



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104702255 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 10

(21) 申请号 201410721231. 1

(22) 申请日 2014. 12. 03

(30) 优先权数据

14/095976 2013. 12. 03 US

(71) 申请人 英飞凌科技股份有限公司

地址 德国瑙伊比贝尔格市坎茨昂 1 - 12 号

(72) 发明人 A. 格拉夫 V. 卡塔尔

F. 卢 - 鲁巴赫

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 王洪斌 胡莉莉

(51) Int. Cl.

H03K 17/567(2006. 01)

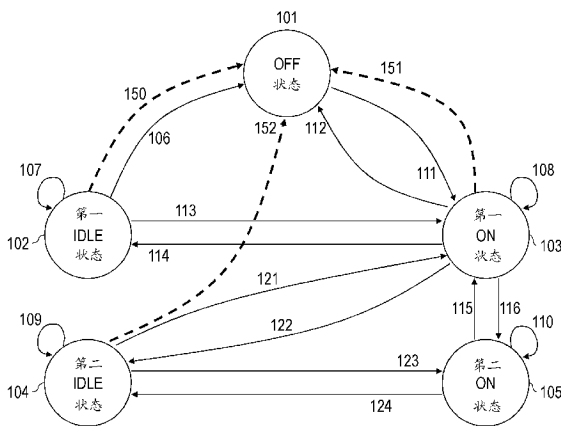
权利要求书4页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称

电路和用于操作这种电路的方法

(57) 摘要

本发明涉及电路和用于操作这种电路的方法。提出了一种电路,特别是电源开关,包括:具有绝缘栅的第一电子开关;具有绝缘栅的第二电子开关;测量设备,用于确定在第一电子开关的绝缘栅处和在第二电子开关的绝缘栅处的电荷;能量供应,用于基于由测量设备确定的电荷而向第一电子开关的绝缘栅并向第二电子开关的绝缘栅提供电荷;逻辑单元,用于或者激活第一电子开关、或者激活电子开关中的两个或者不激活电子开关中的任何一个。



1. 一种电路,包括:
 - 具有绝缘栅的第一电子开关;
 - 具有绝缘栅的第二电子开关;
 - 测量设备,用于确定在第一电子开关的绝缘栅处和在第二电子开关的绝缘栅处的电荷;
 - 能量供应,用于基于由测量设备确定的电荷而向第一电子开关的绝缘栅并向第二电子开关的绝缘栅提供电荷;
 - 逻辑单元,用于激活第一电子开关、激活电子开关中的两个或者不激活电子开关中的任何一个。
2. 根据权利要求 1 所述的电路,其中:与第二电子开关相比,第一电子开关是较低功率的开关。
3. 根据权利要求 1 所述的电路,其中:布置能量供应,以向电子开关的绝缘栅或者供应大量的电荷或者供应少量的电荷。
4. 根据权利要求 1 所述的电路,其中能量供应包括下列中的至少一个:
 - 单个电荷泵;
 - 具有低功率模式和高功率模式的单个电荷泵;
 - 低功率电荷泵和高功率电荷泵;
 - 具有含有不同功率的这些电荷泵中的至少两个的多个的电荷泵;
 - 至少一个电流源和电流镜;或者
 - 高电流路径和低电流路径,其中高电流路径包括至少一个高电流源,而低电流路径包括至少一个低电流源。
5. 根据权利要求 1 所述的电路,进一步包括第一驱动器和第二驱动器,第一驱动器耦合在能量供应和第一电子开关的绝缘栅之间,第二驱动器耦合在能量供应和第二电子开关的绝缘栅之间。
6. 根据权利要求 1 所述的电路,其中:布置逻辑单元,用于直接或间接地控制能量供应、第一电子开关和第二电子开关,其中测量设备连接到逻辑单元,以向逻辑单元供应确定的电荷或确定的电荷的信息。
7. 根据权利要求 6 所述的电路,其中能量供应包括低功率电荷泵,并且其中布置逻辑单元以至少部分地在至少一个 IDLE 状态期间选择低功率电荷泵。
8. 根据权利要求 7 所述的电路,其中:如果电路连接的设备进入低功率模式,进入至少一个 IDLE 状态。
9. 根据权利要求 7 所述的电路,其中:如果在绝缘栅处的电荷降到低于预定义的阈值,暂时从至少一个 IDLE 状态重新激活电子开关。
10. 根据权利要求 7 所述的电路,其中逻辑单元被布置成:
 - 基于触发,通过向它的绝缘栅供应和在至少一个 IDLE 状态期间提供的电荷相比更大量的电荷,从至少一个 IDLE 状态重新激活电子开关,
 - 执行预定义的动作,以及
 - 重新激活至少一个 IDLE 状态。
11. 根据权利要求 10 所述的电路,其中触发是下列中的至少一个:

施加到逻辑单元的外部信号；
故障的检测；
超过预定阈值的温度的检测；
超过预定阈值的电流的检测；或者
由定时器或时钟提供的触发。

12. 根据权利要求 10 所述的电路，其中预定义的动作包括下列中的至少一个：
电流感测；
温度感测；
发布通知；或者
绝缘栅的再充电。

13. 根据权利要求 10 所述的电路，进一步包括测量单元以确定下列触发中的至少一个：
温度超过预定阈值；
电流超过预定阈值；
极性的改变；或者
电流在可能对逻辑电路有害的错误方向上流动；
定时器。

14. 根据权利要求 6 所述的电路，其中能量供应包括高功率电荷泵，并且其中布置逻辑单元以至少部分地在至少一个 ON 状态期间选择高功率电荷泵。

15. 根据权利要求 14 所述的电路，其中：如果电路连接的设备进入正常操作模式，进入至少一个 ON 状态。

16. 根据权利要求 6 所述的电路，其中：在检测短路或过热的情况下或在预定义的信号被施加到逻辑单元的情况下，布置逻辑单元以将电子开关切换到 OFF 状态。

17. 根据权利要求 1 所述的电路，其中测量设备包括比较器单元，其中比较器单元的输入连接到第一电子开关或第二电子开关中的至少一个，以确定跨到电子开关的端子的电压。

18. 根据权利要求 1 所述的电路，其中：布置该电路以在下列状态中的至少一个中操作：

第一 ON 状态，在其中经由能量供应向第一电子开关和第二电子开关的绝缘栅供应大量的电荷；

第二 ON 状态，在其中经由能量供应向第一电子开关的绝缘栅供应大量的电荷；

第一 IDLE 状态，在其中经由能量供应向第一电子开关和第二电子开关的绝缘栅供应少量的电荷；或者

OFF 状态，在其中断开第一电子开关和第二电子开关。

19. 根据权利要求 18 所述的电路，其中：在负载电流达到或降到低于预定阈值的情况下，逻辑单元启动从第一 ON 状态到第二 ON 状态的转换。

20. 根据权利要求 18 所述的电路，其中该电路被布置为在下列状态中操作：

第二 IDLE 状态，在其中经由能量供应向第一电子开关的绝缘栅供应少量的电荷。

21. 根据权利要求 20 所述的电路，其中：在检测达到或达不到至少一个预定阈值的负

载电流的情况下,或者在不需 要诊断或感测功能性的情况下,逻辑单元启动从第一 ON 状态到第二 IDLE 状态的转换。

22. 根据权利要求 20 所述的电路,其中:在检测达到或达不到至少一个预定阈值的负载电流的情况下,或者在不需 要任何诊断或感测功能性的情况下,逻辑单元启动从第一 IDLE 状态到第二 IDLE 状态的转换。

23. 根据权利要求 1 所述的电路,包括用于存储至少一个状态的存储器。

24. 根据权利要求 1 所述的电路,其中电子开关包括下列中的至少一个:

晶体管,

PMOS,

NMOS,

FET,

JFET,或者

IGBT。

25. 根据权利要求 1 所述的电路,其中电子开关是 n 沟道高侧开关。

26. 一种车辆,包括根据权利要求 1 的至少一个电路。

27. 一种用于控制具有绝缘栅的第一电子开关和具有绝缘栅的第二电子开关的方法,包括:

确定在第一电子开关的绝缘栅处和在第二电子开关的绝缘栅处的电荷;

基于确定的电荷,向第一电子开关的绝缘栅和第二电子开关的绝缘栅提供电荷;

或者激活第一电子开关,或者激活电子开关中的两个,或者不激活电子开关中的任何一个。

28. 根据权利要求 27 所述的方法,其中电子开关在下列状态中的至少一个中操作:

第一 ON 状态,在其中经由能量供应向第一电子开关和第二电子开关的绝缘栅供应大量的电荷;

第二 ON 状态,在其中经由能量供应向第一电子开关的绝缘栅供应大量的电荷;

第一 IDLE 状态,在其中经由能量供应向第一电子开关和第二电子开关的绝缘栅供应少量的电荷;或者

OFF 状态,在其中断开第一电子开关和第二电子开关。

29. 根据权利要求 28 所述的方法,其中:在负载电流达到或降到低于预定阈值的情况下,进行从第一 ON 状态到第二 ON 状态的转换。

30. 根据权利要求 28 所述的方法,其中在下列状态中操作电子开关:

第二 IDLE 状态,在其中经由能量供应向第一电子开关的绝缘栅供应少量的电荷。

31. 根据权利要求 30 所述的方法,其中:

在负载电流达到或达不到至少一个预定阈值或者在不需 要诊断或感测功能性的情况下,进行从第一 ON 状态到第二 IDLE 状态的转换。

32. 根据权利要求 30 所述的方法,其中:在检测达到或达不到至少一个预定阈值的负载电流的情况下,或者在不需 要任何诊断或感测功能性的情况下,进行从第一 IDLE 状态到第二 IDLE 状态的转换。

33. 根据权利要求 30 所述的方法,其中:

如果电子开关可连接的设备进入低功率模式,进入第一 IDLE 状态或第二 IDLE 状态。

34. 根据权利要求 28 所述的方法,其中:

如果在绝缘栅处的电荷降低到低于预定义的阈值,从第一 IDLE 状态到第一 ON 状态重新激活第一电子开关和第二电子开关;

增加在绝缘栅处的电荷;

重新进入第一 IDLE 状态。

35. 根据权利要求 30 所述的方法,其中:

基于触发,进行从第一 IDLE 状态到第一 ON 状态或者从第二 IDLE 状态到第二 ON 状态或者从第二 IDLE 状态到第一 ON 状态的状态转换,

执行预定义的动作,以及

重新激活第一 IDLE 状态或第二 IDLE 状态。

36. 根据权利要求 35 所述的方法,其中触发是下列中的至少一个:

施加到逻辑单元的外部信号;

故障的检测;

超过预定阈值的温度的检测;

超过预定阈值的电流的检测;或者

由定时器或时钟提供的触发。

37. 根据权利要求 35 所述的方法,其中预定义的动作是下列中的至少一个:

电流感测;

温度感测;

发布通知;或者

绝缘栅的再充电。

38. 根据权利要求 28 所述的方法,其中:在检测短路或过热的情况下或在预定义的信号的情况下,电子开关进入 OFF 状态。

39. 一种电子开关电路,包括:

用于确定在第一电子开关的绝缘栅处和在第二电子开关的绝缘栅处的电荷的装置;

用于基于确定的电荷而向第一电子开关的绝缘栅和第二电子开关的绝缘栅提供电荷的装置;

用于或者激活第一电子开关、或者激活电子开关中的两个、或者不激活电子开关中的任何一个的装置。

电路和用于操作这种电路的方法

背景技术

[0001] 本发明的实施例涉及一种用于电子开关的电流优化的控制。

发明内容

[0002] 第一实施例涉及一种电路,特别是电源开关,包括:

- 具有绝缘栅的第一电子开关;
- 具有绝缘栅的第二电子开关;
- 测量设备,用于确定在第一电子开关的绝缘栅处和在第二电子开关的绝缘栅处的电荷;
- 能量供应,用于基于由测量设备确定的电荷而向第一电子开关的绝缘栅并向第二电子开关的绝缘栅提供电荷;
- 逻辑单元,用于或者激活第一电子开关、或者激活电子开关中的两个或者不激活电子开关中的任何一个。

[0003] 第二实施例涉及一种包括如本文所述的至少一个电路的车辆。

[0004] 第三实施例涉及一种方法,用于控制具有绝缘栅的第一电子开关和具有绝缘栅的第二电子开关,包括步骤:

- 确定在第一电子开关的绝缘栅处和在第二电子开关的绝缘栅处的电荷;
- 基于确定的电荷,向第一电子开关的绝缘栅和第二电子开关的绝缘栅提供电荷;
- 或者激活第一电子开关,或者激活电子开关中的两个,或者不激活电子开关中的任何一个。

[0005] 第四实施例涉及一种电子开关电路,包括:

- 用于确定在第一电子开关的绝缘栅处和在第二电子开关的绝缘栅处的电荷的装置;
- 用于基于确定的电荷而向第一电子开关的绝缘栅和第二电子开关的绝缘栅提供电荷的装置;
- 用于或者激活第一电子开关、或者激活电子开关中的两个、或者不激活电子开关中的任何一个的装置。

附图说明

[0006] 参考附图示出和图示实施例。附图起图示基本原理的作用,使得仅仅图示用于理解基本原理所必需的方面。附图不是按比例。在附图中,相同的附图标记表示相同的特征。

[0007] 图 1 示出包括 OFF 状态、第一 IDLE 状态、第一 ON 状态、第二 IDLE 状态和第二 ON 状态的电源开关的状态图;

图 2 示出基于图 1 所示状态图的用于电源开关的替代状态图;

图 3 示出基于图 1 所示状态图的用于电源开关的另一个状态图;

图 4 示出电源开关的各种状态的汇总表；

图 5 示出电源开关的示意性框图。

具体实施方式

[0008] 本文所呈现的示例指的是可用来替换设备中的无源保险丝或继电器的电源开关，例如在汽车领域中，特别是在诸如轿车的车辆中。在下文中，术语电子开关可用于在各种使用情况场景中的任何种类的电子开关功能性。电子开关可包括下列中的至少一个：晶体管、PMOS、NMOS、FET、JFET、IGBT 等。电子开关可具有可起控制输入作用的绝缘栅。本文所述的设备可以是能够受低功率或待命模式支配的任何设备。该设备特别可以是轿车、轿车的控制单元。下文中指代的轿车或车辆是用于这种设备的示例。然而，呈现的解决方案不限于这种设备。

[0009] 该解决方案可用在高电流开关场景中。该解决方案可在单个芯片（例如半导体的片）上实现，或者它可分布在例如芯片的各种部件之间。

[0010] 该解决方案可能是指电源开关的四个或五个状态，包括：

- OFF 状态；
- 第一 IDLE 状态；
- 第一 ON 状态；
- 第二 ON 状态；以及
- 可选：第二 IDLE 状态。

[0011] 第一 ON 状态可对应于支持高电流（例如 30A）的高功率打开状态。第一 ON 状态可在这方面对应于继电器的打开状态。当在汽车环境中使用时，可使用电源开关的第一 ON 状态，例如当车辆正在行驶时。

[0012] 第一 IDLE 状态可支持高电流，但在该状态中，电源开关本身只消耗少量的功率，例如在低于 100 μ A 的范围内。这可适用 - 关于汽车场景 - 于正处于停放状态的车辆。

[0013] 可提供电流感测功能性，其允许在感测的电流满足预定条件的情况下到另一个状态的自主或控制（例如由微控制器、处理器）的转换，例如在达到或超过预定阈值的情况下。在这种情况下，通过提供断开功能性，即通过进入 OFF 状态，可实现过电流保护。

[0014] 可检测过电流，例如在（第一或第二）IDLE 状态中，并且它可自主地导致到 OFF 状态的转换，从而提供保险丝的功能性。

[0015] 可控制过电流的水平以触发进入 OFF 状态。这适用于从 ON 状态和 / 或 IDLE 状态的一个或多个转换，并且它允许根据负载（例如导线）调节安全功能性。

[0016] 高电流的电流感测可在第一 IDLE 状态中实现，而低电流的电流感测可在第二 IDLE 状态中实现。例如，在第二 IDLE 状态中，当通常应当根本没有电流存在时，可感测高达 10mA 的电流。根据另一个示例，在第二 IDLE 状态中，可感测高达 150A 的电流。通过使用第一 IDLE 状态或第二 IDLE 状态中的任一个，电源开关可因此提供用于切换待感测的电流的范围的解决方案。

[0017] 用于电流检测的范围之间的切换可通过在两个开关的导通电阻之间切换来实现，所述两个开关被彼此平行地布置，其中开关中的一个具有低电阻，而另一个具有高电阻。优选地，两个开关具有可与用于分流电流检测的不同分流电阻器相比的不同的感测电流比。

[0018] 电源开关允许提供高电流承载能力而没有中断,即使在激活低电流感测范围的情况下。该特征可通过自主地改变电源开关的状态来实现,即如果需要的话进入高电流感测范围,从而避免电路上的任何损坏,特别是电源开关的至少一个开关,并且同时供应电流(改变)而没有用于连接到电源开关的负载的任何中断。

[0019] 可经由控制端子控制电源开关的不同状态,控制端子可由微控制器驱动。

[0020] 在故障的情况下和/或通过超过预定阈值,电源开关可安全地进入预定义的状态:例如,在检测过电流的情况下,或在检测超过预定限度的温度的情况下,电源开关可进入其 OFF 状态。作为另一个示例,在电流超过(另一个)预定义的阈值的情况下,可自主地选择不同的电流感测范围。

[0021] 作为选项,在电源开关已经进行自主状态改变的情况下,可设置故障旗标。

[0022] 进一步的选项是:在预定义的量的电压降和/或超过预定义的量之后,电源开关仍然处于它在电压降之前的状态。这可适用于 ON 状态、第一 IDLE 状态、第二 IDLE 状态和 OFF 状态。

[0023] 本文所述的示例可用于但不限于汽车场景中。例如,车辆通过各种状态(例如驾驶、停放、等待),并且甚至可能具有待命状态的几个阶段。这些状态可能需要不同的电流承载能力以及不同的电流感测范围。应用的电源开关可能必须应对这些要求,并且在有效时还可仅仅消耗很少的功率(取决于车辆所处的状态)。电源开关的操作可无缝地工作而没有中断,并为车辆提供安全功能性。

[0024] 可在单个半导体芯片中实现呈现的解决方案。在示例中,在一个芯片中实现具有各种状态的电源开关。特别地,可在单个芯片中实现几个这样的电源开关。作为选项,可在相同的芯片上实现其它电路。也可在半导体芯片上部署控制电源开关的逻辑单元,特别是电源开关的状态和状态转换。也可单独提供逻辑单元。一种选项是逻辑单元控制不止一个电源开关。

[0025] 电源开关可覆盖从例如 10mA 至 30A 的范围中的电流。作为选项,可平行布置几个电源开关以覆盖高于 30A 的电流范围。

[0026] 示例性的使用情况场景可以是车辆的电气系统中的电源开关。电源开关提供安全以及监视功能性。电源开关可用于高电流负载以及低电流负载,并且它可支持车辆的各种状态。

[0027] 电源开关可由处理器或微控制器控制,例如经由端子。这允许在各种场景中的电源开关的灵活和单独的应用。特别可行的是:保护到车辆的电气系统中的负载的电流路径,甚至用于处于不同状态(例如驾驶、待命、停放等)的车辆。

[0028] 可监视电源开关的状态,并基于预定义的条件触发到另一个状态的转换。这允许保护车辆以及电源开关。

[0029] 作为选择,可提供反馈机制以检测例如不是外部而是内部触发的电源开关的状态之间的转换。这样,例如可标记到驱动电源开关的微控制器的自主状态转换。

[0030] 电源开关可特别供应例如达 3.2V 的冷启动鲁棒性。

[0031] 图 1 示出电源开关的状态图,电源开关包括:

- OFF 状态 101;
- 第一 IDLE 状态 102;

- 第一 ON 状态 103；
- 第二 ON 状态 105；以及
- 可选：第二 IDLE 状态 104。

[0032] 在下文中，可更详细地解释电源开关的状态：

(1) OFF 状态 101：

OFF 状态 101 可具有两个内部状态：具有锁存器被设置的故障 OFF 状态以及正常 OFF 状态。在电源开关基于内部安全特征达到 OFF 状态 101 的情况下，故障 OFF 状态经由锁存器（其可被实现为可被设置或重新设置的旗标）指示：已通过内部机制而不是通过外部控制达到 OFF 状态 101。正常 OFF 状态指示整个开关（例如，如果被实现为单个芯片的话是芯片）已被去激活（例如由于外部控制信号）。在 OFF 状态 101 中，开关消耗非常少的功率。

[0033] (2) 第一 ON 状态 103：

在第一 ON 状态 103 中，可激活低的漏源电阻，电源开关可具有低的 DMOS 电阻、正常功率消耗，并提供充分的安全功能性。这种安全功能性可包括：

- 过电流保护；
- 过热(over-temperature)保护；
- 极性保护；以及
- 防止逻辑电路的错误电流方向。

[0034] 优选地，激活可用的 DMOS 区域，从而提供高电流承载能力。

[0035] 可感测高电流。可经由至少一个端子将关于感测的电流的信息供应给微控制器，并且从而用来经由软件模拟保险丝，即保险丝的功能性可取决于感测的电流的量。

[0036] 第一 ON 状态 103 特别用于到处驾驶的车辆的有效状态期间或者在车辆的停放状态过程中所提供电流感测功能性期间。

[0037] (3) 第一 IDLE 状态 102：

在第一 IDLE 状态 102 中，电源开关具有低的漏源电阻，并且消耗非常少的功率（例如 30 μ A 左右）。开关可提供基本的安全特征，例如过电压保护（在漏源电压达到或超过预定阈值的情况下）和过热保护。

[0038] 当车辆处于长期停放状态时，可使用 IDLE 状态 102。

[0039] 电源开关可由控制单元（例如微控制器）触发而从 IDLE 状态 102 改变到第一 ON 状态 103 中和 / 或改变到第二 ON 状态 105 中，用于进行电流感测。在已经进行电流感测之后，电源开关可返回到 IDLE 状态 102。

[0040] (4) 第二 ON 状态 105：

在第二 ON 状态 105 中，电源开关具有比在第一 ON 状态 103 中高的漏源电阻，正常的功率消耗和有限的安全功能性：在过电流和 / 或过热的情况下，断开电源开关。

[0041] 在第二 ON 状态 105 中，电源开关可感测小电流（例如 10mA）。这允许检测非常低的漏电流，从而更有效地保护车辆的电气系统。

[0042] 可经由至少一个端子将感测的电流（或关于感测的电流的任何信息）供应给微控制器，并且它可用来经由软件模拟保险丝，用于低功率负载和 / 或细导线的保护，例如在 10mA 到 1.5A 之间的范围内。

[0043] 该第二 ON 状态 105 可有利地用于小电流的精确测量，例如在车辆的驾驶状态或停

放状态。

[0044] (5) 第二 IDLE 状态 104 :

在第二 IDLE 状态 104 中,电源开关具有比在第一 IDLE 状态 102 中高的漏源电阻,并且消耗非常少的功率(例如 30 μ A 左右)。开关可提供基本的安全特征,例如过电压保护(在漏源电压达到或超过预定阈值的情况下)和过热保护。

[0045] 当车辆处于长期停放状态时,可使用第二 IDLE 状态 104,在所述长期停放状态中可使用到细导线或高阻抗负载的连接。

[0046] 电源开关可由控制单元(例如微控制器)触发而从第二 IDLE 状态 104 改变到第一 ON 状态 103 中和 / 或改变到第二 ON 状态 105 中,用于进行电流感测。在已经进行电流感测之后,电源开关可返回到第二 IDLE 状态 104。

[0047] 根据示例,电源开关可包括被称为 DMOS A 和 DMOS B 的两个电子开关。DMOS A 和 B 可以 200:1 (A :B) 的比率共享 DMOS 面积。在第二 IDLE 状态 104 中以及在第二 ON 状态 105 中,只激活 DMOS B,而在第一 IDLE 状态 102 中以及在第一 ON 状态 103 中,激活 DMOS A 和 DMOS B。电子开关中的每一个可包括漏极、源极和栅极端子。因此,DMOS A 可被称为高功率 DMOS,而 DMOS B 可被称为低功率 DMOS。

[0048] 注意的是 :也可使用其它类型的电子开关。例如晶体管、PMOS、NMOS、FET、JFET、IGBT 等。进一步注意的是 :DMOS A 和 / 或 DMOS B 可各自包括至少一个电子开关。

[0049] 低功率电荷泵可用于驱动处于第一 IDLE 状态 102 和处于第二 IDLE 状态 104 的电源开关的电子开关,而高功率电荷泵可用于驱动处于第一 ON 状态 103 和处于第二 ON 状态 105 的电子开关。

[0050] 可实现各种各样的一个或多个电荷泵,例如如上所指示的两个电荷泵,例如高功率电荷泵和低功率电荷泵。作为替代方案,可使用单个电荷(例如高功率)泵。单个电荷泵可包括如上所述的两个电荷泵(低和高的电荷泵的)的功能性以提供使能电子开关以及其相关联部件(例如驱动器、比较器等)的低功率模式也是一种选项。

[0051] 在下文中,示例性地描述图 1 所示的转换 :

转换 106 :在由外部控制器(例如微控制器)指示的快速断开的情况下,进行从第一 IDLE 状态 102 到 OFF 状态 101 的状态改变。

[0052] 转换 150 :在下列条件之一的情况下,进行从第一 IDLE 状态 102 到 OFF 状态 101 的状态改变 :

- 电源开关的电子开关之一的漏源电压超过预定阈值,例如 100mV ;
- 满足过热条件。

[0053] 转换 107 :在保持高电流的情况下,电源开关仍然处于第一 IDLE 状态 102。在电源开关(例如电源开关的低功率 DMOS B)处的源漏电压不超过预定电流和 / 或温度的保护水平。

[0054] 转换 113 和 114 :在仍然需要高负载电流并且需要诊断和感测功能性的情况下,进行从第一 IDLE 状态 102 到第一 ON 状态 103 的转换 113。因此,在不再需要诊断和感测功能性时,进行转换 114。

[0055] 转换 111 和 112 :在激活电源开关的情况下,进行从 OFF 状态 101 到第一 ON 状态 103 的转换 111。因此,当去激活(断开)电源开关时,进行转换 112。

[0056] 转换 151 :转换 151 是电源开关的另一个自主保护特征的结果 :如果过电流保护阈值达到或超过预定限度,或者如果满足(过热)温度条件,电源开关从第一 ON 状态 103 进入 OFF 状态 101。

[0057] 转换 108 :在负载保持需要高电流的情况下并且在需要充分保护和感测功能性的情况下,电源开关仍然处于第一 ON 状态 103。

[0058] 转换 116 :从第一 ON 状态到第二 ON 状态的转换 116 指示 :负载电流达到或降到低于预定阈值(例如 10A),并且断开 DMOS A 以激活低电流感测范围。

[0059] 转换 115 :从第二 ON 状态到第一 ON 状态的转换 115 指示 :负载电流达到或超过预定阈值(例如 2.5A),并且打开 DMOS A 以激活高电流感测范围并进入电源开关的降低的功率消耗模式。

[0060] 转换 110 :在负载电流保持为低(例如低于 2.5A 的阈值)的情况下,并且在需要充分保护和感测功能性的情况下,电源开关仍然处于第二 ON 状态 105。此外电源开关仍然在低电流感测范围内。

[0061] 转换 123 和 124 :在负载电流保持为低(例如低于 2.5A 的阈值)且不需要(例如周期性的)诊断和感测功能性的情况下,进行从第二 ON 状态 105 到第二 IDLE 状态 104 的转换 124。因此,当需要诊断和感测功能性时,进行转换 123。

[0062] 转换 109 :在负载电流保持为低(例如低于 2.5A 的阈值)的情况下,电源开关仍然处于第二 IDLE 状态 104。电源开关(例如电源开关的低功率 DMOS B)处的源漏电压不超过预定电流和 / 或温度保护水平。

[0063] 转换 121 和 122 :在负载电流在大和小(例如大于 2.5A 以及小于 2.5A)之间切换的情况下,并且在需要(例如周期性的)诊断和感测功能性的情况下,进行从第二 IDLE 状态 104 到第一 ON 状态 103 的转换 121。因此,在负载电流为小且不需要诊断和感测功能性的情况下,进行转换 122。

[0064] 转换 152 :在下列条件之一的情况下,进行从第二 IDLE 状态 104 到 OFF 状态 101 的状态改变 :

- 电源开关的电子开关之一的漏源电压超过预定阈值,例如 500mV ;
- 满足过热条件。

[0065] 转换 150 到 152 可以是电源开关的集成自主保护特征的结果。剩余的转换可以是例如由微控制器提供的外部触发或控制信号的结果。

[0066] 图 2 示出用于电源开关的替代状态图,该电源开关包括图 1 所示的状态中的一些。除了以上关于图 1 所述的以外,在图 2 中还介绍下列转换 :

转换 202 :如果确定低负载电流(例如低于 2.5A),进行从第一 IDLE 状态 102 到第二 IDLE 状态 104 的转换 202。断开 DMOS A 以激活电源开关的低功率消耗模式。

[0067] 转换 201 :如果电源开关的电子开关之一的漏源电压超过预定阈值,例如 500mV,进行从第二 IDLE 状态 104 到第一 IDLE 状态 102 的转换 201。打开 DMOS A 以降低电源开关的电阻(漏源电阻)。

[0068] 转换 203 :如果确定低负载电流(例如低于 2.5A),进行从第一 ON 状态 103 到第二 IDLE 状态 104 的转换 203。断开 DMOS A 以激活电源开关的低功率消耗模式。

[0069] 转换 154 :在电源开关的电子开关之一的漏源电压超过预定阈值,例如 100mV,以

及满足过热条件的情况下,进行从第一 IDLE 状态 102 到第一 ON 状态 103 的状态改变。

[0070] 转换 155:在电源开关的电子开关之一的漏源电压超过预定阈值,例如 500mV,以及满足过热条件的情况下,进行从第二 IDLE 状态 104 到第一 ON 状态 103 的状态改变。

[0071] 转换 156:在下列条件之一的情况下,进行从第二 ON 状态 105 到第一 ON 状态 103 的状态改变:

- 电源开关的电子开关之一的漏源电压超过预定阈值,例如 500mV;
- 满足过热条件。

[0072] 转换 151 和 154 到 156 可以是电源开关的集成自主保护特征的结果。剩余的转换可以是例如由微控制器提供的外部触发或控制信号的结果。

[0073] 图 3 示出基于图 1 所示的图的用于电源开关的另一个替换状态图。和图 1 相比,状态 101 由包括 FAIL OFF 状态和 OFF 状态的状态 301 替换。转换 150 到 152 和转换 157 指向 FAIL OFF 状态,FAIL OFF 状态可包括锁存器或旗标,该锁存器或旗标允许检测:触发状态 301 的转换基于电源开关的自主保护特征。转换 106 和 112 指向状态 301 的 OFF 状态部分。

[0074] 除了以上关于图 1 所述的以外,在图 3 中还介绍下列转换:

转换 157:如果满足(过热)温度条件,电源开关从第二 ON 状态 105 进入(FAIL)OFF 状态 301。

[0075] 在达到 OFF 状态之前,电源开关的 DMOS 器件(驱动器)二者都可被激活,使得两个 DMOS 器件可共享钳位能量。

[0076] 图 4 示出考虑到漏源电阻(R_{ds_on})和为状态 101 至 105 中每一个提供的保护功能的各种状态 101 至 105 的汇总表。电流感测特征在第一和第二 ON 状态中分别可用,其中“kilis”确定电流感测信号比(负载电流除以感测电流)。此外,第一和第二 ON 状态能够检测超过过电流保护阈值的电流(I_{trip})例如达 150A。在这种情况下,可以自主地断开电源开关,从而设置锁存器,该锁存器指示:由于内部保护特征,已经进入 OFF 状态。

[0077] 在 IDLE 状态中,漏源电压(V_{ds})检测是可行的,其中不同的 V_{ds} 阈值可以施加。在这种情况下,可以自主地断开电源开关,从而设置锁存器,该锁存器指示:由于内部保护特征,已经进入 OFF 状态。

[0078] 在 OFF 状态中,开路负载可被检查并与预定的 V_{ds} 阈值比较。

[0079] (过热)温度保护在 ON 和 IDLE 状态的任一个中是可行的。在检测(过热)温度事件的情况下,可以自主地断开电源开关,从而设置锁存器,该锁存器指示:由于内部保护特征,已经进入 OFF 状态。

[0080] 图 5 示出具有由(栅极)驱动器 502 驱动的 n 沟道 MOSFET M1 以及由(栅极)驱动器 503 驱动的 n 沟道 MOSFET M2 的示例性框图。MOSFET M1 的漏极和 MOSFET M2 的漏极连接到节点 508,节点 508 连接到电源电压 504。MOSFET M1 的源极连接到 MOSFET M2 的源极。MOSFET M1 和 M2 的两个源极都可经由电阻器(图 5 中未示出)连接到接地。

[0081] 注意的是:MOSFET M2 可对应于高功率 DMOS A,而 MOSFET M1 可对应于低功率 DMOS B (如上所解释)。因此,

- 在第一 IDLE 状态中和在第一 ON 状态中,MOSFET M1 和 M2 都是有效的,而
- 在第二 IDLE 状态中和在第二 ON 状态中,只有 MOSFET M1 是有效的。

[0082] 逻辑单元 501 控制驱动器 502 和驱动器 503。逻辑单元 501 可以是任何种类的控制设备,例如微控制器、控制器、处理器等。逻辑单元 501 可控制高功率电荷泵 506 和低功率电荷泵 507。高功率电荷泵 506 和低功率电荷泵 507 各自连接到电源电压 504,并向驱动器 502 和 503 提供功率,这取决于由逻辑单元 501 施加的一个或多个控制信号。

[0083] 经由单个输入引脚 505 控制逻辑单元 501。作为选项,可提供几个输入引脚(图 1 中未示出)以供应外部信号给逻辑单元 501。逻辑单元 501 可以是单个芯片解决方案的一部分。作为替代方案,可以分离地布置逻辑单元 501 的至少一部分,特别是与电荷泵 506、507、驱动器 502、503 和 / 或开关 M1、M2 分离。

[0084] 然而,逻辑单元 501 可包括解码器来代替巨量的输入引脚,该解码器能够解码例如位序列的各种模式(“命令”)以确定做出哪个决定。基于输入引脚和 / 或这种模式(的数目),用户具有高度的灵活性以利用电子开关和驱动电子开关的部件的各种功能性,特别是关于低能量模式。

[0085] 高功率电荷泵 506 示出被馈送到反相器 602 的振荡器信号 601。反相器 602 的输出经由电容器 C2 连接到节点 607,并经由包括反相器 603 和电容器 C1 的串联连接而连接到节点 608。节点 508 经由二极管 604 连接到节点 607,而节点 607 经由二极管 605 连接到节点 608。节点 608 经由二极管 606 连接到驱动器 502 并连接到驱动器 503。布置所有的二极管 604、605 和 606,使得它们的负极点朝向驱动器 502、503。

[0086] 低功率电荷泵 507 示出被馈送到反相器 610 的振荡器信号 609。反相器 610 的输出经由电容器 C4 连接到节点 615,并且经由包括反相器 611 和电容器的 C3 的串联连接而连接到节点 616。节点 508 经由二极管 612 连接到节点 615,而节点 615 经由二极管 613 连接到节点 616。节点 216 经由二极管 614 连接到驱动器 502,并连接到驱动器 503。布置所有的二极管 512、513 和 514,使得它们的负极点朝向栅极驱动器 502、503。

[0087] 栅极驱动器 502 包括两个电流镜 623、624 和两个电流源 621、622。逻辑单元 501 控制栅极驱动器 502:施加到节点 617 的信号或者激活开关 620 (如果由逻辑单元 501 提供的信号为高),或者 - 经由反相器 618- 激活开关 619 (如果由逻辑单元 501 提供的信号为低)。如果激活开关 620,电流源 621 的电流被镜像到节点 625,并且因此用来控制 MOSFET M1 的栅极。如果激活开关 619,电流源 622 的电流被镜像到 MOSFET M1 的栅极。因此,逻辑单元 501 可向栅极驱动器指示有效地充电或放电 MOSFET M1 的栅极。

[0088] 栅极驱动器 503 包括两个电流镜 633、634 和两个电流源 631、632。逻辑单元 501 控制栅极驱动器 503:施加到节点 627 的信号或者激活开关 630 (如果由逻辑单元 501 提供的信号为高),或者 - 经由反相器 628- 激活开关 629 (如果由逻辑单元 501 提供的信号为低)。如果激活开关 630,电流源 631 的电流被镜像到节点 635,并且因此用来控制 MOSFET M2 的栅极。如果激活开关 629,电流源 632 的电流被镜像到 MOSFET M2 的栅极。因此,逻辑单元 501 可向栅极驱动器指示有效地充电或放电 MOSFET M2 的栅极。

[0089] 可经由低功率电荷泵 507 保持在 MOSFET M1 的栅极处的电荷。此外,可经由低功率电荷泵 507 保持在 MOSFET M2 的栅极处的电荷。

[0090] 比较器单元 510 包括比较器 511 和参考电压 512,其中比较器 511 的第一输入连接到 MOSFET M1 的栅极,并且连接到 MOSFET M2 的栅极。比较器 511 的第二输入经由参考电压 512 连接到 MOSFET M1 的源极以及连接到 MOSFET M2 的源极。比较器 511 的输出连接到

逻辑单元 501。参考电压 512 允许调节 MOSFET M1 和 M2 之间的电压差之间的偏移。

[0091] 注意的是：可提供两个比较器单元来代替跨越 MOSFET M1 和 M2 组合测量电压的比较器单元 510，两个比较器单元的每一个用于 MOSFET M1 和 M2 之一，向逻辑单元 501 提供电压差信号。

[0092] 本文中所呈现的解决方案可在各种情景中使用。例如，电源开关可在以各种状态操作的设备中实现。一个示例是可具有不同功率消耗阶段的车辆，不同功率消耗阶段可被映射到本文所述的电源开关的状态。此外，电源开关可被用作断路器，例如用于能源供应、电池等。用于电源开关的另一个替代方案是实现(受控的)保险丝和 / 或任何类型的继电器开关功能。

[0093] 本文所提出的示例可特别基于下列解决方案中的至少一个。特别地，可利用下列特征的组合，以便达到期望的结果。方法的特征可与设备、装置或系统的任何一个或多个特征组合，或者反之亦然。

[0094] 提供一种电路，所述电路包括：

- 具有绝缘栅的第一电子开关；
- 具有绝缘栅的第二电子开关；
- 测量设备，用于确定在第一电子开关的绝缘栅处和在第二电子开关的绝缘栅处的电荷；
- 能量供应，用于基于由测量设备确定的电荷而向第一电子开关的绝缘栅并向第二电子开关的绝缘栅提供电荷；
- 逻辑单元，用于或者激活第一电子开关、或者激活电子开关中的两个或者不激活电子开关中的任何一个。

[0095] 因此，基于逻辑单元并基于测量设备，供应电路的几个状态。在第一 IDLE 状态中，两个电子开关都是有效的，与能量供应组合的测量设备确保栅极处的电荷不落到低于预定阈值。在第一 ON 状态中，两个电子开关都是在高电流模式中有效。在第二 ON 状态中，电子开关中只有一个是有效的，支持具有感测比在第一 ON 状态中较低电流的能力的低电流模式。在第二 IDLE 模式中，电路的功率节省是有效的：只有电子开关之一是有效的，而与能量供应组合的测量设备确保栅极处的电荷不降到低于预定阈值。

[0096] 测量设备可包括用于电子开关中每一个的至少一个测量设备。注意的是：每个电子开关，即第一电子开关和 / 或第二电子开关，可包括至少一个电子开关，特别是几个电子开关。

[0097] 逻辑单元可经由至少一个驱动器激活或去激活电子开关。

[0098] 在实施例中，与第二电子开关相比，第一电子开关是较低功率的开关。

[0099] 第一电子开关和第二电子开关可共享芯片面积(例如 DMOS 面积)，其中第一电子开关具有和第二电子开关相比较小部分的该面积。由第一电子开关所用的面积和由第二电子开关所用的面积相比的比率例如可达到 1 : 200。

[0100] 在实施例中，布置能量供应，以向电子开关的绝缘栅或者供应大量的电荷或者供应少量的电荷。

[0101] 在第一 IDLE 状态和第二 IDLE 状态中，少量的电荷可被供应给电子开关的栅极。特别地，在第一 IDLE 状态中，少量的电荷可被供应给第一和第二电子开关的栅极，而在第二

IDLE 状态中,少量的电荷可被供应给第一电子开关的栅极。

[0102] 在实施例中,能量供应包括下列中的至少一个:

- 单个电荷泵;
- 具有低功率模式和高功率模式的单个电荷泵;
- 低功率电荷泵和高功率电荷泵;
- 具有含有不同功率的这些电荷泵中的至少两个的多于两个的电荷泵;
- 至少一个电流源和电流镜;
- 高电流路径和低电流路径,其中高电流路径包括至少一个高电流源,而低电流路径包括至少一个低电流源。

[0103] 在实施例中,包括第一驱动器和第二驱动器,第一驱动器耦合在能量供应和第一电子开关的绝缘栅之间,第二驱动器耦合在能量供应和第二电子开关的绝缘栅之间。

[0104] 在实施例中,布置逻辑单元,用于直接或间接地控制能量供应、第一电子开关和第二电子开关,其中测量设备连接到逻辑单元,以向逻辑单元供应确定的电荷或确定的电荷的信息。

[0105] 在实施例中,能量供应包括低功率电荷泵,并且其中布置逻辑单元以至少部分地在至少一个 IDLE 状态期间选择低功率电荷泵。

[0106] 在实施例中,如果电路连接的设备进入低功率模式,进入至少一个 IDLE 状态。

[0107] 在实施例中,如果在绝缘栅处的电荷降低到低于预定义的阈值,暂时从至少一个 IDLE 状态重新激活电子开关。

[0108] 在实施例中,逻辑单元被布置成:

- 基于触发,通过向它的绝缘栅供应和在至少一个 IDLE 状态期间提供的电荷相比更大量的电荷,从至少一个 IDLE 状态重新激活电子开关,
- 执行预定义的动作,以及
- 重新激活至少一个 IDLE 状态。

[0109] 在实施例中,触发是下列中的至少一个:

- 施加到逻辑单元的外部信号;
- 故障的检测;
- 超过预定阈值的温度的检测;
- 超过预定阈值的电流的检测;
- 由定时器或时钟提供的触发。

[0110] 在实施例中,预定义的动作包括下列中的至少一个:

- 电流感测;
- 温度感测;
- 发布通知;
- 绝缘栅的再充电。

[0111] 在实施例中,电路包括测量单元以确定下列触发中的至少一个:

- 温度超过预定阈值;
- 电流超过预定阈值;
- 极性的改变;

- 电流在可能对逻辑电路有害的错误方向上流动；
- 定时器。

[0112] 在实施例中，能量供应包括高功率电荷泵，并且其中布置逻辑单元以至少部分地在至少一个 ON 状态期间选择高功率电荷泵。

[0113] 在实施例中，如果电路连接的设备进入正常操作模式，进入至少一个 ON 状态。

[0114] 在实施例中，在检测短路或过热的情况下或在预定义的信号被施加到逻辑单元的情况下，布置逻辑单元以将电子开关切换到 OFF 状态。

[0115] 在实施例中，测量设备包括比较器单元，其中比较器单元的输入连接到第一电子开关和 / 或连接到第二电子开关，以确定跨到电子开关的端子的电压。

[0116] 在实施例中，布置电路以在下列状态中的任一个中操作：

- 第一 ON 状态，在其中经由能量供应向第一电子开关和第二电子开关的绝缘栅供应大量的电荷；

- 第二 ON 状态，在其中经由能量供应向第一电子开关的绝缘栅供应大量的电荷；

- 第一 IDLE 状态，在其中经由能量供应向第一电子开关和第二电子开关的绝缘栅供应少量的电荷；

- OFF 状态，在其中断开第一电子开关和第二电子开关。

[0117] 在实施例中，在负载电流达到或降低到低于预定阈值的情况下，逻辑单元启动从第一 ON 状态到第二 ON 状态的转换。

[0118] 在实施例中，电路被布置为在下列状态中操作：

- 第二 IDLE 状态，在其中经由能量供应向第一电子开关的绝缘栅供应少量的电荷。

[0119] 在实施例中，在检测达到或达不到预定阈值的负载电流和 / 或不需要诊断和 / 或感测功能性的情况下，逻辑单元启动从第一 ON 状态到第二 IDLE 状态的转换。

[0120] 在实施例中，在检测达到或达不到预定阈值的负载电流的情况下和 / 或在不需要任何诊断和 / 或感测功能性的情况下，逻辑单元启动从第一 IDLE 状态到第二 IDLE 状态的转换。

[0121] 在实施例中，该电路包括用于存储至少一个状态的存储器。

[0122] 在实施例中，电子开关包括下列中的至少一个：

- 晶体管，
- PMOS，
- NMOS，
- FET，
- JFET，
- IGBT。

[0123] 在实施例中，电子开关是 n 沟道高侧开关。

[0124] 提供一种车辆，所述车辆包括如本文所述的至少一个电路。

[0125] 此外，提供一种方法，用于控制具有绝缘栅的第一电子开关和具有绝缘栅的第二电子开关，该方法包括步骤：

- 确定在第一电子开关的绝缘栅处和在第二电子开关的绝缘栅处的电荷；
- 基于确定的电荷，向第一电子开关的绝缘栅和第二电子开关的绝缘栅提供电荷；

- 或者激活第一电子开关,或者激活电子开关中的两个,或者不激活电子开关中的任何一个。

[0126] 在实施例中,电子开关在下列状态中的任一个中操作:

- 第一 ON 状态,在其中经由能量供应向第一电子开关和第二电子开关的绝缘栅供应大量的电荷;

- 第二 ON 状态,在其中经由能量供应向第一电子开关的绝缘栅供应大量的电荷;

- 第一 IDLE 状态,在其中经由能量供应向第一电子开关和第二电子开关的绝缘栅供应少量的电荷;

- OFF 状态,在其中断开第一电子开关和第二电子开关。

[0127] 在实施例中,在负载电流达到或降到低于预定阈值的情况下,进行从第一 ON 状态到第二 ON 状态的转换。

[0128] 在实施例中,其中在下列状态中操作电子开关:

- 第二 IDLE 状态,在其中经由能量供应向第一电子开关的绝缘栅供应少量的电荷。

[0129] 在实施例中,在负载电流达到或达不到预定阈值和 / 或不需要诊断或感测功能性的情况下,进行从第一 ON 状态到第二 IDLE 状态的转换。

[0130] 在实施例中,在检测达到或达不到预定阈值的负载电流的情况下,或者在不需要任何诊断或感测功能性的情况下,进行从第一 IDLE 状态到第二 IDLE 状态的转换。

[0131] 在实施例中,如果电子开关可连接的设备进入低功率模式,进入第一 IDLE 状态或第二 IDLE 状态。

[0132] 在实施例中,

- 如果在绝缘栅处的电荷降到低于预定义的阈值,从第一 IDLE 状态到第一 ON 状态重新激活第一电子开关和第二电子开关;

- 增加在绝缘栅处的电荷;

- 重新进入第一 IDLE 状态。

[0133] 在实施例中,

- 基于触发,进行从第一 IDLE 状态到第一 ON 状态或者从第二 IDLE 状态到第二 ON 状态或者从第二 IDLE 状态到第一 ON 状态的状态转换,

- 执行预定义的动作;

- 重新激活第一 IDLE 状态或第二 IDLE 状态。

[0134] 在实施例中,触发是下列中的至少一个:

- 施加到逻辑单元的外部信号;

- 故障的检测;

- 超过预定阈值的温度的检测;

- 超过预定阈值的电流的检测;

- 由定时器或时钟提供的触发。

[0135] 在实施例中,预定义的动作是下列中的至少一个:

- 电流感测;

- 温度感测;

- 发布通知;

- 绝缘栅的再充电。

[0136] 在实施例中,在检测短路或过热的情况下或在预定义的信号的情况下,电子开关进入 OFF 状态。

[0137] 此外,提供了一种电子开关电路,所述电子开关电路包括:

- 用于确定在第一电子开关的绝缘栅处和在第二电子开关的绝缘栅处的电荷的装置;
- 用于基于确定的电荷而向第一电子开关的绝缘栅和第二电子开关的绝缘栅提供电荷的装置;
- 用于或者激活第一电子开关、或者激活电子开关中的两个、或者不激活电子开关中的任何一个的装置。

[0138] 虽然已经公开了本发明的各种示例性实施例,但是将对本领域技术人员明显的是:可做出将实现本发明的一些优点的各种变化和修改,而不脱离本发明的精神和范围。将对本领域技术人员显而易见的是:可以适当地取代执行相同功能的其它部件。应当提到的是:参照具体图解释的特征可与其它图中的特征组合,即使在这未被明确提及的那些情况下。此外,本发明的方法或者可在使用适当的处理器指令的所有软件实现方式中或者可在混合实现方式中实现,所述混合实现方式使用硬件逻辑和软件逻辑的组合来实现相同的结果。对本发明概念的这种修改旨在由所附权利要求覆盖。

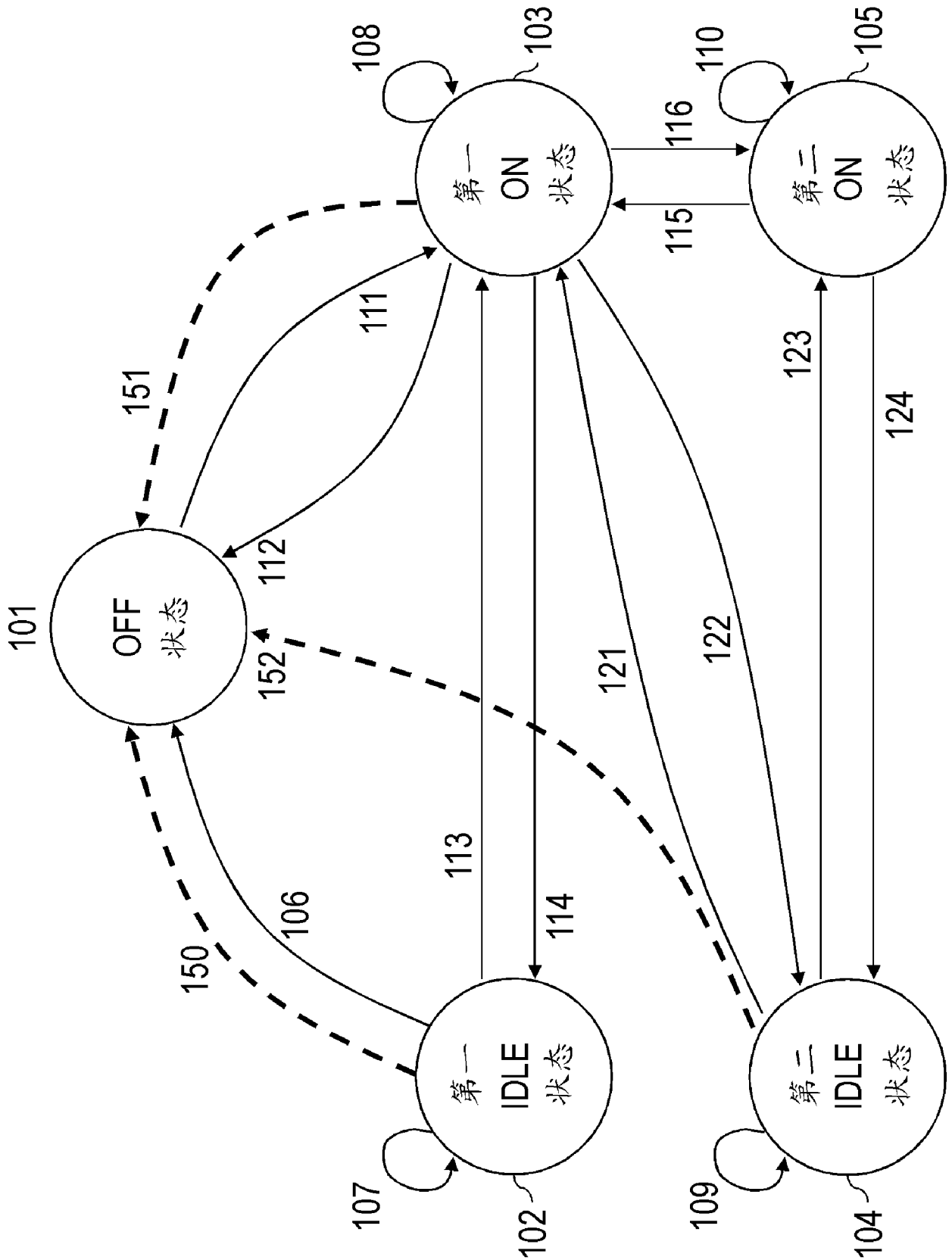


图 1

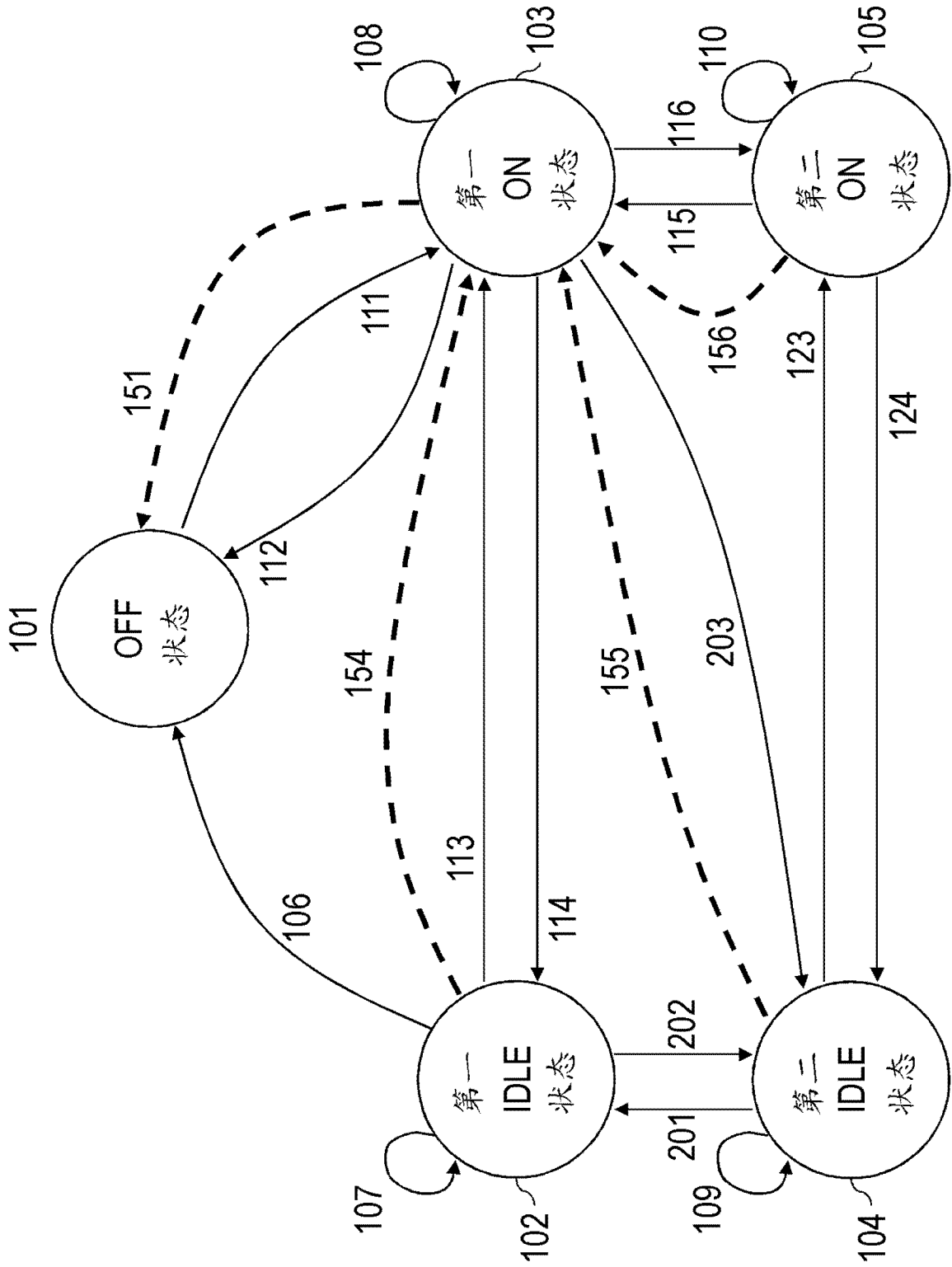


图 2

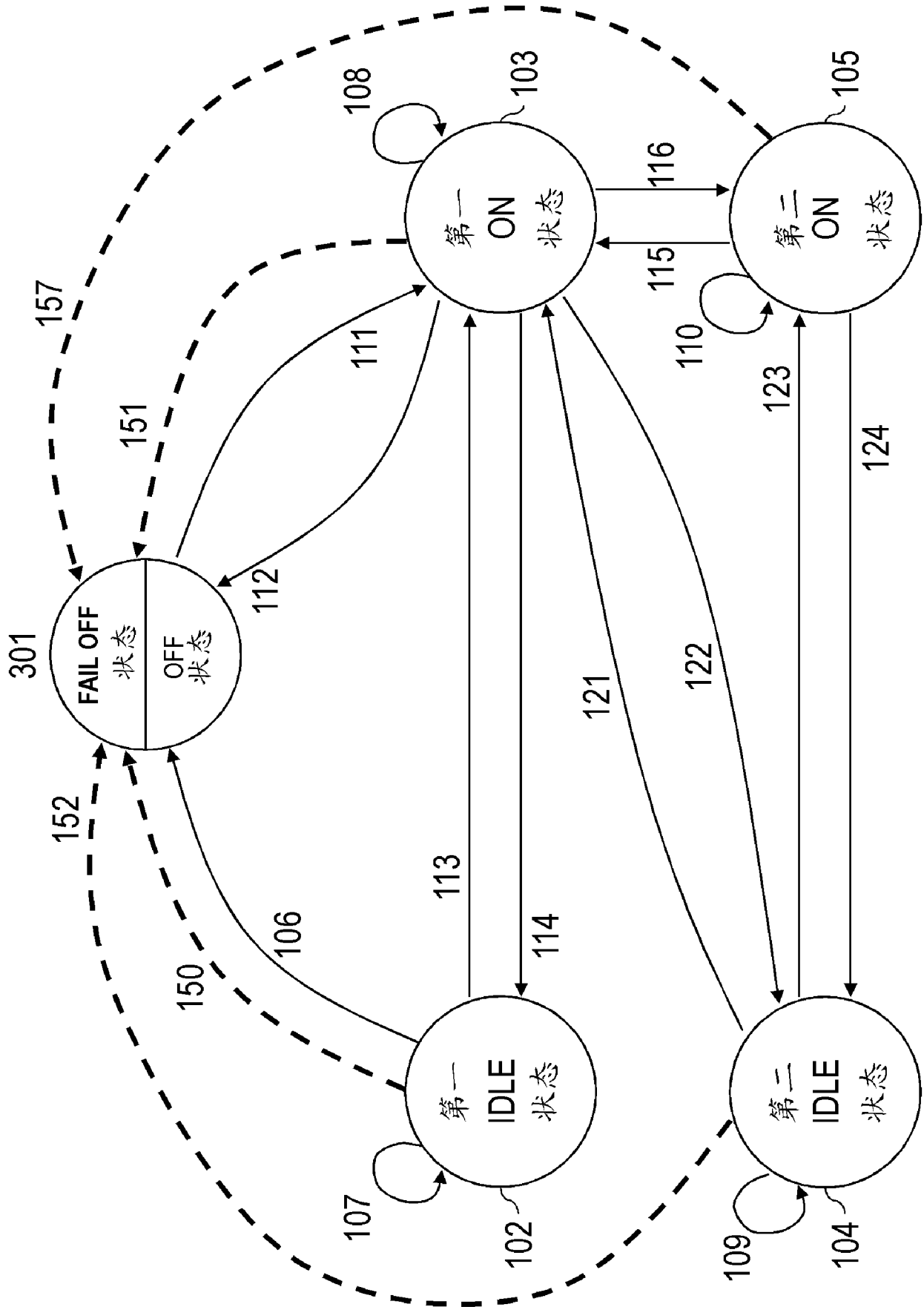


图 3

状态	Rds_on (mΩ)	保护功能			
		电流感测	Itrip (A)	Vds检测	过热保护
第一ON 状态	1	是, Kilis= 300~60k	是, @ Itrip=150A 自主切换OFF & 锁存器	否	是, 自主切换OFF &锁存器
第二ON 状态	200	是, Kilis=300	是, @ Itrip=150A 自主切换OFF & 锁存器	否	是, 自主切换OFF &锁存器
第二IDLE 状态	200	否	否	是, 如果Vds>500mV -> 自主切换OFF &锁存器	是, 自主切换OFF &锁存器
第一IDLE 状态	1	否	否	是, 如果Vds>100mV -> 自主切换OFF &锁存器	是, 自主切换OFF &锁存器
OFF状态	∞	否	否	是, 检查处于OFF的 开路负载, 检测电平 Vds=2, 5V	否

图 4

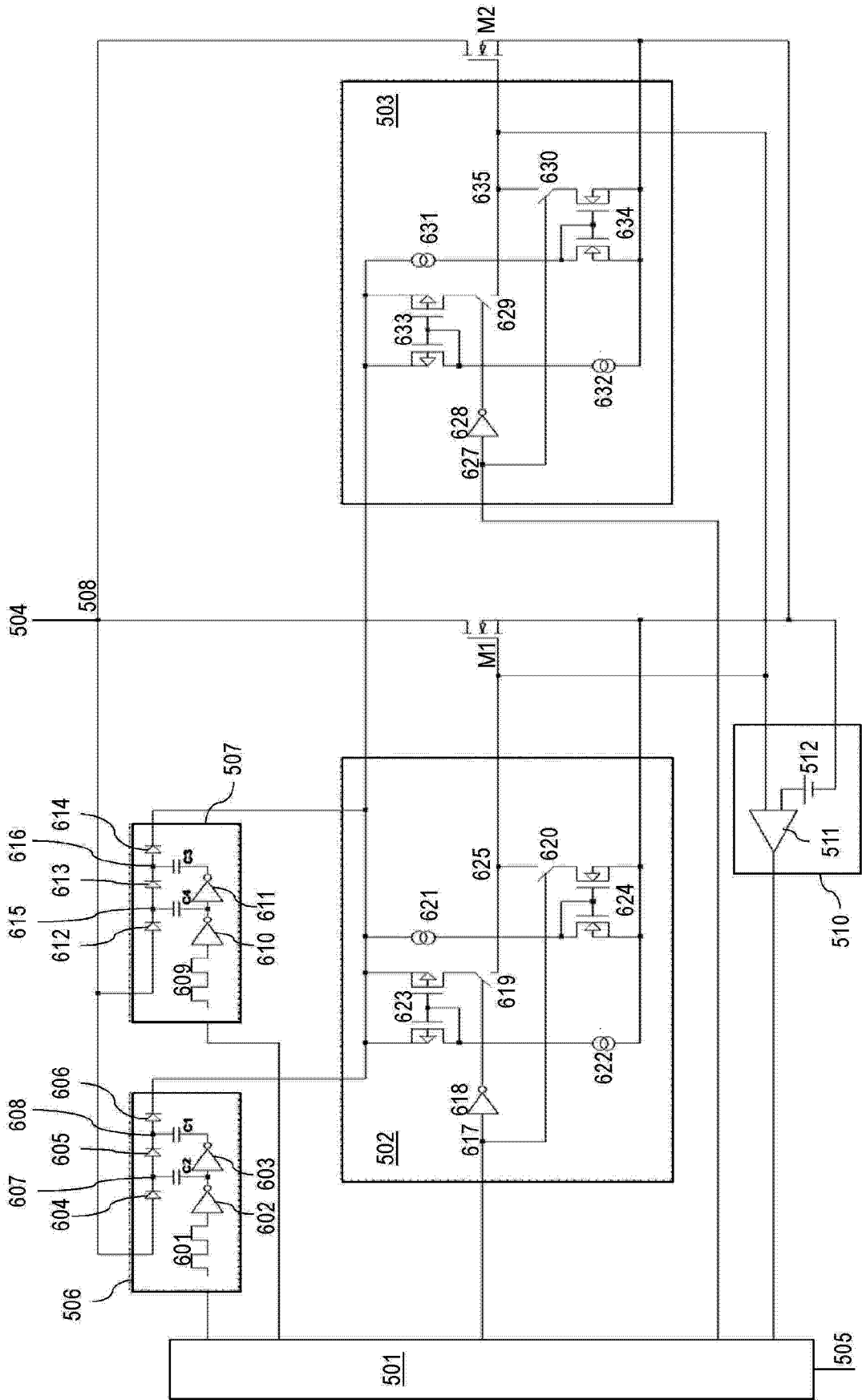


图 5