

高批量測試方案/最佳的實踐方案

1 引言

在過去的幾年中，越來越多的用戶要求能夠對熱翹曲進行批量測試。Akrometrix 遵從這一趨勢，推出了幾項新的功能，以滿足這些需求。為了充分利用這些功能，Akrometrix 還制定了一個詳細的批量測試協議。這個協議的目的是針對同類樣品的批量測試給出一些特定的參數。此協議將用到許多單件測試時使用的概念。因此，讀者應該先熟悉本公司的晶片和封裝測試規範文件。本文以下將列出一些基本建議，不同的樣品，需要作出相應調整以期得到最佳測試結果。當測試參數不同時，不同用戶之間應互相協商以獲取一致測試條件。

2 高批量測試的挑戰

傳統上對零件進行批量測試主要會面臨兩方面的挑戰。一個是如何固定零件，另一個是當零件隨著溫度變化而產生位移時如何對其進行精確定位。

2.1 夾置具

零件的固定對於制約其在 X、Y 以及 Z (程度會較輕) 方向的移動至關重要。由於夾具本身也會受到熱應力，它在升溫過程中產生的熱變形將會影響到所測零件，從而產生測量誤差。

對於 Z 方向的移動，樣品支撐架的變形只有在使用 300LPI 光柵測量小尺寸樣品時會產生問題。針對這一情況，為了減小或避免 Z 方向位移，Akrometrix 推出了蜘蛛腳框架 (Spider Frame Fixture) (見圖 1)。該夾具的一些特性使其能夠最大限度地減少框架本身受熱產生的翹曲，從而保證了使用 300LPI 光柵的一致性。同時避免在峰值溫度時樣品與光柵碰觸。

“蜘蛛腳框架”的中間有一塊 110×110×2 毫米大小的石英玻璃用來承載樣品。選用這種石英玻璃的原因有兩個。首先，它是一種耐高溫玻璃。許多其他玻璃類型，在 Akrometrix TherMoiré 系統熱負荷下將會產生裂紋甚至完全破裂。所以只有耐高溫玻璃才被選用。此外，這種石英玻璃在 TherMoiré 系統所產生的溫度下具有非常高的紅外輻射傳導能力。這使得大多數的紅外熱輻射都能穿透石英玻璃而直接對樣品加熱。

此外，用戶可以定製石英玻璃並在上面加工出符合特定樣本大小的凹槽。每個凹槽裡都將是通孔，只在邊緣留下一點壁架來支撐工件。這些凹槽使樣品在 X 和 Y 方向上保持固定。當使用 Part Tracking 時，用凹槽固定住樣品並不重要，但是通孔將有助於加快升溫速率。



圖 1) 蜘蛛腳框架

以 100LPI 或 200LPI 光柵對較大的樣本進行測試時，樣品支撐架在 Z 方向上的移動並不重要，因此可以使用一片薄的耐高溫玻璃來支撐樣品（參見圖 2）。至於放置樣品時在 X 和 Y 方向的初步對準以及加熱過程的移動則可以依賴 Part Tracking 來校正。

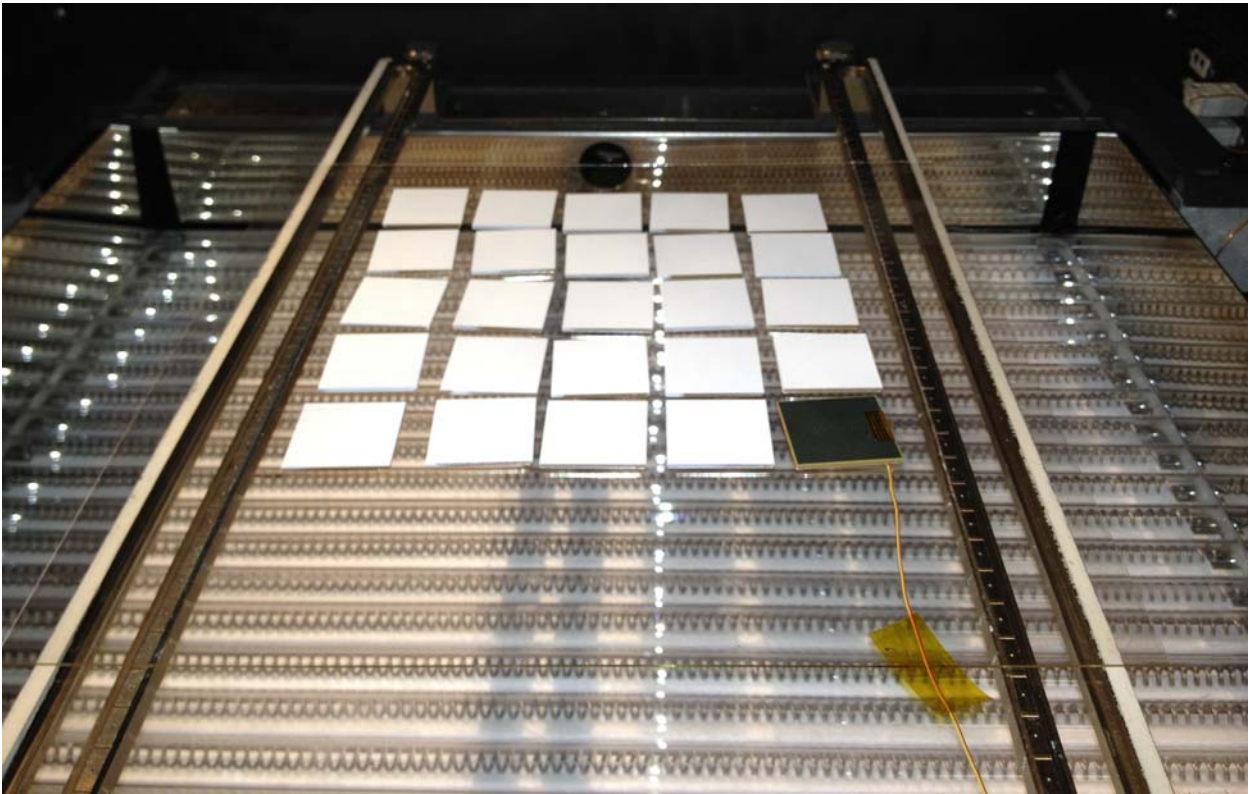


圖 2) 0.7mm 厚度的 耐高溫玻璃來支撐樣品

2.2 分區

一旦加熱程序中的所有數據都收集齊全後，用戶必須至少創建一個分區(Partition)文件，這個文件將用於所有相位圖像 (Phase Image)。如果在加熱過程中某一樣品移動超過一個或兩個像素，就可能需要手動修改這個樣品的分區。在使用“蜘蛛腳框架”時樣品移動應該是最小的，但根據零件分區的大小，微小移動也會引起分區不當而導致邊緣效應。在極端情況下，甚至需要為熱運行期間的每一個相位圖像生成一個不同的分區文件。當有效使用 Part Tracking 時，這些分區的問題將迎刃而解。

3 物件追蹤

使用 Part Tracking 可使用戶在分析數據時無需手動創建分區，同時也不必再定製夾具來限制樣品移動。Part Tracking 使用邊緣識別算法，由軟件來確定相同的樣品並自動設定分區。即使樣品在加熱過程中平移或旋轉，它們也可以在沒有任何用戶干預的情況下被識別。

用戶在測量時仍然需要參照晶片和封裝測試協議中的主要概念，Part Tracking 的參數（見圖 6）必須設置得合適，使得軟件能夠找到零件。需要設置的主要參數是矩形模型的大小。這是當矩形邊框與相機窗口邊界平行時所測得的以像素為單位的矩形尺寸。最簡單的方法是選取待測樣品中的一個零件，使其四邊平行於相機窗口邊界。然後以這個零件的邊界為基準，調整 Part Tracking 搜索窗口的大小。之後用戶便可以用右鍵單擊搜索窗口，並確認選擇這個矩形模型。這樣軟件就會在搜索區域中尋找和這個模型尺寸相同的矩形。

如果零件在放置時沒有和相機窗口邊界平行，“旋轉誤差”(Rotation Tolerance) 這一個參數則需要設置。這個參數將限制零件可以旋轉的最大角度。如果所有的零件都和像素網格平行，這個參數可以設置為 0，此時軟件仍然可以找到所有零件。如果存在一些旋轉的零件，這個參數則應該設置得高一些。

與“旋轉誤差”(Rotation Tolerance) 類似，“縮放誤差”(Scale Tolerance)限制零件尺寸可以變化的最大範圍。如果矩形模型的尺寸選擇得正確，則不需要用到這個參數，通常情況下可以設置為 0。如果這個值大於 0，Part Tracking 可能會找到一些‘誤判零件’。

另一個關鍵的參數是“檢測內圈 (Inset)（以像素為單位）(pixels)”。這個參數指明應該在矩形邊框內幾個像素的距離進行裁切（見圖 5）。這裡至少應該選擇 1 或 2，以避免由邊緣效應而引起共面值計算的錯誤。在圖 3 和圖 4 中的例子，表明選擇合適的“檢測內圈”(Inset)(pixels)可以避免邊緣效應引起的誤差。

“最低匹配”(Minimum Match) 告知軟件需要多少百分比的零件邊界與矩形模型邊界相匹配來進行搜索。如果這個值取得太低，出現誤判零件的機率就會增大。如果它被設置的太高，則會找不到實際零件。一般情況下，65%的內定值將會找到絕大多數帶有白漆的矩形零件。

如果誤判零件出現而Part Tracking卻沒有找到一個實際的零件，即使調整最低匹配(Minimum Match)參數也不會有幫助，這時樣品的位置或顏色可能需要進行調整。在樣品上多噴一些白漆往往會解決這個問題。此外，紅外加熱管與零件邊緣的相對位置對能否產生一個好的樣品邊界對比度也有一定的影響。在這種極少出現的情況下，樣品的位置可能需要稍作調整。

室溫中的最低匹配(Minimum Match)值在高溫測量時可能會失效。這是因為紅外加熱燈泡的使用往往會改變箱內的照明條件和可以探測到的每個零件邊緣的百分比。為了彌補這個不足，可以使用“零件數目”(Number Of Instances)這一個參數，並設置較小的最低匹配(Minimum Match)值。這樣用戶

可以指定在搜索區域內有多少個要找的零件。Part Tracking 將按照這個參數搜尋具有最高邊界匹配值的零件。例如, 在圖 5 中, 如果指定的零件數為 3, 即使最小匹配(Minimum Match)值為 5%, 仍然只有這 3 個零件會被發現。

為了在整個加熱過程中能夠一致地找到相同數量的零件, Akrometrix 建議指定正確的零件數目 (Number Of Instances) (在搜索領域的實際零件數目), 並將最小匹配(Minimum Match)值降低到 40%。

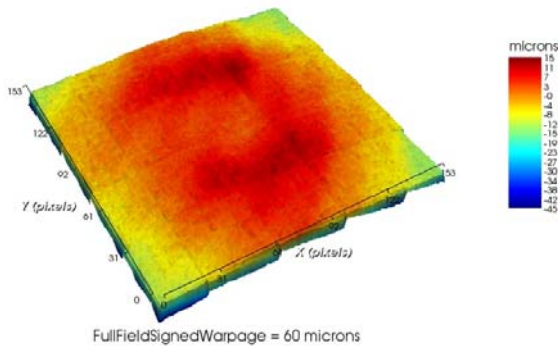


圖 1) 選擇”檢測內圈”(Inset)前

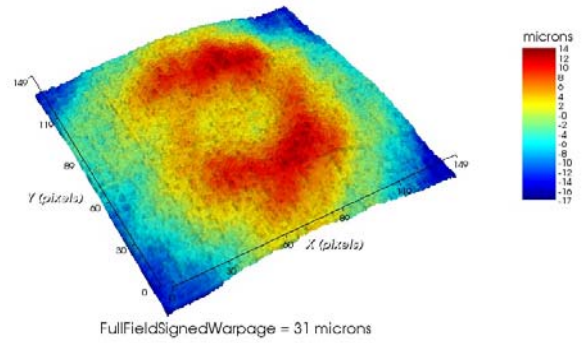


圖 2) 選擇”檢測內圈”(Inset)(pixels)

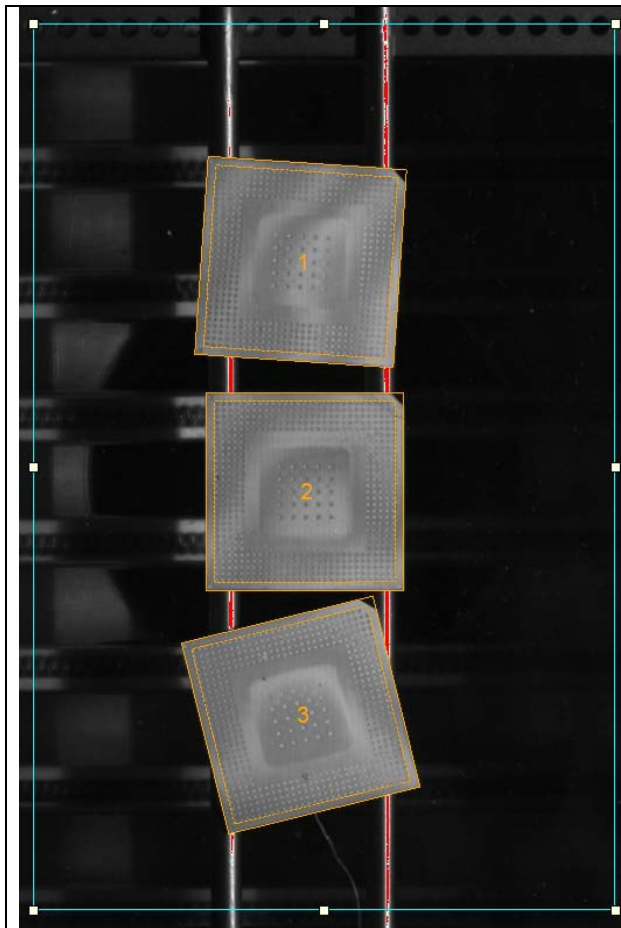


圖 5) 參數指明在矩形邊框內幾個像素的距離

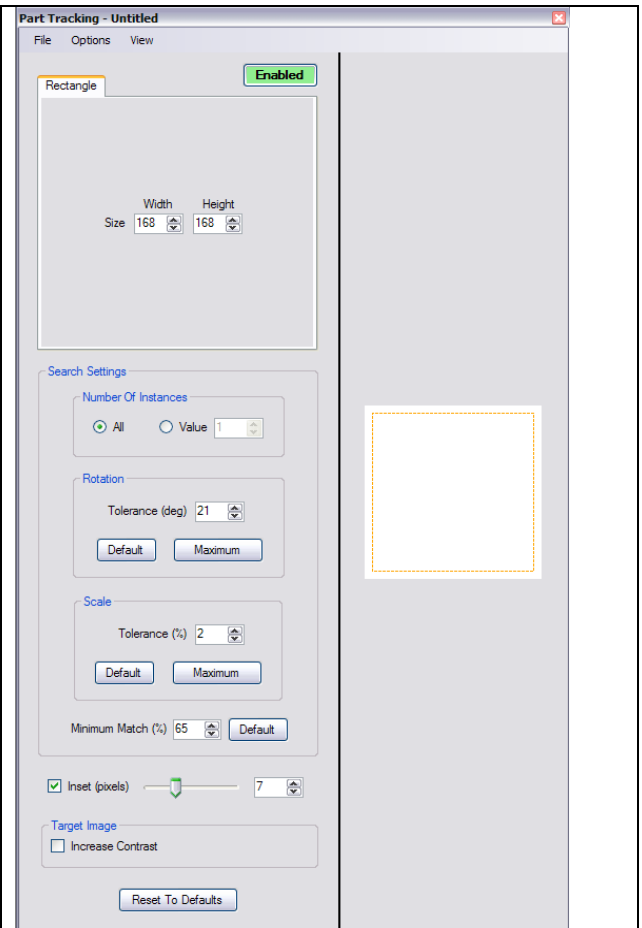


圖 6) Part Tracking 的參數 control window in Surface Measurement

4 熱電偶置放

一般情況下，最好將熱偶線放在樣品底部中心的位置。這個位置會獲取最多的紅外能量並達到最快的升溫速率。其它位置在升溫過程中的溫度通常會等同或偏低。然而只有使用邊緣支撐的樣品才有這樣的可能性。器件樣品多數情況下會放在玻璃片上做翹曲測試。在這種情況下，推薦用一個傀儡樣品來做熱量測試。可將熱偶線放置在傀儡樣品的頂部來讀取溫度，其它樣品則用來做翹曲測量。傀儡樣品必須和測試樣品的規格一致，並放在與測試樣品有相似加熱速率的區域。

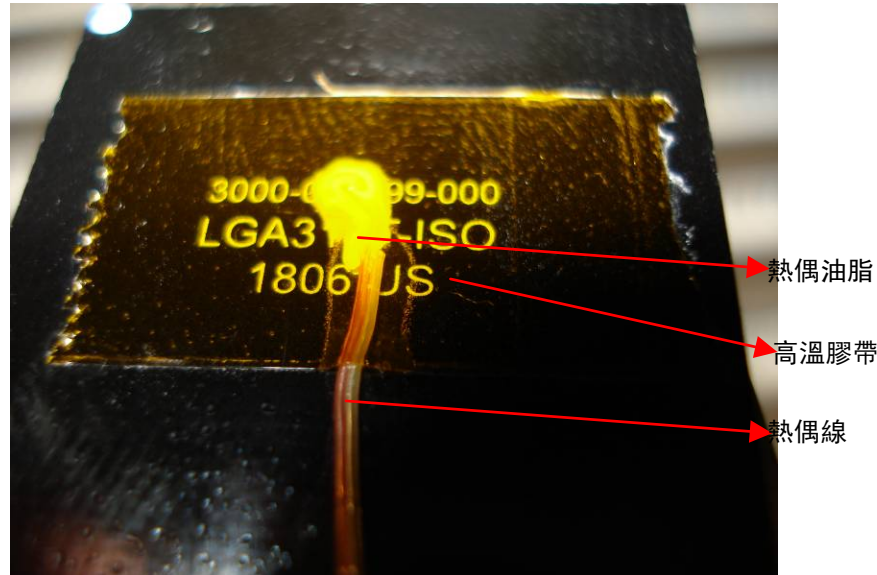


圖 7) 熱偶線附著在樣品表面上

根據JEDEC標準中的JESD22B112，熱偶線應使用熱偶油脂和高溫膠帶 (Kapton tape) 附在樣品表面，或者可以使用一些高溫導熱環氧樹脂永久黏附熱偶線。圖 7 展示了一個熱偶線附著在樣品表面上的例子。

5 資料擷取

下面兩個批量測試的例子可說明我們的測試規範。

5.1 15 x 15mm BGA's w/ High Resolution Module

在第一個例子中，我們利用高分辨率模組，包括“蜘蛛腳框架”，來批量測試 15x15 毫米的 BGA。高分辨率模組包括蜘蛛腳框架（見圖 1），300LPI 光柵，和一個 12.5 - 75 毫米的變焦鏡頭。這個組合引入高倍率，使得系統可以對 5 - 20 毫米範圍內的小樣品進行高密度測試。鏡頭在使用時應盡可能變焦到最大的放大率，但又不能大到可以看見光柵或出現圖像失真的情況。在使用 300LPI 光柵時，鏡頭分辨不到光柵線的最大放大率約為每毫米 12 個像素。

樣品仍用典型的方式備製：刮掉焊球、噴上耐高溫白漆。然後在 125° C 預熱 24 小時。這裡我們選用一個客戶定製的帶有凹槽的石英玻璃來支撐樣品。7 個待測樣品被放置在凹槽中，石英玻璃放在 AXP 的蜘蛛腳支撐架上 (如圖 8 所示)。一個未上漆的傀儡樣本被放置在中心的凹槽裡，其上用熱偶油脂和 Kapton 膠帶附著一根熱電偶。由於連接熱電偶增加了高度，這塊石英玻璃中間的凹槽加工得更深一些，來減少這個高度差。這樣即使在高溫的情況下，中心的傀儡樣品也不太可能碰觸到光柵，這是使用 300LPI 光柵時的一個典型的問題，因為樣品與光柵之間的距離是如此之小。

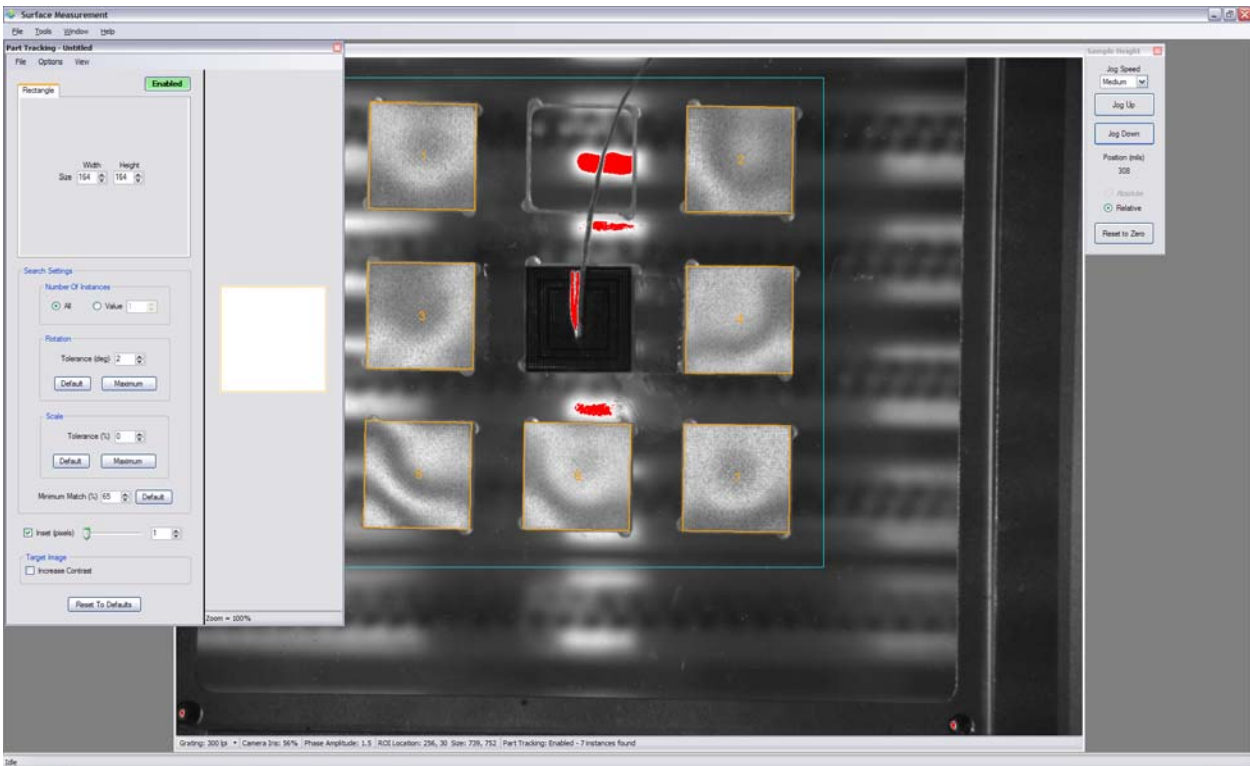


圖 3) 石英玻璃內的 7 個 (15 x 15 mm BGA's) 待測樣品

在Part Tracking中選擇合適的參數就可以找出 7 個樣品。這其實就是以像素為單位來確定樣品的大小並將這些參數輸入到矩形模型中。最低匹配百分比採用內定值旋轉誤差設為 2 度。有了這些設置，Part Tracking 就可以找到所有放在適當的位置上的樣品，而且不會有任何誤判零件出現。參數設置好以後，就可以連動加熱程序，來確認可以找到相同數量的樣品。加熱測試過程與單件測量是相同的，除了所有樣品會被自動找到並先從左到右，然後 自上而下的加以標號。

5.2 27 x 27 mm BGA's with 200LPI grating

對於大尺寸BGA的批量測試，可以使用耐高溫玻璃薄片來支撐樣品。我們使用的玻璃尺寸為 245×245×0.7 毫米。可以將其直接放置在標準支架軌道上。需要再次強調的是，玻璃的材料必須是耐高溫的。這裡我們使用的是硼鋁矽酸鹽耐高溫玻璃。玻璃的長寬尺寸則可以根據待測樣品的多少來決定。在選擇玻璃片時需要考量樣品的重量，以避免樣品將玻璃壓得過度凹陷。圖 9 給出了一個 25 個樣品按 5×5 矩陣排列放置的示範。精確對齊並不重要，就算角度稍有偏差，Part Tracking都可以找得到。第 25 個樣品沒有塗白漆，使用它來測量溫度。由於這些樣品有一定的厚度，熱電偶則放在樣品底部的一個凹槽中，這樣溫度樣品的上表面仍可與其它樣品平齊。如果樣品很薄，熱電偶則可放在樣品的上表面。

在這個示範中，我們使用 200LPI的光柵。200 LPI光柵可測樣品的XY尺寸通常為 15 毫米至 150 毫米，100LPI光柵則適用大於 35 毫米的樣品。在使用與 200LPI光柵時，鏡頭還沒有看見光柵線或出現圖形失真時的最大放大率約為每毫米 8 像素。在這種情況下，數據密度略低，但所有樣品都包含在可視範圍之中。

當選擇合適的 Part Tracking 參數時，所有 24 個零件在室溫下都會被找到。同時加熱過程中的批量測試與單一樣品的測試過程也是一樣的。

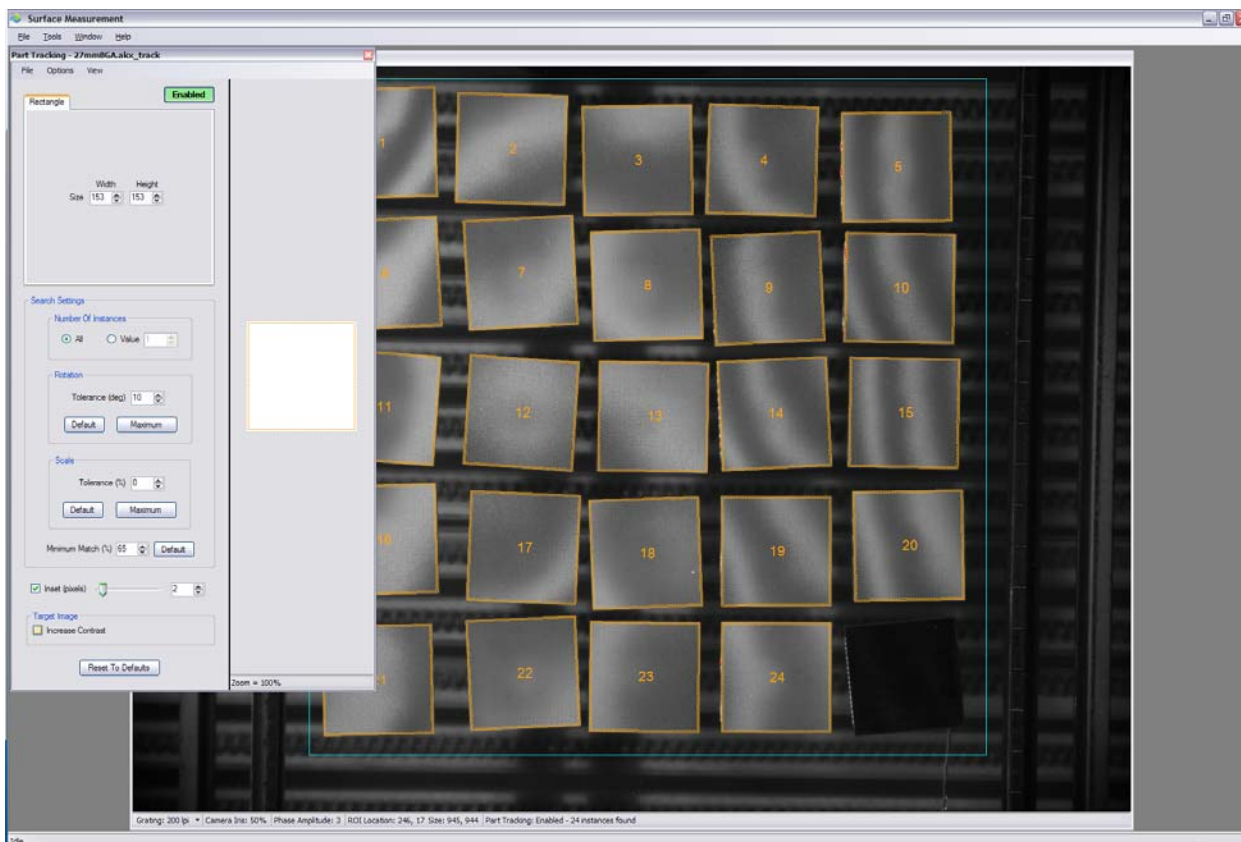


圖 4) 27 x 27 mm BGA's, 25 個樣品按 5×5 矩陣排列放置的示範

6 資料分析和報表

一旦加熱過程中的所有圖像都被保存下來以後，用戶只需要驗證每次測量是否都保存了所有相應的圖像。由於紅外加熱器引起的照明條件的變化以及照相機的雜訊，有些測量過程可能會丟失一部分樣品。對於這類罕見的情況，在加熱過程中存下的全圖 *.akx_phase 文件則可以發揮作用。從這些相位文件中可以分割出丟失的樣品。如果所有樣品的相位文件都存在，就無需用到全圖相位文件，可以將他們與其它的相位文件分離出來。

當處理大量數據時，恰當地組織相位圖像文件非常重要。Thermal Profiler軟件針對 Part Tracking 選項提供了一些這樣的功能。Akrometrix建議將每個熱測試過程保存到一個單獨的Windows文件夾中。在開始進行程序之前，請先選擇輸出路徑（如圖 10 所示）。此外，在此窗口的Part Tracking部分，Akrometrix建議選擇：Place Tracked Part name 為“Before Prefix Name (前綴名之前)”，Organize saved result files 為 “All Together(所有) ”。

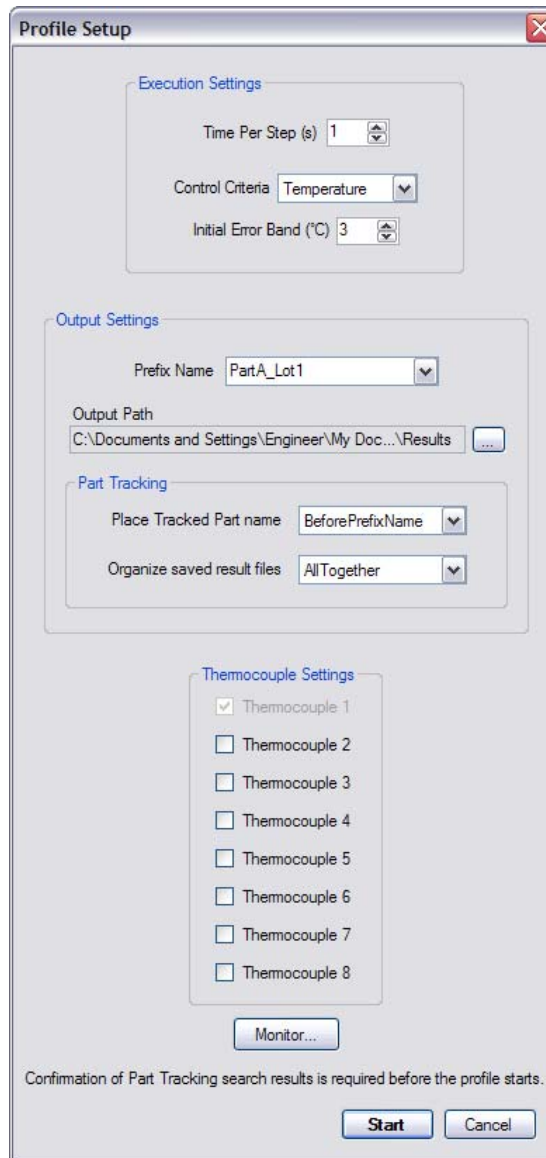


圖 10) Thermal Profiler 軟件, 開始:進行程序

按照以上建議選擇將會把一次運行的所有文件保存到一個文件夾裡, 這樣在 Surface Analysis 的批處理介面中, 文件將按照零件編號、測量溫度的順序排列。此外, 全圖相位圖像都列在相位圖像文件列表的末端。如前所述, 如果所有的樣品的相位文件都存在, 全圖相位圖像文件可以很容易地被分離到 Windows 的另一個文件夾, 不參與批處理分析。

其它的加熱測量應保存在不同的輸出路徑。這樣用戶就不會混淆不同測試過程中的同一文件名。如果用戶希望批處理多次運行中的數據, 可以選擇“包括子目錄”來解決這個問題。在這種情況下, 應該確認全圖相位圖像不要包括在任一子目錄中。

當Part Tracking對所有相位文件進行自動分類、分割以及旋轉之後, 數據分析和報告的過程則和單一相位文件的處理過程相同。