



ORIST

ロックイン発熱解析装置による解析事例

キーワード：回路故障、基板故障、電子部品故障、熱源探査、振幅画像、位相画像

はじめに

既報¹⁾に引き続きロックイン発熱解析装置の測定事例を紹介します。ここでは、測定から解析までのデータ処理手順を示し、解析結果である振幅画像および位相画像から得られる情報について、具体的な試料の解析結果を例に解説します。

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、ハイソル株式会社製)の外観を示します。本装置を構成する主な機器は、試料に周期信号を印加する電源、試料の発熱を検出する赤外線カメラおよび各機器の制御と熱画像の解析を行うPCです。

本装置は、周期波形である矩形波を試料に印加し、発熱と放熱を繰り返させることによって、試料温度を特定の周期で変化させます。また、この温度変化は赤外線カメラで熱画像として撮影されます。撮影した熱画像の各画素に対してフーリエ解析を行い、矩形波と同じ周期の振幅画像および位相画像を作成します。振幅画像および位相画像はそれぞれ、矩形波の周期で変化する温度の大きさおよび矩形波に対する温度変化の遅れをカラーマップで示します。振幅画像および位相画像を熱画像と重ね合わせることによって、発熱箇所や熱伝導に関する推定が可能となります。

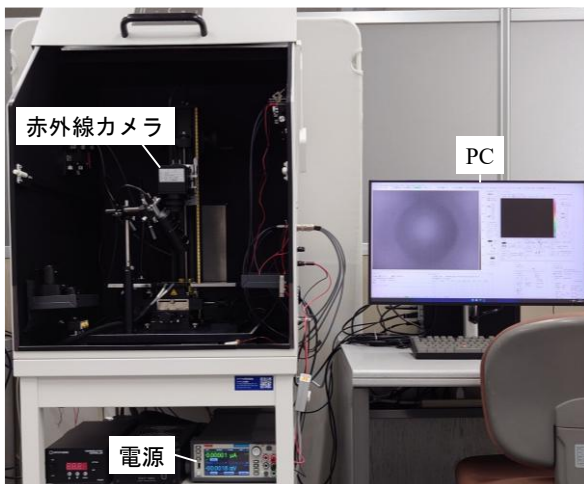


図1 ロックイン発熱解析装置の外観

図2に、一例として試料に入力する電圧波形と赤外線カメラで撮影した熱画像の一面素の温度変化を示します。青線で示す入力電圧(周波数 1 Hz、電圧振幅(peak-to-peak)が 1 V の矩形波)に対して、熱画像の一面素の温度変化を赤線で示します。温度変化は入力電圧と同じ周期で変化し、電圧の変化から少し遅れることがわかります。フーリエ解析によって、この周波数成分の振幅と入力電圧からの遅れである位相情報が得られます。

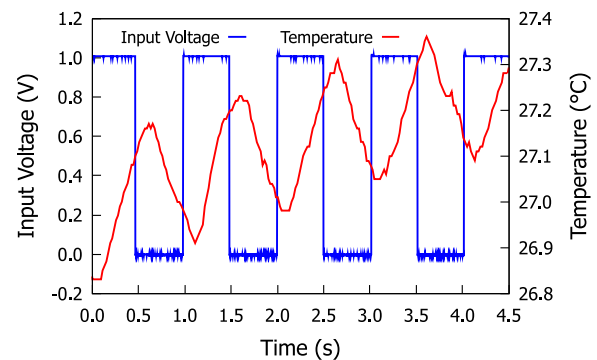


図2 入力電圧波形と画素の温度変化例

図3に各画素の温度変化から振幅および位相を抽出する手順を示します。温度変化のデータおよび入力電圧と同じ周波数である2種類の参照信号(図中の cos 波および sin 波)が入力となり、温度変化の振幅および位相を出力します。温度変化と参照信号である cos 波および sin 波との各積をそれぞれ平均し、その2倍を X および Y とすると、振幅および位相は二乗和の平方根および逆正接として計算できます。全ての画素で同様の計算を行うことで、振幅画像および位相画像を取得できます。

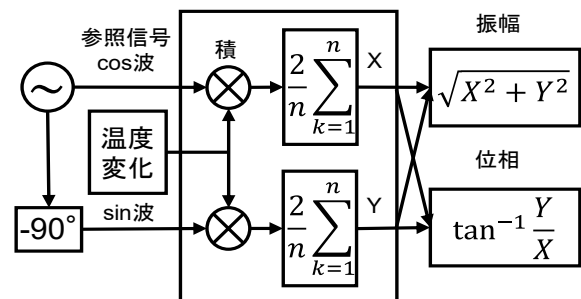


図3 温度変化から振幅および位相を抽出する計算手順

回路基板のリークに対する解析

入出力端子とGND間にリークのある回路基板を本装置で解析しました。これらの入出力端子は、基板上のピンヘッダから配線パターンを通してBGA (Ball Grid Array) パッケージのICに接続されています。回路基板には、目視では発熱によって損傷したような形跡が見られませんでした。そこで、端子間に周波数1 Hz、電圧差0.1 Vの矩形波を印加しました。なお、印加時間10 minです。

図4に振幅画像および位相画像を示します。振幅画像および位相画像は、矩形波と同じ周波数で変化する温度の振幅および矩形波に対する遅れである位相をカラーで表現した画像です。振幅画像は中心付近を除いた大半が2 mK以下と温度変化が小さく、位相画像は中心付近を除くとランダムに値が分布していることがわかります。

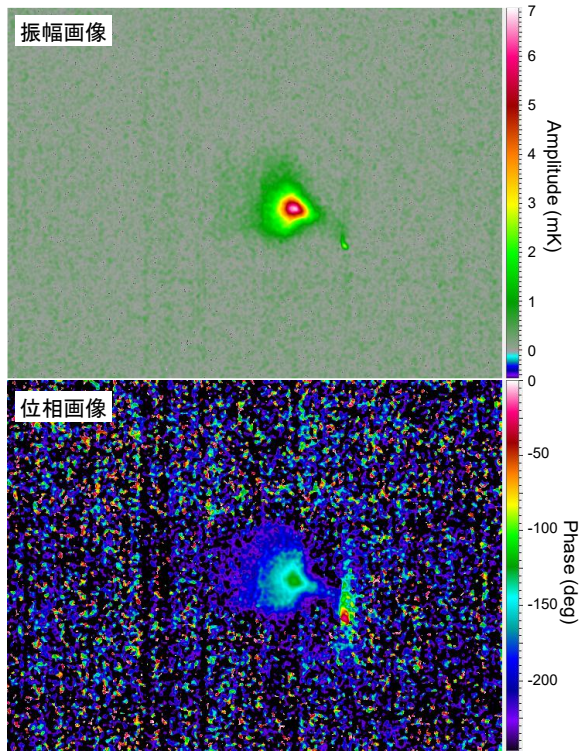


図4 回路基板の振幅画像および位相画像

次に、リーク箇所を特定するために、注目する温度範囲外の画素や一定以下の変化量の画素を除去した振幅画像および位相画像を作成し、平均した熱画像に重ね合わせます。その処理手順を図5に示します。

図5に示す処理手順に従って作成した重ね合わせ画像を図6に示します。振幅画像では、最も変化量の大きい白色から赤色で表示されるパッケージモールド部分がリーク箇所と推定されます。また、その発熱箇所の右下、パッケージ基板上に小さな

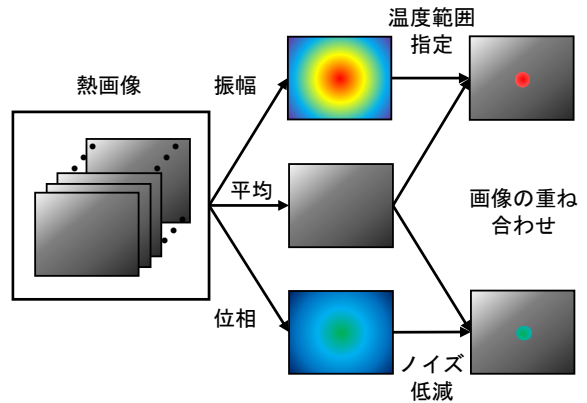


図5 画像の重ね合わせ手順

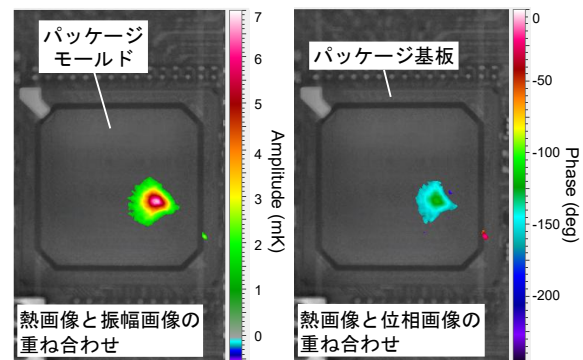


図6 熱画像と重ねた振幅画像および位相画像
 緑色で示される温度の変化があります。これは、熱源から熱伝導性の高い材料を通して伝わった熱の可能性が示唆されます。また、位相画像は熱源から表面までの熱の伝わり易さを示しており、発熱箇所が緑色から水色で、発熱箇所の右下部は赤色で表示されています。これは、パッケージ基板表面はパッケージモールド表面と比較して、熱源から熱が早く伝わることを示しています。

おわりに

ロックイン発熱解析装置の解析手順および測定結果から得られる情報について紹介しました。本装置を使用することで、試料の表面温度の時間変化から振幅画像および位相画像が得られ、熱画像と重ねることで熱源を容易に特定することができます。

本装置は、試料と電氣的に接続さえできれば、後は赤外線カメラで撮影するだけで測定することが可能です。発熱解析はリアルタイムに実行され、測定とほぼ同時に振幅画像と位相画像が得られます。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。

1) 大阪技術研テクニカルシート No.24-26 (2025).

※ テクニカルシートの内容の一部または全部を転載する場合には、前もって大阪技術研に連絡の上、了解を得てください。

発行日 2026年4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