

課題番号: GR097
助成額: 157百万円

グリーン・イノベーション

理工系

平成23年2月10日
～平成26年3月31日

環境計測の基盤技術創成に向けた高機能テラヘルツ分光イメージング開発

河野 行雄 東京工業大学量子ナノエレクトロニクス研究センター 准教授
Yukio Kawano



専門分野
テラヘルツ工学

キーワード
物性I / マイクロ・ナノデバイス

WEBページ
<http://diana.pe.titech.ac.jp/kawano/index.html>

研究背景

テラヘルツ (THz) 波の計測技術は、大気汚染ガスや廃棄物中有害物質の検知・分析等への利用が期待されている。ところが、THz波の技術は他の周波数帯に比べて発展が後れている。特に高解像度なTHz撮像素子や広帯域な分光素子の開発が大きな課題になっている。

研究目的

本研究は、半導体やカーボン材料の特徴を活かしたTHz撮像・分光素子の開発を目的とする。従来の手法では高価で複雑な構成を持つ機器を購入しなければならず、THz技術の一般的な普及を限定的なものにしている。本技術の他にはない特色は、微細加工した半導体やカーボン材料に基づいた、コンパクトなワンチップ型にある。

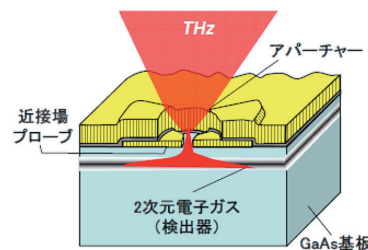
実績

代表論文: Nanotechnology, 24, 214004-1-6, (2013)
特許出願: 特願2011-212667「電界効果トランジスタ」(2011年9月28日出願)
受賞: 平成23年度東工大挑戦的研究賞・学長特別賞、東京工業大学 (2011年10月)、Sir Martin Wood Prize, Millennium Science Forum (2011年11月)、第25回日本IBM科学賞受賞 (エレクトロニクス分野)、日本IBM (2011年12月)、平成24年度東工大・工系創成的研究賞、東京工業大学 (2012年9月)、平成24年度丸文科学賞、丸文財団 (2013年3月)、第10回日本学術振興会賞、日本学術振興会 (2014年2月)、船井学術賞、船井情報科学振興財団 (2014年)、Gottfried Wagener Prize, ドイツ・イェーベン・アワード (2014年)
新聞: 1. 科学新聞「第10回日本学術振興会賞」(2014年1月1日)、2. 日刊工業新聞「キラ研究開発」後編 (2012年11月19日)、3. 日刊工業新聞「キラ研究開発」前編 (2012年11月5日)、4. 日経産業新聞「先端人」「高解像度呼んだ探究心」(2012年1月5日)、5. Medical Tribune「ゴットフリード・ワグネル賞2014」(2014年7月10日)、6. 科学新聞「学術振興会賞・学士院学術奨励賞授賞式」(2014年2月21日)
一般雑誌: 1. Laser Focus World Japan「研究室探訪 テラヘルツ波検出器」(2012年10月11月号)、2. WINWING 19号「Science Now」「大きな可能性を秘めたテラヘルツ光開拓で新たな世界が見えてきた」(2012年8月号)、3. 経産省「フロントランナー」(2012年7月号)、4. 日本科学技術ジャーナリスト会議「テラヘルツ波」を分かりやすく伝える」(2012年)、5. Nature Publishing Index 2013で当研究室の紹介、「Terahertz technology takes off」、6. 「フロントランナー」掲載する科学者」(単行本) (日本経済新聞出版社)
特記事項: Contemporary Physics, 54, 143-165, (2013)の論文が表紙に選定

研究成果

アクティブ&パッシブ型テラヘルツナノイメージング

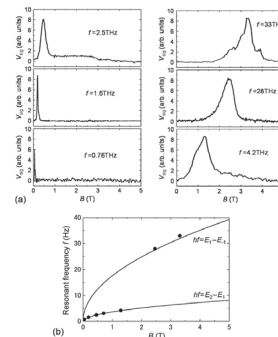
半導体にアパーチャと平面プローブを配置した近接場THz検出デバイスを開発した。この素子によりナノメータ領域でエバネッセント光のみを直接検出することが可能となり、高い空間分解能350nm (THz波の波長の1/614)を達成した。さらに、外部THz光源を用いないパッシブ型の近接場THzイメージングも達成した。パッシブ計測では、試料固有のエネルギー分布に関する情報を得ることができるため、他技術に比べて高い優位性を持つ。



THzナノ撮像素子の概念図。

広帯域テラヘルツ分光素子

グラフェンを用いてTHz波の分光検出を可能にした。検出帯域は0.76 ~ 33THzにまで達する。この分光素子は、サブミリ波から赤外光領域という広大な周波数帯域を1つの素子でカバーし、かつ周波数をチューニング可能である。この優れた特徴は他の材料では不可能であり、われわれの独自技術による成果である。



(a) THz・赤外光照射によるグラフェン素子の電気抵抗変化の磁場依存性。(b) THz・赤外検出における共鳴周波数の磁場依存性。実験結果 (黒丸) と理論曲線 (実線) がよく一致を示している。

2030年の応用展開

今後は以下に取り組む。

(1) 産学連携によって、今回開発した固体チップ型THz分光・撮像技術をシステム化し、実用化する

(2) 学術面では、単一ナノ材料や単一分子のTHzダイナミクスを解明する。

以上は世界的に見ても先進性の高い研究・開発であり、日本発の優れた成果を発信できる。