SHORT NOTE

W フィラメント上への Mo 柱状結晶の成長

井 村 泰 三

日本大学文理学部応用物理学科
〒156 東京都世田谷区桜上水 3-25-40

(1986 年 5 月 14 日 受理)

Growth of Mo crystals onto the surface of W filament

Taizo IMURA

Department of Applied Physics, College of
Humanities and Sciences, Nihon University
3-25-40, Sakurajousui Setagaya-ku, Tokyo 156

(Received May 14, 1986)

When I was studying thin Mo films electron beam deposited in high vacuum, I unexpectedly found Mo crystals grown on the surface of a W filament used for an electron gun. SEM observations revealed the simple prismatic shape of the Mo crystals as if they seem to stick in the W surface. Such a crystal growth arouses technological as well as crystallographical interest.

近年，材料の多用化と共に，より高性能，高機能性材料の開発が望まれている。それらの中でも，Ti や Re, Mo 等のレアメタルを核とする素材がコモンメタル (Fe, Cu, Al など) に替わり，益々その重要性を増している。又一方では強電界や磁界を利用した結晶育成法¹⁾や高速結晶成長法²⁾など新しい素材育成技術の研究開発も盛んに行われている。しかし，一般に融点温度の高いレアメタルはコモンメタルと比べてその物理的性質に係わる情報が少なく，又結晶成長や構造制御などの技術的な点においても高温における界面現象の把握とその制御など，いまだ未解決の問題が多い。

高真空中で Mo や Ta などの高融点金属を含めて難溶解物質を蒸発するには，電子やイオンなどの高エネルギー粒子による衝撃法が一般的であり利用されている。現在，我々も電子線衝撃法により，主に Mo や Cr, Co 等のレアメタルの蒸着膜を作成し，その膜構造や物理的性質を検討している^{3,4)}。我々が採用した電子線衝撃装置は，Fig. 1 に示すごとく静電レンズによる電子線集束型であり，自作によるものである。この装置を用いて Mo を蒸発すると，基盤面への Mo 膜の形成と同時に，

Fig. 1 Schematic diagram of an electron beam evaporator.

Fig. 2 Typical SEM images of Mo crystals grown on W filament.

電子を放射するフィラメントの表面上に Fig. 2 の SEM 像に示す様な角柱状結晶の成長を観ることが出来た。このような高温加熱した表面上への結晶の成長は，結晶工学上興味のある現象であると思われる。

Mo の蒸発は蒸発中真空中度 $\sim 4 \times 10^{-4}$ Pa, 電子の加速電圧 4.5 kV, エミッション電流 40 mA の条件で行った。フィラメントは 0.6 mm ϕ の W 線を内径 9 mm ϕ の 2 回巻きループ状にしたものである。静電シールド板 (電子の収束板, 穴径 6 mm ϕ) と Cu 製水冷ルツボ内の蒸発物質の表面までの距離が約 4 mm の時, 電子はおおよそ 2 mm ϕ のスポット状に収束する。この時, 蒸発源上方に配置した水晶式膜厚センサーによって測定した Mo の蒸着量は約 3.6×10^{-5} g $\cdot$ cm $^{-2}$ $\cdot$ min $^{-1}$ であった。又, 赤外高温計にて測定した W 線の表面温度は約 2600 $^{\circ}$ C であった。蒸発した原子やクラスターは, 通常電子の流れに逆らうようにシールド板の穴およびループフィラメントの中心を通り上方の基盤面に達するが, 上述の柱状結晶は Mo を 10~20 分間蒸発後に電子銃の電源を切り, フィラメントを自然冷却することによって得られた。この装置では静電シールド板の下面にも多量の Mo が厚膜状に付着するが, Fig. 2 に観られるような結晶の成長は無かった。

W フィラメントの表面には単純な立方形の結晶の他に, 球状もしくははば一方向に延びた棍棒状のものも数多く観察された。Fig. 2 の角柱状結晶は底辺の一辺がおおよそ 10~20 μ m の正方形で, W フィラメント表面

には垂直に台形状に成長している。中には六角柱状のものも観られる。又長く成長した結晶には基材表面に突き刺さった杭のごとき様相を示すものも観られた。

これらの結晶の成長は電界中における 2500 $^{\circ}$ C 以上の高温表面上での結晶成長であり, その成長メカニズムは単純ではなく SEM 像のみからそれを推論する事は困難である。しかし, SEM 像に観られる W 表面の様子や結晶の成長模様から, 蒸発した Mo 原子あるいはクラスター中に含まれるイオンが核の発生とその後の結晶成長に大きく関与していると考えている。しかしながら, 得られた結晶の構造とその成長過程を真に理解するためには, 結晶成長における電界効果や高温表面への高速粒子の射突とその振舞い (界面現象) 等を明らかにすることが必要であろう。

文 献

- 1) F. Okuyama: Jpn. J. Appl. Phys. **22**, 245 (1982).
- 2) 千川純一, 佐藤史朗: 応用物理, **54**, 552 (1985).
- 3) T. Imura: Thin Solid Films **94**, 249 (1982).
- 4) 井村泰三: 表面科学, **3**, 81 (1982).