

実験室 EUV 顕微鏡の開発と高分子の無染色可視化への応用

Lab-scale EUV Microscope for Stain-Free Visualization

of Higher-Order Structures on Polymer Materials

東京工芸大工¹, 東北大多元研² ○豊田光紀^{1,2}, 桃野幸文², 角館俊行², 陳軍¹

Tokyo Polytechnic Univ.¹, IMRAM, Tohoku Univ.²,

○Mitsunori Toyoda^{1,2}, Yukifumi Momono², Toshiyuki Kakudate², Jun Chen¹

E-mail: m.toyoda@mega.t-kougei.ac.jp

EUV 顕微鏡では、①炭素、酸素および窒素など軽元素で生じる元素コントラストを、②波長オーダーの高い分解能(約 30nm)で観察することができる。EUV 顕微鏡が拓く新分野として、高分子材料の無染色可視化が想定できる。例えば、電気自動車やスマートフォンなどに応用が進む先端高分子構造材料の高性能化には、その破壊過程を、無染色かつ分子スケールで高速に可視化する新しい観測技術の開発が求められている。

我々は、レーザープラズマ光源と直入射多層膜ミラー光学系を組み合わせた、実験室規模の透過型 EUV 顕微鏡を開発している(観察波長 13.5nm)。顕微鏡の心臓部である対物光学系には、新考案の 3 面球面 Mo/Si 多層膜ミラーで構成した、2 段拡大系を採用した[1-2]。初段の Schwarzschild 拡大系の後段に凹面ミラーによる付加拡大系を配置し、全系統で 1600-2500x の高倍率を実現できる。真空槽や排気系、精密フォーカス用ステージや高速 CCD カメラ等の周辺機器は多元研技術室の協力の下、新たに開発・導入した。ポリマー多孔膜試料の高分解能 EUV 観察の結果を Fig. 2 に示す。直径 100nm 以下の穴部を明瞭に解像できることを、実験室 EUV 顕微鏡として世界に先駆け実証することができた。講演では、顕微鏡を構成する要素技術の詳細、および、今後の展開についても議論する。

[1] M. Toyoda, Advanced Optical Technologies, **4**(4), 339-346 (2015).

[2] 豊田光紀,「反射型投影光学装置」, 特許第 5489034 号.

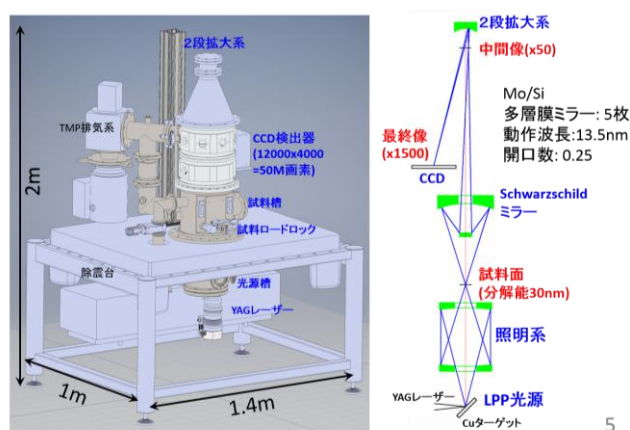
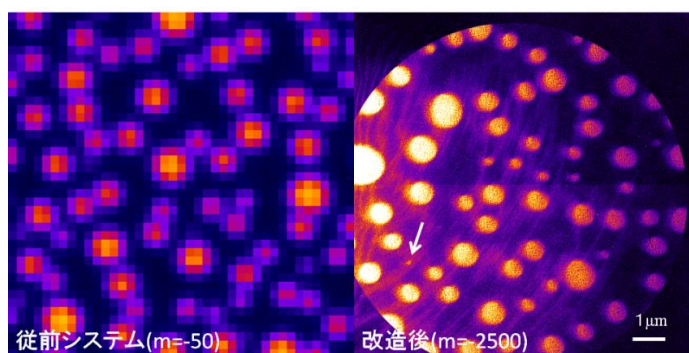


Fig. 1. Schematic drawing for the full-field extreme ultraviolet (EUV) microscope of transmission type.



✓ 現有システムを改造し、**高倍率対物鏡**を組み込んだ。
 ✓ **直径100nm以下の構造を明瞭に解像した**
(実験室EUV顕微鏡として世界初)

Fig. 2. Transmission EUV image of porous polymeric membrane.