



(21)申請案號：103116540

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 09 日

(51)Int. Cl. : G06F17/50 (2006.01)

(30)優先權：2013/05/20 美國 61/825217

(71)申請人：教翔科技股份有限公司(中華民國) ELITETECH TECHNOLOGY CO., LTD. (TW)
新竹縣竹東鎮明星路 228 巷 27 號

(72)發明人：呂一雲 LEU, IYUN (TW)

(74)代理人：莊志強

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：10 共 35 頁

(54)名稱

智慧型弱點圖形診斷方法、系統與電腦可讀取記憶媒體

METHOD AND SYSTEM FOR INTELLIGENT WEAK PATTERN DIAGNOSIS, AND NON-TRANSITORY COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

(57)摘要

說明書揭示一種智慧型弱點圖形診斷方法、系統與電腦可讀取記憶媒體。在方法之實施例中，首先從缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫取得弱點圖形佈局，並藉由晶圓缺陷檢測工具取得缺陷資料，配合設計佈局的取得與執行弱點缺陷圖形篩選，可以取得已知或未知的弱點缺陷圖形，除了更新弱點圖形庫外，更能在電子顯微鏡實際取得的晶圓影像上取得弱點圖形輪廓，以利得到真實的系統性弱點圖形。

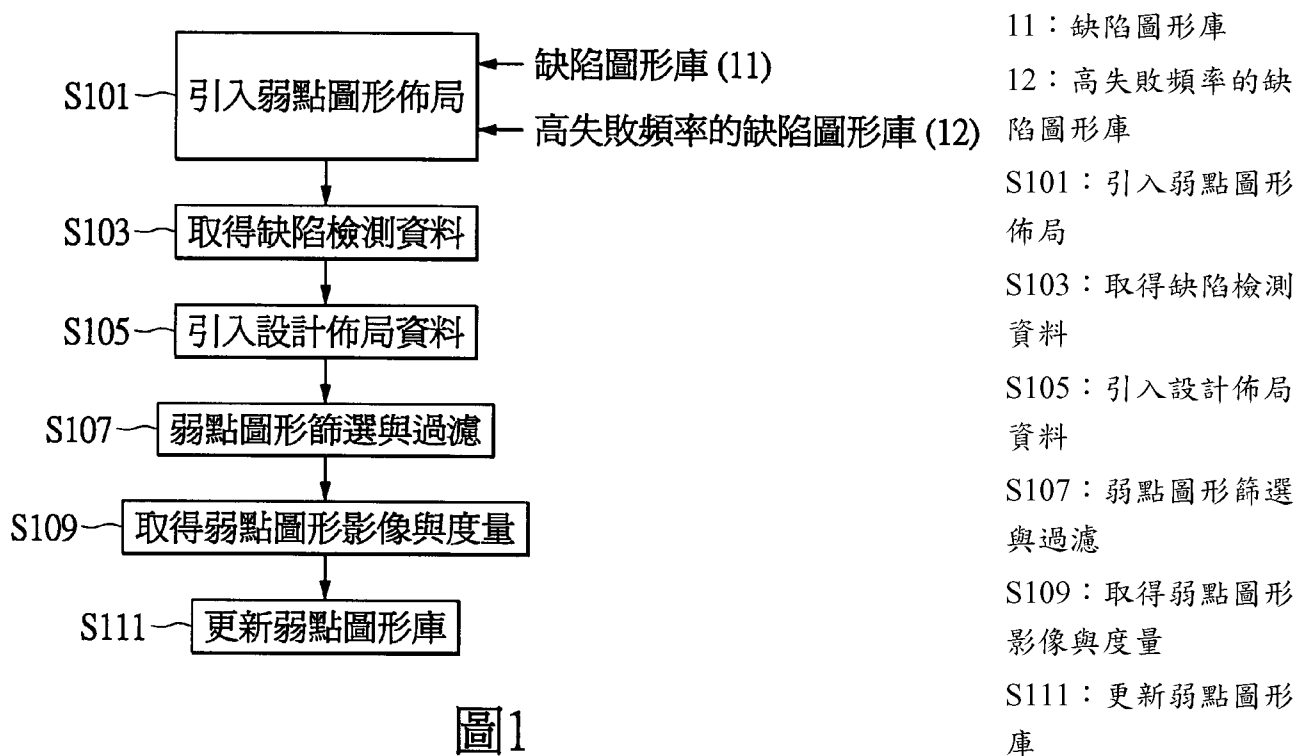


圖1



(21)申請案號：103116540

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 09 日

(51)Int. Cl. : G06F17/50 (2006.01)

(30)優先權：2013/05/20 美國 61/825217

(71)申請人：教翔科技股份有限公司(中華民國) ELITETECH TECHNOLOGY CO., LTD. (TW)
新竹縣竹東鎮明星路 228 巷 27 號

(72)發明人：呂一雲 LEU, IYUN (TW)

(74)代理人：莊志強

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：10 共 35 頁

(54)名稱

智慧型弱點圖形診斷方法、系統與電腦可讀取記憶媒體

METHOD AND SYSTEM FOR INTELLIGENT WEAK PATTERN DIAGNOSIS, AND NON-TRANSITORY COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

(57)摘要

說明書揭示一種智慧型弱點圖形診斷方法、系統與電腦可讀取記憶媒體。在方法之實施例中，首先從缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫取得弱點圖形佈局，並藉由晶圓缺陷檢測工具取得缺陷資料，配合設計佈局的取得與執行弱點缺陷圖形篩選，可以取得已知或未知的弱點缺陷圖形，除了更新弱點圖形庫外，更能在電子顯微鏡實際取得的晶圓影像上取得弱點圖形輪廓，以利得到真實的系統性弱點圖形。

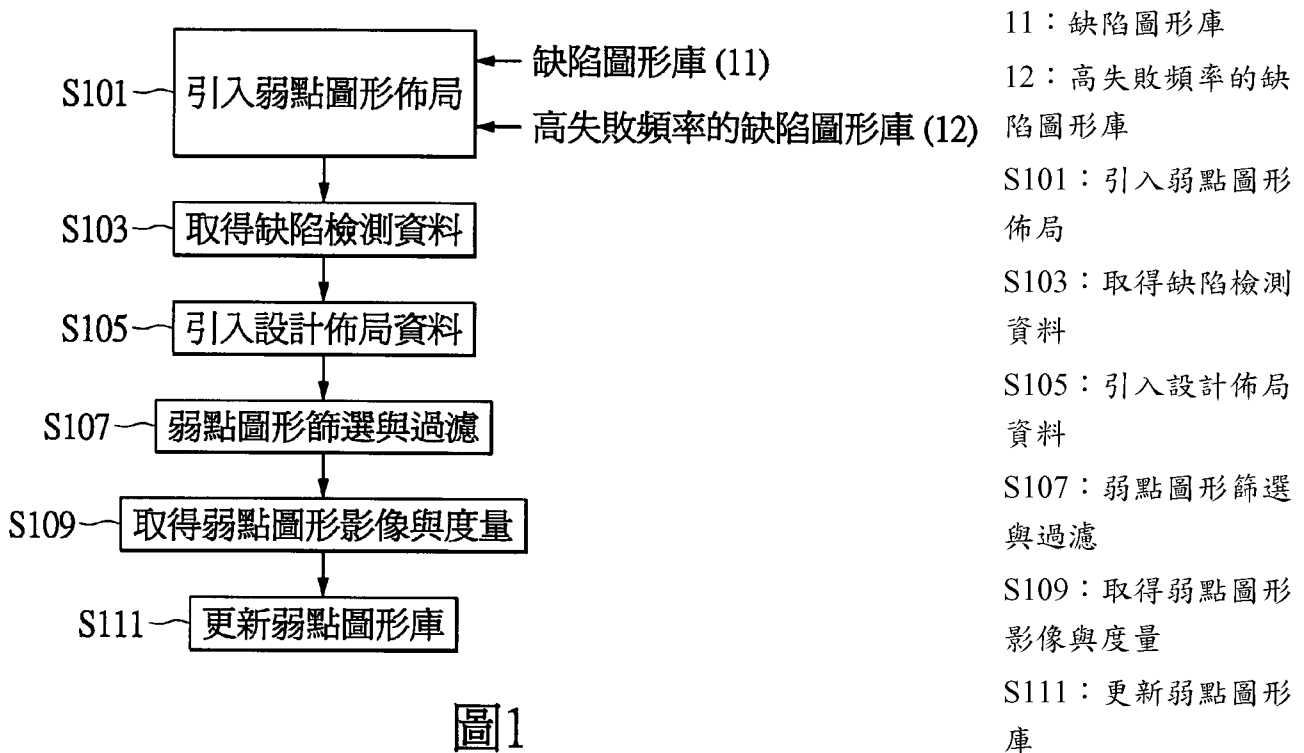


圖1

發明摘要

※ 申請案號：103116540

※ 申請日：103. 5. 09

※IPC 分類：G06F 17/50 (2006.01)

【發明名稱】

智慧型弱點圖形診斷方法、系統與電腦可讀取記憶媒體/
METHOD AND SYSTEM FOR INTELLIGENT WEAK
PATTERN DIAGNOSIS, AND NON-TRANSITORY
COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

【中文】

說明書揭示一種智慧型弱點圖形診斷方法、系統與電腦可讀取記憶媒體。在方法之實施例中，首先從缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫取得弱點圖形佈局，並藉由晶圓缺陷檢測工具取得缺陷資料，配合設計佈局的取得與執行弱點缺陷圖形篩選，可以取得已知或未知的弱點缺陷圖形，除了更新弱點圖形庫外，更能在電子顯微鏡實際取得的晶圓影像上取得弱點圖形輪廓，以利得到真實的系統性弱點圖形。

【英文】

Disclosure herein is related to a method and a system for intelligent weak pattern diagnosis for semiconductor product, and a related non-transitory computer-readable storage medium. In the method, a weak pattern layout is firstly retrieved from a defect pattern library and a frequent failure defect pattern library; defect data is retrieved from fab defect inspection tool; a design layout is then received and weak defect pattern screen is performed to extract known and unknown weak defect patterns. In addition to updating

the weak pattern library, the weak pattern contour can be made upon SEM image data, and then the true systematic weak pattern can be justified.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

缺陷圖形庫 11

高失敗頻率的缺陷圖形庫 12

S101 引入弱點圖形佈局

S103 取得缺陷檢測資料

S105 引入設計佈局資料

S107 弱點圖形篩選與過濾

S109 取得弱點圖形影像與度量

S111 更新弱點圖形庫

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

智慧型弱點圖形診斷方法、系統與電腦可讀取記憶媒體/
METHOD AND SYSTEM FOR INTELLIGENT WEAK
PATTERN DIAGNOSIS, AND NON-TRANSITORY
COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

【技術領域】

本發明關於一種智慧型弱點圖形診斷方法、系統與電腦可讀取記憶媒體，特別是指利用軟體與硬體架構實現晶圓廠在製程初期即篩選與比對出弱點圖形的方法與系統。

【先前技術】

在積體電路(integrated circuit, IC)製程中，薄膜沈積(thin film deposition)、光罩曝光(mask exposure)、黃光微影蝕刻(photolithography etching)等為必要步驟，其中較難避免在積體電路製程中因為一些隨機粒子造成的缺陷與系統性的缺陷使得良率(yield)下降，而低良率則會升高晶片的成本。因此一個快速診斷出弱點缺陷的工具在半導體製程上是十分重要的。

並且，當半導體製程尺度愈來愈小時，傳統的黃光微影蝕刻技術將面臨光學上的技術限制，弱點缺陷圖形(weak defect pattern)是複雜設計佈局(complex design layout)、光學鄰近修正(Optical Proximity Correction)與複雜製程的結果，這些弱點缺陷圖形可能會造成電路設計圖形的開路或短路，因此導致良率下降的，這些可能是已知的缺點圖形或未知的缺點圖形最好是在製程初期(pre-manufacturing stage)篩選出來，比如在缺陷檢測資料中執行弱點圖形篩選。

晶圓廠的操作員可以使用如掃描式電子顯微鏡（scanning electron microscope, SEM）監看與預覽，並以電子束掃描工具（e-Beam scan tool）偵測與確認晶圓上所謂的致命缺陷（killer defect）圖形。在晶圓製程初期若沒有快速又創新的方法可以辨識出致命的弱點缺陷圖形的方法，晶圓廠可能因為良率不高而無法享受高產量、較長產品週期的好處。

但通常一般缺陷檢測與分析工具中也難以準確在製程初期尋找出上述弱點缺陷。

【發明內容】

本發明關於一種智慧型弱點圖形診斷方法、系統與電腦可讀取記憶媒體，特別是指利用軟體與硬體架構實現晶圓廠在製程初期即篩選與比對出弱點圖形的方法與系統。

根據方法實施例，智慧型弱點圖形診斷方法可應用於一電腦系統實現的智慧型弱點圖形診斷系統中，方法包括於電腦系統中，自缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫引入弱點圖形佈局，以及取得經一製程廠之缺陷檢測工具所取得的缺陷檢測資料、引入一設計佈局資料，以執行弱點圖形篩選與過濾，於此步驟中，比對缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫中記載的弱點圖形與由電腦系統取得的設計佈局資料，藉此得到並分類出已知弱點圖形群組。

接著可執行未知弱點圖形篩選與過濾，由電腦系統取得的設計佈局資料作圖形相似比對，找出不屬於且不相似於缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫的弱點圖形，以分類取得一未知弱點圖形群組。得出已知弱點圖形群組以及未知弱點圖形群組的分佈。

之後，從比對相似但不同的未知弱點圖形群組分佈，取得一待測物影像，以取得待測物上弱點圖形的座標位置與度量資料，之後執行影像處理能得到弱點圖形輪廓以及各弱點圖形的尺寸、

範圍與數量，用以判斷系統性的弱點圖形。

執行弱點圖形篩選與過濾的步驟包括一輪廓比對，其中將引入基本比對元素與基本多邊圖形比對元素，以及與待測物上的圖形進行比對。

在輪廓比對步驟中，可以基本比對元素或多邊圖形比對元素與待測物的涵蓋比率作為判斷基礎，輔以基本比對元素或多邊圖形比對元素的中心線進行比對，於一可允許的寬容度下得到相似的弱點圖形，透過比對元素的尺寸與彼此之間的距離、方向與連結關係確認弱點圖形。

根據再一實施例，揭露一電腦系統實現的智慧型弱點圖形診斷系統，其中以電腦系統的處理器中執行一如上述的智慧型弱點圖形診斷方法。

揭露書提出一種電腦可讀取記憶媒體，其中儲存執行上述智慧型弱點圖形診斷方法的指令集，執行於一電腦系統中，指令集主要包括：自一缺陷圖形庫與一高失敗頻率的缺陷圖形庫引入一弱點圖形佈局的指令；取得經一製程廠之缺陷檢測工具所取得的缺陷檢測資料的指令；引入一設計佈局資料的指令，設計佈局資料至少包括系統性的各種缺陷與弱點圖形；執行弱點圖形篩選與過濾的指令，用以比對缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫中記載的弱點圖形與由電腦系統取得的設計佈局資料，分類以取得一已知弱點圖形群組；執行未知弱點圖形篩選與過濾的指令，由電腦系統取得的設計佈局資料作圖形相似比對，找出不屬於且不相似於缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫的弱點圖形，分類以取得一未知弱點圖形群組；得出已知弱點圖形群組以及未知弱點圖形群組的分佈的指令；取得一待測物影像的指令，包括取得待測物上弱點圖形的座標位置與度量資料的指令；執行一影像處理的指令，以得到弱點圖形輪廓以及各弱點圖形的尺寸、範圍與數量，用以判斷系統性的弱點圖形；以及更新弱點圖形庫的弱點

圖形的指令。

為了能更進一步瞭解本發明為達成既定目的所採取之技術、方法及功效，請參閱以下有關本發明之詳細說明、圖式，相信本發明之目的、特徵與特點，當可由此得以深入且具體之瞭解，然而所附圖式與附件僅提供參考與說明用，並非用來對本發明加以限制者。

【圖式簡單說明】

圖 1 顯示本發明智慧型弱點圖形診斷方法的實施例流程；

圖 2 顯示本發明智慧型弱點圖形診斷系統的硬體架構實施例示意圖；

圖 3 以示意圖表示本發明智慧型弱點圖形診斷系統的軟體架構實施例；

圖 4 所示流程描述本發明智慧型弱點圖形診斷方法中圖形比對的步驟實施例；

圖 5A 至圖 5F 顯示基本比對元素與基本多邊圖形比對元素的示意圖；

圖 6A 至圖 6D 顯示基本比對元素與基本多邊圖形比對元素中的中心線方法示意圖；

圖 7A 至圖 7D 示意顯示尋找弱點圖形的方式；

圖 8 描述本發明智慧型弱點圖形診斷方法中弱點圖形篩選與監看的步驟實施例；

圖 9 描述本發明智慧型弱點圖形診斷方法中弱點圖形度量的步驟實施例；

圖 10 描述本發明智慧型弱點圖形診斷方法中弱點圖形辨識的步驟實施例。

【實施方式】

當積體電路（IC）或製程設計公司（design house）提供電路設計佈局（design layout）給製程廠商時，製程廠商將利用各種檢測工具作出模擬，目的不外乎是能在初期找到系統性的缺陷，透過修改設計、改進製程而增進良率。

如果可以在製程廠（如晶圓廠）製程之初得到缺陷圖形（defect pattern）中弱點缺陷的位置，即可以有效排除相關弱點缺陷，能有效提昇製程良率。本發明即提出一種智慧型弱點圖形診斷方法、系統與電腦可讀取記憶媒體，利用軟體手段與硬體架構，根據掃描設計佈局（design layout）所取得的缺陷影像，比對基本圖形與輪廓，可以快速而有效率地篩選出弱點圖形。本發明技術較佳可應用在半導體製程廠，如晶圓廠，或是積體電路、製程設計公司等。

圖 1 顯示本發明智慧型弱點圖形診斷方法的實施例流程，實施例係透過以電腦系統實現的智慧型弱點圖形診斷系統中的軟體手段與硬體架構所實現，系統中包括幾個資料庫，可參閱圖 2 所示之實施例，軟體模組則可參考圖 3 所描述的實施例。

在製程中難免會產生系統性的缺陷（defect），這些缺陷比如是隨機產生的粒子，這些出現在製程上的缺陷（process defect）或系統性的缺陷（systematic defect）都可能造成致命性的錯誤。

在以電腦系統實現的智慧型弱點圖形診斷方法中，開始如步驟 S101，系統自缺陷圖形庫（11, defect pattern library）與高失敗頻率的缺陷圖形庫（12, frequent failure defect pattern library）引入弱點圖形佈局（weak pattern layout），這部份細節可參閱本案申請人於 2011 年 12 月 28 日申請（申請號：13/338331），於 2013 年 12 月 10 日獲准領證的美國專利 US8,607,169 所載內容。

系統也繼續透過製程廠（如晶圓廠）以特定缺陷檢測工具所取得的缺陷檢測資料（defect inspection data），如步驟 S103 所述。再如步驟 S105，系統將引入設計佈局（design layout）資料，資料

格式如 OASIS、GDSII 等，設計佈局的數位檔案至少包括了系統性的各種缺陷與弱點圖形 (weak pattern)，實施例即透過弱點圖形篩選與過濾機制能夠透過判斷設計佈局上的弱點位置而套用實際晶圓廠製程上的半導體產品上，以利提昇製程良率。

在如步驟 S107 所述的弱點圖形篩選與過濾中，包括了執行弱點圖形篩選與過濾以及執行未知弱點圖形篩選與過濾，特別引用了本文後續提出的圖形比對與輪廓比對方法，由系統取得的設計佈局資料後，比對缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫中記載的弱點 (多邊形) 圖形。接著利用掃描式電子顯微鏡 (SEM) 進行檢視，從上述比對得到並分類出已知的弱點 (多邊形) 圖形群組，以及找出不屬於且不相似於缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫的弱點圖形，以取得已知與未知弱點圖形的群組分佈。在另一實施例中，若採用光學顯微鏡檢視弱點圖形，將引入一光學缺陷影像資料庫所載弱點圖形進行比對，透過影像辨識，同樣可找出並分類已知與未知弱點圖形的群組。

舉例來說，晶圓廠的操作員可以使用如掃描式電子顯微鏡 (SEM) 監看與預覽待測物 (如半導體產品)，以電子束掃描工具 (e-Beam scan tool) 偵測與確認待測物上所謂的缺陷圖形。

利用掃描式電子顯微鏡 (SEM) 或光學顯微鏡掃描而取得待測物 (如晶圓) 的影像，可以取得待測物上弱點圖形的座標位置與相關度量資料 (metrology)，如步驟 S109，經執行初步影像處理，比如將資料庫中的輪廓重疊到實際待測物的影像上，如一種半導體產品 (如晶圓)，可以得到弱點圖形輪廓 (weak pattern contour)，以及一些多邊圖形的尺寸、範圍與數量。這些弱點資訊將提供製程廠能夠參考判斷出系統性的弱點圖形，可以用以改善製程良率。

最後可以如步驟 S111，上述得到的弱點圖形資訊將用以更新缺陷圖形庫中所涵蓋的弱點圖形，可以弱點圖形庫 (weak pattern

library) 呈現。在此步驟中，先會透過圖形比對確認弱點圖形 (weak pattern verification)，並輸出確認的弱點圖形到弱點圖形庫，若有新的弱點圖形，將進一步更新缺陷圖形庫中的弱點圖形。

透過實施例描述的智慧型弱點圖形診斷方法，可以更有效率地在製程初期可以瞭解到系統性的缺陷，特別是弱點圖形，提供更有效的線內 (in-line) 檢測弱點的資訊，並予以篩選。

相關實現上述智慧型弱點圖形診斷方法的硬體系統架構可參考圖 2 所示之實施例示意圖。

圖示為一智慧型弱點圖形診斷系統 (intelligent weak pattern diagnosis system) 20 的主要子系統，每個子系統執行系統內特定功能，比如弱點圖形庫與設定子系統 (weak pattern library and setup subsystem) 201，其中包括弱點圖形庫 (weak pattern library)，提供各種多邊形弱點圖形，作為比對參考之用。

弱點圖形群組子系統 (weak pattern grouping subsystem) 202，其中利用圖形處理技術 (主要是透過輪廓比對) 篩選出設計佈局內已知弱點圖形與未知弱點圖形群組 (known weak pattern and unknown weak pattern groups)。

弱點圖形影像監看與取得子系統 (weak pattern monitoring and imaging subsystem) 203，其中利用如掃描式電子顯微鏡 (SEM) 或光學顯微鏡進行掃描而取得晶片等半導體產品上的弱點圖形，包括即時監看與取得影像後儲存到儲存媒體中。

弱點圖形輪廓比對子系統 (weak pattern contour matching subsystem) 204，也就是根據弱點圖形庫的各種多邊形弱點圖形影像資料比對掃描而取得的弱點圖形。

弱點圖形輪廓度量與辨識子系統 (weak pattern contour metrology and judgment subsystem) 205，根據弱點圖形庫的比較之後，此子系統將進行進一步辨識與度量 (metrology)，根據圖形輪廓與度量衡資訊，以辨識出系統弱點圖形的樣式。這些辨識出

的弱點圖形將有助於半導體製程中迴避系統性缺陷的效率，並可用於光學鄰近校正（OPC）以及提供設計佈局設計時的修正參考。

上述智慧型弱點圖形診斷系統 20 係可透過電腦系統的硬體配合軟體手段實現，硬體部份不排除具有處理器、記憶體、訊號傳輸電路等的一或多個電腦系統所實現，智慧型弱點圖形診斷系統 20 所處理以及取得的資料來自各種資料庫，在此介紹的各種資料庫依照功能可區分為不同的圖形庫（library），但不限制實際儲存的形式，依照功能來看至少包括圖示中的缺陷圖形庫（defect pattern library）211、高失敗頻率的缺陷圖形庫（frequent failure defect pattern library）212、設計佈局庫（design layout library）213、缺陷檢測資料庫（defect inspection data library）214 與顯微鏡影像庫（imaging data library）215。

特別的是，設計佈局庫 213 係從積體電路設計公司（IC design house）取得設計佈局之後，儲存於待處理掃描弱點與缺陷圖形的資料庫中；缺陷檢測資料庫 214 是從晶圓廠中對各晶圓檢測的工具所取得的缺陷檢測資料庫，多數以數位影像方式儲存；顯微鏡影像庫 215 常見為透過掃描式電子顯微鏡（SEM）設備直接拍攝晶圓所取得的影像；顯微鏡影像庫 215 也可如利用光學顯微鏡取得的光學缺陷影像資料庫。

實現上述系統與方法的軟體手段則可參考圖 3 所示智慧型弱點圖形診斷系統的軟體架構實施例。

圖示有一智慧型弱點圖形診斷系統 30，根據系統 30 執行的各個步驟中可以區分幾個軟體手段，實施例以多個軟體模組表示，軟體功效由執行於系統硬體上的程式集所產生，但非用於限制本發明實際的實現上。

系統 30 包括有一多邊圖形比對模組（polygon pattern matching module）301，透過軟體手段比對經過掃描所取得的弱點圖形影像與弱點圖形庫中的圖形資料，透過此多邊圖形比對模組 301 取得

一樣或相似的弱點圖形，並予以分類。

輪廓圖形比對模組 (contour pattern matching module) 302，此軟體模組係以弱點圖形庫中的影像輪廓為依據，比對掃描取得的實際弱點圖形，藉此可以取得相似的弱點圖形。

座標轉換模組 (coordinate converting module) 303，經 SEM 掃描取得的影像比對之後可以得到各種樣式的弱點圖形，並接著將設計佈局上的影像轉換為晶圓上的位置。

弱點圖形影像處理模組 (weak pattern image processing module) 304，主要是數位化經掃描取得的弱點或缺陷圖形，經上述多邊圖形比對、輪廓圖形比對，以及座標位置轉換，可以取得各種弱點或缺陷圖形的數據資料，可以提供分類、分群、辨識與度量的目的。

弱點圖形影像度量與辨識模組 (weak pattern image metrology and judgment module) 305，透過軟體方法辨識出出現在晶圓上的弱點圖形，以及取得晶圓上弱點圖形的尺寸、比例等的度量資訊。

在取得已知弱點圖形與未知弱點圖形將以在設計佈局上的座標位置定義出來。之後在設計佈局上的座標系，具有原點 (x0, y0)，應轉換到實際半導體產品在監看(如 SEM)工具上的座標系，具有原點 (x1, y1)。因此透過尋找設計佈局上的缺陷或弱點之後，將透過座標轉換到實際產品上的座標系上。

根據上述系統之硬體與軟體手段的描述可知，本發明智慧型弱點圖形診斷方法可應用於半導體製程中的不同製程階段與實施態樣上，比如可應用在晶圓廠製作晶圓 (wafer) 時；封裝廠 (assembly house) 製程上；亦可應用在光罩 (mask) 設計；更可應用在印刷電路板、載板 (carrier board)、軟板 (flexible board)、平面顯示器面板 (flat display panel)、晶圓凸塊 (wafer bump)、發光二極體 (LED) 或太陽能電池 (solar cell) 等技術的製程上。

圖 4 所示流程描述本發明智慧型弱點圖形診斷方法中圖形比

對的步驟實施例。

為了透過掃描找尋到設計佈局上的弱點，實施例之一係先建立一些基本比對元素，藉此描繪一個接近多邊形的弱點圖形，透過一些基本的幾何圖形作為比對的依據以判斷出弱點圖形。其中步驟開始如 S401，建立待測物上的基本比對元素，比如是在設計佈局上建立多個最小的方形圖案 (bonding box)，這些圖案可以相互連結並涵蓋到整個設計佈局上，以便執行後續比對運算。

建立一些基本比對元素後，步驟如 S403，利用基本比對元素比對待測物，如晶圓。其中，每一個基本比對元素如一個方形，具有尺寸 (size)、長度與寬度，從各個基本比對元素之間的尺寸、距離與方向關係 (relationship) 描繪弱點圖形庫中各種弱點圖形，包括每個基本比對元素之間的距離或/與方向，再用以比對待測物上的圖形，可以在可允許的寬容度 (tolerance) 進行比對，可以得到待測物上的弱點圖形，特別的是這些弱點圖形係可以多個基本比對元素描繪出相似的圖形。

比對過程係以軟體手段為主，如步驟 S405，從比對結果判斷是否比對得到任何弱點圖形？當沒有比對到任何弱點圖形時 (否)，表示該待測物在此階段並未找到任何可以上述最小的基本比對元素所描繪的弱點圖形，如步驟 S407。

若比對得到任何弱點圖形 (是)，步驟繼續如 S409，再利用多邊圖形比對 (polygon matching) 待測物。

在此多邊圖形中心線比對法中，系統根據設計佈局的特性判斷出幾種多邊形的幾何圖形，以基本多邊圖形比對元素進行比對，可以順時針或逆時針方向比對得出待測物上的弱點圖形，比對時可採用中心線比對 (centerline trace match)、沿著中心線的中心線寬度比對 (centerline width match)，藉此可以在可允許的寬容度下得到中心線與寬度一樣或是相似的弱點圖形。

再可繼續採用多邊圖形輪廓比對法，比對時可以基本多邊圖

形比對元素與待測物上的圖形進行比對，包括兩者的輪廓比對，或是輪廓搭配上上述多邊圖形的比對方法。比對時，可以輪廓或搭配多邊圖形比對，以基本比對元素或多邊圖形比對元素與待測物兩者涵蓋的比率作為判斷基礎，輔以基本比對元素或多邊圖形比對元素的中心線比對，可以在可允許的寬容度下得到相似的弱點圖形。

透過基本多邊圖形比對元素進行比對後，如步驟 S411，判斷是否比對得到弱點圖形？若沒有得到弱點圖形（否），結論是並未有致命的缺陷弱點，如步驟 S407。

若比對到弱點圖形（是），如步驟 S413，得到弱點圖形。經過這些分析後，可以得到潛在的系統性缺陷圖形，作為修正設計的參考，或是製程改良的參考。

在上述利用基本比對元素、基本多邊圖形比對元素進行圖形比對時，系統將可根據實際需要修改比對圖形。之後將可根據基本比對元素或多邊圖形比對元素的尺寸、彼此之間的關聯（距離、方向、連結關係），或是是否在一種寬容度下所得到的任何一樣或類似的圖形，得出整體設計的缺陷弱點。

比對圖形的示意圖可以參考圖 5A 至圖 5F。本發明即設計一些基本幾何型式的基本比對元素，用以描繪接近多邊形的弱點圖形，基本比對元素形成一個可涵蓋多邊形的弱點圖形的窗，表示涵蓋的面積比例。

圖 5A 表示一個基本多邊圖形比對元素示意圖，多邊圖形比如是個有幾處轉折的幾何圖形，比對時將採順時鐘或逆時鐘轉動比對，隨時調整圖形大小，藉此找到一樣或類似的弱點圖形。

圖 5B 所示之基本比對元素為一個正方形的比對元素，主要是用以得到在某個最小範圍（minimum area）以上的致命缺陷。

將兩者搭配，可參考圖 5B 所示基本比對元素與基本多邊圖形比對元素搭配的示意圖，可以得到弱點圖形的型式。

接著如圖 5D 所示為另一個基本多邊圖形比對元素，圖 5E 表示另一個基本比對元素，圖 5F 則表示基本比對元素與基本多邊圖形比對元素搭配的示意圖。

當系統建立基本比對元素或是基本多邊圖形比對元素後，將這些基本比對元素或/與基本多邊圖形比對元素套上設計佈局上，比對方式包括利用軟體手段旋轉基本多邊圖形比對元素進行比對，其中將利用中心線的輔助進行圖形比對。

特別如基本多邊圖形比對元素上先建立中心線，每種多邊圖形中設有沿著中心線上定義出的一或多種寬度 (w_1, w_2, w_3, w_4)，這條中心線可以配合基本比對元素套上設計佈局上，比對時就引用這些中心線的特徵，包括中心線的軌跡、起點與終點、轉折處與其寬度，以順時針或逆時針比對各種在待測物上的圖形，可以找到一樣或在某種誤差範圍 (可允許寬容度) 內弱點圖形。

圖 6A 顯示一個基本多邊圖形比對元素中的中心線示意圖，此例在基本多邊圖形比對元素中兩個走向的區塊上描繪出中心線 (centerline) 601，以連續像素值描述，中心線 601 根據設計設有不同的寬度，如第一寬度 w_1 與第二寬度 w_2 ，這就是這個中心線 601 的特徵。本發明即採用這中心線 601 的特徵描述弱點圖形主要走向，比對時，與實際圖形中心線的誤差可以設有一個可允許的寬容度，比如 20%，或一範圍，如 10%到 20%，作為相似度比對的參考，超過這設定的寬容度的比對結果表示並不符合系統設定的弱點圖形。

圖 6B 接著顯示此中心線 601'，比對時即先比對是否有圖形符合此中心線 601'的軌跡，再比對沿著中心線 601'的圖形寬度是否與上述寬度 (w_1, w_2) 一致或在一定範圍內，藉此可以作出是否找到弱點圖形的判斷。

圖 6C 顯示令一個基本多邊圖形比對元素中的中心線示意圖，中心線 602 在圖形中的每一部份具有不同的寬度，如第三寬

度 w_3 與第四寬度 w_4 。同樣地，系統將依據這個多邊圖形的中心線與其寬度特徵作為比對的參考，藉此找到符合此基本多邊圖形比對元素的弱點圖形。圖 6D 繼續顯示對比此基本比對元素中的中心線 602'。

系統除了上述利用基本比對元素中心線為參考進行比對外，更以圖形輪廓 (contour) 作為比對判斷的依據。當完成上述基本比對 (多邊圖形) 元素比對之後，接著進行輪廓比對，簡單來說，就是將比對圖形的輪廓疊合在設計佈局上的圖形上，以疊合的面積比例 (在合理的寬容度內) 判斷出是否找尋到弱點圖形。

利用輪廓比對的機制可參考圖 7A 所示一個找尋弱點圖形輪廓的示意圖，其中顯示有基本比對元素 701，以及比對中的弱點圖形 702，此例顯示弱點圖形 702 落於基本比對元素 701 的範圍內。

圖 7B 所示之示意圖表示另一個基本比對元素 703 以及比對時若於此基本比對元素 703 內的弱點圖形 704。

當取得如上述利用基本比對元素得到符合比對條件的圖形時，可以確定特定範圍內已經找到弱點圖形，並可以接著取得弱點圖形的輪廓，這就如圖 7C 所示輪廓對輪廓的比對方式 (contour-contour)，圖 7C 顯示弱點圖形 702' 的圖形輪廓 705；再輔以基本多邊圖形比對元素進行比對，就如圖 7D 所示的輪廓對多邊圖形的比對方式 (contour-polygon)，圖 7D 所示有基本多邊圖形比對元素 706，此時得到落於此比對元素 706 範圍內的弱點圖形 702"。比如，系統可設定一個輪廓或多邊圖形涵蓋比例門檻，如 70% 到 80%，超過這個涵蓋比例，表示找到符合的弱點圖形，反之就表示沒有弱點圖形。

本發明智慧型弱點圖形診斷方法中的各種細節實施方式可接著參考如圖 8、圖 9 與圖 10 所示的步驟實施例。

圖 8 顯示弱點圖形篩選與監看 (weak pattern screen and monitor) 的步驟，開始時如步驟 S801，以電腦系統實現的系統引

入設計佈局與缺陷檢測資料，開始多邊圖形比對。於步驟 S803 中，系統引入缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫，分別如圖 2 所示的缺陷圖形庫 211 與高失敗頻率的缺陷圖形庫 212。

之後可進行多邊圖形比對，如步驟 S805，比對缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫所載的弱點圖形，進行已知與未知弱點圖形篩選，比對方式如上述圖 7A、7B、7C 所記載的方式，先以基本比對元素得到弱點圖形的範圍與位置，再以多邊圖形判斷出各種型態的弱點圖形，可以如步驟 S807，智慧型弱點圖形診斷系統將執行軟體影像處理，在系統提供的缺陷檢測資料（defect inspection data）中辨識出已知弱點圖形、未知弱點圖形等。

辨識之後，可以得到待測物上弱點圖形影像，如步驟 S809，並據此轉換弱點圖形座標，由設計佈局上的弱點圖形的座標轉換到實際半導體產品上的座標系上，如步驟 S811。依此可以建立弱點圖形影像監看檔案（步驟 S813），並儲存影像（步驟 S815）。

其中，舉例來說，系統執行座標轉換（coordinate conversion）時，由設計佈局座標系（design layout coordinate system）上弱點圖形的參考座標（ $xO1, yO1$ ）轉換到實際半導體產品上的缺陷座標系（defect coordinate system）的弱點圖形參考座標 $xO2, yO2$ 。這些弱點圖形的參考座標比如為該弱點圖形的幾何中心點。實際得到於設計佈局上的特定弱點圖形（參考座標 $x1, y1$ ）將轉換到實際半導體產品上的參考座標（ $x2, y2$ ）。

再參閱圖 9 描述本發明智慧型弱點圖形診斷方法中弱點圖形度量的步驟實施例。

開始如步驟 S901，系統取得缺陷圖形影像，實施例之一係使用掃描式電子顯微鏡或光學顯微鏡掃描待測物，以取得待測物中缺陷的影像。掃描拍攝影像時可以參考套用上述已經（已儲存的資料）在設計佈局上的弱點圖形參考座標（可設有記號）。當參考了上述已經得到在設計佈局上的弱點圖形位置時，可以節省傳統

上利用掃描式電子顯微鏡以電子束掃描待測物的時間，或是以光學顯微鏡檢視的時間。

再如步驟 S903，分割系統所取得的缺陷圖形影像，透過輪廓分割的技術分割所取得的缺陷圖形影像，其中設定動態圖形門檻（dynamic histogram threshold），可以根據圖形分佈（histogram）自背景影像（background image）分別出前景圖形（foreground pattern）。

接著如步驟 S905，系統執行輪廓偵測（edge detection），可以採用圖形訊號的高頻過濾（high frequency filter）、低頻過濾（low frequency filter）與帶通過濾（bandpass filter），經追蹤輪廓後篩選（步驟 S907）出得到弱點輪廓（步驟 S909），再比對弱點圖形庫，包括比對其中基本（方形、多邊形）比對元素與圖形輪廓（步驟 S911）。利用基本比對元素進行比對時，同時參考了每個弱點圖形上各基本比對元素之間距離、方向關係，可以找到在可允許的寬容度內一樣或是類似的圖形。利用輪廓比對時，可疊合基本多邊圖形比對元素的輪廓，以覆蓋的比例作為判斷是否符合的依據，比對方式如圖 6 與圖 7 中的圖示，在可允許的寬容度下找到一樣或類似的圖形。

反過來，如步驟 S913，將取得的弱點圖形套上設計佈局，比如用影像疊合（overlap）的方式將多邊形的輪廓疊合上設計佈局，同時疊合對齊各種圖形的中心線。並再接再著轉換弱點圖形為設計佈局的座標尺度（步驟 S915），比如使用圖形介面調整尺度比例，使用度量衡工具轉換輪廓的像素值到設計佈局尺度，以儲存或更新原本的圖形庫（步驟 S917）。

圖 10 描述本發明智慧型弱點圖形診斷方法中弱點圖形辨識的步驟實施例。經上述步驟取得各種在設計佈局的弱點圖形後，以電腦系統實現的本發明智慧型弱點圖形診斷系統進一步辨識這些弱點圖形的形式。



方法包括如步驟 S11，系統先引入資料庫中已存在過去儲存的弱點圖形輪廓與度量資料，也包括透過掃描式電子顯微鏡或光學顯微鏡所取得的實際待測物影像的輪廓與度量資料。同時，如步驟 S12，系統引入資料庫中設計佈局上的圖形資料，系統透過軟體手段或是硬體方式辨識這些資料庫中的實際弱點圖形與設計佈局的影像中的弱點圖形，其中主要是根據比對圖形庫內圖形輪廓與設計佈局上的圖形影像辨識出弱點圖形與非弱點圖形，包括辨識出弱點圖形的尺寸（dimension），如步驟 S13，將得到的弱點圖形的資訊更新缺陷圖形庫，如步驟 S14。

根據揭露書所載實施例，設有一電腦可讀取記憶媒體，此為非暫態的記憶媒體，其中儲存執行上述智慧型弱點圖形診斷方法的指令集，執行於一電腦系統中，指令集主要包括：自一缺陷圖形庫與一高失敗頻率的缺陷圖形庫引入一弱點圖形佈局的指令；取得經一製程廠之缺陷檢測工具所取得的缺陷檢測資料的指令；引入一設計佈局資料的指令，設計佈局資料至少包括系統性的各種缺陷與弱點圖形；執行弱點圖形篩選與過濾的指令，用以比對缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫中記載的弱點圖形與由電腦系統取得的設計佈局資料，以取得一已知弱點圖形群組；執行未知弱點圖形篩選與過濾的指令，由電腦系統取得的設計佈局資料作圖形相似比對，找出不屬於且不相似於缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫的弱點圖形，以取得一未知弱點圖形群組；得出已知弱點圖形群組以及未知弱點圖形群組的分佈的指令；取得一待測物影像的指令，包括取得待測物上弱點圖形的座標位置與度量資料的指令；執行一影像處理的指令，以得到弱點圖形輪廓以及各弱點圖形的尺寸、範圍與數量，用以判斷系統性的弱點圖形；以及更新弱點圖形庫的弱點圖形的指令。

是以，說明書揭示的智慧型弱點圖形診斷方法之實施例中，首先從缺陷圖形庫與高失敗頻率的缺陷圖形庫取得弱點圖形佈

局，並藉由晶圓缺陷檢測工具取得缺陷資料，配合設計佈局的取得與執行弱點缺陷圖形篩選，可以取得已知或未知的弱點缺陷圖形，除了更新缺陷圖形庫中的弱點圖形外，更能在電子顯微鏡實際取得的晶圓影像上取得弱點圖形輪廓，以利得到真實的系統性弱點圖形。

本發明提出的智慧型弱點圖形診斷系統與方法，透過弱點圖形庫的建立與比對，可以篩選出弱點圖形，進而取得弱點圖形的影像與度量資料，藉此更新缺陷圖形庫作為後續製程與電路設計參考。

以上所述僅為本發明之較佳可行實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【符號說明】

- 缺陷圖形庫 11
- 高失敗頻率的缺陷圖形庫 12
- 智慧型弱點圖形診斷系統 20
- 弱點圖形庫與設定子系統 201
- 弱點圖形群組子系統 202
- 弱點圖形影像監看與取得子系統 203
- 弱點圖形輪廓比對子系統 204
- 弱點圖形輪廓度量與辨識子系統 205
- 缺陷圖形庫 211
- 高失敗頻率的缺陷圖形庫 212
- 設計佈局庫 213
- 缺陷檢測資料庫 214
- 顯微鏡影像庫 215
- 智慧型弱點圖形診斷系統 30
- 多邊圖形比對模組 301

輪廓圖形比對模組 302
座標轉換模組 303
弱點圖形影像處理模組 304
弱點圖形影像度量與辨識模組 305
第一寬度 w_1
第二寬度 w_2
中心線 601
中心線 601'
第三寬度 w_3
第四寬度 w_4
中心線 602
中心線 602'
基本比對元素 701
弱點圖形 702
基本比對元素 703
弱點圖形 704
圖形輪廓 705
弱點圖形 702'
基本多邊圖形比對元素 706
弱點圖形 702''
步驟 S101~S111 智慧型弱點圖形診斷流程
步驟 S401~S413 圖形比對的流程
步驟 S801~S815 弱點圖形篩選與監看的流程
步驟 S901~S917 弱點圖形度量的流程
步驟 S11~S14 弱點圖形辨識的流程

申請專利範圍

1. 一種智慧型弱點圖形診斷方法，應用於一電腦系統實現的智慧型弱點圖形診斷系統中，包括：

該電腦系統自一缺陷圖形庫與一高失敗頻率的缺陷圖形庫引入一弱點圖形佈局；

該電腦系統取得經一製程廠之缺陷檢測工具所取得的缺陷檢測資料；

該電腦系統引入一設計佈局資料，該設計佈局資料至少包括系統性的各種缺陷與弱點圖形；

執行弱點圖形篩選與過濾，以比對該缺陷圖形庫與該高失敗頻率的缺陷圖形庫中記載的弱點圖形與由該電腦系統取得的設計佈局資料，分類以取得一已知弱點圖形群組；

執行未知弱點圖形篩選與過濾，由該電腦系統取得的設計佈局資料作圖形相似比對，找出不屬於且不相似於該缺陷圖形庫與該高失敗頻率的缺陷圖形庫的弱點圖形，分類以取得一未知弱點圖形群組；

得出該已知弱點圖形群組以及該未知弱點圖形群組的分佈；

取得一待測物影像，以取得該待測物上弱點圖形的座標位置與度量資料；以及

執行一影像處理，得到弱點圖形輪廓以及各弱點圖形的尺寸、範圍與數量，用以判斷系統性的弱點圖形。

2. 如請求項 1 所述的智慧型弱點圖形診斷方法，其中該執行弱點圖形篩選與過濾的步驟包括一輪廓比對，其中：

引入基本比對元素與基本多邊圖形比對元素；以及
與該待測物上的圖形進行比對。

3. 如請求項 2 所述的智慧型弱點圖形診斷方法，其中該輪廓比對步驟中，以該基本比對元素或該多邊圖形比對元素與該待測物的涵蓋比率作為判斷基礎，輔以該基本比對元素或該多邊圖形

比對元素的中心線進行比對，於一可允許的寬容度下得到相似的弱點圖形。

4. 如請求項 3 所述的智慧型弱點圖形診斷方法，其中於該基本比對元素或該多邊圖形比對元素的中心線進行比對時，引入該基本比對元素或該多邊圖形比對元素的尺寸與彼此之間的距離、方向與連結關係。
5. 如請求項 4 所述的智慧型弱點圖形診斷方法，其中以該多邊圖形比對元素為有幾處轉折的幾何圖形，比對時採順時鐘或逆時鐘轉動比對，隨時調整該多邊圖形比對元素大小，藉此找到一樣或類似的弱點圖形。
6. 如請求項 5 所述的智慧型弱點圖形診斷方法，其中透過比對該基本比對元素或該多邊圖形比對元素，確認弱點圖形後更新該弱點圖形庫的弱點圖形。
7. 如請求項 1 所述的智慧型弱點圖形診斷方法，其中係利用一掃描式電子顯微鏡或一光學顯微鏡進行檢視，掃描而取得該待測物影像。
8. 如請求項 7 所述的智慧型弱點圖形診斷方法，其中係以該掃描式電子顯微鏡監看與預覽該待測物，以電子束掃描工具偵測與確認該待測物上的缺陷圖形。
9. 一種以一電腦系統實現的智慧型弱點圖形診斷系統，其中該電腦系統包括一處理器與一記憶體，於該處理器中執行一智慧型弱點圖形診斷方法，該方法包括：

該電腦系統自一缺陷圖形庫與一高失敗頻率的缺陷圖形庫引入一弱點圖形佈局；

該電腦系統取得經一製程廠之缺陷檢測工具所取得的缺陷檢測資料；

該電腦系統引入一設計佈局資料，該設計佈局資料至少包括系統性的各種缺陷與弱點圖形；

執行弱點圖形篩選與過濾，以比對該缺陷圖形庫與該高失敗頻率的缺陷圖形庫中記載的弱點圖形與由該電腦系統取得的設計佈局資料，取得一已知弱點圖形群組；

執行未知弱點圖形篩選與過濾，由該電腦系統取得的設計佈局資料作圖形相似比對，找出不屬於且不相似於該缺陷圖形庫與該高失敗頻率的缺陷圖形庫的弱點圖形，取得一未知弱點圖形群組；

得出該已知弱點圖形群組以及該未知弱點圖形群組的分佈；取得一待測物影像，以取得該待測物上弱點圖形的座標位置與度量資料；以及

執行一影像處理，得到弱點圖形輪廓以及各弱點圖形的尺寸、範圍與數量，用以判斷系統性的弱點圖形。

10. 一種電腦可讀取記憶媒體，其中儲存執行智慧型弱點圖形診斷方法的指令集，執行於一電腦系統中，該指令集包括：

自一缺陷圖形庫與一高失敗頻率的缺陷圖形庫引入一弱點圖形佈局的指令；

取得經一製程廠之缺陷檢測工具所取得的缺陷檢測資料的指令；

引入一設計佈局資料的指令，該設計佈局資料至少包括系統性的各種缺陷與弱點圖形；

執行弱點圖形篩選與過濾的指令，以比對該缺陷圖形庫與該高失敗頻率的缺陷圖形庫中記載的弱點圖形與由該電腦系統取得的設計佈局資料，取得一已知弱點圖形群組；

執行未知弱點圖形篩選與過濾的指令，由該電腦系統取得的設計佈局資料作圖形相似比對，找出不屬於且不相似於該缺陷圖形庫與該高失敗頻率的缺陷圖形庫的弱點圖形，取得一未知弱點圖形群組；

得出該已知弱點圖形群組以及該未知弱點圖形群組的分佈的

指令；

取得一待測物影像的指令，包括取得該待測物上弱點圖形的座標位置與度量資料的指令；

執行一影像處理的指令，以得到弱點圖形輪廓以及各弱點圖形的尺寸、範圍與數量，用以判斷系統性的弱點圖形；以及

更新該弱點圖形庫的弱點圖形的指令。

圖式

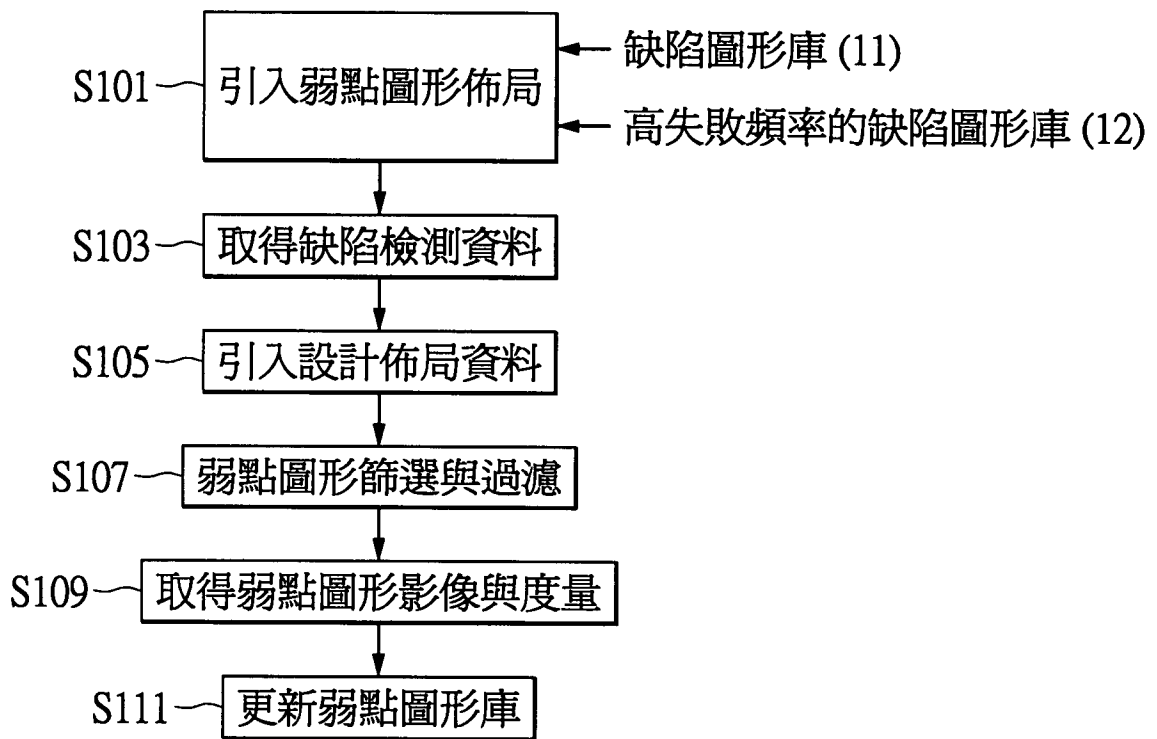


圖1

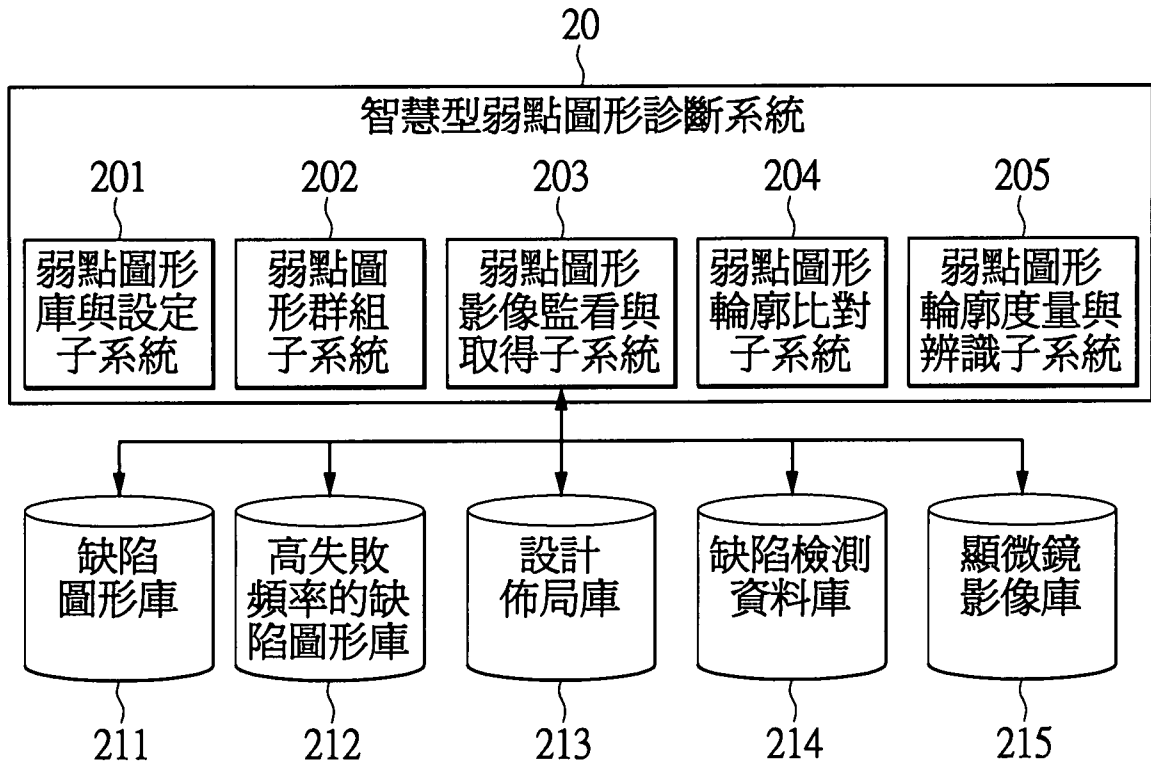


圖2

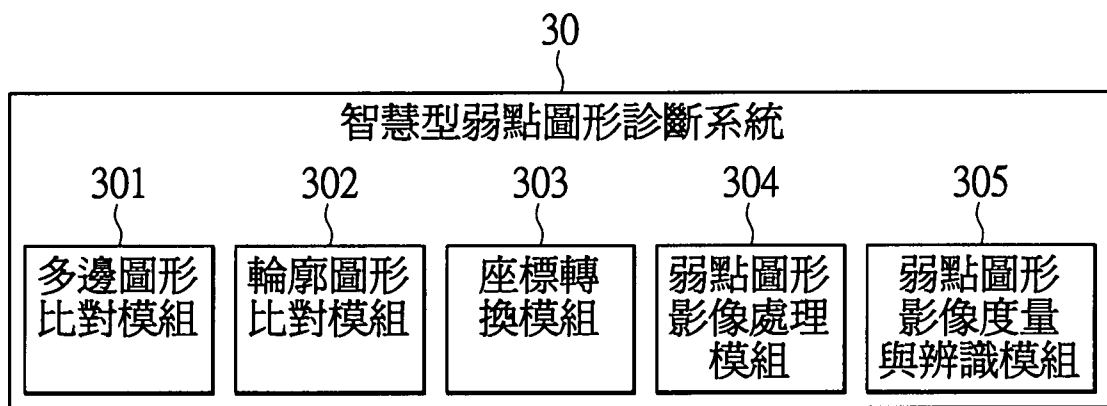


圖3

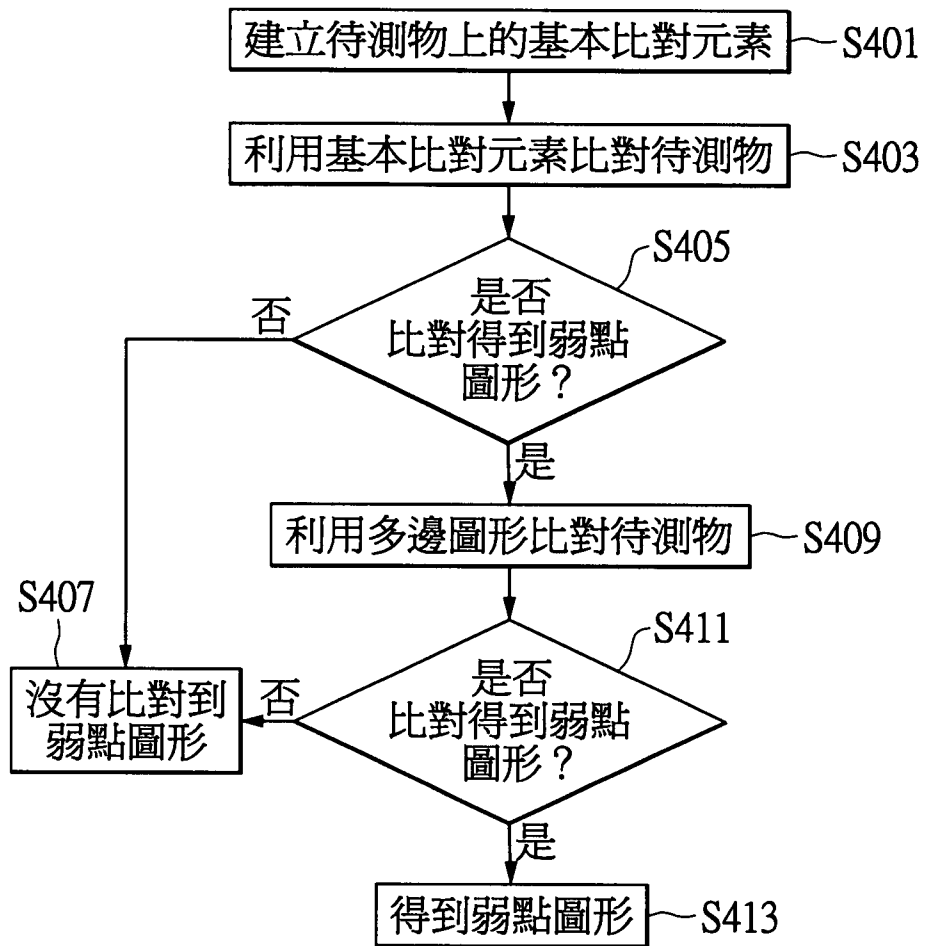


圖4

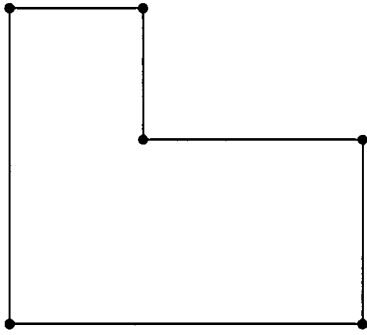


圖5A



圖5B

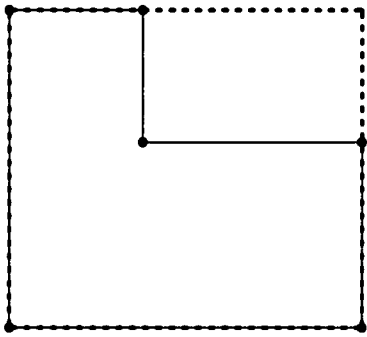


圖5C

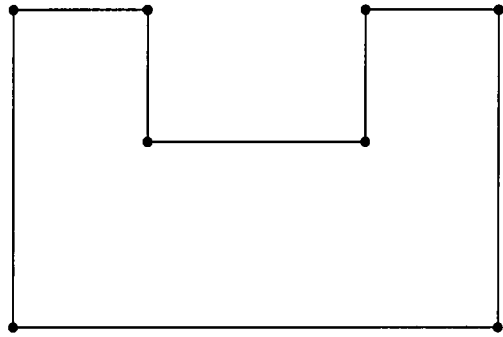


圖5D



圖5E

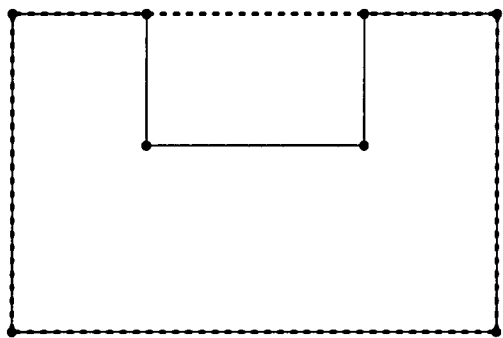


圖5F

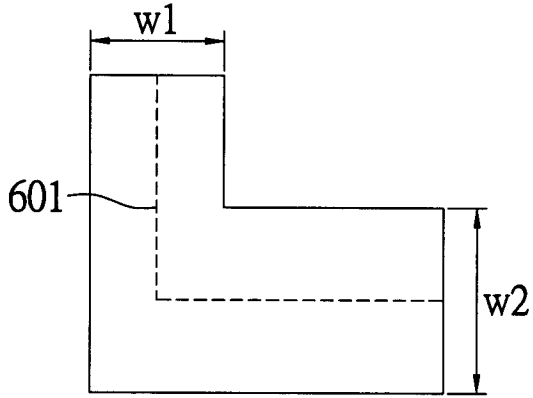


圖6A

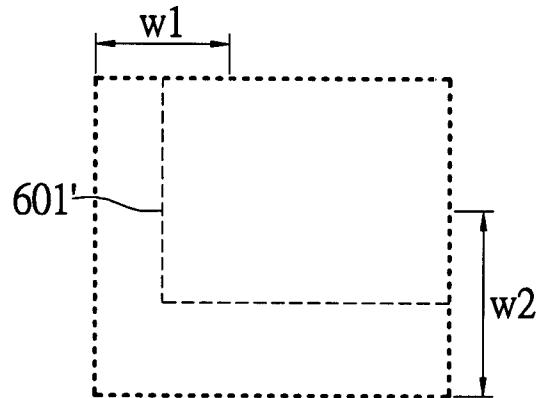


圖6B

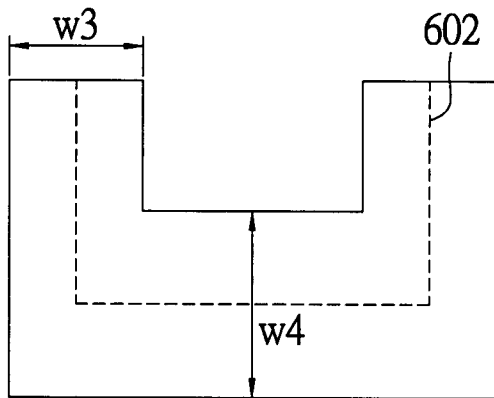


圖6C

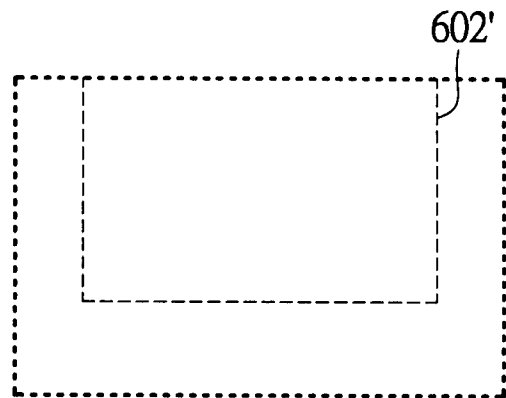


圖6D

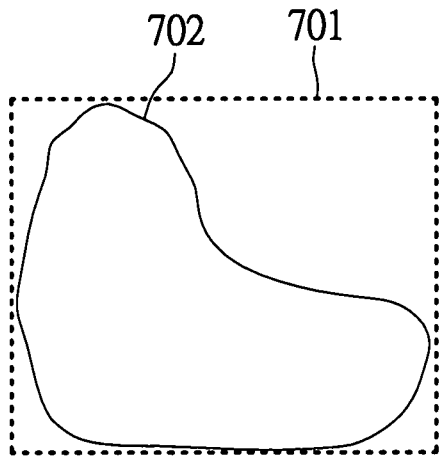


圖7A

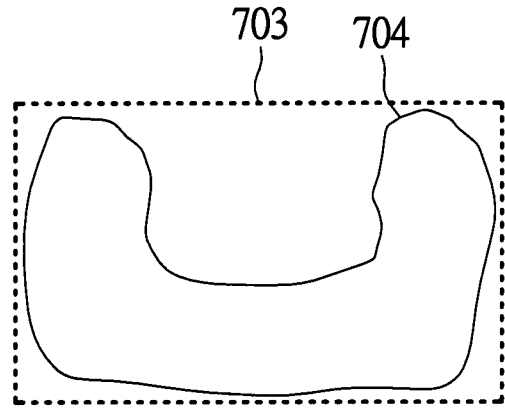


圖7B

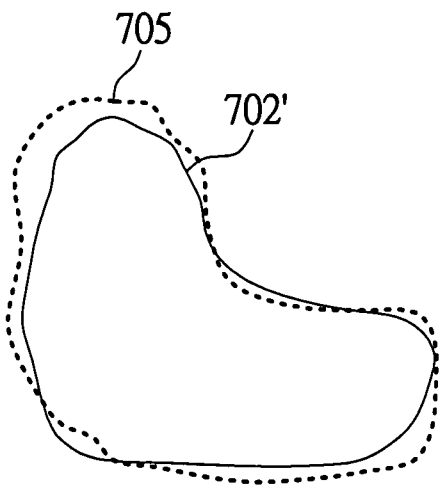


圖7C

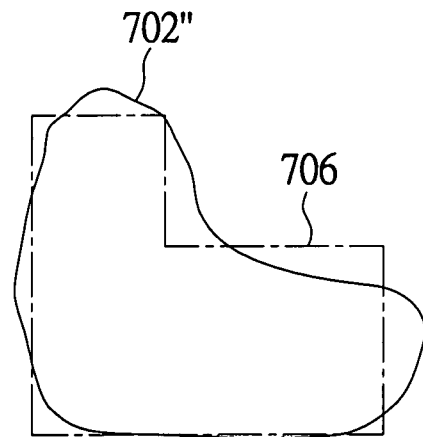


圖7D

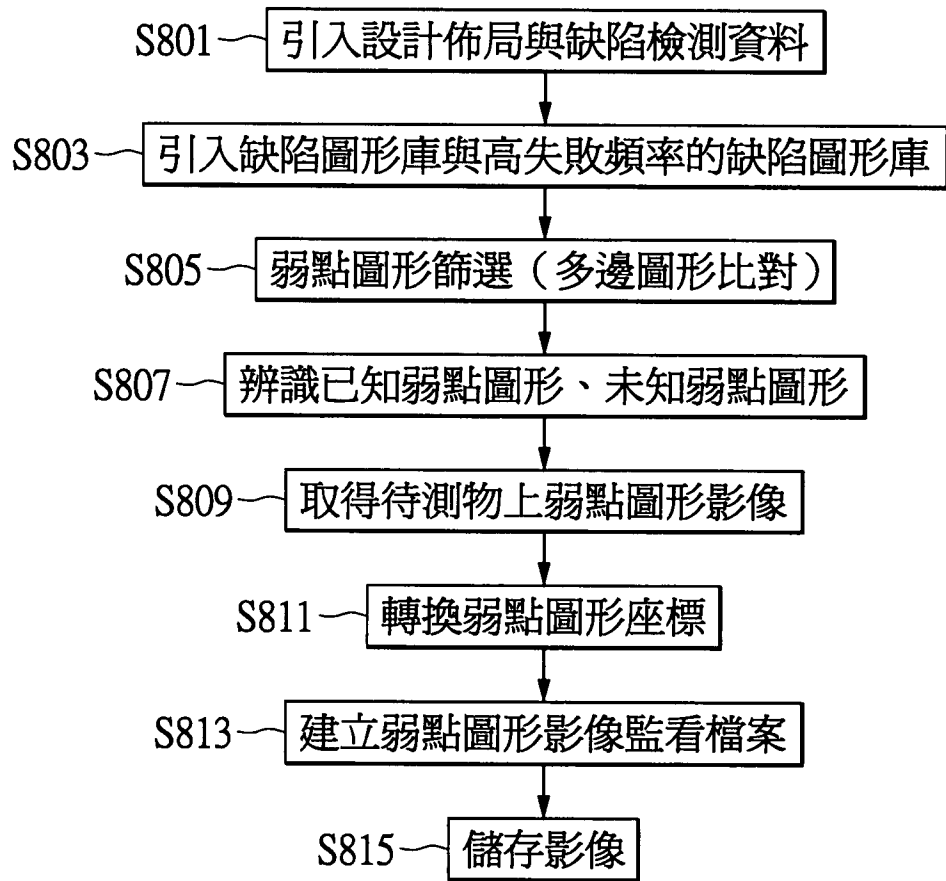


圖8

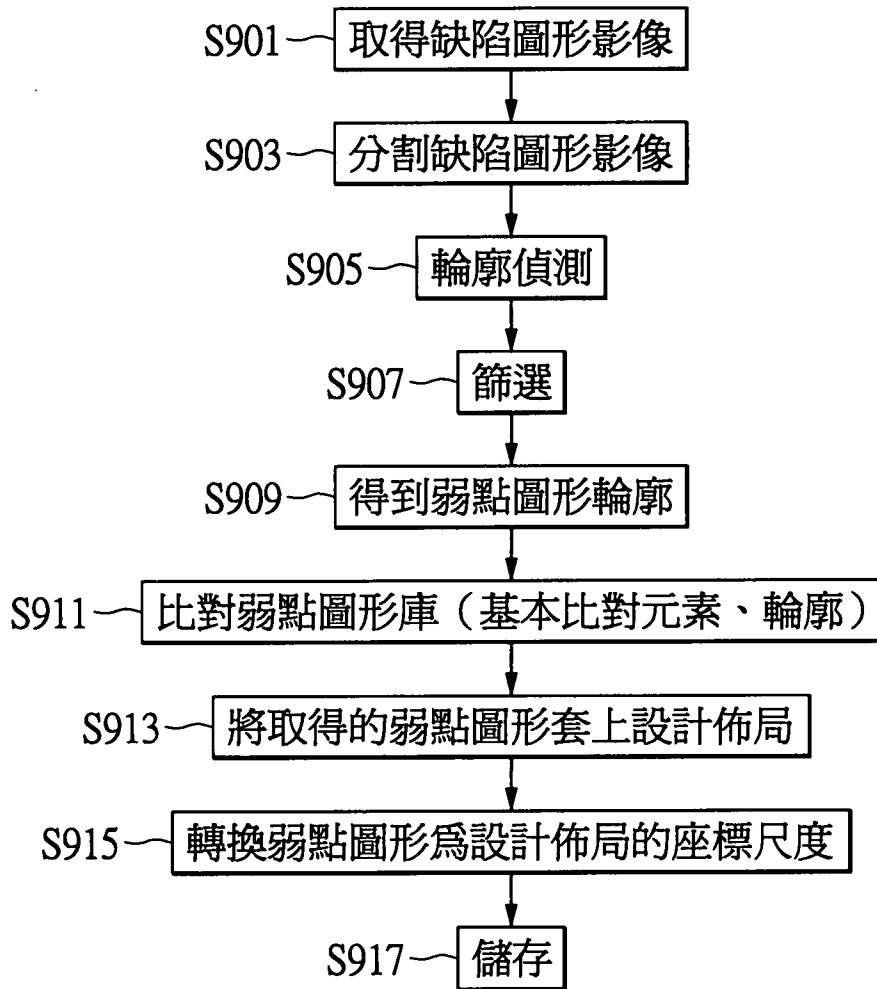


圖9

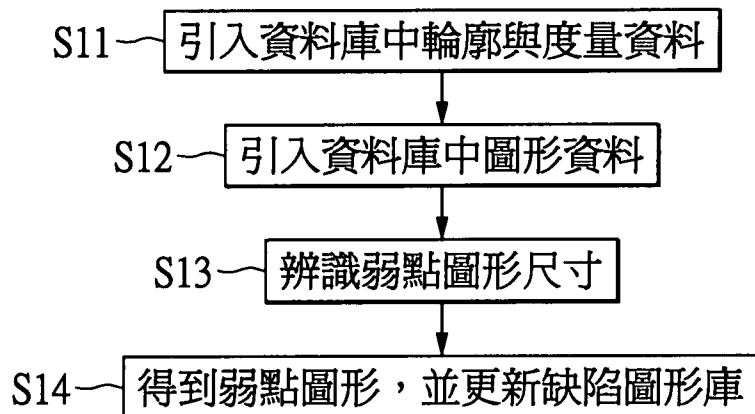


圖10