



首都师范大学

# 红外热成像技术在印刷电路板和集成电路检测中的应用

首都师范大学物理系

2005年8月

TEL:010-68902940

红外热波联合实验室

<http://www.twindt.com.cn>



# Outline

- 红外热成像技术诊断印刷电路板PCB的原理
- 现代PCB红外诊断的基本过程
- 锁相红外热成像技术的基本原理
- 锁相红外热成像技术在集成电路IC检测中的应用



## 红外热成像技术检测印刷电路板PCB和集成电路IC的优势:

- 检测速度快
- 非接触
- 准确性高
- 显示直观。



## 红外热成像技术诊断印刷电路板PCB的原理

根据斯忒藩-波尔兹曼定律，任意物体的辐射能量可表示为： $W = \varepsilon\sigma T^4$

利用红外热像仪可以记录材料表的红外辐射并将人眼不可见的红外辐射转化成见的温度图像。



## 红外热波技术诊断印刷电路板PCB的原理

图1是PCB红外热成像检测系统原理图

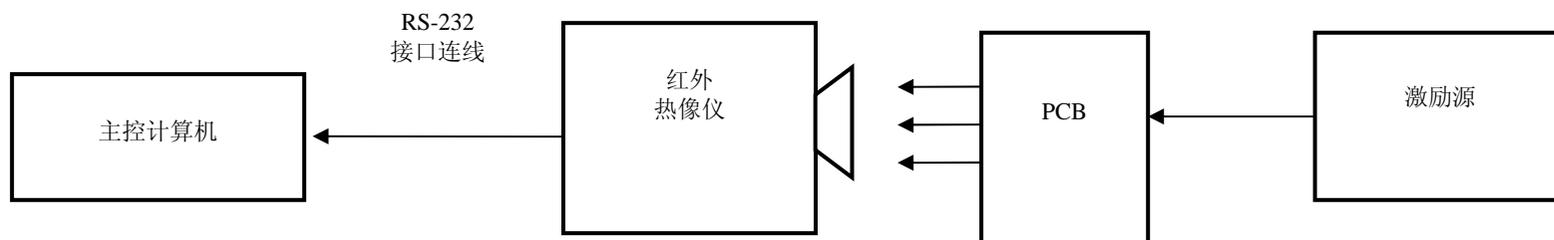


图1 PCB红外热成像检测原理图



## 现代PCB红外诊断的基本过程

- 包括三个主要环节：
  - 热源辨识
  - 特征提取
  - 热模式识别



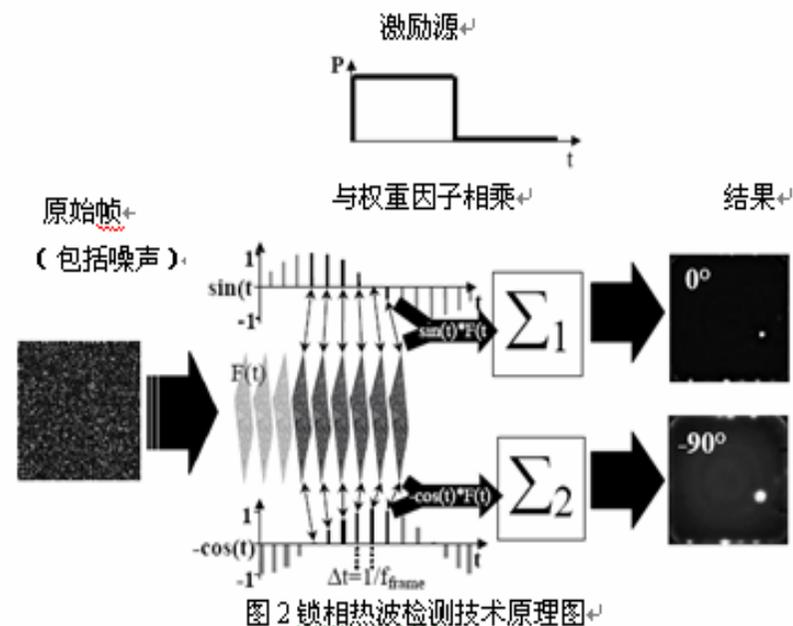
## PCB检测中动态激励方法的应用

- 在红外检测中常用的一种方法是动态激励，这种方法能够克服上面所提到的静态激励对红外热成像漏检率高的问题，从而大大提高诊断效果。
- 动态激励方法的基本思想是使电路板的元件工作在状态转换的动态过程中，当元件发生故障时，状态不能发生转换，只能固定为0或1，此时元件的功耗将上升或下降，这样很容易从热图上发现故障元件。



## 锁相热成像检测技术的原理

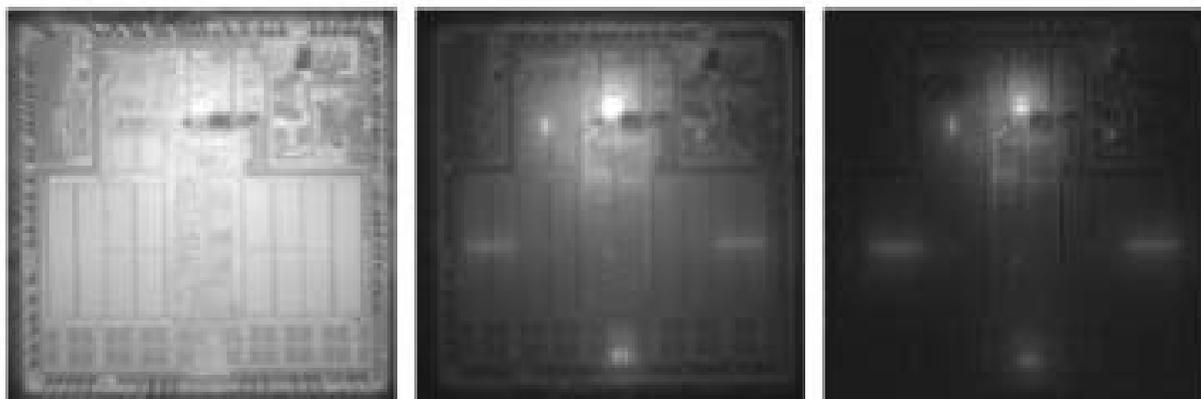
- 引入周期性的调制热源来激励被测物体，并监测物体表面周期性的热调制及调制热源提供的位相信息。
- 对于电子器件热调制一般由脉冲偏压提供，表面温度由红外热像仪监测
- 热图中的每一个像素点信息都被输入锁相放大器进行处理数字锁相相关过程如图2所示





## 锁相技术在IC检测中的应用

- 图3是对同一IC使用不同的锁相频率而得到的一系列锁相热图，脉冲偏压均为3V。



(a)  $f=0.1\text{Hz}$       (b)  $f=4\text{Hz}$       (c)  $f=36\text{Hz}$

图3 IC锁相热图



- 提高锁相频率可以有效地提高检测的空间分辨率，但是由于红外热成像的光学分辨率受到红外波长（约 $5\mu\text{m}$ ）的限制，所以空间分辨率不可能随着锁相频率的提高而无限制的增大。



## 结论

- 对元件的热激励技术是热波检测的关键技术。
- 与静态热激励的红外热波检测技术相比，动态激励方式和锁相技术检测的灵敏度更高，不易漏检。
- 锁相热波检测技术在IC检测中的成功应用，明显的体现了该技术的优势：信噪比和空间分辨率较高
- 目前锁相技术在国内的应用几乎还是空白，而红外热波技术在对PCB和IC检测的应用中还有许多问题需要进一步的深入研究。



北京师范大学

谢谢!