

ボッシュプロセスによるシリコンの深掘り技術

【サムコ株式会社 プロセス開発3部】

1. はじめに

ボッシュプロセスによるシリコン深掘り技術は、各種MEMSセンサやインクジェットヘッドの製造、医療・バイオ分野への応用など、幅広い分野で使用されている。当社はドイツ ロバートボッシュ社よりボッシュプロセスのライセンスを供与された初めての日本メーカーであり、研究開発用から生産用まで、多数のボッシュプロセス専用装置を製造・納入してきた。当社はボッシュプロセス専用装置として小型の研究開発機から生産用装置『RIE-800iPBC』、マルチチャンバーを備えた大型装置まで幅広くラインナップしている¹⁾。今回は、RIE-800iPBCを用いて加工した最新のプロセスデータを紹介する。

2. プロセスデータ

■高エッチングレートプロセス

ボッシュプロセスにおいてエッチングレートを速くするには、SF₆の大流量化を可能とする排気構造、大流量のガスを分解するために必要な高いRFパワーを印加できるICPコイル、超高速でのプロセス切り替えといった仕様が必要である。RIE-800iPBCはSF₆の最大流量1,200sccm、最大5kWのICP出力、ガスを高速で切り替えるALDバルブを備えている。図1に高エッチングレートで加工した結果を示す。(a)は、50 μ m幅のトレンチを48 μ m/minの高エッチングレートで加工したものである。(b)は、スキヤロップサイズを544nmに抑えながら21 μ m/minの高エッチングレートを達成している。

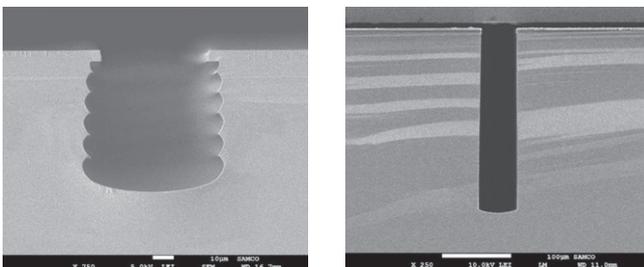


図1. (a) 50 μ m幅トレンチ 48 μ m/min (b) 10 μ m幅トレンチ 21 μ m/min
スキヤロップ:544nm

■高アスペクト比プロセス

アスペクト比の高いトレンチやホールを加工を行う場合、エッチングの進行に伴い先細りになることや側壁がボーイング形状となることが課題となる。特に50を超える高アスペクト比加工を行う場合、エッチング開口部と底部でプロセス条件を変更して最適化する必要がある。エッチングにおいては、フッ素ラジカルの輸送量、輸送後の反応生成物量、保護膜を削るイオンの量が開口部と底部では異なるため、プロセスでのバランス調整が必須となる。また、保護膜形成においてもC₄F₈ガスの分解後の組成比や量により付着係数が異なるため、開口部に付着しやすいか底部まで付着するかが変わってくる。

これらの条件はプロセスパラメータの最適化や、プロセスパラ

メータを時間とともに変化させるランピングプロセスを用いて調整する。図2に、1.5 μ m幅トレンチを75 μ m深さまでエッチングしたアスペクト比50の加工結果を示す。先細り形状やボーイング形状が無い垂直な形状が得られている。マスクの厚さを適正に設定すれば1 μ m幅のトレンチで100 μ m深さのアスペクト比100の形状が可能である。

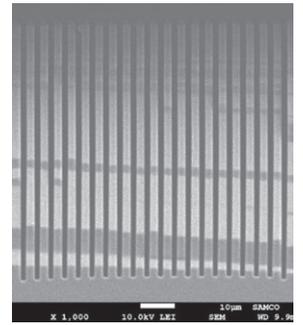


図2. アスペクト比50のトレンチ加工
(幅:1.5 μ m、深さ:75 μ m)

■ナノパターンプロセス

デバイスが小型になるにつれ、パターンの加工サイズも小さくなっていく。ここでは、ミクロンサイズよりさらに小さい、ナノレベルのプロセスデータを紹介する。

ナノサイズの加工の場合、ステップの切り替え時間が長いとスキヤロップが大きくなりパターンが崩れてしまう。そのため、ステップの切り替え時間を1秒以下に短くする必要がある。また、パターンが小さいため、パターン内に入るエッチャントが過剰になるとサイドエッチングが進行する。パターンサイズに適した、ガス流量、パワー、圧力等のプロセスパラメータの繊細な調整が必須となる。図3は、80nm幅のナノパターンのトレンチを深さ6,340nmまでエッチングした結果である。パターンが崩れることなく、80近くの高アスペクト比加工を達成している。

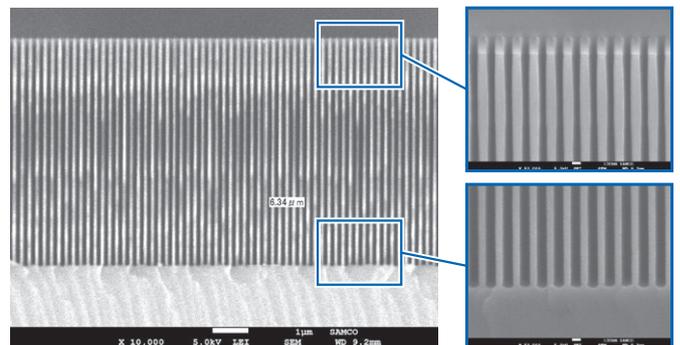


図3. アスペクト比80のトレンチ加工 (幅:80nm、深さ:6,340nm)

3. おわりに

今回は、RIE-800iPBCを使用したボッシュプロセスによるプロセスデータを紹介した。当社は、シリコン深掘り技術において、ボッシュプロセス以外にも豊富な技術データを蓄積しており、お客様のニーズに応じた最適なソリューションを提案していく。

■参考文献

- 1) “量産用高速シリコンディープエッチング装置『RIE-800iPBC』による深さ400 μ mの高アスペクト比加工”
テクニカルレポート:サムコ株式会社 広報誌 (2015).