

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 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(研究開発項目1)
- ◆副題 テラヘルツ帯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)、(学)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4年度までの総額600百万円(令和3年度223百万円)

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。

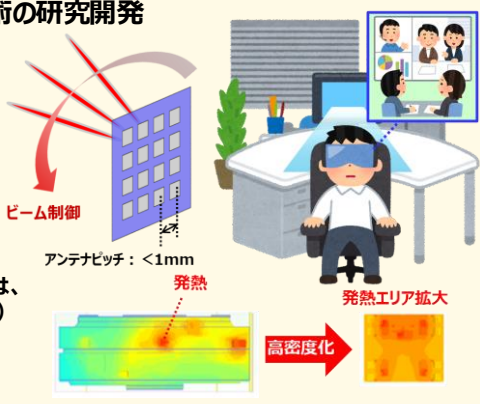
3. 研究開発の成果

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

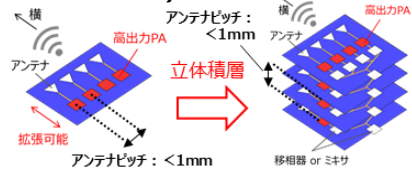
概要

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

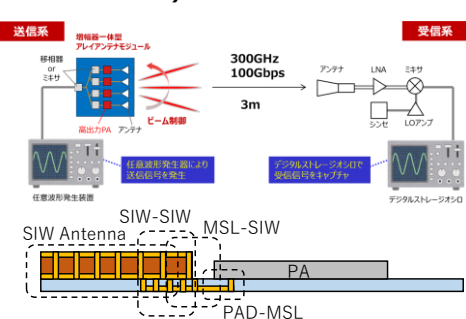
- 高周波化に伴い出力・効率が低下するため、通信距離が縮小、消費電力・発熱が増加
⇒ 打開策: 化合物半導体増幅器、ビームフォーミング
- 高密度集積により発熱が深刻化
- 放熱構造も検討が必要
- グレーティング・ローブを抑制するには、アンテナピッチは1λ未満 (<1mm)
- PAよりもアンテナが小さくなるため、高密度な集積が必要



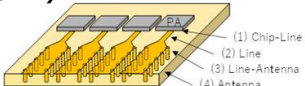
研究開発項目1-a)



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

300GHz帯の2次元アレイアンテナにおいて、グレーティング・ローブを抑制可能なアンテナ間隔で、移相器やミキサも含めた全素子を集積することは非常に困難。

- 1×4増幅器一体型アレイアンテナ送信モジュールを試作し、角度±10°のビーム方向制御を確認するため、令和3年度は増幅器とアンテナの多素子集積の際の実装プロセスや放熱について課題を抽出した。
- 1×4モジュールの電磁界/構造シミュレーションを行い、InP基板の薄化、および基板裏面へのSiCヒートスプレッドの貼付けにより、電磁波干渉/構造的歪が軽減されることの知見を得た。
- 以上の知見を基に、1×4モジュールの基本設計を行った。

研究開発項目1-b) 300GHz帯アレイアンテナの研究開発

300GHz帯では、自由空間波長が1mmと短くアンテナを小型にすることができ、材料損失やチップ-線路-アンテナの接続構造による損失や特性劣化が大きな問題。

- 300GHz帯における誘電体基板材料の複素誘電率を測定評価
- PAからアンテナに伝送するための各ブロックの接続構造の特性をシミュレーションで評価。300GHzでの伝送特性を維持するためファンアウトウェハレベル・パッケージング(FOWL)による接続を検討。SiC基板を用いたSIW導波管開口アンテナの設計を行った。
- 導波管開口アンテナとアレーファクタよりシミュレーションでアレー設計を行い、角度±10°で9dBが得られることを確認。

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

- 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の試験系を構築するため、試験系の構成および使用部材の検討を行った。

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
1 (1)	0 (0)	0 (0)	3 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

※ 成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

【特許】 1件

国内出願1 (3月30日出願)

【学会・論文等】 3件

- ・杉本、平野, “コプレーナ線路特性のディエンベディング—シミュレーションにおけるポート特性の除去—”, 電気学会研究会 (2021.12.20公開)
- ・原、平野, “テラヘルツを用いたB5G超高速大容量通信を実現する無線通信技術の研究開発”, テラヘルツ応用推進協議会講演会 (2022.3.1)
- ・尾崎、岡本、熊崎、多木、原、平野, “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”, 2022年電子情報通信学会総合大会 (2022.3.17)

5. 今後の研究開発計画

令和3年度に実施した各項目の要素技術検討や課題抽出の結果を元に、化合物半導体を用いた高出力増幅器とアンテナを2次元で集積し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実現し、令和5年3月の中間目標である角度±10° のビーム方向制御を実証し、最終目標達成までの目途を立てる。