

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

## 晶圓封裝打線製程之電腦視覺檢測與品質管制研究(1/2)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2213-E-009-103-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立交通大學工業工程與管理學系

計畫主持人：彭德保

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 6 月 1 日

## 一、中英文摘要

本研究計畫的目的，在發展出一套適用於封裝廠打線製程的電腦視覺檢測方法，能檢測出已知打線製程可能會發生的各種錯誤，包括線偏、斷線、短路和線弧不良。線偏、斷線、短路等錯誤現象，本研究計畫已成功設計出一套快速有效的演算法。

至於線塌現象 -- 線弧不良發生在只向下塌陷、而沒有任何左右偏移的現象-- 本研究利用一低角度光源裝置，使二維影像中之金線灰階度能反映出該金線實際彎曲弧度之變化，於是能僅以二維影像即可完成金線的立體瑕疵檢測。

This project is to develop a high speed 2-D machine vision system for wire bonding defects detection. The types of defect may include: wire breaking, wire shift, wire short and wire sag. In the first-year project, a set of efficient machine vision algorithms has been devised to filter out the defects of wire breaking, wire shift, wire lost, and wire short.

As to the 3-D type defect of wire sag, we implement a low-angle circular light source to have the variance of gray value correspond to the actual change of wire slope. So that the wire sag can be detected by using only one single 2-D image.

## 二、關鍵詞

視覺檢測、封裝打線、立體檢測、統計品管

## 三、研究方法

圖 1 是正常金線的上視圖及側視圖，圖 2 為金線的瑕疵示意圖，包括斷線、漏線、線偏、短路和線塌。前四種瑕疵都可由二維影像中檢測出，但到目前為止之文獻記載，線塌必須有金線的立體資訊才能檢測。本研究計畫使用適當的低角度光源系統，除了能有效的去除導線架背景，也能讓金線的立體資訊顯示在二維影像中。為了快速有效的找出所有可能的瑕疵，本研究計畫將檢測工作分為二部分：金線球檢測和金線位置檢測，以下將簡述各部分之研究方法。

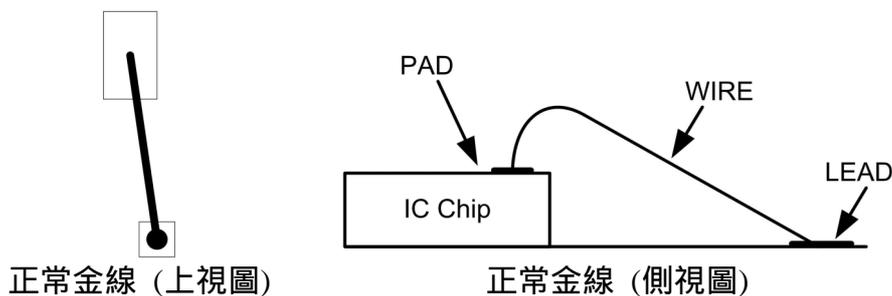


圖 1. 正常金線之示意圖

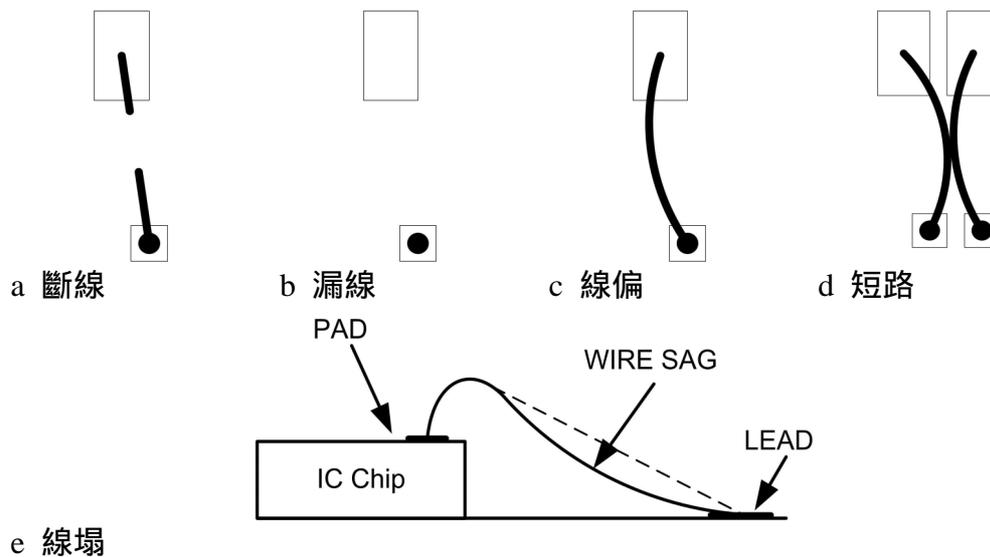


圖 2. 各種金線瑕疵示意圖

### A. 光源系統

垂直照射的光源系統是視覺檢測中最常使用的，但是在金線檢測中完全不適用。因為導線架上的線路、接腳等，均為可反光之平面金屬，會反射大量光線進入 CCD，使得待檢測之金線在影像中，變得相對暗淡而難以檢測。本研究計畫先試著將一環形光源置於各種不同角度，發現較低角度光源能有效的減少線路和接腳的反光，又能使金線清晰的顯示在檢測影像中；同時不需再進行背景去除的動作，也可以加快檢測的速度。圖 3 是不同角度光源下所取得的金線影像。

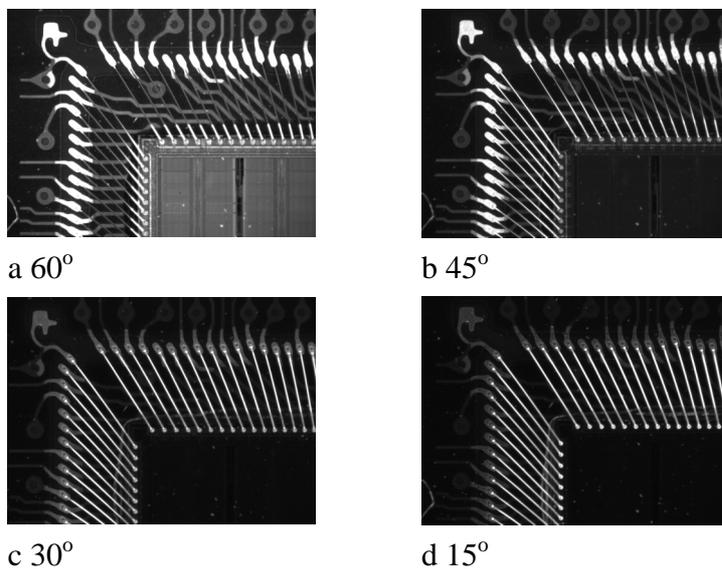


圖 3. 不同角度光源下的金線影像

### B. 金線球檢測

金線球是金線的起始點，如果金線球有缺少或位移過大的情況，就表示打線製程有瑕疵。過去的研究都是以 best-fitting ellipse 方法來找出金線球的中心位置，這是由於金線球會有金線往外延伸，破壞了金線球的輪廓，因此金線球不會呈現完整的圓形，但

best-fitting ellipse 方法必須花費較長的計算時間。本研究計畫使用去除金線部分後的金線球影像，大小約為完整金線球影像的 60%，做為圖樣比對法的參考圖樣，就能快速而有效的找出金線球的位置。

### C. 金線檢測

在所有金線瑕疵中，短路是最嚴重的一種，因此本研究計畫先進行短路檢測。金線短路是相鄰的二條金線碰觸在某處的現象，在二條金線的中間區域，使用投影法並將投影方向設定與金線平行，就能根據投影的結果檢測短路瑕疵。如果沒有短路發生，投影結果會呈現一 U 形；如果投影結果不是呈 U 形，則表示金線已短路。

接下來本研究計畫針對其他類的金線瑕疵進行檢測。在金線球檢測中已經找出金線的起點，因此可以在影像中畫出一條檢測線，代表金線的正確位置，然後檢測真實的金線與此檢測線是否有所差異。本研究針對檢測線的二個邊界進行檢測，以加快檢測速度，如圖 4。所有的檢測結果可以分成以下幾類：

- ✚ 漏線：檢測線的二個邊界完全都沒有金線
- ✚ 斷線或線偏：在檢測線的二個邊界中同時有部分沒有金線。為了判斷是斷線或線偏，使用投影法分析金線所在區域，並將投影方向設定與金線垂直。如果是斷線則在投影結果中會有明顯的落差出現。
- ✚ 線偏或無瑕疵：在檢測線的二個邊界都有金線，或其中有一個邊界會有部分沒有金線，這可能是金線有些微的偏移，但還在規格內，如圖 5。

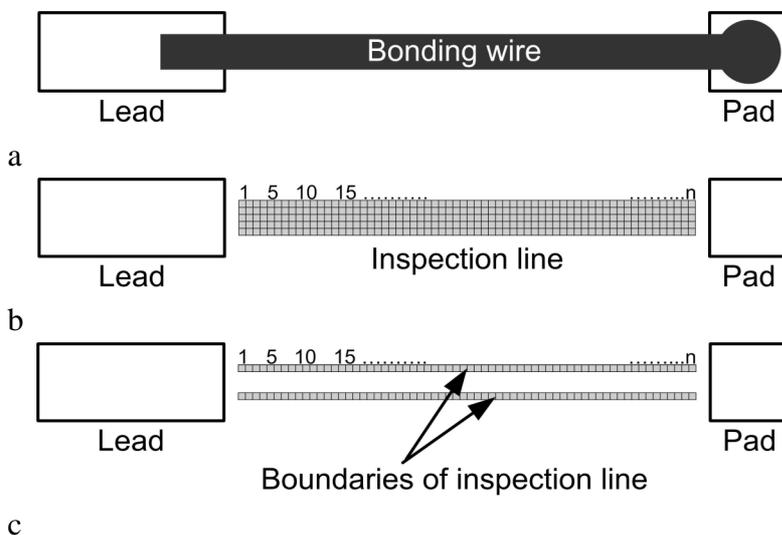


圖 4. a 金線示意圖 b 檢測線示意圖，每個格子表示一個像素點 c 檢測線邊界示意圖

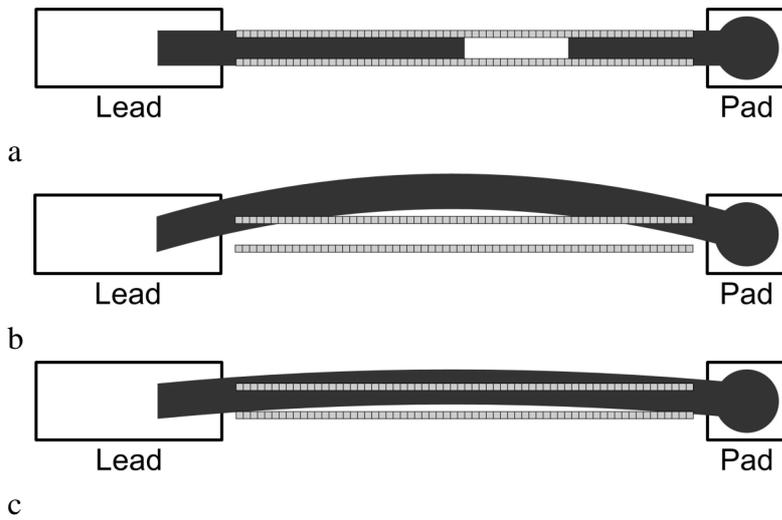


圖 5. a 斷線示意圖 b 線偏示意圖 c 線偏，但在規格內

最後本研究計畫針對立體的金線瑕疵，也就是線塌進行檢測。由於金線在檢測影像中的灰階度直接與金線的斜率相關，所以只要檢測金線的灰階度是否從起始點到終點間的灰階度都一致，就能檢測出是否有線塌瑕疵存在。但是金線有可能不是完全的直線，本研究計畫以固定間距的掃描線對金線進行掃描，掃描線的間距設定與金線的直徑同寬，如圖 6，如此也可加速檢測的進行。

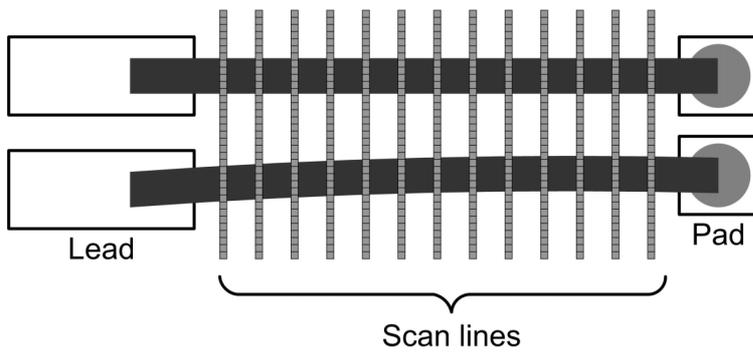


圖 6. 線塌掃描線示意圖

#### 四、結果與討論

##### A. 金線球檢測結果

一個去除金線部分後的金線球影像，在本研究計畫的檢測影像中，金線球大小約為 19\*14 像素點，如圖 7，做為圖樣比對法的參考圖樣，就能快速而有效地找出金線球的位置。圖 8 實驗結果是以圖樣比對法找出的金線球位置圖。

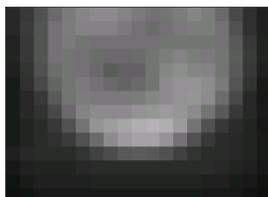


圖 7. 圖樣比對法的金線球參考圖樣

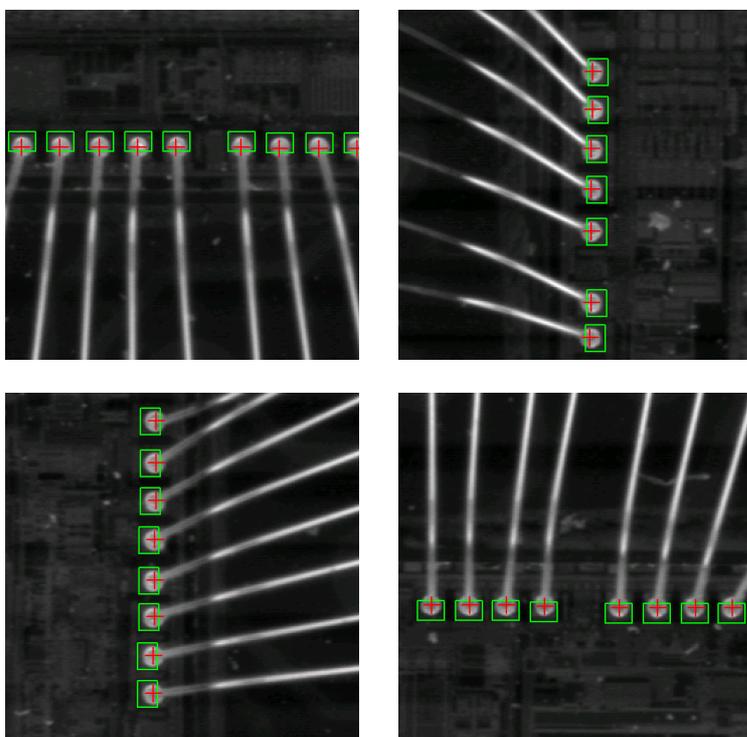


圖 8. 金線球搜尋結果圖，十字符號代表金線球的中心

### B. 金線短路檢測結果

圖 9 是金線短路檢測結果圖。圖 9.a 是短路的金線，圖 9.b 是圖 9.a 的投影結果。由圖 9.b 中可以看出投影結果並不是 U 形，因此可以知道圖 9.a 中的金線有短路瑕疵發生。

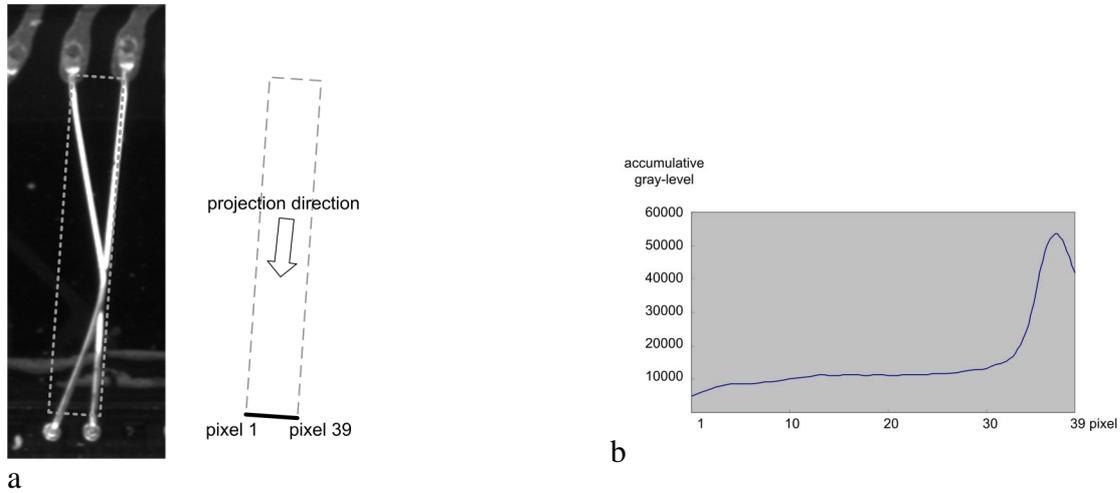


圖 9.a 有短路瑕疵的金線影像和投影區域示意圖 b 投影結果

### C. 線偏檢測結果

圖 10 是線偏檢測的結果圖，圖 10.a 中有一金線發生線偏，圖 10.b 和圖 10.c 是檢測線的二個邊界的檢測結果，可發現在箭頭所指處都有明顯的落差。

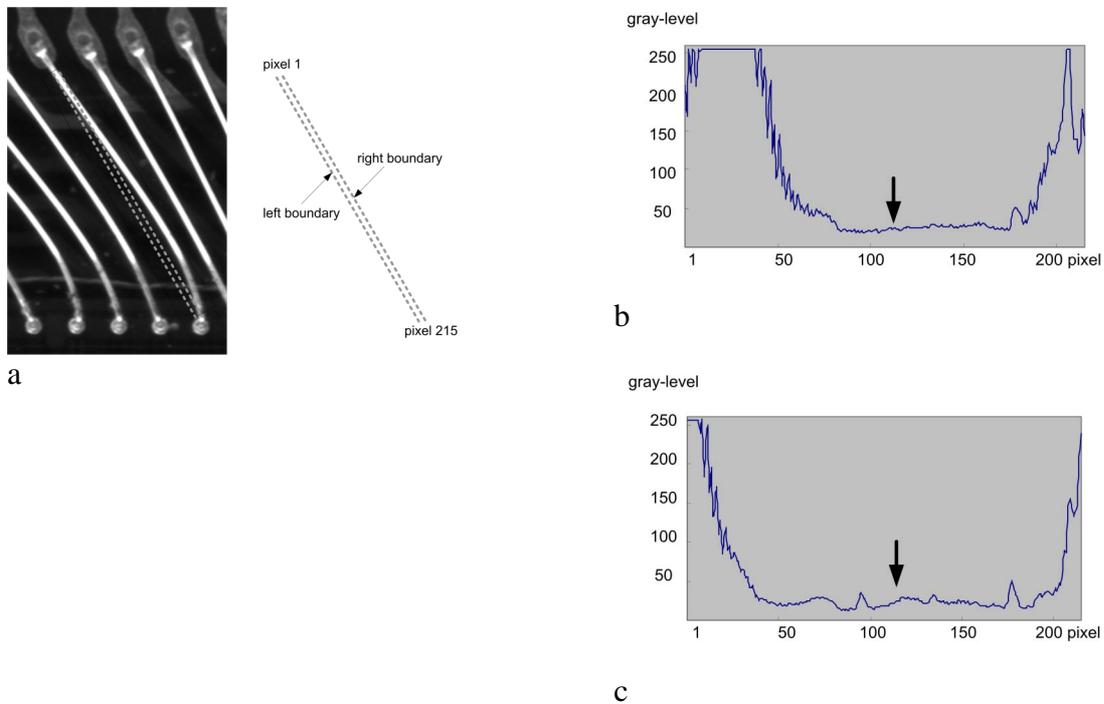


圖 10.a 線偏影像和檢測線邊界示意圖 b 左側檢測線上的影像點灰階度 c 右側檢測線上的影像點灰階度

#### D. 斷線檢測結果

圖 11 是斷線檢測的結果圖，圖 11.a 中有一金線發生斷線，由圖 11.b 的投影結果中可看出金線在箭頭標示處有明顯的中斷，因此可檢測出這條金線發生斷線瑕疵。

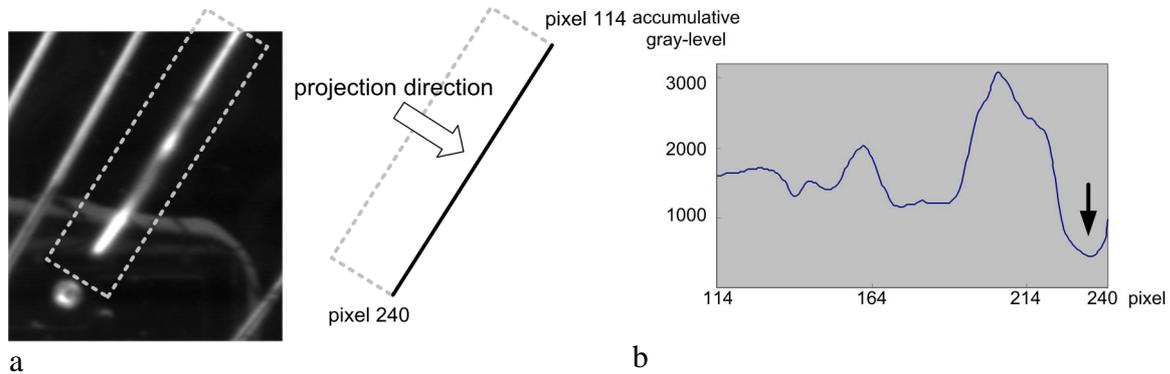


圖 11.a 投影法的作用區示意圖 b 投影的結果

#### E. 線塌檢測結果

圖 12 中有 6 條金線，左側的 4 條是正常的而右側的 2 條有線塌瑕疵(二維影像中線塌現象不易察覺)。在圖 12.a 中標示出檢測線的其中 2 條線 i 和 j，圖 12.b 和圖 12.c 則是檢測線的結果。檢測線 i 跨過的金線上有線塌發生，因此在圖 12.b 中可發現最右側 2 條金線的灰階度有明顯落差，表示本研究計畫的方法可以有效的從二維影像中檢測出線塌瑕疵。

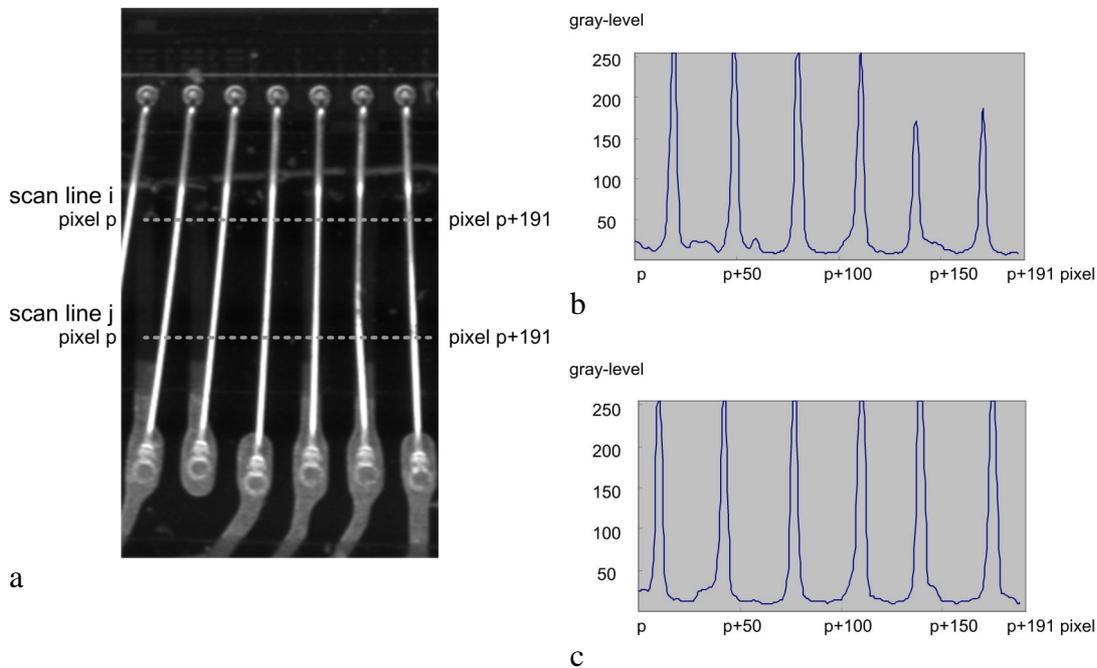


圖 12. a 影像中左側 4 條為正常金線，右側 2 條有部分發生線塌 b 掃描線 i 上的影像點灰階值 c 掃描線 j 上的影像點灰階值