

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02M 3/28 (2007.01)

H02M 3/335 (2006.01)

H02M 7/5387 (2007.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610139690.4

[43] 公开日 2008年4月2日

[11] 公开号 CN 101154891A

[22] 申请日 2006.9.28

[21] 申请号 200610139690.4

[71] 申请人 台达电子工业股份有限公司

地址 中国台湾桃园县

[72] 发明人 陶洪山 甘鸿坚 应建平

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

代理人 陈晨

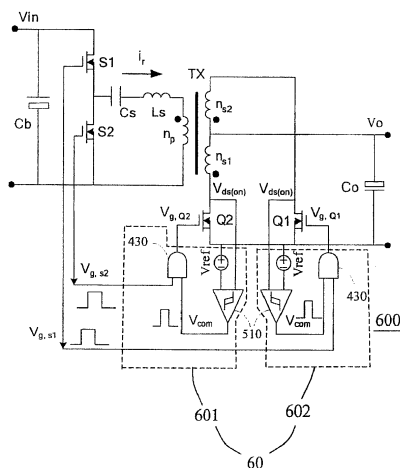
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 7 页

[54] 发明名称

谐振转换器及其同步整流驱动方法

[57] 摘要

本发明提供一种谐振转换器及其同步整流驱动方法，该谐振转换器包括由至少两个第一开关所构成的开关电路、具有谐振频率的谐振电路、变压器、以及由两个第二开关所构成的全波整流电路，其中各第二开关于电流流经其源-漏极间时均会产生沟道电阻电压，该同步整流驱动方法包括下列步骤：在该谐振转换器的工作频率小于该谐振频率、且该谐振转换器连接于重载时，针对该沟道电阻电压与参考电压进行比较以驱动该全波整流电路的各第二开关；及在该谐振转换器的工作频率大于或等于该谐振频率时，利用用于分别驱动各第一开关的相同信号来驱动该全波整流电路的各第二开关。本发明可以避免同步整流电路中的各开关被不正确驱动的现象发生。



1. 一种谐振转换器，包括：

开关电路，由至少一个桥臂所构成，该桥臂包括两个第一开关；

谐振电路，耦接于该开关电路，该谐振电路具有谐振频率；

变压器，其一次侧耦接于该谐振电路；

全波整流电路，耦接于该变压器的二次侧，该全波整流电路由两个第二开关所构成，各第二开关于电流流经其源-漏极间时均会产生沟道电阻电压；
及

同步整流驱动电路，耦接于该开关电路与该全波整流电路，其中：

在该谐振转换器的工作频率小于该谐振频率、且该谐振转换器连接于重载时，该同步整流驱动电路针对该沟道电阻电压与参考电压进行比较以驱动该全波整流电路的各第二开关；及

在该谐振转换器的工作频率大于或等于该谐振频率时，该同步整流驱动电路利用用于分别驱动该桥臂的各第一开关的相同信号以驱动该全波整流电路的各第二开关。

2. 如权利要求1所述的谐振转换器，其中该开关电路选自半桥电路与全桥电路其中之一，且该第一开关为功率晶体管。

3. 如权利要求1所述的谐振转换器，其中该谐振电路由谐振电容、谐振电感及激磁电感彼此串联所构成。

4. 如权利要求1所述的谐振转换器，其中该第二开关为功率晶体管。

5. 如权利要求1所述的谐振转换器，其中在该谐振转换器的工作频率小于该谐振频率、且该谐振转换器连接于轻载时，该谐振电路的谐振参数决定恒定宽度脉冲，用以驱动该全波整流电路的各第二开关。

6. 如权利要求1所述的谐振转换器，其中该同步整流驱动电路由两个子驱动电路所构成，每一子驱动电路耦接于其中一个第一开关与对应的第二开关，且每一子驱动电路包括：

参考电压源，一端连接于该第二开关的输出端；

比较器，第一输入端连接于该参考电压源的另一端，第二输入端连接于该第二开关的输入端；及

与门，第一输入端连接于该第一开关的控制端，第二输入端连接于该比

较器的输出端，输出端连接于该第二开关的控制端。

7. 如权利要求 6 所述的谐振转换器，其中该第一开关与该第二开关均为晶体管，各开关的输入端、输出端与控制端分别为晶体管的漏极、源极与栅极。

8. 如权利要求 1 所述的谐振转换器，其中该同步整流驱动电路由两个子驱动电路所构成，每一子驱动电路耦接于其中一个第一开关与对应的第二开关，且每一子驱动电路包括：

参考电压源，一端连接于该第二开关的输出端；

比较器，第一输入端连接于该参考电压源的另一端，第二输入端连接于该第二开关的输入端；

与门，第一输入端连接于该第一开关的控制端，输出端连接于该第二开关的控制端；

或门，输出端连接于该与门的第二输入端，第二输入端连接于该比较器的输出端；及

辅助电路，连接于该或门的第一输入端。

9. 如权利要求 8 所述的谐振转换器，其中该辅助电路包括同步电路以及恒定脉宽产生器。

10. 如权利要求 8 所述的谐振转换器，其中该第一开关与该第二开关均为晶体管，各开关的输入端、输出端与控制端分别为晶体管的漏极、源极与栅极。

11. 一种谐振转换器的同步整流驱动方法，该谐振转换器包括由至少两个第一开关所构成的开关电路、具有谐振频率的谐振电路、变压器、以及由两个第二开关所构成的全波整流电路，其中各第二开关于电流流经其源-漏极间时均会产生沟道电阻电压，该同步整流驱动方法包括下列步骤：

(a) 在该谐振转换器的工作频率小于该谐振频率、且该谐振转换器连接于轻载时，利用该谐振电路的谐振参数以决定恒定宽度脉冲来驱动该全波整流电路的各第二开关；

(b) 在该谐振转换器的工作频率小于该谐振频率、且该谐振转换器连接于重载时，针对该沟道电阻电压与参考电压进行比较以驱动该全波整流电路的所述第二开关；及

(c)在该谐振转换器的工作频率大于或等于该谐振频率时，利用用于分别驱动各第一开关的相同信号来驱动该全波整流电路的各第二开关。

谐振转换器及其同步整流驱动方法

技术领域

本发明涉及一种谐振转换器及其同步整流驱动方法，特别是涉及应用于电源供应器的 LLC 串联谐振转换器。

背景技术

请参阅图 1，其为一种现有技术的由同步整流晶体管所构成的 LLC 串联谐振转换器的电路图，其中 LLC 串联谐振转换器 100 主要由开关电路 110、谐振电路 120、变压器 TX、以及全波整流电路 130 所构成。

在 LLC 串联谐振转换器 100 中，开关电路 110 可以是图 1 中由一对功率晶体管 S1 及 S2 所构成的半桥电路，也可以是一个全桥电路。此外，谐振电路 120 是由串联谐振电感 L_s 、串联谐振电容 C_s 以及变压器 TX 的激磁电感 L_m 所构成；当然，对于本领域技术人员来说，串联谐振电感 L_s 也可以由变压器 TX 的漏感构成。

在图 1 中，LLC 串联谐振转换器 100 利用开关电路 110、谐振电路 120、变压器 TX 以及全波整流电路 130 而将输入端的直流输入电压 V_{in} 转换为输出端的输出电压 V_o ，其中通过合适的参数设计与工作范围可以保证其一次侧的桥式电路的功率晶体管工作在零电压开关(ZVS)的条件下，同时可以使其二次侧负责整流的晶体管实现零电流切换(ZCS)。而构成谐振电路 120 的三个谐振参数决定了谐振电路 120 本身的两个谐振频率 f_s 和 f_m ，如下面式(1)与式(2)所述：

$$f_s = 1/[2\pi(L_s \cdot C_s)^{1/2}] \quad (1)$$

$$f_m = 1/\{2\pi[(L_s + L_m) \cdot C_s]^{1/2}\} \quad (2)$$

变压器 TX 通过一个一次侧绕组 n_p 和两个同相串联连接的二次侧绕组 n_{s1} 和 n_{s2} ，而将开关电路 110 和谐振电路 120 与全波整流电路 130 隔离。全

波整流电路 130 是由一对连接到输出电容 C_o 的同步整流晶体管 Q1 和 Q2 构成的。晶体管 Q1 与 Q2 的源极连接到输出电压 V_o 的接地端，晶体管 Q1 的漏极连接到二次侧绕组 ns2 的反向同名端，晶体管 Q2 的漏极则连接到二次侧绕组 ns1 的正向同名端，此外二次侧绕组 ns1 和 ns2 的共同连接点则构成了输出电压 V_o 的高压端。

LLC 串联谐振转换器 100 的功率晶体管 S1 和 S2 工作在等脉波宽度、且其均为 50%。输出电压的调整通过改变工作频率的模式而获得，因此需要引入一个频率调变控制电路 140。另外，还需要在全波整流电路 130 中加装一个同步整流驱动信号产生电路 150，以产生合适的栅极驱动信号，借以正确的开通与关断同步整流晶体管 Q1 和 Q2。

在晶体管开关 S1 和 S2 的工作频率 f 满足下式的条件下，图 1 的 LLC 串联谐振转换器在开关频率小于谐振频率的状态下的波形时序图如图 2 所示。

$$f_m \leq f \leq f_s \quad (3)$$

在图 2 中，横轴为时间，纵轴分为四个部分，由上而下的波形依序为开关电路 110 中两个晶体管 S1 与 S2 的电压波形、一次侧电流 i_r 与激磁电流 i_m 的电流波形、全波整流电路 130 中两个晶体管 Q1 与 Q2 的电流波形、以及全波整流电路 130 中两个晶体管 Q1 与 Q2 的电压波形。

在时间 $t=t_0$ 时，因为一次侧电流 i_r 与参考方向相反，功率晶体管 S1 在 ZVS 条件下开通。而在 t_0 到 t_1 的时间间隔内，同步整流晶体管 Q1 有电流导通，因此这个时候激磁电感 L_m 上的电压为恒定值。所以，此段时间内激磁电感 L_m 并不参与谐振，其激磁电流 i_m 呈现线性增加。而由于谐振电感 L_s 与谐振电容 C_s 的谐振，同步整流晶体管 Q1 中的电流 i_{Q1} 呈现准正弦形状。

当 $t=t_1$ 时，因为工作晶体管的周期长于谐振电感 L_s 与谐振电容 C_s 的谐振周期，一次侧电流 i_r 在同步整流晶体管 Q1 关断前才下降到等于激磁电流 i_m ，因此这个时候同步整流晶体管 Q1 应该关断。由于谐振过程由谐振电容 C_s 、谐振电感 L_s 、以及激磁电感 L_m 共同参与，因此为了简化分析，在假定 L_m 远大于 L_s 的条件下，可将一次侧电流 i_r 曲线视为近似于直线。

当 $t=t_2$ 时，晶体管 S1 关断，晶体管 S2 的体二极管开始导通。而在 $t=t_3$ 时，晶体管 S1 上的电压降为体二极管上的电压，晶体管 S2 则在 ZVS 条件下导通。在 $t_3 < t < t_4$ 和 $t_4 < t < t_5$ 的时间间隔内，可以分析到同样的工作过程。

和同步整流晶体管 Q1 同样的工作状态和电流波形 i_{Q2} 也发生在同步整流晶体管 Q2 上。电流 i_{Q1} 和 i_{Q2} 则构成了输出整流电流 i_{rec} 。因为在 $t_1 \sim t_2$ 或 $t_4 \sim t_5$ 时，同步整流晶体管 Q1 或 Q2 的电流下降为零、且都发生在晶体管 S1 或 S2 关断前，因此它们的导通脉波宽度 V_{gQ1} 、 V_{gQ2} 要比晶体管 S1 和 S2 小。

请参阅图 2，同步整流晶体管 Q1 和 Q2 的驱动脉波必须在其电流(从源极流至漏极)降到零(t_1)时关断，亦即在 i_{rec} 的死区时($t_1 \sim t_2$)不导通。否则，会出现同步整流晶体管 Q1 与 Q2 同时导通、二次侧绕组 ns1 和 ns2 短路的现象，使得电路不能正常和安全地工作。因此，同步整流晶体管 Q1 和 Q2 的驱动信号不能简单地利用一次侧功率元件 S1 和 S2 的驱动信号来获得，也不能使用变压器 TX 的绕组来获得。这是因为在 i_{rec} 的死区时，二次侧绕组上的电压并非为零，而是激磁电感 L_m 上的谐振电压。

如果 LLC 串联谐振转换器工作在大于开关频率 f_s ，则输出整流电流 i_{rec} 中的死区，亦即同步整流晶体管 Q1 和 Q2 都不导通的时段将消失。此时， i_{rec} 为准正弦整流电流，而同步整流晶体管 Q1 和 Q2 的驱动脉波与相应的开关 S1 和 S2 的驱动脉波同步，如图 3 所示。另外，当 LLC 串联谐振转换器工作在高于谐振频率时，上述 i_{rec} 中的死区为零，同步整流晶体管 Q1 和 Q2 的驱动信号可以简单地利用一次侧功率元件 S1 和 S2 的驱动信号来获得。

请参阅图 4，其为一种现有技术 LLC 串联谐振转换器的同步整流驱动方案的电路图，与图 1 相比，相同的电路元件均标示相同的附图标记。此外，LLC 串联谐振转换器 400 还多装设了同步电路 410、恒定脉宽产生器 420、以及与门 430。

在图 4 中，当晶体管 S1、S2 的开关频率低于谐振频率时，恒定宽度脉波产生器 420 产生同步整流驱动信号，这个同步整流驱动信号的脉波宽度由谐振参数 L_s 、 C_s 决定，脉波上升沿通过同步电路 410 与信号 V_{SYN} 同步。同步信号 V_{SYN} 可以是变压器 TX 的二次侧绕组电压信号、也可以是半桥或全桥开关电路的某一臂的上下功率元件驱动信号，当然也可以通过检测同步整流晶体管的体二极管的导通电压来获取。

在开关频率高于谐振频率时，驱动信号与晶体管 S1 和 S2 的驱动信号同步，恒定脉宽信号 V_{FOT} 和晶体管 S1(与 S2)的驱动信号 V_g 经过与门 430 的处理之后得到完整的同步整流驱动信号。

图4的方案优点在于线路简单,而且只需要一个同步电路410和一个恒定脉宽产生器420即可完成。然而,缺点是自适应能力差,无法根据电路参数的变化而自动调整驱动脉波宽度,不能达到对同步整流晶体管的最佳控制。

请参阅图5,其为另一种现有技术LLC串联谐振转换器的同步整流驱动方案的电路图,与图1相比,相同的电路元件均标示着相同的附图标记。此外,与图4相比,LLC串联谐振转换器500中移除了与门430,但多装设了比较器510以及或门520。

在图5中,当同步整流晶体管从源极到漏极流过电流时,会在其沟道电阻上产生一个压降,这个压降 $V_{ds(on)}$ 和固定的参考电压 V_{ref} 在比较器510上进行比较,而产生脉波信号 V_{com} 。在轻载状况下,由于压降 $V_{ds(on)}$ 很小,不易得到比较信号,所以通过与图4相同的同步电路410与固定脉宽产生器420产生恒定脉宽信号 V_{FOT} 。恒定脉宽信号 V_{FOT} 和 V_{com} 信号经过或门520的处理而得到完整的同步整流驱动信号。

图5的方案优点在于可以自适应地得到同步整流晶体管的驱动脉波。但是,由于 $V_{ds(on)}$ 电压幅值很低,为了达到最佳的同步整流驱动效果,参考电压值 V_{ref} 必须很低,很容易受到干扰影响。尤其是在LLC电路工作于轻载、启动、动态时或者保护电路动作时,由于 $V_{ds(on)}$ 产生振荡或是受到干扰,将使得比较器510的输出 V_{com} 出现错误信号,若错误信号恶劣时还会造成同步整流晶体管共同短路的现象。

发明内容

本发明的构想为提出一种谐振转换器及其同步整流驱动方法,该谐振转换器包括由至少两个第一开关所构成的开关电路、具有谐振频率的谐振电路、变压器、以及由两个第二开关所构成的全波整流电路,其中各第二开关于电流流经其源-漏极间时均会产生沟道电阻电压,该同步整流驱动方法包括下列步骤:在该谐振转换器的工作频率小于该谐振频率、且该谐振转换器连接于轻载时,利用该谐振电路的谐振参数以决定恒定宽度脉冲来驱动该全波整流电路的各第二开关;在该谐振转换器的工作频率小于该谐振频率、且该谐振转换器连接于重载时,针对该沟道电阻电压与参考电压进行比较以驱动

该全波整流电路的各第二开关；及在该谐振转换器的工作频率大于或等于该谐振频率时，利用用于分别驱动各第一开关的相同信号来驱动该全波整流电路的各第二开关。

在一个实施例中，谐振转换器的开关电路选自半桥电路与全桥电路其中之一，且第一开关为功率晶体管。

在一个实施例中，谐振转换器的谐振电路由谐振电容、谐振电感及激磁电感彼此串联构成。

在一个实施例中，谐振转换器的第二开关为功率晶体管。

在一个实施例中，谐振转换器的谐振转换器的工作频率小于谐振频率、且该谐振转换器连接于轻载时，谐振电路的谐振参数决定恒定宽度脉冲，用以驱动全波整流电路的所述第二开关。

在一个实施例中，谐振转换器的同步整流驱动电路由两个子驱动电路构成，每一子驱动电路耦接于其中一个第一开关与对应的第二开关，且每一子驱动电路包括：参考电压源，一端连接于该第二开关的输出端；比较器，第一输入端连接于该参考电压源的另一端，第二输入端连接于该第二开关的输入端；以及与门，第一输入端连接于该第一开关的控制端，第二输入端连接于该比较器的输出端，输出端连接于该第二开关的控制端。

在一个实施例中，谐振转换器的第一开关与第二开关均为晶体管，各开关的输入端、输出端与控制端分别为晶体管的漏极、源极与栅极。

在一个实施例中，谐振转换器的同步整流驱动电路由两个子驱动电路构成，每一子驱动电路耦接于其中一个第一开关与对应的第二开关，且每一子驱动电路包括：参考电压源，一端连接于该第二开关的输出端；比较器，第一输入端连接于该参考电压源的另一端，第二输入端连接于该第二开关的输入端；与门，第一输入端连接于该第一开关的控制端，输出端连接于该第二开关的控制端；或门，输出端连接于该与门的第二输入端，第二输入端连接于该比较器的输出端；以及辅助电路，连接于该或门的第一输入端。

在一个实施例中，谐振转换器的辅助电路包括同步电路以及恒定脉宽产生器。

在一个实施例中，谐振转换器的第一开关与第二开关均为晶体管，各开关的输入端、输出端与控制端分别为晶体管的漏极、源极与栅极。

本发明还提供了一种谐振转换器的同步整流驱动方法，该谐振转换器包括由至少两个第一开关所构成的开关电路、具有谐振频率的谐振电路、变压器、以及由两个第二开关所构成的全波整流电路，其中各第二开关于电流流经其源-漏极间时均会产生沟道电阻电压，该同步整流驱动方法包括下列步骤：(a)在该谐振转换器的工作频率小于该谐振频率、且该谐振转换器连接于轻载时，利用该谐振电路的谐振参数以决定恒定宽度脉冲来驱动该全波整流电路的各第二开关；(b)在该谐振转换器的工作频率小于该谐振频率、且该谐振转换器连接于重载时，针对该沟道电阻电压与参考电压进行比较以驱动该全波整流电路的各第二开关；及(c)在该谐振转换器的工作频率大于或等于该谐振频率时，利用用于分别驱动所述第一开关的相同信号来驱动该全波整流电路的各第二开关。

本发明的谐振转换器及其同步整流驱动方法可以避免由于脉波信号 V_{com} 的错误信号而造成同步整流电路中的各开关被不正确地驱动的现象发生。

本发明通过下列附图及详细说明，能够得到更深入的了解。

附图说明

图 1：一种现有技术由同步整流晶体管所构成的 LLC 串联谐振转换器的电路图；

图 2：图 1 的 LLC 串联谐振转换器在开关频率小于谐振频率的状态下的波形时序图；

图 3：图 1 的 LLC 串联谐振转换器在开关频率大于或等于谐振频率的状态下的波形时序图；

图 4：一种现有技术 LLC 串联谐振转换器的同步整流驱动方案的电路图；

图 5：另一种现有技术 LLC 串联谐振转换器的同步整流驱动方案的电路图；

图 6：本发明所提出的 LLC 串联谐振转换器的第一种同步整流驱动方案的电路图；及

图 7：本发明所提出的 LLC 串联谐振转换器的第二种同步整流驱动方案的电路图。

主要元件符号说明

100: LLC 串联谐振转换器	
110: 开关电路	
120: 谐振电路	
130: 同步整流电路	
140: 频率调制控制电路	
150: 同步整流驱动信号产生电路	
400: LLC 串联谐振转换器	
410: 同步电路	
420: 恒定脉宽产生器	
430: 与门	
500: LLC 串联谐振转换器	
510: 比较器	520: 或门
60: 同步整流驱动电路	
600: LLC 串联谐振转换器	
601: 子驱动电路	602: 子驱动电路
700: LLC 串联谐振转换器	
701: 子驱动电路	703: 辅助电路

具体实施方式

请参阅图 6, 其为本发明所提出的 LLC 串联谐振转换器的第一种同步整流驱动方案的电路图, 与图 1 相比, 相同的电路元件均标示着相同的附图标记, 此处不加以赘述。不过要注意的是, 图 6 中虽然以只具有一个桥臂的半桥电路来构成输入端的开关电路, 但同样可利用具有两个桥臂的全桥电路来构成输入端的开关电路。另外, 实施例中的电路虽然均以晶体管开关来作为开关元件, 但不影响权利要求范围中以“开关”来定义其上位概念的各种变型示例。除此之外, LLC 串联谐振转换器 600 中多装设了同步整流驱动电路 60, 用以实施本发明的同步整流驱动方法。

本发明所提出的同步整流驱动方法为, 首先, 在该谐振转换器 600 的工作频率小于谐振频率、且谐振转换器 600 连接于轻载时, 利用谐振电路的谐

振参数以决定恒定宽度脉冲来驱动全波整流电路的同步整流晶体管 Q1 与 Q2。其次，在谐振转换器 600 的工作频率小于谐振频率、且谐振转换器 600 连接于重载时，针对同步整流晶体管 Q1 与 Q2 的沟道电阻电压 $V_{ds(on)}$ 与参考电压 V_{ref} 进行比较以驱动全波整流电路的同步整流晶体管 Q1 与 Q2。最后，在谐振转换器 600 的工作频率大于或等于谐振频率时，利用用于分别驱动功率晶体管 S1、S2 的相同信号来驱动全波整流电路的同步整流晶体管 Q1 与 Q2。

为了实现前述的同步整流驱动方法，申请人提出第一种同步整流驱动电路 60 的电路配置；如图 6 所示，同步整流驱动电路 60 由两个相同的子驱动电路 601 与 602 所构成。

现以子驱动电路 601 为例进行说明，子驱动电路 601 由参考电压源 V_{ref} 、比较器 510 以及与门 430 所构成。参考电压源 V_{ref} 的一端连接于同步整流晶体管 Q2 的源极，另一端连接于比较器 510 的第一输入端。比较器 510 的第二输入端连接于同步整流晶体管 Q2 的漏极，输出端连接于与门 430 的第二输入端。与门 430 的第一输入端连接于功率晶体管 S2 的栅极，输出端连接于同步整流晶体管 Q2 的栅极。

以下说明子驱动电路 601 实行本发明的同步整流驱动方法时的动作。如图 6 所示，当同步整流晶体管 Q2 流过从源极到漏极的电流时，会在其沟道电阻上产生沟道电阻压降。此沟道电阻压降 $V_{ds(on)}$ 通过比较器 510 和参考电压 V_{ref} 进行比较，产生脉波信号 V_{com} 。 V_{com} 信号和功率晶体管 S2 的驱动信号 $V_{g,S2}$ 经过与门 430 处理之后可获得完整的同步整流驱动信号。而当串联谐振转换器工作在起动、动态或者保护电路动作时，工作频率会高于谐振频率，此时如果沟道电阻压降 $V_{ds(on)}$ 受到干扰，使得比较器 510 输出信号 V_{com} 出现错误，则采用本发明的这种同步整流驱动方法将可以避免由于脉波信号 V_{com} 的错误信号所造成同步整流电路中的各开关被不正确地驱动的现象发生。

请参阅图 7，其为本发明所提出的 LLC 串联谐振转换器的第二种同步整流驱动方案的电路图，由于在轻载状况下的沟道电阻压降 $V_{ds(on)}$ 很小，不易得到比较信号，所以引入辅助电路 703 以产生恒定脉宽信号 V_{FOT} ，其中辅助电路 703 由与图 4 相同的同步电路 410 以及恒定脉宽产生器 420 所构成。此

外，还在图 6 的子驱动电路 601 中加入或门 520，其中或门 520 的第一输入端连接于辅助电路 703，第二输入端连接于比较器 510 的输出端，或门 520 的输出端连接于与门 430 的第二输入端。

恒定脉宽信号 V_{FOT} 和脉波信号 V_{com} 信号经过或门 520 的处理而得到信号 V_{OR} ，脉波信号 V_{com} 与功率晶体管 S2 的驱动信号 $V_{\text{g,S2}}$ 经过与门 430 的处理之后获得完整的同步整流驱动信号。

本发明所提出的两个实施例分别利用两个与门、以及两个与门与两个或门来实现同步整流驱动信号的自适应式控制。然而，在实现具体电路时并不限于此等逻辑栅架构；亦即，可实现本发明同步整流驱动方法的任何同步整流驱动电路 60 的电路架构，均为本发明的权利要求范围所涵盖。

本发明可由本领域技术人员进行各种修改，然而均不脱离所附权利要求的范围。

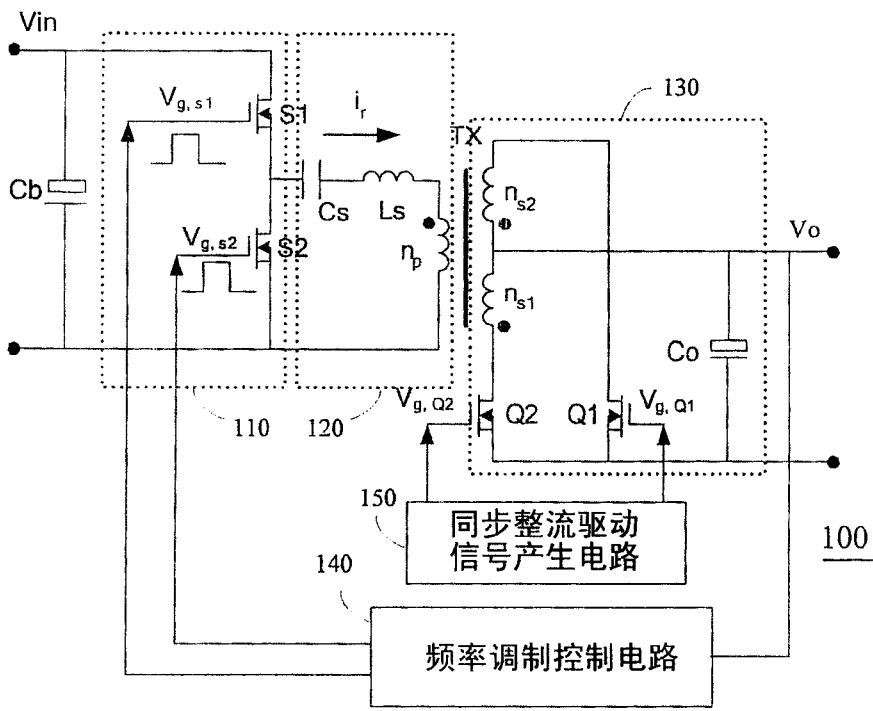


图 1

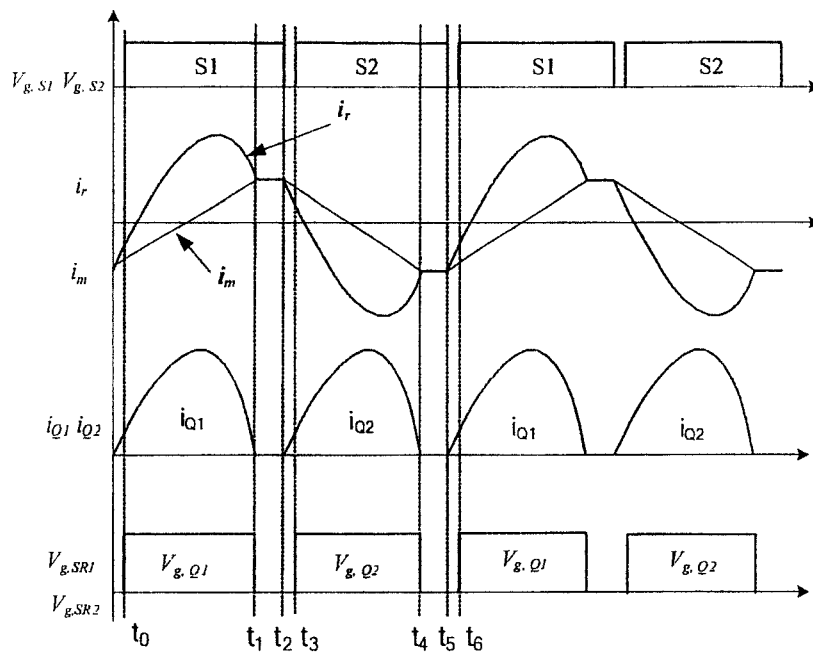


图 2

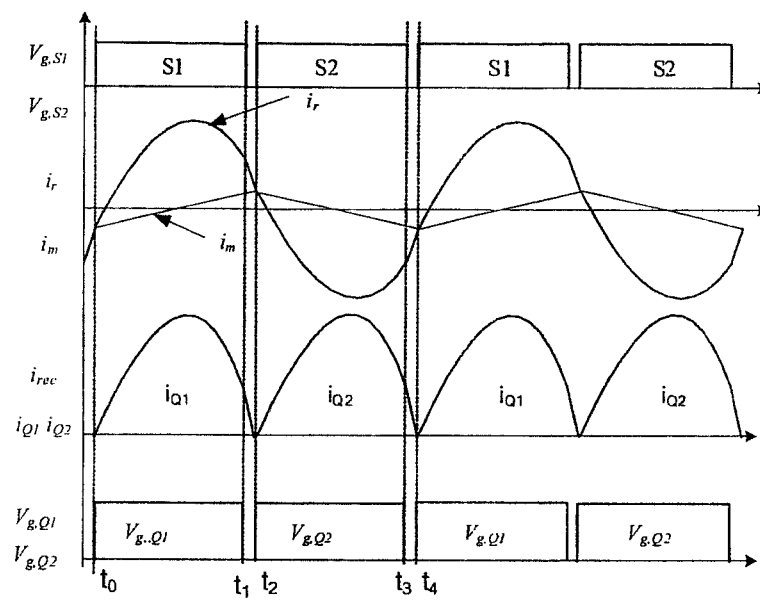


图 3

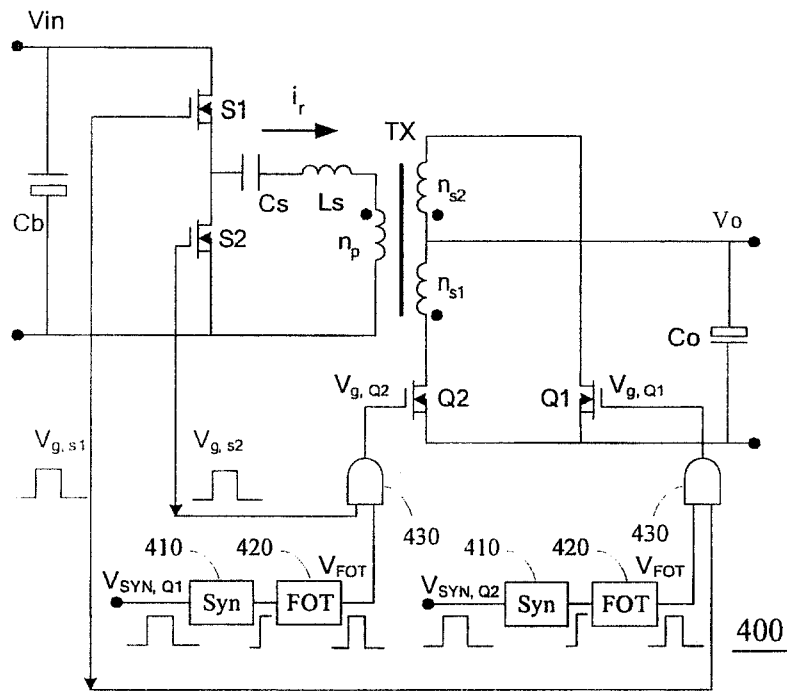


图 4

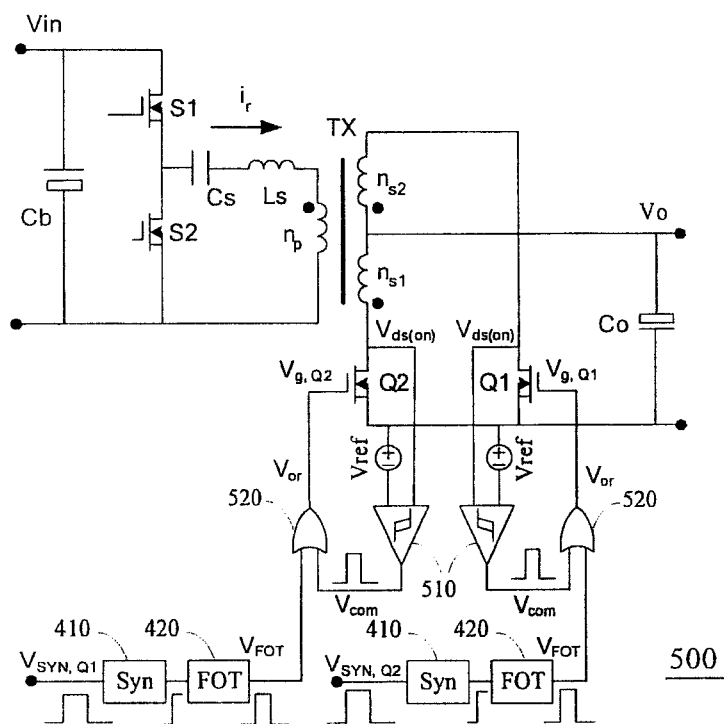


图 5

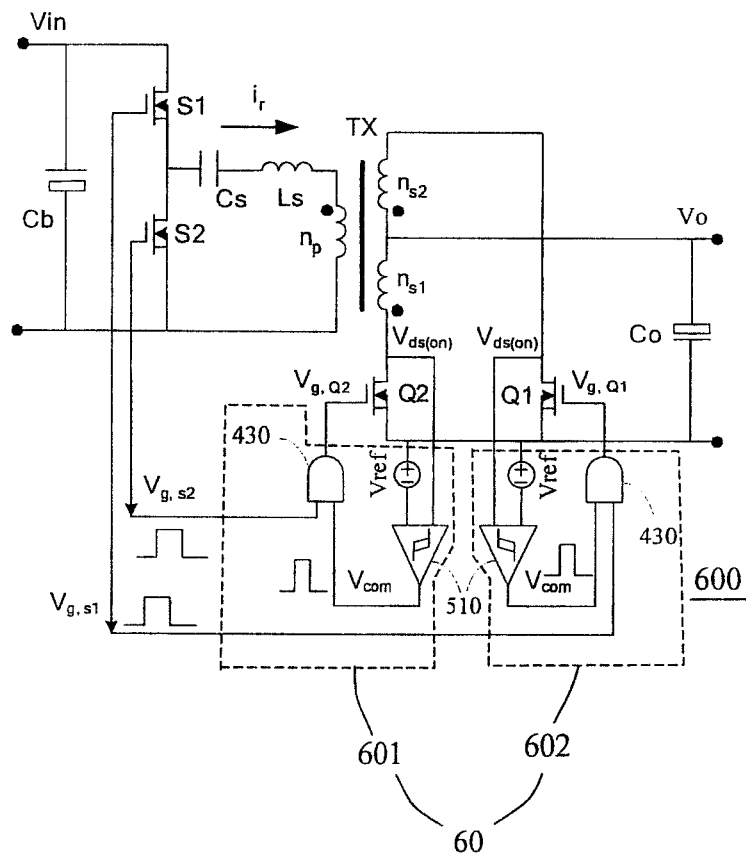


图 6

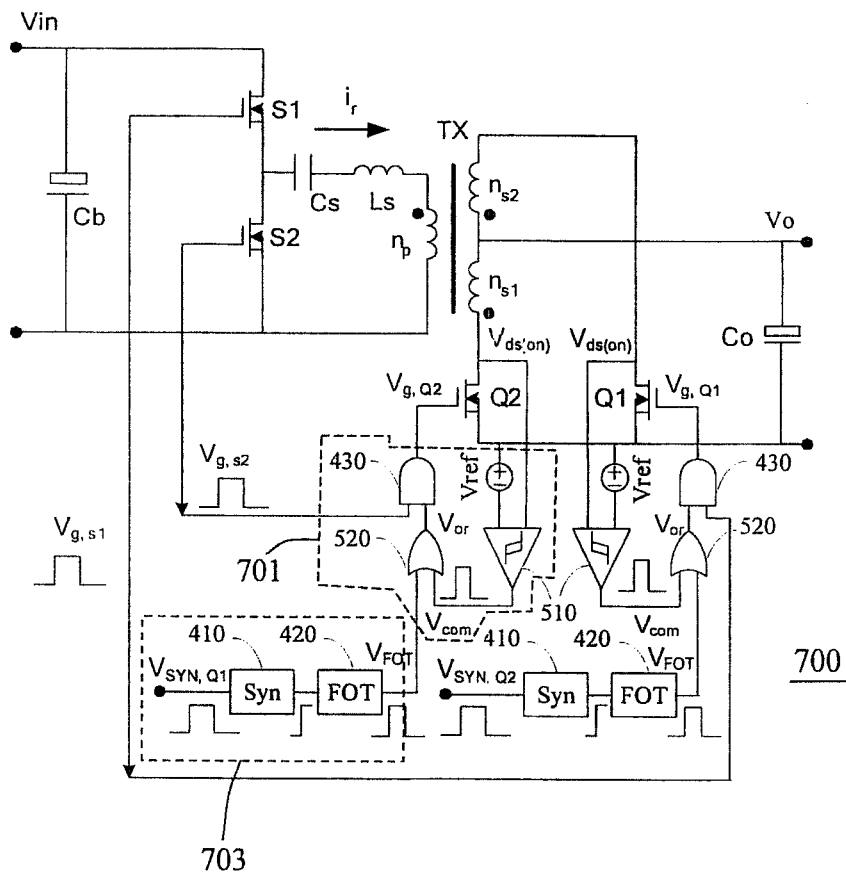


图 7