



第 93141486 號申請案

發明專利說明書

修正本 修正 2007.12.28

(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： 93141486

※ 申請日期： 93-12-30

※ IPC 分類：C25D 5/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

C25D 5/02 (2006.01)

在電化學製造結構期間用於維持層之平行及/或達到所欲層之厚度的方法及裝置
 METHOD AND APPARATUS FOR MAINTAINING PARALLELISM OF LAYERS
 AND/OR ACHIEVING DESIRED THICKNESSES OF LAYERS DURING THE
 ELECTROCHEMICAL FABRICATION OF STRUCTURES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

微製造股份有限公司/MICROFABRICA INC.

代表人：(中文/英文)

亞瑞特 法西特/ARAT, VACIT

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州博班克·西伊莎貝爾街1103號

1103 W. Isabel Street, Burbank, CA 91506, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/U.S.A.

三、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 佛洛德 烏里/FRODIS, URI
2. 柯恩 亞當 L./COHEN, ADAM L.
3. 洛卡德 麥可 S./LOCKARD, MICHAEL S.

國籍：(中文/英文)

1. 加拿大/Canada
2. 3. 美國/U.S.A.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國; 2003,12,31; 60/534,183

2.

3.

4.

5.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

相關的申請案資料

此申請案主張2003年12月31日所申請之美國暫時專利
5 申請案案號60/534,183的利益。此參考申請案如若以其全文
提出般，以參考之方式併於本文。

發明領域

本發明係關於一般的電化學製造領域且與三維結構
(例如微尺度或中尺度結構)之形成有關。更特別的是，本發
10 明係關於一種經改良的方法及裝置，其可用來在層間達成
想要的平行程度及/或用來達成該結構層所欲之厚度。

【先前技術】

發明背景

已由愛登(Adam)L.古漢(Cohen)發明一種從複數層黏
15 附層來形成三維結構(例如零件、組件、裝置及其類似物)
的技術，且此已熟知為電化學製造。其已由加州(California)
柏班克(Burbank)的微菲布卡有限公司(Microfabrica
Inc.)(以前稱為門金®股份(有限)公司(MEMGen®
Corporation))，以伊飛伯(EFAB)TM之名稱從事商業製造。此
20 技術描述在2000年2月22日所發證的美國專利案號
6,027,630中。此電化學沉積技術可使用單一遮蔽技術來選
擇性沉積一材料，其包括使用一在一支撐結構上之遮罩，
該遮罩包括經圖案化可保形的材料，且該支撐結構與將在
上面進行電鍍的基材無關。當想要使用此遮罩來進行電沉

積時，讓該遮罩之可保形部分會與一基材接觸，同時於電鍍溶液存在下，如此該遮罩之可保形部分與該基材之接觸能抑制在所選擇的場所處沉積。為了方便起見，這些遮罩通常可稱為可保形的接觸遮罩；此遮蔽技術通常可稱為可保形的接觸遮罩電鍍方法。更特別的是，在加州柏班克之微菲布卡有限公司(以前稱為門金®股份(有限)公司)的術語中，此遮罩已熟知為立即馬司克(INSTANT MASKS)TM，及此方法已熟知為立即馬司金TM(INSTANT MASKINGTM)或立即馬司克TM(INSTANT MASKTM)電鍍。可使用選擇性沉積(其已使用一可保形的接觸遮罩電鍍)來形成一單層材料層，或可使用其來形成一多層結構。’630專利之教導如若以其全文提出於本文般，藉此以參考之方式併於本文。因為導致上述提及的專利之專利申請案的申請，故已有多篇關於可保形的接觸遮罩電鍍(即立即馬司金(INSTANT MASKING))及電化學製造之文獻公告：

(1) A.古漢，G.張(Zhang)，F.錢(Tseng)，F.門斯菲爾得(Mansfeld)，U.弗拉狄斯(Frodis)及P.威爾(Will)，“伊飛伯：成批製造具有微尺度構形之功能性、完全緻密的金屬零件”，Proc.第9屆固體自由形態製造(9th Solid Freeform Fabrication)，1998年8月在奧斯丁(Austin)的德州大學(The University of Texas)，p 161。

(2) A.古漢，G.張，F.錢，F.門斯菲爾得，U.弗拉狄斯及P.威爾，“伊飛伯：高縱深比率、真實的3D MEMS之快速、低成本桌上型顯微機械加工”，1999年1月之Proc.第12屆

IEEE 微電子機械系統研討會 (12th IEEE Micro Electro Mechanical Systems Workshop), IEEE, p 244。

(3) A.古漢, “利用電化學製造之3D顯微機械加工”, 1999年3月的微機器裝置(Micromachine Devices)。

5 (4) G.張, A.古漢, U.弗拉狄斯, F.錢, F.門斯菲爾得及P.威爾, “伊飛伯: 真實的3D微結構之快速桌上型製造”, 1999年4月的Proc.第2屆空間應用之積體微奈米技術國際會議 (2nd International Conference on Integrated MicroNanotechnology for Space Applications), 航太公司
10 (The Aerospace)。

(5) F.錢, U.弗拉狄斯, G.張, A.古漢, F.門斯菲爾得及P.威爾, “伊飛伯: 使用低成本、自動化、成批方法之高縱深比率、任意的3D金屬微結構”, 1999年6月之第3屆高縱深比率微結構技術國際研討會(International Workshop on
15 High Aspect Ratio MicroStructure) (HARMST'99)。

(6) A.古漢, U.弗拉狄斯, F.錢, G.張, F.門斯菲爾得及P.威爾, “伊飛伯: 低成本、自動化、電化學成批製造之任意的3D微結構”, 顯微機械加工及微製造方法技術 (Micromachining and Microfabrication
20 Process Technology), 1999年9月的SPIE 1999顯微機械加工及微製造座談會 (Symposium on Micromachining and Microfabrication)。

(7) F.錢, G.張, U.弗拉狄斯, A.古漢, F.門斯菲爾得及P.威爾, “伊飛伯: 使用低成本、自動化、成批方法之高

縱深比率、任意的3D金屬微結構”，MEMS座談會，1999年11月之ASME 1999國際機械工程會議及展覽會(International Mechanical Engineering Congress and Exposition)。

- 5 (8) A.古漢，“電化學製造(伊飛伯TM)”，MEMS手冊第19章，由莫罕得(Mohamed)Gad-EI-Hak編輯，CRC出版社，2002。

- (9) “微製造-快速原型的致命應用”，1999年6月的快速原型報導(Rapid Prototyping Report)第1-5頁，CAD/CAM出版公司。
- 10

這九篇公告之揭示如若以其全文提出於此般，藉此以參考之方式併於本文。

- 可如在上述專利及公告中所提出般，以數種不同方法來進行該電化學沉積方法。在一種形式中，此方法在欲形成的結構之每層的形成期間包括執行三種個別的操作：
- 15

1.利用電沉積將至少一種材料選擇性沉積在一基材之一或多個想要的區域上。

- 2.然後，利用電沉積進行掩蓋沉積至少一種其它材料，以便此其它沉積物覆蓋在該基材之先前經選擇性沉積的區域與先前未接受任何選擇性沉積塗佈之區域此二區域上。
- 20

3.最後，平坦化在該第一及第二操作期間所沉積的材料，以產生一具有平滑表面的第一層，其具有想要的厚度且至少一個區域包含至少一種材料，且至少一個區域包含

至少一種其它材料。

在該第一層形成後，可形成一或多層其它層，其立即與前述層毗連且黏附至前述層的平滑表面。這些其它層可藉由重覆第一至第三操作一或多次而形成，其中每層隨後
5 層之形成皆把先前形成的層及起始基材視作一新及變厚的基材。

一旦已完成形成全部的層，通常會利用蝕刻方法來移除所沉積的至少一種材料之至少一部分，以曝露或釋放出意欲形成的三維結構。

10 包含在第一操作中的選擇性電沉積之較佳進行方法為使用可保形的接觸遮罩電鍍。在此電鍍型式中，首先形成一或多個可保形的接觸(CC)遮罩。該CC遮罩包括一支撐結構，於其上面黏附或形成一經圖案化可保形的介電材料。每個遮罩之可保形的材料可根據欲電鍍的材料之特別截面
15 而塑形。每個欲電鍍的單一截面圖案需要至少一個CC遮罩。

CC遮罩的支撐物典型為一由金屬所形成之板狀結構，該金屬能選擇性經電鍍且將從其溶解出欲電鍍的材料。在此典型的方法中，該支撐物將在一電鍍方法中作用
20 為陽極。在另一種方法中，該支撐物可取代為一多孔或其它有孔材料，該沉積材料將在電鍍操作期間以從終端陽極透過此支撐物至欲沉積的表面之方式通過。在任一種方法中，CC遮罩可共用一共同支撐物，即用來電鍍多重材料層之可保形的介電材料圖案可位於單一支撐結構的不同區域

中。當單一支撐結構包括多次電鍍圖案時，此整體結構指為CC遮罩，同時各別的電鍍遮罩可指為“副遮罩”。在本申請案中，此區別僅在當與一欲製得的特定位置有關時才會使用。

5 在準備進行第一操作的選擇性沉積時，將該CC遮罩之可保形部分放置在將進行沉積的基材之經選擇的部分之位置中，且逆著其加壓(或到一先前形成的層上或到一層之先前沉積的部分上)。以讓在該CC遮罩的可保形部分中之全部開口全部包含電鍍溶液的方式，進行將該CC遮罩與該基材
10 壓在一起。當提供適當的電壓及/或電流時，該CC遮罩其接觸基材之可保形材料將作為該電沉積的障礙物，同時該在CC遮罩中且已填滿電鍍溶液之開口則作為將材料從陽極(例如CC遮罩支撐物)傳遞至該基材的未接觸部分(其在電鍍操作期間作用為陰極)之途徑。

15 CC遮罩及CC遮罩電鍍之實例顯示在第1A-1C圖中。第1A圖顯示出CC遮罩8之側視圖，該遮罩由一已在陽極12上圖案化之可保形或可變形的(例如彈性體)絕緣體10組成。該陽極具有二種功能。第1A圖亦描繪出一與遮罩8分隔開的基材6。該陽極的功能之一為作為該經圖案化的絕緣體10之支
20 撐材料，以維持其完整性及排列，因為該圖案可具有拓撲學複雜性(例如，包括孤立的絕緣材料“島”)。另一功能為作為該電鍍操作的陽極。該CC遮罩電鍍可藉由下列方式將材料22選擇性沉積到基材6上：其藉由將該絕緣體簡單壓向該基材，然後透過在絕緣體中的空隙26a及26b來電沉積一材

料，如第1B圖所顯示。在沉積後，將該CC遮罩與基材6分離(較佳為非破壞性)，如顯示在第1C圖。該CC遮罩電鍍方法與“穿透遮罩(through-mask)”電鍍方法有所區別，在穿透遮罩電鍍方法中，將破壞性地進行該遮蔽材料與基材之分離。如使用穿透遮罩電鍍般，該CC遮罩電鍍可選擇性且同步在整個層上沉積材料。該經電鍍的區域可由一或多個分離的電鍍區域所組成，其中這些經分離的電鍍區域可屬於將形成的單一結構或可屬於將同步形成的多重結構。在移除過程中，不會故意破壞如為各別遮罩的CC遮罩電鍍，故它們可使用在多次電鍍操作中。

另一個CC遮罩及CC遮罩電鍍的實例則顯示在第1D-1F圖中。第1D圖顯示出一與遮罩8'分離的陽極12'，該遮罩包括一經圖案化之可保形的材料10'及一支撐結構20。第1D圖亦描繪出該基材6與遮罩8'分離。第1E圖闡明將遮罩8'帶至與基材6接觸。第1F圖闡明從陽極12'傳導電流至基材6而產生的沉積物22'。第1G圖闡明在與遮罩8'分離後，該沉積物22'在基材6上。在此實例中，在基材6與陽極12'間放置適當的電解質，來自溶液及陽極之一或二者的離子電流會透過在遮罩中的開口而傳導至將沉積材料的基材。此遮罩型式可指為無陽極立即馬司克TM(AIM)或指為無陽極可保形的接觸(ACC)遮罩。

不像穿透遮罩電鍍般，CC遮罩電鍍可讓所形成的CC遮罩與所製造進行電鍍的基材完全分離，例如與所形成的三維(3D)結構分離。可以多種方法來形成CC遮罩，例如，

可使用光微影光刻方法。全部遮罩可在結構製造前(而非在製造期間)同時產生。此分離可產生一簡單、低成本、自動化、自身包含及內部清潔的“超小型工具機廠(desktop factory)”，其可由服務處或其類似單位安裝在幾乎任何地方來製造3D結構，而不需要任何無塵室製程(諸如欲進行的光微影光刻)。

上述討論的電化學製造方法之實例則闡明在第2A-2F圖中。這些圖形顯示出該方法包括沉積一作為犧牲材料的第一材料2及一作為結構材料的第二材料4。在此實例中，該CC遮罩8包括一經圖案化可保形的材料(例如彈性體介電材料)10及一由沉積材料2所製造的支撐物12。將CC遮罩的保形部分壓向基材6，而電鍍溶液14則位於該可保形的材料10之開口16內。然後，來自電源供應器18的電流會經由(a)支撐物12(其兼作為陽極)及(b)基材6(其兼作為陰極)而通過電鍍溶液14。第2A圖闡明電流通過可造成在該電鍍溶液與材料2內的材料2，從陽極12選擇性傳遞及電鍍在陰極6上。在使用CC遮罩8將第一沉積材料2電鍍到基材6上後，移除CC遮罩8，如顯示在第2B圖。第2C圖描繪出將該第二沉積材料4掩蓋沉積(即未經選擇的沉積)在已預先沉積的第一沉積材料2上和基材6的其它部分上。此掩蓋沉積可藉由從由第二材料所組成的陽極(無顯示)，經由適當的電鍍溶液(無顯示)至陰極/基材6來進行電鍍。然後，平坦化此二材料層全部，以獲得精確的厚度及平坦度，如顯示在第2D圖。在對全部之層重覆此製程後，由第二材料4(即結構材料)所

形成的多層結構20已埋入第一材料2(即犧牲材料)中，如顯示在第2E圖。蝕刻此埋入結構，以產生想要的裝置(即結構20)，如顯示在第2F圖。

典型的手動電化學製造系統32之多種組件則顯示在第3A-3C圖中。該系統32由數個次系統34、36、38及40所組成。夾持基材次系統34則描繪在第3A-3C圖每個的上部分，其包括數個組件：(1)載體48；(2)上面將沉積該些層的金屬基材6；及(3)線性滑座42，其能因應來自致動器44的驅動力量而相對於載體48上下移動該基材6。次系統34亦包括一指示器46，其可用來測量基材的垂直位置差異，其可使用來設定或測量層厚度及/或沉積物厚度。次系統34進一步包括載體48的腳68，以將其精確安裝在次系統36上。

顯示在第3A圖的下部分中之CC遮罩次系統36包括數個組件：(1)CC遮罩8，其實際上由一些共用一共同支撐物/陽極12的CC遮罩(即副遮罩)組成；(2)精準的X載物臺54；(3)精準的Y載物臺56；(4)框架72，在其上面可安裝該次系統34的腳68；及(5)用來包含電解質16的槽58。次系統34及36亦包括適當的電連接(無顯示)，以連結至適當的電源來驅動此CC遮蔽方法。

20 掩蓋沉積次系統38顯示在第3B圖的下部分，其包含數個組件：(1)陽極62；(2)電解質槽64，其用來容納電鍍溶液66；及(3)框架74，在其上面可擱置次系統34的腳68。次系統38亦包括適當的電連接(無顯示)，以將陽極連結至適當的電源供應器來驅動該掩蓋沉積方法。

平坦化次系統40顯示在第3C圖的下部分，其包括一拋光板52及一用來平坦化該沉積物的相關移動及控制系統(無顯示)。

該'630專利進一步說明：在其中所揭示的電鍍方法及物件可從薄層材料(諸如例如，金屬、聚合物、陶瓷及半導體材料)來製造一裝置。其進一步說明：雖然在其中所描述的電鍍具體實施例已描述關於使用二種金屬，但可藉由在其中的電鍍方法或遍及該電鍍方法所進行之各別製程來沉積多種材料，例如聚合物、陶瓷及半導體材料及任何數量的金屬。其已說明可在一導電度不足的沉積物(例如，絕緣層)上沉積(例如藉由濺鍍)一薄的電鍍基材，以便進行隨後的電鍍。其亦說明在該電鍍元件中可包括多種支撐材料(即犧牲材料)，以選擇性移除該支撐材料。

另一種從經電鍍的金屬來形成微結構之方法(即使用電化學製造技術)則教導在亨利家扣(Henry Guckel)的美國專利案號5,190,637中，其發表名稱為“藉由多階深度X射線微影蝕刻，以犧牲金屬層來形成微結構”。此專利教導使用遮罩曝光來形成金屬結構。將主要金屬的第一層電鍍到一曝露的電鍍基材上，以填滿在光阻中的空隙，然後移除光阻；再於該第一層上及該電鍍基材上電鍍二級金屬。然後，將該二級金屬的曝露表面向下機械加工至一能曝露出第一金屬的高度，以產生一延伸過主要及二級金屬二者的平坦均勻表面。然後可開始第二層之形成，藉由在該第一層上塗佈一光阻層，然後重覆該使用來製造第一層的製程。然

後，重覆該製程直到形成整個結構，且藉由蝕刻來移除該二級金屬。在該電鍍基材或先前層上，藉由鑄塑來形成該光阻，且在該光阻中的空隙可透過經圖案化的遮罩，經由X射線或UV輻射來曝光該光阻而形成。

- 5 即使如所教導及至今已實行之電化學製造已大大提高微製造能力，特別是已大大增加可合併至結構的金屬層數量及可製得此結構的速度及簡易性，但尚亦存在有可增進電化學製造狀態的空間。特別是，需要一可用來測量平坦化操作完成(即終點偵測)之增進技術，及相關地達到一在想要的容差內之層厚度或一與加入一厚度等於一層厚度之層有關的目標結構高度。亦需要一可用來測量所沉積的層相對於先前沉積的層或該基材之平行度的增進技術。
- 10

【發明內容】

發明概要

- 15 本發明的一或多個具體實施例之目標為提供一種基材改質技術，其包括一經改良的終點偵測方法及裝置。

本發明的一或多個具體實施例之目標為提供一種基材改質技術，其包括一經改良的維持平行之方法及裝置。

- 20 本發明的一或多個具體實施例之目標為提供一種多層電化學製造技術，其具有一經改良的終點偵測方法及裝置。

本發明的一或多個具體實施例之目標為提供一種多層電化學製造技術，其具有一經改良的維持平行之方法及裝置。

本發明的多個具體實施例之其它目標及優點將由熟知

此技藝之人士在回顧本文之教導後明瞭。本發明的不同具體實施例及觀點(明確於本文中提出或其它可從本文之教導查明)可單獨或組合著滿足一或多個上述目標；或再者，它們可滿足從本文之教導所查明的本發明之某些其它目標。不必需想要由本發明的任何單一觀點來滿足全部目標，即使其可為相關的某些觀點之實例。

在本發明的第一觀點中，一用來形成多層三維結構的製造方法包括：(a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一種材料之想要的圖案，其中在該基材或先前形成的層上存在一或多個接觸墊；(b)讓該至少一種材料接受一平坦化操作；(c)將一測量探針設置成與一或多個接觸墊接觸及與將接受平坦化操作之材料接觸，且從與經平坦化之材料在相對於想要的參考位置或平面之至少一個位置處所測量的高度有關之固定件(fixture)選粹出資料；(d)將該材料所測量的高度與該材料想要的高度比較；(e)若所測量及想要的高度不在想要的容差內，則重覆操作(b)-(d)，直到所測量與想要的高度在想要的容差內；(f)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數層黏附層形成該三維結構。

在本發明的第二觀點中，一用來形成多層三維結構的製造方法包括：(a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一種材料之想要的圖案；(b)讓該至少一種材料接受一平坦化操作，其包括：(i)經由一多孔真空吸盤將該基材安裝至一拋光固定件；(ii)同

時，將該基材安裝至該固定件，讓所沉積的材料接受拋光操作，以平坦化該材料的表面且將所沉積的材料之高度帶至想要的值；(c)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數層黏附層形成該三維結構。

- 5 在本發明的第三觀點中，一用來形成多層三維結構的製造方法包括：(a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一種材料之想要的圖案，其中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個接觸墊；(b)讓該至少一種材料接受一平坦化操作，其包括：
- 10 (i)經由一多孔真空吸盤將該基材安裝至一拋光固定件；(ii)同時，將該基材安裝至該固定件，讓所沉積的材料接受拋光操作，以平坦化該材料的表面且將所沉積的材料之高度帶至想要的值；(c)將一固定件設置成與一或多個接觸墊接觸及與將接受平坦化操作之材料接觸，且從與經平坦化的
- 15 材料在相對於想要的參考位置或平面之至少一個位置處所測量的高度有關之固定件選粹出資料；(d)將該材料所測量的高度與該材料想要的高度比較；(e)若所測量及想要的高度不在想要的容差內，則重覆操作(b)-(d)，直到所測量與想要的高度在想要的容差內；(f)重覆該形成及黏附操作(a)一
- 20 或多次，以從複數層黏附層形成該三維結構。

在本發明的第四觀點中，一用來形成多層三維結構的製造方法包括：(a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一種材料之想要的圖案，其中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個接

觸墊；(b)讓該至少一種材料接受一平坦化操作，其包括：
(i)經由一多孔真空吸盤將該基材安裝至一拋光固定件；(ii)
同時，將該基材安裝至該固定件，讓所沉積的材料接受拋
光操作，以平坦化該材料的表面且將所沉積的材料之高度
5 帶至想要的值；(c)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以
從複數層黏附層形成該三維結構。

在本發明的第五觀點中，一用來形成多層三維結構的
製造方法包括：(a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的
層及/或至一基材，其中該層包含至少一種材料之想要的圖
10 案，其中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個接
觸墊；(b)讓該至少一種材料接受一平坦化操作；(c)讓該至
少一種材料接受檢查，以測量至少二處該沉積物相對於想
要的參考點之高度、該沉積物之平面性及該沉積物相對於
想要的參考點之位向；(d)重覆該形成及黏附操作(a)一或多
15 次，以從複數層黏附層形成該三維結構。

在本發明的第六觀點中，一用來形成多層三維結構的
製造方法包括：(a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的
層及/或至一基材，其中該層包含至少一種材料之想要的圖
案，其中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個參
20 考墊，其可使用來查明該經平坦化經沉積的材料沉積物之
至少一處的高度、該經平坦化的材料之平面性及/或該經平
坦化的材料之位向；(b)重覆該形成及黏附操作(a)一或多
次，以從複數層黏附層形成該三維結構。

在本發明的第七觀點中，一用來形成多層三維結構的

製造方法包括：(a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一種材料之想要的圖案；(b)讓該至少一種材料接受一平坦化操作，其包括：(i)將該基材安裝至在一高速切削機器中的固定件；(ii)同時，
5 將該基材安裝至該固定件，讓所沉積的材料接受一旋轉切割工具，以平坦化該材料的表面且將所沉積的材料之高度帶至想要的值；(c)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數層黏附層形成該三維結構。

在本發明的第八觀點中，一用來形成多層三維結構的
10 製造方法包括：(a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一種材料之想要的圖案，其中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個接觸墊；(b)讓該至少一種材料接受一平坦化操作，其包括：
15 (i)將該基材安裝至在一高速切削機器中的固定件；(ii)同時，將該基材安裝至該固定件，讓所沉積的材料接受一旋轉切割工具，以平坦化該材料的表面且將所沉積的材料之高度帶至想要的值；(c)將一固定件設置成與一或多個接觸墊接觸及與將接受平坦化操作之材料接觸，且從與經平坦化的材料在相對於想要的參考位置或平面之至少一個位置
20 處所測量的高度有關之固定件選粹出資料；(d)將該材料所測量的高度與該材料想要的高度比較；(e)若所測量及想要的高度不在想要的容差內，則重覆操作(b)-(d)，直到所測量與想要的高度在想要的容差內；(f)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數層黏附層形成該三維結構。

在本發明的第九觀點中，一用來形成多層三維結構的製造方法包括：(a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一種材料之想要的圖案，其中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個接觸墊；(b)讓該至少一種材料接受一平坦化操作，其包括：(i)將該基材安裝至在一高速切削機器中的固定件，其中該固定件具有將該基材的平面相對於該高速切削機器之切割平面調整的能力；(ii)將該基材之平面調整至與在該高速切削機器上之切割平面相符；然後(ii)同時，將該基材安裝至該固定件，讓所沉積的材料接受一旋轉切割工具，以平坦化該材料的表面，將所沉積的材料之高度帶至想要的值；(c)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數層黏附層形成該三維結構。

本發明的進一步觀點將由熟知此技藝之人士在回顧本文之教導後了解。本發明的其它觀點可包括能使用來執行本發明之一或多個上述方法觀點的裝置。甚至，本發明的進一步觀點可提供上述所顯現的觀點之不同組合，和提供其它上述未特別提出的組態、結構、功能關係及方法。本發明之仍然進一步觀點可提供一能平坦化位於基材上之材料沉積物的裝置；同時甚至進一步觀點可提供一能使用於此裝置的固定件。

圖式簡單說明

第1A-1C圖圖式描繪出不同階段的CC遮罩電鍍方法之側視圖；同時第1D-1G圖圖式描繪出使用不同型式的CC遮

罩之CC遮罩電鍍方法，其在不同階段處之側視圖。

第2A-2F圖圖式描繪出一電化學製造方法，當將其應用來形成一特別結構時，其於不同階段處之側視圖，其中可選擇性沉積一犧牲材料同時掩蓋沉積一結構材料。

- 5 第3A-3C圖圖式描繪出多種可使用來手動執行描繪在第2A-2F圖之電化學製造方法的實例次組合之側視圖。

第4A-4I圖圖式描繪出使用黏附遮罩電鍍來形成一結構的第一層，其中該第二材料的掩蓋沉積將覆蓋位於該第一材料的沉積場所與該第一材料其自身二者間之開口上。

- 10 第5A圖對根據本發明的第一具體實施例之用來形成多層三維結構的方法提供一流程圖，其使用一終點指示固定件及一各別的平坦化固定件。

第5B-5G圖提供一操作設定實例，其可使用於與第5A圖相關連的方法或與其它相關連的方法。

- 15 第6及7圖提供一合適於使用在本發明的第一具體實施例中之拋光固定件的不同立體透視圖。

第8圖提供一從第6圖之拋光固定件其垂直延伸過該固定件中心的切割平面所切割之截面圖。

- 20 第9及10圖提供一合適於使用在本發明的第一具體實施例中之終點指示固定件的不同立體透視圖。

第11圖圖式描繪出一基材的上俯視圖，其具有三個終點測量墊。

第12圖提供一將第9及12圖之終點指示裝置安裝在第11圖的基材上之立體透視圖。

第13圖根據本發明的一些具體實施例提供一高速切削機器設計的立體透視圖。

第14圖對第12圖之機器設計的測量固定件及基材夾持和平面調整固定件提供一拉近的立體透視圖。

5 第15圖提供一聚焦在第14圖之測量固定件的立體透視圖。

第16圖提供一聚焦在第14圖之基材夾持及平面調整固定件的立體透視圖。

第17圖提供一聚焦在第14圖的平面調整固定件之立體透視圖，其已移除該基材夾持固定件的運動板及該基材其自身。

10

第18圖提供一聚焦在平面設定固定件的特定組件上之立體透視圖，其包括一截平的球形元件、一調整臂彎曲點、一真空吸盤接附托架及一用來在張力下夾持住該真空吸盤的彈簧負載桿。

15

第19圖提供一第14圖的平面設定固定件之背部立體透視圖。

第20圖提供一方塊圖，其提出一可使用來讓第13-15圖之測量固定件及探針的歸零平面與由高速切削工具所切割的平面相配之樣本操作。

20

第21圖提供一方塊圖，其提出一可使用來校定該基材的前表面(在其層材料已沉積及/或欲沉積)或所沉積的材料其自身，相對於由鑽石工具所切割之平面的平行度之樣本操作。

第22圖提供一方塊圖，其提出一可使用第13圖之裝置將沉積在該基材上的材料修整至想要的高度之操作。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

- 5 第1A-1G、2A-2F及3A-3C圖闡明已熟知的一種電化學製造形式之不同構形。其它電化學製造技術已提出在上述所提出的'630專利中、在多種先前合併的公告中、在以參考之方式併於本文的多種其它專利及專利申請案中；其它
- 10 仍然可來自在這些公告、專利及申請案中所描述的多種方法之組合，或其它已熟知或可由熟知此技藝之人士從本文所提出的教導來查明。這些技術全部可與本發明的多種觀點之那些不同具體實施例結合，以產生經增進的具體實施例。其它具體實施例仍然可來自明確於本文中所提出的不同具體實施例之組合。
- 15 第4A-4I圖闡明在多層製造方法之單層形成中的不同階段，其中在一第一金屬上和該第一金屬之開口中沉積一第二金屬，其中該沉積物會形成該層的一部分。在第4A圖中顯示出基材82的側視圖；將一可圖形化的光阻84鑄塑到該基材上，如顯示在第4B圖。在第4C圖中，可硬化、曝
- 20 光及顯影該光阻來產生所顯示的光阻圖案。該光阻84之圖形化可產生開口或空隙92(a)-92(c)，其從該光阻的表面86延伸過該光阻的厚度至該基材82的表面88。在第4D圖中，顯示出將金屬94(例如鎳)電鍍至開口92(a)-92(c)中。在第4E圖中，已將光阻從該基材上移除(即化學剝除)，而曝露出基

材82未覆蓋第一金屬94的區域。在第4F圖中，顯示出已在
基材82(其導電)的整個曝露部分上及在第一金屬94(其亦導
電)上掩蓋電鍍一第二金屬96(例如，銀)。第4G圖描繪出已
5 完成之該結構的第一層，其可藉由向下平坦化該第一及第
二金屬至可曝露出第一金屬而產生，且將高度設定為第一
層之厚度。在第4H圖中，顯示出重覆顯示在第4B-4G圖之
製程步驟數次後所形成的多層結構結果，其中每層由二種
材料所組成。對大部分的應用來說，可如在第4I圖所顯示
般，移除這些材料之一來產生一想要的3D結構98(例如組件
10 或裝置)。

於本文所揭示的不同具體實施例、替代方案及技術可
在全部層上使用單一圖形化技術，或可在不同層上使用不
同的圖形化技術，來形成一多層結構。例如，可使用不同
型式的圖形化遮罩及遮蔽技術，或甚至可不需要遮蔽而直
15 接進行選擇性沉積的技術。例如，可在不同層上使用可保
形的接觸遮罩或不可保形的接觸遮罩。可使用鄰近式遮罩
及遮蔽操作(即一使用遮罩的操作，因該遮罩鄰近該基材，
即使不造成接觸亦可至少部分選擇性掩蓋該基材);及/或可
使用黏附遮罩及遮蔽操作(一遮罩及使用遮罩的操作，其中
20 該遮罩將黏附至一基材，而其選擇性沉積或蝕刻之進行將
僅與其所接觸的位置相反)。

本發明的某些具體實施例提供一種用來電化學製造多
層結構(例如中尺度或微尺度結構)的方法及裝置，與一經改
良的終點偵測及在電化學製造方法期間維持進行平坦化的

材料(例如層)之平行度。某些方法包括在平坦化期間使用一固定件，以保證該材料之經平坦化的平面與其它經平坦化的沉積材料之平行度在所提供的容差內。某些方法包括使用一終點偵測固定件，其可保證所沉積的材料相對於基材的起始表面、相對於第一沉積層或相對於某些在製造方法期間所形成的其它層之精確高度。在某些具體實施例中，該平坦化可經由拋光來進行，且該平坦化固定件可包括一多孔石墨真空吸盤，其安裝在一能垂直於一由墊磨片所限定的平面而移動之載物臺上，該平面將在拋光操作期間擱置該固定件。在某些具體實施例中，該終點指示固定件可包括三或更多支長度固定的腳及一或多個(例如3-4)高度測量探針。該固定件之使用可包括讓該些腳逆著經曝露的墊接觸在該基材的一表面上，然後調整該高度測量探針的接觸元件位置直到與欲測量的沉積物接觸。由該些探針所顯示之在一歸零或校正測量與該沉積物測量間的高度差異可象徵該沉積物的高度，且可能為該沉積物的平面位向及/或可能為該沉積物之平面性。在某些具體實施例中，若平坦化高度、平面性及/或位向脫離想要的容差範圍時，可採取矯正動作。

20 第5圖根據本發明的第一具體實施例之用來形成多層三維結構的方法提供一流程圖，其使用一終點指示固定件及一平坦化固定件。

第5圖的區塊102需要提供一平坦化固定件，其可在平坦化操作期間使用來夾持該基材及任何沉積在上面的材

料。區塊104需要製備要使用的平坦化固定件。此製備可包括平坦化將使用來夾持基材的吸盤，以便獲得一表面，其會與在平坦化(即拋光)操作期間將於上面放置固定件的墊之表面平行。

5 區塊106需要提供一終點偵測固定件；同時區塊108需要製備該固定件，以便其可使用。該製備可包括將該固定件設定在一平坦表面上，然後當那些探針接觸與在上面擱置該裝置之固定長度的金屬定位螺絲柱(standoff)相同的平坦表面時，將該一或多個偵測探針的輸出歸零。

10 製備操作104及108可在一建立製程開始時進行；或再者，其可遍及一建立製程定期進行。例如，可在每次使用該終點偵測固定件前，進行該探針在終點偵測裝置上的歸零。

該建立製程則從區塊112開始，然後向前移動至區塊
15 114，其需要定義幾個變量及參數。特別是，定義現行的層數變數，“n”；定義最後的層數參數，“N”；定義對層n的操作數目變數，“on”；及定義對層N的最後操作數目參數，“On”。在定義變量及參數後，該製程向前移動至區塊116，其需要提供一欲形成該結構的基材。

20 其次，該製程向前移動至區塊118，其設定現行的層數變數n等於一(n=1)；然後向前移動至區塊120，其設定對層n的現行操作數目變數等於一(on=1)。

其次，該製程向前移動至區塊124，其會詢問現行的操作(與on相關)是否為一平坦化操作。若回答為“否”，則該製

程向前移動至區塊126，其需要進行操作on，且之後該製程會向前移動至區塊148，其晚後將於本文中討論。

若對決定區塊124之詢問的回答為“是”，該製程會向前移動至區塊128，其需要將該基材安裝到該平坦化固定件
5 (其已在區塊104中準備好可用來操作)上。

其次，該製程向前移動至區塊130，其需要進行一或多次平坦化操作。例如，這些操作可為使用不同型式的研磨材料及/或接觸壓力、拋光板速度及其類似條件的拋光操作。在完成想要的平坦化操作後，該製程會向前移動至區
10 塊132，其需要使用該終點偵測固定件來進行終點偵測測量。在本具體實施例之變化中，可使用不同的平坦化固定件，且可進行除了拋光外的平坦化操作，例如，在某些可供選擇的具體實施例中，可進行粗糙的機器加工及/或可進行精確的鑽石機器加工(鑽石車削或高速切削)。

其次，該製程向前移動至區塊134，其需要分析產生自
15 該終點偵測測量的資料。此分析可簡單包括將一測量值與一目標值比較，然後根據此比較來決定所關心的隨後操作。

再者，該分析可包括更複雜的複數個測量資料點之數學分析，諸如此將從該些資料的最小平方擬合推導出一平
20 面。該分析隨後可包括將所推導出的平面與意欲的平面高度比較，以決定是否已達到目標高度。該分析亦可包括決定所測量的平面與想要的平面之平行度，以決定是否已滿足想要的平行度規格。更多的分析可包括決定該表面的平面性是否滿足所定義的規格。

在已進行分析之後，該製程向前移動至區塊136，其會詢問是否已達到想要的目標。若此詢問產生一負反應，則該製程會向前移動至區塊138，其會詢問是否要進一步平坦化以產生想要的目標。若對區塊138之詢問的回答為“是”，

5 則該製程會迴路回區塊130，以便進行其它的平坦化操作。在該具體實施例的某些執行過程中，可根據區塊134之分析，在此第二或隨後循環經過的平坦化製程期間改變該些平坦化參數，甚至是該平坦化製程其自身。若區塊138產生一負反應，則該製程會向前移動至區塊140，其需要採取三

10 種動作之一：(1)著手矯正動作，然後跳至該製程之任何適當的位置，以繼續該建立；(2)不理會此失敗並繼續該製程；或(3)中止該建立製程且若必要時重新開始建立。若區塊136的詢問產生一正反應或若選擇區塊140的第二選項時，則該製程向前移動至區塊142。

15 區塊142會詢問是否欲進行另一個平坦化操作。若此詢問之反應為“否”，則該製程移動至區塊146，其需要將該基材從該平坦化固定件中移出。在從該平坦化固定件移出基材後，該製程會向前移動至區塊148。

在某些執行過程中，需要多次平坦化操作來達成想要的目標(例如，最初以粗糙的料漿進行拋光，然後在達成初步目標後，進行其它以較細的料漿拋光)。在此執行過程中，該區塊142之詢問可產生一或多次正反應。在此事件中，該製程會向前移動至區塊144，其需要增加操作數目一

20 (on=on+1)，然後該製程會迴路回至區塊130，其需要完成

其它的平坦化操作。在此第二或隨後循環經過的平坦化製程中，該平坦化變量、參數及甚至平坦化製程全部可改變。

一旦區塊142之詢問獲得負反應，如在區塊146中所需般移除基材(如上述提及)，然後該製程向前移動至區塊5 148。如先前亦提及，在區塊126中進行所需的操作on之後，亦會進入區塊148，在此實例中，操作on不為一平坦化操作。

區塊148需要增加操作數目變數一($on=on+1$)，然後該製程向前移動至區塊150，其會詢問現行的操作數目變數是否大於與層n有關的最後操作數目參數。若此詢問產生一負10 反應，則該製程會迴路回區塊124，以便進行另一個與層n相關的操作。若區塊150的詢問產生一正反應，則該層數目變數n會增加一($n=n+1$)，然後該製程向前移動至區塊154。

區塊154會詢問現行的層數變數n是否大於最後的層數參數N($n>N?$)。若此詢問的回答為“是”，則已完成全部層之15 形成，且該製程會向前移動至區塊156並終止。若回答為“否”，則該製程會迴路回區塊120且開始進行下一層之操作。

區塊156需要結束該結構之層形成製程，但是不必需結束全部的結構形成製程。可進行多種後加工操作，以完成20 形成想要的結構，如將更完整討論於本文別處及在已以參考之方式併於本文的不同專利申請案中。

第5B-5G圖提供不同的操作設定實例，其可使用來形成結構的各別層。在某些具體實施例中，可重覆單一圖形之操作來形成結構的每層；同時，在其它具體實施例中，不

同層之形成可包括概述在不同圖中的操作。在其它具體實施例中，可使用其它層形成操作及/或可使用其它層形成操作。

可在許多不同方面上修改概述在第5A圖中的製程，且
5 可使用不同裝置組件來執行。該製程可以單一自動控制的機器來執行；或其可使用不同的機器來執行，如可手動操作部分形成的結構，以在機器間傳送該結構、以分析所進行的製程之可容許性及其類似動作。

在某些具體實施例中，本發明可採取一裝置形式(例
10 如，完全自動化或半自動化裝置)來修飾一基材或製造一多層三維結構，例如，其可包括(a)一基材，在其上面已進行且將進行一或多次連續沉積一或多種材料；(b)一遮罩，其包含至少一個空隙及至少一個環繞的材料突出物；(c)一載物臺，其用來將該遮罩的至少一個突出物帶至與該基材鄰
15 近或與其接觸，以便形成至少一個電化學製程袋(其具有想要的與任何先前的沉積物有關之定位)，且在該至少一個電化學製程袋內提供想要的電解質；(d)一電源供應器，以在至少一個電極(其可為該遮罩的部分或為各別的電極)與該基材間施加想要的電啟動，以便進行想要的基材改質；(e)
20 一平坦化系統(例如拋光、高速切削或其它機械或化學機械系統)及偵測系統，以修整掉過多的材料及偵測是否已移除足夠的材料；且在某些具體實施例中，(f)至少一個控制器，以控制該載物臺及電源供應器。

在可供選擇的具體實施例中，該元件(b)之遮罩及該元

件(c)之載物臺可由黏附遮罩佈置(例如乾膜薄片用之層合機或塗抹器及以液體為基礎的光阻用之離心塗佈機)、圖形化系統(例如選擇性曝光系統，其可使用經圖案化的光罩或掃描雷射束及可能的顯影劑)及移除系統(例如剝除溶液、槽及/或噴灑器及其類似物)來置換。

該基材可例如為導電材料形式(例如經選擇的金屬或其類似物)、適度導電的材料(例如經摻雜的矽或其類似物)、介電質或介電質/導體/半導體的混合基材(在其上面已形成一導電種子層)。該載物臺可包括一線性載物臺，其可由線性馬達或步繼馬達或其它迴轉馬達驅動，其可驅動一滾珠螺桿或其它會將旋轉移動轉化成線性移動的機制，其可再者或額外包括一壓力驅動的膨脹或收縮風箱機制。該載物臺可包括一位置編碼器且其可包括多重載物臺，諸如粗調載物臺(course movement stage)及微調載物臺(fine movement stage)。該載物臺可在氣墊軸承或其類似物上移動，以平滑移動。其允許在全部三個方向中線性移動及/或旋轉移動。特別是，該載物臺可提供能傾斜基材或接觸遮罩的能力，以在該遮罩的接合面與該基材的接合面間達到想要的非平行度或非平面性量。該電源供應器可採取驅動任何所提供的反應所需之適當形式。例如，其可為一直流電或脈衝直流電供應器；其可經控制，以輸出一固定電流或固定電壓或一可變的電流或可變的電壓。其可包括回饋，以準確控制。該控制器可採用多種形式。例如，其可為一經一方式程式化的電腦，以便以想要的方式來控制其

它組件(例如重覆該些操作複數次，以建立一多層結構)；或其可為用於不同裝置組件的各別控制元件，其每個皆可由操作者控制。該電腦可包括一監視器或其它顯示器及/或一印表機，以將訊息提供給操作者或使用者；一記憶體，用來儲存所記錄的參數及測量值；鍵盤、滑鼠、觸控螢幕或其類似物，以接受操作者之輸入。該電腦可連接至網路，以允許遠端控制該系統或由單一電腦控制多個系統。

亦可將許多其它裝置組件併入某些具體實施例中：(1)一剛架，用來以適當的準確性托住該些系統組件；及一防護面板，以允許存在有經控制的環境；(2)經控制的空氣或氣體系統；(3)溫度控制系統；(4)基材淨化系統；(5)基材活化系統；(6)電鍍系統及電解質置換或淨化系統；(7)空氣過濾器及循環系統；(8)製程監視設備，諸如照相機、資料採集及儲存系統；(9)存取出入口及面板；(10)觀察窗口或照相機及監視器；(11)操作者警示系統，包括光及聽覺訊號；(12)加熱系統，以進行擴散壓合、熔化所選擇的建造材料及其類似物或讓其流動；及其類似物。

可藉由如顯示在第6-8圖之拋光固定件202輔助，來維持一層相對於一基材或連續層彼此之平行度。該固定件包括一多孔石墨真空吸盤204(第7及8圖)，其使用來適當地鉗住一欲在其上面形成該結構的基材，以藉由減少在該基材背部的真空不均勻分佈度來最小化該基材變形。在使用該拋光固定件來製造該結構之前，該真空吸盤可經拋平同時接附至該拋光固定件，以在墊磨片206之平面間達成共平面

性，其中該些墊會在平坦化操作期間座落於拋光板上且其安裝在磨耗環208上。此拋光固定件之製備會額外移除任何在真空吸盤204表面中已由扣件212所造成的變形，其中該扣件會將該真空吸盤托至滑行軌道214。滑行軌道214能相對於滑行外罩216(其安裝在磨耗環208上)上下移動。滑行軌道214(因此真空吸盤204)之上下移動產生自向上的彈力(例如，來自可調整張力型式的彈簧)與作用在軌道、吸盤及基材上的向下重力之平衡。張力彈簧型式平衡錘228可讓操作者設定在將平坦化的表面與拋光板間之有效接觸壓力。文托利(Venturi)型式真空產生器218可提供將基材托至吸盤204所需的真空。真空閥222允許操作者開關真空以安裝及移除該基材。

滑行軌道214及滑行外罩216包括一氣墊軸承型式的機制，以保證以非常固定且直的移動路徑運動時無摩擦力。在操作期間，二個組件由一壓縮空氣薄膜(其透過轉動接合器224提供)分開，該接合器由托架226托住且可讓該拋光固定件旋轉而沒有阻斷氣流。在某些具體實施例中，該滑行軌道可為一方形管而具有圓孔通過其中心。該滑行軌道的外在方形尺寸可非常準確地和穿透該滑行外罩的內部方形孔相稱。該外罩或滑行軌道可在其側壁上包括多孔石墨墊或其類似物，此可有用地讓該滑行相對於外罩進行平滑運動，特別是當供應一薄膜空氣通過這些多孔墊時。

磨耗環208提供一固定及穩定的圓柱狀表面，在其上面可安裝墊磨片且其可與在拋光機器上的止動器及其類似物

接合，用於讓該拋光固定件繞著固定軸旋轉之目的。墊磨片(例如多晶鑽石)附著至磨耗環的底面及限定出一穩定拋光固定件將在其上面旋轉的平面。與在欲平坦化的基材上之材料比較，該墊磨片磨損的非常慢且保證由拋光固定件所限定的平面遍及該製造結構程序仍然穩定。

亦提供料漿密封物232(例如O環，其在淨化期間會逆著推向該磨耗環表面，例如當該固定件在製備時為上邊向下以製得測量)，以保證料漿不會在正常操作期間污染該氣墊軸承且亦可在基材淨化操作期間保護該軸承。料漿防護234及滑行頂端236則對該固定件的頂端邊提供類似的功能。

該拋光固定件可裝入一位移感應器，以測量在滑行外罩216與滑行軌道214間之相對移動。在拋光操作期間，監視此位移可提供一從該建立製程移除材料之即時測量工具。來自位移感應器的訊號可由安裝至拋光固定件之無線的無線電輻射頻率或紅外線裝置傳送。再者，可使用電滑環於相同目的。在某些具體實施例中，可連結一經校正或絕對位置與來自位移感應器的測量，如此在某些具體實施例中，該位移感應器可提供絕對終點偵測或可評估該修整製程的狀態。

亦可對安裝操作提供複數個孔洞242，此可讓操作者用來在操作期間操縱該拋光固定件。

在製備所使用的固定件期間，該真空吸盤可使用例如二種微米鑽石拋光料漿來拋光；在此之後，該真空吸盤可施加正壓且可使用異丙基醇或其類似物來沖清該多孔材料

以清潔碎片。

使用此拋光固定件可對經平坦化之表面達成非常高的平坦程度(例如，遍及100毫米的表面 <0.5 微米)，同時在所建立之全部層間皆維持高平行程度(例如，遍及100毫米的表面在 0.5 微米內)。該固定件之設計為從該固定件移除該部分形成的結構以進行其它製程操作，然後再安裝及平坦化該基材，同時維持高平坦及平行程度。

使用上述描述的多孔真空吸盤可在減少基材變形上提供某些可區別的優點。在某些具體實施例中，該真空吸盤具有一不連續的表面，其稍微比該基材的直徑小。在某些具體實施例中，較佳的石墨吸盤可容易拋光至平坦(好過在98毫米表面上超過 0.3 微米)，同時達到足以使用雷射干涉儀來測量平坦度之鏡面反射度。使用多孔材料可將真空遍及該表面均勻分佈且將污染物拉入該多孔材料，以避免成為變形來源。在某些具體實施例中，可使用其它真空吸盤型式，如環形槽。在某些具體實施例中，可將該多孔石墨材料裝入一支撐及密封該多孔材料之外罩(例如鋁外罩)中。該多孔材料可製成座落在稍微高於該外罩材料處，以讓該表面被拋光且不會因該外罩存在而干擾安裝至該基材之進行，且沒有明顯會漏出真空的表面區域。

可有多種可替代的平坦化固定件。例如，某些可替代的固定件可使用可調整的底座來將該真空吸盤安裝至該滑行外罩。這些可調整的底座可具有經校正的調整機制，以讓該吸盤的平面相對於該墊磨片的平面調整。這些可調整

的底座可使用來校定真空吸盤的平面，如此該基材的外側表面可製成與該墊磨片的平面平行。此調整可在材料的起始沉積物位於該基材上之後製得，該沉積物經拋光成與該墊磨片的表面平行，可對該基材的平面相對於經平坦化的沉積物之平面進行測量。可使用一或多個額外的平坦化操作及潛在一或多個額外的沉積操作，以確認或調整該基材表面相對於該墊磨片平面之平行度。

在某些具體實施例中，於開始建立之前，將該基材的前後表面拋光成彼此平行(在約2微米內)。在這些具體實施例中，主要基材表面(即前表面)與由該金屬定位螺絲柱所限定的平面之平行度可偏離如2微米一樣多。此誤差可由該零件的第一層吸收(若需要的話，其可故意製成較厚)，且在隨後層與該基材表面間之平行度可以起始之平行誤差作為考量基礎。在其它具體實施例中，平行度可為在第一層的平面與隨後層的平面間之比較。在某些此具體實施例中，該基材可以平面或刻痕來標記，其可對準至一在該拋光固定件上及在該終點測量固定件上的標誌，以便可合理地保持角定位固定。

在某些可供選擇的具體實施例中，可將所安裝的基材拋光至具有一與該墊磨片的表面平行之表面，來取代將該吸盤拋光成與該墊磨片的平面平行。在這些具體實施例中，想要或甚至需要每次進行平坦化或測量操作時，該欲安裝到真空吸盤上之基材具有相同位向。

在某些具體實施例中，想要平坦化該真空吸盤然後該

基材二者，以便每個皆與該墊磨片的平面平行，在此實例中，不需要在每次拋光操作或進行拋光操作設定時，將該基材及真空吸盤安裝成具有相同位向。

第9-12圖闡明本發明之某些具體實施例的終點指示裝置實例之立體透視圖。可在該平坦化操作中的週期中斷期間，使用該終點指示裝置或固定件來測量該沉積物相對於欲製造該結構的基材之主要表面之經平坦化的高度。第11圖圖式描繪出一在其表面上具有三個(3)墊274、276及278的基材272，於此處將遍及該製造製程維持無沉積物。這些墊將使用作為所需要的參考，沉積物的高度測量可以其為基礎。

在某些具體實施例(例如，例示在第9-12圖)中，可使用三個終點偵測墊且其較佳遍及該建立製程皆維持在未沉積狀態，且遍及該製程皆保持曝露或當需要製得測量時可製成曝露。在某些具體實施例中，該些墊可設置在靠近晶圓邊緣處，且相對於位於該基材中心的座標軸分開 120° 。

可使用多種方法來防止沉積在該終點偵測墊上，例如當使用一塗佈著黏附層及種子層的介電基材時，該墊可在以金屬層被覆之前以光阻、蠟、漆、膠帶等等覆蓋，然後可移除該覆蓋以曝露出該墊而進行測量。若在該墊區域中已沉積一或多層金屬層時，它們可藉由選擇性蝕刻而移除。在某些具體實施例中，該墊區域可由一具有限定出該墊直徑之內徑的結構材料“墊環”包圍；然後，可在該墊環內進行選擇性蝕刻(例如，使用一浸泡蝕刻劑的拭子)，以如

所需地曝露出該些墊。若該基材為一可電鍍的金屬，則該些墊可在沉積之前以光阻、蠟、漆、膠帶、經沉積的介電質(例如，聚對苯二甲撐、二氧化矽、氮化矽)等等塗佈，且在進行測量前可移除該被覆材料。另一方面，若該被覆材料為一介電質且若其足夠薄(以避免被平坦化)且足夠硬，則其可遍及整個建立製程適當地遺留下來。再者，可在電鍍之前加入此介電質被覆並在測量之前移除。在仍然其它具體實施例中，可在晶圓中於鄰近該些墊處提供一介電質(例如，氧化鋁)嵌入物。其可具有碟狀形式，其可鑲嵌在晶圓內且經適當膠合(亦可為一壓接，然而其必需在晶圓的熱循環期間穩定)。該嵌入物可與該晶圓共平坦化；或若不與其齊平，可相對於該共同晶圓表面來測量其位置且記錄並使用來測量晚後沉積的層之高度及平行度。

第9圖顯示出一終點指示裝置300的立體透視圖，其包括三個固定的金屬定位螺絲柱284、286及288，其與在基材上的終點測量墊274、276及278接合。在某些具體實施例中，需要固定該金屬定位螺絲柱與該墊的關係(例如金屬定位螺絲柱284必需總是安裝在墊274上，金屬定位螺絲柱286必需總是安裝在墊286上等等)，此端視將如何使用來自終點測量固定件的資料且該基材的前表面是否與該墊磨片的平面平行而定。該金屬定位螺絲柱的尖端較佳由一在測量製程期間不會明顯變形的硬材料製得，以便避免引進潛在的測量誤差來源。

終點指示裝置300亦包括一處理環304及一接附該固定

的金屬定位螺絲柱之固定件鉗住板。該固定件鉗住板亦接
附一或多個測量探針(如描繪在第9、10及12圖，其描繪出
四個包括尖端292'-298'的探針292-298)，其具有可縮回能控
制及測量地伸出的測量探針尖端，以接觸在該基材表面上
5 經平坦化的沉積物。在某些具體實施例中，該探針尖端經
由空氣壓力伸出，且使用精確的空氣壓力調節器來保證可
重覆及以相等的壓力施加至全部四個探針。該固定件的重
量較佳明顯高於由四個探針所施加的結合力量(但是不必
需)，以便不影響準確性。使用閥來伸出及縮回該探針尖
10 端。該尖端正常縮回及向外伸出，以取得歸零讀取值或以
取得測量值。在某些具體實施例中，可使用海得漢測量MT
(Heidenhain Metro MT)1287長度測量儀器；同時，在其它
具體實施例中，可使用具有可能的增加測量準確性利益之
LVDT型式感應器。在某些具體實施例中，可藉由使用彈簧
15 與減少拉伸壓力之組合來進行探針縮回。在其它具體實施
例中，可使用一能提供無接觸測量沉積物高度之探針。在
仍然其它具體實施例中，固定長度的探針(即金屬定位螺絲
柱)可接觸所沉積的材料，及可調整長度的探針或無接觸探
針可使用該終點指示墊來接觸或製得測量。

20 固定件鉗住板306具有適當的硬度及鉗住力量，以保證
準確的測量。在某些具體實施例中，該處理環可從會傳導
非常些微的熱之材料製得，以保證來自操作者之手的熱不
會在測量固定件中造成尺寸變形。在其它具體實施例中，
該固定件可具有較少或更多個金屬定位螺絲柱及/或較少

或更多個探針。

當該些探針在校正製程期間接觸擱置該金屬定位螺絲柱的平板時及當它們接觸欲測量的表面時，在所測量的位移值中之差異會產生一經平坦化的材料厚度，及潛在查明該表面平面相對於先前偵測的平面之表面或基材表面的能力，及潛在產生查明該表面其自身整體平面性的能力。

第12圖提供一座落在欲測量的基材上之終點測量裝置或固定件300的立體透視圖，其中已在測量墊上設置三個金屬定位螺絲柱。

在某些具體實施例中，每個測量探針292-298(其各別具有可移動的尖端292'-298')可為一以編碼器為基礎的測量裝置，其準確性允許滿足合適的容差標準(例如，它們可在12毫米移動上且以0.01微米的解析度及 ± 0.05 微米的再現能力及 ± 0.2 微米的準確性操作)。該可移動的探針尖端可正常縮回，但是可根據探針的接觸面積及潛在該固定件其自身的重量，藉由空氣壓力以一可設定的接觸力量或至少一合適於測量想要的材料之力量伸出。

可在第10圖中更清楚地看見較佳裝置的四探針裝置292-298，同時可在第9圖中更清楚地看見四個相關的探針尖端292'-298'。在某些具體實施例中，在進行測量之前，全部四個(4)探針在伸出位置中歸零，同時該固定件座落在參考平面(例如光學平面)上。在其它具體實施例中，可簡單記錄在該伸出的平板位置處之探針位置值及在此些值間之差異，且當測量經平坦化的沉積物時將所採取之值使用來

決定沉積物高度及可能的平行度及平面性。

在某些具體實施例中，由四個探針從經平坦化的沉積物所採取之測量值可使用來計算(使用最小平方擬合)該表面的平面。計算X及Y斜率(該平面沿著X及Y軸(其假設為二
5 個在基材表面平面中垂直的軸)之斜率)及Z截距。Z截距可使用作為指示該經平坦化的沉積物(例如全部沉積物的總厚度)相對於主要基材表面之厚度。X及Y斜率值可使用來決定所測量的平面是否已偏離與主要基材表面或與假設的表面之平行度太遠。X或Y斜率的值大可指示出該平坦化設備
10 或其污染問題(例如不均勻的墊磨損、干擾適合地安裝在真空吸盤或其類似物上之污物、料漿顆粒或其類似物)。事實上，若該基材的前表面不製成與基材背表面平行，在所沉積的材料與基材前表面間之平面位向會存在明顯差異；且在此實例中，可有益地比較該平面的位向與該材料的第一
15 沉積層之位向或與該沉積材料的某些其它層相關或與假設的平面相關之位向。再者，該基材最初可塗佈一經平坦化的材料層，在其上面將限定出測量墊區域且可測量隨後的沉積物厚度及平面位向。

在某些具體實施例中，使用平面斜率來決定平行控制
20 是否可適當地作用。可使用緊湊的接受容差(例如，每毫米0.01微米，其相當於遍及100毫米的表面楔入1微米)。

在某些具體實施例中，如上述提及，該固定長度的元件可接觸所沉積的材料，同時該可移動的探針可與在基材上或在與先前形成的層相關之材料上的接觸墊接觸。

在某些具體實施例中，取代使用終點測量裝置的探針來測量平面性，可使用雷射干涉儀來檢查已達成適當的平坦度(例如0.3微米)。若平坦度脫離規格時，其指示出該拋光板需要再平面化。

- 5 在某些具體實施例中，該測量以限時的拋光量為基礎，其由操作者估計而比到達所需想要的目標少。透過平坦化及測量的迭代步驟(其收斂在正確值)以達成最後的層厚度值。

在某些具體實施例中，如顯示在第5B及5C圖之實例
10 中，可使用多重平坦化操作來達成想要的層厚度或部分形成的結構厚度。粗糙拋光步驟可包括使用粗研磨顆粒(例如，9微米的研磨顆粒)，其可將拋光程度例如帶至值等於全部先前層的厚度加上現行的層厚度加上4微米補償，容差在 ± 0.1 微米內。然後可使用細研磨顆粒(例如2微米的研磨
15 顆粒)，以例如將厚度帶至值大於最後想要的表面位置 0.1 ± 0.05 微米處。全部這些測量可在當該基材仍然由該固定件鉗住時進行。在某些具體實施例中，可使用一最後研磨步驟，其中假設將移除一些量的材料(例如0.1微米)。可不使用拋光固定件來進行此操作。在某些具體實施例中，
20 一旦將基材從固定件中移除，則不想要進行測量，此由於會增加基材撓曲及其類似現象的風險。在這些具體實施例中，可或可不進行在研磨後之最後測量。

在某些具體實施例中，可進行單一平坦化製程及如需要的話，可重覆直到到達想要的表面程度。

在某些具體實施例中，可使用厚基材，例如厚度範圍10毫米對直徑100毫米的晶圓、15毫米對直徑150毫米的晶圓及其類似物。此厚基材可提供下列優點：(1)甚至當在其上面沉積具有高應力的金屬薄膜時，它們仍然平坦；(2)它們在平坦化期間較不會由真空吸盤或其它固定件的平坦度影響；(3)它們較易平坦化至高平坦程度及與相對面的平行度；及/或(4)對在製程期間的處理來說，它們更堅固。此晶圓可在層製造完成後變薄(例如，使用ID/環鋸、鑽石線切等等)。在其它具體實施例中，可藉由將一厚“載體”黏合至一較薄的基材而獲得厚基材，以便提供該較厚的晶圓效應。

對如上述討論的第5A圖之方法具體實施例及對第6-8圖的拋光固定件裝置及第9-12圖之終點偵測裝置來說，可有多種增進及替代方案。例如，在某些可供選擇的具體實施例中，可使用從拋光固定件之測量裝置所查明的位移值來提供某些或全部層的終點偵測。在某些具體實施例中，該基材可在測量期間仍然安裝至該拋光固定件；同時在其它具體實施例中，可在基材與固定件分離後進行測量。在某些具體實施例中，可使用非多孔真空吸盤(例如，具有機械形成的開口或其類似物之真空吸盤)；同時在其它具體實施例中，可使用來自除了石墨外的材料之多孔真空吸盤。在某些具體實施例中，將該基材托至真空吸盤的真空來源可為文托利型式產生器，其靠與提供如上述討論在滑行軌道與外罩間之承載能力相同的空氣供應器來維持；同時，在其它具體實施例中，可使用其它型式的真空產生器及/或

可使用其它空氣壓力來源。

本發明存在有多種其它具體實施例。某些這些具體實施例可基於本文之教導與以參考之方式併於本文的多種教導之組合。某些具體實施例可不使用任何掩蓋沉積製程及/

5 或它們可不使用平坦化製程。某些具體實施例可包括在單層上或在不同層上選擇性沉積複數種不同材料。某些具體實施例可在某些層上使用非為電沉積製程之選擇性沉積製程或掩蓋沉積製程。某些具體實施例可使用鎳作為結構材料，同時其它具體實施例可使用不同的材料。某些具體實

10 施例可使用銅作為結構材料且含或不含犧牲材料。某些具體實施例可移除犧牲材料，同時其它具體實施例可不移除。在某些具體實施例中，陽極(使用在電沉積期間)可與該可保形的接觸遮罩支撐物不同，且該支撐物可為一多孔結構或其它有孔結構。某些具體實施例可使用以遮罩為基礎

15 的選擇性蝕刻操作且與掩蓋沉積操作一起。某些具體實施例可在層對層基礎上形成結構，但是偏離藉由平面層建立製程的嚴格平面層，以有助於在層間交錯材料之製程。此交替建立製程揭示在2003年5月7日所申請之美國申請案號

20 10/434,519中，其發表名稱為“經由交錯層或經由選擇性蝕刻及填入空隙來電化學製造結構的方法及裝置”，其如若以其全文提出般，藉此以參考之方式併於本文。

雖然上文提出的多種具體實施例已聚焦在使用拋光作為較佳的平坦化技術，但於此所揭示的技術亦可具有其它應用，當該平坦化技術除了拋光外，例如可使用化學機械

平坦化、研磨、鑽石高速切削或其類似技術。特別是，當該平坦化製程為除了拋光外的技術時，咸信該終止指示固定件及方法將合適。可在美國專利申請案案號60/534,159中發現關於在電化學製造製程期間使用鑽石高速切削的平坦化操作之教導，其由古漢等人隨函同時申請及其發表名稱為“用來製造多層結構之電化學製造方法，包括在平坦化沉積材料時使用鑽石機器加工”。此申請案如若以其全文提出於本文般，藉此以參考之方式併於本文。

本發明的進一步具體實施例係關於一種使用來建造多層或單層結構或裝置之方法及裝置，其以單點鑽石機器加工方法在高速切削機器(例如第13圖之高速切削機器)上進行平坦化。下列所討論的裝置及方法允許操作者測量及調整該基材的主要平面，如此在高速切削期間所建立的新平面可與該基材的主要平面平行。

相同裝置亦允許操作者測量一大約進入的沉積層厚度。然後，操作者可進行一起始高速切削步驟，以建立一與該基材的主要基材表面平行之平坦表面。在某些具體實施例中，操作者可藉由測量此經平行化的表面之厚度，來查明需要移除多少材料以達成想要的層厚度，且可命令該機器移除所決定之精確的材料量。在某些具體實施例中，可製得一或多次檢查以保證新定義的平面與主要的基材表面平行。依起始沉積物的獨特高度及該經平坦化的層之想要的高度而定，此高速切削可在單次讓切刀通過該表面的每個部分時移除全部所需的材料，或可含或不含中間測量

操作而製得多次通過。可定期檢查該平面切割，且進行該基材之任何需要的位向改質，以保證連續層仍然彼此平行且具有適當的厚度。一旦進行最後的高速切削步驟時，可確定層厚度和新表面的平面。

- 5 如上述討論之以拋光為基礎的平坦化具體實施例，該測量及平坦化操作較佳以該基材的主要表面為主(例如，欲加入材料層的基材之前表面)，如可從設置在基材上的三個測量墊(例如偵測墊、接觸墊及其類似物)來測量，如顯示在第11圖。在較佳的具體實施例中，這些墊可遍及每次的建立製造製程皆維持。應該由熟知此技藝之人士了解，在某些可供選擇的具體實施例中，可將該些墊設置在基材的後表面上，來取代使用位於基材前表面上的墊。在仍然其它可供選擇的具體實施例中，可使用在每層上或在連續層的部分上所形成之墊來取代在基材表面上維持固定的墊，以
- 10
- 15 查明平面性及設定欲形成的一或多層隨後層之高度。

第13圖提供一高速切削機器的主要組件之立體透視圖。將上面已建立電化學製造結構的基材404附著至基材平面調整器406，其依次安裝至Z軸載物臺408(其能在由箭號410所定義的Z方向中移動)。Z軸為一在實質上垂直於由高速切削工具所掃描的平面之方向上延伸的軸。將Z軸載物臺

20

408及X軸載物臺418安裝至一振動隔離主體(無顯示)，其可對整個裝置提供一機械穩定的平台。X軸在垂直於Z軸的方向上延伸且允許在由箭號420所指出的方向上回來移動。X軸載物臺托住高速切削轉軸422，其依次托住高速切削工具

支架424，其依次托住高速切削工具其自身(無顯示)。在某些具體實施例中，安裝至該工具支架的工具為單晶鑽石；同時，在其它具體實施例中，可使用其它工具材料。測量固定件426則接附至該轉軸外罩。

- 5 轉軸422使用一極硬及穩定的高速氣墊軸承。X軸及Z軸載物臺408及418極準確、硬且使用油液壓軸承(oil hydrostatic bearing)。該裝置的轉軸、X載物臺及Z載物臺部分(不包括該基材平面調整固定件、基材支架及測量固定件)與電腦控制硬體、軟體、振動隔離主體、保護外罩及其類
- 10 似物一起，可例如從新罕布夏州(New Hampshire)奇尼(Keene)的LLC之慕雷奈米科技系統(Moore Nanotechnology Systems)購買，如型號為奈諾泰克(Nanotech)350UPL。結合這些組件，以提供一具有10奈米的位置解析度及可高速切削表面而遍及直徑100毫米具有平坦級數100奈米之能力的
- 15 機器系統。

該基材可由Z軸載物臺定位，同時該測量固定件可由X軸載物臺定位，以便一起帶動它們，以便可測量高度、平面位向及其類似性質。可使用該X軸載物臺及Z軸載物臺，來交叉該基材及高速切削工具的路徑。高速切削工具支架

20 相對於轉軸的自由輪轉可允許該高速切削工具在基材路徑中回來旋轉，同時Z軸載物臺可增加向前移動，以允許在設定操作及其類似動作期間發生在工具與基材間之接觸。

在第14圖中，三個測量探針指狀尖端434-1、434-2及434-3形成電腦可控制及可讀取的測量探針裝置432-1、

432-2及432-3之接觸部分。該探針可沿著Z軸驅動，且當它們接觸欲測量的表面時可提供電子讀出位置。當遇到想要的位置及/或位向之表面時，該探針讀取值可再歸零，以便設定一參考平面。在某些使用期間，當該基材設定在預定的位向上且由支架托在預定的位向中時，該探針指狀尖端會沿著X軸定位，以便它們可對準及接觸在基材上的三個測量墊274、276及278。在其它使用中，可限定該探針的位置，以便其尖端接觸在基材上的區域毗連該測量墊或與其相隔遙遠。在仍然其它使用中，該基材可以非標準位向放置到該支架上，以便該尖端不對準該墊。可使用此非標準位向定位來產生關於基材前後表面之平行度的訊息。

該探針尖端可使用由高精密空氣壓力調節器所提供的空氣壓力來伸出，如此全部探針皆可以相等及重覆的接觸力量接觸。在典型的操作中，會將該基材及探針帶至X軸位置，同時該探針尖端會縮回。一旦在位置上時，該探針尖端會伸出並採取三個測量值。主要基材表面之平面可從此三個測量墊所採取之讀取值來查明。若所測量的平面之位向與想要的平面位向不相符，則可在該平面調整固定件所允許的範圍內，將該基材參考表面的平面調整至任何平面。當平坦化一表面時，典型地調整該參考表面之平面，以相對於機器的X-Y平面(其亦為該高速切削工具所產生的平面)具有零斜率。實務上，在使用二個線性致動器446-1及446-2調整平面之後，該探針尖端可再次接觸該參考墊，以測量及確認該基材的平面已經合適地調整。在某些實例

中，重覆該測量及調整可改善於單次通過所達成的物件上之對準；但是，此典型地已發現並不需要。在測量之後，該探針尖端典型會縮回，以便不發生不小心的基材刮傷。

第15圖顯示出該測量固定件的細部圖。該測量探針
5 132-1-132-3由探針夾鉗133-1-133-3夾住，其依次附著至水平板135及其依次附著至垂直板137，其依次接附至轉軸外罩422，如顯示在第13圖。

第5圖顯示出將該基材安裝至該基材平面調整固定件，此使用一多孔碳真空吸盤454來進行。可在將該多孔碳
10 材料安裝至該固定件後，讓該真空吸盤454在該機器上接受高速切削，如此其具有與切割平面相同的斜率(例如，遍及100毫米表面，其平坦度至在0.3微米內)。此能力可使用來移除任何在將真空吸盤安裝至運動板456期間所引進的變形。該真空吸盤可控制地連接至真空供應器及空氣壓力供應器二者，如此該基材可控制地接附、釋放及可容易改變
15 相對於該吸盤的位置。

在該真空吸盤的較低邊底部上，使用三個基材設置托架458-1-458-2來幫助定位該基材。底部托架458-2提供一平坦表面，其允許一在該基材的邊緣上之平面(例如18毫米的
20 平坦邊緣)擱置在該平坦托架表面上，以便在開啟動真空前幫助提供旋轉定位。該運動板提供一穩定的基礎，可在其背面邊上接附該些運動組件。

第17圖顯示出該已移除運動板456之基材平面調整固定件406。三個截平的球形462-1-462-3附著至運動板，如此

它們可與三個溝槽托架旋轉啮合。在第17圖中，三個球形顯示出不與該運動板連接。溝槽托架之一設置在一已安裝至基礎467的固定垂直板466上，其依次安裝至Z載物臺；同時其它二個托架則設置在二個彎曲臂上，其可移動以調整該基材當安裝在真空吸盤上時的平面。三個彈簧偏壓拉緊螺栓464-1-464-3延伸通過該固定垂直板466及接附且拉牽該運動板，並以一大的預負載力(例如500磅的預負載)對著該溝槽來連結截平的球形，因此產生一堅硬的機制。

第18圖顯示出該運動組件的部分放大圖，其包括截平的球形462-1及462-3、相關的溝槽托架468-1及468-2、拉緊螺栓464-2、接附托架472-1(其將彎曲臂474-1接附至固定垂直板466)。該截平的球形及溝槽由硬鋼構成，以保證該組件的幾何外觀仍然穩定。

第19圖顯示出該基材平面調整固定件454的背面邊，其已移除邊板478-1以顯露出某些其它組件。有三個拉緊壓縮彈簧465-1至465-3，其以該些拉緊螺栓操作而在該運動板上產生該大的預負載。有二個彎曲槓桿臂474-1及474-2，其每個已接附一溝槽托架。當已驅動線性致動器446-1及446-2(其已經由交叉支撐桿479安裝至邊板478-1及478-2)至新位置時，彎曲點473-1及473-2可各別提供彎曲槓桿臂474-1及474-2用之旋轉點。該接附托架(亦顯示在第18圖)可將該彎曲槓桿臂連接至顯示在第19圖的垂直板。每個線性致動器可使用來驅動每個彎曲臂。由具有從該溝槽及截平的球形之運動接觸補償的致動點所獲得之機械利益可達成

二個目標：(1)提供機械槓桿作用，否則該線性致動器將由於大的預負載而必需更強大、昂貴及/或較不準確；及(2)由於該機械利益而提供增加的準確性。在本具體實施例中，該機制提供10比1的機械利益；但是在其它具體實施例中，可使用較小或較大的機械利益。本致動器(例如鑽石移動致動器N100DC)具有0.1微米的解析度，其可提供該系統對平面調整有10奈米的解析度。在第19圖中亦可看見一個使用在該線性致動器與該彎曲槓桿臂間的接觸點處之碳化鎢衝模(strike)182-1。

10 第20圖提供一提出的樣本操作流程圖，其可使用來讓第13-15圖之測量固定件及探針的零平面與由高速切削工具所切割的平面相配。

第21圖提供一提出的樣本操作流程圖，其可使用來設定基材的前表面(在其上面已沉積及/或欲沉積材料層)或沉積材料其自身，相對於由鑽石工具所切割之平面的平行度。

15 第22圖提供一提出的操作流程圖，其可使用第13圖之裝置來將在基材上的沉積材料修整至想要的高度。

那些在第20-22圖中所提出的另一種方法將由熟知此技藝之人士在回顧於本文之教導後明瞭。在某些此可供選擇的方法中，可消除多種操作、可加入其它操作及/或可使用多種取代操作。

20 關於在介電基材上形成結構及/或將介電材料併入該形成製程且可能將其併入如所形成的最後結構中之結構形成的教導則提出在2003年12月31日所申請的一些專利申請

案中。這些歸檔文件第一為美國專利申請案案號
60/534,184，其發表名稱為“合併介電材料及/或使用介電基
材的電化學製造方法”。這些歸檔文件第二為美國專利申請
案案號60/533,932，其發表名稱為“使用介電基材的電化學
5 製造方法”。這些歸檔文件第三為美國專利申請案案號
60/534,157，其發表名稱為“合併介電材料的電化學製造方
法”。這些歸檔文件第四為美國專利申請案案號
60/533,891，其發表名稱為“合併能部分經由平坦化移除的
介電質薄片及/或種子層之結構的電化學製造方法”。此些歸
10 檔文件第五為美國專利申請案案號60/533,895，其發表名稱
為“在多孔介電質上製造多層三維結構之電化學製造方
法”。這些專利歸檔文件每篇如若以其全文提出於本文般，
藉此以參考之方式併於本文。

考慮到於本文中的教導，將由熟知此技藝之人士明瞭
15 在本發明之設計及使用上的許多進一步具體實施例、替代
方案。就其本身而論，不意欲本發明由上述描述之特別的
闡明具體實施例、替代方案及用途所限制，而是獨自由此
後所顯現的申請專利範圍所限制。

【圖式簡單說明】

20 第1A-1C圖圖式描繪出不同階段的CC遮罩電鍍方法之
側視圖；同時第1D-1G圖圖式描繪出使用不同型式的CC遮
罩之CC遮罩電鍍方法，其在不同階段處之側視圖。

第2A-2F圖圖式描繪出一電化學製造方法，當將其應用
來形成一特別結構時，其於不同階段處之側視圖，其中可

選擇性沉積一犧牲材料同時掩蓋沉積一結構材料。

第3A-3C圖圖式描繪出多種可使用來手動執行描繪在第2A-2F圖之電化學製造方法的實例次組合之側視圖。

5 第4A-4I圖圖式描繪出使用黏附遮罩電鍍來形成一結構的第一層，其中該第二材料的掩蓋沉積將覆蓋位於該第一材料的沉積場所與該第一材料其自身二者間之開口上。

第5A圖對根據本發明的第一具體實施例之用來形成多層三維結構的方法提供一流程圖，其使用一終點指示固定件及一各別的平坦化固定件。

10 第5B-5G圖提供一操作設定實例，其可使用於與第5A圖相關連的方法或與其它相關連的方法。

第6及7圖提供一合適於使用在本發明的第一具體實施例中之拋光固定件的不同立體透視圖。

15 第8圖提供一從第6圖之拋光固定件其垂直延伸過該固定件中心的切割平面所切割之截面圖。

第9及10圖提供一合適於使用在本發明的第一具體實施例中之終點指示固定件的不同立體透視圖。

第11圖圖式描繪出一基材的上俯視圖，其具有三個終點測量墊。

20 第12圖提供一將第9及12圖之終點指示裝置安裝在第11圖的基材上之立體透視圖。

第13圖根據本發明的一些具體實施例提供一高速切削機器設計的立體透視圖。

第14圖對第12圖之機器設計的測量固定件及基材夾持

和平面調整固定件提供一拉近的立體透視圖。

第15圖提供一聚焦在第14圖之測量固定件的立體透視圖。

第16圖提供一聚焦在第14圖之基材夾持及平面調整固定件的立體透視圖。

第17圖提供一聚焦在第14圖的平面調整固定件之立體透視圖，其已移除該基材夾持固定件的運動板及該基材其自身。

第18圖提供一聚焦在平面設定固定件的特定組件上之立體透視圖，其包括一截平的球形元件、一調整臂彎曲點、一真空吸盤接附托架及一用來在張力下夾持住該真空吸盤的彈簧負載桿。

第19圖提供一第14圖的平面設定固定件之背部立體透視圖。

第20圖提供一方塊圖，其提出一可使用來讓第13-15圖之測量固定件及探針的歸零平面與由高速切削工具所切割的平面相配之樣本操作。

第21圖提供一方塊圖，其提出一可使用來校定該基材的前表面(在其層材料已沉積及/或欲沉積)或所沉積的材料其自身，相對於由鑽石工具所切割之平面的平行度之樣本操作。

第22圖提供一方塊圖，其提出一可使用第13圖之裝置將沉積在該基材上的材料修整至想要的高度之操作。

【主要元件符號說明】

| | |
|----------------|------------|
| 2...第一材料 | 44...致動器 |
| 4...第二材料 | 46...指示器 |
| 6...基材 | 48...載體 |
| 8...CC遮罩 | 52...拋光板 |
| 8'...遮罩 | 54...X載物臺 |
| 10...絕緣體 | 56...Y載物臺 |
| 10'...可保形的材料 | 58...槽 |
| 12...陽極 | 62...陽極 |
| 12(2A)...支撐物 | 64...電解質槽 |
| 12'...陽極 | 66...電鍍溶液 |
| 14...電鍍溶液 | 68...腳 |
| 16(1)...開口 | 72...框架 |
| 16(3A)...電解質 | 74...框架 |
| 20(1)...支撐結構 | 82...基材 |
| 20(2F)...多層結構 | 84...光阻 |
| 22...材料 | 86...表面 |
| 22'...沉積物 | 92(a)...空隙 |
| 26a...空隙 | 92(b)...空隙 |
| 26b...空隙 | 92(c)...空隙 |
| 32...手動電化學製造系統 | 94...第一金屬 |
| 34...夾持基材次系統 | 96...第二金屬 |
| 36...CC遮罩次系統 | 98...3D結構 |
| 38...掩蓋沉積次系統 | 102...區塊 |
| 40...平坦化次系統 | 104...區塊 |
| 42...線性滑座 | 106...區塊 |

- | | |
|--------------|------------------|
| 108...區塊 | 146...區塊 |
| 112...區塊 | 148...區塊 |
| 114...區塊 | 150...區塊 |
| 116...區塊 | 152...區塊 |
| 118...區塊 | 154...區塊 |
| 120...區塊 | 156...區塊 |
| 124...區塊 | 182-1...碳化鎢衝模 |
| 126...區塊 | 202...拋光固定件 |
| 128...區塊 | 204...多孔石墨真空吸盤 |
| 130...區塊 | 206...墊磨片 |
| 132...區塊 | 208...磨耗環 |
| 132-1...測量探針 | 212...扣件 |
| 132-2...測量探針 | 214...滑行軌道 |
| 132-3...測量探針 | 216...滑行外罩 |
| 133-1...探針夾鉗 | 218...文托利型式真空產生器 |
| 133-2...探針夾鉗 | 222...真空閥 |
| 133-3...探針夾鉗 | 224...轉動接合器 |
| 134...區塊 | 226...托架 |
| 135...水平板 | 228...張力彈簧型式平衡錘 |
| 136...區塊 | 232...料漿密封物 |
| 137...垂直板 | 234...料漿防護 |
| 138...區塊 | 236...滑行頂端 |
| 140...區塊 | 242...孔洞 |
| 142...區塊 | 272...基材 |
| 144...區塊 | 274...終點測量墊 |

- 276...終點測量墊
- 278...終點測量墊
- 300...終點指示裝置
- 284...金屬定位螺絲柱
- 286...金屬定位螺絲柱
- 288...金屬定位螺絲柱
- 292...探針
- 294...探針
- 296...探針
- 298...探針
- 292'...尖端
- 294'...尖端
- 296'...尖端
- 298'...尖端
- 304...處理環
- 306...固定件鉗住板
- 404...基材
- 406...基材平面調整固定件
- 408...Z軸載物臺
- 410...箭號
- 418...X軸載物臺
- 420...箭號
- 422...高速切削轉軸
- 424...高速切削工具支架
- 426...測量固定件
- 432-1...測量探針裝置
- 432-2...測量探針裝置
- 432-3...測量探針裝置
- 434-1... 測量探針指狀尖端
- 434-2...測量探針指狀尖端
- 434-3...測量探針指狀尖端
- 446-1...線性致動器
- 446-2...線性致動器
- 454(16)...多孔碳真空吸盤
- 454(19)...基材平面調整固定件
- 456...運動板
- 458-1...基材設置托架
- 458-2...基材設置托架
- 462-1...截平的球形
- 462-2...截平的球形
- 462-3...截平的球形
- 464-1...彈簧偏壓拉緊螺栓
- 464-2...彈簧偏壓拉緊螺栓
- 464-3...彈簧偏壓拉緊螺栓
- 465-1...拉緊壓縮彈簧
- 465-2...拉緊壓縮彈簧
- 465-3...拉緊壓縮彈簧
- 466...固定垂直板
- 467...基礎
- 468-1...溝槽托架

468-2...溝槽托架

472-1...接附托架

473-1...彎曲點

473-2...彎曲點

474-1...彎曲槓桿臂

474-2...彎曲槓桿臂

478-1...邊板

478-2...邊板

479...交叉支撐桿

五、中文發明摘要：

本發明的一些具體實施例提供一種用來電化學製造多層結構(例如中尺度或微尺度結構)的方法及裝置，與一經改良的終點偵測及在該電化學製造製程期間維持將平坦化的材料(例如層)之平行度。某些方法包括在平坦化期間使用一固定件，以保證該經平坦化的材料平面與其它沉積平面的平行度在所提供的容差內。某些方法包括使用一終點偵測固定件，以保證所沉積的材料相對於該基材的起始表面、相對於第一沉積層或相對於在製造製程期間所形成的某些其它層之精確高度。在某些具體實施例中，該平坦化可經由拋光進行，同時其它具體實施例可使用鑽石高速切削機器。

六、英文發明摘要：

Some embodiments of the present invention provide processes and apparatus for electrochemically fabricating multilayer structures (e.g. mesoscale or microscale structures) with improved endpoint detection and parallelism maintenance for materials (e.g. layers) that are planarized during the electrochemical fabrication process. Some methods involve the use of a fixture during planarization that ensures that planarized planes of material are parallel to other deposited planes within a given tolerance. Some methods involve the use of an endpoint detection fixture that ensures precise heights of deposited materials relative to an initial surface of a substrate, relative to a first deposited layer, or relative to some other layer formed during the fabrication process. In some embodiments planarization may occur via lapping while other embodiments may use a diamond fly cutting machine.

第 93141486 號專利申請案申請專利範圍修正本 2007.12.28

十、申請專利範圍：

1. 一種用來形成多層三維結構的製造方法，其包括：
 - (a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一材料之想要的圖案，其中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個接觸墊；
 - (b)讓該至少一材料接受平坦化操作；
 - (c)將一測量探針設置成與一或多個接觸墊接觸且與將接受平坦化操作之材料接觸，且從一固定件選粹出資料，該固定件係與經平坦化材料在相對於想要的參考點或面之至少一點所測量的高度有關；
 - (d)將該材料所測量的高度與該材料想要的高度比較；
 - (e)若所測量及想要的高度不在想要的容差內，則重覆操作(b)-(d)，直到所測量與想要的高度在想要的容差內；
 - (f)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數黏附層形成該三維結構。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該一或多個接觸墊包含至少三個接觸墊。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該固定件包含至少三個固定長度的金屬定位螺絲柱及至少一個可移動的探針。

4. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該至少一個可移動的探針包含至少三個可移動的探針。
5. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該至少一個可移動的探針包含至少四個可移動的探針。
- 5 6. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該至少三個固定的金屬定位螺絲柱被製成接觸該些墊，且該至少一個可移動的探針被製成接觸所沉積的材料。
7. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該至少三個固定的金屬定位螺絲柱被製成接觸所沉積的材料，且該至少一個可移動的探針被製成接觸該些接觸墊之一者。
- 10 8. 一種用來形成多層三維結構的製造方法，其包括：
 - (a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一材料之想要的圖案；
 - (b)讓該至少一材料接受平坦化操作，其包括：
 - 15 (i) 經由一多孔真空吸盤將該基材安裝至一拋光固定件；
 - (ii) 將該基材安裝至該固定件，同時讓所沉積的材料接受拋光操作，以平坦化該材料的表面且將所沉積的材料之高度帶至想要的值；
 - 20 (c)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數黏附層形成該三維結構。
9. 一種用來形成多層三維結構的製造方法，其包括：
 - (a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一材料之想要的圖案，其

中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個接觸墊；

(b)讓該至少一材料接受一平坦化操作，其包括：

5 (i) 經由一多孔真空吸盤將該基材安裝至一拋光固定件；

(ii) 將該基材安裝至該固定件，同時讓所沉積的材料接受拋光操作，以平坦化該材料的表面且將所沉積的材料之高度帶至想要的值；

10 (c)將一固定件設置成與一或多個接觸墊接觸及與將接受平坦化操作之材料接觸，並從固定件選粹出資料，該固定件係與經平坦化材料在相對於想要的參考點或面之至少一點所測量的高度有關；

(d)將該材料所測量的高度與該材料想要的高度比較；

15 (e)若所測量及想要的高度不在想要的容差內，則重覆操作(b)-(d)，直到所測量與想要的高度在想要的容差內；

(f)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數黏附層形成該三維結構。

20 10. 一種用來形成多層三維結構的製造方法，其包括：

(a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一材料之想要的圖案，其中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個接觸墊；

(b)讓該至少一種材料接受一平坦化操作，其包括：

(i) 經由一多孔真空吸盤將該基材安裝至一拋光固定件；

5 (ii) 同時，將該基材安裝至該固定件，讓所沉積的材料接受拋光操作，以平坦化該材料的表面且將所沉積的材料之高度帶至想要的值；

(c)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數層黏附層形成該三維結構。

11. 一種用來形成多層三維結構的製造方法，其包括：

10 (a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一種材料之想要的圖案，其中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個接觸墊；

(b)讓該至少一材料接受平坦化操作；

15 (c)讓該至少一材料接受檢查，以測量該沉積物相對於想要的參考件之至少二處的高度、該沉積物之平面性及該沉積物相對於想要的參考件之位向；

(d)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數黏附層形成該三維結構。

20 12. 一種用來形成多層三維結構的製造方法，其包括：

(a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一材料之想要的圖案，其中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個參考墊，其可使用來查明該經平坦化且經沉積材料之沉積物

的至少一處的高度、該經平坦化材料之平面性及/或該經平坦化材料之位向；

(b)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數黏附層形成該三維結構。

5 13. 如申請專利範圍第1-12項中任何一項的方法，其中該形成及黏附該材料層包括選擇性沉積第一材料、掩蓋沉積第二材料。

14. 如申請專利範圍第1-12項中任何一項的方法，其中該形成及黏附該材料層包括選擇性沉積第一材料、掩蓋沉積
10 第二材料，其中該第一或第二材料的至少一者係經由電鍍操作沉積。

15. 如申請專利範圍第1-12項中任何一項的方法，其中該平坦化操作包括拋光操作。

16. 如申請專利範圍第1-12項中任何一項的方法，其中該平坦化操作包括一鑽石機器加工操作。
15

17. 一種用來形成多層三維結構的製造方法，其包括：

(a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一材料之想要的圖案；

(b)讓該至少一材料接受平坦化操作，其包括：

20 (i) 將該基材安裝至在一高速切削機器中的固定件；

(ii) 將該基材安裝至該固定件，同時讓所沉積的材料接受一旋轉切割工具，以平坦化該材料的表面且將所沉積材料之高度帶至想要的值；

(c)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數黏附層形成該三維結構。

18. 一種用來形成多層三維結構的製造方法，其包括：

5 (a)形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一材料之想要的圖案，其中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個接觸墊；

(b)讓該至少一材料接受平坦化操作，其包括：

10 (i) 將該基材安裝至在一高速切削機器中的固定件；

(ii) 將該基材安裝至該固定件，同時讓所沉積的材料接受一旋轉切割工具，以平坦化該材料的表面且將所沉積的材料之高度帶至想要的值；

15 (c)將一固定件設置成與一或多個接觸墊接觸及與將接受平坦化操作之材料接觸，且從固定件選粹出資料，該固定件與經平坦化材料在相對於想要的參考點或面之至少一個點所測量的高度有關；

(d)將該材料所測量的高度與該材料想要的高度比較；

20 (e)若所測量及想要的高度不在想要的容差內，則重覆操作(b)-(d)，直到所測量與想要的高度在想要的容差內；

(f)重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數黏附層形成該三維結構。

19. 一種用來形成多層三維結構的製造方法，其包括：

(a) 形成一材料層且將其黏附至先前形成的層及/或至一基材，其中該層包含至少一材料之想要的圖案，其中在該基材上或在先前形成的層上存在一或多個接觸墊；

5

(b) 讓該至少一材料接受平坦化操作，其包括：

(i) 將該基材安裝至在一高速切削機器中的固定件，其中該固定件具有將該基材之平面相對於該高速切削機器之切割平面調整的能力；

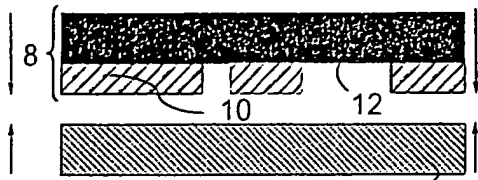
10

(ii) 將該基材之平面調整至與該高速切削機器之切割平面相吻合；然後

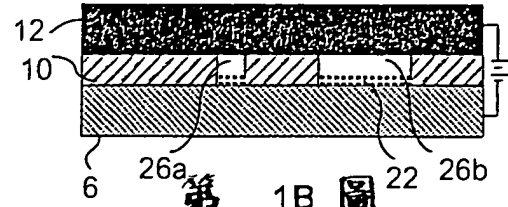
(iii) 將該基材安裝至該固定件，同時讓所沉積的材料接受一旋轉切割工具，以平坦化該材料的表面且將所沉積的材料之高度帶至想要的值；

15

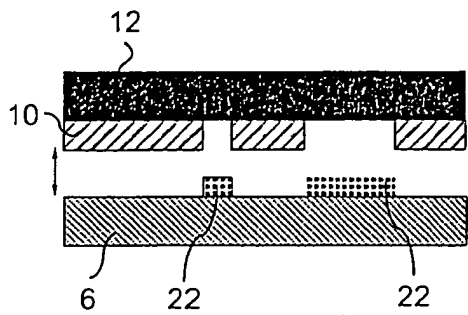
(c) 重覆該形成及黏附操作(a)一或多次，以從複數黏附層形成該三維結構。



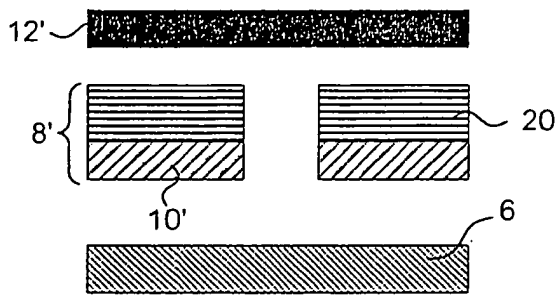
第 1A 圖



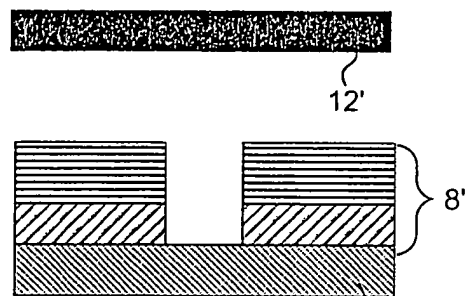
第 1B 圖



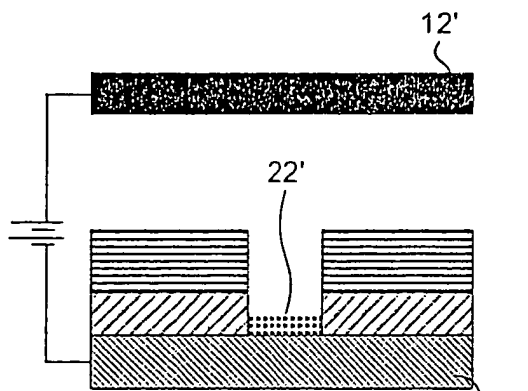
第 1C 圖



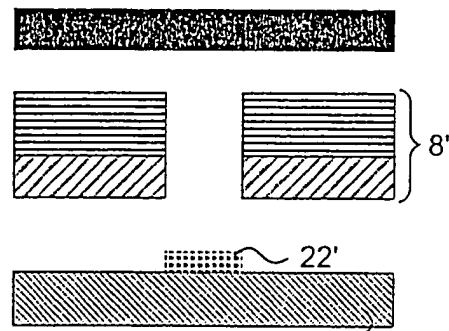
第 1D 圖



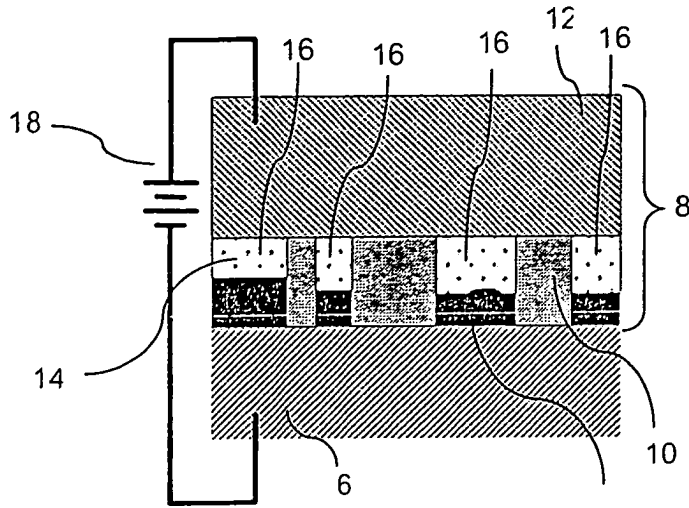
第 1E 圖



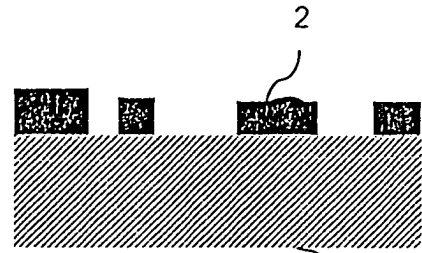
第 1F 圖



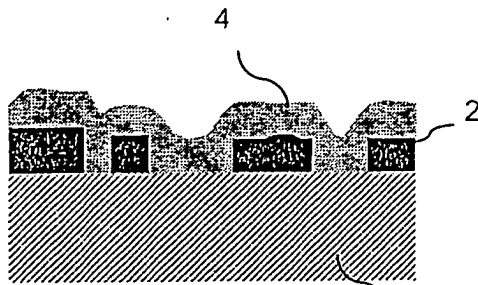
第 1G 圖



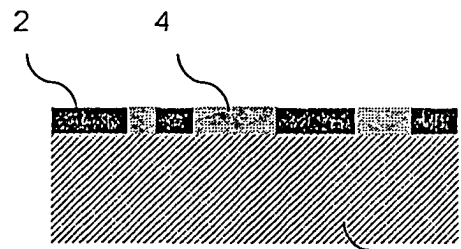
第 2A 圖



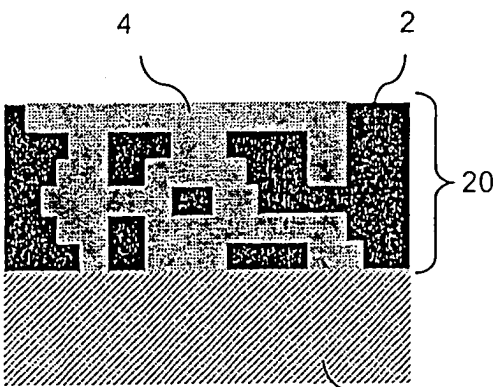
第 2B 圖



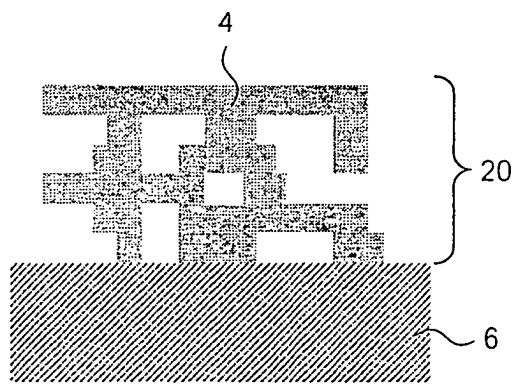
第 2C 圖



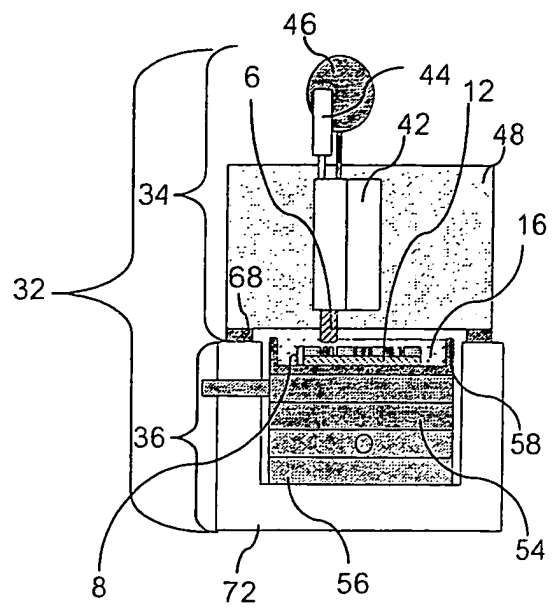
第 2D 圖



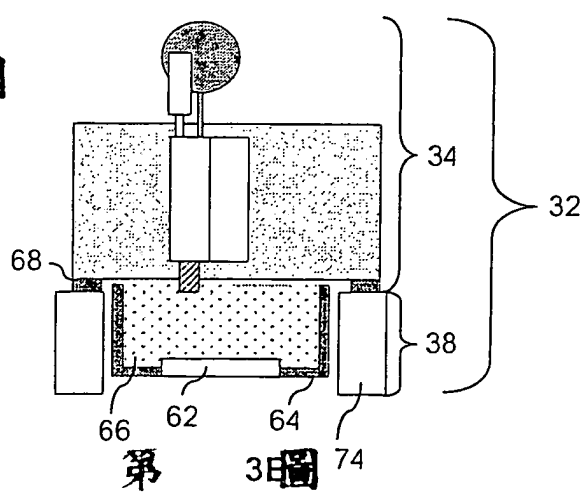
第 2E 圖



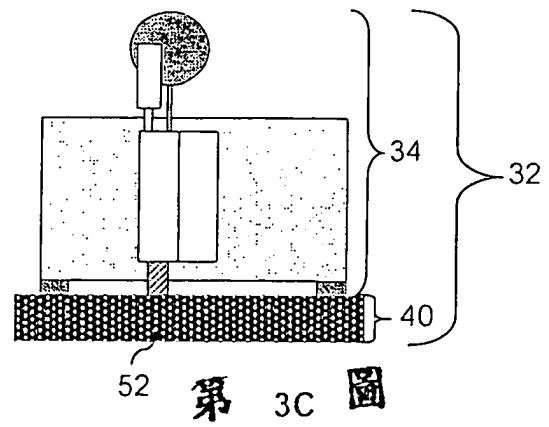
第 2F 圖



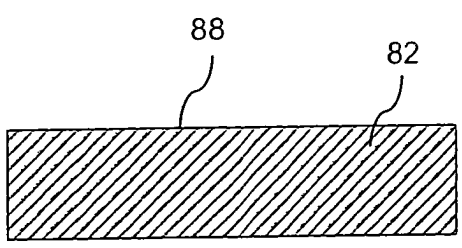
第 3A 圖



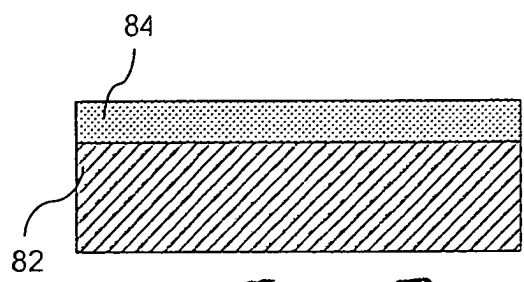
第 3B 圖



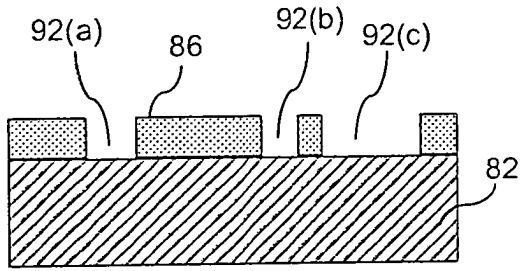
第 3C 圖



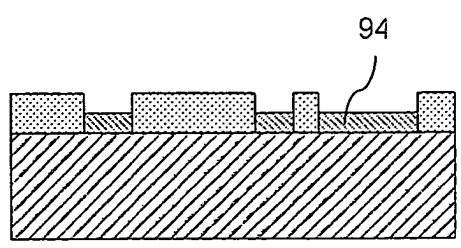
第 4A 圖



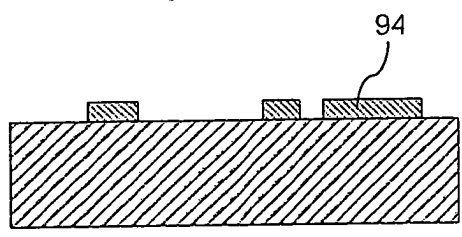
第 4B 圖



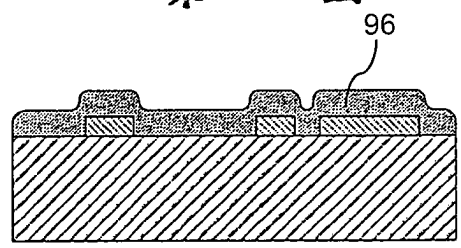
第 4C 圖



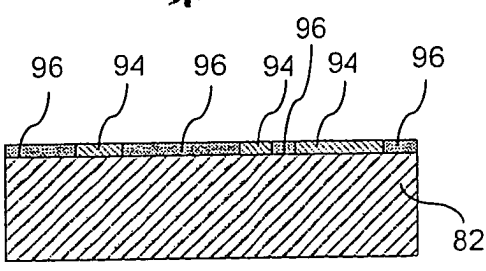
第 4D 圖



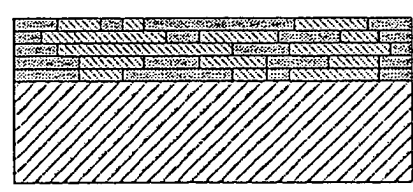
第 4E 圖



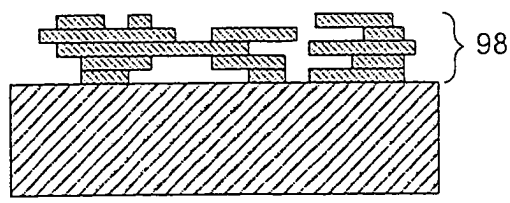
第 4F 圖



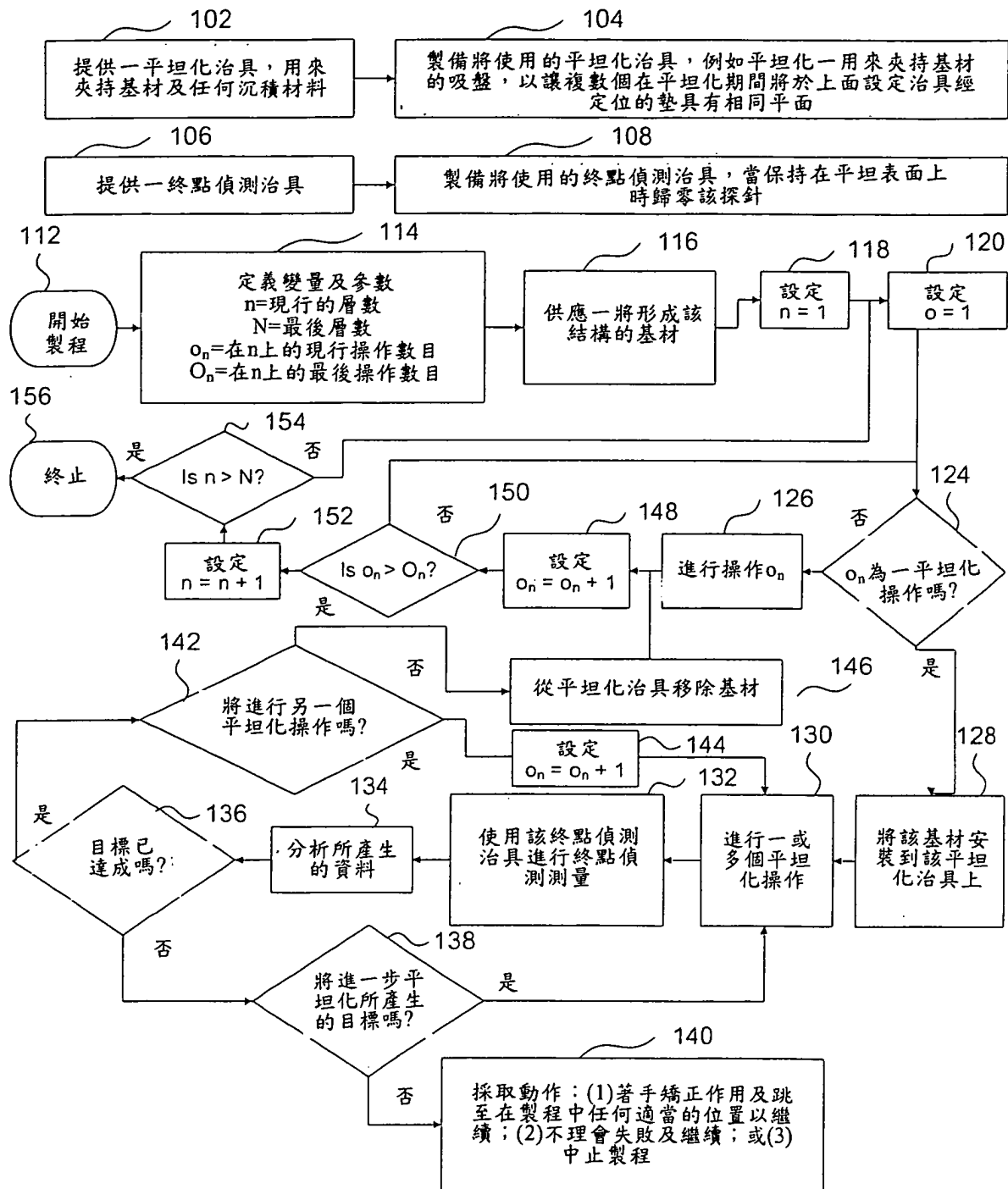
第 4G 圖



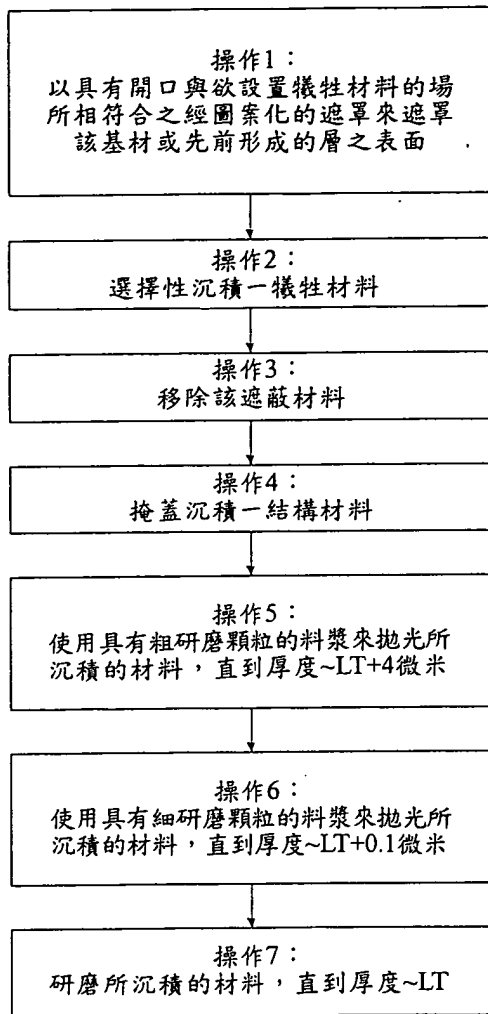
第 4H 圖



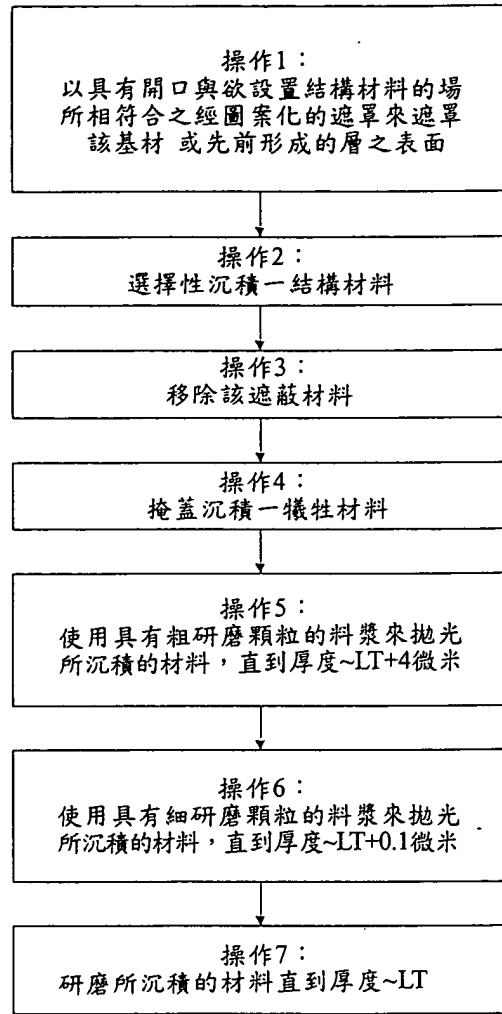
第 4I 圖



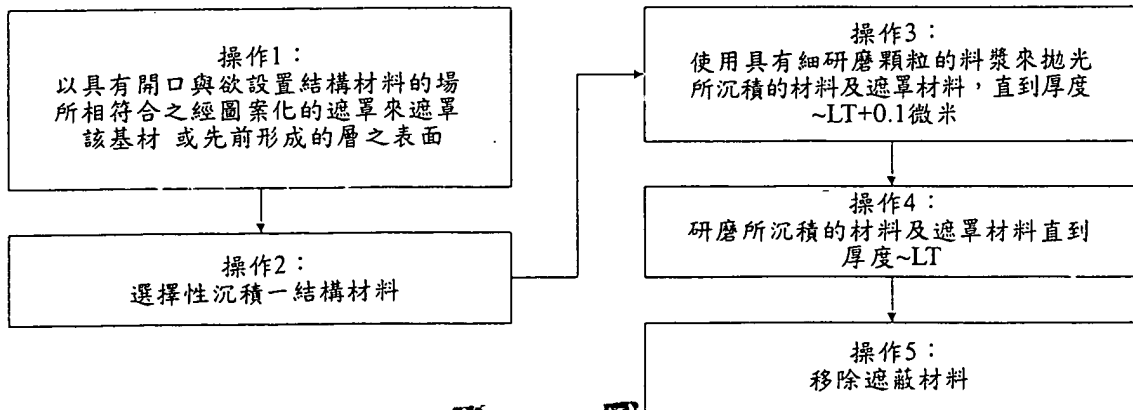
第 5A 圖



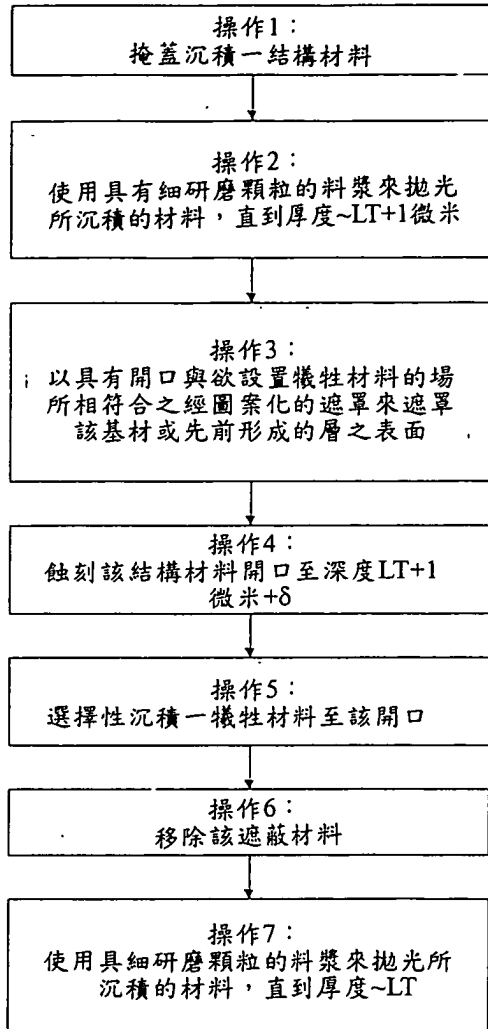
第 5B 圖



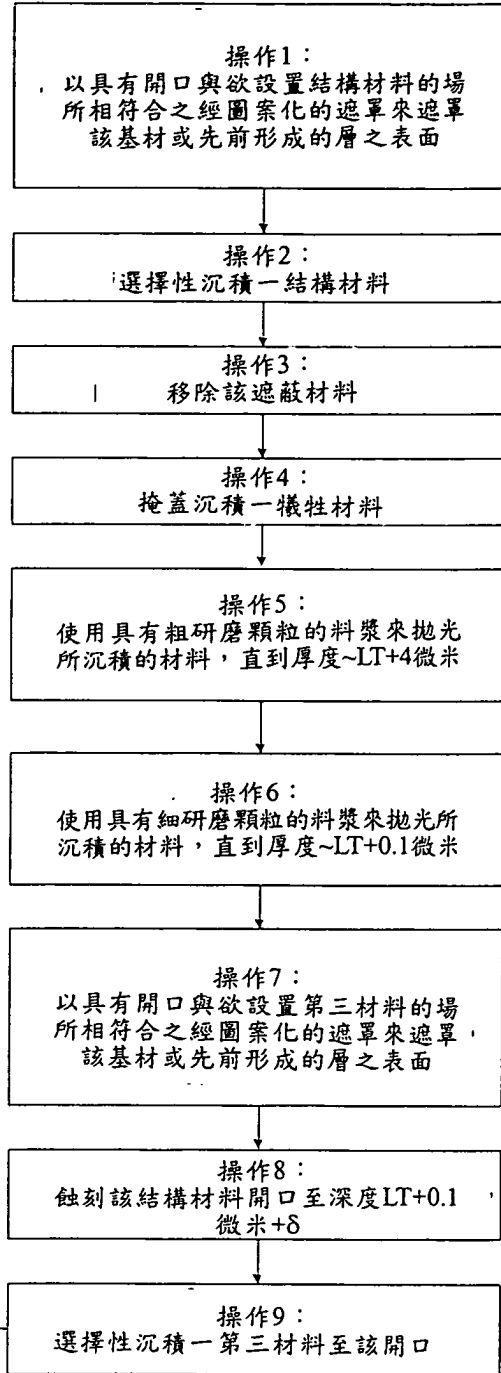
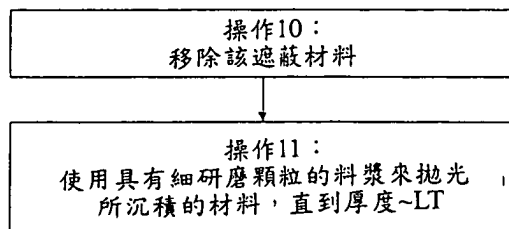
第 5C 圖



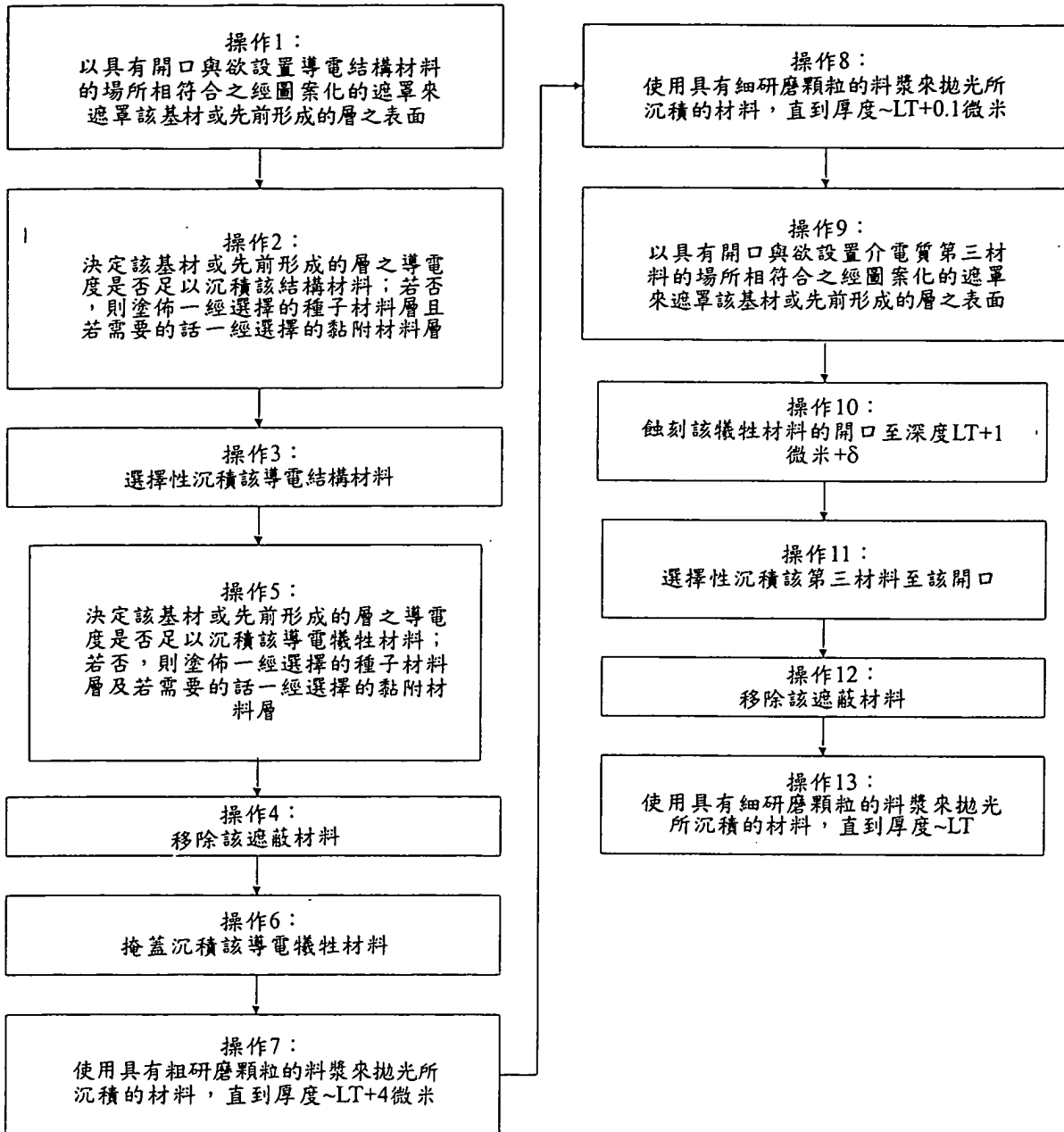
第 5D 圖



第 5E 圖

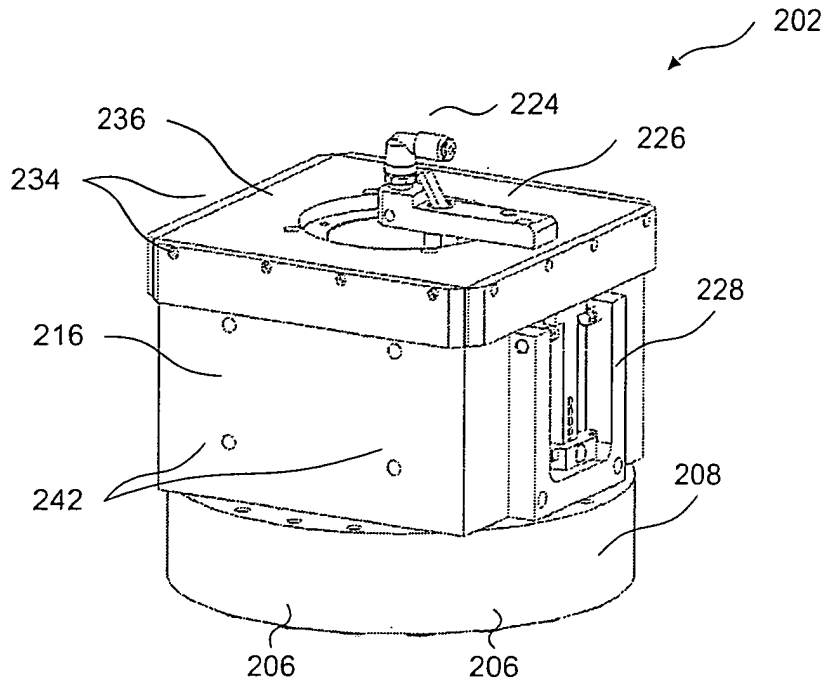


第 5F 圖

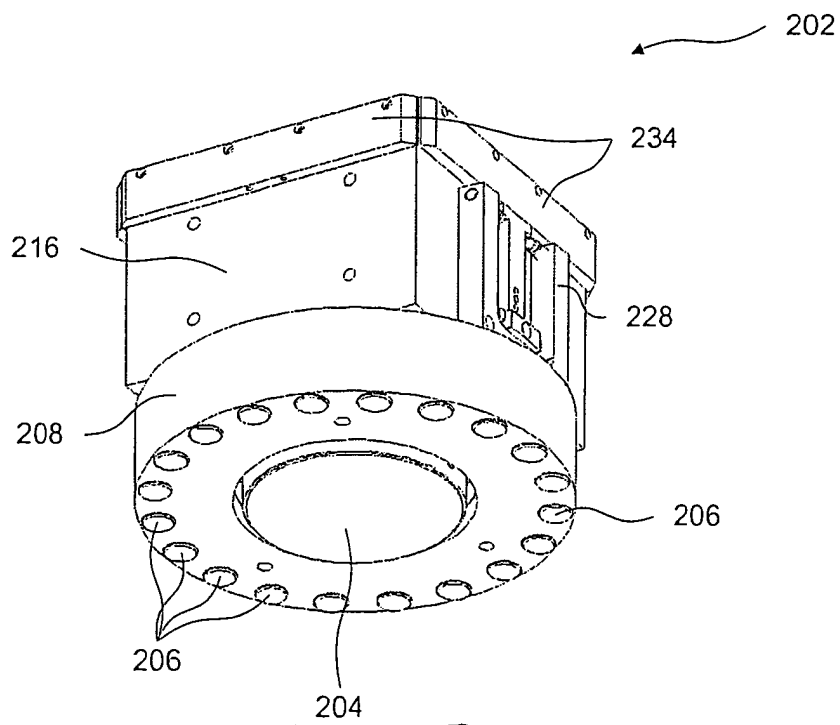


第 5G 圖

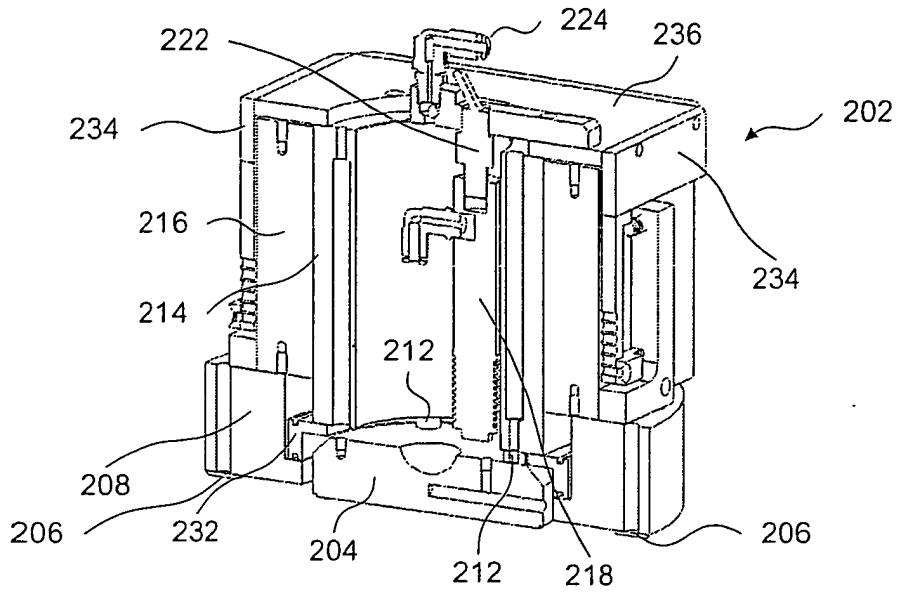
9/20



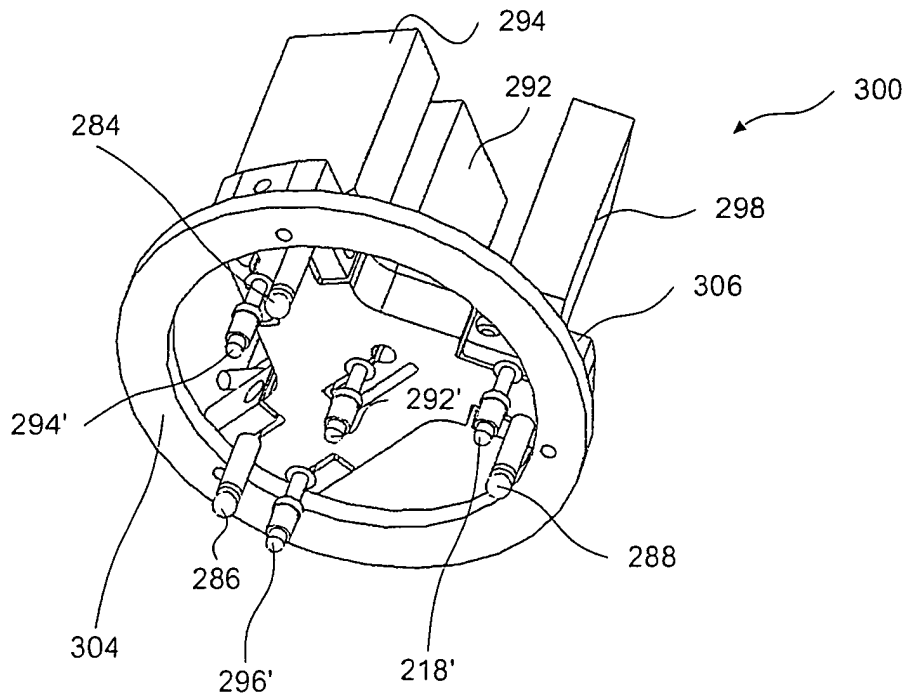
第 6 圖



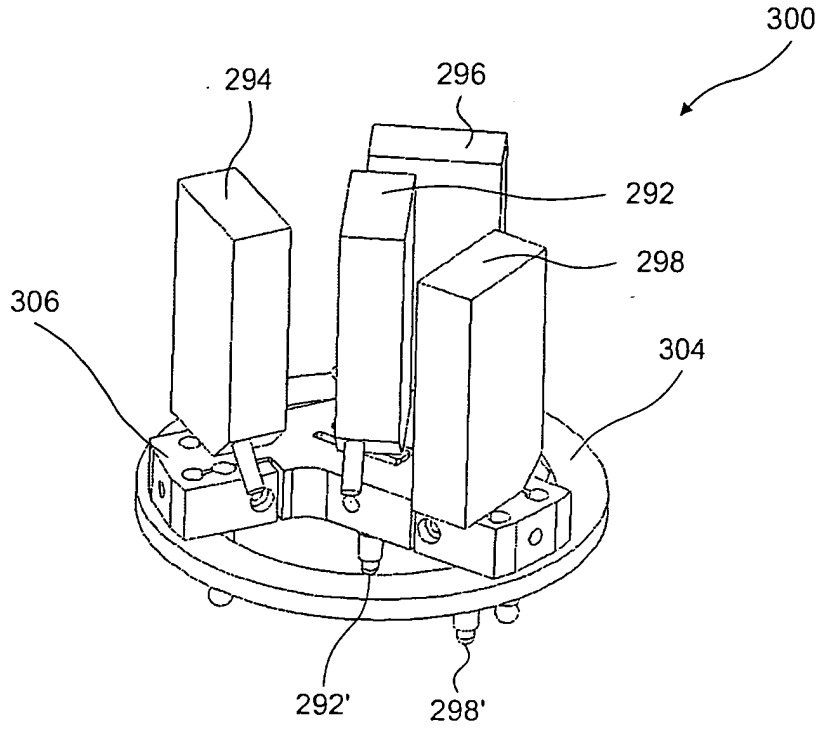
第 7 圖



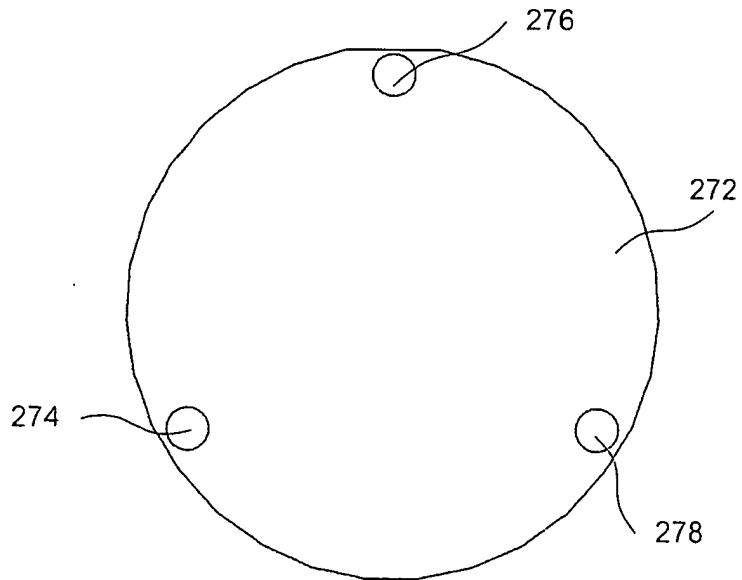
第 8 圖



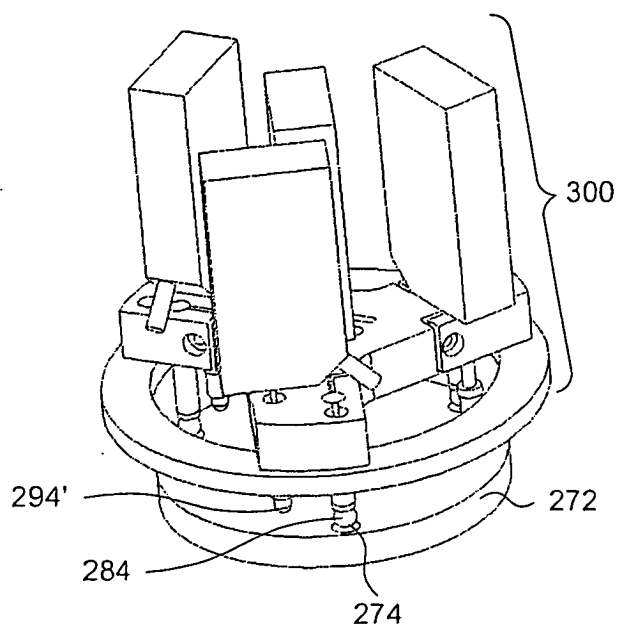
第 9 圖



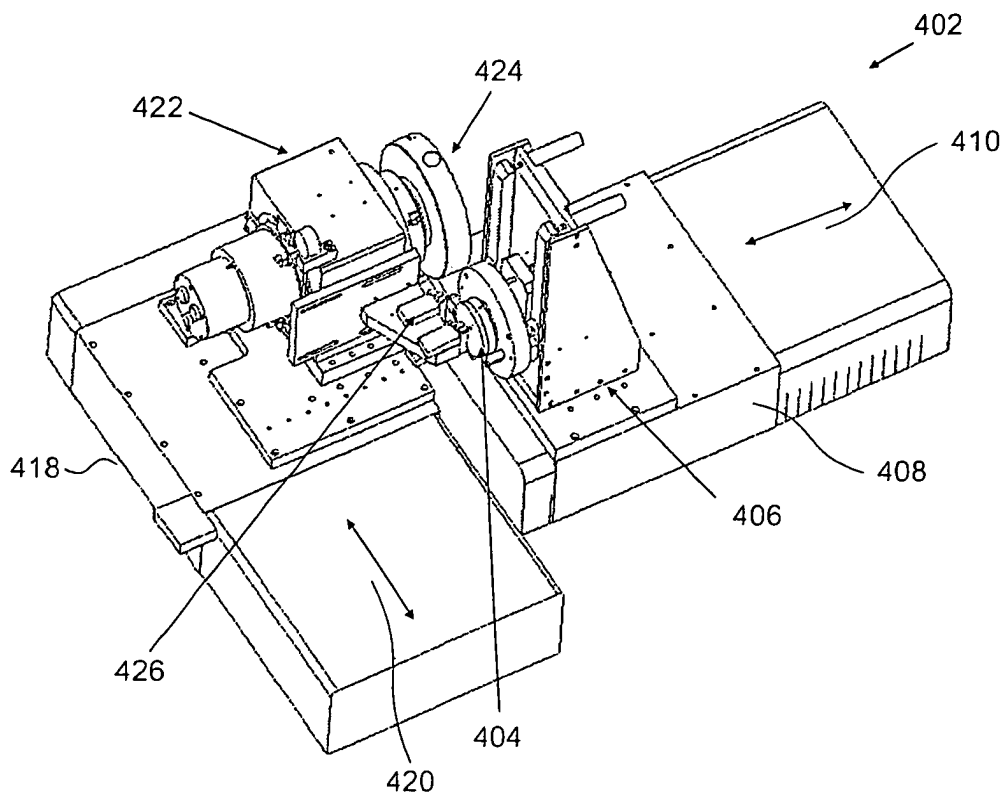
第 10 圖



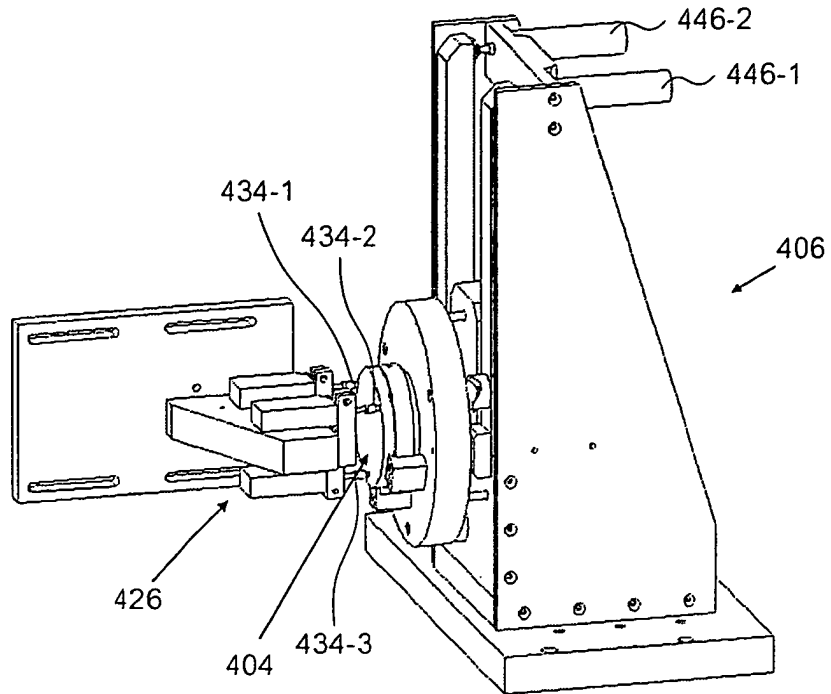
第 11 圖



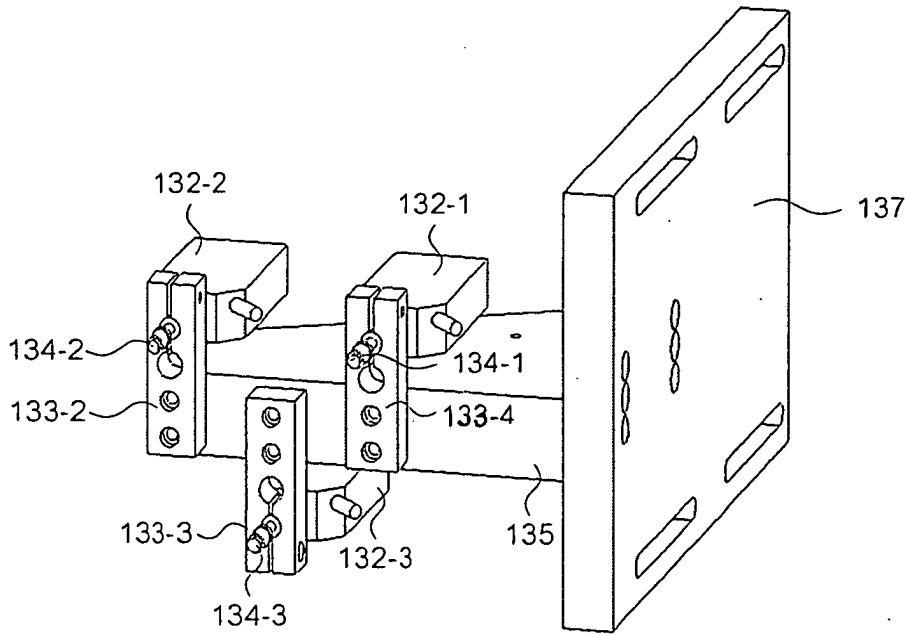
第 12 圖



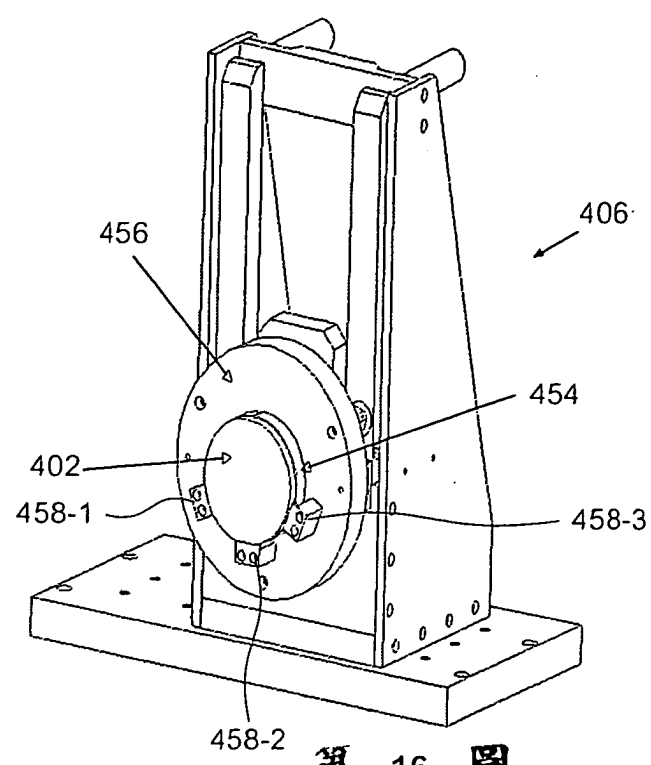
第 13 圖



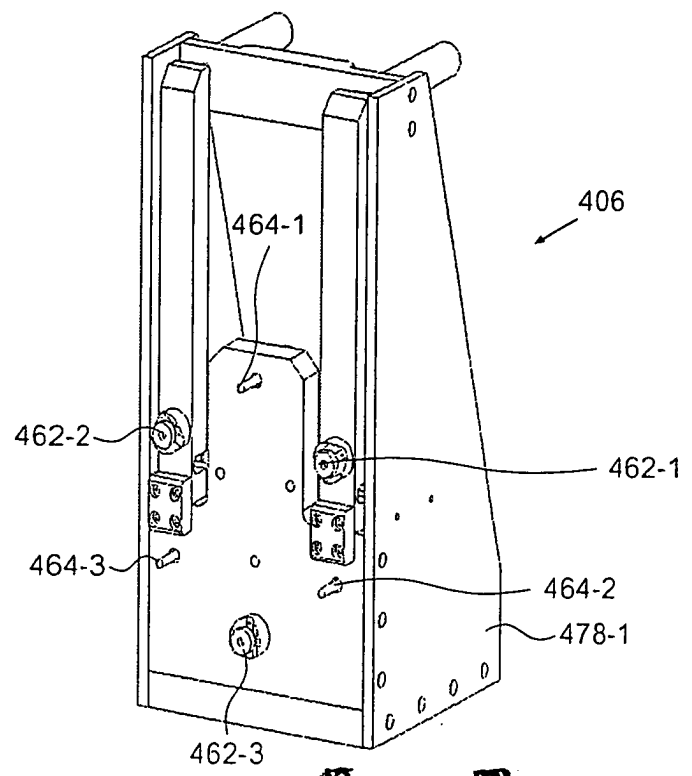
第 14 圖



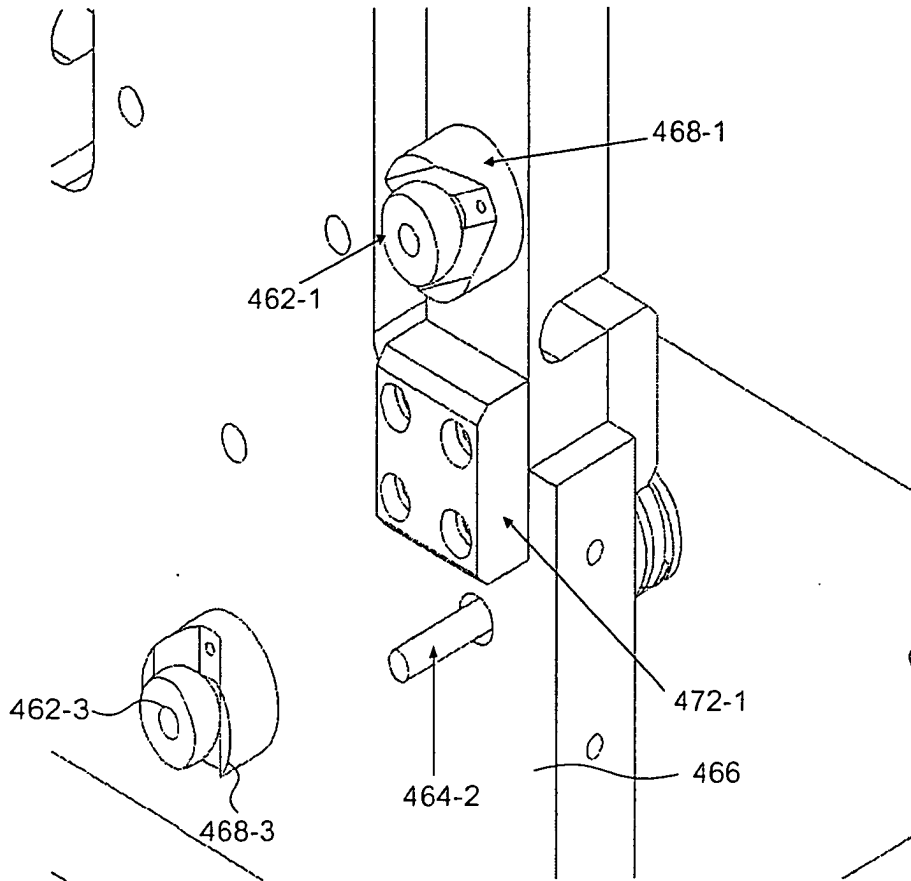
第 15 圖



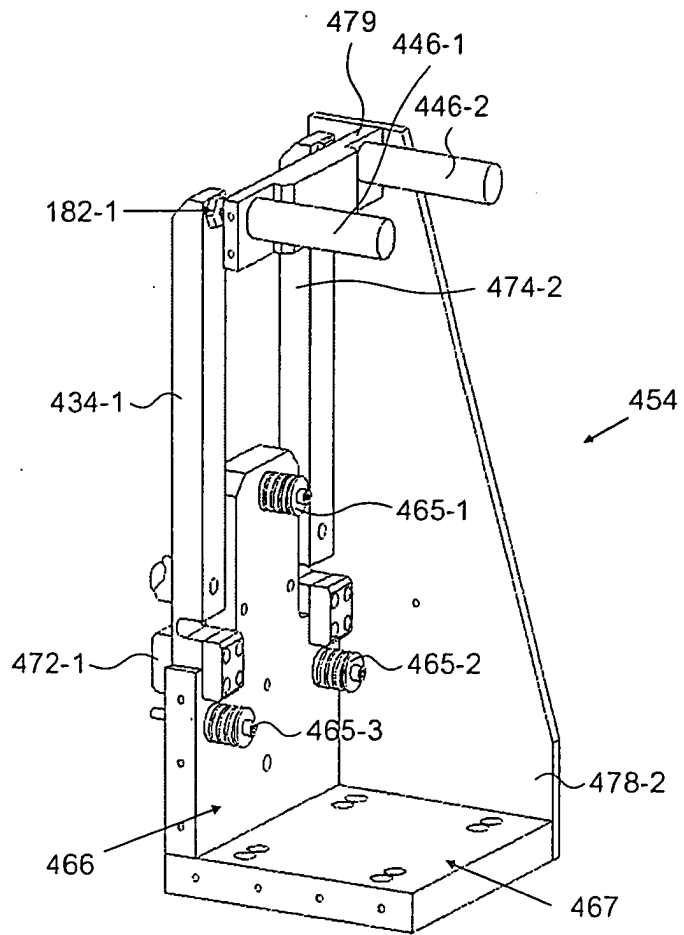
第 16 圖



第 17 圖

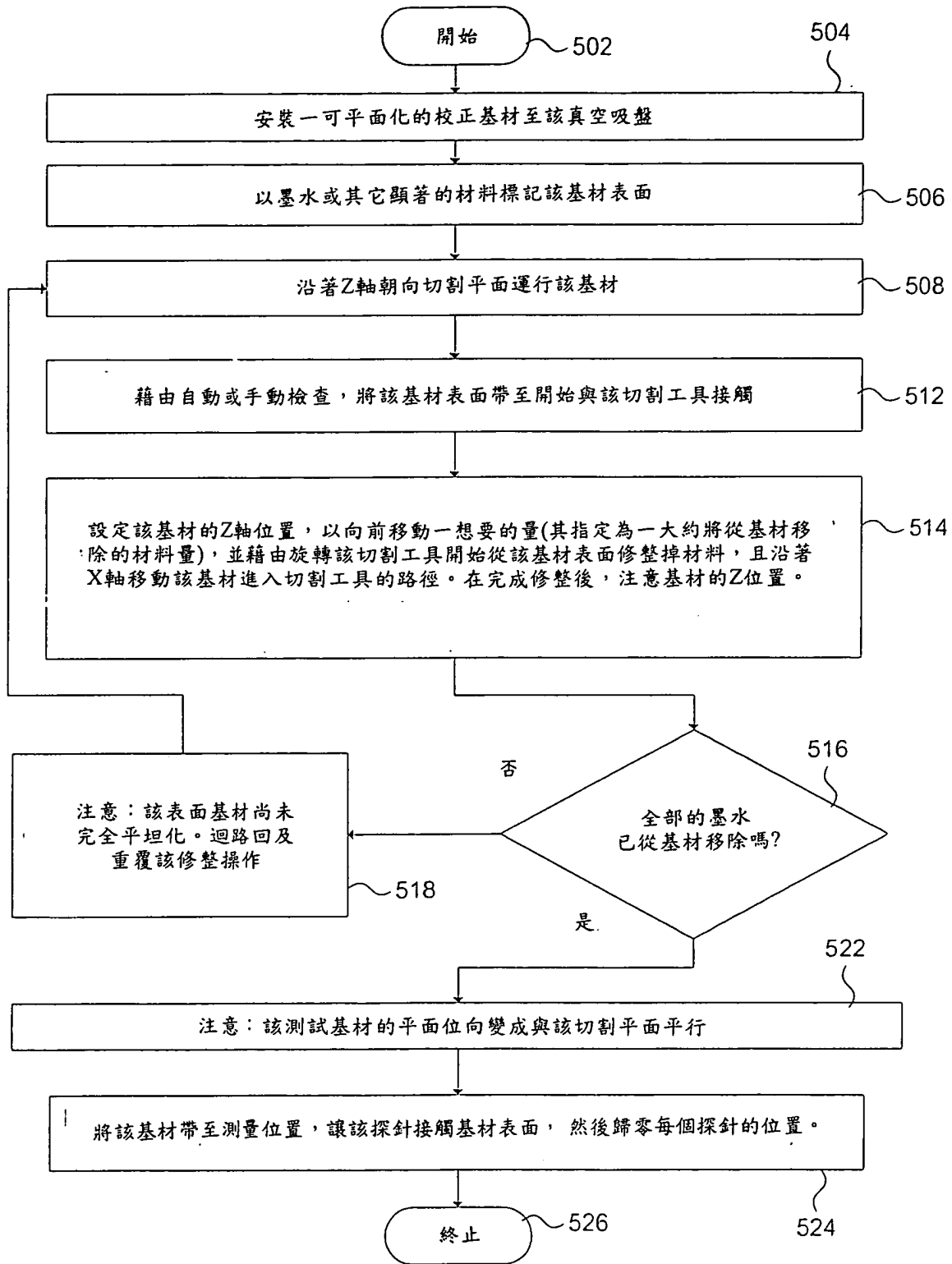


第 18 圖

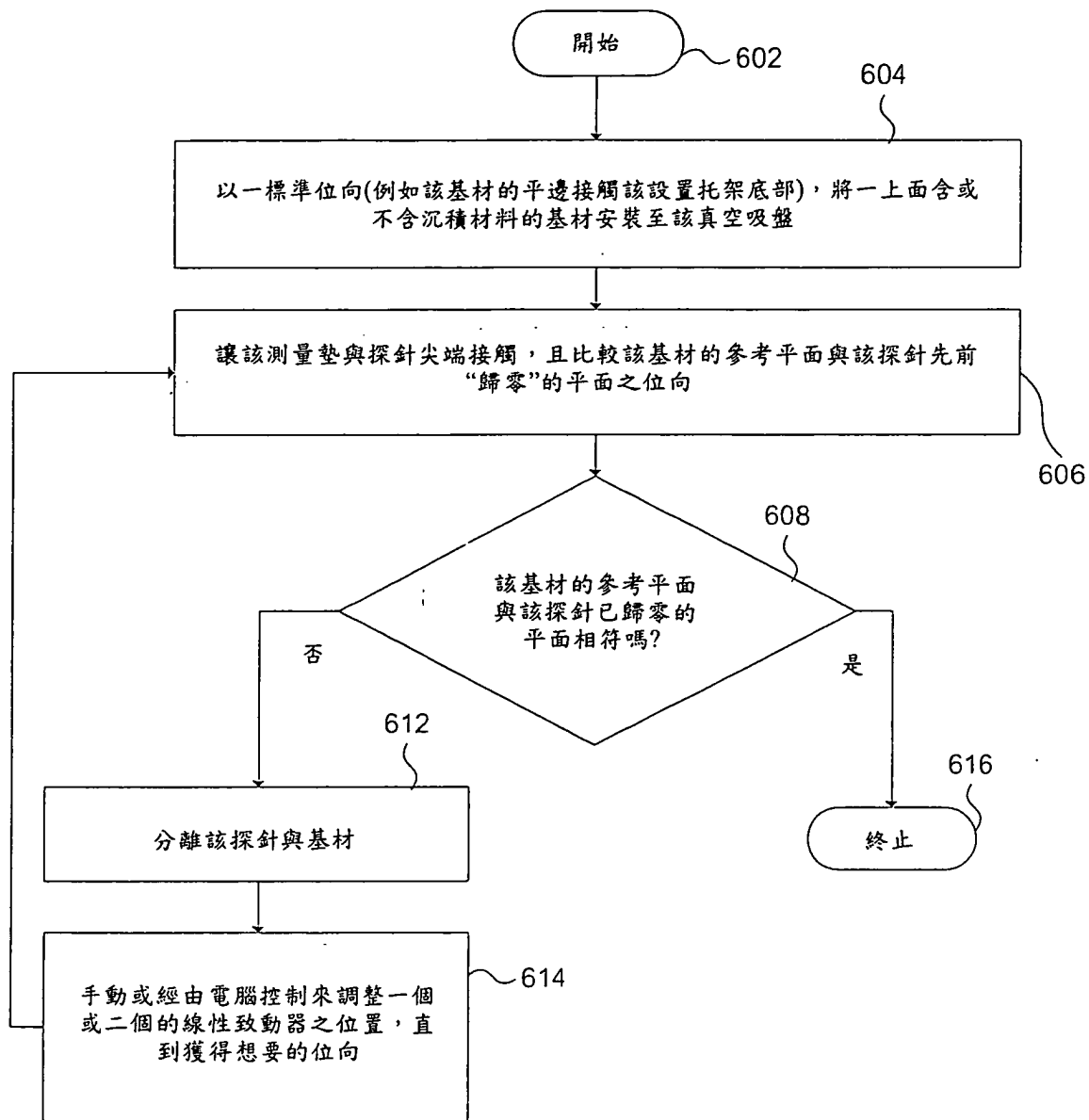


第 19 圖

18/20

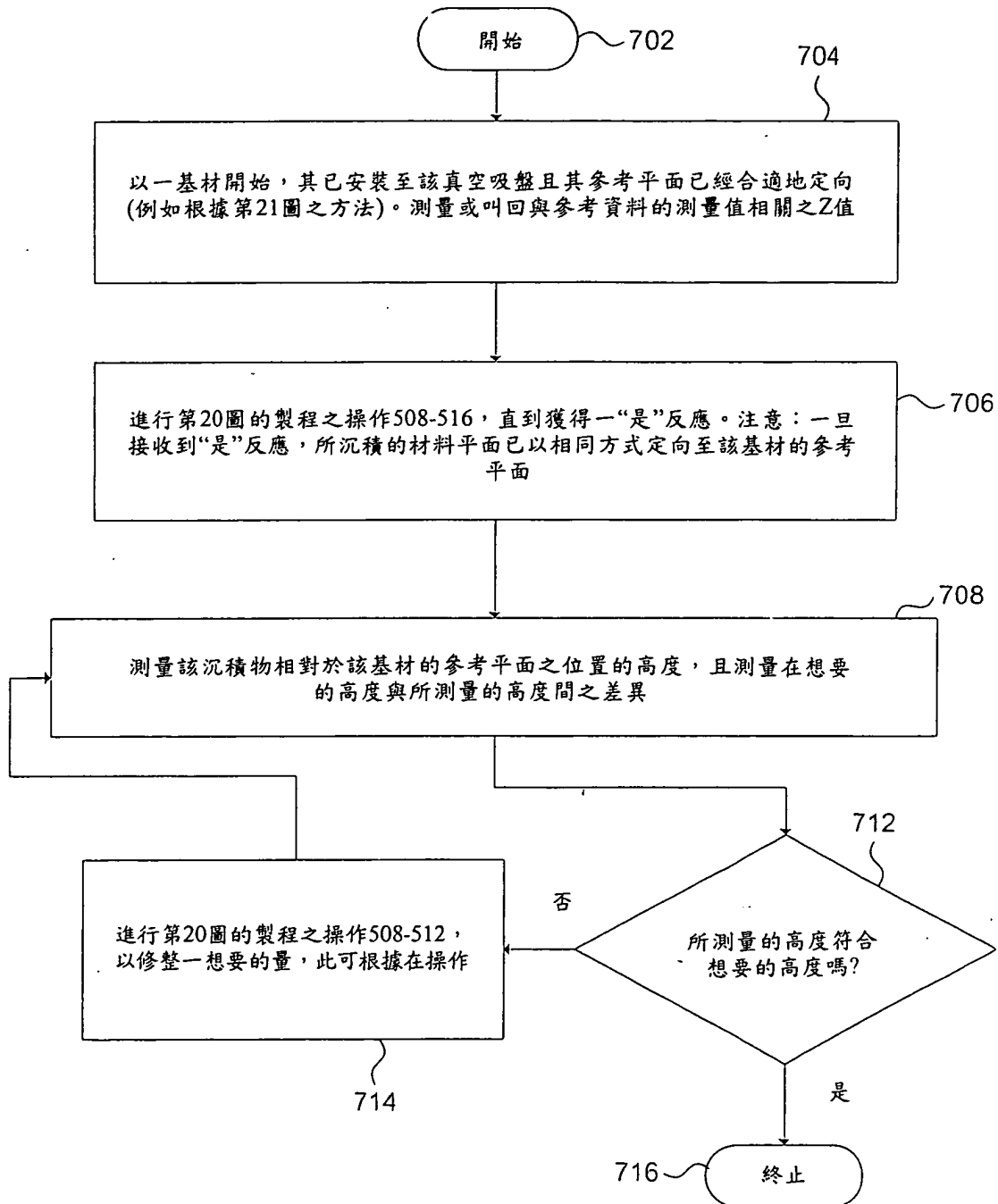


第 20 圖



第 21 圖

20/20



第 22 圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (13) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

404...基材

406...基材平面調整固定件

408...Z軸載物臺

410...箭號

418...X軸載物臺

420...箭號

422...高速刀削轉軸

424...高速刀削工具支架

426...測量固定件

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：