



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103219878 B

(45) 授权公告日 2016.06.01

(21) 申请号 201210019923.2

(22) 申请日 2012.01.20

(73) 专利权人 台达电子企业管理(上海)有限公司

地址 201209 上海市浦东新区民夏路 238 号
二楼

(72) 发明人 金红元 王宝臣 甘鸿坚 应建平

(74) 专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司
72003

代理人 吴世华 冯志云

(51) Int. Cl.

H02M 1/32(2007.01)

H02M 1/42(2007.01)

H02M 7/217(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102263516 A, 2011.11.30,

US 2011/0234176 A1, 2011.09.29,

CN 101873073 A, 2010.10.27,

CN 1459917 A, 2003.12.03,

CN 1913271 A, 2007.02.14,

CN 102005747 A, 2011.04.06,

US 5737204 A, 1998.04.07,

US 2010/0166449 A1, 2010.07.01,

CN 102263516 A, 2011.11.30,

审查员 段文婷

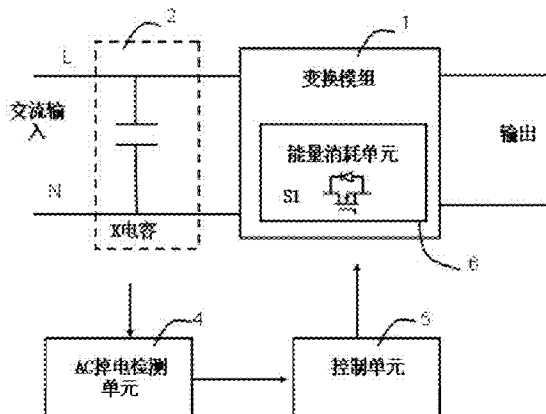
权利要求书3页 说明书11页 附图13页

(54) 发明名称

一种电容放电电路及功率变换器

(57) 摘要

本发明提供一种电容放电电路及具有该电容放电电路的功率变换器,该电容放电电路包括:连接于电容两端的变换模组、用于检测交流输入通断的AC掉电检测单元以及控制单元,其中,该变换模组至少包括一能量消耗单元;当AC掉电检测单元检测到交流输入断接后,AC掉电检测单元产生的AC掉电信号干预控制单元控制变换模组中的能量消耗单元将存储于电容中的能量消耗掉。因此,本发明不再使用放电电阻对连接于交流输入端火线和零线之间的电容进行放电,满足了《信息技术设备的安全》要求,简化了电路,且提高了效率,尤其是对轻载效率提高起了很大的帮助。



1. 一种电容放电电路,用于对一功率变换器中的连接于交流输入端火线和零线之间的电容进行放电,其中,所述功率变换器还包括一连接于所述电容两端的变换模组,所述变换模组至少包括一能量消耗单元,该电容放电电路包括:

AC掉电检测单元,与所述交流输入端相连,输出一AC掉电信号,用于检测交流输入的通断;

控制单元,连接于所述AC掉电检测单元的输出端,接收AC掉电检测单元输出的所述AC掉电信号,当所述AC掉电检测单元检测到交流输入断接后,控制单元控制所述能量消耗单元工作以将存储于所述电容中的能量消耗掉;

其中,所述能量消耗单元包括一开关元件,当所述AC掉电检测单元检测到交流输入断接后,AC掉电信号干预所述控制单元控制所述能量消耗单元中的开关元件工作于饱和区,以将存储于所述电容中的能量消耗掉。

2. 根据权利要求1所述的电容放电电路,其特征在于:所述的电容为X电容。

3. 根据权利要求1所述电容放电电路,其特征在于:所述AC掉电检测单元包括:

电容电压整理电路,将接收到的交流输入信号进行变换以产生一电压信号;以及

定时电路,接收所述电容电压整理电路产生的电压信号,对交流电源电压的正负时间分别计时判断,若正电压或负电压的时间超过预期的时间,判定交流电源断接。

4. 根据权利要求1所述的电容放电电路,其特征在于:所述控制单元包括:

开关信号生成单元,用于接收所述AC掉电检测单元发出的AC掉电信号,并输出一开关元件导通信号;以及

驱动单元,接收所述开关信号生成单元输出的所述开关元件导通信号及AC掉电检测单元发出的AC掉电信号,并控制所述能量消耗单元中的所述开关元件工作处于饱和区以将存储于所述电容中的能量消耗掉。

5. 根据权利要求1所述的电容放电电路,其特征在于:所述控制单元包括:

开关信号生成单元,用于输出一开关元件控制信号;以及

驱动单元,接收所述AC掉电检测单元发出的AC掉电信号,根据所述开关元件控制信号和所述AC掉电信号输出一开关元件导通信号,并控制所述能量消耗单元中的所述开关元件工作处于饱和区以将存储于所述电容中的能量消耗掉。

6. 根据权利要求1所述的电容放电电路,其特征在于:所述控制单元包括:

开关信号生成单元,用于接收所述AC掉电检测单元发出的AC掉电信号,并输出一开关元件导通信号;以及

驱动单元,接收所述开关信号生成单元输出的所述开关元件导通信号,并控制所述能量消耗单元中的所述开关元件工作处于饱和区以将存储于所述电容中的能量消耗掉。

7. 根据权利要求1所述的电容放电电路,其特征在于:所述变换模组包括一PFC变换单元,所述PFC变换单元为有桥PFC变换单元或无桥PFC变换单元,所述PFC变换单元为升压型的PFC变换单元、降压型的PFC单元、或升降压PFC单元。

8. 根据权利要求7所述的电容放电电路,其特征在于:所述PFC变换单元包括至少一所述开关元件,当交流输入断接时所述开关元件工作在饱和区,所述PFC变换单元作为所述的能量消耗单元将存储于所述电容中的能量消耗掉。

9. 根据权利要求1所述的电容放电电路,其特征在于:所述变换模组为单级变换模组,

所述的单级变换模组包括至少一所述开关元件,当交流输入断接时所述开关元件工作在饱和区,所述单级变换模组作为能量消耗单元将存储于所述电容中的能量消耗掉。

10.根据权利要求1所述的电容放电电路,其特征在于:当所述AC掉电检测单元检测到交流输入断接后,AC掉电信号干预所述控制单元输出一开关元件导通信号并降低所述开关元件的驱动电压以控制所述能量消耗单元中的所述开关元件工作于饱和区,将存储于所述电容中的能量消耗掉。

11.一功率变换器,包括:

一电容连接于交流输入端火线和零线之间;

一变换模组,连接于所述电容的两端,至少包括一能量消耗单元;

AC掉电检测单元,与所述交流输入端相连,输出一AC掉电信号,用于检测交流输入的通断;

控制单元,连接于所述AC掉电检测单元的输出端,接收AC掉电检测单元输出的所述AC掉电信号,当所述AC掉电检测单元检测到交流输入断接后,AC掉电信号干预所述控制单元控制所述能量消耗单元工作以将存储于所述电容中的能量消耗掉;

其中,所述能量消耗单元包括一开关元件,当所述AC掉电检测单元检测到交流输入断接后,AC掉电信号干预所述控制单元控制所述能量消耗单元中的开关元件工作于饱和区,以将存储于所述电容中的能量消耗掉。

12.根据权利要求11所述的功率变换器,其特征在于:所述AC掉电检测单元包括:

电容电压整理电路,将接收到的交流输入信号进行变换以产生一电压信号;以及

定时电路,接收所述电容电压整理电路产生的电压信号,对交流电源电压的正负时间分别计时判断,若正电压或负电压的时间超过预期的时间,判定交流电源断接。

13.根据权利要求11所述的功率变换器,其特征在于:所述控制单元包括:

开关信号生成单元,用于接收所述AC掉电检测单元发出的AC掉电信号,并输出一开关元件导通信号;以及

驱动单元,接收所述开关信号生成单元输出的所述开关元件导通信号及AC掉电检测单元发出的AC掉电信号,并控制所述能量消耗单元中的所述开关元件工作处于饱和区以将存储于所述电容中的能量消耗掉。

14.根据权利要求11所述的功率变换器,其特征在于:所述控制单元包括:

开关信号生成单元,用于输出一开关元件控制信号;以及

驱动单元,接收所述AC掉电检测单元发出的AC掉电信号,根据所述开关元件控制信号和所述AC掉电信号输出一开关元件导通信号,并控制所述能量消耗单元中的所述开关元件工作处于饱和区以将存储于所述电容中的能量消耗掉。

15.根据权利要求11所述的功率变换器,其特征在于:所述控制单元包括:

开关信号生成单元,用于接收所述AC掉电检测单元发出的AC掉电信号,并输出一开关元件导通信号;以及

驱动单元,接收所述开关信号生成单元输出的所述开关元件导通信号,并控制所述能量消耗单元中的所述开关元件工作处于饱和区以将存储于所述电容中的能量消耗掉。

16.根据权利要求11所述的功率变换器,其特征在于:所述变换模组包括一PFC变换单元,所述PFC变换单元为有桥PFC变换单元或无桥PFC变换单元,所述PFC变换单元为升压型

的PFC变换单元、降压型的PFC单元、或升降压PFC单元。

17.根据权利要求16所述的功率变换器,其特征在于:所述PFC变换单元包括至少一所述开关元件,当交流输入断接时所述开关元件工作在饱和区,所述PFC变换单元作为所述的能量消耗单元将存储于所述电容中的能量消耗掉。

18.根据权利要求11所述的功率变换器,其特征在于:所述变换模组为单级变换模组,所述的单级变换模组包括至少一所述开关元件,当交流输入断接时所述开关元件工作在饱和区,所述单级变换模组作为能量消耗单元将存储于所述电容中的能量消耗掉。

19.根据权利要求11所述的功率变换器,其特征在于:当所述AC掉电检测单元检测到交流输入断接后,AC掉电信号干预所述控制单元输出一开关元件导通信号并降低所述开关元件的驱动电压以控制所述能量消耗单元中的所述开关元件工作于饱和区,将存储于所述电容中的能量消耗掉。

一种电容放电电路及功率变换器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电力电子技术中使用的放电装置,尤其涉及一种电容放电电路及包含该电容放电电路的功率变换器。

背景技术

[0002] 通常情况下,为了满足电磁兼容的相关要求,电子设备的交流输入端会增加滤波器结构,该滤波器中会含有电容器。对于该电容器,根据《信息技术设备的安全》(safety of information technology equipment)中的规定应该为安全电容,根据位置的不同,安全电容有X电容和Y电容两种。其中,X电容跨接于交流电源输入端的L线(火线)和N线(零线),即并联在火线L和零线N之间。

[0003] 从上述X电容连接的位置可以看出,在交流输入接入时,X电容被充电,从而导致在拔掉交流输入时电源线插头带电,从而容易引起电子设备漏电或机壳带电而危及人身安全及生命,因此,要在拔掉交流输入后快速的对X电容放电,且X电容放电电路的设计需要符合相关安全标准。

[0004] 根据《信息技术设备的安全》(safety of information technology equipment)中的规定,用电设备在设计上应保证在交流输入电源外部断接处,尽量减小因接在一次电路中的电容器件贮存有电荷而产生的电击危险。具体地说,如果设备中有任何电容器件,其标明的或标称的容量超过0.1 μ F,且接在一次电路上,该电容器的放电时间常数不超过下列规定值,则应认为设备是合格的:

[0005] ——对A型可插式设备,1秒;以及

[0006] ——对永久性连接式设备和B型可插式设备,10秒。

[0007] 其中,有关时间常数是指等效电容量(μ F)和等效放电电阻值($M\Omega$)的乘积。即在经过一段等于一个时间常数的时间,电压将衰减到初始值的37%。

[0008] 为满足对于《信息技术设备的安全》中对电容放电的规定,目前较常用的方法是在X电容两端并联放电电阻;同时保证电容电阻的时间常数小于规定值。下面以功率变换器电路为例对现有的X电容放电技术进行说明。

[0009] 请参阅图1,图1为现有技术中的具有X电容的变换器在X电容两端并联放电电阻的电路示意图。如图所示,X电容2、放电电阻3和变换模组1依次耦接,并且,X电容2并接在交流电源输入端(火线和零线之间)。现有技术中的具有X电容的变换器与其它在X电容两端并联放电电阻的用电设备相同,即X电容2在交流电源AC断电后长时间贮存高压电能,放电电阻3用于对X电容2进行放电,以便满足安全要求。

[0010] 然而,并联于电路中的放电电阻3在交流电源输入接通后,会一直消耗能量且产生功率损耗,这是造成变换器在空载及待机输入功耗的重要因素,尤其是在输入电压较高的时候放电电阻3的损耗更大。随着轻载效率要求的不断提高,如何减小对X电容2放电所造成的损耗变得越来越重要。

[0011] 此外,变换模组1可以是由功率因数校正(PFC)变换单元和DC/DC变换单元两级方

案组成,也可以是单级的变换模组(single-stage)。若变换模组由两级单元组成,那么PFC变换单元可以是有桥的PFC变换单元或无桥PFC变换单元,PFC变换单元还可以是升压的PFC变换单元或降压型的PFC变换单元或升降压的PFC变换单元。

[0012] 需要强调的是,变换模组采用两级结构时,PFC变换单元为无桥PFC变换单元时由于其拓扑上的优势相对于传统的有桥PFC变换单元会在重载时有较高的效率,但会使用较大电容值的X安规电容。若选用放电电阻对X电容放电,则需选用阻值相对较低的放电电阻,阻值越低,放电电阻在交流输入电网接入时的损耗会越大,致使无桥PFC变换单元在轻载时效率更低。致使减小对X电容放电损耗的问题更为迫切。

[0013] 因此,既要满足现有《信息技术设备的安全》的要求,同时实现用电设备的高效率,尤其是提高设备的轻载效率,成为目前迫切需要解决的课题。

发明内容

[0014] 鉴于上述现有的解决方法需要添加放电电阻所带来的较严重的效率降低的问题,本发明主要目的为采用无放电电阻的方法,避免放电电阻在交流输入接入时消耗能量,且在交流输入掉电时利用能量消耗单元对连接于交流输入端火线和零线之间的电容进行放电,从而可以实现无放电电阻对电容进行放电。

[0015] 为实现上述目的,本发明电容放电装置的技术方案如下:

[0016] 一种电容放电电路,用于对一功率变换器中的连接于交流输入端火线和零线之间的电容进行放电,其中,该功率变换器还包括一连接于该电容两端的变换模组,该变换模组与该电容相藕接,所述变换模组至少包括一能量消耗单元。该电容放电电路还包括AC掉电检测单元和控制单元;其中,AC掉电检测单元与该交流输入端相连,输出一AC掉电信号,用于检测交流输入电源的通断;控制单元连接于该AC掉电检测单元的输出端,接收AC掉电检测单元输出的AC掉电信号。当所述AC掉电检测单元检测到交流输入断接后,控制单元控制所述能量消耗单元工作以将存储于所述电容中的能量消耗掉。

[0017] 为实现上述目的,在本发明功率变换器的技术方案如下:

[0018] 一种功率变换器,其包括:连接于交流输入端火线和零线之间的一电容、连接于该电容两端的一变换模组、AC掉电检测单元和控制单元。其中,该变换模组至少包括一能量消耗单元;AC掉电检测单元与该交流输入端相连,输出一AC掉电信号,用于检测交流输入的通断;控制单元连接于该AC掉电检测单元的输出端,接收AC掉电检测单元输出的该AC掉电信号,当该AC掉电检测单元检测到交流输入断接后,AC掉电信号干预该控制单元控制该能量消耗单元工作以将存储于该电容中的能量消耗掉。

[0019] 从上述技术方案可以看出,本发明所提供的电容放电装置的特点是不再使用放电电阻对电容放电,而是使用能量消耗单元对连接于交流输入端火线和零线之间的电容进行放电。也就是说,在交流输入接入时,AC掉电检测单元的输出信号AC掉电信号无法影响控制单元,控制单元按照原有的设计方法实现功率变换器的设计功能,没有放电电阻并联于X电容两端,消除了放电电阻的损耗;当交流电源断开接入时,AC掉电检测单元影响控制单元的工作,控制变换模组中的能量消耗单元工作,从而使得电容中的能量消耗掉。因此,本发明满足了《信息技术设备的安全》的要求,提高了用电设备的效率。

[0020] 此外,本发明可以利用原有的变换单元中的器件作为能量消耗单元,这样即简化

了电路,又减小了放电电阻的损耗,提高了轻载的效率。同时,对于采用两级结构的变换模组来说,PFC级采用无桥PFC变换单元可以取得较好的重载效率,但是X电容较大,使用放电电阻带来轻载效率的低下,该方法可以很有效的提高含有无桥PFC的功率变换器的效率。

附图说明

- [0021] 图1为现有技术中在X电容两端并联放电电阻的放电电路示意图;
- [0022] 图2为本发明实施例中所应用的功率变换器的电路示意图;
- [0023] 图3为本发明一实施例中的功率变换器的变换模组含有有桥PFC单元和DC/DC变换单元的电路示意图;
- [0024] 图4为本发明一实施例中的功率变换器的变换模组含有无桥PFC变换单元的示意图;
- [0025] 图5为本发明一实施例中的含有PFC单元的功率变换器所采用的PFC电感单元的相关结构示意图;
- [0026] 图6为本发明一实施例中的含有无桥PFC单元的功率变换器所采用的开关元件二极管网络单元的相关结构示意图;
- [0027] 图7为开关元件MOSFET的漏极电流ID与漏极至源级电压VDS的关系示意图;
- [0028] 图8为本发明实施例一的包括电容放电装置的功率变换器示意图;
- [0029] 图9为本发明一实施例中的AC掉电检测单元示意图;
- [0030] 图10为本发明中的AC掉电检测单元的一具体实施例;
- [0031] 图11为图10中的AC掉电检测单元具体实施例的波形图
- [0032] 图12为本发明实施例X电容放电装置的工作原理流程图;
- [0033] 图13为本发明一实施AC掉电检测信号对控制单元干预的控制原理框图;
- [0034] 图14为本发明另一实施AC掉电检测信号对控制单元干预的控制原理框图;
- [0035] 图15为本发明另一实施AC掉电检测信号对控制单元干预的控制原理框图;
- [0036] 图16为如图3所示的功率变换器中的X电容放电回路示意图;
- [0037] 图17为本发明实施例中含有PFC变换单元的对X电容放电的波形示意图;
- [0038] 图18为本发明一具体实施例的含有无桥PFC变换单元的功率变换器中的X电容放电回路的示意图;
- [0039] 图19为本发明一具体实施例的含有单级变换模组的功率变换器中的X电容放电回路的示意图。

具体实施方式

[0040] 体现本发明特征与优点的一些典型实施例将在后段的说明中详细叙述。应理解的是本发明能够在不同的示例上具有各种的变化,其皆不脱离本发明的范围,且其中的说明及图示在本质上当作说明之用,而非用以限制本发明。

[0041] 上述及其它技术特征和有益效果,下面将结合实施例及附图2至图19对本发明一种X电容放电装置进行详细说明。

[0042] 如图2所示,功率变换器,如AC-DC(如电源适配器)或AC-AC功率变换器通常包括一交流输入端、一跨接在功率变换器两交流输入端即L线和N线之间的电容2(通常称X电容)、

一变换模组1及功率变换器的输出端。该变换模组1可以由PFC变换单元11和直流功率变换单元12组成的两级变换模组,如图2所示。并且,PFC变换单元11可以是有桥PFC变换单元,也可以是无桥PFC变换单元,可以是升压PFC变换单元,也可以是降压型PFC变换单元,还可以是升降压PFC变换单元。直流功率变换单元12可以是DC/DC变换单元,也可以是DC/AC变换单元。在其它实施例中,变换模组1也可以是单级的变换模组(single-stage),如单级反激变换器,所述单级的变换模组可以具有PFC功能,也可以不具有PFC的功能。

[0043] 该X电容跨接在功率变换器两交流输入端的L线和N线之间,当功率变换器正常工作也即有交流输入时,该X电容被充电,产生可能会危害人身安全的电压,因此在断开交流输入时,需要将储存在该X电容上的电能迅速地释放掉以保证操作人员或用户的安全。功率变换器中的需要被放电的电容是上述的X电容,其中需要被放电的电容也可以为多个电容并联或串联构成。

[0044] 下面分别以含有有桥PFC变换单元和DC/DC变换单元以及含有无桥PFC变换单元的变换模组和单级的变换模组为例对该需要被放电的电容为X电容的放电电路进行分析说明。

[0045] 请参阅图3,图3为本发明一实施例的功率变换器的变换模组含有有桥PFC单元和DC/DC变换单元的电路示意图。如图所示,该功率变换器包括两交流输入端即L线和N线、一X电容2、有桥PFC变换单元11,一DC/DC变换单元12和一Bus电容13,其中,该X电容的两端跨接在交流输入端的L线和N线之间,该有桥PFC变换单元11包括两输入端和两输出端,该X电容的两端和该有桥PFC变换单元11的两输入端电性连接,该DC/DC变换单元12包括两输入端和两输出端,该有桥PFC变换单元11的两输出端和该DC/DC变换单元12的两输入端电性连接,该Bus电容13跨接在该有桥PFC变换单元11的两输出端和该DC/DC变换单元12的两输入端之间。有桥PFC变换单元11包括了依次耦接的整流桥111, π 型滤波单元112,PFC电感113和开关网络114。其中,由于有桥PFC变换单元11中的PFC电感113在整流桥111后,所以可以添加 π 型滤波单元112,由于滤波器单元不是与交流输入端的火线和零线直接相连,因此滤波器中的电容可以使用非安全规定的电容,也就不需要在交流输入断接时对其进行放电,但是该 π 型滤波单元112也具有差模滤波器的效果,所以通过增加 π 型滤波器可以减小X电容2的容值。与其它实施例中,该 π 型滤波单元112也可以不添加。对于该功率变换器,当有交流输入时,该有桥PFC变换单元11和该DC/DC变换单元12中的开关元件工作在原来设计的开关状态,以分别实现功率因数校正和直流功率变换的功能。

[0046] 请参阅图4,图4为本发明一实施例中的功率变换器的变换模组含有无桥PFC变换单元和DC/DC变换单元的示意图。如图所示,该功率变换器包括两交流输入端即L线和N线、一X电容、无桥PFC变换单元21、一Bus电容23和一DC/DC变换单元22,其中,该X电容的两端跨接在交流输入端的L线和N线之间,该无桥PFC变换器21包括两输入端和两输出端,该X电容的两端和该无桥PFC变换单元21的两输入端电性连接,该Bus电容23跨接在该无桥PFC变换单元21的两输出端之间,该DC/DC变换单元22包括两输入端和两输出端,该无桥PFC变换单元21的两输出端和该DC/DC变换单元22的两输入端连接,该DC/DC变换单元22的两输出端即为功率变换器的输出端,无桥PFC变换单元21由一PFC电感单元211和一开关管二极管网络212组成。

[0047] 如上所述无论是有桥PFC单元还是无桥PFC单元都包含一PFC电感单元,所述的PFC

电感单元可以为如图5所示的任何一种电感结构图。图5中仅示出了四种电感单元的结构,在其它实施例中PFC电感单元可以是任意的由一个或多个电感组成的单元,多个电感之间可以是耦合或非耦合关系。

[0048] 请参阅图6,图6为如图4所示的本发明实施例中无桥PFC变换单元中开关管二极管网络的相关结构示意图;图中仅示出了三种开关管二极管网络的结构,其它的开关管二极管网络的结构也可以为本发明所用,并且,二极管和开关管相互替换的衍生结构也包括其中。当功率变换器正常工作也即有交流输入时,其中的该无桥PFC变换单元21中的开关管二极管网络212中的开关元件也即开关管工作在开关状态,以实现功率因数校正功能。

[0049] 由于无桥PFC电感没有经过整流桥就和交流输入端连接,所以无法像有桥PFC变换单元那样在整流桥后添加差模 π 型滤波单元,那么用于滤除差模的X电容就要选用较大的容值,若用放电电阻对X电容放电,根据放电时间常数($RC < 1$ 秒)的规定,要选用相对较小阻值的放电电阻,这样在交流输入接入时,放电电阻上的功耗比较大。因此,使用含有无桥PFC变换单元的功率变换器面临轻载更差的效率。

[0050] 无论该变换模组为单级变换模组(single-stage)还是两级变换模组,该两级变换模组中的PFC变换单元为有桥PFC变换单元还是无桥PFC变换单元、该两级变换模组中的直流功率变换单元为DC/DC变换单元或DC/AC变换单元,该变换模组都至少包括一个开关元件。而开关元件可以工作在断路区、饱和模式区以及线性模式区,且开关元件工作在饱和和特性区时,可等效为一可变电阻,此时开关元件相当于一个阻值很大的电阻,因此其可以作为X电容放电电路中的能量消耗单元对X电容进行放电,并且可以实现对放电回路的限流。在一些实施例中,该开关元件可以为绝缘栅双载流子晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor),简称IGBT或金属氧化物半导体场效应晶体管(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor),简称MOSFET等。于本实施例中,该开关元件为一金属氧化物半导体场效应晶体管(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor),简称MOSFET。下面以该开关元件为MOSFET为例说明其可为能量消耗单元的原理。请参阅图7,图7为开关元件MOSFET的漏极电流 I_D 与漏极至源级电压 V_{DS} 的关系示意图。如图7所示,线性(欧姆)模式及饱和模式的分界是一上升弯曲抛物线($V_{DS} = V_{GS} - V_T$,其中, V_T 为开启电压)所示。在线性模式中,当该MOSFET处于导通状态时,该MOSFET如一很小的电阻(如数至数百 $m\Omega$);即

[0051] 线性模式:当 $V_{GS} > V_{th}$,且 $V_{DS} < (V_{GS} - V_{th})$;

[0052] 而处于饱和模式下,当开关元件MOSFET导通时,开关元件MOSFET就像一个变阻器,其等效电阻由其栅极和源级电压所控制,开关元件变成了一个非常大的电阻(如可达到数至数百或数千欧姆);

[0053] 饱和模式:当 $V_{GS} > V_{th}$,且 $V_{DS} > (V_{GS} - V_{th})$

[0054] 因此可以利用开关元件工作在饱和区相当于一个较大的电阻的特性对X电容进行放电,且通过降低开关元件的驱动电压可以将开关元件的工作状态从开关状态的线性区调到饱和状态的饱和区。下面将以利用变换模组中的开关元件作为能量消耗单元详细描述X电容的放电原理。

[0055] 请参阅图8,图8为本发明实施例一的包括电容放电装置的功率变换器示意图。如图8所示,该功率变换器包括两交流输入端即火线(L线)和零线(N线)、一X电容2、一变换模

组1、一AC掉电检测单元4和一控制单元5。该X电容2连接于交流输入端火线和零线之间；该变换模组1连接于该X电容2的两端，该变换模组1包括一能量消耗单元6，其至少包括一开关元件；AC掉电检测单元4，与该交流输入端相连，输出一AC掉电信号，用于检测交流输入的通断；控制单元5，连接于该AC掉电检测单元4的输出端，接收AC掉电检测单元4输出的该AC掉电信号，当该AC掉电检测单元4检测到交流输入断接后，AC掉电信号干预该控制单元5控制该变换模组1中的能量消耗单元6中的开关元件（图中示为S1）工作于饱和区，其等效为一可变电阻，即为一能量消耗单元将存储于该X电容中的能量消耗掉。当交流输入正常接入时，AC掉电信号不干预该控制单元5，该变换模组1中的开关元件（图中示为S1）工作在开关状态，该X电容2由于交流输入的存在而一直存在交流电。于一实施例中，通过控制变换模组1中的能量消耗单元6中的开关元件工作于饱和区将存储于该X电容2中的能量消耗掉，也即将在交流输入断接后变换模组1中工作在饱和区的开关元件利用成能量消耗单元6将存储于该X电容2中的能量消耗掉。于其它实施例中，变换模组1中的能量消耗单元6可为任何在交流输入断接后能将存储于该X电容2中的能量消耗掉的单元。例如，该变换模组1包括一开关元件，该开关元件和该X电容2相联，在一实施例中，在交流输入正常接入时该开关元件按原有设计工作即工作在关断状态，在交流输入断接后该开关元件工作在饱和区，也即将在交流输入断接后工作在饱和区的开关元件利用成能量消耗单元6将存储于该X电容2中的能量消耗掉。

[0056] 在本发明的一实施例中，能量消耗单元6是变换模组1中的一部分，具体地说，能量消耗单元6为变换模组1中的开关元件，该开关元件可以是交流输入接入时进行功率变换工作的必要元件之一。在交流输入接入时，AC掉电检测单元4输出的AC掉电信号电压会一直低于某个设定的电压值，例如1.2V，该信号无法影响控制单元5，控制单元5按照原有的设计方法控制变换模组1按原有的设计功能工作即实现功率变换。而在交流输入断接时，AC掉电检测单元4输出的AC掉电信号为一高于设定电压阈值的电压，这样AC掉电检测单元4输出的AC掉电信号干预控制单元5的工作以控制变换模组1中的能量消耗单元6中的开关元件工作于饱和区，这样由于开关管表现为大电阻特性，从而即可以对X电容2进行放电，又可以防止开关管工作于线性区造成放电电流过大。在本发明一实施例中，当AC掉电检测单元检测到交流输入断接后，AC掉电信号干预控制单元输出一开关元件导通信号并降低开关元件的驱动电压以控制能量消耗单元中的开关元件工作于饱和区，将存储于电容中的能量消耗掉。也即只有当交流输入断开时，AC掉电检测单元4输出的AC掉电信号才干预控制单元5，使其控制变换模组1中的能量消耗单元中的开关元件工作于饱和区将存储于需要被放电的电容2中的能量消耗掉；与如图1所示的不同，本实施例中采用了一种无放电电阻的方法，且在交流输入掉电时才利用该变换模组1中的开关元件作为能量消耗单元6对需要被放电的电容进行放电，从而可以减小了使用放电电阻的功率损耗，同时本实施例中的电容放电电路中的能量消耗单元6可以是功率变换器中的一部分，无需另外增加能量消耗单元。

[0057] 在本发明一实施例中，AC掉电检测单元4是可以通过检测X电容2两端的电压来进行判断交流输入通断状态的，但不以此为限。需要说明的是，在本发明的实施例中，AC掉电检测单元4可以采用任何一种能判断出交流输入通断状态的方式工作。

[0058] 请参阅图9，图9为本发明一实施例中的AC掉电检测单元示意图。在本发明的一实施例中，AC掉电检测单元4包括X电容电压整理电路41和定时电路42。其中，X电容电压整理

电路41用于将X电容2上的交流电压进行变换以适应于后面的定时电路42,即将加载于X电容2两端的电压信号变换成另一输出电压信号,该输出电压信号能够反映输入电源的交流特性;定时电路42对该输出电压信号进行交流特性判断,即对X电容2上的电压的正负时间分别计时判断,若正电压或负电压的时间没有超过预期时间(如预期时间是交流电源的周期),则认为交流电源正常接入;若正电压或负电压的时间超过预期的时间,则判断此时交流电源没有交流变化,即交流电源断接。在电路的表现形式上,通过判断定时电路42输出的电压直流信号是否超过了设定的第二电压阈值 V_{th2} ,产生并输出交流输入通断状态的信号。具体地说,定时电路42可以通过RC(电阻电容)电路的电容充放电电压来判断该电压直流信号是否超过了设定的第二电压阈值 V_{th2} ,若该电容充放电电压超过了设定的第二电压阈值 V_{th2} ,则AC掉电检测单元4产生电源AC掉电信号,变换模组1中的开关元件就被利用成为能量消耗单元6将存储于X电容2中的能量消耗掉。否则,AC掉电检测单元4认为交流输入未断接。

[0059] 在其它一些实施例中,AC掉电检测单元4也可以通过数字电路来实现,其实现的原理与模拟实现的原理基本相同,在此不再赘述。下面通过一实施例来详细阐述AC掉电检测单元4的工作原理。

[0060] 请参阅图10,图10为本发明AC掉电检测单元的一具体实施例。如图所示,AC掉电检测单元4包括一X电容电压整理电路41及一定时电路42,该X电容电压整理电路41包括一分压电阻网络411和一比较器412,该定时电路42为一比较定时积分电路。首先,X电容电压整理电路41将采样到的X电容2上的电压经过一个比较器412进行整理,然后定时电路42再将X电容电压整理电路41输出的信号进行比较定时积分得到AC掉电检测单元的输出信号,即AC掉电信号,若X电容电压信号为交流波动的,那么定时电路42中的电容会周期性的充电放电,从而输出的AC掉电信号低于设定的电压值;反之,X电容电压维持不变,定时电路42的输出会高于设定的电压值。所以,当交流输入接入时,AC掉电检测单元4的输出电压低于设定第二电压阈值 V_{th2} ,而当交流输入断接后,AC掉电检测单元4的输出电压会高于设定的第二电压阈值 V_{th2} ,则认为交流输入断开,AC掉电信号将干预控制单元5,控制变换模组1中的能量消耗单元6中的开关元件工作于饱和区将存储于X电容2中的能量消耗掉。如图10所示,该X电容电压整理电路41的分压电阻网络411包括一第一电阻R1、一第二电阻R2、一第三电阻R3和一第四电阻R4,其中第一电阻R1和第二电阻R2串联连接、第三电阻R3和第四电阻R4串联连接后的一端分别连接于交流输入电源的零线(N线)和火线(L线),第一电阻R1和第二电阻R2串联连接、第三电阻R3和第四电阻R4串联连接后的另一端短接后接地,其用于对X电容2两端的电压进行采样。该X电容电压整理电路41的比较器412包括一第一比较器,包括一同相输入端、一反相输入端及一输出端,第一电阻R1和第二电阻R2的共节点通过一电阻连接于该第一比较器的反相输入端,第三电阻R3和第四电阻R4的共节点通过一电阻连接于该第一比较器的同相输入端,该第一比较器的输出端即A点为X电容电压整理电路41的输出端。该定时电路42包括一第二比较器、一第三比较器、一第一充电延时电路、一第二充电延时电路、一第一二极管D1和一第二二极管D2。其中该X电容电压整理电路41的输出端即A点分别通过一电阻连接于该第二比较器的同相输入端和第三比较器的反相输入端,一第一电压阈值 V_{th1} 分别通过一电阻连接于该第二比较器的反相输入端和第三比较器的同相输入端;第一充电延时电路包括串联连接的第一电容C1和第十二电阻R12,第一电容C1和第十二电阻

R12串联连接后的一端连接于一直流电压源 V_{cc} 、另一端接地,第一电容C1和第十二电阻R12串联连接的共节点连接于该第二比较器的输出端即B点;第二充电延时电路包括串联连接的第二电容C2和第十三电阻R13,第二电容C2和第十三电阻R13串联连接后的一端连接于该直流电压源 V_{cc} 、另一端接地,第二电容C2和第十三电阻R13串联连接的共节点连接于该第三比较器的输出端即C点;该第一二极管D1和该第二二极管D2的阳极分别连接于该第二比较器的输出端即B点和该第三比较器的输出端即C点,该第一二极管D1和该第二二极管D2的阴极短接作为该定时电路的输出端也即该AC掉电检测单元4的输出端,其输出一AC掉电信号。

[0061] 请参阅图11,图11为图10中的AC掉电检测单元具体实施例的波形图。图11.(1)和图11.(2)分别说明当交流输入电压在其负半周期和正半周期断接时的情况。

[0062] 现以交流输入电压在其负半周期断接为例进行说明,见图11.(1)。在 t_0 时刻前交流输入正常接入时,X电容2上的电压为正弦波,经第一电阻R1和第二电阻R2串联分压、第三电阻R3和第四电阻R4串联分压及第一比较器后可得A点电压为只有正半周期的馒头波,该波形可以反映X电容2上的交流变化,此馒头波经第二比较器和第三比较器分别和第一电压阈值 V_{th1} 比较使第一充电电路和第二充电电路中的第一电容和第二电容经直流电压源 V_{cc} 被周期性的充电和放电,如在X电容2上的电压的正半周期且A点电压高于设定的阈值电压 V_{th1} 时,第一电容C1充电,而第二电容C2放电,但是由于X电容电压周期性的交流变化,在第一电容C1或第二电容C2被充电时,其上的电压值都不足以达到第二电压阈值 V_{th2} 去干预控制单元5,之后第一电容C1或第二电容C2上的能量又被迅速的放掉,因此变换模组按原来的设计方案工作。在 t_0 时刻交流输入断接,X电容2上电压维持不变,A点电压维持低电平,电容C2持续充电,电容C1放电至零,即B点的电压为零,则AC掉电检测单元4的输出电压信号即为C点电压信号;当到达 t_1 时刻时,电容C2两端的电压超过了设定的第二电压阈值 V_{th2} ,即AC掉电检测单元4输出电压高于设定电压值从而检测到交流输入断接,此时,AC掉电检测单元4输出的AC掉电信号将对控制单元5进行干预,控制单元5控制变换模组1中的能量消耗单元6中的开关元件工作于饱和区将存储于X电容2中的能量消耗掉。

[0063] 在本实施例中,第一电压阈值 V_{th1} 、第二电压阈值 V_{th2} 和直流电压源 V_{cc} 可根据设计的需求自行设定,其电压值可以取之功率变换器内部电路也可以取之其它电路。

[0064] 交流输入电压在其正半周期断接时,X电容电压、A点电压、B点电压、C点电压及AC掉电信号波形如图11.(2)所示,其工作原理和图11.(1)相同,在此不再描述。

[0065] 在本实施例中,通过定时电路中的RC电路中的电容上的电压来判断是否超过了设定第二电压阈值 V_{th2} ,若该电压超过了设定第二电压阈值 V_{th2} ,则认为交流输入电源已断开,否则,认为交流输入电源仍为接入状态。在其它一些实施例中,也可通过其它的电路实现检测交流输入是否接入。与本实施例中,通过模拟电路实现AC掉电检测单元4的功能,在其它一些实施例中,也可以通过数字功能来实现。

[0066] 下面以能量消耗单元为开关元件为例简述一下控制单元5的工作原理。

[0067] 请参阅图12,图12为本发明实施例对X电容放电的工作原理流程框图。如图所示,若检测到交流输入断接,AC掉电检测单元干预控制单元,使得开关信号一直为高,同时降低驱动电压,使变换模组中能量消耗单元的开关元件一直处于导通饱和区,将X电容中的能量消耗到开关元件中,从而实现X电容的放电。若交流输入正常接入,则变换器中的开关元

件按原有的设计工作,即变换器中的开关元件工作在开关状态或关断状态,以实现原有设计的功能。

[0068] 请参阅图13,图13为AC掉电检测信号对控制单元干预的控制原理框图。控制单元5包括了开关信号生成单元51和驱动单元52。当交流输入断接时,AC掉电信号可以干预控制单元5,从而使得开关信号生成单元51发出持续导通信号使开关元件导通,且驱动单元52降低驱动电压,这样可以控制变换模组1中的能量消耗单元6中的开关元件工作于饱和区。该驱动单元52和开关信号生成单元51可以使用原有功率变换器中的控制单元中的驱动单元和开关信号生成单元。

[0069] 请参阅图14,图14为AC掉电检测信号对控制单元干预的另一控制原理框图。控制单元5包括了开关信号生成单元51和驱动单元52。与图13所不同的是,在交流电网断接时,AC掉电信号只是干扰驱动单元,使驱动单元52不论开关信号输出单元的输出高低的情况下强制输出高电平,并且降低驱动电压值,从而控制变换模组1中的能量消耗单元6中的开关元件工作于饱和区。该开关信号生成单元51可以使用原有功率变换器中的控制单元中的开关信号生成单元。

[0070] 请参阅图15,图15为AC掉电检测信号对控制单元干预的另一控制原理框图。控制单元5包括了开关信号生成单元51和驱动单元52。与图13所不同的是,在交流电网断接时,AC掉电信号只是干扰开关信号生成单元51,使开关信号生成单元51输出持续导通的开关信号。当驱动单元52接收到高电平的信号持续一定时间后(如该时间大于设定的最大开关周期值),那么认为此时开关信号生成单元受到AC掉电信号控制,从而驱动单元52降低驱动电压,从而控制变换模组1中的能量消耗单元6中的开关元件工作于饱和区。

[0071] 请参阅图16,图16为如图3所示的功率变换器中的X电容放电回路示意图。在该实施例中,变换模组由两级结构组成,即PFC单元和DC/DC变换单元两级,并且其中的PFC单元是采用了有桥PFC结构,由于PFC级的 π 型滤波器可以不添加,这里也没有添加 π 型滤波器单元。当AC掉电检测单元检测到交流输入断接时,其输出的AC掉电信号干预控制单元,控制单元控制有桥PFC变换单元中的开关元件S1工作在饱和区,其相当于一个阻值较大的电阻,即为能量消耗单元。该能量消耗单元可以对X电容进行放电,也可以有效的限制放电电流值。图16(A)为在交流输入断接时火线为正电压时X电容2的放电回路示意图;此时,X电容2上的储能经PFC变换单元中的整流桥111中的第三二极管D3、PFC电感113、开关网络114中的开关元件S1和整流桥111中的第四二极管D4回到X电容2电压的负端以构成回路对X电容2进行放电。图16(B)为在交流输入断接时N线为正电压时X电容2的放电回路,同样,此时,X电容2上的储能经PFC变换单元中的整流桥111中的第五二极管D5、PFC电感113、开关元件S1和整流桥111中的第六二极管D6回到X电容2电压的负端以构成回路对X电容2进行放电。

[0072] 请参阅图17,图17为本发明实施例中含有PFC变换单元的对X电容放电的波形示意图。其中,图17(a)显示的是X电容的电压,图17(b)显示的是AC掉电信号,图17(c)显示的是PFC变换单元中开关元件的驱动信号,图17(d)显示的是PFC变换单元中开关元件的驱动电压。如图所示,当交流输入接入时,X电容电压随交流输入电压正弦交流波动,AC掉电信号也会维持在设定的第二电压阈值 V_{th2} 以下,PFC开关元件会根据负载和控制方式来被驱动进行开关动作,PFC变换单元驱动电压设定为 V_{dr1} ,此时,PFC变换单元为正常的工作状态。而当在 t_0 时刻交流输入断接,X电容电压维持在断接点时的电压值,AC掉电信号电压不断升

高,最后达到并超过设定的第二电压阈值 V_{th2} ,即在 t_1 时刻检测到AC掉电,此时控制单元使PFC变换单元的开关驱动信号持续为高,AC掉电信号干预控制单元使PFC变换单元驱动电压下降到较低的 V_{dr2} ,从而使得PFC变换单元的开关元件工作于饱和区,X电容上的储能通过饱和和开关释放。

[0073] 请参阅图18,图18为一实施例的含有无桥PFC变换单元的功率变换器中的X电容放电回路的示意图。该实施例仍然是两级结构的变换模组,其中PFC变换单元采用的是无桥PFC单元。对于无桥PFC单元来说,其中PFC电感选择为图5中的(A),开关二极管网络则选取了图6中的(A),这样组成了无桥PFC中的H桥PFC电路。同样的,当AC掉电检测单元检测到交流输入断接时,其输出的AC掉电信号干预控制单元,控制单元控制无桥PFC变换单元中的开关元件S1和S2工作在饱和区,其相当于一个阻值较大的电阻,即为能量消耗单元。图18(A)为在交流输入断接时火线为正电压时X电容的放电回路示意图;此时,X电容2上的储能经PFC变换单元中的PFC电感113、开关网络114中的开关元件S1和S2回到X电容2上的电压负端以构成回路对X电容2进行放电。图18(B)为在交流输入断接时N线为正电压时X电容2的放电回路,同样,此时,X电容2上的储能经PFC变换单元中的PFC电感113、开关网络114中的开关元件S1和S2回到X电容2的电压负端以构成回路对X电容2进行放电。

[0074] 请参阅图19,图19为一实施例的含有单级变换单元的功率变换器中的X电容放电回路的示意图。该实施例中的变换模组1为单级的反激变换单元组成的功率变换器。同样的,当AC掉电检测单元4检测到交流输入断接时,其输出的AC掉电信号干预控制单元5,控制单元5控制单级变换单元中的开关元件S1工作在饱和区,其相当于一个阻值较大的电阻,即为能量消耗单元6。图19(A)为在交流输入断接时火线为正电压时X电容的放电回路示意图;此时,X电容2上的储能经第一二极管D1、反激变压器、开关元件S1和第四二极管D4回到X电容电压的负端以构成回路对X电容2进行放电。图19(B)为在交流输入断接时N线为正电压时X电容2的放电回路,同样,此时,X电容2上的储能经第二二极管D2、反激变压器、开关元件S1和第三二极管D3回到X电容电压的负端以构成回路对X电容2进行放电。

[0075] 在本发明一实施例中,通过利用变换模组1中的PFC变换单元或单级变换单元中的开关元件作为能量消耗单元,并使开关元件工作在饱和区对X电容2上的储能进行放电,即可以对X电容2进行放电,又可以有效的限制放电电流。与其它实施例中,可使用变换模组1中的其他开关元件作为能量消耗单元6中的开关元件对X电容2上的储能进行放电。如可在变换模组1中另外添加一辅助变换单元,该辅助变换单元包括一开关元件,该辅助变换单元中的开关元件在交流输入接入时一直处于关断状态,在交流输入断接时工作于饱和区对X电容上的储能进行放电。在一实施例中,控制单元5为原变换模组1中的控制单元,其在交流输入接入时用于控制变换模组1实现功率变换,在交流输入断接时控制变换模组1中的能量消耗单元6中的一开关元件工作在饱和区对X电容上的储能进行放电。在一实施例中,控制单元5在交流输入接入时停止工作,在交流输入断接时控制变换模组1中的能量消耗单元6中的一开关元件工作在饱和区对X电容2上的储能进行放电。

[0076] 综上所述,本发明的特点是不再使用放电电阻对X电容2进行放电,而是在交流输入断接后控制功率变换器中变换模组1中的能量消耗单元6中的开关元件工作在饱和区以对X电容进行放电,这样在交流输入接入时,就消除了放电电阻的损耗,在交流输入断接时,又可以利用变换模组1中的能量消耗单元6中的开关元件对X电容2进行放电,满足了《信息

技术设备的安全》的要求,减小了功率损耗且无需另添加耗能元件,尤其是对无桥PFC变换单元的轻载效率提高起了很大的帮助。

[0077] 以上该的仅为本发明的实施例,该实施例并非用以限制本发明的专利保护范围,因此凡是运用本发明的说明书及附图内容所作的等同结构变化,同理均应包含在本发明的保护范围内。

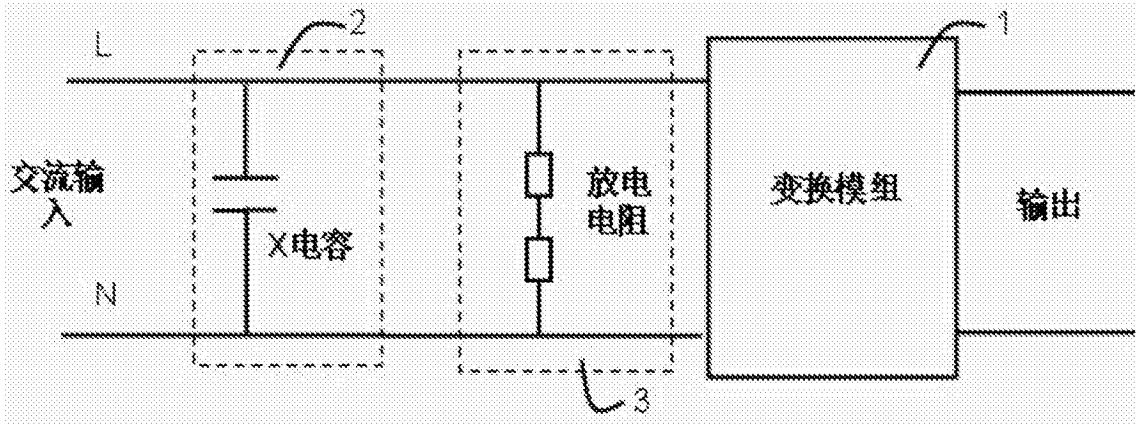


图1

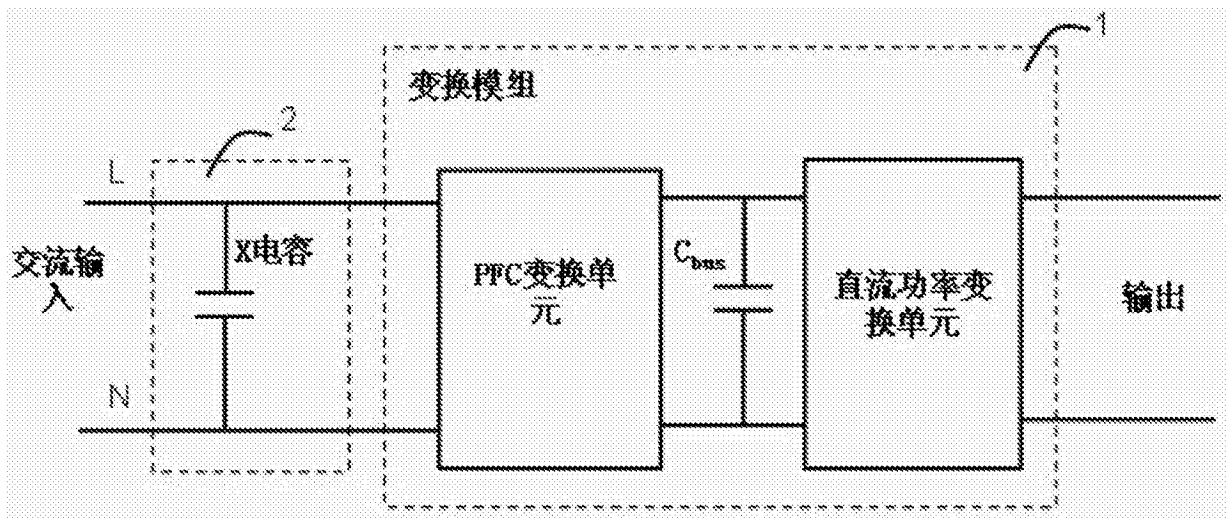


图2

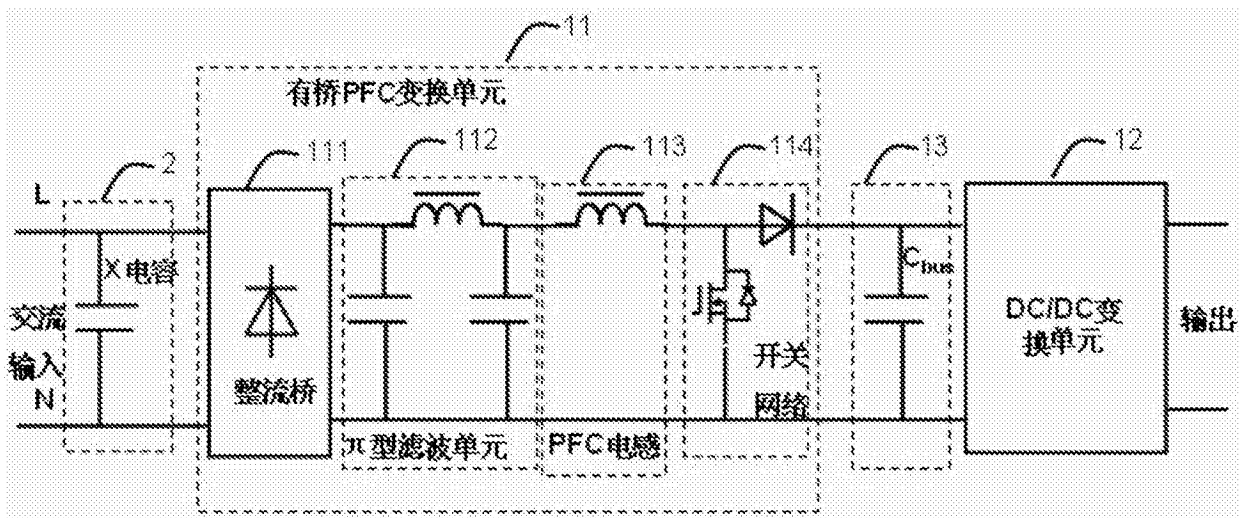


图3

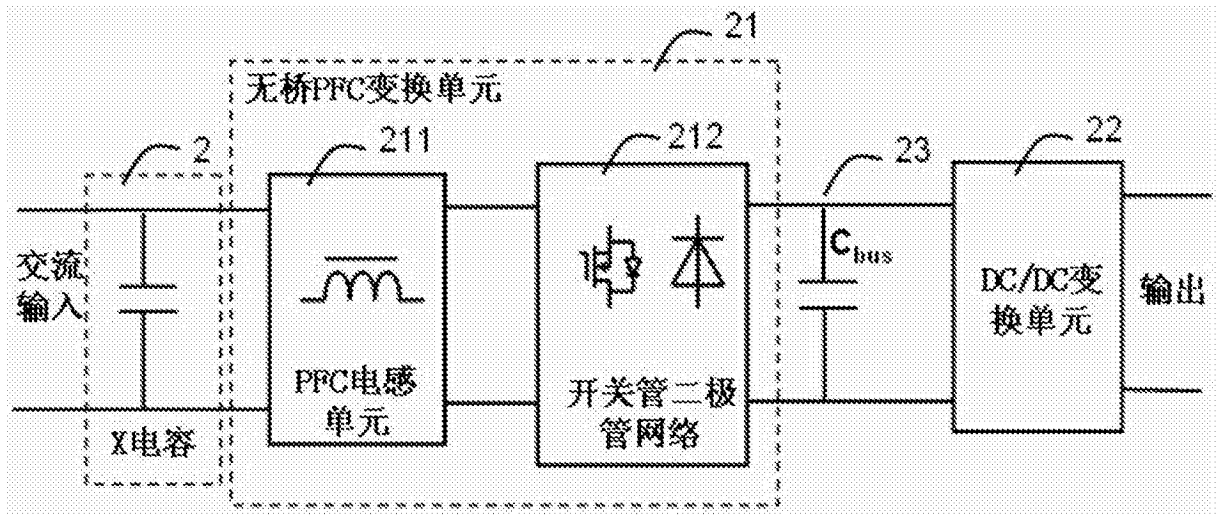


图4

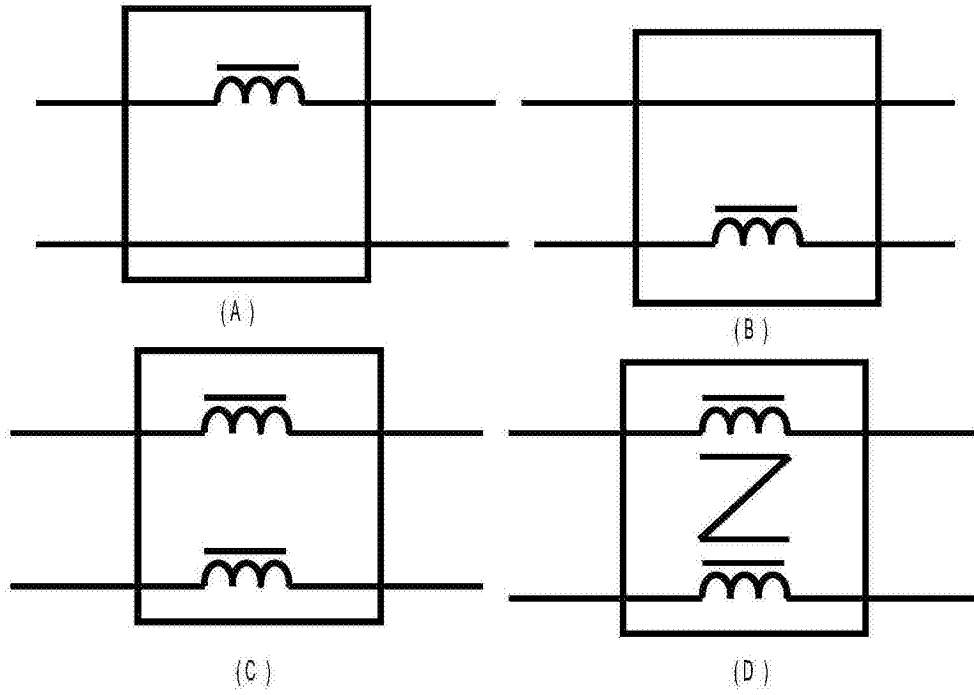


图5

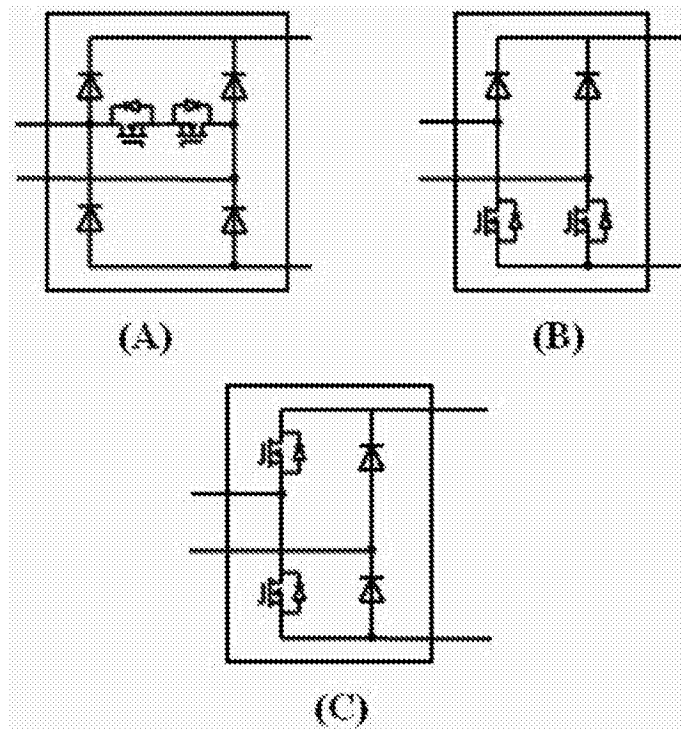


图6

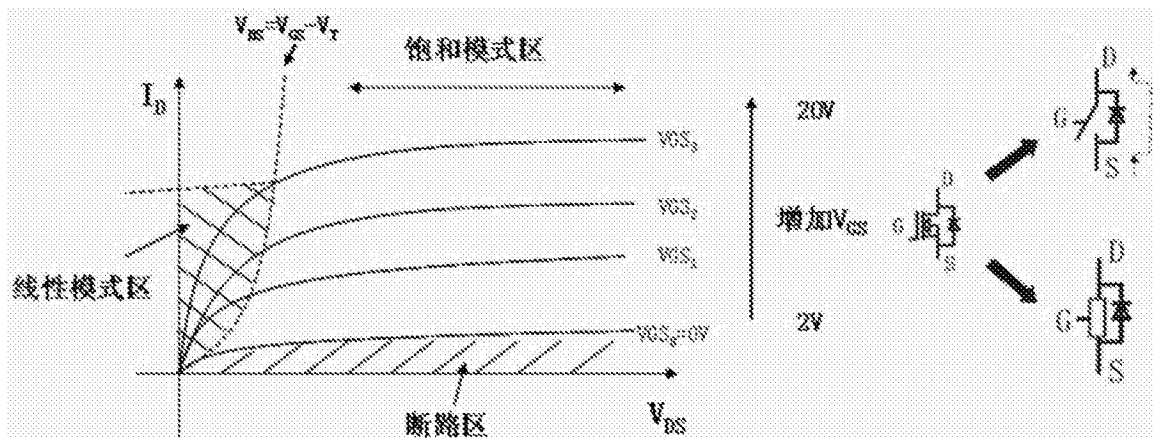


图7

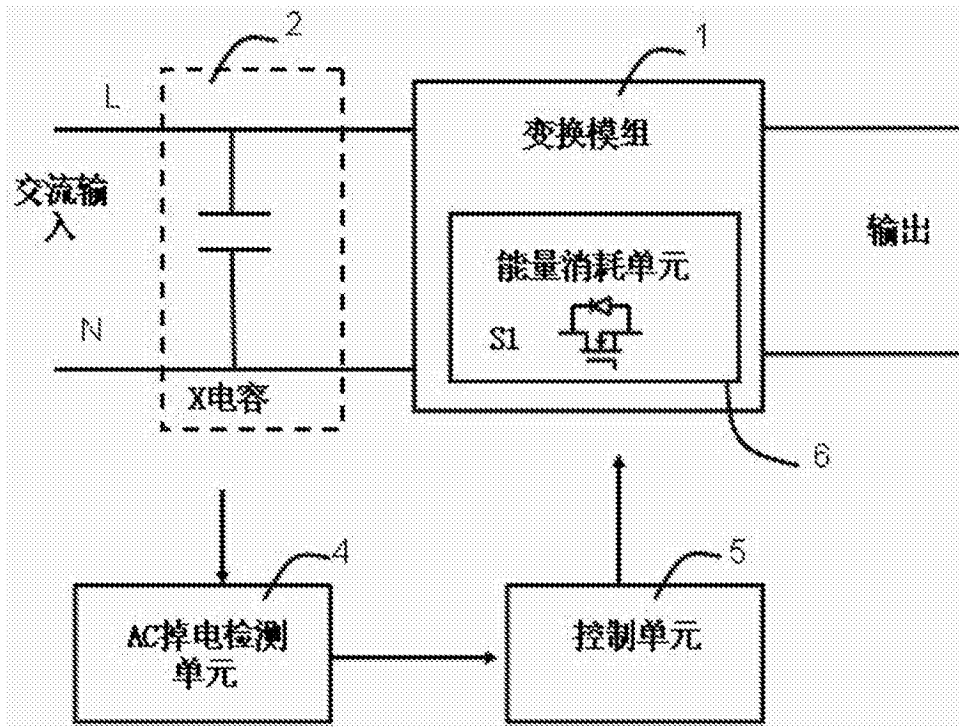


图8

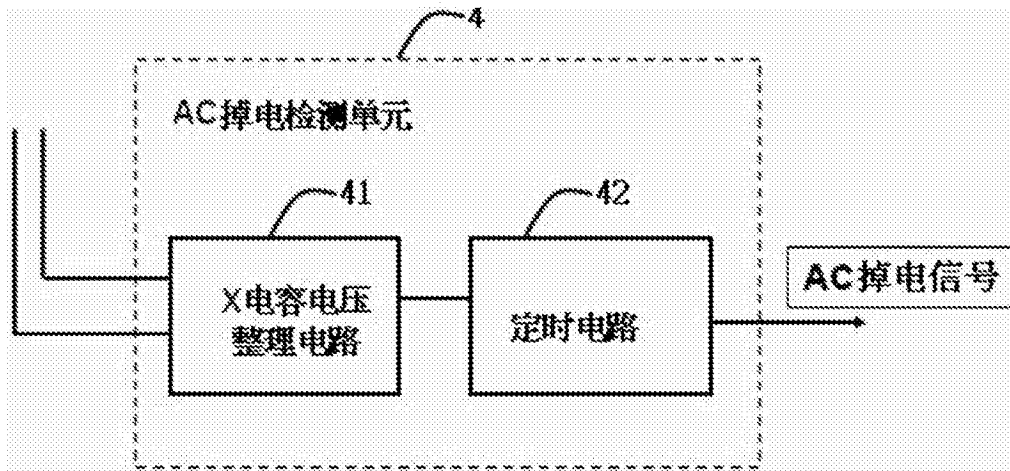


图9

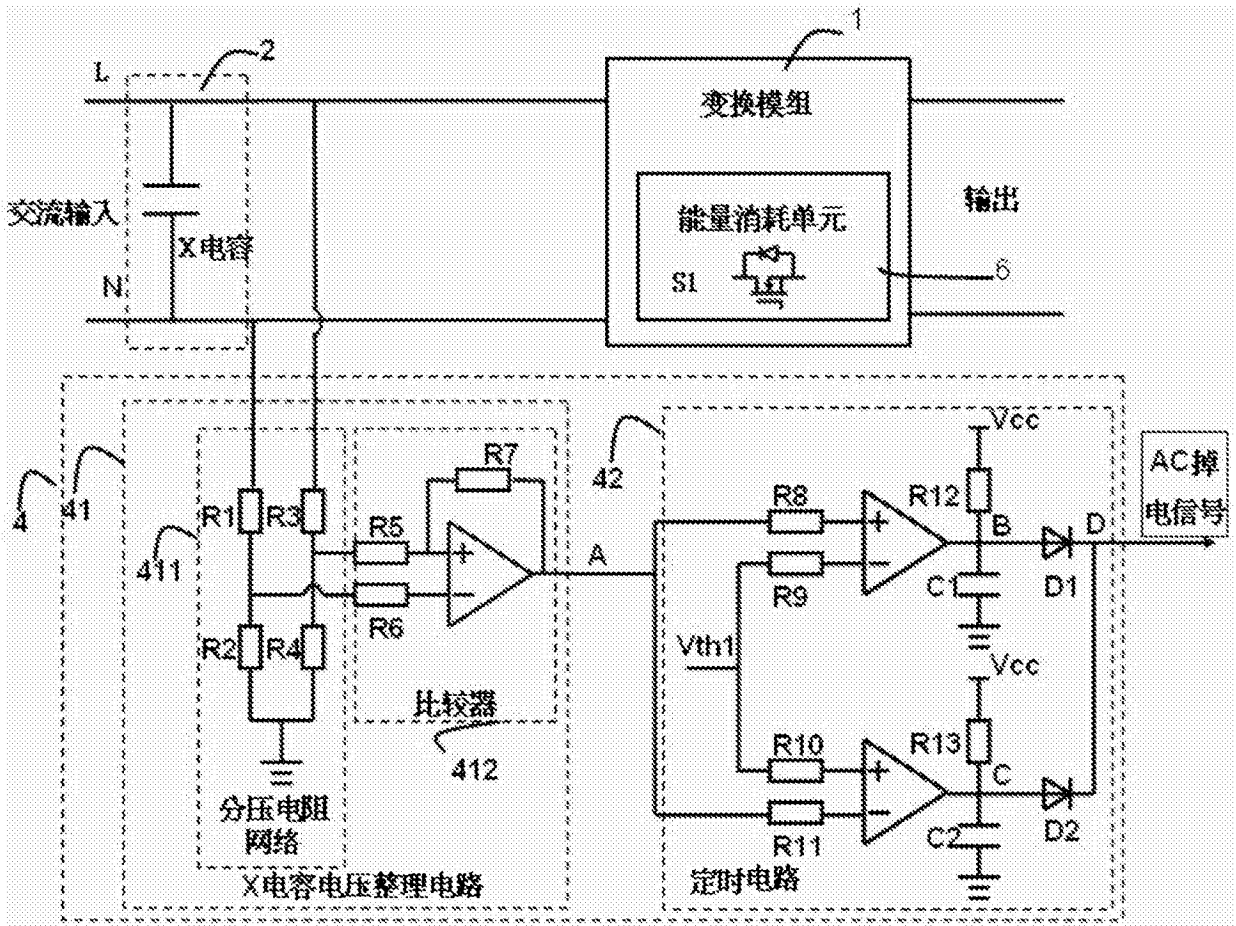


图10

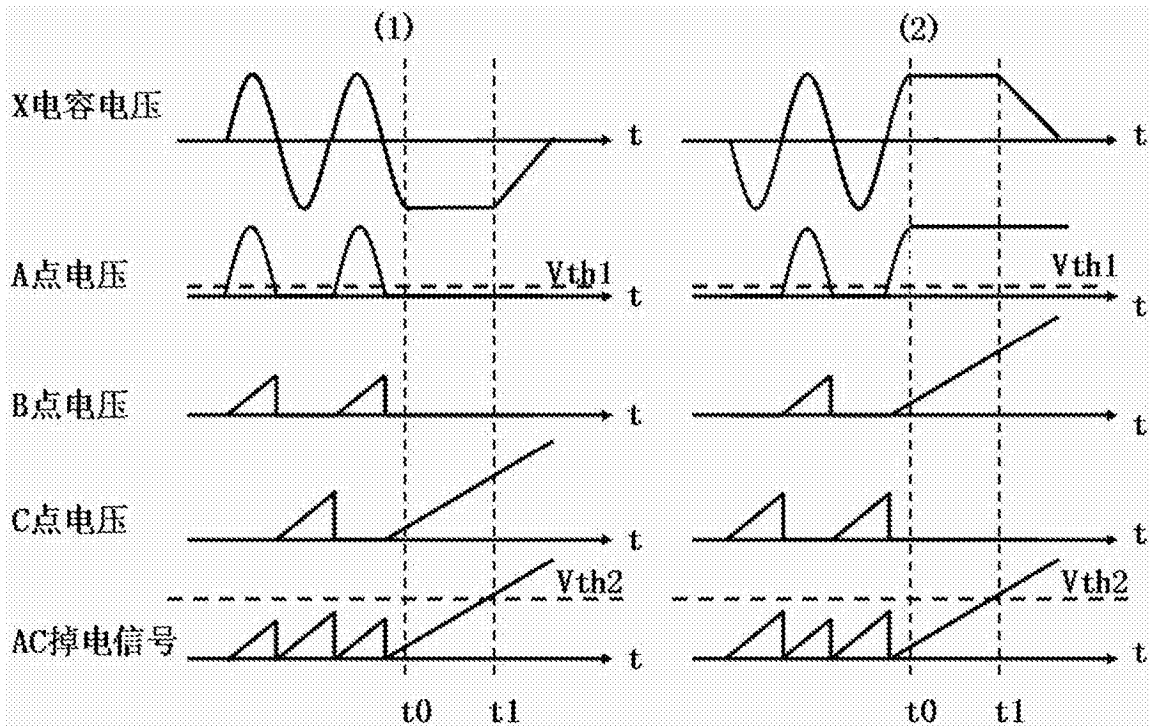


图11

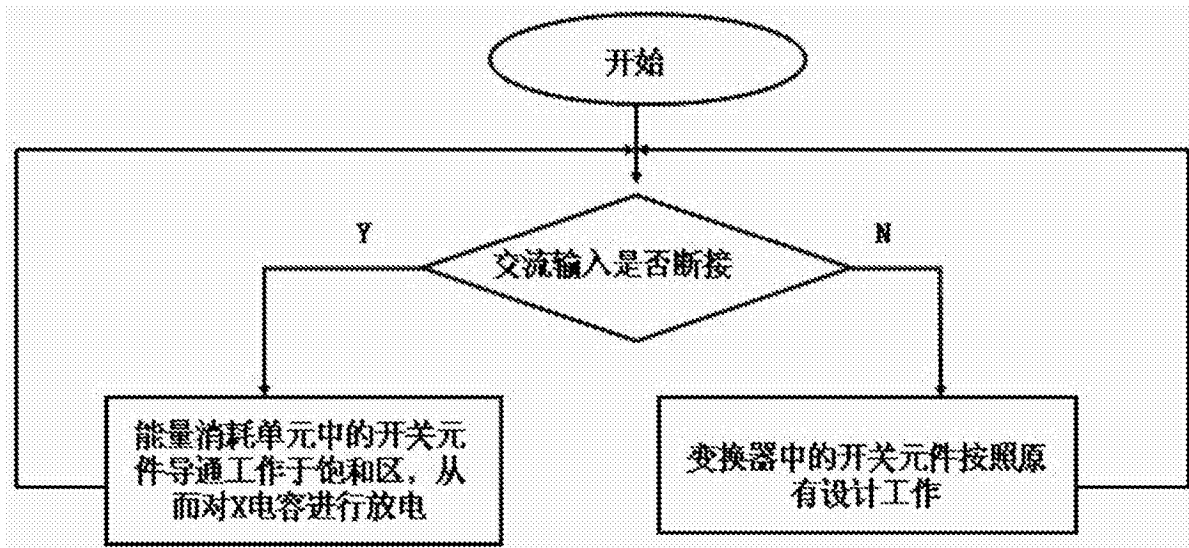


图12

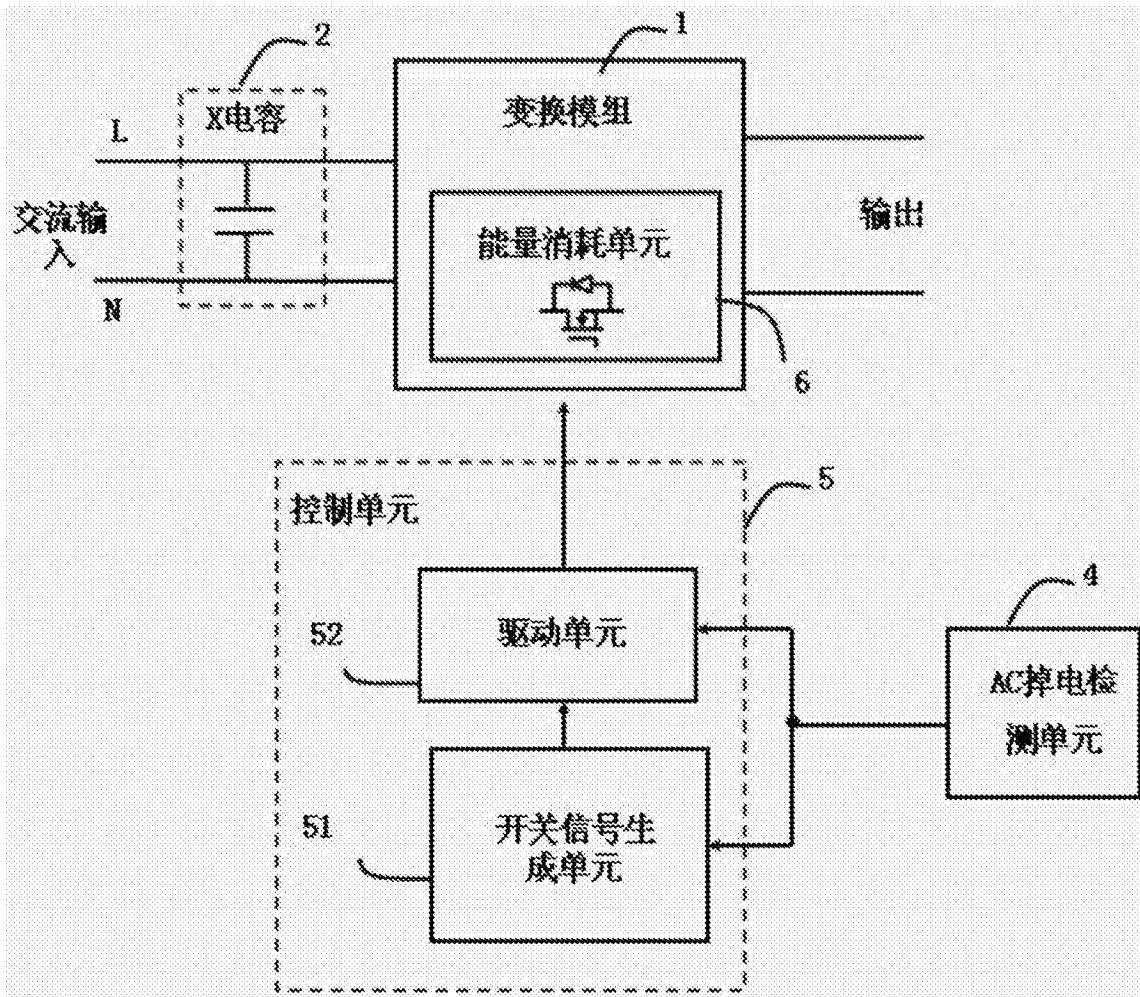


图13

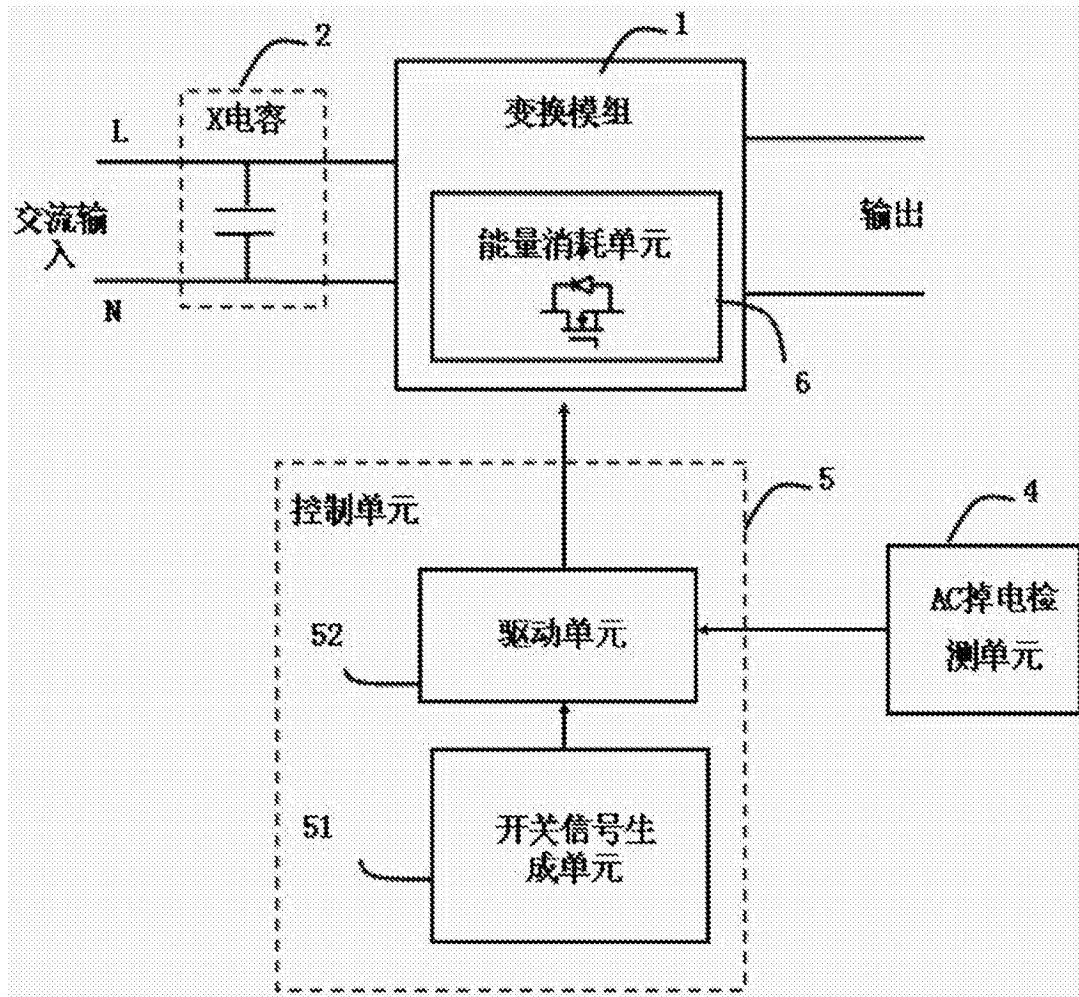


图14

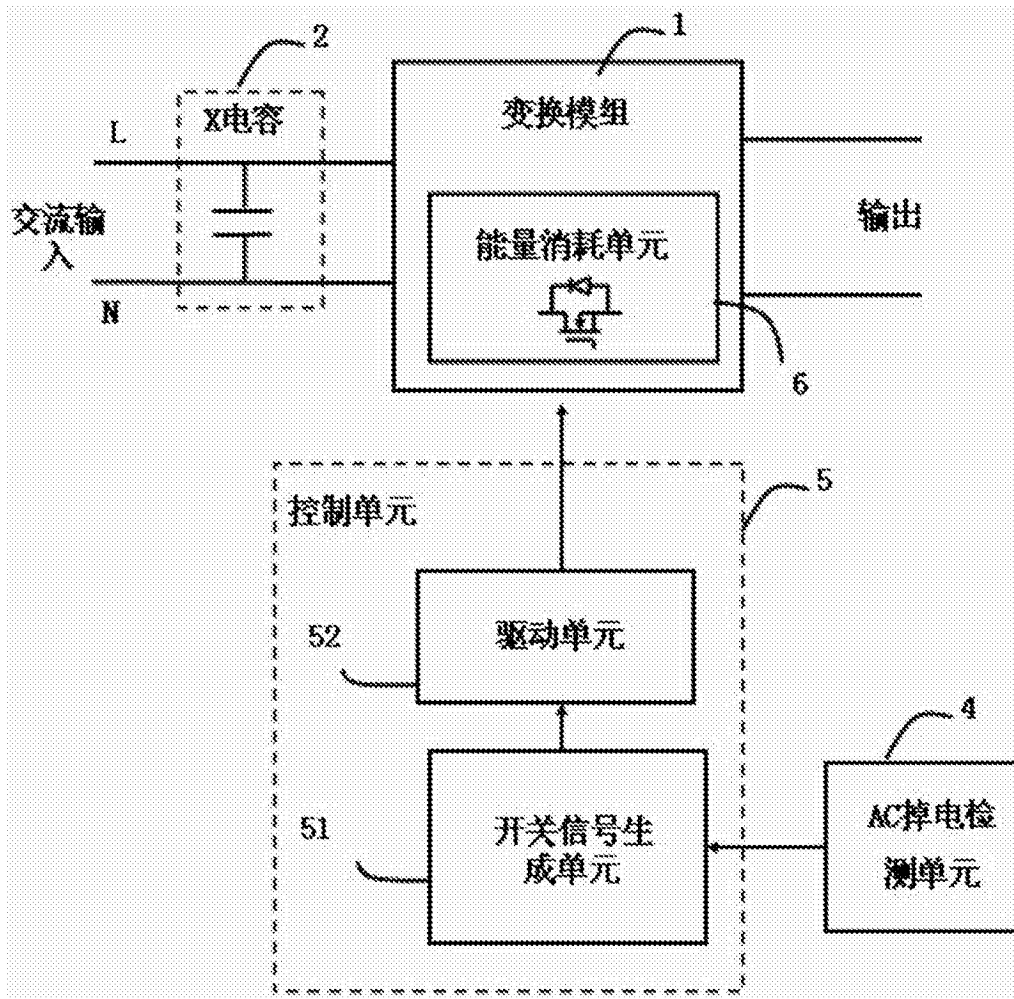
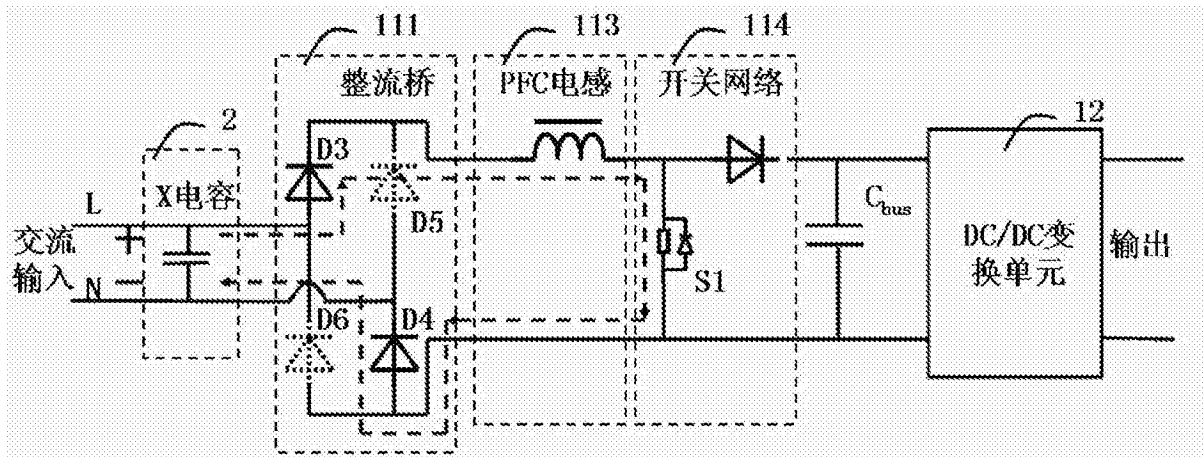
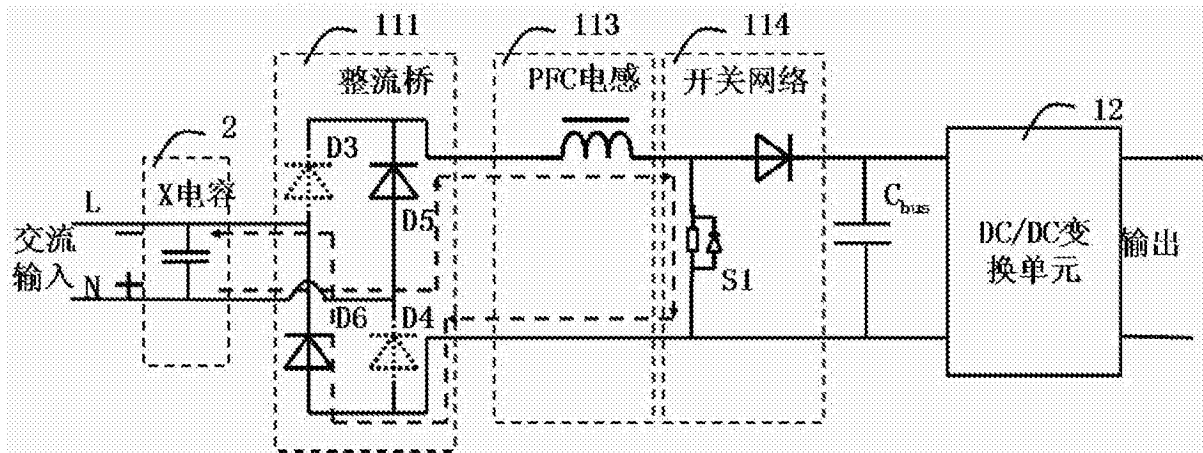


图15



(A)



(B)

图16

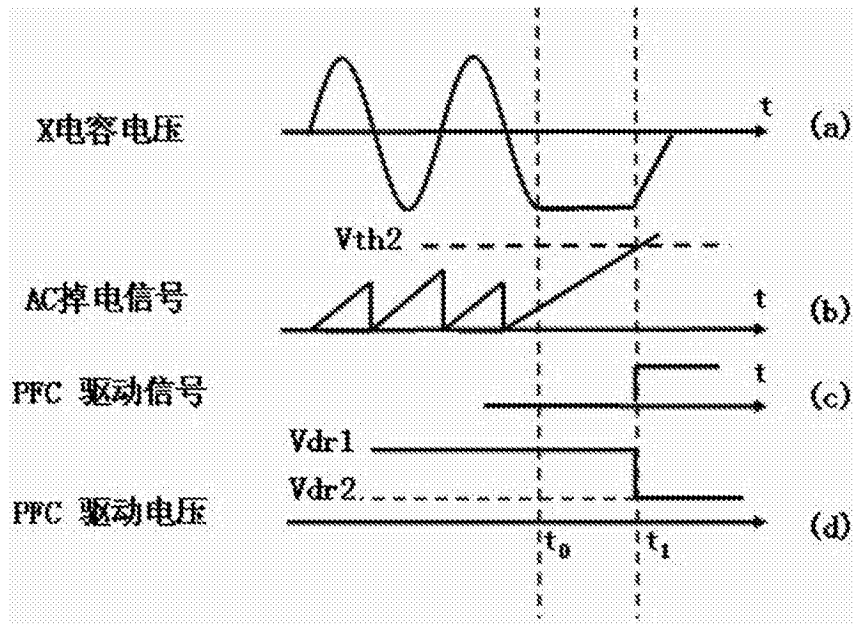
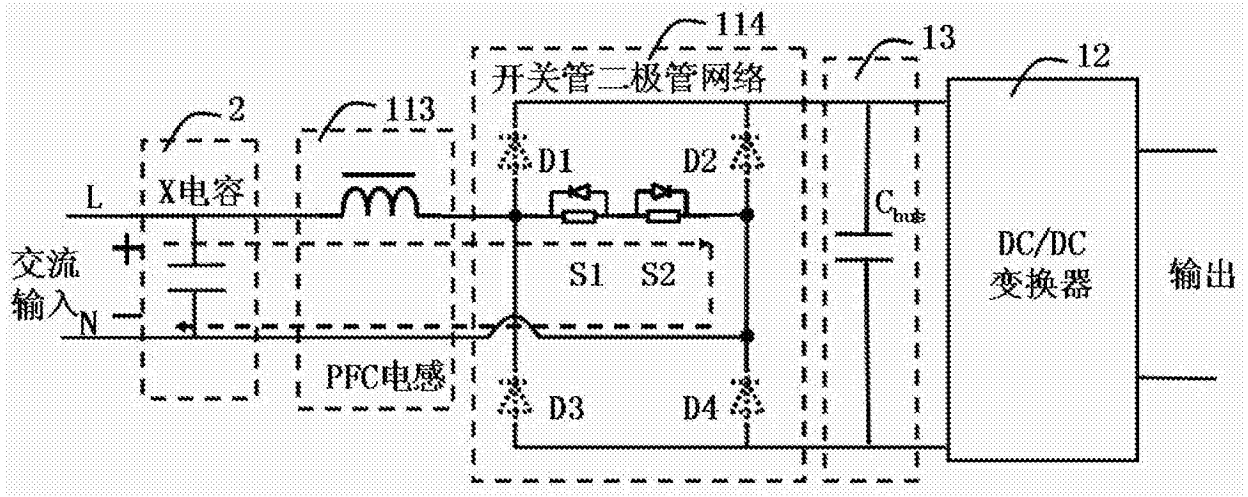
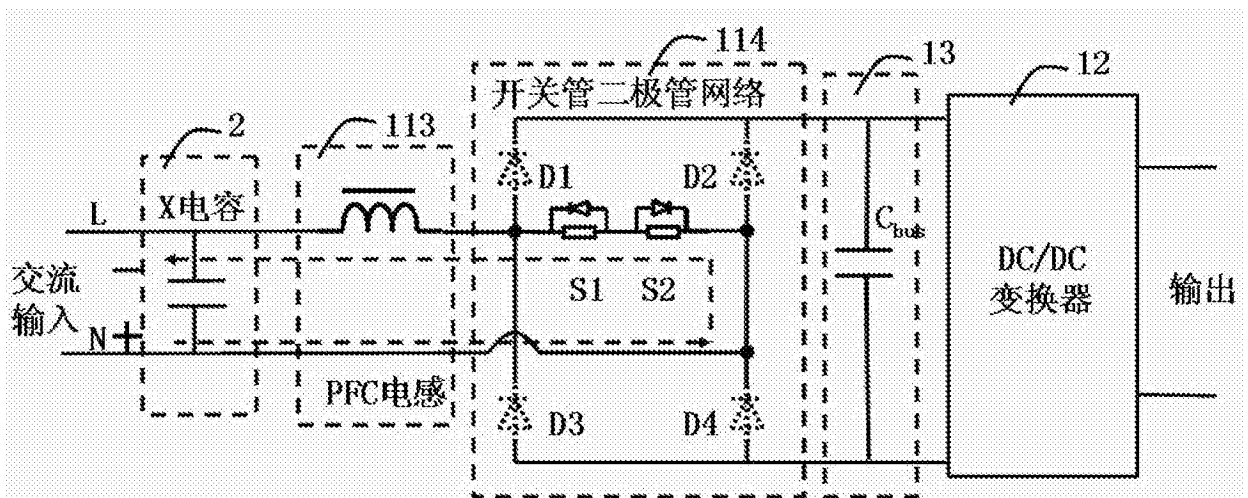


图17

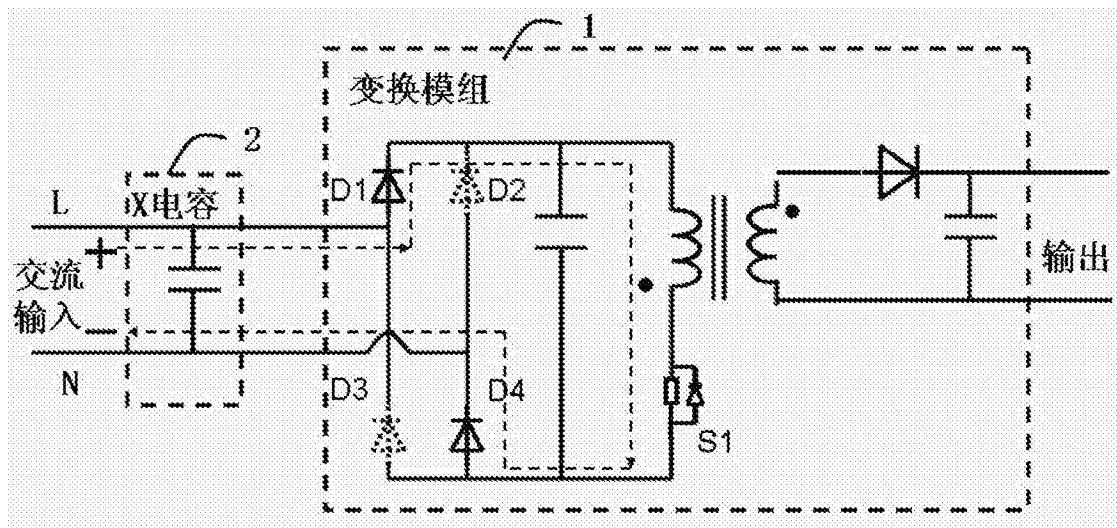


(A)

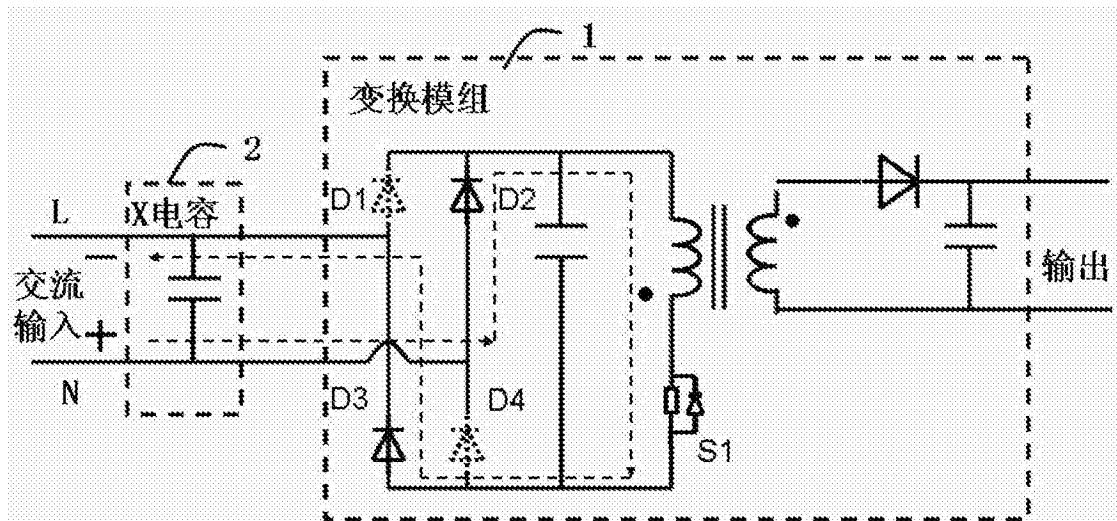


(B)

图18



(A)



(B)

图19