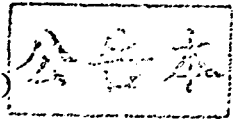


(此處由本局於收  
文時黏貼條碼)

# 發明專利說明書



(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：97129622

※ 申請日期：97.8.5.

※IPC 分類：H01L 21/304 (2006.01)  
B24D 13/14 (2006.01)  
B24B 37/04 (2012.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

用於化學機械研磨之互穿網狀體

INTERPENETRATING NETWORK FOR CHEMICAL MECHANICAL POLISHING

## 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

羅門哈斯電子材料 CMP 控股公司

ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS CMP HOLDINGS, INC.

代表人：(中文/英文)(簽章) 班德門 布萊克 T / BIEDERMAN, BLAKE T.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國·德拉瓦州 19713·紐渥克·貝樂夫路 451 號

451 Bellevue Road, Newark, DE 19713, U. S. A.

國籍：(中文/英文) 美國/U. S. A.

## 三、發明人：(共 1 人)

姓名：(中文/英文)

莫唐尼 葛列格里 P / MULDOWNNEY, GREGORY P.

國籍：(中文/英文) 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 2007 年 8 月 15 日 11/839,376 （主張優先權）

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。

## 五、中文發明摘要：

本發明提供一種化學機械研磨墊，其中該化學機械研磨墊具有包含互穿網絡之研磨層，該互穿網絡包括連續性非易變相及實質共連續性易變相。本發明亦提供製造該化學機械研磨墊的方法以及使用該化學機械研磨墊研磨基板的方法。

## 六、英文發明摘要：

Chemical mechanical polishing pads are provided, wherein the chemical mechanical polishing pads have a polishing layer comprising an interpenetrating network including a continuous non-fugitive phase and a substantially co-continuous fugitive phase. Also provided are methods of making the chemical mechanical polishing pads and for using them to polish substrates.

## 七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

200	研磨紋理	202	研磨層
203	流體動力區	204	實質水平元件(互連元件)
205	共連續性易變相	206	接觸元件
207	連續性非易變相材料	208	實質垂直元件
209	接合部		
210	元件 204 及 208 的平均寬度		
214	元件 208 的平均高度	215	垂直柱半高度
218	間距		
222	元件 204 及 208 之平均橫截面面積		
225	單位格	226	開放面積、流動區域
227	單位格 225 的平均寬度	229	單位格 225 的平均長度
240	基底層	245	黏著劑層
250	子墊片	270	光纖端點裝置

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無代表化學式

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於用於化學機械研磨之研磨墊。本發明尤其針對具有適於化學機械研磨磁性基板、光學基板及半導體基板之研磨結構的化學機械研磨墊。

### 【先前技術】

在積體電路及其他電子裝置之製作過程中，多層導體、半導體及介電材料被沈積於半導體晶圓上且自其移除。可使用多種沈積技術沉積薄層的導體、半導體及介電材料。目前晶圓製程中常用的沈積技術包括物理氣相沈積(PVD)或稱為濺鍍、化學氣相沈積(CVD)、電漿輔助化學氣相沈積(PECVD)以及電化學電鍍等。常用移除技術包括濕式及乾式等向性蝕刻及非等向性蝕刻等。

當各層材料依序沈積及移除時，晶圓的最上層表面為非平面。由於後續的半導體製程(如金屬化製程)需要晶圓具有平坦表面，因此需要將晶圓平坦化。平坦化能去除不符合所需的表面形態及表面缺陷如粗糙表面、聚結材料、晶格損傷、刮傷以及被污染的層或材料等。

化學研磨平坦化或化學機械研磨(CMP)係平坦化或研磨工件(諸如半導體晶圓)的常用技術。習用化學機械研磨方法中，晶圓載具或研磨頭係固定於載具組合件上。在化學機械研磨裝置中，研磨頭固持晶圓並將晶圓定位成與安裝於工作台(table)或平台(platen)上之研磨墊的研磨層接觸。載具組合件於晶圓與研磨墊間提供可控制壓力。同時，

分送研磨漿液或其他研磨介質到研磨墊上，並流入晶圓與研磨層間的縫隙(gap)。為了實施研磨，研磨墊與晶圓典型地相對彼此轉動。當研磨墊緊靠晶圓下方轉動時，晶圓典型地掃掠出環形研磨軌道或研磨區，其中晶圓表面直接面對研磨層。經由研磨層及其表面上研磨介質的化學及機械作用，研磨晶圓表面並使其平坦化。

過去十年中，化學機械研磨期間，研磨層、研磨介質與晶圓表面間的相互作用已成為越來越多的研究、分析及先進數值分析模型的主題，以致力於將研磨墊設計最佳化。既然化學機械研磨為半導體製程的開端，大部分研磨墊的研發在本質上係依憑實驗，而涉及多種不同的多孔或無孔聚合物材料的試驗。許多關於研磨表面、研磨層的設計係偏重於提供研磨層各種微觀結構、或孔區域與實體區域所形成的圖案，以及研磨層的巨觀結構、或表面穿孔或溝槽的排列，據稱此等設計可提高研磨速率、改進研磨均勻性、或減少研磨缺陷(刮痕、凹洞、脫層區、及其他表面或表面下損傷)。多年來提出多種微觀結構及巨觀結構以提高化學機械研磨的效能。

就習用研磨墊而言，研磨表面修整(conditioning)或修琢(dressing)係維持一致的研磨表面、達成穩定研磨效能的關鍵因素。一段時間後，研磨墊的研磨表面磨耗，研磨表面的微觀結構平滑化-稱為研光(glazing)現象。研光係起因於在研磨墊與工件的接觸點產生摩擦熱及剪切而導致聚合物材料之塑性流動。此外，化學機械研磨製程所產生的磨

屑會卡在表面空隙以及研磨漿液流經研磨表面所通過的微通道。當上述現象發生時，化學機械研磨製程的研磨速率會降低，此將造成晶圓之間或單一晶圓的不均勻研磨。修整步驟在研磨表面建立新的紋理而能在化學機械研磨製程中維持所需的研磨速率以及均勻性。

習知的研磨墊修整係用修整碟機械式磨蝕研磨表面而達成。修整碟具有粗糙的修整表面，該修整表面通常包含嵌入的鑽石細粒。在化學機械研磨製程中，修整碟係於化學機械研磨製程中的間歇暫停時點(ex situ)或化學機械研磨製程進行時(in situ)與研磨表面接觸。一般而言，修整碟係在相對於研磨墊轉動軸之固定位置轉動，且於研磨墊轉動同時，掃出環形修整區。上述修整製程在研磨表面上切割出微溝，且磨蝕及掘除研磨墊材料而更新研磨紋理。

雖然研磨墊設計人員經由研磨墊材料的製造與表面修整的改良，而製出各種微觀結構與表面紋理構形。然而現有的化學機械研磨墊的研磨紋理在二個重要層面卻未達最佳化。第一，在化學機械研磨製程中於所施加的壓力下習用化學機械研磨墊與典型工件的實際接觸面積小，一般只佔全部面對區域的幾個百分比。該現象係因習用表面修整不夠精確而直接造成，習用表面修整隨機地將結構之實體區割裂為碎塊而形成一群具有不同形狀及高度的特徵(features)或突點(asperities)，其中只有最高者能與該工件接觸。第二，就從該工件移除磨屑及熱而言在研磨墊表面呈薄層的研磨漿液流未達最佳化。在研磨墊與工件間的研

磨漿液流量必須通過極不規則的表面且環繞在任何橋接從研磨墊至晶圓之全部垂直距離的突點周圍。這使得工件極可能重新暴露於先前被移除的化學品及材料。因此，由於在表面紋理內同時存在接觸機械力與流體機械力，習用研磨墊微觀結構未最佳化：突點對既不利於於良好的接觸，亦不利於有效的流體流動及輸送。

化學機械研磨中之缺陷形成係來自於習用研磨墊微觀結構的二項短處。例如，倫哈德等人(Reinhardt et al.)在美國專利第 5,578,362 號中揭露使用聚合物球體將紋理引進聚胺酯製研磨墊中。雖然缺陷形成的確切機制尚未被完全了解，但一般瞭解減少缺陷形成需要極小化工件上的極端點應力。在給定的負載或研磨壓力下，實際點接觸應力與實際接觸面積成反比。於 3 psi (20.7 kPa) 之研磨壓力下操作且橫越所有突點端部之真實接觸面積為 2% 之化學機械研磨製程使工件承受 150psi (1MPa) 的法向應力 (normal stress)。此等大小的應力足以造成表面與表面下損傷。習用化學機械研磨墊上呈鈍角及不規則形狀的突點也會導致不理想的流動模式 (flow patterns)：撞擊突點之流體的局部壓力可能頗大，且停滯流動區或分流區可能導致磨屑及熱的蓄積或建立讓粒子結塊的環境。

習用研磨墊微觀結構除了提供潛在缺陷形成的來源，且因為墊表面修整通常不具精確的再現性，故而未達最佳化。修整碟上的鑽石隨著使用而產生鈍化現象，因而一段時間後就需要重新更換修整器；修整碟在其使用壽命期間

有效性也隨著鈍化程度而遞變。修整也是決定化學機械研磨墊的磨耗率(wear rate)的重要因子。通常研磨墊的 95% 磨耗是由於鑽石修整器之磨蝕所造成，只有約 5% 來自與工件的直接接觸。

因此，除了降低缺陷率以外，經改良的研磨墊微觀結構將能免除修整程序及延長研磨墊使用壽命。

免除研磨墊修整的關鍵在於設計能自行更新的研磨表面，意即，研磨墊磨耗後仍能維持同樣的基本幾何形狀及構形。因此，為了使研磨表面能達成自行更新，研磨表面必須為磨耗不會使實體區顯著變形者。此最終需要使實體區不會承受足以造成實質程度之塑性流動的連續剪切及加熱，或將該實體區建構成能使該剪切及加熱分佈於其他實體區之方式回應剪切或加熱。

除了低缺陷率以外，化學機械研磨墊之研磨結構需具有良好的平坦化效率。習用研磨墊材料需在此二效能量度間求取折衷，因為較低缺陷率藉由使材料較軟順而達成，然而該性質改變將以平坦化效率作為代償。最終，平坦化需選用剛性平坦材料，而低缺陷需要剛性較低的保形(conformal)材料。因此，在使用單一材料下難以在此等量度間尋求所需的折衷。習用研磨墊結構以多種方式解決該問題，此等方式包括使用具有彼此黏合在一起之硬質層與軟質層的複合材料等。雖然相較於單層結構，複合材料提供改良，但尚未開發出能同時達成理想的平坦化效率以及零缺陷形成的材料。

因此，雖然目前對於化學機械研磨製程而言已存在研磨墊微觀結構及修整方法，但仍需要能提高與工件的真實接觸面積、對於移除磨屑而言更有效的研磨漿液流動模式，以及減少或免除對於再修整之需求的化學機械研磨墊設計。此外，需要將優良平坦化效能所需的剛性結構與低缺陷所需的剛性較低的保形結構加以組合的化學機械研磨墊結構。亦需要於接近研磨表面之研磨層處提供高空隙體積以促使研磨漿液能順暢地進入與工件的接觸點，但於距研磨表面遠的研磨層內不存在大空隙體積(空隙體積亦可能會成為研磨漿液與研磨廢物的堆積處)之化學機械研磨墊結構。

#### 【發明內容】

本發明之一態樣為提供一種用於研磨選自磁性基板、光學基板、半導體基板中之至少一種基板之化學機械研磨墊，其包含：包含互穿網絡之研磨層，其中該互穿網絡包含連續性非易變相及實質共連續性易變相；以及其中該研磨層具有適於研磨該基板之研磨表面。

本發明之另一態樣為提供一種用於研磨選自磁性基板、光學基板、半導體基板中之至少一種基板之化學機械研磨墊，其包含：包含互穿網絡之研磨層，其中該互穿網絡包含連續性非易變相及實質共連續性易變相；其中該非易變相形成三維網絡，該三維網絡包含複數個界定網狀化間隙區域(reticulated interstitial area)之互連研磨元件；其中該實質共連續性易變相係設置於該網絡化間隙區域內；

以及其中該研磨表面適於研磨該基板。

本發明又一態樣為提供一種研磨基板的方法，包含：提供選自磁性基板、光學基板、半導體基板中之至少一種基板；提供具有研磨層之化學機械研磨墊，該研磨層包含互穿網絡，其中該互穿網絡包含連續性非易變相及實質共連續性易變相，其中該研磨層具有適用於研磨該基板之研磨表面；在該研磨表面與該基板間之界面提供研磨介質；以及於該化學機械研磨墊與該基板間之該界面產生動態接觸。

#### 【實施方式】

本文及隨附之申請專利範圍中所用之術語「化學鍵結」係指原子間之吸引力，其包括共價鍵、離子鍵、金屬鍵、氫鍵及凡德瓦力(van der Waals forces)。

本文及隨附之申請專利範圍中所用之術語「纖維形態」係指一種相之形態，其中該相區域具有三維形狀，其中一個向度(dimension)遠大於其他二個向度。

本文及隨附之申請專利範圍中所用之術語「易變相」係指暴露於研磨介質與熱之至少一種時會發生熔化、溶解、或崩散(disintegrate)之相。

本文及隨附之申請專利範圍中所用之術語「流體動力(hydrodynamic)層」係指接近研磨表面之研磨層區域，該研磨層區域實質不存在共連續性易變相。

本文及隨附之申請專利範圍中所用之術語「互穿網絡」係指網絡包含連續性非易變相及實質共連續性易變相的網

絡，其中該易變相(a)未與該非易變相共價鍵結以及 (b)無法與該非易變相分離，除非此等相之至少一者中之化學鍵結遭破壞。

本文及隨附之申請專利範圍中所用之術語「互穿聚合物網絡 (interpenetrating polymer network)」係指網絡包含連續性非易變聚合物相及實質共連續性易變聚合物相之聚合物網絡，其中該易變聚合相：(a)未共價鍵結於該非易變相，以及(b)無法與該非易變相分離，除非在此等相之至少一者中化學鍵結遭破壞。

在本文及隨附之申請專利範圍中，以術語「巨觀紋理」描述研磨表面時，係指研磨表面經由浮雕、切削、穿孔及/或機製而賦予之大尺寸紋理化加工表面。

本文及隨附之申請專利範圍中所用之術語「非水溶性」係指物質於 25°C 在水中之溶解度  $\leq 0.1$  毫莫耳/公升且浸在水中 48 小時仍不會崩散。

本文及隨附之申請專利範圍中所用之術語「研磨介質」係涵蓋含粒子之研磨溶液、以及不含粒子之溶液如不含研磨料且具反應性之液態研磨溶液。

本文及隨附之申請專利範圍中所用之術語「實質不存在」係指小於 5 體積%。

在本文及隨附之申請專利範圍中，以術語「實質圓形」描述研磨元件時，係指橫截面之半徑  $r$  係以小於或等於橫截面之 20% 的幅度變化。

在本文及隨附之申請專利範圍中，以術語「實質圓形」

橫截面」描述研磨表面時，其係指從研磨表面之中央軸至研磨表面外緣之橫截面之半徑  $r$  係以小於或等於橫截面之 20% 的幅度變化(參見第 6 圖)。

本文及隨附之申請專利範圍中所用之術語「實質共連續」係指一互穿網絡，其中該易變相係至少 80 重量%連續。

本文及隨附之申請專利範圍中所用之術語「水溶性」係指物質暴露於水時會發生溶解、解離或崩散 (disintegrate)。

在本發明之一些具體例中，化學機械研磨墊包含：包含互穿網絡之研磨層，其中該互穿網絡包含連續性非易變相及實質共連續性易變相；其中該研磨層具有適用於研磨該基板之研磨表面。在此等具體例之一些態樣中，該易變相包含研磨料顆粒 (如氧化鈾、氧化錳、二氧化矽、氧化鋁、二氧化銻)。在此等具體例之一些態樣中，該易變相不包含藥劑活性成分。在此等具體例之一些態樣中，該易變相不含農藥活性成分 (如肥料、殺蟲劑、殺草劑)。在此等具體例之一些態樣中，該互穿網絡係互穿聚合物網絡。

在本發明之一些具體例中，化學機械研磨墊包含：包含互穿網絡之研磨層，其中該互穿網絡包含連續性非易變相及實質共連續性易變相；其中該研磨層具有適用於研磨基板之研磨表面。在此等具體例之一些態樣中，該易變相之連續性程度係藉由溶劑萃取方法測定。例如，將研磨層之樣本浸沒在體積足以溶解 100% 之該易變相材料之水中且飽和度  $< 80\%$ 。將樣品浸沒在水中達 14 天。將樣品從水

中移出後乾燥該樣品。將該樣品於浸水處理後之重量與其原重量比較。14 天浸水處理之結果為 90% 之連續相失去其易變相的 90 重量%。在此等具體例之一些態樣中，該易變相係至少 80 重量% 連續。在此等具體例之一些態樣中，該易變相係 90 至 100 重量% 連續。在此等具體例之一些態樣中，該易變相係 95 至 100 重量% 連續。在此等具體例之一些態樣中，該易變相係 99 至 100 重量% 連續。

對於由特定物質或物質組合所構成之基板而言，該連續性非易變相材料的選擇係受限於給定研磨操作所用材料的溶解度。

在本發明之一些具體例中，連續性非易變相包含聚合物材料與非聚合物材料中之至少一種。在此等具體例之一些態樣中，連續性非易變相包含聚合物材料與非聚合物材料之複合材料。

在本發明之一些具體例中，連續性非易變相包含聚合物材料。在此等具體例之一些態樣中，聚合物材料係選自：聚碳酸酯類、聚砜類、尼龍類、聚醚類、聚酯類、聚苯乙烯類、丙烯酸系聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯類、聚氯乙烯類、聚氯乙炔類、聚乙炔類、聚丙炔類、聚丁二炔類、聚伸乙亞胺類 (polyethylene imines)、聚胺酯類、聚醚砜類、聚醯胺類、聚醚醯亞胺類、聚酮類、環氧樹脂類、聚矽氧烷類、及其組合所組成之群組之材料。

在本發明之一些具體例中，連續性非易變相包含非聚合物材料。在此等具體例之一些態樣中，非聚合物材料係

選自陶瓷、玻璃、金屬、石材、木材或其他單一物質之固態(例如冰)所組成之群組中之材料。

在本發明之一些具體例中，易變相調配物係選擇能使接近研磨表面之該易變相在暴露於研磨介質及特定研磨條件(例如在高於該易變相部分熔點之升高溫度後)之任一者時能熔化、溶解或崩散者。在此等具體例之一些態樣中，該接近研磨表面之易變相在暴露於研磨介質及/或特定研磨條件下，以相當於研磨時非易變相磨耗速率之速率熔化、溶解或崩散。在此等具體例之一些態樣中，易變相調配物係選擇能令在接近研磨表面之墊區域於研磨時所產生之熱能與動力足以促使接近該研磨表面之易變相發生熔化、溶解或崩散者。在此等具體例之一些態樣中，該易變相調配物係選擇能令易變相與研磨介質(例如研磨漿液)接觸時以均勻速率經一段時間溶解或崩散。本領域具有普通技術人士當知如何選擇該易變相調配物，以提供給定的研磨操作所需之熔化、溶解或崩散速率。

在一些具體例中，該易變相暴露於研磨期間之升高溫度時會發生熔化現象。

在一些具體例中，該易變相暴露於研磨介質時(例如水性研磨漿液)會發生溶解或崩散現象。在此等具體例之一些態樣中，該易變相之溶解或崩散取決於研磨介質之 pH 值。也就是說該易變相只會在研磨介質之 pH 值  $\leq 6$  或  $\geq 8$  時(也就是非中性 pH 值時)發生溶解或崩散。

在本發明之一些具體例中，該易變相包含可水合的材

料。在此等具體例之一些態樣中，該易變相包含：在公稱 (nominal) 向下力係  $<1$  至  $5$  psi 且化學機械研磨墊與基板以  $1.0$  米/秒之速率彼此相對運動之研磨條件下，可以  $0.01$  至  $10.0$  毫克/分鐘之速率溶解在水性介質中的材料。

在本發明之一些具體例中，該易變相包含至少一種水溶性材料、水可崩散性材料、以及在接近化學機械研磨墊之研磨表面處進行研磨時所達到之溫度下會熔化之材料。在此等具體例之一些態樣中，該易變相包含下列中之至少一種：使選自丙烯酸、甲基丙烯酸、衣康酸、反丁烯二酸、順丁烯二酸、丙烯酸羥烷酯、甲基丙烯酸羥烷酯、N-乙基-2-吡咯啉酮、甲基乙基基醚、N-乙基甲醯胺及 N,N-二甲基丙烯醯胺之至少一種單體聚合所衍生之聚合物材料；多醣(例如  $\alpha$ -環糊精、 $\beta$ -環糊精與  $\gamma$ -環糊精)；纖維素材料(例如羥丙基纖維素、羧甲基纖維素、甲基纖維素)；蛋白質；聚乙基醇；聚環氧乙烷；普魯蘭聚醣；磺酸化聚異戊二烯；硫酸鈣；矽酸鈉；聚乙二醇固體；石蠟；以及瓊脂澱粉。

在本發明之一些具體例中，該易變相視情況可包括一種或多種添加劑以利控制該易變相溶解或崩散之速率。在本發明之一些具體例中，該易變相視情況可包括一種或多種界面活性劑或其他材料以促使該易變相溶入研磨介質。

在本發明之一些具體例中，化學機械研磨墊包含接近研磨表面之流體動力區，其中流體動力區實質不存在該易變相。在此等具體例之一些態樣中，流體動力區含有  $\leq 5$  體

積%之易變相材料。在此等具體例之一些態樣中，流體動力區含有 $\leq 3$  體積%之易變相材料。在此等具體例之一些態樣中，流體動力區含有 $\leq 2$  體積%之易變相材料。在此等具體例之一些態樣中，流體動力區具有 $\leq 1$  體積%之易變相材料。

在本發明之一些具體例中，研磨層具有涵蓋研磨表面之流體動力區，其中該流體動力區係實質無該易變相。在此等具體例之一些態樣中，流體動力區係連結於研磨表面之一側且其穿入研磨墊之平均厚度達 1 至 100 微米。在此等具體例之一些態樣中，流體動力區係連結於研磨表面之一側且其穿入研磨墊之平均厚度達 1 至 50 微米。在此等具體例之一些態樣中，流體動力區係連結於研磨表面之一側且其穿入研磨墊之平均厚度達 1 至 25 微米。在此等具體例之一些態樣中，流體動力區之平均厚度於使用研磨墊期間維持穩定。在此等具體例之一些態樣中，多次研磨操作後流體動力區之平均厚度變動率 $< 20\%$ (例如研磨 10 片晶圓後)。在此等具體例之一些態樣中，多次研磨操作後流體動力區之平均厚度變動率 $< 10\%$ 。在此等具體例之一些態樣中，多次研磨操作後流體動力區之平均厚度變動率 $< 5\%$ 。

若研磨時流體動力區之平均厚度會隨著時間而顯著變動(例如 $\geq 20\%$ )，存留於研磨墊內研磨介質之體積可能變化以及流體動力區中之顯微流動模式亦可能變化。例如若流體動力層平均厚度變小，則存留於研磨墊內之研磨介質之體積可能減少，且流體動力區中研磨介質之顯微流動模式

可能在逐次進行的研磨操作中隨著時間而改變。或者，若流體動力區之平均厚度隨時間增加，則存留於化學機械研磨墊之研磨介質之體積可能增加，流體動力層中研磨漿液之顯微流動模式可能改變，且存留於化學機械研磨墊中之大體靜態的研磨介質之體積也會在逐次進行的研磨操作中隨著時間而增加。存留於化學機械研磨墊之靜態的研磨介質可能會造成不期望的固態材料磨屑累積，該固態材料包括來自於研磨介質的研磨料與研磨製程所產生的各種廢物。化學機械研磨墊中固態材料磨屑之累積可能阻礙研磨層中間隙開孔內之研磨漿液的自由流動。根據本案所提供之教示，本領域具有普通技術之人士可認知到本發明之化學機械研磨墊中，若易變相調配物相對於非易變相之磨耗速率而言太快地或太慢地熔化、溶解或崩散，則在研磨墊之使用壽命期間每次研磨操作(例如晶圓之逐次研磨操作)之效能可能有不均勻現象。因而，根據本案之教示，本領域具有普通技術之人士當可認知到本發明化學機械研磨墊所具有之易變相調配物若太快或太慢地熔化、溶解、或崩散，則在研磨墊使用壽命期間無法使逐次進行的研磨操作(例如晶圓之逐次研磨操作)皆達到最佳化。

在本發明之一些具體例中，共連續性易變相係為水溶性。

在本發明之一些具體例中，連續性非易變相係非水溶性而共連續性易變相係水溶性。

在本發明之一些具體例中，共連續性易變相在暴露於

研磨期間所產生之熱量下會熔化。

在本發明之一些具體例中，連續性非易變相形成網狀化網絡。在此等具體例之一些態樣中，共連續性易變相佔有該連續性非易變相所形成之網狀化網絡內之間隙空隙 (interstitial void) 體積之至少一部分。在此等具體例之一些態樣中，共連續性易變相佔有網狀化網絡內之間隙空隙體積之至少 50 體積%。在此等具體例之一些態樣中，共連續性易變相佔有網狀化網絡內之間隙空隙體積之至少 75 體積%。在此等具體例之一些態樣中，共連續性易變相佔有網狀化網絡內之間隙空隙體積之至少 90 體積%。在此等具體例之一些態樣中，共連續性易變相佔有網狀化網絡內之間隙空隙體積之至少 50 至 100 體積%。在此等具體例之一些態樣中，共連續性易變相佔有網狀化網絡內之間隙空隙體積之至少 50 至 99 體積%。在此等具體例之一些態樣中，共連續性易變相佔有網狀化網絡內之間隙空隙體積之至少 75 至 99 體積%。在此等具體例之一些態樣中，連續性非易變相具有纖維形態。在此等具體例之一些態樣中，連續性非易變相具有雙螺旋形態 (double gyroid morphology)。在此等具體例之一些態樣中，連續性非易變相形成結構元件之互連網絡。

在本發明之一些具體例中，連續性非易變相具有由多個研磨元件組成之纖維形態，其中各研磨元件沿其長度之橫截面面積，沿其全長之變化率 $\leq 30\%$ 。在此等具體例之一些態樣中，該橫截面面積沿著全長之變化率係 $\leq 25\%$ ；

較佳地係 $\leq 20\%$ ；更佳地係 $\leq 10\%$ 。在此等具體例之一些態樣中，各研磨元件沿其長度之橫截面面積為實質圓形。在此等具體例之一些態樣中，各研磨元件沿其長度之橫截面面積依配合該橫截面平面上之流體流量而設計。

在本發明之一些具體例中，研磨層包含 0.5 至 80 體積%之連續性非易變相材料。在此等具體例之一些態樣中，研磨層包含 $\geq 1$  體積%至 $\leq 50$  體積%之連續性非易變相材料。

在本發明之一些具體例中，研磨層具有 20 至 150 密爾 (mils) 之平均厚度。在此等具體例之一些態樣中，研磨層具有 30 至 125 密爾之平均厚度。在此等具體例之一些態樣中，研磨層具有 40 至 120 密爾之平均厚度。

在本發明之一些具體例中，化學機械研磨墊具有一研磨表面，其經多次研磨操作後(例如研磨 10 片晶圓後)在平行於該研磨表面之平面測得之表面面積之變化率 $\leq 10\%$ 。在此等具體例之一些態樣中，該研磨面積變化率係 $\leq 5\%$ ；較佳地係 $\leq 2\%$ ；更佳地係 $\leq 1\%$ 。

在本發明之一些具體例中，化學機械研磨墊包含與基底層接合之研磨層。在此等具體例之一些態樣中，研磨層係藉由黏合劑附接於基底層。在此等具體例之一些態樣中，黏合劑係選自壓敏型黏合劑，熱熔型黏合劑，接觸型黏合劑、及此等之組合。在此等具體例之一些態樣中，黏合劑為熱熔性黏合劑。在此等具體例之一些態樣中，黏合劑為接觸型黏合劑。在此等具體例之一些態樣中，黏合劑

為壓敏型黏合劑。

在本發明之一些具體例中，化學機械研磨墊包含研磨層、基底層及配置於基底層與研磨層之間之至少一額外層。

在本發明之一些具體例中，化學機械研磨墊所具有之研磨表面視情況可設計巨觀紋理以利基板研磨。在此等具體例之一些態樣中，設計巨觀紋理以達成下列中之至少一者：減少打滑(hydroplaning)、影響研磨介質流動、或修改研磨層之剛性、以及減低邊緣效應(edge effects)；促進磨屑轉移離開介於研磨表面與基板間之區域。在此等具體例之一些態樣中，研磨表面設有選自穿孔及溝槽之至少一者之巨觀紋理。在此等具體例之一些態樣中，穿孔可從研磨表面延伸至研磨層厚度之中途或貫穿研磨層之全部厚度。在此等具體例之一些態樣中，溝槽以可使研磨期間研磨墊轉動時至少有一溝槽會掃掠過基板之方式排列於基板上。在此等具體例之一些態樣中，該溝槽係選自彎曲溝槽、線性溝槽及上述之組合。

在本發明之一些具體例中，研磨層視情況可設有包含溝槽圖案之巨觀紋理。在此等具體例之一些態樣中，該溝槽圖案包含至少一個溝槽。在此等具體例之一些態樣中，該溝槽圖案包含複數個溝槽。在此等具體例之一些態樣中，該溝槽係選自彎曲溝槽、直線形溝槽及上述之組合。在此等具體例之一些態樣中，該溝槽圖案係選自包括下列者之溝槽設計：例如同心溝槽、彎曲溝槽、交叉(cross-hatch)溝槽(例如在整個墊表面排列成 X-Y 格子)、其他規則設計

(例如六面體、三角形)、輪胎花紋型圖案、不規則設計(例如不規則碎片圖案)、及其組合。在此等具體例之一些態樣中，溝槽圖案係選自：隨機、同心、螺旋、交叉、X-Y 格子、六角形、三角形、不規則碎片及其組合。在此等具體例之一些態樣中，溝槽輪廓截面係選自具直側壁之長方形，或者溝槽之橫截面可為 V 形、U 形、三角形、長菱形、鋸齒形及其組合截面。在此等具體例之一些態樣中，溝槽圖案係一種在整個研磨表面有變化之溝槽設計。在此等具體例之一些態樣中，溝槽係特別為某特定應用而設計。在此等具體例之一些態樣中，特定設計中之溝槽三維在整個墊表面可以變化而產生具不同溝槽密度之區。

在本發明之一些具體例中，化學機械研磨墊係被設計成適合與研磨機平台接合。在此等具體例之一些態樣中，化學機械研磨墊係被設計成適合固定於平台。在此等具體例之一些態樣中，化學機械研磨墊係被設計成適合藉由使用壓敏型黏合劑及真空之至少一者而固定於平台。

在本發明之一些具體例中，該研磨基板之方法包含：提供選自磁性基板、光學基板、半導體基板中之至少一種基板；提供具有研磨層之化學機械研磨墊，該研磨層包含互穿網絡，其中該互穿網絡包含連續性非易變相及實質共連續性易變相，其中該研磨層具有適用於研磨該基板之研磨表面；於該研磨表面與該基板間之界面提供研磨介質；以及於該化學機械研磨墊與該基板間之界面產生動態接觸。在此等具體例之一些態樣中，該方法進一步包含使該

研磨墊與該研磨機之平台接合。在此等具體例之一些態樣中，該方法進一步包含修整該研磨表面。

在此等具體例之一些態樣中，該共連續性易變相係 100 重量%連續。在此等具體例之一些態樣中，該共連續性易變相係 80 至 100 重量%連續。在此等具體例之一些態樣中，共連續性易變相係 90 至 100 重量%連續。在此等具體例之一些態樣中，共連續性易變相係 95 至 100 重量%連續。在此等具體例之一些態樣中，共連續性易變相係 99 至 100 重量%連續。在此等具體例之一些態樣中，基板包含一系列具有圖案之半導體晶圓。

參考圖式，第 1 圖係概括性例示說明雙軸化學機械研磨(CMP)用研磨機 100 之主要特徵，該研磨機 100 適於與本發明之研磨墊 104 合用。一般而言研磨墊 104 包含具有研磨表面 110 之研磨層 108，該研磨表面 110 係面對物品如半導體晶圓 112(經加工或未經加工者)，或其他工件如玻璃、平面顯示器或磁性資訊儲存碟等，以於存在研磨介質 120 下實行工件之被研磨表面 116 之研磨。研磨介質 120 行經視情況存在之具深度 128 之螺旋溝槽 124。

一般而言，本發明包含在研磨層 108 上提供研磨紋理 200 (第 2 圖)，該研磨紋理 200 在其流體動力區 203 具有高的空隙率或高的開孔體積/實體體積之百分率；該研磨紋理 200 係藉由包含一系列類似或相同之巨觀或微觀細長元件的連續性非易變相材料 207 形成研磨層 108 而提供，其中各元件在其一端或多端受到束縛，致使此等元件所佔據

之空間小於可用的總空間，個別元件之間隔小於晶圓之尺寸，且此等元件以三度空間互聯而提高該網絡面對剪切及彎曲時之剛性。較佳例中，元件具有微立體架構或設有微觀紋理。將證明這些特徵，與使用習用研磨墊之情況相較，能提供研磨墊與晶圓間較大的真實接觸面積且在該墊與晶圓間之流體動力區 203(非由共連續性易變相材料 205 佔據)中提供較有利的研磨漿液流動模式；以及提供自行更新的結構而減少或免除墊修整之需求。再者，這些特徵在長度方向賦與該墊達到良好平坦化效率所需之剛硬性，同時在較短長度方向賦與該墊達到低缺陷率所需之順應性。

研磨機 100 可包括安裝在平台 130 上的研磨墊 104。平台 130 經由平台驅動機(未示出)繞著轉軸 134 轉動。晶圓 112 可由晶圓載具 138 所承載，該晶圓載具 138 可繞著與平台 130 的轉軸 134 平行且隔開的轉軸 142 轉動。晶圓載具 138 可以萬向聯結(gimbaled linkage)(未示出)為特徵，其可使晶圓 112 採取與研磨層 108 些微不平行之方位，於此情況中，轉軸 134、142 可能呈些微的歪斜。晶圓 112 包括面對研磨層 108 且在研磨期間被平坦化的被研磨表面 116。晶圓載具 138 可由被調整成適合轉動晶圓 112 之載具承載組合作(沒有顯示出)所承載，且提供向下的壓力  $F$  以將被研磨表面 116 壓抵研磨層 108，使得在研磨期間於被研磨表面與研磨層之間存在所需的壓力。研磨機 100 也可包括研磨介質分配器 146，以將研磨介質 120 供給至研磨層 108。如本技術領域具有普通技術人士所了解者，研

磨機 100 可包括其他的組件(沒有顯示出)諸如系統控制器、研磨介質儲存和分配系統、加熱系統、清洗系統和多種控制器以控制研磨程序的各方面，尤其是諸如下列者：

- (1) 用於控制晶圓 112 與研磨墊 104 中之一者或兩者之轉速的速度控制器及選擇器；
- (2) 用於改變將研磨介質 120 輸送至墊的速率及位置的控制器及選擇器；
- (3) 用於控制施加在晶圓與研磨墊之間之壓力  $F$  的控制器及選擇器；及
- (4) 用於控制晶圓轉軸 142 相對於墊的轉軸 134 之位置的控制器、致動器和選擇器等。

熟諳本技術領域者皆了解如何構建與執行此等組件，以致對於熟諳本技術領域者要了解 and 實施本發明而言，不需要詳細解說此等組件。

研磨期間，研磨墊 104 與晶圓 112 各繞著其個別轉軸 134、142 轉動，且研磨介質 120 由研磨介質分配器 146 分配至轉動中的研磨墊。研磨介質 120 散佈至研磨層 108，包括晶圓 112 下方與研磨墊 104 間的間隙。研磨墊 104 與晶圓 112 典型地，但非必須地，以 0.1 rpm 至 150 rpm 之選定速度轉動。晶圓 112 與研磨墊 104 間之壓力  $F$  典型地，但非必須地，選自 0.1 psi 至 15 psi(即 6.9 至 103 kPa)之壓力。如本技術領域具有普通技術人士所公知者，可將研磨墊建構成網格式(web format)研磨墊或所具直徑小於被研磨基材之直徑之研磨墊。

現參照第 2 圖及第 3 圖，更詳細地說明第 1 圖之研磨墊 104 之具體例，特別是關於表面研磨紋理 200。對照於習用 CMP 墊中表面紋理或突點係材料移除或改形程序(即

修整)的殘餘物，該研磨紋理 200 係被組建成為一系列具有明確幾何特徵之相同或類似的研磨元件 204 及 208。為了便於說明，將研磨紋理 200 展現為由實質垂直元件 208 與實質水平元件 204 所構成，但非必須如此研磨紋理 200 係相當於此等各具有平均寬度 210 與平均橫截面面積 222 之研磨元件 204 及 208 之集合物，此等元件以平均間距 218 彼此相隔。在此處及本案全文中所使用之「平均(mean)」一詞係表示從元件或結構之總體積所計算得到之算術平均值。再者，元件 204、208 之互連網絡具有平均高度 214 與平均半高度 215。研磨紋理 200 實際上為六面體單位格，該單位格為一種空間單位，其中(六面的)各面為正方形或長方形且實體成員僅存在於該空間單位的邊緣，而各面的中央及該空間單位的中央則呈一整體的空洞。

元件 208 之平均高度 214 對平均寬度 210 之比例至少為 0.5。較佳地，平均高度 214 對平均寬度 210 之比例至少為 0.75；最佳地 1。視情況，平均高度 214 對平均寬度 210 之比例可為至少 5 或至少 10。當平均高度增加時，研磨期間要剛性化研磨元件 208 之網絡所需之互連元件 204 之數目會增加。一般來說，僅有突出超過最上面的互連元件 204 之元件 208 的未受限制端才能在研磨期間於剪切力之下自由地撓曲。介於基底層 240 與最上方互連元件 204 間之元件 208 之高度受到高度限制，且施加於任一元件 208 之力實際上係由許多相鄰元件 204 與 208 所共同攜載，此類似橋桁架(bridge truss)或外部扶壁。如此一來，

研磨紋理 200 在長度方向呈良好平坦化所需的剛性，但藉由元件 208 的未受扶持端之局部變形性及撓性在較短長度方向呈局部的順應性。

互連元件 204 與研磨元件 208 結合形成單位格 225，該單位格具有平均寬度 227 與平均長度 229。這些單位格具有網狀化或開放格構造以形成三維網絡。在本發明之一些具體例中，互連單位格具有至少 3 個單位格之高度，較佳地至少 10 個單位格高度。一般而言，研磨墊高度增加將增加研磨墊之使用壽命以及整體剛性，後者可使平坦化效率提升。視情況，單位格之平均寬度 227 可與其平均長度 229 不相等。舉例來說，在部分應用例中平均寬度對平均長度之比例可為至少 2 或者至少 4 以進一步改善研磨效能。例如，具有延長水平長度之單位格傾向於提供剛性較高之研磨元件以改善平坦化效能；以及具有延長垂直長度之單位格傾向於提供較具撓曲性之研磨元件以改善缺陷率。

元件 208 之平均高度對平均寬度之比例高之優點為橫截面面積 222 之總研磨表面面積於長時間後仍能維持一定。如第 2 圖所示，研磨層 202 之使用壽命中之任一時點，雖然研磨紋理 200 之大部分接觸面積係由垂直元件 208 之橫截面 222 所組成，但一些互連元件 204 之整體或部分會處於磨耗之過程中，此等被特別稱為接觸元件 206。較佳地，將互連元件 204 的垂直位置互穿使得在研磨期間的任何給定時點平行於基底層 240 的磨耗僅碰觸互連元件 204

之小部分，且此等接觸元件 206 係構成總接觸面積的小部分。此允許研磨數片具有類似的研磨特徵之基板且減少或免除定期修琢或修整該墊之需要。該修整之減少使得研磨墊之使用壽命增長及降低其操作成本。再者，穿過研磨墊之穿孔導入傳導線溝槽或置入導體例如傳導光纖、傳導網絡、金屬網或金屬線能將該研磨墊轉換成為電化學機械平坦化(eCMP)研磨墊。此等研磨墊之三維網絡結構利於流體動力區 203 中研磨介質之流動以及維持一致的表面結構而適用於電化學機械平坦化應用。一般相信流體動力區 203 中研磨介質流動之增加可增進廢電解質從電化學機械平坦化製程之移除而可改善電化學機械平坦化製程之均勻性。

較佳地，研磨紋理 200 之流體動力區 203 中實質不存在共連續性易變相材料 205。亦即，在流體動力區 203 中之唯一固態材料為構成研磨元件 204 及 208 之連續性非易變相材料 207。視情況，也可將研磨料粒子或纖維固定於研磨元件 204 及 208 上。因此，於個別元件 204 或 208 內不存在空隙體積；研磨紋理 200 中之所有空隙體積較佳地存在於研磨元件 204 與 208 之間且明確地在研磨元件 204 及 208 之外部。不過，視情況地研磨元件 204 及 208 可具有空心結構或多孔結構。研磨元件 208 之一端係牢固地固定於基底層 240，以維持間距 218 及維持研磨元件 208 呈實質直立方位。元件 208 之方位藉由位在連接毗鄰研磨元件 204 與 208 之接合部 209 的互連元件 204 而進一步維持。接合部 209 可藉黏合劑或化學鍵來固定元件 204 及

208。較佳地，接合部 209 代表相同材料之互連以及最佳地代表相同材料之無縫互連。

較佳情形下，研磨元件 208 的寬度 210 及間距 218，就此等接合部 209 之間從一端至另一端之所有元件 208 而言係一致或近乎一致，或者對研磨元件 208 之子群而言係一致。較佳地在接觸元件 206 與半高度 215 之間的研磨層 202 內，此等研磨元件 208 所具有之寬度 210 及間距 218 分別維持在平均寬度或平均間距之 50% 以內。更佳地，在接觸元件 206 與半高度 215 之間的研磨層 202 內，此等研磨元件 208 所具有之寬度 210 及間距 218 分別維持在平均寬度或平均間距之 20% 以內。最佳地，在接觸元件 206 與半高度 215 之間的研磨層 202 內，此等研磨元件 208 所具有之寬度 210 及間距 218 分別維持在平均寬度或平均間距之 10% 以內。特別是，將相鄰接合部 209 之間研磨元件 204 及 208 之橫截面面積維持在 30% 內利於保持研磨效能之一致。研磨墊較佳地將相鄰接合部 209 間之橫截面面積維持在 20% 內，最佳地維持在 10% 以內。再者，研磨元件 204 及 208 較佳地具有線性形狀以促使研磨更為一致。這些特徵之直接結果為使研磨元件 208 之橫截面面積 222 在垂直方向不會大幅地變化。因此，於研磨期間研磨元件 208 被磨耗且高度 214 減低，但呈現於晶圓之面積 222 幾無變化。該表面面積 222 之一致性提供一致的研磨紋理 200 以及使重複研磨操作之研磨效能一致化。例如，該一致的結構使得可在未調整工具設定下研磨多個圖案化晶圓。就本

說明書之目的而言，研磨表面或紋理 200 代表在平行於研磨表面之平面所測量得之研磨元件 204 與 208 之表面面積。較佳地，於初始研磨表面或接觸元件 206 與單位格 225 之垂直柱半高度 215 之間，此等研磨元件 208 之總橫截面面積 222 維持在 25% 以內。最佳地，於初始研磨表面或接觸元件 206 與單位格 225 之垂直柱半高度 215 之間，此等研磨元件 208 之總橫截面面積 222 維持在 10% 以內。如前述，最理想情形下，互連元件 204 之垂直位置互穿以於元件磨耗時總橫截面面積之改變減低到最小。

視情況地，可將研磨元件 208 排列成由數個研磨元件 208 構成之相隔群組—例如，研磨元件可包含由無研磨元件之區域所環繞之圓形群組。在各群組中，較佳情形為存在互連元件 204 以維持元件 208 群組之間隔及有效剛性。此外，可調節在不同區中研磨元件 204 或 208 之密度以微調移除率以及研磨或晶圓一致性。再者，亦可以於流體動力區 203 內形成開放通道(open channels)如圓形通道、X-Y 通道、放射狀通道、彎曲放射狀通道或者螺旋通道之方式排列研磨元件。視情況導入這些通道可促進大型磨屑移除並改進研磨或晶圓之一致性。

較佳地研磨元件 208 之高度 214 對於所有元件而言均為一致。在研磨紋理 200 中，較佳地高度 214 維持在平均高度之 20% 以內，更佳地維持在平均高度之 10% 以內，還要更佳地維持平均高度之 1% 以內。視情況地，切割裝置，例如刀片、高速轉動刀片或雷射可定期進行研磨元件切割

以使高度一致。再者，切割刀片之直徑及速度視情況可以特定角度切割研磨元件以改變研磨表面。例如以一角度切割具有圓形橫截面之切割研磨元件會產生與基板交互作用之研磨尖端之紋理。高度之一致性能確保研磨紋理 200 之所有研磨元件 208 以及磨耗平面內之所有互連接觸元件 206 具有接觸工件的可能性。事實上，由於工業化學機械研磨工具具有將不均研磨壓力施加在晶圓不同位置之機械性，以及由於晶圓下所產生之流體壓力足以導致晶圓偏離精確地水平且平行於研磨墊之位置，所以一些研磨元件 208 可能無法接觸晶圓。然而在研磨墊 104 會發生接觸之任何區，期望僅可能多的研磨元件 208 具有足以與晶圓接觸之高度。再者，由於研磨元件 208 之未受扶持端會隨著研磨之動態接觸機械力而彎曲，初始研磨表面區域通常會磨耗而符合彎曲角度。例如，初始為圓形之頂部表面因磨耗而形成一彎角頂部表面，另研磨時之方向改變也會產生多種磨耗模式。

研磨元件 204 與 208 之大小與間隔係選擇能提供墊與晶圓間之大接觸面積 222 且提供足夠的開放面積 226 以使流體動力區 203 中之研磨漿液移除磨屑。典型地該連續性非易變相 207(即研磨元件 204 與 208)構成小於基底層 240 以上測得之研磨墊體積之 80%。較佳地研磨元件 204 與 208 構成小於基底層 240 以上測得之研磨墊體積之 75%。例如，典型地元件 204 與 208 佔基底層 240 以上測得之研磨墊體積之 5%至 75%。為了高接觸面積而設計之研磨墊典

型地佔基底層 240 以上測得之研磨墊體積之 40%至 80%。在下述二目的之間具有本質上之矛盾：在研磨紋理 200 之可用空間內增加研磨元件 204 與 208 可提高總接觸面積 222，但卻會減小開放面積 226 而對流體動力區 203 之研磨漿液流 230 及磨屑之移除造成更多的阻礙。本發明之主要特徵在於研磨元件 204 與 208 具備足夠細長度且間隔寬使流體動力區 203 內接觸面積與開放面積有較佳的平衡。具有長方形或方形橫截面之研磨元件 208 利於增加接觸面積。為了取得平衡，研磨元件 208 之間距 218 對寬度 210 之比例應至少為 2。遵循以上限制，元件 204 與 208 至多可佔基底層 240 以上測得之研磨墊體積之 50%，同時研磨紋理 200 之接觸面積 222 可達可用面積之 25% (意即： $(1-\text{寬度}/\text{間距比})^2$ ) 或更高，而開放面積 226 則為可用面積之 50% (意即： $1-\text{寬度}/\text{間距比}$ ) 或更高。視情況，也可將研磨元件 208 之高度 214 對寬度 210 之比例設定為至少 4，以最大化流體動力區 203 之開放面積 226 (意即：未被共連續性易變相 205 或連續性非易變相 207 所佔的面積)，且允許在提供被運送磨屑與晶圓間之垂直距離下，將磨屑在研磨元件 204 與 208 之間水平運送。

可藉由選擇適當研磨元件 204 與 208 之橫截面形狀，使得主要於流體動力區 203 內之研磨表面之水平方向產生的研磨漿液流 230 更為順暢，而進一步最佳化研磨紋理 200。

藉由整體流線形化達成最小流體阻力係工程學中已確

立的信條，同時也構成設計飛機、船隻、汽車、自動推進武器、及其他在氣體或液體中行進的物體時所例行應用之科學之一部分。統管這些合乎人尺度之物體之流體流動公式也同樣適用於化學機械研磨墊巨觀結構與微觀結構的設計。在本質上流線形化在於選擇無尖銳轉變點之漸彎橫截面，以致外部流體可在不與表面分離且不會形成耗費流體能量之渦流下流經整個橫截面。從這一點考量，對於研磨元件 204 與 208 而言圓形橫截面 222 優於方形或長方形橫截面。更進一步流線形化研磨元件 208 的形狀需要取得關於流體動力區 203 內之研磨漿液流 230 之局部方向。因為研磨墊與晶圓同時在轉動，流體動力區 203 內之研磨漿液流體 230 可由各種角度接近研磨元件 204 與 208，對一接近角度而言正確的流線形化對於另一接近角度而言非為最佳化。在所有流體接近方向均同等地流線形化之唯一形狀是圓形橫截面，故在一般使用情況以圓形為較佳。若可以決定主要流動方向，如同在具有高平台速度對載具速度之比例之 CMP 製程之情形，以使研磨元件 204 與 208 之橫截面於該方向流線形化為更佳。

參見第 2 圖，研磨墊 104 包括研磨層 202，可更包括一附子墊片 250。應注意附子墊片 250 並非必須，且可將研磨層 202 通過基底層 240 直接固著到研磨機的平台，即第 1 圖的平台 130。研磨層 202 可通過基底層 240 以任何適當方式固著到子墊片 250，諸如黏著劑黏合，如使用感壓性黏著劑層 245 或熱熔性黏著劑、熱黏合、化學黏合、

超聲波黏合等。基底層 240 或子墊片 250 可作為供研磨元件 208 附接之研磨基底。較佳地，研磨元件 208 的基底部份係延伸到基底層 240 之內。

有多種製造方法可用於研磨紋理 200。對於較大規模的網絡，此等包括微機削(micromachining)、雷射或流體噴射蝕刻，與從起始固體物質移除材料的其他方法；及聚焦雷射聚合、細絲擠壓、紡織、優先光學固化、生物生長，與在初始空洞體積內進行材料構建的其他方法。對於較小規模的網絡，可以採用結晶化、晶種聚合、平版印刷術、或其他種優先材料沉積技術，以及電泳、相成核(phase nucleation)、或用於建立模板供後續材料自組裝之其他方法。

該連續性非易變相 207(例如研磨元件 204 與 208)以及微觀結構 200 之基底層 240 可由任何合適材料製成，例如聚碳酸酯類、聚砜類 (polysulfones)、尼龍類、聚醚類、聚酯類、聚苯乙烯類、丙烯酸系聚合物類、聚甲基丙烯酸甲酯、聚氯乙烯類 (polyvinylchlorides)、聚氟乙烯類 (polyvinylfluorides)、聚乙烯類、聚丙烯類、聚丁二烯類 (polybutadienes)、聚伸乙亞胺類 (polyethylene imines)、聚胺酯類、聚醚砜類 (polyether sulfones)、聚醯胺類、聚醚醯亞胺類 (polyether imides)、聚酮類、環氧樹脂類、聚矽氧類、此等之共聚物(例如聚醚-聚酯共聚物)、或上述的混合物等。研磨元件 204 及 208 與基底層 240 亦可由非聚合物材料如陶瓷、玻璃、金屬、石材、木材或單一物質之固

相(例如冰)。研磨元件 204 及 208 以及基底層 240 亦可由聚合物與單種或多種非聚合材料之複合物製成。

一般而言，對於該連續性非易變相 207、共連續性易變相 205 與基底層 240 而言材料之選擇會受到其以期望方式研磨由特定材料構成之物品之適當性的限制。同樣地，子墊片 250 可由任何合適材料製成，諸如上面對研磨元件 204 及 208 所提及的材料。研磨墊 104 可視情況包括將該墊固著到研磨機的平台(如，第 1 圖的平台 130)的固定具。該固定具可為，例如，黏著劑層，諸如感壓性黏著劑層 245 或熱熔性黏著劑、機械固定具、諸如鉤環固定具(hook and loop fastener)的鉤或環部分。在本發明範圍內也包括佔據研磨紋理 200 的一或多個空隙空間之一或多個光纖端點裝置 270 或類似的傳輸裝置。

第 4 圖的研磨紋理 300 例示說明本發明涵蓋形成具有從完全水平至完全垂直之所有角度之開放互連網絡的連續性非易變相。延伸來說，本發明包含形成細長元件之完全隨機陣列之連續性非易變相，其中在研磨紋理內空隙未被連續性非易變相所佔據之空間無明顯重複的尺寸及形狀，或者其中許多元件為高度彎曲、分枝或呈纏結狀。如同連續性非易變相微觀結構般也落於本發明範圍內的熟悉影像為橋桁架、巨分子的棍模型、與互連的人類神經細胞。於每一情況中，該結構必須擁有相同的關鍵特徵，亦即在三維中存在著充分的互連以使整個網絡剛硬化；網絡在水平面中從頂部表面的磨耗會產生具有局部未受扶持端之細長

元件，其於較短長度方向提供對於工件的順應性；以及未被連續性非易變相所佔據之空間以及元件的長度對寬度之比符合前述幾何限制。再者，第 4 圖例示說明本發明包含共連續性易變相，該共連續性易變相實質填滿研磨紋理 300 中未被該連續性非易變相佔據同時亦非位於流體動力區之區域。

參照第 4 圖，符合本發明之第 1 圖之研磨墊 104 之第二具體例係以第 4 圖的斜截面圖所示之另一表面研磨紋理 300 來說明，該研磨紋理 300 具有在研磨層 302 內之類似不對稱互連網狀化單位格圖案。類似於第 2 圖的墊，黏著劑層 345 將基底層 340 固著到視情況設置的子墊片 350；且視情況包括端點裝置 370。研磨紋理 300 包含連續性非易變相 307 及共連續性易變相 305。該連續性非易變相 307 包含元件 304 及 308。研磨紋理 300 在三方面不同於第 2 圖之研磨紋理 200。首先，研磨紋理 300 之元件 308 並非全然地垂直，其以與基底層 340 及水平平面相夾 45 與 90 度間之各種角度定位，小部分元件 308 係彎曲而非直線形狀。並且，非所有互連元件 304 均係水平，一些與基底層 340 及水平平面相夾 0 與 45 度間之角度。如此，研磨紋理 300 由單位格組成，但各個單位格在形狀與面數上彼此相異。此外，於研磨層或研磨元件 306 與研磨紋理 300 之半高度 315 間之研磨紋理 300 內，儘管元件 308 之高度 314 會變化，此等特徵實質上不會改變。第二，寬度 310、間距 318 及橫截面面積 322 在此等元件 304 及

308 之間之差異比在研磨元件 208 之間之差異大。第三，相較於流體動力區 203 內流經研磨元件 208 之研磨漿液流，在流體動力區 303 內流經元件 304 及 308 以及其間之研磨漿液流以較不規則的路徑流動。雖然如此，研磨紋理 300 仍具有本發明之主要特徵，即元件 306 形成研磨表面。特別是，於接合部 309，元件 304 與 308 互連體形成以三維空間互連之網絡而賦予研磨紋理整體足夠的剛性，而元件 308 之未受扶持端提供了順應工件之局部撓曲性。此外，元件 304 與 308 仍為細長形狀並有寬間距使接觸面積與流動面積取得較有利的平衡；元件 308 之平均間距 318 與元件 308 之平均寬度 310 之比例至少為 2，以及元件 308 之高度 314 對平均寬度 310 之比例至少為 4。如此，研磨紋理 300 之接觸面積 322 可達到 25% 或更高，而開放區域 326 比研磨紋理 200 之流動區域 226 不規則，但其面積足以使磨屑在未被共連續性易變相 305 佔據之流體動力區 303 內於元件 304 與 308 間被水平地運送，同時可提供被運送磨屑與晶圓間之垂直距離。

本發明之另一具體例展示於第 5 圖中，其中具有連續性非易變相 407 之研磨層 402 包含元件 404 與 408 所構成之規則間隔之互連四面體晶格。所有元件 404 及 408 於接合在接合部 409 處的長度和寬度都顯示相同，惟非必須如此。於所示具體例中，單位格為規則的四面體，其中(四面中的)每一面都是等邊三角形，其邊長為該網絡的間距 418，且具有寬度 410 的實體成員僅出現於該空間單位的四

個邊，而使得每一三角形面的中心及空間單位的中心成為一整體的空洞。因為四面體格子的對稱性，所以第 5 圖的斜截面圖及平面圖會形成相同的網狀化圖案。此種研磨紋理可提供最高可能的剛性，因為具三角形面的多面體係無法變形的。隨著結構體的磨耗，在元件 408 上會形成自由端而提供局部可變形性與對工作件的順應性。於第 5 圖所示之具體例中，係在稍微呈楔形的基底層 440 上構造出四面體網絡，使得該網絡上沒有平面係被配置成正好平行於與晶圓接觸的平面。於一給定時點，成員 406 中只有一部分沿著其最長尺寸磨耗，而大部份的接觸面積係由在較短尺寸磨耗之元件的較小橫截面面積 422 所提供。此使得沿著在研磨層或研磨元件 406 與研磨紋理 400 的半高 415 之間的高度 414，接觸面積基本上保持不改變。在整個楔形基底層 440 中，未被共連續性易變相 405 佔據之流體動力區 403 中研磨漿液流動之平均面積 426 可能略微變化。雖沒有表示於圖式中，在本發明之一些具體例中，共連續性易變相材料可具有與研磨介面一致的頂表面(例如當共連續相材料暴露於研磨期間所產生之熱而熔化時)。為了使該差異最小化，實際上將基底層 440 形成階梯形以使一重複系列的楔形區段支撐網絡。第 5 圖所示結構大約為一重複單元。近似於第 2 圖之研磨墊，黏著劑層 445 將基底層 440 固定於視情況使用的子墊片 450；視情況可另包括端點裝置 470。

本發明提供了流體機械力與接觸機械力脫鉤的優點。

特別是，本發明使研磨墊之流體動力區內的有效研磨漿液流輕易地移除磨屑。此外，本發明允許調整研磨元件之剛性、高度及間距以控制與基板的接觸機械力。再者，研磨元件之形狀可減少或免除修整而延長研磨墊使用壽命。最後，一致的橫截面面積使多個基板如圖案化晶圓之研磨具有相似的研磨特徵。

於本發明一些具體例中，該化學機械研磨墊具有中心軸且被設計成繞著該中心軸旋轉(參見第 6 圖)。在此等具體例之一些態樣中，化學機械研磨墊之研磨層 510 係位於與中心軸 512 實質垂直之一平面。在此等具體例之一些態樣中，研磨層 510 被設計成在與中心軸 512 呈  $80^\circ$  至  $100^\circ$  之角  $\theta$  之平面上轉動。在此等具體例之一些態樣中，研磨層 510 被設計成在與中心軸 512 呈  $85^\circ$  至  $95^\circ$  間之角  $\theta$  之平面上轉動。在此等具體例之一些態樣中，研磨層 510 被設計成在與中心軸 512 呈  $89^\circ$  至  $91^\circ$  間之角  $\theta$  之平面上轉動。在此等具體例之一些態樣中，研磨層 510 具有研磨表面 514，其具有垂直於中心軸 512 之實質圓形橫截面。在此等具體例之一些態樣中，垂直於中心軸 512 之研磨表面 514 之橫截面半徑  $r$  係以小於或等於橫截面之 20% 的幅度變化。在此等具體例之一些態樣中，垂直於中心軸 512 之研磨表面 514 之橫截面半徑  $r$  係以小於或等於橫截面之 10% 的幅度變化。

第 6 圖係本發明之一具體例之化學機械研磨墊之側視立體圖。特別是，第 6 圖係描畫單層化學機械研磨墊 510。

化學機械研磨墊 510 具有研磨表面 514 及中心軸 512。研磨表面 514 具有實質圓形橫截面 其在與中心軸 512 呈角度  $\theta$  之平面上具有由中心軸 512 到研磨表面外緣 515 之半徑  $r$ 。

第 7 圖係本發明之一具體例之化學機械研磨墊之頂視平面圖。特別是，第 7 圖係描畫具有研磨表面 602 之化學機械研磨墊 600，該研磨表面 602 具有由複數個彎曲溝槽 605 構成之溝槽圖案。

第 8 圖係根據本發明之一具體例之化學機械研磨墊之頂視平面圖。特別是，第 8 圖係描畫具有研磨表面 612 之化學機械研磨墊 610，其中該研磨表面 612 具有由複數個同心圓形溝槽 615 構成之溝槽圖案。

第 9 圖係根據本發明之一具體例之化學機械研磨墊之頂視平面圖。特別是，第 9 圖係描畫具有研磨表面 622 之化學機械研磨墊 620，其中該研磨表面 622 具有由呈 X-Y 網格狀圖案之複數個線性溝槽 625 所構成之溝槽圖案。

第 10 圖係根據本發明之一具體例之化學機械研磨墊之頂視平面圖。特別是，第 10 圖係描畫具有研磨表面 632 之化學機械研磨墊 630，其中該研磨表面 632 具有複數個穿孔 638 與複數個同心圓形溝槽 635 之組合。

第 11 圖係根據本發明之一具體例之化學機械研磨墊之頂視平面圖。特別是，第 11 圖係描畫具有研磨表面 642 之化學機械研磨墊 640，其中該研磨表面 642 具有複數個

穿孔 648。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係適合使用本發明之化學機械研磨墊之雙軸研磨機之一部分的立體圖；

第 2 圖係本發明之一具體例之化學機械研磨墊之高倍放大之部分、示意、橫截面、正視圖；

第 3 圖係第 2 圖之研磨墊之高倍放大之部分、示意、平面圖；

第 4 圖係本發明之一具體例之化學機械研磨墊之高倍放大之部分、示意、橫截面、正視圖；

第 5 圖係本發明之一具體例之化學機械研磨墊之高倍放大之部分、示意、橫截面、正視圖；

第 6 圖係本發明之一具體例之化學機械研磨墊之側視立體圖；

第 7 圖係本發明之一具體例之化學機械研磨墊之頂視平面圖，其描畫研磨表面之溝槽圖案；

第 8 圖係本發明之一具體例之化學機械研磨墊之頂視平面圖，其描畫研磨表面之溝槽圖案；

第 9 圖係本發明之一具體例之化學機械研磨墊之頂視平面圖，描畫研磨表面之溝槽圖案；

第 10 圖係本發明之一具體例之化學機械研磨墊之頂視平面圖，其描畫研磨表面之穿孔與溝槽圖案之組合；

第 11 圖係本發明之一具體例之化學機械研磨墊之頂視平面圖，其描畫研磨表面之複數個穿孔。

## 【主要元件符號說明】

100	研磨機	104、510	研磨墊
108、202、302、402	研磨層		
110、514	研磨表面		
112	晶圓	116	被研磨表面
120	研磨介質	124	螺旋溝槽
128	螺旋溝槽 124 之深度		
130	平台	134	研磨墊轉軸
138	晶圓載具	142	晶圓轉軸
146	研磨介質分配器	200	研磨紋理
203、403	流體動力區		
204	實質水平元件(互連元件)		
205	共連續性易變相	206	接觸元件
207	連續性非易變相材料		
208	實質垂直元件	209、309、409	接合部
210	元件 204 及 208 的平均寬度		
214	元件 208 的平均高度		
215	垂直柱半高度	218、318、418	間距
222	元件 204 及 208 之平均橫截面面積		
225	單位格	226	開放面積、流動區域
227	單位格 225 的平均寬度		
229	單位格 225 的平均長度		
240、340、440	基底層	245、345、445	黏著劑層
250、350、450	子墊片	270	光纖端點裝置

- 300、400 研磨紋理 303 流體動力區
- 304 互連元件 305、405 共連續性易變相
- 306、406 研磨元件 307、407 連續性非易變相
- 308、404、408 元件 310 元件 308 之寬度
- 314 元件 308 之高度
- 315 研磨紋理 300 之半高度
- 322 橫截面面積 326 開放區域
- 370 端點裝置 410 元件之寬度
- 414 研磨層或研磨元件 406 與研磨紋理 400 的半高  
415 之間的高度
- 415 研磨紋理 400 的半高 415
- 416 元件 408 之半高度
- 422 元件之較小橫截面面積
- 426 流體動力區 403 中研磨漿液流動之平均面積
- 470 端點裝置 512 中心軸
- 515 研磨表面外緣
- 600、610、620、630、640 化學機械研磨墊
- 602、612、622、632、642 研磨表面
- 605 彎曲溝槽 625 線形溝槽
- 615、635 同心圓形溝槽 638、648 穿孔

## 十、申請專利範圍：

1. 一種用於研磨選自磁性基板、光學基板及半導體基板中之至少一種基板之化學機械研磨墊，包含：  
包含互穿網絡之研磨層，  
其中該互穿網絡包含連續性非易變相及實質共連續性易變相，其中該連續性非易變相未共價鍵結於該實質共連續性易變相；其中該實質共連續性易變相在暴露於研磨期間所產生之熱時會熔化；且其中該研磨層具有適用於研磨該基板之研磨表面。
2. 如申請專利範圍第 1 項之化學機械研磨墊，其中，該化學機械研磨墊包含接近該研磨表面之流體動力區，其中該流體動力區實質不存在該易變相。
3. 如申請專利範圍第 2 項之化學機械研磨墊，其中，該流體動力區由該研磨表面延伸入該化學機械研磨墊中 1 至 100 微米之深度。
4. 如申請專利範圍第 1 項之化學機械研磨墊，其中，該連續性非易變相形成網狀化網絡。
5. 如申請專利範圍第 1 項之化學機械研磨墊，其中，該連續性非易變相具有纖維形態。
6. 如申請專利範圍第 1 項之化學機械研磨墊，其中，該研磨層包含 0.5 體積%至 80 體積%之該連續性非易變相。
7. 一種用於研磨選自磁性基板、光學基板、半導體基板中之至少一種基板之化學機械研磨墊，包含：  
包含互穿網絡之研磨層，

其中，該互穿網絡包含連續性非易變相及實質共連續性易變相；

其中，該連續性非易變相未共價鍵結於該實質共連續性易變相；

其中，該非易變相形成三維網絡，該三維網絡包含界定網狀化間隙區域之複數個互連研磨元件；

其中，該實質共連續性易變相係設置於該網狀化間隙區域內； 以及

其中，該研磨表面適用於研磨該基板。

8. 如申請專利範圍第 7 項之化學機械研磨墊，其中，該連續性非易變相包含複數個六面體單位格，該六面體單位格包含該界定網狀化間隙區域之複數個互連研磨元件，以及其中各六面體單位格包含六個面，其中各面為正方形或長方形。

9. 一種研磨基板的方法，包含：

提供選自磁性基板、光學基板、半導體基板中之至少一種基板；

提供如申請專利範圍第 1 項之化學機械研磨墊；

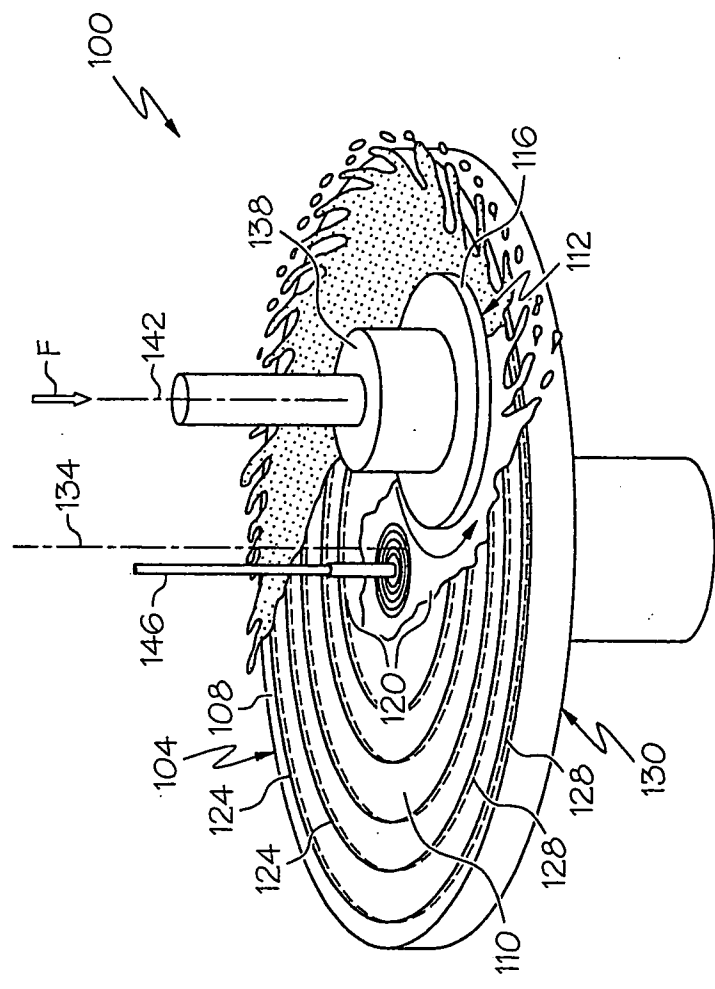
於該研磨表面與該基板之間的界面提供研磨介質；

以及，

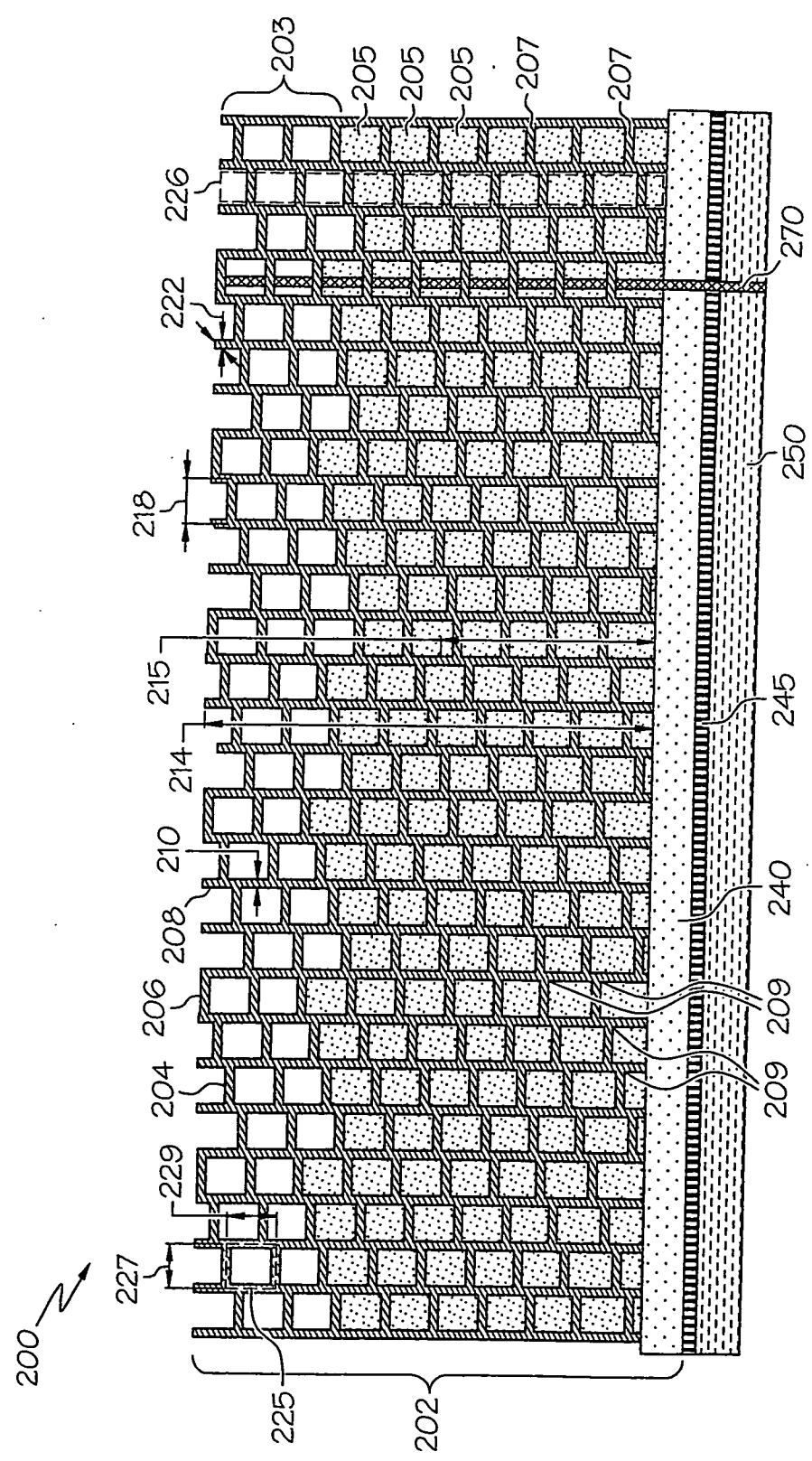
於該化學機械研磨墊與該基板間之界面產生動態接觸。

10. 如申請專利範圍第 9 項之方法，其中，所提供之該化學機械研磨墊中之該連續性非易變相係形成三維網絡，該

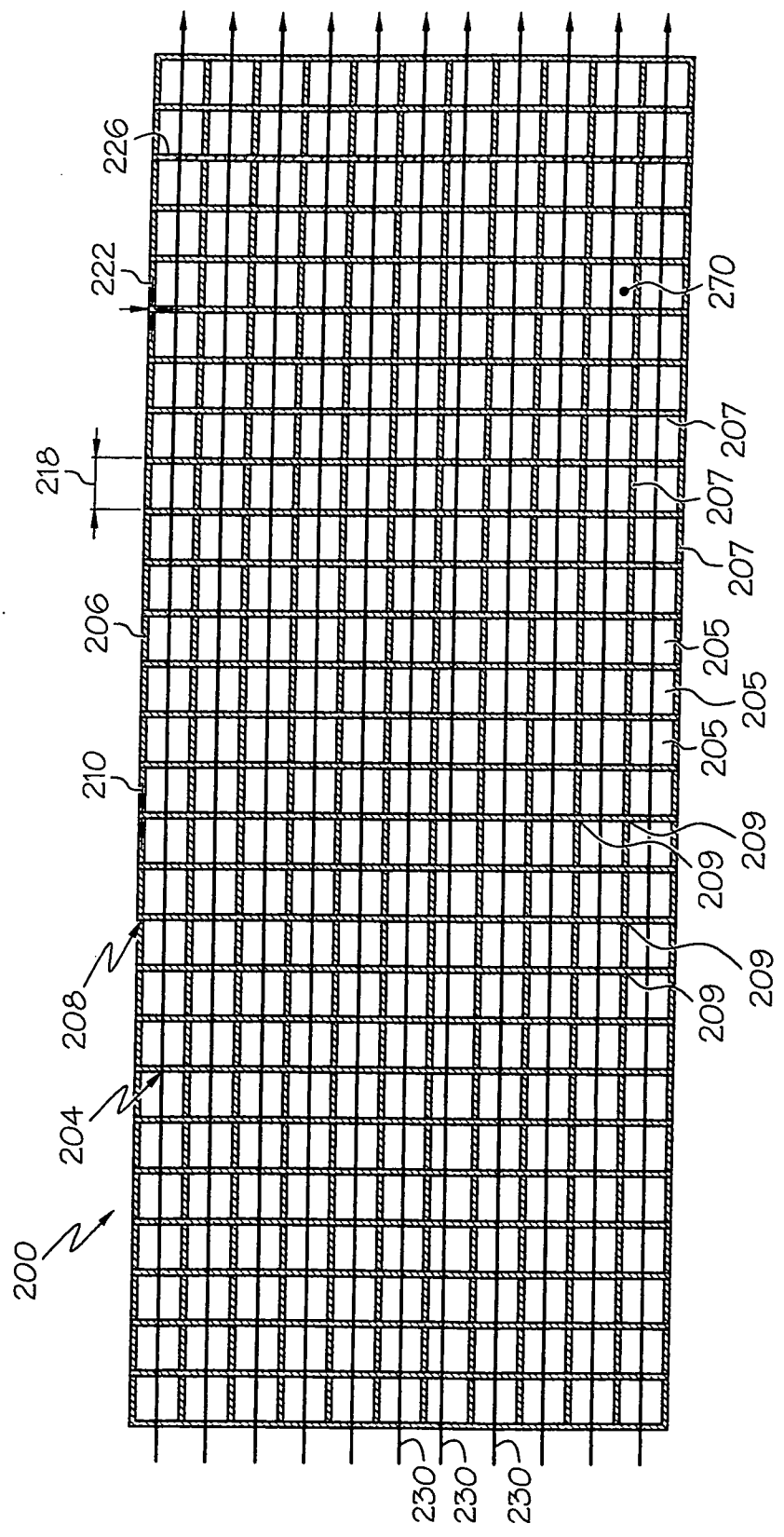
三維網絡包含複數個六面體單位格，該六面體單位格包含界定網狀化間隙區域之複數個互連研磨元件，其中，各六面體單位格包含六個面，以及其中各面為正方形或長方形。



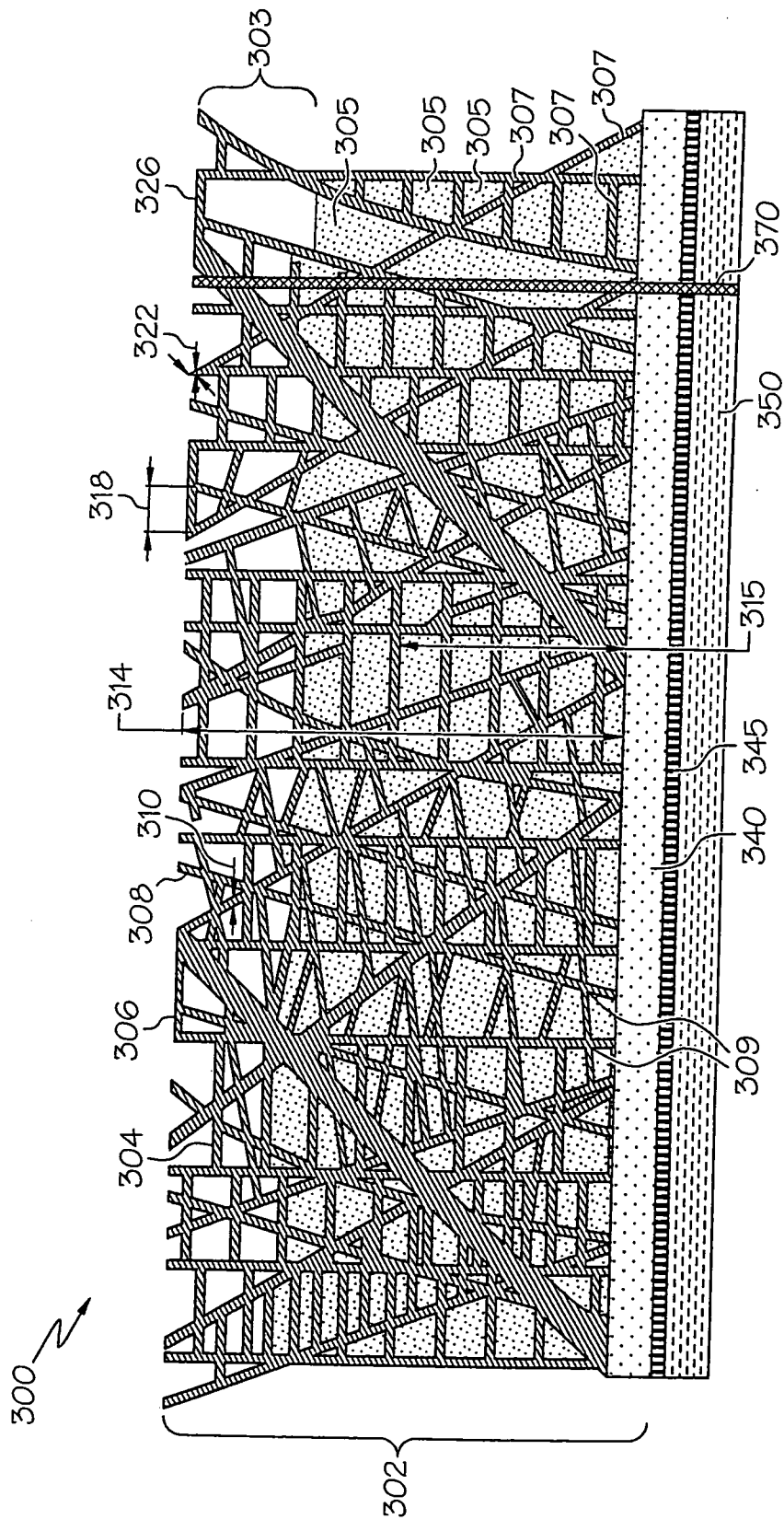
第 1 圖



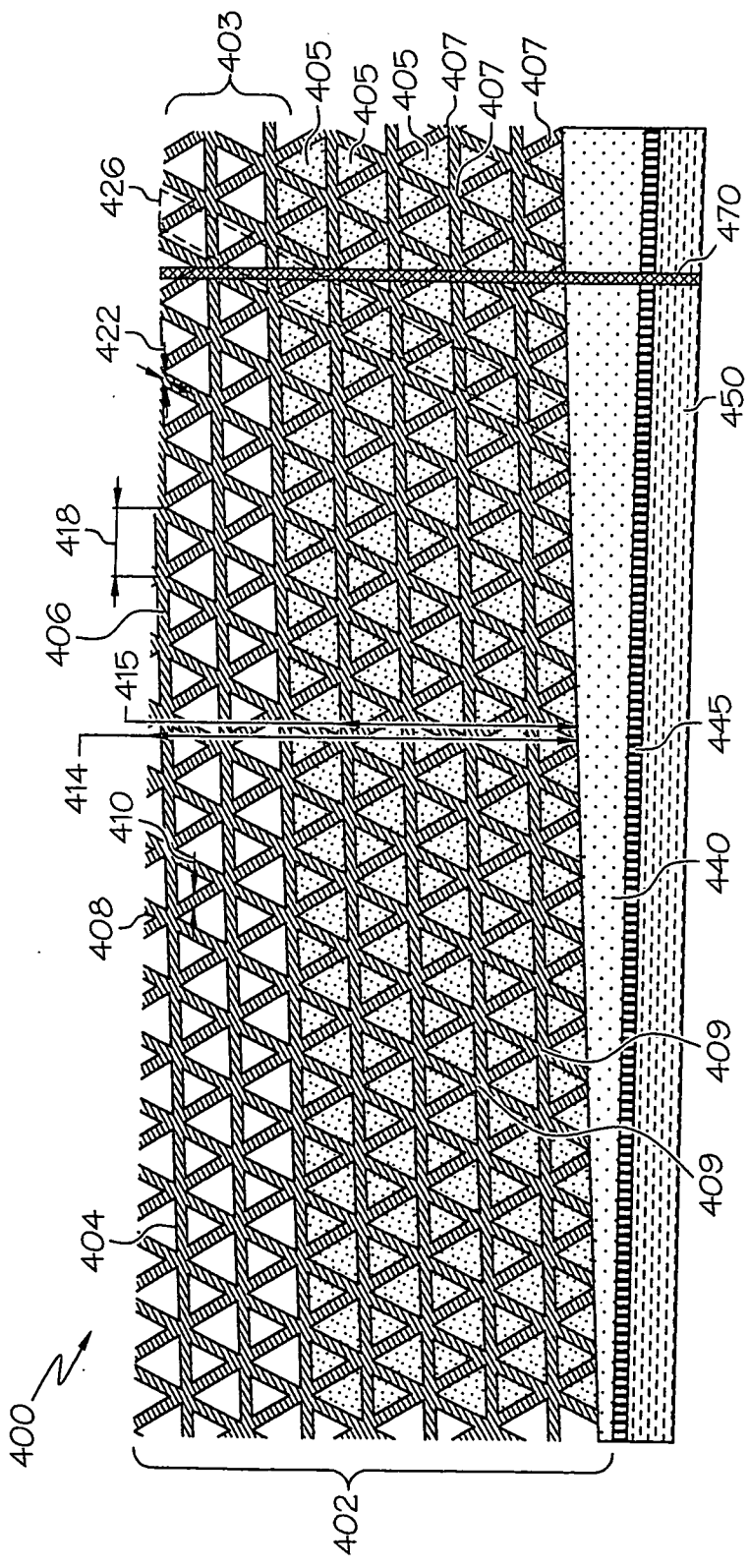
第 2 圖



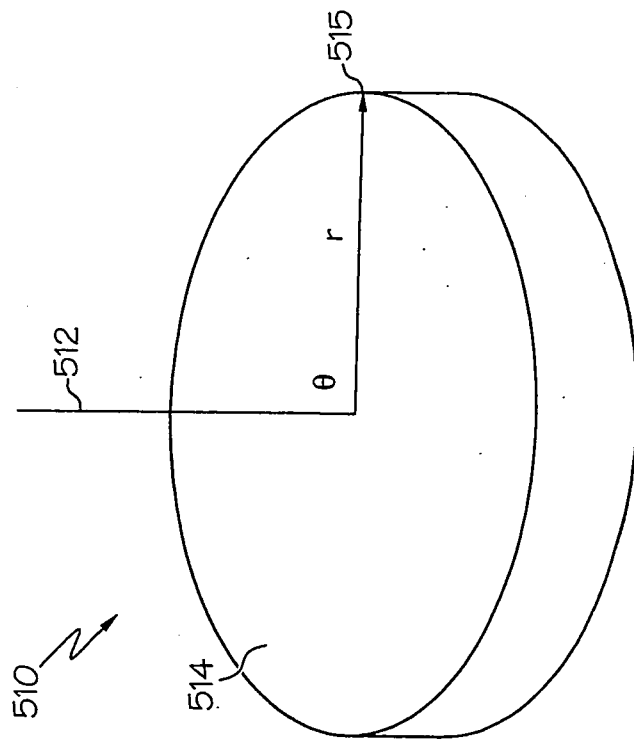
第 3 圖



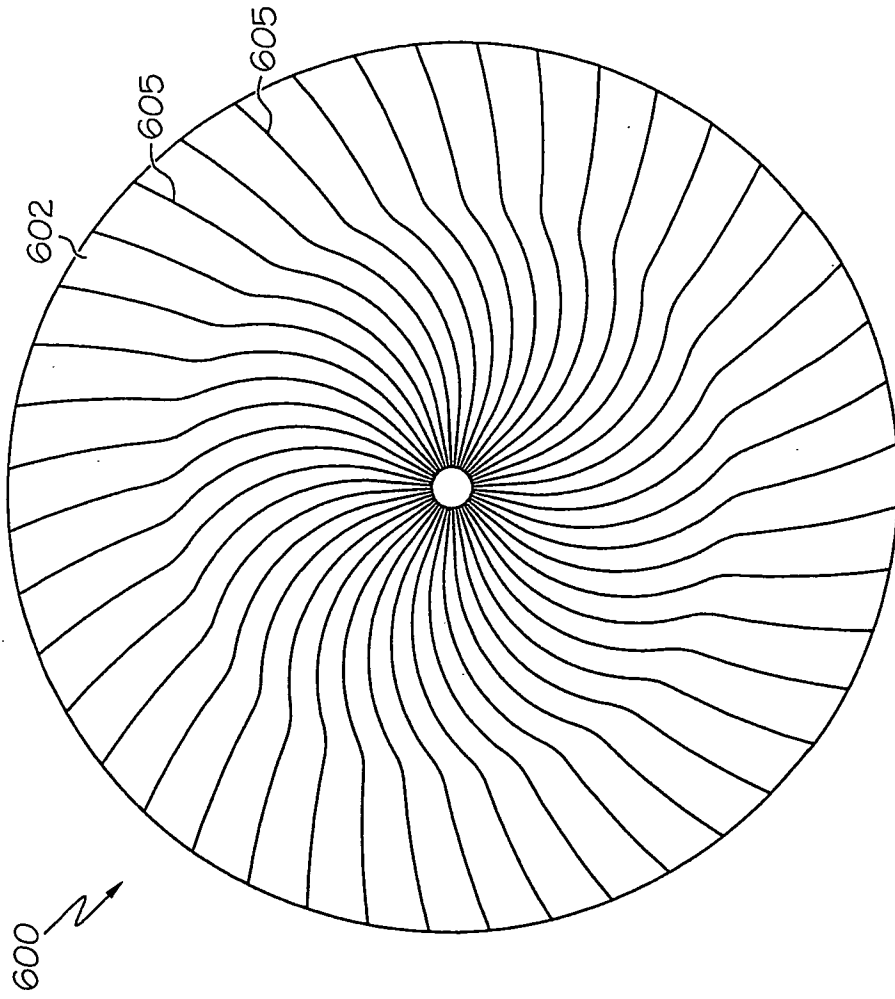
第 4 圖



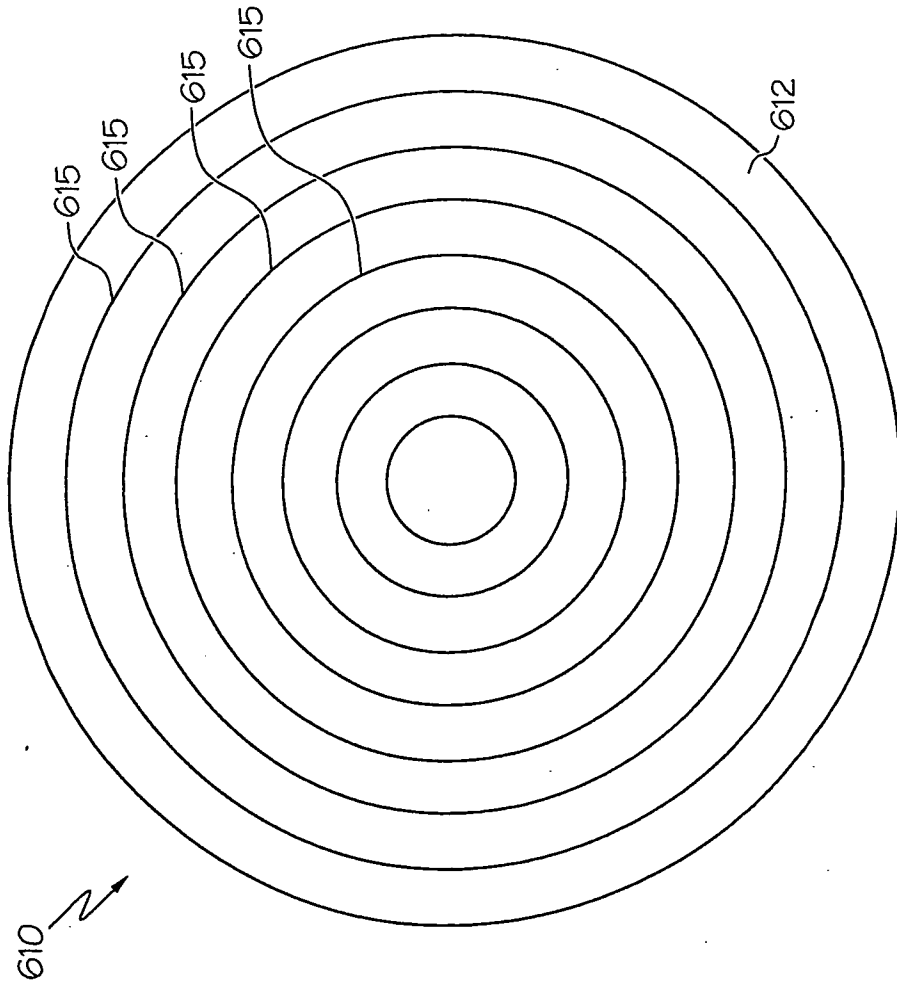
第 5 圖



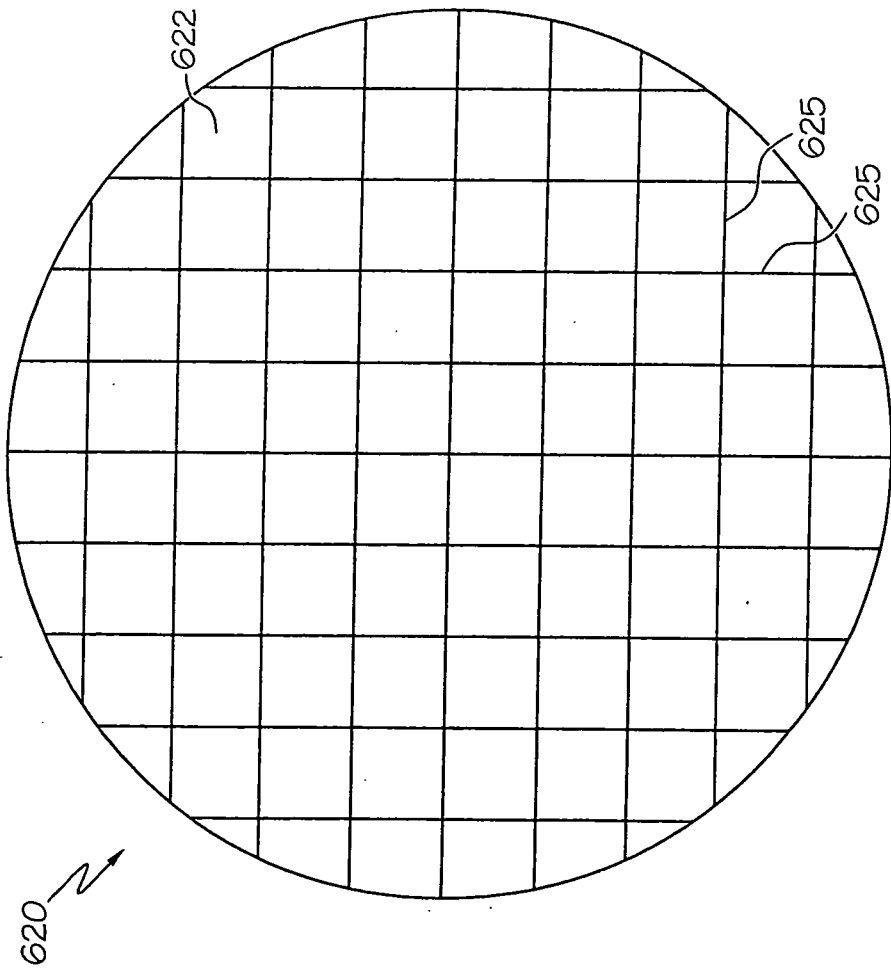
第 6 圖



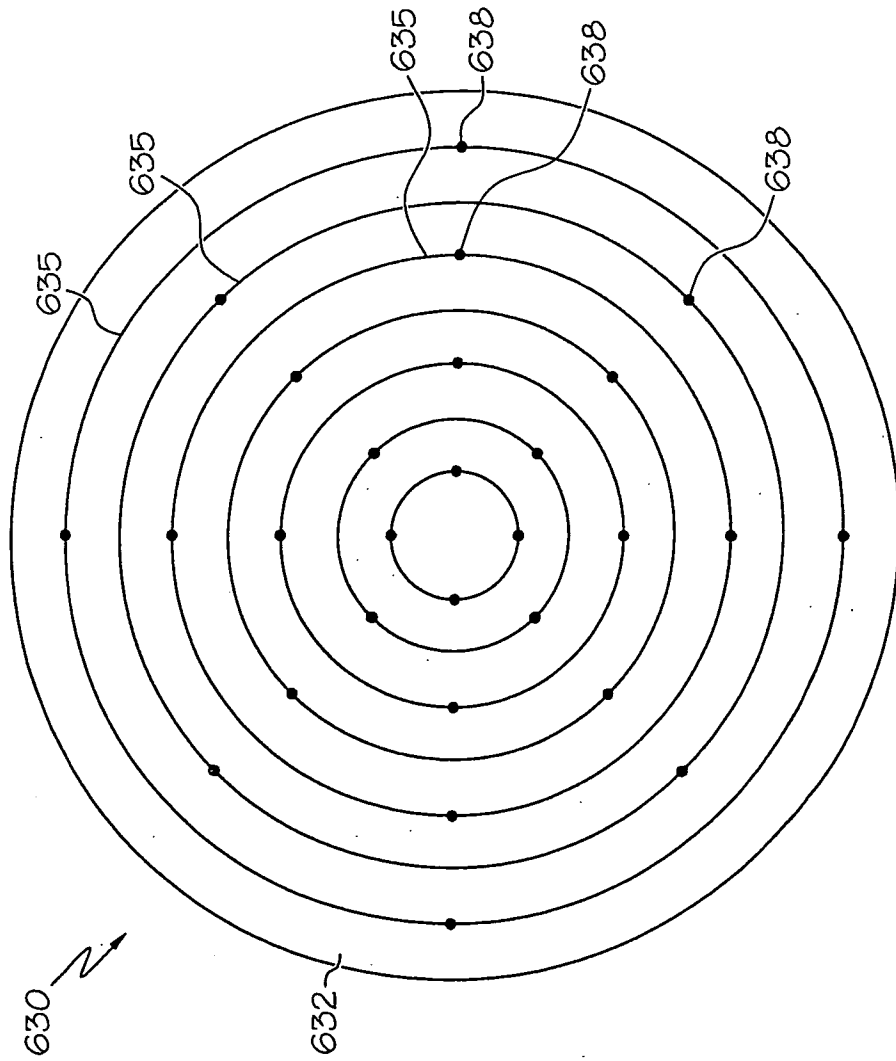
第7圖



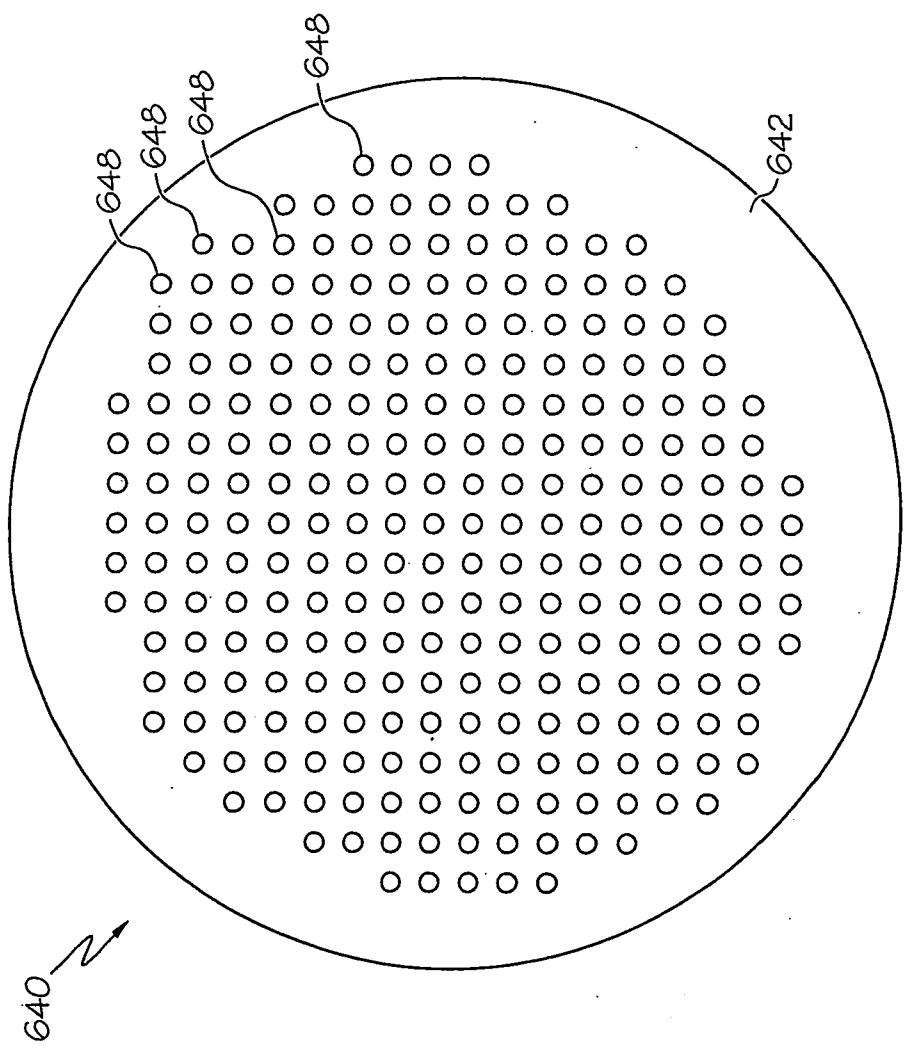
第 8 圖



第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖