

赤外線顕微鏡による電子機器・部品の故障診断法

赤外線顕微鏡により、電子機器の動作時における部品表面の発熱状況を観測することで、機器・部品の故障・劣化診断を行う技術について紹介します。

赤外線顕微鏡について

最近、製品の安全性が疑われる事故例が多発しており、企業の存続に関わる重大な問題となっています。例えば、電解コンデンサの劣化による破裂事故、基板に実装された抵抗器の焼損、また電磁スイッチの接点部の磨耗により接触抵抗が増加し、発熱が生じることで発火事故が起こることがあります。都産技研においても、このような電子機器や電子部品の不具合発生による相談依頼が増加しています。しかし、現状の電気的測定や目視・拡大観測程度では、対応が困難となっています。

一方、赤外線を用いた電子部品の故障診断については、赤外線温度測定装置の機能向上に伴い検討され始めています。都産技研においても赤外線顕微鏡（図1）を設置し、故障部品等の検出や劣化診断等への活用を図っています。

その主な性能は、温度分解能 0.025°C （ 30°C 黒体炉にて）、画像分解能 $10\mu\text{m}$ （拡大レンズ使用時）を有し、集積回路などの小型部品においても温度差異をより高精度に捉えることが可能と考えています。

本研究では、この赤外線顕微鏡を用い、回路基板や電子部品等を対象に、X線透視画像解析も併用し、非破壊による故障の検出や劣化診断を行い、各種の実験データの蓄積を行いました。

電解コンデンサの劣化

耐圧 160V 、容量 $47\mu\text{F}$ の電解コンデンサを試料とし、試料番号R-2およびR-3にAC 50Hz 、実効値 67V の電圧を印加し、さらにR-2にはDC 95V を重畳し、2種類の劣化を実現させました。なお、R-1は無処理（新品）。図2は電解コンデンサの劣化程度に対応した発

熱状態を赤外線顕微鏡により観測したもので、一定電圧印加（AC $7.1\text{V}+\text{DC }10\text{V}$ ）による赤外線画像では、他に実施した電気的特性測定値との差異とも相関が確認できました。



図1 赤外線顕微鏡

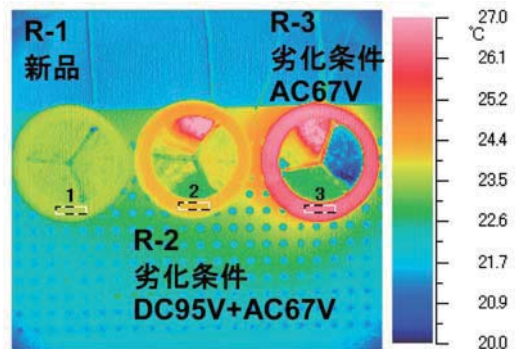


図2 電解コンデンサの赤外線画像
劣化程度に対応した熱的差異を観測

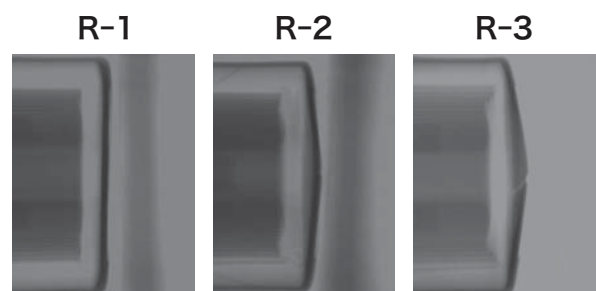


図3 電解コンデンサのX線透視画像
上部間隙等の内部状態を観測

また、X線透視画像（図3）により上部間隙等の内部形状変化が確認でき、赤外線画像を補完する意味で、その劣化が確定的となりました。

プリント基板用リレーの劣化

プリント基板用リレーに定格電圧DC 30V 、電流 5A を通电した状態で、スイッチの

ON/OFFを繰り返す、接点部の接触抵抗の変化の観測を行いました。なお、リレーの開閉頻度は、1800回/時間としました。

図4上および図5上に示される温度変化は、リレーのON/OFF繰り返し動作を開始してから表面温度が最も高く検出された点の温度をプロットしたものです。さらに、図4下及び図5下には、各リレーの接触抵抗値を示しました。

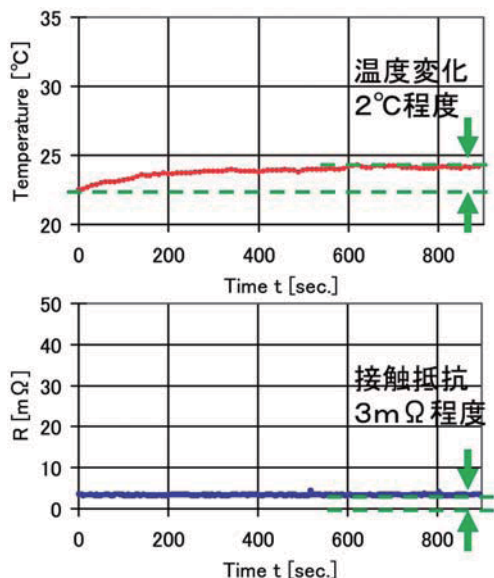


図4 プリント基板用リレーのON/OFF繰り返し試験時の表面温度測定値および接触抵抗値
(10万回ON/OFF後)

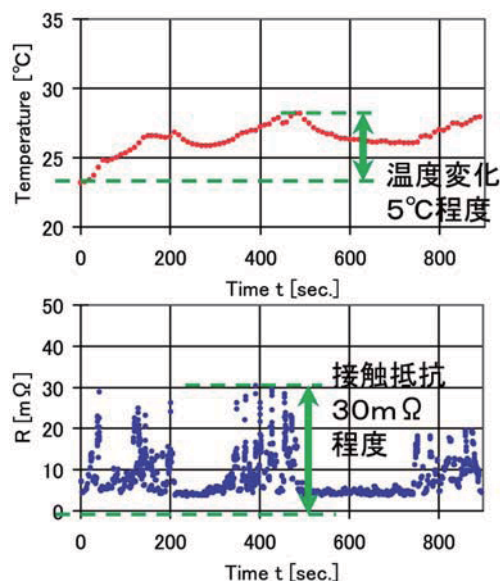


図5 プリント基板用リレーのON/OFF繰り返し試験時の表面温度測定値および接触抵抗値
(60万回ON/OFF後)



図6 リレーのX線視画像

図4下では、接触抵抗値は3mΩと低く安定していますが、図5下では接触抵抗値が安定しておらず、高い計測値が度々生じており、図5上の温度変化と総合し、接点の不安定状態が検出されることが分かります。

図6は、リレー接点部(矢印)のX線透視画像であり、試験前に比較して60万回後は、接点金属がかなり消耗し、劣化状態にあることが分かります。

他の不具合品への適応例

図7は、ある故障品の内部基板を観測したものです。IC表面が高温に上昇することが観測できました。このほかパワー回路、ICの不具合解析、配線器具類の不具合解析等に赤外線顕微鏡を活用し、各種の故障診断を行っています。

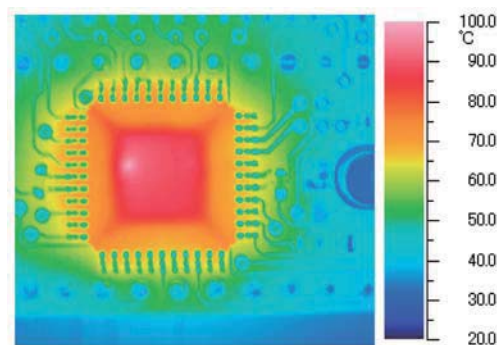


図7 故障品ICの観測例

おわりに

本報告の実験データや観測事例は、都産技研での技術相談や機器利用等に活用し、故障や劣化の解析に役立つものと考えます。

開発本部開発第一部

エレクトロニクスグループ <西が丘本部>

豊島克久 TEL 03-3909-2151 内線 449

E-mail : toshima.katsuhisa@iri-tokyo.jp