

トリエーテッドタングステン電界放射陰極におけるトリア還元及び拡散課程の観察

Thorium diffusion process of Th-W FE cathode

静大電研¹, テクネクス工房² ○山梨遼太郎¹, 根尾陽一郎¹, 大野 輝昭², 三村秀典¹Shizuoka Univ. RIE¹, Technex² ○Ryotaro Yamanashi¹, Y. Neo¹, T. Ohno², and H. Mimura¹

E-mail: yamanashi.ryotaro.16@shizuoka.ac.jp

【研究背景】 走査型電子顕微鏡はナノレベルの微小領域の観察等に必要不可欠な計測機器となっている。この高い空間分解能はカソード性能に大きく依存しており、現在までに様々なカソードが開発され分解能向上に貢献して来た。カソード性能の中で特に放出電子のエネルギー分布(ΔE)や輝度(Brightness: B)が空間分解能には重要である。高い空間分解能を実現するタングステン電界放射陰極(W-FE)は、 $B=10^8 \text{A/cm}^2 \text{rad}^2$ で $\Delta E=0.3 \text{eV}$ であり、W-FIL カソードと比較し其々 10^3 , 10^{-1} 倍と優れた性能を示す。しかし単結晶 W-FE は高価であり取扱も複雑である。本研究は W-FE を超える性能を簡便に安価に提供可能な新規 FE カソードの開発を目的としている。一般的に輝度を向上する方法としては、CNT に代表される様にチップ形状を高アスペクト、ナノサイズにする事、またより電界放出し易くする為に低仕事関数材料を使用する事が考えられる。本報告では W-FE 母材としてトリア(ThO_2 : 二酸化トリウム)を含有した Th-W ワイヤを用い Th 被覆された W-FE の作製を行った[1]。

【実験方法】 カソード母材には多結晶 1%Th-W ワイヤ (線径 $\phi 0.1 \text{mm}$) を用いた。多結晶 Th-W ワイヤは内部に含有している ThO_2 を加熱することで還元し、W 粒界を通して Th 原子が表面へ拡散・吸着することで仕事関数が低下する。電子管の熱電子源や TIG 溶接棒として広く使用されている。本報告では、25%の KOH 溶液で電解研磨した Th-W チップを W-FIL にスポット溶接し用いた。Th-W FE は 10^{-8}Pa 台の超高真空で電界放射顕微鏡(FEM)を用いて、フラッシング条件による Th 原子の拡散状態を観測、放出電流特性より低仕事関数化を評価した。

【結果】 図1は 2500K, 10 秒のフラッシング後の清浄な放出面の FEM 像である。多結晶 W-FE と同様の(110)面が観察されている。この状態から還元反応の為に 2600~2800K, 10 秒間フラッシングを行い、その後 2100K, 5 分間熱処理を行うと(211)面からの電子放出が新たに観察される結果となった(図2 参照)。今後、Th の拡散・吸着課程について、系統的な評価を行う予定である。

[1] 菅田英治・金鉦佑 応用物理 30(1961)345-352



図1 清浄処理後の Th-W カソード

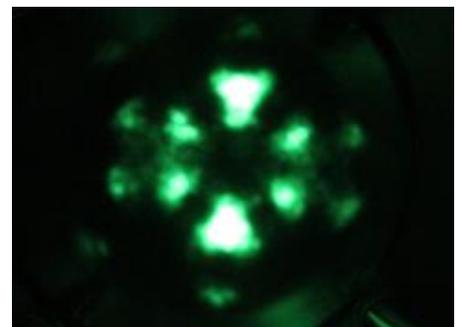


図2 Th 被覆された Th-W カソード