



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I603087 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 21 日

(21) 申請案號：104120477 (22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 06 月 25 日

(51) Int. Cl. : **G01Q70/08 (2010.01)** **H01J37/28 (2006.01)**  
**G01R31/26 (2014.01)**

(30) 優先權：2014/06/25 美國 62/016,650

(71) 申請人：D C G 系統公司 (美國) DCG SYSTEMS, INC. (US)  
 美國

(72) 發明人：以色列 尼夫 ISRAEL, NIV (US)；烏克蘭切夫 弗拉迪米爾 UKRAINTSEV,  
 VLADIMIR (US)；班森 羅南 BENZION, RONEN (IL)

(74) 代理人：徐宏昇

(56) 參考文獻：

TW	200624793A	US	5763879
US	2004/0207424A1	US	2007/0290703A1
US	2008/0150559A1	US	2008/0180118A1

審查人員：鄧人豪

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：4 共 34 頁

## (54) 名稱

電子裝置的奈米探測方法

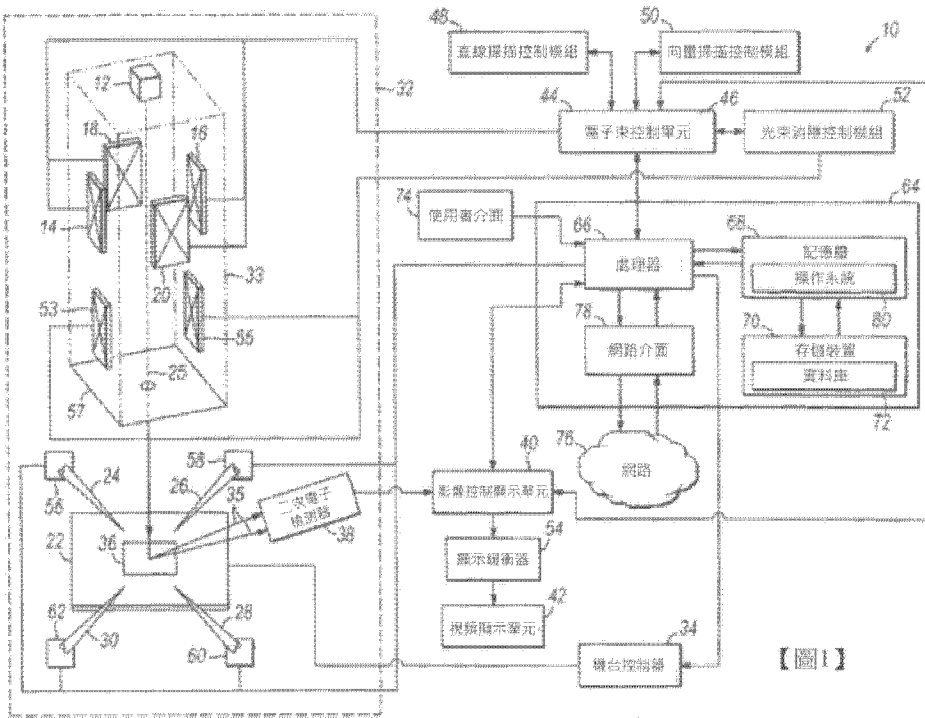
METHOD FOR NANOPROBING OF ELECTRONIC DEVICES

## (57) 摘要

本發明提供一種方法，用於使用掃描電子顯微鏡(SEM)和奈米探針的組合，測試一待測半導體裝置(DUT)，該方法包括：取得該 DUT 內一注意區域(ROI)的 SEM 影像；取得該 ROI 的 CAD 設計影像；將該 CAD 設計影像與該 SEM 影像對準，以辨認應接觸目標；取得一對應於該應接觸目標的網表，並使用該網表以判斷該等應接觸目標中，應選為測試目標的應接觸目標；及導航奈米探針，以將奈米探針著陸在各個測試目標，並形成該奈米探針與相應的測試目標之間的電性接觸。

A method for probing a semiconductor device under test (DUT) using a combination of scanning electron microscope (SEM) and nanoprobes, by: obtaining an SEM image of a region of interest (ROI) in the DUT; obtaining a CAD design image of the ROI; registering the CAD design image with the SEM image to identify contact targets; obtaining a Netlist corresponding to the contact targets and using the Netlist to determine which of the contact targets should be selected as test target; and, navigating nanoprobes to land a nanoprobe on each of the test targets and form electrical contact between the nanoprobe and the respective test target.

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 10 . . . 奈米探測器
- 12 . . . 電子槍
- 14 . . . 掃描線圈
- 16 . . . 掃描線圈
- 18 . . . 掃描線圈
- 20 . . . 掃描線圈
- 22 . . . 試樣台
- 24 . . . 奈米探針
- 25 . . . 一次電子束
- 26 . . . 奈米探針
- 28 . . . 奈米探針
- 30 . . . 奈米探針
- 32 . . . 真空腔
- 33 . . . 管柱
- 34 . . . 機台控制器
- 35 . . . 二次電子
- 36 . . . 樣品、裝置
- 38 . . . 二次電子檢測器
- 40 . . . 影像顯示控制單元
- 42 . . . 視頻顯示單元
- 44 . . . 電子束控制單元
- 46 . . . 掃描信號發生電路
- 48 . . . 直線掃描控制模組
- 50 . . . 向量掃描控制模組
- 52 . . . 光束消隱控制模組
- 53 . . . 偏轉板
- 54 . . . 顯示緩衝器
- 55 . . . 偏轉板

- 56 . . . 奈米級機械手、致動器
- 57 . . . 孔徑光闌
- 58 . . . 奈米級機械手
- 60 . . . 奈米級機械手
- 62 . . . 奈米級機械手
- 64 . . . 控制器
- 66 . . . 處理器
- 68 . . . 記憶體
- 70 . . . 存儲裝置
- 72 . . . 資料庫
- 74 . . . 使用者介面
- 76 . . . 網路
- 78 . . . 網路介面
- 80 . . . 操作系統



申請日: 104.6.25

## 【發明摘要】

IPC分類: G01Q 70/28 2010.01  
H01J 31/28 2006.01  
G01R 31/26 2014.01

【中文發明名稱】 電子裝置的奈米探測方法

【英文發明名稱】 Method for nanoprobng of electronic devices

## 【中文】

本發明提供一種方法，用於使用掃描電子顯微鏡（SEM）和奈米探針的組合，測試一待測半導體裝置（DUT），該方法包括：取得該DUT內一注意區域（ROI）的SEM影像；取得該ROI的CAD設計影像；將該CAD設計影像與該SEM影像對準，以辨認應接觸目標；取得一對應於該應接觸目標的網表，並使用該網表以判斷該等應接觸目標中，應選為測試目標的應接觸目標；及導航奈米探針，以將奈米探針著陸在各個測試目標，並形成該奈米探針與相應的測試目標之間的電性接觸。

## 【英文】

A method for probing a semiconductor device under test (DUT) using a combination of scanning electron microscope (SEM) and nanoprobes, by: obtaining an SEM image of a region of interest (ROI) in the DUT; obtaining a CAD design image of the ROI; registering the CAD design image with the SEM image to identify contact targets; obtaining a Netlist corresponding to the contact targets and using the Netlist to determine which of the contact targets should be selected as test target; and, navigating nanoprobes to land a nanoprobe on each of the test targets and form electrical contact between the nanoprobe and the respective test target.

## 【指定代表圖】 圖1

## 【代表圖之符號簡單說明】

10	奈米探測器
12	電子槍
14	掃描線圈
16	掃描線圈
18	掃描線圈
20	掃描線圈
22	試樣台
24	奈米探針
25	一次電子束
26	奈米探針
28	奈米探針
30	奈米探針
32	真空腔
33	管柱
34	機台控制器
35	二次電子
36	樣品、裝置
38	二次電子檢測器
40	影像顯示控制單元
42	視頻顯示單元
44	電子束控制單元

46	掃描信號發生電路
48	直線掃描控制模組
50	向量掃描控制模組
52	光束消隱控制模組
53	偏轉板
54	顯示緩衝器
55	偏轉板
56	奈米級機械手、致動器
57	孔徑光闌
58	奈米級機械手
60	奈米級機械手
62	奈米級機械手
64	控制器
66	處理器
68	記憶體
70	存儲裝置
72	資料庫
74	使用者介面
76	網路
78	網路介面
80	操作系統

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 電子裝置的奈米探測方法

【英文發明名稱】 Method for nanoprobng of electronic devices

### 【技術領域】

【0001】 本案主張2014年6月25日申請的美國專利臨時申請案，案號為62/016650之優先權，該案公開內容全文已涵蓋在本案中。

【0002】 本發明是關於半導體裝置的測試領域，更具體而言，是關於使用奈米探測技術，對微晶片內的電子裝置作電性量測或晶圓級的電性量測的技術。

### 【先前技術】

【0003】 設計和製程工程師對於自己所設計和建造的裝置和電路，需要得到盡可能多的資訊。與裝置相關的資訊可以分成兩種：即物理特性和電氣特性。電氣特性提供所製造的裝置的最終性能，並且如果該特性符合設計需求，其實已經不須要再進行設計上的修改或製程的監測和控制。當然，如果製程從來沒有發生中斷或隨時間漂移，只要檢驗電氣特性即已足夠。但是，如果製程中發生中斷，或發生漂移，且工廠產率下降，則製程工程師需要進行失敗分析（FA），以檢驗該故障並找出造成失敗的製程步驟。在這種情形下，物理特性（例如臨界尺寸（CD），薄膜厚度和均勻性，化學組成，介面等）就變成必要的資訊。製程工程師需要調查製程中發生失敗的步驟為何。裝置的物理模型通常用於理解電氣特性對於裝置的物理參數和製程公差

的依賴性。這種傳統的方法行之有年。然而，近來這種方法開始失效，並且由於製造複雜度的提高，可以預見上述方法的錯誤率也將會提高。

【0004】在當前和未來的晶片中，內部所包含的裝置尺寸已經和原子尺寸相當。這意味著，其表面和介面對裝置性能會產生顯著的影響。大型材料模型並無法完整描述裝置的電氣特性對尺寸，材料組成物（例如，摻雜、氮氧化矽、鉛氧化物等）以及物理特性的依賴關係。同時，尺寸計量學和物理學特性的精度要求也逐漸降級。其結果是，產率工程師與製程工程師都同時面臨在尋找故障的肇因上面的新挑戰，因為他們所能得到的物理學及尺寸上的正確資訊越來越少。

【0005】為解決此問題，工程師必須參考越來越多裝置本身的電氣特性。不幸的是，電氣數據必須要先建立至少一個級別的互連，才能取得。在大多數情況下，電路的關鍵性元件必須要在建立數層的互連之後，才能得到測試結果。這種測試耗費時間和資源，並且常常導致許多昂貴的晶片必須報廢。

【0006】專用的電子束測試儀器，稱為SEM奈米探針，是由掃描型電子顯微鏡（scanning electron microscope – SEM）和一組設置在該SEM的真空腔室內的奈米探針所組成。由SEM所取得的二次電子影像可以用來將奈米探針定位到待進行電性測試的積體電路中的一裝置結構。再使用探針探測該裝置結構的電氣特性。奈米探測技術能夠利用電流/電壓（I/V）曲線的測量，直接量測基本的電晶體參數，例如臨界電壓（ $V_t$ ），OFF狀態的洩漏電流（ $I_{off}$ ），飽和電流（ $I_{sat}$ ），以及接面行為等。在其他應用上，這些電性測量可以應用在執行故障裝置結構的故障肇因分析上。



【0007】為了對電路進行電性測試，探針必須實際上接觸該積體電路內的裝置中的元件。然而，接觸型和掃描型探測機，如原子力探測儀（AFP）所要求的接觸力與成像力，已經超過所謂晶圓廠「可接受」的「非接觸式」力（數個nanoNewtons或nN）。過去，業界已經提出了各種方法，以在加工程序的早期，甚至在加工程序中的每步驟中，對裝置與關鍵性電路作電氣特性測試。可能的解決方案的實例可以參見美國專利US 5,899,703和US 6,399,400。

【0008】已知技術中已有多種對微晶片作基於SEM的離線原子力顯微鏡（AFM）探測和奈米探測。Carl Zeiss公司的「Merlin SEM」可以結合原子力顯微鏡和光學顯微鏡。詳細資料可參閱Carl Zeiss公司所發行的「MERLIN Series」小冊子。3TB 4000系統是由Nanonics Imaging Ltd.所提供的儀器，該儀器綜合AFM，FIB和SEM。這種原子力顯微鏡使用無雷射音叉力感測器。其他的SEM與AFM的綜合體儀器還包括Attocube Systems AG（[www.attocube.com](http://www.attocube.com)）、以及Nanosurf AG（[www.nanosurf.com](http://www.nanosurf.com)）、Kleindiek Nanotechnik GmbH（[www.kleidiek.com](http://www.kleidiek.com)）等公司的產品。具有奈米探針和帶電粒子射線裝置，可供用於測試單個待測晶片（DUT）的系統，則揭示在例如美國專利7,285,778，7,319,336，7,675,300和8,536,526。

【0009】研究型的基於SEM-FIB的離線奈米探針已由Kleindiek Nanotechnik GmbH設計出來。DCG Systems, Inc.則已經推出下一級的基於SEM的奈米探測裝置。其中，最新型號nProber II是基於SEM的離線型自動化奈米探測儀，用來測試12.5×12.5平方毫米負載鎖定的樣品，具有8支低漂移探針，且總產能適合於10奈米的加工技術。

**【0010】** 在上述的系統中，問題仍然呈現在如何將探針針尖著陸在目標上，並且在測試週期內，當該樣本與系統發生漂移時，仍能將該針尖保持在目標上方。此外，有時目標需要進一步整備。例如，除去氧化物或移除一層或多層材料，進行切割等。這時需要將裝置傳送到另一個系統或該SEM腔室內的另一機台（站），例如離子槍。但是，這時卻需要重新尋找該目標的位置，以正確的將離子束集中。與此類似，當裝置返回到SEM時，還要重新尋找該目標的位置，導致時間的浪費。此外，有時需要花費時間和技能來為奈米探針辨識目標，並確認哪些奈米探針應降落在哪些目標上。有時候，判斷應對該裝置進行何種形態的測試，也很困難。

**【0011】** 此外，許多裝置都具有重複的結構需要測試。這些結構的每一個都可能需要以數支奈米探針來執行測試。因此，每次測試後，系統需要移動到下一個結構，並執行多支奈米探針的導航和著陸。但由於這些結構都是相同，如果能夠有一種解決方案，善用結構重複的特性以縮短奈米探針的導航和著陸時間，將會相當有利。

#### **【發明內容】**

**【0012】** 以下發明簡述提供作為對本發明數種面向及技術特徵之基本理解。發明簡述並非對本發明之廣泛介紹，因此也並非用來特別指出本發明之關鍵性或是重要元件，也非用來界定本發明之範圍。其唯一之目的僅在以簡化之方式展示本發明之數種概念，並作為以下發明詳細說明之前言。

**【0013】** 根據本發明的實施例，提供了用於奈米探測的操作上的各種改進。本發明的實施例使得將探針著陸到適當目標的操作，可以更為容易，更快速，在測試期間可保持探針和目標之間的適當對準，且可選擇適當的測

試方法加以執行。進一步的實施方案提供了容易找尋目標的效果，特別當樣品在數組粒子束類型的顯微鏡之間移動時可以容易找到目標。

【0014】本發明在所公開的實施例中，提供一種方法，用於使用掃描電子顯微鏡（scanning electron microscope – SEM）和奈米探針的組合，測試一待測半導體裝置（device under test – DUT），該方法包括以下步驟：取得該DUT內一注意區域（region of interest – ROI）的SEM影像；取得該ROI的CAD設計影像；將該CAD設計影像與該SEM影像對準，以辨認應接觸目標；取得一對應於該應接觸目標的電氣設計資訊，例如，一網表（Netlist），並使用該電氣設計資訊，以判斷該等應接觸目標中，應選為測試目標的應接觸目標；及導航奈米探針，以將各奈米探針著陸在各測試目標，並形成該奈米探針與相應的測試目標之間的電性接觸。在本發明的實施方案中，進一步的步驟可以包括檢查該電氣設計資訊，以從一可用電性測試方法的列表中選擇至少一種電性測試方法，以使用該奈米探針執行該測試方法。另外，也可使用一硬化的探針針尖，例如，一個金剛石探針針尖，形成標記，例如，在需要進一步調查的注意區域上刮出一標記（indicia）。這種方式將有助於在之後的測試過程中，尋找並對準到這些ROI。

【0015】根據所公開的實施例，本發明提供了一種方法，用於使用掃描電子顯微鏡（SEM）和奈米探針的組合，測試一待測半導體裝置（DUT），該方法包括以下步驟：取得該DUT內一注意區域（ROI）的SEM影像；在該ROI中選擇一個目標區域；導航一奈米探針到該目標區域；以及使用該奈米探針在該目標區域中刮出一目標標記。該方法可以包括選擇一具

有強化的針尖的奈米探針的步驟。在該方法中，該強化的針尖可以包括金剛石，碳化矽，或其它硬質材料。

【0016】 根據所公開的實施例，本發明提供了一種方法，用於使用掃描電子顯微鏡（SEM）和奈米探針的組合，測試一待測半導體裝置（DUT），該方法包括以下步驟：取得該DUT內一注意區域（ROI）的SEM影像；在該ROI中辨認應接觸目標；選擇一參數型測試方法，以通過施加電位到該應接觸目標的方式加以執行；判斷完成該參數型測試所需的時間長度，並將該測試時間與一臨界時間比較；如該測試時間超過該臨界時間，則將該參數型測試分割成多個子測試，每個子測試具有短於該臨界時間的測試時間；導航奈米探針以接觸該應接觸目標並執行該多個子測試，其中在每兩個子測試之間執行以下步驟：從該應接觸目標抬升該奈米探針，如有必要，校正該奈米探針以對準該接觸目標，及使該奈米探針與該應接觸目標重新接觸。

【0017】 本發明方法的步驟中，判斷所應執行的測試方法為何，可能是其第一步驟。在執行裝置或DUT的特性分析時，可先決定使用一定數量的測試，以得到統計數據，其後決定所需的子測試，之後辨認該測試所需的ROI，最後以SEM對應測試區域取像。在取得該資料後，可能需要檢查局部的變化。進行製程除錯時，可能使用與前述相似的過程步驟。該SEM影像可以用於驗證該目標區域是否適當製備。在對待測裝置作故障分析時，所需探測的ROI為何，可能會根據其他的測試結果，例如ATE的測試結果來判斷。

【0018】 根據所公開的實施例，本發明提供一種奈米探針，用於測試一待測半導體裝置（DUT），並包括：一致動器，配置成用於接收驅動信號

並執行對應於該驅動信號的運動；一臂，耦合到該致動器，並配置成可因該致動器所執行的運動而移動；一探針頭，包括多數奈米針尖，每個針尖以固定的朝向固定在該探針頭，從而使該多數奈米針尖形成一固定的幾何朝向，用以接觸多個位在相應朝向上的目標。

### 【圖式簡單說明】

【0019】 本發明的其他面向及特徵可從以下詳細說明中獲得清楚的理解。詳細說明乃是參考下列圖式所為。必須說明的是，該詳細說明及圖式僅提供本發明各種實施例的各種非限制性實例。本發明的範圍應由所附的申請專利範圍來界定。

【0020】 附隨之圖式為本說明書所包含並構成本說明書之一部份，該等圖式例示本發明之實施例，並與發明說明共同解釋並描述本發明之原理。該等圖式之目的在於以圖表之形式描述例示實施例之主要特徵。該等圖式並非用以描述實際實施例之每一特徵或描述各該構件之相對尺寸比，亦非按照比例描繪。

### 【0021】

圖1顯示根據本發明一實施例應用於整合CD SEM與奈米探針的實施型態系統圖。

圖2是顯示多數奈米探針針尖接觸待測裝置之示意圖。

圖3顯示奈米探針針尖接觸一DUT的SEM影像。

圖4顯示一奈米探針頭具有多數固定朝向的奈米探針針尖的實施方式示意圖。

### 【實施方式】

【0022】本發明的各種特徵是使用硬體，軟體，或硬體和軟體的組合來實現，以提供一種使用奈米探針測試半導體裝置的參數型測試。所測試的裝置的形態可以是微晶片，裸晶，晶圓片，或完整的晶圓。通常，當待測裝置是微晶片的形式時，其封裝會先移除，並移除一些材料層，以暴露出接觸目標。該接觸目標是用於施加電性測試信號至該裝置。本發明所公開的數種實施例提供改進的方法，使奈米探針與接觸目標之間能形成適當的接觸。各種實施例和技術特徵將參考圖1所示的測試機具配置加以說明。所述的方法可以使用數種可自動化執行的步驟，半自動執行（即需要特定的使用者輸入才能執行）的步驟或手動執行（即根據使用者的指示執行）的步驟，加以達成。

【0023】請參考圖1。依照本發明的一種實施例，掃描型電子顯微鏡（scanning electron microscope – SEM）奈米探測器10包括一電子槍12，一組掃描線圈14，16，18，20，一個試樣台22，以及一組奈米探針24，26，28，30。其奈米探針24，26，28，30容納在真空腔32內。電子槍12包括陽極和陰極（未顯示）。對電子槍12施以一加速電壓，以產生相對大的電位差，以從該陰極提取一發射電流，從而以場發射或熱離子發射產生一次電子束25。鏡筒33位於該SEM奈米探測器10的真空腔32內，設有各種聚光透鏡，物鏡，和孔徑，整體操作為一電子光學裝置，用以在一次電子束25從該電子槍12到該試樣台22間的行進路徑中，聚集並準直該一次電子束25。該掃描線圈14，16，18，20也設在真空腔32中。該試樣台22可在一機台控制器34的規制下移動，以將一樣品36上的不同注意區域（regions of interest – ROI）移動到位於該一次電子束25的可視範圍之內。該樣品36可以是一片裸晶，承載一積體電

路，並已經整備，以在該SEM奈米探測器10內進行電氣探測，用以執行故障肇因分析。此外，該樣品36也可以是一個晶圓，其上攜帶多個產品晶片。

【0024】雖然本說明書的描述是以使用一次電子束25的情形為基礎，但在本領域具有通常技藝的技術人員將會理解，本發明的實施例還可以適用於使用包含正離子的聚焦離子束，或另一種類型的聚焦帶電粒子束，與奈米探測裝置結合的系統。具有本領域通常技藝的技術人員也將理解，修改該SEM奈米探測器10需要轉換該儀器，以便適用在其他類型的帶電粒子，如正離子。這是因為在這種系統中，離子束的控制是靜電方式，而不是磁力。此外，裝置10可以包括一個掃描電子顯微鏡和一離子束鏡筒，例如一聚焦離子束，電漿離子束等。此外，也可將該SEM鏡筒設在該真空腔32內，但將該離子束鏡筒配置在相鄰的真空腔中。

【0025】掃描線圈14，16，18，20是配置在鏡筒33內，位於電子槍12和試樣台22的中間。該掃描線圈14，16，18，20被激勵以驅動一次電子束25以二維方式，對樣品36的表面上的一注意區域，作全區掃描。為達成此目的，一組掃描線圈14，16是配置成用以使該一次電子束25以第一方向相對於樣品36的表面偏轉。而另一組的線圈18，20則配置成用以使該一次電子束25，以垂直於該第一方向的第二方向，相對於樣品36的表面偏轉。

【0026】在一次電子束25照射樣品36的期間，從樣品36會發出二次電子35。該二次電子35是因為該一次電子束25與樣品36的表面原子或接近表面的原子相互作用而產生。該二次電子35以一二次電子檢測器38收集，該二次電子檢測器38位於真空腔32內部。通常，該二次電子檢測器38包括磷光體或閃爍晶體，用以將所收集的二次電子35轉換成閃光，並以一光電倍增器將該

閃光轉換成放大的電氣信號。該二次電子檢測器38是經正向偏壓，以吸引二次電子35。

【0027】 從二次電子檢測器38輸出的放大電氣信號以一影像顯示控制單元40轉換成視頻信號，並提供給視頻顯示單元42，用於顯示樣品36的可視區的二次電子影像。該二次電子影像包含一二維的二次電子發射強度分布圖或位置圖，該二次電子發射是由該一次電子束25與樣品36表面相互作用而產生。該視頻顯示單元42所顯示的二次電子影像中，各個像素的強度決定於從樣本36上相應位置發生，並到達該二次電子檢測器38的二次電子35的數量。另一種替代方式是在將該二次電子影像顯示在該視頻顯示單元42之前，先數位化成為離散的像素，並形成一種數位格式，儲存在該控制器64的存儲裝置70中。從該樣品36任何點所發射的二次電子35的數量，取決於暴露於一次電子束25下的材料形態，以及該樣品的形貌。

【0028】 一次電子束25的行進路徑通過位在SEM奈米探測器10中的鏡筒33內的掃描線圈14，16，18，20。該掃描線圈14，16，18，20互相配合，以使該一次電子束25在X軸和Y軸上偏轉，使得該一次電子束25在該掃描線圈14，16，18，20的下游側，可以預先設定的掃描路線圖案，對該樣品36一表面區域，進行掃描。一電子束控制單元44配置成用以監視並控制該一次電子束25受該掃描線圈14，16，18，20因所施加的激發電壓變化而產生的偏轉。為達成此目的，電子束控制單元44乃是配置成可透過使該一次電子束25作直線掃描，使該一次電子束25作向量掃描，光束停留或掃拂時間控制，以及光射消隱等操作，產生該預設掃描路線圖案。



【0029】該SEM奈米探針10包括多種控制模組，用於控制和管理該一次電子束25，以及該試樣台22與二次電子成像的操作，並及電氣探測。在進行直線掃描時，可對該掃描線圈14，16，18，20提供一二維的掃描信號，其強度對應於該電子束控制單元44的一掃描信號發生器電路46的最終放大率。該電子束控制單元44的直線掃描控制模組48則配置成可對該掃描信號發生電路46提供指示，包括一組直線掃描的起始角，掃描速率（或停留與步進率），各直線掃描線的始端和終端的位置，前後直線掃描之間的間隔，以及該直線掃描形成的方格的高度。該電子束控制單元44的向量掃描控制模組50則配置成可對該掃描信號發生器電路46提供指示，包括該一次電子束25的一次向量掃描的起點，向量掃描的方向，向量掃描的終點，以及各向量掃描線的掃描速率。

【0030】電子束控制部44的光束消隱控制模組52是配置成可設定該一次電子束25在直線掃描或向量掃描期間，在該樣品36上移動時，消隱光束的起始位置與停止位置。該光束消隱控制模組52可以一電壓施加到一組偏轉板53，55，以使該一次電子束25橫向偏轉，投射至該鏡筒33內的一下游側孔徑光闌57，以使該光束25消隱，從而使該一次電子不會入射到樣品36上。重新投射該一次電子束25的方法是從該偏轉板53，55移除該電壓，以使該一次電子束25可以再度通過該孔徑光闌57上的開口，行進到樣品36上。在該光束消隱控制模組52操作以消隱該一次電子束25時，來自樣品36的二次電子發射會停止，因為該一次電子束25並無法行進到樣品36。

【0031】在直線掃描模式下，一次電子束25在樣品36上的移動可分成一連串的水平線，稱為掃描線。每條掃描線的形成方式是透過使電子束控制

單元44中的掃描信號發生器電路46操作該掃描線圈14，16，18，20，以固定的增量（或以連續的掃拂實現）沿平行於一軸線的直線路徑，從一起點到一終點偏轉該一次電子束25而達成。該一次電子束25在起點和終點之間的每個中間點可停留一固定的停留時間。在每條掃描線的終點，將該一次電子束25的位置沿一垂直於該第一軸線的第二軸線，作增量的推進。此時可使該一次電子束25返回到該第一軸線的起點，以開始下一趟的掃描線。也可使該一次電子束25從該終點向反方向折返，朝向起點方向偏轉。反覆執行上述過程，直到所有的直線掃描線都已經在樣品36上掃描完成，且該一次電子束25已經在各掃描線的所有點都停留過為止。

【0032】該SEM奈米探測器10的影像顯示控制單元40管理視頻顯示單元42的操作。該二次電子影像94（圖3）是作週期的更新，而顯示在該視頻顯示單元42上。該影像顯示控制單元40緊密控制顯示在視頻顯示單元42上，或者儲存在顯示緩衝器54內的二次電子影像94，與該電子束控制單元44與掃描線圈14，16，18，20使一次電子束25產生的偏轉，兩者之間的同步，並定期將該二次電子影像94，轉發到視頻顯示單元42。因此，在該視頻顯示單元42上所得到的二次電子影像94，即會呈現一種二次電子35的強度分佈圖，代表從樣品36上所掃描的區域發射出來的二次電子35強度分佈，並緊密與該二次電子35強度關連。

【0033】影像顯示控制單元40具有在該視頻顯示單元42上將一CAD布局疊加到該二次電子影像94上的能力，並具有擷取營運者定義資訊，以使用該電子束控制單元44控制電子束的能力。該影像顯示控制單元40包括一補償控制，用於控制該SEM的放大倍率，以縮放該電子束的可視範圍內的影像，

以及縮放遮罩，區域，或CAD布局。根據該二次電子影像94，可以利用動力化的奈米級機械手56，58，60，62操控該奈米探針24，26，28，30，以定位該奈米探針24，26，28，30的針尖，使其與樣品36上的導電特徵直接接觸。在此定位過程中，在樣品36上的接點位置，如有必要還包括該探針24，26，28，30的即時位置，都可使用該二次電子影像94進行監控。當該探針24，26，28，30已經到達正確位置，即將電性測試信號從探針24，26，28，30導入到該樣品36上的導電特徵。如同本技術領域具有通常技藝之技術人員可知，該SEM奈米探測器10上所裝置的探針24，26，28，30確切數量，可能會與圖1所示的數量不同。且其範圍可以在1到8之間，或甚至大於8，均根據電性測試測量的類型而定。

**【0034】** 該SEM奈米探測器10的操作是以控制器64協調和控制。控制器64與機台控制器34，影像顯示控制單元40，及電子束控制單元44作電氣耦接。該控制器64包括一處理器66和一耦接該處理器66的記憶體68。處理器66可以代表一個或多個單獨的處理器（例如，微處理器）且記憶體68可代表包括該處理器66的主記憶體的隨機存取記憶體（RAM）裝置，以及任何輔助用的記憶體，例如高速緩衝記憶體，非揮發性或備份用記憶體（例如，可編程的或快閃記憶體），唯讀記憶體等。另外，該記憶體68也可包括實際上配置在控制器64內其他部分的記憶體，例如，任何在處理器66內的高速緩衝記憶體，以及作為虛擬記憶體的儲存容量，例如存儲在大容量存儲裝置70內。該大容量存儲裝置70可以包含一個高速緩衝記憶體或其它資料存儲器，例如可包括一個或多個資料庫72。該資料庫72可以包含例如在實施本發明的實施例時所使用的CAD導航資料與CAD布局資料。

【0035】該控制器64通常也接收多個輸入和輸出，用於與外部通信交換資訊。為提供與使用者或操作員的介面，該控制器64通常也包括圖形化使用者介面74，與一個或多個輸入裝置，例如鍵盤，滑鼠，軌跡球，操縱桿，觸控板，小鍵盤，手寫筆及/或麥克風等等，以及一個顯示器，例如CRT監視器，LCD顯示板及/或揚聲器等等，或其它類型的輸出裝置，例如印表機。該控制器64的介面也可以通過一外界終端，直接或遠端連接該控制器64，經由另一電腦，通過一網路76、數據機，或其他形態的標準通信裝置，與控制器64進行通信。控制器64與該網路76是通過網路介面78通信。

【0036】控制器64是在一作業系統80的控制下操作，並執行或以其它方式依賴於各種電腦軟體應用，組件，程序，物件，模組，資料結構等。在一般情況下，所執行的常規程式是用來實現本發明的實施例，或者是以一作業系統的一部分的形式實現，或者是以一特定應用，組件，程序，物件，模組，或指令之順序等方式實現。以下的說明中，上述常規程式將會以「電腦程式碼」或逕以「程式碼」指稱。該電腦程式碼通常包括一個或多個指令，可以在一電腦中的不同記憶體和儲存裝置中停留數次，經該電腦中的一個或多個處理器讀取後執行，以使該電腦執行所需執行的步驟或程式組件，用以實現代表本發明數種面向的實施例。

【0037】該SEM奈米探測器10 可以提供使用者對該控制器64，利用指令及設定進行編程的能力，以供不同實施例應用在對待測裝置上各個區域的測試。例如，使用者可以提供指令，用於在使用者介面74上選擇該奈米探針的接觸目標。另一種替代作法是從遠端提供選擇測試目標和選擇測試程序的

選擇指令，例如從另一台在操作上通過網路76耦接到該控制器64的電腦，提供這種指令。

【0038】圖2是一個示意圖，顯示多個奈米探針針尖24，26，28和30分別接觸裝置36上的各個目標。該裝置結構82可為，例如一個場效電晶體或包含多個場效電晶體的記憶單元等。將探針針尖24，26，28，30放置在接觸端子或接觸目標84，86，88，90上，並形成接觸，用於探測該待測裝置（device under testing – DUT）中的裝置結構82的電氣特性。該接觸目標實際上可能比探針針尖本身小。圖3即顯示該裝置36的一注意區域ROI的SEM影像，並顯示數個接點以及數支奈米探針針尖。在圖3中還顯示一個游標100，以供使用者使用。其詳情將說明於下。為了清楚顯示，圖3中並未顯示疊加一個對應於該ROI的CAD設計影像的能力。

【0039】根據本發明的實施例，該處理器66可以經由網路76從一資料庫148取得資料。另一種替代的作法是該資料庫的適當資料，以傳送或下載方式，提供到記憶體68。在資料庫148中的資料可採取CAD設計資料的形式，網表（Netlist）的形式，或兩者兼而有之。反之，該CAD設計資料和網表可以分別儲存在兩個不同的資料庫中，並使該資料庫可以獨立的連結到網路76。該CAD設計資料描述積體電路上各層的計劃幾何形狀，而網表則描述一種電路設計中的連結狀態。也就是說，單一的網表是所有需要以電性連接在一起，以使電路能夠工作的元件端點的列表。因此，儘管在CAD設計資料中提供的可視影像，是相應於並可以套圖/對準到該SEM影像，網表則提供了顯示在SEM影像中的各種元件的電性連接性資料。因此，例如一個網表可指示接點84是否應該，以及在何種條件下應該電性連接到接點86。這種資訊並

無法由CAD設計資料或SEM影像直接提供。這種連接關係的知識有助於判斷哪些接觸目標適合用於執行哪些測試。例如，如果該網表指示接點84和86應該電性連接，雖然這種資訊並無法從SEM影像中看出，因為該連接可能位在該裝置的較低，受到遮蔽的材料層中。但在此情形下，仍可使用一支奈米探針提供電位到接點84，以另一支奈米探針檢查接點86的電位，以驗證兩者是否確實電性連接。

【0040】根據本發明另一實施例，是使用該SEM來產生一個電壓對比影像，並使用該電壓對比影像來辨識目標。具體而言，根據本實施例，是將一電位施加到該晶圓。例如，可利用晶圓支撐件將該電位施加到晶圓，其中該晶圓支撐件包括一電極，用以提供該電位到該晶圓。當然，該電位可以是0V，即接地電位。根據另一個實施例，是使用奈米探針之中的一支或多支接觸晶圓內的導電元件，以提供該電位。之後操控該SEM鏡筒，以使用電子束掃描整個ROI並收集從ROI發出的二次電子。該二次電子的量將會因為施加電位的區域與和該區域絕緣的區域不同而異。因此可以利用該二次電子產生一個電壓對比影像，其中，已施加電位的區域會呈現與和該區域絕緣的區域不同的強度。這種實施例在本說明書中稱為主動式電壓對比方法。其中，由奈米探針針尖施加的電壓如有變化，這種實施例在本說明書中將稱為動態電壓對比方法。之後即可使用該電壓對比影像來識別出須以奈米探針針尖探測的目標。根據本發明另一個實施例，該電壓對比影像可以疊加在該SEM拓樸影像上或該CAD影像上，以更清楚辨識出合適的目標。此外，網表也可以與電壓對比影像結合使用，據以辨識出合適的目標。

【0041】根據本發明一種實施方式，是通過以電子束掃描整個ROI，同時使用該晶圓支撐件施加電壓電位到晶圓，以取得一靜態電壓對比影像。之後通過掃描該ROI，同時使用該奈米探針將電壓施加到晶圓，取得一主動式電壓對比影像或動態電壓對比影像。比較該主動式或動態電壓對比影像與該靜態電壓對比影像，以判斷該DUT中的缺陷所在位置和類型。

【0042】根據本發明另一個實施方案，處理器66可以執行一種自動化目標搜尋方法。在一種實施例中，該處理器執行一種方法，其中該處理器操作該SEM以產生一ROI的SEM影像。其後該處理器比較該SEM影像與該CAD設計資料，以判斷該ROI相對於該DUT的其餘部分的位置。在該處理器已經找到該ROI的位置後，進一步辨識該ROI內所存在的元件，例如接點84和86與連線92。然後該處理器從該網路表取得資料，藉以判斷ROI內的元件何者應該由奈米探針接觸，以執行電性測試。一旦處理器已經尋找到應進行接觸的元件，則該處理器將為各個元件指定一支奈米探針。順便一提，在指定奈米探針時，也可以由使用者操作該游標100，並點選不同的元件和探針，進行指定。在奈米探針已經完成指定給各自的對應元件後，處理器66計算每支奈米探針的運動向量，並檢查，以確保根據該運動向量所執行的移動，不會導致奈米探針發生互相碰撞。如果確認不會發生碰撞，處理器66即對每支奈米探針發出一運動向量，以移動奈米探針其針尖朝向所指定的元件移動。上述過程中的各個步驟都可以全自動，半自動（亦即，使用者須執行某些輸入）或手動執行。

【0043】根據本發明進一步的實施方案，在該處理器已經取得該ROI的CAD設計資料後，該處理器即根據該CAD設計資料所指示的設計，從一參數

型測試庫中選擇一種參數型測試方法。例如，該處理器66可以根據該CAD設計資料是否指示該ROI包含一SRAM，一二極管，一記憶單元等，而選擇不同的參數型測試方法。另外，根據不同的CAD設計資料，該處理器也可以選擇在參數型測試方法中所要使用的奈米探針的數目。或者，也可以根據從網路表所接收的資訊，選用測試方法。

【0044】如前面已經指出，在檢驗過程中，有可能需要將樣品轉移到另一個儀器，以進一步檢驗樣品中的特定元件，或者用來整備該樣品，供進一步檢驗。但是，現有技術中的元件是奈米尺寸，而且即使使用最先進的粒子型顯微鏡，也非常難以找到。因此，根據本發明一個實施例，當該SEM已經找到一須檢測的目標，並判斷該樣品可能需要進行進一步的檢驗時，則該處理器將執行下列程序：該處理器先在該ROI內找到一個安全區域。該安全區域的判定也可以由使用者指示位置，例如使用游標100來指定，也可以由處理器執行自動判斷程序或半自動判斷程序來判定，也可以參考該CAD設計資料來判定。所稱的安全區域位置是定義為該電子電路的任何一部分都不存在的區域。例如，該安全區域可以是一絕緣區域，諸如在圖3中所示的區域105。其後，該處理器發送運動向量到該奈米探針中的一支，使其向該安全區域移動。在該奈米探針到達該安全區域後，該處理器發出指令，以奈米探針在同一區域刮出一標記。為達成此目的，根據本發明一個實施方式，該奈米探針中有一支配有一個專用針尖，例如一個硬化的針尖，而由例如金剛石，碳化矽（SiC），氧化鋯，氧化鋁或其它硬質材料所製成的針尖。這種探針針尖是唯一用於刮劃樣品的奈米探針。因此，例如裝置10可以包括數支具有導電性針尖的奈米探針，例如針尖是由鎢製成的奈米探針，同時還包括



一支或多支具有由絕緣體製成的針尖，並且不使用於參數型測試的奈米探針。替代性的作法是，也可以使用具有導電針尖的奈米探針之一支執行刮劃，但這時該奈米探針即會由於針尖磨鈍或彎曲，需要提早更換。所刮出的標記可以在之後使用其他的粒子型或光學型顯微鏡，很迅速的發現，據以辨識該ROI及/或ROI中的目標。

【0045】 在上述過程中，本發明的一個實施例可包括一種方法，用於檢驗一樣品，該方法包括：取得該樣品內一注意區域（ROI）的影像；在該ROI中選擇一個可以標記的安全區域；使用一奈米探針在該安全區域中刮出一標記；及傳送該樣品至另一站，例如一聚焦電子束；及在該下一站中以一顯微鏡，例如一光學型或粒子束顯微鏡，搜尋該刮痕，以找到該ROI。如該第二站並未提供一成像工具，但是用來解除加工一區域，例如從該區域移除一材料層，則該安全標記區域需位於該解除加工區域之外。

【0046】 對一個DUT的探測尚可包括一步驟，即使用一硬化探針標記其他的注意區域。根據本發明這種實施例，是將掃描電子顯微鏡（SEM）和奈米探針結合，並以下列步驟檢測該DUT：取得該DUT內一注意區域（ROI）的SEM影像；取得該ROI的一CAD設計影像；將該CAD設計影像與該SEM影像套圖，以辨認出應接觸目標；取得對應至該應接觸目標的電性設計資料，並使用該電性設計資料判斷需要選用作為測試目標的應接觸目標為何；導航一奈米探針到各該測試目標，使奈米探針著陸，以在該奈米探針與該測試目標間形成電性接觸；以及使用一具有硬化針尖的奈米探針在任何需要進一步檢驗的ROI上產生一標記。該電性設計資料可以為一網表的形式。

【0047】 根據本發明另一實施例，乃是執行以下的方法，以克服在系統中產生的自然漂移，例如樣品或系統的零件由於熱變化產生的漂移。在本發明的一個實例中，如果所要執行的測試類型已經決定，則判斷完成該參數型測試所需的時間，並將該測試時間與一臨界時間比較。該臨界時間可以根據預計或可能的漂移時間計算得出。例如，因該樣品的材料不同，可能判斷出該漂移可能在5秒內即會達到足以使接觸該應接觸元件的針尖發生應變的程度，或足以使該針尖滑離該應接觸元件的程度。在此情形下可以將該臨界時間可能設成4秒或5秒。如果判斷結果是該測試時間會超過該臨界時間，則將測試分割成多個子測試，每個子測試具有短於該臨界時間的測試時間。例如，如果判斷結果是整體測試需時30秒才能完成，則該測試可以分割成6個子測試，每個子測試需時5秒完成。之後，在每兩個子測試之間，從該接觸目標抬升該針尖，取得該ROI的影像，如果真測到已經發生漂移，則校正各支奈米探針對其個別著陸的目標的對準，之後再度下降該針尖，以使該針尖著陸，與應接觸目標重新接觸，便利執行下一個子測試。

【0048】 在上述方法中，可能發生每個子測試需要使用不同數量的奈米探針的情形。這是因為每個子測試都可以對在ROI內的不同元件作測試。在這種情況下，對於每個子測試，可以一方法，以判斷使用在這種子測試中的應接觸元件的數量。其後，該方法進到對各個應接觸元件指定奈米探針的步驟。然後，在每個子測試中，只將一子集合的奈米探針著陸到所指定的元件上，因為只有這些奈米探針需要使用在特定的子測試中。在每個子測試結束後，將已著陸的奈米探針抬升，離開接觸元件，並使下一個子集合所要使用的奈米探針著陸到下一子集合的應接觸元件上，以執行下一個子測試。

【0049】本發明的另一個實施方案有助於縮短尋找目標的時間，該方法是使用關於奈米探針的應接觸元件的預期幾何佈置的知識，可稱為「先驗的」方法。例如，在圖2所示的狀況中，該設計結構82可能在整個樣本中重複多次。且該設計結構也可能在其他具有相同或類似的晶片設計的樣品中，也重複出現。因此，根據本實施方式，該設計資訊是儲存在記憶體，例如記憶體70或資料庫148中，並連同相關的接觸元件的幾何形狀資訊，以及奈米探針的運動向量關聯資訊一起儲存。例如，元件82的影像可能連同一個近似於數字6的特徵的幾何形狀，即該元件呈現在一裸晶上的形狀，亦即兩條平行條狀，其內各有3個點的形狀，以及相關的運動向量，各別指定於個別奈米探針，一起儲存。因此，當特定的形狀出現在該SEM的可視範圍並經辨認時，即可辨認出該圖案，並將該運動向量傳送到所分配的奈米探針。

【0050】另一方面，圖4顯示另一種專門設計用於測試重複圖案的裝置的實施例。在圖4中，該奈米探針包括一個微型機械手，例如機械手56。一探針臂51是附連到該機械手56的一端，以使該機械手56可以根據運動向量移動該臂51。探針頭59連接在臂51的另一端，在本說明書中有時稱為奈米探針卡。探針頭59具有多支探針針尖61，固定連接到該探針頭59。該探針針尖61附連到探針頭59，並個別具有一種特定的朝向，以各自對應到該應接觸元件的一個特定的幾何形狀。在圖4的實例中，有4支探針針尖61附連在探針頭59在上，朝向該DUT 36上的接觸元件81的對應配置。由於該探針針尖61是固定連接到該探針頭59，各自朝向單一的方向，這種特製的探針頭只能用來測試具有接觸元件81的裝置。但須注意，如有必要仍可使用系統中的其他標準奈米探針，來接觸其他的應接觸元件。不過，對於任何接觸元件都配置成語元

件81相同的裝置，都可以使用這種特製的探針頭。這種設計的優點是可以單一致動器56同時將4支奈米探針著陸到注意區域。

【0051】在圖4的實施例中提供4條分離的導線83，每條各用於每支探針針尖61。在這種方式下，每個支探針針尖可以傳輸不同的電流或信號到其接觸元件。當然，如果所有的接點都須以相同的電流或測試信號激勵，則可僅使用一條導線83，以傳輸功率至4支針尖61。

【0052】圖4還顯示本發明所提供的可替換探針頭59'。從圖4可見，在探針頭上提供快速拆卸耦合器98。一對應的拆卸耦合器也提供在臂51上，但從圖4中無法看見。提供拆卸耦合器的結果是，可以替換該探針頭，以測試不同的目標或進行不同的測試。

【0053】如本實施例所示，替換探針頭59'具有兩支探針針尖，設計成可接觸下方4個接觸元件81中的兩個，另有兩支探針針尖61'，其朝向可以著陸到接觸元件81'上肢方向。因此，根據本發明一個實施例，該探針頭可從臂51上拆卸，並與其它探針頭交換。再者，根據另一個實施方式，對每個DUT都配備一組探針頭59，每個探針頭59都是專門設計，用於測試該特定DUT上所存在的應測試元件。因此，在選定用於測試的DUT之後，即可判斷指定給該特定DUT的探針頭組為何，並將該組探針頭安裝在相應的探針臂上。

【0054】根據本發明另一實施例，也示於圖4，在探針頭的頂表面上提供一對準用目標。雖然圖中只顯示探針頭59'上有該目標，但該目標可以設置在任何探針頭。對準用目標是建置成可由一SEM或其他粒子型顯微鏡發現。其形式可為有變化的拓樸形狀或有變化的材料。例如，探針頭59可以由陶瓷材料製成，而目標93可以是由沉積的或嵌入的導體，例如金製成。當機械手

56移動臂51以將探針針尖對準而著陸到其目標上時，可使用SEM取得該探針頭的影像，並使用該對準用目標，以確保所有的探針針尖都能確實下降到其接觸元件上。

【0055】在上述實施例中，探針針尖著陸在其各自的目標上之後，控制器發送測試信號到每支奈米探針。該測試信號可以是簡單的正，負或接地電位，或可以實際上是一個有變化的類比或數位信號，或其組合。在這些信號傳送到該探針針尖後，在該電路內具有導電性通路連通該探針針尖中任何一支的測試信號的區域與元件，都會達到該電位。也可以說，該元件或區域是處於測試信號電位。在此期間，操作該SEM鏡筒，以使電子束掃描整個ROI，收集從ROI發出的二次電子。該二次電子關聯到ROI中各區域或元件的電位，並且可以用來產生一個探針電壓對比影像。該探針電壓對比影像可以用來與在該探針針尖落到目標之前所獲得的電壓對比影像比較，從而檢測出在該電氣電路中所存在的內部連線的缺陷。

【0056】本專利說明書所使用的用語，目的僅是用於描述具體實施方案，而不是在限制本發明。說明書所載的單數形式「一」、「一個」和「該」也包括複數形式，但如上下文另外明確指出，則不在此限。此外，在本說明書中所使用的用語「包括」及/或「包含」是指所述的特徵、整數、步驟、操作、元件及/或構件的存在，但不排除存在或附加一個或多個其它特徵、整數、步驟、操作、元件、構件，及/或其組合。此外，就本案說明書及申請專利範圍所使用的用語「包括」，「具有」，「有」，「配備」或其衍生詞，都是用來表示與用語「包括」類似的意義。同時也須理解，本發明實施例的特徵並不必然與圖式所示，具有一樣的尺寸比例。

**【0057】** 本專利說明書所描述的方法步驟可以手動、半自動或實質上全自動方式實施。例如，手動的步驟可能實質上依照使用者輸入執行。方法的半自動實施例也可能以全自動的方式，執行其程序的動作及/或判斷的一部分，而其餘部分的動作/判斷則依照使用者輸入執行。各半自動形態的實施例中的自動化部分，可能包括程序的啟動、程序的執行、程序的監控及/或調整（例如時間、功率、速度、施力等）、程序的終止及/或程序的錯誤，以及其他。本發明方法的實質上自動化的實施例，可能實質上依賴自動化的機器人及/或其他機器或裝置及/或實質上自動化的電腦硬體及/或軟體執行，使得例如在執行中對探針的選擇可以在無使用者輸入的情況下執行。如該自動化的程度可能實質上與在一特定方法中，或方法的數步驟中，或依特定裝置或其功能中，所需的使用者輸入數量不成比例，以上說明也適用於該方法的其餘部分，以及在本發明範圍內的其他方法與裝置。

**【0058】** 在以下的申請專利範圍中，以手段功能用語與步驟功能用語定義的相應結構，材料，動作以及其均等概念，都是有意的包括任何與其他特別請求專利的元件共同完成該功能結構，材料，動作。本說明書對於本發明的敘述，目的只是在展示及說明，而非在於以其揭露的形式窮盡的說明本發明或限制本發明。本行業專家可能提出各種改變與變化，但仍不會脫離本發明的範圍與精神。說明書所舉的實施例只是用來描述本發明，以清楚解釋本發明的原理以及其具體應用，並使其他的同業專家可以理解本發明，但各種不同的實施例可以包含不同的修改，以供運用在合於預期的特定用途。

## **【符號說明】**

## 【0059】

- 10 奈米探測器
- 12 電子槍
- 14 掃描線圈
- 16 掃描線圈
- 18 掃描線圈
- 20 掃描線圈
- 22 試樣台
- 24 奈米探針
- 25 一次電子束
- 26 奈米探針
- 28 奈米探針
- 30 奈米探針
- 32 真空腔
- 33 管柱
- 34 機台控制器
- 35 二次電子
- 36 樣品、裝置
- 38 二次電子檢測器
- 40 影像顯示控制單元
- 42 視頻顯示單元
- 44 電子束控制單元
- 46 掃描信號發生電路

- 48 直線掃描控制模組
- 50 向量掃描控制模組
- 51 探針臂
- 52 光束消隱控制模組
- 53 偏轉板
- 54 顯示緩衝器
- 55 偏轉板
- 56 奈米級機械手、致動器
- 57 孔徑光闌
- 58 奈米級機械手
- 59 探針頭
- 59' 可替換探針頭
- 60 奈米級機械手
- 61 探針尖端
- 61' 探針尖端
- 62 奈米級機械手
- 64 控制器
- 66 處理器
- 68 記憶體
- 70 存儲裝置
- 72 資料庫
- 74 使用者介面
- 76 網路
- 78 網路介面



80	操作系統
81	接觸元件
81'	接觸元件
82	裝置結構
83	導線
84	接觸目標
86	接觸目標
88	接觸目標
90	接觸目標
92	連線
93	目標
94	二次電子影像
98	快速拆卸耦合器
100	游標
105	安全區域
148	資料庫

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】一種方法，用於使用掃描電子顯微鏡（scanning electron microscope – SEM）和奈米探針的組合，測試一待測半導體裝置（device under test – DUT），該方法包括以下步驟：

取得該DUT內一注意區域（region of interest – ROI）的SEM影像；

取得該ROI的CAD設計影像；

將該CAD設計影像與該SEM影像對準，以辨認應接觸目標；

取得一對應於該應接觸目標的網表（Netlist），並使用該網表以判斷該等應接觸目標中，應選為測試目標的應接觸目標；及

導航奈米探針，以將奈米探針著陸在各個測試目標，並形成該奈米探針與相應的測試目標之間的電性接觸。

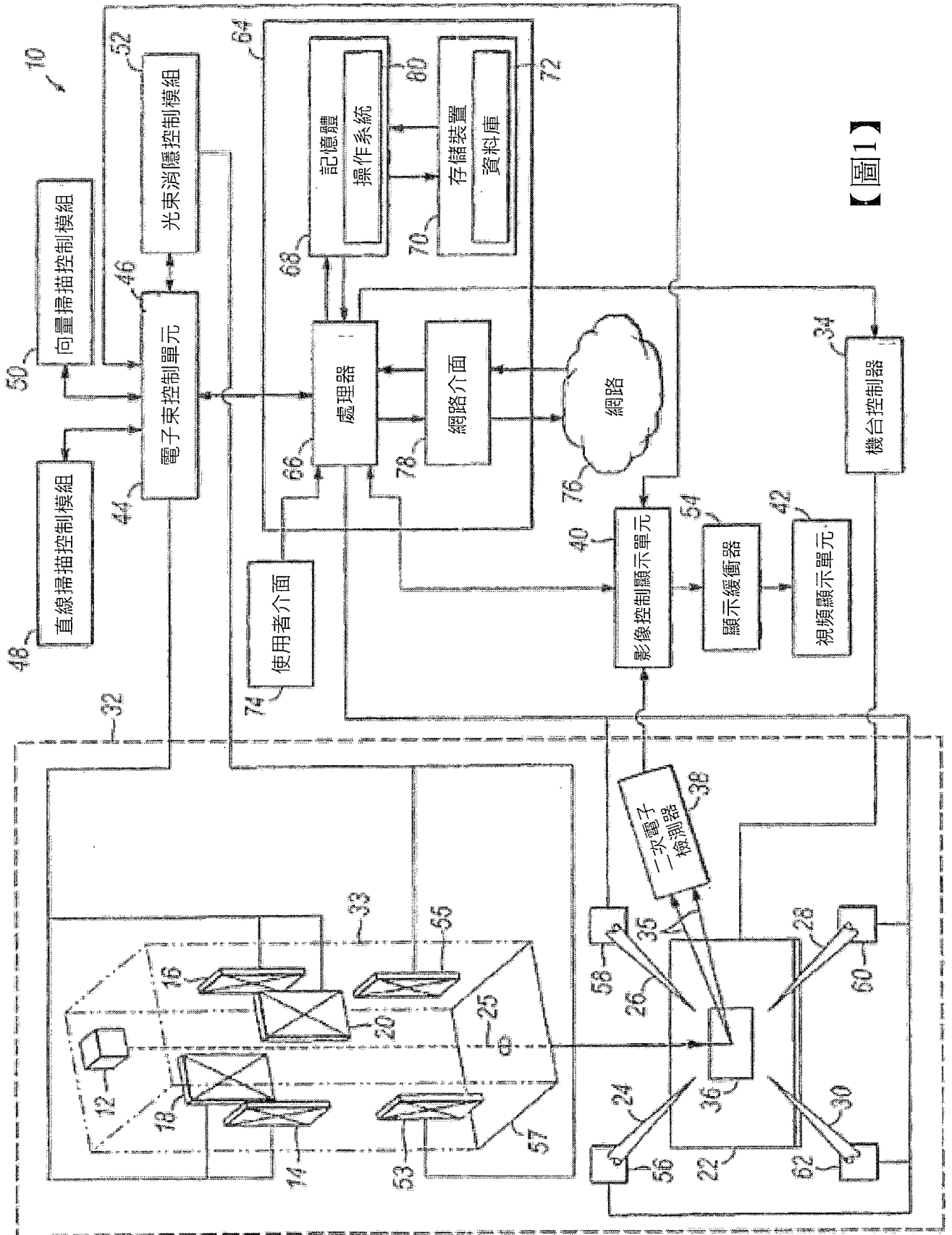
【第2項】如請求項1的方法，其中進一步的步驟包括：檢查該網表，以從一可用的電性測試方法的列表中選擇至少一種電性測試方法，以使用該奈米探針進行測試。

【第3項】如請求項1的方法，另包括傳送測試信號到每支奈米探針的步驟。

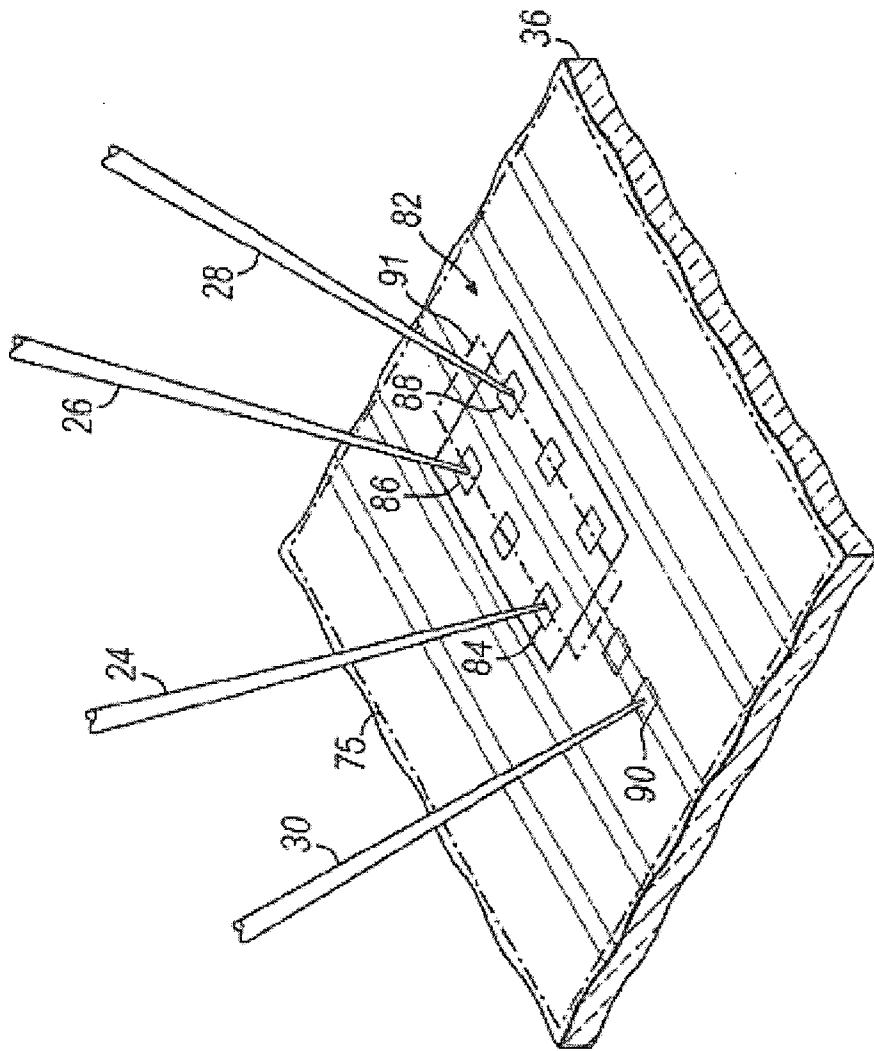
【第4項】如請求項3的方法，另包括：

於傳送測試信號到每支奈米探針的同時，使一電子束在ROI上掃描，收集從ROI發出的二次電子，以產生該ROI的一電壓對比影像的步驟，其中連接到該測試信號的區域呈現的強度不同於與該測試信號隔離的區域呈現的強度。

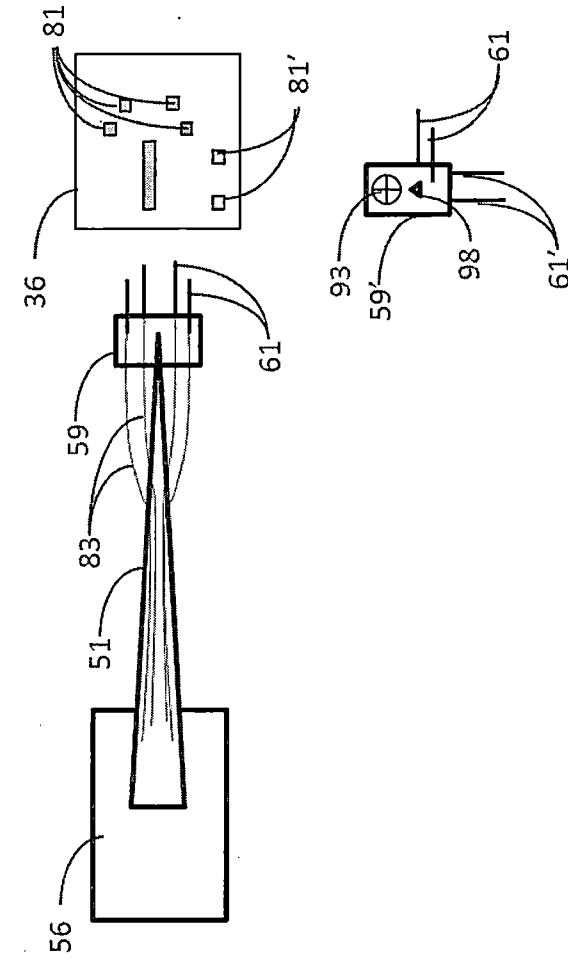
【發明圖式】



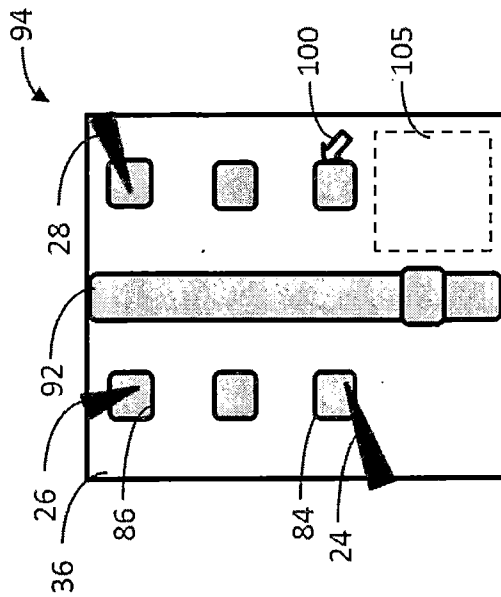
【圖1】



【圖2】



【圖4】



【圖3】