



(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 I609100 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 12 月 21 日

(21)申請案號：102111465

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 29 日

(51)Int. Cl. : C25D21/00 (2006.01)

C25D17/00 (2006.01)

C25D19/00 (2006.01)

(30)優先權：2012/03/30 美國

61/618,337

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

美國

(72)發明人：察 立鵬 CHUA, LEE PENG (MY)；邁爾 史蒂芬 T MAYER, STEVEN T. (US)；

波努斯瓦彌 湯瑪斯 PONNUSWAMY, THOMAS (IN)；庫瑪 山托許 KUMAR,

SANTOSH (IN)

(74)代理人：周良謀；周良吉

(56)參考文獻：

TW 531770

TW 200409836A

CN 1550033A

CN 1930666A

CN 100469948C

CN 101599420A

CN 101798698A

US 2003/0201184A1

US 2005/0218000A1

US 2009/0107835A1

US 2010/0144158A1

審查人員：洪敏峰

申請專利範圍項數：63 項 圖式數：9 共 49 頁

(54)名稱

使用反向電流除鍍以清洗電鍍基板夾持具

CLEANING ELECTROPLATING SUBSTRATE HOLDERS USING REVERSE CURRENT  
DEPLATING

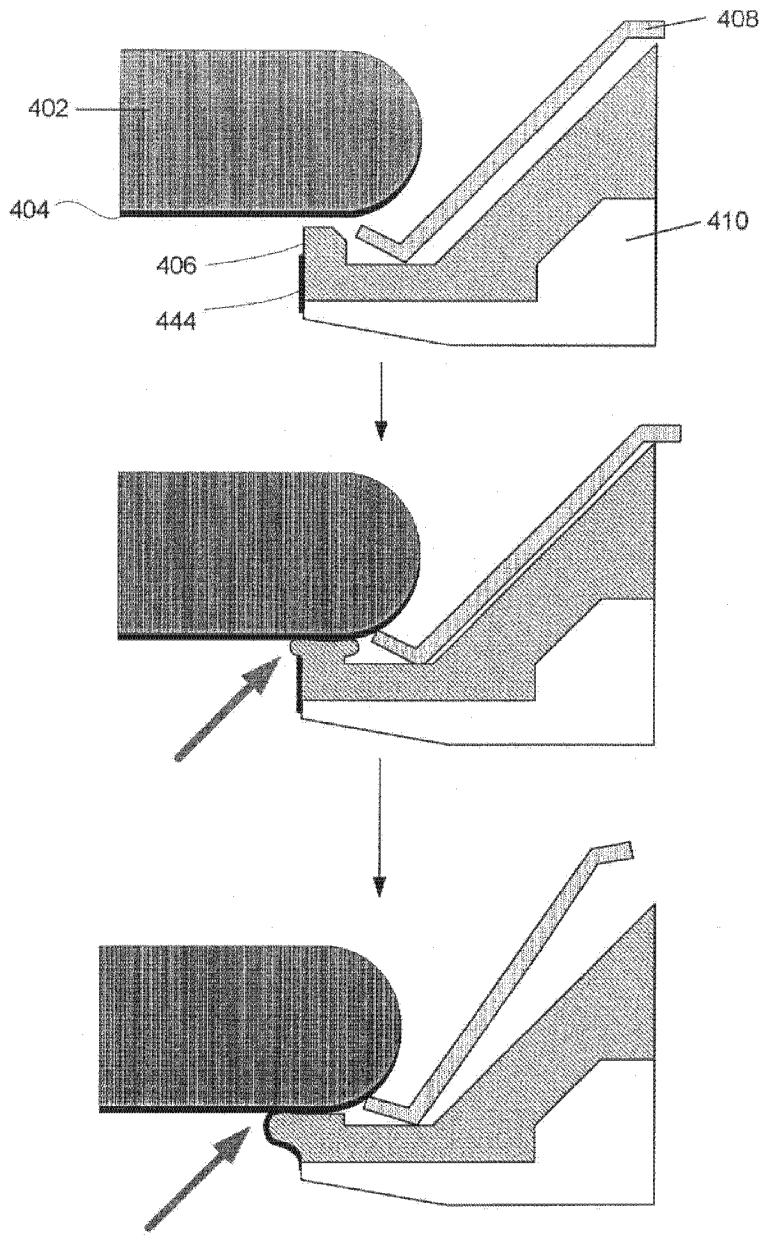
(57)摘要

提供清理方法及系統，利用反向電流除鍍技術自電鍍設備移除非所欲之金屬沈積物。此類清理涉及：將清理(除鍍)碟放置到類似於尋常處理基板的電鍍杯。清理碟的前表面包含抗腐蝕性導電材料以與電鍍杯之表面上的沈積物形成電接觸。將清理碟密封於電鍍杯中並將其浸沒於電鍍溶液中。接著，將反向電流施加至清理碟的前導電表面以開始沈積物的除鍍。在清理期間可改變電鍍杯中的壓迫以造成唇形密封的不同形變並與沈積物形成新的電接觸。可施行所建議的清理以移除在合金電鍍期間所形成的沈積物，尤其是廣泛地使用於半導體及晶圓層級封裝的錫-銀合金。

Provided are cleaning methods and systems to remove unintended metallic deposits from electroplating apparatuses using reverse current deplating techniques. Such cleaning involves positioning a cleaning (deplating) disk in an electroplating cup similar to a regular processed substrate. The front surface of cleaning disk includes a corrosion resistant conductive material to form electrical connections to deposits on the cup's surfaces. The disk is sealed in the cup and submerged into a plating solution. A reverse current is then applied to the front conductive surface of the disk to initiate deplating of the deposits. Sealing compression in the cup may change during cleaning to cause different deformation of the lip seal and to form new electrical

connections to the deposits. The proposed cleaning may be applied to remove deposits formed during electroplating of alloys, in particular, tin-silver alloys widely used for semiconductor and wafer level packaging.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 402 . . . 清理碟
- 404 . . . 抗腐蝕導電層
- 406 . . . 唇形密封
- 408 . . . 電接觸件
- 410 . . . 電鍍杯
- 444 . . . 金屬沈積物

圖 4

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

使用反向電流除鍍以清洗電鍍基板夾持具

CLEANING ELECTROPLATING SUBSTRATE HOLDERS USING  
REVERSE CURRENT DEPLATING

## 【技術領域】

交互參考之申請案

【0001】 本申請案主張 2012 年 3 月 20 日申請之名為「CLEANING ELECTROPLATING SUBSTRATE HOLDERS USING REVERSE CURRENT DEPLATING」的美國專利臨時申請案 US 61/618,337 作為優先權母案，將其所有內容包含於此作為參考。

## 【先前技術】

【0002】 半導體製造及製程的近來發展導致電鍍技術被大量用來將各種材料沈積於半導體裝置上。此類材料包含了電鍍銅、鎳及錫銀合金。電鍍錫銀合金常常會造成偽金屬累積在基板支撐組件(常被用作為夾持組件)的唇形密封及杯區周圍。取決於被稱為「唇形密封鍍層」及/或「杯底鍍層」之此累積物的位置，在某些情況下其可造成形成在基板與唇形密封間的密封失效，導致夾持組件之內部受到具有潛在腐蝕特性之電鍍溶液的污染。

## 【發明內容】

【0003】 本文中的某些實施例係關於利用反向電流除鍍技術自電鍍設備移除不欲之金屬沈積物的方法及設備。

【0004】 在本文之一態樣的實施例中，提供一種基板支撐件上之電鍍沈積物的減少方法，此基板支撐件係用以支撐電鍍池中的晶圓基板。此方法可包含：當電鍍池未被用於將金屬電鍍至該基板上時，在該基板支撐件中提供除鍍碟，俾使該除鍍碟與該基板支撐件中的複數電接觸件電接

觸；將該除鍍碟及該基板支撐件浸沒至該電鍍池內的電鍍溶液中；及在足以自該基板支撐件至少部分移除該電鍍沈積物之條件下對該除鍍碟施加陽極電位，其中該除鍍碟之尺寸與形狀係與標準半導體晶圓相匹配。

【0005】 在特定的實施例中，除鍍碟具有金屬或其他非腐蝕性導電材料至少圍繞其用以與該基板支撐件中之複數電接觸件電接觸之區域的周長。該周邊金屬可以是貴金屬且在某些情況中包含鉑、鈮、金、銥、鐵、鈦或其組合。在特定的實施例中，該周邊金屬可包含鈦、鉍或鉻。除鍍碟在其中央區域中亦可包含絕緣體。在其他情況中，在除鍍碟之周邊上的金屬亦延伸至除鍍碟的整個除鍍面上。在某些實施例中，除鍍碟具有約 450 mm 的直徑，但在其他實施例中除鍍碟可具有約 300 mm 的直徑。

【0006】 在某些情況中欲移除的電鍍沈積物可以是合金。在一實施例中，欲移除的電鍍沈積物包含銀與錫。在各種實施例中，基板支撐件亦可包含唇形密封。該電鍍沈積物的減少方法亦可包含將該除鍍碟壓迫於該唇形密封上以使該除鍍碟與該電鍍沈積物接觸。在某些實施例中，在施加該陽極電位至該除鍍碟後，改變該除鍍碟上的壓迫以使得該唇形密封彎曲至一新位置，藉此使得該除鍍碟與該電鍍沈積物電接觸，然後在足以自該基板支撐件移除該電鍍沈積物的條件下施加更多的陽極電位至該除鍍碟。在某些實施例中，該方法亦包含將該除鍍碟移動至該除鍍碟用的儲存區域，其中該儲存區域係與該半導體晶圓的儲存區域分離。

【0007】 在本文之另一態樣的實施例中，提供一種半導體電鍍設備的清理方法，此方法包含在晶圓支撐組件中提供除鍍碟，其中該除鍍碟包含至少圍繞其周邊的抗腐蝕性導電材料，且該晶圓支撐組件包含周邊唇形密封以及複數的電接觸件，其中該晶圓支撐組件係置於電鍍池中且該晶圓支撐組件具有金屬沈積於其上；及藉著施力至該除鍍碟而藉此使該唇形密封形變並提供液密密封而將該除鍍碟密封於該晶圓支撐組件中，藉此在複數該電接觸件與沈積於該晶圓支撐組件上之金屬之間建立電交流；將除鍍碟浸沒至電鍍池中的清理溶液中；及施加陰極電流至該電鍍池中的陰極並施加陽極電流至該除鍍碟，藉此移除沈積在該晶圓支撐組件上的金屬。

【0008】 施行此實施例時，施加至該除鍍碟的力可與當電鍍晶圓被密封在晶圓支撐組件中時施加至電鍍晶圓的力相等。相反地，施加至該除

鍍碟的力可不同於(較小的力或較大的力)當電鍍晶圓被密封在晶圓支撐組件中時施加至電鍍晶圓的力。在某些情況中，除鍍碟可包含絕緣中央部。

**【0009】** 沈積在晶圓支撐組件的金屬常常是合金、但並非總是合金。在特定的實施例中，形成該合金的複數金屬可具有差約 0.1 V 或更多的還原電位，在某些情況中可具有差約 0.3 V 或更多的還原電位。在一特定的情況中，該合金可包含錫與銀。施加陽極電流至該除鍍碟的作業可以各種方式進行。在一情況中，在恆電流模式下施加電流，但在另一情況中，在穩壓模式下施加電流。當使用穩壓模式時，可將陽極電流施加至除鍍碟直到達到目標電流密度。當使用恆電流模式時，可施加陽極電流直到達到目標電位。目標電位可以等於或稍微高於沈積在晶圓支撐組件上之金屬中之成分金屬的氧化電位。又，當施行恆電流模式時，電流密度可介於約每平方公寸 0.5-2 安培。在一特定的實例中，施加陽極電流至除鍍碟的步驟包含在第一電壓電位處施加電流及在第二電壓電位處施加電流，其中第一與第二電壓電位稍微高於合金中之兩金屬之每一者的電壓電位。雖然將陽極電流施加至除鍍碟，但可控制電流密度以避免氧氣生成。在一情況中，可以脈衝方式將陽極電流施加至除鍍碟。

**【0010】** 在某些實施例中，清理溶液可與電鍍晶圓用的溶液相同。在一特定實例中，清理溶液包含介於約 0.2-1.5 g/L 的銀離子、介於約 30-100 g/L 的錫離子以及介於約 70-350 g/L 的酸。

**【0011】** 此方法亦可包含至少在施加電流的作業期間以 5 RPM 或更高的速度來旋轉除鍍碟。又，此方法可包含以第一方向來旋轉除鍍碟然後以第二方向來旋轉除鍍碟。在某些實施例中，可自清理溶液移除除鍍碟，然後以約 100-600 RPM 的速度來旋轉除鍍碟以自除鍍碟回收清理溶液，接著利用去離子水來沖洗除鍍碟，然後旋轉除鍍碟以移除去離子水。此程序有助於節省清理溶液並保存除鍍碟。在某些情況中，在清理後可自動將除鍍碟移動至除鍍碟儲存區域。

**【0012】** 在某些實施例中，可施行該方法俾使其被週期性地重覆。在一實例中，在一時間間隔後重覆該方法。在另一實例中，在電鍍了特定數目之電鍍晶圓後重覆該方法。在第三實例中，在特定量的電荷通過後重覆該方法。在第四實例中，在接收到訊號後重覆該方法，其中該訊號對應

至晶圓支撐組件具有閾值量之金屬沈積於其上的條件。當設置了某些偵測機構來偵測何時適合清理時，此最後實例可尤其有用。

【0013】 在特定的實施例中，施加電流至除鍍碟可溶解沈積在晶圓支撐組件上位於除鍍碟-唇形密封介面約 10 mm 之內的金屬。或者或是額外地，施加電流至除鍍碟可溶解電鍍至晶圓支撐組件上之金屬的至少約 25%。

【0014】 在本文所揭露之另一態樣的實施例中，提供一種電鍍半導體晶圓用的電鍍設備，包含：包含電鍍池的至少一電鍍模組，該電鍍池係用以容納含金屬離子的電鍍溶液；包含周邊唇形密封及複數電接觸件的電鍍池晶圓支撐組件，其中該電鍍池晶圓支撐組件係用以接收半導體晶圓，該周邊唇形密封係用以在該半導體晶圓的邊緣與該周邊唇形密封之間形成液密密封，藉此避免電鍍溶液與該複數電接觸件接觸；除鍍碟，包含抗腐蝕性導電材料(在某些情況中為貴金屬)圍繞至少其周邊，其中該除鍍碟之該貴金屬的位置乃使其與該複數電接觸件電交流，且該貴金屬係位於該周邊唇形密封的周邊附近，俾以在清理模式期間、當陽極電流被施加至清理碟時移除形成在該唇形密封及電鍍池晶圓支撐組件上的金屬沈積物；及電源，用以在電鍍模式下提供陽極電流至陰極並提供陰極電流至半導體基板，且在清理模式下提供陰極電流至該陰極並提供陽極電流至該除鍍碟。

【0015】 該電鍍設備亦可包含晶圓儲存區域，用以在半導體晶圓未在電鍍模組中接受電鍍時儲存該半導體晶圓。在某些情況中，該電源可用以在半導體基板存在於電鍍模組中時、根據電鍍模式供應電流以及當除鍍碟存在於電鍍模組中時、根據清理模式供應電流。電鍍設備亦可包含輔助電極，當至少一部分半導體晶圓係浸沒於電鍍溶液中時輔助電極能夠與半導體晶圓電交流。

【0016】 除鍍碟可包含一或多個裸露之熱力學可氧化但經動力學鈍化的抗腐蝕金屬。例如，在某些實施例中，該經動力學鈍化的抗腐蝕金屬包含非貴金屬之鈦、鋁、鈮、鎢、鈳及/或鉻中的至少一者。又，除鍍碟上之抗腐蝕性導電材料可包含選自由下列者所構成之族群的「貴金屬」材料：鉑、鈀、金、銀、鐵、鈳及其組合。此些貴金屬通常皆未經過鈍化而是因為其熱力學本質(例如高氧化電位)而抗腐蝕。在某些實施例

中，除鍍碟之抗腐蝕性導電材料具有低於約 0.5 V 的氧生成過電壓。在某些實施例中，除鍍碟包含被周邊導電部所圍繞的絕緣中央部。在某些情況中，導電部的寬度係介於約 1-10 毫米或介於約 2-6 毫米。周邊導電部有助於定義除鍍碟之中央絕緣部與電鍍設備之唇形密封之間間隙。在某些實施例中，此間隙係介於約 1-5 毫米之間。在某些實施例中，除鍍碟可包含至少部分塗有抗腐蝕性導電材料的半導體基板。一般而言，除鍍碟將會有除鍍面及相對面。在某些實施例中，除鍍面包含自除鍍碟之相對面延伸遠離的段差。此段差可以是至少 1 mm 長且位於除鍍碟圓周內約 0.1 至 5 mm 距離處。段差與唇形密封之間間隙可約為 2 毫米或更小。在某些實施例中，當銜合時，段差實體接觸唇形密封。

【0017】 在本文之額外態樣的實施例中，提供一種電鍍半導體晶圓用的電鍍設備，包含：包含電鍍池之至少一電鍍模組，電鍍池係用以容納含金屬離子的電鍍溶液；包含周邊唇形密封與複數電接觸件的電鍍池晶圓支撐組件，該電鍍池晶圓支撐組件係用以容納工作件(半導體晶圓或除鍍碟)，該周邊唇形密封係用以在工作件邊緣與周邊唇形密封之間形成液密密封，藉此避免電鍍溶液與該複數電接觸件接觸；電源，用以在電鍍模式下提供陽極電流至陽極及提供陰極電流至工作件，並在清理模式下提供陰極電流至陽極及提供陽極電流至工作件；除鍍碟儲存支撐件；晶圓儲存區域；機械手臂；及控制器，用以指示機械手臂將除鍍碟在除鍍碟儲存支撐件及電鍍模組之間移動，並將半導體晶圓在晶圓儲存區域及電鍍模組之間移動，及指示電源在半導體晶圓存在於電鍍模組中時、根據電鍍模式供應電流，並在除鍍碟存在於電鍍模組中時、根據清理模式供應電流。

【0018】 電鍍設備亦可包含至少一工作件沖洗模組及/或輔助電極，輔助電極在工作件之至少一部分係浸沒於電鍍溶液中時能夠與工作件電交流。又，該唇形密封及/或電鍍池晶圓支撐組件可具有金屬合金沈積於其上。形成該合金的複數金屬可具有差約 0.1 V 以上的還原電位，在某些情況中可具有差約 0.3 V 以上的還原電位。在某些實例中，該合金包含錫，且在一特定的實例中，該合金包含錫與銀。該電鍍設備亦可包含置於工作件上的錐。分離地或額外地，該電鍍設備可包含施力裝置，以直接或間接的方式將可變的力施加至工作件。在許多情況中，該唇形密封是可壓

縮的。此可壓縮性使得該唇形密封得以形變，藉此提供對金屬沈積物的額外電接觸。

【0019】 在本文之另一態樣的實施例中，提供一種除鍍碟。當除鍍碟被用來減少基板支撐件上之電鍍沈積物時，其具有陽極的作用，其中在施加陰極電流而在基板上電鍍金屬時，基板支撐件係用以支撐電鍍池中的基板。除鍍碟可包含周邊區域及內部區域，該周邊區域包含抗腐蝕性的導電材料，用以與該基板支撐件中之複數電接觸件電接觸，該內部區域包含絕緣體，其中該除鍍碟的形狀被設計成如同具有約 300 或約 450 mm 之直徑的圓形晶圓。在某些實施例中，除鍍碟所具有之直徑係不同於使用了除鍍碟之電鍍設備中所電鍍之基板的直徑。雖然典型的基板為 300 或 450 mm，但只要除鍍碟的直徑接近在特定設備中所電鍍之基板的直徑，任何尺寸的除鍍碟均可使用。抗腐蝕性導電材料通常是金屬。在某些實施例中，該金屬可以是貴金屬。

【0020】 下面將參考附圖說明此些與其他特徵。

### 【圖式簡單說明】

【0021】 圖 1A 顯示放置在電鍍設備中之唇形密封上的晶圓，電鍍設備不具有非所欲之金屬沈積物。

【0022】 圖 1B-1D 顯示放置在電鍍設備中之唇形密封上的晶圓，電鍍設備具有非所欲之金屬沈積物。

【0023】 圖 2 顯示錫-銀金屬沈積在部分電鍍設備上的建議機制。

【0024】 圖 3 為根據所揭露之實施例清理電鍍設備之方法的流程圖。

【0025】 圖 4 顯示當較大的向下力施加至清理碟時，清理碟/唇形密封的介面。

【0026】 圖 5A 與 5B 分別顯示清理碟的上視與側視圖。

【0027】 圖 6 顯示具有段差並與唇形密封銜合之清理碟的一實施例。

【0028】 圖 7 顯示根據所揭露之實施例之電鍍池的橫剖面圖。

【0029】 圖 8 顯示根據本文中之實施例可使用之一電鍍設備。

【0030】 圖 9 顯示根據本文中揭露之一實施例的多站製程設備。

### 【實施方式】

【0031】 在本申請案中，「半導體晶圓」、「晶圓」、「基板」、「晶圓基板」及「部分製造完成的積體電路」等詞可互換使用。熟知此項技藝者應瞭解，「部分製造完成的積體電路」一詞可代表積體電路製造之許多階段中任一階段下的矽晶圓。又，「電解質」、「電鍍浴」及「電鍍溶液」可互換使用。下列的詳細敘述假設本發明係用於晶圓。然而，本發明不限於此。工作件可具有各種形狀、尺寸及材料。除了半導體晶圓外，可受惠於本發明的其他工作件包含各種物件如印刷電路板等。

【0032】 在下面敘述中，指出了許多特定細節以提供對於本發明實施例的全面瞭解。在毋需部分或全部此些細節的情況下亦可施行本發明之實施例。在其他情況下，不詳細說明習知的製程操作以免不必要地模糊本發明之實施例。雖然配合特定實施例來說明本發明之實施例，但應瞭解，此些特定實施例並不限制本發明的實施例。

【0033】 積體電路的製造、電鍍製程及污染源

【0034】 在積體電路的製造及封裝製程的許多站點處皆可使用電化學沈積。在積體電路(IC)晶片層級中，藉著將銅電沈積至通孔及溝槽內而形成鑲嵌特徵部，以形成複數內連線金屬層。在複數金屬層之上，進行晶片的封裝。可使用各種晶圓層級封裝(WLP)結構，某些可包含兩或更多金屬或其他成分的合金或其他組合。例如，封裝可包含一或多個由焊料或相關材料所製成的凸塊。電鍍凸塊的典型實例起始於導電性基板晶種層(例如銅晶種層)，其在包含鉛錫焊料電鍍柱(例如 50 至 100 微米厚及 100 微米寬)之膜層下有鍍鎳的凸塊底擴散層(例如介於約 1-2 微米厚及 100 微米寬)。在電鍍、剝除光阻及蝕刻導電基板銅晶種層後，小心地熔化或重流焊料柱以產生焊料凸塊或連接至凸塊下方金屬的球體。

【0035】 在另一方案(被稱為銅柱及微柱方案)中，在焊料薄膜下方產生非焊料電鍍柱金屬的底凸塊，如銅、鎳或此兩種之組合。在此方案中，焊料薄膜通常遠遠地較上述方案更厚且更小。在銅柱與微柱的方案中，對特徵部間距(pitch)及分隔的緊密/精密控制是有利的。銅柱的寬度可以例如

是約 50 微米或更小，特徵部的中心至中心僅會以約 75-100 微米的距離分隔。銅結構的高度可以是約 20-40 微米。在銅柱的上部上可使用例如約 1-2 微米厚的鎳阻障薄膜來分隔銅與含錫焊料，藉此避免固態反應以形成各種機械與化學不欲之青銅。最後，增加厚度通常介於 20-40 微米的焊料層。此方案針對相同的特徵部尺寸可以減少焊料量，導致較低的成本以及晶片中較少總量的鉛(含鉛焊料)。

【0036】 最近，由於環境及健康安全的考量，增加了少用含鉛焊料的趨勢。錫銀焊料合金凸塊尤其受到矚目。鉛錫材料為封裝提供了品質良好的「凸塊」且極容易電鍍。然而，由於鉛的高毒性，含鉛焊料已經愈來愈少被使用。例如，RoHS initiative(歐州議會指令 2002/95/EC)要求大家自己從發展成熟的錫-鉛製程改變至無鉛製程。取代的凸塊材料可包含銻、錫、錫-銀二元材料、錫-鈹二元材料及錫-銀-銅三元材料。簡言之，純錫可能會苦於許多基本限制及應用困難，例如容易形成具有不同晶向及熱膨脹係數之大塊單粒球體以及可能會導致內連線之間短路的「錫鬚」。二元及三元材料至少部分地藉著在焊料熔融至固態凝固過程的部分期間沈澱大量之非錫成分所包含的小粒子，使得二元及三元材料一般具有較佳的效能且能減輕某些純錫問題。此類組成物中包含了銀-錫合金。

【0037】 銀-錫合金的沈積係由常使用惰性陽極(而非是在電位上較期望的「活性」或可溶陽極)的製程來達成。針對此及類似系統使用活性陽極的部分困難來自於：銀與錫之差距極大的電化學沈積電位；金屬的標準電化學電位(Eos)的差距大於 0.9 伏特( $\text{Ag}^+/\text{Ag} : 0.8\text{V NHE}$ ， $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn} : -0.15\text{V}$ )。由於元素銀實質上比元素錫更貴重且更惰性，因此銀將會經歷置換反應並由溶液中離開而電鍍至錫陽極或錫/銀陽極的表面上。此化學「短路」持續地從電鍍溶液移除(剝除或擷取)相對低濃度的銀，導致無法控制的製程以及在錫陽極上形成還原的銀金屬。

【0038】 使用電位差之金屬組的有效率與高品質電鍍方法及設備係載於下列美國專利申請案中：2011 年 6 月 29 日申請名為 "ELECTRODEPOSITION WITH ISOLATED CATHODE AND REGENERATED ELECTROLYTE" 的美國專利臨時申請案 US 61/502,590；2010 年 12 月 1 日申請名為 "ELECTROPLATING APPARATUS

AND PROCESS FOR WAFER LEVEL PACKAGING"之美國專利臨時申請案 US 61/418,781；及 2011 年 6 月 29 日申請名為"CONTROL OF ELECTROLYTE HYDRODYNAMICS FOR EFFICIENT MASS TRANSFER DURING ELECTROPLATING"的美國專利申請案 US 13/172,642。將上述申請案的每一者的所有內容包含於此作為參考。

【0039】 除了電鍍兩或更多金屬時所要求的高品質電鍍及電鍍電位的極大差異外，還有非所欲之金屬電鍍至電鍍杯表面上以及如何解決此些非所欲沈積物的問題。雖然本文中的討論著重於錫-銀電鍍，但其也可以相同地應用至任何非所欲之沈積物。

【0040】 本文中所述的是基板處理設備之自動清理用的方法及設備，尤其是在電鍍或其他半導體製造處理期間支撐及旋轉半導體基板的設備。此製程通常會在基板處理元件如電鍍杯(由於其結構亦被稱為殼)上留下不欲之沈積物。如本文中所述，「電鍍沈積物」一詞代表已被電鍍於表面上的材料。此材料通常是金屬，在許多情況中其為金屬合金。在實施本文中實施例時，通常會在電鍍設備的表面上找到電鍍沈積物。從污染的觀點來看，尤其有問題的是圍繞基板之圓周的區域，例如基板藉電鍍杯之唇形密封所密封的區域。

【0041】 雖然本文中的討論聚焦在具有杯及唇形密封的基板支撐件，但可使用其他配置。本文中所用的基板支撐件一詞代表電鍍設備中在電鍍期間支撐基板的任何部分。基板支撐件通常具有在電鍍期間會暴露至電解質的某些部分。基板支撐件、晶圓支撐件、工作件支撐件、電鍍杯、杯件、殼形支撐件及殼件等詞可互換使用。在實施本文中實施例時可使用各種晶圓支撐件。唇形密封一詞通常代表晶圓支撐件與晶圓邊緣銜合並產生密封的部分，晶圓支撐件的此部分保護晶圓支撐件之內部，而在晶圓之整個電鍍面被暴露至電鍍溶液時不受電鍍溶液影響。可使用各種唇形密封設計的任一者。在某些情況中，唇形密封並非是晶圓支撐件本身的一部分，而是在銜合時接觸晶圓支撐件。唇形密封通常是由彈性體材料所製成。

【0042】 簡言之，本文中的大部分實例皆考慮晶圓面向下之「噴泉」電鍍設備。在此類設備中，欲電鍍之工作件(通常是半導體晶圓或其他基板)通常具有實質水平的位向(在某些情況中在部分或整個浸沒及/或電鍍

製程期間可以偏離真正水平數度)及在電鍍期間可被帶動旋轉，產生大致上垂直向上的電解質對流圖案。整合從晶圓中央至邊緣的碰撞流動質量以及轉動晶圓在其邊緣相對於中央的本質較高角速度，會產生隨徑向增加的剪切流型(平行於晶圓的面)。具有杯與錐配置之殼型電鍍設備常被用來於電鍍之前及電鍍期間支撐固定晶圓。來自加州 Fremont 之蘭姆研發公司(Lam Research, Inc.)所製造販售之電鍍系統 Sabre®系統便包含了殼型及噴泉電鍍池/設備的實例。此外，殼型噴泉電鍍系統係載於例如 2001 年 8 月 10 日申請之美國專利 US 6,800,187 以及 2010 年 2 月 11 日申請之美國專利 8,308,931 中，將其所有內容包含於此作為參考。雖然本文中的敘述主要聚焦於晶圓與支撐件面向下的位向(平行於局部地球表面的平面)，但應瞭解，本發明並未排除其他位向，例如與地球表面垂直或有一夾角的位向，亦可考慮此些位向。

【0043】 各種合金的電鍍都可能會造成形成此些合金的一或多種材料非所欲地沈積至基板支撐設備(如電鍍杯)的表面上。圖 1A 顯示支撐晶圓 104 之晶圓支撐組件之一部分的橫剖面近圖。在電鍍期間晶圓 104 與唇形密封 102 銜合，操作唇形密封以提供液密密封而避免電鍍流體流過此邊界。在圖 1A 中，沒有非所欲之金屬沈積物形成於唇形密封 102 上。在圖 1B 中，非所欲金屬沈積物 106 存在。非所欲金屬沈積物 106 存在的根本問題在於，形成金屬合金之複數金屬具有電化學電位差。具有電化學還原電位之實質差異之電鍍合金的某些實例包含：錫-銀、錫-鈹、錫-銅、錫-銀-銅、錫-銻、鉛-銻、鎳-鈹、銻-鎳、鎳-錫與鐵-鈷。通常，此非所欲之沈積會發生在基板與設備的介面、或更具體而言基板與唇形密封的介面處。在某些情況中，沈積可能會成長並沿著基板支撐件(如電鍍杯/殼)的整個表面(複數表面)延伸。

【0044】 不受限於任何特定的理論，現在參考錫-銀合金之電鍍以解釋建議的沈積機制。圖 1B 顯示形成在與唇形密封實體接觸之基板之工作(前)表面上的錫-銀沈積物 106。此沈積可藉由下列因素所造成：因光阻邊緣缺陷而局部無光阻、基板失準及其他因素。又，錫-銀層可能會比光阻層更厚，因此可造成「突出(bump out)」電鍍。

【0045】 部分的此些錫-銀沈積物可能會自基板鬆脫但仍連接至唇

形密封或電鍍杯的某些其他元件。這可能會造成如圖 1C 所示的現象，在晶圓(基板)移除時，某些殘留且不連續的錫-銀沈積物仍留在唇形密封區域中。此些沈積物在後續可能會變成沈積的潛在活性核心。

【0046】 在複數之電鍍循環期間，此些核心的一部分可能會連接在一起而形成半連續的導電表面。當此表面與正在受到電鍍之基板的一部分接觸時，此導電表面亦會接收到某些電鍍材料且可成爲有效率的晶種層。可能主要會包含錫之一開始不連接的核心在電解質中可能會經歷銀離子的置換反應(每消耗一個錫原子會沈積兩個銀原子)，是以導致龐大的淨體積變化。此反應促進了此些核心的體積成長，通常在一段時間後會造成核心實體連接。本發明人認爲此反應會造成約 40%的淨體積變化。

【0047】 不受限於特定的理論，本發明人認爲錫-銀合金的偽沈積至少部分歸究於原子錫對原子銀的大幅還原電位差異，且藉由唇形密封表面及杯表面上之置換反應( $\text{Sn} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2\text{Ag}$ )所發生之偽沈積物的成長導致每個錫原子(具有+2 氧化態)被置換成兩個銀原子(具有+1 氧化態)。又，不受限於特定的理論，本發明人認爲從具有大幅還原電位差異(例如還原電位的差異係大於 0.1 V 或大於 0.3 V)之複數金屬所形成的其他金屬或合金沈積物可導致相同或類似的問題，此些問題涉及在電鍍組件之唇形密封與杯上的偽金屬沈積。

【0048】 總言之，如圖 1D 中所示，一開始不連續的核心變成大的電鍍表面。某些核心亦可形成在杯 108 的其他部分上(如杯 108 之用以支撐唇形密封之突出部上與唇形密封下的區域)。此些杯上的沈積物在圖 1D 中被顯示成元件 106A。類似地，一開始被形成於唇形密封上的沈積物可延伸至其他區域。其他類型的沈積物及沈積機制可發生且已經被觀察到，例如形成包含異質膠體的銀及/或錫金屬。

【0049】 通常，在遠離晶圓-唇形密封介面處亦可發現非所欲之沈積物。這證明了下列過程：某些邊緣材料並非被電鍍到基板上並留存下，而是從基板上受到電化學方式移除並被電鍍到電鍍杯支撐設備上。不受限於特定的理論，本發明人認爲累積在唇形密封以及電鍍杯之側壁上之非所欲沈積物的沈積速率並非是線性的。此特定之沈積速率通常會朝著整體電鍍製程的後段增加。在圖 2 中顯示了錫-銀重新分佈的建議機制。尤其在一

建議中據稱，在將銀電鍍至凸塊等時，在晶圓本身上會發生反應  $2L + 2e^- \rightarrow 2L^*$ ，藉此產生還原形式之銀配位體(錯合劑)L。更認為，還原形式之銀配位體能自由流動並具有還原劑的作用而在附近表面處反應，根據反應  $2L^* \rightarrow 2L + 2e^-$  異質地產生兩個電子，然後根據反應  $Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$  與錫離子反應而在晶圓支撐件設備上形成固體錫。

**【0050】** 一般亦認為，此非所欲之沈積物實質上具有「陰極電流竊賊」的作用。沈積物會重新引導電鍍杯中的電流分佈，尤其是在唇形密封與基板之介面附近的電流分佈，導致基板邊緣附近的電鍍品質下降。非所欲之沈積物亦可造成沈積厚度及合金成分的不均勻。一旦非所欲沈積物達到實質的覆蓋程度，竊取電流會變得大到足以在封裝及 WLP 應用中產生嚴重的效能衰退與缺陷。是以，此非所欲之沈積物可隨機地從相對地無關緊要(通常以突然的方式)轉變成災難性的故障。此災難性的故障實例更顯示於 2012 年 3 月 30 日所申請之名為“CLEANING ELECTROPLATING SUBSTRATE HOLDERS USING REVERSE CURRENT DEPLATING”的美國專利臨時申請案中，將其所有內容包含於此作為參考。

**【0051】** 由於錫-銀合金(及其他類似的合金)通常是在半導體製造過程的末段才沈積(例如，作為錫-銀焊料接觸件)，故此些製造過程中所用的晶圓通常非常昂貴且在到達整體製造過程中的此站點之前已經歷了許多的製程作業。因此，此些晶圓因金屬沈積物累積在唇形密封上所造成之非均勻性而導致的良率損失或低落會尤其耗費成本。

**【0052】** 需要週期性地移除非所欲的沈積物以避免災難性的故障。移除此沈積物的一種方式是利用硝酸溶液進行物理(例如手動)抹除。當沈積物嚴重時，電鍍設備的某些元件可能必須被移動並更換。通常，此些預防性的作業必須每天進行，因此對於高產量及具有複數設備的製造環境而言是一大挑戰。

**【0053】** 當晶圓被設計成在晶圓邊緣附近具有愈來愈多的特徵部時，由於此些邊緣特徵部容易受到此類電鍍的影響，因此與唇形密封及其他電鍍設備部件上之偽金屬沈積相關的問題會加劇。又，邊緣附近之特徵部的存在會促進偽沈積物在晶圓支撐件與密封上的生成。當特徵部在邊緣附近的密度高時，對邊緣附近之特徵部與唇形密封電鍍的干擾會變得更

大。業界期望可從單一晶圓最大化可獲得之半導體裝置數目導致了在邊緣附近設置更多特徵部的驅勢。

【0054】 雖然本文中的討論與實例聚焦於錫/銀沈積物的移除，但此些實施例亦可用以移除其他類型的電鍍金屬。在上面及他處詳細說明了錫/銀累積過程的機制。本文中的實施例亦可用來解決銅累積在用以沈積銅之電鍍杯上的問題，此類銅沈積物係藉由下列方式形成：在晶圓表面處部分地將二價銅離子還原成一價銅離子或者形在有機添加物的還原物質，此些離子或物質會被掃至晶圓邊緣、唇形密封及杯底區域。

晶圓表面： $\text{Cu}^{+2} + \text{e}^-$  (晶圓表面)  $\rightarrow \text{Cu}^{+1}$ ，然後

唇形密封/杯底： $2\text{Cu}^{+1} \rightarrow \text{Cu} + \text{Cu}^{+2}$

或者

晶圓表面： $\text{A} + \text{e}^- \rightarrow \text{A}^-$  (形成還原添加物)

唇形密封/杯底： $\text{Cu}^{+2} + 2\text{A}^- \rightarrow \text{Cu} + 2\text{A}$

【0055】 本文中的實施例使用由化學惰性但導電媒體所製成的晶圓形清理碟(即除鍍碟)。文中所用之清理碟與除鍍碟等詞代表在清理作業期間被置入基板支撐件中的碟形物，其在基板支撐件中的位置剛好是電鍍期間晶圓放置的位置，且此碟形物在清理作業期間會接收陽極電流。清理碟通常具有尋常電鍍晶圓之相同形狀與尺寸(即，每一清理碟之實際尺寸與電鍍晶圓之尺寸的尺寸差異不超過約 5%或約 1%的範圍內)。

【0056】 在清理期間，清理碟被放置到電鍍設備中之原本在電鍍期間用來放置晶圓的位置處，即在晶圓支撐件/杯/殼中。施加反向電流(相對於傳統電鍍製程期間所施加的電流，其為反向)以溶解非所欲之金屬沈積物。在後續的相關段落中會再討論此些方法及施行此些方法之設備的細節。

方法

【0057】 提供利用反向電流除鍍技術自電鍍設備移除非所欲之金屬沈積物的清理方法及系統。電鍍杯在至少唇形密封上具有沈積物形成於其上，在清理期間需要將此沈積物移除。沈積物亦可存在於電鍍杯的其他表面上。本文中之方法可用以自電鍍杯之唇形密封-晶圓介面及其他表面移除沈積物。此移除方法可涉及自一區域除鍍非所欲之沈積物，在特定的

實施例中，其可涉及根據溶液的極性在其他區域中部分地重新電鍍這些沈積物。

【0058】 圖 3 顯示根據本文中所揭露之一實施例之方法的流程圖。清理電鍍杯以移除形成在電鍍杯之至少唇形密封上之非所欲沈積物的方法 300 涉及在步驟 302 處提供清理碟(亦被稱為除鍍碟)至電鍍杯中。清理碟可具有包含抗腐蝕性導電材料(例如鉑、鈮、金、鈹、鐵、鈦及其組合)的前表面。清理碟通常具有被處理之基板的相同尺寸。在某些情況中，清理碟係由在其一或多個表面上沈積了一層抗腐蝕性導電材料的基板所形成，是以讓傳統的矽晶圓轉變為清理碟。

【0059】 接下來，在步驟 304 處，藉著壓迫電鍍杯的唇形密封而使唇形密封緊靠著清理碟的前表面以將清理碟密封於電鍍杯中。在密封期間，前表面的邊緣部會與電鍍杯的接觸指狀物建立電連接。亦在密封作業期間，前表面的裸露部會與至少形成在唇形密封上的沈積物建立電接觸。在某些實施例中，以實質上與尋常基板相同的方式密封清理碟。例如，在密封清理碟期間所用之力的位準以及所達到之唇形密封的形變程度可與密封電鍍晶圓期間相同(例如兩者差異小於約 5%)。在其他實施例中，相較於密封尋常基板，密封清理碟可涉及施加不同的力至清理碟。可利用此施力的差異於清理期間達到唇形密封的不同形變並達到非所欲沈積物與清理碟之導電表面間的接觸。在特定的實施例中，可在清理方法期間改變施加至清理碟的力但清理碟仍維持被密封在電鍍杯中的狀態。可使用此類施力的改變來改變唇形密封的形變以及接觸程度以確保更全面的清理。

【0060】 然後此方法進行至步驟 306，將清理碟之前表面的裸露部分浸沒至電鍍溶液中，接著在步驟 308 處利用電鍍杯的接觸指狀物對清理碟的前表面施加反向電流，以在電鍍溶液中以電化學方式溶解沈積物。一般而言，在移除過程的後期處，隨著殘留在唇形密封及杯底上的金屬量愈來愈少，清理碟的電位會增加而最終使得氧氣開始析出。藉著監測電壓對時間的改變(電流恆定)或電流對時間的減少(穩壓作業)，可大致上偵測出移除製程的完成。

【0061】 此清理方法涉及以類似於尋常製程基板的方式將清理(除鍍)碟放置到電鍍杯中。清理碟的前表面包含抗腐蝕性導電材料以與電鍍

杯表面上之沈積物形成電接觸。本文中所用之抗腐蝕性材料代表，在任何施加電位下皆抗拒溶解在電鍍電解質中的材料。例如，清理碟可以是由鈦、鋁及/或鉻所製成的晶圓形碟。此些材料雖然對於水與氫呈現熱力學不穩定的特性，但會形成具有電與化學阻抗特性(例如氧化物鈍化等)的表面層，因此不會實質上自發腐蝕或陽極極性化。反而，當陽極電流通過時，只要施加充分大的氧化電位，在抗腐蝕的表面上不會發生金屬腐蝕，而是一般較佳地會電解反應析出氧氣。

【0062】 又，清理碟可以是塗有貴金屬如鉑、鈀、金、銥、鐵及/或鈦的矽基板或其他基板。本文中所用的貴金屬為 VIII B 族、週期 5 與 6 的元素或者自此些元素所形成的合金，其在潮濕的空氣中能阻抗腐蝕與氧化且實質上無化學與電阻抗的鈍化薄膜。使用貴金屬用的施加電位通常會小於鈍化金屬用的施加電位。鈍化金屬或貴金屬層可只存在於或裸露於碟邊緣處，且在其他各處(例如在碟的中央部)可受到電遮蔽。從能量及功率消耗的觀點來看，較佳的是具有低氧氣生成過電壓(例如 0.4V)的塗層，例如包含貴金屬的塗層。

【0063】 清理碟被密封在電鍍杯中並被浸沒至電鍍溶液中。在密封作業期間，前表面的邊緣與電鍍杯的接觸指狀物建立電接觸。接觸指狀物係設置在唇形密封的密封側上。建立清理碟之前表面與接觸指狀物之間的接觸可類似於建立尋常基板與接觸指狀物之間的接觸。在清理期間可改變電鍍杯中的密封壓迫以造成唇形密封的不同形變並與沈積物形成新的電接觸。

【0064】 在特定的實施例中，此方法可涉及改變施加至清理碟的力以使清理碟密封緊靠唇形密封。此施力改變可在施加反向電流至清理碟時進行。改變施加以達到唇形密封的不同形變。例如，可增加施力以達到唇形密封的更大形變，並在沈積物以及清理碟之前表面的裸露部分之間建立額外的電接觸。

【0065】 圖 4 顯示在密封/除鍍期間如何施加不同位準的力以在清理碟與非所欲沈積物之間建立電接觸。將塗有抗腐蝕導電層 404 的清理碟 402 放置到唇形密封 406 及電接觸件 408(圖 4 中只顯示一個電接觸件)的上部上。唇形密封 406 受到電鍍杯 410 的支撐。非所欲之金屬沈積物 444 係

存在於唇形密封上，但其被移除至晶圓-唇形密封介面的某些距離外。在密封後某些沈積物會維持未連接的狀態並非是不尋常的。然而，期望清理碟 402 上的導電層 404 與非所欲沈積物 444 直接接觸，以提供電接觸並協助溶解沈積物 444。爲了建立此接觸，施加向下力(由向下的箭頭表示)於晶圓上。此力會經由晶圓而傳遞至唇形密封，唇形密封會產生形變以回應施加之力。在圖 4 的中間與底部面板中可觀察到此形變。當使用不同位準的力時，唇形密封會發生形變且清理碟會與各個位置處先前未與清理碟前側接觸之非所欲沈積物團簇建立電接觸。當施加相對實質之力時，清理碟 402 可向電接觸件 408 下壓並藉此移動電接觸件 408。如此，電接觸件應該要具有足夠撓性以承受此移動。

**【0066】** 一旦清理碟被密封在電鍍杯中後，該方法會將清理碟前表面之裸露部分浸沒至電鍍溶液中。電鍍溶液可以與電鍍尋常基板用的溶液相同。在與錫-銀電鍍相關的特定實施例中，清理用的電鍍溶液可包含 0.2 至 2 g/l 的銀離子、30 至 120 g/l 的錫離子及 70-350 或更多 g/l 的酸(以硫酸或甲磺酸爲基質)。該溶液亦可包含有機添加物，如粒細化劑、貴金屬錯化劑、光亮劑、加速劑、抑制劑及/或平整劑。適合的粒細化劑的實例包含但不限於 PEG、羥化之纖維素、明膠及蛋白腓。加速劑、抑制劑、光亮劑及平整劑爲能夠選擇性增加或抑制金屬在晶圓特徵部之不同表面上之沈積速率的有機浴添加物，藉此改善沈積的均勻度。適合用以錯合銀的錯合劑包含下列者的芳香硫醇或硫化物：苯硫酚、氫硫酚、甲苯硫酚、對硝基苯硫酚、硫代水楊酸、氨基硫酚、苯二噻吩、巰基吡啶、4,4-硫二酚、4,4-氨基二苯硫化物、硫雙硫酚、2,2-二氨基二苯基二硫化物、2,2-二硫二苯甲酸、二硫二苯甲酸、二甲苯基二硫化物及 2,2-雙吡啶二硫化物。此些錯合劑在低 pH 值下(例如 pH 小於約 2)可用來作爲銀的錯化劑且適合用於錫-銀電鍍浴(例如包含甲磺酸的電鍍浴)。

**【0067】** 然後清理方法經由清理碟的前表面施加反向電流，而以電化學方式將沈積物溶解至電鍍溶液中。在此反向電流的階段期間，清理碟作爲陽極(正電位被施加於其上)，而唇形密封處與清理碟電連接之任何非所欲沈積物亦作爲陽極。

**【0068】** 在某些情況中可以穩壓模式或以恆電流模式來施加反向

電流。在其他情況中，使用此兩種模式的組合。在某些實施例中，控制電流密度以避免本文中所解釋的氧氣生成。可施加反向電流一段預定時間或直到達到閾值(例如，直到在穩壓模式下達到特定的電流密度或是在恆電流模式下達到目標電位)。可使用參考電極來控制此些製程參數的某些者。施加反向電流的時間可取決於速率以及通過產品晶圓的電荷。亦可取決於清理頻率。在特定的實施例中，可分兩階段來施加反向電流，如文中所解釋，每一階段相對於另一階段係於不同的電壓電位下進行。第一電壓通常較低且對應至合金中具有較低電壓電位的金屬(例如錫)，第二電壓通常對應至另一金屬(例如銀，此金屬具有較高且較正的電壓)。在特定的實施例中，以脈衝方式來施加反向電流。

【0069】 當將適當的陽極電壓施加至除鍍碟及金屬沈積物時，會建立腐蝕電位且腐蝕電流可直接(經由碟金屬與非所欲唇形密封金屬之間的接觸)及間接(經由離子溶液的離子反應耦合)流至基板與唇形密封介面處的金屬沈積物。金屬沈積物將會開始氧化並溶解至電解質離子中( $\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{M}^+$ ，其中 M 為金屬)，藉此移除唇形密封與杯底上的非所欲沈積物。可在固定施加的陽極電位(例如對參考電極而言是固定或者對於相對電極而言是固定的)下或利用固定電流來進行此清理方法。在一特定的實施例中，一開始施加固定電流，直到達到關鍵的切換電位，在此電位之後以穩壓模式進行此清理方法。在考慮及衡量金屬移除之效力以及產生大量可能會阻止清理方法進行之氣體(氧氣)而抑制清理方法後，可建立施加電流、固定電壓值及切換的電位。在本實施例的某些實施方式中，關鍵切換電位係有效地稍微高於錫的氧化電位(本文中所用之「稍微高於」係指高於所述電位約 0.1-0.4 V 的範圍，但在某些實例中可比所述電位加上 0.4 V 更高)。

【0070】 不受限於特定的理論，本發明人認為，在特定的實施例中，並不一定總是要在清理碟之導電部與電鍍杯之非所欲沈積物之間建立直接電連接，間接的腐蝕電流可能便足以移除部分的沈積物，尤其是少量的沈積物。例如氧氣生成(無論是否有氣體析出)可發生在作為陽極的清理碟處。同時，在電解池的相對電極及金屬沈積物處可能會發生氫氣析出。此方法在電解質(包含鄰近可能仍未連接之沈積物的電解質)中產生電壓梯

度。在充分高的電場下，離清理碟最遠處之沈積物的一部分會獲得負電荷並電鍍錫，而離清理碟最近的沈積物會帶正電荷並腐蝕此些沈積物的金屬(複數金屬)。淨結果是沈積物移除遠離清理碟並離開基板與唇形密封的介面。非所欲沈積物在此介面處的存在尤其惱人，因為其可能會在後續的電鍍循環期間輕易地與基板電連接。同時，離開此介面的沈積物較不是問題且可維持相對鈍化很久的一般時間。因此，即便並未實際地自電鍍杯表面移除非所欲沈積物中所包含的金屬，而只是使其離開基板與唇形密封的介面，也有效地達到了必要的清理。

**【0071】** 在特定的實施例中，在施加反向電流期間使電鍍杯在電鍍溶液內旋轉。電鍍杯的旋轉速度可以是至少約 5 RPM，至少約 30 RPM，至少約 50 RPM，在某些情況中可上至約 180 RPM。在特定的實施例中，在施加反向電流的期間可使電鍍杯在電鍍溶液內以兩個相反的方向旋轉(即清理碟先沿著一方向旋轉，然後沿著相反方向旋轉)。

**【0072】** 在完成反向電流之施加並自電鍍溶液取出清理碟後，可旋轉清理碟以在密封失效前自其表面回收電解質。此作業期間的旋轉速度可介於約 100 RPM 至 600 RPM。有時此作業會被稱為旋乾。接著可利用 DI 水來沖洗清理碟並同時以充分高速旋轉以移除晶圓表面上剩餘的電解質，接下來進行另一次的旋乾循環。然後自電鍍杯取出清理碟，並將清理碟移至下面將述之電鍍設備的旋轉沖洗乾燥(SRD)模組。在 SRD 模組中，可利用水來沖洗清理碟以移除任何剩餘的電解質，然後高速旋轉乾燥。之後，以前段機械手臂取出清理碟並使其回復乾燥，再將其送回到虛置晶圓儲存區域，以等待下次清理作業時再使用。若選擇適當的材料並配合清理製程期間的操作條件，清理碟應該不會受到移除或有任何材料沈積於其表面上。可持續地重覆使用清理碟。

**【0073】** 在特定的實施例中，可以複數階段來進行清理製程，例如：第一階段從合金沈積物溶解一金屬，另一階段溶解此合金的另一金屬。例如，可控制第一階段期間的電壓，俾使此階段可在稍微高於錫之氧化電位的電壓下完成。此階段後，在較高的陽極電壓來進行另一階段以氧化銀。在其他實施例中，以穩壓方式來進行製程，藉此讓適當的有效電流密度介於約每平方公寸 0.05 至 2 安培。

【0074】 清理碟通常包含具有抗腐蝕性導電材料的前表面。此前表面亦被稱為是除鍍面。抗腐蝕性導電材料的某些實例包含貴重抗腐蝕與導電材料如鉑、鈮、金、鈹、鐵、鈦、鋁及化學鈍化材料如鈦、鋁、鉻、鈳、鎢及鈮。導電材料毋需延伸覆蓋清理碟的整個前表面。在特定的實施例中，清理碟之前側的中央部係由絕緣材料如聚氯乙烯(PVC)所覆蓋。在某些情況中，清理碟可包含受到導電層圍繞之絕緣中央部，導電層形成圍繞絕緣中央部的環、且在物體的至少邊緣處延伸。清理碟本身可與標準電鍍晶圓具有相同的直徑。圖 5A 與 5B 分別顯示了根據某些實施例之清理碟 500 的前視與側視圖。絕緣部 502 係以白色圈來顯示，而導電部 504 係以灰色環來顯示。在特定的實施例中，導電部 504 的寬度係介於約 1 毫米至 10 毫米之間，或更具體而言介於約 2 毫米至 6 毫米之間。

【0075】 此寬度可至少部分定義在將清理碟密封至電鍍杯後絕緣中央部與唇形密封之間間隙。在特定的實施例中，此間隙係介於約 1 毫米至 5 毫米之間。可以不同的絕緣體 506 上的一膜層來提供導電部 504。絕緣體的一實例為矽晶圓。在其他實施例中，整個物體 506 為導電的且其本身可形成導電表面。

【0076】 在特定的實施例中，清理碟的前表面包含垂直前表面而延伸的導電段差部。圖 6 顯示從物體 606 向下(沿著與正 Z 軸方向相反的方向)延伸的段差部 614。段差部 614 可如所示藉著導電部 604 在絕緣部 602 上方延伸所形成，或者藉著尤其順著導電部 604 的形狀所形成。在特定的實施例中，段差部 614 與導電部 604 為分離元件但在清理碟被密封於電鍍杯的期間兩者可接觸。

【0077】 段差部的高度(在 Z 方向上)可至少約 1 毫米，更具體而言至少約 2 毫米。讓導電元件沿著 Z 軸方向延伸使得其在清理作業期間能與額外之欲移除沈積物產生電接觸。如圖 6 中所示，沈積物 608 可符合唇形密封 612 的形狀。此些沈積物 608 的大部分可向下延伸至垂直表面上(至少在唇形密封 612 藉由清理碟形變之前)。在此方向上延伸導電元件能在沈積物 608 與此元件之間建立更多接觸。在將清理碟密封至電鍍杯後，段差部 614 可接觸一部分之唇形密封 612。在其他實施例中，如圖 6 中所示，即便在密封清理碟之後，段差部 614 與唇形密封 612 之間仍有一些間隙。

例如，在密封清理碟後，段差部可位於距離唇形密封 2 毫米之處。即便有間隙，由於如上所解釋電解質的極性，段差部 614 仍然可在電解質內提供足以電化學溶解此間隙之另一側上之沈積物的電流密度。在特定的實施例中，當清理碟被密封於電鍍杯中時，唇形密封形變並朝向段差部延伸。

【0078】 若便是在進行清理製程後，某些沈積物仍然會留在電鍍杯上，但此些沈積物會遠離基板與唇形密封的介面(例如至少距離此介面 2 mm 遠，在某些情況下至少距離此介面 5 mm 或 10 mm 遠)。又，期望能實際上移除初始沈積物的實質量(例如移除沈積物之至少 25 質量%，例如移除至少 50 質量%之沈積物)。總言之，初始非所欲沈積物的分裂特性將會大幅減少且可在無災難性故障風險的情況下持續電鍍作業。

【0079】 在預定的週期性基板製程間隔後(類似於維護循環)，可進行此清理製程。可在處理過特定數目的晶圓後、在經過特定量的時間後、通過特定量的電荷後等，重覆此清理製程。在某些情況中，當使用偵測方法來偵測晶圓支撐組件之唇形密封或其他部件上之電鍍金屬的存在時，偵測器可發出適合清理的訊號。在此些情況中，無論何時接收到此類「需清理」的訊號時，可重覆清理。清理的頻率取決於許多因素，如晶圓的開放面積、電鍍溶液的組成、溫度以及其他作業條件。當與建議的清理製程結合時，可減少使用酸性溶液物理抹過電鍍杯表面的預防性維護的施行頻率。又，可對現行電鍍設備進行極小的改造且毋需改變電鍍溶液或冒著污染電鍍溶液的風險便能施行本文中所建議的清理方法。

【0080】 清理晶圓電鍍組件用之方法更載於 2011 年 8 月 1 日申請之名為“AUTOMATED CLEANING OF WAFER PLATING ASSEMBLY”的美國專利臨時申請案 US 61/513,993，將其所有內容包含於此作為參考。  
設備

【0081】 本文中所述的方法可藉由任何適合的設備來加以施行。適當的設備包含完成製程作業用的硬體以及具有根據本發明控制製程作業用之指令的系統控制器。在某些實施例中，該硬體可包含製程設備中的一或多個製程站。

【0082】 圖 7 提供根據本文之一實施例之殼件之杯與錐組件的細節。圖示為包含錐 703 與杯 702 之一部分組件 701 的橫剖面示意圖。此圖

並非代表杯與錐組件之精確面貌，而是爲了討論方便所繪製的特色圖。上板 705 利用支柱 704 來支撐杯 702。一般而言，杯 702 對於放置於其上的基板 745 提供支撐。杯 702 包含一開口，來自電鍍池的電解質可經由此開口而與開口處的基板 745 接觸。應注意，基板 745 具有前側/工作側 742，電鍍係於前側/工作側 742 發生。基板 745 的外緣座落於杯 702 的底部向內突出部(例如「刀形」邊緣)上或更具體而言座落在杯 702 之底部向內突出部上的唇形密封 743 上。錐 703 下壓在基板 745 的背側上，以在電鍍杯浸沒至電鍍溶液中時、以及進行實際電鍍時，固定基板 745 並利用唇形密封 743 來密封基板 745。

【0083】 在本文所述的清理製程期間，基板 745 被置換成清理碟，清理碟係以類似的方式而置於電鍍杯中並受其密封。如此，參考圖 7 之關於基板 745 的討論皆可在進行清理方法時相同地應用至清理碟(除了施加電流之外，相較於傳統的電鍍製程，清理製程時會施加反向電流)。清理碟具有由抗腐蝕性導電材料所製成之前表面的一部分。當清理碟被密封在杯中時，此導電部與杯上的非所欲沈積物接觸。然後以類似於尋常電鍍製程的方式將容納及密封清理碟的電鍍杯浸沒至電解質中。然而，並非是將直接電流施加至清理碟的導電部而造成金屬沈積至此表面上，而是施加反向電流自電鍍杯表面清理及除鍍非所欲之殘餘物質。

【0084】 回到圖 7，藉由轉子 706 將錐自其所示位置舉升以將晶圓 745 載入 701 中。當舉升錐 703 時，在杯 702 與錐 703 之間產生能插入基板 745 的間隙。接著如所示，降下錐 703 使基板 745 與杯 702 的外緣銜合，更具體而言，使基板 745 與杯 702 之底部向內突出部所支撐的唇形密封 743 銜合。

【0085】 轉子 706 可用以傳遞使錐 703 與基板 745 銜合的垂直力，並在電鍍、乾燥及其他作業期間旋轉整個組件 701。在圖 7 中以上/下箭頭來表示這些被傳遞的力，在圖 4 中以向下箭頭表示之。應注意，通常在進行基板電鍍時，同時伴隨著使基板在電鍍溶液內旋轉。如所解釋，組件 701 可包含可壓縮的唇形密封 743，以在錐 703 銜合基板 745 時形成液密封。來自錐並傳遞通過基板 745 的垂直力會壓縮唇形密封 743 而形成液密封。唇形密封 743 避免電解質與晶圓 745 的背側接觸(電解質可能會

將污染金屬原子直接導入矽基板之上/之中)及避免電解質到達設備 701 的敏感元件，如與基板 745 之邊緣部建立電接觸的接觸指。此電連接被用來將電流供應至基板 745 暴露至電解質的導電部分。總言之，唇形密封 743 分離基板 745 的未裸露邊緣部分與基板 745 的裸露部分。兩部分皆包含彼此電交流的導電表面。

【0086】 錐 703 亦包含密封 749。如所示，當錐形密封 749 與杯的上部區域銜合時，其係位於錐 703 之邊緣以及杯之上部區域附近。此配置亦保護晶圓 745 的背側不受可能自杯上方進入殼之電解質的影響。密封 749 可被固定至錐或杯，且其可以是單密封或多元件密封。在一開始電鍍時，當錐 703 被舉升至杯 702 上方時，將晶圓 745 載入組件 702。當一開始通常藉由機械手臂將晶圓載入杯 702 時，晶圓的前側 742 被輕輕地放置在唇形密封 743 上。在電鍍期間，組件 701 旋轉以協助達到均勻電鍍。

【0087】 圖 8 提供用以電化學處理半導體晶圓之晶圓支撐及定位設備 800 的透視圖。設備 800 包含晶圓銜合元件，其在本文中有時也被稱為「殼」元件。真實的殼元件包含杯 802 以及將晶圓固定於杯 802 中的錐 803。杯 802 係由連接至上板 805 的支柱 804 所支撐。此組件(802-805，共同被稱為組件 801)係受到馬達 807 藉由轉子 806 之驅動。馬達 807 係連接至安裝托架 809。轉子 806 將扭力傳遞至晶圓(在本圖中未顯示)，使得晶圓在電鍍期間得以旋轉。轉子 806 內的空氣缸亦提供垂直力以將晶圓箝置在電鍍杯與錐 803 之間。為了此目的之討論，將包含元件 802-809 的組件共同稱為晶圓支撐件 811。然而應注意，「晶圓支撐件」之概念通常能延伸至可銜合晶圓並使其移動定位之元件的各種集合及子集合。

【0088】 傾斜組件(包含以可滑移之方式連接至第二板 817 的第一板 815)係連接至安裝托架 809。驅動氣缸 813 在樞軸連接 819 與 821 處分別連接至板 815 與板 817。是以，驅動氣缸 813 提供用以使板 815 滑移越過板 817(因此晶圓支撐件 811 越過板 817)的力。晶圓支撐件 811 的末端(即安裝托架 809)沿著定義板 815 與 817 間之接觸區域的弧形路徑(未顯示)移動，是以晶圓支撐件 811 的近端(即杯與錐之組件)在虛擬的樞軸上傾斜。這讓晶圓得以傾斜進入電鍍浴。

【0089】 整個設備 800 藉由另一致動器(未顯示)而被垂直舉升或降

下以將晶圓支撐件 811 的近端浸沒至電鍍溶液中。是以，兩元件的定位機構提供沿著垂直於電解質之軌跡的垂直移動以及允許晶圓偏移水平位向(平行於電解質表面)進行斜傾移動(使晶圓傾斜浸入的能力)。

【0090】 應注意，設備 800 通常與具有電鍍室的特定電鍍池一起使用，電鍍室容納陽極及電解質。電鍍池亦包含泵抽或泵抽連接，泵抽或泵抽連接係用以使電解質循環通過電鍍池並緊靠著正在被電鍍的工作件。其亦可包含被設計用來維持陽極隔間及陰極隔間中之不同電解質化學品的薄膜或其他間隔件。

【0091】 現在參考圖 9，其為一適合之自動化晶圓電鍍設備 900 的概圖，設備 900 係用以將各種金屬及合金(例如銅、鎳、金、鈮、鈷、鈮、錫、鉛、鉛-錫、錫-銀、FeCo 等)電鍍至半導體晶圓(例如矽晶圓)或類似基板(例如有塗層之玻璃薄化晶圓、GaAs、陶瓷等)以及進行其他必要的電鍍子製程(例如旋轉沖洗與乾燥、金屬與矽之濕蝕刻、無電鍍沈積、預濕與預化學處理、光阻剝除、表面之預活化等)。顯示設備的上視概略圖且只顯示單一層或「樓層」，但應瞭解，設備如 Novellus Sabre™ 3D 設備可具有彼此上下堆疊之包含相同或不同類型之製程站的兩或更多層。

【0092】 如上所述，尤其關注的是包含電鍍錫銀焊料合金的情況，已知其在使用晶圓支撐「杯」及唇形密封時，隨著時間過去通常會有在晶圓支撐「杯」及唇形密封上與附近形成偽金屬沈積物的問題，因此需要週期性的維護以移除及清理金屬與其他薄膜的累積。在密封區域上及其附近的偽電鍍金屬會轉移並改變電流分佈的期望模式，因此需要將其移除以維持良好的晶圓內均勻度以及粒子效能。

【0093】 欲處理之基板 906 通常會經由前端晶圓載送盒 901 被饋送至設備，在此實例中藉由前端手臂 902 將基板 906 自晶圓載送盒 901 載送至設備的主要基板製程區域。前端手臂 902 可取回基板並以多維的方式將基板從可接取之複數站(如在此例中所示之兩前端可接取模組之預處理站 904 與清理站 908)中的一站移動至另一站。藉著手臂軌道 902A 手臂能將晶圓從一側橫向移動至另一側。

【0094】 在判斷出於錫-銀電鍍池 907 中所處理之基板 906 的數目到達預定程度(例如依據沈積速率及通過每片晶圓的電荷，50 至 200 晶圓或

更多)後，系統 900 啓動清理製程。當使用偵測組件來偵測非所欲之沈積物之存在時，系統 900 可啓動清理製程以回應來自偵測器指示清理恰當的訊號。接著兩個電鍍池 907 被指示爲無法更進一步電鍍的狀態，直到清理完畢。在手動操作程序中，電鍍池必須要被操作者指示爲已完成手動清理作業的狀態，但在自動程序中，系統軟體會啓動自動清理程序且在完成時允許這些電鍍池處理更多晶圓，直到再次達到預設的清理間隔或其他條件。

【0095】 系統可指示基板處理手臂自「虛置晶圓」儲存區 903(又被稱爲清理碟儲存支撐件)取出清理碟。上面已闡述了清理碟的各種實例。前端手臂 902 可取出清理碟 920、將其放置於後端手臂 909 上，然後後端手臂 909 將清理碟 920 傳送至錫-銀電鍍站 907。亦可使用後端手臂 909 以上述類似於插入電鍍用之尋常基板的方式將清理碟 920 插入電鍍站 907 之電鍍杯/殼中。如前端手臂 902，亦顯示後端手臂 909 具有軌道且能夠將基板 906 自向前的預處理站及自設備的上或下層傳送經過整個設備而到達任何其他設備站。

【0096】 一旦後端手臂 909 將清理碟置入電鍍杯中後，關閉晶圓支撐杯-殼並在上述之碟緣與唇形密封之間產生密封。當清理碟就定位後，將電鍍杯浸沒至電鍍池電解質中，準備好開始除鍍製程。以上述方式利用穩壓模式或恆電流模式使陽極電流通過杯側上以啓動製程。適合的旋轉速度範圍介於 0 至 180 RPM 之間。

【0097】 在完成清理作業後，從電鍍溶液移出清理碟 920，選擇性地在介於約 100 至 600 RPM 的速度下旋轉以自其表面回收電解質。之後，在充分的高轉速之下選擇性地進行除鍍碟的 DI 沖洗作業以沖掉在晶圓表面上的電解質殘留物。然後清理清理碟 920 並將其儲存在儲存區 903。

【0098】 適合與本文中之實施例一起使用的電鍍設備係載於 2011 年 11 月 28 日申請之名爲“ELECTROPLATING APPARATUS AND PROCESS FOR WAFER LEVEL PACKAGING”的美國專利申請案，將其所有內容包含於此作爲參考。

【0099】 電鍍系統可包含用以自系統之各個模組接收回饋訊號並將控制訊號供應至相同或其他模組的系統控制器。系統控制器可控制電鍍

杯、手臂、施加電流及許多其他製程變數的控制操作。在特定的實施例中，系統控制器可同步電鍍杯以及機械手臂相對於其他模組之作業。在更具體的實施例中，系統控制可(根據例如基於已電鍍晶圓數目、已經過之時間的長短、已通過之電荷量的週期性清理排程或者來自偵測器表示需要清理的訊號)判斷在電鍍作業的程序中何時應該啟動清理製程。

【0100】 在所述的實施例中，系統控制器係用以在上述的各種作業期間控制製程條件。此類作業的某些實例包含：提供清理碟、將清理碟密封於電鍍杯中、施力至清理碟、改變施加至清理碟之力、將電鍍杯浸沒至電鍍溶液中、施加反向電流及當清理製程完成時停止施加電流。

【0101】 系統控制器通常包含一或多個記憶體裝置及一或多個處理器。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他類似的元件。在處理器上執行用以施行適當控制作業用的指令。此些指令可儲存在與控制器相關的記憶體裝置或可藉由網路來提供此些指令。

【0102】 在特定的實施例中，系統控制器控制上述半導體製程系統的所有或大部分活動。例如，系統控制器可控制清理電鍍杯之藉由電鍍合金材料所造成之非所欲沈積物相關之半導體製程系統的所有或大部分活動。系統控制器執行系統控制軟體，此軟體包含用以控制製程步驟之時序、壓力位準、流量及下面更進一步敘述之特定作業之其他參數的複數系列指令。在某些實施例中可施行與控制器相關之儲存在記憶體裝置上的其他電腦程式、文稿或常規程式。

【0103】 一般而言，有與系統控制器相關的使用者介面。使用者介面可包含顯示螢幕、用以顯示製程條件的圖型化軟體及使用者輸入裝置如指向裝置、鍵盤、觸碰螢幕、麥克風及其他類似的元件。

【0104】 用以控制上述作業的電腦程式碼可以任何傳統的電腦可讀程式語言撰寫：例如，組合語言、C、C++、Pascal、Fortran 或其他語言。藉由處理器來執行編譯過的物件碼或文稿可施行程式中所認定的任務。

【0105】 可藉由系統控制器的類比及/或數位輸入連接來提供用以監控製程的訊號。在製程系統的類比及數位輸出連接上輸出用以控制製程的訊號。

【0106】 上面參考自動設備及整合製程方法來說明電鍍設備以及使用清理碟之唇形密封的清理方法。應瞭解，熟知此項技藝者可替換其他方法(包含特定的手動作業)來完成某些上述作業。

【0107】 文中所述的各種硬體設備與方法實施例可與例如用以製造或生產半導體元件、顯示器、LED、光伏面板等的微影圖案化設備或製程一起使用。一般而言，雖然沒有必要，但此類設備/製程將會在共同的製造廠務系統中一起使用或進行。

【0108】 薄膜的微影圖案化通常包含下列步驟的某些或全部，每一步驟可由複數可能的設備所達成：(1)利用旋塗或噴塗設備，在其上形成了氮化矽薄膜之工作件例如基板上施加光阻；(2)利用熱板或爐管或其他適合的固化設備來固化光阻；(3)利用設備如晶圓步進設備，將光阻暴露至可見光或 UV 光或 X 射線；(4)對光阻顯影俾以選擇性地移除光阻，藉此利用濕式槽或噴塗顯影設備來圖案化光阻；(5)利用乾式或電漿輔助蝕刻設備，將光阻圖案轉移至下層的薄膜或工作件；及(6)利用設備如 RF 或微波電漿光阻剝除設備來移除光阻。在某些實施例中，於施加光阻之前可沈積可灰化的硬遮罩層(例如非晶碳層)及其他適合的硬遮罩(如抗反射層)。

【0109】 應瞭解，本文中所述之配置及/或方法皆屬例示性之本質且此些特定的實施例或實例不應被視為是限制性，因為許多變化皆屬可行。本文中所述之特定常規任何或方法可代表任何數目之製程策略中的一或多者。如此，所述的各種動作可以所示的順序、其他順序、平行施行之，或在某些情況中省略之。類似地，可改變上述製程的順序。

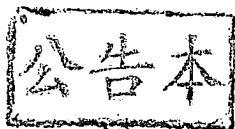
【0110】 本發明之標的包含本文中所揭露之各種製程、系統及配置的所有新穎且非顯而易見之組合及次組合以及其他特徵、功能、動作及/或特性，以及上述者的任何與所有等效物。

### 【符號說明】

- 106 錫-銀沈積物
- 108 電鍍杯
- 106A 沈積物
- 300 方法

- 302 步驟
- 304 步驟
- 306 步驟
- 308 步驟
- 402 清理碟
- 404 抗腐蝕導電層
- 406 唇形密封
- 408 電接觸件
- 410 電鍍杯
- 444 金屬沈積物
- 500 清理碟
- 502 絕緣部
- 504 導電部
- 506 絕緣體
- 602 絕緣部
- 604 導電部
- 606 物體
- 608 沈積物
- 612 唇形密封
- 614 段差部
- 701 組件
- 702 杯
- 703 錐
- 704 支柱
- 705 上板
- 706 轉子
- 742 前側/工作側
- 743 唇形密封
- 745 基板
- 749 密封

- 800 晶圓支撐及定位設備
- 801 組件
- 802 杯
- 803 錐
- 804 支柱
- 805 上板
- 806 轉子
- 807 馬達
- 809 安裝托架
- 811 晶圓支撐件
- 813 驅動氣缸
- 815 第一板
- 817 第二板
- 900 自動化晶圓電鍍設備
- 901 晶圓載送盒
- 902 前端手臂
- 902A 手臂軌道
- 903 儲存區
- 904 預處理站
- 906 基板
- 907 電鍍池
- 908 清理站
- 909 後端手臂
- 920 清理碟



## 發明摘要

※ 申請案號：102111465

※ 申請日：102.3.29

※IPC 分類：

C25D 21/00 (2006.01)

17/00 (2006.01)

19/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

使用反向電流除鍍以清洗電鍍基板夾持具

CLEANING ELECTROPLATING SUBSTRATE HOLDERS USING  
REVERSE CURRENT DEPLATING

【中文】

提供清理方法及系統，利用反向電流除鍍技術自電鍍設備移除非所欲之金屬沈積物。此類清理涉及：將清理(除鍍)碟放置到類似於尋常處理基板的電鍍杯。清理碟的前表面包含抗腐蝕性導電材料以與電鍍杯之表面上的沈積物形成電接觸。將清理碟密封於電鍍杯中並將其浸沒於電鍍溶液中。接著，將反向電流施加至清理碟的前導電表面以開始沈積物的除鍍。在清理期間可改變電鍍杯中的壓迫以造成唇形密封的不同形變並與沈積物形成新的電接觸。可施行所建議的清理以移除在合金電鍍期間所形成的沈積物，尤其是廣泛地使用於半導體及晶圓層級封裝的錫-銀合金。

【英文】

Provided are cleaning methods and systems to remove unintended metallic deposits from electroplating apparatuses using reverse current deplating techniques. Such cleaning involves positioning a cleaning (deplating) disk in an electroplating cup similar to a regular processed substrate. The front surface of cleaning disk includes a corrosion resistant conductive material to form electrical connections to deposits on the cup's surfaces. The disk is sealed in the cup and submerged into a plating solution. A reverse current is then applied to the front conductive surface of the disk to initiate

deplating of the deposits. Sealing compression in the cup may change during cleaning to cause different deformation of the lip seal and to form new electrical connections to the deposits. The proposed cleaning may be applied to remove deposits formed during electroplating of alloys, in particular, tin-silver alloys widely used for semiconductor and wafer level packaging.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 4 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

402	清理碟
404	抗腐蝕導電層
406	唇形密封
408	電接觸件
410	電鍍杯
444	金屬沈積物

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：無

## 申請專利範圍

1. 一種基板支撐件上之電鍍沈積物的減少方法，該基板支撐件係用以支撐電鍍池中的晶圓基板，該方法並同時施加陰極電流以電鍍金屬至該基板上，此方法包含：

當電鍍池未被用於將金屬電鍍至一基板上時，在該基板支撐件中提供除鍍碟，俾使該除鍍碟與該基板支撐件中的複數電接觸件電接觸；

將該除鍍碟及該基板支撐件浸沒至該電鍍池內的電鍍溶液中；及

在足以自該基板支撐件至少部分移除該電鍍沈積物之條件下對該除鍍碟施加陽極電位，

其中該除鍍碟之尺寸與形狀係與標準半導體晶圓相匹配。

2. 如申請專利範圍第 1 項之基板支撐件上之電鍍沈積物的減少方法，其中該除鍍碟具有金屬，該金屬乃圍繞其用以與該基板支撐件中之該複數電接觸件電接觸之區域的周長。

3. 如申請專利範圍第 2 項之基板支撐件上之電鍍沈積物的減少方法，其中該金屬為貴金屬。

4. 如申請專利範圍第 2 項之基板支撐件上之電鍍沈積物的減少方法，其中該除鍍碟在其中央區域包含絕緣體。

5. 如申請專利範圍第 1 項之基板支撐件上之電鍍沈積物的減少方法，其中該除鍍碟具有約 450 mm 的直徑。

6. 如申請專利範圍第 1 項之基板支撐件上之電鍍沈積物的減少方法，其中該基板支撐件上的該電鍍沈積物包含銀與錫。

7. 如申請專利範圍第 1 項之基板支撐件上之電鍍沈積物的減少方法，其中該基板支撐件包含唇形密封。

8. 如申請專利範圍第 7 項之基板支撐件上之電鍍沈積物的減少方法，其步驟更包含將該除鍍碟壓迫於該唇形密封上以使該除鍍碟與該電鍍沈積物電接觸。

9. 如申請專利範圍第 8 項之基板支撐件上之電鍍沈積物的減少方法，更包含：

在施加該陽極電位至該除鍍碟後，改變該除鍍碟上的壓迫以使得該唇形密封彎曲至一新位置，藉此使得該除鍍碟與該電鍍沈積物電接觸；

在足以自該基板支撐件移除該電鍍沈積物的條件下施加更進一步的陽極電位至該除鍍碟。

10. 如申請專利範圍第 1 項之基板支撐件上之電鍍沈積物的減少方法，其步驟更包含將該除鍍碟移動至該除鍍碟用的儲存區域，其中該儲存區域係與該半導體晶圓的儲存區域分離。

11. 一種半導體電鍍設備的清理方法，其步驟包含：

在晶圓支撐組件中提供除鍍碟，其中該除鍍碟包含至少圍繞其周邊的抗腐蝕性導電材料，

該晶圓支撐組件包含周邊唇形密封以及複數的電接觸件，其中該晶圓支撐組件係置於電鍍池中且該晶圓支撐組件具有金屬沈積於其上，及

藉著施力至該除鍍碟而使該唇形密封形變並提供液密密封，如此而將該除鍍碟密封於該晶圓支撐組件中，藉此在該複數電接觸件與沈積於該晶圓支撐組件上之該金屬之間建立電交流；

將該除鍍碟浸沒至該電鍍池中的清理溶液中；及

施加陰極電流至該電鍍池中的陽極並施加陽極電流至該除鍍碟，藉此移除沈積在該晶圓支撐組件上的該金屬。

12. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其步驟更包含當施加電流更進一步地形變該唇形密封時，改變施加至該除鍍碟的力，

44. 如申請專利範圍第 41 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，更包含輔助電極，當至少一部分之該半導體晶圓係浸沒於該電鍍溶液中時，該輔助電極能夠與該半導體晶圓電交流。
45. 如申請專利範圍第 41 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該除鍍碟包含鈦、鋁、鉻、釩、鎢及鈮中的至少一者。
46. 如申請專利範圍第 41 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該抗腐蝕性導電材料為選自由下列者所構成之族群：鉑、鈮、金、銥、鐵、鈦、銻及其組合。
47. 如申請專利範圍第 41 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該抗腐蝕性導電材料具有低於約 0.5 V 的氧生成過電壓。
48. 如申請專利範圍第 41 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該除鍍碟之除鍍面包含被周邊導電部所圍繞的絕緣中央部。
49. 如申請專利範圍第 48 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該周邊導電部的寬度係介於約 1-10 毫米。
50. 如申請專利範圍第 48 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該除鍍碟之該絕緣中央部與該唇形密封之間間隙係介於約 1-5 毫米。
51. 如申請專利範圍第 48 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該除鍍碟包含塗有抗腐蝕性導電材料的半導體基板。
52. 如申請專利範圍第 41 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該除鍍碟的除鍍面包含自該除鍍碟之相對面延伸遠離的段差，此段差至少是 1 mm 長且位於該除鍍碟之圓周內約 0.1 至 5 mm 距離處。

53. 如申請專利範圍第 52 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該段差與該唇形密封之間間隙約為 2 毫米或更小。

54. 如申請專利範圍第 52 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中當銜合時，該段差實體接觸該唇形密封。

55. 一種電鍍半導體晶圓的電鍍設備，包含：

包含電鍍池之至少一電鍍模組，該電鍍池係用以容納含金屬離子的電鍍溶液；

包含周邊唇形密封與複數電接觸件的電鍍池晶圓支撐組件，該電鍍池晶圓支撐組件係用以接收包含半導體晶圓或除鍍碟的工作件，該周邊唇形密封係用以在該工作件的邊緣與該周邊唇形密封之間形成液密密封，藉此避免電鍍溶液與該複數電接觸件接觸；

電源，用以在電鍍模式下提供陽極電流至陽極及提供陰極電流至該工作件，並在清理模式下提供陰極電流至該陽極及提供陽極電流至該工作件；

除鍍碟儲存支撐件；

晶圓儲存區域；

機械手臂；及

控制器，用以指示該機械手臂將該除鍍碟在該除鍍碟儲存支撐件及該電鍍模組之間移動，並將該半導體晶圓在該晶圓儲存區域及該電鍍模組之間移動，以及指示該電源在該半導體晶圓存在於該電鍍模組中時、根據該電鍍模式供應電流，並在該除鍍碟存在於該電鍍模組中時、根據該清理模式供應電流。

56. 如申請專利範圍第 55 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，更包含至少一工作件沖洗模組。

57. 如申請專利範圍第 55 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，更包含輔助電極，該輔助電極在該工作件之至少一部分係浸沒於該電鍍溶液中時能夠

與該工作件電交流。

58. 如申請專利範圍第 55 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該唇形密封及/或該電鍍池晶圓支撐組件具有金屬合金沈積於其上。

59. 如申請專利範圍第 58 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中形成該合金的複數金屬可具有差約 0.1 V 以上的還原電位。

60. 如申請專利範圍第 59 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該合金包含錫與銀。

61. 如申請專利範圍第 55 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，更包含置於該工作件上的錐。

62. 如申請專利範圍第 55 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，更包含施力裝置，以直接或間接的方式將可變的力施加至該工作件。

63. 如申請專利範圍第 55 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該唇形密封是可壓縮的。

deplating of the deposits. Sealing compression in the cup may change during cleaning to cause different deformation of the lip seal and to form new electrical connections to the deposits. The proposed cleaning may be applied to remove deposits formed during electroplating of alloys, in particular, tin-silver alloys widely used for semiconductor and wafer level packaging.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 4 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

402	清理碟
404	抗腐蝕導電層
406	唇形密封
408	電接觸件
410	電鍍杯
444	金屬沈積物

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：無

藉此在該除鍍碟與沈積於該晶圓支撐組件之該金屬之間提供新的電接觸。

13. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中施加至該除鍍碟的力可與當電鍍晶圓被密封在該晶圓支撐組件中時施加至該電鍍晶圓的力相等。

14. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中施加至該除鍍碟的力可不同於當電鍍晶圓被密封在該晶圓支撐組件中時施加至該電鍍晶圓的力。

15. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中該除鍍碟包含絕緣中央部。

16. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中沈積在該晶圓支撐組件上的該金屬包含一合金。

17. 如申請專利範圍第 16 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中形成該合金的複數金屬具有差約 0.1 V 以上的還原電位。

18. 如申請專利範圍第 16 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中該合金包含錫與銀。

19. 如申請專利範圍第 16 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中施加該陽極電流至該除鍍碟的步驟包含：

在第一電壓電位處施加電流，及

在第二電壓電位處施加電流，其中該第一與該第二電壓電位稍微高於該合金中之兩金屬之每一者的電壓電位。

20. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中該清理溶液係與電鍍一電鍍晶圓用的溶液相同。

21. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中該清理溶液包含介於約 0.2-1.5 g/L 的銀離子、介於約 30-100 g/L 的錫離子以及介於約 70-350 g/L 的酸。
22. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中當施加該陽極電流至該除鍍碟時，控制電流密度以避免氧氣生成。
23. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中在穩壓模式下將該陽極電流施加至該除鍍碟。
24. 如申請專利範圍第 23 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中施加該陽極電流至該除鍍碟直到到達目標電流密度。
25. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中在恆電流模式下將該陽極電流施加至該除鍍碟。
26. 如申請專利範圍第 25 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中該電流密度係介於約每平方公寸 0.05-2 安培。
27. 如申請專利範圍第 25 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中施加該陽極電流至該除鍍碟直到達到目標電位。
28. 如申請專利範圍第 27 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中該目標電位係稍微高於沈積在該晶圓支撐組件上之該金屬中之一成分金屬的氧化電位。
29. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中以脈衝方式將該陽極電流施加至該除鍍碟。
30. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，更包含至少

在施加電流的作業期間以約 5 RPM 或更高的速度來旋轉該除鍍碟。

31. 如申請專利範圍第 30 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中以第一方向來旋轉該除鍍碟，然後以第二方向來旋轉該除鍍碟。
32. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，更包含：  
自該清理溶液移除該除鍍碟；  
以約 100-600 RPM 的速度來旋轉該除鍍碟，以自該除鍍碟回收該清理溶液；  
利用去離子水沖洗該除鍍碟；及  
旋轉該除鍍碟以移除該去離子水。
33. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其步驟更包含自動將該除鍍碟移動至除鍍碟儲存區域。
34. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，更包含週期性地重覆該方法。
35. 如申請專利範圍第 34 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中在一時間間隔後重覆該方法。
36. 如申請專利範圍第 34 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中在電鍍了特定數目之電鍍晶圓後重覆該方法。
37. 如申請專利範圍第 34 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中在特定量的電荷通過後重覆該方法。
38. 如申請專利範圍第 34 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中在接收到訊號後重覆該方法，其中該訊號對應至該晶圓支撐組件具有閾值量之金屬沈積於其上的條件。

39. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中施加電流至該除鍍碟以溶解沈積在該晶圓支撐組件上位於約 2 mm 之除鍍碟-唇形密封介面內的金屬。

40. 如申請專利範圍第 11 項之半導體電鍍設備的清理方法，其中施加電流至該除鍍碟以溶解電鍍至該晶圓支撐組件上之該金屬的至少約 25%。

41. 一種電鍍半導體晶圓的電鍍設備，包含：

包含電鍍池的至少一電鍍模組，該電鍍池係用以容納含金屬離子的電鍍溶液；

包含周邊唇形密封及複數電接觸件的電鍍池晶圓支撐組件，其中該電鍍池晶圓支撐組件係用以接收半導體晶圓，其中該周邊唇形密封係用以在該半導體晶圓的邊緣與該周邊唇形密封之間形成液密密封，藉此避免電鍍溶液與該複數電接觸件接觸；

除鍍碟，包含抗腐蝕性導電材料圍繞至少其周邊，其中該除鍍碟之該抗腐蝕性導電材料的位置乃與該複數電接觸件電交流，且該抗腐蝕性導電材料係位於該周邊唇形密封的周邊附近，俾以在清理模式期間，當陽極電流被施加至該除鍍碟時移除形成在該唇形密封及該電鍍池晶圓支撐組件上的金屬沈積物；及

電源，用以在電鍍模式下提供陽極電流至陽極、並提供陰極電流至半導體基板，且在清理模式下提供陰極電流至該陽極並提供陽極電流至該除鍍碟。

42. 如申請專利範圍第 41 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，更包含晶圓儲存區域，用以在該半導體晶圓未在該至少一電鍍模組中接受電鍍時儲存該半導體晶圓。

43. 如申請專利範圍第 41 項之電鍍半導體晶圓的電鍍設備，其中該電源係更用以在該半導體基板存在於該電鍍模組中時，根據該電鍍模式供應電流，以及當該除鍍碟存在於該電鍍模組中時，根據該清理模式供應電流。