

レーザー描画装置によるフォトマスク作製

キーワード：微細加工、MEMS 技術、フォトリソグラフィ、フォトマスク、フォトレジスト、
レーザー描画、グレースケール露光、マスクレス・リソグラフィ

はじめに

フォトリソグラフィを主とした微細加工技術は、シリコンチップ上に作製される集積回路の飛躍的な集積度の増大と数 10 nm オーダーへの微細化の実現を支えてきました。近年では、集積回路のみならず MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)技術を使った微小なアクチュエータ、センサ、生化学分析デバイスなど高機能デバイスの研究開発にも活用されています。

フォトリソグラフィはフォトマスク上のパターンを光を用いて転写する微細加工技術です。簡単な CMOS 集積回路では最低 10 枚以上、センサデバイス試作でも少なくとも 4, 5 枚程度以上のフォトマスクが必要であることから、フォトリソグラフィを用いる研究開発には、フォトマスクをいかに迅速に準備するかが重要なポイントとなります。

当研究所では、フォトマスク作製装置としてレーザー描画装置(株)日本レーザー DWL66FS)を導入しています。ここでは、本装置の主な構成や仕様とフォトマスクの作製パターン例を紹介します。

レーザー描画装置の仕様

本装置は、レーザー光源、光学系、描画ヘッド、基板用ステージからなる描画装置本体、フローボックス、システムコントローラ、ユーザ/オペレータ用 PC、データ変換用 PC で構成されています。図 1 に装置本体とフローボックスの外観写真を示します。図 2 に装置本体の構成を模式図で示しています。描画用データに従って、レーザービームが AOM (音響光学的モジュレータ) で成形され、さらにそのレーザービームを AOD (音響光学的ディフレクタ) で高速スキャンし、光学描画ヘッ



図 1 フローボックスと装置本体の外観写真

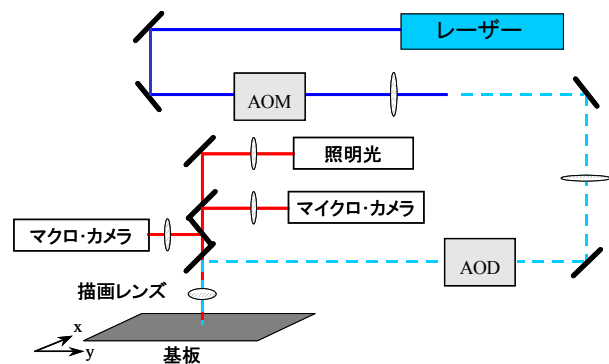


図 2 装置本体の構成

ドを動かさずに高精度で高速な露光を可能にしています。なお、本装置ではラスタースキャン技術によって描画されます。描画ヘッドには、空気圧をセンシングしてピエゾトランスデューサによりオートフォーカスを行う機能がついています。したがって、透過率の高いガラス材料等あらゆる描画用基板に対応できます。

主な仕様は次の通りです。

- ・ レーザ光源：He-Cd レーザ
(波長 442nm)
- ・ 最小スポット径： $\leq 0.8 \mu\text{m}$
- ・ 最小アドレスグリッド
(位置決め最小ステップ)： 50 nm
- ・ 最大描画エリア： $200 \text{ mm} \times 190 \text{ mm}$
- ・ 最大描画スピード： $5.7 \text{ mm}^2/\text{min}$
(描画エリア 100 mm^2 以上)
- ・ オートフォーカス範囲： $90 \mu\text{m}$
- ・ Z 軸可動範囲 (基板厚み対応)： 6 mm

この他、32 階調で描画時のエネルギー設定ができますので、グレースケール露光 (3 次元描画) が可能です。さらに、オートフォーカス範囲が $90 \mu\text{m}$ と大きいことから、フォトレジストを塗布した高低差数 $10 \mu\text{m}$ 程度の凹凸のある被加工用基板でもフォトマスクを介さずにパターン露光するマスクレス・リソグラフィも可能です。

描画用データは、データ変換用 PC により、一般的によく用いられる GDS II、DXF、GERBER、CIF のデータフォーマットを直接取り込むことができますので、特別な CAD ソフトの購入やプログラム習得は必要ありません。あるいは、描画パターンの模式図をいただければ、当研究所研究員が依頼加工 (O311: 微細マスクパターン設計 CAD) として本装置向け描画用データを作成します。

フォトマスクの作製と事例

通常、フォトマスクを作製する際は、まずガラス基板に厚み 100 nm 程度のクロム/酸化

クロム薄膜が製膜された上にフォトレジストが塗布されたマスクブランクスを準備します。次に本装置でレーザ描画を行って露光した後、現像によりフォトレジストの微細なパターンを形成します。それから、クロム/酸化クロムのエッチング液 (硝酸セリウムアンモニウム水溶液と過塩素酸の混合液) により、クロム/酸化クロム薄膜のパターンを形成します。最後にレジストを除去します。

図 3 と図 4 はマスクブランクス上のフォトレジスト (AZP-1350) を本装置を用いて露光し現像した後の顕微鏡写真です。図 3 より、幅 $2 \mu\text{m}$ のラインが縦・横・斜めにきれいに描画されていることが分かります。図 4 より、半径 $8 \mu\text{m}$ の円 (写真中央) が滑らかに描画されていることが分かります。

まとめ

以上のように、本レーザ描画装置を用いることにより、マスクブランクスからフォトマスクを作製することができます。ご依頼をいただいでフォトマスクを作製する依頼加工 (O316: レーザ描画加工) と、装置をお貸しする機器貸与 (A8304: レーザ描画装置) のどちらにも対応しています。当研究所マイクロデバイス開発支援センターでは、この他にもマスクアライナや各種エッチング装置、製膜装置、評価装置等を揃えていますので、フォトリソグラフィを用いた微細加工によるマイクロデバイスの迅速な研究開発を支援することが可能です。是非、ご活用ください。

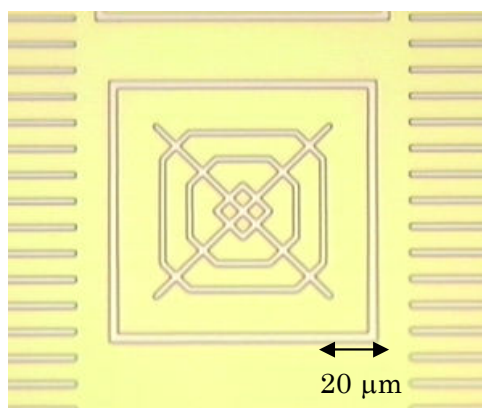


図 3 フォトレジストの描画例

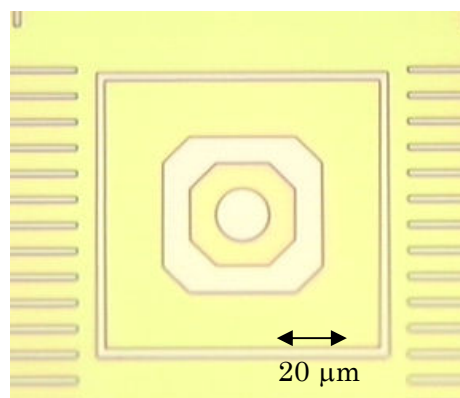


図 4 フォトレジストの描画例