



(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 I681082 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：104139051

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 25 日

(51)Int. Cl. : C25D17/08 (2006.01)

(30)優先權：2014/11/26 美國 62/085,171

2015/04/13 美國 14/685,526

(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：馮 敬斌 FENG, JINGBIN (US)；史多維 羅伯特 馬修 STOWELL, ROBERT
MARSHALL (US)；剛加迪 相提納斯 GHONGADI, SHANTINATH (IN)；拉密許
阿什溫 RAMESH, ASHWIN (IN)

(74)代理人：周良謀；周良吉

(56)參考文獻：

TW 201028503A1

TW 201313968A1

TW 201331424A1

US 2009/0107836A1

審查人員：黃敬皓

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 56 頁

(54)名稱

半導體電鍍設備用唇形密封及接觸元件

(57)摘要

本文中揭露用以在電鍍期間固持、密封、並提供電源至半導體基板的杯體組件，杯體組件包含：杯底元件，其包含主體部分以及力矩臂；設置在力矩臂上的彈性密封元件；以及設置在彈性密封元件上的電接觸元件。主體部分可如此：當基板被抵著力矩臂施壓時，主體部分未實質上撓曲，且主體部分被牢固地附加至該杯體結構的另一特徵物。主體部分之平均垂直厚度比上力矩臂之平均垂直厚度的比例大於約 5。電接觸元件具有實質上平坦但可撓性接觸部分，接觸部分設置在彈性密封元件的實質上水平部分上。彈性密封元件在製造期間與杯底元件結合。

Disclosed are cup assemblies for holding, sealing, and providing electrical power to a semiconductor substrate during electroplating which may include a cup bottom element having a main body portion and a moment arm, an elastomeric sealing element disposed on the moment arm, and an electrical contact element disposed on the elastomeric sealing element. The main body portion may be such that it does not substantially flex when a substrate is pressed against the moment arm, and it may be rigidly affixed to another feature of the cup structure. The ratio of the average vertical thickness of the main body portion to that of the moment arm may be greater than about 5. The electrical contact element may have a substantially flat but flexible contact portion disposed upon a substantially horizontal portion of the sealing element. The elastomeric sealing element may be integrated with the cup bottom element during manufacturing.

指定代表圖：

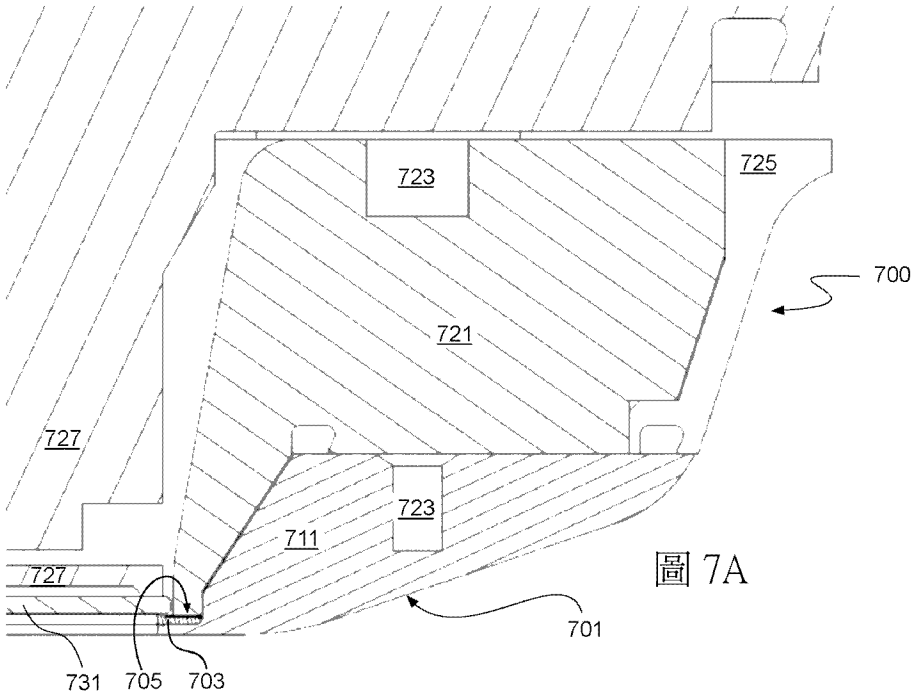


圖 7A

符號簡單說明：

- 700 . . . 組件
- 701 . . . 杯底(元件)
- 703 . . . 彈性密封(元件)
- 705 . . . (電)接觸元件/接觸環
- 711 . . . 主體部分
- 721 . . . 導電板
- 723 . . . 栓
- 725 . . . 絕緣元件
- 727 . . . 錐體
- 731 . . . 基板

【發明說明書】

【中文發明名稱】半導體電鍍設備用唇形密封及接觸元件

【英文發明名稱】LIPSEALS AND CONTACT ELEMENTS FOR
SEMICONDUCTOR ELECTROPLATING APPARATUSES

【技術領域】

【0001】 本發明係關於用於積體電路之鑲嵌內連線之形成，以及在積體電路製造期間使用之電鍍設備。

【先前技術】

【0002】 電鍍為在積體電路(IC)製造中使用以沉積一或多個傳導性金屬層的常用技術。在一些製造過程中，電鍍用以在各種基板特徵之間沉積單層或多層銅內連線。用於電鍍之設備通常包括一電鍍單元，其具有電解質池/槽、以及經設計以在電鍍期間固持半導體基板的抓斗。

【0003】 在電鍍設備之操作期間，將半導體基板浸沒入電解質池中，使得基板之一表面暴露於電解質。與基板表面一起建立的一或多個電接觸用以驅動電流通過電鍍單元並由電解質中可用之金屬離子將金屬沉積至基板表面上。通常，電接觸元件係用以形成在基板與作為電流來源的導電板之間的電連接件。然而，在一些配置中，基板上被電連接件接觸的傳導性晶種層可能朝基板的邊緣變薄，從而使得更難以與基板建立最佳電連接。

【0004】 電鍍中出現的另一問題為電鍍溶液之可能腐蝕性質。因此，在許多電鍍設備中，為避免電解質滲漏、並避免電解質與除了電鍍單元之內部及基

板之指定用於電鍍之面以外的電鍍設備之元件接觸之目的，唇形密封用於抓斗與基板的界面處。

【發明內容】

【0005】 本文中揭露用於電鍍抓斗中的唇形密封組件，該唇形密封組件用以嚙合、並在電鍍期間將電流供應至半導體基板。在一些實施例中，一唇形密封組件可包括：用以嚙合半導體基板的彈性唇形密封；以及用以在電鍍期間將電流供應至半導體基板的一或多個接觸元件。在一些實施例中，在嚙合時，該彈性唇形密封實質上排除電鍍溶液進入半導體基板之周邊區。

【0006】 在一些實施例中，該一或多個接觸元件在結構上與該彈性唇形密封整合，且包括第一暴露部分，該第一暴露部分在該唇形密封與該基板嚙合時接觸該基板之周邊區。在一些實施例中，該一或多個接觸元件可進一步包括用以與電流來源形成電連接之第二暴露部分。在某些此種實施例中，電流來源可為該電鍍抓斗之導電板。在一些實施例中，該一或多個接觸元件可進一步包括連接該第一與該第二暴露部分之第三暴露部分。在某些此種實施例中，該第三暴露部分可在結構上整合於該彈性唇形密封之表面上。

【0007】 在一些實施例中，該一或多個接觸元件可包括連接該第一與該第二暴露部分之未暴露部分，且該未暴露部分可在結構上整合於該彈性唇形密封之表面下方。在某些此種實施例中，該彈性唇形密封係模製於該未暴露部分上。

【0008】 在一些實施例中，該彈性唇形密封可包括第一內徑，該第一內徑界定實質上圓形周界以用於排除電鍍溶液進入周邊區，且該一或多個接觸元件之該第一暴露部分界定比該第一內徑大之第二內徑。在某些此種實施例中，該

第一內徑與該第二內徑之間的差之量值為約0.5 mm或小於0.5 mm。在某些此種實施例中，該第一內徑與該第二內徑之間的差之量值為約0.3 mm或小於0.3 mm。

【0009】 在一些實施例中，唇形密封組件可包括一或多個可撓性接觸元件，其用於在電鍍期間將電流供應至半導體基板。在某些此種實施例中，該一或多個可撓性接觸元件之至少一部分可保形地位於該彈性唇形密封之上表面上，且在與該半導體基板嚙合時，該可撓性接觸元件可經配置以撓曲並形成與該半導體基板介接之保形接觸表面。在某些此種實施例中，該保形接觸表面與該半導體基板之斜邊介接。

【0010】 在一些實施例中，該一或多個可撓性接觸元件可具有不配置成在基板被該唇形密封組件嚙合時接觸基板的部分。在某些此種實施例中，該非接觸部分包含非適型材料。在一些實施例中，該保形接觸表面與該半導體基板形成連續界面，而在一些實施例中，該保形接觸表面與該半導體基板形成具有間隙之非連續界面。在某些此種形成非連續界面之實施例中，該一或多個可撓性接觸元件可包括設置在該彈性唇形密封之表面上之複數導線尖端或一導線網。在一些實施例中，保形地位於該彈性唇形密封之上表面上之該一或多個可撓性接觸元件包括使用選自化學氣相沈積、物理氣相沈積及電鍍之一或多種技術形成之傳導性沈積物。在一些實施例中，保形地位於該彈性唇形密封之上表面上之該一或多個可撓性接觸元件可包括導電性彈性材料。

【0011】 本文中亦揭露用於電鍍抓斗中的彈性唇形密封，其用以將半導體基板支撐、對準並密封於該電鍍抓斗中。在一些實施例中，唇形密封包括：可撓性彈性支撐邊緣、及位於該可撓性彈性支撐邊緣上方的可撓性彈性上部部分。在一些實施例中，該可撓性彈性支撐邊緣具有經配置以支撐及密封半導體

基板之密封凸出部。在某些此種實施例中，在密封該基板時，該密封凸出部界定用於排除電鍍溶液的周界。在一些實施例中，該可撓性彈性上部部分包括：頂表面，其經配置以被壓縮；及內側表面，其相對於該密封凸出部位於外側。在某些此種實施例中，該內側表面可經配置以在該頂表面被壓縮時向內移動並對準半導體基板，且在一些實施例中，經配置以在該頂表面被壓縮時向內移動約0.2 mm或至少0.2 mm。在一些實施例中，當該頂表面未被壓縮時，該內側表面定位成足夠向外以允許半導體基板在不接觸該上部部分的情況下降低通過該可撓性彈性上部部分並置放於該密封凸出部上，但其中在將該半導體基板置放於該密封凸出部上並壓縮該頂表面時，該內側表面接觸並推動該半導體基板，從而將該半導體基板對準於該電鍍抓斗中。

【0012】 本文中亦揭露將半導體基板對準並密封於具有彈性唇形密封之電鍍抓斗中之方法。在一些實施例中，該方法包括下列步驟：打開抓斗；提供基板至該抓斗；將該基板降低而通過唇形密封之上部部分並到達該唇形密封之密封凸出部上；壓縮該唇形密封之上部部分的頂表面以對準該基板；並且對該基板施壓以在該密封凸出部與該基板之間形成密封。在一些實施例中，壓縮該唇形密封之上部部分的頂表面之步驟，使該唇形密封之上部部分的內側表面推動該基板，從而將該基板對準於該抓斗中。在一些實施例中，壓縮該頂表面以對準該基板之步驟，包括用該抓斗之錐體的第一表面對該頂表面施壓，而對該基板施壓以形成密封之步驟，包括用該抓斗之錐體的第二表面對該基板施壓。

【0013】 在一些實施例中，壓縮該頂表面以對準該基板之步驟，包括用該抓斗之第一按壓組件推動該頂表面，而對該基板施壓以形成密封之步驟，包括用該抓斗之第二按壓組件對該基板施壓。在某些此種實施例中，該第二按壓組件可相對於該第一按壓組件而獨立地移動。在某些此種實施例中，壓縮該頂表面之步驟，包括基於半導體基板之直徑來調整該第一按壓組件所施加之壓力。

【0014】 本文中亦揭露用以在電鍍期間固持、密封、並提供電源至半導體基板的杯體組件，該杯體組件包含：杯底元件，其包含主體部分以及力矩臂；設置在該力矩臂上的彈性密封元件；以及設置在該彈性密封元件上的電接觸元件。當被半導體基板抵著而施壓時，該密封元件抵著該基板而密封，以界定該基板之在電鍍期間實質上排除電鍍溶液的周邊區，且當密封元件抵著該基板而密封時，該電接觸元件可在該周邊區接觸基板，使得該接觸元件可在電鍍期間提供電源至該基板。在一些實施例中，當半導體基板被抵著該力矩臂施壓時，該主體部分未實質上撓曲。

【0015】 在一些實施例中，該主體部分被牢固地附加至該杯體結構的另一特徵物，且該主體部分之平均垂直厚度比上該力矩臂之平均垂直厚度的比例大於約5，使得當半導體基板被抵著該力矩臂施壓時，該主體部分未實質上撓曲。在一些實施例中，該電接觸元件具有實質上平坦但可撓性接觸部分，該接觸部分設置在該彈性密封元件的實質上水平部分上。在一些實施例中，該彈性密封元件在製造期間與該杯底元件結合。

【圖式簡單說明】

【0016】 圖1為用於電化學地處理半導體晶圓之晶圓固持及定位設備之透視圖。

【0017】 圖2為具有以複數可撓性指狀物製成之接觸環之抓斗組件的剖面示意圖。

【0018】 圖3A為具有整合式接觸元件之唇形密封組件之抓斗組件的剖面示意圖。

【0019】 圖3B為具有整合式接觸元件之不同唇形密封組件之另一抓斗組件的剖面示意圖。

【0020】 圖4A為具有可撓性接觸元件之唇形密封組件的剖面示意圖。

【0021】 圖4B圖示形成與半導體基板介接之保形接觸表面的圖4A之唇形密封組件之剖面示意圖。

【0022】 圖5A為經配置以將半導體基板對準於抓斗組件中之唇形密封組件的剖面示意圖。

【0023】 圖5B為圖5A之唇形密封組件之剖面示意圖，其中抓斗組件之錐體的表面對唇形密封組件之上表面施壓。

【0024】 圖5C為圖5A及圖5B之唇形密封組件之剖面示意圖，其中抓斗組件之錐體的表面推動唇形密封之上表面及半導體基板兩者。

【0025】 圖6為說明電鍍半導體基板之方法之流程圖。

【0026】 圖7A為具有杯底元件、彈性環、及接觸環的杯體組件之剖面示意圖。

【0027】 圖7B呈現圖7A所示之剖面示意圖的放大圖。

【0028】 圖7C呈現圖7A所繪之剖面圖的透視圖。

【0029】 圖7D呈現圖7A-7C所示之杯體組件的實質環狀部分的展開透視圖。

【0030】 圖7E呈現顯示環狀部分之剖面的圖7D所示之杯體組件的放大透視圖。

【0031】 圖7F呈現圖7D-7E所示之杯體組件之進一步的放大透視圖。

【0032】 圖7G-7I呈現類似於圖7D-7F所示之透視圖的展開圖，但圖示出，接觸環元件與杯體組件的其他部分(垂直地)分開。

【實施方式】

【0033】 在以下描述中，闡述許多特定細節以提供對所呈現之概念之詳盡理解。所呈現之概念毋須一些或全部的該等特定細節而可被實施。在其他情況下，為避免不必要地混淆所描述之概念，未詳細描述熟知的過程操作。儘管將結合特定實施例描述一些概念，應理解該等實施例不希望為限制性的。

【0034】 圖1中呈現例示性電鍍設備以便為本文所揭露之各種唇形密封及接觸元件實施例提供一些情境。具體而言，圖1呈現用於電化學地處理半導體晶圓之晶圓固持及定位設備100之透視圖。設備100包括晶圓嚙合組件，其有時稱作「抓斗元件」或「抓斗組件」或簡稱「抓斗」。抓斗組件包含杯體101及錐體103。如隨後圖式所示，杯體101固持晶圓，且錐體103將晶圓緊固地夾於杯體中。可使用除了此處具體描繪之杯體及錐體設計以外之其他杯體及錐體設計。共同特徵為具有晶圓駐留於其中之內部區之杯體，以及將晶圓抵著杯體施壓以將晶圓固持於位置上之錐體。

【0035】 在所描繪之實施例中，抓斗組件(其包括杯體101及錐體103)由撐桿104支撐，而撐桿104連接至頂板105。此組件(101、103、104及105)由馬達107經由連接至頂板105之主軸106來驅動。馬達107附接至安裝托架(未圖示)。在電鍍期間，主軸106將扭矩(來自馬達107)傳遞至該抓斗組件，從而使固持於其中之晶圓(此圖中未圖示)旋轉。主軸106內之氣缸(未圖示)亦提供用於嚙合杯體101與錐體103之垂直力。當抓斗解開時(未圖示)，具有末端執行器臂之機械手可將晶圓插入於杯體101與錐體103之間。在插入晶圓之後，錐體103與杯體101嚙合，此將晶圓固定於設備100內，從而使晶圓之一側上之工作表面(但另一側並未)暴露以用於與電解質溶液接觸。

【0036】 在某些實施例中，抓斗組件包括保護錐體103以防飛濺之電解質之防濺裙109。在所描繪之實施例中，防濺裙109包括垂直圓周套管及圓形帽部分。間隔部件110維持防濺裙109與錐體103之間的分隔。

【0037】 出於此論述之目的，包括元件101至110之組件統稱為「晶圓固持器」(或「基板固持器」)111。然而應注意，「晶圓固持器」/「基板固持器」之概念通常擴展至嚙合晶圓/基板並允許其移動及定位的元件之各種組合及子組合。

【0038】 傾斜組件(未圖示)可連接至晶圓固持器以准許將晶圓成角度地浸沒(與平坦水平浸沒成對比)至電鍍溶液中。在一些實施例中，使用板及樞軸接點之驅動機制與配置來沿著弧形路徑(未圖示)移動晶圓固持器111，因此，將晶圓固持器111之近端(亦即，杯體及錐體組件)傾斜。

【0039】 另外，經由致動器(未圖示)垂直地向上或向下升降整個晶圓固持器111以將晶圓固持器之近端浸沒至電鍍溶液中。因此，二元件式定位機制針對晶圓提供沿著與電解質表面垂直之軌道的垂直移動、以及允許偏離水平定向(亦即平行於電解質表面)的傾斜移動(傾斜晶圓浸沒能力)兩者。

【0040】 注意晶圓固持器111與電鍍單元115一起使用，電鍍單元115具有容納陽極腔室157及電鍍溶液的電鍍腔室117。腔室157固持陽極119(例如銅陽極)，且可包括膜片或經設計以將不同電解質化學物質維持於陽極室及陰極室中之其他分離器。在所描繪之實施例中，擴散器153用於以一致的前緣將電解質朝著旋轉的晶圓向上引導。在某些實施例中，流量擴散器係高電阻虛擬陽極(HRVA)板，其由一片固體絕緣材料(例如塑膠)製成，具有大量(例如，4000-15000個)一維小孔(直徑為0.01吋至0.050吋)並連接至板上方之陰極腔室。孔之總橫截

面面積小於總投影面積之約5%，而因此將相當大之流動阻力引入於電鍍單元中，從而有助於改良系統之電鍍一致性。2008年11月7日申請之美國專利申請案第12/291,356號中提供對高電阻虛擬陽極板及用於電化學地處理半導體晶圓之對應設備之額外描述，該專利申請案出於所有目的特此以引用之方式全文併入本文中。電鍍單元亦可包括用於控制及產生分離電解質流動型式之分離膜片。在另一實施例中，使用膜片以界定陽極腔室，陽極腔室含有實質上無抑制劑、加速劑或其他無機電鍍添加劑之電解質。

【0041】 電鍍單元115亦可包括管道或管道接觸件，用於使電解質循環通過電鍍單元並對著被電鍍之工件。例如，電鍍單元115包括通過陽極119中心之孔而垂直地延伸至陽極腔室157中心之電解質入口管131。在其他實施例中，單元包括電解質入口歧管，其將流體引入至陰極腔室中擴散器/HRVA板下方之腔室的周邊壁(未圖示)處。在一些情況下，入口管131包括在膜片153之兩側(陽極側及陰極側)上的出口噴嘴。此設置將電解質遞送至陽極腔室及陰極腔室兩者。在其他實施例中，陽極腔室及陰極腔室由流動阻力膜片153分離，且每一腔室具有分離電解質之分離流動循環。如圖1之實施例中所示，入口噴嘴155將電解質提供至膜片153之陽極側。

【0042】 另外，電鍍單元115包括沖洗排水管路159及電鍍溶液回流管路161，每一管路直接連接至電鍍腔室117。此外，沖洗噴嘴163在正常操作期間遞送去離子沖洗水以清潔晶圓及/或杯體。電鍍溶液通常填充腔室117之大部分。爲了緩和飛濺及氣泡之產生，腔室117包括用於電鍍溶液回流之內部堰165，及用於沖洗水回流的外部堰167。在所描繪實施例中，該等堰爲電鍍腔室117之壁中之圓周垂直狹槽。

【0043】 如上文所陳述，電鍍抓斗通常包括唇形密封及一或多個接觸元件以提供密封及電連接功能。唇形密封可由彈性材料製成。唇形密封與半導體基板之表面形成密封且排除電解質進入基板之周邊區。無沈積在此周邊區中發生，且其不用於形成IC裝置，亦即，該周邊區並非工作表面之一部分。有時，因為排除電解質進入此區，故該區域亦稱作邊緣排除區域。周邊區用於在處理期間支撐及密封基板，並用於形成與接觸元件的電連接。由於通常需要增加工作表面，因此周邊區需要儘可能小，同時維持上述功能。在某些實施例中，周邊區距基板之邊緣在約0.5毫米與3毫米之間。

【0044】 在安裝期間，唇形密封及接觸元件與抓斗之其他元件組裝在一起。一般熟習此技術者將瞭解此操作之難度，特別是當周邊區較小時。由此抓斗提供之總開口可與基板之大小(例如，用於容納200 mm晶圓、300 mm晶圓、450 mm晶圓等之開口)相當。此外，基板具有其本身之尺寸容差(例如，根據SEMI規格對於典型300 mm晶圓為 ± 0.2 毫米)。特別困難之任務為對準彈性唇形密封及接觸元件，此係因為兩者係由相對可撓性材料製成。此兩個元件需要具有極其精確之相對位置。當唇形密封之密封邊緣及接觸元件定位成彼此相距過遠時，在抓斗之操作期間，於接觸件與基板之間可能形成不充分電連接或不形成電連接。同時，當密封邊緣定位成離接觸件過近時，接觸件可能干擾密封並導致滲漏至周邊區中。例如，習知接觸環常用複數可撓性「指狀物」製成，其以類彈簧動作對基板施壓以建立電連接，如圖2之抓斗組件(標註杯體201、錐體203及唇形密封212)所示。此等可撓性指狀物208不僅極其難以相對於唇形密封212對準，又易於在安裝期間損壞，且若當電解質進入周邊區時難以清潔。

具有整合接觸元件之唇形密封組件

【0045】 本文中提供具有整合至彈性唇形密封內之接觸元件之新穎唇形密封組件。在此領域中，取代安裝及對準兩個分開之密封及電性的元件(例如，

唇形密封及接觸環)，在組件之製造期間對準並整合兩個元件。在安裝期間及在抓斗之操作期間維持此對準。因而，僅需要設定及檢察對準一次，亦即，在組件之製造期間。

【0046】 圖3A為根據某些實施例之具有唇形密封組件302之抓斗300之一部分的示意圖解。唇形密封組件302包括用於嚙合半導體基板(未圖示)的彈性唇形密封304。唇形密封304與基板形成密封，並排除電鍍溶液進入半導體基板之周邊區，如在此文獻之其他部分中所述。唇形密封304可包括向上及朝向基板延伸之凸出部308。凸出部可被壓縮且在一定程度上變形以建立密封。唇形密封304具有界定用於排除電鍍溶液進入周邊區之周界的第一內徑。

【0047】 唇形密封組件302亦包括結構上整合至唇形密封304之一或多個接觸元件310。如上所述，接觸元件310用於在電鍍期間將電流供應至半導體基板。接觸元件310包括暴露部分312，暴露部分312用於界定比唇形密封304之第一內徑大之第二內徑，以避免干擾唇形密封組件302之密封性質。接觸元件310通常包括另一暴露部分313，暴露部分313用於形成與電流來源(例如電鍍抓斗之導電板316)之電連接。然而，其他連接方案亦係可能的。例如，接觸元件310可與可連接至導電板316之分配匯流排314互連。

【0048】 如上所述，一或多個接觸元件310至唇形密封304的整合係在唇形密封組件302之製造期間執行，並在組件之安裝及操作期間維持。可以多種方式來執行此整合。例如，可在接觸元件310上模製彈性材料。諸如電流分配匯流排314之其他元件亦可整合至組件，以改良組件302之剛性、傳導率及其他功能性。

【0049】 圖3A中圖解之唇形密封組件302具有接觸元件310，接觸元件310具有位於兩個暴露部分312與313之間且連接兩個暴露部分之中間未暴露部分。此未暴露部分延伸通過彈性唇形密封304之主體，且在結構上整合於彈性唇形密封304之一表面下方而完全被彈性唇形密封圍繞。可(例如)藉由在接觸元件310之

未暴露部分上模製彈性唇形密封304來形成此類型之唇形密封組件302。因為僅小部分的接觸元件310延伸至唇形密封組件302之表面而被暴露，故此種接觸元件可特別易於清潔。

【0050】 圖3B圖解接觸元件322在彈性唇形密封324之表面上延伸，且不具有被唇形密封組件圍繞之中間區的另一實施例。在一些實施例中，可將中間區視為接觸元件之第三暴露部分，其結構上整合於彈性唇形密封之表面上，且位於接觸元件之前兩個暴露部分312及313之間，從而連接此兩個部分。可(例如)藉由將接觸元件322施壓至表面、或藉由將其模製至表面、或藉由將其膠合至表面、或藉由以其他方式將其附接至表面來組裝此實施例。無論接觸元件如何整合至彈性唇形密封，接觸元件形成與基板之電連接的點或表面皆優先地相對於唇形密封形成與基板之密封的點或表面而維持其對準。接觸元件及唇形密封之其他部分可相對於彼此移動。例如，接觸元件之形成與導電板之電連接的暴露部分可相對於唇形密封而移動。

【0051】 返回圖3A，該第一內徑界定周邊區，而該第二內徑界定接觸元件與基板之間的重疊。在某些實施例中，該第一內徑與第二內徑之間的差之量值為約0.5毫米(mm)或小於0.5毫米，此意謂接觸元件310之暴露部分312與電解質溶液分隔約0.25 mm或小於0.25 mm。此小之分隔允許具有相對小之周邊區，同時維持至基板之充分電連接。在某些此等實施例中，該第一內徑與第二內徑之間的差之量值為約0.4 mm或小於0.4 mm，或約0.3 mm或小於0.3 mm，或約0.2 mm或小於0.2 mm，或約0.1 mm或小於0.1 mm。在其他實施例中，此等直徑之間的差之量值可為約0.6 mm或小於0.6 mm，或約0.7 mm或小於0.7 mm，或約1 mm或小於1 mm。在某些實施例中，接觸元件經配置以傳導至少約30安培，或更具體而言，至少約60安培。接觸元件可包括複數指狀物，使得該等指狀物之每一接觸尖端相對於唇形密封之邊緣而不動。在相同或其他實施例中，一或多個接觸

元件之暴露部分包括複數接觸點。該等接觸點可延伸而遠離彈性唇形密封之表面。在其他實施例中，一或多個接觸元件之暴露部分包括連續表面。

具有形成保形接觸表面的可撓性接觸元件之唇形密封組件

【0052】 可藉由在基板密封於抓斗組件中以及隨後的電鍍期間，增大接觸元件與基板之間的接觸表面來顯著地改良對於基板之電連接。習知接觸元件(例如，圖2中所示之「指狀物」)經設計以僅與基板進行「點接觸」，點接觸具有相對小之接觸面積。當接觸指狀物之尖端碰到基板時，指狀物彎曲以提供與基板相抵之力。雖然此力可幫助稍微減小接觸電阻，但時常仍然存在足夠之接觸電阻而在電鍍期間產生問題。此外，隨時間推移，接觸指狀物可能因彎曲動作之許多重複而被損壞。

【0053】 本文中描述具有保形地定位於彈性唇形密封之上表面上的一或多個可撓性接觸元件之唇形密封組件。該等接觸元件經配置以在與半導體基板嚙合時撓曲，並在當半導體基板被唇形密封組件支撐、嚙合及密封時形成與基板介接之保形接觸表面。保形接觸表面在當以一種方式將基板抵著唇形密封施壓時產生，該方式類似於在基板與唇形密封之間產生密封之方式。因此，基板與接觸元件相抵的壓力，造成彈性材料(接觸元件設置於其上)壓縮並產生類彈簧的反作用力，該反作用力促使該接觸元件適型於基板之形狀。然而，儘管在一些實施例中，該彈性材料(接觸元件設置於其上)與形成密封界面的彈性材料呈連續，應通常將密封界面與保形接觸表面(形成在接觸元件與基板之間)區分開，即使兩個表面可相互鄰近地形成亦如此。同樣應注意的係，當本文敘述保形接觸元件「適型於」基板之形狀、或更具體地，「適型於」基板之斜邊區之形狀、或敘述電連接之形成包括接觸元件對於基板之形狀的「適型」時，應理解雖然這牽涉到調整接觸元件之形狀以與基板之形狀的若干部份匹配，但這並非意指將接觸元件之形狀整體調整成基板之形狀、或意旨整個基板之徑向邊緣輪廓被

接觸元件之形狀所匹配；反而，僅意旨接觸元件之形狀的至少若干部分被改變以與基板之形狀的若干部分大致上匹配。

【0054】 圖4A根據某些實施例圖解在將基板406定位及密封至唇形密封402上之前的唇形密封組件400，其具有定位於彈性唇形密封402之上表面上的可撓性接觸元件404。圖4B根據某些實施例圖解在基板406已被定位且用唇形密封402密封後之同一唇形密封組件400。具體而言，呈現當基板由唇形密封組件固持/嚙合時，可撓性接觸元件404撓曲且在與基板406之界面處形成保形接觸表面。可撓性接觸元件404與基板406之間的電界面可延伸在基板之(平坦的)前緣表面及/或基板之斜邊表面上。總體上，藉由在與基板406之界面處提供可撓性接觸元件404之保形接觸表面來形成較大之接觸界面區域。

【0055】 可撓性接觸元件404之保形性質在與基板之界面處係重要的，同時可撓性接觸元件404之其餘部分亦可相對於唇形密封402保形。例如，可撓性接觸元件404可保形地沿著唇形密封之表面延伸。在其他實施例中，可撓性接觸元件404之其餘部分可由其他(例如非保形)材料製成，及/或具有不同(例如非保形)配置。因此，在一些實施例中，一或多個可撓性接觸元件可具有不配置成當基板被唇形密封組件嚙合時接觸基板的部分，且此非接觸部分可包含適型材料，或其可包含非適型材料。

【0056】 此外，應注意，雖然保形接觸表面可在可撓性接觸元件404與基板406之間形成連續界面，但形成連續界面並非必需。例如，在一些實施例中，保形接觸表面具有間隙，從而與半導體基板形成非連續界面。具體而言，由包含許多複數導線尖端及/或一導線網(設置在彈性唇形密封之表面上)的可撓性接觸元件404可形成非連續保形接觸表面。即使非連續，在唇形密封於抓斗之閉合期間變形時，保形接觸表面仍會遵循唇形密封之形狀。

【0057】 可撓性接觸元件404可附接至彈性唇形密封之上表面。例如，可撓性接觸元件404可被施壓、膠合、模製或以其他方式附接至該表面，如上參看圖3A及圖3B所述(雖然其不在形成保形接觸表面之可撓性接觸元件之特定情況下)。在其他實施例中，可撓性接觸元件404可定位於彈性唇形密封之上表面上，而不在兩者之間提供任何特定之接合特徵。在任一情況下，由半導體基板施加於可撓性接觸元件404上的力(當抓斗閉合時)造成接觸元件下方的彈性體壓縮，而該彈性體提供類彈簧的反作用力，該反作用力促成可撓性接觸元件對於基板形狀之保形性。

【0058】 此外，雖然可撓性接觸元件404與基板406介接之部分(形成保形接觸表面)為暴露表面，但可撓性接觸元件404之其他部分可未暴露，例如，以一種稍微類似於圖3B所繪之整合式(但非保形的)唇形密封組件之方式而整合於彈性唇形密封之表面下方。

【0059】 在某些實施例中，可撓性接觸元件404包括沈積在彈性唇形密封之上表面上的傳導性沈積物之傳導性層。可使用化學氣相沈積(CVD)及/或物理氣相沈積(PVD)及/或電鍍來形成/沈積傳導性沈積物之傳導性層。在一些實施例中，可撓性接觸元件404可由導電性彈性材料製成。

基板對準唇形密封

【0060】 如前文解釋，基板之排除電鍍溶液之周邊區需要小，此需要在閉合及密封抓斗前仔細且精確地對準半導體基板。不對準可能一方面造成滲漏，及/或另一方面造成基板工作區域之不必要的覆蓋/阻擋。嚴苛的基板直徑容差可能造成對準期間之額外困難。一些對準可由傳送機制(例如取決於機器手搬運機制之準確性)及藉由使用定位在抓斗之杯體的側壁的對準特徵(諸如緩衝器(snubber))來提供。然而，需要將傳送機制精確地安裝且在安裝期間相對於杯體對準(亦即，關於其他元件之相對位置「教示」)，以提供基板之精確且重複定位。

此機器手教示及對準過程執行起來相當困難，使用大量勞力，且需要高技術人員。此外，因為在唇形密封與緩衝器之間定位了許多零件，緩衝器特徵難以安裝且而易於具有大之累計容差。

【0061】 因此，本文中揭示唇形密封，其不僅用於在抓斗中支撐及密封基板，且亦用於在密封前將基板對準於抓斗中。現將參照圖5A至圖5C來描述此種唇形密封之各種特徵。具體而言，圖5A為根據某些實施例之具有唇形密封502之抓斗部分500的剖面示意圖解，在壓縮唇形密封502之一部分前，唇形密封502支撐基板509。唇形密封502包括可撓性彈性支撐邊緣503，可撓性彈性支撐邊緣503包含密封凸出部504。密封凸出部504經配置以嚙合半導體基板509，從而提供支撐且形成密封。密封凸出部504界定用於排除電鍍溶液之周界，且具有第一內徑(見圖5A)，該第一內徑界定排除的周界。應注意，歸因於密封凸出部504之變形，當將基板抵著彈性唇形密封來密封時，該周界及/或第一內徑可稍微改變。

【0062】 唇形密封502亦包含位於可撓性彈性支撐邊緣503上方之可撓性彈性上部部分505。可撓性彈性上部部分505可包括經配置以被壓縮之頂表面507，且亦包括內側表面506。內側表面506可相對於密封凸出部504位於外側(意謂內側表面506比密封凸出部504位置遠離由彈性唇形密封固持之半導體基板之中心)，且經配置以當頂表面507被電鍍抓斗之另一元件壓縮時向內(朝向被固持之半導體基板之中心)移動。在一些實施例中，內側表面之至少一部分經配置以向內移動至少約0.1 mm，或至少約0.2 mm，或至少約0.3 mm，或至少約0.4 mm，或至少約0.5 mm。此向內運動可使唇形密封之內側表面506接觸半導體基板之擱置在密封凸出部504上之邊緣，從而朝向唇形密封之中心推動基板，且因此使其對準於電鍍抓斗內。在一些實施例中，可撓性彈性上部部分505界定比第一內徑(如上所述)大之第二內徑(見圖5A)。當未壓縮頂表面507時，第二內徑比半導體基板509之直徑大，使得可藉由將半導體基板509降低而通過可撓性彈性上部部

分505並將其置放在可撓性彈性支撐邊緣503之密封凸出部504上，來將其裝載至抓斗內。

【0063】 唇形密封502亦可具有整合式或以其他方式附接之接觸元件508。在其他實施例中，接觸元件508可為分離之元件。無論如何，不管其是否為分離之元件，若接觸元件508提供於唇形密封502之內側表面506上，則接觸元件508亦可涉及於基板之對準中。因此，在此等範例中，接觸元件508若存在，則可被視為內側表面506之一部分。

【0064】 可以多種方式完成彈性上部部分505之頂表面507之壓縮(以便將半導體基板對準且密封於電鍍抓斗內)。例如，頂表面507可由抓斗之錐體或某些其他元件之一部分壓縮。圖5B為根據某些實施例之緊接在由錐體510壓縮之前的圖5A所示之同一抓斗部分之示意圖解。若使用錐體510對上部部分505之頂表面507施壓，以使上部部分變形，並且對基板509施壓，以將基板509抵著密封凸出部504而密封，則錐體可具有兩個表面511及512，此兩個表面按特定方式相對於彼此偏移。具體而言，第一表面511經配置以對上部部分505之頂表面507施壓，而第二表面512經配置以對基板509施壓。通常在將基板509抵著密封凸出部504而密封之前對準基板509。因此，在第二表面512對基板509施壓前，第一表面511需要對頂表面507施壓。因而，當第一表面511接觸頂表面507時，在第二表面512與基板509之間可存在間隙，如在圖5B中所示。此間隙可取決於上部部分505之必要變形來提供對準。

【0065】 在其他實施例中，頂表面507及基板509被抓斗之具有獨立控制之垂直定位的不同元件施壓。此配置可允許在對基板509施壓前獨立地控制上部部分505之變形。例如，一些基板可具有比其他者大之直徑。在某些實施例中，此等較大基板之對準可能需要且甚至要求比較小基板更少之變形，此係因為在較大基板與內側表面506之間存在較少初始間隙。

【0066】 圖5C為根據某些實施例，密封抓斗後的圖5A及圖5B所示之同一抓斗部分之示意圖解。由錐體510之第一表面511(或一些其他壓縮元件)所進行之上部部分505之頂表面507的壓縮，造成上部部分505之變形，使得內側表面506向內移動，從而接觸並以便將半導體基板509對準於抓斗中。雖然圖5C圖解抓斗之小部分之剖面，但一般熟習此技術者應瞭解，此對準過程同時發生在基板509之全周界之周圍。在某些實施例中，內側表面506之一部分經配置以當壓縮頂表面507時朝向唇形密封之中心移動至少約0.1 mm，或至少約0.2 mm，或至少約0.3 mm，或至少約0.4 mm，或至少約0.5 mm。

將基板對準且密封於抓斗中的方法

【0067】 本文亦揭露將半導體基板對準且密封於具有彈性唇形密封之電鍍抓斗中的方法。圖6之流程圖說明這些方法中的一些。例如，一些實施例方法涉及打開抓斗(區塊602)，將基板提供至電鍍抓斗(區塊604)，將基板降低以通過唇形密封之上部部分並到達唇形密封之密封凸出部上(區塊606)，及壓縮唇形密封之上部部分之頂表面以對準基板(區塊608)。在一些實施例中，在操作608期間壓縮彈性唇形密封之上部部分之頂表面，使上部部分之內側表面接觸半導體基板，並推動基板，從而使其對準於抓斗中。

【0068】 在一些實施例中，在操作608期間對準半導體基板後，該方法繼續進行在操作610中對半導體基板施壓以在密封凸出部與半導體基板之間形成密封。在某些實施例中，在對半導體基板施壓之期間，繼續壓縮該頂表面。例如，在某些此等實施例中，壓縮頂表面以及對半導體基板施壓可由抓斗之錐體的兩個不同表面來執行。因此，錐體之第一表面對頂表面施壓以將其壓縮，而錐體之第二表面對基板施壓以與彈性唇形密封形成密封。在其他實施例中，壓縮頂表面以及對半導體基板施壓係由抓斗之兩個不同元件來獨立地執行。抓斗之此兩個按壓元件通常可相對於彼此獨立地移動，因此允許一旦基板被另一個

按壓元件施壓而抵著唇形密封來密封時，則頂表面之壓縮停止。此外，藉由獨立地改變與半導體基板相關的按壓元件施加於其上之按壓力，可基於半導體基板之直徑來調整頂表面之壓縮程度。

【0069】 此等操作可為較大電鍍過程之部分，該較大電鍍過程亦描繪於圖6之流程圖並簡要描述如下。

【0070】 首先，清潔並乾燥抓斗之唇形密封及接觸區域。打開抓斗(區塊602)，並將基板裝載至抓斗內。在某些實施例中，接觸尖端稍坐落於密封唇之平面上方，且在此情況下，基板由在基板周邊周圍的接觸尖端的陣列所支撐。接著藉由向下移動錐體而閉合且密封抓斗。在此閉合操作期間，根據以上描述之各種實施例建立電接觸及密封。另外，可將接觸之底部角落抵著彈性唇形密封之底座而向下施力，此在尖端與晶圓之前側之間產生額外的力。可稍壓縮密封唇以確保在全周界周圍之密封。在一些實施例中，當最初將基板定位至杯體內時，僅密封唇與前表面接觸。在此範例中，在密封唇之壓縮期間建立尖端與前表面之間的電接觸。

【0071】 一旦建立了密封及電接觸，則將載有基板之抓斗浸沒至電鍍槽內並在槽中電鍍，同時固持在抓斗中(區塊612)。在此操作中使用之銅電鍍溶液之典型組成包含濃度範圍約0.5 g/L-80 g/L、更具體而言約5 g/L-60 g/L、且甚至更具體而言約18 g/L-55 g/L之銅離子，及濃度約0.1 g/L-400 g/L之硫酸。低酸銅電鍍溶液通常含有約5 g/L-10 g/L之硫酸。中等及高酸溶液分別含有約50 g/L-90 g/L及150 g/L-180 g/L之硫酸。氯離子之濃度可為約1 mg/L-100 mg/L。可使用許多銅電鍍有機添加劑，諸如，Enthone Viaform、Viaform NexT、Viaform Extreme(可購自美國康乃狄克州西黑文(West Haven,CT)之樂思化學有限公司(Enthone Corporation))或熟習此技術者已知之其他加速劑、抑制劑及勻塗劑。電鍍操作之實例更詳細地描述於2006年11月28日申請之美國專利申請案第11/564,222號

中，爲了所有目的，但尤其是爲了描述電鍍操作之目的，此申請案在此以引用之方式而全文併入本文中。一旦電鍍完成，並且已將適當量之材料沈積於基板之前表面上，則將基板自電鍍槽中移開。接著旋轉基板及抓斗以移除抓斗表面上之大部分殘餘電解質，殘餘電解質歸因於表面張力及黏著力而留在彼處。接著沖洗抓斗，同時繼續旋轉以儘可能地稀釋並沖刷抓斗及基板表面所乘載之電解質流體。接著在關掉沖洗液體達一定時間(通常至少約2秒)之情況下旋轉基板，以移除一些剩餘之沖洗物。此過程可繼續進行打開抓斗(區塊614)及移除處理過之基板(區塊616)。針對新的晶圓基板可重複多次操作區塊604至616，如圖6中所指出。

剛性提高、密封元件製造更精確、且累計容差降低之杯體組件

【0072】 通常，杯體與錐體電鍍抓斗設計係利用與該抓斗之其他元件分離地製造的彈性唇形密封，亦即，該唇形密封通常被製造爲一個分離的元件，之後當爲操作性使用而組裝時與抓斗結合。主要地，這係因爲其他的抓斗元件通常並非由彈性材料構成，而是由金屬或硬塑膠製成的堅固件，所以針對該等抓斗元件一般會使用分離的模製或製造過程。然而，因爲唇形密封係由可撓性彈性材料製成，且因爲其薄的(且可能脆的)形狀(例如請見圖2，如上下文所述)，所以唇形密封的模製可能比堅固的抓斗元件之製造較不精確。此外，組裝過程(將唇形密封安裝於杯體之底部(「杯底」))可能導致唇形密封的形狀與尺寸的額外變化，並且通過「累計」容差而產生額外的變異性。每一晶圓基板的邊際利潤通常直接取決於基板之可利用表面面積；因此晶圓之邊緣排除區的尺寸(由密封之徑向位置界定，而該密封由唇形密封與基板相抵而形成)直接地影響與每一晶圓基板相關的「底線」利潤率。然而，唇形密封必須在基板邊緣之足夠內側處將基板表面的周邊區(其用於形成與電鍍電流來源的電連接)密封，使得唇形密封

之製造與累計容差的變異性不會不利地影響唇形密封之密封能力的可靠度。因此，於合理可行之範圍內精準地設計並製造彈性密封元件係重要的。

【0073】 藉由與電鍍抓斗設計之杯體組件的杯底元件之製造結合，來製造彈性密封元件，可改良目前的杯體組件與密封元件製造方法。換句話說，以一種整合的方式來製造杯體組件(具體而言為杯底元件與彈性密封元件)係有利的。達成的一方式為將彈性密封元件直接地模製於杯底元件(杯底元件上、中等)。若彈性密封元件實體上較小(例如，與較傳統的設計之徑向地向外延伸朝杯體組件延伸過遠相比，其具有較靠近(local to)晶圓邊緣區的徑向輪廓)，則該方式尤其有效，因為尺寸較小的密封元件易於形成在杯底元件之位置上。然而，亦應注意的係，在一些實施例中，尺寸較小的彈性密封元件允許以精準控制之方式經由下列方式而與杯底一起整合式製造，以便在彈性密封元件非直接地模製於杯底元件時仍達到上述之益處:接合、膠合、以附著劑附著、或以其他方式將密封元件附加於杯底元件。在任一情況下，彈性密封元件(具有縮小的徑向輪廓)與杯底元件一起之整合式製造，使得彈性密封元件得以更精準地製造並定位在杯底中，而因此相對於其他設計，縮小晶圓基板之邊緣排除區的尺寸。

【0074】 以與杯底一起的整合方式來製造的彈性密封元件亦可應用與常用於其他杯體組件設計中者不同的基板電接觸元件。例如，使用經分離地製造的唇形密封之杯體組件可應用由硬化金屬片(例如約0.0005至0.005英吋厚)製成的接觸指狀物作為接觸元件，當抓斗閉合時，接觸指狀物撓曲並與基板形成點或線電接觸。此種接觸件可具有在接觸末端的「L」形狀，且「L」形狀可作為懸臂。此種實施例之一範例示意地圖解於圖2中。圖2呈現接觸指狀物208，其預備以在降低錐體203(即抓斗閉合)時，撓曲並與所顯示之基板形成點或線電接觸。然而，接觸指狀物(如圖2中的接觸指狀物208)之撓曲可能使該者與基板一起形成之電連接的點或線產生徑向變化。變化亦可起因於圖2所示之電鍍抓斗設計

的多種元件之間的累計容差，該變化在於：密封唇212之製造、密封唇212在杯體201中之定位、接觸指狀物208在密封唇212上的方向、以及接觸指狀物208接觸基板之撓曲。

【0075】 本文揭露之具有整合式彈性密封元件之杯體組件可應用屬於不同種類之具有不同特徵的電接觸元件。取代由硬化金屬片製成且歪曲成懸臂的「L」形接觸指狀物(如圖2所繪)，這些杯體組件可應用大致上平坦的接觸元件，其由非硬化、薄且平坦的片狀金屬材料製成，並設置在一部分的彈性密封元件上方。此種電接觸元件可夠薄且夠軟/具有可撓性，而使其足以在當被錐體抵著位於其下方之彈性密封元件而施壓時，與來自基板之壓力相抵而稍微變形。在一些實施例中，當接觸元件被夾在基板與密封元件之間時，受到來自基板之此種壓力，該接觸元件可變形到甚至適型(或稍微適型)於基板之形狀的程度。在一些實施例中，軟的可撓性片狀金屬接觸件可足夠地變形以適型於晶圓之斜邊區。因此，電接觸之作用力係藉由位於接觸元件下方的彈性密封元件之壓縮來提供，而非藉由硬化片狀金屬(如圖2所示之懸臂式接觸指狀物設計)之彈簧力。

【0076】 此種具有這些與多種其他特徵之杯體組件的一範例示意地表示於圖7A到圖7I中。所繪之杯體組件700包括可撓性且平坦的電接觸元件705，其可適型於基板之邊緣(例如晶圓基板之斜邊區)的形狀。在圖式中所示之電接觸元件係設置在整合於杯底元件701的彈性密封元件703上。如上所述，可在杯體組件之製造期間，將該彈性密封元件模製於該杯底元件中(或杯底元件當中、或杯底元件之上等)，或以其他方式接合/附加至杯底元件。這些杯體組件設計因此具有不同於前述之圖2-5所示之設計的某些特徵，且可將參考(並呈現於)圖7A到7I所述之設計視為上述之杯體組件設計的替代實施例。

【0077】 總的來說，圖7A-C為具有前文提及之整合式彈性密封元件703的杯體組件700的剖面與透視圖。各該等圖式呈現杯體組件700的示意圖，其具有

杯底元件701，以及彈性密封元件703及電接觸元件705。具體而言，圖7A呈現通過這些元件之環狀切片的廣的剖面圖。圖7B呈現圖7A所示之圖的放大部分，其聚焦於杯底元件之支撐彈性密封元件703及電接觸元件705的部分的細節。同樣的，圖7C呈現杯體元件放大於圖7B中的部份的透視圖。從這些圖式中所示之環狀切片，應理解的係，杯底、彈性密封、以及電接觸元件之各者為大致上環狀。因為如此，彈性密封元件在本文中可稱為(例如)彈性環，而同樣的，電接觸元件在本文中可稱為接觸環，但當然應理解的係，這些元件雖然為環狀，但其設計仍可具有角度關係，例如，如圖7F所示般具有指狀物706的接觸環705之接觸指狀物(如下更詳細描述)。各該等圖式亦呈現被錐體727推向密封元件703的基板731；以及在電鍍期間提供電流至接觸元件705的導電板721(在本文中亦可稱為導電環)。

【0078】 圖7A呈現之杯體組件的較廣的圖，圖解栓723延伸通過電性導電板(或環)721以將導電板附加至杯體組件700的杯底元件701。圖7A亦圖解包括在杯體組件中的環狀絕緣元件725，其外接於杯體組件之外側邊緣。環狀絕緣元件725避免傳導性導電板721接觸電解質。

【0079】 圖7B及7C呈現之杯體組件700的放大圖更特定地聚焦於杯底元件701，以及其彈性密封元件703及電接觸元件705。亦圖解密封元件703與基板731之接觸。再一次，應理解描繪於圖7A-C之剖面圖中的特徵為環狀結構之一部分，且該剖面係透過徑向切片而得到。圖7B(特寫圖)與7C(進一步的透視圖)描繪擱置在杯體組件700上的半導體基板731，其中錐體727接觸基板之背側。因此，這些圖式描繪裝載了基板的抓斗式基板固持設計的杯體與錐體特徵兩者，且其預備以與基板形成電接觸。從圖7B與7C之特寫圖可見，錐體727位於與半導體基板731之背側接觸之處，且預備以抵著基板施壓並預備以施加足夠之壓力以推進

基板，從而使基板與電接觸元件705形成實體接觸。圖7B與7C中亦可見，為形成此電接觸，彈性密封元件703將僅稍微壓縮。

【0080】 圖7B與7C圖解，杯底元件701包括主體部分711與力矩臂713。力矩臂713為杯底元件701之主體的相對上薄的外延部(徑向朝內)，其作用以支撐彈性密封元件703、以及設置在該密封元件上的電接觸元件705。因為其支撐這些元件且因為其相對上薄，所以當基板被錐體727抵著而朝其密封與電接觸設置來施壓時，力矩臂713可撓曲(故稱其為力矩臂)至某種程度，以回應錐體727所施加的壓力。

【0081】 相較之下，杯底元件701之主體部分711設計成相對上厚(比力矩臂713厚得多)。因此主體部分可如此:當半導體基板被抵著力矩臂而施壓時，其未實質上撓曲。再者，在一些實施例中，杯底元件之主體部分不僅本身堅固，主體部分亦可經設計使得其牢固地附加至杯體結構的另一特徵。例如，在圖7A所示之實施例中，栓723將杯底701牢固地附加至導電板/環721，使得相對於杯體組件700之其他固定部分，主體部分711維持實質上不動且堅固。

【0082】 因此，杯底元件之主體部分在操作期間維持實質上堅固，並且在當來自錐體727的力/壓力透過基板731、接觸元件705、密封元件703、及最後透過力矩臂713而傳遞到其上時避免任何撓曲。另一方面，力矩臂713經設計為杯底711的撓曲(一旦對基板施加足夠壓力)元件。然而，力矩臂仍經設計成盡可能得短，使得其未表現過度撓曲，同時而仍提供徑向之足夠的水平表面，以支撐電接觸元件705及彈性密封元件703。(例如，比較圖7A中杯底之主體部分711對於其力矩臂713之相對尺寸及厚度)。

【0083】 圖7B與7C詳細圖解基板731與彈性密封元件703之間的嚙合以及與接觸元件705之嚙合的幾何圖形。例如，該等圖式圖解，徑向之最內側的接觸點(更具體而言，接觸環)係介於基板731、以及界定基板之周邊區的密封元件703

之間，該周邊區為實質上排除電鍍溶液並形成電接觸之處。基板731朝向密封元件703之足夠壓力(由錐體727施加)，將密封元件壓縮而形成液密密封，且亦造成密封元件703足夠地變形，使得與電接觸元件705之接觸係在與密封之接觸的稍微徑向外側之處形成。

【0084】 此外，如前文提及，來自基板731的壓力亦可造成在接觸元件705下方的部分的彈性密封703壓縮並在該接觸元件下方產生反彈力，該反彈力造成該接觸元件撓曲並適型於基板與該接觸元件接觸之部分的形狀。具體而言，在一些實施例中，當接觸元件下方的彈性體被壓縮時，接觸元件可撓曲並調整其形狀以至於適型於基板之斜邊區的輪廓。再一次，藉由相對上薄且由可撓性傳導性材料(與表現類彈簧行為之硬化材料對比)製成的接觸元件可促成此特徵。

關於杯底元件之細節

【0085】 如前文提及，當晶圓被向下推時，杯底元件701(除了小的力矩臂之外)避免明顯的撓曲。這係因為杯底元件701具有相對上厚的主體部分711以及相對上短且薄的力矩臂713(密封元件703設置於力矩臂713上)。

【0086】 杯底元件701可大致上為環狀且經調整尺寸以容置標準尺寸的半導體基板，例如200mm、300mm的晶圓、或450mm的晶圓。杯底元件之內側邊緣(或更具體而言，圖7A-7C中的力矩臂713)嚙合基板(圖7A-7C中的731)之外側周邊，雖然其一般並未實質上接觸基板。如前述，反而是彈性密封元件與電接觸元件與基板形成實體接觸。在一些實施例中，杯底元件經設計以提供約1mm或更小的排除區。該排除區為基板表面之在電鍍操作期間實質上排除電鍍/電解質溶液接觸之周邊區。

【0087】 如圖7A-7C中解釋並呈現般，杯底元件701包括主體部分711以及力矩臂713。這些元件一起形成一整體式結構。換句話說，如在本文所描述的這些元件的分離的標註，不應被視為係意旨這些元件(主體部分以及力矩臂)必定為

兩個實體上有別且分離地製造的元件(該等元件被結合在一起以形成杯底元件)。雖然該者有別且之後被結合在一起係可行的，但更典型的係，杯底之主體部分以及力矩臂被製成一個元件(例如沒有結合該者的接合件、封口等)。杯體的這些部分的標註(更具體而言，稱為「力矩臂」與「主體部分」的杯底)並非意旨分離地製造之後結合，此標註係用以強調，由於錐體對杯體施加之壓力(透過基板與錐體相抵之壓力)，該者行為相異。亦即，如前述，力矩臂為薄的且經設計以在被施加壓力時稍微撓曲，而主體部分為厚的且經設計以維持實質上堅固。

【0088】 杯底元件的其他詳細圖呈現於圖7D到7I。這些圖式呈現杯底元件701、以及彈性密封元件703與電接觸元件705，與圖7A-7C所示之杯體組件700之其他元件(以及錐體727)分離。例如，圖7D與杯體組件之其他元件分離地呈現杯底元件之透視圖，或更精確來說，整體的杯底元件701的約一半的圖，該圖大致通過杯底元件701的中心軸切開，因此圖解環狀區的約180度，也就是杯底之約一半的圓周。因此，該圖圖解杯底元件大致上環狀之結構。該圖亦呈現栓孔724，栓孔724用於例如藉由如圖7A所示之栓723將此具體杯底結構附接至杯體組件700的架座(rest)。圖7A中亦呈現，在此具體實施例中，杯底元件701經設計以被栓接至電性導電板721。亦可想見將杯底元件與杯體組件結合的其他機制，例如應用扣具將杯底卡扣至杯體組件的架座、或使用附著劑將杯底接合至杯體組件的架座的嚙合機制。

【0089】 圖7E呈現圖7D之放大圖，同樣與杯體組件之其他元件分離地聚焦於圖7D之杯底元件的剖面，並呈現從杯底之中心軸切下的切片，而圖7E進一步放大於圖7F，圖7F特定地聚焦於力矩臂713(其上方具有彈性密封703與接觸元件705)。這些圖式呈現力矩臂713之從杯底元件的架座徑向朝內的外延部，以及設置在外延部上的彈性密封元件703與電接觸元件705的置放。圖7E中的圖亦圖解杯底元件之力矩臂713與主體部分711的相對比例。同樣可見的係，在徑向以

及從其高度(即垂直方向之厚度)而言，力矩臂713皆確實比主體部分711小得多。根據實施例，力矩臂的徑向寬度(其徑向朝內之(末端)尖端、以及其與杯底元件之主體部分結合的點之間的水平距離)可至多約0.3英吋、或至多約0.1英吋、或在某些實施例中，介與約0.04與0.3英吋。注意力矩臂的徑向寬度應設計以符合排除區之要求。因此，在某些實施例中，其至少需和排除區一樣長(例如至少1mm)。

【0090】 力矩臂之設計通常如此:在半導體基板置放在杯體上之期間，力矩臂提供杯底元件的實質上所有的彎曲。因此，在某些實施例中，力矩臂具有介於約0.010與0.1英吋、或更具體而言介與約0.015與0.025英吋的厚度，該厚度為，在晶圓插入的方向上之在力矩臂的最薄區段中的力矩臂之頂部與底部之間的距離(即圖7A中力矩臂的垂直高度)。

【0091】 此垂直高度/厚度可相對於杯底元件之主體部分的厚度薄許多，如圖7E中詳細圖解，因為力矩臂可撓曲之同時，主體部分被設計成當基板被錐體抵著密封元件與力矩臂而推進時維持實質上堅固、及/或避免彎曲及/或變形。因此，儘管力矩臂通常可具有平坦的環狀水平表面之形狀，但主體部分通常在垂直方向上實質上較厚，且具有大致上梯形及/或多邊形的形狀、及/或剖面上具有彎曲表面的形狀。藉由以強且堅固的材料來製造杯底元件701，亦可增強對於彎曲及/或變形之抵抗。

【0092】 此外，在某些實施例中，主體部分可具有至少約0.2英吋、或更具體而言至少約0.3英吋之最大厚度(垂直於徑向方向之垂直高度，頂部至底部)；在一些實施例中，其可具有介於約0.2與1英吋之最大垂直高度。關於平均垂直高度/厚度，在某些實施例中，主體部分可具有至少約0.1英吋、或至少約0.3英吋、或至少約0.5英吋、或甚至更具體而言至少約1.0英吋之平均垂直高度。在一些實

施例中，主體部分之平均垂直高度可介於約0.1與1.0英吋、或更具體而言介於約0.2與0.5英吋。

【0093】 再者，根據實施例，杯底元件之主體部分之平均垂直高度/厚度，比上力矩臂之平均垂直高度/厚度的比例，可大於約3、或更具體而言該比例可大於約5、或甚至更具體而言大於約20，視實施例而定。

【0094】 同樣的，杯底元件之主體部分之徑向寬度可介於約0.5與3英吋、或介於約0.75與1.5英吋。一般而言，其經有利地調整尺寸以允許與杯體的其他元件之固定結構性結合。

【0095】 在某些實施例中，圖7E亦可見杯底元件701之主體部分711(徑向朝內)朝其與力矩臂713接觸的點突然地變尖細。換句話說，如圖7E所示，在一些實施例中，杯底元件701以從厚區段之主體部分711到平坦結構之力矩臂713的相當短的距離(徑向朝內)緊接地變尖細。在某些實施例中，從最厚區段之主體部分711到力矩臂713變尖細，係在少於約0.5英吋、或更具體而言少於約0.1英吋、或介於約0.1與0.5英吋的距離上。此外，以及圖7A與7E中進一步呈現，在具體圖解之實施例中，大部分的主體部分711係垂直地定位在力矩臂713之上方。

【0096】 因此，可將力矩臂713視為從杯底元件701之主體部分711朝基板朝內延伸，且因此，在一些實施例中，可將其進一步視為以懸臂之方式操作，以在基板於電鍍操作之前被接收進杯體時(以及在電鍍操作本身期間)實體上支撐該基板的邊緣。

【0097】 除了實體上支撐基板之外，力矩臂支撐密封元件並將其適當地相對於基板的邊緣而定位，而得以建立不滲漏的密封，藉此在基板的邊緣附近形成前述之介電質排除區。

【0098】 因此，力矩臂可成形以容置環狀的密封元件，其在操作期間一般坐落在力矩臂與晶圓之間，例如圖式中所示之環狀的密封元件703。在某些實施

例中，力矩臂具有實質上直線狀或線狀的水平形狀，而無明顯的垂直特徵。在某些實施例中，力矩臂、以及鄰近的(垂直外側)杯底之主體區段的部分經成形以形成一模型，該模型用以將彈性密封元件直接地形成在杯底，例如通過前驅物之聚合反應(如下進一步描述)來模製。

【0099】 用以形成杯底元件的材料一般為相當堅固的材料。此外，其可由傳導性或絕緣性材料製成。在一些實施例中，杯底元件由金屬製成，例如鈦、鈦合金、或不鏽鋼。在一些實施例中，若其由傳導性材料製成，則該傳導性材料可使用絕緣性材料塗佈。在其他實施例中，杯底元件由非傳導性材料製成，例如諸如 PPS 或 PEEK 之塑膠。在其他實施例中，杯底元件由陶瓷材料製成。在某些實施例中，杯底元件具有特性為楊氏係數(Young's modulus)介於約 300,000 與 55,000,000 psi、或更具體而言介於約 450,000 與 30,000,000 psi 的剛性。

關於密封元件(唇形密封)之細節

【0100】 大致上，彈性密封元件為一環狀元件，其適貼地配合在力矩臂之頂部，且選擇性地，與杯底之主體部分的內側徑向邊緣相抵。在某些實施例中，密封元件具有約0.5英吋或更小、或約0.2英吋或更小或介於約0.05與0.2英吋、或介於約 0.06與 0.10 英吋之徑向寬度。通常選擇足夠的總徑向寬度以容置與設備之使用相關的晶圓的邊緣排除區。同樣的，通常適當地選擇彈性密封元件的直徑以容置標準晶圓基板，例如200mm、300mm的晶圓、或450mm的晶圓。

【0101】 彈性密封元件的垂直厚度可介於約0.005與 0.050英吋、或更具體而言介於約0.010與0.025英吋。為在密封元件與基板之間形成實質上不滲漏的密封，可選擇密封元件之厚度與形狀，以促進密封元件與基板邊緣之間的實質上連續的接觸。

【0102】 在某些實施例中，密封元件具有L的形狀(或實質上似L的形狀)，其中，在密封元件的內側半徑處該「L」的短臂朝上延伸。例如請見圖7B與7C，

第 29 頁，共 40 頁(發明說明書)

呈現針對此具體實施例，密封元件703具有小的朝上凸出部704，其位在密封元件703之徑向最內側部分之處，朝上凸出部704位於密封元件的實質上水平部分(電接觸元件設置在其上)之徑向內側並且位於該密封元件的實質上水平部分的垂直上方(在凸出部被晶圓基板抵著施壓而壓縮之前，如下所述)。

【0103】 此小的朝上凸出部可與晶圓嚙合以提供不滲漏的密封。可見於圖7B與7C所示之範例，此朝上凸出部704之壓縮不僅在電接觸元件705的徑向朝內之處建立不滲漏的密封，該朝上凸出部之壓縮亦實現基板邊緣與電接觸元件705之間的接觸。在一些實施例中，可藉由力矩臂自身的撓曲、彎曲或似懸臂的移動來幫助該接觸。在某些實施例中，根據密封元件的壓縮程度、其幾何形狀、以及電接觸元件的幾何形狀以及和力矩臂相關之任何撓曲，朝上凸出部之壓縮(可能伴隨力矩臂之撓曲/彎曲)可允許電接觸元件接觸基板之斜邊區。此外，在彈性密封元件位於電接觸元件之下層的實施例中，密封元件之位於接觸元件下方的部分的壓縮，可允許接觸元件變形成晶圓基板之形狀，例如，舉例來說，接觸元件適型於晶圓基板的斜邊區之徑向輪廓之形狀。根據實施例，前述密封元件(例如針對L形或似L形的彈性密封元件)之朝上凸出部的垂直高度可介於約0.005與0.040英吋、或更具體而言介於約0.010與0.025英吋。

電接觸元件

【0104】 電接觸元件由傳導性材料製成，所以其可在電鍍操作期間提供電流至基板。典型上，該傳導性材料為某種金屬、合金等，且其可經成形並調整尺寸以座落在力矩臂之上表面上，一般在密封元件之上方但在該密封元件之與基板形成實質上不滲漏密封的部分的徑向外側處。如此配置圖解於圖7B與7C中。在某些實施例中，接觸環由實質上平坦的可撓性及/或可變形的傳導性材料製成，因此其以較大之接觸面積接觸晶圓晶種層。此外，在一些實施例中，將平坦且薄的可撓性接觸元件定位/設置在一部分的彈性密封元件上方，可允許接

觸元件在當基板對其施壓時稍微地變形，並適型於基板表面與其接觸之部分，而形成保型接觸表面。透過由彈性密封元件之位於接觸元件下方的部分所施加在該接觸元件上的相反的壓縮力(向上的力)，可強化該接觸元件適型於基板表面與其接觸之形狀(例如適型於基板之斜邊區的輪廓)。因此，可強化基板與電接觸元件之間的電連接的品質、一致性及/或均勻度。

【0105】 在一些實施例中，電接觸元件可為平坦且薄的，但可成形為接觸指狀物，該等接觸指狀物經定向，使得該者圍繞接觸元件之圓周而指向徑向內側。該等接觸指狀物有助於提高電連接的品質、一致性及/或均勻度，因為與若使用整塊的(solid)傳導性材料條(即使薄且平坦)之情況相比，該等接觸指狀物在當基板施加壓力於該者上方時於垂直方向上更為可變形的及/或可撓性(雖然在一些實施例中，整塊的傳導性材料條亦適用於提供必要的電連接)。

【0106】 如前述，電接觸元件通常實質上徑向對稱且為環狀，使得其與被電鍍的基板對稱地接觸，並且在其接觸基板的表面部分尤其為對稱性。因此緣故，其在本文中亦可稱為接觸環。例示性接觸環之徑向形狀圖解於圖7G到7I所示之杯底元件701的展開圖，類似於圖7D-7E所示之杯底元件的未展開圖。在後方的圖式(圖7G-7I)中，呈現與杯底元件701分離的電接觸元件705，故可區分出電接觸元件705之形狀。具體而言，圖7G呈現約一半的例示性電接觸元件705之環狀結構，與杯底元件701之其餘部分垂直地分離。圖7H將通過圖7G所示之杯底元件的剖面切片的一端放大，且圖7I為進一步放大圖，聚焦於杯底元件的剖面，並且電接觸元件705同樣與杯底元件701分離。

【0107】 從這些圖式可注意到，在接觸環705的實際基板接觸部分的外側之處的該環的徑向對稱性可被破壞，而對接觸環705操作之影響可能很小，因為徑向外側部分未與基板形成電連接。這可見於圖7I之杯底元件的展開圖，其中可見接觸環705具有緊固元件707，當組裝以操作時，緊固元件707配合在杯底元件

701的凹槽709中。亦可注意到，即使接觸環之接觸基板的徑向內側部分，也僅大致上徑向對稱，因為(例如)電接觸指狀物之存在，以小角度破壞對稱性。該等接觸指狀物呈現於圖7I中，並更清楚地呈現於圖7F中。

【0108】 電接觸元件/環 705 具有容置位於標準半導體晶圓基板(例如 200mm、300mm 的晶圓、或 450mm 的晶圓)上的晶種層之外側區的直徑。電接觸元件/環 705 可經調整尺寸以平坦放置在彈性密封元件 703 上方。在某些實施例中，電接觸元件/環 705 可具有約 0.500 英吋或更小、或介於 0.040 與 0.500 英吋、或更具體而言介於約 0.055 與 0.200 英吋的徑向寬度。接觸環之徑向寬度界定為從接觸環的外側徑向邊緣到其內側徑向邊緣的徑向方向上的距離，例如由呈現於圖 7F 與 7I 中的接觸環上的接觸指狀物的徑向內側距離所界定。接觸指狀物之垂直厚度一般介於約 0.0005 與 0.010 英吋、或更具體而言介於約 0.001 與 0.003 英吋。

【0109】 在某些實施例中，例如圖 7F 與 7I 所示之例示性實施例，接觸環具有複數徑向朝內凸出的指狀物，用以在基板被固持於杯底中時接觸基板之邊緣。這些指狀物可具有介於約 0.01 與 0.100 英吋、或更具體而言介於約 0.020 與 0.050 英吋的徑向寬度。該等指狀物可具有介於約 0.02 與 0.10 英吋、或介於約 0.04 與 0.06 英吋的中心之間間距。在某些實施例中，該間距在接觸環的圓周上不變。在其他實施例中，該間距在接觸環的圓周上可變化。可在接觸環之內側圓周判斷該間距。針對平坦放置在彈性密封元件的接觸指狀物而言，其間距可透過彈性密封元件的表面之角度來判斷。

【0110】 在某些實施例中，接觸環實質上平坦且其實質上平坦地放置在彈性密封元件上，而彈性密封元件本身可平坦放置在力矩臂上。整體上，應將此設計與接觸環具有L型結構之設計(其中該L的朝上延伸的短臂接觸基板)區分

開，亦與應用類懸臂之接觸指狀物之設計(如圖3A所示)區分開。在應用接觸指狀物(實質上平坦地放置於彈性密封元件上)的這些設計中，吾人認為，(在一些實施例中)可達成與晶圓晶種層之外側直徑之改良的電接觸。因為接觸環實質上平坦，所以可消除(例如)因類懸臂接觸指狀物的彎曲程度而產生的任何額外的累計容差需求。因此，有了實質上平坦的電接觸元件，可更精準地定位並控制介於電接觸元件與基板之間的電接觸區塊，且因此可應用將接觸區塊定位得更靠近基板邊緣之設計。這因此實現界定徑向上更外側之周邊區(在實質上排除電鍍溶液的基板表面上)的密封元件之應用，使得在電鍍操作期間可達成較小的邊緣排除距離。

【0111】 雖然圖7A-7I中呈現接觸環完全地平坦，但在一些實施例中，在接觸基板的徑向內側部分上實質上平坦的接觸元件，可具有徑向外側有角度的部分，例如用以與導電板形成接觸。然而，在這樣的實施例中，接觸環之位於力矩臂上的部分仍實質上平坦。接觸元件之接觸指狀物亦可如前述般具有稍微的坡度，但仍亦可說大致上接觸元件(以及其接觸指狀物)實質上平坦設置在彈性密封元件上方。

【0112】 電接觸元件/環可由相對上可撓性傳導性材料製成，其可彎曲及/或變形以在電鍍操作期間(或之前)當基板被抵著力矩臂施壓時適應基板以及下層的彈性密封元件之形狀。例如，電接觸元件/環可由薄的非硬化金屬片製成。因此，接觸元件之與基板接觸的部分可為薄的可撓性及/或可適型金屬片，厚度約 0.01 英吋或更薄、或更具體而言厚度約 0.005 英吋或更薄、或甚至更具體而言厚度約 0.002 英吋或更薄。含接觸環的金屬可包含不鏽鋼。在一些實施例中，金屬可包含貴重金屬合金。此類合金可包括鈰合金、包括選擇性含金及/或鉑的鈰銀合金。一範例為由 DERINGER-NEY INC 製造的 Palinery 7。

杯體組件與彈性密封元件的整體式製造

第 33 頁，共 40 頁(發明說明書)

【0113】 雖然通常用於將基板密封於電鍍抓斗中的彈性密封元件為分離的元件，其在電鍍操作之前由使用者安裝在抓斗中，但在本文所揭露之許多實施例中，杯體組件與其密封元件在製造過程中被整合。在如此例子中，可透過附著、模製、或其他避免彈性密封元件從杯底元件上脫開的適當處理，在製造期間將彈性密封元件附加至杯底元件。如此，可將彈性密封元件視為杯體組件的固定特徵，而非視為分離的元件。

【0114】 在一些實施例中，彈性密封元件可原位形成在杯底元件內側，例如，透過將其模製在杯底元件中。在此方式中，將組成成形密封元件的彈性材料之化學前驅物放置在力矩臂之待設置該成形密封元件的位置上，然後透過例如下列機制對該化學前驅物進行處理，以形成所需之彈性材料：聚合反應、固化、或將化學前驅物材料轉化成已成形彈性材料(具有密封元件之所需的最終結構形狀)的其他機制。

【0115】 在其他實施例中，將密封元件預形成為其所需之最終形狀，然後透過下列操作在杯體組件之製造期間與堅固的(塑膠或金屬)杯底元件結合：經由附著、膠合等，或若干其他適當的附加機制，將密封元件附加至杯底元件之力矩臂上的適當位置。

【0116】 與使用將杯體組件與密封元件作為分離元件的製造所通常達到者相比，透過杯體組件與其彈性密封元件之整合式製造，可將密封元件更精準地形成為其所需形狀並更精準地設置在杯體組件之杯底元件的結構中。與杯底元件的固定支撐座結合，允許精確定位密封元件之接觸基板的部分。因此，因為所需的定位誤差範圍較小，所以可應用縮小的軸向輪廓的密封元件，而因此，允許密封元件經設計以在明顯更靠近基板邊緣之處接觸杯體組件內的基板，進

而縮短電鍍操作期間的邊緣排除區。舉例來說，透過減少/消除卡住的氣泡，密封元件與杯底(具體而言，杯底之力矩臂)的結合的較薄之內側邊緣增強晶圓上的電鍍效能。

系統控制器

【0117】 在某些實施例中，一系統控制器用以控制密封抓斗期間及/或處理基板期間的製程條件。該控制器一般包括一或更多的記憶體裝置及一或更多的處理器。該處理器包括 CPU、或電腦、類比及/或數位輸入/輸出連接件、步進馬達控制面板等。用以執行適當控制操作的指令在處理器上執行。這些指令可儲存在與該控制器連接的記憶體裝置上，或可透過網路提供。

【0118】 在某些實施例中，該系統控制器控制處理系統的所有活動。該系統控制器執行包括指令組的系統控制軟體，以控制前文列舉之處理步驟的時程以及特定處理的其他參數。在其他實施例中，可使用儲存在與該控制器連接的記憶體裝置中的其他電腦程式、指令碼、或程序。

【0119】 通常，有一和該系統控制器連接的使用者介面。該使用者介面包含一顯示螢幕、顯示製程條件的圖示軟體，以及使用者輸入裝置(例如指標裝置、鍵盤、觸控螢幕、麥克風等。)

【0120】 用以控制上述操作的電腦程式碼可用任何習用之電腦可讀程式語言寫入，例如組合語言、C、C++、巴斯卡程式語言、福傳程式語言或其他。編成的目的碼或指令碼被該處理器執行，以實現在該程式中所指定的任務。

【0121】 監控過程的信號由該系統控制器之類比及/或數位輸入連接器提供。用於控制過程的信號由處理系統之類比及數位輸出連接器輸出。

微影圖案化

【0122】 上述之該設備/處理，可連同微影圖案化的工具或製程一起使用，例如用於半導體裝置、顯示器、LEDs、太陽能平板以及類似物的加工或製造。典型地但非必要地，此類工具/製程在共同的製造場所中被一起使用或操作。薄膜的微影圖案化典型地包括一些或全部下述之步驟，每項步驟藉由若干合理的工具而促成：(1) 使用旋塗或噴塗工具塗佈光阻劑於工件(即基板)上；(2) 使用熱板或熔爐或 UV 固化工具使光阻劑固化；(3) 使用如晶圓步進器的工具暴露該光阻劑到可見光或 UV 光或 X 光；(4) 使用如濕式清潔台的工具使該光阻劑顯影以選擇性地移除光阻劑並藉此使之圖案化；(5) 使用乾式或電漿輔助蝕刻工具轉移該光阻劑圖案到下伏的薄膜或工件中；以及(6) 使用如 RF 或微波電漿光阻剝離器的工具移除該光阻劑。

其他實施例

【0123】 雖然本文呈現並描述本發明之例示性實施例與應用，但可能有許多變化與修改仍落入本發明之精神、範疇、概念內，且本技術領域中具有通常知識者在觀察本案之後這些變化將變得明顯。因此，本文之實施例應視為例示性(而非限制性)，且本發明不限於本文中所給定的細節，而可在隨附申請專利範圍之範疇與等價態樣內被修改。

【符號說明】

【0124】

100 設備

101 杯體

103 錐體

104 撐桿

- 105 頂板
- 106 主軸
- 107 馬達
- 109 防濺裙
- 110 間隔部件
- 111 晶圓固持器
- 115 電鍍單元
- 117 電鍍腔室
- 119 陽極
- 131 入口管
- 153 擴散器/膜片
- 155 入口噴嘴
- 157 腔室
- 159 沖洗排水管路
- 161 電鍍溶液回流管路
- 163 沖洗噴嘴
- 165 內部堰
- 167 外部堰
- 201 杯體
- 203 錐體
- 208 指狀物
- 212 唇形密封
- 300 抓斗
- 302 組件

304 彈性唇形密封
308 凸出部
310 接觸元件
312 暴露部分
313 暴露部分
314 分配匯流排
316 導電板
322 接觸元件
324 唇形密封
400 組件
402 唇形密封
404 接觸元件
406 基板
500 抓斗部分
502 唇形密封
503 彈性支撐邊緣
504 密封凸出部
505 彈性上部部分
506 內側表面
507 頂表面
508 接觸元件
509 基板
510 錐體
511 表面

- 512 表面
- 602 區塊
- 604 區塊
- 606 區塊
- 608 區塊
- 610 操作
- 612 區塊
- 614 區塊
- 616 區塊
- 700 組件
- 701 杯底(元件)
- 703 彈性密封(元件)
- 704 凸出部
- 705 (電)接觸元件/接觸環
- 706 指狀物
- 707 緊固元件
- 709 凹槽
- 711 主體部分
- 713 力矩臂
- 721 導電板
- 723 栓
- 724 栓孔

- 725 絕緣元件
- 727 錐體
- 731 基板



【中文發明名稱】半導體電鍍設備用唇形密封及接觸元件

【英文發明名稱】LIPSEALS AND CONTACT ELEMENTS FOR

SEMICONDUCTOR ELECTROPLATING APPARATUSES

【中文】

本文中揭露用以在電鍍期間固持、密封、並提供電源至半導體基板的杯體組件，杯體組件包含:杯底元件，其包含主體部分以及力矩臂；設置在力矩臂上的彈性密封元件；以及設置在彈性密封元件上的電接觸元件。主體部分可如此:當基板被抵著力矩臂施壓時，主體部分未實質上撓曲，且主體部分被牢固地附加至該杯體結構的另一特徵物。主體部分之平均垂直厚度比上力矩臂之平均垂直厚度的比例大於約5。電接觸元件具有實質上平坦但可撓性接觸部分，接觸部分設置在彈性密封元件的實質上水平部分上。彈性密封元件在製造期間與杯底元件結合。

【英文】

Disclosed are cup assemblies for holding, sealing, and providing electrical power to a semiconductor substrate during electroplating which may include a cup bottom element having a main body portion and a moment arm, an elastomeric sealing element disposed on the moment arm, and an electrical contact element disposed on the elastomeric sealing element. The main body portion may be such that it does not substantially flex when a substrate is pressed against the moment arm, and it may be rigidly affixed to another feature of the cup structure. The ratio of the average vertical thickness of the main body portion to that of the moment arm may be greater than about 5. The electrical contact element may have a substantially flat but flexible contact

portion disposed upon a substantially horizontal portion of the sealing element. The elastomeric sealing element may be integrated with the cup bottom element during manufacturing.

【指定代表圖】第(7A)圖

【代表圖之符號簡單說明】

700 組件

701 杯底(元件)

703 彈性密封(元件)

705 (電)接觸元件/接觸環

711 主體部分

721 導電板

723 栓

725 絕緣元件

727 錐體

731 基板

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種用以在電鍍期間嚙合半導體基板的杯體組件，該杯體組件包含：

(a) 一杯底元件，包含一主體部分以及徑向向內突出的力矩臂，其中該主體部分被附加至該杯體組件的另一特徵物，且其中該力矩臂的厚度係配置成使得在半導體基板置放至該杯體組件上之期間該力矩臂提供該杯底元件的實質上所有的彎曲，其中該主體部分之平均垂直厚度比上該徑向向內突出的力矩臂之平均垂直厚度的比例大於約5，且其中該主體部分的徑向寬度介於約0.5英吋與約3英吋之間且該徑向向內突出之力矩臂的徑向寬度至多0.1英吋；以及

(b) 一彈性密封元件，其設置在該徑向向內突出的力矩臂上，其中該彈性密封元件由該徑向向內突出的力矩臂支撐，其中當被該半導體基板抵著施壓時，該彈性密封元件抵著該半導體基板而密封，以界定該半導體基板之在電鍍期間實質上排除電鍍溶液的周邊區，其中該彈性密封元件的頂部部分配置成容納一電接觸元件，當該彈性密封元件抵著該半導體基板而密封時，該電接觸元件在該周邊區接觸該半導體基板，使得該電接觸元件在電鍍期間與該半導體基板呈電連通。

【第2項】 如申請專利範圍第1項之用以在電鍍期間嚙合半導體基板的杯體組件，其中該周邊區為實質上徑向對稱的，且其特徵為第一徑向內側直徑，其中該半導體基板與該電接觸元件之間的接觸區域為實質上徑向對稱的，且其特徵為第二徑向內側直徑，且其中該第二徑向內側直徑大於該第一徑向內側直徑。

【第3項】如申請專利範圍第2項之用以在電鍍期間嚙合半導體基板的杯體組件，其中在該半導體基板置放至該杯體組件上之期間該主體部分係建構以保持剛性且該力矩臂係建構以撓曲。

【第4項】如申請專利範圍第1-3項中之任一項之用以在電鍍期間嚙合半導體基板的杯體組件，更包含：

(c) 該電接觸元件設置在該彈性密封元件的該頂部部分上。

【第5項】如申請專利範圍第4項之用以在電鍍期間嚙合半導體基板的杯體組件，其中該杯底元件之該主體部分具有至少約0.2英吋的平均垂直高度。

【第6項】一種設備，包含：

一彈性密封元件，其配置成設置在杯底之徑向向內突出的力矩臂上且由其支撐，其中當被半導體基板抵著施壓時，該彈性密封元件抵著該半導體基板而密封，以界定該半導體基板之在電鍍期間實質上排除電鍍溶液的周邊區，其中該彈性密封元件之實質上水平的頂部部分配置成容納具有實質上平坦但具可撓性之接觸部分的一電接觸元件，其中當該彈性密封元件抵著該半導體基板而密封時，該電接觸元件在該周邊區接觸該半導體基板並且在被該半導體基板施壓時變形，使得該電接觸元件在電鍍期間與該半導體基板呈電連通；

其中該杯底包含一主體部分及該徑向向內突出的力矩臂，該主體部分牢固地附加至杯體組件的另一特徵物，其中該力矩臂的厚度係配置成使得在該半導體基板置放至該杯體組件上之期間該力矩臂提供該杯底元件的實質上所有的彎曲，其中該主體部分之平均垂直厚度比上該徑向向內突出的力矩臂之平均垂直厚度的比例大於約5，且其中該主體部分的徑向寬度介於約0.5英吋與約3英吋之間且該徑向向內突出之力矩臂的徑向寬度至多約0.1英吋。

【第7項】如申請專利範圍第6項之設備，其中，在該半導體基板置放至該杯體組件上之期間該主體部分係建構以保持剛性且該力矩臂係建構以撓曲。

【第8項】如申請專利範圍第6項之設備，其中該彈性密封元件具有向上凸出部，當該半導體基板被抵著該彈性密封元件施壓時，該向上凸出部接觸並密封該半導體基板，其中該向上凸出部位於該彈性密封元件之實質上水平之該頂部部分的徑向內側。

【第9項】如申請專利範圍第8項之設備，其中當抵著該半導體基板而密封時，該彈性密封元件的該向上凸出部壓縮，且其中在壓縮之前，該彈性密封元件的該向上凸出部係在該彈性密封元件之實質上水平之該頂部部分的垂直上方。

【第10項】如申請專利範圍第6-9項中之任一項之設備，更包含：

包含該主體部分及該徑向向內突出之力矩臂的該杯底，其中該徑向向內突出之力矩臂支撐該彈性密封元件及該電接觸元件。

【第11項】如申請專利範圍第6-9項中之任一項之設備，更包含：

包含該實質上平坦但具可撓性之接觸部分的該電接觸元件，其中該實質上平坦但具可撓性的接觸部分之形狀和尺寸係定製成設置在該彈性密封元件之實質上水平的該頂部部分上。

【第12項】一種設備，包含：

一電接觸元件，其包含可撓性傳導性材料，其中該電接觸元件係實質上平坦且其形狀和尺寸係定製成設置在杯底之徑向向內突出的力矩臂上，該徑向向內突出的力矩臂配置成在該電接觸元件與該徑向向內突出的力矩臂之間支撐一彈性密封元件，其中當被半導體基板抵著施壓時，該彈性密封元件抵

著該半導體基板而密封，以界定該半導體基板之在電鍍期間實質上排除電鍍溶液的周邊區；

其中該杯底包含一主體部分及該徑向向內突出的力矩臂，該主體部分牢固地附加至杯體組件的另一特徵物，其中該力矩臂的厚度係配置成使得在該半導體基板置放至該杯體組件上之期間該力矩臂提供該杯底元件的實質上所有的彎曲，其中該主體部分之平均垂直厚度比上該徑向向內突出的力矩臂之平均垂直厚度的比例大於約5，其中該主體部分的徑向寬度介於約0.5英吋與約3英吋之間且該徑向向內突出之力矩臂的徑向寬度至多約0.1英吋，且其中當該彈性密封元件抵著該半導體基板而密封時，該電接觸元件係配置成在該周邊區接觸該半導體基板，使得該電接觸元件在電鍍期間與該半導體基板呈電連通。

【第13項】 如申請專利範圍第12項之設備，更包含：

該彈性密封元件設置在該徑向向內突出的力矩臂上，其中該彈性密封元件的頂部部分支撐該電接觸元件。

【第14項】 如申請專利範圍第13項之設備，更包含：

包含該主體部分及該徑向向內突出之力矩臂的該杯底，其中該徑向向內突出之力矩臂支撐該彈性密封元件及該電接觸元件。

【第15項】 如申請專利範圍第14項之設備，其中，該彈性密封元件與該杯底結合。

【第16項】 如申請專利範圍第12-15項中之任一項之設備，其中，在該半導體基板置放至該杯體組件上之期間該主體部分係建構以保持剛性且該力矩臂係建構以撓曲。

【第17項】 如申請專利範圍第12-15項中之任一項之設備，其中，至少部分由於來自該電接觸元件設置於其上之該彈性密封元件的壓縮所產生的反作用力，該電接觸元件係配置成適型於該半導體基板之形狀的一部分。

【第18項】 如申請專利範圍第12-15項中之任一項之設備，其中，該彈性密封元件具有向上凸出部，當該半導體基板被抵著該彈性密封元件施壓時，該向上凸出部接觸並密封該半導體基板，其中該向上凸出部位於該彈性密封元件之實質上水平部分的徑向內側。

【第19項】 如申請專利範圍第18項之設備，其中，實質上平坦之該電接觸元件的形狀和尺寸係定製成設置在該彈性密封元件的該實質上水平部分上。

【第20項】 如申請專利範圍第12-15項中之任一項之設備，其中，該可撓性傳導性材料包含鈹、銀、金、鉑、不鏽鋼、或其組合。