

フルーク マクロ・サーモグラフィーで、ほぼ顕微鏡レベルの赤外線診断を実現

過去20年にわたって、サーモグラフィー技術は、ほぼすべての業界でメンテナンス、トラブルシューティング、品質管理、研究管理に変革をもたらしてきました。細部まで明瞭に表示できる大幅な性能改善に加え、コスト削減、シンプルなインターフェースが同時に実現されたため、サーモグラフィーはますます多くの用途で日常的に利用されるツールとなっています。サーモグラフィーは、目標物に接触しなくても赤外線画像内で各測定ポイントの温度データを詳細に放射測温できるため、接触式測定では損傷や汚染のおそれのある目標物、接触式ツールでは測定がほぼ不可能な微小な目標物の点検に最適です。

図1. 金属面の起伏は、製造工程の不良を示します。このボードは不良品として除外し実装を避けたいものです。

フルークでは、研究開発シリーズ・赤外線カメラに対応するマクロ・レンズをさまざまに取り揃えていますので、微小な部品の点検において必要とされる、細かな測定が可能です。マクロ・レンズ・オプションには、Fluke TiX1000、TiX660 および TiX640 赤外線カメラに対応する3レンズと Fluke TiX560 および TiX520 赤外線カメラに対応する25ミクロン・レンズがあります。25ミクロン・マクロ・レンズは、平均的な人間の髪の毛よりも細い25ミクロンという細かさで温度差を表示できる空間分解能を実現します。Fluke TiX560 または TiX520 赤外線カメラに装着して使用すれば、細部

まで明瞭な熱分布を見ることができ、標準レンズでは捕捉できない問題も特定できます。このレベルの詳細な画像は、日々小型化が進むPCBとマイクロエレクトロニクス部品の設計完全性と生産品質を確保するのに不可欠です。

製品サイクルを通じたマクロ視野の価値

Fluke 25 ミクロン・マクロ赤外線レンズは高い確度で微小な目標物を捉えることができるため、以下の解析に多大な価値をもたらします。

材質の完全性/品質

25 ミクロン・マクロ赤外線レンズは、接合部の外れ、格子不整合、その他の不均一な状態を示す熱パターンを表示します。多数のサンプルで熱異常を一様に示すことができるため、製造上の欠陥を正確に把握できます。

たとえば、図1はメタライゼーション不良のボード例です。コネクタ・パッドが四角形であるべきところ、メタライゼーション工程での不良により金属がしずく状に残っています。これがよく故障の原因になります。

トップ 3

フルーク マクロ赤外線レンズの用途

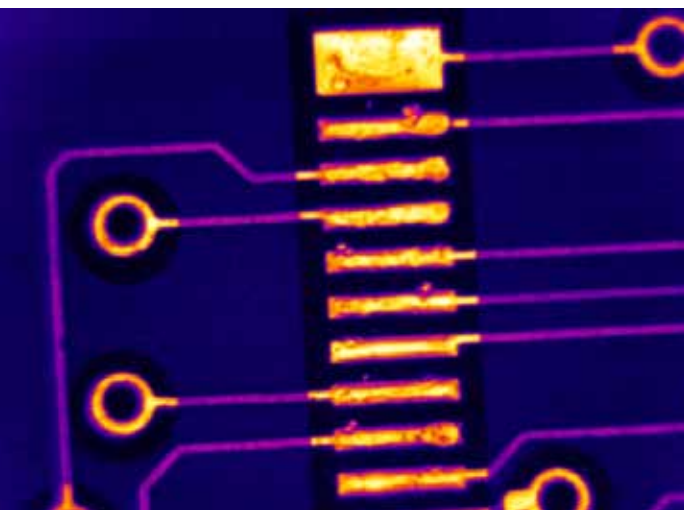
1. ほぼ顕微鏡レベルの細かさで障害を検出
2. 製造のばらつきを正確に特定
3. 製品の信頼性と性能寿命のテスト

材質性能パラメーター

材質と部品にはすべて、温度範囲や湿度などの作動仕様が設定されています。熱パターンから、ある一定の条件下で部品や材質が期待通りの振る舞いをしているか否かが分かります。25 ミクロンの細かさで熱差異を検出できれば、ほぼ顕微鏡サイズの部品でも潜在的な故障を検出できるようになります。

材質のライフサイクルと信頼性

材質の熱パターンをマクロ・レンズで捉え、長期間のテストを行うことで、研究開発エンジニアは、部品の予測寿命を決定したり、早期故障につながるおそれのある懸念箇所を特定したりすることができます。



ほぼ顕微鏡レベルの細部まで表示する能力が生み出す差異

視野内に目標物を捉えると、Fluke 25 ミクロン・マクロ・レンズはほぼ顕微鏡レベルの細部まで表示できます。では、これが視覚的にどのような差異をもたらすのでしょうか。

その差異を実際にご確認ください。以下に、同じ目標物を Fluke TiX560 赤外線カメラに標準レンズを装着して撮影した画像と、25 ミクロン・マクロ・レンズを装着して撮影した画像を掲載しました。細部まで再現された画像があれば、ほんの数分で問題を検出できますが、なければトラブルシューティングに数時間または数日を費やすことになります。

火の消えたマッチ



図 4. これは、火が消えた直後のマッチを TiX560 赤外線カメラに標準レンズを装着して撮影した画像です。

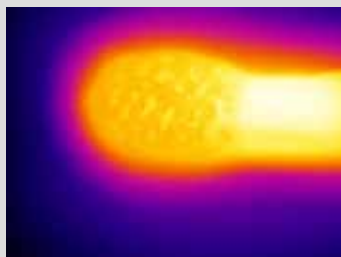


図 5. この画像は、火の消えたマッチを Fluke TiX560 カメラに 25 ミクロン・マクロ赤外線レンズを装着して撮影したものです。

英国の硬貨



図 6. これは直径約 20.3mm の 1 ペンス硬貨で、TiX560 赤外線カメラに標準レンズを装着して撮影しました。

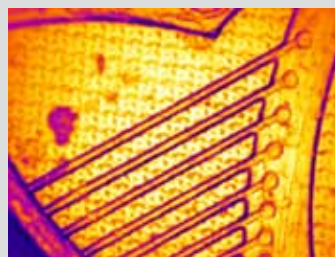


図 7. これは図 6 と同じ 1 ペンス硬貨を Fluke TiX560 赤外線カメラに 25 ミクロン・マクロ・レンズを装着して撮影した画像です。これより、マクロ・レンズが細部まで鮮明に捉えることが明かです。

マクロ・レンズを装着して作業実施

機器を新たに設計する場合でも、部品や組み立て済みのボードの品質管理テストを実行する場合でも、マイクロエレクトロニクス部品の熱プロファイルでわずかな差異を検出する能力により、問題のある箇所を診断し、ボードや部品が合格するまでの時間を短縮できます。以下に、マクロ・レンズが時間短縮、費用節約、電子機器の設計、テスト、製造のフラストレーション軽減にどれほど役立つか、いくつか例をご紹介します。

精密抵抗

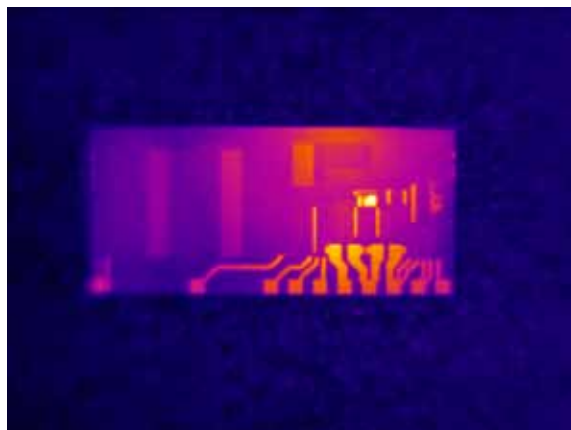


図 2. Fluke TiX560 に標準レンズを装着して撮影した精密抵抗チップ。

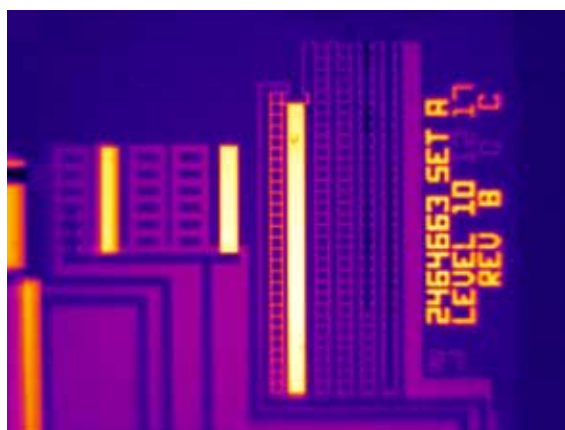


図 3. 精密抵抗チップのパターンをクローズアップした画像、TiX560 に 25 ミクロン・マクロ・レンズを装着して撮影。

標準レンズでは捉えられない部品の故障を検出

1 つ目の例 (図 8) では、Fluke TiX560 に標準レンズを装着して回路基板をスキャンし、ホット・スポットを検出しました。

Fluke 25 ミクロン・マクロ・レンズを使うと、ホット・スポットが実際には 1 個の集積回路上の 2 つの回路であり (図 9)、どちらも正常に機能していることがわかります。

どちらかの回路が故障しても、マクロ画像ならはっきりと見ることができます。その場合、一方の長方形が高温で、もう一方が暗く再現されます。標準レンズで撮影した画像では細部まで捉えられないため、2 個の回路を識別できません。そのため、一方がもう一方よりも高温または低温 (故障を示す) であっても、その差を識別できず、ボード上の他の領域を調査しなければならぬことになります。

製造のばらつきをすばやく正確に特定

生産歩留まりを最小限にとどめるには、製造上の問題の診断と解決が不可欠であることが、フルーク自身の製造工程の1つで明らかになりました。セラミックベースの焦電検出器のテストで、突然平均をはるかに上回る異常が発生するようになりました。そのため、歩留まりが 50 % 上昇し、製造問題として報告されました。簡単な電力テストを実施したところ、検出器に過電流が流れ、短絡が発生していることがわかりました。問題は、短絡の発生箇所をどのように特定するかです。

そこで、検出器の電源を入れた状態でTiX560 サーマル・イメージャーを使って赤外線スキャンを実行することにしました。標準レンズを装着して画像を撮影したところ、異常は検出されませんでした。しかし、25 ミクロン・マクロ・レンズを装着したところ、撮影画像に本来ならば表面が一様であるべきところにはっきりとホット・スポットが捉えられていました (図 10)。

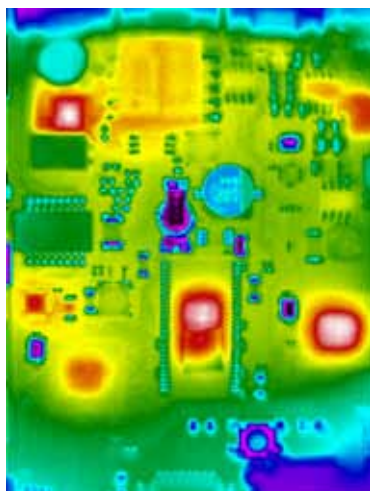


図 8. Fluke TiX560 に標準レンズを装着して撮影した PCB 断面の画像。

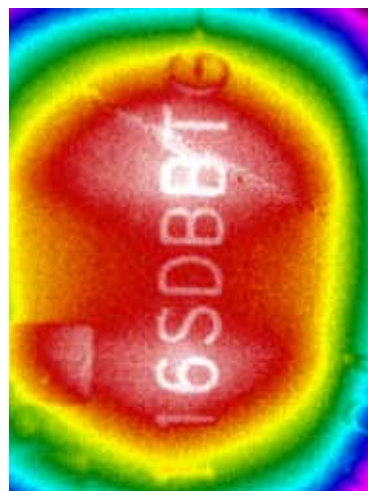


図 9. この画像は、Fluke TiX560 に 25 ミクロン・マクロ・レンズを装着して撮影したもので、ホット・スポットが実際には 2 つの回路であることがわかります。

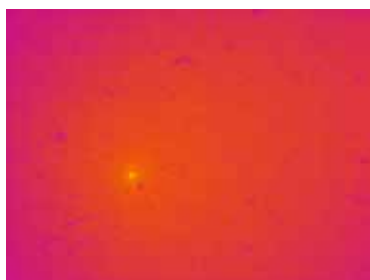


図 10. TiX560 赤外線カメラに 25 ミクロン・マクロ赤外線レンズを装着してスキャンした焦電検出器。

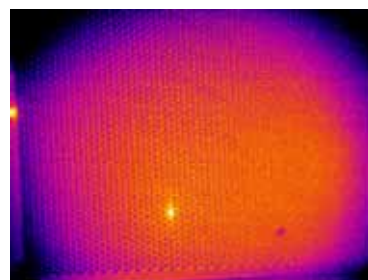


図 11. セラミック材を取り除いて、シリコン読み出しチップを Fluke TiX560 赤外線カメラに 25 ミクロン・マクロ・レンズを装着してスキャン。

問題の箇所がわかったため、検出器からセラミック材を取り除いて、再度マクロ・レンズでシリコン読み出しチップをスキャンしました。その結果、スキャン画像に直径約 100 ミクロンのホット・スポットがはっきりと捉えられました。

問題の領域が特定できたため、シリコン・チップ上の問題箇所を走査型電子顕微鏡 (SEM) で検査しました。検査の結果、シリコン材にへこみがあり、それが亀裂となり、電源トラックの陽極と陰極との間の短絡の原因になっていることが明らかになりました。製造工程をさかのぼって検査したところ、工程の 1 カ所でスクリーン・プレートがシリコン・チップに接触して、へこみができているのが見つかりました。

スクリーン・プレートが接触しないように調整して、問題は解決しました。生産歩留まりも問題が発生する以前のレベルまで戻りました。マクロ赤外線レンズで問題の箇所を絞り込めなければ、問題の検出にもっと時間がかかったと思われます。その場合、SEM でチップ全体をスキャンして問題を検出するしかなく、TiX560 赤外線カメラに 25 ミクロン・マクロ・レンズを装着すれば数分しかかからないところ、数時間を要したはずでした。

最適な画像を撮影するヒント

良好な赤外線画像の撮影は、芸術であり、科学でもあります。まず、作業に適切なカメラとレンズを選択します。これで、赤外線画像品質と画像から判断できる情報のいずれも改善できます。ただし、以下の主要技術的要件を考慮してください。

目標物までの距離

目標物までの距離は、レンズとお使いのカメラの両方で決まります。たとえば、TiX560 カメラに Fluke 25 ミクロン・レンズを装着した場合、目標物から約 10 mm のところで正確にフォーカスすることができます。取り付けたプローブや大型部品を扱う場合、それほど接近できないことがあるため、用途の目標物までの距離に最適のカメラとレンズをお選びください。

ワーキング・ディスタンス

レンズのワーキング・ディスタンスは、フォーカスを設定する目標物までの距離を示します。たとえば、Fluke 25 ミクロン・マクロ・レンズの最適なワーキング・ディスタンスは 8 mm ~ 14 mm です。

カメラの安定

最高の性能を達成するには、画像の撮影中カメラを安定して、動かないようにする必要があります。TiX560 または TiX520 の三脚取り付けネジを使用して、カメラを卓上固定具に取り付けるようお勧めします。TiX560 には、リモート・コントロール機能があるので、カメラに触らずコンピューターから撮影できます。

ナルシス効果の補正

ナルシス効果とは、画像とレンズ間で熱が往復することにより、画像にレンズの画像が現れることです。点検する目標物を撮影するのではなく、カメラのレンズそのものを撮影することになります。この効果を回避するには、カメラを目標物に対して 90 度の角度から数度動かします。

テレセントリック・レンズと非テレセントリック・レンズ

テレセントリック・レンズを使うと、レンズのワーキング・ディスタンス内のすべての目標物が、カメラから一定の距離で均一に捉えられます。つまり、8mm 離れた部品と 14mm 離れた部品があるとする、どちらも 10mm の距離のフォーカスで捉えられます。非テレセントリック・レンズでは、レンズからの距離が異なる複数の部品を点検する際に焦点を調整し直す必要があり、時間がかかるばかりか、確度の高い調整が求められます。TiX560 に対応する Fluke 25 ミクロン・マクロ・レンズはテレセントリックなので、8 mm ~ 14 mm のワーキング・ディスタンスにある全部品を等距離としてフォーカス内に収めることができます。

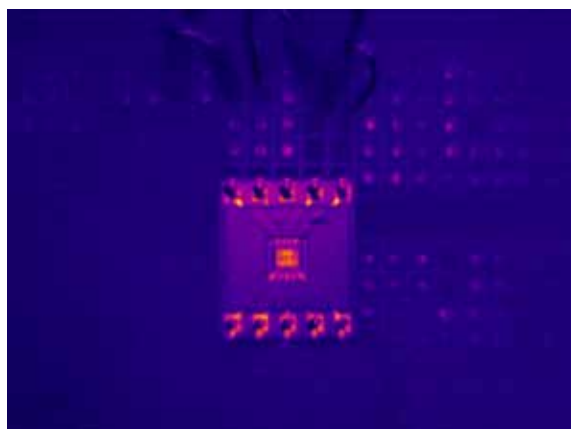


図 12: TiX560 カメラに標準レンズを装着して撮影した電源が入っていない状態の抵抗器

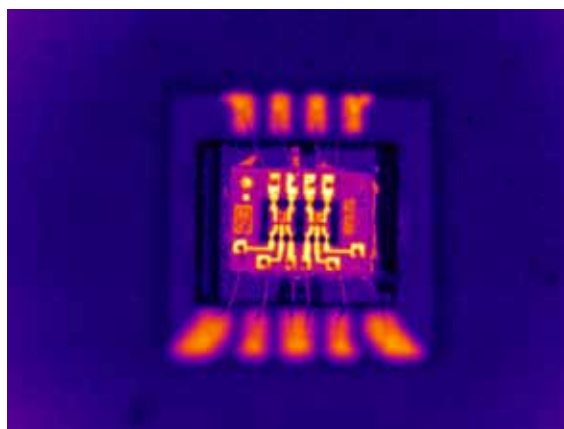


図 13. 図 12 と同じ電源の入っていない抵抗器を Fluke 25 ミクロン・マクロ・レンズで撮影したもの

製品の信頼性と性能寿命のテスト

電子部品ベンダーは、製品のテストを行うことで、ある一定の条件で期待される性能を発揮させ、標準性能寿命を決定しなければなりません。たとえば、表面実装抵抗器（約 1 mm の大きさ）のメーカーなら、供給する部品の性能、信頼性、標準寿命を確実に達成させたいはずです。これを達成する最良の方法が、設計および開発段階で抵抗器の主要な要素をテストすることです。

抵抗器とは主に、電流または電圧を制限して、電流や電圧の印加による熱を放散する装置です。標準レンズを装着したサーモグラフィーでは、ホット・スポットを判別するのに必要な詳細レベルで必ずしも撮影できません。

しかし、マクロ・レンズを装着したサーモグラフィーでテストして一般的な抵抗器の熱パターンを可視化すると、抵抗器の設計と熱エネルギーの放散に関して極めて有用なデータを得ることができます。こうした熱パターンには、製造上の問題が示されることがあります。

たとえば図 12 には、AC/DC コンバーターを装着した電源が入っていない状態の 400 オームの抵抗器を標準レンズで撮影した画像を示しました。図 13 は、同じ部品を 25 ミクロン・マクロ・レンズで撮影したものです。ご覧のとおり、マクロ画像には電源が入っていない状態でも抵抗器の細部までが捉えられています。

次に、コンバーターに電源を入れて、まず標準レンズで（図 14）、次にマクロ・レンズでスキャンしました。

標準レンズで撮影した画像では、問題がはっきりと示されていません。しかし、25 ミクロン・マクロ・レンズで撮影した画像では、抵抗器の右側が左側よりも電流が少ないことがわかります。

耐用年数の計算には、測温が不可欠です。抵抗器の熱パターンが細部まで表示できれば、ホット・スポットを検出できます。こうしたホット・スポットは、仕様に設定された部品の作動温度を超えることが多いため、材質の応力が増加し、早期に故障が発生する可能性があります。赤外線画像から得られる情報から、エンジニアが設計や製造工程を変更したり、ホット・スポットを生成する応力点を緩和したりすることができます。

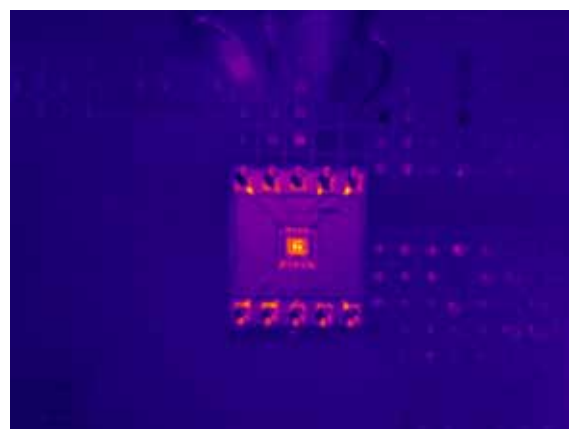


図 14. 標準レンズで撮影した電源が入った状態の抵抗器には、異常がはっきりと示されていません。

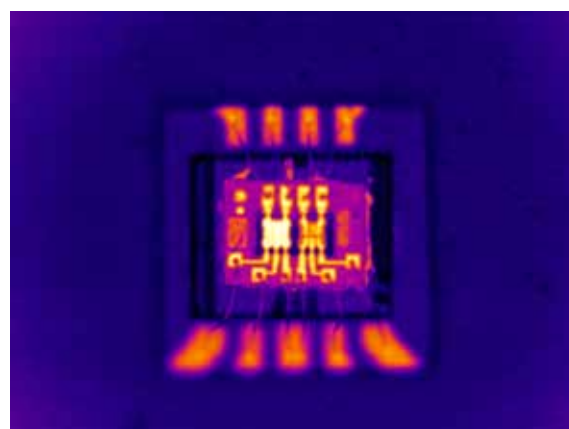


図 15. Fluke 25 ミクロン・マクロ・レンズで撮影した場合、電源の入った状態の抵抗器の異常がはっきりとわかります。この画像から、右側の方が左側よりも電流が少ないことが明らかです。

フルーク 赤外線レンズの概要

レンズ	TiX560/ TiX520	Ti400/ 300/200	Ti32/ 29/27	TiX1000/ 660/640	撮影対象	撮影者
マクロ	25MAC2 25 ミクロン			XLens/Macro1 81 ミクロン (TiX1000) または 119 ミクロン (TiX660/640) XLens/Macro2 32 ミクロン (TiX1000) または 47 ミクロン (TiX660/640) XLens/Macro3 35 ミクロン (TiX1000) または 50 ミクロン (TiX660/640)	極端に近い位置に ある微小な被写体	次のような業務に携わるエンジニアや科学者： • 研究開発 • 電子設計および検査 • 顕微鏡サーモグラフィー 大学や研究組織、プロセス開発、およびマイクロエレクトロ ニクス設計企業など
望遠レンズ (2 倍)	TELE2	TELE2	TELE1	XLens/Tele	離れた場所にある 小さな被写体 / 中 程度のサイズの被 写体	• 保守技術者、電気技術者、製造技術者 - 高い場所、手の 届きにくい場所、または接近するのが危険な場所にある装 置の検査 • 建造物の点検 - 一定の距離から細部まで表示
望遠レンズ (4 倍)	4XTELE2	4XTELE2		XLens/SupTele	極端に離れた場所 にある小さな被 写体	次のような業務に最適です。 • 石油化学 - 高いスタック • 発電および送電 - 長距離 • 金属精製 - 極めて高温で近づけない場合、精製所近くの点 検が必要な機器など
広角	WIDE2	WIDE2	WIDE1	XLens/ 広角 XLens/SupWide	比較的近い場所に ある大きな被写体	• 保守技術者、電気技術者、製造技術者 - 狭い空間での作業、 または広いエリアを点検する必要があるとき • 建造物診断士 - ルーフィング / 産業用建造物検査、一度に 広い領域を検査することにより時間を節約したい場合



TiX560 サーマル・イメージャーに 25 ミクロン・マクロ・レンズを装着すると、マクロ・サーモグラフィー要件に最適のソリューションが実現。

- 反応性に優れた 5.7 インチ・タッチスクリーン** - 設定をすばやく、簡単に変更可能。
- 回転式レンズ** - 見やすい角度にスクリーンを調整。
- 分解能 4 倍** - SuperResolution モードでは、320 x 240 の画像を 640 x 480に変換し、画像品質と測温確度を改善。
- 三脚取り付けネジ** - カメラを卓上固定具に安定して取り付け。
- リモート・コントロール** - PC からカメラをコントロールできるため、カメラに触れなくても、コンピューターから画像を撮影して、設定を調整。
- ボタン1つでフォーカス設定** - マクロ・レンズを取り付ければ、LaserSharp® オート・フォーカス・ボタンを押すだけで、レンズに最適の距離にフォーカスを設定して、標物からのワーキング・ディスタンス内 (8 mm ~ 14 mm) にカメラを位置合わせして、目標物にはっきりとフォーカスが合うまで、目標物までの距離を調整。
- スマート・レンズ** - マクロ・レンズは指定のカメラに合わせて校正済みなので、互換性のあるカメラ間で交換可能。



微小な目標物でも高品質の画像

電子機器が小型化するに伴い、ほぼ顕微鏡レベルの部品の過熱を検出するのはますます困難になっています。25ミクロン・マクロ赤外線レンズを装着したFluke TiX560 および TiX520 サーマル・イメージャーは、ホット・スポットの検出に十分な空間分解能と熱感度を達成するため、25ミクロンまでの細部までわずかな温度差を検出できますこのツールは電子部品設計、開発および生産に細部にわたる詳細な情報を提供するため、品質の改善、製品化までの時間短縮、リコールの回避およびコスト低減を実現できます。お客様に最適の赤外線システムの詳細については、Fluke 販売代理店にご連絡いただくか、www.fluke.com/jp をご覧ください。

Fluke. 動き続ける世界を支える

お問い合わせ先:
フルーク
特約店営業部
TEL : 03-6714-3114
FAX : 03-6714-3115
URL : www.fluke.com/jp

©2015 Fluke Corporation.
仕様は、予告なく変更される場合があります。
06/2015 6005789a_JP

世界で最も信頼されているツール