

簡易シリアル端末の製作

シリアル・ポート、LCD、キーボードを オリジナルCPUコアで制御する

河野 崇

ここでは、LCD(液晶ディスプレイ)とPS/2キーボードで構成されるシリアル端末の製作事例を紹介する。シリアル・ポート、LCD表示、キーボード入力の制御のため、FPGA向けのCPUコアを独自に設計した。8ビット固定長命令の2段パイプライン構成で、100MHz程度で動作する。アセンブラなどのソフトウェア開発ツールも作成した。(編集部)

本誌付属の基板に実装されている「EPIC3」は、米国Altera社のSRAMベースFPGA「Cycloneファミリ」¹⁾の一つです。論理ブロックのほかPLLやメモリも内蔵し、先端のアプリケーションに十分な仕様でありながら普及価格帯であることを特徴としています。今から10年近く前に筆者が初めて手にした「EPF8282」と比べると隔世の感があります。

Cycloneファミリに内蔵されている機能があれば、FPGAだけでCPUとその周辺回路を実現できます。ハードウェア設計に携わる人なら、だれもが抱いているであろう「一度は自分でCPUを設計してみたい」という夢を実現させてく

れそうです。

本稿では、LCDとPS/2キーボードで構成される汎用のシリアル端末を設計した事例を紹介します(写真1)。シミュレーションで高速なCPUを開発しました。

ソフト・マクロのCPUを作る

今回設計したCPUモジュールは、CPUコア(luna0)、割り込みコントローラ、I/Oをデータ・メモリ空間にマップするI/Oハブ、セクタから構成されます。ブロック図を図1に示します。

CPUコアは、Cycloneファミリへの実装を想定して設計しました。普通の設計者がアセンブラでプログラムを手軽に組むことができ、そこそこの処理能力を持つ、というコンセプトのもと、8ビット固定長命令、浅いパイプライン(2段)、100MHz程度での動作を目指しました。今回の応用事例では入力クロックのつごう上92.16MHzで動作させていますが、周辺モジュールとのインターフェースを多少



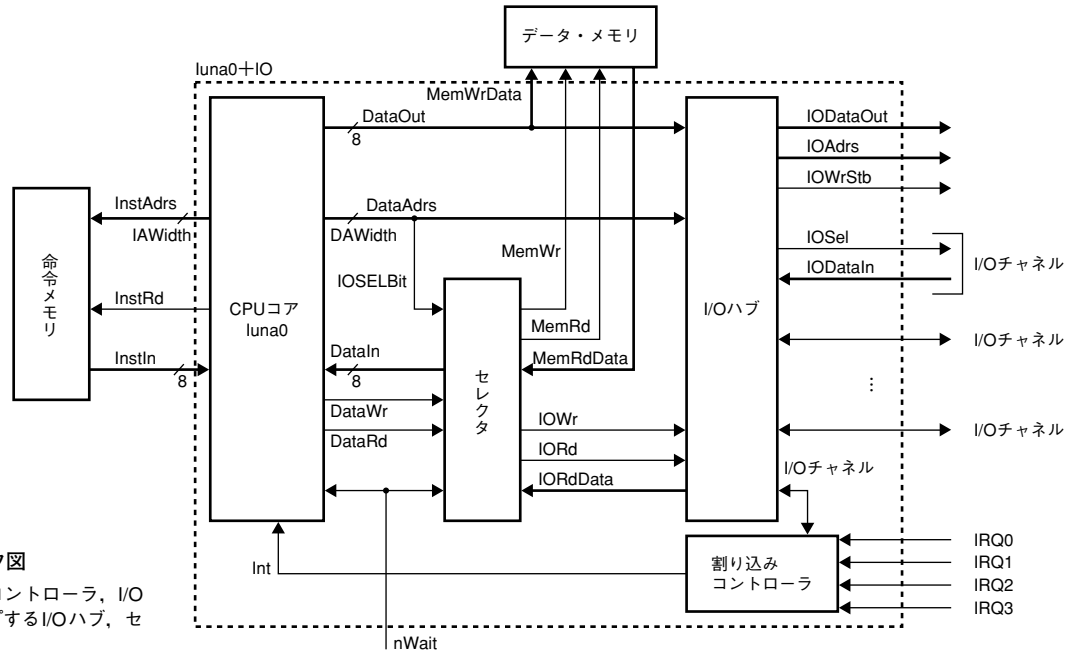
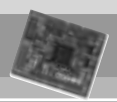
(a) シリアル端末



(b) 動作のようす

【写真1】 製作したシリアル端末

LCD画面とPS/2キーボードで構成される。LCD画面は、20文字×4行。PS/2キーボードは、パソコン用のものを接続して使う。



〔図1〕 CPU モジュール部のブロック図
CPUコア (luna0)、割り込みコントローラ、I/Oをデータ・メモリ空間にマップするI/Oハブ、セクタから構成される。

チューニングすれば、EPIC3T100C8上で100MHz以上の速度で動作させることが可能です。

構造の単純化とスケラ動作 (1命令/クロック) を実現するため、命令メモリとデータ・メモリを分離して実装しました。メモリへのアクセスはFPGA内蔵メモリの出力非同期モードに合わせてあります。内蔵メモリをTrue Dual Port Memoryとして使用することや、命令メモリとデータ・メモリの一部を共有することが可能です。

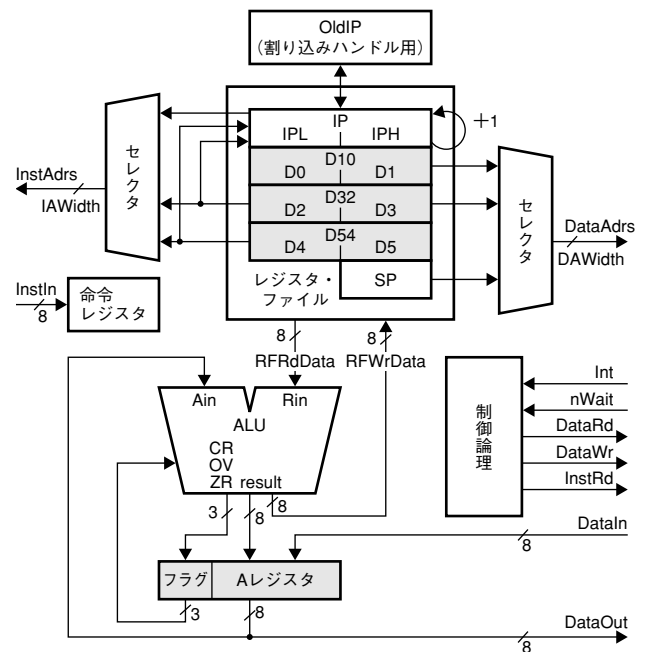
● CPU コアの動作

CPUコアのブロック図を図2に示します。レジスタ・ファイルには16ビットの命令ポインタ (IP) と6個の8ビット汎用レジスタ (D0～D5) があります。また、アキュムレータとして動作するAレジスタ (8ビット) と8ビットのスタック・ポインタ (SP)、割り込み処理時の戻りアドレスを保持するレジスタ (OldIP) を用意します。

リセット直後には命令ポインタ (IP) の値は0040hとなっており、この番地からソフトウェアの実行が始まります。スタック・ポインタ (SP) の初期値は0です。

スタックはデータ・メモリの先頭256バイトに配置されており、0番地から順に上位バイトに向かって積んでいく構造になっています。上位8ビットのアドレスは0に固定されているため、0FFhを超えたアドレスは0番地に戻ります。

戻りアドレスの保持レジスタ (OldIP) を1段しか用意し



〔図2〕 CPU コアのブロック図

レジスタ・ファイルには、16ビットの命令ポインタ (IP) と6個の8ビット汎用レジスタ (D0～D5) がある。また、アキュムレータとして動作するAレジスタ (8ビット) と8ビットのスタック・ポインタ (SP)、割り込み処理時の戻りアドレスを保持するレジスタ (OldIP) が用意されている。ALUは加減算と論理演算をサポートする。

ていないので、多重割り込みの処理はできません。割り込み信号を検出すると自動的に割り込み許可が取り消され、多重割り込みを防ぐ構造になっています。

6個の汎用レジスタはD10, D32, D54という16ビットの