

差压型离子枪

胡 永 年 译

1. 前言

考察各种类型的分析离子枪时,用稀有气体离子束的离子枪大致有两种。第一种是为了控制电离室压强而设有专用排气系统的差动排气离子枪。第二种是所谓的简易型离子枪,它具有以下几个优点:(1)不需要差动排气的泵;(2)容易烘烤;(3)价格便宜。

然而,要让简易型离子枪工作,必须向试件室里输入 10^{-5} 托左右的稀有气体,因而排气室使用的泵需停止工作,或尽量降低抽速。因此难免使试件室内各种杂质气体的分压上升。并使这些杂质气体吸附在试件表面上,这对表面分析,将产生各种障碍。

为了充分发挥简易型离子枪的优点,并克服上述的缺点,最好制作这样的差压型离子枪,即不要用离子枪专用的抽气系统,只使电离室的压强保持为 10^{-5} 托,并让试件室的抽气系统能够工作的离子枪。根据这种设想改进了简易型离子枪,制造了差压式离子枪。下面叙述一下改进的情况和离子枪的特性。

2. 改进内容

图1是简易型离子枪的示意图,通常是把离子枪的法兰直接安装在试件室的离子枪用的窗口上使用。在图上没有详细地表示,因为在电离室上没有任何遮盖,所以电离室的压强 P_1 和试件室的压强 P_2 是一样的。

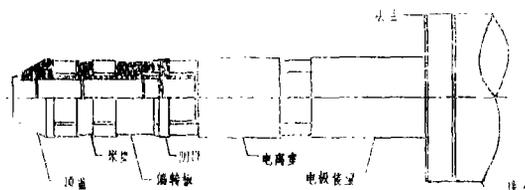


图1 简易式离子枪的示意图

当改进简易型离子枪成差压型离子枪时,则应该注意以下几点:(1)必须建立稀有气体的输入部分;(2)必须在电离室的外侧建立一气密的屏蔽;(3)务必把 P_1 保持在 10^{-5} 托;(4)尽量使 P_2 获得低值;(5)尽可能使离子电流不受影响。为了满足这些条件,按图2所示模式进行了改进。即为了满足条件(1)建立了输入气体用的控制阀 Λ 。为

满足条件(2)制造了带有银制O圈的筒腔B,而且在加速用的阴极上安装了节流孔C。为了观察(3),在 Λ 上设置了安装真空计用的窗口。为了满足(4)和(5),以改变C的孔径来调整。改进后的差压式离子枪的概况如图3。

3. 结果和研究

用于试验的排气设备的试件室体积为75升。由排气速度为200升/秒的离子泵进行排气,烘烤后的极限真空是 2×10^{-10} 托。图4为在极限真空下残余气体的质量谱线。图中纵轴是质谱计显示的离子电流值。

当泵停止工作时,试件室的压强就开始上升,30个小时后为 2×10^{-7} 托,其主要成份是

He、Ar、Ne、CH₄。虽然这些气体中的稀有气体不妨碍表面分析,但是CH₄被吸附于试样表面使得难以分辨试样中的C成份。按通常的方法让简易型离子枪工作时,停止离子泵的排气以后,向试样室里导入10⁻⁵托氩气,这时试样室内产生同样的杂质气体。图5表示了这种情况下的质量谱线。从与图4的比较,可知CH₄、H₂O、CO的峰有明显的增加。

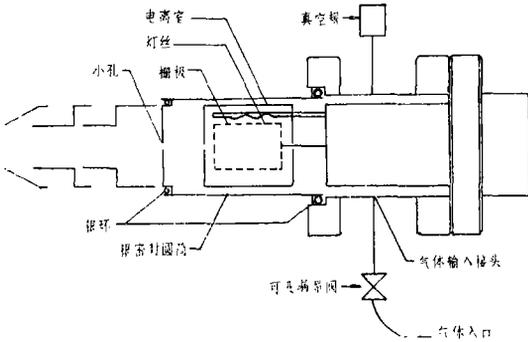


图2 差压式离子枪示意图

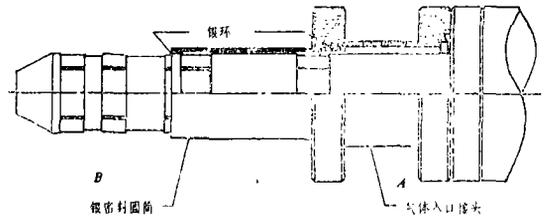


图3 差压式离子枪的略图

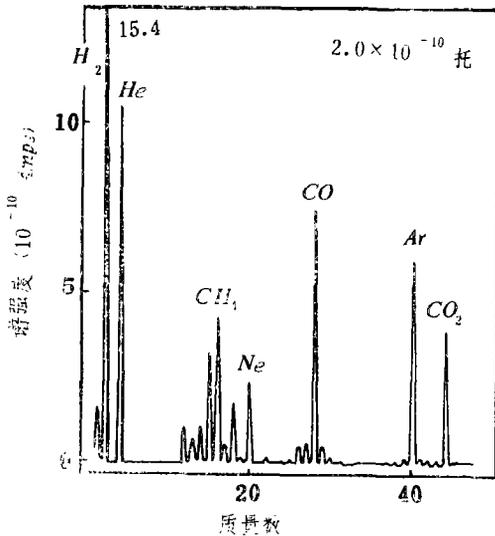


图4 极限压强下残余气体质量谱

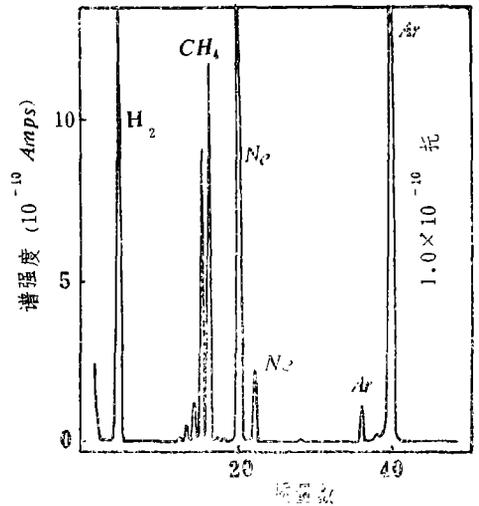


图5 简易式离子枪工作时残余气体质量谱

如前面所述,本实验的问题是在尽可能不影响离子电流的条件下,如何使P₁与P₂之间有一个大的压差。于是经常让P₁保持1×10⁻⁵托,用改变节流孔的孔径进行了各种试验。当孔径小于1毫米时,孔的面积和离子流之间大致成正比,但大于1毫米以上时,即使再增大孔径,离子流亦不增大,而且采用孔径1毫米节流孔时的离子流约是没有节流孔时的1/10。P₂也随着节流孔的孔径增加而增加,孔径1毫米时的P₂是5×10⁻⁸托。精确地决定最佳孔径是困难的,但是为了高效提取离子流,以孔径大于1毫米进行了下述的试验。

将差压型离子枪工作时的试样室质量谱线表示于图6。与图5相比较,可知CH₄和H₂O的峰变得非常小。把这些结果归纳于表1中。

从表中所列举的全部残余气体成份来看，与使用简易型离子枪时的(B)相比，使用差压型离子枪时的(C)值为小。尤其CH₄的产生量有显著的差别。(B)与(C)的全压比是

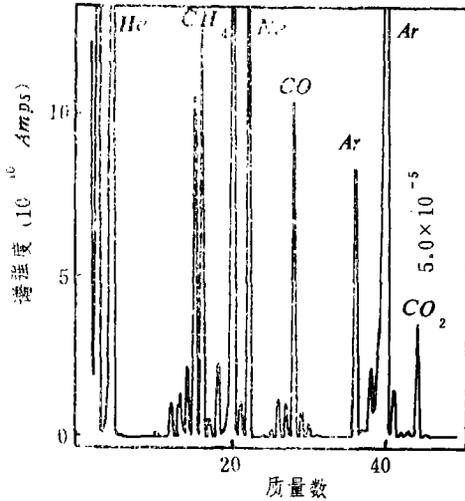


图6 差压式离子枪工作时，残余气体的质谱

表1 离子强度在 10⁻¹⁰ 安的质谱比较

组 分	情况 A	情况 B (B/A)	情况 C (C/A)
H ₂	15.4	880(57)	640(42)
CH ₄	4.4	11800(2680)	13(3)
H ₂ O	1.8	109(60)	2.1(1)
OC	7.5	62(8)	10(1)
CO ₂	3.9	4(1)	3.6(1)
总压强(托)	2 × 10 ⁻¹⁰	1 × 10 ⁻⁵	5 × 10 ⁻⁸

A: 极限压强 B: 简易型 C: 差压型

0.005。然而(B)与(C)的CH₄分压比只有0.0012以下。即使用差压型离子枪后，不仅降低了试样室的总压强，而且对于试样中碳成分研究有妨碍的CH₄的产生量与全压强相比更小，CH₄的分压值，只有极限真空的3倍。比较(B)和(C)时，H₂O、CO、CO₂的分压比并不小于全压比，可是由于这些成份在(C)里的数值和在极限压强下的数值大致相等，所以再进一步改善是有困难的。对于H₂，(B)、(C)两者的差别不甚大，是在极限压强时残留H₂量的40~50倍。因而，在有关试件中H₂的研究还是一个问题。

4. 结论

将简易型离子枪改进制成差压型离子枪后，离子流为简易型时的1/10。试样室中活性杂质气体的产生量，除H₂以外，与在排气系统的极限压强时的残留气体的量大致相等。尤其是CH₄的分压仅为简易型时的0.001倍。

(译自“真空”(日)26 5 (1983) 140 梁民达校 原文作者 如野东一等)