



シンクロトロンによるナノ・マイクロ加工実験

—白色露光の導入—

岡田 育夫, 桜井 郁也
名古屋大学

キーワード：LIGA、X線ミラー、コンタミネーション、白色X線

1. 背景と研究目的

医療診断などに使用されるマイクロチップの高性能化を実現するため、地域の超精密機械加工技術と、シンクロトロン光による微細加工技術を融合させたナノ・マイクロ加工技術を開発する。

シンクロトロンで露光するには、基板からの2次電子発生や、X線露光時のコントラスト低下を防止するため、高エネルギーX線が除去できるX線ミラーを挿入して露光系を構成していた。

しかし、X線ミラー表面のコンタミネーションなどにより、安定したX線を得ることが難しい。本報告では露光の安定化と時間短縮化をするため、白色X線によるパターン露光について検討した。

2. 実験内容

ビームラインと露光装置間のX線導入部に設けていたX線ミラーを除いて、露光系を構成し、レジストに吸収されるX線予想量を計算で算出するとともに、露光に要する露光時間を調べた。

3. 結果および考察

X線ミラーを使用した露光系は、Be 2枚（400 μm と 200 μm ）、Pt ミラー（X線入射角 0.6° ）、He ガス 400 cm 長、ポリイミド膜 2枚（100 μm 2枚）で構成した。白色X線はBe 400 μm 、He ガス 400 cm 長、ポリイミド膜 100 μm で構成した。レジストはPMMAを使用した。

X線露光時の露光量を予想するため、http://henke.lbl.gov/optical_constants/のデータを使用して、PMMA 300 μm 厚のレジストに吸収されるX線エネルギー分布を計算した。Fig.1に示したように、白色X線の露光系では、同一露光時間で、約3倍のX線がレジストに吸収されることが予想された。

PMMA レジスト厚が 50 μm と 200 μm について、必要な露光時間を調べた(表1)。ここで、現像はGG現像法を使用して、現像時間は 50 μm 厚レジストで 15分、200 μm 厚レジストで 40分である。露光時間は、50 μm 、および 200 μm の各レジスト膜厚で、白色露光により 1/6 に短縮されることが確認された。

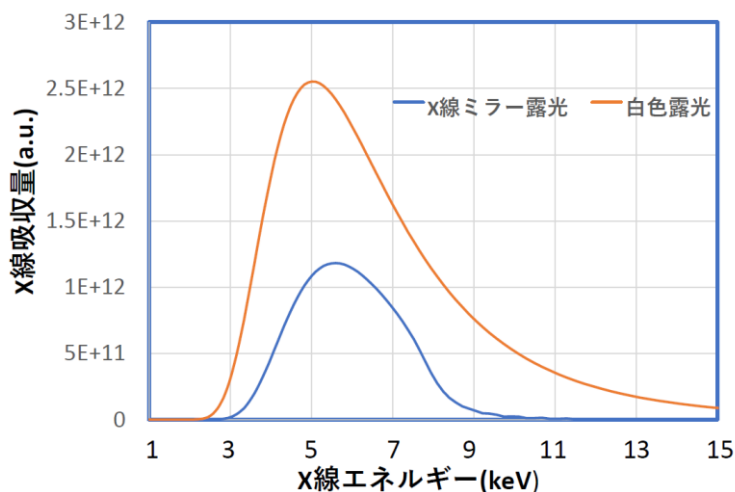


Fig.1 300 μm 厚 PMMA レジストの X線吸収（計算）

予想と異なるのは、レジストの感度がX線エネルギーに依存し、低エネルギーX線では、高感度になるためと推察された。転写パターンは基板からの剥離なども見られず、良好に転写されたのが確認された。

表1 レジスト厚と露光時間

PMMA膜厚	ミラー露光	白色露光
50 μm	30分	5分
200 μm	90分	15分