



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103701327 B

(45)授权公告日 2019.03.08

(21)申请号 201310413459.X

(22)申请日 2013.09.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103701327 A

(43)申请公布日 2014.04.02

(30)优先权数据

13/628,390 2012.09.27 US

(73)专利权人 半导体元件工业有限责任公司

地址 美国亚利桑那

(72)发明人 J·M·卡皮拉 J·特尔奇

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 陈华成

(51)Int.Cl.

H02M 3/335(2006.01)

H02M 1/42(2007.01)

(56)对比文件

US 2004062058 A1,2004.04.01,

US 2008266909 A1,2008.10.30,

US 5867379 A,1999.02.02,

US 6370045 B1,2002.04.09,

CN 1309459 A,2001.08.22,

CN 102368667 A,2012.03.07,

审查员 韩朋乐

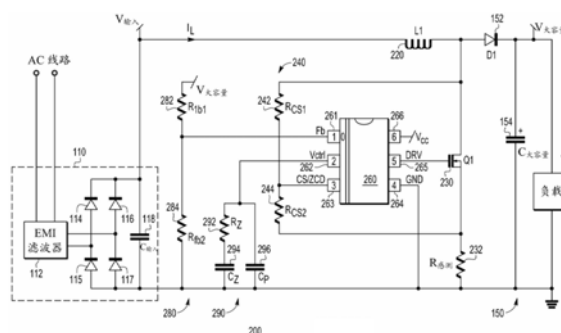
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

离线功率变换器和适用于其中的集成电路

(57)摘要

本发明涉及离线功率变换器和适用于其中的集成电路。一种离线功率变换器,其包括集成电路功率因数控制器,所述控制器包括:多功能输入端子;驱动端子,其用于将驱动信号提供至驱动晶体管的栅极;处理电路,其连接至所述多功能输入端子并且基于从所述多功能输入端子接收的信号来提供代表在所述离线功率变换器中传导的电流的至少一个电流信号和代表提供至负载的电压的至少一个电压信号;以及控制器,其用于选择性地响应于所述至少一个电流信号和所述至少一个电压信号来提供所述驱动信号。



1. 一种离线功率变换器,其包括:

集成电路功率因数控制器,其包括:

多功能输入端子,其中所述多功能输入端子适合于接收以下电压,该电压代表基于由电压感测电路产生的电压并且与流经驱动晶体管的电流成比例的电压;

驱动端子,其用于将驱动信号提供至驱动晶体管的栅极;

处理电路,其连接至所述多功能输入端子并且基于所述多功能输入端子上的电压来提供代表在所述离线功率变换器中传导的电流的至少一个电流信号和代表提供至负载的电压的至少一个电压信号;以及

控制器,其用于选择性地响应于所述至少一个电流信号和所述至少一个电压信号来提供所述驱动信号。

2. 如权利要求1所述的离线功率变换器,其中所述至少一个电流信号包括零电流检测信号,并且所述处理电路包括:

电阻器,其具有通过缓冲器连接至所述多功能输入端子的第一端子以及用于提供平均电压信号的第二端子;

电容器,其具有连接至所述电阻器的第二端子的第一端子以及连接至参考电压端子的第二端子;以及

第一比较器,其具有连接至所述多功能输入端子的第一输入端子、连接至所述电阻器的所述第二端子的第二输入端子以及用于提供所述零电流检测信号的输出端子。

3. 如权利要求2所述的离线功率变换器,其中所述至少一个电流信号为过电流保护信号,并且所述处理电路进一步包括:

第二比较器,其具有通过开关连接至所述多功能输入端子的第一输入端子、用于接收过电流阈值信号的第二输入端子以及用于提供所述过电流保护信号的输出端子。

4. 如权利要求2所述的离线功率变换器,其中所述至少一个电压信号包括欠压检测信号,并且所述处理电路进一步包括:

第三比较器,其具有连接至所述电阻器的第二端子的第一输入端子、用于接收欠压阈值电压的第二输入端子以及用于提供所述欠压检测信号的输出端子。

5. 如权利要求4所述的离线功率变换器,其中:

所述集成电路功率因数控制器的特征为是6引脚芯片,所述6引脚芯片进一步包括反馈端子、连接至所述集成电路功率因数控制器的误差放大器的输出的控制电压端子、电源电压端子以及参考电压端子。

6. 如权利要求1所述的离线功率变换器,其中所述处理电路包括:

第四比较器,其具有第一输入端子、用于接收第一过电压阈值信号的第二输入端子以及用于提供第一过电压保护信号的输出端子;以及

开关电路,其用于当所述驱动信号不活动时将所述多功能输入端子连接至所述第四比较器的第一输入端子,

其中所述控制器进一步具有用于接收所述第一过电压保护信号的输入端子,并且进一步选择性地响应于所述第一过电压保护信号来提供所述驱动信号。

7. 如权利要求6所述的离线功率变换器,其进一步包括反馈端子,其中所述处理电路包括:

第五比较器,其具有连接至所述反馈端子的第一输入端子、用于接收第二过电压阈值信号的第二输入端子以及用于提供第二过电压保护信号的输出端子,

其中所述控制器进一步具有用于接收所述第二过电压保护信号的输入端子,并且进一步选择性地响应于所述第二过电压保护信号来提供所述驱动信号。

8. 一种离线功率变换器,其包括:

集成电路功率因数控制器,其包括:

输入端子;

驱动端子,其用于将驱动信号提供至驱动晶体管的栅极;

第一电路,其通过缓冲器连接至所述输入端子,用于提供代表所述输入端子处的电压的平均值的平均电压信号;

第二电路,其用于将所述输入端子处的电压与所述平均电压信号进行比较以便形成零电流检测信号;以及

控制器,其用于选择性地响应于所述平均电压信号和所述零电流检测信号来提供所述驱动信号。

9. 一种集成电路,其包括:

反馈端子;

输入端子;

驱动端子,其用于将驱动信号提供至驱动晶体管的栅极;

第一比较器,其具有连接至所述反馈端子的第一端子、用于接收第一参考电压的第二端子以及用于提供第一过电压保护信号的输出端子;

第二比较器,其具有当所述驱动信号不活动时通过开关连接至所述输入端子的第一端子、用于接收第二参考电压的第二端子以及用于提供第二过电压保护信号的输出端子;以及

控制器,其连接至所述驱动端子,用于选择性地激活所述驱动信号以便调节所述反馈端子上的电压,并且用于响应于所述第一过电压保护信号或所述第二过电压保护信号来保持所述驱动信号不活动。

10. 如权利要求9所述的集成电路,其进一步包括:

第一电路,其通过缓冲器连接至所述输入端子,用于提供与所述输入端子的平均值成比例的平均电压信号;以及

第二电路,其用于将所述输入端子与所述平均电压信号进行比较以便提供零电流检测信号,

所述控制器进一步选择性地响应于所述平均电压信号和所述零电流检测信号来提供所述驱动信号。

离线功率变换器和适用于其中的集成电路

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及功率变换器,并且更具体地说涉及功率变换器的控制电路。

背景技术

[0002] 离线功率变换器可使用集成电路功率因数控制器来实施以便为离线器具提供功率因数校正。功率因数校正有助于提高功率传递至负载的效率并且减少电磁干扰(EMI)。集成电路驱动功率因数校正级,并且可按临界传导模式来操作以便提供轻负载操作控制以及其它有用的控制和安全特征。然而,将需要降低离线功率变换器的成本,同时保持现有设计的功率因数校正和安全特征。

发明内容

[0003] 根据本发明的一个方面,提供一种离线功率变换器,其包括:集成电路功率因数控制器,其包括:多功能输入端子,其中所述多功能输入端子适合于接收以下电压,该电压代表基于由电压感测电路产生的电压并且与流经驱动晶体管的电流成比例的电压;驱动端子,其用于将驱动信号提供至驱动晶体管的栅极;处理电路,其连接至所述多功能输入端子并且基于所述多功能输入端子上的电压来提供代表在所述离线功率变换器中传导的电流的至少一个电流信号和代表提供至负载的电压的至少一个电压信号;以及控制器,其用于选择性地响应于所述至少一个电流信号和所述至少一个电压信号来提供所述驱动信号。

[0004] 根据本发明的另一方面,提供一种离线功率变换器,其包括:集成电路功率因数控制器,其包括:输入端子;驱动端子,其用于将驱动信号提供至驱动晶体管的栅极;第一电路,其通过缓冲器连接至所述输入端子,用于提供代表所述输入端子处的电压的平均值的平均电压信号;第二电路,其用于将所述输入端子处的电压与所述平均电压信号进行比较以便形成零电流检测信号;以及控制器,其用于选择性地响应于所述平均电压信号和所述零电流检测信号来提供所述驱动信号。

[0005] 根据本发明的又一方面,提供一种集成电路,其包括:反馈端子;输入端子;驱动端子,其用于将驱动信号提供至驱动晶体管的栅极;第一比较器,其具有连接至所述反馈端子的第一端子、用于接收第一参考电压的第二端子以及用于提供第一过电压保护信号的输出端子;第二比较器,其具有当所述驱动信号不活动时通过开关连接至所述输入端子的第一端子、用于接收第二参考电压的第二端子以及用于提供第二过电压保护信号的输出端子;以及控制器,其连接至所述驱动端子,用于选择性地激活所述驱动信号以便调节所述反馈端子上的电压,并且用于响应于所述第一过电压保护信号或所述第二过电压保护信号来保持所述驱动信号不活动。

附图说明

[0006] 通过参考附图,可更好地了解本公开,并且使得其许多特征和优势对于本领域技术人员变得显而易见,在附图中:

[0007] 图1以部分方框图和部分图解形式来示出现有技术中已知的包括集成电路功率因数控制器的离线功率变换器；

[0008] 图2以部分方框图和部分图解形式来示出根据本发明的一个实施方案的包括集成电路功率因数控制器的离线功率变换器；

[0009] 图3以部分方框图和部分图解形式来示出图2的集成电路功率因数控制器；

[0010] 图4以图解形式来示出根据图2的电压感测电路的替代实施方案的电压感测；

[0011] 图5以图解形式来示出根据图3的缓冲器的替代实施方案的缓冲电路；以及

[0012] 图6示出适用于理解图2的离线功率变换器的操作的两个时序图。

[0013] 在不同图中使用相同参考符号指示类似或相同项目。

具体实施方式

[0014] 图1以部分方框图和部分图解形式来示出现有技术中已知的包括8引脚集成电路功率因数控制器160的离线功率变换器100。离线功率变换器100总体上包括整流器110、变压器120、标记为“Q1”的驱动晶体管130、感测电路140、输出电路150、集成电路功率因数控制器160、线路感测电路170、标记为“ R_{fb1} ”的电阻器180、标记为“ R_{fb2} ”的电阻器182、标记为“ R_z ”的电阻器184、标记为“ C_z ”的电容器186、标记为“ C_p ”的电容器188以及标记为“ R_{FF} ”的电阻器190。

[0015] 整流器110包括电磁干扰(“EMI”)滤波器112、二极管114、二极管115、二极管116、二极管117以及标记为“ $C_{输入}$ ”的电容器118。整流器110具有连接至第一“AC线路”电源端子的输入端子、连接至第二AC线路电源端子的输入端子、用以提供第一电源端子的输出端子以及连接至地面的输出端子，所述连接至地面的输出端子充当离线功率变换器100的参考电压端子。二极管114具有连接至由EMI滤波器112提供的第一电源端子的阳极以及用以提供标记为“ $V_{输入}$ ”的电压的阴极。二极管115具有连接至地面的阳极以及连接至二极管114的阳极的阴极。二极管116具有连接至由EMI滤波器112提供的第二电源端子的阳极以及连接至二极管114的阴极的阴极。二极管117具有连接至地面的阳极以及连接至二极管116的阳极的阴极。电容器118具有连接至二极管116的阴极的第一端子以及连接至地面的第二端子。

[0016] 变压器120包括标记为“L1”的初级绕组122、次级绕组124以及变压器铁芯126。初级绕组122具有用以接收 $V_{输入}$ 的第一端子，以及第二端子。次级绕组124具有连接至地面的第一端子，以及第二端子。

[0017] 驱动晶体管130具有栅电极、连接至初级绕组122的第二端子的漏电极、源电极以及连接至源电极的衬底电极。

[0018] 感测电路140包括标记为“ D_{zcd} ”的二极管142、标记为“ R_{zcd} ”的电阻器144、标记为“ R_{ocp} ”的电阻器146以及标记为“ $R_{感测}$ ”的电阻器148。二极管142具有连接至次级绕组124的第二端子的阳极，以及阴极。电阻器144具有连接至二极管142的阴极的第一端子，以及第二端子。电阻器146具有连接至电阻器144的第二端子的第一端子以及连接至驱动晶体管130的源电极的第二端子。电阻器148具有连接至电阻器146的第二端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。

[0019] 输出电路150包括标记为“D1”的二极管152、标记为“ $C_{大容量}$ ”的大容量电容器154以及负载156。二极管152具有连接至驱动晶体管130的漏电极的阳极以及用以提供标记为

“ $V_{\text{大容量}}$ ”的电压的阴极。大容量电容器154具有连接至二极管152的阴极的第一端子以及连接至地面的第二端子。负载156具有连接至大容量电容器154的第一端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。

[0020] 集成电路功率因数控制器160具有第一端子、第二端子、第三端子、连接至电阻器146的第一端子的第四端子、连接至地面的第五端子、连接至驱动晶体管130的栅电极的第六端子、用以接收标记为“ V_{CC} ”的电源电压的第七端子以及用以接收标记为“反馈”的信号第八端子。

[0021] 线路感测电路170包括标记为“ R_{X1} ”的电阻器172、标记为“ R_{X2} ”的电阻器174、标记为“ R_{bo1} ”的电阻器176以及标记为“ R_{bo2} ”的电阻器178。电阻器172具有连接至第一AC线路电源端子的第一端子,以及第二端子。电阻器174具有连接至第二AC线路电源端子的第一端子以及连接至电阻器172的第二端子的第二端子。电阻器176具有连接至电阻器174的第二端子的第一端子以及连接至集成电路功率因数控制器160的第二端子的第二端子。电阻器178具有连接至电阻器176的第二端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。

[0022] 电阻器180具有用以接收 $V_{\text{大容量}}$ 的第一端子以及用以提供反馈信号的第二端子。电阻器182具有连接至集成电路功率因数控制器160的第八端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。电阻器184具有连接至集成电路功率因数控制器160的第一端子的第一端子,以及第二端子。电容器186具有连接至电阻器184的第二端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。电容器188具有连接至电阻器184的第一端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。电阻器190具有连接至集成电路功率因数控制器160的第三端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。

[0023] 在操作中,整流器110提供全波整流电压 V 输入,其中在电源干线(AC线路)与离线功率变换器100的下游电路之间具有滤波。具体地说,整流器110通过使信号穿过EMI滤波器112来管理不需要的能量从AC线路传播至下游电路。EMI滤波器112过滤EMI干扰以使得下游电路在操作期间不受干扰。EMI滤波器112接收AC线路信号并且将已过滤的AC信号提供至其输出端子。二极管114、115、116和117将存储并且经由电容器118过滤的已整流的输入电压 $V_{\text{输入}}$ 提供至离线功率变换器100的下游电路。

[0024] 对于变压器120来说,穿过初级绕组122的变化的交流电流在变压器120的变压器铁芯126中产生变化的磁通量,从而在初级绕组122两端产生变化的交流电压。通过电感耦合,变化的磁通量在次级绕组124的线圈中产生变化的磁场。正如已知的,在次级绕组124中感生的电压是在初级绕组122两端的电压的数学函数并且由次级绕组124中的匝数与初级绕组122中的匝数的比率来界定。

[0025] 在接通时间(“ $T_{\text{接通}}$ ”)期间,集成电路功率因数控制器160将端子6上拉以便在驱动晶体管130的栅电极上提供正驱动电压,所述驱动晶体管为N沟道金属氧化物半导体场效应晶体管(“MOSFET”)。驱动晶体管130转变至“接通状态”并且在初级绕组122的第二端子处提供通往接地的低阻抗电流路径。整流器110提供 I_L ,并且 I_L 流经初级绕组122、驱动晶体管130和电阻器148。驱动晶体管130操作以便将漏电极电压朝向接地电压降低,并且变压器120建立其磁场并且依据 I_L 存储能量。

[0026] 电阻器148感测流经驱动晶体管130的电流并且将电压电平提供至集成电路功率因数控制器160的端子4。电阻器148依据从驱动晶体管130的漏电极流至源电极的电流将正

电压提供至端子4。如果端子4上的电压超过阈值,那么集成电路功率因数控制器160确定驱动晶体管130正在过电流条件下操作,并且解除激活驱动晶体管130。

[0027] 在断开 (“ $T_{\text{断开}}$ ”) 时间期间,集成电路功率因数控制器160将端子6下拉以便使驱动晶体管130不导电。驱动晶体管130转变至“断开状态”并且在初级绕组122的第二端子处提供高阻抗电流路径。作为响应,初级绕组122抵抗变化的 I_L ,并且操作以便使初级绕组122的第二端子处的电压上升。二极管152依据由初级绕组122提供的电压接通以便将 I_L 提供至输出电路150并且增加 $V_{\text{大容量}}$ 。大容量电容器154依据 I_L 在负载156两端存储 $V_{\text{大容量}}$,并且过滤负载156两端的高频率电压转变。

[0028] 另外,次级绕组124操作以便使感测电路140的二极管142的阳极上的电压上升。响应于在次级绕组124中感生的电压,二极管142接通并且使得电流能够流经电阻器144、146和148。感测电路140将电压提供至集成电路功率因数控制器160的端子4以便通过检测何时次级绕组124正提供零电流来指示何时次级绕组124的磁场处于“去磁”相中,所述检测过程被称为零电流检测 (“ZCD”)。依据端子4上的电压,如果集成电路功率因数控制器160检测到ZCD,那么集成电路功率因数控制器160调整某些内部电路的操作。次级绕组124和二极管142操作以便防止当驱动晶体管130处于接通状态中时的OCP检测与当驱动晶体管130处于断开状态中时的ZCD检测之间的干扰。

[0029] 线路感测电路170通过依据电阻器172、174、176和178的值划分AC线路电压来感测AC线路的瞬时电压。电阻器176的第二端子在集成电路功率因数控制器160的端子2处形成电压。如果端子2上的电压小于阈值,那么集成电路功率因数控制器160检测到欠压条件并且停止操作以便防止过度压力。

[0030] 离线功率变换器100将 $V_{\text{大容量}}$ 提供至电阻器180的第一端子以便依据电阻器180和182的值提供反馈信号。电阻器180的第二端子在集成电路功率因数控制器160的端子8处形成电压。依据端子8上的电压,集成电路功率因数控制器160调节驱动晶体管130的工作循环,并且如果输出电压太高,就立即将其停用。

[0031] 集成电路功率因数控制器160将来自内部误差放大器的输出的信号提供至端子1,所述放大器实施为用于电压调节环路中的运算跨导放大器。由电阻器184、电容器186和电容器188形成并且连接至端子1的电路网络调整调节环路带宽和相位容限。

[0032] 集成电路功率因数控制器160将端子3处的输出电压提供至电阻器190以便依据由AC线路提供的电流形成电压。依据端子3上的电压,集成电路功率因数控制器160调整停滞时间并且启始周期跳过。

[0033] 在电路操作期间,离线功率变换器100使用8引脚集成电路功率因数控制器160以及各种安全和保护特征来提供功率因数控制。然而,将需要降低离线功率因数变换器100的成本,同时保持其所有安全和保护特征。

[0034] 图2以部分方框图和部分图解形式来示出根据本发明的一个实施方案的具有集成电路功率因数控制器260的离线功率变换器200。离线功率变换器200总体上包括如以上示出的整流器110和输出电路150、标记为“L1”的电感器220、标记为“Q1”的驱动晶体管230、标记为“ $R_{\text{感测}}$ ”的感测电阻器232、电压感测电路240、集成电路功率因数控制器260、反馈电路280以及补偿网络290。

[0035] 电感器220具有用以接收 $V_{\text{输入}}$ 的第一端子以及连接至二极管152的阳极的第二端

子。

[0036] 驱动晶体管230具有用以接收标记为“DRV”的信号的栅电极、连接至电感器220的第二端子的漏电极、源电极以及连接至源电极的衬底电极。感测电阻器232具有连接至驱动晶体管230的源电极的第一端子以及连接至地面的第二端子。

[0037] 电压感测电路240包括标记为“ R_{cs1} ”的电阻器242以及标记为“ R_{cs2} ”的电阻器244。电阻器242具有连接至驱动晶体管230的漏电极的第一端子以及用以提供标记为“CS/ZCD”的信号的第三端子。电阻器244具有连接至电阻器242的第二端子的第一端子以及连接至驱动晶体管230的源极的第二端子。

[0038] 集成电路功率因数控制器260具有用以接收标记为“Fb”的信号的第一端子261、用以提供标记为“Vctrl”的信号的第二端子262、用以接收CS/ZCD的第三端子263、连接至地面的第四端子264、连接至驱动晶体管230的栅电极的第五端子265以及用于接收标记为“Vcc”的电源电压的第六端子266。

[0039] 反馈电路280包括标记为“ R_{fb1} ”的电阻器282以及标记为“ R_{fb2} ”的电阻器284。电阻器282具有连接至 $V_{大容量}$ 的第一端子以及连接至集成电路功率因数控制器260的反馈端子261的第二端子。电阻器284具有连接至电阻器282的第二端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。

[0040] 补偿网络290包括标记为“ R_z ”的电阻器292、标记为“ C_z ”的电容器294以及标记为“ C_p ”的电容器296。电阻器292具有连接至集成电路功率因数控制器260的端子262的第一端子,以及第二端子。电容器294具有连接至电阻器292的第二端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。电容器296具有连接至电阻器292的第一端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。

[0041] 在操作中,对于电感器220来说,变化的交流电流产生变化的磁通量,从而在电感器220两端产生变化的交流电压。在 $T_{接通}$ 期间,集成电路功率因数控制器260在驱动晶体管230的栅电极上提供正驱动电压。驱动晶体管230转变至接通状态并且在电感器220的第二端子处提供低阻抗电流路径。整流器110提供 I_L ,其流经电感器220、驱动晶体管230和感测电阻器232。驱动晶体管230操作以便将漏电极电压朝向接地电压降低,并且电感器220建立其磁场并且依据 I_L 存储能量。

[0042] 在 $T_{接通}$ 期间,感测电阻器232在其第一端子上提供与流经驱动晶体管230的电流成比例的电压。当集成电路功率因数控制器260激活信号DRV时,驱动晶体管230的漏极至源极电压较小并且电压感测电路240两端的电压降也较小。因此,多功能输入端子263上的电压大致上等于感测电阻器232的第一端子上的电压,并且多功能输入端子263可用以感测流经驱动晶体管230的电流。内部处理电路将多功能输入端子263的电压与过电流保护阈值进行比较。如果多功能输入端子263的电压超过此阈值,那么集成电路功率因数控制器260解除激活信号DRV。

[0043] 在 $T_{断开}$ 期间,集成电路功率因数控制器260使得驱动晶体管230大致上不导电。驱动晶体管230转变至断开状态并且在电感器220的第二端子处提供高阻抗电流路径。作为响应,电感器220抵抗变化的 I_L ,并且操作以便使电感器220的第二端子处的电压上升。二极管152依据由电感器220的第二端子提供的电压接通以便将 I_L 提供至输出电路150。大容量电容器154存储电荷以便使负载156两端的 $V_{大容量}$ 平滑并且过滤负载156两端的高频率电压转

变。

[0044] 多功能输入端子263作为用以感测各种电压和电流的多功能输入端子来操作,所述电压和电流包括 I_L 、 $V_{漏极}$ 、平均 $V_{输入}$ 和 $V_{大容量}$ 。集成电路功率因数控制器260使用这些电压和电流来检测若干个条件,包括过电流、去磁相、欠压和过电压,并且相应地调整其操作。通过使用多功能输入端子263作为多功能端子,集成电路功率因数控制器260可用减少的引脚数来实施并且可使用简单的电感器而非更昂贵的变压器。因此,与离线功率变换器100相比,离线功率变换器200具有显著减少的成本。

[0045] 反馈电路280接收 $V_{大容量}$ 并且将由电阻器282和284的值确定的一部分 $V_{大容量}$ 提供至反馈端子261。集成电路功率因数控制器260使用反馈端子261上的电压来调节DRV的工作循环。另外,它将反馈端子261处的电压与阈值进行比较。如果反馈端子261处的电压高于此阈值,那么集成电路功率因数控制器260检测到过电压条件并且立即解除激活DRV信号。这样,集成电路功率因数控制器260使用两个不同端子来提供冗余OVP。由于它甚至在一个电路元件出故障的情况下仍然可检测过电压,因此它改进了安全性。

[0046] 集成电路功率因数控制器260使用Fb信号和内部误差放大器来调节DRV信号的工作循环。它在端子262上提供误差放大器输出,并且电阻器292、电容器294和电容器296的电路布置调整调节环路带宽。

[0047] 离线功率变换器200使用6引脚集成电路来提供有效功率因数控制。同时,它通过添加冗余过电压检测来改进安全性,同时保持离线功率变换器100的保护特征。另外,离线功率变换器200使用单个多功能引脚来提供若干个电流和电压感测特征;用较不昂贵但更可靠的电感器220来替换变压器120;并且提供用于感测并处理 $V_{大容量}$ 、平均 $V_{输入}$ 、 I_L 以及检测欠压、过电流及过电压条件和去磁相的更安全的冗余方法。

[0048] 图3以部分方框图和部分图解形式来示出图2的集成电路功率因数控制器260。集成电路功率因数控制器260总体上包括调节电路310、估值电路350、过电压保护电路370和控制器380。调节电路310和估值电路350一起操作以便形成集成电路功率因数控制器260的处理电路。

[0049] 离线功率变换器200还包括标记为“ C_{CS} ”的电容器302,如图3所示。电容器302具有连接至集成电路功率因数控制器260的多功能输入端子263的第一端子以及连接至地面的第二端子。

[0050] 调节电路310包括缓冲器312、开关电路320、电阻器电容器(“RC”)电路330以及开关电路340。缓冲器312包括OPAMP 314,其具有连接至电容器302的第一端子的正输入、负输入以及连接至负输入以便提供标记为“ $K_{CS} \cdot V_{漏极}$ ”的信号的输出。开关电路320包括开关322、反相器324以及开关326。开关322具有用以接收DRV的启用输入、连接至OPAMP 314的输出的第一端子以及用以提供标记为“ $R_{感测} \cdot I_L$ ”的信号的第二端子。反相器324具有连接至开关322的启用输入的输入,以及输出。开关326具有连接至反相器324的输出的启用输入、连接至开关322的第二端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。RC电路330包括标记为“ R_f ”的电阻器332以及标记为“ C_f ”的电容器334。电阻器332具有连接至OPAMP 314的输出的第一端子以及用以提供标记为“ $K_{CS} \cdot \langle V_{输入} \rangle$ ”的信号的第二端子。电容器334具有连接至电阻器332的第二端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。开关电路340包括开关342、反相器344以及开关346。开关342具有启用输入、连接至OPAMP 314的输出的第一端子以及用以提

供标记为“ $K_{CS} \cdot (V_{\text{输出}} + V_f)$ ”的信号的第二端子。反相器344具有用以接收DRV的输入以及连接至开关342的启用输入的输入。开关346具有用以接收DRV信号的启用输入、连接至开关342的第二端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。

[0051] 估值电路350包括比较器352、参考电压生成器354、比较器356、比较器358、参考电压生成器360、比较器362以及参考电压生成器364。比较器352具有连接至开关326的第一端子的正输入、负输入以及用以提供标记为“OCP”的信号的输出。参考电压生成器354具有连接至比较器352的负输入以便提供标记为“ V_{OCP} ”的参考电压的正端子以及连接至地面的负端子。比较器356具有连接至OPAMP 314的输出的正输入、连接至电容器334的第一端子的负输入以及用以提供标记为“ZCD”的信号的输出。比较器358具有正输入、连接至电阻器332的第二端子的负输入以及用以提供标记为“B0”的信号的输出。参考电压生成器360具有连接至比较器358的正输入以便提供标记为“ V_{B0} ”的参考电压的正端子以及连接至地面的负端子。比较器362具有连接至开关346的第一端子的正输入、负输入以及用以提供标记为“OVP2”的信号的输出。参考电压生成器364具有连接至比较器362的负输入以便提供标记为“ V_{OVP2} ”的参考电压的正端子以及连接至地面的负端子。

[0052] 过电压保护电路370包括比较器372和参考电压生成器374。比较器372具有连接至集成电路功率因数控制器260的反馈端子261的正输入、负输入以及用以提供标记为“OVP1”的信号的输出。参考电压生成器374具有连接至比较器372的负输入以便提供标记为“ V_{OVP1} ”的参考电压的正端子以及连接至地面的负端子。

[0053] 控制器380具有连接至比较器352的输出的输入、连接至比较器356的输出的输入、连接至比较器356的负输入的输入、连接至比较器358的输出的输入、连接至开关346的第一端子的输入、连接至比较器362的输出的输入、连接至比较器372的输出的输入以及连接至驱动端子265的输出。

[0054] 在操作中,在 $T_{\text{断开}}$ 期间,电压感测电路240将驱动晶体管230的漏电极电压“ $V_{\text{漏极}}$ ”的标记为“ K_{CS} ”的部分提供至多功能输入端子263。在 $T_{\text{接通}}$ 期间,电压感测电路240将感测电阻器232的第一端子处的电压提供至多功能输入端子263以便代表经由驱动晶体管230传导的电流。

[0055] 电压感测电路240支持使用多功能输入端子263,因为它形成的电压代表当DRV活动时离线功率变换器200中传导的电流以及当DRV不活动时提供至负载156的电压。缓冲器312驱动内部电路,同时向多功能输入端子263提供高阻抗,并且调节电路310从由缓冲器312提供的信号提取若干条信息。另外,调节电路310向估值电路350提供若干个所感兴趣的信号,包括经由开关电路320的与 I_L 成比例的电压、经由RC电路330的与 $V_{\text{输入}}$ 的平均值成比例的电压以及经由开关电路340的与输出电压成比例的电压。当DRV活动时,开关电路320将来自多功能输入端子263的信号连接至比较器352的输入端子。估值电路350使用一组比较器和参考电压生成器来操作以便将多个功能性输入提供至控制器380。控制器380进一步处理所述功能性输入以便确定(例如)DRV的开关周期、转换速率、接通时间和断开时间。

[0056] 具体地说,调节电路310提供当DRV活动时与 I_L 成比例的信号,其使用关系式 $V_{263} = R_{\text{感测}} \cdot I_L$,其中 V_{263} 等于多功能输入端子263上的电压。比较器352将此电压与 V_{OCP} 进行比较,并且如果它大于 V_{OCP} ,就将信号OCP提供至控制器380。

[0057] 缓冲器312将等于 $K_{CS} \cdot V_{\text{漏极}}$ 的电压提供至比较器356的正输入,其中 K_{CS} 等于 $R_{CS2}/$

($R_{CS1}+R_{CS2}$)。RC电路330将等于 $K_{CS} \cdot \langle V_{\text{输入}} \rangle$ 的电压提供至比较器356的负输入,其中“ $\langle V_{\text{输入}} \rangle$ ”为平均 $V_{\text{输入}}$ 。比较器356将电压彼此进行比较,并且当驱动晶体管230的瞬时漏极电压超过平均电压时,比较器352感测去磁相并且将信号ZCD提供至控制器380。另外,对于去磁处理来说,RC电路330将代表性电压函数“ $K_{CS} \cdot \langle V_{\text{输入}} \rangle$ ”直接提供至控制器380,所述函数代表“VIN”,其中VIN为时间平均函数“ $V_{263}(t) = V_{263(2)}(t) = K_{263} \cdot V_{\text{漏极}}(t)$ ”。比较器358将 V_{B0} 与 $K_{CS} \cdot \langle V_{\text{输入}} \rangle$ 进行比较,并且如果 V_{B0} 大于 $K_{CS} \cdot \langle V_{\text{输入}} \rangle$,那么比较器352将B0提供至控制器380。

[0058] 比较器362和372基于独立OVP1和OVP2信号来提供冗余OVP。调节电路310基于关系式 $V_{\text{漏极}} = V_{\text{大容量}} + V_F$ 来确定 $V_{\text{大容量}}$,其中 V_F 为二极管152的正向偏置切入电压。开关340将此电压提供至比较器362。比较器362将此电压与 V_{OVP2} 进行比较,并且如果它大于 V_{OVP2} ,就将OVP2提供至控制器380。比较器362和372基于从单独引脚接收的信号来提供单独OVP信号OVP1和OVP2。反馈电路280将Fb信号提供至比较器372,如果Fb大于 V_{OVP1} ,那么所述比较器将信号OVP1提供至控制器380。

[0059] 集成电路功率因数控制器260提供处理电路以便使用单个多功能引脚上的电压来形成若干个电流和电压感测信号。它使用这些信号来将驱动信号提供至驱动晶体管的栅极以便控制离线功率变换器的功率因数,同时保持现有设计的安全和保护特征。

[0060] 图4以图解形式来示出根据图2的电压感测电路240的替代实施方案的电压感测电路400。电压感测电路400总体上包括标记为“ R_{CS1} ”的电阻器402、标记为“ C_{CS1} ”的电容器406、标记为“ R_{CS2} ”的电阻器404以及标记为“ C_{CS2} ”的电容器408。电阻器402具有用以接收标记为“ $V_{\text{漏极}}$ ”的电压的第一端子以及用以提供信号CS/ZCD的第二端子。电阻器404具有连接至电阻器402的第二端子的第一端子以及用以接收标记为“ $V_{\text{源极}}$ ”的电压的第二端子。电容器406具有连接至电阻器402的第一端子的第一端子以及连接至电阻器404的第一端子的第二端子。电容器408具有连接至电容器406的第二端子的第一端子以及连接至电阻器404的第二端子的第二端子。

[0061] 在操作中,电容器406和408的分压比分别匹配于电阻器402和404的分压比。电容器406和408提供较高带宽和对于多功能输入端子263与地面之间的寄生电容的较小敏感性。

[0062] 图5以图解形式来示出根据图3的缓冲器312的替代实施方案的缓冲器500。缓冲器500总体上包括标记为“ $R_{\text{输入}}$ ”的电阻器502、标记为“ $C_{\text{输入}}$ ”的电容器504、OPAMP 506、标记为“ R_2 ”的电阻器508、标记为“ C_2 ”的电容器510以及标记为“ C_1 ”的电容器512。电阻器502具有连接至集成电路功率因数控制器260的多功能输入端子263的第一端子,以及第二端子。电容器504具有连接至电阻器502的第二端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。OPAMP 506具有连接至电容器504的第一端子的正输入、负输入以及用以提供标记为“ $V_{CS_{\text{int}}}$ ”的信号的输出。电阻器508具有连接至OPAMP 506的输出的第一端子以及连接至OPAMP 506的负输入的第二端子。电容器510具有连接至电阻器508的第一端子的第一端子以及连接至电阻器508的第二端子的第二端子。电容器512具有连接至电容器510的第二端子的第一端子以及连接至地面的第二端子。

[0063] 在操作中,当考虑数学复平面分析时,电压感测电路240依据电容器302将延迟电压提供至OPAMP 506,其中“极”频率定义为:

$$[0064] \quad f_{p0} = \frac{1}{2\pi * (R_{242} \parallel R_{244}) * C_{302}}$$

[0065] 缓冲器500经由RC网络将其输出节点馈送回到其负输入。电压感测电路240可提供函数 $V_{漏极}$ 或可提供函数 $V_{源极}$ 至缓冲电路500的正端子。缓冲器500操作以便执行频率 f_{p0} 下的极的去除,方法是在如下定义的频率下设置“零”:

$$[0066] \quad f_{z1} = \frac{1}{2\pi * R_{508} * (C_{512} + C_{510})}$$

[0067] 缓冲器500通过提供 f_{p1} 函数和/或 f_{p2} 函数来提供进一步补偿,以使得缓冲器500只放大从多功能输入端子263接收的信号所需频率。

[0068] 图6示出适用于理解图2的离线功率变换器200的操作的两个时序图600。对于上部时序图,横轴代表以微秒(μsec)为单位的时间,并且纵轴代表以伏(V)为单位的幅度。上部时序图示出所感兴趣的两个波形,即标记为“ $K_{CS} \cdot <V_{输入}>$ ”的波形602和标记为“ $K_{CS} \cdot V_{漏极}$ ”的波形604。对于下部时序图,横轴代表以 μsec 为单位的时间,并且纵轴代表以伏为单位的幅度。下部时序图示出标记为“ V_{ZCD} ”的波形606。对于上部和下部时序图,横轴示出所感兴趣的两个特定时段,包括当驱动晶体管230处于接通状态中时的从约0 μsec 至约4 μsec 的第一时段以及当驱动晶体管230处于断开状态中时的从约4 μsec 至约20 μsec 的第二时段。

[0069] 在操作中,对于第一时序图和第二时序图600,在约4 μsec 处,集成电路功率因数控制器260将驱动端子265下拉以便使驱动晶体管230不导电。驱动晶体管230转变至断开状态并且在电感器220的第二端子处提供高阻抗电流路径。作为响应,电感器220抵抗变化的 I_L ,并且操作以便使电感器220的第二端子处的电压上升。当瞬时电压 $K_{CS} \cdot V_{漏极}$ 大于平均电压 $K_{CS} \cdot <V_{输入}>$ 时,比较器352将高电平下的ZCD提供至控制器380并且去磁相开始(I_L 开始降低)。

[0070] 在约17 μsec 处,发生去磁相结束($I_L=0$),电感器220对 I_L 的变化值作出反应并且进入去磁相。电感器220在其第二端子上提供“振铃”电压电平。一般来说,为了补偿此振铃效应,集成电路功率因数控制器260将延迟接通驱动晶体管230直到从漏电极至源电极的电压达到值小于 $V_{输入}$ 的稳定“谷值”电压为止。

[0071] 因此,所公开的集成电路功率因数控制器允许构造成本得以降低的离线功率变换器。它将引脚数减少至6个引脚,同时保持功率因数校正和安全特征,方法是使用集成电路功率因数控制器用于检测过电流、过电压和去磁状态的多功能引脚。所述离线功率变换器用便宜的电感器来替换变压器,并且使用连接在驱动晶体管的漏极与源极两端的简单电阻分压器来生成传输至多功能引脚的电压。当驱动晶体管导电时,多功能输入端子上的电压反映流经驱动晶体管的电流量并且集成电路功率因数控制器使用它来检测过电流条件。当驱动晶体管不导电时,多功能输入端子上的电压反映驱动晶体管的漏极上的电压,其与输出电压相关并且集成电路功率因数控制器使用它来生成冗余过电压保护信号。集成电路功率因数控制器通过确定何时多功能端子上的瞬时电压超过平均电压来检测去磁状态。

[0072] 以上公开的标的物应被认为是说明性的而非限制性的,并且所附权利要求意图涵盖所有这些修改、增强以及属于权利要求的真实范围内的其它实施方案。举例来说,在所说明的实施方案中,集成电路功率因数控制器260为6引脚产品,但是在其它实施方案中,集成电路功率因数控制器260可具有更大或更小数量的引脚。

[0073] 在所说明的实施方案中,调节电路310包括开关电路320和340以及RC电路330,但是在其它实施方案中,调节电路310可包括其它类型的电路来将输入信号提供至估值电路350。

[0074] 此外,估值电路350包括比较器352、356、358和362,但是在其它实施方案中,估值电路350可包括更多或更少比较器来将更多或更少比较结果提供至控制器380。

[0075] 根据一个方面,处理电路包括第一开关电路,其用于当驱动信号活动时将多功能输入端子连接至第二比较器的第一输入端子。

[0076] 根据另一个方面,处理电路包括第一比较器和第二开关电路。第一比较器具有第一输入端子、用于接收第一过电压阈值信号的第二输入端子以及用于提供第一过电压保护信号的输出端子。第二开关电路用于当驱动信号不活动时将多功能输入端子连接至第一比较器的第一输入端子。控制器进一步具有用于接收第一过电压保护信号的输入端子,并且进一步选择性地响应于第一过电压保护信号来提供驱动信号。

[0077] 对于这个方面,离线功率变换器可进一步包括反馈端子,并且处理电路进一步包括第二比较器。第二比较器具有连接至反馈端子的第一输入端子、用于接收第二过电压阈值信号的第二输入端子以及用于提供第二过电压保护信号的输出端子。控制器进一步具有用于接收第二过电压保护信号的输入端子,并且进一步选择性地响应于第二过电压保护信号来提供驱动信号。

[0078] 根据另一个方面,处理电路包括电阻器和电容器。电阻器具有连接至多功能输入端子的第一端子以及用于提供平均电压信号的第二端子。电容器具有连接至电阻器的第二端子的第一端子以及连接至参考电压端子的第二端子。

[0079] 对于这个方面,至少一个电流信号包括零电流检测信号,并且处理电路进一步包括第一比较器,所述第一比较器具有连接至多功能端子的第一输入端子、连接至电阻器的第二端子的第二输入端子以及用于提供零电流检测信号的输出端子。

[0080] 此外,至少一个电压信号可包括欠压检测信号,并且处理电路可进一步包括第二比较器,所述第二比较器具有连接至电阻器的第二端子的第一输入端子、用于接收欠压阈值电压的第二输入端子以及用于提供欠压检测信号的输出端子。

[0081] 根据又一个方面,离线功率变换器进一步包括整流器、电感器和电压感测电路。整流器具有用于连接至电源干线的输入以及用于提供已整流的输入电压的输出。电感器具有连接至整流器的输出的第一端子,以及第二端子。驱动晶体管进一步具有连接至电感器的第二端子的第一电流电极以及经由感测电阻器连接至参考电压端子的第二电流电极。电压感测电路具有连接至驱动晶体管的第一电流电极的第一输入端子、连接至驱动晶体管的第二电流电极的第二输入端子以及连接至多功能输入端子的输出端子。

[0082] 对于这个方面,电压感测电路可包括第一电阻器和第二电阻器。第一电阻器具有连接至驱动晶体管的第一电流电极的第一端子以及连接至多功能输入端子的第二端子。第二电阻器具有连接至多功能输入端子的第一端子以及连接至驱动晶体管的第二电流电极的第二端子。

[0083] 对于这个方面,电压感测电路还可包括第一电阻器、第二电阻器、第一电容器以及第二电容器。第一电阻器具有连接至驱动晶体管的第一电流电极的第一端子以及连接至多功能输入端子的第二端子。第二电阻器具有连接至多功能输入端子的第一端子以及连接至

驱动晶体管的第二电流电极的第二端子。第一电容器具有连接至驱动晶体管的第一电流电极的第一端子以及连接至多功能输入端子的第二端子。第二电容器具有连接至多功能输入端子的第一端子以及连接至驱动晶体管的第二电流电极的第二端子。

[0084] 根据再一个方面,第一电路包括:电阻器,所述电阻器具有连接至输入端子的第一端子和用于提供平均电压信号的第二端子;以及电容器,所述电容器具有连接至电阻器的第二端子的第一端子和连接至参考电压端子的第二端子。

[0085] 根据又一个方面,第一电路经由缓冲器连接至输入端子,所述缓冲器具有连接至所述输入端子的输入端子以及连接至第一电路的输出端子。

[0086] 对于这个方面,缓冲器可包括:第一电阻器,其具有连接至输入端子的第一端子,以及第二端子;第一电容器,其具有连接至第一电阻器的第二端子的第一端子以及连接至参考电压端子的第二端子;运算放大器,其具有连接至第一电阻器的第二端子的非反相输入、反相输入以及形成缓冲器的输出端子的输出;第二电阻器,其具有连接至运算放大器的输出端子的第一端子以及连接至运算放大器的反相输入的第二端子;第二电容器,其具有连接至运算放大器的输出端子的第一端子以及连接至运算放大器的反相输入的第二端子;以及第三电容器,其具有连接至运算放大器的反相输入的第一端子以及连接至参考电压端子的第二端子。

[0087] 根据再一个方面,集成电路可包括第三比较器,其具有用于接收平均电压信号的第一端子、用于接收第三参考电压的第二端子以及用于提供欠压信号的输出端子,并且控制器可进一步响应于欠压信号来保持驱动信号不活动。

[0088] 因此,在法律允许的最大范围内,本发明的范围应由所附权利要求及其等效物的最广泛容许解释来确定,并且不应受前述详细说明限定或限制。

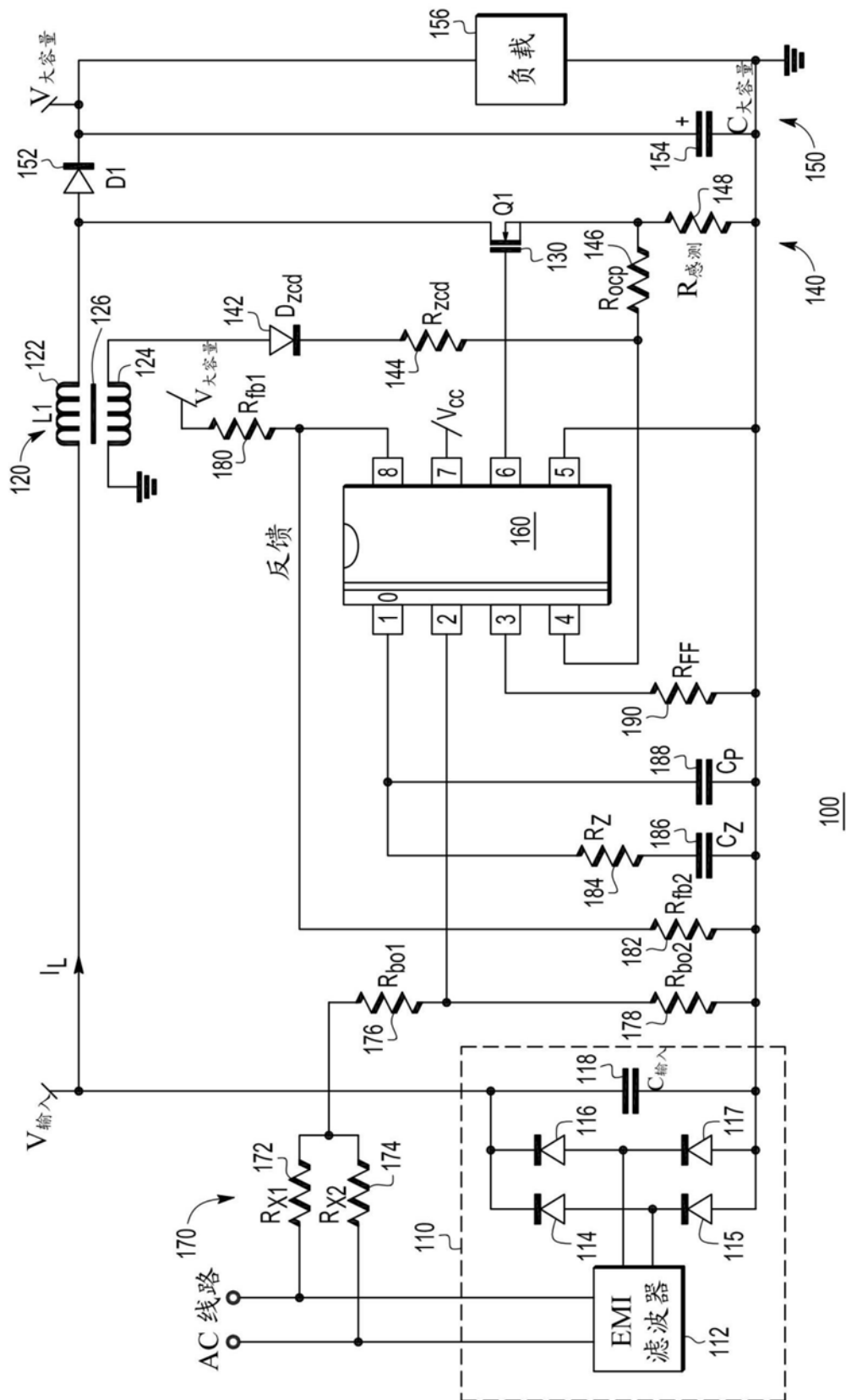


图1-现有技术-

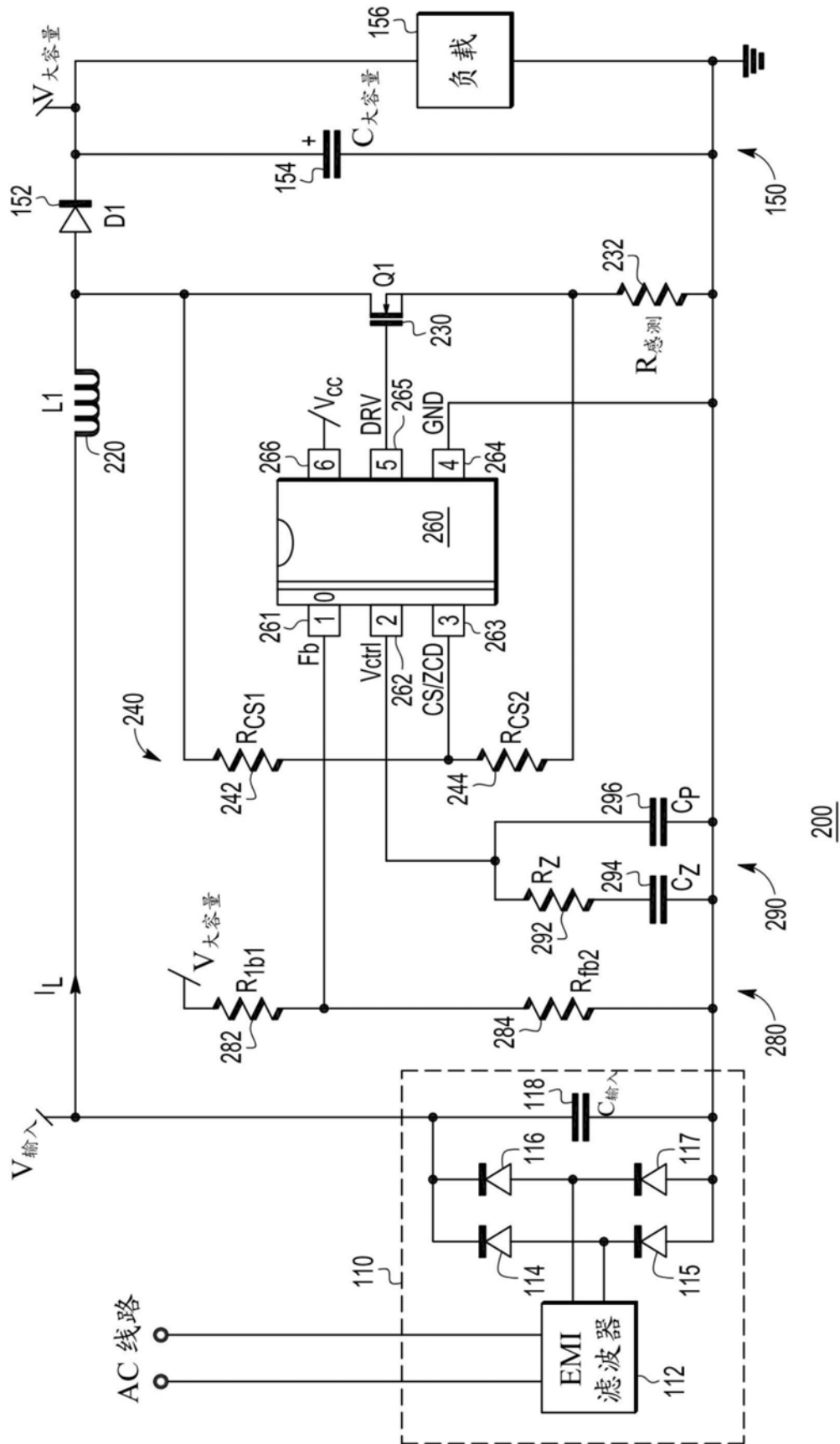


图2

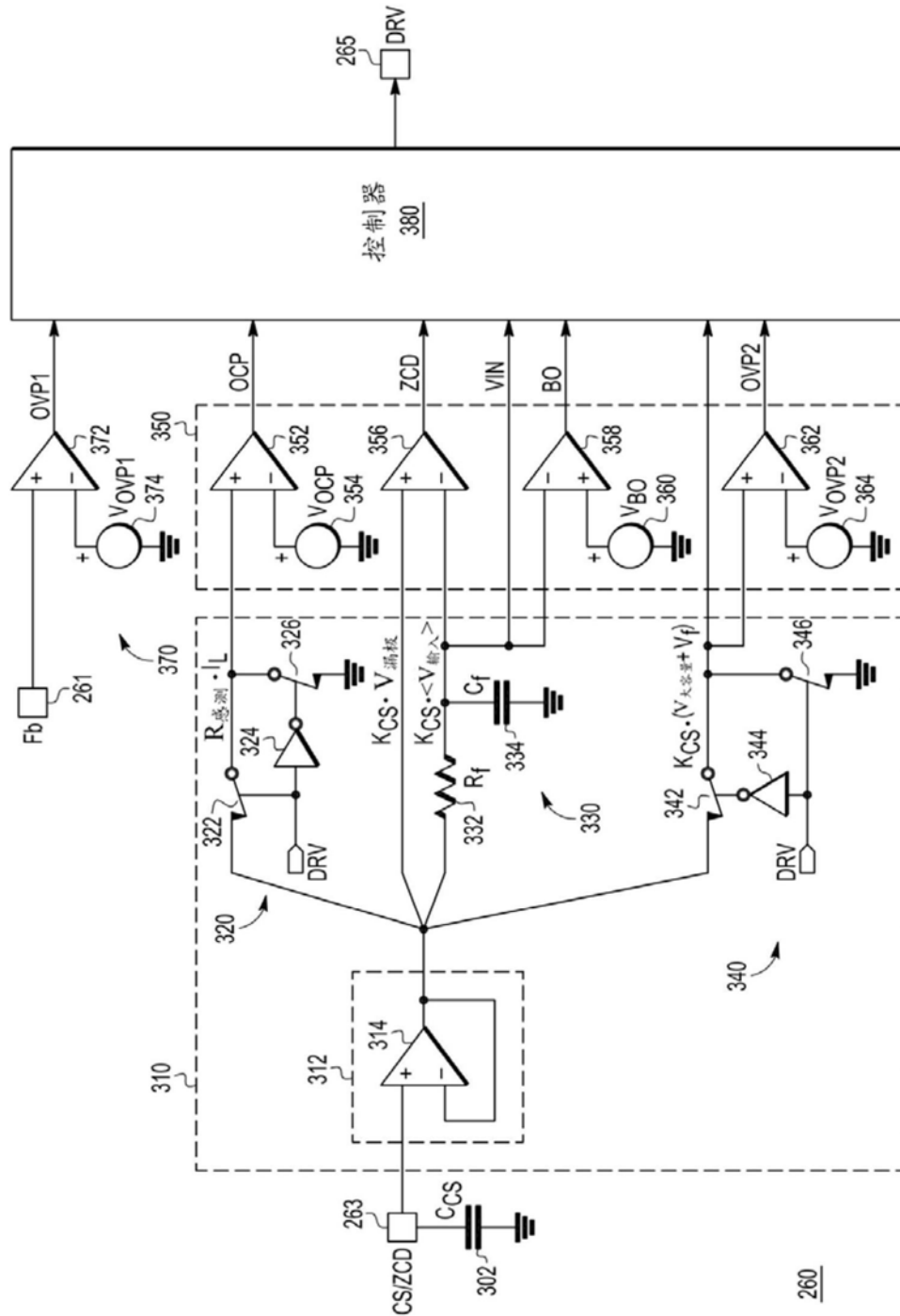


图3

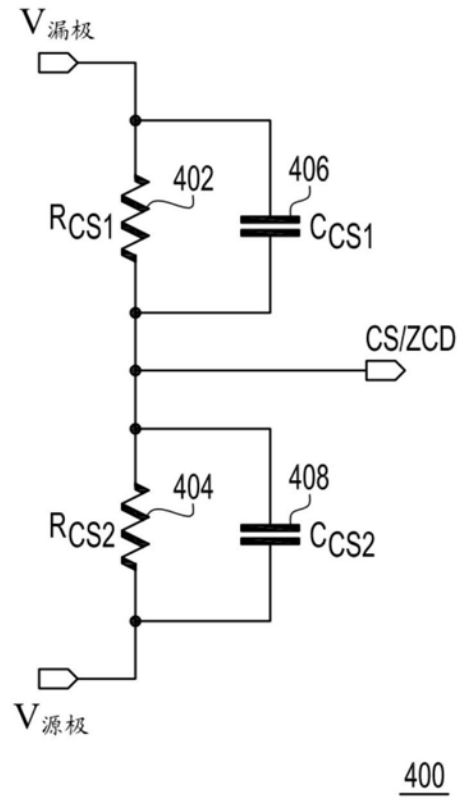


图4

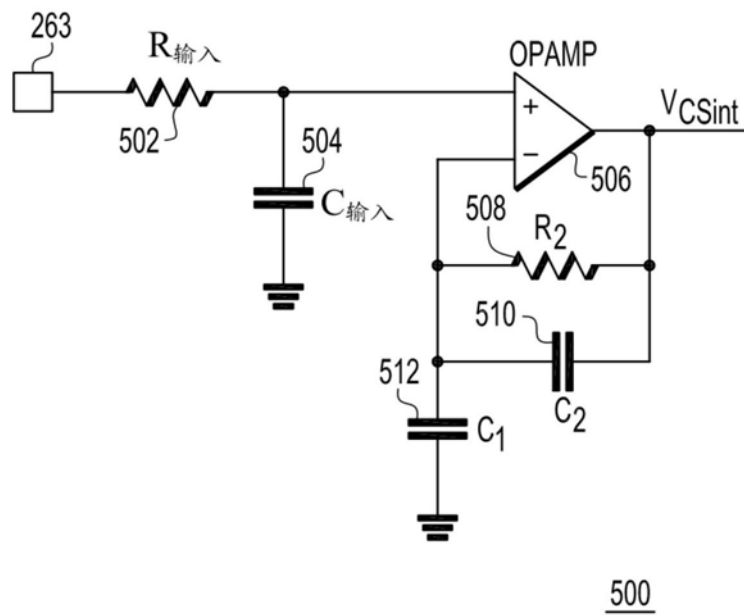


图5

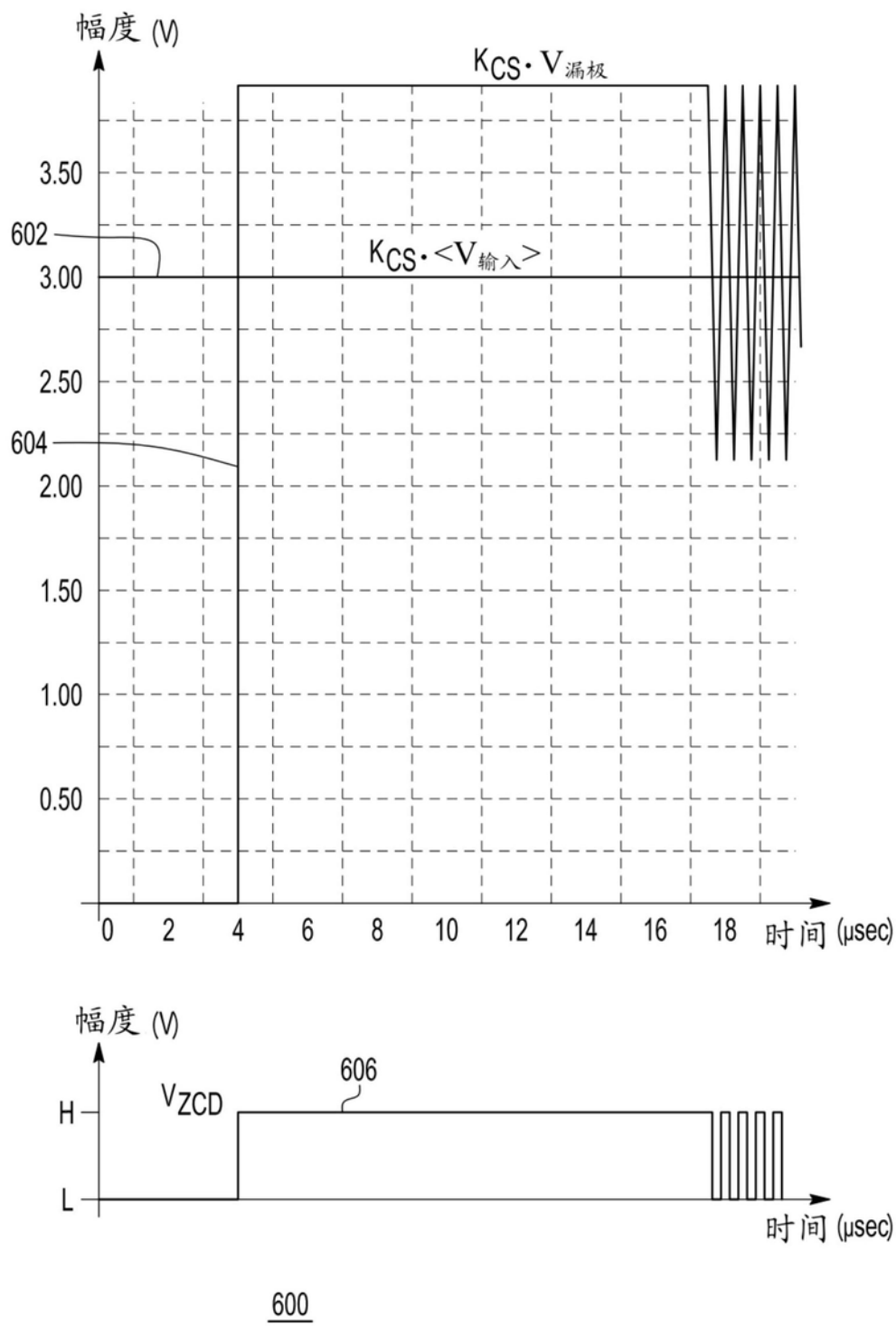


图6