

## 炭素系低分子からの電界放出の微視的計測

## Microscopic observations of field emission from small carbon-based molecules

筑波大数物

○麻薙健, 堀江翔太, 山田洋一, 佐々木正洋

Univ. of Tsukuba ○K. Asanagi, S. Horie, Y. Yamada, M. Sasaki

E-mail: s1010989@u.tsukuba.ac.jp

**1. はじめに** 近年炭素ナノ材料等を用いた電子源において実現される、低電界での電子放出（低電界電子放出）が注目されている[1]。しかし、そのナノ材料電子源の多くは複雑な構造を有するため、低電界電子放出の機構は十分に解明されていない。本研究では、 $C_{60}$  や coronene 等の炭素系低分子による、よく定義された単分子層からの電界放出を原子スケールで計測する事により、低電界電子放出の機構を解明することを目指す。

この研究の第一段階として、本研究では、炭素系低分子として  $C_{60}$  をエミッタ先端に吸着させ、その状態を FEM/FIM により計測する。

FEM/FIM による分子イメージングの研究は、1950 年 Müller の報告に遡る。Müller は有機分子を吸着させた W エミッタの FEM 像において、クローバー状のパターンを報告したが[2]、現在に至るまでこの起源は十分に明らかにされておらず[3]、FEM/FIM による分子イメージングは確立していない。本研究では  $C_{60}$  をモデル分子として、よく定義された W エミッタ先端  $C_{60}$  における計測から、分子イメージングの機構解明の手がかりが得られる可能性がある。

**2. 実験** W エミッタは多結晶 W ワイヤを 2N の KOH 溶液を用いて電解研磨することで作製した。針先端は電界蒸発によって清浄化し、FIM において原子像を確認した。その後、エミッタに  $C_{60}$  を真空蒸着し、FE 特性及び構造を FEM/FIM で計測した。

**3. 結果** 図 1 に、電解研磨した W エミッタの FIM 像を示す。原子像から、先端の曲率は 12.2nm であることがわかる。これに  $C_{60}$  を真空蒸着したときに得られた FIM 像を図 2 に示す。FIM 像からは W の原子像は確認されず、W の清浄表面とは明らかに異なる像が確認された。像は円環状のユニットからなり、電界強度に依存してこれらが拡散して成長する様子が観察された。このことにより、エミッタ先端に  $C_{60}$  分子が吸着し、それが FIM で観察可能であることが示唆された。さらにエミッタに 15kV の高電圧を印加した場合においても、W の像は現れなかったことから、吸着物が強電界化においても安定に存在できることが示唆される。ただし、現段階では、 $C_{60}$  分子の円環状の FIM コントラストの起源は十分に解明できていない。一方で FEM においても図 3 に示すような円環状のパターンが観察されている。講演では、 $C_{60}$  被覆エミッタの FIM 像と FEM 像と対応させ、それぞれの像発現の機構も含め議論する。

[1] (レビュー) R. G. Forbes, *Solid-State Electronics* **45**, 779-808 (2001).

[2] E. W. Müller, *Z. Naturforsch.* **59a**, 473 (1950).

[3] Y. Neo et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **51**, 115601 (2012).

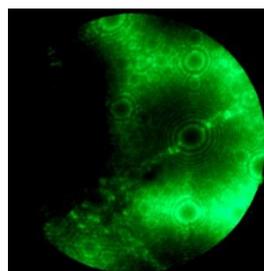


図 1 W エミッタの FIM 像  
 $V_{tip} = 13.1$  kV

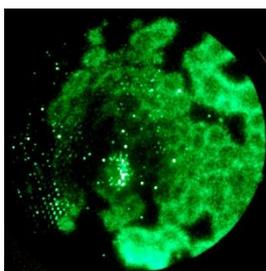


図 2  $C_{60}$  被覆エミッタの FIM 像  
 $V_{tip} = 4.54$  kV

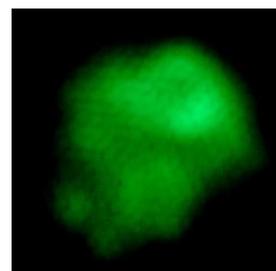


図 3  $C_{60}$  被覆エミッタの FEM 像  
 $V_{tip} = -3.0$  kV