



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I428204 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：097130772

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 08 月 13 日

(51)Int. Cl. : B24B37/24 (2012.01)

B24B37/26 (2012.01)

(30)優先權：2007/08/15 美國

11/838,954

(71)申請人：羅門哈斯電子材料 C M P 控股公司 (美國) ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS CMP HOLDINGS, INC. (US)

美國

(72)發明人：帕拉帕西 拉菲恰爪 V PALAPARTHI, RAVICHANDRA V. (IN)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

(56)參考文獻：

TW 550693

TW I222390

TW 200635703A

TW 200722223A

JP 3-182283A

US 5759090

審查人員：劉添雷

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：15 共 0 頁

(54)名稱

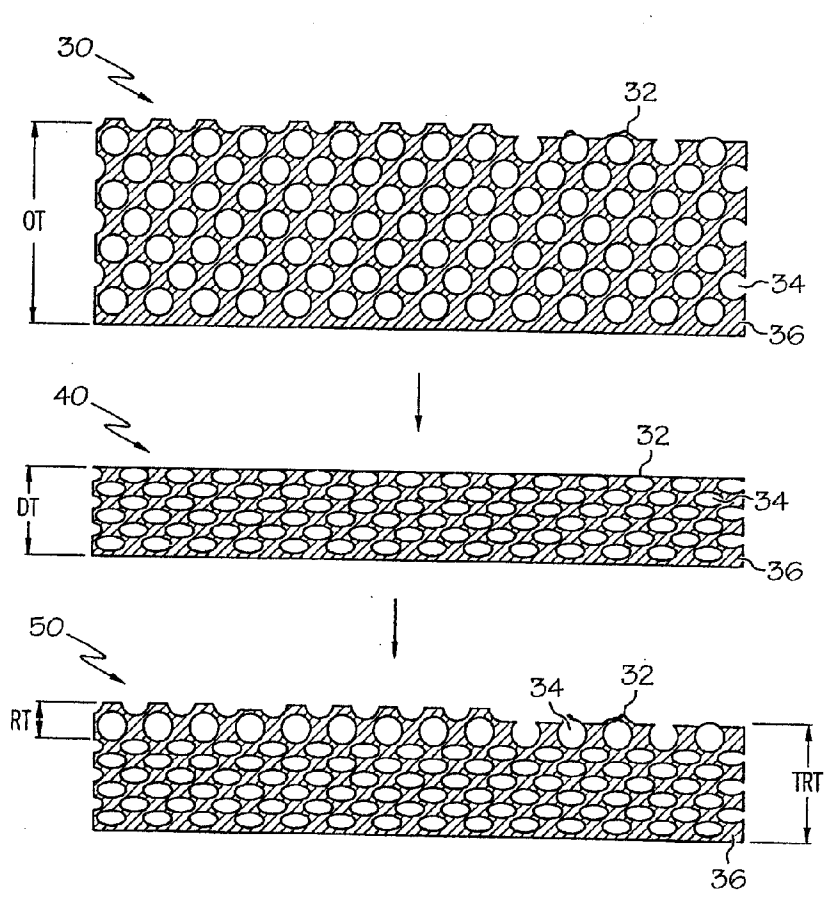
改良的化學機械研磨墊及其製造及使用方法

IMPROVED CHEMICAL MECHANICAL POLISHING PAD AND METHODS OF MAKING AND USING SAME

(57)摘要

本發明提供一種形狀記憶化學機械研磨墊，其中，該形狀記憶化學機械研磨墊包含處於稠密化狀態之研磨層。本發明亦提供製造該形狀記憶化學機械研磨墊之方法，以及應用該形狀記憶化學機械研磨墊來研磨基材的方法。

Shape memory chemical mechanical polishing pads are provided, wherein the shape memory chemical mechanical polishing pads comprise a polishing layer in a densified state. Also provided are methods of making the shape memory chemical mechanical polishing pads and for using them to polish substrates.



- OT . . . 原始厚度
- 30 . . . 原始狀態
- 32 . . . 研磨表面
- 34 . . . 複數微元件
- 36 . . . 形狀記憶基質材料
- DT . . . 稠密化厚度
- 40 . . . 稠密化狀態
- RT . . . 回復厚度
- 50 . . . 部分回復狀態
- TRT . . . 總回復厚度

第2圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：07130772

※申請日：07.8.13

※IPC 分類：

B24B 37/24 (2012.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

改良的化學機械研磨墊及其製造及使用方法

B24B 37/26 (2012.01)

IMPROVED CHEMICAL MECHANICAL POLISHING PAD AND METHODS
OF MAKING AND USING SAME

二、中文發明摘要：

本發明提供一種形狀記憶化學機械研磨墊，其中，該形狀記憶化學機械研磨墊包含處於稠密化狀態之研磨層。本發明亦提供製造該形狀記憶化學機械研磨墊之方法，以及應用該形狀記憶化學機械研磨墊來研磨基材的方法。

三、英文發明摘要：

Shape memory chemical mechanical polishing pads are provided, wherein the shape memory chemical mechanical polishing pads comprise a polishing layer in a densified state. Also provided are methods of making the shape memory chemical mechanical polishing pads and for using them to polish substrates.

四、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：

OT	原始厚度	30	原始狀態
32	研磨表面	34	複數微元件
36	形狀記憶基質材料		
DT	稠密化厚度	40	稠密化狀態
RT	回復厚度	50	部分回復狀態
TRT	總回復厚度		

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無化學式

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

概括來說，本發明係關於用於化學機械研磨之研磨墊的領域。本發明係特別關於一種形狀記憶化學機械研磨墊，其具有適於化學機械研磨磁性、光學及半導體基材之處於稠密化狀態之研磨層。

【先前技術】

於積體電路及其他電子裝置之製造上，係將多層導電、半導體與介電材料沈積於半導體晶圓表面上或是自半導體晶圓表面上移除。可利用數種沈積技術來沈積導電、半導體與介電材料之薄層。於現代晶圓製程中常見之沈積技術尤其包括物理氣相沈積(PVD)(也稱為濺鍍)、化學氣相沈積(CVD)、電漿增強型化學氣相沈積(PECVD)，以及電化學電鍍(electrochemical plating)。常見的移除技術尤其包括濕式與乾式的等向與非等向蝕刻。

由於材料層係相繼沈積及移除，晶圓的最上層表面成為非平坦面。由於後續半導體製程(例如金屬化)要求晶圓需具有平坦的表面，因此需要將晶圓平坦化。平坦化係有利於移除非所欲表面形貌及表面缺陷，例如粗造表面、聚結的材料、結晶晶格損傷、刮痕及受污染的層或材料。

化學機械平坦化或化學機械研磨(CMP)為常見用於平坦化或研磨工作件(例如半導體晶圓)的技術。於傳統 CMP 中，晶圓載體或研磨頭係架設於載體組合件上。研磨頭支撐該晶圓並將該晶圓置於與研磨墊之研磨層接觸之位置，

該研磨墊係架設於 CMP 裝置內的桌子或是平臺上。載體組合件提供介於晶圓與研磨墊間之可控制壓力。同時間，研磨介質(例如漿液(slurry))係分散於研磨墊上，且流入介於晶圓與研磨層間的間隙。為達到研磨目的，典型地，研磨墊與晶圓係相對於彼此旋轉。當研磨墊於該晶圓下方旋轉時，晶圓掃出典型環狀研磨軌跡或研磨區域，其中，晶圓的表面直接面對研磨層。藉由研磨層與該表面上之研磨介質之化學與機械作用來研磨晶圓表面，並使其變得平坦。

對於傳統研磨墊來說，墊表面之「修整(conditioning)」或是「修飾(dressing)」對於維持穩定研磨效果之一致研磨表面來說很重要。隨著時間流逝，研磨墊的研磨表面磨損、研磨表面的微紋理變得平滑，這是一種稱為「軋光(glazing)」的現象。軋光的源起為聚合物材料的塑性流動，其係導因於墊與工作件之間的接觸點處的摩擦熱與剪力。此外，來自 CMP 製程之碎屑可能會塞住表面空洞，以及塞住供研磨介質流動橫跨該研磨表面之微管道。當發生此現象時，CMP 製程的研磨速率下降，而這將造成晶圓與晶圓之間或是晶圓自身中的非一致性研磨。修整會於研磨表面上產生新的紋理，而有益於維持 CMP 製程的所欲研磨速率與一致性。

傳統研磨墊修整典型係藉由修整碟(conditioning disk)機械性磨掉研磨表面而達成。修整碟具有粗糙修整面，其典型地由鑲嵌鑽石點所構成。進行修整碟與研磨表面的接觸可以在當研磨暫停時的 CMP 製程間歇性中斷期間

(異位(ex situ))，或是當 CMP 製程正在進行時(原位(in situ))。典型地，修整碟係於相對於研磨墊旋轉軸為固定處旋轉，且當研磨墊旋轉時掃出環狀修整區域。所述之修整製程將於墊表面切出微小的溝，既磨除又犁掉墊材料，且更新研磨紋理。

經使用後，傳統修整碟上的鑽石會變鈍，因此於一段時間後必須更換修整碟。再者，於它們有效壽命期間，修整碟的效力會持續變動。

傳統修整製程大大地影響 CMP 墊的磨損率。常見為約有 95%墊的磨損是導因於鑽石修整器所引起的磨耗，而僅有約 5%墊的磨損是導因於與工作件(例如，半導體晶圓)的實際接觸。

【發明內容】

一種改良 CMP 製程效力的方法係揭露於 Sato 之美國專利第 5,736,463 號。Sato 揭露一種化學機械研磨方法，包含利用含有以形狀記憶材料所製成之結構之研磨墊，其中，該結構具有相應於該研磨墊用於研磨前之挺直狀態，以及用於研磨後之疲勞狀態，其中，一但停止研磨，該以形狀記憶材料所製成的結構回復到該挺直狀態。

儘管如此，仍然對於具有可以最小磨損修整而更新之研磨表面之 CMP 研磨墊有需求。

於本發明的一種態樣中，係提供一種形狀記憶化學機械研磨墊，其用於研磨至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材；該形狀記憶化學機械研磨墊包含：處

於稠密化狀態之研磨層；其中，該研磨層包含可於原始形狀與經規劃形狀(programmed shape)間變化之形狀記憶基質材料；其中，當該形狀記憶基質材料處於其原始形狀時，該研磨層具有原始厚度 OT ；其中當該形狀記憶基質材料處於經規劃形狀時，該研磨層具有處於稠密化狀態的稠密化厚度 DT ；其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；且其中，該研磨層具有適於研磨該基材之研磨表面。

於本發明的另一種態樣中，係提供一種製造形狀記憶化學機械研磨墊之方法，包含：提供可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；製備於原始狀態具有原始厚度 OT 之研磨層，該研磨層包含處於原始形狀之該形狀記憶基質材料；對該研磨層施予外力；設定該形狀記憶基質材料呈該經規劃形狀以提供處於稠密化狀態之研磨層，其中，該研磨層具有稠密化厚度 DT ；移除該外力；其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；且其中，該研磨層具有適於研磨至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材之研磨表面。

於本發明的另一種態樣中，係提供一種製造形狀記憶化學機械研磨墊之方法，其包含：提供可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；製備處於原始狀態並具有原始厚度 OT 之研磨層，研磨層包含處於原始形狀之該形狀記憶基質材料；對該研磨層施予外力；設定該形狀記憶基質材料呈該經規劃形狀以提供處於稠密化狀態之研磨層，其中，該研磨層具有稠密化厚度 DT ；移除該外力；

其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；且其中該研磨層具有適於研磨至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材之研磨表面。

於本發明的另一種態樣中，係提供一種製造形狀記憶化學機械研磨墊之方法，其包含：提供可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；製備處於原始狀態並具有原始厚度 OT 之研磨層，研磨層包含處於原始形狀之該形狀記憶基質材料；將該研磨層之至少一部份加熱至 $\geq \{T_g - 10^\circ\text{C}\}$ 之溫度，其中， T_g 為該形狀記憶基質材料之玻璃轉移溫度(glass transition temperature)；對該研磨層施予外力，其中，該外力為一軸向力，其軸向壓迫該研磨層；設定該形狀記憶基質材料呈該經規劃形狀以提供該處於稠密化狀態之研磨層，其中，該研磨層具有稠密化厚度 DT ；且其中，於維持該軸向力同時，藉由將該研磨層冷卻至 $< (T_g - 10^\circ\text{C})$ 之溫度而設定該研磨層處於該稠密化狀態；移除該軸向力；其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；且其中，該研磨層具有適於研磨至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材之研磨表面。

於本發明的另一種態樣中，係提供一種製造形狀記憶化學機械研磨墊之方法，其包含：提供可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；提供複數微元件；將該複數微元件分散於該形狀記憶基質材料中；製備處於原始狀態並具有原始厚度 OT 之研磨層，研磨層包含處於原始形狀之該形狀記憶基質材料；加熱該研磨層至高於該形

狀記憶基質材料之玻璃轉移溫度 T_g 之溫度；於維持該研磨層溫度高於該形狀記憶基質材料之 T_g 同時，施予軸向力以軸向壓迫該研磨層至稠密化厚度 DT ；於維持該軸向力同時，藉由將該研磨層冷卻至低於該形狀記憶基質材料之 T_g 之溫度，而設定該形狀記憶基質材料處於該經規劃之形狀；以及，移除該軸向力；其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；且其中，該研磨層具有適於研磨至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材之研磨表面。

於本發明的另一種態樣中，係提供一種研磨基材之方法，其包含：提供至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材；提供形狀記憶化學機械研磨墊，其中，該研磨墊包含處於稠密化狀態之研磨層，其中，該研磨層包含可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；其中，當該形狀記憶基質材料處於該原始形狀時，該研磨層處於其原始狀態並具有原始厚度 OT ；其中，當該形狀記憶基質材料處於該經規劃形狀時，該研磨層處於稠密化狀態並具有稠密化厚度 DT ；且其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；以及，製造介於該研磨層的研磨表面與該基材間之動態接觸，以研磨該基材表面。

於本發明的另一種態樣中，係提供一種研磨基材之方法，其包含：提供至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材；提供形狀記憶化學機械研磨墊，其中，該研磨墊包含處於稠密化狀態之研磨層，其中，該研磨層包含可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材

料；其中，當該形狀記憶基質材料處於該原始形狀時，該研磨層處於其原始狀態並具有原始厚度 OT ；其中，當該形狀記憶基質材料處於該經規劃形狀時，該研磨層處於稠密化狀態並具有稠密化厚度 DT ；且其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；製造介於該研磨層的研磨表面與該基材間之動態接觸，以研磨該基材表面；以及，藉由將該研磨層靠近該研磨表面之至少一部分暴露於活化刺激，而“原位”或是“異位”更新該研磨表面；其中，暴露於該活化刺激中造成研磨層靠近研磨表面之該部分轉變成回復狀態。

【實施方式】

如此處以及所附之申請專利範圍中所使用之術語「纖維狀形態(fibrillar morphology)」，其意指一種相(phase)的形態，於其中該相域(phase domain)具有其中一個維度尺寸比其他二個維度尺寸來的更長的3維形狀。

如此處以及所附之申請專利範圍中所使用之術語「研磨介質」，其涵蓋含有粒子之研磨溶液與不含粒子之研磨溶液，例如無研磨料研磨溶液，與反應性液體(reactive-liquid)研磨溶液。

如此處以及所附之申請專利範圍中所使用之術語「實質放鬆」，其意指研磨層中之該形狀記憶基質材料已充份放鬆，而使得使用花崗岩基礎(granite base)之比較器(例如 Chicago Dial Indicator Cat# 6066-10)所量測之研磨層的平均厚度增加 $\geq 2\%$ 。

如此處以及所附之申請專利範圍中所使用關於研磨表

面之術語「實質環形橫截面(substantially circular cross section)」，其意指從中心軸到研磨表面外週之橫截面的半徑 r 的變化為 $\leq 20\%$ 橫截面(見第 4 圖)。

本發明之形狀記憶基質材料之玻璃轉移溫度(T_g)係以微差掃描熱量法(differential scanning calorimetry; DSC)測量，取熱流對溫度轉移之中點做為 T_g 值。

如此處以及所附之申請專利範圍中所使用關於本發明形狀記憶化學機械研磨墊之研磨層之術語「原始狀態」，其意指與製造狀態相同之狀態，係一種於對研磨層施予外力以將其固定於可逆的(reversible)形狀變形而使研磨層處於稠密化狀態之前之狀態。

如此處以及所附之申請專利範圍中所使用關於研磨表面之術語「微紋理」，其意指研磨表面製造後之固有微塊狀紋理。某些影響研磨表面之靜態形態或是微塊狀紋理的因素為本質與紋理，包括波、洞、皺褶、脊、裂縫、凹陷、凸出與間隙，以及大小、形狀、與各獨立特徵或加工物的分佈、頻率、或是間隔。微紋理典型係大部分為隨機，且其為研磨層製造製程中內生性因素的結果。

如此處以及所附之申請專利範圍中所使用關於研磨表面之術語「巨紋理」，其意指較大尺寸紋理的加工物，其可藉由壓花、削片、穿孔及/或機械加工研磨表面而施加。

如此處以及所附之申請專利範圍中所使用之術語「形狀記憶基質材料」，意指具有能力展現形狀記憶效果的材料。也就是說，任何能夠展現下列性質之材料或是材料的

thermoplastic polyurethanes)；聚醚系聚胺酯 (polyether based polyurethanes)；聚氧化乙烯 (polyethylene oxide)；聚醚酯嵌段共聚物 (poly(ether ester)block copolymers)、聚醯胺 (polyamides)；聚(醯胺酯) (poly(amide esters))；聚(醚醯胺)共聚物 (poly(ether amide) copolymers)；聚乙烯醇 (polyvinyl alcohol)；聚乙烯吡咯啉酮 (polyvinyl pyrrolidone)；聚乙烯吡啶 (polyvinyl pyridine)；聚丙烯酸 (polyacrylic acid)；聚甲基丙烯酸 (polymethacrylic acid)；聚天門冬胺酸 (polyaspartic acid)；順丁烯二酸酐甲基乙烯基醚共聚物 (maleic anhydride methylvinyl ether copolymers)；聚丙烯酸與聚丙烯酸酯的聚乙烯基甲基醚共聚物 (polyvinyl methyl ether copolymers of polyacrylic acid and polyacrylic esters)；苯乙烯系聚合物 (styrenic polymers)；環氧化物系聚合物 (epoxide based polymers)；聚氰脲酯 (polycyanurates)；及其組合(例如，共聚物與摻合物)。於這些實施例的某些態樣中，該形狀記憶基質材料包含分段之嵌段共聚物，其包含至少一種硬片段與至少一種軟片段，其中，軟片段、硬片段之一、或是兩者都含有官能基或是受體位置，其係「對刺激有反應性」，亦即，當暴露於活化刺激時，能夠提供所欲形狀回復量者。

於部分本發明的實施例中，該形狀記憶基質材料包含分段之嵌段共聚物。於這些實施例的某些態樣中，分段之

嵌段共聚物係選自下列者：聚胺酯彈性體(polyurethane elastomers)、聚醚彈性體(polyether elastomers)、聚(醚醯胺)彈性體(poly(ether amide)elastomers)、聚醚聚酯彈性體(polyether polyester elastomers)、聚醯胺系彈性體(polyamide-based elastomers)、熱塑性聚胺酯(thermoplastic polyurethanes)、聚(醚醯胺)嵌段共聚物(poly(ether amide)block copolymers)、熱塑性橡膠(thermoplastic rubbers)(例如未交聯之聚烯烴(uncrosslinked polyolefins))、苯乙烯-丁二烯共聚物(styrene-butadiene copolymers)、矽橡膠、合成橡膠(例如腈橡膠(nitrile rubber)與丁基橡膠(butyl rubber))、乙烯-乙酸乙烯共聚物(ethylene-vinyl acetate copolymers)、苯乙烯-異戊二烯共聚物(styrene-isoprene copolymers)、苯乙烯-乙烯-丁烯共聚物(styrene-ethylene-butylene copolymers)、及其組合。於這些實施例的某些態樣中，該形狀記憶基質材料復包含非彈性體聚合物。於這些實施例的某些態樣中，該非彈性聚合物係選自聚氧化乙烯(polyethylene oxide)、聚乳酸共聚物(copolymers of polylactic acid)及其組合。

於部分本發明的實施例中，該形狀記憶基質材料包含聚胺酯。於這些實施例的某些態樣中，聚胺酯係選自聚酯系芳香族聚胺酯(polyester-based aromatic polyurethanes)；聚酯系脂肪族聚胺酯(polyester-based aliphatic polyurethanes)；聚醚系脂肪族

(polyether-based aliphatic)與芳香族聚胺酯(aromatic polyurethanes)；及其組合。

於本發明的部分實施例中，該形狀記憶基質材料係經選擇以具有玻璃轉移溫度 T_g ，該 T_g 係使得研磨層用於研磨基材時，其所遭遇之條件足以啟動研磨層中靠近研磨表面之該形狀記憶基質材料從規劃形狀轉變成回復形狀。於這些實施例的某些態樣中，運用該部分之回復來更新研磨表面。於這些實施例的某些態樣中，運用該部分之回復來幫助修整製程，而最小化對侵略性修整的需求。

於本發明的部分實施例中，該形狀記憶基質材料係經選擇以具有玻璃轉移溫度足夠高到使得研磨層用於研磨基材的研磨期間，其所遭遇之條件不會使研磨層自其稠密化狀態變成實質放鬆，其中，如此處以及所附之申請專利範圍中所使用「實質放鬆」意指研磨層中的該形狀記憶基質材料充分轉變成回復形狀而造成研磨層平均厚度 $\geq 2\%$ 之增加。

於本發明的部分實施例中，該研磨層為閉胞泡沫塑膠(closed cell foam)。

於本發明的部分實施例中，該研磨層為開胞泡沫塑膠(open cell foam)。

於本發明的部分實施例中，該研磨層為組合閉胞與開胞泡沫塑膠之材料。

於本發明的部分實施例中，該研磨層復包含複數微元件。於這些實施例的某些態樣中，該複數微元件均勻地分

散於研磨層內。於這些實施例的某些態樣中，該複數微元件係選自入陷氣泡、空心核聚合物材料、液體填充空心核聚合物材料、水可溶材料與不可溶相材料(例如，礦物油)。於這些實施例的某些態樣中，複數微元件包含均勻地遍佈於該研磨層之空心核聚合物材料。

於本發明的部分實施例中，該研磨層復包含複數微元件，其中，該複數微元件包含氣體填充空心核聚合物粒子。於這些實施例的某些態樣中，至少一部分空心核聚合物粒子大體上具有彈性。

於本發明的部分實施例中，研磨層復包含複數微元件，其中，複數微元件包含液體填充空心核聚合物粒子。於這些實施例的某些態樣中，微元件係填充有研磨流體，當研磨墊用於研磨運作時微元件經磨蝕而破裂使得研磨流體分散出來。

於本發明的部分實施例中，研磨層復包含複數微元件，其中複數微元件包含水可溶材料，其係溶解於研磨運作期間存在的水中。於這些實施例的某些態樣中，複數微元件係選自水可溶無機鹽類、水可溶糖類與水可溶粒子。於這些實施例的某些態樣中，複數微元件係選自聚乙烯醇(polyvinyl alcohols)、果膠(pectin)、聚乙烯吡咯啉酮(polyvinyl pyrrolidone)；羥乙纖維素(hydroxyethylcellulose)；甲基纖維素(methylcellulose)；羥丙基甲基纖維素(hydropropylmethylcellulose)；羧甲基纖維素(carboxymethylcellulose)；羥丙基纖維素

(hydroxypropylcellulose); 聚丙烯酸(polyacrylic acid); 聚丙烯醯胺(polyacrylamides); 聚乙二醇(polyethylene glycols); 聚烴基醚丙烯酸酯(polyhydroxyetheracrylites); 澱粉; 順丁烯二酸共聚物(maleic acid copolymers); 聚氧化乙烯(polyethylene oxide); 聚胺酯(polyurethanes); 環糊精(cyclodextrin)及其組合。於這些實施例的某些態樣中, 該複數微元件具有 10 至 100 μm 之重量平均粒子大小。於這些實施例的某些態樣中, 複數微元件具有 15 至 90 μm 之重量平均粒子大小。於這些實施例的某些態樣中, 該複數微元件具有 15 至 50 μm 之重量平均粒子大小。於這些實施例的某些態樣中, 該複數微元件可經化學改質以藉由例如分支、封阻與交聯而改變其溶解度、膨脹度與其他性質。於這些實施例的某些態樣中, 該複數微元件包含聚丙烯腈(polyacrylonitrile)與聚偏二氯乙烯(polyvinylidene chloride)之空心核共聚物(例如, ExpancelTM, 購自 Akso Nobel of Sundsvall, Sweden)。於這些實施例的某些態樣中, 該複數微元件包含環糊精。

於本發明的部分實施例中, 研磨層包含形成晶格結構之形狀記憶基質材料。於這些實施例的某些態樣中, 當研磨層處於原始狀態時, 研磨層包含 ≤ 70 體積%形狀記憶基質材料。於這些實施例的某些態樣中, 研磨層包含至少二個晶格結構之重複層。

於本發明部分實施例中, 研磨層中之該形狀記憶基質

材料形成網狀網路。於這些實施例的某些態樣中，網狀網路呈螺旋體(gyroid)形態。於這些實施例的某些態樣中，網狀網路呈纖維狀形態。於這些實施例的某些態樣中，網狀網路包含結構元件之互聯網路。於這些實施例的某些態樣中，結構元件之互聯網路涵蓋開放式互聯網路，於其中，個別的元件以全角度(從完全水平至完全垂直)置放。於這些實施例的某些態樣中，互聯網路包含互聯纖細元件之完全隨機陣列，對於由其所形成之空洞空間而言，沒有明顯重覆之大小或是形狀。於這些實施例的某些態樣中，該研磨層包含形狀記憶基質材料，其形成為互聯纖細元件之完全隨機陣列，對於空洞空間而言沒有明顯重覆之大小或是形狀，或是其中許多元件為高度彎曲、分支或是纏結。於這些實施例的某些態樣中，互聯網路可類似橋構架、巨分子之黏接模式與互聯人類神經細胞。

於本發明的部分實施例中，當研磨層處於原始狀態時，研磨層具有 0.2 體積%至 80 體積%的組合多孔性(combined porosity)及/或微元件濃度。於這些實施例的某些態樣中，當研磨層處於原始狀態時，研磨層具有 0.3 體積%至 80 體積%的組合多孔性及/或微元件濃度。於這些實施例的某些態樣中，當研磨層處於原始狀態時，研磨層具有 0.55 體積%至 70 體積%的組合多孔性及/或微元件濃度。於這些實施例的某些態樣中，當研磨層處於原始狀態時，研磨層具有 0.6 體積%至 60 體積%的組合多孔性及/或微元件濃度。

於本發明部分實施例中，用以研磨至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材之形狀記憶化學機械研磨墊包含：處於稠密化狀態之研磨層：其中該研磨層包含可於原始形狀（亦即，如同出廠製造形狀）與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；其中，當該形狀記憶基質材料處於原始形狀時，該研磨層具有原始厚度 OT ；其中，該形狀記憶基質材料處於經規劃形狀時，該研磨層處於稠密化狀態並具有稠密化厚度 DT ；其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；且其中，該研磨層具有適於研磨彼等基材之研磨表面。於這些實施例的某些態樣中，稠密化厚度 $DT \leq 70\%$ 原始厚度 OT 。於這些實施例的某些態樣中，稠密化厚度 DT 系介於原始厚度 OT 之 70% 與 40% 間。於這些實施例的某些態樣中，基材為半導體基材。於這些實施例的某些態樣中，基材為半導體晶圓。

於本發明的部分實施例中，研磨層具有之稠密化厚度為 20 至 150 密爾 (mils)。於這些實施例的某些態樣中，該研磨層之稠密化厚度為 30 至 125mils。於這些實施例的某些態樣中，研磨層之稠密化厚度為 40 至 120mils。

於本發明的部分實施例中，形狀記憶化學機械研磨墊係適於與研磨機器的平臺接合。於這些實施例的某些態樣中，形狀記憶化學機械研磨墊係適於貼附至平臺。於這些實施例的某些態樣中，形狀記憶化學機械研磨墊係適於利用壓力感應黏著劑與真空之至少其中一者貼附至平臺。

於本發明的部分實施例中，該形狀記憶化學機械研磨

墊具有中心軸，且係適於繞著該中心軸旋轉（參看第 4 圖）。於這些實施例的某些態樣中，形狀記憶化學機械研磨墊之研磨層 210 係位於實質上垂直於中心軸 212 之平面上。於這些實施例的某些態樣中，研磨層 210 係適於在相對於中心軸 212 而言，角度 θ 為 80° 至 100° 之平面旋轉。於這些實施例的某些態樣中，研磨層 210 係適於在相對於中心軸 212 而言，角度 θ 為 85° 至 95° 之平面旋轉。於這些實施例的某些態樣中，研磨層 210 係適於在相對於中心軸 212 而言，角度 θ 為 89° 至 91° 之平面旋轉。於這些實施例的某些態樣中，研磨層 210 具有研磨表面 214，研磨表面 214 具有與中心軸 212 垂直之實質環形橫截面。於這些實施例的某些態樣中，與中心軸 212 垂直之研磨表面 214 之橫截面的半徑 r 之變化為 $\leq 20\%$ 橫截面。於這些實施例的某些態樣中，與中心軸 212 垂直之研磨表面 214 之橫截面的半徑 r 之變化為 $\leq 10\%$ 橫截面。

於本發明的部分實施例中，形狀記憶化學機械研磨墊包含與基層接合之研磨層。於這些實施例的某些態樣中，使用黏著劑將研磨層附接至基層。於這些實施例的某些態樣中，黏著劑係選自壓力感應黏著劑、熱熔黏著劑、接觸黏著劑及其組合。於這些實施例的某些態樣中，黏著劑為熱熔黏著劑。於這些實施例的某些態樣中，黏著劑為接觸黏著劑。於這些實施例的某些態樣中，黏著劑為壓力感應黏著劑。

於本發明的部分實施例中，形狀記憶化學機械研磨墊

包含研磨層、基層，與介於該基層與該研磨層間之至少一額外層。

於本發明的部分實施例中，形狀記憶化學機械研磨墊具有研磨表面，該研磨表面具有巨紋理與微紋理之至少一者以促進研磨基材。

於本發明的部分實施例中，形狀記憶化學機械研磨墊具有研磨表面，該研磨表面具有巨紋理。於這些實施例的某些態樣中，該巨紋理係設計來緩和至少一種水漂現象(hydroplaning)、係設計來影響研磨介質的流動、係設計來修改研磨層之剛度、係設計來減少邊緣效應，以及係設計來促進自研磨表面與基材間的區域移除研磨碎屑。

於本發明的部分實施例中，形狀記憶化學機械研磨墊具有研磨表面，該研磨表面具有巨紋理，該巨紋理係選自齒孔與溝槽之至少一者。於這些實施例的某些態樣中，齒孔自該研磨表面延伸而部分或是全然穿過研磨層的厚度。於這些實施例的某些態樣中，溝槽係安排於研磨表面上，而使得於研磨期間墊一但旋轉時，至少一個溝槽會掃過基材。於這些實施例的某些態樣中，溝槽係選自彎曲溝槽、直線溝槽及其組合。

於本發明的部分實施例中，研磨層具有包含溝槽圖案之巨紋理。於這些實施例的某些態樣中，溝槽圖案包含至少一溝槽。於這些實施例的某些態樣中，溝槽圖案包含複數溝槽。於這些實施例的某些態樣中，該至少一溝槽係選自彎曲溝槽、直線溝槽及其組合。於這些實施例的某些態

樣中，溝槽圖案係選自溝槽設計包括：例如同中心溝槽(可為圓形或是螺旋形)、彎曲溝槽、交叉線(cross-hatch)溝槽(例如排列成橫跨該墊表面之 X-Y 網柵)；其他有規則之設計(例如六角形、三角形)；輪胎紋形式圖案；不規則設計(例如不規則碎片形圖案)及其組合。於這些實施例的某些態樣中，溝槽圖案係選自無規則形、同中心形、螺旋形、交叉線形、X-Y 網柵形、六角形、三角形、不規則碎片形及其組合。於這些實施例的某些態樣中，溝槽輪廓係選自具有筆直側壁之矩形、或是溝槽之橫截面可為 V 形、U 形、三角形、鋸齒狀及其組合。於這些實施例的某些態樣中，溝槽圖案為一種於橫跨研磨表面上有變化之溝槽設計。於這些實施例的某些態樣中，溝槽設計係為了特定應用而建置。於這些實施例的某些態樣中，於特定設計中，溝槽尺寸可橫跨研磨表面變動以產生具有不同溝槽密度之區域。

於本發明的部分實施例中，形狀記憶化學機械研磨墊具有包含至少一溝槽之巨紋理。於這些實施例的某些態樣中，該至少一溝槽具有 ≥ 20 mils 之深度。於這些實施例的某些態樣中，該至少一溝槽具有 20 至 100 mils 之深度。於這些實施例的某些態樣中，該至少一溝槽具有 20 至 60 mils 之深度。於這些實施例的某些態樣中，該至少一溝槽具有 20 至 50 mils 之深度。

於本發明的部分實施例中，形狀記憶化學機械研磨墊具有包含溝槽圖案之巨紋理，該溝槽圖案包含至少兩個溝槽具有 ≥ 15 mils 之深度， ≥ 10 mils 之寬度，與 ≥ 50 mils

之節距。於這些實施例的某些態樣中，該溝槽圖案包含至少兩個溝槽具有 ≥ 20 mils之深度， ≥ 15 mils之寬度，與 ≥ 70 mils之節距。於這些實施例的某些態樣中，該溝槽圖案包含至少兩個溝槽具有 ≥ 20 mils之深度， ≥ 15 mils之寬度，與 ≥ 90 mils之節距。

於本發明的部分實施例中，該形狀記憶化學機械研磨墊具有研磨表面，該研磨表面具有微紋理。

於本發明的部分實施例中，該製造形狀記憶化學機械研磨墊之方法包含：提供可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；製備處於原始狀態並具有原始厚度 OT 之研磨層，其包含處於該原始形狀之該形狀記憶基質材料；對該研磨層施予外力；設定該形狀記憶基質材料呈該經規劃形狀以提供處於稠密化狀態之該研磨層，其中，該研磨層具有稠密化厚度 DT ；移除該外力；其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；且其中，該研磨層具有適於研磨至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材之研磨表面。於這些實施例的某些態樣中，稠密化厚度 DT 為 $\leq 70\%$ 原始厚度 OT 。於這些實施例的某些態樣中，稠密化厚度 DT 介於原始厚度 OT 之 70% 與 40% 間。於這些實施例的某些態樣中，基材為半導體基材。於這些實施例的某些態樣中，基材為半導體晶圓。

於本發明的部分實施例中，製造形狀記憶化學機械研磨墊之方法復包含將該研磨層接合至基層。於這些實施例的某些態樣中，係使用黏著劑將該研磨層接合至該基層。

於這些實施例的某些態樣中，該黏著劑係選自壓力感應黏著劑、接觸黏著劑、熱熔黏著劑及其組合。

於本發明的部分實施例中，用以製造形狀記憶化學機械研磨墊之方法包含：提供可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；製備處於原始狀態並具有原始厚度 OT 之研磨層，其包含處於該原始形狀之該形狀記憶基質材料；將該研磨層之至少一部份加熱至 $\geq \{T_g - 10^\circ\text{C}\}$ 之溫度；對該研磨層施予外力，其中該外力為軸向壓迫該研磨層之軸向力；設定該形狀記憶基質材料呈該經規劃形狀以提供該處於稠密化狀態之研磨層，其中該研磨層具有稠密化厚度 DT ；於維持該軸向力同時，藉由將該研磨層冷卻至 $< (T_g - 10^\circ\text{C})$ 之溫度而設定該研磨層處於該稠密化狀態；移除該外力；其中， T_g 為該形狀記憶基質材料之玻璃轉移溫度；其中該 $DT \leq 80\% OT$ ；且其中，該研磨層具有適於研磨至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材之研磨表面。於這些實施例的某些態樣中，該研磨層係加熱至 $\geq \{T_g - 10^\circ\text{C}\}$ 但低於該形狀記憶基質材料分解溫度之溫度。於這些實施例的某些態樣中，基材為半導體基材。於這些實施例的某些態樣中，該基材為半導體晶圓。於這些實施例的某些態樣中，該方法復包含將該研磨層接合至基層。於這些實施例的某些態樣中，該研磨層係經加熱，且係於厚度方向上受壓迫以促進該形狀記憶基質材料之規劃，以及將該研磨層由原始狀態轉變成稠密化狀態。

於本發明的部分實施例中，製造形狀記憶化學機械研

磨墊之方法復包含：將巨紋理併入研磨層。於這些實施例的某些態樣中，巨紋理包含至少一溝槽。於這些實施例的某些態樣中，巨紋理包含複數齒孔。於這些實施例的某些態樣中，巨紋理包含至少一溝槽與複數齒孔之組合。於這些實施例的某些態樣中，當研磨層係處於稠密化狀態時，巨紋理係併入研磨層。於這些實施例的某些態樣中，當研磨層處於原始狀態時，巨紋理係併入研磨層。於這些實施例的某些態樣中，當研磨層處於原始狀態時，巨紋理係併入研磨層，且當研磨層係處於該稠密化狀態時，某些該巨紋理係併入研磨層。

於本發明的部分實施例中，當研磨層係處於該密化狀態時，巨紋理係併入研磨層。於這些實施例的某些態樣中，巨紋理係使用切削鑽頭(cutting bit)而併入研磨層。於這些實施例的某些態樣中，所欲為將切削鑽頭、或是研磨層、或是這兩者冷卻，以最小化由於巨紋理併入製程所產生該形狀記憶基質材料自經規劃形狀轉變成回復形狀的量。於這些實施例的某些態樣中，巨紋理併入研磨層的製程包含冷卻切削鑽頭、冷卻研磨層靠近切削鑽頭之區域，或是其組合。於這些實施例的某些態樣中，可藉由多種技術達到該冷卻，例如以壓縮空氣吹切削鑽頭來促進對流、以冷空氣吹切削鑽頭、以水噴灑切削鑽頭，或是以冷卻氣體吹在切削段上。於這些實施例的某些態樣中，冷卻的達成係藉由直接於切削鑽頭上、或是研磨墊靠近切削鑽頭之區域、或是其組合吹送經冷卻、液化或是低溫化(cryogenic)的氣

體(例如氬氣、二氧化碳、氮氣)。於這些實施例的某些態樣中，經冷卻、液化或是低溫化的氣體係經由一特製噴嘴或是多個噴嘴噴灑，其中，該氣體快速膨脹、冷卻，並形成固體結晶或是液體，以促進熱移除。於這些實施例的某些態樣中，利用此類冷卻技術涉及材料流體之產生(例如氣體，液體或是結晶)，以及將該流體導向接觸切削鑽頭、研磨層靠近切削鑽頭的區域或是這兩者。於這些實施例的某些態樣中，將材料流體導向靠近切削鑽頭的研磨層區域，係具有幫助移除於巨紋理併入製程中形成之碎片之額外效果。移除這些碎片之有利處在於其減少碎片重新附接至研磨層之潛在性，例如藉由熔融、熔合或是焊合。於某種程度上來說，於巨紋理併入製程期間移除碎片減少了重新附接至研磨層之碎片數目、而可避免於後續研磨操作使用研磨層所導致之缺陷。於這些實施例的某些態樣中，整個研磨層係經低溫冷卻(cryogenically cooled)。於這些實施例的某些態樣中，低溫冷卻整個研磨層與用於推動切削鑽頭的機械配件。

於本發明的部分實施例中，施加至研磨層而設定該形狀記憶基質材料處於經規劃形狀之外力係為標稱軸向力，其於研磨層上加諸 ≥ 150 psi之標稱壓力。於這些實施例的某些態樣中，該加諸於研磨層上之標稱壓力係 ≥ 300 psi。於這些實施例的某些態樣中，該加諸於研磨層上之標稱壓力係150至10,000 psi。於這些實施例的某些態樣中，該加諸於研磨層上之標稱壓力係300至5,000 psi。於這

些實施例的某些態樣中，該加諸於研磨層上之標稱壓力係 300 至 2500 psi。

於本發明的部分實施例中，製造形狀記憶化學機械研磨墊之方法係包含：提供可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；提供複數微元件；將該複數微元件分散於該形狀記憶基質材料中；製備處於原始狀態並具有原始厚度 OT 之研磨層，研磨層包含處於原始形狀之該形狀記憶基質材料；加熱該研磨層至高於該形狀記憶基質材料之玻璃轉移溫度 T_g 之溫度；於維持該研磨層溫度高於該形狀記憶基質材料之 T_g 的同時，施予軸向力以軸向壓迫該研磨層至稠密化厚度 DT ；於維持該軸向力之同時，藉由將該研磨層冷卻至低於該形狀記憶基質材料之 T_g 之溫度，而設定該形狀記憶基質材料呈該經規劃形狀；以及移除該外力；其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；且其中，該研磨層具有適於研磨至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材之研磨表面。於這些實施例的某些態樣中，該方法復包含將該研磨層與研磨機器的平台接合。於這些實施例的某些態樣中，該方法復包含使用壓力感應黏著劑與真空之至少一者將研磨層與平台接合。於這些實施例的某些態樣中，該方法復包含將研磨層與基層接合。於這些實施例的某些態樣中，該方法復包含使用黏著劑將研磨層與基層接合，以及使用壓力感應黏著劑以及/或是真空將研磨機器之平臺與基層接合。於這些實施例的某些態樣中，稠密化厚度 $DT \leq 70\%$ 原始厚度 OT 。於這些實施例的某些態樣中，稠密

化厚度 DT 為原始厚度之 70%至 40%。於這些實施例的某些態樣中，基材為半導體基材。於這些實施例的某些態樣中，基材為半導體晶圓。

於本發明的部分實施例中，藉由任何已知方法所製備之研磨層係包含處於其原始形狀之該形狀記憶基質材料，以提供處於其原始狀態並具有原始厚度 OT 之研磨層。於這些實施例的某些態樣中，研磨層係由選自下列之製程所製造：澆鑄、射出成型(包含反應射出成型)、擠製、濕塗(web-coating)、光聚合(photopolymerizing)、燒結、印刷(包含噴墨印刷與網版印刷)、旋塗(spin-coating)、編織、削切(skiving)及其組合。於這些實施例的某些態樣中，研磨層係由澆鑄與削切之組合所製備。

於本發明的部分實施例中，研磨層由其具有原始厚度 OT 之原始狀態(亦即其形成時之狀態)轉變具有稠密化厚度 DT 之稠密化狀態，係藉由在高於該形狀記憶基質材料之轉移溫度 T_g ，或於 T_g 附近之溫度(亦即 $\geq \{T_g - 10^\circ\text{C}\}$)施加力來壓迫研磨層至稠密化厚度 DT；冷卻研磨層至低於 T_g 之溫度以鎖定於稠密化厚度 DT；以及移除施加來壓迫該研磨層之該外力。

當研磨層中之處於經規劃形狀之該形狀記憶基質材料暴露於活化刺激時，它的反應為轉變成回復形狀。於本發明的部分實施例中，當使用形狀記憶化學機械研磨墊來研磨基材時，於其使用期間，其係經週期性修整以更新研磨表面。於這些實施例的某些態樣中，修整製程包含對研磨

層的至少一部分應用活化刺激。於這些實施例的某些態樣中，活化刺激係選自暴露於熱、光、電場、磁場、超音波、水及其組合。一旦暴露於活化刺激，被活化之研磨層的該部分增加厚度至回復厚度 RT。理想上，經由暴露整個稠密化厚度於活化刺激而所具有之研磨層的總回復厚度 TRT(total recovered thickness)(文後稱為「最大總回復厚度(MTRT; maximum total recovered thickness)」)，將接近研磨層的原始厚度。然而，實際上最大總回復厚度是否等於原始厚度並非關鍵。於這些實施例的某些態樣中，最大總回復厚度 MTRT 係 $\geq 80\%$ 原始厚度 OT。於這些實施例的某些態樣中，最大總回復厚度 MTRT 係 $\geq 85\%$ 原始厚度 OT。於這些實施例的某些態樣中，最大總回復厚度 MTRT 係 $\geq 90\%$ 原始厚度 OT。

於本發明的部分實施例中，於使用期間，藉由將研磨層靠近研磨表面之至少一部分加熱至該形狀記憶基質材料之玻璃轉移溫度 T_g ，或是高於 T_g ，以對形狀記憶化學機械研磨墊之研磨層作週期性修整。此加熱之結果為該研磨層中靠近研磨表面之某些該形狀記憶基質材料轉變成回復形狀而修正及再修整研磨表面。於這些實施例的某些態樣中，亦對研磨表面施予傳統修整製程。儘管如此，藉由研磨層中靠近研磨表面之該形狀記憶基質材料之至少一部分轉變成回復形狀之反應，達到數種基材之研磨具有相似之研磨特徵，並減少或是消除使用傳統修整製程來週期性修飾或是修整墊之需求。減少傳統修整將有助於延長該形狀

記憶化學機械研磨墊之有效壽命，以及降低其使用成本。再者，穿過墊的齒孔、傳導性線狀溝槽(conductive-lined grooves)之導入、或是導體(例如導線、傳導性網路、金屬網柵或是金屬線路)的併入，可將形狀記憶化學機械研磨墊轉變成 eCMP(電化學機械平坦化(electrochemical mechanical planarization))研磨墊。

於本發明的部分實施例中，對該形狀記憶基質材料之轉移溫度做選擇，以使得標準的研磨狀況不會導致研磨層自其稠密化狀態成為實質放鬆。

於本發明的部分實施例中，選擇該形狀記憶基質材料之轉移溫度，以促進由研磨製程中呈現的狀況所引發之轉變(研磨層中靠近研磨表面之一部分該形狀記憶基質材料自經規劃形狀轉變成回復形狀)。於這些實施例的某些態樣中，該轉變係由加熱漿液所引發。於這些實施例的某些態樣中，該轉變係由嚴酷的研磨製程於研磨表面所產生之熱所引發。

於本發明的部分實施例中，研磨基質之方法包含：提供至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材；提供形狀記憶化學機械研磨墊，其中，該研磨墊包含處於稠密化狀態之研磨層，其中，該研磨層包含可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；其中，當該形狀記憶基質材料處於該原始形狀時，該研磨層處於其原始狀態並具有原始厚度 OT ；其中，當該形狀記憶基質材料處於該經規劃形狀時，該研磨層處於稠密化狀態並具有

稠密化厚度 DT ；且其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；以及製造介於該研磨層的研磨表面與該基材間之動態接觸，以研磨該基材表面。於這些實施例的某些態樣中，該方法復包含藉由將該研磨層靠近該研磨表面之至少一部分暴露於活化刺激，而“原位”或是“異位”更新該研磨表面，其中，該活化刺激造成該研磨層靠近該研磨表面之部分轉變成回復狀態。於這些實施例的某些態樣中，稠密化厚度 DT 係 $\leq 70\%$ 原始厚度 OT 。於這些實施例的某些態樣中，稠密化厚度 DT 係介於原始厚度 OT 之 70% 與 40% 間。於這些實施例的某些態樣中，該方法復包含將形狀記憶化學機械研磨墊與研磨機器之平臺接合。於這些實施例的某些態樣中，該方法復包含使用壓力感應黏著劑與真空之至少一者，將形狀記憶化學機械研磨墊與研磨機器之平臺接合。於這些實施例的某些態樣中，基材包含半導體基材。於這些實施例的某些態樣中，基材包含半導體晶圓。於這些實施例的某些態樣中，基材包含一系列圖案化(patterned)半導體晶圓。

於本發明的部分實施例中，研磨基材之方法復包含：於研磨表面與基材間之介面提供研磨介質。

於本發明的部分實施例中，研磨基材之方法復包含：修整研磨層之研磨表面。於這些實施例的某些態樣中，修整包含將研磨層靠近研磨表面之至少一部分暴露於活化刺激，其中，該暴露於活化刺激之研磨層靠近研磨表面之至少一部分會自稠密化狀態轉變成回復狀態。於這些實施例的某些態樣中，活化刺激係選自暴露於熱、光、磁場、電

場、水及其組合。於這些實施例的某些態樣中，活化刺激係為暴露於熱。於這些實施例的某些態樣中，活化刺激係為暴露於熱，而修整研磨層之研磨表面包含將研磨層靠近研磨表面的一部分的溫度升高至 $\geq T_g$ ，其中， T_g 為該形狀記憶基質材料之玻璃轉移溫度。於這些實施例的某些態樣中，研磨層靠近該研磨表面的一部分的溫度係加熱至 $\geq T_g + 10^\circ\text{C}$ 之溫度。於這些實施例的某些態樣中，研磨層靠近研磨表面的一部分的溫度係加熱至 $\geq T_g + 20^\circ\text{C}$ 之溫度。於這些實施例的某些態樣中，研磨層之修整包含加熱靠近該研磨表面並且 $\leq 5\%$ 研磨層的厚度之至 $\geq$ 該形狀記憶基質材料之玻璃轉移溫度 T_g 之溫度。於這些實施例的某些態樣中，該研磨層之修整包含加熱靠近該研磨表面並且 $\leq 2\%$ 研磨層的厚度之至 $\geq$ 該形狀記憶基質材料之玻璃轉移溫度 T_g 之溫度。於這些實施例的某些態樣中，該研磨層之修整包含加熱靠近該研磨表面並且 $\leq 1\%$ 該研磨層的厚度至 $\geq$ 該形狀記憶基質材料之玻璃轉移溫度 T_g 之溫度。於這些實施例的某些態樣中，該研磨層之修整包含加熱靠近該研磨表面並且為 0.1% 至 5% 該研磨層的厚度至 $\geq$ 該形狀記憶基質材料之玻璃轉移溫度 T_g 之溫度。僅加熱該研磨層靠近研磨表面的一部分之應用，係足以造成位於該研磨層之該部分中之某些該形狀記憶基質材料轉變成回復形狀，而位在該研磨層中的其餘部份之該形狀記憶基質材料則維持處於經規劃形狀。

於本發明的部分實施例中，修整研磨層之研磨表面包

含傳統修整方法。於這些實施例的某些態樣中，研磨表面之修整包含以修整碟(例如鑽石碟)進行磨擦。

於本發明的部分實施例中，修整研磨層之研磨表面包含傳統修整方法與暴露於活化刺激之組合。

於本文中參考圖示並描述之特定實施例中，該活化刺激為暴露於熱。儘管如此，藉由本文之教示，熟係本領域技術者應當知曉如何利用其他活化刺激，例如暴露於光、磁場、電場，及/或水。

於第 1 圖中，提供了本發明之一種實施例之研磨層的正面圖的比較性說明。具體而言，第 1 圖提供比較研磨層處於原始狀態 10 並具有原始厚度 OT 與相同研磨層處於稠密化狀態 20 並具有稠密化厚度 DT 。

於第 2 圖中，提供了本發明之一種實施例之研磨層的正面圖的比較性說明。具體而言，第 2 圖提供比較研磨層處於原始狀態 30 並具有原始厚度 OT 、與相同研磨層處於稠密化狀態 40 並具有稠密化厚度 DT ，與相同研磨層處於部分回復狀態 50 並具有總回復厚度 TRT (其中靠近研磨表面 32 之回復部分具有回復厚度 RT)。描述於第 2 圖之研磨層包含分散於形狀記憶基質材料 36 中之複數微元件 34。

於第 3 圖中，提供了本發明之一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊的正面圖。具體而言，第 3 圖中之形狀記憶化學機械研磨墊 60 包含具有研磨表面 72 的研磨層 70，其中，研磨層包含均勻地分散於整個形狀記憶基質材料 74 中之複數微元件 76。第 3 圖中之形狀記憶化學機械研磨墊

60 復包含與研磨層 70 接合之基層 90。明確地說，基層 90 係藉由黏著劑層 80 黏附至研磨層 70。

於第 4 圖中，提供了本發明之一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊的側視圖。具體而言，第 4 圖描述一種處於稠密化狀態並具有稠密化厚度 DT 之單層形狀記憶化學機械研磨墊 210。形狀記憶化學機械研磨墊 210 具有研磨表面 214，與中心軸 212。研磨表面 214 具有實質環形橫截面，其於相對於中心軸 212 呈 θ 角度之平面上具有自中心軸 212 至研磨表面之外週 215 之半徑 r 。

於第 5 圖中，提供了本發明之一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊的俯視圖。具體而言，第 5 圖描述一種具有研磨表面 302 之形狀記憶化學機械研磨墊 300，研磨表面 302 具有複數彎曲溝槽 305 之溝槽圖案。

於第 6 圖中，提供了本發明之一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊的俯視圖。具體而言，第 6 圖描述一種具有研磨表面 312 之形狀記憶化學機械研磨墊 310，研磨表面 312 具有複數同中心環狀溝槽 315 之溝槽圖案。

於第 7 圖中，提供了本發明之一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊的俯視圖。具體而言，第 7 圖描述一種具有研磨表面 322 之形狀記憶化學機械研磨墊 320，研磨表面 322 具有呈 X-Y 網柵圖案之複數直線溝槽 325 之溝槽圖案。

於第 8 圖中，提供了本發明之一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊的俯視圖。具體而言，第 8 圖描述一種具

有研磨表面 332 之形狀記憶化學機械研磨墊 330，研磨表面 332 具有複數齒孔 338 與複數同中心環狀溝槽 335 之組合。

於第 9 圖中，提供了本發明之一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊的俯視平面圖。具體而言，第 9 圖描述一種具有研磨表面 342 之形狀記憶化學機械研磨墊 340，研磨表面 342 具有複數齒孔 348。

於第 10 圖中，提供描述一研磨機器利用本發明之一實施例的形狀記憶化學機械研磨墊來研磨半導體晶圓。具體而言，第 10 圖描述一種研磨設備 100 具有形狀記憶化學機械研磨墊 110，該形狀記憶化學機械研磨墊 110 具有中心軸 112、研磨層 116，該研磨層 116 又具有研磨表面 118 與基層 114。第 10 圖更描述研磨平臺 120，以及基層 114 係貼附於其上。研磨平臺 120 具有中心軸 125，中心軸 125 係對應於研磨墊 110 之中心軸 112。研磨設備 100 復包含具有中心軸 135 的晶圓載體 130。晶圓載體 130 承載半導體晶圓 150。晶圓載體 130 係架設至傳送臂 140，以相對於研磨墊 110 橫向移動該晶圓載體。晶圓載體 130 與平臺 120 (以及附接至其上之研磨墊 110) 係經設計以繞著它們個自的中心軸旋轉移動，以及促進該研磨表面 118 與半導體晶圓 150 間之動態接觸。

第 11 圖提供描述一研磨裝置利用本發明之一實施例之形狀記憶化學機械研磨墊與研磨介質(例如研磨漿液)之組合。具體而言，第 11 圖描述一種設備 200，其包含單層

的形狀記憶化學機械研磨墊 210，該形狀記憶化學機械研磨墊 210 具有研磨表面 214 與外週 215。研磨墊 210 係與平臺 220 接合。該研磨墊 210 具有的中心軸 212 係對應於平臺 220 之中心軸 225。該設備 200 復包含具有中心軸 235 的晶圓載體 230。晶圓載體 230 撐持半導體晶圓 250。該設備 200 復包含研磨介質 260，與用以將研磨介質分配於研磨表面 214 上之漿液分配器 270。於半導體晶圓 250 的研磨期間，平臺 220 與研磨墊 210 係環繞它們各自的中心軸旋轉，而晶圓載體係繞其中心軸旋轉。研磨期間，研磨墊與晶圓係放置成彼此有動態接觸，並且將研磨介質引入系統中，而使得研磨介質可通過半導體晶圓與研磨墊的研磨表面之間。

現將本發明部分實施例詳細描述於下數實施例中。

實施例 1：形狀記憶研磨墊

測試樣本是由商業上可取得之聚胺酯填充研磨墊(購自 Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc. 如 IC1000®)所製得。測試樣本包含具有約 12.7 mm 直徑之環狀碟，其係自 IC1000®墊模壓衝鍛(die stamp)得來。

實施例 2：形狀記憶研磨墊材料的製備

形狀記憶聚合物基質材料係藉由於約 50°C 及大氣壓下，將 227g 的丙氧化甘油酯(glycerol propoxylate) (平均 Mn~266)、279g 的聚四氫呋喃(polytetrahydrofuran) (平均 Mn~ 650)、以及 494g 的經聚碳二醯亞胺改質之二苯甲烷二異氰酸酯(polycarbodiimide-modified

diphenylmethane diisocyanate)(購自 The Dow Chemical Company, Isonate® 143L)混合所製備。接著於此混合物中，使用非接觸周轉式高剪力混合機(non-contact planetary high shear mixer)以 2000 rpm，摻合 18g 中空彈性聚合物微球(購自 Akzo Nobel 的 Expancel® 551DE)，以將微球平均分佈於該形狀記憶基質材料。接著將最終混合物灌注於兩片相距 2.54mm 之平玻璃表面間，且允許所形成的這個~254mm 直徑的灌注片膠化約 10 分鐘。接著將這個 2.54mm 厚的灌注片與玻璃表面一起放置於熟化烘箱中，並於約 105°C 熟化約 16 至 18 小時。接著於室溫冷卻熟化片約 8 小時，直到片的溫度為約 25°C。

實施例 3：形狀記憶研磨墊材料的製備

形狀記憶聚合物基質材料的製備係藉由於約 50°C，大氣壓下，將 216g 的丙氧化甘油酯(glycerol propoxylate)(平均 Mn~266)、315g 的聚己內酯二醇(poly(caprolactone) diol)(平均 Mn~775)、以及 469g 的經聚碳二醯亞胺改質之二苯甲烷二異氰酸酯(購自 The Dow Chemical Company, Isonate® 143L)混合。接著於此混合物中，使用非接觸周轉式高剪力混合機以 2000 rpm，摻合 18g 中空彈性聚合物微球(購自 Akzo Nobel 的 Expancel® 551DE)，以將微球平均分佈於該形狀記憶基質材料中。接著將最終混合物灌注於兩片相距 2.54mm 之平玻璃表面間，且允許所形成的這個~-254mm 直徑的灌注片膠化約 10 分鐘。將此片以如同實施例 2 般熟化。

實施例 4：儲存模數 vs 溫度測量值

使用動態機械分析儀(DMA, TA Instruments Q800 型), 將購自 Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc. 之商業上販售之 IC1000®研磨墊(但未添加 Expancel®材料者)所使用之形狀記憶聚合物基質組成物, 對其儲存模數(MPa)相對於溫度(°C)之曲線作圖。所繪製的曲線係提供於第 12 圖。

實施例 5：儲存模數 vs 溫度測量值

使用動態機械分析儀(DMA, TA Instruments Q800 型), 將如實施例 2 與 3(但未添加 Expancel®材料者)所製備之形狀記憶聚合物基質組成物, 對其儲存模數(MPa)相對於溫度(°C)之曲線作圖。所繪製的曲線係提供於第 13 圖。

實施例 6：製備處於稠密化狀態之研磨墊

取樣根據實施例 1 所製備之形狀記憶化學機械研磨墊樣本, 將其置於英斯特強力試驗機(Instron Tester)之 2" 直徑頂平台與底平台間。使用內部溫度可控制之加熱腔室將橫跨該等平台與該樣本墊間之空間圍住。加熱樣本墊至 120°C, 經 20 分鐘, 且使用該等平台對樣本墊施予軸向力。軸向力將標稱壓力加諸該樣本墊上, 其足以壓迫該等樣本墊至它們原始厚度的 50%。加諸於樣本墊的標稱壓力係約 1,000 至 5,000psi。於維持該壓力之同時, 將樣本墊冷卻至室溫而設定其中之該形狀記憶基質材料呈經規劃形狀, 並提供處於稠密化狀態之樣本墊。

實施例 7：提供處於稠密化狀態之研磨墊

從根據實施例 2 與 3 所製造之片沖壓出 12.5 mm 直徑樣本墊。接著將該樣本墊置於英斯特強力試驗機之 2" 直徑之頂平台與底平台間。使用內部溫度可控制之加熱腔室將橫跨該等平台與樣本墊間之空間圍住。加熱樣本墊至 90C，經 20 分鐘，且使用該等平台對樣本墊施予軸向力。該軸向力將標稱壓力加諸樣本墊上，其足以壓迫該等樣本墊至它們原始厚度的 50%。軸向力加諸於樣本墊的標稱壓力係約 1,000 至 5,000psi。於維持該加諸的壓力之同時，將樣本墊冷卻至室溫而設定樣本墊中之該形狀記憶基質材料呈經規劃形狀，並提供處於稠密化狀態之樣本墊。

實施例 8：回復研磨墊至回復狀態

將根據實施例 6 製備之處於稠密化狀態之該研磨墊樣本，於烘箱中加熱至 120°C，經 10 至 20 分鐘。接著測量各研磨墊樣本的厚度。已觀測到各研磨墊樣本轉變成回復狀態，其具有的最大總回復厚度為 > 彼等原始厚度之 99%。

實施例 9：回復研磨墊至回復狀態

將根據實施例 7 製備之處於稠密化狀態之研磨墊樣本，於烘箱中加熱至 90°C，經 10 至 20 分鐘。接著測量各研磨墊樣本的厚度。已觀測到各研磨墊樣本轉變成回復狀態，其具有的最大總回復厚度為 > 彼等原始厚度之 99%。

實施例 10：製備處於稠密化狀態之形狀記憶研磨墊

自商業販售之 IC1000® 研磨墊上沖壓出 203 mm 直徑之形狀記憶研磨墊。接著將形狀記憶研磨墊置於兩個直徑為 254mm 且厚度為 12.7mm 之平硬化鋼板間，且置於 150 公噸

Hannifin、37"x36" 向下作用之四柱式液壓機之底平臺上。電力加熱頂平臺與底平臺超過 60 分鐘，直到形狀記憶研磨墊達到 120°C 之溫度。接著，於形狀記憶研磨墊上加諸 1,000 至 5,000 psi 軸向力壓力，將形狀記憶研磨墊壓迫至約為其原始厚度的 50%。於維持此加諸之壓力下，將形狀記憶研磨墊冷卻至室溫而設定其中之該形狀記憶基質材料呈經規劃形狀，並提供處於稠密化狀態之形狀記憶研磨墊。

實施例 11：使用熱修整之形狀記憶研磨墊之研磨過程

下述實驗係於 Center for Tribology Inc. 之化學機械桌上型研磨器上實施。研磨器係設定具有 2.4 psi 之向下力、50cc/分之研磨溶液流率、160RPM 之平臺速度，與 160 RPM 之載體速度。所使用之研磨介質為購自 Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc. 之用於銅 CMP 之 EPL2362 漿液。於這些實驗中所使用之晶圓為購自 SilyB 之 100 mm 矽基材晶圓，其具有 15,000 埃厚度之電鍍銅層。研磨這些晶圓以移除銅。本文所描述之銅移除率($\text{\AA}/\text{min}$)係藉由以上述條件研磨晶圓 2 分鐘後，使用次毫克分析天平(AINSWORTH Model #CC-204)所量測之晶圓重量損失測量值決定。

所實施之研磨測試係使用自商業販售之 IC 1000®研磨墊刀模沖壓(die cut)裁下之 203 mm 直徑控制組墊。所使用之控制組墊係為彼等的原始狀態(亦即，它們並沒有轉變成稠密化狀態)。應注意，於研磨 13 個晶圓後，使用鑽石

碟修整來再生控制組墊的表面。使用該控制組墊處於其原始狀態且加以鑽石碟修整而實施之研磨測試之移除率相對於晶圓編號(晶圓#)數據係提供於第 14 圖。

接著，使用例如實施例 10 所述製程而獲得轉換成稠密化狀態之商業販售 IC1000®研磨墊材料來實施研磨測試。藉由將處於稠密化狀態之研磨墊材料的研磨表面，與加熱至 120°C 之直徑為 254mm、厚度為 6.4mm 之黃銅板接觸約 1 分鐘，來加熱處於稠密化狀態之研磨墊的該研磨表面。此 1 分鐘內，使用電力控制熱板(Corning #PC-220)持續加熱黃銅板，並監控與研磨表面接觸之黃銅板之表面溫度。對測試墊之研磨表面加熱，造成研磨墊靠近研磨表面的一部分轉變成回復狀態，且研磨墊厚度的其餘部分維持處於稠密化狀態。接著將該研磨墊用於研磨 13 個晶圓。接著使用上面註明之製程再次加熱研磨墊之表面，以將研磨墊靠近研磨表面的另一部分轉變成回復狀態。接著將該墊用於研磨晶圓 14。使用研磨墊處於其稠密化狀態且加以熱修整而實施之研磨測試之移除率相對於晶圓#數據係提供於第 15 圖。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為本發明研磨層處於原始狀態與處於稠密化狀態之正面圖之比較。

第 2 圖為本發明研磨層處於原始狀態、處於稠密化狀態與處於部分回復狀態之正面圖之比較。

第 3 圖為本發明的一種實施例之形狀記憶化學機械研

磨墊之正面圖

第 4 圖為本發明的一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊之側視圖。

第 5 圖為本發明的一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊之俯視平面圖，用以描述研磨表面的溝槽圖案。

第 6 圖為本發明的一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊之俯視平面圖，用以描述研磨表面的溝槽圖案。

第 7 圖為本發明的一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊之俯視平面圖，用以描述研磨表面的溝槽圖案。

第 8 圖為本發明的一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊之俯視平面圖，用以描述研磨表面之齒孔與溝槽圖案之組合。

第 9 圖為本發明的一種實施例之形狀記憶化學機械研磨墊之俯視平面圖，用以描述研磨表面之複數齒孔。

第 10 圖係描述應用本發明之形狀記憶化學機械研磨墊來研磨半導體晶圓之研磨機器。

第 11 圖係描述應用本發明之形狀記憶化學機械研磨墊與研磨漿液之組合來研磨半導體晶圓之研磨設備。

第 12 圖提供用於市售 IC1000®研磨墊之組成物之儲存模數對溫度曲線表。

第 13 圖提供兩個研磨墊組成物之儲存模數對溫度曲線表。

第 14 圖為使用應用鑽石碟修整之處於原始狀態之市售 IC 1000®研磨墊之移除率相對於研磨晶圓數目之示意

圖。

第 15 圖為使用應用熱修整之處於稠密化狀態之 IC1000®研磨墊之移除率相對於研磨晶圓數目之示意圖。

【主要元件符號說明】

10、30	原始狀態	20、40	稠密化狀態
32、72、214、302、312、322、332、342、118、214	研磨表面		
36、60、74	形狀記憶基質材料		
34、76	複數微元件	50	部分回復狀態
70、116	研磨層	80	黏著劑層
90、114	基層	100	研磨設備
120、220	平臺	130、230	晶圓載體
140	傳送臂	150、250	半導體晶圓
200	設備		
210、300、310、320、330、340、110、210	形狀記憶化學機械研磨墊		
212、112、125、135、212、225、235	中心軸		
215	外週	260	研磨介質
270	漿液分配器	305	彎曲溝槽
315、335	同中心環狀溝槽		
325	直線溝槽	338、348	齒孔
θ	角度	DT	稠密化厚度
OT	原始厚度	RT	回復厚度
r	半徑	TRT	總回復厚度

七、申請專利範圍：

1. 一種形狀記憶化學機械研磨墊，用以研磨至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材，包含：

已設定處於稠密化狀態之研磨層；

其中，該研磨層包含可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；

其中，當該形狀記憶基質材料處於其原始形狀時，該研磨層具有原始厚度 OT ；

其中，當固定該形狀記憶基質材料處於該經規劃形狀時，該研磨層處於稠密化狀態並具有稠密化厚度 DT ；其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；且

其中，該研磨層具有適於研磨該基材之研磨表面。

2. 如申請專利範圍第 1 項之形狀記憶化學機械研磨墊，其中，該研磨層具有 20 至 150 密爾之稠密化厚度。
3. 如申請專利範圍第 1 項之形狀記憶化學機械研磨墊，其中，該研磨表面具有巨紋理以促進研磨該基材，其中，該巨紋理包含齒孔與溝槽之至少其中之一。
4. 如申請專利範圍第 1 項之形狀記憶化學機械研磨墊，其中，該形狀記憶基質材料形成網狀網路。
5. 如申請專利範圍第 1 項之形狀記憶化學機械研磨墊，其中，該研磨層復包含複數微元件，其係選自空心核聚合物材料、液體填充空心核聚合物材料、水可溶材料與不可溶相材料。
6. 如申請專利範圍第 5 項之形狀記憶化學機械研磨墊，其

中，該複數微元件包含均勻分佈遍及該研磨層之空心核聚合物材料。

7. 如申請專利範圍第 1 項之形狀記憶化學機械研磨墊，其中該基材為半導體基材。

8. 一種製造形狀記憶化學機械研磨墊之方法，包含：

提供可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；

製備處於原始狀態並具有原始厚度 OT 之研磨層，該研磨層包含處於該原始形狀之該形狀記憶基質材料；

對該研磨層施予外力；

設定該形狀記憶基質材料呈該經規劃形狀，以提供處於稠密化狀態之該研磨層，其中，該研磨層具有稠密化厚度 DT ；

移除該外力；

其中，該 $DT \leq 80\% OT$ ；且

其中，該研磨層具有適於研磨至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材之研磨表面。

9. 如申請專利範圍第 8 項之方法，復包含：

提供複數微元件；

將彼等複數微元件分散於該形狀記憶基質材料；

將該研磨層加熱至溫度 T ，其係高於該形狀記憶基質材料之玻璃轉移溫度 T_g ；

其中，該外力係為軸向力，其於維持該研磨層之溫度高於該形狀記憶基質材料的 T_g 之同時，軸向壓迫該

研磨層至該稠密化厚度 DT；以及

其中，設定該形狀記憶基質材料呈該經規劃形狀，係藉由維持該軸向力同時，冷卻該研磨層至低於該形狀記憶基質材料之 T_g 的溫度。

10. 一種研磨基材之方法，包含：

提供至少一種選自磁性基材、光學基材及半導體基材之基材；

提供形狀記憶化學機械研磨墊，其中，該研磨墊包含已設定處於稠密化狀態之研磨層，其中，該研磨層包含可於原始形狀與經規劃形狀間變化之形狀記憶基質材料；其中，當該形狀記憶基質材料處於該原始形狀時，該研磨層處於原始狀態並具有原始厚度 OT；其中，當固定該形狀記憶基質材料處於該經規劃形狀時，該研磨層處於該稠密化狀態並具有稠密化厚度 DT；以及，其中，該 $DT \leq 80\% \text{ OT}$ ；以及

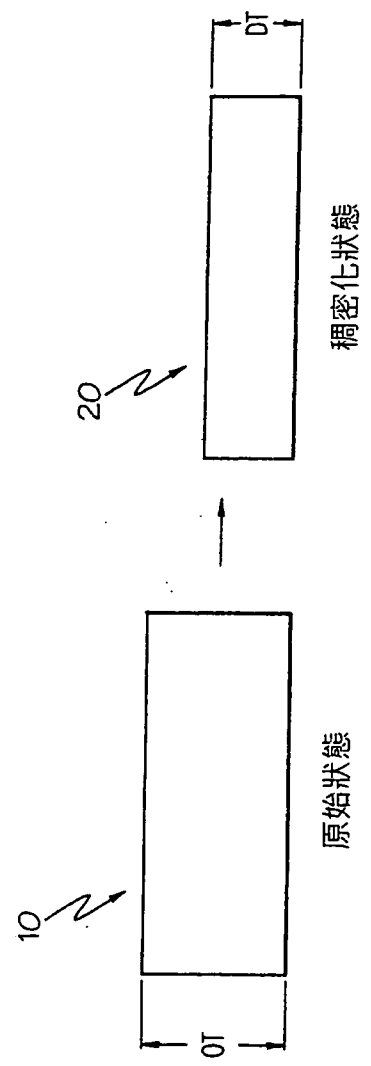
產生介於該研磨層之研磨表面與該基材間之動態接觸，以研磨該基材表面。

11. 如申請專利範圍第 10 項之方法，復包含：

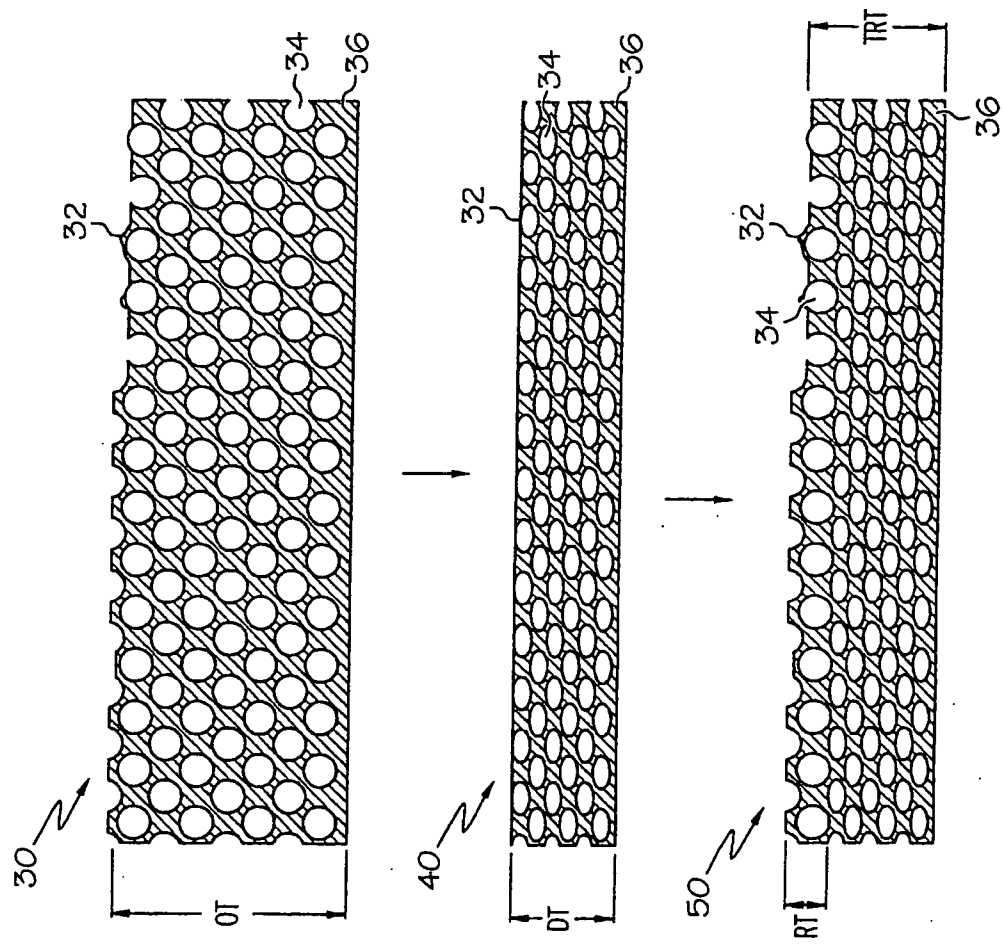
藉由將該研磨層靠近該研磨表面的至少一部分暴露於活化刺激而修整該研磨層之該研磨表面；

其中，暴露於該活化刺激之該研磨層靠近該研磨表面之該部分自該稠密化狀態轉變成回復狀態。

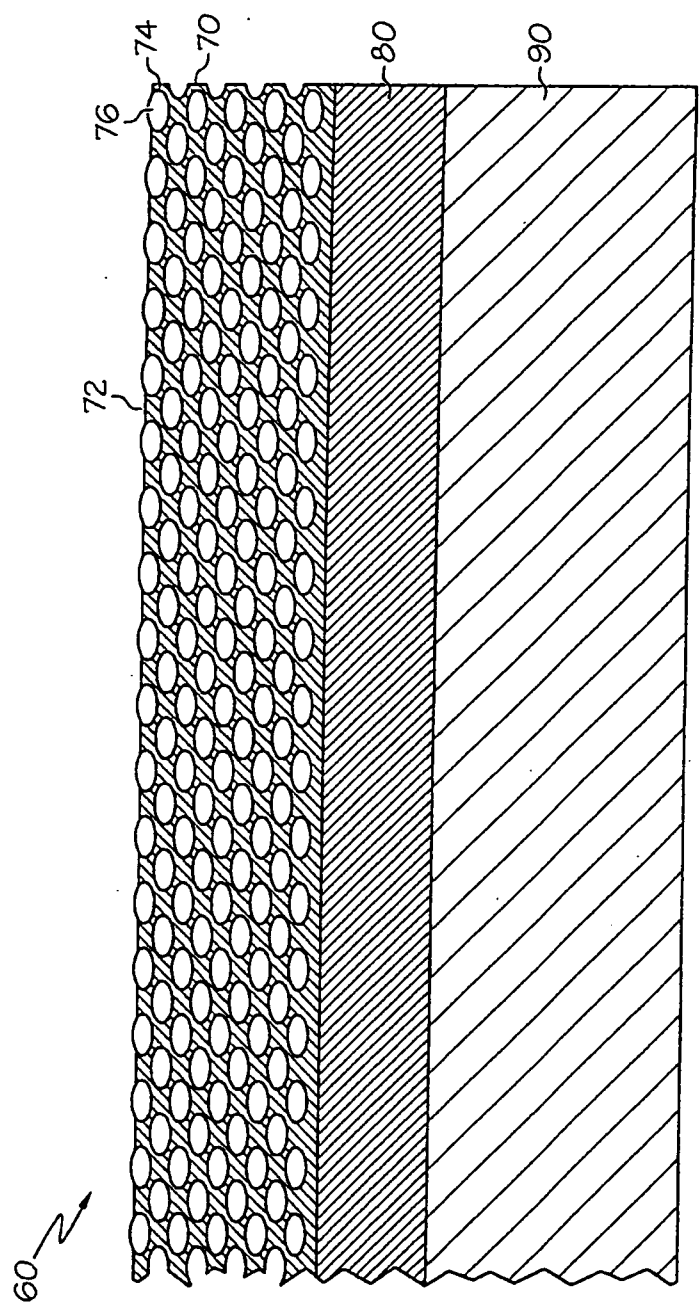
八、圖式：



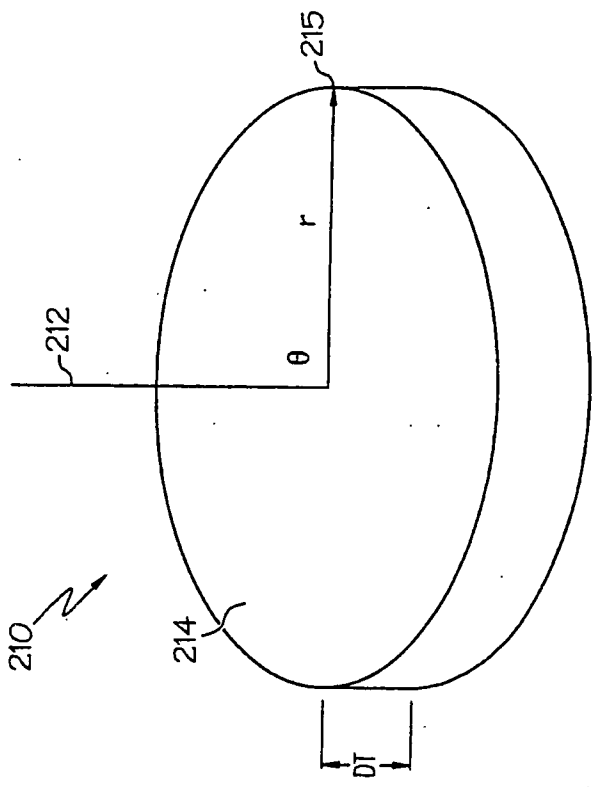
第1圖



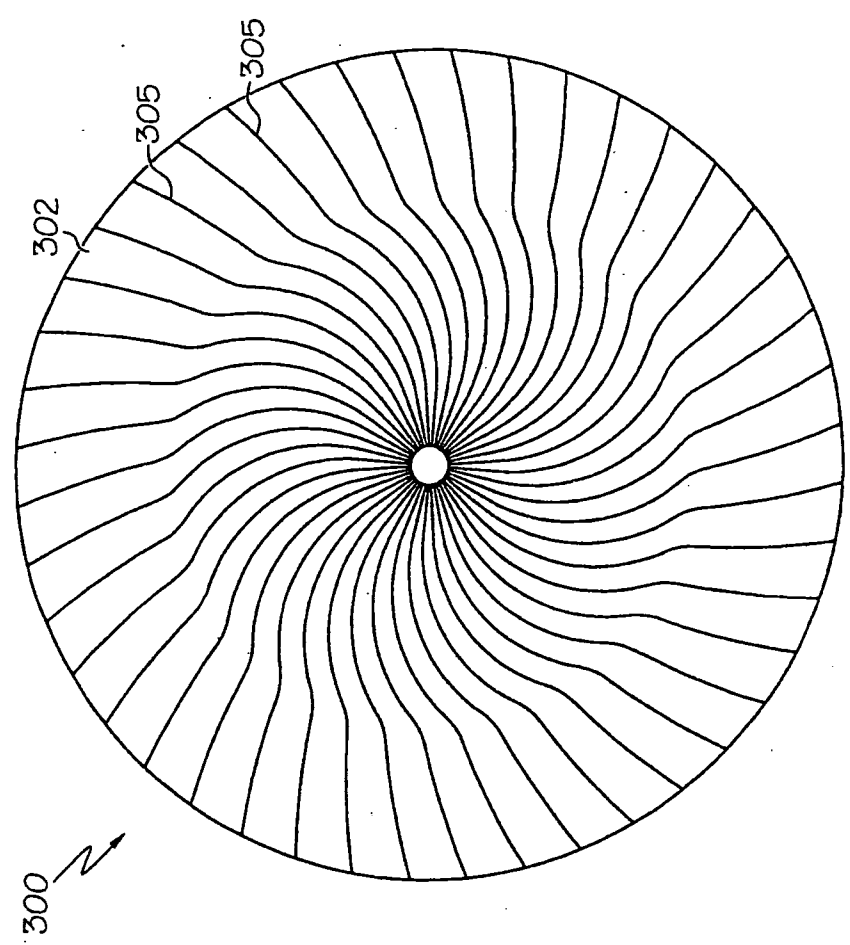
第2圖



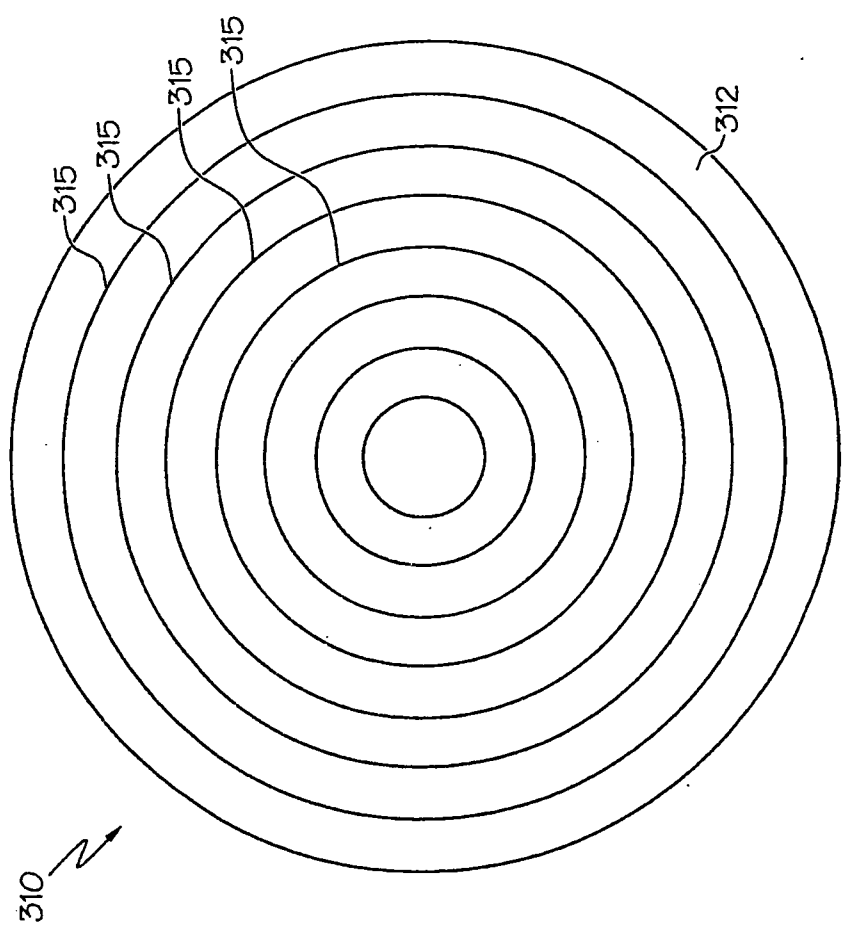
第3圖



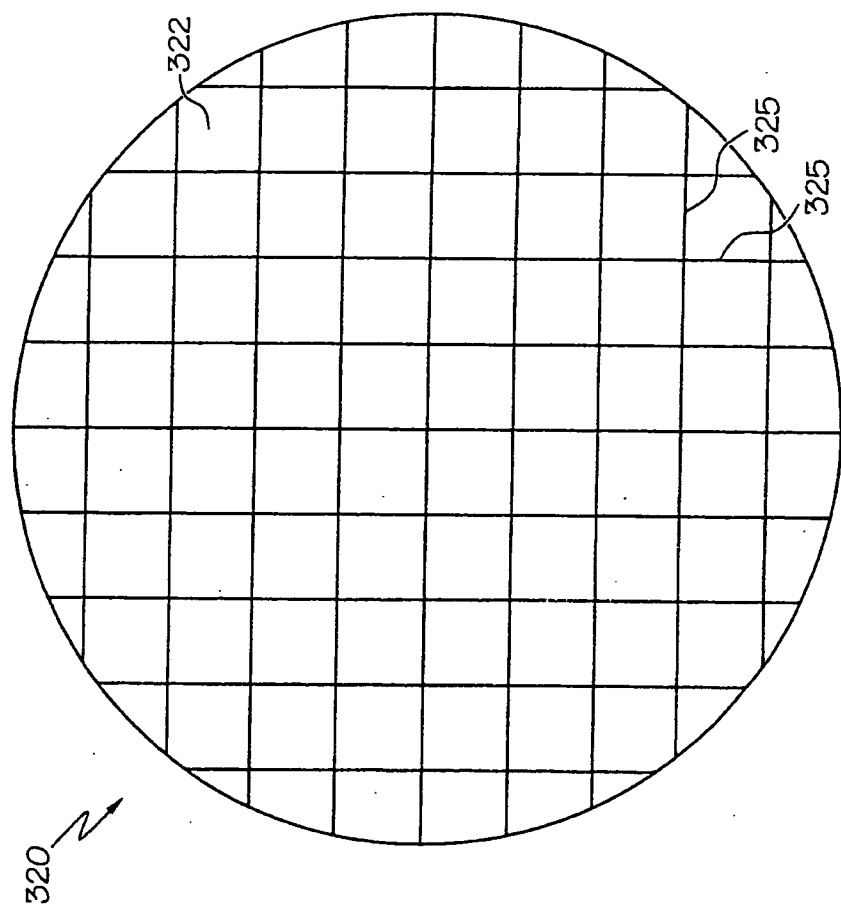
第4圖



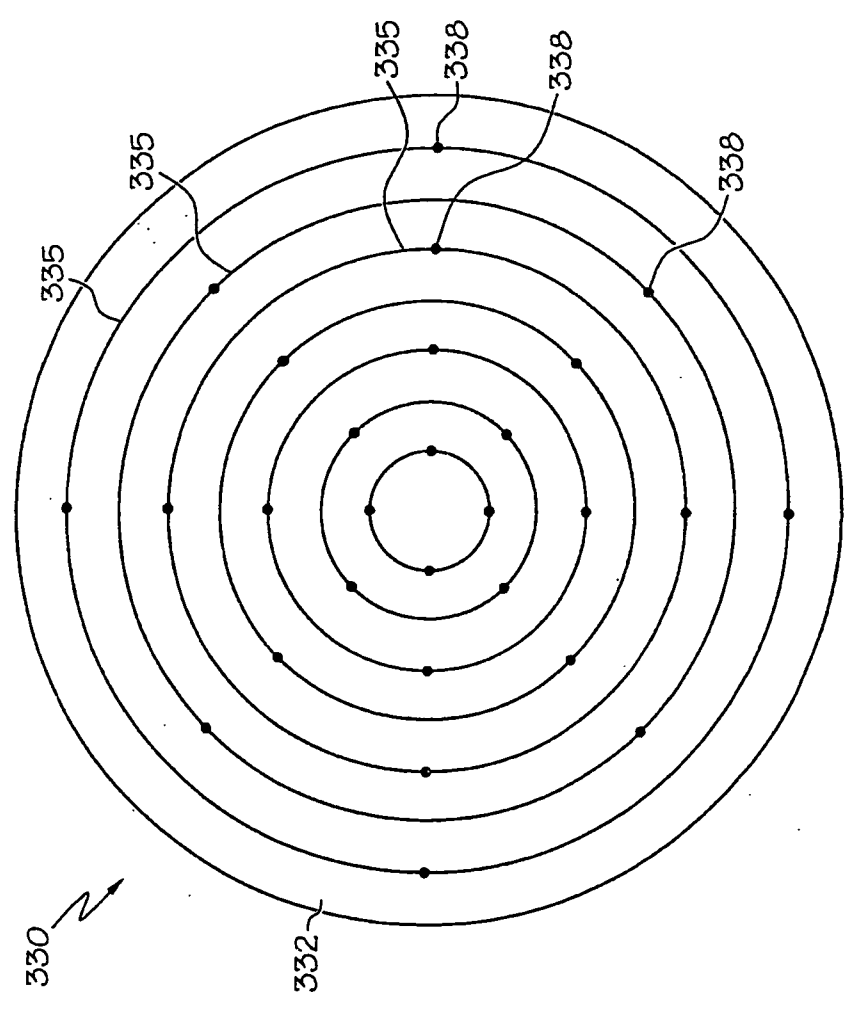
第5圖



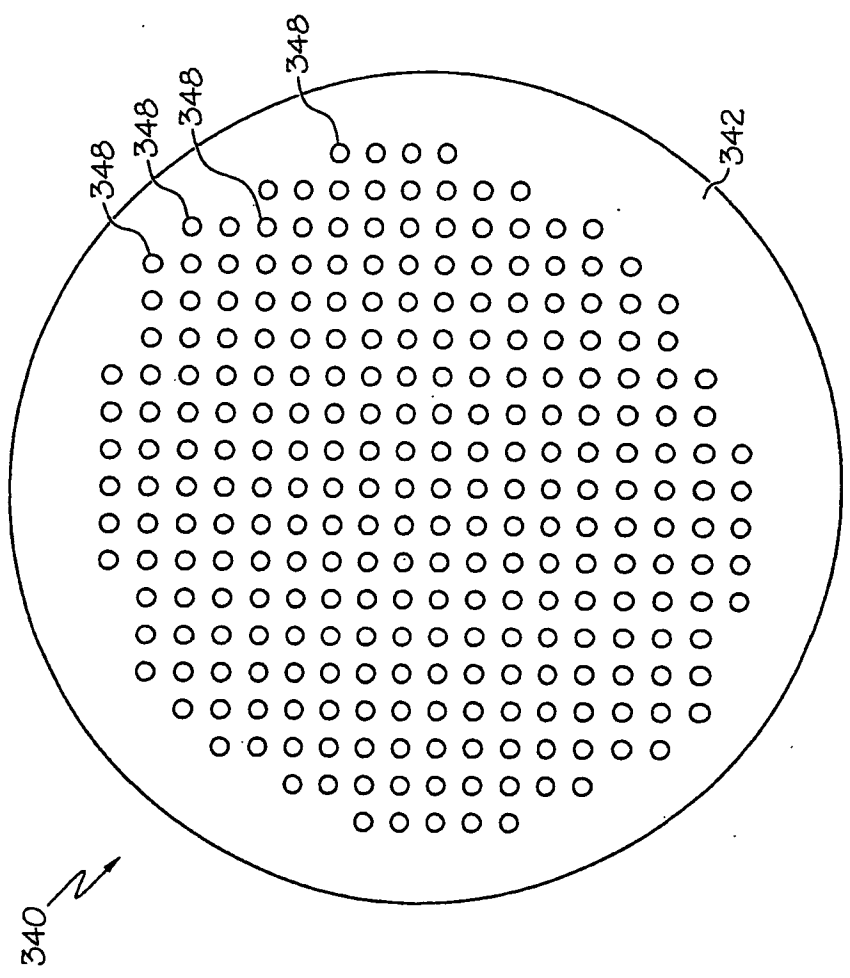
第6圖



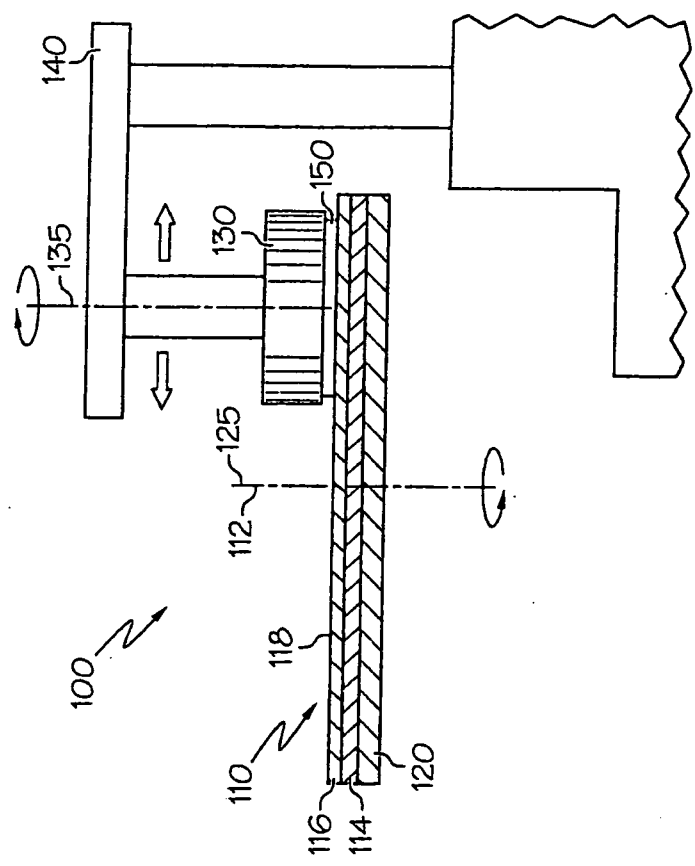
第7圖



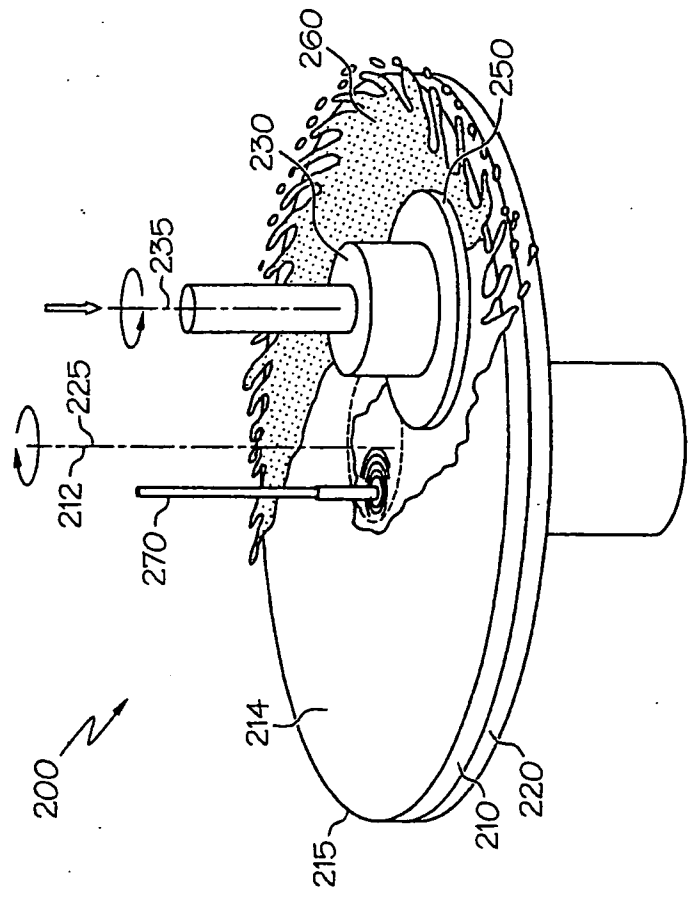
第8圖



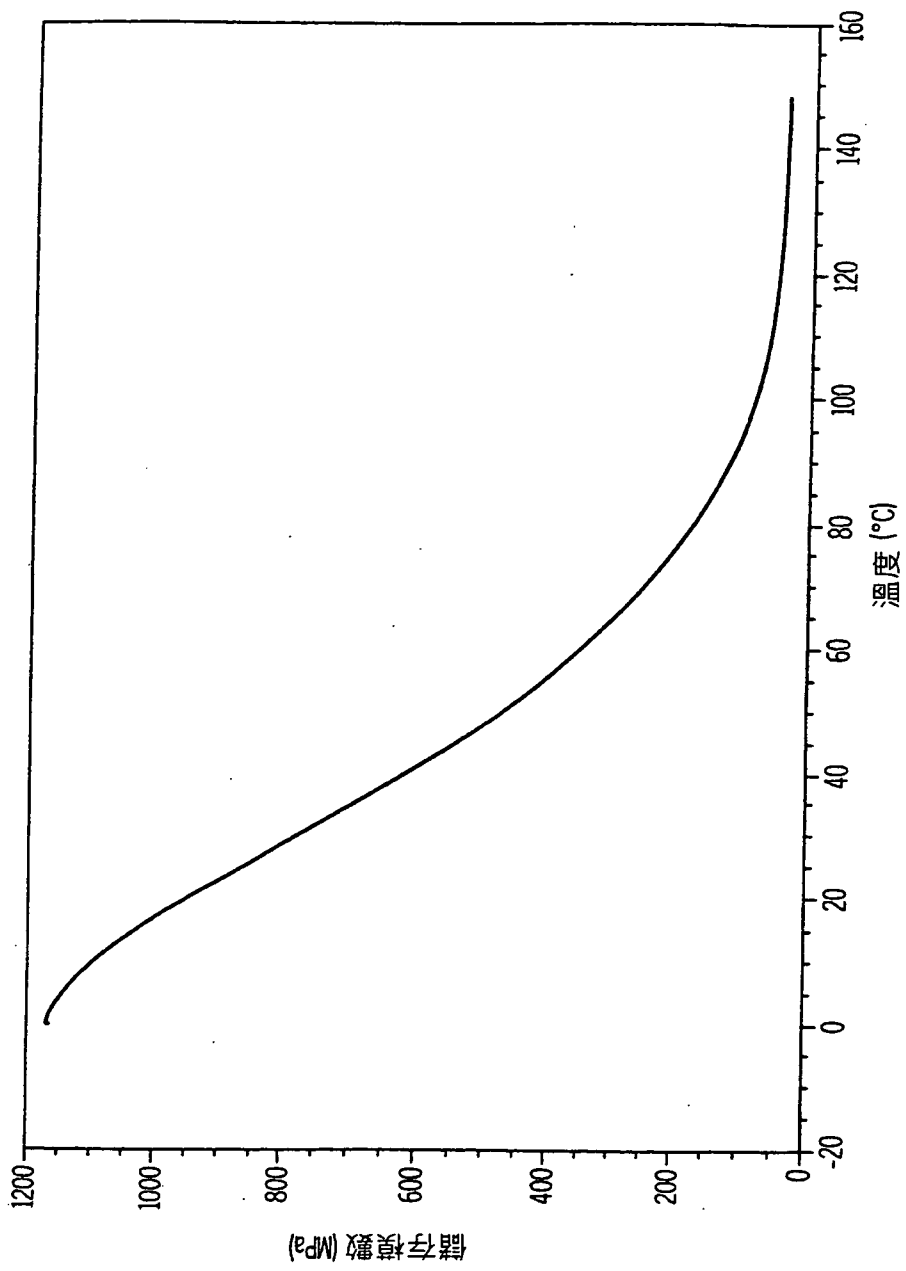
第9圖



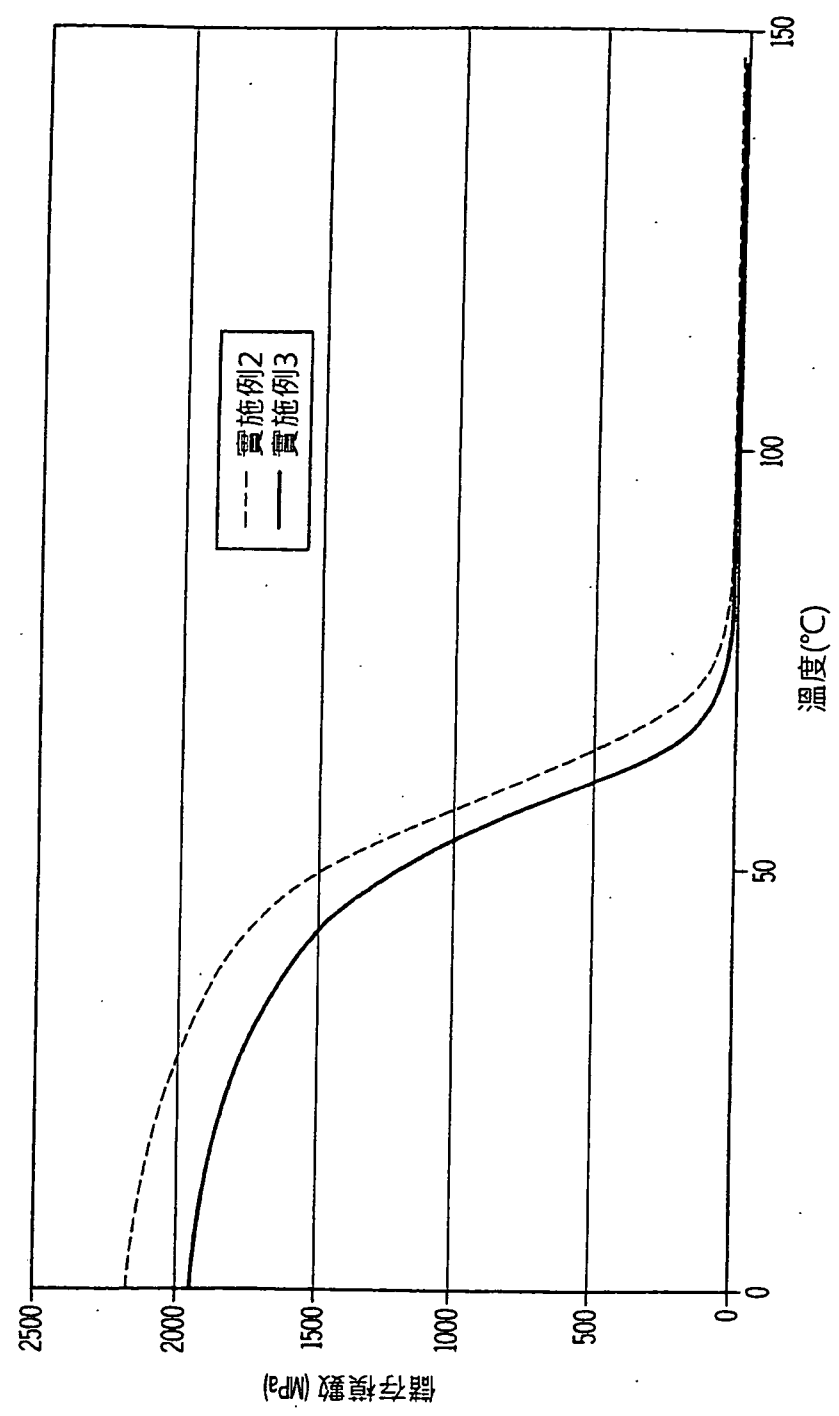
第10圖



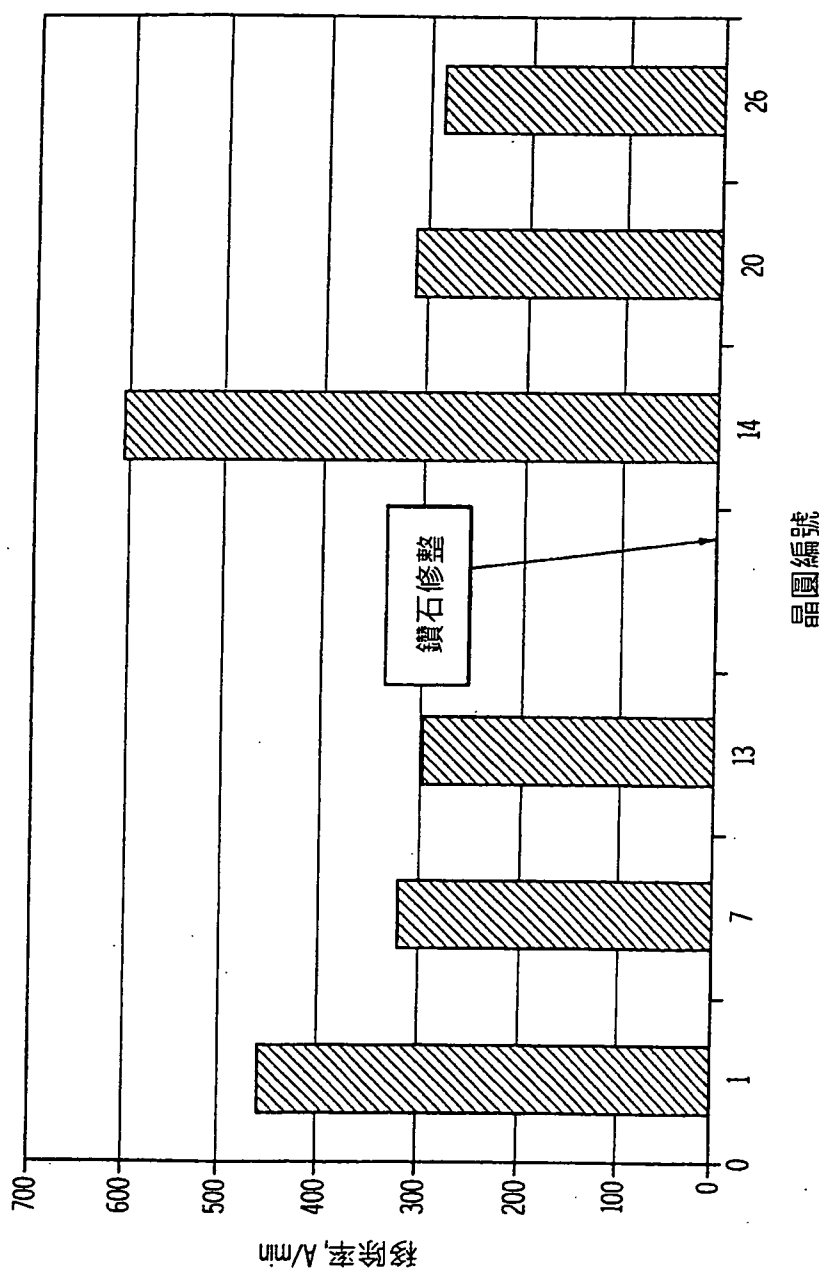
第11圖



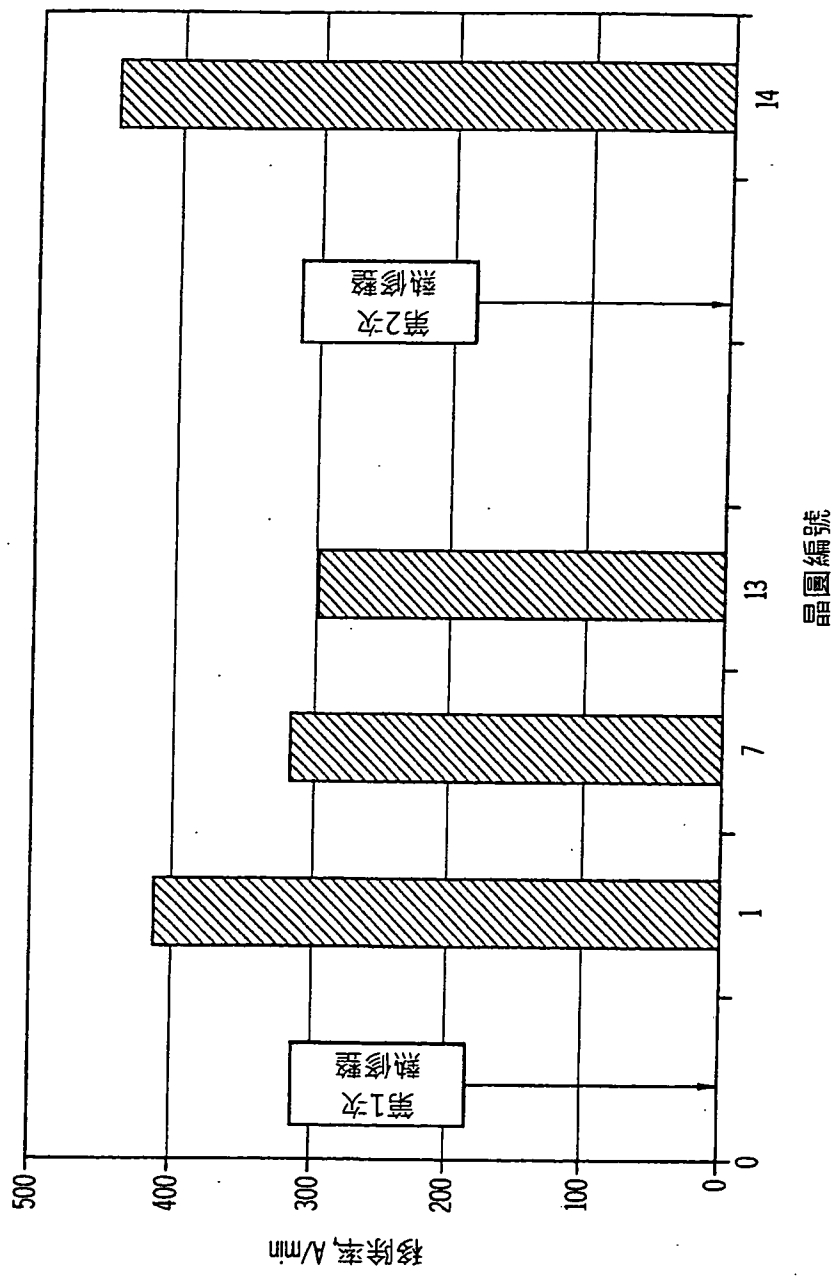
第12圖



第13圖



第14圖



第15圖