

## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆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
- ◆受託者 国立大学法人大阪大学, ローム(株), 国立大学法人東京工業大学, アストロデザイン(株), 地方独立行政法人大阪産業技術研究所
- ◆研究開発期間 令和3年度~令和5年度(3年間)
- ◆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4年度78百万円)

## 2. 研究開発の目標

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。量子効果電子デバイス共鳴トンネルダイオード(RTD: Resonant Tunneling Diode)によって、50 Gbit/s級の無線通信を目指し、800 GHzを超える未踏領域に挑戦する。そして、Beyond5Gのアウトカム応用として期待される超高精細8K映像の低遅延伝送を可能とする非圧縮伝送技術を創出する。

## 3. 研究開発の成果

### 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

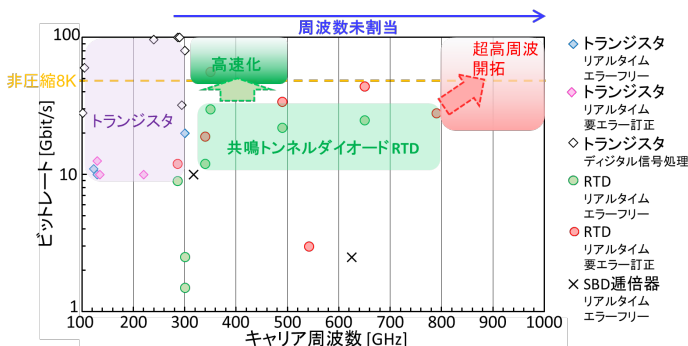
### 研究開発目標

### 研究開発成果



1-1. 300 GHz帯を超え、400 GHz帯で動作するシリコンプラットフォームを介して、WR-2.2帯(330-500 GHz)導波管へ実装可能な共鳴トンネルダイオード発振器を開発した。  
 1-2. 800 GHzを超える超高周波動作可能な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、抵抗を介したスロット構造共振器によって、6台までの発振器を結合させたデバイスを作製し、900 GHz以上の周波数でのコヒーレントアレイ動作を得た。  
 1-3. 50 Gbit/s級の通信に向けたWR-2.2帯実装のために試作した導波管筐体、シリコンテラヘルツ誘電体回路およびベース実装基板を用いて、研究開発項目1-1で開発した共鳴トンネルダイオードを実装し、400 GHz帯での発振を実現した。  
 1-4. フォトリソグラフィと反応性イオンエッチングによる加工プロセスを改良した400 GHzを超える周波数で動作可能なシリコンテラヘルツ誘電体回路の試作を行った。

### 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. 送信方式として中間周波数に多値変調を行った信号を搬送させ、共鳴トンネルダイオードを受信器として用いるテラヘルツ無線通信システムにおいて、50 Gbit/sを超える60 Gbit/s級の伝送実験を実現した。  
 2-2. 研究開発項目1-2で開発した共鳴トンネルダイオードの実装プロセスを進め、800 GHz超の超高周波数帯で動作するデバイスでの無線システム実験を試みた。  
 2-3. 8K映像信号多重化装置と共鳴トンネルダイオードデバイス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い、オンオフ変調方式による25 Gbit/sのループバック伝送テストを行い、24 Gbit/sに相当する非圧縮8K映像(モノクロ)のループバック伝送テストに成功した。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

| 国内出願     | 外国出願     | 研究論文     | その他研究発表    | 標準化提案・採択 | プレスリリース<br>報道 | 展示会      | 受賞・表彰    |
|----------|----------|----------|------------|----------|---------------|----------|----------|
| 0<br>(0) | 0<br>(0) | 9<br>(9) | 45<br>(37) | 0<br>(0) | 0<br>(0)      | 1<br>(1) | 2<br>(2) |

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

- (1) 評価委員，専門委員および総務省，NICT関係者を含めたステージゲート評価ヒアリングが11月下旬に実施され，令和5年度の継続課題となった。
- (2) 大阪技術研が9/14～16に東京ビッグサイトで開催された展示会「センサエキスポジャパン2022」にて，本研究開発課題を紹介した。
- (3) 2/1に東京ビッグサイトで開催された未来ICTシンポジウム2023「Beyond 5Gに向けた光・電子デバイス技術の新展開」にて，大阪大学の実施責任者が「Beyond 5Gの未来を切り拓くテラヘルツシリコンフォトニクスの進展と将来展望」というタイトルで基調講演を行った。
- (4) 9/20に開催された第83回応用物理学会秋季学術講演会のシンポジウム「次世代テラヘルツ通信に向けた無線・光融合のデバイス・材料技術」にて，大阪大学の実施責任者が「テラヘルツシステムの集積化に向けたデバイス回路技術」というタイトルで招待講演を行った。
- (5) 1/19に開催されたレーザー学会学術講演会第43回年次大会のシンポジウム「光有無線のためのデバイス・サブシステム技術」にて，大阪大学の実施責任者が「6G and Beyondに向けたテラヘルツシリコンフォトニクスの進展」というタイトルで招待講演を行った。
- (6) 6/15に開催されたテラヘルツテクノロジーフォーラム主催，テラヘルツシステム応用推進協議会共催の第14回テラヘルツビジネスセミナー「テラヘルツ分野の最新動向と展望」にて，大阪大学の実施責任者が「6Gの未来を切り拓くテラヘルツシリコンフォトニクス」というタイトルで講演を行った。
- (7) Beyond 5G推進コンソーシアム 国際委員会 高周波WG，テラヘルツシステム応用推進協議会，および，NICTテラヘルツ研究センターが主催し，NICT Beyond 5G研究開発促進事業のテラヘルツ関連の受託者が一堂に会する「テラヘルツ無線のB5G/6Gに向けての取り組み その2」が2/27に開催され，大阪大学の実施責任者が「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」というタイトルで講演を行った。
- (8) 5/26に電子情報通信学会のWebinarチュートリアルシリーズにて，大阪大学の実施責任者が「フォトニック結晶と応用展開～テラヘルツへの展開～」というタイトルでセミナーを行った。
- (9) 11/16-18に開催されたテラヘルツ技術に関する国際学会The Third International Symposium on Frontiers in THz Technology (FTT2022)にて，東京工業大学からの発表「Array configuration for high output power in structure-simplified resonant-tunneling-diode terahertz oscillator」が Student Best Presentation Awardを受賞した。
- (10) 大阪大学の実施責任者が For pioneering contributions to terahertz integrated photonics based on photonic crystals and silicon microstructures に関して，Optica(米国光学会)2023Fellowとして，表彰された。

5. 今後の研究開発計画

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さらに推進し，通信実験可能な共鳴ダイオードデバイスで100 μW以上の出力を目指し，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の開発を進めることで，非圧縮8K映像のシングルリンク伝送を目指す。

加えて，800 GHzを超える超高周波帯通信システムの実現に向けた共鳴トンネルダイオードおよびシリコンプラットフォームの研究開発を推進することで，超高周波帯の開拓を行う。