

FPGA による CW レーザーの Hz レベル高フィネス光共振器ロック

Hz line width CW lasers locked to ultra high finesse cavities by FPGA

東大物性研, JST-ERATO [○]伊藤 功, 小林洋平

ISSP, Univ. Tokyo, JST-ERATO, [○]Isao Ito, Yohei Kobayashi

E-mail: isao-maf@issp.u-tokyo.ac.jp

周波数ゆらぎを大幅に抑えかつスペクトルを Hz オーダーまで狭線幅化した CW レーザー(以下、Hz レーザー)は光周波数標準として光科学研究における最重要ツールの一つである。Hz レーザーを実現するには超高フィネス光共振器に対して CW レーザーが共鳴し続けるように PDH 法で周波数をフィードバック制御する方法が広く行われている。フィードバック制御には高速性と堅牢性に優れたアナログ回路が使われるが、拡張性、汎用性、柔軟性の観点から常時安定供給を要求される光周波数標準にとって弱点になりうる。そこで我々はアナログ回路に劣らない高速性、堅牢性を有しながら、拡張性、汎用性、柔軟性に優れた FPGA(Field Programmable Gate Array)を用いてデジタルフィードバック制御システムの開発に着手した。

FPGA とはソフトウェアで自在に論理回路を組み替えられる集積回路である。我々は FPGA によるデジタルフィードバック制御システムを用いて超高フィネス光共振器へのリモート・オートロックを実現した[1]。今回はさらに 1 台のデジタルフィードバック制御システムで 2 台の独立な超高フィネス光共振器に同時ロックし、スペクトル線幅を評価したので報告する。

図 1 は Hz レーザーとデジタルフィードバック制御システムのセットアップである。2 台の ECDL を 2 台の超高フィネス光共振器 (フィネス : 300,000) にロックして Hz レーザーを実現する。超高フィネス光共振器からの反射光を復調して得られた PDH 信号を ADC でサンプリングし、FPGA 上のデジタル PID 回路で信号処理を行い、DAC で制御信号を ECDL へ注入する。1 つの FPGA に Hz laser 2 台分のデジタル PID 回路を構築している。FPGA は複数の回路を完全に並列処理できるため 2 つのデジタル PID 回路は独立に動作する。図 2 はデジタルフィードバック制御された 2 台の Hz laser のビート信号のスペクトルである。線幅は 1.8Hz であり、デジタルフィードバック制御システムは Hz オーダーの超高フィネス光共振器へのロックが可能であることを示せた。

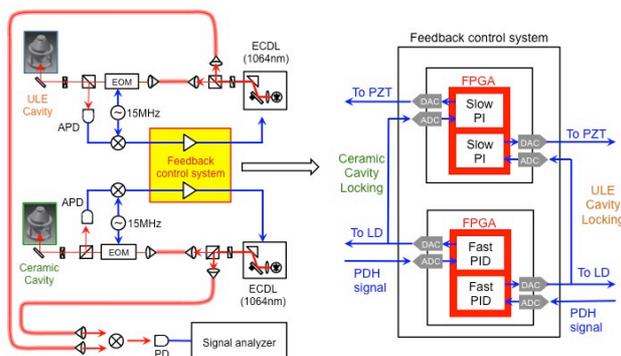


図 1. セットアップ

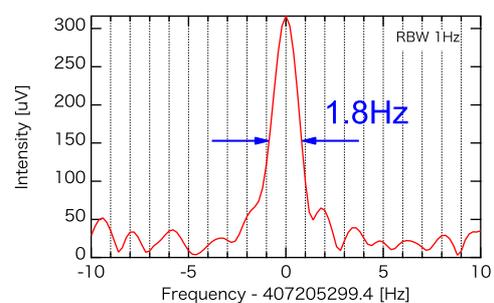


図 2. ビート信号

[1] 伊藤他, 第 75 回応用物理学学会学術講演会, 19p-A24-8, 北海道大学 (2014.9)