

ICPエッチング装置によるシリコンの深溝加工

キーワード：ISM、ICP、RIE、ドライエッチング、微細加工、シリコン

はじめに

当研究所に設置された、ICP（Inductively Coupled Plasma；誘導結合プラズマ）エッチング装置、(株)アルバック製、NE-550の外観写真を図1に示します。

本装置は、プラズマを用いたエッチング（etching；食刻）により、シリコン基板表面を掘り込むことのできる装置です。その際、あらかじめ基板表面に保護層（マスク）を形成しておくこと、マスクの形状にシリコン基板表面が掘り込まれ、基板上にマスクの形状が転写されることとなります。このようにして作製した一例を図2に示します。シリコン基板表面に幅 $200\mu\text{m}$ 、深さ $80\mu\text{m}$ のU字型の溝が形成されています。

本装置にはマスクを形成する機能はありませんので、特定のパターンをエッチングする際には、あらかじめ露光装置などを利用して基板上にマスクとなるパターンを形成しておく必要があります。

シリコン基板上にパターンを形成するプロセスは図3に示すようになります。シリコン基板上にマスクを形成、エッチングを行いマスクされていない部分のシリコンを掘り込む、マスクを除去、という流れになります。本装置の機能はこのプロセスに対応します。この一連のプロセスを用いると、作製例に示すような種々の微細パターンがシリコン基板上に作製することができ、マイクロマシニングや電子デバイスへの応用が可能になります。

装置の仕様

本装置は、プラズマ生成用電源とバイアス用電源のパワーを独立に制御できるため、幅広い条件の中からプロセスを選択することが可能です。装置の主な仕様は次の通りです。



図1 NE-550 外観写真

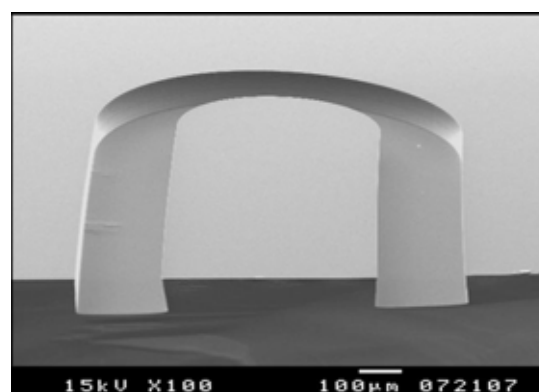


図2 シリコン加工例

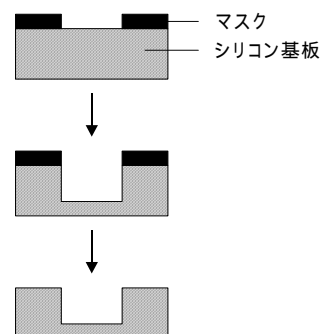


図3 プロセス

- ・装置構成：ロードロック室 + エッチング室
- ・プラズマ源：ISM (Inductively Super Magnetron (有磁場 ICP)) 型
- ・プラズマ生成用電源：13.56MHz、最大 1kW
- ・バイアス用電源：12.5MHz、最大 300W
- ・被エッチング材料：シリコン
- ・処理可能ウエハ：最大 4 インチ
- ・使用可能ガス：CF₄、CHF₃、CH₂F₂、C₃F₈、C₄F₈、SF₆、Ar、O₂

パターン作製例

本装置を用いてシリコン基板上に作製した微細加工パターンのいくつかを示します。サブミクロンサイズの超微細加工からミクロン、サブミリサイズまで色々なサイズのパターンが作製可能です。

作製例 1 - サブミクロンサイズ -

電子ビーム描画装置と蒸着装置を用いてシリコン基板上に 0.5 μ m \times 1.0 μ m のクロムのパターンが多数配列したものを形成しました。次いでこれをマスクにして本装置を用いて深さ 1.2 μ m のエッチングを行いました。その結果を図 4 に示します。シリコン基板上にクロムのパターンが転写され、縦 1.2 μ m のドット・パターンが形成されています。

同様の方法で、シリコン基板上にサイズ 0.9 μ m \times 0.9 μ m のクロムのドット・パターンが周期 2.7 μ m \times 2.7 μ m で多数配列したものを形成し、本装置を用いて深さ 10 μ m エッチングした結果を図 5 に示します。

このようなサブミクロンサイズのパターンでは、微細なパターン形成の可能な電子ビーム描画装置を利用する必要があります。微細なパターンであっても数百 nm 以上のサイズであればエッチングによりパターン転写を行うことが可能です。

作製例 2 - ミクロンサイズ -

光を用いたマスク露光装置と蒸着装置を用いてシリコン基板上にクロムのパターンを形成し、これをマスクにして本装置でエッチングを行いました。作製した素子を図 6 に示します。シリコン基板上に幅 200 μ m、深さ 80 μ m の溝が形成されています。

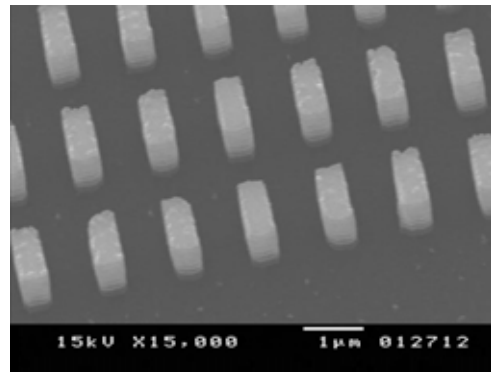


図 4 シリコンの微細加工例
(0.5 μ m \times 1.0 μ m、高さ 1.2 μ m)

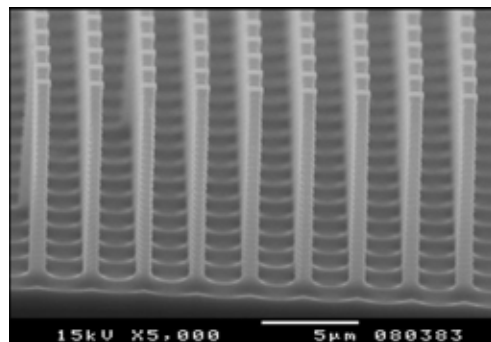


図 5 シリコンの微細加工例
(0.9 μ m \times 0.9 μ m、高さ 10 μ m)

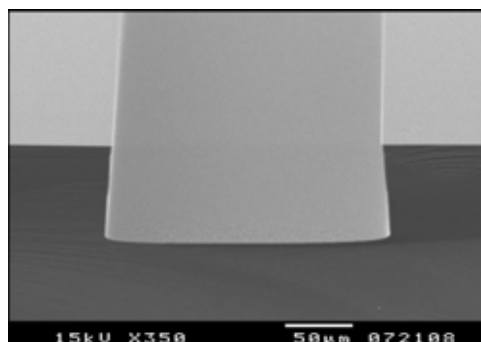


図 6 シリコンの微細加工例

おわりに

以上のように、プラズマを用いたエッチング装置は精密なシリコン微細加工を行う上では欠かすことのできない装置となっています。本装置を用いて様々な微細加工を作製することにより、電子デバイスや光学素子、バイオ素子などの新しい技術開発や応用展開に役立つものと思います。この装置の利用をお考えの方や興味をお持ちの方は一度お問い合わせ下さい。