



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105675960 B

(45)授权公告日 2018.09.18

(21)申请号 201610091979.7

(22)申请日 2016.02.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105675960 A

(43)申请公布日 2016.06.15

(73)专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72)发明人 苏业旺 李爽

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390
代理人 胡剑辉

(51)Int.Cl.
G01R 19/00(2006.01)

(56)对比文件

- JP H1062474A ,1998.03.06,全文.
- JP 2012109912A ,2012.06.07,全文.
- US 2004189149A1 ,2004.09.30,全文.
- CN 101072939A ,2007.11.14,全文.
- CN 103499798A ,2014.01.08,全文.

程继霞 等.一种单片机控制的压电陶瓷微位移器的驱动电路设计.《电子测量技术》.2012,全文.

刘玲 等.周期载荷作用下压电主元杆件的动力稳定性研究.《华北水利水电学院学报》.2011,全文.

审查员 范明莉

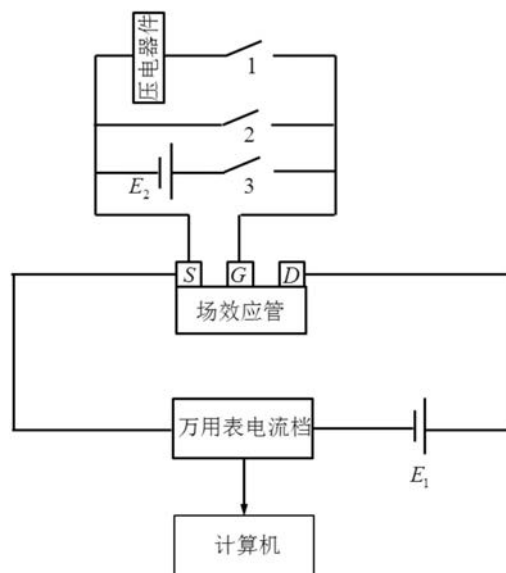
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种测量压电器件开路电压的装置和方法

(57)摘要

本发明公开一种测量压电器件开路电压的装置,其能够准确测量压电器件受到周期载荷时产生的开路电压,电路原理简单,经济实用。其包括场效应管、第一开关、第二开关、第三开关、第一直流电源、第二直流电源、万用表,第一支路上所测量压电器件与第一开关串联,第二支路上是第二开关,第三支路上第二直流电源与第三开关串联,第一、二、三支路并联,第二直流电源的负极连接场效应管的源极,第三开关的一端连接场效应管的栅极,场效应管的源极、万用表的电流档、第一直流电源、场效应管的漏极串联在一起。还提供了使用方法。



1. 一种测量压电器件开路电压的装置,其特征在于:其包括场效应管、第一开关、第二开关、第三开关、第一直流电源、第二直流电源、万用表,第一支路上所测量压电器件与第一开关串联,第二支路上是第二开关,第三支路上第二直流电源与第三开关串联,第一、二、三支路并联,第二直流电源的负极连接场效应管的源极,第三开关的一端连接场效应管的栅极,场效应管的源极、万用表的电流档、第一直流电源、场效应管的漏极串联在一起。

2. 根据权利要求1所述的测量压电器件开路电压的装置,其特征在于:该装置还包括计算机,万用表通过USB数据线与计算机连接。

3. 根据权利要求2所述的测量压电器件开路电压的装置,其特征在于:所述场效应管是N沟道耗尽型绝缘栅场效应管。

4. 根据权利要求3所述的测量压电器件开路电压的装置,其特征在于:对于特定的压电器件、加载方式和精度要求,所挑选场效应管的输入内阻必须超过某临界值,这个临界值为 $R_0 = t / \left(C \ln \left(1 / (1 - \delta / \bar{\epsilon}_{aver}) \right) \right)$, 其中 t 是测量时间, C 是压电器件的电容, δ 是 t 时刻的绝对误差/最大开路电压, $\bar{\epsilon}_{aver} = \int_0^1 \epsilon / \epsilon_{max} d(ft)$ 是和波形有关的常数, 其中, ϵ 是压电器件的应变, ϵ_{max}

是压电器件的最大应变, f 是周期载荷的频率。

5. 根据权利要求3所述的测量压电器件开路电压的装置,其特征在于:所述N沟道耗尽型绝缘栅场效应管是型号为ALD114935的N沟道耗尽型绝缘栅场效应管。

6. 根据权利要求1所述的测量压电器件开路电压的装置,其特征在于:所述第二直流电源通过若干节碱性干电池和变阻器形成,并且在输出端并联一个普通电压表。

7. 根据权利要求1所述的测量压电器件开路电压的装置,其特征在于:所述第一直流电源是一节碱性干电池。

8. 一种根据权利要求1所述的测量压电器件开路电压的装置的使用方法,其特征在于:包括以下步骤:

- (1) 闭合第三开关,用第二直流电源对测量系统进行标定;
- (2) 打开第三开关,然后同时闭合第一开关和第二开关,清除残余电荷;
- (3) 打开第二开关,开始测量;
- (4) 通过万用表实时地读取电流数据,并将数据传到计算机上;
- (5) 通过计算得到栅极和源极之间的电压,从而获得所测量压电器件的开路电压值。

9. 根据权利要求8所述的使用方法,其特征在于:所述步骤(4)中通过USB数据线传到计算机上,所述步骤(5)中计算机对电流数据做线性的函数转换,得到栅极和源极之间的电压。

一种测量压电器件开路电压的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明属于电压测量的技术领域,具体地涉及一种测量压电器件开路电压的装置,以及测量方法,主要用于准确测量压电器件受到周期载荷时产生的开路电压。

背景技术

[0002] 现在很多压电领域的研究者直接使用万用表测量压电器件的开路电压,并不注意电压表的内阻对所测得的结果有怎样的影响。目前大多数研究者不知道到底需要多高的内阻才能达到某个给定的精度。市场上主流台式数字万用表测电压时的内阻一般有两个档,高阻抗的一般也只是10G欧这个量级,这对于压电器件开路电压的测量是不够的。

[0003] 静电电压表或说静电计,阻抗都很高,主要有两种,接触式的和非接触式的。有些接触式静电电压表,利用静电力进行测试,只能适用于测量金属体的静电电压或电位,这显然不适用于测量压电器件开路电压。非接触式静电电压表利用静电感应原理测量,受带电体尺寸、测试距离影响很大,也不准确。比如,EST102振动电容式静电计,最高分辨率为0.1V。

[0004] 综上,普通万用表的内阻太小会导致失真;而传统的静电电压表内阻足够大,电荷衰减很慢或几乎不衰减,但是不适合用于测量压电器件开路电压。

[0005] 国际上先进的接触式静电计,比如,吉时利的5位半6517B静电计/高阻表,利用超高的内阻,加上极为精确的对微小电流的测量,确实可以准确测量压电器件开路电压,但是成本很高,价格昂贵。

发明内容

[0006] 本发明的技术解决问题是:克服现有技术的不足,提供一种测量压电器件开路电压的装置,其能够准确测量压电器件受到周期载荷时产生的开路电压,电路原理简单,经济实用。

[0007] 本发明的技术解决方案是:这种测量压电器件开路电压的装置,其包括场效应管、第一开关、第二开关、第三开关、第一直流电源、第二直流电源、万用表,第一支路上所测量压电器件与第一开关串联,第二支路上是第二开关,第三支路上第二直流电源与第三开关串联,第一、二、三支路并联,第二直流电源的负极连接场效应管的源极,第三开关的一端连接场效应管的栅极,场效应管的源极、万用表的电流档、第一直流电源、场效应管的漏极串联在一起。

[0008] 还提供了这种测量压电器件开路电压的装置的使用方法,包括以下步骤:

[0009] (1) 闭合第三开关,用第二直流电源对测量系统进行标定;

[0010] (2) 打开第三开关,然后同时闭合第一开关和第二开关,清除残余电荷;

[0011] (3) 打开第二开关,开始测量;

[0012] (4) 通过万用表实时地读取电流数据,并将数据传到计算机上;

[0013] (5) 通过计算得到栅极和源极之间的电压,从而获得所测量压电器件的开路电压

值。

[0014] 本发明使用场效应管电路,既是从测量电压转化成测量电流,又是实现了不同量程之间的转化。普通万用表测电压的方法是通过内阻形成电流,但是一旦形成电流,电荷就会移动,电压也会减小,所以测得的不是原来的开路电压,而把电极连接到场效应管的栅极G和源极S上,电压就几乎不会衰减,因为GS极间阻值极大,一般可达 10^{12} 欧姆以上,有的甚至高达 10^{15} 欧姆以上,场效应管DS极间的电流受到GS极间的电压影响,但不是由GS极间的电压直接产生的,这个电流比GS极间的电流大好几个数量级,用普通万用表就可以测量,所以本发明能够准确测量压电器件受到周期载荷时产生的开路电压,电路原理简单,经济实用。

附图说明

[0015] 图1示出了根据本发明的测量压电器件开路电压的装置的一个优选实施例的结构示意图。

[0016] 图2示出了根据本发明的测量压电器件开路电压的装置的使用方法的流程图。

[0017] 图3是第二直流电源的一个优选实施例。

具体实施方式

[0018] 针对普通万用表的电压测量失真,以及市场上常见的传统静电电压表的不适用性,以及最先进的静电计的昂贵,本发明的目的是给压电领域的研究者提供一种简单可靠的方法和装置去得到所要测量的开路电压。同时,对于具体条件的测量可以给出因电荷通过了电压表内阻而引起误差的估计。

[0019] 如图1所示,这种测量压电器件开路电压的装置,其包括场效应管、第一开关1、第二开关2、第三开关3、第一直流电源 E_1 、第二直流电源 E_2 、万用表,第一支路上所测量压电器件与第一开关串联,第二支路上是第二开关,第三支路上第二直流电源与第三开关串联,第一、二、三支路并联,第二直流电源的负极连接场效应管的源极S,第三开关的一端连接场效应管的栅极G,场效应管的源极S、万用表的电流档、第一直流电源、场效应管的漏极D串联在一起。

[0020] 另外,该装置还包括计算机,万用表通过USB数据线与计算机连接。

[0021] 另外,所述场效应管是N沟道耗尽型绝缘栅场效应管。

[0022] 另外,对于特定的压电器件、加载方式和精度要求,所挑选场效应管的输入内阻必须超过某临界值,这个临界值为 $R_0 = t / (C \ln(1 / (1 - \delta / \bar{\epsilon}_{aver})))$,其中t是测量时间,C是压电器

件的电容, δ 是t时刻的绝对误差/最大开路电压, $\bar{\epsilon}_{aver} = \int_0^1 \epsilon / \epsilon_{max} d(ft)$ 是和波形有关的常数,

其中, ϵ 是压电器件的应变, ϵ_{max} 是压电器件的最大应变,f是周期载荷的频率。

[0023] 另外,所述N沟道耗尽型绝缘栅场效应管可以是型号为ALD114935的N沟道耗尽型绝缘栅场效应管,或是其它型号的GS极间内阻足够大且电容较小的N沟道耗尽型绝缘栅场效应管。

[0024] 另外,如图3所示,所述第二直流电源通过若干节碱性干电池和变阻器形成,并且在输出端并联一个普通电压表。

[0025] 另外,所述第一直流电源是一节碱性干电池。

[0026] 如图2所示,还提供了这种测量压电器件开路电压的装置的使用方法,包括以下步骤:

[0027] (1) 闭合第三开关,用第二直流电源对测量系统进行标定;

[0028] (2) 打开第三开关,然后同时闭合第一开关和第二开关,清除残余电荷;

[0029] (3) 打开第二开关,开始测量;

[0030] (4) 通过万用表实时地读取电流数据,并将数据传到计算机上;

[0031] (5) 通过计算得到栅极和源极之间的电压,从而获得所测量压电器件的开路电压值。

[0032] 本发明使用场效应管电路,既是从测量电压转化成测量电流,又是实现了不同量程之间的转化。普通万用表测电压的方法是通过内阻形成电流,但是一旦形成电流,电荷就会移动,电压也会减小,所以测得的不是原来的开路电压,而把电极连接到场效应管的栅极G和源极S上,电压就几乎不会衰减,因为GS极间阻值极大,一般可达 10^{12} 欧姆以上,有的甚至高达 10^{15} 欧姆以上,场效应管DS极间的电流受到GS极间的电压影响,但不是由GS极间的电压直接产生的,这个电流比GS极间的电流大好几个数量级,用普通万用表就可以测量,所以本发明能够准确测量压电器件受到周期载荷时产生的开路电压,电路原理简单,经济实用。

[0033] 另外,所述步骤(4)中通过USB数据线传到计算机上,所述步骤(5)中计算机对电流数据做线性的函数转换,得到栅极和源极之间的电压。

[0034] 场效应管的性能在长期(比如几个月)会有微小的改变;但在短时间内其性能是稳定的,比如我们实验用的性能好的场效应管可以在几个小时内保持零点漂移在0.5%以内(实验室环境下),所以只需要在测量前重新标定一次就可以使用若干小时。这个精度对于研究压电器件产生的开路电压来说一般是足够的。

[0035] 相比直接用普通万用表测量,本申请的方法可以真实反映压电器件开路电压的大小,在一段时间内几乎没有失真,对于较长时间的测量还可以给出因内阻不是无穷大而导致误差的估计。

[0036] 相比静电电压表:利用静电力原理的接触式静电电压表对于测量压电器件开路电压并不适应;利用静电感应原理的非接触式静电电压表受带电体尺寸、测试距离影响很大,也不准确。

[0037] 相比最先进的接触式静电计,本申请方法的电路原理简单,经济实用。

[0038] 以下给出一个具体实施例。

[0039] 按照图1所示的电路连接。首先是测量系统的标定,即在测量之前必须标定场效应管GS极间电压和DS极间电流的关系,得到函数关系式和参数。场效应管的理论特性和详尽的实验,都证明了某些N沟道耗尽型场效应管在小信号输入输出是线性关系,所以参数就是零点和斜率。只闭合开关3就可以用已知且可变的电源 E_2 进行标定。

[0040] 每次开始测量之前都要同时闭合开关1和开关2是清除残余静电荷,然后只闭合开关1开始正式测量,GS极的不同电压会使DS极间的电流值发生变化,在小信号时是线性函数关系,台式万用表实时地读取数据,并通过USB数据线传到计算机上,计算机对其做线性的函数转换,就得到GS极间的电压,然后可以在各种绘图软件比如Origin中显示,或进一步的应用。这个过程可以手动操作,也可以编程自动转换并输出。

[0041] 以上所述,仅是本发明的一个实施例,并非对本发明作任何形式上的限制,凡是依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何的简单修改、等同变化与修饰,均仍属本发明技术方案的保护范围。比如,原则上,即使GS极间的电压和DS极间的电流的关系不是线性变化的,只要是固定的,也可以用这个方法,只是转换公式稍微复杂一些。本发明所说利用线性区,一是因为它对于研究小型压电器件的开路电压一般是足够的,二是多次实验发现线性区的性能非常稳定,零点和斜率都几乎不变(不过每隔一段时间在测量前还是要重新确定一遍)。

[0042] 需要说明的是,根据具体测量的持续时间 t 、压电器件的电容 C 和外力加载的波形

相关参数 $\bar{\varepsilon}_{aver} = \int_0^1 \varepsilon / \varepsilon_{max} d(ft)$ (其中, ε 是压电器件的应变, ε_{max} 是压电器件的最大应变, f 是

周期载荷的频率), 可以给出因电荷通过电压表内阻 R_0 而产生的 t 时刻的理论误差 δ 供测量

者参考, $\delta \approx \bar{\varepsilon}_{aver} \left(1 - e^{-\frac{t}{CR_0}} \right)$ 。超过一定时间的测量结果是无效的。

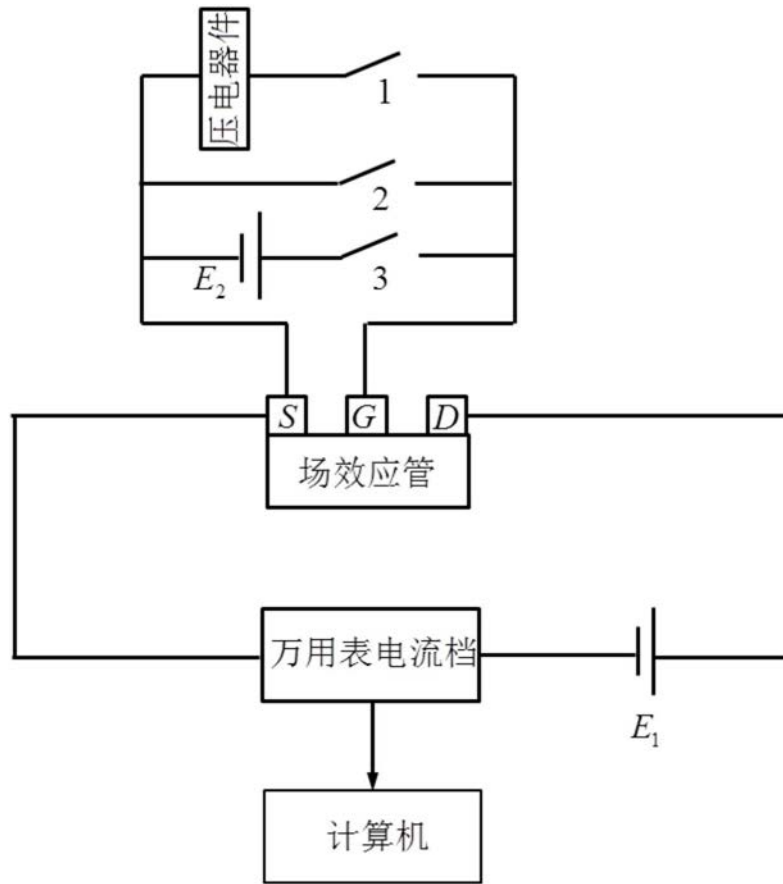


图1

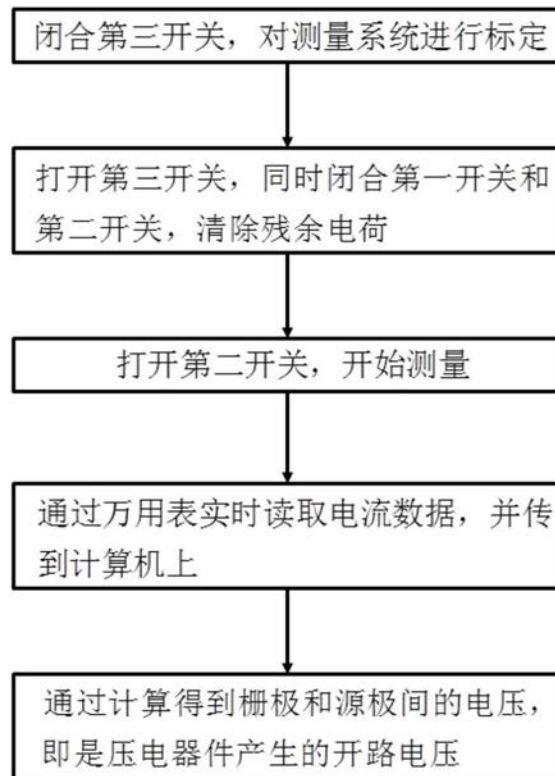


图2

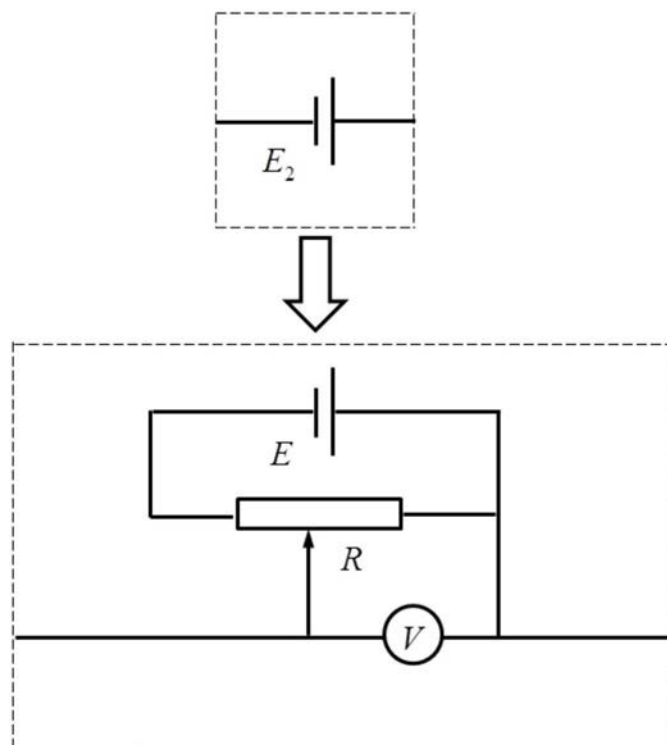


图3