

I285796
755408

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93139536

※申請日期：93 年 12 月 17 日

※IPC 分類：

G03F 1/20,
H01L 21/07

一、發明名稱：

(中) 曝光設備及裝置製造方法

(英) Exposure apparatus and device manufacturing method

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 御手洗富士夫

(英) 1. MITARAI, FUJIO

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英)

國籍：(中英) 日本

JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 本多德行

(英) HONDA, TOKUYUKI

國 籍：(中) 日本

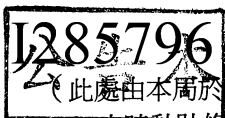
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2003/12/19 ; 2003-422932 ☒ 有主張優先權



755408

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93139536

※申請日期：93 年 12 月 17 日

※IPC 分類：

G03F 1/20,
H01L 21/07

一、發明名稱：

(中) 曝光設備及裝置製造方法

(英) Exposure apparatus and device manufacturing method

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 御手洗富士夫

(英) 1. MITARAI, FUJIO

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英)

國籍：(中英) 日本

JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 本多德行

(英) HONDA, TOKUYUKI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2003/12/19 ; 2003-422932 ☒ 有主張優先權

(2)

具有較短波長之曝光的選擇難以符合關於透射比、均勻性、耐久性等的材料需求，造成裝置成本增加。

市面上有 0.85 NA 之投影光學系統的曝光設備，研究並開發 0.9 以上之 NA 的投影光學系統。此種高 NA 曝光設備難以維持在大面積上有小像差的良好成像性能，因此利用使光罩在曝光時與基板同步的掃描曝光系統。

但因氣體層的折射率在投影光學系統和基板之間約 1，故傳統設計理論上不能使 NA 大於 1。

另一方面，浸潤方法提出做為縮短曝光波長來增進解析力的手段。是用於投影曝光的方法，將液體填入投影光學系統最終表面和基板之間的空間，而不像習知以空氣填入此空間。至於浸潤方法，投影曝光設備使用將投影光學系統最終表面和整體基板浸入液體槽的方法（例如，日本特許公告 No. 6-124873），和使流體只在投影光學系統和基板之間的空間流動的局部充填方法（例如，國際公告 No. WO99/49504）。

浸潤方法的優點是等效曝光波長具有光源乘以 $1/n$ 的波長，其中 n 是所用液體的折射率。此意味即使使用相同波長的光源，解析力提高 $1/n$ 乘以傳統解析力。

例如，當光源波長為 193 nm 而流體是水時，折射率約 1.44。因此，使用浸潤方法可增進解析力 $1/1.44$ 乘以傳統方法。

用於浸潤方法的最普通流體是水。水對低達約 190 nm 的紫外光有良好透射比。此外，大量的水用於半導體製

(3)

程，水相容於晶圓和光敏劑。

降低空氣氣泡對浸潤曝光設備之曝光的影響很重要。進入投影光學系統最終表面和基板之間的曝光區的這些氣泡使曝光散射。因此，轉移圖案的臨界尺寸變化超過允許範圍，在最壞情形造成與設計意圖相反的絕緣和短路。流體除氣是防止氣泡對曝光之影響的最有效已知方法。由於氣泡不可能發生，或產生的氣泡在除氣流體短期中消失，故防止氣泡對曝光的影響。

但除氣時，廣用於浸潤方法的水增加電阻係數，可能產生靜電。例如，用於半導體製程的純水（亦即，含極少雜質的水）在除氣後到達 $18\text{ M}\Omega\text{-cm}$ 電阻係數。由於塗上光敏劑，故基板表面絕緣。因此，台移動基板時，靜電產生於基板表面，使基板上的裝置有缺陷。

【發明內容】

本發明的目標是提供使用浸潤方法的曝光設備，同時降低基板上的靜電。

本發明一觀點的曝光設備包含將光罩圖案投影於基板的投影光學系統，和在投影光學系統和基板之間供應流體的流體供應單元，流體供應單元包含將二氧化碳射入流體的噴射單元。

本發明另一觀點的曝光設備包含使用來自光源的光照射光罩的照射光學系統，和將光罩圖案投影於基板的投影光學系統，其中送到投影光學系統和基板之間之空間的流

(4)

體具有 0.02 ppm 和 750 ppm 之間的二氧化碳濃度。

本發明另一觀點的曝光設備包含使用來自光源的光照射光罩的照射光學系統，和將光罩圖案投影於基板的投影光學系統，其中送到投影光學系統和基板之間之空間的流體具有 0.02 MΩ-cm 和 10 MΩ-cm 之間的電阻係數值。

本發明另一觀點的裝置製造方法包含下列步驟：使用上述曝光設備將物體曝光，和將曝光物體顯影。

從實施例的以下說明並參考附圖會明瞭本發明的其他目標和特性。

【實施方式】

依據附圖來詳述本發明的較佳實施例。

第一實施例

圖 1 是第一實施例之曝光主要部分的示意圖。此實施例將本發明用於掃描曝光設備。

圖 1 中，1 代表以來自光源之光照射光罩的照射光學系統。光源是 ArF 準分子雷射（波長 193 nm）、KrF 準分子雷射（波長 248 nm）、F₂ 雷射，照射光學系統 1 包含已知光學系統等（未顯示）。3 代表將照射光學系統 1 所照射之光罩 2 的電路圖案投影於做為第二物體之晶圓 5（基板）的折射或折反射或另一投影光學系統。15 代表經由參考鏡 14 測量光罩台 12 和晶圓台 13 之水平面上之二維位置的距離測量雷射干涉儀。台控制器 17 根據此測量

(5)

值控制光罩 2 和晶圓 5 的定位和同步。晶圓台 13 調整縱向位置、旋轉角度、晶圓傾斜，使得晶圓 5 的表面匹配投影光學系統 3 的影像表面。

此實施例使用浸潤方法來縮短等效曝光波長，增進曝光解析度。因此，此實施例將供應埠 10 和回收埠 11 設在投影光學系統 3 的最終表面旁，在投影光學系統 3 的最終表面和晶圓 5 之間供應水，形成液體膜 4。投影光學系統 3 的最終表面和晶圓 5 之間的間隔最好小到足以穩定形成液體膜 4，諸如 0.5 mm。供應埠 10 經由供應管 8 接到供水的流體供應單元 6。回收埠 11 經由回收管 9 接到回收水的流體回收單元 7。流體供應單元 6 包含除氣單元 18 和設在除氣單元 18 之下流的二氧化碳噴射單元 19。除氣單元 18 可具有已知膜模組（未顯示）和真空汞（未顯示）。浸潤控制器 16 將控制信號送到流體供應單元 6 和流體回收單元 7，以台控制器 17 傳輸和接收資料。浸潤控制器 16 依據晶圓的移動方向和速度來調整液體供應量和回收量。

此實施例將預定濃度的二氧化碳噴入除氣水，防止氣泡影響曝光，限制基板上的靜電。二氧化碳便宜且不污染基板。參考圖 2，說明二氧化碳噴射單元 19 的一例示結構。膜模組 22 設在水的流入埠 20 和流出埠 21 之間。膜模組 22 經由閥 23 接到供應源 24，諸如 CO₂ 圓柱。二氧化碳控制器 25 控制閥 23。

藉由改變二氧化碳經由閥 23 流到膜模組 22，此組態限制水中的二氧化碳濃度。電阻係數計 26 設在二氧化碳

(8)

通常，半導體工廠有純水設施，許多純水設施有除氣功能。當除氣水從曝光設備外的純水設施送到投影曝光設備時，投影曝光設備可省略除氣單元 18。省略除氣單元 18 降低成本。圖 7 顯示實施上述觀念之本實施例的曝光設備變化。變化的曝光設備與圖 1 的差異是流體供應單元 6 沒有除氣單元。此變化的二氧化碳噴射單元結構、水中的最佳二氧化碳濃度、曝光設備的電阻係數與圖 1 的曝光設備相同。

因此，此實施例的浸潤曝光設備防止氣泡影響曝光，限制基板上的靜電。

第二實施例

說明使用第一實施例之曝光設備的裝置製造方法實施例。

圖 8 是流程圖，解釋裝置（亦即，諸如 IC 和 LSI 的半導體晶片、液晶面板、CCD）的製造。步驟 1（電路設計）設計裝置電路。步驟 2（光罩製造）形成具有設計電路圖案的光罩。步驟 3（晶圓製造）使用諸如矽的材料來製造晶圓。稱為前製程的步驟 4（晶圓製程）使用光罩和晶圓經由光微影術在晶圓上形成實際電路。也稱為後製程的步驟 5（組合）將步驟 4 形成的晶圓形成半導體晶片，包含組合步驟（例如，切片、接合）、封裝步驟（晶片密封）等。步驟 6（檢查）對步驟 5 所做的半導體裝置進行各種測試，諸如有效性測試和耐久性測試。經由這些步

(9)

驟，半導體裝置完成並出貨（步驟 7）。

圖 9 是晶圓製程的詳細流程。步驟 11（氧化）將晶圓表面氧化。步驟 12（CVD）在晶圓表面上形成絕緣膜。步驟 13（電極形成）由氣相沉積等在晶圓上形成電極。步驟 14（離子植入）將離子植入晶圓。步驟 15（光阻製程）將光敏材料塗在晶圓。步驟 16（曝光）使用第一實施例的曝光設備將光罩上的電路圖案曝光於晶圓。步驟 17（顯影）將曝光晶圓顯影。步驟 18（蝕刻）蝕刻顯影光阻影像除外的部分。步驟 19（光阻去除）在蝕刻後除去不用的光阻。重複這些步驟，多層電路圖案形成於晶圓上。

此實施例的裝置製造方法可製造比傳統來的高品質的裝置。

包含申請專利範圍、說明書、圖式、摘要之 2003 年 12 月 19 日申請的日本特許 No. 2003-422932 此處做為參考。

本發明得由熟悉技藝之人任施匠思而為諸般修飾，然皆不脫如申請專利範圍所欲保護者。

產業應用

本發明的曝光設備將二氧化碳射入用於浸潤方法的流體，限制產生在基板表面上的靜電。

本發明的裝置製造方法能以可高精度將光罩上的裝置圖案影像轉移到裝置基板，製造習知難以製成的高度集積裝置。

【圖式簡單說明】

圖 1 是第一實施例之曝光設備主要部分的示意圖。

圖 2 是示意圖，顯示二氧化碳噴射單元的結構實例。

圖 3 是解釋圖，顯示在晶圓清潔步驟之晶圓上的電位和純水電阻係數之間的關係。

圖 4 是解釋圖，顯示純水電阻係數和二氧化碳濃度之間的關係。

圖 5 是解釋圖，顯示氣泡標稱壽命和溶解氣體標稱濃度之間的關係。

圖 6 是解釋圖，顯示水的 PH 值和二氧化碳濃度之間的關係。

圖 7 是示意圖，顯示第一實施例變化的曝光設備主要部分。

圖 8 是裝置製造流程。

圖 9 是圖 8 的晶圓製程。

【主要元件符號說明】

- 1 照射光學系統
- 2 光罩
- 3 投影光學系統
- 4 液體膜
- 5 晶圓
- 6 流體供應單元

(11)

- 7 流體回收單元
- 8 供應管
- 9 回收管
- 10 供應埠
- 11 回收埠
- 12 光罩台
- 13 晶圓台
- 14 參考鏡
- 15 距離測量雷射干涉儀
- 16 浸潤控制器
- 17 台控制器
- 18 除氣單元
- 19 二氧化碳噴射單元
- 20 流入埠
- 21 流出埠
- 22 膜模組
- 23 閥
- 24 供應源
- 25 二氧化碳控制器
- 26 電阻係數計

五、中文發明摘要

發明之名稱：曝光設備及裝置製造方法

一種曝光設備包含將光罩（2）的圖案投影於基板（5）上的投影光學系統（3），和在該投影光學系統與基板之間供應流體的流體供應單元（6），該流體供應單元（6）包含將二氧化碳射入流體的噴射單元（19）。

六、英文發明摘要

發明之名稱：EXPOSURE APPARATUS AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

An exposure apparatus includes a projection optical system (3) for projecting a pattern of a mask (2) onto a substrate (5), and a fluid supply unit (6) for supplying a fluid between said projection optical system and the substrate, said fluid supply unit (6) including an injection unit (19) for injecting carbon dioxide into the fluid.

圖 1

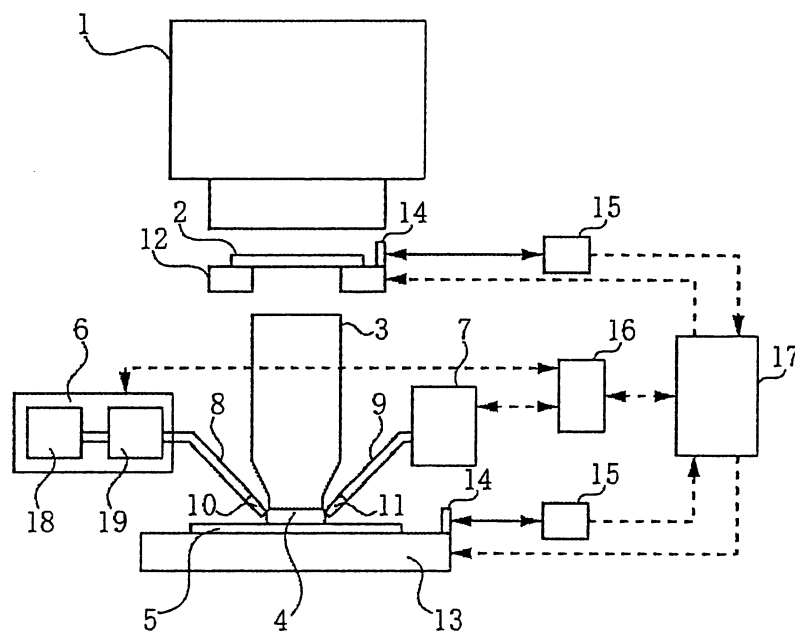


圖2

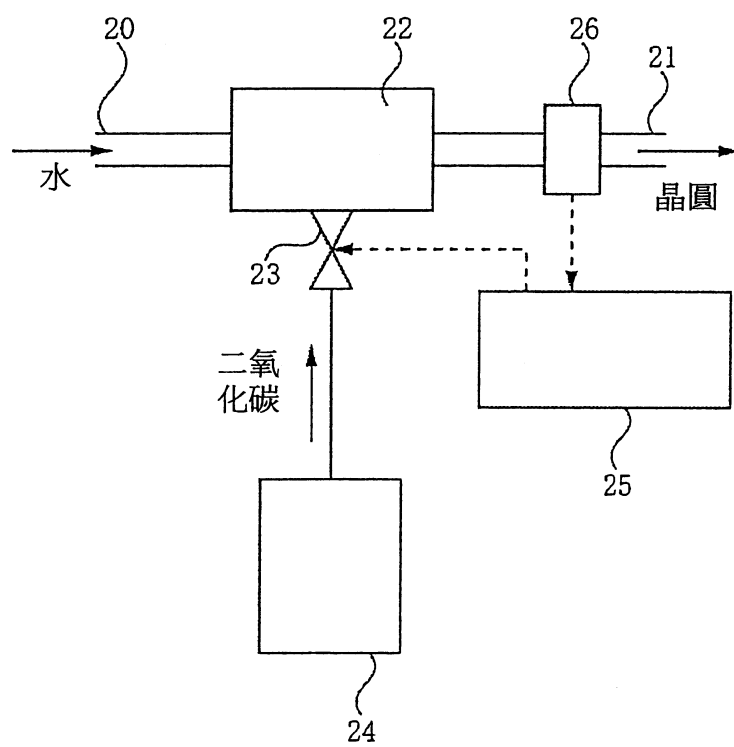


圖 3

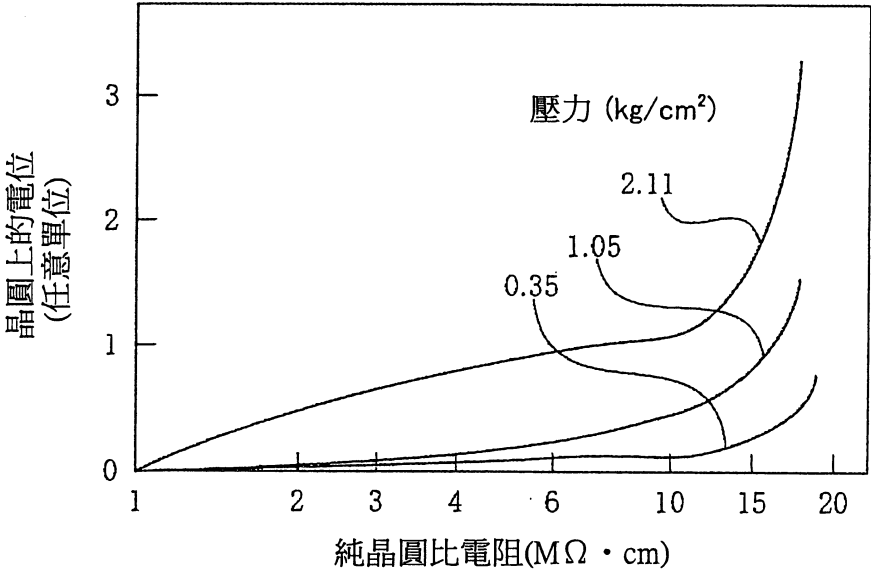


圖 4

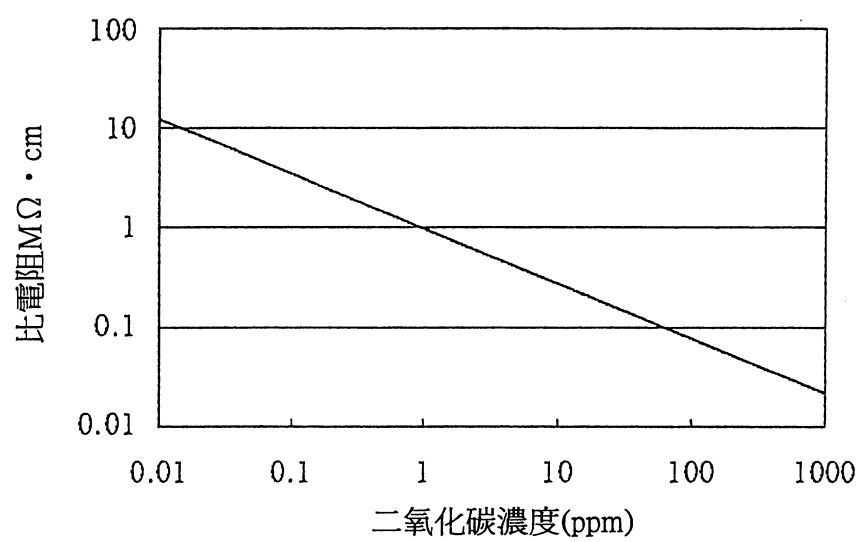


圖5

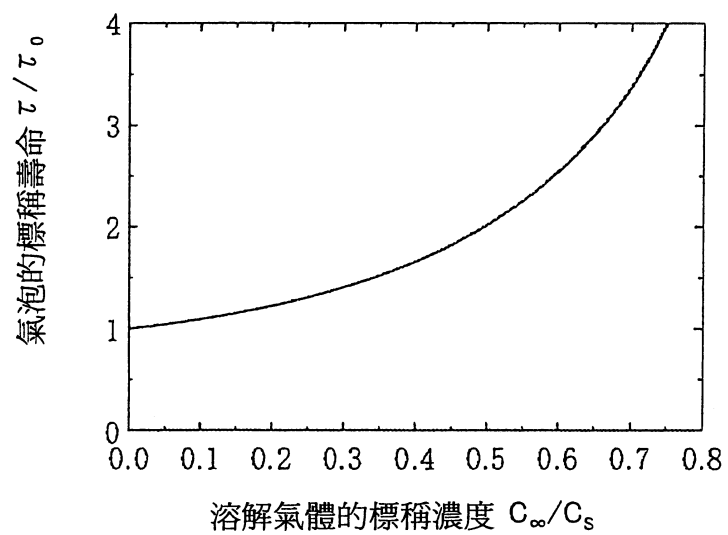


圖 6

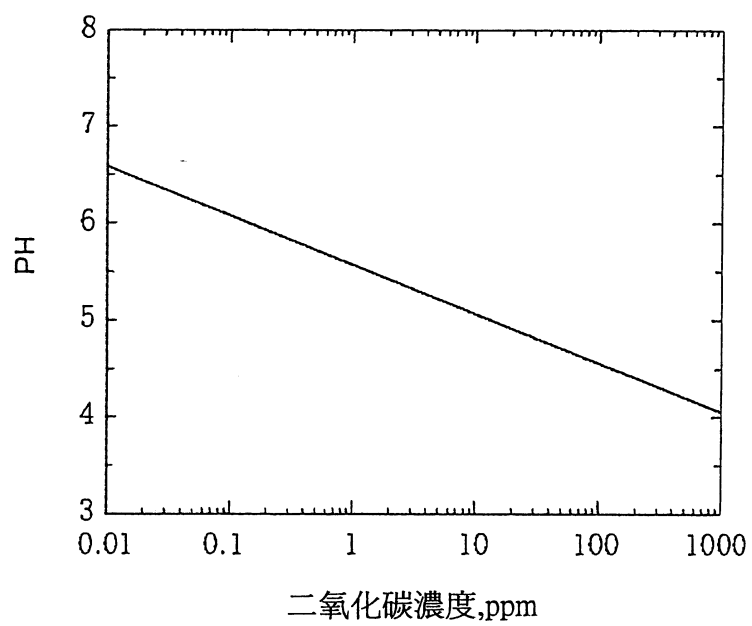


圖 8

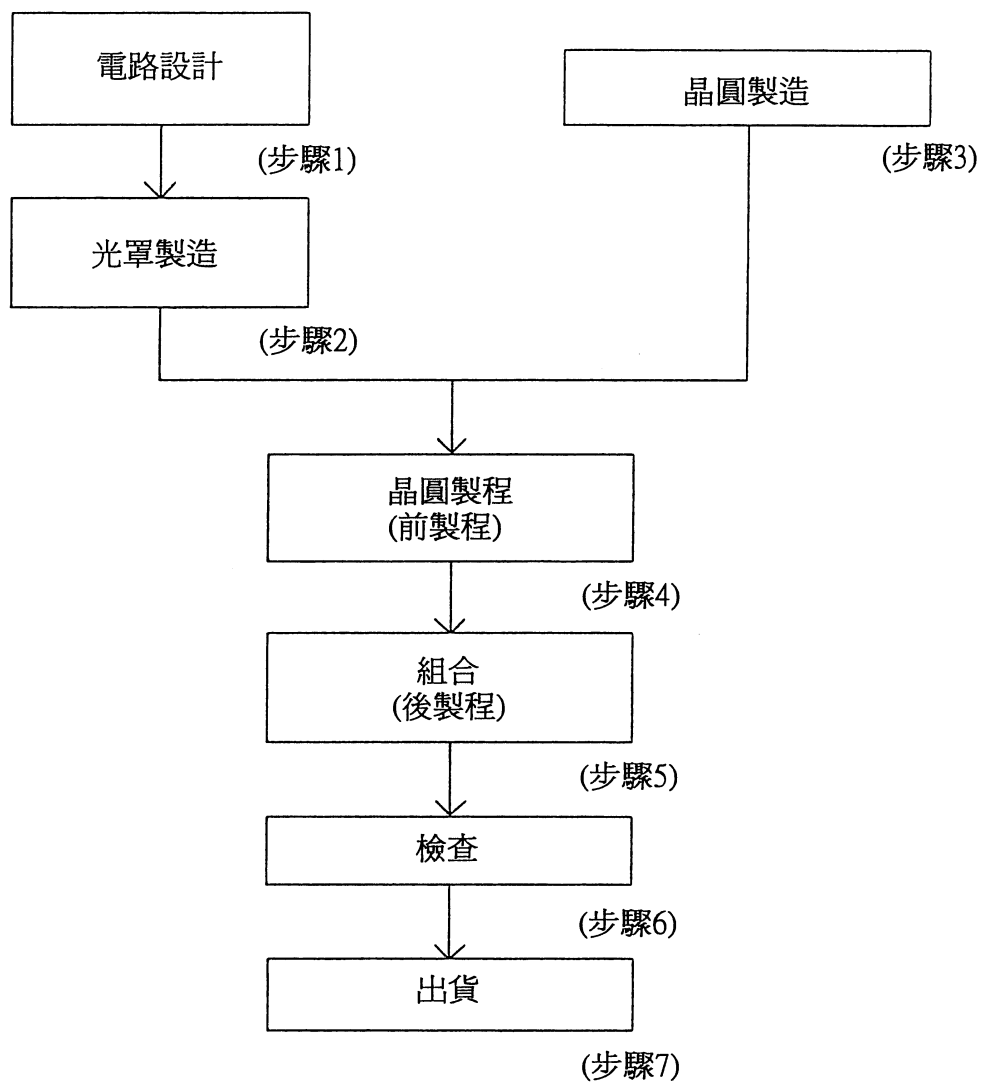
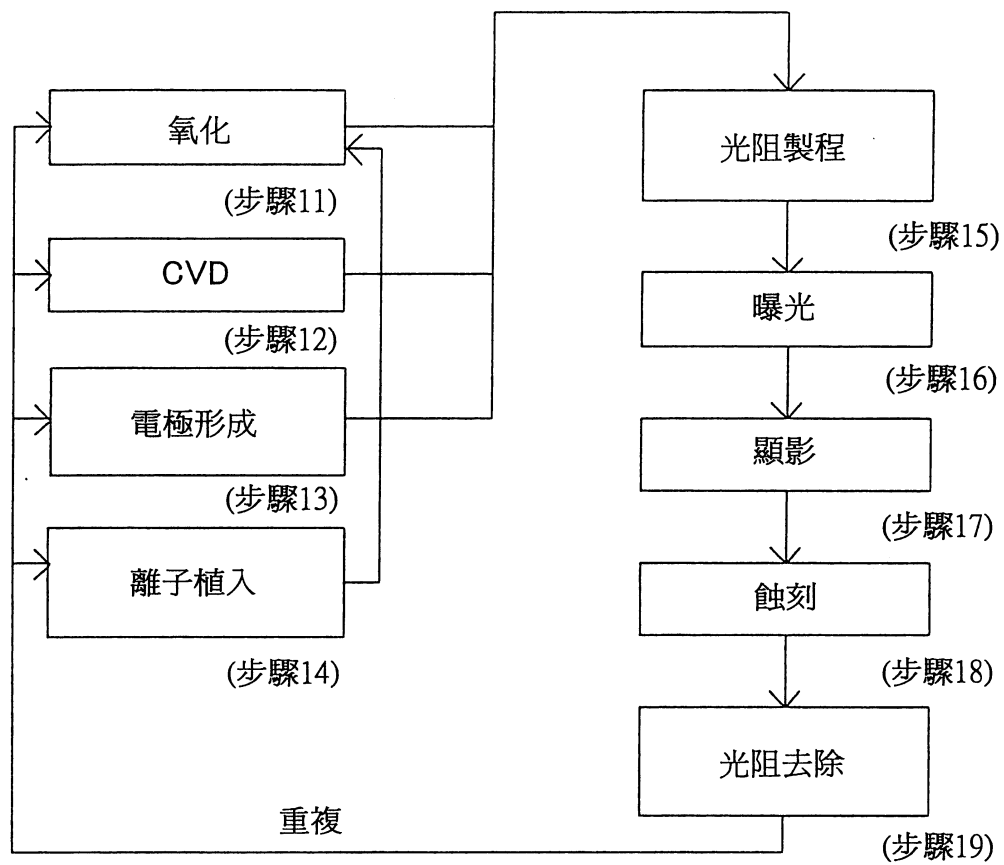


圖 9



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(1)圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- | | |
|--------------|-------------|
| 1 照射光學系統 | 2 光罩 |
| 12 光罩台 | 6 流體供應單元 |
| 18 除氣單元 | 19 二氧化碳噴射單元 |
| 8 供應管 | 10 供應埠 |
| 5 晶圓 | 4 液體膜 |
| 13 晶圓台 | 11 回收埠 |
| 9 回收管 | 14 參考鏡 |
| 3 投影光學系統 | 7 流體回收單元 |
| 15 距離測量雷射干涉儀 | 16 浸潤控制器 |
| 17 台控制器 | |

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

【發明所屬之技術領域】

本發明關於利用浸潤方法的曝光設備，適於高度集積裝置的微影術製程，例如 IC 和 LSI 的半導體裝置、例如 CCD 的影像讀取裝置、例如液晶面板的顯示裝置、例如光學波導的通訊裝置、轉移光罩圖案於光敏劑塗布基板的磁頭。

【先前技術】

將光罩圖案曝光於光敏劑塗布基板的曝光設備傳統上用來製造半導體裝置和液晶面板。由於裝置的增進集積度需要圖案的細微處理，故曝光設備改進以解析細微圖案。

以下 Rayleigh 等式 (1) 定義曝光設備之投影光學系統的解析度 R，是可解析圖案之尺寸的指標：

$$R = k_1 (\lambda / NA) \quad (1)$$

其中， λ 是曝光波長，NA 是在影像側之投影光學系統的數值孔徑， k_1 是顯影處理等所決定的常數，通常約 0.5。

如等式 (1)，隨曝光波長變短和投影光學系統的影像側 NA 變大，曝光設備光學系統的解析力變高。

因此，開發下列汞燈 i 線 (波長約 365 nm)、KrF 準分子雷射 (波長約 248 nm)、ArF 準分子雷射 (波長約 193 nm)，近來有 F₂ 準分子雷射 (波長約 157 nm)。但

噴射單元下游側。最好將電阻係數計 26 的輸出反饋到二氧化碳控制器 25，控制二氧化碳濃度在預定範圍內。二氧化碳氣體可從噴嘴射入水中而不用膜模組。在此情形，最好預先使用過濾來消除二氧化碳氣體中的微粒。

說明二氧化碳最佳濃度。

從限制晶圓上之靜電的需求決定二氧化碳濃度下限。圖 3 顯示當晶圓以來自噴嘴的純水清潔時之晶圓上的電位和水的電阻係數之間的關係（見 "Spray, Contact, Flow Charges of Pure Water and Ultra-pure Water", Institute of Electrical Engineering of Japan, Vol. 108 (1988), pp. 362-366）。如圖 3，當水的電阻係數超過 $10\text{ M}\Omega\text{-cm}$ 時，大電位可能產生在晶圓上。另一方面，當水的電阻係數等於或小於 $5\text{ M}\Omega\text{-cm}$ 時，靜電不造成問題。圖 4 顯示純水之二氧化碳濃度和電阻係數之間的關係。電阻係數隨二氧化碳濃度增加而減少。 0.02 ppm 和 0.06 ppm 的二氧化碳濃度對應於 $10\text{ M}\Omega\text{-cm}$ 和 $5\text{ M}\Omega\text{-cm}$ 的電阻係數。這意味水中的二氧化碳濃度最好是 0.02 ppm 以上， 0.06 ppm 以上更好，以限制晶圓上的靜電。

可從氣泡問題決定二氧化碳濃度上限。水的壓力變化和二氧化碳噴射單元包含小氣泡造成氣泡產生。在任一情形，當水中的二氧化碳濃度增加時，氣泡可能產生且其壽命（或產生的氣泡因擴散而破滅的期間）變長。換言之，氣泡不可能破滅，氣泡對曝光之影響的危害增加。圖 5 顯示氣泡標稱壽命 τ/τ_0 成為溶解氣體標稱濃度 C_∞/C_s 的

函數（見 C. E. Brennen, "Cavitation and Bubble Dynamics, "Oxford University Press (1995), Chapter 2）。 τ_0 是 $C_\infty = 0.0$ 且 C_s 是飽和濃度時的壽命。當標稱濃度 C_∞ / C_s 為 0.2 以下時，氣泡壽命接近 $C_\infty = 0.0$ ，氣泡可能立即破滅。另一方面，當標稱濃度 C_∞ / C_s 變成 0.5 以上時，氣泡壽命劇烈增加，氣泡不可能破滅。結果，為防止氣泡影響曝光，溶在水中的氣體濃度最好是飽和濃度的 50 % 以下，飽和濃度的 20 % 以下更好。水中的二氧化碳飽和濃度為一氣壓力中的約 1500 ppm。因此，為防止氣泡影響曝光，二氧化碳濃度最好是 750 ppm 以下，300 ppm 更好。這些值遠大於限制靜電所需的二氧化碳濃度下限。能以靜電限制防止氣泡的影響。

總而言之，送到液體膜 4 之水中的二氧化碳濃度最好從 0.02 ppm 至 750 ppm，從 0.06 ppm 至 300 ppm 更好。等效條件是電阻係數最好從 0.02 M Ω -cm 至 10 M Ω -cm，從 0.04 M Ω -cm 至 5 M Ω -cm 更好。此組態防止氣泡影響曝光，限制基板上的靜電。

此實施例可實施適於化學放大型光阻的酸環境。化學放大型光阻廣泛做為將 KrF 雷射和 ArF 雷射用於光源之微影術最佳的高度靈敏光阻。另一方面，當諸如氨之水中的鹼污染進入化學放大型光阻的光阻表面時，化學反應受限，發生諸如 T-top 之圖案的問題。此實施例將二氧化碳溶於水來減少 PH 值，限制鹼污染影響。圖 6 顯示水的 PH 值和二氧化碳濃度之間的關係。

十、申請專利範圍

第 93139536 號專利申請案

中文申請專利範圍修正本

民國 95 年 6 月 6 日修正

1.一種曝光設備，包含：

將光罩圖案投影於基板上的投影光學系統；及

在該投影光學系統與基板之間供應流體的流體供應單元，該流體供應單元包含將二氧化碳射入流體的噴射單元，

其中，該噴射單元在流體中以 0.02 ppm 與 750 ppm 之間的二氧化碳濃度來噴射二氧化碳。

2.如申請專利範圍第 1 項的曝光設備，其中，該流體供應單元包含除去流體的除氣單元，該除氣單元係位於噴射單元的上游側。

3.如申請專利範圍第 1 項的曝光設備，其中，該噴射單元包含噴射二氧化碳的膜模組。

4.如申請專利範圍第 1 項的曝光設備，其中，該噴射單元在流體中以 0.06 ppm 與 300 ppm 之間的二氧化碳濃度來噴射二氧化碳。

5.如申請專利範圍第 1 項的曝光設備，其中，該流體供應單元包含測量流體電阻係數值的電阻係數計，噴射單元係根據電阻係數計的測量結果來噴射二氧化碳。

6.如申請專利範圍第 1 項的曝光設備，其中，該噴射單元噴射二氧化碳，使得流體電阻係數值係在 0.02 MΩ·

(2)

cm 與 $10\text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 之間。

7.如申請專利範圍第 6 項的曝光設備，其中，該噴射單元噴射二氧化碳，使得流體電阻係數值係在 $0.04\text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 與 $5\text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 之間。

8.一種曝光設備，包含：

使用來自光源的光照射光罩的照射光學系統；

將光罩圖案投影於基板上的投影光學系統，

其中，送到該投影光學系統與基板之間之空間的流體具有 0.02 ppm 和 750 ppm 之間的二氧化碳濃度。

9.如申請專利範圍第 8 項的曝光設備，其中，該噴射單元在流體中以 0.06 ppm 與 300 ppm 之間的二氧化碳濃度來噴射二氧化碳。

10.一種曝光設備，包含：

使用來自光源的光照射光罩的照射光學系統；

將光罩圖案投影於基板上的投影光學系統，

其中，送到該投影光學系統與基板之間之空間的流體具有 $0.02\text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 與 $10\text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 之間的電阻係數值。

11.如申請專利範圍第 10 項的曝光設備，其中，該噴射單元噴射二氧化碳，使得電阻係數值係在 $0.04\text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 與 $5\text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 之間。

12.一種裝置製造方法，包含下列步驟：

使用如申請專利範圍第 1 至 11 項中任一項的曝光設備將物體曝光；以及

將經曝光之物體顯影。