

1. 研究開発課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 テラヘルツ帯を用いたBeyond 5G 超高速大容量通信を実現する無線通信技術の研究開発
- ◆副題 テラヘルツ波を用いたビーム制御通信システムの研究開発
- ◆受託者 富士通株式会社、学校法人五島育英会 東京都市大学
- ◆研究開発期間 令和3年度～令和6年度 (4年間)
- ◆研究開発予算 (契約額) 令和3年度から令和6年度までの総額972百万円 (令和6年度180百万円)

2. 研究開発の目標

室内空間において、ユーザーが必要とする大容量データを無線伝送する需要に向けて、従来のマイクロ波やミリ波では不可能な広い帯域を確保できる“テラヘルツ波”を用いたビーム制御通信システムの研究開発を実施する。テラヘルツ帯無線通信における電波の指向性を高めるため、化合物半導体を用いた高出力増幅器とアンテナを3次元異種集積によりアレイ化することで、300GHz帯で動作する増幅器一体型アレイアンテナを開発し、ビーム制御を実現する。

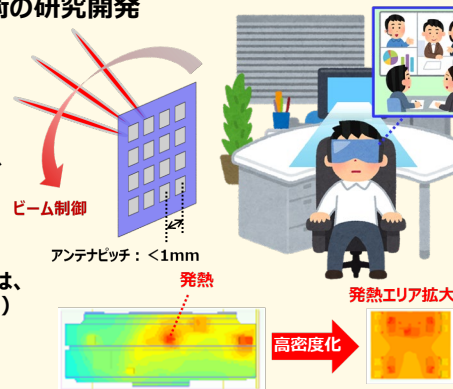
3. 研究開発の成果

研究開発項目1:テラヘルツ帯増幅器一体型アレイアンテナ技術の研究開発

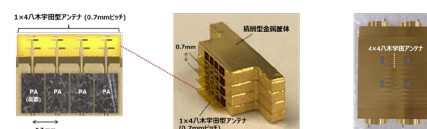
概要

研究開発項目1 テラヘルツ帯増幅器一体型アレイアンテナ技術の研究開発

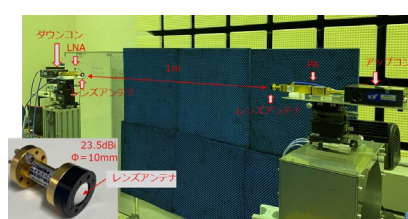
- 高周波化に伴い出力・効率が低下するため、通信距離が縮小、消費電力・発熱が増加
⇒ 打開策: 化合物半導体増幅器、ビームフォーミング
- 高密度集積により発熱が深刻化
- 放熱構造も検討が必要
- グレーティング・ローブを抑制するには、アンテナピッチは1λ未満 (<1mm)
- PAよりもアンテナが小さくなるため、高密度な集積が必要



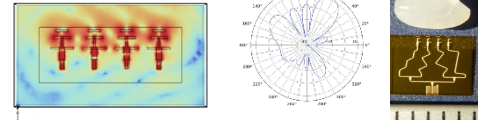
研究開発項目1-a)



研究開発項目1-c)



研究開発項目1-b)



研究開発成果

研究開発項目1-a) ビーム制御機能を有する増幅器一体型アレイアンテナ送信モジュールの研究開発

- 八木-宇田型アンテナを用いて4×4アレイの3次元モジュールを実現するため、1×4モジュールを4レイヤー積層する立体積層構造を実現した。
- 上記モジュールに搭載する増幅器を高出力化し、研究開発項目1-c)において伝送速度: 100Gbps、通信距離: 3mを実現するために必要な増幅器の出力である13dBm (Psat)/素子を実現した。

研究開発項目1-b) 300GHz帯アレイアンテナの研究開発

- モジュール化に適するプリント八木-宇田型アンテナ素子の300GHz帯での試作と反射特性および利得特性の測定評価を行い、研究開発項目1-c)において伝送速度: 100Gbps、通信距離: 3mを実現するために必要なアンテナ利得である5dBi/素子を実現した。
- 開発したプリント八木-宇田型アンテナ素子を用いて4×4アレイアンテナの設計・シミュレーションを行った結果、ビームスキャン角度30°において利得19.7dBiが得られた。単体アンテナの実験における利得低下(1.5dB/素子)を考慮しても、18.2dBiの利得が見込まれ、最終目標(15dBi)を上回ることを確認した。

研究開発項目1-c) 増幅器一体型アレイアンテナ送信モジュールを用いた伝送実験

- 構築した試験系にて、市販のアンテナ(23dBi)と増幅器(Psat: 5dBm)を用いて伝送速度を評価した結果、1ビーム、1偏波構成、通信距離3mにて4.4Gbpsの伝送速度が得られ、24ストリーム割り当てすることで、セルスルーポットとして106Gbpsの伝送速度を実現できることを確認した。
- 本試験系に研究開発項目1-a)で開発した増幅器(Psat: 16dBm)を適用することで、4×4モジュールを想定した16ストリーム割り当てにおいても106Gbpsの伝送速度を実現できる見込みを得た。

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 報道	展示会	受賞・表彰
6 (2)	4 (1)	3 (3)	50 (23)	2 (0)	0 (0)	9 (3)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

【特許】

テラヘルツ帯増幅器一体型アンテナモジュールのキーとなる要素技術の権利化を図っている。

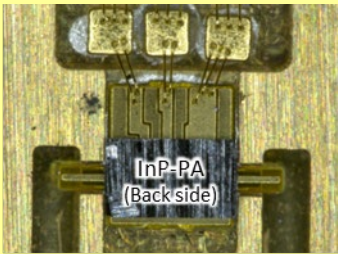
【学会・論文・展示会等】

研究発表、標準化提案、展示会出展を積極的に行い、本研究開発の取組・成果を発信。本研究開発の目標としているWPANのみならず、テラヘルツ帯を用いた超高速・大容量無線通信の様々なユースケースへの展開を図っている。

・MWC2025(2025.3.3-3.6, Barcelona)富士通ブースにおいて「300GHz帯パワーアンプモジュール」を展示



モジュール概観



RF OUT RF IN
モジュール内部

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

B5G実現に向けて、本研究開発で目標としたWPANのみならず、研究開発項目2, 3とも連携して、多くのユースケースを含む形でテラヘルツ超高速・大容量無線通信の標準化に寄与すべく活動を行う。テラヘルツシステム応用推進協議会等への参加を通じて、将来技術の予測を行い、IEEE802.15.3dに向けたアクションを開始しており、今後、3GPPへの提案も視野に入れ、活動を進めていく。大容量WPAN実現により、高精細動画やホログラムを始めとした高度の映像データを個々のユーザーに伝送可能となるなど、Society5.0実現に向けた様々なユースケースでの利用が期待できる。また、テラヘルツ波という未利用の周波数帯で大容量通信を可能とすることで、6GHz以下の周波数逼迫を緩和する効果も期待できる。