

平成 24 年度工学系共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	量子ナノエレクトロニクス研究センター
研究者 (ふりがな)	河野 行雄 (かわの ゆきお)
タイトル	テラヘルツナノイメージングによる単一ナノ材料・分子分析
助 成 名	創成的研究賞
採択金額	2,500,000 円
<p>研究の背景</p> <p>テラヘルツ (THz, <math>10^{12}</math>Hz) 電磁波を用いた技術は、無機・有機材料、生体系、宇宙・天体系など自然科学の多岐にわたる分野で強力な計測ツールとなることが期待されている。ところが、THz 帯は、エレクトロニクスを駆使した電子制御の高周波限界であり、オプティクスやフォトンクスを駆使した光制御の低 (光子) エネルギー限界でもある。そのため、他帯域に比べ発展が取り残された“最後の砦”となっている。従って、光源や検出器といった電磁波計測のための基本素子すら、確立された定番と呼べるものがなく、発展途上の状況である。</p> <p>THz 波計測の中でもイメージングは、対象物を可視化して直接的な情報を得ることができるため、きわめて有用な手段である。特に物質科学や生命科学では nm レベルの分解能が求められることがしばしばある。ところが、従来の技術では、波長で決まる mm や <math>\mu</math>m レベルの分解能にとどまっている。</p> <p>以上を背景として、本研究では、(1) 分解能・検出感度の向上、(2) ナノ電子材料や高分子材料の THz 画像分析を行った。</p>	
<p>結果と考察</p> <p>(1) 分解能・検出感度の向上</p> <p>検出器となる半導体 (GaAs/AlGaAs) に配置する平面プローブの形状を工夫することで、検出器とエバネッセント場との結合効率が向上した。その結果、270nm (THz 波の波長に対して 760 分の 1) のきわめて高い空間分解能を達成した。</p> <p>(2) ナノ電子材料や高分子材料の THz 画像分析</p> <p>グラフェン中のポテンシャル揺らぎ分布を直接観察し、THz 応答との相関を示唆する結果を得た (右図)。また、高分子の THz 吸収画像観察に成功した。この結果から、THz 領域における高分子の空間ダイナミクスを探求する道筋を示した。</p>	
<p>The figure consists of a schematic diagram and a line graph. The schematic shows a 'Source' and 'Drain' electrode on a substrate, with a 'Probe scan' indicated by a blue arrow pointing from the source towards the drain. The graph plots 'Local potential (arb. units)' on the y-axis (ranging from 0 to 10) against 'Probe position (μm)' on the x-axis (ranging from 0.0 to 2.0). There are five data series, each represented by a black line with downward-pointing arrows. The lines show a general downward trend in potential as the probe position increases, with some fluctuations. A vertical dashed line is drawn at approximately 1.6 μm.</p>	

顕彰・助成用

<p>結論と今後の課題</p> <p>今回の研究から、THz 計測がナノ電子材料や高分子材料の分析に有効なツールとなることを示した。今後さらなる分解能・検出感度を向上させるために、プラズモニック構造や半導体以外の材料の導入を検討している。</p> <p>画像計測のターゲットとして、グラフェン中の THz キャリアダイナミクスや高分子のドメイン構造の観察・分析を進める計画である。</p>		
<p>使用内訳書</p>		
費 目	内 訳	金 額
備品 1	マグネット付冷凍機温度制御オプション	897,750
備品 2	実験盤取設	630,000
備品 3	レーザー	493,500
消耗品		358,710
旅 費	学会参加	120,040
合 計		2,500,000