



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104811019 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 29

(21) 申请号 201510187225. 7

(22) 申请日 2015. 04. 21

(71) 申请人 吴秀昌

地址 431700 湖北省天门市竟陵办事处辰己
村 5 组 16 号

申请人 吴斌波

(72) 发明人 吴秀昌 吴斌波

(74) 专利代理机构 深圳市金笔知识产权代理事
务所(特殊普通合伙) 44297

代理人 胡清方 彭友华

(51) Int. Cl.

H02M 1/08(2006. 01)

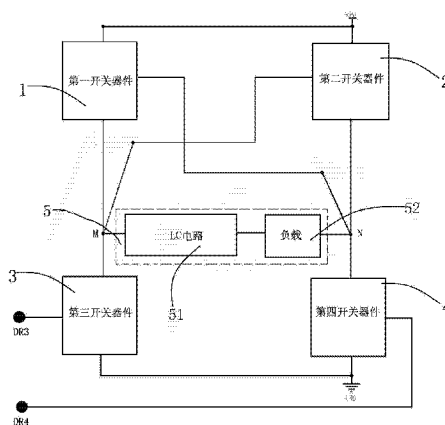
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

自适应新型软开关全桥电路驱动方法及全桥
驱动电路

(57) 摘要

一种自适应新型软开关全桥电路驱动方法及全桥驱动电路,其中全桥驱动电路包括第一开关器件、第二开关器件、第三开关器件和第四开关器件构成的全桥电路,第一外来控制信号与第三开关器件的第三控制端连接,第二外来控制信号与第四开关器件的第四控制端连接;在第一开关器件和第三开关器件之间的连接线路设有第一节点,在第二开关器件和第四开关器件之间的连接线路设有第二节点,第一开关器件的第一控制端与第二节点连接,第二开关器件的第二控制端与第一节点连接,第一节点通过具有电感特性的负载回路与第二节点连接。本发明具有电路简洁、很方便实现(零电压、零电流)软开关功能和电路布局灵活等优点。



1. 一种自适应新型软开关全桥电路驱动方法,包括第一开关器件、第二开关器件、第三开关器件和第四开关器件构成的全桥电路,所述第一开关器件和所述第三开关器件串联,所述第二开关器件与所述第四开关器件串联,所述第一开关器件和所述第二开关器件分别与电源的一端连接,所述第三开关器件和所述第四开关器件分别与电源的另一端连接,其特征在于:在使用所述全桥电路驱动负载的过程中,所述全桥电路按如下工作过程进行工作:

(1)、上电完成过后,第一外来控制信号控制所述第三开关器件导通,在所述第一开关器件和所述第三开关器件之间的连接线路中形成第一控制信号并控制所述第二开关器件导通,所述第二开关器件、具有电感特性的负载回路和所述第三开关形成工作回路;

(2)、所述第一外来控制信号控制所述第三开关器件断开,在所述第一开关器件和所述第三开关器件之间的连接线路中形成第二控制信号并控制所述第二开关器件断开;

所述第二开关器件断开后,在所述第二开关器件和所述第四开关器件之间的连接线路中形成第三控制信号,第三控制信号控制所述第一开关导通;

(3)、第一死区过后,第二外来控制信号控制所述第四开关器件导通;所述第一开关器件和所述第四开关器件导通后,电流在所述第一开关器件、所述具有电感特性的负载回路和所述第四开关之间形成工作回路;

(4)、所述第二外来控制信号控制所述第四开关器件断开,在所述第二开关器件和所述第四开关器件之间的连接线路中形成第四控制信号并控制所述第一开关器件断开,在所述第一开关器件和所述第三开关器件之间的连接线路中形成第五控制信号,所述第五控制信号控制所述第二开关器件导通;

(5)、第二死区过后,所述第一外来控制信号再次控制所述第三开关器件开通,所述第二开关器件和所述第三开关器件再次开通后,电流在所述第二开关器件、所述具有电感特性的负载回路和所述第三开关形成工作回路;

(6)、重复第(2)至(5)步,全桥电路循环工作。

2. 根据权利要求1所述的自适应新型软开关全桥电路驱动方法,其特征在于:所述第一外来控制信号和所述第二外来控制信号是含有所述第一死区、所述第二死区并且互补的一组驱动信号。

3. 根据权利要求1或2所述的自适应新型软开关全桥电路驱动方法,其特征在于:所述具有电感特性的负载回路包括负载,及与所述负载连接的并具有电感特性的电路,所述具有电感特性的电路用于向所述负载传输能量,并使所述全桥电路工作在所述具有电感特性的电路的感性区段。

4. 一种自适应新型软开关全桥驱动电路,包括第一开关器件、第二开关器件、第三开关器件和第四开关器件构成的全桥电路,所述第一开关器件和所述第三开关器件串联,所述第二开关器件与所述第四开关器件串联,所述第一开关器件和所述第二开关器件分别与电源的一端连接,所述第三开关器件和所述第四开关器件分别与电源的另一端连接,其特征在于:还包括具有电感特性的负载回路,第一外来控制信号与所述第三开关器件的第三控制端连通,第二外来控制信号与所述第四开关器件的第四控制端连通;在所述第一开关器件和所述第三开关器件之间的连接线路上设有第一节点,在所述第二开关器件和所述第四开关器件之间的连接线路上设有第二节点,所述第一开关器件的第一控制端与所述第二节点

点连接,所述第二开关器件的第二控制端与所述第一节点连接,所述第一节点通过所述具有电感特性的负载回路与所述第二节点连接。

5. 根据权利要求4所述的自适应新型软开关全桥驱动电路,其特征在于:所述具有电感特性的负载回路包括负载,及与所述负载连接的并具有电感特性的电路,所述具有电感特性的电路用于向所述负载传输能量,并使所述全桥电路工作在所述具有电感特性的电路的感性区段;所述具有电感特性的电路是LC电路或电感。

6. 根据权利要求4所述的自适应新型软开关全桥驱动电路,其特征在于:所述具有电感特性的负载回路包括具有电感特性的负载。

7. 根据权利要求4、5或6所述的自适应新型软开关全桥驱动电路,其特征在于:还包括第一箝位电路,所述第一箝位电路的两端分别与电源的一端和所述第二节点连接,所述第一箝位电路的第一箝位输出端与所述第一控制端连接。

8. 根据权利要求7所述的自适应新型软开关全桥驱动电路,其特征在于:还包括第二箝位电路,所述第二箝位电路的两端分别与电源的一端和所述第一节点连接,所述第二箝位电路的第二箝位输出端与所述第二控制端连接。

9. 根据权利要求4、5或6所述的自适应新型软开关全桥驱动电路,其特征在于:还包括第一反相器电路和具有正负箝位功能的第三箝位电路,所述第三箝位电路分别与所述第二节点和所述第一节点连接,所述第三箝位电路的第三箝位输出端通过所述第一反相器电路与所述第一控制端连接。

10. 根据权利要求9所述的自适应新型软开关全桥驱动电路,其特征在于:还包括第二反相器电路和具有正负箝位功能的第四箝位电路,所述第四箝位电路分别与所述第二节点和所述第一节点和通过启动电阻与电源的一端连接,所述第四箝位电路的第四箝位输出端通过所述第二反相器电路与所述第二控制端连接。

自适应新型软开关全桥电路驱动方法及全桥驱动电路

技术领域

[0001] 本发明涉及软开关全桥电路技术领域,尤其是涉及一种自适应新型软开关全桥电路驱动方法及全桥驱动电路。

背景技术

[0002] 在现有的技术中,全桥驱动电路有很多种,但是都存在很多的问题。如图1中所示的是辅助电源自举电平移位驱动全桥电路,这种结构的全桥电路的4个桥臂都需要直接连接驱动控制电路,尤其是上臂还需要高电压电平移位的驱动IC,同时还需要独立的自举电源,电路复杂,成本高,噪声大,损耗高,电路布局复杂。同时由于驱动IC内部要承受较高的电压,对驱动IC的性能及工艺的要求较高,可靠性可能会受到影响,而且占用体积和空间,给电路的排版及安装带来麻烦。

[0003] 请参见图2,图2中所示是目前较常用的变压器驱动全桥电路,这种结构的变压器驱动全桥电路,存在变压器成本高,并且由于变压器隔离直流的原因,初级侧的单极性脉冲经变压器隔离后会产生电平移位(零点移位的问题),导致4臂驱动电压的严重不平衡,且随着占空比偏离50%而加剧,需要增加较复杂的移位或钳位电路来解决这种不平衡的问题。还有这种电路各绕组间存在寄生分布参数,影响使用性能,且这种电路死区很难调整,需要复杂的处理电路完成,成本高,效果不好,实现软开关的难度增加。由于变压器体积大,单变压器驱动4个桥,电路布局很困难,不利于产品的小型化、简洁化、高可靠性和低噪声化。

发明内容

[0004] 为了克服上述问题,本发明向社会提供一种结构简单、损耗低、可靠性高、噪声小、可工作到较高工作频率和很方便同时实现四桥臂零电压或同时实现四桥臂零电压及零电流(接近零电流)软开关的自适应新型软开关全桥电路驱动方法及全桥驱动电路。

[0005] 本发明的一种技术方案是:提供一种自适应新型软开关全桥电路驱动方法,包括第一开关器件、第二开关器件、第三开关器件和第四开关器件构成的全桥电路,所述第一开关器件和所述第三开关器件串联,所述第二开关器件与所述第四开关器件串联,所述第一开关器件和所述第二开关器件分别与电源的一端连接,所述第三开关器件和所述第四开关器件分别与电源的另一端连接,在使用所述全桥电路驱动负载的过程中,所述全桥电路按如下工作过程进行工作:

(1)、上电完成过后,第一外来控制信号控制所述第三开关器件导通,在所述第一开关器件和所述第三开关器件之间的连接线路中形成第一控制信号并控制所述第二开关器件导通,所述第二开关器件、具有电感特性的负载回路和所述第三开关形成工作回路;

(2)、所述第一外来控制信号控制所述第三开关器件断开,在所述第一开关器件和所述第三开关器件之间的连接线路中形成第二控制信号并控制所述第二开关器件断开;

所述第二开关器件断开后,在所述第二开关器件和所述第四开关器件之间的连接线路中形成第三控制信号,第三控制信号控制所述第一开关导通;

(3)、第一死区过后,第二外来控制信号控制所述第四开关器件导通;所述第一开关器件和所述第四开关器件导通后,电流在所述第一开关器件、所述具有电感特性的负载回路和所述第四开关之间形成工作回路;

(4)、所述第二外来控制信号控制所述第四开关器件断开,在所述第二开关器件和所述第四开关器件之间的连接线路中形成第四控制信号并控制所述第一开关器件断开,在所述第一开关器件和所述第三开关器件之间的连接线路中形成第五控制信号,所述第五控制信号控制所述第二开关器件导通;

(5)、第二死区过后,所述第一外来控制信号再次控制所述第三开关器件开通,所述第二开关器件和所述第三开关器件再次开通后,电流在所述第二开关器件、所述具有电感特性的负载回路和所述第三开关形成工作回路;

(6)、重复第(2)至(5)步,全桥电路循环工作。

[0006] 作为对本发明的改进,所述第一外来控制信号和所述第二外来控制信号是含有所述第一死区、所述第二死区并且互补的一组驱动信号。

[0007] 作为对本发明的改进,所述具有电感特性的负载回路包括负载,及与所述负载连接的并具有电感特性的电路,所述具有电感特性的电路用于向所述负载传输能量,并使所述全桥电路工作在所述具有电感特性的电路的感性区段。

[0008] 本发明的另一种技术方案是:提供一种自适应新型软开关全桥驱动电路,包括第一开关器件、第二开关器件、第三开关器件和第四开关器件构成的全桥电路,所述第一开关器件和所述第三开关器件串联,所述第二开关器件与所述第四开关器件串联,所述第一开关器件和所述第二开关器件分别与电源的一端连接,所述第三开关器件和所述第四开关器件分别与电源的另一端连接,还包括具有电感特性的负载回路,第一外来控制信号与所述第三开关器件的第三控制端连通,第二外来控制信号与所述第四开关器件的第四控制端连通;在所述第一开关器件和所述第三开关器件之间的连接线路上设有第一节点,在所述第二开关器件和所述第四开关器件之间的连接线路上设有第二节点,所述第一开关器件的第一控制端与所述第二节点连接,所述第二开关器件的第二控制端与所述第一节点连接,所述第一节点通过所述具有电感特性的负载回路与所述第二节点连接。

[0009] 作为对本发明的改进,所述具有电感特性的负载回路包括负载,及与所述负载连接的并具有电感特性的电路,所述具有电感特性的电路用于向所述负载传输能量,并使所述全桥电路工作在所述具有电感特性的电路的感性区段;所述具有电感特性的电路是 LC 电路或电感。

[0010] 作为对本发明的改进,所述具有电感特性的负载回路包括具有电感特性的负载。

[0011] 作为对本发明的改进,还包括第一箝位电路,所述第一箝位电路的两端分别与电源的一端和所述第二节点连接,所述第一箝位电路的第一箝位输出端与所述第一控制端连接。

[0012] 作为对本发明的改进,还包括第二箝位电路,所述第二箝位电路的两端分别与电源的一端和所述第一节点连接,所述第二箝位电路的第二箝位输出端与所述第二控制端连接。

[0013] 作为对本发明的改进,还包括第一反相器电路和具有正负箝位功能的第三箝位电路,所述第三箝位电路分别与所述第二节点和所述第一节点连接,所述第三箝位电路的第

三箝位输出端通过所述第一反相器电路与所述第一控制端连接。

[0014] 作为对本发明的改进,还包括第二反相器电路和具有正负箝位功能的第四箝位电路,所述第四箝位电路分别与所述第二节点和所述第一节点和通过启动电阻与电源的一端连接,所述第四箝位电路的第四箝位输出端通过所述第二反相器电路与所述第二控制端连接。

[0015] 本发明由于将第一开关器件的第一控制端与第二节点连接,第二开关器件的第二控制端与第一节点连接,第一外来控制信号、第二外来控制信号分别控制第三开关器件、第四开关器件的导通或断开;在驱动负载的过程中,在第三开关器件断开时,导致第二开关器件断开并在第二节点形成控制信号控制第一开关器件导通,在第四开关器件断开时,导致第一开关器件断开并在第一节点形成控制信号控制第二开关器件导通,从而实现了交叉自激驱动的功能;并且还可以对全桥驱动电路进行拓展,通过使用箝位电路使全桥驱动电路工作在不同的供电电压范围内,当需要工作在高压时,还需要采用具有正负箝位功能的第三箝位电路、第四箝位电路、第一反相器电路和第二反相器电路,及与之适应的所述第一电子开关、所述第二电子开关、所述第三电子开关、所述第四电子开关。本发明的全桥驱动电路具有电路简洁、很方便的实现(零电压、零电流)软开关功能、开关速度快、损耗小、噪声低、可靠性高、可以在较高的频率下工作、减小体积、提供较大功率密度、电路布局灵活和应用方便等优点。

附图说明

[0016] 图1是现有技术中辅助电源自举电平移位驱动全桥电路的电路示意图。

[0017] 图2是现有技术中变压器驱动全桥电路的电路示意图。

[0018] 图3是本发明的一种实施例的原理方框结构示意图。

[0019] 图4是图3所示实施例的电路结构示意图。

[0020] 图5是图4的工作波形示意图。

[0021] 图6是本发明的另一种实施例的原理方框结构示意图。

[0022] 图7是本发明的第三种实施例的原理方框结构示意图。

[0023] 图8是本发明的第四种实施例的原理方框结构示意图。

[0024] 图9是图8所示实施例的一种电路结构示意图。

[0025] 图10是图8所示实施例的另一种电路结构示意图。

[0026] 图11是本发明的第五种实施例的原理方框结构示意图。

[0027] 图12是图10所示实施例的电路结构示意图。

[0028] 其中:1. 第一开关器件;2. 第二开关器件;3. 第三开关器件;4. 第四开关器件;5. 具有电感特性的负载回路;51. LC电路;52. 负载;53. 具有电感特性的负载;7. 第一箝位电路;8. 第二箝位电路;9. 第三箝位电路;10. 第四箝位电路;11. 第一反相器电路;111. 第一辅助电源;112. 第一反相器;12. 第二反相器电路;121. 第二辅助电源;122. 第二反相器。

具体实施方式

[0029] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能

理解为指示或暗示相对重要性。术语“安装”、“连接”、“相连”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以是通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明的具体含义。

[0030] 本发明提供一种自适应新型软开关全桥电路驱动方法,一种自适应新型软开关全桥电路驱动方法,包括第一开关器件、第二开关器件、第三开关器件和第四开关器件构成的全桥电路,所述第一开关器件和所述第三开关器件串联,所述第二开关器件与所述第四开关器件串联,所述第一开关器件和所述第二开关器件分别与电源的一端连接,所述第三开关器件和所述第四开关器件分别与电源的另一端连接,在使用所述全桥电路驱动负载的过程中,所述全桥电路按如下工作过程进行工作:

(1)、上电完成过后,第一外来控制信号控制所述第三开关器件导通,在所述第一开关器件和所述第三开关器件之间的连接线路中形成第一控制信号并控制所述第二开关器件导通,所述第二开关器件、具有电感特性的负载回路和所述第三开关形成工作回路;

(2)、所述第一外来控制信号控制所述第三开关器件断开,在所述第一开关器件和所述第三开关器件之间的连接线路中形成第二控制信号并控制所述第二开关器件断开;

所述第二开关器件断开后,在所述第二开关器件和所述第四开关器件之间的连接线路中形成第三控制信号,第三控制信号控制所述第一开关导通;

(3)、第一死区过后,第二外来控制信号控制所述第四开关器件导通;所述第一开关器件和所述第四开关器件导通后,电流在所述第一开关器件、所述具有电感特性的负载回路和所述第四开关之间形成工作回路;

(4)、所述第二外来控制信号控制所述第四开关器件断开,在所述第二开关器件和所述第四开关器件之间的连接线路中形成第四控制信号并控制所述第一开关器件断开,并在所述第一开关器件和所述第三开关器件之间的连接线路中形成第五控制信号,所述第五控制信号控制所述第二开关器件导通;

(5)、第二死区过后,所述第一外来控制信号再次控制所述第三开关器件开通,所述第二开关器件和所述第三开关器件再次开通后,电流在所述第二开关器件、所述具有电感特性的负载回路和所述第三开关形成工作回路;

(6)、重复第(2)至(5)步,全桥电路循环工作。

[0031] 本方法中,所述第一外来控制信号和所述第二外来控制信号是含有所述第一死区、所述第二死区并且极性互补的一组驱动信号。

[0032] 本方法中,所述具有电感特性的负载回路包括负载,及与所述负载连接的并具有电感特性的电路,所述具有电感特性的电路用于向所述负载传输能量,并使所述全桥电路工作在所述具有电感特性的电路的感性区段。所述具有电感特性的电路是 LC 电路或电感,所述负载是不具有电感特性的负载,如电阻、容性负载、负阻性负载、整流桥或整流器等。

[0033] 本方法中,所述具有电感特性的负载回路包括具有电感特性的负载,即当所述负载具有电感特性(漏电感)时,那么这种具有电感特性的负载就可以代替所述具有电感特性的电路中的电感,也就是说可以代替 LC 电路中的电感。

[0034] 当所述具有电感特性的负载回路包括具有电感特性的负载时,也就是说所述具有电感特性的负载回路中的电感特性是由所述具有电感特性的负载产生的。这时,还可以根

据实际需要,在所述具有电感特性的负载回路中,给所述具有电感特性的负载连接或不连接电感(也可以是含有电感的电路)。所述具有电感特性的负载是变压器、感应加热的线圈、无线充电发射线圈、扬声器、其他的电磁发射线圈、负载电阻或整流器等等,在这里不管所述具有电感特性的负载是什么样的结构,只要其具有电感特性都是本专利的保护范围。需要进一步说明的是,当使用感应加热的线圈或无线充电发射线圈作为所述具有电感特性的负载时,为了到达最佳的工作效果,所述具有电感特性的负载回路还包括电容,所述电容与所述具有电感特性的负载串联构成的回路。

[0035] 本方法中,所述第一外来控制信号和所述第二外来控制信号是通过高电平信号来分别控制所述第三开关器件和所述第四开关器件导通,并且所述第一外来控制信号和所述第二外来控制信号是通过低电平信号来分别控制所述第三开关器件和所述第四开关器件断开。

[0036] 本方法中,还可以通过低电平信号控制所述第三开关器件和所述第四开关器件导通,并通过高电平信号控制所述第三开关器件和所述第四开关器件断开。

[0037] 本方法中,所述第一控制信号、所述第三控制信号和所述第五控制信号可以是低电平信号,则所述第二控制信号和所述第四控制信号可以是高电平信号,那么所述第一开关器件和所述第二开关器件接收到低电平信号时导通,并且所述第一开关器件和所述第二开关器件接收到高电平信号时断开。

[0038] 本方法中,所述第一控制信号、所述第三控制信号和所述第五控制信号还可以是高电平信号,则所述第二控制信号和所述第四控制信号可以是低电平信号,那么所述第一开关器件和所述第二开关器件接收到高电平信号时导通,并且所述第一开关器件和所述第二开关器件接收到低电平信号时断开。

[0039] 本方法中,电源的一端是正极或负极,则电源的另一端是负极或正极。所述第三开关器件和所述第四开关器件是 PMOS 管或 NMOS 管,则所述第二开关器件和所述第一开关器件是 NMOS 管或 PMOS 管。所述第一开关器件、所述第二开关器件、所述第三开关器件和所述第四开关器件可以是快速晶闸管、可关断晶闸管、功率晶体管、场效应晶体管或 / 和绝缘栅晶体管。

[0040] 请参见图 3,图 3 所揭示的是一种自适应新型软开关全桥驱动电路的一种实施例的原理方框图,包括第一开关器件 1、第二开关器件 2、第三开关器件 3 和第四开关器件 4 构成的全桥电路,所述第一开关器件 1 和所述第三开关器件 3 串联,所述第二开关器件 2 与所述第四开关器件 4 串联,第一开关器件 1 和所述第二开关器件 2 分别与电源的一端连接,所述第三开关器件 3 和所述第四开关器件 4 分别与电源的另一端连接。

[0041] 本实施例中,还包括具有电感特性的负载回路 5,第一外来控制信号 DR3 与所述第三开关器件 3 的第三控制端连通,第二外来控制信号 DR4 与所述第四开关器件 4 的第四控制端连通;在所述第一开关器件 1 和所述第三开关器件 3 之间的连接线路上设有第一节点 M,在所述第二开关器件 2 和所述第四开关器件 4 之间的连接线路上设有第二节点 N,所述第一开关器件 1 的第一控制端与所述第二节点 N 连接,所述第二开关器件 2 的第二控制端与所述第一节点 M 连接,所述第一节点 M 通过所述具有电感特性的负载回路 5 与所述第二节点 N 连接。

[0042] 本实施例中,所述第一外来控制信号 DR3 和所述第二外来控制信号 DR4 是含有所

述第一死区、所述第二死区并且互补的一组驱动信号。

[0043] 本实施例中,所述具有电感特性的负载回路 5 包括负载 52,及与所述负载 52 连接并具有电感特性的电路,所述具有电感特性的电路用于向所述负载 52 传输能量,并使所述全桥电路工作在所述具有电感特性的电路的感性区段。所述具有电感特性的电路是 LC 电路 51,所述 LC 电路 51 还可以用电感代替,所述电感是外加电感或电路的分布电感。所述负载 52 是不具有电感特性的负载 52,如电阻、容性负载、负阻性负载、整流桥或整流器等。

[0044] 本实施例中,所述具有电感特性的负载回路 5 包括具有电感特性的负载,即当所述负载 52 具有电感特性(漏电感)时,那么这种具有电感特性的负载就可以代替所述具有电感特性的电路中的电感,也就是说可以代替所述 LC 电路 51 中的电感,即所述具有电感特性的负载回路 5 可以不直接使用电感,其原理方框图请参见图 6。

[0045] 在图 6 中,所述具有电感特性的负载回路 5 包括具有电感特性的负载 53,也就是说所述具有电感特性的负载回路 5 中的电感特性是由所述具有电感特性的负载 53 产生的。这时,还可以根据实际需要,在所述具有电感特性的负载回路 5 中,给所述具有电感特性的负载 53 连接或不连接电感(也可以是含有电感的电路)。所述具有电感特性的负载 53 是变压器、感应加热的线圈、无线充电发射线圈、扬声器、其他的电磁发射线圈、负载电阻或整流器等等,在这里不管所述具有电感特性的负载 53 是什么样的结构,只要其具有电感特性都是本专利的保护范围。需要进一步说明的是,当使用感应加热的线圈或无线充电发射线圈作为所述具有电感特性的负载时,为了到达最佳的工作效果,所述具有电感特性的负载 53 回路还包括电容 C9,所述电容 C9 与所述具有电感特性的负载 53 串联构成的回路。

本实施例中,所述第一开关器件 1、所述第二开关器件 2、所述第三开关器件 3 和所述第四开关器件 4 可以是快速晶闸管、可关断晶闸管、功率晶体管、场效应晶体管或 / 和绝缘栅晶体管。

[0046] 本实施例中,为了使所述第一开关器件 1、所述第二开关器件 2、所述第三开关器件 3 和所述第四开关器件 4 处于零电压零电流工作状态,可以通过合理设计所述 LC 电路 51 的电感和电容的值,或者选择合适的所述第一外来控制信号 DR3 和所述第二外来控制信号 DR4 的工作频率。

[0047] 本实施例中,所述第一外来控制信号 DR3 和所述第二外来控制信号 DR4 是一组互补的含有死区的开关信号,本实施例适合在电源电压较低的情况下使用。

[0048] 本实施例的使用原理是:

(1)、上电完成过后,第一外来控制信号 DR3 通过所述第三控制端控制所述第三开关器件 3 导通,在所述第一节点 M 形成第一控制信号,所述第一控制信号通过所述第二控制端控制所述第二开关器件 2 导通,所述第二开关器件 2、所述 LC 电路 51、负载 52 和所述第三开关形成工作回路;

(2)、所述第一外来控制信号 DR3 通过所述第三控制端控制所述第三开关器件 3 断开,在所述第一节点 M 形成第二控制信号,所述第二控制信号通过所述第二控制端控制所述第二开关器件 2 断开;

所述第二开关器件 2 断开后,在所述第二节点 N 形成第三控制信号,第三控制信号通过所述第一控制端控制所述第一开关导通;

(3)、第一死区过后,第二外来控制信号 DR4 通过所述第四控制端控制所述第四开关器

件 4 导通 ;所述第一开关器件 1 和所述第四开关器件 4 导通后,电流在所述第一开关器件 1、所述 LC 电路 51、负载 52 和所述第四开关之间形成工作回路 ;

(4)、所述第二外来控制信号 DR4 通过所述第四控制端控制所述第四开关器件 4 断开,在所述第二节点 N 形成第四控制信号并控制所述第一开关器件 1 断开,并在所述第一节点 M 形成第五控制信号,所述第五控制信号控制所述第二开关器件 2 导通 ;

(5)、第二死区过后,所述第一外来控制信号 DR3 再次控制所述第三开关器件 3 开通,所述第二开关器件 2 和所述第三开关器件 3 再次开通后,电流在所述第二开关器件 2、所述 LC 电路 51、负载 52 和所述第三开关形成工作回路 ;

(6)、重复第(2)至(5)步,全桥电路循环工作。

[0049] 本实施例中,所述第一外来控制信号 DR3、所述第二外来控制信号 DR4 是通过高电平信号来分别控制所述第三开关器件 3 和所述第四开关器件 4 导通,并且所述第一外来控制信号 DR3 和所述第二外来控制信号 DR4 是通过低电平信号来分别控制所述第三开关器件 3 和所述第四开关器件 4 断开。

[0050] 本实施例中,还可以通过低电平信号控制所述第三开关器件 3 和所述第四开关器件 4 导通,并通过高电平信号控制所述第三开关器件 3 和所述第四开关器件 4 断开。

[0051] 本实施例中,所述第一控制信号、所述第三控制信号和所述第五控制信号可以是低电平信号,则所述第二控制信号和所述第四控制信号可以是高电平信号,那么所述第一开关器件 1 和所述第二开关器件 2 接收到低电平信号时导通,并且所述第一开关器件 1 和所述第二开关器件 2 接收到高电平信号时断开。

[0052] 本实施例中,所述第一控制信号、所述第三控制信号和所述第五控制信号还可以是高电平信号,则所述第二控制信号和所述第四控制信号可以是低电平信号,那么所述第一开关器件 1 和所述第二开关器件 2 接收到高电平信号时导通,并且所述第一开关器件 1 和所述第二开关器件 2 接收到低电平信号时断开。

[0053] 本实施例中,电源的一端是正极或负极,则电源的另一端是负极或正极。所述第三开关器件 3 和所述第四开关器件 4 是 PMOS 管或 NMOS 管,则所述第二开关器件 2 和所述第一开关器件 1 是 NMOS 管或 PMOS 管。

[0054] 请参见图 4 和图 5,图 4 和图 5 是所揭示的是图 3 中所示实施例的电路图和工作波形图,本实施例中,第一开关器件 1、第二开关器件 2、第三开关器件 3 和第四开关器件 4 采用的是 PMOS 场效应晶体管 Q1、PMOS 场效应晶体管 Q2、NMOS 场效应晶体管 Q3 和 NMOS 场效应晶体管 Q4,以下简称 Q1、Q2、Q3 和 Q4,负载是变压器 T 以下简称 T。LC 电路 51 包括电容 C1 和与所述电容 C1 串联的电感 L,以下简称 C1 和 L。所述第一外来控制信号 DR3 和所述第二外来控制信号 DR4 以下简称 DR3 和 DR4,所述第一节点 M 简称 M 点,所述第二节点 N 以下简称 N 点,电源 Vin+ 简称 Vin+。所述全桥电路中电源电压和工作电压(DR3 和 DR4 电压值)低于 Q1、Q2、Q3 和 Q4 的栅极(V_{GS})最高耐压时,才可以实现 Q1、Q2 自激交叉驱动,即本实施例适合使用在低压全桥电路中。

[0055] 在下列描述中,Q1、Q2、Q3 和 Q4 的零电压断开或零电压导通是指 Q1、Q2、Q3 和 Q4 的漏极和源极之间的压差基本为零时的断开或导通过程。

[0056] 本实施例的工作原理是:启动状态,DR3、DR4 均为低电平,Q1、Q2 延迟一定时间也会截止,当 DR3 由低变高时,Q3 导通,M 点电位下降到地(第一控制信号),Q2 也随之导通(正

常工作是零电压导通), 电流 I1 通过 $Q2 \rightarrow T \rightarrow L \rightarrow C1 \rightarrow Q3 \rightarrow$ 地。

[0057] 经过一定时间, DR3 变为低电平, 由于 Q1、Q3 及 Q2 的分布电容存在, Q3 为零电压断开, 电流 I1 过渡为电流 I2, 给 M 点的分布电容 (Q1、Q3 及 Q2 的分布电容) 充电, 推动 M 点电位由地上升到 V_{in+} (第二控制信号), 电流 I1 过渡为电流 I2, 此时 Q2 零电压断开 (由于 Q2、Q4、Q1 的分布电容存在), 电流 I2 的继续流动使 N 点电压下降到地电位 (第三控制信号)。

[0058] Q1 零电压导通, Q4 进入零电压状态 (漏极和源极之间的压差基本为零), L 上的电流流向由电流 I2 过渡为电流 I3, 接下来 DR4 变为高电平, Q4 零电压导通, 随着电流 I3 的继续流动 (这里电流 I3 实际是两个时间段的电流组成即 $t6 \rightarrow t7$ 和 $t7 \rightarrow t8$), 电流 I3 对电容 C1 充电, 同时通过 T 放电, 电流 I3 很快降为 0。接下来在 V_{in} 和电容 C1 的电压作用下, L 上的电流过渡为电流 I4 (通过 $Q1 \rightarrow C1 \rightarrow L \rightarrow T \rightarrow Q4$) 方向 (实现电流换向) 并开始逐步上升, 并向 T 提供电流。

[0059] 经过一段时间后, Q4 零电压断开, 电流 I4 对 N 点分布电容 (Q2、Q1 及 Q4 的分布电容) 充电, N 点电压上升到 V_{in+} (第四控制信号), 电流 I4 流向改变为电流 I5。在这个过程中, Q1 零电压断开, 电流 I5 对 M 点分布电容反向充电, M 点电压下降到地 (第五控制信号)。在这个过程中, Q2 零电压导通, 经过死区后, DR3 变为高电平, Q3 零电压导通, 电流流向由电流 I5 过渡为电流 I6 (I6 实际是两部分电流组成即 $t2 \rightarrow t3$ 和 $t3 \rightarrow t4$), 待电流 I6 降为零后, 电流 I6 流向过渡为电流 I1, 完成一个工作周期。再经过一段时间后, DR3 变为低电平, Q3 零电压断开, 电流 I1 流向过渡为电流 I2。然后重复上述工作过程并一直延续下去。

[0060] 请参见图 7, 图 7 所揭示的是一种自适应新型软开关全桥驱动电路的第三种实施例, 其结构和图 3 中所示实施例的结构基本相同, 在这里不再对相同的结构进行重复描述。不同在于, 在本实施例中, 还包括二极管 D1、二极管 D2、二极管 D3 和二极管 D4, 二极管 D1、二极管 D2、二极管 D3 和二极管 D4 分别与其对应的第一开关器件 1、第二开关器件 2、第三开关器件 3 和第四开关器件 4 并联, 并且为其提供反向电流通路。在第一外来控制信号 DR3 和第二外来控制信号 DR4 之间的死区比较小的时候, 并且所述第一开关器件 1、所述第二开关器件 2、所述第三开关器件 3 和所述第四开关器件 4 有反向寄生二极管提供反向通路时, 可以将二极管 D1、二极管 D2、二极管 D3 和二极管 D4 省去。

[0061] 请参见图 8, 图 8 所揭示的是一种自适应新型软开关全桥驱动电路的第四种实施例的方框示意图, 其结构和图 3 中所示实施例的结构基本相同。不同在于, 还包括第一箝位电路 7 和第二箝位电路 8。

[0062] 在本实施例中, 所述全桥电路中电源电压、第一节点 M 的电压和第二节点 N 的电压变化范围超过第一开关器件 1 的第一控制端和第二开关器件 2 的第二控制端最高耐压时, 通过使用所述第一箝位电路 7 和所述第二箝位电路 8 箝制, 使箝制后的电压值满足所述第一控制端和所述第二控制端的安全驱动值, 从而使所述第一开关器件 1 和所述第二开关器件 2 实现自激交叉驱动。这种结构的全桥驱动电路适合于电压比较高的全桥驱动电路中。

[0063] 实施例中, 所述第一箝位电路 7 的两端分别与电源的一端和第二节点 N 连接, 所述第一箝位电路 7 的第一箝位输出端与所述第一控制端连接。

[0064] 本实施例中, 所述第二箝位电路 8 的两端分别与电源的一端和第一节点 M 连接, 所述第二箝位电路 8 的第二箝位输出端与所述第二控制端连接。

[0065] 本实施例中, 还可以给所述第一开关器件 1、所述第二开关器件 2、所述第三开关

器件 3 和所述第四开关器件 4 都相应地并联一个二极管(未图示)。

[0066] 请参见图 9, 图 9 所揭示的是图 8 中所示实施例的电路图, 在图 9 中, 第一开关器件 1、第二开关器件 2、第三开关器件 3 和第四开关器件 4 采用的是 PMOS 场效应晶体管 Q1、PMOS 场效应晶体管 Q2、NMOS 场效应晶体管 Q3 和 NMOS 场效应晶体管 Q4, 以下简称 Q1、Q2、Q3 和 Q4。

[0067] 本实施例中, 所述第一箝位电路 7 包括电阻 R1、稳压二极管 Z1 和电容 C2, 所述电阻 R1 和所述稳压二极管 Z1 并联, 其并联后的第一公共连接端与电源 V_{in+} 连接, 第二公共连接端分别与 Q1 栅极和电容 C2 的一端连接, 电容 C2 的另一端与第二节点 N 连接。

[0068] 本实施例中, 所述第二箝位电路 8 包括电阻 R2、稳压二极管 Z2 和电容 C3, 所述电阻 R2 和所述稳压二极管 Z2 并联, 其并联后的第一公共连接端与电源 V_{in+} 连接, 第二公共连接端分别与 Q2 栅极和电容 C3 的一端连接, 电容 C3 的另一端与第一节点 M 连接。

[0069] 本实施例中, 还可以在所述第一箝位电路 7 的基础上做相应的改进, 即在所述电容 C2 与 Q1 栅极之间串联一个电阻 R11 (请参见图 10)。还可以在所述第二箝位电路 8 的基础上做相应的改进, 即在所述电容 C3 与 Q2 栅极之间串联一个电阻 R22 (请参见图 10)。由于具有箝制电压功能的箝位电路有很多, 在这里不再一一举例, 只要是具有箝制电压功能的电路都是本实施例的保护范围。

[0070] 请参见图 11, 图 11 所揭示的是一种自适应新型软开关全桥驱动电路的第五种实施例的方框示意图, 其结构和图 3 中所示实施例的基本结构相同。不同在于, 还包括第一反相器电路 11、第二反相器电路 12、具有正负箝位功能的第三箝位电路 9 和具有正负箝位功能的第四箝位电路 10。

[0071] 所述第三箝位电路 9 和所述第一反相器电路 11 的作用是, 使被处理后最终传输给第一控制端的信号满足所述第一控制端的工作电压及相位的要求。所述第四箝位电路 10 和所述第二反相器电路 12 的作用是, 使被处理后最终传输给第二控制端的信号满足所述第二控制端的工作电压及相位的要求, 从而使第一开关器件 1 和第二开关器件 2 实现自激交叉驱动。这种结构的全桥驱动电路适合高压全桥电路。在这里还要补充说明的是: 这里的所述第一开关器件 1、所述第二开关器件 2 的驱动信号是通过所述第一节点 M、所述第二节点 N 的变换得到的, 不管是直接变换得到, 还是间接变换得到, 都属于本发明专利的保护范围。

[0072] 本实施例中, 所述第三箝位电路 9 分别与所述第二节点 N 和所述第一节点 M 连接, 所述第三箝位电路 9 的第三箝位输出端通过所述第一反相器电路 11 与所述第一控制端连接。

[0073] 本实施例中, 所述第一反相器电路 11 包括第一反相器和为所述第一反相器提供电能的第一辅助电源。所述第三箝位电路 9 对所述第一反相器的输入电压进行箝位, 使箝制后的电压满足所述第一反相器的输入电压要求。

[0074] 本实施例中, 所述第四箝位电路 10 分别与所述第二节点 N 和所述第一节点 M 和通过启动电阻 R3 与电源的一端连接, 所述第四箝位电路 10 的第四箝位输出端通过所述第二反相器电路 12 与所述第二控制端连接。

[0075] 本实施例中, 所述第二反相器电路 12 包括第二反相器和为所述第二反相器提供电能的第二辅助电源。所述第四箝位电路 10 对所述第二反相器的输入电压进行箝位, 使箝

制后的电压满足所述第二反相器的输入电压要求。

[0076] 请参见图 12, 图 12 所揭示的是图 11 中所示实施例的电路图, 在图 12 中, 第一开关器件 1、第二开关器件 2、第三开关器件 3 和第四开关器件 4 采用的都是 NMOS 场效应晶体管或绝缘栅晶体管。

[0077] 本实施例中, 第一反相器电路 11 包括第一反相器 112 和为所述第一反相器 112 提供电能的第一辅助电源 111, 所述第一辅助电源 111 包括电容 C6 和稳压二极管 Z3, 电容 C6 和稳压二极管 Z3 并联, 并联后的第一公共端与所述第一反相器 112 的一个电源供电端连接, 第二公共端与第二节点 M 连接, 所述第一反相器 112 的另一个电源供电端与所述第二节点 M 连接, 所述第一反相器 112 的反相信号输出端与第一开关器件 1 的第一控制端连接。所述第一辅助电源 111 可以是其他电源, 在这里不一一举例说明, 只要是为所述第一反相器电路 11 提供电能的电路都属于所述第一辅助电源 111 的保护范围。

[0078] 本实施例中, 所述第三箝位电路 9 包括电容 C4、二极管 D5 和二极管 D6, 电容 C4 的一端与第二节点 N 连接, 电容 C4 的另一端分别与二极管 D5 的正极、二极管 D6 的负极和所述第一反相器 112 的信号输入端连接, 二极管 D5 的负极与所述第一反相器 112 的一个电源供电端连接, 二极管 D6 的正极与所述第一节点 M 连接。

[0079] 本实施例中, 所述第二反相器电路 12 包括第二反相器 122 和为所述第二反相器 122 提供电能的第二辅助电源 121, 所述第二辅助电源 121 包括电容 C7 和稳压二极管 Z4, 电容 C7 和稳压二极管 Z4 并联, 并联后的第一公共端与所述第二反相器 122 的一个电源供电端连接, 第二公共端与所述第二节点 N 连接, 所述第二反相器 122 的另一个电源供电端与所述第二节点 N 连接, 所述第二反相器 122 的反相信号输出端与第二开关器件 2 的第二控制端连接。所述第二辅助电源 121 可以是其他电源, 在这里不一一举例说明, 只要是为所述第二反相器电路 12 提供电能的电路都属于所述第二辅助电源 121 的保护范围。

[0080] 本实施例中, 所述第四箝位电路 10 包括电容 C5、二极管 D7 和二极管 D8, 电容 C5 的一端与所述第一节点 M 连接, 电容 C5 的另一端分别与二极管 D7 的正极、二极管 D8 的负极和所述第二反相器 122 的信号输入端连接, 二极管 D7 的负极与所述第二反相器 122 的一个电源供电端和启动电阻 R3 的一端连接, 启动电阻 R3 的另一端与电源连接, 二极管 D8 的正极与所述第二节点 N 连接。

[0081] 本实施例中, 还可以给所述第一开关器件 1、所述第二开关器件 2、所述第三开关器件 3 和所述第四开关器件 4 都相应地并联一个二极管(未图示)。

[0082] 本实施例中, 第一外来控制信号端 DR3 和第二外来控制信号端 DR4 以下简称 DR3 和 DR4, 所述第一节点 M 简称 M 点, 所述第二节点 N 以下简称 N 点。

[0083] 本实施例的工作原理是: 启动状态, DR3、DR4 同为低电平, 所述第三开关器件 3、所述第四开关器件 4 处于断开状态; 由启动电阻 R3 充电的结果, 延迟一定的时间, N 点及 M 点均有较高的电位, 所述第一开关器件 1 断开。接下来 DR3 变为高电平, 所述第三开关器件 3 导通, M 点快速下降到地电位, 电流 I33 经 D8 给 C5 充电, 使所述第二反相器 122 的输入变为低电平, 所述第二反相器 122 输出为高电平, 所述第二开关器件 2 导通。由于所述第二开关器件 2 和所述第三开关器件 3 同时导通, 此时 N 点电位为 V_{in+} , M 点的电位为地电平, N 点的电流经三路流入 M 点, 这三路电流分别为: 1) 电流 I11 经负载 \rightarrow LC 电路 \rightarrow M 点, 同时向负载提供电流; 2) 电流 I22 经 C4 \rightarrow D5 \rightarrow C6 \rightarrow M 点, 给 C6 充电, C6 上储存的电能为所述第

一反相器 112 供电 ;3) 电流 I_{33} 经 $D8 \rightarrow C5 \rightarrow M$ 点, 导致所述第二反相器 122 输入端为低电位, 所述第二反相器 122 输出端为高电位, 使所述第二开关器件 2 维持导通。

[0084] 经过一段时间后, DR3 电位变为低电平, 所述第三开关器件 3 (零电压) 断开, 电流 I_{11} 的继续流动使 M 点上升为 V_{in+} , $C5$ 的放电电流 I_{55} 由 $C5$ 经 $D7 \rightarrow C7 \rightarrow N$ 点, 同时给 $C7$ 充电, $C7$ 上储存的电能为所述第二反相器 122 供电。此时所述第二反相器 122 输入端为高电平, 输出端为低电平, 所述第二开关器件 2 (零电压) 断开, 电流 I_{11} 的继续流动使 N 点的电位变为地电位。此时电流 I_{66} 经 $D6 \rightarrow C4 \rightarrow N$ 点, 使所述第一反相器 112 输入为低电平, 输出为高电平, 所述第一开关器件 1 (零电压) 导通, 此时 M 点为 V_{in+} , N 点电位为地电位, 同时电流 I_{55} 经 $C5 \rightarrow D7 \rightarrow C7 \rightarrow N$ 点, 给 $C7$ 充电, 经过死区后 DR4 变为高电平, 所述第四开关器件 4 (零电压) 导通。

[0085] 电流 I_{11} 过渡为电流 I_{44} , 电流 I_{44} 由 V_{in+} 经所述第一开关器件 1 \rightarrow LC 电路 5 \rightarrow 负载 \rightarrow 所述第四开关器件 4 到地, 向负载提供电流。经过一段时间后, DR4 变为低电平, 所述第四开关器件 4 (零电压) 断开, 电流 I_{44} 的继续流动推动 N 点电位到 V_{in+} , $C4$ 的放电电流 I_{22} 经 N 点 $\rightarrow C4 \rightarrow D5 \rightarrow C6 \rightarrow M$ 点, 使所述第一反相器输入为高电平, 输出为低电平, 所述第一开关器件 1 (零电压) 断开。电流 I_{44} 的继续流动使 M 点的电位降到地电位, 电流 I_{33} 的电流使所述第二反相器 122 输入为低电平, 输出为高电平, 所述第二开关器件 2 (零电压) 导通, 电流 I_{22} 经 $C4 \rightarrow D5$ 给 $C6$ 充电, 使所述第一反相器 112 输入被钳位在高电平, 输出为低电平, 维持所述第一开关器件 1 断开状态。经过死区后, DR3 变为高电平, 所述第三开关器件 3 (零电压) 导通, 电流 I_{44} 过渡为电流 I_{11} 重复上面的过程。

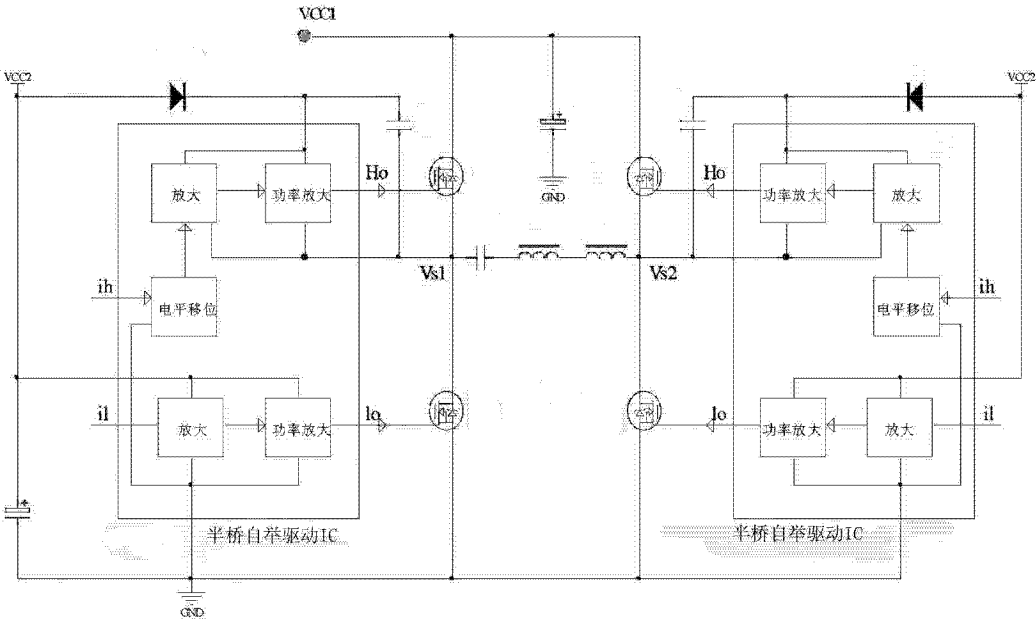


图 1

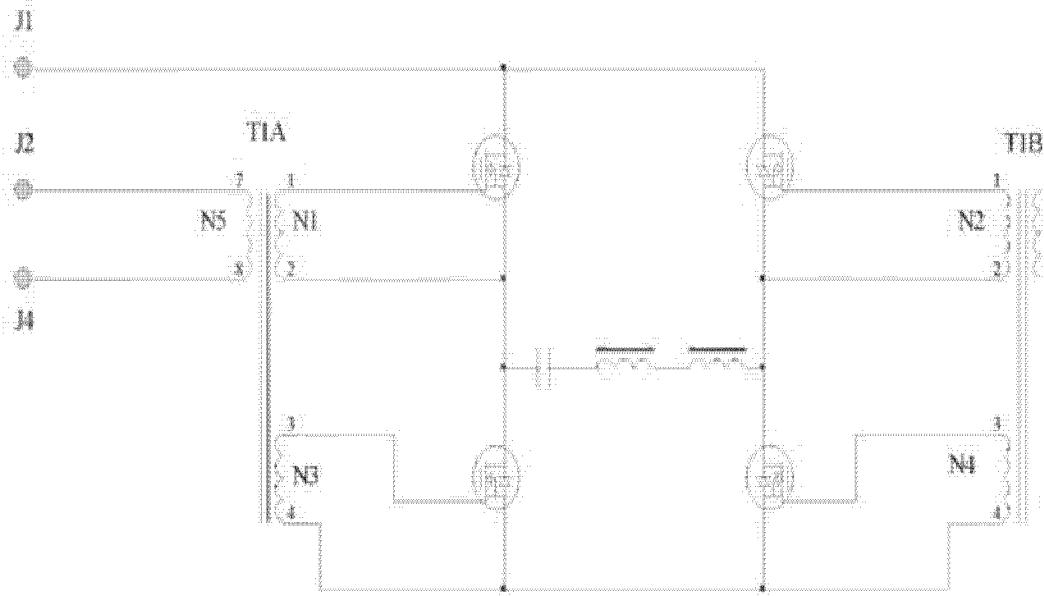


图 2

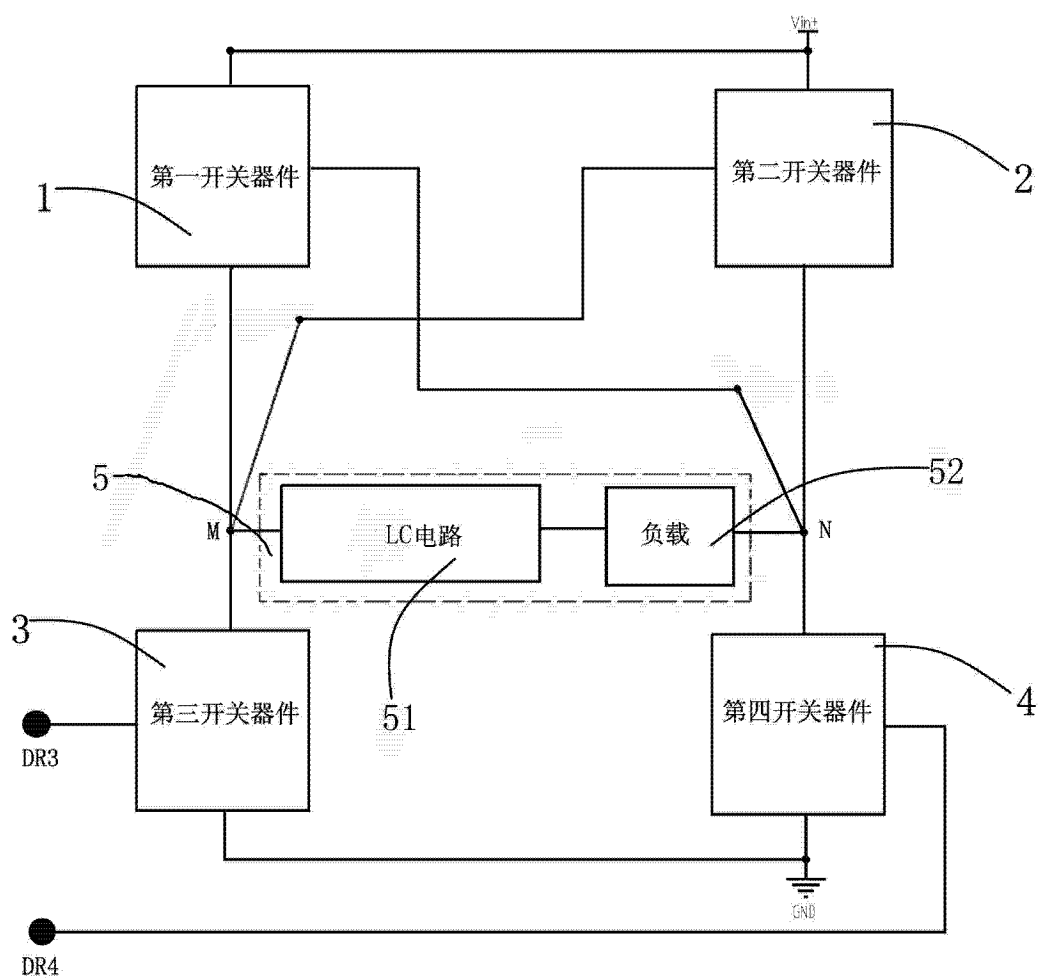


图 3

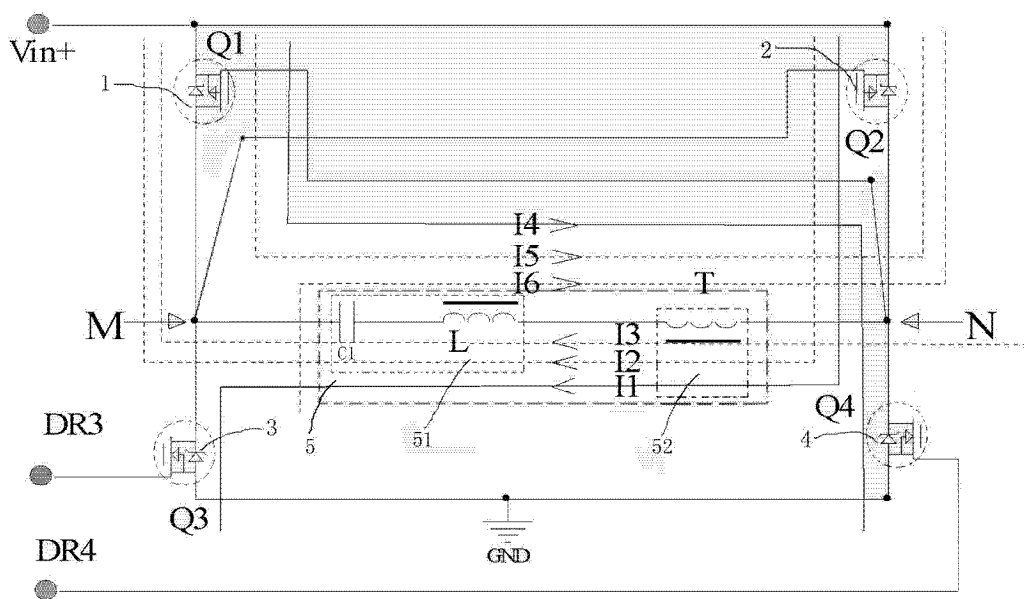


图 4

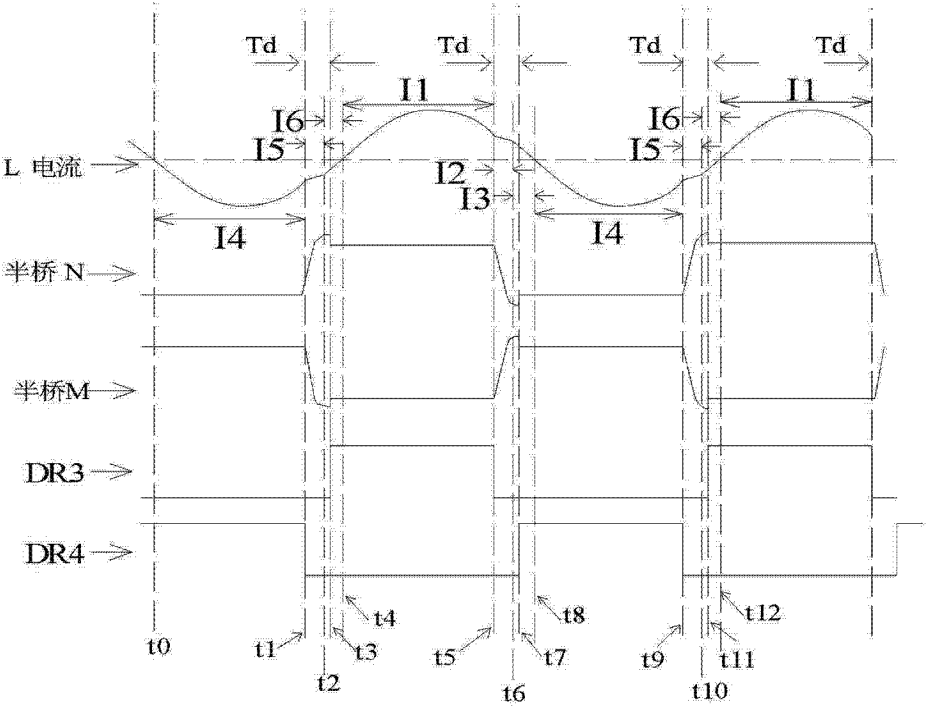


图 5

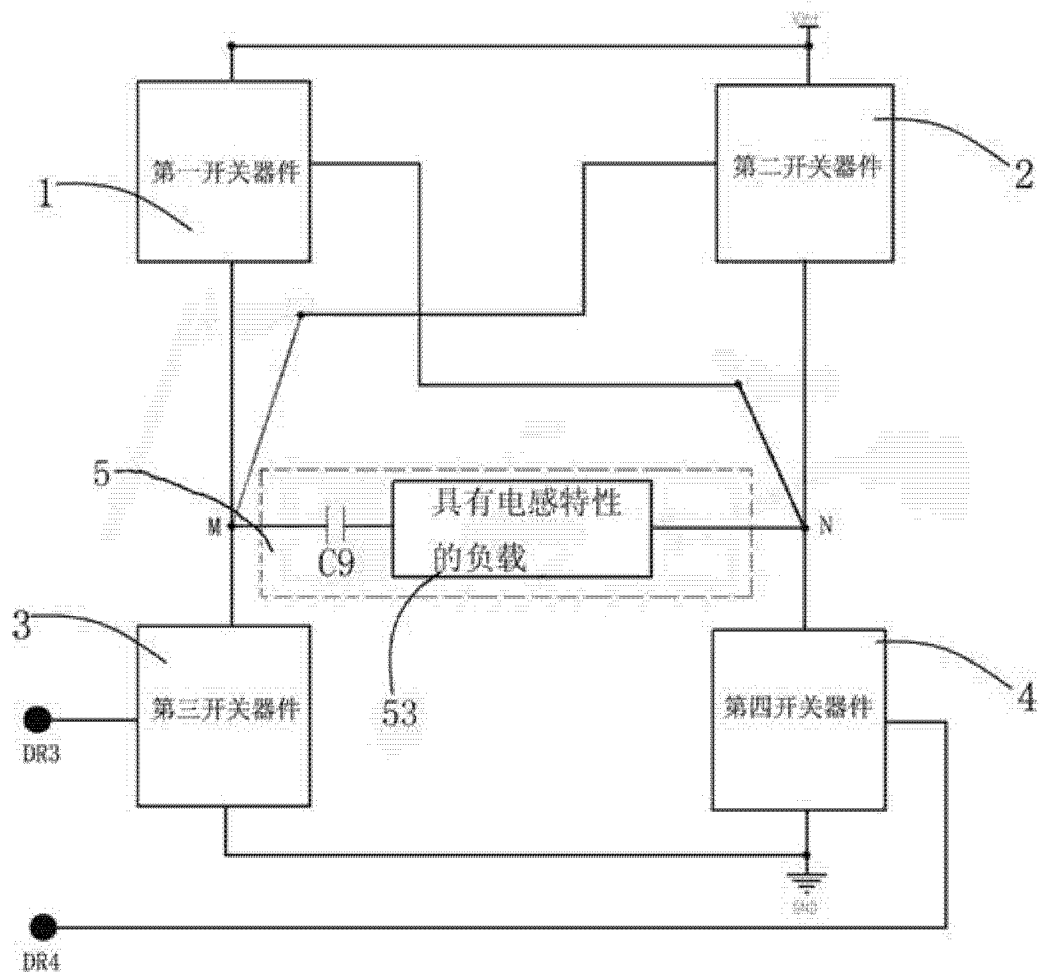


图 6

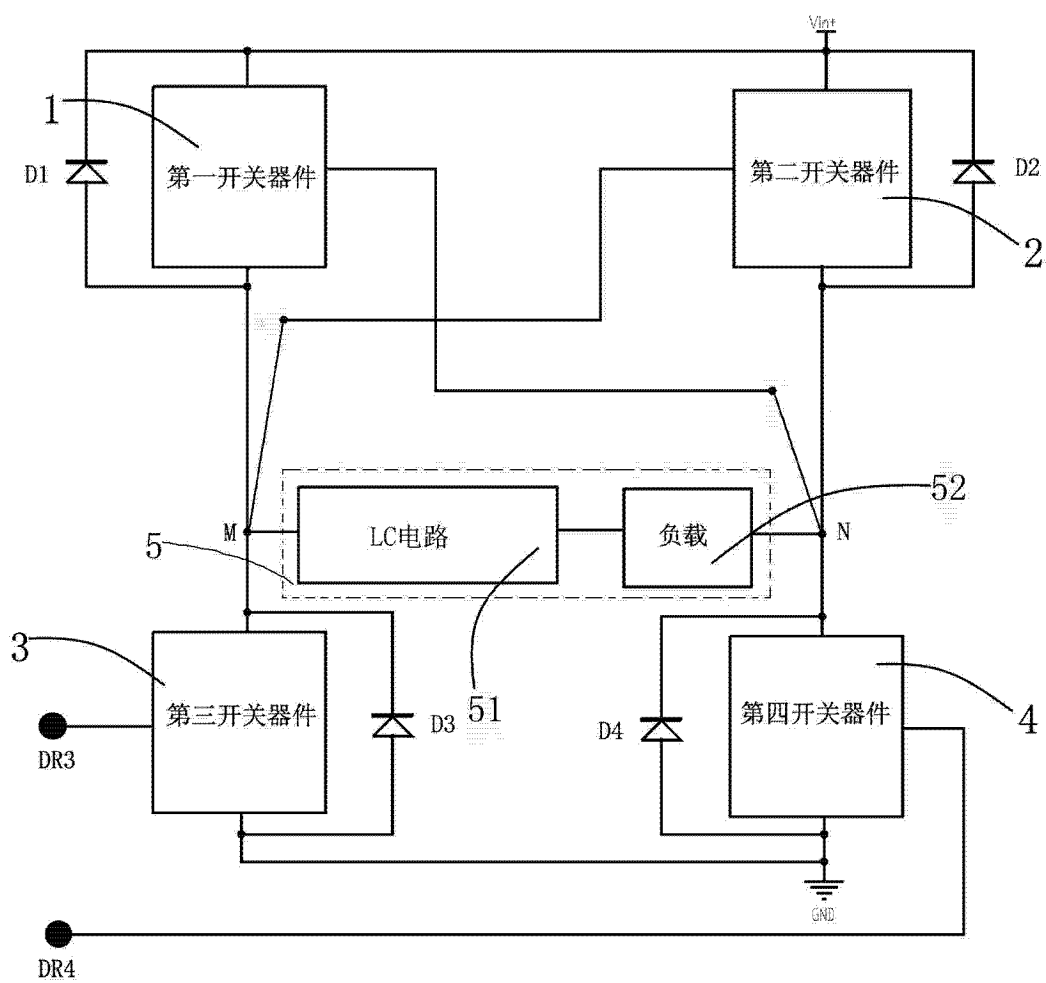


图 7

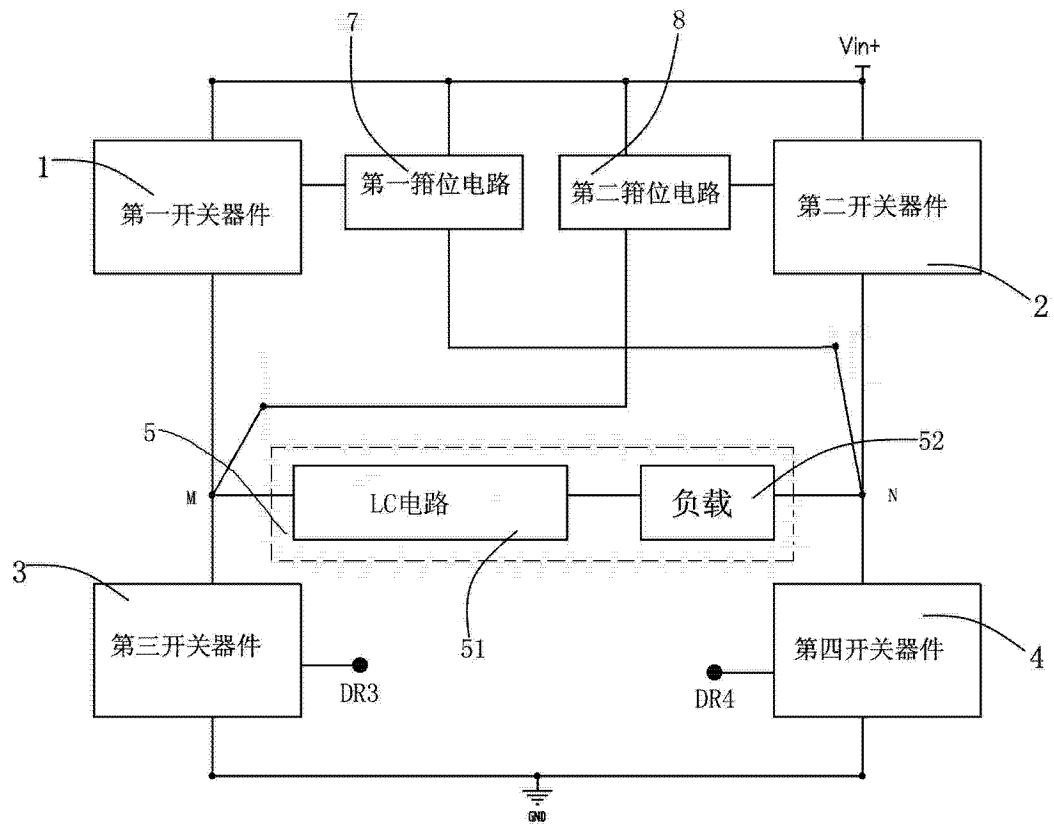


图 8

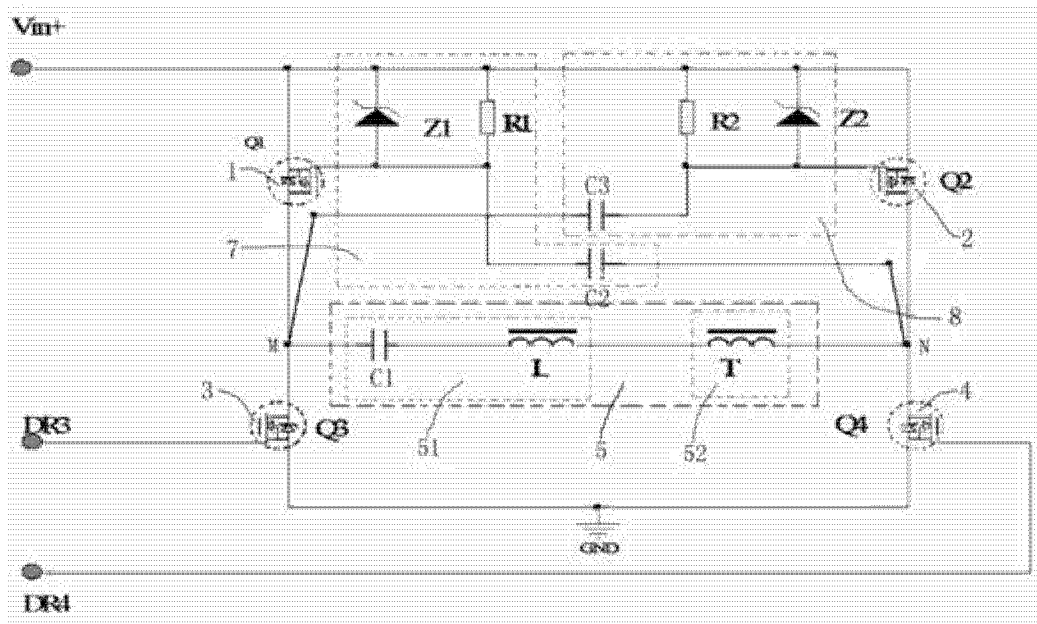


图 9

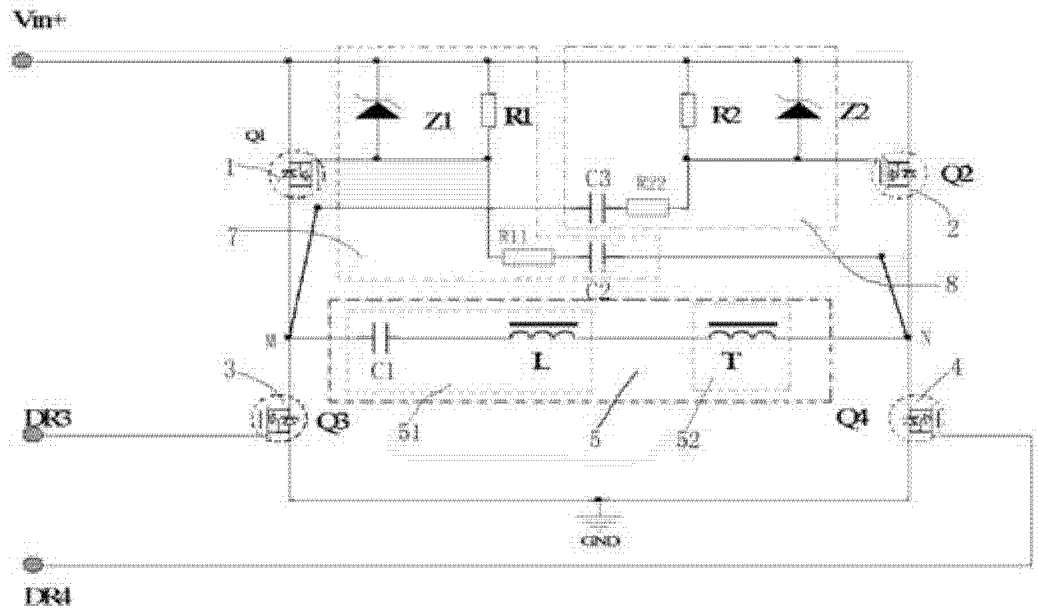


图 10

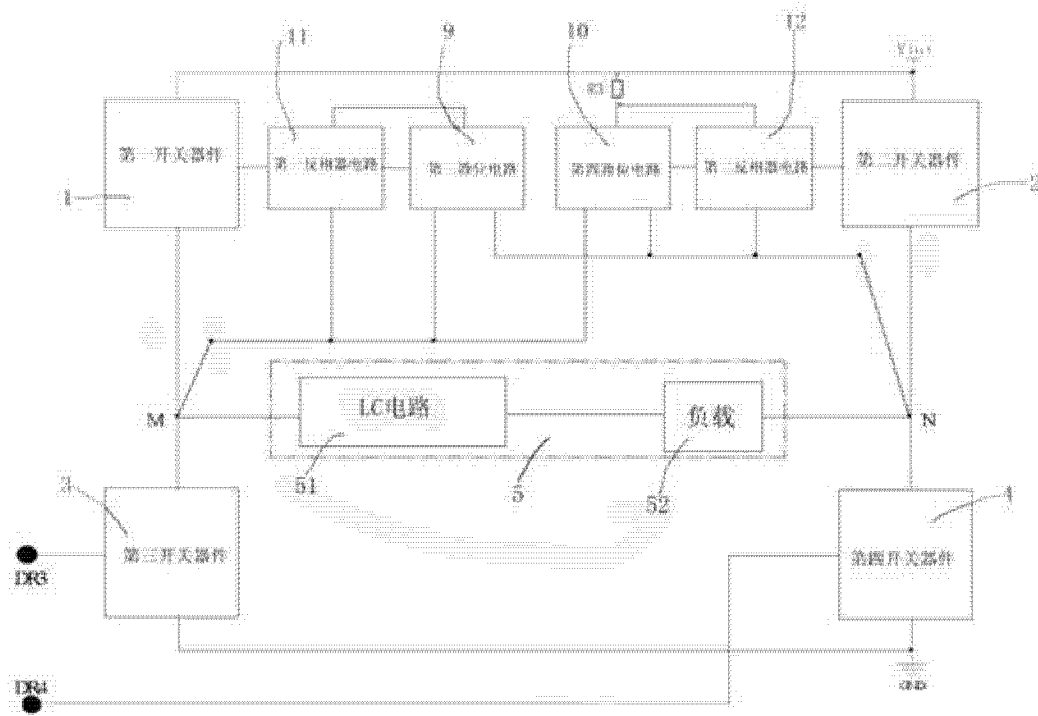


图 11

