

二次元材料の光電子デバイスへの応用

研究内容

二次元材料は安価で、持続可能なクリーンエネルギーを実現する電子デバイス材料として近年注目されている。特にグラフェンは高移動度を示す他、柔軟性や耐久性に優れていることからグリーンエレクトロニクス材料として有望視されている。我々は、二次元材料を用いた光電子デバイスに関する以下の研究を行っている。①近年、二次元材料で通常のラマン分光よりも 10^6 以上高い感度を示す表面増強ラマン散乱(SERS)が観測された。そこで本研究では、SERSのメカニズムを解明し、感染症やガンなどを診断する超高感度バイオケミカルセンサを開発する。②二次元材料は、無色透明にもかかわらず強いプラズモン共鳴を示す。そこで本研究では、光電場増強効果を利用した光レクテナを作製し、シリコン太陽電池の2倍以上の変換効率を持つ環境発電デバイスを開発する。

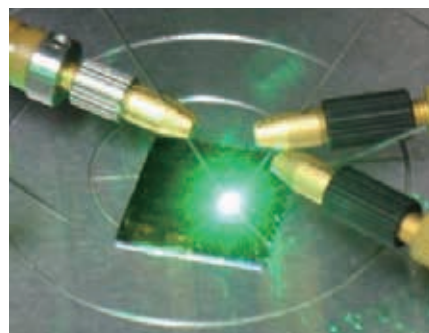


図1 光電子デバイスの測定

地域・産学連携の可能性

我々が開発しているバイオケミカルセンサは、表面増強ラマン散乱(SERS)を基盤としており、生体適合性に優れているので、タンパク質を高感度に検出することが可能である。この技術は、医療機関、検査機関、研究所など分子レベルの分析が必要な場所での応用が期待できる。SERSは、従来の検査で利用されているフォトルミネッセンス測定に比べて数10倍以上の高感度を持つため、検査時間の短縮と信頼性の向上が期待できる。また、製造工程が容易なので、製造コストを従来の1/10以下にすることができる。他に、金属表面が完全に封止された構造を持つため、従来製品よりも長い耐久年数を持つ。以上から、バイオセンサ以外にも食品中の極微量有害添加物の検出、水中の極微量汚染物質の検出、科学捜査(麻薬、爆発物、毒物の検出)への展開が期待できる。

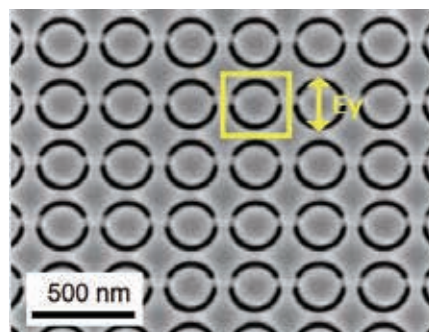


図2 Ag単結晶で作製したメタサーフェス

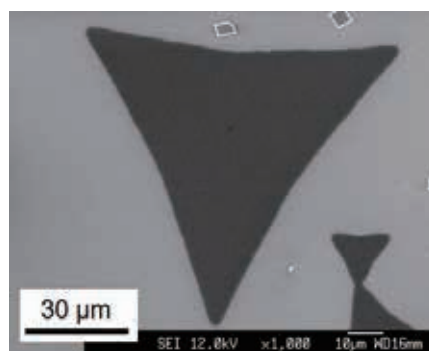


図3 二次元材料MoS₂のCVD成長

このテーマに関連するプロジェクト研究所

材料デバイス研究所

このテーマに関連するSDGs開発目標



工学部 電気電子工学科 半導体デバイス、ナノテクノロジー

内野 俊 UCHINO Takashi

教授、工学博士

URL <https://www.tohtech.ac.jp/dept/teacher/elc/elc4/t-uchino/>



執筆論文

T. Uchino, Y. Heng, R. Kumagai, S. Kasai, H. Fukidome, A. Satou, and T. Otsuji, "Surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS) substrates for enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) using monolayer graphene", The 13th Recent Progress in Graphene and Two-dimensional Materials Research Conference (RPGR 2022), Taiwan, Nov 16th, 2022



KeyWord

二次元材料、プラズモニクス、バイオケミカルセンサ、光レクテナ