



ON Semiconductor®

www.onsemi.jp

携帯アプリケーションでの高出力電流DC-DCコンバータによる熱問題の防止方法

APPLICATION NOTE

はじめに

携帯設計における電力要求の重要度がますます大きくなるので、設計者はバッテリーの寿命を延ばし、消費電力を低減するために、システム全体の効率を最適化する必要があります。エネルギー損失の研究により熱の危険性を知ることができます。集積化と小型化のために、接合部温度が大きく上昇して、動作不良や最悪の場合には部品の信頼性低下を引き起こす可能性があります。

独立したDC-DCコンバータは通常、システム効率を向上させるために使用されます。本資料では、どのような熱問題を回避するにも基本的な熱対策で十分であることを示すために、高出力電流のスイッチング・レギュレータに的を絞っています。本資料では、放熱を改善するためのヒントやトリックについて考察します。

消費電力の評価

効率の測定は電氣的消費電力の結果に直結します。Equation 1を使用し、スイッチング・コンバータに関して簡単に計算することができます。

$$P_{DIP} = V_{OUT} \times I_{OUT} \left(\frac{1}{Eff} - 1 \right) \quad (eq. 1)$$

最悪環境ケースにより、設計者は最大消費電力ポイントを求めることができます。各パラメータの最悪ケースを決定して最悪効率ポイントを取得するのに、下表が役立ちます。

Table 1. WORST ENVIRONMENT CASES FOR DC-DC EFFICIENCY

	Switching Converters
Ambient Temperature	High
Input Voltage	Minimum
Output Current	Maximum

1.2 Vでコアを駆動するように構成された以下のアプリケーション例を示すのに、NCP1529 - 1 A DC-DCコンバータが使用されます。電力要求は900 mAを超えません。

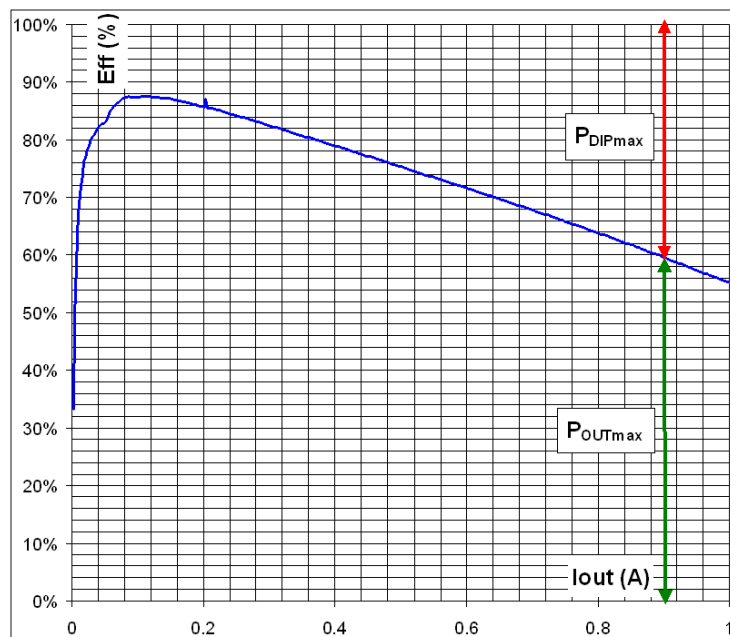


Figure 1. NCP1529 Efficiency at $V_{IN} = 2.7 V$, $V_{OUT} = 1.2 V$, $Temp = 85^{\circ}C$

$$P_{DIPmax} = V_{OUT} \times I_{OUT} \left(\frac{1}{\text{Eff}} - 1 \right) \quad (\text{eq. 2})$$

$$= 1.2 \times 0.9 \times \left(\frac{1}{60\%} - 1 \right) = 720 \text{ mW}$$

最悪ケースの消費電力ポイント(Table 1、Figure 1に従い、Equation 1を使用)から次のようになります。

次のセクションでは、NCP1529を使用するアプリケーションの消費電力が720 mWになるように最適化する方法を示します。

電力から熱への変換

シリコン接合部から大気中への大量の熱を伝達する能力は熱抵抗として定義されます。このパラメータは、仕様の最大定格セクションに記載されており、アプリケーションの基板レイアウトに大きく依存します。 $R_{\theta JA}$ により、電力(W)から温度($^{\circ}\text{C}$)に変換することができます。この抵抗は $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ で与えられ、次のとおり表されます。

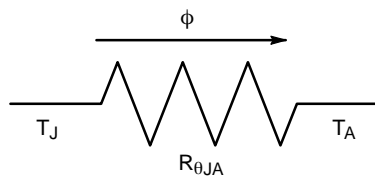


Figure 2.

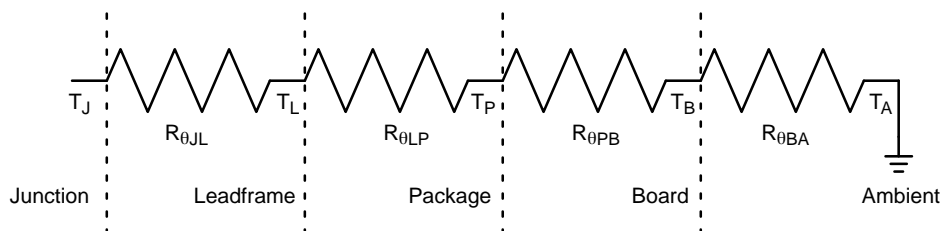


Figure 3.

このモデルは熱フロー・プロセスで基板レイアウトが役割を果たすことを明らかにします。Figure 4に、3種類のボード構成(放散面積と熱ビースによる)に対する接合部-周囲間の熱抵抗性能を示します。

熱抵抗が低いほど、デバイスの熱伝達能力は高くなります。この熱抵抗は接合部温度(T_J)とその周辺あるいは周囲温度(T_A)間の温度差に比例し、Equation 3によって次の値が得られます。

$$T_J - T_A = R_{\theta JA} \times \phi \quad (\text{eq. 3})$$

ここで、熱フロー ϕ (W)は、時間単位当たりの等温線を越える熱エネルギー伝達(J)です。

$$\phi = \frac{dQ}{dt} \quad (\text{eq. 4})$$

熱から電気技術への経路は熱フローを消費電力に結び付けます。

$$P_{DIP} = \phi \quad (\text{eq. 5})$$

終わりに、シリコン接合部-大気間の熱抵抗により、熱問題を生じることなくアプリケーションが到達可能な最大周囲温度を計算することができます。

$$T_{Amax} = T_{Jmax} - (R_{\theta JA} \times P_{DIPmax}) \quad (\text{eq. 6})$$

ここで、 T_{Jmax} は許容最大接合部温度で、NCP1529の場合は $T_{Jmax} = 150^{\circ}\text{C}$ です。

熱放散プロセスをシリコン接合部、リードフレーム、パッケージ、基板またはPCB、および周囲の4つの部分に分解できます。各セクションは、電気的グラウンドで表記される周囲部分を除いて、熱抵抗によって表記されます。

これらの測定値は、電源/グランド・プレーンが100%の範囲とみなされる2S2P基板(2-信号、2-電源/グランド・プレーン)に実装されたNCP1529の特性評価から抽出したものです。

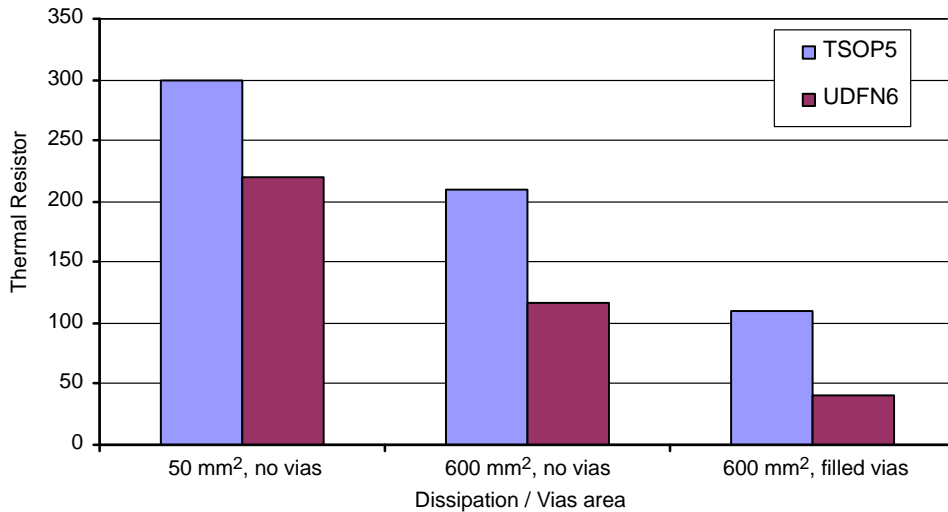


Figure 4. UDFN6/TSOP5 Thermal Resistor Performance vs. Board Layout

推奨アプリケーション基板(フィルドビアによる600 mm²の基板にNCP1529を実装)は消費電力性能を最大5倍に最適化します。

パッケージの選択も、最終アプリケーションで周囲温度要件に適合させる際の大きな課題です。NCP1529デバイスは、TSOP-5 (3 x 3 mm)およびUDFN-6 (2 x 2 mm)パッケージで供給されます。上記のアプリケーション例では720 mWを放散できなければなりません。Equation 6により以下の結果が導かれます。

Table 2. EXAMPLE OF POWER TO THERMAL CONVERSION

Package	TSOP-5	UDFN-6
P _{DIPmax}	720 mW	720 mW
R _{θJA}	110°C/W	40°C/W
T _{Amax}	70.8°C	121.2°C

パッケージの選択は、最終アプリケーションで周囲温度要件に適合させるための重要な検討事項です。

パッケージの選択

最良のパッケージは、最大周囲温度閾値対消費電力を規定する電力ディレーティングを使用して決定できます。

70°C以下では、TSOP-5パッケージとUDFN-6パッケージの両方とも上記アプリケーション例に必要な720 mWを放散できます。しかし、UDFN-6パッケージの放散能力ではTSOP-5パッケージよりも高い動作温度が得られます。UDFN-6パッケージとTSOP-5パッケージ間の主な性能の違いは、シリコンからアプリケーション基板への熱接続を最大化するパッケージ構造によるものです。

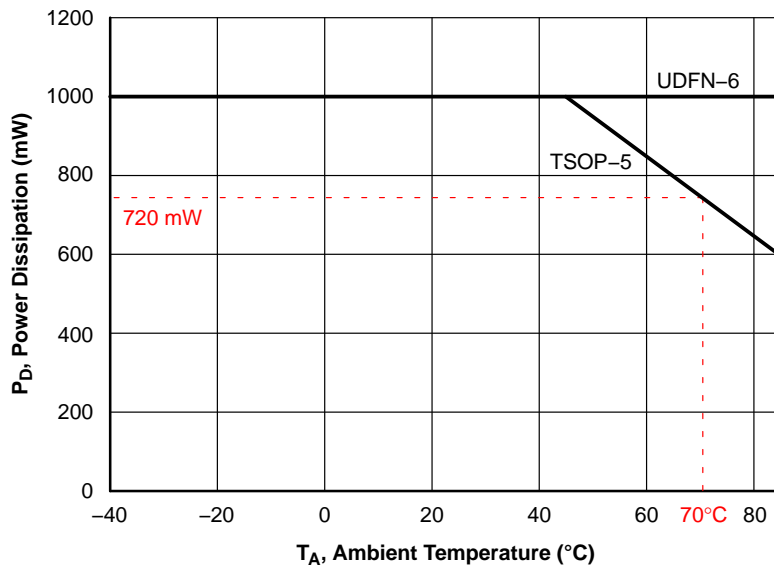


Figure 5. Circuit's Power Derating

基板レイアウトの最適化

UDFN-6パッケージの露出パッドは、適切に接続されていれば放熱を大幅に改善できます。以下のルールに従えば接合部-大気間熱抵抗を最大1/5まで低減できます。

- できるだけグラウンドおよび電源プレーンを備えた4層以上のPCBを使用する。これによって電気的性能も向上する。

- V_{IN} & SWトレースなどの高電流経路を拡大する。
- グラウンド・トップ・プレーンを露出パッドとグラウンド・ピンに接続する。
- トップからグラウンド・プレーンおよびボトムからグラウンド・プレーンにできるだけ近づけて、あるいは半田付けプロセスで可能な場合は露出パッドの下に放熱ビアを追加する。これらのフリー・ビアにより等価放熱器のサイズが大きくなる。

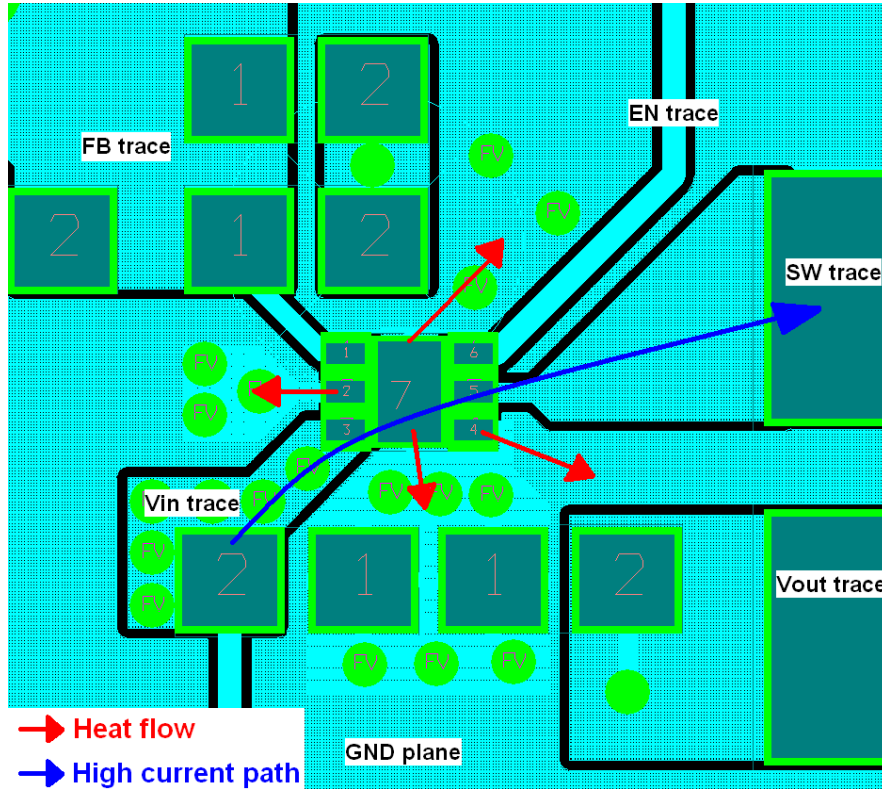


Figure 6. NCP1529 UDFN-6 Recommended Board Layout

小さな面積で高性能DC-DCコンバータを使用するには消費電力を考慮する必要があります。集積回路に熱問題が発生しないようにするために、NCP1529

スイッチング・レギュレータは短絡および熱シャットダウン保護回路を内蔵しています。

ON Semiconductor及びON SemiconductorのロゴはON Semiconductorという商号を使うSemiconductor Components Industries, LLC 若しくはその子会社の米国及び/または他の国における商標です。ON Semiconductorは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。ON Semiconductorの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marketing.pdf。ON Semiconductorは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。ON Semiconductorは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害など一切の損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。お客様は、ON Semiconductorによって提供されたサポートやアプリケーション情報の如何にかかわらず、すべての法令、規制、安全性の要求あるいは標準の遵守を含む、ON Semiconductor製品を使用したお客様の製品とアプリケーションについて一切の責任を負うものとします。ON Semiconductorデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。ON Semiconductorは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許しません。ON Semiconductor製品は、生命維持装置や、いかなるFDA (米国食品医薬品局)クラス3の医療機器、FDAが管轄しない地域において同一もしくは類似のものと分類される医療機器、あるいは、人体への移植を対象とした機器における重要部品などへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にON Semiconductor製品を購入または使用した場合、たとえ、ON Semiconductorがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、ON Semiconductorとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとします。ON Semiconductorは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:
Literature Distribution Center for ON Semiconductor
19521 E. 32nd Pkwy, Aurora, Colorado 80011 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81-3-5817-1050

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com
Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>
For additional information, please contact your local Sales Representative