

## 第7章 言語による回路設計の柔軟性を体験する

### ストップウォッチの設計

大中 邦彦  
Kunihiko Ohnaka

● 1チャンネルのスイッチ入力で複数の処理をこなすには…

図1に示すのは、ストップウォッチの仕様です。

第2部や第6章で出てきたButtonCountの回路と比べてときの大きな違いの一つは「**スイッチ1に複数(三つ)の機能がある**」ということです。

ButtonCountのスイッチには「押すと1増える」という一つの機能しかありませんでしたが、ストップウォッチのスイッチには、

- (1) スタート
- (2) ストップ
- (3) 再開

の三つの機能があります。

スタートという機能は「0秒で停止した状態から計測を再開する」と見なせば再開機能と同じと見なせるので、スイッチ1の機能の数は二つであるとも考えることもできます。どちらにせよ、複数の機能があることに変わりはありません。

同じスイッチなのに、押すタイミングによって機能が異なる装置のことを**state machine**、または**状態機械**と言います。

state machine  
状態を状況と読み替えると少しわかりやすくなるかも

しれません。つまり状況によって動作が変わる装置という意味です。

誰かがあなたに「眠いですか？」と質問したとします。あなたは状況によって「はい」と答えたり「いいえ」と答えたりすると思います。回路でも、状況によって、その動作が変わるものを作ることができます。

ここでは、そのようなステート・マシンの例として、写真1に示すストップウォッチを作ってみます。

#### 製作するストップウォッチの仕様

● 入出力の仕様を整理する

幸い、7セグメントLEDとスイッチが2個ずつ実装された基板ができあがっています(第6章)。これをストップウォッチに変身させます。

最初に「CPLDでどうやって時間を計るの?」といった疑問をもつかもかもしれませんが、「ストップウォッチのスイッチ1に複数の機能をもたせる」ことをテーマにするので、時間を計測する部分はすでに完成していると考えてください。

図2に、ストップウォッチの入出力を示しました。入力が3個に出力が8個あります。まずは入力側から説明します。

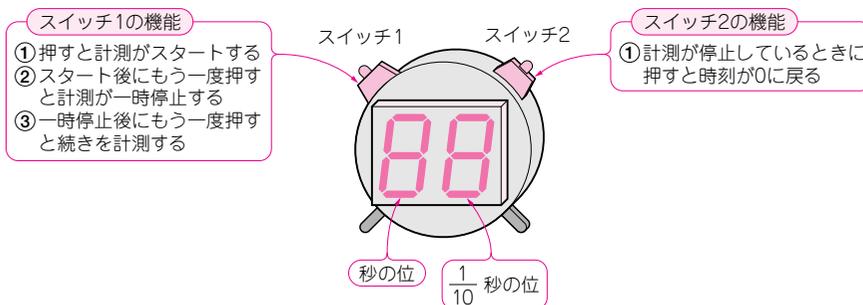


図1 製作するストップウォッチの仕様

#### Keywords

ステート・マシン, state machine, 状態機械, VHDL, エンティティ, クロック, PROCESS, case, when

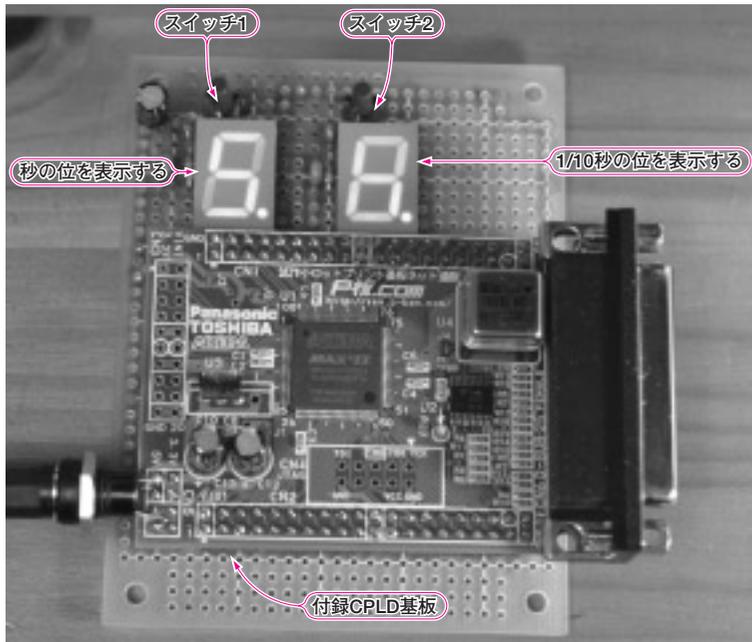


写真1 製作したストップウォッチが動作しているところ

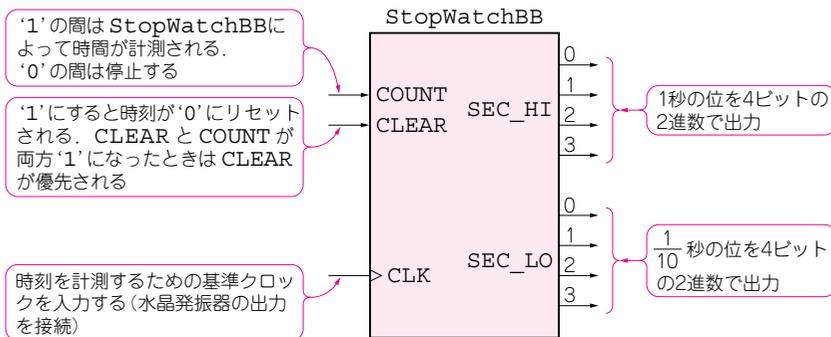


図2 製作するストップウォッチの入出力仕様

COUNT 入力端子を '1' にすると、このブラック・ボックスは時間の計測を始め、COUNT 端子が '0' に戻るまでカウントを続けます。

CLEAR 端子は、内部で計測している時刻を「0.0秒」の状態に戻す端子で '1' を入力すると 0.0 秒に戻ります。'0' のときは何も起きません。

CLEAR と COUNT が両方とも '1' になった場合は CLEAR が優先され、0.0 秒から変化しません。

CLK 入力端子には、内部で時間を数えるための基準クロック信号を入力します。付録 CPLD 基板には水晶発振器を実装する部分があり、MAX II の 62 番ピンに接続されています。これを使って基準クロックを入力します。

出力端子はたくさんあります。SEC\_HI 端子は 4 ビットで構成され、計測した時刻の 1 秒の位を出力しま

す。SEC\_LO には 1/10 秒の位が出力されます。この出力をそのまま 7 セグメント LED デコーダに接続すれば、時刻が表示されます。

### ● 処理の流れを書いてみる

図3に示すのは、このストップウォッチの動作を表したフローチャートです。

各ボックスの中には、その動作状態においてブラック・ボックスの COUNT 端子と CLEAR 端子に何を出力すべきかが書かれています。

一番上の状態でスイッチ1を押すと、時間の計測が始まります。次の状態では「スイッチ1が離されるまで待つ」とあります。この処理が挿入されていないと、すぐに次のスイッチ1の判定が動作してしまい、計測停止状態になります。