

① 47-50

透射式近 UV 光阴极的研究

张云深 姜德龙

(长春光学精密机械学院, 长春 130022)

TN304

摘要 文中首先简要地介绍了化合物近 UV 光阴极, 然后详述了高稳定度纯金薄膜光阴极的实验方法, 给出了制备技术和测试结果, 最后指出了其优点及应用前景。

关键词 UV 光阴极; Au 薄膜; 透过率; 寿命

1 引言

到目前为止, 众所周知的红外和可见光波段的透射式 S-系列光阴极以及 III-V 族负电子亲和势光阴极的基本理论和制备技术已日臻成熟, 并成功地应用于光电管、光电倍增管、变像管和像增强器以及摄像管等真空器件中。而 UV 光阴极的研究起步较晚。UV 光子能量较大, S-系列和 III-V 族 GaAs 光阴极在近 UV 区几乎都有响应, 图 1 示出了几种典型光阴极的光谱响应特性。但在实际应用中, 对 UV 光阴极还有一些具体要求: (1) 在大气中使用, 要求 UV 光阴极必须具备太阳盲特性 (对可见光不敏感); (2) 窗口材料具有较高的 UV 透过特性; (3) 非金属 UV 光阴极的基底材料具有较低的 UV 吸收特性 (吸收率小于 15%) 和化学稳定性; (4) 阴极本身光电发射特性稳定。

通常将 UV 光阴极分为化合物和纯金属的两类, 文中重点介绍 Au 薄膜光阴极。

2 化合物近 UV 光阴极— Cs_2Te

在近 UV 区 (380—200nm) 的透射式化合物光阴极以碲化铯 (Cs_2Te) 和碲化铷 (Rb_2Te) 最为典型。合适的窗口材料是石英和白宝石, 截止波长 180nm, Ni 或 Cr 是适用的基底材料, 使其在窗口的内表面形成很薄的导电膜。 Cs_2Te 光阴极的工艺与 Cs_3Sb 光阴极工艺相似。先在基底导电膜上蒸 Te, 然后在 140°C 时引 Cs, 化学

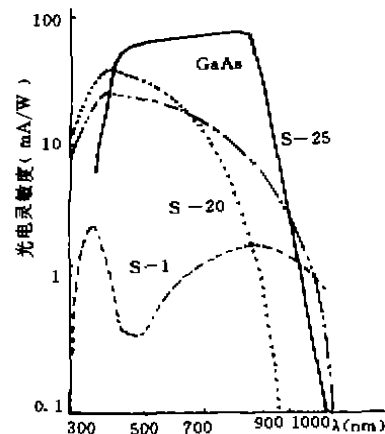


图 1 光电阴极的光谱响应

收稿日期: 1993年7月30日

反应后即形成 Cs_2Te 薄膜。Cs 量控制是关键,其可使阴极响应在可见光处截止。图 2 示出了 Cs_2Te 有光阴极的光谱响应。已测得 Cs_2Te 禁带宽度 E_g 略小于 $3.5eV$,而 $E_g + E_s = 3.5eV$,显然电子亲和势 E_s 仅为零点几电子伏。 Cs_2Te 阴极光电子发射的峰值是由价带电子产生的带隙跃迁所致。Cs 量控制合适,在 $\lambda = 253.7nm$ 处量子效率可达 15% 。在 $20^\circ C$ 时暗发射约为 $10^{-18} A/cm^2$ 。化合物近 UV 光阴极主要用于 UV 光电管和光电倍增管中。在大气中暴露时阴极将失效。

3 纯金属透射式近 UV 光阴极—Au 薄膜

3.1 窗口和基底材料

我们选用了 YS 一系列石英玻璃作为窗口材料,其在 $240-300nm$ 范围内 UV 透过率大于 85% 。由于 Au 是纯金属,因此不再另选基底。

3.2 Au 薄膜光阴极的制备

将载有纯 Au 丝(或粉)的铝舟置于真空室内,在真空度为 $(1-3) \times 10^{-3} Pa$ 时用蒸发的方法在石英玻璃片上形成 Au 薄膜,其厚度可由加热电流和持续时间控制,或用在真空装置中特制的 Au 薄膜白光透过率的测试组件随时测量白光透过率大小来达到控制 UV 透过率(相当于控制 Au 薄膜厚度)的目的。图 3 示出了 Au 薄膜 UV 透过率与白光透过率的关系。

3.3 Au 薄膜光阴极光电发射特性的测量

将 Au 薄膜光阴极制成可拆卸的光电二极管。选用 ZMII7 型盘香式 UV 线灯作为近 UV 辐射源,其在 $253.7nm$ 处谱线最强,在其附近辐射能占总辐射能的 90% 以上。Au 薄膜光阴极长波阈值为 $276.5nm$ 。可见二者光谱匹配得比较好。图 4 示出了 Au 光电二极管的伏安特性和 Au 光阴极的暗发射特性。实测表明:Au 光阴极面直径为 $25mm$ 、光源与 Au 光阴极面间距为 $7cm$ 时,饱和光电流密度可达 $10^{-8} A/cm^2$ (此时 Au 薄膜白光透过率为 70% ,UV 透过率为 1.6%),而暗发射电流密度约为 $10^{-14} A/cm^2$ (较理论值稍大),实验结果表明:膜层薄时,光敏层呈蓝色,光电发射能力较强;膜层较厚时,光敏层呈棕黄色,光电发射能力较弱。

3.4 Au 薄膜光阴极的稳定性和寿命

所谓稳定性系指 Au 薄膜在存放过程和工作过程中光电发射性能下降情况两个方面的含义,当光电发射力下降到一定程度(根据实际需要可人为地规定)后可认为失效,相当于寿命截止。对应前者称搁置寿命,后者称工作寿命。

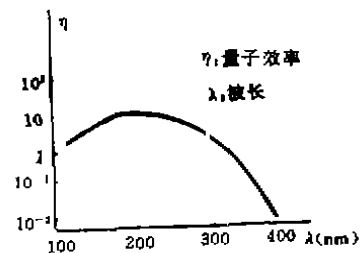


图 2 Cs_2Te 光阴极的光谱响应

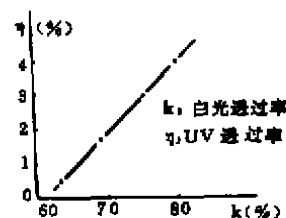


图 3 示出了 Au 薄膜 UV 透过率与白光透过率的关系

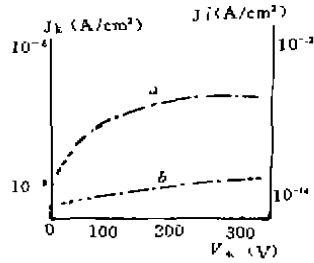


图4 Au 光电二极管的伏安特性(a)和暗发射特性(b)

Au 是纯金属,其化学稳定性高,不易与气体分子相互作用而中毒,但 Au 薄膜的牢固性和稳定性与其制备过程中的表面清除情况密切相关。如果蒸镀前未对石英玻璃片进行彻底的电子轰击或高湿加热除气,则膜层牢固性差,在室内湿度较大和温度较高时,经多次暴露于大气后,逐渐形成以原子团为单元微粒;如受到短波射线较长时间的辐照,其光电发射能力将明显下降。这是搁置时必须注意的问题。

Au 薄膜光阴极工作时,忌受正离子轰击和金属电极放气的污染。二者是其工作寿命变短的主要原因。

短的主要原因。

实际应用表明:Au 薄膜允许多次短时间暴露于大气之中,而光电发射特性无明显变化,其光电发射的稳定度可达 1%^[3]。

4 Au 薄膜光阴极的应用

许多光电器件的测试中,要求电流密度分布均匀,稳定度高的面电子源,而 Au 薄膜光阴极恰恰具备了这样特点。目前已把 Au 薄膜光阴极用于微通道板(MCP)的电参量测试系统中。

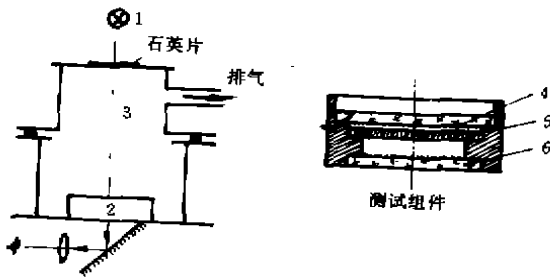


图5 MCP 特性测试原理(a)和组件(b)
1—UV 源;2—测试组件;3—真空室。
4—Au 光阴极;5—MCP;6—荧光屏。

图5示出了 MCP 特性参数测量系统原理(a)及组件(b)其中 Au 薄膜光阴极,允许上百次的在干燥净室中暴露而光电发射性能和稳定性,都令人满意,其工作寿命达一两年之长。搁置时,宜于在真空环境中或充有 N₂ 的容器内保存。

电子光学光具座或像管的动态模拟系统,需经常拆卸,Au 薄膜光阴极正是合适的面电子源。现在已出现带 Au 薄膜光阴极的近 UV 光电管、光电倍增管和变像管。图6示出了近 UV 变像管的结构。为了保证像质,在 Au 阴极前必须加一网状栅极,相对阴极加较高的电位,以减少速度分布和角分布所造成的电子离散。Au 薄膜阴极的像管可在大气中装配,这样就大大地简化了制管的工艺。

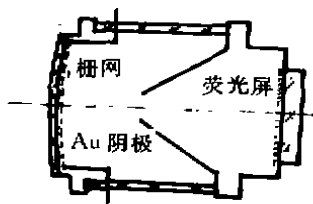


图6 UV 变像管

实践表明 Au 薄膜阴极制备容易,激发方式简单,使用方便,尤其是允许多次暴露于大气后,光电发射仍均匀、稳定。目前倍受人们的青睐。

Au 薄膜光阴极的研究还在继续,其在各科学领域中的应用有待于更进一步的开发。

参 考 文 献

- [1] 邹昇松,《光电真空成像器件及理论分析》,国防工业出版社,(1989)
[2] Tian Jingquan,Zhang Baifu et al,SPIE,Vol. 1230,228~230,(1990)
[3] L. M. Rangarjan,Vacuum,Vol. 30,11/12,515~522,(1980)

Study of Transmission-type Near-UV Photocathode

Zhang Yunshen, Jiang Delong

*(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, Changchun 130022)***Abstract**

In this paper, near-UV photocathode of compound is briefly presented. Then, the experimental method on the near-UV photocathode of pure gold thin film with high stability is described in detail and the preparing technology and the results are given. Finally, the advantage and potential applications are pointed out.

Key words: UV photocathode, Gold thin film, Transmittance, Life