

## 論文内容要旨

報告番号	甲 先 第 472 号	氏 名	渡辺 智貴
学位論文題目	Semi-shell構造の配向制御にかかる光学的観測技術の開発		
<p>内容要旨</p> <p>光の技術は、通信、エネルギー、医学分野など幅広く応用されている。この応用範囲は、自然界の材料を用いている限り制限がある。この制限を打破する材料としてメタマテリアルが注目されている。メタマテリアルは、波長以下サイズの構造の集合体であり、一つ一つの構造が電磁波に応答する特性を持っている。光は電磁であるため、この特性により、光の進行方向を制御することができ、自然界の既存材料ではあり得ない向きに光を屈折させることができる。そのため、メタマテリアルを用いることで、回折限界を越えて光を集光できるレンズが実現する可能性がある。このレンズにより、光を用いた超高分解能観察の実現が期待される。メタマテリアルを構成する構造として分割リング共振器(SRR)がある。SRRは、光と相互作用して電流が流れ、磁場が発生するような微細構造である。この磁場が光の磁界成分に影響を与える。</p> <p>100 nm程度のSRRは可視・近赤外域において強い磁気応答を示す材料として知られている。光磁界成分とSRR構造を強く相互作用させるためには、基板に対して垂直に配置されたSRR構造にすることが望ましい。電子線描画装置を用いれば、作製することは可能である。しかし、大面積に作製することを考えると実用的ではない。我々の研究グループは、微小球リソグラフィ(NSL)法を用いることで得られる大量の非対称なSemi-shell構造を基板から取り外すことで、Semi-shell分散液を開発した。作製されたSemi-shell構造は、磁界がリングを貫くことで比透磁率変化を起こす。この特性はSRRに近い性質である。Semi-shell分散液を利用することで、別基板に対して大面積にSemi-shell構造を配置することが可能となる。しかし、構造の配置・配向はランダムにあってしまうため、メタマテリアルとしての機能を十分に発現しにくい。</p> <p>そこで我々は自己組織化単分子膜(SAMs)によるSemi-shell構造の配向制御の可能性について検討を行った。金属と結合しやすい分子基を末端基に持つSAMsを用いて、Semi-shell構造の金属部分と結合させることにより、配向方向を制御できると考えた。まず、Semi-shell構造のSAMsによる配向制御を検証するための測定手法について検討した。Kretschmann配置を利用して200 nm程度のSemi-shell構造の配向による散乱光スペクトルの違いを得ることができることを明らかにした。この方法により、材料の制約により従来の技術では観察の難しい構造の向きを推定できる可能性を示した。さらに光学測定であるため、試料を損傷することなく評価することができる。</p>			

この測定法を基に、SAMsを用いた際の構造の向きによる散乱光スペクトルを取得した。構造には、Semi-shellの他にHalf-Shellも採用した。FDTD法を用いたシミュレーション結果と比較することで、Half-shell、Semi-shellともに金属部分の配向方向を判断することができた。その結果、Half-shellの金属部分がSAMsを形成した金基板へ71%の割合で吸着している配置をとることがわかった。また、Semi-shellの場合は、80%程度で基板に対して垂直配置をとることが明らかになった。

以上、本研究により、SAMsを利用することで金属部分を持つSemi-shell構造の配向制御に有意な影響を与えているということが証明された。

これらは、複合ナノ材料への新たな配向制御技術の発展に寄与するだけでなく、簡便な大面積メタマテリアルの新規作製手法及びメタマテリアルの性能構造への発展に寄与する研究成果である。