

## Technical Article

## サーマル カメラによる車載環境での温度評価



Josh Mandelcorn

車内に搭載される電子機器の大半は、強制空冷を使用せずに、最高 85°C で動作する必要があります。製品認定では、たとえ最高周囲温度であっても、基板上の部品やトレースが高温になりすぎていないことを示す必要があります。既存の温度上昇テスト方法では熱電対を使用していますが、このやり方は時間がかかり、潜在的ホット スポットを見逃してしまう可能性があります。サーマル カメラはこのような見逃しホット スポットを検出するため、室温テストのベスト プラクティスになっています。室温テストでは、高温環境で初めて明らかになる加熱効果を見逃す可能性があります。

ただし、ほとんどのサーマル カメラは破損することなく 70°C 以上に耐えることはできないため、85°C のチャンバーにサーマル カメラを挿入することはお勧めできません。また、サーマル チャンバーの前面ガラス面によって対象デバイスの熱画像が歪むため、前面ガラス越しにサーマル カメラを向けることもできません。

ここで提案する解決策は、対流式サーマル チャンバーを使用した電子機器のテストです。この際、チャンバーのドアを開け、前面を段ボールとテープで覆い、サーマル カメラが鮮明な熱画像を撮影できるように小さな開口部だけを残します。熱電対は、85°C の周囲温度に達したことを確認するために、チャンバー内でテスト対象基板のすぐ近くに配置します。サーマル カメラ用の小さな開口部がこの配置を邪魔することではなく、実際の画像を撮影する際にはカメラをチャンバーの外に配置することができます。

古いサーマル チャンバーでは、下に過熱コイルがあるだけで、ファンはなく、熱輸送は対流気流のみというものでした (図 1 を参照)。さらに、搭載されていたオープンには、フロントドアを開けるとコイルが遮断されるインターロックがありませんでした。新しいオープンを使用し、ファンの接続を外してインターロックを解除することも考えられますが、メーカーの保証が無効になるため推奨できません。

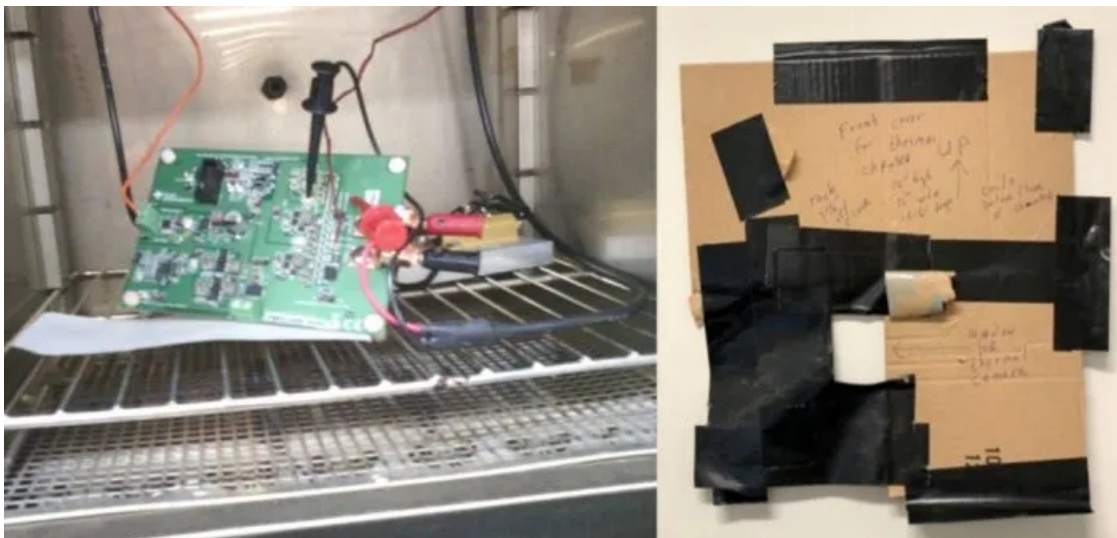


図 1. サーマル チャンバーとパワフルのセットアップ

テスト対象の基板の左側には、車載バッテリーの代わりとして外部ラボ電源からの 14V 入力電源ワイヤがあります。基板の右側には、チャンバー内の抵抗に接続された負荷があり、920mV 出力が 22A で負荷されます。熱電対と出力電圧センス (正と負) を測定するために 3 本の監視用ワイヤがあるのがわかります。これらは、温度 (Tektronix TX3) と出力電圧 (Fluke 87 III) を監視するマルチメータに接続されています。

Blue M DV-12A (Gravity Oven) サーマル チャンバーは、前面開口部 12 × 12 インチ (奥行き 12.5 インチ) のものを使用し、テスト中はバップル (図 1 を参照) で覆いました。同様のオープンは一般に数百ドル台で市販されています。バップルの四角穴は、外部サーマル カメラ (FLIR E75) がテスト対象の基板上的の最も高温の部分に焦点を合わせられるように配置されています。

基板はテスト中ほぼ 2A の 14V 電源が供給され、チャンバー開口部にはバップル カバーが取り付けられました。サーマル チャンバー コイルの電源を入れて、熱電対の設定温度を 85~87°C に調整しました。全体の動作時間は約 30 分で、5 分間隔で 3 枚の熱画像を撮影し、実際に熱安定に達したことを確認しました。この熱安定を確認するために、ラボ電源からの入力電流の監視も行いました。温度が上昇するとコンバータの導通損失が増加することに起因して、予想どおり、動作中に電流消費が約 1% 増加しました。図 2 に最終的な熱画像を示します。

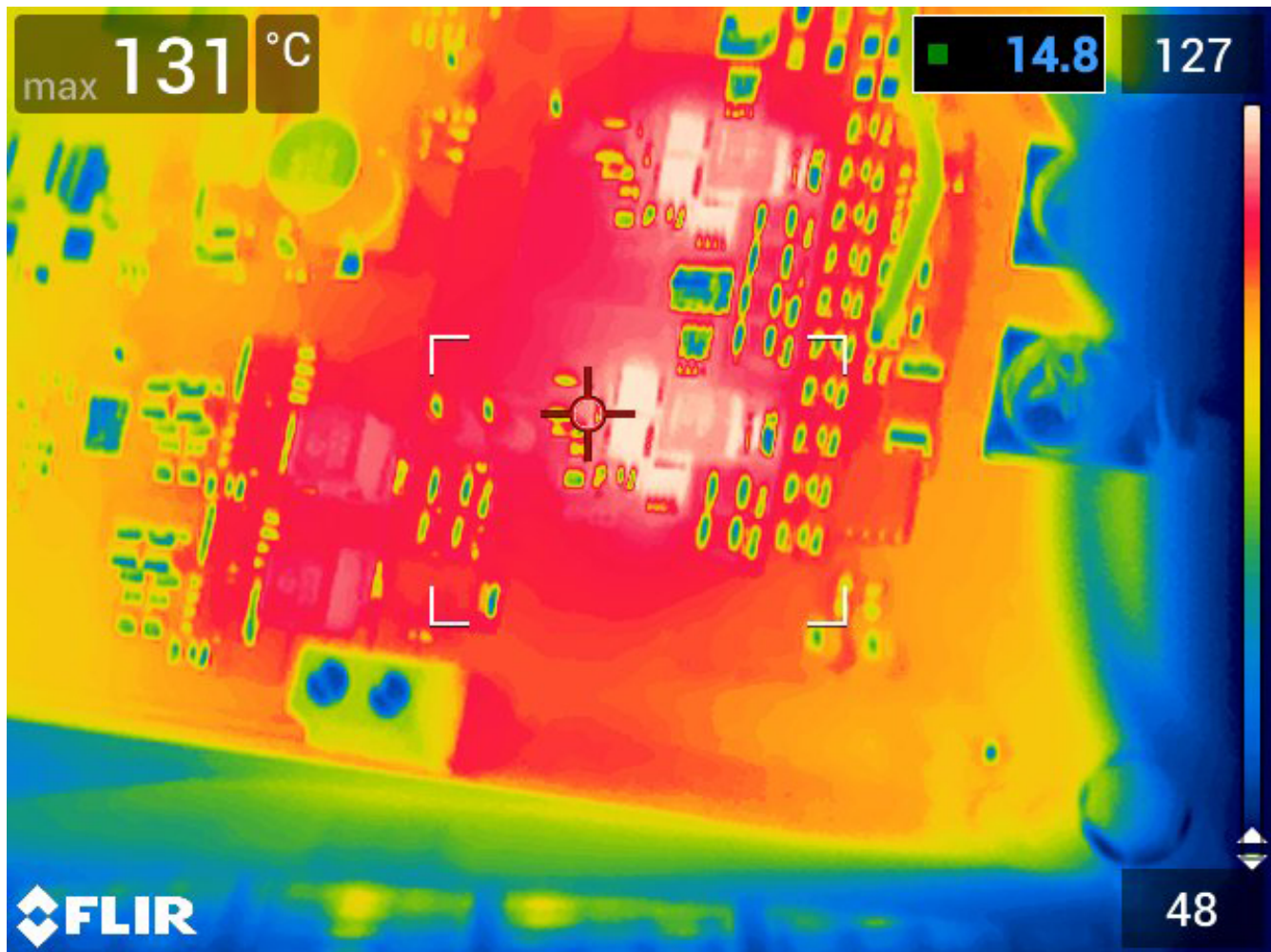


図 2. 最終的な熱画像は終了時点で最高温度 131°C を示しています。FET の右側にある緑色の熱電対の画像に注目してください。

動作中に監視された出力電圧は 919mV にとどまりました。最後の 15~20 分間はサーマル チャンバー コイルのオンとオフが繰り返されたため、熱電対の測定値は 85~88°C の間で変動しました。同じ最高温度で 9 分間の熱画像を繰り返し撮影したところ、熱安定が達成されたことが確認されました。

周囲温度監視を確認するため、2 つの熱電対 (1 つは 図 2、もう 1 つは基板の少し下) を使用して周囲を監視しました。どちらの測定値も 1°C 以内の誤差でした。追加の確認として、最も高温の FET に熱電対を接着して測定を繰り返したところ、最高温度はサーマル カメラが検知した温度より 4~5°C 低くなりました。このことから、サーマル カメラは熱電対が見逃したホット スポットを検出できることがわかります。

全体として、車載アプリケーション向けの高周囲温度の確認をより徹底的に、(サーマル カメラが既に利用可能であると仮定した場合) 中程度の追加コストで実現できることが実証されました。この方法では、これまでの方法で見逃していた熱暴走の状況を検出することができます。使用済みの対流式オープンを購入する必要がある場合、既に熱電対が取り付けられているため、熱電対を接着する作業にかかるコストを節約することができます。

#### 関連記事

- 『[熱電対: 基本的な原理と設計の基本事項](#)』
- 『[サーマル カメラの到着](#)』
- 『[夕食は何? 温度センサを使用した料理](#)』
- 『[ブックレビュー: 車載センサガイド](#)』
- 『[熱電対: 単純だが間違っていて理解されていること](#)』
- 『[RTD 回路における測定誤差の最小化](#)』
- 『[熱電対測定を向上させる優れた技術](#)』

以前 [EDN.com](#) で公開されたものです。

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ（データシートを含みます）、設計リソース（リファレンス デザインを含みます）、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、または [ti.com](#) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所 : Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated