

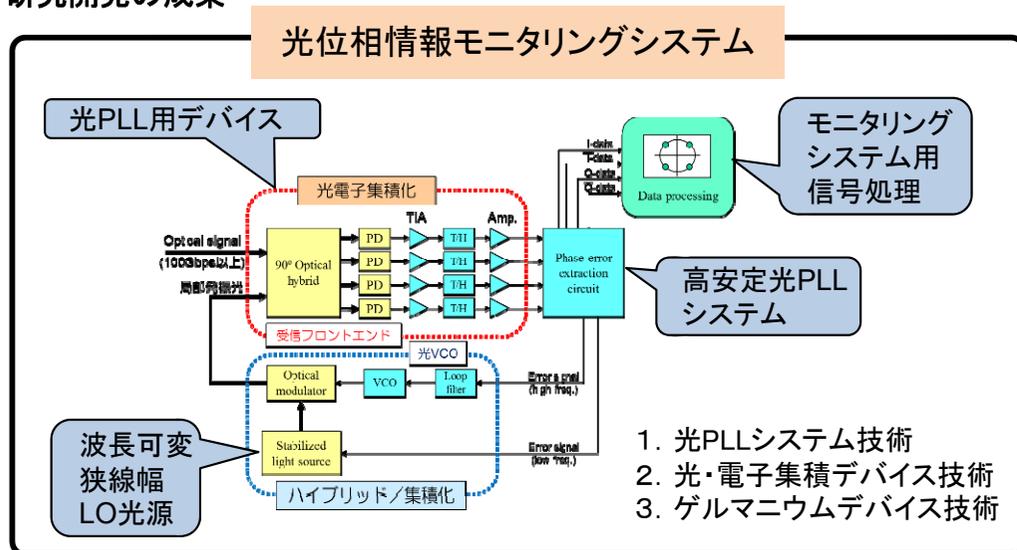
## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆ 課題名 : 光信号の低コスト受信・モニタリングのための小型光位相同期回路の研究開発
- ◆ 副題 : 光電子集積技術を活用した光位相同期回路の小型化とシステム検証
- ◆ 実施機関 : 株式会社アルネアラボラトリ、沖電気工業株式会社、国立大学法人東北大学、日本電信電話株式会社、国立大学法人豊橋技術科学大学
- ◆ 研究開発期間 : 平成27年度～平成31年度(5年間)
- ◆ 研究開発予算 : 700百万円(平成29年度140百万円)

## 2. 研究開発の目標

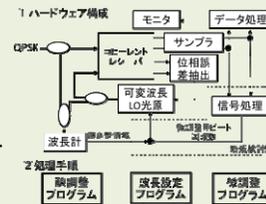
シリコンフォトニクス技術、光電子集積技術を用いて、小型光位相同期回路(光PLL)技術を開発する。さらに、光PLL技術を用いた小型・高性能な光信号品質モニタリングシステムを構築する。

## 3. 研究開発の成果



### 研究開発成果: 1. 光PLLシステムの研究開発

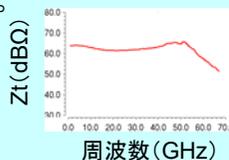
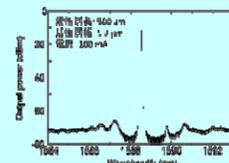
- 自律位相同期に向けより高い精度で可変波長局発光源の波長設定を行うための新たな微調整アルゴリズム案、及びハードウェア構成の新規立案を行った。
- Cバンド(1530~1565 nm)全域8 kHz以下の線幅特性を有する波長可変LOのプロトタイプを1筐体で作製をした。
- 波長可変狭線幅LO光源を光PLLシステムに接続し、波長設定精度、波長測定精度に関する課題を抽出した。
- 課題2のサンプリング回路を評価した結果、光PLLにとって非常に低ノイズ、高性能であることが確認できた。
- 光PLLシステムと光信号モニタリング部を連携動作させた。コンスタレーション波形のリアルタイム観測を実現し、各種測定アプリケーションを作成した。



1筐体化したLO光源

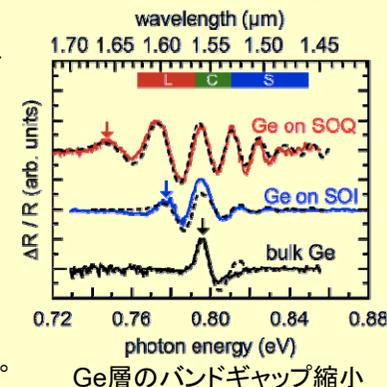
### 研究開発成果: 2. 光PLL用光・電子集積デバイスの研究開発

- 光集積デバイス
  - ・ OHおよびGe-PDとの集積については、SiON-OHの2次試作を実施し、挿入損失、位相誤差等の仕様に対し、それぞれを満足する試作結果を得た。SiON/Ge集積時の特性変化を定量把握するための集積デバイス試作を開始した。
  - ・ Si基板上へのLO光源集積については、DFBLレーザの特性改善を進め、ファイバ出力4.6 mW、130°Cまでの発振を実現した。
- 電子集積デバイス
  - ・ TIAおよびサンプリング回路を試作し、両回路で40GHzの帯域を達成した。TIAは、帯域選択機能の原理動作を確認した。
  - ・ TIAとサンプリング回路の一体集積チップを搭載した受信FEのプロトタイプ品を試作した。



### 研究開発成果: 3. 光PLL用ゲルマニウムデバイスの研究開発

- Geエピタキシャル成長装置の移設・調整を行い、Ge層の結晶品質の再現性を確認した。
- OHとGe-PDの集積に向けた設計を行い、試作を実施した(進行中)。
- Ge-PDの高速動作に寄生抵抗低減が必要なためドーピングプロファイルの見直しを行い、有用性を確認した。
- 暗電流の一層の低減に向け、Si/Ge界面の特性を改善する急速熱処理プロセスを開発した。
- Si-on-Quartzウエハ上のGe層において、バンドギャップ縮小を確認し、L帯動作の見通しを得た。



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	プレスリリース 報道	展示会	標準化提案
11 (3)	0 (0)	4 (3)	39 (10)	0 (0)	2 (2)	0 (0)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

(1) 情報通信研究機構と連携強化のため、情報交換会を開催  
 情報通信研究機構との情報共有、連携強化のため、定期的に情報交換会を開催した。それにより、情報通信研究機構の研究部門との連携強化が図られ、今後は共同実験などでさらに連携を強化する。

5. 今後の研究開発計画

1. 光PLLシステムの研究開発

光PLLシステムにおいては、研究開発している波長可変狭線幅LO光源を用いて自律位相同期動作の評価を行う。また、光・電子集積デバイスの研究開発によって試作した受信フロントエンドを組み込み、光PLLシステムを装置として完成させる。さらには光PLLシステムを小型化し、モニタリングシステムに実装する。

波長可変狭線幅LO光源については、自律位相同期動作の実現に向けて、従来の波長可変機構の改良並びに新たな機構の導入によって可変動作の分解能と安定性の向上を図る。

光信号モニタリングシステムについては、光PLLシステム、光・電子集積デバイス、波長可変狭線幅LO光源、光信号品質モニタリング技術のそれぞれにおいて開発した技術を組み込み、光PLL型光信号品質モニタリングシステムを装置化する。また、情報通信研究機構と連携して評価技術の性能確認、および光PLL技術の通信分野への展開を検討する。

2. 光PLL用光・電子集積デバイスの研究開発

光集積デバイスについては、OHおよび豊橋技術科学大学のGe-PDとの集積を進めるとともに、光回路の小型化に向けて狭線幅オンSi半導体レーザ(LD on Si)を実現する。電子集積デバイスについては、40GHz帯域のトランスインピーダンスアンプとサンプリング回路の集積検討を行う。また、光集積デバイスと電子集積デバイスは、受信フロントエンドの形態に実装し、光PLLシステム検証に提供する。

3. 光PLL用ゲルマニウムデバイスの研究開発

Ge-PDの動作周波数向上のため、寄生成分の低減を取り入れた試作および動作特性評価を行う。研究項目2のOHとモノリシック集積したGe-PDの試作および評価を進め、光PLLシステムへの適用を目指す。急速熱処理プロセスをGe-PD作製に適用し、暗電流の一層の低減を図る。Si-on-quartzウエハ上Ge層の光吸収係数の波長依存性を測定し、Lバンド全体をカバーできるPDの実現を目指す。