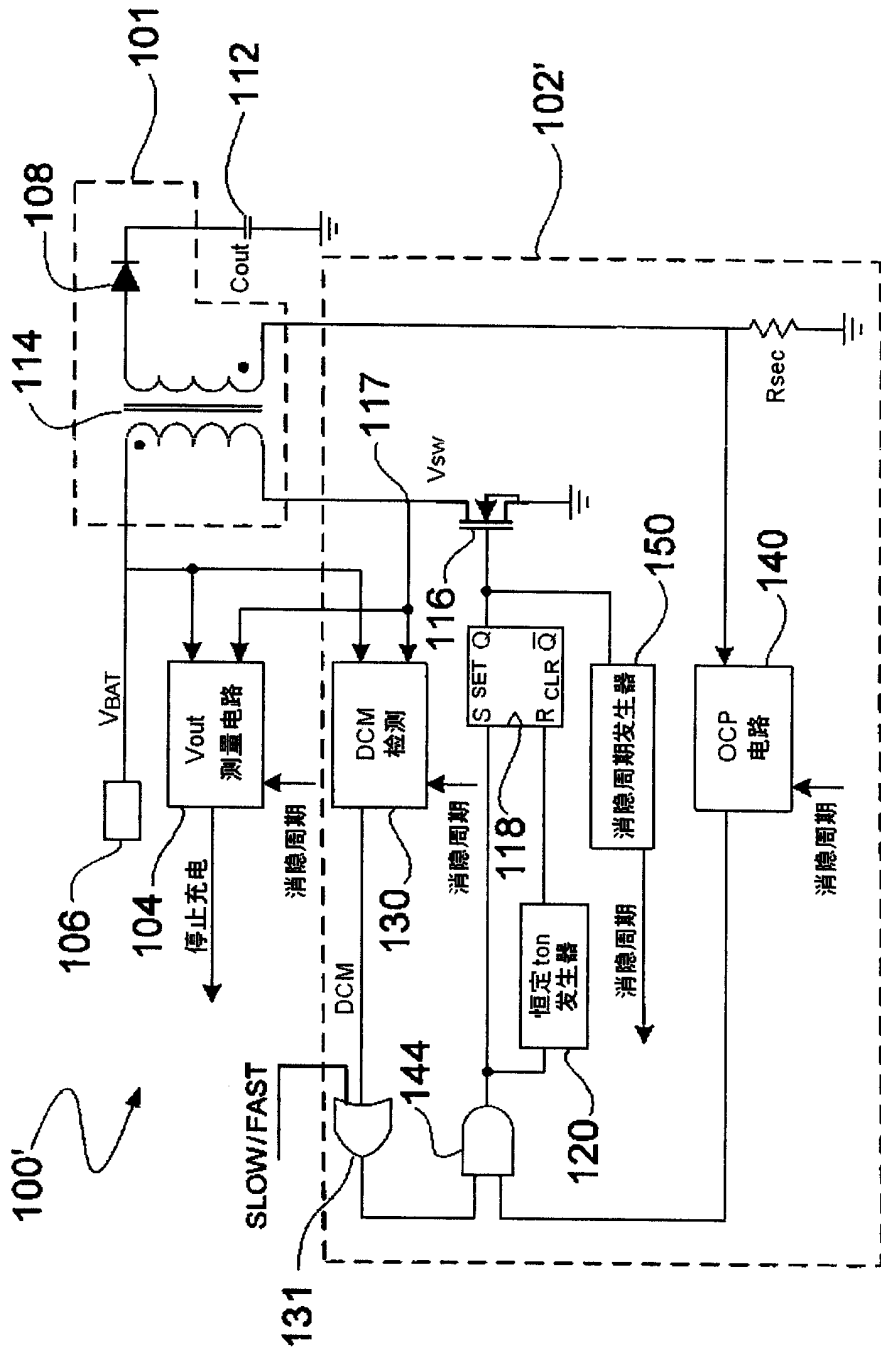


图 2B

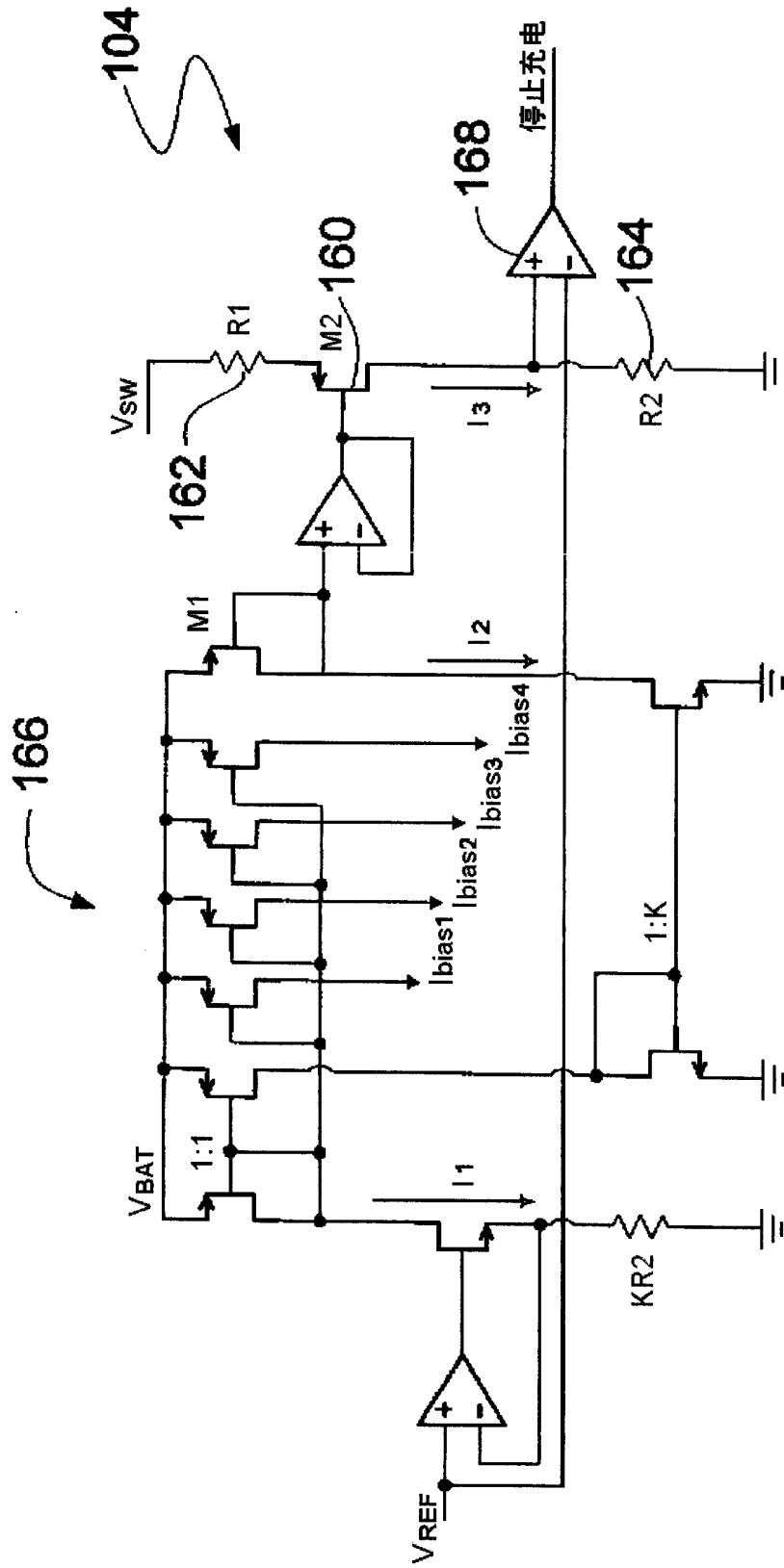


图 3

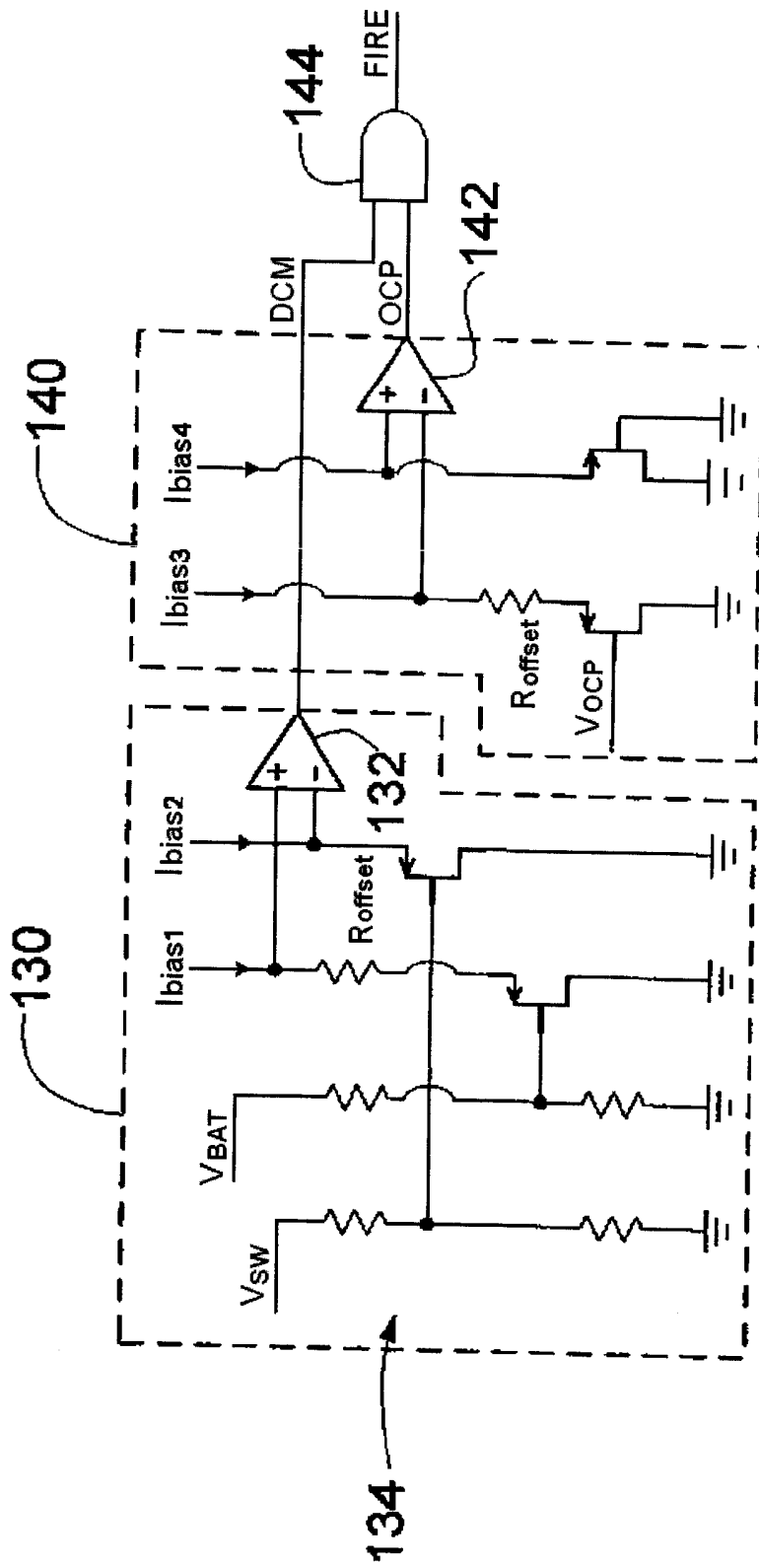


图 4

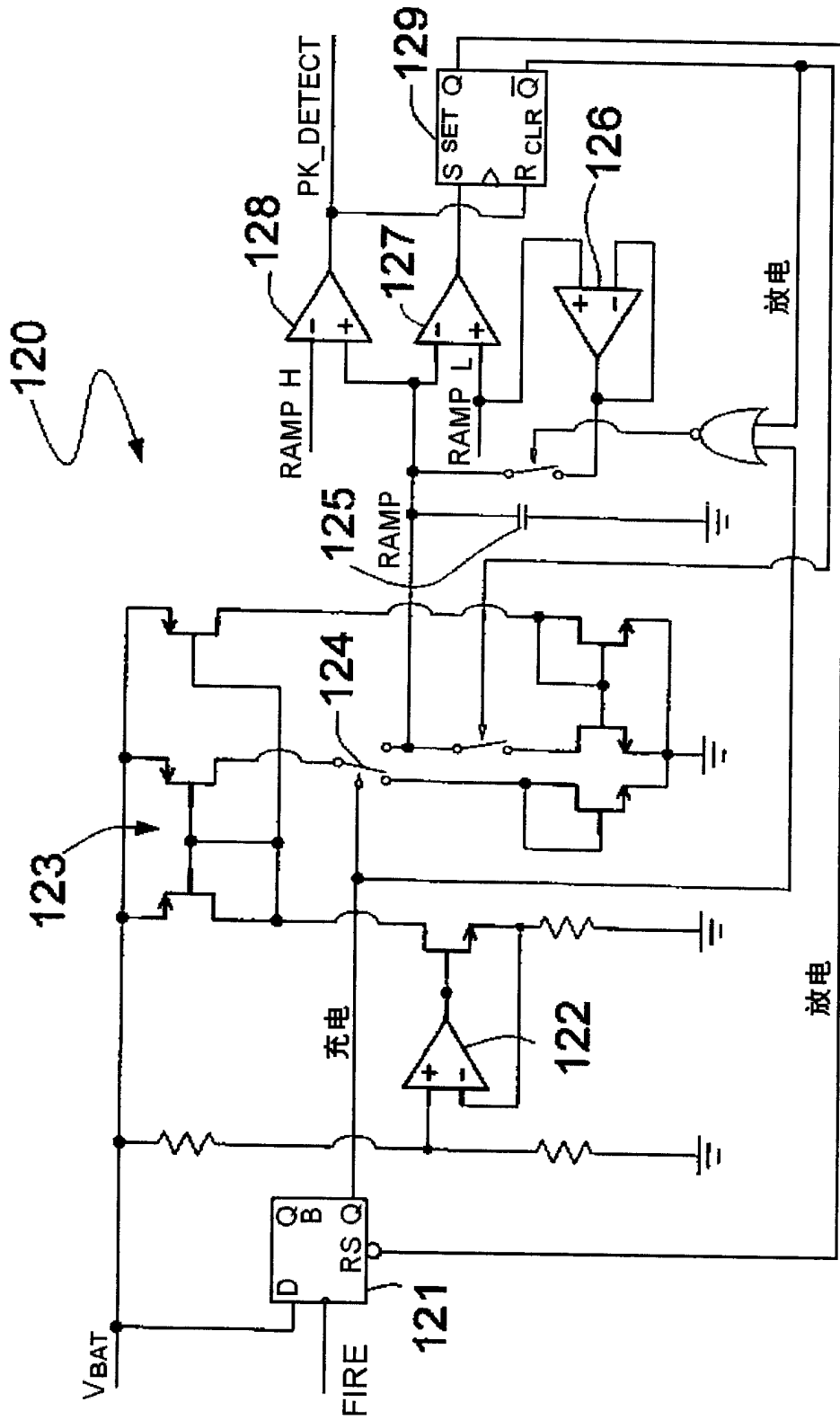


图 5

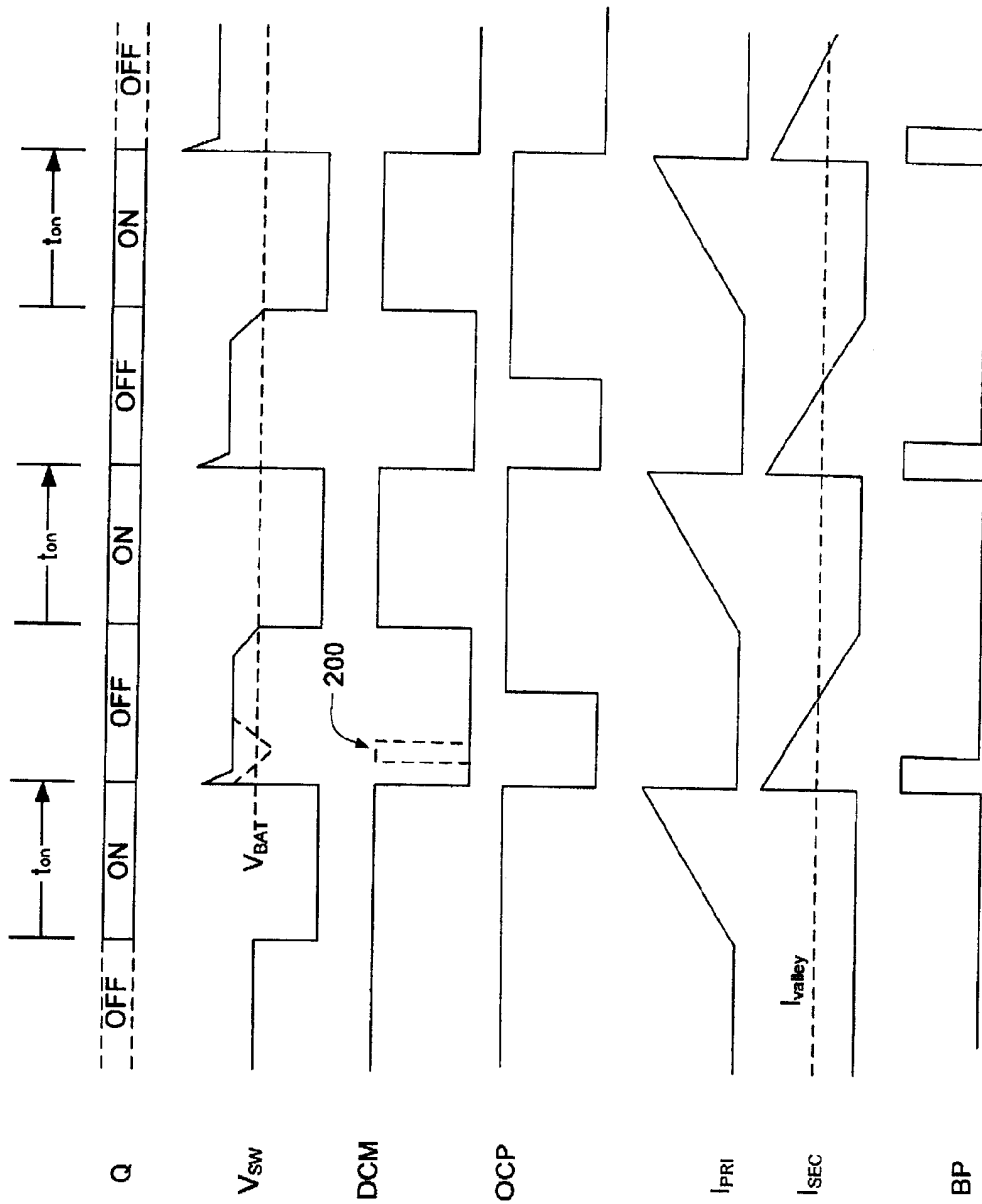


图 6

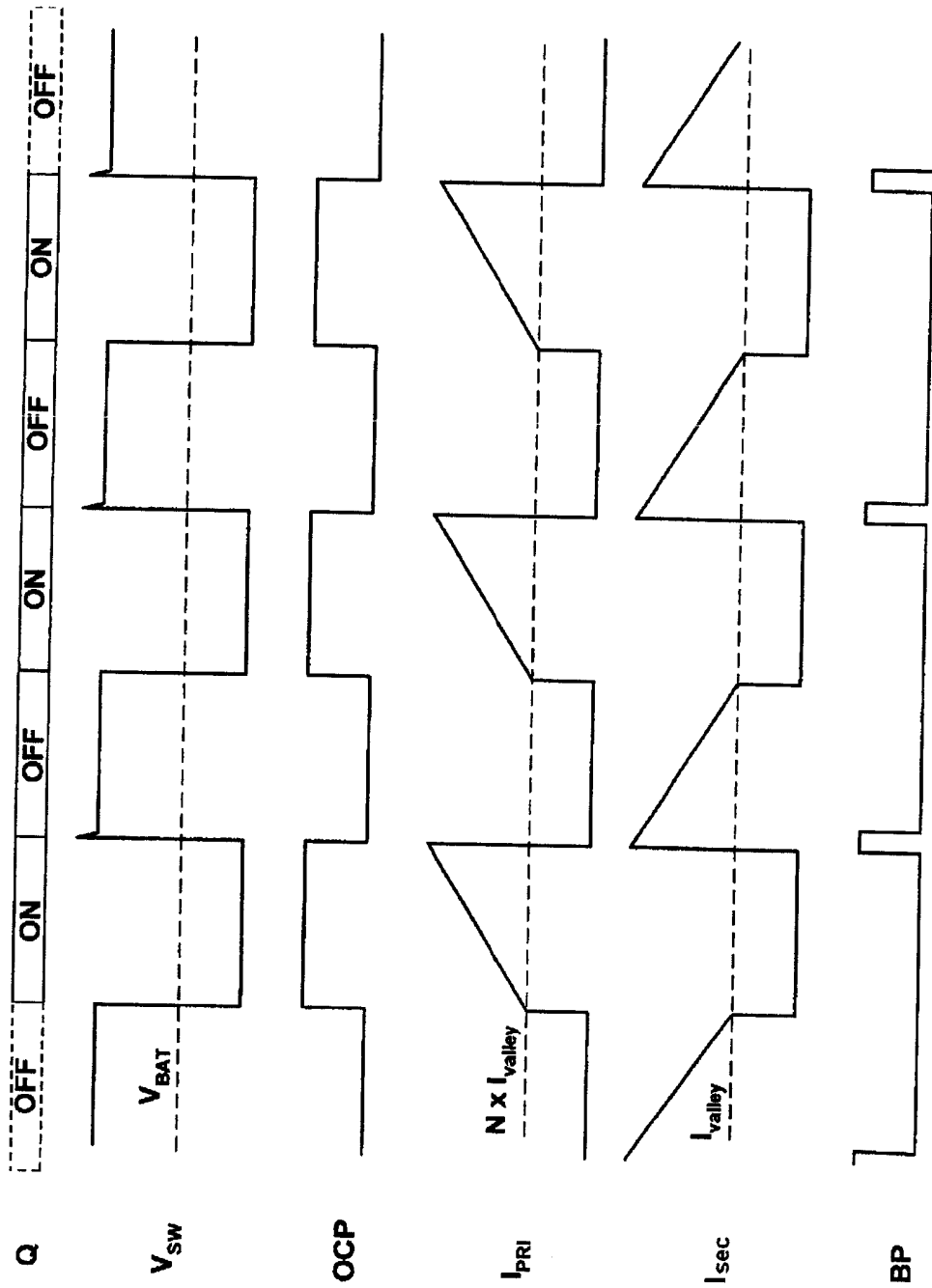


图 7