

## TSV に適用可能な $\text{SiN}_x$ 膜の低温作製とその特性評価

### Properties of low-temperature deposited $\text{SiN}_x$ films applicable to TSV process

北見工大<sup>1</sup>, 富士通研<sup>2</sup> °武山真弓<sup>1</sup>, 佐藤勝<sup>1</sup>, 野矢厚<sup>1</sup>, 小林靖志<sup>2</sup>, 中田義弘<sup>2</sup>, 中村友二<sup>2</sup>  
 Kitami Inst. of Technol.<sup>1</sup>, Fujitsu Lab. Ltd.<sup>2</sup>, °Mayumi B. Takeyama<sup>1</sup>, Masaru Sato<sup>1</sup>, Atsushi Noya<sup>1</sup>,  
 Yasushi Kobayashi<sup>2</sup>, Yoshihiro Nakata<sup>2</sup>, Tomoji Nakamura<sup>2</sup>

E-mail: takeyama@mail.kitami-it.ac.jp

**1. はじめに** LSI の新たな方向性として, 3 次元集積が注目を浴び, その実現に向けた重要な要素技術としてシリコン貫通ビア配線(Through Si Via: TSV)が挙げられる. TSV は未だプロセスや材料が確立されていないが, その中で我々は, 低温での絶縁バリア作製に注目した. これまでは  $\text{SiN}_x$  膜の成膜手法として主に PECVD 法が用いられてきたが, 我々はそれと同等以上の特性を持つ  $\text{SiN}_x$  膜をスパッタ法にて作製することが可能であることを見出した. [1] そこで本研究では, スパッタ- $\text{SiN}_x$  膜の Cu 拡散耐性及びカバレジ特性について検討したので, 以下に報告する.

**2. 実験方法** 試料の作製には, 2 極高周波スパッタ装置を用い, 基板には p-Si(100)ウェハ等を用いた.  $\text{SiN}_x$  膜は, Si ターゲット表面を Ar+ $\text{H}_2$  ガスにて処理した後, Ar+ $\text{N}_2$  混合ガスを用いて基板加熱なし $\sim$ 300°C程度の基板温度で反応性スパッタにより堆積した. さらに Cu 膜は 4 極直流スパッタ装置にて基板加熱なしで成膜した. 得られた試料は種々の温度で 1 時間の真空熱処理を行い, 分析には, FT-IR, XRD, TEM, XPS 等を用いた.

**3. 実験結果と検討** 図 1 に, Cu(100nm)/ $\text{SiN}_x$ (20nm)/Si 構造の熱処理前の STEM 像及び Cu の EDS マッピングの結果を示す. この図 1 から,  $\text{SiN}_x$  膜は一様に連続膜として形成され, かつ Cu あるいは Si との界面も平坦で所望の積層構造となっていることがわかる. またマッピングから Cu の拡散は全く生じていなかった. この試料を 700°C 1 時間熱処理した場合においても, 基本的に図 1 の熱処理前と同様の断面構造及びマッピングが得られた. 一方, XRD パターンでは, 800°C 熱処理後において Cu の回折線強度が減少することから, 800°C という高温では Cu の Si 方向への拡散は抑制できなくなることがわ

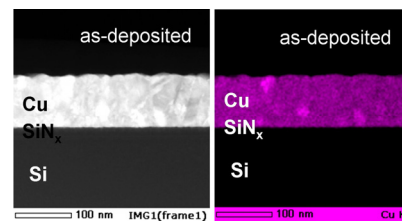


図 1. Cu(100nm)/ $\text{SiN}_x$ (20nm)/Si 構造における熱処理前の STEM 像と Cu-EDS マッピング.

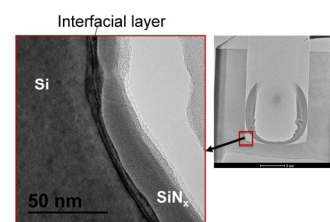


図 2. TSV 構造体内にスパッタ成膜された  $\text{SiN}_x$  膜の断面 TEM 像.

かった. 次に, アスペクト比 1.5 の TSV への埋め込み特性を図 2 に示す. 図 2 から, ビア底 $\sim$ ビア側壁にかけて一様に  $\text{SiN}_x$  膜の埋め込みがなされていることがわかる. このことから, スパッタ法にて  $\text{SiN}_x$  膜を成膜した場合に, 700°C 程度で 1 時間の熱処理後においても Cu の拡散を抑制でき, かつ埋め込み特性についても比較的良好な結果を得た. これらの結果は, 原理的に基板加熱せずとも成膜が可能なスパッタ  $\text{SiN}_x$  膜の有用性を示唆するものであると言える.

**参考文献** [1] M. B. Takeyama *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **53** (2014) 05GE01.

**謝辞** 本研究の一部は科学研究費補助金 (24560361) の補助を得て行った. 付記して感謝申し上げる.