

光位相変調器を用いたコヒーレントビーム結合における 安定度向上に向けた位相制御方法の検討

Preliminary study on phase control using optical phase modulator

for the stability improvement of CBC system

○原口 英介¹、安藤 俊行¹ (1.三菱電機(株))

°Eisuke Haraguchi¹, Toshiyuki Ando² (1.Mitsubishi Electric Corp.)

E-mail: Haraguchi.Eisuke@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]。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を用いず、光位相変調器に光位相誤差信号をフィードバックする手法が考えられる。ただし、光位相変調器では、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る。

ここでは、光位相変調器を用いた CBC における安定度向上に向け、光位相制御方法に関する検討結果について報告する。

【提案方式】

提案方式における制御電圧と位相誤差の概念図を図 1 に示す。位相同期が確立し、光位相変調器の駆動範囲($\pm V_{th}$)の場合(①), 制御電圧は位相変動を抑圧し、位相は一定となる。制御電圧が閾値($\pm V_{th}$)に到達した際に、制御電圧を OFF とするリセット動作を行う(②)。リセット動作時には、位相同期は外れ V_{th} に相当する位相となる。 V_{th} を $\pm 2m\pi$ (m は整数)に設定すると、再び制御電圧を ON とした場合には(③)制御電圧が 0[V]付近で位相同期が再確立する。このリセット動作により瞬時の位相とびはあるものの長時間安定な位相同期が実現可能となる。

【実証実験結果】

上記検討結果を踏まえ、リセット回路を用いた 1 信号光の RF 基準信号源に対する位相同期原理実証実験を行った。実験結果を図 2 に示す。図より、制御電圧が閾値に達した際にリセット動作が行われ、制御電圧が張り付くことなく、位相が安定であることがわかる。このとき、位相同期精度は $0.29[\text{deg.}]$ であり、光周波数シフタを用いた場合と同等性能であった。

【まとめ】

光位相変調器を用いたコヒーレントビーム結合の位相安定度向上に向け、ループフィルタの出力信号をリセットする機能を付加した位相同期回路を提案し、原理実証実験を行った。その結果、リセット機能を付加したループフィルタを用いる事で、広ダイナミックレンジの位相制御が可能である事を実証した。

【参考文献】

[1]: 原口他 第 75 回秋季応用物理学会学術講演会 20a-C8-7

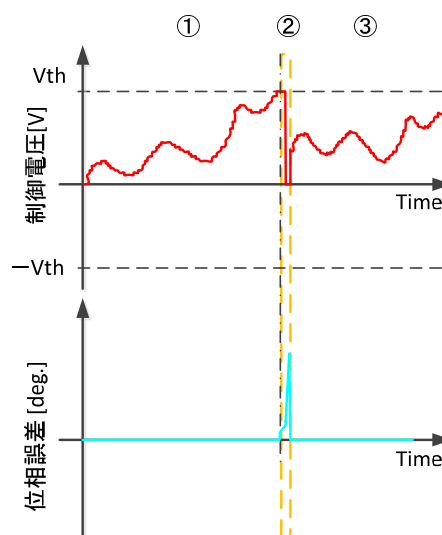


図 1: 提案方式概念図

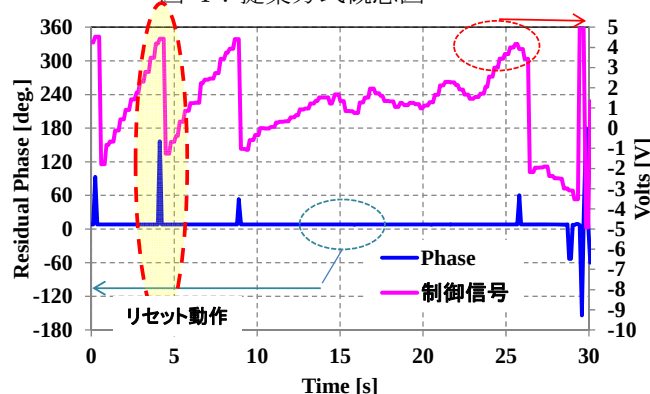


図 2: リセット回路付位相同期回路を用いた位相同期実験結果