

TMS320DM643x 消費電力概要

アプリケーション技術部

アブストラクト

注: TMXデバイスにおける暫定のデータです。変更する可能性がある情報です。

このアプリケーション・レポートではテキサス・インスツルメンツTMS320DM643x デジタル・メディア・プロセッサ(DMP) の消費電力について議論します。消費電力は、顕著にアプリケーションに依存します。お客様のアプリケーションにおける消費電力を見積もるために、スプレッドシートを提供します。

このアプリケーション・レポートは、次のリンクから入手可能なスプレッドシートを含んでいます。 <http://www-s.ti.com/sc/techlit/spraa06.zip>

注: TMXデバイスは最終デバイスの電気仕様を満たさない試験用のデバイスです。

目次

1 序文.....	2
2 アクティビティに基づいたモデル.....	2
3 電力見積もりスプレッドシートの使用法.....	5
4 結果の利用.....	6
5 熱に関する考察.....	7
6 制限事項.....	10
7 参考文献.....	10

図

図 1 CPU周波数が459MHzのときの高性能デバイスのベースライン消費電力.....	3
図 2 CPU周波数が459MHzのときの低消費電力デバイスのベースライン消費電力.....	3
図 3 ヒート・シンクの情報例.....	8
図 4 ヒート・シンクの情報例.....	10

表

表 1 標準的なアクティビティ.....	2
----------------------	---

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ(日本TI)が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

SPRAAO6B 翻訳版

最新の英語版資料
<http://www-s.ti.com/sc/techlit/spraa06.pdf>

1 序文

スプレッドシートから良い結果を得るには、現実に即したパラメータを入力する必要があります。低いコア電圧及びそのほかの電源設計の最適化により、これらのデバイスは低消費電力とパフォーマンスの比を維持しながら工業的に優れた性能をもたらします。

DM643x デバイスには、基本的なオプションがあります。低消費電力オプション及び、高性能オプションです。低消費電力デバイスは、高性能デバイスに比べて、温度及び電圧に対して低い消費電力になります。それとは逆に、高性能デバイスは高速動作が可能です。低消費電力デバイスは、パーツ・ナンバーに-L が付いており、他のデバイスと区別することができます。付随のスプレッドシートを用いることにより、高性能及び低消費電力デバイスの消費電力を見積もることができます。付随のスプレッドシートに示されるデータは、生産ユニットにおいてハイエンドの消費電力を示す代表デバイスによって計測されたものです。スプレッドシートの値を超える平均消費電力を示す生産ユニットはありません。そのため、スプレッドシートの値は、最大長期平均として、ボードの温度解析及び電源設計に使用できます。

注: すべての電力測定はTMX320DM6437 シリコン・リビジョン 1.1を使用しています。

標準的な生産ユニットは、高性能デバイスだけでなく低消費電力デバイスさえよりも低い消費電力になるでしょう。表 1 に与えられた条件における、標準的なデバイス、高性能デバイスおよび低消費電力デバイスの消費電力の最悪値を示します。

表 1 標準的なアクティビティ

コア電圧	CPU周波数	デバイスの種類 ⁽²⁾	周波数における電力 (W) ⁽¹⁾			
			内部ロジック	IO18	IO33	トータル ⁽²⁾
1.2V	702 MHz	高性能	991	169	42	1202
		標準的なユニット	716	169	42	927
1.2 V	594 MHz	高性能	889	167	42	1098
		低消費電力	732	167	42	941
		標準的なユニット	628	167	42	838
1.2 V	459 MHz	高性能	760	165	42	967
		低消費電力	603	165	42	810
		標準的なユニット	519	165	42	726
1.05 V	459 MHz	高性能	511	131	42	683
		低消費電力	407	131	42	580
		標準的なユニット	397	131	42	570

(1) 次の条件を想定しています: DSP CPUの使用頻度は60% (ペリフェラルの設定、他の状態監視)、DDR2の使用頻度は50% (135 MHz)、ライト 50% writes、32ビット、50%のビット・スイッチング、2-MHz McBSP0の使用頻度は100%、Timer0は100%、ZWTパッケージを室温 (25° C) で使用。

(2) 高性能、低消費電力と標準的なユニットの間の電力消費量の差は、本質的にはプロセス、温度および電圧によって変動する静的電流の差によるものです。標準的なプロセスにおける静的消費電流は、複数のユニットからの測定データを平均することによって、測定されました。詳細は、2.1 項をご覧ください。

2 アクティビティに基づいたモデル

TMS320DM643x の消費電力は、オンチップリソースの使用状況に大きく依存します。このため、使用されているコンポーネント及びそれらのコンポーネントの使用パターンを理解することなしに、正確に消費電力を見積もることはできません。どのように、何を使用しているかを示すパラメータを用いることにより、正確な消費電力量から電源及び熱解析を得ることができます。

このアプリケーション・レポートでは消費電力は2つのコンポーネントにブレークダウンされます。それらは、ベースライン電力とアクティビティ電力です。本資料では、システム要求に応じた色々なアプリケーションに対して正確に予測する方法を紹介いたします。

2.1 ベースライン電力

ベースライン電力は、チップの稼動状況に影響を受けない電力です。これには、オンチップの電源管理モジュールで電源を切ることのできない、静的な電力(リーク)、フェーズ・ロックド・ループ(PLL)の電力、発振器の電力、DDR2 PLLの電力およびさま

さまざまなサブシステム・コンポーネント(例えばSCR)へのクロック・ツリーの電力です。稼働状況に影響を受けない一方、基本電力は、デバイスの動作周波数、電圧及び温度に影響を受けます(図 1と図 2をご覧ください)。このため、基本電力を変えるには、PLL の出力周波数、コア電圧または動作温度を変更するしかありません。

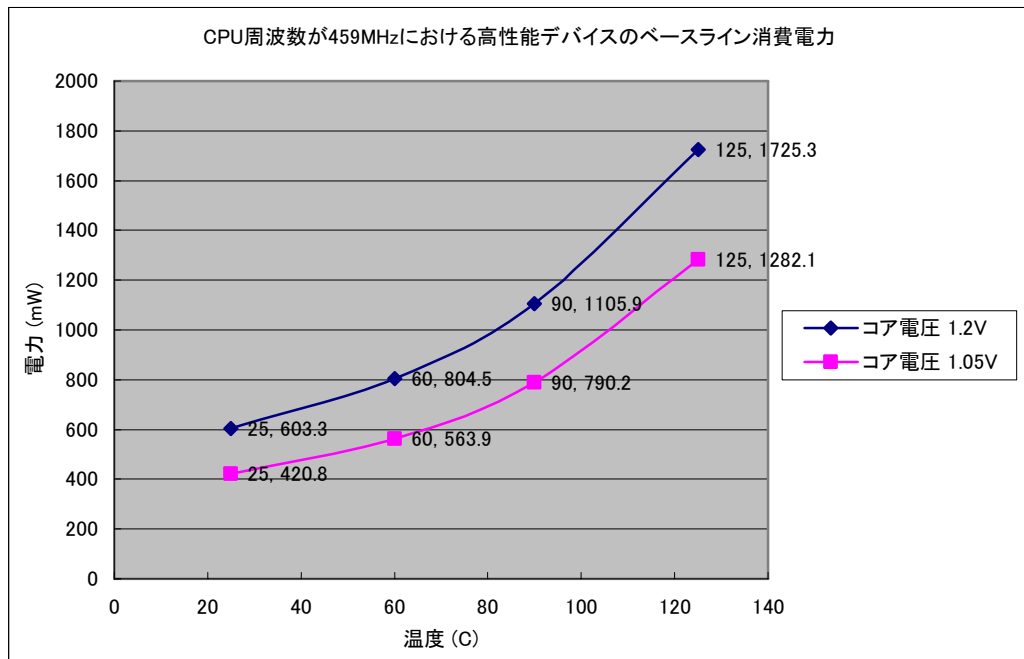


図 1 CPU周波数が459MHzのときの高性能デバイスのベースライン消費電力

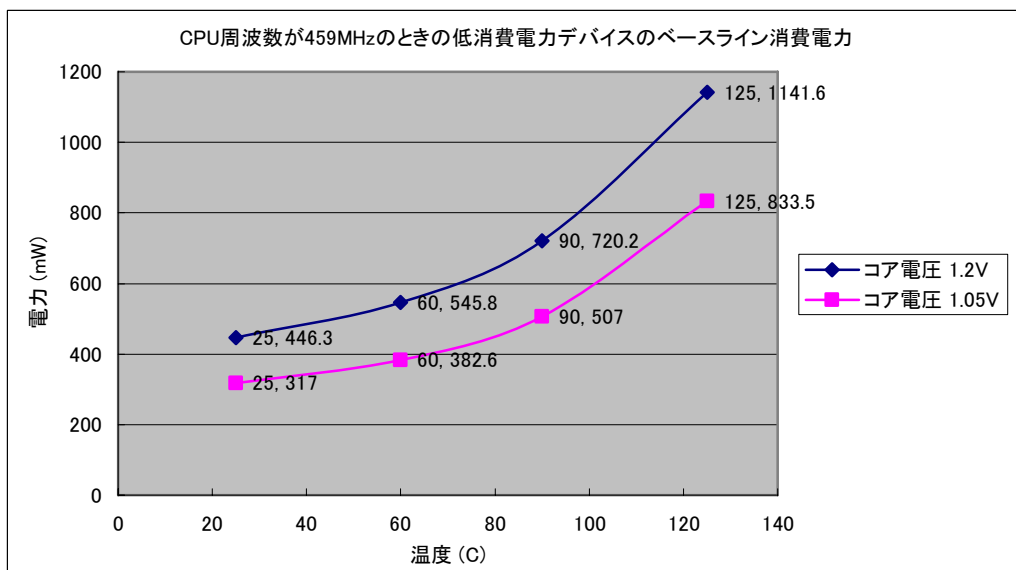


図 2 CPU周波数が459MHzのときの低消費電力デバイスのベースライン消費電力

2.2 アクティビティ電力

アクティビティ電力は、DMP のアクティブなモジュール(つまり CPU、外部メモリ・インターフェース(EMIF)、パシフェラル等)で消費される電力です。アクティビティ電力は、温度に影響を受けませんが、電圧及び稼働状況に依存します。アクティビティ電力は、デバイスの主要なモジュールにより分けられます。そのため、これらのモジュールの影響は互いに独立して計算され、特定のアプリケーションにおける消費電力を算出するのに使われます。モジュールの稼働状況を決めるパラメータは、周波数、使用頻度、リード/ライトのバランス、バス・サイズおよびスイッチング確率です。

注: すべてのパラメータがすべてのモジュールに適用されるわけではありません。

- Frequency は、モジュールの動作周波数またはモジュールへの外部インターフェースの動作周波数です。
- Status は、モジュールがイネーブルかディスエーブルかを示します。
- % utilization は、モジュールがアクティブまたは使用中 vs オフまたはアイドルの相対的な時間です。
- % write は、モジュールがデバイスの外にデータを転送する時間 vs デバイス内へデータをリードする時間の相対的な時間 (アクティブな時間のみ)です。
- Bits は、幅を選択できるインターフェースでの、データ・ビット数です。
- % switch は、あるサイクルから次のサイクルに移るときに、1つのビットが状態を変える確率です。

2.3 モジュール

DM643x の電力見積もりスプレッドシートは、調整可能なパラメータを持った次のモジュールを含んでいます。

- フェーズ・ロックト・ループ 1 (PLL1)
- デジタル・シグナル・プロセッサ (DSP)
- ビデオ・プロセッシング・フロント・エンド (VPFE)
- ビデオ・プロセッシング・バック・エンド (VPBE)
- DDR2 メモリ・コントローラ
- 非同期 EMIF (EMIFA)
- エンハンスド・ダイレクト・メモリ・アクセス (EDMA3)
- イーサネット MAC (EMAC)
- VLYNQ™
- ホストポート・インターフェース (HPI)
- マルチチャンネル・バッファード・シリアル・ポート (McBSP0/1)
- マルチチャンネル・オーディオ・シリアル・ポート (McASP0/1)
- インターインテグレートッド・サーキット (I2C)
- タイマ 0/1
- ウォッチドッグ・タイマ (WDT)
- パルス・ワイズ・モジュレーション (PWM 0/1/2)
- ペリフェラル・コンポーネント・インターコネクタ (PCI)
- ハイエンド CAN コントローラ (HECC)
- ユニバーサル・アシンクロナス・レシーバ/トランスミッタ 0/1 (UART 0/1)
- 汎用入力/出力 (GPIO)

EDMA3 は分かれたモジュールとして記載されていますが、この列は基本的に特定のデバイス周波数及び電圧に対するチャンネルコントローラと転送コントローラへのクロックをオンにする時の消費電力を提供します。EDMA3 のアクティビティ電力は、EDMA3 によって扱われるモジュール/ペリフェラル(これにはMcBSP、McASP、DDR2 が含まれる)に含まれています。そのため、通常、転送にEDMA3 を使用するペリフェラルの電力を見積もる時には、EDMA3 はイネーブルにすべきです。利用可能なペリフェラル及びペリフェラルの設定は、デバイス固有のデータ・マニュアルをご覧ください。

3 電力見積もりスプレッドシートの使用法

3.1 適切な値の選択

Frequency 及び *Bits* の値は設計によって決定され、入力すべき正しい値が何かは明確です。いくつかのジュールでは *Frequency* フィールドはデータレートを入力するために使われます(例えば、イーサネット・メディア・アクセス・コントローラ (EMAC))。使用頻度、リード/ライト・バランス、ビット・スイッチングの値を入力するには、最終アプリケーションの見積もり及び深い理解が必要になります。ピン・マルチプレクスによってお互い排他であるペリフェラルをイネーブルにはいけません。利用可能なペリフェラル及びペリフェラルの設定は、デバイス固有のデータ・マニュアルをご覧ください。

電力見積もりスプレッドシートを使うには、適切なパラメータを入力する必要があります。入力可能なセルは白で表示されています。スプレッドシートを使う方法は、以下のようになります。

1. 電力を見積もりたい時の電圧、ジャンクション温度、パッケージ・タイプおよびエアフローを選択します。
2. 適切なモジュールのパラメータを埋めます。

スプレッドシートはこの設定における消費電力の情報及び詳細を表示します。

スプレッドシートに設定が書かれると、その設定は衝突していないかチェックされます(たとえばペリフェラルのクロック周波数が許容範囲を超えていないか等)。最も良い方法は、情報を上から下に向かって左から右へ入力していくことです。

3.1.1 % Utilization

DSP (C64x+)を除いたほとんどモジュールにおいて、*% Utilization* は単にモジュールが使われていないもしくはアイドルである時間に対する何かを行っている時間のパーセンテージになります。使用頻度は変化しません。この値は長い時間をかけた平均であるべきです。例として、EMIFが1/4の時間リード及びライトをおこない、残りの3/4は何もデータを転送していない(リフレッシュのようなバックグラウンドのタスクを実行し続けると考える)場合を挙げます。この場合、*% Utilization* は25% になります。

IOをもったペリフェラルの場合、*% Utilization* は理論上の最大帯域幅と使用している帯域幅の比較により見積もることができます。たとえば、理論値最大400KB/sであるインターインテグレートッド・サーキット (I2C) ポートを使って160Kb/sの転送しなければならないアプリケーションの場合、I2C ポートの使用頻度は約40% になります。このタイプのアクティビティは全部使用することはできず、100%は非実用的であるとします。異なった周波数に対して見積もるなら、これを考慮に入れなければなりません。

CPUの使用頻度は変化するため、簡単ではありません。例えば、使用頻度0% は、CPUがアクティブだが有効なタスクを実行していない(すなわちNOP命令)ことを意味します。使用頻度100% はL1P 及びL1D と最大量の転送をするソフトウェア・パイプライン(SPLOOP) バッファ・ハードウェアを使用して、8個すべての機能ユニットを毎サイクル使用している高アクティビティ状態を意味します。使用頻度100% に達するDSPアルゴリズムは、すべてをストール無しに毎サイクル使用する必要があるもので、ほとんどありません。重いアプリケーションでさえ、すべての時間このような高く並列化されたループを実行していません。標準的には、制御用のコードを実行したり、いくつかのコードだけが並列化されたり、IOの使用が極めて少ないアルゴリズムを実行したりする時間があります。そのため、アプリケーションの持続時間に対するCPUの使用頻度のバランスは考慮しなければなりません。

例として、非常に濃密なCPUコード(CPUの能力の90%と見積もられる)を半分の時間で実行し、その他の半分の時間にいくつかの状態監視を行う低いアクティビティのコード(CPUの能力の10%と見積もられる)を実行するアプリケーションを考えます。このアプリケーションは、平均使用頻度は約50% ($10\% \times 50\% + 90\% \times 50\%$) となります。バランスが、25%の低いアクティビティ・コードと75%のDSPコードに変更された場合、加重平均は約70% ($25\% \times 10\% + 90\% \times 75\%$) になります。25%/75%に比が保たれた場合、DSPコードがすべてのCPU リソースを完全に使用しなければ(CPUの能力の75%と見積もられる)、総合的な使用頻度は約59% ($25\% \times 10\% + 75\% \times 75\%$) になります。アプリケーションの中のコードのブロックの重さと期間を見積もることにより、総合的なCPUの使用頻度を見積もることができます。

システム・レベルの問題は、ペリフェラルの % *Utilization* を減らすかもしれません。スプレッドシートはすべてのペリフェラルに対して使用頻度100% を入力できますが、一般的にはアプリケーションの持続期間に対して現実的ではありません。データ転送が増加し、かつ/または広帯域モジュールのスループット要求が増加した場合、総合的なペリフェラルのアクティビティはさまざまな共通のエンドポイントで発生するボトルネックにより減少します。このような場合、ペリフェラルはおそらく使用頻度100% に達しません。この総合的な制限を考慮に入れて個々のモジュールの使用頻度を入力する必要があります。

3.1.2 % Write

データをデバイス内に転送するのと同じ量をデバイス外に転送するペリフェラルは50% ライト(スプレッドシートは残りの50% の時間をリードに費やしていると想定) になります。ペリフェラルがデータを一方のみ転送を行ったり、データ転送の割合が分かたりするアプリケーションもあります。この場合、% *Write* は適切に変更されるべきです。そうでなければ、50% ライトを推奨します。

3.1.3 % Switching

ランダムなデータはあるサイクルから次のサイクルへビットを変える可能性が50%あります。データセットに関する情報を使ってこの可能性を予測することができるアプリケーションもあります。ビットの変更が予測可能ならば、アプリケーション固有の確率を使うことができます。他のすべてのアプリケーションではデフォルトの50% を使うべきです。

3.2 ペリフェラルのイネーブルとディスエーブル

先に述べたように、DM643x デバイスはパワー・スリープ・コントローラ(PSC) を使って使われていないモジュールをディスエーブルにすることができます。ペリフェラルがディスエーブルなとき、そのクロックはデバイスの消費電力を下げるためにオフにします。

スプレッドシートはペリフェラルがディスエーブルかイネーブルかを指定するフィールドを用意することにより、この節電機能を提供します。

アプリケーションにおいてあるモジュールが使われていない場合、そのモジュールをディスエーブルにしておくことを推奨します。

モジュールをイネーブルに保つがアクティビティがないことはもっともらしいです。これは、% *Utilization* 及び/または *Frequency* フィールドを0に設定することにより行えます。この場合、モジュールの列の数字はモジュールにクロックを供給することにより消費される電力を示します。

VPFE と VPBE において、イネーブル/ディスエーブルの機能性はスプレッドシートのビデオ・プロセッシング・サブ・システム (VPSS) のイネーブル/ディスエーブル・スイッチによって制御されます。アプリケーションが VPFE 及び/または VPBE を使用する必要がある場合、VPSS をイネーブルにするべきです。

アプリケーションが VPFE 及び VPBE をシステムで使用する必要がある場合、自動的に DDR2 もイネーブルで、アクティブであることを意味します。このような場合の電力を見積もるためには、VPFE 及び/または VPBE で必要とされる DDR2 フィールドに適切な周波数、使用頻度のパーセンテージ、リード/ライトのパーセンテージ等を設定する必要があります。

現在のスプレッドシートは、DDR2 がディスエーブルな場合、PLL2 はパワーダウンされ、DDR2 クロックが入力リファレンス・クロック(27 MHz CLKIN) により直接供給されるバイパスモードで動作していると想定します。

4 結果の利用

スプレッドシートに表示された結果はTMX320DM6437 リビジョン1.1 シリコンの計測データを基にしています(デバイス及び開発サポート・ツールの用語はデバイス固有のデータシートをご覧ください)。

電力見積もりスプレッドシートの意図は、アプリケーション固有のローディングとペリフェラルの使用頻度における上限値を見積もることです。そのため、測定したデバイスには、生産ユニットにおいて最大の消費電力が大きい物を選んでいきます。スプレッドシートの値を超える平均消費電力を持った生産ユニットはありません。スプレッドシートのデータは最大平均消費電力と考えられます。実際の電力は変動します。すなわち、一時的な電流により、短い時間スプレッドシートの値の上にスパイクが発生するかもしれませんが、長期間で見れば、平均の消費量はスプレッドシートの値を下回ります。このため、スプレッドシートの値を最大長期平均としてボードの熱解析及び電源デザインに使用することが可能です。

5 熱に関する考察

インテグレイテッド・サーキット(IC) がより複雑になるに従って、良い伝熱性能を持った最終製品を製造する難問も増加します。伝熱性能は、システム・レベルの問題で、プリント回路基板(PCB)、PCB 特性、PCB レイアウト、周辺温度及び筐体の特性と同様にIC のパッケージにより影響されます。

TMS320DM6437 Digital Media Processor (SPRS345) (ドキュメントの中でDM643xデータマニュアルとして参照されています) では、TIは、デバイスの信頼性及び/または正しい動作が行われるために最大動作ジャンクション温度を超えないように謳っています。この要件にミートするために、他のシステム特性(上で述べた)の影響を理解し、それに従って設計することは重要です。システム・レイアウトとPCBデザインを完成させる前に、DM643xデータ・マニュアルに記載されている最大動作ジャンクション温度に適合しているか確認してください。

この項では、DM643xデバイスに特化した熱に関する考察について述べます。本資料に加えTMS320DM644x Thermal Considerations (SPRAAE4) も参照してください。TMS320DM644x Thermal Considerations (SPRAAE4) は、DM64xx、DM64x、及び C6000™ DSP デバイスに当てはまる多くの一般的な熱に関する考察について議論しています。熱に関する用語、ケース温度の計算方法、システムにおける伝熱特性の改良に関する推奨事項、ヒート・シンクに関する推奨事項及びヒート・シンクの装着方法に関するより多くの情報に関しては、TMS320DM644x Thermal Considerations (SPRAAE4) を参照してください。

最も一般的に考えられる伝熱特性の向上方法は、ヒート・シンクです。ベンダーから購入したヒート・シンクを装着による熱に関する影響の算術的な見積もり方法を以下に示します。この方法には、周辺温度、ケース温度および実測された、またはヒートシンクなしで見積もられたDM643xの電力が必要です。JEDECの計測技法に反しないために、TIは最も周辺から影響を受けず、温度の変動のない場所を参照することに加え、外装の外で最終システムの周辺温度を計測することを推奨しています。外装の中では、周囲の部品からの熱の影響を受けるかもしれません。

このアプリケーション・レポートに付随するスプレッドシートは、以下の放熱の例で説明される計算を実行するためのワークシートを含んでいます。ワークシートでは次の値を入れる必要があります。[パッケージタイプ、周辺温度、ケース温度、総電力、ヒート・シンクのデータシートからの θ_{CA}]。ワークシート内の残りのすべてのフィールドは、入力された値に基づいて計算されます。

5.1 ZWT パッケージにおける放熱の例

実際のアプリケーションの値を計算する必要があります。システム解析より、以下の値が得られたとします。

- Ambient temperature: $T_A = 45^\circ\text{C}$
- Case temperature: $T_C = 85^\circ\text{C}$
- Device power = 1.5 W

注: これは適度な例ですが、実際にはお客様のアプリケーションの情報が必要です。

1. 以下の式を使って見積もられた $\theta_{JA, effective}$ を計算します。上に挙げた周辺温度、ケース温度、デバイスの電力を代入します。この例では、周辺温度とケース温度が同じ、つまり $T_J = 85^\circ\text{C}$ と仮定しています。

$$\theta_{JA, effective} = \frac{T_J - T_A}{Power} = \frac{85 - 45}{1.5} = 26.7 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

2. PCB対デバイスのトップの熱フローを見積もります。標準的なシステムでは、経験上、ヒートシンクなしで80%の熱フローはPCBを通過しているとTIは見積もります。デバイスのトップとボトムの熱抵抗は $\theta_{JA, effective}$ (図3を参照) に等しい2つの並列抵抗です。そのため、 θ_{top} と θ_{bot} は次のように定義されます。

$$\frac{80\%}{20\%} = 4 \quad \text{よって、} \quad \theta_{top} = 4 \times \theta_{bot}$$

$$\theta_{JA, effective} = \frac{1}{\frac{1}{\theta_{top}} + \frac{1}{\theta_{bot}}} = \frac{1}{\frac{1}{4\theta_{bot}} + \frac{1}{\theta_{bot}}}$$

$$1.25 \times \theta_{JA, effective} = \theta_{bot} = \frac{1}{4} \times \theta_{top}$$

$$5 \times \theta_{JA, effective} = \theta_{top}$$

θ_{top} 及び θ_{bot} を計算するために以下の式を使ってください。

$$\theta_{top} = \theta_{JA, effective} \times 5 = 26.7 \times 5 = 133.5 \quad \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

$$\theta_{bot} = \theta_{JA, effective} \times 1.25 = 26.7 \times 1.25 = 33.4 \quad \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

θ_{top} 及び θ_{bot} の並列抵抗を計算した式を確認してください。

$$\theta_{JA, effective} = \frac{1}{\frac{1}{\theta_{top}} + \frac{1}{\theta_{bot}}} = \frac{1}{\frac{1}{133.5} + \frac{1}{33.4}} = 26.7 \quad \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

3. DM643xのトップから周辺までの熱抵抗を見積もるために、次の式を使ってください。この熱抵抗を θ_{CA} (図3を参照)と呼びます。DM643xにおいては、 $\theta_{JC} = 5.4 \text{ } ^{\circ}\text{C/W}$ です。 θ_{JC} はDM643xデータ・マニュアルに記載されています。

$$\theta_{CA} = \theta_{top} \text{ (step2)} - \theta_{JC} = 133.5 - 5.4 = 128.1 \quad \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

4. ステップ3で計算した θ_{CA} をヒート・シンクのデータシートに記載された θ_{CA} で置き換え、ヒート・シンクを装着したデバイスのトップの熱フローを再計算します。 θ_{CA} 及び θ_{top} はヒート・シンクを装着したことにより減ることに注意してください。

この例では、 $\theta_A = 62.5 \text{ } ^{\circ}\text{C/W}$ (例えば、パーツ・ナンバー: 375424B00034G)であるヒート・シンクを使用しました。



幅	長さ	高さ	幅方向のフィン厚み	長さ方向のフィン厚み	ベース厚み	幅方向のフィン数	長さ方向のフィン数
15.20 mm	15.20 mm	6.35 mm	0.89 mm	0.89 mm	1.52 mm	8	8

図3 ヒート・シンクの情報例

$$\theta_{top} \text{ (w/HS)} = \theta_{CA} \text{ (from HS)} + \theta_{JC} = 62.5 + 5.4 = 67.9 \quad \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

5. 改良された T_C と同様にヒート・シンク付きの新たな $\theta_{JA, effective}$ を計算してください。

$$\theta_{JA, effective} = \frac{1}{\frac{1}{\theta_{top}} + \frac{1}{\theta_{bot}}}$$

$$\theta_{JA, effective} \text{ (w/HS)} = \frac{1}{\frac{1}{67.9} + \frac{1}{33.4}} = 22.4 \quad \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

これより、ヒート・シンク付きの新たな T_C は次のように計算されます。

$$T_J = T_A + (\text{Power} \times \theta_{JA, effective}) = 45 + (1.5 \times 22.4) = 78.6 \quad ^{\circ}\text{C}$$

このアプリケーション・ノートでのヒート・シンクにより、ジャンクション温度は85 °Cから、データシートのT_J仕様に対してマージンがあると考えられる78.6 °Cに改良したと言えます。

注: この例では現在入手可能なヒートシンクの公表されたデータを使っています。同じ手法が筐体をヒートシンクとして使うことによる効果を見積もるために使えます。しかし、これらのデータは公表されているものではないので、計算はより困難になります。

5.2 ZDU パッケージにおける放熱の例

実際のアプリケーションの値を計算する必要があります。システム解析より、以下の値が得られたとします。

- Ambient temperature: T_A = 45°C
- Case temperature: T_C = 70°C
- Device power = 1.5 W

注: これは適度な例ですが、実際にはお客様のアプリケーションの情報が必要です。

1. 以下の式を使って見積もられた $\theta_{JA, effective}$ を計算します。上に挙げた周辺温度、ケース温度、デバイスの電力を代入します。DM643x では、 $\Psi_{JT} = 4.9 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$ です。 Ψ_{JT} はDM643x データ・マニュアルに記載されています。

$$T_J = T_C + (\text{Power} \times \Psi_{JT}) = 70 + \left(1.5\text{W} \times 4.9 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}} \right) = 77.35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{JA, effective} = \frac{T_J - T_A}{\text{Power}} = \frac{77.35 - 45}{1.5} = 21.6 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

2. PCB対デバイスのトップの熱フローを見積もります。標準的なシステムでは、経験上、ヒートシンクなしで80%の熱フローはPCBを通過しているとTIは見積もります。デバイスのトップとボトム熱抵抗は $\theta_{JA, effective}$ (図 4 を参照) に等しい2つの並列抵抗です。そのため、 θ_{top} と θ_{bot} は次のように定義されます。

$$\frac{80\%}{20\%} = 4 \text{ よって、 } \theta_{top} = 4 \times \theta_{bot}$$

$$\theta_{JA, effective} = \frac{1}{\frac{1}{\theta_{top}} + \frac{1}{\theta_{bot}}} = \frac{1}{\frac{1}{4\theta_{bot}} + \frac{1}{\theta_{bot}}}$$

$$1.25 \times \theta_{JA, effective} = \theta_{bot} = \frac{1}{4} \times \theta_{top}$$

$$5 \times \theta_{JA, effective} = \theta_{top}$$

θ_{top} 及び θ_{bot} を計算するために以下の式を使ってください。

$$\theta_{top} = \theta_{JA, effective} \times 5 = 21.6 \times 5 = 108 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

$$\theta_{bot} = \theta_{JA, effective} \times 1.25 = 21.6 \times 1.25 = 27 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

θ_{top} 及び θ_{bot} の並列抵抗を計算した式を確認してください。

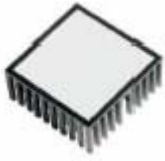
$$\theta_{JA, effective} = \frac{1}{\frac{1}{\theta_{top}} + \frac{1}{\theta_{bot}}} = \frac{1}{\frac{1}{108} + \frac{1}{27}} = 21.6 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

3. DM643xのトップから周辺までの熱抵抗を見積もるために、次の式を使ってください。この熱抵抗を θ_{CA} (図 4 を参照) と呼びます。DM643xにおいては、 $\theta_{JC} = 5.4 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$ です。 θ_{JC} はDM643x データ・マニュアルに記載されています。

$$\theta_{CA} = \theta_{top} \text{ (step2)} - \theta_{JC} = 108 - 7.7 = 100.3 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

4. ステップ3 で計算した θ_{CA} をヒートシンクのデータシートに記載された θ_{CA} で置き換え、ヒートシンクを装着したデバイスのトップの熱フローを再計算します。 θ_{CA} 及び θ_{top} はヒート・シンクを装着したことにより減ることに注意してください。

この例では、 $\theta_A = 62.5^\circ\text{C}/\text{W}$ (例えば、パーツ・ナンバー: 375424B00034G)であるヒートシンクを使用しました。



幅	長さ	高さ	幅方向のフィン厚み	長さ方向のフィン厚み	ベース厚み	幅方向のフィン数	長さ方向のフィン数
15.20 mm	15.20 mm	6.35 mm	0.89 mm	0.89 mm	1.52 mm	8	8

図 4 ヒート・シンクの情報例

$$\theta_{top} (w/HS) = \theta_{CA} (\text{from HS}) + \theta_{JC} = 62.5 + 7.7 = 70.2 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

5. 改良された T_C と同様にヒート・シンク付きの新たな $\theta_{JA, effective}$ を計算してください。

$$\theta_{JA, effective} = \frac{1}{\frac{1}{\theta_{top}} + \frac{1}{\theta_{bot}}}$$

$$\theta_{JA, effective} (w/HS) = \frac{1}{\frac{1}{70.2} + \frac{1}{27}} = 19.5 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

これより、ヒート・シンク付きの新たな T_C は次のように計算されます。

$$T_J = T_A + (\text{Power} \times \theta_{JA, effective}) = 45 + (1.5 \times 19.5) = 74.25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

このアプリケーション・ノートでのヒート・シンクにより、ジャンクション温は 77.35°C から、 74.25°C に改良したと言えます。

注: この例では現在入手可能なヒートシンクの公表されたデータを使っています。同じ手法が筐体をヒートシンクとして使うことによる効果を見積もるために使うことができますが、これらのデータは公表されているものではないので、計算はより困難になります。

6 制限事項

電力見積もりスプレッドシートには、次の制限事項があります。

- 外部発信器から27MHz CLKINを入力して測定しました。スプレッドシートを使って、これ以外のCLKINを使った場合の電力を見積もることはできません。

7 参考文献

- TMS320DM644x Thermal Considerations (SPRAAE4)
- TMS320DM6437 Digital Media Processor (SPRS345)
- TMS320DM6435 Digital Media Processor (SPRS344)
- TMS320DM6433 Digital Media Processor (SPRS343)
- TMS320DM6431 Digital Media Processor (SPRS342)
- TMS320DM643x DMP DSP Subsystem Reference Guide (SPRU978)
- TMS320C64x+ Megamodule Reference Guide (SPRU871)
- TMS320DM644x Power Consumption Summary (SPRAAD6)

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといひます)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIJといひます)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIJは、そのハードウェア製品が、TIJの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIJが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIJは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIJは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認を意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIJのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIJは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIJの製品もしくはサービスについてTIJにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIJは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIJは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIJの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIJがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されておられません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIJが特別に指定した製品である場合は除きます。TIJが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIJが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されておられません。但し、TIJがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIJは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2008, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。

弊社出荷梱包単位(外装から取り出された内装及び個装)又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で(導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使用すること。

マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。

前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

温度: 0 ~ 40 °C、相対湿度: 40 ~ 85%で保管・輸送及び取り扱うこと。(但し、結露しないこと。)

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

5. 熱衝撃

はんだ付け時は、最低限260 °C以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)

6. 汚染

はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質(硫黄、塩素等ハロゲン)のある環境で保管・輸送しないこと。はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上