

ご購入はこちら

Cortex-Mマイコン 低消費電力モードの研究

第4回 1 μ A超ロー・パワー!
Kineticマイコン特有モードの意図的な移行/復帰

中森 章

表1 Cortex-Mマイコンにはたいてい超ロー・パワーなメーカー独自モードが用意されている…Kineticマイコンの例

一般的な動作モード	Cortex-Mの動作モード	拡張されたKineticの動作モード	復帰時間	消費電流(参考値)
RUN(動作)	RUN(動作)	RUN(動作)	—	210 μ A/MHz \sim
		VLPR(超低消費電力で動作)	—	210 μ A/MHz \sim
Wait(待機)	Sleep(スリープ)	Wait(待機)	—	3.88mA ⁽¹⁾
		VLPW(超低消費電力で待機)	4 μ s	112 μ A ⁽¹⁾
Stop(停止)	DeepSleep(ディープ・スリープ)	Stop(停止)	4 μ s	309 μ A ⁽¹⁾
		VLPS(超低消費電力で停止)	4 μ s	2.379 μ A ⁽¹⁾
		LLS(低リーク電流で停止)	4 μ s	1.2 μ A \sim 7 μ A
		VLLS3(超低リーク電流で停止)	35 μ s	1 μ A \sim 5 μ A
		VLLS2(超低リーク電流で停止)	35 μ s	750nA \sim 2 μ A
		VLLS1(超低リーク電流で停止)	100 μ s+外部割り込み有効復帰時間	500nA \sim 1.5 μ A

CPUコアを最大2MHzで動作させる

CPUコアへのクロック供給なし、バス・クロックが最大2MHzで動作

CPUコアへのクロック供給なし、バス・クロックの供給なし

1 μ Aレベルの超ロー・パワー! フリースケールが独自に追加

前回(第3回, 2015年10月号)は, Cortex-Mマイコンがスリープ状態から自動で復帰/移行するしくみを説明しました。

今回は, Kineticマイコンが持つ10種類ある低消費電力モードの使い分けに欠かせない三つの回路(PMC回路, SMC回路, LLWU回路)の役割の説明を行います。(編集部)

Cortex-Mマイコンにはたいてい超ロー・パワーなメーカー固有モードが用意されている

本連載のターゲット・マイコンKinetic(フリースケール)には10種類の動作モードが存在します。Cortex-Mで用意されているモード以外に, 超低消費電力なメーカー特有モードが追加されています(表1)。概要を以下に示します。

通常の割り込み待ちではWFI命令を実行して割り込みを待つのが定番です。これはスリープ(Wait)モードに相当します。

基本的にはCPUが動き続けているのが前提であり, WFI命令を実行すると割り込み要求が発生するまでの間, CPUコアへのクロック供給が停止します。このWFI命令でクロックは止まっている時間はわずかですので, 低電力の観点でも塵積の効果でしかありま

せん。しかし, 割り込み待ちを自己ループ(分岐命令による無限ループ)で行うよりははるかに低消費電力ですが, WFI命令を実行するとCPUの動作が停止してしまいます。

割り込み待ちはポーリングで行う場合もありますが, この場合は, CPUは自由に動作できる状況ですが, 自己ループと同程度の消費電力になってしまいます。このポーリング時の消費電力を下げるには動作周波数自体を下げるしかありません。これを実現するのがVLPR(Very Low Power Run)モードです。動作周波数を下げながらもCPUを動作させ続ける必要がある場合にはVLPRモードを使用します。

RUNモードとVLPRモード以外はCPUへのクロックが停止しています。その分, 低電力になります。それに加えて周辺デバイスのクロックを停止したり一部の領域の電源を止めることで, より低消費電力を実現できます。電力モードにおける低消費電力は次のような順序になっています(表1, 図1を参照)。

RUN > VLPR > WAIT > VLPW > STOP > VLPS > LLS > VLLS3 > VLLS2 > VLLS1

● 停止状態からの復帰時間も重要!

CPUの停止時間に応じて, より消費電力が小さい