



(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 201620029 A

(43) 公開日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 01 日

(21) 申請案號：104143153 (22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 24 日  
 (51) Int. Cl. : *H01L21/304 (2006.01)* *H01L21/66 (2006.01)*  
 (30) 優先權：2011/04/27 美國 13/095,818  
 (71) 申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)  
 美國  
 (72) 發明人：依拉維尼寒森 G IRAVANI, HASSAN G. (IR)；許昆 XU, KUN (US)；史威克柏格  
 斯勞 A SWEDEK, BOGUSLAW A. (PL)；卡爾森伊格馬 CARLSSON, INGEMAR  
 (SE)；沈世豪 SHEN, SHIH HAUR (TW)；涂文強 TU, WEN-CHIANG (US)  
 (74) 代理人：李世章；彭國洋  
 申請實體審查：有 申請專利範圍項數：27 項 圖式數：12 共 47 頁

## (54) 名稱

用於高靈敏性之渦電流(RTPC)感測器的中間導電率應用

INTERMEDIATE CONDUCTIVITY APPLICATIONS FOR HIGH SENSITIVITY EDDY CURRENT  
(RTPC) SENSORS

## (57) 摘要

一種化學機械研磨基板之方法包括以下步驟：在研磨站處研磨基板上之金屬層；在研磨站處研磨期間用渦電流監控系統監控該金屬層之厚度；以及在研磨站處研磨金屬層期間基於該金屬層之自渦電流監控系統的厚度量測，來控制由承載頭施加於基板之壓力，以減小該金屬層之預期厚度分佈與目標分佈之間的差異，其中該金屬層具有大於 700 歐姆埃之電阻率。

A method of chemical mechanical polishing a substrate includes polishing a metal layer on the substrate at a polishing station, monitoring thickness of the metal layer during polishing at the polishing station with an eddy current monitoring system, and controlling pressures applied by a carrier head to the substrate during polishing of the metal layer at the polishing station based on thickness measurements of the metal layer from the eddy current monitoring system to reduce differences between an expected thickness profile of the metal layer and a target profile, wherein the metal layer has a resistivity greater than 700 ohm Angstroms.

指定代表圖：

符號簡單說明：

500 . . . 磁心

502 . . . 背部部分

504a . . . 叉指

504b . . . 叉指

504c . . . 叉指

506 . . . 線圈

A-A' . . . 切片

C . . . 電容

Hb . . . 高度

Hp . . . 高度

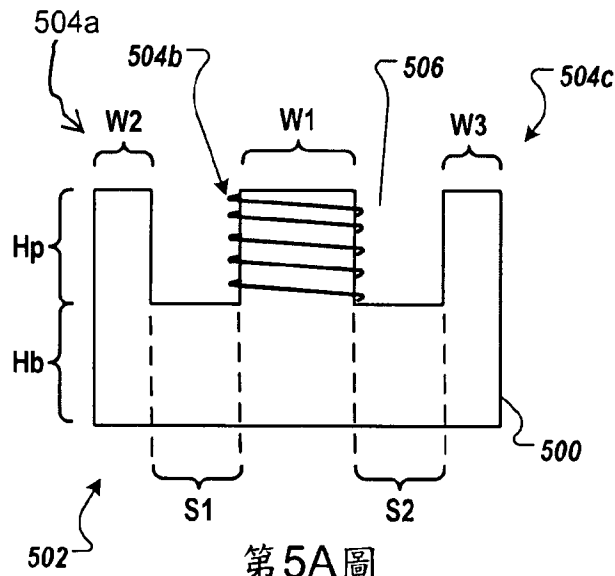
S1 . . . 距離

S2 . . . 距離

W1 . . . 寬度

W2 . . . 寬度

W3 . . . 寬度



201620029

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】用於高靈敏性之渦電流（RTPC）感測器的中間導電率應用

【英文發明名稱】INTERMEDIATE CONDUCTIVITY APPLICATIONS FOR HIGH SENSITIVITY EDDY CURRENT (RTPC) SENSORS

## 【中文】

一種化學機械研磨基板之方法包括以下步驟：在研磨站處研磨基板上之金屬層；在研磨站處研磨期間用渦電流監控系統監控該金屬層之厚度；以及在研磨站處研磨金屬層期間基於該金屬層之自渦電流監控系統的厚度量測，來控制由承載頭施加於基板之壓力，以減小該金屬層之預期厚度分佈與目標分佈之間的差異，其中該金屬層具有大於700歐姆埃之電阻率。

## 【英文】

A method of chemical mechanical polishing a substrate includes polishing a metal layer on the substrate at a polishing station, monitoring thickness of the metal layer during polishing at the polishing station with an eddy current monitoring system, and controlling pressures applied by a carrier head to the substrate during polishing of the metal layer at the polishing station based on thickness measurements of the metal layer from the eddy current monitoring system to reduce differences between an expected thickness profile of the metal layer and a target profile, wherein the metal layer has a resistivity greater than 700 ohm Angstroms.

【指定代表圖】第（ 5A ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

5 0 0 磁 心

5 0 2 背 部 部 分

5 0 4 a 叉 指

5 0 4 b 叉 指

5 0 4 c 叉 指

5 0 6 線 圈

A - A ' 切 片

C 電 容

H b 高 度

H p 高 度

S 1 距 離

S 2 距 離

W 1 寬 度

W 2 寬 度

W 3 寬 度

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】用於高靈敏性之渦電流（RTPC）感測器的中間導電率應用

【英文發明名稱】INTERMEDIATE CONDUCTIVITY APPLICATIONS FOR HIGH SENSITIVITY EDDY CURRENT (RTPC) SENSORS

### 【技術領域】

【0001】 本揭示案係關於在基板之化學機械研磨期間的渦電流監控。

### 【先前技術】

【0002】 通常藉由矽晶圓上導電層、半導體層或絕緣層之順序沉積且藉由該等層之後續處理，來在基板（例如，半導體晶圓）上形成積體電路。

【0003】 一個製造步驟涉及以下步驟：在非平坦表面上沉積填料層，及平坦化該填料層直至該非平坦表面曝露為止。舉例而言，可在經圖案化絕緣層上沉積導電填料層，以填充絕緣層中之溝槽或孔。隨後研磨填料層，直至絕緣層之凸起圖案曝露為止。在平坦化之後，餘留在絕緣層之凸起圖案之間的導電層的部分形成通孔、插塞及接線，該等通孔、插塞及接線在基板上提供薄膜電路之間的導電路徑。此外，平坦化可用以平坦化用於微影術之基板表面。

【0004】化學機械研磨 (Chemical mechanical polishing; CMP) 為一種公認的平坦化方法。此平坦化方法通常需要將基板安裝於承載頭上。基板之經曝露表面經置放抵靠旋轉研磨墊。承載頭在基板上提供可控制負載，以推動該基板抵靠研磨墊。將研磨液體 ( 諸如，具有磨料顆粒的漿料 ) 供應至研磨墊之表面。

【0005】在半導體處理期間，決定基板或基板上的層的一或更多個特性可能十分重要。舉例而言，在CMP製程期間知道導電層之厚度可能十分重要，以便該製程可在正確時間處終止。若干方法可用以決定基板特性。舉例而言，光學感測器可在化學機械研磨期間用於基板之原位監控。或者 ( 或此外 )，渦電流感測系統可用以在基板上的導電區域中感應渦電流，以決定諸如導電區域之局部厚度之參數。

#### 【發明內容】

【0006】在一個態樣中，一種化學機械研磨基板之方法包括以下步驟：在研磨站處研磨基板上之金屬層；在研磨站處研磨期間用渦電流監控系統監控該金屬層之厚度；以及在研磨站處研磨金屬層期間基於該金屬層之自渦電流監控系統的厚度量測，來控制由承載頭施加於基板之壓力，以減小該金屬層之預期厚度分佈與目標分佈之間的差異，其中該金屬層具有大於700歐姆埃之電阻率。

【0007】 實施可包括以下特徵結構中之一或更多個特徵結構。目標分佈可為平坦分佈，且減小差異可改良金屬層之厚度均勻性。金屬層可具有小於10000歐姆埃之電阻率。研磨可在渦電流監控系統指示金屬層之預定厚度餘留在基板上時停止。渦電流監控系統可具有大於12 MHz（例如，介於約14 MHz與16 MHz之間）之諧振頻率。金屬可為鈷、鈦或金屬性氮化鈦。可在無光學監控系統的情況下監控金屬層之研磨。

【0008】 在另一態樣中，一種用於化學機械研磨之設備包括：平臺，該平臺具有支撐研磨墊之表面；以及渦電流監控系統，該渦電流監控系統產生渦電流訊號。渦電流監控系統包括磁心及線圈，該磁心至少部分地定位於平臺中，該線圈捲繞於該磁心之部分上。磁心包括：背部部分；第一叉指，該第一叉指自該背部部分沿垂直於平臺之表面的第一方向延伸，且該第一叉指具有沿平行於平臺之表面的第二方向之寬度；以及第二叉指及第三叉指，該第二叉指及該第三叉指自該背部部分平行於第一突出部延伸，該第二叉指及該第三叉指定位於該第一叉指之相對側上且與該第一叉指等距。線圈及磁心經配置以提供至少12 MHz之諧振頻率。

【0009】 實施可包括以下特徵結構中之一或更多個特徵結構。線圈及磁心可經配置以提供介於約14 MHz與16 MHz之間的諧振頻率。第二叉指及第三叉指中之每一者的厚度可近似等於第一叉指之寬度的一半。在第二

叉指及第三叉指中之每一者與第一叉指之間沿第二方向  
的間隔可近似等於經組合的三個叉指之寬度的三分之  
二。第一叉指、第二叉指及第三叉指可具有高度，該高  
度等於第一叉指與第二叉指之間的間隔。第一叉指、第  
二叉指及第三叉指之高度可等於背部部分之厚度。線圈  
可僅捲繞於第一叉指上。線圈可捲繞於第一叉指上約3  
次。電容器可與線圈並聯。電容器可具有約150 pF之電  
容。磁心可為鎳鋅鐵氧體。

【0010】 某些實施可包括以下優點中之一或更多個優  
點。可在成批研磨期間感測較低電導金屬（例如，鈦或  
鈷）之厚度，從而容許承載頭壓力之閉環控制，因此，  
改良了晶圓內非均勻性（within-wafer  
non-uniformity; WIWNU）及晶圓與晶圓的非均勻  
性（wafer-to-wafer non-uniformity;  
WTWNU）。可感測金屬殘留物之移除，例如，銅殘留  
物之移除，且此舉容許更準確的終點控制且降低對於審  
慎的過度研磨之需要。可感測金屬接線（例如，銅接線）  
之厚度（或電導率），從而容許承載頭壓力之閉環控制，  
以驅動至均勻的金屬接線厚度及電導率，該等均勻的金  
屬接線厚度及電導率可改良良率。在研磨金屬柱（例如，  
銅柱）期間，可偵測柱之平坦化，從而提供平坦化製程  
之終點控制。

【0011】 在隨附圖式及下文描述中闡述一或更多個實施之細節。根據描述及圖式且根據申請專利範圍，其他態樣、特徵及優點將顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0012】 第1圖為化學機械研磨設備之示意性分解透視圖。

【0013】 第2圖為化學機械研磨站之部分橫截面示意性側視圖，該化學機械研磨站包括渦電流監控系統及光學監控系統。

【0014】 第3圖為承載頭之示意性橫截面圖。

【0015】 第4A圖至第4B圖圖示渦電流監控系統之示意圖。

【0016】 第5A圖及第5B圖圖示具有三個叉指的渦電流監控系統之側視圖及透視圖。

【0017】 第6A圖及第6B圖圖示使用狹長磁心的化學機械研磨設備之俯視圖及側視圖。

【0018】 第7圖圖示平臺之俯視圖，在該平臺之表面上具有基板。

【0019】 第8A圖至第8D圖示意性地圖示使用渦電流感測器偵測研磨終點之方法。

【0020】 第9圖為圖示研磨金屬層之方法之流程圖。

【0021】 第10圖為研磨金屬層之方法之曲線圖及示意圖。

【0022】 第11圖為研磨金屬層之替代性方法之曲線圖及示意圖。

【0023】 第12圖為圖示研磨金屬層之替代性方法之流程圖。

【0024】 各個圖式中之相同元件符號指示相同元件。

#### 【實施方式】

【0025】 CMP系統可使用渦電流監控系統來偵測基板上的頂部金屬層之厚度。在研磨頂部金屬層期間，渦電流監控系統可決定基板上之金屬層之不同區域的厚度。厚度量測可用以即時調整研磨製程之處理參數。舉例而言，基板承載頭可調整基板背側上的壓力，以增加或減小金屬層之區域之研磨速率。可調整研磨速率，以便金屬層之區域在研磨之後為實質上相同厚度。CMP系統可調整研磨速率，以便金屬層之區域之研磨在約相同時間完成。此分佈控制可稱為即時分佈控制(real time profile control; RTPC)。

【0026】 渦電流監控存在的一個問題為用於準確決定厚度之訊號不足，此舉可導致終點決定及分佈控制之不準確。在不限於任何特定理論的情況下，造成不足訊號之因素可包括較低電導率金屬（例如，鈷、鈦或氮化鈦）之研磨。

【0027】 訊號強度可藉由感測器之合適配置來改良。

【0028】藉由增加諧振頻率，訊號強度可經增加以執行用於具有大於700歐姆埃（例如，大於1500歐姆埃）之電阻率的金屬之可靠分佈控制。此等金屬可包括鈷、鈦及氮化鈦。

【0029】此外，渦電流監控系統亦可用以偵測自基板之表面移除金屬殘留物（例如，較高電導率金屬（例如，銅、鋁或鎢）之殘留物）及曝露基板之下層中的特徵結構下層介電層。此外，渦電流監控系統亦可用以偵測基板上之金屬特徵結構之厚度。此等特徵結構可包括溝槽中及潛在地柱中之銅、鋁或鎢。此外，渦電流監控系統亦可用以偵測金屬柱（例如，較高電導率金屬（例如，銅）之柱）之平坦化。可藉由調整參數來增加諧振頻率，該等參數包括感測器磁心材料、線圈捲繞於中心叉指上的數目及置放於電路上與線圈並聯之電容器的電容。

【0030】第1圖圖示用於研磨一或更多個基板10之CMP設備20。相似的研磨設備之描述可見於美國專利第5,738,574號中。研磨設備20包括一系列研磨站22a、22b及22c及移送站23。移送站23在承載頭與裝載設備之間移送基板。

【0031】每一研磨站包括可旋轉平臺24，該可旋轉平臺24具有頂表面，在該頂表面上置放研磨墊30。第一站22a及第二站22b可包括具有硬式耐用外表面之兩層研磨墊或具有嵌入的磨料顆粒之固定磨料襯墊。最終研磨站22c可包括相對較軟的襯墊或兩層襯墊。每一研磨站

亦可包括襯墊調節設備 28，以維持研磨墊之狀態，以便該研磨墊將有效地研磨基板。

【0032】參閱第2圖，兩層研磨墊30通常具有背托層32及覆蓋層34，該背托層32對接平臺24之表面，該覆蓋層34用以研磨基板10。覆蓋層34通常比背托層32更堅硬。然而，一些襯墊僅具有覆蓋層而無背托層。覆蓋層34可由可能具有填料（例如，中空微球體）及/或有槽表面之發泡或鑄造型聚胺酯組成。背托層32可由用胺基甲酸酯瀝取的經壓縮氈纖維組成。具有由IC-1000組成的覆蓋層及由SUBA-4組成的背托層之兩層研磨墊可購自Rodel, Inc., (Newark, Delaware) (IC-1000及SUBA-4為Rodel, Inc.之產品名稱)。

【0033】在研磨步驟期間，可將漿料38藉由漿料供應埠或組合漿料/沖洗臂39供應至研磨墊30之表面。若研磨墊30為標準襯墊，則漿料38亦可包括磨料顆粒（例如，用於氧化物研磨之二氧化矽）。

【0034】返回至第1圖，可旋轉多頭迴轉料架60支撐四個承載頭70。迴轉料架由中心柱62圍繞迴轉料架軸64藉由迴轉料架馬達總成（未圖示）來旋轉，以繞承載頭系統及基板而軌道運行，該等基板在研磨站22與移送站23之間附接至該等承載頭系統。該等承載頭系統中之三個承載頭系統接收且固持基板，且藉由將該等基板按壓抵靠研磨墊來研磨該等基板。同時，承載頭系統中之

一個承載頭系統自移送站 23 接收基板且將基板輸送至移送站 23。

【0035】 每一承載頭 70 藉由承載驅動軸 74 連接至承載頭旋轉馬達 76（藉由移除蓋子 68 之四分之一來圖示），以便每一承載頭可圍繞該每一承載頭之自身的軸獨立地旋轉。此外，每一承載頭 70 在徑向槽 72 中獨立地側向振盪，該徑向槽 72 形成於迴轉料架支撐板 66 中。適合的承載頭 70 之描述可見於美國專利第 7,654,888 號，該美國專利之整個揭示案以引用之方式併入本文。在操作中，平臺圍繞該平臺之中心軸旋轉，且承載頭圍繞該承載頭之中心軸 71 旋轉且在研磨墊之整個表面上側向平移。

【0036】 第 3 圖圖示承載頭 70 中之一個承載頭 70。承載頭 70 中之每一承載頭 70 包括外殼 102、基底總成 104、萬向節機構 106（該萬向節機構 106 可視為基底總成 104 之部分）、裝載腔室 108、固定環 200 及基板背托總成 110，該基板背托總成 110 包括撓性膜 116，該撓性膜 116 界定多個可獨立加壓之腔室，諸如，內部腔室 230、中間腔室 232、234、236 及外部腔室 238。此等腔室控制撓性膜之同心區域上之壓力，從而提供基板之同心部分上之獨立的壓力控制。在一些實施中，承載頭 70 中之每一承載頭 70 包括五個腔室及用於該等腔室中之每一腔室的調壓器。

【0037】 返回至第2圖，渦電流監控系統40包括在基板上的金屬層中感應渦電流之驅動系統及偵測藉由驅動系統在金屬層中感應的渦電流之感測系統。監控系統40包括磁心42、驅動線圈49及感測線圈46，該磁心42定位於凹部26中以隨著平臺旋轉，該驅動線圈49捲繞於磁心42之一個部分上，該感測線圈46捲繞於磁心42之第二部分上。對於驅動系統而言，監控系統40包括振盪器50，該振盪器50連接至驅動線圈49。對於感測系統而言，監控系統40包括與感測線圈46並聯連接的電容器52、連接至感測線圈46的RF放大器54及二極體56。振盪器50、電容器52、RF放大器54及二極體56可位於遠離平臺24且可經由旋轉電氣管套節29耦接至平臺中之組件。

【0038】 在一些實施中，背托層32在凹部26上方包括孔隙。孔隙可具有與凹部26相同之寬度及深度。或者，孔隙可小於凹部26。覆蓋層34之部分36可在背托層中之孔隙上方。覆蓋層34之部分36可防止漿料38進入凹部26。磁心42之部分可位於孔隙中。舉例而言，磁心42可包括叉指，該等叉指延伸至孔隙中。在一些實施中，磁心42之頂部不延伸經過覆蓋層34之底表面。

【0039】 在操作中，振盪器50驅動驅動線圈49，以產生振盪磁場，該振盪磁場延伸穿過磁心42之主體且延伸至磁心之叉指之間間隙中。磁場之至少一部分延伸穿過研磨墊30之薄部分36且延伸至基板10中。若金屬層

存在於基板 10 上，則振盪磁場在該金屬層中產生渦電流。渦電流使金屬層充當與感測線圈 46 及電容器 52 並聯之阻抗源。隨著金屬層之厚度改變，阻抗改變，從而導致感測機構之品質因數的變化。藉由偵測感測機構之品質因數的變化，渦電流感測器可感測渦電流之強度的變化，因此可感測金屬層之厚度的變化。

【0040】可充當反射計或干涉計之光學監控系統 140 可在凹部 26 中緊固至平臺 24，例如，鄰近渦電流監控系統 40。因此，光學監控系統 140 可量測基板上之與正藉由渦電流監控系統 40 監控的位置實質上相同的位置之反射率。特定言之，光學監控系統 140 可經定位以在與渦電流監控系統 40 距平臺 24 之旋轉軸的徑向距離相同的徑向距離處量測基板之部分。因此，光學監控系統 140 可在與渦電流監控系統 40 之路徑相同的路徑中，在整個基板上掃掠。

【0041】光學監控系統 140 包括光源 144 及偵測器 146。光源產生光束 142，該光束 142 傳播穿過透明視窗部分 36 及漿料，以照射在基板 10 之經曝露表面上。舉例而言，光源 144 可為雷射器，且光束 142 可為準直的雷射束。明亮的雷射束 142 可自雷射器 144 以與垂直於基板 10 之表面的軸成角度  $\alpha$  投射。此外，若凹部 26 及視窗 36 是狹長的，則擴束器（未圖示）可定位於光束之路徑中，以將光束沿著視窗之狹長軸擴展。通常，光學監控系統作用方式如同美國專利第 6,159,073 號及第

6,280,289號中描述的光學監控系統，該等美國專利之整個揭示案以引用之方式併入本文。在一些實施中，渦電流監控系統40足夠靈敏，以致於可不包括光學監控系統140。

【0042】CMP設備20亦可包括位置感測器80（諸如，光學斷續器），以感測何時磁心42及光源44在基板10下方。舉例而言，光學斷續器可安裝於與承載頭70相對的固定點處。旗標82附接至平臺之周邊。選擇旗標82之附接點及長度，以便該旗標82在透明部分36在基板10下方掃掠時中斷感測器80之光學訊號。或者，CMP設備可包括編碼器，以決定平臺之角位置。

【0043】通用可程式化數位電腦90自渦電流感測系統接收強度訊號且自光學監控系統接收強度訊號。由於監控系統隨著平臺之每一旋轉在基板下方掃掠，故關於金屬層厚度及下層之曝露的資訊以原位累積且以連續即時基礎（每次平臺旋轉累積一次）累積。電腦90可經程式化，以在基板大體覆蓋透明部分36（如藉由位置感測器決定）時取樣來自監控系統的量測。隨著研磨進行，金屬層之反射率或厚度改變，且經取樣訊號隨時間而變化。時變經取樣訊號可稱為跡線。來自監控系統之量測可在研磨期間顯示於輸出裝置92上，以容許裝置之操作者目視監控研磨操作之進展。

【0044】在操作中，CMP設備20使用渦電流監控系統40及光學監控系統140來決定何時已移除大部分填料層

且決定何時已實質上曝露下層停止層。電腦90將製程控制及終點偵測邏輯應用於經取樣訊號，以決定何時改變製程參數且偵測研磨終點。用於偵測器邏輯之可能的製程控制及終點標準包括局部最小值或最大值、斜率之變化、振幅或斜率之臨限值，或上述之組合。

【0045】此外，如美國專利第6,399,501號中所論述的（該美國專利之全部內容以引用之方式併入本文），電腦90可經程式化以將自基板下方的每一掃掠自渦電流監控系統40與光學監控系統140兩者之量測劃分成複數個取樣區域、以計算每一取樣區域之徑向位置、以將振幅量測分類為徑向範圍、以決定每一取樣區域之最小量測、最大量測及平均量測，且以使用多個徑向範圍來決定研磨終點。

【0046】電腦90亦可連接至控制由承載頭70施加的壓力之壓力機構、連接至承載頭旋轉馬達76以控制承載頭旋轉速率、連接至平臺旋轉馬達（未圖示）以控制平臺旋轉速率，或連接至漿料分配系統39以控制供應至研磨墊的漿料組合物。特定言之，如下文進一步論述的，在將量測按徑向範圍分類之後，可將關於金屬膜厚度之資訊即時饋入至閉環控制器中，以定期或連續地修正由承載頭施加的研磨壓力分佈。

【0047】第4A圖圖示用於量測分佈資訊之渦電流監控系統400之實例。渦電流監控系統400可用作渦電流監控系統40。在具有渦電流感測的情況下，振盪磁場在

晶圓上的導電區域中感應渦電流。在與由渦電流感測系統產生的磁通線耦合之區域中感應渦電流。渦電流監控系統400包括具有E形主體之磁心408。磁心408可包括背部部分410及三個叉指412a至412c，該三個叉指412a至412c自該背部部分410延伸。

**【0048】** 磁心408之背部部分410可為大體板形或矩形方框形的主體，且磁心408之背部部分410可具有頂面，該頂面平行於平臺之頂表面，例如，在研磨操作期間平行於基板及研磨墊。在一些實施中，背部部分410之長軸垂直於平臺之半徑，該平臺之該半徑自該平臺之旋轉軸延伸。背部部分410之長軸可垂直於背部部分410之前面。背部部分410可具有高度，該高度係垂直於平臺之頂表面而量測。

**【0049】** 叉指412a至412c自背部部分410沿垂直於背部部分410之頂表面的方向延伸，且叉指412a至412c為實質上直的且平行於彼此延伸。叉指412a至412c中之每一者可具有沿著平行於平臺之頂表面的方向之長軸，例如，在研磨操作期間平行於基板及研磨墊之面，且叉指412a至412c中之每一者為實質上直的且平行於彼此延伸。叉指412a至412c之長軸可垂直於叉指412a至412c之前面。背部部分410之長軸可沿與叉指412a至412c之長軸的方向相同的方向延伸。在一些實施中，叉指412a至412c之長軸垂直於研磨墊之半徑，該研磨墊之該半徑自研磨墊之旋轉軸延伸。兩個外

部叉指 412a、412c 在中間叉指 412b 之相對側上。外部叉指（例如，412a 及 412c）中之每一者與中心叉指（例如，412b）之間的間隔可相同，亦即，外部叉指 412a、412c 可與中間叉指 412b 等距。

【0050】 渦電流感測系統 400 包括並聯的線圈 422 及電容器 424。線圈 422 可與磁心 408 耦接（例如，線圈 422 可環繞在中心線圈 412b 上）。線圈 422 與電容器 424 一起可形成 LC 諧振槽。在操作中，電流產生器 426（例如，基於邊際振盪器電路之電流產生器）在 LC 槽路之諧振頻率下驅動系統，該 LC 槽路由線圈 422（具有電感 L）及電容器 424（具有電容 C）形成。電流產生器 426 可經設計以將正弦振盪之峰間振幅維持在恆定值。使用整流器 428 來整流具有振幅  $V_0$  之時間相依性電壓，且向反饋電路 430 提供具有振幅  $V_0$  之時間相依性電壓。反饋電路 430 決定電流產生器 426 之驅動電流，以將電壓  $V_0$  之振幅保持恆定。對於此系統而言，驅動電流之量值可與導電膜厚度成比例。在美國專利第 4,000,458 號及第 7,112,960 號中進一步描述邊際振盪器電路及反饋電路，該等美國專利以引用之方式併入。

【0051】 電流產生器 426 可將電流饋送至 LC 諧振槽，以使頻率保持相同。線圈 422 可產生振盪磁場 432，該振盪磁場 432 可與基板（例如，基板 10）之導電區域 406 耦合。當導電區域 406 存在時，在基板中作為渦電流耗散之能量可減低振盪之振幅。電流產生器 426 可將

更多電流饋送至LC諧振槽，以保持振幅恆定。由電流產生器426饋送的額外電流之量可經感測且可轉換成導電區域406之厚度量測。

【0052】 第4B圖圖示渦電流監控系統400之另一實施。渦電流監控系統400可包括用於產生振盪磁場404之驅動線圈402，該振盪磁場404可與所關注導電區域406（例如，半導體晶圓上的金屬層之部分）耦合。驅動線圈402可捲繞於背部部分410上。振盪磁場404在導電區域406中局部產生渦電流。渦電流使導電區域406充當與感測線圈414及電容器416並聯之阻抗源。感測線圈414可環繞於中心叉指412b上。感測線圈414可環繞於中心叉指412b之外部部分上，以增加渦電流監控系統400之靈敏度。隨著導電區域406之厚度改變，阻抗改變，從而導致系統之品質因數的變化。藉由偵測品質因數的變化，渦電流監控系統400可感測渦電流之強度的變化，因此可感測導電區域之厚度的變化。因此，渦電流監控系統400可用以決定導電區域之參數（諸如，導電區域之厚度），或渦電流監控系統400可用以決定相關參數（諸如，研磨終點）。注意，儘管以上論述特定導電區域之厚度，但磁心408及導電層之相對位置可改變，以便獲取若干不同導電區域之厚度資訊。

【0053】 在一些實施中，品質因數之變化可藉由針對固定驅動頻率及驅動振幅，量測感測線圈中作為時間的函數之電流振幅來決定。可使用整流器418來對渦電流

訊號整流，且振幅可經由輸出420來監控。或者，品質因數之變化可藉由量測驅動訊號與作為時間的函數之感測訊號之間的相位差來決定。

【0054】渦電流監控系統400可用以量測基板上的導電層之厚度。在一些實施中，可能希望具有較高訊號強度、較高訊雜比及/或經改良空間解析度及線性之渦電流監控系統。舉例而言，在RTPC應用中，獲取所要晶圓間均勻性可能需要經改良的渦電流感測系統。

【0055】渦電流監控系統400可提供增強的訊號強度、訊雜比、增強的線性及增強的穩定性。額外益處可藉由提供具有經改良訊號強度之渦電流感測系統來獲取。經改良訊號強度可尤其有益於RTPC。獲取高解析度晶圓分佈資訊允許處理參數之更準確的調整，且因此，獲取高解析度晶圓分佈資訊可實現具有較小臨界尺寸(critical dimensions; CDs)的裝置之製造。

【0056】通常，原位渦電流監控系統400建構有約50 kHz至20 MHz之諧振頻率，例如，該諧振頻率介於約10 MHz與20 MHz之間，例如，該諧振頻率介於約14 MHz與16 MHz之間。舉例而言，對於第4A圖中所示之渦電流監控系統400而言，線圈422可具有約0.3  $\mu$  H至30  $\mu$  H（例如，0.75  $\mu$  H）之電感，且電容器424可具有約70 pF至約0.022  $\mu$  F（例如，150 pF）之電容。

【0057】 第5A圖圖示磁心500之另一實例。磁心500可具有E形主體，該E形主體由具有相對較高磁導率（例如，約2500或2500以上之磁導率 $\mu$ ）之非導電材料形成。特定言之，磁心500可為鎳鋅鐵氧體。可塗覆磁心500。舉例而言，磁心500可塗覆有諸如聚對二甲苯之材料，以防止水進入磁心500中的孔中且防止線圈短路。磁心500可與包括於渦電流監控系統400中之磁心408相同。磁心500可包括背部部分502及三個叉指504a至504c，該三個叉指504a至504c自該背部部分502延伸。

【0058】 第一叉指504b具有寬度 $W_1$ ，第二叉指504a具有寬度 $W_2$ ，且第三叉指504c具有寬度 $W_3$ 。寬度 $W_2$ 與 $W_3$ 可相同。舉例而言，叉指504a及504c可具有0.75 mm之寬度。叉指504b之寬度或 $W_1$ 可為叉指504a或者叉指504c之寬度的兩倍，或叉指504b之寬度或 $W_1$ 可為1.5 mm。第一叉指504b與第二叉指504a分隔距離 $S_1$ ，且第一叉指504b與第三叉指504c分開距離 $S_2$ 。在一些實施中，距離 $S_1$ 與 $S_2$ 相同，且第二叉指504a與第三叉指504c距中心叉指504b相同距離。舉例而言，距離 $S_1$ 與 $S_2$ 兩者皆可為約2 mm。

【0059】 叉指504a至504c中之每一者具有高度 $H_p$ ，該高度 $H_p$ 為叉指504a至504c自磁心500之背部部分502延伸的距離。高度 $H_p$ 可大於寬度 $W_1$ 、 $W_2$ 及 $W_3$ 。在一些實施中，高度 $H_p$ 與分隔叉指504a至504c

之距離  $S_1$  及  $S_2$  相同。特定言之，高度  $H_p$  可為 2 mm。背部部分 502 具有高度  $H_b$ 。高度  $H_b$  可與距離  $S_1$  或距離  $S_2$  或高度  $H_p$  相同，例如，2 mm。

【0060】線圈 506 可捲繞於中心叉指 504b 上。線圈可與電容器（諸如，電容器 416）耦接。在諸如系統 400 的渦電流監控系統之實施中，可使用單獨的感測線圈及驅動線圈。在一些實施中，諸如線圈 506 之線圈可為鉸合線（由以扭轉及紋距之均勻圖案束在一起或編織在一起的個別膜絕緣線建構之編織線），對於通常用於渦電流感測中的頻率而言，該鉸合線可比實線損耗更少。

【0061】在一些實施中，線圈 506 可環繞於中心叉指 504b 之部分上而非整個叉指 504b 上。舉例而言，線圈 506 可環繞於中心叉指 504b 之外部部分上。線圈 506 可不接觸中心叉指 504b 之內部部分。內部部分可比外部部分更接近背部部分 502。

【0062】第 5B 圖圖示磁心 500 之透視圖。磁心 500 可具有寬度  $W_t$ ，該寬度  $W_t$  為叉指 504a 至 504c 之寬度  $W_1$ 、 $W_2$  及  $W_3$  與分隔叉指 504a 至 504c 之距離  $S_1$  及  $S_2$  的和。磁心 500 具有高度  $H_t$ ，該高度  $H_t$  為叉指 504a 至 504c 之高度  $H_p$  與基底部分 502 之高度  $H_b$  之和。在一些實施中，寬度  $W_t$  大於高度  $H_t$ 。磁心 500 具有長度  $L_t$ ，該長度  $L_t$  大於中心叉指 504b 之寬度  $W_1$  且較佳地大於磁心之寬度  $W_t$ 。長度  $L_t$  可介於約 10 mm 與 30 mm 之間。長度  $L_t$  可大於磁心 500 之寬度  $W_t$ 。

【0063】 第6A圖及第6B圖圖示基板600相對於磁心602（磁心602可類似於第4圖之磁心408或第5圖之磁心500）之相對位置之俯視圖及側視圖。對於掃描穿過具有半徑R的晶圓600之中心的切片A-A'而言，磁心602定向成使得該磁心602之長軸垂直於晶圓600之半徑。磁心602相對於如圖所示的晶圓之直徑平移。注意由捲繞於磁心602上的線圈產生的磁場在形狀亦為狹長即長度大於寬度的導電區域中感應渦電流。然而，長度及寬度大體與磁心602之長度及寬度不相同，且導電區域之深寬比及橫截面大體亦不同於磁心602之深寬比及橫截面。

【0064】 儘管第6A圖及第6B圖之配置可為晶圓600之大部分切片A-A'提供經改良解析度，但因為磁心602沿著半徑之第一區段604及最終區段604平移，所以磁心602之部分不緊鄰基板。因此，區段604之量測不太準確且可限制磁心602之最大理想長度L（諸如，長度Lt）。此外，當磁心602接近晶圓600之中心時，磁心602取樣較大的徑向範圍。因此，特定徑向距離 $r \approx R$ 之空間解析度比 $r \approx 0$ 之空間解析度顯著更佳。

【0065】 如以上所闡釋的，磁心602之長度L大於該磁心602之寬度W。亦即，深寬比L/W大於一。L、W及L/W之不同值可用於不同實施。舉例而言，W之範圍可為自不到一公釐至超過一公分，而L之範圍可為自約一公釐（針對W之更小值）至十公分或十公分以上。

【0066】在特定實施中，W介於約一公釐與約十公釐之間，而L介於約一公分至約五公分之間。更特定言之，磁心602可為約七公釐寬，其中每一突出部為約一公釐寬，且其中鄰近突出部之間的每一間隔為約兩公釐。長度可為約二十公釐。高度可為約四公釐，且高度可在需要時增加，以允許更多線圈匝數。當然，此處給定的值為示例性的；許多其他配置是可行的。

【0067】在一些實施中，磁心之長軸可能不恰好垂直於基板之半徑。然而，磁心仍可在可用的磁心幾何結構內尤其是接近晶圓邊緣處提供經改良解析度。第7圖圖示CMP系統700，在該CMP系統700中狹長的磁心702定位於平臺704下方。在於基板706下方掃掠之前，磁心702在位置708處。在位置708處，磁心702定位於近似垂直於基板706之半徑R。因此，對於 $r \approx R$ 而言，與由捲繞於磁心702上的線圈產生的磁場耦合之導電層之部分大體在距晶圓之中心相同徑向距離處。注意當磁心702在基板706下方掃掠時，平臺704與基板706兩者皆旋轉。如所指示的，基板706亦可相對於平臺704掃掠。此外，旗標710及旗標感測器712可用以感測平臺704之旋轉位置。

【0068】最初，參閱第4圖及第8A圖，在執行研磨之前，在無任何基板存在的情況下，將振盪器50調諧至LC電路之諧振頻率。此諧振頻率產生來自RF放大器54的輸出訊號之最大振幅。

【0069】如第8B圖中所示，對於研磨操作而言，基板10置放成與研磨墊30接觸。基板10可包括矽晶圓12及導電層16，該導電層16例如，金屬（諸如，設置於一或更多個經圖案化下層14上的銅、鋁、鈷、鈦或氮化鈦），該等下層14可為半導體層、導體層或絕緣體層。諸如鉭或氮化鉭之阻障層18可分隔金屬層與下層介電質。經圖案化下層14可包括金屬特徵結構，例如，溝槽、通孔、襯墊及銅、鋁或鎢之互連。由於在研磨之前，大部分導電層16最初相對較厚且連續，故該導電層16具有較低電阻率，且相對較強的渦電流可在導電層中產生。渦電流使金屬層充當與感測線圈46及電容器52並聯之阻抗源。因此，導電膜16之存在降低感測器電路之品質因數，藉此顯著地減小來自RF放大器54的訊號之振幅。

【0070】參閱第8C圖，當研磨基板10時，導電層16之塊部分薄化。當導電層16薄化時，該導電層16之薄片電阻率增加，且金屬層中之渦電流被衰減。因此，導電層16與感測器電路系統之間的耦接減少（亦即，增加虛擬阻抗源之電阻率）。當耦接減少時，感測器電路之品質因數向著該品質因數之原始值增加，從而使來自RF放大器54的訊號之振幅升高。

【0071】參閱第8D圖，最終移除導電層16之塊部分，從而在經圖案化下層14之間的溝槽中留下導電互連。此時，基板中導電部分之間的耦接大體較小且大體不連續，且感測器電路到達最小值。因此，感測器電路

之品質因數到達目標值（可與完全缺少基板時的品質因數區別）。此舉引起來自感測器電路的輸出訊號之振幅之變化率顯著減小。

【0072】 第9圖圖示用於研磨基板上的金屬層之製程900之示例性流程圖。金屬層可具有700歐姆埃或700歐姆埃以上之電阻率，例如，1500歐姆埃或1500歐姆埃以上，例如，2500歐姆埃或2500歐姆埃以上。金屬層可具有小於10000歐姆埃之電阻率。舉例而言，金屬層可為鈷、鈦或鉑或阻障金屬，諸如，金屬氮化鈦。在研磨之前，金屬層可具有介於1000埃至2000埃之間的厚度。在研磨站處研磨金屬層（步驟902）。渦電流監控系統在研磨期間量測金屬層之厚度（步驟904）。可將量測饋送至閉環反饋系統中，以控制基板上的承載頭70之不同腔室之壓力，以便均勻地研磨金屬層（步驟906）。渦電流監控系統可具有大於12 MHz之諧振頻率，例如，約14 MHz至16 MHz，例如，15 MHz。對於研磨一些金屬層（例如，鈷）而言，此舉可容許2000埃以下（例如，下至約200埃）的層厚度之準確量測。因此，壓力之反饋控制可向下執行，直至金屬層具有200埃至300埃之厚度為止，在金屬層具有200埃至300埃之厚度時可停止研磨（步驟908）。

【0073】 在渦電流感測器之經改良靈敏度的情況下，所施加的壓力之閉環控制可藉由承載頭之不同腔室來執行，對於具有較低電阻率的金屬（例如，銅、鋁及鎢）

而言，該閉環控制在較薄金屬層厚度處具有較大可靠性。對於此等金屬而言，預定厚度位準可低於200埃，例如，50埃以下，例如，下至金屬層之清除偵測或實質移除。

【0074】此外，渦電流感測器可用以偵測是否存在金屬殘留物餘留在基板上及是否下層（例如，下層阻障層或下層介電層）已完全曝露。殘留物為在下層已實質上曝露時金屬層之仍餘留在下層上的金屬，例如，下層上（但不在溝槽中）金屬之小的未連接之斑點。此舉容許更準確的終點控制且降低對於審慎的過度研磨之需要。金屬殘留物可為具有小於700歐姆埃的電阻率之金屬（例如，銅、鋁或鎢）之殘留物。在一些實施中，金屬為銅且下層為阻障層，例如，Ti、TiN或Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>。在一些實施中，金屬為阻障層金屬，例如，Ti、TiN或Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>，且下層為介電層。在此情況下，金屬殘留物可為具有大於700歐姆的電阻率之阻障層金屬之殘留物。

【0075】參閱第10圖，曲線圖1002圖示自渦電流感測器隨時間接收的訊號1004。RTPC%軸表示自渦電流感測器接收的訊號。大於空氣之臨限值的訊號指示存在導電性足以被量測到之材料。因此，在研磨製程開始時，訊號較高，因為正在研磨的材料之層1008較厚。如曲線圖1002中所指示的，隨著層1008經研磨且薄化，訊號下降。當如步驟1006b處所示，清除層1008時，訊號之變化率（亦即，斜率）改變，如藉由曲線圖1002中標

記為「清除 ep」的點所指示的。可偵測斜率之變化，且斜率之變化可用以決定清除了層 1008。

【0076】 當繼續研磨基板時，所接收的訊號指示下層 1012 中金屬特徵結構 1010 之厚度。渦電流監控系統可用以繼續研磨層 1012 及金屬特徵結構 1010 直至金屬特徵結構 1010 之預定厚度餘留為止。

【0077】 參閱第 11 圖，類似製程可用於柱平坦化之偵測。藉由選擇渦電流感測器的適當的諧振頻率（該適當的諧振頻率可能需要高於 15 MHz），有可能獲取取決於金屬柱之厚度的訊號。曲線圖 1102 圖示自渦電流感測器隨時間接收的訊號。如步驟 1106b 中所示，柱平坦化之曲線圖之斜率變化指示柱之平坦化。在此點處，已將伸出超過層 1112 之柱 1110 研磨至與包圍柱 1110 的層 1112 的材料之位準相對相似之位準。在一些實施中，可以第一速率研磨基板直至柱 1110 平坦化為止，且在平坦化之後以第二速率研磨層 1112 及柱 1110 至預定厚度。舉例而言，第一速率可比第二速率更快，因為在平坦化之前的訊號之變化率比較大。因此，可更迅速地偵測到訊號之變化。一旦到達平坦化之點，則第二速率可相對較慢，以提供更準確的終點控制。

【0078】 第 12 圖圖示用於研磨基板上的層之替代性製程 1200 之示例性流程圖。在渦電流感測器之經改良靈敏度及選擇適當諧振頻率（該適當諧振頻率可能需要高於 15 MHz）的情況下，有可能量測（例如）至少在某

些類型之基板（諸如，後段製程中的基板，例如，具有金屬6或金屬7之基板）上的金屬特徵結構之厚度。此舉容許將基板研磨至金屬特徵結構之預定厚度。金屬特徵結構為分立的單獨金屬特徵結構，例如，基板上的溝槽內部之金屬，或在下層之平坦表面上方延伸的金屬柱。金屬特徵結構可為具有小於700歐姆埃的電阻率之金屬（例如，銅、鋁或鎢）。在研磨站處研磨基板（步驟1202），且渦電流監控系統用以監控層中金屬特徵結構之厚度（步驟1204）。視需要，金屬特徵結構之厚度可用以控制由承載頭施加於基板之壓力（步驟1206）。研磨可在渦電流監控系統指示餘留金屬特徵結構之預定厚度時停止（步驟1208）。

**【0079】** 在一些實施中，如參閱第10圖所述，可在研磨具有金屬特徵結構的層之前，首先清除具有金屬特徵結構的層之頂部上的覆蓋層。舉例而言，金屬層可在經圖案化下層上沉積，其中下層之頂部上的金屬為覆蓋層且圖案之溝槽中的金屬提供金屬特徵結構。在一些實施中，來自渦電流感測器的訊號量值之減少率的變化可指示覆蓋層之清除。

**【0080】** 在一些實施中，如上文參閱第11圖所述，製程1200可用於柱平坦化。舉例而言，層可包括用於通孔（例如，穿過矽之通孔）之銅柱。藉由渦電流感測器監控之金屬特徵結構可為銅柱。此外，當柱經平坦化時，來自渦電流感測器的訊號量值之減少率可改變。隨後可

將層及經平坦化柱進一步研磨至藉由渦電流監控系統指示的預定厚度。

【0081】 渦電流及光學監控系統可用於各種研磨系統。研磨墊或承載頭中之任一者或兩者皆可移動，以提供研磨表面與基板之間的相對移動。研磨墊可為緊固至平臺的圓形（或一些其他形狀）襯墊、在供應輥及捲取輥之間延伸的帶子，或傳動皮帶。研磨墊可添加於平臺上、在研磨操作之間在平臺內遞增前進或在研磨期間在平臺內被連續驅動。在研磨期間襯墊可緊固至平臺，或在研磨期間在平臺與研磨墊之間可存在液體軸承。研磨墊可為標準（例如，具有或不具有填料之聚胺酯）粗糙襯墊、軟襯墊或固定磨料襯墊。可將振盪器之驅動頻率調諧至存在經研磨或未經研磨之基板（具有或不具有承載頭）的情況下的諧振頻率或調諧至一些其他參考，而非在不存在基板時調諧。

【0082】 儘管圖示為定位於相同孔中，但光學監控系統140可在平臺上定位於與渦電流監控系統40之位置不同的位置處。舉例而言，光學監控系統140及渦電流監控系統40可定位於平臺之相對側上，以便該光學監控系統140及該渦電流監控系統40交替地掃描基板表面。

【0083】 已描述本發明之若干實施例。然而，將理解，在不脫離本發明之精神及範疇的情況下可進行各種修正。因此，其他實施例在以下申請專利範圍之範疇內。

## 【符號說明】

## 【 0 0 8 4 】

1 0	基板	1 2	矽晶圓
1 4	下層	1 6	導電層
1 8	阻障層	2 0	化學機械研磨設備
2 2	研磨站	2 2 a	第一站
2 3	移送站	2 4	平臺
2 6	凹部	2 8	襯墊調節設備
2 9	旋轉電氣管套節	3 0	研磨墊
3 2	背托層	3 4	覆蓋層
3 6	視窗 / 透明部分	3 8	漿料
3 9	漿料分配系統	4 0	渦電流監控系統
4 2	磁心	4 6	感測線圈
4 9	驅動線圈	5 0	振盪器
5 2	電容器	5 4	RF 放大器
5 6	二極體	6 0	可旋轉多頭迴轉料架
6 2	中心柱	6 4	迴轉料架軸
6 6	迴轉料架支撐板	6 8	蓋子
7 0	承載頭	7 2	徑向槽
7 4	承載驅動軸	7 6	承載頭旋轉馬達
8 0	位置感測器	8 2	旗標
9 0	通用可程式化數位電腦	9 2	輸出裝置
1 0 2	外殼	1 0 4	基底總成
1 0 6	萬向節機構	1 0 8	裝載腔室
1 1 0	基板背托總成	1 1 6	撓性膜
1 4 0	光學監控系統	1 4 2	光束
1 4 4	光源	1 4 6	偵測器
2 0 0	固定環	2 3 0	內部腔室
2 3 2	中間腔室	2 3 4	中間腔室
2 3 6	中間腔室	2 3 8	外部腔室
4 0 0	渦電流監控系統	4 0 2	驅動線圈
4 0 4	振盪磁場	4 0 6	導電區域
4 0 8	磁心	4 1 0	背部部分
4 1 2 a	叉指	4 1 2 b	叉指
4 1 2 c	叉指	4 1 4	感測線圈
4 1 6	電容器	4 1 8	整流器

4 2 0	輸 出	4 2 2	線 圈
4 2 4	電 容 器	4 2 8	整 流 器
4 3 0	反 饋 電 路	4 3 2	振 盪 磁 場
5 0 0	磁 心	5 0 2	背 部 部 分
5 0 4 a	叉 指	5 0 4 b	叉 指
5 0 4 c	叉 指	5 0 6	線 圈
6 0 0	基 板	6 0 2	磁 心
6 0 4	區 段	7 0 0	化 學 機 械 研 磨 系 統
7 0 2	磁 心	7 0 4	平 臺
7 0 6	基 板	7 0 8	位 置
7 1 0	旗 標	7 1 2	旗 標 感 測 器
9 0 0	製 程	9 0 2	步 驟
9 0 4	步 驟	9 0 6	步 驟
9 0 8	步 驟	1 2 0 0	替 代 性 製 程
1 2 0 2	步 驟	1 2 0 4	步 驟
1 2 0 6	步 驟	1 2 0 8	步 驟
A - A'	切 片	C	電 容
H b	高 度	H p	高 度
H t	高 度	L	長 度
L t	長 度	R	半 徑
S 1	距 離	S 2	距 離
V 0	振 幅	W	寬 度
W 1	寬 度	W 2	寬 度
W 3	寬 度	W t	寬 度

## 【生物材料寄存】

【 0 0 8 5 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 8 6 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種化學機械研磨一基板之方法，該方法包括以下步驟：

在一研磨站處的該基板上研磨一金屬層；

在該研磨站處的研磨期間，以一渦電流監控系統監控該金屬層的厚度；及

在該研磨站處研磨該金屬層的期間，基於來自該渦電流監控系統之該金屬層的厚度量測控制一承載頭施於該基板的壓力，以減小該金屬層的一預期厚度分佈與一目標分佈之間的差異，其中該金屬層具有大於700 歐姆埃 ( ohm Angstroms ) 的電阻率。

【第2項】 如請求項1所述之方法，其中該目標分佈為一平坦分佈，且減小差異改良該金屬層之厚度均勻性。

【第3項】 如請求項1所述之方法，其中該金屬層具有小於10000 歐姆埃之一電阻率。

【第4項】 如請求項1所述之方法，該方法進一步包含以下步驟：在該渦電流監控系統指示該金屬層之一預定厚度餘留在該基板上時停止研磨。

【第5項】 如請求項1所述之方法，其中該渦電流監控系統具有大於12 MHz 之一諧振頻率。

【第6項】 如請求項5所述之方法，其中該渦電流監控

系統具有介於約 14 MHz 與 16 MHz 之間的一諧振頻率。

【第 7 項】 如請求項 1 所述之方法，其中該金屬為鈷。

【第 8 項】 如請求項 1 所述之方法，其中該金屬為鈦。

【第 9 項】 如請求項 1 所述之方法，其中該金屬為氮化鈦。

【第 10 項】 如請求項 1 所述之方法，該方法進一步包含以下步驟：在沒有一光學監控系統的情況下監控該金屬層之研磨。

【第 11 項】 一種化學機械研磨一基板之方法，該方法包含以下步驟：

在一研磨站處研磨該基板上的一層之複數個分立的單獨金屬特徵結構；

使用一渦電流監控系統來監控該層中的該等金屬特徵結構之厚度；以及

在該研磨站處研磨該層期間基於來自該渦電流監控系統的該等金屬特徵結構之厚度量測，來控制由一承載頭施加於該基板之壓力，以減小該金屬特徵結構之一預期厚度分佈與一目標分佈之間的差異。

【第 12 項】 如請求項 11 所述之方法，該方法進一步包含以下步驟：在該渦電流監控系統指示該等金屬特徵結構之一預定厚度餘留在該基板上時停止研磨該

層。

- 【第13項】 如請求項11所述之方法，其中該目標分佈為一平坦分佈，且減小差異改良該層之厚度均勻性。
- 【第14項】 如請求項11所述之方法，其中該等金屬特徵結構藉由一固體介電材料分隔，該固體介電材料側向圍繞該等金屬特徵結構。
- 【第15項】 如請求項11所述之方法，其中該等金屬特徵結構為該層中之金屬填充的溝槽。
- 【第16項】 如請求項11所述之方法，其中該等金屬特徵結構由銅組成。
- 【第17項】 如請求項11所述之方法，其中該等金屬特徵結構包含導電接線或通孔。
- 【第18項】 如請求項15所述之方法，該方法進一步包含以下步驟：在研磨該等金屬填充的溝槽之前清除一覆蓋層。
- 【第19項】 如請求項18所述之方法，該方法進一步包含以下步驟：藉由偵測來自該渦電流監控系統的一訊號之量值的變化率之一變化，來決定該覆蓋層之該清除。
- 【第20項】 如請求項14所述之方法，其中該等金屬特徵結構藉由空氣及該固體介電材料分隔，該固體介

電材料側向圍繞該等金屬特徵結構。

【第21項】 如請求項11所述之方法，其中該等金屬特徵結構為用於穿過矽之通孔的柱。

【第22項】 如請求項21所述之方法，其中該等柱由銅組成。

【第23項】 如請求項21所述之方法，該方法進一步包含該柱之平坦化，其中該柱在該層上方伸出。

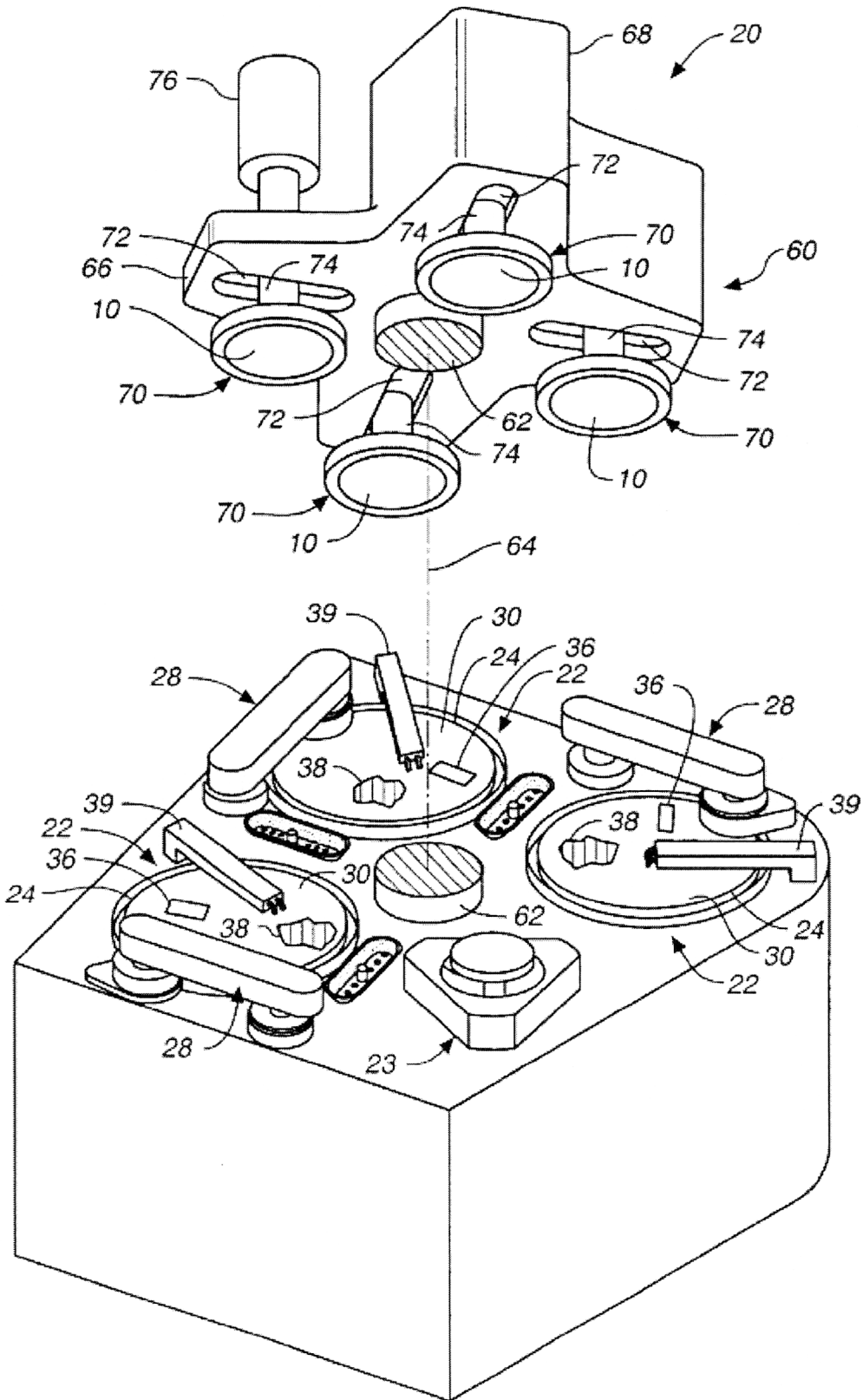
【第24項】 如請求項23所述之方法，該方法進一步包含以下步驟：藉由偵測來自該渦電流監控系統的一訊號之量值的變化率之一變化，來決定該銅柱之該平坦化。

【第25項】 如請求項11所述之方法，其中該渦電流監控系統具有大於12 MHz之一諧振頻率。

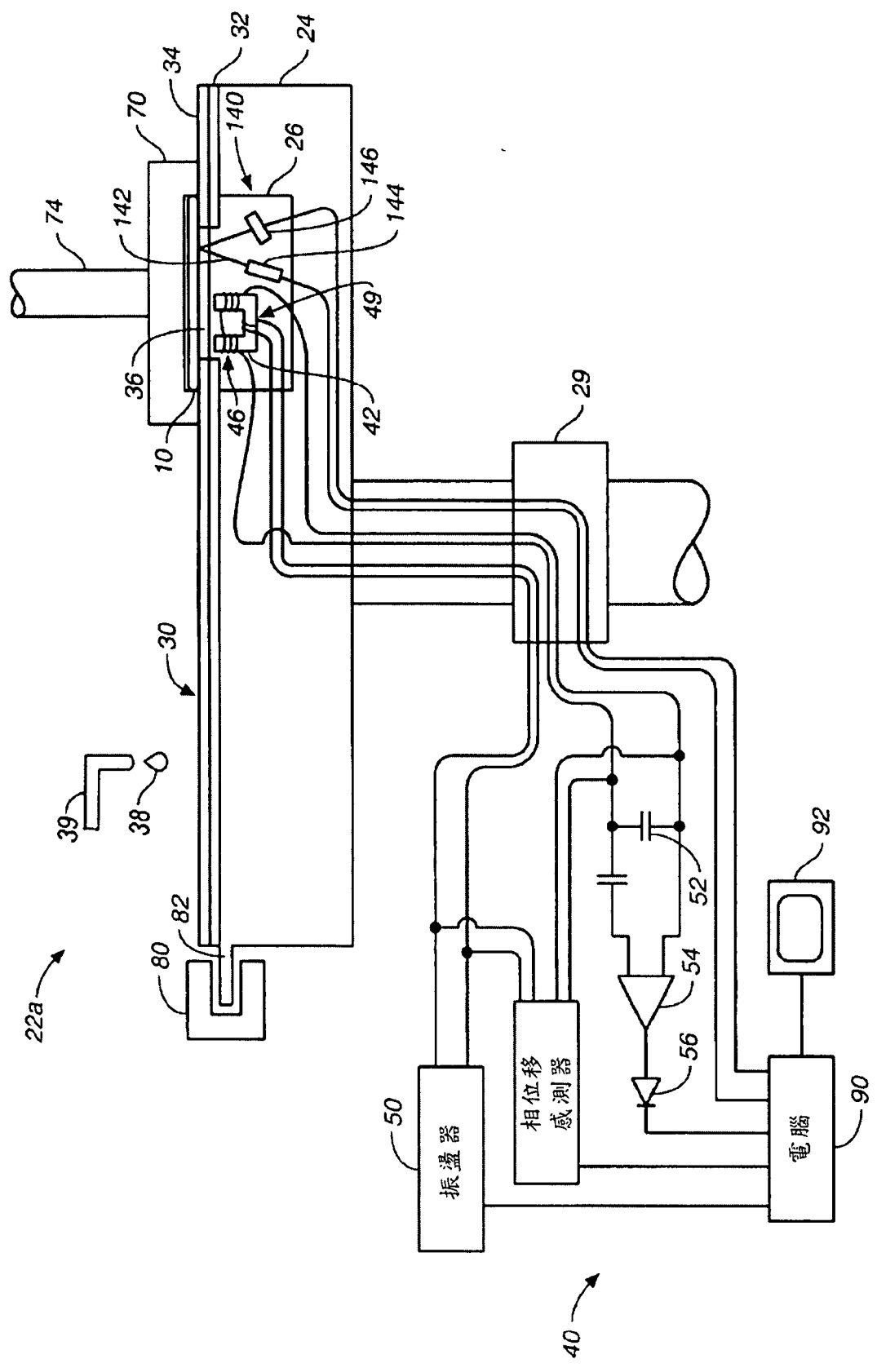
【第26項】 如請求項25所述之方法，其中該渦電流監控系統具有介於約14 MHz與16 MHz之間之一諧振頻率。

【第27項】 如請求項21所述之方法，該方法進一步包含以下步驟：在沒有一光學監控系統的情況下監控該層之研磨。

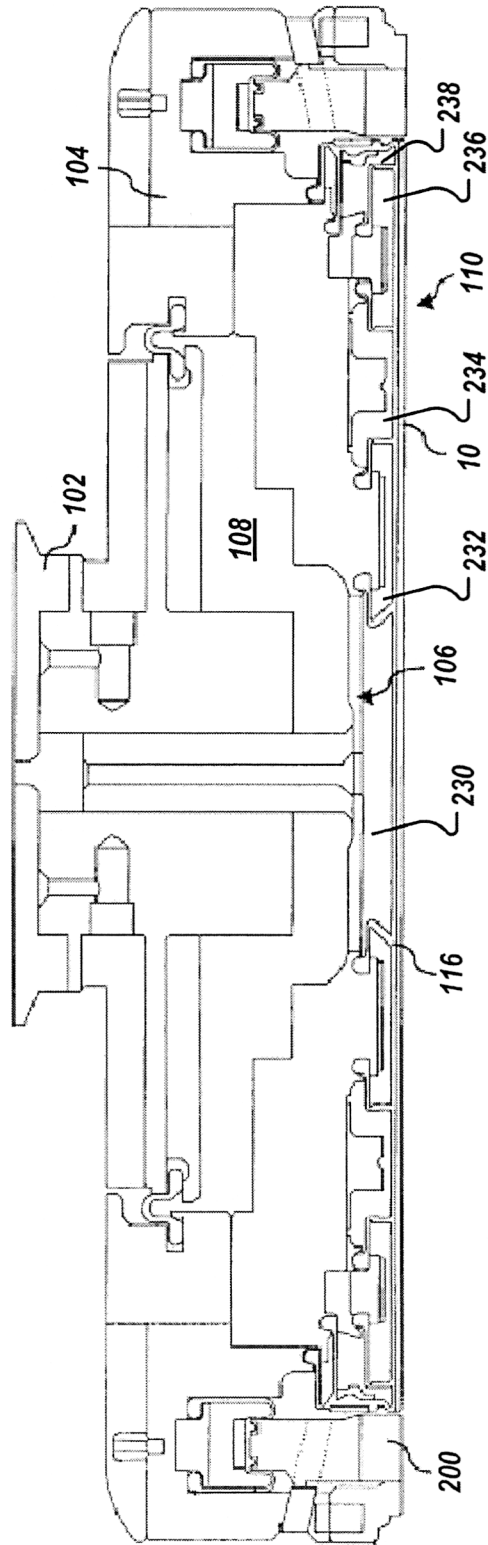
圖式



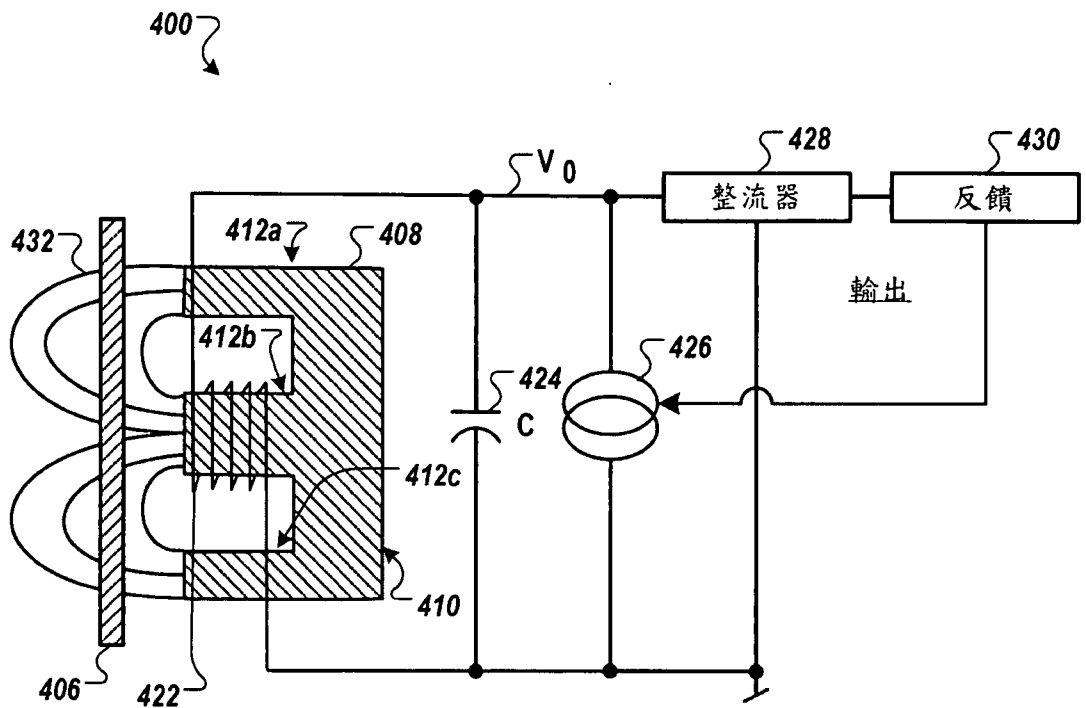
第1圖



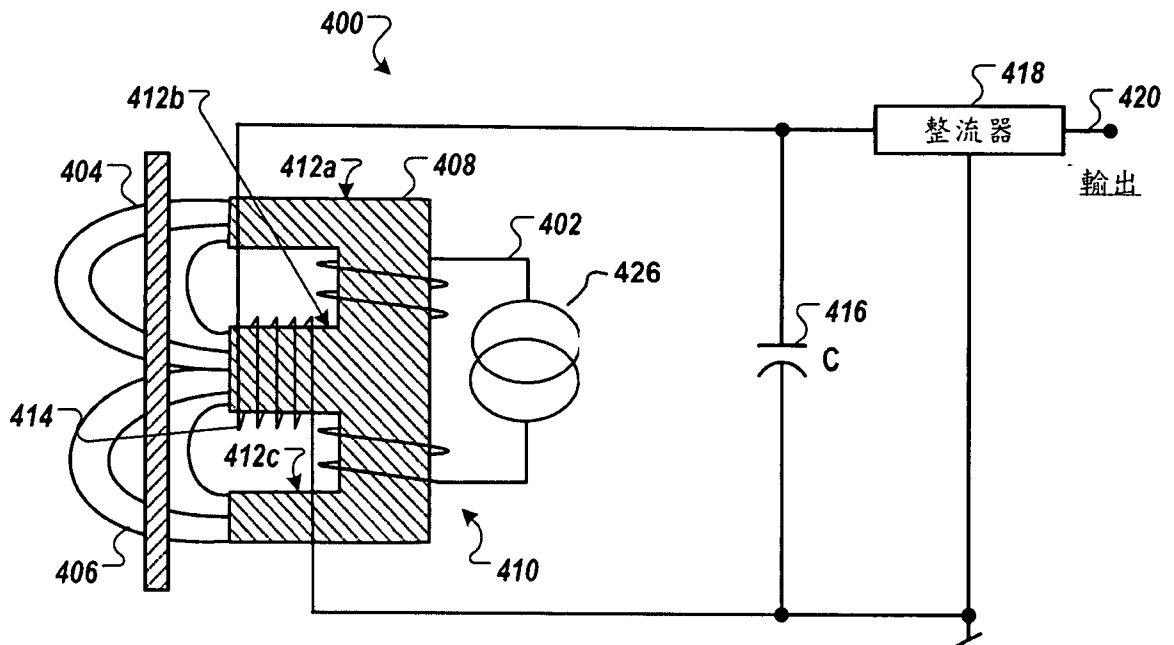
第2圖



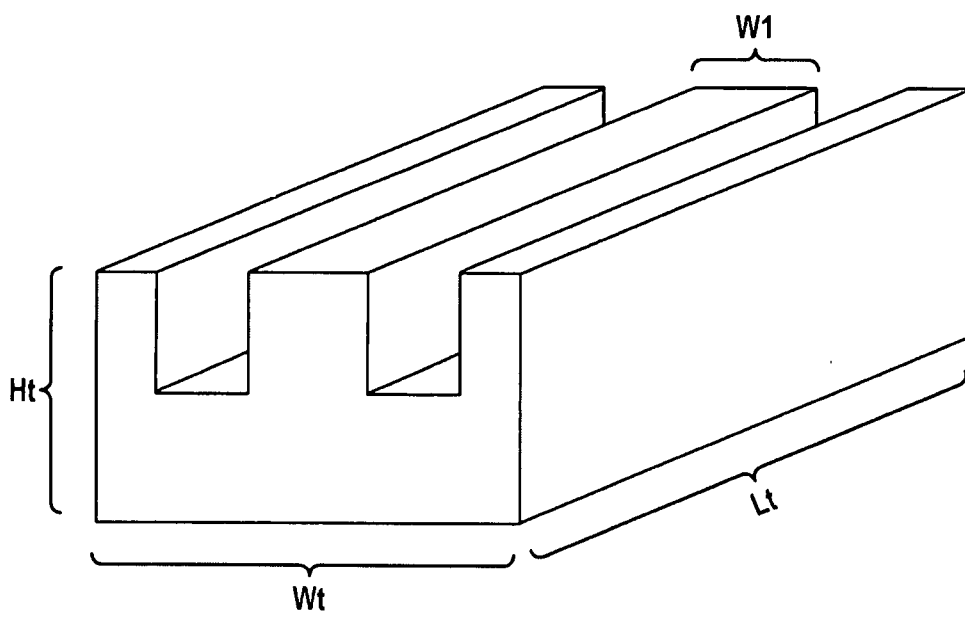
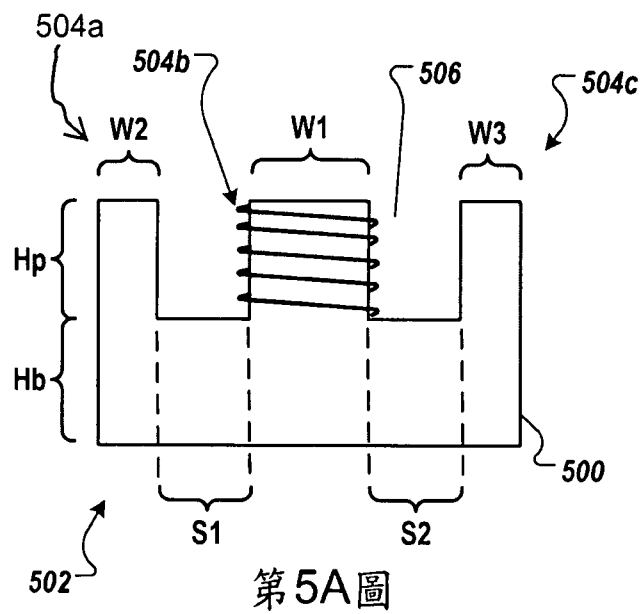
第3圖



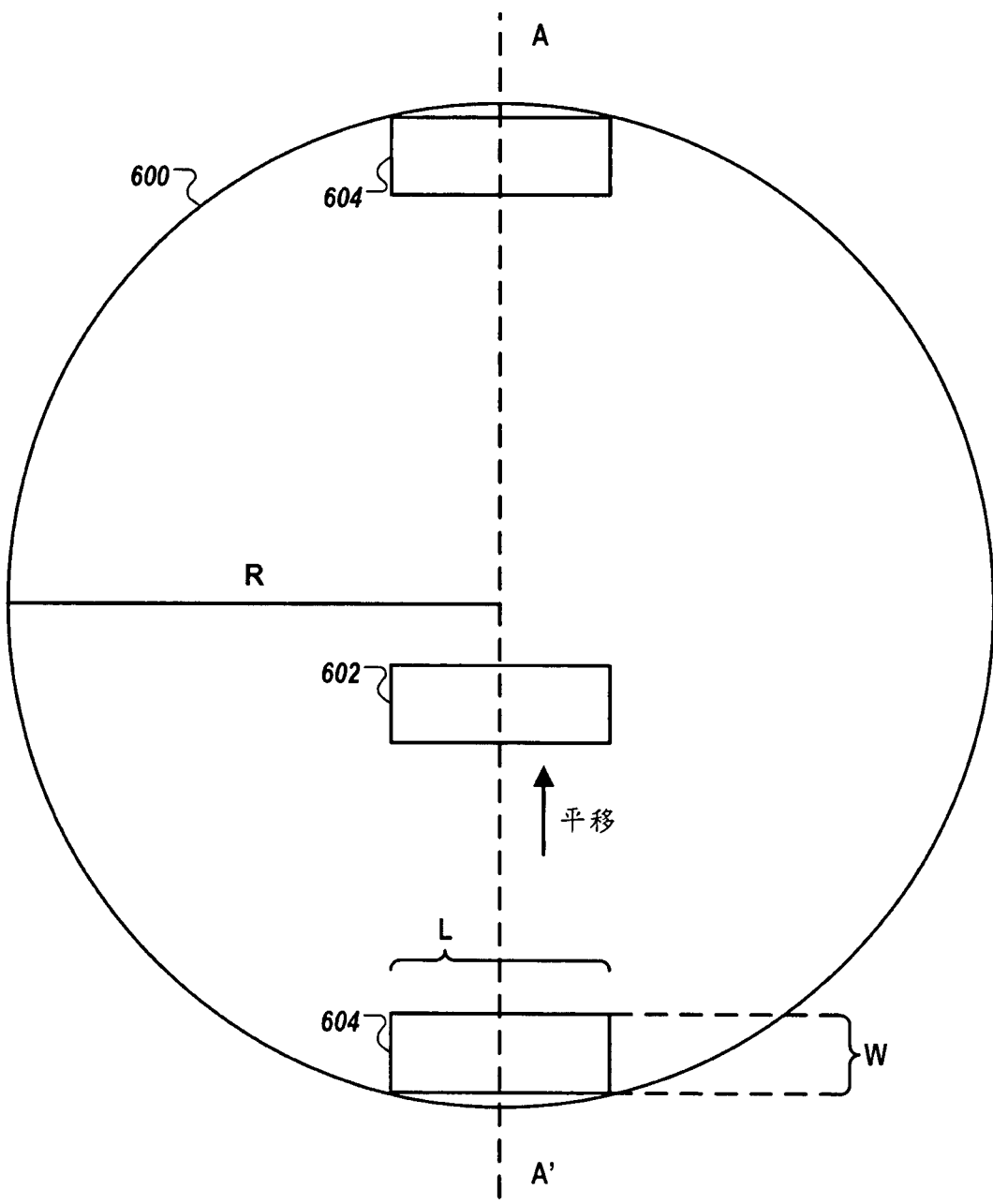
第4A圖



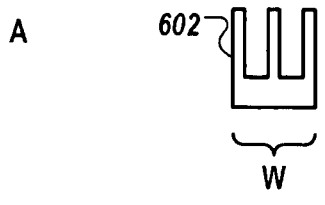
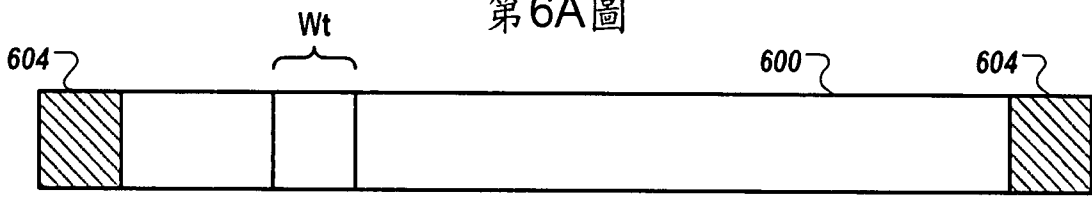
第4B圖



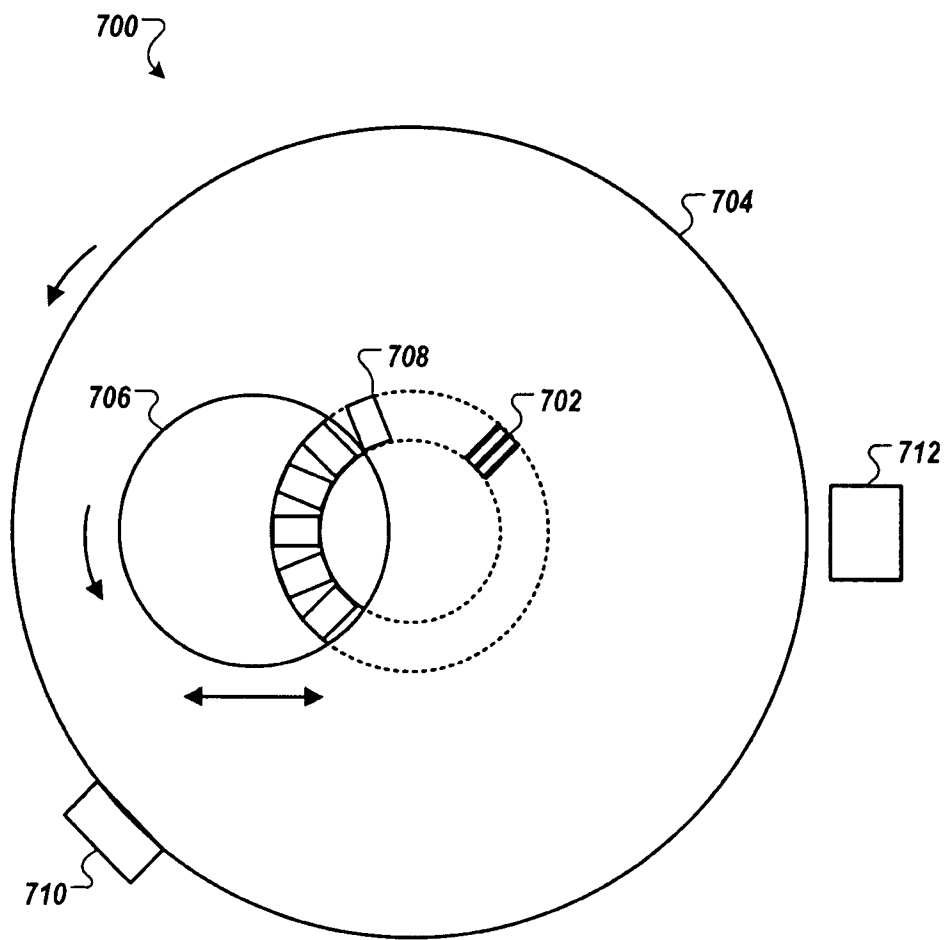
第5B圖



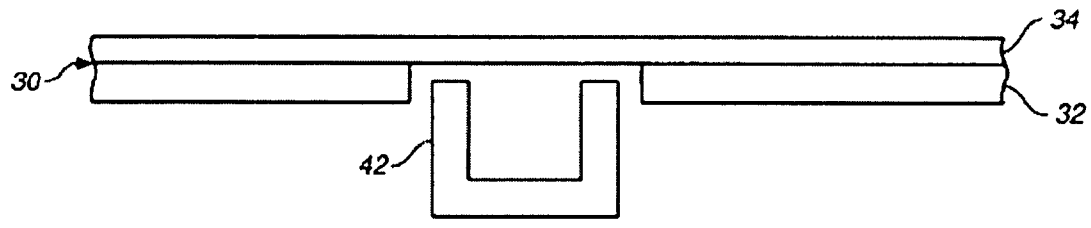
第6A圖



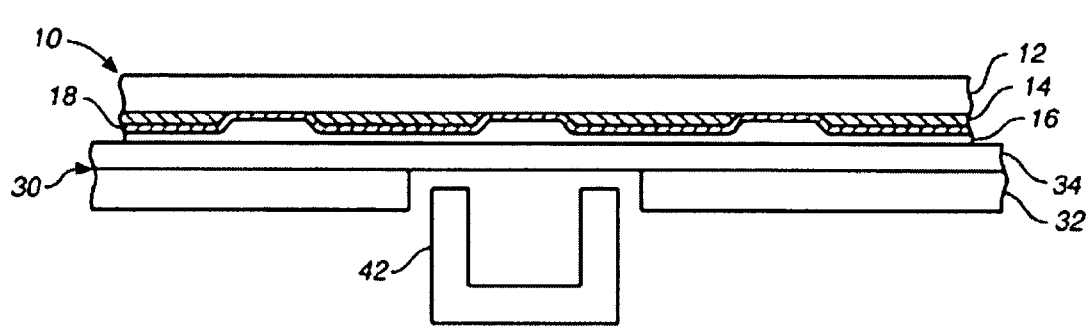
第6B圖



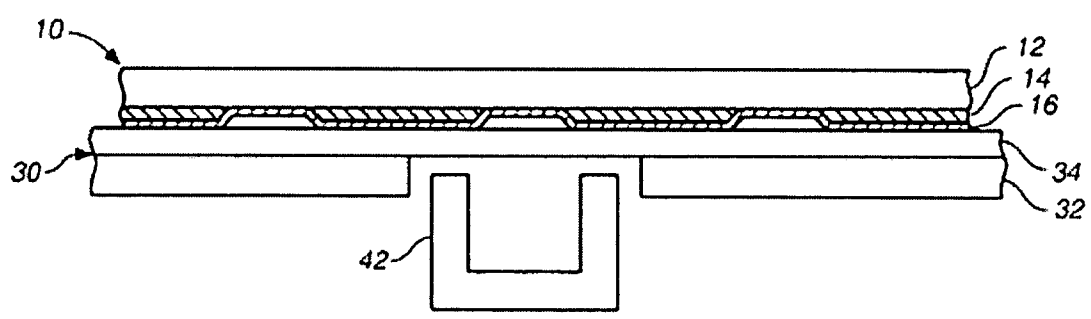
第7圖



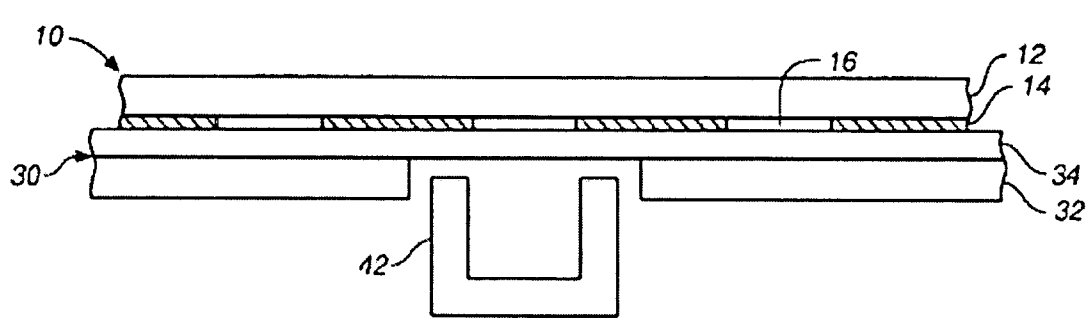
第8A圖



第8B圖

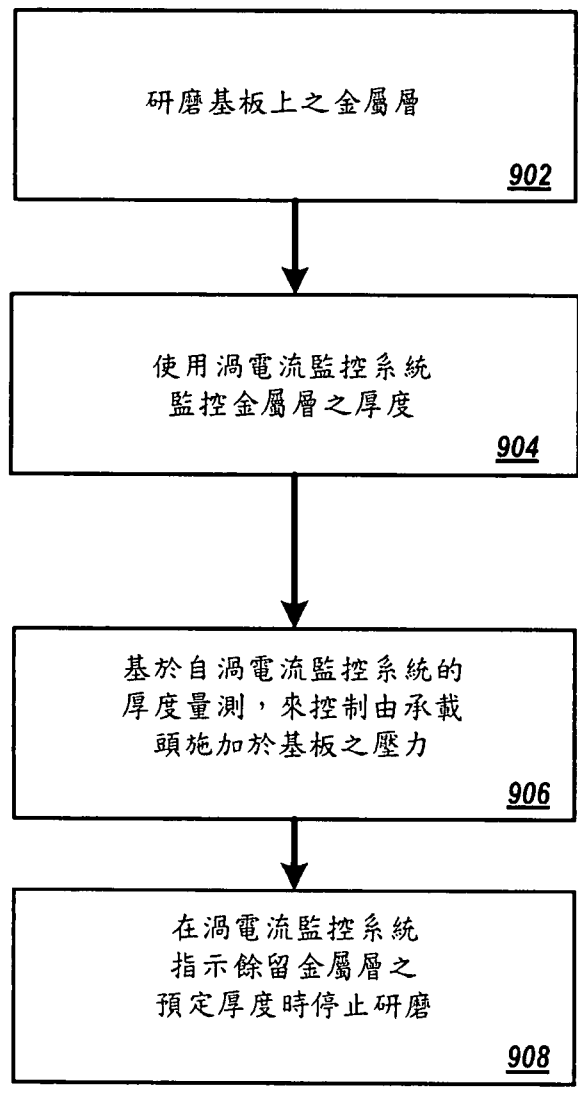


第8C圖



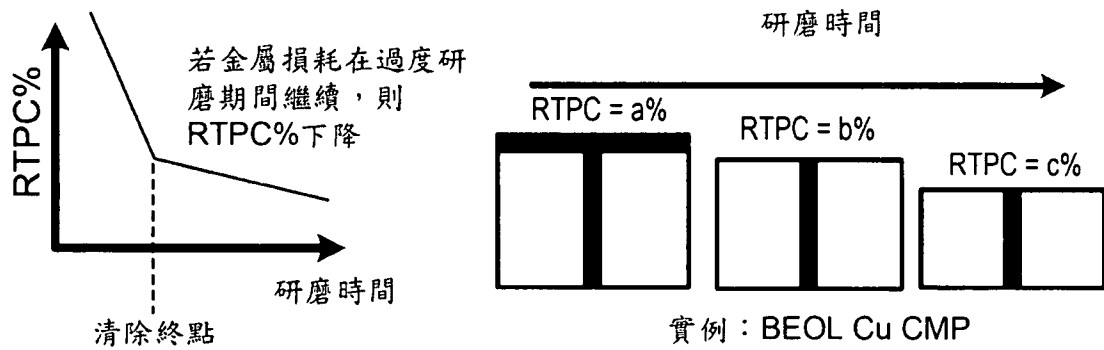
第8D圖

900 ↘



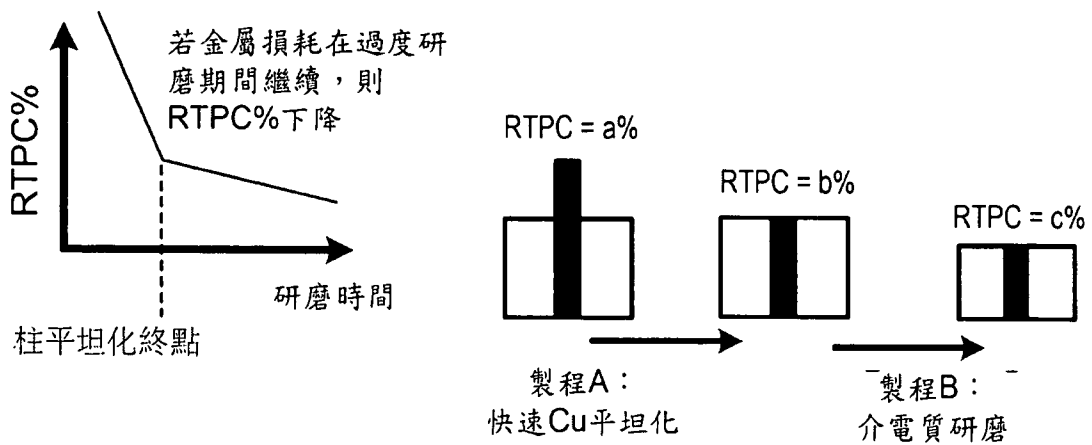
第9圖

偵測Rs及Rs均勻性之應用



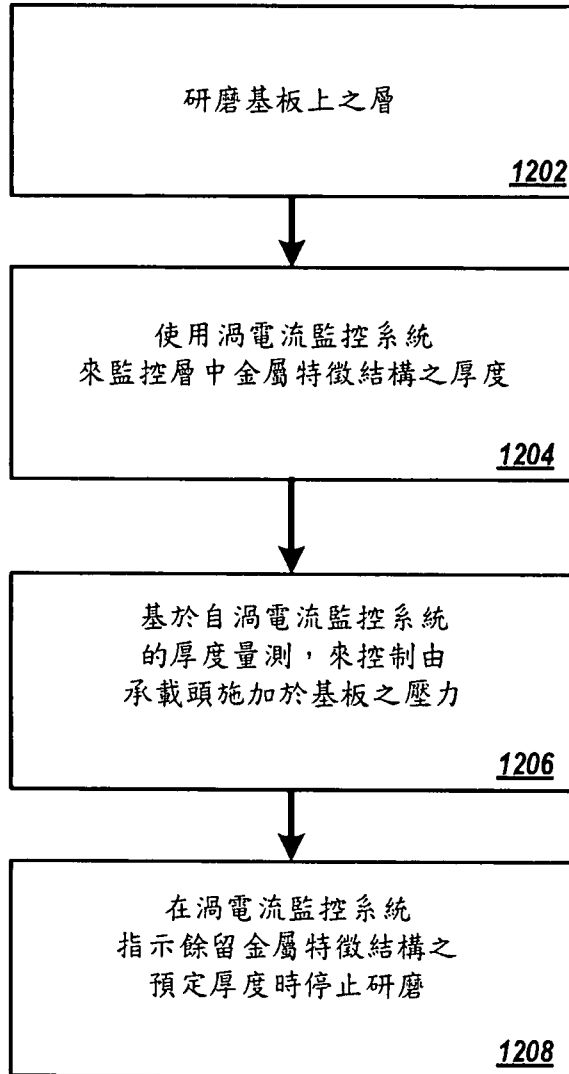
第10圖

Cu TSV中柱平坦化之偵測



第11圖

1200 ↘



第12圖