

電子線描画装置

キーワード：電子線リソグラフィ、微細加工、レジスト

概要

電子線描画装置は、サブミクロンサイズの描画を精度よく行うことができる装置です。表1に本装置の基本的な仕様を、図1にその外観を示します。加速電圧が高い方がより微細な加工を行うことができるため、通常は50kVの加速電圧で運用しています。また、本装置はフォーカスレンズとして第4レンズと第5レンズの二種類を有しています。第4レンズがミクロンサイズの微細加工用、第5レンズがサブミクロンサイズの微細加工用となっています。

具体的に本装置を用いて微細加工を行う手順を示します。まず微細加工を行いたい基板に電子線レジストをスピコートします。電子線レジストとは電子線が照射された部分が化学反応を起こし、現像液に浸漬させたときに照射部分と未照射部分で溶解度に差が生じるものです。

電子線レジストをスピコートした基板に電子線描画装置で所望のパターンを描画します。描画パターンはJEOL01というテキストファイル形式で作成する方法があります。また、CADで作成するGDSファイル形式にも対応しています。パターンは描画前に作成し、専用のワークステーションで変換作業を行う必要があります。実際の描画は事前に入力しておいたプログラム通りに自動で行われます。このため夜間も含めて長時間描画を行うことも可能です。描画が終了すると、専用の現像液に浸漬することにより所望の電子線レジストパターンが得られます。電子線照射部分が現像液に溶解し、未照射部分のレジストが残存するレジストをポジ型レジストといいます。逆に電子線照射部分が残し、未照射部分が現像液に溶解するものをネガ型レジストといいます。ポジ型とネガ型レジストの選択はパターンやその後の工程により決定することとなります。

本装置で描画できる最大の基板サイズは5インチ角ですが、基板のサイズや材質には制限があります。描画できる最小線幅は、基板の材質や電子線レジストの種類などにより異なりますが、ラインアンドスペースで150nmライン150nmスペース程度です。

表1 電子線描画装置の基本仕様

装置名：日本電子株式会社	JBX-5000SI
電子銃エミッタ：LaB ₆	
加速電圧：25kV/50kV	
電子ビーム径：8nm～1000nm	
スキャンレート：250Hz～6MHz	
つなぎ精度：60nm (2) 第4レンズ	
40nm (2) 第5レンズ	
重ね合わせ精度：60nm (2)	
描画方式：ベクトルスキャン	



図1 電子線描画装置の外観写真

作製例 1

当所では、大阪府立大学の石田武和教授をグループリーダーとする（独）科学技術振興機構の戦略的創造推進研究事業 CREST「超伝導ナノファブリケーションによる新奇物性と応用」（2002年～2007年）に参加しています。この研究事業において、当所は超伝導体の微細加工を担当しています。

図 2 は、超伝導ネットワーク構造を作製するためのポジ型電子線レジスト（日本ゼオン株式会社：ZEP520A）パターンの電子顕微鏡写真です。電子線描画装置により、良好に微細構造を有するレジストパターンが作製されていることがわかります。この後、レジストパターンに Pb 蒸着を行い、レジストを専用溶剤で剥離します。このときレジスト上の Pb も同時に剥離されます。最終的にはレジストが存在しない部分のみ Pb が残り、Pb の微細構造が作製されます。このような工程をリフトオフと呼び、レジストの微細構造を他の材料の微細構造に置き換えるのに用います。当然パターンは反転します。この工程で作製された Pb の微細構造は良好な超伝導特性を示し、特異な物性を得ることができました。

作製例 2

図 3 は、回折光学素子を作製するためのネガ型電子線レジスト（住友化学株式会社：NEB-22A2）の 150nm/150nm ラインアンドスペースパターンです。回折光学素子とは、素子表面に微細な凹凸を作製し、この凹凸により光を回折させレンズや波長フィルターの機能を持たせるものです。使用する条件によっては、レジストパターンをそのまま回折光学素子として使うことも可能です。また、レジストパターンでは、熱に弱く機械的強度もないために、使用できない場合もあります。その場合、いくつか制約はありますが、当所に導入済みのドライエッチング装置によりエッチングを施すことにより、石英などの基板にレジストパターンを転写することも可能です。

おわりに

以上のように電子線描画装置は、サブミクロンサイズの微細加工を精度よく行うことができる装置です。基板のサイズや種類、パターンの大きさなどいくつかの制約があることと、条件だしが必須ですが、これらをクリアすれば、再現性よく微細加工を行うことができます。電子デバイスや光学分野はもちろんバイオテクノロジーの分野でも微細加工の必要性が高まっています。当所の電子線描画装置のご利用をご検討いただければ幸いです。

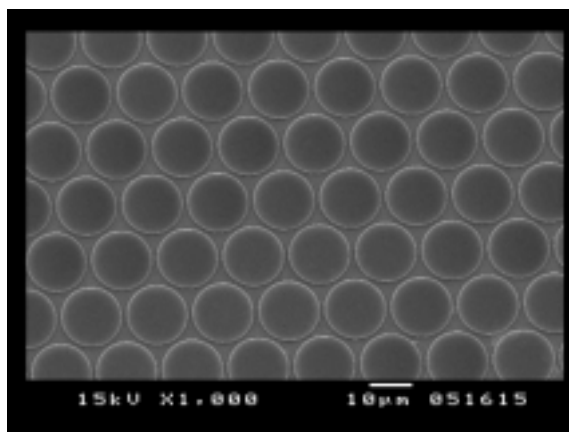


図 2 超伝導ネットワーク用レジストパターン

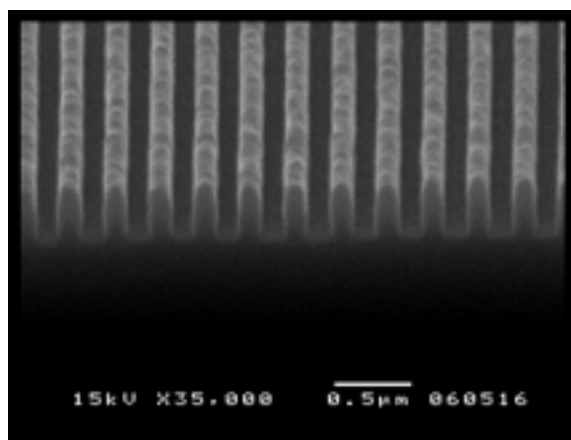


図 3 150nm/150nm ラインアンドスペースレジストパターン