



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103647448 B

(45) 授权公告日 2016.01.06

(21) 申请号 201310667555.7

(22) 申请日 2013.12.09

(73) 专利权人 杭州士兰微电子股份有限公司
地址 310012 浙江省杭州市黄姑山路4号

(72) 发明人 谢小高 叶美盼 汪丞辉 蔡拥军

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 张振军

(51) Int. Cl.

H02M 3/07(2006.01)

H02M 3/335(2006.01)

H02M 1/14(2006.01)

H02M 1/42(2007.01)

(56) 对比文件

CN 203617902 U, 2014.05.28,

CN 103269164 A, 2013.08.28,

CN 102647100 A, 2012.08.22,

CN 103269162 A, 2013.08.28,

US 2008018261 A1, 2008.01.24,

David Gacio et al.. A Universal-Input

Single-Stage High-Power-Factor Power

Supply for HB-LEDs Based on Integrated

Buck-Flyback Converter. 《IEEE Transactions on Industrial Electronics》. 2011, 第58卷(第2期),

J. Marcos Alonso et al..

Integrated Buck-Flyback Converter as a High-Power-Factor Off-Line Power

Supply. 《IEEE Transactions on Industrial Electronics》. 2008, 第55卷(第3期),

J. Marcos Alonso et al..

Integrated Buck-Flyback Converter as a High-Power-Factor Off-Line Power

Supply. 《IEEE Transactions on Industrial Electronics》. 2008, 第55卷(第3期),

审查员 刘侠

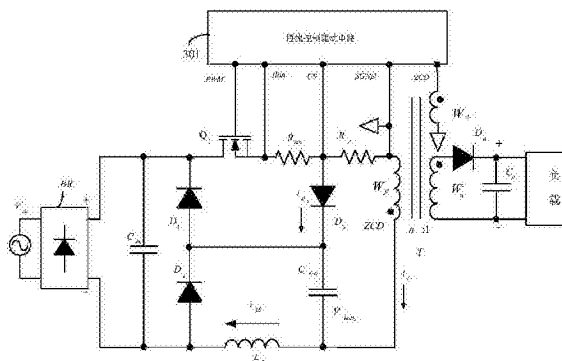
权利要求书7页 说明书16页 附图10页

(54) 发明名称

集成降压-反激式高功率因数恒流电路及装置

(57) 摘要

本发明提供了一种集成降压-反激式高功率因数恒流电路及装置,该电路包括:相互耦合的前级电路和后级电路,该前级电路为用于实现功率因数校正的降压电路;该后级电路为用于实现直流-直流变换的反激式变换电路;其中,该前级电路和后级电路共用同一个开关管以及母线电容。本发明能够减小输出的纹波电流,而且有利于降低电路成本。



1. 一种集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 包括相互耦合的前级电路和后级电路, 其中,

该前级电路为用于实现功率因数校正的降压电路;

该后级电路为用于实现直流 - 直流变换的反激式变换电路;

其中, 该前级电路和后级电路共用同一个开关管以及母线电容;

其中, 所述前级电路包括:

输入电容, 其第一端连接正输入端, 其第二端连接负输入端;

所述开关管, 其第一功率端连接所述输入电容的第一端, 其控制端接收外部的驱动信号;

第二二极管, 其阳极连接所述输入电容的第二端;

第三二极管, 其阳极与所述开关管的第二功率端耦合, 其阴极连接所述第二二极管的阴极;

所述母线电容, 其第一端连接所述第三二极管的阴极和第二二极管的阴极;

电感, 其第一端连接所述输入电容的第二端, 其第二端连接所述母线电容的第二端;

所述后级电路包括:

所述母线电容;

所述开关管;

第一二极管, 其阴极连接所述开关管的第一功率端, 其阳极连接所述母线电容的第一端;

采样电阻, 其第一端与所述开关管的第二功率端耦合;

变压器, 其原边绕组的异名端连接所述采样电阻的第二端, 其原边绕组的同名端连接所述母线电容的第二端;

输出二极管, 其阳极连接所述变压器的副边绕组的同名端, 其阴极以及该副边绕组的异名端作为负载接入端口。

2. 根据权利要求 1 所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述后级电路还包括:

输出负载, 其第一端连接所述输出二极管的阴极, 其第二端连接所述变压器的副边绕组的异名端, 所述输出负载为输出电容、负载或者输出电容与负载的并联中的任意一种。

3. 根据权利要求 2 所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述开关管导通时, 所述前级电路的信号回路为: 所述正输入端的信号经由所述开关管、第三二极管、母线电容以及电感传输至所述负输入端, 所述后级电路的信号回路为: 所述母线电容的第一端的信号经由所述第一二极管、开关管、采样电阻、原边绕组传输至所述母线电容的第二端; 所述开关管关断时, 所述前级电路的信号回路为: 流经所述电感的电流经由所述第二二极管和母线电容续流返回至所述电感; 所述后级电路的信号回路为: 流经所述副边绕组的电流经由所述输出二极管和输出负载续流返回至所述副边绕组。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述前级电路和后级电路还包括峰值限流电阻, 所述第三二极管的阳极以及所述采样电阻的第一端经由所述峰值限流电阻与所述开关管的第二功率端相连, 该峰值限流电阻的第一端连接所述开关管的第二功率端, 该峰值限流电阻的第二端连接所述第三二极管

的阳极。

5. 根据权利要求 2 至 3 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述开关管导通期间, 所述电感两端的电压等于所述输入电容两端的电压减去所述母线电容两端的电压, 流经所述电感的电流上升, 所述变压器的原边绕组两端的电压等于所述母线电容两端的电压, 流经所述变压器原边绕组的电流上升; 所述开关管关断期间, 所述电感两端的电压等于负的所述母线电容两端的电压, 流经所述电感的电流下降, 所述变压器的原边绕组或副边绕组两端的电压等于负的所述输出负载两端的电压, 流经所述原边绕组或副边绕组的电流下降。

6. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 还包括:

整流桥, 对输入的交流电源信号整流, 其正输出端连接所述正输入端, 其负输出端连接所述负输入端。

7. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述开关管为功率 MOSFET 晶体管, 所述第一功率端为所述 MOSFET 晶体管的漏极, 所述第二功率端为所述 MOSFET 晶体管的源极, 所述控制端为所述 MOSFET 晶体管的栅极。

8. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述开关管为功率三极管, 所述第一功率端为所述功率三极管的集电极, 所述第二功率端为所述功率三极管的发射极, 所述控制端为所述功率三极管的基极。

9. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述开关管为组合开关。

10. 一种集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 包括相互耦合的前级电路和后级电路, 其中,

该前级电路为用于实现功率因数校正的降压电路;

该后级电路为用于实现直流 - 直流变换的反激式变换电路;

其中, 该前级电路和后级电路共用同一个开关管以及母线电容;

其中, 所述前级电路包括:

输入电容, 其第一端连接正输入端, 其第二端连接负输入端;

所述开关管, 其第一功率端连接所述输入电容的第一端, 其控制端接收外部的驱动信号;

第二二极管, 其阳极连接所述输入电容的第二端;

第三二极管, 其阳极与所述开关管的第二功率端耦合, 其阴极连接所述第二二极管的阴极;

所述母线电容, 其第一端连接所述第三二极管的阴极和第二二极管的阴极;

电感, 其第一端连接所述输入电容的第二端, 其第二端连接所述母线电容的第二端;

所述后级电路包括:

所述母线电容;

所述开关管;

第一二极管, 其阴极连接所述开关管的第一功率端, 其阳极连接所述母线电容的第一端;

采样电阻,其第一端与所述开关管的第二功率端耦合;

变压器,其原边绕组的异名端连接所述采样电阻的第二端,其原边绕组的同名端连接所述母线电容的第二端;

输出二极管,其阳极连接所述变压器的原边绕组的同名端,其阴极以及该原边绕组的异名端作为负载接入端口。

11. 根据权利要求 10 所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路,其特征在于,所述后级电路还包括:

输出负载,其第一端连接所述变压器的原边绕组的异名端,其第二端连接所述输出二极管的阴极,所述输出负载为输出电容、负载或者输出电容与负载的并联中的任意一种。

12. 根据权利要求 11 所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路,其特征在于,所述开关管导通时,所述前级电路的信号回路为:所述正输入端的信号经由所述开关管、第三二极管、母线电容以及电感传输至所述负输入端,所述后级电路的信号回路为:所述母线电容的第一端的信号经由所述第一二极管、开关管、采样电阻、原边绕组传输至所述母线电容的第二端;所述开关管关断时,所述前级电路的信号回路为:流经所述电感的电流经由所述第二二极管和母线电容续流返回至所述电感;所述后级电路的信号回路为:流经所述原边绕组的电流经由所述输出二极管和输出负载续流返回至所述原边绕组。

13. 根据权利要求 10 至 12 中任一项所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路,其特征在于,所述前级电路和后级电路还包括峰值限流电阻,所述第三二极管的阳极以及所述采样电阻的第一端经由所述峰值限流电阻与所述开关管的第二功率端相连,该峰值限流电阻的第一端连接所述开关管的第二功率端,该峰值限流电阻的第二端连接所述第三二极管的阳极。

14. 根据权利要求 11 至 12 中任一项所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路,其特征在于,所述开关管导通期间,所述电感两端的电压等于所述输入电容两端的电压减去所述母线电容两端的电压,流经所述电感的电流上升,所述变压器的原边绕组两端的电压等于所述母线电容两端的电压,流经所述变压器原边绕组的电流上升;所述开关管关断期间,所述电感两端的电压等于负的所述母线电容两端的电压,流经所述电感的电流下降,所述变压器的原边绕组或副边绕组两端的电压等于负的所述输出负载两端的电压,流经所述原边绕组或副边绕组的电流下降。

15. 根据权利要求 10 至 12 中任一项所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路,其特征在于,还包括:

整流桥,对输入的交流电源信号整流,其正输出端连接所述正输入端,其负输出端连接所述负输入端。

16. 根据权利要求 10 至 12 中任一项所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路,其特征在于,所述开关管为功率 MOSFET 晶体管,所述第一功率端为所述 MOSFET 晶体管的漏极,所述第二功率端为所述 MOSFET 晶体管的源极,所述控制端为所述 MOSFET 晶体管的栅极。

17. 根据权利要求 10 至 12 中任一项所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路,其特征在于,所述开关管为功率三极管,所述第一功率端为所述功率三极管的集电极,所述第二功率端为所述功率三极管的发射极,所述控制端为所述功率三极管的基极。

18. 根据权利要求 10 至 12 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述开关管为组合开关。

19. 一种集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 包括相互耦合的前级电路和后级电路, 其中,

该前级电路为用于实现功率因数校正的降压电路;

该后级电路为用于实现直流 - 直流变换的反激式变换电路;

其中, 该前级电路和后级电路共用同一个开关管以及母线电容;

其中, 所述前级电路包括:

输入电容, 其第一端连接正输入端, 其第二端连接负输入端;

所述开关管, 其第一功率端连接所述输入电容的第一端, 其控制端接收外部的驱动信号;

第三二极管, 其阳极与所述开关管的第二功率端耦合;

第二二极管, 其阴极连接所述第三二极管的阴极;

电感, 包括耦合的第一绕组和第二绕组, 该第一绕组的异名端连接所述输入电容的第二端, 该第二绕组的同名端连接所述第一绕组的同名端, 该第二绕组的异名端连接所述第二二极管的阳极;

所述母线电容, 其第一端连接所述第三二极管的阴极和第二二极管的阴极, 其第二端连接所述第一绕组和第二绕组的同名端;

所述后级电路包括:

所述母线电容;

所述开关管;

第一二极管, 其阴极连接所述开关管的第一功率端, 其阳极连接所述母线电容的第一端;

采样电阻, 其第一端与所述开关管的第二功率端耦合;

变压器, 其原边绕组的异名端连接所述采样电阻的第二端, 其原边绕组的同名端连接所述母线电容的第二端;

输出二极管, 其阳极连接所述变压器的副边绕组的同名端, 其阴极以及该副边绕组的异名端作为负载接入端口。

20. 根据权利要求 19 所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述后级电路还包括:

输出负载, 其第一端连接所述输出二极管的阴极, 其第二端连接所述副边绕组的异名端, 所述输出负载为输出电容、负载或者输出电容与负载的并联中的任意一种。

21. 根据权利要求 20 所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述开关管导通时, 所述前级电路的信号回路为: 所述正输入端的信号经由所述开关管、第三二极管、母线电容以及电感的第一绕组传输至所述负输入端, 所述后级电路的信号回路为: 所述母线电容的第一端的信号经由所述第一二极管、开关管、采样电阻、原边绕组传输至所述母线电容的第二端; 所述开关管关断时, 所述前级电路的信号回路为: 流经所述电感的第二绕组的电流经由所述第二二极管和母线电容续流返回至所述第二绕组; 所述后级电路的信号回路为: 流经所述变压器的副边绕组的电流经由所述输出二极管和输出负载续流返回

至所述副边绕组。

22. 根据权利要求 19 至 21 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述前级电路和后级电路还包括峰值限流电阻, 所述第三二极管的阳极以及所述采样电阻的第一端经由所述峰值限流电阻与所述开关管的第二功率端相连, 该峰值限流电阻的第一端连接所述开关管的第二功率端, 该峰值限流电阻的第二端连接所述第三二极管的阳极。

23. 根据权利要求 20 至 21 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述开关管导通期间, 所述电感两端的电压等于所述输入电容两端的电压减去所述母线电容两端的电压, 流经所述电感的电流上升, 所述变压器的原边绕组两端的电压等于所述母线电容两端的电压, 流经所述变压器原边绕组的电流上升; 所述开关管关断期间, 所述电感两端的电压等于负的所述母线电容两端的电压, 流经所述电感的电流下降, 所述变压器的原边绕组或副边绕组两端的电压等于负的所述输出负载两端的电压, 流经所述原边绕组或副边绕组的电流下降。

24. 根据权利要求 19 至 21 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 还包括:

整流桥, 对输入的交流电源信号整流, 其正输出端连接所述正输入端, 其负输出端连接所述负输入端。

25. 根据权利要求 19 至 21 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述开关管为功率 MOSFET 晶体管, 所述第一功率端为所述 MOSFET 晶体管的漏极, 所述第二功率端为所述 MOSFET 晶体管的源极, 所述控制端为所述 MOSFET 晶体管的栅极。

26. 根据权利要求 19 至 21 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述开关管为功率三极管, 所述第一功率端为所述功率三极管的集电极, 所述第二功率端为所述功率三极管的发射极, 所述控制端为所述功率三极管的基极。

27. 根据权利要求 19 至 21 中任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 所述开关管为组合开关。

28. 一种集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路, 其特征在于, 包括相互耦合的前级电路和后级电路, 其中,

该前级电路为用于实现功率因数校正的降压电路;

该后级电路为用于实现直流 - 直流变换的反激式变换电路;

其中, 该前级电路和后级电路共用同一个开关管以及母线电容;

其中, 所述前级电路包括:

输入电容, 其第一端连接正输入端, 其第二端连接负输入端;

所述开关管, 其第一功率端连接所述输入电容的第一端, 其控制端接收外部的驱动信号;

第三二极管, 其阳极与所述开关管的第二功率端耦合;

第二二极管, 其阴极连接所述第三二极管的阴极;

电感, 包括耦合的第一绕组和第二绕组, 该第一绕组的异名端连接所述输入电容的第二端, 该第二绕组的同名端连接所述第一绕组的同名端, 该第二绕组的异名端连接所述第

二二极管的阳极；

所述母线电容，其第一端连接所述第三二极管的阴极和第二二极管的阴极，其第二端连接所述第一绕组和第二绕组的同名端；

所述后级电路包括：

所述母线电容；

所述开关管；

第一二极管，其阴极连接所述开关管的第一功率端，其阳极连接所述母线电容的第一端；

采样电阻，其第一端与所述开关管的第二功率端耦合；

变压器，其原边绕组的异名端连接所述采样电阻的第二端，其原边绕组的同名端连接所述母线电容的第二端；

输出二极管，其阳极连接所述变压器的原边绕组的同名端，其阴极以及该原边绕组的异名端作为负载接入端口。

29. 根据权利要求 28 所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路，其特征在于，所述后级电路还包括：

输出负载，其第一端连接所述原边绕组的异名端，其第二端连接所述输出二极管的阴极，所述输出负载为输出电容、负载或者输出电容与负载的并联中的任意一种。

30. 根据权利要求 29 所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路，其特征在于，所述开关管导通时，所述前级电路的信号回路为：所述正输入端的信号经由所述开关管、第三二极管、母线电容以及电感的第一绕组传输至所述负输入端，所述后级电路的信号回路为：所述母线电容的第一端的信号经由所述第一二极管、开关管、采样电阻、原边绕组传输至所述母线电容的第二端；所述开关管关断时，所述前级电路的信号回路为：流经所述电感的第二绕组的电流经由所述第二二极管和母线电容续流返回至所述第二绕组；所述后级电路的信号回路为：流经所述变压器的原边绕组的电流经由所述输出二极管和输出负载续流返回至所述原边绕组。

31. 根据权利要求 28 至 30 中任一项所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路，其特征在于，所述前级电路和后级电路还包括峰值限流电阻，所述第三二极管的阳极以及所述采样电阻的第一端经由所述峰值限流电阻与所述开关管的第二功率端相连，该峰值限流电阻的第一端连接所述开关管的第二功率端，该峰值限流电阻的第二端连接所述第三二极管的阳极。

32. 根据权利要求 29 至 30 中任一项所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路，其特征在于，所述开关管导通期间，所述电感两端的电压等于所述输入电容两端的电压减去所述母线电容两端的电压，流经所述电感的电流上升，所述变压器的原边绕组两端的电压等于所述母线电容两端的电压，流经所述变压器原边绕组的电流上升；所述开关管关断期间，所述电感两端的电压等于负的所述母线电容两端的电压，流经所述电感的电流下降，所述变压器的原边绕组或副边绕组两端的电压等于负的所述输出负载两端的电压，流经所述原边绕组或副边绕组的电流下降。

33. 根据权利要求 28 至 30 中任一项所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路，其特征在于，还包括：

整流桥,对输入的交流电源信号整流,其正输出端连接所述正输入端,其负输出端连接所述负输入端。

34. 根据权利要求 28 至 30 中任一项所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路,其特征在于,所述开关管为功率 MOSFET 晶体管,所述第一功率端为所述 MOSFET 晶体管的漏极,所述第二功率端为所述 MOSFET 晶体管的源极,所述控制端为所述 MOSFET 晶体管的栅极。

35. 根据权利要求 28 至 30 中任一项所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路,其特征在于,所述开关管为功率三极管,所述第一功率端为所述功率三极管的集电极,所述第二功率端为所述功率三极管的发射极,所述控制端为所述功率三极管的基极。

36. 根据权利要求 28 至 30 中任一项所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路,其特征在于,所述开关管为组合开关。

37. 一种集成降压-反激式高功率因数恒流装置,其特征在于,包括:

权利要求 1 至 36 中任一项所述的集成降压-反激式高功率因数恒流电路;

恒流控制驱动电路,其电流采样端采样获得所述采样电阻的电流信息,其所述恒流控制驱动电路根据所述采样电阻的电流信息产生驱动信号,所述驱动信号传输至所述开关管的控制端。

38. 根据权利要求 37 所述的集成降压-反激式高功率因数恒流装置,其特征在于,所述恒流控制驱动电路的电流采样端连接所述采样电阻的第一端,所述采样电阻的第二端接原边地;或者,所述恒流控制驱动电路的电流采样端连接所述采样电阻的第二端,所述采样电阻的第一端接原边地。

39. 根据权利要求 37 所述的集成降压-反激式高功率因数恒流装置,其特征在于,所述恒流控制驱动电路还具有过零检测端,该过零检测端获得所述输出二极管的导通时间信息,所述恒流控制驱动电路根据所述电流信息和导通时间信息产生该驱动信号。

40. 根据权利要求 39 所述的集成降压-反激式高功率因数恒流装置,其特征在于,所述变压器还包括辅助绕组,所述变压器的辅助绕组的异名端接原边地,所述变压器的辅助绕组的同名端连接所述恒流控制驱动电路的过零检测端。

41. 根据权利要求 37 所述的集成降压-反激式高功率因数恒流装置,其特征在于,所述集成降压-反激式高功率因数恒流电路为权利要求 4、13、22、或 31 所述的电路,所述恒流控制驱动电路还具有峰值电流限流端,该峰值电流限流端与所述峰值限流电阻的第一端相连以获得峰值电流信息,所述恒流控制驱动电路根据所述电流信息和峰值电流信息产生所述驱动信号。

集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及开关电源技术,尤其涉及一种集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路及装置。

背景技术

[0002] 目前,大多数用电设备在接入电网时,输入交流电流无法随输入电压波形呈正弦变化,因而电流波形畸变严重,存在功率因数(PF)很低,谐波干扰严重,甚至影响周围其它用电设备的正常工作的问题。国际电工委员会(IEC)制定了 IEC61000-3-2 谐波电流限制的标准,用以限制谐波干扰可能造成的不利影响。与此同时,为保证人在使用用电设备时的安全性,大部分交流 - 直流变换器都要求采用隔离式功率级设计,因而需采用光耦或其它隔离器件以实现控制电路的隔离,这样必然会增加控制电路的成本和复杂性。

[0003] 为了解决低功率因数的问题,单级或两级功率因数校正(PFC)电路技术已被广泛应用于交流 - 直流功率变换器。

[0004] 相对于单级功率因数校正技术,两级功率因数校正技术具有输出纹波小,功率因数高的特点,被广泛应用于功率因数校正电路中,其基本的原理框图如图 1 所示。输入交流电压经整流桥整流后输入到第一级功率因数校正变换器 101,第一级功率因数校正变换器 101 常用以实现有源功率因数校正,常见的拓扑有升压(Boost),升降压(Buck-boost)以及降压(Buck)结构。由于输入电流要跟随输入电压的波形变化,因而输入功率是脉动的功率,故在第一级功率因数校正变换器 101 和第二级直流 - 直流变换器 102 之间通常有一个大容量的储能电容 C_{bulk} ,用以平衡脉动的交流输入功率和平稳的直流输出功率。第二级直流 - 直流变换器 102 能对输出的电压或电流实现有效的调整。

[0005] 但是,由于图 1 所示的方案存在两级功率电路,控制电路也需要对应的两部分,因而增加了电路的复杂性,且成本相对较高,损耗较大。

[0006] 另一种现有技术的单级功率因数校正电路如图 2 所示。其中,交流输入源接整流桥 201 的两个输入端,整流桥 201 的正输出端接电容 C_{in} 的第一端和变压器 T 的原边绕组 W_p 的同名端,变压器 T 的原边绕组 W_p 的异名端接开关管 Q_1 的漏极,开关管 Q_1 的源极接采样电阻 R_{sen} 的第一端,采样电阻 R_{sen} 的第二端接原边地,整流桥 201 的负输出端接电容 C_{in} 的第二端并同时接到原边地,副边电流模拟模块 202 的第一输入端接采样电阻 R_{sen} 的第一端,副边电流模拟模块 202 的第二输入端接变压器 T 的辅助绕组 W_a 的异名端,副边电流模拟模块 202 的输出端接 PFC 控制和驱动模块 203 的第一输入端,PFC 控制和驱动模块 203 的第二输入端接变压器辅助绕组 W_a 的异名端,PFC 控制和驱动模块 203 的输出端接开关管 Q_1 的栅极。图 2 中,副边电流模拟模块 202 通过采样电阻 R_{sen} 获得原边开关电流信息,并模拟出副边电流信息,然后送入 PFC 控制和驱动模块 203,以产生可调节输出恒流和 PFC 控制的驱动信号来控制开关管 Q_1 ,从而在单级变换电路中实现了输入功率因数校正和输出恒流。

[0007] 采用单级功率因数校正电路技术,需要在保证稳定输出直流电信号的同时实现高功率因数。采用这种方式,简化了功率电路结构以及控制电路的复杂性,变换器效率密度

高,成本低,但存在输出电流纹波较大等缺点。

发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题是提供一种集成降压-反激式高功率因数恒流电路及装置,前级为降压电路,后级为反激式变换电路,两级功率电路共用一个功率管和母线电容,可通过直接采样原边电流来实现对输出电流的恒流控制,有利于降低电路成本。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种集成降压-反激式高功率因数恒流电路,包括相互耦合的前级电路和后级电路,其中,

[0010] 该前级电路为用于实现功率因数校正的降压电路;

[0011] 该后级电路为用于实现直流-直流变换的反激式变换电路;

[0012] 其中,该前级电路和后级电路共用同一个开关管以及母线电容。

[0013] 根据本发明的一个实施例,所述前级电路包括:

[0014] 输入电容,其第一端连接正输入端,其第二端连接负输入端;

[0015] 所述开关管,其第一功率端连接所述输入电容的第一端,其控制端接收外部的驱动信号;

[0016] 第二二极管,其阳极连接所述输入电容的第二端;

[0017] 第三二极管,其阳极与所述开关管的第二功率端耦合,其阴极连接所述第二二极管的阴极;

[0018] 所述母线电容,其第一端连接所述第三二极管的阴极和第二二极管的阴极;

[0019] 电感,其第一端连接所述输入电容的第二端,其第二端连接所述母线电容的第二端;

[0020] 所述后级电路包括:

[0021] 所述母线电容;

[0022] 所述开关管;

[0023] 第一二极管,其阴极连接所述开关管的第一功率端,其阳极连接所述母线电容的第一端;

[0024] 采样电阻,其第一端与所述开关管的第二功率端耦合;

[0025] 变压器,其原边绕组的异名端连接所述采样电阻的第二端,其原边绕组的同名端连接所述母线电容的第二端;

[0026] 输出二极管,其阳极连接所述变压器的副边绕组的同名端,其阴极以及该副边绕组的异名端作为负载接入端口。

[0027] 根据本发明的一个实施例,所述后级电路还包括:

[0028] 输出负载,其第一端连接所述输出二极管的阴极,其第二端连接所述变压器的副边绕组的异名端,所述输出负载为输出电容、负载或者输出电容与负载的并联中的任意一种。

[0029] 根据本发明的一个实施例,所述开关管导通时,所述前级电路的信号回路为:所述正输入端的信号经由所述开关管、第三二极管、母线电容以及电感传输至所述负输入端,所述后级电路的信号回路为:所述母线电容的第一端的信号经由所述第一二极管、开关管、采样电阻、原边绕组传输至所述母线电容的第二端;所述开关管关断时,所述前级电路的信号

回路为：流经所述电感的电流经由所述第二二极管和母线电容续流返回至所述电感；所述后级电路的信号回路为：流经所述副边绕组的电流经由所述输出二极管和输出负载续流返回至所述副边绕组。

[0030] 根据本发明的一个实施例，所述前级电路包括：

[0031] 输入电容，其第一端连接正输入端，其第二端连接负输入端；

[0032] 所述开关管，其第一功率端连接所述输入电容的第一端，其控制端接收外部的驱动信号；

[0033] 第二二极管，其阳极连接所述输入电容的第二端；

[0034] 第三二极管，其阳极与所述开关管的第二功率端耦合，其阴极连接所述第二二极管的阴极；

[0035] 所述母线电容，其第一端连接所述第三二极管的阴极和第二二极管的阴极；

[0036] 电感，其第一端连接所述输入电容的第二端，其第二端连接所述母线电容的第二端；

[0037] 所述后级电路包括：

[0038] 所述母线电容；

[0039] 所述开关管；

[0040] 第一二极管，其阴极连接所述开关管的第一功率端，其阳极连接所述母线电容的第一端；

[0041] 采样电阻，其第一端与所述开关管的第二功率端耦合；

[0042] 变压器，其原边绕组的异名端连接所述采样电阻的第二端，其原边绕组的同名端连接所述母线电容的第二端；

[0043] 输出二极管，其阳极连接所述变压器的原边绕组的同名端，其阴极以及该原边绕组的异名端作为负载接入端口。

[0044] 根据本发明的一个实施例，所述后级电路还包括：

[0045] 输出负载，其第一端连接所述变压器的原边绕组的异名端，其第二端连接所述输出二极管的阴极，所述输出负载为输出电容、负载或者输出电容与负载的并联中的任意一种。

[0046] 根据本发明的一个实施例，所述开关管导通时，所述前级电路的信号回路为：所述正输入端的信号经由所述开关管、第三二极管、母线电容以及电感传输至所述负输入端，所述后级电路的信号回路为：所述母线电容的第一端的信号经由所述第一二极管、开关管、采样电阻、原边绕组传输至所述母线电容的第二端；所述开关管关断时，所述前级电路的信号回路为：流经所述电感的电流经由所述第二二极管和母线电容续流返回至所述电感；所述后级电路的信号回路为：流经所述原边绕组的电流经由所述输出二极管和输出负载续流返回至所述原边绕组。

[0047] 根据本发明的一个实施例，所述前级电路包括：

[0048] 输入电容，其第一端连接正输入端，其第二端连接负输入端；

[0049] 所述开关管，其第一功率端连接所述输入电容的第一端，其控制端接收外部的驱动信号；

[0050] 第三二极管，其阳极与所述开关管的第二功率端耦合；

- [0051] 第二二极管,其阴极连接所述第三二极管的阴极;
- [0052] 电感,包括耦合的第一绕组和第二绕组,该第一绕组的异名端连接所述输入电容的第二端,该第二绕组的同名端连接所述第一绕组的同名端,该第二绕组的异名端连接所述第二二极管的阳极;
- [0053] 所述母线电容,其第一端连接所述第三二极管的阴极和第二二极管的阴极,其第二端连接所述第一绕组和第二绕组的同名端;
- [0054] 所述后级电路包括:
- [0055] 所述母线电容;
- [0056] 所述开关管;
- [0057] 第一二极管,其阴极连接所述开关管的第一功率端,其阳极连接所述母线电容的第一端;
- [0058] 采样电阻,其第一端与所述开关管的第二功率端耦合;
- [0059] 变压器,其原边绕组的异名端连接所述采样电阻的第二端,其原边绕组的同名端连接所述母线电容的第二端;
- [0060] 输出二极管,其阳极连接所述变压器的副边绕组的同名端,其阴极以及该副边绕组的异名端作为负载接入端口。
- [0061] 根据本发明的一个实施例,所述后级电路还包括:
- [0062] 输出负载,其第一端连接所述输出二极管的阴极,其第二端连接所述副边绕组的异名端,所述输出负载为输出电容、负载或者输出电容与负载的并联中的任意一种。
- [0063] 根据本发明的一个实施例,所述开关管导通时,所述前级电路的信号回路为:所述正输入端的信号经由所述开关管、第三二极管、母线电容以及电感的第一绕组传输至所述负输入端,所述后级电路的信号回路为:所述母线电容的第一端的信号经由所述第一二极管、开关管、采样电阻、原边绕组传输至所述母线电容的第二端;所述开关管关断时,所述前级电路的信号回路为:流经所述电感的第二绕组的电流经由所述第二二极管和母线电容续流返回至所述第二绕组;所述后级电路的信号回路为:流经所述变压器的副边绕组的电流经由所述输出二极管和输出负载续流返回至所述副边绕组。
- [0064] 根据本发明的一个实施例,所述前级电路包括:
- [0065] 输入电容,其第一端连接正输入端,其第二端连接负输入端;
- [0066] 所述开关管,其第一功率端连接所述输入电容的第一端,其控制端接收外部的驱动信号;
- [0067] 第三二极管,其阳极与所述开关管的第二功率端耦合;
- [0068] 第二二极管,其阴极连接所述第三二极管的阴极;
- [0069] 电感,包括耦合的第一绕组和第二绕组,该第一绕组的异名端连接所述输入电容的第二端,该第二绕组的同名端连接所述第一绕组的同名端,该第二绕组的异名端连接所述第二二极管的阳极;
- [0070] 所述母线电容,其第一端连接所述第三二极管的阴极和第二二极管的阴极,其第二端连接所述第一绕组和第二绕组的同名端;
- [0071] 所述后级电路包括:
- [0072] 所述母线电容;

- [0073] 所述开关管；
- [0074] 第一二极管，其阴极连接所述开关管的第一功率端，其阳极连接所述母线电容的第一端；
- [0075] 采样电阻，其第一端与所述开关管的第二功率端耦合；
- [0076] 变压器，其原边绕组的异名端连接所述采样电阻的第二端，其原边绕组的同名端连接所述母线电容的第二端；
- [0077] 输出二极管，其阳极连接所述变压器的原边绕组的同名端，其阴极以及该原边绕组的异名端作为负载接入端口。
- [0078] 根据本发明的一个实施例，所述后级电路还包括：
- [0079] 输出负载，其第一端连接所述原边绕组的异名端，其第二端连接所述输出二极管的阴极，所述输出负载为输出电容、负载或者输出电容与负载的并联中的任意一种。
- [0080] 根据本发明的一个实施例，所述开关管导通时，所述前级电路的信号回路为：所述正输入端的信号经由所述开关管、第三二极管、母线电容以及电感的第一绕组传输至所述负输入端，所述后级电路的信号回路为：所述母线电容的第一端的信号经由所述第一二极管、开关管、采样电阻、原边绕组传输至所述母线电容的第二端；所述开关管关断时，所述前级电路的信号回路为：流经所述电感的第二绕组的电流经由所述第二二极管和母线电容续流返回至所述第二绕组；所述后级电路的信号回路为：流经所述变压器的原边绕组的电流经由所述输出二极管和输出负载续流返回至所述原边绕组。
- [0081] 根据本发明的一个实施例，所述前级电路和后级电路还包括峰值限流电阻，所述第三二极管的阳极以及所述采样电阻的第一端经由所述峰值限流电阻与所述开关管的第二功率端相连，该峰值限流电阻的第一端连接所述开关管的第二功率端，该峰值限流电阻的第二端连接所述第三二极管的阳极。
- [0082] 根据本发明的一个实施例，所述前级电路包括：
- [0083] 输入电容，其第一端连接正输入端，其第二端连接负输入端；
- [0084] 第一二极管，其阴极连接所述输入电容的第一端；
- [0085] 第三二极管，其阳极连接所述第一二极管的阳极；
- [0086] 电感，其第一端连接所述输入电容的第一端；
- [0087] 所述母线电容，其第一端连接所述电感的第二端，其第二端连接所述第一二极管和第三二极管的阳极；
- [0088] 所述开关管，其第一功率端连接所述第三二极管的阴极，其第二功率端与所述输入电容的第二端耦合，其控制端接收外部的驱动信号；
- [0089] 所述后级电路包括：
- [0090] 所述母线电容；
- [0091] 所述开关管；
- [0092] 第二二极管，其阴极连接所述母线电容的第二端；
- [0093] 采样电阻，其第一端与所述第二二极管的阳极，其第二端与所述开关管的第二功率端耦合；
- [0094] 变压器，其原边绕组的异名端连接所述母线电容的第一端，其原边绕组的同名端连接所述开关管的第一功率端；

[0095] 输出二极管,其阳极连接所述变压器的副边绕组的同名端,其阴极以及该副边绕组的异名端作为负载接入端口。

[0096] 根据本发明的一个实施例,所述后级电路还包括:

[0097] 输出负载,其第一端连接所述输出二极管的阴极,其第二端连接所述副边绕组的异名端,所述输出负载为输出电容、负载或者输出电容与负载的并联中的任意一种。

[0098] 根据本发明的一个实施例,所述开关管导通时,所述前级电路的信号回路为:所述正输入端的信号经由所述电感、母线电容、第三二极管以及开关管传输至所述负输入端,所述后级电路的信号回路为:所述母线电容的第一端的信号经由所述原边绕组、开关管、采样电阻和第二二极管传输至所述母线电容的第二端;所述开关管关断时,所述前级电路的信号回路为:流经所述电感的电流经由所述第一二极管和母线电容续流返回至所述电感;所述后级电路的信号回路为:流经所述变压器的副边绕组的电流经由所述输出二极管和输出负载续流返回至所述原边绕组。

[0099] 根据本发明的一个实施例,所述前级电路包括:

[0100] 输入电容,其第一端连接正输入端,其第二端连接负输入端;

[0101] 第一二极管,其阴极连接所述输入电容的第一端;

[0102] 第三二极管,其阳极连接所述第一二极管的阳极;

[0103] 电感,其第一端连接所述输入电容的第一端;

[0104] 所述母线电容,其第一端连接所述电感的第二端,其第二端连接所述第一二极管和第三二极管的阳极;

[0105] 所述开关管,其第一功率端连接所述第三二极管的阴极,其第二功率端与所述输入电容的第二端耦合,其控制端接收外部的驱动信号;

[0106] 所述后级电路包括:

[0107] 所述母线电容;

[0108] 所述开关管;

[0109] 第二二极管,其阴极连接所述母线电容的第二端;

[0110] 采样电阻,其第一端与所述第二二极管的阳极,其第二端与所述开关管的第二功率端耦合;

[0111] 变压器,其原边绕组的异名端连接所述母线电容的第一端,其原边绕组的同名端连接所述开关管的第一功率端;

[0112] 输出二极管,其阳极连接所述变压器的原边绕组的同名端,其阴极以及该原边绕组的异名端作为负载接入端口。

[0113] 根据本发明的一个实施例,所述后级电路还包括:

[0114] 输出负载,其第一端连接所述输出二极管的阴极,其第二端连接所述副边绕组的异名端,所述输出负载为输出电容、负载或者输出电容与负载的并联中的任意一种。

[0115] 根据本发明的一个实施例,所述开关管导通时,所述前级电路的信号回路为:所述正输入端的信号经由所述电感、母线电容、第三二极管以及开关管传输至所述负输入端,所述后级电路的信号回路为:所述母线电容的第一端的信号经由所述原边绕组、开关管、采样电阻和第二二极管传输至所述母线电容的第二端;所述开关管关断时,所述前级电路的信号回路为:流经所述电感的电流经由所述第一二极管和母线电容续流返回至所述电感;所

述后级电路的信号回路为：流经所述变压器的原边绕组的电流经由所述输出二极管和输出负载续流返回至所述原边绕组。

[0116] 根据本发明的一个实施例，所述前级电路和后级电路还包括峰值限流电阻，所述采样电阻的第二端以及所述输入电容的第二端经由该峰值限流电阻与所述开关管的第二功率端连接，该峰值限流电阻的第一端连接所述输入电容的第二端以及所述采样电阻的第二端，该峰值限流电阻的第二端连接所述开关管的第二功率端。

[0117] 根据本发明的一个实施例，所述前级电路至少还包括输入电容和电感，所述后级电路至少还包括变压器和输出负载，该输出负载为输出电容、负载或者输出电容与负载的并联中的任意一种，其中，

[0118] 所述开关管导通期间，所述输入电容、电感和开关管形成第一回路，所述母线电容、开关管、变压器的原边绕组形成第二回路；

[0119] 所述开关管关断期间，所述电感、母线电容形成第三回路，所述变压器的原边绕组或副边绕组与该输出负载形成第四回路。

[0120] 根据本发明的一个实施例，所述开关管导通期间，所述电感两端的电压等于所述输入电容两端的电压减去所述母线电容两端的电压，流经所述电感的电流上升，所述变压器的原边绕组两端的电压等于所述母线电容两端的电压，流经所述变压器原边绕组的电流上升；所述开关管关断期间，所述电感两端的电压等于负的所述母线电容两端的电压，流经所述电感的电流下降，所述变压器的原边绕组或副边绕组两端的电压等于负的所述输出负载两端的电压，流经所述第二电感的电流下降。

[0121] 根据本发明的一个实施例，该电路还包括：整流桥，对输入的交流电源信号整流，其正输出端连接所述正输入端，其负输出端连接所述负输入端。

[0122] 根据本发明的一个实施例，所述开关管为功率 MOSFET 晶体管，所述第一功率端为所述 MOSFET 晶体管的漏极，所述第二功率端为所述 MOSFET 晶体管的源极，所述控制端为所述 MOSFET 晶体管的栅极。

[0123] 根据本发明的一个实施例，所述开关管为功率三极管，所述第一功率端为所述功率三极管的集电极，所述第二功率端为所述功率三极管的发射极，所述控制端为所述功率三极管的基极。

[0124] 根据本发明的一个实施例，所述开关管为组合开关。

[0125] 本发明还提供了一种集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置，包括：

[0126] 上述任一项所述的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路；

[0127] 恒流控制驱动电路，其电流采样端采样获得所述采样电阻的电流信息，其所述恒流控制驱动电路根据所述采样电阻的电流信息产生驱动信号，所述驱动信号传输至所述开关管的控制端。

[0128] 根据本发明的一个实施例，所述恒流控制驱动电路的电流采样端连接所述采样电阻的第一端，所述采样电阻的第二端接原边地；或者，所述恒流控制驱动电路的电流采样端连接所述采样电阻的第二端，所述采样电阻的第一端接原边地。

[0129] 根据本发明的一个实施例，所述恒流控制驱动电路还具有过零检测端，该过零检测端获得所述输出二极管的导通时间信息，所述恒流控制驱动电路根据所述电流信息和导通时间信息产生该驱动信号。

[0130] 根据本发明的一个实施例,所述变压器还包括辅助绕组,所述变压器的辅助绕组的异名端接原边地,所述变压器的辅助绕组的同名端连接所述恒流控制驱动电路的过零检测端。

[0131] 根据本发明的一个实施例,所述集成降压-反激式高功率因数恒流电路为权利要求 14 或 21 所述的电路,所述恒流控制驱动电路还具有峰值电流限流端,该峰值电流限流端与所述峰值限流电阻的第一端相连以获得峰值电流信息,所述恒流控制驱动电路根据所述电流信息和峰值电流信息产生所述驱动信号。

[0132] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0133] 本发明实施例的集成降压-反激式高功率因数电路为准单级结构,相比两级式结构,电路结构更简单,有利于电路成本;相比单级式结构,大大降低了输出负载的纹波电流,无频闪。

[0134] 另外,本发明实施例的集成降压-反激式高功率因数电路的前级电路为实现功率因数校正功能的降压电路,相比其他拓扑可以获得更高功率,后级电路为实现直流-直流变换的反激式变换电路,两级功率电路共用一个功率开关管和一套控制电路,可以仅通过采样变压器的原边电流来实现对输出电流的恒流控制(原边反馈控制),有利于进一步降低电路装置成本。

附图说明

[0135] 图 1 是现有技术中一种采用两级功率因数校正技术的交流-直流功率变换器的原理框图;

[0136] 图 2 是现有技术中一种原边恒流的单级功率因数校正电路的原理框图;

[0137] 图 3 是本发明的集成降压-反激式高功率因数恒流装置第一实施例的原理框图;

[0138] 图 4 是图 3 所示集成降压-反激式高功率因数恒流装置在第一工作状态下的等效电路示意图;

[0139] 图 5 是图 3 所示集成降压-反激式高功率因数恒流装置在第二工作状态下的等效电路示意图;

[0140] 图 6 是本发明的集成降压-反激式高功率因数恒流装置第二实施例的原理框图;

[0141] 图 7 是图 6 所示集成降压-反激式高功率因数恒流装置在第一工作状态下的等效电路示意图;

[0142] 图 8 是图 6 所示集成降压-反激式高功率因数恒流装置在第二工作状态下的等效电路示意图;

[0143] 图 9 是本发明的集成降压-反激式高功率因数恒流装置第三实施例的原理框图;

[0144] 图 10 是图 9 所示集成降压-反激式高功率因数恒流装置在第一工作状态下的等效电路示意图;

[0145] 图 11 是图 9 所示集成降压-反激式高功率因数恒流装置在第二工作状态下的等效电路示意图;

[0146] 图 12 是本发明的集成降压-反激式高功率因数恒流装置第四实施例的原理框图;

[0147] 图 13 是图 12 所示集成降压-反激式高功率因数恒流装置在第一工作状态下的等

效电路示意图；

[0148] 图 14 是图 12 所示集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置在第二工作状态下的等效电路示意图；

[0149] 图 15 是本发明的集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置第五实施例的原理框图；

[0150] 图 16 是图 15 所示集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置在第一工作状态下的等效电路示意图；

[0151] 图 17 是图 15 所示集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置在第二工作状态下的等效电路示意图；

[0152] 图 18 是本发明的集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置第六实施例的原理框图；

[0153] 图 19 是图 18 所示集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置在第一工作状态下的等效电路示意图；

[0154] 图 20 是图 18 所示集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置在第二工作状态下的等效电路示意图。

具体实施方式

[0155] 本发明的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路包括相互耦合的前级电路和后级电路,该前级电路为用于实现功率因数校正的降压电路,该后级电路为用于实现直流 - 直流变换的反激式变换电路,该前级电路和后级电路共用同一个开关管以及母线电容。相比两级式结构,电路结构更简单,有利于电路成本;相比单级式结构,大大降低了输出负载的纹波电流,无频闪。

[0156] 其中,前级电路可以包括开关管、母线电容、输入电容和电感,后级电路可以包括开关管、母线电容、变压器和输出负载,该输出负载为输出电容、负载或者输出电容与负载的并联中的任意一种,其中,开关管导通期间,输入电容、电感和开关管形成第一回路,母线电容、开关管、变压器的原边绕组形成第二回路;开关管关断期间,电感、母线电容形成第三回路,变压器的原边绕组或副边绕组与该输出负载形成第四回路。

[0157] 进一步而言,开关管导通期间,电感两端的电压等于输入电容两端的电压减去母线电容两端的电压,流经电感的电流上升,变压器的原边绕组两端的电压等于母线电容两端的电压,流经变压器原边绕组的电流上升;开关管关断期间,电感两端的电压等于负的母线电容两端的电压,流经电感的电流下降,变压器的原边绕组或副边绕组两端的电压等于负的输出负载两端的电压,流经第二电感的电流下降。

[0158] 下面结合具体实施例和附图对本发明作进一步说明,但不应以此限制本发明的保护范围。

[0159] 第一实施例

[0160] 参考图 3,图 3 示出了第一实施例的集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置,包括集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路及与其相连的恒流驱动控制电路 301。

[0161] 其中,集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路包括整流桥 BR,输入电容 C_{in} 、第一二极管 D_1 、第二二极管 D_2 、第三二极管 D_3 、电感 L_B 、变压器 T、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、采样

电阻 R_s 、母线电容 C_{bulk} 、输出二极管 D_4 以及输出电容 C_o 。其中, 整流桥 BR, 输入电容 C_{in} 、开关管 Q_1 、电阻 R_{lim} 、第二二极管 D_2 、第三二极管 D_3 、电感 L_B 和母线电容 C_{bulk} 构成前级电路, 母线电容 C_{bulk} 、第一二极管 D_1 、开关管 Q_1 、电阻 R_{lim} 、采样电阻 R_s 、变压器 T 、输出二极管 D_4 以及输出电容 C_o 构成后级电路。母线电容 C_{bulk} 、开关管 Q_1 及峰值限流电阻 R_{lim} 为两级电路的复用元件。

[0162] 进一步而言, 整流桥 BR 的输入端接交流电源信号 V_{ac} 并对其进行整流, 输入电容 C_{in} 的第一端连接整流桥 BR 的正输出端, 输入电容 C_{in} 的第二端连接整流桥 BR 的负输出端, 第一二极管 D_1 的阴极连接输入电容 C_{in} 的第一端, 第二二极管 D_2 的阴极接第一二极管 D_1 的阳极, 第二二极管 D_2 的阳极与输入电容 C_{in} 的第二端耦合, 开关管 Q_1 的第一功率端连接第一二极管 D_1 的阴极, 其控制端接收外部的驱动信号, 峰值限流电阻 R_{lim} 的第一端连接开关管 Q_1 的第二功率端, 电阻 R_{lim} 的第二端连接采样电阻 R_s 第一端; 第三二极管 D_3 的阳极连接开关管 Q_1 的第二功率端, 母线电容 C_{bulk} 的第一端接第三二极管 D_3 的阴极和第一二极管 D_1 的阳极, 电感 L_B 的第一端连接输入电容 C_{in} 的第二端; 变压器 T 的原边绕组 W_p 的异名端与采样电阻 R_s 的第二端相连, 变压器 T 的原边绕组 W_p 的同名端与电感 L_B 的第二端以及母线电容 C_{bulk} 的第二端相连, 变压器 T 的副边绕组 W_s 的同名端接输出二极管 D_4 的阳极, 输出二极管 D_4 的阴极接输出电容 C_o 的第一端, 变压器 T 的副边绕组 W_s 的异名端接输出电容 C_o 的第二端, 负载与输出电容 C_o 并联, 负载和输出电容 C_o 可以合称为输出负载。当然, 输出负载也可以仅包括负载或者是输出电容 C_o 。

[0163] 第一实施例中, 恒流控制驱动电路 301 的峰值电流限流端 I_{lim} 接电阻 R_{lim} 的第一端, 恒流控制驱动电路 301 的电流采样端 CS 连接采样电阻 R_s 的第一端, 恒流控制驱动电路 301 的地端 SGND 接采样电阻 R_s 的第二端并接到原边地, 恒流控制驱动电路 301 的过零检测端 ZCD 接变压器 T 的辅助绕组 W_a 的同名端, 变压器 T 的辅助绕组 W_a 的异名端接原边地, 恒流控制驱动电路 301 的输出端 PWM 接开关管 Q_1 的控制端。

[0164] 恒流控制驱动电路 301 根据电流采样端 CS 采样到的采样电阻 R_s 的电流信息以及过零检测端 ZCD 检测到的输出二极管 D_4 的导通时间信息 (或者说是电流过零信息) 产生驱动信号, 该驱动信号用于控制开关管 Q_1 周期性地导通和截止以实现输出负载电流恒流。在集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路上电时, 由于母线电容 C_{bulk} 两端电压尚未建立, 母线电容 C_{bulk} 近似为短路, 恒流控制驱动电路 301 的峰值电流限流 I_{lim} 检测流过峰值限流电阻 R_{lim} 的峰值电流信息, 通过恒流控制驱动电路 301 内部的限流电路实现上电时的对集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路的输入电流的限制。

[0165] 其中, 开关管 Q_1 可以是功率 MOSFET 晶体管, 其第一功率端为 MOSFET 晶体管的漏极, 其第二功率端为 MOSFET 晶体管的源极, 其控制端为所述 MOSFET 晶体管的栅极。或者, 开关管 Q_1 也可以是功率三极管, 其第一功率端为功率三极管的集电极, 其第二功率端为功率三极管的发射极, 其控制端为功率三极管的基极。或者, 开关管 Q_1 还可以是组合开关或本领域技术人员公知的其他开关管结构。

[0166] 参考图 4, 图 4 为图 3 所示集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置在第一工作状态时的等效电路图, 图中虚线部分表示相关线路及器件不参与工作。在第一工作状态, 开关管 Q_1 导通, 输入交流电源信号 V_{ac} 经整流桥 BR 整流之后的正弦半波电压经开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、第三二极管 D_3 、母线电容 C_{bulk} 和电感 L_B 构成的回路给电感 L_B 充电, 电感 L_B 两

端电压等于输入电容 C_{in} 两端电压减去母线电压 C_{bulk} 两端电压, 流经电感 L_B 的电流 i_B 上升; 同时, 母线电容 C_{bulk} 经开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、采样电阻 R_s 、变压器 T 的原边绕组 W_p 构成的回路给变压器 T 的原边激磁电感充电, 变压器 T 的原边绕组 W_p 两端电压等于母线电容 C_{bulk} 两端电压, 变压器 T 的原边电流 i_F 上升。变压器 T 的副边绕组 W_s 向输出电容 C_o 提供负载电流。

[0167] 图 5 为图 3 所示的集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置在第二工作状态时的等效电路图, 图中虚线部分表示相应的线路和器件不参与工作。在第二工作状态, 开关管 Q_1 断开, 流经电感 L_B 的电流 i_B 经第二二极管 D_2 、母线电容 C_{bulk} 和电感 L_B 构成的回路续流, 电感 L_B 两端电压等于负的母线电容 C_{bulk} 两端电压, 电流 i_{L1} 下降; 与此同时, 流经变压器 T 的原边绕组 W_p 的电流 i_F 转移到变压器副边, 变压器 T 的副边绕组 W_s 、输出二极管 D_4 和输出电容 C_o 构成的回路续流, 变压器 T 的副边绕组 W_s 两端电压等于负的输出电压, 变压器 T 的副边绕组 W_s 的电流下降。

[0168] 第二实施例

[0169] 图 6 示出了第二实施例的集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置, 包括集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路及与其相连的恒流驱动控制电路 301。第二实施例为第一实施例的非隔离形式。

[0170] 第二实施例中, 集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路包括整流桥 BR, 输入电容 C_{in} , 第一二极管 D_1 、第二二极管 D_2 、第三二极管 D_3 、电感 L_B 、变压器 L_F 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、采样电阻 R_s 、母线电容 C_{bulk} 、输出二极管 D_4 以及输出电容 C_o 。其中, 整流桥 BR, 输入电容 C_{in} 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、第二二极管 D_2 、第三二极管 D_3 、电感 L_B 和母线电容 C_{bulk} 构成前级电路; 母线电容 C_{bulk} 、第一二极管 D_1 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、采样电阻 R_s 、变压器 L_F 、输出二极管 D_4 以及输出电容 C_o 构成后级电路。母线电容 C_{bulk} 、开关管 Q_1 及峰值限流电阻 R_{lim} 为两级电路的复用元件。

[0171] 进一步而言, 整流桥 BR 的输入端接交流电源信号 V_{ac} 并对其进行整流, 输入电容 C_{in} 的第一端连接整流桥 BR 的正输出端, 输入电容 C_{in} 的第二端连接整流桥 BR 的负输出端, 第一二极管 D_1 的阴极连接输入电容 C_{in} 的第一端, 第二二极管 D_2 的阴极接第一二极管 D_1 的阳极, 第二二极管 D_2 的阳极接输入电容 C_{in} 的第二端, 开关管 Q_1 的第一功率端连接第一二极管 D_1 的阴极, 其控制端接收外部的驱动信号; 峰值限流电阻 R_{lim} 的第一端连接开关管 Q_1 的第二功率端, 峰值限流电阻 R_{lim} 的第二端连接采样电阻 R_s 的第一端; 第三二极管 D_3 的阳极连接开关管 Q_1 的第二功率端, 母线电容 C_{bulk} 的第一端接第三二极管 D_3 的阴极和第一二极管 D_1 的阳极, 电感 L_B 的第一端连接输入电容 C_{in} 的第二端; 变压器 L_F 的主绕组 W_p 的异名端与采样电阻 R_s 的第二端相连, 变压器 L_F 的主绕组 W_p 的同名端与电感 L_B 的第二端以及母线电容 C_{bulk} 的第二端相连, 变压器 L_F 的主绕组 W_p 的同名端还连接输出二极管 D_4 的阳极, 输出二极管 D_4 的阴极接输出电容 C_o 的第一端, 输出电容 C_o 的第二端接变压器 L_F 的主绕组 W_p 的异名端, 负载与输出电容并联, 负载和输出电容 C_o 可以合称为输出负载。当然, 输出负载也可以仅包括负载或者是输出电容 C_o 。

[0172] 第二实施例中, 恒流控制驱动电路 301 的峰值电流限流端 I_{Lim} 接峰值限流电阻 R_{lim} 的第一端, 恒流控制驱动电路 301 的电流采样端 CS 连接采样电阻 R_s 的第一端, 恒流控制驱动电路 301 的地端 SGND 接采样电阻 R_s 的第二端并接到原边地, 恒流控制驱动电路 301 过

零检测端 ZCD 接变压器 L_r 的辅助绕组 W_a 的同名端, 变压器 T 的辅助绕组 W_a 的异名端接原边地, 恒流控制驱动电路 301 的输出端 PWM 接开关管 Q_1 的控制端。

[0173] 第二实施例中, 恒流控制驱动电路 301 根据电流采样端 CS 采样到的采样电阻 R_s 的电流信息以及过零检测端 ZCD 检测到的输出二极管 D_4 的导通时间信息 (或者说是电流过零信息) 产生驱动信号, 该驱动信号用于控制开关管 Q_1 周期性地导通和截止以实现输出负载电流恒流。与第一实施例相同, 为了限制上电时的交流输入的冲击电流, 流经开关管 Q_1 的峰值电流信息经峰值限流电阻 R_{lim} 传输到恒流控制驱动电路 301 的峰值电流限流端 I_{lim} 。

[0174] 其中, 开关管 Q_1 可以是功率 MOSFET 晶体管, 其第一功率端为 MOSFET 晶体管的漏极, 其第二功率端为 MOSFET 晶体管的源极, 其控制端为所述 MOSFET 晶体管的栅极。或者, 开关管 Q_1 也可以是功率三极管, 其第一功率端为功率三极管的集电极, 其第二功率端为功率三极管的发射极, 其控制端为功率三极管的基极。或者, 开关管 Q_1 还可以是组合开关或本领域技术人员公知的其他开关管结构。

[0175] 参考图 7, 图 7 为图 6 所示集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置在第一工作状态时的等效电路图, 图中虚线部分表示相关线路及器件不参与工作。在第一工作状态, 开关管 Q_1 导通, 输入交流电源信号 V_{ac} 经整流桥 BR 整流之后的正弦半波电压经开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、第三二极管 D_3 、母线电容 C_{bulk} 和电感 L_B 构成的回路给电感 L_B 充电, 电感 L_B 两端电压等于输入电容 C_{in} 两端电压减去母线电压 C_{bulk} 两端电压, 流经电感 L_B 的电流 i_B 上升; 同时, 母线电容 C_{bulk} 经开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、采样电阻 R_s 、变压器 L_r 的原边绕组 W_p 构成的回路给变压器 L_r 的激磁电感充电, 变压器 L_r 的原边绕组 W_p 两端的电压等于母线电容 C_{bulk} 两端电压, 变压器 L_r 的原边绕组电流 i_F 上升。在变压器副边, 输出电容 C_o 提供负载电流。

[0176] 图 8 为图 6 所示的集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置在第二工作状态时的等效电路图, 图中虚线部分表示相应的线路和器件不参与工作。在第二工作状态, 开关管 Q_1 断开, 流经电感 L_B 的电流 i_B 经第二二极管 D_2 、母线电容 C_{bulk} 和电感 L_B 构成的回路续流, 电感 L_B 两端电压等于负的母线电容 C_{bulk} 两端电压, 电流 i_B 下降; 与此同时, 变压器 L_r 的原边绕组电流 i_F 经变压器 L_r 的原边绕组 W_p 、输出二极管 D_4 和输出电容 C_o 构成的回路续流, 变压器 L_r 的原边绕组两端电压等于负的输出电压, 变压器 L_r 的原边绕组电流 i_F 下降。

[0177] 第三实施例

[0178] 图 3 所示的第一实施例的电路结构在高电压输入情况下, 电路占空比较小, 导致电路效率不高。

[0179] 参考图 9, 图 9 示出了第三实施例的集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置, 包括集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路及与其相连的恒流驱动控制电路 301。第三实施例采用耦合电感 T_1 替换图 3 所示的第一实施例中的电感 L_B , 该耦合电感 T_1 包括耦合的第一绕组和第二绕组, 可以拓展电路的占空比, 从而提升效率。

[0180] 具体而言, 第三实施例的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路包括整流桥 BR、输入电容 C_{in} 、第一二极管 D_1 、第二二极管 D_2 、第三二极管 D_3 、耦合电感 T_1 、变压器 T_2 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、采样电阻 R_s 、母线电容 C_{bulk} 、输出二极管 D_4 以及输出电容 C_o 。其中, 整流桥 BR, 输入电容 C_{in} 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、第二二极管 D_2 、第三二极管 D_3 、耦合电感 T_1 和母线电容 C_{bulk} 构成前级电路; 母线电容 C_{bulk} 、第一二极管 D_1 、开关管 Q_1 、峰值限流

电阻 R_{iim} 、采样电阻 R_s 、变压器 T_2 、输出二极管 D_4 以及输出电容 C_o 构成后级电路。母线电容 C_{bulk} 、开关管 Q_1 及峰值限流电阻 R_{iim} 为两级电路的复用元件。

[0181] 进一步而言,整流桥 BR 的输入端接交流电源信号 V_{ac} 并对其进行整流,输入电容 C_{in} 的第一端连接整流桥 BR 的正输出端,输入电容 C_{in} 的第二端连接整流桥 BR 的负输出端,第一二极管 D_1 的阴极连接输入电容 C_{in} 的第一端,第二二极管 D_2 的阴极接第一二极管 D_1 的阳极,第二二极管 D_2 的阳极接耦合电感 T_1 的第二绕组 N_{B2} 的异名端,耦合电感 T_1 的第二绕组 N_{B2} 的同名端接耦合电感 T_1 的第一绕组 N_{B1} 的同名端,耦合电感 T_1 的第一绕组 N_{B1} 的异名端接输入电容 C_{in} 的第二端,开关管 Q_1 的第一功率端连接第一二极管 D_1 的阴极,其控制端接收外部的驱动信号;峰值限流电阻 R_{iim} 的第一端连接开关管 Q_1 的第二功率端,峰值限流电阻 R_{iim} 的第二端连接采样电阻 R_s 第一端;第三二极管 D_3 的阳极连接开关管 Q_1 的第二功率端,母线电容 C_{bulk} 的第一端接第三二极管 D_3 的阴极和第一二极管 D_1 的阳极,母线电容 C_{bulk} 的第二端接第一绕组 N_{B1} 的同名端以及第二绕组 N_{B2} 的同名端;变压器 T_2 的原边绕组 L_p 的异名端与采样电阻 R_s 的第二端相连,变压器 T_2 的原边绕组 L_p 的同名端与耦合电感 T_1 的第二绕组 N_{B2} 的同名端以及母线电容 C_{bulk} 的第二端相连,变压器 T_2 的副边绕组 L_s 的同名端接输出二极管 D_4 的阳极,输出二极管 D_4 的阴极接输出电容 C_o 的第一端,变压器 T_2 的副边绕组 L_s 的异名端接输出电容 C_o 的第二端,负载与输出电容 C_o 并联,负载和输出电容 C_o 可以合称为输出负载。当然,输出负载也可以仅包括负载或者是输出电容 C_o 。

[0182] 第三实施例中,恒流控制驱动电路 301 的峰值电流限流端 I_{Lim} 接峰值限流电阻 R_{iim} 的第一端,恒流控制驱动电路 301 的电流采样端 CS 连接采样电阻 R_s 的第一端,恒流控制驱动电路 301 的地端 SGND 接采样电阻 R_s 的第二端并接到原边地,恒流控制驱动电路 301 的过零检测端 ZCD 接变压器 T_2 的辅助绕组 L_a 的同名端,变压器 T 的辅助绕组 L_a 的异名端接原边地,恒流控制驱动电路 301 的输出端 PWM 接开关管 Q_1 的控制端。

[0183] 第三实施例中,恒流控制驱动电路 301 根据电流采样端 CS 采样到的采样电阻 R_s 的电流信息以及过零检测端 ZCD 检测到的输出二极管 D_4 的导通时间信息(或者说是电流过零信息)产生驱动信号,该驱动信号控制开关管 Q_1 周期性地导通和截止以实现输出负载电流恒流。

[0184] 类似地,开关管 Q_1 可以是功率 MOSFET 晶体管,其第一功率端为 MOSFET 晶体管的漏极,其第二功率端为 MOSFET 晶体管的源极,其控制端为所述 MOSFET 晶体管的栅极。或者,开关管 Q_1 也可以是功率三极管,其第一功率端为功率三极管的集电极,其第二功率端为功率三极管的发射极,其控制端为功率三极管的基极。或者,开关管 Q_1 还可以是组合开关或本领域技术人员公知的其他开关管结构。

[0185] 参考图 10,图 10 为图 9 所示集成降压-反激式高功率因数恒流装置在第一工作状态时的等效电路图,图中虚线部分表示相关线路及器件不参与工作。在第一工作状态,开关管 Q_1 导通,输入交流电源信号 V_{ac} 经整流桥 BR 整流之后的正弦半波电压经开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{iim} 、第三二极管 D_3 、母线电容 C_{bulk} 和耦合电感 T_1 的第一绕组 N_{B1} 构成的回路给耦合电感 T_1 充电,耦合电感 T_1 的第一绕组 N_{B1} 两端电压等于输入电容 C_{in} 两端电压减去母线电压 C_{bulk} 两端电压,流经耦合电感 T_1 的第一绕组 N_{B1} 的电流 i_B 上升;同时,母线电容 C_{bulk} 经开关管 Q_1 、电阻 R_{iim} 、采样电阻 R_s 、变压器 T_2 的原边绕组 W_p 构成的回路给变压器 T_2 的激磁电感充电,变压器 T_2 的原边绕组 W_p 两端电压等于母线电容 C_{bulk} 两端电压,变压器 T_2 的原边绕组

电流 i_F 上升。在变压器副边, 输出电容 C_o 提供负载电流。

[0186] 图 11 为图 9 所示的集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置在第二工作状态时的等效电路图, 图中虚线部分表示相应的线路和器件不参与工作。在第二工作状态, 开关管 Q_1 断开, 流经耦合电感 T_1 的第一绕组 N_{B1} 的电流 i_B 转移到耦合电感 T_1 的第二绕组 N_{B2} 中, 并经第二二极管 D_2 、母线电容 C_{bulk} 构成的回路续流, 耦合电感 T_1 的第二绕组 N_{B2} 两端电压等于负的母线电容 C_{bulk} 两端电压; 与此同时, 流经变压器 T_2 的原边绕组 W_p 的电流 i_F 转移到变压器副边, 变压器 T_2 的副边绕组 W_s 、输出二极管 D_4 和输出电容 C_o 构成的回路续流, 变压器 T_2 的副边绕组 W_s 两端电压等于负的输出电压, 变压器 T_2 的副边绕组电流下降。

[0187] 第四实施例

[0188] 参考图 12, 图 12 示出了第四实施例的集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置, 包括集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路及与其相连的恒流驱动控制电路 301。第四实施例为第三实施例的非隔离形式, 主要区别在于变压器与负载之间为非隔离形式。

[0189] 具体而言, 第四实施例的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路包括整流桥 BR、输入电容 C_{in} 、第一二极管 D_1 、第二二极管 D_2 、第三二极管 D_3 、耦合电感 T_1 、变压器 L_F 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、采样电阻 R_s 、母线电容 C_{bulk} 、输出二极管 D_4 以及输出电容 C_o 。其中, 整流桥 BR, 输入电容 C_{in} 、开关管 Q_1 、电阻 R_{lim} 、第二二极管 D_2 、第三二极管 D_3 、耦合电感 T_1 和母线电容 C_{bulk} 构成前级电路, 母线电容 C_{bulk} 、第一二极管 D_1 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、采样电阻 R_s 、变压器 L_F 、输出二极管 D_4 以及输出电容 C_o 构成后级反激式直流 - 直流变换电路。母线电容 C_{bulk} 、开关管 Q_1 及电阻 R_{lim} 为两级复用元件。

[0190] 图 13 和图 14 是图 12 所示第四实施例的两种工作状态, 可参照第一实施例到第二实施例的演变过程及工作状态描述, 这里不再详细描述。

[0191] 第五实施例

[0192] 参考图 15, 图 15 示出了第五实施例的集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置, 包括集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路及与其相连的恒流驱动控制电路 401。

[0193] 第五实施例的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路包括整流桥 BR, 输入电容 C_{in} 、第一二极管 D_1 、第二二极管 D_2 、第三二极管 D_3 、电感 L_B 、变压器 T、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、采样电阻 R_s 、母线电容 C_{bulk} 、输出二极管 D_4 以及输出电容 C_o 。其中, 整流桥 BR, 输入电容 C_{in} 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、第一二极管 D_1 、第三二极管 D_3 、电感 L_B 和母线电容 C_{bulk} 构成前级电路, 母线电容 C_{bulk} 、第二二极管 D_2 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、采样电阻 R_s 、变压器 T、输出二极管 D_4 以及输出电容 C_o 构成后级反激式直流 - 直流变换电路。母线电容 C_{bulk} 、开关管 Q_1 及峰值限流电阻 R_{lim} 为两级电路复用的元件。

[0194] 其中, 交流输入源 V_{ac} 接整流桥 BR 的两个输入端, 整流桥 BR 的正输出端接输入电容 C_{in} 的第一端和电感 L_B 的第一端, 电感 L_B 的第二端接变压器 T 的原边绕组 W_p 的异名端, 变压器 T 的原边绕组 W_p 的同名端接开关管 Q_s 的漏极和第三二极管 D_3 的阴极, 开关管 Q_s 的源极接峰值限流电阻 R_{lim} 的第一端, 峰值限流电阻 R_{lim} 的第二端连接采样电阻 R_s 的第一端、电容 C_{in} 的第二端、整流桥 BR 的负输出端和原边地, 采样电阻 R_s 的第二端接第二二极管 D_2 的阳极, 第二二极管 D_2 的阴极接第一二极管 D_1 的阳极、第三二极管 D_3 的阳极和母线电容 C_{bulk} 的第二端, 母线电容 C_{bulk} 的第一端连接电感 L_B 的第二端, 第一二极管 D_1 的阴极连接电感 L_B 的第一端, 变压器 T 的副边绕组 W_s 的同名端接输出二极管 D_4 的阳极, 输出二极管 D_4 的阴极

接输出电容 C_o 的第一端, 变压器 T 的副边绕组 W_s 的异名端接输出电容 C_o 的第二端, 输出电容 C_o 配置为与负载并联, 负载和输出电容 C_o 可以合称为输出负载。当然, 输出负载也可以仅包括负载或者是输出电容 C_o 。

[0195] 第五实施例中, 恒流控制驱动电路 401 的峰值电流限流端 I_{lim} 接峰值限流电阻 R_{lim} 的第一端, 恒流控制驱动电路 401 的电流采样端 CS 连接采样电阻 R_s 的第一端, 恒流控制驱动电路 401 的地端 SGND 接原边地, 恒流控制驱动电路 701 的过零检测端 ZCD 接变压器 T 的辅助绕组 W_a 的同名端, 变压器 T 的辅助绕组 W_a 的异名端接原边地, 恒流控制驱动电路 401 的输出端 PWM 接开关管 Q_1 的控制端。

[0196] 第五实施例中, 恒流控制驱动电路 401 根据电流采样端 CS 采样到的采样电阻 R_s 的电流信息以及过零检测端 ZCD 检测到的输出二极管 D_4 的导通时间信息 (或者说是电流过零信息) 产生驱动信号, 该驱动信号控制开关管 Q_1 周期性地导通和截止以实现输出负载电流恒流。

[0197] 需要注意的是, 在第五实施例中, 电流采样端 CS 采样到的采样电阻 R_s 的电流信息是负的反激电路的原边电流信息, 因此恒流控制驱动电路 401 中, 该电流信息还需要经过一级反向电路。此外, 在为了限制上电时的交流输入的冲击电流, 流经开关管 Q_1 的峰值电流信息经峰值限流电阻 R_{lim} 送到恒流控制驱动电路 401 的峰值电流限流端 I_{lim} 。

[0198] 参考图 16, 图 16 为图 15 所示集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置在第一工作状态时的等效电路图, 图中虚线部分表示相关线路及器件不参与工作。在第一工作状态, 开关管 Q_1 导通, 输入交流电源信号 V_{ac} 经整流桥 BR 整流之后的正弦半波电压经电感 L_B 、母线电容 C_{bulk} 、第三二极管 D_3 、开关管 Q_1 和峰值限流电阻 R_{lim} 构成的回路给电感 L_B 充电, 电感 L_B 两端电压等于输入电容 C_{in} 两端电压减去母线电压 C_{bulk} 两端电压, 流经电感 L_B 第一绕组 N_{B1} 的电流 i_B 上升; 同时, 母线电容 C_{bulk} 经变压器 T 的原边绕组 W_p 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 和采样电阻 R_s 构成的回路给变压器 T 的原边激磁电感充电, 变压器 T 的原边绕组 W_p 两端电压等于母线电容 C_{bulk} 两端电压, 变压器 T 的原边绕组电流 i_F 上升。在变压器副边, 输出电容 C_o 提供负载电流。

[0199] 图 17 为图 16 所示的集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置在第二工作状态时的等效电路图, 图中虚线部分表示相应的线路和器件不参与工作。在第二工作状态, 开关管 Q_1 断开, 流经电感 L_B 的电流 i_B 经第一二极管 D_1 、母线电容 C_{bulk} 构成的回路续流, 电感 L_B 的两端电压等于负的母线电容 C_{bulk} 两端电压; 与此同时, 流经变压器 T 的原边绕组 W_p 的电流 i_F 转移到变压器副边, 经变压器 T 的副边绕组 W_s 、输出二极管 D_4 和输出电容 C_o 构成的回路续流, 变压器 T 的副边绕组两端电压等于负的输出电压, 变压器 T 的副边绕组电流下降。

[0200] 第六实施例

[0201] 参考图 18, 图 18 所示为第六实施例的集成降压 - 反激式高功率因数恒流装置的结构框图。第六实施例与第五实施例相比, 主要区别在于第六实施例中变压器与负载的耦合方式为非隔离形式。

[0202] 具体而言, 第六实施例的集成降压 - 反激式高功率因数恒流电路包括整流桥 BR, 输入电容 C_{in} , 第一二极管 D_1 、第二二极管 D_2 、第三二极管 D_3 、电感 L_B 、变压器 L_F 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、采样电阻 R_s 、母线电容 C_{bulk} 、输出二极管 D_4 以及输出电容 C_o 。其中, 整流桥 BR, 输入电容 C_{in} 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、第一二极管 D_1 、第三二极管 D_3 、电感 L_B 和母

线电容 C_{bulk} 构成前级电路；母线电容 C_{bulk} 、第二二极管 D_2 、开关管 Q_1 、峰值限流电阻 R_{lim} 、采样电阻 R_s 、变压器 L_F 、输出二极管 D_4 以及输出电容 C_o 构成后级电路。母线电容 C_{bulk} 、开关管 Q_1 及峰值限流电阻 R_{lim} 为两级电路的复用元件。

[0203] 第六实施例的集成降压-反激式高功率因数恒流装置包括集成降压-反激式高功率因数恒流电路及与其相连的恒流驱动控制电路 401。图 19 和图 20 是图 18 所示为第六实施例的两种工作状态，可参照第一实施例到第二实施例的演变过程及工作状态描述，这里不再详细描述。

[0204] 上述多个实施例中，恒流控制驱动电路的电流采样端 CS 连接采样电阻 R_s 的第一端，采样电阻 R_s 的第二端接原边地。作为本专业领域的技术人员应当知道，将恒流控制驱动电路的电流采样端 CS 连接采样电阻 R_s 的第二端，而采样电阻 R_s 的第一端接原边地，然后在恒流控制驱动电路中对采样的电流信号进行反向，可获得与上述各个实施例同样的功能。

[0205] 另外，需要说明的是，虽然以上六个实施例中都是通过恒流控制驱动电路都具有过零检测端，用于获得输出二极管的导通时间信息。但是，本领域技术人员应当理解，当集成降压-反激式高功率因数恒流装置工作在如定频等工作模式时，恒流控制驱动电路也可以不需要具备过零检测端。

[0206] 此外，虽然上述六个实施例中的恒流控制驱动电路都具有峰值电流限流端，用于获取峰值电流信息。但是，本领域技术人员应当理解，该峰值电流限流端以及相应的峰值限流电阻是可选的。

[0207] 综上，本发明的集成降压-反激式高功率因数恒流电路及装置具有如下优点：

[0208] (1) 本发明实施例的高功率因数恒流电路为准单级结构，相比两级式结构，电路结构更简单，有利于降低电路成本；相比单级式结构，大大降低了输出负载的纹波电流，无频闪；

[0209] (2) 本发明实施例的高功率因数恒流电路中，前级电路为降压型电路，相比其它拓扑可以获得较高效率；

[0210] (3) 本发明实施例的高功率因数恒流电路及装置采用原边恒流控制，可以仅通过采样变压器的原边绕组电流信号即可实现对输出负载电流的恒流控制，有利于进一步降低电路成本。

[0211] 本发明虽然以较佳实施例公开如上，但其并不是用来限定本发明，任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内，都可以做出可能的变动和修改，因此本发明的保护范围应当以本发明权利要求所界定的范围为准。

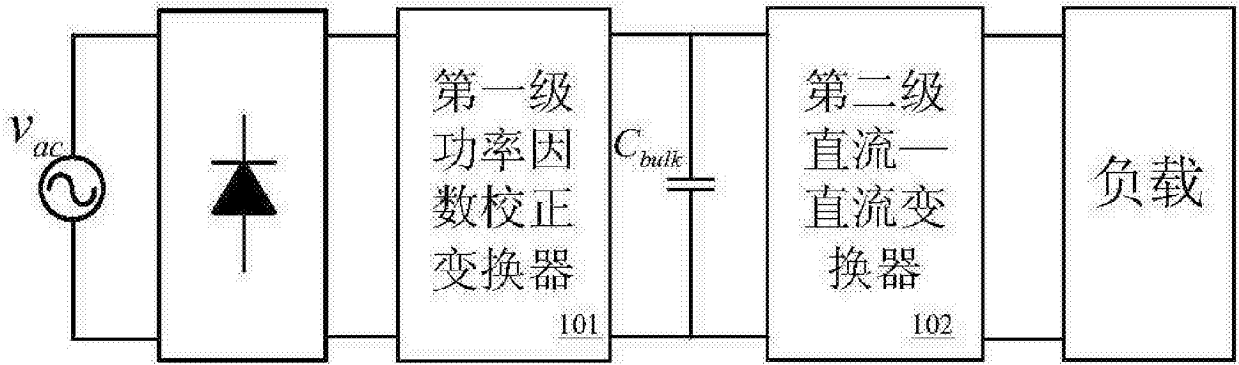


图 1

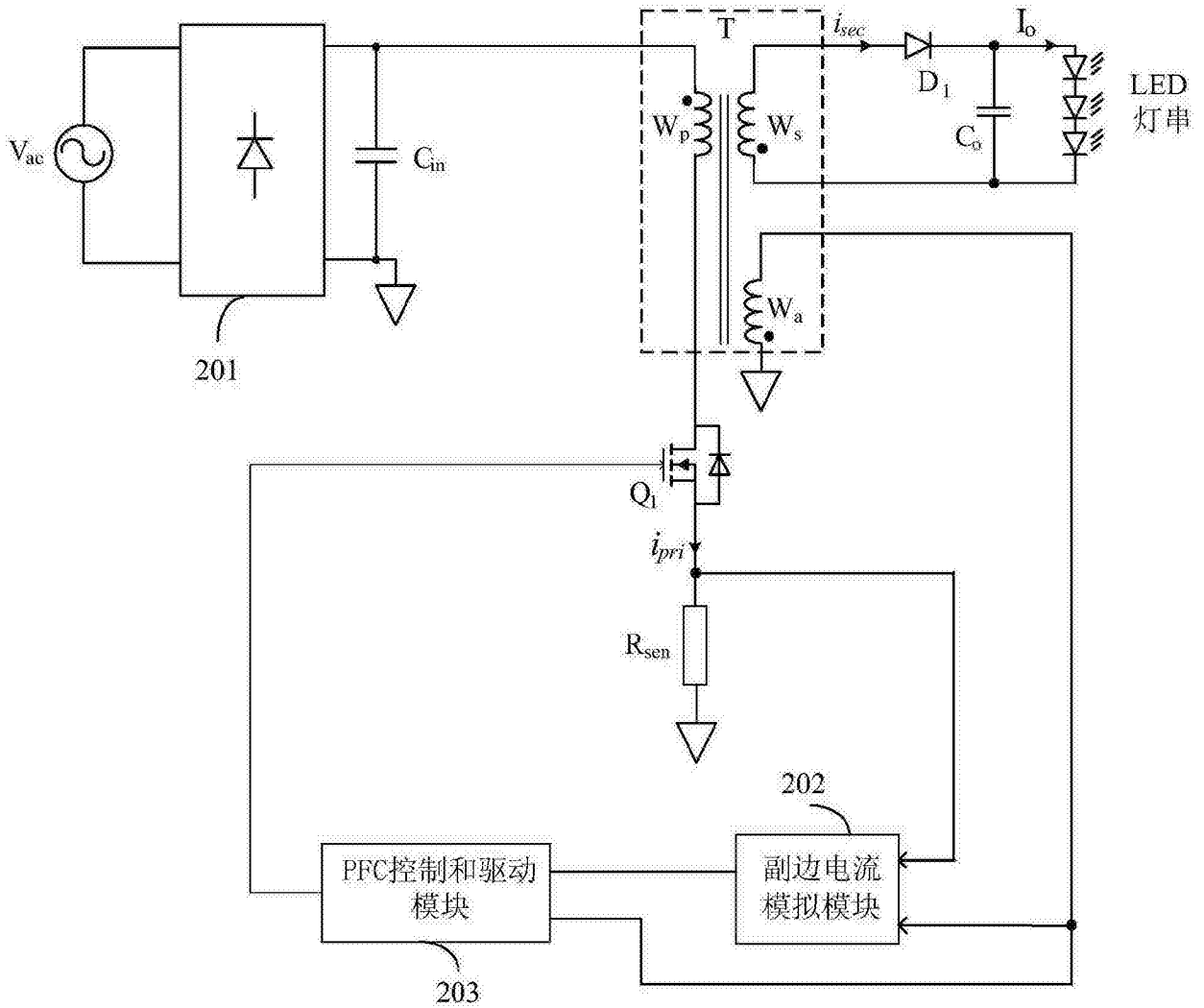


图 2

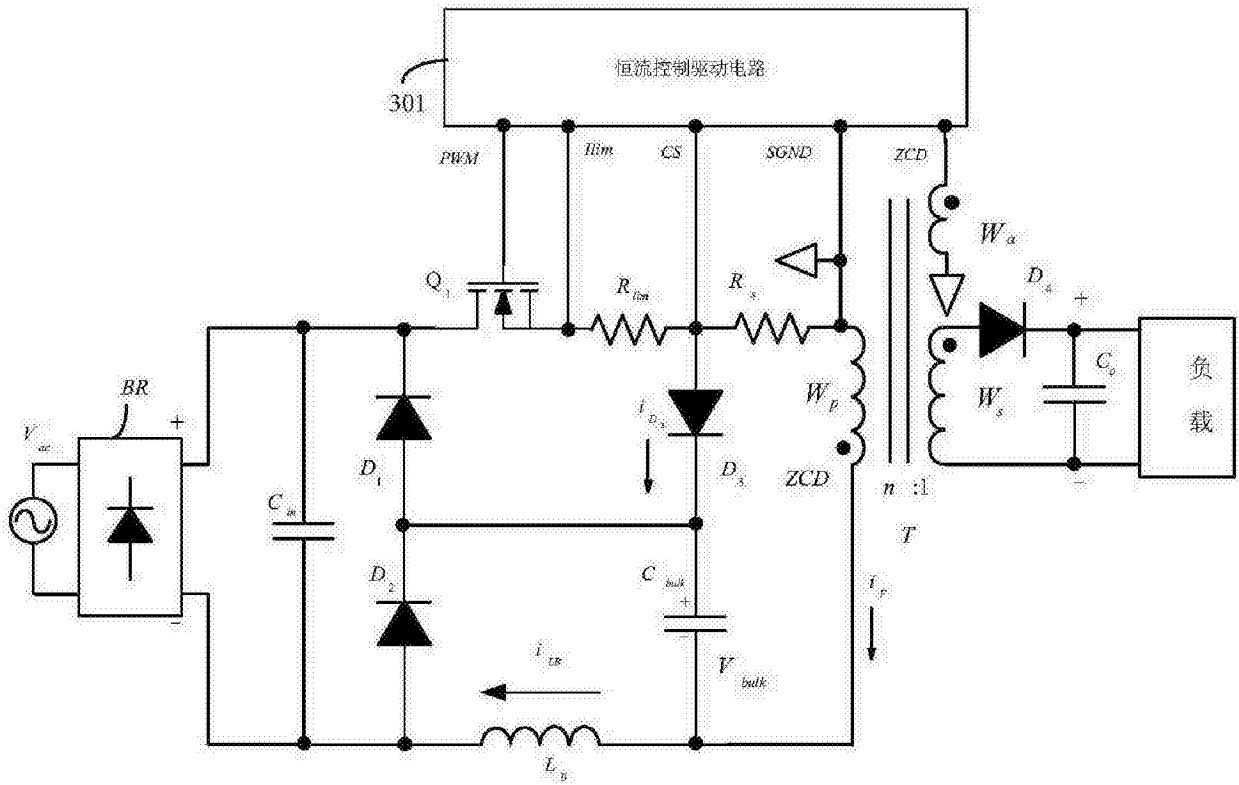


图 3

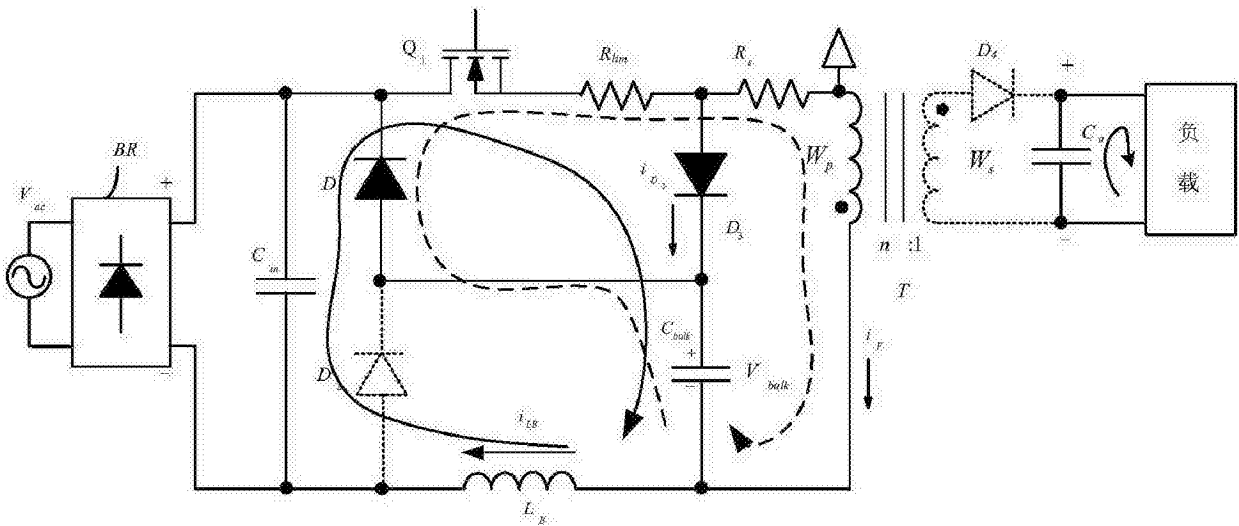


图 4

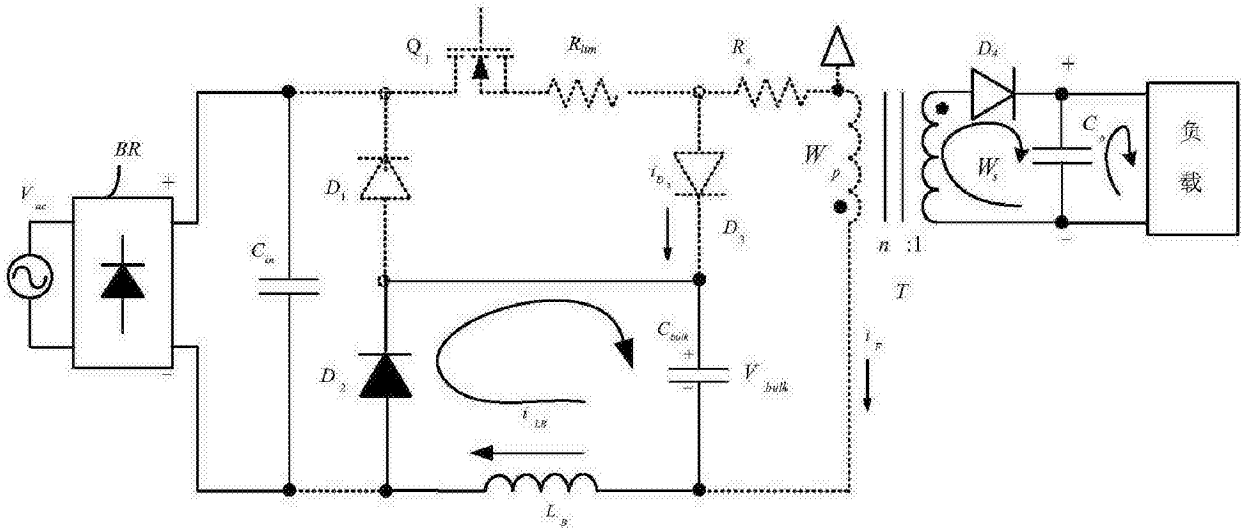


图 5

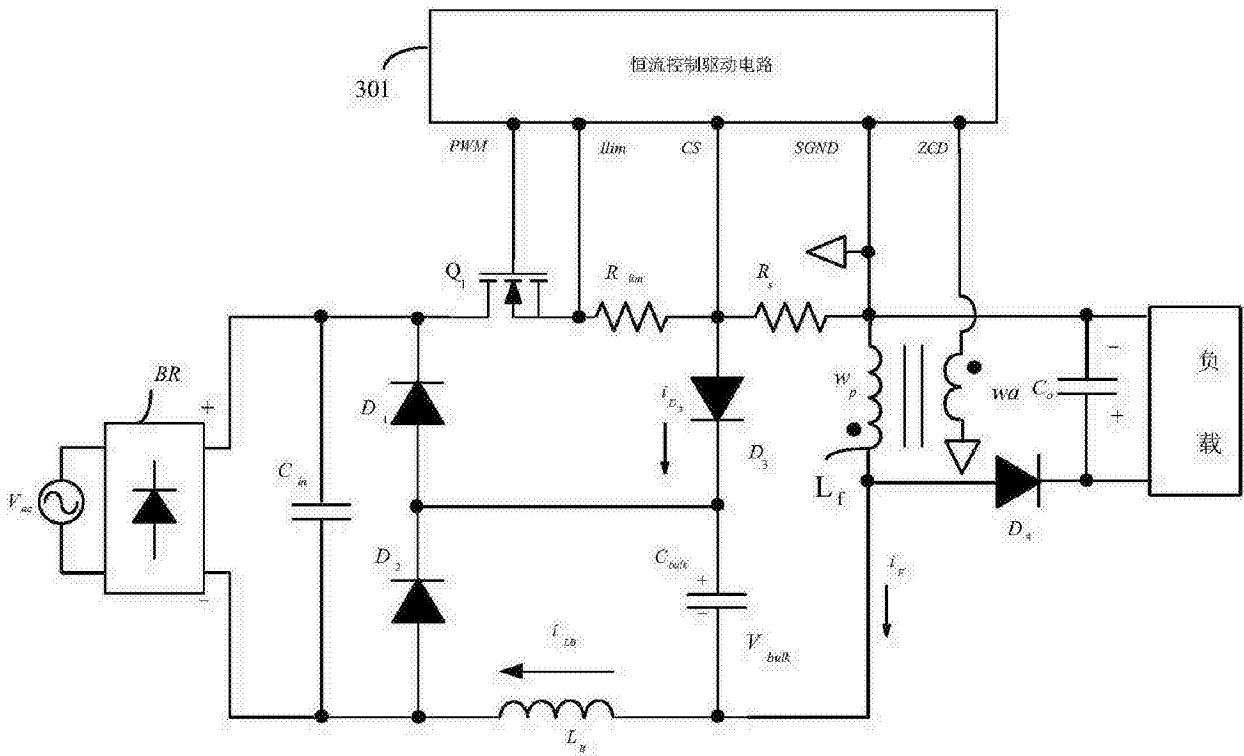


图 6

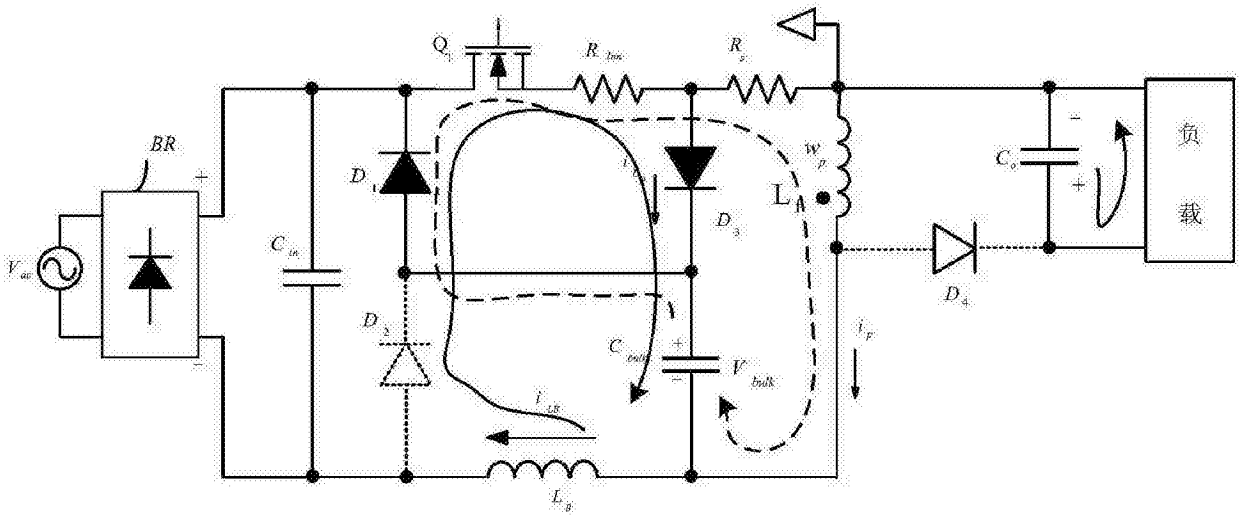


图 7

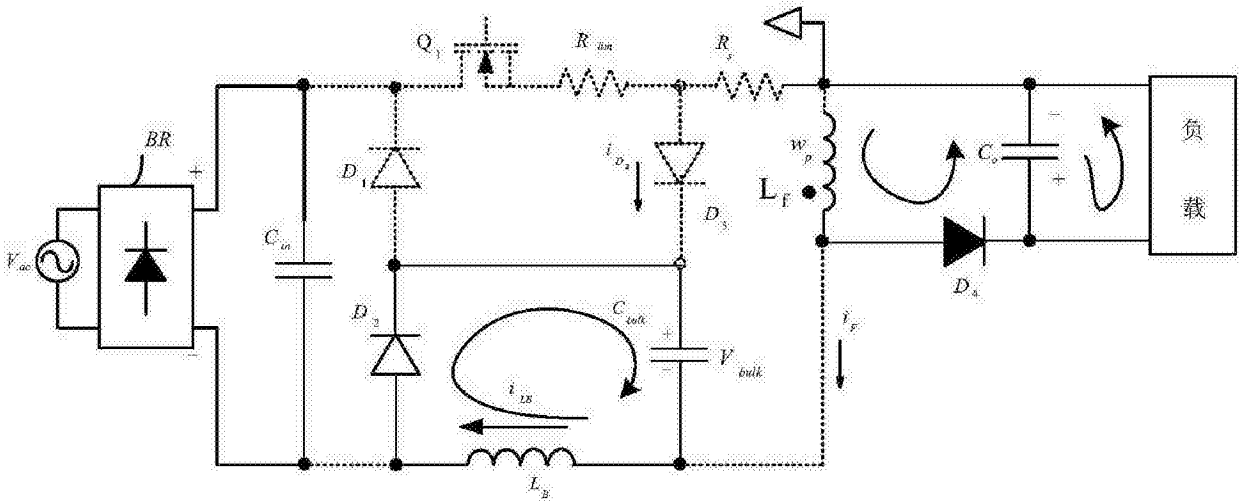


图 8

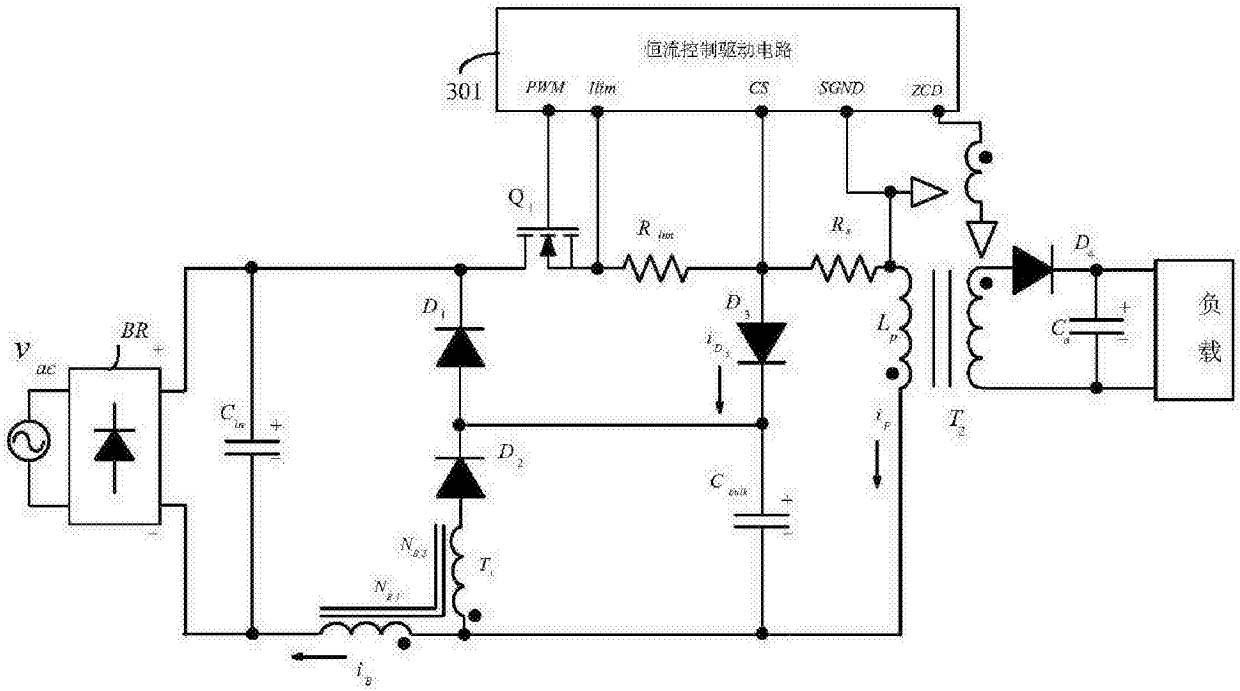


图 9

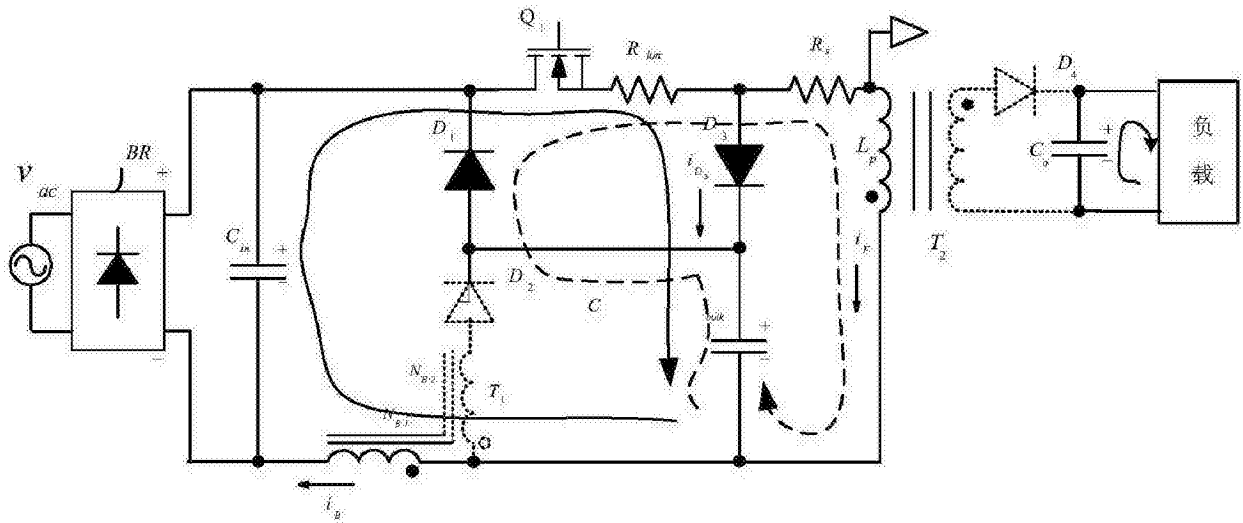


图 10

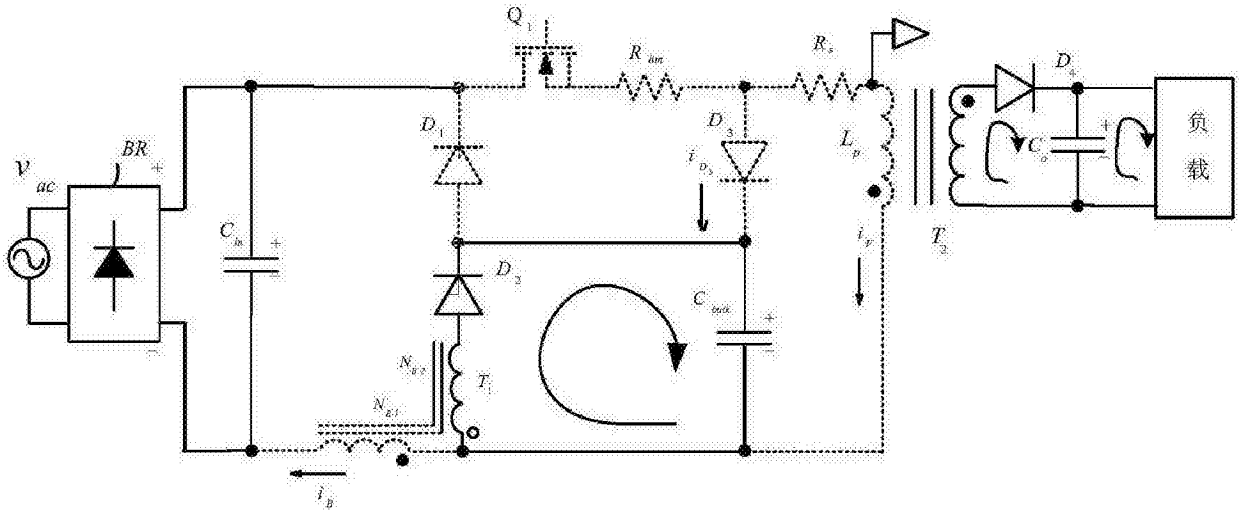


图 11

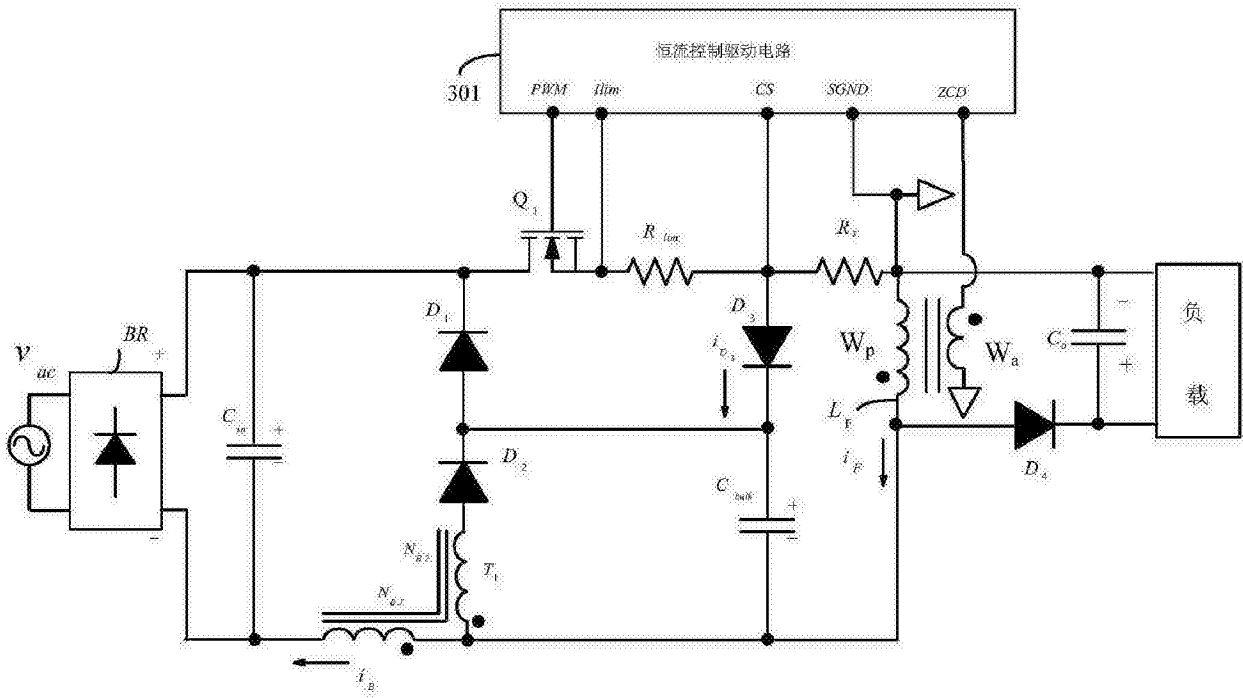


图 12

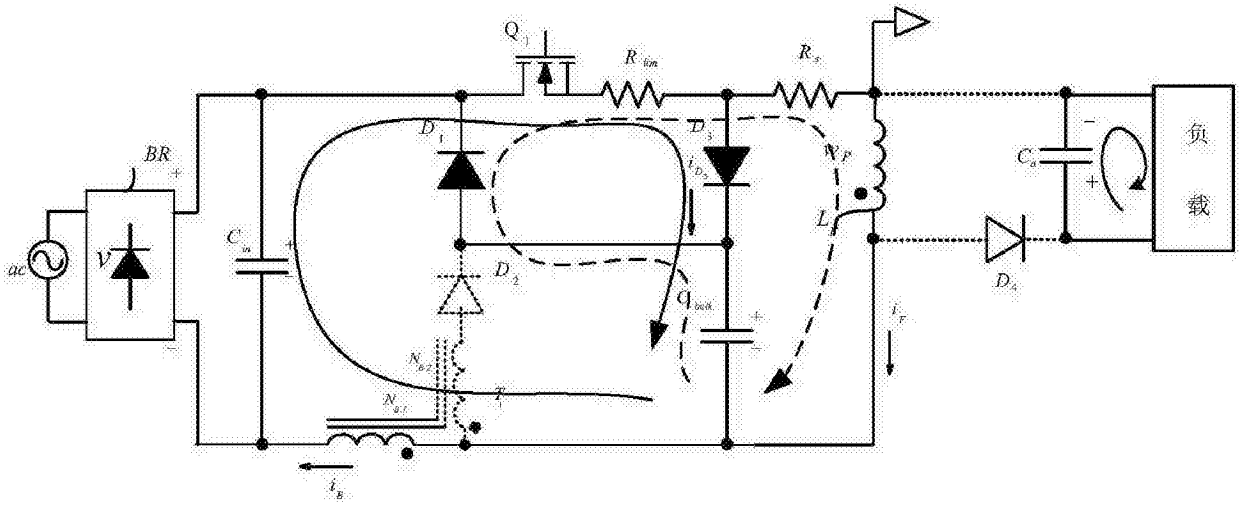


图 13

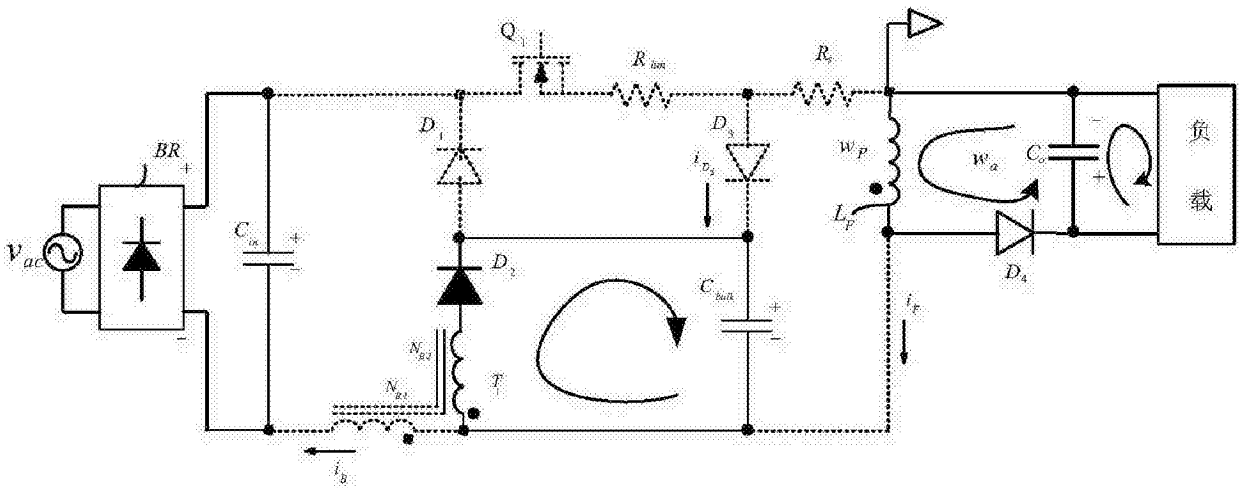


图 14

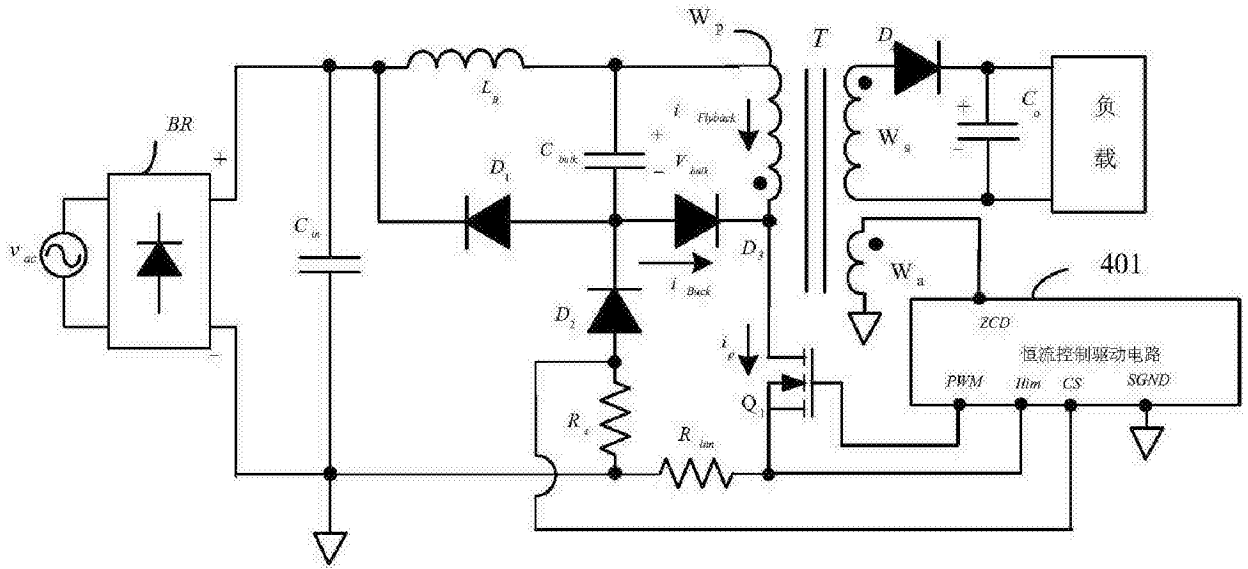


图 15

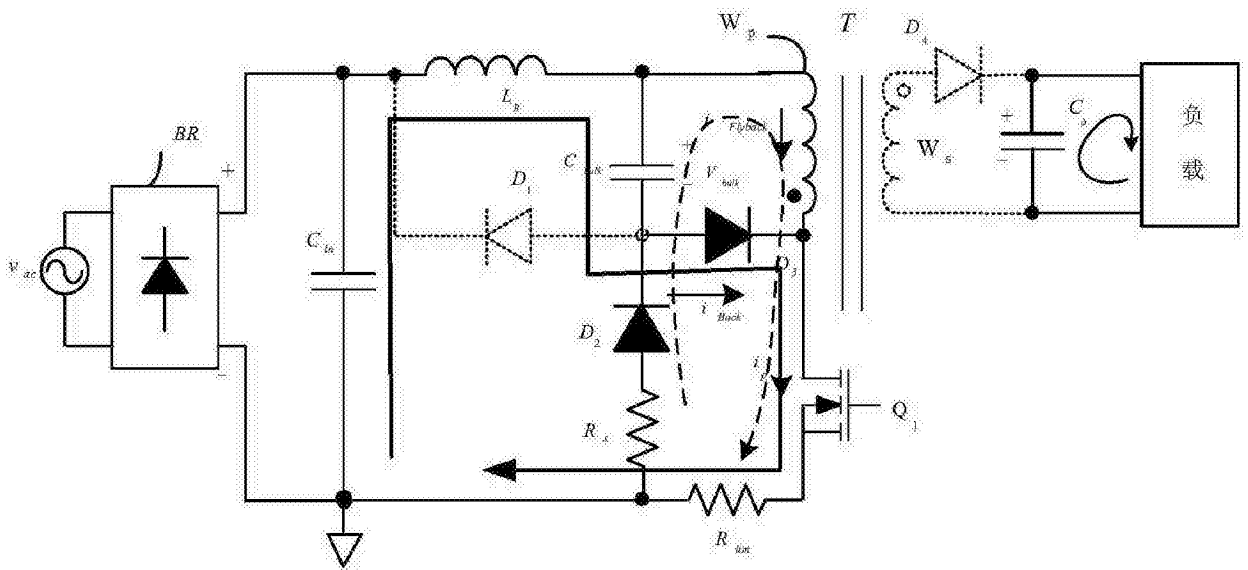


图 16

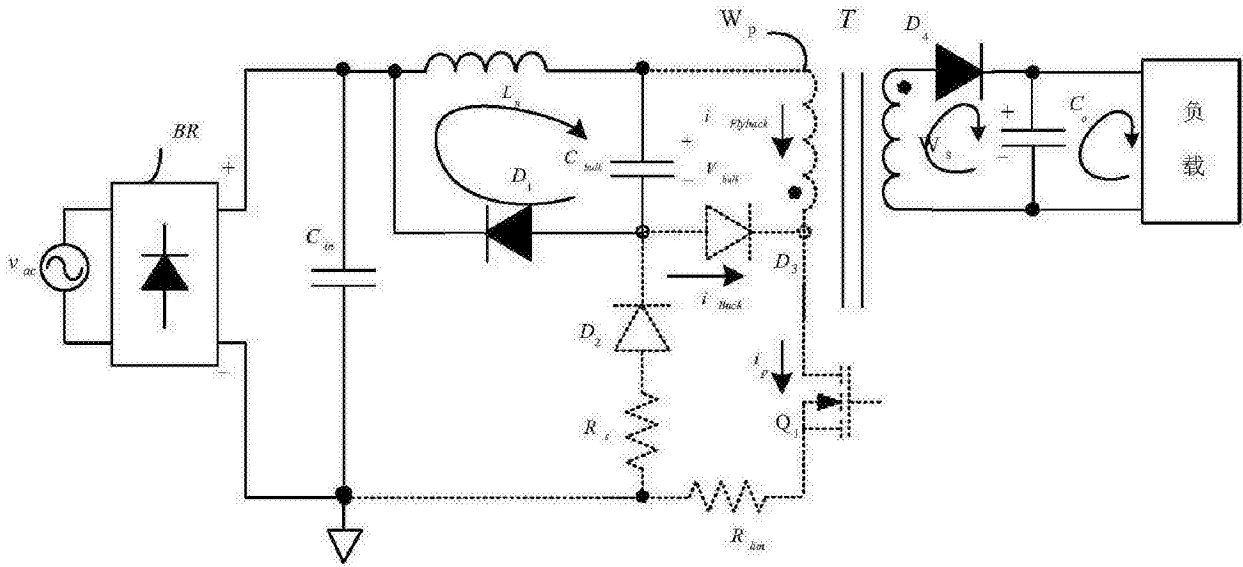


图 17

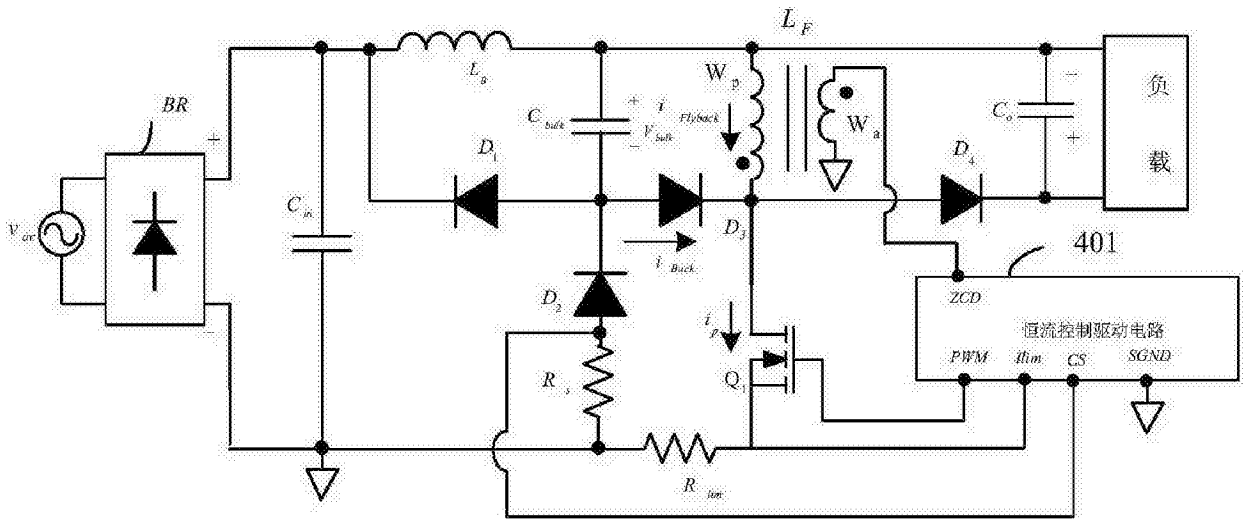


图 18

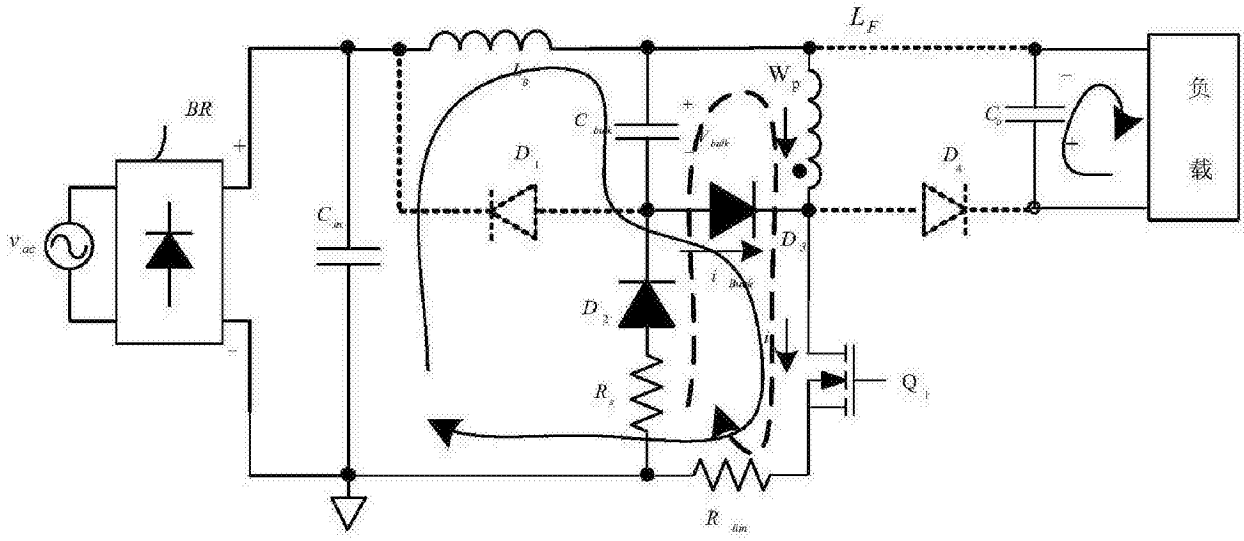


图 19

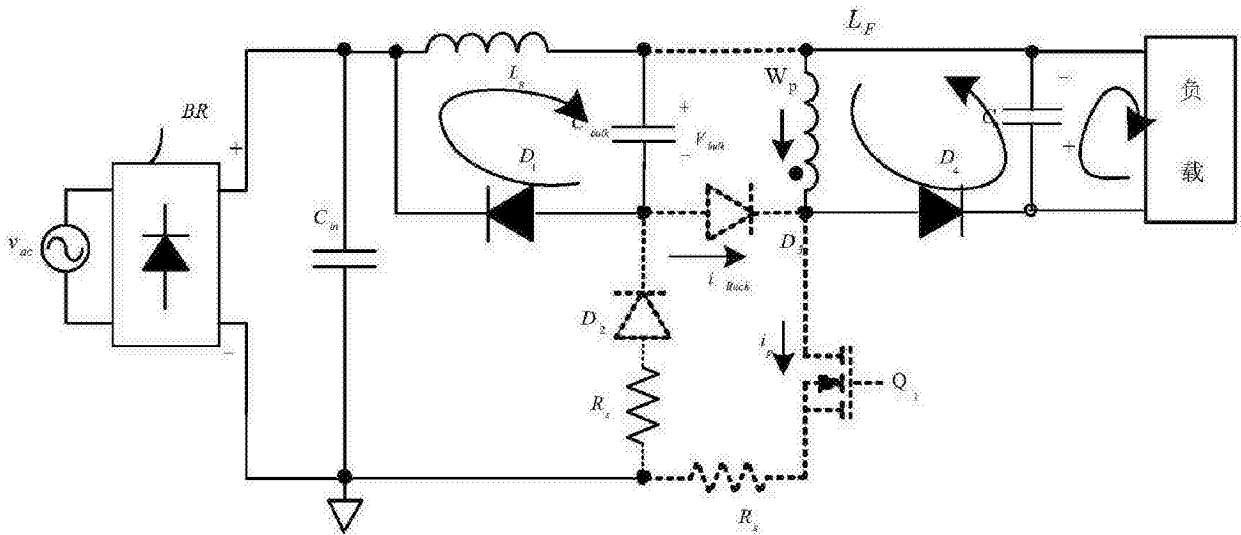


图 20