

研究成果概要報告書

研究課題名

誘導自己組織化支援拡散法による極微細シリコン貫通配線形成技術

東北大学 大学院工学研究科 機械機能創成専攻 准教授 福島 誉史

車の自動運転システムの画像処理で使われるAIチップに求められる性能を出すにはシリコン貫通配線 (TSV: Through-Si Via) を使って1TB/sec以上の超広帯域を実現する三次元積層メモリ (HBM: High-Bandwidth Memory) が必要不可欠であるとの認識が広まっている。従来のTSVはトップダウン型のフォトリソグラフィ技術、反応性イオンエッチング (RIE) やスパッタなどの高真空技術、それに加えて特殊な電解めっき技術による微細加工により作製されており、微細化には限界がある。ITRS (国際技術ロードマップ) が最後に発表した2013年の半導体ロードマップでは、2018年に電解めっきを用いたTSVの直径は2 μm に到達し、アスペクト比は20 (直径2 μm の場合、深さが40 μm) になると予想されていたが、2020年現在、TSVのアスペクト比は15にも到達していない。本研究では、当時のロードマップの予想をはるかに上回る直径100nm、アスペクト比100 (直径100nmの場合、深さが10 μm) を形成することを目的とした。

ここでは、極端紫外線(EUV)の代替として研究されてきた誘導自己組織化(DSA: Directed Self-Assembly)を応用してTSV形成を試みた。これまで単なるフォトレジストの置き換え技術であったDSAでは、共有結合で結ばれた2種類の高分子が熱処理によって相分離することで、規則性を持ったパターンを形成できる。その相分離状態は、選定する2つの分子の相互作用を示す χ パラメータと分子の体積分率により制御可能であることがFlory-Huggins theoryとして知られている。一般的なDSAで使われるポリスチレンPSとポリメチルメタクリレートPMMAのブロック共重合体PS-b-PMMA (分子量比2:1) を熱処理してナノ相分離させ、既存フォトリソグラフィ技術で作製したガイド材によって誘導し、直径数十nmのシリンダ構造を形成した。本研究では、ナノ相分離構造が形成された後、特定の材料を拡散させることにより金属と絶縁体からなるナノTSVの作製を検討し、誘電率が大きく異なるナノ周期構造を得ることに成功した。

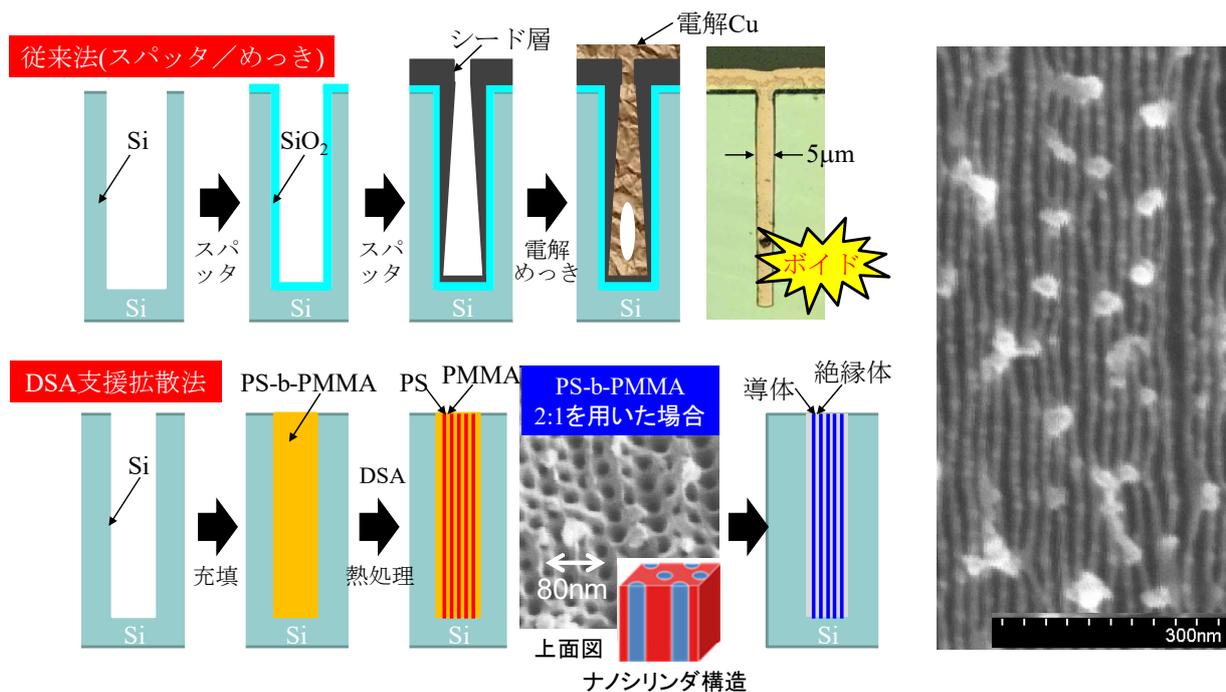


図1 従来法と本研究のDSA支援拡散法によるTSV形成手法の比較と得られたナノ構造の断面SEM写真