



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201218277 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：100132469

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 08 日

(51)Int. Cl.：

*H01L21/3205(2006.01)*

*C25D3/02 (2006.01)*

*C25D21/12 (2006.01)*

*G06F19/00 (2011.01)*

(30)優先權：2010/09/09 美國

61/381,404

2011/02/02 美國

61/438,919

(71)申請人：諾菲勒斯系統公司(美國) NOVELLUS SYSTEMS, INC. (US)

美國

(72)發明人：威利 馬克 J WILLEY, MARK J. (US)；李孝相 LEE, HYOSANG (KR)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：3 共 29 頁

(54)名稱

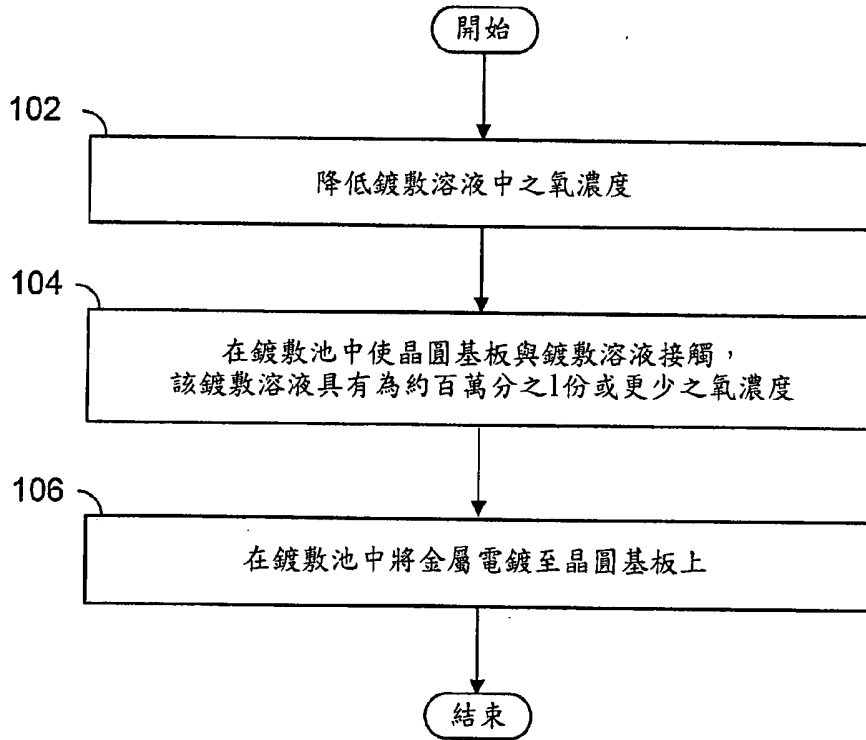
矽通孔鍍敷中的副產物減少

BY-PRODUCT MITIGATION IN THROUGH-SILICON-VIA PLATING

(57)摘要

本發明描述用於用具有低氧濃度之鍍敷溶液將金屬鍍敷至一工件上之方法、系統及裝置。在一態樣中，一種方法包含降低鍍敷溶液之氧濃度。該鍍敷溶液包含約百萬分之 10 份或更少之加速劑及約百萬分之 300 份或更少之抑制劑。在降低了該鍍敷溶液之該氧濃度之後，在一鍍敷池中使一晶圓基板與該鍍敷溶液接觸。該鍍敷池中之該鍍敷溶液之該氧濃度為約百萬分之 1 份或更少。接著，在該鍍敷池中將金屬電鍍至該晶圓基板上。

100





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201218277 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：100132469

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 08 日

(51)Int. Cl.：

*H01L21/3205(2006.01)*

*C25D3/02 (2006.01)*

*C25D21/12 (2006.01)*

*G06F19/00 (2011.01)*

(30)優先權：2010/09/09 美國

61/381,404

2011/02/02 美國

61/438,919

(71)申請人：諾菲勒斯系統公司(美國) NOVELLUS SYSTEMS, INC. (US)

美國

(72)發明人：威利 馬克 J WILLEY, MARK J. (US)；李孝相 LEE, HYOSANG (KR)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：3 共 29 頁

(54)名稱

矽通孔鍍敷中的副產物減少

BY-PRODUCT MITIGATION IN THROUGH-SILICON-VIA PLATING

(57)摘要

本發明描述用於用具有低氧濃度之鍍敷溶液將金屬鍍敷至一工件上之方法、系統及裝置。在一態樣中，一種方法包含降低鍍敷溶液之氧濃度。該鍍敷溶液包含約百萬分之 10 份或更少之加速劑及約百萬分之 300 份或更少之抑制劑。在降低了該鍍敷溶液之該氧濃度之後，在一鍍敷池中使一晶圓基板與該鍍敷溶液接觸。該鍍敷池中之該鍍敷溶液之該氧濃度為約百萬分之 1 份或更少。接著，在該鍍敷池中將金屬電鍍至該晶圓基板上。

## 六、發明說明：

### 相關申請案之交叉參考

本申請案根據35 U.S.C. § 119(e)主張2010年9月9日申請之美國臨時專利申請案第61/381,404號及2011年2月2日申請之美國臨時專利申請案第61/438,919號之權利，該兩個臨時專利申請案以引用之方式併入本文中。

### 【先前技術】

鑲嵌處理係一種用於在積體電路上形成金屬線之方法。之所以經常使用此種方法，係因為其需要之處理步驟比其他方法少，且提供高良率。有時會結合鑲嵌處理使用矽通孔(TSV)，以藉由經由內部佈線提供垂直對準之電子器件之互連來創建三維(3D)封裝及3D積體電路。此些3D封裝及3D積體電路可顯著降低多晶片電子電路之複雜度及總體尺寸。在鑲嵌處理期間或在TSV中形成之積體電路之表面上的導電路線通常填充有銅。

### 【發明內容】

提供用於鍍敷金屬之方法、裝置及系統。根據各種實施，該方法涉及：降低鍍敷溶液中之氧濃度、使晶圓基板與鍍敷溶液接觸，及將金屬電鍍至晶圓基板上。

根據一實施，一種將金屬電鍍至晶圓基板上之方法包含降低鍍敷溶液之氧濃度。鍍敷溶液包含約百萬分之10份或更少之加速劑及約百萬分之300份或更少之抑制劑。在降低了鍍敷溶液之氧濃度之後，在鍍敷池中使晶圓基板與鍍敷溶液接觸，其中鍍敷池中之鍍敷溶液之氧濃度為約百萬

分之1份或更少。接著，在鍍敷池中將金屬電鍍至晶圓基板上。

根據一實施，一種溶液包含金屬鹽、約百萬分之1份或更少之氧、約百萬分之10份或更少之加速劑，及約百萬分之300份或更少之抑制劑。該溶液可為鍍敷溶液，或該溶液可為預潤濕溶液。

根據一實施，一種用於電鍍金屬之裝置包含鍍敷池及控制器。該控制器包含用於進行包含以下操作之製程的程式指令：1)降低包含約百萬分之10份或更少之加速劑及約百萬分之300份或更少之抑制劑之鍍敷溶液的氧濃度；2)在降低了鍍敷溶液之氧濃度之後，在鍍敷池中使晶圓基板與鍍敷溶液接觸，其中鍍敷池中之鍍敷溶液之氧濃度為約百萬分之1份或更少；及3)在鍍敷池中將金屬電鍍至晶圓基板上。

根據一實施，一種包括用於控制沈積裝置之程式指令的非暫時性電腦機器可讀媒體包含用於以下操作之程式碼：1)降低包含約百萬分之10份或更少之加速劑及約百萬分之300份或更少之抑制劑之鍍敷溶液的氧濃度；2)在降低了鍍敷溶液之氧濃度之後，在鍍敷池中使晶圓基板與鍍敷溶液接觸，其中鍍敷池中之鍍敷溶液之氧濃度為約百萬分之1份或更少；及3)在鍍敷池中將金屬電鍍至晶圓基板上。

附圖及以下描述中闡述本說明書中描述之標的物的實施之此等及其他態樣。

### **【實施方式】**

在以下詳細描述中，闡述了眾多特定實施，以便提供對所揭示之實施之透徹理解。然而，一般熟習此項技術者將瞭解，可在無此等特定細節之情況下，或藉由使用替代元件或製程來實踐所揭示之實施。在其他情況下，未詳細描述眾所周知之製程、程序及組件，以便不會不必要地混淆本發明之態樣。

在本申請案中，術語「半導體晶圓」、「晶圓」、「基板」、「晶圓基板」及「部分製造之積體電路」可互換使用。一般熟習此項技術者應理解，術語「部分製造之積體電路」可指代處於其上之積體電路製造之許多階段中之任一階段期間之矽晶圓。以下詳細描述假設本發明係在晶圓上實施。然而，本發明不限於此。工件可具有各種形狀、大小及材料。除了半導體晶圓之外，亦可利用本發明之其他工件包含各種物件，諸如印刷電路板等等。

本文中所述之一些實施係關於用於在晶圓基板之特徵中鍍敷金屬之方法、裝置及系統。所揭示之方法特別適用於在具有至少約5微米直徑之通孔開口之高縱橫比(大於約10:1)矽通孔(TSV)特徵中鍍敷銅。美國專利第7,776,741號中進一步描述了TSV結構，該專利以引用之方式併入本文中。在所揭示之方法之實施中，用於電鍍銅之鍍敷溶液可在鍍敷池中具有小於約百萬分之3份之氧濃度，且通常小於約百萬分之1份。鍍敷溶液亦可包含約百萬分之10份或更少之濃度之加速劑，及約百萬分之300份或更少之濃度之抑制劑。

## 引言

鍍敷溶液可含有大量添加劑，包含加速劑、抑制劑及整平劑。加速劑(或者稱為拋光劑)係提高鍍敷反應之速率之添加劑。加速劑係吸附在金屬表面上且在給定施加電壓下增加局部電流密度之分子。加速劑可含有側位硫原子，該等硫原子被認為參與銅離子還原反應，且因此強烈影響金屬膜之成核及表面生長。加速劑添加劑一般為巰基丙烷磺酸(MPS)、二巰基丙烷磺酸(DPS)或雙(3-磺丙基)二硫醚(SPS)之衍生物，但可使用其他化合物。沈積加速劑之非限制性實例包含以下各者：2-巰基乙磺酸(MESA)、3-巰基-2-丙磺酸(MPSA)、二巰基丙基磺基磺酸(DMPSA)、二巰基乙磺酸(DMESA)、3-巰基丙酸、巰基丙酮酸酯、3-巰基-2-丁醇及1-二羥丙硫醇。舉例而言，美國專利第5,252,196號中描述了一些有用之加速劑，該專利以引用之方式併入本文中。舉例而言，加速劑可作為Ultrafill A-2001購自Shibley((Marlborough, MA)或作為SC Primary購自Enthone公司(West Haven, CT)。

抑制劑為傾向於在吸附至金屬表面上之後抑制電流之聚合物。抑制劑可自聚乙二醇(PEG)、聚丙二醇(PPG)、聚氧化乙烯或其衍生物或共聚體衍生而來。舉例而言，商用抑制劑包含來自Shibley(Marlborough, MA)之Ultrafill S-2001及來自Enthone公司(West Haven, CT)之S200。

整平劑通常可為陽離子界面活性劑及染料，其抑制其質量轉移速率最快之位置處的電流。因此，鍍敷溶液中之整

平劑之存在用於降低在優先吸附整平劑之突出表面或隅角處之薄膜生長速率。由差異化質量轉移效應引起之整平劑之吸附差異可能具有重要影響。美國專利第6,793,796號中進一步描述了加速劑、抑制劑及整平劑，該專利以引用之方式併入本文中。

當用金屬填充TSV特徵時，可在鍍敷溶液中維持鍍敷溶液添加劑(特別係加速劑與抑制劑)之效應之間的平衡。抑制劑可用以抑制晶圓基板之場區中的金屬鍍敷，但並不抑制TSV特徵中之金屬鍍敷。加速劑可加速晶圓基板上之高電流密度區域中之金屬鍍敷；晶圓基板上之高電流密度區域可包含TSV特徵。

可在約一秒內完成在晶圓基板上之鑲嵌特徵中電鍍金屬。因此，當填充了鑲嵌特徵時，可能很少有加速劑與抑制劑之效應之間的平衡可能被擾亂之時間。相比之下，在晶圓基板上之TSV特徵中電鍍金屬可能花費約30分鐘或更長之時間。TSV特徵之鍍敷時間可取決於通孔之直徑及通孔之深度兩者，且可能會隨通孔之直徑及/或深度而增加。可能難以在填充TSV特徵所需之此等較長時間內維持加速劑與抑制劑之效應之間的平衡。因此，可能對TSV鍍敷使用不同於鑲嵌鍍敷之添加劑型態。請注意，可對TSV鍍敷使用較低濃度之加速劑。

雖然直覺上看並非如此，但低加速劑濃度可提供優點，特別係對於TSV應用，此係因為其允許晶圓基板表面上之場區上的加速劑積累減少，同時在電填充之長時段中仍然



驅動TSV特徵中之自下而上填充。對於高縱橫比特徵而言尤其如此，其中縱橫比大於約10:1，且特徵開口之直徑為約5微米或更大。在晶圓基板表面之包含TSV之場區上維持長時間之抑制可係重要的，此係因為長時間抑制可允許在TSV中驅動填充。若晶圓基板表面之場區被加速(或不受抑制)，則可輔助在TSV中鍍敷金屬之電流可能改為傾向於在場區中沈積金屬，並減小TSV之鍍敷速度。此外，不在晶圓基板表面之場區上維持長時間抑制可能會導致在TSV中形成空隙，此情況係不合意的。

然而，由於來自加速劑之副產物之堆積，可能無法實現當前在低加速劑濃度(例如，小於約百萬分之10份(10 ppm))鍍敷溶液中之TSV鍍敷。相比而言，可在高加速劑濃度(例如，約10至50 ppm)鍍敷溶液中執行鑲嵌鍍敷，已發現此並不適合於TSV應用。與低加速劑濃度鍍敷溶液相關聯之副產物導致晶圓之場區隨著鍍敷之進展而變得過度加速。此又可能導致深特徵(例如，TSV特徵)之填充出現問題，此係因為驅動特徵之填充的抑制梯度丟失(亦即，隨著加速劑副產物在場上堆積，可能會持續丟失場抑制)。

溶解於鍍敷溶液中之氧可能至少部分地導致此等擾人之副產物的產生。在特定鍍敷槽中產生之副產物之論述見於「Bis-(3-sodiumsulfopropyl disulfide) Decomposition with Cathodic Current Flowing in a Copper-Electroplating Bath」，  
《電子化學學會期刊》(J. Electrochem. Soc.)，第157卷，

第1期，第H131-H135頁(2010)，作者係Wen-Hsi Lee、Chi-Cheng Hung、Shih-Chieh Chang及Ying-Lang Wang，該文以引用之方式併入本文中。用於分解特定加速劑(雙(3-磺丙基)二硫醚(SPS))之所提議之反應機制見「Invalidating mechanism of bis (3-sulfopropyl) disulfide (SPS) during copper via-filling process」，《應用表面科學》(Applied Surface Science)，第255卷，第8期，2009年2月1日，第4389-4392頁，作者為Wei Wang、Ya-Bing Li及Yong-Lei Li，該文以引用之方式併入本文中。

舉例而言，當使用二巰基丙烷磺酸(DPS)基加速劑時，鍍敷溶液中之巰基丙烷磺酸(MPS)與其二聚體(雙(3-磺丙基)二硫醚(SPS))之間存在均衡。兩個MPS分子可組合而形成SPS，且SPS可分裂而形成兩個MPS分子。然而，當MPS分子氧化時，其無法重新形成二聚體。據信，經氧化之MPS分子傾向於在晶圓基板之場區上聚集，在此位置上，其持續可用於加速金屬沈積。此等經氧化之MPS分子可能會打亂加速劑與抑制劑之間的平衡，並超覆晶圓基板之場區中之抑制劑之效應。此在TSV鍍敷中特別成問題，其中電填充在長時段中進行，例如約幾十分鐘。

因此，為了在低加速劑濃度鍍敷溶液中持續鍍敷，可限制鍍敷溶液中之氧量，以便使鍍敷溶液穩定。當鍍敷溶液中存在氧時，加速劑可隨時間推移隨著電荷穿過鍍敷溶液而氧化。特定而言，在電鍍銅期間，低鍍敷電流可能會在晶圓基板上產生穩定之銅離子。銅離子可能與加速劑反

應，且可形成催化劑，該催化劑促進經氧化之加速劑副產物之形成。所揭示之實施可允許鍍敷溶液之穩定化，且因此允許長時間地鍍敷深特徵，此係由於自加速劑與氧之間的反應產生之經氧化加速劑副產物減至最少。除了提供穩定之鍍敷溶液之外，所揭示之實施亦可減小用於電鍍裝置之消耗品之成本，此係因為加速劑之降級可受到限制。

#### 方法

圖1展示將金屬電鍍至晶圓基板上之方法之實例。在方法100之區塊102開始，降低鍍敷溶液之氧濃度。

鍍敷溶液中之氧濃度可能歸因於大氣中之氧，且可取決於大氣壓而為約8 ppm至10 ppm。據信鍍敷溶液中之此氧濃度會提高自加速劑形成副產物之速率(有時產生約十億分之10份(10 ppb)至十億分之1000份(1000 ppb)之副產物濃度)。如上文所解釋，隨著電荷穿過鍍敷溶液及加速劑分解，此等副產物可能會隨時間推移而改變金屬沈積特性。在一些實施中，為了減少或消除此等副產物之形成，在晶圓基板被置放成與鍍敷池中含有之鍍敷溶液接觸之前，可降低鍍敷溶液之氧濃度水準。

在一些實施中，可自外部儲集器或隔室向鍍敷池供應鍍敷溶液。在一些實施中，在鍍敷池(其中進行電鍍)及隔室中可維持不同濃度之氧濃度。舉例而言，當在鍍敷池中鍍敷溶液中之氧濃度小於約1 ppm時，在隔室中鍍敷溶液中之氧濃度可小於約10 ppm。在一些實施中，鍍敷池中之鍍敷溶液之氧濃度可低於隔室中之鍍敷溶液之氧濃度，此係

因為如下文所述，緊接於進入鍍敷池之前，鍍敷溶液可能會穿過脫氣器件。

在一些實施中，鍍敷溶液可包含約10 ppm或更少之加速劑，及約300 ppm或更少之抑制劑。在一些實施中，鍍敷溶液可包含約5 ppm或更少之加速劑、約1 ppm至5 ppm之加速劑、約2 ppm之加速劑，或約2 ppm或更少之加速劑。在一些實施中，鍍敷溶液可包含約50 ppm至200 ppm之抑制劑，或約200 ppm至250 ppm之抑制劑。一般而言，抑制劑濃度之上界係抑制劑浸透場區之濃度。在一定範圍之製程條件下，約200 ppm或更高之抑制劑濃度可能會使晶圓基板之場區中浸透抑制劑，同時允許特徵中之抑制劑量減少。

在鍍敷於晶圓基板上之金屬為銅之實施中，鍍敷溶液含有每公升約20至100公克或每公升約40至80公克之濃度的銅。在一些實施中，鍍敷溶液可含有每公升約80公克之濃度的銅。

在一些實施中，鍍敷溶液實質上不含整平劑。整平劑亦可能會隨鍍敷時間之延長而降級，此可能會阻礙鍍敷製程並引起填充問題。

在區塊104處，在鍍敷池中使晶圓基板與鍍敷溶液接觸。在一些實施中，鍍敷池中之鍍敷溶液之氧濃度為約百萬分之1份或更少。在一些實施中，鍍敷池中之鍍敷溶液之氧濃度可為約十億分之100份(100 ppb)或更少，或鍍敷溶液中可能實質上無氧。在一些其他實施中，鍍敷池中之

鍍敷溶液之氧濃度可為約 5 ppm 或更少，或約 3 ppm 或更少。

在區塊 106 處，在鍍敷池中將金屬電鍍至晶圓基板上。可將可藉由控制電流及/或電位來提供之電力施加至晶圓基板以沈積該金屬。在一些實施中，電鍍進行約 1 分鐘至 5 小時。在一些其他實施中，電鍍進行約至少約 10 分鐘或約 10 分鐘至 3 小時。在一些實施中，可將金屬電鍍至晶圓基板之 TSV 上。在一些其他實施中，可將金屬電鍍至晶圓基板之晶圓基板級封裝特徵上。

在一些實施中，圖 1 所示之方法 100 亦可包含預潤濕操作。舉例而言，在一些實施中，在將晶圓基板置放成與鍍敷溶液接觸之前，可將晶圓基板預潤濕。預潤濕製程可克服在晶圓基板與鍍敷溶液接觸時可能截留於晶圓基板上之特徵中的氣泡之不利影響。預潤濕製程之一實例包含：1) 使晶圓基板以第一旋轉速率旋轉，及 2) 藉由在使晶圓基板以第一旋轉速率旋轉之同時使晶圓基板與經脫氣之預潤濕流體接觸而在低氣壓下在晶圓基板上形成潤濕層，該經脫氣之預潤濕流體處於液態。

在一些實施中，預潤濕溶液可能實質上不含氧。在一些實施中，預潤濕溶液可為與鍍敷溶液相同之溶液。在一些其他實施中，預潤濕溶液可為與鍍敷溶液不同之溶液。舉例而言，可將去離子水用作預潤濕溶液。在以下申請案中更詳細地描述了預潤濕製程及用於執行預潤濕製程之裝置：2010 年 1 月 8 日申請之題為「WETTING PRETREATMENT

FOR ENHANCED DAMASCENE METAL FILLING」之美國專利申請案第12/684,787號，及2010年1月8日申請之題為「APPARATUS FOR WETTING PRETREATMENT FOR ENHANCED DAMASCENE METAL FILLING」之美國專利申請案第12/684,792號，該兩個申請案均以引用之方式併入本文中。

在用以判定降低鍍敷溶液中之氧濃度之影響的實驗中，使用具有相同組合物之鍍敷溶液來鍍敷晶圓基板，但一種鍍敷溶液經過脫氣，而一種鍍敷溶液未經脫氣。鍍敷晶圓基板，允許經過一段時間，鍍敷其他晶圓基板，依此類推。兩種鍍敷溶液均包含約2 ppm之加速劑、約100 ppm之抑制劑，及約每公升60公克之銅。晶圓基板中之TSV特徵之直徑為約6微米，且深度為約60微米。在鍍敷製程之前用去離子水將晶圓基板預潤濕，且在相同條件(例如，相同電壓及電流波形)下鍍敷所有晶圓基板。鍍敷槽隔室及鍍敷池兩者中之未脫氣鍍敷溶液之氧濃度為約8 ppm。鍍敷槽隔室中之經脫氣鍍敷溶液之氧濃度為約2.5 ppm，且鍍敷池中之經脫氣鍍敷溶液之氧濃度為約1 ppm。

當首次使用鍍敷溶液時，鍍敷溶液完全填充TSV特徵，但在使用約15小時且經過約5次鍍敷操作之後，鍍敷溶液不完全填充TSV特徵，此展示在使用小於24小時之後，未脫氣鍍敷溶液之鍍敷效能降級。相比之下，對於未脫氣鍍敷溶液，在使用約30天且經過約1000次鍍敷操作之後，鍍敷溶液未展現出任何降級之跡象。

## 裝置

所揭示之實施之另一態樣為一種經組態以實現本文中所述之方法的裝置。合適之裝置包含根據本發明之用於實現製程操作之硬體，及具有用於控制製程操作之指令的系統控制器。用於實現製程操作之硬體包含電鍍裝置。系統控制器將大體上包含一或多個記憶體器件及經組態以執行該等指令以使得該裝置將執行根據本發明之方法的一或多個處理器。含有用於根據本發明控制製程操作之指令的機器可讀媒體可耦合至系統控制器。

圖2展示經組態以執行本文中揭示之方法之裝置的示意性說明之實例。該裝置包含鍍敷池202、鍍敷溶液隔室204及脫氣器件206。脫氣器件亦可稱為脫氣器或接觸器。與裝置200相關聯之箭頭指示鍍敷溶液於裝置中之流動。裝置200可進一步包含各種閥、真空泵及其他硬體(圖中未示)。當裝置200在操作時，鍍敷溶液可自鍍敷槽隔室204、穿過脫氣器件206流動至鍍敷池202中，然後流回至鍍敷槽隔室204。

在鍍敷溶液自鍍敷槽隔室204進入鍍敷池202之前，鍍敷溶液通過脫氣器件206。脫氣器件206自鍍敷溶液移除一或多種溶解之氣體(例如， $O_2$ 及 $N_2$ 兩者)。在一些實施中，脫氣器件為薄膜接觸脫氣器。市售脫氣器件之實例包含來自Membrana(Charlotte, NC)之Liquid-Cel<sup>TM</sup>及來自Entegris(Chaska, MN)之pHasor<sup>TM</sup>。可用位於鍍敷池及/或鍍敷槽隔室中之合適儀錶(例如，商用溶解氧儀錶(圖中未示))來監

視鍍敷溶液中溶解的氣體之量。

在一些實施中，藉由使用真空泵(圖中未示)向隔室施加真空來自鍍敷槽隔室之體積中清除氣體以便達成最低量之溶解氣體。亦可藉由增加流體曝露於真空之表面，例如藉由使流體以噴霧形式或穿過噴霧塔自循環迴路重新進入鍍敷槽隔室來提高自鍍敷溶液移除氣體之速率。

圖3展示電填充系統300之示意性說明之實例。電填充系統300包含三個單獨的電填充模組302、304及306。電填充系統300亦包含經組態以用於各種製程操作的三個單獨的後電填充模組(PEM)312、314及316。模組312、314及316可為後電填充模組(PEM)，其各自經組態以在已藉由電填充模組302、304及306中之一者處理了晶圓之後，執行諸如晶圓之邊緣斜面移除、背面蝕刻及酸洗等功能。

電填充系統300包含中央電填充腔室324。中央電填充腔室324為容納用作電填充模組中之鍍敷溶液的化學溶液之腔室。電填充系統300亦包含定量配給系統326，定量配給系統326可儲存及遞送用於鍍敷溶液之化學添加劑。化學稀釋模組322可儲存及混合待用作例如PEM中之蝕刻劑之化學品。過濾與抽吸單元328可為中央電填充腔室324過濾鍍敷溶液，且將其抽吸至電填充模組。如上所述，該系統亦包含一或多個脫氣器件(圖中未示)。鍍敷溶液可在被抽吸至電鍍模組之前通過脫氣器件。

系統控制器330提供操作電填充系統300所需之電子及介面控制。系統控制器330大體上包含一或多個記憶體器件



及經組態以執行指令以使得該裝置可執行根據本文中所述之實施之方法之一或多個處理器。含有用於根據本文中所述之實施控制製程操作之指令的機器可讀媒體可耦合至系統控制器。系統控制器330亦可包含用於電填充系統300之電源供應器。

電鍍模組及相關聯之組件之實例展示於2010年5月24日申請之題為「PULSE SEQUENCE FOR PLATING ON THIN SEED LAYERS」之美國專利申請案第12/786,329號中，該專利申請案以引用之方式併入本文中。

在操作中，免動手工具(hand-off tool)340可自晶圓卡盒(諸如卡盒342或卡盒344)中選擇晶圓。卡盒342或344可為前開口統一盒(FOUP)。FOUP為一種經設計以在受控之環境中穩固且安全地固持晶圓且允許藉由配備有合適裝載口及堅固之處置系統的工具來移除晶圓以供處理或量測之罩殼。免動手工具340可使用真空附著或其他某種附著機制來固持晶圓。

免動手工具340可與退火台332、卡盒342或344、轉移台350或對準器348介接。免動手工具346可自轉移台350接取晶圓。轉移台350可為一槽或一位置，免動手工具340及346可自其且向其傳遞晶圓，而無需經過對準器348。然而，在一些實施中，為了確保晶圓在免動手工具346上恰當地對準以便精確地遞送至電填充模組，免動手工具346可使晶圓與對準器348對準。免動手工具346亦可將晶圓遞送至電填充模組302、304或306中之一者或經組態以用於

各種製程操作之三個單獨的模組312、314及316中之一者。

舉例而言，免動手工具346可將晶圓基板遞送至電填充模組302，在電填充模組302處，根據本文中所述之實施將金屬(例如，銅)鍍敷至晶圓基板上。在電鍍操作完成之後，免動手工具346可自電填充模組302移除晶圓基板，且將其傳送至PEM中之一者，諸如PEM 312。PEM可清洗、沖洗及/或乾燥晶圓基板。此後，免動手工具346可將晶圓基板移動至PEM中之另一者，諸如PEM 314。此處，可藉由化學稀釋模組322提供之蝕刻劑溶液自晶圓基板上之一些位置(例如，邊緣斜面區域及背面)蝕刻掉多餘之金屬(例如，銅)。模組314亦可清洗、沖洗及/或乾燥晶圓基板。

在電填充模組及/或PEM中之處理完成之後，免動手工具346可自模組中取回晶圓，並將其送回至卡盒342或卡盒344。後電填充退火可在電填充系統300或在另一工具中完成。在一實施中，後電填充退火係在退火台332中之一者中完成。在一些其他實施中，可使用專用退火系統，諸如熔爐。接著，可將卡盒提供至其他系統(諸如，化學機械拋光系統)以供進一步處理。

合適之半導體處理工具包含由Novellus Systems(San Jose, CA)製造之切刀系統(Sabre System)及切刀系統3D Lite、由Applied Materials(Santa Clara, CA)製造之超薄單元系統，或由Semitool(Kalispell, MT)製造之Raider工具。

本文中所述之方法及裝置在鍍敷具有相對大特徵之基板時提供特定優點。應理解，此等鍍敷條件及裝置不限於TSV應用。舉例而言，亦可在晶圓級封裝應用中使用降低氧之鍍敷溶液來鍍敷(例如)銅再分佈線、支柱、凸塊等。

#### 其他實施

上文所述之裝置/方法可結合微影圖案化工具或製程使用，以(例如)用於製造半導體器件、顯示器、LED、光伏打面板等等。一般而言，雖然並非必要，但將在普通之製造設施中一起使用或實行此些工具/製程。膜之微影圖案化一般包括以下步驟中之一些或全部(每一步驟用若干可能工具來實現)：(1)使用旋塗或噴塗工具在工件(亦即，基板)上塗覆光阻材料；(2)使用熱板或熔爐或UV固化工具將光阻材料固化；(3)用諸如晶圓步進器之工具使光阻材料曝露於可見光、UV或x射線光；(4)使光阻材料顯影，以便選擇性地移除抗蝕劑，且藉此使用諸如濕式清洗台之工具將其圖案化；(5)藉由使用乾式蝕刻或電漿輔助蝕刻工具將抗蝕劑圖案轉印至下伏膜或工件中；及(6)使用諸如RF或微波電漿抗蝕劑剝除器之工具移除抗蝕劑。

亦應注意，存在實施所揭示方法及裝置之許多替代方式。因此，意欲將所附申請專利範圍解釋為包含屬於本發明之實施之真正精神及範疇內的所有此些更改、修改、排列及替代等效物。

#### 【圖式簡單說明】

圖1展示將金屬電鍍至晶圓基板上之方法的實例。

圖2展示經組態以執行本文中揭示之方法的裝置之示意性說明之實例。

圖3展示電填充系統之示意性說明之實例。

**【主要元件符號說明】**

200	裝置
202	鍍敷池
204	鍍敷溶液隔室
206	脫氣器件
300	電填充系統
302	電填充模組
304	電填充模組
306	電填充模組
312	後電填充模組
314	後電填充模組
316	後電填充模組
322	化學稀釋模組
324	中央電填充腔室
326	定量配給系統
328	過濾與抽吸單元
330	系統控制器
332	退火台
340	免動手工具
342	卡盒
344	卡盒

201218277

346 免動手工具

348 對準器

350 轉移台

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 100132469

※申請日： 100.9.8

※IPC 分類：H01L  $\frac{21}{3205}$  (2006.01)

C25D  $\frac{3}{52}$  (2006.01)

$\frac{21}{12}$

G06F1P/50

(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

矽通孔鍍敷中的副產物減少

BY-PRODUCT MITIGATION IN THROUGH-SILICON-VIA PLATING

二、中文發明摘要：

本發明描述用於用具有低氧濃度之鍍敷溶液將金屬鍍敷至一工件上之方法、系統及裝置。在一態樣中，一種方法包含降低鍍敷溶液之氧濃度。該鍍敷溶液包含約百萬分之10份或更少之加速劑及約百萬分之300份或更少之抑制劑。在降低了該鍍敷溶液之該氧濃度之後，在一鍍敷池中使一晶圓基板與該鍍敷溶液接觸。該鍍敷池中之該鍍敷溶液之該氧濃度為約百萬分之1份或更少。接著，在該鍍敷池中將金屬電鍍至該晶圓基板上。

三、英文發明摘要：

Methods, systems, and apparatus for plating a metal onto a work piece with a plating solution having a low oxygen concentration are described. In one aspect, a method includes reducing an oxygen concentration of a plating solution. The plating solution includes about 10 parts per million or less of an accelerator and about 300 parts per million or less of a suppressor. After reducing the oxygen concentration of the plating solution, a wafer substrate is contacted with the plating solution in a plating cell. The oxygen concentration of the plating solution in the plating cell is about 1 part per million or less. A metal is then electroplated onto the wafer substrate in the plating cell.

## 七、申請專利範圍：

1. 一種方法，其包括：

降低鍍敷溶液之氧濃度，其中該鍍敷溶液包含約百萬分之10份或更少之加速劑及約百萬分之300份或更少之抑制劑；

在降低了該鍍敷溶液之該氧濃度之後，在一鍍敷池中使一晶圓基板與該鍍敷溶液接觸，其中該鍍敷池中之該鍍敷溶液之該氧濃度為約百萬分之1份或更少；及

在該鍍敷池中將金屬電鍍至該晶圓基板上。

2. 如請求項1之方法，其中該鍍敷溶液包含約百萬分之5份或更少之該加速劑。

3. 如請求項1之方法，其中該晶圓基板包括至少一特徵，該至少一特徵具有至少約10:1之一縱橫比及至少約5微米之一開口直徑或寬度。

4. 如請求項1之方法，其中該電鍍進行至少約10分鐘。

5. 如請求項1之方法，其中將該金屬電鍍至一矽通孔上。

6. 如請求項1之方法，其中將該金屬電鍍至一晶圓基板級封裝特徵上。

7. 如請求項1之方法，其進一步包括：

將該鍍敷溶液自一鍍敷隔室供應至該鍍敷池，其中該鍍敷隔室中之該鍍敷溶液之該氧濃度小於約百萬分之10份，且其中在自該鍍敷隔室供應該鍍敷溶液時執行降低該鍍敷溶液之該氧濃度。

8. 如請求項1之方法，其中該鍍敷溶液實質上不包含整平

劑。

9. 如請求項1之方法，其中該金屬包含銅。
10. 如請求項1之方法，其中該鍍敷溶液包含約每公升40至80公克之銅。
11. 如請求項1之方法，其進一步包括：

在使該晶圓基板與該鍍敷溶液接觸之前預潤濕該晶圓基板。
12. 如請求項11之方法，其中用該鍍敷溶液預潤濕該晶圓基板。
13. 如請求項1之方法，其中用一脫氣器件執行降低該鍍敷溶液之該氧濃度。
14. 如請求項1之方法，其進一步包括：

將光阻材料塗覆至該晶圓基板；  
使該光阻材料曝露於光；  
圖案化該光阻劑且將該圖案轉印至該晶圓基板；及  
選擇性地自該晶圓基板移除該光阻材料。
15. 一種溶液，其包括：

金屬鹽；  
約百萬分之1份或更少之氧；  
約百萬分之10份或更少之加速劑；及  
約百萬分之300份或更少之抑制劑。
16. 如請求項15之溶液，其中該溶液為鍍敷溶液。
17. 如請求項15之溶液，其中該溶液為預潤濕溶液。
18. 一種用於電鍍金屬之裝置，其包括：



(a) 一鍍敷池；及

(b) 一控制器，其包括用於實行包括以下步驟之一製程之程式指令：

降低鍍敷溶液之氧濃度，其中該鍍敷溶液包含約百萬分之10份或更少之加速劑及約百萬分之300份或更少之抑制劑；

在降低了該鍍敷溶液之該氧濃度之後，在一鍍敷池中使一晶圓基板與該鍍敷溶液接觸，其中該鍍敷池中之該鍍敷溶液之該氧濃度為約百萬分之1份或更少；及

在該鍍敷池中將金屬電鍍至該晶圓基板上。

19. 一種系統，其包括如請求項18之該裝置及一步進器。

20. 一種包括用於控制一裝置之程式指令的非暫時性電腦機器可讀媒體，該等指令包括用於以下操作之程式碼：

降低鍍敷溶液之氧濃度，其中該鍍敷溶液包含約百萬分之10份或更少之加速劑及約百萬分之300份或更少之抑制劑；

在降低了該鍍敷溶液之該氧濃度之後，在一鍍敷池中使一晶圓基板與該鍍敷溶液接觸，其中該鍍敷池中之該鍍敷溶液之該氧濃度為約百萬分之1份或更少；及

在該鍍敷池中將金屬電鍍至該晶圓基板上。

八、圖式：

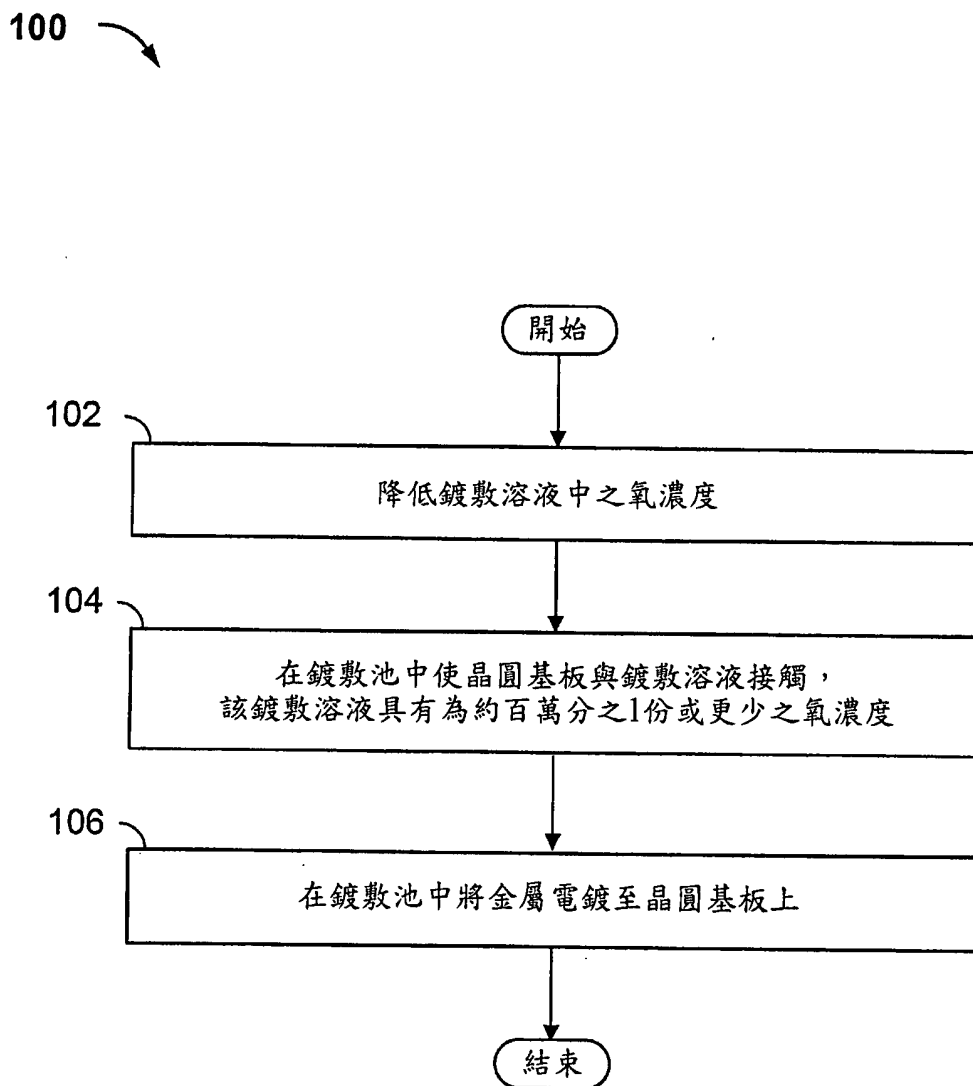


圖1

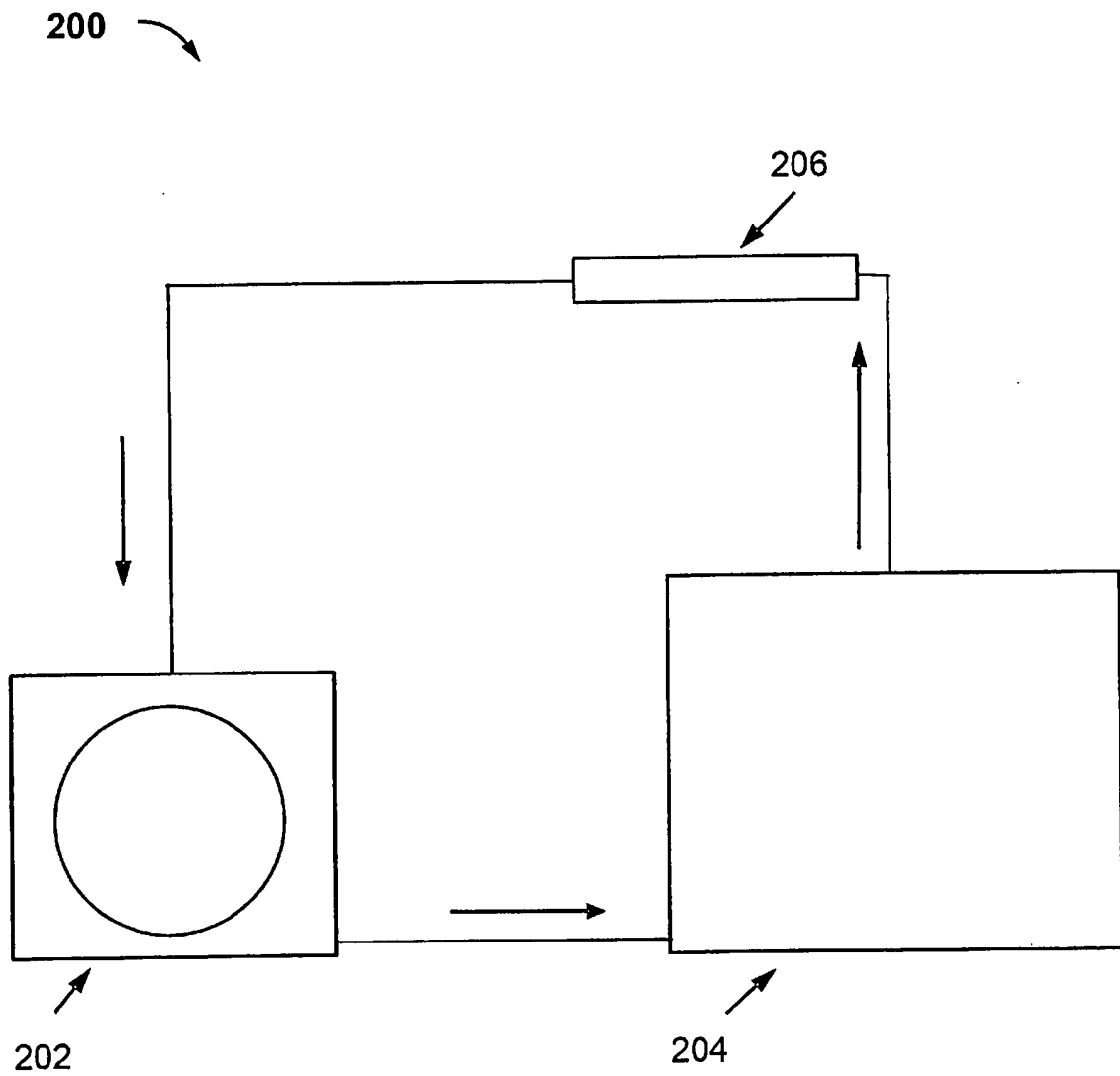


圖2

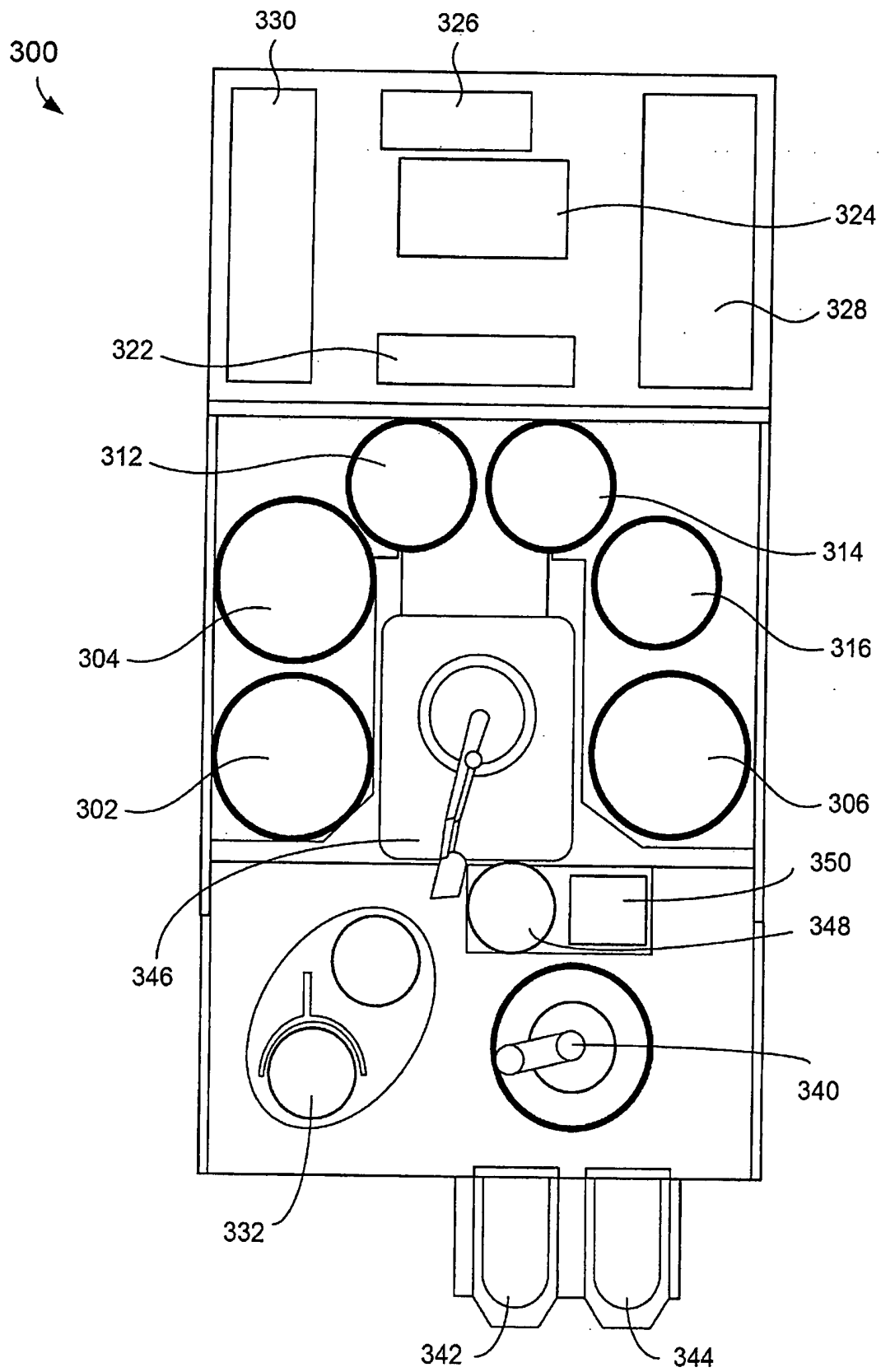


圖3

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第( 1 )圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無元件符號說明)

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)