

科学研究費助成事業（基盤研究（S））研究進捗評価

課題番号	16H06361	研究期間	平成28(2016)年度 ～令和2(2020)年度
研究課題名	二次元原子薄膜ヘテロ接合の創製 とその新原理テラヘルツ光電子デ バイス応用	研究代表者 (所属・職) (令和3年3月現在)	尾辻 泰一 (東北大学・電気通信研究所・教 授)

【令和元(2019)年度 研究進捗評価結果】

評価	評価基準
A+	当初目標を超える研究の進展があり、期待以上の成果が見込まれる
A	当初目標に向けて順調に研究が進展しており、期待どおりの成果が見込まれる
○ A-	当初目標に向けて概ね順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれるが、一部に遅れ等が認められるため、今後努力が必要である
B	当初目標に対して研究が遅れており、今後一層の努力が必要である
C	当初目標より研究が遅れ、研究成果が見込まれないため、研究経費の減額又は研究の中止が適当である

(意見等)

本研究は、Gated Double Graphene Layer (G-DGL)と表面プラズモン励起を用いた高効率テラヘルツレーザーの実現を目的としている。

G-DGL 素子からの THz 自然放出の実験的観測は優れている。なお、現段階では理論解析が進んでいるものの、素子作製（ヘテロエピや薄膜パターニング）が遅れている。当初計画の無触媒化学気相成長(CVD)法にこだわらず触媒金属の汚染除去対策をとっていることを鑑み、今後も努力を期待したい。また、研究の目的である増幅・発振・検出・非線形波動制御の機能の実現のうち、これまでに作製されたデバイスに対し発振・非線形波動制御の機能に関する成果がみられない。増幅については外部入力に対する増幅利得と帯域、検出については SN 比などの定量的評価を含め、今後努力が必要である。

【令和3(2021)年度 検証結果】

検証結果	当初目標に対し、期待どおりの成果があった。
A	本研究は、グラフェン/h-BN/グラフェン接合に代表される二次元原子薄膜ヘテロ接合の物理を理論的なアプローチと実験的なアプローチの両面で進め、テラヘルツ領域での増幅・発振・検出・非線形波動制御を高いエネルギー効率で実現し得るデバイスを創出することを目的としている。理論的なアプローチについては、ロシアのグループとの共同で、実験結果も参照しつつ適切なモデル化が行われ、十分な解析が進んでいる。実験的なアプローチもデバイス作製法を確立したことにより、フォトンアシスト共鳴トンネル素子での高効率 THz 電磁波検出、プラズモン・トンネル二重共鳴での巨大 THz 増幅作用などを実証している。プラズモンアシスト共鳴トンネルでは、必ずしも想定どおりの動作が得られていないが、その解析は行っており、総合的に当初の目標を達成している。

また、グラフェンと黒燐による負性微分導電率を発現する新たなトランジスタ構造を提案するなど、次につながる提案も行っており、この点も本研究の成果と評価できる。