



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108919082 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 02

(21) 申请号 201810537112.9

(22) 申请日 2018.05.30

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108919082 A

(43) 申请公布日 2018.11.30

(73) 专利权人 北京铁道工程机电技术研究所股份有限公司

地址 100070 北京市丰台区南四环西路188号一区5号楼

(72) 发明人 黎莎 喻贵忠

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

专利代理师 孟金喆

(51) Int. Cl.

G01R 31/26 (2014.01)

(56) 对比文件

CN 208367157 U, 2019.01.11

CN 107947771 A, 2018.04.20

CN 85106936 A, 1987.02.11

曾健. IGBT测试系统. 通信电源技术. 2016, (06), 正文第10-12页.

曾健. IGBT测试系统. 通信电源技术. 2016, (第06期), 第10-12页.

审查员 李鑫

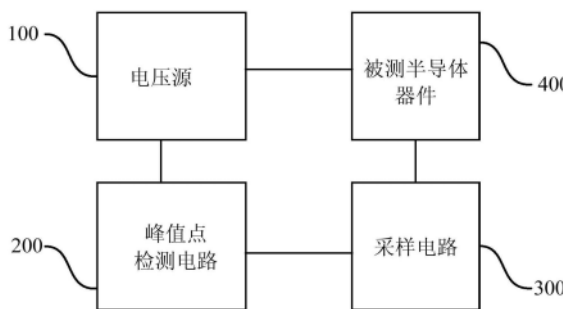
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种测试半导体器件的截止电流的装置

(57) 摘要

本发明实施例公开了一种测试半导体器件的截止电流的装置。其中, 该测试半导体器件的截止电流的装置包括: 电压源, 与被测半导体器件电连接, 用于每隔第一预设时间段向被测半导体器件输出一呈第一预设波形变化的第一电压段; 峰值点检测电路, 与电压源电连接, 用于当检测到电压源输出电压为第一电压段的峰值电压时, 输出采样触发信号; 采样电路, 与峰值点检测电路电连接, 用于当接收到采样触发信号时, 采样被测半导体器件当前的第一电流, 将其作为被测半导体器件的截止电流。本发明实施例的技术方案可以降低测试过程中施加到被测半导体器件上的电压的有效时长, 从而降低被测半导体器件的PN结产生的附加热, 进而提高测量的准确性。



1. 一种测试半导体器件的截止电流的装置,其特征在于,包括:

电压源,与被测半导体器件电连接,用于每隔第一预设时间段向所述被测半导体器件输出一呈第一预设波形变化的第一电压段;

峰值点检测电路,与所述电压源电连接,用于当检测到所述电压源输出电压为所述第一电压段的峰值电压时,输出采样触发信号;

采样电路,与所述峰值点检测电路电连接,用于当接收到所述采样触发信号时,采样所述被测半导体器件当前的第一电流,将其作为所述被测半导体器件的截止电流;

所述测试半导体器件的截止电流的装置还包括存储电路,与所述采样电路电连接,所述采样电路还用于当接收到所述采样触发信号时,采样所述被测半导体器件当前的第一电压;所述存储电路用于存储所述被测半导体器件对应的第一电流和第一电压;

所述第一电压段的峰值点处的电压变化率为零;所述第一预设波形为正弦半波;

其中,所述第一电压段各处的电压变化率均不超过合格的所述被测半导体器件所能承受的最大电压变化率;

所述电压源包括截波电路、调压器、升压变压器和半波整流电路,

其中,所述截波电路的输入端与外部交流电源电连接,所述截波电路的输出端与所述调压器的输入端电连接,所述截波电路用于将其输入端连续输入的呈第二预设波形变化的第二电压段,每截断预设个数的第二电压段后输出一个第二电压段,所述第二电压段包括呈第一预设波形变化的第三电压段;

所述调压器的输出端与所述升压变压器的输入端电连接,所述调压器还包括调节端,所述调节端用于调节所述调压器的输出端与输入端的电压的变比;

所述升压变压器的输出端与所述半波整流电路的输入端电连接,所述半波整流电路的输出端与所述被测半导体器件电连接;

所述峰值点检测电路包括同步变压器、积分器、隔直电路、过零比较整形电路和第一单稳态触发电路,

其中,所述同步变压器的输入端与所述外部交流电源电连接,所述同步变压器的输出端与所述积分器的输入端电连接,所述积分器的输出端与所述隔直电路的输入端电连接,所述隔直电路的输出端与所述过零比较整形电路的输入端电连接,所述过零比较整形电路的输出端与所述第一单稳态触发电路的输入端电连接,所述第一单稳态触发电路的输出端与所述采样电路电连接;

所述截波电路包括第二整形电路、分频器、第二单稳态触发电路和电子开关,

其中,所述第二整形电路的输入端与所述同步变压器的输出端电连接,所述第二整形电路的输出端与所述分频器的输入端电连接,所述第二整形电路用于将其输入端的输入电压通过波形调理作用,输出与所述输入电压的频率相同且相位相同的脉冲电压至其输出端;

所述分频器的输出端与所述第二单稳态触发电路的输入端电连接,所述分频器用于将其输入端的电压进行预设分频数值的分频作用后输出至其输出端;

所述第二单稳态触发电路的输出端与所述电子开关的控制端电连接,所述电子开关的第一端与所述外部交流电源电连接,所述电子开关的第二端与所述调压器的输入端电连接;

所述第一电压段的峰值点处的电压变化率为零,流过半导体器件的容性电流为零,此时流过所述被测半导体器件的电流仅为流过第一非线性电阻的阻性电流,且此时所述峰值电压为规定的预设电压,则所述阻性电流为被测半导体器件的截止电流。

2. 根据权利要求1所述的测试半导体器件的截止电流的装置,其特征在于,所述电压源输出的多个第一电压段的峰值电压不相等,且后输出的第一电压段的峰值电压大于在先输出的第一电压段的峰值电压。

3. 根据权利要求1所述的测试半导体器件的截止电流的装置,其特征在于,还包括报警保护电路和与门电路,

其中,所述报警保护电路的第一输入端与所述采样电路电连接,所述报警保护电路的输出端与所述与门电路的第一输入端电连接,所述与门电路的第二输入端与所述第二单稳态触发电路的输出端电连接,所述与门电路的输出端与所述电子开关的控制端电连接,

所述报警保护电路用于当监测到所述采样电路采样到的被测半导体器件的电流大于或等于预设电流时,控制所述电子开关关断,并进行报警。

4. 根据权利要求3所述的测试半导体器件的截止电流的装置,其特征在于,还包括复位电路,所述复位电路的输入端与所述调压器电连接,所述复位电路的输出端与所述报警保护电路的第二输入端电连接,所述复位电路用于当监测到所述调压器的调节端位于预设低变比位置时,输出复位信号至所述报警保护电路;

所述报警保护电路还用于接收所述复位信号后,停止输出控制所述电子开关关断的控制信号,并停止报警。

5. 根据权利要求1所述的测试半导体器件的截止电流的装置,其特征在于,所述被测半导体器件包括绝缘栅双极型晶体管、二极管或晶闸管。

一种测试半导体器件的截止电流的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及测试技术领域,尤其涉及一种测试半导体器件的截止电流的装置。

背景技术

[0002] 绝缘栅双极晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor,IGBT)、功率二极管、晶闸管等半导体器件作为电能变换器件,是交流传动和谐型机车和高速动车组上最重要的电气部件之一。电能变换器件工作正常与否,将直接影响铁路行车的安全。通过对电能变换器件的性能进行测试,以检验电能变换器件的合格与否。

[0003] 在测试半导体器件的截止电流时,例如在测试IGBT的集电极-发射极截止电流时,将IGBT的栅极和发射极短路,在IGBT的集电极-发射极之间施加规定的电压,测量流过IGBT的集电极-发射极的阻性电流,即集电极-发射极截止电流;在测试功率二极管的截止电流时,需在功率二极管的阴极和阳极之间施加规定的反向电压,测量流过功率二极管阴极-阳极的阻性电流,即功率二极管的截止电流;在测试晶闸管的截止电流时,将晶闸管的门极和阴极短路,在晶闸管的阳极和阴极之间施加规定的电压,测量流过晶闸管阳极-阴极的阻性电流,即晶闸管阳极-阴极截止电流;其中,被测试器件的PN结从物理结构上可以等效为非线性电阻和可变电容的并联。由于在测试半导体器件的截止电流时,采用直流电源,半导体器件的PN结会长时间流过电流,随着测试过程的进行,PN结的温度会逐渐升高,由于半导体器件的特性和温度密切关联,会影响PN结等效的非线性电阻和可变电容的大小,进而影响测量结果的准确性。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供一种测试半导体器件的截止电流的装置,以降低测试过程中施加到被测半导体器件上的电压的有效时长,从而降低被测半导体器件的PN结产生的附加热,进而提高测量该被测半导体器件的截止电流的准确性。

[0005] 本发明实施例提供了一种测试半导体器件的截止电流的装置,包括:

[0006] 电压源,与被测半导体器件电连接,用于每隔第一预设时间段输出一呈第一预设波形变化的第一电压段;

[0007] 峰值点检测电路,与电压源电连接,用于当检测到电压源输出电压为第一电压段的峰值电压时,输出采样触发信号;

[0008] 采样电路,与峰值点检测电路电连接,用于当接收到采样触发信号时,采样被测半导体器件当前的第一电流,将其作为被测半导体器件的截止电流。

[0009] 进一步地,还包括存储电路,与采样电路电连接,采样电路还用于当接收到采样触发信号时,采样被测半导体器件当前的第一电压;存储电路用于存储被测半导体器件对应的第一电流和第一电压。

[0010] 进一步地,第一电压段的峰值点处的电压变化率为零;第一预设波形为正弦半波。

[0011] 进一步地,电压源输出的多个第一电压段的峰值电压不相等,且后输出的第一电

压段的峰值电压大于在先输出的第一电压段的峰值电压。

[0012] 进一步地,电压源包括截波电路、调压器、升压变压器和半波整流电路,

[0013] 其中,截波电路的输入端与外部交流电源电连接,截波电路的输出端与调压器的输入端电连接,截波电路用于将其输入端连续输入的呈第二预设波形变化的第二电压段,每截断预设个数的第二电压段后输出一个第二电压段,第二电压段包括呈第一预设波形变化的第三电压段;

[0014] 调压器的输出端与升压变压器的输入端电连接,调压器还包括调节端,调节端用于调节调压器的输出端与输入端的电压的变比;

[0015] 升压变压器的输出端与半波整流电路的输入端电连接,半波整流电路的输出端与被测半导体器件电连接。

[0016] 进一步地,峰值点检测电路包括同步变压器、积分器、隔直电路、过零比较整形电路和第一单稳态触发电路,

[0017] 其中,同步变压器的输入端与外部交流电源电连接,同步变压器的输出端与积分器的输入端电连接,积分器的输出端与隔直电路的输入端电连接,隔直电路的输出端与过零比较整形电路的输入端电连接,过零比较整形电路的输出端与第一单稳态触发电路的输入端电连接,第一单稳态触发电路的输出端与采样电路电连接。

[0018] 进一步地,截波电路包括第二整形电路、分频器、第二单稳态触发电路和电子开关,

[0019] 其中,第二整形电路的输入端与同步变压器的输出端电连接,第二整形电路的输出端与分频器的输入端电连接,第二整形电路用于将其输入端的输入电压通过波形调理作用,输出与输入电压的频率相同且相位相同的脉冲电压至其输出端;

[0020] 分频器的输出端与第二单稳态触发电路的输入端电连接,分频器用于将其输入端的电压进行预设分频数值的分频作用后输出至其输出端;

[0021] 第二单稳态触发电路的输出端与电子开关的控制端电连接,电子开关的第一端与外部交流电源电连接,电子开关的第二端与调压器的输入端电连接。

[0022] 进一步地,还包括报警保护电路和与门电路,

[0023] 其中,报警保护电路的第一输入端与采样电路电连接,报警保护电路的输出端与与门电路的第一输入端电连接,与门电路的第二输入端与第二单稳态触发电路的输出端电连接,与门电路的输出端与电子开关的控制端电连接,

[0024] 报警保护电路用于当监测到采样电路采样到的被测半导体器件的电流大于或等于预设电流时,控制电子开关关断,并进行报警。

[0025] 进一步地,还包括复位电路,复位电路的输入端与调压器电连接,复位电路的输出端与报警保护电路的第二输入端电连接,复位电路用于当监测到调压器的调节端位于预设低变比位置时,输出复位信号至报警保护电路;

[0026] 报警保护电路还用于接收复位信号后,停止输出控制电子开关关断的控制信号,并停止报警。

[0027] 进一步地,被测半导体器件包括绝缘栅双极型晶体管、二极管或晶闸管。

[0028] 本发明实施例的技术方案通过电压源每隔第一预设时间段向被测半导体器件输出一呈第一预设波形变化的第一电压段,以输出间断的测试电压;当峰值点检测电路检测

到电压源输出电压为第一电压段的峰值电压时,输出采样触发信号;以使采样电路在测试电压到达峰值点处时,及时采样被测半导体器件当前的第一电流,将其作为被测半导体器件的截止电流,以降低测试过程中施加到被测半导体器件上的电压的有效时长,从而降低被测半导体器件的PN结产生的附加热,并使半导体器件的容性电流为零,有效分离出阻性电流,从而提高测量该被测半导体器件的截止电流的准确性,解决了在测试半导体器件的截止电流时,采用直流电源,半导体器件的PN结会长时间流过电流,随着测试过程的进行,PN结的温度会逐渐升高,将影响PN结等效的非线性电阻和可变电容的大小,进而影响测量结果的准确性的问题。

附图说明

- [0029] 图1为本发明实施例提供的一种测试半导体器件的截止电流的装置的结构示意图;
- [0030] 图2为本发明实施例提供的一种在测试过程中的波形示意图;
- [0031] 图3为本发明实施例提供一种半导体器件测试时的等效电路结构示意图;
- [0032] 图4为本发明实施例提供的又一种测试半导体器件的截止电流的装置的结构示意图;
- [0033] 图5为本发明实施例提供的又一种在测试过程中的波形示意图;
- [0034] 图6为本发明实施例提供的又一种测试半导体器件的截止电流的装置的结构示意图;
- [0035] 图7为本发明实施例提供的又一种测试半导体器件的截止电流的装置的结构示意图。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0037] 本发明实施例提供一种测试半导体器件的截止电流的装置。图1为本发明实施例提供的一种测试半导体器件的截止电流的装置的结构示意图。图2为本发明实施例提供的一种在测试过程中的波形示意图。结合图1和图2所示,该测试半导体器件的截止电流的装置包括:电压源100、峰值点检测电200和采样电路300。其中,横轴表示时间 t ,纵轴分别表示电压源100输出的电压 V_1 和峰值点检测模块200输出的信号电压 V_2 , S_1 为采样触发信号, T_1 为第一预设时间段, T_2 为第一电压段的持续时间。

[0038] 其中,电压源100与被测半导体器件400电连接,用于每隔第一预设时间段 T_1 输出一呈第一预设波形变化的第一电压段;峰值点检测电路200的输入端与电压源100电连接,用于当检测到电压源100输出电压为第一电压段的峰值电压时,输出采样触发信号 S_1 ;采样电路300的触发端与峰值点检测电路200的输出端电连接,用于当接收到采样触发信号 S_1 时,采样被测半导体器件400当前的第一电流,作为被测半导体器件400的截止电流。

[0039] 其中,在第一预设时间段 T_1 内,电压源100输出的电压可以是低电压,接近零电压。可选的,被测半导体器件400包括绝缘栅双极型晶体管、二极管或晶闸管。图3为本发明实施

例提供一种半导体器件测试时的等效电路结构示意图,如图3所示,该被测半导体器件可等效为第一非线性电阻R1与第一可变电容C1并联。其中,第一非线性电阻R1与第一可变电容C1并联后的第一端N1和第二端N2即为被测半导体器件的两端,测试电压相当于施加在第一端N1和第二端N2。可选的,第一电压段的峰值点处的电压变化率为零,则在第一电压段的峰值点处,流过第一可变电容C1的容性电流为零(其中,第一可变电容C1的容性电流

$$i_{C1} = C \frac{du_{C1}}{dt}$$

其中,C为第一可变电容C1的容值, u_{C1} 为第一可变电容C1的电压,也即被测半

导体器件的两端的测试电压),故此时流过被测半导体器件400的电流仅为流过第一非线性电阻的阻性电流,且此时峰值电压为规定的预设电压,则该阻性电流为被测半导体器件400的截止电流。可选的,在测试同一被测半导体器件时,可连续测量多次该被测半导体器件的截止电流,求得其平均值作为该被测半导体器件最终的截止电流。其中,第一电压段各处的电压变化率均不超过合格的被测半导体器件所能承受的最大电压变化率。第一预设波形可为梯形波。可选的,第一预设波形可为正弦半波,相比于梯形波,峰值持续的时间较短,可以进一步减少被测半导体器件的PN结发热。第一预设时间段T1可根据需要进行设置,在降低被测半导体器件的PN结发热,避免影响半导体器件的特性,影响测试的准确性的同时,保证测试速度。第一预设波形还可以是包括峰值点及其前后部分正弦波段的波形,小于正弦半波。

[0040] 本实施例的技术方案通过电压源每隔第一预设时间段向被测半导体器件输出一呈第一预设波形变化的第一电压段,以输出间断的测试电压;当峰值点检测电路检测到电压源输出电压为第一电压段的峰值电压时,输出采样触发信号;以使采样电路在测试电压到达峰值点处时,及时采样被测半导体器件当前的第一电流,将其作为被测半导体器件的截止电流,以降低测试过程中施加到被测半导体器件上的电压的有效时长,从而降低被测半导体器件的PN结产生的附加热,并使半导体器件的容性电流为零,有效分离出阻性电流,从而提高测量该被测半导体器件的截止电流的准确性,解决了在测试半导体器件的截止电流时,采用直流电源,半导体器件的PN结会长时间流过电流,随着测试过程的进行,PN结的温度会逐渐升高,将影响PN结等效的非线性电阻和可变电容的大小,进而影响测量结果的准确性的问题。

[0041] 本发明实施例提供又一种测试半导体器件的截止电流的装置。图4为本发明实施例提供的又一种测试半导体器件的截止电流的装置的结构示意图。在上述实施例的基础上,该测试半导体器件的截止电流的装置还包括存储电路500,与采样电路300电连接,采样电路300还用于当接收到采样触发信号时,采样被测半导体器件400当前的第一电压;存储电路500用于存储被测半导体器件400对应的第一电流和第一电压。

[0042] 可选的,在测试一被测半导体器件的截止电流时,电压源100输出的多个第一电压段的峰值电压可以不完全相等。可选的,在测试一被测半导体器件的截止电流时,电压源100后输出的第一电压段的峰值电压大于在先输出的第一电压段的峰值电压。电压源100输出的第一电压段的持续时间T2可以是固定的。电压源100输出的第一电压段的峰值电压可调,在测试一被测半导体器件时,可将电压源100输出的第一电压段的峰值电压由0逐步增大到规定的预设电压,并测试不同峰值电压下的被测半导体器件在峰点处的电流,便于测试出不合格的半导体器件,并防止直接将峰值电压调到规定的预设电压测试不合格的半导

体器件时,发生半导体器件击穿短路现象,甚至烧毁测试装置。若在峰值电压未调到规定的预设电压时,已测得被测半导体器件在峰点处的电流大于或等于预设截止电流时,说明该被测半导体器件不合格,若在峰值电压调到规定的预设电压时,测得被测半导体器件在峰点处的电流大于预设截止电流时,也说明该被测半导体器件不合格。若在峰值电压未调到规定的预设电压时,测得被测半导体器件在峰点处的电流小于预设截止电流,且在峰值电压调到规定的预设电压时,测得被测半导体器件在峰点处的电流为预设截止电流时,说明该被测半导体器件合格。

[0043] 可选的,在上述实施例的基础上,继续参见图4,采样电路300包括电流采样电阻R2、电流检测电路310、电压检测电路320和采样保持器330,其中,被测半导体器件400与电流采样电阻R2串联,其串联后的两端分别与电压源100的两输出端电连接,电流检测电路310的输入端与电流采样电阻R2的两端电连接,电流检测电路310的输出端与采样保持器330的第一输入端电连接,电压检测电路320的输入端与被测半导体器件400的两端电连接,电压检测电路320的输出端与采样保持器330的第二输入端电连接,采样保持器330的触发端与峰值点检测电路200的输出端电连接,电流检测电路310可用于实时检测电流采样电阻R2的电压,以确定流过被测半导体器件400的实时电流(即电流采样电阻R2的电压除以其阻值),电压检测电路320可用于实时检测被测半导体器件400两端的电压,采样保持器330用于当接收到采样触发信号时,更新保持值,替换原保持值,以保持被测半导体器件当前的第一电流和第一电压。可选的,采样保持器330的第一输出端与存储电路500电连接。可选的,该电流检测电路可以包括运算放大器等元件。该电压检测电路可以包括运算放大器等元件。电流检测电路和电流采样电阻可以被电流霍尔传感器替换,以实现电流实时检测功能。该电压检测电路可以被电压霍尔传感器替换,以实现电压实时检测功能。

[0044] 本发明实施例提供又一种测试半导体器件的截止电流的装置。在上述实施例的基础上,继续参见图4,电压源100包括截波电路110、调压器120、升压变压器130和半波整流电路140。

[0045] 其中,截波电路110的输入端与外部交流电源600电连接,截波电路110的输出端与调压器120的输入端(即其原边绕组端)电连接,截波电路110用于将其输入端连续输入的呈第二预设波形变化的第二电压段,每截断预设个数的第二电压段后输出一个第二电压段,第二电压段包括呈第一预设波形变化的第三电压段;调压器120的输出端(即其副边绕组端)与升压变压器130的输入端(即其原边绕组端)电连接,调压器120还包括调节端(图中未示出),调节端用于调节调压器120的输出端与输入端的电压的变比(即比值);升压变压器130的输出端(即其副边绕组端)与半波整流电路140的输入端电连接,半波整流电路140的输出端与被测半导体器件400电连接。

[0046] 需要说明的是,图5为本发明实施例提供的又一种在测试过程中的波形示意图,其中,横轴为时间 t ,纵轴分别为截波电路110输入端的输入电压 V_3 、截波电路110输出端的输出电压 V_4 、半波整流电路输出端的输出电压 V_5 。该外部交流电源可以是正弦交流电源,例如可以是市电。该调压器120输出端输出的峰值电压的调节范围可以是0至预设低电压,则该升压变压器130输出端的输出的峰值电压的变化范围可以是0至规定的预设电压,以使电压源100输出的第一电压段的峰值电压由0逐步增大到规定的预设电压,以方便测试。调压器120的输入端的输入电压和输出端的输出电压的相位差为零。升压变压器130的输入端的输

入电压和输出端的输出电压的相位差为零。图5示例性的画出每截断9个的完整周期的正弦波,输出一个完整周期的正弦波。该半波整流电路可以包括第二二极管,第二二极管的阳极与半波整流电路的输入端电连接,第二二极管的阴极与半波整流电路的输出端电连接。

[0047] 本发明实施例提供又一种测试半导体器件的截止电流的装置。在上述实施例的基础上,继续参见图4,峰值点检测电路200包括同步变压器210、积分器220、隔直电路230、过零比较整形电路240和第一单稳态触发电路250。

[0048] 其中,同步变压器210的输入端(即其原边绕组端)与外部交流电源600电连接,同步变压器210的输出端(即其副边绕组端)与积分器220的输入端电连接,积分器220的输出端与隔直电路230的输入端电连接,隔直电路230的输出端与过零比较整形电路240的输入端电连接,过零比较整形电路240的输出端与第一单稳态触发电路250的输入端电连接,第一单稳态触发电路250的输出端与采样电路300电连接。

[0049] 需要说明的是,继续参见图5,V9为积分器220输出端的输出电压,V10为隔直电路230输出端的输出电压,V11为过零比较整形电路240输出端的输出电压,V12为第一单稳态触发电路输出端的输出电压。同步变压器210输出端的输出电压与输入端的输入电压的频率和相位相等,幅值降低。积分器220可将输入端输入的呈正弦变化的电压通过积分作用,转换成相位超前90度或滞后90度(通常积分器包括运算放大器,输入电压和输出电压除积分作用,还存在反相作用,即相位是相反的,例如输入正电压,则输出负电压;输入负电压,则输出正电压)的呈正弦变化的电压,且由于积分器220积分作用的初始点不同,导致存在一直流分量(其中,正弦函数的积分公式为 $\int \sin x dx = -\cos x + D$,D为与积分的初始点有关的常数),通过隔直电路230的隔直作用,以去除直流分量,保留交流分量,则隔直电路230输出端的输出电压与外部电源600的输出电压的相位差为90度,则外部电源600输出电压的峰值点处对应隔直电路230输出端的输出电压的过零点处。将隔直电路230输出端与过零比较整形电路240的正相输入端,过零比较整形电路240的反相输入端接地,则过零比较整形电路240输出端输出的脉冲电压(呈周期变化的脉冲序列,即当隔直电路的输出端输出的电压大于零电压时,过零比较整形电路输出端输出第一电平;当隔直电路的输出端输出的电压小于零电压时,过零比较整形电路输出端输出与第一电平逻辑相反的第二电平)的下降沿对应外部电源600的输出电压的峰值点处,也即电压源输出的第一电压段的峰值电压处。第一单稳态触发电路250的工作方式可为下降沿触发方式,即第一单稳态触发电路250的输入端检测到下降沿到来时,将输出一第一预设宽度的单脉冲信号,以触发采样电路300的采样保持器330更新保持值,以保持峰值点处的被测半导体器件当前的第一电流和第一电压。

[0050] 需要说明的是,可选的,隔直电路230输出端与过零比较整形电路240的反相输入端电连接,第一单稳态触发电路250的工作方式可为上升沿触发方式。

[0051] 本发明实施例提供又一种测试半导体器件的截止电流的装置。图6为本发明实施例提供的又一种测试半导体器件的截止电流的装置的结构示意图。在上述实施例的基础上,截波电路110包括第二整形电路111、分频器112、第二单稳态触发电路113和电子开关114。

[0052] 其中,第二整形电路111的输入端与同步变压器210的输出端电连接,第二整形电路111的输出端与分频器112的输入端电连接,第二整形电路111用于将其输入端的输入电压通过波形调理作用,输出与输入电压的频率相同且相位相同的脉冲电压至其输出端;分

频器112的输出端与第二单稳态触发电路113的输入端电连接,分频器112用于将其输入端的电压进行预设分频数值的分频作用后输出至其输出端;第二单稳态触发电路113的输出端与电子开关114的控制端电连接,电子开关114的第一端与外部交流电源600电连接,电子开关114的第二端与调压器120的输入端电连接。

[0053] 需要说明的是,预设分频数值可以是10。分频器可以包括计数器和/或触发器等逻辑电路。通过控制电子开关114的导通和关断,以实现截波功能。当控制电子开关114导通时,外部交流电源600的电压可传输至调压器120的输入端;当控制电子开关114关断时,外部交流电源600的电压将无法传输至调压器120的输入端。电子开关114可以包括反并联两个晶闸管和驱动电路,驱动电路的输入端与第二单稳态触发电路电连接,驱动电路的两个输出端分别与两个晶闸管的门极电连接。第二整形电路111包括第二过零比较整形电路,第二过零比较整形电路与过零比较整形电路240的结构相同或类似。继续参见图5,V6为第二整形电路111输出端的输出电压,V7为分频器112输出端的输出电压,V8为第二单稳态触发电路113输出端的输出电压。第二单稳态触发电路113的工作方式可以是上升沿触发方式,即输入端检测到上升沿到来时,将输出一第二预设宽度的单脉冲信号,以控制电子开关114导通(在第二单稳态触发电路113输出端输出高电平时导通);第二单稳态触发电路113的工作方式还可以是下降沿触发方式,即输入端检测到下降沿到来时,将输出一第二预设宽度的单脉冲信号,以控制电子开关114导通。该第二预设宽度可以是大于外部交流电源的周期的一半,小于外部交流电源的周期。第二单稳态触发电路113的触发沿与外部交流电源的正弦波的正半轴的起始点对应。

[0054] 需要说明的是,继续参见图5,第一单稳态触发电路250每隔一个正弦波的周期输出一采样触发信号,以触发采样电路采样并保持半导体器件当前的电流和电压,但是其中9次采样电路采样到的半导体器件当前的电流和电压为零,只有一次为有效采样。

[0055] 本发明实施例提供又一种测试半导体器件的截止电流的装置。图7为本发明实施例提供的又一种测试半导体器件的截止电流的装置的结构示意图。在上述实施例的基础上,该测试半导体器件的截止电流的装置还包括报警保护电路700和与门电路800。

[0056] 其中,报警保护电路700的第一输入端与采样电路300电连接,报警保护电路700的输出端与与门电路800的第一输入端电连接,与门电路800的第二输入端与第二单稳态触发电路113的输出端电连接,与门电路800的输出端与电子开关114的控制端电连接,报警保护电路700用于当监测到采样电路300采样到的被测半导体器件400的电流大于或等于预设电流时,控制电子开关114关断,并进行报警。

[0057] 需要说明的是,当报警保护电路700的输出端和第二单稳态触发电路113的输出端同时输出高电平信号时,与门电路800将控制电子开关114导通;若报警保护电路700的输出端和第二单稳态触发电路113的输出端中的至少一个输出低电平信号,则与门电路800将控制电子开关114关断。可选的,报警保护电路700的第一输入端与电流检测电路电连接。当被测半导体器件不合格或发生击穿短路时,报警保护电路700当监测到电流检测电路实时检测到的电流将大于或等于预设电流时,控制电子开关114关断,以停止测试,并进行报警,以警示测试人员。

[0058] 本发明实施例提供又一种测试半导体器件的截止电流的装置。在上述实施例的基础上,继续参见图7,该测试半导体器件的截止电流的装置还包括复位电路900,复位电路

900的输入端与调压器120电连接,复位电路900的输出端与报警保护电路700的第二输入端电连接,复位电路900用于当监测到调压器120的调节端位于预设低变比位置时,输出复位信号至报警保护电路700;报警保护电路700还用于接收复位信号后,停止输出控制电子开关114关断的控制信号,并停止报警。

[0059] 需要说明的是,可在调压器120的调压端的预设低变比位置设置一位置检测模块,当将调压端滑动或转动到预设低变比位置时(此时,调压器的输出端的输出电压可为零),与位置检测模块接触,位置检测模块将输出一复位触发信号,以使复位电路900输出复位信号至报警保护电路700。当测试人员将故障电路修复完或更换掉不合格的半导体器件后,可将调压端调至预设低变比位置,以对新的被测半导体器件进行测试。该位置检测模块可以包括限位开关。当调压端置于预设低变比位置时,与限位开关接触,将改变限位开关的接点的闭合和断开状态,例如由闭合变为断开,或者,由断开变为闭合。

[0060] 可选的,在上述实施例的基础上,继续参见图7,该测试半导体器件的截止电流的装置还包括显示电路910,与采样电路300电连接,该显示电路910用于显示采样电路300采样到的被测半导体器件400对应的第一电流和第一电压。可选的,采样保持器的第二输出端与显示电路电连接。测试人员可根据显示电路910实时显示的第一电流和第一电压及时获知测试进程,并及时发现不合格的被测半导体器件,以停止测试当前不合格的被测半导体器件。

[0061] 需要说明的是,图4示例性的画出半导体器件为IGBT的情况,图6示例性的画出半导体器件为二极管的情况,图7示例性的画出半导体器件为晶闸管的情况。

[0062] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整、相互结合和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

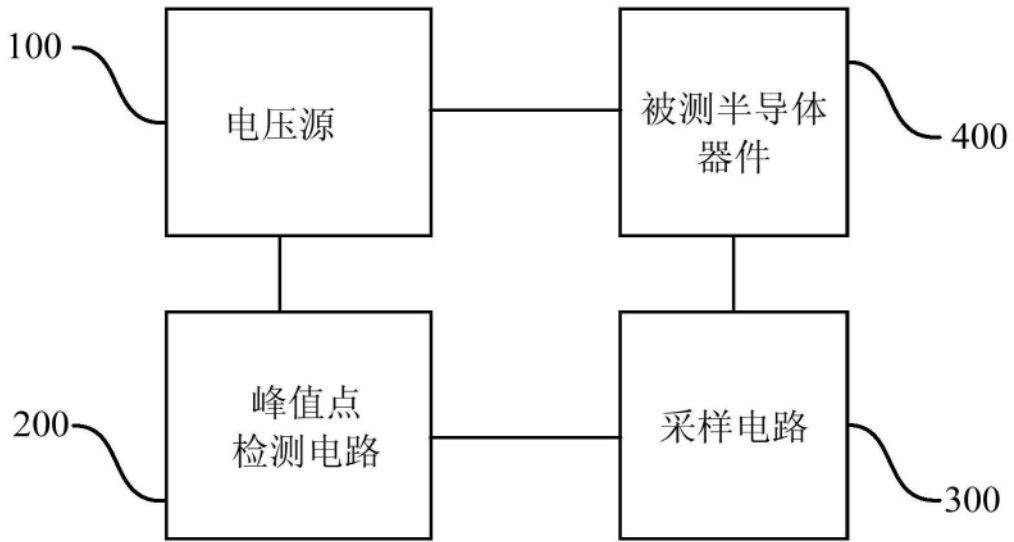


图1

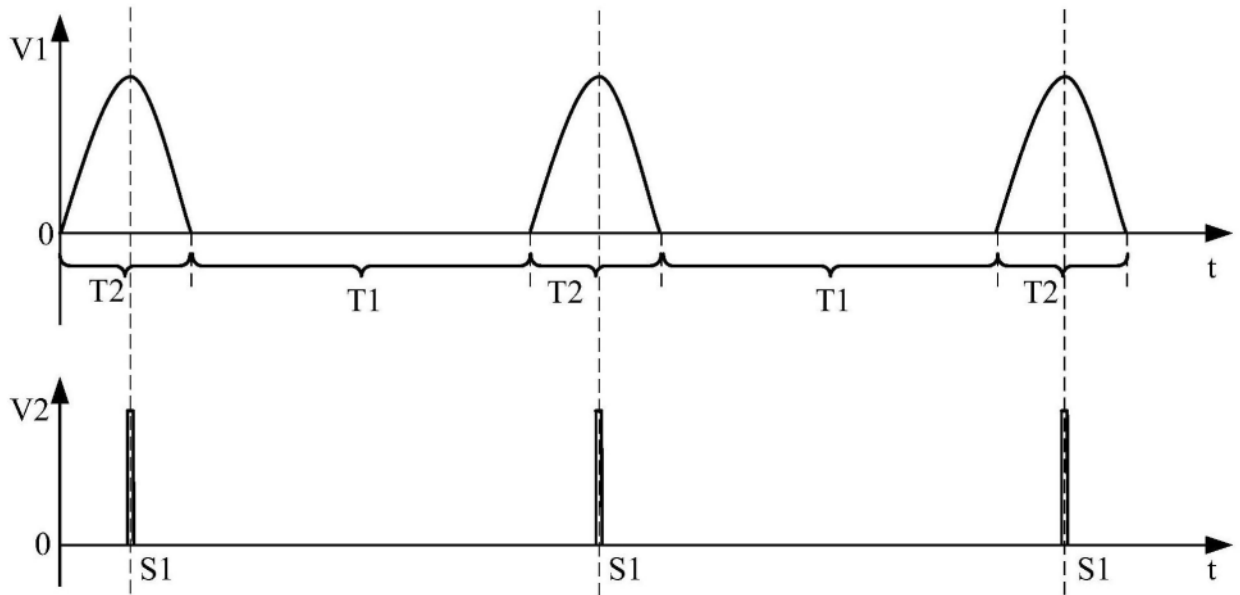


图2

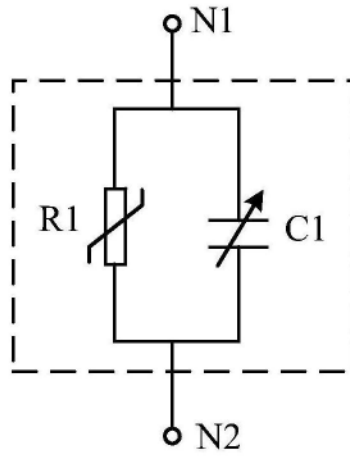


图3

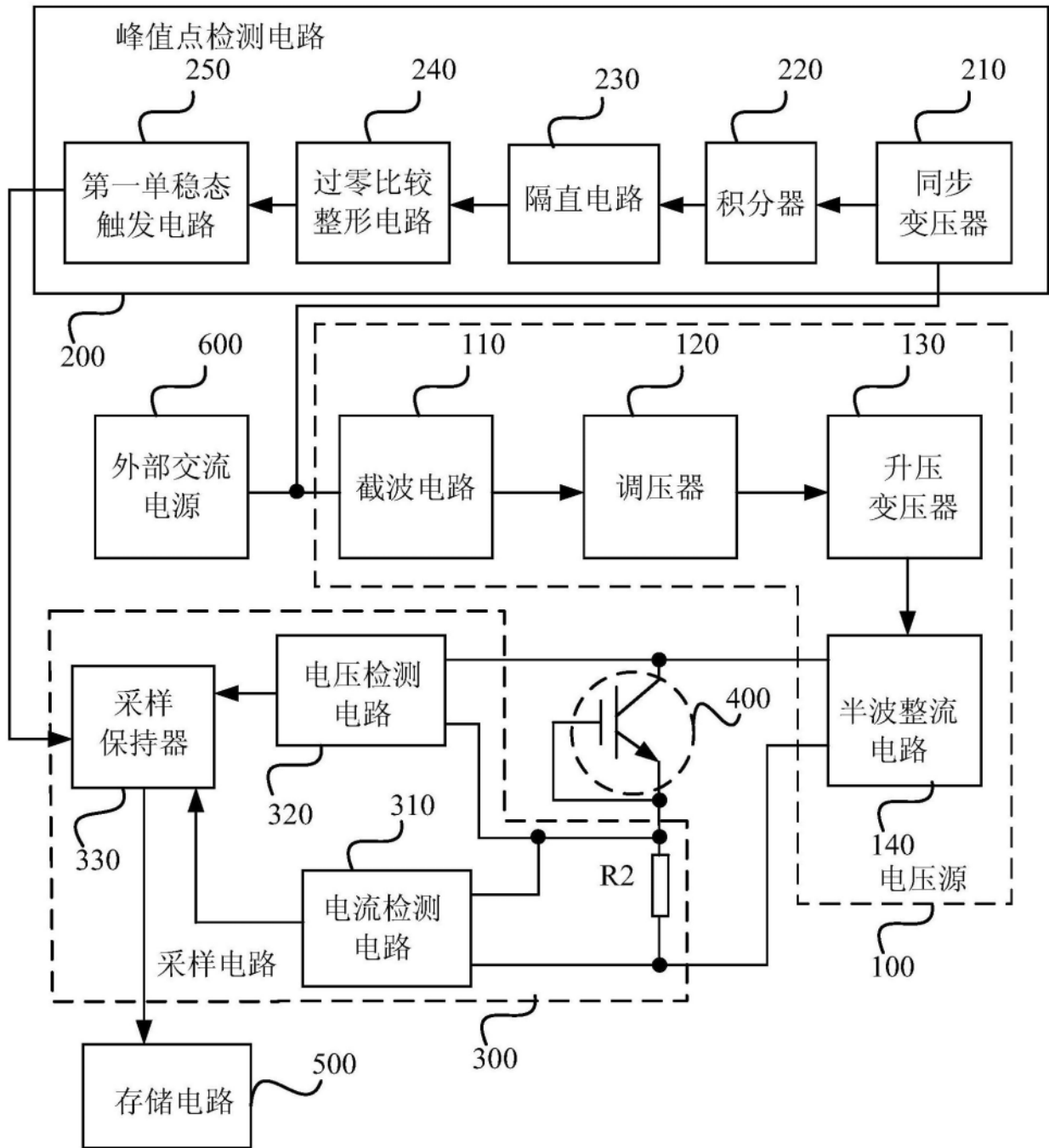


图4

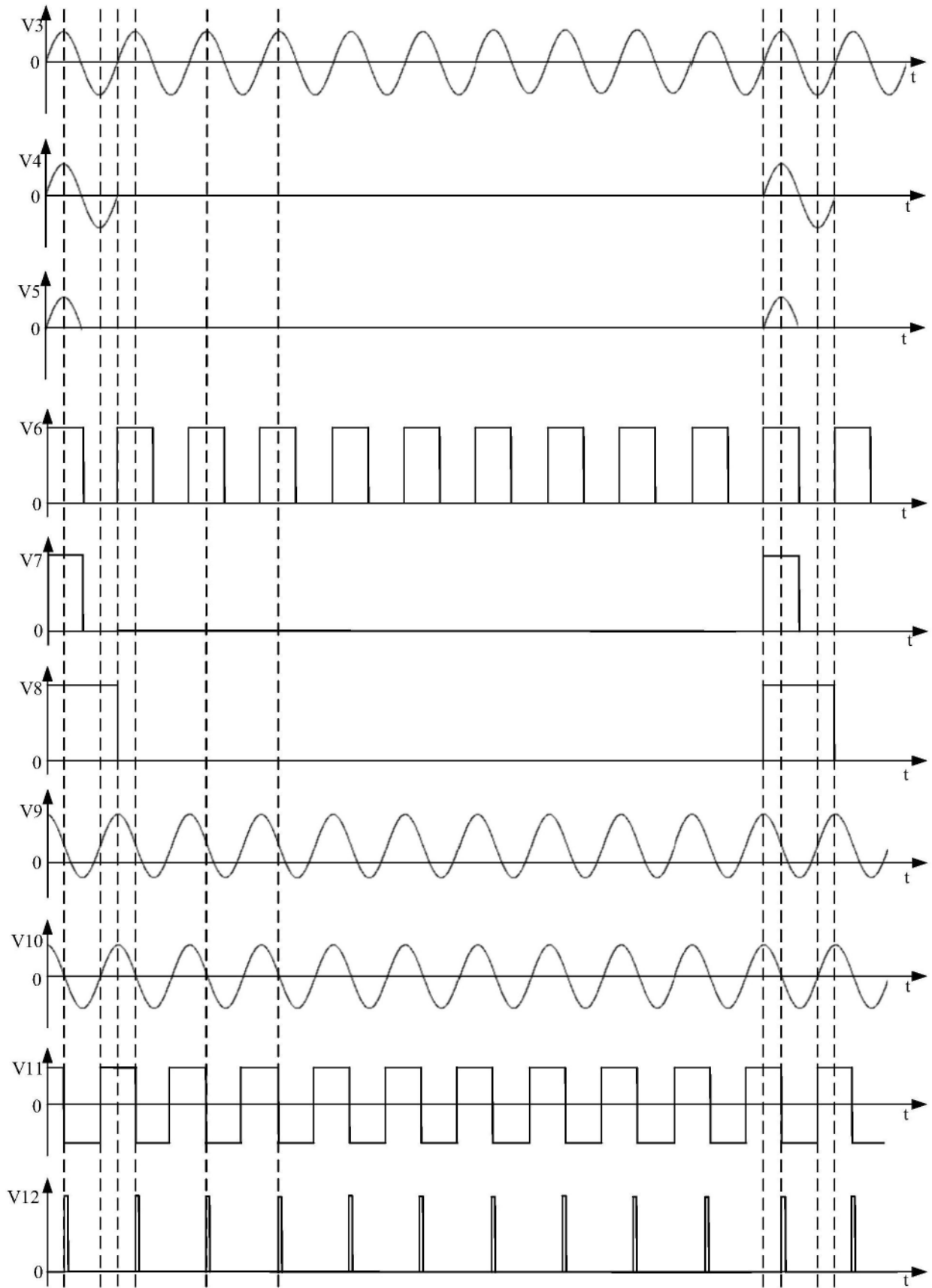


图5

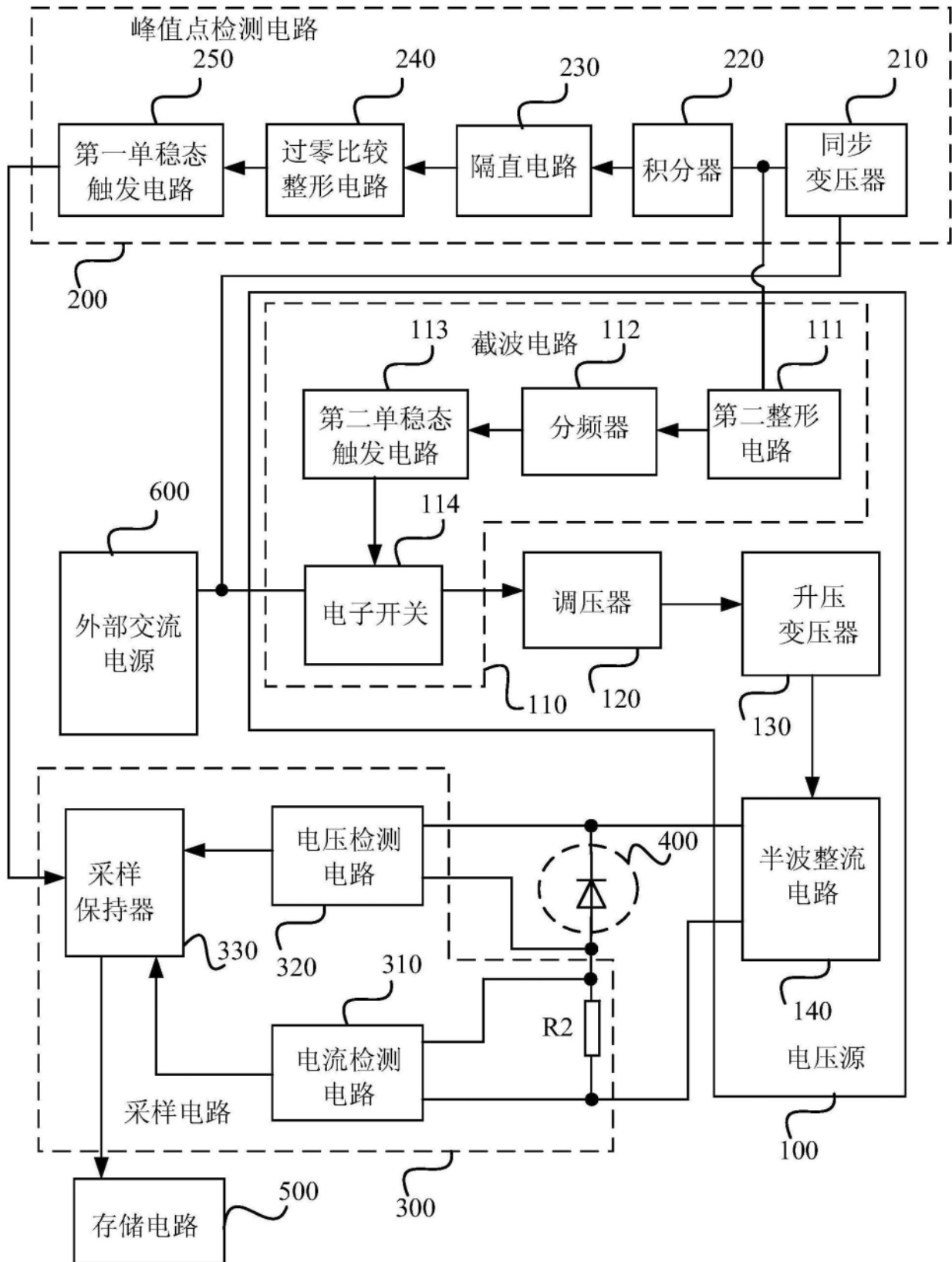


图6

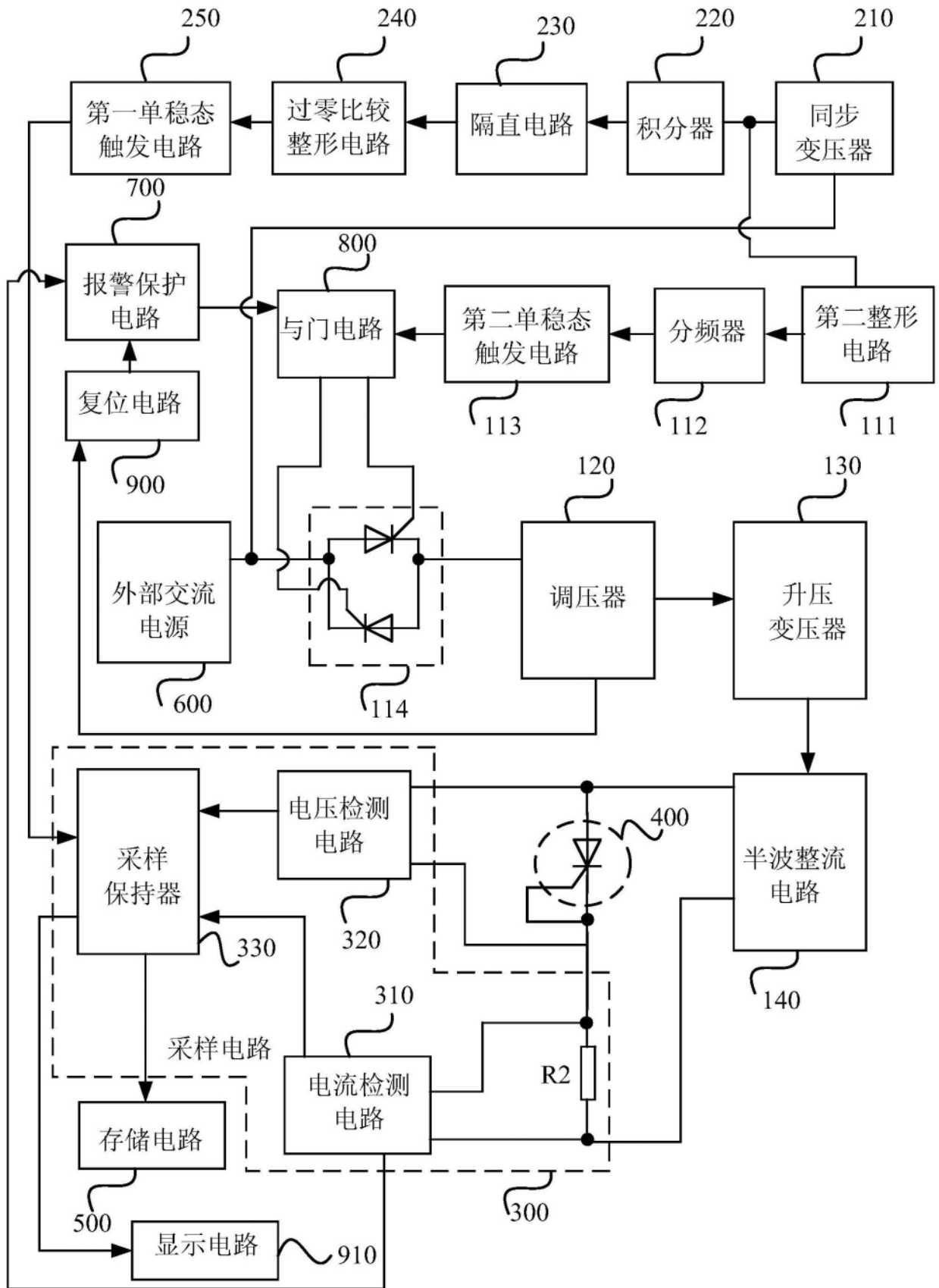


图7