

## 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 Beyond 5G超高速・大容量無線通信システムのためのヘテロジニアス光電子融合技術の研究開発
- ◆受託者 (大)東北大学、パナソニック(株)、浜松ホトニクス(株)、住友大阪セメント(株)、(学)早稲田大学
- ◆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254百万円)

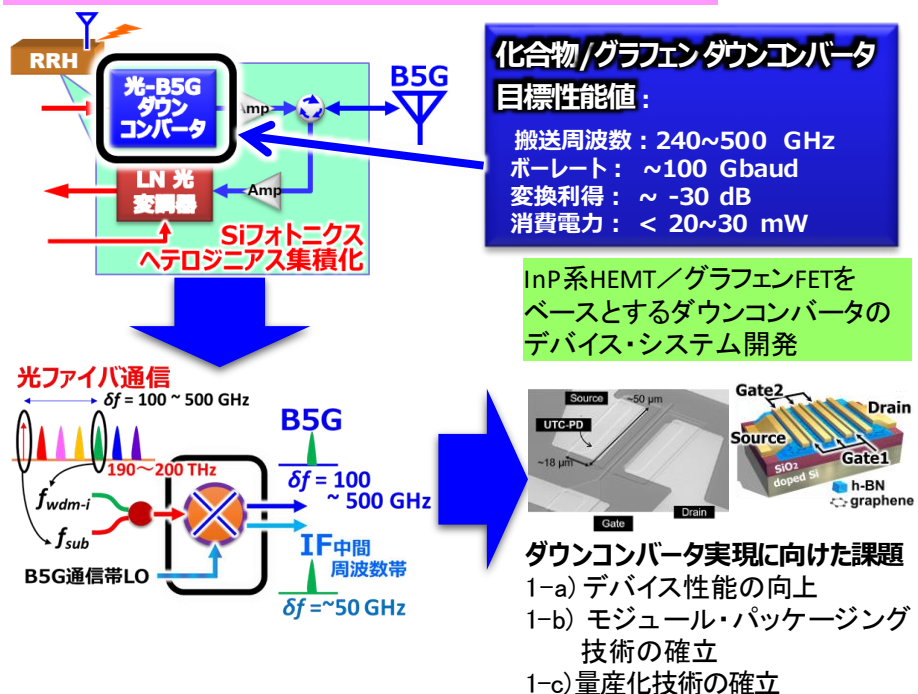
## 2. 研究開発の目標

光-THz無線間のキャリア・データ相互変換機能を実現する低遅延・超低消費電力デバイス技術を開発し、令和4年度までには120GHz帯無線周波数にて40Gbaud級データ信号の相互変換のフィージビリティ、令和6年度までには300～500GHz帯にて100Gbaud級データ信号の相互変換のフィージビリティの実証をそれぞれ目標とする。

## 3. 研究開発の成果

### 研究開発目標

研究開発項目1: 光ファイバB5G無線通信変換用ダブルミキシングデバイス・システムの研究開発



### 研究開発成果

#### 研究開発項目1-a) デバイス・プロセス基盤技術

デバイスの変換利得と動作周波数の向上が課題。

- InP系UTC-PD上部集積HEMTダブルミキサに関して、入力光サブキャリア信号の高強度化によって、120GHz帯無線信号の中間周波数帯への変換で変換利得-43 dBまで向上させることに成功。
- 光データ信号から中間周波数帯への周波数帯下方変換実験のための測定系の構築と動作確認を完了。
- テストベッド開発に向けて、300GHz帯ダブルミキシング測定系の構築に着手。

#### 研究開発項目1-b) デバイス・システム化技術

デバイスと入力信号との高結合効率を実現し、かつデバイス量産化を想定した光無線融合モジュール・パッケージング技術の構築が不可欠。

- InP系UTC-PD上部集積HEMTダブルミキサに関して、光入力方式の検討を進めるとともに、光結合損失のシミュレーションおよび実測評価基盤の構築に着手。

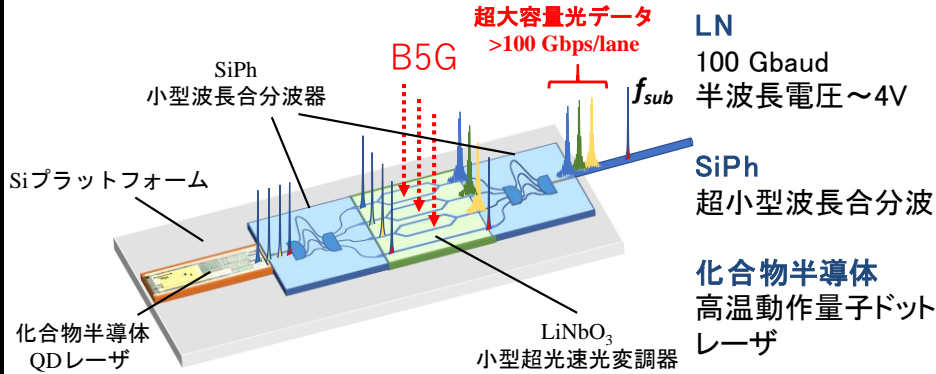
#### 研究開発項目1-c) デバイス・プロセス量産化技術

InP系UTC-PD上部集積HEMTダブルミキサの量産技術確立に向けて、ウェハレベルプロセスの具現化とロードマップの設定が不可欠。

- 実験室試作から量産化へのステップアップに向けて、懸念点を抽出しプロセス設計と予備実験に着手。
- 量産化試作の円滑なフィードバックを行うため、基礎特性を計測できる評価系を設計・構築。
- 量産技術確立に向けて、スループットと歩留向上を重視した電子ビーム描画装置およびステップ描画装置の選定。

研究開発項目2: B5G無線-光ファイバ通信変換用  
光データ生成デバイス・システムの研究開発

ヘテロジニアス集積技術を用いた超大容量光トランスミッタ



異種材料の長所を効果的に融合

研究開発項目2-a) B5G用超高速低電圧駆動光変調器の研究開発

- ILN小型変調器開発に必要な微細導波路形成について検討し、LN薄膜を用いたリッジ導波路を試作。
- 試作した直線導波路を用い、SiPh光回路の異種材料間の接合予備試験を実施し、結合損失および位置ずれトレランスを評価する測定系の立ち上げを完了。
- 予備試験から抽出した接合課題を設計にフィードバックし、光変調器導波路の再設計を実施。

研究開発項目2-b) B5G用ヘテロジニアス光集積回路基盤技術の研究開発

- 量子ドットDFBLレーザについて、簡易な作製方法を提案及び作製し、100 °Cの高温環境下においてシングルモード発振する事に成功。
- 化合物光増幅チップとSiPh波長可変フィルタを接合したヘテロジニアス波長可変レーザの良好な発振特性および波長制御性を実証。
- ヘテロジニアスチップの多レーン化に向けて、SiPh光回路による8ch多段MZI波長フィルタ及び4chAWGの設計を完了し、外部ファブでの加工を開始。
- ヘテロジニアスチップの高スループット受動接合装置を設計し作製に着手。

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)	1 (1)	17 (17)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)

※ 成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

(1) 学術論文誌表紙への掲載

下記の論文に対し、その重要性が認められ、Physica Status Solidi A誌の表紙として採用された(DOI: 10.1002/pssa.202270001) :

V. Ryzhii, M. Ryzhii, A. Satou, V. Mitin, M. S. Shur, and T. Otsuji, "Ballistic Injection Terahertz Plasma Instability in Graphene n<sup>+</sup>-i-n-n<sup>+</sup> Field-Effect Transistors and Lateral Diodes," Physica Status Solidi A: Appl. and Mat. Sci., vol. 219, iss. 1, pp. 2100694-1-8, Jan. 2022.

DOI: 10.1002/pssa.202100694

(2) 2021年度OPE研究会学生優秀研究賞の受賞

下記の講演に対し、学生優秀研究賞が授与された:

川名理緒, 北智洋, "シリコンフォトニクスハイブリッドレーザの位相変調を用いたFMCW計測," 2021年度OPE研究会, オンライン, 2022年2月25日.

## 5. 今後の研究開発計画

### 研究開発項目1: 光ファイバB5G無線通信変換用ダブルミキシングデバイス・システムの研究開発

- InP系UTC-PD上部集積HEMTダブルミキサの構造改善による変換利得の向上と、120GHz帯周波数下方変換実験によるフィージビリティ検証。また、300GHz帯動作に向けて、チャンネル内二次元プラズモンを活用する二重回折格子ゲート構造の導入。
- 500GHz帯動作に向けて、グラフェンFETダブルミキサを用いた500GHz帯周波数下方変換実験による課題抽出。
- 入力光と光アクティブ領域との合わせずれによる結合損失の増大度、および量産化のしやすさなどを総合的に判断し、光結合損失が最小限に抑えられると同時に量産化に適した結合光学系の選定。
- ウエハレベルプロセスへの展開を進め、歩留まり評価を実施し、量産技術確立に必須となる装置の導入と立ち上げ。

### 研究開発項目2: B5G無線—光ファイバ通信変換用光データ生成デバイス・システムの研究開発

- 伝送速度70Gbaud、 $V \pi 6V$ の強度変調器(単一マツハツエンダー型光干渉計)を開発し最終目標達成に向けた課題抽出。
- 高効率ヘテロジニアス接合構造のためのスポットサイズコンバータの設計及び試作。
- QD-DFBレーザの100℃以上の高温動作に向けた課題抽出。