

セロサイン変調を用いたコヒーレントビーム結合システムの検討

A study on optical phase lock using serrodyne phase modulation for the CBC system

三菱電機(株) ○原口 英介, 尾野 仁深, 安藤 俊行

Mitsubishi Electric Corporation, °Eisuke HARAGUCHI, Hitomi ONO, Toshiyuki ANDO

haraguchi.eisuke@cw.mitsubishielectric.co.jp

【はじめに】

高出力レーザシステムの実現方法として、単一の狭線幅レーザ光を種光として、分岐後に光増幅し、位相を揃えて合成を行うコヒーレントビーム結合(Coherent Beam Combine : CBC)の手法がある。これまで我々は各信号光路に異なる位相変調信号をパイロット信号として重畳することで、単一の光検出器にて位相誤差を検出し、光周波数シフタに誤差信号をフィードバックする方式を用いて高精度な光位相同期(同期精度 $\sim 0.1[\text{deg.}]$)を実証してきた[1][2]。しかし、光周波数シフタを用いた位相同期では高精度の光位相同期が可能であるものの、各信号光路での部品点数が多いという課題があった。本課題の解決策として信号光路に光周波数シフタの代わりに、光位相変調器を用いる構成が考えられる。しかしながら同構成では光位相変調器の駆動範囲($< \text{数}\pi$)により位相同期可能範囲が制限されるという課題があった[3]。

ここでは、セロサイン変調を用いた光位相同期に関する検討結果について報告する。

【提案方式】

セロサイン変調では、光位相変調器に鋸波状の変調信号を印加する。位相変化量($d\phi$)と周波数(Δf)には $\Delta f = d\phi/dt$ の関係が成り立つ為、変調幅を 2π 、周期を T_m とすると、周波数シフト $1/T_m$ が実現できる。したがって、セロサイン変調信号の周期を制御することで、周波数シフト量を可変できる。これにより光位相変調器を光周波数シフタとして使用可能となり、一般的なVCO(Voltage Control Oscillator)を用いた位相同期回路と同様に、光位相変調器の駆動範囲に依らず位相同期が可能となる。

【実証実験】

実証実験系を Fig. 1(a)に示す。基準光源出力を2分岐し、一方を局発光、もう他方を信号光とする。信号光は鋸波生成回路にてセロサイン変調されている光位相変調器を介して局発光とカプラ合波し、フォトディテクタで検出する。検出信号は位相同期用と信号解析用に2分岐し、信号解析用信号はシグナルアナライザ(ESA)にて位相雑音の評価を行う。位相同期用信号は位相比較器に入力し、基準発信器との位相誤差を検出する。検出した位相誤差信号をループフィルタ、鋸波生成回路を介して光位相変調器にフィードバックすることで基準発信器に対して位相同期を確立する。

位相同期前後におけるヘテロダイン検波信号の位相雑音を Fig. 1(b)に示す。図より、位相同期時に離調周波数 $20[\text{kHz}]$ 付近から雑音が抑圧され、位相同期が確立している事を確認した。

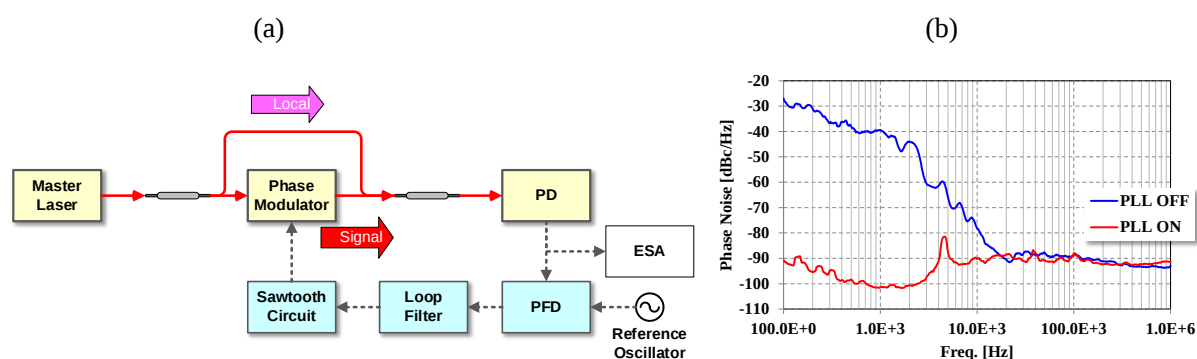


Fig. 1 (a) Schematic diagram of experimental setup, (b) The phase noise of heterodyne signals

【まとめ】

光位相変調器を用いた CBC の安定度向上に向け、光位相変調器をセロサイン変調し、光 VCO として駆動する新規方式を提案し、原理実証を行った。その結果、セロサイン変調による光-RF 間の位相同期を実証した。

【参考文献】

- [1] : 原口他 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 19p-A14-1 (2013).
- [2] : E. Haraguchi, et al, IEICE TRANS. COMMUN., Vol. E99-B, No.10 (2016).
- [3] : 原口他 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 14a-2D-7 (2015).