



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201809656 A

(43)公開日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：106120199

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 06 月 16 日

(51)Int. Cl.：

G01N29/06 (2006.01)**G01Q60/32 (2010.01)****G03F7/20 (2006.01)****G03F9/00 (2006.01)**

(30)優先權：2016/06/17

歐洲專利局

16175008.8

(71)申請人：荷蘭 TNO 自然科學組織公司 (荷蘭) NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR
TOEGEPAST-NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK TNO (NL)
荷蘭

(72)發明人：范艾斯 馬汀 H. VAN ES, MAARTEN HUBERTUS (NL)；沙地海恩瑪納尼 哈
美德 SADEGHIAN MARNANI, HAMED (IR)

(74)代理人：劉法正；尹重君

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：6 共 41 頁

(54)名稱

判定重疊誤差之方法、用以製造多層半導體裝置之方法、原子力顯微鏡裝置、微影系統及半導體裝置

METHOD OF DETERMINING AN OVERLAY ERROR, METHOD FOR MANUFACTURING A
MULTILAYER SEMICONDUCTOR DEVICE, ATOMIC FORCE MICROSCOPY DEVICE,
LITHOGRAPHIC SYSTEM AND SEMICONDUCTOR DEVICE

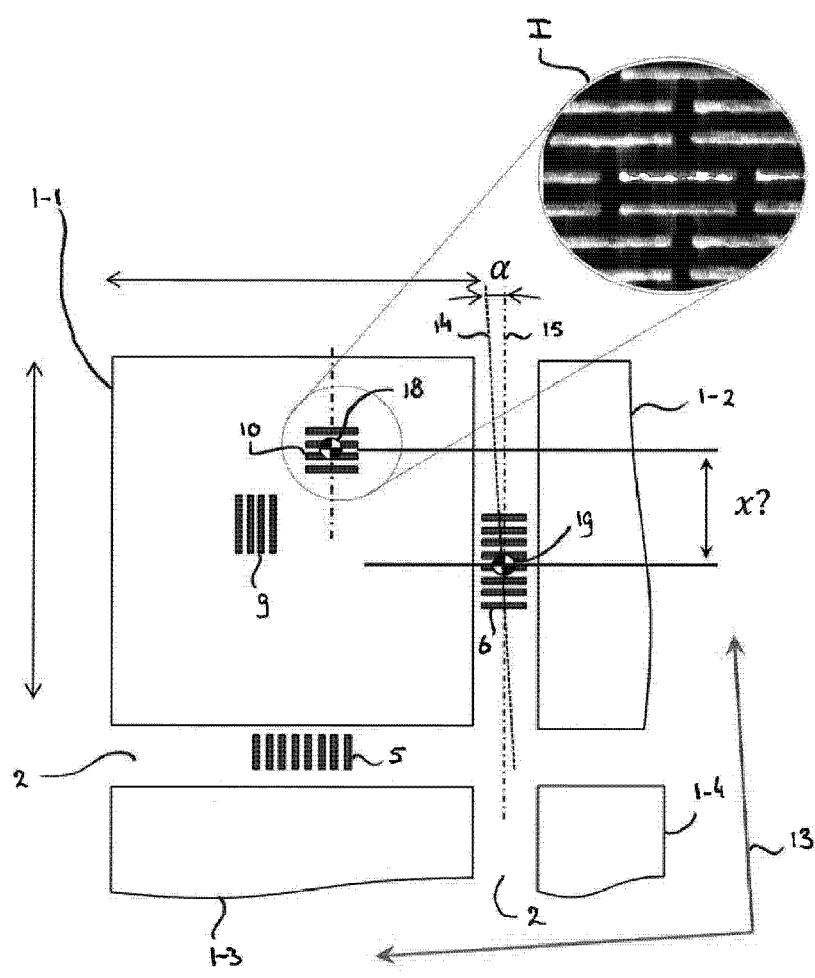
(57)摘要

使用一原子力顯微術系統對介於一多層半導體裝置之諸裝置層之間的一重疊誤差進行判定之方法，其中該半導體裝置包括含有一第一圖型化層及一第二圖型化層之一裝置層堆疊，以及其中該原子力顯微術系統包含一掃描頭，該掃描頭包括一探針，該探針包含一懸臂及布置在該懸臂上之一探測尖端，其中該方法包含：使該探測尖端與該半導體裝置在平行於表面之一或多個方向彼此相對移動，以供利用該探測尖端對該表面進行掃描；以及在該掃描期間以一尖端位置偵檢器監測該探測尖端相對於該掃描頭之動作，用於取得一輸出信號；其中該方法更包含：在該掃描期間，對該探針或該半導體裝置其中至少一者以一第一頻率施加包含一信號分量之一第一聲學輸入信號；分析該輸出信號，用於至少映射該半導體裝置之該表面下面之次表面奈米結構；以及基於該分析，對介於該第一圖型化層與該第二圖型化層之間的該重疊誤差進行判定。

Method of determining an overlay error between device layers of a multilayer semiconductor device using an atomic force microscopy system, wherein the semiconductor device comprises a stack of device layers comprising a first patterned layer and a second patterned layer, and wherein the atomic force microscopy system comprises a scan head, the scan head including a probe, the probe comprising a cantilever and a probe tip arranged on the cantilever, wherein the method comprises: moving the probe tip and the semiconductor device relative to each other in one or more directions parallel to the surface for scanning of the surface with the probe tip; and monitoring motion of the probe tip relative to the scan head with a tip position detector during said scanning for obtaining an output signal; wherein the method further comprises: during said scanning, applying a first acoustic input signal comprising a signal component at a first frequency to at least one of the probe or the semiconductor device; analyzing the output signal for mapping at least

subsurface nanostructures below the surface of the semiconductor device; and determining the overlay error between the first patterned layer and the second patterned layer based on the analysis.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 1-1、1-2、1-3、1-4 . . . 半導體裝置
- 2 . . . 刻劃道
- 5、6 . . . 標誌元素
- 9、10 . . . 圖型特徵
- 13 . . . 計量坐標系統
- 14 . . . 對準方位
- 15 . . . 對準軸
- 18 . . . 感測器
- 19 . . . 感測器

【圖1】



【發明摘要】

【中文發明名稱】

判定重疊誤差之方法、用以製造多層半導體裝置之方法、原子力顯微鏡裝置、微影系統及半導體裝置

【英文發明名稱】

METHOD OF DETERMINING AN OVERLAY ERROR, METHOD FOR MANUFACTURING A MULTILAYER SEMICONDUCTOR DEVICE, ATOMIC FORCE MICROSCOPY DEVICE, LITHOGRAPHIC SYSTEM AND SEMICONDUCTOR DEVICE

【中文】

使用一原子力顯微術系統對介於一多層半導體裝置之諸裝置層之間的一重疊誤差進行判定之方法，其中該半導體裝置包括含有一第一圖型化層及一第二圖型化層之一裝置層堆疊，以及其中該原子力顯微術系統包含一掃描頭，該掃描頭包括一探針，該探針包含一懸臂及布置在該懸臂上之一探測尖端，其中該方法包含：使該探測尖端與該半導體裝置在平行於表面之一或多個方向彼此相對移動，以供利用該探測尖端對該表面進行掃描；以及在該掃描期間以一尖端位置偵檢器監測該探測尖端相對於該掃描頭之動作，用於取得一輸出信號；

其中該方法更包含：在該掃描期間，對該探針或該半導體裝置其中至少一者以一第一頻率施加包含一信號分量之一第一聲學輸入信號；分析該輸出信號，用於至少映射該半導體裝置之該表面下面之次表面奈米結構；以及基於該分析，對介於該第一圖型化層與該第二圖型化層之間的該重疊誤差進行判定。

【英文】

Method of determining an overlay error between device layers of a multilayer semiconductor device using an atomic force microscopy system, wherein the semiconductor device comprises a stack of device layers comprising a first patterned layer and a second patterned layer, and wherein the atomic force microscopy system comprises a scan head, the scan head including a probe, the probe comprising a cantilever and a probe tip arranged on the cantilever, wherein the method comprises: moving the probe tip and the semiconductor device relative to each other in one or more directions parallel to the surface for scanning of the surface with the probe tip; and monitoring motion of the probe tip relative to the scan head with a tip position detector during said scanning for obtaining an output signal;

wherein the method further comprises: during said scanning, applying a first acoustic input signal comprising a signal component at a first frequency to at least one of the probe or the semiconductor device; analyzing the output signal for mapping at least subsurface nanostructures below the surface of the semiconductor device; and determining the overlay error between the first patterned layer and the second patterned layer based on the analysis.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1-1、1-2、1-3、1-4…半導體裝置

2…刻劃道

5、6…標誌元素

9、10…圖型特徵

13…計量坐標系統

14…對準方位

15…對準軸

18…感測器

19…感測器

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

判定重疊誤差之方法、用以製造多層半導體裝置之方法、原子力顯微鏡裝置、微影系統及半導體裝置

【英文發明名稱】

METHOD OF DETERMINING AN OVERLAY ERROR, METHOD FOR MANUFACTURING A MULTILAYER SEMICONDUCTOR DEVICE, ATOMIC FORCE MICROSCOPY DEVICE, LITHOGRAPHIC SYSTEM AND SEMICONDUCTOR DEVICE

【技術領域】

【0001】本方法係針對一種使用一原子力顯微術系統對介於一多層半導體裝置之諸裝置層之間的一重疊誤差進行判定之方法，其中該半導體裝置包括含有一第一圖型化層及一第二圖型化層之一裝置層堆疊。本方法係進一步針對一種用於製造一多層半導體裝置之製造方法、一原子力顯微術裝置、一微影系統及一半導體裝置。

【先前技術】

【0002】半導體產業之發展一般是由摩爾定律所支配，其預測一密集積體電路中每兩年的電晶體數量。如將會了解的是，每當遭遇物理定律所構成之技術界線，這便造成顯著的技術挑戰，而且需要克服才能符合積體電路愈來愈小的產業需求。

【0003】二十世紀已遭遇的一個典型挑戰為需要將一多層半導體裝置之諸功能層之間的層間錯準列入考慮。

在半導體裝置之多層結構中，功能裝置層一般是沉積在其他功能層上。功能產品特徵(即各層中形成之圖型的特徵)需要與相連功能層中之特徵準確對準，才能夠正確操作終端產品：半導體裝置。這是藉由判定後續層件中諸標誌元素之間的相對位置，透過在製造期間監測一重疊誤差來達成。「重疊誤差」一詞係有關於諸後續層件之間的錯準量，並因此包括偏移誤差(即一層件之與其他層件有關之位置中的誤差)、及層件對準誤差(即一層件相對其他層件之不正確方位)。根據摩爾定律，判定重疊誤差方面之這樣的改善、及其後達成之進步已容許在過去數十年持續將半導體元件施作的愈來愈小。應用於測量重疊誤差之技術現況為使用繞射光學器件來判定介於諸標誌元素之間的一相對距離。

【0004】計量方面的重大挑戰之一為測量由諸如金屬之非光學透明層所覆蓋之靶的。另外，隨著裝置尺寸移動至下一個節點，期望在產品特徵上進行計量，其需要比光學器件可提供者更高的橫向解析度。金屬性阻劑層之使用近來已受到微影領域關注。此外，新極紫外線(EUV)微影方法容許沉積對光呈不透明之金屬層。對於這些層件，因此不可能使用習知的方法來驗證重疊誤差。然而，即使是其他材料，判定重疊誤差之習知方法也不理想，例如所提供的對比度不足、或信號雜訊比(SNR)低，其中某些特徵的可見度可能很差。目前的方法因此鑑於運算額外負荷在判定重疊誤差方面並不理想，而且對於所判定之誤差在

控制方面有所限制。

【0005】 目前方法的另一缺點在於可應用繞射光學方法「看到」的標誌特徵在尺寸方面遠大於功能產品特徵，即圖型特徵，此為現今根據摩爾定律所欲者。因此，即使一多層半導體裝置之後續層件中可正確對準標誌元素，仍無法保證後續層件中小很多的圖型特徵得以正確對準。這些小圖型特徵因例如所用對準感測器之透鏡誤差而受到不同影響。因此，隨著裝置變為更小，製造期間愈來愈難以排除非所欲或破壞性重疊誤差。

【發明內容】

【0006】 本發明之一目的在於排除先前技術之上述缺點，以及提供一種可與現有微影方法配合應用之準確高解析度重疊誤差偵檢方法。

【0007】 如上述，在本文件各處，「重疊誤差」一詞係有關於諸後續層件之間的錯準量，並因此包括偏移誤差(即一層件之與其他層件有關之位置中的誤差)、及層件對準(即一層件相對其他層件之不正確方位)。

【0008】 為此，根據一第一態樣，本文提供有一種使用一原子力顯微術系統對介於一多層半導體裝置之諸裝置層之間的一重疊誤差進行判定之方法，其中該半導體裝置包括至少含有一第一圖型化層及一第二圖型化層之一裝置層堆疊，以及其中該原子力顯微術系統包含至少一個掃描頭，該掃描頭包括一探針，該探針包含一懸臂及布置在該懸臂上之一探測尖端，其中該方法包含：使該探測尖端與

該半導體裝置在平行於表面之一或多個方向彼此相對移動，以供利用該探測尖端對該表面進行掃描；以及在該掃描期間以一尖端位置偵檢器監測該探測尖端相對於該掃描頭之動作，用於取得一輸出信號；其中該方法更包含：在該掃描期間，對該探針或該半導體裝置其中至少一者以一第一頻率施加包含一信號分量之一第一聲學輸入信號；分析該輸出信號，用於至少映射該半導體裝置之該表面下面之次表面奈米結構；以及基於該分析，對介於該第一圖型化層與該第二圖型化層之間的該重疊誤差進行判定。

【0009】本發明能夠以一非常高的解析度，直接測量重疊誤差(包括偏移誤差及層件對準誤差)，與裝置層之一材料組成無關。為此，本發明在一微影系統中應用超音波原子力顯微術進行奈米結構之次表面偵檢。本方法在應用時可與裝置層中的材料無關。此外，本方法容許同時偵檢位在裝置之表面下面、及位處裝置之表面的奈米結構，並且可因此在整個製造程序期間(例如沉積各層件之後)、或全部在結束時(例如：當作一最終檢查)進行。因此，根據一些實施例，本發明包含以下之一附加步驟：基於利用尖端位置偵檢器所取得之輸出信號，在半導體裝置之表面上映射表面上奈米結構，但此步驟屬於任選。

【0010】另一優點在於可藉由適當地選擇聲學輸入信號之頻率來取得非常高的解析度 - 比利用習知的光學重疊誤差判定方法所取得者高很多。本發明因此針對不同頻率範圍內之不同聲學輸入信號包括各項實施例，端視所欲

解析度及對比度機制而定(有些材料組合從彈性可比從散射提供更好的對比度，反之亦然)。

【0011】總而言之，將瞭解的是，本方法同樣可配合包括一個或多個掃描頭之原子力顯微術系統加以應用。使用多個掃描頭具有提供一更高產出量之優點，其從而可在例如工業應用中提供效益。此外，本方法並非專門受限於微影系統及方法方面的應用，而是亦可應用於其他方法，諸如奈米壓印。此外，與微影系統結合使其大致可應用於不同類型的微影方法，舉例而言，包括極紫外線(EUV)微影及電子束微影。

【0012】根據一些實施例，本方法包含在該掃描期間，對該半導體裝置以一第二頻率施加包含一信號分量之一第二聲學輸入信號。例如以稍微不同的頻率施加多個聲學輸入信號舉例而言，能夠使用外差測量技巧，將一非常高頻聲學信號降頻轉換至更低的頻率範圍，其中該信號之特性變為可測量。其優點為在這些非常高的頻率(例如高於1吉赫(GHz))下，輸出信號之特性包括樣本內(奈米)結構處聲學信號之散射影響。在這些頻率下，即使非常小的裝置特徵也變為可見。因此，本方法可應用於直接測量裝置層之諸圖型化特徵之間的重疊誤差。如可了解的是，亦可應用其他降頻轉換技巧，諸如同差技巧。

【0013】實質上，在這些實施例中，藉由施加所具之一頻率 f_2 稍微偏離該(第一)聲學輸入信號之一頻率 f_1 的一進一步聲學輸入信號，可由其取得在差頻 $|f_2 - f_1|$ 處及在疊

頻(f_1+f_2)處包含頻率分量之一混合信號。若兩頻率之間的偏移變為夠小，則這些分量中的前者變為可測量良好，即差頻 $|f_2-f_1|$ 處的分量可測量良好。引發聲波之聲學輸入信號一經遭遇次表面結構便會繞射。因此，藉由準確調諧兩頻率 f_1 與 f_2 ，透過分析差頻 $|f_2-f_1|$ 處的信號分量，聲學輸出信號中所傳送之受繞射影響的聲學信號變為可測量，即使是範圍高於1 GHz之聲學信號亦然。因此，這容許微米與奈米級的次表面結構變為可見，使用本發明之方法實現其成像。

【0014】根據本發明應用一外差測量技巧之一進一步重要優點在於，這容許測量相位與振幅兩者。在這方面，本方法與施加一調幅輸入信號之同差方法有所區別，該同差方法僅容許測量振幅。結合測量相位與振幅兩者，能夠改善次表面結構的可偵檢性，因為不同材料組成之間能夠有所區別。

【0015】降頻轉換因探測尖端與樣本表面之間的相互作用動態特性而有可能，其受到一非線性轉移函數所支配。若要理解這些實施例的原理，重要的是必須明白如此混合兩聲學輸入信號並不足以取得差頻下之一信號分量，如所欲。該所欲頻率分量在樣本表面與探測尖端之間的相互作用中找到其起源，其具有一非線性特性。這是因為事實上，此相互作用不受樣本表面處之原子與形成探測尖端之原子之間的(非線性)凡得瓦力與排斥力所支配，係藉由其連納-瓊司位勢來特性化。使用探測尖端測量之輸出信號

因此在差頻下含有所欲信號分量。

【0016】舉例而言，在一些實施例中，第一頻率大於1吉赫(GHz)，並且第二頻率大於1吉赫(GHz)。舉例而言，想到許多固體材料中在20 °C下的音速一般範圍介於2500 m/s與6500 m/s (對於縱波而言)。如一標準值，假設一材料具有 5×10^3 m/s之一音速，1 GHz之一聲波將具有 5×10^{-6} 公尺之一波長，亦即5微米。因此，此材料中之繞射限制容許大於5微米之次表面結構可用1 GHz之一聲學輸入信號來偵檢。該繞射限制在甚至更高的頻率下、及音速更小的材料中進一步降低。對於10 GHz之一聲學輸入信號，假設其他條件不變，500奈米或更大的結構變為可偵檢。對於100 GHz之一聲學輸入信號，假設其他條件不變，50奈米或更大的結構變為可偵檢。

【0017】根據一些實施例，其中該第一頻率與該第二頻率使得該第一與該第二頻率之間的一差異小於10百萬赫茲，較佳為小於5百萬赫茲，以及更佳為小於1百萬赫茲。這在輸出信號中產出處於這些相同範圍內、且可偵檢與分析良好的信號分量。

【0018】在又其他實施例中，其中施加一第一與一第二聲學輸入信號，該第一頻率處於0.01百萬赫茲(MHz)至100百萬赫茲(MHz)之一範圍內，以及其中該第二頻率處於0.01百萬赫茲(MHz)至100百萬赫茲(MHz)之一範圍內。在這些範圍內，該信號在內部或次表面結構處的散射並未在樣本與所施加之信號之間的相互作用中扮演一角

色。反而，輸出信號之特性指出樣本在其與表面相互作用處的局部黏彈性質。這些彈性性質還取決於次表面結構及其材料組成是否存在。藉由再次施加一外差測量技巧，輸出信號之相位與振幅兩者都變為可測量。該等頻率可予以彼此相對調諧以提供輸出信號中之最佳對比度，兩者都用於輸出信號之已定振幅，如用於相位。如將在下文進一步論述者，要注意本發明不受限於將一第一及一第二聲學輸入信號兩者都施加。藉由施加至少具有範圍在0.01至100百萬赫茲(MHz)內之單一頻率的一聲學輸入信號，已可偵檢次表面結構。

【0019】一般而言，根據本發明，施加聲學輸入信號有許多適合方式，並且本發明在這方面並未受到限制。然而，根據一些實施例，該第一聲學輸入信號係施加至該探針，以及其中該聲學輸入信號係藉由包含下列之一群組其中至少一者來施加：連接至該懸臂或該探測尖端之一聲能轉換器、與該探測尖端相配合之一靜電致動器(其中該探測尖端係可撓地附接至該懸臂)、或該懸臂或該探測尖端其中至少一者之光熱激發。

【0020】已發現為了在要應用之一重疊誤差判定方法中使用，例如在一微影程序中使用，樣本或半導體裝置與施加工具(諸如任何種類之一換能器或致動器)之間的接觸並非所欲。因此，相對例如藉由任何種類之一換能器或致動器來施加聲學輸入信號之直接接觸施加方法，較佳的是用以對樣本施加聲學輸入信號之非接觸方法、或完全未

對樣本施加聲學輸入信號之方法。因此，輸入信號可藉由探測尖端或懸臂之激發來施加，例如藉由一換能器、靜電激發方法或光熱激發來施加。

【0021】此外，根據一些實施例，其中該樣本要受到激發，該第二或該第一聲學輸入信號係施加至該半導體裝置，以及該信號可藉由該半導體裝置之該表面之光熱激發來施加。光熱激發舉例而言，可使用一脈動光束來提供，亦即使用具有一變化強度之一光束來提供。樣本與一換能器或其他工具之間從而不需要接觸。

【0022】如以上之簡短論述，根據不必然需要一第二或進一步聲學輸入信號(例如不依賴外差測量技巧)之一些實施例，在沒有一進一步聲學輸入信號的情況下對探針施加第一聲學輸入信號，以及第一頻率是在0.01百萬赫茲至100百萬赫茲之一範圍內。藉由使用具有給定範圍內之一頻率的一個聲學輸入信號，在一些狀況中，已很可能偵檢次表面結構，並從而判定重疊誤差。在此範圍內，偵檢是以使用受激探測尖端對樣本表面進行局部彈性性質判定為基礎。

【0023】本發明根據其第二態樣係進一步針對一種製造一多層半導體裝置之方法，其包含下列步驟：在一基材上形成一材料層堆疊，其包含沉積至少兩個後續圖型化半導體材料層，該等圖型化層包含一第一圖型化層及一第二圖型化層；以及對介於該第一圖型化層與該第二圖型化層之間的一重疊誤差進行判定；其中判定該重疊誤差之步

驟包含根據該第一態樣使用一超音波原子力顯微術裝置之一種方法。所述的重疊誤差判定方法可與製造方法整合良好，例如與一微影方法整合良好，尤其(但非專門)是在應用高產出量原子力顯微術方法的情況，其容許在製作半導體裝置期間有效率地進行此類重疊偵檢方法。

【0024】因此，根據一第三態樣，本發明係針對一種用於在一微影系統中使用之原子力顯微術裝置，該裝置包含至少一個掃描頭，該掃描頭包括一探針，該探針包含一懸臂及布置在該懸臂上之一探測尖端，其中該裝置更包含：與該掃描頭或一基材保持器其中至少一者相配合之一致動器，用於使該探測尖端與該半導體裝置在平行於該表面之一或多個方向彼此相對移動，以供利用該探測尖端對該表面進行掃描；用於在該掃描期間對該探測尖端相對於該掃描頭之動作進行測量之一尖端位置偵檢器，該偵檢器係布置成用於提供指出該動作之一輸出信號；以及用於對出自該尖端位置偵檢器之該輸出信號進行接收及分析之一控制器；其中該原子力顯微術裝置更包含：用於對該探針或該半導體裝置其中至少一者以一第一頻率施加包含一信號分量之一第一聲學輸入信號的一第一致動器；其中該控制器係布置成用於分析該輸出信號，用於至少映射該半導體裝置之該表面下面之次表面奈米結構，以及用於基於該分析，對介於該第一圖型化層與該第二圖型化層之間的該重疊誤差進行判定。該AFM裝置可包含一或多個掃描頭，如上文所述。多個掃描頭提供增加產出量的優點。

【0025】根據一些實施例，該原子力顯微術裝置包含用於對該半導體裝置以一第二頻率施加包含一信號分量之一第二聲學輸入信號的一第二致動器。根據一些實施例，該第一致動器可布置成用於對該探針施加該第一聲學輸入信號，其中該第一致動器包括含有下列之一群組之至少一個元件：連接至該懸臂或該探測尖端其中至少一者之一聲能轉換器、與該懸臂相配合之一靜電致動器、與該探測尖端相配合之一靜電致動器(其中該探測尖端係可撓地附接至該懸臂)、或用於光熱激發該懸臂或該探測尖端其中至少一者之一脈衝光源(諸如一脈衝雷射)。在對該半導體裝置施加該第二或該第一聲學輸入信號其中至少一者之實施例中，根據一些實施例，該第二致動器可包含用於藉由該半導體裝置之該表面之光熱激發來施加該各別第二或第一聲學輸入信號之一脈衝光源。

【0026】根據一第四態樣，本發明係針對一種用於製造一多層半導體裝置之微影系統，該系統包含根據該第三態樣之一原子力顯微術裝置。

【0027】此外，根據一第五態樣，本發明係針對一種使用一原子力顯微術系統對一半完成多層半導體裝置之一圖型化裝置層之一對準進行判定之方法，用於降低製造該半導體裝置期間之重疊誤差，其中該半完成半導體裝置包含將包括該圖型化裝置層之一或多層覆蓋之一阻劑層，以及其中該原子力顯微術系統包含至少一個掃描頭，該掃描頭包括一探針，該探針包含一懸臂及布置在該懸臂上之一

探測尖端，其中該方法包含：使該探測尖端與該半導體裝置在平行於該表面之一或多個方向彼此相對移動，以供利用該探測尖端對該表面進行掃描；以及在該掃描期間以一尖端位置偵檢器監測該探測尖端相對於該掃描頭之動作，用於取得一輸出信號；其中該方法更包含：在該掃描期間，對該探針或該半導體裝置其中至少一者以一第一頻率施加包含一信號分量之一第一聲學輸入信號；分析該輸出信號，用於至少映射該半導體裝置之該表面下面之次表面奈米結構；以及基於該分析來判定該圖型化裝置層之該對準；其更包括以下步驟：基於該圖型化裝置之該已定對準，相對於要在該半導體裝置上形成之一進一步圖型化裝置層之一對準，調適該半導體裝置之該對準。

【0028】根據一第六態樣，本發明係有關於使用根據該第二態樣之一種方法所製造之多層半導體裝置。

【圖式簡單說明】

【0029】本說明將參照附圖，藉由說明其特定實施例來闡明。詳細說明部分提供本發明之可能實作態樣之實例，但並不視為說明落於本範疇下之僅有實施例。本發明之範疇係定義在申請專利範圍中，並且要將本說明視為說明性，而非對本發明之限制。在圖式中：

【0030】

圖1示意性繪示一種重疊誤差偵檢方法；

圖2示意性繪示可用於進行本發明之方法之一原子力顯微術系統；

圖3示意性繪示一探測尖端與一樣本表面之間的非線性相互作用；

圖4繪示有與及未與一樣本表面進行非線性相互作用之頻率響應特性；

圖5示意性繪示可用於進行本發明之方法之一方法之一系統；

圖6A及6B示意性繪示本發明之方法。

【實施方式】

【0031】圖1示意性繪示一晶圓上之一半導體裝置1-1在製造期間的一情況圖。在圖1中，半導體裝置1-1係布置於一晶圓上，與複數個進一步半導體裝置1-2、1-3、1-4相連。上有布置裝置1-1、1-2、1-3與1-4之晶圓(以該情況圖之聚焦尺度並不可見)可置放在一系統之一計量框上。晶圓處之計量框可能未整齊對準，使得將各別半導體裝置1-1至1-4分開之刻劃道2(要用於將該等半導體裝置分開)與該計量框之計量坐標系統13可能未完美對準。在圖1中，這是藉由刻劃道2之對準軸15與計量框之坐標系統13之對準方位14之間的夾角來繪示。

【0032】原則上，可依照這種方式來生產任何任意尺寸之半導體裝置。在圖1中，將1 mm至33 mm之一尺寸範圍表示為裝置之長度與寬度之可能尺寸之一實例。然而，視需要，亦可製造比1 mm更小或比33 mm更長之裝置。

【0033】在刻劃道2中，在要建立之半導體裝置1-1至1-4其中二或更多者之間，存在一或多個標誌元素5、6，

其容許偵檢多層半導體裝置1-1至1-4之後續諸層之間的一重疊誤差。在圖1中，如可見到地，水平刻劃道2中存在標誌元素5，並且垂直刻劃道2中存在標誌元素6。標誌元素、及刻劃道或晶圓之可定位這些標誌元素、及刻劃道的其他部分之數量及方位將由所屬技術領域中具有通常知識者選擇。

【0034】另外，半導體裝置1-1至1-4各包含二或更多個功能層，其包含功能產品特徵，亦稱為圖型特徵9、10。在圖1中，示意性繪示的是兩個圖型特徵9與10，但實際上，各功能產品層中可存在複雜的產品特徵圖型。

【0035】依照習知，重疊誤差係藉由判定標誌元素5或6在後續層件中之相對位置來判定，諸如用以在這些標誌元素之間建立偏移。基於此偏移，層件沉積系統之系統光學器件及其他系統參數係經過校準，諸如用以將該偏移降到最低或完全移除。

【0036】掃描探針顯微術是一種高度準確方法，其藉由跨樣本表面掃描具有一探測尖端之一探針在樣本之表面上進行奈米結構成像，同時使探測尖端與表面保持接觸(接觸模式)，或使探測尖端振動以諸如使探測尖端在各振動週期內與表面輕觸(輕觸模式)。如所屬技術領域中具有通常知識者將了解的是，其他感測模式可用於進行掃描探針顯微術，這些模式不在這裡進一步論述，但對於所屬技術領域中具有通常知識者屬於已知。在諸如原子力顯微術等有規則之掃描探針顯微術方法中，基材之表面上只視覺化奈

米結構。因為原則上，掃描探針顯微鏡容許跨任何所欲距離進行掃描，準確度可跨任何所欲尺寸範圍取得。

【0037】圖2示意性繪示用於對一樣本表面之一表面拓撲型態進行感測與映射之一原子力顯微鏡(AFM)之工作原理。在圖2中，一探頭22包含用於使一探針28進行X、Y及Z方向動作之壓致型驅動器23。探針28係由一懸臂29所組成，該懸臂具有布置成用於對一樣本26之一樣本表面25進行掃描之一探測尖端30。在掃描期間，一顫動壓致(圖未示)或諸如光熱致動、靜電等其他致動手段可在振動模式(例如接近共振頻率)中驅動懸臂，以使探測尖端能夠在表面上輕觸。將一振動動作應用於探測尖端之方式對所屬技術領域中具有通常知識者屬於已知。替代地，操作AFM有許多其他模式可應用。舉例而言，可在接觸模式中操作AFM，其中未進行輕觸，並且其中探針在掃描期間與表面25保持持續接觸。

【0038】樣本表面25之掃描是藉由在平行於樣本表面25之X與Y方向移動探測尖端30來進行(或替代地，藉由在X與Y方向移動基材表面，同時使探測尖端之位置在X與Y方向維持固定)。探測尖端30係藉由z方向壓致驅動器來貼近表面25。一旦就位，若要在輕觸模式中操作AFM，則使探測尖端30在z方向振動，使得該探測尖端在其掃描(即輕觸)期間反復觸碰表面25。在接觸模式中，要建立並且維持探測尖端30與表面25之間的持續接觸。替代地，在非接觸模式中，探測尖端30係藉由一z方向壓致驅動器來貼

近表面25，並且該探測尖端振動時並未觸碰表面25。然而，在振動期間，探測尖端30趨近表面25到足以與表面產生力相互作用的接近程度，該等力相互作用例如導因於凡得瓦力。替代地，AFM甚至還有用以進行各類表面測量之其他操作模式。

【0039】樣本表面25係使用一樣本載體24來攜載。同時，一雷射36以雷射束35照明探測尖端。z方向之精確位置係使用接收反射雷射束35之光二極體38來判定。探測尖端因表面25上之結構(例如元件33)而由高度差所造成的偏轉可經由一回授機制來直接(例如藉由分析來自光二極體38之信號)或間接測量。在此一回授機制中，來自光二極體38之信號可藉由調整探針在表面上面之高度來保持固定。這舉例而言，可使用回授電子元件40，取決於來自光二極體38之一感測器信號，藉由驅動位於探頭22上之壓致驅動器23來達成。回授電子元件40可記錄高度調整以判定表面拓撲型態，或更準確地，高度校正可使用一附加z位準感測器(圖未示)來準確測量。此原理容許進行非常精確的表面元件映射，諸如樣本26之表面25上之表面元件33之映射。例如使用如圖2所示之一技巧來進行之原子力顯微術容許在表面上映射非常小的結構與特徵，例如具有一般奈米尺寸之奈米結構(例如甚至是 $<1\text{ nm}$ ，舉例如薄到 0.4 nm 之個別聚合物串)。

【0040】根據本發明，原子力顯微術係用於進行重疊誤差判定，例如在製造半導體裝置期間進行。本發明應用

一修改過之原子力顯微術技巧來進行次表面測量，亦即對位於樣本之表面下方之次表面結構進行映射。原則上，這是藉由對探針28（例如探測尖端30或懸臂29）或樣本26其中一者或兩者施加一附加聲學輸入信號來達成。取決於輸入信號之頻率，這容許取決於存在之任何次表面結構而對樣本之局部彈性性質（例如在介於1 MHz與100 MHz之輸入信號之頻率下判定）進行判定，或因為聲學信號在此類次表面結構處（例如在高於1 GHz之輸入信號之頻率下）之散射而能夠對次表面結構進行檢測。

【0041】此外，倘若以稍微不同的頻率施加二或更多個輸入信號，應用外差測量技巧能夠取得一輸出信號之相位與振幅上之資訊，亦即，增加可從輸出信號取得之資訊量，藉此改善測量（例如改善準確度、信號雜訊比、對比度等等）。

【0042】替代地，同差測量技巧可例如藉由施加三個頻率分量來應用：一載波頻率 f_c 、降低一調變頻率 f_m 以取得一頻率分量 $f_c - f_m$ 之載波頻率 f_c 、以及增加調變頻率 f_m 以取得一頻率分量 $f_c + f_m$ 之載波頻率 f_c 。以一有利的信號分量比（例如 $f_c : (f_c - f_m) : (f_c + f_m) = 1 : 0.5 : 0.5$ ）提供這些頻率分量信號產出具有頻率 f_c 之一調幅波，其中該振幅以一頻率 f_m 進行調變。超音波力學顯微鏡舉例而言，可藉由對樣本施加一超音波信號（即在MHz範圍施加）、以及以近似懸臂共振頻率之一調變頻率對該超音波進行調變（即在kHz範圍進行調變）來進行。藉由以該調變頻率感測輸出信

號，並且分析振幅及/或相位，可對次表面結構進行成像。這是導因於事實上，高頻超音波信號受到次表面結構所擾動。次表面結構上之資訊係經由這些擾動來傳送，並且在探測尖端偏轉時變為可測量，亦即，懸臂頻率下之輸出感測器信號。

【0043】本發明之方法較佳為在接觸模式型AFM中應用。然而，其亦可使用其他模式來應用，諸如輕觸模式，但在輕觸模式中，週期性接觸時刻之持續時間較短，而且需要對干擾進行適當的過濾。倘若期望，可與任何次表面結構同時偵檢及映射表面上結構，例如圖2中之元件33，以便判定兩個(或更多)後續層件之間的一重疊誤差。然而，本發明亦能夠判定表面下面更低層件之重疊誤差，亦即裝置內部的重疊誤差。因此，不需要對表面上結構進行一映射。藉由應用原子力顯微術，結合施加對探針或樣本(即半導體裝置)所施加之一或多個聲學輸入信號，無論是表面上或下面，都可應用本發明來判定任何二或更多個裝置層之重疊誤差。這從而為製造一半導體裝置期間判定重疊誤差開啟大量的可能性。

【0044】圖3示意性繪示探測尖端與樣本表面25之間的相互作用。在圖3中，懸臂29係示意性繪示成具有表面25。於懸臂29之末端處置有探測尖端(圖未示)，探測尖端與樣本之間的相互作用係以元件72及73來示意性繪示。一方面，此相互作用係藉由非線性彈性來特性化，如具有彈簧常數 k^* 之彈簧72所示。另一方面，該相互作用係

藉由以阻尼器73示意性繪示之相互作用損耗來特性化，該阻尼器係藉由 c^* 來特性化。若容許懸臂自由振動，這些相互作用特性 k^* 及 c^* 因為是由與樣本表面25之相互作用所產生而不存在。在圖4中，懸臂在自由振動時的頻率特性係以線條75來繪示。與表面25接觸，藉由上述非線性相互作用來特性化，頻率響應特性係以圖4之虛線76來繪示。從圖4來看，圖3所示之尖端-樣本相互作用顯著影響探針28之頻率響應特性。圖4之虛線76所指出的確實特性取決於尖端-樣本相互作用之參數 k^* 及 c^* 。因此，由於樣本之表面25下存在次表面結構，表面25之彈性與沒有次表面結構之位置不同，這些次表面結構之存在性可藉由測量對探測尖端30中所引發且與表面25接觸之聲學振動的響應來偵檢。

【0045】圖5示意性繪示一測量系統，可應用該測量系統來進行一種根據本發明之方法。在系統20中，一探針28係附接至一掃描頭22。掃描頭22使探針28能夠相對於一樣本26之表面25進行掃描。探針28係由一懸臂29與一探測尖端30所組成。在掃描期間，令探測尖端30與樣本26之表面25接觸。舉例而言，可在接觸模式(探測尖端30與樣本26之表面25之間持續接觸)中跨樣本26之表面25掃描探測尖端30。一雷射單元36提供一雷射束35，其在懸臂29上衝射，並且朝向光學偵檢器38(例如光二極體)反射。使用光學偵檢器38，可感測懸臂29中之振動，因為反射束35在此類振動之影響下偏轉小。這提供一輸出信號39供進一步分析之用。如可了解的是，雖然圖5中繪示的是單一掃描頭

22，本方法可同等地應用在包括多個掃描頭之系統中。

【0046】根據本發明，一產生器49提供一振動輸入信號50。取決於所應用的方法、及用於測量之聲學輸入信號之頻率範圍，振動輸入信號50可包含各種信號分量。在圖5所示的系統中，信號50包含三個不同頻率分量：一載波頻率 f_c 、降低一調變頻率 f_m 以取得一頻率分量 $f_c - f_m$ 之載波頻率 f_c 、以及增加調變頻率 f_m 以取得一頻率分量 $f_c + f_m$ 之載波頻率 f_c 。以一分量比 $f_c : (f_c - f_m) : (f_c + f_m) = 1 : 0.5 : 0.5$ 提供這些頻率分量產出具有一頻率 f_c 之一調幅波，其中該振幅以一頻率 f_m 進行調變。此調幅信號為振動輸入信號50。

【0047】在圖5中，根據本發明，振動輸入信號50係轉換成要在掃描期間施加之一聲學信號52。在圖5之實施例中，換能器單元70與探測尖端30接觸，並且接收使用功率放大器69所放大之輸入信號50。換能器70將輸入信號50轉換成對探測尖端30施加之一聲學信號52。

【0048】如上文關係圖3及4所解釋，懸臂29及探測尖端30之振動係藉由頻率響應特性來特性化，該頻率響應特性進而受到表面25之彈性性質 k^* 以及相互作用損耗 c^* 所影響。任何次表面結構將因表面25之局部彈性性質中之變化而明顯，使懸臂29及探測尖端30之振動響應改變。這是透過光二極體38來測量，並且因此可藉由分析輸出信號39從該輸出信號導出。係輸出信號39係提供至分析系統43（例如鎖定放大器）。在分析系統43中，將輸出信號39與一參

考信號48作比較。參考信號48係取自產生器49，並且比較係藉由圖5之元件46來表示。於分析系統43之輸出處，提供有一輸出信號45，其包含來自光學偵檢器38之輸出信號39之振幅 $A(x, y)$ 與 $\phi(x, y)$ 。藉由映射這些位置相依之振幅及相位信號，次表面結構可根據本發明來視覺化。

【0049】除了映射次表面結構以外，系統20係進一步布置成用於進行有規則之原子力顯微術，諸如用以在表面25上映射表面上結構。為此，在前置放大器58中進行前置放大之後且在分析器60中進行預分析之後，將輸出信號39提供至鎖定放大器分析系統43及一低通濾波器61兩者。低通濾波器將與次表面測量相關之高頻分量從輸出信號移除，並且提供該信號至一比較器63。該比較器將該輸出信號與輸入62處(例如從一控制器系統)收到的設定點作比較，並且產出提供至回授控制器65之一差動信號。該回授控制器提供一控制信號，用於驅動壓電致動器23，以供調整探針28之 z 位準之用，亦即調整探針28高於表面25之高度距離。該等校正可藉由分析控制信號而取自回授控制器65，可利用 z 位準感測器53來更準確地判定。映射所判定之 z 位準校正以提供表面25之一表面形貌圖。

【0050】根據一替代實施例，若要偵檢並映射次表面結構，可在GHz輸入頻率下應用一外差測量技巧。這可藉由將所產生信號分量之一些施加至樣本26來達成，但這並非一要求。在這些高頻下，於這些結構處，經由聲學信號之散射來偵檢次表面結構。較佳為將其他信號分量施加至

探針，其可經由功率放大器69及換能器70來做。

【0051】若在GHz輸入頻率下進行外差測量，振動輸入信號50包含以一頻率f1構成週期性、並且施加至懸臂29或探測尖端30之一第一信號分量。一附加振動信號(圖5未示)可藉由產生器49來產生，該產生器具有以一頻率f2構成週期性之一第二信號分量。在那種情況中，將此附加振動輸入信號施加至樣本表面25。為了在一微影系統中進行重疊測量，此附加振動信號係使用一非接觸激發技巧來施加，例如使用一脈衝雷射源(圖未示)經由表面25之光熱刺激來施加，其強度係藉由該附加振動信號來調變。在圖5之系統20中，該脈衝雷射源除了現有來源36以外，還將需要一附加雷射源。由於指向表面25之雷射束之脈動調變，一可變熱量係持續提供至該表面，導致樣本中出現聲學振動。頻率f1及f2兩者都高於1吉赫(GHz)。舉例而言，這些信號涵蓋高於1 GHz之任何範圍，例如10 GHz或20 GHz。振動輸入信號50之頻率f1與f2之特性在於低於1 GHz之f1與f2之間的差異。

【0052】圖6A及6B中繪示本發明之一種方法之一實例。在圖6A中，一樣本26包含複數個裝置層。所建立之頂層包含一表面25。在該表面上，已在製造該裝置期間建立複數個結構80、81、82、83、84及85。跨表面25掃描包含一懸臂與一探測尖端30之一探針。在圖6B中，掃描路徑88繪示該路徑，沿著該路徑掃描探測尖端30。在表面25下，已於一更深層件中建立複數個次表面結構90、91、92、

93、94與95。意欲將結構90-95與結構80-85對準，例如針對這些結構80-85提供內部接觸。如可參照圖6A及6B，該對準之一誤差造成結構90-95非完美位在結構80-85下。

【0053】應用根據本發明之方法能夠在表面25上同時映射表面結構80-85之表面拓樸結構。這是藉由在表面25上進行有規則之接觸模式原子力顯微術來達成。探測尖端30係跨表面25進行掃描，同時與其持續接觸。一經遭遇一表面結構，例如結構84，便迫使探測尖端30向上，其可藉由該系統之光二極體38來偵檢。依照判定高度差之較佳方式，藉由取決於光二極體38之輸出信號39之變化將探針28稍微向上或向下移動，取自光二極體38之信號保持固定。可從回授系統、及利用一附加z位準感測器53直接判定高度校正。

【0054】同時，將一聲學輸入信號52應用於探測尖端30以進行次表面顯微術。如上文所述，聲學信號輸入52容許藉由散射、或藉由測量表面25之局部彈性性質擇一來映射次表面結構90-95。藉由在表面25之拓樸圖上映射元件90-95，可偵檢該對準。在偵檢對準誤差之後，微影系統可使用一回授機制來校準。因此，藉由在製造程序期間週期性進行本發明之重疊誤差偵檢方法，得以在整個半導體裝置製造程序中使重疊誤差降低至一最小誤差。

【0055】亦可應用本發明，以便在一半完成半導體裝置上形成一進一步層件之前先判定一裝置層之一對準，亦即在製造多層半導體裝置期間判定。舉例而言，可進行次

表面AFM以判定一阻劑層下一裝置層之對準。在那種狀況中，於形成下一層之前，可相對於所偵檢之裝置層方位與對準來修改曝光之對準，以降低或甚至防止兩者間之一重疊誤差。本方法與到目前為止所述之方法並沒有很大的不同，差別在於其是在沉積或建立後續圖型化層、及預先進行校正之前先在該裝置上進行的。

【0056】本發明已就其一些特定實施例作說明。將了解的是，圖式中所示及本文中所述之實施例僅意欲用於說明，而且非意欲以任何方式或手段對本發明造成限制。據信本發明之操作與構造經由前述說明及其附圖將會顯而易見。對所屬技術領域中具有通常知識者將會清楚的是，本發明不受限於本文中所述之任何實施例，並且應該在隨附申請專利範圍之範疇內思考之修改是有可能的。運動逆推本質上亦視為已揭示，並且在本發明之範疇內。在請求項中，任何參照符號不得視為限制請求項。「包含」及「包括」等詞在本說明或隨附申請專利範圍中使用時，不應該視為排他或窮舉概念，而是要視為可兼概念。因此，「包含有」一詞於本文中使用时，未排除任何請求項中所列以外還存在其他元件或步驟。再者，「一」及其等義字不應視為受限於「僅一個」，而是用於意指「至少一個」，並且未排除複數。本發明之在其範疇內之結構中可另外包括未具體或明確說明或主張之特徵。諸如「用於...之工具」等表達應讀為「組配成用於...之組件」或「建構成用以...之構件」，並且應該視為包括所揭示結構之均等物。如「關

鍵」、「較佳」、「特佳」等表達之使用並非意欲限制本發明。大致可在所屬技術領域中具有通常知識者之見識範圍內進行新增、刪除及修改而不脫離本發明之精神與範疇，如申請專利範圍所判定。本發明可如本文中具體所述按其他方式實踐，而且僅受隨附申請專利範圍限制。

【符號說明】

【0057】

1-1、1-2、1-3、1-4…半導體裝置

2…刻劃道

5、6…標誌元素

9、10…圖型特徵

13…計量坐標系統

14…對準方位

15…對準軸

20…系統

22…掃描頭

23…壓電致動器

24…樣本載體

25…表面

26…樣本

28…探針

29…懸臂

30…探測尖端

33…表面元件

35...雷射束
36...雷射單元
38...光二極體
39、45...輸出信號
40...回授電子元件
43...分析系統
46、72、73...元件
48...參考信號
49...產生器
50...振動輸入信號
52...聲學輸入信號
53...z位準感測器
58...前置放大器
60...分析器
61...低通濾波器
62...輸入
63...比較器
65...回授控制器
69...功率放大器
70...換能器
75...線條
76...虛線
80~85...結構
88...掃描路徑

90~95...次表面結構

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種使用一原子力顯微術系統對介於一多層半導體裝置之諸裝置層之間的一重疊誤差進行判定之方法，其中該半導體裝置包括至少含有一第一圖型化層及一第二圖型化層之一裝置層堆疊，以及其中該原子力顯微術系統包含至少一個掃描頭，該掃描頭包括一探針，該探針包含一懸臂及布置在該懸臂上之一探測尖端，其中該方法包含：

使該探測尖端與該半導體裝置在平行於該表面之一或多個方向彼此相對移動，以供利用該探測尖端對該表面進行掃描；以及

在該掃描期間以一尖端位置偵檢器監測該探測尖端相對於該掃描頭之動作，用於取得一輸出信號；

在該掃描期間，對該探針或該半導體裝置其中至少一者以一第一頻率施加包含一信號分量之一第一聲學輸入信號；

其中該方法更包含：

將該輸出信號提供至一分析系統及提供至一低通濾波器；

使用該分析系統分析該輸出信號，用於至少映射該半導體裝置之該表面下面之次表面奈米結構；

使用該低通濾波器過濾該輸出信號以提供一已過濾輸出信號，將該已過濾輸出信號提供至一回授控制器，及分析該回授控制器之一控制信號以在該表面上映射表面上

結構；以及

基於該等映射之次表面奈米結構及該等映射之表面上結構，對介於該第一圖型化層與該第二圖型化層之間的該重疊誤差進行判定。

【第2項】 如請求項1之方法，其中該方法更包含：在該掃描期間，對該半導體裝置以一第二頻率施加包含一信號分量之一第二聲學輸入信號。

【第3項】 如請求項2之方法，其中該第一頻率與該第二頻率使得該第一與該第二頻率之間的一差異小於10百萬赫茲，較佳為小於5百萬赫茲，以及更佳為小於1百萬赫茲。

【第4項】 如請求項2或3中任一項之方法，其中該第一頻率大於1吉赫，以及其中該第二頻率大於1吉赫。

【第5項】 如請求項2或3中任一項之方法，其中該第一頻率處於0.01百萬赫茲至100百萬赫茲之一範圍內，以及其中該第二頻率處於0.01百萬赫茲至100百萬赫茲之一範圍內。

【第6項】 如前述請求項中任一項之方法，其中該第一聲學輸入信號係施加至該探針，以及其中該聲學輸入信號係藉由包含下列之一群組其中至少一者來施加：連接至該懸臂或該探測尖端之一聲能轉換器、與該探測尖端相配合之一靜電致動器(其中該探測尖端係可撓地附接至該懸臂)、或該懸臂或該探測尖端其中至少一者之光熱激發。

【第7項】 如前述請求項中任一項之方法，其中該第

二或該第一聲學輸入信號係施加至該半導體裝置，以及其中該信號係藉由該半導體裝置之該表面之光熱激發來施加。

【第8項】 如前述請求項中任一項之方法，其中該第一聲學輸入信號係於沒有一進一步聲學輸入信號的情況下施加至該探針，以及其中該第一頻率處於0.01百萬赫茲至100百萬赫茲之一範圍內。

【第9項】 一種製造一多層半導體裝置之方法，其包含下列步驟：

在一基材上形成一材料層堆疊，其包含沉積至少兩個後續圖型化半導體材料層，該等圖型化層包含一第一圖型化層及一第二圖型化層；以及

對介於該第一圖型化層與該第二圖型化層之間的一重疊誤差進行判定；

其中判定該重疊誤差之步驟包含如前述請求項中任一項使用一超音波原子力顯微術裝置之方法。

【第10項】 一種用於在一微影系統中使用之原子力顯微術裝置，該裝置包含一掃描頭，該掃描頭包括一探針，該探針包含一懸臂及布置在該懸臂上之一探測尖端，其中該裝置更包含：

與該掃描頭或一基材保持器其中至少一者相配合之一致動器，用於使該探測尖端與該半導體裝置在平行於該表面之一或多個方向彼此相對移動，以供利用該探測尖端對該表面進行掃描；

用於在該掃描期間對該探測尖端相對於該掃描頭之動作進行測量之一尖端位置偵檢器，該偵檢器係布置成用於提供指出該動作之一輸出信號；以及

用於對出自該尖端位置偵檢器之該輸出信號進行接收及分析之一控制器；

用於對該探針或該半導體裝置其中至少一者以一第一頻率施加包含一信號分量之一第一聲學輸入信號的一第一致動器；

其中該原子力顯微術裝置更包含：

一低通濾波器，其中該控制器與該低通濾波器兩者係組配成用於接收該輸出信號；

其中該低通濾波器係組配成用於過濾該輸出信號、用於提供一已過濾輸出信號、及用於將該已過濾輸出信號提供至一回授控制器，以及其中該控制器係組配成用於分析該回授控制器之一控制信號，以供在該表面上映射表面上結構；

其中該控制器係進一步布置成用於分析該輸出信號以供至少映射該半導體裝置之該表面下面之次表面奈米結構、以及用於基於該等映射之次表面奈米結構及該等映射之表面上結構，對介於該第一圖型化層與該第二圖型化層之間的該重疊誤差進行判定。

【第11項】如請求項10之原子力顯微術裝置，其更包含用於對該半導體裝置以一第二頻率施加包含一信號分量

之一第二聲學輸入信號之一第二致動器。

【第12項】如請求項10或11之原子力顯微術裝置，其中該第一致動器係布置成用於對該探針施加該第一聲學輸入信號，其中該第一致動器包括含有下列之一群組之至少一個元件：連接至該懸臂或該探測尖端其中至少一者之一聲能轉換器、與該懸臂相配合之一靜電致動器、與該探測尖端相配合之一靜電致動器(其中該探測尖端係可撓地附接至該懸臂)、或用於光熱激發該懸臂或該探測尖端其中至少一者之一脈衝光源(諸如一脈衝雷射)。

【第13項】如請求項10或11之原子力顯微術裝置，其中該第二或該第一聲學輸入信號其中至少一者係施加至該半導體裝置，以及其中該第二致動器包含用於藉由該半導體裝置之該表面之光熱激發來施加該各別第二或第一聲學輸入信號之一脈衝光源。

【第14項】一種用於製造一多層半導體裝置之微影系統，該系統包含如請求項10至13中任一項之一原子力顯微術裝置。

【第15項】一種使用一原子力顯微術系統對一半完成多層半導體裝置之一圖型化裝置層之一對準進行判定之方法，用於降低製造該半導體裝置期間之重疊誤差，其中該一半完成半導體裝置包含將包括該圖型化裝置層之一或多層覆蓋之一阻劑層，以及其中該原子力顯微術系統包含至少一個掃描頭，該掃描頭包括一探針，該探針包含一懸臂及布置在該懸臂上之一探測尖端，其中該方法包含：

使該探測尖端與該半導體裝置在平行於該表面之一或多個方向彼此相對移動，以供利用該探測尖端對該表面進行掃描；以及

在該掃描期間以一尖端位置偵檢器監測該探測尖端相對於該掃描頭之動作，用於取得一輸出信號；

其中該方法更包含：

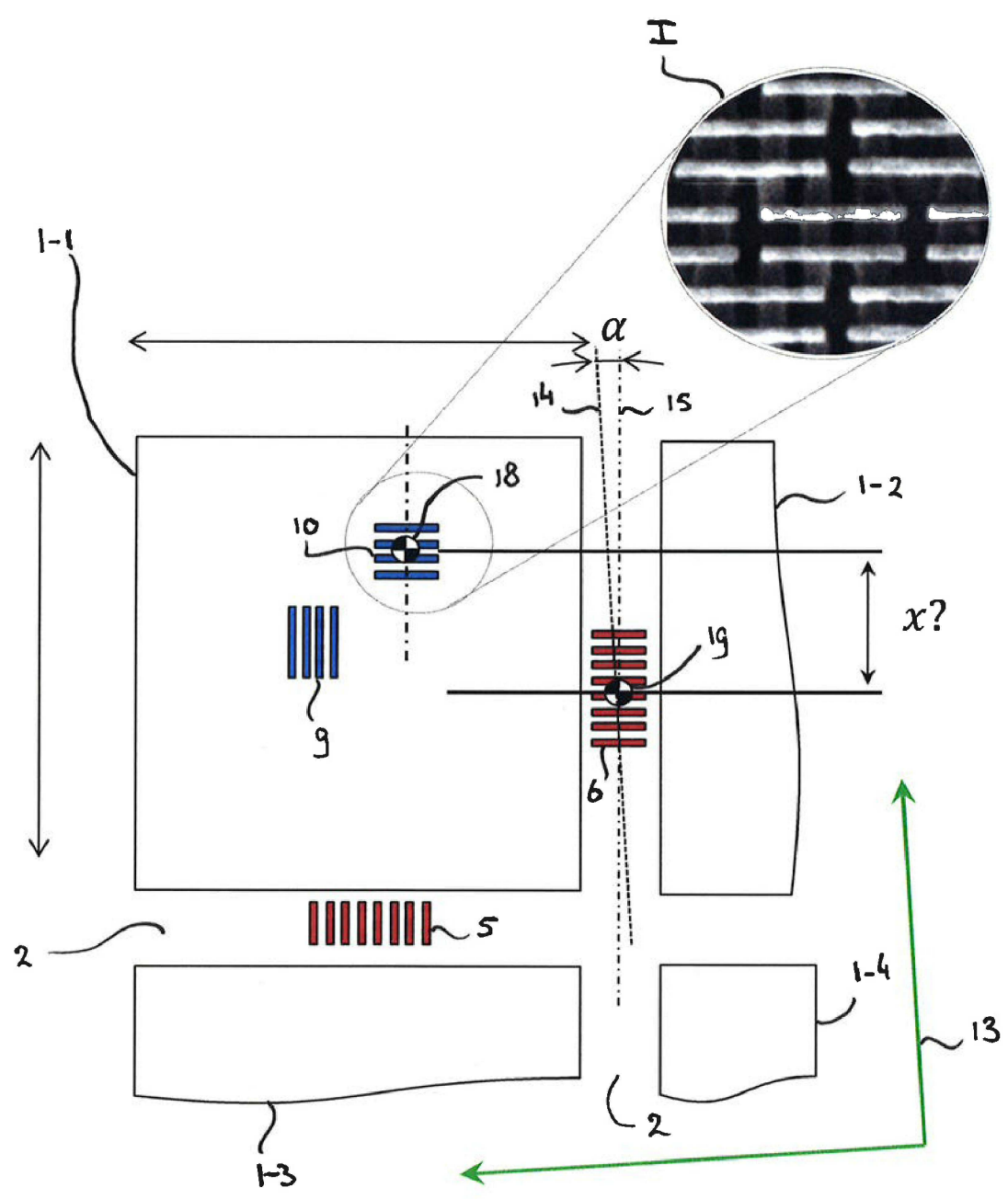
在該掃描期間，對該探針或該半導體裝置其中至少一者以一第一頻率施加包含一信號分量之一第一聲學輸入信號；

分析該輸出信號，用於至少映射該半導體裝置之該表面下面之次表面奈米結構；以及

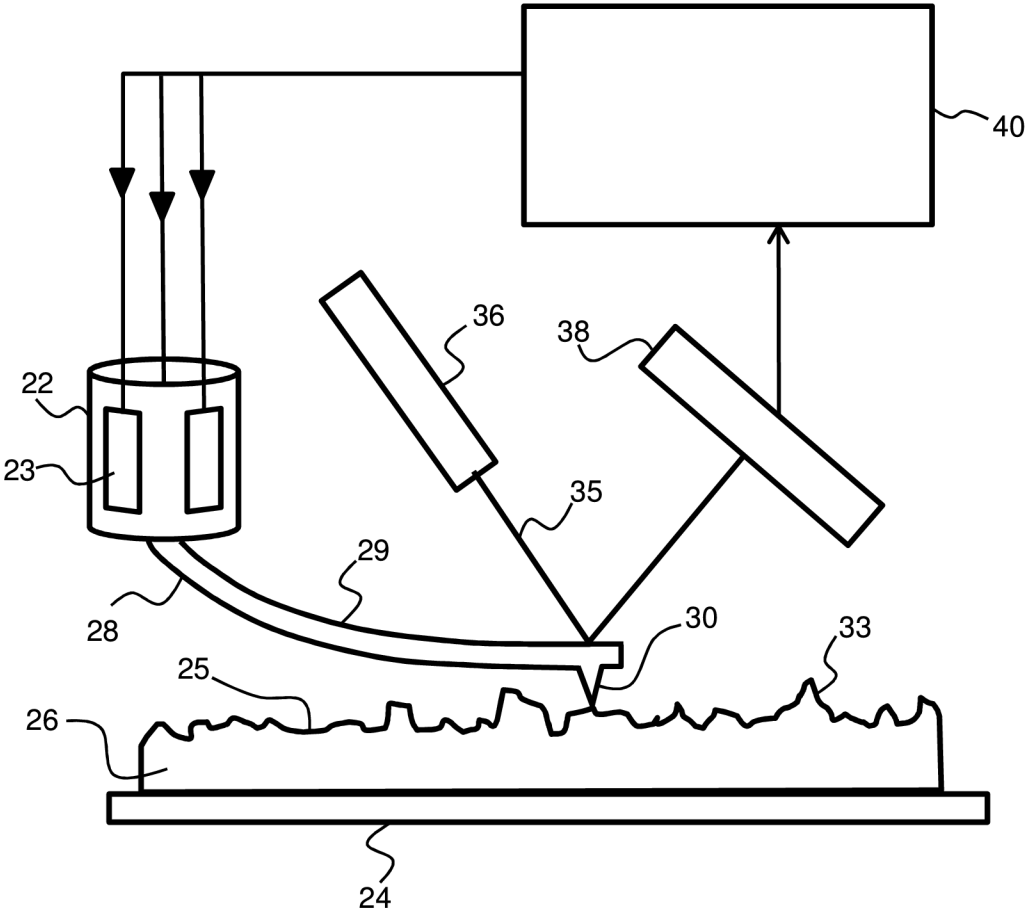
基於該分析來判定該圖型化裝置層之該對準；

其更包括以下步驟：基於該圖型化裝置之該已定對準，相對於要在該半導體裝置上形成之一進一步圖型化裝置層之一對準，調適該半導體裝置之該對準。

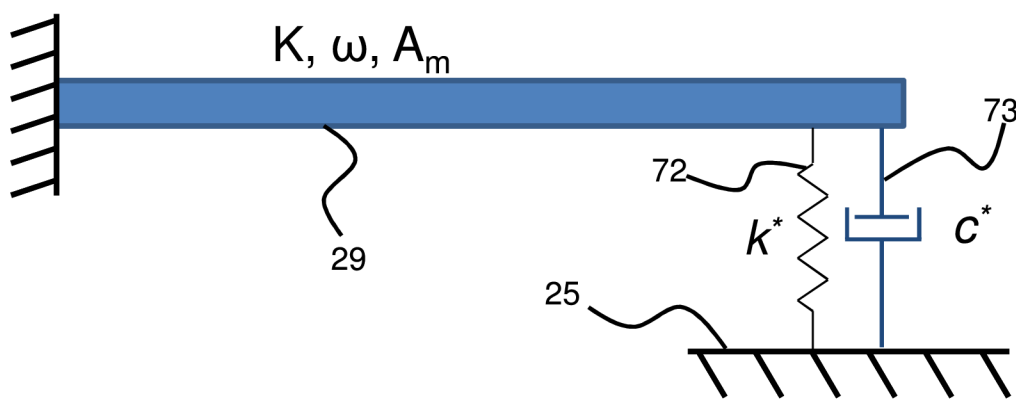
【發明圖式】



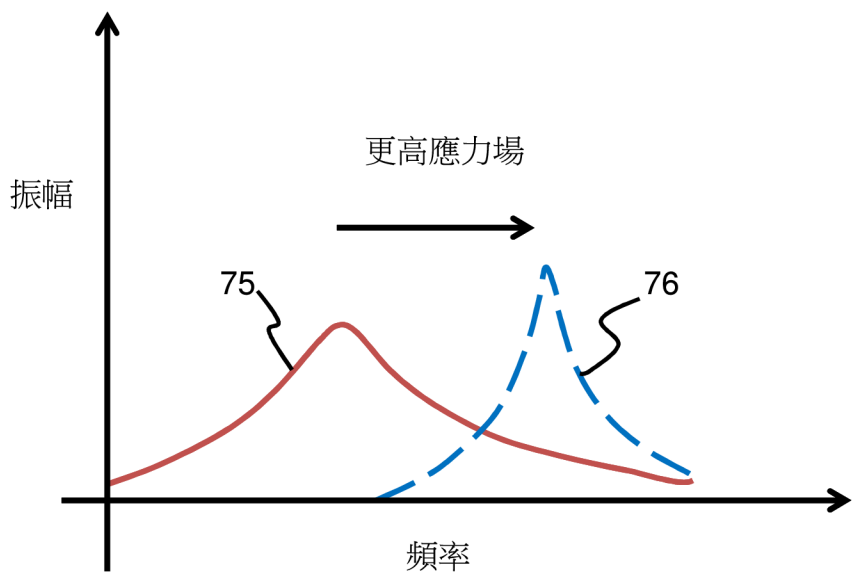
【圖1】



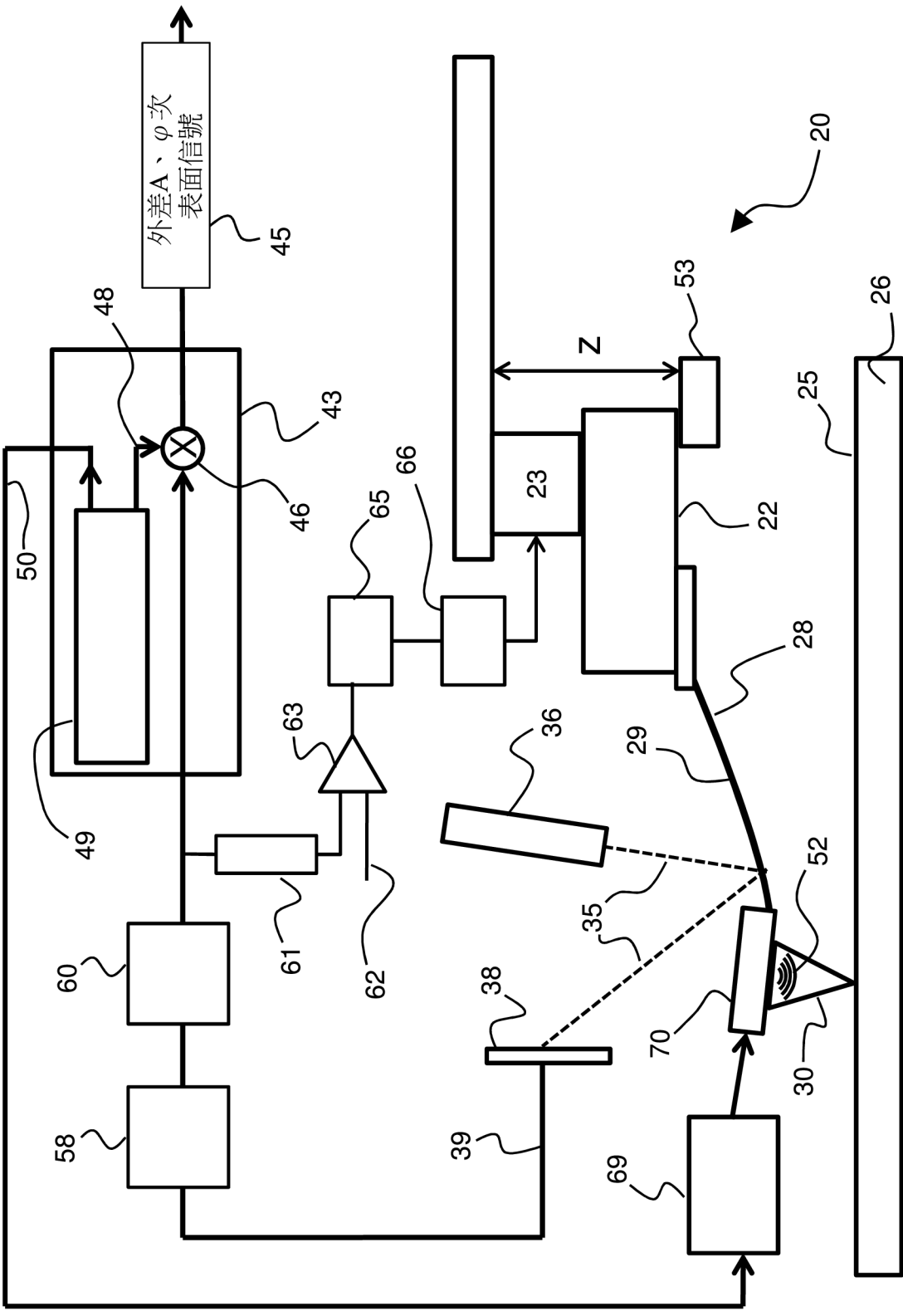
【圖2】



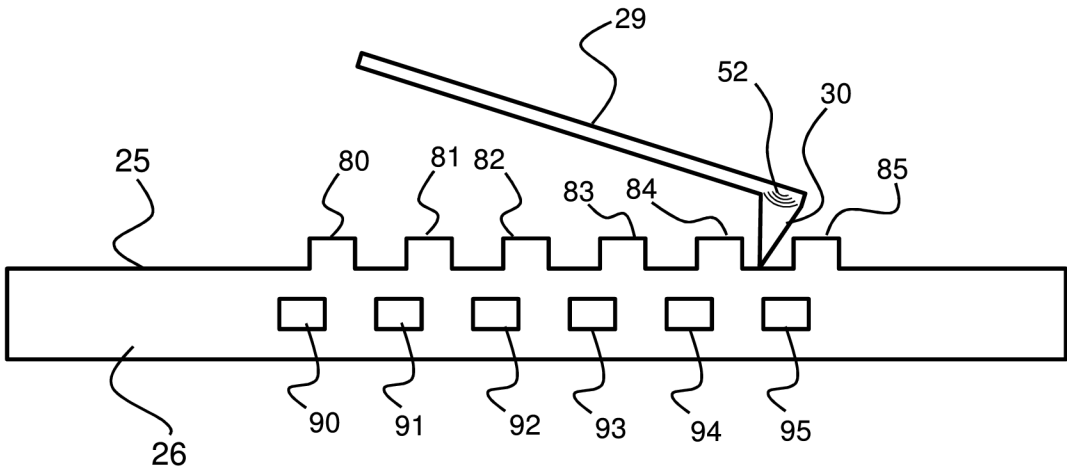
【圖3】



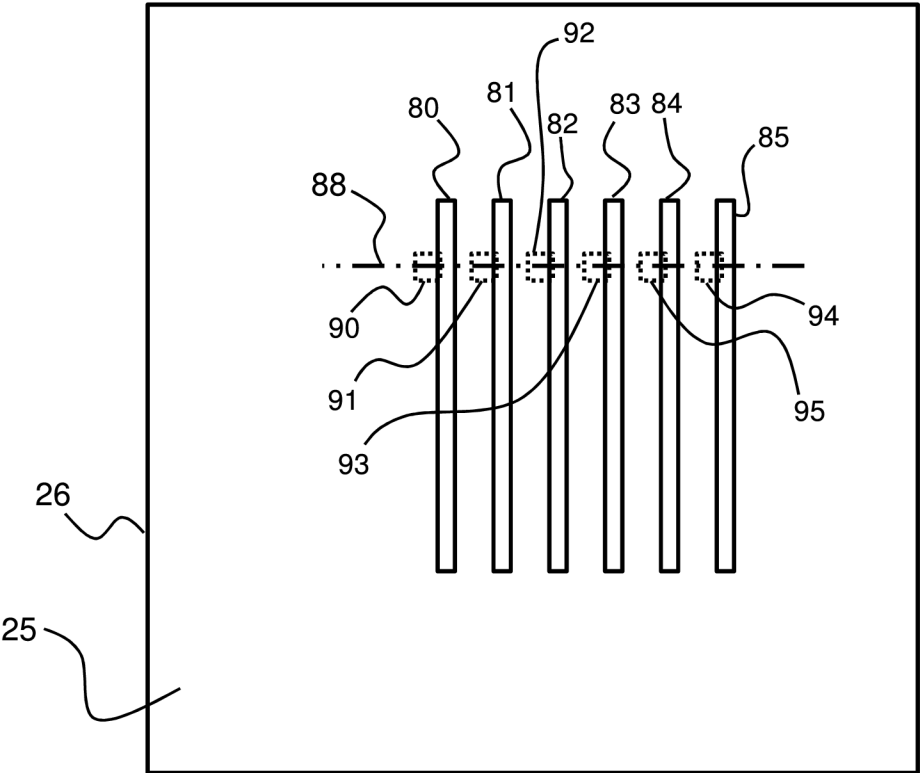
【圖4】



【圖5】



【圖6A】



【圖6B】