

ディスプレイ・コントローラの 論理回路設計

～FPGA/CPLDで同期信号やメモリ・アクセス信号を作る～

操田浩之

ここではパソコン用ディスプレイに文字や点、線、図形などを表示し続けるための機能 IC の設計について述べる。この機能 IC は描画用マイコンから受け取った表示用データを SRAM に格納し、水平・垂直同期信号を生成しつつ SRAM からデータを読み出し、同期を取ってディスプレイへ送出する。今回はこの機能 IC を小規模な CPLD を利用して製作した。ディスプレイとのインターフェースはアナログ RGB である。（編集部）

ここでは、CPLD を使ってパソコン用ディスプレイに何らかの図形や文字を表示する方法を検討します。

1. 製作するビデオ・システム・ボードの概要

ハードウェアはCPLDや描画用マイコンを搭載したビデオ・システム・ボードを準備しました。

● 設計思想…入手性の高い部品とフリー・ツールで作る

本ボードの製作に際して、次のように考えました。

- マイコンは ARM7TDMI コアと 12 ビットの A-D/D-A コンバータを内蔵した米国 Analog Devices 社の ADuC7026 を使用する。本マイコンは本誌 2006 年 3 月号に付属した。
- CPLD はコンフィグレーション ROM を内蔵した（メーカーは CPLD と呼んでいるが内部的には FPGA である）MAX II を使用する。
- プリント基板の配線設計やプログラム開発には、フ

リー・ツールを利用する。

- 表示装置にはパソコン用ディスプレイを利用する。
- 回路を簡略化するために、表示色をまずは 8 色とし、解像度は 800×600 ドットとする。
- 表示データ用のメモリ (VRAM) は、扱いが容易な SRAM とする。
- パソコンと USB 接続できるものとし、USB 電源で駆動する。
- 市販のケースに収まり、電池駆動も可能とする。

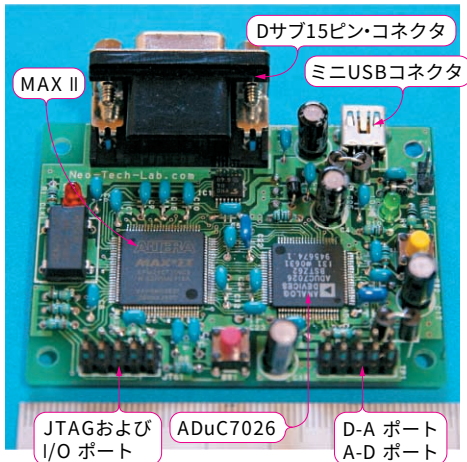
● 回路図および部品表

今回製作したボードを写真1に示します。回路図を図1に、使用部品を表1に示します。プリント基板の配線設計には、P板.comから無料でダウンロードできる CADLUS シリーズを使用しました。ブロック図を図2に示します。本ボードの配線パターン設計の進め方については、第2章 Appendix で紹介します。

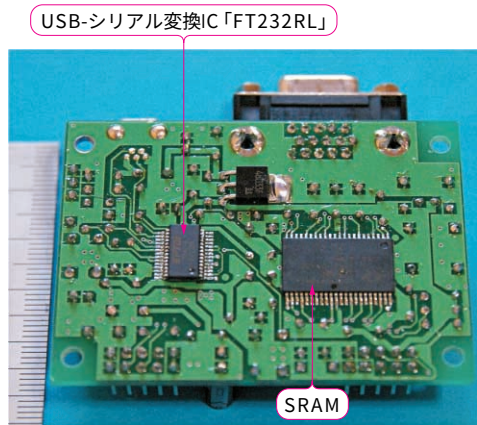
製作したボードは3チャンネルの A-D コンバータ、3チャンネルの D-A コンバータ、三つの I/O ポートを備えます。4本のニッケル水素電池でも使えます。68mm × 49.5mm と小さいボードなので持ち運びにも便利で、マイコンや FPGA を学ぶための入門用としても適していると思います。なお、希望者には生基板や実装部品などの頒布も行います。詳しくは筆者の属するネオテックラボの Web ページ (<http://www.neo-tech-lab.com/>) を参照してください。

Keyword

ADuC7026, MAX II, Quartus II, CRTC, Hsync, Vsync, ピクセル・クロック, カウンタ, 書き込み, 読み出し, SRAM, JTAG



(a) 表面 (部品面)



(b) 裏面 (半田面)

写真1 製作したビデオ・システム・ボードの外観

表1 ビデオ・システム・ボードの部品表

部品名称	メーカー/型番 その他	個数	備考・購入先
プリント基板	両面基板	1	P版com (インフロー)
マイコン (CPU)	米国 Analog Devices 社/ADuC7026BSTZ62	1	販売代理店
FPGA	米国 Altera 社/MAX II EPM240T100C5	1	販売代理店
SRAM (256K ワード×16)	米国 Cypress Semiconductor 社/CY7C1041DV33	1	RS コンポーネンツ
USB-シリアル変換IC	英国 FTDI 社/FT232RL	1	秋月電子通商
インバータ	74VHC04	1	共立電子産業
電解コンデンサ	33 μ F × 2, 10 μ F × 2		
積層セラミック・コンデンサ	0.01 μ (103) × 1, 0.1 μ (104) × 20, 0.47 μ × 2		
抵抗 (1/6W 金属被膜)	4.7k × 4, 10k × 2, 470 Ω × 2, 1k × 2, 1.5 Ω × 1		
D サブ15ピン・コネクタ	5 × 3段 メス VGA 用	1	共立電子産業
ミニUSBコネクタ	ミニBタイプ	1	RS コンポーネンツ
3端子レギュレータ	TA48M33F	1	秋月電子通商
タクト・スイッチ	丸ボタン 6mm角	2	RS コンポーネンツ
フェライト・ビーズ	村田製作所/BL02RN2	2	RS コンポーネンツ
LED	赤色, 緑色	各1	秋月電子通商
ダイオード	整流用ショットキー・バリア・ダイオード 1S4	2	秋月電子通商
水晶発振器	エプソントヨコム/SD-8002DC (3.3V, 80MHz)	1	三共社
接続端子 (2列)	ピン・ヘッダ (オス) 40ピン (2 × 20)		秋月電子通商
ケース	タカチ電機工業/LM-140C	1	共立電子産業
電池	単3型ニッケル水素 (1.2V)	4	
ねじ	M3 × 5 (なべねじ)	4	
実験用3軸加速度センサ	米国 Kionix 社/KXM52-1050	1	秋月電子通商

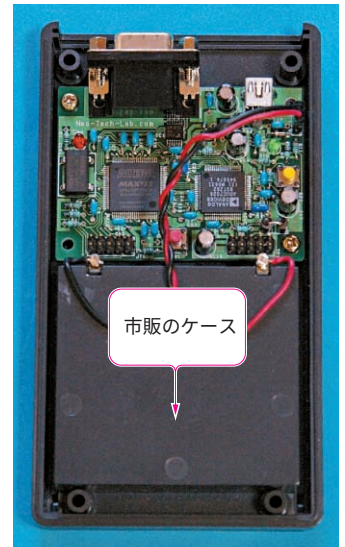
● MAX II の回路にはIP コアを活用

開発に利用したツールを表2にまとめました。MAX II の回路には、米国 Altera 社の Quartus II を使用しました。内部の回路入力には VHDL などのハードウェア記述言語入力ではなく、部品図 (シンボル) 入力としました。ただし、使用する部品図はできるだけマクロ (Quartus II に付属の Megafunction) を使用することで簡略化しています。マクロ (図3) はあらかじめ決められた動作を行う回路を部品図

の形で利用できます。

2. MAX II を使用した CRTC の設計

パソコン用ディスプレイと接続する方法としては、アナログ RGB 方式を利用するのが簡単です。このディスプレイとの接続を行うのが CRT (Cathode Ray Tube) コントローラ (CRTC) ですが、マイコンと簡単に接続できる CRTC は



(c) 市販のケースに収納したようす