

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 共鳴トンネルダイオードとフォトニック結晶の融合によるテラヘルツ集積基盤技術の創成

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

富士田 誠之（大阪大学大学院基礎工学研究科 准教授）

主たる共同研究者

奥 良彰（ローム（株）研究開発センター 統括課長）

鈴木 左文（東京工業大学工学院 准教授）

3. 事後評価結果

○評点：

A+ 非常に優れている

○総合評価コメント：

（以下、2020年度課題事後評価時のコメント）

本研究課題は、共鳴トンネルダイオード（RTD）とフォトニック結晶を融合させることで、電波と光波の間の未開拓の周波数を有するテラヘルツ（THz）電磁波を利活用した超高速かつ低消費電力な無線通信デバイス・システムの集積基盤技術を創成することが目的である。

本期間中に、以下に代表されるような大きな成果を挙げた。

- ① RTDを送受信器として用いた0.3THz帯通信システムとして非圧縮4K映像伝送に成功
- ② RTDによる同期検波現象を見だし電子デバイス送受信器として過去最高の30Gbpsの通信速度を達成
- ③ 非圧縮8K映像の無線伝送に成功
- ④ フォトニック結晶を用いたTHz帯の、結合器、共振器、伝送路、合分波器などの開発に成功

特にTHz帯でデバイス単体の性能を高めるとともに、システムとして世界で初めて非圧縮8K画像のTHz伝送に成功したことは特筆すべき成果であり、Beyond 5G、Post 5Gの世界を、テラヘルツ通信により実現できる可能性を示した。

大阪大学、東工大、ローム株式会社の連携により、デバイス領域からシステム領域へのネットワークを形成し、さらに海外との連携によりTHz帯におけるトポロジカルな電磁波の伝搬を世界に先駆けて実現した。今後、1 THz無線通信、集積システムによる8K伝送、などを実現し、実用化への道を切り拓いてほしい。

（2021年9月追記）

本課題は、新型コロナウイルスの影響を受け、6ヶ月間期間を延長しRTD デバイスの多チャンネル化に向けた研究と1 THz帯における高出力化に関する研究を実施した。

その結果、多チャンネル化の研究では、シリコン配線中を伝搬するテラヘルツ波が空隙をまたいで別の構造に乗り移るテラヘルツ波トンネリング現象を利用し、テラヘルツ波の経路を分ける4チャンネルの合分波器の実現し、各チャンネルにおいて12 Gbps以上、すなわち、合計48 Gbps以上の通信実験に成功した。本デバイスの大きさは約4 cm²と極めて小型であり、テラヘルツ波を用いた超大容量通信の各種

応用展開を切り拓く成果であるといえる。一方、高出力化の研究では、先に考案した MIM キャパシタが不要な空洞共振器構造の系統的な評価を進めるとともに、その過程で明らかになった大面積 RTD におけるバイアス電圧印加時の過度な発熱により破壊が起こるという課題に対し、RTD 層の下に挿入されていた熱抵抗が高い n+GaInAs 層を熱抵抗の低い n+InP 層に変更することによって発熱が抑えられる事を見いだした。これらにより、1 THz 帯高出力デバイス実現に向けた見通しが得られた。

延長により、RTD およびシリコンを用いた小型テラヘルツ機能デバイス実現への道がより明確となり、今後のサイバーフィジカルシステムの実現に向けた展開をより一層後押しする成果が得られた。