

1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：「グラフェン等2次元機能性原子薄膜を用いた光検知素子の基礎研究」
- (2) 研究代表者：三菱電機株式会社 佐竹 徹也
- (3) 研究期間：平成30年度～令和4年度（予定）

2. 中間評価の実施概要

日時：令和2年11月5日
場所：防衛装備庁 艦艇装備研究所
評価委員：未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授
平澤 洽（委員長）
東京農工大学 名誉教授
佐藤 勝昭
公立千歳科学技術大学 理工学部 特任教授
下村 政嗣
東京工業大学 名誉教授
谷岡 明彦
科学技術振興機構 研究開発戦略センター
企画運営室長、フェロー
中山 智弘
理化学研究所 光量子工学研究センター センター長
緑川 克美

（委員長以外は五十音順・敬称略）

3. 研究の進捗状況

研究の概要

本研究では、将来の高性能な赤外線検知素子及びそれをアレイ化した画像センサの実現可能性に関する知見を得ることを目標とし、①感度特性 $3 A/W$ 以上、②量子効率（換算値）80%以上、③動作温度 100 K 以上、④動作波長幅 $2 \mu m$ 以上、⑤応答速度 5 msec 以下、⑥画素ピッチ $15 \mu m$ 以下の目標性能を満たす赤外線検知素子の実現を目指す。また、この赤外線検知素子を用いてアレイ構造を試作し、動作検証を行う。

進捗状況

主な実施項目に対する進捗は以下の通り。

- (1) グラフェン等2次元機能性原子薄膜の光検知原理の解明

グラフェンの光応答がグラフェン自体の光吸収、熱的な影響、光ゲート効果など複数の要因によって決定されることを解明した。特に、グラフェンの光ゲート効果は光増感層の効果によって発生し、高感度化に活用可能であることを示した。

(2) 赤外線検知素子の高性能化の検討

光ゲート効果を生じる光増感材料として InSb を選定した上で、光ゲートダイオード型の光検出器を作製し、中波長赤外域における高感度化と大幅な低暗電流化を同時に達成した。

(3) アレイ構造の試作検討

試作検討用に小規模アレイを作製し、アレイ構造に関する動作を検証した。また、大規模アレイに向けた検討を開始し、読み出し回路と光検出器の接合やグラフェン向けのハイブリッド接合に課題があることを見出した。

(4) グラフェンの作製方法の検討及びトランジスタ評価

単結晶グラフェンの大面積化に成功し、キャリア移動度 $5,000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上を達成した。また、ランダム積層による当該移動度の向上を提案し、光学評価によって高感度化できることを実証した。

4. 中間評価の評点

A 研究計画を超えた成果を挙げており、さらなる発展を期待する。

5. 総合コメント

研究は堅実に進捗しており、目標の達成見込みも十分にあるものと認められる。特に、銅の酸化を用いて大きな単結晶グラフェンの合成を実現したことは高く評価できる。また、暗電流を小さくするために光ゲートダイオード型の光検出器に取り組んだ点も評価に値する。当初の目標に満足せず、高性能画像センサの実現に向けて、更に高い目標へチャレンジすることを期待する。

6. 主な個別コメント

- 光ゲート効果の有効性が明確で、目標の達成に向けて順調に進んでいる。
- 目標の達成に向けて着実に進捗しているが、目標設定が非常に慎重であったとも考えられ、アイデアも含めて今後もう一段の飛躍を期待する。
- ばらつきのない素子の作製・製造法を確立し、画像センサが実現されることを期待する。
- 単結晶グラフェンの核形成メカニズムが解明されることを期待する。