

採 択 番 号 07401

研究開発課題名 マイクロアクチュエータを用いたテラヘルツ帯コヒーレントトランシーバの開拓

(1) 研究開発の目的

テラヘルツ帯を用いた Beyond 5G(B5G)通信は、未来社会の神経網になるサイバー・フィジカル・システム(CPS)の基盤技術として注目され、Society5.0の達成のための必要不可欠な技術とされている。本研究開発では、B5G通信インフラの研究開発、そして普及を加速化する基盤技術として、さらなる高速・大容量・低遅延化、そして低消費電力化を目指したテラヘルツ帯コヒーレントトランシーバについて研究開発を行う。それで、高速移動体との通信時にも、高い信号品質を保ったまま、消費電力を低減できることを示す。また、その低位相雑音、低消費電力特性を活かし、近距離アプリケーションや室内空間におけるWPAN(Wireless Personal Access Network)通信へ応用できることを確かめる。また、マイクロアクチュエータの活用により、製造誤差による性能劣化を克服できることを明らかにする。

上記を踏まえて、本研究開発技術が今後光・電気融合回路の低電力フロントエンドコア部として適用できること、さらにマイクロアクチュエータ技術の活用が、複数のアンテナエレメントを用いて行うMIMO(Multi-Input Multi-Output)において、必要不可欠であることを示す。

(2) 研究開発期間

令和 4 年度から令和 6 年度 (3 年間)

(3) 受託者

国立大学法人東京工業大学 <代表研究者>
国立大学法人広島大学
学校法人東京理科大学
独立行政法人国立高等専門学校機構
マクセル株式会社

(4) 研究開発予算 (契約額)

令和 4 年度から令和 5 年度までの総額 200 百万円 (令和 5 年度 100 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 テラヘルツ帯フロントエンドの研究開発

研究開発項目 1-a) システム設計・検証 (国立大学法人東京工業大学・国立大学法人広島大学)

研究開発項目 1-b) モデリング・回路設計 (国立大学法人広島大学・学校法人東京理科大学・国立大学法人東京工業大学・独立行政法人国立高等専門学校機構徳山工業高等専門学校・)

研究開発項目 1-c) 実装設計 (学校法人東京理科大学・国立大学法人東京工業大学)

研究開発項目 1-d) デモシステム設計 (独立行政法人国立高等専門学校機構徳山工業高等専門学校・国立大学法人東京工業大学)

研究開発項目 2 マイクロアクチュエータを用いた性能改善手法の研究開発

研究開発項目 2-a) マイクロアクチュエータ (国立大学法人東京工業大学)

研究開発項目 2-b) レドーム・空間フィルタ・吸収体 (マクセル株式会社・国立大学法人東京工業大学)

(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	11	11
	外国出願	2	2
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	11	11
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	3	2
	展示会	4	4
	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 テラヘルツ帯フロントエンドの研究開発

研究開発項目 1-a) システム設計・検証

- ①位相雑音キャンセル機能のシミュレーション(Cadence AWR)を用いて検証を行い、提案構造により位相雑音およびコンステレーションなどの通信性能が改善できることを確認した。また、実測によって同軸ケーブルの長さを変えながら遅延パスの影響による実験を行い、時間軸での遅延時間制御によって通信特性がかなり変化すること検証した。
- ②回路や実測設計による性能を再導出し、新たなリンクバジェット計算、そしてシステムシミュレーション(Cadence AWR)により、妥当性を検証した。

研究開発項目 1-b) モデリング・回路設計

- ①SiGe BiCMOS プロセスを用い、270GHz 帯の電力増幅器、低雑音増幅器の設計、試作、そして評価を行った。実測では 250GHz 帯の増幅器として動作可能であることを確認した。
- ②SiGe BiCMOS および CMOS プロセスにより D バンドの増幅器やミキサ、そしてパッシブ素子の設計・試作を行った。

研究開発項目 1-c) 実装設計

- ①4 種類の導波管変換器(差動型込み)、そしてチップパッドを考慮した新たな 2 種類の導波管変換の設計・試作を行った。
- ②モジュール用導波管フランジを製作した。特に、マイクロアクチュエータとの接続を考慮し、設計を行った。

研究開発項目 1-d) デモシステム設計

- ①16QAM 100Gb/s デモを考慮し、参画機関の資産および購入したモジュールなどでシステム設計・構築を行った。
- ②可動遅延装置やハウジングを設計・製作を行った。

研究開発項目 2 マイクロアクチュエータを用いた性能改善手法の研究開発

研究開発項目 2-a) マイクロアクチュエータ

- ①アンテナ・レドーム位置制御用の 3 軸アクチュエータの設計・試作・評価を行った。
- ②導波管変換器の入出カインピーダンスをチューニングするための、導波管フランジのサイズを考慮してマイクロアクチュエータの設計・試作を行った。
- ③比誘電率の高いなどの素子を用い、機械的回路チューニングの可能性を検証した。

研究開発項目 2-b) レドーム・空間フィルタ・吸収体

- ①周波数選択性表面構造を用い、帯域内最小損失 0.5dB 以下の広帯域レドームを設計・試作・

評価した。

②2種類の周波数選択性表面構造を用い、インピーダンス変換が可能な空間フィルタを設計・試作・評価した。

③銀ナノワイヤを用いた透明・広帯域電波吸収体を設計・試作・評価した。

研究開発項目2-c) 統合設計

①アンテナ・レドーム位置制御によって通信性能改善が可能であることを実験で確認した。

②マイクロアクチュエータによる導波管変換器チューニングで入出カインピーダンスを可変できることを検証した。

③電氣的、機械的部品の統合3Dモデル構築を行った。

(8) 今後の研究開発計画

研究開発項目1：

令和6年度には、トランシーバレベル、モジュールレベルの設計・試作を行う。デモシステムを活用し、16QAM 100Gb/s級実験を行う。マイクロアクチュエータによる性能補償、チューニングについても検証する。

研究開発項目2：

令和6年度には、統合設計の結果を活用し、トランシーバモジュールに内蔵可能なマイクロアクチュエータを開発し、レドーム・空間フィルタ可動によるセンシング検証しつつ、デモ時に統合実験を行う。