（様式第６号）

論　文　要　旨

2026 年　1 月　9 日

※報告番号	甲 第　390 号	氏　名	岩崎　宗将

主論文題名

持続可能社会に資する結晶成長デザインと広帯域テラヘルツ波応用

内容の要旨

背景および目的

テラヘルツ・サブテラヘルツ波は、物質の透過性と光の直進性を併せ持つ特性から、非破壊検査をはじめとする多様な分野での応用が期待されている。しかし、その社会実装は、高性能かつ環境負荷の低いデバイスの欠如、物質との相互作用に関する基礎的理解の不足、実用的な応用技術の未確立といった課題により進んでいない。本研究は持続可能社会に資するテラヘルツ・サブテラヘルツ波の新たな活用手法提案を目的として、これまで研究が進んでいなかった、テラヘルツ・サブテラヘルツ波を用いた反応制御に着目し、結晶成長中にサブテラヘルツ波を照射することで分子間相互作用を制御する、新たな結晶成長プロセスの検討および提案を行った。分子間相互作用の制御が実現すれば、結晶成長プロセスの省エネルギー化や、金属触媒を使用しない結晶多形制御等、持続可能社会に資する応用可能性がある。加えて、広帯域テラヘルツ波関連研究として、低環境負荷光検出器材料開発、テラヘルツ波非破壊検査応用についても研究を実施し、テラヘルツ波応用技術の社会実装に対する課題解決を検討した。

研究内容

1. サブテラヘルツ波応用結晶成長

サブテラヘルツ波を応用した新たな結晶成長プロセスの検討および提案として、有機結晶であるグリシンの溶媒蒸発法、徐冷法による溶液成長中に周波数 40 GHz のサブテラヘルツ波を照射した。その結果、溶媒蒸発法では結晶成長が促進され、徐冷法では結晶成長が阻害されるという対照的な現象を発見し、サブテラヘルツ波照射により分子間相互作用を制御できる可能性を初めて実験的に示した。

2. 検出器素子材料開発

サブテラヘルツ波を応用した結晶成長プロセスの利用可能性を検証するため、光検出器材料である硫酸トリグリシン（TGS）の溶媒蒸発法による結晶成長時に 40 GHz のサブテラヘルツ波を照射した。その結果、グリシンと同様に成長が促進されることを確認した。サブテラヘルツ波照射下で成長させた TGS 結晶と電磁波を照射せずに成長させた結晶の中赤外線に対する応答性を比較したところ、応答強度に有意な違いはなく、同程度の性能であることを確認した。この結果から、40 GHz のサブテラヘルツ波照射により、短時間で従来手法と同程度の性能を持つデバイス用材料が作製できる可能性が示された。

※印欄記入不要

（様式第６号）

論　文　要　旨

2026 年　1 月　9 日

※ 報告番号	第　　号	氏　名	岩崎　宗将

内容の要旨

光検出器素子材料に関連した研究として、地球上に豊富に存在し、安全な材料である、鉄さびの一種であるマグネタイト（Fe_3O_4）の光検出器としての応用可能性についての検討も実施した。高周波(RF)スパッタリング法を用いて成膜したマグネタイト薄膜が中赤外線に対して応答することを確認するとともに、マグネタイト薄膜中に白金(Pt)ナノ粒子を分散させることで、純マグネタイト薄膜と同程度の応答感度でありながら抵抗値が 2 桁程度低下することを確認し、デバイスの省電力化に貢献できることが示された。これらの結果から、マグネタイトが既存の希少・有害な半導体材料の代替となる可能性を示した。

3. センシング手法提案

広帯域テラヘルツ波関連研究として、具体的なセンシング手法を提案した。テラヘルツ分光法により、従来困難であった高粘度液体の非接触濃度測定法を確立した。また、廃 PET ボトルの吸収スペクトルと融点の間に明確な相関があることを見出し、プラスチックリサイクルの効率化に貢献する非破壊融点推定技術を提案した。また、コンクリート中の鉄筋腐食検査では、既存のテラヘルツ・サブテラヘルツ検査技術を紹介するとともに、データサイエンスの要素を加えた新たなセンシング手法の提案を行った。

結論

本研究は、持続可能な社会に資するテラヘルツ・サブテラヘルツ波の新たな活用手法提案を目的として、結晶成長中にサブテラヘルツ波を照射することで分子間相互作用を制御する、新たな結晶成長プロセスの検討および提案を行うとともに、広帯域なテラヘルツ波に関連した研究を実施し、テラヘルツ波応用技術の社会実装に対する課題解決に資する知見を得た。これらの成果は、テラヘルツ・サブテラヘルツ技術の社会実装を加速させ、持続可能な社会の実現に寄与するものである。

※印欄記入不要