

(21)申請案號：101125287

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 13 日

(51)Int. Cl. : **G01R31/305 (2006.01)**

(30)優先權：2011/07/15 美國 61/508,578

(71)申請人：烽騰科技有限公司 (美國) PHOTON DYNAMICS, INC. (US)

美國

奧寶科技股份有限公司 (以色列) ORBOTECH LTD. (IL)

以色列

(72)發明人：凱帝謝微奇 亞歷山大 KADYSHEVITCH, ALEXANDER (IL)；卡達 歐夫

KADAR, OFER (IL)；格雷勒 艾利 GLAZER, ARIE (IL)；駱文格 羅仁

LOEWINGER, RONEN (IL)；葛羅斯 亞伯拉罕 GROSS, ABRAHAM (IL)；托特

丹尼爾 TOET, DANIEL (NL)

(74)代理人：陳翠華

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：46 項 圖式數：11 共 60 頁

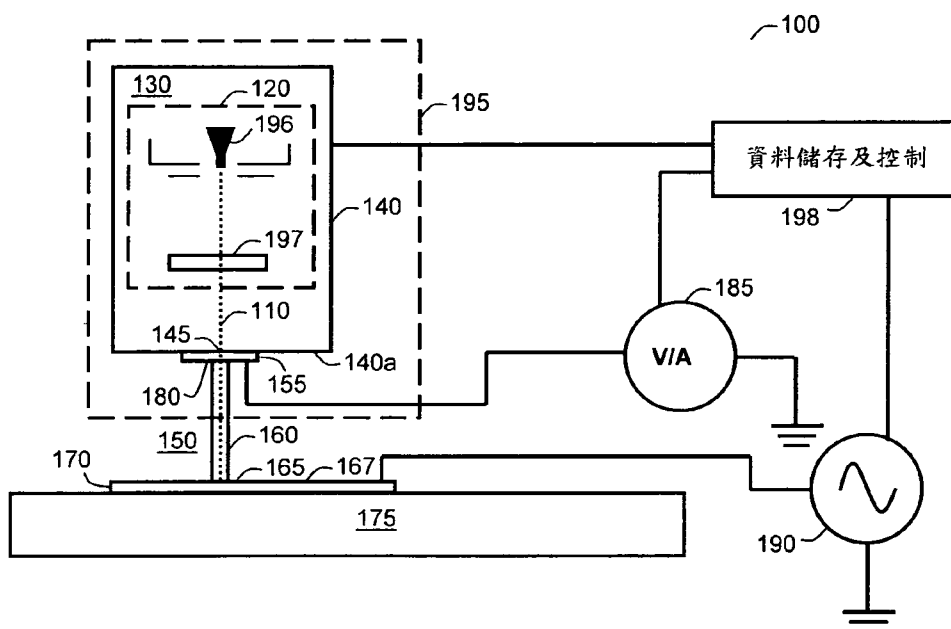
(54)名稱

非機械性接觸訊號測量裝置及其訊號測量方法

NON-MECHANICAL CONTACT SIGNAL MEASUREMENT APPARATUS AND SIGNAL MEASURING METHOD THEREOF

(57)摘要

本發明提供一種非機械性接觸訊號測量裝置，其包含位於一待測結構上之一第一導體以及接觸該第一導體之一氣體。至少一電子束被引導至該氣體中，以於該至少一電子束穿過該氣體之處於該氣體中形成一電漿。一第二導體電性接觸該電漿。當該電漿被引導於該第一導體上時，一訊號源經由該第一導體、該電漿及該第二導體耦接至一電性測量設備。該電性測量設備可響應於該訊號源。



100：非機械性接觸訊號測量裝置

110：電子束

120：電子束產生器

130：真空

140：真空殼體

140a：真空殼體之一部分

145：孔口

150：氣體

155：薄膜與框架總成

160：電漿

165：第一導體

- 167：電路
- 170：待測結構
- 175：基座
- 180：第二導體
- 185：電性測量設備
- 190：訊號源
- 195：檢測頭
- 196：電子源
- 197：電子光學元件
- 198：資料儲存及系統
控制塊

(21)申請案號：101125287

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 13 日

(51)Int. Cl. : **G01R31/305 (2006.01)**

(30)優先權：2011/07/15 美國 61/508,578

(71)申請人：烽騰科技有限公司 (美國) PHOTON DYNAMICS, INC. (US)

美國

奧寶科技股份有限公司 (以色列) ORBOTECH LTD. (IL)

以色列

(72)發明人：凱帝謝微奇 亞歷山大 KADYSHEVITCH, ALEXANDER (IL)；卡達 歐夫

KADAR, OFER (IL)；格雷勒 艾利 GLAZER, ARIE (IL)；駱文格 羅仁

LOEWINGER, RONEN (IL)；葛羅斯 亞伯拉罕 GROSS, ABRAHAM (IL)；托特

丹尼爾 TOET, DANIEL (NL)

(74)代理人：陳翠華

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：46 項 圖式數：11 共 60 頁

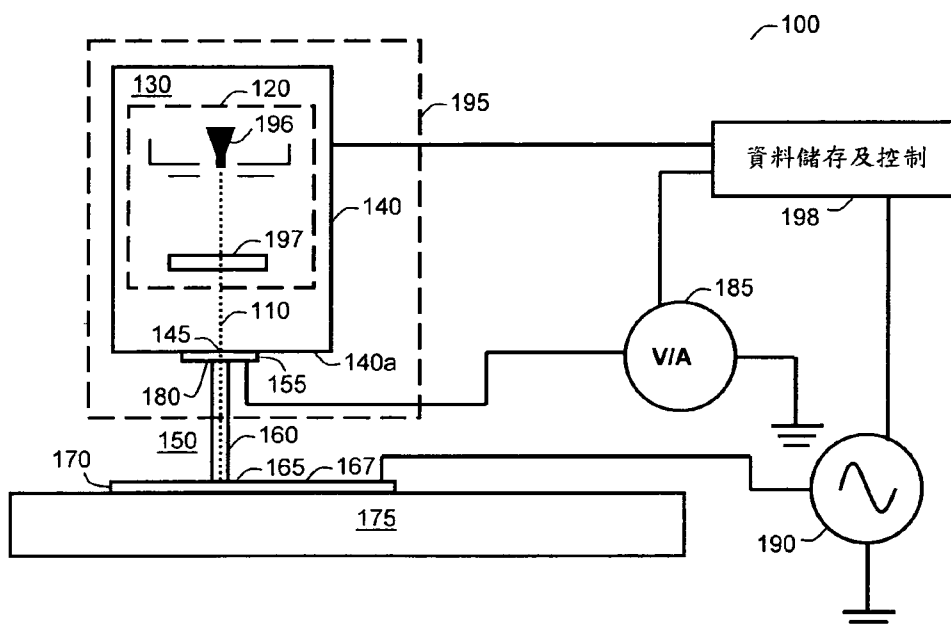
(54)名稱

非機械性接觸訊號測量裝置及其訊號測量方法

NON-MECHANICAL CONTACT SIGNAL MEASUREMENT APPARATUS AND SIGNAL MEASURING METHOD THEREOF

(57)摘要

本發明提供一種非機械性接觸訊號測量裝置，其包含位於一待測結構上之一第一導體以及接觸該第一導體之一氣體。至少一電子束被引導至該氣體中，以於該至少一電子束穿過該氣體之處於該氣體中形成一電漿。一第二導體電性接觸該電漿。當該電漿被引導於該第一導體上時，一訊號源經由該第一導體、該電漿及該第二導體耦接至一電性測量設備。該電性測量設備可響應於該訊號源。



100：非機械性接觸訊號測量裝置

110：電子束

120：電子束產生器

130：真空

140：真空殼體

140a：真空殼體之一部分

145：孔口

150：氣體

155：薄膜與框架總成

160：電漿

165：第一導體

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：101125287

※ 申請日：101年7月13日

※IPC 分類：

G01R 31/305 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

非機械性接觸訊號測量裝置及其訊號測量方法 /
Non-mechanical Contact Signal Measurement Apparatus and Signal
Measuring Method Thereof

二、中文發明摘要：

本發明提供一種非機械性接觸訊號測量裝置，其包含位於一待測結構上之一第一導體以及接觸該第一導體之一氣體。至少一電子束被引導至該氣體中，以於該至少一電子束穿過該氣體之處於該氣體中形成一電漿。一第二導體電性接觸該電漿。當該電漿被引導於該第一導體上時，一訊號源經由該第一導體、該電漿及該第二導體耦接至一電性測量設備。該電性測量設備可響應於該訊號源。

三、英文發明摘要：

A non-mechanical contact signal measurement apparatus includes a first conductor on a structure under test and a gas in contact with the first conductor. At least one electron beam is directed into the gas so as to induce a plasma in the gas where the electron beam passes through the gas. A second conductor is in electrical contact with the plasma. A signal source is coupled to an electrical measurement device through the first conductor, the plasma, and the second conductor when the plasma is directed on the first conductor. The electrical

measurement device is responsive to the signal source.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100：非機械性接觸訊號測量裝置

110：電子束

120：電子束產生器

130：真空

140：真空殼體

140a：真空殼體之一部分

145：孔口

150：氣體

155：薄膜與框架總成

160：電漿

165：第一導體

167：電路

170：待測結構

175：基座

180：第二導體

185：電性測量設備

190：訊號源

195：檢測頭

196：電子源

197：電子光學元件

198：資料儲存及系統控制塊

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明概言之係關於電子設備之非機械性接觸探測，具體而言，係關於在電子設備之電性檢測期間對電子訊號進行非機械性接觸測量。

【先前技術】

在無需建立機械性接觸之條件下測量圖案化結構上之電壓及電流以及施加電壓及電流於圖案化結構之能力對於半導體設備及平板顯示器（例如，液晶顯示器及有機發光二極體顯示器、背板（backplane）、及印刷電路板）之功能（電性）測試而言至關重要，乃因非機械性接觸探測會使待測設備/面板受損之可能性最小化，且亦有助於提高測試通量（throughput）。

光子動力學公司（Photon Dynamics, Inc.；PDI）/奧寶（Orbotech）公司之電壓成像®光學系統（Voltage Imaging® optical system；VIOS）採用電光轉換器將待測設備上之電場轉換成由一光學感測器記錄之光學資訊。其他技術則藉由二次電子（secondary electron）來間接測量待測設備上之電壓，並要求該等設備被放置於真空中。該等方法大部分專門朝測量電壓之方向發展，且仍需要與設備周邊上之焊墊（pad）進行機械接觸以驅動用於檢測之訊號。

近來出現了單獨的一種基於導電電漿之檢測方法。此種方法之主要概念係為：使一定向電漿（directional plasma）除包含離子之外亦包含可移動之二次電子，進而使定向電漿可用作一非機械性接觸探針。在過去，已提出若干此種「電漿探測（plasma probing）」

方法。該等方法可大體上分成二類：一類係基於高強度雷射感應電離 (laser-induced ionization)，在高之電離臨限值條件下，其可能會使待測設備受到雷射所致之損壞；而另一類則係基於高電壓電暈放電 (corona discharge)，其中電離物質 (ionized species) 具有一較寬範圍之散射角，且此類方法同樣具有造成損壞 (尤其係與起弧相關之損壞) 之風險。

為在掃描電子顯微鏡 (scanning electron microscope; SEM) 或在活體樣本上之 X 射線繞射 (diffraction) 中顯示活體/濕標本之電子束特性，已使用利用薄膜及差動抽吸開孔 (differentially pumped aperture) 之電子束成像系統將電子束傳播至一氣體環境中。

【發明內容】

根據本發明之一實施例，一種非機械性接觸訊號測量裝置包含：一第一導體，位於一待測結構上；一氣體，接觸該第一導體；以及至少一電子束。該至少一電子束被引導至該氣體中，以於該至少一電子束穿過該氣體之處於該氣體中形成一電漿。該非機械性接觸訊號測量裝置更包含：一第二導體，電性接觸該電漿；以及一訊號源，當該電漿被引導於該第一導體上時，該訊號源經由該第一導體、該電漿及該第二導體耦接至一電性測量設備。該電性測量設備可響應於該訊號源。

根據一實施例，該非機械性接觸訊號測量裝置更包含位於該待測結構上之一電路。該電路耦接至該第一導體，該電性測量設備可響應於該電路。

根據另一實施例，該訊號源耦接至該第一導體，且該電性測量設備耦接至該第二導體。根據另一實施例，該電性測量設備耦接至該第一導體，且該訊號源耦接至該第二導體。

根據另一實施例，該氣體係為空氣、氮分子、或一惰性氣體。根據另一實施例，該非機械性接觸訊號測量裝置更包含複數電子束，該等電子束被引導至該氣體中，以於該等電子束穿過該氣體之處於該氣體中形成複數電漿。

根據另一實施例，該待測結構係為一薄膜電晶體陣列。根據另一實施例，該至少一電子束適以與該待測結構之一位置相應地移動。

根據另一實施例，該非機械性接觸訊號測量裝置更包含：一資料儲存單元，耦接至該電性測量設備並適以儲存來自該電性測量設備之複數資料值；以及一控制單元，耦接至該資料儲存單元、該電性測量設備及該訊號源。該資料儲存單元、該電性測量設備及該訊號源可響應於該控制單元。

根據另一實施例，該非機械性接觸訊號測量裝置更包含一殼體，該殼體適以減少入射於該待測結構上之光。減少該光能提高來自該電性測量設備之一資料值之精確性。

根據另一實施例，該非機械性接觸訊號測量裝置更包含：一真空殼體，具有至少一孔口，該待測結構位於該真空殼體之外；以及至少一電子束產生器，位於該真空殼體中，適以引導該至少一電子束穿過該至少一孔口。根據另一實施例，該非機械性接觸訊

號測量裝置更包含一薄膜，該薄膜於該至少一孔口處附加至該真空殼體，該至少一電子束穿過該薄膜。該薄膜適以保持該真空殼體內之一真空狀態並穿過該薄膜傳送該至少一電子束之一第一部分。

根據另一實施例，該真空殼體包含一真空法蘭（vacuum flange），該至少一孔口延伸貫穿該真空法蘭。根據另一實施例，該第二導體包含環繞該至少一孔口的該真空殼體之一部分，該氣體及該電漿耦合至環繞該至少一孔口的該真空殼體之該部分。

根據另一實施例，該至少一電子束產生器包含：至少一電子源；以及至少一電子透鏡，適以將該至少一電子束聚焦至一光點大小（spot size）。根據另一實施例，該第二導體包含該薄膜。

根據另一實施例，該薄膜包含一材料，該材料選自由下列組成之群組：氮化矽、碳化矽、氧化鋁、類鑽石（diamond-like carbon）、石墨、二氧化矽、超薄碳（ultrathin carbon）、鈹、氮化鈹及聚醯亞胺。根據另一實施例，該薄膜包含覆蓋於一基板上之一沉積層。該基板係自穿過該基板之一部分之一視窗區域被移除。該基板適以形成用於支撐該薄膜之一框架，且該至少一電子束被引導穿過該框架中之該視窗區域。

根據另一實施例，該第二導體包含覆蓋於該薄膜上之一導電膜，該至少一電子束穿過該導電膜。該導電膜適以使該至少一電子束之一第二部分穿過該導電膜而被傳送，且該氣體及該電漿係耦合至該導電膜。根據另一實施例，該非機械性接觸訊號測量裝置更包含複數電子源。

根據另一實施例，該框架藉由一黏合劑或一夾具而耦接至該真空殼體，以將該視窗區域定位成與該至少一孔口相匹配，進而使該至少一電子束穿過該框架中之該視窗區域而射擊該薄膜。根據另一實施例，該視窗區域被成型為一狹縫，且該至少一電子束產生器包含：至少一電子源；至少一電子透鏡，用以將該至少一電子束聚焦至一光點大小；以及至少一偏轉光學元件，適以透過該狹縫掃描該至少一電子束。根據另一實施例，該導電膜包含覆蓋於該薄膜上之一黏合層以及覆蓋於該黏合層上之一導電層，該氣體及該電漿係耦合至該導電層。

根據本發明之一實施例，一種用於藉由非機械性接觸而進行訊號測量之方法包含：於一待測結構上提供一第一導體；提供與該第一導體相接觸之一氣體；以及將至少一電子束引導至該氣體中，以於該至少一電子束穿過該氣體之處於該氣體中形成一電漿。該用於藉由非機械性接觸而進行訊號測量之方法更包含：使一第二導體與該電漿電性耦合；以及當該電漿被引導於該第一導體上時，將一訊號源經由該第一導體、該第二導體及該電漿而耦合至一電性測量設備，以使該電性測量設備響應於該訊號源。

根據一實施例，該方法更包含：將來自該電性測量設備之複數資料值儲存於一資料儲存單元中，該等資料值係與該待測結構上之該電路相關聯；以及由一控制單元控制該資料儲存單元、該電性測量設備及該訊號源。

根據另一實施例，該方法之控制步驟包含：將該待測結構上之一第一訊號線之一第一電性特性設定至一第一狀態。儲存與該待

測結構上之一第二訊號線之一第二電性特性相關聯之該等資料值其中之一第一資料值。該第一資料值係與該第一狀態相關聯。將該第一電性特性設定至一第二狀態。儲存與該第二電性特性相關聯之該等資料值其中之一第二資料值。該第二資料值係與該第二狀態相關聯。該第二電性特性可藉由該電路而響應於該第一電性特性。

根據另一實施例，該方法更包含：監測該待測結構上之該電路中之一缺陷；以及若偵測到該缺陷，則登記於一控制單元。該方法更包含：若偵測到該缺陷，則將來自該電性測量設備之複數資料值儲存於一資料儲存單元中；以及由該控制單元控制該資料儲存單元、該電性測量設備及該訊號源。該等資料值係與該待測結構上之該電路中之該缺陷相關聯。

參照以下詳細說明及附圖，可更佳地理解本發明各實施例之性質及優點。

【實施方式】

根據本發明之一實施例，一種裝置包含基於電子束感應電漿探針之一檢測技術及子系統，以達成非機械性接觸訊號測量。電子束可使空氣或其他氣體有效率地電離，並產生使待測設備（在下文中亦被稱為「待測結構」）受損風險極小的高定向性電漿柱（plasma column）。電子束亦可控制電漿探針之橫向尺寸，此對於在設備上之高密度小型導體上測量電性訊號而言係為一重要優點。

第 1 圖係為根據本發明一第一實施例之一非機械性接觸訊號測

量裝置 100 之剖視示意圖。使用傳統方法由電子束產生器 120 於真空 130 中產生一電子束 110。電子束 110 經由位於真空殼體之一部分 140a 中之一孔口 145 而離開真空殼體 140 (在下文中亦被稱為「真空室」)。電子束之一部分穿過一薄膜與框架總成 155 而行進至真空殼體外之一環境氣體 150 (在下文中亦被稱為環境或氣體)，薄膜與框架總成 155 能夠保持用於容納電子束產生器之真空殼體內之真空狀態，但對於電子束係為半透明的。作為另一選擇，當該或該等孔口足夠小以能夠保持真空殼體內之真空狀態時，薄膜與框架總成 155 可係為可選的。

在進入環境氣體時，該部分電子束中之電子與氣體原子碰撞並發生偏轉或經由電離而損失能量。因此，被引導至氣體中之該部分電子束在電子束穿過氣體之處於氣體中包含一電漿 160 (在下文中亦被稱為「電漿探針」)。除緩慢的氣體離子之外，該等電子-氣體碰撞亦形成能夠自由導電之低能二次電子。因此，可經由電漿來測量或施加電壓及電流。隨後，電漿可用作一非接觸性或非機械性接觸電性探針或一電漿探針。反向散射電子不用於在電漿探針中載送電壓或電流訊號。

第 1 圖亦示出設置於一待測結構 170 上之一第一導體 165，且氣體可接觸該第一導體。該待測結構可由一基座 175 支撐或實作於基座 175 上。薄膜與框架總成之背朝真空殼體或位於真空殼體外之「設備」或「待測結構」側可塗覆有一第二導體 180，第二導體 180 可係為一導電薄膜，如以下所更詳細說明。氣體 150 位於第一導體 165 與第二導體 180 之間或與二者接觸。在一替代實施例中，

環繞孔口之真空殼體之一部分可由導電材料或塗覆有與第二導體相對應之一導電設備側膜 (conductive device-side film) 之材料製成。在另一替代實施例中，第二導體可形成為位於薄膜/框架總成 155 與第一導體之間某處之單獨電極或膜，而並非必須直接附裝至薄膜，只要第二導體係電性耦接至電漿且不會擾亂位於真空殼體外之電子束部分即可，且第二導體可附接至一檢測頭 (inspection head) 195。真空殼體、電子束產生器、及第二導體可被稱為檢測頭 195，檢測頭 195 用於產生電漿探針。

第二導體 180 可耦接至一電性測量設備 185 或一訊號源 190。一資料儲存及系統控制塊 198 控制測試常式並儲存所測量之資料，且耦接至檢測頭 195、電性測量設備 185、及訊號源 190。資料儲存及系統控制塊 198 中之資料儲存單元可耦接至測量設備並適以儲存來自測量設備 185 之複數資料值。資料儲存及系統控制塊 198 中之一控制單元可耦接至資料儲存單元、測量設備 185、及訊號源 190。資料儲存單元、測量設備 185、及訊號源 190 可響應於控制單元。

以下將論述藉由此種電漿探針之實施例所測量之電壓及電流之實例。由於第二導體 180 電性接觸或耦接至電漿 160，因此，當電漿被引導於第一導體 165 上時，訊號源可經由第一導體 165、電漿 160、及第二導體 180 而耦接至電性測量設備。換言之，當電漿被引導於第一導體 165 上時，訊號源 190、第一導體 165、電漿 160、第二導體 180、及電性測量設備 185 可形成一導電迴路，進而使電性測量設備 185 可響應於訊號源 190。電性測量設備 185 可測量電

壓、電流、交流 (AC) 訊號或直流 (DC) 訊號，抑或可測量隨時間變化之任何訊號 (如通常所實行者)。訊號源 190 可驅動電壓、電流、交流訊號或直流訊號，抑或可提供隨時間變化之任何訊號 (如通常所實行者)。電性測量設備 185 與訊號源 190 之位置在該導電迴路中可互換。在第 1 圖所示實施例中，訊號源係耦接至第一導體，且電性測量設備係耦接至第二導體。

非機械性接觸訊號測量設備之一實施例可更包含位於待測結構上之一電路 167。電路 167 可耦接至第一導體，且電性測量設備可更響應於該電路。由於第二導體 180 係電性接觸或耦接至電漿 160，故當電漿被引導於第一導體 165 上時，訊號源可經由第一導體 165、電路 167、電漿 160、及第二導體 180 而耦接至電性測量設備。換言之，當電漿被引導於第一導體 165 上時，訊號源 190、第二導體 165、電路 167、電漿 160、第二導體 180、及電性測量設備 185 可形成一導電迴路，進而使電性測量設備 185 可響應於訊號源 190 及電路 167 二者。因此，測量設備可能夠執行待測結構上之電路之表徵。

待測結構較佳地位於真空殼體外並靠近第二導體。較佳地，待測設備上之第一導體係位於距第二導體一間隙距離處，該間隙距離足夠大以防止與檢測頭出現機械干擾，但該間隙距離又足夠小以確保足夠之訊號經由電漿 (例如，足夠低之電漿探針電阻) 成功地將電訊號耦合於第一導體與第二導體之間。該間隙距離可由一間隙控制機構 (圖未示出) 維持。該間隙控制裝置適以於待測結構與第二導體之間提供介於 30 微米至 500 微米之一間隙。若該

間隙小於 30 微米，則發生機械干擾之可能性增大。若該間隙大於 500 微米，則即使在高電子束能量下，電漿柱直徑亦可能變得過大。可將該間隙距離控制於一所需間隙距離之公差（例如， ± 5 微米）內。

增大檢測頭 195 之測量側（或更具體而言，薄膜與框架總成 155）與待測結構 170 間之間隙距離會使電漿探針直徑變寬，如第 8 圖所示及以下所更詳細解釋。系統之解析度隨著電漿探針變寬而劣化，由此建議使間隙最小化來提高解析度。與直覺相反，由於電漿探針直徑變寬，因此電漿探針電阻會隨著間隙距離增大而減小。然而，若檢測頭由於間隙小而向下發生接觸，則會損壞待測結構或檢測頭。因此，最佳間隙距離係在提高系統解析度與期望防止由於向下接觸而造成損壞之間進行折中。舉例而言，對於平板顯示器檢測應用而言期望 50 微米之最小距離，然而，對於其他應用而言，最小期望距離可不同。該距離可較佳地不大於 500 微米，以防止訊號因高電漿電阻而產生過大損失。檢測頭與待測設備間之距離可藉由多種不同之開環及閉環間隙控制方法來維持。一個實例係目前在 Orbotech/PDI 公司的基於 VIOS 之 Array Checker™ 系統中用於使電光調變器浮動之 3 座標空氣軸承（3 point air-bearing）。其他間隙控制機構可包括致動器（例如，音圈（voice coil）及壓電元件（piezo-electric））及間隙（回饋）感測器（例如，光干涉感測器、電容感測器及壓力感測器）。

第 2 圖係為根據本發明一第二實施例之一非機械性接觸訊號測量裝置 200 之剖視示意圖。第 2 圖所示實施例對應於第 1 圖所示

實施例，不同之處在於，在第 2 圖所示實施例中，電性測量設備 185 係耦接至第一導體 165，且訊號源 190 係耦接至第二導體 180。第 2 圖中之其他元件具有與第 1 圖中由相同參考編號表示之元件相同之功能，故不再對其予以贅述。

為決定電子束感應電漿探針方法之適宜工作條件，已對過程中所涉及之一次電子及二次電子以及離子之空間及時間分佈進行了模擬。第 3 圖示出與第 1 圖及第 2 圖所示非機械性接觸訊號測量裝置相關聯之電漿束電阻、有效電漿束電阻、電子束能量、及電漿束直徑之實例性模擬資料。許多方法可用於達成此目的，例如，選用基於粒子模擬 (particle-in-cell; PIC) 方法結合蒙特卡羅碰撞 (Monte Carlo Collision; MCC) 方法之模型，乃因既往研究表明此模型能夠得到精確結果。PIC 方法係用於在一固定網 (mesh) 上所決定之自洽電磁場 (self-consistent electromagnetic field) 中追蹤粒子之軌跡。MCC 方法係用於模擬帶電粒子間之碰撞。假設用於模擬之環境氣體係為氮分子 (N_2) 以代表空氣之第一級組分。該模擬可達成電漿之充分表徵。可模擬各種輸出參數，例如，目標或待測設備水準處之電漿電阻及電漿直徑。電漿電阻及電漿直徑二者皆係為與二次電子分佈相關之量。

模擬模型之結果表示，對於一給定薄膜與目標 (例如，第二導體與第一導體) 之距離或間隙，愈低之電子束能量會得到愈低之電漿電阻值，當降低至一臨限電子束能量時，電子束將不再有效地使氣體電離，此時若電子束能量進一步降低至臨限電子束能量以下，則會使電阻增大。舉例而言，對於 50 微米之薄膜-目標距

離，電漿電阻在 5 千電子伏 (keV) 處具有 2.7 百萬歐姆 (M Ω) 之一最小值，而對於 100 微米之距離，電漿電阻之最小值增大至 6 百萬歐姆 (在 10 千電子伏處)。另一方面，電漿直徑隨電子束能量增大而減小，然而，當電子束能量高於某一值時，電漿直徑會趨平 (level off)。舉例而言，當能量自 5 千電子伏增大至 20 千電子伏時，電漿直徑自 85 微米減小至 60 微米，但對於更高之能量，電漿直徑則不會有太大變化。此等結果示出可如何選擇檢測之參數來獲得電漿電阻與直徑之一適宜組合。然而，可能無法同時使電漿電阻與直徑最小化，乃因此等參數對於電子束能量具有相反之相關性。藉由決定電漿之與一典型設備結構交疊之部分之有效電阻，可更獲得一最佳值。舉例而言，液晶顯示器 (liquid crystal display; LCD) 陣列中之線可係為 5 微米至 50 微米寬。應注意，對於一給定之電子束能量，電漿直徑會隨工作距離增大而減小，且只要其小於二次電子之橫向擴散 (lateral diffusion) 距離便不會受到電子束光點大小之太大影響。亦對其他氣體混合物 (包括氮氣 (N₂) 與氧氣 (O₂) 之一混合物，其更精確地代表空氣之組成) 進行了模擬，結果與上述結論吻合，以下將參照第 11 圖對此予以更詳細說明。

再次參照第 1 圖，真空殼體 140 中之電子束產生器 120 可包含一電子源 196 及一電子光學元件 197。電子光學元件 197 可包含至少一電子透鏡及至少一偏轉光學元件 (未示出)。可使用許多種電子源來產生電子束，以感應出電漿探針。此等電子源包括：熱離子源、場發射源、及蕭特基 (Schottky) 源。電子束能量可介於 5 千電子伏至 50 千電子伏之間，以在自第一導體至第二導體之路徑

(約 50 微米至 500 微米) 上使環境氣體有效地電離。低於 5 千電子伏之電子束能量將由於散射而導致電子束過寬，並可導致薄膜與框架總成過熱。高於 50 千電子伏之電子束能量則將產生無法有效參與電離過程之一次電子，進而導致更高之電漿電阻。若需控制電漿探針之橫向尺寸(即，電漿探針技術之空間解析度)，在進入環境之點處的電子束直徑或光點大小應較佳地小於待測設備上各特徵間之最小距離。對於大多數與顯示相關之應用，小於或等於 500 微米之電子束直徑或光點大小係可接受的。

除用於將電子束聚焦至所需光點大小之電子透鏡之外，電子束產生器亦可包含可用於偏轉、導引、或調變電子束(圖未示出)之至少一偏轉光學元件。真空殼體中之電子束產生器適以引導電子束穿過孔口 145。在另一實施例中，檢測頭可具有複數源或來自單個源之複數電子束，以將複數電子束引導至氣體中，進而於電子束穿過氣體之處在氣體中形成複數電漿。

電子束集合中之典型真空水準可介於 10^{-7} 托(Torr)或更低範圍內，並可藉由多種抽吸方法(包括渦輪幫浦、離子幫浦、擴散幫浦等)達成。環境氣體可較佳地係為無毒的且具有高的電離橫截面，包括例如空氣、氮分子(N_2)、氬(Ar)、或其他惰性氣體等氣體。在一實施例中，該氣體係處於大氣壓力下。在另一實施例中，該氣體係為處於大氣壓力下之空氣。

第 4 圖係為根據本發明一實施例之一薄膜與框架總成 155 之簡化剖視圖。薄膜及框架 155 可包含一薄膜 410、覆蓋於該薄膜上之一導電膜 420、以及支撐該薄膜之一框架 430。導電膜 420 可對應

於如第 1 圖所示之第二導體 180，且薄膜 410 係經由薄膜與框架總成 155 而於孔口 145 處附裝至真空殼體 140。如參照第 4 圖所示，薄膜 410 具有一第一表面 440 及一第二表面 450，並適以保持真空殼體內之一真空並穿過該薄膜來傳送電子束之一第一部分。薄膜之第一表面 440 朝向真空殼體內，以使來自電子束產生器之電子束穿過框架 430 中之視窗區域 480 而撞擊於薄膜之第一表面上。薄膜之第二表面 450 係朝向真空殼體外或朝向待測結構。在一替代實施例中，當導電膜未覆蓋薄膜（未示出）而沈積時，薄膜之第二表面 450 係為電子束之第一部分（其可能已被薄膜輕微地衰減）自薄膜發出之處。

薄膜 410 係由可能具有低原子數目（例如，小於或等於 15）之一材料製成，以確保優良之電子透明性（electron transparency）。原子數目高於 15 之薄膜材料將在薄膜中引起過度之電子束散射。薄膜材料亦可足夠健壯以承受高壓力差。此種薄膜材料可包含氮化矽（ Si_xN_y ）、碳化矽（ SiC ）、氧化鋁（ Al_2O_3 ）、類鑽石（diamond-like carbon）、石墨、二氧化矽、超薄碳（ultrathin carbon）、鈹、氮化鈹及聚醯亞胺（用於 Quantomix™ 膠囊中）。薄膜材料厚度可介於 8 奈米與 500 奈米（包含二者）之間，以達成必要之電子透明性及對真空之健壯性。若薄膜材料厚度小於 8 奈米，則薄膜將無法機械地耐受真空殼體中之真空與真空殼體外之氣體間之壓力差。若薄膜材料厚度大於 500 奈米，則薄膜將無法傳送電子束。薄膜之橫向尺寸端視加熱及電子束對齊考慮因素而定，具有介於 0.01 毫米至 5 毫米之尺寸。小於 0.01 毫米之橫向薄膜尺寸會受到如下之限制：i) 難以將電子束與框架總成中之視窗區域對齊；以

及 ii) 需要使框架總成中之視窗區域大於電子束寬度。大於 5 毫米之橫向薄膜尺寸則會受到熱電阻過大之限制，熱電阻過大可導致電子束使薄膜過熱。由於薄膜可能具有低之導熱係數，因此會在某些電子束電流水準下因與一次電子吸收相關之受熱而產生高溫。因此，薄膜可與一散熱源（即，真空殼體之一部分）具有良好之熱耦合，此可藉由一狹窄薄膜視窗區域之選擇、一薄膜視窗區域網或網格之設計、或藉由在薄膜上沈積一金屬網格而達成。

某些薄膜材料係不導電的，因此可能需要一或多個附加之導電塗層來達成對欲被耦合至電漿探針之訊號之測量或應用。第二導體可包含覆蓋於薄膜 410 之第二表面 450 上之導電膜 420。導電膜 420 可由於衰減很小而適以傳送電子束之一第二部分。氣體及電漿可接觸導電膜 420，進而使訊號耦合至電漿探針。金屬塗層非常適於用作導電膜；最佳候選者具有高電導率、與薄膜之良好黏合性、低反應性、以及低密度及低原子數目以使電子散射最小化。導電膜 420 可包含一黏合層 460 及一導電層 470，黏合層 460 係覆蓋薄膜之第二表面 450 而沈積，且導電層 470 係覆蓋該黏合層而沈積。可組合若干膜層來滿足此等要求。舉例而言，黏合層 460 可包含鈦 (Ti) 或鎢化鈦 (TiW) 以提高黏合性，且導電層 470 可包含金 (Au) 以達成高電導率及低反應性。在一替代實施例中，導電膜 420 可係為具有低原子數目、低反應性、及高熔點之一單層金屬(例如，鈦、鈹 (Be)、釷 (Sc)、釩 (V)、或鉻 (Cr))。導電膜 420 之厚度可較佳地介於 10 奈米至 50 奈米範圍內。導電膜之厚度等於或小於 50 奈米，以使電子束之衰減及散射保持為低，同時該厚度等於或大於 10 奈米，以提供足夠之電導率及黏合性。

在另一實施例（圖未示出）中，當使用電子束產生殼體中之一孔口或複數孔口替代一真空密封薄膜來維持真空時，一導電電極可作為第二導體位於該孔口附近並適以電性耦合至電子束感應電漿，以在電漿中偵測或注入電訊號而不干擾電子束射出該孔口。在另一實施例（圖未示出）中，第二導體可包含環繞該孔口之真空殼體之一部分，氣體及電漿係至少在真空殼體之外側上接觸環繞該孔口之真空殼體之該部分。

可藉由以下實施例來製造薄膜與框架總成 155。薄膜 410 可係為覆蓋於一基板上之一沈積層。該基板可係為一半導體（例如，矽）。該基板係自一視窗區域 480 被移除，視窗區域 480 穿過該基板之一實質部分、或較佳地穿過整個基板，以形成用於支撐該薄膜之一框架 430。來自電子束產生器之電子束可被引導穿過該框架中之該視窗區域及該薄膜之一第一表面 440。薄膜 410 可藉由覆蓋一矽（Si）基板之氮化矽（ Si_xN_y ）薄膜沈積（例如，藉由低壓化學氣相沈積）而製成。隨後，藉由光刻及化學蝕刻來移除該基板之一或多個小部分（約對應於傳送電子束時所穿過之視窗區域或狹縫之所需尺寸）。接著，將基板分成各個單獨部分，各該部分包含具有一或多個氮化矽（ Si_xN_y ）視窗區域或狹縫之一矽（Si）框架，進而形成薄膜與框架總成。

在一實施例中，若薄膜係由充分導電之材料形成，則第二導體可包含薄膜。舉例而言，薄膜可由石墨製成。若使用一導電材料來形成薄膜，則可視情況而省略導電膜。在此實施例中，若框架亦由導電材料形成，則薄膜與框架總成向真空殼體之安裝可包含

一絕緣間隔層 (spacer)。

第5圖係為根據本發明一實施例，附裝至真空殼體之一部分140a之一薄膜與框架總成155之簡化剖視圖。真空殼體之該部分140a可包含真空殼體之一單獨部分，該部分被稱為一真空法蘭510(在下文中亦被稱為「法蘭」)，真空法蘭510經由真空密封及螺栓而附裝至真空殼體之其餘部分。作為另一選擇，真空殼體140可由單一總成或複數總成(圖未示出)形成。

真空法蘭510可具有朝向真空殼體內之一第一表面520以及朝向真空殼體外之一第二表面530。孔口145自真空法蘭之第一表面至第二表面延伸貫穿真空法蘭。真空殼體適以藉由一黏合劑或一夾具而將框架430在真空殼體之外部耦接至真空殼體，並將薄膜與框架總成155中之視窗區域480定位成與孔口145相匹配或對齊，以使電子束能夠穿過孔口145、視窗區域480並隨後撞擊於薄膜之第一表面。可使用例如超高真空相容膠或環氧樹脂(圖未示出)來將框架430黏合或夾緊至具有一開口540之真空法蘭510上，開口540係與薄膜與框架總成155相匹配或稍大於薄膜與框架總成155。

視情況，可於法蘭上界定特殊特徵，以利於黏合過程並確保最佳之真空相容性。舉例而言，法蘭可包含一膠槽550，膠槽550被成型為一「相框」，該「相框」圍繞法蘭中之開口之周邊以幫助黏合。可包含用於電子佈線或電子接腳之引導通道，以利於使薄膜與框架總成居中於法蘭上、並與薄膜上之導電膜建立電性接觸，藉以經由電漿探針來測量及施加訊號；例如藉由使用金接觸

接腳 (gold contact pin) 或彈簧片 (圖未示出) 而達成。

此外，在一實施例中，薄膜法蘭較佳地被設計成使來自電子束之影響最小化。孔口 145 可包含位於真空殼體內側 (朝向電子束產生器之側) 上之一第一端部 560 及位於與真空殼體內側相對側上之一第二端部 570。孔口 145 之第一端部 560 可包含相較孔口之第二端部 570 為寬之一錐形開口 580，以使來自電子束之起弧及充電作用最小化。在另一實施例中，環繞孔口之真空殼體部分可適以使可能隨時間增強且造成電子束控制問題之磁場最小化。舉例而言，用於真空殼體之該部分 140a 或真空法蘭 510 之材料可選自能夠使磁場最小化之適宜材料 (包括 SST 316)。

第 6 圖係為根據本發明一實施例，附裝至真空殼體之該部分 140a 或真空法蘭 510 之薄膜與框架總成 155 之簡化平面圖。第 6 圖所示實施例對應於第 5 圖所示實施例，不同之處在於以下新元件。真空法蘭 510 可包含：用於一機械介面之一或多個螺紋孔 610；用於一法拉第杯夾具 (faraday cup jig，圖未示出) 之一或多個通孔 620；以及用於電子佈線之一或多個引導通道 630，以利於與薄膜上之導電膜建立電性接觸，進而經由電漿探針來測量及施加訊號。圖中顯示膠槽在一內邊緣 550a 與一外邊緣 550b 之間延伸，內邊緣 550a 係緊位於薄膜與框架總成 155 之周邊內側，外邊緣 550b 則恰好延伸超出薄膜與框架總成 155 之周邊之外。第 6 圖中之其他元件具有與第 5 圖中由相同參考編號表示之元件相同之功能，故不再對其予以贅述。

第 7 圖示出與第 1 圖及第 2 圖所示非機械性接觸訊號測量裝置

相關聯之電漿電流、電子束電流、及取樣電壓之實例性表徵資料。第 7 圖示出當保持於大氣條件下之一待測結構被穿過一薄膜之一電子束輻照時，電子束感應電漿探針之試驗驗證結果，該薄膜對電子係半透明的且塗覆有一導電膜。換言之，第 7 圖示出電漿探針在不同電子束電流下之 I-V 特性。當對待測結構施加一電壓時，可測量在待測結構與薄膜上之導電膜之間流動之一電流。該電流作為所施加電壓之一函數而增大，此意味著此電流可用於測量施加於樣本上之電壓。然而，當待測結構被保持於真空中時，抑或當電子束被關閉而無電漿形成時，在該二情形中皆測量不到電流，此證明前述所測量電流訊號係相關於電子束與用於形成電漿探針之氣氛間之相互作用。可藉由增大電子束電流 I_b 來放大此電流訊號。

第 8 圖示出與第 1 圖及第 2 圖所示非機械性接觸訊號測量裝置相關聯之電漿束空間響應之實例性表徵資料。換言之，第 8 圖表示電漿之橫向尺寸之特徵並示出電漿直徑測量結果。該等測試係藉由以下方式來執行：使電子束步進地經過一待測結構上之一導電-絕緣界面，並測量所得電漿電流。對於至少 150 微米之估計工作距離，使用此種方法所測得之電漿直徑係為 130 微米。此對於該工作距離而言係為恰當之數量級並且對於在大多數 TV 型薄膜電晶體 (thin-film-transistor; TFT) 顯示器上進行之測量而言為足夠之解析度。可藉由調整電漿參數 (例如，電子束能量、間隙距離等) 來進一步減小電漿直徑。

第 9 圖示出與第 1 圖及第 2 圖所示非機械性接觸訊號測量裝置

相關聯之電漿束時間響應之實例性表徵資料。藉由使用一交流電壓源、一電流放大器、及一示波器來驗證電漿探針之時間特性。對於在頂部波形上所顯示之施加至待測結構之一階梯函數電壓 (step function voltage)，在底部波形上所顯示之電漿探針訊號上升時間小於 2 微秒。如上所述，電漿建模表明典型上升時間實際上係為 100 奈秒或更小之數量級，因此假設除電漿以外之電路組件之帶寬係為本實驗中之限制因素。

電子束感應電漿探針技術之驗證及測試應用可包含但不限於以下實例性結構。可藉由測量畫素電極上之電壓而在 LCD 薄膜電晶體 (TFT) 陣列中偵測電性缺陷 (LCD 陣列測試器)。可藉由直接測量畫素電極上之電流而在有機發光二極體 (organic light emitting diode; OLED) TFT 陣列中偵測電性缺陷 (OLED 陣列測試器)。可在 LCD 及 OLED 顯示器 TFT 陣列之驅動線中偵測開路及短路 (開路/短路測試器)。在進行沈積修復之後可驗證 LCD 及 OLED 顯示器 TFT 陣列。可提供與上文針對在 PCB 及半導體設備製造中之使用所述者相似之應用。可提供太陽能面板電壓或電流測量。

可同時將複數電漿探針引導於待測結構上之不同位置處。第 10 圖係為根據本發明一實施例之一雙探針非機械性接觸訊號測量裝置 1000 之透視示意圖。雙探針非機械性接觸訊號測量裝置 1000 包含一第一檢測頭 195A 及一第二檢測頭 195B，第一檢測頭 195A 產生一第一電漿探針 160A，且第二檢測頭 195B 產生第二電漿探針 160B。第一電漿探針 160A 及第二電漿探針 160B 被分別引導於

一對第一導體區域 165AA 及 165BA 處，該對第一導體區域 165AA 及 165BA 在一待測結構 1700 上間隔開。該對第一導體區域 165AA 及 165BA 係耦接至線 167A 之相對二端，線 167A 係為位於待測結構上之一簡單電路之一實例。舉例而言，線 167A 可係為一待測 TFT 陣列上之一資料線、一閘極線、或一共用線。訊號源 190 係經由位於第二檢測頭 195B 上之一第二導體 180B、第二電漿探針 160B、第一導體區域 165BA、線 167A、第一導體區域 165AA、第一電漿探針 160A、及位於第一檢測頭 195A 上之一第二導體 180A 所形成之一串聯迴路而耦接至電性測量設備 185。由於線 167A 為連續的，故電性測量設備以一第一電性標記 (electrical signature) 響應於訊號源。

舉例而言，線 167A 可係為設置於一 TFT 顯示器上之一陣列中之 i 條線 167A 至 167i 其中之一。每條線可具有其各自相應之一對第一導體區域，該對第一導體區域位於每條線之相對二端處。檢測頭 195A 及 195B 可適以沿垂直於該等線之長度尺寸之方向（如方向箭頭 1200 所示）移動第一電漿探針 160A 及第二電漿探針 160B。電漿探針之移動可藉由以下方式達成：機械地移動檢測頭，使用偏轉光學元件對產生第一電漿探針及第二電漿探針之電子束進行電子掃描，抑或藉由機械移動與電子掃描之一組合。在此實例中，線 167B 包含一開路缺陷 1100。當第一檢測頭及第二檢測頭將第一電漿探針及第二電漿探針引導至與線 167B 之相對二端相耦接之該對第一導體區域 165AB 與 165BB 上時，串聯迴路會由於線 167B 上之開路缺陷 1100 而斷開。隨後，電性測量設備以一第二電性標記響應於訊號源，該第二電性標記表示偵測到開路缺

陷。在此實例中，處於百萬赫茲 (Mhz) 範圍內之一交流高頻訊號可有利於克服電漿電阻之改變，否則假若改用一直流訊號，則電漿電阻之改變可能會掩蓋該開路缺陷之電性測試標記。複數電漿探針可將不同訊號注入至待測結構上及/或在待測結構上測量不同訊號，以達成對複雜電路之功能測試。

在一實施例中，複數電漿探針可將不同訊號注入至待測結構上及/或在待測結構上測量不同訊號，以達成對複雜電路之功能測試而不會造成與機械探測相關聯之損壞。舉例而言，在一開爾文 (Kelvin) 測試裝置中所用之複數電漿探針可更精確地感測待測電路中之電導率變化。

亦可設想出許多不同之系統架構。在一實施例中，端視通量要求而定，基於電子束電漿探針之非機械性接觸訊號測量裝置系統可包含一或多個檢測頭。在另一實施例中，非機械性接觸訊號測量裝置可適以相對於待測結構之一位置而機械地移動電子束。在另一實施例中，可藉由相對於待測結構之一位置對電漿束進行電子掃描來移動電漿束。在另一實施例中，可藉由電子掃描與機械移動之一組合來移動電漿束。作為另一選擇，在另一實施例中，待測結構可相對於電漿束移動。在另一實施例中，系統可配備有用於旋轉待測結構之一機構，俾達成沿待測結構之主軸線之檢測。

第 11A 圖係為根據本發明一實施例之具有複數可移動檢測頭之一非機械性接觸訊號測量系統 2000 之俯視方框圖。此實例中之待測結構可同樣係為 TFT 顯示器 TV 面板或平板。非機械性接觸訊號測量系統 2000 包含基座 175，基座 175 可足夠大以同時經由複

數檢測頭 1951 至 1954 來分別測試複數 TFT 顯示器 1701 至 1704。在本實例中，示出四個 TFT 顯示器及四個檢測頭。然而，在另一實施例中，可使用複數檢測頭來測試單一 TFT 顯示器，或可使用一個檢測頭來測試複數 TFT 顯示器。

檢測頭 1951 至 1954 被機械地附裝至一台架 2100，俾使各該檢測頭可如圖所示在 Y 方向上獨立地機械移動。所示 X 方向及 Y 方向係位於與 TFT 顯示器之表面平行之平面中。至少一探針棒 2200 可用於經由機械探測技術對 TFT 顯示器施加複數電訊號及電源。各該檢測頭亦可在 X 方向上對其相應之電漿探針進行電子掃描。可使用至少一長而狹窄之薄膜狹縫及至少一電子束來實施經電子掃描之電漿探針，該至少一偏轉光學元件使該至少一電子束沿該狹縫之長邊偏轉。藉由將在 X 方向上對電漿探針進行電子掃描與同時在 Y 方向上機械地移動檢測頭相結合，會覆蓋各該 TFT 顯示器上之一檢測片區 (slice area) 2400 之一部分，並可有利地減少測試時間，如以下所更詳細說明。在一實施例中，該等檢測頭可包含不止一個電漿探針，以便能夠測試檢測片區 2400 之一更大部分或甚至整個檢測片區。檢測片區 2400 在 X 方向之寬度可由每一檢測頭之電子束數目與各該電子束所掃描之距離之乘積來決定。在完成對檢測片區 2400 之測試之後，台架 2100 可在 X 方向上機械地移動檢測頭，以測試下一片區或例如卸載 TFT 顯示器。

在一替代實施例中，台架 2100 可轉而被定位成使其長尺寸位於 X 方向上，以在 Y 方向上機械地移動附裝至台架 2100 之所有檢測頭，而在 X 方向上對電漿探針進行電子掃描，且在完成對一檢測

片區之測試之後檢測頭會在 X 方向上機械地步進。

第 11B 圖係為根據本發明一實施例之第 11A 圖所示裝置中之電漿探針移動細節之放大插圖。第 11A 圖示出在 X 方向上對電漿探針進行電子掃描與同時在 Y 方向上機械地移動檢測頭之結合如何使電漿探針在一第一對角線掃描 (diagonal scan) 2500 中自一第一探針位置 2510 移動至一第二探針位置 2520。檢測頭之機械移動以及同時對電漿探針進行之電子掃描可適以使電漿探針橫貫 TFT 顯示器上之單一像素列 Ph 之高度，並與沿 TFT 畫素列之一長度 Ps 在 X 方向上所進行之電子束之電子掃描重合。舉例而言，長度 Ps 對應於上述每一電子束在 X 方向上所掃描之距離。檢測頭之移動在 Y 方向上可係為連續的，乃因探針可自一第一列 TFT 畫素上之第一對角線掃描 2500 結束時之第二探針位置 2520 迅速重設至一第二列 TFT 畫素上之第二對角線掃描 2600 開始時之一第三探針位置 2610，該第二列 TFT 畫素在 Y 方向上位於該第一列 TFT 畫素上方。因此，相較於電漿探針僅在 TFT 顯示器表面進行機械移動，此能夠達成對檢測片區 2400 之更快測試覆蓋。

在一實施例中，除用於 OLED 及 LCD 之一全面 (full-scale) 電性測試器之外，使用一電子束感應電漿探針之非機械性接觸訊號測量裝置可與其他基本檢測技術 (例如，使用 Orbotech 公司的 ArrayChecker™ 系統之原子光學檢測 (Automatic Optical Inspection; AOI) 或電光測試) 相組合來執行按需 (on-demand) 電性檢查。首先，藉由不使用電漿探針之基本檢測技術來監測待測結構 170 上之電路 167 中之缺陷 (如上文在第 1 圖中所示)。

若該基本檢測技術偵測到一缺陷，則可將其特性（例如，位置或類型）登記於資料儲存及控制塊 198 中之一控制單元中。若偵測到一缺陷，則使用電漿探針之非機械性接觸訊號測量裝置隨後可藉由電性測量設備 185 來獲取複數資料值，以更佳地且更詳細地表徵該缺陷。該缺陷可例如係為顯示器之一缺陷區域中之一或多個畫素。可使用與該缺陷相關聯之更詳細之表徵資料來確定該缺陷之起源，並提供用於修復該缺陷之資訊，而不像機械探測一般對顯示器造成進一步之損壞。來自電性測量設備 185 之複數資料值可儲存於資料儲存及控制塊 198 中之一資料儲存單元中。資料儲存及控制塊 198 中之一控制單元使用儲存於資料儲存單元中之測試常式來協調及控制資料儲存單元、電性測量設備 185、及訊號源 190 之運作。

舉例而言，當 ArrayChecker™ 系統偵測到一 LCD 面板中之一缺陷畫素時，可藉由以下方式來驗證 TFT 於所述畫素中之傳輸特性：將電子束感應電漿探針放置於畫素電極至少其中之一上，將資料電壓 V_{ds} 設置成其標稱值（約 5 伏至 10 伏），掃描閘極電壓 V_g 並測量所得 I_{ds} 電流。作為另一選擇，可針對 V_g 之固定值來測量 I_{ds} 與 V_{ds} 之關係。在通常具有二或更多個電晶體之 OLED 畫素中，可執行涉及隨時間改變之複數驅動訊號之更複雜測量。應注意，此等測量可能需要在被設計成接受機械探針之區域中利用傳統機械探測將某些外部訊號驅動至待測面板，同時使用至少一電漿探針在其中機械探測有可能進一步損壞顯示器之區域中利用非機械探測來測量待測結構上之訊號或將訊號注入至待測結構上。由於機械探測驅動訊號與使用例如 ArrayChecker™ 等系統之

全面面板測試所使用之訊號相同，因此在包含於 ArrayChecker™ 系統而非一 AOI 系統（其尚未具有機械探測能力）中時，就所需之附加系統功能而言，電漿探針之「按需電性檢查」能力所增加之複雜度較低。

上述使用電漿探針之詳細電性測量能力之一替代實施例可係為一獨立電性表徵系統。藉由使用此種系統，可以一非破壞性方式對 LCD 或 OLED 顯示器之主動區域中 TFT 之效能進行取樣，而不必事先知曉缺陷位置。使用電漿探針之非機械性接觸訊號測量裝置可藉由電性測量設備 185 而獲取複數資料值，以詳細地表徵待測結構上之電路。可將來自電性測量設備 185 之該等資料值儲存於資料儲存及控制塊 198 中之一資料儲存單元中。資料儲存及控制塊 198 中之一控制單元使用儲存於資料儲存單元中之測試常式來協調及控制資料儲存單元、電性測量設備 185、及訊號源 190 之運作。此能力能夠達成對設備效能及均一性之監測，此可尤其有助於在新 TFT 面板設計之生產之產能提升階段 (ramp-up phase) 中辨識製程問題。

在一實施例中，控制單元可協調將待測結構上之一第一訊號線之一第一電性特性設定至一第一狀態。舉例而言，可經由傳統機械探測將一待測 TFT 陣列上之一閘極線上之電壓設定至一第一電壓。隨後，控制器可儲存該等資料值中與待測結構上之一第二訊號線之一第二電性特性相關聯之一第一資料值，該第一資料值係與該第一狀態相關聯。該第二訊號線可由電子束感應電漿探測到，且與該第二訊號線相關聯之資料值可由電性測量設備測量。

舉例而言，電子束感應電漿可用於探測一畫素電極上之電壓，該畫素電極可耦接至位於一待測陣列中之一 TFT 之汲極 (drain)。由電漿探針經由電性測量設備所測量之電壓值可被儲存於資料儲存單元中。隨後，控制器可將第一電性特性設定至一第二狀態，即，使閘極線上之電壓變成一第二電壓。隨後，控制器可儲存該等資料值中與第二電性特性相關聯之一第二資料值，該第二資料值係與該第二狀態相關聯。舉例而言，由電漿探針經由電性測量設備再次測量與同一 TFT 之汲極耦接之畫素電極上之電壓，且將其儲存於資料儲存單元中。因此，第一汲極電壓資料係與第一閘極電壓相關聯，且第二汲極電壓資料係與第二閘極電壓相關聯。第二電性特性可經由電路而響應於第一電性特性。舉例而言，汲極線可經由一互連電晶體 (即，電路) 而響應於閘極線。控制器可重複上述序列直至資料儲存單元中獲得所需量之資料為止，隨後可將該等特性輸出以經由一圖形使用者介面或由傳統技術所產生之硬拷貝 (hard copy) 進行查看。

電漿探針技術具有優於現有解決方案 (例如，目前在 ArrayChecker™ 系統中用於「按需」電性檢查之 IV 探針) 之優點。該等現有之解決方案依賴於與待測畫素之實體接觸 (例如，藉由使用一尖針)。此種方法總是會使所機械接觸之畫素受損，且因此通常不用於 LCD 或 OLED 面板之主動區域上，而是用於鄰近該等面板之測試區域上。因此，現有技術並不容易達成對由其他基本檢測技術手段所偵測缺陷之電性檢查。此外，不同於電漿探測技術，機械接觸探測由於必須在每一所檢測畫素之間將針抬起及降下而會相當慢，且尤其係在具有小特徵之面板上 (例如，OLED

顯示器) 具有差的空間選擇性。

在一實施例中，可藉由以下方式將包含「按需電性檢查」能力之電性檢測系統配置成達成高通量：在一工作台 (stage) 上安裝電子束感應電漿探針檢測頭，該工作台容許該等檢測頭獨立且不受干擾地移動，俾使無電漿探針之基本檢測與使用電漿探針之電性檢查可並列執行。此可例如藉由以下方式達成：在一單獨台架上、或在上面安裝有用於基本檢測之檢測頭之台架之背部上安裝電子束感應電漿探針檢測頭。作為另一選擇，可將電漿探針電性檢查站與用於基本檢測之檢測頭安裝於同一物理基座上，如目前之 IV 探針一樣。在此種情形中，無法達成並列檢測及按需電性檢查，但此在許多情形中、尤其是在製程開發期間係可接受的。

為達成更精確之缺陷檢查結果且較佳地達成電性表徵，可在黑暗中執行使用電漿探針之電性測試，以防止產生光致載子 (photo-induced carrier)。此種載子可掩蓋能夠導致高 TFT OFF 電流之缺陷 (例如，通道缺陷)。在一實施例中，非機械性接觸訊號測量裝置被封閉或適以減少入射於待測結構 170 上之光，使得藉由減少光而提高來自電性測量設備 185 之資料值之精確性。

本發明之上述實施例係為例示性的而非限制性的。亦可達成各種替代及等效實施方式。儘管已藉由舉例方式參照單一電漿探針而闡述了本發明，然而應理解，本發明並不受限於電漿探針之數目。儘管已藉由舉例方式參照一具有圓形形狀之電漿而闡述了本發明，然而應理解，本發明並不受限於電漿之形狀。本發明之各實施例並不受限於形成用於支撐薄膜之框架時所使用之基板材料

之類型。本發明之各實施例並不受限於薄膜、框架、或真空殼體之形狀。本發明之各實施例並不受限於將薄膜或框架附裝至真空殼體之方法。本發明之各實施例並不受限於耦合至電漿之電性測量設備或訊號源之類型或其數目。本發明之各實施例並不受限於電漿探針相對於待測結構之移動方式。此外，本發明可用於需要非實體接觸或非接觸探測之測試應用（例如，平板上之其他電路、微電子電路、電路板、太陽能面板、半導體電路等），而不限於測試薄膜電晶體陣列。在閱讀本發明揭露內容之後，其他增減或潤飾將顯而易見，並仍旨在歸屬於附屬申請專利範圍之範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係為根據本發明一第一實施例之非機械性接觸訊號測量裝置之剖視示意圖；

第 2 圖係為根據本發明一第二實施例之非機械性接觸訊號測量裝置之剖視示意圖；

第 3 圖示出與第 1 圖及第 2 圖所示非機械性接觸訊號測量裝置相關聯之電漿束電阻、有效電漿束電阻、電子束能量、及電漿束直徑之實例性模擬資料；

第 4 圖係為根據本發明一實施例之一薄膜與框架總成之簡化剖視圖；

第 5 圖係為根據本發明一實施例，附裝至一真空殼體之一部分之一薄膜與框架總成之簡化剖視圖；

第 6 圖係為根據本發明一實施例，附裝至一真空殼體之一部分

之一薄膜與框架總成之簡化平面圖；

第 7 圖示出與第 1 圖及第 2 圖所示非機械性接觸訊號測量裝置相關聯之電漿電流、電子束電流、及取樣電壓之實例性特徵化資料；

第 8 圖示出與第 1 圖及第 2 圖所示非機械性接觸訊號測量裝置相關聯之電漿束空間響應之實例性表徵資料；

第 9 圖示出與第 1 圖及第 2 圖所示非機械性接觸訊號測量裝置相關聯之電漿束時間響應之實例性表徵資料；

第 10 圖係為根據本發明一實施例之一雙探針非機械性接觸訊號測量裝置之透視示意圖；

第 11A 圖係為根據本發明一實施例之具有複數個可移動檢測頭之一非機械性接觸訊號測量系統之俯視方框圖；以及

第 11B 圖係為一放大插圖，其示出根據本發明一實施例之第 11A 圖所示裝置中之電漿探針移動之細節。

【主要元件符號說明】

100：非機械性接觸訊號測量裝置

110：電子束

120：電子束產生器

130：真空

140：真空殼體

140a：真空殼體之一部分

145：孔口

150：氣體

155：薄膜與框架總成

160：電漿

160A：第一電漿探針

160B：第二電漿探針

165：第一導體

165AA-165Ai：第一導體區域

165BA-165Bi：第一導體區域

167：電路

167A-167i：線

170：待測結構

175：基座

180：第二導體

180A：第二導體

180B：第二導體

185：電性測量設備

190：訊號源

195：檢測頭

195A：第一檢測頭/檢測頭

195B：第二檢測頭/檢測頭

196：電子源

197：電子光學元件

198：資料儲存及系統控制塊

200：非機械性接觸訊號測量裝置

410：薄膜

420：導電膜

430：框架

440：第一表面

450：第二表面

460：黏合層

470：導電層

480：視窗區域

510：真空法蘭

520：第一表面

530：第二表面

540：開口

550：膠槽

550a：內邊緣

550b：外邊緣

560：第一端部

570：第二端部

580：錐形開口

610：螺紋孔

620：通孔

630：引導通道

1000：雙探針非機械性接觸訊號測量裝置

1100：開路缺陷

1200：方向箭頭

1700：待測結構

1701-1704：TFT 顯示器

1951-1954：檢測頭

2000：非機械性接觸訊號測量系統

2100：台架

2200：探針棒

2400：檢測片區

2500：第一對角線掃描

2510：第一探針位置

2520：第二探針位置

2600：第二對角線掃描

2610：第三探針位置

七、申請專利範圍：

1. 一種非機械性接觸訊號測量裝置，包含：
 - 第一導體，位於一待測結構上；
 - 氣體，接觸該第一導體；
 - 至少一電子束，被引導至該氣體中，以於該至少一電子束穿過該氣體之處於該氣體中形成一電漿；
 - 第二導體，電性接觸該電漿；以及
 - 訊號源，當該電漿被引導於該第一導體上時，該訊號源經由該第一導體、該電漿及該第二導體耦接至一電性測量設備，該電性測量設備可響應於該訊號源。
2. 如請求項 1 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，更包含：
 - 電路，位於該待測結構上，其中該電路耦接至該第一導體，該電性測量設備可響應於該電路。
3. 如請求項 1 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該訊號源耦接至該第一導體，且該電性測量設備耦接至該第二導體。
4. 如請求項 1 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該電性測量設備耦接至該第一導體，且該訊號源耦接至該第二導體。
5. 如請求項 1 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該氣體係為空氣、氮分子、或一惰性氣體。
6. 如請求項 1 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，更包含：
 - 複數電子束，被引導至該氣體中，以於該等電子束穿過該氣體之處於該氣體中形成複數電漿。
7. 如請求項 1 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該待測結構係為一薄膜電晶體陣列。

8. 如請求項 1 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該至少一電子束適以與該待測結構之一位置相應地移動。
9. 如請求項 1 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，更包含：
 - 一資料儲存單元，耦接至該電性測量設備並適以儲存來自該電性測量設備之複數資料值；以及
 - 一控制單元，耦接至該資料儲存單元、該電性測量設備及該訊號源，其中該資料儲存單元、該電性測量設備及該訊號源可響應於該控制單元。
10. 如請求項 1 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，更包含：
 - 一殼體，適以減少入射於該待測結構上之光，其中減少該光能提高來自該電性測量設備之一資料值之精確性。
11. 如請求項 1 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，更包含：
 - 一真空殼體，具有至少一孔口，該待測結構位於該真空殼體之外；以及
 - 至少一電子束產生器，位於該真空殼體中，適以引導該至少一電子束穿過該至少一孔口。
12. 如請求項 11 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，更包含：
 - 一薄膜，於該至少一孔口處附加至該真空殼體，該至少一電子束穿過該薄膜，其中該薄膜適以保持該真空殼體內之一真空狀態並穿過該薄膜傳送該至少一電子束之一第一部分。
13. 如請求項 11 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該真空殼體包含一真空法蘭（vacuum flange），該至少一孔口延伸貫穿該真空法蘭。

14. 如請求項 11 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該第二導體包含環繞該至少一孔口的該真空殼體之一部分，該氣體及該電漿耦合至環繞該至少一孔口的該真空殼體之該部分。
15. 如請求項 11 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該至少一電子束產生器包含：
 - 至少一電子源；以及
 - 至少一電子透鏡，適以將該至少一電子束聚焦至一光點大小 (spot size)。
16. 如請求項 12 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該第二導體包含該薄膜。
17. 如請求項 12 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該薄膜包含一材料，該材料選自由下列組成之群組：氮化矽、碳化矽、氧化鋁、類鑽石 (diamond-like carbon)、石墨、二氧化矽、超薄碳 (ultrathin carbon)、鈹、氮化鈹及聚醯亞胺。
18. 如請求項 12 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該薄膜包含覆蓋於一基板上之一沉積層，該基板係自穿過該基板之一部分之一視窗區域被移除，該基板適以形成用於支撐該薄膜之一框架，且該至少一電子束被引導穿過該框架中之該視窗區域。
19. 如請求項 12 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該第二導體包含覆蓋於該薄膜上之一導電膜，該至少一電子束穿過該導電膜，其中該導電膜適以使該至少一電子束之一第二部分穿過該導電膜而被傳送，且該氣體及該電漿係耦合至該導電膜。

20. 如請求項 15 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，更包含：
 複數電子源。
21. 如請求項 18 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該框架藉由一黏合劑或一夾具而耦接至該真空殼體，以將該視窗區域定位成與該至少一孔口相匹配，進而使該至少一電子束穿過該框架中之該視窗區域而射擊該薄膜。
22. 如請求項 18 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該視窗區域被成型為一狹縫，且該至少一電子束產生器包含：
 至少一電子源；
 至少一電子透鏡，用以將該至少一電子束聚焦至一光點大小；以及
 至少一偏轉光學元件，適以透過該狹縫掃描該至少一電子束。
23. 如請求項 19 所述之非機械性接觸訊號測量裝置，其中該導電膜包含覆蓋於該薄膜上之一黏合層以及覆蓋於該黏合層上之一導電層，該氣體及該電漿係耦合至該導電層。
24. 一種用於藉由非機械性接觸而進行訊號測量之方法，該方法包含：
 於一待測結構上提供一第一導體；
 提供與該第一導體相接觸之一氣體；
 將至少一電子束引導至該氣體中，以於該至少一電子束穿過該氣體之處於該氣體中形成一電漿；
 使一第二導體與該電漿電性耦合；以及
 當該電漿被引導於該第一導體上時，將一訊號源經由該

第一導體、該第二導體及該電漿而耦合至一電性測量設備，
以使該電性測量設備響應於該訊號源。

25. 如請求項 24 所述之方法，更包含：

將該待測結構上之一電路耦接至該第一導體，以使該電
性測量設備響應於該電路。

26. 如請求項 24 所述之方法，更包含：

將該訊號源耦接至該第一導體；以及
將該電性測量設備耦接至該第二導體。

27. 如請求項 24 所述之方法，更包含：

將該電性測量設備耦接至該第一導體；以及
將該訊號源耦接至該第二導體。

28. 如請求項 24 所述之方法，其中該氣體係為空氣、分子態氮、
或一惰性氣體。

29. 如請求項 24 所述之方法，更包含：

將複數電子束引導至該氣體中，以於該等電子束穿過該
氣體之處於該氣體中形成複數電漿。

30. 如請求項 24 所述之方法，更包含：

測試一薄膜電晶體陣列。

31. 如請求項 24 所述之方法，更包含：

使該至少一電子束與該待測結構之一位置相應地移動。

32. 如請求項 24 所述之方法，更包含：

提供一真空殼體，該真空殼體具有至少一孔口，該待測
結構位於該真空殼體之外；以及

由該真空殼體中之至少一電子束產生器引導該至少一電

子束穿過該至少一孔口。

33. 如請求項 25 所述之方法，更包含：

將來自該電性測量設備之複數資料值儲存於一資料儲存單元中，該等資料值係與該待測結構上之該電路相關聯；以及

由一控制單元控制該資料儲存單元、該電性測量設備及該訊號源。

34. 如請求項 25 所述之方法，更包含：

監測該待測結構上之該電路中之一缺陷；

若偵測到該缺陷，則登記於一控制單元；

若偵測到該缺陷，則將來自該電性測量設備之複數資料值儲存於一資料儲存單元中，該等資料值係與該待測結構上之該電路中之該缺陷相關聯；以及

由該控制單元控制該資料儲存單元、該電性測量設備及該訊號源。

35. 如請求項 32 所述之方法，更包含：

藉由該至少一孔口處之一薄膜而於該真空殼體內保持一真空狀態；以及

經由該薄膜傳送該至少一電子束之一第一部分。

36. 如請求項 32 所述之方法，更包含：

提供一真空法蘭；以及

使該至少一孔口延伸貫穿該真空法蘭。

37. 如請求項 32 所述之方法，更包含：

使環繞該至少一孔口的該真空殼體之一部分耦合至該氣

體及該電漿，環繞該至少一孔口的該真空殼體之該部分作為該第二導體。

38. 如請求項 32 所述之方法，更包含：

提供該至少一電子束；以及

將該至少一電子束聚焦至一光點大小。

39. 如請求項 33 所述之方法，其中該控制步驟包含：

將該待測結構上之一第一訊號線之一第一電性特性設定至一第一狀態；

儲存與該待測結構上之一第二訊號線之一第二電性特性相關聯之該等資料值其中之一第一資料值，該第一資料值係與該第一狀態相關聯；

將該第一電性特性設定至一第二狀態；以及

儲存與該第二電性特性相關聯之該等資料值其中之一第二資料值，該第二資料值係與該第二狀態相關聯，其中該第二電性特性可藉由該電路而響應於該第一電性特性。

40. 如請求項 35 所述之方法，其中該薄膜包含一材料，該材料選自由下列組成之群組：氮化矽、碳化矽、氧化鋁、類鑽石、石墨、二氧化矽、超薄碳、鈹、氮化鈹及聚醯亞胺。

41. 如請求項 35 所述之方法，更包含：

將該薄膜沈積作為覆蓋於一基板上之一層；

藉由穿過該基板之一部分自一視窗區域移除該基板而形成一用於支撐該薄膜之框架；以及

引導該至少一電子束穿過該框架中之該視窗區域。

42. 如請求項 35 所述之方法，更包含：

穿過覆蓋於該薄膜上之一導電膜而傳送該至少一電子束之一第二部分，該導電膜作為該第二導體；以及將該氣體及該電漿耦合至該導電膜。

43. 如請求項 38 所述之方法，更包含：

提供複數電子束。

44. 如請求項 41 所述之方法，更包含：

藉由一黏合劑或夾具將該框架耦接至該真空殼體；將該視窗區域定位成與該至少一孔口相匹配；以及使該至少一電子束穿過該框架中之該視窗區域而射擊該薄膜。

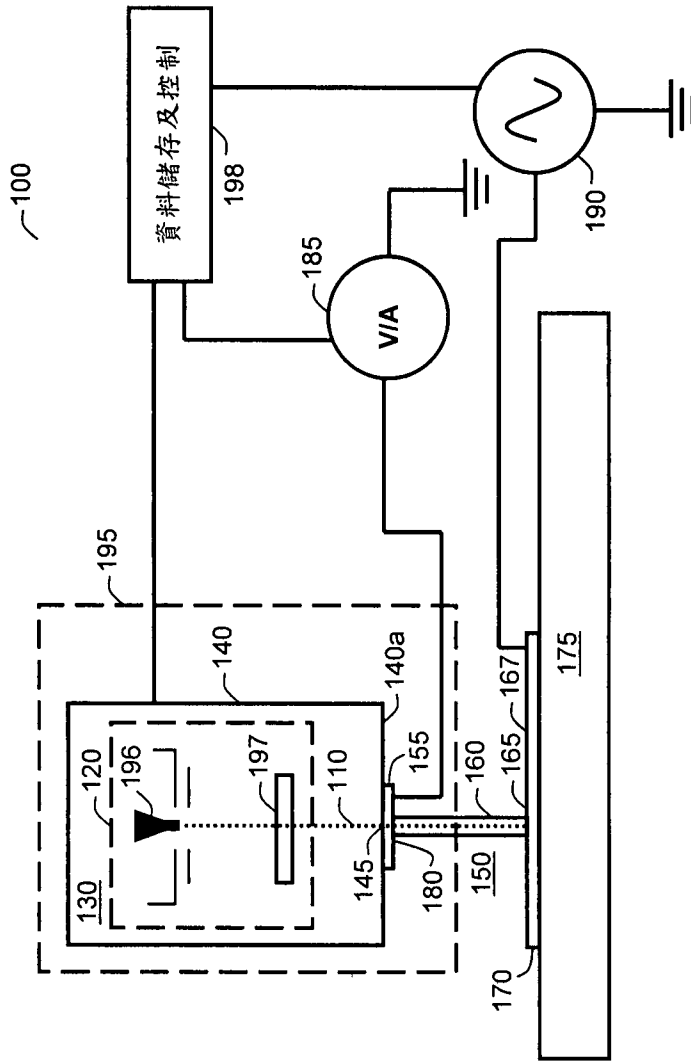
45. 如請求項 41 所述之方法，更包含：

將該視窗區域成型為一狹縫；提供該至少一電子束；將該至少一電子束聚焦至一光點大小；以及透過該狹縫掃描該至少一電子束。

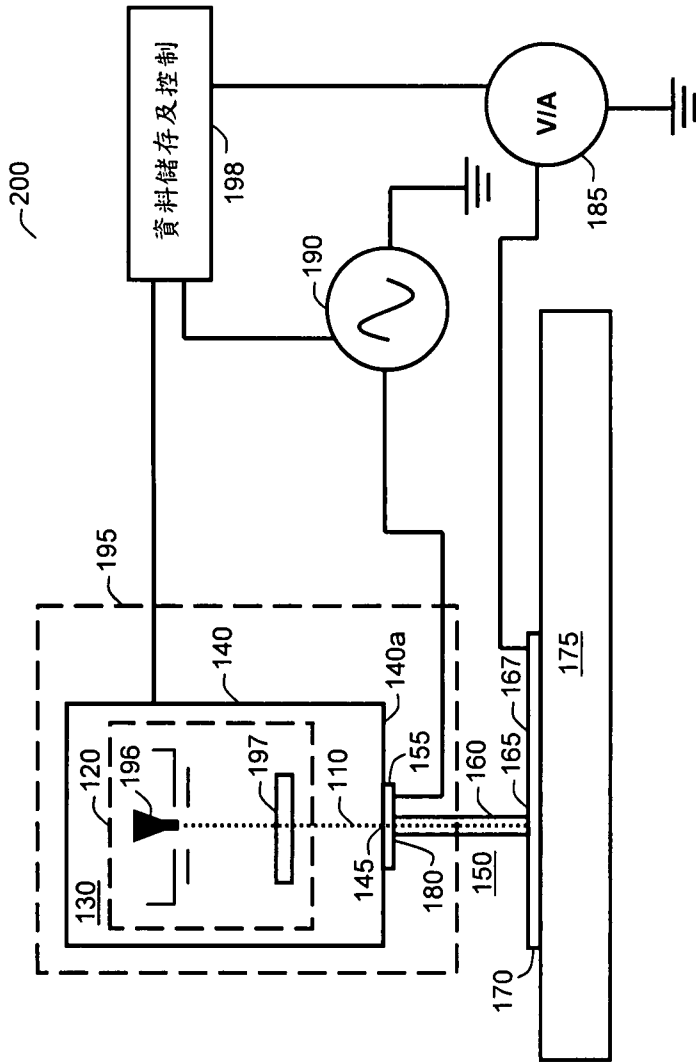
46. 如請求項 42 所述之方法，更包含：

以一黏合層覆蓋該薄膜；以一導電層覆蓋該黏合層；以及將該氣體及該電漿耦合至該導電層。

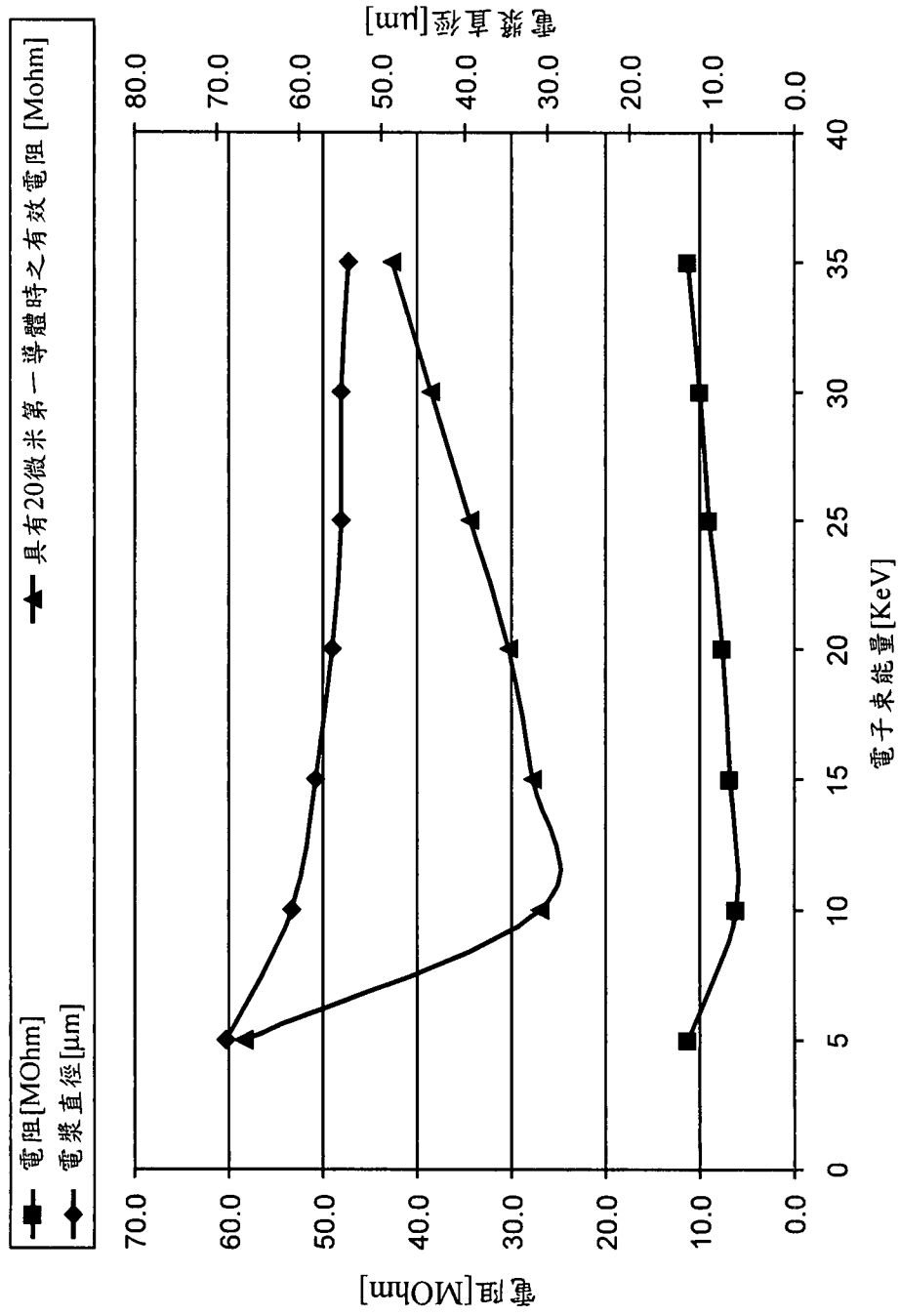
八、圖式：



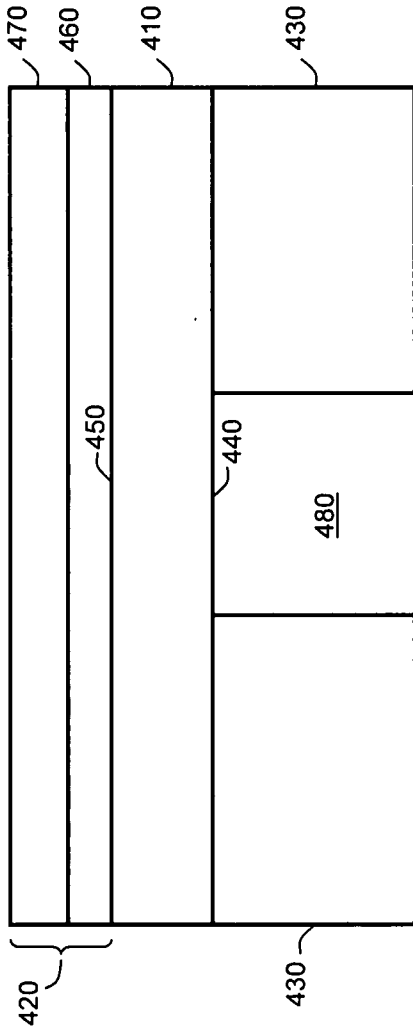
第1圖



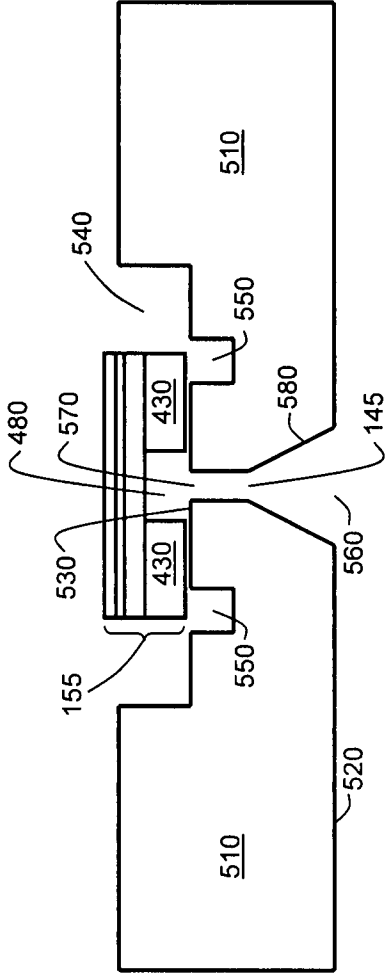
第2圖



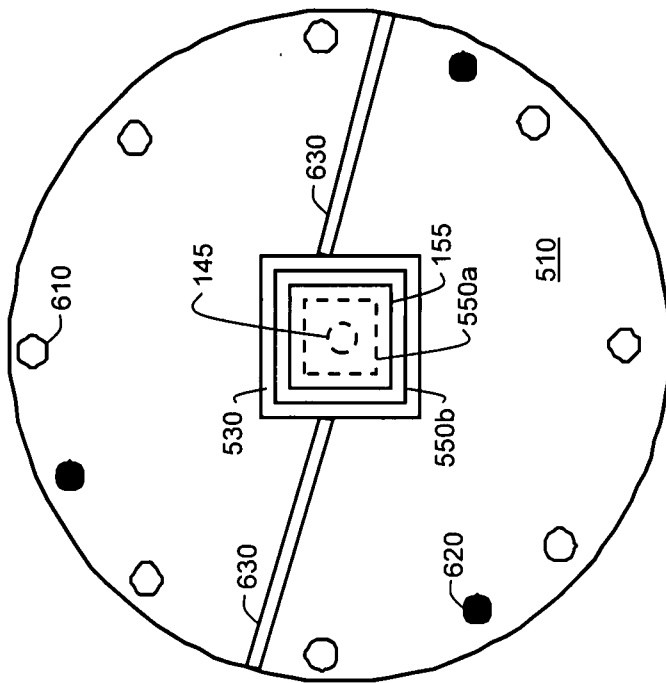
第3圖



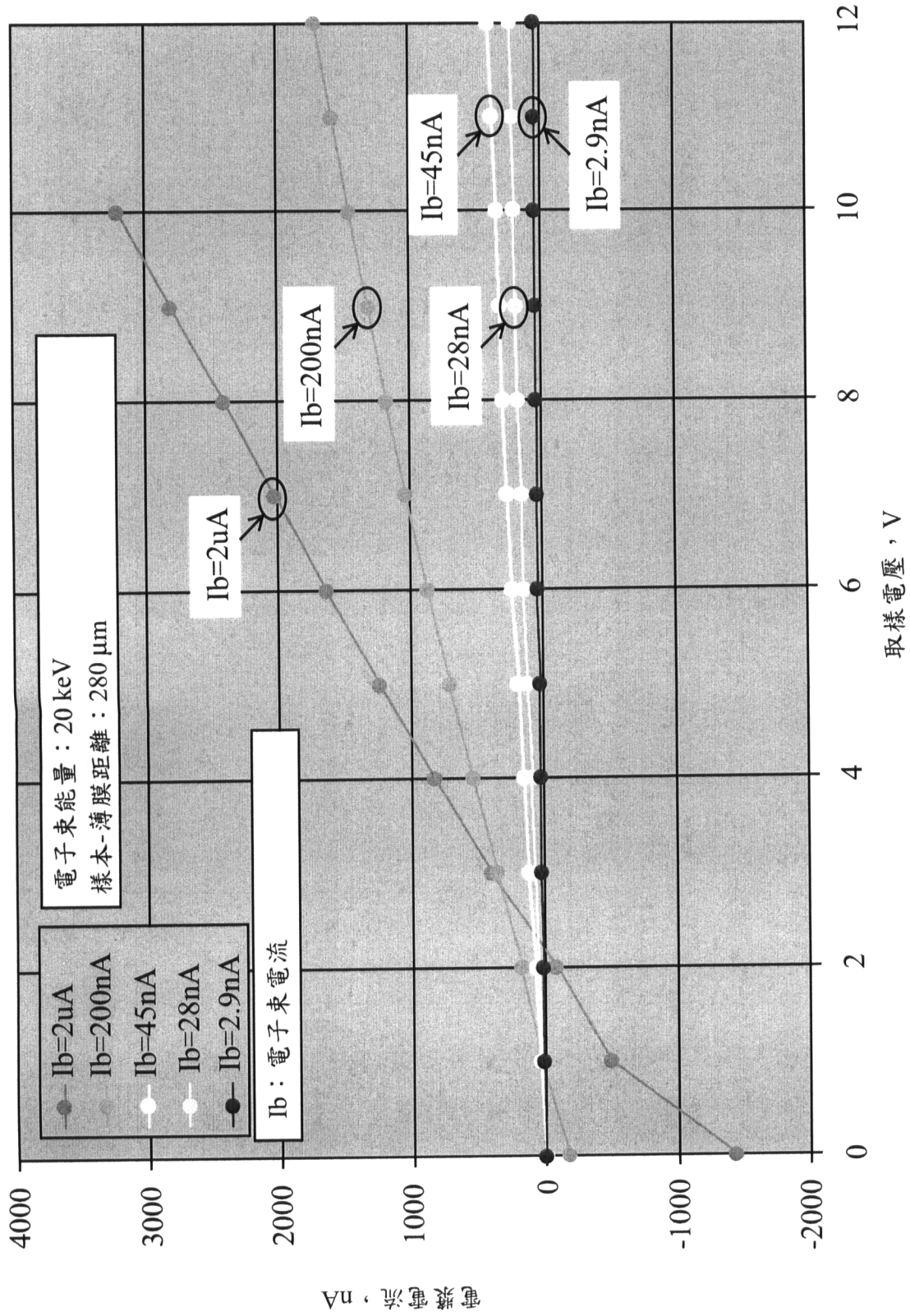
第4圖



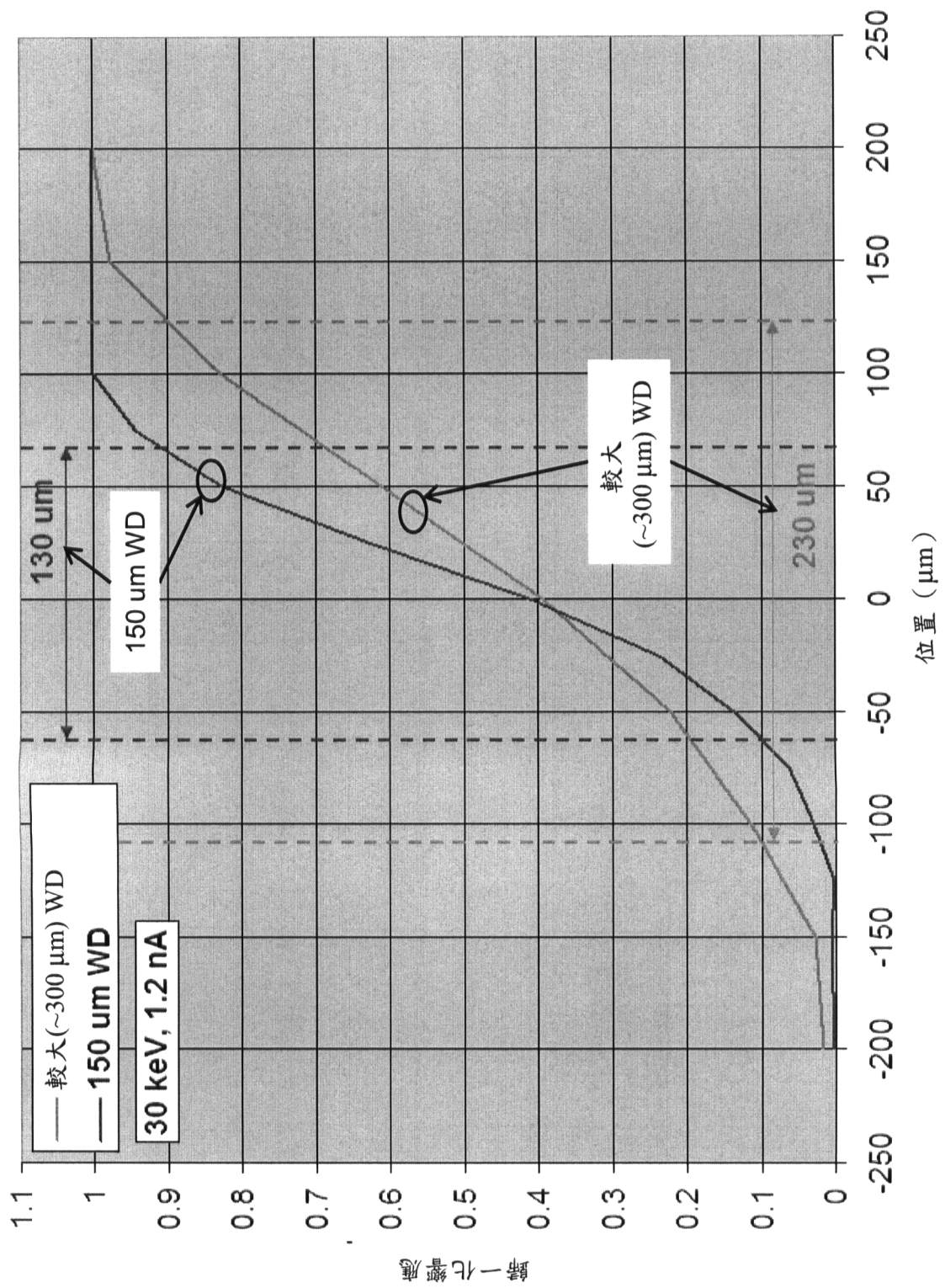
第5圖



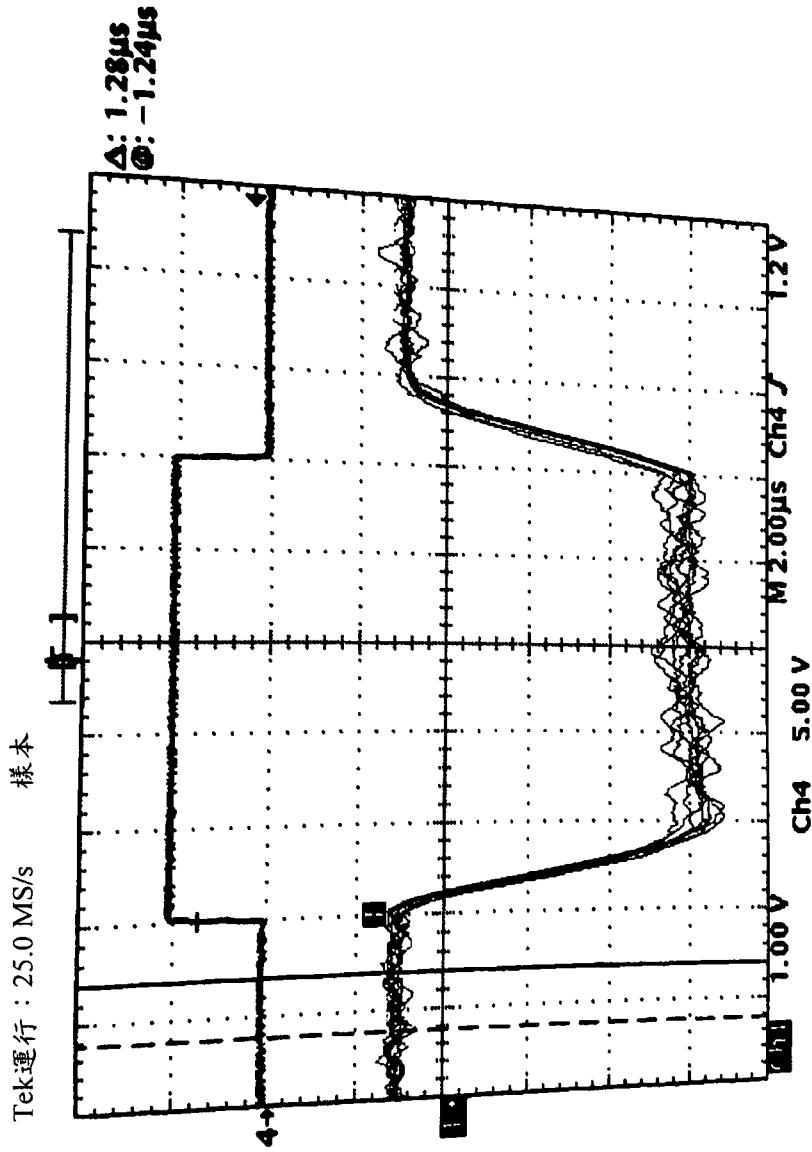
第6圖



第7圖



第8圖



第9圖

