

平成 17 年 8 月 21 日

氏名 百瀬 健



## 21世紀 COE プログラム

拠点：大学院工学系研究科

応用化学専攻、化学システム工学専攻、  
化学生命工学専攻、マテリアル工学専攻

“化学を基盤とするヒューマンマテリアル創成”

### 平成18年度前期リサーチ・アシスタント報告書

ふりがな 氏 名	百瀬 健	生 年 月 日
所属機関名	東京大学大学院 工学系研究科 マテリアル工学専攻	
所在地	〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 電話 03-5841-7131 e-mail <a href="mailto:momo@dpe.mm.t.u-tokyo.ac.jp">momo@dpe.mm.t.u-tokyo.ac.jp</a>	
申請時点での 学年	博士課程 2 年	
研究題目	ULSI 用高信頼性 Cu 配線形成を目指した量産対応 SCFD プロセスの構築	
指導教官の所属・氏名	霜垣 幸浩 助教授	

## I 研究の成果 (1000字程度)

(図表も含めて分かりやすく記入のこと)

ULSI において将来必要とされるナノスケールの極微細配線形成プロセスとして、超臨界流体を反応場とした有機 Cu 錯体還元反応による薄膜形成 (Cu-SCFD) が提案されている。しかし、SCFD プロセスは未だ反応機構に不明な点が多く、量産に対応した装置設計指針は確立されていない。SCFD 用反応器設計は、その反応速度論に基づき論じるべきである。量産に適した  $1\mu\text{m}/\text{min}$  の成長速度が得られれば、一度にウェハに 1 枚ずつ製膜を行う枚葉式プロセスの導入が可能である。 $1\mu\text{m}/\text{min}$  を下回る場合には、数~数十枚のウェハへ一度に製膜を行うことにより、時間当たりの処理ウェハ枚数を稼ぐ必要がある。その際には反応器内において、ウェハ間を原料が輸送される拡散現象とウェハ表面において原料が消費される製膜 (反応) 現象が同時に進行しており、これらのバランスに支配される膜厚均一性を尺度にウェハ間隔や装填可能ウェハ枚数などを決定することになる。このような量産対応 SCFD 製膜装置の設計には、超臨界流体中での反応速度論と輸送現象論の解析が不可欠であり、本研究の課題としている。

流通定温系において製膜速度式を推算するための基礎として、簡便な閉鎖定温系において成長の温度依存性を検討したので報告する。表面平坦性を比較したところ、 $200^\circ\text{C}$  において最も平坦であり (図 1.)、高温において凝集が生じる傾向が確認できた。また成長速度は  $200^\circ\text{C}$  以上において変化しなかったことから、成長速度が温度に依存しない拡散律速である可能性がある。そのため、高速に製膜を行うためには、流体の攪拌を行い迅速な原料供給を行う必要があることが分かってきた。また、反応器中の水分が膜の表面平坦性を劣化させることも分かってきており、さらなる検討を行う予定である。

また、成長速度式を推算する準備も平行して進めている。具体的には、流通定温系における製膜手法の構築を試みている。 $\text{CO}_2$  の流速制御に苦しんだが、 $\text{CO}_2$  密度に応じたバルブの開閉制御シーケンスを導入することでこれを可能にした。連続な Cu 膜が製膜されているが (図 2.)、その RMS 値は  $26.94\text{nm}$  と閉鎖昇温系の  $2.0\text{nm}$  に比べ大きい。原因を検討したところ、配管からの不純物混入が原因と考えられ、さらなる改良の後、製膜速度式が推算できるものと思われる。

他方、Cu 配線の将来的な下地材料には Ru の導入が検討されている。極薄 Ru 膜

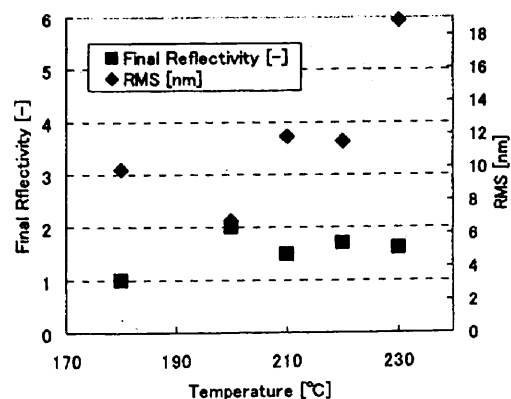


図 1. 閉鎖定温系において作製された膜の表面平坦性

はその膜厚により結晶性がことなり、Cu の成長に影響を与えることが考えられるため、下地である Ru の膜厚依存性を検討したところ、20nm の Ru 下地上では良好な核発生が生じることが分かってきた。そこで Ru20nm を下地としたビアパターンにおいて埋め込み性評価を行ったところ、微細パターンへ良好な埋め込み特性を確認できた。

今後の速度論に基づく定量的検討をさらに進め、量産装置設計への指針を示す予定である。

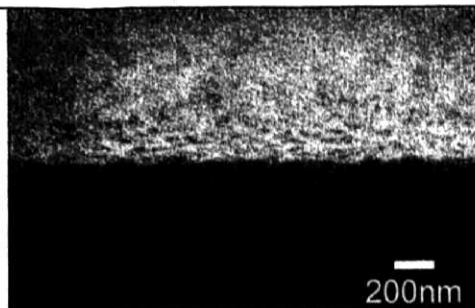


図2. 流通開放系において250℃にて作製された Cu 薄膜

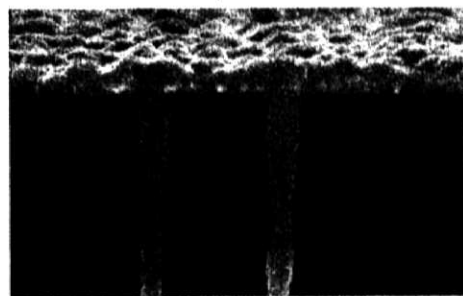


図3. 幅50nm深さ1 $\mu$ mのビアパターンへの埋め込み

氏名 百瀬 健

II 学術雑誌等に発表した論文（掲載を決定されたものを含む。）

共著の場合，申請者の役割を記載すること。

（著者，題名，掲載誌名，年月，巻号，頁を記入）

学術雑誌と学会等のプロシーディングなどを以下のように区別して記入すること。

（1）学術論文（査読あり）

1. Takeshi Momose, Tomohiro Ohkubo, Masakazu Sugiyama, and Yukihiro Shimogaki  
“Effect of liquid additives in supercritical fluid deposition  
of copper for enhancing deposition chemistry”, submitted to *Thin Solid Films*.

（2）学会等のプロシーディング

（3）その他（総説・本）

氏名 百瀬 健

III 学会において申請者が口頭発表もしくはポスター発表した論文  
(共同研究者(全員の氏名), 題名, 発表した学会名, 場所, 年月を記載)  
国内学会および国際学会を区別して記入のこと

国際学会

1 . Takeshi Momose, Tomohiro Ohkubo, Masakazu Sugiyama<sup>1</sup>, and  
Yukihiro Shimogaki

"Novel reducing chemistry for supercritical fluid deposition of copper"

2006 Material Research Society Spring Meeting (MRS) April. 17-21,  
2006 San Francisco, California