

## 「MEMS 構造体の MemsONE 活用事例」

オリンパス(株) 研究開発センター 網倉 正明

### 1. 概要

MEMS 構造体は様々な三次元構造体を持ち、それらの構造体を作りこむためのプロセスは複雑でデバイス固有にならざるを得ない。これまでも社内開発や MEMS ファンドリーサービスを通じて様々な技術を獲得しているが、製造ラインへ移管し安定生産になるまでには多大な労力を要する。これには事前試作による課題潰しを繰り返すが、年単位の立ち上げ期間になることもめずらしくない（弊社だけかもしれない）。

この開発期間短縮に向けては、シミュレーション技術を有効活用することが重要である。何ヶ月も掛かる試作を数日で計算し、プロセスの目処が確認できることは大きな魅力である。今回は MemsONE 機能のうちウエット及びドライエッチングシミュレーションを用いた事例について報告する。

### 2. ウエットエッチング

圧力センサや加速度センサなどの物理量 MEMS では、異方性のウエットエッチング技術を用いて、ダイアフラム裏にいわゆるキャビティを形成する。一般的には、KOH や TMAH なる強アルカリの薬品を所望の温度と濃度にてエッチングする。最近弊社では、ウエハ面内の均一性向上のため自動機の導入を図った。

物理量センサは感度に応じて、(100) や (110) の面方位のウエハを用いるが両者でそのエッチング形状は異なる。図1、図2に簡単なキャビティ構造を実デバイスとシミュレーションを比較して示す。(110) はオリフラ位置の違いがあるため平面形状は異なるが、一般的なオリフラ位置では実デバイスとの差異はないと考える。

一方エッチングレートは、シミュレーションデフォルトでは  $1.0\mu\text{m}/\text{分}$  となっている。弊社の場合、例えば  $70^\circ\text{C}$  では  $2.3\mu\text{m}/\text{分}$  であり、条件テーブルを拡充することが必要である。

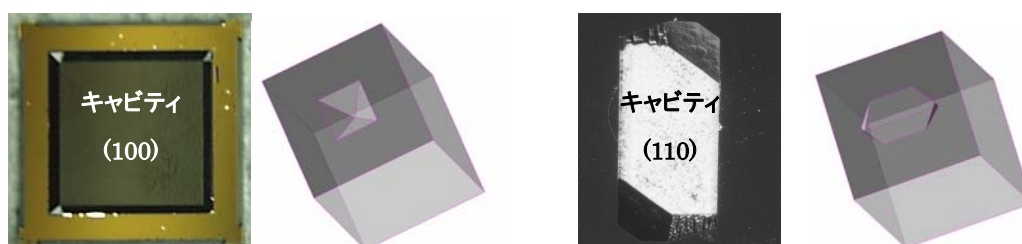


図1. 面方位(100)の比較

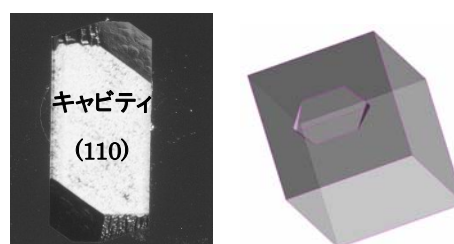


図2. 面方位(110)の比較

### 3. ドライエッチング

このシミュレータは産総研様装置を前提としているため、RIE 前提であれば最適化を図

っての使用となる。今回のドライエッチングは、エミュレータ側で行うこととした。プロセス設計から見ると、例えばドライエッチングされたピット内へ形成された絶縁膜の形状が重要になる。エミュレータでは、ピット内側壁への成膜割合を設定するが、実デバイスでは図3のように形成される（もちろん装置、条件により大きく異なる）。図3はプラズマ酸化膜を800nm成膜した50 $\mu$ m開口深さのピット内断面SEM写真である。エッチングはDRIEで行っており、側壁スキヤロップに沿って忠実にプラズマ酸化膜が形成されていることがわかる。エミュレータとしては、実デバイスと全く同じとまでは行かないが、側壁部は平面膜厚の割合で設定できる（計算結果は割愛）。

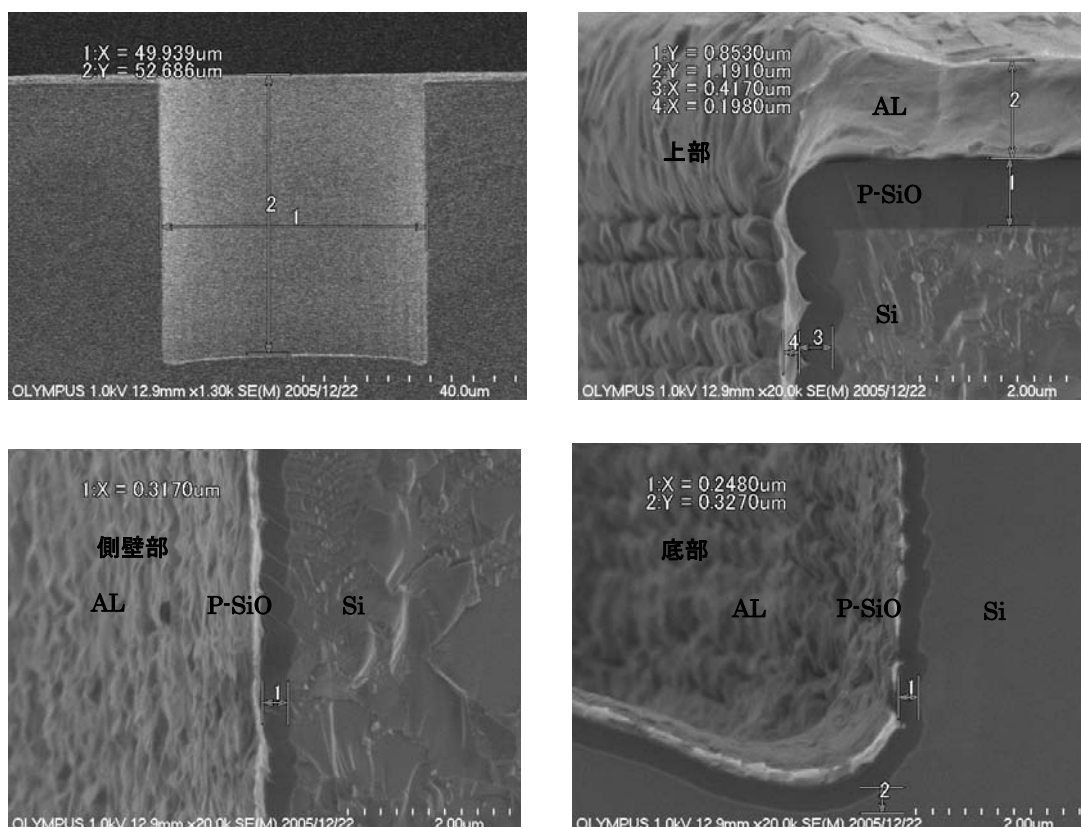


図3. 50 $\mu$ m開口ピット内へのプラズマ酸化膜形成（成膜膜厚：800nm）

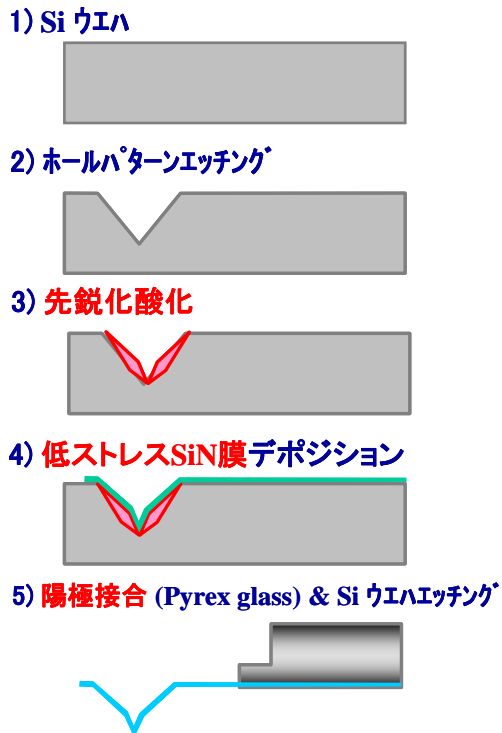
※側壁及び底部は、体積膜厚の約1/3程度となる（エミュレータでは側壁部のみ設定）。

※底部のエッチング形状は平坦にならない（エミュレータでは反映されない）。

#### 4. MemsONEによるカンチレバー構造の検証

弊社では主要MEMS製品としてカンチレバーを生産している。近年ではバイオレバーをはじめ数多くのレバーがラインナップしている。これらカンチレバーは、ピラミダル型とテトラ型の2タイプに分類することができる。製造プロセスも発想が大きく異なり、ピラミダルはいわゆる型加工、テトラは切削加工に喩えることができる。図4に両者の概略プロセスを示す。

## SiNカンチレバー製造プロセス



## Siカンチレバー製造プロセス

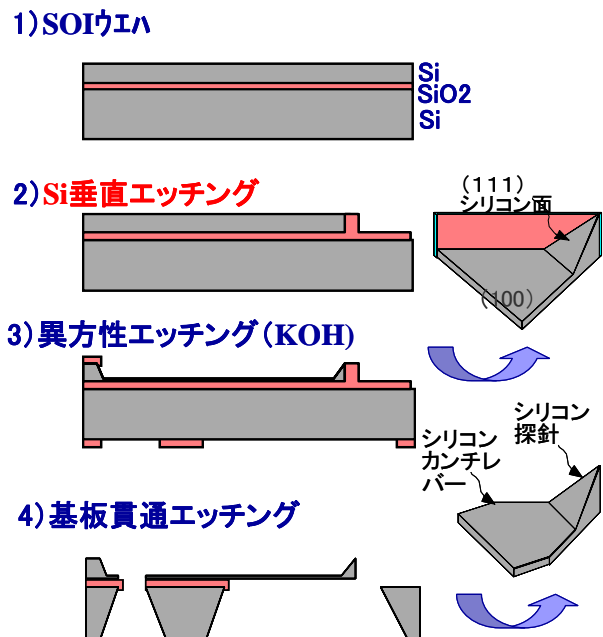


図4. カンチレバーの製造プロセス

今回はピラミダル型カンチレバーを MemsONE のエミュレータにより構造検証を行った。図5に簡単な計算結果を示す。簡易的な構造ではあるが、実デバイス構造の実現は可能であることが確認できた。但し、先鋭化酸化の検証は出来ていない。

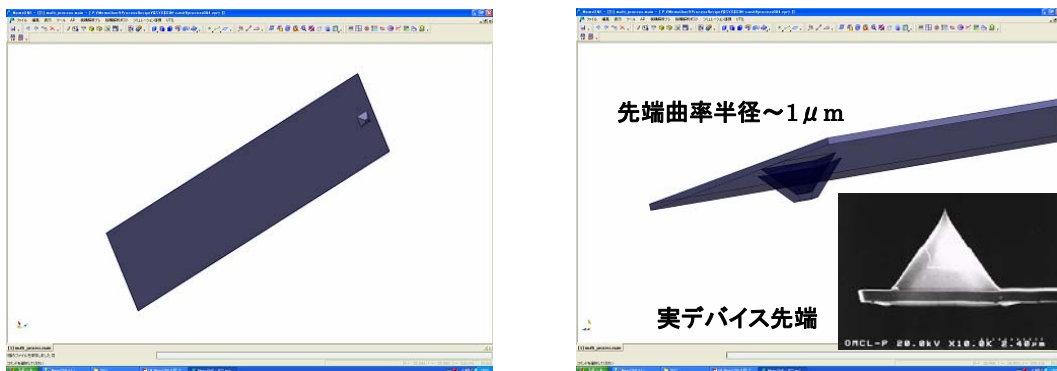


図5. ピラミダル型カンチレバーのプロセスシミュレーション結果

## 5. まとめ

最適化には多くの課題は残るが、MemsONE によるカンチレバー構造の実現は十分可能であることが確認できた。今後はプロセス条件の最適化を図るとともに、機構解析の検証を行う。