

酸化亜鉛ナノ粒子の直接パターンニング法を開発

- 太陽電池や次世代フラットパネルディスプレイへの応用に期待 -

平成13年9月27日

独立行政法人 物質・材料研究機構

1. 概要

独立行政法人 物質・材料研究機構（以下では物材機構）物質研究所の羽田肇（電子材料グループ主幹研究員）、河本邦仁（同研究所客員研究員、名古屋大学教授）らのグループは、このたび、熱処理不要の水溶液法によって酸化亜鉛ナノ粒子膜を直接パターンニングする技術開発に成功した。酸化亜鉛は、透明であるにもかかわらず電気を流す性質や、電場を与えることで発光する性質などを有する、多機能セラミック材料の1つであり、太陽電池や次世代フラットパネルディスプレイ（FPD）の透明電極や、蛍光体材料の有力な候補である。これらのデバイス化に向けては、その配線、配列技術が不可欠であるが、今回、物材機構において、従来のように高価な真空装置を使わず、加熱も不要の、簡便な酸化亜鉛の直接パターンニング技術が開発されたことで、経済的なコストが格段に低減化できるばかりでなく、低温・水溶液中で直接パターン化ができるため、基板を選ばずにマイクロ～ナノレベルのパターンニングが可能になり、将来考えられている高分子を主体としたフレキシブルディスプレイにも応用可能であると考えられる。

本成果は、9月28日の日本セラミックス協会秋季シンポジウムで発表される。

2. この度の成果

酸化亜鉛は、透明でありながら電気を流すという性質を持つため、太陽電池や次世代フラットパネルディスプレイ（FPD）等の、光透過を必要とする場所での電極材料として有望視されている。さらに、低加速電圧で発光するという優れた蛍光特性を有しており、蛍光材料として用いると、従来の液晶ディスプレイよりもさらに低電力小型が可能になると期待される。これらのデバイス化に向けては、配線、配列技術が不可欠であるが、従来のスパッタリング法やレーザーアブレーション法などによる製膜プロセスでは、高価な真空装置が必要であり、また加熱が必要なために、生産コストもかかるだけでなく、基板は耐熱性の材料に限られていた。また、従来のパターンニングではさらにエッチングが必要であり、ここでも基板に制限があり、低温で機能を持った酸化亜鉛パターンを得る新技術開発の要請があった。

物材機構では、今回、熱処理不要の水溶液法によって酸化亜鉛を直接パターンニングする技術開発に成功した。まず、基板を化学溶液（フェニルトリクロロシラン）に浸し、自己組織膜と呼ばれる有機薄膜層を作る。露光装置を使って、マスクパターンを投影すると光が当たった部分の薄膜がこわれる。これをパラジウム触媒液に浸すと、薄膜層の残った部分にのみ触媒が付く。これを亜鉛金属を溶かした中性反応水溶液に浸すと、触媒の付いた部分を局所的に反応促進させることができ、酸化亜鉛を選択析出させることができる。（図1参照）

図2a, bに粒径200ナノメートルの酸化亜鉛粒子を析出させることで描いた酸化亜鉛パターンを示す。線幅1マイクロ（1マイクロは百万分の1）メートルのラインパターンの描画にも成功した。図2c, dには、酸化亜鉛パターンに電子をあてて光らせた発光パターンを示す。ナノ粒子1つ1つが発光しているのをとら

えることもできた。低温合成でも十分に機能を示す酸化亜鉛パターンが得られることが示された。

3．波及効果と今後の展望

今回の酸化亜鉛パターンニング法では、これまでの高温環境下での薄膜作製 - エッチングというプロセスとは異なり、約50℃の低温、常圧、中性水溶液中という条件で直接パターン析出ができるため、簡単な装置しか必要とせず経済的なコストが格段に低減化できるばかりでなく、基板の材料制約がほとんどないのが特徴である。

このコスト低減によって太陽電池やディスプレイ材料としての実用化も加速すると期待できる。また、基板の表面をパターンに改質し触媒化してその上で選択析出させるという考え方を応用し、有機基板への適用を試みることで、将来考えられている高分子を主体とした折り曲げ可能なフレキシブルディスプレイへの応用にも期待できる。また、酸化亜鉛だけではなく、他の酸化物セラミックスのパターン析出にも応用できるため、セラミックスデバイス作製の新手法としての展開に期待できる。

用語解説

パターンニング：基板上に回路などを、任意の形状に描画すること。

スパッタリング法：酸化物の焼結体にイオン衝撃させ、飛散した酸化物が基板に析出することで製膜する方法。真空チャンバー内で行われる。通常、基板を数百℃に加熱する。

レーザアブレーション法：酸化物焼結体にレーザを照射してプラズマ状に蒸発させたものを、基板上に薄膜として堆積させる製膜方法。真空チャンバー内で行われる。通常、基板を数百℃に加熱する。

問い合わせ先：

独立行政法人 物質・材料研究機構 総務部総務課広報係

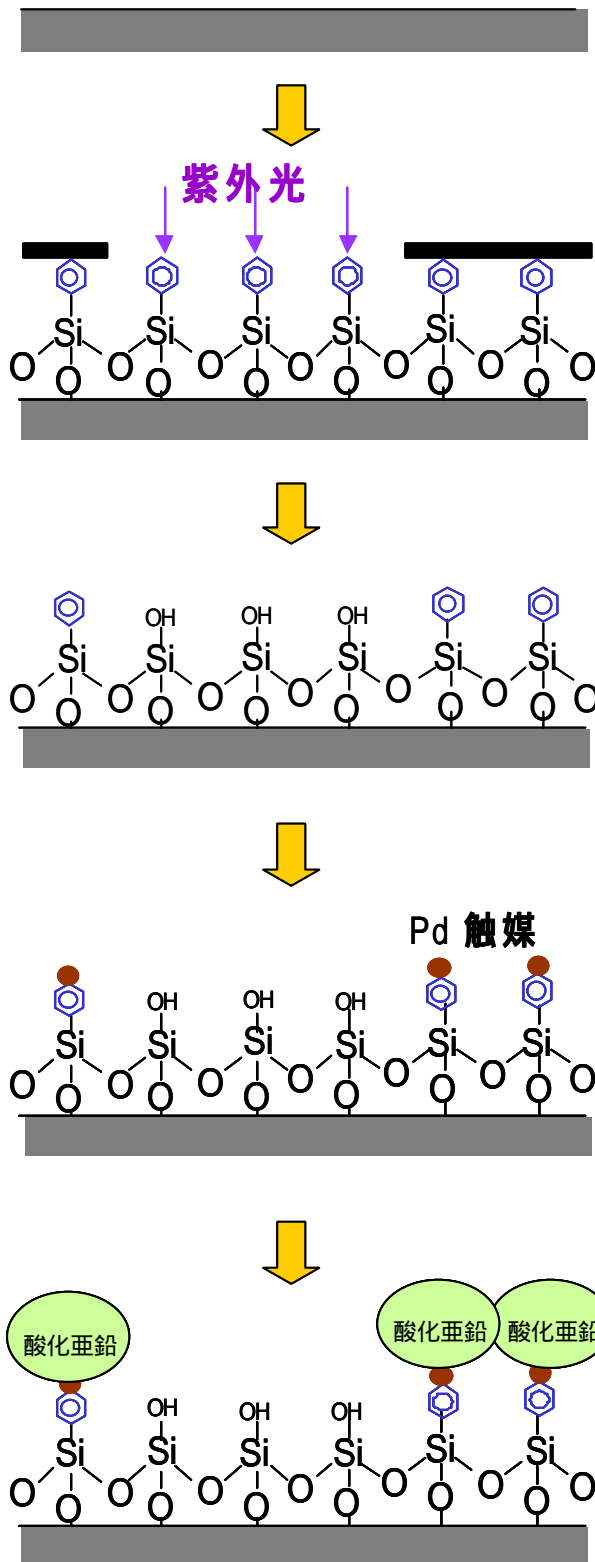
電話：0298-59-2026

(研究内容に関すること)

独立行政法人 物質・材料研究機構 物質研究所 電子材料グループ

羽田 肇 主幹研究員、齋藤 紀子 研究員

電話：0298-58-5643



基板を化学溶液 (フェニルトリクロロシラン) に浸し、自己組織膜と呼ばれる有機薄膜層を作る。

露光装置を使って、マスクパターンを投影すると光が当たった部分の薄膜がこわれる。

パラジウム触媒液に浸すと薄膜層の残った部分にのみ触媒が付く。

亜鉛金属を溶かした反応水溶液に浸すと触媒の付いた部分のみを反応促進させることができ、酸化亜鉛を選択析出させることができる。

図 1

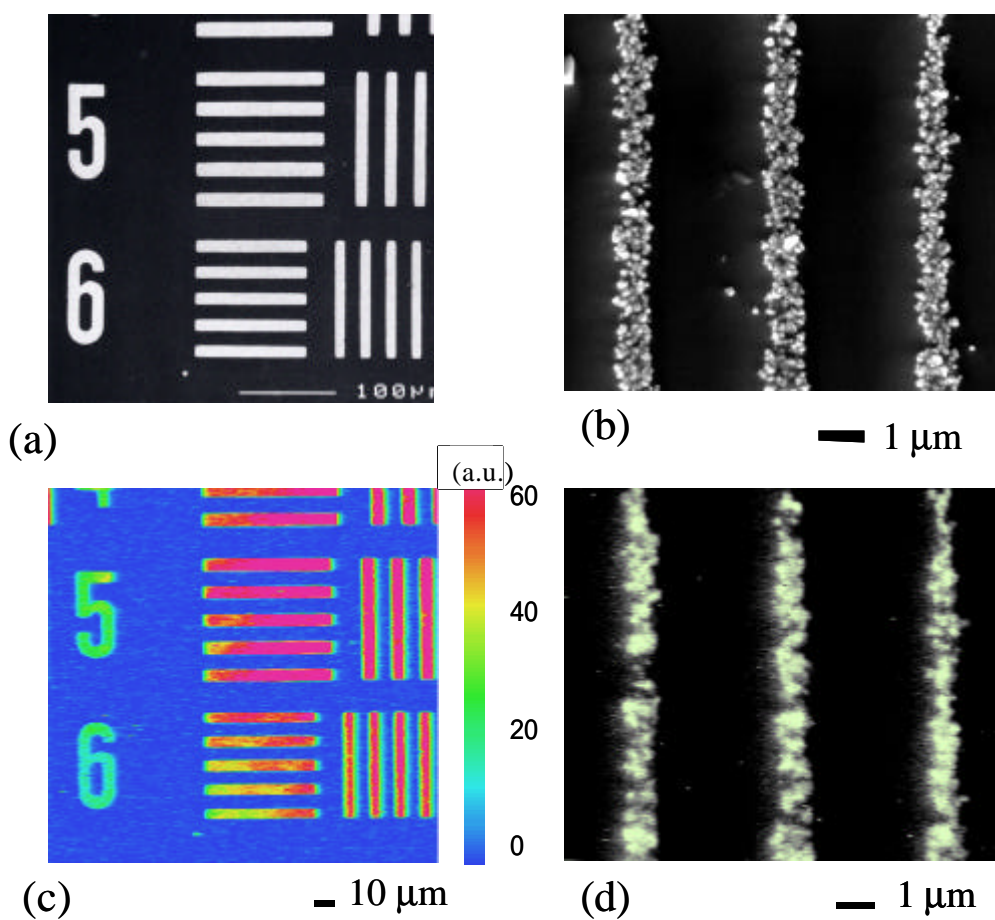


図 2

(a): 酸化亜鉛パターンの電子顕微鏡写真。白い部分がパターン析出させた酸化亜鉛。

(b): 最小線のパターン。200 nm程度の微細粒子で構成されている。

(c): aと同じ部分の蛍光機能を示すカソードレミネッセンスパターン。

(d): bと同じ部分のカソードレミネッセンスパターン。ナノ粒子1つ1つが蛍光を発しているのが分かる。