

公告本

申請日期：90-12-20 案號：90131629

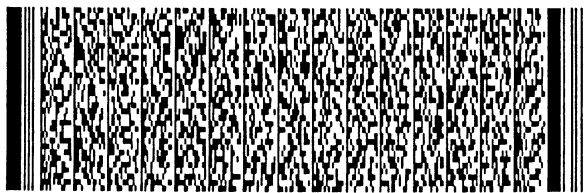
類別：C25D 17/00, 5/06, 7/12, 21/12, C25C 3/16

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

539778

一、發明名稱	中文	控制電鍍層之厚度均勻性的方法和裝置
	英文	METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING THICKNESS UNIFORMITY OF ELECTROPLATED LAYER
二、發明人	姓名 (中文)	1. 布倫特·M·巴索 2. 保羅·林奎斯特
	姓名 (英文)	1. Bulent M. Basol 2. Paul Lindquist
	國籍	1. 美國 2. 美國
	住、居所	1. 美國加州曼哈坦海灘市楓樹大道 3001號 2. 美國愛達荷州老鷹市拉什路1846號
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 紐工具公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. Nu Tool Inc.
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國加州密爾彼得司市麥肯得烈斯大道1645號
	代表人姓名 (中文)	1. 霍姆揚·塔利
代表人姓名 (英文)	1. Homayoun Talieh	



本案已向

國(地區)申請專利	申請日期	案號	主張優先權
美國 US	2000/12/21	60/256,924	有
美國 US	2001/05/15	09/855,059	有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

本申請案宣告在2000年12月21日提出申請之美國臨時申請案號60/256,924的優先權，其揭示清楚地以參考資料方式納於本文中。

發明之背景

發明之領域

本發明一般是關於電沉積製程技術，並且更特別是，關於一種產生平面沉積層之電沉積製程和裝置。

相關技術之描述

習知的半導體裝置一般包括：半導體基板，通常是矽基板；以及許多連續地形成之介電間層，像是二氧化矽間層，和由導電材料所製的導電路徑或間層連接(interconnect)。該間層連接通常是經由將導電材料充填於經蝕刻至該介電間層之渠溝中所形成的。在積體電路中，多層間層連接網路是相對於該基板表面橫向地延伸。在不同層中所形成的間層連接可以利用介層或接點而電連接。充填該外形輪廓，即介層開口、渠溝、接墊或接點，之導電材料充填製程，是可以經由將導電材料沉積在包含有該外形輪廓之基板上來進行。然後可以使用平坦化及像是化學機械研磨(CMP)之研磨技術，來將該基板上過量的導電材料移去。

近來將銅(Cu)和銅合金作為間層連接材料已引起相當程度的注意，因為其優越的電遷移和低電阻特性。在製造期間，是將銅電鍍或電沉積在以障壁或種層預先塗佈之基板上。典型的障壁材料一般包括鎢(W)、鉭(Ta)、鈦



五、發明說明 (2)

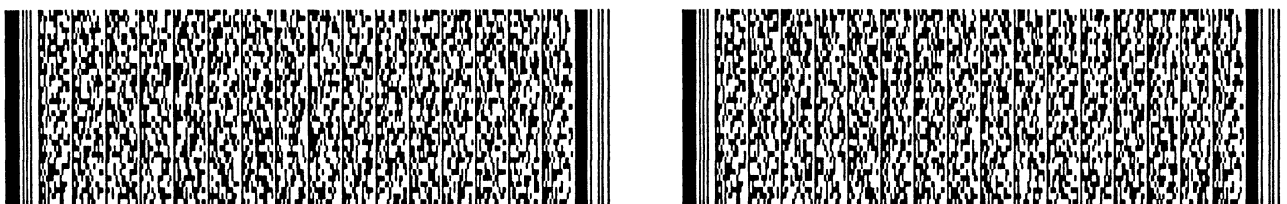
(Ti)、其合金及其氮化物。用於銅之典型的種層材料通常為銅的薄層，其為沉積在上述的障壁層上之CVD或PVD。

有許多不同的銅電鍍系統設計。例如，由Andricacos等人發佈於1996年5月14日之美國專利第5,516,412號，揭示一種直立式葉片電鍍槽，其結構是將薄膜電沉積於平坦物體上。然而由Koon發佈於1999年11月16日之美國專利第5,985,123號中揭示另一種直立式電鍍裝置，其意圖來克服與改變基板尺寸關聯之不均勻沉積問題。

在銅電沉積製程期間，使用特別配方之電鍍液或電解液。這些溶液或電解液包括銅的離子類及添加劑來控制該沉積材料的質地、形態和電鍍情形。需要添加劑來使得該沉積層平滑且有些發亮。

圖1至2例證一種習知的電沉積方法及裝置。圖1A說明一種具有絕緣層12形成在其上之基板10。利用習知的蝕刻技術，像是一排的小介層14和寬渠溝16之外形輪廓是形成在該絕緣層12上和該基板10的曝露區域上。特別是，該介層14的寬度是次微米(sub-micronic)。另一方面，在該實施例中所示的渠溝16是寬的，並且具有小的縱橫比。該渠溝16的寬度可能是其深度之五至五十倍，或更大。

圖1B-1C說明一種以銅材料充填該外形輪廓之習知方法。圖1B說明障壁/膠黏或黏著層18和種層20是連續地沉積在該基板10和該絕緣層12上。如圖1C所示，在該種層20沉積之後，從合適的電鍍電解液或電解液配方將導電材料層22(例如，銅層)部份電沉積在其上。在此步驟期間，將

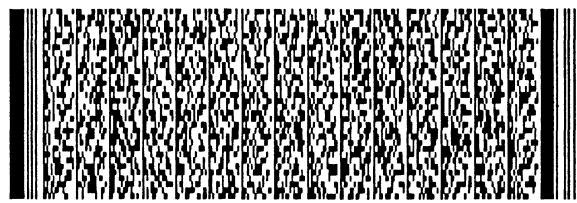
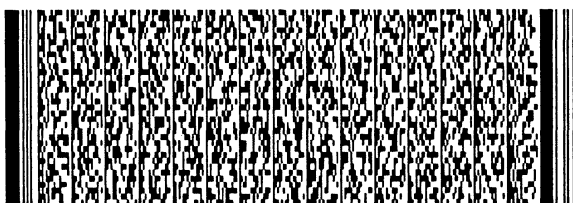


五、發明說明 (3)

電接點至該銅種層20和/或該障壁層18，使得可以將相對於陽極（未顯示）之陰極（負極）電壓應用至該電接點上。之後，如上所討論的，該銅材料層22是利用電鍍液電沉積於該基板表面上。經由調整像是氯離子之添加劑、抑制劑/阻止劑和加速劑的量，可能得到自底向上之銅薄膜成長於小的外形輪廓之中。

如圖1C所示，因為所使用的添加劑在大的外形輪廓中無效果，所以該銅材料層22完全地充填該介層14，並且一般是保形於該大渠溝16中。在此，在該渠溝16的底表面上該銅厚度 t_1 與在該絕緣層12上銅厚度 t_2 大約相同。可以預期的，為了以該銅材料完全地充填該渠溝16而需要進一步電鍍。圖1D說明在額外銅電鍍之後所得的結構。在該例子中，在該絕緣層12上銅厚度 t_3 是相當大，並且從該絕緣層12上銅層的頂端至該渠溝16中銅層22的頂端有梯段高度 $s1$ 。用於IC應用中，需要將該銅層22加以CMP或其他的材料移除製程，使得移除該銅層22和在該絕緣層12上之該障壁層18，因此留下該銅層僅在該外形輪廓14和16之中。該移除製程已知是相當昂貴的。

就製程效率及價格而言，如圖1E中所描述為完成一般平面銅沉積之方法及裝置應為便宜的。在該實施例中該絕緣層12上銅厚度 t_5 是較圖1D中所示習知例子中該絕緣層上銅厚度小，並且該梯段高度 $s2$ 亦遠小於該梯段高度 $s1$ 。在圖1E中，以CMP或其他的方法移除該較薄的銅層應較容易，而提供重要的成本節省。

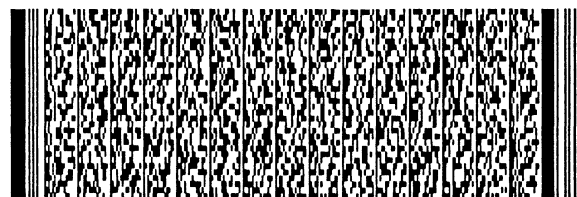
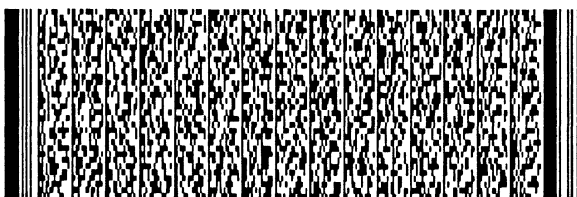


五、發明說明 (4)

在美國專利6,176,992 B1名稱"電化學機械沉積用之方法及裝置"中，一般由本發明之受讓人所持有，揭示一種電化學機械沉積(ECMD)技術；當該導電材料沉積時，完成該導電材料沉積於基板表面上空穴中，以接墊將該場區域研磨，而減少在該場區域上之沉積，因此得到平面銅沉積。在該應用中電鍍液是經由多孔接墊或經由該接墊中之凹凸，供給至該接墊和該基板表面之間的小間隙。

共同申請中之美國專利申請案序號09/511,278，2000年2月23日提出申請，名稱為"多用途材料製程裝置用之接墊設計及結構"，一般由本發明之受讓人所持有，說明接墊中空子的各種形狀及形式，電解液是經由其而流至晶圓表面。

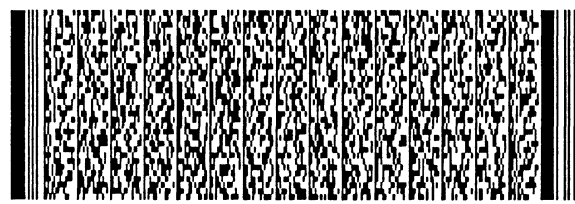
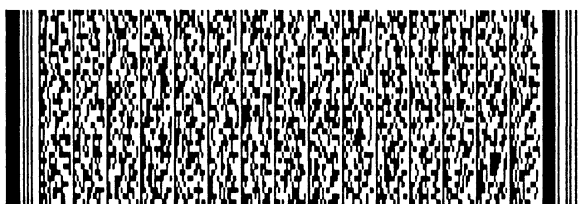
在美國專利申請案序號09/740,701所敘述之另一個發明，2000年12月18日提出申請，名稱為"使用外界作用來產生置於半製品的表面和空穴表面上添加劑之間的差示之電鍍方法及裝置"，提供一種經由斷續地移動置於該基板和該陽極之間的幕罩與該基板表面接觸，並且在製程期間在該陽極和該基板之間應用電力，而將導電材料"幕罩脈波電鍍(mask-pulse plating)"於基板上用之方法和裝置。然而在美國專利申請案序號09/735,546所敘述之另一個發明，2000年12月14日提出申請，名稱為"用於全斷面電鍍(full-face plating)或電研磨，使得與晶圓表面電接觸之方法和裝置"，提供整個晶圓前面表面之完整或全斷面電鍍或電研磨，而不需要除去任何邊緣區域用於該



五、發明說明 (5)

電接點。該方法使用具有陽極面積之陽極，以及置於該陽極面積之外的電接點。在該製程期間，將該晶圓是相對於該陽極和該電接點來移動，使得完成全斷面沉積於整個晶圓前表面上。在美國專利申請案序號09/760,757所敘述之另一個不去除邊緣製程，2001年1月17日提出申請，名稱為"具有在基板上最小邊緣去除之均勻薄膜的電沉積用之方法及裝置"，以置於該晶圓前表面和該陽極之間具有幕罩或型板之系統，同樣來完成全斷面沉積。該幕罩包括凹凸使得電解液流過。在該系統中，該幕罩具有較該晶圓表面大的面積。該幕罩結構具有凹陷邊緣，電接點可以經由該凹陷邊緣與該晶圓的前表面接觸。在該系統中，當旋轉該晶圓時，該晶圓的全部表面與流經該型板之電解液接觸，來完成沉積。

圖2A顯示先前技術電沉積系統30之圖式。在該系統中，晶圓32是藉由覆蓋該晶圓32的圓周邊緣之環狀夾鉗36之助來固定在晶圓座34。電接點38亦為環狀，並且連接至電源的(-)端子來陰極電鍍。將該晶圓座34降低至充填有電鍍電解液42的電鍍槽40中。將與該電解液42接觸之陽極44置於越過該晶圓表面，並且連接至該電源的(+)端子。該陽極44可能是由將要沉積之材料所製的，即銅，或者可能是由像是鉑、經鈦塗佈之鉑或石墨之適當惰性陽極材料所製的。一旦應用電力則開始電鍍製程。在該電鍍系統中，該電接點38是密封來防止電解液，並且將該電鍍電流傳遞至該晶圓32的圓周。



五、發明說明 (6)

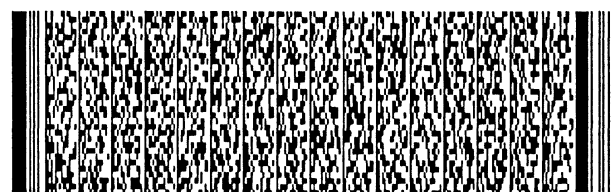
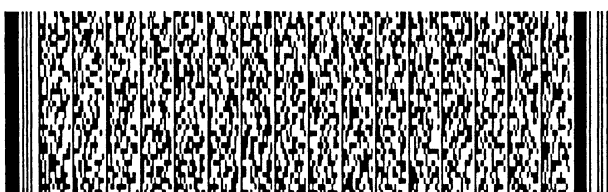
圖1A至1E顯示如何以銅來充填在該晶圓表面上的外形輪廓。為了該充填製程在整個晶圓上有效且均勻，重要的是將沉積在整個晶圓表面上銅之均勻厚度。同樣地，因為在CMP製程期間不均勻銅厚度引發問題，所以該電鍍製程的所得厚度均勻性，即在圖1D中厚度 t_3 的均勻性和在圖1E中厚度 t_5 的均勻性，需要非常良好（特別是小於10%的變異性，且較佳是小於5%的變異性）。

如圖2B所示，為了改良該沉積層的均勻性，可以在像是圖2A中所示之先前技術電鍍系統中包括屏蔽（shield）46。在該系統中，可能將該晶圓32或該屏蔽46旋轉。例如，在Broadbent之美國專利6,027,631，Reid等人之美國專利6,074,544，以及Woo等人之美國專利6,103,085中說明該屏蔽。再者，在該系統中，可以使用電竊質（electrical thieves）作為電沉積材料。例如，在Ang之美國專利5,620,581和5,744,019，Uzoh之美國專利6,071,388，以及Hanson等人之美國專利6,004,440和6,139,703中說明該竊質（thieves）。

由前文的觀點，需要另一種電沉積製程和系統，其沉積均勻的導電薄膜，並且在沉積製程期間，有能力改變在基板的各種部份上之沉積速率。

發明之概述

本發明一方面，提供一種將導電材料電沉積在晶圓的表面上之系統。該系統包括陽極、具有上方和下方表面的幕罩、位於該幕罩或型板的上方表面之下的導電篩網和電解



五、發明說明 (7)

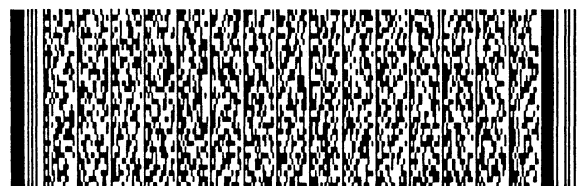
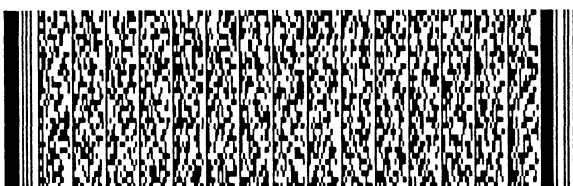
液。該幕罩包括許多開口延伸在該上方和下方表面之間，並且該幕罩是支撐在該陽極和該晶圓的表面之間。該導電篩網是位於該幕罩的上方表面之下，使得該幕罩的許多開口限定在該導電篩網上許多的活性區域。將該導電篩網連接至第一電力輸入。為了與該晶圓的表面接觸，該液態電解液流經該幕罩的開口，且流經該篩網的活性區域。

本發明的另一個特色是裝置的供應，其能夠控制導電材料從電解液沉積在半導體基板的表面上沉積期間的厚度均勻性。該裝置包括在沉積期間能夠與該電解液接觸之陽極，包含在沉積期間適合運載該基板移動之承載部件的陰極部件，允許電解液流經之導電元件，以及橫臥於該導電元件上之幕罩。該幕罩具有允許電解液流經之開口，其限定該導電元件的活性區域，藉由其可以改變導電材料沉積在該表面上的速率。為了產生該沉積，電源可以在該陽極和該陰極部件之間提供電位。

較佳是，該導電元件為導電篩網，並且包括許多的電絕緣區間。至少一個絕緣構件或間隙可以分離該電絕緣區間。可以將該電絕緣區間連接至分離的控制電源。

在一個結構中，該導電元件可以被夾在一起限定該幕罩之頂部和底部幕罩部份之間。該導電元件可置於該幕罩的下方表面之下。該電絕緣區間之一可以由其他的電絕緣區間所圓周圍繞。

該電絕緣區間可為不規則狀的。或者是，該電絕緣區間之一可以為環狀，而其他的區間為碟狀。該電絕緣區間可



五、發明說明 (8)

另外限定鄰接細條。

可以使用至少一個的控制電源於供給電壓至至少一個的電絕緣區間，來改變導電材料沉積在該基板表面區域上的速率。在一個結構中，可以增加或降低該速率。在包含：將該陽極與該電解液接觸，提供該電解液的供給經由該導電元件及經由橫臥於該導電元件上幕罩至該基板表面，提供該陽極和該表面之間的電位，並且為了改變該導電材料沉積速率而供給電壓至該導電元件之製程中，可以使用像是上述的裝置來控制導電材料沉積期間之厚度均勻性。

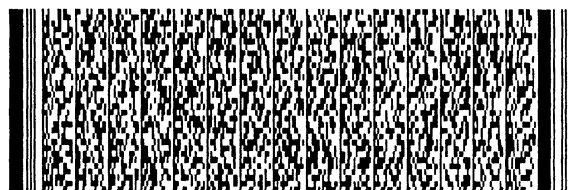
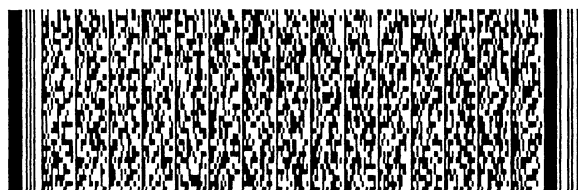
經由該陽極和該陰極部件之逆極性 (reversing polarities) 來將該晶圓表面上之導電材料均勻電蝕刻，亦在本發明之範圍之內。建立在該導電篩網上活性區域中沉積電流和沉積在該半導體基板表面上該導電材料的厚度之間關係的製程亦可預期的。

本發明之這些和其他特色、觀點和優點將參照圖式及下列說明而更容易瞭解。

發明之詳細說明

本發明提供一種方法及系統來控制沉積在半導體表面上之導電材料層的均勻性。本發明可以與ECMD、幕罩脈波電鍍和全斷面電鍍，以及沉積保形薄膜之電鍍系統使用。本發明之沉積製程有利地完成導電材料沉積在半導體晶圓的表面上許多空穴中，像是渠溝、介層、接點空子之類。

在晶圓表面的電沉積製程期間，如已知的，應用至該表



五、發明說明 (9)

面之電流密度實質上在該表面的周圍是較大於該表面的中央的。在先前技術中，與該晶圓中央比較，該較高的電流密度造成在該晶圓的周圍上該沉積薄膜的增加沉積速率。經由本發明，可以在該電沉積期間，使用本發明之穿孔板或幕罩，與導電篩網之組合來消除在該晶圓的內部和周圍之間薄膜厚度差。該多孔板和該導電篩網的組合促進該導電材料的均勻沉積。

再者，在另一個具體例中，本發明完成經由該多孔板和該導電篩網的組合，而將該導電材料沉積於該晶圓表面之外形輪廓中；而經由將該表面與本發明之多孔板閉合

(contacting)、旋刮(sweeping)和/或研磨來減少該外形輪廓之間在該上方表面區域上的沉積。對於可以沉積平面薄膜之系統，即，ECMD、幕罩脈波電鍍和全斷面電鍍，經由設計所應用該幕罩、接墊或型板中該開口的形狀、大小和位置，可以將該厚度均勻性控制在一定限度。儘管對特定的製程參數有效，該方式可能不夠彈性在該沉積製程的均勻性上具有動態控制。

本發明的裝置和製程呈現加強的沉積特性，其得到具有先前無法達成之平坦度的層，以及具有優於使用先前技術製程和裝置所製造的先前技術層之材料特性的導電層。

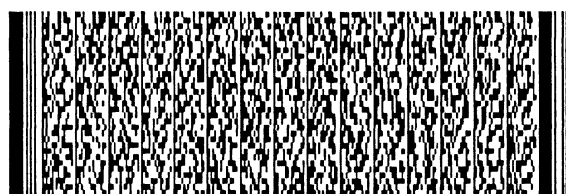
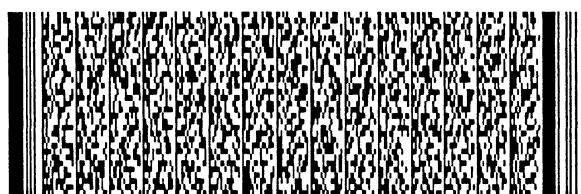
在此期間，現將對該圖式加以元件編號，其中相似的編號是屬於相似的部件。如圖3所示，本發明之電沉積系統100可能較佳地包含陰極部件102和陽極部件104。可能使用該系統100來將像是銅之導電材料沉積在像是矽晶圓之



五、發明說明 (10)

半導體晶圓上。儘管是使用銅作為實施例，本發明也可能用於其他像是鎳、鈮、鉑、金及其合金之一般導體之沉積。該電沉積系統100之陰極部件102可以由附於承載手臂110之晶圓承載部件106所組成，其在圖3中顯示固定住典型晶圓108。該承載手臂可以橫向地或垂直地旋轉或移動該晶圓108。

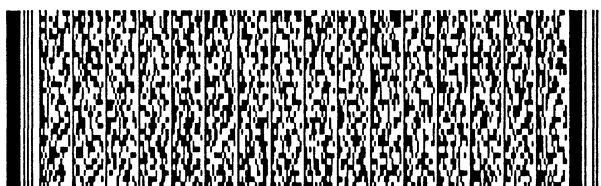
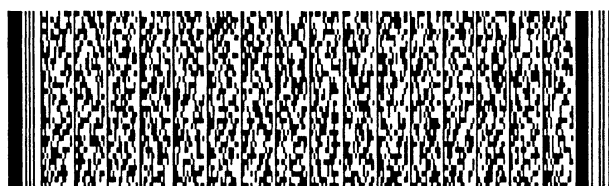
該系統100的陽極部件104可能由陽極112，較佳是可消耗的銅陽極，幕罩，和本發明之導電篩網115所組成。如圖所示的幕罩是幕罩板114的形式。該陽極112可能較佳是置於像是陽極杯116之範圍內，該陽極杯可能如圖3所示之方法，由該幕罩板114和該導電篩網115所密封。該幕罩板114和該篩網115均是多孔板。該幕罩板較佳是包含第一幕罩部份114a或頂部幕罩部份，和第二幕罩部份114b或底部幕罩部份。可能將該篩網115插置或夾在該頂部部分114a和底部部份114b之間。該幕罩板114可能包含許多開口或凹凸117，其使得銅電鍍電解液118流經該幕罩板114和該篩網115，並且浸漬該晶圓108的前表面108a，且在電位應用之下將材料沉積在該晶圓的前表面108a上。一般可能將該頂部和底部幕罩部份中之凹凸117對齊，來使得電解液流經該頂部和底部幕罩部份114a、114b。然而，任何其他仍使得電解液流經該頂部幕罩部份114a至該晶圓表面之部份排列或配置，亦在本發明的範圍之內。在該電沉積期間，可能將該晶圓表面108a實質地保持在平行於該幕罩板114的上方表面119，並且旋轉。應了解重點是該晶圓表面



五、發明說明 (11)

和該接墊表面之間的相對運動。該運動可以是旋轉運動或具有線性位移之旋轉運動。

該篩網 115 可能具有第一和第二區間 115a 和 115b，其是經由絕緣構件 115c 將其彼此電絕緣。該絕緣構件 115c 可能是分離兩個區間之間隙。可能將該第一區間 115a 連接至第一控制電源 V1，且將該第二區間 115b 連接至第二控制電源 V2。如果該控制電源供給部份負電壓在該篩網區間上，如此造成在該電沉積期間一些材料沉積在該區間 115a 和 115b 上，即，某些沉積是"不知不覺"直接地從這些區間越過。另一方面，如果將正電壓應用在相對於該晶圓表面的篩網，則具有正電壓、越過該篩網的區間之晶圓的區間接收更多電鍍。如下面將敘述的，以該應用電源 V1 與該幕罩凹凸的功能度共同，例如，該篩網 115 的第一區間可能控制該晶圓 108 的前表面 108a 之周圍上的厚度。在此方面，在該第二區間 115a 上第二電源 V2 控制該前表面 108a 的中央或靠近中央區域上厚度。在該沉積製程期間，該電解液 118 是在箭頭 122 的方向中，經由液體入口 121 抽注於該陽極杯 116 中，並然後在箭頭 123 的方向中，使得到達並浸漬該旋轉的晶圓 108 之表面 108a。該陽極 112 是經由陽極接線 124 電連接至電源(未顯示)的正極端子。該晶圓 108 是連接至該電源(未顯示)的負極端子。該陽極 112 可能具有空子(未顯示)在其中。附帶地，該陽極可能具有環繞該陽極之陽極袋或過濾器來過濾在沉積製程期間所產生的粒子。該幕罩板 114 和該陽極杯 116 可能具有排流開口 (bleeding



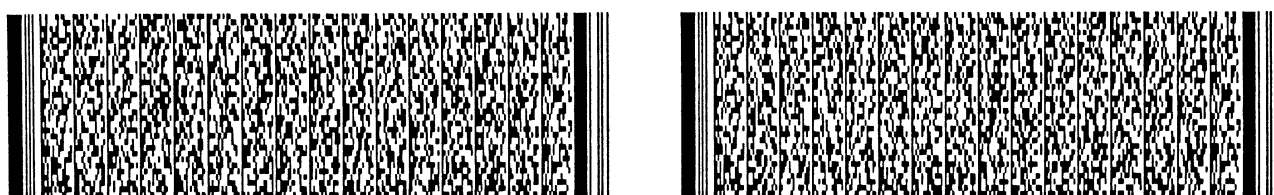
五、發明說明 (12)

openings) (未顯示) 來控制電解液的流動。

如圖4中所示，也可以應用平面電沉積製程。在該例子中，可能將該陰極部件102向該陽極部件104降低，並且當該晶圓108旋轉時，將該晶圓108的前表面108a與該幕罩114的上方表面119接觸。在該具體例中，該幕罩114可能是由像是硬的介電材料之堅固材料所製的，或者是選擇性，該幕罩114的上方表面119可能包括堅固的研磨材料。在該製程期間，機械研磨或旋刮的加入實質地提供具有經控制厚度的平坦沉積層。

圖5例證該導電篩網115，和經由該絕緣構件115c所分離之該區間115a和115b。該篩網115包含有開口126使得電解液流經該開口。該篩網115可能是由鉑，或是塗佈鈦篩網或其他惰性導電金屬之鉑所製的。在5至50次使用循環之後，該系統的極性可能被逆轉，並且可以將該篩網清潔來用於另一個使用循環。在清潔之前，可能循環的數量是取決於該篩網的使用及該篩網的大小。儘管在圖5中是顯示兩個區域，多於兩個區域之使用亦在本發明之範圍之內。

如圖6A-6C中所示，該篩網115可能是使用合適的固定設備來放置在該頂部和底部幕罩部份114a，114b之間，或者是形成為該幕罩114的主要部份。如圖6B-6C中所示，分別為側視圖及平面圖，當將該篩網115和該幕罩114組合時，通過該幕罩114的開口117限定許多在該篩網115上的活性區域130。在電沉積期間，當應用負電位至該篩網115時，發生材料沉積在該活性區域130上。如果應用正電壓時，



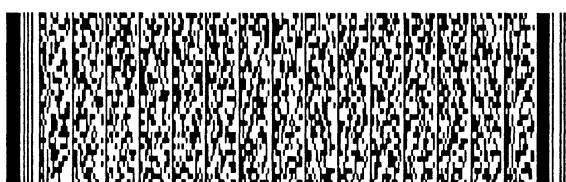
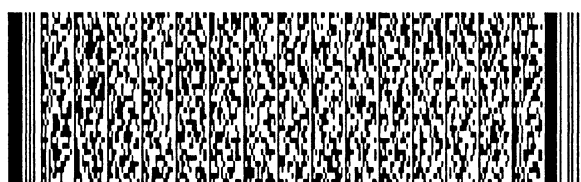
五、發明說明 (13)

該篩網115的活性區域130變為陽極化，並且造成在該晶圓表面的正上方上額外的沉積。經由改變該開口117的大小及形狀，而改變該活性區域130的大小及形狀。如此，依次改變在該晶圓108的前表面108a上之沉積速率，並且因此或者控制該薄膜厚度。

圖7說明該幕罩114和該篩網115的組合結構之另一個具體例。在該具體例中，該篩網115是放置在該幕罩板114的下方表面128之下。將許多的篩網放置在該幕罩114的上方表面119和下方表面128之間，亦在本發明之範圍之內。

圖8A和8B顯示該導電篩網的另一個具體例。在該具體例中，篩網131包含藉由絕緣構件131c而彼此絕緣之第一區間131a和第二區間131b。該第一區間131a是環狀的，並且經由第一控制電源V1所供給。如圖8B中所示的，該第一區間131a控制該晶圓108的圓周132上之沉積厚度。而為碟狀之第二區間131b，經由第二控制電源V2而控制該晶圓108的中央134上之沉積厚度。

圖9A-9C顯示篩網136的另一個具體例，其包含藉由絕緣構件136c而彼此絕緣之第一區間136a和第二區間136b。該第一和第二區間136a、136b均是條狀的，並且可能與具有開口140之幕罩138使用，其可能為環狀或長方形。與先前的具體例相似，該幕罩138可能包含有頂部部份138a和底部部份138b，並且該篩網136可能是夾在該頂部和底部部份138a，138b之間。如圖9B和9C中所示，該第一區間136a是與該幕罩138的第一末端142對齊，來控制該晶圓108的



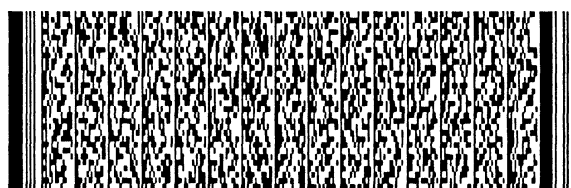
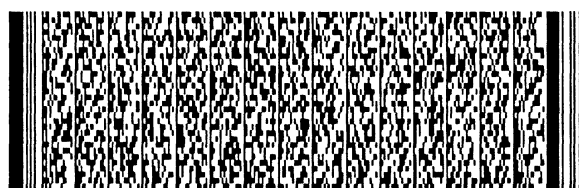
五、發明說明 (14)

圓周132上之沉積厚度，該晶圓在該電沉積期間是旋轉的。該晶圓108也可能在Y方向移動。相同地，該第二區間136b是與該幕罩138的中央144對齊，來控制該晶圓108的中央134之沉積厚度。

當然，經由上述該系統100之逆極性來均勻電蝕刻該晶圓表面，亦在本發明之範圍之內。

圖10顯示將先前具體例中所描述之該篩網的區間通電的具體例。在該聚體例中，可能將典型篩網150插置在該幕罩板152的頂部部分152a和底部部份152b之間。該幕罩板152包含有許多凹凸154限定在該篩網150上的活性區域156。該篩網包含有藉由絕緣構件150c而彼此絕緣之第一或圓周區間150a和第二或中央區間150b。將第一電源Va連接至晶圓158，其具有導電表面158a，以及像是相對於圖3-4所敘述之電沉積系統的陽極杯（未顯示）之陽極。該第一電源Va也可能經由開關 S_2 而連接至該篩網150之第一區間150a或第二區間150b。將第二電源Vb連接至該晶圓158，並且經由開關 S_1 而連接至該篩網150之第一區間150a或第二區間150b。

因此，如果該開關 S_1 連接節點D至節點A，則無電壓施加至該篩網150。如果該開關 S_1 連接節點D至節點B，則正電壓施加至該篩網150的區間150a。因此，在該晶圓表面158a上之該區間或區間AA中完成額外的沉積。個別的區間AA是位於正越過該篩網150的區間150a上。如果該開關 S_1 連接節點D至節點C，則在該晶圓上區間BB接收額外的沉



五、發明說明 (15)

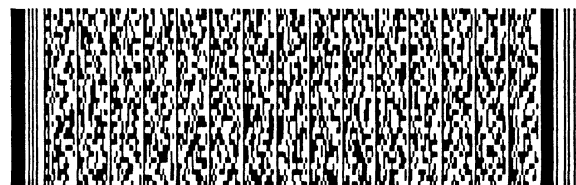
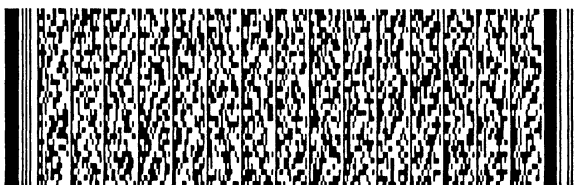
積。

如果該開關 S_2 連接節點H至節點E，則在該晶圓表面158a上開始正常沉積。如果開關 S_2 連接節點H至節點G，則該篩網150的區間150a表現出陰極，並因此吸引沉積，而降低沉積在該晶圓表面158a上該區間AA上之量。同樣地，如果 S_2 連接節點H至節點F，則降低了在該晶圓表面158a的區間BB上之沉積。因此，可以經由選擇該開關 S_1 和 S_2 的適當位置，來控制該晶圓之區間AA和BB中之沉積速率。

如圖11-14中所示，如果經由開關 S_1 、 S_2 、 S_3 ... S_n 多路傳輸該篩網 M_1 、 M_2 、 M_3 ... M_n ，則僅需要一個電源。同樣地，測量經由一連串電阻器之電流應對於設計該系統中較佳的幕罩式樣有效用。如此對於本電鍍槽設計特別需要，因為其對於電腦原型(computer model)為複式電鍍槽(complex cell)，並且在整個系統該勢場(potential field)並不均勻。

如果使用許多開關，則可以用一個電源完成所有事。例如，注意如圖11-14中所示之大型電鍍槽 M_1 ，在圖13之一個例子中，當將該開關 S_1 切換至 V_A 位置時，篩網 M_1 是在電位 V_A ，然後銅從該篩網電鍍至該陰極，且從該陽極至陰極。

如圖14中所示，當將該開關 S_1 切換至 V_C 位置時，該篩網 M_1 是在陰極位置，並且銅實質上電鍍至該篩網。為了控制該晶圓的不同區間上厚度，可以將切換的篩網之工作循環調整在這些區域中。



五、發明說明 (16)

如果該開關 S_1 是在不連接位置(N_c)上，並且不連接至 V_A 或 V_C ，然後銅將如一般系統電鍍。

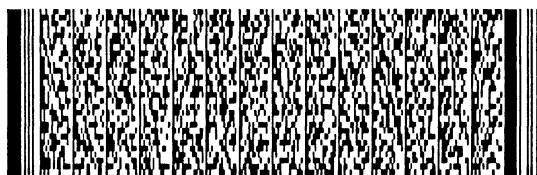
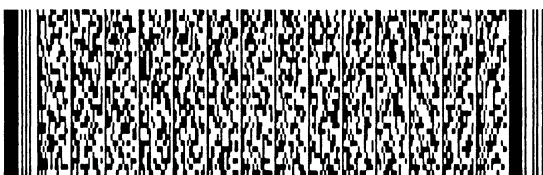
在該篩網中每個開口一個之實質上絕緣之篩網，也可以用來決定在該篩網中每個開口之局部電流密度(local current density)。測量該局部電流密度是對設計和測試新的幕罩式樣來得到在該電鍍厚度均勻性上最佳化或較佳控制時有幫助的。

參照於圖15，對於一個電鍍槽，在第一個步驟中決定通過該 R_1 電阻器之電壓降，並且決定特別電鍍槽用之電鍍電流。然後對每個電鍍槽重複連續步驟之該操作。然後繪製結果，並與電鍍金屬厚度測量比較。

應了解在不離開本發明下文中申請專利範圍所申請的精神及範圍內，當然可以作關於本發明較佳具體例之前文和變更。

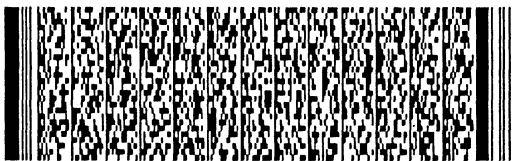
元件編號之說明

S_1	開關
S_2	開關
S_3	開關
S_n	開關
S1	開關
S2	開關
V1	第一控制電源
V2	第二控制電源
t_1	在該渠溝底表面上銅厚度



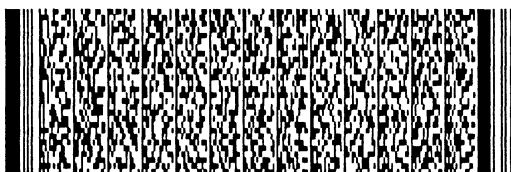
五、發明說明 (17)

t_2	在該絕緣層上銅厚度
t_3	在該絕緣層上銅厚度
s1	梯段高度
t_5	在該絕緣層上銅厚度
s2	梯段高度
M_1	篩網
M_2	篩網
M_3	篩網
M_n	篩網
Va	第一電源
Vb	第二電源
AA	區間
BB	區間
10	基板
12	絕緣層
14	介層
16	渠溝
18	黏著層
20	種層
22	導電材料層 (銅層)
30	先前技術電沉積系統
32	晶圓
34	晶圓座
36	環狀夾鉗



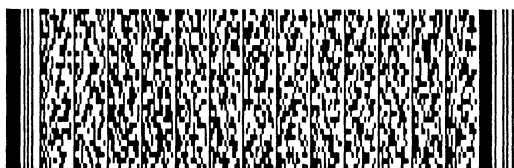
五、發明說明 (18)

- 38 電接點
- 40 電鍍槽
- 42 電解液
- 44 陽極
- 46 屏蔽
- 100 電沉積系統
- 102 陰極部件
- 104 陽極部件
- 106 晶圓承載部件
- 108 晶圓
- 108a 晶圓的前表面
- 110 承載手臂
- 112 陽極
- 114 幕罩板
- 114a 第一幕罩板部份或頂部幕罩部份
- 114b 第二幕罩板部份或底部幕罩部份
- 115 導電篩網
- 115a 第一區間
- 115b 第二區間
- 115c 絕緣構件
- 116 陽極杯
- 117 開口或凹凸
- 118 電解液
- 119 該幕罩板114的上方表面



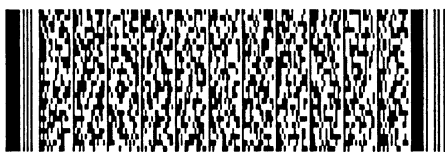
五、發明說明 (19)

- 121 液體入口
- 122 箭頭
- 123 箭頭
- 124 陽極接線
- 126 開口
- 128 在該幕罩板114的下方表面
- 130 活性區域
- 131 導電篩網
- 131a 第一區間
- 131b 第二區間
- 131c 絕緣構件
- 132 晶圓108的圓周
- 134 晶圓108的中央
- 136 篩網
- 136a 第一區間
- 136b 第二區間
- 136c 絕緣構件
- 138 幕罩
- 138a 頂部幕罩部份
- 138b 底部幕罩部份
- 140 開口
- 142 幕罩138的第一末端
- 144 幕罩138的中央
- 150 篩網



五、發明說明 (20)

- 150a 第一或圓周區間
- 150b 第二或中央區間
- 150c 絕緣構件
- 152 幕罩板
- 152a 幕罩板152的頂部部分
- 152b 幕罩板152的底部部份
- 154 凹凸
- 156 篩網150上的活性區域
- 158 晶圓
- 158a 晶圓表面



圖式簡單說明

圖1 A是具有包含渠溝和介層之絕緣層橫臥在其上之半導體基板的部份剖面圖。

圖1B和1C是描述以導電材料來充填像是圖1A的渠溝和介層用之習知方法的橫剖面圖。

圖1D是顯示相似於圖1C之結構，但是在額外的導電材料沉積之後的橫剖面圖。

圖1E是相似於圖1D之圖，但是顯示在絕緣層上具有減低的導電材料厚度之結構。

圖2A是已知電沉積系統在橫剖面之略圖。

圖2B是相似於圖2A之略圖，但顯示一種包括意圖改良沉積均勻性之屏蔽的系統。

圖3是根據本發明之電沉積系統的一個具體例之橫剖面略圖。

圖4是顯示圖3的系統，當使用來提供實質上平坦之導電材料沉積。

圖5是具有不規則形狀的電絕緣區間之導電篩網的頂視平面圖，其可以使用於圖3和4的具體例中。

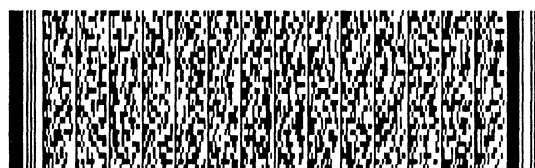
圖6A是顯示與半導體基板的前表面接近之幕罩和篩網組合結構的放大剖面圖。

圖6B是出現在圖6A中區間6B的放大圖。

圖6C是延著圖6B的6C-6C線之部份視圖。

圖7顯示幕罩和篩網組合結構的另一個具體例。

圖8A是相似於圖5之導電篩網的頂視平面圖，但其中該電絕緣區間不是不規則形狀的。



圖式簡單說明

圖8B是顯示圖8A的篩網，當夾在與半導體基板的前表面接近之頂部和底部幕罩部份之間。

圖9A是具有電絕緣區間之導電篩網的頂視平面圖，其限定鄰接細條。

圖9B是相似於圖8B之圖，但顯示圖9A的篩網，當夾在頂部和底部幕罩部份之間。

圖9C是延著圖9B的9C-9C線之平面圖。

圖10是一個系統之略圖，其中可以將根據任何一個先前敘述具體例之篩網通電。

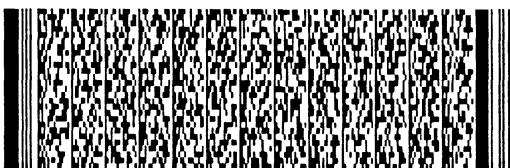
圖11是另一個系統之略圖，其中多層篩網是經由多重開關 (multiple switches) 多路傳輸的 (multiplexed)。

圖12是圖11所示部份系統的放大圖。

圖13是相似於圖12之圖，顯示開關是在將銅從篩網電鍍在晶圓上，以及從陽極電鍍在該晶圓上之位置中。

圖14是相似於圖13之圖，但顯示該開關是在將銅電鍍在該篩網上之位置中，使得較少的電鍍發生在該晶圓上。

圖15是另一個系統的略圖，其可以被使用來使得電鍍電流和經電鍍金屬的厚度測量有關。



四、中文發明摘要 (發明之名稱：控制電鍍層之厚度均勻性的方法和裝置)

提供一種裝置，其可以控制導電材料從電解液沉積在半導體基板的表面上沉積期間的厚度均勻性。該裝置具有：在該導電材料沉積期間能夠與該電解液接觸之陽極，包含在沉積期間適合運載該基板移動之承載部件的陰極部件，以及允許電解液流經之導電元件。幕罩橫臥於該導電元件上並具有允許電解液流經之開口。該開口限定該導電元件的活性區域，藉由其可以改變導電材料沉積在該表面上的速率。為了產生該沉積，電源可以在該陽極和該陰極部件之間提供電位。亦揭示一種沉積製程，並且可以在該半導體基板上額外地進行導電材料的均勻電蝕刻。

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING THICKNESS UNIFORMITY OF ELECTROPLATED LAYER)

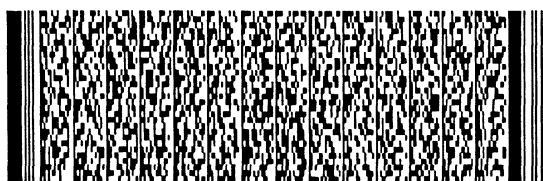
An apparatus which can control thickness uniformity during deposition of conductive material from an electrolyte onto a surface of a semiconductor substrate is provided. The apparatus has an anode which can be contacted by the electrolyte during deposition of the conductive material, a cathode assembly including a carrier adapted to carry the substrate for movement during deposition, and a conductive element permitting electrolyte flow therethrough. A mask lies over



四、中文發明摘要 (發明之名稱：控制電鍍層之厚度均勻性的方法和裝置)

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING THICKNESS UNIFORMITY OF ELECTROPLATED LAYER)

the conductive element and has openings permitting electrolyte flow. The openings define active regions of the conductive element by which a rate of conductive material deposition onto the surface can be varied. A power source can provide a potential between the anode and the cathode assembly so as to produce the deposition. A deposition process is also disclosed, and uniform electroetching of conductive material on the semiconductor substrate surface can additionally



四、中文發明摘要 (發明之名稱：控制電鍍層之厚度均勻性的方法和裝置)

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING THICKNESS UNIFORMITY OF ELECTROPLATED LAYER)

be performed.



公告本

六、申請專利範圍

1. 一種將導電材料電沉積在晶圓的表面上之系統，該系統包含有：

陽極；

具有上方和下方表面的幕罩，該幕罩包括許多開口延伸在該上方和下方表面之間，並且該幕罩是支撐在該陽極和該晶圓的表面之間；

位於該幕罩的上方表面之下的導電篩網，使得該幕罩的許多開口限定該導電篩網的許多的活性區域，其中將該導電篩網連接至第一電力輸入；以及

液態電解液流經該幕罩的開口，並且流經該篩網的活性區域，係為了與該晶圓的表面接觸。

2. 如申請專利範圍第1項之系統，其中，該導電篩網是附於該幕罩的下方表面。

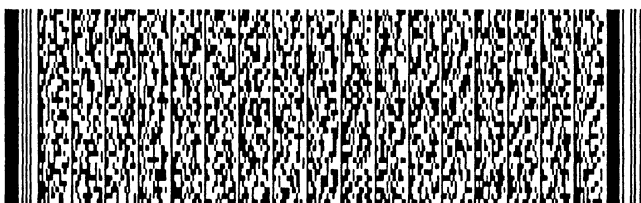
3. 如申請專利範圍第1項之系統，其中，該導電篩網是在該幕罩之中，並且位於該幕罩的上方表面和下方表面之間。

4. 如申請專利範圍第1項之系統，其中，該導電篩網包含有第一區域和第二區域。

5. 如申請專利範圍第4項之系統，其中，該第一區域是連接至該第一電力輸入。

6. 如申請專利範圍第5項之系統，其中，該第二區域是連接至該第二電力輸入。

7. 一種可與陰極部件一起使用於裝置中的陽極部件，其可以提供導電材料從電解液沉積在半導體基板的表面上，



六、申請專利範圍

其包含：

在該導電材料沉積期間能夠與該電解液接觸之陽極，
允許電解液流經之導電元件，以及
橫臥於該導電元件上並具有允許電解液流經之開口的幕
罩，該開口限定該導電元件的活性區域，藉由其可以改變
導電材料沉積在該表面上的速率。

8. 如申請專利範圍第7項之陽極部件，其中，該導電元
件為導電篩網。

9. 如申請專利範圍第7項之陽極部件，其中，該導電元
件包括許多電絕緣區間。

10. 如申請專利範圍第9項之陽極部件，其中，該導電元
件包括至少一個分離該電絕緣區間之絕緣構件。

11. 如申請專利範圍第9項之陽極部件，其中，該導電元
件包括至少一個分離該電絕緣區間之間隙。

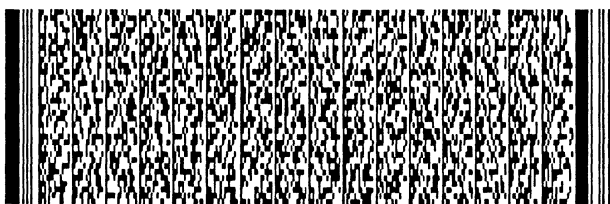
12. 如申請專利範圍第9項之陽極部件，其中，該電絕緣
區間可以連接至分離的控制電源。

13. 如申請專利範圍第7項之陽極部件，其中，該導電元
件是夾在一起限定該幕罩之頂部和底部幕罩部份之間。

14. 如申請專利範圍第7項之陽極部件，其中，該導電元
件是置於該幕罩的下方表面之下。

15. 如申請專利範圍第9項之陽極部件，其中，該電絕緣
區間之一是圓周地圍繞另一個該電絕緣區間。

16. 如申請專利範圍第15項之陽極部件，其中，該電絕
緣區間是不規則狀的。



六、申請專利範圍

17. 如申請專利範圍第15項之陽極部件，其中，該電絕緣區間之一是環狀。

18. 如申請專利範圍第17項之陽極部件，其中，其他的該電絕緣區間是碟狀。

19. 如申請專利範圍第9項之陽極部件，其中，該電絕緣區間限定鄰接細條。

20. 一種裝置，其可以控制導電材料從電解液沉積在半導體基板的表面上沉積期間的厚度均勻性，其包含有：
在該導電材料沉積期間能夠與該電解液接觸之陽極，
包含在該沉積期間適合運載該基板移動之承載部件的陰極部件，

允許電解液流經之導電元件，

橫臥於該導電元件上並具有允許電解液流經之開口的幕罩，該開口限定該導電元件的活性區域，藉由其可以改變導電材料沉積在該表面上的速率，以及

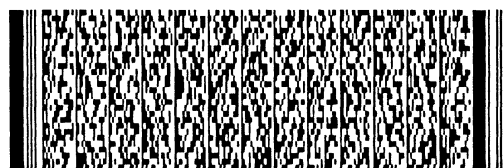
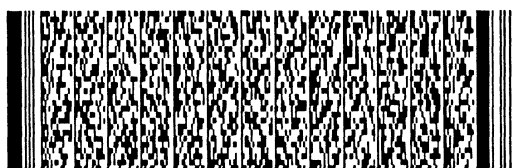
電源，其為了產生該沉積，而可以在該陽極和該陰極部件之間提供電位。

21. 如申請專利範圍第20項之裝置，其中，該導電元件為導電篩網。

22. 如申請專利範圍第20項之裝置，其中，該導電元件包括許多電絕緣區間。

23. 如申請專利範圍第22項之裝置，其中，該導電元件包括至少一個分離該電絕緣區間之絕緣構件。

24. 如申請專利範圍第22項之裝置，其中，該導電元件



六、申請專利範圍

包括至少一個分離該電絕緣區間之間隙。

25. 如申請專利範圍第22項之裝置，其中，該電絕緣區間可以連接至分離的控制電源。

26. 如申請專利範圍第20項之裝置，其中，該導電元件是夾在一起限定該幕罩之頂部和底部幕罩部份之間。

27. 如申請專利範圍第20項之裝置，其中，該導電元件是置於該幕罩的下方表面之下。

28. 如申請專利範圍第22項之裝置，其中，該電絕緣區間之一是圓周地圍繞另一個該電絕緣區間。

29. 如申請專利範圍第28項之裝置，其中，該電絕緣區間是不規則狀的。

30. 如申請專利範圍第28項之裝置，其中，該電絕緣區間之一是環狀。

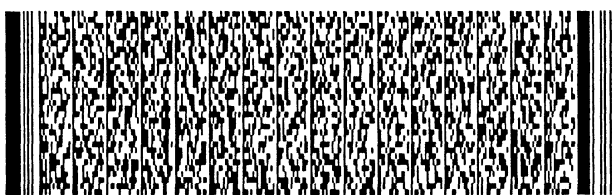
31. 如申請專利範圍第30項之裝置，其中，其他的該電絕緣區間是碟狀。

32. 如申請專利範圍第22項之裝置，其中，該電絕緣區間限定鄰接細條。

33. 如申請專利範圍第22項之裝置，並且進一步包含至少一個控制電源，其可以供給電壓至至少一個該電絕緣區間，來改變導電材料沉積在該基板區域上的速率。

34. 如申請專利範圍第33項之裝置，其中，該速率增加。

35. 如申請專利範圍第33項之裝置，其中，該速率降低。



六、申請專利範圍

36. 如申請專利範圍第22項之裝置，其中，該電源可以額外地供給電壓至至少一個該電絕緣區間，來改變導電材料沉積在該基板區域上的速率。

37. 如申請專利範圍第36項之裝置，其中，該速率增加。

38. 如申請專利範圍第36項之裝置，其中，該速率降低。

39. 如申請專利範圍第36項之裝置，並且進一步包含至少一個額外的電源，其可以供給額外的電壓至另一個該電絕緣區間。

40. 如申請專利範圍第20項之裝置，並且進一步包含至少一個控制電源，其可以供給電壓至該導電元件，來改變導電材料沉積的速率。

41. 如申請專利範圍第39項之裝置，其中，該速率增加。

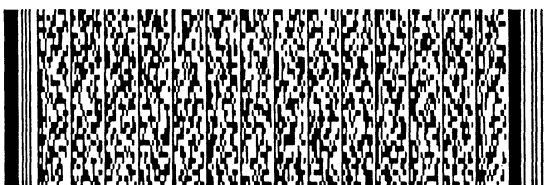
42. 如申請專利範圍第39項之裝置，其中，該速率降低。

43. 如申請專利範圍第20項之裝置，其中，該電源可以供給電壓至該導電元件，來改變導電材料沉積的速率。

44. 如申請專利範圍第43項之裝置，其中，該速率增加。

45. 如申請專利範圍第43項之裝置，其中，該速率降低。

46. 一種用來控制導電材料從電解液沉積在半導體基板



六、申請專利範圍

的表面上之沉積期間的厚度均勻性之製程，其包含：

將陽極與該電解液接觸，

提供該電解液的供給經由導電元件及經由橫臥於該導電元件上幕罩中之開口至該表面，其限定該導電元件的活性區域，

提供該陽極和該表面之間的電位，係為了產生該沉積，並且

供給電壓至該導電元件來改變導電材料沉積的速率。

47. 如申請專利範圍第46項之製程，其中，該導電元件為導電篩網。

48. 如申請專利範圍第46項之製程，其中，該導電元件是置於該幕罩的下方表面之下。

49. 如申請專利範圍第46項之製程，並且進一步包含當該沉積發生時研磨該導電材料。

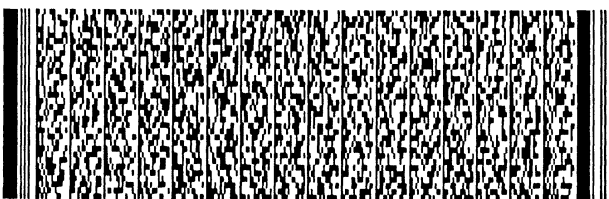
50. 一種用來控制導電材料從電解液沉積在半導體基板的表面上之沉積期間的厚度均勻性之製程，其包含：

將陽極與該電解液接觸，

提供該電解液的供給經由導電元件的許多電絕緣區間及經由橫臥於該導電元件上幕罩中之開口至該表面，其限定該導電元件的活性區域，

提供該陽極和該表面之間的電位，係為了產生該沉積，並且

供給電壓至至少一個該電絕緣區間來改變導電材料沉積在該表面的區域上的速率。



六、申請專利範圍

51. 如申請專利範圍第50項之製程，其中，該導電元件為導電篩網。

52. 如申請專利範圍第50項之製程，其中，該導電元件包括至少一個分離該電絕緣區間之絕緣構件。

53. 如申請專利範圍第50項之製程，其中，該導電元件包括至少一個分離該電絕緣區間之間隙。

54. 如申請專利範圍第50項之製程，其中，該速率增加。

55. 如申請專利範圍第50項之製程，其中，該速率降低。

56. 如申請專利範圍第50項之製程，並且進一步包含當該沉積發生時研磨該材料。

57. 一種裝置，其可以控制從半導體基板的表面上電蝕刻導電材料期間的厚度均勻性，其包含有：

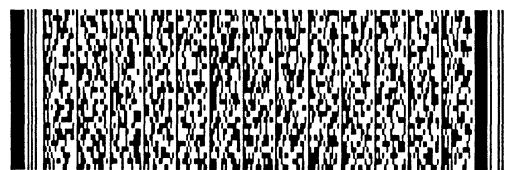
在該導電材料電蝕刻期間能夠與電解液接觸之陽極，包含在該電蝕刻期間適合運載該基板移動之承載部件的陰極部件，

允許電解液流經之導電元件，

橫臥於該導電元件上並具有允許電解液流經之開口的幕罩，該開口限定該導電元件的活性區域，藉由其可以改變從該表面電蝕刻導電材料的速率，以及

電源，其為了產生該電蝕刻，而可以在該陽極和該陰極部件之間提供電位。

58. 如申請專利範圍第57項之裝置，其中，該導電元件



六、申請專利範圍

為導電篩網。

59. 如申請專利範圍第57項之裝置，其中，該導電元件包括許多電絕緣區間。

60. 如申請專利範圍第59項之裝置，其中，該導電元件包括至少一個分離該電絕緣區間之絕緣構件。

61. 如申請專利範圍第59項之裝置，其中，該導電元件包括至少一個分離該電絕緣區間之間隙。

62. 一種用來建立在該導電元件的活性區域中沉積電流和從電解液沉積在半導體基板表面上導電材料的厚度之間關係之製程，其包含：

將陽極與該電解液接觸，

提供該電解液的供給經由導電元件及經由橫臥於該導電元件上幕罩中之開口至該表面，其限定該導電元件的活性區域，

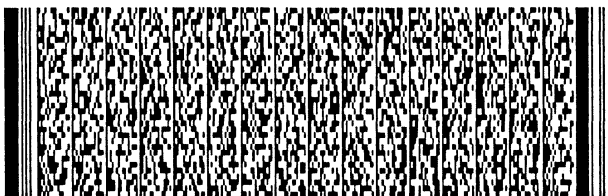
提供該陽極和該表面之間的電位，係為了產生該導電材料的沉積在該表面上，

供給電壓至該導電元件，

決定在個別開口上沉積電流，

得到導電材料厚度測量，並且

將所測定該沉積電流與該導電材料厚度測量比較。



公告本

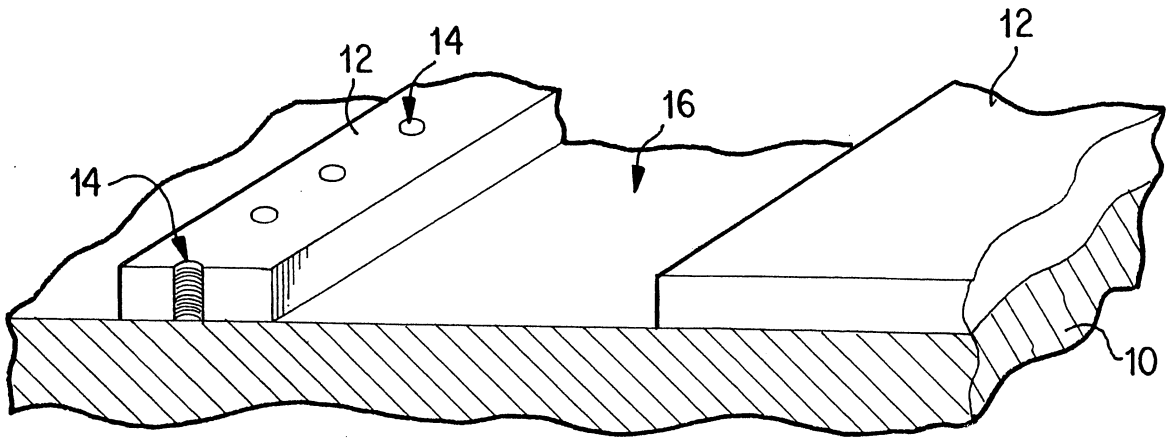


圖 1A

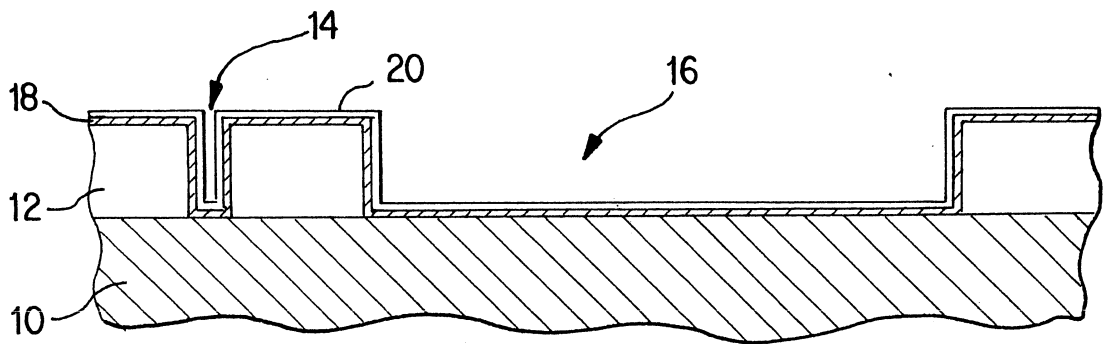


圖 1B

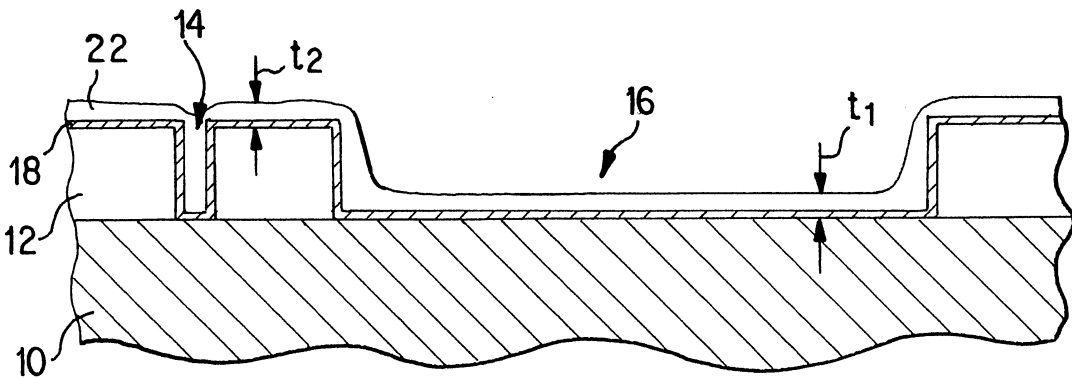
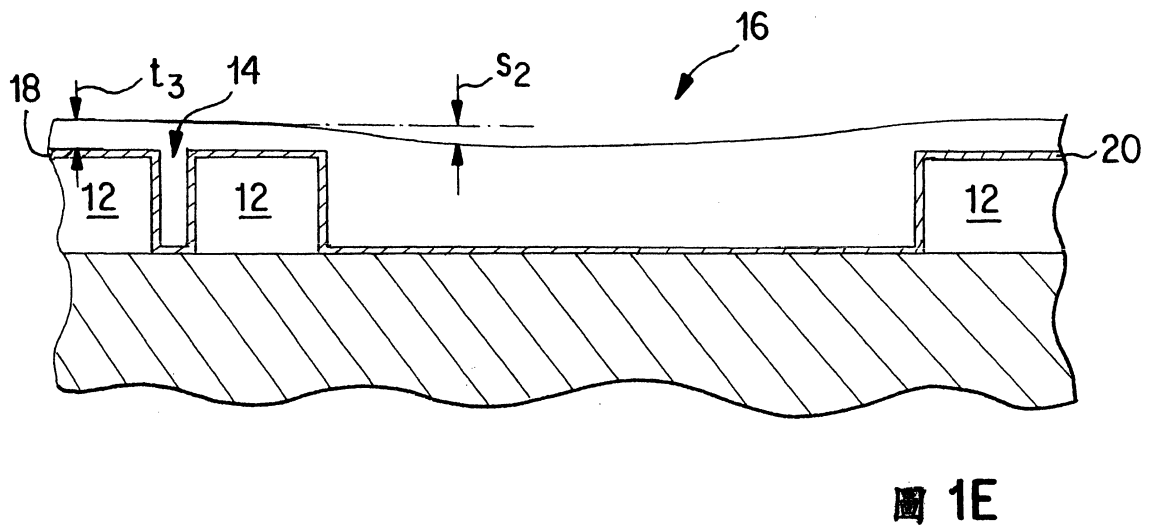
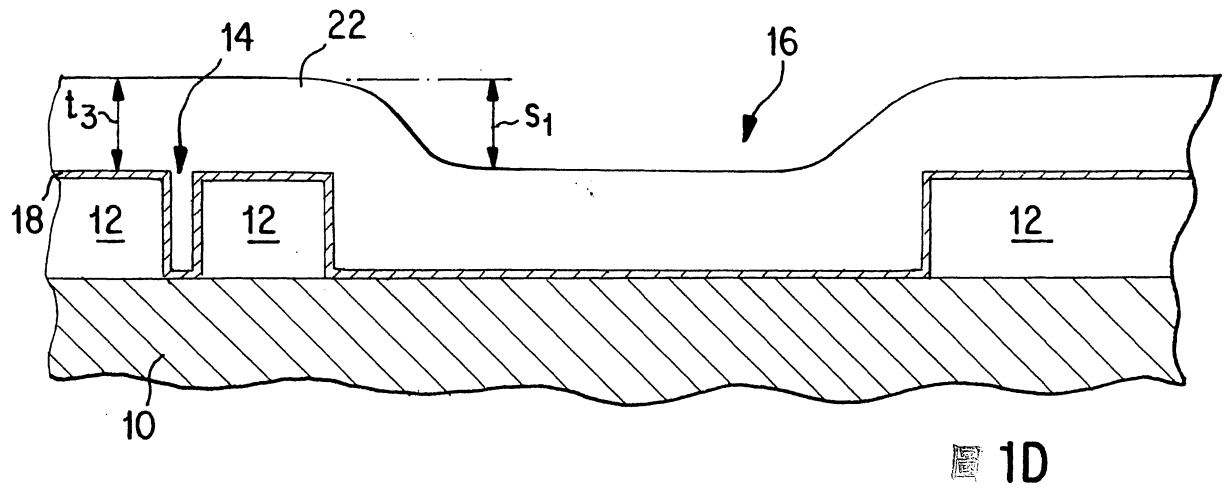
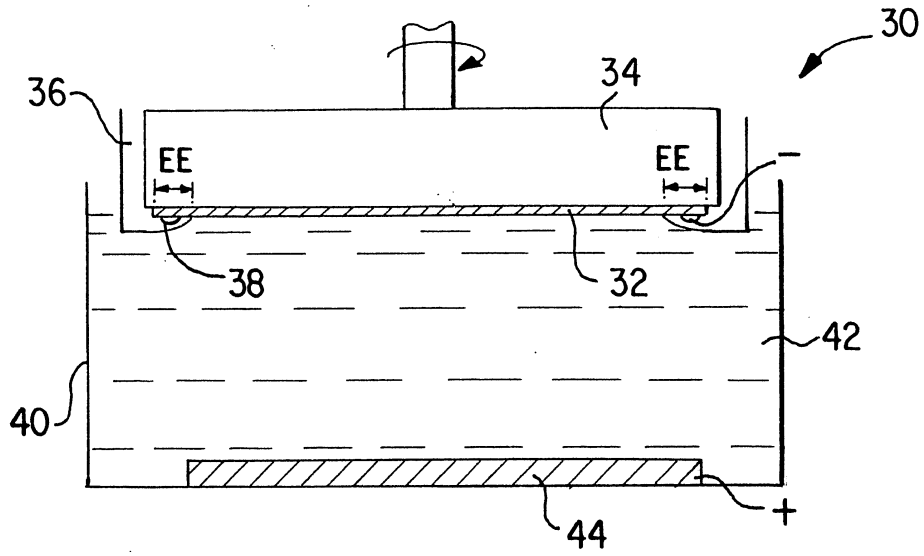
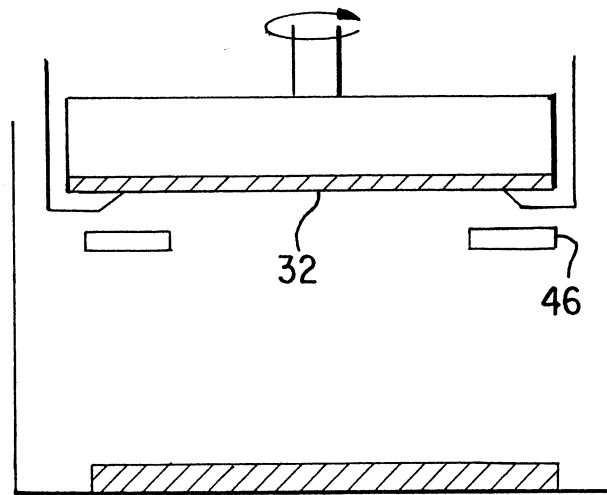


圖 1C





2A



2B

4/10

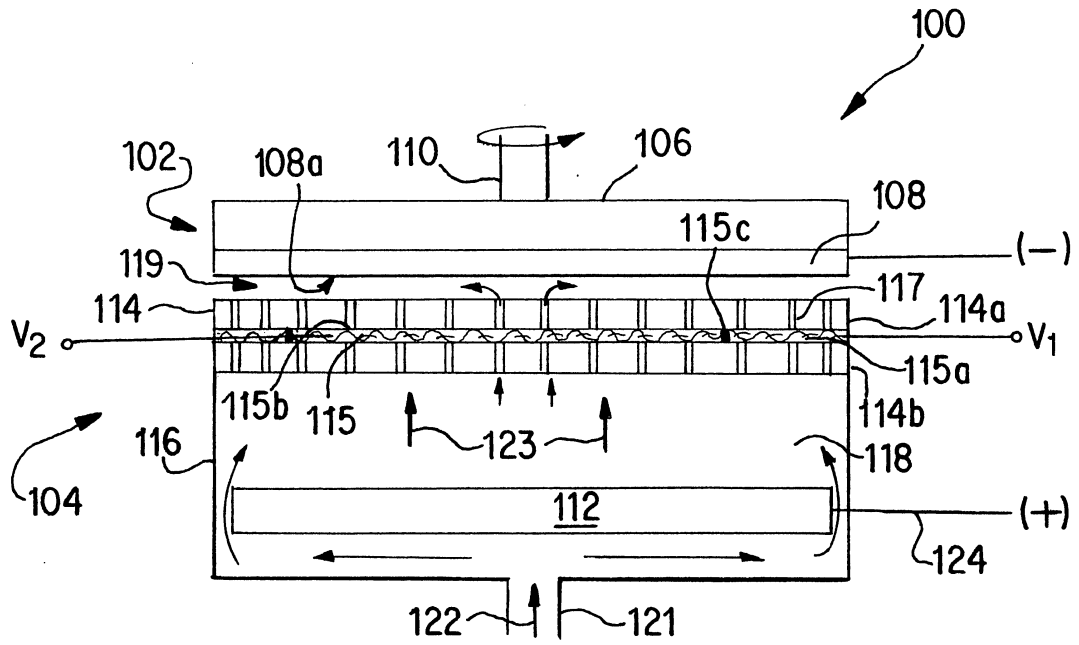


圖 3

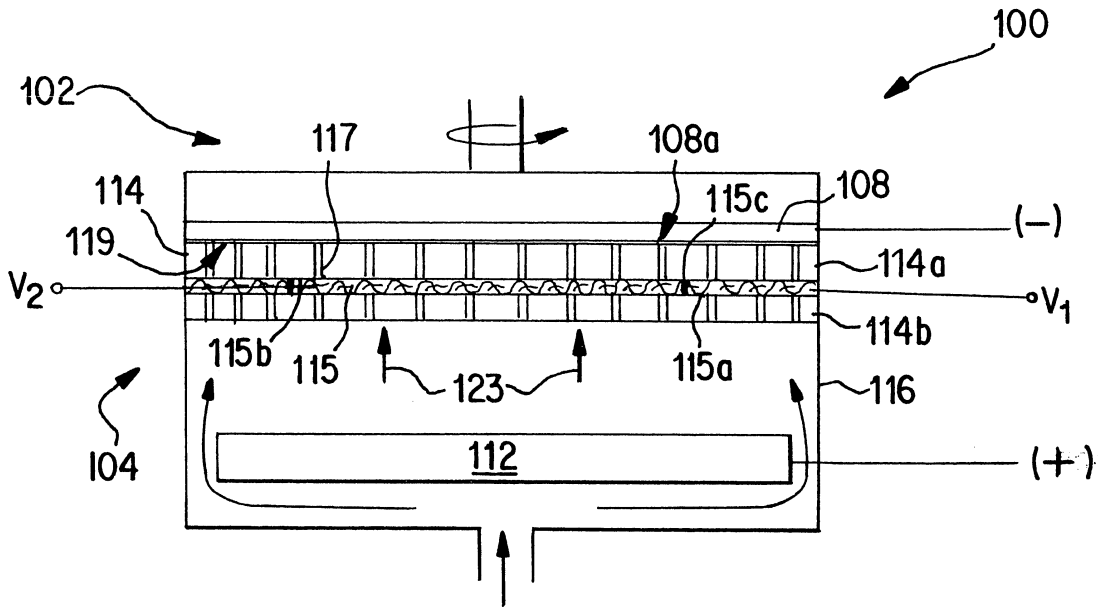


圖 4

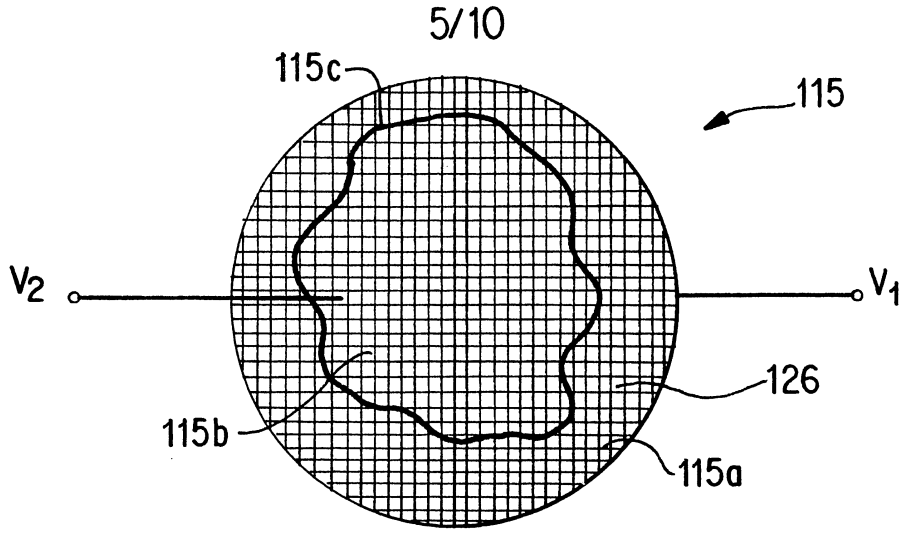


圖 5

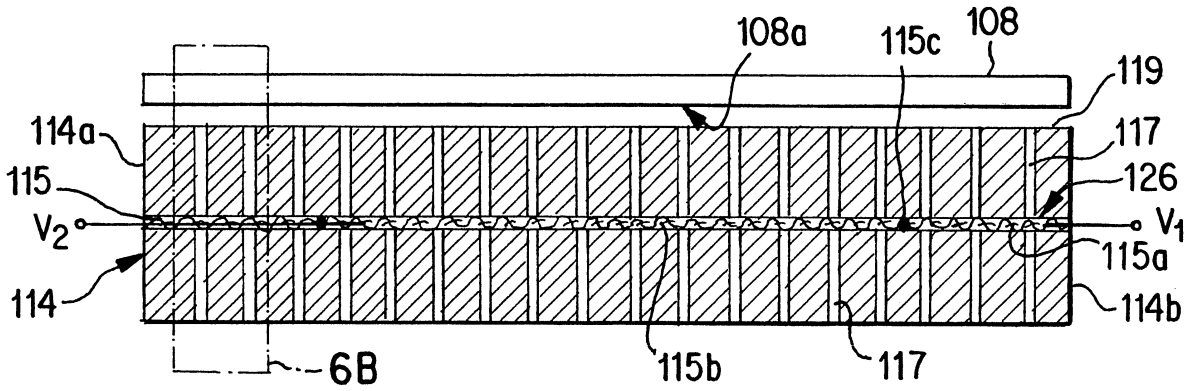


圖 6A

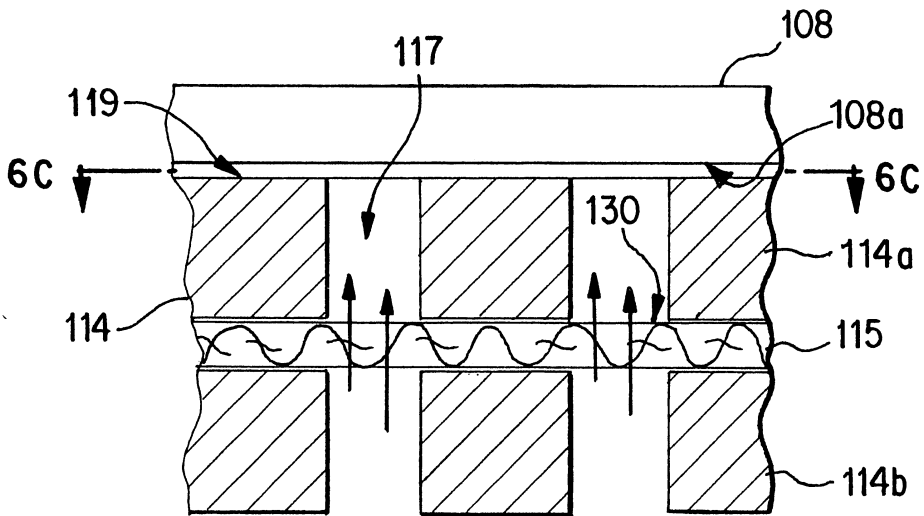


圖 6B

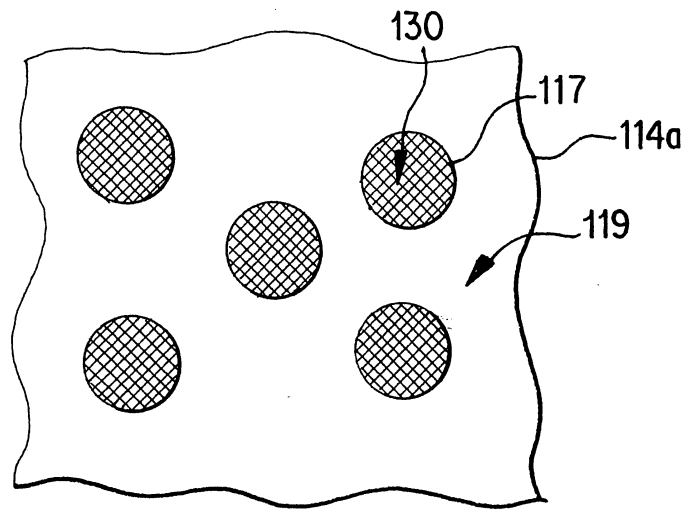


圖 6C

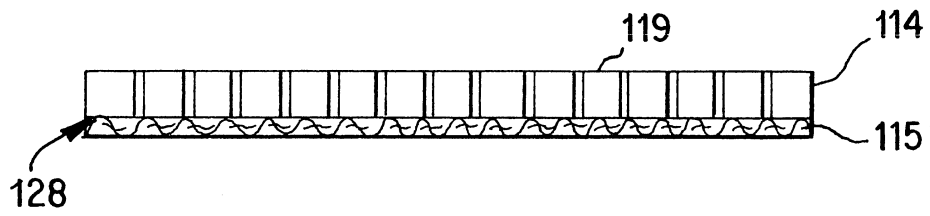
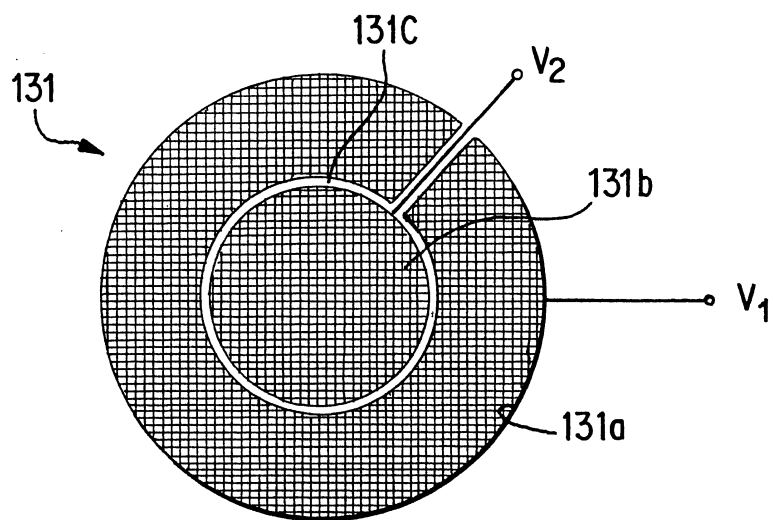
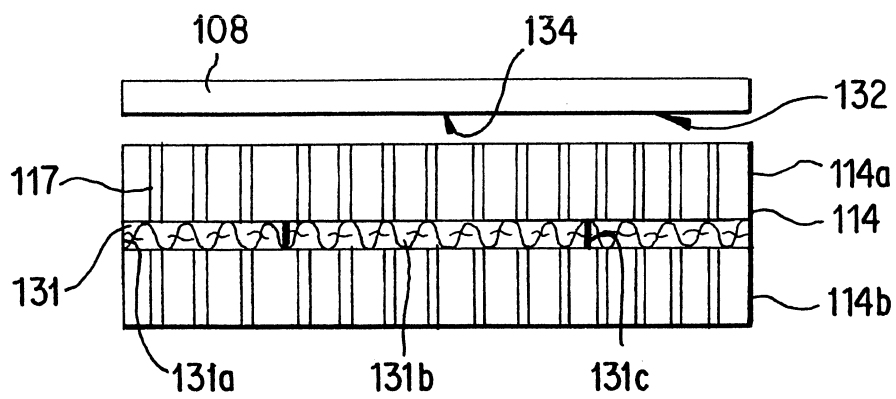


圖 7

7/10



8A



8B

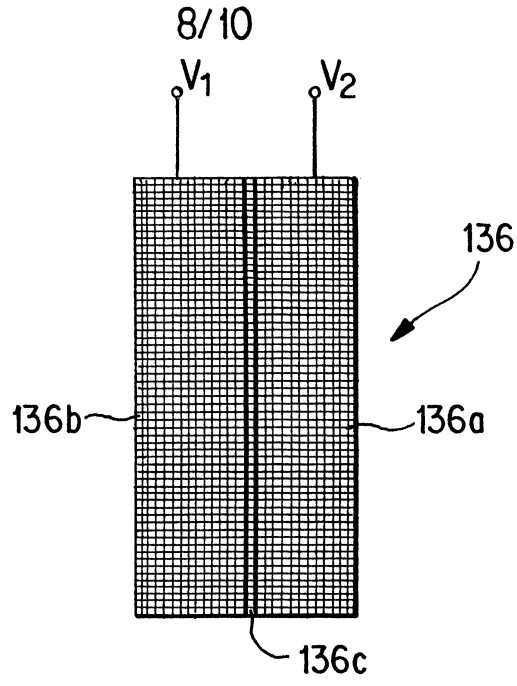


圖 9A

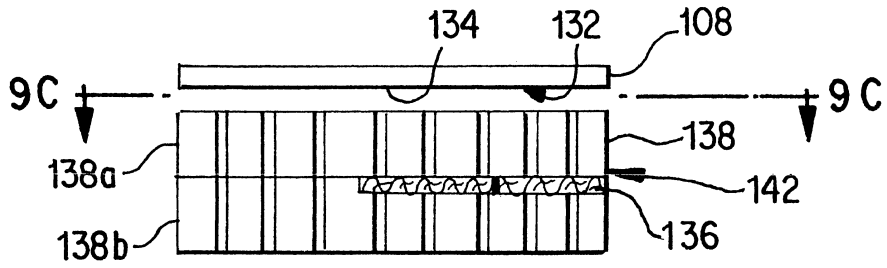


圖 9B

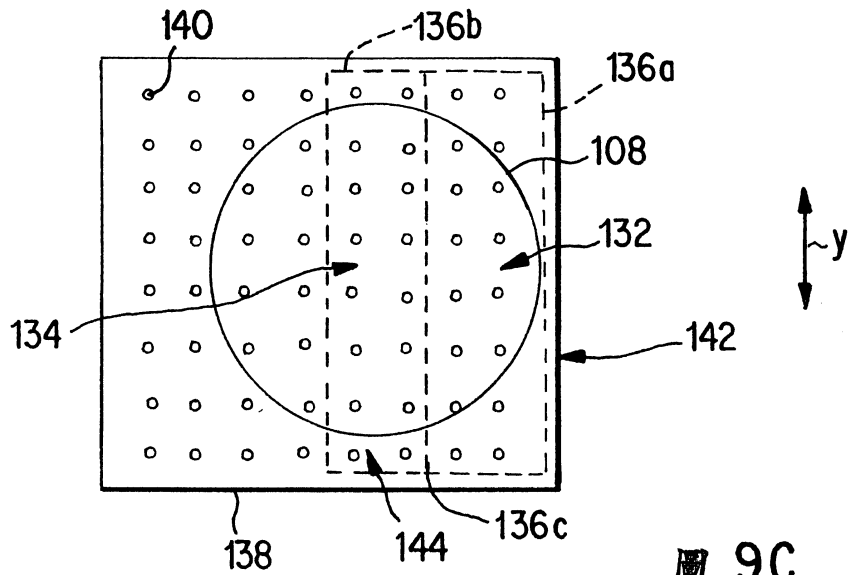


圖 9C

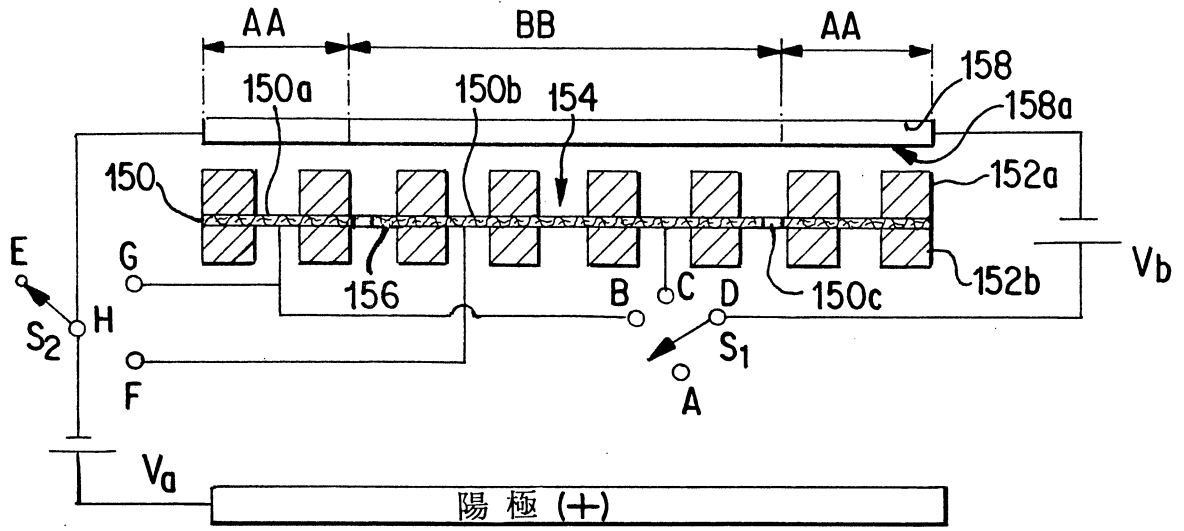


圖 10

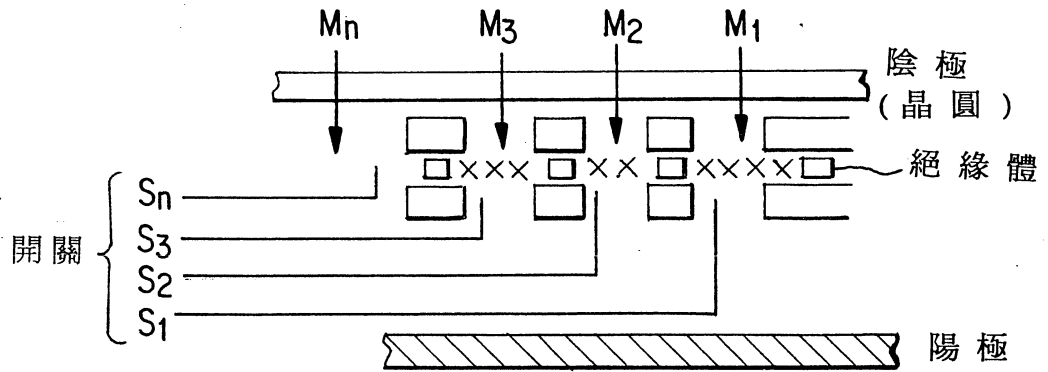


圖 11

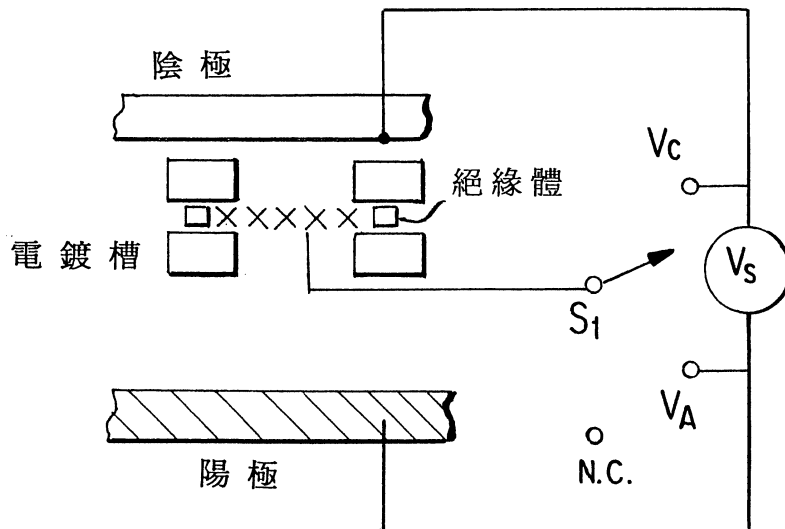


圖 12

