# SiN/SiO<sub>2</sub>積層深孔加工におけるパターン内壁の表面組成解析

Surface composition analysis of SiN/SiO2 deep holes fabricated by plasma etching

## 日立研開<sup>1</sup>、大阪大学<sup>2</sup> 〇岩瀬 拓<sup>1</sup>、唐橋 一浩<sup>2</sup>、浜口 智志<sup>2</sup>

Hitachi Ltd.<sup>1</sup>, Osaka University<sup>2</sup>,

## <sup>o</sup>Taku Iwase<sup>1</sup>, Kazuhiro Karahashi<sup>2</sup>, Satoshi Hamaguchi<sup>2</sup>

## E-mail: taku.iwase.tu@hitachi.com

### 背景と目的

半導体デバイス集積化の進展により、NAND 型フラッシュメモリの構造は高さ方向の積層 がトレンドとなっている。積層膜の加工では、 開口幅数+ nmに対して深さ数 $\mu$  mの孔を形成 する高アスペクト深孔加工が求められている。 積層膜の材料には poly-Si/SiO<sub>2</sub> もしくは SiN/SiO<sub>2</sub>が用いられ、二種類以上の材料を一貫 で加工する技術が必要になる。

先行研究として、HBr とフルオロカーボン (CF<sub>x</sub>)をベースとし、N<sub>2</sub> を添加したガス系のプ ラズマを用いた poly-Si/SiO<sub>2</sub> 積層膜の一貫孔加 エプロセスが報告されている[1,2]。このプラズ マはバイアス印加無しでは炭素ベースの堆積 膜を形成し、基板温度が低い場合は堆積膜中に 臭化アンモニウムを形成する。本研究では、 HBr/N<sub>2</sub>/CF<sub>x</sub> プラズマを用いて SiN/SiO<sub>2</sub> 積層膜 の一貫孔加工工程の孔内部の状態を表面分析 する事により形成メカニズムを明らかにする。

#### 実験方法

評価用試料は電子線レジスト: 120 nm/ SiON 膜: 50 nm/ アモルファスカーボン膜(ACL): 800 nm/ (SiN 膜: 50 nm/ SiO2膜: 50 nm)×8/ Si 基 板というスタック構造とし、直径 60 nm の孔パ ターンを電子線リソグラフィにより形成した。 加工装置には平行平板型のプラズマエッチン グ装置を用い、放電周波数は 200 MHz, バイア ス周波数は4 MHz とした。HBr/N<sub>2</sub>/CF<sub>x</sub>の混合 ガスを用い、圧力は6Pa, 放電電力は1000W、 バイアス電力は 1200 W とし、基板温度を 20℃ もしくは 60℃とした。プラズマ加工により形 成した孔パターンを劈開し、断面を面分解能の 高い飛行時間型二次イオン質量分析法 (TOF-SIMS)により表面分析を行った。 TOF-SIMS に用いた一次イオンは Ga<sup>+</sup>でドーズ 量は $1 \times 10^{12}$  ions/cm<sup>2</sup> とした。

#### 結果と結論

基板温度が 60℃と 20℃の場合に加工した孔 断面の SEM 像を図 1 に示す。処理時間は同じ

だが、加工温度 20℃のほうが深い孔を形成し ていることがわかる。同じ試料の断面を TOF-SIMS で観察し陰イオンの強度をマッピ ングした像を図1に示す。SiO2/SiN 積層の領域 で m/z=16 (0)の強度が高いのは SiO2 由来の酸 素が検出されていると考えられる。m/z=24 (C2)は加工温度に依らず ACL と Si 上に多く分 布していることがわかった。孔部分の m/z=81 (Br)の分布に着目すると、加工温度 60℃と 20℃の場合でOIに対するBrの相対強度が異な り、Br は加工温度が低いほうがより多く孔側 壁に存在しているといえる。Si に対して HBr プラズマによる Br の化学吸着量は温度範囲 20~60℃ではほぼ飽和しているため[3]、Br 量の 温度依存性は、付着係数の変化の影響ではなく、 臭化アンモニウム形成の温度依存性の影響と 考えることができる。すなわち、加工温度が低 い場合に臭化アンモニウム由来の Br が孔内部 に固定化されることが深孔化に寄与している と考えられる。



Fig. 1 Cross-section hole images of SEM and TOF-SIMS.

謝辞: 試料の加工を株式会社日立ハイテクノロ ジーズにご協力頂きました。

T. Iwase, et al., Jpn. J. Appl. Phys., 55, 06HB02 (2016).
T. Iwase, et al., Jpn. J. Appl. Phys., 56, 06HB04 (2017).
Steven A. Vitale, et al., J. Vac. Sci. Technol. A 19(5),

2197 (2001).

参考文献: