

X線レーザーを用いた紫外光発光の発光特性評価

UV luminescence of zinc oxide excited by x-ray laser

猿倉 信彦¹⁾, 清水 俊彦¹⁾, 山ノ井 航平¹⁾, Melvin John Fernandez Empizo¹⁾, 南
佑輝¹⁾, 有田 廉¹⁾, 森 一公¹⁾, Roland Villano Sarmago²⁾, 圓山 桃子³⁾, 錦野
将元³⁾, 河内 哲哉³⁾

Nobuhiko SARUKURA, Toshihiko SHIMIZU, Kohei YAMANOI, Melvin John Fernandez EMPIZO, Yuki MINAMI,
Ren ARITA, Kazuyuki MORI, Roland Villano SARMAGO, Momoko MARUYAMA, Masaharu NISHIKINO,
Testuya KAWACHI

¹⁾大阪大学 ²⁾フィリピン大学 ³⁾原子力機構

(概要)

次世代リソグラフィ光源の EUV や、タンパク質の構造解析を可能にする XFEL 等の次世代短波長光源の出現に伴い、それら光源の診断・同期用の高速応答性（ピコ秒以上）シンチレータの需要は高まっている。我々のグループではバルク ZnO 結晶に着目し、イメージングデバイスとしての空間分解能評価や、不純物添加 ZnO による超高速応答性実証などの成果を挙げてきた。その中で、ZnO 結晶の励起子拡散が、空間分解能や高速応答性を悪化させるという知見も得た。今回我々は、バルクではなく微細構造を持つ ZnO 結晶ならば、空間的に励起子の拡散を制限する事でシンチレータ特性を向上できると考え、マイクロロッド構造の ZnO 結晶を作成し、軟 X 線レーザー励起によりその発光特性を調査した。その結果、マイクロロッド構造 ZnO 結晶の発光パターン像を得ることに成功し、軟 X 線領域シンチレータとしての実用性を実証した。

キーワード：シンチレータ、ZnO

(1行あける)

1. 目的

我々のグループでは、バルク ZnO 結晶のシンチレータ特性向上を不純物ドーピングによって行ってきた。これまでの研究では In ドーピングにより 3.1 ps の高速応答性を実現している。しかしながら、この手法による高速化は発光量が高速化に伴い激減するといった問題がある。そこで、シンチレータ形状を微細構造へと変更し、励起子の拡散を防ぐことにより励起子-励起子衝突消滅過程を増やすことによって発光量を減らす事なく高速化が可能になると考えた。本研究の目的は、微細構造 ZnO 結晶の発光特性評価を目的とし、事前にフィリピン大学と共同で作成した微細構造 ZnO 結晶（マイクロロッド構造）[図 1]の軟 X 線レーザー励起発光の計測を行った。

2. 方法

チャンバー内に設置したマイクロロッド構造 ZnO 結晶に、球面鏡およびフレネルゾーンプレート (FZP) で絞られた軟 X 線レーザーを照射し、その発光（波長 380 nm）を、シュバルツシルトミラー・カメラレンズ・テレスコープ構成される拡大光学系を通して CCD カメラで撮影を試みた。レーザーからはトリガー用の同期信号が必要である為、これをデジタル遅延パルス発生器によって調整することにより、シングルショットでの計測を行った。また、球面鏡・FZP を前後に動かす事でスポット径を操作し、その都度発光パターン計測を行う事で、ビームパターン測定を試みた。

3. 結果及び考察

拡大光学系を用いて、マイクロロッド構造 ZnO 結晶の軟 X 線レーザー励起発光パターンのシングルショット計測に成功した[図 2]。従って、バルク構造のみならず、マイクロロッド構造でも軟 X 線に感度を持つことが分かった。更に、微細構造が励起子拡散に与える影響を調査する為に、フレネルゾーンプレート (FZP) で X 線レーザーを集光して、その発光パターンの計測を試みたが、FZP のアライメントが難航し、計測までは至らなかった（なお、事前に用意していた、より発光効率の高いバルク形状プラスチックシンチレータで

も、FZP 導入時は発光パターン画像が取得できなかった為、微細構造が原因では無い)。そこで、FZP を導入せず、球面鏡を前後に動かしつつ発光パターンを計測したが、球面鏡の焦点距離が 2メートル程度と長焦点である為、パターンサイズの変化は殆ど確認できなかった。次回の実験では、FZP と拡大光学系を見直す、もしくはアライメントに十分な時間を割く事で、マイクロオーダーの発光パターンの滲みの計測を目指す予定である。

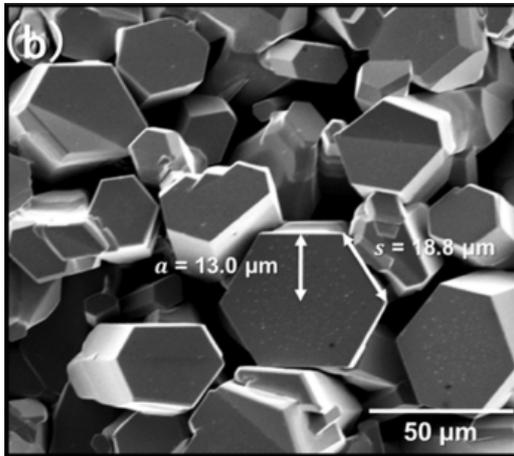


図1 マイクロロッド ZnO の SEM 画像

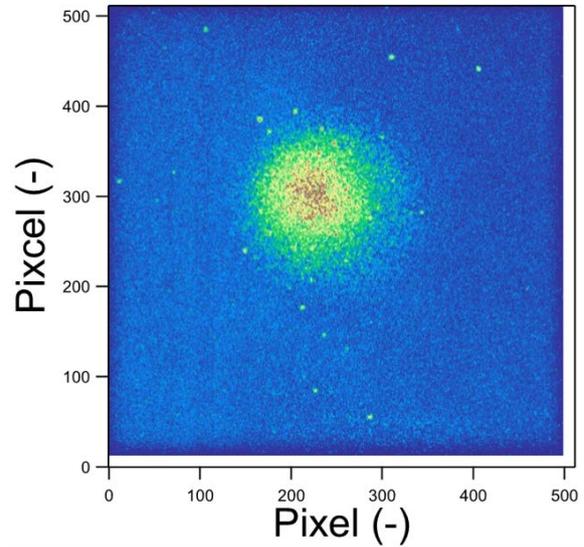


図2 マイクロロッド ZnO の発光パターン

4. 引用(参照)文献等