

發明專利說明書

PD1060213

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：P51061P7

※申請日期：P5.2.24

※IPC 分類：

G03F 1/1, 1/1, 9/00
(2012.01) (2012.01) (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

遮罩坯料用透明基板的製造方法、遮罩坯料的製造方法及曝光遮罩製造方法

MASK BLANK TRANSPARENT SUBSTRATE MANUFACTURING METHOD, MASK BLANK MANUFACTURING METHOD, AND EXPOSURE MASK MANUFACTURING METHOD

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

HOYA 股份有限公司(HOYA 株式会社)

HOYA CORPORATION

代表人：(中文/英文)

鈴木洋/SUZUKI, HIROSHI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都新宿區中落合 2 丁目 7 番 5 號

7-5, Naka-Ochiai 2-chome, Shinjuku-ku, Tokyo, Japan

國籍：(中文/英文)

日本/Japan

三、發明人：(共 1 人)

姓名：(中文/英文)

田邊勝(田辺勝)/TANABE, MASARU

國籍：(中文/英文)

日本/Japan

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

日本 2005.02.25 特願 2005-050936

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

一種含有準備一具有精密研磨主表面之透明基板之準備步驟；在透明基板之主表面上複數個量測點得到高度資訊，作為表面形狀資訊之表面形狀資訊獲得步驟，其中透明基板接觸一曝光裝置之一遮罩台；基於表面形狀資訊與遮罩台之形狀資訊，藉模擬透明基板設定於曝光裝置之狀態得到在複數個量測點之高度資訊的模擬步驟；基於經由該模擬所得之高度資訊，當透明基板被設定於曝光裝置中時，計算該透明基板平坦度之平坦度計算步驟；判斷是否該經計算的平坦度滿足一規格之判斷步驟；與在平坦度滿足該規格之透明基板之主表面上，形成一薄膜作為一遮罩圖案之薄膜形成步驟。

六、英文發明摘要：

- A method includes a preparation step of preparing a transparent
- 5 substrate having a precision-polished main surface, a surface shape information obtaining step of obtaining, as surface shape information, height information at a plurality of measurement points on the main surface of the transparent
 - substrate that contacts a mask stage of an exposure apparatus, a simulation
 - step of obtaining, based on the surface shape information and shape
 - 10 information of the mask stage, height information at the plurality of measurement points by simulating the state where the transparent substrate is set in the exposure apparatus, a flatness calculation step of calculating, based on the height information obtained through the simulation, a flatness of the transparent substrate when it is set in the exposure apparatus, a judging step of
 - 15 judging whether or not the calculated flatness satisfies a specification, and a thin film forming step of forming a thin film as serving as a mask pattern, on the main surface of the transparent substrate whose flatness satisfies the specification.

七、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：

- | | |
|-----|---------------------|
| S 1 | 透 明 基 板 準 備 步 驟 |
| S 2 | 表 面 形 狀 資 訊 獲 得 步 驟 |
| S 3 | 模 擬 步 驟 |
| S 4 | 平 坦 度 計 算 步 驟 |
| S 5 | 判 斷 步 驟 |
| S 6 | 薄 膜 形 成 步 驟 |
| S 7 | 薄 膜 應 力 控 制 步 驟 |
| S 8 | 抗 蝕 膜 形 成 步 驟 |
| S 9 | 曝 光 遮 罩 製 造 步 驟 |

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

本發明主張日本專利申請案 J92005-50936 之優先權，其內容併入本案供參考。

【發明所屬之技術領域】

本發明有關製造一透明基板之方法用於適於一短波長區域之遮罩坯料，其中該曝光波長為 200nm 或更少，且進一步有關於一種遮罩坯料製造方法與一曝光遮罩製造方法。

【先前技術】

近年來，於半導體元件之微小化後，使用於微影技術之曝光光源已改變一 ArF 準分子雷射(曝光波長 193nm)與一 F2 準分子雷射(曝光波長 157nm)，使得減少曝光波長正開始進行。

當曝光波長變成 200nm 或更少，一曝光裝置之聚焦深度變得極端微小。因此，假如當該曝光遮罩以真空抽吸或相類物被設定於曝光裝置中，一曝光遮罩被變形而減少其平坦度，於轉移該曝光遮罩之遮罩圖案至一半導體基板作為一轉移目標，該焦點位置將會移動。以此方式，轉移精確度通常被減低。

為解決此問題，JP-A-2004-46259(以下將參引為專利文件 1)揭露一種技術其中用於產生一曝光遮罩之遮罩坯料的平坦度，當其被設定於一曝光裝置，經由模擬計算被估計出，且一曝光遮罩從預估平坦度為絕佳之遮罩坯料被製造。

特定地，一遮罩坯料藉形成一遮光膜(一不透明膜)被

產生於一透明基板上，且該遮罩坯料之主表面之表面形狀(四種之一，即凹形、凸形、馬鞍形與半圓柱形)與該遮罩坯料之平坦度(相對於某參考面之遮罩坯料之主表面之最高點與最低點間之差異)以量測得到。接著，從如此導出之遮罩坯料平坦度與一曝光裝置之一遮罩台之結構，當遮罩坯料被設定於該曝光裝置之遮罩台上時，遮罩坯料之平坦度藉使用有限元素法或相類似方法經由模擬被推導出。當經由模擬所導出之遮罩坯料之平坦度滿足一規格時，從此等遮罩坯料製造出一曝光遮罩。

然而，於專利文件 1 之技術中，該些資料為使用於當遮罩坯料被置於曝光裝置時，實施該模擬用於推導該遮罩坯料之平坦度之資料(相對於某參考面之遮罩坯料之主表面之最高點與最低點間之差異)與表面形狀(四種之一，即凹形、凸形、馬鞍形與半圓柱形)。

當透明基板之主表面被精密研磨，其表面形狀為複雜的，即例如，具有波浪狀或凹形與凸形之結合，且因此，會有一情形其中表面形狀不會對應先前四種形狀之一種。因此，當遮罩坯料設定於曝光裝置中時，甚至藉使力施加該主表面之複雜表面狀態至遮罩坯料之平坦度與簡單表面形狀(凹形、凸形或相類物)以經由該模擬，推導遮罩坯料平坦度，但當曝光遮罩確實設定於曝光裝置中時，所推導出平坦度並不會與從遮罩坯料產生之曝光遮罩之平坦度相符。

又，於專利文件 1 之技術中，當曝光遮罩被設於曝光

裝置中時，被使用於實施模擬用以導出遮罩坯料之平坦度之該資料(表面形狀與平坦度)，為具有形成於透明基板上之遮光膜之遮罩坯料之資料。

於遮罩坯料藉形成一遮光膜於一透明基板上被製造後，假如此遮罩坯料之平坦度與表面形狀被量測，相當大量之粒子黏著至遮光膜造成缺陷。當該曝光波長達到200nm或更少之一短波長區域時，安全邊際在決定缺陷之尺寸與缺陷數目之規格與光學特性之規格中被減低，(例如從設計值之傳輸等之偏異與在主平面上傳輸等之平面變異)。

又，於遮罩坯料之遮光膜之膜應力為大的情形，當一曝光遮罩藉圖案化該遮光膜被產生時，當遮罩坯料確實設定於一曝光裝置中時，視遮光膜之一圖案之形狀、在透明基板之主表面上之遮光膜之圖案之佔有比例等而定，一差異可能發生於經由模擬所導出之遮罩坯料之平坦度間，特別當遮光膜被減低時。因此，會有平坦度不能精確估計之可能。

【發明內容】

因此本發明之一目的為提供一種遮罩坯料透明基板製造方法，當它被設定於一曝光裝置中時，其能經由模擬以精確計算該透明基板之平坦度，製造一遮罩坯料透明基板。

本發明之另一目的為提供一種遮罩坯料製造方法，當它被設定於一曝光裝置中時，其能以精確計算(估計)，經由模擬該透明基板之平坦度製造一遮罩坯料，且能抑制缺

陷之產生。

本發明之另一目的為提供一種曝光遮罩製造方法用於使用此等遮罩坯料製造一曝光遮罩。

為解決上述目的，本發明具有以下觀點：

(第一觀點)

依據本發明之第一觀點，提供一種製造一遮罩坯料透明基板之方法，包括：

準備步驟準備具有一精密研磨主表面之透明基板；

表面形狀資訊獲得步驟得到從設置於該透明基板之主表面上之預定區域中複數個量測點上之參考面之高度資訊，當作該主表面之表面形狀資訊，其中透明基板接觸一曝光裝置之一遮罩台；

模擬步驟，基於在表面形狀資訊獲得步驟所得之表面形狀資訊與包含一區域之遮罩台之形狀資訊，從在複數個量測點之參考面得到高度資訊於該區域處遮罩台接觸透明基板之主表面，其係藉由模擬該透明基板設定於該曝光裝置中之狀態；

平坦計算步驟，基於在模擬步驟中所得之參考面之高度資訊，推導含有一曝光遮罩之一轉移區域之一預定區域中一最大值與一最小值間之差異，藉以當該透明基板設置於曝光裝置中時，得到該透明基板之一平坦度；及

判斷步驟，判斷是否在平坦度計算步驟中所計算之平坦度滿足一規格。

(第二觀點)

依據本發明之第二觀點，於第一觀點中，透明基板之主表面上之預定區域，於該處在表面形狀資訊獲得步驟中得到表面形狀資訊，係被設定以包含該曝光裝置之遮罩台接觸該主表面之區域。

(第三觀點)

依據本發明之第三觀點，於第二觀點中，透明基板之主表面區域上該預定區域，其中在表面形狀資訊獲得步驟中得到表面形狀資訊，係被設定為一除從該透明基板之一去隅角表面大於 0mm 且不大於 3mm 之一周圍區域外之區域。

(第四觀點)

依據本發明之第四觀點，提供一種製造遮罩坯料之方法，包括

準備步驟，準備一種具有精密研磨主表面之一透明基板；

表面形狀資訊獲得步驟，從在複數個測量點之一參考面得到，高度資訊當作主表面之表面形狀，複數個量測點上係在設置於接觸一曝光裝置之一遮罩台之該透明基板之主表面上預定區域；

模擬步驟，基於在表面形狀資訊獲得步驟中所得之表面形狀資訊與包含一區域之遮罩台之形狀資訊，於該區域處遮罩台接觸透明基板之主表面從複數個量測點從參考面獲得高度資訊藉模擬透明基板設定於該曝光裝置中之狀態；

一平坦計算步驟，基於從模擬步驟中所得之參考平面之高度資訊，推導含有一曝光遮罩之一轉移區域之一預定區域中一最大值與一最小值間之差異，藉以當該透明基板是設置於曝光裝置中時得到該透明基板之一平坦度；

判斷步驟，判斷是否在平坦度計算步驟中所計算之平坦度滿足一規格；及

薄膜形成步驟，形成作為一遮罩圖案之一薄膜的，在透明基板之主表面上，在判斷步驟中該主表面之平坦度被判定為滿足該規格。

(第五觀點)

依據本發明之第五觀點，於第四觀點中，在透明基板之主表面上之預定區域，於該處在表面形狀資訊獲得階段中獲得表面形狀資訊，被設定一包含該區域，於該區域處曝光裝置之遮罩台接觸主表面。

(第六觀點)

依據本發明之第六觀點，於第五觀點中，在透明基板之主表面上之預定區域，於該處在表面形狀資訊獲得階段中得到表面形狀資訊，被設定為除從該透明基板之一去隅角表面大於 0mm 且不大於 3mm 之一周圍區域外之區域。

(第七觀點)

依據本發明之第七觀點，第四觀點更包括在與/或於實施薄膜形成步驟後之時間，減少該薄膜之薄膜應力之薄膜應力控制步驟。

(第八觀點)

依據本發明之第八觀點，於第七觀點中，薄膜應力控制步驟以加熱該薄膜至 150℃ 或更高被實施。

(第九觀點)

依據本發明之第九觀點，於第四觀點中，在薄膜被形成之一側上之透明基板之主表面之一表面形狀為使得主表面之一高度從一中心區域至一周圍區域逐漸下降之形狀。

(第十觀點)

依據本發明之第十觀點，提供一種製造一曝光遮罩之方法，包括在如第四觀點以該遮罩坯料製造方法所得之遮罩坯料中圖案化該薄膜，以在該透明基板上形成一薄膜圖案。

(第十一觀點)

依據本發明之第十一觀點，提供一種製造半導體元件之方法，包括設定依申請專利範圍第 10 項之曝光遮罩製造方法所得之一曝光遮罩，且轉移該曝光遮罩之一薄膜圖案至一半導體基板上之一抗蝕膜。

依據本發明之第一、第二、第四或第五觀點，可達成以下效果。基於從在透明基板之主表面上複數量測點之參考面高度資訊等，在該透明基板被設定於曝光裝置中之狀態的模擬被執行。於該模擬中，當透明基板被設定於曝光裝置中時，從參考面之高度資訊在該透明基板之主表面上複數量測點得到。透明基板之平坦度當它被設定於曝光裝置中時，基於在模擬中所得之高度資訊被計算，且因此此平坦度可以高精確度被預估。因此藉從一遮罩坯料製造一

曝光遮罩，其為基於此精確計算之透明基板平坦度被製造，該曝光遮罩關於平坦度，圖案位置精確性等滿足一規格。因此，藉使用此等曝光遮罩於實施圖案轉移下，它能改善轉移精確度。

又，形成薄膜於透明基板上之該薄膜形成步驟(遮罩坯料透明基板)於表面形狀資訊獲得步驟、模擬步驟與平坦度計算步驟後被實施。因此，粒子不會於該些步驟中附著至薄膜。因此，它能抑制在將製造之遮罩坯料上的缺陷產生。

依據本發明之第三或第六觀點，將達到以下效果。用於在表面形狀資訊獲得步驟中得到表面形狀資訊之主表面預定區域，為從該透明基板之去隅角表面除了超過 0mm 且不大於 3mm 之周圍區域的區域。因此，於此預定區域中之表面形狀資訊可以高精確性量測。

依據本發明之第七或第八觀點，將可達到以下效果。膜應力控制步驟用於減低薄膜之膜應力在及/或於實施薄膜形成步驟後被實施。因此，甚至當使透明基板(遮罩坯料透明基板)之膜應力存在於形成在透明基板上之薄膜中時，此膜應力可被減低。因此，可在透明基板之平坦度間達成一致，其中透明基板之平坦度係藉模擬透明基板被設定於曝光裝置中之狀態，在複數量測點所得高度資訊被計算，及曝光遮罩之平坦度為當遮罩坯料藉在透明基板(遮罩坯料透明基板)上形成薄膜被製造時所得到，接著曝光遮罩從此遮罩坯料被製造，且接著此曝光遮罩確實被設定於該曝光裝置中。

依據本發明之第九觀點，將可達成以下效果。在薄膜被形成之側上該透明基板之主表面之表面形狀為使得主表面之高度逐漸從其中心區域逐漸減低至其周圍區域。因此，當從透明基板、遮罩坯料透明基板製造之曝光遮罩具有此等形狀被設定於曝光裝置中，曝光遮罩之平坦度變的絕佳。因此，它能滿足對該曝光遮罩所需之規格。

依據本發明之第十觀點，以下效果將可達成。曝光遮罩藉在遮罩圖坯料中圖案化該薄膜被製造，以在透明基板(遮罩坯料透明基板)上形成薄膜圖案。因此，此曝光遮罩當它被設置於曝光裝置中時，關於平坦度、圖案位置精確度等可滿足該規格。因此，藉使用此等曝光遮罩於實施圖案移轉下，它能改善轉移精確度。

依據本發明之第十一觀點，以下效果將可達成。當它被設置於曝光裝置中時，藉使用平坦度與圖案位置精確度極佳之曝光遮罩，圖案轉移可被實施於形成在基板上之一抗蝕膜。因此，它能使用正如被設計成精密圖案之半導體裝置且避免圖案缺陷。

【實施方式】

現在，將參考附圖說明本發明之一較佳實施例。

第1圖為一流程圖，顯示應用於依據本發明之一遮罩坯料製造方法之一實施例的一網版相位移轉遮罩坯料製造方法。

顯示於第1圖之遮罩坯料製造方法包括一透明基板(合成石英玻璃基板)準備步驟(S1)，一表面形狀資訊獲得步驟

(S2)，一模擬步驟(S3)，一平坦度計算步驟(S4)，一判斷步驟(S5)，一薄膜形成步驟(S6)，一抗蝕膜形成步驟(S8)，與一曝光遮罩製造步驟(S9)。當助長一透明基板之變形的薄膜應力存在於形成在透明基板上之薄膜時，為降低薄膜應力之目的，一薄膜應力控制步驟(S7)可被提供。

另一方面，依據本發明一遮罩坯料透明基板製造方法包括第 1 圖所示之透明基板(合成石英玻璃基板)準備步驟(S1)，表面形狀資訊獲得步驟(S2)，模擬步驟(S3)，平坦度計算步驟(S4)，判斷步驟(S5)。以下，前述個別步驟將依序描述於下。

(A) 透明基板準備步驟(S1)

施加去隅角一由切割一合成石英玻璃條所得之合成石英玻璃板。石英玻璃條係以 JA-H08-31723 或 JP-A-2003-81654 描述之方法製造，石英玻璃板被切成約 152mm x 約 152mm x 約 6.5mm 尺寸，接著，主表面 1 與 2、端面 3 與該去隅角表面 4(見第 2 圖)為合成石英玻璃板之表面被鏡面研磨，且進而主表面 1 與 2 被精密研磨的。以此方式，一透明基板(合成石英玻璃基板)5 被準備。在薄膜形成步驟 S6 中一薄膜(半透射膜)被形成於主表面 1 上。在透明基板準備步驟 S1 中，透明基板 5 之主表面 1 與 2 之表面粗糙度以均方根(RMS)粗糙度被設定約 0.2nm 或更小，同時端面 3 之表面粗糙度與去隅角表面 4 以算術平均粗糙度(Ra)被設定約 0.3 μ m 或更少。

(B) 表面形狀資訊獲得步驟(S2)

如用於獲得透明基板 5 之主表面 1 之表面形狀資訊方法，可使用例如一已知光干涉計之平坦度量測裝置（未顯示）。為儘可能抑制由於本身重量引起之透明基板 5 之可能撓曲，該裝置宜為可量測平坦度之類型，同時透明基板 5 為直立或大體上直立的。在此，表面形狀資訊代表，如第 2 圖所示，在設置於透明基板 5 之主表面上，預定區域 ($a \times a$) 之複數個量測點 $P(X_m, Y_n)$ ，(m 與 n 為整數)，離一參考面 7 (以最小平方法計算之一聚焦面) 之高度資訊 Z_k (k 為整數)。高度資訊 Z_k 宜儘可能正確量測，且特別以奈米量級量測。

用於量測表面形狀資訊之預定區域 ($a \times a$) 依據透明基板 5 之一尺寸、該平坦度量測裝置之一量測精確度、一曝光裝置（未顯示）之一遮罩台 8 (見第 3 圖) 接觸透明基板 5 主表面 1 之區域，等被適當選取。宜得到透明基板 5 之主表面 1 之全部區域上的表面形狀資訊，以實施以下描述具高精確度之模擬。然而，它被設定包含至少曝光裝置之遮罩台 8 接觸透明基板 5 之主表面 1 之區域。

於使用現有光干涉計之平坦度量測裝置情形，在透明基板 5 之周圍部分，即如第 2B 圖所示，靠近主表面 1 與每一端面 3 (或每一去隅角表面 4) 間之邊界，為難以精確地量測高度資訊 Z_k 。考慮這些點，用於得到表面形狀資訊之主表面 1 之預定區域 ($a \times a$)，宜被設定於主表面 1 之整個區域，除了從透明基板 5 之每一去隅角面 4 超過 0mm 且未超過 3mm 以外之周圍區域 b 之區域。特別地，用於得到表面

形狀資訊之預定區域 ($a \times a$) 宜被設定於除從主表面 1 之整個區域，除了從透明基板 5 之每一去隅角面不小於 0.5 mm 且不超過 2.5 mm 外之周圍區域 b ，且更佳為被設定於從主表面 1 之整個區域，除了從透明基板 5 之每一去隅角面 4 不小於 1 mm 且不超過 2 mm 外之周圍區域 b 。例如，於透明基板 5 具有尺寸 152 mm x 152 mm 之情形，用於得到表面形狀資訊之預定區域 ($a \times a$) 宜被設定至 146 mm x 146 mm 尺寸且更宜為 148 mm x 148 mm。

又，為執行具有高精確度之下述模擬，量測點 $P(X_m, Y_n)$ 儘可能多的設定。然而，雖然更精確模擬結果藉增加量測點 $P(X_m, Y_n)$ 數目可以達成，模擬將需要許多時間。因此宜決定將這些量測點 $P(X_m, Y_n)$ 考慮進去。例如，量測點 $P(X_m, Y_n)$ 可設定為 256 x 256 點。

(C) 模擬步驟 (S3)

於此模擬步驟中，如第 3 圖所示，藉模擬透明基板被設置於曝光裝置之遮罩台 8，離參考面 7 之高度資訊 ZS_k (k 為整數) 在透明基板 5 之主表面 1 上之複數個量測點 $P(X_m, Y_n)$ 被導出。

當透明基板 5 被設置於曝光裝置中時，經由模擬，需要用於得到在透明基板 5 上之複數個量測點 $P(X_m, Y_n)$ 之高度資訊 ZS_k 之情形，為在透明基板 5 之主表面 1 上之複數個量測點 $P(X_m, Y_n)$ 離參考面 7 之高度資訊 Z_k ，其為在表面形狀資訊獲得步驟 S2 中得到，且曝光裝置之遮罩台 8 之形狀資訊含有遮罩台 8 接觸透明基板 5 之主表面 1 之多個

區域(即，每一者在遮罩台 8 中具有 X 方向寬度 $L2$ 與 Y 方向寬度 $L3$ 之區域)。遮罩台 8 之形狀資訊包含寬度 $L2$ 、寬度 $L3$ 與介於該些區域之距離 $L1$ ，每一者具有 X 方向寬度 $L2$ 與 Y 方向寬度 $L3$ 。藉使用這些資訊依據材料力學之撓曲微分方程式，當透明基板被設置於曝光裝置之遮罩台 8 上時，經由模擬，能得到在透明基板 5 之主平面 1 上複數個量測點 $P(X_m, Y_n)$ 離參考面 7 之高度資訊 ZSk 。

前述撓曲微分方程式由以下方式導出，其中 Z 軸之正撓曲被定義為重力之方向。

(當透明基板被設置於遮罩台上時，在透明基板之主表面上之高度資訊 ZSk)

= (在表面形狀資訊獲得步驟 S2 所得之透明基板之主表面上高度資訊 Zk)

+ (相對於遮罩台作為支點沿 X 軸方向透明基板之歪曲(槓桿效果))

+ (由於重力沿 X 軸透明基板之撓曲 ($\cong 0.1 \mu m$ ：在透明基板之中心為最大值))

- (在沿 Y 方向區域透明基板之高度資訊 $2k$ 之平均值，其中透明基板接觸該遮罩台)

在此，X 與 Y 方向於第 3 圖中被辨識。X 方向為垂直遮罩台 8 之縱長方向的方向，同時 Y 方向為沿遮罩台 8 之縱長方向的方向。又，“沿 Y 方向的多個區域其中透明基板接觸該遮罩台”從該區域導出，如遮罩台 8 之形狀資訊，這些區域為遮罩台 8 接觸透明基板 5 之主表面 1。在第 3B 圖

中，實線之透明基板 5 顯示它被設於遮罩台 8 上前(以抽吸固持)之狀態，同時，虛線之透明基板 5 顯示它被設於遮罩台 8 上後之狀態(以抽吸固持)。

如此，模擬基於前述表面形狀資訊被實施，該表面形狀資訊考慮透明基板 5 之主表面 1 之複雜表面狀態(即，在複數量測點 $P(X_m, Y_n)$ 離參考面 7 之高度資訊 Z_k)等。因此，當與使用簡單條件執行模擬之情形相比，(即，透明基板之主表面之表面形狀與單一平坦度，可如專利文件 1 所描述得到高度精確之模擬結果)。

假如不使用如上所述之單一值 ($0.1 \mu m$)，透明基板 5 之重力變形藉使用在透明基板 5 之一中心線上具有最大值 ($0.1 \mu m$) 之四次表面被估計(該中心線穿過透明基板之中心且平行遮罩台 8 之 Y 方向)，以便在 X 方向透明基板 5 之個別位置被考慮可得到更精確之模擬結果。又，遮罩台 8 之先前形狀資訊可包含，除了遮罩台 8 接觸透明基板 5 之主表面 1 之區域(即，該些區域每一者具有 X 方向寬度 L_2 與 Y 方向寬度 L_3) 外，關於在先前各區域(表面)中遮罩台 8 之平坦度資訊，該些區域為遮罩台 8 接觸透明基板 5 之主表面 1。而且，該模擬方法為不限於上述方法且使用一般有限元素方法之模擬可被使用。

(D) 平坦度計算步驟(S4)

於此平坦度計算步驟中，如第 4 圖所示，一最大值與最小值從先前模擬步驟 S3 中得到之參考面 7 的高度資訊 Z_{Sk} 在含有一曝光遮罩(未顯示)之一轉移區域之預定區域

(cxd)導出。以此方式，在透明基板 5 之主表面 1 上之平坦度當它被設置於曝光裝置中時被計算。此平坦度有助於在使用曝光裝置之圖案轉移時，一絕佳轉移圖案之形成。含有該曝光遮罩之轉移區域之預定區域(cxd)基於一曝光波長、將被形成於一半導體晶圓上良好圖案(電路圖案)之種類等被決定。例如，具有 152mmx152mm 尺寸之遮罩坯料情形，含有該遮罩之轉移區域之預定區域(cxd)可被設定成 104mmx132mm 之矩形或 132mmx132mm 之正方形。

(E) 判斷步驟(S5)

於先前平坦度計算步驟 S4 中計算出之平坦度與一預定規格比較藉以判斷其是否滿足該規格。判斷滿足規格之透明基板被指定為遮罩坯料透明基板 5A。僅此遮罩坯料透明基板 5A 接受薄膜形成步驟 S6，其中一薄膜被形成於透明基板 5A 上。以此方式，一遮罩坯料被製造。相對於判斷未滿足該規格之透明基板 5，其主表面 1 被再次處理以制備一透明基板，使得其平坦度經由模擬滿足該規格。

先前規格計算與決定容許用於視一曝光波長、一曝光裝置之一遮罩台之基板夾盤結構而定之一遮罩坯料(或一曝光遮罩)平坦度。例如，當一曝光光源為 ArF 準分子雷射(曝光波長：193nm)與一基板夾盤結構(用於透明基板 5 之一支持部分結構)為此型式，如第 3B 圖所示，二抽吸孔 10 被形成於三支持部分 9 間，每一者線性延伸平行透明基板 5 之主表面 1 且透明基板 5 被夾住(以抽吸固持)支持於支持部分 9，前述規格於含有一曝光遮罩之一轉移區域之一預

定區域(104mm x 132mm)界定平坦度為 $0.24\ \mu\text{m}$ 或更少。

考慮當透明基板 5 以真空夾盤被設於遮罩台 8 上時，透明基板 5 該曝光裝置之遮罩台 8 朝上方被變形，在一薄膜形成之側上，即在接觸遮罩台 8 之側上的，主表面 1 之表面形狀基於在先前表面形狀資訊獲得步驟 S2 所得之高度資訊 Z_k 被選取，使得主表面 1 之高度從它的中心區域逐漸向它的周圍部分如第 3B 圖中實線所示下降。藉相對於此選取透明基板 5 執行模擬，由於槓桿效果之變形與由於重力之撓曲變形為彼此抵消。因此，在它設於曝光裝置之遮罩台 8 上時，它較佳地能得到具有一較佳平坦度之透明基板 5，且如此滿足一曝光遮罩所需之規格。

(F) 薄膜形成步驟(S6)

其後，於先前判斷步驟 S5 中，透明基板 5 之平坦度被判定滿足透明基板 5 被設於曝光裝置之遮罩台 8 上狀態之規格，一薄膜(半透射膜)11，將被形成為一遮罩圖案，藉一濺鍍方法被形成於透明基板 5 之主表面 1 上(即遮罩坯料透明基板 5A)。以此方式，具有薄膜之透明基板如第 5A 圖被製成。薄膜(半透射膜)11 之形成藉使用，例如一 DC 磁控管濺鍍裝置被實施。

(G) 薄膜應力控制步驟(S7)

此薄膜應力控制步驟被實施，例如於在溫度 150°C 或更高，在形成薄膜之時間/或之後，一熱處理被施加於具有薄膜之透明基板的情形，或一情形如第 5B 圖所示情形，形成於遮罩坯料透明基板 5A 上之薄膜被形成複數層，即具有

壓縮應力之層(半透射膜 11)與具有拉應力之層(例如遮光膜 12)，且薄膜 11 與 12 之薄膜應力彼此抵消。關於此實施例與以下將描述之範例中先前情形(熱處理)將予以描述。

(H) 抗蝕膜形成步驟(S8)

其後，在具有薄膜(半透射膜 11)之透明基板中一抗蝕被覆鍍於半透射膜 11 之表面上，且接著熱處理被實施以形成抗蝕膜 13。如此，一遮罩坯料 14(網版相轉移遮罩坯料)被製成。使用缺陷檢測裝置實施量測，用以偵測遮罩坯料 14 之缺陷。

(I) 曝光遮罩製造步驟(S9)

遮罩坯料 14 之抗蝕膜 13 接受寫入預定圖案且接著顯影藉以形成一抗蝕圖案(未顯示)。接著，使用此抗蝕圖案作為一遮罩，半透射膜 11 被乾蝕刻藉以形成一半透射膜圖案。最後，抗蝕圖案(抗蝕膜 13)被除去，藉以得到一曝光遮罩(未顯示)，其中半透射膜圖案被形成於遮罩坯料透明基板 5A 上。

(J) 半導體元件製造步驟

經得到之曝光遮罩被設於曝光裝置之遮罩台上。使用此曝光遮罩且依據使用 ArF 準分子雷射之微影技術作為一曝光源，曝光遮罩之遮罩圖案(半透射膜圖案)被移轉至在半導體基板上所形成之抗蝕膜，以形成一需要的電路圖案於半導體基板上。以此方式，一半導體裝置被製造。

(K) 本實施例效果

使用上述之結構，以下效果(1)至(5)依據前述實施例達

成。

(1) 基於在透明基板 5 之主表面 1 上之複數個量測點 $P(X_m, Y_n)$ 離參考面 7 之高度資訊 Z_k 等，透明基板 5 被設於曝光裝置之遮罩台 8 上之狀態的模擬被實施。於此模擬中，離參考面 7 之高度資訊 Z_{Sk} 在透明基板 5 之主表面 1 上之複數個量測點 $P(X_m, Y_n)$ 被得到。當透明基板 5 被設於曝光裝置之遮罩台 8 時，透明基板 5 之平坦度基於在模擬中所得之高度資訊 Z_{Sk} 被計算。因此平坦度可以高精確度被估計。遮罩坯料透明基板 5A 基於以高精確度計算之透明基板 5 之平坦度被判斷與選取，且曝光遮罩使用從此等遮罩坯料透明基板 5A 製造之遮罩坯料 14。因此，此曝光遮罩滿足關於平坦度，圖案位置精確度等之規格。因此，使用此等曝光遮罩於實施圖案移轉至半導體基板上作為一移轉目標，它能改善移轉精確度。

(2) 薄膜形成步驟(第 1 圖中 S6)，其形成薄膜 11 於遮罩坯料透明基板 5A 上，於表面形狀資訊獲得步驟(第 1 圖中 S2)、模擬步驟(第 1 圖中 S3)與平坦度計算步驟(第 1 圖中 S4)後被實施。結果，粒子不會在該些步驟中附著至薄膜 11，因此，它能抑制將製造之遮罩坯料 14 上之缺陷產生。

(3) 用於在表面形狀資訊獲得步驟(第 1 圖之 S2)得到表面形狀資訊之主表面 1 之預定區域 (axa) 為，從主表面 1 之整個區域除了離透明基板 5 之每一去隅角表面 4 超過 0mm 且不大於 3mm 之周圍區域 b 外，得出之區域。結果，在預定區域 (axa) 中表面形狀資訊(離參考面 7 之高度資訊

Zk)可以高精確性被量測。

(4) 薄膜應力控制步驟(第 1 圖中 S7)用於減低薄膜 11 之薄膜應力，在實施薄膜形成步驟(第 1 圖中 S6)時/或之後被實施。結果，它能在透明基板 5 之平坦度及曝光遮罩之平坦度為間達成一致性，其中透明基板 5 之平坦度是藉模擬透明基板 5 被設於曝光裝置之遮罩台 8 狀態在複數量測點 $P(X_m, Y_n)$ 所得之高度資訊 Z_{Sk} 被計算，而曝光裝置之平坦度為當遮罩坯料 14 藉形成薄膜 11 於遮罩坯料透明基板 5A 被製造時，得到曝光遮罩平坦度，接著曝光遮罩從此遮罩坯料 14 被製造，且接著此曝光遮罩被確實設於曝光裝置之遮罩台 8 上。

(5) 在形成薄膜 11 之側上的透明基板 5 之主表面 1 之表面形狀為使得主表面 1 之高度從其中央區域逐漸降低至它的周圍部分之形狀。結果，經由遮罩坯料 14，當從具有此等形狀之遮罩坯料透明基板 5A 製造之曝光遮罩被設於曝光裝置之遮罩台 8 上時，曝光遮罩向遮罩台 8 上方被變形，以抵消由於重力之撓曲變形。因此，它能滿足曝光遮罩所需之規格。

(範例)

以下，關於製造一網版相轉換遮罩坯料作為一遮罩坯料之步驟將詳細描述。

(I)透明基板準備步驟

具有尺寸 $152\text{ mm} \times 152\text{ mm}$ 之正方形透明基板(合成石英玻璃板)之主表面被精密研磨且清潔。如此，一透明基板被

準備。

(II)表面形狀資訊獲得步驟

藉使用利用一光干涉計之平坦度量測裝置(由 Corning Tropel 製造之 UltraFlat200M)，表面形狀資訊[離以最小平方法計算之聚焦面(虛擬絕對平面)的高度資訊]在透明基板之主表面(此主表面將形成一薄膜)上預定區域(148mmx148mm)之 256x256 量測點被得到且儲存於電腦中。依據此表面形狀資訊，透明基板之主表面的表面形狀(該薄膜將被形成之主表面)為使得主表面之高度自其中心區域至周圍區域逐漸降低，且預定區域(148mm*148mm)之平坦度為 $0.47\mu\text{m}$ 且因此絕佳的。

(III)模擬步驟

基於在表面形狀資訊獲得步驟得到之表面形狀資訊與在遮罩台接觸透明基板之主表面之區域(每一者離透明基板之一端面約 10mmx132mm)中一曝光裝置之一遮罩台之形狀資訊，當透明基板被設於曝光裝置時離參考面之高度資訊依據前述撓曲微分方程式之個別量測點經由模擬被計算。

(IV)平坦度計算步驟、判斷步驟

從先前模擬結果，從參考面在最大與最小值間之差異於含有一曝光遮罩之移轉區域的預定區域(104mmx132mm)中被導出。以此方式，於此預定區域之平坦度被計算，結果，平坦度為 $0.21\mu\text{m}$ (104mmx132mm)，其是絕佳的。因此，當透明基板之主表面被設於曝光裝置之遮罩台上時，

透明基板之主表面的平坦度被判定滿足該規格。如此，得到遮罩坯料透明基板。

(V)薄膜形成步驟

由氮化鋁與矽製成之一半透射膜，被形成於基於表面形狀資訊經由模擬得到之遮罩坯料透明基板之主表面上。如此，得到具有半透射膜之透明基板。

(VI)薄膜應力控制步驟

具有在薄膜形成步驟中所得之半透射膜的透明基板被置於熱處理裝置中且在 300℃ 施加一熱處理 10 分鐘，藉以使薄膜(半透射膜)之膜應力為零

(VII)抗蝕膜形成步驟

藉一旋轉塗佈方法一抗蝕膜被形成於半透射膜上，其中該膜應力被控制為零，接著，抗蝕膜經由一預烤處理被形成為厚度 400nm。如此，用於 ArF 激生分子雷射曝光之網版(halftone)相位轉換遮罩坯料被得到。結果，0.1 μ m 或更高之缺陷數目為 10 個或更少，其為相當良好的。

(VIII)網版相位移轉遮罩製造步驟

一圖案被曝光於至網版相位移轉遮罩坯料之抗蝕膜且接著顯影藉以形成一抗蝕圖案。接著，由氮化鋁與矽製成之薄膜之曝光部分藉乾蝕刻(SF₆+氮氣)被除去，藉以得到由氮化鋁與矽製成之薄膜圖案(半透射部分)。於剝離抗蝕膜後，具有薄膜圖案之遮罩坯料被浸入 99%、100℃ 硫酸(H₂SO₄)15 分鐘，以接受硫酸清洗淨與接著以純水或相類物清洗。以此方式得到一用於 ArF 激生分子雷射曝光之網版

相 位 移 轉 遮 罩 。

(IX)半 導 體 元 件 製 造 步 驟

經 得 到 之 網 版 相 位 移 轉 遮 罩 被 設 於 曝 光 裝 置 之 遮 罩 台 上，且 接 著 網 版 相 為 轉 移 遮 罩 之 薄 膜 圖 案 被 移 轉 至 半 導 體 晶 圓 上 之 抗 蝕 膜 以 形 成 一 電 路 圖 案。如 此，一 半 導 體 元 件 被 製 造。所 得 到 之 半 導 體 元 件 被 檢 視。結 果，發 現 電 路 圖 案 並 無 缺 陷 且 因 此 為 絕 佳 的。

(比 較 範 例)

具 有 $152\text{ mm} \times 152\text{ mm}$ 尺 寸 之 一 正 方 形 透 明 板 (合 成 石 英 玻 璃 板) 的 主 表 面 被 精 密 研 磨 與 清 潔 藉 以 準 備 一 透 明 基 板。由 氮 化 鉬 與 矽 製 成 之 半 透 射 膜 被 形 成 於 所 得 到 透 明 基 板 之 主 表 面 上。以 此 方 式，得 到 具 有 半 透 射 膜 之 透 明 基 板。

如 在 專 利 文 件 1 中 者，具 有 半 透 射 膜 之 此 透 明 基 板 之 平 坦 度 與 表 面 形 狀 藉 使 用 平 坦 度 量 測 裝 置 被 量 測 且，基 於 所 得 到 之 資 訊，具 有 半 透 射 膜 之 透 明 基 板 之 平 坦 度，當 它 被 設 於 曝 光 裝 置 之 遮 罩 台 上 時，藉 使 用 有 限 元 素 法 經 由 模 擬 被 導 出。

因 為 具 有 半 透 射 膜 之 透 明 基 板 之 平 坦 度 為 $0.24\text{ }\mu\text{ m}$ 或 更 少，且 如 此 被 判 斷 為 滿 足 該 規 格，一 半 導 體 元 件 經 由 一 抗 蝕 膜 形 成 步 驟、一 網 版 相 位 移 轉 遮 罩 製 造 步 驟 與 一 半 導 體 元 件 製 造 步 驟 被 製 造。所 得 到 之 半 導 體 元 件 被 檢 視。結 果，一 電 路 圖 案 之 一 些 線 寬 變 異 缺 陷 被 發 現 且 一 些 電 路 圖 案 缺 陷 (黑 缺 陷 與 白 缺 陷) 亦 被 發 現。

電 路 圖 案 之 線 寬 變 異 缺 陷 被 視 為 圖 案 聚 焦 精 確 度 之 退

化所造成，其是由於當它實際被設於曝光裝置之遮罩台上時平坦度不同的事實，具有藉模擬被設於曝光裝置之遮罩台上的狀態，所得之具有半透射膜之透明基板之平坦度。當半透射膜之表面上之缺陷(粒子與針孔)於抗蝕膜形成後，以缺陷檢測裝置被量測， $0.1\mu\text{m}$ 或更高之缺陷數目為1000或更多。電路圖案之前述缺陷被視為由曝光遮罩之粒子與針孔造成，其是由於半透射膜之該些缺陷所產生。

當本發明以較佳實施例被描述時，本發明不限於此。例如，在前述例子中於薄膜形成步驟，雖然僅半透射膜被形成於透明基板上，一遮光膜可進而被形成於半透射膜上。

【圖式簡單說明】

第1圖為一流程圖，顯示使用依據本發明之一遮罩坯料製造方法之一實施例之一網版相位移轉遮罩坯料製造方法。

第2A圖為一透明基板之立體圖，用於說明在獲得表面形狀資訊與經由模擬計算高度資訊之量測點。

第2B圖為一放大視圖，用作顯示第2A圖中之一部分。

第3A圖為一平面圖，顯示透明基板被設置於一曝光裝置之一遮罩台上之狀態。

第3B圖為沿第3A圖中III-III線取出之剖面視圖。

第4圖為透明基板之一立體圖，用於說明計算平坦度之量測點，及

第5A與5B圖為剖面圖顯示遮罩坯料之結構。

【主要元件符號說明】

- 1 主表面
- 2 主表面
- 3 端面
- 4 去隅角表面
- 5 透明基板
- 5 A 遮罩坯料透明基板
- 8 遮罩台
- 9 支持部分
- 10 抽吸孔
- 11 薄膜
- 12 薄膜
- 13 抗蝕膜
- S 1 透明基板準備步驟
- S 2 表面形狀資訊獲得步驟
- S 3 模擬步驟
- S 4 平坦度計算步驟
- S 5 判斷步驟
- S 6 薄膜形成步驟
- S 7 薄膜應力控制步驟
- S 8 抗蝕膜形成步驟
- S 9 曝光遮罩製造步驟

十、申請專利範圍：

1. 一種製造遮罩坯料透明基板之方法，包括：

準備步驟，準備一主表面是經過精密研磨的透明基板；

表面形狀資訊獲得步驟，係得到作為該主表面之表面形狀資訊的高度資訊，該高度資訊係設置於該透明基板之主表面上之預定區域中複數個量測點與參考面之距離，其中該透明基板與曝光裝置之遮罩台接觸；

模擬步驟，係基於在表面形狀資訊獲得步驟中所得之表面形狀資訊與含有與該透明基板之該主表面接觸的區域之該遮罩台的形狀資訊，模擬該透明基板設置於該曝光裝置時獲得複數個該量測點距離參考面之高度資訊；

平坦度計算步驟，基於在模擬步驟中所得之距離參考面之高度資訊，導出在含有曝光遮罩的轉移區域之預定區域中最大值與最小值間之差異，藉以在該透明基板設置於曝光裝置時，計算出該透明基板之平坦度；及

判斷步驟，判斷在平坦度計算步驟中所計算之平坦度是否符合規格，

在該模擬步驟所得之該透明基板設置於該曝光裝置時之複數個該量測點距離參考面之高度資訊，係藉由使用材料力學中之撓曲微分方程式進行模擬所算出，

該撓曲微分方程式至少包含：關於在該表面形狀資訊獲得步驟得到之高度資訊的項；關於以該曝光裝置之遮罩台為支點之該透明基板沿 X 軸方向之歪曲的項；及關於該透明基板之因重力而沿 X 方向之撓曲的項，

該 X 方向係垂直於該遮罩台之縱長方向的方向。

2. 如申請專利範圍第 1 項之製造遮罩坯料透明基板之方法，其中在該表面形狀資訊獲得步驟得到表面形狀資訊的主表面之預定區域，被設定為包含曝光裝置的遮罩台與該主表面接觸之區域。
3. 如申請專利範圍第 2 項之製造遮罩坯料透明基板之方法，其中在透明基板之主表面區域上之預定區域，為在表面形狀資訊獲得步驟中得到表面形狀資訊，係被設定為除從該透明基板之一去隅角表面大於 0 mm 且不大於 3 mm 之一周圍區域外的區域。

4. 一種製造遮罩坯料之方法，包括：

準備步驟，準備一主表面是經過精密研磨的透明基板；

表面形狀資訊獲得步驟，係得到作為該主表面之表面形狀資訊的高度資訊，該高度資訊係設置於該透明基板之主表面上之預定區域中的複數個量測點與參考面之距離，其中該透明基板與曝光裝置之遮罩台接觸；

模擬步驟，係基於在表面形狀資訊獲得步驟中所得之表面形狀資訊與含有與該透明基板之該主表面接觸的區域之該遮罩台的形狀資訊，藉模擬該透明基板設置於該曝光裝置時獲得複數個該量測點距離參考面之高度資訊；

平坦度計算步驟，基於在該模擬步驟中所得之距離參考面之高度資訊，導出在含有曝光遮罩的轉移區域之預定區域中最大值與最小值間之差異，藉以在該透明基板

設置於曝光裝置時，計算出該透明基板之平坦度；

判斷步驟，判斷在該平坦度計算步驟中所計算之平坦度是否符合規格；及

薄膜形成步驟，在判斷步驟中被判定該主表面之平坦度符合規格之該透明基板之該主表面上，形成作為遮罩圖案的薄膜，

在該模擬步驟所得之該透明基板設置於該曝光裝置時之複數個該量測點距離參考面之高度資訊，係藉由使用材料力學中之撓曲微分方程式進行模擬所算出，

該撓曲微分方程式至少包含：關於在該表面形狀資訊獲得步驟得到之高度資訊的項；關於以該曝光裝置之遮罩台為支點之該透明基板沿 X 軸方向之歪曲的項；關於該透明基板之因重力而沿 X 方向之撓曲的項，

該 X 方向係垂直於該遮罩台之縱長方向的方向。

5. 如申請專利範圍第 4 項之製造遮罩坯料之方法，其中在該表面形狀資訊獲得步驟中得到表面形狀資訊之主表面上的預定區域，係設定為包含曝光裝置的遮罩台與該主表面接觸之區域。

6. 如申請專利範圍第 5 項之製造遮罩坯料之方法，其中在該表面形狀資訊獲得步驟中得到表面形狀資訊之主表面上的預定區域，係設定為扣除與透明基板之去隅角表面相距大於 0mm 且不大於 3mm 之周圍區域後的區域。

7. 如申請專利範圍第 4 項之製造遮罩坯料之方法，其中在實施該薄膜形成步驟時及/或之後，實施減少薄膜之薄膜

應力的薄膜應力控制步驟。

8.如申請專利範圍第 7 項之製造遮罩坯料之方法，其中該薄膜應力控制步驟係藉由加熱該薄膜至 150℃ 或更高而實施。

9.如申請專利範圍第 4 項之製造遮罩坯料之方法，其中在該透明基板中的形成有薄膜之一側的主表面之表面形狀，係為該主表面之高度從該主表面的中心區域朝周圍區域逐漸變低的形狀。

10.一種製造曝光遮罩之方法，包括：

將依申請專利範圍第 4 項之遮罩坯料製造方法所得之遮罩坯料中的薄膜圖案化，以在透明基板上形成薄膜圖案而製造曝光遮罩。

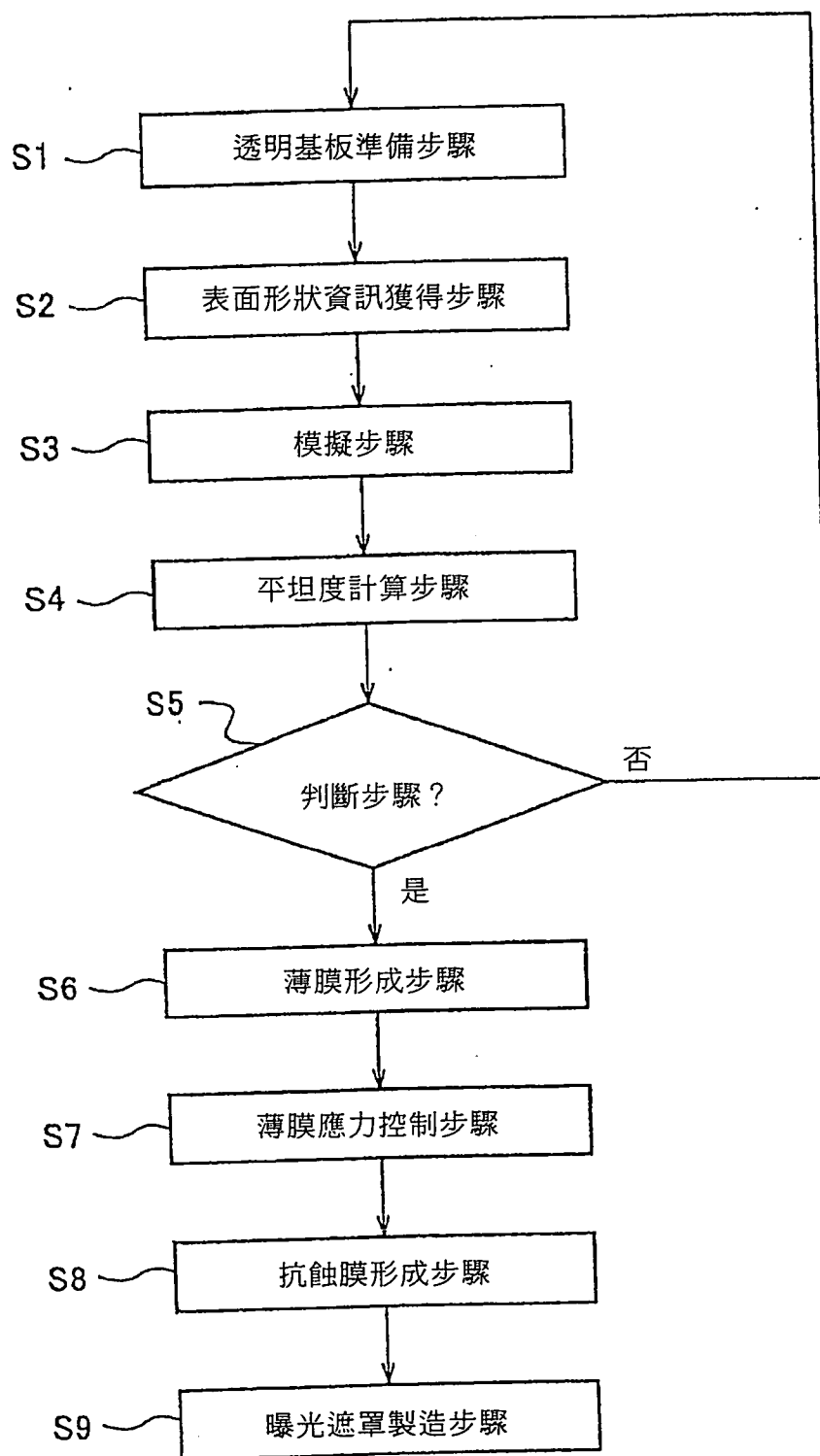
11.一種製造半導體元件之方法，包括：將依申請專利範圍第 10 項之製造曝光遮罩之方法所得之曝光遮罩設定於曝光裝置的遮罩台，且將該曝光遮罩的遮罩圖案轉移至形成在半導體基板上的抗蝕膜。

12.如申請專利範圍第 1 項之製造遮罩坯料之方法，其中，在該平坦度計算步驟所計算之平坦度不符合在該判定步驟之規格時，對所判定之該透明基板的主表面實施再度加工的步驟，藉以使在該平坦度計算步驟所計算之平坦度符合一規格。

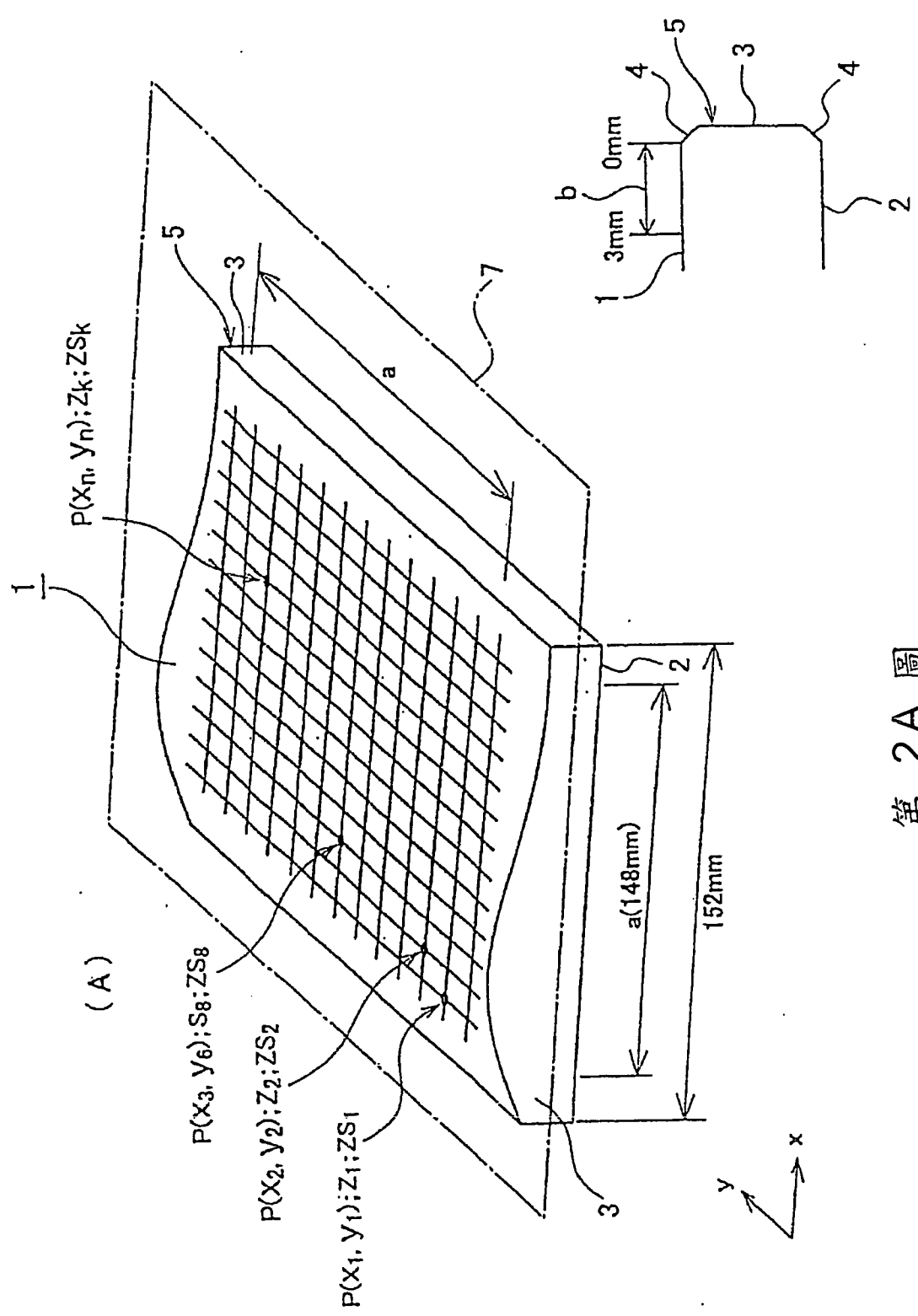
13.如申請專利範圍第 4 項之製造遮罩坯料之方法，其中，在該平坦度計算步驟所計算之平坦度不符合在該判定步驟之規格時，對所判定之透明基板的主表面實施再度加

工的步驟，藉以使在該平坦度計算步驟所計算之平坦度
符合一規格。

十一、圖式：



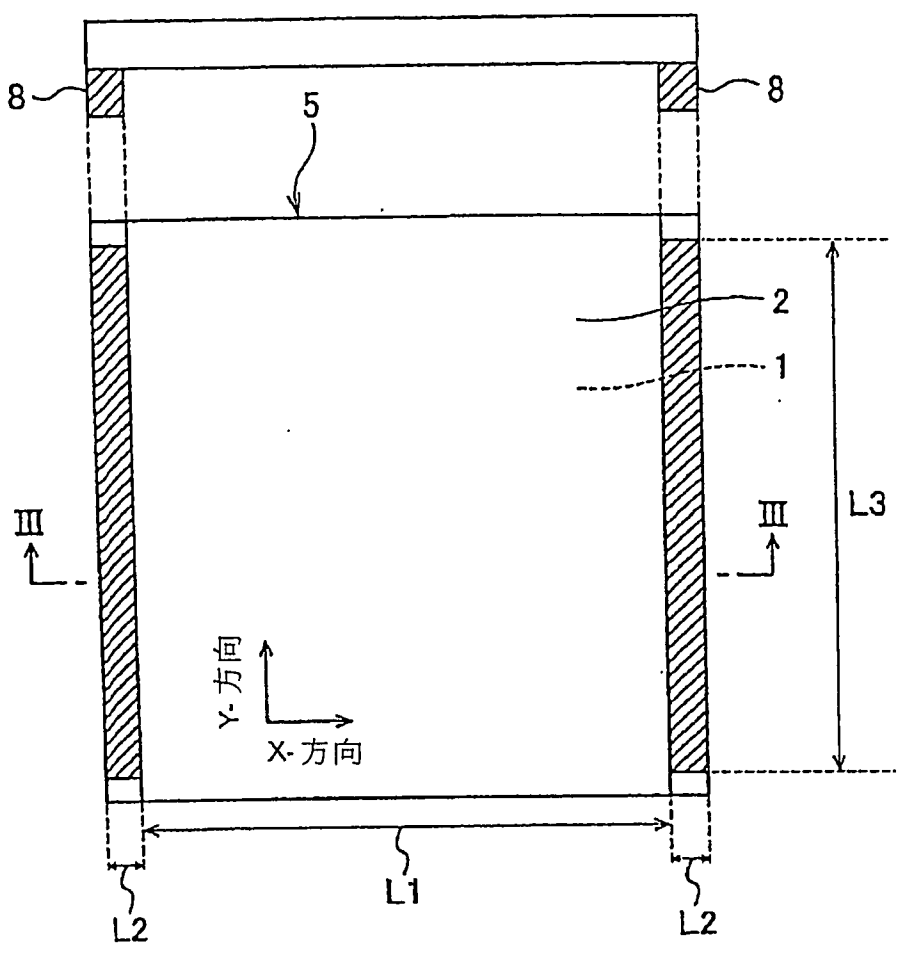
第 1 圖



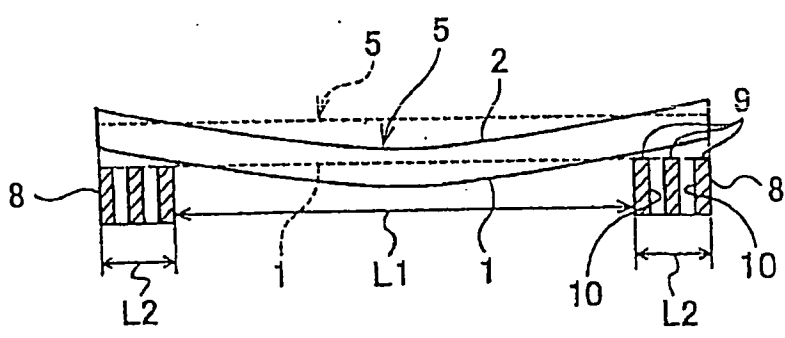
第 2A 圖

第 2B 圖



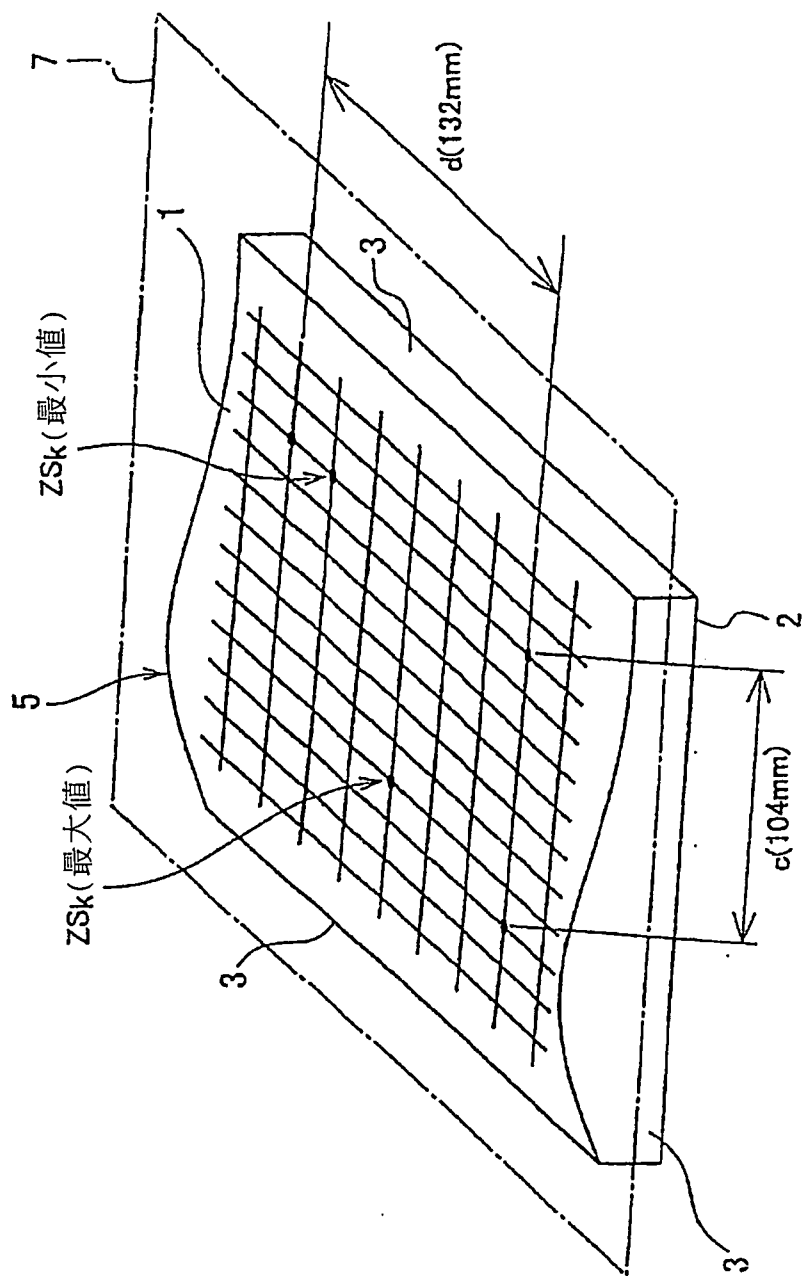


第 3A 圖

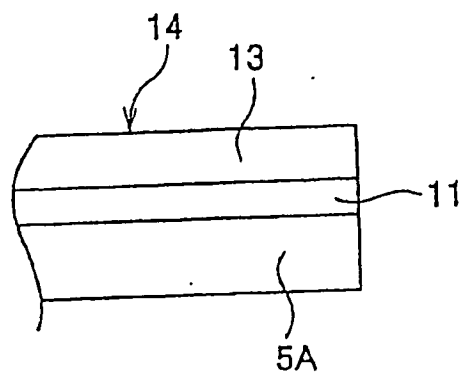


第 3B 圖

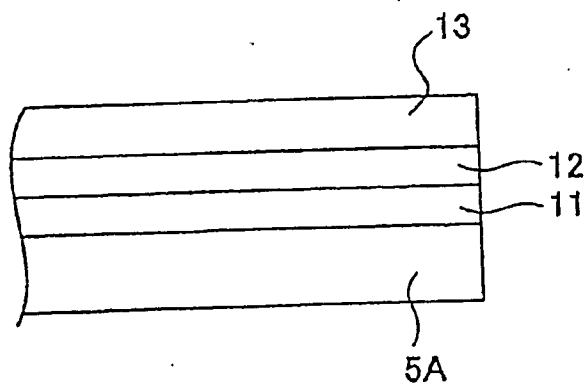




第 4 圖



第 5A 圖



第 5B 圖