

Title	二光子光重合によるポリマー/金属ナノコンポジットの形成と評価
Author(s)	増井, 恭子
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58342
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	増井 恭子
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 24552 号
学位授与年月日	平成 23 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科精密科学・応用物理学専攻
学位論文名	二光子光重合によるポリマー/金属ナノコンポジットの形成と評価
論文審査委員	(主査) 教授 河田 聡 (副査) 教授 民谷 栄一 教授 小林 慶裕 准教授 橋本 守

論文内容の要旨

本研究は、金ナノロッドのプラズモン共鳴により誘起される二光子光重合を利用したポリマー/金ナノロッドコンポジットの 3 次元微細構造を作製する方法についてまとめたものである。

第 1 章では、金属ナノ粒子の種類と物性についてまとめた。金属ナノ粒子中の自由電子が光電場に共鳴し、粒子近傍に局所増強電場が生じることを説明した。さらに、金ナノ粒子のアスペクト比や周囲を取り巻く媒体によってプラズモン共鳴波長が変化することを理論的に示した。

第 2 章では、金ナノロッド合成の歴史とメカニズムに関する過去の事例をまとめ、金ナノロッド合成法として利用した Seed mediated growth 法についての詳細を述べた。近赤外フェムト秒パルスレーザーにプラズモン共鳴するアスペクト比を有する金ナノロッドを合成し、物性評価の結果を示した。

第 3 章では、界面活性剤に覆われて合成された金ナノロッド表面を疎水性の有機物質で置換することで、金ナノロッドの有機溶媒中への分散が可能であることを実験的に示した。金との親和性の高いチオール基を末端に有する疎水基の物質で金ナノロッド表面を修飾することによって、分散安定性の高い金ナノロッド溶液を作製して物性評価した結果を考察した。また、金ナノロッドの有機溶媒中への表面修飾に関する過去の事例をまとめた。

第 4 章では、金ナノロッドのプラズモン共鳴によって誘起される局所的な電場増強効果によって、光硬化性樹脂の二光子重合反応が誘起されることを証明した。光照射後金ナノロッドの表面近傍にのみ局所的に光重合させることに成功し、実験結果をまとめ考察した。

第 5 章では、金ナノロッド表面に誘起されるプラズモン共鳴による局所的な二光子光重合反応を用いた、ポリマー/金ナノロッドコンポジットの微細加工法を構築した。光硬化性樹脂中に金ナノロッドを分散させ、光照射による勾配力で金ナノロッドの挙動を制御し作製した 3 次元構造に関する結果についてまとめ、過去の事例に基づいて説明し考察した。

総括では、本論文で得られた結果をまとめて考察し、本論文の結論および今後の展望について述べた。

論文審査の結果の要旨

金属ナノロッドは金属プラズモンを通して光と強く相互作用することから、金ナノロッドを用いた微細構造体はメタマテリアルや近接場光学素子などの従来にはない新しい機能と特性を持つ光学材料・素子として注目を浴びている。

本学位申請論文は、金ナノロッドに局在する表面プラズモン共鳴によって二光子光重合反応を発生させて、立体ポリマー／金ナノロッドコンポジットを作製するための原理と方法に関する研究をまとめたものである。その成果は以下のとおりである。

- 近赤外のフェムト秒パルスレーザー（780 nm）に対して、局在表面プラズモンが共鳴する金ナノロッドを大量合成する手法を開発している。Seed mediated growth法を用い、プラズモン共鳴条件を満たす長さとアスペクト比を有する金ナノロッドを選択的に合成できることを示している。
- 二光子光重合反応を利用した立体ポリマー／金ナノロッドコンポジットを作製するために、MMAモノマー中に金ナノロッドを分散させる方法を開発している。水中で合成された金ナノロッドの表面は界面活性剤で覆われているため、有機溶媒中に分散しない。そこで、金との親和性の高いチオール基を末端に有するポリエチレングリコールで金ナノロッド表面を修飾して、金ナノロッドがMMAモノマー中に均一に分散することを実現している。
- 金ナノロッドに誘起される局在表面プラズモン共鳴による増強電場の可視化に成功している。近赤外のフェムト秒パルスレーザーを照射することによって増強される電場分布に従って、金ナノロッド表面を覆う15 nm程度の重合膜が形成されることを見出している。そして、重合膜の形状がプラズモン共鳴条件により変化することを実験的・理論的に示している。
- 金ナノロッド表面に形成される二光子重合反応と、金ナノロッドに働く光の勾配力を組み合わせて、立体ポリマー／金ナノロッドコンポジットを作製するための方法を開発している。光硬化性樹脂中に分散させた金ナノロッドに光を照射すると、表面に二光子重合膜が形成されると同時に光の勾配力によって焦点付近に捕捉されることを実証している。捕捉された金ナノロッド表面に形成された二光子重合膜が糊のように働き、次々と堆積して凝集体を形成することで、任意形状のポリマー／金ナノロッドコンポジット微細構造が作成されることを示している。

以上のように本論文は、応用物理学、特にプラズモニクス光学において寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。