

液体ルテニウムプリカーサーで世界最高水準の蒸気圧値を実現 CVD・ALD 用プリカーサー「TRuST」を開発

～優れた段差被膜性と成膜速度の向上で、半導体の高性能化に貢献～

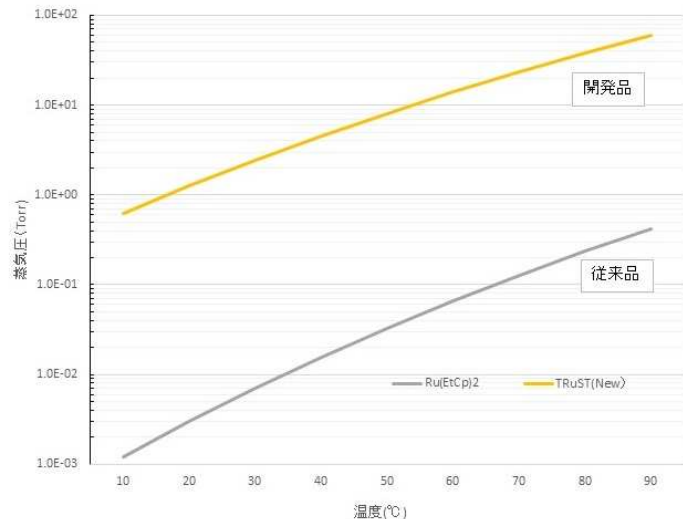
TANAKA ホールディングス株式会社(本社:東京都千代田区、代表取締役社長執行役員:田中 浩一郎)は、田中貴金属グループの製造事業を展開する田中貴金属工業株式会社(本社:東京都千代田区、代表取締役社長執行役員:田中 浩一郎)が、これまでの液体ルテニウム(元素記号 Ru)プリカーサー^(※1)に比べて蒸気圧を100倍以上に高めた CVD^(※2)・ALD^(※3)用プリカーサー「TRuST(トラスト)」を開発したことを発表します。この実験値は、当社内評価において、常温下における世界最高の蒸気圧値となります。

本開発にあたっては、プリカーサーの設計および合成を田中貴金属工業が、その成膜特性の最適化のための研究を韓国の嶺南大学校工科大学新素材工学科の SOO-HYUN, KIM(キム・スヒョン)教授が担当しました。

本プリカーサーにより、スマートフォンおよび PC 用や、今後さらなる需要が見込まれるデータセンターで使用される半導体の高性能化・省電力化に貢献します。



【CVD・ALD 用プリカーサー「TRuST」】



【プリカーサーの蒸気圧比較】

プリカーサーとは、CVD(化学気相成長法)や ALD(原子層堆積法)などの方法で、基板上へ金属薄膜、金属配線を形成する際に用いる化合物のことを指します。CVD・ALD プロセスは、段差被覆性に優れ様々な種類の下地基板上に成膜が可能で、半導体の微細化に伴い、構造の複雑化・細線化が進む中で、極めて有用な成膜方法です。

当社は、長年、ルテニウムをはじめとする各種貴金属プリカーサーの開発に取り組んできており、この度、コンピュータシミュレーション等を用いて分子構造の小型化・最適化を行い、プリカーサーとして重要な特性である液体、かつ蒸気圧が高く、成膜に適した熱的安定性を持つ、貴金属化合物の開発に成功しました。その結果、これまでの液体ルテニウムプリカーサーに比べ、蒸気圧を100倍以上と世界最高水準値にまで高めています。プリカーサーの蒸気圧が高いほど、また、プリカーサーの分子構造が小さいほど、成膜室内のプリカーサー濃度を

高めることや、基板表面へのプリカーサー分子の吸着密度を高めることが可能となるため、既存のプリカーサーと比べて、優れた段差被覆性と、成膜速度の向上を実現することができました。

さらに、嶺南大学の研究結果によると、ALD 成膜した際の成膜速度は、1 サイクルあたり約 1.7 Å で、液体ルテニウムプリカーサーの ALD 成膜としては、世界最高水準の成膜速度を示しました。

比抵抗も成膜後に約 13 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ という数値で、バルクのルテニウム金属の値 (7.6 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$) に近い結果が得られています。

ルテニウムのバルクを蒸着に用いる場合は、3000°C 付近と高温になりますが、プリカーサーという有機金属化合物の形にすると、真空下で室温～200°C 程度の低温でも気化することが可能となります。これらにより、段差被覆性に優れ、高品質なルテニウム膜を、高い生産性で成膜することの実現が期待できます。これらの特性を全て同時に満たすことは技術的に難しく、その実現が従来の課題となっていました。この度の「TRuST」の開発で、実現可能となりました。

本製品のサンプル出荷については、2020 年 10 月に開始する予定です。

■背景と田中貴金属工業の CVD・ALD 用プリカーサー開発について

これまで、半導体の配線材料の主原料には、銅やタングステン、コバルトが主に使用されてきましたが、半導体の進化に伴い、半導体のさらなる微細化に向け、より低抵抗で耐久性が高い、貴金属のルテニウムに期待が高まっています。また、トランジスタのゲート用電極や DRAM のキャパシタ用電極などでも、優れた特性を持つルテニウムの検討がなされています。

近年の IoT や AI、5G 技術の進歩により、クラウドやスマートフォン、PC で利用されるデジタルデータは急速に増加しています。それに伴い、半導体開発においては、高性能で省電力なデバイスを実現する、半導体の微細化がこれまで以上に求められています。当社は、貴金属の専門メーカーとして、今後もより高品質な半導体材料の開発を通して、半導体の進化に貢献してまいります。

なお、本技術については、2020 年 10 月 5 日から 8 日にかけてオンライン開催される IITC2020 (International Interconnect Technology Conference: 当初アメリカ合衆国カリフォルニア州サンノゼで開催が予定されていた) において、「High-growth-rate atomic layer deposition of high-quality Ru using a novel Ru metalorganic precursor / 成長速度が速く、高品質な Ru (ルテニウム) 膜が得られる ALD 成膜」について、嶺南大学工科大学の SOO-HYUN, KIM (キム・スヒョン) 教授監修により田中貴金属工業研究員がプレゼンテーションを実施いたします。

(※1) プリカーサー / precursor 前駆体

基板上へ金属薄膜、金属配線を形成する際に用いる原材料となる化合物。

(※2) CVD / Chemical Vapor Deposition 化学気相成長法

化学的な成膜方式で、大気圧～中真空 (100～10⁻¹Pa) の状態において、ガス状の気体原料を送り込み、熱、プラズマ、光などのエネルギーを与えて化学反応を励起・促進して基材・基板の表面に金属薄膜を形成させる方法を指す。

(※3) ALD / Atomic Layer Deposition 原子層堆積法

CVD と ALD は、共に気相を経由して原料を基板に届け、反応器内の化学反応を活用して薄膜を形成する方法であるが、CVD においては原子・分子層の形成を連続して進行させ、ALD においては原子・分子層を一層ずつ断続的に形成させることが一般的特徴。

■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：代表取締役社長執行役員 田中 浩一朗

創業：1885年 設立：1918年※ 資本金：5億円

グループ連結従業員数：5,138名（2019年度）

グループ連結売上高：1兆1,496億400万円（2019年度）

グループの主な事業内容：田中貴金属グループの中心となる持ち株会社として、グループの戦略的かつ効率的な運営とグループ各社への経営指導

HPアドレス：<https://www.tanaka.co.jp>

※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とする体制へと移行いたしました。

■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：代表取締役社長執行役員 田中 浩一朗

創業：1885年 設立：1918年 資本金：5億円

従業員数：2,393名（2020年3月31日）

売上高：9,926億7,987万9,000円（2019年度）

事業内容：貴金属地金（白金、金、銀ほか）及び各種産業用貴金属製品の製造・販売・輸出入

HPアドレス：<https://tanaka-preciousmetals.com>

<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。国内ではトップクラスの貴金属取扱量を誇り、長年に渡って、産業用貴金属製品の製造・販売ならびに、宝飾品や資産としての貴金属商品を提供。貴金属に携わる専門家集団として、国内外のグループ各社が製造、販売そして技術が一体となって連携・協力し、製品とサービスを提供しております。また、さらにグローバル化を推進するため、2016年にMetalor Technologies International SAをグループ企業として迎え入れました。

今後も貴金属のプロとして事業を通じ、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5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
- ・田中電子工業株式会社
- ・日本エレクトロプレイティング・エンジニアーズ株式会社
- ・田中貴金属ジュエリー株式会社