

平成24年度研究開発成果概要書

高い臨時設営性を持つ有無線両用通信技術に関する研究開発 (159)

副題 光ファイバ伝送とW帯無線伝送を柔軟に切替可能な通信方式を実現する
要素デバイス及びシステム化技術

(1) 研究開発の目的

光ファイバ伝送の高速性と無線伝送の機動性を融合した有無線通信システムの実現を目的とし、光ファイバ伝送とW帯(75~110 GHz)無線伝送を柔軟に切り替える通信方式の確立のために、要素デバイス及びシステム化技術の研究開発を実施する。

(2) 研究開発期間

平成24年度から平成27年度(4年間)

(3) 委託先

(株)KDDI 研究所<幹事者>、国立大学法人大阪大学、(株)日立製作所、富士通(株)、住友大阪セメント(株)、学校法人早稲田大学、(株)トリマティス

(4) 研究開発予算(百万円単位切上げ)

| | |
|--------|-----------|
| 平成24年度 | 340(契約金額) |
| 平成25年度 | 320(〃) |
| 平成26年度 | 301(〃) |
| 平成27年度 | 283(〃) |

(5) 研究開発課題と担当

課題ア：高速多値変調フォーマットによる有無線適用変調システムの開発

1. 高速に切替可能な100Gbit/s有線伝送・10Gbit/s有無線伝送技術(株)KDDI 研究所
2. MIMO 利用による複数無線チャネル統合制御技術(国立大学法人大阪大学)

課題イ：ファイバ無線技術によるミリ波帯無線送受信機の開発

1. 機動性と堅牢性を有する可搬型筐体の開発(株)日立製作所
2. W帯送信・受信装置の開発(株)日立製作所
3. 位置・方位情報モニタリング装置の開発(株)日立製作所
4. W帯高出力送信増幅器の開発(富士通株)

課題ウ：ファイバ無線信号生成技術の開発

1. W帯ファイバ無線信号発生用変調器の開発(住友大阪セメント株)
2. Two Tone 無線信号生成用光変調器の高機能化(学校法人早稲田大学)
3. Two Tone 方式W帯ファイバ無線信号生成技術(株)トリマティス

課題エ：10Gbit/s専用システムの開発

1. 10Gbit/s専用システムの開発：無線伝送(株)日立製作所
2. 10Gbit/s専用システムの開発：有線伝送(株)KDDI 研究所

(6) これまで得られた研究開発成果

| | | (累計) 件 | (当該年度) 件 |
|------|---------|--------|----------|
| 特許出願 | 国内出願 | 4 | 4 |
| | 外国出願 | 0 | 0 |
| 外部発表 | 研究論文 | 3 | 3 |
| | その他研究発表 | 5 | 5 |
| | プレスリリース | 0 | 0 |
| | 展示会 | 0 | 0 |
| | 標準化提案 | 3 | 3 |

具体的な成果

- (1) シングル・モード光ファイバの偏波と W 帯アンテナ・アレーによる無線 MIMO 伝送システムとのシームレスな接続を実現した。さらに伝送システムの光偏波をも利用する有無線両用 MIMO 伝送に必要な共役光の光コヒーレント系での生成を世界で初めて実証した。
- (2) W 帯ミリ波デバイスの開発において、ミリ波生成光変調器の広帯域化（従来：16GHz→今回：20GHz 以上）を達成した。また変調器制御技術として、スペクトル抑圧手法と変調器バイアス電圧自動制御アルゴリズムを考案し、半導体 LD 駆動回路を試作して良好な光パワー安定性を実証した。さらに GaN 高出力増幅器デバイスについて、高ドレイン電流（1A/mm 以上）、高帯域（ $f_T=113\text{GHz}$ 、 $f_{\text{max}}=230\text{GHz}$ ）、高耐圧（73V）を達成した。
- (3) W 帯ミリ波トランシーバの構築に向け GaAs デバイスのモデリングを実施し次年度に向けた十分なモデリング精度を確認した。更に可搬型筐体の熱流体解析、強度解析を実施すると共に、GPS、ジャイロセンサを用いた位置方位情報の取得の精度を確認した。また有無線両用システムの主要デバイスの調査とリンク・バジェット設計を進め、有線伝送と無線伝送各々の要求条件を明らかにした。

(7) 研究開発イメージ図

平成24年度「高い臨時設営性を持つ有無線両用高速光伝送技術の研究開発」 目標・成果と今後の研究計画

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

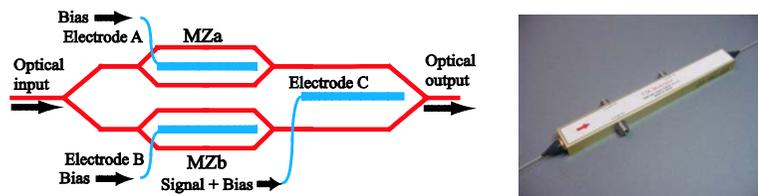
- ・実施機関 (株)KDDI研究所、国立大学法人大阪大学、(株)日立製作所、富士通(株)、住友大阪セメント(株)、学校法人早稲田大学、(株)トリマティス
- ・研究開発期間 平成24年度～平成27年度(4年間)
- ・研究開発費 1243百万円(平成24年度340百万円)

2. 研究開発の目標

光ファイバ伝送の高速性と無線伝送の機動性を融合した有無線通信システムの実現を目的とし、光ファイバ伝送とW帯(75～110 GHz)無線伝送を柔軟に切り替える通信方式の確立のために、要素デバイス及びシステム化技術の研究開発を実施する。

3. 研究開発の成果

①ミリ波生成用光変調器の広帯域化技術



<成果>

- ・光トリアー集積形変調器の広帯域化試作にて、帯域を従来の16GHzから20GHz以上に改善した。

②W帯ファイバ無線信号生成技術

<成果>

- ・スペクトル抑圧手法と、変調器バイアス電圧自動制御アルゴリズムを考案し、基礎実験により実証した。
- ・変調器制御回路を設計、半導体LD駆動回路を試作し、良好な光パワー安定性を実証した。

③W帯高出力送信増幅器

<成果>

- ・GaNトランジスタを試作して高ドレイン電流(1A/mm以上)、高帯域($f_T=113\text{GHz}$ 、 $f_{\text{max}}=230\text{GHz}$)、高耐圧(73V)を実証した。
- ・MMIC増幅器設計に必要なAngelovモデルパラメータを抽出した。
- ・Hybrid-Low-k構造によるMMIC配線耐侯性向上を実証した。

④W帯無線送受信器

<成果>

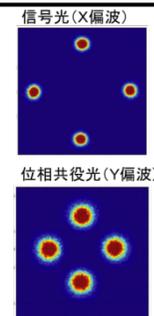
- ・GaAs MMIC開発に必要なデバイス定数を抽出した。
- ・可搬型筐体を熱流体解析、強度解析を実施。
- ・通過帯域幅(5GHz)を実現する分波器の設計パラメータを得た。
- ・GPS、ジャイロセンサを用いた位置方位情報の取得を実証した。



⑤有無線共用MIMO

<成果>

- ・光偏波ダイバーシティとW帯アンテナアレーを用いた74.4Gbit/s有無線両用MIMO伝送実験に成功した。
- ・光Alamouti符号化手法の提案と、その要素技術である位相共役光生成実験を実施し、光コヒーレント系での生成を世界で初めて実証した。



⑥有無線両用伝送システム化技術

<成果>

- ・W帯ミリ波トランシーバ、有線100Gbit/s無線10Gbit/s両用光トランシーバの要素デバイスの評価を実施、各機能の要求仕様を明確化した。
- ・10Gbit/s専用システムのレベル・ダイアグラムを検証した。
- ・局所的断線検出方式を考案し、基本動作を実証した(特許出願)。

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と()内の当該年度件数です。

| | 国内出願 | 外国出願 | 研究論文 | その他研究発表 | プレスリリース | 展示会 | 標準化提案 |
|-----------------------------|------|------|------|---------|---------|-----|-------|
| 高い臨時設営性を持つ有無線両用高速光伝送技術の研究開発 | 4 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 3 |

5. 研究成果発表会等の開催について

特になし。

6. 今後の研究開発計画

個別課題においてそれぞれの最終目標を達成するための目途を付け、また全体システムの最終目標を達成するための具体的な構成を導出する。

①ミリ波生成用光変調器の広帯域化技術

- ・Two Tone無線信号生成用光変調器の25GHzまで広帯域化と高消光比特性45dB以上の性能を実証する。
- ・光変調器の更なる広帯域化のために、40GHz～50GHz帯の応答特性を解析し、周波数応答特性平坦化の技術的課題を明らかにする。
- ・光変調器の高消光比特性および安定制御性の阻害要因に対する有効な回避策を明確化する。

②W帯ファイバ無線信号生成技術

- ・W帯ファイバ無線信号発生器の試作を進め、バイアス点自動制御による不要スペクトル抑圧30dB、障害発生時の復旧時間100ms以内、出力一定制御増幅器による出力レベル確度1.0dB以下の性能を実証する。

③W帯高出力送信増幅器

- ・90GHz以上で動作するGaN MMICの設計を進め、最大出力28dBm、線形利得6dB以上の性能を実証する。

④W帯無線送受信器

- ・W帯無線送受信装置の設計・施策を進め、信号検知距離300メートル程度のブロードバンド環境の構築を実証する。
- ・対向する無線送受信機とのアンテナビーム調整のための位置・方位情報モニタリングシステム(位置補足分解能5メートル、方位分解能3度)を開発する。
- ・機動性と堅牢性を有する可搬型筐体の3Dシミュレーションによる設計を行い、IPX5相当の防水構造を有する筐体を開発する。

⑤有無線共用MIMO

- ・有無線共用MIMOシステムにおける最適な有無線変換について、ダイバーシチ利得を理論的、一部実験的に評価する。特に3x3以上の有無線共用MIMOダイバーシチ技術の可用性を明確化する。

⑥有無線両用伝送システム化技術

- ・伝送路特性およびリンク・バジェットを踏まえて変調方式の絞り込みを行い、100Gbit/sおよび10Gbit/sのベースバンド信号変復調処理系のプロトタイプを試作してフィジビリティを検証する。またシステムの要素技術である波形劣化補償方式、時刻同期方式、マルチポイント接続を可能とするプロトコルの方式検証を進めて要求仕様を明らかにする。
- ・常用電源不要な伝送路切替方式について、伝送路切替デバイスの絞り込みを行うとともに、光伝送路の障害検知および伝送路切替制御の各方式を検討して性能評価を行い、切替時間短縮に向けた課題を明らかにする。