機能性単位粒子の集合体・ネットワーク構造による高機能発現に関する研究

関連するSDGsの国際目標

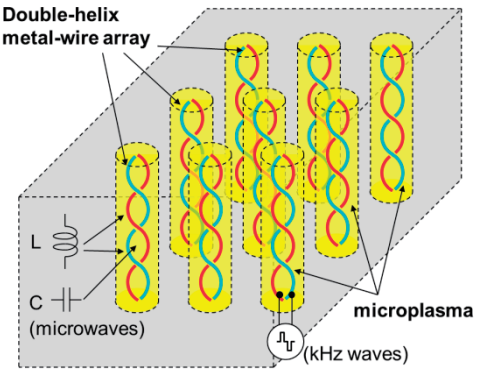


工学部　電子システム工学科　　教授　　酒井　道
研究分野　：メタマテリアル科学、プラズマ理工学

ミリメートルからマイクロメートルサイズの単位構造により構成された構造体が示す低周波・電磁波・光に対する応答性は、その単位構造の設計次第で大きく制御可能です。そのような高機能構造体を設計・作製し、マイクロ波・赤外デバイスへの応用などについての研究を進めています。

■ミリメートルサイズ構造による動的メタマテリアルの生成

・「メタマテリアル」とは、２０００年前後に提案された考え方で、電磁波の波長より十分小さな単位構造を巧みに設計すると、その全体構造の屈折率を負にしたり、いわゆる“透明マント”の効果を実現できたりする、というものです。我々は、そのような構造に、微小なプラズマを埋め込むことで、ダイナミックに変化する負の屈折率状態を世界で始めて観測しました（図１）。マイクロ波に対してこのような効果を示す構造をデバイス化して、将来の無線通信技術を支える新規ハードウェアとして発展させることを目指しています。



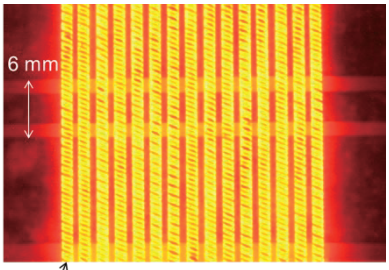


図1. 動的な負の屈折率体の概念図（上）と実験で生成された実構造（下）。

■ミクロンサイズ微粒子の表面修飾法に関するプロセス開発

・ミリメートルよりさらに小さなマイクロメートルサイズの微粒子は、電子産業のみならず、食品・化粧品等も含め、実に様々な産業において活躍しています。その表面にいかに高機能性を持たせるか、どのようにしてそのプロセスを実現するかがポイントであり、我々は主には大気圧プラズマを用いる手法を提案し、実際に開発を進めています。例えば、最近、マイクロメートルサイズの微粒子の表面に炭素被膜を成膜したり、金属ナノ粒子集団の自己組織化構造の形成に成功（図２）したりしています。

■ミクロンサイズ微粒子集団の診断と応用検討

・ミクロンサイズの微粒子に表面設計などで高機能性を付与するのに成功すると、その微粒子１個１個が単独のデバイスとなったり、その集合体が非常に特異な出力を示したりするようになります。我々は、そのような微粒子に外力による可動性を持たせたり、あるいは集団としての振る舞いを電気・光応答で診断したりしています。将来的には、「メタマテリアル」のテーマと融合させ、赤外光に対する動的特異媒質の創成へつなげたり、あるいは新規のエネルギーデバイスへ展開させたりすることを検討しています。

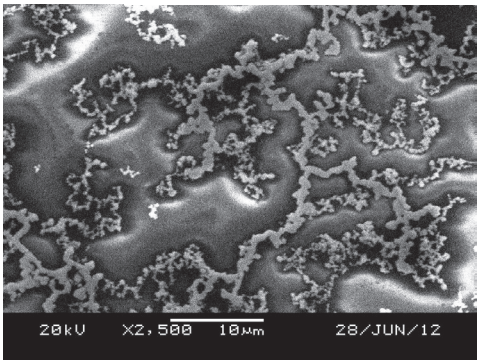


図2. 大気圧プラズマプロセスにより形成された銀ナノ粒子のフラクタル状ネットワーク構造。半透明かつ導電性を示し、特異な光学応答性も示す。平面上ならびに微粒子上での形成に成功した。

＜特許・共同研究等の状況＞
・随時、特許の出願などを行っています。また、上記テーマに直接関係は無くても、応用可能な技術（例：大気圧プラズマによる表面改質　等）の産業応用について、技術展開を前向きに支援させていただきます。