

钽电容器电介质层厚度的测量

金属钽片在阳极氧化处理过程中,在不同的电解液、电解电压及通电时间下,会形成不同厚度的 Ta_2O_5 层,即可制成各种不同耐压规格的钽电容器。钽基片上的 Ta_2O_5 层厚度与阳极氧化工艺之间的数量关系过去不太清楚。用离子束背散射方法便可很好地解决这一问题,并且具有简便、可靠、无需标准样品、不破坏样品等优点。钽片的阳极氧化处理一般有两种方法。一种是先预赋能,然后再赋能;另一种是不预赋能而仅赋能。我们分别对赋能电压为 30、60、90、200V 的钽片(不预赋能),以及对经 50V 预赋能后再经 90、200、350V 赋能和不再赋能的各种样品进行了背散射测试。

对于钽基体上 Ta_2O_5 薄层的背散射示意图如图 1。能量为 E_0 的入射粒子被样品表面处钽、氧及界面处钽、氧散射后进入探测器的能量分别为 $K_{Ta}E_0$ 、 K_oE_0 、 E_1 及 E_2 。其中 K_{Ta} 、 K_o 分别是入射粒子被钽、氧散射的运动学因子。图 1 中的 ΔE 及 $\Delta E'$ 均反映了 Ta_2O_5 层的厚度 t 。它们有如下关系:

$$\Delta E = [\epsilon]Nt \quad (1)$$

$$[\epsilon] = K_{Ta}\sigma_{Ta_2O_5}(\bar{E}_{in}) + \frac{1}{|\cos\theta|}\sigma_{Ta_2O_5}(\bar{E}_{out}) \quad (2)$$

$$\bar{E}_{in} = E_0 - \frac{1}{4}\Delta E, \quad \bar{E}_{out} = E_1 + \frac{1}{4}\Delta E \quad (3)$$

式中, $[\epsilon]$ 为背散射阻止截面因子, N 为 Ta_2O_5 分子的密度, $\sigma_{Ta_2O_5}$ 为 Ta_2O_5 分子的阻止截面。由实验测得 ΔE , 再由式(1)、(2)、(3)即可求得 Ta_2O_5 层厚度 t 。实验用 200keV 质子作为入射粒子,散射角 $\theta = 148.8^\circ$ 。对仅作赋能 60V 的样品的实验能谱曲线如图 2 所示。由于散射截面比值 $\sigma_{Ta}/\sigma_o \approx 80$, 所以氧的相对产额很小,能谱中未见氧峰。对用各种工艺处理的各个样品的实验结果如表所示。由表可见,对于不作预赋能处理的样品,其电介质层厚度与赋能电压成正比关系。预赋能的氧化是很强的,50V 预赋能对 Ta_2O_5 层厚度已超过 4000Å,而不预赋能仅赋能,从趋势看要接近 180V 时才达到 4000Å。实验测量误差为 $\pm 50\text{Å}$ 。

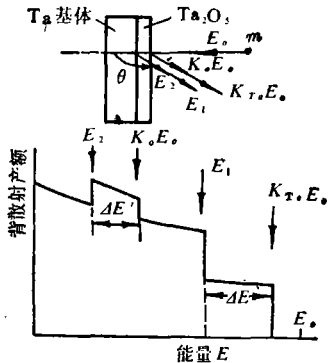


图 1 钽基体上 Ta_2O_5 薄层的背散射示意图

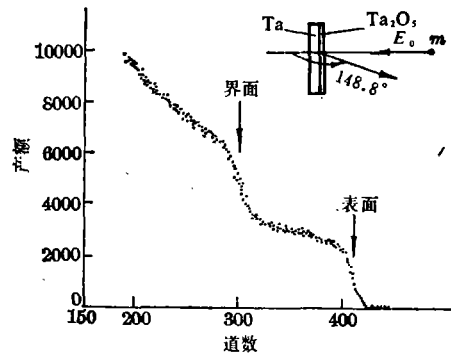


图 2 钽基体上 Ta_2O_5 薄层背散射能谱(赋能 60V 样品)

样 品	不预赋能, 仅赋能				50V 预赋能后, 不再赋能	赋能后, 再赋能		
	30V	60V	90V	200V		50V 90V	200V	350V
ΔE (keV)	28.94	53.50	83.65					
t (Å)	750	1360	2090	>4000	>4000	>4000	>4000	>4000

(中国科学院上海原子核所 吴俊恒 王玖珉 张达明)

(1981年 4月 4日收到)