



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105974294 B

(45)授权公告日 2018.11.27

(21)申请号 201610518949.X

(22)申请日 2016.07.05

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105974294 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(73)专利权人 西交利物浦大学
地址 215123 江苏省苏州市工业园区独墅湖高等教育区仁爱路111号

(72)发明人 慕轶非 赵策洲

(74)专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有
限公司 32103

代理人 范晴

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

(56)对比文件

CN 103675646 A,2014.03.26,
CN 103809151 A,2014.05.21,
CN 102226832 A,2011.10.26,
CN 201859341 U,2011.06.08,
CN 105499995 A,2016.04.20,
US 2005213706 A1,2005.09.29,

审查员 郭军宏

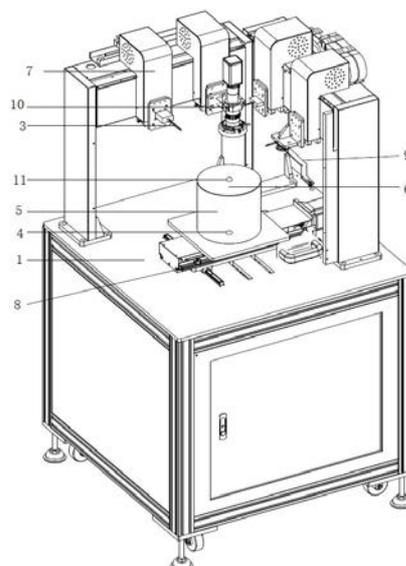
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统

(57)摘要

本发明公开了一种半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统,包括半导体器件 γ 射线测试探针台和提供偏压-脉冲测试的测量模块,所述测试探针台上安装有内置放射源的铅容器、自动取片器、和四个可编程的探针臂,其中三个探针臂上分别安装有一支探针,另一个探针臂上安装有显微镜,三支探针分别与所述偏压-脉冲测量模块连接。本发明对半导体器件进行高精度远程置片、扎针,之后通过可编程的提供偏压-脉冲测试的测量模块对半导体器件辐射损伤进行在线测试,并可以在待测器件被辐射的同时施加偏压,快速保存测量数据。使用该系统置片、扎针、取片精准高效,提高了测试效率与测试精度,避免了传统辐射测量手段带来的辐射损伤退化。



1. 一种半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统,包括半导体器件 γ 射线测试探针台(1)和提供偏压-脉冲测试的测量模块(2),其特征在于:所述测试探针台(1)上安装有内置放射源(4)的铅容器(5)、自动取片器(9)、和四个可编程的探针臂(7),其中三个探针臂(7)上分别安装有一支探针(3),另一个探针臂(7)上安装有显微镜(10),三支探针(3)分别与所述偏压-脉冲测量模块(2)连接;所述测量模块(2)在进行一次脉冲测试结束后,通过一个固态继电器对电路进行切换,给待测器件(11)施加偏压,使得由辐射作用在半导体栅氧上所产生的自由电子空穴对方向性的运动至栅氧-衬底界面,被栅氧中存在的缺陷捕获,从而使得半导体器件产生辐射响应更准确的被表征出来;在对半导体器件施加偏压结束后,所述测量模块(2)再次通过固态继电器对电路进行切换,对待测器件(11)进行脉冲测试。

2. 根据权利要求1所述半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统,其特征在于:所述铅容器(5)放置于测试探针台(1)上的可编程移动的铅容器底座(8)上,铅容器(5)顶部开有放射源口。

3. 根据权利要求2所述的半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统,其特征在于:进行半导体器件 γ 射线辐射响应测试时,先通过自动取片器(9)将待测器件(11)转移至铅容器(5)上的放射源口,再通过显微镜(10)观察待测器件(11)和三支探针(3)相对位置,用可编程的探针臂(7)将三支探针(3)移动至指定位置后,在待测器件(11)被辐射的同时,在待测器件(11)上交替施加指定时间的偏压和脉冲,从而表征半导体器件的辐射响应。

4. 根据权利要求3所述的半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统,其特征在于:自动取片器(9)取片时,待测器件(11)放置在自动取片器(9)下方,自动取片器(9)通过连接真空泵产生适当的吸力,将所述待测器件(11)吸牢至自动取片器下端的吸嘴上,之后通过计算机控制自动取片器(9)将待测器件(11)通过一个转轴移动至铅容器(5)的放射源口的上方,通过显微镜(10)观察后程控自动取片器(9)将待测器件(11)放置在放射源口上。

5. 根据权利要求4所述的半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统,其特征在于:在自动取片器(9)将待测器件(11)放置在铅容器(5)上的放射源口上后,通过计算机程控显微镜(10)对焦和移动,观察待测器件(11)和探针(3)相对位置,之后通过计算机程控探针臂(7)将三支探针(3)和铅容器底座(8)移动至指定位置,完成扎针,三支探针完成待测器件(11)辐射损伤测量。

一种半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统。

背景技术

[0002] 随着半导体材料的发展,其在各个行业中都有着非常广泛应用。这其中空间技术,核工业,核电站和放射类医疗器械的电子化自动化发展都与半导体材料有着紧密的联系。而这些行业的各类应用电子设备都不可避免的暴露在电离辐射当中,因此在这些电子设备中的半导体器件在辐射环境中的辐射损伤、辐射可靠性的研究十分重要。

[0003] 传统的半导体材料电离辐射可靠性测试运用放射源或x射线发生器对半导体器件进行辐照过后,在另一个测试平台再进行辐射损伤测量及分析,但是此段间隔的时间会使得电离辐射对半导体材料所造成的损伤会有明显的退化。另外,传统的针对半导体辐射可靠性测试速度为秒级,半导体器件的辐射损伤在次测试过程中也会有所退化。

[0004] 此前,已经有先关研究开发了“在线”的辐射响应测量方法,即在辐射的同时对半导体器件进行实时的传统的I-V与C-V测量。但是该方法有两项缺点,一是需要手动扎针,对操作人员的安全威胁较大;二是没有结合“实时”测量方法,测量速度较慢,会低估辐射损伤。之前,半导体行业以及光电行业的测试都没有运用自动探针台进行半导体器件辐射损伤的应用。

[0005] 另一方面,之前的相关研究中的脉冲测试方法,只能提供一次性测量,而并不能通过设置,每隔一段时间就自动进行测量。如果将脉冲测试运用到辐射响应的测试中来,必须解决这个问题。此外更为重要的是,在辐射响应测试过程中,每次间隔的一段时间中,必须提供一定的偏压,这样使得由辐射作用在半导体栅氧上所产生的自由电子空穴对方向性的运动至栅氧-衬底界面,被栅氧中存在的缺陷捕获,从而使得半导体器件产生辐射响应更准确的被表征出来。而此前的设备和技术并不具备此项功能。

[0006] 因此,首先需要建立一个可以程控自动扎针的半导体辐射损伤测试探针台,这既是进行安全实验的保障,也是实现高精度扎针的方法;其次,在使用脉冲测试过程中,需要实现每隔一段时间程序控制测量模块自动进行测量,并且在不测量的辐射过程中,测量模块需要自动给被辐射器件施加偏压。因此,综合考虑上述研究的必须性,需要一个可对半导体器件 γ 射线辐射可靠性实时测量并外加偏压进行在线测试的系统。

发明内容

[0007] 本发明目的是:提供一种半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统,解决现有技术中半导体器件 γ 射线辐射响应测试系统均为手工测试、扎针不准确、在线测试没有与实时测试相结合、脉冲测试时间点不能自动程控实施、每两个测试点中间不能施加偏压等问题。

[0008] 本发明的技术方案是:

[0009] 一种半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统,包括半导体器件 γ 射线测

试探针台和提供偏压-脉冲测试的测量模块,所述测试探针台上安装有内置放射源的铅容器、自动取片器、和四个可编程的探针臂,其中三个探针臂上分别安装有一支探针,另一个探针臂上安装有显微镜,三支探针分别与所述偏压-脉冲测量模块连接。所述铅容器放置于测试探针台上的可编程移动的铅容器底座上,铅容器顶部开有放射源口。进行半导体器件 γ 射线辐射响应测试时,先通过自动取片器将待测器件转移至铅容器上的放射源口,再通过显微镜观察待测器件和三支探针相对位置,用可编程的探针臂将三支探针移动至指定位置后,在待测器件被辐射的同时,在待测器件上交替施加指定时间的偏压和脉冲,从而表征半导体器件的辐射响应。上述放片,扎针,测试过程均通过程序控制完成。

[0010] 优选的,自动取片器取片时,待测器件放置在自动取片器下方,自动取片器通过连接真空泵产生适当的吸力,将所述待测器件吸牢至自动取片器下端的吸嘴上,之后通过计算机控制自动取片器将待测器件通过一个转轴移动至铅容器的放射源口的上方,通过显微镜观察后程控自动取片器将待测器件放置在放射源口上。

[0011] 优选的,在自动取片器将待测器件放置在铅容器上的放射源口上后,通过计算机程控显微镜对焦和移动,观察待测器件和探针相对位置,之后通过计算机程控探针臂将三支探针和铅容器底座移动至指定位置,完成扎针,三支探针完成待测器件辐射损伤测量。

[0012] 优选的,所述测量模块在进行一次脉冲测试结束后,通过一个固态继电器对电路进行切换,给待测器件施加偏压,使得由辐射作用在半导体栅氧上所产生的自由电子空穴对方向性的运动至栅氧-衬底界面,被栅氧中存在的缺陷捕获,从而使得半导体器件产生辐射响应更准确的被表征出来。

[0013] 优选的,对半导体器件 γ 射线进行辐射响应测试和施加偏压的过程均通过程序控制由计算机操作完成。通过计算机设置,在对MOSFETs器件进行辐射损伤测试和施加偏压时,所述测量模块可以在一次脉冲测试结束后,通过一个固态继电器对电路进行切换,给待测器件施加偏压,该偏压的大小和时间范围均可控制。在偏压结束后,所述测量模块再次通过固态继电器对电路进行切换,对待测器件进行脉冲测试。

[0014] 本发明的优点是:

[0015] 本发明可编程自动辐射探针系统对半导体器件进行高精度远程置片、扎针,之后通过可编程的提供偏压-脉冲测试的测量模块对半导体器件辐射损伤进行在线测试,并可以在待测器件被辐射的同时施加偏压,快速保存测量数据。使用该系统置片、扎针、取片精准高效,提高了测试效率与测试精度,避免了传统辐射测量手段带来的辐射损伤退化。

附图说明

[0016] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步描述:

[0017] 图 1 为本发明的半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统的结构示意图;

[0018] 图 2为本发明的半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统的测试原理图;

[0019] 图3为本发明半导体器件 γ 射线可靠性的可编程即时测试系统中可编程的提供偏压-脉冲:电容-电压(C-V)测试的测量模块的结构示意图;

[0020] 图4为本发明半导体器件 γ 射线可靠性的可编程即时测试系统中可编程的提供偏压-脉冲:电流-电压(I-V)测试的测量模块的结构示意图;

[0021] 其中:1为半导体器件 γ 射线辐射响应的测试探针台;2为可编程的提供偏压-传统/脉冲测试的测量模块;3为探针;4为放射源;5为铅容器;6为铅保护墙;7为可编程探针臂;8为可编程的铅容器底座;9为自动取片器,10为显微镜;11为待测器件。

具体实施方式

[0022] 以下结合具体实施例对上述方案做进一步说明。应理解,这些实施例是用于说明本发明而并不限于限制本发明的范围。实施例中采用的实施条件可以根据具体厂家的条件做进一步调整,未注明的实施条件通常为常规条件。

[0023] 如图1和2所示,本发明所揭示的半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统,包括半导体器件 γ 射线测试探针台1和提供偏压-脉冲测试的测量模块2,所述测试探针台1上安装有内置放射源4的铅容器5、自动取片器9、和四个可编程的探针臂7,其中三个探针臂7上分别安装有一支探针3,另一个探针臂7上安装有显微镜10,三支探针3分别与所述偏压-脉冲测量模块2连接。所述铅容器5放置于测试探针台1上的可编程移动的铅容器底座8上,铅容器5顶部盖有铅保护墙6,铅保护墙6中部开有放射源口。

[0024] 进行半导体器件 γ 射线辐射响应测试时,先通过自动取片器9将待测器件11转移至铅容器5上的放射源口,再通过显微镜10观察待测器件11和三支探针3相对位置,用可编程的探针臂7将三支探针3移动至指定位置后,在待测器件11被辐射的同时,通过程序控制用所述测量模块2对待测器件11每隔一段时间(辐射量)自动进行一次脉冲测试,或者通过程序控制用所述测量模块2每次测试间隔的时间对待测器件11施加偏压。上述放片,扎针,测试过程均通过程序控制完成。

[0025] 自动取片器9取片时,待测器件11放置在自动取片器9下方,自动取片器9通过连接真空泵产生适当的吸力,将所述待测器件11吸牢至自动取片器下端的吸嘴上,之后通过计算机控制自动取片器9将待测器件11通过一个转轴移动至铅容器5的放射源口的上方,通过显微镜10观察后程控自动取片器9将待测器件11放置在放射源口上。在自动取片器9将待测器件11放置在铅容器5上的放射源口上后,通过计算机程控显微镜10 对焦和移动,观察待测器件11和探针3相对位置,之后通过计算机程控探针臂7将三支探针3和铅容器底座8移动至指定位置,完成扎针,三支探针3完成可以完成包括MOSFETs在内的多种芯片的辐射损伤测量。

[0026] 所述测量模块2在进行一次脉冲测试结束后,通过一个固态继电器对电路进行切换,给待测器件11施加偏压,使得由辐射作用在半导体栅氧上所产生的自由电子空穴对方向性的运动至栅氧-衬底界面,被栅氧中存在的缺陷捕获,从而使得半导体器件产生辐射响应更准确的被表征出来。在对半导体器件施加偏压结束后,所述测量模块2再次通过固态继电器对电路进行切换,对待测器件11进行脉冲测试。

[0027] 本发明使用半导体器件 γ 射线辐射响应的实时在线测试系统对半导体器件的辐射响应进行测量,运用自动辐射探针台,通过计算机程序远程控制自动取片器放置待测器件,之后控制探针、显微镜进行扎针。不同于之前的自动探针台和手动辐射响应测试系统,使用自动辐射探针系统,既能够在安全的实验环境中实现程控高精度置片、扎针,也能得到即时的半导体器件辐射损伤试验结果。

[0028] 本发明的可编程的提供偏压-脉冲测试的测量模块具有自动进行实时测量、施加

偏压、记录数据的功能。在半导体器件辐射响应测试中,需要在对待测器件辐射的同时对待测器件施加偏压,这样使得由辐射作用在半导体栅氧上所产生的自由电子空穴对方向性的运动至栅氧-衬底界面,被栅氧中存在的缺陷捕获,从而使得半导体器件产生辐射响应更准确的被表征出来。所以,所述测量模块可以通过计算式设置,在一次脉冲测试结束后,通过一个固态继电器对电路进行快速切换,给待测器件施加偏压,该偏压的大小和时间范围均可控制。在偏压结束后,所述测量模块再次通过固态继电器对电路进行切换,对待测器件进行脉冲测试。同时在短时间内产生脉冲并对结果进行记录,最大程度的避免了辐射后器件退化的恢复对测量的影响。

[0029] 如图3和4所示,可编程的提供偏压-脉冲测试的测量模块2分为偏压-脉冲:电容-电压(C-V)测试的测量模块;偏压-脉冲:电流-电压(I-V)测试的测量模块。可编程的提供偏压-脉冲测试的测量模块在所述辐射损伤探针台进行的扎针结束后,对MOSFETs器件进行辐射损伤测试和施加偏压的过程均通过程序控制由计算机操作完成,给待测器件施加偏压,这样使得由辐射作用在半导体栅氧上所产生的自由电子空穴对方向性的运动至栅氧-衬底界面,被栅氧中存在的缺陷捕获,从而使得半导体器件产生辐射响应更准确的被表征出来。

[0030] 1.通过计算机设置,在对半导体器件进行辐射损伤偏压-脉冲:电容-电压(C-V)测试时,直流电压源控制固态继电器快速调节至测试模式,信号发生器将脉冲信号传送给MOS器件,在所述MOS器件上形成微小的充放电流,所述脉冲信号的周期、电压峰值、边沿上升时间以及脉冲数量可以根据计算机程序控制发生变化。之后电流/电压放大器将电容器件产生的充放电流放大并转化为电压信号。所述电压信号由示波器实时采集在测量,并同时将获得的数据传送给计算机。测试结束后,通过一个固态继电器对电路进行切换,给待测器件施加偏压,该偏压的大小和时间范围均可控制。在偏压结束后,所述测量模块再次通过固态继电器对电路进行切换,对待测器件进行传统/脉冲测试。

[0031] 2.通过计算机设置,在对MOSFETs器件进行辐射损伤偏压-脉冲:电流-电压(I-V)测试时,直流电压源控制固态继电器快速调节至测试模式,信号发生器将脉冲信号传送给MOSFETs器件,在所述MOSFETs器件产生微小电流。另一直流电压源2和与直流电压源串联的可变电阻R将MOSFETs器件产生的微小电流放大并转化为电压信号。所述电压信号由示波器实时采集在测量,并同时将获得的数据传送给计算机。脉冲测试结束后,通过一个固态继电器对电路进行切换,给待测器件施加偏压,该偏压的大小和时间范围均可控制。在偏压结束后,所述测量模块再次通过固态继电器对电路进行切换,对待测器件进行传统/脉冲测试。

[0032] 具体的半导体器件 γ 射线可靠性的可编程即时测试系统的操作,依次按下列步骤进行:

[0033] A. 将待测器件放置在自动取片器下方,程控自动取片器放置芯片到铅罐放射源口上方;

[0034] B. 程控探针臂,通过显微镜观察待测器件和探针相对位置,使得探针移动至指定位置完成扎针;

[0035] C. 固态继电器快速调节至测试模式,对待测器件进行脉冲测试;

[0036] D. 固态继电器快速调节至偏压模式,对待测器件施加偏压。

[0037] 上述实施例只为说明本发明的技术构思及特点,其目的在于让熟悉此项技术的人能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此限制本发明的保护范围。凡根据本发明主

要技术方案的精神实质所做的修饰,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

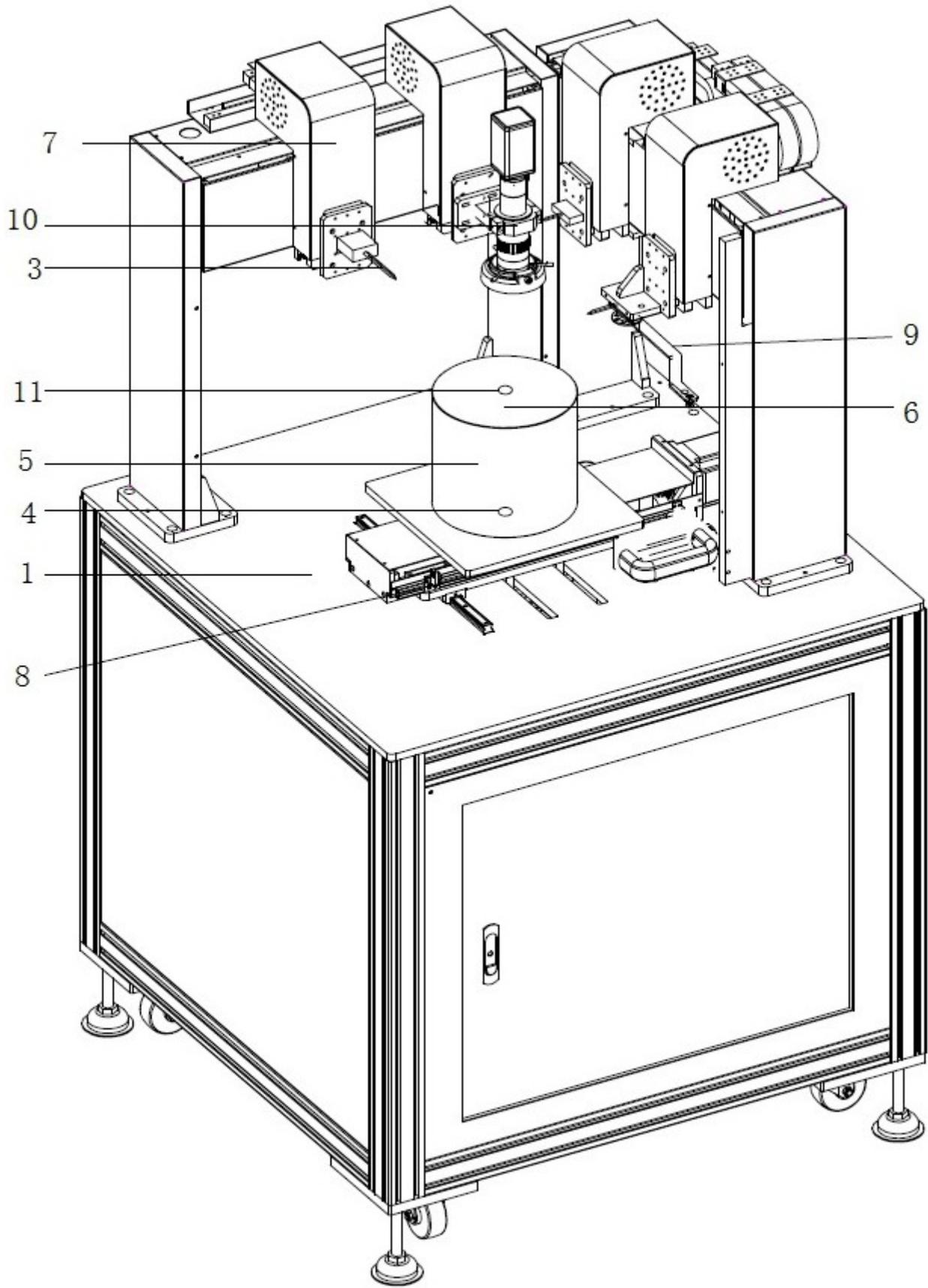


图1

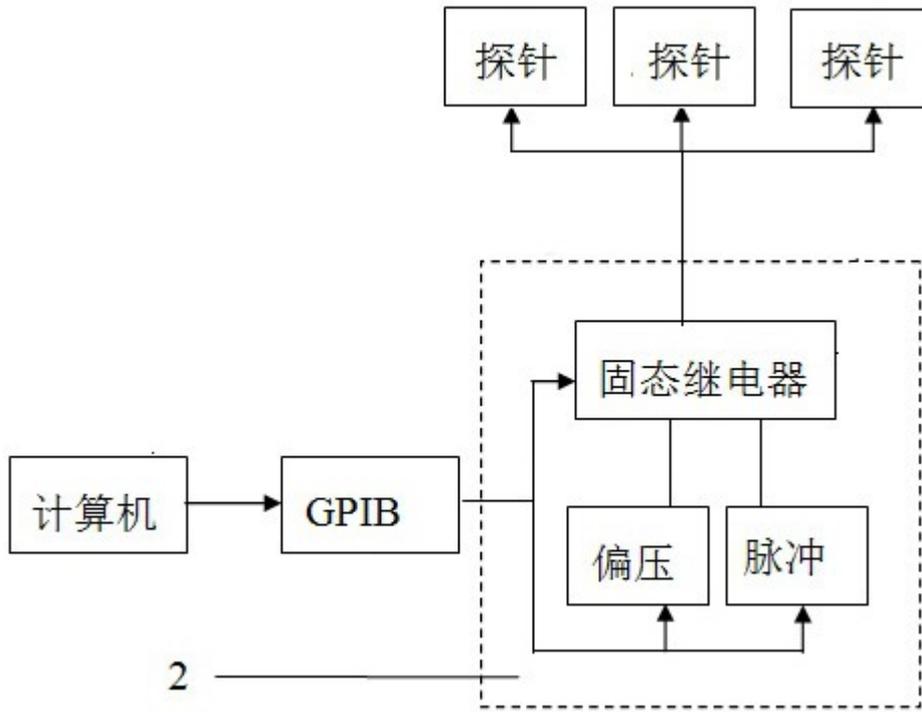


图2

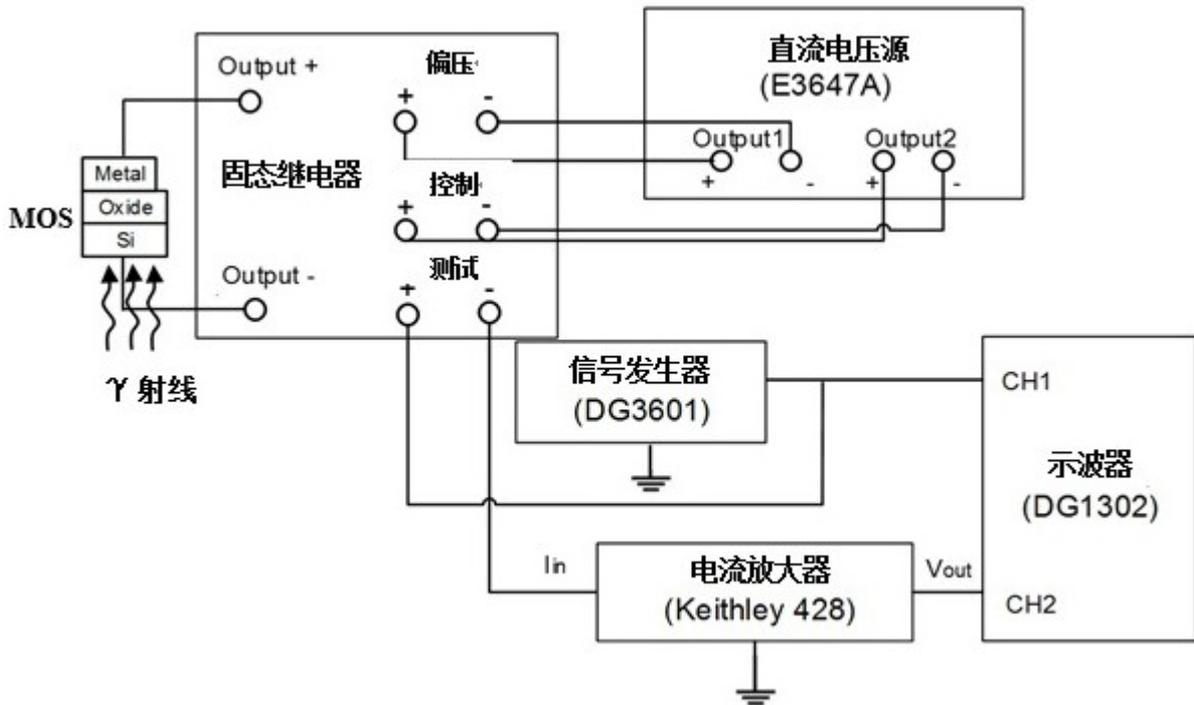


图3

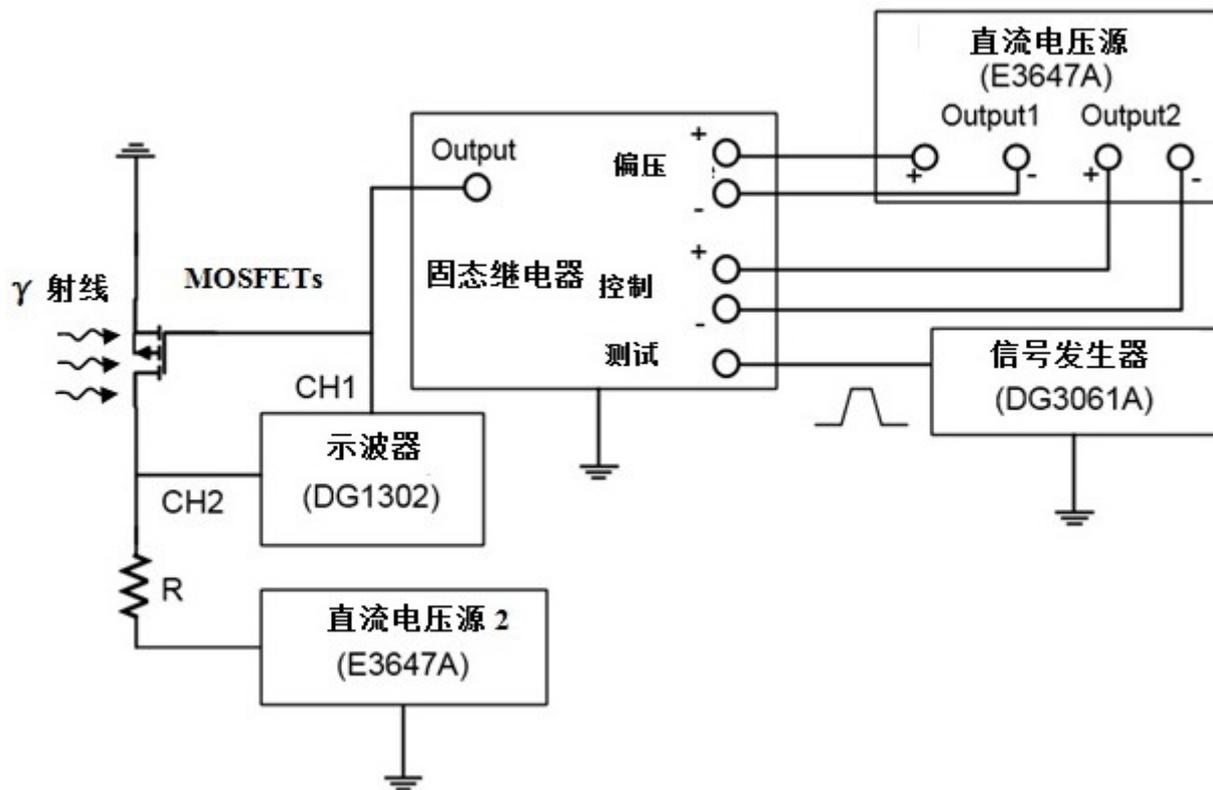


图4