

ZrN<sub>x</sub> 膜を用いた一体型バリアの作製Diffusion and insulating barrier made en bloc of ZrN<sub>x</sub> films

北見工大 °佐藤 勝 武山 真弓 野矢 厚

Kitami Institute of Technology °Masaru Sato, Mayumi B. Takeyama, and Atsushi Noya

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

**1. はじめに** LSI の Cu 多層配線やシリコン貫通ビアには、良好な特性を持つ拡散バリアと絶縁バリアを低温で作製することが望まれている。Zr-N 系には、低抵抗相(ZrN)と絶縁相(Zr<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)が存在する。これらを上手に作り分けることができれば、同じ材料系でバリア 2 層を構成できることから、材料の簡素化を図ることも期待できる。我々は低抵抗な ZrN バリアに関しては、既に優れたバリア性を実証してきた[1]ことから、本研究では、主に絶縁相である Zr<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 膜の成膜条件、ZrN/Zr<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 一体型バリアの有用性と問題点を検討したので、以下に報告する。

**2. 実験方法** 試料の作製には、二極高周波スパッタ装置と四極直流スパッタ装置を用い、p-Si(100)基板上及びあらかじめ熱酸化させた SiO<sub>2</sub>/Si 基板を用いた。ZrN<sub>x</sub> 膜の作製には、Ar+N<sub>2</sub> ガスを用いた反応性スパッタ法にて基板加熱なし~200°Cの基板温度で成膜した。また、一部の試料には、ZrN<sub>x</sub> 膜成膜後、真空を破らずに室温にて Cu 層を堆積させた。試料の熱処理は、10<sup>-7</sup>Torr 台の真空中種々の温度で 1 時間行った。分析には、XRD、STEM 等を用いた。

**3. 結果と検討** 図 1 に Ar+N<sub>2</sub> 混合ガスの比率を変えた ZrN<sub>x</sub> /SiO<sub>2</sub>/Si 構造の XRD パターンを示す。Ar+N<sub>2</sub>(50%, 75%)の XRD パターンより、ZrN 及び Zr<sub>3</sub>N<sub>4</sub> に相当する回折線が見られた。[2,3] 一方、N<sub>2</sub>(100%)の XRD パターンでは、ZrN に相当する回折線強度が減少し、ZrN 回折線の低角度側に極めてブロード状の微弱な回折線が見られた。この結果から、N<sub>2</sub>(100%)で成膜を行うことにより、絶縁相である Zr<sub>3</sub>N<sub>4</sub> が形成されているものと推察された。

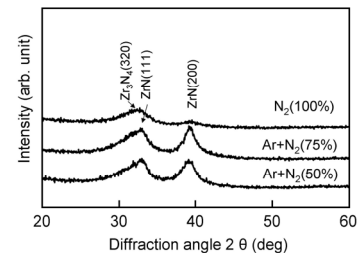


図 1. Ar+N<sub>2</sub> 混合ガスの比率を変えた場合の ZrN<sub>x</sub> 膜の XRD パターン。

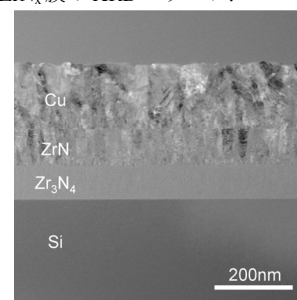


図 2. Cu/ZrN /Zr<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Si 構造における熱処理前の STEM 像。

次に、熱処理前の Cu/ZrN /Zr<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Si 構造の断面を STEM 像にて観察し、その結果を図 2 に示した。図 2 から、拡散バリアと絶縁バリアは、同じ材料系であるにもかかわらず、明確に分離されており、所望の積層構造が得られていることがわかった。さらに、Zr<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 絶縁バリアはアモルファス状態であり、一方の ZrN 拡散バリアは柱状構造となっていることがわかる。さらに、この試料を 500°C で 1 時間熱処理した後の STEM 像においても、Cu の粒径成長を除いて基本的には熱処理前とほぼ同様の構造となっていた。以上のことから、LSI プロセス温度以下 (~400°C) で、1 つの材料系を用いて一体型バリアが実現できる可能性のある有用な結果が得られたものと考えられる。

**参考文献** [1] M. B. Takeyama *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **49** (2010) 05FA06.

[2] JCPDS-ICDD No. 35-0753 [3] JCPDS-ICDD No. 51-0646.

**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。