

Renesas Synergy™ S3A7

R30AN0253JJ0120

Rev.1.20

消費電力低減ガイド - アクティブ時電力編 -

2016.06.07

要旨

本アプリケーションノートでは、Renesas Synergy マイクロコントローラ S3A7 グループの消費電力を低減するための手法を解説します。

対象デバイス

Renesas Synergy マイクロコントローラ S3A7 グループ

ご注意

本アプリケーションノートを他のマイコンに適用する場合は、適用するマイコンの仕様に合わせて変更し、十分評価してください。

目次

1. マイクロコントローラが消費する電力の概要	3
1.1 ダイナミック消費電力	4
1.2 スタティック消費電力	4
1.3 まとめ	4
2. S3A7 グループの低消費電力	5
2.1 クロックの分周	6
2.2 EBCLK の制御	7
2.3 Module Stop 機能	7
2.4 低消費電力モード(Low power modes)	9
2.4.1 Sleep mode	9
2.4.2 Software Standby mode	9
2.4.3 Snooze mode	9
2.5 電力制御モード(Power control modes)	10
2.5.1 High-speed mode	11
2.5.2 Middle-speed mode	11
2.5.3 Low-speed mode	11
2.5.4 Low-voltage mode	11
2.5.5 Subosc-speed mode	11
2.6 まとめ	12
3. DK-S3A7 を使った消費電流データ算出例	13
3.1 評価環境	13
3.2 考え方	13
3.3 周辺クロックの消費電流	14
3.4 【参考資料】 ULPBench	15
3.5 まとめ	15
Revision History	16

1. マイクロコントローラが消費する電力の概要

マイクロコントローラ（以下、MCU）が消費する電力は2種類に分類することができます。1つは、MCUの動作周波数に依存するダイナミック消費電力です。ダイナミック消費電力は、動作周波数に比例して消費電力が増加する特徴があります。もう一つは動作周波数に依存しないスタティック消費電力です。スタティック消費電力は、動作周波数には依存しませんが、電源電圧や動作周囲温度に依存して変化するものがあります。それぞれの消費電力の主要因を以下に示します。

ダイナミック消費電力

- ◇ 内部信号の変化によるスイッチング消費電力
- ◇ 貫通電流による消費電力

スタティック消費電力

- ◇ アナログ回路が動作するために必要な消費電力
- ◇ リーク電流による消費電力

組み込みシステム設計において、低消費電力を実現するためにはダイナミック消費電力を低減することが重要な鍵となります。しかし、ダイナミック消費電力の低減とMCUのパフォーマンスはトレードオフの関係にあるため、組み込みシステムにあわせた最適な設計が必要になります。一方で、スタティック電流は、アプリケーションレベルでは低減することができない物理的な消費電力になります。図1に消費電力のモデルを示します。

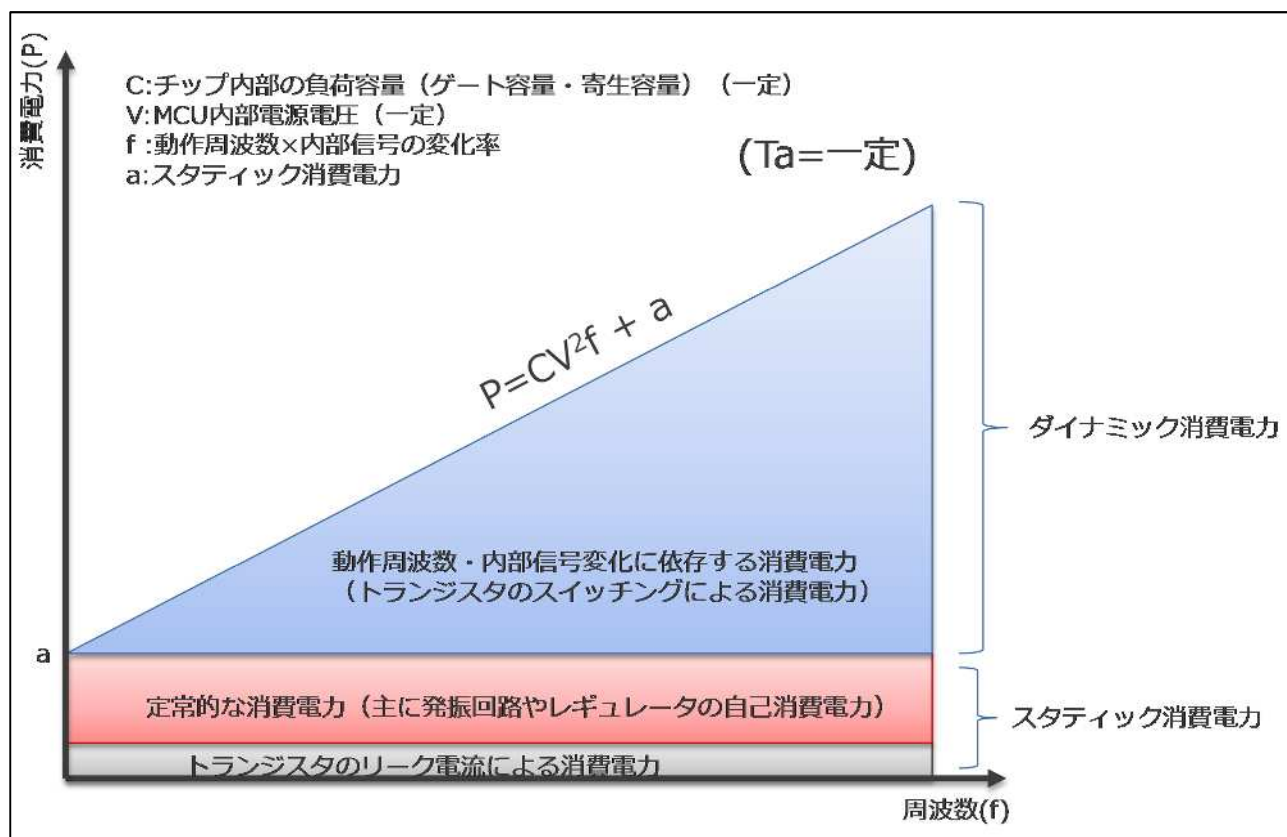


図1 MCUの消費電力モデル

1.1 ダイナミック消費電力

ダイナミック消費電力とは、MCUが動作するときに消費する電力のことを指します。MCUが動作すると、動作周波数に依存して内部信号がスイッチングします。信号が変化する過程において、PMOSとNMOSが同時にオンする状態が発生するため、そのときに貫通電流が発生します。信号の変化を次段に伝えるためには、配線の寄生容量や次段のゲート容量に対して充電（または放電）するための電流が発生します。特定の動作条件において、配線の寄生容量や次段のゲート容量と電圧は一定であることから、ダイナミック消費電力は、周波数に比例するといえます。つまり、信号の変化は動作周波数に依存するため、周波数を低くすることで電力削減が可能になります。

ダイナミック消費電力

CV^2f

C：ゲート容量、配線の寄生容量（一定）

V：電圧（一定）

f：周波数

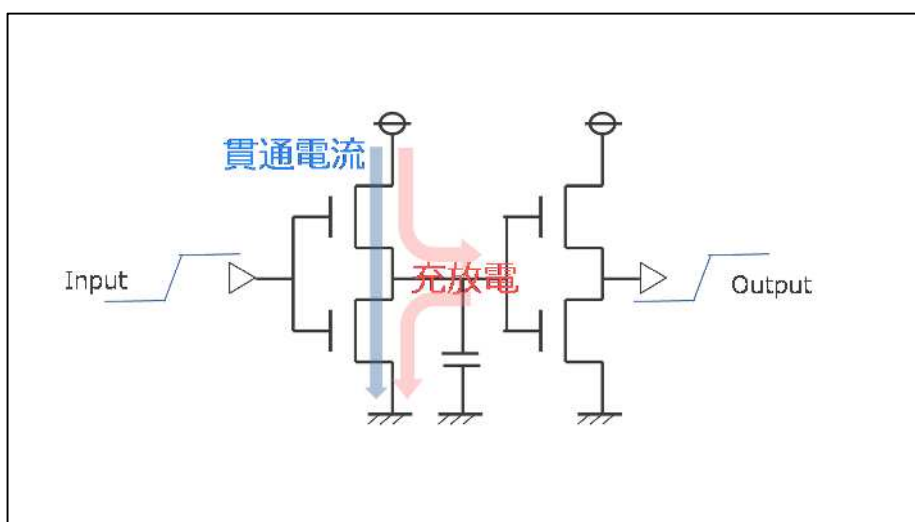


図2 ダイナミック消費電力の電流消費経路

1.2 スタティック消費電力

スタティック消費電力とは、MCUの周波数に依存せず定常的に消費される電力のことを指します。低電圧検出回路、コンパレータ、内蔵レギュレータなどのアナログ回路は、回路動作により電流が定常的に消費されます。アナログ回路の停止や動作モードの変更により、消費電流を制御することができます。

一方で、リーク電流は製造プロセスや電源が供給されている回路規模により一意に決まるため、アプリケーションで制御することができません。高電圧・高温の条件でリーク電圧が増加するため、最適な電源電圧の設定と、動作周囲温度が上昇しないようにする必要があります。

1.3 まとめ

消費電力とMCUのパフォーマンスはトレードオフになります。ターゲットとするアプリケーションごとに設計の最適化が必要になります。

バッテリーや電池駆動で消費電力が最優先のシステムを設計する場合は、機能が実現できる最低限の処理速度が満足でき、搭載機能や搭載メモリが必要最小限のMCUを選択するのが良いでしょう。

電源が常に確保でき、冷却機能が備わっている環境で、演算処理を主目的とする場合は、動作保証周波数やメモリサイズが大きいMCUを選択すると良いでしょう。

2. S3A7 グループの低消費電力

S3A7 グループには低消費電力を実現する要素として以下の項目があります。以下に示す制御やモードを適切に組み合わせることで、消費電力を低減することができます。以下に、S3A7 ユーザーズマニュアル MCU 編 第 11 章 Low Power Mode の概要に記載している低消費電力機能の仕様を示します。

表 1 低消費電力モードの仕様

項目	仕様
クロック分周	システムクロック(ICLK), 周辺モジュールクロック (PCLKA,PCLKB,PCLKC,PCLKD)、外部バスクロック(BCLK)、フラッシュインタフェースクロック(FCLK)は、それぞれ独立して分周を設定することができます。
EBCLK 出力制御	EBCLK 端子からクロックを出力するか”H”レベル固定出力にするかを選択することができます。
モジュールストップ機能	周辺モジュールに対して周辺モジュールクロックの供給を停止する機能です。
低消費電力モード (Low power modes)	<ul style="list-style-type: none"> • Sleep mode • Software Standby mode • Snooze mode
電力制御モード (Power control modes)	<ul style="list-style-type: none"> • High-speed mode • Middle-speed mode • Low-speed mode • Low-voltage mode • Subosc-speed mode

2.1 クロックの分周

システムクロック (ICLK)、周辺モジュールクロック (PCLKA, PCLKB, PCLKC, PCLKD)、外部バスクロック (BCLK)、フラッシュインタフェースクロック (FCLK) の周波数が低いほど、消費電力を低減できます。また、使用しないクロックがある(外部バスを使用しないなどの)場合は分周値を 64 分周(分周値の最大)にしておくことで消費電力を抑えることができます。

クロックソースとクロック分周回路の関係を以下の図に示します。

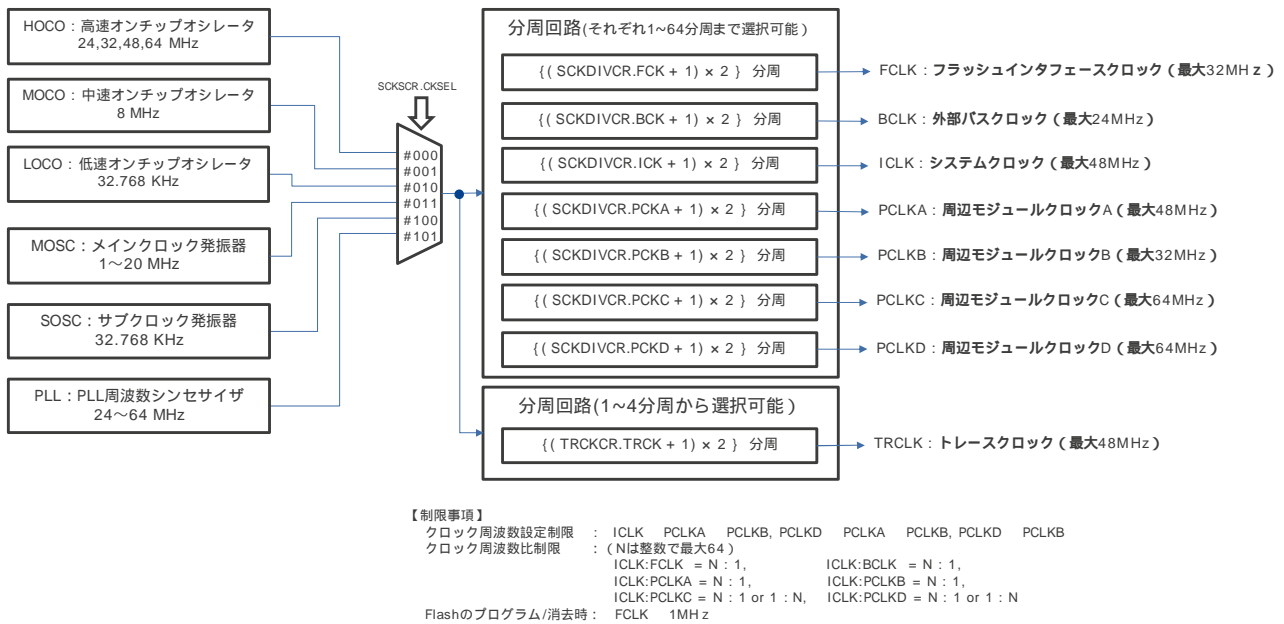


図3 クロックソースと分周回路の関係

2.2 EBCLK の制御

外部バスクロック、BCLK、外部バスコントローラの動作クロックです。また、外部接続バス用 EBCLK 端子から外部に出力されます。

BCLK を出力していると消費電力が大きくなるため、不要の場合は”H”固定に設定してください。

2.3 Module Stop 機能

S3A7 には周辺モジュールへのクロック供給を停止するモジュールストップ機能があります。使用しない周辺モジュールをモジュールストップ状態にしておくことで消費電力を低減できます。

各周辺モジュールのモジュールストップは、モジュールストップコントロールレジスタ A~D (MSTPCRA ~ MSTPCRD)によって設定できます。リセット解除後、周辺モジュールはモジュールストップ状態です。ただし、以下の周辺モジュールはリセット解除後にモジュールストップ状態が解除されていますので、必要に応じてモジュールストップ状態にしてください。

- SRAM0 : SYSTEM.MSTPCRA レジスタの MSTPA0 ビット(b0)
- SRAM1 : SYSTEM.MSTPCRA レジスタの MSTPA1 ビット(b1)
- ECCSRAM : SYSTEM.MSTPCRA レジスタの MSTPA6 ビット(b6)

各モジュールの動作クロックと、モジュールストップの制御ビットの関係を以下に示します。

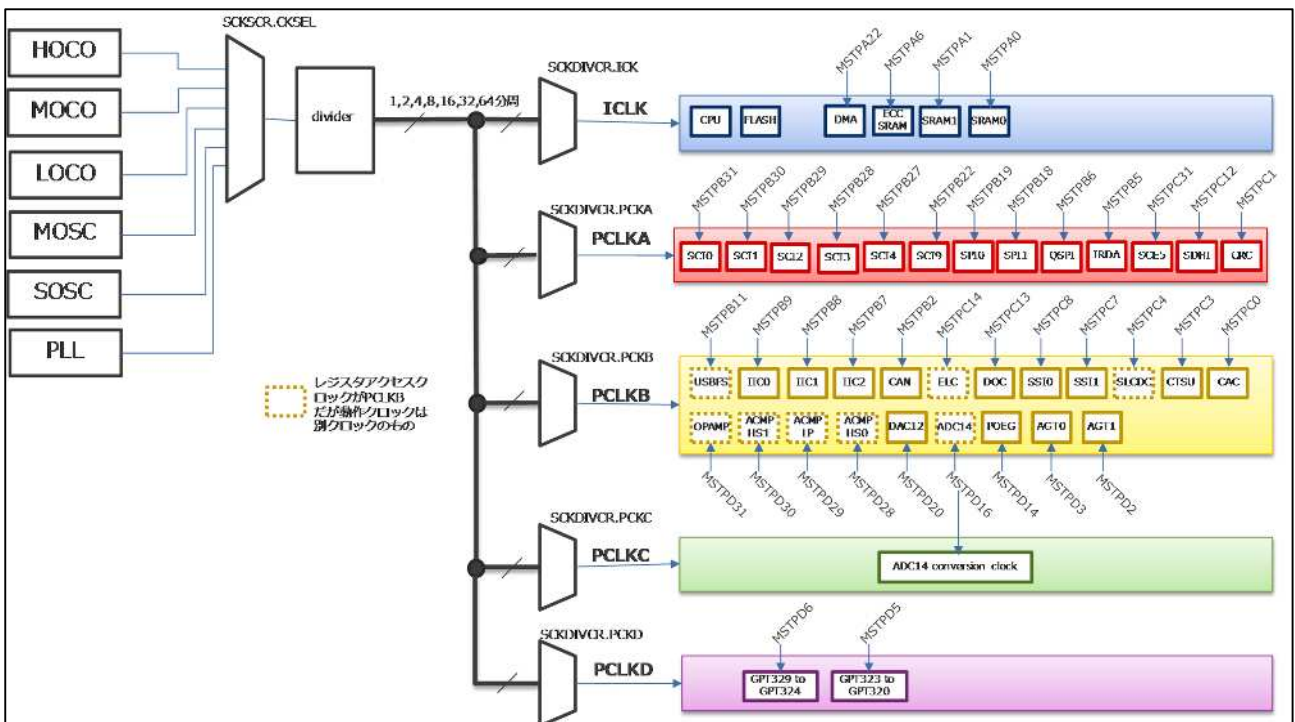


図4 クロックの種類と MSTP ビット

モジュールストップ機能が存在しない周辺モジュールがあります。使用しない場合は周辺モジュールの動作を停止してください。モジュールストップ機能が存在しない周辺モジュールを以下に示します。

- KINT
- RTC
- LVD
- Clocks
- Code/Data Flash
- TSN

2.4 低消費電力モード(Low power modes)

S3A7には、消費電力を低減するための3つの低消費電力状態があります。それぞれ消費電力を大きく低減することができますが、動作状態が異なります。詳細は「S3A7 ユーザーズマニュアル：マイクロコントローラ」を参照してください。

2.4.1 Sleep mode

SBYCR.SSBYビットが0の状態ではWFI命令を実行すると、Sleep modeに遷移します。このモードでは、CPUが動作を停止しますが、内部レジスタの内容は保持されます。CPU以外の周辺機能は停止しません。Sleep modeで利用可能なリセットや割り込みが発生すると、Sleep modeを解除し、Normal modeに遷移します。マスク可能割り込みによりSleep modeを解除する場合は、WFI命令を実行する前にSleep modeを解除する割り込みを、IELSRnレジスタで設定してください。

2.4.2 Software Standby mode

SBYCR.SSBYビットが1の状態ではWFI命令を実行すると、Software Standby modeに遷移します。このモードでは、CPUをはじめほとんどの周辺機能と発振器は停止します。しかし、CPU内部レジスタやSRAMデータの内容、内蔵周辺機能とI/Oポートの状態は保持されます。そのため、Software Standby modeは消費電力の大幅な低減を可能にします。Software Standby modeから復帰する場合は、ウェイクアップを許可した割り込みを使用してください。

2.4.3 Snooze mode

Software Standby mode時に、Snooze modeへの遷移要求が発生するとSnooze modeに遷移します。このモードでは、CPUを動作させることなく特定の周辺機能を動作させることができます。

2.5 電力制御モード(Power control modes)

使用するクロックや周波数、および動作電圧に応じて適切な動作電力制御モードを選択すると消費電力を低減できます。S3A7 グループは High-speed mode、Middle-speed mode、Low-speed mode、Low-voltage mode、Subosc-speed mode の 5 種類のモードがあります。

周波数の最大値が低いモードに移行する際は、ユーザーズマニュアルの「11.5.1 Setting Operating Power Control Mode」に従ってレジスタを設定してください。

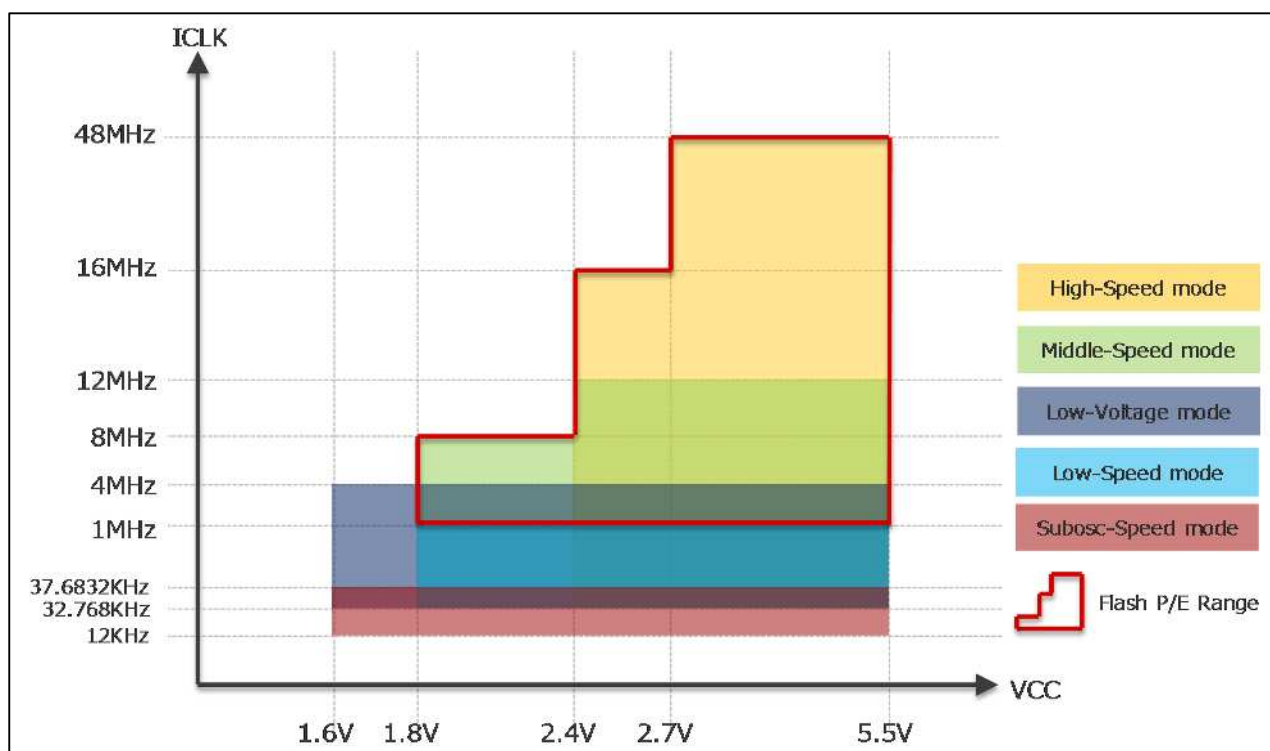


図 5 Operating Range

2.5.1 High-speed mode

最大 48MHz で動作するモードです。電源電圧は 2.4V ~ 5.5V です。パフォーマンス重視の高速処理が必要な場合は、High-speed mode を選択してください。

また、間欠動作するシステムにおいて、Software Standby mode に遷移している時間が長いシステムの場合は、CPU がアクティブの時間を極力短くすることで、パフォーマンス重視の高速処理でも、電力を抑えることができます。しかし、間欠動作による消費電力低減効果はシステムに大きく依存するため、十分なシステム評価を実施した上で High-speed mode を使うかご検討ください。

2.5.2 Middle-speed mode

電源電圧が 1.8V ~ 5.5V と広範囲で動作し、最大 12MHz で動作が可能です。

例えば、電池駆動のシステムで、電池の残量が十分にあるときは高速で処理し、電池の残量が少なくなってきたときは、周波数を落としながら 1.8V まで動作させることができます。このような動作が必要なシステムに最適です。

2.5.3 Low-speed mode

最大動作周波数は 1 MHz で、動作電圧範囲は 1.8V ~ 5.5V です。このモードでは、フラッシュの書き換えと PLL を使用することができません。

2.5.4 Low-voltage mode

最大動作周波数は 4 MHz で、動作電圧範囲は 1.6V ~ 5.5V です。フラッシュの書き換え時は、電源電圧を 1.8V 以上に設定してください。このモードでは、PLL は使用できません。

2.5.5 Subosc-speed mode

最大動作周波数は 32.768kHz で、動作電圧範囲は 1.6V ~ 5.5V です。フラッシュの書き換えができません。また、クロック回路は、サブ発振回路とロースピードオンチップオシレータのみ使用可能です。

2.6 まとめ

クロック分周、EBCLK の制御、および Module Stop 機能により、使用していない機能を停止させたり、周辺クロックの分周比を大きくしたりすることで消費電力を低減することができます。

CPU の処理に応じて、適切に低消費電力モードを遷移させることで消費電力の低減が見込めます。

電力制御モードについては、得失を以下の表にまとめましたので、アプリケーションに合わせて適切なモードを選択し電力低減を図ってください。

表 2 電力制御モードの特長

電力制御モード	システムクロック 最大周波数 消費電流 標準値	電源電圧範囲	フラッシュ P/E	ポイント
High-speed mode	48MHz 11.8mA	2.4V ~ 5.5V	電源電圧 2.7V 以上 システムクロック 周波数 1MHz 以上	最大動作周波数で動作が可能なモード。間欠動作のアクティブ時の処理時間を短縮する場合はこのモードを選択します。
Middle-speed mode	12MHz 3.6mA	1.8V~5.5V	システムクロック 周波数 1MHz 以上	電源電圧が 1.8V ~ 2.4V の範囲で、動作周波数を 8MHz まで設定できるモード。
Low-speed mode	1MHz 0.5mA	1.8V~5.5V	できません	CPU 動作周波数が 1MHz 以上のアプリケーションで、消費電力が最も低い動作モード。
Low-voltage mode	4MHz 2.5mA	1.6V ~ 5.5V	電源電圧 1.8V 以上 システムクロック 周波数 1MHz 以上	電源電圧が下限の 1.6V まで動作可能なモード。
Subosc-speed mode	37.6832kHz 13.5uA	1.6V ~ 5.5V	できません	CPU が動作するモードで最も消費電力が低い動作モード。

3. DK-S3A7 を使った消費電流データ算出例

DK-S3A7 には、デジタル電源、アナログ電源、バッテリーバックアップ電源にシャント抵抗を備え付けています。そのため、電流計を用意しなくても、抵抗の両端にかかる電圧を測定することで、数 mA 以上の消費電流を取得することができます。

本章では、Module Stop 機能を有効無効に切り替えたときの消費電流の違いを測定することで、Module Stop ビット 1 ビット当たりの消費電力を見積ります。

3.1 評価環境

IDE : e2 studio V4.2.0.012

ボード : DK-S3A7 v1.1

3.2 考え方

特定機能の電流を測定する場合は、測定したい機能を含む MCU の動作電流から、同じ MCU の動作条件で、測定したい機能だけを停止させたときの MCU 動作電流の差分をとります。この差分が、測定したい機能の消費電流になります。

被測定機能の動作電流 =

$$\text{(被測定機能の動作を含む MCU 動作電流)} - \text{(被測定機能を停止させた MCU 動作電流)}$$

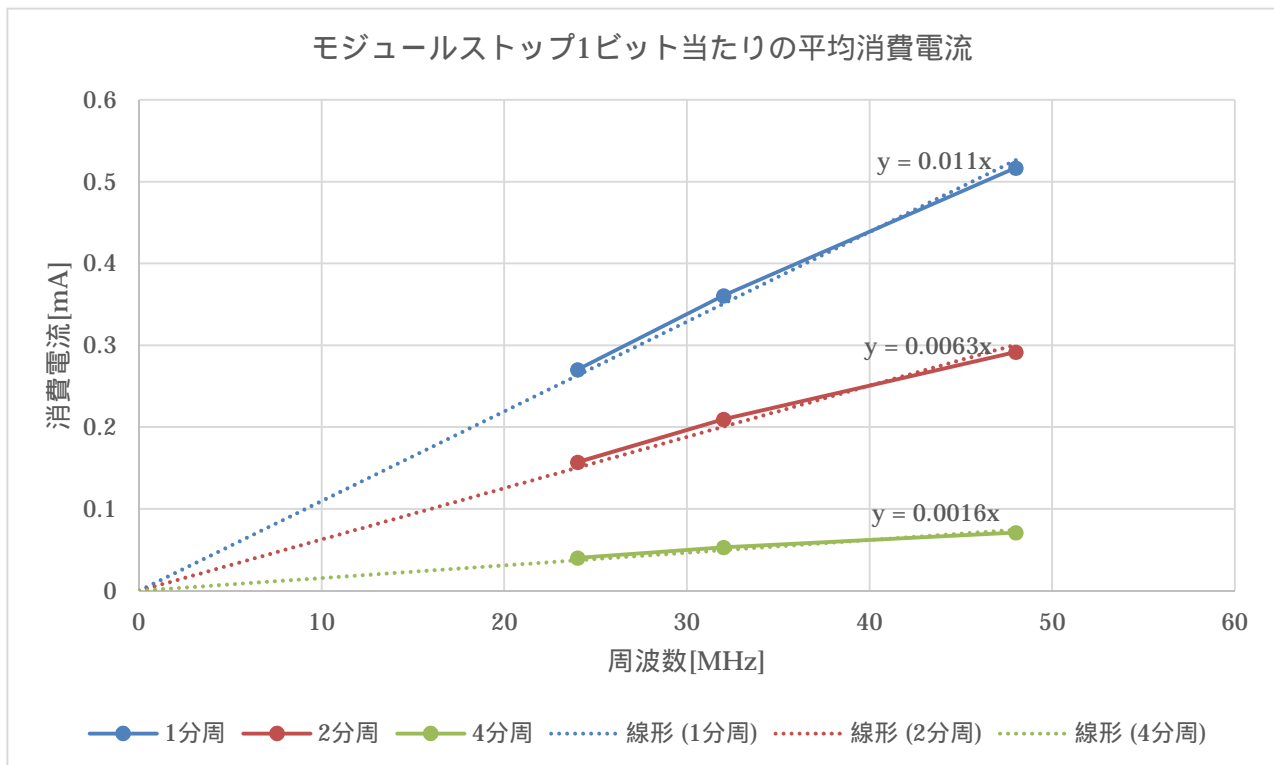
注意点として、プログラムの配置場所やコンパイルオプションの違いによっても MCU の動作電流に影響が出ますので、MCU の動作条件だけではなく、開発環境の条件もそろえる必要があります。

3.3 周辺クロックの消費電流

以下に示すグラフは、モジュールストップビットの1ビット制御に対する、周波数と消費電流の特性を示しています。

DK-S3A7で評価する場合は、1ビット毎にON/OFFの電流差分を取得するだけの精度が得られないため、以下の手順で測定しています。

1. すべてのモジュールが、モジュールストップ CANCEL 状態の電流を測定
2. モジュールストップ状態の電流を測定
3. 1と2の差分をとり、モジュールストップビット数で割る



周波数に対する電流特性は、1次関数で示すことができます。また、差分をとっているため、スタティック消費電流が含まれません。したがって、近時線は原点から引くことができます。

このグラフから、モジュールストップを有効にすることで、どれだけの消費電力が低減できるか予測することが可能です。

上記の例では、モジュールストップによるモジュールクロック経路の消費電流特性を取得しています。同様の手法で、モジュールの動作電流を測定する場合も、動作 ON/OFF の差分をとることで正確に電流を測定することが可能です。

3.4 【参考資料】 ULPBench

様々なベンチマークテストの策定をしている EEMBC が「ULPBench」を公開しています。このベンチマークは、1 秒ごとに規定の動作を行い、規定の動作が完了したら低消費電力モードに遷移するという動作を繰り返します。そのときの消費電力を数値化することで、各製品の低消費電力の性能比較の指標とすることができます。

DK-S3A7 は、ボード上にシャント抵抗が搭載されているため、ULPBench を実行することができません。ULPBench が実行できるボードを作成し、ULPBench を実行したときの最適な設定を参考情報として以下に示します。

表 3 参考情報

機能	アクティブ時	Software Standby 時	備考
Code Flash	CPU 命令実行	アクセスしない	
Data Flash	アクセスしない	アクセスしない	
SRAM0	アクセス	48KB の領域を除いて SRAM0 の電源は OFF	PSMCR レジスタの PSMC ビットを 01b に設定する
SRAM1	アクセスしない	SRAM1 の電源は OFF	
HOCO	32MHz	停止	
MOSC/MOCO/LOCO/PLL	停止	停止	
SOCS	Low power mode3	Low power mode3	
PCLKA/B/C/D,BCLK,FCLK	16 分周	停止	
ICU	動作	動作	RTC の 1 秒割り込みで software Standby からアクティブに遷移する
RTC	SOCS 動作	SOCS 動作	1 秒周期のウェイクアップ割り込みを発生
I/O Port	動作	停止	ULPBench の Core Profile Code で動作
その他の機能	停止	停止	

3.5 まとめ

低消費電力低減は、MCU のパフォーマンスとトレードオフの関係にあります。MCU の使用条件に合わせて指標を設定し、動作周波数や動作モードを組み合わせながら最適なポイントを見つけていく必要があります。

改定記録

Rev.	発行日	改定内容	
		ページ	概要
1.00	'16年3月18日		初版
1.10	'16年3月29日	12	2.6、3.6のまとめを追加 3.4 参考資料として ULPBench を掲載
1.20	'16年6月7日	1	誤記修正
		5	第2章の導入文の最後に、UMH から表を転記した旨を記載 表1のタイトル行を英語から日本語に変更
		6	図3クロックソースと分周回路の関係を示す図を追加
		7	2.1に掲載していた図を2.3に移動
		11	電圧の単位抜けを修正
		14	誤記修正

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が発生し、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。

外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

【注意】リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。

リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子

（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

同じグループのマイコンでも型名が違くと、内部 ROM、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が異なる製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

- 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
- 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
- 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
- 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
- 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、
家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、
防災・防犯装置、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じて、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
- 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
- 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
- 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
- 本資料に記載されている当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍用用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。
- お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にご負担して頂きますのでご了承ください。
- 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。

注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社その総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



ルネサスエレクトロニクス株式会社

営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

営業お問合せ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24（豊洲フォレシア）

技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>