



(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 I657498 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：106141265

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 27 日

(51)Int. Cl. : H01L21/306 (2006.01)

G03F7/42 (2006.01)

G03F1/80 (2012.01)

(30)優先權：2013/05/29 美國

13/904,283

(71)申請人：美商諾發系統有限公司(美國) NOVELLUS SYSTEMS, INC. (US)

美國

(72)發明人：巴克羅布萊恩 L BUCKALEW, BRYAN L. (US)；邁爾史蒂芬 T

MAYER, STEVEN T. (US)；波特大衛 PORTER, DAVID (US)；波努斯瓦彌湯瑪斯

A PONNUSWAMY, THOMAS A. (IN)

(74)代理人：周良謀；周良吉

(56)參考文獻：

TW 201313968A1

US 7387131B2

US 2004/0053147A1

審查人員：董柏昌

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：16 共 53 頁

(54)名稱

用於先進封裝應用之設備

APPARATUS FOR ADVANCED PACKAGING APPLICATIONS

(57)摘要

在此所揭露之實施例關於用以將材料從基板移除之新穎方法及設備。在若干實施例中，方法及設備係用以移除負光阻，然而可實施所揭露之技術以移除不同材料。在實施所揭露實施例中，可將剝除溶液從入口引至有時被稱做交叉流歧管之內部歧管。溶液側向地流動穿過基板及基板之間相對狹窄的空腔。流體在定位於基板之他側、與入口及內部歧管相對之出口離開狹窄空腔。基板在與剝除溶液接觸的同時旋轉，俾以在基板面上達成更均勻的流。在一些實施例中，基板包含突出部，其起作用而增加在基板面附近的流率(且藉此增加局部 Re)。

The embodiments disclosed herein pertain to novel methods and apparatus for removing material from a substrate. In certain embodiments, the method and apparatus are used to remove negative photoresist, though the disclosed techniques may be implemented to remove a variety of materials. In practicing the disclosed embodiments, a stripping solution may be introduced from an inlet to an internal manifold, sometimes referred to as a cross flow manifold. The solution flows laterally through a relatively narrow cavity between the substrate and the base plate. Fluid exits the narrow cavity at an outlet, which is positioned on the other side of the substrate, opposite the inlet and internal manifold. The substrate spins while in contact with the stripping solution to achieve a more uniform flow over the face of the substrate. In some embodiments, the base plate includes protuberances which operate to increase the flow rate (and thereby increase the local Re) near the face of the substrate.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 300 . . . 移除槽
- 301 . . . 基板
- 302 . . . 基板固持器
- 310 . . . 出口
- 312 . . . 篩
- 314 . . . 容納槽
- 316 . . . 加熱元件
- 318 . . . 泵
- 333 . . . 底部板
- 334 . . . 空腔
- 335 . . . 流分配器

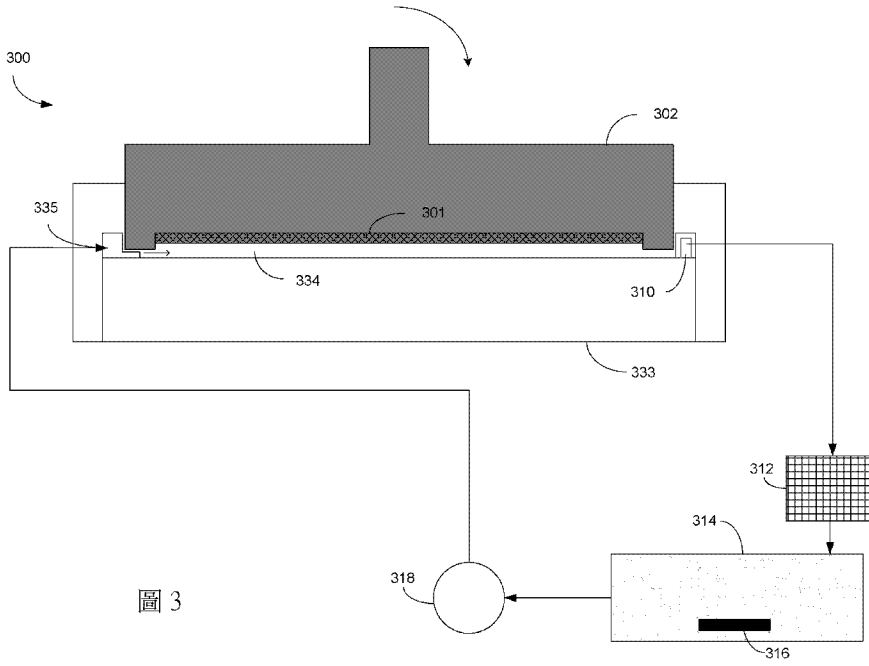


圖 3

專利案號: 106141265



原申請案號: 103118470

I657498

公告本

【發明摘要】

申請日: 103.5.27

IPC分類: H01L 21/306 (2006.01)  
G03F 7/42 (2006.01)  
G03F 1/80 (2012.01)

【中文發明名稱】用於先進封裝應用之設備

【英文發明名稱】APPARATUS FOR ADVANCED PACKAGING

APPLICATIONS

【中文】

在此所揭露之實施例關於用以將材料從基板移除之新穎方法及設備。在若干實施例中，方法及設備係用以移除負光阻，然而可實施所揭露之技術以移除不同材料。在實施所揭露實施例中，可將剝除溶液從入口引至有時被稱做交叉流歧管之內部歧管。溶液側向地流動穿過基板及基板之間相對狹窄的空腔。流體在定位於基板之他側、與入口及內部歧管相對之出口離開狹窄空腔。基板在與剝除溶液接觸的同時旋轉，俾以在基板面上達成更均勻的流。在一些實施例中，基板包含突出部，其起作用而增加在基板面附近的流率(且藉此增加局部Re)。

【英文】

The embodiments disclosed herein pertain to novel methods and apparatus for removing material from a substrate. In certain embodiments, the method and apparatus are used to remove negative photoresist, though the disclosed techniques may be implemented to remove a variety of materials. In practicing the disclosed embodiments, a stripping solution may be introduced from an inlet to an internal manifold, sometimes referred to as a cross flow manifold. The solution flows laterally through a relatively narrow cavity between the substrate and the base plate. Fluid exits the narrow cavity at an outlet, which is positioned on the other side of the substrate, opposite the inlet and internal manifold. The substrate spins while in contact with the

第 1 頁，共 2 頁(發明摘要)

stripping solution to achieve a more uniform flow over the face of the substrate. In some embodiments, the base plate includes protuberances which operate to increase the flow rate (and thereby increase the local  $Re$ ) near the face of the substrate.

【指定代表圖】第3圖

【代表圖之符號簡單說明】

300	移除槽
301	基板
302	基板固持器
310	出口
312	篩
314	容納槽
316	加熱元件
318	泵
333	底部板
334	空腔
335	流分配器

**【發明申請專利範圍】**

【第1項】一種用以從基板移除材料之方法，包含：

(a)接收一基板，該基板在該基板的一處理表面上具有待移除的材料；

(b)將該基板定位及密封於一基板固持器中，使得該基板的該處理表面顯露；

(c)將該基板固持器定位於一移除位置中，藉此形成一間隙，該間隙的一側係由該基板的該處理表面定義、相反側係由一基底板定義、且繞著邊緣係由一流分配器定義，

其中當在垂直於該基板之該處理表面的一方向上量測時，該間隙具有介於約2~10mm之間的尺寸，

其中該流分配器包含：

(i) 一入口側，包含一內部歧管，該內部歧管涵蓋該流分配器的約90~180°之間，其中該內部歧管係該流分配器中、流體可流動穿過的一空腔，

(ii) 一或更多入口，用以將流體從一或更多流體供應管線輸送至該內部歧管，以及

(iii) 一出口側，包含一出口歧管，該出口歧管涵蓋該流分配器的約90~180°之間，其中該流分配器的該入口側及該出口側係定位於該流分配器的方位角相反之周長位置上；

(d)旋轉該基板固持器中的該基板；以及

(e)使溶液從該一或更多入口、穿過該內部歧管、進入該間隙且跨越該基板之該處理表面的範圍、以及穿過該出口歧管流出，按照此順序從而藉此從該基板移除待移除之該材料的至少一部分。

【第2項】如申請專利範圍第1項之用以從基板移除材料之方法，其中將該基板密封於該基板固持器中的步驟在該基板與該基板固持器之間形成無流體洩露之密封。

【第3項】如申請專利範圍第1項之用以從基板移除材料之方法，更包含：將該基板固持器定位於一開放位置中以使該基板可從該基板固持器移除、以及移除該基板。

【第4項】如申請專利範圍第1項之用以從基板移除材料之方法，其中待移除之該材料包含光阻材料。

【第5項】如申請專利範圍第4項之用以從基板移除材料之方法，其中該光阻材料包含負型光阻材料。

【第6項】如申請專利範圍第1項之用以從基板移除材料之方法，其中該溶液係以介於約20~40LPM之間的一流速流動。

【第7項】如申請專利範圍第1項之用以從基板移除材料之方法，其中該溶液包含以DMSO及/或TMAH為基礎之溶液。

【第8項】如申請專利範圍第1項之用以從基板移除材料之方法，其中該基板之上具有特徵部，且其中該特徵部具有介於約5~120  $\mu\text{m}$ 之間的一主要尺寸。

【第9項】如申請專利範圍第1項之用以從基板移除材料之方法，其中待移除之該材料係在開始使該溶液流動跨越該基板之表面後的約4分鐘內實質上完全移除。

【第10項】如申請專利範圍第1項之用以從基板移除材料之方法，其中該基底板包含延伸進入該間隙的複數突出部。

【第11項】如申請專利範圍第10項之用以從基板移除材料之方法，其中該複數突出部係定向成平行於彼此且垂直於該間隙中之溶液流動的方向。

【第12項】如申請專利範圍第11項之用以從基板移除材料之方法，其中每一突出部在該基底板的範圍內連續地延伸。

【第13項】如申請專利範圍第10項之用以從基板移除材料之方法，其中該複數突出部具有長方形橫剖面。

【第14項】如申請專利範圍第10項之用以從基板移除材料之方法，其中該複數突出部係設置成不同形狀。

【第15項】如申請專利範圍第10項之用以從基板移除材料之方法，其中該複數突出部包含溶液可流通穿過的孔洞。

【第16項】如申請專利範圍第1項之用以從基板移除材料之方法，其中該流分配器包含在該流分配器之該入口側附近的複數方向鰭片，其中該複數方向鰭片起作用而將該間隙中之溶液的流動從(i)一徑向朝內流重新引導成(ii)從該流分配器之該入口側至該流分配器之該出口側的一線性流。

107年7月25日修正本

**【發明說明書】****【中文發明名稱】**用於先進封裝應用之設備**【英文發明名稱】** APPARATUS FOR ADVANCED PACKAGING

APPLICATIONS

**【技術領域】****【0001】** 本發明係關於從基板移除材料之方法及設備。

**【0002】** [相關申請案之交互參照]本申請案主張於2013年5月29日所提申、且題為「APPARATUS FOR ADVANCED PACKAGING APPLICATIONS」之美國專利申請案第13/904,283號的優先權，其係針對所有目的而在此整體併入做為參考。

**【先前技術】**

**【0003】** 光阻為用於若干製造程序中以在處理期間於例如半導體晶圓之工件上形成圖案化塗層的光敏感材料。在使光阻塗覆表面曝露到高能輻射圖案之後，將一部分之光阻移除以顯露下方的表面，使剩餘的表面維持受保護。然後可在被部份露出之表面及殘留的光阻上執行像是沉積、蝕刻之半導體製程及其它製程。在執行一或更多半導體製程之後，可在剝除操作中將剩餘的光阻移除。

**【0004】** 負光阻及正光阻兩者皆可用以將晶圓圖案化。在正光阻方面，曝露到高能輻射造成阻劑材料變得比未曝露到輻射之阻劑部份更可溶於顯影劑。因此，當利用正光阻所圖案化之基板曝露到顯影劑時，阻劑曝露到輻射之區域被移除，而在非曝露區域中的阻劑保持完好。負光阻以相反方式作用，其中負光

阻曝露到高能輻射造成負光阻材料變得較不溶於顯影劑。因此，在與顯影劑接觸之後，曝露到輻射之負阻劑區域保持完好，而未受曝露之阻劑區域被移除。

**【0005】** 一個其中已採用負光阻之領域為晶圓級封裝(WLP)製程(像是凸塊及銅柱應用)。舉例來說，此等製程可利用若干負乾膜及旋上(spin-on)之光阻。已證實此等材料在此等應用中尤具優勢，因為其具有對基板之良好附著性、與電鍍化學之優異相容性，且產生在特徵部基底實質上無基腳(footing)之良好成型、鉛直的輪廓，即使對於深特徵部(例如比約20  $\mu\text{m}$ 更深之特徵部)亦然。儘管如此，負光阻造成若干製造問題。伴隨此等材料之使用的一個主要課題為負光阻相當難以移除。

#### **【發明內容】**

**【0006】** 在此之若干實施例關於用以將材料從基板移除之方法及設備。在一些情況中，被移除的材料為負光阻材料，且基板為部份製造之半導體基板，然而實施例並非受限於此。

**【0007】** 於在此之實施例的一實施態樣中，提供用以從基板移除材料之方法。方法包含(a)接受其上具有待移除材料之基板；(b)將該基板定位並密封於基板固持器中而顯露該待移除材料；(c)將該基板固持器定位在移除位置，藉此形成間隙，該間隙在一側由該基板所定義、在相對側由基底板所定義、且繞著邊緣由流分配器所定義，其中當在垂直於基板面的方向上量測時，該空腔具有介於約2-10 mm之間的尺寸，且其中該流分配器包含：(i)繞著該流分配器涵蓋介於約90-180°之間的內部歧管，其中該內部歧管為在該流分配器中、流體可流動穿過之空腔、及(ii)用以將流體從一或更多流體供應管線輸送至該內部歧管之一或更多入口、及(iii)繞著該流分配器涵蓋介於約90-180°之間、且定位成與該內部歧管相對的出口歧管；(d)旋轉該基板固持器中的該基板；且(e)使剝除溶液從該一

或更多入口、穿過該內部歧管、進入該空腔跨越該基板面、且穿過該出口歧管流出，以藉此將該待移除材料的至少一些者從該基板移除。

**【0008】** 在不同實施例中，將基板密封於基板固持器在該基板及該基板固持器之間形成無流體洩漏之密封。方法亦可包含將基板固持器定位在開放位置使得基板可從該基板固持器被移除、及移除該基板。在一些情況中，待移除材料包含光阻材料。光阻材料可為負光阻材料。在一些實施例中，剝除溶液係以介於約20-40 LPM之間的速率流動。在一些情況中，剝除溶液包含以DMSO及/或TMAH為基礎之溶液。在不同實施例中，待處理之基板在其上具有特徵部，且該等特徵部可具有介於約5-120  $\mu\text{m}$ 之間的主要尺寸。在一些情況中，待移除材料被完全移除。在其他情況中，其係被實質上完全移除。在一實施例中，待移除材料係在開始使剝除溶液流動跨越基板面之後的約4分鐘內被實質上完全移除。

**【0009】** 於在此之實施例的另一實施態樣中，提供用以將材料從基板移除之設備。設備可包含移除槽，該移除槽包含：(a)用以在基板平面中固持並旋轉碟形基板之基板固持器、(b)基底板，其係實質上平行於該基板平面而定位，使得當該基板存在於該基板固持器中時於該基底板及該基板之間形成間隙，其中該基底板及該基板固持器中之該基板之間的距離係介於約2-10 mm之間、及(c)至少部份地定位在該基底板及該基板固持器之間的流分配器，該流分配器包含：(i)繞著該流分配器涵蓋介於約90-180°之間的內部歧管，其中該內部歧管為在該流分配器中、流體可流動穿過之空腔、及(ii)用以將流體從流體供應管線輸送至該內部歧管之一或更多入口、及(iii)繞著該流分配器涵蓋介於約90-180°之間、且定位成與該內部歧管相對之出口歧管。

**【0010】** 設備亦可包含定位在間隙中之複數鰭片，該複數鰭片起作用而引導流體以實質上線性之流圖案從內部歧管流到出口歧管。再者，設備可包含為了

將潤洗流體輸送至基板表面所設計或配置的潤洗元件。在一些情況中，潤洗元件可為了用於移除槽中而設計或配置。在其他情況中，潤洗元件可定位在像是旋轉潤洗乾燥模組之與移除槽分開的模組中。在若干情況中，待處理之基板可具有約300或450 mm之直徑。設備之內部歧管可包含為了將流體輸送至間隙所設計或配置之複數噴淋頭出口孔洞。在一些實施例中，噴淋頭出口孔洞係定位在基板固持器及基底板之間、且在基板之周邊的徑向外部。設備亦可包含介於流分配器及基板固持器之間間隙。在不同情況中，此間隙係介於約0.25-8 mm之間。在一些實施例中，內部歧管包含複數角度有別之部份。在特定之實施例中，通往內部歧管之至少一角度有別之部份的流可獨立於該內部歧管的至少一其它角度有別之部份而受控制。

**【0011】** 此等及其它技術特徵將於底下參照相關圖式加以描述。

**【圖式簡單說明】**

**【0012】** 圖1A為顯示典型WLP製程順序中之不同操作的流程圖。

**【0013】** 圖1B顯示處在圖1A中所述之不同階段的基板。

**【0014】** 圖2顯示根據在此之實施例的光阻剝除操作。

**【0015】** 圖3顯示移除槽之簡化剖面視圖及其相關流體迴路。

**【0016】** 圖4顯示基板固持器在潤洗位置的情況下之移除槽的簡化剖面視圖。

**【0017】** 圖5顯示根據在此之實施例的流分配器之頂視圖。

**【0018】** 圖6顯示具有六分開之次區域的入口歧管。

**【0019】** 圖7顯示根據在此之實施例、與設備之其它構件接合的流分配器之入口側的放大剖面視圖。

**【0020】** 圖8顯示具有自基底板朝晶圓延伸之突出部的移除設備之額外實施例。

- 【0021】 圖9顯示各種可能的突出部形狀之剖面視圖。
- 【0022】 圖10A-C顯示基板上之各種可能的突出部佈置之頂視圖。
- 【0023】 圖11顯示根據在此之不同實施例的示範性基板固持器之立體圖。
- 【0024】 圖12顯示接合著基板之基板固持器實施例的放大圖。
- 【0025】 圖13顯示可用於若干基板固持器之實施例的杯體之頂視圖。
- 【0026】 圖14顯示在處理腔室中接合著基板之抓斗式基板固持器。
- 【0027】 圖15為根據在此所揭露實施例之多重工具半導體處理設備的簡化頂視圖。
- 【0028】 圖16為根據在此所揭露實施例之替代性多重工具半導體處理設備的簡化頂視圖。

#### 【實施方式】

【0029】 在本申請案中，用語「半導體晶圓」、「晶圓」、「基板」、「晶圓基板」及「部份製造之積體電路」可互換使用。該領域中具有通常知識者會理解用語「部份製造之積體電路」可指在矽晶圓上之許多積體電路製造階段的任一者期間之該矽晶圓。半導體元件工業中所用的晶圓或基板通常具有200 mm、300 mm、或450 mm之直徑。再者，用語「光阻」及「阻劑」可互換使用。以下詳細描述假定本發明係在晶圓上實施。然而，本發明並非受限於此。工件可為不同形狀、尺寸、及材料。除了半導體晶圓之外，其它可利用本發明之工件包含像是印刷電路板...等之不同物件。

【0030】 在以下描述中提出諸多特定細節，俾以提供所呈現之實施例的徹底理解。所揭露實施例可在無此等特定細節之一些或所有者之情況下執行。在其它情況中，已不詳細描述廣為人知的製程操作，以免無謂地混淆所揭露之實施

例。儘管所揭露之實施例將搭配特定實施例來描述，惟吾人將理解其並非意圖限制所揭露之實施例。

【0031】 再者，於以下討論中，當提及所揭露實施例之頂部及底部特徵部或元件時，用語「頂部」及「底部」僅係為了方便起見而使用，而且只代表本發明之單一參考框架或實施例。其它配置是可能的，像是其中頂部及底部構件係相對於重力而反轉及/或頂部及底部構件變成左邊及右邊或右邊及左邊構件者。同樣地，用語「水平」及「鉛直」適用於圖式中所描述及顯示之實施例，惟應理解其它位向是可能的。

【0032】 在此之實施例經常就移除負光阻而加以描述，然而實施例並非受限於此且可在不同移除/清潔製程中實施。舉例來說，在此所述之方法及設備可用以移除負光阻及正光阻材料兩者。再者，利用供移除目標材料用之適當化學的取代，可實施所揭露之技術以將其它非光阻材料從像是碟狀基板之基板移除。

【0033】 習知的光阻剝除方法原本主要係設計成用以移除易溶於丙酮之正光阻材料。此等習知方法經常運用具有 $N_2$ 起泡之浸泡槽或單一晶圓旋轉系統。負阻劑經常利用以DMSO或TMAH為基礎之溶液加以移除，然而亦可使用其它剝除溶液。與正阻劑不同，負阻劑不輕易溶解於剝除溶液。反而是，負阻劑傾向於膨潤、抬升(亦即脫層)、然後在相對長的持續期間內部份地溶解。在商業應用中，此溶解發生在大約5分鐘的期間內。對於較小規模之以實驗室為基礎的應用，此溶解發生在大約30分鐘的期間內。

【0034】 若干特徵部類型可加劇負光阻移除之難度。舉例來說，在電鍍SnAg材料以填充並接著過填充特徵部(藉此產生菇狀)之SnAg菇狀電鍍中，SnAg過填充物可能將若干量的光阻材料牽制在菇狀沉積物之頂部下方。要移除此受牽制材料在現實上具挑戰性。特徵部類型影響光阻移除之另一範例在像是凸塊及柱之高間距(緊密堆積)特徵部的情況中。此等高間距特徵部使剝除流體難以如所需

一般地滲入及循環以移除光阻。在此之實施例可用以移除光阻及其它材料，即便存在著此等困難的幾何亦然。在一些實施例中，待剝除之基板包含具有介於約5-120  $\mu\text{m}$ 之間(例如20-50  $\mu\text{m}$ )之主要尺寸的特徵部。在一些實施例中，待剝除之基板包含具有至多約250  $\mu\text{m}$ (例如介於約5  $\mu\text{m}$ 及100  $\mu\text{m}$ 之間)之間距的特徵部。在一實施例中，待剝除基板包含約為20X20  $\mu\text{m}$ 且具有40  $\mu\text{m}$ 間距之柱或其它結構。在另一實施例中，基板包含具有約150  $\mu\text{m}$ 間距之約80X120  $\mu\text{m}$ 的電鍍凸塊。

**【0035】** 在此所揭露之方法及設備提供用以移除光阻(及其它)材料之新技術。所揭露之技術提供負光阻之更快速、更有效率及更有效的移除。

#### 方法

**【0036】** 圖1A-1B顯示在典型WLP製程順序中進行的不同操作。在此等圖式中，光阻剝除操作係在極高階進行。圖2及隨附討論更詳細地描述光阻剝除操作。

**【0037】** 圖1A顯示典型WLP製程順序之流程圖，而圖1B顯示處於圖1A所述各階段之部份製造的半導體基板之簡化圖。製程180可用於例如形成包含焊料結構(像是焊料球)、及含銅結構(像是銅RDL(再分配層)襯墊、銅柱)或其它相似結構之WLP結構。焊料球可由任何適合的材料形成，像是含錫材料(像是錫銀或錫鉛)。其它WLP結構可包含鎳、金...等。此等材料之任何者可藉由在包含圖案化光阻之基板上電鍍而加以沉積。含銅結構可用以在積體電路封裝中的一或更多埠及一或更多焊料結構之間輸送電流。在若干實施例中，含銅結構之厚度可大於約1 $\mu\text{m}$ ，像是介於約5 $\mu\text{m}$ 及約10 $\mu\text{m}$ 之間、或介於約10 $\mu\text{m}$ 及約30 $\mu\text{m}$ 之間。該厚度通常為銅電鍍於其上之基板及與焊料形成介面之電鍍銅的表面之間的距離。

**【0038】** 製程180開始於步驟181，其中在基板150上沉積晶種層154(例如銅晶種層)。步驟181中之晶種層154的沉積可藉由物理氣相沉積(PVD)進行。在一些

實施例中，可在阻障層152(像是鈮(Ta)或氮化鈮(TaN)層，或Ta<sub>2</sub>N<sub>3</sub>/Ta雙層)上沉積晶種層154。

【0039】 製程180於步驟182繼續，其中在晶種層154上沉積光阻156並將其圖案化。在一些實施例中，光阻156係藉由像是旋塗之任何適合的技術來沉積，然後根據期望之銅RDL及/或焊料凸塊佈置加以圖案化。舉例來說，光阻156可藉由選擇性地遮蔽、曝露、顯影及蝕刻光阻156而圖案化。若存在著阻障層152，圖案化可能移除一些或所有在基板上之埠(像是積體電路上之I/O埠(未顯示))的阻障層152。

【0040】 製程180於步驟115繼續，其中在基板上電沉積材料以形成沉積結構。在若干實施例中，所沉積材料為銅，且所沉積結構為含銅結構。在一些實施例中，可藉由將基板浸漬於電鍍浴中並對該基板施加陰極電流而將銅電解地電鍍在基板上。替代性地或隨後，可在基板之光阻已被移除的區域中電鍍焊料凸塊。在一些情況中，焊料凸塊係由錫及銀所形成。在所沉積材料為銅的情況中，電鍍浴可在酸性溶液中包含銅之正離子及相關之陰離子。銅離子來源可為硫酸銅(CuSO<sub>4</sub>)、甲磺酸銅(Cu(CH<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)、葡萄糖酸銅(C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>CuO<sub>14</sub>)、胺基磺酸銅、硝酸銅、磷酸銅、氯化銅及其它者。在特定實施例中，電鍍浴可包含介於約10 g/L及約200 g/L之間的硫酸及介於約10 g/L及約80 g/L之間的銅離子。舉例來說，電鍍浴可包含約140 g/L之硫酸及約40 g/L之銅離子。此等範例電解液配方在本質上為示範性且未意圖以任何方式有所限制。如該領域中具有通常知識者所理解，在沉積銅以外的材料之情況中，電解液將包含用於如此沉積之適當材料。

【0041】 圖1A-1B之步驟115可涉及一系列之電填充製程。舉例來說，在圖1B之實施例中沉積三層材料。在晶種層154上直接沉積銅層158。接著，在該銅層之頂部可選地沉積中介之鎳層160。此中介之鎳層160可做為擴散阻障層。銅層

158及鎳層160共同形成在此所述之沉積結構。在圖1B之實施例中的步驟115期間所沉積之第三層為錫銀焊料層162。如底下將更詳細討論，在若干情況中，焊料材料並非於此步驟期間所電鍍，反而是在製程中的後期步驟引入。

【0042】 步驟115中可能涉及之另一範例電填充製程系列係於2001年2月28日所提申、茲將其整體併入做為參考之美國專利第6,793,796號(代理人卷號NOVLP073)中加以描述。發明說明(description)敘述至少四階段之電填充製程並揭露用於各階段之受控制電流密度法，以供相對小之凹陷特徵部的最適填充。

【0043】 製程180於步驟120繼續，其中將光阻156自基板移除。可使用底下所述技術(然而其它技術當然亦為可能)將光阻156自基板剝除或以其它方式移除。一旦移除光阻156，便可顯露部份之晶種層154及任何阻障層152。在圖1B所示之實施例中，銅層158係直接電沉積在銅晶種層154之頂部。因此，為了明晰之目的，由此開始將晶種層154及電沉積之銅層158共同顯示成銅層158。

【0044】 製程180於步驟125繼續，其中將晶種154及任何阻障層152移除。在一些實施例中，舉例來說，可藉化學蝕刻將先前受光阻156所保護之晶種154及/或阻障層152移除。

【0045】 在若干實施例中，可在製程中的此階段提供焊料來取代在步驟115中電沉積焊料材料。使用此方法(未顯示於圖1A-1B)，焊料結構接觸沉積結構之襯墊(pad)。在一些實施例中，焊料結構為機械式地滴落或以其它方式放置成接觸沉積結構之襯墊的焊料結構(例如焊料球)。在其它實施例中，焊料結構係藉由將焊料材料電解地電鍍到沉積結構之襯墊上所形成。

【0046】 焊料結構係用以將IC封裝結構電連接至IC之內連線。舉例來說，含銅結構上的襯墊為其上可進行焊接、打線接合、倒裝晶片安裝或其它相似連接之指定區域。在一些實施例中，焊料結構可附接於襯墊頂部，該襯墊可以是平坦或升高的。

【0047】 焊料結構可包含可與另一材料接合而形成密封之元素金屬或金屬合金焊料材料。在一些實施例中，焊料結構可包含錫或錫合金焊料。舉例來說，焊料結構可包含錫、錫銀、錫銀銅、錫銅或錫鉛。儘管錫鉛可提供用於封裝之品質良好的「凸塊」且係相對易於電鍍，然而鉛可能因其毒性而比銀更不理想。

【0048】 在若干實施例中，焊料結構可為具有介於約100  $\mu\text{m}$ 及約500  $\mu\text{m}$ 之間之直徑的焊料球。在其它實施例中，焊料結構可為如以上有關步驟115所描述、被電解地電鍍在基板之定義部份中的焊料層。在若干情況中，焊料層可介於約10-50  $\mu\text{m}$ 厚。

【0049】 焊料結構的電鍍可使用該領域中所知的任何適當電鍍技術而完成。像是二元錫銀或三元錫銀銅之焊料材料的電鍍可使用如於2011年11月28日所提申、其整體係在此併入做為參考之美國專利申請案第13/305,384號(代理人卷號NOVLP368)中所述之包含二不同金屬之離子的電鍍浴溶液而完成。

【0050】 製程180於步驟130繼續，其中將液體助焊劑177分配至晶圓上。在若干實施例中可使用旋塗機以完成此流體輸送。助焊劑可用以防止下方材料的氧化並容許焊料輕易地在工件上流動，而非如若無助焊劑所可能發生地形成珠粒。由於焊料材料可能對若干材料附接得非常良好而對該等材料之氧化形式附接得不佳，因此希望防止下方材料的氧化。範例為在銅及氧化銅之背景條件下的錫銀焊料。錫銀焊料對於銅附接得非常良好，但是對於氧化銅附接得不佳。由於氧化銅容易在焊接所用溫度下形成，因此使用助焊劑以部份地(在焊接所用之升高溫度下)提供強還原性的環境而防止如此表面氧化。依此方式，焊料得以對下方銅材料維持良好的附著。

【0051】 製程180於步驟135繼續，其中使焊料結構162回流以容許形成與沉積結構之焊料接合。換言之，仔細地使焊料結構熔融或回流以促進產生附接至沉積結構之襯墊的導電介面。

【0052】 圖2顯示一個執行圖1之光阻剝除步驟120的方式之製程流程圖，且將參照圖3-4所示設備而描述。光阻剝除製程200開始於步驟205，其中接受經光阻塗覆之基板301並將其密封於例如移除槽300內的基板固持器302中。有時亦稱做晶圓固持器之基板固持器302在約略環形之杯體中支撐基板的周緣，俾以將該基板固持在定位。錐體可下壓於基板背側以幫助將其固定在杯體中。基板301係定位成使光阻塗覆表面背向基板固持器302。在圖3之實施例中，基板301之光阻塗覆表面面朝下。

【0053】 儘管在此所述的一些實施態樣可在不同類型之設備中加以運用，惟為了簡單及明晰起見，大部分的討論將關於晶圓面向下之「噴泉」剝除設備。在如此設備中，待剝除工件(於在此呈現之範例中通常為半導體晶圓)一般具有實質上水平的位向(在一些情況中，該位向可能在剝除製程之部份或整體期間自真正的水平變化些許度數)，且可被驅動而在剝除期間旋轉。噴泉剝除設備具有許多與類似之「噴泉」電鍍設備共同的設計特徵。噴泉電鍍類型槽體/設備之成員的一範例為由CA、Fremont之Lam Research Corporation所製造且可自其取得之Sabre<sup>®</sup> Electroplating System。此外，噴泉電鍍系統係於2001年8月10日提申之美國專利第6,800,187號[代理人卷號NOVLP020]及2008年11月7日提申之美國專利第8,308,931號[代理人卷號NOVLP299]中描述，其係在此整體併入做為參考。儘管在此之討論著重於此水平基板位向之類型，然而其它位向亦為可能。在一範例中，可將晶圓以實質上鉛直之方式加以定向。

【0054】 光阻材料通常沉積在遠離基板邊緣之一些距離(例如約1 mm)，繞著晶圓周緣留下顯露之金屬基板條帶。基板固持器302在此顯露之金屬區域、而非在光阻本身密封至基板301上。此安排形成可靠的密封並防止光阻被基板固持器所捕集，其可造成該被捕集材料不合意地殘留在基板上。將基板密封於基板固持器中具有好處，因為其幫助防止流體洩漏，流體洩漏可能需要過量之剝除化

學品、且於其他方面在移除槽內造成不佳的流體動力學(例如在晶圓邊緣附近不連續的流)。

**【0055】** 製程200於步驟210繼續，其中使基板301旋轉並將其浸漬於加熱之剝除溶液中。旋轉可於浸漬之前、中或之後開始。在一些實施例中，旋轉以介於約1-20 RPM之間(例如介於約5-15 RPM之間)的速率進行。在圖3之實施例中，剝除溶液填滿基板301之電鍍面及底部板333之間的空腔334，基板301之電鍍面及底部板333係實質上平行於彼此(例如在約20°以內)。在一些情況中，可在任何流體進入空腔334之前將基板固持器定位在移除位置(亦即浸漬位置)。在其它情況中，於基板固持器移入移除位置之前將流體提供於基板上。剝除溶液底下將更詳細描述之流分配器335進入空腔334，並穿過出口310而離開空腔334。在不同情況中，流體可以介於約20-50 LPM之間的速率流動。流分配器335包含C形內部歧管，該內部歧管涵蓋位於周緣之該流分配器的一部份。在一範例中，內部歧管涵蓋基板周緣之約120°。此安排容許剝除溶液於槽之一側進入空腔334、以實質上線性之交叉流圖案行進跨越該空腔、然後在出口310離開該槽。此在基板上產生剪切作用。由於基板301在其浸漬於剝除溶液中時旋轉著，因此線性流圖案於晶圓面上被均分，產生優異的材料移除結果。換言之，藉由在晶圓下方創造空間上均勻的對流流場並使晶圓旋轉，每一特徵部及每一晶粒在旋轉及剝除製程之過程期間展現近乎相同的流圖案。

**【0056】** 在步驟215，使基板於剝除溶液中維持浸漬持續一時期。曝露於溶液之持續期間將取決於不同因素，包含所涉及之化學、溶液溫度、溶液流率、待剝除光阻之厚度及其它幾何特性、移除槽之確切幾何...等。在典型實施例中可使基板保持浸漬，直到光阻被完全或實質上完全移除。在一些實施例中，完全移除係在少於約5分鐘(例如少於約4分鐘、少於約3分鐘或少於約2分鐘)內達成。在一些實施例中，待移除材料被完全移除。在其它實施例中，材料被實質上完

全移除(亦即, 移除至少99%的材料)。在更其它實施例中, 可移除較少的材料(例如至少25%的材料、至少50%的材料、至少75%的材料或至少90%的材料)。

**【0057】** 然後製程200於步驟220繼續, 其中將基板移至潤洗位置並加以潤洗, 如圖4所示。潤洗溶液可透過潤洗噴嘴320提供, 可視情況將潤洗噴嘴320固定在移除腔室壁322或任何其它件設備。在若干實施例中, 噴嘴可靜止不動, 而在其它實施例中, 該噴嘴可視需要擺入或以其它方式移至定位。在一些實施例中, 可使用複數潤洗噴嘴。潤洗溶液可為任何適當之溶液, 且在若干實施例中為去離子水。潤洗操作幫助將剝除溶液自基板表面移除, 且亦幫助移除可能存在之剩餘光阻顆粒。然後可在步驟225將基板乾燥。在一些情況中, 乾燥可透過在升高之旋轉速率(例如介於約1000-2000 RPM之間)下旋轉基板而進行。

**【0058】** 儘管潤洗及乾燥步驟220及225可在移除槽300中進行, 然而此等步驟可替代性地在分開之潤洗及/或乾燥模組中進行。可將此等模組實施成多重工具設備的一部分。

**【0059】** 如圖3所示, 可於再循環溶液迴路中提供剝除溶液。容納槽314可用以容納大量之剝除溶液。容納槽應大到足以容納所需之溶液量。所需溶液量將取決於基板/移除腔室/相關管系之規模。在特定實施例中, 容納槽容納約50 L之溶液。

**【0060】** 容納槽314可具有加熱元件316、以及溫度控制感測器及回饋迴路(未顯示), 此三者運作而將剝除溶液維持在期望的溫度。溶液離開容納槽314並被輸送至泵318, 泵318將流體輸送至交叉流入口335。當基板301存在且基板固持器302處於剝除位置時, 於基板301及底部板333之間形成狹窄空腔334。溶液離開交叉流入口335、行進穿過空腔334、並於出口310離開。然後溶液流動(在一些情況中越過堰壁, 而在其它情況中穿過專用的管系)並穿過篩312。在一些實施例中, 篩312尚屬粗糙、具有大概約1 mm之開口, 並起作用而移除從基板表面脫落

之光阻碎片。光阻碎片通常約為一公分或數公分。篩312可位於流迴路中的不同位置。在一些情況中，篩312可為流體在到達容納槽314之前穿過之分開的元件。此實施例顯示於圖3。在其它情況中，可將篩312併入容納槽314。在一些情況中，使用濾器而非篩。

**【0061】** 篩312應定期清潔以移除不要的光阻或其它材料。一般而言，篩本身足以清潔剝除溶液。然而，溶液應定期更換、或在洩放與饋送(bleed-and-feed)循環下運作，俾以提供所需之新鮮剝除溶液。

## 設備

**【0062】** 在此所述之方法可藉由任何具有在此所述之材料移除模組的適當設備而執行。適當設備通常包含具有指令之系統控制器，該等指令用以控制與光阻剝除或其它移除操作相關的製程操作及可選地控制其它操作。在一些實施例中，硬體可包含一或更多製程站，該等製程站被包含在製程工具或平台中。

**【0063】** 在此實施例之一些者關於移除槽。此等移除槽的若干實施態樣已於以上描述或提及，並將於本小節更全面地加以描述。

**【0064】** 根據在此之實施例的典型移除槽將包含具有晶圓固持器及流分配器的移除腔室。除了其它元件之外，流分配器尚可包含基板(有時被稱做底部板)、流體入口及流體出口。流體入口可包含內部歧管及噴淋頭。移除槽通常亦關聯到溶液容納槽、篩或其它濾器、加熱器、及與該移除槽流體連通之泵。此等元件之整體排列係顯示於圖3中。

**【0065】** 圖5顯示流分配器500之頂視圖。流分配器500通常至少部份地位在基板之周緣外部，且至少部份地位在基板平面下方。如以上所述，流分配器500可包含複數元件，包含入口504、流引導鰭片508及出口510。在若干實施例中，可將基板實施成流分配器之一部份，然而在其它情況中，基板可為分開的元

件。入口504可包含複數元件，包含內部歧管(有時被稱作入口歧管或交叉流注射歧管)(在圖5中不可見)及具有複數噴淋頭孔洞507之歧管噴淋頭506。有時將噴淋頭孔洞507取向成使離開孔洞之流體以平行於基板面之方向行進。在其它情況中，將噴淋頭孔洞507取向成使離開孔洞之流體起初朝基板之電鍍面向上行進。一般而言，當噴淋頭孔洞507以後者的方式加以取向時，流方向經常透過與流分配器之元件的交互作用而從(a)朝向基板改變成(b)平行於基板(舉例來說，流可在遭遇流分配器的表面之後改變方向)。

**【0066】** 在一些實施例中，內部歧管在流分配器500內部形成連續之流體耦接空腔。在此情況中，(複數)交叉流饋送通道離開進入一連續且連接之內部歧管腔室。在其它實施例中，內部歧管被區分成角度有別且完全或部份地分開之區段。在一些情況中，通往各區段之流可獨立受控制。在特定實施例中，此等角度有別之區段的每一者係流體連通至設置於流分配器500中的分開之饋送通道503。在一些情況中，可在流體進入路徑中放置流限制銷以幫助控制輸送至入口之各區段的流體流。內部歧管/入口/噴淋頭次區域顯示於圖6。在若干實施例中，內部歧管之此等有別的次區域之每一者具有相同的容積及/或相同的角度範圍。同樣地，出口可以與入口相同之方式而區分成角度有別的次區域。因此，在此有關多重部份入口之教示亦適用於多重部份出口。

**【0067】** 個別入口通道及次區域之數目可介於約1-12個之間，例如介於約4-6個之間。在一實施例中，如圖5所示有6個入口通道。可將溶液入口區分成複數入口以在晶圓面上提供均勻的直線流。假如未將入口加以區分，在角度有別之流體進入點之間會有壓力差，造成流體以不同的速度流動跨越基板面，因而形成較不均勻之流圖案。入口通道503饋入內部歧管，然後該內部歧管饋入入口504之噴淋頭506。

【0068】 內部歧管為一方位角空腔，其可為流分配器500內部的挖空通道，該挖空通道可將流體從不同個別之饋送通道503分配至交叉流噴淋頭板506之不同的複數流分配孔洞507。此內部歧管(及相關的入口504)係沿著流分配器500之周緣或邊緣區域的角度部份所設置，流分配器500在接合時係定位成繞著基板周緣且稍微在其外部。在一些情況中，內部歧管及入口504繞著基板周緣涵蓋介於約90-180°之間(例如介於約120-170°、或介於約140-150°之間)的部份。在特定情況中，內部歧管及入口繞著基板周緣涵蓋約120°。噴淋頭506可涵蓋此等相同範圍。

【0069】 如圖7中所更詳細顯示，內部歧管704可具有「L型」剖面，其中該歧管(a)在基板固持器702之鉛直表面的周緣外部向上延伸、以及(b)在基板固持器702之水平底部表面的下方延伸。歧管之較高的外部部份可介於約5-20 mm高(例如介於約10-15 mm高)，且在一實施例中約為8.5 mm高。在一些情況中，內部歧管之較高部份的長度(如在圖7之實施例中的水平徑向上所量測)可介於約5-20 mm之間，且在一實施例中約為15 mm長。在一些實施例中，內部歧管之較短的內部部份可介於約2-10 mm高(例如介於約4-6 mm高)，且在一實施例中約為2.5 mm高。歧管之較短的內部部份可具有介於約2-10 mm長的長度(例如介於約4-6 mm長)，且在一實施例中約為6 mm長。

【0070】 內部歧管704及相關的噴淋頭706在基板固持器702下方部份地水平延伸。儘管對噴淋頭706而言一逕延伸到基板固持器702之內部底角係可行，然而可能希望在基板固持器702下方終止噴淋頭706，使噴淋頭孔洞707及基板固持器702的此角落之間有一些距離715。此分開距離715可具有益處，因為其幫助確保流在其流動跨越基板701之面時更為完備且均勻。在一些實施例中，距離715可介於約2-30 mm之間，例如介於約10-15 mm之間。在無如此距離715的情況下，晶圓之邊緣可能因離開噴淋頭孔洞707時之初始流條件而經歷若干非均勻性。

【0071】 在所繪示之實施例中，在內部歧管704及晶圓固持器702之間具有小間隙(橫跨例如介於約0.25-2.5 mm)。水平定向之間隙可具有與鉛直定向之間隙相同或不同之間隙距離。在若干實施例中，鉛直定向之間隙具有介於約0.5-8 mm之間的寬度。在此等或其它實施例中，水平定向之間隙具有介於約0.25-8 mm之間的高度。在一實施例中，基板固持器702下方之水平定向之間隙約為0.5 mm高，且基板固持器702外部之鉛直定向之間隙約為2 mm寬。此等狹窄間隙避免流體洩漏，藉以在晶圓701之面上促進期望之流體動力條件。再者，內部歧管704之外部/高挑部份可藉由建立流體係從該處輸送至歧管噴淋頭706之較大貯存部而幫助在晶圓面上建立均勻的流圖案。

【0072】 在其它若干實施例中(未顯示)，內部歧管可為平坦而非L型。在此等實施例中，可於基板固持器之底部附近具有另一阻力誘發元件。阻力誘發元件可為任何在基板701及基底板714之間之空腔外部的區域中限制流體流動者。在一範例中，額外的阻力誘發元件為在基板固持器702之外壁部份地向上延伸之塊材，類似於圖7所示之內部歧管704的高挑部份。在另一範例中，將密封件(例如可撓性密封件)定位在基板固持器702及流分配器708的一些部份(例如內部歧管704、噴淋頭706...等)之間。就設備劣化及汰換成本而言，密封件的使用可能比在此所揭露之其它實施例更不理想。不論內部歧管704之幾何，流體皆透過(複數)入口703而提供到歧管704。

【0073】 回到圖5，內部歧管504之出口被稱做歧管噴淋頭506。剝除溶液被饋入噴淋頭506並穿過對準平行於晶圓面及基底板之方向的複數小型孔洞507離開。大量孔洞的使用有利於在晶圓表面上產生均勻的流。在一些實施例中，歧管噴淋頭506包含介於約100-200個之間的個別孔洞507。在圖5之實施例中，噴淋頭孔洞507可能未依比例繪製。通常在每對引導鱗片508之間會有超過6個孔洞507，然而情況未必總是如此。

【0074】 在溶液離開噴淋頭孔洞507之後，流係受到可被實施成流分配器500之一部分或分開元件的複數流引導鱗片508所引導。在流分配器500之入口及出口側各者附近的鱗片508之數目可在從約2-30個的範圍內。在一些情況中使用超過30個鱗片。引導鱗片508定義在基板固持器之表面下方及相鄰引導鱗片508之間幾乎隔離的流體通道。在一些情況中，鱗片之目的為將自歧管噴淋頭孔洞507離開的流從其他不同之徑向朝內方向重新引導並侷限至「左到右」的流軌跡(左為交叉流之入口側，右為出口側)。離開歧管噴淋頭506之孔洞507的溶液係沿著由引導鱗片508之位向所造成的流動流線由引導鱗片508所引導。在若干實施例中，流分配器之所有引導鱗片508係如圖5所示彼此平行。此幫助於內部歧管內建立均勻的交叉流方向。在不同實施例中，引導鱗片508係如圖5所示沿著流分配器500之入口及出口側兩者而設置。

【0075】 回到圖7，在溶液穿過噴淋頭孔洞707離開歧管噴淋頭706之後，其進入在頂部由基板701所定義(注意在繞著恰好邊緣處，空腔716在頂部係由基板固持器之底部表面而非基板本身所定義)且在底部由基底板714所定義之空腔716。此空腔716具有基板之形狀(例如碟型)且於基板之曝露表面下方延伸。空腔之直徑稍微大於工件之直徑，且此等二直徑在若干情況中實際上相同。在不同實施例中，空腔716之高度係介於約2-15 mm之間，例如8-10 mm。此高度係相當短小以藉著賦予穿過空腔716之高交叉流速率來促進基板面之剪切。此穿過狹窄空腔之高流率可在晶圓面附近促進更多紊流，其就材料移除/清潔結果而言具有益處。圖5所示之流引導鱗片位於空腔716中。

【0076】 圖7之實施例顯示空腔716中的階梯部，其中該階梯部繞著基板固持器之角落延伸，然而此階梯部並非存在於所有實施例。在若干情況中，晶圓固持器702之周緣底部表面可具有角度，使噴淋頭孔洞707及基板701的邊緣之間具有斜度。在階梯部存在的情況中，在高度上應將其降至最小(亦即，該階梯部在

垂直於基板之方向上應非常短)。此短階梯部高度幫助確保空腔716之高度維持短小，在基板701之面上促進有利之流體動力條件。為了達成小階梯部，基板固持器應具有非常薄之底部厚度(例如少於約5 mm、少於約3 mm或少於約1.5 mm)。

【0077】 在溶液通過空腔716之後，其透過流分配器708中的出口歧管(未顯示)離開。出口歧管可繞著基板周緣涵蓋介於約90-180°之間(例如介於約120-170°之間或介於約140-150°之間)的部份。在特定情況中，出口歧管繞著基板周緣涵蓋約120°。

【0078】 圖8顯示具有複數突出部820之替代性實施例，該複數突出部820位在介於基板801及基底板814之間的空腔816中、並垂直於跨越基板801之交叉流而定向。突出部改變與晶圓相鄰之流場而增加通往晶圓之質量傳送且改善在晶圓面上的質量傳送均勻度。此可藉由增加與晶圓表面相鄰之流體的局部雷諾數(Reynolds number, Re)並在晶圓表面上提供更均勻之交叉流而完成。

【0079】 可將突出部設置成相對瘦長之形狀，該等形狀起作用而促進穿過空腔816之明顯較高的流速度，因而達成改善之用於材料移除的流體動力學。換言之，突出部在晶圓表面附近及晶圓表面上創造局部之紊亂帶。

【0080】 圖9顯示突出部形狀之不同可能的實施例。此等形狀意在例示而非限制，且該領域中具有通常知識者將察知不同突出部形狀、尺寸及定向係設想成於本發明之範圍內。突出部通常瘦且長，且定向成垂直於交叉流之方向。突出部可正向於基底板表面或可具有角度。其可為長方形、三角形、圓柱形、以上各者之一些組合、或不同形狀。在若干實施例中，突出部可具有孔洞以進一步影響剝除溶液流。突出部沿著其長度可為連續或不連續。在一些情況中，突出部可延伸跨越基底板之整面。在其它情況中，基底板之周緣邊緣區域不具有突出部。

【0081】 在一些實施例中，突出部可具有不同形狀及/或尺寸(例如交替之長方形及三角形突出部)。若干形狀可具有流體優勢，舉例來說，具有三角形尖端之長方形突出部可造成較大之流體剪切及/或更傾向於在剝除溶液內形成漩渦。

【0082】 在一些實施例中，突出部高度為基板及晶圓表面之間距離的約30-85%之間。舉例來說，假如基板及晶圓之間的距離為6 mm，突出部之高度應介於約2-5 mm之間，例如介於約2-4 mm之間。使突出部高度特性化之另一方式為指定基板表面及(複數)突出部的頂部之間的距離。在許多實施例中，此距離係介於約1及4 mm之間。舉例來說，假如基板及晶圓表面之間間隙為10 mm且突出部之頂部係自晶圓表面起約1到4毫米遠，此意味著突出部約為6到9毫米高(10 - 4 mm=6 mm到10 - 1 mm=9 mm)。突出部之最大高度可受系統中之若干流特性所限制。突出部應高到足以在基板到晶圓之通道中誘發紊流(例如 $Re>1400$ )。突出部容許剝除溶液因晶圓附近之增加的紊流而更易於滲透至特徵部之間。

【0083】 突出部之寬度可介於約0.5-3 mm之間(例如介於約1-2 mm之間)。突出部之長度可大至該等突出部係定位於其上之基板弦的長度。在基板之中心，最大突出部長度為基板之直徑。在遠離基板中心之區域中，此最大長度將為一些較短的距離。亦可使用較短之突出部。突出部之間的距離可介於約2-10毫米之間。此距離在不同組突出部之間可為恆定或可變。

【0084】 突出部之佈置可為系統性或隨機。不同可能的突出部佈置係呈現於圖10A-C。針對此等圖式之各者，流體流朝左到右之方向，如圖10A之圖幅中的箭號所代表。在此實施例中，突出部縱向延伸跨越基板之整體或實質上整體長度。突出部係定向成平行於彼此且垂直於交叉流方向。在圖10B中，突出部係以交錯的方式安排，使得突出部之間的通道在交叉流之方向上並未彼此成列。在此實施例中，可將突出部視為在縱向上不連續。在圖10C中，將突出部更隨機

地加以安排，而具有實質上不同的突出部長度、以及不同的相鄰突出部之間的距離。

【0085】 在一些實施例中，將百萬赫超聲波或超聲波能供應至基板表面。在一些實施例中，將MegPie傳感器(未顯示)耦接至基板。MegPie對基板供應傳送至剝除溶液之百萬赫超聲波能。此百萬赫超聲波能幫助將光阻或其它材料從基板面移除。

【0086】 圖11顯示示範性基板固持器100之透視圖。此基板固持器可相對於不同類型之半導體處理設備(包含移除槽及沉積槽兩者)而使用。以下討論中的焦點將在移除槽上。設備100包含晶圓接合構件，其有時被稱做「抓斗」構件、「抓斗」組件或「抓斗」。抓斗組件包含杯體101及錐體103。杯體101固持晶圓，而錐體103將晶圓牢固地固定於杯體中。可使用在此所特別繪示者以外的其它杯體及錐體設計。常見的特徵為具有晶圓停駐於其中之內部區域的杯體及將晶圓壓向該杯體以將其固持於定位的錐體。杯體底部應具有相對薄的厚度(例如小於約5 mm)，俾以維持晶圓表面及基板之間的狹窄間隙。可將杯體尺寸化以與具不同直徑之晶圓(例如具200 mm、300 mm或450 mm之直徑的晶圓)接合。

【0087】 在所繪示之實施例中，抓斗組件(杯體101及錐體103)係藉由連接到頂部板105之支架104所支撐。此組件(101、103、104及105)係藉馬達107經由連接到頂部板105的轉軸106所驅動。馬達107係附接至裝設托架(未顯示)。轉軸106將力矩(來自馬達107)傳送至抓斗組件，該抓斗組件在剝除期間造成固持於其中之晶圓(未顯示於此圖式)旋轉。轉軸106內的氣缸(未顯示)亦提供用以將杯體101與錐體103接合之鉛直力。當抓斗解開時(未顯示)，具有末端致動器手臂之機器人可將晶圓插入杯體101及錐體103之間。在晶圓被插入後，錐體103與杯體101接合，其將晶圓固定於設備100內，僅留下曝露到溶液之晶圓前側(工作表面)。

【0088】 在若干實施例中，抓斗包含保護錐體103免於噴濺之溶液的噴灑裙部109。在所繪示之實施例中，噴灑裙部109包含鉛直之圓周襯套及圓形頂蓋部份。間隔構件110維持噴灑裙部109及錐體103之間的分隔。

【0089】 針對此討論之目的，將包含構件101-110之組件統稱為「晶圓固持器」111。然而注意，「晶圓固持器」或「基板固持器」之概念一般延伸到與晶圓接合並容許其運動及定位之構件的不同組合及次組合。

【0090】 再者，整個晶圓固持器111係經由致動器(未顯示)鉛直升起或降下而將晶圓固持器之近端浸入剝除溶液(或電鍍溶液)。因此，雙構件定位機構提供沿著垂直於溶液表面之軌跡的鉛直運動及容許晶圓自水平位向(亦即，平行於溶液表面)偏移之傾斜運動(具角度之晶圓浸漬能力)兩者。

【0091】 圖12顯示與基板304接合之基板固持器的實施例之放大圖。閉合操作涉及降下錐體308且利用錐體308施壓至晶圓304之背側上。由於此壓力，作用表面306與唇密封件212之唇212b接觸。壓縮亦確保唇212b之整個周長與前表面306接觸，尤其是假如兩者之一的表面中具有一些缺陷的情況下。唇密封件212通常由可壓縮材料製成。

【0092】 圖12所示之抓斗組件可根據本實施例(在移除槽及電鍍槽兩者中)使用，且在不同情況中可被實施於由Fremont, CA之Lam Research Corporation所提供的Sabre<sup>®</sup>電鍍系統上。所示之抓斗組件的實施例改善密封並幫助保護基板及設備。其亦容許容易的手動清潔及自動清潔、潤洗及清潔/蝕刻操作(已知為杯體接觸潤洗(CCR)及自動接觸蝕刻(ACE)操作)。圖13顯示可被實施成基板固持器之一部分的抓斗杯體410之實施例。抓斗杯體410包含彈性唇密封件418，該彈性唇密封件418繞著其內部邊緣形成無流體洩漏之密封。

【0093】 圖14顯示可用於若干實施例中(例如在移除槽及/或電鍍槽中)的典型抓斗組件之示意性代表。設備1300可具有用以旋轉抓斗(元件202、204、210、212、

214、306、308及其它者)之馬達107及具有用以在設備內部將錐體308抬起之空氣缸的轉軸106。馬達107及轉軸106係於圖11之上下文中進一步描述。馬達107及空氣缸之操作可藉由系統控制器1302加以控制。在若干實施例中，系統控制器1302係在材料剝除(例如光阻剝除)、銅或其它材料沉積、晶圓之插入及移除...等期間用以控制製程條件。控制器1302可包含一或更多記憶體裝置及具有CPU或電腦、類比及/或數位輸入/輸出連接、步進馬達控制器板...等之一或更多處理器，且將於底下進一步詳細描述。

**【0094】** 圖15顯示可用以實施在此之實施例的示範性多重工具設備。電沉積設備900可包含三分開之電鍍模組902、904及906。電沉積設備900亦可包含剝除模組916。再者，二分開之模組912及914可用於不同製程操作。舉例來說，在一些實施例中，模組912及914之一或更多者可為旋轉潤洗乾燥(SRD)模組。在其它實施例中，模組912及914之一或更多者可為電填充後模組(PEM)，各自用以在基板受電鍍模組902、904及906之一者處理後執行像是基板之邊緣斜角移除、背側蝕刻及酸清洗的功能。

**【0095】** 電沉積設備900包含中央電沉積腔室924。中央電沉積腔室924為一腔室，其容納用作電鍍模組902、904及906中電鍍溶液的化學溶液。電沉積設備900亦包含可儲存及供應用於電鍍溶液之添加物的給劑系統926。化學稀釋模組922可儲存及混合待用做蝕刻劑之化學品。過濾及泵送單元928可過濾用於中央電沉積腔室924之電鍍溶液並將其泵送至電鍍模組。

**【0096】** 系統控制器930提供操作電沉積設備900所需之電子及介面控制。系統控制器930(其可包含一或更多實體或邏輯控制器)控制電鍍設備900之一些或所有性質。系統控制器930通常包含一或更多記憶體裝置及一或更多處理器。處理器可包含中央處理單元(CPU)或電腦、類比及/或數位輸入/輸出連接、步進馬達控制器板、及其它類似的構件。用於實施如在此所述之適當控制操作的指令

可在處理器上執行。此等指令可被儲存在與系統控制器930相關聯之記憶體裝置，或是其可透過網路被提供。在若干實施例中，系統控制器930執行系統控制軟體。

【0097】 電沉積設備900中的系統控制軟體可包含指令，用於控制時間點、電解液成份(包含一或更多電解液成份之濃度)之混合、入口壓力、電鍍槽壓力、電鍍槽溫度、剝除溶液成份之混合、移除槽溫度、移除槽壓力、基板溫度、施加至基板及任何其它電極之電流及電位、基板位置、基板旋轉、及藉由電沉積設備900所執行之特定製程之其它參數。

【0098】 系統控制邏輯可以任何合適之方式加以配置。舉例來說，可撰寫不同之製程工具構件次程式或控制物件以控制實現不同製程工具製程所需之製程工具構件的操作。系統控制軟體可以任何合適的電腦可讀程式語言而編碼。亦可將邏輯實施成可程式化邏輯元件(例如FPGA)、ASIC、或其它適合媒介中的硬體。

【0099】 在一些實施例中，系統控制邏輯包含用於控制上述不同參數之輸入/輸出控制(IOC)排序指令。舉例來說，電鍍製程之每一階段可包含用於藉系統控制器930執行之一或更多指令。可將用於設定浸漬製程階段之製程條件的指令包含於相應之浸漬配方階段。在一些實施例中，可將電鍍配方階段依序安排，俾使電鍍製程階段之所有指令與該製程階段同時執行。

【0100】 在一些實施例中，控制邏輯可被分成像是程式或程式片段之不同部份。針對此目的之邏輯部份的範例包含基板定位部份、電解液組成控制部份、剝除溶液成份控制部份、溶液流控制部份、壓力控制部份、加熱器控制部份、電位/電流電源控制部份。控制器可藉由例如指示基板固持器如期望般移動(旋轉、抬升、傾斜)而執行基板定位部份。控制器可藉由指示若干閥在處理期間之不同時間開啟及關閉而控制不同流體(包含但不限於電解質及剝除溶液)之成份

及流動。控制器可藉由指示若干閥、泵及/或密封件打開/啟動或閉合/關閉而執行壓力控制程式。同樣地，系統控制器可藉由例如指示一或更多加熱及/或冷卻元件啟動或關閉而執行溫度控制程式。控制器可藉由指示電源在整個處理期間提供期望位準之電流/電位而控制該電源。

**【0101】** 在一些實施例中，可具有與系統控制器930相關聯之使用者介面。使用者介面可包含顯示螢幕、設備及/或製程條件之圖形化軟體顯示、及像是指向裝置、鍵盤、觸控螢幕、麥克風...等使用者輸入裝置。

**【0102】** 在一些實施例中，藉由系統控制器930所調整之參數可與製程條件相關。非限制性範例包含溶液條件(溫度、組成及流率)、在不同階段之基板位置(旋轉速率、線性(鉛直)速率、自水平起的角度)...等。此等參數可以配方之形式提供給使用者，該配方可利用使用者介面輸入。

**【0103】** 用於監控製程之訊號可藉由系統控制器930之類比及/或數位輸入連接自不同之製程工具感測器提供。用於控制製程之訊號可在製程工具的類比及數位輸出連接上輸出。可受監控之製程工具感測器的非限制性範例包含質流控制器、壓力感測器(像是壓力計)、熱電偶、光學位置感測器...等。經適當程式化之回饋及控制演算法可搭配來自此等感測器之數據而使用以維持製程條件。

**【0104】** 在多重工具設備之一實施例中，指令可包含將基板插入晶圓固持器、傾斜基板、在浸漬期間對基板施加偏壓、且在基板上電沉積含銅結構。指令可進一步包含將基板傳送至移除槽、將基板浸漬於剝除溶液、旋轉基板、使剝除溶液從內部交叉流歧管流動並跨越晶圓面(包含調整剝除溶液之總體或部份流率)、及移除、潤洗及乾燥基板。

**【0105】** 轉移工具940可從像是卡匣942或卡匣944之基板卡匣選定基板。卡匣942或944可為前開式晶圓傳送盒(FOUP)。FOUP為一殼體，其設計成將基板牢固且安全地固持在受控制的環境中並容許基板被移除，以供藉由裝配有適當負載

埠及機器人搬運系統之工具而處理或量測。轉移工具940可使用真空附接或一些其它的附接機制固持基板。

【0106】 轉移工具940可與晶圓搬運站932、卡匣942或944、傳送站950、或對準器948形成介面。轉移工具946可從傳送站950取用基板。傳送站950可為槽孔或位置，轉移工具940及946可在不經過對準器948的情況下傳送基板來往該槽孔或位置。然而，在一些實施例中，為了確保基板在轉移工具946上係適當地對準以供精確供應到電鍍模組，轉移工具946可利用對準器948將基板加以對齊。轉移工具946亦可將基板供應到電鍍模組902、904或906之一者、或移除槽916、或針對不同製程操作所配置之分開的模組912及914之一者。

【0107】 用以容許基板經過排序的電鍍、潤洗、乾燥及PEM製程操作(像是剝除)之有效循環的設備可有助於用在製造環境之實施例。為了完成此點，可將模組912配置成旋轉潤洗乾燥器及邊緣斜角移除腔室。在具有如此模組912之情況下，基板針對銅電鍍及EBR操作將僅需在電鍍模組904及模組912之間傳送。同樣地，在模組916為剝除模組/移除槽的情況下，基板在站間的傳送係相對有效率且簡易。

【0108】 圖16顯示可用於實施在此實施例之多重工具設備的額外範例。在此實施例中，電沉積設備1000具有一組成對或以複數「雙重站(duet)」配置之電鍍槽1007，每一者包含電鍍浴。除了電鍍本身之外，電沉積設備1000可執行不同的其它電鍍相關之製程及次步驟，像是例如旋轉潤洗、旋轉乾燥、金屬及矽濕蝕刻、無電沉積、預濡濕及預化學處理、還原、退火、光阻剝除、及表面預活化。電沉積設備1000在圖16中係示意性地俯視顯示，且在圖式中僅揭露單一層級或「樓層」，惟將由該領域中具有通常知識者輕易理解如此設備(例如Lam Research Sabre™ 3D工具)可具有二或更多「堆疊」在彼此上方之層級，每一者可能具有相同或不同類型之處理站。

【0109】 再次參照圖16，待電鍍之基板1006一般透過前端裝載之FOUP 1001饋入電沉積設備1000，且在此範例中係經由前端機器人1002從FOUP被帶到電沉積設備1000之主要基板處理區域，前端機器人1002可抽出在複數維度上受到轉軸1003所驅動之基板1006，並將基板1006從可存取站(二前端可存取站1004以及二前端可存取站1008係顯示於此範例)之一站移動到另一者。前端可存取站1004及1008可包含例如預處理站、及旋轉潤洗乾燥(SRD)站。此等站1004及1008亦可為如在此所述之移除站。前端機器人1002從一側到另一側之側向運動係利用機器人軌道1002a所完成。基板1006之每一者可藉由受到連接至馬達(未顯示)之轉軸1003所驅動之杯體/錐體組件(未顯示)所固持，且該馬達可附接至安裝托架1009。亦顯示於此範例的是電鍍槽1007之四「雙重站」，總共八電鍍槽1007。電鍍槽1007可用於電鍍供含銅結構用的銅及電鍍供焊料結構用的焊料材料(除了其它可能的材料之外)。系統控制器(未顯示)可耦接到電沉積設備1000以控制電沉積設備1000之一些或所有性質。可將系統控制器程式化或以其它方式配置成根據在此先前所述之製程而執行指令。

【0110】 上述不同硬體及方法實施例可搭配微影圖案化工具或製程而使用，例如用於半導體元件、顯示器、LED、光電板...等的製造或生產。儘管並非必要，不過如此工具/製程通常會於共同的製造設施中一起使用或執行。

【0111】 膜之微影圖案化通常包含以下步驟之一些或所有者，每一步驟利用一些可能的工具加以實現：(1)使用旋塗或噴佈工具在工件(例如具有形成於其上之氮化矽膜的基板)上施加光阻；(2)使用熱板或爐或其它合適的固化工具將光阻固化；(3)利用像是晶圓步進機之工具將光阻曝露到可見或UV或X射線光；(4)使用像是濕檯之工具或噴灑顯影劑將光阻顯影，以選擇性地移除光阻並藉此將其圖案化；(5)藉由使用乾式或電漿輔助蝕刻工具將光阻圖案轉移到下方的膜或工件中；及(6)使用像是RF或微波電漿光阻剝除機之工具將光阻移除。在一些實施

例中，可在施加光阻之前沉積可灰化硬遮罩層(像是非晶性碳層)及其它適合之硬遮罩(像是抗反射層)。

**【0112】** 應理解在此所述之配置及/或方式在本質上為示範性，且此等特定實施例或範例將不以限制性意義來考量，因為眾多變化係屬可能。在此所述之特定流程或方法可代表任意數目之處理策略的一或更多者。因此，所說明之不同行動可以所說明之順序、以其它順序、平行地執行，或在一些情況中被省略。同樣地，上述製程之次序可改變。

**【0113】** 本揭露內容之標的包含在此揭露之不同製程系統及配置、及其它技術特徵、功能、行動、及/或性質之所有新穎及非顯而易知的組合及次組合，以及其任何及所有均等者。

#### **【符號說明】**

##### **【0114】**

100	基板固持器
101	杯體
103	錐體
104	支架
105	頂部板
106	轉軸
107	馬達
109	噴灑裙部
110	間隔構件
111	晶圓固持器
115	步驟

120	步驟
125	步驟
130	步驟
135	步驟
150	基板
152	阻障層
154	晶種層
156	光阻
158	銅層
160	鎳層
162	錫銀焊料層
177	助焊劑
180	製程
181	步驟
182	步驟
200	製程
205	步驟
210	步驟
212	唇密封件
212b	唇
215	步驟
220	步驟
225	步驟
300	移除槽

- 301 基板
- 302 基板固持器
- 304 基板
- 306 表面
- 308 錐體
- 310 出口
- 312 篩
- 314 容納槽
- 316 加熱元件
- 318 泵
- 320 潤洗噴嘴
- 322 移除腔室壁
- 333 底部板
- 334 空腔
- 335 流分配器
- 410 抓斗杯體
- 418 唇密封件
- 500 流分配器
- 503 饋送通道
- 504 入口
- 506 噴淋頭
- 507 噴淋頭孔洞
- 508 引導鰭片
- 510 出口

- 701 基板
- 702 基板固持器
- 703 入口
- 704 內部歧管
- 706 噴淋頭
- 707 噴淋頭孔洞
- 708 流分配器
- 714 基底板
- 715 距離
- 716 空腔
- 801 基板
- 814 基底板
- 816 空腔
- 820 突出部
- 900 電沉積設備
- 902 電鍍模組
- 904 電鍍模組
- 906 電鍍模組
- 912 模組
- 914 模組
- 916 剝除模組
- 922 化學稀釋模組
- 924 中央電沉積腔室
- 926 給劑系統

- 928 過濾及泵送單元
- 930 系統控制器
- 932 晶圓搬運站
- 940 轉移工具
- 942 卡匣
- 944 卡匣
- 946 轉移工具
- 948 對準器
- 950 傳送站
- 1000 電沉積設備
- 1001 前開式晶圓傳送盒(FOUP)
- 1002 前端機器人
- 1002a 機器人軌道
- 1003 轉軸
- 1004 前端可存取站
- 1006 基板
- 1007 電鍍槽
- 1008 前端可存取站
- 1009 安裝托架
- 1300 設備
- 1302 控制器