



ORIST

Technical Sheet

No. 24-26

ロックイン発熱解析装置

キーワード：ロックインサーモグラフィー、故障解析、非破壊検査、IC テスト、欠陥イメージング

はじめに

近年、情報処理技術や無線通信技術などの進歩により新たな機能が付加された電子機器が数多く設計、生産されています。また、新たに製品を設計、生産する場合、それらを外部委託する傾向にあります。このような環境下で生産された電子機器に不良が発生すると、自社内に十分な情報や知見がないため、その原因の究明が困難になります。

電子機器では、ある一定の電圧を供給することにより負荷に応じた電流が回路に流れます。異常な電流値は不良の発生を示しますが、その電流が回路基板上のどの位置に流れているか特定することは容易ではありません。そのため、異常な電流を発熱として捉える方法が利用されています。不良が短絡であれば、短絡箇所を中心に良品より明らかに発熱することによります。しかし、熱は拡散するため一般的なサーモグラフィーでは、故障箇所の詳細な位置特定は困難です。また、通電による発熱が基板や回路素子に与える影響も無視できません。

ロックイン発熱解析装置は、フーリエ解析を用いることによって極めて小さな発熱を検出することが可能な装置です。そのため試料に与える影響を抑えることができます。また画像で結果を得られるため、広範囲の発熱状態を一度に確認することができます。ここでは、本装置の特性や電子部品の発熱解析例を示します。

ロックイン発熱解析装置の概要

図1にロックイン発熱解析装置(Sentris, ハイソル

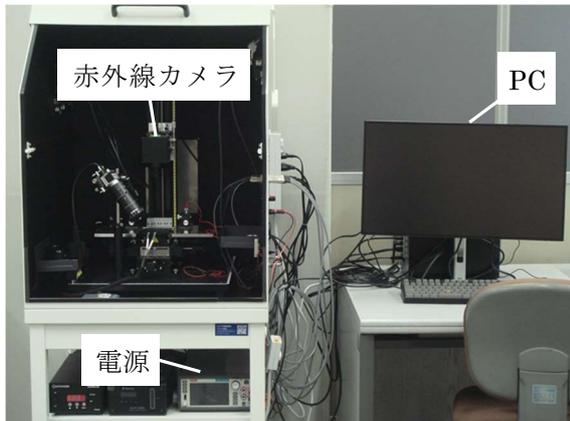


図1 ロックイン発熱解析装置の外観

社製)の外観を、表1に本装置に用いられている赤外線カメラの仕様を示します。本装置を構成する主な機器は、シールドボックス内に設置された試料の発熱を検出する赤外線カメラ、試料に周期信号を印加する電源および各機器の制御と熱画像のフーリエ解析をするPCです。

図2に各機器の接続関係を示します。解析したい試料と電源の間を電氣的に接続させます。PCから電源に信号を送り、特定周期の矩形波を試料に印加します。試料に入力される電圧はONとOFFを繰り返すため、その周期で試料が電流による発熱と自然冷却を繰り返します。この周期信号と同期した熱画像を赤外線カメラから取得します。得られた時系列画像をフーリエ解析することにより、印加した周期の振幅画像および位相画像が得られます。振幅画像は特定周期の発熱変化を抽出するためノイズの影響をほとんど受けず、微小な発熱を検出することができます。

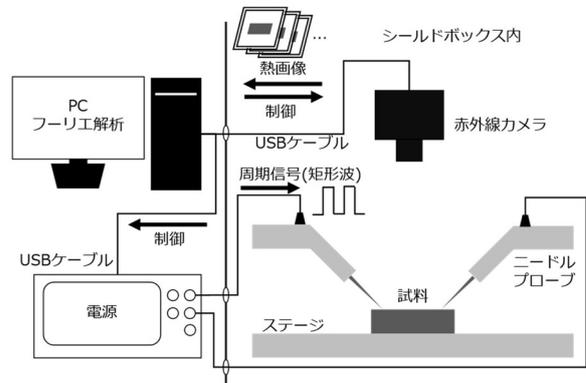


図2 各機器の接続関係

表1 赤外線カメラの仕様

検出器	非冷却マイクロボロメータ			
画素数	640×480 ピクセル			
感度波長	7-14 μm			
レンズ	Macro	80 μm	20 μm	5 μm
フォーカス	手動	固定	固定	固定
視野 (mm)	X: 89.6 <	X: 51.2	X: 12.8	X: 3.2
	Y: 67.2 <	Y: 38.4	Y: 9.6	Y: 2.4
最小範囲				

最も倍率の高い 5 μm レンズの撮影例

発熱箇所をどこまで細かく追跡可能か検証するために解像度チャートを撮影しました。図 3 に解像度チャートの撮影画像(グレースケール)の一部を示します。撮影には 5 μm レンズを使用しました。赤い枠で示した 4 グループの 1 から 6 のラインペアは全て解像していることがわかります。青い枠で示した 5 グループにおいて、5 のラインペアから分解が難しくなります。5 グループの 4 と 5 の線幅はそれぞれ 11.0 μm と 9.8 μm であり、概ね 10 μm 程度までのラインペアを観察可能です。

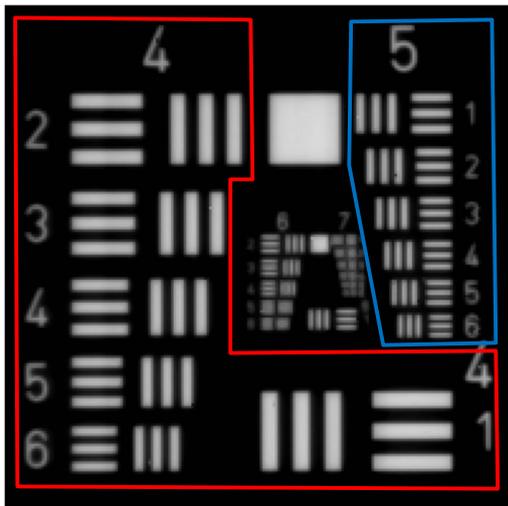


図 3 5 μm レンズで撮影したテストチャート

チップ抵抗の発熱解析

図 4 に 2012 サイズのチップ抵抗 2 k Ω のロックイン解析例を示します。撮影には 20 μm レンズを使用しました。付属のニードルプローブを用いて両端の金属部と電気的に接続しました。入力信号の矩形波のピーク電圧は 0.4 V、周波数は 1 Hz としました。積分時間は 10 分です。チップ抵抗で消費される電力は 80 μW です。発熱の振幅画像(カラー)と赤外線画像(グレースケール)を重ね合わせて表示

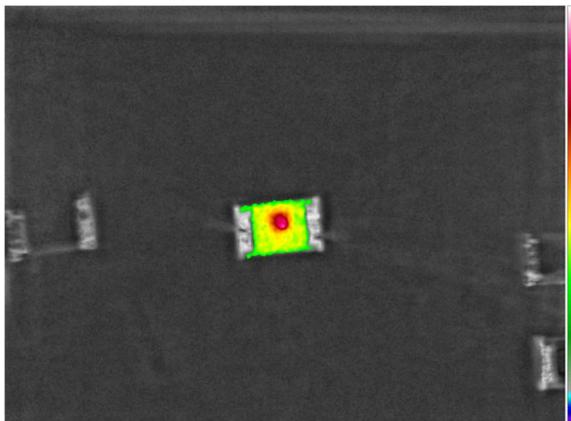


図 4 チップ抵抗のロックイン解析結果例

しています。最も発熱が大きい箇所では約 5 mK の変化を示しました。チップ抵抗の中心付近が赤色で表示されており、熱が周囲に拡散し難い箇所から温度上昇することがわかります。素子のパッケージは非破壊の状態であり、発熱箇所から表面に伝わった熱の変化を捉えています。

ペルチェ素子の発熱解析

図 5 に 30 mm \times 30 mm サイズのペルチェ素子のロックイン解析例を示します。撮影には 80 μm レンズを使用しました。付属の IC クリップを用いてリード線と電気的に接続しました。入力信号の矩形波のピーク電圧は 0.6 V、周波数は 15 Hz としました。積分時間は 1 時間です。温度変化の振幅画像(カラー)と赤外線画像(グレースケール)を重ね合わせて表示しています。最も温度変化が大きい箇所では約 4 mK を示しました。素子とリード線の接続部から温度変化の大きい箇所が縦方向に並び上下の端で横方向に折り返すように配置されていることがわかります。これはパッケージ表面に近い表側の金属配線が並んでいる状態を示しています。この撮影においても、素子のパッケージは非破壊です。

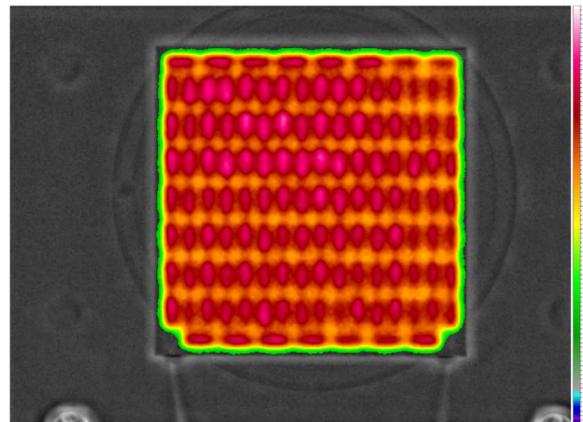


図 5 ペルチェ素子のロックイン解析結果例

おわりに

ロックイン発熱解析装置は、電子回路の不良箇所を明らかにするための装置です。電子回路には、様々な部品が搭載されており、部品の変形や焼損等の明らかな変化がなければ、故障箇所を特定することは困難です。しかし、ロックイン発熱解析装置を用いることによって、故障箇所を発熱画像として非破壊で得られます。不良解析の手間や時間を大幅に短縮することが可能となります。

お手元の試料が測定可能か、希望の測定が可能か等、お気軽にお問合せ頂き、ロックイン発熱解析装置を有効にご活用ください。

発行日 2025年3月1日

作成者 電子・機械システム研究部 知能機械研究室 金岡 祐介