

同時発表：

筑波研究学園都市記者会（資料配布）

文部科学記者会（資料配布）

科学記者会（資料配布）



超薄膜内にナノ粒子を同心円パターン状に配列させる新技術を開発

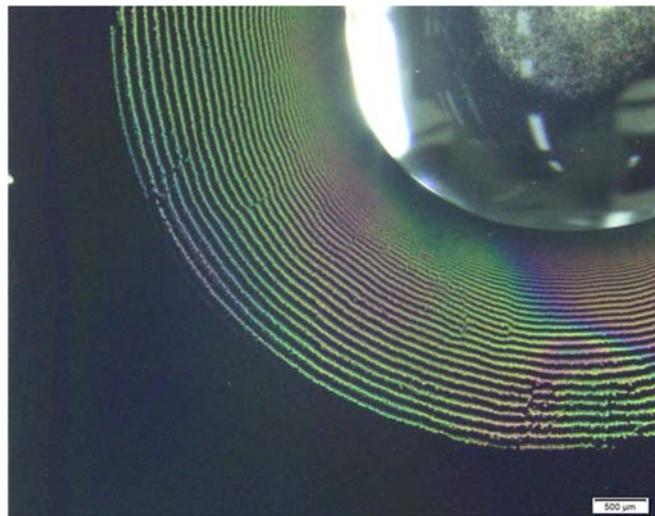
～ナノ物質の配列制御の新しい可能性 光学デバイスやセンサ部品などへの応用に期待～

配布日時：平成28年9月6日14時

国立研究開発法人 物質・材料研究機構

概要

1. 国立研究開発法人物質・材料研究機構 先端材料解析研究拠点 高輝度光解析グループの桜井健次グループリーダーと蔣金星（ジアン ジンシン）ジュニア研究員は、超薄膜内にナノ粒子を同心円パターン状に配列させる新技術を開発することに成功しました。本技術は、集光光学部品など光学デバイスや、電子・磁気の機能によるセンサ部品などへの応用が期待されます。
2. ゼラチンのゼリーに金属イオンを含む水溶液を滴下すると、同心円状のパターンが自然に生成することは19世紀から知られており、発見者の名からリーゼガング環と呼ばれています。このリーゼガング環の内部には多数のナノ粒子が析出することから、ナノテクノロジーへの応用も期待されています。しかし、実際には十分に厚いゼリーシートを使う必要があることが制約の要因の1つになっていました。薄膜のリーゼガング環の作成の試みは、多数の専門家により取り組まれてきていますが、これまでのところ薄くても厚さ数ミクロン程度までしか報告がありませんでした。
3. 今回、本研究チームは、ナノ粒子を形成する物質をどうすれば超薄膜のゼリーシートの狭い空間内を効果的に輸送させることができるかを考察、検討し、特に低温環境を使用することや、そこでの水蒸気量を制御することにより、0.1 ミクロン以下の超薄膜にリーゼガング環のナノ粒子同心円パターンを作成することに初めて成功しました（参考写真）。



4. ナノテクノロジーでは、ナノ物質を創製するだけでなく、平行なライン状、同心円状など規則的な配列制御を行うことが重要です。今回開発された技術は、従来の微細加工技術では困難度が高い同心円状の配列を容易に行えるところに特色があり、光学・電子・磁気デバイスなど、さまざまな応用、展開につながっていくことが期待されます。
5. 本研究成果は、アメリカ化学会論文誌「Langmuir」オンライン版にて公開されました（DOI：10.1021/acs.langmuir.6b02148, オンライン公開日：現地時間2016年8月9日）。

研究の背景

今から120年前、1896年、ドイツの化学者ラファエル・エデュアルト・リーゼガングは、ニクロム酸カリウムを含ませたゼラチンのゼリーと硝酸銀溶液を用いた実験で、同心円状のパターンが自発的に生成される現象を報告しました。天然鉱物や生物にも同心円や縞のパターンがさまざまに形成されており、リーゼガング環と呼ばれています。そのメカニズムを理解するために100年以上にわたって研究が続けられています。

このようにしてできるリーゼガング環の内部には多数のナノ粒子が集積していることから、物質・材料研究機構の桜井健次グループリーダーを中心とする研究チームでは、こうした自発的なパターン形成をナノ物質の配列制御に利用し、ナノテクノロジーに役立てることができないかと考え、研究を行っていました。その際、ナノ粒子の機能を引き出すために0.1ミクロン以下の超薄膜や、さらには超薄膜が複数積層された構造の中にこうしたパターンを形成することが重要なのですが、これまで成功例の報告がなく、数ミクロン程度以上の厚いゼリーシートが必須と考えられていました。

研究内容と成果

超薄膜中にナノ粒子のパターン形成を行うためには、滴下した液滴中の物質が超薄ゼリーシートの狭い空間の中を適切な速度で拡散させることが重要です。そのため、作成する環境条件には注意を払うのですが、本研究チームの行った研究では、温度と水蒸気量を特に重視しました(図1)。

具体的には、実験は低温で行うこととし、そのため、精密な温度制御のできる冷蔵庫を使用しました。その中に試料を入れる密閉容器を設け、その容器内の水蒸気量を制御します。ゼラチンのゼリーの表面は温度により性質が変化しますが、低温では適度の撥水性を維持しており、滴下した液滴の中央から拡散してゆく物質の量を適切なレベルに設定できることがわかりました。また、媒質の乾燥等による劣化を防ぎ、均質性を確保するためには水蒸気量が重要であることがわかりました。

以上の検討をもとに、実際に作成を試み、0.1ミクロン以下の超薄膜でも、リーゼガング環ができることを示すことに成功しました。これにより、数ミクロン程度以上は必要という常識を覆しました。

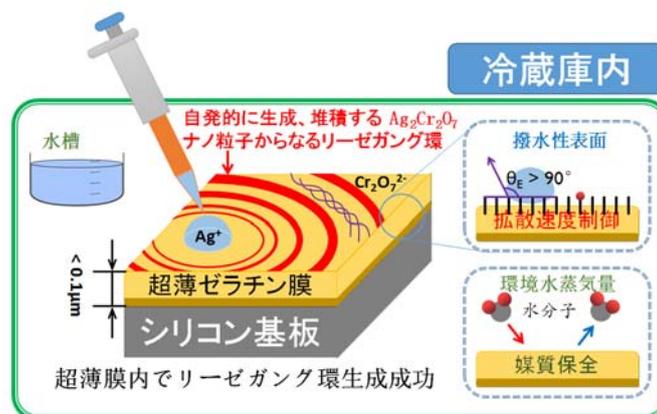


図1 超薄膜内にナノ粒子の同心円状パターンを生成する方法の模式図

今後の展開

ナノテクノロジーでは、ナノ物質を作成することに加え、それをある規則で配列制御することが重要です。そのためにリソグラフィをはじめとする相対的に大きな構造を加工して小さくするトップダウンの技術が多く駆使されていますが、それに加え、自発的な自然現象により小さな構造を作って並べるボトムアップのナノ制御技術を併用することで一層発展させることができます。今回開発された技術は、同心円状に配列させられるところに特色があり、集光光学部品など光学デバイスや、電子・磁気の機能によるセンサ部品などへの応用が期待されます。

掲載論文

題目：Formation of ultra thin Liesegang patterns

著者：Jinxing Jiang and Kenji Sakurai

雑誌：Langmuir

掲載日時：2016年8月9日（現地時間）オンライン公開

DOI：10.1021/acs.langmuir.6b02148

本件に関するお問い合わせ先

（研究内容に関すること）

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 先端材料解析研究拠点 高輝度光解析グループリーダー

桜井健次（さくらいけんじ）

E-mail: SAKURAI.Kenji@nims.go.jp

TEL: 029-859-2821

URL: <http://www.nims.go.jp/xray/lab/>

（報道・広報に関すること）

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 経営企画部門 広報室

〒305-0047 茨城県つくば市千現 1-2-1

E-mail: pressrelease@ml.nims.go.jp

TEL: 029-859-2026, FAX: 029-859-2017