

半導体レーザーの光PLL

2012/07/31

大分大学 工学部 電気電子工学科
助教 水鳥 明

アウトライン

- **背景**
- **従来技術と問題点**
- **新技術の特徴**
- **従来技術との比較**
- **想定される用途**
- **実用化に向けた課題**
- **企業への期待**

背景(1/2)

光通信の大容量化のために

- ・ 波長分割多重などの多波長化
- ・ 多値変調などの変調方式による多値化

これらを実現するためには

- ・ 半導体レーザーの周波数ゆらぎがないことが前提
- ・ 受信側では位相を搬送波にロックする技術が必要

デジタル・コヒーレント通信技術ならびに**誤り訂正技術**の進展

→ 飛躍的に光ファイバ伝送容量が伸びている。

電気的高速デジタル信号処理によるところが大きい。

背景(2/2)

デジタル・コヒーレント通信技術ならびに誤り訂正技術の進展

・光キャリア位相と局発光位相とが互いに同期状態に無く数GHzで回転していても、光キャリア位相を推定できる。

☆ **光位相の制御技術**が高まったわけではない。

・変調信号の多値化・高速化に伴う所望OSNRの不足分は、誤り訂正技術によって補われている。

☆ **伝送技術の基本性能指標たる光信号のOSNR**は高まっていない。

従来技術と問題点(現在の受信技術)

- ・ **デジタルコヒーレント技術 局発光の位相ゆらぎを取り除くものではない**

実用化には実時間処理の問題や高速なデジタル処理装置によるコストの問題が発生するであろう。

- ・ **局発光の位相ゆらぎを検出し、これを補正する電気信号を印加した位相変調器に光を通すことでゆらぎを抑制する技術**

光位相変調器は高価である。

- ・ **送信信号にパイロット信号を重畳させ、受信側ではこのパイロット信号に位相同期させる手法**

パイロット信号に波長を用意する必要があり、将来、波長多重通信の多重密度を増大することへの障害となる。

従来技術と問題点(光PLL)

通信用光源として使われる半導体レーザ

小型であるが熱の揺らぎを受けやすい。(温度感度: $-1.4\text{GHz}/^{\circ}\text{C}$)

→ 発振周波数も揺らぎやすい。

LDモジュール温度を 0.01°C 程度に安定化

→ 環境温度変化 1°C あたり 100MHz 前後の光周波数変化

安定かつ信頼性の高いコヒーレント通信を実現するには

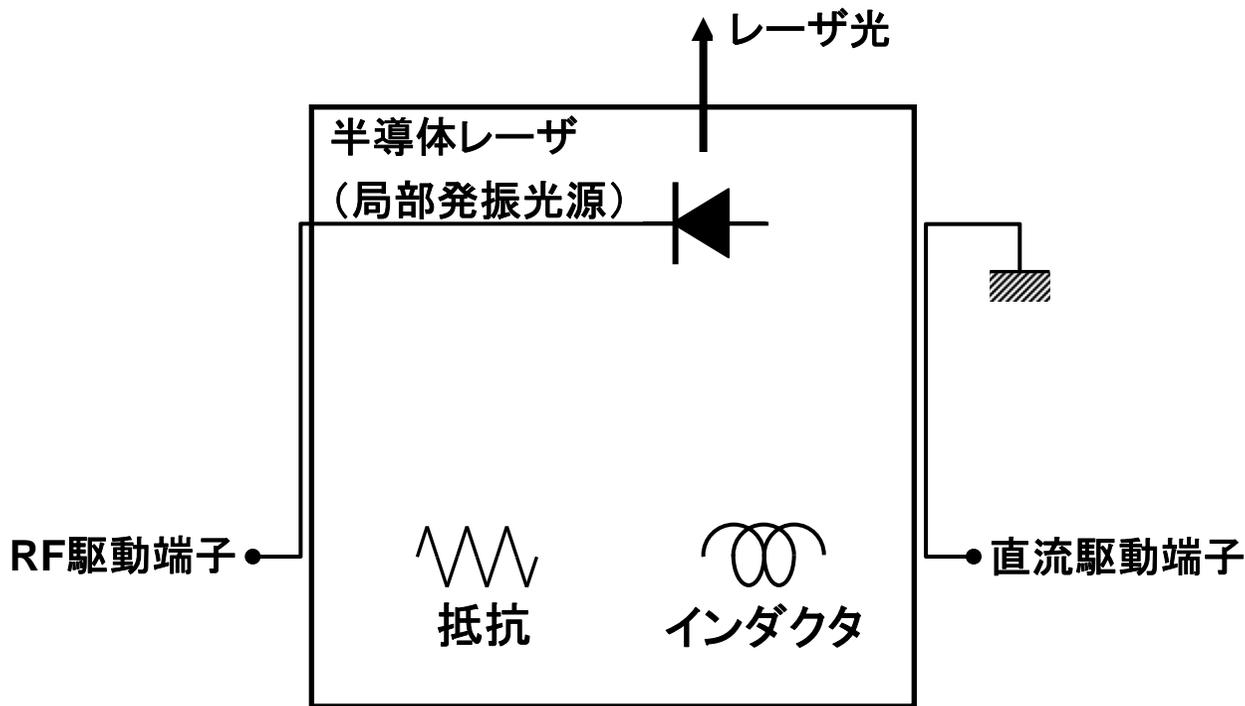
個々のLD光源は環境温度の変化にかかわらず、発振光周波数が 1MHz 以下には保たれている必要がある

本発明は、LDの室温変化に寄らずLDの発振光周波数を安定に維持した上で局発光や励起光が通信光キャリアの位相に容易に同期できる光位相同期装置を提供するものである

新技術の特徴

最近の半導体レーザーの特徴

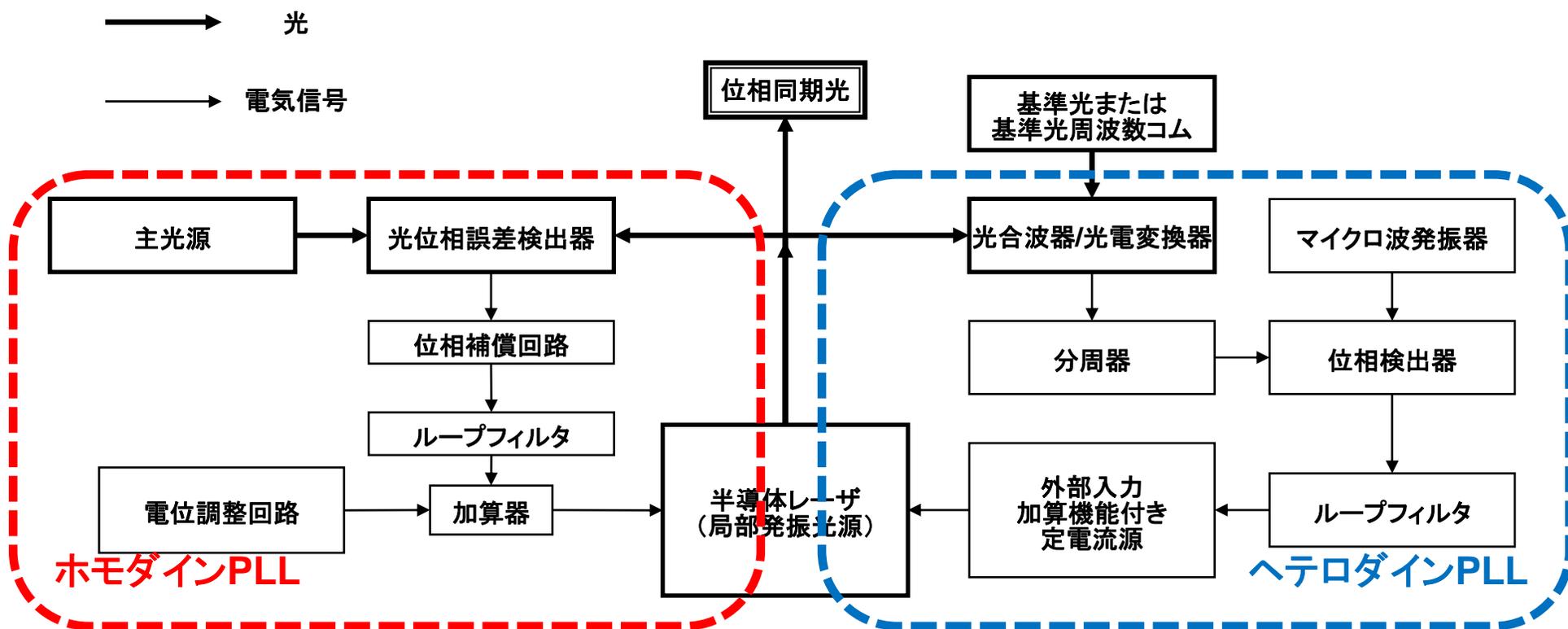
- 直流近傍の電流駆動端子
- 比較的広帯域まで伸びたRF駆動端子



新技術の特徴

電流駆動端子: 定電流源 + 光周波数帰還回路を接続 → 周波数安定化

RF駆動端子 : 光位相帰還回路を接続 → 位相ロック



新技術の特徴・従来技術との比較

光周波数の安定化を緩やかに制御しつつ、信号光に強かに位相ロック。

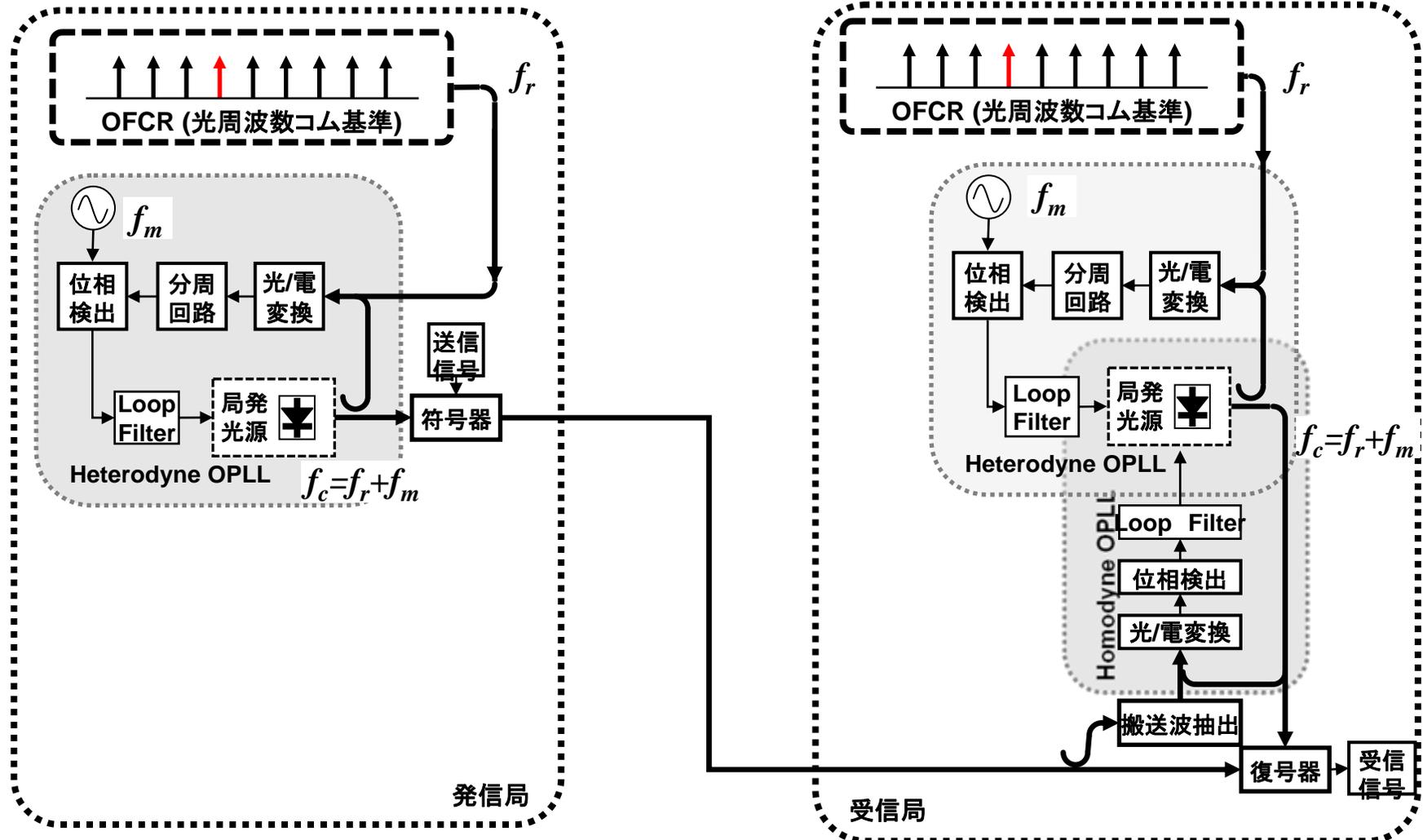
従来技術との違い

光周波数同期 : 基準光に同期
位相同期 : 信号光に対して同期

光周波数同期用誤差信号と位相同期用誤差信号の加算も、LDモジュール内部構造と定電流機構が有するインピーダンス無限大の理想状態から単純に構成できるのが特徴である。

想定される用途

光通信における受信局での局発光源



実用化に向けた課題

- **基準光の設置**
 - ・ 現行の光通信システムでは基準光という概念がない
 - ・ CEP(Carrier-Envelope offset Phase)制御による光周波数コム基準
- **ノイズの低減**
 - 外部共振器方式LD 電流感度: -35MHz/mA
(DFB-LDでは -1GHz/mA)
- **ループ長の短尺化**
 - ループ長による位相遅延がPLLの引込帯域を制限する。

企業への期待

- **ノイズ対策**
- **ループ長の短尺化**
- **ロックの自動化**

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 光位相同期装置
- 出願番号 : 特願2012-46921
- 出願人 : 大分大学
- 発明者 : 水鳥 明、古賀正文

お問い合わせ先

大分大学

産学官連携推進機構

産学官連携コーディネーター 江隈一郎

TEL 097-554-7969

e-mail coordinator@oita-u.ac.jp