202024770

(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 202024770 A

(43)公開日：中華民國 109 (2020) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：108134284　(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 09 月 23 日

(51)Int. Cl.：*G03F1/22 (2012.01)*　*G03F1/62 (2012.01)*

(30)優先權：2018/12/20　歐洲專利局　18214565.6

(71)申請人：比利時商愛美科公司 (比利時) IMEC VZW　(BE)
比利時
比利時天主教魯汶大學ＫＵ魯汶研發處 (比利時) KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN, KU LEUVEN RESEARCH & DEVELOPMENT　(BE)
比利時

(72)發明人：瑪瑞諾　賈思堤　瑪莉那 MARIANO JUSTE, MARINA (ES)；堤爾曼　瑪莉那 TIMMERMANS, MARINA (RU)；波力堤爾　艾恩 POLLENTIER, IVAN (BE)；修格伯特　西德瑞克 HUYGHEBAERT, CEDRIC (BE)；葛拉爾　艾蜜莉 GALLAGHER, EMILY (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無　申請專利範圍項數：14 項　圖式數：8　共 29 頁

(54)名稱

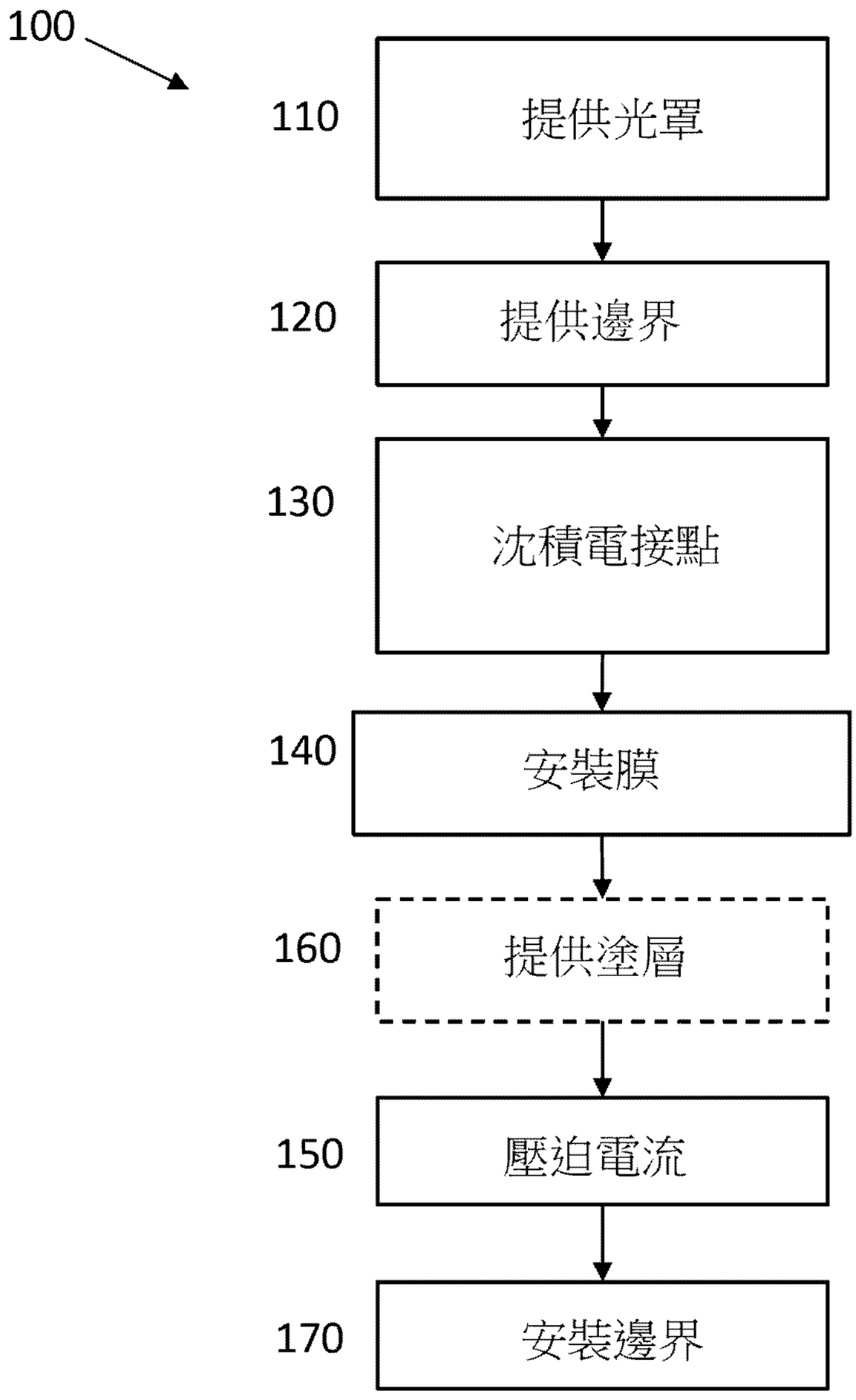
EUV 薄膜拉伸引起的應力

(57)摘要

本發明揭示一種用於保護一光罩(210)之方法(100)。該方法包括：提供(110)該光罩(210)；提供(120)一邊界(220)；在該邊界(220)上沈積(130)至少兩個電接點(230)；在該邊界(220)上安裝(140)包括奈米碳管之一膜(240)，使得該膜(240)包括一獨立部分，其中在該安裝(140)及該沈積(130)步驟之後，該等電接點(230)接觸該膜(240)；藉由加偏壓於至少一對該等電接點(230)而引起(150)通過該膜(240)之該獨立部分之一電流，使得獲得通過該膜(240)之該獨立部分之一電流；使用該光罩(210)上方之該膜之該獨立部分將該邊界(220)安裝(170)於該光罩(210)之至少一個側上。

A method (100) for protecting a photomask (210). The method comprises: providing (110) the photomask (210), providing (120) a border (220), depositing (130) at least two electrical contacts (230) on the border (220), mounting (140) a film (240) comprising carbon nanotubes, on the border (220) such that the film (240) comprises a free-standing part, wherein after the mounting (140) and depositing (130) steps, the electrical contacts (230) are in contact with the film (240), inducing (150) a current through the free-standing part of the film (240) by biasing at least one pair of the electrical contacts (230) such that a current is obtained through the free-standing part of the film (240), mounting (170) the border (220) on at least one side of the photomask (210) with the free-standing part of the film above the photomask (210).

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

100:方法

110:提供

120:提供

130:沈積

140:安裝

150:引起

160:提供

170:安裝

202024770

【發明摘要】

【中文發明名稱】

EUV薄膜拉伸引起的應力

【英文發明名稱】

INDUCED STRESS FOR EUV PELLICLE TENSIONING

【中文】

本發明揭示一種用於保護一光罩(210)之方法(100)。該方法包括：提供(110)該光罩(210)；提供(120)一邊界(220)；在該邊界(220)上沈積(130)至少兩個電接點(230)；在該邊界(220)上安裝(140)包括奈米碳管之一膜(240)，使得該膜(240)包括一獨立部分，其中在該安裝(140)及該沈積(130)步驟之後，該等電接點(230)接觸該膜(240)；藉由加偏壓於至少一對該等電接點(230)而引起(150)通過該膜(240)之該獨立部分之一電流，使得獲得通過該膜(240)之該獨立部分之一電流；使用該光罩(210)上方之該膜之該獨立部分將該邊界(220)安裝(170)於該光罩(210)之至少一個側上。

【英文】

A method (100) for protecting a photomask (210). The method comprises: providing (110) the photomask (210), providing (120) a border (220), depositing (130) at least two electrical contacts (230) on the border (220), mounting (140) a film (240) comprising carbon nanotubes, on the border (220) such that the film (240) comprises a free-standing part, wherein after the mounting (140) and depositing (130) steps, the electrical contacts (230) are in contact with the film (240), inducing (150) a current through the free-standing part of the film (240)

by biasing at least one pair of the electrical contacts (230) such that a current is obtained through the free-standing part of the film (240), mounting (170) the border (220) on at least one side of the photomask (210) with the free-standing part of the film above the photomask (210).

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100 方法

110 提供

120 提供

130 沈積

140 安裝

150 引起

160 提供

170 安裝

【發明說明書】

【中文發明名稱】

EUV薄膜拉伸引起的應力

【英文發明名稱】

INDUCED STRESS FOR EUV PELLICLE TENSIONING

【技術領域】

【0001】 本發明係關於光微影之領域。更特定言之，其係關於一種用於藉由在一光罩上方提供一獨立式薄膜而保護該光罩之方法。

【先前技術】

【0002】 在微影中，需要一薄膜來防止粒子落於圖案化表面遮罩上。粒子可在儲存、處置期間及在微影曝光期間落於光罩上。安裝於圖案化光罩表面上方之一薄膜將使粒子懸浮於離焦之一平面中，使得大多數粒子不會當在一微影曝光工具中使光罩成像時產生一晶圓圖案誤差。薄膜較佳地包括不改變光之路徑且影響成像之一透明膜。

【0003】 微影工具之前導邊緣產生使用居中於13.5 nm之極紫外線(EUV)光使光罩曝光。由於此波長容易由所有材料吸收，故難以開發足夠強以獨立且對薄膜應用足夠透明之一足夠薄之膜。

【0004】 碳奈米管(CNT)已經證明為一強候選者，其提供對粒子之保護同時僅引入最小改變至曝光。CNT膜可常規地達成在13.5 nm曝光波長光下之高於96%透射率，維持在其他度量波長(190 nm至500 nm)下之透明度且本質上係穩健的。對任何薄膜之一顧慮係平衡膜應力，使得其未過分拉伸使得其斷裂，而是足夠拉伸以避免下垂。針對基於CNT之膜，已經既在隔膜形成之後又隨時間觀察到CNT-CNT接合之一鬆弛，導致膜下

垂。此下垂損及薄膜之機械完整性及光學一致性。薄膜可因下垂而接觸掃描儀、處置系統或遮罩載體之一組件。同樣地，若光與薄膜之間存在一相互作用，則相互作用可因下垂而改變，此係因為光將以一角度通過薄膜。

【0005】 因此，需要薄膜及在一微影程序中製造此等薄膜之方法，其中此等薄膜包括具有EUV光之一良好透明度且防止下垂之一膜。

【發明內容】

【0006】 本發明之實施例之一目標係提供一種獲得用於保護一光罩之一良好薄膜之方法。

【0007】 根據本發明藉由一方法及裝置實現上述目標。

【0008】 本發明之實施例係關於一種用於保護一光罩之方法。該方法包括：

-提供該光罩，

-提供一邊界，

-在該邊界上沈積至少兩個電接點，

-在該邊界上安裝包括奈米碳管之一膜，使得該膜包括一獨立部分，

-其中在安裝及沈積步驟之後，該等電接點接觸該膜，

-藉由加偏壓於至少一對該等電接點而引起通過該膜之該獨立部分之一電流，

-使用該光罩上方之該膜之該獨立部分將該邊界安裝於該光罩之至少一個側上。

【0009】 符合薄膜需求之本發明之實施例之一優勢可在無額外材料、複雜工具或困難程序的情況下達成(該薄膜係包括該膜及該邊界之結構)。在本發明之實施例中，藉由施加一電流而改變形成該薄膜之該等獨

立CNT，產生坐落於形成該薄膜之一邊界之頂部上之一拉伸CNT膜。此程序可視需要重複多次，可在該掃描儀外側執行且可應用於已安裝於倍縮光罩上之薄膜。

【0010】視需要透過施加電流在該基於CNT之膜上引起拉伸。此可使用輕易可用之設備達成。施加電流可在一乾淨室內實現，而無添加粒子之風險。

【0011】一電流產生器可與該電接點對連接以用於直接引起一電流，或可施加一電壓差以引起通過該膜之該獨立部分之一電流。

【0012】亦可使用一變化磁場引起一電流。因此，根據本發明之實施例之一替代性方法可包括下列步驟：

-提供該光罩，

-提供一邊界，

-在該邊界上安裝包括奈米碳管之一膜，使得該膜包括一獨立部分，

-藉由在該膜之該獨立部分中施加一變化磁場而引起通過該膜之該獨立部分之一電流，

-使用該光罩上方之該膜之該獨立部分將該邊界安裝於該光罩之至少一個側上。

【0013】該方法提供對該問題之一替代性解決方案且目的在於藉由在一光罩上方提供該膜之一獨立部分而保護該光罩。

【0014】藉由引起通過該膜之該獨立部分之一電流而在該基於CNT之膜上引起拉伸。

【0015】本發明之實施例之一優勢為該膜之下垂及起皺可藉由引起通過該膜之該獨立部分之一電流而減少或甚至完全消除。

【0016】 在本發明之實施例中，藉由加偏壓於至少兩對電接點而引起該電流。

【0017】 本發明之實施例之一優勢為在於至少兩個接點對上施加電壓時獲得電流之一更佳分佈。該膜之該獨立部分上方施加之電場愈均勻，則該膜之拉伸強度將愈均勻。

【0018】 在本發明之實施例中，引起通過該膜之該獨立部分之一單一電流脈衝。此可藉由在至少一對電接點上方施加一偏壓脈衝以用於加偏壓於該至少一對電接點或藉由在該膜之該獨立部分中施加一磁場脈衝而達成。

【0019】 在本發明之實施例中，引起通過該膜之該獨立部分之具有一預定義工作週期之一電流脈衝列。此可藉由在該至少一對電接點上施加一偏壓脈衝列以用於加偏壓於該至少一對電接點或藉由在該膜之該獨立部分中施加一磁場脈衝列而達成。

【0020】 在本發明之實施例中，該提供之邊界係一矽邊界。

【0021】 在本發明之實施例中，藉由提供一基於矽之材料且藉由部分移除該基於矽之材料而提供該邊界。

【0022】 在本發明之實施例中，藉由沈積一鈦晶種層接著沈積鈀而獲得該等電接點。

【0023】 在本發明之實施例中，藉由奈米碳管之乾式轉印製備該膜。

【0024】 該等奈米碳管可藉由一浮動觸媒化學氣相沈積方法生長或使用真空過濾自溶液萃取至一濾紙上。熟習此項技術者已知之方法係諸如例如浮動氣溶膠CVD反應器沈積於一濾紙上，CVD叢(forest)經拉製至隔

膜中，一CNT溶液之真空過濾，旋塗至一中間基板上。在本發明之實施例中，該膜之安裝包括將奈米碳管放置於一濾紙之頂部上或自一奈米碳管叢拉製一薄片且藉由將該濾紙或該經拉製薄片按壓至該邊界而安裝該膜。

【0025】 本發明之實施例之一優勢可為自藉由固定觸媒CVD生長之垂直定向CNT叢拉製CNT薄片產生更多經對準之膜。

【0026】 在本發明之實施例中，該方法包括在沈積該膜之後施加異丙醇於該膜上。

【0027】 本發明之實施例之一優勢係藉由施加異丙醇(蒸氣、噴霧或潤濕)於該膜上而獲得一增大之稠化及/或一增大之黏附。

【0028】 在本發明之實施例中，該方法包括在該膜上提供一塗層。

【0029】 本發明之實施例之一優勢係氫自由基之環境中之該CNT膜壽命延長。即使氫自由基中有一有限之蝕刻速率，仍可具有擁有一有限壽命之一薄膜，此係由於製造CNT並不貴。

【0030】 在本發明之實施例中，可在該CNT膜上塗佈一或多個層。在本發明之實施例中，該塗層可設置於該隔膜之兩個側上。

【0031】 可在施加電壓或電流之前或之後提供該塗層。

【0032】 在本發明之實施例中，一部分塗層可設置於該膜上。

【0033】 本發明之實施例之一優勢係藉由降低塗佈材料之量，改良所得CNT膜之EUV傳輸。

【0034】 在本發明之實施例中，可藉由沈積或裝飾包括該等奈米碳管之該膜中之缺陷而提供該部分塗層。

【0035】 在本發明之實施例中，一完整塗層設置於該膜上。

【0036】 本發明之實施例之一優勢係該CNT膜壽命可因為根據本發

明之實施例之一受控且完整之塗層而延長甚至更多(相較於部分塗層)。

【0037】 在本發明之實施例中，可提供一保形塗佈。在本發明之實施例中，該完整塗層可用物理氣相沈積，或用原子層沈積，或用化學氣相沈積或用電化學沈積提供。

【0038】 在本發明之實施例中，該方法包括對該光罩應用一微影步驟，藉由包括奈米碳管之該經安裝膜保護該光罩。

【0039】 本發明之特定及較佳態樣在隨附獨立技術方案及附屬技術方案中陳述。來自該等附屬技術方案之特徵可酌情且不僅僅如在技術方案中明確陳述而與該等獨立技術方案之特徵且與其他附屬技術方案之特徵組合。

【0040】 參考下文中描述之(諸)實施例將明白且闡明本發明之此等及其他態樣。

【圖式簡單說明】

【0041】 圖1展示根據本發明之實施例之一例示性方法之一流程圖。

【0042】 圖2展示使用根據本發明之實施例之一方法獲得之一光罩上之一薄膜之一側視圖之一示意圖。

【0043】 圖3展示根據本發明之實施例之安裝於一邊界上之一CNT膜之一俯視圖之一示意圖，其中CNT膜具有藉由邊界劃界之一方形獨立部分且其中電接點存在於邊界上。

【0044】 圖4展示根據本發明之實施例之一CNT膜之一俯視圖之一示意圖，該CNT膜具有安裝於一邊界上之一矩形獨立部分，其中接點在該邊界上。

【0045】 圖5展示根據本發明之實施例之一加偏壓方案，其中對一對電接點加偏壓。

【0046】 圖6展示根據本發明之實施例之一加偏壓方案，其中對兩對電接點加偏壓。

【0047】 圖7展示在施加通過一膜之一獨立部分之一電流之前之該膜之一掃描電子顯微鏡(SEM)影像。

【0048】 圖8展示根據本發明之實施例之在施加通過一膜之一獨立部分之一電流之後之該膜之一掃描電子顯微鏡(SEM)影像。

【0049】 技術方案中之任何元件符號不應被解釋為限制範疇。在不同圖式中，相同參考符號係指相同或類似元件。

【實施方式】

【0050】 將相對於特定實施例且相對於特定圖式描述本發明，但本發明並不限於其等且僅藉由發明申請專利範圍限制。所描述之圖式僅係示意性的且非限制性的。在圖式中，一些元件之大小出於闡釋性目的可誇大且不按比例繪製。尺寸及相對尺寸並不對應於實踐本發明之實際縮減。

【0051】 描述中及發明申請專利範圍中之術語第一、第二及類似物用於區分相似元件且未必用於在時間上、空間上、按排列或以任何其他方式描述一序列。應理解，如此使用之術語在適當情形下係可互換的，且在本文中描述之本發明之實施例能夠以不同於本文中描述或繪示之序列操作。

【0052】 再者，在描述及發明申請專利範圍中之術語頂部、下方及類似物用於描述性目的且未必用於描述相對位置。應理解，如此使用之術語在適當情形下係可互換的，且本文所描述之本發明之實施例能夠以本文

所描述或繪示以外之其他定向操作。

【0053】 應注意，在發明申請專利範圍中使用之術語「包括」應被解釋為限於其後列出之構件；其並不排除其他元件或步驟。因此，其將被解釋為規定如所提及之所陳述特徵、整數、步驟或組件之存在，而並不排除一或多個其他特徵、整數、步驟或組件或其等之群組之存在或添加。因此，表達「一裝置包括構件A及B」之範疇不應限於裝置僅由組件A及B構成。其意謂，相對於本發明，裝置之唯一相關組件為A及B。

【0054】 整個此說明書中，對「一項實施例」或「一實施例」之引用意謂，結合實施例描述之一特定特徵、結構或特性包含於本發明之至少一項實施例中。因此，整個此說明書之各種位置中之片語「在一項實施例中」或「在一實施例中」之出現未必皆係指相同實施例，但可能如此。此外，一般技術者自此揭示內容將瞭解在一或多個實施例中特定特徵、結構或特性可以任何適當方式組合。

【0055】 類似地，應瞭解，在本發明之例示性實施例之描述中，為簡化揭示內容且幫助理解各種發明態樣之一或多者之目的，本發明之各種特徵有時可在其等之一單一實施例、圖或描述中分組在一起。然而，本揭示內容之此方法並不被解釋為反映一意圖：所主張之發明需要比在各請求項中明確敘述更多之特徵。實情係，如下列發明申請專利範圍反映，發明態樣在於少於一單一先前揭示之實施例之所有特徵。因此，緊接著實施方式之發明申請專利範圍藉此明確併入此實施方式中，其中各請求項獨立作為本發明之一單獨實施例。

【0056】 此外，如熟習此項技術者將理解，雖然本文描述之一些實施例包含一些但非其他包含於其他實施例中之特徵，但不同實施例之特徵

之組合意在屬於本發明之範疇內，且形成不同實施例。舉例而言，在下列發明申請專利範圍中，可以任何組合使用任何所主張之實施例。

【0057】 在本文提供之描述中，提出許多特定細節。然而，應理解，本發明之實施例可在無此等特定細節的情況下實踐。在其他例項中，未詳細展示熟知方法、結構及技術以不致混淆此描述之一理解。

【0058】 在於本發明之實施例中參考一膜的情況下，參考保護光罩之蓋。此膜亦可被稱為「防塵蓋」。

【0059】 在於本發明之實施例中參考一薄膜的情況下，參考經安裝膜加上邊界，其等備妥在掃描儀中用於曝光。

【0060】 本發明之實施例係關於一種用於保護一光罩210之方法100。該方法包括：

-提供110光罩210，

-提供120一邊界220，

-在邊界上220沈積130至少兩個電接點230，

-在邊界220上安裝140包括奈米碳管之一膜240，使得膜240包括一獨立部分，

-其中在安裝140及沈積130步驟之後，電接點230接觸膜240，

-加偏壓於150至少一對電接點230，使得獲得通過膜之獨立部分之一電流，

-使用光罩210上方之膜之獨立部分將邊界220安裝170於光罩210之至少一個側上。

【0061】 邊界220及膜240附接至光罩210。此可直接實現或經由使用一額外間隔框架實現。一邊界可安裝於光罩之兩個側上。

【0062】步驟未必按上文描述之順序。至少兩個電接點230之沈積130可(例如)在安裝140包括奈米碳管之膜240之前或之後實現。亦可(例如)緊接在將邊界120安裝170至光罩210之前提供110光罩。

【0063】亦可藉由在膜之獨立部分中施加一變化磁場而引起一電流。在該情況中，不不嚴格需要電接點。變化磁場可引起膜中之渦流電流膜中之變化磁場可(例如)藉由一交流電變壓器或電磁體產生，該交流電變壓器或電磁體經定位使得在操作期間，在膜之獨立部分中產生一變化磁場。

【0064】本發明之實施例之一優勢係膜之獨立部分中之拉伸藉由加偏壓於至少一個接點對而增大，使得獲得通過膜之獨立部分之一電流。此可(例如)導致符合掃描儀需求之CNT之一拉伸網：例如，在2 Pa壓力差下小於0.7 mm之最大撓曲。在本發明之實施例中，可進行膨出(bulge)測試量測以量化膜之拉伸。例如，膨出測試器可用於量化膜之最大撓曲。可使用不同類型之設備測試膜上之拉伸。

【0065】圖1繪示根據本發明之實施例之一例示性方法之一流程圖。圖2展示用使用根據本發明之實施例之一方法獲得之包括奈米碳管之一膜保護之一光罩之一示意圖。

【0066】在例示性方法中，提供120一邊界。可(例如)自一Si晶圓獲得此邊界220。

【0067】可(例如)藉由提供一基板材料(例如，矽晶圓)，沈積一遮罩材料(例如，SiN)於基板上且藉由部分移除基板材料而製造邊界220。例如，30 nm與50 nm之間的遮罩材料(例如，SiN)可沈積於基板上。部分移除可藉由雷射切割或藉由圖案化/蝕刻程序(例如，蝕刻KOH 20%，70攝

氏度，8小時且使用DI水/IPA清洗)達成。可使用其他邊界220。邊界可(例如)包括高溫陶瓷。

【0068】 在本發明之實施例中，至少兩個電接點230 (亦被稱為墊)沈積於邊界220上。此可在安裝140包括奈米碳管之一膜240之前或之後實現。墊230可具有不同尺寸，且可由不同傳導材料組成，且取決於所需效應而不同地放置。在本發明之實施例中，可藉由產生一金屬接點而獲得電接點230，例如藉由沈積130一鈦黏附層，接著沈積鈀。例如，可沈積一0.3 nm至2 nm鈦層，在其上生長一50 nm鈀接點(Ti/Pd)。在本發明之實施例中，可因數個理由選擇電接點之(若干)材料，使得有利地獲得低電阻。例如，鈀(Pd)、金(Au)及鉑(Pt)皆具有低電阻。

【0069】 包括奈米碳管(CNT)之膜可組裝於獨立膜240中，其等之形態取決於製造程序。

【0070】 膜240中之CNT可在藉由由浮動觸媒化學氣相沈積(CVD)方法生長之CNT之乾式轉印或一溶液中分散之CNT之真空過濾接著移除過濾隔膜而製備時隨機定向。

【0071】 自藉由固定觸媒CVD生長之垂直定向CNT叢拉製CNT薄片在可配置於一個或多個層中之膜中產生更多對準之CNT。

【0072】 在實施例中，CNT膜藉由將其等放置於支撐邊界220之頂部上而安裝140以產生一獨立膜240。例如，濾紙(氣溶膠收集方法)或拉製薄片(垂直叢生長)可經按壓至邊界以用於黏附。

【0073】 視情況而言，可應用IPA (蒸氣、噴霧或潤濕)用於稠化及/或黏附。邊界可具有SiN、TiN或因許多原因(例如，改良化學穩定性、平衡應力或改良CNT或墊之黏附)沈積之其他材料之薄層(5 nm至50 nm)。

【0074】 獨立膜可經進一步處理(清洗、塗佈或伸展)。

【0075】 CNT因為在奈米級主導之CNT之間的凡得瓦(van der Waals)力而形成一膜。隨時間，可觀察到下垂，從而產生兩個問題：損及印刷品質之可變光學影響及掃描儀中之壓力波動期間之撓曲風險。

【0076】 因此，在本發明之實施例中，壓迫一電流通過安裝於邊界220處之膜240。施加此電流可導致一宏觀尺度上之視覺外觀改變且大幅減少或甚至消除下垂及起皺。

【0077】 在本發明之實施例中，至少兩個(但通常四個或四個以上)電接點230(亦被稱為墊)經放置於邊界220上，使得電流可藉由直接施加電流或藉由施加一電壓差以引起跨膜之電流而引導通過膜。在本發明之實施例中，墊230可沿著邊界分佈於不同位置上。墊230可為長形接點(例如，具有僅受邊界之尺寸及對將墊彼此隔離之需要而限制之一長度/寬度比)。墊230經組態以在藉由加偏壓於至少兩個墊230而施加一電流通過膜時引起跨膜之一所需拉伸。

【0078】 邊界220經安裝170於光罩210上，使得膜240之獨立部分在光罩上方。在圖2之實例中，展示一所得堆疊之一示意圖。其展示光罩210，示意性繪製光罩210上之一圖案。在光罩之頂部上存在薄膜，其中其邊界220附接至光罩210，且隔膜240在光罩210上方。雖然在此示意圖中未繪製，但一薄膜可存在於光罩之兩個側上。在此示意圖中，亦展示電接點230。此等電接點230經繪製於邊界之頂部上。

【0079】 不同大小之邊界上之墊230之實例分別在圖3及圖4中之組態中繪示。圖3針對測試樣本展示一3 x 3 cm^2外尺寸邊界220，其中四個墊230沈積於邊界220之邊緣上。邊界220定位於外方形與內方形之間。

CNT膜240 (由圖案展示)在中心250處獨立且支撐於邊界220上。圖4展示一更大樣本之一示意圖，其與一完整大小薄膜120 x 150 cm^2外尺寸更相容，其中沈積8個墊230，基於矽之邊界220之每個邊緣各兩個。邊界220定位於外矩形與內矩形之間。CNT膜240既在中心250獨立又在邊緣處坐落於邊界220上。

【0080】 在本發明之實施例中，邊界圍封一開放體積。藉由在此邊界上提供一膜，此體積上方之膜係膜之獨立部分。膜之獨立區域之形狀藉由圍封此區域之邊界判定。在圖3及圖4中之實例中，展示膜之一方形或矩形獨立部分。然而，本發明不限於此。其他組態(諸如例如圓形組態)亦係可能的。此等係藉由邊界220判定。

【0081】 在本發明之實施例中，在一或多對電接點230上方實現加偏壓。在圖3之實例中，若自接點2施加一電流至接點4，則電流施加處理將修改膜以變為在2至4方向上更拉伸。若自接點2施加電流至接點1，則僅接點2與1之間的一有限處理區將因施加之電流變為更拉伸。可沿著一單一路徑引起一單一電流或可在複數個接點墊之間引起複數個電流。例如，可在接點1及3上方施加一第一電壓，而同時可在接點2及4上方施加一第二電壓。藉由如此做，獲得節點1與3之間的一第一電流且獲得節點2與4之間的一第二電流。第一電壓可不同於第二電壓且另外，第一電流可不同於第二電流。

【0082】 在本發明之實施例中，膜240之電阻可使用van der Pauw方法量測以監測膜改變。可在拉伸之前、期間及之後量測電阻以量化該程序。一樣本程序可涉及量測電阻及接著在兩個接點之間施加電流或電壓(圖5中之I24 / V24)。在如此做時，可量測電阻，且可針對平滑、無褶皺

之外觀視覺檢視膜。亦可量測拉伸(例如，間接經由在量測撓曲程度時施加一壓力至隔膜之膨出測試量測)。若需要額外拉伸，則可使用一額外接點對來施加電流或電壓。例如，I13 / V13。此程序可在監測電阻且檢查膜上之一平滑、無褶皺拉伸時在不同接點對上方重複(I12 / V12、I34 / V34、I41 / V41、I23 / V23、I24 / V24或I13 / V13)。可重複不同對電接點230之加偏壓，直至達成一均勻應力，膜係平滑且無褶皺的，且電阻已經穩定至一恆定值。目標係使用電流來在策略上引起跨膜之一均勻引起拉伸應力。

【0083】 如上文解釋，在本發明之實施例中，可使用van der Pauw方法來監測膜之電阻的改變。此係參考電阻。可同時在多個電接點上施加一電流或電壓。此一組態之一實例在圖6中示意性繪示，其展示接點對1及3上方之電壓或電流源 (I13或V13)及接點對2及4上方之電壓或電流源(I24或V24)。例如，I24或V24及I13或V13被同時接觸以產生一雙通道組態。在本發明之實施例中，此多通道方法(其中複數對電接點經加偏壓)可擴展至針對如圖6中繪示之組態或針對具有甚至更多接點墊之任何組態之一組複雜接點及電流/電壓。

【0084】 在本發明之實施例中，方法適用於由未塗佈CNT膜組成之薄膜且適用於由用不同材料塗佈之CNT膜形成之薄膜。在本發明之實施例中，可在將接點墊放置130於邊界上且安裝140未塗佈CNT膜之後執行CNT膜塗層160。

【0085】 在本發明之實施例中，加偏壓於一對電接點，使得獲得通過膜之獨立部分之一電流時之時間量之範圍可(例如)為幾毫秒至數秒。經施加電流之範圍可(例如)為幾毫安至200 mA或更高，且經施加電壓可(例

如)自零變化至40 V，經施加電壓可(例如)高於20 V或甚至高於40 V，但彼等未必係程序之限制。

【0086】 在本發明之實施例中，一加偏壓脈衝列(電流或電壓)可用以引起此應力。此一脈衝列之開/關比可(例如)係可調諧的。開/關比可(例如)高於20%、40%、60%、80%。然而，此並非嚴格要求的。

【0087】 在本發明之實施例中，可施加電流，使得膜之獨立部分之加熱受限制。在加偏壓期間，膜之溫度可(例如)保持低於200°C或甚至低於30°C。此可(例如)藉由控制對流氣流及經施加電流或電壓之工作週期而達成。因此，電流可限於一最大值，及/或脈衝之持續時間可限於一最大值及/或在一脈衝列的情況中，開/關比可限於一最大值。

【0088】 發明人已經注意，CNT膜之電阻隨著經施加之電流而增大。在不受理論約束的情況下，假設電阻與電流之間的此關係暗示膜自身中之一奈米級改變。圖7展示在施加通過一膜之一獨立部分之一電流之前之該膜之一掃描電子顯微鏡(SEM)影像。圖8展示在施加電流，使得獲得膜中之一增大之拉伸之後之一SEM影像。如自此等圖可見，SEM未展示差別。因此，發明人假設改變可與奈米形貌(癒合結合)或揮發污染物更相關。

【0089】 在本發明之實施例中，可在膜上提供160之一塗層。此係一可選步驟，其可(例如)在加偏壓150於至少一對電接點之前實現，藉此壓迫一電流通過膜之獨立部分。然而，本發明不限於此且塗佈亦可在加偏壓於接點對之後實現。

【0090】 CNT膜240可經部分或完全塗佈。部分塗層可藉由CNT缺陷之非常薄(例如，具有小於3 nm之一厚度)沈積或裝飾獲得。完整塗層可

(例如)用物理氣相沈積(PVD) (即，電子束或熱蒸鍍、遠端電漿濺鍍)；原子層沈積(ALD)、化學氣相沈積(CVD)、電化學沈積(ECD)及溶膠凝膠技術或多個方法之一組合沈積。塗層可(例如)包括下列材料：Zr、Y、B、Ti、Ru、Mo及相關組份、氮化物或氧化物。然而，清單不限於此等材料。

【0091】 圖1中繪示之程序流程係根據本發明之一實施例之一例示性程序流程。然而，本發明不限於此。步驟可在不需要的情況下省略(例如，塗佈)。亦可改變步驟之順序(例如，在施加電流之後塗佈膜)。

【0092】 塗佈可包括獨立奈米碳管(CNT)膜之多層塗佈(較佳地雙層但可為多層)。此塗層保護膜以防侵蝕性環境(例如，在用作一EUV薄膜的情況下之氫自由基)。塗層亦可針對更多輻射冷卻增強發射率。

【0093】 若用作一EUV薄膜，則獨立CNT膜將被引入至具有一掃描儀內側之氫自由基(H*)之一環境中。膜(亦被稱為隔膜)內之CNT結構可受H*攻擊，從而導致薄膜受損，此係歸因於碳至烴分子之氣化之CNT移除。為了避免薄膜劣化，必須保護CNT隔膜以降低或消除H*損害。此可藉由使用包括一或多個層之薄膜塗佈CNT隔膜(例如，自兩側)完成。保護亦可憑藉沿著隔膜內之CNT管之弱位置上之標定沈積完成。

【0094】 原子層沈積(ALD)可用於至複雜結構上之保形薄膜沈積。然而，CNT上之保形及無針孔塗層係具挑戰性的，此係歸因於在膜生長開始時具有用於ALD成核之少量活性位點之CNT表面之化學惰性。

【0095】 在本發明之實施例中，第一塗層可為一部分塗佈層。此可藉由由原子層沈積(ALD)或化學氣相沈積(CVD)選擇性塗佈缺陷而達成。H*蝕刻可能開始於CNT之缺陷位點且接著沿著管長度傳播。已知

ALD/CVD在缺陷位點上開始成核，從而容許選擇性保護CNT缺陷以防H*。本發明之一優勢係CNT缺陷之部分塗佈將相較於未塗佈CNT薄膜延長經塗佈CNT薄膜之壽命。

【0096】 視情況而言，在部分ALD/CVD塗佈層之頂部上之CNT膜之一個或兩個側上添加一第二塗佈層以改良發射率。塗佈可藉由上文已經列出之各種薄膜沈積技術(例如，熱或電子束蒸鍍、濺鍍等)應用。

【0097】 在本發明之實施例中，一完整塗層可設置於CNT膜240上以用於保護。此層可藉由一保形塗佈步驟達成。

【0098】 保形塗佈可在ALD塗佈之前藉由施加一晶種(黏附)層(藉由熱或電子束蒸鍍沈積)達成。此晶種層沈積方法對CNT結構係良性的，容許保留初始CNT性質。針對晶種層之均勻性，可在一角度(例如15度)下執行蒸鍍，但此可為1度至89度，且在沈積期間旋轉基板。一加晶種CNT結構頂部上之ALD將為均勻及保形的。

【0099】 本發明之實施例之一優勢係上文提及之晶種層充當涉及至嚴苛反應條件(例如，基於電漿之濺鍍)或強氧化劑(例如，特定ALD程序)(其等已知在程序期間損害CNT)之CNT曝露之後續層之沈積期間之CNT隔膜之一保護。

【0100】 在本發明之實施例中，可在剛性塗層膜之間添加一中間可變形薄膜塗層以減小一多層塗層(例如，碳)之應力。

【0101】 在實施例中，可使用保形塗佈施加兩個層。藉由施加兩個層，應力可平衡，此係因為淨應力係由各層引起之壓縮或拉伸應力之一組合。此可導致一甚至更拉伸之膜及具有一減少數目之褶皺之一膜或甚至一無褶皺膜。

【0102】 在本發明之實施例中，可提供一CNT結構，其有利於保形塗佈。CNT薄膜隔膜可(例如)包括N摻雜CNT。使用外來原子摻雜CNT膜可使CNT膜更有利於ALD或CVD成核，此係歸因於反應表面物種之引入。

【0103】 CNT膜可包括用於使其等更有利於保形塗佈之多壁CNT。在該情況中，該等壁之一者可用作一犧牲CNT壁以使之功能化以容許ALD加晶種。

【0104】 在本發明之實施例中，獲得一連續且保形ALD塗佈所需之ALD週期之數目可藉由在加晶種CNT之頂部上提供塗佈而降低。例如，超薄層可藉由ALD (例如，一釘塗佈)提供。

【0105】 在實施例中，可針對保形塗佈應用一乾式方法。在該情況中，不使用溶液用於沈積塗層。

【0106】 本發明之實施例之一優勢為藉由在晶種層生長期間避免CNT損害而保持固有結構、機械及電CNT性質。

【0107】 本發明之實施例之一優勢為一旦在塗佈程序期間藉由晶種層保護CNT以防(例如)離子轟擊，便容許各種塗佈方法。

【0108】 根據本發明之實施例之一保形塗佈之一優勢係其可應用於已知相較於多壁CNT具有更少缺陷之單壁CNT之高度透明獨立膜。

【0109】 本發明之實施例之一優勢為CNT結構有利於保形塗佈，此係由於其在保持獨立CNT隔膜時容許藉由ALD進行之受控塗佈之CNT表面之缺陷管理。

【0110】 根據本發明之實施例之方法可包括藉由包括奈米碳管之安裝膜保護之光罩上之一微影步驟。

【0111】在本發明之實施例中，一CNT薄膜係藉由在隆起邊界之間安裝一CNT膜且藉由施加一電流至膜之獨立部分而製成。本發明之實施例之一優勢係CNT膜係用於微影倍縮光罩保護之一解決方案。

【0112】在本發明之實施例中，微影可為運用一13.5 nm波長之極紫外線微影。然而，本發明不限於此波長。波長之範圍可(例如)在3 nm與248 nm之間。有利地可使用奈米碳管來製成一膜，該膜如此薄使得其不影響通過膜之EUV光。再者，有利地藉由根據本發明之實施例之一方法增大拉伸應力且此拉伸應力維持甚至達一更長之週期。拉伸應力可(例如)永久保持穩定。

【符號說明】

【0113】

100	方法
110	提供
120	提供
130	沈積
140	安裝
150	引起
160	提供
170	安裝
210	光罩
220	邊界
230	電接點/墊
240	膜
250	中心

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種用於保護一光罩之方法，該方法包括：

提供該光罩；

提供一邊界；

在該邊界上沈積至少兩個電接點；

在該邊界上安裝包括奈米碳管之一膜，使得該膜包括一獨立部分，

其中在該安裝及該沈積步驟之後，該等電接點接觸該膜；

藉由加偏壓於至少一對該等電接點引起通過該膜之該獨立部分之一電流；及

使用該光罩上方之該膜之該獨立部分將該邊界安裝於該光罩之至少一個側上。

【第2項】

一種用於保護一光罩之方法，該方法包括：

提供該光罩，

提供一邊界，

在該邊界上安裝包括奈米碳管之一膜，使得該膜包括一獨立部分，

藉由在該膜之該獨立部分中施加一變化磁場而引起通過該膜之該獨立部分之一電流，

使用該光罩上方之該膜之該獨立部分將該邊界安裝於該光罩之至少一個側上。

【第3項】

如請求項1之方法，其中在至少兩對該等電接點上方實現該加偏壓。

【第4項】

如請求項1至2中任一項之方法，其中一單一電流脈衝經引起通過該膜之該獨立部分。

【第5項】

如請求項1至3中任一項之方法，其中一電流脈衝列經引起通過該膜之該獨立部分之具有一預定義工作週期。

【第6項】

如請求項1至2中任一項之方法，其中該邊界係一矽邊界。

【第7項】

如請求項6之方法，其中藉由提供一基於矽之材料且藉由部分移除該基於矽之材料而提供該邊界。

【第8項】

如請求項1之方法，其中藉由沈積一鈦晶種層接著沈積鈀而獲得該等電接點。

【第9項】

如請求項1至2中任一項之方法，其中藉由奈米碳管之乾式轉印或藉由使用真空過濾自一溶液萃取至一濾紙上而製備該膜。

【第10項】

如請求項1至2中任一項之方法，該方法包括在沈積該膜之後施加異丙醇於該膜上。

【第11項】

如請求項1至2中任一項之方法，該方法包括在該膜上提供一塗層。

【第12項】

如請求項11之方法，其中一部分塗層經設置在該膜上。

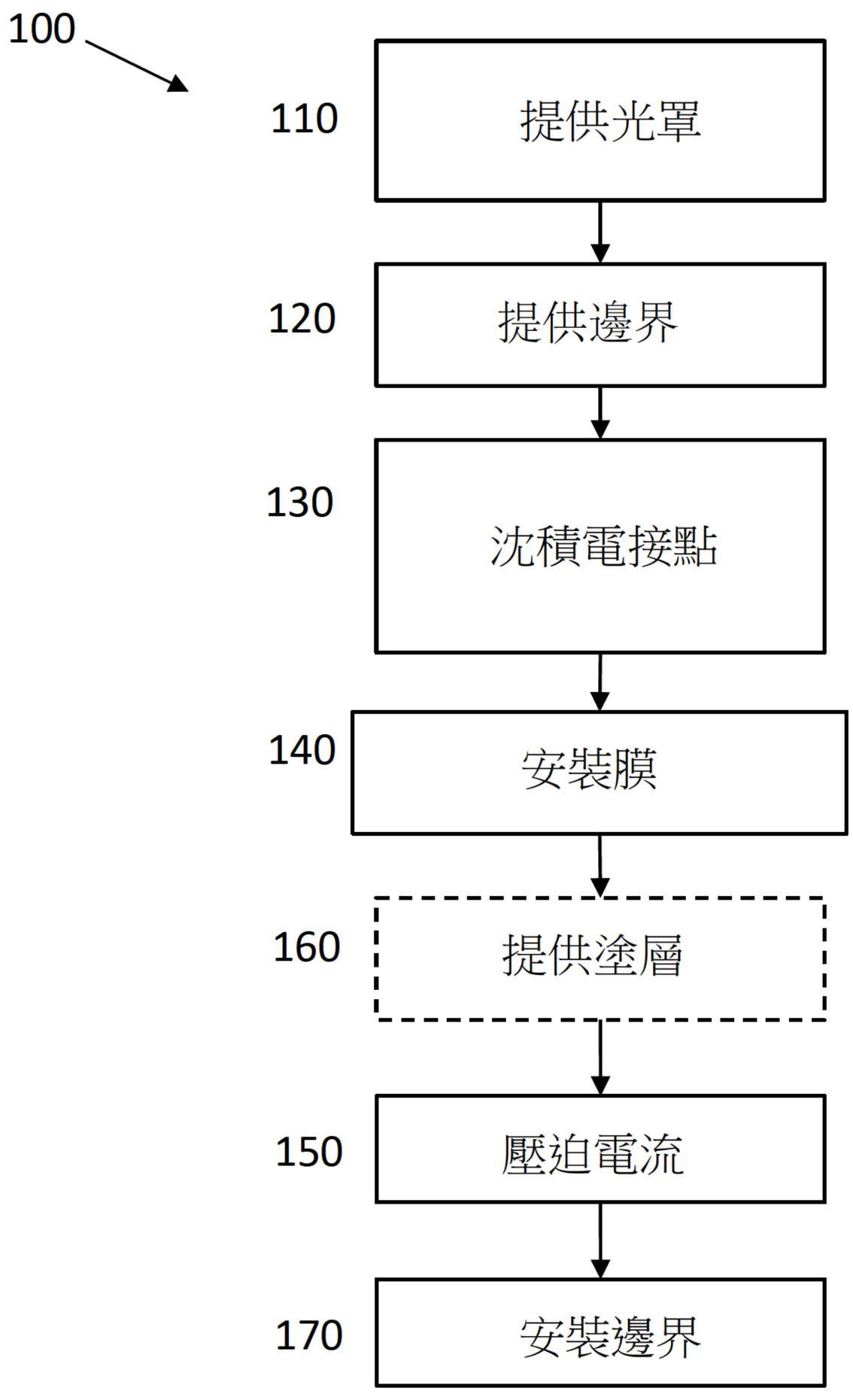
【第13項】

如請求項11之方法，其中一完整塗層經設置在該膜上。

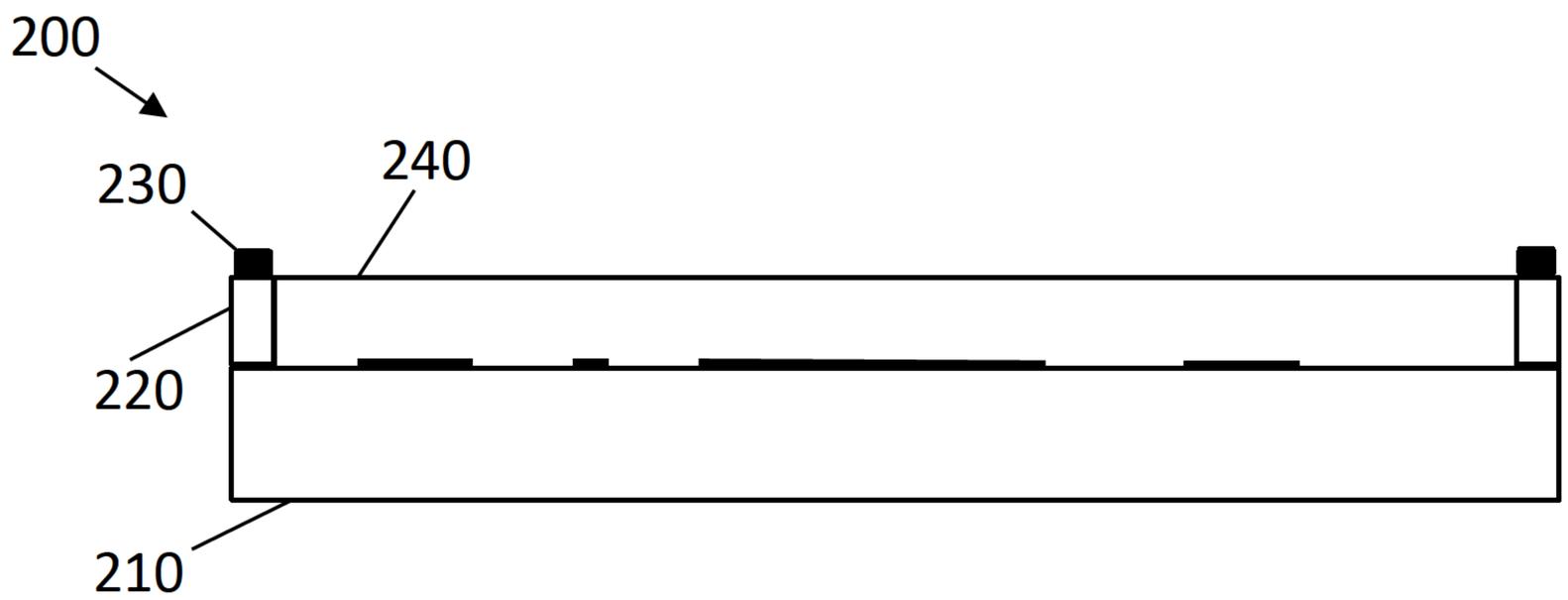
【第14項】

如請求項1至2中任一項之方法，該方法包括對該光罩應用一微影步驟，藉由包括奈米碳管之該經安裝膜保護該光罩。

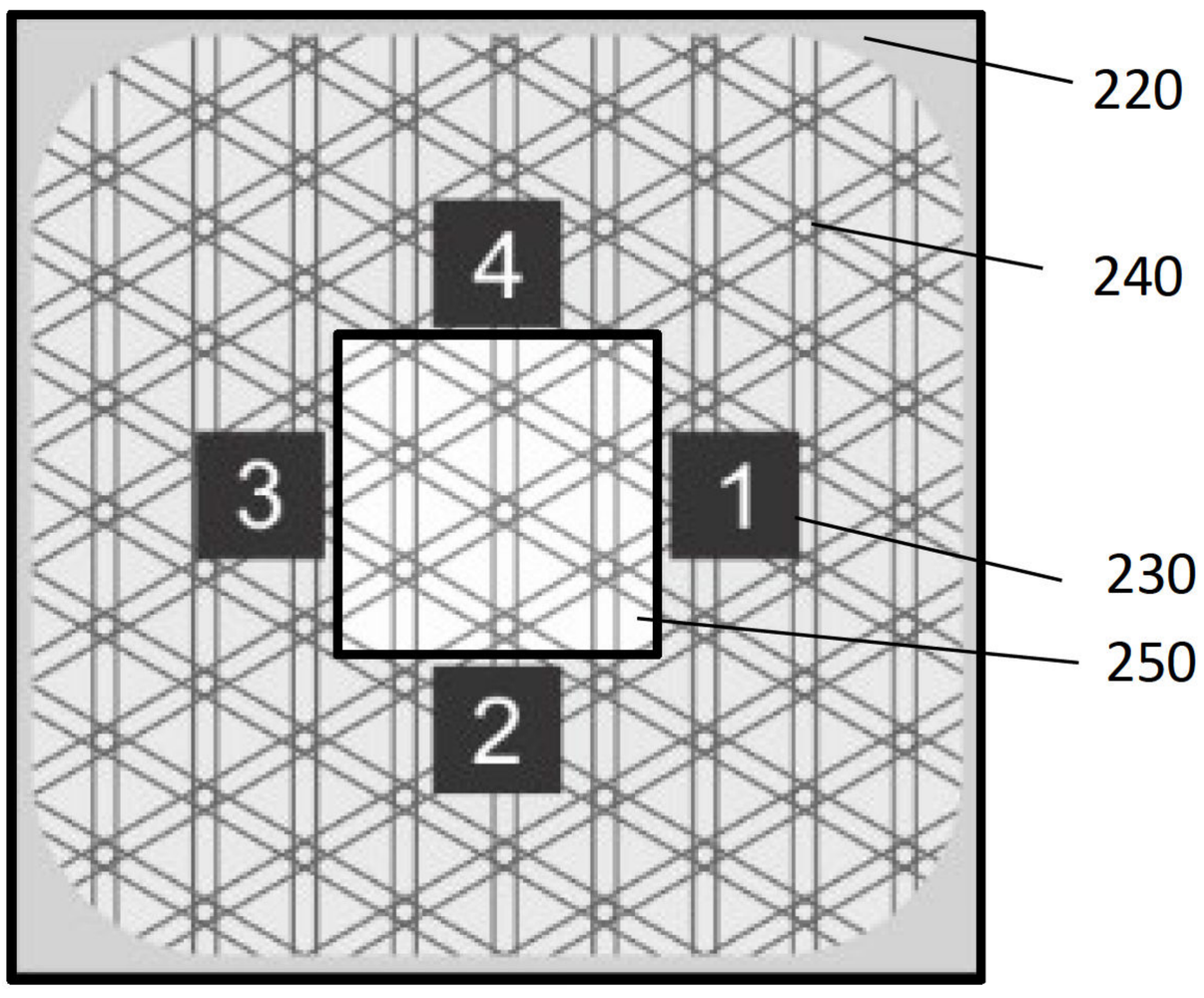
【發明圖式】


100
110
提供光罩
120
提供邊界
130
沈積電接點
140
安裝膜
160
提供塗層
150
壓迫電流
170
安裝邊界

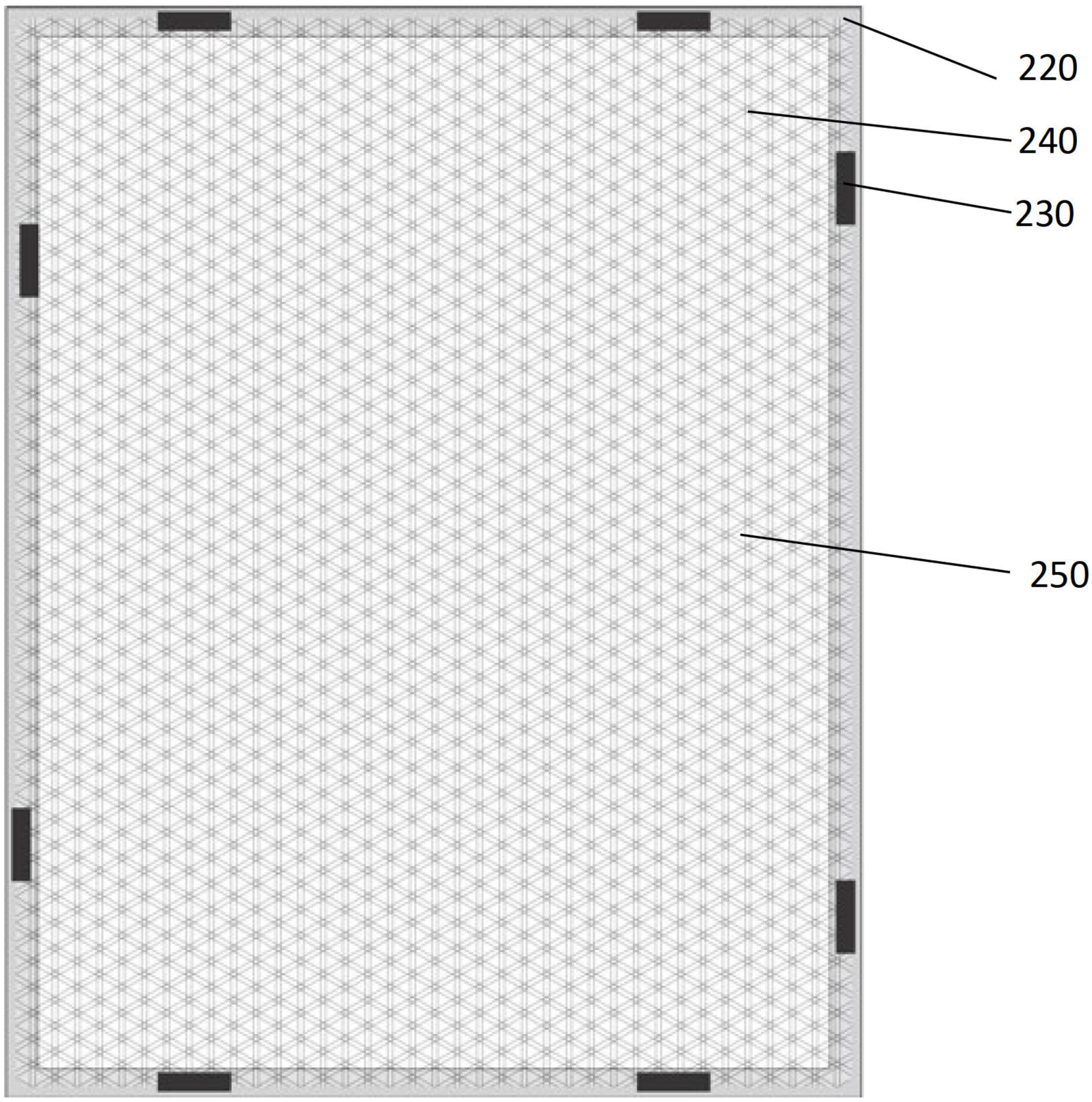
【圖1】



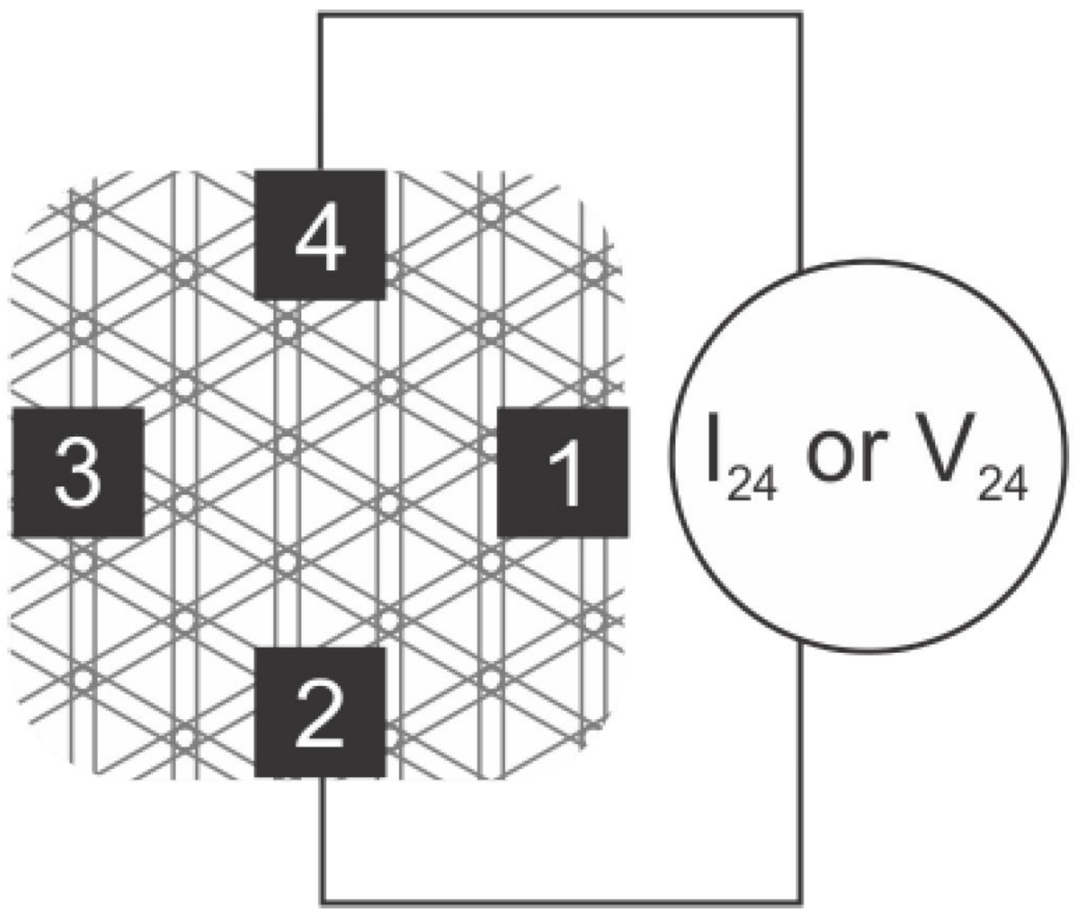
【圖2】



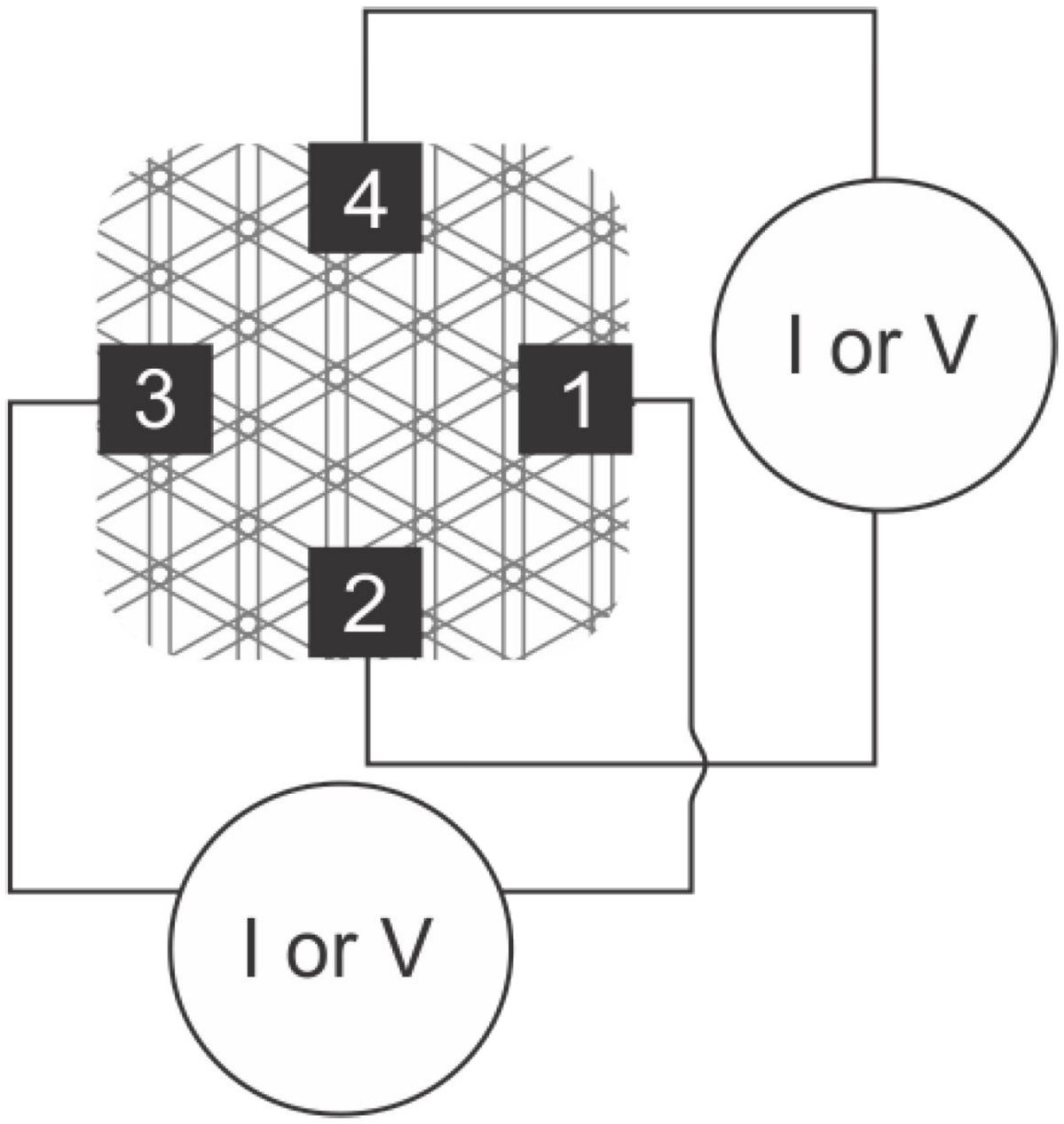
【圖3】



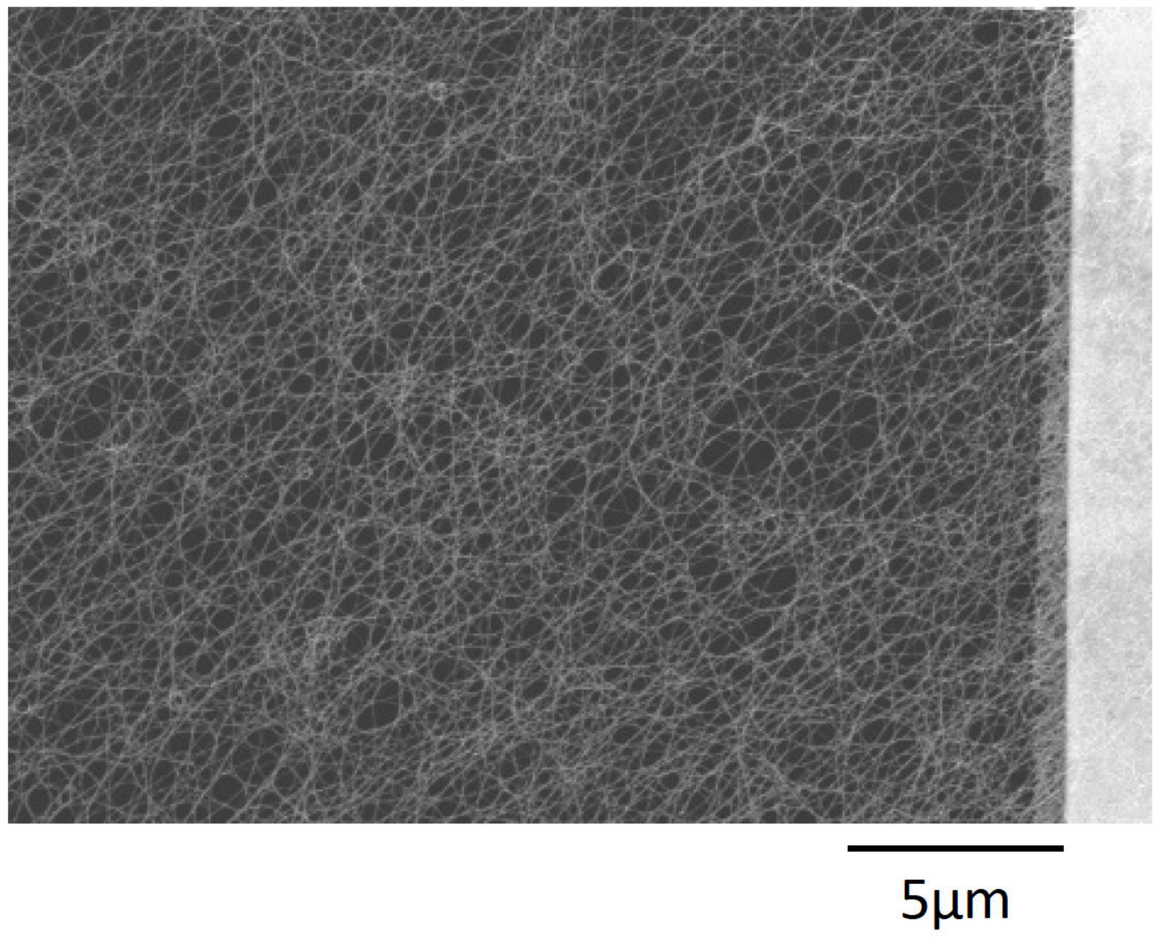
【圖4】



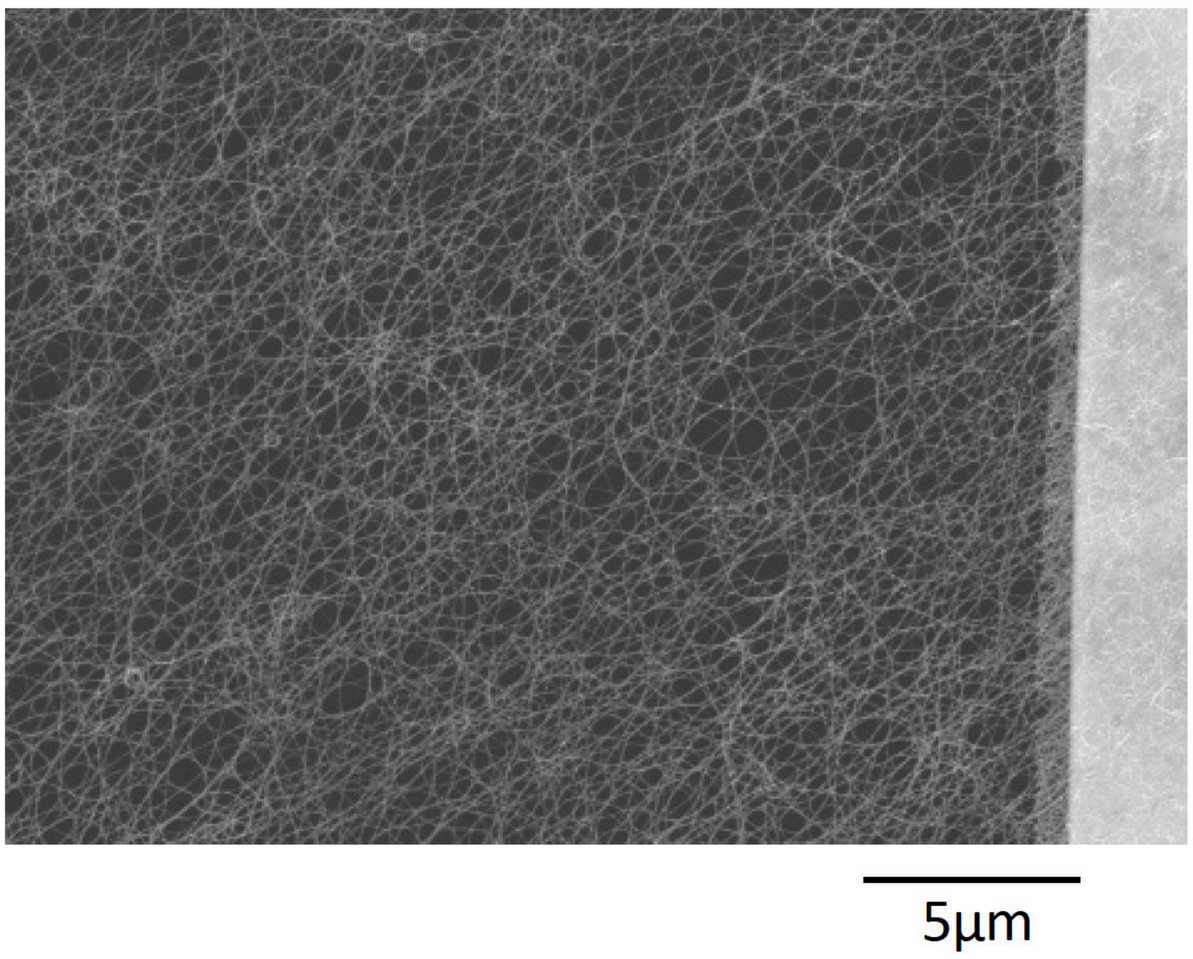
【圖5】



【圖6】



【圖7】



【圖8】