

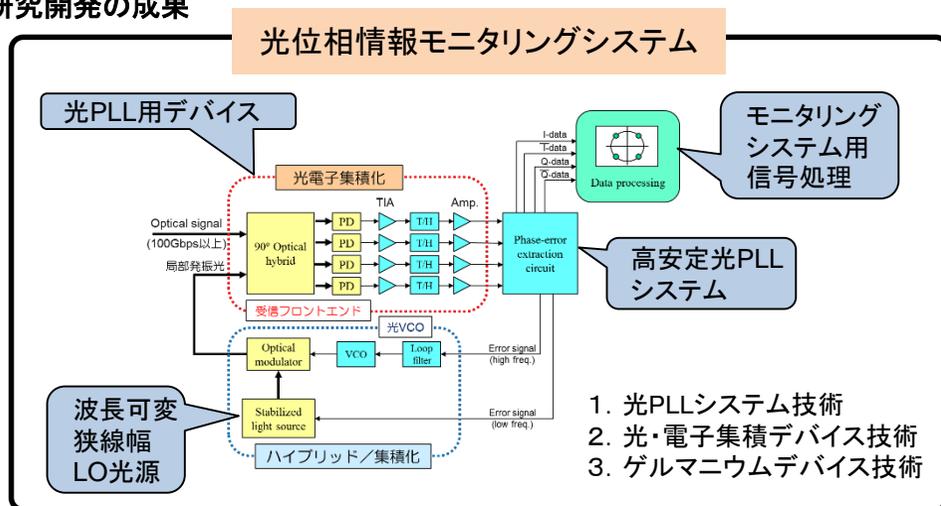
## 1. 研究課題・実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆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ー、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、国立大学法人東京大学
- ◆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28年度140百万円)

## 2. 研究開発の目標

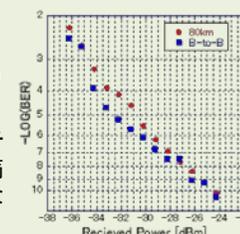
2017年までに、小型光位相同期回路の実現に向けた同期回路要素技術および光電子集積デバイスの要素技術を開発し、2019年までに小型光位相同期回路技術を開発する。

## 3. 研究開発の成果



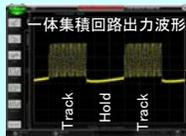
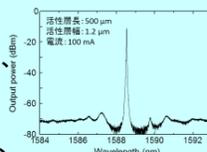
### 研究開発成果: 1. 光PLLシステムの研究開発

- 光電圧制御発振器の発振帯域広帯域化を図ることにより10時間程度の位相同期を実験的に確認した。これにより、懸案であった長期安定動作可能な光PLLの実現にめどを付けた。
- 狭線幅波長可変半導体レーザの発振波長高速スイッチング回路および広帯域連続掃引回路を試作し、1秒未満の高速な波長スイッチング動作と1GHz以上の広帯域なモードホップフリー周波数掃引を実現した。
- 波長可変狭線幅LO光源を光PLLシステムに接続し、波長可変動作の相互接続確認および課題抽出を行った。
- 光位相情報モニタリングシステムを構築し、動作確認、コンスタレーション波形観測を行った。



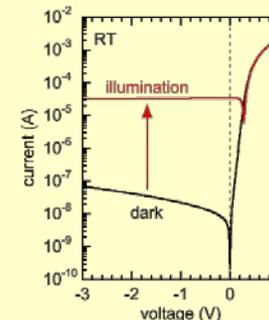
### 研究開発成果: 2. 光PLL用光・電子集積デバイスの研究開発

- 光集積デバイス
  - ・ OHおよびGe-PDとの集積については、試作したSiON-OHの特性分析を行い、特性改善に向けた2次試作を実施した。また、Ge/SiON集積試作を開始した。
  - ・ Si基板上へのLO光源集積については、Si導波路上に横注入埋込み活性層と表面回折格子を形成したDFBLレーザを作製し、室温シングルモード発振を実現した。
- 電子集積デバイス
  - ・ 電気長の短縮に有用な、TIA及びサンプリング回路の一体集積回路を検討し、ICを試作し良好なサンプリング動作を確認した。
  - ・ FEの実装については、高周波PKGを試作し、サンプリング回路単体ICを搭載して、その動作を検証した。



### 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

- Si光導波路と集積したGe pin PDで、受光効率0.6 A/W以上および暗電流1 μA以下(動作温度80°C)の当初目標を達成した。動作周波数向上を目指す。
- 動作波長をレバンド側への拡大するため、圧縮ひずみを有するSiGeキャップ層を用いる方法とSOQ (Si-on-Quartz) ウエハを用いる方法を検討し、両者ともにフォトルミネセンス発光ピーク(吸収端波長に相当)の長波長シフトを観測した。



#### 4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	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
光信号の抵抗スト受信・モニタリングのための小型光位相同期回路の研究開発	7 (2)	0 (0)	1 (1)	27 (20)	0 (0)	0 (0)	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、情報交換会を定期的で開催した。それにより、情報通信研究機構の研究部門との連携強化を検討した。

#### 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実現に向けた開発を行う。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システム全体の性能向上を図る。

波長可変狭線幅LO光源では、半導体レーザ型波長可変光源を光PLLシステムに組み込むために1筐体に収納してユニット化を図り、波長可変LO光源のプロトタイプの実験を行う。また、半導体レーザ型とは別にファイバレーザ型波長可変光源の開発を行うことにより波長可変範囲をさらに拡大したフルC-band波長可変狭線幅レーザを実現する。

光信号モニタリングシステムについては、光・電子集積デバイス、波長可変狭線幅LO光源を組み込んだ光PLLシステムをベースとした光PLL型光信号モニタリングシステムを構築し、それぞれのデバイス、サブシステムおよびモニタリングシステム全体としての課題抽出を行う。

##### 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および東京大学の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試作を行う。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エピタキシャル成長装置の移設後の調整およびGe層の結晶品質の再現性確認を行う。前年度に試作した単体Ge-PDの動作周波数に改善が見られるかを明らかにする。研究項目2のOHとモノリシック集積したデバイスの試作を行い、課題を明らかにする。暗電流低減に関しては、貫通転位の面内分布に着目しつつ、目標値を実現するための指針を得る。動作波長範囲のLバンド側への拡大に関しては、主にSOQウエハ上へGe層を形成する方法において、Ge層の直接遷移バンドギャップエネルギーを実測し、Lバンド全体をカバーできるPDの実現可能性を明らかにする。