

## BL24XU 兵庫県

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のビームラインで、タイムシェアを行うことなく3つの異なる実験ハッチの同時使用が可能である。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線マイクロビームの開発とその応用研究などが行われている。2005年度は微小領域高精度回折に用いる高平行度X線マイクロビームの改良を行ったので、その結果について報告する。

従来の光学系 (配置1) を図1に示す。8の字アンジュレータからの放射光をSi(111)2 結晶分光器で15keVに単色化し、実験ハッチ内4象限スリットでビームを整形する。その後Si(111)の2つのチャンネルカット結晶を (+, -, -, +) に配置し、333反射を4回行うことで波長分散と角度発散を抑える。こうして得られたビームをベントシリンドリカルミラーで集光している。改良後の光学系 (配置2) では配置1の光学系のチャンネルカット結晶とミラーの位置を入れ替えた。図2に配置2の光学系を示す。それぞれのビーム特性を測定した結果、ビームサイズおよび発散角は、配置1では $1.9\mu\text{m}$  (水平)  $\times$   $0.66\mu\text{m}$  (鉛直)、5.7秒、配置2では $21.5\mu\text{m}$  (水平)  $\times$   $0.83\mu\text{m}$  (鉛直)、0.69秒となった。光学系を配置1から配置2へ変更することにより、水平方向のビームサイズは大きくなったものの、平行度を上げることに成功した。また、水平方向のビームサイズと発散角の積は、配置1で $0.053\text{nm}$ 、配置2で $0.072\text{nm}$ であり、いずれもX線の波長 $0.084\text{nm}$ 以下で、回折限界に近いことがわかる。

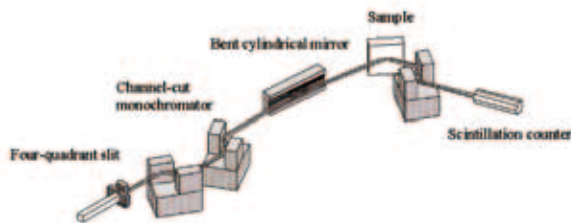


図1 配置1の光学系

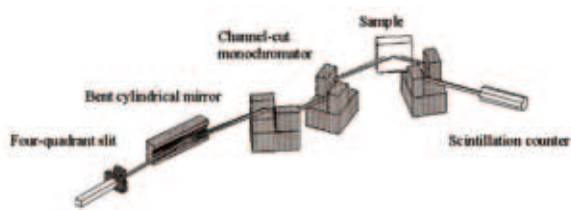


図2 配置2の光学系

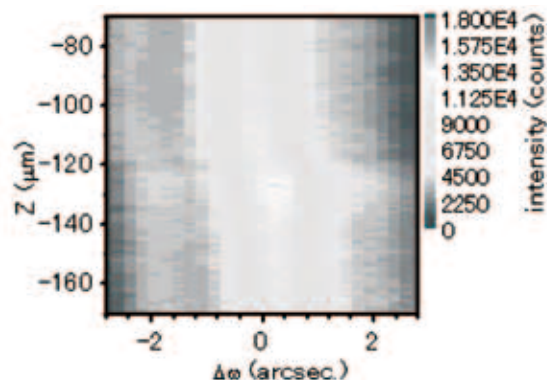


図3 配置1の光学系によるロッキングカーブの測定結果

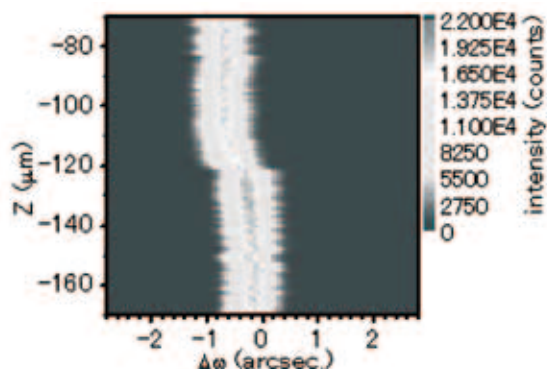


図4 配置2の光学系によるロッキングカーブの測定結果

それぞれの光学系を用いて、シリコン基板上にシリコン薄膜をエピタキシャル成長させた試料について格子定数の評価を行った。基板には $1 \times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ のホウ素が、エピタキシャル層には $1 \times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ の燐がドーピングされている。試料の断面方向からX線を入射させてロッキングカーブを測定することで、基板とエピタキシャル層のわずかな格子定数の差の検出を試みた。

図3に配置1の光学系で測定した結果を、図4に配置2の光学系で測定した結果をそれぞれ示す。図の横軸はサンプルの回転角を縦軸はX線の照射位置を表している。配置2の光学系では、配置1に比べ、その発散角が約1/8小さいため、ロッキングカーブのピークシフトが明瞭に検出できていることがわかる。

現在、試料の特性に応じて、空間分解能を優先する場合は配置1の光学系を、格子定数変化の精密測定を行う場合は配置2の光学系を用いた測定が可能である。

兵庫県立大学  
津坂 佳幸、高野 秀和  
籠島 靖