

BL24XU 兵庫県

はじめに

兵庫県ビームライン (BL24XU) は、ダイヤモンド単結晶を分岐・分光素子に用いたトロイカ方式を採用し、タイムシェアを行うことなく3つの異なる実験ハッチを同時使用可能としている。それぞれの実験ハッチでは、蛋白質結晶の構造解析、有機化合物等の粉末構造解析、X線顕微鏡の開発とその応用研究などが行われている。ここでは、結像型X線顕微鏡を用いた位相コントラストイメージングにおける最近のトピックスについて述べる。

位相コントラストイメージング

第三世代放射光施設の出現により、硬X線領域において位相コントラストを用いたイメージング技術の研究が活発に行われるようになってきた。これは、X線の位相情報を引き出すためにはある程度位相のそろった強力なX線源が必要であるからである。X線顕微鏡に注目してみると、ゼルニケ位相差顕微鏡のような位相コントラストを用いた顕微鏡がある^[1]。この方法では高いコントラストの像が得られるが、像のコントラストと位相変化との関係は簡単な関数では表せず、正確な位相情報を回復することは困難であった。本研究では、結像光学系と干渉計を組み合わせた新しいX線顕微鏡干渉光学系を提案し、試料の高空間分解能位相計測を試みたのでその結果を報告する^[2]。

X線顕微鏡干渉光学系

同一基板上に作製された2枚のゾーンプレート (ZP-A、ZP-B) をコヒーレントに照明できれば、その後側焦平面の位置に2つの2次点光源が形成される。この2つの点光源を中心とした2次球面波が広がって伝播するので、それら2光波の重なる空間において干渉縞が観測される。ゾーンプレートの

による複数の回折光が干渉領域に混入しないように参照波用のゾーンプレート (ZP-A) を三日月形とした。我々はこの光学素子を「ツインゾーンプレート」と呼んでいる。材質はTa製で、厚さは1 μm であり、NTT-AT社に製作を依頼した。ツインゾーンプレートの上流に試料を配置すれば、試料を透過した光 (物体波) はZP-Bによって拡大結像される。一方、試料を通らずZP-Aに入射した光は、参照波となって結像面で物体波と重なり干渉縞を形成する。干渉縞から位相シフト像に変換するため、参照波の光路、すなわちZP-Aに入射する光の光路に位相板 (125 μm 厚カプトン膜) を配置して縞走査法を行えるようにした。X線のエネルギーは9keVで、干渉縞の観察にはズーム管を用いた。

観察結果

干渉縞の縞間隔は2枚のゾーンプレートの中心間距離と光学系の倍率で決まり、本研究では10 μm に設定した。得られた干渉縞の可視度は約60%であり、高い可視度の干渉縞の生成に成功した。軽元素試料として75 μm 厚のカプトン膜を用いた。この試料の9keVのX線に対する透過率は96.3%である。図1に観察結果を示す。(a) は吸収像、(b) は干渉像、(c) は位相シフト像である。像を見ると吸収像 (a) ではわずかに試料のエッジが観察される程度であるが、干渉像 (b) では試料のエッジで干渉縞がはっきりとシフトしていることがわかる。さらに、縞走査法を施して得られた位相シフト像 (c) ではコントラスト良く観察できている。また、75 μm 厚のカプトン膜は9keVのX線に対して12.9radの位相変化を与えるが、これは得られた位相シフト像とよく一致する。

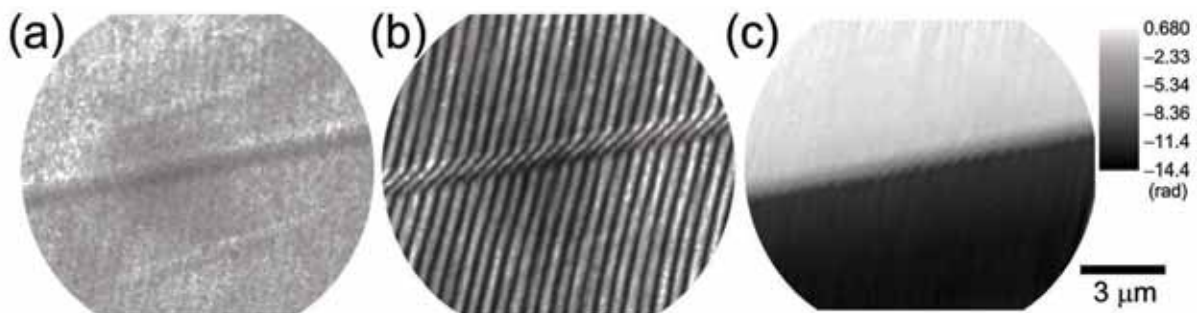


図1 カプトンエッジの観察

参考文献

- [1] Y. Kagoshima, T. Ibuki, Y. Yokoyama, Y. Tsusaka, J. Matsui,
K. Takai and M. Aino : Jpn. J. Appl. Phys. **40** (2001) L1190.
- [2] T. Koyama, Y. Kagoshima, I. Wada, A. Saikubo, K. Shimose,
K. Hayashi, Y. Tsusaka and J. Matsui : Jpn. J. Appl. Phys.
43 (2004) L421.

兵庫県立大学

小山 貴久、高野 秀和

津坂 佳幸、籠島 靖