

# ルテニウムの Area Selective Atomic Layer Deposition に関する研究

## Research on Area Selective Atomic Layer Deposition of Ruthenium

奥川 昭悟<sup>1</sup>, Gagi Tauhibur Rahman<sup>1</sup>, 横川 凌<sup>1,2</sup>, 雨宮 嘉照<sup>2</sup>, 寺本 章伸<sup>1,2,3</sup>

1. 広大先進理工 2. 広大 RISE 3. 広大 HiSOR

S. Okugawa<sup>1</sup>, Gagi Tauhibur Rahman<sup>1</sup>, R. Yokogawa<sup>1,2</sup>, Y. Amemiya<sup>2</sup>, and A. Teramoto<sup>1,2,3</sup>

1. Grad. Sch. of Adv. Eng., Hiroshima Univ., 2. RISE, Hiroshima Univ., 3. HiSOR, Hiroshima Univ.

E-mail: syogo-okugawa@hiroshima-u.ac.jp

### 1. 研究背景・目的

近年の半導体集積回路は、微細化技術の発展によりその性能の向上を達成しており、今後さらなる微細化に向け技術の発展が求められる。現在、先端集積回路の配線層には銅(Cu)が使われているが、拡散を防ぐためバリアメタル(TiN, TaN)が必要である。微細化によりその割合が増加することで、抵抗が増加する課題が生じている[1]。そこで近年、バリアメタルを必要とせず、微細領域でも低抵抗を維持できるルテニウム(Ru)が注目されている[1]。一般に Ru の成膜には ALD (Atomic Layer Deposition)法が用いられている。特に表面を吸着可能な成長面と不可能な非成長面に分けて、成長面のみ成膜が進むという選択成長技術である ASALD (Area Selective ALD)が検討されている[2]。

選択的な半導体配線層形成技術を確立することで、配線ピッチの縮小かつ高コストのリソグラフィの回数を減らすことができる。以上を鑑み、本研究では Ru の ASALD 成膜について検討を行ったので報告する。

### 2. 実験

Fig. 1 に本研究のプロセスフローを示す。Si 基板上に W、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、SiO<sub>2</sub>を堆積させ、W が露出するようにエッチングを行った。使用パターンは Line and Space=1:1 とし、パターン幅は 2 μm とした。その後、非成長面形成のため阻害剤を表面に塗布し、成長面である W 上の阻害剤除去のため 0.1%フッ酸処理を行った。その後 Ru プリカーサーである[Ru(TMM)(CO)<sub>3</sub>] (TMM = trimethylenemethane)を用いて ALD を行った。評価方法は、X 線反射率法 (XRR)、走査型電子顕微鏡 (SEM)を用いたエネルギー分散型 X 線分析 (EDX)を用いた。

### 3. 結果・考察

阻害剤を用いたパターン無し W/Si、SiO<sub>2</sub>/Si ウェハ上における Ru 膜厚の ALD サイクル依存性を Fig. 2 に示す。W 上では ALD サイクルが増加するごとに Ru の膜厚が増加する一方、SiO<sub>2</sub>上では増加しないことからパターン無し Si ウェハで Ru が選択的に成膜されたことが分かる。Fig. 3 に阻害剤を用いたパターンありのウェハにおける SEM-EDX マッピングの結果を示す。SiO<sub>2</sub> 以外の箇所で Ru 領域が現れたことから、パターンありのウェハにおいて W 上のみに選択的に成長させられることが分かった。

### 4. 結論

金属表面にのみに Ru を選択的に成膜することを目的として実験を行った。結果は同一基板上に W、SiO<sub>2</sub>が存在する場合も

阻害剤を使用することで W 上のみに Ru が選択的に成膜された。

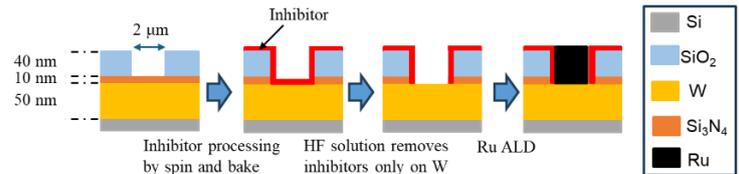


Fig. 1. Experimental flow.

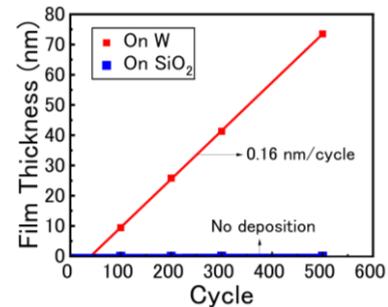


Fig. 2. Film thickness measured on a blanket wafer by XRR.

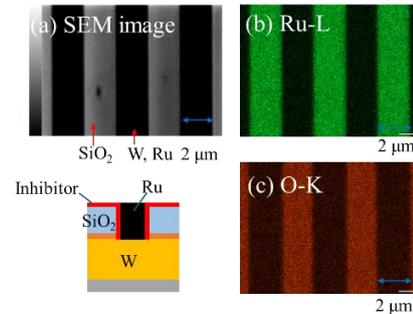


Fig. 3. (a) SEM image and (b) EDX Mapping images of Ru-L (c) O-K.

### 謝辞

本研究の一部は、文部科学省次世代 X-nics 半導体創生拠点形成事業 JP011438 の助成を受けたものです。

本研究を進めるにあたり、田中貴金属工業株式会社および東京応化工業株式会社にはご助言とご協力を賜りました。心より感謝申し上げます。

### 参考文献

- [1] Y. Kotsugi et. al., Chem. Mater., 33, p.5639, 2021.  
[2] Gregory N. Parsons et. al., Chem. Mater., 32, p.4290, 2020.