

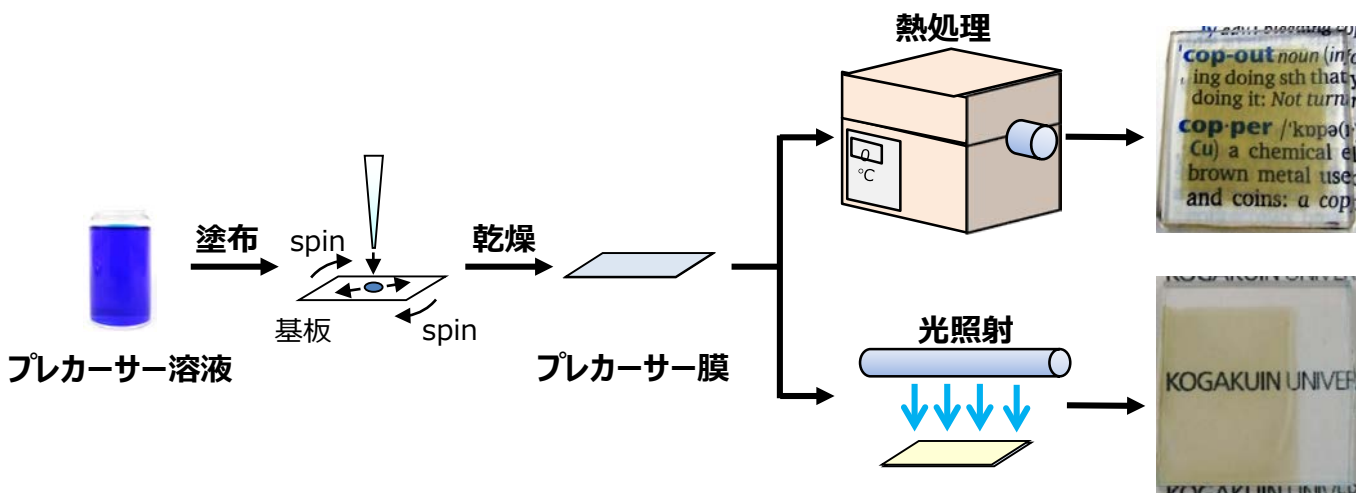
電磁波照射によるCu₂O薄膜の 常温形成とパターニング

永井 裕己 先進工学部 応用物理学科 准教授 / 佐藤 光史 先進工学部 応用物理学科 教授

キーワード：化学的湿式法, 酸化銅形成, 電磁波照射

概要

分子プレカーサー法は、溶液の塗布と熱処理のみで、均一な機能性薄膜を形成できる化学的湿式法です。本方法は、錯体のアルキルアンモニウム塩を含むコーティング溶液を用います。溶液中に錯体が単分散分子量で溶解しており、他の湿式法には無い特徴があります。本方法は、世界で初めてp型半導体特性を示すCu₂O薄膜形成を達成しました。この薄膜形成法は、化学、物理分野を問わず多くの研究者から注目され、世界の学術誌にも引用されています。本技術は、その溶液を応用し、電磁波照射でCu₂O薄膜を形成し、容易な膜のパターニングが可能です。本展示では、その技術を紹介します。



アピール ポイント

1. 優れた特性をもつ**p型半導体の湿式薄膜形成法**
2. **安定性, 均一性, 混和性, 基板への塗布性**に優れている溶液
3. **塗布・熱処理のみ**の簡便な薄膜形成
4. **光照射でパターニング**が可能
5. **ガラスに密着した薄膜形成**が可能

利用・用途 応用分野

1. **薄膜トランジスタ**への応用
2. **酸化物太陽電池**等の半導体材料

関連情報

- 知的財産権 = 金属膜形成用組成物および金属膜形成方法 (PCT/JP2017/003674)
- 関連論文 = H. Nagai, T. Suzuki, H. Hara, C. Mochizuki, I. Takano, T. Honda and M. Sato, Chemical fabrication of p-type Cu₂O transparent thin film using molecular precursor method, Materials Chemistry and Physics, 137, 252-257, 2012.
H. Nagai, T. Suzuki, C. Mochizuki, I. Takano, T. Honda, and M. Sato, Formation mechanism of p-type Cu₂O thin films via intermediate Cu⁰ species derived from Cu(II) complex of ethylenediamine-*N,N,N',N'*-tetraacetic acid, Science of Advanced Materials, 6, 603-611, 2014.

分子プレカーサー法による薄膜形成と応用

Molecular Precursor Method for Functional Thin Films



省資源・省エネルギーのために、材料表面の高機能化が有効です。表面修飾技術の発展が不可欠で、その技術を支える原料および機能付与法の開発が重要です。

基板に密着した均一な透明薄膜の形成は、どのようにできるでしょうか？化学的には、金属イオンを含む有機・無機ポリマーの溶液を用いるゾルゲル法が知られています。では、ポリマーを経由せずに、含金属成分を適当な厚さの膜にするのは可能でしょうか？この疑問に答える薄膜形成法が分子プレカーサー法で、成型加工・コーティングの視点で錯体を設計し、電子材料から医療用材料まで広い分野への適用をめざしています。錯体（配位化合物）や有機・無機複合体の応用技術です。

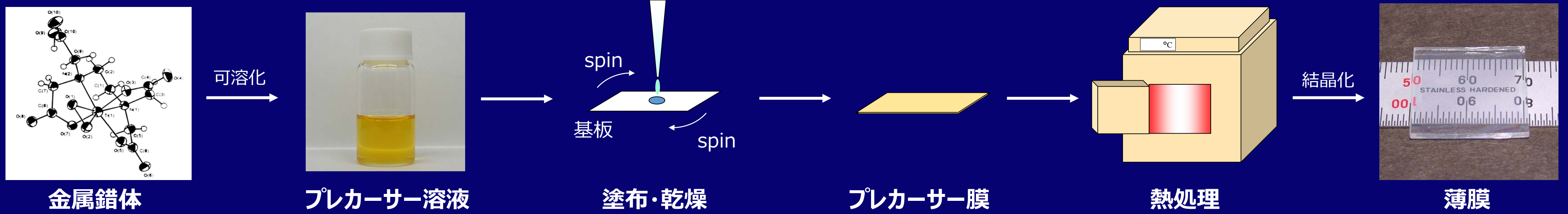


分子プレカーサー法で初めて形成したスピネル型 Co_3O_4 薄膜

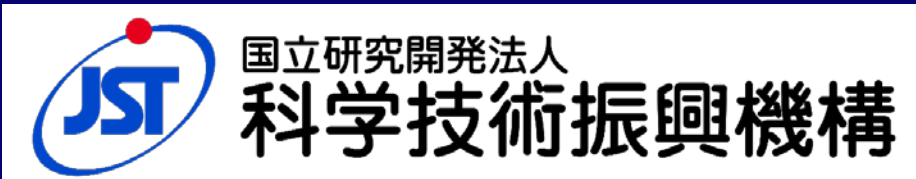
分子プレカーサー法

分子プレカーサー法は、汎用有機多座配位子*を結合させた錯体とアルキルアミンを組み合わせたプレカーサー溶液を用います。プレカーサー溶液を基板に塗布・乾燥し、プレカーサー膜を熱処理して、均一透明な金属酸化物薄膜などを簡単に形成できます。

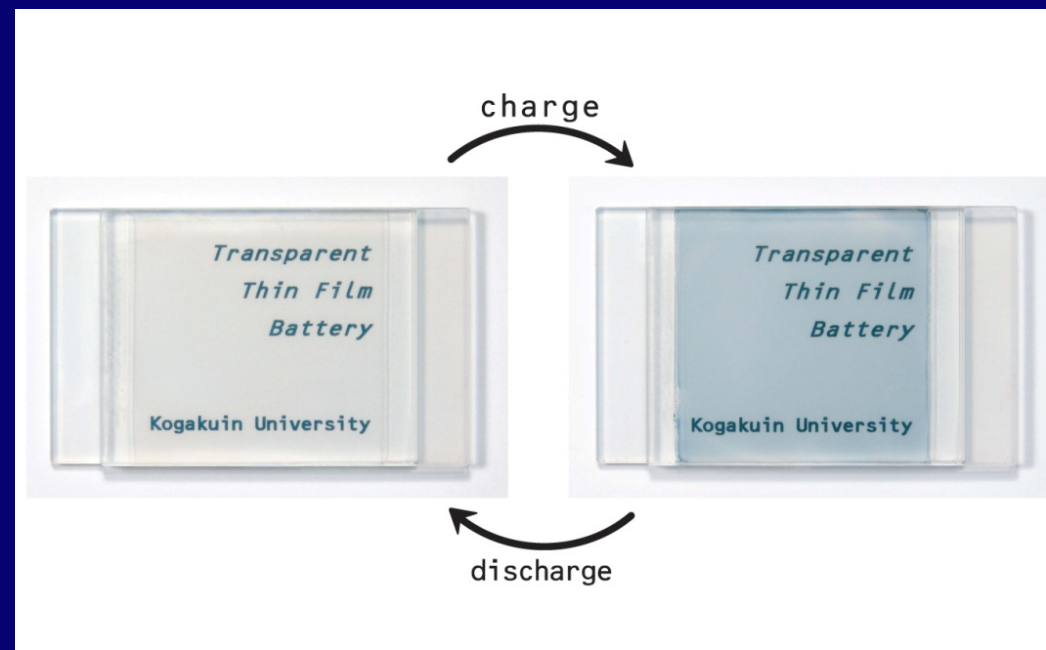
*エチレンジアミン四酢酸（EDTA）やニトリロ三酢酸（NTA）など、陰イオンになり易い入手が容易なキレート剤



応用とプロジェクト



充放電で着脱色・電池内部反応の可視化!!



リチウムイオン電池の負極、正極活物質を形成しました。作製した無色透明なリチウムイオン電池は、充放電で着脱色し、電池内部反応をはじめて可視化できました。

H. Nagai, H. Hara, M. Enomoto, C. Mochizuki, T. Honda, I. Takano, M. Sato, *Functional Materials Letters*, 6 (2013) 1-8.

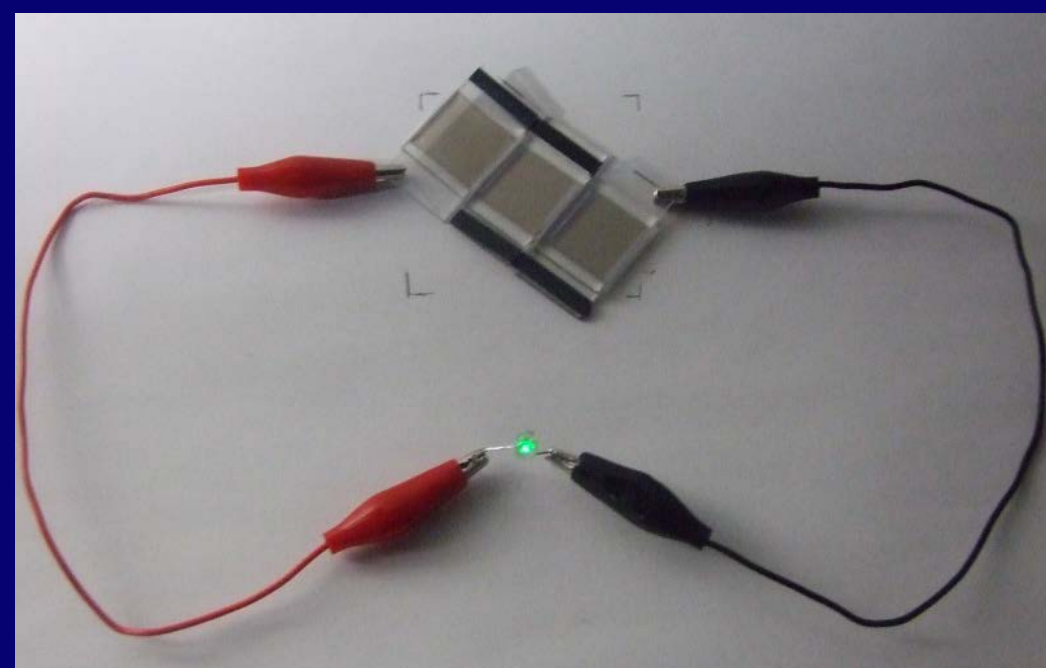
ガラスに密着した低抵抗な銅薄膜!!



銅錯体溶液の塗布・低温熱処理で、ガラス基板によく密着した低抵抗な銅薄膜を形成しました。透過率や反射率など、膜厚で制御できます。

H. Nagai, S. Mita, I. Takano, T. Honda, M. Sato, *Materials Letters*, 141 (2014) 235-237.

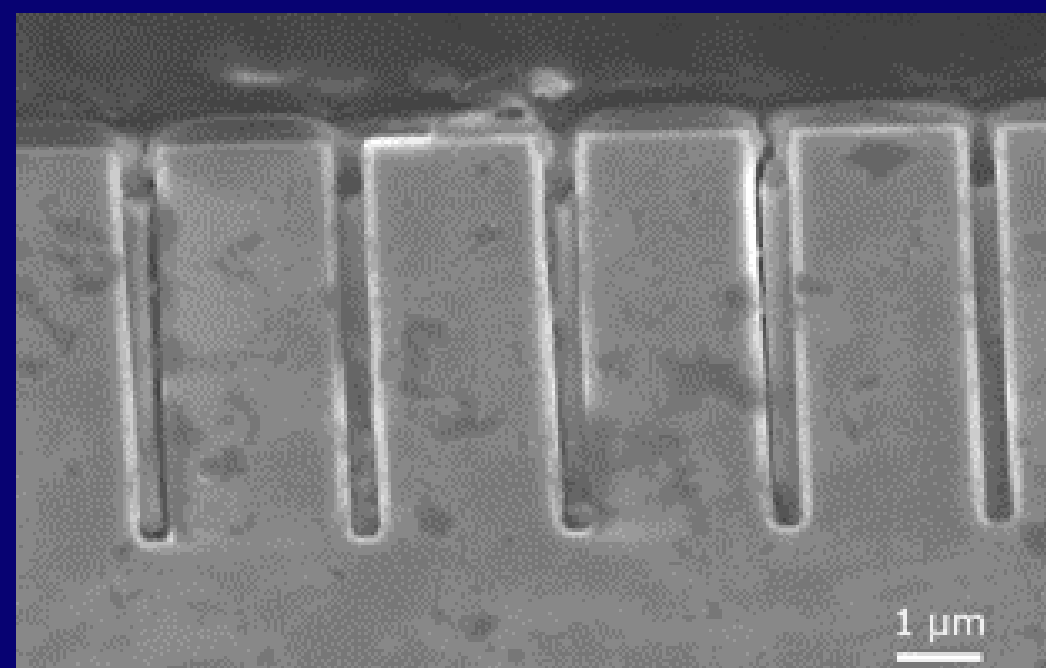
光で充電できるリチウムイオン電池!!



透明薄膜のリチウムイオン電池を応用し、光充電でLEDを点灯できるレベルのリチウムイオン電池を作製しました。現在は、高容量化に加え、全固相化や軽量化を検討しています。

H. Nagai, T. Suzuki, Y. Takahashi, M. Sato, *Functional Materials Letters*, 9 (2016) 1-4.

ULSI用のトレンチに銅を埋入!



ULSI デバイスの高集積化、高性能化に伴い、Cu 配線の適用が検討されています。分子プレカーサー法で、200 nm幅の微細形状へ隙間なく銅を埋めました。

H. Nagai, T. Suzuki, T. Nakano, M. Sato, *Materials Letters*, 182 (2016) 206-209.

研究成果

下記の書籍は、オープンアクセスです。記載したキーワードで検索してください。自由にダウンロードできます。



Hiroki Nagai and Mitsunobu Sato (2012). Heat Treatment in Molecular Precursor Method for Fabricating Metal Oxide Thin Films, Heat Treatment - Conventional and Novel Applications, Dr. Frank Czerwinski (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/50676.

Keyword; Intech_molecular_precursor



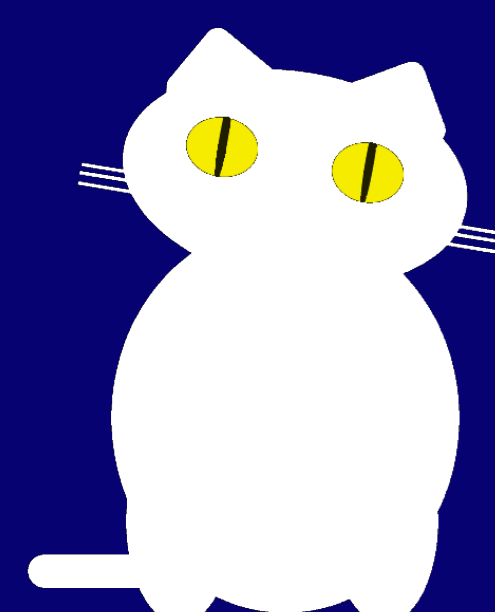
Hiroki Nagai and Mitsunobu Sato (2016). Highly Functionalized Lithium-Ion Battery, Alkali-ion Batteries, Dr. Dongfang Yang (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/63491.

Keyword; Intech_highly_lithium



Hiroki Nagai and Mitsunobu Sato (2017). Molecular Precursor Method for Fabricating p-Type Cu_2O and Metallic Cu Thin Films, Dr. Nikolay N. Nikitenkov (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/63326.

Keyword; Intech_Cu2O



Laboratory for Nano and Bio Materials
Laboratory for oxide electronics
Department of Applied Physics, School of Advanced Eng.
Mitsunobu Sato, Professor
e-mail: lccsato@cc.kogakuin.ac.jp, ext. 3397

KOGAKUIN UNIVERSITY

KUTE - TOKYO
Kogakuin University of Technology & Engineering