

携帯電話に搭載可能な超高速通信用 ミリ波ビームフォーミングアンテナの研究・開発

育成研究：平成20年度採択課題
「研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム」



代表研究者：東北大学・電気通信研究所 教授 加藤修三

■ 研究概要

本プロジェクトは下記6項目の目標を掲げ、3年にわたり、研究開発を進めてきた結果、6項目中1項目が「一部達成」とどまったが、他の全項目は目標を達成し、即実用化とはいかないが、その1歩手前(実用化にはあと1回の試作検証要)まで達成することができた。

目標

- i. アンテナ：利得10dBi (4~8のアンテナ素子、離散位相制御)
- ii. RFIC (電力増幅器)：電力負荷効率20%以上(最大出力時)
- iii. 移相器：挿入損失5dB以下
- iv. 大きさ：10mm x 10mm x 2 (アンテナ, 移相器), 2mm x 3mm (RFIC)
- v. 消費電力：200mW以下
- vi. 反射波増による通信継続確率の向上：2倍以上

研究内容、研究成果

下記i~vに示す開発技術を利用した総合試験として、図1及び2に示す送信及び受信モジュールを試作し、図3のビームフォーミング特性を得た。これより、ビームはほぼ設計通りに操作されており、携帯端末に搭載可能なビームフォーミングアンテナが実現できたことが分かる。

- i. アンテナ：利得10dBi (4~8のアンテナ素子、離散位相制御)
離散位相(90度ステップ)制御4素子ダブルスロットアレイアンテナを考案し、アンテナ利得10dBi以上(走査角66度)が得られることを実証し、所期の研究目標を達成した。
- ii. RFIC (電力増幅器)：電力負荷効率20%以上(最大出力時)
計算機シミュレーションで「所期目標：電力負荷効率20%以上(最大出力時)」が達成できることを明らかにしたが、プロトタイプ開発で「カスコード増幅器チップ」と「ソース接地型B級増幅器チップ」の同時正常動作には成功せず、「2チップ」の小ボード実装による性能評価と「ワンチップ」実動作時の性能推定にとどまり、実評価にはあと1回の試作を待つにとどまったことから評価は「1部達成」となった。「2チップ」の小ボード実装による「消費電力/アンテナ素子」は16mWであることから、4素子ビームフォーミングアンテナ用としては100mW以下の消費電力となるが、実電力付加効率の検証は今一度の試作が必要となった。
- iii. 移相器：挿入損失5dB以下
移相器の挿入損失5dB(消費電力100mW)以下を80mWで実現できることから、目標を達成。ただし、実用化には「改良カスコード増幅器」と「移相器」の統合チップ実現が望ましい。
- iv. 大きさ：10mm x 10mm x 2 (アンテナ, 移相器), 2mm x 3mm (RFIC)
全素子の大きさを目標値以下とすることができ目標を達成した。
- v. 消費電力：200mW以下
2チップ構成で140mWを達成したことから本目標は達成。なお、RFIC(増幅器)IC、移相器ともにワンチップ化時には目標値の1/2の100mWが達成できると推定される。
- vi. 反射波増による通信継続確率の向上：2倍以上
本プロジェクト遂行の過程で当初少し分かり難かった目標「通信継続確率の向上：2倍以上」をわかりやすくかつより難度の高い「通信断確率1/10以下」に変更した。反射体を人工的に設置する提案手法により通信断確率を1/18以下に低減できることを明らかにし、所期の目標である通信断確率1/10以下を達成した。

■ 今後の展開、将来の展望

ミリ波帯の特徴である直進性を有効に利用するための指向性制御技術は、ミリ波の有効利用に向けて避けて通れない技術である。本研究で実施された消費電力の小さなビームフォーミング IC の基本技術を基に家庭内の超高速無線インフラに適用するための製品を開発し、TV、スマートフォン、デジタルカメラなどの家庭内機器を Gb/s 級の伝送速度で接続することが想定される。また共同研究機関の日立製作所がグループ全体として社会インフラ事業をより強く指向する企業体質に変化した事もあり、当初想定の家内応用に加え、鉄道・発電所・産業プラントなど社会インフラで応用可能な Gb/s 級の無線 Needs を応用範囲に加えている。今後は 10m 程度の近距離通信だけでなく、数 Km 程度の通信距離を Gb/s 級で接続可能な、P2P の公共・防災無線でもビームフォーミング技術はキー技術になると考えており、今回の研究開発成果を展開していきたいと考えている。製品化に向けたスケジュールは図 4 に示しており、下記の技術的問題点をこれまで通り産学官の連携した技術協力により解決し、製品化を目指す。

- ・信頼性が高く、生産性の高いビームフォーミング IC の試作と検証
- ・無線モジュールとしての高信頼実装技術の開発
- ・アンテナ伝播評価技術の構築

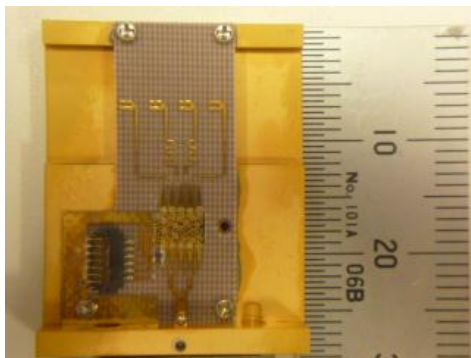


図 1 送信モジュール

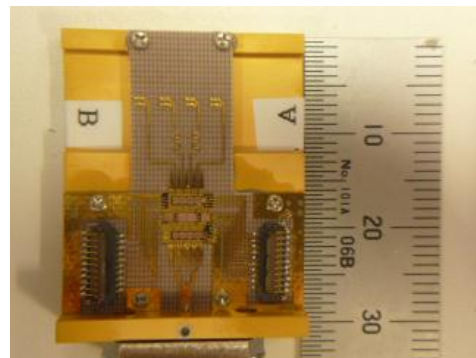


図 2 受信モジュール

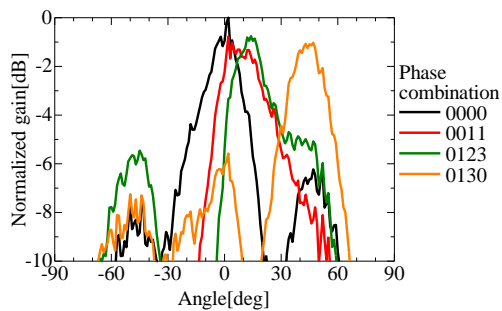


図 3 ビームフォーミング特性

項目	平成24年度		平成25年度		平成26年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
・IC設計の量産対応技術確立	←→					
・キラーアプリ&市場調査	←→					
・モジュール実装設備等導入			←→			
・販売・協業体制の確立			←→			
・プレスリリース						←

図 4 今後のスケジュール

■ 研究体制

- ◆ 代表研究者
東北大学・電気通信研究所 教授 加藤修三
- ◆ 研究者
中瀬博之（東北大学）、沢田浩和（東北大学）、庄子友佳子（東北大学）
- ◆ 共同研究機関
独立行政法人情報通信研究機構、日立製作所

■ 研究期間

平成20年4月 ～ 平成24年3月