(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105634280 A
(43)申请公布日 2016.06.01

(21)申请号 201610010747.4

(22)申请日 2016.01.08

(66)本国优先权数据
201510517948.9 2015.08.23 CN

(71)申请人 杜金昌
地址 610000 四川省成都市高新区府城大道西段399号天府新谷10栋1305

(72)发明人 杜金昌

(51)Int.Cl.
H02M 3/18(2006.01)

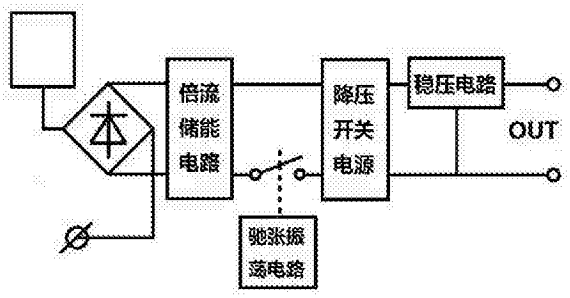
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

高效电场感应取电装置

(57)摘要

高效电场感应取电装置，用于高压交流设备的供电，通过把现有电场感应取电技术得到的高压小电流电能通过储能电路中的电容存储，电容充满电后，通过弛张振荡电路控制的电子开关接通开关电源，短时间内把电能释放给开关电源，开关电源在此时间段把电能转换成低压电能，稳压电路对开关电源输出的电能进行稳压，电容放完电后电子开关断开开关电源，开关电源断电停止工作，电容又进入充电过程，通过前述方式让开关电源以间歇方式工作，达到可以在μA级别平均输入电流条件下工作；加入间歇方式工作的开关电源后，电场感应取电装置可以大幅度输出更多电能。



CN 105634280 A

1.高效电场感应取电装置，用于高压交流设备的供电，包含感应板，高压端，整流电路，其特征在于：整流电路输出端与倍流储能电路连接，倍流储能电路通过串联的电子开关与降压开关电源输入端连接，电子开关与弛张振荡电路连接，降压开关电源输出端为最终电路输出端；降压开关电源工作期间输入电压有效值高于80V。

2.如权利要求1所述高效电场感应取电装置中降压开关电源，其特征在于：降压开关电源输出端连接有稳压电路，稳压电路输出端为最终输出端。

3.如权利要求1所述高效电场感应取电装置中降压开关电源，其特征在于：开关电源中电压采样电路与开关电源输出端相连接时，在降压型开关电源输出端滤波电容与电压采样电路之间串联隔离二极管。

4.如权利要求1所述高效电场感应取电装置中降压开关电源，其特征在于：降压开关电源类型为AC-DC变压器并联式开关电源，开关电源输出端与电压采样电路使用相同的线圈绕组，但使用不同的整流与滤波电路实现电路隔离，电压采样电路有独立的高频整流二极管与独立滤波电容。

高效电场感应取电装置

[0001] 一.技术领域

本发明涉及高压交流设备的供电系统。

[0002]

二.背景技术

现有高压交流设备除了直接使用高压交流电源,需要另行供电的多为市电供电,自带电源,感应取电3类方式供电;市电供电多用于给功耗大的大型设备供电,需要设置输电线路,使用中多有不便;自带电源通常由化学一次电池供电,或化学二次电池加太阳能电池或风力发电组合,一次电池供电需要定期更换电池,一次与二次电池有漏液与在高温下爆炸的危险,电池泄漏出的物质具有导电性,会造成高压电力系统短路的危险;感应取电直接从高压输电线路中摄取电能,具体分为电流感应取电与电场感应取电2种,电流感应取电利用电流互感器原理,从输电线路产生的磁场中摄取电能,高压输电线路中的电流不稳定,电流小时取得的电能也小,甚至取不到电,电流大时有磁芯过热的问题,电流感应取电取得的电能很不稳定。

[0003] 电场感应取电利用感应板(如图1中1)对大地,大地对三相高压输电线路的空中分散电容耦合以及感应板本身的孤立电容,与三相高压输电线路中之一路相连接的高压端(如图1中2)形成电压差,以此作为原始电源,该电源特点是开路电压高,等于相电压,短路电流与感应板外形与高压端对地电压高低有关,是个极小的数值,通常在数μA或数十μA数量级;原始电源经过整流电路(如图1中3)进行整流,之后经过倍流电路,即整流电路(如图1中3)后部的电路,进行降压增流,电路原理如下:

整流电路(如图1中3)输出的直流电流经过充电二极管(如图1中11～13)与之串联的储能电容(如图1中14～17),储能电容(如图1中14～17)每只的容量相等,对储能电容进行串联充电,后级电容储能电容(如图1中17)电压超过双向触发二极管(如图1中19)转折电压时,可控硅(如图1中20)被触发,形成大电流放电,原始电源输出电流能力极低,电压被拉低,储能电容(如图1中14～17)通过放电二极管(如图1中5～10)以并联方式经过可控硅(如图1中20)、限流电阻(如图1中21)对末级储能滤波电容(如图1中22)进行放电,放电电流减小到可控硅(如图1中20)维持电流时,可控硅截止,电路重复充电过程;由前述倍流电路工作原理可知,倍流电路有多少单节储能电路(如图1中4),就相应有多少倍率的降压增流能力,其中首尾单节储能电路中二极管数目有所减少。

[0004] 要使负载得到最大功率,负载与电源阻抗必须匹配,使负载阻抗等于电源阻抗,电场感应取电的电源输出端是感应板(如图1中1)与高压端(如图1中2),电源阻抗为感应板(如图1中1)对大地,大地对三相线路高压输电线路的空中分散电容,为纯容性阻抗,负载阻抗为整流电路(如图1中3)与之连接的倍流电路与后级电路,其伏安特性可以视为纯电阻,是个非线性电阻,倍流电路起阻抗变换器作用,电源的电容性阻抗与负载的电阻性阻抗相等时,负载2端的电压受电源的电容性阻抗移相影响,相位超前电源相位45°,对应电压值为电源U×sin45°, 对于常见的10kV线电压输电线路,感应板(如图1中1)对高压端(如图1中2)电压为相电压5.8kV, 达到理想阻抗匹配时,负载2端的电压=5.8kV×sin45=4.1 kV。

[0005] 与倍流电路输出端相连接的负载电路，典型工作电压为5V或3.3V，倍流电路输出端输出电压低于双向触发二极管(如图1中19)转折电压，大约20V，通常的负载电路还需要通过稳压电路对倍流电路输出端较高的电压实现降压，对于倍流电路倍流能力为4倍(如图1)时，感应板(如图1中1)与高压端(如图1中2)的输出电压为20V×4=80V，还不包括稳压电路造成的电力，80V离理想阻抗匹配时电压4.1kV偏离得极大，这导致电场感应取电方式取电效率极低，输出电能极小；增加倍流电路中单节储能电路(如图1中4)节数可以提高倍流能力，倍流能力与单节储能电路(如图1中4)节数成正比，此方法会显著增加电路体积，电场感应取电装置在装在高压线路上，体积过大会危害高压设备结缘性，尤其安装在设备内部时，增加倍流电路中单节储能电路(如图1中4)节数提高倍流能力的方法极为受限。

[0006] 电场感应取电方式的感应板(如图1中1)形状与位置固定时，取得的电能值只与高压端(如图1中2)对地电压有关，该电压与输电线路的线电压成正比例关联，输电线路的线电压极为稳定，因此电场感应取电方式取得的电能极为稳定。

[0007] 三.发明内容

把高电压的电能转换成低电压的电能，开关电源具有效率高与电路体积小的优势，但开关电源不能用于电场感应取电装置中，原因在于开关电源空载消耗电流大，AD-DC型开关电源空载消耗电流最低150μA，DC-DC型开关电源空载消耗电流最低20μA ，即便能够勉强用上，开关电源空载消耗电流也会导致电路电能转换效率低下。

[0008] 本发明中保留现有电场感应取电中的技术方案，并新增加新的技术方案，取电效率要求不高时可以不使用倍流电路，基本原理是把现有电场感应取电技术得到的高压小电流电能通过电容存储，电容充满电后通过电子开关接通开关电源，短时间内把电能释放给开关电源，开关电源在此时间段把高压电能转换成低压电能，电容放完电后电子开关断开开关电源，开关电源断电停止工作，电容又进入充电过程；通过前述方式让开关电源以间歇方式工作，达到可以在原始电源提供的μA级别电流条件下工作。

[0009] 本发明电路原理结构(如图2)为，整流电路(如图2中3)与倍流储能电路(如图2中4)连接，倍流储能电路(如图2中4)通过串联的电子开关(如图2中5)与降压开关电源(如图2中7)输入端连接，电子开关(如图2中5)与弛张振荡电路(如图2中6)连接，弛张振荡电路(如图2中6)对电子开关(如图2中5)发出循环的闭合与断开控制信号，降压开关电源(如图2中7)输出端与稳压电路(如图2中8)输入端连接，稳压电路(如图2中8)输出端为最终电能输出端；稳压电路(如图2中8)也可以不使用，降压开关电源(如图2中7)输出端为最终电路输出端。

[0010] 电路具体工作原理与连接方式如下：

1．倍流储能电路(如图2中4)中的储能电容器件通常是无极性电容，满足电路低漏电要求的电解电容也可以使用，倍流储能电路(如图2中4)最简单的形式是，不使用倍流电路，单只储能电容2极并联在整流电路(如图2中3)输出端2极，再通过串联的电子开关(如图2中5)与降压开关电源(如图2中7)输入端连接；倍流储能电路(如图2中4)另一种形式是，使用多只储能电容(如图1中14～17)与整流二级管(如图1中11～13与5～10)按照背景技术中倍流电路(如图1)中的方式连接，与电子开关(如图2中5)形成倍流电路，储能电容(如图1中14～17)充电路径为串联方式充电，放电路径为并联方式放电，放电时的等效电容量为所有储能电容容量之和，使用多只储能电容时，其数量不一定为图1中4只(如图1中14～17)。

[0011] 2．担任电子开关(如图2中5)功能的元件通常为三极管、MOS管、可控硅，但并不限于这3种；电子开关(如图2中5)由弛张振荡电路(如图2中6)控制，周期性的接通与断开倍流储能电路(如图2中4)与降压开关电源(如图2中7)输入端之间的电路连接；如果电子开关(如图2中5)器件类型是可控硅此类自控关断类型元件，以可控硅为例，可控硅的关断需要弛张振荡电路(如图2中6)输出流过控制极的电流显著小于可控硅触发电流，与可流过可控硅的正极至负极的电流小于可控硅维持电流2个条件；可控硅此类自控关断类型电子开关(如图2中5)通常属于电流关断型，即流过的电流减小到一定程度自行关断，需要在开关电源输入端并联储能电容(如图5中3)，与在工作电流回路中串联限流电阻(如图5中2)，防止可控硅此类自控关断类型电子开关(如图2中5)异常关断，防止储能电容(如图5中3)与前级电路的储能电容之间过大的放电电流烧毁可控硅此类自控关断类型电子开关(如图2中5)，开关电源输入端并联储能电容(如图5中3)其容量值通常为倍流储能电路(如图2中4)的储能电容等效电容值的10%～40%之间。

[0012] 3．可以使用双向触发二极管串联限流电阻与反向串联稳压二极管再与倍流储能电路(如图2中4)中储能电容2个电极并联构成弛张振荡电路，双向触发二极管导通时的脉冲大电流信号或该脉冲大电流引起限流电阻上的高电压信号作为电子开关(如图2中5)的闭合状态控制信号，双向触发二极管截至状态的低电流或限流电阻上的低电压作为电子开关(如图2中5)的断开状态控制信号；弛张振荡电路(如图2中6)不限于前述双向触发二极管串联限流电阻与反向串联稳压二极管再与储能电容并联类型，推荐使用倍流储能电路(如图2中4)中的储能电容为振荡电容，与具有施密特触发器特性的电路与构成弛张振荡电路(如图2中6)，具有施密特触发器特性的电路输入端与前述振荡电容相连接，输出端与电子开关(如图2中5)控制端连接，电子开关(如图2中5)为全控型器件，设计成振荡电容电压-储能电容充满电，也就是电压高于一定值时，弛张振荡电路(如图2中6)对电子开关(如图2中5)发出闭合控制信号，直到振荡电容电压-储能电容欠电，也就是电压低于一定值时，弛张振荡电路(如图2中6)对电子开关(如图2中5)发出断开状态控制控制信号；弛张振荡电路(如图2中6)也可以是例外独立的电路，但失去了对倍流储能电路(如图2中4)的储能电容电压直接监控作用，不能以储能电容电压高低为依据判断储能电容储存的电能是否已经充满与欠电，容易造成电子开关(如图2中5)过早或过迟闭合与断开，导致后级的降压开关电源(如图2中7)工作电压范围与工作时间不在最佳状态，影响电路稳定性与可靠性。

[0013] 4．本发明使用的降压型开关电源(如图2中7)，现有技术中针对市电110V、220V与380V动力电设计的AC-DC变压器并联式开关电源，原设计持续输出功率在1-20W之间，以及输入电压大于80V的DC-DC串联式开关电源，经过改造后都可以作为本发明中的降压型开关电源(如图2中7)使用，改造办法如下：

①.AC-DC变压器并联式开关电源与DC-DC串联式开关电源通常去掉输入端储能滤波电容，因为倍流储能电路(如图2中4)已经设置了储能电容，也兼有滤波作用。

[0014] ②. 开关电源中电压采样电路与开关电源输出端相连接，功耗大于15%开关电源平均输出，通常对其进行低功耗改造，改造办法1是，在降压型开关电源(如图2中7)输出端滤波电容(如图3中3)与电压采样电路(如图3中1)之间串联隔离二极管(如图3中2)，隔离二极管器件类型通常为高频整流二极管，隔离二极管(如图3中2)作用在于在开关电源断电停止工作时，防止滤波电容(如图3中3)存储的电能逆流给前端电压采样电路(如图3中1)，改

造办法1对于AC-DC变压器并联式开关电源与DC-DC串联式开关电源均适用。

[0015] 对于AC-DC变压器并联式开关电源的电压采样电路低功耗改造，有一种改造办法2，开关电源输出端与电压采样电路(如图4中1)使用相同的线圈绕组，但使用不同的整流与滤波电路实现电路隔离，电压采样电路(如图4中1)有独立的高频整流二极管(如图4中3)与独立滤波电容(如图4中5)，开关电源断电停止工作时，高频整流二极管(如图4中2)阻止了开关电源输出端滤波电容(如图4中5)储存的电能逆流给电压采样电路(如图4中1)与变压器线圈绕组，电压采样电路独立滤波电容(如图4中5)的容量应通常小于开关电源输出端滤波电容(如图4中4)15%；高频整流二极管(如图4中3)器件类型为高频整流二极管或开关二极管。

[0016] 对于AC-DC变压器并联式开关电源的电压采样电路低功耗改造，有一种改造办法3，电压采样电路与开关电源输出端使用不同线圈绕组，通过不同线圈绕组实现电路隔离，防止开关电源断电停止工作时，输出端滤波电容储存的电能流给电压采样电路。

[0017] 本发明降压型开关电源(如图2中7)以间歇方式工作，开关电源每次工作时间不能过低，通常高于开关电源功率开关管闭合-断开20个周期以上，否则降压型开关电源(如图2中7)不能稳定工作；降压型开关电源(如图2中7)每次工作时间，由其输入电流值与倍流储能电路(如图2中4)的储能电容值，以及弛张振荡电路(如图2中6)对电子开关(如图2中5)闭合控制信号时间长短决定，储能电容容值足够大时，在降压型开关电源(如图2中7)的功率开关管闭合-断开20个周期后，储能电容的电压还能保证降压型开关电源(如图2中7)正常工作，弛张振荡电路(如图2中6)对电子开关(如图2中5)发出闭合控制信号时间长于降压型开关电源(如图2中7)的功率开关管闭合-断开20个周期时间，可确保降压型开关电源(如图2中7)每次工作时间高于开关电源功率管开关闭20个周期以上。

[0018] 本发明中增加的降压型开关电源(如图2中7)工作期间如果输入电压有效值过低，将不能达到提升电场感应取电装置取电效率与降低电路体积目的，工作期间输入电压有效值高于80V，本发明才具有实施价值，最好高于140V；通过设置弛张振荡电路(如图2中6)对电子开关(如图2中5)发出的闭合与断开控制信号时间去调整倍流储能电路(如图2中4)中储能电容开始放电电压值与结束放电电压值，可以实现降压型开关电源(如图2中7)工作期间输入电压有效值高于80V或140V，只调整倍流储能电路(如图2中4)中储能电容开始放电的电压值，也可以达到使降压型开关电源(如图2中7)工作期间输入电压有效值高于80V或140V目的；对于使用双向触发二极管串联限流电阻与反向串联稳压二极管再与倍流储能电路(如图2中4)中储能电容2个电极并联构成弛张振荡电路(如图2中6)，通过选用不同反向击穿电压值的稳压二极管或反向串联多只稳压二极管，以及选用不同转折电压的双向触发二极管与不同阻值限流电阻，实现对储能电容开始放电的电压值与结束放电的电压值调整，达到降压型开关电源(如图2中7)工作期间输入电压有效值高于80V或140V；对于电子开关(如图2中5)器件类型是可控硅此类自关断类型元件，则无法设置降压型开关电源(如图2中7)输入电压最小值，输入电压最大值可以通过设置弛张振荡电路(如图2中6)对电子开关(如图2中5)发出的闭合控制信号间隔时间长短去控制倍流储能电路(如图2中4)中储能电容放开始放电的电压值，以此调整降压型开关电源(如图2中7)输入电压最大值，以及调整倍流储能电路(如图2中4)的储能电容与储能电容(如图5中3)容量比值来调整降压型开关电源(如图2中7)输入电压最大值。

[0019] 5．稳压电路(如图2中8)输入端与降压开关电源(如图2中7)输出端连接，稳压电路(如图2中8)输入端为最终输出端，稳压电路(如图2中8)的具体电路类型是DC-DC开关电源电路或线性稳压电路完成对开关电源(如图2中7)输出的电能进行稳压输出；如果负载能适应降压开关电源(如图2中7)输出端电压变动，则稳压电路(如图2中8)就不需要存在，降压开关电源(如图2中7)输出端为最终输出端。

[0020] 开关电源中AC-DC变压器并联式开关电源通常具有把300V以上的电压以80%以上的效率转换成5V低压的能力，外加倍流储能电路(如图2中4)使用多只储能电容的形式与电子开关(如图2中5)形成的倍流电路降压，本发明提供的高效电场感应取电装置可以让高压端(如图2中2)与感应板(如图2中1)的电压值超过1500V，该电压值取决于电子开关(如图2中5)或降压开关电源(如图2中7)中功率开关管的耐压值，该耐压值远大于现有技术中仅使用倍流电路时的高压端(如图1中2)与感应板(如图1中1)80V电压，由背景技术中电场感应取电负载与电源阻抗匹配原理分析可知，更高的降压比会带来更好的阻抗匹配效果，如前述，本发明提供的高效电场感应取电装置摄取的电能，相对现有技术有1～2个数量级提升，电路体积也大幅降低。

[0021]

四.附图说明

图1为现有电场感应取电方式电路原理图，1为感应板，2为高压端，3为整流电路，4为倍流电路中单节储能电路，5～10为放电二极管，11～13为充电二极管，14～17为储能电容，18为限流电阻，19为双向触发二极管，20为可控硅，21为限流电阻，22为末级储能滤波电容。

[0022] 图2为高效电场感应取电装置电路原理方框图，1为感应板，2为高压端，3为整流电路，4为倍流储能电路，5为串联在储能电路与降压开关电源电路之间的电子开关，6为弛张振荡电路，7为降压开关电源，8为稳压电路。

[0023] 图3为改进的降压开关电源输出端电压采样电路1，1为电压采样电路，2为隔离二极管，3为滤波电容。

[0024] 图4为改进的降压开关电源输出端电压采样电路2，1为电压采样电路，2为高频整流二极管，3为高频整流二极管，4为开关电源输出端滤波电容，5为电压采样电路独立滤波电容。

[0025] 图5为高效电场感应取电装置使用可控硅作为电子开关的部分电路原理方框图，1为可控硅，2为限流电阻，3为储能电容，4为降压开关电源，5为稳压电路。

[0026]

五.具体实施方式

使用专用低功耗施密特触发器集成电路，用倍流储能电路(如图2中4)中储能电容作为振荡电容，加外围元件构成弛张振荡电路(如图2中6)，利用施密特触发器的正向阀值电压去辨别倍流储能电路(如图2中4)中储能电容充满电状态，负向阀值电压去辨别倍流储能电路(如图2中4)中储能电容欠电状态，输出端控制电子开关(如图2中5)闭合与断开状态，电子开关(如图2中5)为全控型器件，可控硅此类自控关断类型电子开关不能使用，施密特触发器的正向阀值电压与负向阀值电压是可以通过分压电路调整，电路可以灵活调整储能电容放电开始电压与结束放电电压，这样施密特触发器控制的电子开关(如图2中5)能在倍流储能电路(如图2中4)中储能电容充满电时准时闭合，欠电时准时断开，让后级的降压型开

关电源(如图2中7)工作在最佳电压范围,有利于提高取电装置工作效率与稳定性;双向触发二极管加限流电阻与稳压二极管再与倍流储能电路(如图2中4)中储能电容构成弛张振荡电路(如图2中6),因双向触发二极管的转折电压值与导通电压不可调整与器件参数较为单一,这造成了储能电容放电开始电压与结束放电电压之间的差值不可调整性,对后级的降压型开关电源(如图2中7)工作状态产生不良影响。

[0027] 对取电装置效率要求不高的场合,可以不使用倍流电路,倍流储能电路(如图2中4)中单只储能电容2极并联在整流电路(如图2中3)输出端2极,以降低电路体积;对取电装置效率要求高的场合,倍流储能电路(如图2中4)使用多只储能电容的形式与电子开关(如图2中5)形成的倍流电路对整流电路(如图2中3)输出端的高电压进行预降压,降压型开关电源(如图2中7)工作电压尽可能高,以此提高压端(如图2中2)与感应板(如图2中1)的电压值。

[0028] 本发明使用的降压型开关电源(如图2中7),通常要把300V以上的电压降低至5V,推荐使用变压器并联式开关电源,如果使用串联式开关电源,因降压比大,功率开关管开通占空比会极低,不利于开关电源效率提高与体积小型化,变压器并联式开关电源中的变压器具有电压变换作用,可以使得功率开关管具有较高的开通占空比,利于开关电源效率提高与体积小型化。

[0029] 本发明提供的电场感应取电电源,可用于高压带电显示器,无线测温传感器的电源,以及输电线路在线监测系统传感器的电源。

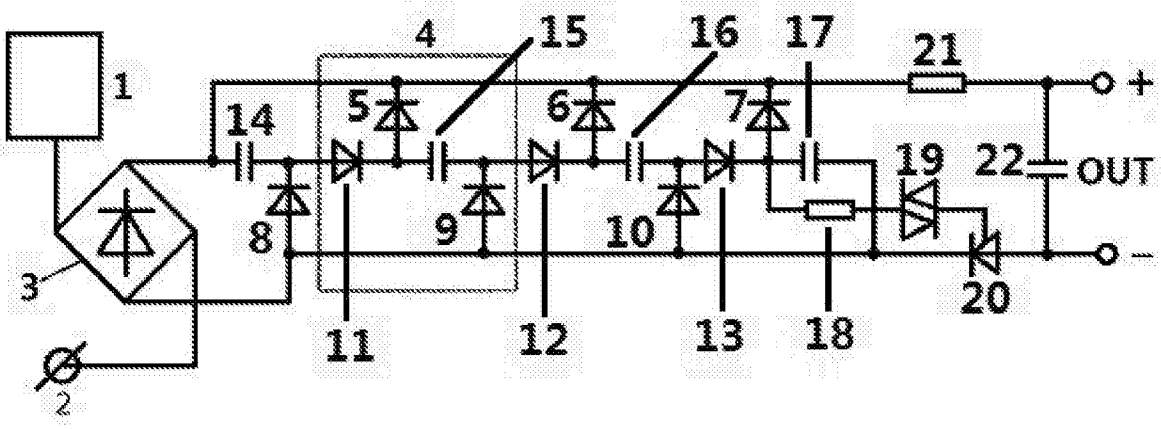

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
+
OUT
–

图1

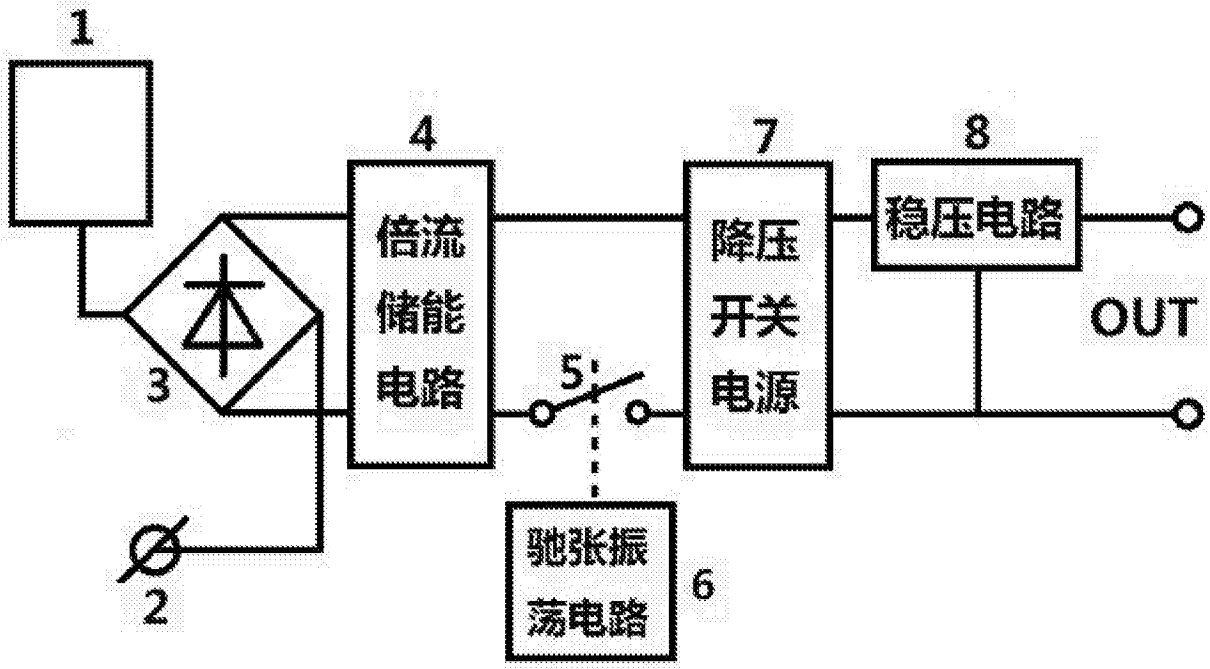

1
2
3
4
倍流
储能
电路
5
6
驰张振
荡电路
7
降压
开关
电源
8
稳压电路
OUT

图2

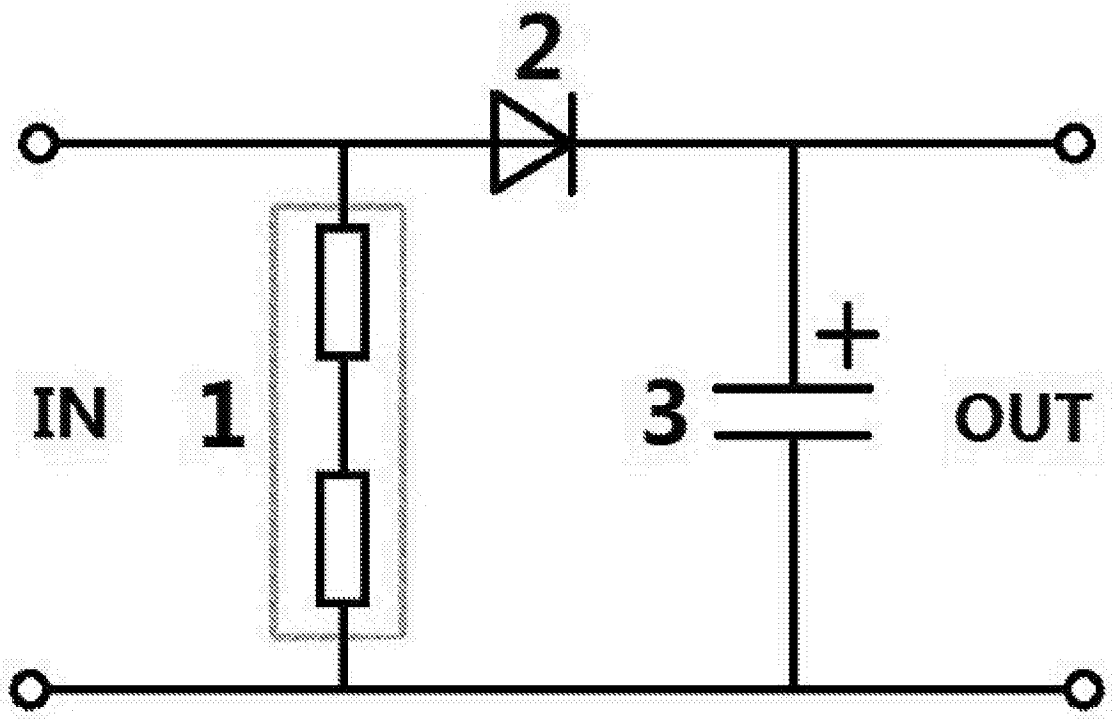


图3

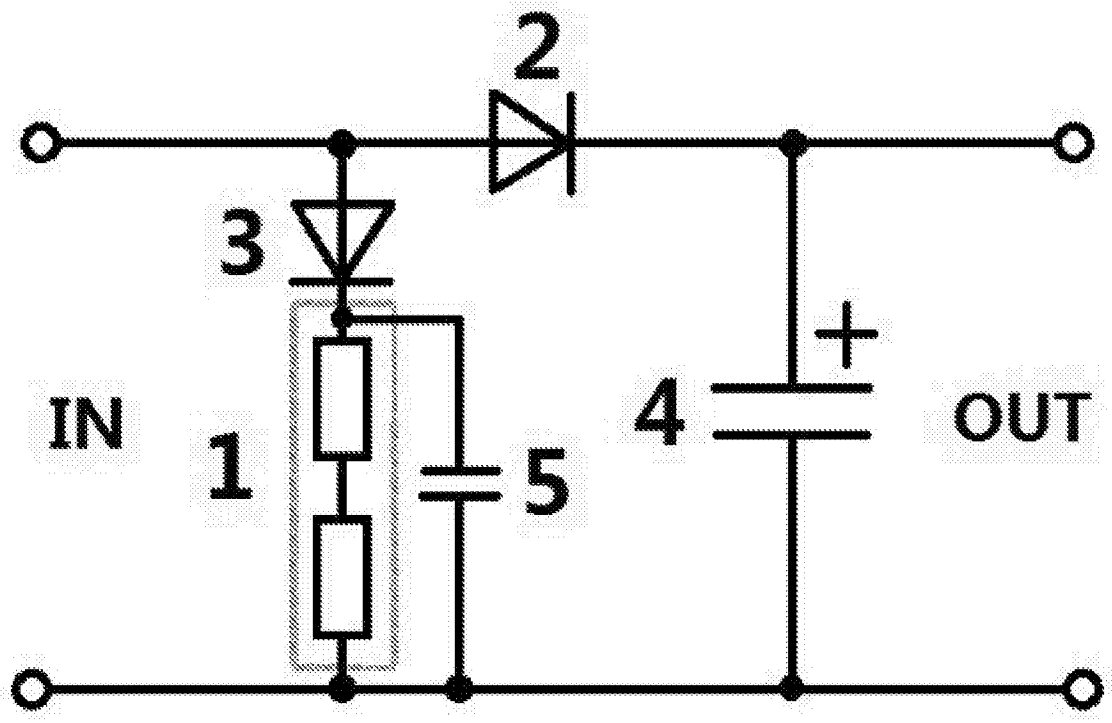


图4

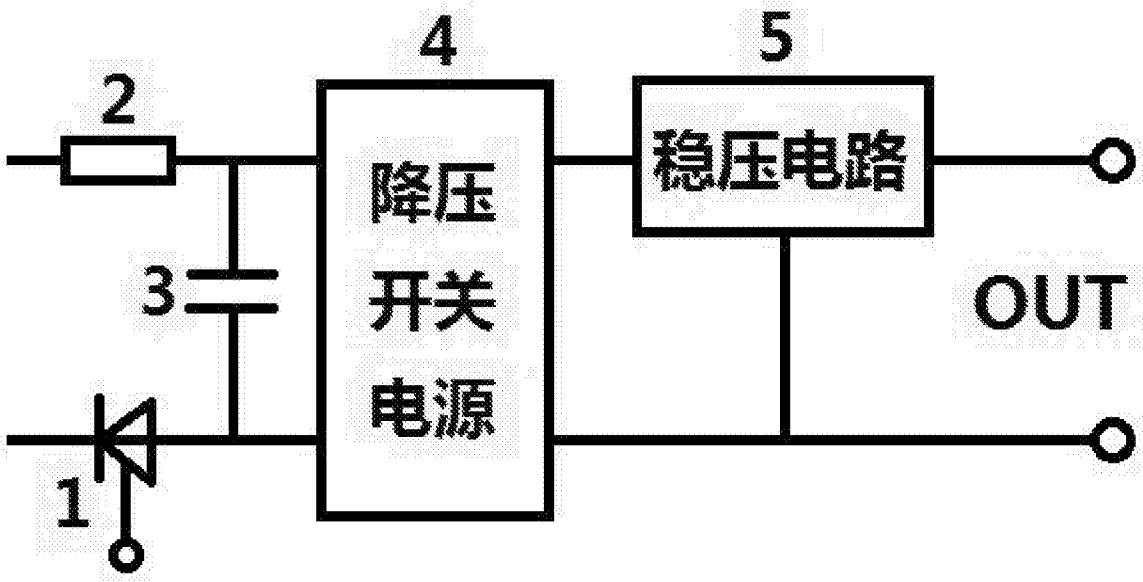


图5