



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I799509 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：108104713

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 02 月 13 日

(51)Int. Cl. : **G03F1/82 (2012.01)****B08B11/00 (2006.01)****B08B7/00 (2006.01)**

(30)優先權：2018/02/23

歐洲專利局

18158386.5

(71)申請人：荷蘭商 A S M L 荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B.V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：范 戴 克豪夫 馬卡斯 安德納斯 VAN DE KERKHOF, MARCUS ADRIANUS

(NL)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

TW 262401B

TW 200522174A

US 2005/121144A1

US 2006/0072085A1

審查人員：吳彥華

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：4 共 36 頁

(54)名稱

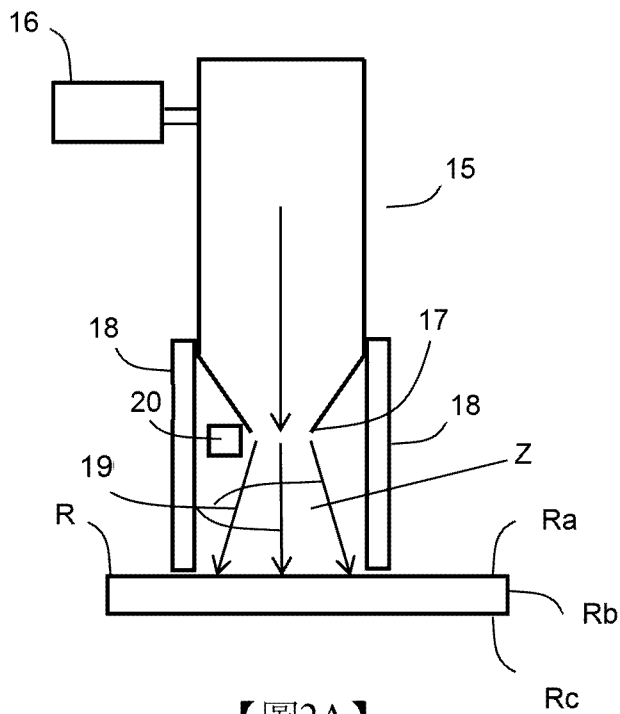
二氧化碳雪清潔裝置、微影裝置及清潔表面之方法

(57)摘要

本申請案係關於一種二氧化碳雪清潔裝置，其包含：一二氧化碳源；一二氧化碳雪噴嘴，其與該二氧化碳源流體連通；一帶電元件；及一收集表面。亦描述一種清潔一表面之方法，該方法包含以下步驟：(i)將一二氧化碳流傳送出一二氧化碳雪噴嘴以形成一二氧化碳雪流；(ii)使該二氧化碳雪流帶電；(iii)將帶電二氧化碳雪流引導至待清潔表面上；(iv)在一收集表面上收集由該帶電二氧化碳雪流自該待清潔表面移除之粒子。亦描述此裝置在一微影裝置中之用途及此裝置或方法之用途。

The present application relates to a carbon dioxide snow cleaning apparatus comprising: a carbon dioxide source; a carbon dioxide snow nozzle in fluid communication with the carbon dioxide source; a charging element; and a collection surface. Also described is a method of cleaning a surface, the method comprising the steps of: (i) passing a stream of carbon dioxide out of a carbon dioxide snow nozzle to form a carbon dioxide snow stream; (ii) charging the carbon dioxide snow stream; (iii) directing the charged carbon dioxide snow stream onto the surface to be cleaned; (iv) collecting particles removed by the charged carbon dioxide snow stream from the surface to be cleaned on a collection surface. Also described is the use of such apparatus in a lithographic apparatus and the use of such an apparatus or method.

指定代表圖：



【圖2A】

符號簡單說明：

15:二氧化碳雪清潔裝置

16:二氧化碳源

17:二氧化碳雪噴嘴

18:收集表面

19:二氧化碳雪流

20:帶電元件

R: EUV 倍縮光罩

Ra: EUV 倍縮光罩之正面

Rb: EUV 倍縮光罩之側面/邊緣

Rc: EUV 倍縮光罩之背面

Z: 區

公告本

I799509

## 【發明摘要】

## 【中文發明名稱】

二氧化碳雪清潔裝置、微影裝置及清潔表面之方法

## 【英文發明名稱】

CARBON DIOXIDE SNOW CLEANING APPARATUS,  
LITHOGRAPHIC APPARATUS, AND METHOD OF CLEANING A  
SURFACE

## 【中文】

本申請案係關於一種二氧化碳雪清潔裝置，其包含：一二氧化碳源；一二氧化碳雪噴嘴，其與該二氧化碳源流體連通；一帶電元件；及一收集表面。亦描述一種清潔一表面之方法，該方法包含以下步驟：(i)將一二氧化碳流傳送出一二氧化碳雪噴嘴以形成一二氧化碳雪流；(ii)使該二氧化碳雪流帶電；(iii)將帶電二氧化碳雪流引導至待清潔表面上；(iv)在一收集表面上收集由該帶電二氧化碳雪流自該待清潔表面移除之粒子。亦描述此裝置在一微影裝置中之用途及此裝置或方法之用途。

## 【英文】

The present application relates to a carbon dioxide snow cleaning apparatus comprising: a carbon dioxide source; a carbon dioxide snow nozzle in fluid communication with the carbon dioxide source; a charging element; and a collection surface. Also described is a method of cleaning a surface, the method comprising the steps of: (i) passing a stream of carbon dioxide out of a carbon dioxide snow nozzle to form a carbon dioxide snow stream; (ii) charging the carbon dioxide snow stream; (iii) directing the charged carbon dioxide snow stream onto the surface to be cleaned; (iv) collecting particles removed by the charged

carbon dioxide snow stream from the surface to be cleaned on a collection surface. Also described is the use of such apparatus in a lithographic apparatus and the use of such an apparatus or method.

【指定代表圖】

圖2A

【代表圖之符號簡單說明】

15	二氧化碳雪清潔裝置
16	二氧化碳源
17	二氧化碳雪噴嘴
18	收集表面
19	二氧化碳雪流
20	帶電元件
R	EUV倍縮光罩
Ra	EUV倍縮光罩之正面
Rb	EUV倍縮光罩之側面/邊緣
Rc	EUV倍縮光罩之背面
Z	區

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

二氧化碳雪清潔裝置、微影裝置及清潔表面之方法

### 【英文發明名稱】

CARBON DIOXIDE SNOW CLEANING APPARATUS,  
LITHOGRAPHIC APPARATUS, AND METHOD OF CLEANING A  
SURFACE

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於用於清潔的裝置及方法。詳言之，本發明係關於用於清潔微影裝置，更特別用於清潔圖案化器件且甚至更特別用於清潔用於EUV微影裝置之倍縮光罩的裝置及方法。

### 【先前技術】

【0002】 微影裝置係經建構以將所要圖案施加至基板上之機器。微影裝置可用於例如積體電路(IC)製造中。微影裝置可例如將圖案自圖案化器件(例如，光罩或倍縮光罩)投影至提供於基板上之一層輻射敏感材料(抗蝕劑)上。

【0003】 為了將圖案投影在基板上，微影裝置可使用電磁輻射。此輻射之波長判定可形成於彼基板上之特徵之最小大小。相比於使用例如具有193 nm之波長之輻射的微影裝置，使用具有在4至20 nm之範圍內的波長(例如，6.7 nm或13.5 nm)之極紫外線(EUV)輻射的微影裝置可用以在基板上形成較小特徵。

【0004】 在微影裝置中，藉由用諸如雷射之輻射源電離液態錫小滴而產生EUV輻射。液態錫小滴在輻射源前方通過，且當輻射射中錫小滴時，錫小滴被電離且釋放EUV輻射。與以此方式產生EUV輻射相關聯之一個問題係：錫可污染微影裝置之各種部分，諸如圖案化器件。

**【0005】** 適合用於微影裝置中之圖案化器件可係倍縮光罩。倍縮光罩可被來自微影裝置內部之粒子或污染物污染。粒子可污染倍縮光罩之正面、倍縮光罩之背面及倍縮光罩之側面及/或邊緣中之一或多者。該等粒子可由諸如以下各者之源產生：源自用於微影裝置中之氣體之無機污染物、在曝光期間自基板濺射之抗蝕劑碎屑，或裝置之部分之間的機械接觸。污染物可包含金屬或金屬氧化物粒子。

**【0006】** 倍縮光罩污染之問題與極紫外線(EUV)微影特別相關。保護性元件通常可用以保護倍縮光罩免於微影裝置內之污染。然而，在EUV微影中，由於所使用之EUV輻射之波長，不易使用某些保護性元件，諸如保護性護膜。

**【0007】** 在EUV微影裝置中，集光器鏡面係用於至掃描器中之高功率輸出的關鍵組件。集光器鏡面與錫電漿之緊密接近性導致集光器曝露於高負載之錫微粒。在掃描器中，可能存在對掃描器光學件、倍縮光罩及晶圓中之一或多者的微粒污染(例如，錫、來自護膜之碎屑，或來自EUV微影裝置之其他組件的碎屑)。

**【0008】** 詳言之，倍縮光罩粒子污染被視為問題，此係因為其可顯著降低所產生之經圖案化器件的良率。倍縮光罩之污染可例如降低EUV透射至基板以用於圖案化之效率。該等粒子可吸收EUV輻射或亦可變更倍縮光罩之反射率，藉此影響EUV輻射至基板上之反射。因而，可出現待施加至基板之圖案中之不可接受的缺陷。微影裝置或護膜之組件可由包含無機物、有機物、金屬、陶瓷或任何其他合適材料之材料製成。因而，圖案化器件(其可係EUV倍縮光罩)可被廣泛範圍之材料類型污染。

**【0009】** 甚至倍縮光罩表面上之單一粒子亦能夠顯著影響待施加至

基板之圖案，且小達50 nm或小於50 nm之粒子可導致圖案化製程中之缺陷。EUV倍縮光罩上之粒子可吸收EUV輻射，藉此減小或以其他方式變更倍縮光罩之反射率。舉例而言，粒子亦可變更EUV輻射自EUV倍縮光罩反射或折射之角度。因而，可不利地影響圖案化製程之效率、準確度及精度中之一或多者，藉此導致施加至基板之圖案中之缺陷。僅在已進行基板之圖案化之後偵測到此等缺陷，且因此已廢棄基板。因此，對於EUV倍縮光罩，將倍縮光罩之前部連同倍縮光罩之背面及倍縮光罩之側面/邊緣保持清潔至關重要：背面粒子可在其與夾持瘤節重合的情況下導致疊對誤差，且側面/邊緣上之粒子可被輸送至倍縮光罩正面。在正常使用期間，EUV倍縮光罩因此將需要不時地進行清潔或根據需要進行清潔。

**【0010】** 類似地，集光器之污染導致集光器之反射率減小。此情形之結果係：較少之入射EUV輻射由集光器反射及聚焦，藉此減小EUV源之功率。由於EUV源之功率減小，在微影期間需要較長時間曝光，此減小微影裝置之產出率。若光學元件被污染，則此將會降低光學元件之效能。若感測器被污染，則此可能會不利地影響感測器之敏感度及/或準確度，且甚至可能使感測器無法操作。

**【0011】** 儘管主要論述用於EUV微影裝置中之諸如倍縮光罩之圖案化器件的清潔，但將瞭解，本發明之清潔裝置及方法適用於廣泛範圍之待清潔表面且亦可應用於集光器、光學元件、鏡面、感測器及其類似者。另外，除錫以外之諸如但不限於有機物、無機物、其他金屬及陶瓷的污染物亦可存在於微影裝置之部分上，且因此亦需要清潔。

**【0012】** 若倍縮光罩被污染，則必須自待清潔之微影裝置移除倍縮光罩。自微影裝置移除倍縮光罩係需要較高技能及專業知識之耗時且困難

的製程。移除倍縮光罩亦增加了倍縮光罩在微影裝置外被進一步污染的機會。此外，倍縮光罩極精密。因而，存在在外部清潔期間導致對倍縮光罩之不可修復損害的相當大的危險。因此，當自微影裝置移除倍縮光罩時及當在微影裝置外清潔該等倍縮光罩時，必須非常小心。清潔倍縮光罩常常需要專用設施，其可能極其昂貴。

**【0013】** 詳言之，倍縮光罩之側面及邊緣係粒子污染之關注點，此係因為此等關注點係倍縮光罩在清潔期間人工地抑或由工具處置的部位。因而，倍縮光罩之此等區域特別易受到損害及交叉污染。

**【0014】** 因此，需要開發一種用於就地(亦即，在微影裝置內及在不移除倍縮光罩的情況下)清潔倍縮光罩的裝置及方法。此外，需要減輕自待清潔表面(諸如，倍縮光罩)移除之任何污染物污染微影裝置之其他區域的風險。

**【0015】** 已知使用二氧化碳雪清潔廣泛多種表面。二氧化碳可用以經由三種不同方法清潔表面，即，使用宏觀乾冰顆粒、用微觀或宏觀二氧化碳雪粒子噴灑待清潔表面之雪流，或藉由使用超臨界二氧化碳。

**【0016】** 在使用宏觀乾冰顆粒之系統中，藉由研磨作用及動量轉移來達成清潔。該等顆粒能夠實體地移走表面污染物，且固態二氧化碳(通常被稱作「乾冰」)昇華成氣態二氧化碳能夠自待清潔表面推動污染物。

**【0017】** 在使用超臨界二氧化碳之系統中，超臨界流體之低黏度意謂其能夠進入密閉空間，在密閉空間中，超臨界流體可溶解污染物。超臨界二氧化碳能夠容易地溶解有機污染物，且因此用於自咖啡豆提取咖啡鹼或自菸草提取菸鹼。

**【0018】** 在依賴於二氧化碳雪之系統中，藉由使液態抑或氣態二氧

化碳通過孔口來產生雪。當液態或氣態二氧化碳通過孔口及傳送出口口時的壓力下降導致至少一些二氧化碳固化以形成二氧化碳「雪」。

**【0019】** 雪清潔之使用係許多行業中的標準，諸如食品業及製造業。然而，在倍縮光罩就地處於微影裝置內時使用二氧化碳雪清潔來清潔倍縮光罩尚未可行，此係因為存在移走的污染物在微影裝置內別處重新沈積的風險。

**【0020】** 在已知的雪清潔裝置中，將二氧化碳傳送出中心噴嘴，此導致形成二氧化碳雪。環繞中心噴嘴，可提供乾淨的乾燥空氣之環流，其輔助引導二氧化碳雪流。以此方式，二氧化碳雪流由乾淨的乾燥空氣之環形簾流環繞。可藉由乾淨的乾燥空氣流將二氧化碳雪引導至待清潔表面。二氧化碳雪接著在待清潔表面上昇華，藉此移除粒子污染物。在其他二氧化碳雪清潔系統中，不存在額外的乾淨的乾燥空氣流。然而，在已知方法中，此等粒子簡單地藉由二氧化碳雪流及空氣流吹離待清潔表面。因此，已移除之粒子可能僅污染微影裝置之另一表面。

**【0021】** 雖然本申請案通篇實質上提及EUV微影裝置，且特別提及EUV倍縮光罩，但本發明不僅僅限於EUV微影裝置，且應瞭解，本發明之主題可用以清潔任何微影裝置，特別係微影裝置中之任何集光器、光學元件、鏡面、反射表面、壁及感測器或其類似者的任何表面。

#### **【發明內容】**

**【0022】** 已在考慮到關於清潔微影裝置，特別係EUV微影裝置且甚至更特別係EUV微影裝置之光學元件的已知方法之前述問題的情況下進行本發明，光學元件包括用於EUV微影裝置中之諸如倍縮光罩的圖案化器件、鏡面、反射表面、集光器、壁及感測器。

【0023】 根據本發明之第一態樣，提供一種二氧化碳雪清潔裝置，其包含：一二氧化碳源；一二氧化碳雪噴嘴，其與該二氧化碳源流體連通；一帶電元件；及一收集表面。

【0024】 已出人意料地發現，使二氧化碳雪流帶電，使得二氧化碳雪花帶電或二氧化碳雪流之組份帶電，改良了自待清潔表面移除粒子(詳言之，金屬粒子)之效率，但亦可使用非金屬粒子。帶電元件使二氧化碳雪流帶電，且將此電荷傳送至正清潔表面上且釋放粒子。相較於帶電二氧化碳流，收集表面較佳帶相反電荷。較佳與二氧化碳雪氣流帶相反電荷之收集表面將接著吸引及收集由二氧化碳雪移走之粒子或污染物，且藉此防止其污染微影裝置之其他區域或部分。

【0025】 二氧化碳雪清潔先前僅用以清除僅鬆散地黏附至待清潔表面或自身不特別穩固之污染物/粒子，諸如油漆。已出人意料地發現，二氧化碳雪清潔特別適合於清潔來自EUV倍縮光罩的可較強地黏附至EUV倍縮光罩表面的污染物/粒子。術語「粒子」及「污染物」在本文中可互換使用。

【0026】 亦已出人意料地發現，藉由使二氧化碳雪流帶電，自EUV倍縮光罩表面移除之粒子亦可變得帶電。在不希望受理論束縛之情況下，假定電荷轉移發生在二氧化碳分子與待清潔表面上之污染物之間。特別關注的係，當使用二氧化碳雪清潔來清潔EUV倍縮光罩之側面及邊緣時，僅在倍縮光罩之正面上重新沈積。收集表面防止污染物轉移至微影裝置之另一區域或沈積至倍縮光罩之另一表面上，藉此降低進一步污染之風險。在本發明之前，努力避免電荷累積在二氧化碳雪清潔裝置及待清潔表面上。

【0027】 在一些實施例中，二氧化碳雪噴嘴具有單一出口，經由該

出口排出二氧化碳雪。較佳地，單一出口之形狀為圓形，或為任何其他合適的形狀。在其他實施例中，二氧化碳雪噴嘴包含複數個出口。較佳地，該複數個出口經配置以相對於彼此實質上線性。替代地，該複數個出口可經配置以形成環圈、三角形或任何其他所要形狀。

**【0028】** 二氧化碳雪花具有等於其中每一帶電二氧化碳分子之電荷之總和的總電荷。二氧化碳雪花內之二氧化碳分子可藉由帶電元件而帶正電或帶負電。因而，二氧化碳雪花及因此二氧化碳雪流可帶正電，或替代地帶負電。電荷可由帶電添加劑而非二氧化碳自身攜帶。由於二氧化碳流可包含帶電添加劑，因此提及二氧化碳流帶電包括其係攜帶電荷之帶電添加劑的狀況。

**【0029】** 在一些實施例中，收集表面可帶電。在其他實施例中，收集表面可替代地帶靜電。當帶電粒子在清潔期間接觸收集表面時，收集表面帶電可允許電流流動。收集表面帶靜電在自待清潔表面移除之帶電粒子與收集表面之間提供靜電引力。收集表面亦可係將藉由鏡面電荷現象吸引帶電粒子之不帶電的導電表面。

**【0030】** 收集表面可處於二氧化碳噴嘴與待清潔表面之間。收集表面可鄰近於二氧化碳雪噴嘴。如先前所描述，收集表面防止粒子污染周圍區域，諸如EUV微影裝置之其他表面。因此，鄰近配置降低粒子自待清潔表面逸出至其他區域的風險，且最大化收集表面捕獲粒子的機率。收集表面可實質上環繞二氧化碳雪噴嘴。收集表面可因此產生封閉區域，在封閉區域內含有在清潔期間移除之粒子。收集表面可具有任何合適形狀，且可為實質上平坦的、彎曲的，或具有更複雜的幾何形狀。

**【0031】** 較佳地，收集表面實質上定位於自待清潔表面移除的粒子

或污染物之至少一部分的路徑中。以此方式，粒子或污染物所遇到之第一表面係收集表面而非微影裝置自身之表面。收集表面可係靜止的。收集表面可與二氧化碳噴嘴一起移動或考量二氧化碳噴嘴之移動。舉例而言，收集表面可處於相對於二氧化碳噴嘴固定之位置中，使得在二氧化碳噴嘴移動時，收集表面以相同方式移動。收集表面可能夠獨立於二氧化碳噴嘴而移動。將瞭解，當二氧化碳噴嘴相對於待清潔表面之角度改變時，自表面移除之粒子之軌跡亦改變。因此，可移動收集表面，使得其實質上保持在已自正清潔表面移除之粒子之路徑中。

**【0032】** 收集表面可能連續或可能不連續。可存在多於一個收集表面。

**【0033】** 在一些實施例中，該帶電元件係一電子源、一電離輻射源、一電漿源或一摩擦電帶電表面。此等帶電元件類型中之任一者適合於使二氧化碳雪流帶電，特別適合於使構成二氧化碳雪流之二氧化碳分子帶電。二氧化碳雪流帶電可藉由二氧化碳電離、電離解離或藉由任何其他合適的手段來達成。實際上，可利用能夠使二氧化碳流帶電之任何方法。

**【0034】** 將瞭解，儘管提及單一帶電元件，但在本發明中可使用複數個帶電元件。此外，視需要，可在本發明中使用複數個不同類型之帶電元件。

**【0035】** 在一些實施例中，二氧化碳雪可能需要與帶電元件14之帶電部分直接接觸，以便變得帶電。因此，可能需要確保帶電元件之帶電部分的溫度維持於合適溫度，使得二氧化碳雪花不融化。類似地，可能需要提供加熱元件以便避免二氧化碳雪在裝置中之特定點處的累積。因此，該帶電元件可具備用以將其維持在降低之溫度下之冷卻元件及/或用以對其

加熱之加熱元件。

**【0036】** 收集表面可導電。詳言之，收集表面可係連接至電壓源之電極。電壓源可係電池或任何其他合適的電壓構件。電極可由任何合適的材料製成，諸如但不限於銅、鋁、鐵或鋼。

**【0037】** 收集表面可係固有靜電材料。舉例而言，作為具有永久靜電荷及/或永久偶極極化之穩定介電材料的駐極體可適合用作根據本發明之收集表面。

**【0038】** 收集表面可係磁性的。在一些實施例中，收集表面可係電磁體。在其他實施例中，收集表面可係永久磁體。儘管金屬錫係弱順磁性的，但電離之錫粒子例如可係強鐵磁性的且因此被強烈吸引至磁性收集表面。

**【0039】** 由於帶電二氧化碳雪流接觸待清潔表面，因此淨電荷可開始累積於待清潔表面上。若電荷突然自表面耗散，則此電荷累積可係危險的，且可能損害待清潔表面，特別在表面為精細EUV倍縮光罩之情況下。在實施例中，因此可能需要即時量測待清潔表面之電荷，以確保電荷不超過臨界位準。

**【0040】** 因此，視需要，可切換如由帶電元件所判定之二氧化碳雪流之電荷正負號。此切換可藉由自一個帶電元件切換至另一帶電元件、藉由切換帶電元件之電流或藉由任何其他合適方法而進行。以此方式，可減少、中和或甚至反轉經由與帶電二氧化碳雪流接觸而累積在待清潔表面上的電荷。在一些情況下，可接著有必要更改收集表面之電位正負號以考量二氧化碳雪流及因此自待清潔表面移除的粒子之改變電荷。在一些實施例中，可藉由開放迴路抑或閉合迴路電路來防止電荷在待清潔表面上累積或

積聚。在一些實施例中，可藉由使帶電待清潔表面與電離氣體接觸或藉由任何其他合適的放電方法來中和待清潔表面。

**【0041】** 在一些實施例中，可同步地切換如由帶電元件所判定之二氧化碳雪流之電荷正負號與收集表面之電荷正負號。較佳地，二氧化碳雪流與收集表面之電荷正負號貫穿清潔製程而交替，以防止待清潔表面上之總體電荷累積。

**【0042】** 該裝置可包含真空噴嘴，二氧化碳氣體及污染物可經由該真空噴嘴自該裝置排出。

**【0043】** 在一些實施例中，該二氧化碳雪清潔裝置進一步包含提供帶電添加劑之帶電添加劑源。較佳地，該帶電添加劑藉由該帶電元件充電而變得帶電。較佳地，該二氧化碳雪流包含該帶電添加劑。該帶電添加劑可有利地作為二氧化碳雪流之部分而攜帶額外電荷或分開地攜帶額外電荷，且因此充當二氧化碳雪流中之二氧化碳的補充電荷載流子。實際上，預期二氧化碳自身不攜帶或僅攜帶最少電荷，且其為藉由帶電元件而帶電之帶電添加劑。帶電添加劑可選自包含以下各者之群組：水、冰、甲醇、乙醇、異丙醇及丙醇，或任何其他合適的添加劑。若帶電添加劑能夠比二氧化碳更容易帶電及/或其能夠比二氧化碳更長地持留電荷，則帶電添加劑係合適的。此外，帶電添加劑必須實質上對正清潔表面呈惰性，即，帶電添加劑在二氧化碳雪清潔條件下必須不與待清潔表面發生化學反應。帶電添加劑必須具有足夠揮發性使得其能夠在無加熱或僅具有最少加熱之情況下自待清潔表面移除。

**【0044】** 在一些實施例中，帶電元件鄰近於二氧化碳雪噴嘴。在二氧化碳雪流離開二氧化碳雪噴嘴時，帶電元件鄰近，因此輔助至二氧化碳

雪花及/或帶電添加劑之電荷轉移。在一些實施例中，帶電元件實質上環繞二氧化碳雪噴嘴。在此等實施例中，帶電元件因此在二氧化碳雪流離開噴嘴時亦實質上環繞二氧化碳雪流，藉此增加可使二氧化碳雪流帶電之帶電元件的表面積。

**【0045】** 帶電元件可係任何合適的電子源，諸如但不限於電子束槍或電子槍。較佳地，利用足夠的能量將自由電子導向二氧化碳雪流，以使二氧化碳雪流帶電。舉例而言，二氧化碳雪流可藉助於電子電離而帶電。

**【0046】** 帶電元件可替代地係用於使二氧化碳雪流帶正電抑或帶負電之任何其他合適的構件。

**【0047】** 在一些實施例中，該二氧化碳雪清潔裝置包含實質上環繞二氧化碳雪噴嘴之氣流。因此，氣流可將二氧化碳雪流導向待清潔表面。較佳地，氣流之至少一部分位於二氧化碳雪噴嘴與收集表面之間。較佳地，二氧化碳雪清潔裝置亦包含用於對氣流加熱之加熱器。因此，自二氧化碳雪流至經加熱氣流，待清潔表面經歷顯著溫度改變，其可輔助自待清潔表面移除粒子。

**【0048】** 經加熱氣流可加快自待清潔表面移除粒子之速率及效率。在使用中，使二氧化碳雪清潔裝置越過待清潔表面。該氣流之第一部分越過該粒子且對該粒子加熱。此使粒子在其加熱時膨脹，且粒子將比下伏EUV倍縮光罩更快速地加熱，此意謂粒子及倍縮光罩將以不同速率膨脹，因此使污染物與待清潔表面之間的結合鬆弛。隨著器件繼續越過待清潔表面且隨著二氧化碳雪與粒子接觸，粒子將迅速冷卻且進一步弱化粒子與EUV倍縮光罩之間的結合。二氧化碳雪亦將實體地移走粒子且將其推離EUV倍縮光罩。隨著器件繼續越過EUV倍縮光罩，氣流之第二部分將越

過粒子先前所位於之區域且將使待清潔表面升溫，以便避免待清潔表面之過度冷卻及可能的水冰或冷凝物形成。

**【0049】** 在一些實施例中，二氧化碳雪清潔裝置包含電壓源，其中電壓施加於收集表面與二氧化碳雪噴嘴之間。

**【0050】** 收集表面較佳與二氧化碳雪流帶相反電荷，使得獲得來自二氧化碳雪流之電荷的粒子被吸引至收集表面。收集表面可接地使得遇到收集表面之帶電粒子能夠在表面上收集，但使得電荷不累積於收集表面上。導電接地收集表面仍將藉由鏡面電荷效應吸引帶電粒子。

**【0051】** 根據本發明之第二態樣，提供一種清潔表面之方法，該方法包含以下步驟：

(i)將一二氧化碳流傳送出一二氧化碳雪噴嘴以形成一二氧化碳雪流；

(ii)使該二氧化碳雪流帶電；

(iii)將帶電二氧化碳雪流引導至待清潔表面上；

(iv)在一收集表面上收集由該帶電二氧化碳雪流自該待清潔表面移除之粒子。

**【0052】** 在一些實施例中，該方法需要收集表面帶電。在其他實施例中，該方法需要收集表面帶靜電。在其他實施例中，該方法需要收集表面導電以藉由鏡面電荷效應產生吸引力。

**【0053】** 在一些實施例中，二氧化碳雪流藉由電子源、電離輻射源、電漿源(其中二氧化碳雪流穿過電漿源之電漿之至少一部分)或藉由觸碰摩擦電帶電表面而帶電。

**【0054】** 在一些實施例中，該方法進一步包含提供帶電添加劑。較

佳地，該帶電添加劑藉由電子源、電離輻射源、電漿源或觸碰摩擦電充電表面中之至少一者而帶電。較佳地，帶電添加劑選自包含以下各者之群組：水、冰、甲醇、乙醇、異丙醇及丙醇，或任何其他合適的添加劑。

**【0055】** 在一些實施例中，該方法進一步包含提供氣流，該氣流將該二氧化碳雪流引導至該待清潔表面上。較佳地，氣流由實質上環繞二氧化碳雪噴嘴之出口提供。較佳地，出口位於二氧化碳雪噴嘴與收集表面之間。亦可對氣流加熱。

**【0056】** 在根據本發明之第二態樣的方法之一些實施例中，電壓施加於收集表面與二氧化碳雪噴嘴之間，其中電壓由電壓源供應。

**【0057】** 在根據本發明之第二態樣的方法之一些實施例中，在清潔期間相對於二氧化碳雪流或噴嘴移動待清潔表面。在其他實施例中，相對於待清潔表面移動二氧化碳雪流或噴嘴。

**【0058】** 根據本發明之第二態樣的方法可用以清潔EUV微影裝置之表面，特別係根據所要EUV微影裝置之掃描器光學件、感測器、集光器、壁或任何其他表面。

**【0059】** 在根據本發明之第二態樣的方法之一些實施例中，待清潔表面係微影裝置之表面，該微影裝置可係EUV微影裝置。待清潔表面可係EUV微影裝置之EUV倍縮光罩。待清潔表面可係EUV之正面、EUV倍縮光罩之背面及EUV倍縮光罩之側面中之一或多者。較佳地，在EUV微影裝置內部清潔EUV倍縮光罩。

**【0060】** 根據本發明之第二態樣的方法或根據本發明之第一態樣的二氧化碳雪清潔裝置可用以清潔微影裝置之表面，該微影裝置可係EUV微影裝置。微影裝置之表面可係EUV倍縮光罩。微影裝置之表面可係倍縮光

罩之正面、倍縮光罩之背面及倍縮光罩之側面中之一或多者。

**【0061】** 根據本發明之第二態樣的方法可包含就地檢測待清潔表面。當污染物含量達到或超過預定位準時，可進行清潔。可將預定位準選擇為接近可影響光束之完整性及/或形狀之位準的污染物含量。需要在達到此位準之前清潔倍縮光罩。亦可按設定間隔進行清潔。該設定間隔可基於例如運行時間之小時數或成像晶圓之數目。

**【0062】** 根據本發明之第三態樣，提供一種微影裝置，其包含如本發明之第一態樣中所定義的二氧化碳雪清潔裝置。有利地，可在微影裝置內就地清潔微影裝置之部分，諸如EUV倍縮光罩。此具有降低在移除及重新安裝期間無意損害倍縮光罩之風險的優點。此情形亦減少微影裝置之停工時間，亦即，不能夠使用裝置之時間。

**【0063】** 在微影裝置內部清潔EUV倍縮光罩之另一顯著益處係：倍縮光罩保持在掃描器自身內部之超潔淨環境內且限制倍縮光罩之處置。就地清潔可在微影裝置之專用部分中，在微影裝置之倍縮光罩庫中抑或在倍縮光罩處於使用中時在倍縮光罩載物台上進行。

**【0064】** 根據本發明之第四態樣，提供根據本發明之第一態樣的裝置或根據本發明之第二態樣的方法用以清潔微影裝置之表面的用途。該表面可係微影裝置之倍縮光罩。該表面係倍縮光罩之正面、倍縮光罩之背面及倍縮光罩之側面中之一或多者。該微影裝置可係EUV微影裝置。

**【0065】** 關於本發明之任何態樣所揭示的特徵可與本發明之任何其他態樣的一或多個特徵組合。明確地揭示所有此類組合。

#### **【圖式簡單說明】**

**【0066】** 現參看隨附示意性圖式僅作為實例來描述本發明之實施

例，在隨附示意性圖式中：

- 圖1描繪包含微影裝置及輻射源之微影系統，可使用本發明之裝置及/或方法來清潔微影系統。

- 圖2A係根據本發明之第一態樣的二氧化碳雪清潔裝置之示意性描繪；及

- 圖2B係根據本發明之第一態樣的二氧化碳雪清潔裝置之示意性描繪；

- 圖3係根據本發明之第一態樣的二氧化碳雪清潔裝置之示意性描繪；及

- 圖4係使用根據本發明之第一態樣之二氧化碳雪清潔裝置的粒子之二氧化碳雪清潔及收集的示意性描繪。

#### 【實施方式】

**【0067】** 圖1展示包括EUV倍縮光罩之微影系統，該EUV倍縮光罩可被錫或其他污染物污染且藉此需要使用本發明之裝置或方法進行清潔。該微影系統包含輻射源SO及微影裝置LA。輻射源SO經組態以產生極紫外線(EUV)輻射光束B且將EUV輻射光束B供應至微影裝置LA。微影裝置LA包含照明系統IL、經組態以支撐圖案化器件MA (例如，EUV倍縮光罩)之支撐結構MT、投影系統PS及經組態以支撐基板W之基板台WT。

**【0068】** 照明系統IL經組態以在EUV輻射光束B入射於圖案化器件MA上之前調節該輻射光束B。另外，照明系統IL可包括琢面化場鏡面器件10及琢面化光瞳鏡面器件11。琢面化場鏡面器件10及琢面化光瞳鏡面器件11一起向EUV輻射光束B提供所要橫截面形狀及所要強度分佈。除琢面化場鏡面器件10及琢面化光瞳鏡面器件11以外或替代該等器件，照明系

統IL亦可包括其他鏡面或器件。

【0069】 在如此調節之後，EUV輻射光束B與圖案化器件MA相互作用。由於此相互作用，產生經圖案化EUV輻射光束B'。投影系統PS經組態以將經圖案化EUV輻射光束B'投影至基板W上。出於彼目的，投影系統PS可包含經組態以將經圖案化EUV輻射光束B'投影至由基板台WT固持之基板W上的複數個鏡面13、14。投影系統PS可將縮減因數應用於經圖案化EUV輻射光束B'，因此形成具有小於圖案化器件MA上之對應特徵之特徵的影像。舉例而言，可應用縮減因數4或8。儘管投影系統PS說明為僅具有圖1中之兩個鏡面13、14，但投影系統PS可包括不同數目個鏡面(例如，六個或八個鏡面)。

【0070】 基板W可包括先前形成之圖案。在此種狀況下，微影裝置將經圖案化輻射光束B與先前形成於基板W上之圖案對準。

【0071】 可在輻射源SO中、在照明系統IL中及/或在投影系統PS中提供在遠低於大氣壓之壓力下的相對真空，亦即，少量氣體(例如，氬氣)。

【0072】 輻射源SO可係雷射產生電漿(LPP)源、放電產生電漿(DPP)源、自由電子雷射(FEL)或能夠產生EUV輻射之任何其他輻射源。

【0073】 儘管在以下描述中提及EUV倍縮光罩，但可使用任何合適的圖案化器件MA。

【0074】 EUV倍縮光罩極複雜，在頂部上具有多層反射塗層及吸收體圖案。因而，入射EUV輻射僅在反射表面上反射，藉此產生待施加至基板之圖案。EUV倍縮光罩亦可包含保護多層反射塗層及吸收體圖案之表面的罩蓋層。

【0075】術語「EUV輻射」可被認為涵蓋具有在4至20 nm之範圍內(例如，在13至14 nm之範圍內)之波長的電磁輻射。EUV輻射可具有小於10 nm，例如在4至10 nm之範圍內(諸如，6.7 nm或6.8 nm)的波長。

【0076】圖2A及圖2B以橫截面展示根據本發明之第一態樣的二氧化碳清潔裝置15之示意性說明。可係液態二氧化碳缸或任何其他合適源之二氧化碳源16連接至二氧化碳雪噴嘴17。二氧化碳源13與二氧化碳雪噴嘴17流體連接以允許二氧化碳自二氧化碳源傳送且傳送出噴嘴17。隨著二氧化碳流傳送出二氧化碳雪噴嘴17且進入區Z，液態二氧化碳膨脹且至少部分地凍結，形成二氧化碳雪流19。亦提供帶電元件20及用於收集自待清潔表面移除之粒子的收集表面18。示意性地描繪帶電元件20之部位且可將其提供於任何合適的部位中。在圖2A中所展示之實施例中，收集表面18展示為實質上環繞二氧化碳噴嘴，但將瞭解，預期到其他組態。

【0077】一旦已形成二氧化碳雪，便可藉由帶電元件20使其帶電。二氧化碳雪通常包含複數個二氧化碳雪花。共同地構成二氧化碳雪花之二氧化碳分子中之一或多者可藉由帶電元件20而變得帶電。

【0078】儘管本文中描述二氧化碳雪的帶電，但將瞭解，二氧化碳亦可以其氣態或液體形式帶電，隨後在自二氧化碳雪噴嘴離開時沈澱為二氧化碳雪。因此，帶電元件可位於二氧化碳雪噴嘴內部或與二氧化碳雪噴嘴成為整體，以在二氧化碳形成為二氧化碳雪之前或在二氧化碳形成二氧化碳雪時使二氧化碳帶電。在圖2A及圖2B中，帶電元件20展示為與二氧化碳雪噴嘴17分開，使得二氧化碳雪在離開二氧化碳雪噴嘴17時帶電。

【0079】二氧化碳雪流19之帶電效率在很大程度上取決於在其形成時帶電元件20與二氧化碳雪之接近性。因此，較佳地使帶電元件在二氧化

碳雪形成時緊密接近二氧化碳雪。因此，帶電元件可置放於二氧化碳雪可變得帶電之任何適當位置處。圖2A及圖2B展示根據本發明之第一態樣的裝置之示意性實施例，其中帶電元件20鄰近於二氧化碳雪噴嘴。

【0080】較佳地，帶電元件20實質上環繞二氧化碳雪噴嘴。舉例而言，圖4以橫截面展示根據本發明之第一態樣的二氧化碳雪清潔裝置15之示意性說明，其中帶電元件20在二氧化碳雪噴嘴17周圍形成環圈。環形帶電元件20確保在二氧化碳雪形成時，所得二氧化碳雪花以最大可能的表面積接近帶電元件20。因而，提高二氧化碳雪流之帶電製程的效率。

【0081】在一些實施例中，提供電壓源，且電壓施加於二氧化碳雪噴嘴17與收集表面18之間。帶電元件可與二氧化碳雪噴嘴成為整體。收集表面18可係導電表面，諸如電極。因此，二氧化碳雪噴嘴17及收集表面18可充當斷路中之接合點。二氧化碳雪流在離開二氧化碳雪噴嘴時的帶電、自表面清潔之粒子經由與二氧化碳雪流接觸的帶電及該等帶電粒子與帶電收集表面之接觸可完成電路，藉此允許電流流動。在電路中流動之電流的量測值可用作自待清潔表面移除的粒子之數目的指示，且因此可提供用於判定待清潔表面之清潔何時完成的手段。

【0082】一旦二氧化碳雪流帶電，則將其導向待清潔表面以自其移除粒子。圖2A及圖2B係展示使用根據本發明之第一態樣之裝置對EUV倍縮光罩R之正面Ra進行二氧化碳雪清潔的示意圖。在圖2A及圖2B中，EUV倍縮光罩R具有正面Ra、背面Rc及側面/邊緣Rb。儘管說明正面Ra之二氧化碳雪清潔，但將瞭解，根據本發明之第一態樣的二氧化碳雪清潔裝置可用以清潔EUV倍縮光罩之正面Ra、背面Rc及側面/邊緣Rb中之一或多者。可將二氧化碳雪以任何所要角度(諸如，如圖2A中所展示直接垂直或

如圖2B中所展示偏離垂直)導向倍縮光罩，其中垂直定義為二氧化碳雪流之軸線與待清潔表面之間的90°角。

【0083】圖3以橫截面展示根據本發明之第一態樣的二氧化碳雪清潔裝置15之示意性說明，其中裝置15進一步包含氣體源21。氣體源21與二氧化碳雪噴嘴17之外表面22及二氧化碳雪清潔裝置之外部主體27流體連接。由氣體源21提供之氣流23含於二氧化碳雪清潔裝置之外部主體27及二氧化碳雪噴嘴17之外表面22內。氣流可僅藉助於孔隙28逸出。當二氧化碳雪19在雪噴嘴17處形成時，氣流23經由孔隙28逸出，將二氧化碳雪流導向待清潔表面。孔隙28由二氧化碳雪噴嘴17之噴嘴末端及外部主體27之末端界定。

【0084】如圖3中所展示，氣流逸出的孔隙較佳實質上環繞二氧化碳雪流及二氧化碳雪噴嘴中之至少一者。二氧化碳雪清潔裝置可進一步包含對氣流加熱的加熱器(未圖示)。

【0085】氣流之第一部分24、二氧化碳雪流19及氣流之第二部分25說明於圖3中，其中該裝置自右向左移過EUV倍縮光罩R之正面Ra。

【0086】在帶電二氧化碳雪花接觸待自EUV倍縮光罩移除之粒子時，由二氧化碳流攜帶之電荷被轉移至粒子。此電荷轉移在粒子具有比二氧化碳低之電離能量之情況下特別有效。因此，粒子經由與二氧化碳雪流接觸而變得帶電。

【0087】電荷亦可經由在與帶電二氧化碳雪流接觸時之電荷轉移而累積於待清潔表面上。以此方式，待清潔表面及待自表面移除之粒子兩者變得帶電。因此，在帶電粒子與帶電待清潔表面之間產生額外排斥力。如由帶電二氧化碳雪花在觸碰時轉移之電荷所判定，粒子及待清潔表面兩者

均以相同正負號帶電(亦即，兩者均帶正電或兩者均帶負電)。粒子與表面之間的所得排斥力因此加快自表面移除粒子之速率。

**【0088】** 圖4係說明電荷自二氧化碳雪流19之二氧化碳雪花29轉移至EUV倍縮光罩R之正面Ra上之污染物粒子的示意圖。圖4展示在二氧化碳雪花自二氧化碳雪噴嘴17離開時使二氧化碳雪花在形成時帶正電的帶電元件20。帶正電二氧化碳雪花29接近表面Ra上之粒子30。在雪花29與粒子30接觸後，二氧化碳雪花29昇華且其電荷被轉移至粒子30。由於與帶電二氧化碳雪花29接觸，EUV倍縮光罩表面Ra亦可積聚電荷。粒子30與表面Ra之間的排斥力使粒子30作為帶正電粒子30a自表面移走。

**【0089】** 收集表面18具備負電荷，且帶正電粒子30a被吸引至帶負電荷收集表面18。接著中和粒子30a且粒子變成結合至收集表面18之帶負電粒子。儘管圖4說明二氧化碳雪流帶正電，但將瞭解，帶電元件可替代地使二氧化碳雪流帶負電，且收集表面可係帶正電荷收集表面。

**【0090】** 在一些實施例中，二氧化碳雪清潔裝置進一步包含提供帶電添加劑之帶電添加劑源。圖3說明與二氧化碳雪噴嘴17流體連接之帶電添加劑源26。較佳地，二氧化碳雪流形成使得其二氧化碳雪花包含帶電添加劑。在圖3中，帶電添加劑源26將帶電添加劑直接提供至由二氧化碳源16提供之二氧化碳中。因而，帶電添加劑與二氧化碳混合。較佳地，帶電元件20使帶電添加劑及二氧化碳雪兩者帶電，以提供包含二氧化碳雪及帶電添加劑之帶電二氧化碳雪流。然而，視需要，帶電添加劑可替代地藉由使二氧化碳雪帶電之不同帶電元件而帶電。二氧化碳自身可能不帶電，其中電荷由帶電添加劑攜帶。

**【0091】** 帶電添加劑可係能夠帶電之任何合適的物種。合適的帶電

添加劑包括水、冰、甲醇、乙醇、異丙醇及丙醇，或任何其他合適的添加劑。有利地，提供帶電添加劑可提供對二氧化碳雪流之清潔性質的額外增強。此外，有利地，帶電添加劑可增加二氧化碳雪花之總電荷，其中二氧化碳雪花包含二氧化碳及該帶電添加劑。藉由增加二氧化碳雪花之總電荷，轉移至待清潔粒子及待清潔表面之電荷量可增加，因此增加其間的排斥力。較佳地，帶電添加劑係揮發性的，使得其自待清潔表面自然蒸發，而無需乾燥。

【0092】亦接近於待清潔表面提供收集表面18，如圖2A中所說明。收集表面在粒子自待清潔表面移走時收集該等粒子，且較佳地在該等粒子被轉移至微影裝置中之其他處之前收集該等粒子。

【0093】如圖2A中所展示，在一些實施例中，收集表面可實質上環繞二氧化碳雪流，藉此封閉待清潔表面、收集表面及二氧化碳雪流之間的空間。藉由封閉自EUV倍縮光罩之表面移除粒子所在的空間，粒子無法逸出至微影裝置之其他區域且因此被捕捉。

【0094】在一些實施例中，收集表面18經定位以收集藉由二氧化碳雪流及視情況氣流之力偏轉遠離待清潔表面的粒子，如圖2B中示意性地展示。

【0095】較佳地，收集表面帶與由自EUV倍縮光罩移除之粒子攜帶之電荷相反的正負號，藉此在收集表面與收集表面之間產生吸引力。因此，收集表面可帶正電或帶負電。舉例而言，若EUV倍縮光罩之表面上之粒子帶正電且EUV倍縮光罩之表面亦帶正電，則粒子與表面之間的排斥力將促進移走粒子。帶正電粒子將接著被吸引至接近的帶負電收集表面。因此，將在粒子自待清潔之EUV倍縮光罩移走時收集該粒子。

【0096】 儘管本文中描述單一收集表面，但將瞭解，根據本發明之第一態樣的裝置可包含複數個收集表面。該複數個收集表面可包含不同類型之收集表面，如下文所描述。

【0097】 展示於圖2至圖4中之裝置可用於清潔表面之方法中，該方法包含以下步驟：

(i)將一二氧化碳流傳送出一二氧化碳雪噴嘴以形成一二氧化碳雪流；

(ii)使該二氧化碳雪流帶電；

(iii)將帶電二氧化碳雪流引導至待清潔表面上；

(iv)在一收集表面上收集由該帶電二氧化碳雪流自該待清潔表面移除之粒子。

【0098】 儘管可在本文中特定地參考在微影裝置之內容背景中的本發明之實施例，但本發明之實施例可用於其他裝置中。本發明之實施例可形成光罩檢測裝置、度量衡裝置或量測或處理諸如晶圓(或其他基板)或光罩(或其他圖案化器件)之物件的任何裝置之部分。此等裝置通常可被稱作微影工具。此微影工具可使用真空條件或周圍(非真空)條件。

【0099】 雖然上文已描述本發明之特定實施例，但將瞭解，可用與所描述方式不同的其他方式來實踐本發明。以上描述意欲為說明性，而非限制性的。因此，對於熟習此項技術者將顯而易見，可在不脫離下文所闡明之申請專利範圍及條項之範疇的情況下對所描述之本發明進行修改。

1. 一種二氧化碳雪清潔裝置，其包含：一二氧化碳源；一二氧化碳雪噴嘴，其與該二氧化碳源流體連通；一帶電元件；及一收集表面。

2. 如條項1之二氧化碳雪清潔裝置，其中該收集表面帶電。

3. 如條項1之二氧化碳雪清潔裝置，其中該收集表面帶靜電。
4. 如前述條項中任一項之二氧化碳雪清潔裝置，其中該收集表面鄰近於該二氧化碳雪噴嘴及/或其中該收集表面實質上位於該二氧化碳雪噴嘴與待清潔表面之間。
5. 如前述條項中任一項之二氧化碳雪清潔裝置，其中該收集表面實質上環繞該二氧化碳雪噴嘴。
6. 如條項1至5中任一項之二氧化碳雪清潔裝置，其中該帶電元件係一電子源、一電離輻射源、一電漿源或一摩擦電帶電表面。
7. 如前述條項中任一項之二氧化碳雪清潔裝置，其進一步包含提供一帶電添加劑之一帶電添加劑源。
8. 如條項7之二氧化碳雪清潔裝置，其中二氧化碳雪流包含藉由該帶電元件變得帶電之一帶電添加劑。
9. 如條項7或條項8之二氧化碳雪清潔裝置，其中該帶電添加劑選自包含以下各者之群組：水、冰、甲醇、乙醇、異丙醇及丙醇，或任何其他合適的添加劑。
10. 如前述條項中任一項之二氧化碳雪清潔裝置，其中該帶電元件鄰近於該二氧化碳雪噴嘴。
11. 如前述條項中任一項之二氧化碳雪清潔裝置，其中該帶電元件實質上環繞該二氧化碳雪噴嘴。
12. 如前述條項中任一項之二氧化碳雪清潔裝置，其進一步包含實質上環繞該二氧化碳雪噴嘴之一氣流。
13. 如條項12之二氧化碳雪清潔裝置，其中該氣流之至少一部分位於該二氧化碳雪噴嘴與該收集表面之間。

14. 如條項12或條項13之二氧化碳雪清潔裝置，其進一步包含對該氣流加熱之一加熱器。

15. 如前述條項中任一項之二氧化碳雪清潔裝置，其進一步包含一電壓源，其中一電壓施加於該收集表面與該二氧化碳雪噴嘴之間。

16. 一種清潔一表面之方法，該方法包含以下步驟：

(i)將一二氧化碳流傳送出一二氧化碳雪噴嘴以形成一二氧化碳雪流；

(ii)使該二氧化碳雪流帶電；

(iii)將帶電二氧化碳雪流引導至待清潔表面上；

(iv)在一收集表面上收集由該帶電二氧化碳雪流自該待清潔表面移除之粒子。

17. 如條項16之方法，其中該收集表面帶電。

18. 如條項16之方法，其中該收集表面帶靜電。

19. 如條項16至18中任一項之方法，其中該二氧化碳雪流係藉由一電子源、藉由一電離輻射源、藉由一電漿源或藉由觸碰一摩擦電帶電表面而帶電，該二氧化碳雪流通過該電漿源之電漿之至少一部分。

20. 如條項16至19中任一項之方法，其進一步包含提供一帶電添加劑。

21. 如條項20之方法，其中該帶電添加劑係藉由一電子源、一電離輻射源、一電漿源或觸碰一摩擦電帶電表面中之至少一者而帶電。

22. 如條項20或條項21之方法，其中該帶電添加劑選自包含以下各者之群組：水、冰、甲醇、乙醇、異丙醇及丙醇，或任何其他合適的添加劑。

23. 如條項16至22中任一項之方法，其中提供一氣流，該氣流將該二氧化碳雪流引導至該待清潔表面上。

24. 如條項23之方法，其中該氣流由實質上環繞該二氧化碳噴嘴之一出口提供，其中視情況，該出口位於該二氧化碳雪噴嘴與該收集表面之間。

25. 如條項23或條項24之方法，其中該氣流經加熱。

26. 如條項16至25中任一項之方法，其中一電壓施加於該收集表面與該二氧化碳雪噴嘴之間，其中該電壓由一電壓源供應。

27. 如條項16至26中任一項之方法，其中該待清潔表面係一微影裝置之一表面，該微影裝置可係一EUV微影裝置。

28. 如條項27之方法，其中該待清潔表面係一EUV微影裝置之一EUV倍縮光罩。

29. 如條項28之方法，其中該待清潔表面係該EUV倍縮光罩之正面、該EUV倍縮光罩之背面及該EUV倍縮光罩之側面中的一或多者。

30. 如條項28或條項29之方法，其中該EUV倍縮光罩係在該EUV微影裝置內部清潔。

31. 如條項16至30中任一項之方法，其中就地檢測該表面且在污染物之一含量達到或超過一預定位準時進行清潔。

32. 一種如條項1至15中任一項之裝置或如條項16至30中任一項之方法用以清潔一微影裝置之一表面的用途，該微影裝置可係一EUV微影裝置。

33. 如條項32之用途，其中該表面係一倍縮光罩。

34. 如條項33之用途，其中該表面係該倍縮光罩之該正面、該倍縮

光罩之該背面及該倍縮光罩之該等側面中之一或多者。

35. 一種微影裝置，其包含如條項1至15中任一項之一二氧化碳雪清潔裝置。

**【符號說明】**

**【0100】**

10	琢面化場鏡面器件
11	琢面化光瞳鏡面器件
13	鏡面
14	鏡面
15	二氧化碳雪清潔裝置
16	二氧化碳源
17	二氧化碳雪噴嘴
18	收集表面
19	二氧化碳雪流
20	帶電元件
21	氣體源
22	外表面
23	氣流
24	氣流之第一部分
25	氣流之第二部分
26	帶電添加劑源
27	外部主體
28	孔隙

29	帶正電二氧化碳雪花
30	粒子
30a	帶正電粒子
B	極紫外線(EUV)輻射光束
B'	經圖案化EUV輻射光束
IL	照明系統
LA	微影裝置
MA	圖案化器件
MT	支撐結構
PS	投影系統
R	EUV倍縮光罩
Ra	EUV倍縮光罩之正面
Rb	EUV倍縮光罩之側面/邊緣
Rc	EUV倍縮光罩之背面
SO	輻射源
W	基板
WT	基板台
Z	區

## 【發明申請專利範圍】

### 【第1項】

一種二氧化碳雪清潔裝置，其包含：  
一二氧化碳源，其經組態以產生二氧化碳；  
一二氧化碳雪噴嘴，其與該二氧化碳源流體連通，使得一二氧化碳雪流離開該二氧化碳雪噴嘴且經引導至一待清潔表面；  
一帶電元件，其經組態以使該二氧化碳雪流之分子帶電；及  
一收集表面，其經組態以收集由該二氧化碳雪流自該待清潔表面移除的粒子。

### 【第2項】

如請求項1之二氧化碳雪清潔裝置，其中該收集表面帶電或帶靜電。

### 【第3項】

如請求項1或2之二氧化碳雪清潔裝置，其中該收集表面鄰近於該二氧化碳雪噴嘴及/或其中該收集表面實質上(substantially)位於該二氧化碳雪噴嘴與待清潔表面之間。

### 【第4項】

如請求項1或2之二氧化碳雪清潔裝置，其中該收集表面實質上環繞該二氧化碳雪噴嘴。

### 【第5項】

如請求項1或2之二氧化碳雪清潔裝置，其中該帶電元件係一電子源、一電離輻射源、一電漿源或一摩擦電帶電表面。

### 【第6項】

如請求項1或2之二氧化碳雪清潔裝置，其進一步包含經組態以提供

一帶電添加劑之一帶電添加劑源。

**【第7項】**

如請求項6之二氧化碳雪清潔裝置，其中二氧化碳雪流包含藉由該帶電元件變得帶電之一帶電添加劑。

**【第8項】**

如請求項6之二氧化碳雪清潔裝置，其中該帶電添加劑選自包含以下各者之群組：水、冰、甲醇、乙醇、異丙醇及丙醇，或任何其他合適的添加劑。

**【第9項】**

如請求項1或2之二氧化碳雪清潔裝置，其中該帶電元件鄰近於該二氧化碳雪噴嘴。

**【第10項】**

如請求項1或2之二氧化碳雪清潔裝置，其中該帶電元件實質上環繞該二氧化碳雪噴嘴。

**【第11項】**

如請求項1或2之二氧化碳雪清潔裝置，其進一步包含實質上環繞該二氧化碳雪噴嘴之一氣流。

**【第12項】**

如請求項11之二氧化碳雪清潔裝置，其中該氣流之至少一部分位於該二氧化碳雪噴嘴與該收集表面之間。

**【第13項】**

如請求項11之二氧化碳雪清潔裝置，其進一步包含對該氣流加熱之一加熱器。

**【第14項】**

如請求項1或2之二氧化碳雪清潔裝置，其進一步包含一電壓源，其中一電壓施加於該收集表面與該二氧化碳雪噴嘴之間。

**【第15項】**

如請求項1之二氧化碳雪清潔裝置，其中該帶電元件經組態以在該二氧化碳雪流之形成期間或在該二氧化碳雪流之形成之後使該二氧化碳雪流中之該二氧化碳雪帶電。

**【第16項】**

如請求項1之二氧化碳雪清潔裝置，其中該帶電元件經組態以在該二氧化碳雪流之形成之前使藉由該二氧化碳源產生之該二氧化碳帶電。

**【第17項】**

一種微影裝置，其包含如請求項1至16中任一項之一二氧化碳雪清潔裝置。

**【第18項】**

一種清潔一表面之方法，該方法包含：

(i)將一二氧化碳流傳送出一二氧化碳雪噴嘴以形成一二氧化碳雪流；

(ii)使該二氧化碳雪流帶電；

(iii)將帶電二氧化碳雪流引導至待清潔表面上；及

(iv)在一收集表面上收集由該帶電二氧化碳雪流自該待清潔表面移除之粒子。

**【第19項】**

如請求項18之方法，其中該收集表面帶電。

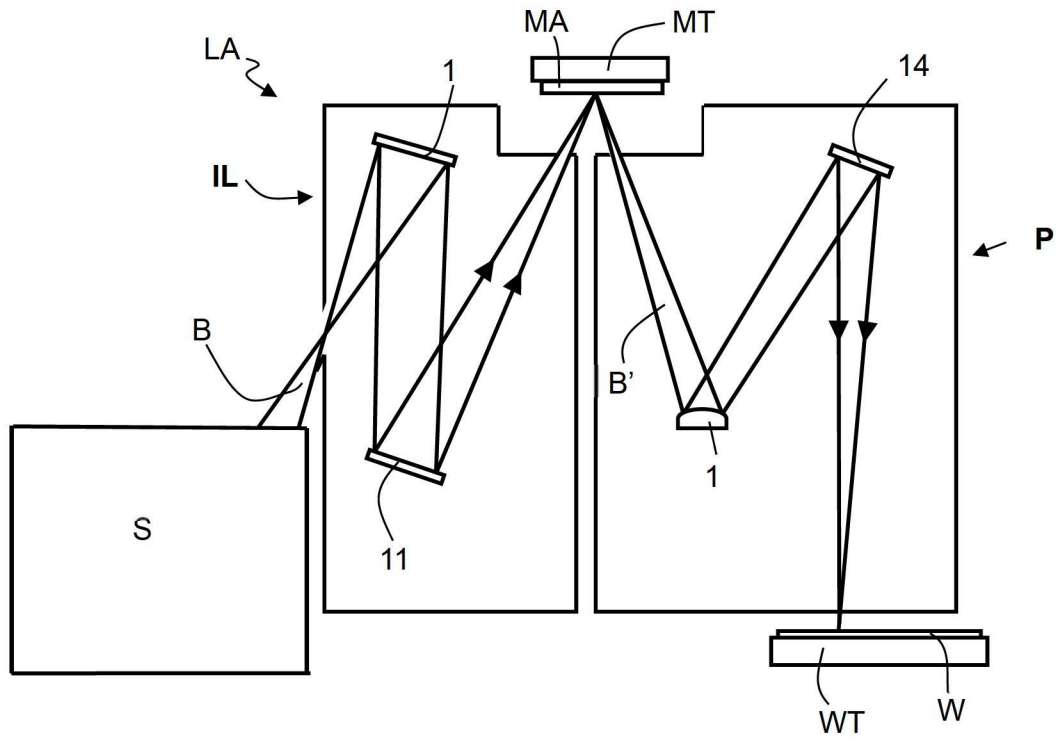
**【第20項】**

如請求項18之方法，其中該收集表面帶靜電。

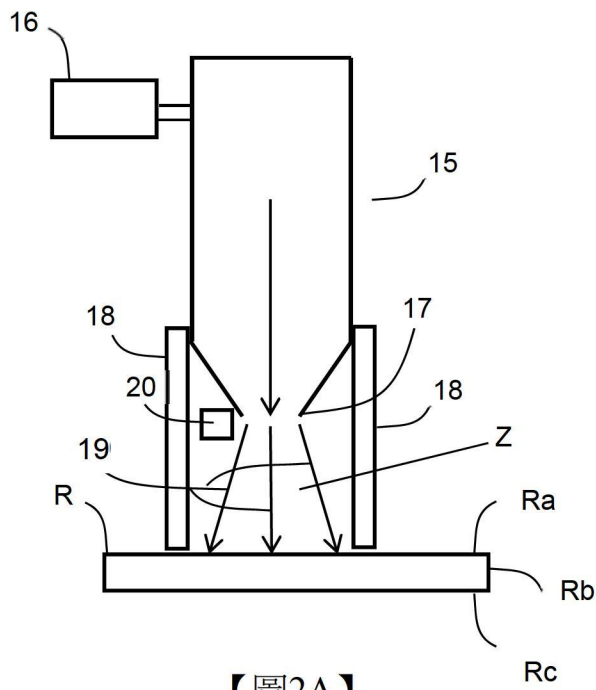
**【第21項】**

如請求項18之方法，其中該二氧化碳雪流係藉由一電子源、藉由一電離輻射源、藉由一電漿源或藉由觸碰一摩擦電帶電表面而帶電，該二氧化碳雪流通過該電漿源之電漿之至少一部分。

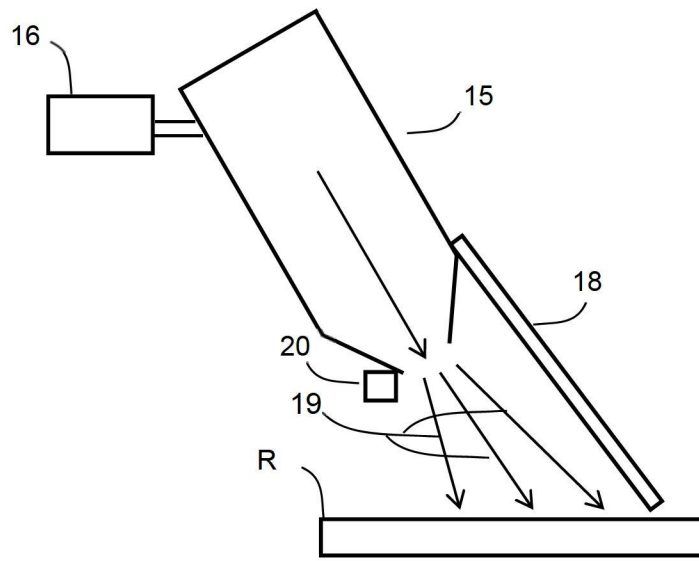
【發明圖式】



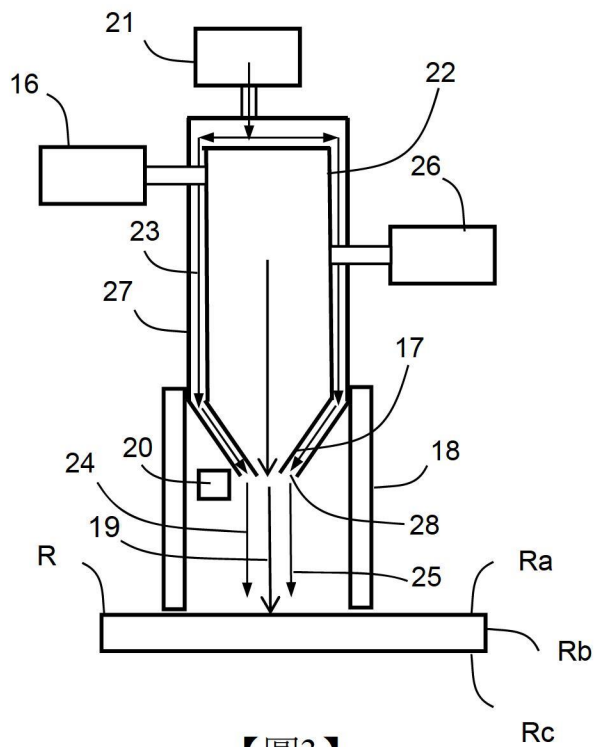
【圖1】



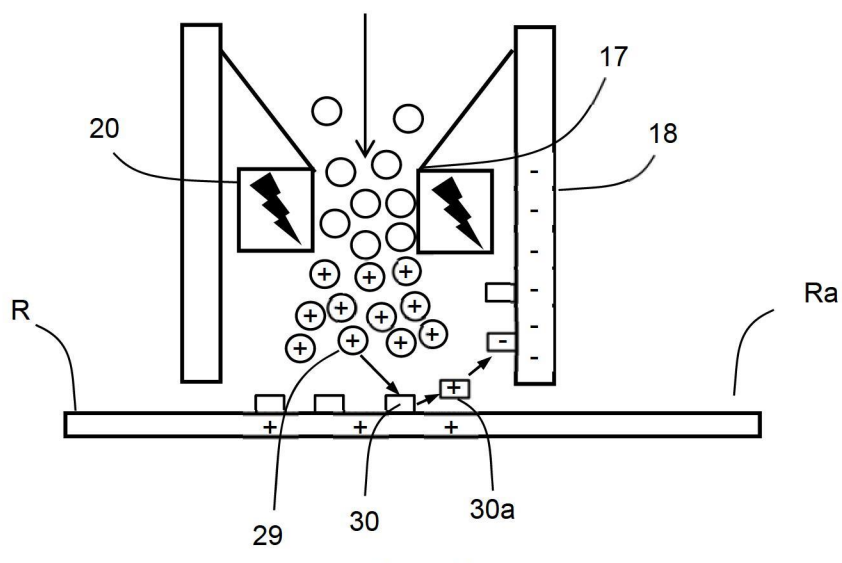
【圖2A】



【圖2B】



【圖3】



【圖4】