

MICROWAVE MEASUREMENTS AND CONTROL USING THE FPGA BOARD

Hiroaki Katagiri¹⁾, Shigeki Fukuda, Toshihiro Matsumoto, Shinichiro Michizono, Mitsuhiro Yoshida

High Energy Accelerator Research Organization, Accelerator Laboratory

1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801

Abstract

The FPGA board is utilized for control and measurement of the rf source in KEK injector linac. The Xtreme DSP, which is an FPGA board equipped with two ADCs and two DACs, is used instead of a digital oscilloscope and a function generator. There is an advantage that is high accuracy and low-cost. Moreover, the communication has been improved by adding XPort that is a serial- Ethernet adaptor. Examples of the applications are reported here.

FPGAによる高周波計測及び制御

1. はじめに

高エネルギー加速器研究機構・電子陽電子入射器では、低電力高周波源の制御系及び計測系へのFPGAの導入を検討している^[1,2]。これまでにザイリンクス社製 FPGA ボード、Xtreme DSP による、クライストロンのRF波形欠け診断などで成果を上げている^[3]。

現在、高周波源の計測・制御のためにデジタルオシロスコープや任意波形発生器、パルス発生器が幅広く使用されている。これらの機器の代替としてFPGAを採用することで、より高速度・高精度で安価なシステムの構築が可能となる。Xtreme DSP を使用した計測・制御用回路の開発及び、動作試験について報告する。

2. Xtreme DSP 回路設計

2.1 FPGAボードの概要と開発方針

「Xtreme DSP^[4]」はFPGA Virtex-II シリーズ XC2V3000、AD6644 ADC (14bit 最大65MSPS) と AD9772A DAC (14bit 最大160MSPS) を各2チャンネル搭載している。(図 1 a)

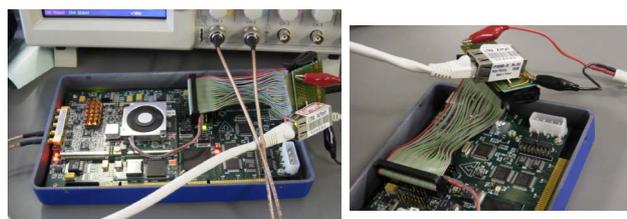
今回の用途ではデジタルオシロスコープ、任意波形発生器として使用するため、ADC が取り込んだ波形データ、DAC から出力する波形パターンをメモリに格納し、外部コントローラ (PC等) からの読み書きを可能とする。将来的に計測制御用に多チャンネル ADC/DAC を搭載した FPGA ボードの作成を予定している。ADC/DAC、メモリへのアクセス、外部との通信などの基本的な回路は、その際に流用することを前提に開発する。

FPGA 回路の開発には、論理合成ツール ISE Foundation 6.3i を使用し、VHDL で記述した。ビットファイルのダウンロードは開発キットに付属する FUSE ソフトウェアを用いている。

2.2 Core Generator によるブロック RAM 設計

ADC 捕捉波形データ、DAC 出力パターンデータを格納するためのメモリには、オンボードの ZBT SRAM を使用することも可能であった。しかし Xtreme DSP 固有の装備であり、ハードウェア構成の異なる FPGA ボードでは利用できない。汎用性を重視し、ここでは Core Generator によりメイン FPGA 内にデュアルポート RAM を設計することにした。Core Generator とはザイリンクス FPGA 用の回路やデバイスを生成するツールである。ユーザーはライブラリから目的にあったデバイスを選択、必要なパラメータを設定することで、デバイスを細部まで記述することなく利用することができる。

今回は、ADC/DAC 側及び外部の双方からアクセス可能なデュアルポート RAM (14ビット、2048ワード) をデザインした。



(a) (b)
図 1 : Xtreme DSP ボードと XPort

2.3 XPort

PC から FPGA 上のブロック RAM を読み書きする手段として、ラントロニクス社製シリアルイーサネット変換器、XPort^[5]を使用した。図 1 (b) のように変換基板、フラットケーブルを介し、ボード上の汎用デジタル I/O ピンに接続している。Xtreme DSP では、PCI バスまたは USB 経由でアクセスすることも可能であるが、これもボードに依存する機能であるため、使用を避けた。シリアルパラレル変換回路は、RC232C 通信用として公開されている

¹⁾ E-mail : hiroaki.katagiri@kek.jp

