

採択番号 03001

研究開発課題名 共鳴トンネルダイオードを用いたテラヘルツ無線通信と映像伝送に関する研究開発

(1) 研究開発の目的

本研究開発では Beyond5G で求められる超高速・大容量通信を実現するため、テラヘルツ波、特にトランジスタでは困難な 300 GHz を超える周波数の利用に着目する。300 GHz を超える周波数で基本波発振動作が可能な共鳴トンネルダイオードに着目し、その通信速度の向上を目指すとともに無線通信における未踏領域である 800 GHz を超える周波数での通信に挑戦する。その際、50 Gbit/s 級の通信を可能とする実装技術と、従来の金属配線を利用した集積プラットフォームでは課題となる損失問題を解決可能なシリコンプラットフォームの開発を進めるとともに、高速通信に必要な信号雑音比を得るため、共鳴トンネルダイオード発振器の飛躍的な出力増大をアレイ化で目指す。加えて、8K 映像機器から複数チャネルで入出力される情報信号をシングルリンク可能な信号へと変換する技術を開発することで非圧縮 8K 映像のシングルリンク伝送を目指すことを目的とする。

(2) 研究開発期間

令和 3 年度から令和 5 年度 (3 年間)

(3) 受託者

国立大学法人大阪大学<代表研究者>  
ローム株式会社  
国立大学法人東京工業大学  
アストロデザイン株式会社  
地方独立行政法人大阪産業技術研究所

(4) 研究開発予算 (契約額)

令和 3 年度から令和 4 年度までの総額 100 百万円 (令和 3 年度 23 百万円)  
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 共鳴トンネルダイオードデバイスの研究開発

- 1-1. 300 GHz 超共鳴トンネルダイオードの研究開発 (ローム)
- 1-2. 超高周波動作共鳴トンネルダイオードの研究開発 (東工大)
- 1-3. 共鳴トンネルダイオード実装集積技術の研究開発 (大阪大)
- 1-4. シリコンプラットフォームの研究開発 (大阪技術研)

研究開発項目 2 共鳴トンネルダイオード通信システムの研究開発

- 2-1. 300 GHz 超通信システムの研究開発 (大阪大)
- 2-2. 超高周波帯通信システムの研究開発 (東工大)
- 2-3. 8K 映像伝送システムの研究開発 (アストロデザイン)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	1	1
	その他研究発表	8	8
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1 共鳴トンネルダイオードデバイスの研究開発

- 1-1. 精密な共鳴トンネルダイオードのモデリングのための負性コンダクタンス領域におけるキャパシタンスとコンダクタンスの評価を可能とするテストパターンの開発を行い、電圧-コンダクタンス特性および、電圧-キャパシタンス特性のモデリングを実施した。
- 1-2. 高出力共鳴トンネルダイオードデバイスの実現に向けて、スロット構造発振器を抵抗を介して複数結合する構造の検討を進め、その動作モードについて理論解析を行うとともに、2台の発振器を結合したデバイスを作製し、発振動作を得た。
- 1-3. 50 Gbit/s 級の通信を可能とする実装集積技術の研究開発のため、広帯域性を有するベースバンド実装基板およびシリコンテラヘルツ導波路の設計を進め、実装のための導波管筐体の試作を行った。
- 1-4. 300 GHz を超える周波数で動作するシリコン誘電体回路をフォトリソグラフィと反応性イオンエッチングによって試作し、その加工結果から課題点を抽出した。

研究開発項目 2 共鳴トンネルダイオード通信システムの研究開発

- 2-1. 共鳴トンネルダイオードを発振領域と非発振領域の境界付近のバイアス電圧条件で駆動し、受信器として利用すると、増幅検波動作が生じることを見出し、オンオフ変調方式において従来を上回るデータレートである 39 Gbit/s の伝送実験を実現した。
- 2-2. 800 GHz 超の超高周波数帯における無線通信実験の達成を目指すため、レンズによる集光系と受信系の構築を進めるとともに、研究開発項目 1-2 で作製したデバイスの実装プロセスを進めた。
- 2-3. 非圧縮 8K 映像のシングルリンク伝送に向けて、8K 映像信号多重化装置の研究開発を行うための必要部材を入手し、多重化装置と共鳴トンネルダイオードとを接続するための差動-シングルエンド変換装置の動作検証を行った。

(8) 今後の研究開発計画

令和 4 年度は、300 GHz を超える周波数にて、通信実験可能な共鳴ダイオードデバイスで 30  $\mu$ W 以上の出力を実現するとともに、アレイ動作の Proof of Concept として、900 GHz 以上の発振を得ることを目指す。また、300 GHz を超える周波数での実装基盤技術を確立し、800 GHz 以上の周波数を有するデバイスでの通信実験を行うことを目指す。さらに、8K 映像信号のシングルチャネルへの変換系を構築することで最終デモンストレーションへの布石とする。最終的には、300 GHz を超える周波数にて、50 Gbit/s 級の通信を可能とする実装技術とシリコン誘電体集積プラットフォームの開発を進め、通信実験可能な共鳴ダイオードデバイスで 100  $\mu$ W 以上の出力を実現し、8K 映像機器からの情報信号をシングルリンク可能な信号へと変換する技術を開発することで、非圧縮 8K 映像のシングルリンク伝送を目指す。