

ミニマル液体ドーピングプロセス

Minimal Spin-on dopant process

ミニマルファブ技術研究組合¹, 産総研²

○古賀 和博¹, 梅山 規男^{1,2}, 居村 史人¹, 浅野 均¹, 遠江 栄希¹, クンプアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}

MINIMAL¹ and AIST²

○Kazuhiro Koga¹, Norio Umeyama^{1,2}, Fumito Imura¹, Hitoshi Asano¹, Haruki Toonoe¹, Sommwawan Khumpuang^{1,2}, and Shiro Hara^{1,2}

E-mail: kazuhiro.koga@minimalfab.com

【背景】ミニマルファブでは、ウェハサイズを直径 12.5 mm (0.5 インチ) と小さくすることにより、プロセス装置は幅 30 cm、高さが 144cm に規格化された超小型の製造装置を可能としている。また、局所クリーン化技術を導入しクリーンルームを不要とすることにより、設備投資や製造ラインの運転コストを従来の 1/1000 に低減することを目標に掲げている[1]。デバイスを作成するには成膜、ホトリソグラフィ、エッチング、不純物拡散といった一連の半導体製造装置が必要である。我々は、プロセス技術を開発しながら、プロトタイプから実用機に向け装置開発を進めている。今回、MOSFET の作成に着手し、ボロン(B)の不純物拡散プロセスを検討した。イオン注入装置が未だ無いため、B を含んだ溶剤を塗布した後、熱処理を行い不純物を拡散させる固相拡散法を採用した。塗布用としてミニマル SOD ドーピングステーション装置を、また、熱処理用としてミニマル抵抗加熱型 CVD 炉装置を使用した。B ドーピングにてソース/ドレインを形成した MOSFET のトランジスタ動作を確認したので報告する。

【実験方法】ウェーハは n 型 Si (抵抗率 5~20 Ω-cm) を、B 塗布溶剤は東京応化 (株) 製の PBF (B 化合物 7wt%) を使用した。塗布前にはミニマル洗浄装置により、硫酸過水洗浄と RCA 洗浄を実施し、PBF 溶剤を 4000rpm, 30sec で塗布後、装置内のベークユニットにて乾燥ベーク (200°C, 5min、大気雰囲気) を行った。その後、抵抗加熱型 CVD 炉装置にて、ハードベーク (600°C, 30min, O₂ 雰囲気) とプリデポジション (B 仕込み量制御: 900~950°C, 30~60min, 0~100%O₂/N₂) を一貫処理した。一旦、B 塗布膜を BHF エッチングにて除去した後、1000~1100°C, 30~90min, 0~50%O₂/N₂ にて B 拡散層を形成した。この最後の拡散のための工程はドライブインと呼ばれる。拡散層についてはシート抵抗や SIMS による拡散深さを評価し、プリデポジションとドライブインの条件を検討した。

【結果と考察】Si ウェーハでの B 拡散プロファイルを図 1 に示す。950°C, 60min のプリデポジションでの拡散深さは 0.7 μm であり、その後の 1100°C, 60min のドライブインにて 1.5 μm まで拡散していることが確認できた。プリデポジション後の B 塗布膜の BHF エッチング除去において、図 2 に示す B シリサイドと思われる残渣が観察された[2]。エッチングによる除去が困難で、700°C 以上で酸化することにより除去できることがわかった。MOSFET 試作においてはこの B シリサイドを除去できるプロセスフローとし、プリデポジションの温度、ガス雰囲気にて B ドーピング量の制御を検討した。その結果と MOSFET 電気特性については当日報告する。

【参考文献】 [1]原 史朗, 前川 仁, 池田伸一, 中野 禪:「ミニマルファブシステムの構想と実現に向けて」、精密工学会誌 77(3), 249 (2011)。

[2]Naoto Sitoh, Tadao Akamine, Kenji Aoki and Yoshikazu Kojima, J. Appl. Phys. 32, 4404 (1993)。

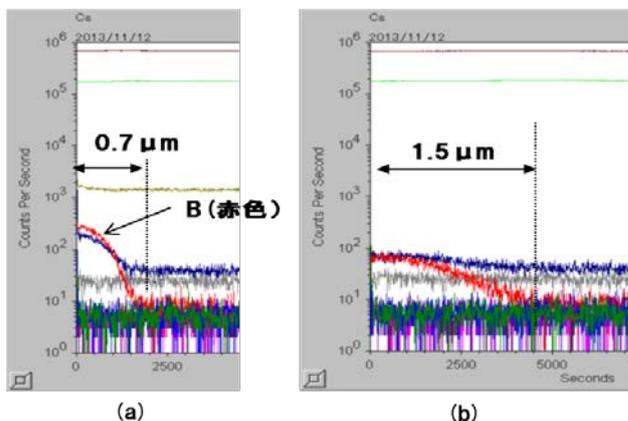


図 1 SIMSによるB拡散プロファイル
(a) プリデポジション (950°C - 60min)
(b) ドライブイン (1100°C - 60min)

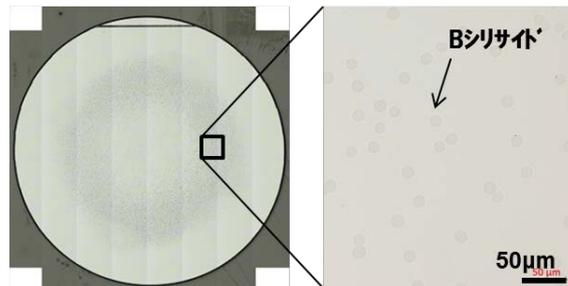


図 2 ウェーハ上のB塗布膜をBHFエッチングにて除去した後の外観。丸状のBシリサイドと思われる残渣が残っている