



(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 202242542 A

(43)公開日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：111106783

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 02 月 24 日

(51)Int. Cl. : **G03F1/82 (2012.01)** **G03F1/22 (2012.01)**

(30)優先權：2021/04/16 美國 63/175,995

2021/10/05 美國 17/494,558

(71)申請人：台灣積體電路製造股份有限公司 (中華民國) TAIWAN SEMICONDUCTOR
MANUFACTURING COMPANY, LTD. (TW)

新竹市新竹科學工業園區力行六路八號

(72)發明人：賴政豪 LAI, CHENG-HAO (TW)；蔡明訓 TSAI, MING-HSUN (TW)；陳鑫封
CHEN, HSIN-FENG (TW)；程薇心 CHENG, WEI-SHIN (TW)；孫于洸 SUN, YU-
KUANG (TW)；吳政軒 WU, CHENG-HSUAN (TW)；羅煜發 LO, YU-FA (TW)；
塗時雨 TU, SHIH-YU (TW)；呂柔萱 LU, JOU-HSUAN (TW)；簡上傑 CHIEN,
SHANG-CHIEH (TW)；陳立銳 CHEN, LI-JUI (TW)；劉恆信 LIU, HENG-HSIN
(TW)

(74)代理人：李世章；秦建譜

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：8 共 38 頁

(54)名稱

在極紫外微影系統中處理燃料的方法

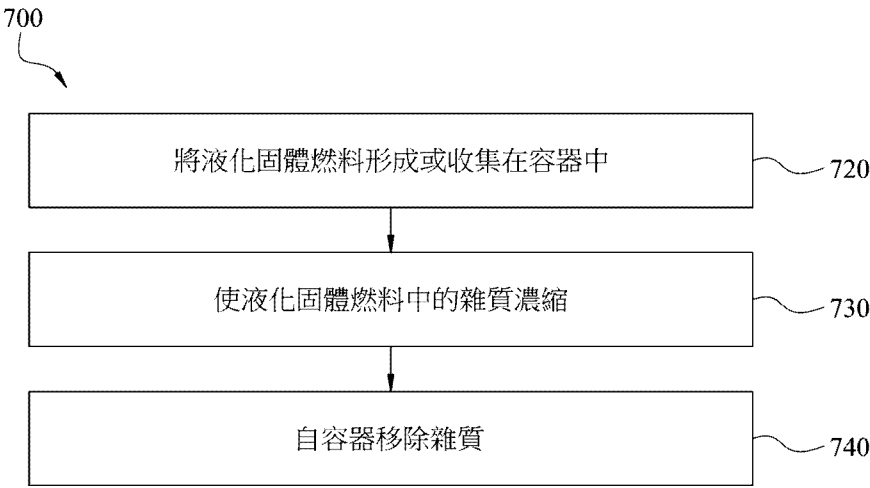
(57)摘要

自容納液化固體燃料的容器移除在極紫外微影系統的液滴產生器中利用的液化固體燃料中的雜質。移除雜質增加液滴形成的穩定性及可預測性，這對晶圓良率及液滴產生器壽命產生積極影響。

Impurities in a liquefied solid fuel utilized in a droplet generator of an extreme ultraviolet photolithography system are removed from vessels containing the liquefied solid fuel. Removal of the impurities increases the stability and predictability of droplet formation which positively impacts wafer yield and droplet generator lifetime.

指定代表圖：

符號簡單說明：
700:方法
720、730、740:步驟



第 7 圖



【發明摘要】

【中文發明名稱】

極紫外微影系統燃料源及其操作方法

【英文發明名稱】

EUV PHOTOLITHOGRAPHY SYSTEM FUEL
SOURCE AND METHODS OF OPERATING THE
SAME

【中文】

自容納液化固體燃料的容器移除在極紫外微影系統的液滴產生器中利用的液化固體燃料中的雜質。移除雜質增加液滴形成的穩定性及可預測性，這對晶圓良率及液滴產生器壽命產生積極影響。

【英文】

Impurities in a liquefied solid fuel utilized in a droplet generator of an extreme ultraviolet photolithography system are removed from vessels containing the liquefied solid fuel. Removal of the impurities increases the stability and predictability of droplet formation which positively impacts wafer yield and droplet generator lifetime.

【指定代表圖】第(7)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

700 : 方法

720、730、740 : 步驟

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

極紫外微影系統燃料源及其操作方法

【英文發明名稱】

EUV PHOTOLITHOGRAPHY SYSTEM FUEL
SOURCE AND METHODS OF OPERATING THE
SAME

【技術領域】

【0001】 本揭露係關於微影領域。本揭露更特定地係關於一種極紫外微影術。

【先前技術】

【0002】 對提高包含智慧型手機、平板電腦、桌上電腦、膝上型電腦及許多其他類型電子裝置的電子裝置的計算能力的需求一直存在。積體電路為這些電子裝置提供計算能力。提高積體電路的計算能力的一種方法為增加半導體基板的給定面積可以包含的電晶體及其他積體電路特徵的數目。

【0003】 積體電路晶粒上的特徵部分在微影術的幫助下產生。傳統微影技術包含產生遮罩，該遮罩描繪將在積體電路晶粒上形成的特徵的形狀。微影光源穿過遮罩輻照積體電路晶粒。可以經由積體電路晶粒的微影術產生的特徵的大小在下端上部分地受到由微影光源產生的光的波長的限制。較小波長的光可以產生較小的特徵大小。

【0004】 極紫外光歸因於極紫外光的相對短的波長而用於產生特別小的特徵。例如，極紫外光通常藉由用雷射束輻

照來自液滴產生器的選擇的材料的液滴來產生。來自雷射的能量使液滴進入電漿狀態。在電漿狀態下，液滴發射極紫外光。極紫外光朝向具有橢圓或拋物線表面的收集器行進。收集器將極紫外光反射至微影靶上。

【發明內容】

【0005】 無

【圖式簡單說明】

【0006】 第 1 圖為根據一個實施例的微影系統的方塊圖。

第 2 圖為根據一個實施例的微影系統的方塊圖。

第 3 圖為根據本揭露的實施例的液滴產生器的示意性俯視圖。

第 4 圖為根據本揭露的實施例的用於向液滴產生器提供液體燃料的遞送系統的示意圖。

第 5 圖為根據本揭露的實施例的用於容納液體燃料的容器的示意圖。

第 6 圖為根據本揭露的實施例的用於容納液體燃料的另一容器的示意圖。

第 7 圖為根據本揭露的實施例的方法的流程圖。

第 8 圖為根據本揭露的實施例的方法的流程圖。

【實施方式】

【0007】 在以下描述中，針對各種實施例，經由實例給出具體的尺寸及材料。鑒於本揭露，熟習此項技術者應認識到，在不脫離本揭露的範疇的情況下，可以在許多情況下使用其他尺寸及材料。

【0008】 以下揭露內容提供用於實施所描述的主題的不同特徵的許多不同的實施例或實例。下文描述元件及配置的特定實例以簡化本描述。當然，這些特定實例僅為實例，而不旨在進行限制。另外，本揭露可以在各種實例中重複附圖標記及/或字母。此重複係出於簡單及清楚的目的，且其本身並不指示所論述的各種實施例及/或組態之間的關係。

【0009】 另外，為了便於描述，本文中可以使用空間相對術語(諸如「在...之下」、「在...下方」、「底部」、「在...上方」、「上部」及其類似者)，以描述如圖式中所說明的一個部件或特徵與另一部件或特徵的關係。除了在圖式中所描繪的定向之外，空間相對術語亦旨在涵蓋裝置在使用或操作中的不同定向。設備可以以其他方式定向(旋轉 90 度或處於其他定向)，且因此可以相應地解釋本文中所使用的空間相對描述詞。

【0010】 「垂直方向」及「水平方向」應理解為指示相對方向。因此，水平方向應理解為基本上垂直於垂直方向，且反之亦然。然而，在本揭露的範疇內的係，所描述的實施例及態樣可以整體旋轉使得被稱為垂直方向的維度被水平定向，同時被稱為水平方向的維度被垂直定向。

【0011】 在以下描述中，闡述某些特定細節以便提供對本揭露的各種實施例的透徹理解。然而，熟習此項技術者將理解，可以在沒有這些特定細節的情況下實踐本揭露。在其他情況下，未詳細描述與電子元件及製造技術相關聯的眾

所周知的結構以避免不必要地模糊本揭露的實施例的描述。

【0012】 除非上下文以其他方式要求，否則貫穿說明書及以下申請專利範圍，詞語「包括(*comprise*)」及其變體(諸如「包括(*comprises*)」及「包括(*comprising*)」)應以開放的包含性的意義來解釋，亦即，解釋為「包含但不限於」。

【0013】 序數(諸如第一、第二及第三)的使用不一定意味著排序的順序含義，而係可以僅區分行為或結構的多個示例。

【0014】 貫穿本說明書對「一個實施例」或「實施例」的引用意謂結合實施例所描述的特定特徵、結構或特性包含在至少一個實施例中。因此，貫穿本說明書在各個地方出現的片語「在一個實施例中」或「在實施例中」不一定皆指示相同的實施例。此外，可以在一個或多個實施例中以任何適合的方式組合特定特徵、結構或特性。

【0015】 如在本說明書及所附申請專利範圍中所使用，除非內容以其他方式明確規定，否則單數形式「一(*a / an*)」及「該(*the*)」包含複數參考物。亦應注意，除非內容以其他方式明確規定，否則術語「或」通常以其包含「及/或」的含義採用。

【0016】 根據本揭露的實施例提供用於自液體燃料移除雜質的方法及系統，該供應至 EUV 微影系統的液滴產生器。若不移除，則雜質會對 DGA 穩定產生液滴的能力產生負面

影響。若 DGA 不能以穩定的方式產生液滴，則圖案特徵的質量會下降。根據本揭露的實施例將雜質濃縮在液體燃料與容納液體燃料的容器中的氣態頂部空間之間的界面附近。例如藉由將雜質吸入吸管而自容器移除這些雜質。根據一些實施例，吸管穿透至液體燃料中的距離被控製成使得吸管的入口距雜質濃縮的位置下方不會太遠。當吸管穿透至液體燃料中使得吸管的入口距雜質濃縮的位置下方太遠時，將雜質吸入吸管中變得更加困難。

【0017】 第 1 圖為微影系統 100 的方塊圖。微影系統 100 包含雷射 102、微影靶 105、收集器 106、液滴產生器 108 及液滴接收器 110。液滴接收器 110 包含液滴池(第 1 圖中未示出)，由液滴接收器接收到的液滴積聚在該液滴池中。微影系統 100 的元件協作產生極紫外(extreme ultraviolet, EUV)輻射，該極紫外輻射在 EUV 微影製程中用於在微影靶上圖案化材料。

【0018】 液滴產生器 108 產生且輸出液滴流。在一個實例中，液滴可以包含液體(熔化)錫。在不脫離本揭露的範疇的情況下，可以將其他材料用於液滴。液滴以高速朝向液滴接收器 110 移動。微影系統 100 利用液滴產生用於微影製程的極紫外光。極紫外光通常對應於波長介於 5 nm 與 125 nm 之間的光。

【0019】 雷射 102 輸出雷射束。雷射束聚焦在液滴自液滴產生器 108 至液滴接收器 110 的途中經過的點上。特定而言，雷射 102 輸出雷射脈衝。每一雷射脈衝由液滴接收。

當液滴接收雷射脈衝中的一者或多者時，來自雷射脈衝的能量自液滴產生高能電漿。高能電漿輸出極紫外輻射。

【0020】 在一個實施例中，由電漿輸出的輻射在許多方向上隨機散射。微影系統 100 利用收集器 106 來收集來自電漿液滴的散射的極紫外輻射，且將極紫外輻射朝向微影靶 105 反射，或朝向將極紫外輻射引導至微影靶 105 的裝備反射。

【0021】 在一個實施例中，收集器 106 包含孔徑。來自雷射 102 的雷射脈衝穿過孔徑朝向液滴流傳遞。這使得收集器 106 能夠定位在雷射 102 與微影靶 105 之間。

【0022】 在液滴已經被雷射 102 輻照之後，液滴繼續以朝向液滴接收器 110 的軌跡運動。液滴接收器 110 接收液滴。液滴可以自液滴接收器 110 排出且重新使用或處理。

【0023】 第 2 圖為根據本揭露的實施例的微影系統 201 的更詳細的圖示。微影系統 201 包含雷射 102、收集器 106、包含液滴產生器噴嘴 109 的液滴產生器 108、包含液滴池 116 的液滴接收器 110、液滴液體源 120 及惰性氣體源 118。

【0024】 在圖示的實施例中，液滴產生器 108 產生且輸出液滴流 124。藉由驅動液滴液體經由液滴源（例如液滴產生器 108 的液滴產生器噴嘴 109）形成液滴。液滴液體自液滴液體源 120 供應至液滴產生器 108。遞送至液滴產生器 108 的液滴液體被加壓以驅動液滴液體穿過噴嘴 109。在一個實施例中，液滴液體源 120 與第一惰性氣體源 118

(例如氬氣)流體連通。惰性氣體對自液滴液體源 120 供給至液滴產生器 108 的液滴液體施加壓力。在其他實施例中，施加在液滴液體上的壓力由機械裝置或能量補充。在其他實施例中，施加在液滴液體上的壓力由機械裝置或能量提供。如先前所描述，液滴可以包含錫。自噴嘴 109 噴出的液滴 124 以高速朝向液滴接收器 110 移動。由液滴產生器 108 產生液滴 124 的速率被控制且與雷射 102 的脈衝協調，使得儘可能多的液滴被輻照以產生電漿，該電漿產生 EUV 輻射。液滴產生器噴嘴 109 噴出液滴，使得液滴具有 X、Y 和 Z 方向座標，這些方向座標使得液滴接收器 110 接收儘可能多(在並非全部的情況下)的液滴，使得液滴不會撞擊在收集器 106 的反射表面或不需要液滴沈積的微影系統 201 的其他表面上。

【0025】 雷射 102 定位於收集器 106 的後面。雷射 102 輸出雷射光 132 的脈衝。雷射光 132 的脈衝聚焦在液滴自液滴產生器噴嘴 109 至液滴接收器 110 的途中經過的點上。雷射光 132 的每一脈衝由液滴 124 接收。當液滴 124 接收雷射光 132 的脈衝中的一者或多者時，來自雷射脈衝的能量自液滴 124 產生高能電漿。高能電漿輸出極紫外輻射。

【0026】 在一個實施例中，雷射 102 為二氧化碳(CO_2)雷射。 CO_2 雷射發射具有濃縮在 $9.4\ \mu\text{m}$ 或 $10.6\ \mu\text{m}$ 周圍的波長的輻射或雷射光 132。在不脫離本揭露的範疇的情況下，雷射 102 可以包含除二氧化碳雷射之外的雷射且可

以輸出具有不同於上文所描述的那些波長的其他波長的輻射。

【0027】 在一個實施例中，液滴產生器 108 每秒產生 40,000 與 60,000 之間個液滴。液滴 124 具有介於 70 m/s 與 90 m/s 之間的初始速度。液滴具有介於 10 μm 與 200 μm 之間的直徑。在不脫離本揭露的範疇的情況下，液滴產生器 108 可以每秒產生與上文所描述的數目不同的數目的液滴。在不脫離本揭露的範疇的情況下，液滴產生器 108 亦可以產生具有與上文所描述那些初始速度及直徑不同的初始速度及直徑的液滴。

【0028】 在一個實施例中，雷射 102 用兩個脈衝輻照每一液滴 124。第一脈衝使液滴 124 平坦化成碟狀形狀。第二脈衝使液滴 124 形成高溫電漿。第二脈衝明顯比第一脈衝更強。雷射 102 及液滴產生器 108 被校準，使得雷射 102 發射成對的脈衝，使得用一對脈衝輻照每一液滴 124。例如，若液滴產生器 108 每秒輸出 50,000 個液滴，則雷射 102 每秒將輸出 50,000 對脈衝。在不脫離本揭露的範疇的情況下，雷射 102 可以以不同於上文所描述的方式輻照液滴 124。例如，雷射 102 可以用單個脈衝或多於兩個的脈衝輻照每一液滴 124。

【0029】 在一個實施例中，液滴 124 為錫。當錫液滴 124 轉化為電漿時，錫液滴 124 輸出具有濃縮在 10 nm 與 15 nm 之間的波長的極紫外輻射 134。更特定而言，在一個實施例中，錫電漿以 13.5 nm 的特性波長發光。這些波長對

應於極紫外輻射。在不脫離本揭露的範疇的情況下，可以將除錫之外的材料用於液滴 124。在不脫離本揭露的範疇的情況下，這些其他材料可以產生具有除上文所描述的那些波長之外的波長的極紫外輻射。

【0030】 在一個實施例中，由液滴輸出的輻射 134 在許多方向上隨機散射。微影系統 100 利用收集器 106 來收集來自電漿的散射的極紫外輻射 134 且朝向微影靶 105 輸出極紫外輻射。

【0031】 在一個實施例中，收集器 106 為拋物面鏡或橢圓鏡。散射輻射 134 由拋物面鏡或橢圓鏡收集且以朝向微影靶 105 的軌跡反射。

【0032】 在一個實施例中，收集器 106 包含孔徑 135。雷射光 132 的脈衝自雷射 102 穿過孔徑 135 朝向液滴流 124 傳遞。這使得收集器 106 能夠定位在雷射 102 與微影靶 105 之間。

【0033】 在液滴 124 已經被雷射 102 輻照之後，液滴 124 繼續以朝向液滴接收器 110 的軌跡運動。特定而言，液滴進入液滴接收器 110 且穿過內部通道朝向液滴接收器 110 的後端處的液滴池 116 行進。液滴池 116 收集液滴 124。液滴接收器 110 可以進一步包含排放液滴池 116 的排放埠（未示出）。液滴 124 可以重新使用或處理。

【0034】 第 3 圖更詳細地示出用於產生液滴的液滴產生器 108 的一部分。針對第 3 圖中所示出的一般化實施例，液滴產生器 108 包含容納諸如錫的熔化液滴液體材料的水庫

121。加熱部件(未示出)將液滴產生器 108 的部分可控制地維持在高於包括液滴液體的材料熔化溫度的溫度。可以藉由使用惰性氣體(諸如來自第 2 圖中的惰性氣體源 118 的氬氣)經由線路 96 將熔化液滴材料置於壓力下。壓力較佳迫使熔化液滴材料穿過一組過濾器 98。根據過濾器 98，材料可以經由閥門 101 傳遞至噴嘴 109。例如，閥門 101 可為熱閥門。可以採用帕耳帖裝置來建立閥門 101，從而凍結過濾器 98 與噴嘴 109 之間的靶材料以關閉閥門 101 且加熱固化的靶材料以打開閥門 101。第 3 圖亦示出液滴產生器 108 包含可移動構件 104，使得可移動構件 104 的運動改變液滴自噴嘴 109 釋放的點的位置。可移動構件 104 的運動由液滴釋放點定位系統(未示出)控制。惰性氣體不限於氬氣，且可為氮氣或氦氣或不與錫反應形成錫的氧化物或不與噴嘴反應形成製造噴嘴 109 的材料的氧化物的另一氣體。

【0035】 針對液滴產生器 108，可以使用一個或多個調變或非調變液滴液體分配器。例如，可以使用具有形成有孔口的毛細管的調變分配器。噴嘴 109 可以包含一個或多個電致動部件，例如由壓電材料製成的致動器，該電致動部件可選擇性地膨脹或收縮以使毛細管變形且調變源材料自噴嘴 109 的釋放。

【0036】 如所述，液滴由噴嘴 109 釋放。為了用作噴嘴，噴嘴較佳地能夠在相對高的壓力下操作，例如該壓力介於每平方吋約 6000 磅至每平方吋約 8000 磅。亦較佳的係，

噴嘴允許對液滴的出口角度及速度進行良好控制。亦較佳的係，噴嘴能夠靈活地允許用於將噴嘴耦接至系統中的其他元件(特定而言，耦接至被提供以調變液滴流的部件)的多種設計選項。

【0037】 第 4 圖圖示用於將燃料(例如熔融錫)遞送至本揭露的在 EUV 微影系統中有用的 DGA 210 的遞送系統 200。遞送系統 200 包含再填充及灌注組件(refill and priming assembly, RPA) 202、液體(例如熔融錫)再填充組件(liquid (e.g., molten tin) refill assembly, TRA) 204、液體燃料(例如熔融錫)儲存或供應組件(liquid fuel (e.g., molten tin) storage or supply assembly, TSA) 206、液體燃料(例如熔融錫)轉移組件(liquid fuel (e.g., molten tin) transfer assembly, TTA) 208 及具有噴嘴 234 的液滴產生器組件(droplet generator assembly, DGA) 210。當 DGA 210 正在排放或噴出液體燃料 211 時，液體燃料 211 在沿著燃料輸遞送系統 200 自 TRA 204 至 DGA 210 的方向上移動經由燃料遞送系統 200 的各個元件。液體燃料 211 與如本揭露中先前關於第 1 圖至第 3 圖所論述的熔融錫相同或相似。

【0038】 RPA 202 耦接至 TRA 204 且與 TRA 204 流體連通。RPA 202 用以用於將固化燃料轉化為液相。例如，固化燃料(例如固體錫)置放在加熱部件或元件(例如加熱器皿) 212 內，該加熱部件或元件 212 加熱固化燃料，從

而導致自固化燃料至液體燃料 211 的相變。隨後，液體燃料 211 沿著 RPA 202 移動至過濾器/槽 214，該過濾器/槽 214 過濾液體燃料 211 以移除存在於液體燃料 211 內的污染物或雜質且儲存過濾後的液體燃料，這些污染物或雜質可能仍為固相。所有的過濾器皆可以有效地自液體燃料移除一些污染物或雜質，一些污染物或雜質未被過濾器移除或在液體燃料穿過過濾器後形成在液體燃料中。例如，液體燃料的氧化物以及氣泡可在液體燃料中形成。這兩個雜質皆會對由 DGA 210 利用包含這些雜質的液體燃料形成的液滴的穩定性產生負面影響。當需要過濾後的液體燃料 211 時，液體燃料 211 進入 TRA 204 的第一端 216 且穿過 TRA 204 傳遞至 TRA 204 的第二端 218。隨後，液體燃料 211 進入 TSA 206。TRA 204 可為管道。

【0039】 在液體燃料 211 穿過 TRA 204 的第二端 218 之後，液體燃料 211 進入 TSA 206。液體燃料 211 儲存在 TSA 206 的至少一個液體燃料器皿或容器中。在該實施例中，TSA 206 包含第一液體燃料器皿 220 及第二液體燃料器皿 222。液體燃料 211 儲存在第一器皿 220 及第二器皿 222 中，且第一器皿 220 及第二器皿 222 可以受控方式打開及關閉以限制提供給 TTA 208 的液體燃料 211 的量。例如，可以藉由控制複數個閥門 224、226 的打開及關閉來控制引入 TTA 208 中的液體燃料 211 的量，該些閥門 224、226 分別與第一液體燃料器皿 220 及第二液體燃料器皿 222 流體連通。在該實施例中，複數個閥門 224、

226 包含在 TSA 206 與 TRA 204 之間流體連通的第一閥門 224 及在 TSA 206 與 TTA 208 之間流體連通的第二閥門 226。TTA 208 可為管道。

【0040】 限制提供給 TTA 208 的液體燃料 211 的量限制且控制引入 DGA 210 中的液體燃料 211 的量以避免損壞 DGA 210。例如，若將過多的液體燃料 211 引入 DGA 210 中，則 DGA 210 可能無法足夠快地噴出或排放液體燃料 211，以避免液體燃料 211 自 DGA 210 溢出或在 DGA 210 內形成巨大的壓力。DGA 210 的溢出或 DGA 210 內的大量壓力可能會對具有 DGA 210 的元件造成過度的應力及應變，這可能降低 DGA 210 的有效使用壽命或歸因於元件斷裂或失效（例如斷裂、開裂、剪切）而導致 DGA 210 發生故障。

【0041】 當將液體燃料 211 引入 TTA 208 中時，液體燃料 211 進入 TTA 208 的第一端 228 且穿過 TTA 208 以在 TTA 208 的第二端 230 離開，使得經由 DGA 閥門 232 將液體燃料 211 引入至 DGA 210。在正常操作（其與如先前關於第 1 圖所討論的正常操作相似）下，當液體燃料 211 經由 DGA 閥門 232 進入 DGA 210 時，液體燃料 211 經由 DGA 210 移動至噴嘴 234（其與如先前關於第 2 圖及第 3 圖所論述的 DGA 210 的噴嘴 109 相同或相似）。隨後，液體燃料 211 以液體燃料 211 的離散液滴流或液體燃料 211 的連續流的形式經由噴嘴 234 自 DGA 210 噴出或排放。液體燃料 211 可以自 DGA 210 噴出或排放至真

空腔室中，且當處於真空腔室中時，液體燃料 211 曝光於產生 EUV 光的雷射。

【0042】 噴嘴 109 理想地具有垂直於穿過噴嘴 109 的液體燃料流的橫截面，該橫截面為完美的圓形且具有完美的光滑表面；然而，噴嘴 109 可能並非完美的圓形且可能不包含完美的光滑表面。當噴嘴 109 並非完美的圓形且不包含完美的光滑表面時，液體燃料內的雜質更易於沈積或收集在噴嘴的表面上。這個雜質收集可以對噴嘴以穩定方式產生液滴的能力產生負面影響。

【0043】 參考第 5 圖，圖示根據本揭露的實施例的容納液化燃料 211（例如液化錫）的容器 500 的放大視圖。第 5 圖中所圖示的容器 500 可為第 4 圖中的 RPA 202 的過濾器/槽 214 及第 4 圖中的 TSA 206 的容器 220 及 222 或第 4 圖的燃料遞送系統 200 的其他容器。亦在第 5 圖圖示的為雜質槽 502、泵 504、吸管 506、液位感測器 508、氣體導管及閥門 511。第 5 圖亦圖示根據本揭露的實施例的附加特徵，該些附加特徵包含氣體導管 510 及閥門 511。在其他實施例中，容器 500 包含液體燃料循環導管 514 及閥門 516。在第 5 圖中，感測器 508 的替代物被圖示為定位在容器 500 的側壁 519 上的感測器 518。

【0044】 在第 5 圖中，根據本揭露的實施例，液體燃料 211 包含複數個雜質 512，在第 5 圖中，這些雜質 512 被圖示為已經收集或濃縮在液體燃料 211 的上表面 513 附近。上表面 513 位於液體燃料 211 與位於容器 500 內液體燃料

211 上方的氣體之間的界面處。應當理解，根據本揭露的實施例，雜質 512 可以不如第 5 圖中所圖示地濃縮，直至根據本揭露的方法被實施之後為止。

【0045】 雜質 512 可為對 DGA 210 穩定再現用於產生極紫外輻射的液滴的能力產生負面影響的任何材料。例如，雜質 512 可為燃料的氧化物，例如當燃料為錫時的氧化錫。雜質 512 可為液體燃料 211 中的氣泡。在其他實施例中，雜質可為固體燃料中存在的在固體燃料液化（即熔化）之後保持固體的材料。

【0046】 在第 5 圖中，雜質槽 502 與泵 504 流體連通，泵 504 與吸管 506 流體連通。吸管 506 的與泵 504 相對的一端定位於液體燃料 211 的上表面 513 下方，使得位於上表面 513 下方的雜質可被吸入吸管 506 中。位於上表面 513 下方的雜質穿過泵 504 的操作被吸入吸管 506 且遞送至雜質槽 502，在雜質槽 502 中雜質可以與液體燃料分離。根據本揭露的實施例，當位於液體燃料 211 的上表面 513 下方的雜質被吸入吸管 506 中時，液體燃料 211 的一些部分亦可能被吸入吸管 506 中。根據第 5 圖中所圖示的實施例，感測器 508 在液體燃料 211 的上表面 513 與容器 500 的頂部 517 的下表面 515 之間的位置處附接至吸管 506。在一個實施例中，感測器 508 為接觸式感測器，其偵測液體燃料 211 何時與接觸式感測器 508 接觸。在替代實施例中，感測器 508 為接近感測器，諸如能夠偵測感測器 508 與液體燃料 211 的上表面 513 之間的距離的紅外感測器。

雖然感測器 508 被圖示為附接至吸管 506，但在其他實施例中，感測器 518（具有與感測器 508 相似的能力）可位於容器 500 的側壁 519 上。在另一實施例中，感測器 508 可位於頂部 517 的下表面 515 上。

【0047】 感測器 508 或 518 用於偵測液體燃料 211 的上表面 513 的位置。關於液體燃料 211 的上表面 513 的位置的資訊可以與臨限值進行比較且用於控制液體燃料 211 流入或流出容器 500 的流量，使得吸管 506 的一端不會太深地穿透至液體燃料 211 中。當吸管 506 的一端太深地穿透至液體燃料 211 中時，雜質流過的吸管 506 的一端中的開口可能低於雜質濃度。當開口低於雜質濃度時，當泵 504 啟動時這些雜質將被吸入吸管 506 中的可能性降低。例如，若上表面 513 的位置高於臨限值，因此指示吸管 506 的一端中的開口太深地穿透至液體燃料中，則採取步驟改變吸管 506 的一端穿透至液體燃料中的程度。例如，可以減少液體燃料流入容器 500 的淨流量。可替代地，當上表面 513 的位置高於臨限值時，可以終止泵 504 的操作，使得不自容器 500 移除液體。在另一方面，若上表面 513 的位置低於臨限值，因此指示吸管 506 的一端中的開口不會太深地穿透至液體燃料中或可能穿透得不夠深，則採取步驟增加吸管 506 的一端穿透至液體燃料中的程度。例如，可以增加液體燃料流入容器 500 的淨流量。

【0048】 根據本揭露的實施例，歸因於與液體燃料的密度相比雜質的密度較低，所以雜質在液體燃料內趨於上升。例

如，在一些實施例中，雜質位於液體燃料 211 的上部 1/2 中。在其他實施例中，雜質位於液體燃料 211 的上部 1/4 中。在其他實施例中，雜質位於液體燃料 211 的上表面 513 的約 1 mm 至約 30 mm 內。

【0049】 在第 5 圖中，圖示視情況選用的吸管致動器 520。視情況選用的吸管致動器 520 提供控制吸管 506 穿透至液體燃料 211 中的替代方案。吸管致動器 520 連接至容器 500 的頂部 517 且連接至吸管 506。在操作中，吸管致動器 520 改變吸管 506 的一端相對於容器 500 的頂部 517 的位置。例如，吸管致動器 520 可以相對於容器 500 的頂部 517 降低吸管 506 的一端，或吸管致動器 520 可以相對於容器 500 的頂部 517 升高吸管 506 的一端。以此方式，吸管致動器 520 能夠將吸管 506 的一端維持在液體燃料 211 的雜質正在收集或濃縮的部分中。吸管致動器 520 可由伺服馬達或能夠相對於液體燃料 211 的上表面 513 精確定位吸管 506 的一端的其他驅動機構提供動力。

【0050】 第 5 圖中所圖示的系統亦包含與容器 500 中的頂部空間 522 流體連通的氣體導管 510。根據本揭露的實施例，氣體導管 510 用於將惰性氣體遞送至頂部空間 522，以便防止或減少容器 500 中液體燃料的氧化。氣體導管 510 包含用於控制惰性氣體（例如氬氣或氫氣）流入頂部空間 522 的流量的閥門 511。氣體導管 510 亦可以與真空源流體連通，使得可以在頂部空間 522 上抽真空。例如，可以藉由將氣體遞送至頂部空間來在頂部空間 522 中提供正

壓力，可以藉由在頂部空間 522 上拉真空來在頂部空間 522 中提供負(即真空)壓力，或可以在頂部空間 522 中提供交替的正壓力及負壓力。根據本揭露的一些實施例，降低頂部空間 522 中的壓力可促進氣泡穿過液體燃料上升或促進溶解在液體燃料內的氣體自液體燃料中出來。在本揭露的其他實施例中，在頂部空間 522 中將壓力自正壓力交替為負壓力(例如真空壓力)或更高的壓力及更低的壓力可以促進雜質穿過液體燃料上升。

【0051】 第 5 圖中所圖示的系統亦包含視情況選用的液體燃料循環導管 514，該液體燃料循環導管 514 包含入口 524 及出口 527，該入口 524 及該出口 527 兩者皆與容器 500 的內部流體連通。液體燃料循環導管 514 包含用於控制液體燃料 211 穿過液體燃料循環導管 514 的流量的閥門 516 及泵 526。根據本揭露的實施例，液體燃料循環導管 514、閥門 516 及泵 526 用於將液體燃料循環出容器 500 及返回至容器 500 中，以便在容器 500 中的液體燃料 211 內產生流，例如渦流，這些流促進雜質 512 在可以穿過吸管 506 自容器 500 移除的位置處的濃度。

【0052】 第 5 圖中所圖示的實施例包含用於攪拌液體燃料的視情況選用的攪拌子系統 540。攪拌子系統 540 可以包含能夠攪拌液體燃料的裝置。例如，攪拌子系統 540 可以包含用於攪拌液體燃料的攪拌器。在另一實例中，攪拌子系統 540 包含聲能源，該聲能源可以被引導至液體燃料中或可以引起容器 500 的振動或攪拌，該振動或攪拌將具有

攪拌容器 500 內的液體燃料的效果。

【0053】 參考第 6 圖，除了 RPA 或 TSA 的容器之外，根據本揭露的方法的實施例可以在其他類型的容器中實施。例如，如第 6 圖中所圖示，本揭露的方法可以在第 4 圖中的 DGA 210 的燃料庫 600 或第 1 圖至第 3 圖中的 108 中實施。DGA 的燃料庫 600 與噴嘴 602 流體連通，燃料流過噴嘴 602 以產生液滴。噴嘴 602 與容器 600 通過導管 604 流體連通。噴嘴 602 與至少一個過濾器及一個閥門相關聯，該至少一個過濾器及該一個閥門一起示意性地圖示為 606。第 5 圖的描述適用的第 6 圖中所圖示的特徵由與第 5 圖中所使用的附圖標記相同的附圖標記標識。第 6 圖中所圖示的實施例包含雜質槽 502、泵 504 及吸管 506。如通在第 5 圖中的實施例中，與雜質槽 502 相對的吸管 506 的一端定位於液體燃料 211 的表面 513 下方，在此該吸管 506 可以將雜質 512 吸入吸管 506 中。雜質 512 包含氣泡 614 及非氣體雜質 616，例如固體顆粒，諸如液體燃料的氧化物。第 6 圖的實施例亦包含惰性氣體源 618，例如諸如用於提供將液體燃料驅動至導管 604 中的壓力的氬氣或氫氣。如與上文參考第 5 圖所描述的實施例一樣，泵 504 的操作將雜質 512 吸入吸管 506 中，且從而防止雜質 512 對噴嘴 602 以穩定且可再現的方式產生液滴的能力產生負面影響。儘管未在第 6 圖中圖示，但第 6 圖的實施例可以包含與參考第 5 圖所描述的感測器 508 及 518 相似的感測器。第 6 圖的實施例亦可包含吸管致動器 520

及液體燃料循環導管 514，該液體燃料循環導管 514 包含閥門 516 及泵 526。

【0054】 第 7 圖為用於處理 EUV 微影系統的燃料的方法 700 的流程圖。在步驟 720 處，方法 700 包含將液化固體燃料收集在容器中。收集液化燃料的一個實例包含在再填充及灌注組件 RPA 202 的加熱元件 212 中加熱固體燃料且使液化燃料流至過濾器/槽 214，該液化燃料將被收集在過濾器/槽 214 中。在步驟 730 處，過濾器/槽 214 中容納的液化燃料中的雜質被收集或濃縮，如上文參考第 5 圖及第 6 圖所描述。使雜質在液化燃料中濃縮的實例包含使得雜質穿過液化燃料上升。諸如液體燃料的氧化物或液體燃料內的氣泡的雜質具有小於液體燃料的密度的密度，且因此能夠穿過液體燃料上升。在一些實施例中，可以藉由如上文所描述地攪拌液化燃料或藉由如上文所描述地在液化燃料內產生流或渦流來使雜質濃縮。在步驟 740 處，自容器 500 移除濃縮的雜質 512。自容器 500 移除雜質 512 的實例包含穿過吸管 506 自容器中吸出雜質，如上文參考第 5 圖所描述。根據第 6 圖中所圖示的方法的一些實施例，自容器 500 移除雜質 512 包含自容器 500 移除液化燃料的一部分。

【0055】 第 8 圖為根據本文中所描述的實施例的用於自用於在 EUV 微影系統中產生液滴的液體燃料移除雜質的另一方法 800 的流程圖。在步驟 810 處，使固體燃料液化。固體燃料如何液化的實例包含在再填充及灌注組件 RPA

202 的加熱元件 212 中加熱固體燃料。在步驟 820 處，方法 800 包含將液化固體燃料收集在容器中。將液化燃料收集在容器中的一個實例包含使液化燃料自加熱元件 212 流至過濾器/槽 214，液化燃料被收集在過濾器/槽 214 中。在步驟 830 處，使得容納在過濾器/槽 214 中的液化燃料 211 中的雜質 512 穿過液化燃料上升。如上文所論述，雜質 512 穿過液化燃料 211 上升，此係因為雜質的密度小於液化燃料的密度。當雜質穿過液化燃料上升時，這些雜質在液化燃料 211 與容器 500 中的含有氣體的頂部空間 522 之間的界面 513 附近收集及濃縮。在步驟 840 處，收集或濃縮的雜質 512 經由吸管 506 自容器 500 移除，如上文參考第 5 圖所描述。

【0056】 在根據本揭露的一個實施例中，一種在 EUV 微影系統中處理燃料的方法包含在容器中形成一定體積的液體燃料。液體燃料包含濃縮在液體燃料中的雜質。在液體燃料中的雜質已經濃縮後，將這些雜質自容器移除。與供應有未移除雜質的液體燃料的 DGA 相比，自液體燃料移除雜質增加了供給有這種清潔燃料的 DGA 能夠在延長的時間段內穩定地產生液滴的可能性。增加 DGA 在延長的時間段內穩定地產生液滴的能力會歸因於微影圖案化不良而減少晶圓數目，且增加 DGA 定期維護及/或 DGA 更換之間的時間長度。

【0057】 在另一實施例中，根據本揭露在極紫外微影系統中移除雜質的方法包含使固體燃料液化且將液化固體燃料收

集在容器中。根據該實施例，使得液化固體燃料中的雜質朝向容器中的液化固體燃料與容器中的氣體之間的界面上升。自容器移除已經朝向容器中的液化固體燃料與容器中的氣體之間的界面上升的雜質。

【0058】 根據本揭露的在 E U V 微影系統中淨化燃料的方法的實施例包含將液化錫燃料收集在容器中。例如藉由攪拌液化錫燃料或降低液化錫燃料濃縮物上方的壓力使液化錫燃料中的雜質穿過液化錫燃料上升。上升的雜質在與液化錫燃料的一部分一起自容器移除之前濃縮。

【0059】 可以組合上文所描述的各種實施例以提供進一步的實施例。視需要，可以修改實施例的態樣以採用各種專利、申請案及公開案的概念來提供更進一步的實施例。

【0060】 鑒於上文詳細描述，可以對實施例進行這些及其他改變。一般而言，在以下申請專利範圍中，所使用的術語不應解釋為將請求項限於說明書及申請專利範圍中所揭露的特定實施例，而應解釋為包含所有可能的實施例以及這些請求項享有的等效物的全部範疇。因此，申請專利範圍不受本揭露的限制。

【符號說明】

【0061】

- 9 6 : 線路
- 9 8 : 過濾器
- 1 0 0 、 2 0 1 : 微影系統
- 1 0 1 : 閥門

1 0 2	:	雷射
1 0 4	:	可移動構件
1 0 5	:	微影靶
1 0 6	:	收集器
1 0 8	:	液滴產生器
1 0 9	:	噴嘴
1 1 0	:	液滴接收器
1 1 6	:	液滴池
1 1 8 、 6 1 8	:	惰性氣體源
1 2 0	:	液滴液體源
1 2 1	:	水庫
1 2 4	:	液滴流
1 3 2	:	雷射光
1 3 4	:	散射輻射
1 3 5	:	孔徑
2 0 0	:	遞送系統
2 0 2	:	再填充及灌注組件 / R P A
2 0 4	:	液體再填充組件 / T R A
2 0 6	:	液體燃料儲存或供應組件
/ T S A		
2 0 8	:	液體燃料轉移組件 / T T A
2 1 0	:	液滴產生器組件 / D G A
2 1 1	:	液體燃料
2 1 2	:	加熱元件

2 1 4	:	過 濾 器 / 槽
2 1 6 、 2 2 8	:	第 一 端
2 1 8 、 2 3 0	:	第 二 端
2 2 0	:	第 一 液 體 燃 料 器 皿
2 2 2	:	第 二 液 體 燃 料 器 皿
2 2 4 、 2 2 6	:	閥 門
2 3 2	:	D G A 閥 門
2 3 4 、 6 0 2	:	噴 嘴
5 0 0	:	容 器
5 0 2	:	雜 質 槽
5 0 4 、 5 2 6	:	泵
5 0 6	:	吸 管
5 0 8	:	液 位 感 測 器
5 1 0	:	氣 體 導 管
5 1 1	:	閥 門
5 1 2	:	雜 質
5 1 3	:	上 表 面
5 1 4	:	液 體 燃 料 循 環 導 管
5 1 5	:	下 表 面
5 1 6	:	閥 門
5 1 7	:	頂 部
5 1 8	:	感 測 器
5 1 9	:	側 壁
5 2 0	:	吸 管 致 動 器

5 2 2	:	頂 部 空 間
5 2 4	:	入 口
5 2 7	:	出 口
5 4 0	:	攪 拌 子 系 統
6 0 0	:	燃 料 庫
6 0 4	:	導 管
6 0 6	:	過 濾 器 / 閥 門
6 1 4	:	氣 泡
6 1 6	:	非 氣 體 雜 質
7 0 0 、 8 0 0	:	方 法
7 2 0 、 7 3 0 、 7 4 0 、 8 1 0 、 8 2 0 、 8 3 0 、 8 4 0	:	步 驟

【生物材料寄存】

國 內 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

國 外 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 國 家 、 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種在極紫外微影系統中處理燃料的方法，包括：

在一容器中形成一定體積的液體燃料，該液體燃料包含多個雜質；

使該液體燃料中的該些雜質濃縮；及

自該容器移除該些雜質。

【請求項 2】如請求項 1 所述的方法，其中使該液體燃料中的該些雜質濃縮之步驟包含：使該液體燃料中的多種氧化物中的一者或多者及該液體燃料中的多個氣泡濃縮。

【請求項 3】如請求項 1 所述的方法，其中該液體燃料為熔融錫。

【請求項 4】如請求項 1 所述的方法，其中使該液體燃料中的該些雜質濃縮之步驟包含：使得該些雜質穿過該液體燃料上升。

【請求項 5】如請求項 1 所述的方法，其中使該液體燃料中的該些雜質濃縮之步驟包含：在使該些雜質濃縮的該容器中產生一流體流動模式。

【請求項 6】如權利要求 5 所述的方法，其中在使該些雜

質濃縮的該容器中產生一流動模式之步驟包括：在該液體燃料內產生一渦流。

【請求項 7】如請求項 1 所述的方法，其中自該容器移除該些雜質之步驟包含：自該液體燃料吸出該些雜質。

【請求項 8】如請求項 7 所述的方法，其中該些雜質是經由一吸管自該液體燃料中吸出。

【請求項 9】如請求項 8 所述的方法，其中當該容器中的該液體燃料的液位上升至一臨限值位準以上時，該經由該吸管自該液體燃料中吸出該些雜質之步驟停止。

【請求項 10】如請求項 7 所述的方法，進一步包括：更改一吸管穿透至該液體燃料中的一距離。

【請求項 11】一種在極紫外微影系統中移除雜質的方法，包括：

使一固體燃料液化；

將該液化燃料收集在一容器中；

使得該液化燃料中的多個雜質上升至該容器中的該液化燃料與該容器中的一氣體之間的一界面；及

自該容器移除該些雜質。

【請求項 12】如請求項 11 所述的方法，進一步包括：當該液化燃料的液位上升至一臨限值位準以上時，停止該自該容器移除該些雜質。

【請求項 13】如請求項 12 所述的方法，進一步包括：藉由用以偵測該液化燃料的一表面的一感測器來確定該液化燃料的該液位已經上升至該臨限值位準以上。

【請求項 14】如請求項 11 所述的方法，進一步包括：調整一吸管穿透至該液化燃料中的一距離。

【請求項 15】如請求項 12 所述的方法，其中該液體燃料為錫。

【請求項 16】如請求項 15 所述的方法，其中該些雜質為多種錫氧化物。

【請求項 17】一種在極紫外微影系統中淨化燃料的方法，包含：

將一液化錫燃料收集在一容器中；

使該液化錫燃料中的多個雜質穿過該液化錫燃料上升；

使該液化錫燃料中的該些雜質濃縮；及

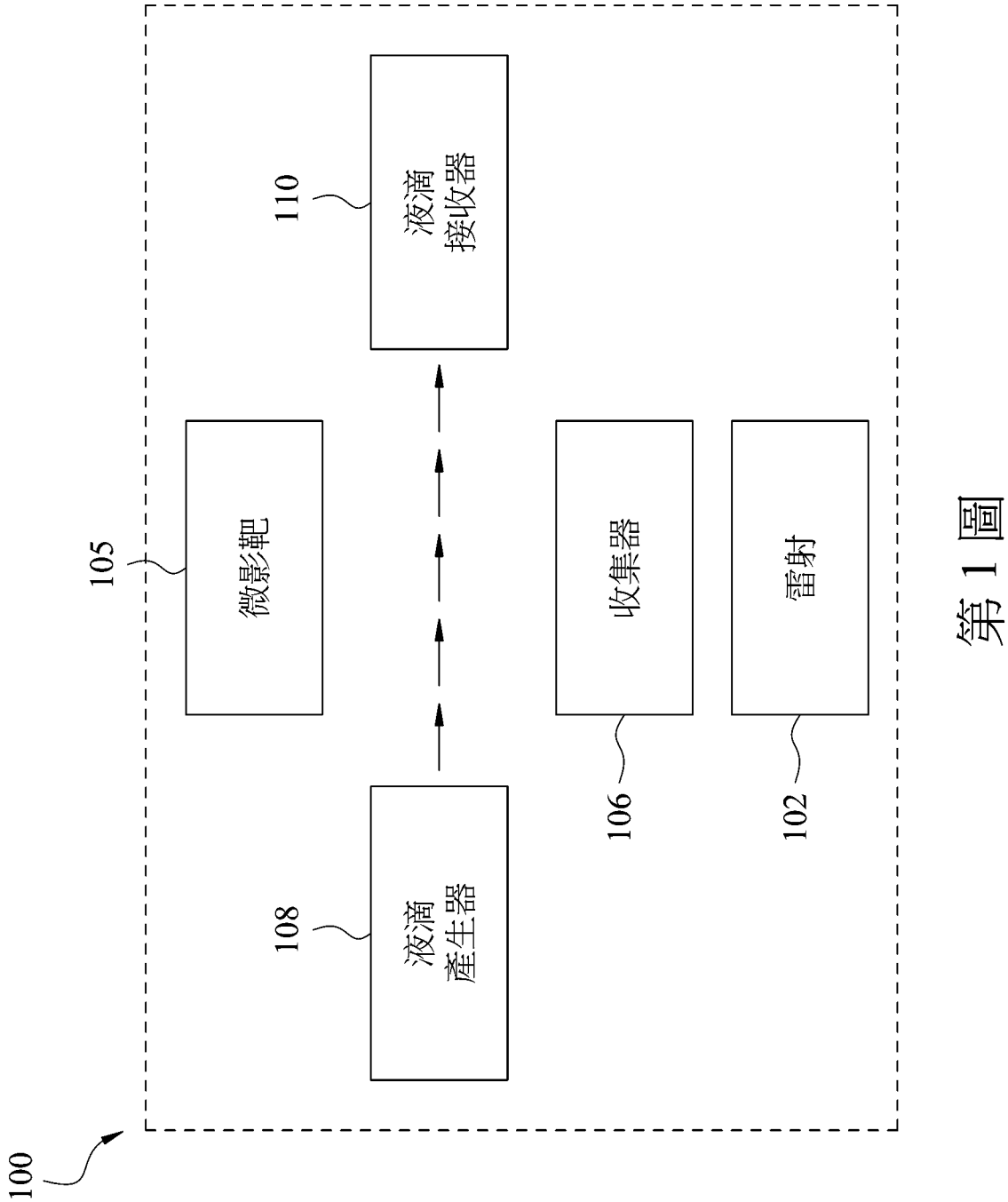
自該容器移除含有該些濃縮雜質的該液化錫燃料的一部分。

【請求項 18】如請求項 17 所述的方法，其中使該液化錫燃料中的多個雜質穿過該液化錫燃料上升之步驟包含：攪拌該液化錫燃料。

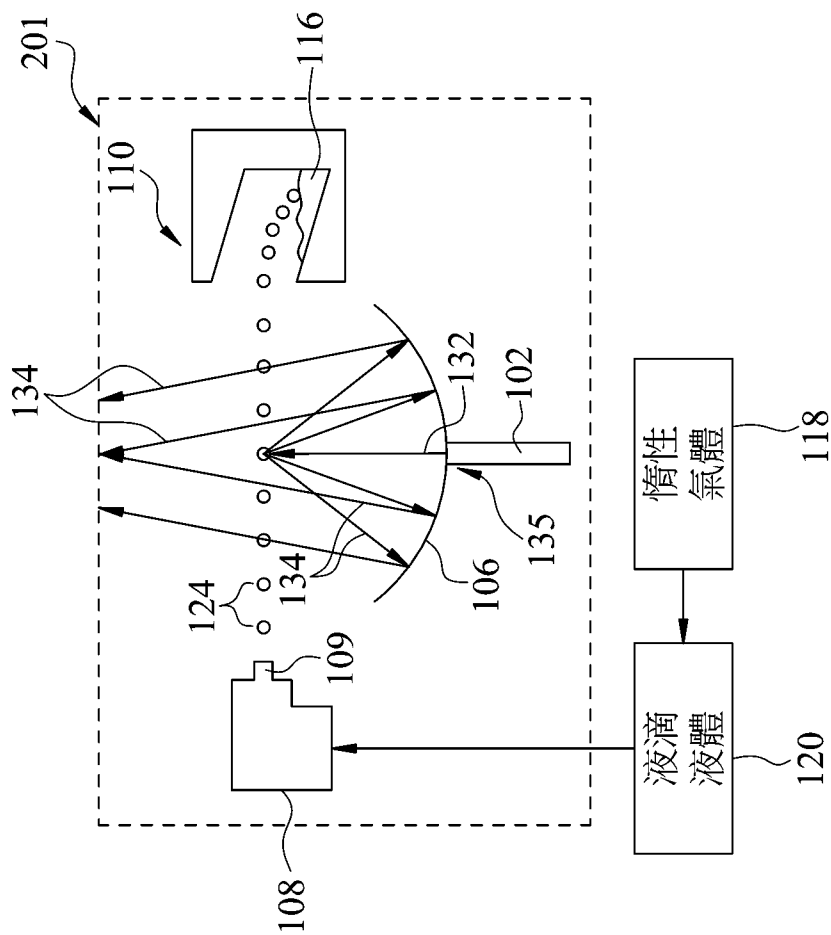
【請求項 19】如請求項 17 所述的方法，其中使該液化錫燃料中的多個雜質穿過該液化錫燃料上升之步驟包含：降低該液化錫燃料上方的壓力。

【請求項 20】如請求項 19 所述的方法，其中使該液化錫燃料中的多個雜質穿過該液化錫燃料上升之步驟包含：在正壓和真空壓之間交替。

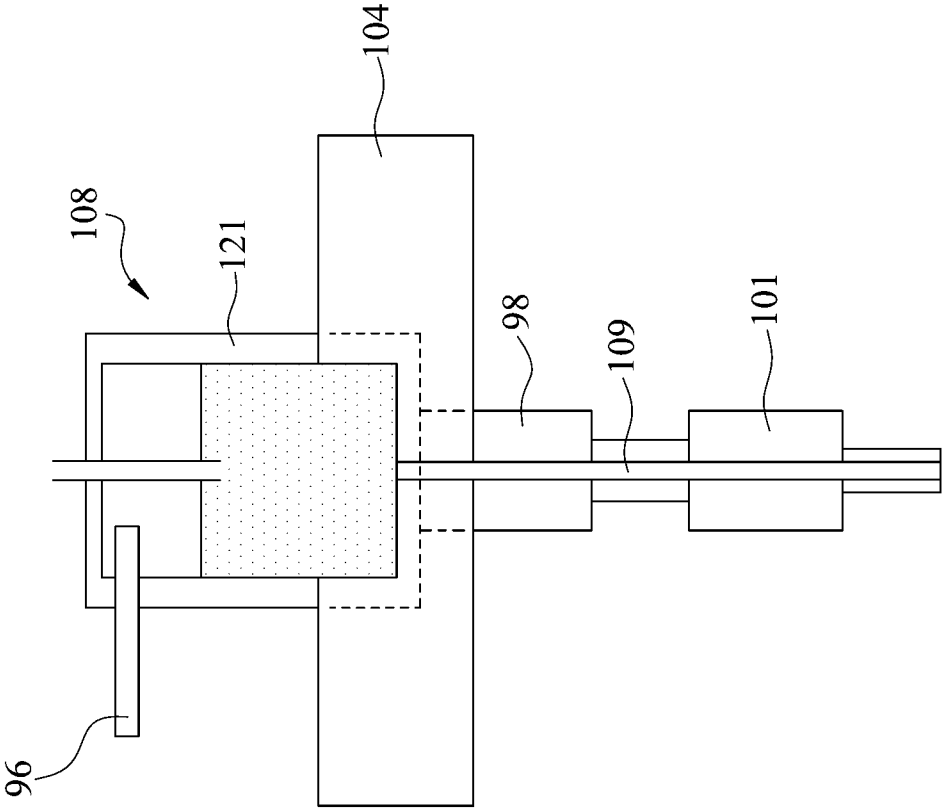
【發明圖式】



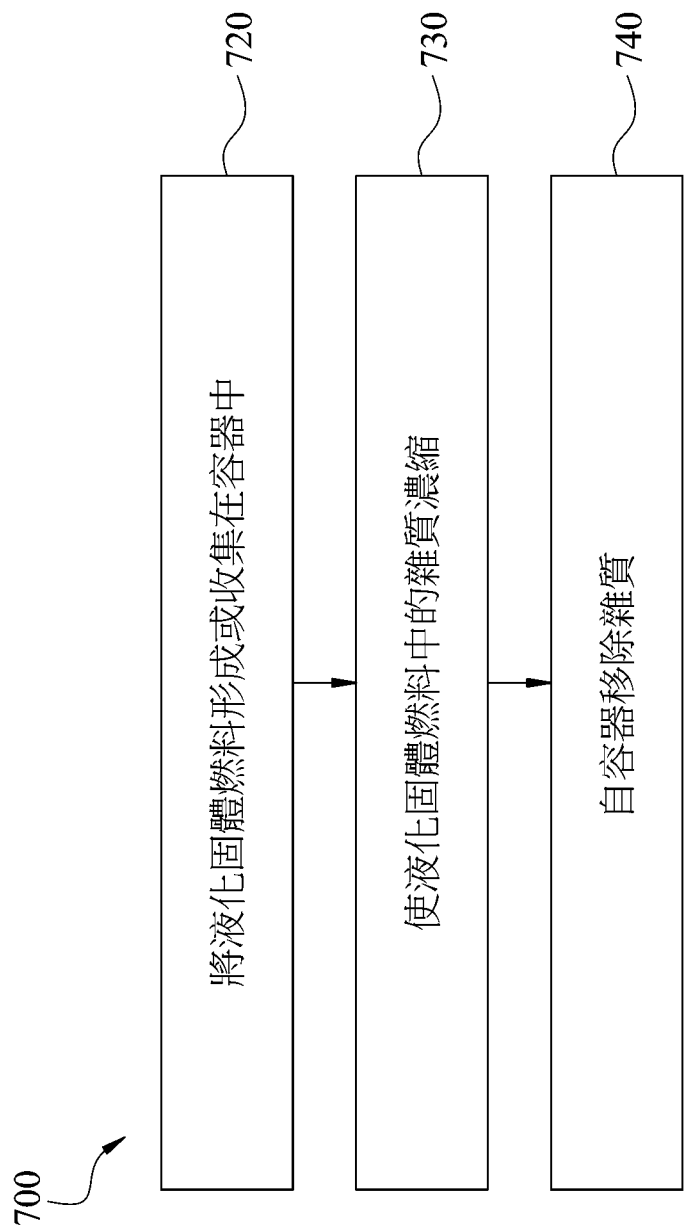
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 7 圖

800

使三體燃料液化	810
將液化的三體燃料收集在容器中	820
使從液化的三體燃料中的雜質通過液化的三體燃料	830
自容器中移除雜質	840

第 8 頁



【發明摘要】

【中文發明名稱】

在極紫外微影系統中處理燃料的方法

【英文發明名稱】

METHOD OF PROCESSING FUEL IN EUV
PHOTOLITHOGRAPHY SYSTEM

【中文】

自容納液化固體燃料的容器移除在極紫外微影系統的液滴產生器中利用的液化固體燃料中的雜質。移除雜質增加液滴形成的穩定性及可預測性，這對晶圓良率及液滴產生器壽命產生積極影響。

【英文】

Impurities in a liquefied solid fuel utilized in a droplet generator of an extreme ultraviolet photolithography system are removed from vessels containing the liquefied solid fuel. Removal of the impurities increases the stability and predictability of droplet formation which positively impacts wafer yield and droplet generator lifetime.

【指定代表圖】第(7)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

700 : 方法

720、730、740 : 步驟

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

在極紫外微影系統中處理燃料的方法

【英文發明名稱】

METHOD OF PROCESSING FUEL IN EUV
PHOTOLITHOGRAPHY SYSTEM

【技術領域】

【0001】 本揭露係關於微影領域。本揭露更特定地係關於一種極紫外微影術。

【先前技術】

【0002】 對提高包含智慧型手機、平板電腦、桌上電腦、膝上型電腦及許多其他類型電子裝置的電子裝置的計算能力的需求一直存在。積體電路為這些電子裝置提供計算能力。提高積體電路的計算能力的一種方法為增加半導體基板的給定面積可以包含的電晶體及其他積體電路特徵的數目。

【0003】 積體電路晶粒上的特徵部分在微影術的幫助下產生。傳統微影技術包含產生遮罩，該遮罩描繪將在積體電路晶粒上形成的特徵的形狀。微影光源穿過遮罩輻照積體電路晶粒。可以經由積體電路晶粒的微影術產生的特徵的大小在下端上部分地受到由微影光源產生的光的波長的限制。較小波長的光可以產生較小的特徵大小。

【0004】 極紫外光歸因於極紫外光的相對短的波長而用於產生特別小的特徵。例如，極紫外光通常藉由用雷射束輻照來自液滴產生器的選擇的材料的液滴來產生。來自雷射

的能量使液滴進入電漿狀態。在電漿狀態下，液滴發射極紫外光。極紫外光朝向具有橢圓或拋物線表面的收集器行進。收集器將極紫外光反射至微影靶上。

【發明內容】

【0005】 根據本揭露的一些實施例，一種在極紫外微影系統中處理燃料的方法包括：在一容器中形成一定體積的液體燃料，該液體燃料包含多個雜質；使該液體燃料中的該些雜質濃縮；及自該容器移除該些雜質。

【圖式簡單說明】

【0006】 第 1 圖為根據一個實施例的微影系統的方塊圖。

第 2 圖為根據一個實施例的微影系統的方塊圖。

第 3 圖為根據本揭露的實施例的液滴產生器的示意性俯視圖。

第 4 圖為根據本揭露的實施例的用於向液滴產生器提供液體燃料的遞送系統的示意圖。

第 5 圖為根據本揭露的實施例的用於容納液體燃料的容器的示意圖。

第 6 圖為根據本揭露的實施例的用於容納液體燃料的另一容器的示意圖。

第 7 圖為根據本揭露的實施例的方法的流程圖。

第 8 圖為根據本揭露的實施例的方法的流程圖。

【實施方式】

【0007】 在以下描述中，針對各種實施例，經由實例給出具體的尺寸及材料。鑒於本揭露，熟習此項技術者應認識到，

在不脫離本揭露的範疇的情況下，可以在許多情況下使用其他尺寸及材料。

【0008】 以下揭露內容提供用於實施所描述的主題的不同特徵的許多不同的實施例或實例。下文描述元件及配置的特定實例以簡化本描述。當然，這些特定實例僅為實例，而不旨在進行限制。另外，本揭露可以在各種實例中重複附圖標記及/或字母。此重複係出於簡單及清楚的目的，且其本身並不指示所論述的各種實施例及/或組態之間的關係。

【0009】 另外，為了便於描述，本文中可以使用空間相對術語(諸如「在...之下」、「在...下方」、「底部」、「在...上方」、「上部」及其類似者)，以描述如圖式中所說明的一個部件或特徵與另一部件或特徵的關係。除了在圖式中所描繪的定向之外，空間相對術語亦旨在涵蓋裝置在使用或操作中的不同定向。設備可以以其他方式定向(旋轉 90 度或處於其他定向)，且因此可以相應地解釋本文中所使用的空間相對描述詞。

【0010】 「垂直方向」及「水平方向」應理解為指示相對方向。因此，水平方向應理解為基本上垂直於垂直方向，且反之亦然。然而，在本揭露的範疇內的係，所描述的實施例及態樣可以整體旋轉使得被稱為垂直方向的維度被水平定向，同時被稱為水平方向的維度被垂直定向。

【0011】 在以下描述中，闡述某些特定細節以便提供對本揭露的各種實施例的透徹理解。然而，熟習此項技術者將理

解，可以在沒有這些特定細節的情況下實踐本揭露。在其他情況下，未詳細描述與電子元件及製造技術相關聯的眾所周知的結構以避免不必要地模糊本揭露的實施例的描述。

【0012】 除非上下文以其他方式要求，否則貫穿說明書及以下申請專利範圍，詞語「包括(*comprise*)」及其變體(諸如「包括(*comprises*)」及「包括(*comprising*)」)應以開放的包含性的意義來解釋，亦即，解釋為「包含但不限於」。

【0013】 序數(諸如第一、第二及第三)的使用不一定意味著排序的順序含義，而係可以僅區分行為或結構的多個示例。

【0014】 貫穿本說明書對「一個實施例」或「實施例」的引用意謂結合實施例所描述的特定特徵、結構或特性包含在至少一個實施例中。因此，貫穿本說明書在各個地方出現的片語「在一個實施例中」或「在實施例中」不一定皆指示相同的實施例。此外，可以在一個或多個實施例中以任何適合的方式組合特定特徵、結構或特性。

【0015】 如在本說明書及所附申請專利範圍中所使用，除非內容以其他方式明確規定，否則單數形式「一(*a / an*)」及「該(*the*)」包含複數參考物。亦應注意，除非內容以其他方式明確規定，否則術語「或」通常以其包含「及/或」的含義採用。

【0016】 根據本揭露的實施例提供用於自液體燃料移除雜

質的方法及系統，該供應至 E U V 微影系統的液滴產生器。若不移除，則雜質會對 D G A 穩定產生液滴的能力產生負面影響。若 D G A 不能以穩定的方式產生液滴，則圖案特徵的質量會下降。根據本揭露的實施例將雜質濃縮在液體燃料與容納液體燃料的容器中的氣態頂部空間之間的界面附近。例如藉由將雜質吸入吸管而自容器移除這些雜質。根據一些實施例，吸管穿透至液體燃料中的距離被控製成使得吸管的入口距雜質濃縮的位置下方不會太遠。當吸管穿透至液體燃料中使得吸管的入口距雜質濃縮的位置下方太遠時，將雜質吸入吸管中變得更加困難。

【0017】 第 1 圖為微影系統 100 的方塊圖。微影系統 100 包含雷射 102、微影靶 105、收集器 106、液滴產生器 108 及液滴接收器 110。液滴接收器 110 包含液滴池(第 1 圖中未示出)，由液滴接收器接收到的液滴積聚在該液滴池中。微影系統 100 的元件協作產生極紫外(extreme ultraviolet, E U V)輻射，該極紫外輻射在 E U V 微影製程中用於在微影靶上圖案化材料。

【0018】 液滴產生器 108 產生且輸出液滴流。在一個實例中，液滴可以包含液體(熔化)錫。在不脫離本揭露的範疇的情況下，可以將其他材料用於液滴。液滴以高速朝向液滴接收器 110 移動。微影系統 100 利用液滴產生用於微影製程的極紫外光。極紫外光通常對應於波長介於 5 n m 與 125 n m 之間的光。

【0019】 雷射 102 輸出雷射束。雷射束聚焦在液滴自液滴

產生器 108 至液滴接收器 110 的途中經過的點上。特定而言，雷射 102 輸出雷射脈衝。每一雷射脈衝由液滴接收。當液滴接收雷射脈衝中的一者或多者時，來自雷射脈衝的能量自液滴產生高能電漿。高能電漿輸出極紫外輻射。

【0020】 在一個實施例中，由電漿輸出的輻射在許多方向上隨機散射。微影系統 100 利用收集器 106 來收集來自電漿液滴的散射的極紫外輻射，且將極紫外輻射朝向微影靶 105 反射，或朝向將極紫外輻射引導至微影靶 105 的裝備反射。

【0021】 在一個實施例中，收集器 106 包含孔徑。來自雷射 102 的雷射脈衝穿過孔徑朝向液滴流傳遞。這使得收集器 106 能夠定位在雷射 102 與微影靶 105 之間。

【0022】 在液滴已經被雷射 102 輻照之後，液滴繼續以朝向液滴接收器 110 的軌跡運動。液滴接收器 110 接收液滴。液滴可以自液滴接收器 110 排出且重新使用或處理。

【0023】 第 2 圖為根據本揭露的實施例的微影系統 201 的更詳細的圖示。微影系統 201 包含雷射 102、收集器 106、包含液滴產生器噴嘴 109 的液滴產生器 108、包含液滴池 116 的液滴接收器 110、液滴液體源 120 及惰性氣體源 118。

【0024】 在圖示的實施例中，液滴產生器 108 產生且輸出液滴流 124。藉由驅動液滴液體經由液滴源(例如液滴產生器 108 的液滴產生器噴嘴 109)形成液滴。液滴液體自液滴液體源 120 供應至液滴產生器 108。遞送至液滴產生器

108 的液滴液體被加壓以驅動液滴液體穿過噴嘴 109。在一個實施例中，液滴液體源 120 與第一惰性氣體源 118 (例如氬氣)流體連通。惰性氣體對自液滴液體源 120 供給至液滴產生器 108 的液滴液體施加壓力。在其他實施例中，施加在液滴液體上的壓力由機械裝置或能量補充。在其他實施例中，施加在液滴液體上的壓力由機械裝置或能量提供。如先前所描述，液滴可以包含錫。自噴嘴 109 噴出的液滴 124 以高速朝向液滴接收器 110 移動。由液滴產生器 108 產生液滴 124 的速率被控制且與雷射 102 的脈衝協調，使得儘可能多的液滴被輻照以產生電漿，該電漿產生 EUV 輻射。液滴產生器噴嘴 109 噴出液滴，使得液滴具有 X、Y 和 Z 方向座標，這些方向座標使得液滴接收器 110 接收儘可能多(在並非全部的情況下)的液滴，使得液滴不會撞擊在收集器 106 的反射表面或不需要液滴沈積的微影系統 201 的其他表面上。

【0025】雷射 102 定位於收集器 106 的後面。雷射 102 輸出雷射光 132 的脈衝。雷射光 132 的脈衝聚焦在液滴自液滴產生器噴嘴 109 至液滴接收器 110 的途中經過的點上。雷射光 132 的每一脈衝由液滴 124 接收。當液滴 124 接收雷射光 132 的脈衝中的一者或多者時，來自雷射脈衝的能量自液滴 124 產生高能電漿。高能電漿輸出極紫外輻射。

【0026】在一個實施例中，雷射 102 為二氧化碳(CO_2)雷射。 CO_2 雷射發射具有濃縮在 $9.4\ \mu\text{m}$ 或 $10.6\ \mu\text{m}$ 周圍

的波長的輻射或雷射光 132。在不脫離本揭露的範疇的情況下，雷射 102 可以包含除二氧化碳雷射之外的雷射且可以輸出具有不同於上文所描述的那些波長的其他波長的輻射。

【0027】 在一個實施例中，液滴產生器 108 每秒產生 40,000 與 60,000 之間個液滴。液滴 124 具有介於 70 m/s 與 90 m/s 之間的初始速度。液滴具有介於 10 μm 與 200 μm 之間的直徑。在不脫離本揭露的範疇的情況下，液滴產生器 108 可以每秒產生與上文所描述的數目不同的數目的液滴。在不脫離本揭露的範疇的情況下，液滴產生器 108 亦可以產生具有與上文所描述那些初始速度及直徑不同的初始速度及直徑的液滴。

【0028】 在一個實施例中，雷射 102 用兩個脈衝輻照每一液滴 124。第一脈衝使液滴 124 平坦化成碟狀形狀。第二脈衝使液滴 124 形成高溫電漿。第二脈衝明顯比第一脈衝更強。雷射 102 及液滴產生器 108 被校準，使得雷射 102 發射成對的脈衝，使得用一對脈衝輻照每一液滴 124。例如，若液滴產生器 108 每秒輸出 50,000 個液滴，則雷射 102 每秒將輸出 50,000 對脈衝。在不脫離本揭露的範疇的情況下，雷射 102 可以以不同於上文所描述的方式輻照液滴 124。例如，雷射 102 可以用單個脈衝或多於兩個的脈衝輻照每一液滴 124。

【0029】 在一個實施例中，液滴 124 為錫。當錫液滴 124 轉化為電漿時，錫液滴 124 輸出具有濃縮在 10 nm 與 15

n m 之間的波長的極紫外輻射 134。更特定而言，在一個實施例中，錫電漿以 13.5 n m 的特性波長發光。這些波長對應於極紫外輻射。在不脫離本揭露的範疇的情況下，可以將除錫之外的材料用於液滴 124。在不脫離本揭露的範疇的情況下，這些其他材料可以產生具有除上文所描述的那些波長之外的波長的極紫外輻射。

【0030】 在一個實施例中，由液滴輸出的輻射 134 在許多方向上隨機散射。微影系統 100 利用收集器 106 來收集來自電漿的散射的極紫外輻射 134 且朝向微影靶 105 輸出極紫外輻射。

【0031】 在一個實施例中，收集器 106 為拋物面鏡或橢圓鏡。散射輻射 134 由拋物面鏡或橢圓鏡收集且以朝向微影靶 105 的軌跡反射。

【0032】 在一個實施例中，收集器 106 包含孔徑 135。雷射光 132 的脈衝自雷射 102 穿過孔徑 135 朝向液滴流 124 傳遞。這使得收集器 106 能夠定位在雷射 102 與微影靶 105 之間。

【0033】 在液滴 124 已經被雷射 102 輻照之後，液滴 124 繼續以朝向液滴接收器 110 的軌跡運動。特定而言，液滴進入液滴接收器 110 且穿過內部通道朝向液滴接收器 110 的後端處的液滴池 116 行進。液滴池 116 收集液滴 124。液滴接收器 110 可以進一步包含排放液滴池 116 的排放埠（未示出）。液滴 124 可以重新使用或處理。

【0034】 第 3 圖更詳細地示出用於產生液滴的液滴產生器

108 的一部分。針對第 3 圖中所示出的一般化實施例，液滴產生器 108 包含容納諸如錫的熔化液滴液體材料的水庫 121。加熱部件(未示出)將液滴產生器 108 的部分可控制地維持在高於包括液滴液體的材料熔化溫度的溫度。可以藉由使用惰性氣體(諸如來自第 2 圖中的惰性氣體源 118 的氬氣)經由線路 96 將熔化液滴材料置於壓力下。壓力較佳迫使熔化液滴材料穿過一組過濾器 98。根據過濾器 98，材料可以經由閥門 101 傳遞至噴嘴 109。例如，閥門 101 可為熱閥門。可以採用帕耳帖裝置來建立閥門 101，從而凍結過濾器 98 與噴嘴 109 之間的靶材料以關閉閥門 101 且加熱固化的靶材料以打開閥門 101。第 3 圖亦示出液滴產生器 108 包含可移動構件 104，使得可移動構件 104 的運動改變液滴自噴嘴 109 釋放的點的位置。可移動構件 104 的運動由液滴釋放點定位系統(未示出)控制。惰性氣體不限於氬氣，且可為氮氣或氦氣或不與錫反應形成錫的氧化物或不與噴嘴反應形成製造噴嘴 109 的材料的氧化物的另一氣體。

【0035】 針對液滴產生器 108，可以使用一個或多個調變或非調變液滴液體分配器。例如，可以使用具有形成有孔口的毛細管的調變分配器。噴嘴 109 可以包含一個或多個電致動部件，例如由壓電材料製成的致動器，該電致動部件可選擇性地膨脹或收縮以使毛細管變形且調變源材料自噴嘴 109 的釋放。

【0036】 如所述，液滴由噴嘴 109 釋放。為了用作噴嘴，

噴嘴較佳地能夠在相對高的壓力下操作，例如該壓力介於每平方吋約 6000 磅至每平方吋約 8000 磅。亦較佳的係，噴嘴允許對液滴的出口角度及速度進行良好控制。亦較佳的係，噴嘴能夠靈活地允許用於將噴嘴耦接至系統中的其他元件(特定而言，耦接至被提供以調變液滴流的部件)的多種設計選項。

【0037】 第 4 圖圖示用於將燃料(例如熔融錫)遞送至本揭露的在 EUV 微影系統中有用的 DGA 210 的遞送系統 200。遞送系統 200 包含再填充及灌注組件(refill and priming assembly, RPA) 202、液體(例如熔融錫)再填充組件(liquid (e.g., molten tin) refill assembly, TRA) 204、液體燃料(例如熔融錫)儲存或供應組件(liquid fuel (e.g., molten tin) storage or supply assembly, TSA) 206、液體燃料(例如熔融錫)轉移組件(liquid fuel (e.g., molten tin) transfer assembly, TTA) 208 及具有噴嘴 234 的液滴產生器組件(droplet generator assembly, DGA) 210。當 DGA 210 正在排放或噴出液體燃料 211 時，液體燃料 211 在沿著燃料輸遞送系統 200 自 TRA 204 至 DGA 210 的方向上移動經由燃料遞送系統 200 的各個元件。液體燃料 211 與如本揭露中先前關於第 1 圖至第 3 圖所論述的熔融錫相同或相似。

【0038】 RPA 202 耦接至 TRA 204 且與 TRA 204 流體連通。RPA 202 用以用於將固化燃料轉化為液相。例如，

固化燃料(例如固體錫)置放在加熱部件或元件(例如加熱器皿) 212 內，該加熱部件或元件 212 加熱固化燃料，從而導致自固化燃料至液體燃料 211 的相變。隨後，液體燃料 211 沿著 RPA 202 移動至過濾器/槽 214，該過濾器/槽 214 過濾液體燃料 211 以移除存在於液體燃料 211 內的污染物或雜質且儲存過濾後的液體燃料，這些污染物或雜質可能仍為固相。所有的過濾器皆可以有效地自液體燃料移除一些污染物或雜質，一些污染物或雜質未被過濾器移除或在液體燃料穿過過濾器後形成在液體燃料中。例如，液體燃料的氧化物以及氣泡可在液體燃料中形成。這兩個雜質皆會對由 DGA 210 利用包含這些雜質的液體燃料形成的液滴的穩定性產生負面影響。當需要過濾後的液體燃料 211 時，液體燃料 211 進入 TRA 204 的第一端 216 且穿過 TRA 204 傳遞至 TRA 204 的第二端 218。隨後，液體燃料 211 進入 TSA 206。TRA 204 可為管道。

【0039】 在液體燃料 211 穿過 TRA 204 的第二端 218 之後，液體燃料 211 進入 TSA 206。液體燃料 211 儲存在 TSA 206 的至少一個液體燃料器皿或容器中。在該實施例中，TSA 206 包含第一液體燃料器皿 220 及第二液體燃料器皿 222。液體燃料 211 儲存在第一器皿 220 及第二器皿 222 中，且第一器皿 220 及第二器皿 222 可以受控方式打開及關閉以限制提供給 TTA 208 的液體燃料 211 的量。例如，可以藉由控制複數個閥門 224、226 的打開及關閉來控制引入 TTA 208 中的液體燃料 211 的量，該些

閥門 224、226 分別與第一液體燃料器皿 220 及第二液體燃料器皿 222 流體連通。在該實施例中，複數個閥門 224、226 包含在 TSA 206 與 TRA 204 之間流體連通的第一閥門 224 及在 TSA 206 與 TTA 208 之間流體連通的第二閥門 226。TTA 208 可為管道。

【0040】 限制提供給 TTA 208 的液體燃料 211 的量限制且控制引入 DGA 210 中的液體燃料 211 的量以避免損壞 DGA 210。例如，若將過多的液體燃料 211 引入 DGA 210 中，則 DGA 210 可能無法足夠快地噴出或排放液體燃料 211，以避免液體燃料 211 自 DGA 210 溢出或在 DGA 210 內形成巨大的壓力。DGA 210 的溢出或 DGA 210 內的大量壓力可能會對具有 DGA 210 的元件造成過度的應力及應變，這可能降低 DGA 210 的有效使用壽命或歸因於元件斷裂或失效(例如斷裂、開裂、剪切)而導致 DGA 210 發生故障。

【0041】 當將液體燃料 211 引入 TTA 208 中時，液體燃料 211 進入 TTA 208 的第一端 228 且穿過 TTA 208 以在 TTA 208 的第二端 230 離開，使得經由 DGA 閥門 232 將液體燃料 211 引入至 DGA 210。在正常操作(其與如先前關於第 1 圖所討論的正常操作相似)下，當液體燃料 211 經由 DGA 閥門 232 進入 DGA 210 時，液體燃料 211 經由 DGA 210 移動至噴嘴 234 (其與如先前關於第 2 圖及第 3 圖所論述的 DGA 210 的噴嘴 109 相同或相似)。隨後，液體燃料 211 以液體燃料 211 的離散液滴流或液體燃

料 211 的連續流的形式經由噴嘴 234 自 DGA 210 噴出或排放。液體燃料 211 可以自 DGA 210 噴出或排放至真空腔室中，且當處於真空腔室中時，液體燃料 211 曝光於產生 EUV 光的雷射。

【0042】 噴嘴 109 理想地具有垂直於穿過噴嘴 109 的液體燃料流的橫截面，該橫截面為完美的圓形且具有完美的光滑表面；然而，噴嘴 109 可能並非完美的圓形且可能不包含完美的光滑表面。當噴嘴 109 並非完美的圓形且不包含完美的光滑表面時，液體燃料內的雜質更易於沈積或收集在噴嘴的表面上。這個雜質收集可以對噴嘴以穩定方式產生液滴的能力產生負面影響。

【0043】 參考第 5 圖，圖示根據本揭露的實施例的容納液化燃料 211（例如液化錫）的容器 500 的放大視圖。第 5 圖中所圖示的容器 500 可為第 4 圖中的 RPA 202 的過濾器/槽 214 及第 4 圖中的 TSA 206 的容器 220 及 222 或第 4 圖的燃料遞送系統 200 的其他容器。亦在第 5 圖圖示的為雜質槽 502、泵 504、吸管 506、液位感測器 508、氣體導管及閥門 511。第 5 圖亦圖示根據本揭露的實施例的附加特徵，該些附加特徵包含氣體導管 510 及閥門 511。在其他實施例中，容器 500 包含液體燃料循環導管 514 及閥門 516。在第 5 圖中，感測器 508 的替代物被圖示為定位在容器 500 的側壁 519 上的感測器 518。

【0044】 在第 5 圖中，根據本揭露的實施例，液體燃料 211 包含複數個雜質 512，在第 5 圖中，這些雜質 512 被圖示

為已經收集或濃縮在液體燃料 211 的上表面 513 附近。上表面 513 位於液體燃料 211 與位於容器 500 內液體燃料 211 上方的氣體之間的界面處。應當理解，根據本揭露的實施例，雜質 512 可以不如第 5 圖中所圖示地濃縮，直至根據本揭露的方法被實施之後為止。

【0045】 雜質 512 可為對 DGA 210 穩定再現用於產生極紫外輻射的液滴的能力產生負面影響的任何材料。例如，雜質 512 可為燃料的氧化物，例如當燃料為錫時的氧化錫。雜質 512 可為液體燃料 211 中的氣泡。在其他實施例中，雜質可為固體燃料中存在的在固體燃料液化(即熔化)之後保持固體的材料。

【0046】 在第 5 圖中，雜質槽 502 與泵 504 流體連通，泵 504 與吸管 506 流體連通。吸管 506 的與泵 504 相對的一端定位於液體燃料 211 的上表面 513 下方，使得位於上表面 513 下方的雜質可被吸入吸管 506 中。位於上表面 513 下方的雜質穿過泵 504 的操作被吸入吸管 506 且遞送至雜質槽 502，在雜質槽 502 中雜質可以與液體燃料分離。根據本揭露的實施例，當位於液體燃料 211 的上表面 513 下方的雜質被吸入吸管 506 中時，液體燃料 211 的一些部分亦可能被吸入吸管 506 中。根據第 5 圖中所圖示的實施例，感測器 508 在液體燃料 211 的上表面 513 與容器 500 的頂部 517 的下表面 515 之間的位置處附接至吸管 506。在一個實施例中，感測器 508 為接觸式感測器，其偵測液體燃料 211 何時與接觸式感測器 508 接觸。在替代實施例

中，感測器 508 為接近感測器，諸如能夠偵測感測器 508 與液體燃料 211 的上表面 513 之間的距離的紅外感測器。雖然感測器 508 被圖示為附接至吸管 506，但在其他實施例中，感測器 518（具有與感測器 508 相似的能力）可位於容器 500 的側壁 519 上。在另一實施例中，感測器 508 可位於頂部 517 的下表面 515 上。

【0047】 感測器 508 或 518 用於偵測液體燃料 211 的上表面 513 的位置。關於液體燃料 211 的上表面 513 的位置的資訊可以與臨限值進行比較且用於控制液體燃料 211 流入或流出容器 500 的流量，使得吸管 506 的一端不會太深地穿透至液體燃料 211 中。當吸管 506 的一端太深地穿透至液體燃料 211 中時，雜質流過的吸管 506 的一端中的開口可能低於雜質濃度。當開口低於雜質濃度時，當泵 504 啟動時這些雜質將被吸入吸管 506 中的可能性降低。例如，若上表面 513 的位置高於臨限值，因此指示吸管 506 的一端中的開口太深地穿透至液體燃料中，則採取步驟改變吸管 506 的一端穿透至液體燃料中的程度。例如，可以減少液體燃料流入容器 500 的淨流量。可替代地，當上表面 513 的位置高於臨限值時，可以終止泵 504 的操作，使得不自容器 500 移除液體。在另一方面，若上表面 513 的位置低於臨限值，因此指示吸管 506 的一端中的開口不會太深地穿透至液體燃料中或可能穿透得不夠深，則採取步驟增加吸管 506 的一端穿透至液體燃料中的程度。例如，可以增加液體燃料流入容器 500 的淨流量。

【0048】 根據本揭露的實施例，歸因於與液體燃料的密度相比雜質的密度較低，所以雜質在液體燃料內趨於上升。例如，在一些實施例中，雜質位於液體燃料 211 的上部 1/2 中。在其他實施例中，雜質位於液體燃料 211 的上部 1/4 中。在其他實施例中，雜質位於液體燃料 211 的上表面 513 的約 1 mm 至約 30 mm 內。

【0049】 在第 5 圖中，圖示視情況選用的吸管致動器 520。視情況選用的吸管致動器 520 提供控制吸管 506 穿透至液體燃料 211 中的替代方案。吸管致動器 520 連接至容器 500 的頂部 517 且連接至吸管 506。在操作中，吸管致動器 520 改變吸管 506 的一端相對於容器 500 的頂部 517 的位置。例如，吸管致動器 520 可以相對於容器 500 的頂部 517 降低吸管 506 的一端，或吸管致動器 520 可以相對於容器 500 的頂部 517 升高吸管 506 的一端。以此方式，吸管致動器 520 能夠將吸管 506 的一端維持在液體燃料 211 的雜質正在收集或濃縮的部分中。吸管致動器 520 可由伺服馬達或能夠相對於液體燃料 211 的上表面 513 精確定位吸管 506 的一端的其他驅動機構提供動力。

【0050】 第 5 圖中所圖示的系統亦包含與容器 500 中的頂部空間 522 流體連通的氣體導管 510。根據本揭露的實施例，氣體導管 510 用於將惰性氣體遞送至頂部空間 522，以便防止或減少容器 500 中液體燃料的氧化。氣體導管 510 包含用於控制惰性氣體（例如氬氣或氫氣）流入頂部空間 522 的流量的閥門 511。氣體導管 510 亦可以與真空源

流體連通，使得可以在頂部空間 522 上抽真空。例如，可以藉由將氣體遞送至頂部空間來在頂部空間 522 中提供正壓力，可以藉由在頂部空間 522 上拉真空來在頂部空間 522 中提供負（即真空）壓力，或可以在頂部空間 522 中提供交替的正壓力及負壓力。根據本揭露的一些實施例，降低頂部空間 522 中的壓力可促進氣泡穿過液體燃料上升或促進溶解在液體燃料內的氣體自液體燃料中出來。在本揭露的其他實施例中，在頂部空間 522 中將壓力自正壓力交替為負壓力（例如真空壓力）或更高的壓力及更低的壓力可以促進雜質穿過液體燃料上升。

【0051】 第 5 圖中所圖示的系統亦包含視情況選用的液體燃料循環導管 514，該液體燃料循環導管 514 包含入口 524 及出口 527，該入口 524 及該出口 527 兩者皆與容器 500 的內部流體連通。液體燃料循環導管 514 包含用於控制液體燃料 211 穿過液體燃料循環導管 514 的流量的閥門 516 及泵 526。根據本揭露的實施例，液體燃料循環導管 514、閥門 516 及泵 526 用於將液體燃料循環出容器 500 及返回至容器 500 中，以便在容器 500 中的液體燃料 211 內產生流，例如渦流，這些流促進雜質 512 在可以穿過吸管 506 自容器 500 移除的位置處的濃度。

【0052】 第 5 圖中所圖示的實施例包含用於攪拌液體燃料的視情況選用的攪拌子系統 540。攪拌子系統 540 可以包含能夠攪拌液體燃料的裝置。例如，攪拌子系統 540 可以包含用於攪拌液體燃料的攪拌器。在另一實例中，攪拌子

系統 540 包含聲能源，該聲能源可以被引導至液體燃料中或可以引起容器 500 的振動或攪拌，該振動或攪拌將具有攪拌容器 500 內的液體燃料的效果。

【0053】 參考第 6 圖，除了 RPA 或 TSA 的容器之外，根據本揭露的方法的實施例可以在其他類型的容器中實施。例如，如第 6 圖中所圖示，本揭露的方法可以在第 4 圖中的 DGA 210 的燃料庫 600 或第 1 圖至第 3 圖中的 108 中實施。DGA 的燃料庫 600 與噴嘴 602 流體連通，燃料流過噴嘴 602 以產生液滴。噴嘴 602 與容器 600 通過導管 604 流體連通。噴嘴 602 與至少一個過濾器及一個閥門相關聯，該至少一個過濾器及該一個閥門一起示意性地圖示為 606。第 5 圖的描述適用的第 6 圖中所圖示的特徵由與第 5 圖中所使用的附圖標記相同的附圖標記標識。第 6 圖中所圖示的實施例包含雜質槽 502、泵 504 及吸管 506。如通在第 5 圖中的實施例中，與雜質槽 502 相對的吸管 506 的一端定位於液體燃料 211 的表面 513 下方，在此該吸管 506 可以將雜質 512 吸入吸管 506 中。雜質 512 包含氣泡 614 及非氣體雜質 616，例如固體顆粒，諸如液體燃料的氧化物。第 6 圖的實施例亦包含惰性氣體源 618，例如諸如用於提供將液體燃料驅動至導管 604 中的壓力的氬氣或氫氣。如與上文參考第 5 圖所描述的實施例一樣，泵 504 的操作將雜質 512 吸入吸管 506 中，且從而防止雜質 512 對噴嘴 602 以穩定且可再現的方式產生液滴的能力產生負面影響。儘管未在第 6 圖中圖示，但第 6 圖的實

施例可以包含與參考第 5 圖所描述的感測器 508 及 518 相似的感測器。第 6 圖的實施例亦可包含吸管致動器 520 及液體燃料循環導管 514，該液體燃料循環導管 514 包含閥門 516 及泵 526。

【0054】 第 7 圖為用於處理 EUV 微影系統的燃料的方法 700 的流程圖。在步驟 720 處，方法 700 包含將液化固體燃料收集在容器中。收集液化燃料的一個實例包含在再填充及灌注組件 RPA 202 的加熱元件 212 中加熱固體燃料且使液化燃料流至過濾器/槽 214，該液化燃料將被收集在過濾器/槽 214 中。在步驟 730 處，過濾器/槽 214 中容納的液化燃料中的雜質被收集或濃縮，如上文參考第 5 圖及第 6 圖所描述。使雜質在液化燃料中濃縮的實例包含使得雜質穿過液化燃料上升。諸如液體燃料的氧化物或液體燃料內的氣泡的雜質具有小於液體燃料的密度的密度，且因此能夠穿過液體燃料上升。在一些實施例中，可以藉由如上文所描述地攪拌液化燃料或藉由如上文所描述地在液化燃料內產生流或渦流來使雜質濃縮。在步驟 740 處，自容器 500 移除濃縮的雜質 512。自容器 500 移除雜質 512 的實例包含穿過吸管 506 自容器中吸出雜質，如上文參考第 5 圖所描述。根據第 6 圖中所圖示的方法的一些實施例，自容器 500 移除雜質 512 包含自容器 500 移除液化燃料的一部分。

【0055】 第 8 圖為根據本文中所描述的實施例的用於自用於在 EUV 微影系統中產生液滴的液體燃料移除雜質的另

一方法 800 的流程圖。在步驟 810 處，使固體燃料液化。固體燃料如何液化的實例包含在再填充及灌注組件 RPA 202 的加熱元件 212 中加熱固體燃料。在步驟 820 處，方法 800 包含將液化固體燃料收集在容器中。將液化燃料收集在容器中的一個實例包含使液化燃料自加熱元件 212 流至過濾器/槽 214，液化燃料被收集在過濾器/槽 214 中。在步驟 830 處，使得容納在過濾器/槽 214 中的液化燃料 211 中的雜質 512 穿過液化燃料上升。如上文所論述，雜質 512 穿過液化燃料 211 上升，此係因為雜質的密度小於液化燃料的密度。當雜質穿過液化燃料上升時，這些雜質在液化燃料 211 與容器 500 中的含有氣體的頂部空間 522 之間的界面 513 附近收集及濃縮。在步驟 840 處，收集或濃縮的雜質 512 經由吸管 506 自容器 500 移除，如上文參考第 5 圖所描述。

【0056】 在根據本揭露的一個實施例中，一種在 EUV 微影系統中處理燃料的方法包含在容器中形成一定體積的液體燃料。液體燃料包含濃縮在液體燃料中的雜質。在液體燃料中的雜質已經濃縮後，將這些雜質自容器移除。與供應有未移除雜質的液體燃料的 DGA 相比，自液體燃料移除雜質增加了供給有這種清潔燃料的 DGA 能夠在延長的時間段內穩定地產生液滴的可能性。增加 DGA 在延長的時間段內穩定地產生液滴的能力會歸因於微影圖案化不良而減少晶圓數目，且增加 DGA 定期維護及/或 DGA 更換之間的時間長度。在本揭露的一些實施例中，使該液體燃料中的

該些雜質濃縮之步驟包含：使該液體燃料中的多種氧化物中的一者或多者及該液體燃料中的多個氣泡濃縮。在本揭露的一些實施例中，該液體燃料為熔融錫。在本揭露的一些實施例中，使該液體燃料中的該些雜質濃縮之步驟包含：使得該些雜質穿過該液體燃料上升。在本揭露的一些實施例中，使該液體燃料中的該些雜質濃縮之步驟包含：在使該些雜質濃縮的該容器中產生一流體流動模式。在本揭露的一些實施例中，在使該些雜質濃縮的該容器中產生一流動模式之步驟包括：在該液體燃料內產生一渦流。在本揭露的一些實施例中，自該容器移除該些雜質之步驟包含：自該液體燃料吸出該些雜質。在本揭露的一些實施例中，該些雜質是經由一吸管自該液體燃料中吸出。在本揭露的一些實施例中，當該容器中的該液化燃料的液位上升至一臨限值位準以上時，該經由該吸管自該液體燃料中吸出該些雜質之步驟停止。在本揭露的一些實施例中，方法進一步包括：更改一吸管穿透至該液化燃料中的一距離。

【0057】 在另一實施例中，根據本揭露在極紫外微影系統中移除雜質的方法包含使固體燃料液化且將液化固體燃料收集在容器中。根據該實施例，使得液化固體燃料中的雜質朝向容器中的液化固體燃料與容器中的氣體之間的界面上升。自容器移除已經朝向容器中的液化固體燃料與容器中的氣體之間的界面上升的雜質。在本揭露的一些實施例中，方法進一步包括：當該液化燃料的液位上升至一臨限值位準以上時，停止該自該容器移除該些雜質。在本揭露的一

些實施例中，方法進一步包括：藉由用以偵測該液化燃料的一表面的一感測器來確定該液化燃料的該液位已經上升至該臨限值位準以上。在本揭露的一些實施例中，方法進一步包括：調整一吸管穿透至該液化燃料中的一距離。在本揭露的一些實施例中，該液體燃料為錫。在本揭露的一些實施例中，該些雜質為多種錫氧化物。

【0058】 根據本揭露的在 EUV 微影系統中淨化燃料的方法的實施例包含將液化錫燃料收集在容器中。例如藉由攪拌液化錫燃料或降低液化錫燃料濃縮物上方的壓力使液化錫燃料中的雜質穿過液化錫燃料上升。上升的雜質在與液化錫燃料的一部分一起自容器移除之前濃縮。在本揭露的一些實施例中，使該液化錫燃料中的多個雜質穿過該液化錫燃料上升之步驟包含：攪拌該液化錫燃料。在本揭露的一些實施例中，使該液化錫燃料中的多個雜質穿過該液化錫燃料上升之步驟包含：降低該液化錫燃料上方的壓力。在本揭露的一些實施例中，使該液化錫燃料中的多個雜質穿過該液化錫燃料上升之步驟包含：在正壓和真空壓之間交替。

【0059】 可以組合上文所描述的各種實施例以提供進一步的實施例。視需要，可以修改實施例的態樣以採用各種專利、申請案及公開案的概念來提供更進一步的實施例。

【0060】 鑒於上文詳細描述，可以對實施例進行這些及其他改變。一般而言，在以下申請專利範圍中，所使用的術語不應解釋為將請求項限於說明書及申請專利範圍中所揭露

的特定實施例，而應解釋為包含所有可能的實施例以及這些請求項享有的等效物的全部範疇。因此，申請專利範圍不受本揭露的限制。

【符號說明】

【0061】

9 6	:	線 路
9 8	:	過 濾 器
1 0 0 、 2 0 1	:	微 影 系 統
1 0 1	:	閥 門
1 0 2	:	雷 射
1 0 4	:	可 移 動 構 件
1 0 5	:	微 影 靶
1 0 6	:	收 集 器
1 0 8	:	液 滴 產 生 器
1 0 9	:	噴 嘴
1 1 0	:	液 滴 接 收 器
1 1 6	:	液 滴 池
1 1 8 、 6 1 8	:	惰 性 氣 體 源
1 2 0	:	液 滴 液 體 源
1 2 1	:	水 庫
1 2 4	:	液 滴 流
1 3 2	:	雷 射 光
1 3 4	:	散 射 輻 射
1 3 5	:	孔 徑

2 0 0	:	遞送系統
2 0 2	:	再填充及灌注組件 / R P A
2 0 4	:	液體再填充組件 / T R A
2 0 6	:	液體燃料儲存或供應組件
/ T S A		
2 0 8	:	液體燃料轉移組件 / T T A
2 1 0	:	液滴產生器組件 / D G A
2 1 1	:	液體燃料
2 1 2	:	加熱元件
2 1 4	:	過濾器 / 槽
2 1 6 、 2 2 8	:	第一端
2 1 8 、 2 3 0	:	第二端
2 2 0	:	第一液體燃料器皿
2 2 2	:	第二液體燃料器皿
2 2 4 、 2 2 6	:	閥門
2 3 2	:	D G A 閥門
2 3 4 、 6 0 2	:	噴嘴
5 0 0	:	容器
5 0 2	:	雜質槽
5 0 4 、 5 2 6	:	泵
5 0 6	:	吸管
5 0 8	:	液位感測器
5 1 0	:	氣體導管
5 1 1	:	閥門

5 1 2	:	雜 質
5 1 3	:	上 表 面
5 1 4	:	液 體 燃 料 循 環 導 管
5 1 5	:	下 表 面
5 1 6	:	閥 門
5 1 7	:	頂 部
5 1 8	:	感 測 器
5 1 9	:	側 壁
5 2 0	:	吸 管 致 動 器
5 2 2	:	頂 部 空 間
5 2 4	:	入 口
5 2 7	:	出 口
5 4 0	:	攪 拌 子 系 統
6 0 0	:	燃 料 庫
6 0 4	:	導 管
6 0 6	:	過 濾 器 / 閥 門
6 1 4	:	氣 泡
6 1 6	:	非 氣 體 雜 質
7 0 0 、 8 0 0	:	方 法
7 2 0 、 7 3 0 、 7 4 0 、 8 1 0 、 8 2 0 、 8 3 0 、 8 4 0	:	步 驟

【生物材料寄存】

國內 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

國 外 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 國 家 、 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種在極紫外微影系統中處理燃料的方法，包括：

在一容器中形成一定體積的液體燃料，該液體燃料包含多個雜質；

使該液體燃料中的該些雜質濃縮；及

自該容器移除該些雜質。