

金属ナノ粒子を用いた微小化、金属 使用量の低減化を可能にするめっき法

大阪府立大学 産学官連携機構
先端科学イノベーションセンター

准教授 椎木 弘

研究背景

急速な技術革新の必要性

IT技術が広く浸透し、高度情報化社会の実現に伴い、携帯電話、モバイル端末をはじめとする様々な電子機器の小型化と高性能・機能化が加速している。

技術革新の恩恵と犠牲

技術革新により利便性の高い社会が形成される一方、膨大な資源・エネルギーの浪費による地球生命系の環境劣化が加速されている。

省資源・省エネルギー、低環境負荷

環境調和型科学技術体系の構築

☆RoHS (*Restriction of Hazardous Substances*)。“電気・電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限に関する欧州議会及び理事会指令”。

☆新化学品規制 (REACH) にて2万種以上の化学物質の安全性の評価を義務付ける。

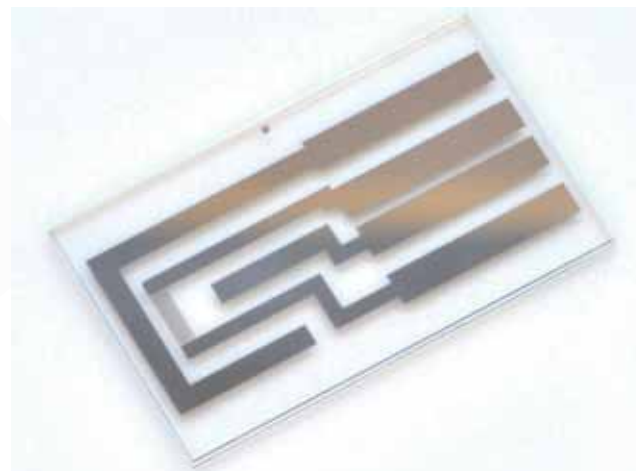
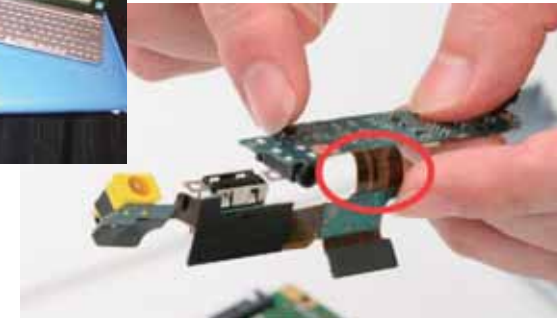
研究背景

フレキシブルプリント配線(FPC)

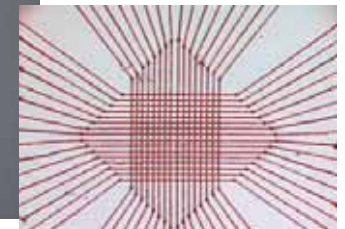
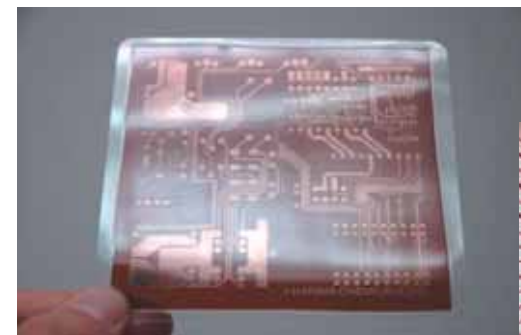
- ☆ 携帯電話やモバイル端末の可動部にはフレキシブルなポリイミドフィルムが使用される
- ☆ 一般にポリイミドフィルムへの導電薄膜の形成には無電解めっきが用いられている

無電解めっきは工程が多く、クロム、シアン化合物や
すずなどの有害物質を使用する

蒸着、スパッタ法は、高真空状態の維持のためのコス
トと資源の効率的利用の点で不利である



金属ナノ粒子を用いた
簡便で省資源、省エネルギー、低環境負荷な
薄膜形成、配線技術



インクジェット法による銅ナノ粒子ペーストの回路形成
(ハリマ化成)

新技術の基となる研究成果・技術

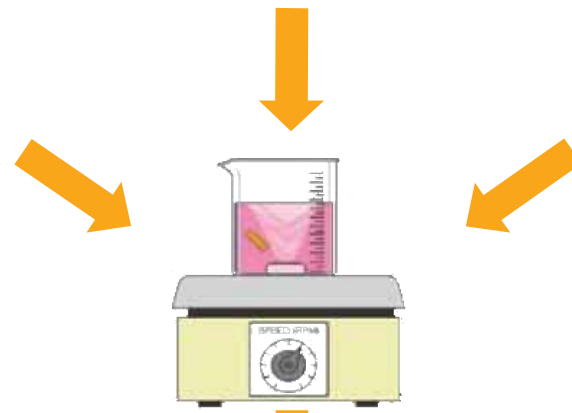
ナノめっき法



濃厚Auコロイド

① プラスチック基材

② バインダー液
アルキルチオール
/水またはエタノール

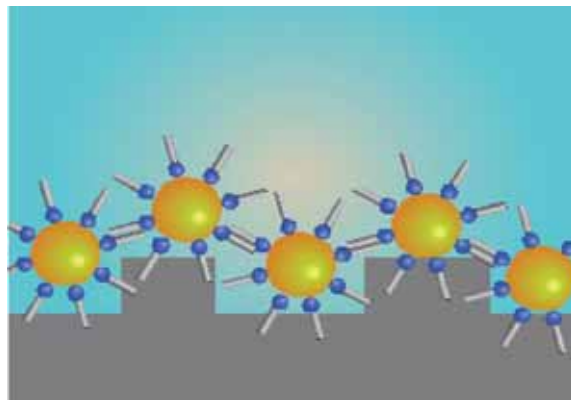


室温で攪拌

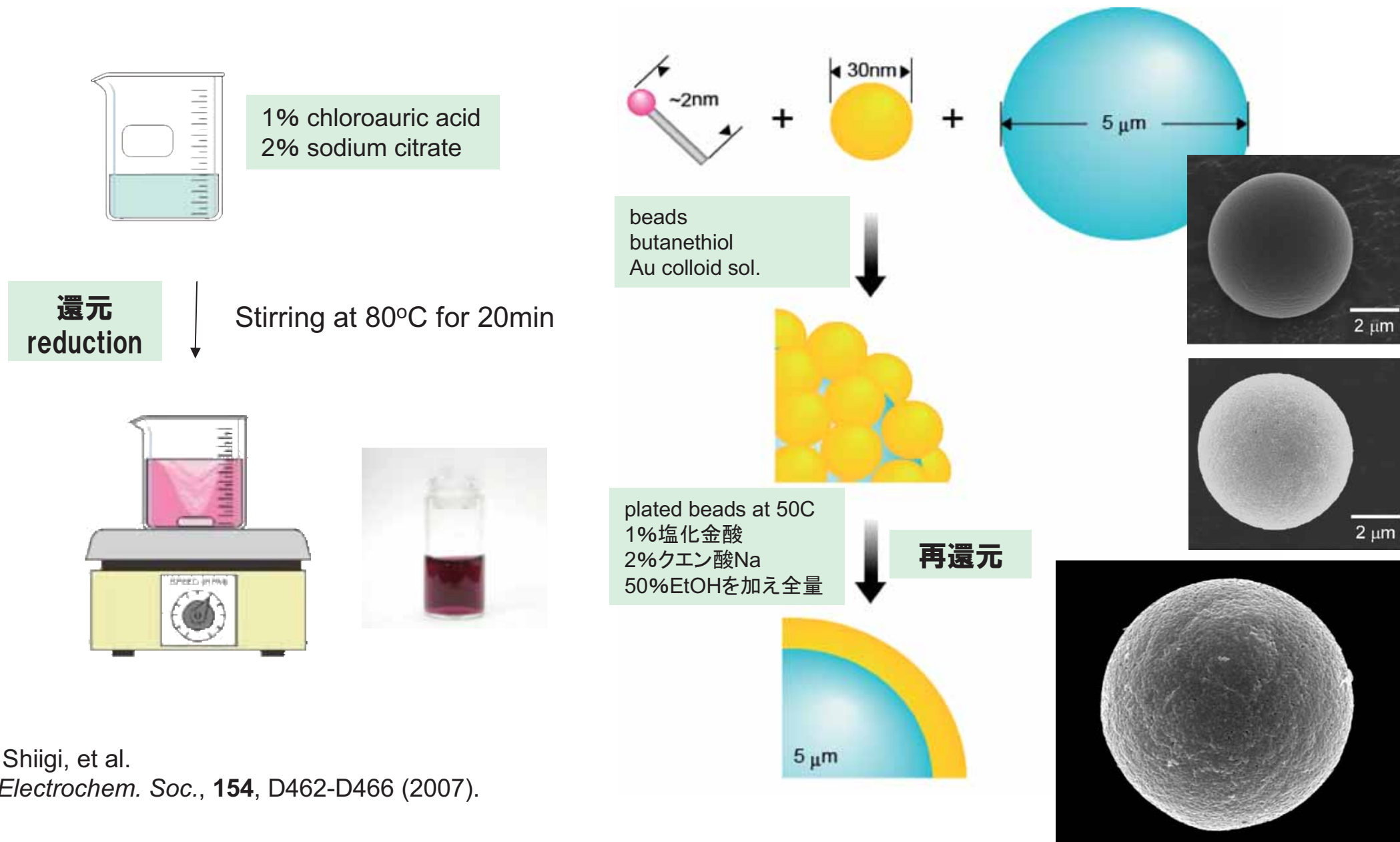
溶液の色が透明に変化する

しばらく室温で攪拌

出来上がり



新技術の基となる研究成果・技術



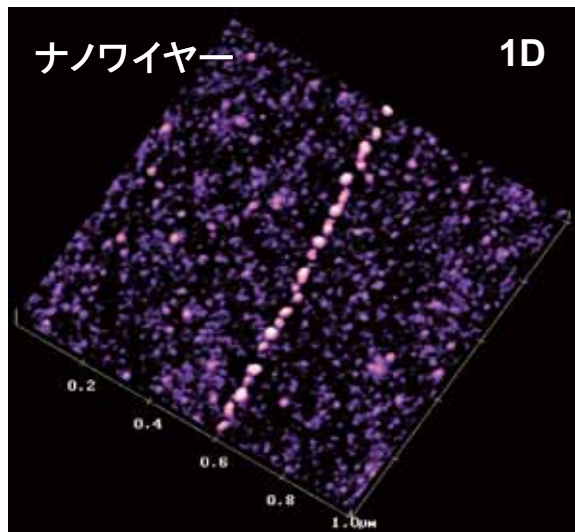
H. Shiigi, et al.
J. Electrochem. Soc., **154**, D462-D466 (2007).

新技術の基となる研究成果・技術

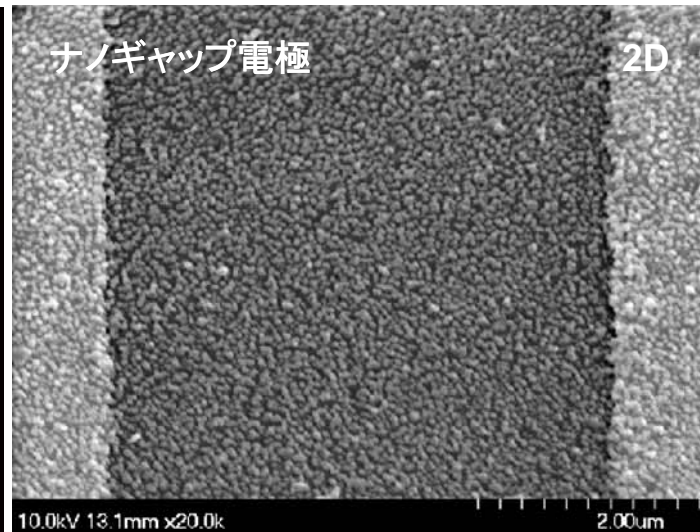
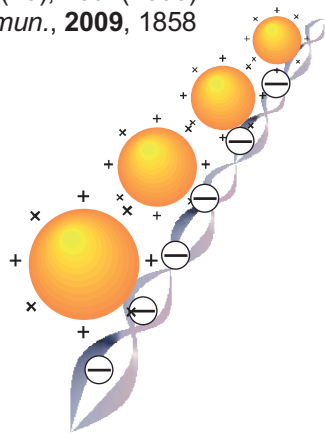
めっき基材のサイズの縮小化に伴い生じる問題点

表面積の増大に伴う製造工程の複雑化や大量のめっき浴を要する

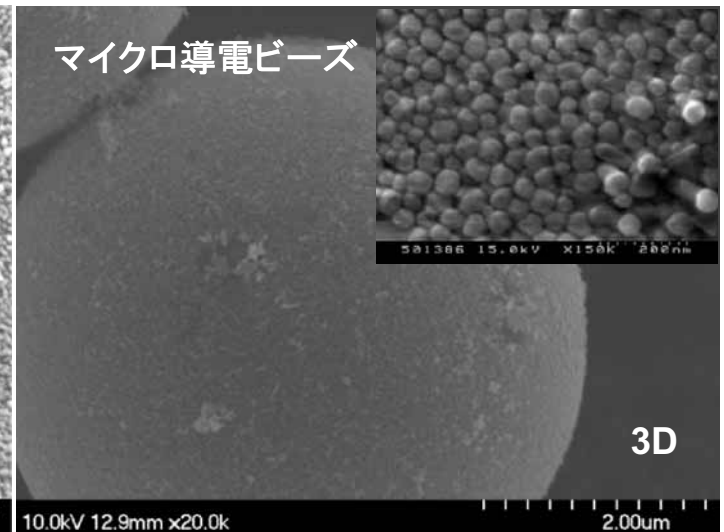
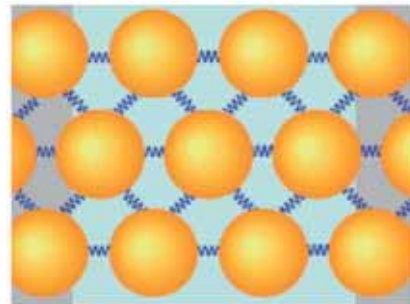
皮膜の導電性、密着性、均一性などの品質の評価と維持管理が困難



Nano Lett., **3**(10), 1391(2003)
Chem. Commun., **2009**, 1858



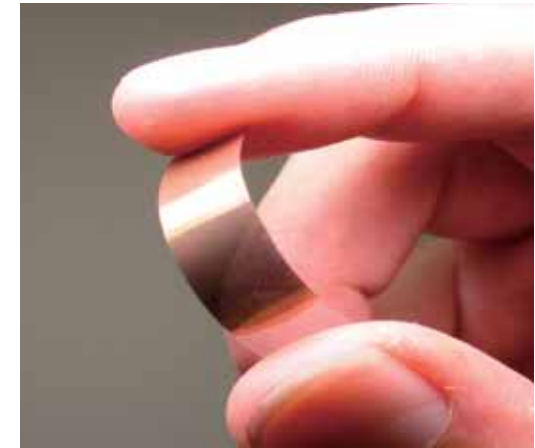
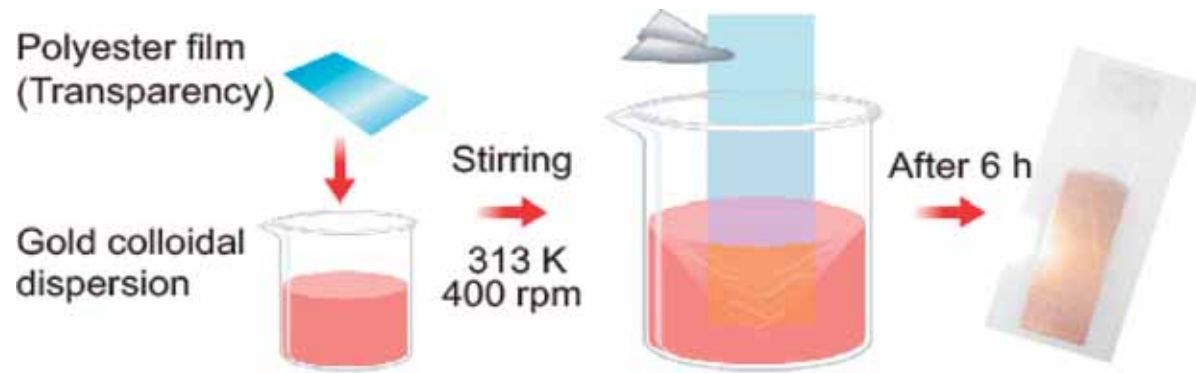
Chem. Commun., **2003**, 1038
J. Am. Chem. Soc., **127**, 3280 (2005)



J. Electrochem. Soc., **154**, D462 (2007)

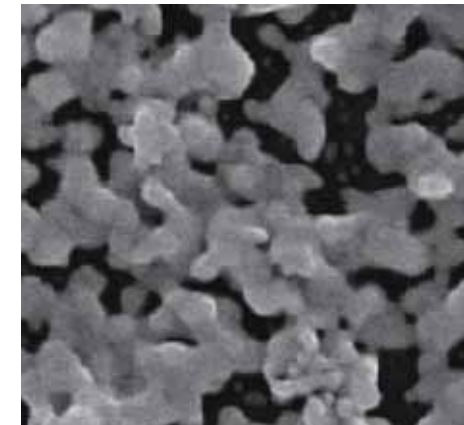


新技術の基となる研究成果・技術



- ・攪拌速度
- ・浸漬時間
- ・溶液温度

均一な薄膜が作製可能
高い電気伝導性($< 10 \Omega$)
自由な形状の導電材料が作製可能
透過性を有する



新技術の基となる研究成果・技術

anchor effect

mechanical connection, physical interaction, and chemical interaction

The adhesive entering into the small hole where mechanical connection, and chemical interactions, including [association of nitrogen atom to Au](#), and [electrostatic interaction](#) between negative surface potential of AuNP (-19 mV) and positive site of surfactant as an antistatic agent.

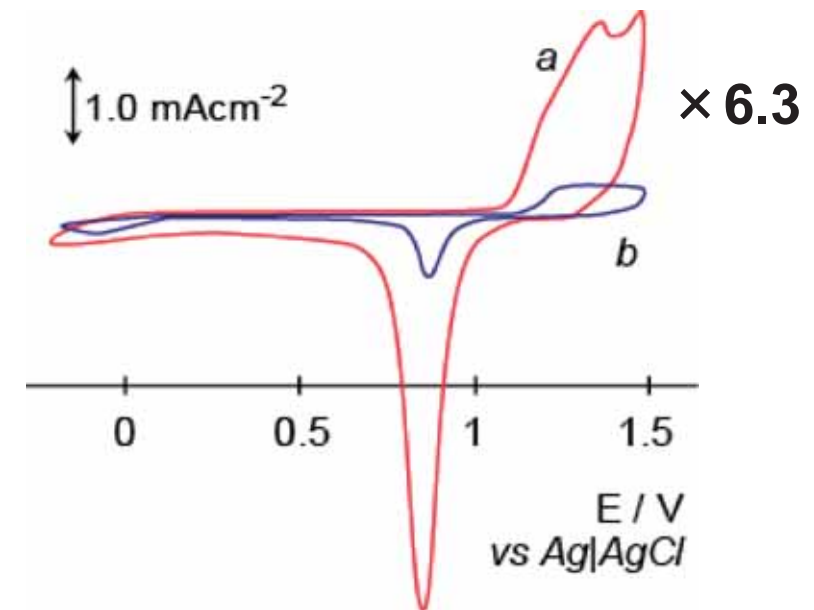
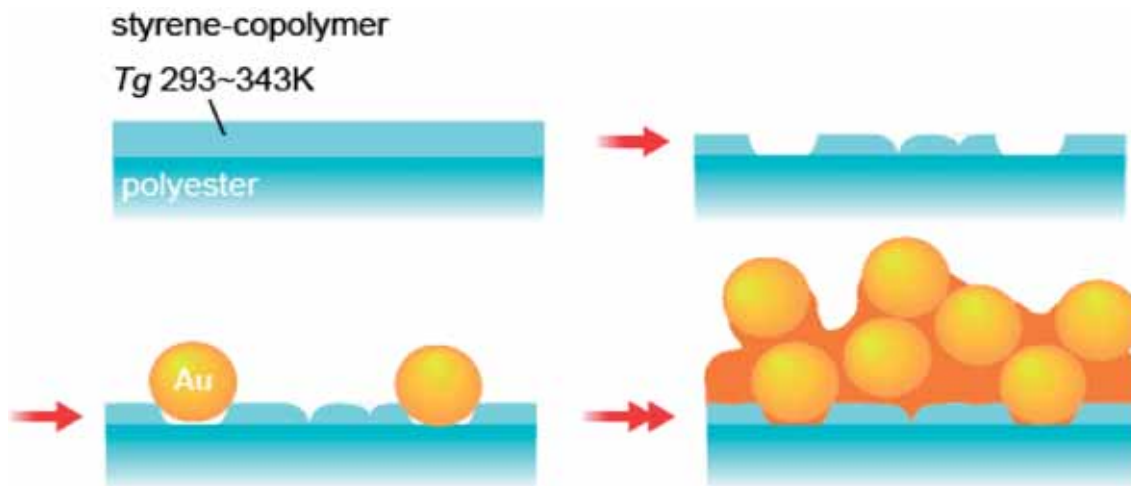


Figure CVs in 0.1 M H₂SO₄ solution with (a) Au nanoparticle film and (b) planar Au electrode.

新技術の基となる研究成果・技術

フレキシブルプリント配線(FPC)

パターン形成



AuNP固定

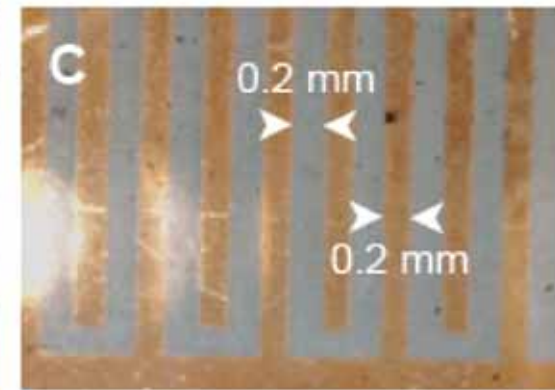
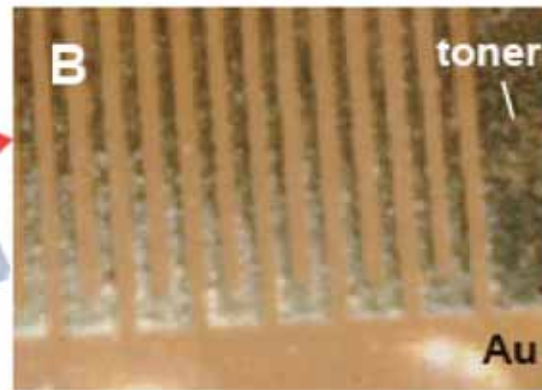
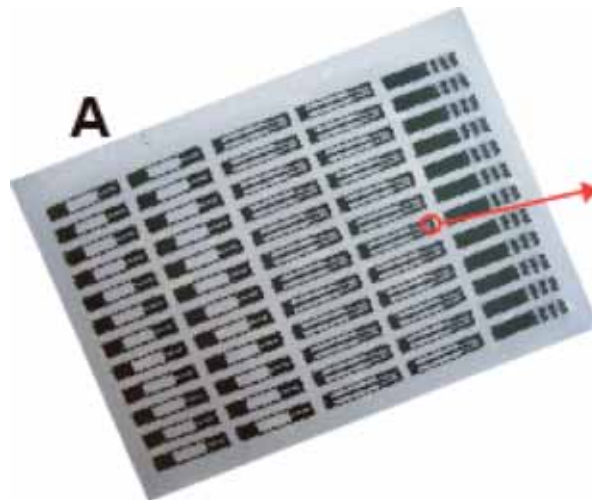


コロイド溶液

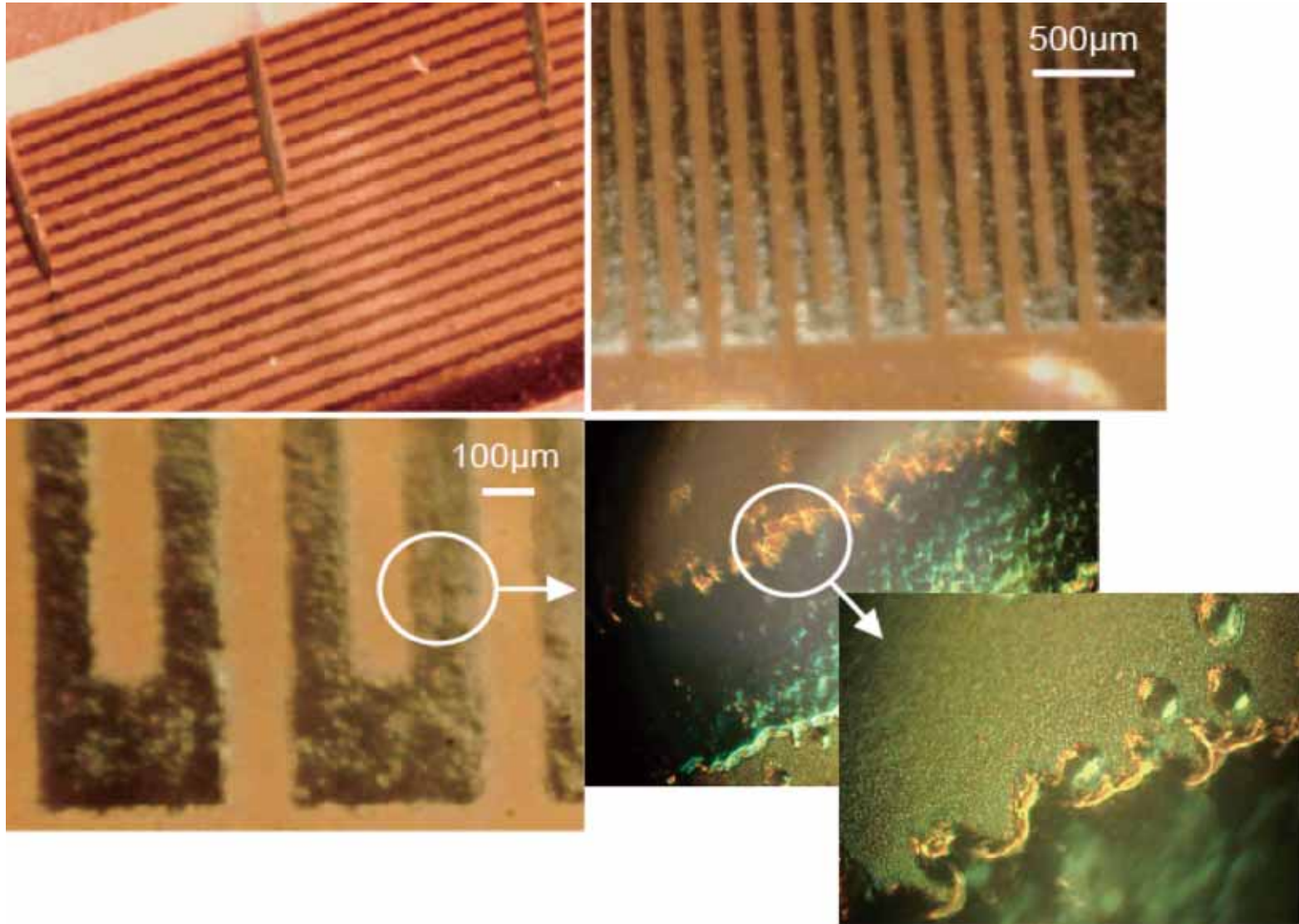
トナーを除去



トルエン



新技術の基となる研究成果・技術



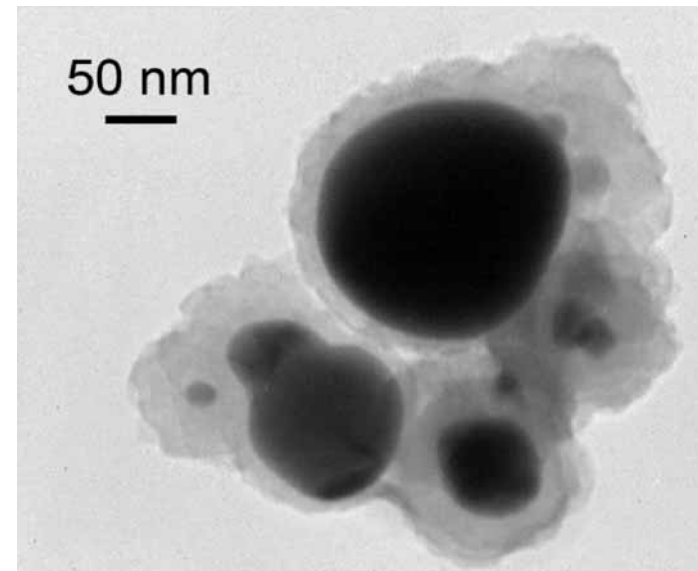
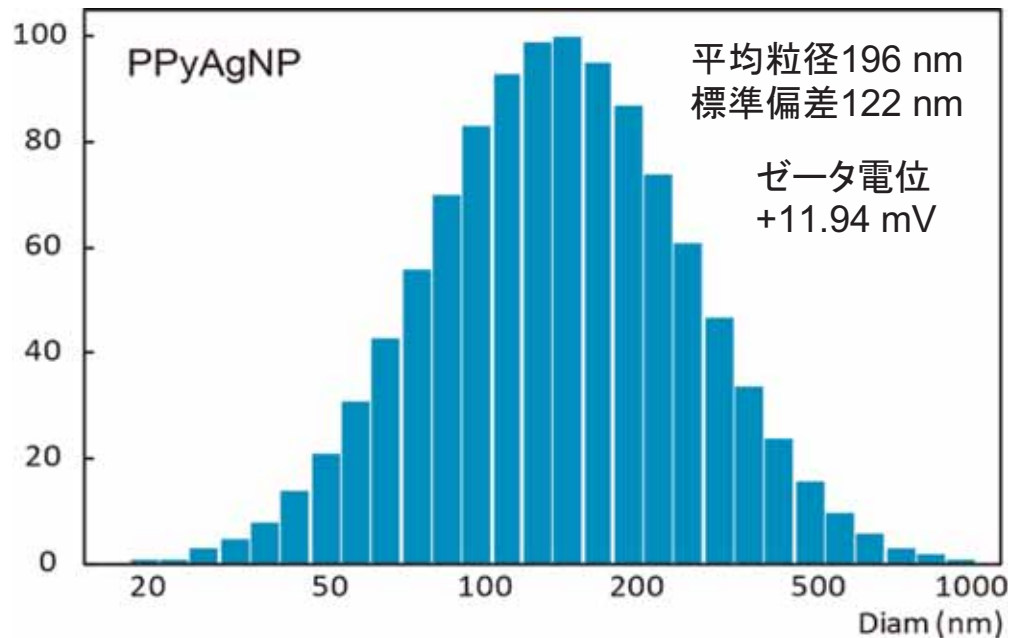
新技術の基となる研究成果・技術

硝酸銀水溶液にピロール溶液を加えて90°Cで2h攪拌

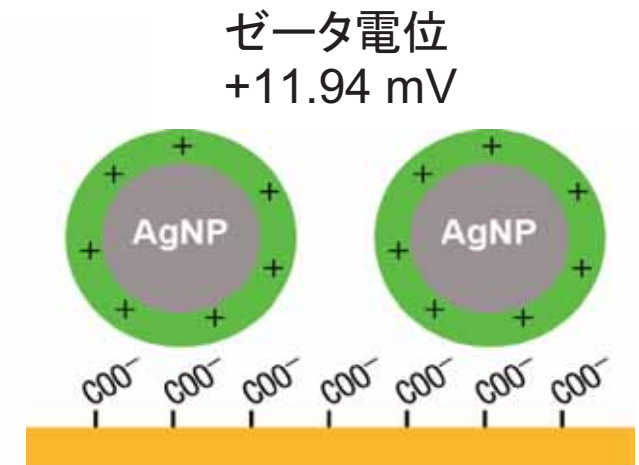
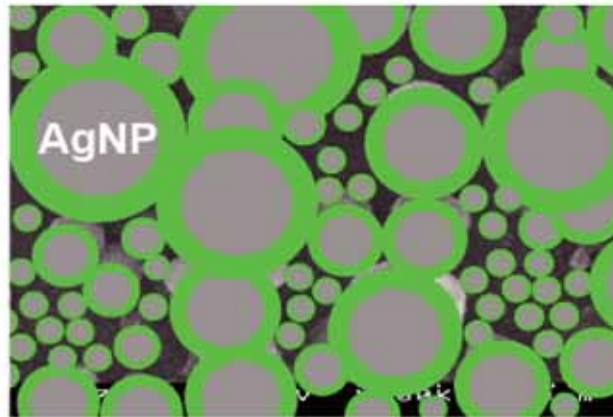
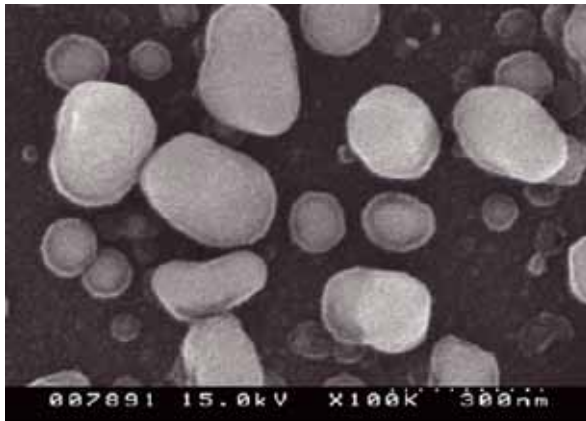
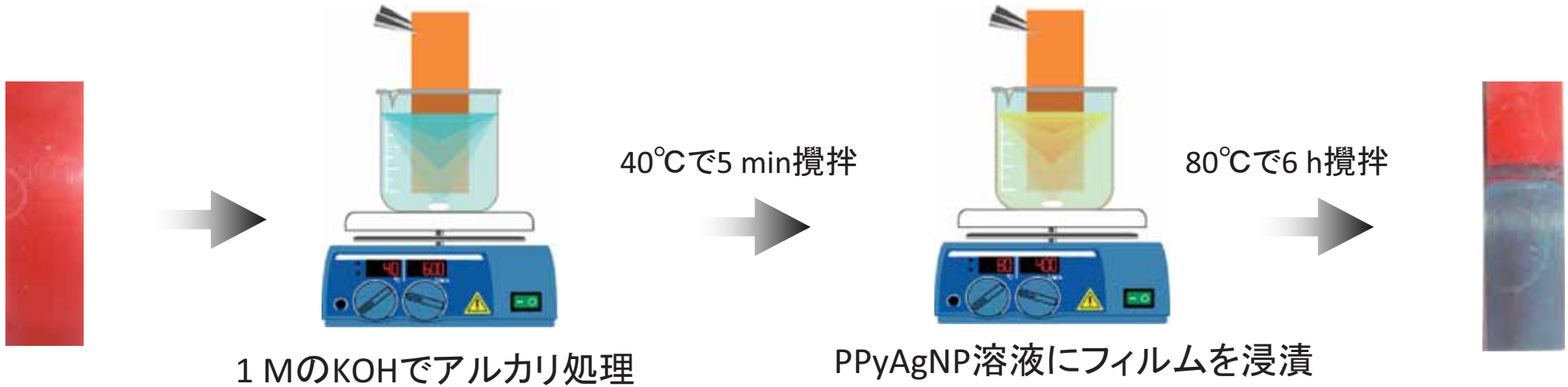


幅広い粒径分布をもつポリピロール被覆された銀ナノ粒子 (PPyAgNP) が生成

粒径分布



新技術の基となる研究成果・技術

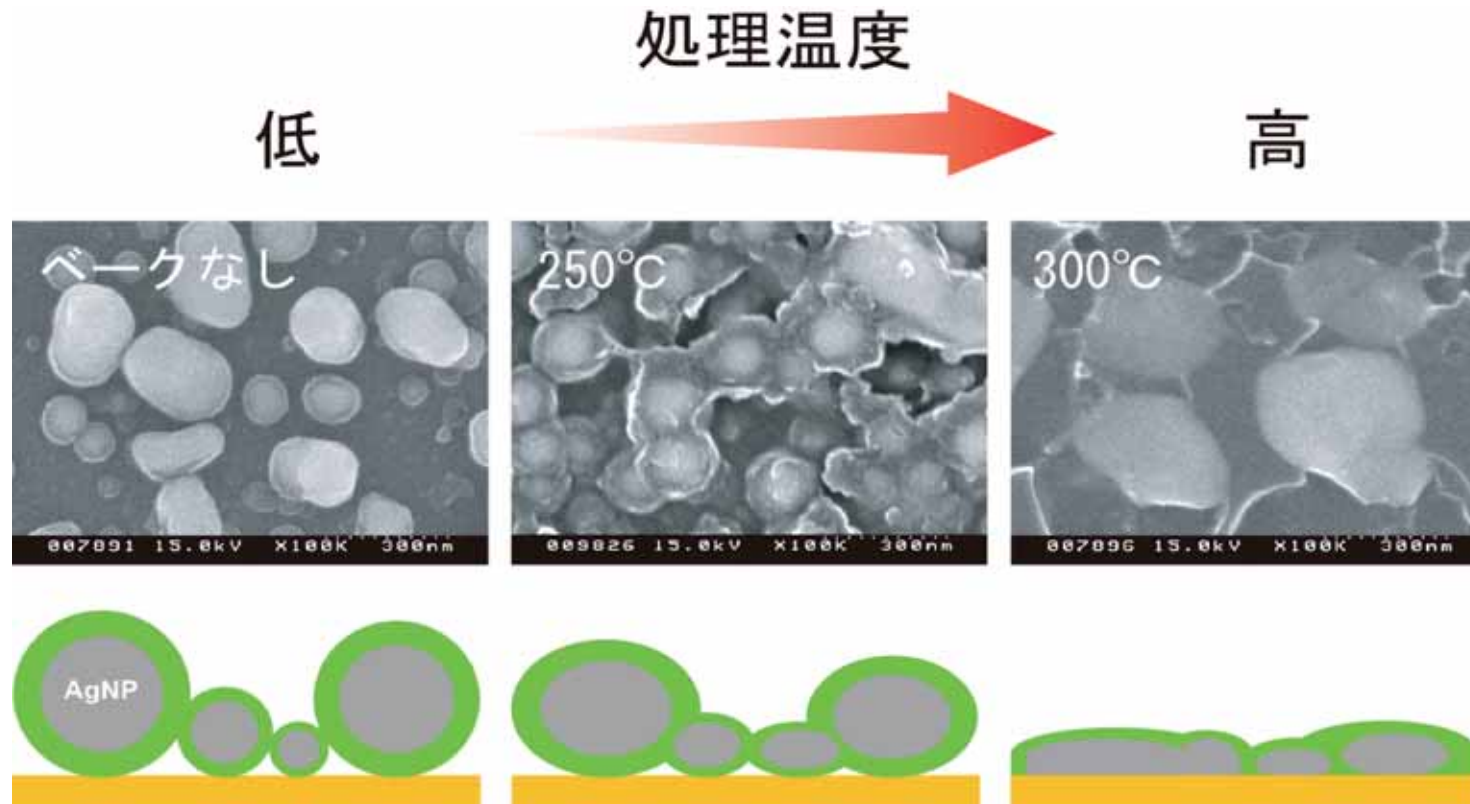


密着性の向上が必要



熱処理

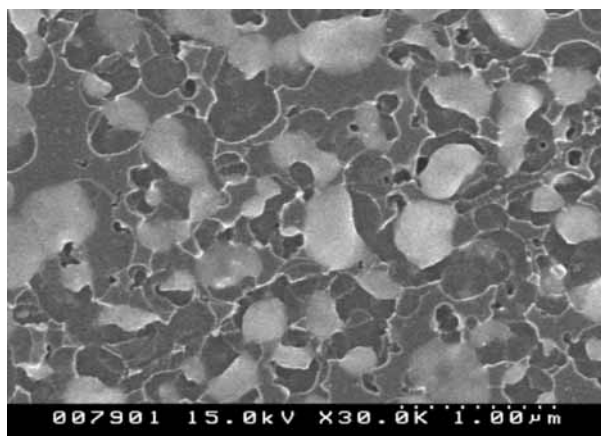
新技術の基となる研究成果・技術



粒子が融解してフィルムに融着し、密着性が向上
☆ 粒径が小さいほど融点が低下する

新技術の基となる研究成果・技術

熱処理したフィルム



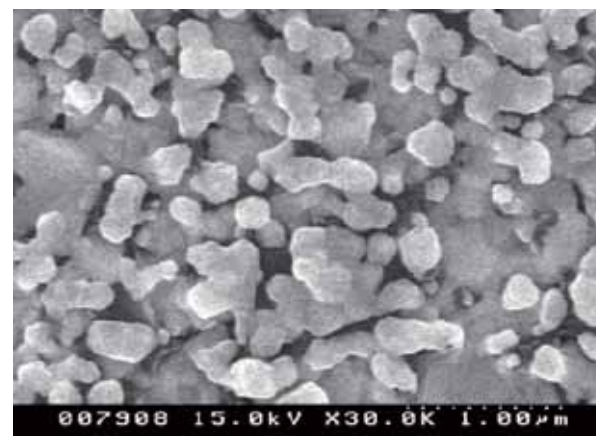
$1.0 \times 10^4 \Omega \text{ cm}$ 以上

導電化処理



銀イオンを含む
溶液中で攪拌

導電性が向上



$1.3 \times 10^{-5} \Omega \text{ cm}$

電気抵抗率

新技術の基となる研究成果・技術



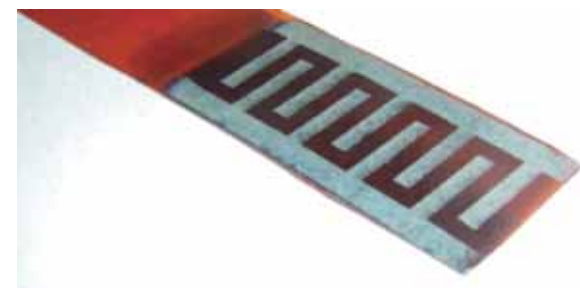
トナーによる
マスクング



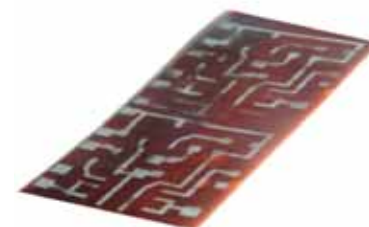
PPyAgNP固定



トルエンでトナーを除去



ポリイミド基板の上に様々な導電性パターンを形成



従来技術とその問題点

従来のフレキシブル薄膜、フレキシブルプリント配線(FPC)技術には無電解めっきや蒸着、スパッタ法が使用されている。

無電解めっきは工程が多く、クロム、シアン化合物やすすなどの有害物質を使用

蒸着、スパッタ法は、高真空状態の維持のためのコストと資源の効率的利用の点で不利

等の問題がある。

本研究では、

金属ナノ粒子をプラスチック材に直接固定化する

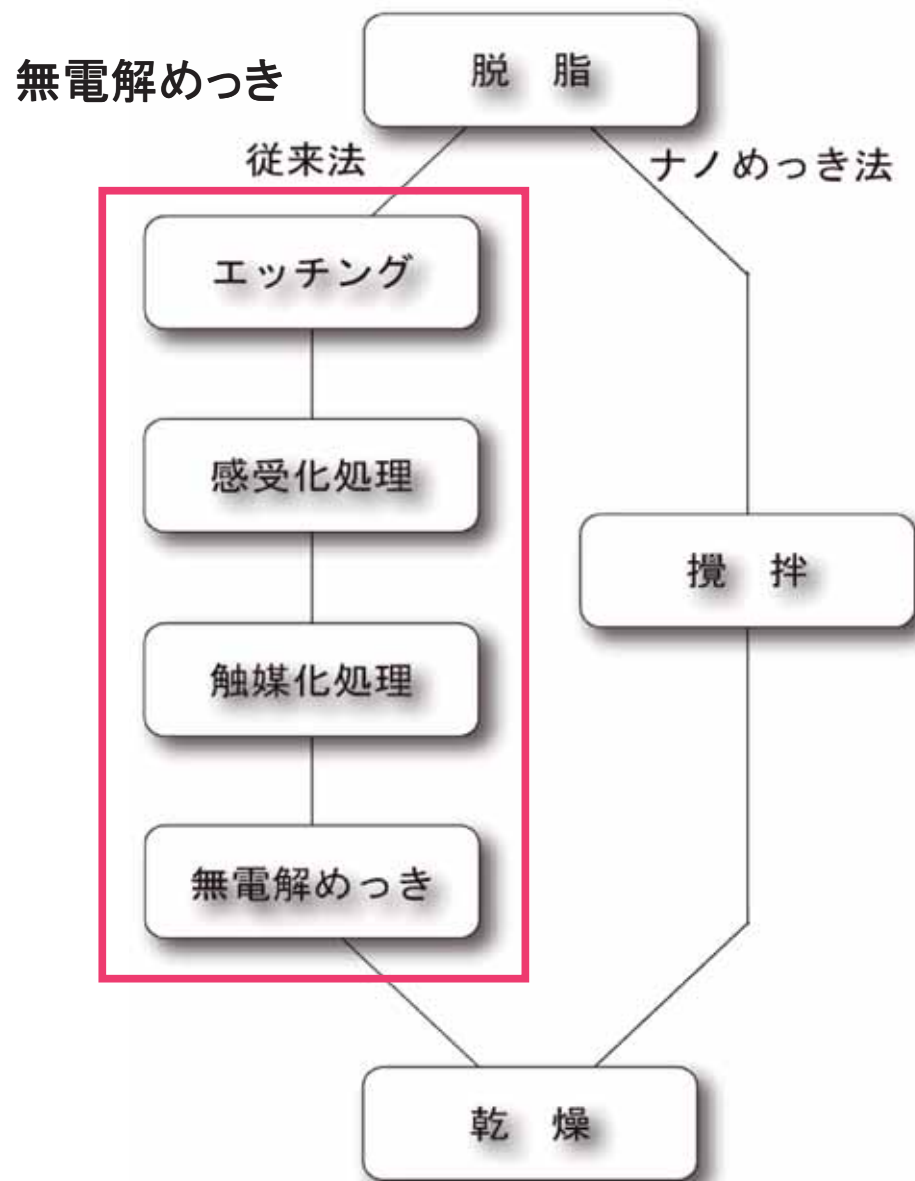
‘ナノめっき法’を採用

簡単にフレキシブル導電性薄膜、配線の作製が可能

省資源・省エネルギー且つ低環境負荷な手法

を開発する。

従来技術とその問題点



無電解めっき浴

金属塩

還元剤(次亜リン酸ナトリウム、水素化ホウ素ナトリウム、ヒドラジンなど)

pH調整剤(塩基性化合物、無機酸、有機酸)

緩衝剤(有機酸、無機酸塩)

錯化剤(シアン化塩、有機酸塩、アンモニアなど)

促進剤(硫化物、ふっ化物)

安定剤(塩化物、硫化物、ふっ化物)

改良剤(界面活性剤)

本研究の特徴

- ・工程が少ない
- ・省資源
- ・有害物質を使用しない
- ・金属の消費が少ない
- ・プラスチック上に形成できる(PS, PET等)
- ・強固な薄膜を形成できる
- ・膜の電気抵抗を制御できる

新技術の特徴・従来技術との比較

- ①PCソフトによるパターン描画、②レーザープリンターのトナーによるマスキングと、③めっき工程により簡単にプリント配線のプロトタイプ作製および量産が可能になる。
- 従来法に比べ、資源・省エネルギー且つ低環境負荷を可能にするナノめっき法の採用によりフレキシブル薄膜、プリント配線形成が可能になる。
- 機能性保護層を持つ金属ナノ粒子を用いることで、PETだけでなくポリイミドなどの耐薬性プラスチックフィルムへの薄膜、プリント配線形成が可能になる。

想定される用途

- ①PCソフトによるパターン描画、②レーザープリンターのトナーによるマスクングと、③めっき工程により簡単にフレキシブルプリント配線(FPC)のプロトタイプ作製が可能になる。
- 達成された技術の簡易性、導電特性に着目すると、医療や食品用センサの使い捨てチップ電極といった分野や用途に展開することも可能と思われる。

想定される業界

- 利用者・対象

実装部品製造メーカーのプリント配線工場

医療機器メーカーの使い捨てチップ電極印刷工場

電子ペーパーなど次世代製品の研究開発部門

- 市場規模

FPCメーカー数：20社以上

導入費用：1億円以下程度→1000億円以上の市場規模

(プリント配線メーカー数：230社以上、1兆円の市場規模)

実用化に向けた課題

- 現在、フレキシブル基材としてPET、ポリイミドについて導電性薄膜、配線形成法まで開発済み。
- 今後、他のフレキシブル素材について検討する予定である。
- 実用化に向けて、スケールアップを見据えた製造技術を確立する必要もあり。

企業への期待

- 用途やフレキシブルめっき基材の材質によりめっき薄膜あるいはパターン配線形成の最適化が必要である。
- 基材提供・試料評価⇔試料作製・物性評価の形態など共同で探索。
- 次世代を見据えた開発研究、新規参入、他分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

本技術に関する知的財産権

発明の名称: ポリイミド樹脂基材の無電解めっき方法、その方法で
無電解めっきされたポリイミド樹脂基材、分散液および
分散液の製造方法

出願番号: 特願2009-044894

出願人: 公立大学法人大阪府立大学

発明者: 長岡 勉, 椎木 弘, 山本陽二郎

発明の名称: プリント基板配線方法

出願番号: 特願2005-91678

出願人: 大阪府

発明者: 長岡 勉, 椎木 弘

お問い合わせ先

**大阪府立大学 産学官連携機構
リエゾンオフィス**

TEL : 072-254-9872

FAX : 072-254-9874

e-mail : ipbc@iao.osakafu-u.ac.jp