

両面マスクアライナとそのマイクロデバイスへの応用

キーワード：微細加工、両面マスクアライナ、マイクロマシニング技術、超音波センサ

はじめに

現在、微細加工技術から発展した MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いて、マイクロジャイロなどの高性能デバイスが開発されています。この MEMS 技術の大きな特徴は、基板上や基板両面にマイクロブリッジやダイアフラムなどの微小な 3 次元構造を作製することにあります。また、そのために、基板の両面に微細なパターンを形成することがしばしば行われます。この両面のパターンは、互いの位置を高い精度で合わせる必要があり、その目的のために両面マスクアライナが用いられます。ここでは、微細加工と両面マスクアライナについて説明し、デバイス開発への応用例を示します。

微細加工 (フォトリソグラフィ)

フォトリソグラフィと呼ばれる微細加工は、マスク上の元パターンを光を用いて転写する技術です。マスクはガラスできており、片面にクロムなどの金属膜で微細なパターンを形成してあるので、パターンの存在しないところのみ、光が透過します。

まず、基板にレジストとよばれる感光性の膜を塗布し、マスクを通して紫外光をレジストに照射します。光の照射された部分は現像時に除去され、その部分の基板が露出します。次のエッチング工程で、露出した部分が酸などにより除去され、パターンが基板に転写されます。デバイス作製時にはフォトリソグラフィを複数回行うので、2 回目以降は、先に作製したパターンに位置を合わせて次のパターンを転写する必要があります。この位置合わせのことをアライメントと呼び、その装置をマスクアライナと呼びます。マスクアライナはまた、レジストへの紫外光の照射の機能も持っており、露光装置とも呼びます。

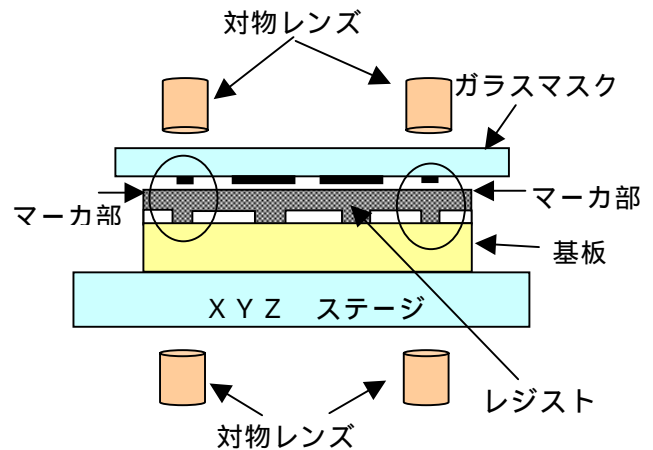


図1 アライナの構成
(下側の対物レンズは、
両面マスクアライナのみ)

マスクアライナ

マスクアライナはふつう、2 視野顕微鏡を持ちます。これは、図 1 に示すように、倍率が 10 倍程度の 2 つの対物レンズを基板の上方に持ち、2 カ所を同時に観察することができるものです。基板上には、最初のフォトリソグラフィ時に、アライメントのための数十 μm の大きさのパターン (アライメントマーク) が 2 カ所以上に配置されており、そのマークと対応するマスク上の位置にもマーカを配置しておきます。マスクの透明な部分を通して、マスクから数十 μm 程度下にある基板も見る事ができます。基板の位置は XYZ ステージなどで微調整できるようになっており、2 カ所のマーカが重なり合うように位置を調整します。アライメントを行った後、マスクと基板を密着させて、露光を行います。

両面マスクアライナ

両面マスクアライナでは、図 1 のように、基板ホルダー (XYZ ステージ) の下方に



図2 両面マスクアライナ

も2つの対物レンズを有しています。また基板ホルダーはガラスできています。そのため、基板の裏面とマスク上のパターンを同時に見ることができます。その際、左右それぞれの上下の対物レンズの像を視野上に重ねて見ることができるので、基板の裏面にもマークを作製すれば、表面側にあるマスクのマークと位置を合わせることができます。

図2に、当研究所に設置された両面マスクアライナを示します。この装置の主な仕様は次のとおりです。

- ・基板：最大 100mm 、最小 10mm 角
- ・マスク：3インチ角または5インチ角
- ・光源：高圧水銀ランプ (250W)
- ・分解能：約 3 μm
- ・アライメント精度：3 μm 以下

両面微細加工を行う場合は、パターンの設計時に裏面のパターンでは左右反転が必要なことや、マーク位置や形状に制約が多いなど、多くの注意が必要です。

応用例 - 超音波センサ -

両面微細加工を応用して、超音波センサを開発した例を示します。このセンサは、SOI (Silicon On Insulator) と呼ばれる、シリコ

ン基板上に 1 μm 程度の厚みの SiO₂ 膜を形成し、その上にさらに厚み 2 μm のシリコン膜を形成した基板を用いています。図3にセンサの断面図を示します。まず、上部シリコン膜上に短絡防止の SiO₂ 膜を形成し、その上に白金電極 / 圧電体膜 / 白金電極のコンデンサ構造を形成します。その後、両面微細加工を用いて、コンデンサ部の裏面のみシリコン基板をエッチングすると、間の SiO₂ 膜でエッチングが停止し、上部のシリコン膜とコンデンサ部が薄い膜 (全体の厚み約 4 μm) となって残ります。この膜の大きさは 0.6mm 角です。この構造は超音波の圧力により容易に振動し、圧電体が電圧を発生するので、センサとして動作します。

当研究所では、現在このセンサを2次元アレイに配置した素子を試作し、物体からの反射超音波を捉えて、リアルタイムに障害物を検知するシステムの開発を行っています。

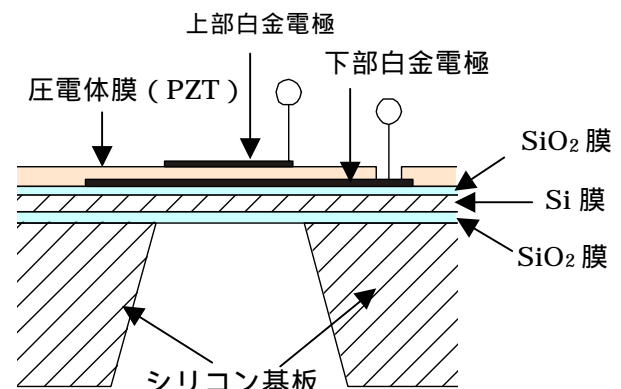


図3 超音波センサの断面図

まとめ

両面マスクアライナを用いることにより、基板の両面に微細なパターンを形成でき、種々の高機能デバイス開発に応用できます。当研究所では、他にもマスク作製装置や機能性薄膜作製装置、エッチング装置、デバイス計測システムなど、一貫して研究・開発が可能な設備と、多くのデバイス開発の経験を有しています。高機能デバイス開発に是非ご活用下さい。