

Kria K26 SOM 熱設計ガイド

UG1090 (v1.0) 2021 年 11 月 19 日

この資料は表記のバージョンの英語版を翻訳したもので、内容に相違が生じる場合には原文を優先します。資料によっては英語版の更新に対応していないものがあります。日本語版は参考用としてご使用の上、最新情報につきましては、必ず最新英語版をご参照ください。

ザイリンクスは、従業員、顧客、パートナーそれぞれが認められ、受け入れられていると実感できる環境作りに取り組んでいます。その一環として、ザイリンクス製品資料およびその他関連資料に含まれる非包括的な用語/表現を排除していきます。ザイリンクス ソフトウェアおよび IP に組み込まれている用語を含め、人を差別、疎外したり、歴史的な偏見を増長する可能性のある表現をなくすための社内的取り組みが始まっています。該当表現を改め、進化する業界標準に則った取り組みを進めていますが、旧製品資料には配慮に欠ける表現が残っている可能性があります。詳細は、この[リンク](#)を参照してください。



改訂履歴

次の表に、この文書の改訂履歴を示します。

セクション	改訂内容
2021年11月19日、バージョン1.0	
初版。	なし

目次

改訂履歴.....	2
第 1 章: 概要.....	4
設計者に求められること.....	4
K26 SOM.....	4
K26 SOM の温度.....	5
第 2 章: 熱設計ガイダンス.....	7
熱に関する情報.....	7
総モジュール電力 (TMP).....	7
熱ソリューションの要件.....	9
熱ソリューションの取り付け例.....	12
熱シミュレーション.....	13
モデリングの詳細.....	14
熱ソリューションの性能を求めるための経験式.....	15
消費電力の見積もり.....	17
付録 A: その他のリソースおよび法的通知.....	21
ザイリンクス リソース.....	21
Documentation Navigator およびデザイン ハブ.....	21
参考資料.....	21
お読みください: 重要な法的通知.....	22

概要

この資料は、Kria™ K26 SOM ベース製品の設計者向けに熱設計に関するガイドラインを示すことを目的としています。熱設計の目標は、システム内のすべてのコンポーネントの温度を機能温度範囲内に維持することにあります。この温度範囲内であれば、コンポーネントは仕様に記載された性能と寿命を満たすと考えられます。機能温度範囲外での動作は、システム性能の低下、ロジックエラー、コンポーネント/システムの損傷を招く可能性があります。温度がコンポーネントの最大動作限界を超えることで、コンポーネントの動作特性が不可逆的に変化することがあります。

システムレベルの環境では、Zynq® UltraScale+™ MPSoC の温度はシステムと個々のコンポーネント両方の熱特性の関数として決まります。システムレベルの熱制約には、Zynq UltraScale+ MPSoC 周囲の気温とエアフロー、および Zynq UltraScale+ MPSoC とその上部の物理的制約が含まれます。Zynq UltraScale+ MPSoC の温度は、オンボードコンポーネントの消費電力、Zynq UltraScale+ MPSoC のパッケージ熱特性、およびシステム冷却ソリューションによって決まります。

これらすべてのパラメーターは、Zynq UltraScale+ MPSoC の性能レベルおよびパッケージ密度 (トランジスタ数) の増大によって影響を受けます。動作周波数が向上し、パッケージサイズが縮小すると、電力密度は高くなると同時に、熱ソリューションの設置スペースとエアフローの条件は同等またはより厳しくなります。Zynq UltraScale+ MPSoC を含むシステム内のすべてのコンポーネントが熱設計要件を満たすようにするには、システム設計が一層重要になります。

設計者に求められること

- システム設計前に、このガイドを読んで十分に理解してください。
- システムで使用する熱ソリューションは、最大熱負荷およびワーストケースのシステム条件において K26 SOM を含む PCB 上のすべてのコンポーネントの温度を [K26 SOM の温度](#) に記載された最大温度仕様未満に維持できる冷却能力を備えている必要があります。
- システムで使用する K26 SOM の評価は、ユーザーの責任で実施する必要があります。K26 SOM を使用したシステムレベル製品の評価が不十分なことに起因して生じた問題については、ユーザーが責任を負うものとします。

K26 SOM

K26 SOM には、コマーシャル温度グレードとインダストリアル温度グレードがあります。K26C SOM と K26I SOM では、サポートされる温度範囲が異なります。

表 1: K26 SOM の温度仕様

K26 SOM	動作温度
K26C SOM	0°C ~ 85°C
K26I SOM	-40°C ~ 100°C

表 1: K26 SOM の温度仕様 (続き)

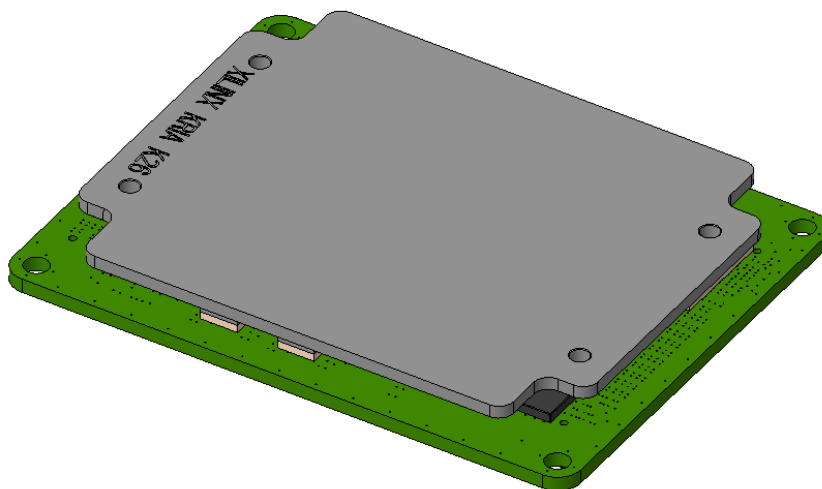
K26 SOM	動作温度	
ヒート スプレッダー プレート (HSP-00075-01)	C グレード	最大 70°C
	I グレード	最大 85°C



ヒント: K26 は量産品質の SOM です。評価用として KV260 スターター キットが提供されていますが、これは実際の運用を想定していません。『Versal AI コア シリーズ データシート: DC 特性および AC スイッチ特性』(DS957: [英語版](#)、[日本語版](#)) を参照してください。

K26 SOM はアルミニウム製のヒート スプレッダー (HS) を装着して出荷されます。このヒート スプレッダーは、Zynq UltraScale+ MPSoC、DDR4 メモリ、eMMC、電源管理 IC (PMIC)、電源レギュレータなど消費電力の大きいアクティブ コンポーネントのすべてと完全に接触しています。ヒート スプレッダーの主な働きは、PCB アセンブリで発生するモジュールの不均一な熱分布をヒート スプレッダーに伝達し、熱流束を均一化して大きな表面積の全体に拡散することにあります。これにより、パッケージから冷却装置へより効率よく熱が伝達されます。ユーザーが定義するシステム冷却ソリューションは、ヒート スプレッダーに直接取り付けるように設計する必要があります。

図 1: K26 SOM



ヒート スプレッダーには 4 つの M3 ネジ穴があり、ここにシステムに適した熱ソリューションを取り付けることができます。詳細は、『Kria SOM キャリア カード設計ガイド』(UG1091: [英語版](#)、[日本語版](#)) を参照してください。システムで使用する熱ソリューションは、K26 SOM を含む PCB 上のすべてのコンポーネントの温度を [表 3: K26 SOM の各コンポーネントの温度仕様](#) に記載された最大温度仕様より低く維持できる、適切な冷却能力を備えている必要があります。

K26 SOM の温度

K26 SOM の Zynq UltraScale+ MPSoC デバイスのジャンクション温度 (T_j) は、PS または PL いずれかのシステム モニターのセンサーで読み出したダイ温度を表します。 T_j の管理、およびその他の温度に依存する機能の多くに、このオンダイ温度センサーを使用します。

K26 SOM に搭載された Zynq UltraScale+ MPSoC デバイスのシステム モニターのオンダイ温度センサーは、最大ジャンクション温度を正確に計測できるように配置されています。K26 SOM モジュールの性能と信頼性を維持するには、デザインが次の表に示した仕様を満たしている必要があります。

表 2: K26 SOM の温度仕様

パラメーター	SOM	ジャンクション温度 (T _j)
K26 SOM 最大動作温度 ¹	K26C SOM	85°C
	K26I SOM	100°C
K26 SOM 限界温度 ²	K26C SOM	90°C
	K26I SOM	105°C

注記:

1. K26 SOM 最大動作温度とは、製品が仕様上のクロック速度で動作する温度の上限をいいます。
2. 限界温度以上になると、K26 SOM は損傷すると考えられます。これ未満の温度を維持できない場合は、この温度に達する前に SOM をシャットダウンしてください。

熱設計ガイド

この章では、システムを Kria™ K26 SOM の温度仕様範囲内で動作させるための設計ガイドを示します。

熱に関する情報

K26 SOM には、総モジュール電力 (TMP: Total Module Power) の熱負荷を周囲環境へ放出するためのシステム熱ソリューションは含まれていません。これは、使用環境、動作、および機械的制約が個々のシステムによって異なるためです。実際のシステム デザインで、すべてのコンポーネント 温度が次の **総モジュール電力 (TMP)** で示す仕様の上限值未満に維持されるように、適切な熱ソリューションを用意する必要があります。

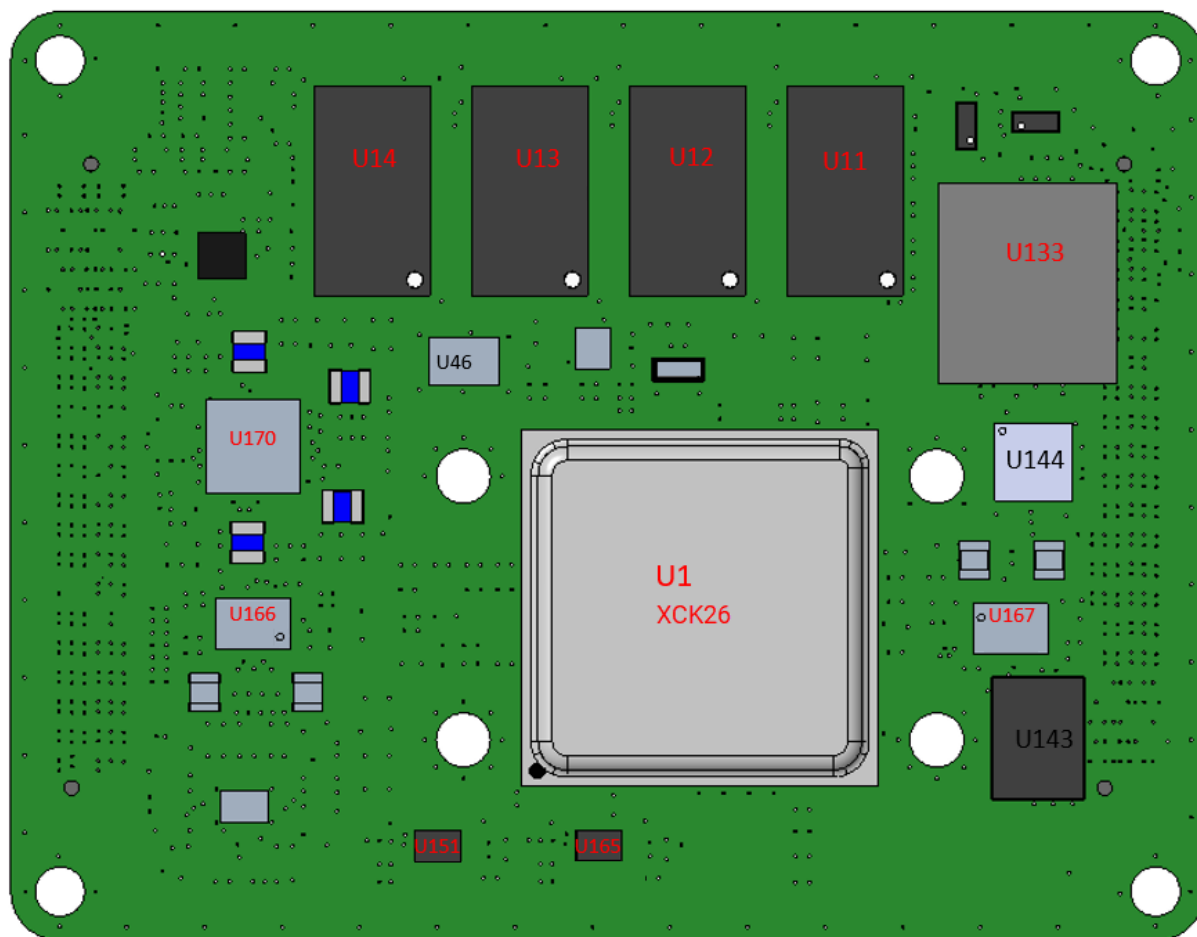
K26 SOM の熱モデルを使用してシミュレーションすると、すべてのコンポーネント 温度を仕様の上限值未満に維持できる適切なシステム レベルの熱機械ソリューションを設計できます。このシミュレーション モデルは、熱解析ソフトウェア パッケージの Ansys Icepak と Siemens Flotherm をいずれもサポートしています。

システム熱管理の設計目標は、K26 SOM の Zynq UltraScale+ MPSoC の温度を [表 1: K26 SOM の温度仕様](#) に記載した上限値未満に維持することにあります。

総モジュール電力 (TMP)

総モジュール電力 (TMP) は、システムがワースト ケースの条件下でターゲット ワークロードを実行しているときの、ボードの最大消費電力を表します。システム デザインは、TMP レベルで動作している K26 SOM を十分に冷却できる能力を備えている必要があります。TMP は SOM をどのように構成して使用するかによって変化します。TMP は、[消費電力の見積もり](#) で説明する Power Design Manager (PDM) ツールを使用して K26 SOM の消費電力を正確に見積もることで求めることができます。熱ソリューションを評価する前に PDM ツールを使用すると、想定される入力に基づく適切な熱負荷がわかります。次の図に、K26 SOM PCB を上面から見たコンポーネント配置図を示します。その後の表に、消費電力の値を示します。

図 2: K26 SOM のコンポーネント配置図



次の表に示す消費電力は一例です。実際の消費電力は、PDM から取得してください。熱シミュレーションでは、U11 ~ U14 を 1 つのコンポーネントにまとめた熱モデルを使用します。

表 3: K26 SOM の各コンポーネントの温度仕様

タイプ	参照番号	説明	最大仕様温度		ヒートスプレッダーの T _c モニター
			T _j (°C)	T _c (°C)	
MPSoC	U1	XCK26-SFVC784-2LV-C (または -I)	85 (C) 100 (I)	N/A	あり
メモリ	U11、U12、U13、U14	DDR4 メモリ	N/A	95	あり
	U133	eMMC メモリ	N/A	85 (C) 105 (I)	あり
	U143	Quad-SPI メモリ	N/A	85 (C) 105 (I)	
	U144	TPM (Trusted Platform Module)	N/A	N/A	
IC およびクロック	U168	PS スーパーバイザー	125	N/A	
	U169	PL スーパーバイザー	125	N/A	
	U151	電源モジュール	125	N/A	
	U165	電源モジュール	125	N/A	
電源	U170	PMIC	125	N/A	あり
	L60-L63	電源インダクター	125	N/A	
	U166	電源レギュレータ	125	N/A	あり
	L66、L67	電流インダクター	125	N/A	
	U167	電源レギュレータ	125	N/A	あり
	L64、L65	電流インダクター	125	N/A	

これらの熱仕様はシミュレーション評価用です。SOM の熱ソリューションは、ボード上のコンポーネントをこの表に示した最大温度以内に維持できるように設計する必要があります。K26 SOM の T_j は、SYSMON を使用して評価テスト中にアクセスできます。

注記: PCB の裏面にはアクティブ コンポーネントは実装されておらず、熱設計に関する考慮事項はありません。

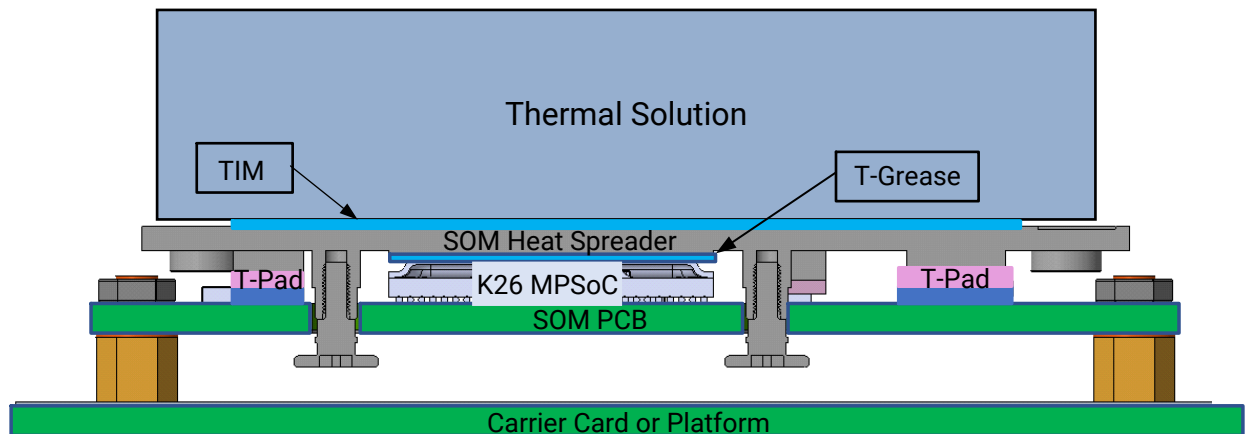
熱ソリューションの要件

K26 SOM 向けにシステムを設計する際は、次の項目について考慮する必要があります。

- **熱ソリューション:** システムの熱ソリューションは、TMP ターゲット ワークロードに対する TMP を適切に冷却できる能力を備えている必要があります。
- **熱伝導材料 (TIM):** TIM は、ヒートシンクとデバイス間に塗布する熱伝導性コンパウンドです。TIM で隙間を埋めることにより、デバイスからヒートシンクへの熱伝導が改善します。実際のデザインでは、K26 SOM のヒートスプレッダーとシステムの熱ソリューションの間に TIM を塗布する必要があります。熱性能を最大にするには、最終製品の機械的、および信頼性とコストの制約の範囲内で熱インピーダンスを最小にする必要があります。
- **最大温度:** 熱ソリューションを設計するには、Zynq UltraScale+ MPSoC ベースの K26 SOM の最大動作温度が [表 1: K26 SOM の温度仕様](#) に示した値未満に維持され、PCB 上のコンポーネントの最大温度が [表 3: K26 SOM の各コンポーネントの温度仕様](#) に示した値を超えないようにする必要があります。

次に、熱管理ソリューションの断面図を示します。

図 3: K26 SOM の熱管理ソリューション断面図



X25212-032521

全体的なシステムの熱ソリューションは、K26 SOM に接触して冷却機能を提供する機械的要素です。システム デザインに応じてさまざまな構成の熱ソリューション (パッシブ冷却、空冷、水冷) が可能です。いずれの場合も、次の推奨事項が適用されます。

- 性能を最大化するには、熱ソリューションと K26 SOM を十分に接触させることが重要です。一般に、TMP の大半を K26 SOM が占めます。
- システムの熱ソリューションは、選択したすべての熱源を覆うようにヒート スプレッダー上面に適切に直接接触させる必要があります。

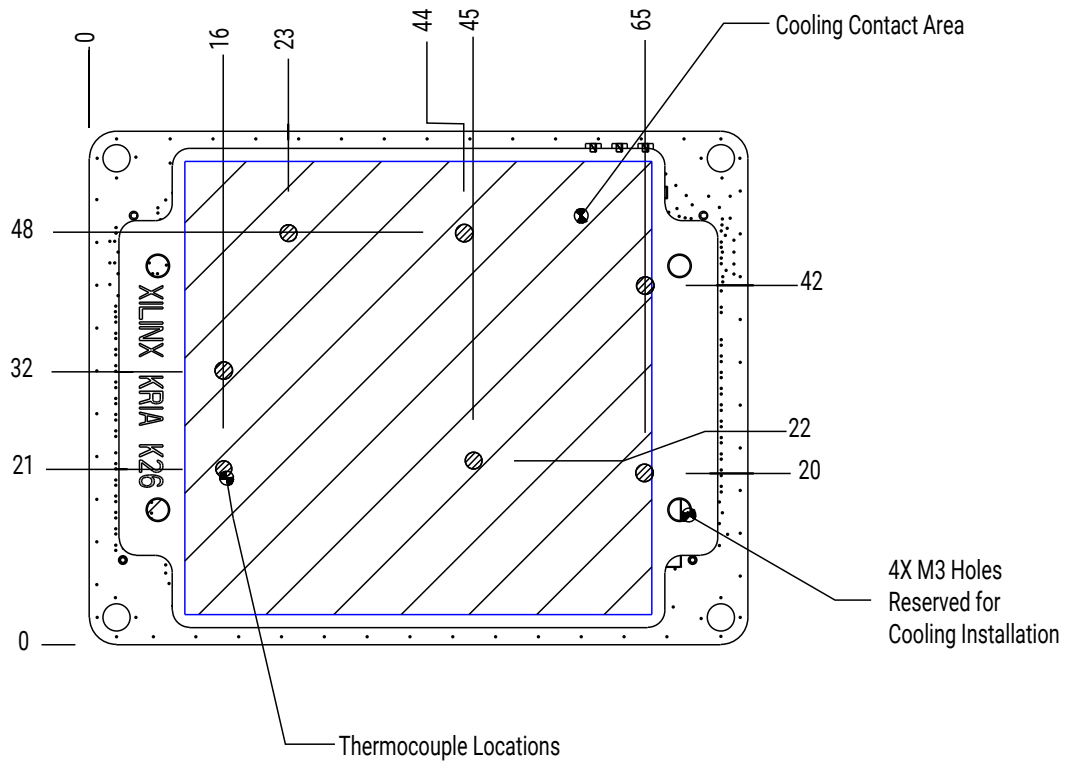
推奨: 接触圧力は 20 ~ 30PSI を推奨します。

- 冷却ソリューションには、ヒート スプレッダー上部の表面温度を [表 1: K26 SOM の温度仕様](#) に示した仕様値以下に維持できる能力が必要です。
- システム デザインには、ヒート スプレッダー上の 4 つの M3 ネジ穴を使用して、さまざまな種類の熱ソリューション アセンブリを取り付けることができます。接触圧力を指定範囲内に維持するため、プリセット式のトルク ドライバーとバネ付きネジの使用を推奨します。

推奨: 最適な熱ソリューションとするには、ボンドライン厚 (BLT) を最小にしてください。推奨値は 0.5mm 未満です。TIM の熱伝導率は約 5.0W/mK を推奨します。

次の図に、冷却性能を検証する際のヒート スプレッダー上面の熱電対の推奨位置を示します (単位は mm)。システム デザインに熱ソリューションを取り付けるための M3 ネジ穴が 4 つあります。

図 4: 特性評価およびデバッグ時に推奨されるヒート スプレッダー上面の接触部位および7つの熱電対位置

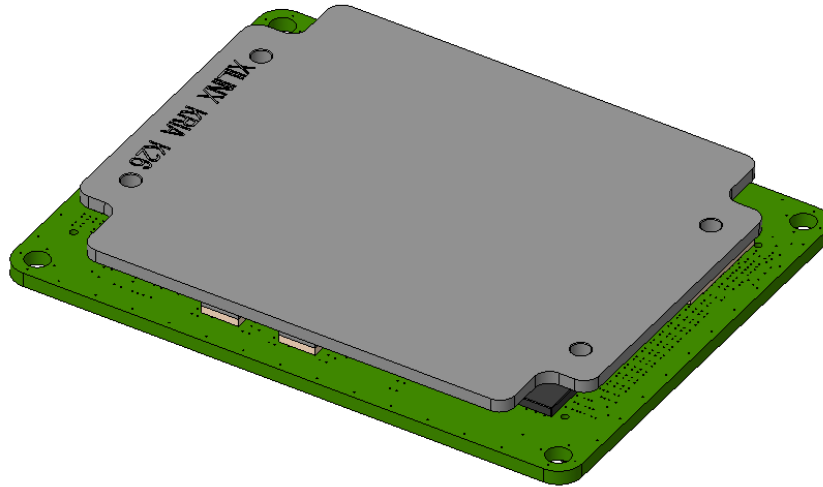


X25338-111021

熱ソリューションの取り付け例

主要コンポーネントの温度を [表 3: K26 SOM の各コンポーネントの温度仕様](#) に示した仕様値未満に維持できるアプリケーション環境の場合、K26 SOM を単体 (ヒート スプレッダーのみ) で使用できます。

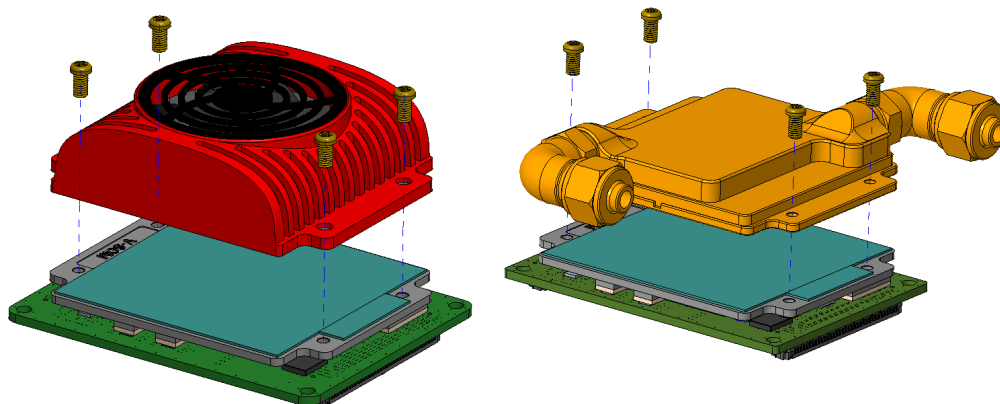
図 5: K26 SOM 単体のソリューション



ただし、次のいずれかの冷却ソリューションを使用できます。

- 熱性能を改善するには、ヒート スプレッダーに既製のアルミニウム ヒートシンクを取り付けます。
- 次の図に示すように、熱性能をさらに改善するにはアクティブ ヒートシンク (図左) を使用し、熱性能を最大化するには冷却プレート (図右) を使用します。

図 6: アクティブ ヒートシンクと冷却プレートの例



どのようなアプリケーションであっても、熱ソリューションによってアクティブ コンポーネントの温度が仕様の上限值未満に維持されることを確認するために、熱モデル シミュレーションを実行する必要があります。また、ヒート スプレッダーに熱ソリューションを追加する場合は、適切な熱伝導材料 (TIM) を使用する必要があります。

注記: K26 SOM のアルミニウム ヒート スプレッダーに取り付けて使用する熱ソリューションがアヴネット社より提供されています。詳細は、www.avnet.com を参照してください。

熱シミュレーション

熱設計では数値シミュレーションが重要な役割を果たします。冷却方法の選択および機械的設計パラメーターは、主にボード上のコンポーネントの熱要件によって決定します。この熱設計ガイドには、ザイリンクスが提供する K26 SOM のコンパクト熱モデル (Icepak および Flotherm の両形式) が付属しており、これを使用して個々のシステム熱電力および境界条件に基づいてシステムの冷却デザインを設計できます。この熱モデルには、熱インターフェイスのベースとしてヒート スプレッダーが統合されており、その上に選択した TIM を使用して取り付ける熱ソリューションを設計できます (熱ソリューションの詳細な断面図は [図 3: K26 SOM の熱管理ソリューション断面図](#) を参照)。

図 7: K26 SOM の Icepak コンパクト モデル

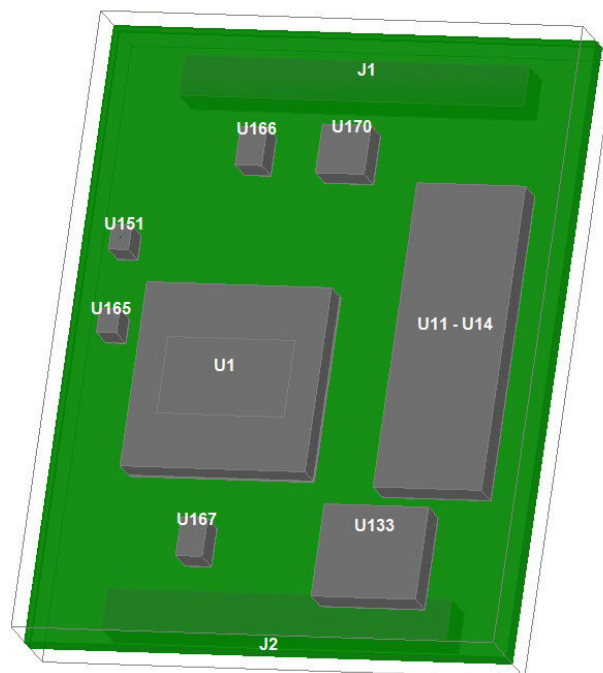
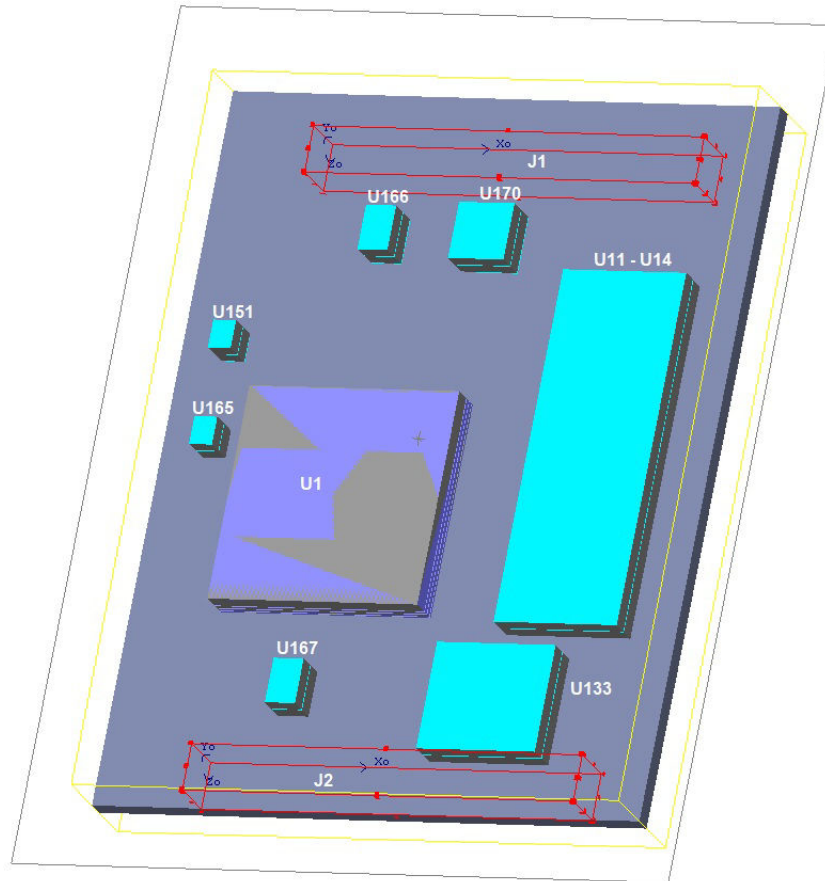


図 8: K26 SOM の Flotherm コンパクト モデル



モデリングの詳細

システム内の K26 SOM における計算時間の短縮とモデリングのために、技術的には次のようにしています。

- K26 MPSoC では、K26 SOM コンパクト熱モデルで DELPHI 熱モデルを使用します。
- コンポーネントには、2 抵抗モデルを使用しました。
- 4 つの DDR は 1 つのモデルにまとめて表現しています。
- これら個々のモデルは、目的の精度と正確性が得られるようにそれぞれ TIM、結合メタル アイランド、および抵抗について特性を評価し直しています。
- SOM の Icepak モデルには、I グレードまたは C グレードのコンポーネント上限温度を適用しています。Flotherm にはそのような温度制限機能が存在しないため、Flotherm を使用する場合はボード上のコンポーネントの温度を確認し、I グレードまたは C グレードの最大仕様値を超えないようにする必要があります。
- 必要なシステム性能に応じて、PDM で報告された消費電力の値 (消費電力の見積もり 参照) を適用します。
- 動作時の周囲温度、エアフロー、圧力低下などのシステム パラメータを数値モデルの境界条件とします。場合によってはシステム プラットフォームに対する標高の影響を考慮してシミュレーションが必要になることがあります。

- 冷却シミュレーションの結果は、センサー精度、TIM の特性許容差、ファン、フィン、ヒートパイプまたはベイパーチャンバーのはんだ付けの機械的製造のばらつき、ヒートシンク底部接触面の平坦度などによる設計マージンに対応できるものである必要があります。

熱ソリューションの性能を求めるための経験式

ヒートスプレッダーの温度上昇を求めるための経験式

ヒートスプレッダーの温度上昇は、次の経験式で計算します。

$$\text{ヒートスプレッダーの温度上昇 (°C)} = 1.0437 * \text{電力 (W)} * \text{R-SA (°C/W)}$$

説明:

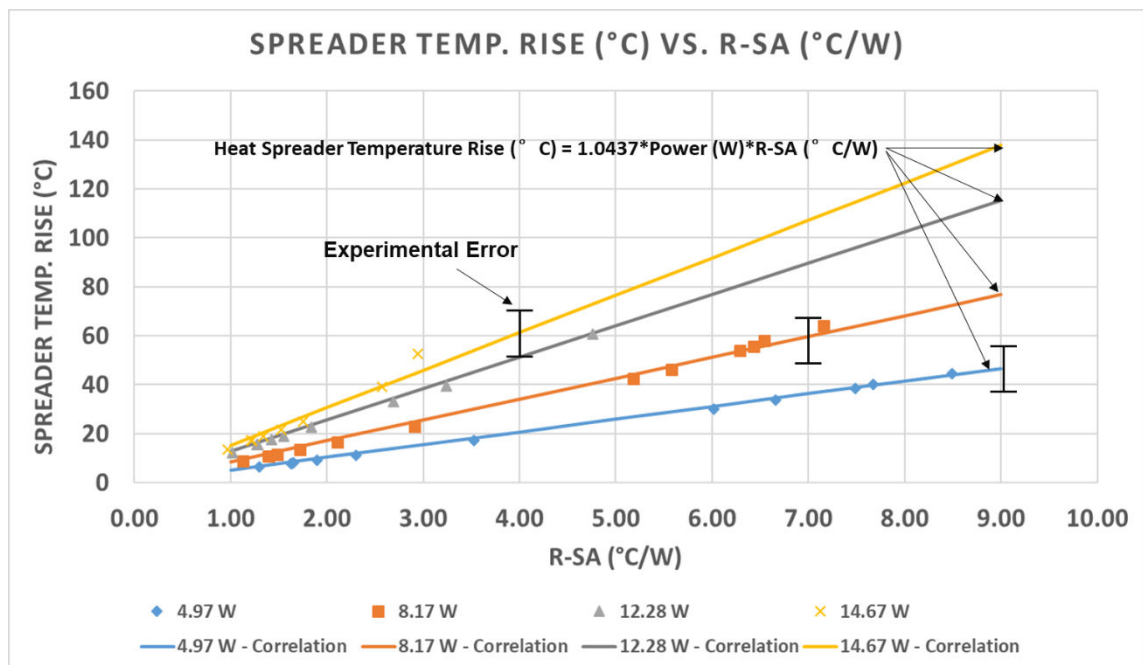
ヒートスプレッダー温度 = 周囲温度 + ヒートスプレッダーの温度上昇

R-SA は、システム用に設計した冷却ソリューションの TIM から周囲環境までの熱抵抗 (°C/W)。

電力は SOM の総入力電力 (W)。

次のグラフは、実験値に関連付けて上記の式で求めたヒートスプレッダーの温度上昇の偏差を、いくつかのシステム入力電力の場合で示しています。点は実験データを示し、実線は相関トレンドを示しています。この相関トレンドは、テストポイントと非常によく一致しています。

図 9: ヒートスプレッダーの温度上昇と熱抵抗 R-SA の関係



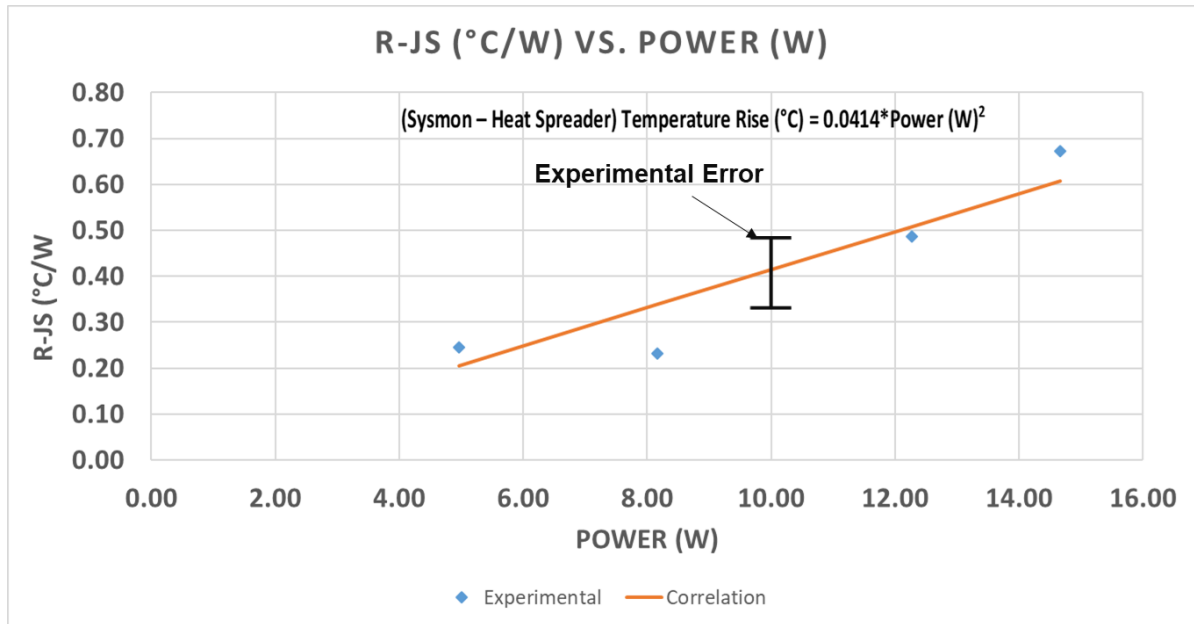
この図からわかるように、アプリケーションのシステム電力の見積もりから得られた相関と、K26 SOM のヒートスプレッダーに取り付けたソリューションのターゲットシステム熱抵抗を使用して、ヒートスプレッダーの温度上昇を求めることができます。

SYSMON とヒート スプレッダーの間の温度上昇を求めるための経験式

K26 の SYSMON とヒート スプレッダーの間の温度上昇は、次の経験式で計算します。

$$(\text{SYSMON} - \text{ヒート スプレッダー}) \text{ 温度上昇 } (^{\circ}\text{C}) = 0.0414 * \text{電力 (W)}^2$$

図 10: ジャンクションからヒート スプレッダーまでの温度上昇と全電力の関係



ターゲット システムの電力との相関を使用して、K26 SOM の SYSMON とヒート スプレッダーの間で想定される温度上昇を求めることができます。

注記: SYSMON の温度は、常に [表 1: K26 SOM の温度仕様](#) に示した温度仕様値未満とする必要があります。

経験式の適用例

最初の例では、システム動作時の周囲温度を 35°C、想定される全電力を 15W、冷却ソリューションの熱抵抗を 3°C/W とします。SYSMON 温度は、このセクションで示した経験式で求めます。ヒート スプレッダーの温度上昇を求めるための経験式を使用:

$$\text{ヒート スプレッダーの温度上昇 } (^{\circ}\text{C}) = 1.0437 * \text{電力 (W)} * \text{R-SA } (^{\circ}\text{C/W}) = 1.0437 * 15 * 3 = 49.97^{\circ}\text{C}$$

$$\text{ヒート スプレッダー温度 } (^{\circ}\text{C}) = 49.97^{\circ}\text{C} + T_a$$

$$\text{ヒート スプレッダー温度 } (^{\circ}\text{C}) = 49.97^{\circ}\text{C} + 35.00^{\circ}\text{C} = 84.97^{\circ}\text{C}$$

$$\text{SYSMON 温度 } (^{\circ}\text{C}) = 0.0414 * \text{電力 (W)}^2 + \text{ヒート スプレッダー温度 } (^{\circ}\text{C}) = 0.0414 * 15^2 + 84.97^{\circ}\text{C} = 94.29^{\circ}\text{C}$$

この例で示したように、経験式から SYSMON 温度を求めることにより、選択した熱ソリューションが [表 1: K26 SOM の温度仕様](#) に示した K26 SOM の温度仕様を満たすかどうかを検証できます。

次の例では、システム動作時の周囲温度を 25°C、想定されるシステム電力を 15W、最大 SYSMON 温度を 85°C とします。このセクションの最初に示した経験式を使用して、ヒート スプレッダーから周囲環境までの熱抵抗 (R-SA) を計算し、適切な熱ソリューションを定義します。

$$\text{ヒート スプレッダー温度 (°C)} = \text{SYSMON 温度 (°C)} - (0.0414 * \text{電力 (W)}^2) = 85 - (0.0414 * 15^2) = 75.69^\circ\text{C}$$

$$\text{ヒート スプレッダーの温度上昇 (°C)} = 75.69^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 50.69^\circ\text{C}$$

$$\text{R-SA (°C/W)} = \text{ヒート スプレッダーの温度上昇 (°C)} / (1.0437 * \text{電力 (W)}) = 50.69 / (1.0437 * 15) = 3.2^\circ\text{C/W}$$

K26 SOM 単体を外気に露出

K26 SOM のヒート スプレッダーを直接外気に露出するシステムでは、ヒート スプレッダー上部に約 30mm のクリアランスを設けることを推奨します。この場合、ヒート スプレッダーから周囲環境までの熱抵抗は約 9 ~ 10°C/W と考えられます。このような構成では K26 SOM から熱として放出される電力が小さいため、性能が制限される可能性があります。SYSMON 温度が [表 1: K26 SOM の温度仕様](#) に示した仕様値未満に維持されるようなシステム構成で K26 SOM を動作させることが非常に重要です。

たとえば、K26 SOM のヒート スプレッダーは、スプレッダーから周囲温度までの熱抵抗が 9°C/W です。K26 SOM 周囲の 30mm の空間の温度を 35°C とし、最大 SYSMON 温度を仕様上限値の 100°C とします。この条件では、K26 SOM から熱として放出される最大電力は、次の式で表されます。

$$\text{ヒート スプレッダー温度} - \text{周囲温度 (°C)} = 1.0437 * \text{電力 (W)} * \text{R-SA (°C/W)} = 1.0437 * \text{電力} * 9$$

$$\text{ヒート スプレッダー温度} - 35 (^\circ\text{C}) = 9.39 * \text{電力}$$

$$\text{SYSMON 温度 (°C)} - \text{ヒート スプレッダー温度 (°C)} = 0.0414 * \text{電力 (W)}^2$$

$$100 (^\circ\text{C}) - \text{ヒート スプレッダー温度 (°C)} = 0.0414 * \text{電力 (W)}^2$$

2 つの式の合計を求めると:

$$65 (^\circ\text{C}) = 9.39 * \text{電力} + 0.0414 * \text{電力 (W)}^2$$

この式を解くと、電力 = 6.8W。



熱ヒント: ザイリンクスから提供される熱モデルを使用してパラメーターを数値的にモデリングすることが、エンジニアリングのベスト プラクティスとして推奨されます。K26 SOM システムをこのガイドで示したガイドラインおよびデータシートの仕様に従って動作させるには、数値モデルを実験データで検証する必要があります。ここで紹介した経験式は初期の熱評価でのみ使用するべきもので、量産品の熱設計には使用できません。

消費電力の見積もり

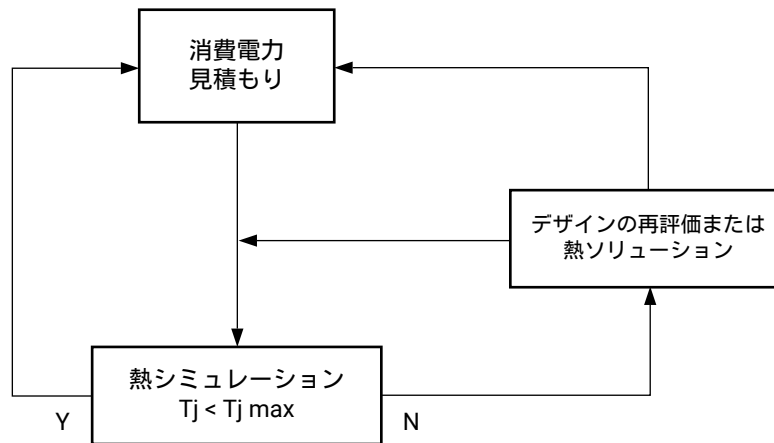
K26 SOM の消費電力の見積もりには 2 つのツールを使用します。初期の消費電力見積もりには、[Power Design Manager \(PDM\)](#) を使用します。デザインをインプリメントしたら、Vivado [Power Report](#) (詳細は『[Vivado Design Suite ユーザー ガイド: 消費電力解析および最適化](#)』(UG907: [英語版](#)、[日本語版](#)) 参照) からの出力を使用して、インプリメント後のデザインが SOM およびキャリア カードの制約条件を満たしていることを確認します。Vivado Power Report では Zynq UltraScale+ MPSoC の消費電力しか見積もることができないため、SOM 上のほかの周辺コンポーネントについては [\[Thermal Loading\]](#) テーブルの値を使用して消費電力を見積もる必要があります。



電源/消費電力ヒント: SOM キャリア カードを設計する際、PDM には必要な 5V および V_{CC0} の電流要件が表示されます。完全な見積もりのためには、これらの値が非常に重要です。また、熱シミュレーションに必要な熱負荷の情報も生成されます。この見積もりおよび熱解析の結果に基づき、Vitis または Vivado デザインに適切な消費電力の制約を与える必要があります。

効果的な熱ソリューションを定義し、K26 SOM の各コンポーネントをそれぞれの最大ジャンクション温度 (T_j) 未満に維持するには、消費電力を正確に見積もることが非常に重要です。K26 SOM の熱ソリューションを設計する場合、ワースト ケースの消費電力からシミュレーションを開始します。熱ソリューションの定義が完了し、 T_j が最大値以内になったら、システムの Θ_{JA} (Theta J_A) を PDM に再入力することで、K26 SOM の電力要件をより正確に見積もることができます。

図 11: 推奨される熱評価フロー



X23525-111319

K26 SOM のワースト ケースの消費電力を見積もるには、コマーシャル温度グレードの K26C SOM かインダストリアル温度グレードの K26I SOM かに応じて、ジャンクション温度を目的の最大動作温度 (通常はデバイスの最大動作温度) に設定します。次に、K26C SOM で T_j を 85°C に設定した例を示します。SOM 上の各コンポーネントの消費電力が [Thermal Loading] テーブルに表示されています。

図 12: [Thermal Loading] の例

This tab contains summary of results.

Part

Form factor: Vision SOM Family: SM-K26-XCL2GC Process: Maximum
 Selected part: XCK26-SFVC784-2LV-C

Power Summary

Total Power	9.749 W
Junction Temperature (T _j)	85 C
Thermal Margin	15 C
Thermal Power Margin	1.931 W
Characterization	Production(+/- 15% accuracy)

Environment

Junction Temperature	85 C
Ambient Temperature (T _a)	25 C
Effective Theta _{jA}	7.768 C/W
Max. Junction Temperature	100 C

Voltage & Current Requirements

Rail	Voltage	Current	Range
VCC_SOM	5.0 V	1.950 A	4.750 - 5.250 V
VCCO_HPA	1.5 V	0.000 A	1.470 - 1.545 V
VCCO_HPBB	1.5 V	0.000 A	1.470 - 1.545 V
VCCO_HPC	1.5 V	0.000 A	1.470 - 1.545 V
VCCO_HDA	3.3 V	0.028 A	3.234 - 3.399 V
VCCO_HDB	1.8 V	0.000 A	1.764 - 1.854 V
VCCO_HDC	1.8 V	0.000 A	1.764 - 1.854 V
VCC_BATT	1.5 V		

Thermal Loading

Component	Power
K26	7.724 W
DDR4: U11-U14	0.469 W
VR: U170	0.569 W
VR: U167	0.473 W
VR: U166	0.714 W
VR: U151	0.000 W
VR: U165	0.105 W
PCB.1	0.164 W
eMMC: U133	0.000 W

この例について説明します。

1. T_j を K26C SOM の最大許容値 (85°C) に設定
2. ワorst ケースのスタティック消費電力となるように、[Process] は [Maximum] を選択
3. SOM 上の各コンポーネントの熱電力
4. SOM の 5V コネクタに必要な総電力は、電流の見積もりに基づく

PDM の [Thermal Loading] は SOM 熱モデルのコンポーネントに対応しており、ここに表示されたすべてのコンポーネントの熱電力を追加する必要があります。PCB にもインダクターまたはその他の補助コンポーネントに関する電力損失が若干存在しており、モデルではこの電力も PCB に適用する必要があります。



熱ヒント: SOM の熱モデルは Siemens Flotherm および Ansys Icepack EDA ツールをいずれもサポートしています。サマルパートナー各社が、熱モデリングについてのサポートを提供しています。

要件を満たした熱ソリューションを設計し、熱シミュレーションによる検証が完了したら、シミュレーション結果を使用して消費電力見積もりの精度を高めることができます。

1. 計算で求めたシステムの実効 Θ_{JA} 、および製品でサポートされる最大 T_a を PDM に入力します。この消費電力見積もりでは、想定される T_j が動的に見積もられ、より正確な見積もり値が得られるため、このアプローチが推奨されます。



熱ヒント: Θ_{JA} とは、デバイスの消費電力 (P_D) が 1W 増えたときにジャンクション温度 (T_j) が周囲温度 (T_A) に対してどれだけ高くなるかを表したもので、単位は °C/W です。 Θ_{JA} は、式 $\Theta_{JA} = (T_j - T_A) / P_D$ で求めます。

次の例では、 T_A を 25°C 、 Θ_{JA} を 3.9°C/W とし、最新の見積もりに基づく T_j が 52°C となっています。これが、SOM の総電力のより正確な見積もりとなります。ワーストケースの見積もりは 85°C で 9.7W でしたが、 52°C における総電力は 8.7W です。

Power Summary		Environment	
Total Power	8.705 W	Junction Temperature	52 C
Junction Temperature (Tj)	51.9 C	Ambient Temperature (Ta)	25 C
Thermal Margin	48 C	Effective ThetaJA	3.954 C/W
Thermal Power Margin	12.164 W	Max. Junction Temperature	100 C
Characterization	Production(+/- 15% accuracy)		

Voltage & Current Requirements				Thermal Loading	
Rail	Voltage	Current	Range	Component	Power
VCC_SOM	5.0 V	1.741 A	4.750 - 5.250 V	K26	6.803 W
VCCO_HPA	1.5 V	0.000 A	1.470 - 1.545 V	DDR4: U11-U14	0.000 W
VCCO_HPBB	1.5 V	0.000 A	1.470 - 1.545 V	VR: U170	0.564 W
VCCO_HPC	1.5 V	0.000 A	1.470 - 1.545 V	VR: U167	0.406 W
VCCO_HDA	1.8 V	0.000 A	1.764 - 1.854 V	VR: U166	0.652 W
VCCO_HDB	1.8 V	0.000 A	1.764 - 1.854 V	VR: U151	0.000 W
VCCO_HDC	1.8 V	0.000 A	1.764 - 1.854 V	VR: U165	0.118 W
VCC_BATT	1.5 V			PCB.1	0.164 W
				eMMC: U133	0.000 W

最初の見積もりおよび熱シミュレーションの結果を使用し、運用後のアプリケーションの消費電力が上限値未満に維持されるように Vitis または Vivado デザインに制約を与えます。SOM の電力を正しく解析し、スタティックおよびダイナミック消費電力を正確に評価するには、Report Power で少なくとも次の制約を使用します。

```
set_operating_conditions -design_power_budget <Power in Watts>
set_operating_conditions -process maximum
set_operating_conditions -ambient_temp <Max Supported by Application>
set_operating_conditions -thetaja <Increase in Tj for every W dissipated C/W>
```



電源/消費電力ヒント: 既に実装済みデザインから SOM の消費電力を完全に見積もるには、Report Power からの XPE ファイルを PDM に読み込んで、SOM のほかのコンポーネントに必要な電力を見積もります。

注記: 消費電力見積もりに関するその他のデザイン リソースは、『Power Design Manager ユーザー ガイド』(UG1556) を参照してください。

その他のリソースおよび法的通知

ザイリンクス リソース

アンサー、資料、ダウンロード、フォーラムなどのサポート リソースは、[ザイリンクス サポート](#) サイトを参照してください。

Documentation Navigator およびデザイン ハブ

ザイリンクス Documentation Navigator (DocNav) では、ザイリンクスの資料、ビデオ、サポート リソースにアクセスでき、特定の情報を取得するためにフィルター機能や検索機能を利用できます。DocNav を開くには、次のいずれかを実行します。

- Vivado® IDE で [Help] → [Documentation and Tutorials] をクリックします。
- Windows で [スタート] → [すべてのプログラム] → [Xilinx Design Tools] → [DocNav] をクリックします。
- Linux コマンド プロンプトに「docnav」と入力します。

ザイリンクス デザイン ハブには、資料やビデオへのリンクがデザイン タスクおよびトピックごとにまとめられており、これらを参照することでキー コンセプトを学び、よくある質問 (FAQ) を参考に問題を解決できます。デザイン ハブにアクセスするには、次のいずれかを実行します。

- DocNav で [Design Hub View] タブをクリックします。
- ザイリンクス ウェブサイトで[デザイン ハブ](#) ページを参照します。

注記: DocNav の詳細は、ザイリンクス ウェブサイトの [Documentation Navigator](#) ページを参照してください。DocNav からは、日本語版は参照できません。ウェブサイトのデザイン ハブ ページをご利用ください。

参考資料

次の文書は、このガイドの補足資料として役立ちます。日本語版のバージョンは、英語版より古い場合があります。

1. 『Kria SOM キャリア カード設計ガイド』 (UG1091: [英語版](#)、[日本語版](#))
2. [Power Design Manager](#) ツール。
3. 『Power Design Manager ユーザー ガイド』 ([UG1556](#))

4. Kria K26 SOM 熱モデル ([XTP717](#))
5. 『Kria K26 SOM データシート』 (DS987: [英語版](#)、[日本語版](#))
6. 『Kria KV260 ビジョン AI スターター キット データシート』 (DS986: [英語版](#)、[日本語版](#))
7. 『Kria KV260 ビジョン AI スターター キット ユーザー ガイド』 (UG1089: [英語版](#)、[日本語版](#))
8. Kria K26 SOM 3D CAD STEP ファイル ([XTP680](#))

お読みください: 重要な法的通知

注記: このプレリリース文書には、ザイリンクスの秘密の専有情報が含まれ、早期アクセス プログラム参加者である貴殿または貴社に対し、貴殿または貴社が守秘義務を負うことを条件として開示されています。貴殿または貴社は、この文書を、評価目的用に 1 部のみ印刷可能です。貴殿または貴社は、この文書を変更または配布することはできず、従業員、同僚、契約社員を含むいかなる人に対して開示することもできません (それらの人達は、プログラムに個別に申し込む必要があります)。この文書は暫定的な情報を含むものであり、通知なしに内容が変更されることがあります。この文書に記載される情報は、販売前の製品・サービスに関するもので、情報目的としてのみ提供されており、この文書で参照されている製品・サービスの販売申込みまたは製品の商品化を試みたものとしては意図されておらず、また解釈されるものでもありません。

自動車用のアプリケーションの免責条項

オートモティブ製品 (製品番号に「XA」が含まれる) は、ISO 26262 自動車用機能安全規格に従った安全コンセプトまたは余剰性の機能 (「セーフティ設計」) がない限り、エアバッグの展開における使用または車両の制御に影響するアプリケーション (「セーフティ アプリケーション」) における使用は保証されていません。顧客は、製品を組み込むすべてのシステムについて、その使用前または提供前に安全を目的として十分なテストを行うものとし、セーフティ設計なしにセーフティ アプリケーションで製品を使用するリスクはすべて顧客が負い、製品の責任の制限を規定する適用法令および規則にのみ従うものとし、

著作権

© Copyright 2021 Xilinx, Inc. Xilinx、Xilinx のロゴ、Alveo、Artix、Kintex、Kria、Spartan、Versal、Vitis、Virtex、Vivado、Zynq、およびこの文書に含まれるその他の指定されたブランドは、米国およびその他の各国のザイリンクス社の商標です。すべてのその他の商標は、それぞれの所有者に帰属します。

この資料に関するフィードバックおよびリンクなどの問題につきましては、jpn_trans_feedback@xilinx.com まで、または各ページの右下にある [フィードバック送信] ボタンをクリックすると表示されるフォームからお知らせください。フィードバックは日本語で入力可能です。いただきましたご意見を参考に早急に対応させていただきます。なお、このメール アドレスへのお問い合わせは受け付けておりません。あらかじめご了承ください。