

アプリケーションストーリー



電子部品の試験：非接触式への挑戦

電子回路基板や電子部品は小型化が進み、ますます高い性能をもつようになっていきます。これに対して異常発熱が重大な損傷を招くことがあります。赤外線サーモグラフィーは、ホットスポットを特定し、熱の管理を改善、更には回路基板設計に大きなメリットをもたらします。

電子機器は熱が苦手です。そのため、電子システムの設計者は、デバイスのサイズを小型化する一方で、構成部品の発熱を防止する方法を求め続けています。構成部品の中のチップが小さくなり密度が増すにつれ、市民生活で利用されるデバイスだけではなく、軍事で利用されるデバイスでも熱が大きな問題となってきました。軍事利用のデバイスの場合、問題は単に不都合であることにとどまらず、安全問題にまで及びます。軍の場合、武器や通信システムの完全性の維持は、使用している電子機器の品質に大きく左右されます。

政府機関は、何百万ドルも費やして、設計者が電子部品のサイズ、重さ、そして消費電力を大幅に低減し、それによって熱放散の問題を解消できるような新たな熱管理技術を見つけようと努めています。

接触試験と非接触試験

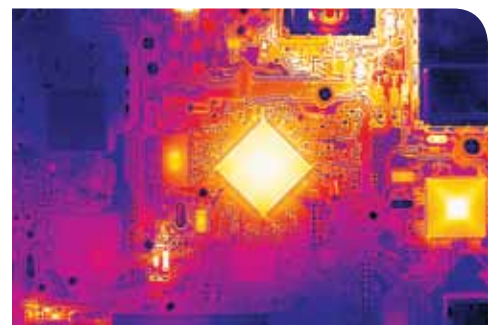
あるVXI基板設計者は、基板の過熱に対する苦情により、異常な数の返品を経験しました。技術者は、シミュレーションモデルを利用して、熱を放散するためにヒートシンクやファンをどこに作るかを決めました。また、試験段階や品質管理段階では、潜在的な設計問題を特定しようと、基板に熱電対を取り付けました。しかし、ほとんど成果を上げることはできず、その技術者は最終的に赤外線カメラの使用を検討するにいたりました。フリーシステムズの米国国内販売責任者であるChris Bainter氏は、赤外線は熱電対に勝るメリットを持っていると語ります。

「まず、ホットスポットの場所が分からないのにどうやって熱電対を取り付ける場所が分かるのでしょうか」と、Bainter氏は問いかけます。「何百ものプローブを1枚の基盤に取り付けるとしましょう。ホットスポットの場所も分からないまま、そんなことをするのは非現実的ですし、有効性にも欠けています。」Bainter氏は、フリーシステムズの赤外線サーマルカメラを1台携えて、その基板の製造現場を訪れました。カメラの電源を入れて1枚の基板に向けると、一瞬でホットスポットが明らかになりました。しかも、ホットスポットは、ヒートシンク、ファン、熱電対の近くにはありませんでした。

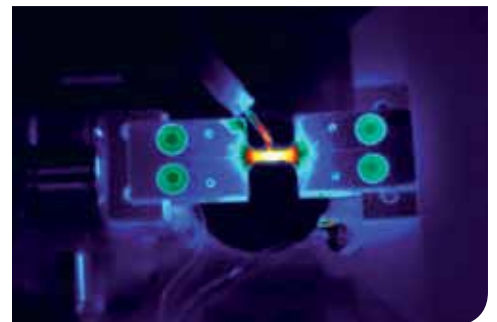
「まさにカメラを向けた途端、熱画像が見えたのです。基板上のホットスポットの場所が正確に分かり、またどのチップが他より温度が高いかも見て取れました」とBainter氏は語ります。

どこからトラブルシューティングを始めたらいいかを知ることは、最初の一步です。赤外線は、回路基板の熱管理システムを設計する際の分析にも利用できます。VIX基盤の設計の場合、赤外線サーマルカメラの画像を見た技術者はファンとヒートシンクが最も温度の高い構成部品の近くに取り付けられていないことに気づきました。このことから「本当にファンやヒートシンクは必要なのか。さらに言えば、必要のない熱管理用部品を取り付けたことで、重さや電力が増すことになるような設計をしたのだろうか。」という問題が提起されました。そのデバイスの真の熱特性と熱放散を知ることが、シミュレーションモデルを改善し、設計全体を改良し、開発サイクルのラピッドプロトタイプング段階をスピードアップするための鍵となる可能性があります。

FLIR A6700赤外線サーマルカメラ



FLIR SC8300の50mmレンズを用いたプリント基板の熱画像

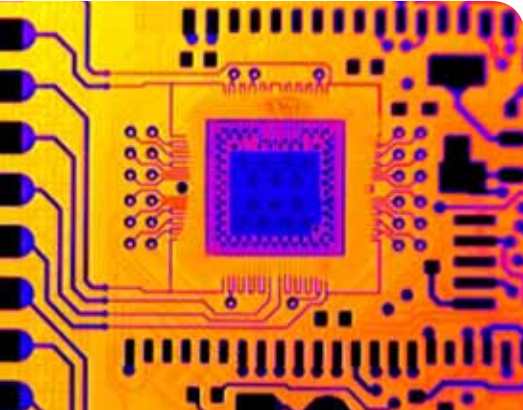


熱電対の熱画像

「非常に小さいデバイスの温度を、接触式の温度計測で計測するのは、困難であり、おそらく不可能でしょう」

クリス・ベインター

フリアーシステムズ米国国内販売責任者



マイクロチップの詳細なHD赤外線画像

小型化の理由

デバイスが小型化し続けるのに従い、熱が深刻な問題になってきました。9×13°程度の大きさだったVXI基板を、各々数百分の1ミクロンの構成部品を組み込んだスマートフォンサイズに小型化するとしたらどうでしょう。その大きさの構成部品は、熱を計測するための熱電対を収めるスペースもありません。そのため解決策は、熱電対と類似した熱電対より小さい抵抗温度検出器（RTD）のプロープを取り付けることです。しかし、この小型プロープでさえ、ヒートシンクの役割を果たしてしまうため、熱の測定値にずれを生じてしまいます。

Bainter氏は「非常に小さいデバイスの温度を接触式の温度計測で計測するのは困難ですし、おそらく不可能でしょう。求めるサイズまでデバイスを小型化した場合、プロープがデバイスの熱応答性に影響を与える可能性があります」と説明します。そういった場合、赤外線画像などの非接触式の温度測定が必要で

す。電子機器の設計者やメーカーの間では、赤外線サーマルカメラが故障分析のためのホットスポットの検出にも広く利用されています。この場合、わずかな熱の差異を生じる小さなホットスポットを見つけることに比べれば、絶対温度の計測はさほど重要ではありません。これらのホットスポットは、デバイスの故障箇所やトラブルを示します。パッシブなサーマルイメージングに加えて、「ロックイン・サーモグラフィ」と呼ばれる技法は、カメラの感度を10倍以上高めることができ、小さくわずかなホットスポットを簡単に見つけることができます。

赤外線検査も、はんだ不足を特定することによって品質保証に役立ちます。はんだ不足は、はんだ付けした部分の回路抵抗を大きくするため、その部分の温度が上がり、赤外線カメラで検出できるようになります。故障回路は、正常な回路とは異なる温度プロフィールを示すため、それによって回路の可否を判定しやすくなります。

サーモグラフィのコストは見合うものか？

電子構成部品の小型化と共に、サーモグラフィのコストは妥当なものとする傾向が生まれています。今の赤外線カメラは、10年前にほぼ同じコストで使用されていたカメラの16倍もの解像度を実現しています。

Bainter氏は、コストが下がり続ければ、赤外線サーマルカメラは、デジタルマルチメータ、電圧分析装置と並んで、あらゆる試験台に備えられる標準的な熱計測ツールになる、と考えています。技術の進歩は、新しい技術の採用にもつながります。

電子機器の検査の際に行われる試験に関して、サーマルイメージングは、引き続き進化の途上にあります。サーマルイメージングに与えられている課題の一つが、表面放射率の補正です。多くの電子基板は異なる放射率をもつ構成部品を使用しており、その中には光沢があり、したがって放射率の低い部品もあります。このことが、絶対温度の計測をさらに難しいものになっています。放射率の高いコーティング、画像減算、放射率マッピングなどの技法は、放射率を補正するための方法の例です。

画像減算の場合、サーマルベースラインを作成するために、デバイスの電源を入れる前に赤外線検査システムのソフトウェアが画像をキャプチャします。次に、デバイスの電源を入れた後の画像から、このベースライン画像を減算し、デバイスの過熱による真の温度の差分だけを残します。画像減算は、放射率の低いデバイスからの反射による見かけのサーマル・ホットスポットをすべて効果的に除外し、デバイス自体が発生させた真のサーマル・ホットスポットだけに焦点を当てられるようにします。

偽造品への取組み

軍用品の仕入れで増えているもう一つの問題である偽造品の検出など新しい用途にも、サーモグラフィの利用のチャンスがあります。

そういったデバイスは、インターネットを通じてさまざまなところから安値で入手でき、米国会計検査院（GAO）の研究によれば、ミリタリーグレードの電子部品の偽造品や模造品と疑われる製品は、多くのインターネットの購入プラットフォームで見つけることができます。

実際、GAOに最近の調査中に報告された販売会社で合法的なところは一つもありませんでした。GAOが販売会社に見積書の要請を送付後、396社から回答があり、そのうち334社は中国国内にある会社でした。それ以外は、米国内に25社、英国と日本を含む国々に37社という結果でした。GAOは、その中から最も低い提示価格を選んだところ、その16の提示価格すべてが中国国内の販売会社から出されていました。

結論

赤外線イメージングを用いれば、タイヤが道路のどこに当たったかを試験し、問題を特定することができます。こういったことは、これまでは不可能だったか、または可能だったとしても迅速に問題箇所を特定することは至難の技でした。メーカーの関心は、設計の瑕疵をピンポイントで特定し、それによって試験時間や試験から販売までの期間の短縮を図ることができる「画像」でしょう。

サーマルイメージングのもう一つの利点は、それによって技術者が各画素の温度値を示す回路基板の完全な温度地図（サーマルマップ）を見られるということです。熱電対や抵抗温度検出器（RTD）を誤った場所に取付けて誤った読みが示される心配もありません。熱画像は、基板上の最も温度の高いホットスポットを正確に表示します。

もちろん、サーマルイメージングは、単に単純な回路基板の画像化だけでなく、研究開発プロセスの多くの段階で利用することができます。

赤外線カメラやこのアプリケーションについての詳細は、下記にお問合せ下さい
www.flir.jp/research

ここに表示した画像は、説明用に示しているだけであり、実際のカメラの解像度を示すものではありません。