

钨膜的激光化学沉积

Abstract: The deposition of W film by means of photolysis of vapor $W(CO)_6$ with a 257.3 nm UV laser is presented. The dependence of the deposition rate on the light intensity, cell temperature and buffer gas pressure are investigated and the relationship between the photolysis deposition rate of $W(CO)_6$ and the intensity of deposition light has been observed.

激光化学气相沉积是近几年来发展起来的一项新技术,能在固体表面微区沉积膜层、掺杂和光刻等,可望在固体微电子学、集成光学等许多现代科学领域内获得应用。

大多数金属羰基化合物的光分解发生在近紫外波段,一般是一个多步分解过程^[1],利用速率方程的方法可以得到。分解速率和光强的关系与中间态寿命有关,只要中间态寿命充分长,分解速率与光强仍然成线性关系,因此沉积速率亦与光强成线性关系。

用 Ar^+ 激光的 514.5 nm 谱线经 ADP 晶体倍频产生 257.3 nm 波长的紫外相干辐射,输出功率 5 mW。通过透镜聚焦在石英基片表面,焦点处的光斑半径为 2.5 μm 。石英基片置于真空气室内,两端为石英窗片,抽空后充以 $W(CO)_6$ 及缓冲气体。焦点处的 $W(CO)_6$ 气体分子在紫外光光子作用下产生分解,使钨原子沉积在基片上。

$W(CO)_6$ 为白色粉末状,直接置于气室中。气室由不锈钢制成,有一个夹层,可以通恒温水,以保持气室的温度恒定,使气室中的 $W(CO)_6$ 有恒定的蒸气压。水温由超级恒温器控制。气室与真空系统连接,在沉积前气室抽空。气室置于三维调节架上,可作精密调节,使紫外光束聚焦在基片表面上,并可以使气室在垂直于光束方向移动选择沉积位置。

测量得到沉积速率与光强成线性关系,与文献^[2]的结果一致。当光强较强时,沉积速率逐步趋向饱和。

在非饱和沉积时,随着气室温度的升高, $W(CO)_6$ 的饱和蒸气压增加,沉积速率也随之增大,沉积速率与绝对温度的倒数成指数关系,如图 1 所示,这与理

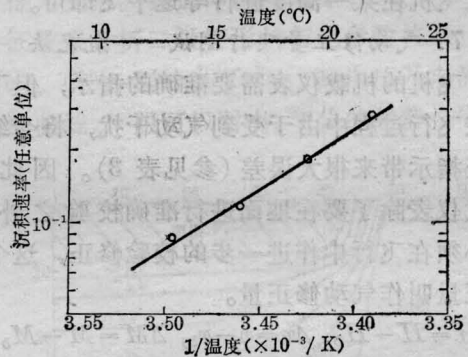


图 1 沉积速率与温度的关系
(257.3 nm 光光强 4.6 kW/cm², He 气压 220 Torr)

论预期的一致。

缓冲气体的存在,使钨原子的扩散长度减小,可使沉积被较好地限制在聚焦光斑区内,消除了背景沉积。但是由于沉积原子主要来自表面附近一个自由程内分解的 $W(CO)_6$ 分子,随着缓冲气体气压的增加,沉积到基片表面的钨原子数减少,因此沉积速率随缓冲气体 He 气的气压增大而减小。图 2 给出

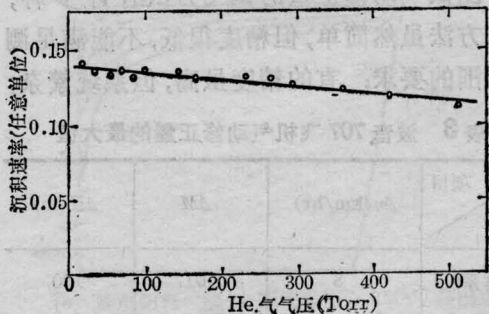


图 2 沉积速率与 He 气压的关系
(257.3 nm 光光强 3.5 kW/cm², 气室温度 10°C)



图3 用 Nomaski 显微镜拍摄的钨膜照片
(257.3 nm 光光强 2.8 kW/cm²; 气室温度 10°C;
He 气压 220 Torr; 沉积膜直径 5 μm)

了实验结果。

沉积得到的膜层用 Nomaski 显微镜进行观察, 如图 3 所示。

参 考 文 献

- [1] Z. Karny *et al.*; *Chem. Phys. Lett.*, 1978, **59**, No. 1, 33.
[2] D. J. Ehrlich *et al.*; *J. Electrochem. Society*, 1981, **128**, 2041.

(上海市激光技术研究所 曾永健 顾原岗 邱明新
1984年7月2日)

惰性气体红外跃迁的饱和光电流特性

Abstract: The saturation characteristics of infrared OGE of discharged positive column in Ne, Ar and Xe gases are measured. It is found that the spectral lines are homogeneously broadened, and the saturation intensity of transitions is independent on the sample concentration and the total pressure or the discharge current. The line width of the transition NeI 4S₁-5P₁ has been estimated.

饱和强度 I_s 是研究能级跃迁的一个重要参量。我们曾利用光电流效应 (OGE) 测量了 CO 介质的饱和强度^[1]。这里用 CO 激光器测量了正柱放电中氖、氩、氙高激发态跃迁的饱和 OGE 特性。

一、测量装置和主要结果

实验装置基本同[2], 激光束被等间隔的斩波器

调制后通过放电池, 用功率计测出光强, 光束面积为 0.125 cm²。光电压用选频放大器读数, 测量灵敏度 0.1 mV。

在本实验条件下 (CO 激光器输出功率密度 ≤ 8 W/cm²) 原子绝大部分跃迁的光电压正比于入射光强, 只观察到各有一条跃迁发生饱和 (见表 1)。

表 1 惰性气体发生饱和的跃迁

CO 激 光 谱 线		惰 性 气 体 的 跃 迁 能 级		光电流效应 $\Delta V/I$ (29.6 mV/W)
P 支跃迁	频率 (cm ⁻¹)	跃 迁	频率 (cm ⁻¹)	
9-8(19)	1859.8215	He7f ¹ F ⁰ -17d ¹ D ⁰	1859.8 ¹⁾	+5.8
16-15(17)	1692.65	He6f ¹ F ⁰ ₃ -9d ¹ D	1692.79 ²⁾	+149
14-13(22)	1722.2435	NeI4S ₄ -5P ₁ *	1722.2375 ³⁾	+饱和
13-12(20)	1755.2750	ArI5P[3/2] ₁ -4D[3/2] ⁰ ₂	1755.2846 ⁴⁾	-饱和
18-17(20)	1631.7153	XeI5D'[5/2] ⁰ ₃ -5F[9/2] ₄	1631.6334 ⁵⁾	+饱和

注: He 光电流效应数值取自 Fe: Xe=27:1, P₀=12.1 Torr, i₀=1.5 ma 下得到的。

* 用帕邢符号。

1) W. C. Martin; *J. Phys. Chem. Ref. Data.*, 1973, **2**, No. 2, 257.

2) Stanley Bashkin *et al.*; "Atomic Energy-Level and Grotrian Diagrams", 1975, **VI**, 9.

3) Peter W. Murphy; *J. Opt. Soc. Am.*, 1968, **58**, No. 9, 1203.

4) Stanley Bashkin *et al.*; "Atomic Energy-Level and Grotrian Diagrams", **VII**, North-Holland Publishing Company Amsterdam, Oxford, New York, 1978, 167.

5) Curtis J. Humphreys *et al.*; *J. Opt. Soc. Am.*, 1970, **60**, No. 10, 1309.