

1) モリブデンのレーザ加熱その場電子顕微鏡観察

In situ transmission electron microscopy of molybdenum during laser heating

筑波大院数理¹, °豊岡 優理¹, 上村 尚暉¹, 江越 友哉¹, 木塚 徳志¹

Univ. Tsukuba¹, °Yuri Toyooka¹, Naoki Uemura¹, Tomoya Egoshi¹, Tokushi Kizuka¹

E-mail: kizlab@ims.tsukuba.ac.jp

透過電子顕微鏡 (TEM) を用いたその場観察法は、材料合成や局所加工における構造ダイナミックスを直接解析できる手法である。特に、高温環境下のその場観察では、材料学の基礎過程である融解や凝固などの相変態や材料劣化の過程がわかる。著者の一部は、これまでにレーザ照射によるタングステン (W) の融点近傍における高温劣化の過程を明らかにした[1]。本研究では、こうした高融点金属の融解に着目し、モリブデン (Mo) 高温表面挙動について調べた。これは、Mo は高融点材料の中でも展性がある上に、W よりも機械加工が容易であり[2,3]、様々な構造部品に使われているためである[4]。

モリブデン薄板にアルゴンイオンビームを照射し、中心に穴が開くまで薄く研磨した。これをレーザ加熱観察用の試料ホルダーに取り付け、TEM に挿入した。レーザ照射系に取り付けられたゴニオメーターで照射方向を調節し、電子顕微鏡内部で試料にレーザを照射した。レーザの波長は 1064 nm、照射径は 50 μm であった。照射加熱中の構造変化を格子像観察し、制限視野電子回折図形を撮影した。観察時の TEM の電子線加速電圧は 200 kV、試料室の圧力は 10^{-5} Pa であった。

レーザを Mo 薄板に照射すると、その端表面が液体状に流動した。この流動の結果、薄板の端には突起が、薄板内部には孔が形成された。これは Mo 薄板の端表面の温度が、Mo の融点 (2896 K) に達したことを示した。形成された突起にレーザを照射すると、薄板内部は結晶のまま、表面だけが融解した。その後、レーザ出力を減少させると、融解した表面が凝固し、ステップ・テラス構造が形成された。つまり、表面の温度が低下して、液相／固相間相転移が観察された。

参考文献

- [1] N. Uemura, K. Murakami, and T. Kizuka, 4th Symp. Innovative Measurement and Analysis for Structural Materials, Tokyo (2018).
- [2] R. Farraro, and R. B. McLellan : Metal Trans A **8** (1977) 1563.
- [3] L. Vitos, A. V. Ruban, H. L. Skriver, and J. Kollár : Surf. Sci. **411** (1998) 186.
- [4] K. Babinsky, J. Weidow, W. Knabl, A. Lorch, H. Leitner, and S. Primig : Mater. Charact. **87** (2014) 95.