

柱形电极, 电极直径 2.5 毫米, 孔穴直径 2 毫米, 孔深 2 毫米. 光源的电学参数为 15kV、1.33 μ F, 放电频率 44 次/分, 曝光 240 个火花. 在 ДФС-5M 上用 ORWO-UV-2 舒曼板记录. 在 Zeiss 测微光度计上测量谱线黑度, 测微计狭缝宽度 40 μ , 扣除谱线背景, 在 Si 的含量范围 0.1—1% 范围内选用 SiIV1393.755 Å 谱线, 并绘出它的定量分析工作曲线.

上述实验表明, 由于采用了 Si 的高次离子化谱线, 没有发现其他杂质元素(如 Al、Cu) 的干扰.

图 8 是用钛粉为基体, 加入 Al、Si 作为杂质, 稀释为 0.5—0.03% 的含量范围, 选用 AlIII1611.858 Å 作出定量分析曲线. 同时我们还检验了工业用的氧化铜为基体的 Al 的含量, 得到了令人满意的结果.

可见, 选用高次离子化谱线进行定量分析工作, 将有可能在不同基体的试样中同时进行对杂质元素的定量测定.

四、 讨 论

实验证明, 这个三电极真空火花光源, 除了结构简单, 操作方便之外, 还具有放电稳定的特点.

Romand, J. 等人^[7,8]采用了同一类型的光源对钛样品中硫、磷、碳、硅、氮、氧进行了同时测定, 同样选用了 CIV1548.2 Å、SiIV1393.73 Å、SVI993.4 Å、PVII118 Å、NiV765.1 Å 的分析线. 测定范围是: C 0.01~0.04% (绝对误差为 0.0013%); Si 0.002~0.03% (绝对误差为 0.0007%); P 0.003~0.045% (绝对误差为 0.0008%); S 0.016~0.032% (绝对误差为 0.005%) N 0.003~0.011%, (绝对误差为 0.0003%); O₂ 0.015~0.03% (绝对误差为 0.0007%). 从这些结果看来, 在真空紫外光谱区域里, 采用这种类型光源, 可以解决非金属、气体、金属杂质的同时测定问题. 和其他方法(可见紫外光谱法、真空熔融气相色谱法、红外光谱法等)相比较, 它具有一定的优越性. 同时, 有人认为, 非金属气体杂质元素的共振线大部分落

在真空紫外光谱区, 在这个区域内开展这方面的工作显得更加有利^[12,6,13]. 我们现用的光源条件和 Romand, J. 等人的光源相比, 基本上是相同的. 但是, 由于我们缺乏气体标样, 没有开展对气体杂质进行定量测定工作. 我们认为, 这个光源是可以胜任上述分析工作的. 如果把 ДФС-5M 接收部份改成光电记录, 在提高分析灵敏度和分析速度方面都是非常有利的. 由于采用高次离子化谱线作分析线, 消除第三元素干扰, 对于建立在各种不同基体合金中采用同一定量分析工作曲线的方法也将成为可能.

参 考 文 献

- [1] Tousey, R., *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 2 (1962), 631.
- [2] Vodar, B., *Proceedings of the Xth Colloquium Spectroscopicum Internationale*, (1963), 217—247.
- [3] 小林喬郎译, «应用物理», 44 (1975), 1041—1058.
- [4] Bradley, D. J., *Opt. Commun.*, 18 (1976), 120.
- [5] Romand, J., Ballaffet, G. et Vodar, B., *The Spectrochimica Acta*, 13 (1958), 150.
- [6] Milazzo, G. and Soprani, N., *Applied Spectroscopy*, 21 (1967), 172, 257.
- [7] “*Metallurgia*”, 69 (1964), 197—199.
- [8] Romand, J., Ballaffet, G. et Vodar, B., *The Spectrochimica Acta*, 6 (1959), 454.
- [9] Jacques Romand, M. et Vodar, M. B., *Journal de Physique et Laradium*, 16 (1955), 489—490.
- [10] Romand, J., et Vodar, B., *Journal de Physique et Laradium*, 18 (1957), 641; 20 (1959), 509.
- [11] Malamand, F., *Analysis*, 1 (1972), 426.
- [12] Bernoron, R., Romand, J., *Mén Scient Rev m'etallurgic*, 61 (1964), 209—220.
- [13] Лрокофьев, В. К., *ИЗВ. АН. СССР. Сер. Физ.*, 9 (1945), 691—697.

热声振荡在液面探测中的应用

曹 效 文

本文叙述了一种根据“热声振荡”现象制做的液面探测计. 这种液面探测计不仅可以用来探测液氦或液氢的液面, 还可以在某些实验中用作液面报警器. 它的结构简单, 不需要任何电源和仪器.

在使用液氦或液氢的低温实验中, 当一个小直径的合金管的开端插进低温容器, 而封闭端处于室温时,

往往可以观察到管中气柱自发的纵向的无阻尼振荡, 这个现象就是有名的“热声振荡”现象^[1-4]. 产生热声振荡的主要条件是: 合金管的内径或两个同心管之间的环形间隔足够小, 通常在 10 毫米以下; 沿着管的长度存在一个很陡的温度梯度; 管的开端所处的温度低于 30°K 等. 当管径足够小时, 例如在 5 毫米以下, 如果

不采取必要措施,这种热声振荡现象几乎是不可避免的。热声振荡的频率和振幅特性依照管的开端是处于蒸气中还是处于液体中而有显著区别,前者频率较高振幅也较大。根据这一振荡特性差别就可以制做一种热声振荡液面探测计。

曾经有人^[1,2]利用热声振荡现象来制做液氮液面计,其方法是用一块医用橡皮膜罩在一个开口管上端的铜碗上(如图1所示),用手感觉膜的振动频率的变化来判断液面的位置,但是这种方法不够直观。

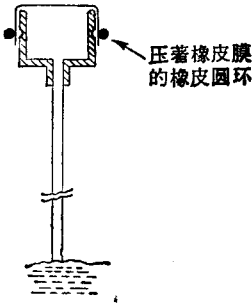


图1 改进前的液氮液面探测计

我们利用热声振荡现象制做了一种液氮液面探测计,其结构如图2所示。图中1是不锈钢或德银管;2是黄铜碗,3是圆形橡皮密封圈,4是铝箔或铜箔,5是医用听诊器探头。之所以用医用听诊器探头,是因为它的音响效果好,也比较方便。当管1插进低温容器

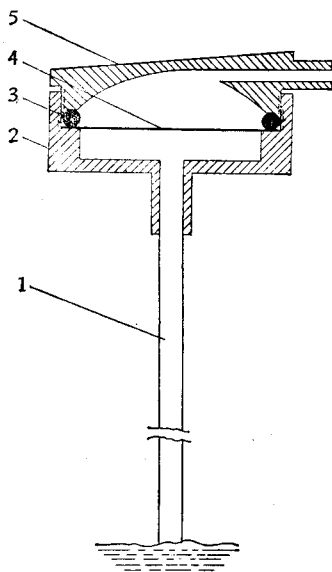


图2 改进后的液氮液面探测计

一定深度以后,管中的氮气柱就自发地产生了纵向的无阻尼振荡,振荡的气柱迫使金属箔4振动,而金属箔又迫使它本身和医用听诊器探头5之间空腔中的空气以同样频率振荡,这样就在听诊器探头5的开口处激起一股具有一定频率的振荡气流,并发出一种啸叫声,

其音量仅凭人的听觉就能清晰的听到。啸叫声的频率和音量与所用合金管的内径有关。下面仅以内径3毫米、壁厚0.5毫米的德银管为例来叙述探测液氮面的实验情况。

插进容器的管1,当开口的下端到达液面上方约10厘米左右位置时,液面探测计便发出刺耳的啸叫声,并伴随着液体的翻腾,其音量可和一台袖珍半导体收音机相当。这种情况一直持续到开端到达液面为止。当开端到达液面或液面以下时,啸叫声的音量突然减弱。如果装置制做的合理,其音量几乎能减弱到难以听到的程度,频率突然降到约2—3次/秒左右,液面也突然平静了。测量液面的精度与测量程序有关。当合金管的开端由蒸气进入液体时,由于在蒸气中的较强烈的振荡引起了液面的翻腾,测量精度较差,约为 ± 3 毫米;反之,当开端由液体进入蒸气时,测量精度可到 ± 1 毫米。

这种液面计除了用作液面的探测之外,还可用作液面报警器。例如在大中型超导磁体的运转或实验中,通常是不允许液氮液面下降到某一高度以下的。如果事先把这种液面计合金管的开端固定在这一高度位置上,当液面下降到这一高度以下时,液面探测计所发出的啸叫声就会突然增大,频率突然升高,达到报警的目的,这一应用是较突出的。

这种液面探测计也适用于液氢。

要制做一个好的热声振荡液面探测计需要注意以下几个问题。(1)对合金管的管径要有一个合理的选择,我们分别选用了内径为2毫米、3毫米和4毫米,壁厚皆为0.5毫米的德银管进行了比较实验,发现振荡频率随管的内径的增加而减小,就人的听觉而言,后两种直径的合金管汽、液振荡频率的差别更显著,但内径4毫米德银管造成的液体消耗较大。所以,以内径为3毫米的德银管(或不锈钢管)较为合适;(2)金属箔的厚度也要有一定选择,这与黄铜碗的大小有关,就上述装置而言,选用50微米厚的铝箔较好,太厚了气流推不动,太薄了则易产生塑性形变;(3)在制做中,要保持金属箔的平整完好和一定的张紧度,这样做不仅能使发出的啸叫声比较清脆,更重要的是可以使汽、液振荡的音量差别更加显著,同时也可减少液体的消耗量。

这种液面探测计要消耗一定量的低温液体,但凡需要进行液面探测或报警的场合,这种消耗都是能允许的。

参 考 文 献

- [1] Rose-Innes, A. C., *Low Temperature Techniques*, London, (1964), 7—9.
- [2] Gaffney, J. and Clement, J. R., *Rev. Sci. Instrum.*, **26** (1955), 620.
- [3] Hilal, M. A. and McIntosh, G. E., *Cryogenics*, **16-2** (1976).
- [4] Dmitrevskiy, Yu. P. and Mel'nik, Yu M., *Cryogenics*, **16-1** (1976), 25.
- [5] 怀特, G. K. 著, 洪朝生等译, «低温物理实验技术», 科学出版社, (1962), 54.