

群馬大学大学院理工学府

電子情報部門 花泉・三浦研究室

http://www.el.gunma-u.ac.jp/~hana/

■研究テーマ

- フレキシビリティの高い光情報通信デバイスの開発
- 量子ビームを利用した材料分析・微細加工技術

■キーワード

光情報通信、光エレクトロニクス・発光材料、量子ビーム

■産業界の相談に対応できる技術分野

光エレクトロニクス、マイクロフォトニクス、光情報通信デバイス、光集積回路、量子ビーム応用

■主な設備

高周波スパッタリング装置、反応性プラズマエッチング装置、フォトルミネセンス装置 など

連絡先

電子情報部門 花泉 修
TEL:0277-30-1792 FAX:0277-30-1707
e-mail:hana@gunma-u.ac.jp



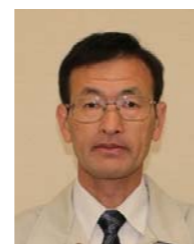
花泉修教授



三浦健太准教授



加田渉助教



野口克也技術専門職員

研究概要

光情報通信への応用に向けた光機能デバイスの研究開発

私達の研究室では、光情報通信等への応用を目的とした光機能デバイスに関する研究を進めています。研究室には、花泉 修 教授、三浦 健太 准教授、加田 渉 助教、野口 克也 技術専門職員 計4名と、大学院生14名[博士後期課程 1名(うち社会人1名)、博士前期(修士)課程13名]、学部4年生7名が在籍しており、総勢21名(平成31年4月1日現在)で日々の研究に励んでいます。

IoT(Internet on Things)といった言葉に表されるように、身の回りにある家電製品や自動車などもインターネットワークに接続されるようになり、情報通信技術は日常生活のほとんどを支えるものとなっています。より多くの情報を迅速に伝送する要求を満たすには、光ファイバー通信網のような高速通信環境が、家庭や会社をつなぐことも重要ですが、例えば携帯電話や自動車に内蔵されたLSIチップ間や回路基板間のような中短距離間の通信においても光通信を行う、いわゆる光インターコネクション技術が必要不可欠となってきています。この実現のためには、より効率の良い光伝送路、発光素子それぞれに優れた材料を開発することが必要です。

私達は、このような要求に応えるべく、ポリマー材料からなる

光スイッチや液晶を利用した光学レンズといった光インターコネクション用機能デバイスの実現に向けた研究開発を行っています。また、今後の量子技術や更なる先進的な光機能性材料の探索のため、レーザーや電子・イオンビームなど、量子ビーム科学技術を取り入れ、ダイヤモンドなどの先進材料に対する微細加工技術や分析技術の開発にも挑戦しています。

特徴と強み

主な構成材料としてソフトマテリアルを使用し、量子ビームも積極的に活用

(1) ポリマー材料からなる長距離光通信用熱光学光スイッチの研究開発

光スイッチは、光ファイバー通信における波長多重通信(Wavelength Division Multiplexing: WDM)システムを構築する上で不可欠な光デバイスで、用途に応じて様々な種類が研究・開発されています。特に、図1のようなマッハツェンダー(Mach-Zehnder: MZ)型熱光学光スイッチは、その構造がシンプルで可動部が無いので、低価格・高信頼性の光スイッチとして期待が寄せられています。すでに石英系材料を用いた光スイッチが実用化されていますが、高価なため、より低価格な光スイッチの実現が求められています。

低コスト化の一つの手段として、材料に安価なポリマーを用いた光スイッチが数多く研究されています。MZ型熱光学スイッチは、熱光学効果(熱によって材料の屈折率が変化する効果)を利用してスイッチングを行います。一般的にポリマーは石英に比べ桁大きな熱光学係数(温度変化1℃あたりの屈折率変化量)を持つため、光スイッチ用材料として適しています。私たちは、ポリマー材料として感光性ポリシランやアクリル樹脂を使用し、それぞれ紫外線露光や量子ビーム照射(量子科学技術研究開発機構(QST) 高崎量子応用研究所との共同研究)で光配線を形成して図1のような光スイッチを試作しています。それらの波長1.55 μm(長距離光ファイバー通信波長)での特性を評価したところ、基本的なスイッチング動作を確認できました。

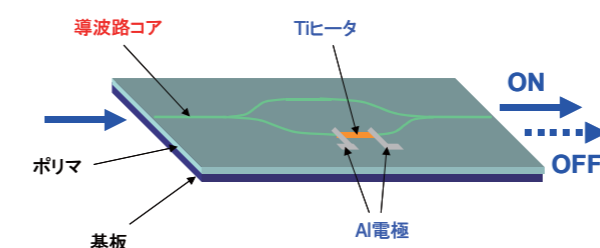


図1 MZ型熱光学光スイッチの概略図

(2) 液晶を利用した光学レンズ素子の研究開発

液晶への電界印加による配向方向の変化を利用し、液晶中を導波する光の伝搬方向を制御することが可能です。本研究室では液晶セルに高分子薄膜上に微細加工したバイナリ型のフレネルレンズ構造(図2参照)を付帯させることで、液晶の動作に対応して駆動する光学レンズ素子の開発を検討しています。液晶の配向方向の変化により、光(波長633nm)の集束を変化させることでその動作を確認しています。

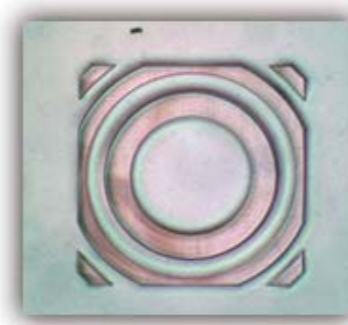


図2 高分子薄膜に形成された微小な光学レンズの例

今後の展開

(3) 量子ビームを使った新たな発光材料の探索

シリコンなど従来の半導体材料に対して、SiCやダイヤモンドなどのワイドバンドギャップ半導体には、優れた電氣的、光学的特性が備わっています。ワイドバンドギャップ半導体の中でも、特に、ダイヤモンドに着目し、材料内部に欠陥を導入することで、原子空孔が窒素原子と結びついて原子のサイズの発光源となるN-Vセンターを積極的に形成する技術の開発を外部機関と共同で進めています。さまざまな種類の量子ビームを用いることで材料内部の任意の場所にN-Vセンターを形成できることが本研究グループの持つ特徴です。他方で、特定のガラス材料などでも、荷電粒子により微小な発光中心を形成することが可能です。図3に研究室で開発した放射線線量を記録するガラス材料を示しています。本材料では、微細加工により特定場所へ与えた粒子の放射線影響を分析することが可能となっています。今後、これらのガラス材料を重粒子線向けのセンサへ応用するなど、本材料のさらなる応用展開を検討しています。

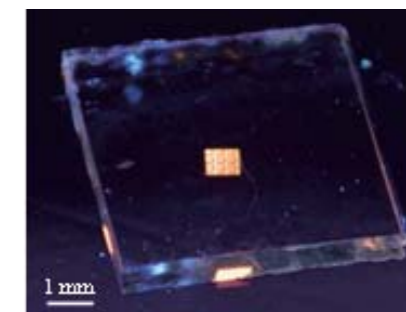


図3 粒子線の微細加工により自作ガラス材料中に形成された微小な発光中心の例

(4) 従来にない高感度な発光分析技術の開発

既存の材料発光特性の探索には、紫外線を励起源とするフォトルミネッセンス法や電子線を励起源とするカソードルミネッセンス法が一般的によく用いられています。これらの励起源を、エネルギー密度の高い荷電粒子(イオンビーム)に置き換えると、数eV以上のより深い準位からの発光を高効率に測定することができます。当研究室では、外部機関と協力しながら、特に細く絞ったイオンマイクロビームを走査しながら発光を分析する技術、荷電粒子誘起発光(IBIL)法を開発しています。IBIL法では1 μm程度の空間分解能で、蛍光材料の局所発光箇所や、極限的に小さな発光源からの微弱な発光も効率よく取り出すことができます。特に自然界にある鉱物や大気中微粒子、さらには産業用蛍光材料について耐久性や局所発光特性の評価が可能で