

發明專利說明書 200415257

(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： 92119187

※申請日期： 92-07-11 ※IPC 分類： C25B 9/00

壹、發明名稱：(中文/英文)

監視電解製程之裝置及方法

DEVICE AND METHOD FOR MONITORING AN ELECTROLYTIC
PROCESS

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

德商德國艾托特克公司

ATOTECH DEUTSCHLAND GMBH

代表人：(中文/英文)

1. 格瑞格 富蘭克

GREGOR FRANK

2. 瓦爾特 麥爾斯齊

WALTER MIERSCH

住居所或營業所地址：(中文/英文)

德國柏林市伊拉斯摩街20號

ERASMUSSTRASSE 20-24 D-10553 BERLIN, GERMANY

國籍：(中文/英文)

德國 GERMANY

參、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1.安得雅斯 席雅斯

ANDREAS THIES

2.湯瑪斯 捷特斯戚考

THOMAS DRETSCHKOW

住居所地址：(中文/英文)

1.德國柏林市汐賀夫路144號

SEEHOFSTRASSE 144, 14167 BERLIN, GERMANY

2.德國柏林市費爾德路20號

FELDSTRASSE 20, 12207 BERLIN, GERMANY

國 籍：(中文/英文)

1.德國 GERMANY

2.德國 GERMANY

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項 第一款但書或 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 德國；2002年07月12日；10232612.6

2.

3.

4.

5.

主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 德國；2002年07月12日；10232612.6

2.

3.

4.

5.

主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種用於監視電解製程之裝置及方法，該裝置及方法更具體地係用於將金屬以電解方式沉積在一基底上。

【先前技術】

晶圓上之積體電路，具體上由矽所製成，一般係使用蝕刻及沉積製程再配合光學微影製程予以製造。到現在為止，金屬導電圖樣習慣上已用濺鍍製程予以產生，用以在晶圓上形成導電體連接。這些年來，流電式(galvanic)製程係已漸漸地用來在晶圓上製造積體電路。除了稱作"後端(back end)"部分，亦即用於對晶圓上所產生之半導體架構進行接線之銅電解沉積外，稱作"封裝(packaging)"製程，在將金屬沉積至晶片載體上並重新接線時對銅、鎳、金和錫之金屬沉積變得漸漸重要。所有這些需求的共通點在於一電解金屬沉積製程係在一薄啟始金屬層上開始實施，該薄啟始金屬層即所謂的晶種層，亦稱為電鍍基部。為此，該啟始層係用合適的機械接觸使其置於電性接觸物中且係置於一電鍍浴(electroplating bath)中，該電鍍浴含有要沉積在溶液中之金屬。電流係用一外部電流源和一輔助電極(counter electrode)予以產生而流經該啟始層和該輔助電極，致使金屬沉積在晶圓之啟始層上，其中該外部電流源係舉例由一電性網路所加能之整流器而來。電流量及從而導致之沉積金屬被覆厚度係經由法拉第(Faraday)定律予以控

制。

晶圓上之被覆厚度分佈可用合適的屏蔽物或分段式陽極(輔助電極)予以正向影響。可溶性陽極從而係用於使電解質流體接觸物中之金屬離子濃度或，二者擇一地，非溶解性(惰性)陽極(金屬離子含量在此種情況下必須維持固定)維持預作額外準備(kept making additional provisions)。

美國專利案第5,234,572 A號說明一種將金屬離子注入一電鍍浴的方法。為了在供應電流時控制陰極與陽極之間的傳電量，美國專利案第5,234,572 A號建議一種使用一參考電極量測陰極(輔助電極)電位的量測配置，其中該參考電極係額外地置於電鍍浴中且係以如同陽極之金屬予以製成。導電量係經控制而使得量測到之輔助電極電位相關於該參考電極可能不是負的。這阻止金屬離子沉積在輔助電極上。在一較佳之實例性具體實施例中，輔助電極和一可溶性電極(陽極)係連接至一直流電供應器。一電壓計係用於量測輔助電極相對於參考電極之電位。位於輔助電極和可溶性電極隨著電流改變的電位係表示在圖示中。

如果發生電解銅沉積，DE 199 15 146 C1提到銅沉積浴除了常見的浴成分外，亦舉例包含鐵(III)複合物(compound)且這些複合物使銅片分解而形成銅離子，在製程中產生鐵(II)複合物。所形成之鐵(II)複合物得以於可溶性陽極重新氧化成鐵(III)。

所有已知的電鍍浴除了要予以沉積之金屬離子外皆包含用於影響金屬沉積之輔助劑(auxiliary agent)。這些化學劑

一方面通常為用於影響沉積層架構之有機複合物，且另一方面則為鹽、酸或鹼，其中鹽、酸或鹼係為了使浴穩定並提升其導電性而添加的。沉積所需的電壓係從而降低，因此產生的焦耳熱最少。這提升了製程的安全性。某些製程只有藉由添加這些化學劑才得以實施。

一般而言，導電圖樣目前係依據嵌刻(damascene)製程予以產生。如DE 199 15 146 C1所詳述，一介電層首先係基於此而塗敷在半導體基底上。接收期望導電圖樣所需的導電孔(via)和渠道(trench)一般係用一乾蝕刻製程在介電層中予以蝕刻。在塗敷一擴散障礙物(在大部分例子裡為氮化鉭、鉭)和導電層(在大部分例子裡為濺鍍之銅)之後，凹處(即導電孔和渠道)係使用"渠道填充製程"以電解方式填充。隨著銅沉積在整個表面上，超額量接著必須自不需要的位址予以移除，意即自導電孔和渠道外側之區域予以移除。這是用所謂的CMP製程(化學機械研磨法)予以達成。多層式電路可藉由反覆該製程，亦即藉由重複塗敷舉例由二氧化矽所構成之介電質、經由蝕刻和沉積銅形成凹處而製成。

在製作導電圖樣(更具體地係由銅所製成)之後，會發現在意欲控制之研磨區段中，金屬缺陷(空隙)在沉積架構中立即形成，該等缺陷有可能使整個電路之功能故障。

【發明內容】

因此，本發明所面對的問題在於要避開已知裝置及方法之缺點，且更具體地是要找到能夠可信賴地避免該等缺陷

形成之量測方法。

就克服該問題而言，本發明提供如申請專利範圍第1項之裝置以及如申請專利範圍第7項之方法。本發明之較佳具體實施例係在從屬之申請專利範圍中予以指出。

根據本發明之裝置係用於在製造半導體基底(晶圓)之積體電路和晶片載體上之電路架構期間監視一電解製程，更具體地為電解金屬沉積製程。

為了更徹底詳細地說明本發明，術語"晶圓"將在下文用於表示任何一個工作部件(workpiece)。同樣地，術語"沉積電解質"或"沉積電解質流體"將用於意指用於實施電解製程之電解質流體。或者，該流體在電解製程為一種電解蝕刻製程的情況下亦可為一種蝕刻流體。可能之電解製程為電解沉積法和電解金屬蝕刻法兩者。理論上，本發明亦可用於其它與本文所述有別之電解製程。在底下的說明中，術語"電解沉積製程"也將用於意指所有其它電解製程。

就克服問題而言，本發明提供一種裝置和一種方法。該裝置係由與一電解質流體接觸之至少一個陽極和至少一個陰極所構成，其中一電流係在該至少一個陽極和該至少一個陰極之間產生。至少有一個參考電極係沉積於(靠近)該至少一個陽極之表面或沉積於(靠近)該至少一個陰極之表面。一用來判斷該至少一個陽極與該至少一個參考電極之間和該至少一個參考電極與該至少一個陰極之間個別電壓的電壓計係根據本發明而進一步提供。此配置容許於許多電極同時產生電解部分製程之效果，此非常準備亦容許量

測時變性(time-variant)製程。從而不論該等電極在量測期間是否僅浸泡至電解質流體內或一電壓是否僅在兩電極正接觸電解質流體時才供給於陰極與陽極之間。

在一根據本發明之裝置之較佳應用中，陰極為一晶圓或一晶片載體基底且陽極為一金屬板。在此種情況下，金屬最好是在電解製程期間沉積至晶圓或晶片載體基底上。

根據本發明之裝置更具體地係由至少一個沉積於(靠近)該至少一個陽極之表面之第一參考電極、和至少一個沉積於(靠近)該至少一個陰極之表面之第二參考電極所構成。用於量測該至少一個陽極與該至少一個第一參考電極之間、該至少一個第一與該至少一個第二參考電極之間以及該至少一個第二參考電極與該至少一個陰極之間之電壓的電壓計係進一步予以提供。該監視裝置係用於量測該陽極與該第一參考電極、該第一參考電極與該第二參考電極之間以及該第二參考電極與該陰極之間的電壓。

綜合測試顯示沉積金屬層內的缺陷(例如空隙)係導因於所使用的金屬沉積浴在某些條件下能夠將金屬從啟始層移除：

當一具有一啟始金屬層之晶圓浸泡在金屬沉積溶液內時，起先沒有外部電壓供應至該啟始層。因此，一旦啟始層和電解質溶液接觸，則在該啟始層與電解質溶液之間的相位邊界(phase boundary)得到一個等電位。在將金屬，更具體地為銅，沉積在啟始層上所需的一般條件下，啟始層相對於金屬分解所需的電位為正的，以致該啟始層在沉積溶

液中緩慢分解。

用於晶圓上之金屬啟始層基於成本和製程考量通常非常薄。例如，在一般用於嵌刻製程之架構中(渠道、導電孔舉例有0.1至0.2微米的寬度以及大約1微米的深度)，啟始層通常起自約5至25奈米的厚度。相比之下，晶圓表面上之啟始層大約有100奈米的厚度。該等類型之層由於所用之電解質溶液蝕刻速率相當高而可在浸泡於電解質溶液之期間內至少在架構中快速地予以移除。在一般以硫酸銅(copper sulfate)形式呈現含有大約每公升180公克之硫酸(sulfuric acid)及每公升40公克之銅的銅電解質中，蝕刻速率在一般電解作用條件下大約為每分鐘10奈米。在這些條件下，於金屬沉積之前存留的被覆厚度在某些環境下可能不足以確保可靠之金屬被覆。蝕刻速率尤其取決於所用到的電解質溶液種類、沈積製程所選用的條件以及啟始層之種類。

這個問題無法藉由縮短浸泡與沈積製程啟始之間的時間予以克服，理由在於一特定之最小處理時間必須在浸泡之後予以觀測舉例以便使晶圓完全變溼而得以在啟始金屬沉積之前以流體被覆。因此，在啟始層上以電解方式沉積金屬之製程所能得到的時窗(time window)卻是窄小的。一特定問題在於用於製程之時窗大小因複數個可能影響變數而無法作判斷，以致金屬化的結果僅屬於概率性。

薄啟始金屬層對沉積製程和侵蝕尤其敏感。對層厚度最輕微之縮減舉例能夠危及奈米架構中安全之製程啟始。

因此，精確地控制浸泡和溼化步驟是非常重要的。就技

術而言，該控制由於缺少浸泡之前介於電解質流體與晶圓之間的電性接觸及浸泡之後所得到的電解質相依性等電位而非立即可行。取決於電解質組成，啟始層會侵蝕至一較大或較小、無法預期之範圍。

已發現該等更具體地影響金屬移除之參數為部分電壓，該等部分電壓經加總而產生供應於陽極與陰極之間的總電壓(鉗制電壓)：

在電解金屬沉積期間，一電流在陽極與陰極之間流動。一由所提部分電壓總和所組成之電壓需用於產生該電流。總電壓之來由更具體地為陽性與陰性電荷轉移過電壓、極化過電壓和結晶化過電壓的總和，以及導因於電解質電阻之電壓降和饋電線中之電壓降。

通常並不知道可量測之鉗制電壓如何在個別電壓之間分佈。更具體地，分佈變化舉例因僅有整流器之電流源中之鉗制電壓是已知的而無法予以公報。在沉積期間，若所述之電阻中有一個電阻或所列之過電壓中有一個過電壓變化或者假使電阻與過電壓在許多個待處理晶圓之間變動，在最佳狀況下，將無法解釋所產生之鉗制電壓可量測變化。在最差的狀況下，該變化甚至將不受到注意以致金屬將可能移除而無法發現相關變化。

由於在半導體技術中，製程安全性和方法再生性居主要之重要性，必須找到方法以公報部分電壓。製程期間的變化必須予以解譯並識別以便能夠控制並校正製程。

為了至少偵測因電解質之電阻所導致的電壓降變化，故

使用直接置於陽極或陰極表面上之參考電極。為此，該等參考電極係靠近表面而置，致使可在個別表面直接量測電位。該等電極舉例可靠近個別表面而置，致使參考電極之間的距離小於1釐米，例如0.2釐米。更具體地，參考電極舉例亦可配置在該表面之陽極或陰極表面之平面中，但卻是最接近的，儘管不是直接在該表面之前。參考電極因而不需要接觸該等表面。另一種可能性在於放置一個在個別表面上含有一導電電解質或與該導電電解質鄰近之小型容器，該容器中之參考電極能夠偵測表面之電位。

在一本發明之較佳具體實施例中，提供兩個參考電極：兩參考電極中的第一個電極係配置於陽極之表面且第二個參考電極係配置於陰極之表面。因為這兩個參考電極係彼此緊鄰而置，導因於電解質電阻之電壓降影響可以兩參考電極之間的電壓形式分別地予以偵測。其它在個別參考電極與位於表面(陽極或陰極係置於該表面)之陽極或陰極之間量測到的電壓降包含鄰近陽極或陰極表面發生之電壓降且更具體地為電荷轉移，結晶化和濃度過電壓。

不同電解單元區中之各種電壓降因而可偵測到且前述因素(如電解質溶液之種類、啟始層和其它層之特性)之影響因而可個別偵測並予以分析。導因於所述影響變數之變化因而可經識別而使得可在該等變化事件中作適當的準備。

一本發明之優點在於現存電鍍工廠由於不需實質結構性擴增而可用本發明之方法輕易地翻修(retrofit)。

任何一種參考電極皆可用來量測所述之變化。穩定之參

考電極更具體地包含一金屬，其中該金屬與其難溶性鹽和一電解質等同。此類參考電極舉例為第二或第三級電極，理由在於這些電極提供一個固定之參考電位。第二級參考電極為電位決定性離子(potential-determining ions)之濃度由一難溶性複合物之呈現予以判斷之參考電極，該難溶性複合物之離子與該等電位決定性離子相同。第三級參考電極相比之下為電位決定性離子之活性係由兩固態相位之呈現予以判斷之參考電極。第二級參考電極更具體地為甘汞(calomel)電極、銀/氯化銀、硫酸汞(mercuric sulfate)電極，以及氧化汞電極。第三級參考電極舉例可為一種鋅桿，該鋅桿係等同於以一由鋅與草酸鈣(calcium oxalate)製成之沈澱物呈現之鈣離子溶液。

一參考電極係鄰近陽極而予以安裝，另一個參考電極則鄰近晶圓。製程係藉由量測電解製程期間陽極與第一參考電極之間、第一參考電極與第二參考電極之間以及第二參考電極與陰極之間的電壓予以控制。

第一參考電極與第二參考電極之間量測到的電壓係導因於電解質電阻的變化，其中電解質電阻的變化表示電解質之不穩定成分或處理貯槽內之不規則流體流動。

第一參考電極與陽極之間量測到的電壓變化係額外地表示一不穩定的陽極製程。隨著可溶性陽極之使用，這會是導因於陽極之消耗、陽極膜之變化或變動之陽極幾何。隨著一惰性(難溶性)陽極，此一量測電壓變化亦可表示陽極衰退(活性陽極層舉例會脫落)或不良氧化還原反應種類，

例如鐵(II)和鐵(III)複合物，對陽極之供給，例如在執行DE 100 15 146 C1所述方法時之事件中。

在第二參考電極與陰極之間量測到的電壓變化表示一穩定陰極製程，如變動之啟始層厚度，其原因舉例在於該層係受到金屬沉積溶液侵擊(attack)或者該層的厚度從來不足。

為了控制製程，更具體地為使啟始層免於侵蝕，一介於啟始層與最靠近之參考電極，例如第二參考電極，之間的電壓差可在浸泡之前藉由一電源整流器予以供應。啟始層電位之適當選擇容許啟始層在浸泡期間以及同樣地可能在溼化階段中免於侵蝕。為了得到有用的量測結果，個別參考電極必須儘可能地靠近相關電極。然而，工作部件(例如陰極)和輔助電極(例如陽極)因而必須免於未受屏蔽，以便使沉積金屬儘可能均勻地分佈。

隨著穩定參考電極更具體地包含一金屬，其中該金屬等同於其難溶性鹽和一電解質，存在著電解製程之電解質受到參考電極之電解質污染的風險。該污染必須以所有方法予以避免。同樣地為了克服這個問題，該等參考電極經由至少一毛細管接觸陽極表面或陰極表面。因為該等參考電極之間以及個別參考電極分別與陽極和陰極之間的電壓量測為一高電阻量測，儘有少量電流流經量測配置。因此，毛細管可以非常地薄，以致經由參考電極電解質之電解製程電解質污染物降到最小。

另一項與該問題有關的改良係藉由使電解製程之電解質

流體經由毛細管供給至個別參考電極而達成。參考電極之電解質因而藉由擴散至沉積電解質內而免於流入。

為了以電解方式將金屬，更具體地為銅，沉積在一半導體基底上，舉例由鉑所製成之傳統(customary)電鍍配置可予以使用，其中陽極和半導體基底係呈平行及水平定向或呈水平傾斜。陽極和半導體基底亦可垂直定向。兩電極係置於一經配置而適用於本目的之貯槽內、一舉例容納電解質流體和電極之圓柱形貯槽內。一般而言，陽極係沉積在圓柱形貯槽之底部上以及半導體基底之上部。為了產生一經過界定之流體流動，電解質流體可以一特定方式流經貯槽。參考電極可包罩(house)在個別容器內，該等個別容器係經由所述之毛細管與圓柱形貯槽接通。毛細管係以一種方式置於貯槽的側壁，該方式使得該等毛細管緊鄰個別電極而置。

另一本發明之優點在於根據本發明之裝置及方法容許控制許多已經由說明實施在許多電極之部分製程，有可能同時量測特定電壓(電位)。本準備容許在電流轉移時探出問題。

【實施方式】

圖1表示鄰近且位於一半導體基底上之介電層3中之架構4內的啟始層2之被覆厚度分佈。在此實例中，架構4的寬度為0.2微米且其深度大約為1微米。於基底之表面，啟始層2的厚度大概為100奈米。然而，啟始層2於架構4之底部更加地薄。啟始層2在架構4之底部的厚度僅有5至25奈米。在更

底下的區域中，存在著層2在以一金屬沉積電解質浸泡及後續溼化啟始層2期間所達到的移除程度使得架構4之底部沒有金屬或僅有一非常薄之金屬存留的風險。因此，在後續電解金屬電鍍製程期間沒有金屬可以沉積在該位置上。

圖2係在含有電解質之空間中，一介於陽極5與陰極1之間的電位差概要圖。由一電流供應器6送出的電流在陽極5與陰極1之間流動。電流供應器6舉例必須是一個電源整流器。由電流供應器6送出的電壓U係用一電壓計7予以量測。該電壓U亦稱為鉗制電壓。

靠近陽極5置有一個第一參考電極8。同樣地，一第二參考電極9係鄰近陰極1而置。

在陽極5與陰極1之間含有電解質之空間中的電位差係以編號10予以標示。為了簡化起見，電位差10係僅劃分成三個部分11、12、和13，部分11和13係藉由擴散和結晶化過電壓予以產生而部分12則由電解質電阻產生之電壓降引起的。

所提到之電壓降可藉由使用第一電壓計14量測介於陽極5與第一參考電極8之間的電壓、使用第二電壓計15量測介於第一參考電極8與第二參考電極9之間的電壓以及使用第三電壓計16量測介於第二參考電極9與陰極1之間的電壓以一種簡單的方式予以判斷。該等如藉由電壓計14、15、和16予以量測之部分電壓11、12、13的總和產生鉗制電壓U。

電壓降11係藉由電壓計14予以量測、電壓降12係藉由電壓計15予以量測、且電壓降13係藉由電壓計16予以量測。

圖3係一用於以電解方式在一半導體基底1上沉積金屬之配置的概要圖。該配置具有一貯槽20和一位於該貯槽20之底部上的陽極5、以及一位於貯槽20之上部中當作一個陰極的半導體基底1。貯槽20係以電解質流體22予以填充至位準21。流體22舉例可從底部流進貯槽20並流經陽極5。陽極5最好穿孔以達到這個目的。

在貯槽20之側壁中，一第一毛細管23係鄰近陽極5而埋置且一第二毛細管24係鄰近半導體基底1而埋置。電解質流體可經由該等毛細管23、24少量流進安裝至毛細管23、24側邊之參考電極容器25和26。這使得電解質流體免於流進貯槽20，其中該電解質流體可包含在該等容器25、26內且具有另一有別於沉積流體22之配方(formulation)。容器25、26容納經由電線連接至電壓計(未示)之第一參考電極8和第二參考電極9。

圖4係一沉積單元的概要圖。陽極5係藉由一惰性陽極吊籃作成，該惰性陽極吊籃係由一隔板(diaphragm)(本文未示)所環繞且使金屬舉例以彈丸(shot)或子彈(pellet)的形式維持沉積。陽極5係置於貯槽20的外側。該等導管29係經由屏蔽物28耦接至貯槽20內。屏蔽物28係當作虛擬陽極。第一參考電極8係鄰近陽極5而置。第二參考電極9係同樣地鄰近陰極1而置。陰極1與第二參考電極9之間、第二參考電極9與第一參考電極8之間以及第一參考電極8與陽極5之間的電壓係分別使用電壓計16、15、14予以量測。貯槽20係以電解質流體22予以完全填充。

一經由實際運作所執行的測試顯示沉積在陰極1上之金屬量是不足夠的。同時，儘管所供給的電壓為20伏特，與一般沈簣單元(在僅有2至3伏特時為10安培)相比較，在陰極1與陽極5之間所量測到的電流非常小，僅有大約100毫安培。該等理由舉例因而已經：

1. 介於陰極1與電解質流體22之間之不足電性接觸，
2. 導管29之分裂，
3. 介於陽極5與電解質流體22之間之不足電性接觸或
4. 流經導管29之不足電解質。

在設計依據本發明之量測裝置時，其中該量測裝置在此係由兩個參考電極8、9和電壓計14、15、16所構成，底下結果可根據本發明而同時得到，致使缺陷發現成為可能：

在陰極1與第二參考電極9之間，一大約0.5伏特在時間軸上穩定之電壓係使用電壓計16予以量測。介於兩參考電極8、9之間由電壓計15所量測的電壓在時間軸上係穩定為1伏特。相比之下，介於第一參考電極8與陽極5之間的電壓大概是18.5伏特且隨時間以整個電壓變動。

這些理由容許不考慮(dismiss)前述理由1、2和4。問題可藉由改良於陽極5與電解質流體22之間的轉變形成之電性接觸予以消除。發現環繞陽極吊籃而置之隔板不再於電解質流體中變溼。

在又一實施例中，一電解銅浴22係用於將一銅層沉積在一半導體晶圓1上。晶圓1具有一厚度大概100奈米之銅晶種層。銅晶種層係以一具有導電孔和渠道的光阻層予以被覆

，其中導電孔和渠道使銅晶種層曝露。銅浴22包含硫酸銅、硫酸和微量氯化鈉以及一般用於將物理機械特性最佳化的添加物。浴22係以一如圖4所示之貯槽設計運作在一沉積貯槽20內。陽極5係不可溶解的，由一種含鈦之擴張金屬片所構成，以貴金屬(例如鉑)使其活化。為了在浴22中維持名義上的銅離子濃度，銅片係在與貯槽20呈流體連接之分離容器(本文未示)中分解的。為了促進銅分解，浴22亦含有鐵(II)和鐵(III)成分。一適用於達成本目的的浴係舉例說明在De 199 15 146 C1中。

在晶圓1已經由帶引而與銅浴22接觸之後再加上經過一段特定的閒置時間(idle time)，電流切換成開啟而使晶圓1金屬化。在將電流切換成開啟之前，銅晶種層冒著風險進行蝕刻，其方式係藉助於銅電鍍浴22或更具體地係藉由浴22中之鐵(III)離子成分。為了這個理由，電解在銅晶種層於第一次銅沉積之前至少部分分解的情況下是一個問題。

電解係由一流動於晶圓1與陽極5之間的電解電流所影響。安全之銅沈積初始化可藉由在時間軸上量測晶圓1與參考電極9之間的電壓予以輕易地判斷，以便確定晶圓1是否發生安全溼化且一夠厚之銅晶種層是否仍呈現於晶圓1之表面。若電壓經判斷並非在預期的數值範圍內，則將得到有缺陷的電鍍。

此外，得以量測介於晶圓1與參考電極9之間的電壓。在整個電鍍製程期間實施量測得以對晶圓1達到一經過界定之電位控制。此亦在整個銅電鍍製程期間擔保製程安全性

，其中該整個銅電鍍製程包含對晶圓1之浸泡和溼化之方法步驟。結果是在一合適之電壓供給至晶圓1的情況下得以避免晶種層蝕刻。在這些條件下，晶圓1之溼化週期得以最佳化，亦即延伸。

同時，亦發現處理係受到陽極5之不確定狀況(imponderable condition)所影響。結果是電鍍速率太高將導致電鍍浴22中之材料運送呈速率確定(鐵(II)對鐵(III)之反應)。這會導致晶圓電解並從而於陽極5產生氧氣泡。同時，陽極電位經量測而更動(shift)。在有利的條件下，此更動係藉由量測陽極5與參考電極8之間的電壓予以偵測。因此，藉由確定一落於正常範圍外之電壓，處理參數可經過適當調整以防止有缺陷之處理。

因此，結果是可在所提及之電壓和鉗制電壓偏離正常範圍的情況下偵測到由具有缺陷之陽極及/或陰極製程所導致的處理缺陷。僅藉由同時量測這些電壓及介於晶圓1與陽極5之間的鉗制電壓，可找到缺陷的產生原因。

瞭解到本文述及之實施例和具體實施例之目的僅在於描述且其些微變動及本申請案所說明之特徵組合將建議予本行人士並包含在所提發明之精神和範圍內以及附加之申請專利範圍之範疇內。所有在本文詳述之公開文件、專利及專利申請案係合併引用於本文中。

【圖式簡單說明】

本發明已引用底下附圖作更徹底詳細的說明，其中：

圖1係一位於一半導體基底上之介電質中之架構(渠道、

導電孔)之概要剖面圖，

圖2係一個自具有參考電極之陽極和陰極配置中電位差的概要表示圖，其中參考電極係分別鄰近陽極及陰極而置，

圖3係一沉積單元之概要剖面圖，

圖4係一沉積單元之概要圖，其中該沉積單元係在沉積期間用於電流波動之問題分析。

【圖式代表符號說明】

- | | |
|------------|--------------------|
| 1 | 半導體基底(陰極) |
| 2 | 啟始層(晶種層、電鍍基部) |
| 3 | 介電層 |
| 4 | 介電層3中之架構 |
| 5 | 陽極 |
| 6 | 電流供給(電壓源) |
| 7 | 用於鉗制(clamp)電壓U之電壓計 |
| 8 | 第一參考電極 |
| 9 | 第二參考電極 |
| 10 | 電位差 |
| 11 | 位於陽極5之電壓降 |
| 12 | 電解質22中之電壓降 |
| 13 | 位於陰極1之電壓降 |
| 14, 15, 16 | 電壓計 |
| 20 | 貯槽 |
| 21 | 流體位準 |
| 22 | 電解質流體 |

23 , 24	毛細管
25 , 26	參考電極容器
27	電線
28	屏蔽物(虛擬陽極)
29	導管
U	鉗制電壓

伍、中文發明摘要：

在製造積體電路時，金屬層中的空隙(viod)會在電解金屬沉積期間立即形成。為了避開(avoid)這些對電路功能有負面影響的缺陷(fault)，本發明建議對金屬沉積使用一種由至少一個陽極和至少一個陰極所構成之電解作用(electrolysis)裝置，且其中至少有一個參考電極係沉積於該至少一個陽極之表面或該至少一個陰極之表面。一電壓計係經提供而用於分別偵測介於該至少一個陽極與該至少一個參考電極之間的電壓和介於該至少一個參考電極與該至少一個陰極之間的電壓。

陸、英文發明摘要：

In manufacturing integrated circuits voids in the metal layer may readily form during electrolytic metal deposition. In order to avoid these faults which adversely affect the functionality of the circuits, the invention suggests to utilize for metal deposition an electrolysis device comprised of at least one anode and at least one cathode and in which at least one reference electrode is disposed at the surface of the at least one anode or at the surface of the at least one cathode. A voltmeter is respectively provided for detecting the electric voltages between the at least one anode and the at least one reference electrode and between the at least one reference electrode and the at least one cathode.

拾、申請專利範圍：

1. 一種監視一電解製程之裝置，其包含至少一個陽極和至少一個陰極，至少有一個參考電極係置於該至少一個陽極之表面或該至少一個陰極之表面，至少分別提供一個電壓計用以偵測介於該至少一個陽極與該至少一個參考電極之間以及介於該至少一個參考電極與該至少一個陰極之間的電壓。
2. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中至少有一個第一參考電極係置於該至少一個陽極之表面且至少有一個第二參考電極係置於該至少一個陰極之表面，且其中分別提供一電壓計用以偵測介於該至少一個陽極與該至少一個第一參考電極、介於該至少一個第一與該至少一個第二參考電極之間以及介於該至少一個第二參考電極與該至少一個陰極之間的電壓。
3. 如申請專利範圍第1或2項之裝置，其中該至少一個參考電極經由毛細管接通該至少一個陽極之表面或接通該至少一個陰極之表面。
4. 如申請專利範圍第3項之裝置，其中提供用以將電解質流體經由該等毛細管送至該至少一個參考電極的方法。
5. 如申請專利範圍第1或2項之裝置，其中該至少一個陽極和該至少一個陰極係平行的且呈水平定向或呈水平傾斜。
6. 如申請專利範圍第1或2項之裝置，其中該陰極為一晶圓或一晶片載體基底且該陽極為一金屬板。

7. 一種在一電解單元中監視一電解製程的方法，其中該電解單元係由至少一個陽極和至少一個陰極所構成，至少有一參考電極係置於該至少一個陽極之表面或置於該至少一個陰極之表面，分別提供至少一個電壓計用以偵測介於該至少一個陽極與該至少一個參考電極之間以及介於該至少一個參考電極與該至少一個陰極之間的電壓，

該方法包含底下之方法步驟：

- a) 在該至少一個陽極與該至少一個陰極之間提供一電流，
 - b) 分別同時偵測介於該至少一個陽極與該至少一個參考電極之間以及介於該至少一個參考電極與該至少一個陰極之間的電壓。
8. 如申請專利範圍第7項之方法，其中提供至少一置於該至少一個陽極表面之第一參考電極以及至少一置於該至少一個陰極表面之第二參考電極，

該方法步驟b)包含底下部分方法步驟：

- b1) 偵測介於該至少一個陽極與該至少一個第一參考電極之間的電壓，
 - b2) 偵測介於該至少一個第一參考電極與該至少一個第二參考電極之間的電壓以及
 - b3) 偵測介於該至少一個第二參考電極與該至少一個陰極之間的電壓。
9. 如申請專利範圍第7或8項之方法，其中該至少一個參考

電極係經帶引而藉由毛細管與該至少一個陽極之表面接觸或與該至少一個陰極之表面接觸。

10. 如申請專利範圍第9項之方法，其中電解質流體係經由該等毛細管送至該至少一個參考電極。
11. 如申請專利範圍第7或8項之方法，其中該至少一個陽極和該至少一個陰極係呈平行且呈水平定向或呈水平傾斜。
12. 如申請專利範圍第7或8項之方法，其中該至少一個陰極為一晶圓或一晶片載體基底且其中該陽極為一金屬板以及其中該金屬係以電解方式沉積在該晶圓上。

拾壹、圖式：

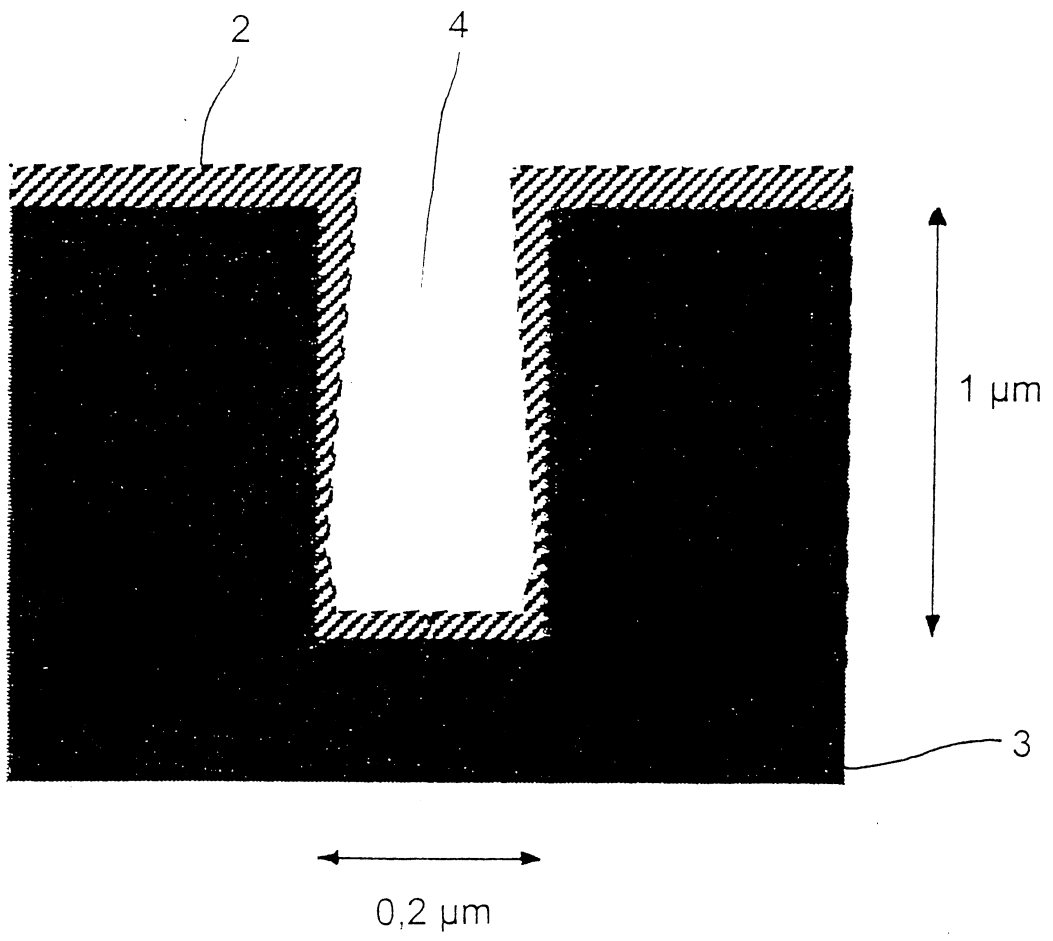


圖 1

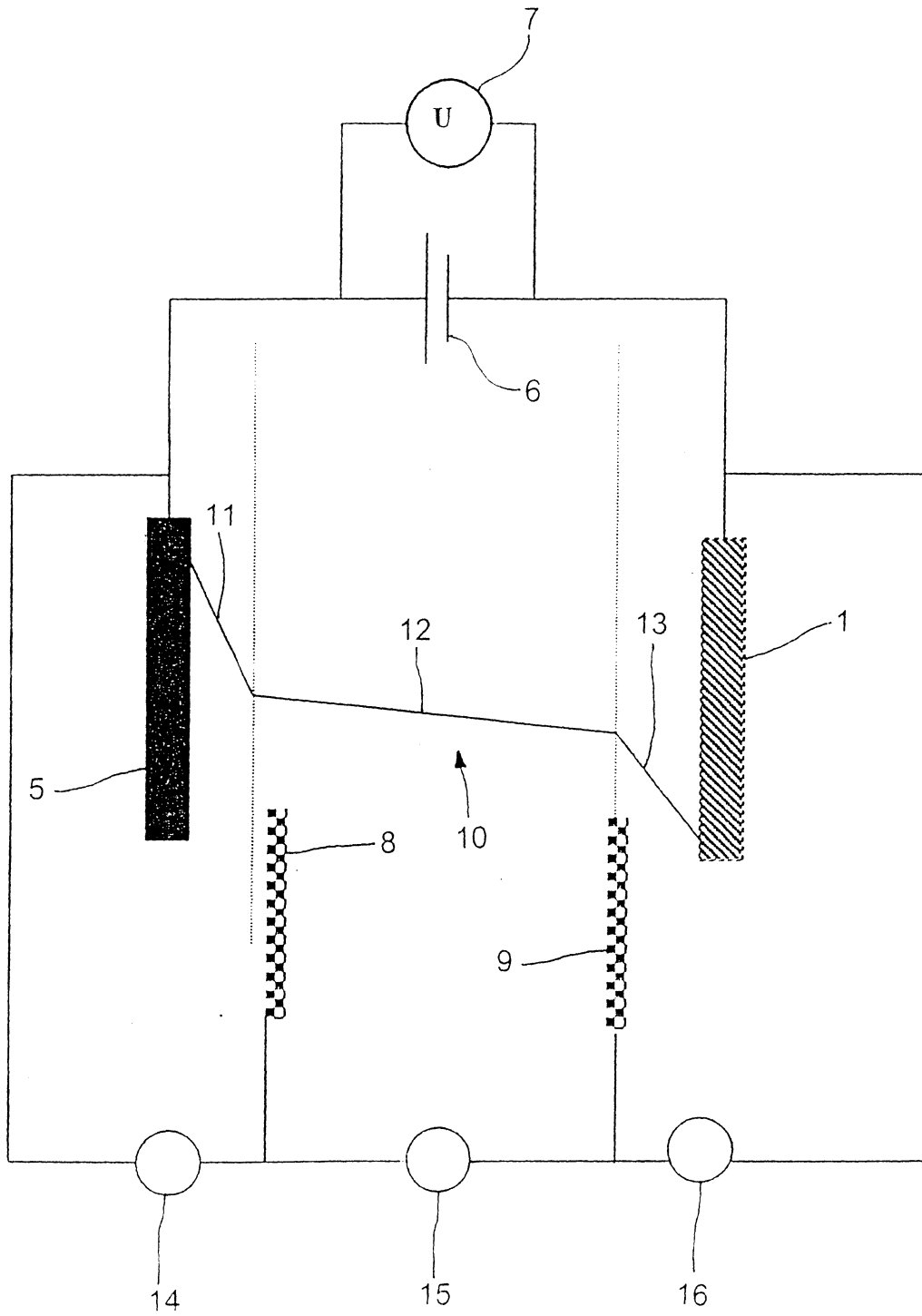


圖 2

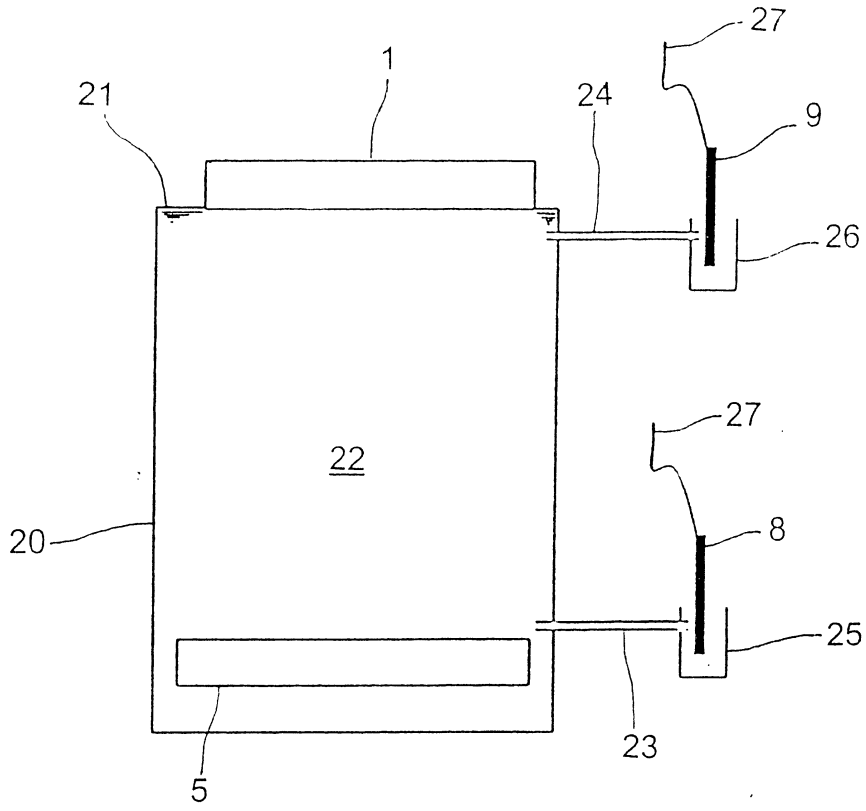


圖 3

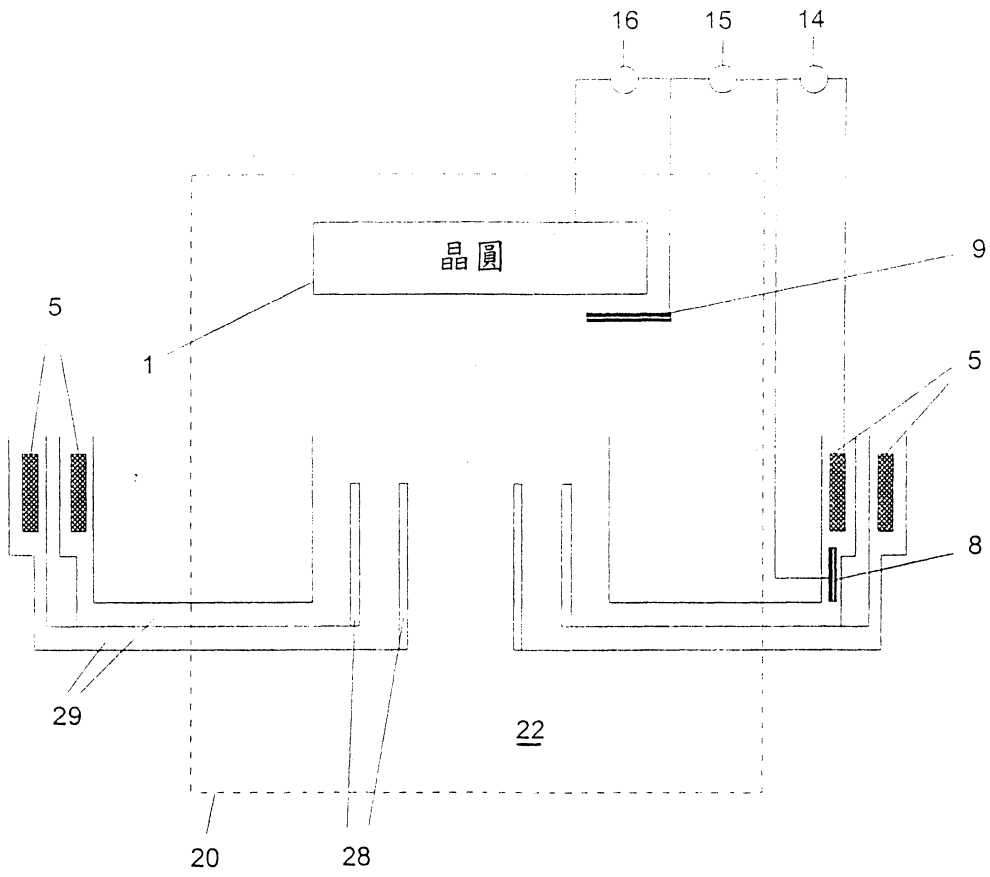


圖 4

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1	半導體基底
5	陽極
6	電流供應器(電壓源)
7	用於鉗制(clamp)電壓U之電壓計
8	第一參考電極
9	第二參考電極
10	電位差
11	位於陽極5之電壓降
12	電解質22中之電壓降
13	位於陰極1之電壓降
14, 15, 16	電壓計

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：