

## 第3章 出力周波数 0.2 Hz ~ 20 MHz で 32 ビットのパターン設定が可能

# USB 接続パルス・ ジェネレータの設計と製作

石島 誠一郎  
Seichiro Ishijima

回路のデバッグや試作した回路を評価するとき、さまざまな周波数のクロック信号と任意パターンのパルスが発生できるパルス・ジェネレータがあると、非常に便利です。市販のパルス・ジェネレータは高性能ですが、高価で大型のものが多いものです。

そこで、生成するパルス波形をパソコンで編集し、USBに接続するだけで手軽にパルスを出力することができる、USB接続のパルス・ジェネレータを製作

しました(写真1)。USBバス・パワーで動作するので、電源を別途用意する必要もありません。

### パルス・ジェネレータの設計

#### ● パルス・ジェネレータの概要

製作したパルス・ジェネレータの仕様を表1に、生成パルスを編集するソフトウェア(USBPG.EXE)の動作画面を図1に示します。本機は、クロック(P CLK)、反転クロック(N CLK)、任意パルス(PULSE1/2)の計4チャンネルの出力があります。クロック周波数は、



写真1 製作したUSBパルス・ジェネレータの外観

表1 製作したUSBパルス・ジェネレータの仕様

項目	仕様
出力クロック周波数	20 MHz ~ 0.2 Hz 1-2-5ステップ
出力	4系統 P CLK :クロック N CLK :反転クロック PULSE1, 2:任意パルス
任意パルス	32ビットを任意に設定
インターフェース	USB
電源	USBバス・パワー

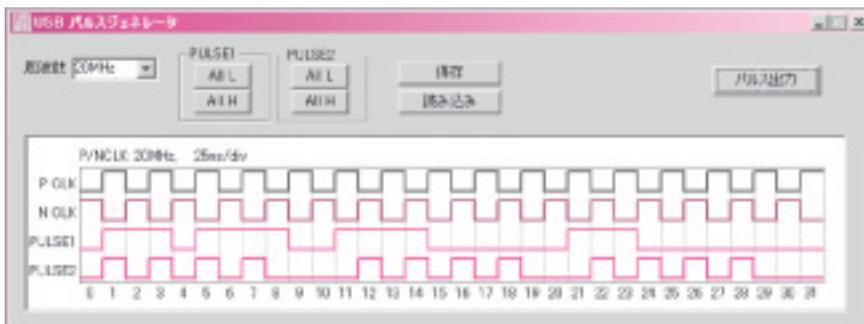


図1 パルス編集ソフトウェア(USBPG.EXE)

### Keywords

クロック・イネーブル、セレータ、パルス生成、シフトレジスタ、同期回路、非同期リセット、シリアル-パラレル変換、伝達遅延時間、VHDL、Verilog、74ACT04、FT232BM

0.2 Hz ~ 20 MHz の範囲を 1-2-5 ステップで合計 25 段階で設定可能です。

すべての出力は同期しています(同じタイミングで“H”/“L”が変化する)。PULSE1, PULSE2 の波形をクリックすると、“H”/“L”が反転するので、希望のパルス・パターンを設定できます。PULSE1, PULSE2 は、P CLK, N CLK の半周期を単位時間として、32 単位時間の任意のパルスを繰り返し出力します。パルスの設定は、ファイルに保存し、読み出すことができます。

パルス・ジェネレータ本体がない状態でも、最初に現れるダイアログ・ボックス(図2)で「無視」ボタンを押すことで図1のパルス編集画面が現れ、操作を体験できますので、ぜひ試してみてください。

汎用ロジック IC を使用したパルス・ジェネレータ

の製作は、参考文献(1)に紹介されており、本機が USB 接続であることを除き、装置の機能は似ています。回路を見比べてみると、汎用ロジック IC と CPLD とでは適した回路構成が違うことがわかり、おもしろいと思います。

本章では VHDL を例に説明しますが、まったく同じ回路を Verilog で記述したソース・ファイルを付録 CD-ROM に収録してあります。

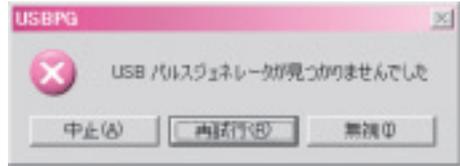


図2 パルス・ジェネレータが未接続の場合

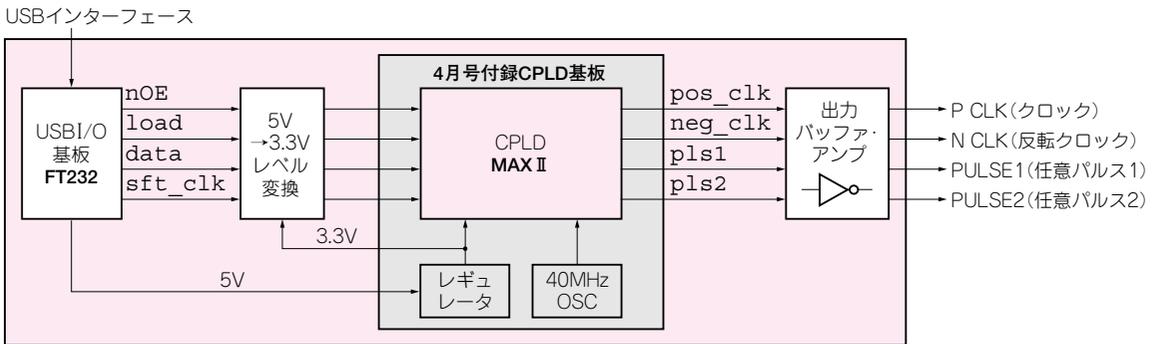


図3 全体の回路構成

## なぜ CPLD を使うのか?

### ● マイコンでできないのか?

便利なワンチップ・マイコンが安価に入手できます。しかも年々、高速化、高機能化が進み、タイマやパルス生成ユニットがいくつも内蔵されているマイコンもあります。

マイコンを使って本機を作ることを考えてみてください。パルス生成ユニットなどを使用すれば、P CLK だけを出力するものはできるかもしれませんが、それと同時に変化する N CLK や、任意のパターンである PULSE1/2 を出力できるマイコンは、おそらく存在しないでしょう。

マイコンを使うということは、マイコンを動作させるためのソフトウェアを作るということです。マイコンで実行できる命令は、あらかじめ決められており、クロックに合わせて順次命令を実行していきます。一つの命令ができることよりも複雑なことを、

同時に実行することはできません。マイコンだけでは、マイコンのハードウェア以上のことはできないのです。

### ● CPLD はハードウェア

CPLD を使うということは、CPLD 内の回路(ハードウェア)を作るということです。

入ってくる信号をどのように処理して、どのように出すのかは、CPLD を使う設計者がすべて決めることができます。1クロックの間に何を行うかということも、自由に決められます。そのため、マイコンの命令にはないようなことを同時に行うこともできるのです。

しかし、マイコンと違って何か命令を実行することはできません。CPLD に何かをさせるには、ゼロから回路を作り込んでやる必要があります。