FPGAによる高フィネス光共振器安定化 CW レーザー

High finesse cavity stabilized CW laser 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

当研究室では、光原子時計の評価を目的とした、17 桁以上の精度を有する Yb ファイバーレーザー光周波数コムの開発を行っており、その光周波数コムの評価のために ECDL(External Cavity Diode Laser)を超高フィネス光共振器(フィネス 300,000)に安定化した高精度 CW レーザーを製作している。現在製作している高精度 CW レーザーでは、精度の向上を目指して超低熱膨張セラミックス (NEXCERA, 黒崎播磨)製の超高フィネス光共振器を光周波数基準として用い、さらに効率的で柔軟性に富んだレーザーの周波数安定化を実現するためにフィードバック制御をデジタル化している。今回は FPAG (Field Programmable Gate Array) によるデジタルフィードバック制御について報告する。

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。オペアンプや受動素子をハンダ付けして作るアナログ回路と同じ機能のデジタル回路を PC で設計・製作することができる。この FPGA を使えばサーボ回路の増設や時定数の変更が容易になり、光共振器へのオートロックなどの機能と連動した制御が期待できる。図 1 は高精度 CW 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。PDH(Pound-Drever-Hall)法で ECDL を超高フィネ

ス光共振器に安定化する。FPGAとして Xilinx 社の Virtex-5、 16bit, 750kHz O ADC(Analog to Digital Converter), 16bit, 1MHz の DAC(Digital to Analog Converter)を搭載した National Instrument 社の PXI-7851R でデジタル PID 回路を 構築した。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 PID 回路でデジタル信号処理を行って、DAC で制御信号を ECDL へ出力する。高精度 CW レーザーを実現するための フィードバックには、ECDL の周波数を光共振器の共鳴周波 数に引き込むための速い PID と、速いフィードバックを長 時間持続させるための遅い PI が必要である。今回、速い比 例 P をアナログサーボで補助し、遅い比例 P と積分 I、およ び速い積分 I を FPGA に行わせることに成功した。図 2 は ECDL を安定化した時の超高フィネス光共振器からの透過 光のパワーとプロファイルである。現在、速い比例 P と微 分DをFPGAでできるように開発を進めている。

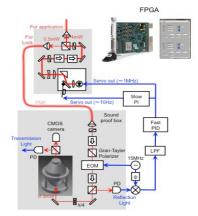


図 1.セットアップ

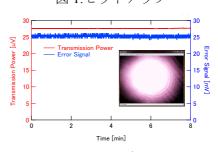


図 2. 光共振器の透過光パワー