



新井研究室では、電気化学的手法、特に“めっき”による機能性材料の開発に取り組んでいます。“めっき”は現在、パソコン、スマートフォンをはじめとするすべての電子・半導体機器に不可欠なテクノロジーです。研究室では、カーボンナノチューブ（CNT）を用いた金属/CNT複合材料、ナノポーラスCu材料、機能性合金材料等を“めっき”により作製し、それらの微細構造や特性を評価しています。最近ではAIや6Gの実現に不可欠な次世代半導体パッケージを作製するための材料開発に力をいれています。



教授 新井 進

長野県技術系研究員を経て、1999年に助手として信州大学に赴任。2011年より現職。研究分野は溶液化学、電気化学を応用した表面処理。特に、めっき技術を活用した機能性材料の創製を展開している。

>> 私の学問へのきっかけ

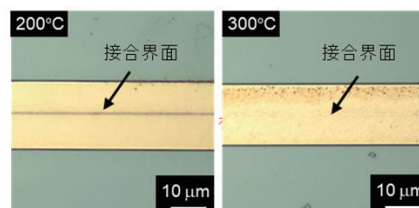
めっきは非常に分かり易い化学反応です。溶液中の金属イオンが還元反応により金属に変化します。また、溶液中に僅かな添加剤を入れるだけで鏡のような外観の金属膜が作製できます。めっき膜中の水素の新しい利用法の発見や誰も作製したことのない合金めっき技術の開発に成功したのが、より学問を深めようと思ったきっかけです。

>> 研究から広がる未来

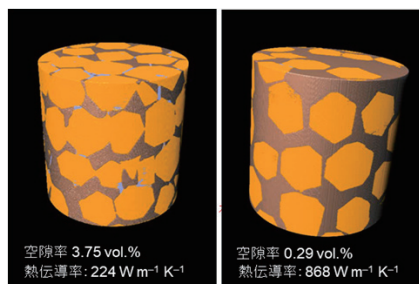
新井研究室では、めっき技術の可能性を追求しています。めっきはマイクロ・ナノオーダーの金属材料の作製に適しています。次世代半導体実装に必要な材料、EVの急速充電に必要な材料、非金属材料を錆びさせない材料をめっき技術により創製し、企業との共同研究を通して社会実装を目指します。

>> 卒業後の未来像

めっき技術は、めっき専門企業だけでなく、エレクトロニクス関連企業全般で重宝されています。そのため、卒業後は家電メーカー、半導体メーカー、電子部品メーカー等への就職が多いのが特徴です。就職後、卒業生の皆さんは企業で活躍しています。



低温焼結型Cuめっき膜を用いた直接Cu-Cu接合部の断面。融点1083°CのCuが300°C以下で接合し一体化する。次世代半導体実装への応用が期待できる。



めっきで作製したCu/ダイヤモンド複合材料のX線顕微鏡解析（黄色の部分がダイヤモンド粒子）。左のサンプルでは空隙率が大きく（青色部分）熱伝導率が低い。右のサンプルでは空隙率が小さく熱伝導率が高い（Cuの2倍以上）。パワー半導体等の放熱材料として期待できる。

応用化学

環境・エネルギー材料

研究キーワード

次世代半導体実装・直接Cu-Cu接合・6G対応Cu配線・高熱伝導複合材料・異種材料接合

研究シリーズ

- 高密度実装用接合材料の開発
- 各種CNT複合めっき（Cu/CNT、Ni/CNT、Ag/CNT等）
- ナノポーラスCuの創製
- 粗面化めっきを用いた異種材料接合
- 各種機能性合金めっき（Ag-Bi、Fe-Cr等）
- Cu/ダイヤモンド複合めっき

共同研究・外部資金獲得実績

- 低温焼結型Cuめっきによる直接Cu-Cu接合（民間企業との共同研究）
- 粗面化めっきを利用した異種材料接合（民間企業との共同研究）
- CNT系の電気化学メタライゼーション（民間企業との共同研究）
- カーボンナノチューブ複合めっき法を活用した新規リチウムイオン電池負極構造の構築（科研費 基盤研究B）
- 非シアン浴を用いたAg-Bi合金/CNT複合めっき（科研費 基盤研究C）
- カーボンナノチューブ共析メカニズムの解明（科研費 基盤研究C）
- 大口径（300 mm）ウエハに対応した高耐熱性めっき技術の開発（中小企業庁 Go Tech事業）
- ナノ粒子を用いた高機能複合めっき加工技術の開発（中小企業庁 サポイン事業）
- 車載コネクタ用の高耐久合金/CNT複合めっき技術の開発（JST A-STEP トライアウト）
- 鉄鋼と樹脂の異種材料接合技術実用化のための高速粗面化めっき技術の開発（JST A-STEP 機能検証フェーズ）
- 次世代自動車コネクタ向け耐摩耗性・低抵抗性に優れた長寿命銀/CNT合金複合めっき技術の開発（JST 地域産学バリュープログラム）

最近の研究トピックス

エルゼビア社のScopusデータベースを用いて算出した「世界トップ2% 科学者リスト」に選出されました。（2025年10月時点）

研究評価プラットフォームScholar GPSが専門分野「Composite film」で算出した2025年 Highly Ranked Scholar（世界トップ0.05%）に選出されました。

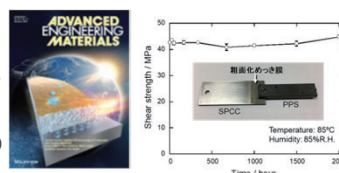
めっきの研究・教育の成果を纏めた著書「樹脂めっき技術入門」を出版しました。（2025年9月）半導体実装技術者のリカレント教育等に活用していきます。

CNT複合めっきの Review articleが学術誌トップページのバナーに採択されました。（Electrochem., 2, 563-589, 2021）

粗面化めっきを用いた鉄鋼と樹脂の異種材料接合に関する論文が学術誌のフロントカバーに採択されました。本研究は車体のマルチマテリアル化を目的としています。（Adv. Eng. Mater., 2020, 2000739）

トピックス

「世界トップ2%科学者リスト」に本学の研究者が選出されました



Materials Chemistry Division

Plating technology for advanced semiconductor packaging



Arai Laboratory is focused on developing functional materials through electrochemical methods, particularly plating. Recently, the laboratory is working on the development of functional materials for next-generation semiconductor packaging, such as low-temperature sintered Cu materials for ultra-high-performance semiconductor devices, high-thermal-conductivity Cu/diamond composite materials for heat dissipation, and high-adhesion Cu plated resin substrates for 6G.



**Professor
Susumu Arai**

Professor at Arai Laboratory since 2011.

Main disciplines: electrochemistry, analytical chemistry.

Current research: functional plating materials for semiconductor packaging.

>> Beginnings of my path to academia

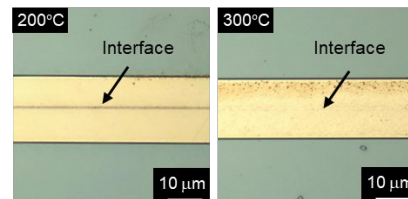
Plating is a reaction process that produces clearly visibly results. Metal ions in a solution are converted into solid metal by a reduction reaction. Furthermore, the brightness of plated metal films can be adjusted by adding a small amount of additives to plating solutions. Therefore, I've been interested in plating. The successful development of a new alloy plating was the motivation for me to pursue deeper academic studies.

>> In the future

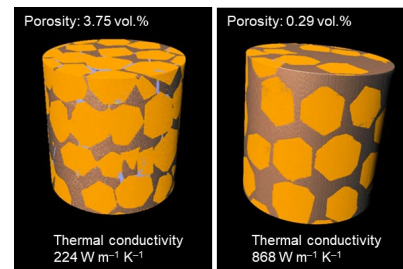
Arai Laboratory is exploring a new world of plating technology. Plating is appropriate for micro- and nano-size metal processing. Our laboratory is committed to the development of new functional materials for next-generation semiconductor packaging for AI and 6G devices.

>> After graduation

Knowledge of plating technology is highly prized both by general electronics companies and companies specialized in plating. Graduates accordingly enjoy a wealth of employment opportunities in companies producing consumer devices, appliances, and components, as well as chemical manufacturers.



Cross-sectional images of interface between plated Cu films bonded by low-temperature sintering. This material enables Cu-Cu bonding below 300°C (melting point of Cu: 1083°C).



3D X-ray microscopic analysis of Cu/diamond composites formed by plating technique (thermal conductivity of Cu: 400 W m⁻¹K⁻¹).