

F₂+He ガスドライエッチングによる Si トレンチ側壁上のスキヤロップ低減化処理

Scallop reduction processing of Si trench sidewalls by ICP-RIE using F₂+He gas

九州工業大学マイクロ化総合技術センター¹, サムコ株式会社²,

○三笠 亮¹, 新海 聡子¹, 野田 有輝², 本山 慎一²

Center for Microelectronic Systems, Kyushu Institute of Technology¹, SAMCO Inc.²

○Ryo Mikasa¹, Satoko Shinkai¹, Yuki Noda², Shinichi Motoyama²

E-mail: ryo_mikasa@cms.kyutech.ac.jp

背景

Si 半導体デバイスの微細化・集積化の限界を打破するために、デバイス領域を平面方向だけでなく深さ方向にも拡大した三次元構造の開発が進んでいる。三次元化の手法の一つとして、ボッシュプロセスと呼ばれる高アスペクト比エッチング法を用いた Si ウエハ上へのトレンチの形成が挙げられる。作製したトレンチはゲートやキャパシタなど様々なデバイスに応用可能である。しかし、ボッシュプロセスによってトレンチ側壁上に発生するスキヤロップは電解集中による絶縁破壊を引き起こしたり、トレンチ内部への金属の堆積を阻害させるなどの問題を持つ。そこで、本研究では F₂+He 混合ガスを用いた ICP-RIE によりトレンチ内部に存在するスキヤロップの低減化を図った。

実験方法

4inch P 型 Si ウエハ(100)にポジ型フォトリソストを用いたフォトリソグラフィによりパターニングを行った。露光の際、フォトマスクのパターンはライン&スペースを使用した。パターニングした試料にボッシュプロセスによりトレンチの形成を行った。その後、スキヤロップの低減化のために F₂+He ガスを用いた ICP-RIE を行った。また、用いたエッチングガスの総流量は 20[sccm]である。本研究では ICP 電力や Bias 電力等のエッチング条件を変化させることによってスキヤロップ低減化の効果を調査した。試料観察には走査型電子顕微鏡(SEM)を使用している。

実験結果

はじめに、ボッシュプロセス後のトレンチ全体像の断面 SEM 写真を Fig.1(a)に示す。トレンチは深さ 9.8[μm]、開口径 0.8[μm]、底面径 0.4[μm]の順テーパ形状である。Fig.1(b)はトレンチ開口部付近を拡大した SEM 写真であり、トレンチ側壁上に凹凸状のスキヤロップが発生していることが確認できる。

次に、F₂+He ガスに 5%の O₂ガスを添加し、ICP 電力、Bias 電力をそれぞれ 100, 150[W]、プロセス圧力 0.5[Pa]およびプロセス時間 20[min]とした ICP-RIE 後のトレンチ全体像の断面図およびトレンチ開口部の拡大図を、それぞれ Fig.2(a),(b)に示す。ICP-RIE 後に得られたトレンチは、開口径 1.2[μm]、底面径 0.5[μm]であった。Fig.2(a)より上部の開口径は広がっているが、トレンチ全体のサイズは大きく変化していないことがわかる。また Fig.2(b)より、ボッシュプロセス後にトレンチ側壁上に発生していたスキヤロップは F₂+He ガスを用いたドライエッチングによって除去されていることが確認できる。

まとめ

本研究では F₂+He ガスを用いたドライエッチングを行い、トレンチ内部のスキヤロップが除去できることを確認した。今後は ICP 電力および Bias 電力を変化させて、スキヤロップ低減化に有効なエッチング条件をさらに明らかにする予定である。

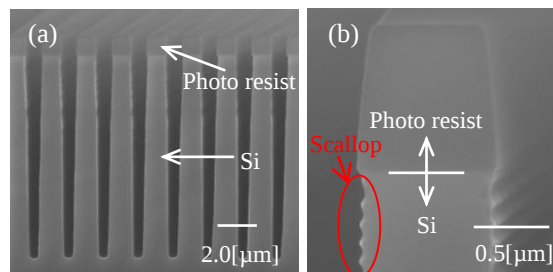


Fig.1 Cross-sectional SEM images of the sample after Bosch process: (a) whole image and (b) enlarged top image

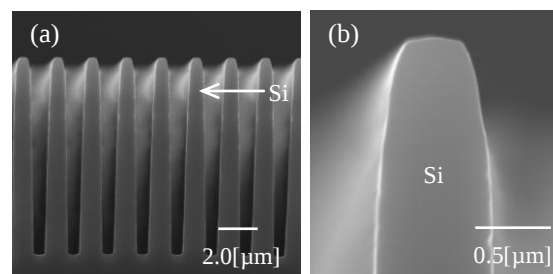


Fig.2 Cross-sectional SEM images of the sample etched by (F₂+He)/O₂ gas: (a) whole image and (b) enlarged top image