

高コヒーレンスビーム生成のための2次元配列ナノスケール光陰極の製作

Fabrication of two dimensional nano-scale photocathode arrays for highly coherent beam generation

*澁谷 達則¹, 林崎 規託², 吉田 光宏³

¹東工大院, ²東工大原子炉, ³高エネルギー加速器研究機構

低速電子顕微鏡の光源サイズを、収束イオンビーム（FIB）微細加工を活用して極小化する方法を提案し、実際に最小 50 nm の加工サイズを達成した。

キーワード：電子源, レーザー, 微細加工

1. 緒言

単独の DNA 構造やタンパク質構造を解析可能な方法として、低速電子顕微鏡が注目されている。M.Germann らは、低速インライン電子線ホログラフィーを用いた DNA の結合耐力測定により 50~250 eV の低速電子線では強い耐力を示すことを発見している^[1]。特に、60 eV の低速電子線では、DNA 細胞損料率は 7 % 以下に抑制され、照射電子線量は高速電子線の場合よりも 10^5 倍、許容できることを報告している。この電子顕微鏡には、横コヒーレンスと縦コヒーレンスが広範囲に広がったコヒーレントな電子ビームが必要とされている。

2. 従来方式の問題点と解決策

光電子放出では、レーザーの回折現象によって電子光源サイズが制限されるため、光源サイズに依存する横コヒーレンスも同時に制限を受けることになる。したがって、低速電子鏡で単原子分解能の物質観測を可能にするためには、電子ビームの横方向コヒーレンス長を改善する必要がある。本研究は、半導体プロセス装置を用いた薄膜形成やナノエッチング技術を利用し、光源サイズをナノスケールに成形することで光の回折制限を回避できる新たな光電子放出法を提案する。

3. ナノスケール光陰極の製作

ナノスケール光陰極材の候補として、光電子放出特性がよく知られている金 (Au)、銀 (Ag)、銅 (Cu) を選定した。このうち、成膜・エッチング・ベーキング等の過程において陰極材劣化の原因となる酸化反応が乏しかった金 (Au) を陰極材料として決定した。また、FIB 装置によるナノエッチング加工を用いて、光源サイズとなる加工サイズを最小 50nm まで達成した。

参考文献

[1] M.Germann et al., Phys. Rev. Lett. 104, 095501 (2010)

[2] Tatsunori Shibuya et al., "Development of Ultra Coherent Electron Source with Nano-Structured Photocathode for Bio-Electron Microscopy", PACJ, THP035, 2015

*Tatsunori Shibuya¹, Noriyosu Hayashizaki² and Mitsuhiro Yoshida³

¹Tokyo Tech, ²RLNR, Tokyo Tech, ³KEK