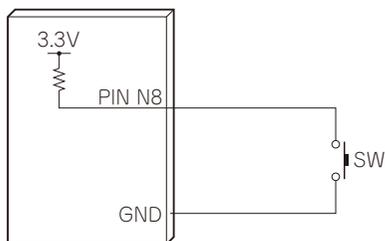


# 電気回路または論理回路で行う スイッチのチャタリング対策

望月 英輔



Tang Primer 20K

図1 Tang Primer 20Kの外部にタクト・スイッチを接続する

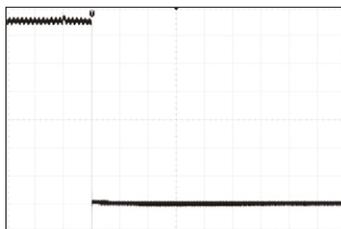


図2 正常時の波形

チャタリングは発生せず1回だけカウントアップする(0.5mV, 100 μs)

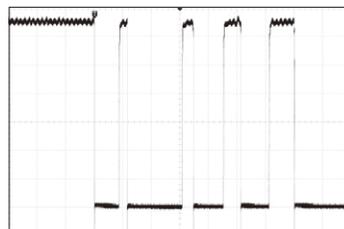


図3 チャタリング発生時の波形

1度スイッチを押したただけなのに複数回カウントアップする(0.5mV, 100 μs)

リスト1 物理制約ファイルに追記する内容(top.cst)

```
IO_LOC "sw_in" N8;
IO_PORT "sw_in" IO_TYPE=LVCMS33 PULL_MODE=UP
      BANK_VCCIO=3.3;
```

## スイッチで カウントアップする回路

### ● スイッチ入力をFPGAで受け取る

第3章では7セグメントLEDに10進数カウンタを表示する回路を作成しました。本章では、これに入力デバイスとしてタクト・スイッチを追加します(図1)。ボード上にもタクト・スイッチが搭載されていますが、ここではそれは使いません。

物理制約ファイルに追記する内容をリスト1に示します。FPGA内部でプルアップする設定としています。従って、N8の入力はスイッチを離れているときは“H”に、スイッチを押しているときは“L”になります。

スイッチが押されたときに7セグメントLEDの表示をカウントアップするようにSystemVerilogで回路を記述しました(リスト2)。digit\_driver, segment\_driverモジュールは第3章で実装したものと同じです。

### ● 動作確認

論理合成および配置配線後、FPGAへ書き込みます。書き込み直後は6桁の7セグメントLEDは全て0を表示しています。スイッチを押すと1つだけカウント・アップします。

さて、どうでしょうか。何回か押すと一度に2つカウント・アップすることがなかったでしょうか？

本章のテーマはこの現象の特定と対策です。

## チャタリングによる 意図しない動作

電子回路においてスイッチを1度だけ押したのに、複数回押したと判定されることがあります。これは接点が物理的にバタついて(バウンス)発生するチャタリングが原因です。

図2に正常時のスイッチの信号波形を、図3にチャタリング発生時のスイッチの信号波形を示します。

正常時は“H”→“L”へ電圧が落ちていきます。しかし、チャタリング発生時は“H”→“L”を何度も繰り返しています。この挙動によって10進カウンタの回路が何度も立ち下がりエッジを検出してしまい、複数回スイッチが押されたと判定してしまいます。

チャタリングはスイッチの機械的な特性によるものなので避けることはできません。スイッチを使用する際はこの現象が発生することを前提とし、何らかの対策が必要です。

## チャタリング対策

チャタリング対策を2種類紹介します。

### ● 方法1：電気回路で対処する

#### ▶ コンデンサの追加

チャタリング対策としてよく用いられる方法として電気回路の変更があります。図4のようにスイッチと並列にコンデンサを追加する方法です。

コンデンサを追加することで電圧の急峻な立ち上がりきゅうしゅんを抑制することができ、図5のように2回以上押下