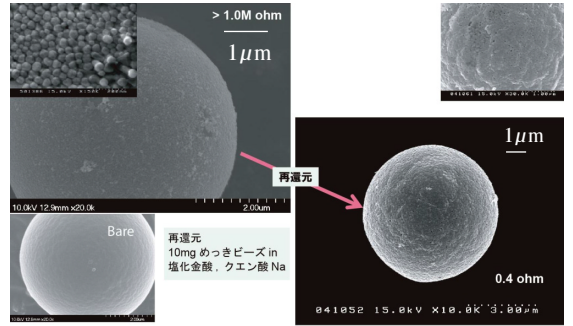


# 携帯電話など液晶ディスプレイ (LCD) 等に使用されているマイクロビーズについて従来の無電解めっき法に比べ作業が容易で、精度も高く製作することができる省資源、低環境負荷な「ナノ粒子めっき法」を開発

携帯電話など液晶ディスプレイ(LCD)を使った製品には立体的に重なる回路を電気的に接続する異方導電性膜<sup>(注1)</sup>が使われています。開発した「ナノ粒子めっき法」は、これを作る重要な要素技術のひとつである導電性マイクロビーズ<sup>(注2)</sup>の金めっきを、導電性、工程の簡素さ、省資源、低環境負荷などの面で大きく向上させています。



▲ナノ粒子めっき法で一度めっきしたマイクロビーズの表面とその拡大(左上)と、再還元(2度目のめっき)をしたマイクロビーズの表面とその拡大(右)。左下は、めっきする前のマイクロビーズ。(いずれも電子顕微鏡写真)

(注1) 異方導電性膜 (ACF)：導電性を持つ微細なマイクロビーズをエポキシ樹脂などの絶縁性粘着剤と混ぜ合わせたものを膜状に成型したフィルム。プリント基板の電極と部品の電極の間にACFを挟んで圧力を加えると、分散しているマイクロビーズのうち電極間にあるものは上下の電極と接触して導電する経路を形成する。電極のない部分はビーズが電極と接触しないので、横に並ぶ電極間の絶縁は保たれる。

(注2) マイクロビーズ：微量なプラスチック製ビーズ。本研究で使用したものは直径6マイクロメートル。

(注3) 電気めっきとは異なり、通電による電子ではなく、めっき液に含まれる還元剤の酸化によって放出される電子により、液に含まれる還元剤の酸化によって析出させるめっき法。

- 従来の無電解めっき法<sup>(注3)</sup>により作られたものと比較し、導電性(1Ω以下)、めっき表面の均一性、分散性、さらには歩留まり(80~90%)の面で、優れた品質の金めっき導電性ビーズを大量に作るすることができます。省資源の面でも、従来法より約40%も金を節約できます。
- 従来の無電解めっき法では、作業者に高度な技能や経験が必要でしたが、今回確立したナノ粒子めっき法は、それらを必要としないやさしい技術です。

## 競合技術への強み

|                   | 簡易な工程  | 環境負荷 | 省資源(金の使用量)            | 電気抵抗の制御   | コスト            |
|-------------------|--------|------|-----------------------|-----------|----------------|
| (1) 無電解めっき(従来技術)  | △(6工程) | △    | △                     | ◎(〜2μΩcm) | △              |
| (2) コーティング(従来技術)  | ○(4工程) | ◎    | △                     | ○(5μΩcm〜) | △              |
| (3) ナノ粒子めっき法(本研究) | ◎(3工程) | ◎    | ◎(金の使用量は(1)、(2)の約60%) | ◎(〜2μΩcm) | ◎(1)、(2)の約1/2) |

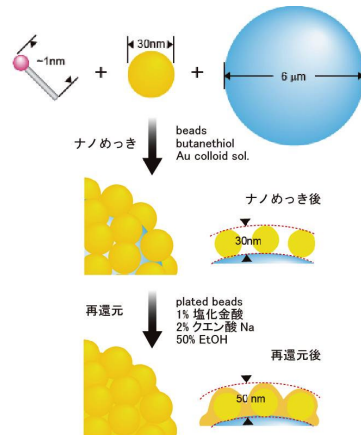
▲「金めっき導電性マイクロビーズの作製技術」に関する従来技術と本技術との比較表

- ① 簡単な作業：金ナノ粒子とバインダーの混合液にプラスチックを浸して攪拌するだけで、高品質のめっきができます。
- ② 少ない工程：従来のめっき法では、6工程の作業が必要でしたが、ナノ粒子めっき法ではエッチング、感受化処理、触媒化処理などの工程が不要のため、3工程で済みます。
- ③ 省資源：マイクロビーズの導電性獲得のための金めっきにおいては、従来の製法に比べて、金を約40%も節約することができます。
- ④ 低い環境負荷：めっきの工程に有害物質を使いません。
- ⑤ 低い製造コスト：上記により、導電性マイクロビーズおよびこれを使用した異方導電性膜を約2分の1の低コストで製造することができます。

## ここがポイント

携帯電話に代表される個人用携帯情報端末など液晶ディスプレイ (LCD) を使った製品の薄型化、小型化の需要はますます高まっています。それに伴いLCDおよび画像信号を送る集積回路には、高密度、多接点、積層の実装が必要であり、三次元の回路を電気的に接続する異方導電性膜が欠かせません。この異方導電性膜には、導電性を得るために金めっきを施したマイクロビーズが使われています。

従来の無電解めっきにおいて良質なめっき皮膜を得るには、めっき浴の管理が難しく、作業者に高度な技能や経験が求められてきました。加えて、マイクロビーズなど微小材料へのめっきは表面積の増大にともなう製造工程の複雑化や大量のめっき浴を必要とするなど、コストや効率面でも問題が少なくありません。さらに、得られた皮膜の導電性、密着性、均一性などの品質の維持、管理とその評価もサイズの縮小にともない困難になります。金ナノ粒子とバインダーの混合溶液にプラスチックを浸け攪拌するだけで精度の高いめっきができるこの技術は、これらの問題をクリアした



▲ナノ粒子めっき法による、マイクロビーズのめっきと再めっきを模式的に示した図

だけでなく、熟練の技術、特別な操作や特殊な装置が不要であり、省資源や環境負荷の低減をも実現しています。

## ブレイクスルーへの道のり

2001~2003年：山口大学に着任後、古い論文をもとに学生と共に金イオンと還元剤を含む溶液を攪拌し金ナノ粒子の作製を試みたが実験はうまくいかず、代わりにピーカー中のテフロン製攪拌子が金びかになった。その失敗を繰り返すうち「これは新しいめっき法として有用ではないか？」と考え、プラスチック片を反応溶液中に投入するとやはり金びかになった。このことが発端でナノ粒子を使ったナノめっき法の開発を試みることになった。様々なプラスチックにナノめっきを施し表面観察&電気抵抗測定する日々が続いたが、バインダーにチオール分子を用いることで金ナノ粒子をプラスチック基板に固定できることが分かり、この方法をナノ粒子めっき法として確立した。ナノ粒子めっきに関する初めての論文掲載&特許出願。

2003年：秋、大阪府立大学へ異動。引き続き、金を用いたナノ粒子めっき法に関する研究を深める。

2004年：ある企業の経営者から、従来のめっき法では高い熟練が必要とされるマイクロビーズの金めっきについて相談を受け、ナノ粒子めっき法がその要望に応えられようと考えて共同研究が始まる。

2005年：平成17年度第1回産業界技術研究助成へ応募、採択された。自作マイクロ電気伝導計完成。

2006年：自作マイクロ電気伝導計により高精度計測が可能になったが、1回の金めっきを施したマイクロビーズで計測したところ、改善すべき抵抗値(20Ω)よりも100万倍も大きな値が得られ愕然。落ち込むが、ナノ

粒子間の空隙を金で埋めることを着想、金イオンを含む溶液中で再めっきする手法を開発し、一気に最終目標値(1Ω以下)を達成した。ビーズ以外の材料についてナノ粒子めっき法に関する2件の共同研究を開始。

2007年：導電性ビーズの大量合成化、異方導電性膜作製に本格的に着手。

2008年：均一な複合膜の作製に成功。導電性ビーズの大量合成へ道が拓ける。またこれまでの研究成果を踏まえて、JST独創的シーズ展開事業(大学発ベンチャー創出推進)に応募した結果、採択。今後さらに実用化研究を進めていく予定。

## ■サクセス・キー

実験担当学生(当時4年生)と金ナノ粒子の作製を試みて数ヶ月間失敗を繰り返しましたが、この結果を再評価することで研究がスタートし、基板に固定化したナノ粒子を再還元することでたまたま粒子間の空隙を金で埋めることにより、結果的に成功を得ることができました。ご協力いただいた企業との連携、長岡教授(研究分担者)との連携(ナノ粒子めっき膜のセンサへの応用で得られた知見を樹脂ビーズのナノ粒子めっきへ利用)がなければ、この研究は成し遂げられませんでした。

## ■ネクスト・ストーリー

今回、開発したのはナノ粒子めっき法による導電性マイクロビーズの作製法という要素技術です。この研究で得ようとしたのは導電性でしたが、この要素技術をさらに拡げて、たとえば金ナノ粒子を光を通すように並べるなどの研究に発展させることができると考えています。また、バイオ系の研究者から、金ナノ粒子を標識として使えないかという相談も寄せられており、こちらの研究も進めています。導電性マイクロビーズの作製法については、分散剤の添加量の最適化と循環式製造技術の開発により、大量合成を目指します。また、品質、製造の両面から、実用化を前提とした検討を行っていきます。



プロジェクトID・研究テーマ名・年度  
05A33001a「ワンステップナノめっき法によるプラスチックビーズの導電化技術の開発」(平成17年度第1回公募)  
代表研究者・所属機関・所属部署名・役職名  
椎木 弘 大阪府立大学・産学官連携機構・准教授