



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103248237 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201310112451. X

(22) 申请日 2008. 04. 07

(30) 优先权数据

60/922, 125 2007. 04. 06 US

12/058, 533 2008. 03. 28 US

(62) 分案原申请数据

200810100341. 0 2008. 04. 07

(73) 专利权人 电力集成公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 A·B·詹格里安 E·伯坎

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 李晓冬

(51) Int. Cl.

H02M 3/335(2006. 01)

H02M 1/32(2007. 01)

(56) 对比文件

CN 1038914 A, 1990. 01. 17,

US 2003222633 A1, 2003. 12. 04,

CN 1929230 A, 2007. 03. 14,

US 2004095694 A1, 2004. 05. 20,

US 2005269999 A1, 2005. 12. 08,

审查员 伍春燕

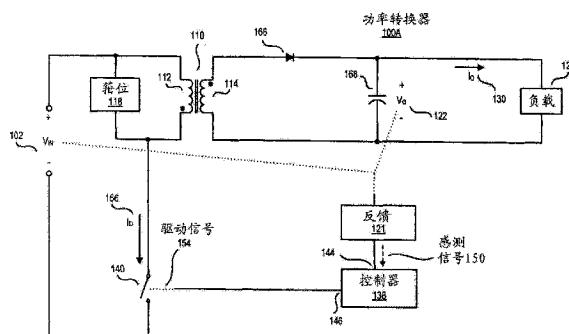
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

用于功率转换器故障状态检测的方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及用于功率转换器故障状态检测的方法和装置。一种示范控制器包括故障检测器和控制。故障检测器耦合到功率转换器的反馈电路，以响应于功率转换器的输入电压而检测功率转换器中的故障状态。所述控制耦合到故障检测器，并耦合以控制功率开关的切换，从而调节所述功率转换器的输出。所述控制耦合以响应于在功率开关的切换期间故障检测器检测故障状态而禁止功率开关的切换。



1. 一种用于功率转换器的集成电路控制器,所述控制器包括:

反馈电路,其接收反射电压,所述反射电压在功率开关的导通状态的至少一部分期间基本上表示输入电压并且在所述功率开关的关断状态的至少一部分期间基本上表示所述功率转换器的输出电压,其中所述反馈电路被耦合以在所述功率开关的至少部分关断状态期间提供表示所述反射电压的感测信号;

传感器,其被耦合以从所述反馈电路接收所述感测信号;

故障检测器,其耦合到所述功率转换器的反馈电路,其中所述故障检测器被耦合以响应于一段时间内来自所述反馈电路的所述感测信号低于故障阈值来检测所述功率转换器的故障状态;以及

被耦合到所述故障检测器的控制电路,其中所述控制电路被耦合以控制所述功率转换器的功率开关的切换来调节所述功率转换器的输出,其中所述控制电路被耦合以响应于故障检测器在功率开关的切换期间检测到故障状态来禁止所述功率开关的切换。

2. 如权利要求 1 所述的集成电路控制器,其中所述传感器被耦合以通过采样所述感测信号产生采样信号,其中所述故障检测器响应于所述采样信号检测故障状态。

3. 如权利要求 2 所述的集成电路控制器,其中所述故障检测器包括比较器,所述比较器被耦合以比较所述采样信号与故障阈值,并且输出决策信号来指示是否存在故障状态。

4. 如权利要求 2 所述的集成电路控制器,其中所述感测信号是电流,并且其中所述采样信号是基本上与所述感测信号成比例的采样电流。

5. 如权利要求 1 所述的集成电路控制器,其中所述控制电路被耦合以控制所述功率转换器的功率开关的切换,从而通过在导通状态和关断状态之间交替切换所述功率开关来调节所述功率转换器的输出,其中所述控制电路通过禁用所述功率开关来禁止所述功率开关的切换。

6. 如权利要求 1 所述的集成电路控制器,其中所述故障状态包括所述反馈电路中的短路。

7. 如权利要求 1 所述的集成电路控制器,其中所述故障检测器包括计数器来确定检测到故障状态的时间量,并且如果所确定的时间量大于或者等于第一阈值时间间隔,则输出禁止信号到所述控制电路来降低所述功率转换器的功率输出电平。

8. 如权利要求 7 所述的集成电路控制器,其中不管故障状态是否仍然存在,所述计数器输出禁止信号到所述控制电路来在第二阈值时间间隔内降低所述功率转换器的功率输出电平。

9. 一种用于功率转换器的集成电路控制器,所述控制器包括:

耦合到所述功率转换器的反馈电路的端子;

控制电路,所述控制电路被耦合以控制所述功率转换器的功率开关的切换,从而调节所述功率转换器的输出;

耦合于所述端子的传感器,其中所述传感器被耦合以采样所述端子处的电流,其中采样电流表示所述功率转换器的输入电压;以及

耦合在所述传感器和所述控制电路之间的故障检测器,

其中所述故障检测器被耦合以响应于所述采样电流检测故障状态,其中所述控制电路响应于所述故障检测器检测到故障状态来降低所述功率转换器的功率输出电平,

其中所述故障检测器包括计数器,所述计数器确定检测到故障状态的时间量,并且如果所确定的时间量大于或者等于第一阈值时间段,则所述计数器输出禁止信号到所述控制电路来降低所述功率转换器的功率输出电平。

10. 如权利要求 9 所述的集成电路控制器,其中所述故障检测器包括电流比较器,所述电流比较器被耦合以比较所述采样电流和阈值电流,并且产生决策信号来指示是否存在故障状态。

11. 如权利要求 9 所述的集成电路控制器,其中所述故障状态包括所述反馈电路被从所述集成电路控制器的所述端子解耦。

12. 如权利要求 9 所述的集成电路控制器,其中所述控制电路被耦合以通过调整所述功率开关的切换频率来降低所述功率转换器的功率输出电平。

13. 如权利要求 9 所述的集成电路控制器,其中所述功率开关被集成到所述集成电路控制器中。

14. 一种用于功率转换器的集成电路控制器,所述控制器包括:

反馈电路,其接收在功率开关的导通状态的至少一部分期间基本上表示输入电压的反射电压并且所述反射电压在所述功率开关的关断状态的至少一部分期间基本上表示所述功率转换器的输出电压,其中所述反馈电路被耦合以提供所述反射电压的感测信号;

传感器,其被耦合以从所述反馈电路接收所述感测信号;

故障检测器,其耦合到所述功率转换器的反馈电路,其中所述故障检测器被耦合以响应于一段时间内来自所述反馈电路的所述感测信号低于故障阈值来检测所述功率转换器的故障状态;以及

被耦合到所述故障检测器的控制电路,其中所述控制电路被耦合以控制所述功率转换器的功率开关的切换来调节所述功率转换器的输出,其中所述控制电路被耦合以响应于故障检测器在功率开关的切换期间检测到故障状态来禁止所述功率开关的切换,

其中所述故障检测器包括计数器,所述计数器确定检测到故障状态的时间量,并且如果所确定的时间量大于或者等于第一阈值时间段,则所述计数器输出禁止信号到所述控制电路来降低所述功率转换器的功率输出电平。

用于功率转换器故障状态检测的方法和装置

[0001] 分案申请说明

[0002] 本申请是申请日为 2008 年 4 月 7 日、题为“用于功率转换器故障状态检测的方法和装置”的发明专利申请 200810100341.0 的分案申请。

[0003] 对在先申请的引用

[0004] 本申请要求 2007 年 4 月 6 日提交的题为“用于功率转换器故障状态检测的方法和装置”的美国临时申请 No. 60/922125 的优先权。

技术领域

[0005] 本发明通常涉及功率转换器，并且更具体地，本发明涉及调节功率转换器的输出的控制电路。

背景技术

[0006] 诸如蜂窝电话、个人数字助理 (PDA)、膝上型电脑等的许多电气设备是由电压相对较低的直流电源供电的。由于功率一般是作为高压交流功率通过墙上插座进行传送的，需要一种设备将高压交流功率转换为低压直流功率，该设备通常被称为功率转换器。可以由功率转换器直接提供低压直流功率给设备或者可以使用低压直流功率对可再充电的电池进行充电，该电池反过来为设备提供能量，但是一旦存储的能量耗尽需要对该电池充电。典型地，用包括功率转换器的电池充电器为电池充电，该功率转换器符合电池所要求的恒流恒压要求。在工作中，功率转换器可以使用控制器调节传送给诸如电池之类的电气设备的输出功率，该电气设备通常被称为负载。更具体地，控制器可以耦合到传感器，该传感器提供功率转换器的输出的反馈信息，以调节传送给负载的功率。控制器响应于来自传感器的反馈信息，通过控制功率开关的闭合和断开调节到负载的功率，以从诸如输电线的输入功率源向输出传输能量脉冲。

[0007] 功率转换器控制电路可以用于多种目的和应用。需要可以减少集成控制电路外部的部件数量的电路功能性。减少外部部件数量能够使功率转换器小型化，从而提高便携性，减小最终确定功率转换器设计方案需要的设计周期的数量，并且提高最终产品的可靠性。而且，在功率转换器工作过程中，减少的部件数量可以提供能量效率的提高，以及降低功率转换器的成本。功率转换器提供潜在的部件数量减少的一个方面在于简化或者移除先前所需要的在功率转换器中检测故障状态的外部电路。

[0008] 在用于 AC/DC 功率转换的功率转换器中，一般在电源输出端测量输出电压以经由反馈电路产生反馈信号，该反馈电路耦合到功率转换器的输入侧的控制电路。典型地，功率转换器的控制电路响应于该反馈信号调节输出端的输出功率。更具体地，控制电路响应于该反馈信号以控制耦合的从功率转换器的输入向输出传输能量的功率开关的切换。

[0009] 如果控制电路由于故障丢失了反馈信息，例如反馈电路短路或者断路，功率转换器会传送可能导致耦合到功率转换器的电气设备或者功率转换器本身的损坏的未经调节的功率。

发明内容

[0010] 根据本发明,提供了一种用于功率转换器的集成电路控制器,所述控制器包括故障检测器,其耦合到功率转换器的反馈电路,其中故障检测器耦合以响应于所述功率转换器的输入电压检测所述功率转换器的故障状态;以及耦合到所述故障检测器的控制,其中所述控制耦合以控制所述功率转换器的功率开关的切换,从而调节所述功率转换器的输出,其中所述控制耦合以响应于故障检测器在功率开关切换期间检测到故障状态,禁止所述功率开关的切换。

[0011] 根据本发明,提供了一种用于功率转换器的集成电路控制器,所述控制器包括耦合到所述功率转换器的反馈电路的端子;控制,所述控制耦合以控制所述功率转换器的功率开关的切换,从而调节所述功率转换器的输出;耦合于所述端子的传感器,其中所述传感器耦合以采样所述端子的电流,其中采样电流表示所述功率转换器的输入电压;以及耦合在所述传感器和所述控制之间的故障检测器,其中所述故障检测器耦合以响应于所述采样电流检测故障状态,其中所述控制响应于所述故障检测器检测到故障状态,降低所述功率转换器的功率输出电平。

[0012] 根据本发明,提供了一种用于功率转换器的集成电路控制器,所述控制器包括控制,所述控制耦合以控制功率开关的切换,从而调节所述功率转换器的输出;传感器,其耦合以接收来自所述集成电路控制器的端子的信号,在所述功率开关的至少一部分导通状态期间,来自所述端子的所述信号表示所述功率转换器的输入电压,在所述功率开关的至少一部分关断状态期间,来自所述端子的所述信号表示所述功率转换器的输出电压,其中所述传感器耦合以在所述功率开关的该部分导通状态期间采样来自所述端子的所述信号;以及耦合在所述传感器和所述控制之间的故障检测器,其中所述故障检测器耦合以响应于采样信号检测所述功率转换器的故障状态,其中所述控制耦合以响应于所述故障检测器检测到故障状态,禁止所述功率开关的切换,从而降低所述功率转换器的功率输出电平。

附图说明

[0013] 参考附图描述本发明的未限制性和非穷尽性的实施例和示例,其中除非另外指定,在各个不同的附图中同样的参考数字表示相同的部分。

[0014] 图 1A 是示出根据本发明教导的切换 (switching) 功率转换器的一个实例的功能框图,其中该开关功率转换器使用驰返拓扑 (flyback topology) 并检测故障状态。

[0015] 图 1B 是示出根据本发明教导的采用控制器电路的示范功率转换器的示意图,其中该控制器电路响应于感测信号检测故障状态。

[0016] 图 2 是示出根据本发明教导的示范控制器电路的功能框图。

[0017] 图 3A 是示出根据本发明教导的示范传感器的示意图,其中该传感器输出表示功率转换器的输入电压的采样信号。

[0018] 图 3B 是示出根据本发明教导的示范传感器的示意图,其中该传感器输出表示功率转换器的输出电压的采样信号。

[0019] 图 4A 是示出根据本发明教导的示范故障检测器的功能框图,其中该故障检测器输出指示功率转换器的故障状态的存在的禁止信号 (inhibit signal)。

[0020] 图 4B 示出了根据本发明教导的故障检测器的波形,其中该故障检测器输出指示功率转换器的故障状态的存在的禁止信号。

[0021] 图 5 示出了根据本发明教导的示范功率转换器,其中该功率转换器包括用于检测故障状态的示范集成控制器电路。

[0022] 图 6 是示出根据本发明教导的用于检测功率转换器的故障状态的示范方法的流程图。

具体实施方式

[0023] 公开了用于检测电源中故障状态的方法和装置。在以下描述中,为了提供本发明的更加清楚的理解,阐述了许多具体细节。然而,对本领域技术人员显而易见的是,实施本发明并不需要采用该具体细节。在其它情况中,为了避免模糊本发明,并未描述公知的材料或方法。

[0024] 整个说明书中对“一个实施例”,“实施例”,“一个实例”,或“实例”的引用意味着本发明的至少一个实施例包括结合实施例或实例所述的特定特征、结构或者特性。因此,在整个说明书中,在不同地方出现的短语“在一个实施例中”,“在实施例中”,“在一个实例中”或“在实例中”不一定都参考同一个实施例或实例。而且,该特定特征、结构或特性可以在一个或者多个实施例或实例中以任何适当的组合和/或子组合的方式进行组合。另外,应理解此处所提供的附图是为了向本领域技术人员解释的目的,并且附图不一定成比例地绘制。

[0025] 现在描述根据本发明教导的用于检测电源中故障状态的电路。

[0026] 图 1A 是示出根据本发明教导的开关功率转换器 100A(此处也称为电源)的一个实例的功能框图,其使用弛返拓扑并检测故障状态。示出的功率转换器 100A 的实例包括能量传输元件 110,箝位电路 118,反馈电路 121,控制器 138,功率开关 140,二极管 166 和电容器 168。

[0027] 功率转换器 100A 从未调节的输入电压 102 向负载 124 提供输出功率。输入电压 102 耦合到能量传输元件 110 和功率开关 140。在图 1A 的实例中,能量传输元件 110 是具有输入线圈 112 和输出线圈 114 的变压器。“输入线圈”也可以称为“初级线圈”,“输出线圈”也可以称为“次级线圈”。箝位电路 118 耦合到能量传输元件 110 的输入线圈 112,以限制功率开关 140 上的最大电压。响应于控制器 138,功率开关 140 可以闭合,从而允许电流通过开关传导,也可以断开,从而基本上终止通过该开关的传导。因此,可以称闭合的开关在“导通”状态,而称断开的开关在“关断”状态。在一个实例中,功率开关 140 是晶体管。在一个实例中,控制器 138 可以被实施为单片集成电路或者分立的电气元件或者分立和集成电路的组合。在功率转换器的工作过程中,功率开关 140 的切换在二极管 166 中产生脉动电流,该脉动电流经过电容器 168 进行滤波以在负载 124 处产生基本恒定的输出电压 122 或输出电流 130。

[0028] 控制器 138 切换功率开关 140 调节的输出量可以是输出电压 122,输出电流 130,或二者的组合。反馈电路 121 耦合以输出感测信号 150。在一个实例中,感测信号 150 代表在功率开关 140 处于“导通”状态时的输入电压 102。在一个实例中,感测信号 150 代表在功率开关 140 处于“关断”状态时的输出电压 122。

[0029] 如所述实例中示出的,控制器 138 耦合以采样由反馈电路 121 产生的感测信号

150。然后控制器 138 使用采样的感测信号来确定反馈电路 121 中是否存在故障状态。

[0030] 在工作过程中,控制器 138 操作功率开关 140 以充分调节功率转换器 100A 的输出量。如果响应于来自反馈电路 121 的感测信号 150 检测到故障状态,控制器 138 降低由功率转换器 100A 提供给负载 124 的输出功率电平。

[0031] 图 1B 是示出根据本发明教导的采用控制器 138 的示范功率转换器 100B 的示意图,其中该控制器 138 响应于感测信号 150 检测故障状态。功率转换器 100B 代表功率转换器 100A 的一种可能的实施方式。功率转换器 100B 的示出实例包括第一和第二输入端 104 和 106,能量传输元件 110,箝位电路 118,整流器电路 120,反馈电路 121,第一和第二输出端 126 和 128,控制器 138,功率开关 140,输入返回 (input return) 142 和输出返回 (output return) 158。能量传输元件 110 的所示实例包括输入线圈 112,输出线圈 114,以及辅助线圈 116。箝位电路 118 被示出为包括电容器 160,电阻器 162 和二极管 164。整流器电路 120 被示出为包括二极管 166 和电容器 168。反馈电路 121 的所示实例包括辅助线圈 116 以及电阻器 134 和 136。控制器 138 被示出为包括反馈端 144,输出端 146,以及接地端 148。

[0032] 在一个实例中,功率转换器 100B 是隔离的返驰式转换器 (flyback converter),其中输入返回 142 和输出返回 158 彼此隔离。在一个实例中,能量传输元件 110 基本上阻止了直流电流从功率转换器 100B 的输入侧流入输出侧。在另一实例中,能量传输元件 110 是输入返回 142 和输出返回 158 耦合在一起的非隔离转换器。需要注意的是在其它实例中,根据本发明的教导,功率转换器 100B 可以具有多于一个的输出。

[0033] 如图所示,控制器 138 耦合到功率开关 140,在一个实例中,该功率开关 140 是金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET) 开关,双极晶体管等。功率开关 140 耦合到能量传输元件 110 的输入线圈 112,输入线圈 112 耦合到输入电压 102。在所示实例中,箝位电路 118 耦合在输入线圈 112 的两端以限制功率开关 140 两端的最大电压。在一个实例中,控制器 138 和功率开关 140 以形成集成电路的一部分,该集成电路可以被制造为混合或者单片集成电路。

[0034] 在所示实例中,控制器 138 耦合以调节从功率转换器 100B 的第一和第二输入端 104 和 106 传送给耦合到负载 124 的功率转换器输出端 126 和 128 的能量。在一个实例中,被调节的具体输出参数是直流输出电压 122。感测信号 150 通过由电阻器 134 和 136 形成的电阻分压器从辅助线圈 116 耦合到控制器 138。在一个实例中,基于期望的输出电压 122 选择或调整电阻器 134 和 136 的值。

[0035] 在工作过程中,控制器 138 响应于感测信号 150 通过切换功率开关 140 调节电源 100 的输出。当功率开关 140 处于导通状态时,能量从输入端 104 和 106 传送到能量传输元件 110 的输入线圈 112。当功率开关 140 处于关断状态时,存储在输入线圈 112 中的能量被传输给输出线圈 114。来自输出线圈 112 的能量被传输给电源 100B 的输出,其中输出电流 130 通过正向偏置的功率二极管 166 流向输出电容器 168 和负载 124。当在功率开关 140 的关断状态期间输出电流 130 流过功率二极管 166 时,输出电压 122 基本上等于输出线圈 114 两端的电压。在工作过程中,控制器 138 在整流器电路 120 中产生脉动电流,在所示实例中,整流器电路 120 包括二极管 166,通过电容器 168 对二极管 166 滤波以产生基本恒定的输出电压 122。

[0036] 如图 1B 中所示,控制器 138 耦合以接收感测信号 150,在一个实例中,该感测信号

150 是电压信号,而在另一实例中,依然受益于本发明的教导,该感测信号 150 是电流信号或表示电源输入和 / 或输出的其它信号。如图 1B 中所示,辅助线圈 116 提供反射电压 174,反射电压 174 代表在功率开关 140 处于关断状态时的输出电压 122。反射电压 174 也可以代表在功率开关 140 处于导通状态时的输入电压 102。在一个实例中,感测信号 150 表示反射电压 174 并且通过反馈端 144 被控制器 138 接收。如上所述,与反射电压 174 一样,感测信号 150 可以代表在功率开关 140 处于导通状态时的输入电压 102 以及代表在功率开关 140 处于关断状态时的输出电压 122。

[0037] 在一个实例中,反射电压 174 和 / 或感测信号 150 代表功率开关 140 处于关断状态的仅一部分时间的输出电压 122 并且代表功率开关 140 处于导通状态的仅一部分时间的输入电压 102。

[0038] 在功率开关 140 处于导通状态时,漏电流 156 流过输入线圈 112,从而允许反射电压 174 代表与输入电压 102 成正比的电压。反射电压 174 可以与输入电压 102 成正比,其比例为辅助线圈 116 的匝数与输入线圈 112 的匝数之间的比值。匝数比与电压比之间的示例关系如下所示:

$$[0039] \quad \frac{V_{REFLECT}}{V_{IN}} = \frac{N_A}{N_I} \quad (1)$$

[0040] 其中 N_A 是辅助线圈 116 的匝数, N_I 是输入线圈 112 的匝数。

[0041] 当功率开关 140 从导通状态转变至关断状态时,漏电流 156 基本上被阻止流过功率开关 140,并且存储在输入线圈 112 中的能量被传输给输出线圈 114,从而允许反射电压 174 表示与输出电压 122 成正比的电压。反射电压 174 可以与输出电压 122 成正比,其比例为辅助线圈 116 的匝数与输出线圈 114 的匝数之间的比值。匝数比与电压比之间的示例关系如下所示:

$$[0042] \quad \frac{V_{REFLECT}}{V_{OUT} + V_F} = \frac{N_A}{N_O} \quad (2)$$

[0043] 其中 N_A 是辅助线圈 116 的匝数, N_O 是输出线圈 114 的匝数, V_F 是当二极管 166 正向偏置时二极管 166 两端的电压。在一个实例中, V_F 相对于 V_{OUT} 可以忽略,此时等式 2 可以简化为:

$$[0044] \quad \frac{V_{REFLECT}}{V_{OUT}} \approx \frac{N_A}{N_O} \quad (3)$$

[0045] 在一个实例中,如果反馈电路 121 从反馈端 144 解耦或者短路到输入返回 142,控制器 138 将识别故障状态并且在一段时间内禁止功率开关 140 切换,从而限制输出端 126 和 128 的功率。如果感测信号 150 被阻止到达反馈端 144,在功率开关 140 处于导通状态时,控制器 138 感测基本上为零伏的输入电压 102,并且在功率开关 140 处于关断状态时,控制器 138 感测基本上为零伏的输出电压 122。在一个实例中,当表示输入电压 102 的感测信号 150 位于线电压阈值 (line voltage threshold) 之下时,控制器 138 识别故障状态。在另一实例中,当表示输出电压 122 的感测信号 150 位于输出电压阈值之下时,控制器 138 识别故障状态。

[0046] 在一个实例中,如果电阻器 134 与辅助线圈 116 或者反馈端 144 解耦,控制器 138 将检测故障状态。在另一实例中,如果电阻器 136 短路到输入返回 142,控制器 138 也将检

测故障状态。由于在上面的实例中解释的原因,如果检测到故障状态,控制器 138 在一段时间内禁止功率开关 140 切换,从而限制提供给输出端 126 和 128 的功率。

[0047] 图 2 是示出根据本发明教导的示范控制器 202 的功能框图。控制器 202 表示图 1A 和 1B 所示的控制器 138 的一种可能的实施方式。所示的控制器 202 实例包括传感器 204,故障检测器 206,控制 208 和振荡器 210。

[0048] 在所示实例中,传感器 204 耦合以通过反馈端 144 接收感测信号 150。在工作过程中,传感器 204 采样感测信号 150 并且输出采样信号 214。采样信号 214 的形式可以为电流或电压。在一个实例中,传感器 204 在功率开关 140 的导通状态期间采样感测信号 150 并且输出采样信号 214,其中,在该实例中,采样信号 214 表示输入电压 102。在另一实例中,传感器 204 在功率开关 140 的关断状态期间采样感测信号 150 并且输出采样信号 214,其中,在该实例中,采样信号 214 表示输出电压 122。

[0049] 在图 2 的实例中,故障检测器 206 耦合以接收采样信号 214。在工作过程中,故障检测器 206 将采样信号 214 与故障阈值进行比较。在一个实例中,当采样信号 214 是电流时,故障阈值是电流阈值,当采样信号 214 是电压时,故障阈值是电压阈值。如果采样信号 214 表示输入电压 102,故障阈值可以包括输入故障阈值,如果采样信号 214 表示输出电压 122,故障阈值可以包括输出故障阈值。在一个实例中,如果采样信号 214 在一段时间内低于故障阈值,故障检测器 206 输出禁止信号 216,该禁止信号 216 指示功率转换器中故障状态的存在。在该实例中,确定是否存在故障状态的这段时间可以响应于振荡器 210 产生的时钟信号 212 而确定。

[0050] 所示控制器 202 的实例包括控制 208,其耦合以接收禁止信号 216。在一个实例中,控制 208 通过输出端 146 输出驱动信号 154 以在导通状态和关断状态之间交替改变功率开关 140 的状态。在一个实例中,控制 208 耦合以接收其它反馈信息(未示出),以便控制从输入线圈到输出线圈的能量传输,从而调节功率转换器的输出。在该实例中,调节的输出可以包括输出电压 122,输出电流 130,或二者的组合。控制 208 可以采用不同的技术控制功率开关 140 的切换,包括但不限于,导通/关断控制,脉宽调制(PWM)等。

[0051] 根据本发明的教导,控制 208 响应于接收指示故障状态存在的禁止信号 216 禁止功率开关 140 的切换。响应于故障状态的存在,控制 208 禁止功率开关 140 的切换以减小功率转换器输出的功率电平。在一个实例中,控制 208 通过禁用(disable)功率开关 140(例如,保持功率开关 140 处于关断状态)而禁止切换。在一个实例中,控制 208 通过调整驱动信号 154 的频率或者占空比来禁止切换。在一个实例中,控制 208 通过限制功率开关 140 处于导通状态时的漏电流 156 来禁止切换。在又一实例中,控制 208 在故障状态存在时重复故障周期。该故障周期可以包括跟随着若干跳过(skipped)切换周期的功率开关 140 的若干切换周期。

[0052] 图 3A 是示出根据本发明教导的示范传感器 204A 的示意图,其中该传感器 204A 输出代表功率转换器的输入电压 102 的采样信号 214A。传感器 204A 表示图 2 所示的传感器 204 的一种可能的实施方式,其在功率开关 140 处于导通状态期间采样感测信号 150。所示传感器 204A 的实例包括内部电压源 302, N 沟道晶体管 304 和 306, P 沟道晶体管 308、310 和 312,电流源 314,电容器 316,采样命令块 318,以及反相器(inverter)320。

[0053] N 沟道和 P 沟道晶体管实现互补或相反的功能,使得使 N 沟道晶体管导通的信号

会使 P 沟道晶体管断开。对于模拟信号,使 N 沟道晶体管传导更多电流的信号会使 P 沟道晶体管传导更少的电流。N 沟道晶体管的栅极和源极之间需要正电压以使该晶体管传导电流。P 沟道晶体管的栅极和源极之间需要负电压以使其传导电流。当 N 沟道晶体管的栅极和源极之间的正电压低于晶体管的阈值电压时, N 沟道晶体管基本阻止电流流过 N 沟道晶体管。随着 N 沟道晶体管的栅极和源极之间的电压变得大于晶体管的阈值电压,允许更多的电流流过 N 沟道晶体管。相反,当 P 沟道晶体管的栅极和源极之间的负电压没有晶体管的负阈值电压负 (less negative) 时 (更接近于 0), P 沟道晶体管基本阻止电流流过 P 沟道晶体管。随着 P 沟道晶体管栅极和源极之间的负电压变得比晶体管的负阈值电压更负 (more negative), 则允许更多的电流流过 P 沟道晶体管。

[0054] 在所实例中,内部电压源 302 耦合到电流源 314,电流源 314 为晶体管 304 提供电流 I_1 。晶体管 304 的栅极耦合到晶体管 306 的栅极。晶体管 308 耦合到内部电压源 302 和晶体管 306 之间。在工作过程中,传感器 204A 在功率开关 140 处于导通状态时采样感测信号 150。更具体地,由于流过反馈端 144 的内部电流 322,反馈端 144 相对于共同参考 142 被箝位在基本零伏。在一个实例中,由于在功率开关 140 处于导通状态时,反射电压 174 是负的,内部电流 332 是负电流。在一个实例中,内部电流 322 响应于反射电压 174 的幅值而改变,其中反射电压 174 表示输入电压 102。

[0055] 如图 3A 所示,内部电流 322 流过晶体管 306 和 308。在一个实例中,内部电流 322 可以是反射电压 174 除以图 1B 中所示的电阻器 134 的电阻。如图 3A 所描述的实例所示,晶体管 312 耦合于晶体管 308 的栅极和晶体管 310 的栅极之间。反相器 320 的输出耦合到晶体管 312 的栅极。反相器 320 耦合以接收信号 324。

[0056] 如所述实例所示,采样命令块 318 耦合到反相器 320,使得只有在功率开关 140 处于导通状态时晶体管 312 才处于导通状态。在一个实例中,在功率开关 140 从关断状态转变为导通状态之后的短时间内,信号 324 变高。在一个实例中,信号 324 可以从驱动信号 154 中获得。

[0057] 如图所示,电容器 316 耦合于内部电压源 302 和晶体管 310 的栅极之间。当信号 324 为高时,晶体管 312 允许电流流向和流出 (flow to and from) 电容器 316,以调整晶体管 310 栅极的电压匹配晶体管 308 栅极的电压。当信号 324 为低时,晶体管 312 断开并且基本阻止电流流向和流出电容器 316。由于晶体管 308 栅极的电压基本上等于晶体管 310 栅极的电压,与内部电流 322 成比例的采样电流 326 将流过晶体管 310。在一个实例中,内部电流 322 与采样电流 326 的比例性基于晶体管 308 与晶体管 310 的尺寸之间的比例性。根据所述实例,采样电流 326 表示反射电压 174。在一个实例中,采样电流 326 由作为电流的采样信号 214A 来表示。在另一实例中,采样信号 214A 可以被转换为表示采样电流 326 的电压。

[0058] 图 3B 是示出根据本发明教导的示范传感器 204B 的示意图,其中该传感器 204B 输出表示功率转换器的输出电压 122 的采样信号 214B。传感器 204B 表示图 2 所示的传感器 204 的一种可能的实施方式,其在功率开关 140 处于关断状态期间采样感测信号 150。所示传感器 204B 的实例包括内部电压源 340,电流镜 342,N 沟道晶体管 348,电流源 350 和 352,电容器 354,以及采样命令块 356。电流镜 342 被示出为包括 P 沟道晶体管 344 和 346。

[0059] 在所实例中,内部电压源 340 耦合到电流源 352,电流源 352 为电流镜 342 提供

电流。在一个实例中,晶体管 344 和 346 是匹配的晶体管。在一个实例中,电流源 350 耦合到以吸收 (sink) 来自晶体管 346 的电流。晶体管 344 的栅极耦合以通过反馈端 144 接收感测信号 150。在一个实例中,感测信号 150 包括反馈电压 152,如图 1B 所示,反馈电压 152 在电阻器 136 两端下降。如图 3B 中所示,晶体管 348 耦合于晶体管 346 的栅极和电容器 354 之间。晶体管 348 的栅极耦合以接收由采样命令块 356 产生的信号 358。

[0060] 在工作过程中,晶体管 344 栅极的电压等于反馈电压 152。晶体管 346 栅极相对于输入返回 142 的电压基本上等于反馈电压 152。在一个实例中,采样信号 214B 表示输出电压 122。如图所示,电容器 354 耦合到晶体管 348,使得当信号 358 为高时,晶体管 348 允许电流流向和流出电容器 354,以调整采样信号 214B 的电压来匹配反馈电压 152。

[0061] 如所述实例中所示,采样命令块 356 耦合到晶体管 348,使得只有在功率开关 140 处于关断状态时晶体管 348 才处于导通状态。在一个实例中,在功率开关 140 从导通状态转变为关断状态之后的短时间内,信号 358 变高。当信号 358 为低时,开关 348 基本上阻止电流流向和流出电容器 354。在一个实例中,信号 358 从驱动信号 154 中获得。在另一实例中,信号 358 从感测信号 150 中获得。

[0062] 在一个实例中,采样命令块 356 耦合以确定功率开关 140 的关断状态的采样周期。在一个实例中,采样命令块 356 通过比较感测信号 150 与阈值电压电平来确定采样周期,当感测信号 150 大于阈值电压电平时,产生信号 358 为逻辑高。在一个实例中,晶体管 348 被采样命令块 356 利用逻辑高的信号 358 驱动的持续时间基本上等于允许电容器 354 充电的时间间隔。在一个实例中,晶体管 348 仅被逻辑高的信号 358 驱动输出电流 130 流过二极管 166 的一部分时间。

[0063] 现在重新参考图 2,传感器 204 可以包括传感器 204A,以仅在功率开关 140 处于导通状态期间采样感测信号 150,从而输出表示功率转换器的输入电压的采样信号 214。在另一实例中,传感器 204 包括传感器 204B,以仅在功率开关 140 处于关断状态期间采样感测信号 150,从而输出表示功率转换器的输出电压的采样信号 214。在又一实例中,传感器 204 包括传感器 204A 和传感器 204B 两者,以分别在导通状态期间和关断状态期间采样感测信号 150。在该实例中,传感器 204 输出感测信号 214,该感测信号 214 在功率开关 140 处于导通状态期间表示输入电压,在功率开关 140 处于关断状态期间表示输出电压。

[0064] 图 4A 是示出根据本发明教导的示范故障检测器 206 的功能框图,其中该故障检测器 206 输出指示功率转换器的故障状态存在的禁止信号 216。所述故障检测器 206 的实例包括比较器 402,与门 404,和计数器 406。在一个实例中,比较器 402 是接收作为电流的采样信号 214 的电流比较器;尽管在其他实例中,比较器 402 可以是接收作为电压的采样信号 214 的电压比较器。在所示实例中,比较器 402 是包括节点 410 和电流源 408 的电流比较器,电流源 408 产生阈值电流 I_{THRESH} 418。在另一实例中,比较器 402 是包括产生电压阈值的电压源的电压比较器。

[0065] 在所示实例中,比较器 402 耦合以接收采样信号 214。在一个实例中,采样信号 214 包括传感器 204A 产生的表示输入电压 102 的采样信号 214A。在一个实例中,采样信号 214 包括传感器 204B 产生的表示输出电压 122 的采样信号 214B。无论实施为电压比较器或者电流比较器,比较器 402 都耦合以向与 404 的输入端输出决策信号 412。

[0066] 在工作过程中,比较器 402 接收采样信号 214,并且将其与故障阈值进行比较,以

确定决策信号 412 的逻辑状态。在一个实例中,比较器 402 包括提取阈值电流 418 的电流源 408,尽管在其他实例中,比较器 402 可以包括产生阈值电压的电压源。在所述实例中,采样信号 214 表示采样电流(例如,图 3A 中的采样电流 326)。在该实例中,当采样信号 214 大于阈值电流 418 时,没有检测到故障状态。当没有检测到故障状态时,由于节点 410 与输入返回 142 之间的电压电势升高,决策信号 412 被设置为逻辑高。相反,当采样信号 214 小于阈值电流 418 时,检测到故障状态。当检测到故障状态时,由于节点 410 与输入返回 142 之间的电压电势基本为 0 或者为低电压电势,决策信号 412 被设置为逻辑低。在工作过程中,比较器 402 将决策信号 412 设置为逻辑低,以表示在反馈电路 121 中检测到故障状态,并且比较器 402 将决策信号 412 设置为逻辑高,以表示没有检测到故障状态。

[0067] 在所实例中,故障检测器 206 被示出为当采样信号 214 降低到低于故障阈值(例如 $I_{THRESH418}$) 时,检测故障状态。在一个实例中,设置 $I_{THRESH418}$ 以检测反馈电路 121 中的故障状态。反馈电路 121 中的故障可以被检测为反馈端 144 基本开路或基本短路。在该实例中,设置 $I_{THRESH418}$ 使得当由采样信号 214 表示的反馈电压 152 基本为 0 伏时,比较器 402 输出决策信号 412 为逻辑低。

[0068] 尽管所述故障检测器 206 的实例是结合检测反馈电路 121 中的故障进行描述的,但是可以认识到在其它实例中, $I_{THRESH418}$ 可以被设置为检测功率转换器中的各种其它故障状态。例如, $I_{THRESH418}$ 可以被设置为输入线电压阈值以检测输入电压 102 的降落。在另一实例中, $I_{THRESH418}$ 被设置为输出电压阈值以检测输出电压 122 的降落。

[0069] 如所述实例所示,与门 404 输出复位信号 414,响应于决策信号 412 和计数信号 416 设置该复位信号 414。在工作过程中,复位信号 414 仅在决策信号 412 和计数信号 416 均为高时才为高。在所述实例中,计数器 406 为空转重复计数器(free running repeating counter)。当复位信号 414 为高时,计数器 406 复位其计数为 0。当复位信号 414 为低时,计数器 416 响应于时钟信号 212 而增加该计数。因此,如果比较器 402 没有检测到故障状态,计数器 406 持续复位其计数直到检测到故障状态,如由决策信号 412 变为逻辑低所指示的。

[0070] 在一个实例中,计数器 416 包括第一数字阈值 N1,第一数字阈值 N1 表示在计数器 406 输出逻辑高的禁止信号 216 之前故障状态必须存在的一段时间。第一数字阈值 N1 阻止短暂的故障状态导致控制 208 禁止切换功率开关 140。在该实例中,计数器 406 将禁止信号 216 保持在逻辑低直到计数达到第一数字阈值 N1。如果在达到第一数字阈值 N1 之前故障状态被消除或不再存在,计数器 406 的计数被复位到 0,并且禁止信号 216 保持逻辑低。

[0071] 在一个实例中,计数器 416 包括第二数字阈值 N2,第二数字阈值 N2 表示控制 208 禁止切换功率开关 140 的一段时间。在该实例中,在计数器 406 到达第一数字阈值之后,禁止信号 216 从逻辑低转变为逻辑高,导致控制 208 禁止功率开关 140 的切换。在这一点,计数器 406 持续计数直到达到第二数字阈值 N2。当该计数在第一数字阈值和第二数字阈值之间时,计数器 406 输出逻辑低计数信号 416 至与门 404。因此,在该实例中,不管故障状态是否持续,禁止信号 216 将保持为高直到达到第二数字阈值。这阻止了故障状态的短暂消失使计数器复位,因此允许控制 208 减小功率转换器的输出功率电平。

[0072] 在工作过程中,计数信号 416 总是被设置为逻辑高直到计数器 406 超过第一阈值数 N1,然后转变为逻辑低,产生逻辑低复位信号 414。在计数器 406 从第一阈值数 N1 增加

到第二阈值数 N2 的时间内,计数器 406 使计数信号 416 保持为逻辑低。当计数器 406 位于第一阈值数 N1 和第二阈值数 N2 之间时,计数器 406 也将禁止信号 216 设置为逻辑高。在一个实例中,在达到第二阈值数 N2 后,计数器 406 自动复位计数。

[0073] 图 4B 示出了根据本发明教导的故障检测器的波形,其中该故障检测器输出指示功率转换器的故障状态存在的抑制信号 216。图 4B 所示波形表示图 4A 所示的故障检测器 206 的一种可能的实施方式的波形。

[0074] 在所示实例中,控制器 138 工作在重复故障周期 450 以限制在输出端 126 和 128 传送的功率量。在该实例中,例如,通过控制器 138 未能从反馈电路 121 接收感测信号 150,检测到故障状态。在该实例中,如果直到计数器 406 达到第一阈值数 N1,故障状态被消除,则重复故障周期 450 允许计数器 406 复位。一旦达到第一阈值数 N1,计数器 406 输出逻辑高禁止信号 216,禁止信号 216 被保持为高直到计数器 406 达到第二阈值数。在所示实例中,计数器 406 在功率开关 140 的每个切换周期 455 期间增加。在一个实例中,计数器 406 响应于由振荡器 210 产生的时钟信号 212 而增加。在其它实例中,计数器 406 可以响应于与控制器 138 有关的任何其它定时信号而增加。

[0075] 本说明书所公开的各种逻辑电平意在是说明性的,而不是限制性的。例如,虽然图 4A 示出了作为故障检测器 206 的指示信息的特定逻辑电平,应理解可以增加,移除,或者替代已知的逻辑元件以改变公开的特定逻辑电平。例如,与门 404 可以被与非门代替,其中复位信号 414 的逻辑低而不是逻辑高触发计数器 406 的复位。

[0076] 图 5 示出了根据本发明教导的示范功率转换器 500,其中该功率转换器 500 包括用于检测故障状态的示范集成电路 502。在所示实例中,集成电路 502 包括功率开关 512 和与上述控制器 138 或控制器 202 相似的控制电路。在一个实例中,输入电压 102 处于 120 伏与 375 伏之间。在一个实例中,输出电压 122 大约是 5 伏。集成电路 502 包括耦合到初级线圈 112 的一端的漏端 506,耦合到输入返回 142 的源端 508,耦合到电容器 514 的旁路端 (bypass terminal) 510,以及耦合以从反馈电路 121 接收感测信号 150 的反馈端 504。正如图 5 中所示,集成电路 502 通过单个端 (例如反馈端 504) 感测输出电压和输入线电压。

[0077] 图 6 是示出根据本发明教导的用于检测功率转换器中故障状态的示范方法 600 的流程图。在所述方法中,示范功率转换器与上面描述的功率转换器相似,其中有耦合到能量传输元件的功率开关的切换,其中该能量传输元件耦合于功率转换器的输入和输出之间。在该实例中,功率开关的切换由耦合到该开关的控制器控制。反馈电路产生感测信号,在该功率开关处于关断状态期间,该感测信号表示功率转换器的输出电压,在该功率开关处于导通状态期间,该感测信号表示功率转换器的输入电压。控制器响应于该感测信号,并且控制器耦合以检测反馈电路中故障状态的存在,并且响应于检测到故障状态禁止功率开关的切换。

[0078] 特别地,方法 600 开始于块 605。在块 610,计数器 (例如计数器 406) 被复位到零。在块 615,传感器 (例如传感器 204) 采样感测信号 (例如感测信号 150)。在一个实例中,该传感器在功率开关处于导通状态期间采样该感测信号。在一个实例中,该传感器在功率开关处于关断状态期间采样该感测信号。

[0079] 在决策块 620 中,将采样的感测信号与故障阈值 (FT) 进行比较。在一个实例中,诸如图 4A 中的比较器 402 之类的比较器将采样的感测信号与 FT 进行比较。如果采样的感

测信号大于 FT, 则没有检测到故障状态, 方法 600 返回到块 610, 计数器被复位。但是, 如果采样的感测信号不大于 FT, 则检测到故障状态, 方法继续到块 625。在块 625, 计数增加。如上所述, 可以随功率开关的每个切换周期增加计数器, 或者可响应于控制器内部的时钟信号而增加计数器。

[0080] 在块 630 中, 将计数器与第一数字阈值 N1 进行比较。如果计数器不大于第一数字阈值, 方法 600 返回到块 615, 以再次采样感测信号。方法 600 将重复块 615-630 直到计数器大于第一数字阈值, 或者如果采样的感测信号增加到故障阈值 FT 之上。

[0081] 在块 635, 禁止功率开关进行切换。在一个实例中, 故障检测器 (例如故障检测器 206) 输出禁止信号到控制 (例如控制 208), 以指示存在故障状态。响应于接收到禁止信号, 控制禁止功率开关切换以降低功率转换器的输出功率电平。

[0082] 在块 640 中, 计数器再次增加, 并且在块 645 中, 将计数器与第二数字阈值 N2 进行比较。方法 600 重复块 635-645, 继续禁止切换功率开关直到计数器大于第二数字阈值。一旦计数器大于 N2, 方法 600 返回到块 610 以复位计数器, 并且开始正常切换功率开关。

[0083] 一些或者所有过程块在方法 600 中出现的顺序不应该被认为是限制性的。而且, 受益于本公开的本领域普通技术人员将理解可以未示出的各种顺序执行一些过程块。

[0084] 本发明的所示实例的上述说明, 包括在摘要中所描述的内容, 都不打算是穷尽的或者限制于所公开的具体形式。虽然此处所描述的本发明的具体实施例和实例是为了说明的目的, 但是在不偏离本发明的精神和范围的前提下各种等同的修改都是可能的。实际上, 应理解提供具体的电压, 电流, 频率, 功率范围值, 次数等是为了解释的目的, 并且根据本发明的教导在其它实施例和实例中也可以采用其它数值。

[0085] 根据上述具体描述, 可以对本发明的实例进行修改。在以下的权利要求书中所使用的术语不应被解释为使本发明限制在说明书和权利要求书所公开的具体实施例中。相反, 本发明的范围由以下整个权利要求书来限定, 应根据建立的权利要求解释的原理来解释以下的权利要求书。因此本说明书和附图应被视为是说明性的而非限制性的。

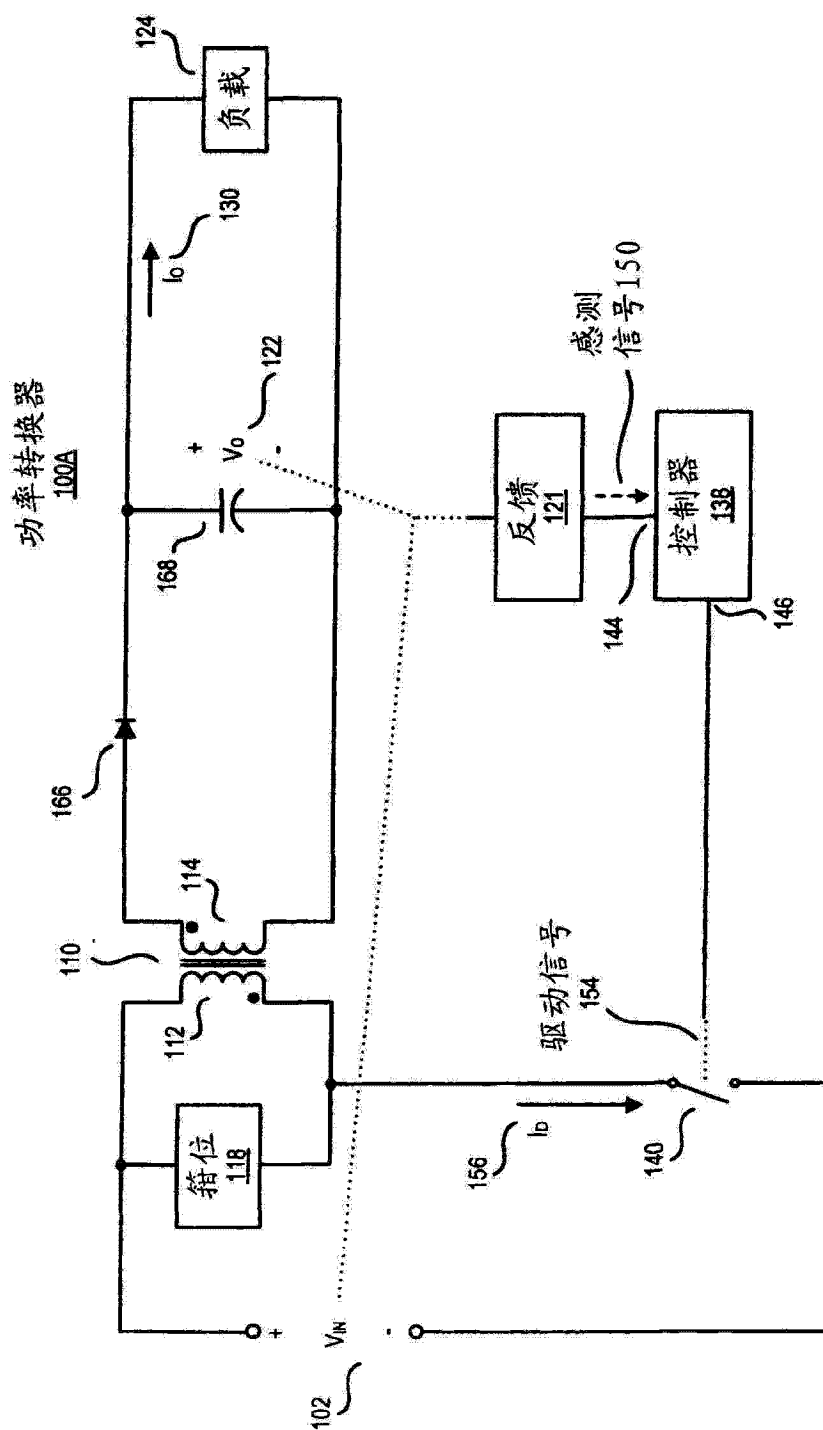


图 1A

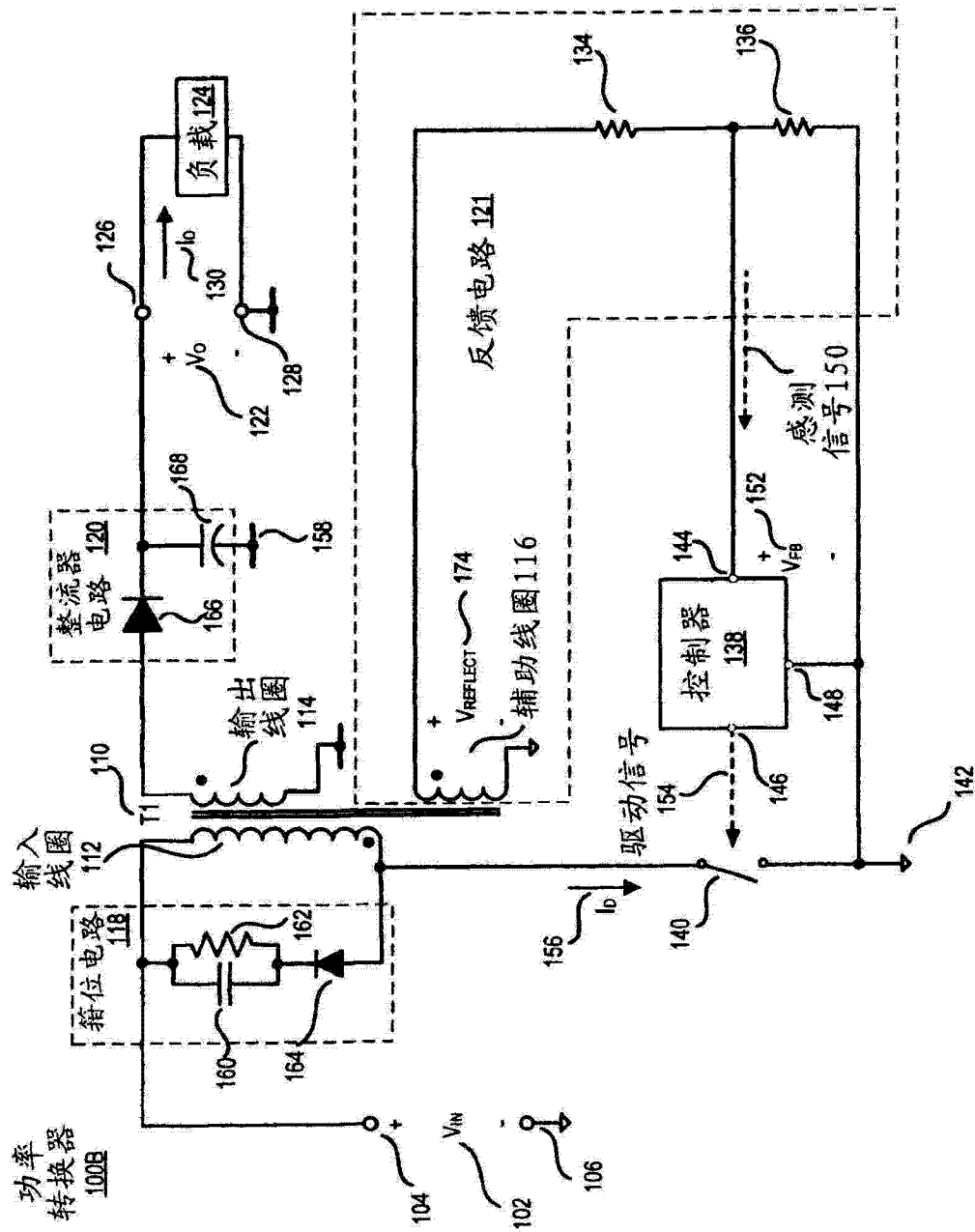


图 1B

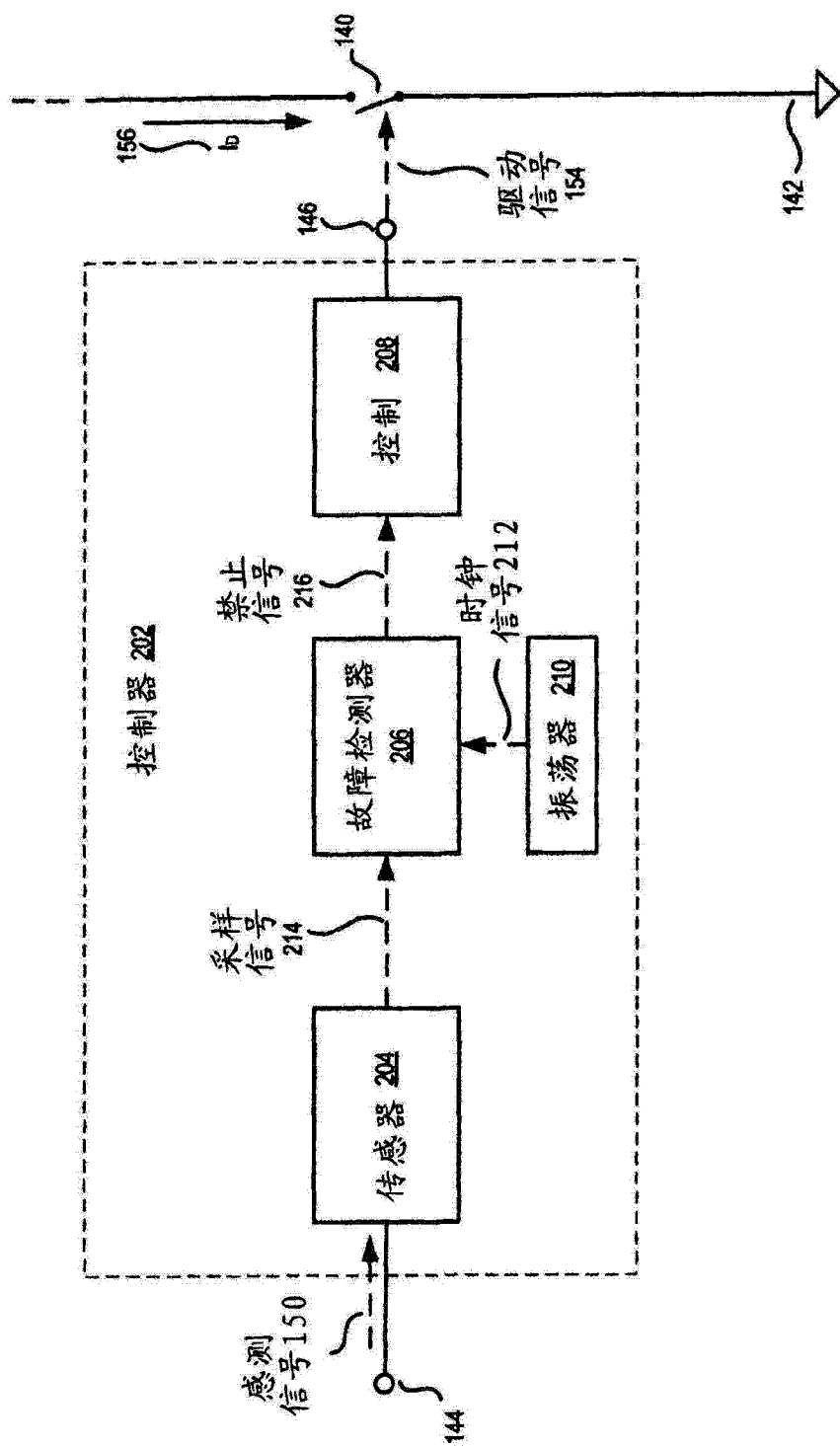


图 2

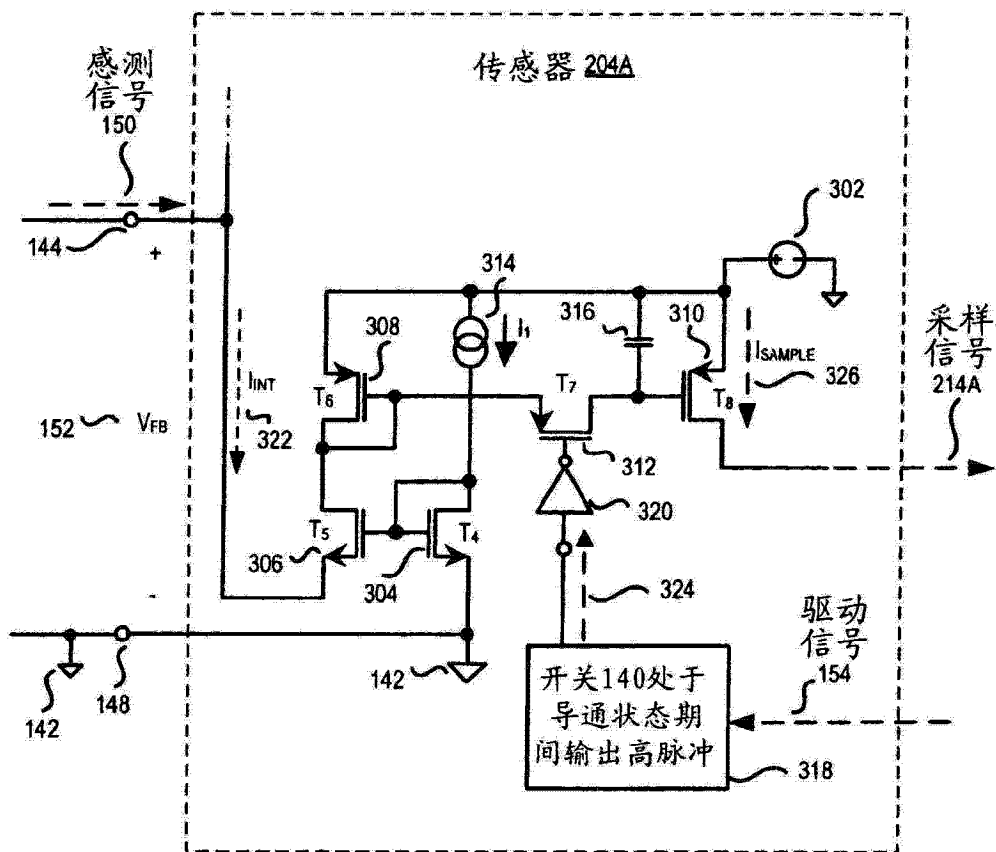


图 3A

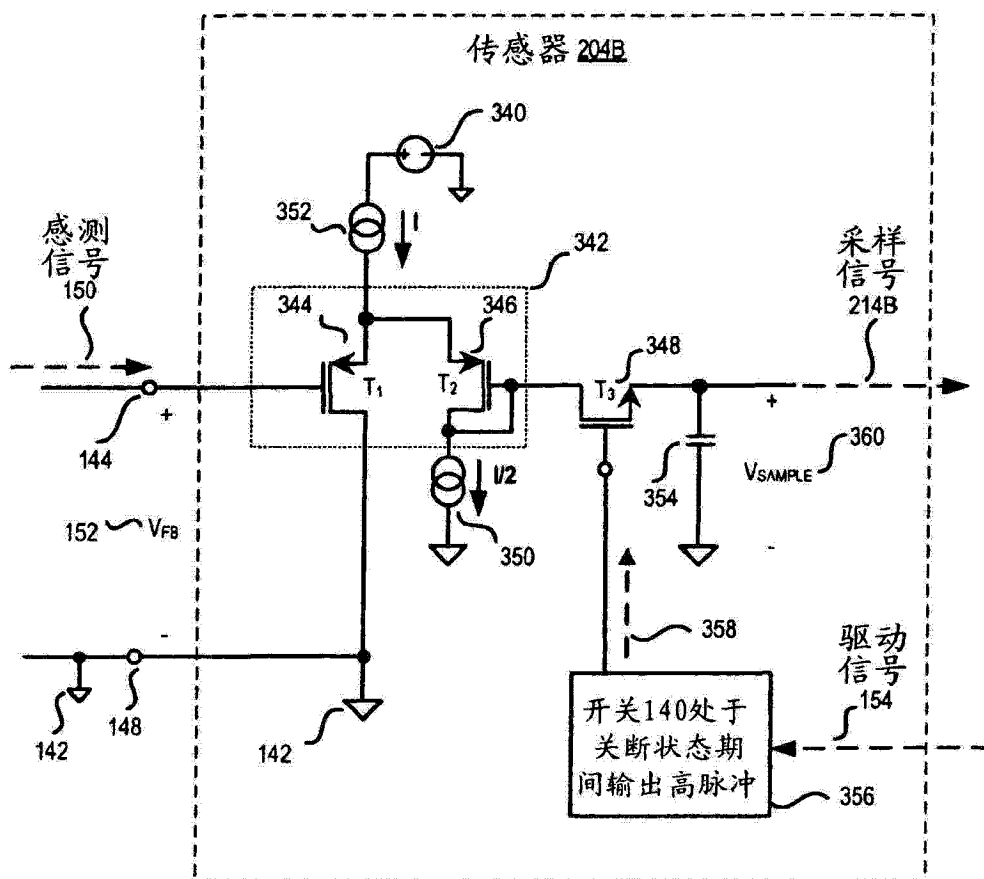


图 3B

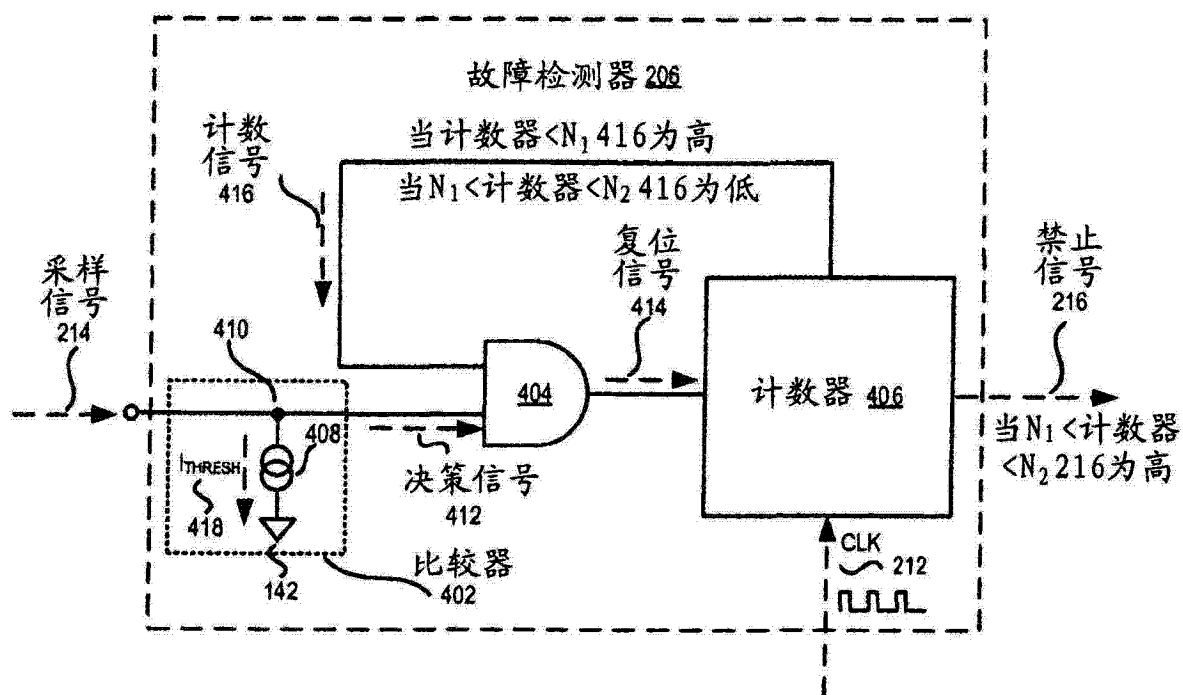


图 4A

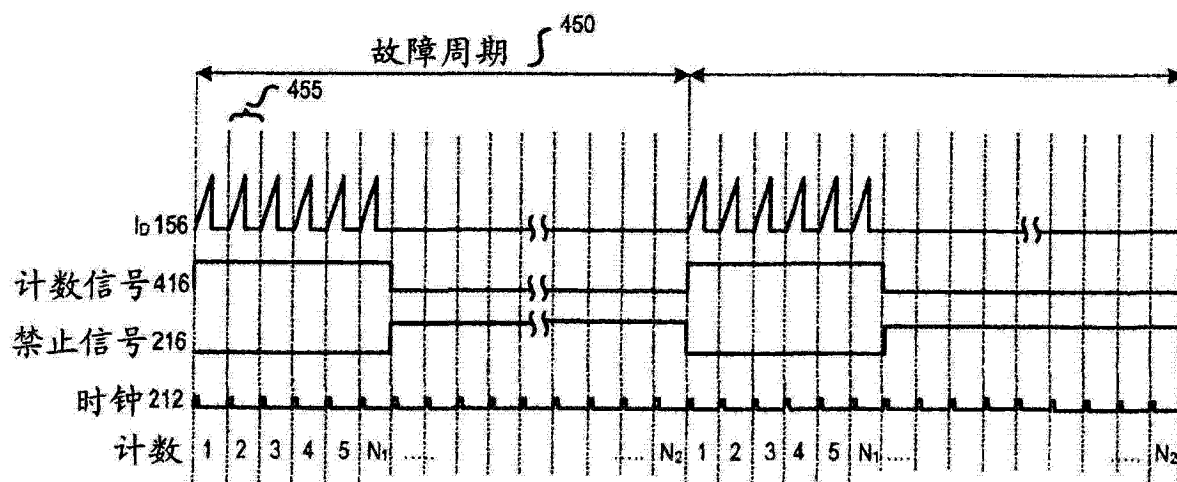


图 4B

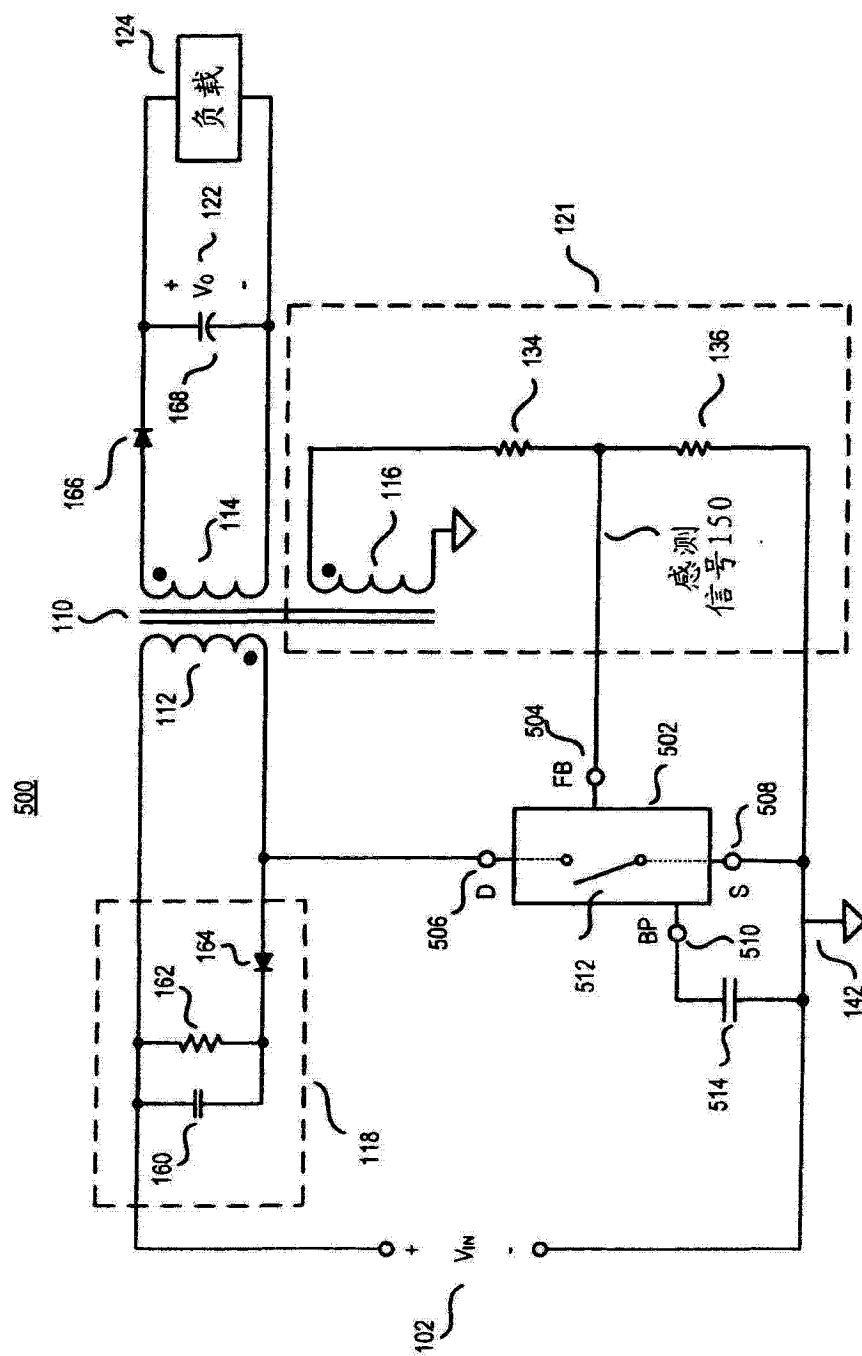


图 5

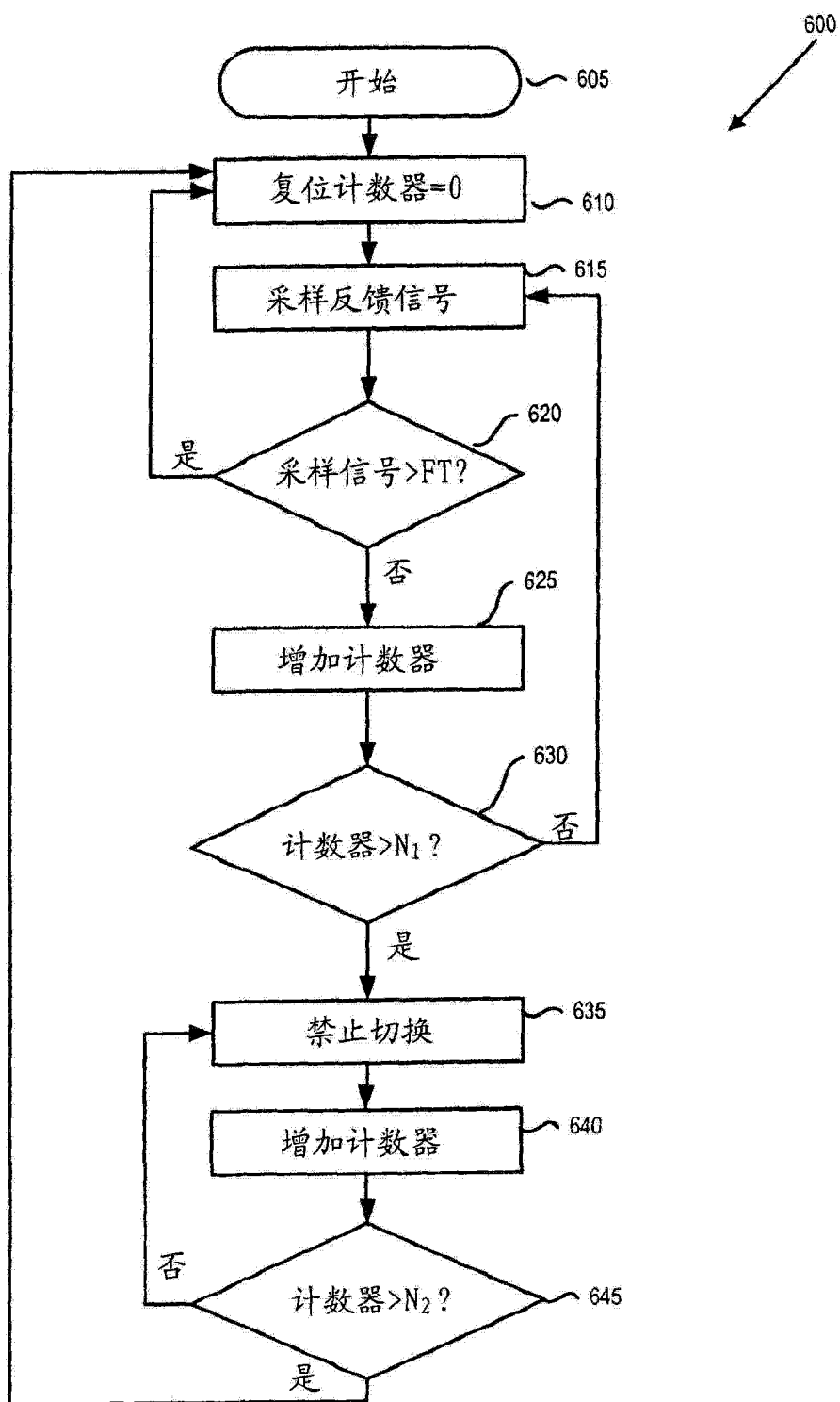


图 6