

水素社会に向けた安全・安価な 光応答型全固体透明薄膜リチウムイオン電池の創製

永井 裕己 先進工学部 応用物理学科 准教授 / 佐藤 光史 名誉教授

キーワード：光充電型リチウムイオン電池, 全固体

概要

太陽電池による発電は光の照射時に限られ、また光強度などに依存します。光照射で発生した電力を蓄積できれば、必要な時に必要なだけ取り出す分散型クリーンエネルギー利用が実現します。そのためには、安全で安価な1つのデバイスに発電と蓄電の機能をもたせる技術革新が求められます。

本展示においては、イノベーションジャパン2015で発表した太陽光で充電できる薄膜リチウムイオン電池（PV-LIB）やマッチングプランナープログラムを通じて作製した全固相光充電リチウムイオン電池を発展させて、安全性を究極まで高めた「全固体の透明薄膜リチウムイオン電池」を公開します。本展示において公開するリチウムイオン電池は、外部回路からの充電や光による充電だけでなく、光による直接発電も可能な新デバイスです。省資源・省エネルギーの観点から、安価なエコプロセスである分子プレカーサー法で形成しました。



アピールポイント

1. **光による充電可能な透明薄膜リチウムイオン電池**
2. **光による発電も可能な透明薄膜リチウムイオン電池**
3. **全固体化による安全性の向上**

利用・用途 応用分野

1. **光照射による水の完全分解**
2. **スマートフォン等のポータブル機器のバッテリー**
3. **非常用機器のバッテリー**

関連情報

- 知的財産権 = リチウムイオン二次電池（PCT/JP2015/078119）
- 関連論文 = H. Nagai, T. Suzuki, Y. Takahashi, and M. Sato, Photovoltaic lithium-ion battery fabricated by molecular precursor method, *Functional Materials Letters*, 9, 1650046, 2016.
H. Nagai, H. Hara, M. Enomoto, C. Mochizuki, T. Honda, I. Takano and M. Sato, Synchronous Electrochromism of Lithium Ion Battery with Chemically Fabricated Transparent Thin Films, *Functional Materials Letters*, 6, 1341001, 2013.
- 関連 URL = <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwf1017/>

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。

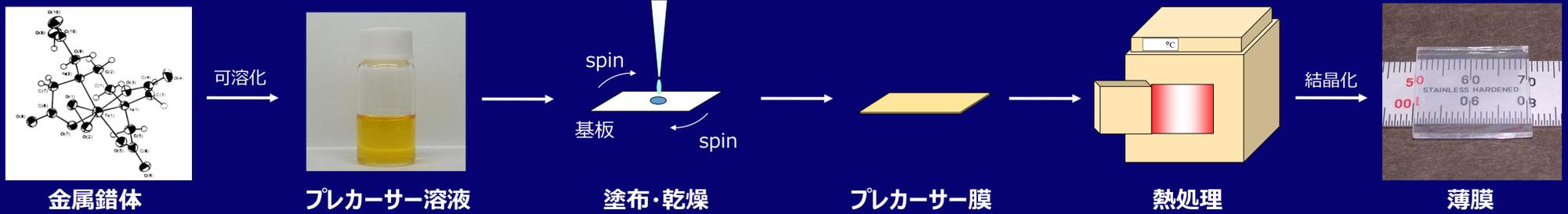


分子プレカーサー法で初めて形成したスピネル型 Co_3O_4 薄膜

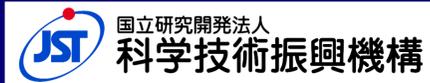
分子プレカーサー法

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。

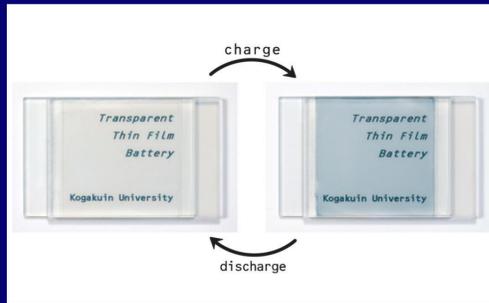
*エチレンジアミン四酢酸（EDTA）やニトリロ三酢酸（NTA）など、陰イオンになり易い入手が容易なキレート剤



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.

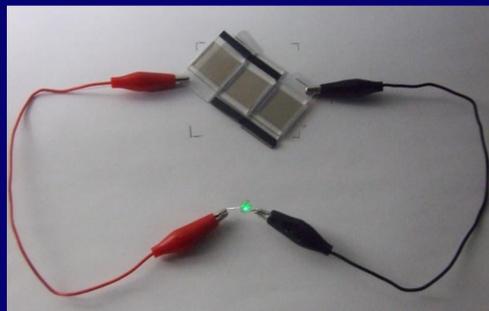
ガラスに密着した低抵抗な銅薄膜!!



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.

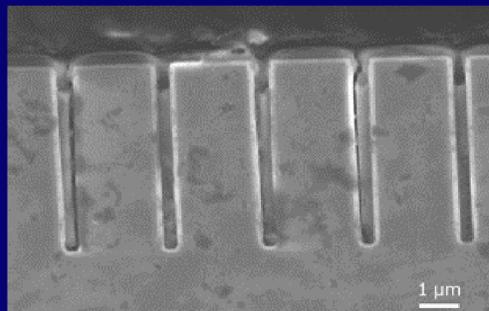
光で充電できるリチウムイオン電池!!



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



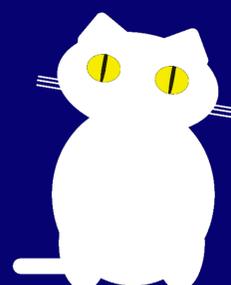
Hiroki Nagai and Mitsunobu Sato (2016). Highly Functionalized Lithium-Ion Battery, Alkali-ion Batteries, Dr. Dongfang Yang (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/63491.

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