

2012 年 1 月 19 日

TANAKA ホールディングス株式会社

---

## 世界初、田中貴金属工業が DRAM キャパシタ電極を 従来の 6 倍の深さまで成膜可能なルテニウム材料を開発

20 ナノ以降の半導体微細化に最適、九州大学と共同開発 — 本年中の製品化を目指す

---

田中貴金属工業株式会社<sup>(※1)</sup>（本社：東京都千代田区、代表取締役社長：岡本英彌）は、国立大学法人九州大学大学院工学研究院応用化学部門のおごうせいじ小江誠司教授と共同で、半導体メモリーの DRAM（記憶保持動作が必要な随時書き込み読み出しメモリー）に使われるキャパシタ電極を、従来の 6 倍の深さまで成膜可能なルテニウム材料の開発に世界で初めて成功したことを発表します。次世代 DRAM の微細化技術に用いられる MOCVD（有機金属化学着気相蒸着法）の本格導入に合わせて、2012 年内に製品化することを目指します。

このルテニウム材料は、回路線幅 20 ナノ（ナノは 10 億分の 1）メートル以降の次世代 DRAM に使われる MOCVD の成膜材料（プリカーサ）で、40 対 1 という高いアスペクト比（細孔の深さと開口直径の比）の細孔内部に均一なルテニウム薄膜を形成することができます<sup>(※2)</sup>。これにより、従来の 6 倍の深さまでキャパシタ電極を製造することが可能になります。半導体メーカー各社は、20 ナノメートル台の次世代半導体を 2012 年中に量産化すると考えられており、このルテニウムプリカーサを使うことで、20 ナノメートル世代以降の微細化に対応できるキャパシタ電極を製造することができます。

半導体メモリーの大容量化に伴い、半導体メーカー各社は次世代 DRAM での微細化に対応するために、メモリーセルを深く彫り込みキャパシタ電極を立体構造にする製造方法を採用する予定で、立体電極の作製方法として MOCVD の採用が期待されています。しかし、従来の MOCVD 用ルテニウムプリカーサでは、電極薄膜を形成できる細孔のアスペクト比が最大で 6 対 1 であり、20 ナノメートル世代以降で必要とされる高アスペクト比のキャパシタ電極を製造できない点が、技術的な課題となっています。

MOCVD の成膜原料には、通常の金属よりも蒸発しやすい有機金属錯体が用いられます。田中貴金属工業がこのたび世界で初めて開発に成功したルテニウムプリカーサは、有機化合物（シクオロオクタテトラエンとカルボニル）と金属元素（ルテニウム）から成る有機金属錯体です。蒸気圧が高く（成膜の際に蒸発しやすく）、加熱により容易に金属を析出しやすい性質を持つため、40 対 1 という高いアスペクト比を持つ細孔内部に、被覆率 70% のルテニウム薄膜を 165℃ という低温で形成することができます。このルテニウムプリカーサの主な特長は次の通りです。

### **①蒸気圧が高い**

今回開発に成功したルテニウムプリカーサは、蒸気圧が高く揮発しやすいため、成膜を行う際に必要なプリカーサのガスを、基板上に十分に供給することが可能です。このような性質は、アスペクト比の高い細孔の先端まで均一な膜を形成させる上で大変重要です。

### **②低温での成膜が可能**

加熱により容易に金属が析出するため、165°Cという低温での成膜が可能です。成膜時の熱による下地基板へのダメージを軽減することができます。

### **③融点が低い**

固体のプリカーサは、液体のプリカーサに比べて、輸送時の取扱いが難しいことや成膜時の蒸気の安定供給に問題があります。有機金属錯体の多くは室温では固体ですが、今回開発に成功したルテニウムプリカーサは、融点が低く室温で液体です。

### **④水素雰囲気での成膜が可能**

通常、成膜を行う際は、プリカーサの熱分解を促進させて純粋な金属薄膜を形成するために酸素などの反応促進剤（反応ガス）を使用します。酸素は反応性の高いガスで金属膜の形成が容易になりますが、下地の基板が酸化するといった悪影響を及ぼします。そこで、水素など基板へのダメージが少ないガスを用いることが望ましいですが、水素は反応性が低く金属膜を形成しにくいといった欠点があります。今回開発に成功したルテニウム材料は、水素雰囲気中でも純粋な金属薄膜を形成できるルテニウムプリカーサです。

### **⑤膜の平滑性が高い**

メモリー素子のサイズが小さくなるにつれて、電極として使われる金属薄膜にはより高い平滑性が求められます。凹凸がある粗い膜では電気特性にばらつきが出るほか、短絡（ショート）や断線が起こるといった問題が生じます。今回開発に成功した材料で成膜したルテニウム膜は、粗さが1.1ナノメートル以下（AFM観測から求めたRMS値、膜厚12ナノメートルでの値）の高い平滑性を示します。

### **⑥膜中の不純物が少ない**

MOCVDでは、プリカーサの分解物（有機成分など）が金属薄膜内に混入し、膜が汚染されてしまう危険性が指摘されています。今回開発に成功したルテニウム材料では、膜への汚染が少なく純度の高いルテニウムの薄膜を形成することが可能です（XPS測定より確認）。

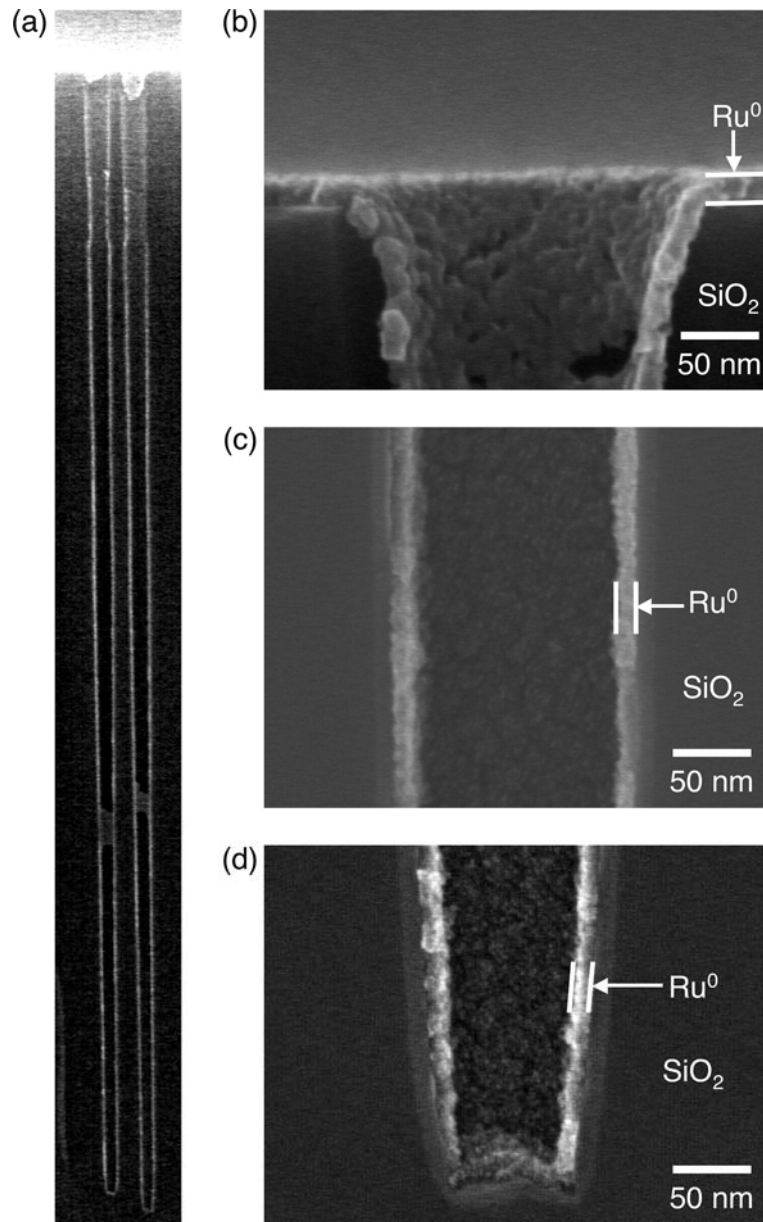
このルテニウムプリカーサの開発成果は、イギリス王立化学協会発行の学術誌「Dalton Transactions」に掲載される予定です。田中貴金属工業では今後も引き続き、より高いアスペクト比の電極細孔に成膜できるようにルテニウムプリカーサの技術改良に努めてまいります。

(※1) 田中貴金属工業株式会社…

TANAKA ホールディングス株式会社を持株会社とする田中貴金属グループにおいて、製造事業を展開するグループの中核企業

(※2) 深さ 10 マイクロ (マイクロは 100 万分の 1) メートル、開口直径 250 ナノメートルの細孔の場合

《参考資料》



図(a) 深さ 10 マイクロメートル、開口直径 250 ナノメートルの細孔 (アスペクト比 40 対 1) の内部に形成されたルテニウム薄膜の観察画像 (走査型電子顕微鏡・SEMによる観察結果)

図(b) 細孔上部の拡大画像

図(c) 細孔中央の拡大画像

図(d) 細孔底面の拡大画像

■TANAKA ホールディングス株式会社（田中貴金属グループを統括する持株会社）

本社：東京都千代田区丸の内 2-7-3 東京ビルディング 22F

代表：代表取締役社長 岡本 英彌

創業：1885 年

設立：1918 年

資本金：5 億円

グループ連結従業員数：3,456 名（2010 年度）

グループ連結売上高：8,910 億円（2010 年度）

グループの主な事業内容：貴金属地金（白金、金、銀 ほか）及び各種工業用貴金属製品の製造・販売、輸出入及び貴金属の回収・精製

HP アドレス：<http://www.tanaka.co.jp>

■田中貴金属工業株式会社

本社：東京都千代田区丸の内 2-7-3 東京ビルディング 22F

代表：代表取締役社長 岡本 英彌

創業：1885 年

設立：1918 年

資本金：5 億円

従業員数：1,532 名（2010 年度）

売上高：8,654 億円（2010 年度）

事業内容：貴金属地金（白金、金、銀ほか）及び各種工業用貴金属製品の製造・販売、輸出入及び貴金属の回収・精製

HP アドレス：<http://pro.tanaka.co.jp>

<田中貴金属グループについて>

田中貴金属グループは 1885 年（明治 18 年）の創業以来、貴金属を中心とした事業領域で幅広い活動を展開してきました。2010 年 4 月 1 日に TANAKA ホールディングス株式会社を持株会社（グループの親会社）とする形でグループ再編が完了しました。ガバナンス体制を強化するとともにスピーディな経営と機動的な業務執行を効率的に行うことにより、お客様へのより一層のサービス向上を目指します。そして、貴金属に携わる専門家集団として、グループ各社が連携・協力して多様な製品とサービスを提供しております。

国内ではトップクラスの貴金属取扱量を誇る田中貴金属グループでは、工業用貴金属材料の開発から安定供給、装飾品や貴金属を活用した貯蓄商品の提供を長年に渡り行ってきました。今後も貴金属のプロとしてグループ全体で、ゆとりある豊かな暮らしに貢献し続けます。

田中貴金属グループの中核 8 社は以下の通りです。

- ・ TANAKA ホールディングス株式会社（純粋持株会社）
- ・ 田中貴金属工業株式会社
- ・ 田中貴金属インターナショナル株式会社
- ・ 田中貴金属販売株式会社
- ・ 日本エレクトロプレイング・エンジニアーズ株式会社
- ・ 田中電子工業株式会社
- ・ 田中貴金属ビジネスサービス株式会社
- ・ 田中貴金属ジュエリー株式会社