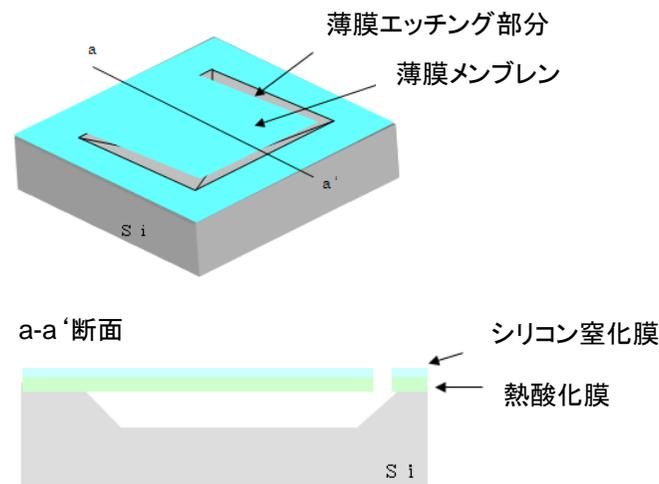


TEG設計試作の概要

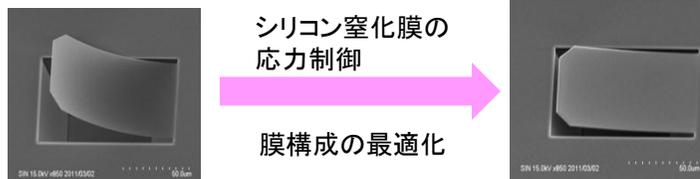
今回設計・試作する薄膜メンブレンTEGは、右図に示すように、シリコン基板上に形成した、薄膜メンブレンの片持ちの構造体TEGであり、構造としてはシリコン基板上に熱酸化膜、シリコン窒化膜の薄膜が成膜しており、その薄膜をエッチング除去した部分からシリコンの異方性エッチングを行い、シリコンのキャビティー構造を形成したものである。

この薄膜メンブレンTEGの応用展開としては、圧力センサ、フローセンサ、温度センサ等に展開可能であり、センサとして機能させる例として、薄膜メンブレン上にポリシリコンで形成した抵抗配線を形成し、薄膜メンブレンの変位を、抵抗変化の電気信号として検出する方法がある。そうしたセンサとして機能する上で、薄膜メンブレンの出来栄がセンサ特性に大きく影響を及ぼす。その為、今回のTEG設計・試作は、重要となるシリコン基板上への薄膜メンブレン構造の形成を主として取り組むものである。



主な技術検討内容

片持ちの薄膜メンブレンTEGの反りをコントロールする為の、二層薄膜の応力制御である。今回用いる薄膜は、半導体製造で一般的に用いられる熱酸化膜と、保護膜として用いられるシリコン窒化膜を用いる。その為、熱酸化膜の圧縮応力と、シリコン窒化膜の引っ張り応力の、二層の膜の応力コントロールを行い、薄膜メンブレンTEGの反りをいかに制御するかが、試作の重要なポイントである。その手段としてシリコン窒化膜の低応力化や、薄膜メンブレンTEGの膜構成の最適化について取り組んだ



用途

下記のMEMSセンサへの展開可能

- ・圧力センサ
- ・フローセンサ
- ・温度センサ等

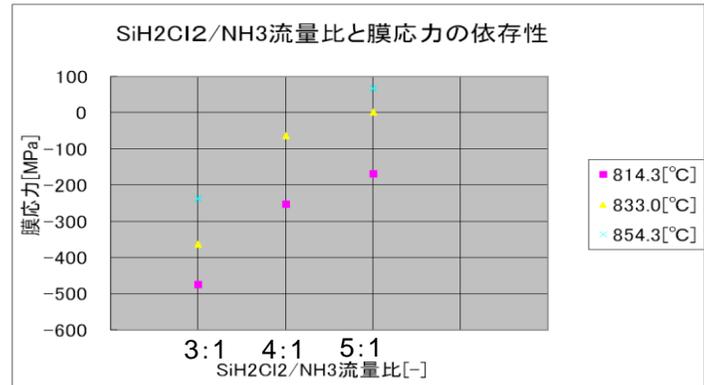
目標：
8インチラインを用いて薄膜メンブレンのTEG試作を行うとともに、ラインの特性ならびに製造環境を評価し、MEMSデバイス製造の基盤構築を図る。

成果まとめ：
1) シリコン窒化膜・熱酸化膜の形成条件のデータ蓄積が行えた。シリコン窒化膜の低応力化や、薄膜メンブレンTEGの膜構成の最適化により、薄膜メンブレンTEGの反りを十分に低減でき、安定した加工形状が得られることを確認した。
2) 8インチラインでのラインの特性を評価し、試作ウェハの面内バラツキ評価、ウェハ間のバラツキ評価を通じて、製造環境を評価した。これらにより、薄膜メンブレンTEGに用いるMEMSデバイス製造ラインの構築が図れた。

成果の具体的説明

1) シリコン窒化膜の低応力化検討

低応力のシリコン窒化膜を成膜するには、ガス比を、SiH₂Cl₂の割合を増やす。これによりシリコンリッチで低応力のシリコン窒化膜が成膜可能である。その為に、SiH₂Cl₂とNH₃ガス比、及び、成膜温度を条件設定し、膜応力との依存性を把握する実験を行い依存性を明確化した。



2) 低応力化の成膜条件を用いてのTEG試作

2)-1 膜応力と薄膜メンブレンの反りの相関明確化

| | Lチップ | Mチップ | Sチップ | 全体 |
|--|------|------|------|----|
| 水準1 SiN: 850MPa :500Å SiO ₂ : 4800Å | | | | |
| 水準SiN: 100MPa SiN:500Å SiO ₂ : 4800Å | | | | |
| 60MPa SiN:500Å SiO ₂ : 4800Å | | | | |

薄膜メンブレンの反り発生
→シリコン窒化膜の残留応力



膜構成の最適化
→熱酸化膜を厚く

2)-2 膜構成の最適化

| | Lチップ | Mチップ | Sチップ | 全体 |
|---|------|------|------|----|
| 水準3 60MPa SiN:500Å SiO ₂ : 4800Å | | | | |
| 水準4 60MPa SiN:500Å SiO ₂ : 5800Å | | | | |
| 水準5 60MPa SiN:500Å SiO ₂ : 12000Å | | | | |

3) 薄膜メンブレンTEGプロセス構築

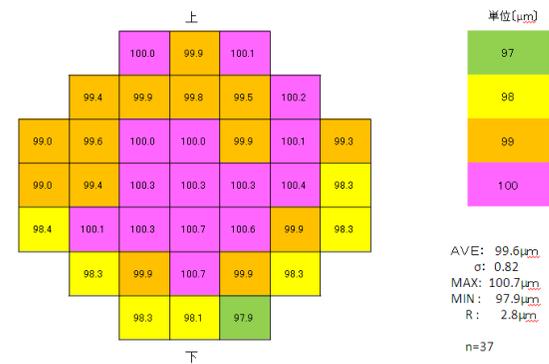
| 工程 | 内容 | 使用装置 | 条件等 | 断面図 |
|----|---------------------------|---|---|-----|
| 1 | 受け入れ 洗浄 | ・ 枚葉ウェハ洗浄装置 (ETS製) | SC1 | |
| 2 | パイロ酸化 | ・ 酸化炉 (光洋サーモ製) | 温度: 1100°C 時間: 50min 膜厚: 5000Å | |
| 3 | LPCVD ・ SiN 成膜 | ・ LP-CVD (光洋サーモ製) | 温度: 780°C 時間: 30min 膜厚: 1000Å | |
| 4 | レジストパ ターニング | ・ コーターデベロッ パー (ジャパン クリエイト製) ・ ステッパー (ニコン製) | レジスト: 住友化学 PFI-38A9 8μm 厚み: 1.4μm 露光 225mj/cm2 | |
| 5 | SiO2/SiN エッチング | ・ 酸化膜エッチャー (パナソニックF製) | OE: 5% | |
| 6 | レジスト 除去 | ・ アッシャー (sumco製) | RF: 500w 圧力: 10Pa 時間: 20min | |
| 7 | S P M洗浄 & D i P エッチ | ・ バッチ式ウェハ洗浄 (セミコン クリエイト製) | 時間: 15min 温度: 120° D i P 1: 100 60sec | |
| 8 | シリコン ウェット エッチング | ・ ウェットエッチング 装置 (カナメックス製) | 温度: 85°C 時間: 60min 濃度 25wet% | |
| 9 | 乾燥 | ・ IPAベーパー 乾燥装置 (ETS製) | 温度: 85°C | |

4) ライン特性の把握

① Si異方性エッチング深さの評価結果

100μmエッチング深さでの精度 = ±1.43%

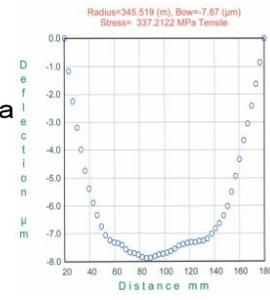
8インチウェハのエッチング深さマップ



(条件: TMAH20% 85°C)

② 酸化膜及び、SiN膜の膜応力評価結果

酸化膜
= 337Mpa



SiN膜
= -871Mpa

