(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 114184925 A
(43)申请公布日 2022.03.15

(21)申请号 202111239753.4

(22)申请日 2021.10.25

(71)申请人 杭州长川科技股份有限公司
地址 310051 浙江省杭州市滨江区聚才路410号

(72)发明人 耿霄雄 钟锋浩 胡江

(74)专利代理机构 杭州华进联浙知识产权代理有限公司 33250
代理人 方道杰

(51)Int.Cl.
G01R 31/26(2014.01)

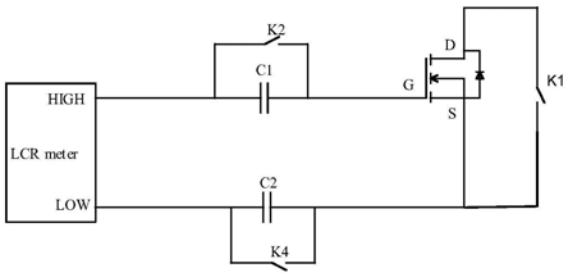
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

结电容参数测试电路、测试方法以及测试设备

(57)摘要

本申请涉及一种结电容参数测试电路、测试方法以及测试设备，其中，该测试电路中，第一隔直电容分别与阻抗测量单元的一端以及被测器件的栅极连接，被测器件测量开关分别与被测器件的源极与漏极连接，第二隔直电容分别与被测器件的源极以及阻抗测量单元的另一端连接；第一隔直电容泄放开关与第一隔直电容并联于阻抗测量单元的一端与被测器件的栅极，第三开关的一端与第一隔直电容连接，另一端接地，第二隔直电容泄放开关与第二隔直电容并联于阻抗测量单元的另一端与被测器件的源极，第五开关的一端与第二隔直电容连接，另一端接地。通过本申请，解决了电容恢复时间长导致的测试效率低的问题，缩短了电容恢复时间，提高了测试效率。



CN 114184925 A

1.一种结电容参数测试电路，其特征在于，所述结电容测试电路包括阻抗测量单元、第一隔直电容、第二隔直电容、第一隔直电容泄放开关、第二隔直电容泄放开关、被测器件以及被测器件测量开关连接：

所述阻抗测量单元的一端与所述第一隔直电容的一端连接，另一端与所述第二隔直电容一端连接，所述第一隔直电容的另一端与所述被测器件的栅极连接，所述第二隔直电容的另一端与所述被测器件的源极连接，所述第一隔直电容的两端与第一隔直电容泄放开关连接，所述第二隔直电容的两端与第二隔直电容泄放开关连接，所述被测器件的源极和漏极分别与所述被测器件测量开关连接。

2.根据权利要求1所述的结电容参数测试电路，其特征在于，还包括：第三开关、第五开关、短路电容、第六开关、充电电阻、第七开关、第一直流保护电阻、第二直流保护电阻、直流稳压电源、第八开关；

所述第三开关的一端与所述第一隔直电容以及所述阻抗测量单元的一端连接，另一端接地，所述第五开关的一端与所述第二隔直电容以及所述阻抗测量单元的另一端连接，另一端接地；

所述直流稳压电源分别与所述第一直流保护电阻以及所述第二直流保护电阻连接，所述短路电容与所述第六开关连接，且并联于所述被测器件的漏极与源极之间，所述第七开关的一端与所述短路电容连接，另一端接地，所述第八开关的一端与所述充电电阻连接，另一端与所述被测器件的漏极连接，所述充电电阻与所述第一直流保护电阻并联于所述被测器件的漏极与所述直流稳压电源之间。

3.根据权利要求2所述的结电容参数测试电路，其特征在于，还包括：第九开关、第十开关、第十一开关；

所述第九开关的一端与所述被测器件的栅极连接，另一端与所述第一隔直电容连接，所述第十开关的一端与所述被测器件的栅极连接，另一端与所述第二隔直电容连接，第十一开关的一端与所述被测器件的漏极连接，另一端与所述第一隔直电容连接。

4.根据权利要求3所述的结电容参数测试电路，其特征在于，还包括：第十二开关、第十三开关、第十四开关；

所述第十二开关的一端与所述第二隔离电容连接，另一端与所述被测器件的源极连接，所述第十三开关的一端与所述阻抗测量单元连接，另一端接地，所述第十四开关的一端与所述被测器件的源极连接，另一端接地。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的结电容参数测试电路，其特征在于，还包括第一二极管、第二二极管、第一瞬态抑制二极管以及第二瞬态抑制二极管；

所述第一二极管的一端与所述阻抗测量单元的一端连接，另一端接地，所述第二二极管的一端与所述阻抗测量单元的另一端连接，另一端接地，所述第一瞬态抑制二极管的一端与所述阻抗测量单元的一端连接，另一端接地，所述第二瞬态抑制二极管的一端与所述阻抗测量单元的另一端连接，另一端接地。

6.一种适用于权利要求1的结电容参数测试电路的测试方法，其特征在于，包括如下步骤：

控制所述被测器件测量开关被测器件测量开关闭合；

基于所述阻抗测试单元，对所述被测器件进行测量，获取第一测量结果；

控制所述第一隔直电容泄放开关以及所述第二隔直电容泄放开关闭合。

7.一种适用于权利要求2的结电容参数测试电路的测试方法，其特征在于，包括如下步骤：

控制所述第三开关、所述第五开关、所述第六开关、所述第七开关、所述第八开关闭合；

控制所述直流稳压电源输出预设阈值电压，当所述被测器件的电压值达到第一测试阈值电压时，控制所述第三开关、所述第五开关、所述第七开关、所述第八开关断开；

基于所述阻抗测试单元，对所述被测器件进行测量，获取第二测量结果；

控制所述第三开关、第五开关、第七开关、第八开关闭合；

控制所述直流稳压电源停止输出电压，闭合所述第一隔直电容泄放开关以及所述第二隔直电容泄放开关。

8.一种适用于权利要求3的结电容参数测试电路的测试方法，其特征在于，包括如下步骤：

控制所述第三开关、所述第五开关、所述第十开关、所述第十一开关、所述第七开关、所述第八开关闭合；

控制所述直流稳压电源输出预设阈值电压，当所述被测器件的电压值达到第一测试阈值电压时，控制所述第三开关、所述第五开关、所述第七开关、所述第八开关断开；

基于所述阻抗测试单元，对所述被测器件进行测量，获取第三测量结果；

控制所述第三开关、所述第五开关、所述第七开关、所述第八开关闭合；

控制所述直流稳压电源停止输出电压，闭合所述第一隔直电容泄放开关以及所述第二隔直电容泄放开关。

9.一种适用于权利要求4的结电容参数测试电路的测试方法，其特征在于，包括如下步骤：

控制所述第三开关、所述第五开关、所述第十开关、所述第十一开关、所述第七开关、所述第八开关、所述第十三开关、所述第十四开关闭合；

控制所述直流稳压电源输出预设阈值电压，当所述被测器件的电压值达到第一测试阈值电压时，控制所述第三开关、所述第五开关、所述第七开关、所述第八开关断开；

基于所述阻抗测试单元，对所述被测器件进行测量，获取第四测量结果；

控制所述第三开关、所述第五开关、所述第七开关、所述第八开关闭合；

控制所述直流稳压电源停止输出电压，闭合所述第一隔直电容泄放开关以及所述第二隔直电容泄放开关。

10.一种结电容参数测试设备，其特征在于，所述结电容参数测试设备包括权利要求1至5中任意一项所述的结电容参数测试电路。

结电容参数测试电路、测试方法以及测试设备

技术领域

[0001] 本申请涉及半导体测试技术领域，特别是涉及结电容参数测试电路、测试方法以及测试设备。

背景技术

[0002] 结电容是场效应晶体管(Field Effect Transistor,FET)所具有的一项属性，会极大地影响其开关性能和高频特性。以常见的金属氧化物场效应晶体管(Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor,MOSFET)为例，其结电容指的是栅极与漏极电容(Cgd)、栅极与源极电容(Cgs)以及漏极与源极电容(Cds)。

[0003] 目前对于结电容参数的测试电路，在通过直流偏置电压进行测试时，相当于通过充电电路对隔直电容进行充电，因此在测量结束后需要较长的时间来恢复为初始状态，以保护设备以及减小对下一次测试效果的影响，基于此，在MOSFET的量产使用中，十分影响测试效率，因此并不适用于量产环境中。

[0004] 针对相关技术中存在电容恢复时间较长，测试效率过低，无法投入于量产使用的问题，目前还没有提出有效的解决方案。

发明内容

[0005] 在本实施例中提供了一种结电容参数测试电路、测试方法以及测试设备，以解决相关技术中由于测量结束后恢复时间较长的问题。

[0006] 第一个方面，在本实施例中提供了一种结电容参数测试电路，其特征在于，所述结电容测试电路包括阻抗测量单元LCR meter、第一隔直电容C1、第二隔直电容C2、第一隔直电容泄放开关K2、第二隔直电容泄放开关K4、被测器件以及被测器件测量开关K1连接：所述阻抗测量单元LCR meter的一端与所述第一隔直电容C1的一端连接，另一端与所述第二隔直电容C2一端连接，所述第一隔直电容C1的另一端与所述被测器件的栅极G连接，所述第二隔直电容的另一端与所述被测器件的源极S连接，所述第一隔直电容C1的两端与第一隔直电容泄放开关K2连接，所述第二隔直电容C2的两端与第二隔直电容泄放开关K4连接，所述被测器件的源极S和漏极D分别与所述被测器件测量开关K1连接。

[0007] 在其中一个实施例中，还包括：第三开关K3、第五开关K5、短路电容C3、第六开关K6、充电电阻R3、第七开关K7、第一直流保护电阻R1、第二直流保护电阻R2、直流稳压电源V1、第八开关K8；所述第三开关K3的一端与所述第一隔直电容C1以及所述阻抗测量单元LCR meter的一端连接，另一端接地，所述第五开关K5的一端与所述第二隔直电容C2以及所述阻抗测量单元LCR mete的另一端连接，另一端接地；所述直流稳压电源V1分别与所述第一直流保护电阻R1以及所述第二直流保护电阻R2连接，所述短路电容C3与所述第六开关K6连接，且并联于所述被测器件的漏极D与源极S之间，所述第七开关K7的一端与所述短路电容C3连接，另一端接地，所述第八开关K8的一端与所述充电电阻R3连接，另一端与所述被测器件的漏极D连接，所述充电电阻R3与所述第一直流保护电阻R1并联于所述被测器件的漏极D

与所述直流稳压电源V1之间。

[0008] 在另一个实施例中，还包括：第九开关K9、第十开关K10、第十一开关K11；所述第九开关K9的一端与所述被测器件的栅极G连接，另一端与所述第一隔直电容C1连接，所述第十开关K10的一端与所述被测器件的栅极G连接，另一端与所述第二隔直电容C2连接，第十一开关K11的一端与所述被测器件的漏极D连接，另一端与所述第一隔直电容C1连接。

[0009] 在其中一个实施例中，还包括：第十二开关K12、第十三开关K13、第十四开关K14；所述第十二开关K12的一端与所述第二隔离电容连接，另一端与所述被测器件的源极S连接，所述第十三开关K13的一端与所述阻抗测量单元LCR meter连接，另一端接地，所述第十四开关K14的一端与所述被测器件的源极S连接，另一端接地。

[0010] 第二个方面，在本实施例中提供了一种结电容参数测试电路，还包括第一二极管D1～D8、第二二极管D9～D16、第一瞬态抑制二极管Z1、Z2以及第二瞬态抑制二极管Z3、Z4；所述第一二极管D1～D8的一端与所述阻抗测量单元LCR meter的一端连接，另一端接地，所述第二二极管D9～D16的一端与所述阻抗测量单元LCR meter的另一端连接，另一端接地，所述第一瞬态抑制二极管Z1、Z2的一端与所述阻抗测量单元LCR meter的一端连接，另一端接地，所述第二瞬态抑制二极管Z3、Z4的一端与所述阻抗测量单元LCR meter的另一端连接，另一端接地。

[0011] 在其中的一些实施例中，包括如下步骤：控制所述被测器件测量开关K1闭合；基于所述阻抗测量单元LCR meter，对所述被测器件进行测量，获取第一测量结果；控制所述第一隔直电容泄放开关K2以及所述第二隔直电容泄放开关K4闭合。

[0012] 在另一些实施例中，包括如下步骤：控制所述第三开关K3、所述第五开关K5、所述第六开关K6、所述第七开关K7、所述第八开关K8闭合；控制所述直流稳压电源V1输出预设阈值电压，当所述被测器件的电压值达到第一测试阈值电压时，控制所述第三开关K3、所述第五开关K5、所述第七开关K7、所述第八开关K8断开；基于所述阻抗测量单元LCR meter，对所述被测器件进行测量，获取第二测量结果；控制所述第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7、第八开关K8闭合；控制所述直流稳压电源V1停止输出电压，闭合所述第一隔直电容泄放开关K2以及所述第二隔直电容泄放开关K4。

[0013] 在其中的一些实施例中，包括如下步骤：控制所述第三开关K3、所述第五开关K5、所述第十开关K10、所述第十一开关K11、所述第七开关K7、所述第八开关K8闭合；控制所述直流稳压电源V1输出预设阈值电压，当所述被测器件的电压值达到第一测试阈值电压时，控制所述第三开关K3、所述第五开关K5、所述第七开关K7、所述第八开关K8断开；基于所述阻抗测量单元LCR meter，对所述被测器件进行测量，获取第三测量结果；控制所述第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7、第八开关K8闭合；控制所述直流稳压电源V1停止输出电压，闭合所述第一隔直电容泄放开关K2以及所述第二隔直电容泄放开关K4。

[0014] 在另一些实施例中，包括如下步骤：控制所述第三开关K3、所述第五开关K5、所述第十开关K10、所述第十一开关K11、所述第七开关K7、所述第八开关K8、所述第十三开关K13、所述第十四开关K14闭合；控制所述直流稳压电源V1输出预设阈值电压，当所述被测器件的电压值达到第一测试阈值电压时，控制所述第三开关K3、所述第五开关K5、所述第七开关K7、所述第八开关K8断开；基于所述阻抗测量单元LCR meter，对所述被测器件进行测量，获取第四测量结果；控制所述第三开关K3、所述第五开关K5、所述第七开关K7、所述第八开

关K8闭合;控制所述直流稳压电源V1停止输出电压,闭合所述第一隔直电容泄放开关K2以及所述第二隔直电容泄放开关K4。

[0015] 第三个方面,在本实施例中提供了一种结电容参数测试设备,所述结电容参数测试设备包括上述第一个方面所述的结电容参数测试电路。

[0016] 与相关技术相比,在本实施例中提供的结电容参数测试电路,通过构造了一种结电容参数测试电路,包括阻抗测量单元LCR meter、第一隔直电容C1、第二隔直电容C2、第一隔直电容泄放开关K2、第二隔直电容泄放开关K4、被测器件以及被测器件测量开关K1连接:所述阻抗测量单元LCR meter的一端与所述第一隔直电容C1的一端连接,另一端与所述第二隔直电容C2一端连接,所述第一隔直电容C1的另一端与所述被测器件的栅极G连接,所述第二隔直电容的另一端与所述被测器件的源极S连接,所述第一隔直电容C1的两端与第一隔直电容泄放开关K2连接,所述第二隔直电容C2的两端与第二隔直电容泄放开关K4连接,所述被测器件的源极S和漏极D分别与所述被测器件测量开关K1连接,解决了电容恢复时间较长,导致的测试效率低的问题,缩短了电容的恢复时间,提高了测试效率。

[0017] 本申请的一个或多个实施例的细节在以下附图和描述中提出,以使本申请的其他特征、目的和优点更加简明易懂。

附图说明

[0018] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0019] 图1是本申请一实施例中结电容参数测试电路栅极电阻测试结构示意图。

[0020] 图2是本申请一实施例中结电容参数测试电路输入电容测试结构示意图。

[0021] 图3是本申请一实施例中结电容参数测试电路输出电容测试结构示意图。

[0022] 图4是本申请一实施例中结电容参数测试电路反向传输电容测试结构示意图。

[0023] 图5是本申请另一个实施例中结电容参数测试电路栅极电阻测试结构示意图。

[0024] 图6是本申请另一个实施例中结电容参数测试电路输入电容测试结构示意图。

[0025] 图7是本申请另一个实施例中结电容参数测试电路输出电容测试结构示意图。

[0026] 图8是本申请另一个实施例中结电容参数测试电路反向传输电容测试结构示意图。

[0027] 图9是本申请一优选实施例的结电容参数测试电路结构示意图。

[0028] 图10是本申请中一实施例的结电容参数测试设备的硬件结构框图。

具体实施方式

[0029] 为更清楚地理解本申请的目的、技术方案和优点,下面结合附图和实施例,对本申请进行了描述和说明。

[0030] 除另作定义外,本申请所涉及的技术术语或者科学术语应具有本申请所属技术领域具备一般技能的人所理解的一般含义。在本申请中的“一”、“一个”、“一种”、“该”、“这些”等类似的词并不表示数量上的限制,它们可以是单数或者复数。在本申请中所涉及的术语“包括”、“包含”、“具有”及其任何变体,其目的是涵盖不排他的包含;例如,包含一系列步骤或模块(单元)的过程、方法和系统、产品或设备并未限定于列出的步骤或模块(单元),而可

包括未列出的步骤或模块(单元),或者可包括这些过程、方法、产品或设备固有的其他步骤或模块(单元)。在本申请中所涉及的“连接”、“相连”、“耦接”等类似的词语并不限定于物理的或机械连接,而可以包括电气连接,无论是直接连接还是间接连接。在本申请中所涉及的“多个”是指两个或两个以上。“和/或”描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,“A和/或B”可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。通常情况下,字符“/”表示前后关联的对象是一种“或”的关系。在本申请中所涉及的术语“第一”、“第二”、“第三”等,只是对相似对象进行区分,并不代表针对对象的特定排序。

[0031] 为便于对本实施例进行理解,首先对本发明实施例所公开的一种结电容参数测试电路进行详细介绍。

[0032] 本实施例提供了一种结电容参数测试电路,为便于对本实施例进行理解,首先对本发明实施例所公开的一种结电容参数测试电路进行详细介绍,参见图1所示的一种结电容参数测试电路结构示意图,该结电容参数测试电路包括:阻抗测量单元LCR meter、第一隔直电容C1、被测器件测量开关K1、第一隔直电容泄放开关K2、被测器件、第二隔直电容C2、第二隔直电容泄放开关K4:

[0033] 阻抗测量单元LCR meter的一端与第一隔直电容C1的一端连接,另一端与第二隔直电容C2一端连接,第一隔直电容C1的另一端与被测器件的栅极G连接,第二隔直电容的另一端与被测器件的源极S连接,第一隔直电容C1的两端与第一隔直电容泄放开关K2连接,第二隔直电容C2的两端与第二隔直电容泄放开关K4连接,被测器件的源极S和漏极D分别与被测器件测量开关K1连接。在本发明实施例中,对于结电容的参数测试包括对于栅极G电阻Rg的测试以及分布电容的测试,其中分布电容包括输入电容Ciss、输出电容Coss以及反向传输电容Crss,其中分布电容与结电容的关系如下公式所示:

$$C_{iss} = C_{gs} + C_{gd}$$

[0034] $C_{oss} = C_{ds} + C_{gd}$ 基于此,便可以通过分别测试栅极电阻、输入电容、输出电容以及反

$$C_{rss} = C_{gd}$$

向传输电容来获得结电容。

[0035] 因此,在本实施例中,首先公开的是一种对于栅极G电阻Rg的测试电路,如图1所示,图1是本申请一实施例中结电容参数测试电路栅极电阻Rg测试结构示意图,可以看出,对于栅极G电阻Rg的测试电路包括阻抗测量单元LCR meter、第一隔直电容C1和第二隔直电容C2,以及包括栅极G、源极S以及漏极D的被测器件,隔直电容的作用是在测试过程中避免高压冲击到阻抗测量单元,可以看出,在第一隔直电容C1两侧除了与被测器件的栅极G以及阻抗测量单元LCR meter连接,还存在第一隔直电容泄放开关K2可以对其进行短路,也就是可以将隔直电容中的电量快速释放;第二隔直电容C2两侧除了与被测器件的源极S以及阻抗测量单元LCR meter连接,还存在第二隔直电容泄放开关K4可以对其进行短路,也就是可以将隔直电容中的电量快速释放,基于此,在空闲时将第一隔直电容C1和第二隔直电容C2短路,使其两端电压维持0V,可以大幅减少测量电路稳定的时间,从而提升测试。当被测器件测量开关K1闭合,第一隔直电容泄放开关K2、第二隔直电容泄放开关K4都为断开且电路空闲的情况下,阻抗测量单元LCR meter可以直接对被测器件的栅极G进行栅极G电阻的测试;可以理解的,在本实施例中,在测量之前,需要保持两个隔直电容中不存在电荷,而在完成一次测量需要进行下一次测量之前,阻抗测量单元LCR meter会输出电流,会对第一隔直

电容C1和第二隔直电容C2进行充电效果，在测量之后，若不进行处理，隔直电容可能还会存在电荷或者意外积累其他电荷，若隔直电容中仍存在电荷，则会影响接下来对其他被测器件的测量，因此，对于测量后空闲但充满电荷的隔直电容，通过第一隔直电容泄放开关和第二隔直电容泄放开关将两个隔直电容进行短路释放，可以使隔直电容更快释放电荷以及保持隔直电容两端的电压保持在0V，以及提高释放电荷的效率。

[0036] 本实施例通过第一隔直电容泄放开关K2和第三开关K3分别对第一隔直电容C1进行短路以及接地，通过第二隔直电容泄放开关K4和第五开关K5分别对第二隔直电容C2进行短路以及接地，可以在测量时断开第一隔直电容泄放开关K2、第三开关K3、第二隔直电容泄放开关K4以及第五开关K5，在测量过后闭合第一隔直电容泄放开关K2、第三开关K3、第二隔直电容泄放开关K4以及第五开关K5，以进行对第一隔直电容C1和第二隔直电容C2中积累的电荷进行释放，加速了电容的释放效率，提高整个电路恢复初始状态的效率，解决了电容恢复时间较长，测试效率过低，无法投入于量产使用的问题，保证了测试效率，使其能在量产环境中对结电容的参数进行测试。

[0037] 在本发明的另一个实施例中，还包括结电容参数测试电路中的Ciss测试电路，参见图2所示的本发明一实施例中结电容参数测试电路中Ciss测试电路所示，还包括：第三开关K3、第五开关K5、短路电容C3、第六开关K6、充电电阻R3、第七开关K7、第一直流保护电阻R1、第二直流保护电阻R2、直流稳压电源V1、第八开关K8；第三开关K3的一端与第一隔直电容C1以及阻抗测量单元LCR meter的一端连接，另一端接地，第五开关K5的一端与第二隔直电容C2以及阻抗测量单元LCR mete的另一端连接，另一端接地；直流稳压电源V1分别与第一直流保护电阻R1以及第二直流保护电阻R2连接，短路电容C3与第六开关K6连接，且并联于被测器件的漏极D与源极S之间，第七开关K7的一端与短路电容C3连接，另一端接地，第八开关K8的一端与充电电阻R3连接，另一端与被测器件的漏极D连接，充电电阻R3与第一直流保护电阻R1并联于被测器件的漏极D与直流稳压电源V1之间。

[0038] 在本实施例中，是对输入电容Ciss的测量，因此，在测试电路中，需要提供直流偏置电压来模拟实际情况的使用场景，本实施例中提供直流偏置电压的电路包括第一直流保护电阻R1、第二直流保护电阻R2以及直流稳压电源V1，在测量中可以通过直流稳压电源V1向被测器件的源极S以及漏极D提供电压，第一直流保护电阻R1和第二直流保护电阻R2可以保护被测器件不会被直流稳压电源V1输出的电压击穿，另外，被并联于被测器件的漏极D与源极S之间的短路电容C3，是为了在测量器件将被测器件的漏极D与源极S短路，这样既可以实现向源极S和漏极D之间施加直流偏置电压，又可以在测试时排除源极S电容对测试结果的影响，另外，在本实施例中的保护电阻R3、第八开关K8以及第七开关K7，可以在每次直流稳压电源V1输出电压变化之前通过将第八开关K8以及第七开关K7闭合，接着通过直流稳压电源V1输出电压，使得被测器件的漏极D与源极S之间的电压快速提升，到达测量所需电压，以提高对输出电容测试时的效率；在本实施例中，通过短路电容C3、第一直流保护电阻R1、第二直流保护电阻R2以及直流稳压电源V1，使得结电容参数测试电路可以对输入电容Ciss进行测试，通过充电电阻R3、第八开关K8以及第七开关K7，可以在测试时提升被测器件的漏极D与源极S之间的电压，使得其更快达到测试所需电压，提升了对输出电容测试时的效率。

[0039] 在本发明的其中一个实施例中，还包括结电容参数测试电路中的Coss测试电路，参见图3所示的本发明一实施例中结电容参数测试电路中Coss测试电路所示，还包括：第九

开关K9、第十开关K10、第十一开关K11;第九开关K9的一端与被测器件的栅极G连接,另一端与第一隔直电容C1连接,第十开关K10的一端与被测器件的栅极G连接,另一端与第二隔直电容C2连接,第十一开关K11的一端与被测器件的漏极D连接,另一端与第一隔直电容C1连接。

[0040] 可以理解的,在本实施例中,通过第九开关K9,可以决定是否将第一隔直电容C1与被测器件的栅极G进行连接以及断开,通过第十开关K10可以决定是否将第二隔直电容C2与被测器件的栅极G进行连接以及断开,通过第十一开关K11可以决定是否将第一隔直电容C1与被测器件的漏极D进行连接以及断开,本实施例中的结电容测试电路,在之前实施例的基础上,可以通过将第二隔直电容C2与被测器件的栅极G进行连接,第一隔直电容C1与被测器件的漏极D进行连接,且将第一隔直电容C1与被测器件的栅极G之间的连接断开,对被测器件的输出电容Coss进行测试,基于此,可以保证结电容参数测试电路可以对输出电容Coss进行参数测试。

[0041] 在本发明的其中一个实施例中,还包括结电容参数测试电路中的Crss测试电路,参见图4所示的本发明一实施例中结电容参数测试电路中Crss测试电路所示,还包括:第十二开关K12、第十三开关K13、第十四开关K14;第十二开关K12的一端与第二隔离电容连接,另一端与被测器件的源极S连接,第十三开关K13的一端与阻抗测量单元LCR meter连接,另一端接地,第十四开关K14的一端与被测器件的源极S连接,另一端接地。

[0042] 在本实施例中,在第二隔直电容C2与被测器件的源极S之间设立了第十二开关K12,为阻抗测量单元LCR meter建立了第十三开关K13以接地,为被测器件的源极S建立了第十四开关K14以接地,可以理解的,在之前实施例的基础上,当第一隔直电容C1与被测器件的漏极D处于连接状态、第二隔直电容C2与被测器件的栅极G处于连接状态、第二隔直电容C2与被测器件的源极S处于断开状态、且阻抗测量单元LCR meter以及被测器件的源极S都处于接地状态时,可以对反向传输电容Crss进行测试;基于此,本实施例通过在第二隔直电容C2与被测器件的源极S之间设立了第十二开关K12,为阻抗测量单元LCR meter建立了第十三开关K13以接地,为被测器件的源极S建立了第十四开关K14以接地,使结电容参数测试电路可以对被测器件的反向传输电容Crss进行测试。

[0043] 在本发明的另一个实施例中,还包括对结电容参数测试电路中的另一种Rg测试电路、Ciss测试电路、Coss测试电路以及Crss测试电路,如图5～8所示,图5为结电容参数测试电路中的另一种Rg测试电路、图6为结电容参数测试电路中的另一种Ciss测试电路、图7为结电容参数测试电路中的另一种Coss测试电路、图8为结电容参数测试电路中的另一种Crss测试电路,参见图5～8所示的结电容参数测试电路,在本实施例中,还包括:还包括第一二极管D1～D8、第二二极管D9～D16、第一瞬态抑制二极管Z1、Z2以及第二瞬态抑制二极管Z3、Z4;第一二极管D1～D8的一端与阻抗测量单元LCR meter的一端连接,另一端接地,第二二极管D9～D16的一端与阻抗测量单元LCR meter的另一端连接,另一端接地,第一瞬态抑制二极管Z1、Z2的一端与阻抗测量单元LCR meter的一端连接,另一端接地,第二瞬态抑制二极管Z3、Z4的一端与阻抗测量单元LCR meter的另一端连接,另一端接地。

[0044] 容易看出,在阻抗测量单元LCR meter的一端分别与第一二极管D1～D8以及第一瞬态抑制二极管Z1、Z2的一端连接,第一二极管D1～D8与第一瞬态抑制二极管Z1、Z2的另一端接地,在阻抗测量单元LCR meter的另一端分别与第二二极管D9～D16以及第二瞬态抑制

二极管Z3、Z4的一端连接，第二二极管D9～D16的与第二瞬态抑制二极管Z3、Z4的另一端接地，可以理解的，在实际测量过程中，可能会出现被测器件被击穿短路的可能，为了减少阻抗测量单元LCR meter因为被测器件被击穿短路而损坏，首先在阻抗测量模块的两端各增加了瞬态抑制二极管，用来吸收当被测器件被击穿短路而损坏时的高压冲击，但规格越大的瞬态抑制二极管对于阻抗测量单元LCR meter的测量影响越大，而若选用过小规格的瞬态抑制二极管则无法对阻抗测量单元LCR meter起到保护作用，因此，在瞬态抑制二极管的基础上，增加了第一二极管D1～D8以及第二二极管D9～D16，用于作为旁路，减少瞬态抑制二极管受到的冲击，使得小规则瞬态抑制二极管在不影响测量的基础上仍可以保护阻抗测量单元LCR meter；因此，在本实施例中，通过增加第一二极管D1～D8、第二二极管D9～D16、第一瞬态抑制二极管Z1、Z2以及第二瞬态抑制二极管Z3、Z4，对阻抗测量单元LCR meter起到了保护作用，可以在被测器件短路、被击穿或其他突发状况发生时，对阻抗测量单元LCR meter进行保护，减小损失，提高了结电容参数测试电路的容错性。

[0045] 本实施例还提供了一种适用于结电容参数测试电路的测试方法，其特征在于，包括如下步骤：控制被测器件测量开关K1闭合；基于阻抗测量单元LCR meter，对被测器件进行测量，获取第一测量结果；控制第一隔直电容泄放开关K2以及第二隔直电容泄放开关K4闭合。

[0046] 在本实施例中，适用于对于栅极电阻Rg的测试，当仅有被测器件测量开关K1闭合时，则构成了完整的对于栅极电阻Rg的测试回路，可以理解的，由于被测器件测量开关K1闭合会使源极S和漏极D短路，因此阻抗测量单元LCR meter会对被测器件的栅极G电阻进行检测，接着会得到第一测量结果，接着控制第一隔直电容泄放开关K2以及第二隔直电容泄放开关K4闭合，可以理解的，在测量结束后，为了避免隔直电容在空闲时积累电荷，影响下次测试，需要通过第一隔直电容泄放开关K2以及第二隔直电容泄放开关K4将其短路，使其两端电压维持在0V，可以大幅减少测量电路稳定的时间，从而提升连续测试的效率。

[0047] 在其他实施例中，首先控制第三开关K3、第五开关K5、第六开关K6、第七开关K7、第八开关K8闭合；控制直流稳压电源V1输出预设阈值电压，当被测器件的电压值达到第一测试阈值电压时，控制第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7、第八开关K8断开；基于阻抗测量单元LCR meter，对被测器件进行测量，获取第二测量结果；控制第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7、第八开关K8闭合；控制直流稳压电源V1停止输出电压，闭合第一隔直电容泄放开关K2以及第二隔直电容泄放开关K4。

[0048] 本实施例适用于输入电容Ciss的测试，在本实施例中，在通过阻抗测量单元LCR meter对输入电容Ciss进行测试时，首先通过闭合第三开关K3、第五开关K5，使阻抗测量模块接地，使阻抗测量模块的两端电压都维持在0V，可以避免其受到冲击，另外，由于第一直流保护电阻R1以及第二直流保护电阻R2的存在，在直流稳压电源V1输出电压时，被测器件的源极S与漏极D之间的电压上升速度很慢，为了提升加压速度，通过闭合第七开关K7以及第八开关K8，使电阻值小于第一直流保护电阻R1与第二直流保护电阻R2的充电电阻R3与被测器件的漏极D进行连接，可以使电流更多地通过充电电阻R3进行对于被测器件的源极S与漏极D进行充电，提升被测器件的源极S与漏极D之间电压上升的速度，待电压值达到第一测试阈值电压之后再断开第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7以及第八开关K8，避免增加的额外旁路影响正常测试，接着对输入电容Ciss进行测量，得到第二测量结果，在测量结束

后，控制第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7和第八开关K8闭合，目的与上述相同，接着控制直流稳压电源V1停止输出电压，再闭合第一隔直电容泄放开关K2以及第二隔直电容泄放开关K4，目的是防止隔直电容在空闲时积累电荷，影响下次测试；基于本实施例，通过第三开关K3、第五开关K5保护了阻抗测量模块，通过与短路电容C3接地的第七开关K7以及与充电电阻R3连接的第八开关K8，可以在开始测量之前提高在对被测器件的源极S与漏极D充电时的电压变化速度，提升了在对输入电容Ciss的测试时的测试效率。

[0049] 在另一个实施例中，控制第三开关K3、第五开关K5、第十开关K10、第十一开关K11、第七开关K7、第八开关K8闭合；控制直流稳压电源V1输出预设阈值电压，当被测器件的电压值达到第一测试阈值电压时，控制第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7、第八开关K8断开；基于阻抗测量单元LCR meter，对被测器件进行测量，获取第三测量结果；控制第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7、第八开关K8闭合；控制直流稳压电源V1停止输出电压，闭合第一隔直电容泄放开关K2以及第二隔直电容泄放开关K4。

[0050] 在本实施例中，首先控制第十开关K10、第十一开关K11闭合，以构成对于输出电容Coss的测试电路，其他步骤起到的作用与上述实施例相同，首先闭合第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7以及第八开关K8，使阻抗测量模块接地避免冲击，以及加速被测器件之间的电压上升速度，控制直流稳压电源V1输出预设阈值电压，以对被测器件的源极S以及漏极D进行充电，然后断开第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7以及第八开关K8，避免影响后续测试，接着，通过阻抗测量单元LCR meter对被测器件进行测量，获取第三测量结果，在测量结束后，控制第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7和第八开关K8闭合，目的与上述相同，接着控制直流稳压电源V1停止输出电压，再闭合第一隔直电容泄放开关K2以及第二隔直电容泄放开关K4，目的是防止隔直电容在空闲时积累电荷，影响下次测试；在本实施例中，通过第十开关K10以及第十一开关K11，使结电容参数测试电路可以对输出电容Coss进行测试，与上述实施例相同，提高了对输出电容Coss进行参数测试时的测试效率。

[0051] 在其中一个实施例中，控制第三开关K3、第五开关K5、第十开关K10、第十一开关K11、第七开关K7、第八开关K8、第十三开关K13、第十四开关K14闭合；控制直流稳压电源V1输出预设阈值电压，当被测器件的电压值达到第一测试阈值电压时，控制第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7、第八开关K8断开；基于阻抗测量单元LCR meter，对被测器件进行测量，获取第四测量结果；控制第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7、第八开关K8闭合；控制直流稳压电源V1停止输出电压，闭合第一隔直电容泄放开关K2以及第二隔直电容泄放开关K4。

[0052] 可以理解的，通过闭合第十开关K10、第十一开关K11、第十三开关K13以及第十四开关K14，构成对于反向传输电容Crss的测试电路，接着闭合第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7和第八开关K8的作用与上述实施例相同，使阻抗测量模块接地避免冲击，以及加速被测器件之间的电压上升速度，控制直流稳压电源V1输出预设阈值电压，以对被测器件的源极S以及漏极D进行充电，然后断开第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7以及第八开关K8，避免影响后续测试，接着，通过阻抗测量单元LCR meter对被测器件进行测量，获取第三测量结果，在测量结束后，控制第三开关K3、第五开关K5、第七开关K7和第八开关K8闭合，目的与上述相同，接着控制直流稳压电源V1停止输出电压，再闭合第一隔直电容泄放开关K2以及第二隔直电容泄放开关K4，目的是防止隔直电容在空闲时积累电荷，影响下次测试；在

本实施例中，通过第十开关K10以及第十一开关K11，使结电容参数测试电路可以对输出电容Coss进行测试，与上述实施例相同，提高了对输出电容Coss进行参数测试时的测试效率。

[0053] 在本发明还公开了一种优选实施例的结电容参数测试电路，如图9所示，图9是本申请一优选实施例的结电容参数测试电路结构示意图，在图9中，阻抗测试单元中的高、低两端分别分为高端输出(HCUR，HC)、高端测量(HPOT，HP)、低端输出(LCUR，LC)、低端测量(LPOT，LP)四端，直流稳压源为了提升精度也分为四端，分为高端输出(HF)、高端测量(HS)、低端输出(LF)、低端测量(LS)，因此，被测器件的三极分为六个端口，分为GF、GS、DF、DS、SF、SS，分别代表G、D、S三极，其第二个字母F和S的意义分别为输出和测量，即GF代表与DUT的G极相连，且为输出端；GS代表与DUT的G极相连，且为测量端。

[0054] 量产型测试系统需要依次测量Rg、Ciss、Coss、Crss四个参数，故其测试回路会通过继电器对测试电路进行切换，根据图9所示的结电容参数测试电路结构示意图，图中带有圆圈的交叉点代表无电缆交叉连接，无圆圈的交叉点代表有电缆交叉连接，另外，为了适用于量产测试，本实施例中用于测量不同参数的测试回路由开关闭合实现，Rg测试时闭合TK1、TK2、TK3、TK4、TK10；Ciss测试闭合TK1、TK2、TK3、TK4、TK11；Coss测试闭合TK5、TK6、TK3、TK4、TK9；Crss测试闭合TK5、TK6、TK7、TK8、TK10；

[0055] 在Rg测试时，首先根据开关切换测试电路，基于阻抗测试单元LCR meter对被测器件进行测量，得到栅极电阻Rg的测量结果，接着控制K2、K2’、K4、K4’闭合，以完成完整测试步骤。

[0056] 在Ciss测试、Coss测试以及Crss测试时，首先根据开关切换测试电路，然后控制K3、K3’、K5、K5’、K7、K7’、K8、K8’闭合，接着控制直流稳压电源V1输出预设阈值电压，当被测器件的电压值达到第一测试阈值电压时，控制K3、K3’、K5、K5’、K7、K7’、K8、K8’断开，接着基于阻抗测试单元LCR meter对被测器件进行测量，得到测量结果，再控制K3、K3’、K5、K5’、K7、K7’、K8、K8’闭合，使直流稳压电源停止输出电压，接着闭合K2、K2’、K4、K4’，以完成完整测试步骤。

[0057] 本申请还公开了一种适用上述实施例的结电容参数测试设备的硬件结构，如图10所示，图10是本申请中一实施例的结电容参数测试设备的硬件结构框图，包括控制单元、直流稳压电源、测试回路、阻抗测试单元、被测器件；

[0058] 其中控制单元一般为PC、单片机等具有控制和人机交互功能的中央处理单元，其通过通信电缆控制直流稳压电源、测试回路以及阻抗测试单元，来实现对被测器件的栅极电阻Rg以及分布电容参数测试。

[0059] 阻抗测试单元可以采用矢量伏安法、自动平衡电桥法等目前常见的方式完成阻抗测量，也可以像本实施例中一样直接选用市面上已经在售的阻抗测试仪。为了提高测试精度，阻抗测试仪一般都采用四线法完成测量：高端输出(HCUR，HC)、高端测量(HPOT，HP)、低端输出(LCUR，LC)、低端测量(LPOT，LP)。

[0060] 直流稳压源可以选择高达1KV的电源，为了提升精度一般也会采用四线法输出，分为高端输出(HF)、高端测量(HS)、低端输出(LF)、低端测量(LS)。

[0061] 测试回路一般通过GF、GS、DF、DS、SF、SS六根线与被测器件DUT进行相连，分别对应被测器件的GDS三级，其第二个字母F和S的意义分别为输出和测量，即GF代表与DUT的G极相连，且为输出端；GS代表与DUT的G极相连，且为测量端。

[0062] 应该明白的是，这里描述的具体实施例只是用来解释这个应用，而不是用来对它进行限定。根据本申请提供的实施例，本领域普通技术人员在不进行创造性劳动的情况下得到的所有其它实施例，均属本申请保护范围。

[0063] 显然，附图只是本申请的一些例子或实施例，对本领域的普通技术人员来说，也可以根据这些附图将本申请适用于其他类似情况，但无需付出创造性劳动。另外，可以理解的是，尽管在此开发过程中所做的工作可能是复杂和漫长的，但是，对于本领域的普通技术人员来说，根据本申请披露的技术内容进行的某些设计、制造或生产等更改仅是常规的技术手段，不应被视为本申请公开的内容不足。

[0064] “实施例”一词在本申请中指的是结合实施例描述的具体特征、结构或特性可以包括在本申请的至少一个实施例中。该短语出现在说明书中的各个位置并不一定意味着相同的实施例，也不意味着与其它实施例相互排斥而具有独立性或可供选择。本领域的普通技术人员能够清楚或隐含地理解的是，本申请中描述的实施例在没有冲突的情况下，可以与其它实施例结合。

[0065] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对专利保护范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请的保护范围应以所附权利要求为准。

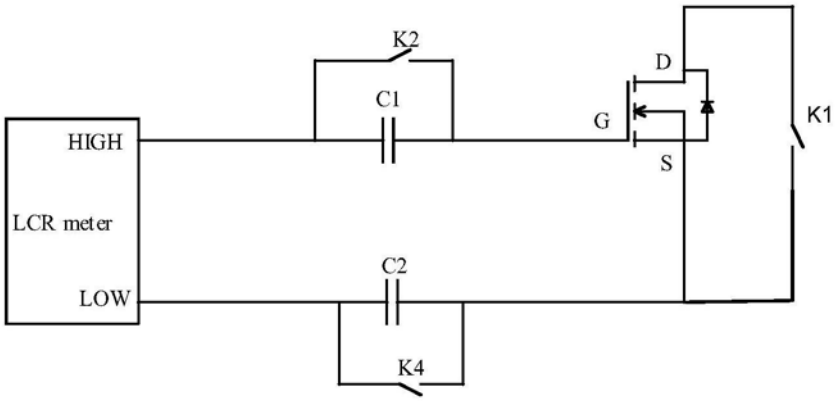

K2
C1
D
G
S
K1
HIGH
LCR meter
LOW
C2
K4

图1

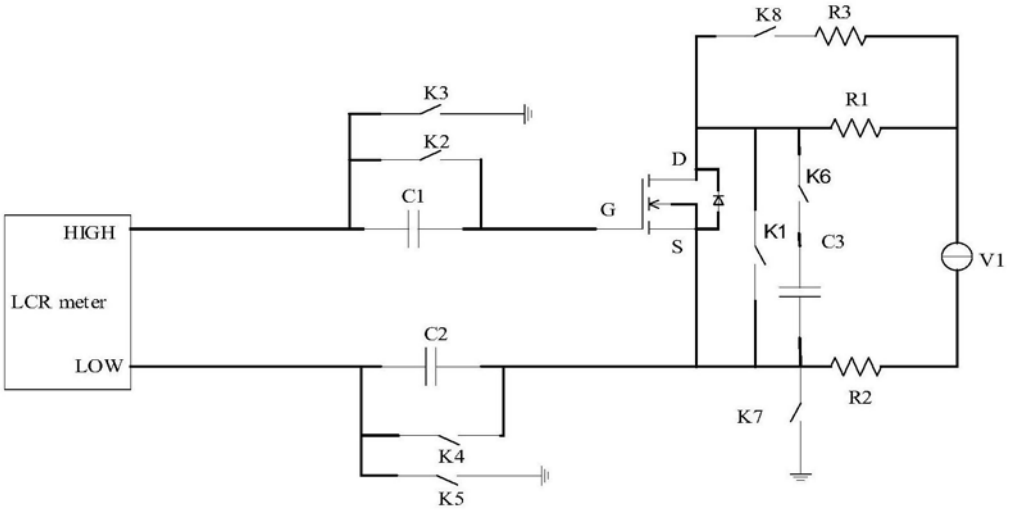

K8
R3
K3
R1
K2
D
K6
C1
G
S
K1
C3
V1
HIGH
LCR meter
LOW
C2
R2
K7
K4
K5

图2

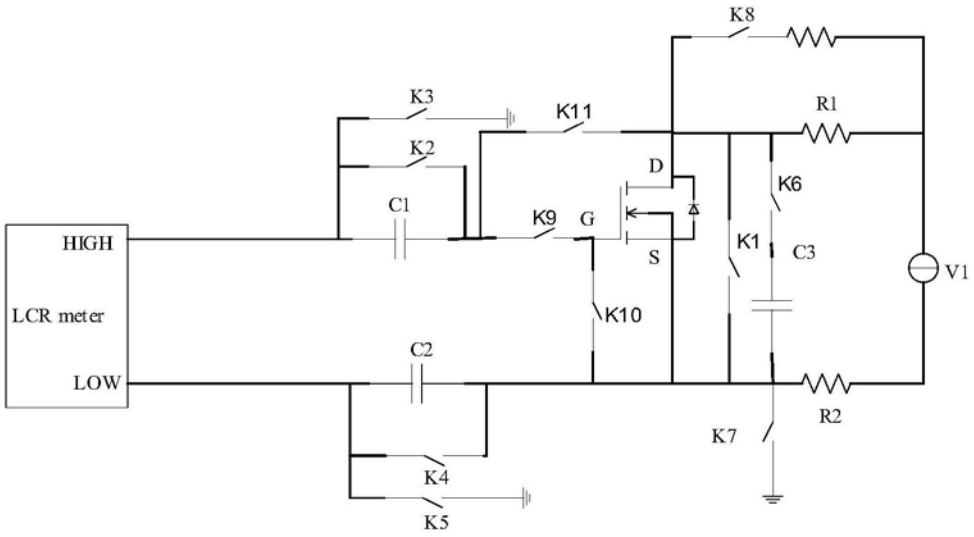

K8
K3
K11
R1
K2
D
K6
C1
K9
G
K1
C3
V1
HIGH
S
LCR meter
K10
C2
LOW
R2
K7
K4
K5

图3

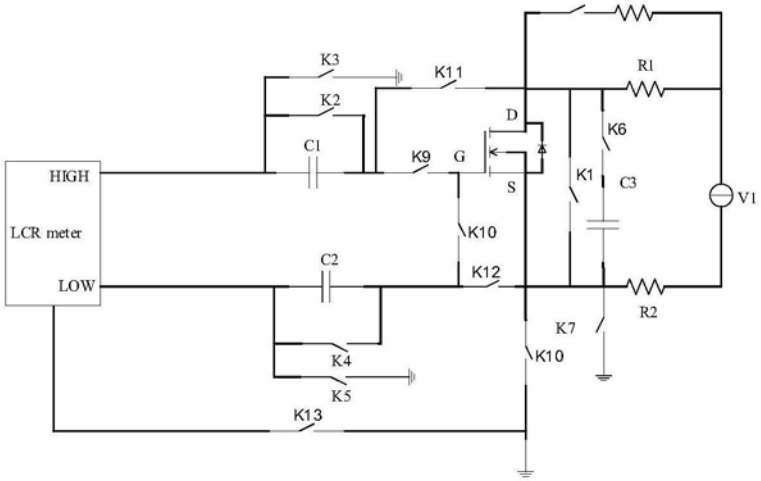

K3
K11
R1
K2
D
K6
C1
K9
G
K1
C3
V1
HIGH
S
LCR meter
K10
C2
K12
LOW
R2
K7
K10
K4
K5
K13

图4

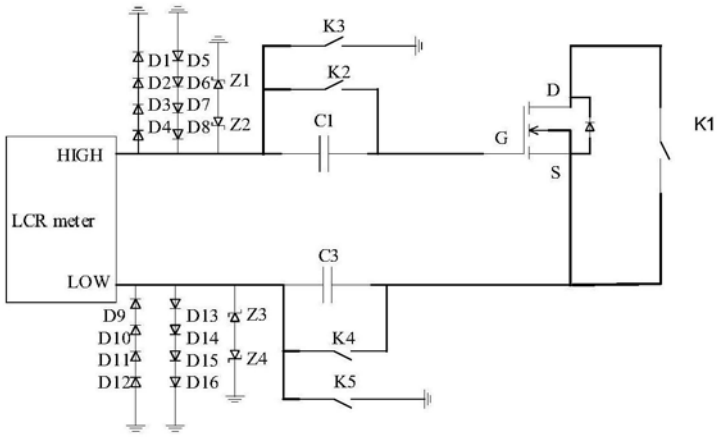

K3
K2
D1
D5
D2
D6
Z1
D3
D7
D4
D8
Z2
C1
D
G
S
K1
HIGH
LCR meter
LOW
C3
D9
D13
Z3
D10
D14
D11
D15
Z4
D12
D16
K4
K5

图5

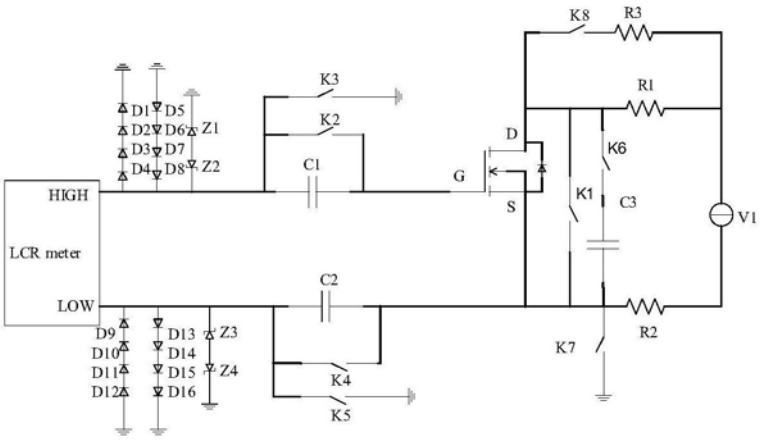

K8
R3
R1
K3
K2
D1
D5
D2
D6
Z1
D3
D7
D4
D8
Z2
C1
D
G
S
K6
K1
C3
V1
HIGH
LCR meter
LOW
C2
D9
D13
Z3
D10
D14
D11
D15
Z4
D12
D16
K4
K5
K7
R2

图6

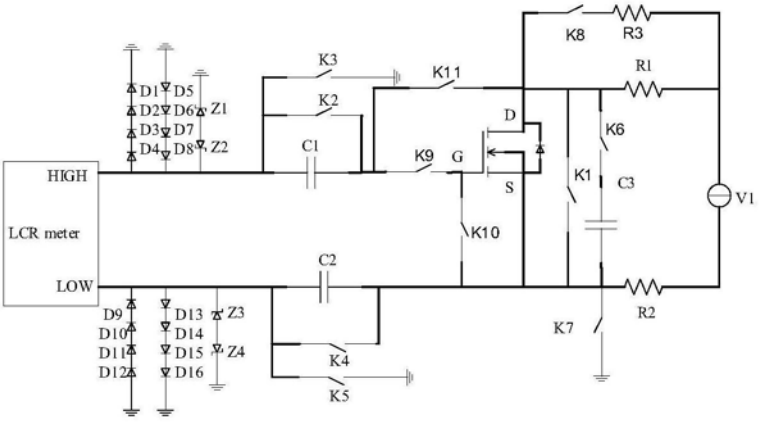

K8
R3
K3
K11
R1
D1
D5
D2
D6
Z1
D3
D7
D4
D8
Z2
K2
C1
K9
D
G
S
K6
K1
C3
V1
K10
HIGH
LCR meter
LOW
C2
D9
D13
Z3
D10
D14
D11
D15
Z4
D12
D16
K4
K5
K7
R2

图7

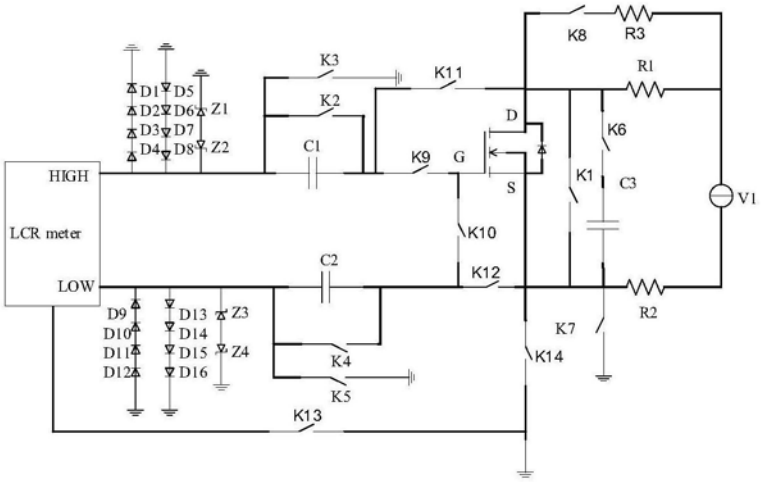

K8
R3
R1
K3
K11
K2
D
K6
D1
D5
D2
D6
Z1
D3
D7
D4
D8
Z2
C1
K9
G
K1
C3
V1
S
HIGH
LCR meter
LOW
K10
C2
K12
D9
D13
Z3
D10
D14
D11
D15
Z4
D12
D16
R2
K7
K4
K14
K5
K13

图8

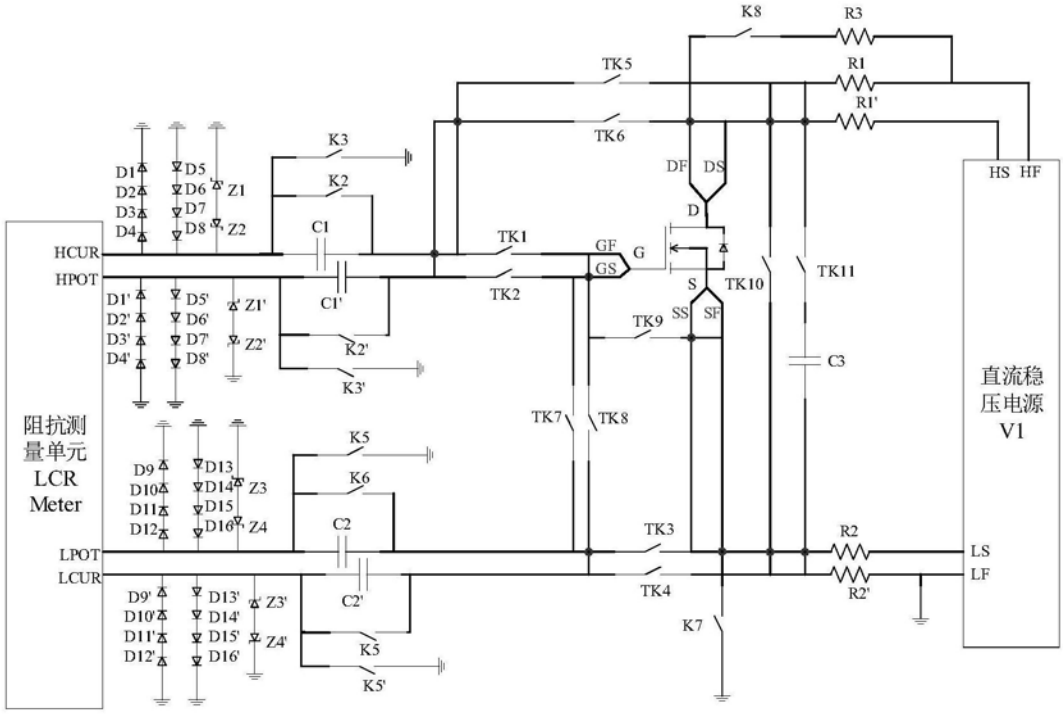

K8
R3
TK5
R1
R1'
TK6
K3
K2
DF
DS
HS
HF
D
D1
D5
D2
D6
Z1
D3
D7
D4
D8
Z2
C1
TK1
GF
G
HCUR
HPOT
GS
S
TK10
TK11
TK2
D1'
D5'
D2'
D6'
Z1'
C1'
TK9
SS
SF
D3'
D7'
D4'
D8'
Z2'
K2'
C3
K3'
TK7
TK8
直流稳
压电源
V1
阻抗测
量单元
LCR
Meter
K5
D9
D13
D10
D14
Z3
K6
D11
D15
D12
D16
Z4
C2
TK3
R2
LS
LPOT
LCUR
TK4
LF
D9'
D13'
D10'
D14'
Z3'
C2'
R2'
D11'
D15'
Z4'
D12'
D16'
K7
K5
K5'

图9

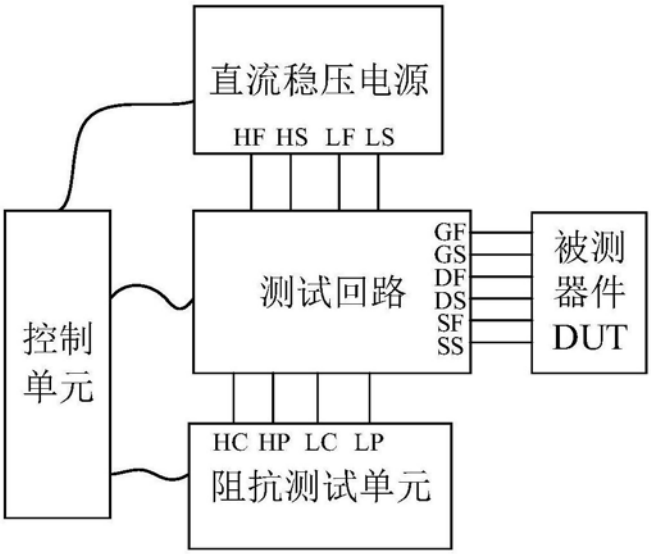

直流稳压电源
HF HS LF LS
控制
单元
测试回路
GF
GS
DF
DS
SF
SS
被测
器件
DUT
HC HP LC LP
阻抗测试单元

图10