

第3章

内蔵のセンサとA-Dコンバータで温度や電源電圧を監視

Virtex-5のシステム・モニタ機能を使いこなす

中村友哉

米国Xilinx社のVirtex-5は、四つのサブファミリに分類されるように、高性能・大規模論理、信号処理のためのDSP (Digital Signal Processing) ブロック、プロセッサを持つことが主な特徴になっている。このように高性能なFPGAでは、従来の一つのシステムに相当する機能を実現できる。逆にいえば、高い信頼性で活用するためには、チップ状態の監視が必須となる。ここでは、Virtex-5が持つシステム・モニタ機能に注目する。高性能FPGAを活用する上で重要な役割を持つので、積極的に利用すべき機能である。(編集部)

米国Xilinx社のVirtex-5シリーズは、2006年に発表された最先端FPGAです。65nmプロセスを採用したことにより性能が向上し、同時にダイナミック消費電力は前シリーズであるVirtex-4と比較して数十%削減されているといえます。新しいCPUコア(PowerPC 440)をハード・マクロで搭載したFXTシリーズの市場投入も始まり、これから普及が本格的に進んでいくであろう期待のFPGAです。

今回は、Virtex-5になって正式にサポートされた機能の中から、「システム・モニタ」にスポットを当てます。高速シリアルI/Oや高性能化したDSP (Digital Signal Processing) ブロックといった華々しい特徴に隠れてしまい、気付かなければ使わないまま放置されてしまいそうな地味な機能ですが、用途によってはけっこう重宝します。せっかくVirtex-5の全デバイスに搭載されている標準機能ですから、これからVirtex-5を試してみようと考えている方は、この機会にぜひ有効な利用法を考えてみてください。

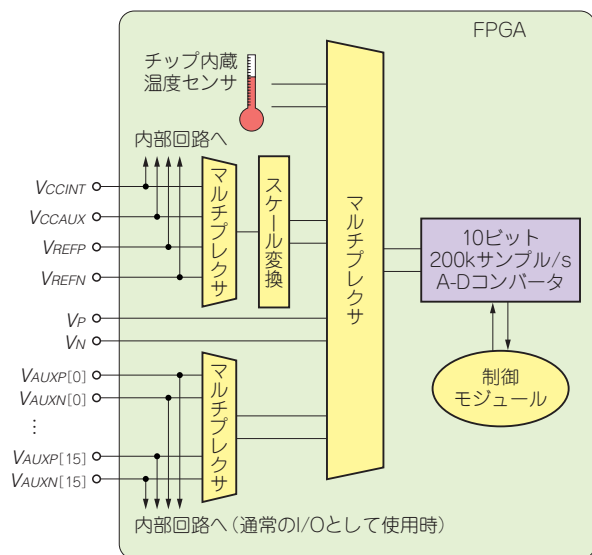


図1 システム・モニタの簡易ブロック図

10ビット200kサンプル/sのチップ内蔵A-Dコンバータへの入力をマルチプレクサで切り替えることで、複数のアナログ電圧を計測できる。制御部は省略している。

1 システム・モニタの機能を理解する

図1に、システム・モニタの簡易ブロック図を示します。システム・モニタは、10ビット200kサンプル/sの内蔵A-Dコンバータを中心に構成されています。このA-Dコンバータへの入力をマルチプレクサで切り替えることで、複数のアナログ電圧を計測する仕組みです。

システム・モニタを使うと、以下の対象を計測できます。

- ダイ温度



Virtex-5, システム・モニタ, A-Dコンバータ, 温度, アラーム, オート・シャットダウン, CORE Generator, EDK, UART

- V_{CCINT} (1.0V)
- V_{CCAUX} (2.5V)
- 差動アナログ電圧 (専用1組, 補助16組, 補助入力通常のI/Oピンを消費)^{注1}

● 温度と電圧を監視する

システム・モニタには温度, V_{CCINT} , V_{CCAUX} のアラーム機能があります。ユーザが任意に設定した値を超えた値を検出すると, ほかの回路に通知できます。もちろん, 外部に引き出すこともできます。

アラームを利用する際には, アラーム発生・解除の条件に注意が必要です。温度アラームは上限値を上回るとアラームが発生し, アラーム発生状態で下限値を下回るとアラームが解除されます。これに対し, 電圧アラームは上限値と下限値の間の範囲を逸脱するとアラームが発生し, その範囲に収まると解除されます。

● 差動アナログ電圧を計測する

差動アナログ電圧を使用する場合に特に注意が必要なのが, 入力の電圧要件です。ユニポーラとバイポーラの両方に対応しているのですが, ユニポーラの場合は $V_P - V_N$ の差動電圧入力範囲が $0 \sim 1V$ (同相範囲 $-0.2V \sim +0.5V$), バイポーラの場合は $-0.5V \sim +0.5V$ (同相範囲 $-0.1V \sim +1.0V$) です。このため, 一般的な電圧出力センサの計測手段としてはやや使いにくいと思います。電流出力のセンサまたは消費電流計測用途などとするのが素直な使い方といえるでしょう。

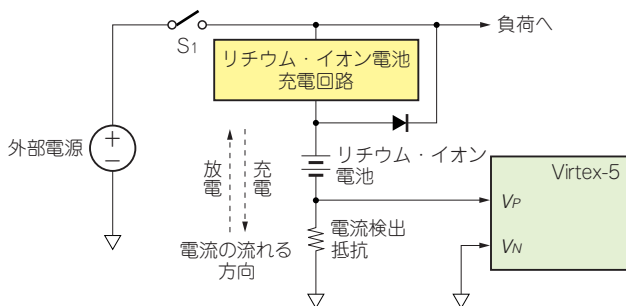


図2 リチウム・イオン電池充放電電流検出回路の例

S_1 がクローズのときは, 電池への充電と負荷への電力供給が外部から行われる。一方, S_1 がオープンになるときは, 電池から負荷へ電力が供給される。充放電電流を計測するために, 電池の負極とGNDとの間に電流検出抵抗を挟み, 電池の負極を Virtex-5 の V_P 端子へ接続, V_N 端子はGNDに接続する。すると V_P 端子の電位は充電時は正, 放電時は負となる。電流検出抵抗の値は, 実際の充放電電流の大きさとシステム・モニタの電圧入力要件から決定する。なお, 同相電圧範囲の制限から, ハイサイドの電流計測はできないことに注意。

バイポーラでの使用が可能という点を生かすと, 図2のようにリチウム・イオン電池の充放電電流検出などにも応用できると思います。

● FPGA 自身と周辺環境の監視に便利

システム・モニタは, FPGA チップ本体および周辺環境をチェックするための最低限の機能を持っているため, そのような機能を必要とするアプリケーションにとっては有用です。

例えば航空宇宙や原子力などといった厳しい環境下で使用する場合には継続的な環境監視が必須となります。システム・モニタは大いに活用できるでしょう。また, アラーム機能を使用することによって, 環境条件に応じて動作モードを切り替えるといったことも可能になります。通常の使い方としては, アラームが発生したらそれを解除するような対処をするわけですが, 逆にアラームが発生している状態を正常とする使い方とも考えられそうです (図3)。

航空宇宙や原子力ほどの厳しい環境でなくても, ダイ温度が上昇しすぎたときに自動的にFPGAをシャットダウンするくらいの機能はあった方がよいでしょう。これもシステム・モニタによって実現できます。この自動シャットダウン機能は, ダイの温度が 125°C を超えた場合, 約10ms後に自動的にシステム・モニタ以外の電源をOFFにして動作を停止させます。システム・モニタはその後にも継続的に温度を監視し, 指定した温度以下になったときに再び電源をONにします。オート・シャットダウン機能を利用するには, BitGenのオプション設定が必要です (p.70のコラム「オート・シャットダウン設定方法」を参照)。

2 システム・モニタの利用法

システム・モニタは, JTAGからアクセスするか, ユーザがシステム・モニタを明示的にインスタンス化 (インスタンス化) し, ユーザ回路に組み込んで使います (図4)。

● DRP を介してアクセスする

システム・モニタはFPGAのコンフィギュレーション前にもアクセスできるように, JTAGインターフェースを備え

注1: システム・モニタ・ブロックはダイの中央付近に存在し, 周囲をデジタル信号に囲まれてしまうので, 差動入力にすることによって共通モード・ノイズをキャンセルする意図がある。このため, プリント基板設計についても一定の注意がある。詳しくはユーザ・ガイド⁽¹⁾を参照。