



(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 I765248 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 05 月 21 日

(21) 申請案號：109112576

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 10 月 25 日

(51) Int. Cl. : **B24B37/20 (2012.01)****H01L21/306 (2006.01)**

(30) 優先權：2015/10/30 美國

62/249,025

(71) 申請人：美商應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國(72) 發明人：裘卡林姆 亞敘溫 CHOCKALINGAM, ASHWIN (IN)；奧利拉 馬韓卓 C
ORILALL, MAHENDRA C. (GY)；山村 麻由 YAMAMURA, MAYU (US)；傅博
詣 FU, BOYI (CN)；巴札 拉吉菲 BAJAJ, RAJEEV (IN)；瑞特法德 丹尼爾
REDFIELD, DANIEL (US)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

(56) 參考文獻：

TW I279287

TW 201510203A

CN 1441017A

JP 2000-158343A

US 6548407B1

US 2013/0283700A1

審查人員：周永泰

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：11 共 93 頁

(54) 名稱

形成具有期望界達電位之拋光物件的設備與方法

(57) 摘要

本文描述的實施方案大體而言係關於拋光物件及製造在拋光製程和清洗製程中使用的拋光物件的方法。更具體言之，本文揭示的實施方案係關於具有分級性質的複合拋光物件。在一個實施方案中提供一種拋光物件。該拋光物件包含一個或更多個暴露的第一區域以及一個或更多個第二暴露區域，該第一區域由第一材料形成並具有第一界達電位，該第二暴露區域由第二材料形成並具有第二界達電位，其中該第一界達電位與該第二界達電位不同。

Implementations described herein generally relate to polishing articles and methods of manufacturing polishing articles used in polishing processes and cleaning processes. More particularly, implementations disclosed herein relate to composite polishing articles having graded properties. In one implementation, a polishing article is provided. The polishing article comprises one or more exposed first regions formed from a first material and having a first zeta potential and one or more second exposed regions formed from a second material and having a second zeta potential, wherein the first zeta potential is different from the second zeta potential.

指定代表圖：

符號簡單說明：

200:拋光墊

202:襯墊主體

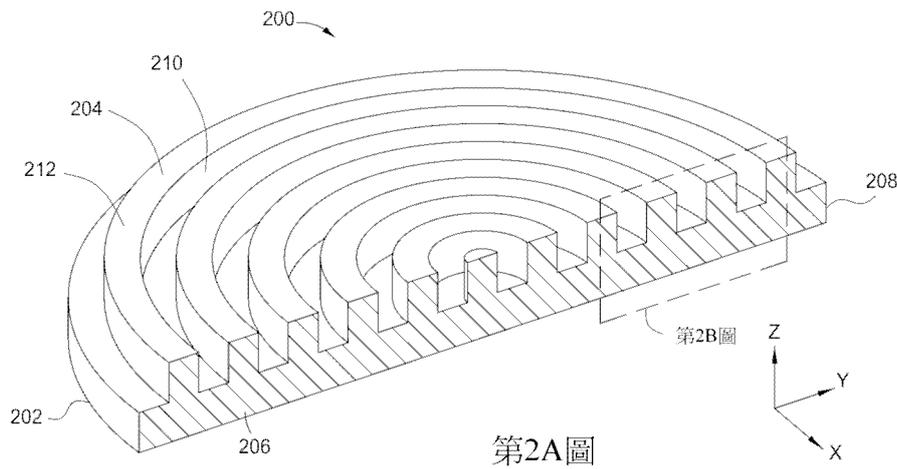
204:第一拋光表面

206:第二平坦表面

208:下部

210:槽

212:特徵



第2A圖



I765248

【發明摘要】

【中文發明名稱】形成具有期望界達電位之拋光物件的設備與方法

【英文發明名稱】AN APPARATUS AND METHOD OF FORMING A

POLISHING ARTICLE THAT HAS A DESIRED ZETA POTENTIAL

【中文】

本文描述的實施方案大體而言係關於拋光物件及製造在拋光製程和清洗製程中使用的拋光物件的方法。更具體言之，本文揭示的實施方案係關於具有分級性質的複合拋光物件。在一個實施方案中提供一種拋光物件。該拋光物件包含一個或更多個暴露的第一區域以及一個或更多個第二暴露區域，該第一區域由第一材料形成並具有第一界達電位，該第二暴露區域由第二材料形成並具有第二界達電位，其中該第一界達電位與該第二界達電位不同。

【英文】

Implementations described herein generally relate to polishing articles and methods of manufacturing polishing articles used in polishing processes and cleaning processes. More particularly, implementations disclosed herein relate to composite polishing articles having graded properties. In one implementation, a polishing article is provided. The polishing article comprises one or more exposed first regions formed from a first material and having a first zeta potential and one or more second exposed regions formed from a second material and having a second zeta potential, wherein the first zeta potential is different from the second zeta potential.

【指定代表圖】第 (2A) 圖。

【代表圖之符號簡單說明】

200: 拋光墊

202: 襯墊主體

204: 第一拋光表面

206: 第二平坦表面

208: 下部

210: 槽

212: 特徵

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】形成具有期望界達電位之拋光物件的設備與方法

【英文發明名稱】AN APPARATUS AND METHOD OF FORMING A
POLISHING ARTICLE THAT HAS A DESIRED ZETA POTENTIAL

【技術領域】

【0001】 本文描述的實施方案大體而言係關於拋光物件及製造在拋光製程和清洗製程中使用的拋光物件的方法。更具體言之，本文揭示的實施方案係關於具有分級性質的複合拋光物件。

【先前技術】

【0002】 化學機械研磨（CMP）製程通常被用於半導體元件製造過程中的基板平坦化。在CMP處理過程中，基板被固定在承載頭上，且元件的表面被抵靠旋轉的拋光墊放置。承載頭在基板上提供可控的負載以將元件表面推向拋光墊。研磨流體，例如具有研磨劑顆粒（例如二氧化矽（ SiO_2 ）、氧化鋁（ Al_2O_3 ）或二氧化鈰（ CeO_2 ））的漿料，通常被供應到拋光墊的表面。

【0003】 隨著特徵尺寸減小，藉由CMP製程進行的前層和後層平坦化變得更加關鍵。不幸的是，CMP製程的副產物，例如在CMP製程期間產生的研磨劑顆粒和金屬污染物，可能會損傷基板的表面。在使用研磨劑研磨漿的情況下，這些研磨劑顆粒可能源自研磨漿本身。在一些情況下，研磨劑顆粒可能源自拋光墊本身。另外，研磨劑顆粒可能源自基板的被拋光表面材料和拋光設備。由於拋光

墊產生的機械壓力，這些顆粒可能物理性附著於基板的面。金屬污染物來自被研磨的金屬線、漿料中的金屬離子、及拋光設備本身。這些金屬污染物可能會嵌入基板的表面中，而且往往難以使用後續的清洗製程去除。目前的拋光墊設計和拋光後清洗製程時常產出具有缺陷的被拋光基板，該等缺陷是由CMP製程的副產物所造成的。

【0004】 因此，需要一種提供缺陷減少的改良拋光製程的拋光物件以及用於製造改良拋光墊的方法。

【發明內容】

【0005】 本文描述的實施方案大體而言係關於拋光物件及製造在拋光製程和清洗製程中使用的拋光物件的方法。更具體言之，本文揭示的實施方案係關於具有分級性質的複合拋光物件。在一個實施方案中提供一種拋光物件。該拋光物件包含一個或更多個暴露的第一區域以及一個或更多個第二暴露區域，該第一區域由第一材料形成並具有第一界達電位，該第二暴露區域由第二材料形成並具有第二界達電位，其中該第一界達電位與該第二界達電位不同。

【0006】 在另一個實施方案中提供一種拋光物件。該拋光物件包含複合拋光襯墊主體，該複合拋光襯墊主體具有第一溝槽表面、與該第一溝槽表面相對的第二平坦表面、以及朝向該第一溝槽表面具有變化界達電位的梯度。

【0007】 在又另一個實施方案中提供一種形成拋光物件的方法。該方法包含使用3D列印機沉積複數個複合層

以達到目標厚度，其中沉積該複數個複合層包含沉積具有暴露的第一區域的第一材料及沉積具有暴露的第二區域的第二材料，該暴露的第一區域具有第一界達電位，該暴露的第二區域具有第二界達電位。固化該複數個複合層以形成複合襯墊主體，該複合襯墊主體具有包含該第一材料的一個或更多個第一特徵及包含該第二材料的一個或更多個第二特徵，其中該一個或更多個第一特徵和該一個或更多個第二特徵形成單一主體。

【0008】 在又另一個實施方案中，一種形成拋光物件的方法可以包含使用3D列印機沉積複數個複合層以達到目標厚度。沉積該複數個複合層的方法可以包含沉積第一材料及沉積第二材料，該第一材料包含具有暴露的第一區域的丙烯酸胺甲酸乙酯，該暴露的第一區域具有第一界達電位，該第二材料包含具有暴露的第二區域的丙烯酸胺甲酸乙酯，該暴露的第二區域具有第二界達電位。隨後該方法可以包括UV固化該複數個複合層以形成複合襯墊主體，該複合襯墊主體具有包含該第一材料的一個或更多個第一特徵及包含該第二材料的一個或更多個第二特徵，其中該一個或更多個第一特徵和該一個或更多個第二特徵形成單一主體。

【0009】 在又另一個實施方案中，一種拋光物件可以包含複合拋光襯墊主體，該複合拋光襯墊主體具有第一溝槽表面、與該第一溝槽表面相對的第二平坦表面、及從該第一溝槽表面延伸到該第二平坦表面的材料性質梯度，其中

該材料性質梯度包含變化的界達電位。在一些情況下，該材料性質梯度的界達電位可以朝向該第一溝槽表面變得更正電性。在其他情況下，該材料性質梯度的界達電位可以朝向該第一溝槽表面變得更負電性。使用中性溶液量測的該材料性質梯度之變化界達電位可以在約 -70 mV 和約 $+50\text{ mV}$ 之間的範圍內變化。

【圖式簡單說明】

【0010】 為詳細瞭解上述本揭示之特徵，可參照實施方案（其中一些圖示於附圖中）而對以上簡要概述的實施方案作更特定的描述。然而，應注意的是，附圖僅圖示本揭示之典型實施方案，因此不應將該等附圖視為限制本揭示之範圍，因本揭示可認可其他同樣有效的實施方案。

【0011】 第1圖為可受益於本文所述拋光墊設計的拋光站之示意性剖視圖；

【0012】 第2A圖為依據本揭示的一個實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光墊之示意性立體圖；

【0013】 第2B圖為第2A圖的拋光墊的一部分之示意性剖視圖；

【0014】 第2C圖為第2B圖的拋光墊的一部分之放大示意性剖視圖；

【0015】 第3A圖為依據本揭示的另一個實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光墊之示意性立體圖；

【0016】 第3B圖為第3A圖的拋光墊的一部分之示意性剖視圖；

【0017】 第3C圖為依據本揭示的另一個實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光墊之示意性部分頂視圖；

【0018】 第3D圖為依據本揭示的另一個實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光墊之示意性立體剖視圖；

【0019】 第3E圖為依據本揭示的另一個實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光墊之示意性部分剖視圖；

【0020】 第3F圖為依據本揭示的另一個實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光墊之示意性部分剖視圖；

【0021】 第3G至3L圖為依據本揭示的實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光墊設計之頂視圖；

【0022】 第4A圖為依據本揭示的實施方案用於製造表面具有界達電位變化區域的拋光墊的系統之示意圖；

【0023】 第4B圖為依據本揭示的實施方案用於製造第4A圖圖示的拋光墊的系統之沉積區的示意圖；

【0024】 第4C圖為依據本揭示的實施方案被配置在第4B圖圖示的拋光墊區域的表面的分配液滴之放大特寫示意圖；

【0025】 第5A至5F圖提供依據本揭示的實施方案橫跨在第4A圖的系統內形成的拋光主體的一個或更多個區域具有變化界達電位表面的拋光墊之實例；

【0026】 第6圖為依據本揭示的實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光墊的一部分之示意性側面剖視圖；

【0027】 第7圖為依據本揭示的實施方案具有透明區域和其中形成有界達電位變化區域的表面的拋光墊之示意性側面剖視圖；

【0028】 第8圖為依據本揭示的實施方案表面具有界達電位變化區域且具有支撐發泡層的拋光墊之示意性立體剖視圖；

【0029】 第9圖為依據本揭示的實施方案具有多個區域且表面具有界達電位變化區域的拋光墊之示意性剖視圖；

【0030】 第10圖為依據本揭示的實施方案第9圖的拋光墊之部分放大剖視圖；以及

【0031】 第11圖為描繪使用本揭示的配方所形成的拋光物件的量測界達電位相對於酸鹼度之圖。

【0032】 為了便於理解，已在可能處使用相同的元件符號來指稱對圖式而言相同的元件。構思的是，可以將一個實施方案的元件和特徵有益地併入其他實施方案中而無需進一步詳述。然而，應注意的是，附圖僅圖示本揭示之例示性實施方案，因此不應將該等附圖視為限制本揭示之範圍，因本揭示可認可其他同樣有效的實施方案。

【實施方式】

【0033】 本文描述的實施方案大體而言係關於拋光物件及製造在拋光製程和清洗製程中使用的拋光物件的方法。更特定言之，本文揭示的實施方案係關於具有分級性質（例如界達電位）的複合拋光物件。界達電位是固體表

面相對於液體在滑動平面處的電動電位。固體表面的電動電位提供表面官能度的間接量測。在固體表面上加入或去除質子化基團會在表面上產生電荷。在固體與液體界面之間的靜電對界面雙層的電荷有很大的影響。

【0034】 本揭示的實施方案提供拋光物件及形成拋光物件的方法，該拋光物件在拋光物件的整個表面上具有變化的界達電位區域。可以基於所使用的漿料組成物系統和待拋光的材料來調整拋光物件的變化的界達電位區域。可以調整這個變化的界達電位來將活性漿料輸送到拋光物件與基板之間的界面，同時從界面移除拋光副產物和污染物。例如，在一些實施方案中，拋光物件在拋光物件的拋光表面附近（即拋光物件與液體界面之間的界面）具有較正的界達電位，並且在拋光物件的槽底部附近具有較負的界達電位。較正的界達電位從液體界面排斥不想要的帶正電荷離子（例如金屬離子、介電質材料離子），而較負的界達電位吸引不想要的正離子前往槽的底部，在槽的底部收集的離子可以被從拋光物件移除。

【0035】 在其中活性漿料含有的研磨劑具有負界達電位（例如天然矽石，諸如熱解矽石）的拋光系統中，研磨劑可以被吸引到拋光表面附近較正的界達電位處，並相應地被槽底部附近的負電位排斥。在活性漿料包含的研磨劑具有正界達電位（例如氧化鋁）的一些實施方案中，拋光表面可被設計成相對於拋光物件表面的其他區域具有較

負的界達電位，以將研磨劑吸引到拋光物件與液體界面之間的界面。

【0036】 在本文描述的一些實施方案中，此可調的界達電位是藉由添加界達電位修改劑到含有用以形成拋光物件的組成物的預聚物中來實現。含組成物的預聚物可以包含一種或更多種寡聚物 and 一種或更多種單體，其中寡聚物、單體中的至少一種或兩種具有離子電荷（例如陽離子、陰離子、或非離子），該離子電荷藉由與預聚物成分共聚合來調整拋光物件的界達電位。

【0037】 在本文描述的一些實施方案中，界達電位梯度被形成在垂直於拋光物件的拋光表面的方向上或在拋光物件的拋光表面的平面中。界達電位的梯度可以在一個方向上從高濃度變化到低濃度，或反之亦然。在本文描述的一些實施方案中，拋光物件的一個或更多個區域可以包括更複雜的界達電位梯度，例如高/低/高或低/高/低界達電位。

【0038】 使用中性溶液量測的拋光物件的至少一個暴露表面的平均界達電位可以在約 -70 mV 至約 $+50\text{ mV}$ 的範圍內。使用中性溶液量測的拋光物件的至少一個暴露表面的平均界達電位可以是至少 -70 mV 、 -65 mV 、 -60 mV 、 -55 mV 、 -50 mV 、 -45 mV 、 -40 mV 、 -35 mV 、 -30 mV 、 -25 mV 、 -20 mV 、 -15 mV 、 -10 mV 、 -5 mV 、 0 mV 、 5 mV 、 10 mV 、 15 mV 、 20 mV 、 25 mV 、 30 mV 、 35 mV 、 40 mV 、或 45 mV 。使用中性溶液

量測的拋光物件的至少一個暴露表面的平均界達電位可以是至多 -65 mV、-60 mV、-55 mV、-50 mV、-45 mV、-40 mV、-35 mV、-30 mV、-25 mV、-20 mV、-15 mV、-10 mV、-5 mV、0 mV、5 mV、10 mV、15 mV、20 mV、25 mV、30 mV、35 mV、40 mV、45 mV、或50 mV。在另一個實施方案中，使用中性溶液量測的拋光物件的至少一個暴露表面的平均界達電位範圍可以從約 -70 mV 至約 0 mV（例如從約 -50 mV 至約 -5 mV；從約 -40 mV 至約 -10 mV；或從約 -30 mV 至約 -20 mV。在另一個實施方案中，使用中性溶液量測的拋光物件的至少一個暴露表面的平均界達電位範圍可以從約 0 mV 至約 50 mV（例如從約 5 mV 至約 40 mV；從約 10 mV 至約 30 mV；或從約 20 mV 至約 30 mV）。

【0039】 以下的揭示描述拋光物件及用於製造拋光物件的方法。在下面的描述和第1至11圖中闡述某些細節，以提供對本揭示的各種實施方案的透徹理解。未在以下揭示中闡述其他描述常與拋光物件及製造拋光物件的方法相關的眾所周知結構和系統的細節，以避免不必要地模糊了各種實施方案的描述。

【0040】 圖中所示的許多細節、尺寸、角度及其他特徵只是特定實施方案的說明。因此，在不偏離本揭示的精神或範圍之下，其他實施方案可以具有其他的細節、元件、尺寸、角度及特徵。另外，可以在沒有以下描述的其中幾個細節的情況下實施本揭示的進一步實施方案。

【0041】 應當理解的是，雖然本文描述的拋光物件是拋光墊，但本文描述的實施方案亦可應用於其他拋光物件，包括例如擦光墊。另外，雖然本文所述拋光物件的討論是和化學機械研磨製程有關，但本文描述的拋光物件和製造拋光物件的方法亦可應用於其他拋光製程，包括拋光透鏡和其他包括研磨劑和無研磨劑漿料系統的製程。此外，本文描述的拋光物件至少可被用於以下產業：航太、陶瓷、硬式磁碟機（HDD）、MEMS和奈米技術、金屬加工、光學元件和電子光學元件、及半導體等。

【0042】 在一個實施方案中，可以使用積層製造製程（例如三維列印（或3-D列印）製程）來生產（或製造）本文描述的拋光物件。在一個實施方案中，首先製作部件的電腦（CAD）模型，隨後切片演算法映射每層的資訊。在3-D列印製程的一個非限制性實例中，層以散佈在粉末床表面上的薄粉末分佈開始。隨後分配選擇的黏結劑材料，此舉選擇性地結合在將形成物件處的顆粒。隨後，將支撐粉末床和使用中的部件的活塞降低，以形成下一個粉末層。在每一層之後，重複相同的製程，隨後進行最終的熱處理以製成物件。在另一個實例中，3-D列印製程可以包括、但不限於其中將液體前驅物組成材料的液滴分配在表面上、隨後固化而以逐層的方式形成拋光物件的製程，將在下面進一步討論此製程。由於3-D列印製程可以對材料成分、微結構及表面紋理進行局部控制，所以可以使用此方法實現各種（和先前達不到的）幾何形狀。

【0043】 在一個實施方案中，本文描述的拋光物件可被以電腦轉列裝置或電腦顯示裝置可讀的資料結構表示。電腦可讀媒體可以含有表示拋光物件的資料結構。資料結構可以是電腦檔案，並且可以含有關於一個或更多個物件的結構、材料、紋理、物理性質或其他特性的資訊。資料結構亦可以含有代碼，例如執行電腦轉列裝置或電腦顯示裝置的選定功能的電腦可執行代碼或裝置控制代碼。資料結構可以被儲存在電腦可讀媒體上。電腦可讀媒體可以包括實體儲存媒體，例如磁記憶體、軟碟、或任何方便的實體儲存媒體。實體儲存媒體可以是電腦系統可讀的，以在電腦螢幕或實體轉列裝置上呈現由資料結構表示的物件，實體轉列裝置可以是積層製造裝置，例如3D列印機。

【0044】 第1圖為拋光站100的示意性剖視圖，拋光站100可以位於包含多個拋光站的較大化學機械研磨（CMP）系統內。拋光站100包括平臺102。平臺102可以圍繞中心軸104旋轉。可以將拋光墊106放在平臺102上。雖然不想限制本文提供的揭示內容，但典型上，拋光墊106是覆蓋平臺102的上表面103，平臺102比拋光站100中將處理的基板110的尺寸（例如基板直徑）大至少一至兩倍。在一個實例中，拋光墊106和平臺102的直徑在約6英吋（150毫米）和約40英吋（1,016毫米）之間。拋光墊106包括設以接觸和處理一個或更多個基板110的拋光表面112。在拋光過程中，平臺102支撐拋光墊106並旋轉拋光墊106。承載頭108可以固持被抵靠拋

光墊 106 的拋光表面 112 處理的基板 110。拋光表面 112 與基板 110 之間形成拋光界面 130。承載頭 108 通常包括用以抵靠拋光墊 106 和承載環 109 推動基板 110 的撓性隔板 111，承載環 109 用以校正在拋光製程期間在基板的表面各處出現的固有不均勻壓力分佈。承載頭 108 可以圍繞中心軸 114 旋轉及 / 或以掃略方式移動，以在基板 110 與拋光墊 106 之間產生相對運動。

【0045】 在拋光過程中，可以藉由遞送臂 118 將研磨流體 116（例如研磨漿或非研磨漿）供應到拋光表面 112。研磨流體 116 可以含有研磨劑顆粒、酸鹼度調節劑及 / 或化學活性成分，以能夠對基板進行化學機械研磨。設計 116 的漿料化學性質來拋光基板表面及 / 或特徵，該基板表面及 / 或特徵可以包括金屬、金屬氧化物及半金屬氧化物。將注意到的是，在拋光製程期間利用拋光墊 106 的表面形貌來控制與基板 110 相互作用的研磨流體 116（例如漿料）的輸送。例如，拋光墊 106 的表面形貌可以包括槽、通道及其他可被配置在拋光墊 106 上方、上面及內部的突起。拋光墊的表面形貌可以藉由鑄造、模製、或機械加工等技術形成。

【0046】 在一些實施方案中，拋光站 100 包括襯墊調節組件 120，襯墊調節組件 120 包括調節臂 122 及致動器 124 和 126。致動器 124 和 126 設以在拋光製程循環期間的不同時間使襯墊調節盤 128（例如鑲鑽石盤）被推向並掃過拋光表面 112，以研磨並再生拋光墊 106 的拋光表面

112。在處理過程中，移動的拋光墊106和承載頭108對基板110施加機械能，此舉結合研磨流體116中的化學物質和研磨劑成分將使基板的表面變平坦。

【0047】 第2A圖為依據本揭示的實施方案表面具有變化的界達電位區域的拋光墊200之示意性立體圖。第2B圖為第2A圖的拋光墊200的一部分之示意性剖視圖。第2C圖為第2B圖的拋光墊的一部分之放大示意性剖視圖。拋光墊200可以用在諸如拋光站100的拋光站中，用於藉由化學機械研磨拋光基板。拋光墊200包括襯墊主體202。襯墊主體202可以是均質的襯墊主體。或者襯墊主體202可以是複合襯墊主體。襯墊主體202可以藉由任何適當的技術形成。用於形成襯墊主體202的例示性技術包括3D列印、模製、鑄造、或燒結。襯墊主體202可以包括複數個暴露的區域或表面。

【0048】 在一個實施方案中，至少兩個暴露區域或表面具有不同的表面性質，例如界達電位。在一個實施方案中，每個暴露表面內的區域被修飾成具有不同的界達電位。在一個實施方案中，可以調整區域或表面的界達電位，使得當設置在拋光墊上的活性漿料被遞送或吸引到基板與拋光墊之間的界面時，在CMP製程期間產生的、諸如研磨劑顆粒和金屬污染物的拋光副產物容易被從基板與拋光墊之間的拋光界面移除。

【0049】 在一個實施方案中，襯墊主體202包含由第一材料形成並具有第一界達電位的一個或更多個暴露的第

一區域或表面。襯墊主體 202 還包含由第二材料形成並具有第二界達電位的一個或更多個第二暴露區域，其中第一界達電位與第二界達電位不同。在一個實施方案中，使用中性溶液量測的第一界達電位等於或大於 -70 mV 且小於 0 mV ，並且使用中性溶液量測的第二界達電位等於或大於 0 mV 且小於 50 mV 。在另一個實施方案中，使用中性溶液量測的第一界達電位等於或大於 0 mV 且小於 50 mV ，並且使用中性溶液量測的第二界達電位等於或大於 -70 mV 且小於 0 mV 。

【0050】 可以使用具有期望的界達電位性質的任何適當材料或材料組合來形成襯墊主體 202。在一個實施方案中，襯墊主體可以由一種或更多種熱塑性聚合物、熱固性聚合物、或熱塑性和熱固性聚合物兩者形成。例如，襯墊主體 202 可以由熱塑性聚合物形成，熱塑性聚合物例如聚氨酯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚丙烯腈、聚甲基丙烯酸甲酯、聚氯三氟乙烯、聚四氟乙烯、聚甲醛、聚碳酸酯、聚亞醯胺、聚醚醚酮、聚苯硫醚、聚醚砜、丙烯腈丁二烯苯乙烯 (ABS)、聚醚亞醯胺、聚醯胺、三聚氰胺、聚酯、聚砜、聚乙酸乙烯酯、氟化烴等、以及上述之丙烯酸酯、共聚物、接枝物及混合物。襯墊主體 202 可以由熱塑性聚合物形成，熱塑性聚合物包括例如聚氨酯、丙烯酸酯、環氧樹脂、丙烯腈丁二烯苯乙烯 (ABS)、聚醚亞醯胺、或聚醯胺。在一個實施方案中，使用具有不同界達電位的不同聚合物來形成每個暴露表面。在另一個實施方案中，用

各種界達電位修改劑來修飾熱塑性聚合物，以獲得具有如本文所述的不同界達電位的暴露表面。

【0051】 在一個實施方案中，襯墊主體202包括可以被形成在堆疊方向上的複數個層。可以使用具有不同界達電位的材料來形成複數個層的至少部分不同層。該複數個層中的至少兩個層各自具有暴露表面，該暴露表面具有與至少一個其他層的暴露表面不同的界達電位。

【0052】 襯墊主體202包括第一拋光表面204及與第一拋光表面204相對的第二平坦表面206。襯墊主體202包括下部208，襯墊主體202的下部208上方延伸有複數個槽210或通道。複數個槽210或通道被配置在拋光表面204中，從而形成拋光墊200的溝槽表面。槽210可以具有任何適當的形狀。槽210可以是圓形的。在槽是圓形的一些實施方案中，槽210可以彼此同心。

【0053】 槽210以間距P隔開。第2B圖最清楚圖示出的間距P是相鄰槽之間的徑向距離。每個槽之間是具有寬度 W_p 的特徵212或分隔件。特徵212可以具有任何適當的形狀。特徵212可以是環形特徵。每個槽210都包括終止於基部216的壁214。如第2B圖所示，基部216可以具有矩形輪廓。或者，基部216可以具有U形輪廓。每個槽210可以具有深度 D_g 和寬度 W_g 。壁214可以是大致垂直的並終止於基部216。

【0054】 在一個實施方案中，特徵212的高度220高於每個槽210的基部216，使得特徵212的上表面222從襯

墊主體 202 的下部 208 突出。槽 210 或通道在特徵 212 與基部 216 之間形成。在拋光過程中，特徵 212 的上表面 222 形成接觸基板的拋光表面 204，而槽 210 保留研磨流體。

【0055】 在一個實施方案中，特徵 212 的寬度 W_p 可以在約 250 微米至約 2 毫米之間。槽 210 的寬度 W_g 可以在約 250 微米至約 2 毫米之間。特徵 212 之間間距「P」可以在約 0.5 毫米至約 5 毫米之間。特徵 212 的寬度 W_p 、槽 210 的寬度 W_g 、及 / 或間距 P 可以橫跨拋光墊 200 的半徑變化到具有不同硬度的區域。

【0056】 襯墊主體 202 可以包括複數個暴露表面。在一個實施方案中，該複數個表面中的兩個暴露表面的至少一部分具有不同的表面性質，例如界達電位。在一個實施方案中，每個暴露表面內的區域被修飾成具有不同的界達電位。可以選擇暴露表面來形成界達電位漸增的梯度。在一個實施方案中，暴露表面是選自特徵 212 的上表面 222、壁 214 的表面 224、及基部 216 的表面 226。例如，在一個實施方案中，特徵 212 的上表面 222 的至少一部分包含具有第一界達電位的第一材料，壁 214 的表面 224 的至少一部分包含具有第二界達電位的材料，而且槽 210 的基部 216 的表面 226 的至少一部分包含具有第三界達電位的第三材料。在另一個實施方案中，特徵 212 的上表面 222 的至少一部分和壁 214 的表面 224 的一部分具有第一界達電位，並且槽 210 的基部 216 的表面 226 的至少一部分

包含具有第二界達電位的第二材料，該第二界達電位不同於該第一界達電位。

【0057】 參照第2C圖，襯墊主體202可以包括複數個材料層 230_1-230_n （統稱230）。可以使用具有不同表面性質（例如界達電位）的材料來形成不同層中的每一層。複數個材料層 230_1-230_n 中的至少兩個層各自具有界達電位與另一層的暴露表面不同的暴露表面。應當理解的是，第2C圖所繪包含九個層的拋光墊200只是例示性的，而且可以使用任意數量的材料層230來形成期望的界達電位梯度。

【0058】 在一個實施方案中，將整個襯墊主體202的界達電位梯度化。將整個襯墊主體202的界達電位梯度化可以利用從拋光表面204到平坦表面206的材料性質梯度（240→250）。在一個實施方案中，使用中性和量測的材料性質梯度（240→250）的變化界達電位在約-70 mV和約+50 mV之間的範圍內變化。在一個實施方案中，界達電位的梯度從拋光表面204漸增到平坦表面206。例如，在一個實施方案中，將一個或更多個暴露的第一區域或表面和一個或更多個第二區域或表面排列形成界達電位梯度，其中界達電位從拋光表面204漸增到平坦表面206。在另一個實施方案中，界達電位從平坦表面206漸增到拋光表面204。例如，在一個實施方案中，特徵212的上表面222包含具有第一界達電位的第一材料層 230_1 ，壁214的表面224的至少一部分包含具有第二

界達電位的第二材料層（ $230_2 - 230_8$ 的任意組合），並且槽210的基部216的表面226包含具有第三界達電位的第三材料層 230_8 。在另一個實施方案中，材料層 $230_1 - 230_8$ 具有第一界達電位，並且材料層 230_9 具有第二界達電位。

【0059】 第3A圖為依據本揭示的另一個實施方案表面具有變化的界達電位的拋光墊300之示意性立體圖。第3B圖為第3A圖的拋光墊300的一部分之示意性剖視圖。拋光墊300可以用在諸如拋光站100的拋光站中，用於藉由化學機械研磨拋光基板。此拋光墊與拋光墊200類似，不同之處僅在於拋光墊300包括複數個具有暴露區域或表面的分離特徵。在一個實施方案中，複數個區域或表面中的至少兩個暴露區域或表面具有不同的表面性質，例如界達電位。在一個實施方案中，可以調整區域或表面的界達電位，使得在CMP製程期間產生的、諸如研磨劑顆粒和金屬污染物的拋光副產物被從基板與拋光墊之間的拋光界面移除，並且活性漿料被遞送到基板與拋光墊之間的界面。

【0060】 拋光墊300包括複合襯墊主體302。複合襯墊主體302包括第一拋光表面305和與第一拋光表面305相對的第二平坦表面307。複合襯墊主體302包括一個或更多個第一拋光特徵304和一個或更多個第二拋光特徵306。一個或更多個第一拋光特徵304和一個或更多個第二拋光特徵306中的至少一個的至少兩個暴露表面的某

些部分可以如本文所述進行修飾以具有界達電位不同的表面。第一拋光特徵304和第二拋光特徵306是在邊界處接合在一起以形成複合襯墊主體302的分離特徵。在一個實施方案中，第一拋光特徵304可以是肖氏D級硬度約40至約90的硬特徵。第二拋光特徵306可以是硬度值介於肖氏A級約26至肖氏A級約95之間的彈性特徵。

【0061】 用於形成複合襯墊主體302的例示性技術包括3D列印、模製、鑄造、或燒結。複合襯墊主體302可以包括複數個層，其中依據3D列印機沉積的複合襯墊主體302的設計，每個層都包括第二拋光特徵306的區域及/或第一拋光特徵304的區域。隨後該複數個層可以例如藉由UV光或藉由熱源進行固化，以變堅硬並實現目標硬度。在沉積和固化之後，包括第一拋光特徵304和第二拋光特徵306的單一複合襯墊主體302便形成，第一拋光特徵304和第二拋光特徵306被耦接或接合在一起並具有界達電位不同的暴露表面。

【0062】 可以為第二拋光特徵306和第一拋光特徵304選擇具有不同機械性質的材料，以實現目標拋光製程。第二拋光特徵306和第一拋光特徵304的動態機械性質可以藉由選擇不同的材料及/或選擇在特徵形成製程期間使用的不同固化製程來實現。在一個實施方案中，第二拋光特徵306可以具有較低的硬度值和較低的楊氏模數值，而第一拋光特徵304可以具有較高的硬度值和較高的楊氏模數值。在一個實施方案中，第二拋光特徵306可以

具有較低的界達電位值，而第一拋光特徵304具有較高的界達電位值。在另一個實施方案中，第二拋光特徵306可以具有較高的界達電位值，而第一拋光特徵304具有較低的界達電位值。如本文所述，可以在每個特徵內及/或在拋光墊的拋光表面內或各處藉由第二拋光特徵306和第一拋光特徵304的物理佈局、圖案或組合來控制表面性質，例如界達電位。

【0063】 第一拋光特徵304可以由一種或更多種聚合物材料形成。第一拋光特徵304可以由單一聚合物材料形成或由兩種或更多種聚合物的混合物與各種界達電位修改劑組合形成，以實現具有本文所述的不同界達電位的暴露表面。在一個實施方案中，第一拋光特徵304可以由一種或更多種熱塑性聚合物形成。第一拋光特徵304可以由熱塑性聚合物形成，熱塑性聚合物例如聚氨酯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚丙烯腈、聚甲基丙烯酸甲酯、聚氯三氟乙烯、聚四氟乙烯、聚甲醛、聚碳酸酯、聚亞醯胺、聚醚醚酮、聚苯硫醚、聚醚砜、丙烯腈丁二烯苯乙烯（ABS）、聚醚亞醯胺、聚醯胺、三聚氰胺、聚酯、聚砜、聚乙酸乙酯、氟化烴等、以及上述之丙烯酸酯、共聚物、接枝物及混合物。在另一個實施方案中，用於形成第一拋光特徵304的熱塑性聚合物被用各種的界達電位修改劑修飾，以獲得具有如本文所述的不同界達電位的暴露區域。在一個實施方案中，第一拋光特徵304可以由丙烯酸酯形成。例如，第一拋光特徵304可以是聚氨酯丙烯酸酯、聚醚丙烯

酸酯、或聚酯丙烯酸酯。在另一個實施方案中，第一拋光特徵304可以包括一種或更多種熱固性聚合物，例如環氧樹脂、酚醛樹脂、胺、聚酯、胺甲酸乙酯、矽、及上述之丙烯酸酯、混合物、共聚物、及接枝物。

【0064】 在一個實施方案中，第一拋光特徵304可以由模擬塑膠3D列印材料形成。在一個實施方案中，可以將研磨劑顆粒嵌入第一拋光特徵304中來增強拋光製程。包含研磨劑顆粒的材料可以是金屬氧化物，例如氧化鈾、氧化鋁、二氧化矽或上述之組合、聚合物、介金屬或陶瓷。

【0065】 第二拋光特徵306可以由一種或更多種聚合物材料形成。第二拋光特徵306可以由單一聚合物材料形成或兩種或更多種聚合物的混合物形成，以實現目標性質。在一個實施方案中，第二拋光特徵306可以由儲存模數的一種或更多種熱塑性聚合物形成。例如，第二拋光特徵306可以由熱塑性聚合物形成，熱塑性聚合物例如聚氨酯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚丙烯腈、聚甲基丙烯酸甲酯、聚氯三氟乙烯、聚四氟乙烯、聚甲醛、聚碳酸酯、聚亞醯胺、聚醚醚酮、聚苯硫醚、聚醚砜、丙烯腈丁二烯苯乙烯（ABS）、聚醚亞醯胺、聚醯胺、三聚氰胺、聚酯、聚砜、聚乙酸乙烯酯、氟化烴等、以及上述之丙烯酸酯、共聚物、接枝物及混合物。在另一個實施方案中，用於形成第二拋光特徵306的熱塑性聚合物被用各種的界達電位修改劑修飾，以獲得具有如本文所述的不同界達電位的暴露區域。在一個實施方案中，第二拋光特徵306可以由丙

烯酸酯形成。例如，第二拋光特徵 306 可以是聚氨酯丙烯酸酯、聚醚丙烯酸酯、或聚酯丙烯酸酯。在另一個實施方案中，第二拋光特徵 306 可以由熱塑性彈性體形成。在一個實施方案中，第二拋光特徵 306 可以由橡膠狀 3D 列印材料形成。

【0066】 在一些實施方案中，第一拋光特徵 304 通常比第二拋光特徵 306 更硬且更剛性，而第二拋光特徵 306 比第一拋光特徵 304 更軟且更撓性。可以選擇第一拋光特徵 304 和第二拋光特徵 306 的材料與圖案來獲得具有界達電位變化區域的拋光墊 300 的「經調整」塊材。使用這種「經調整」塊材和變化的界達電位形成的拋光墊 300 具有各種優點，例如改善的拋光結果（例如減少的缺陷）、降低的製造成本、延長的襯墊壽命。在一個實施方案中，「經調整」塊材或拋光墊整體可以具有介於肖氏 A 約 65 至肖氏 D 約 75 之間的硬度。拋光墊的抗拉強度可以介於 5 MPa 至約 75 MPa 之間。拋光墊 300 可以具有約 5% 至約 350% 的斷裂伸長率。拋光墊可以具有高於約 10 MPa 的剪切強度。拋光墊 300 可以具有介於約 5 MPa 至約 2000 MPa 之間的儲存模數。拋光墊可以在攝氏 25 度至攝氏 90 度的溫度範圍間具有穩定的儲存模數，使得在 E'_{30}/E'_{90} 的儲存模數比落入約 6 至約 30 之間的範圍內，其中 E'_{30} 是在攝氏 30 度的儲存模數，而 E'_{90} 是在攝氏 90 度的儲存模數。

【0067】 在一個實施方案中，第一拋光特徵304和第二拋光特徵306的材料在化學上可抵抗來自研磨漿的侵蝕。在另一個實施方案中，第一拋光特徵304和第二拋光特徵306的材料是親水性的。

【0068】 複合襯墊主體302包括延伸於複合襯墊主體302的第二拋光特徵306的下部308上方的複數個槽310或通道。複數個槽310或通道被配置在拋光墊300的拋光表面305中。槽310可以具有任何適當的形狀。槽310可以是圓形的。在其中槽是圓形的一些實施方案中，槽310可以彼此同心。

【0069】 槽310以間距P隔開。第3B圖最清楚圖示出的間距P是相鄰槽之間的徑向距離。每個槽之間是具有寬度 W_p 的第一拋光特徵304或分隔件。第一拋光特徵304可以具有任何適當的形狀。第一拋光特徵304可以是環形特徵。每個槽310都包括終止於基部316的壁314。如第3B圖所示，基部316可以具有矩形輪廓。或者，基部316可以具有U形輪廓。每個槽310都可以具有深度 D_g 和寬度 W_g 。壁314可以是大致垂直的並終止於基部316。

【0070】 在一個實施方案中，第一拋光特徵304和第二拋光特徵306可以是交替排列的交替同心環，以形成圓形的複合襯墊主體302。在一個實施方案中，第一拋光特徵304的高度高於第二拋光特徵306的高度，使得第一拋光特徵304的上表面322從第二拋光特徵306突出。槽310或通道被形成在第一拋光特徵304與第二拋光特徵306

之間。在拋光過程中，第一拋光特徵304的上表面322形成接觸基板的拋光表面305，而槽310保留研磨流體。在一個實施方案中，第一拋光特徵304在垂直於與複合襯墊主體302平行的平面的方向上比第二拋光特徵306更厚，使得槽310及/或通道被形成在複合襯墊主體302的頂表面上。

【0071】 在一個實施方案中，第一拋光特徵304的寬度 W_p 可以在約250微米至約2毫米之間。第一拋光特徵304之間間距「P」可以在約0.5毫米至約5毫米之間。每個第一拋光特徵304都可以具有在約250微米至約2毫米之間的範圍內的寬度。寬度 W_p 及/或間距「P」可以橫跨拋光墊300的半徑變化到具有不同硬度的區域。

【0072】 複合襯墊主體302可以包括複數個暴露表面。在一個實施方案中，該複數個表面中的兩個暴露表面的至少一部分具有不同的表面性質，例如界達電位。可以選擇暴露表面來形成界達電位漸增的梯度。在一個實施方案中，暴露表面是選自第一拋光特徵304的上表面322、壁314的表面324、及基部316的表面326。例如，在一個實施方案中，第一拋光特徵304的上表面322的至少一部分包含具有第一界達電位的第一材料，壁314的表面324的至少一部分包含具有第二界達電位的材料，而且槽310的基部316的表面326的至少一部分包含具有第三界達電位的第三材料。在另一個實施方案中，第一拋光特徵304的上表面322的至少一部分和第一拋光特徵304

的壁 314 的表面 324 的一部分具有第一界達電位，並且槽 210 的基部 316 的表面 326 的至少一部分包含具有第二界達電位的第二材料，該第二界達電位不同於該第一界達電位。

【0073】 在一個實施方案中，複合襯墊主體 302 可以包括如第 2C 圖所示的複數個材料層。可以使用具有不同表面性質（例如界達電位）的材料來形成不同層中的每一層。複數個層中的至少兩個層各自具有界達電位與另一層的暴露表面不同的暴露表面。

【0074】 在一個實施方案中，將整個複合襯墊主體 302 的界達電位梯度化。將整個複合襯墊主體 302 的界達電位梯度化可以利用從拋光表面 305 到平坦表面 307 的材料性質梯度（340 → 350）。在一個實施方案中，界達電位的梯度從拋光表面 305 漸增到平坦表面 307。在另一個實施方案中，界達電位從平坦表面 307 漸增到拋光表面 305。例如，在一個實施方案中，第一拋光特徵 304 的上表面 322 包含具有第一界達電位的第一材料層，壁 314 的表面 324 的至少一部分包含具有第二界達電位的第二材料層，並且槽 310 的基部 316 的表面 326 包含具有第三界達電位的第三材料層。

【0075】 第 3C 圖為依據本揭示的實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光墊 300c 之示意性局部俯視圖。拋光墊 300c 與第 3A 圖的拋光墊 300 類似，不同之處僅在於拋光墊 300c 包括互鎖的第一拋光特徵 304c 和第二拋光

特徵 306c。第一拋光特徵 304c 和第二拋光特徵 306c 可以形成複數個同心環。在一個實施方案中，第一拋光特徵 304c 可以包括突出的垂直脊 360，並且第二拋光特徵 306c 可以包括用於接收垂直脊 360 的垂直凹部 370。或者，第二拋光特徵 306c 可以包括突出脊，而第一拋光特徵 304c 包括凹部。將第二拋光特徵 306c 與第一拋光特徵 304c 互鎖可增加拋光墊 300c 相對於在 CMP 製程及 / 或材料處理期間可能產生的施加剪力的機械強度。第一拋光特徵 304c 和第二拋光特徵 306c 可各自具有界達電位變化區域。

【0076】 第 3D 圖為依據本揭示的實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光墊 300d 之示意性立體剖視圖。拋光墊 300d 包括延伸自諸如第二拋光特徵 306d 的基材層的複數個第一拋光特徵 304d。第一拋光特徵 304d 的上表面 372 形成用於在拋光過程中與基板接觸的拋光表面。第一拋光特徵 304d 和第二拋光特徵 306d 具有不同的材料和結構性質。例如，第一拋光特徵 304d 可由具有第一界達電位的材料形成，例如用於拋光墊 300 的第一拋光特徵 304 的材料，而第二拋光特徵 306d 可由具有第二界達電位的材料形成。另外，第一拋光特徵 304d 可由硬質材料形成，例如用於拋光墊 300 的硬質特徵的材料，而第二拋光特徵 306d 可由軟質或低儲存模數 E' 的材料形成，例如用於拋光墊 300 的第二拋光特徵的材料。拋光墊 300d 可以藉由 3D 列印形成，類似於拋光墊 300。

【0077】 在一個實施方案中，第一拋光特徵304d可以具有大致上相同的尺寸。或者，第一拋光特徵304d可以在尺寸上變化，以橫跨拋光墊300d形成變化的機械和表面性質（例如變化的界達電位）、變化的儲存模數E'、及/或變化的損耗模數E''。在一個實施方案中，第一拋光特徵304d可以均勻地分佈於拋光墊300d各處。或者，第一拋光特徵304d可被排列成不均勻的圖案，以在拋光墊300d中實現目標性質。

【0078】 在第3D圖中，將第一拋光特徵304d圖示為從第二拋光特徵306d突出的圓柱。或者，第一拋光特徵304d可以具有任何適當的形狀，例如具有橢圓形、正方形、矩形、三角形、多邊形或不規則剖面的柱。在一個實施方案中，第一拋光特徵304d可以具有不同的剖面形狀，以調整拋光襯墊的硬度、機械強度、界達電位或其他期望的特性。

【0079】 第3E圖為依據本揭示的實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光襯墊300e之示意性局部剖視圖。拋光襯墊300e與第3A至3D圖的拋光襯墊300、300c或300d類似，不同之處僅在於拋光襯墊300e包括互鎖的第一拋光特徵304e和第二拋光特徵306e。第一拋光特徵304e和第二拋光特徵306e可以包括形成複合襯墊主體302的一部分的複數個同心環及/或分離元件。在一個實施方案中，第一拋光特徵304e可以包括突出的側壁374，而第二拋光特徵306e可以包括凹入的側壁375以

接收第一拋光特徵304e。或者，第二拋光特徵306e可以包括突出的側壁，而第一拋光特徵304e包括凹入的側壁。藉由使第二拋光特徵306e與第一拋光特徵304e以突出的側壁互鎖，拋光墊300e獲得增加的拉伸、壓縮及/或剪切強度。另外，互鎖的側壁可防止拋光墊300e被拉開。

【0080】 在一個實施方案中，第一拋光特徵304e與第二拋光特徵306e之間的邊界包括從至少一種材料組成物到另一種材料組成物的內聚性轉變，例如從用以形成第一拋光特徵304e的第一組成物到用以形成第二拋光特徵306e的第二組成物的轉變或成分梯度。從而由被用來形成複合襯墊主體302的某些部分的組成物形成的材料的內聚性是本文描述的積層製造製程的直接結果，此舉在逐層疊加形成的結構中致能微米級控制和一種或更多種化學成分的精細混合。

【0081】 第3F圖為依據本揭示的實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光墊300f之示意性局部剖視圖。第3F圖為依據本揭示的一個實施方案的拋光墊之示意性局部剖視圖。拋光墊300f與第3E圖的拋光墊300e類似，不同之處僅在於拋光墊300f包括以不同方式設置的互鎖特徵。拋光墊300f可以包括第一拋光特徵304f和第二拋光特徵306f。第一拋光特徵304f和第二拋光特徵306f可以包括複數個同心環及/或分離元件。在一個實施方案中，第一拋光特徵304f可以包括水平脊376，而第二拋

光特徵 306f 可以包括水平凹部 377 以接收第一拋光特徵 304f 的水平脊 376。或者，第二拋光特徵 306f 可以包括水平脊，而第一拋光特徵 304f 包括水平凹部。在一個實施方案中，可以將垂直互鎖特徵（例如第 3C 圖的互鎖特徵）和水平互鎖特徵（例如第 3E 圖和第 3F 圖的互鎖特徵）組合來形成拋光墊。

【0082】 第 3G 至 3L 圖為依據本揭示的實施方案表面具有界達電位變化區域的拋光墊設計之俯視圖。第 3G 至 3L 圖中每一圖皆包括具有白色區域（白色像素的區域）和黑色區域（黑色像素的區域）的像素圖，白色區域分別表示用於接觸和拋光基板的第一拋光特徵 304g - 304i，黑色區域表示第二拋光特徵 306g - 306i。第一拋光特徵 304g - 304i 可以類似於本文中討論的第一拋光特徵 304。第二拋光特徵 306g - 306i 可以類似於拋光墊的第二拋光特徵 306。如本文中的類似討論，白色區域通常突出於黑色區域上方，使得通道被形成在白色區域之間的黑色區域中。在拋光過程中研磨漿可以流過通道並且可以被保留在通道中。第 3G - 3L 圖圖示的拋光墊可以使用積層製造製程沉積複數個材料層來形成。該複數個層中的每一層都可以包括兩種或更多種材料，以形成第一拋光特徵 304g - 304f 和第二拋光特徵 306g - 306f。在一個實施方案中，第一拋光特徵 304g - 304f 可以在垂直於與該複數個材料層平行的平面的方向上比第二拋光特徵

306g - 306f更厚，使得槽及/或通道被形成在拋光墊的頂表面上。

【0083】 第3G圖為具有作為同心拋光特徵的複數個第一拋光特徵304g的拋光墊設計300g之示意性像素圖。第一拋光特徵304g可以是寬度相同的同心圓。在一個實施方案中，第二拋光特徵306g亦可以具有相同的寬度，使得第一拋光特徵304g沿著徑向方向間距是固定的。在拋光過程中，第一拋光特徵304g之間的通道保留研磨漿並防止研磨漿由於拋光墊圍繞其中心軸（即同心圓的中心）旋轉所產生的離心力而快速損失。

【0084】 第3H圖為具有以同心圓排列的複數個分段的第一拋光特徵304h的拋光墊設計300h之示意性像素圖。在一個實施方案中，分段的第一拋光特徵304h大致上可以具有相同的長度。分段的第一拋光特徵304h可以形成複數個同心圓。在每個圓中，分段的第一拋光特徵304h可以均勻地分佈在每個同心圓內。在一個實施方案中，分段的第一拋光特徵304h可以在徑向方向上具有相同的寬度。在一些實施方案中，不管同心圓的半徑為何，分段的第一拋光特徵304h每一個大致上都具有相同的長度（例如相等的弧長，拋光墊的中心區域除外）。在一個實施方案中，第二拋光特徵306h被配置在複數個同心圓之間並具有相同的寬度，使得同心圓間距是固定的。在一個實施方案中，分段的第一拋光特徵304h之間間隙

可以在圓與圓之間交錯，以防止研磨漿在拋光墊圍繞其中心軸旋轉所產生的離心力之下直接流出拋光墊。

【0085】 第3I圖為在第二拋光特徵306i上具有螺旋形第一拋光特徵304i的拋光墊設計300i之示意性像素圖。在第3I圖中，拋光墊設計300i具有四個從拋光墊中心延伸到拋光墊邊緣的螺旋形第一拋光特徵304i。雖然圖示出四個螺旋形拋光特徵，但仍可以類似的方式設置數量更少或更多的螺旋形第一拋光特徵304i。螺旋形第一拋光特徵304i界定螺旋形通道。在一個實施方案中，每個螺旋形第一拋光特徵304i都具有固定的寬度。在一個實施方案中，螺旋形通道亦具有固定的寬度。在拋光過程中，拋光墊可以在與螺旋形第一拋光特徵304i的方向相反的方向上圍繞中心軸旋轉，以將研磨漿保留在螺旋形通道中。例如，在第3I圖中，將螺旋形第一拋光特徵304i和螺旋形通道以逆時針方向形成，因此在拋光過程中，可以順時針旋轉拋光墊，以將研磨漿保留在螺旋形通道中和拋光墊上。在一些實施方案中，每個螺旋形通道從拋光墊中心到拋光墊邊緣都是連續的。這種連續的螺旋形通道允許研磨漿與任何拋光廢物一起從拋光墊中心流到拋光墊邊緣。在一個實施方案中，可以藉由在與螺旋形第一拋光特徵304i相同的方向（例如第3I圖中的逆時針方向）上旋轉拋光墊來清洗拋光墊。

【0086】 第3J圖為具有第一拋光特徵304j的拋光墊設計300j之示意性像素圖，第一拋光特徵304j是被以螺旋

形圖案設置在第二拋光特徵306j上的分段拋光特徵。第3J圖圖示的拋光墊類似於第3I圖的拋光墊，不同之處僅在於第一拋光特徵304j被分段，並且第一拋光特徵304j的徑向間距改變。在一個實施方案中，第一拋光特徵304j的徑向間距從拋光墊的中心減小到拋光墊的邊緣區域。

【0087】第3K圖為拋光墊設計300k的示意性像素圖，拋光墊設計300k具有形成在第二拋光特徵306k中的複數個分離的第一拋光特徵304k。在一個實施方案中，複數個第一拋光特徵304k中的每一個都可以是類似於第3D圖圖示結構的圓柱形柱型結構。在一個實施方案中，複數個第一拋光特徵304k可以在拋光表面的平面上具有相同的尺寸。在一個實施方案中，複數個第一拋光特徵304k可以被設置成同心圓。在一個實施方案中，複數個第一拋光特徵304k可被相對於拋光表面的平面設置成規則的2D圖案。

【0088】第3L圖為拋光墊設計300f的示意性像素圖，拋光墊設計300f具有形成於第二拋光特徵306f上的複數個分離的第一拋光特徵304f。第3L圖的拋光墊類似於第3K圖的拋光墊，不同之處僅在於第3L圖中的一些第一拋光特徵304f可被連接而形成一個或更多個閉合圓。該一個或更多個閉合圓可以形成一個或更多個屏障，以在拋光過程中保留研磨漿。

【0089】第3A至3L圖的設計中的第一拋光特徵304a-304f可以由相同的材料或相同的材料組成物形

成。或者，第3A至3L圖的設計中的第一拋光特徵304a-304f的材料組成物及/或材料性質可隨拋光特徵的不同而改變。個別化的材料組成物及/或材料性質允許訂製拋光墊用於特定的需求。

【0090】 第4A圖為積層製造系統450的示意性剖視圖，積層製造系統450可被用來使用依據本揭示的一個或更多個實施方案的積層製造製程形成表面具有界達電位變化區域的拋光墊。積層製造製程可以包括、但不限於諸如多噴射沉積製程、噴墨列印製程、熔融沈積模製製程、黏結劑噴射製程、粉末床熔融製程、選擇性雷射燒結製程、立體微影製程、光聚合固化數位光處理、片層壓製程、定向能量沉積製程等製程、或其他類似的3D沉積製程(例如3-D列印製程)。已經發現積層製造製程(例如3D列印)在形成具有界達電位變化區域的拋光墊中特別有用。

【0091】 積層製造系統450通常包括前軀物遞送部分453、前軀物配製部分454、及沈積部分455。沉積部分455通常包括用以形成拋光墊200、300-3001的積層製造裝置，或此後稱為列印站400。在處理過程中，可在列印站400內將拋光墊200、300-3001列印在支撐件402上。在一些實施例中，使用一個或更多個液滴噴射列印機406(例如第4A圖圖示的列印機406A和列印機406B)從CAD(電腦輔助設計)程式逐層形成拋光墊200、300-3001。在列印製程期間列印機406A、406B與支撐件402可以相對於彼此移動。

【0092】液滴噴射列印機406可以包括一個或更多個列印頭408，一個或更多個列印頭408具有用於分配液體前驅物的一個或更多個噴嘴（例如噴嘴409-412）。在第4A圖的實施方案中，列印機406A包括具有噴嘴409的列印頭408A和具有噴嘴410的列印頭408B。噴嘴409可設以分配第一液體前驅物組成物，以形成第一聚合物材料，例如具有第一界達電位的聚合物材料，而噴嘴410可用以分配第二液體前驅物，以形成具有第二界達電位的第二聚合物材料。液體前驅物組成物可被分配在選定的位置或區域，以形成具有界達電位變化區域的拋光墊。這些選定的位置共同形成目標列印圖案，該目標列印圖案可被儲存為CAD相容檔案，隨後該CAD相容檔案被電子控制器405讀取，電子控制器405控制來自液滴噴射列印機406的噴嘴的液滴遞送。

【0093】通常使用電子控制器405來便利積層製造系統450（包括列印站400）內的元件的控制和自動化。電子控制器405可以是例如電腦、可程式化邏輯控制器、或嵌入式控制器。電子控制器405通常包括中央處理單元（CPU）、記憶體（例如電腦可讀媒體）、及用於輸入和輸出（I/O）的支持電路（未圖示）。CPU可以是在工業環境中使用於控制各種系統功能、基板移動、腔室製程並控制支持硬體（例如感測器、馬達、加熱器等）的任何形式的電腦處理器中的一種，而且監控系統中進行的製程。記憶體或電腦可讀媒體被連接到CPU，並且可以是

一種或更多種容易取得的非揮發性記憶體，例如隨機存取記憶體（RAM）、快閃記憶體、唯讀記憶體（ROM）、軟碟、硬碟、或任何其他形式的、位於本端或遠端的數位儲存器。可將軟體指令與資料譯碼並儲存於記憶體內，以指示CPU。支持電路亦與CPU連接，用於以傳統方式支持處理器。支持電路可包括緩存、電源供應器、時鐘電路、輸入/輸出電路、子系統以及類似物。電子控制器405可讀的程式（或電腦指令）決定積層製造系統450中的元件可進行何項任務。在一個實施方案中，程式是電子控制器405可讀的軟體，並包括用以進行與監控、執行、及控制液滴噴射列印機406遞送的液滴的遞送和定位相關的任務的譯碼。程式還可以包括與列印站400內的元件的移動、支撐及/或定位相關的任務、以及電子控制器405中進行的各種製程任務和各種程序。

【0094】 在3D列印之後，可以使用位於積層製造系統450的沉積部分455內的固化裝置420來固化拋光墊200、300-3001。由固化裝置420進行的固化製程可以藉由將列印的拋光墊加熱到固化溫度或使該墊暴露於一種或更多種形式的電磁輻射來進行。在一個實例中，可以藉由使列印的拋光墊暴露於固化裝置420內的紫外光源產生的紫外線輻射421來進行固化製程。

【0095】 積層製造製程提供方便且高度可控的製程，用於生產具有由不同材料及/或不同材料組成物形成的分離特徵的拋光墊。在一個實施方案中，可以使用積層製造製

程形成具有第一界達電位的特徵及/或具有第二界達電位的特徵。例如，具有第一界達電位的拋光墊特徵可以由含有從列印機406B的噴嘴412分配的聚氨酯段的第一組成物形成，並且具有第二界達電位的拋光墊特徵可以由列印機406A的噴嘴410分配的第二組成物的液滴形成。另外，可以使用第一組成物的液滴來形成拋光墊的軟或低儲存模數E'特徵，並且可以使用第二組成物的液滴形成拋光墊的硬或高儲存模數E'特徵。

【0096】 在另一個實施方案中，第一拋光特徵304及/或第二拋光特徵306可各自由兩種或更多種組成物的混合物形成。在一個實例中，第一組成物可由第一列印頭(例如列印頭408A)以液滴的形式分配，而第二組成物可由第二列印頭(例如列印機406A的列印頭408B)以液滴的形式分配。使用從多個列印頭遞送的液滴的混合物形成第一拋光特徵304通常將包括對應於在電子控制器405中找到的沉積圖內的預定像素上的第一拋光特徵304對齊像素。沉積圖通常表示將遍及表面(例如XY平面)各處配置每種組成物的各種液滴的位置，以形成在沉積層的堆疊內的層(例如在Z方向上堆疊的層)。隨後，列印頭408A可以與對應於將要形成第一拋光特徵304的位置的像素對齊，隨後在預定像素上分配液滴。因此，拋光墊可以由第一材料組成物和第二材料形成，該第一材料組成物是藉由沉積第一液滴組成物的液滴所形成，該第二材料包

含藉由沉積第二液滴組成物的液滴所形成的第二材料組成物。

【0097】 第4B圖為在拋光墊製造製程期間列印站400和拋光墊300的一部分之示意性放大剖視圖。第4B圖所示的一個實例中圖示的列印站400包括用以藉由逐層沉積製程依序形成拋光墊300的一部分的兩個列印機406A和406B。第4B圖所示的拋光墊300部分可以包括例如在最終形成的拋光墊300中的第一拋光特徵304或第二拋光特徵306的一部分。在處理過程中，列印機406A和406B設以將液滴「A」或「B」分別遞送到支撐件402的第一表面，隨後以逐層製程連續到達位在支撐件402上的生長拋光墊的表面。如第4B圖所示，在已經形成在支撐件402上的第一層446上沉積第二層448。在一個實施方案中，第二層448被形成在第一層446上方，第一層446已經被固化裝置420處理，在墊製造製程中固化裝置420位於列印機406A和406B的下游。

【0098】 將注意到的是，在一些實施方案中，在一個或更多個列印機406A和406B正將液滴「A」及/或「B」沉積到預先形成的第一層446的表面446A上時，第二層448的某些部分可以同時被固化裝置420處理。在這種情況下，目前正形成的層可以包括位在固化區449A的任一側上的經處理部分448A和未處理部分448B。未處理部分448B通常包括分配液滴的陣列，例如分別使用列印機

406B 和 406A 沉積在先前形成的第一層 446 的表面 446A 上的分配液滴 443 和 447。

【0099】 第 4C 圖為位在如第 4B 圖圖示的、先前形成的第一層 446 的表面 446A 上的分配液滴 443 之放大剖視圖。基於分配液滴 443 內的材料的性質，並且由於表面 446A 的表面能，分配液滴由於表面張力將擴張到比原始分配液滴（例如液滴「A」或「B」）的尺寸更大的表面量。分配液滴的擴張量將以沉積在表面 446A 上的片刻起的时间為函數而變化。然而，在非常短的時段（例如 < 1 秒）之後，液滴的擴張將達到平衡尺寸，並具有接觸角 α 。分配液滴橫跨表面的擴張會影響液滴在生長的拋光墊的表面上的配置解析度，並因此影響在最終拋光墊的各個區域內找到的特徵和組成物的解析度。

【0100】 在一些實施方案中，理想的是在液滴「A」、 「B」被分配時同時使液滴「A」、 「B」暴露，以在液滴有機會在基板表面上擴張到正常未固化平衡尺寸之前將液滴固化或「固定」於期望尺寸。在這種情況下，調整由固化裝置 420 供應到分配液滴的能量及放置液滴的表面、以及液滴的材料成分，以控制每個分配液滴的解析度。因此，在 3D 列印製程期間控制或調整的一個參數是相對於液滴所在表面控制分配液滴的表面張力。同時，如下面進一步討論的，在一些實施方案中，理想的是添加一種或更多種起始劑（例如光起始劑）到液滴的配方中，以

控制固化製程的動力學、防止氧抑制、及/或控制液滴在上面沉積液滴的表面的接觸角。

【0101】 已經發現，理想的是僅部分固化每個分配液滴，以在列印製程期間「固定」液滴的表面性質和尺寸大小。將液滴「固定」於理想大小的能力可以藉由添加期望量的一種或更多種光起始劑到液滴的材料組成物中並在列印製程期間從固化裝置420遞送足夠量的能量來實現。在一些實施方案中，理想的是在液滴分配和積層層形成製程期間使用能夠遞送每平方公分約1毫焦耳/ (mJ/cm^2) 至 $100\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 之間、例如約 $10-15\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 的紫外(UV)光的固化裝置420。UV輻射可以由任何UV源提供，例如水銀微波弧燈、脈衝氙閃光燈、高效率UV發光二極體陣列、及UV雷射。UV輻射可以具有介於約 170 nm 和約 400 nm 之間的波長。

【0102】 在一些實施方案中，分配液滴「A」、「B」的尺寸可以從約10至約100微米，例如50至約70微米。取決於上面被分配液滴的基板或聚合物層的表面能(達因)，未固化液滴可以在表面上並橫跨表面擴張到約10和約500微米之間、例如介於約50和約200微米之間的固定液滴尺寸443A。這種液滴的高度可以從約5至約100微米，同樣取決於像是表面能、潤濕、及/或樹脂成分此類因素，樹脂成分可以包括其他添加劑，例如流動劑、增稠劑、及界面活性劑。上述添加劑的一個來源是德國Geretsried的BYK-Gardner GmbH。

【0103】通常理想的是選擇光起始劑、液滴組成物中光起始劑的量、及固化裝置420供應的能量的量，以允許分配液滴在比約1秒更短、例如比約0.5秒更短的時間內被「固定」。在此短時間範圍內「固定」液滴的研究中，液滴噴射列印機406的分配噴嘴被定位在與拋光墊表面相距小的距離處，該小的距離例如介於0.1和10毫米（mm）、或甚至0.5和1 mm之間，同時使噴嘴和拋光墊的表面446A暴露於固化裝置420遞送的紫外線輻射421。還發現的是，藉由控制液滴的成分、先前形成的層的固化量（例如先前形成的層的表面能）、來自固化裝置420的能量的量、以及液滴組成物中光起始劑的量，可以控制液滴的接觸角 α 而控制固定液滴的尺寸，並因此控制列印製程的解析度。本文中亦將已固定或至少部分固化的液滴稱為固化液滴。在一些實施方案中，固定液滴的尺寸443A是介於約10和約200微米之間。在一些實施方案中，接觸角可被理想地控制到至少50°、例如大於55°、或甚至大於60°的值。

【0104】形成下一個下層的分配液滴的表面固化量是拋光墊形成製程的參數。在此初始劑量中的固化量可能影響後續的分配液滴層在列印製程期間將暴露到的表面能。當在沉積層上面生長沉積層時，由於每個沉積層重複暴露於被供應通過隨後沉積的層的額外透射固化輻射，故初始固化劑量的量可能會影響每個沉積層最終將在形成的拋光墊中實現的固化量。將注意到，通常理想的是不過

度固化形成的層，因為過度固化將會影響過度固化材料的材料性質。可以在約0.1秒至約1秒的暴露期間構成實現例示性10微米厚的分配液滴層的聚合的UV輻射暴露時間，並且UV輻射的強度可以從約10至約15 mJ/cm²。

【0105】 在一些實施方案中，理想的是控制液滴的成分和在初始固化製程期間從固化裝置420遞送的能量的量、或其中分配液滴的沉積層直接暴露於固化裝置420提供的能量的製程，以使層僅部分固化期望的量。一般來說，初始固化製程理想的是主要表面固化分配的液滴，而不是整體固化分配的液滴，因為控制形成層的表面能對於控制隨後列印的層中分配液滴的尺寸是相關的。在一個實例中，分配液滴被部分固化的量可以由分配液滴中的材料的化學轉化量界定。在一個實例中，在用於形成含丙烯酸胺甲酸乙酯的層的分配液滴中達到的丙烯酸酯轉化率是由百分比x界定，x係由下式計算：

$$x = 1 - \frac{(A_{C=C}/A_{C=O})_x}{(A_{C=C}/A_{C=O})_0}$$

其中 $A_{C=C}$ 和 $A_{C=O}$ 是使用 FT-IR 光譜找出的、在 910 cm^{-1} 的 C=C 峰和在 1700 cm^{-1} 的 C=O 峰的值。 $A_{C=C}/A_{C=O}$ 比是指固化液滴內 C=C 與 C=O 鍵的相對比率，因此 $(A_{C=C}/A_{C=O})_0$ 表示液滴中 $A_{C=C}$ 與 $A_{C=O}$ 的初始比率，而 $(A_{C=C}/A_{C=O})_x$ 表示液滴固化之後在固化基板的

表面上 $A_{c=c}$ 與 $A_{c=0}$ 的比率。在一些實施方案中，層最初被部分固化的量可以等於或多於分配液滴中的材料的約 70%。在一些配置中，可能理想的是在初始層形成步驟期間將分配液滴中的材料部分固化到約 70-80% 之間的水平。

【0106】 如下面進一步討論的，可以在逐層的基礎上調整分配液滴的混合物或分配液滴的定位，以形成具有相同或不同材料、機械或動態性質的層。在一個實例中，如第 4B 圖所示，分配液滴的混合物包括比例 50:50 的分配液滴 443、447，其中分配液滴 443 包括至少一種與在分配液滴 447 中找到的材料不同的材料。複合襯墊主體 302 的某些部分（例如第一拋光特徵 304 及 / 或第二拋光特徵 306）的性質可以依據沉積製程期間從分配液滴的定位形成的第一組成物和第二組成物的比例及 / 或分佈進行調整或調節。例如，第一組成物的重量%可以從基於總組成物重量約 1 重量%至基於總組成物重量約 100%。以類似的方式，第二組成物可以從基於總組成物重量約 1 重量%至基於總組成物重量約 100%。取決於期望的材料性質，例如界達電位、硬度及 / 或模數，可以以不同的比例混合兩種或更多種材料的組成物，以實現期望的效果。在一個實施方案中，藉由選擇至少一種組成物或組成物的混合物、以及由一個或更多個列印機分配的液滴之尺寸、位置、速度、及 / 或密度來控制第一拋光特徵 304 及 / 或第二拋光特徵 306 的成分。因此，電子控制器 405 通常適於定位噴嘴

409-410、411-412以形成具有交錯液滴的層，該等交錯液滴被以期望的密度和圖案定位在正形成的拋光墊表面上。

【0107】雖然本文中大致上只討論用於形成第一拋光特徵304及/或第二拋光特徵306的兩種組成物，但本揭示的實施方案仍包括使用複數種以成分梯度互連的材料在拋光墊上形成特徵。在一些配置中，在平行於拋光表面的平面內及/或貫穿拋光墊的厚度調整拋光墊中第一拋光特徵304及/或第二拋光特徵306的成分，如下面進一步討論的。

【0108】藉由3D列印技術領域中用以形成第4B圖圖示的液滴「A」及/或「B」的「可噴墨」低黏度組成物或低黏度「油墨」來致能形成界達電位梯度的能力及在拋光墊局部、內部、及各處調節化學含量的能力。低黏度油墨是「預聚物」組成物，並且是在複合襯墊主體302中找到的、已形成的第一拋光特徵304和第二拋光特徵306的「前驅物」。因此，低黏度油墨使得各式各樣無法藉由傳統技術（例如模製和鑄造）獲得的化學物質和分離組成物能夠被遞送，並因此使得將在複合襯墊主體302的不同區域內形成的成分轉變或界達電位梯度能夠受到控制。此舉係藉由添加和混合黏度稀化反應稀釋劑到高黏度官能性寡聚物和界達電位修改劑中來實現，以實現適當的黏度配方，隨後稀釋劑與黏度較高的官能性寡聚物和界達電位修改劑在暴露於固化裝置420遞送的固化能量（例如UV輻

射及/或熱)時共聚合。反應稀釋劑亦可以作為溶劑，因此免除了通常在每個步驟移除的惰性不反應溶劑或稀釋劑的使用。

【0109】參照第4A圖的前驅物遞送部分453和前驅物配製部分454，在一個實施方案中，將第一界達電位修改劑前驅物452、第一前驅物456、及可選的第二前驅物457與稀釋劑458混合以形成第一可列印油墨組成物459，第一可列印油墨組成物459被遞送到列印機406B的貯槽404B，並用於形成襯墊主體202的某些部分。類似地，可以將第二界達電位修改劑前驅物465、第三前驅物466、及可選的第四前驅物467與稀釋劑468混合以形成第二可列印油墨組成物469，第二可列印油墨組成物469被遞送到列印機406A的貯槽404A，並用於形成襯墊主體202的另一部分。在一些實施方案中，第一前驅物456和第三前驅物466各自包含寡聚物，例如多官能性寡聚物，第二前驅物457和第四前驅物467各自包含多官能性單體，稀釋劑458和稀釋劑468各自包含反應稀釋劑(例如單體)及/或起始劑(例如光起始劑)，而且第一界達電位修改劑前驅物452和第二界達電位修改劑前驅物465包含一類與其他單體和寡聚物共聚並修改界達電位的單體/寡聚物。

【0110】第5A至5D圖提供在列印站400內形成的拋光墊的一個或更多個區域各處包括界達電位梯度的拋光墊之像素圖500a-500d的實例。在第5A至5D圖中，白

色像素標記意在示意性圖示分配第一材料的分配液滴之處，而黑色像素標示在用以形成拋光墊的一個或更多個層內沒有分配材料之處。藉由使用這些技術，可以在用以形成完整拋光墊的至少一部分的一個或更多個列印層中形成固化材料或由複數個固化液滴形成的材料中的成分梯度。可以利用拋光墊內的一個或更多個列印層的訂製組成物來調整和訂製拋光墊的整體性質。應當注意的是，拋光特徵的成分可以以任何適當的圖案變化。雖然本文描述的拋光墊被圖示為由兩種材料形成，但並無意以此配置限制本文提供的揭示之範圍，因為包括三種或更多種材料的拋光墊亦在本揭示的範圍內。應當注意的是，可以以與第 5 A 至 5 F 圖的拋光墊類似的方式改變在任何設計的拋光墊（例如第 3 A 至 3 L 圖的拋光墊）中的拋光特徵的成分。

【0111】 第 5 A 圖和第 5 B 圖為顯現拋光墊內的列印層的像素圖的黑白點陣圖影像，該拋光墊包括第一拋光特徵 3 0 4 和一個或更多個第二拋光特徵 3 0 6 的某些部分。在第 5 A 圖和第 5 B 圖中，白色像素標記是分配第一材料的液滴之處，而黑色像素標示沒有分配和固化材料之處。第 5 A 圖是拋光墊 3 0 0 內的層的第一部分之像素圖 5 0 0 a，第 5 B 圖是同一拋光墊的第二部分之像素圖 5 0 0 b。該第一部分可以依據像素圖 5 0 0 a 藉由第一列印頭分配，而該第二部分可以依據像素圖 5 0 0 b 藉由第二列印頭分配。兩個列印頭將像素圖 5 0 0 a、5 0 0 b 疊置在一起而形成含有分離的拋光特徵的一個或更多個層。靠近拋光墊的邊緣區域的拋光

特徵包括比第二材料更多的第一材料。靠近拋光墊的中心區域的拋光特徵包括比第一材料更多的第二材料。在此實例中，每個拋光特徵都具有獨特組合的第一材料和第二材料。因此，藉由使用像素圖，拋光體可以被依序形成，使得拋光體中實現材料組成物中期望的界達電位梯度，以實現期望的拋光墊拋光效能。

【0112】 第5C圖和第5D圖為具有特徵的拋光墊之像素圖500c、500d。在一些實施方案中，第5C圖是拋光墊的第一部分之像素圖500c，而第5D圖是同一拋光墊的第二部分之像素圖500d。依據第5C圖、第5D圖的拋光墊類似於第5A圖、第5B圖的拋光墊，不同之處僅在於拋光體的材料組成物中的梯度橫跨拋光墊從左向右改變。

【0113】 第5E圖為使用積層製造製程形成拋光表面508所形成的、以卷材為基礎的拋光墊500e之示意圖，拋光表面508具有橫跨拋光表面508（例如Y方向）的界達電位梯度。如第5E圖所示，可以將拋光材料配置在第一輥581與第二輥582之間的平臺102上。

【0114】 第5F圖為使用積層製造製程形成拋光基層591所形成的拋光墊500f之示意性側視剖視圖，拋光基層591在Z方向上具有界達電位梯度。拋光基層591的堆疊列印層之界達電位梯度可以在一個方向上從高濃度變化到低濃度，或反之亦然。在一個實例中，使用積層製造製程在Z方向上依序堆疊出堆疊的列印層。在一些情況下，具有拋光墊的一個或更多個區域可以包括更複雜的濃

度梯度，例如在一個或更多個方向（例如 X、Y 和 Z 方向）上的高/低/高或低/高/低濃度梯度。在一些配置中，拋光墊 500f 可以包括拋光特徵區域 594，拋光特徵區域 594 可以包括至少形成第一拋光特徵 304 和第二拋光特徵 306 的分離區域。在一個實例中，拋光特徵區域 594 可以包括一部分含有第 3A 至 3L 圖中圖示的一個或更多個結構的襯墊主體 202。

【0115】 在一個實施方案中，拋光基層 591 在拋光基層 591 內形成的每個層中包括兩種或更多種不同材料的均勻混合物。在一個實例中，該均勻混合物可以在拋光基層 591 內形成的每個層中包括用以形成第一拋光特徵 304 和第二拋光特徵 306 的材料之混合物。在一些配置中，理想的是逐層改變材料的均勻混合物的成分，以在層生長方向（例如第 4B 圖中的 Z 方向）上形成界達電位梯度。詞語均勻混合物意在概括描述已藉由分配和固化在每一層內具有至少兩種不同組成物的列印液滴所形成的、並因此可含有至少兩種不同組成物的小區域的混合區的材料，其中每種組成物都被以液滴噴射列印機 406 的解析度定尺寸。拋光基層 591 與拋光特徵區域 594 之間的界面可以包括在拋光基層 591 的上表面和拋光特徵區域 594 的下表面找到的均勻摻合材料，或包括在拋光特徵區域 594 的第一沉積層中的不同材料組成物直接沉積在拋光基層 591 的表面上不連續轉變。

【0116】 在拋光特徵區域594、或更一般來說上述任意襯墊主體302的一些實施方案中，理想的是在第一拋光特徵304及/或第二拋光特徵306中、在垂直於拋光墊的拋光表面的方向上形成界達電位梯度。在一個實例中，理想的是在靠近拋光墊基部（例如與拋光表面相對）的列印層中具有較高濃度的、用以形成高界達電位區域的材料組成物，並且在靠近拋光墊的拋光表面的列印層中具有較高濃度的、用以形成低界達電位區域的材料組成物。在另一個實例中，理想的是在靠近拋光墊基部的列印層中具有較高濃度的、用以形成低界達電位區域的材料組成物，並且在靠近拋光墊的拋光表面的列印層中具有較高濃度的、用以形成高界達電位區域的材料組成物。

【0117】 在一個實施方案中，理想的是在用以形成第一及/或第二拋光特徵的材料內的材料組成物中、在垂直於拋光墊的拋光表面的方向上形成梯度。在一個實例中，理想的是在靠近拋光墊基部（例如與拋光表面相對）的列印層中具有較高濃度的、用以形成第二拋光特徵306的材料組成物，並且在靠近拋光墊的拋光表面的列印層中具有較高濃度的、用以形成第一拋光特徵304的材料組成物。在另一個實例中，理想的是在靠近拋光墊基部的列印層中具有較高濃度的、用以形成第一拋光特徵304的材料組成物，並且在靠近拋光墊的拋光表面的列印層中具有較高濃度的、用以形成第二拋光特徵306的材料組成物。例如，第一層可以具有1：1的第一列印組成物與第二列印組成

物比，第二層中第一列印組成物與第二列印組成物的比例為 2 : 1，而且第三層中第一列印組成物與第二列印組成物的比例為 3 : 1。亦可以藉由調整列印液滴在沉積層的平面內的位置而在單層的不同部分內形成梯度。

【0118】 第 6 圖為依據本揭示的實施方案包括界達電位梯度（340 → 350）的拋光墊 600 的一部分之示意性側視剖視圖。拋光墊 600 包括第二拋光特徵 602，第二拋光特徵 602 是與 3D 列印拋光墊的第二拋光特徵 306 類似的軟或低儲存模數 E' 材料。類似於第二拋光特徵 306，第二拋光特徵 602 可由一種或更多種彈性聚合物組成物形成，該彈性聚合物組成物可以包括聚氨酯和脂族鏈段。拋光墊 600 包括延伸自第二拋光特徵 602 的複數個表面特徵 606。表面特徵 606 的外表面 608 可由軟或低儲存模數 E' 材料或軟或低儲存模數 E' 材料的組成物形成。

【0119】 在一個實施方案中，表面特徵 606 的外表面 608 可由與第二拋光特徵 602 相同的材料或相同的材料組成物形成。表面特徵 606 還可以包括嵌入其中的硬或高儲存模數 E' 特徵 604。硬或高儲存模數 E' 特徵 604 可以由比表面特徵 606 更硬的材料或材料組成物形成。硬或高儲存模數 E' 特徵 604 可以由類似於拋光墊的硬或高儲存模數 E' 特徵 604 的一種材料或多種材料、包括交聯的聚合物組成物和含有芳香族基團的組成物形成。嵌入的硬或高儲存模數 E' 特徵 604 改變表面特徵 606 的有效硬度，並因此提供用於拋光的期望目標墊硬度。可以利用外表面

608的軟或低儲存模數E'聚合層來減少缺陷並改善被拋光的基板上的平坦化。或者，可以在本揭示的其他拋光墊的表面上列印軟或低儲存模數E'聚合物材料，以提供相同的益處。

【0120】 第7圖為依據本揭示的實施方案具有一個或更多個觀察窗710和形成於其中的界達電位梯度(340→350)的拋光墊700之示意性立體剖視圖。拋光墊700可以具有襯墊主體702。襯墊主體702可以包括一個或更多個第二拋光特徵706和延伸自第二拋光特徵706用於拋光的複數個第一拋光特徵704。第二拋光特徵706和第一拋光特徵704可由與用於拋光墊300的第二拋光特徵306和第一拋光特徵304的材料類似的材料形成。依據本揭示，第一拋光特徵704可被設置成任何適當的圖案。

【0121】 一個或更多個觀察窗710可以由透明材料或組成物形成，以允許觀察被拋光的基板。一個或更多個觀察窗710可以通過及/或圍繞第二拋光特徵706或第一拋光特徵704的某些部分形成。在一些實施方案中，一個或更多個觀察窗710可以由大致上透明的材料形成，並因此能夠透射從CMP光學終點偵測系統中使用的雷射及/或白光源發射的光。光學透明度應當足夠高，以在終點偵測系統的光學偵測器使用的光束的波長範圍間提供至少約25%（例如至少約50%、至少約80%、至少約90%、至少約95%）的光透射。典型的光學終點偵測波長範圍包

括可見光譜（例如約400 nm至約800 nm）、紫外（UV）光譜（例如約300 nm至約400 nm）、及/或紅外光譜（例如約800 nm至約1550 nm）。

【0122】 在一個實施方案中，一個或更多個觀察窗710是由在280-399 nm之間的波長下穿透率>35%和在400-800 nm之間的波長下穿透率>70%的材料形成。在一些實施方案中，一個或更多個觀察窗710是由具有的低折射率與研磨漿的折射率大約相同的材料形成，並具有高的光學透明度以減少來自空氣/窗/水界面的反射，並改善光穿過一個或更多個觀察窗710到達基板及從基板穿過一個或更多個觀察窗710的透射。

【0123】 在一個實施方案中，一個或更多個觀察窗710可以由包括聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）的透明列印材料形成。在另一個實施方案中，該窗是使用含有環氧基團的透明聚合組成物形成，其中該組成物可以使用陽離子固化來固化，並且可以提供附加的透明度和較少的收縮。在類似的實施方案中，該窗可以由經歷陽離子和自由基固化的組成物的混合物形成。在另一個實施方案中，該窗可以藉由另一個製程生產，並且可被以機械方式插入拋光墊中由3D製程形成的預成形孔口或區域中。

【0124】 第8圖為依據本揭示的實施方案包括界達電位梯度和背托層806的拋光墊800之示意性立體剖視圖。背托層806可以是支撐發泡層。拋光墊800包括第二拋光特徵804和從第二拋光特徵804突出的複數個第一

拋光特徵 802。拋光墊 800 可以類似於本文描述的任意拋光墊，不同之處僅在於背托層 806 附著於第二拋光特徵 804。背托層 806 可以對拋光墊 800 提供期望的可壓縮性。背托層 806 亦可被用來改變拋光墊 800 的整體機械效能，以實現期望的硬度及 / 或具有期望的儲存模數 E' 和損耗模數 E'' 。背托層 806 可以具有肖氏 A 級小於 80 的硬度值。

【0125】 在一個實施方案中，背托層 806 可以由開孔或閉孔泡沫（例如聚氨酯或聚矽氧烷（聚矽氧））形成，使得在壓力之下，泡孔塌陷並且背托層 806 壓縮。在另一個實施方案中，背托層 806 可以由天然橡膠、EPDM 橡膠（乙烯丙烯二烯單體）、腈、或新平橡膠（聚氯平）形成。

【0126】 第 9 圖為具有多個區域的拋光墊 900 之示意性剖視圖。拋光墊 900 可以被設計成在拋光過程中在接觸基板中心區域的區域中和接觸基板邊緣區域的區域中具有不同的性質。第 9 圖示意性圖示相對於拋光墊 900 定位基板 110 的承載頭 108。在一個實施方案中，拋光墊 900 可以包括位於背托層 904 上的複合襯墊主體 902。複合襯墊主體 902 可以藉由 3D 列印製造。如第 9 圖所示，可以沿著拋光墊的半徑將拋光墊 900 分成外緣區域 906、中心區域 908 及內緣區域 910。外緣區域 906 和內緣區域 910 在拋光過程中接觸基板 110 的邊緣區域，而中心區域 908 在拋光過程中接觸基板的中心區域。

【0127】 拋光墊900在邊緣區域906、910上從中心區域908沿著表面具有不同的表面性質，例如界達電位，以改善邊緣拋光品質。在一個實施方案中，邊緣區域906、910可以具有與中心區域908不同的界達電位。

【0128】 第10圖為拋光墊900的局部放大剖視圖，圖示外緣區域906和中心區域908的例示性設計。外緣區域906包括基材層1006和複數個表面特徵1002。表面特徵1004可以由比基材層1006更硬的材料形成。中心區域908包括基材層1008和複數個表面特徵1004。表面特徵1002可以由界達電位與基材層1006不同的材料形成。在一個實施例中，中心區域908可以在基材層1008下方包括鎖定層1010。可以將複數個表面特徵1004列印在鎖定層1010上，以改善穩定性。如第10圖所示，中心區域908中的表面特徵1002的尺寸比外緣區域906中的表面特徵1004的尺寸更大。在一個實施例中，外緣區域906中的表面特徵1004的間距可以小於中心區域908中的表面特徵1002的間距。

例示性配方：

【0129】 本文描述的拋光物件可由至少一種預聚物組成物形成。該預聚物組成物可以是可噴墨的預聚物組成物。該可噴墨的預聚物組成物可以包含以下至少一者：

- (1) 一種或更多種寡聚物成分；
- (2) 一種或更多種單體成分；
- (3) 一種或更多種界達電位修改劑成分；
- (4) 光起始劑成分；
- (5) 無機顆粒、有機顆粒或上述兩者；

以及 (6) 附加添加劑。預聚物油墨或組成物可以在被沉積之後使用任意數量的手段進行處理，該手段包括在有或沒有固化劑或化學起始劑之下暴露於或接觸輻射或熱能。例如，可以使用紫外線輻射 (U V)、 γ 射線、X 射線、加速電子、及離子束來引發聚合反應。為了本揭示的目的，固化方法、或使用添加劑來幫助聚合，添加劑例如敏化劑、起始劑及 / 或固化劑，例如通過固化劑或氧抑制劑。

【 0 1 3 0 】 油墨組成物可以包含一種或更多種寡聚物成分。可以使用能夠在最終拋光物件中實現期望效能的任何適當寡聚物成分。一種或更多種寡聚物成分可以包含丙烯酸寡聚物、(甲基) 丙烯酸胺甲酸乙酯寡聚物、聚酯基 (甲基) 丙烯酸酯寡聚物、聚醚基 (甲基) 丙烯酸酯寡聚物、聚矽氧基甲基 (丙烯酸酯)、(甲基) 丙烯酸乙烯酯、或環氧 (甲基) 丙烯酸酯寡聚物中的至少一種。

【 0 1 3 1 】 寡聚物成分可以具有低黏度、低揮發性、高反應性、及低玻璃轉變溫度。寡聚物成分可以是多官能性成分。寡聚物成分的官能度可以是 3 或更小。寡聚物成分的官能度可以是 2 或更小。

【 0 1 3 2 】 適當的丙烯酸寡聚物的實例包括、但不限於來自 Sartomer®、名稱為 CN820、CN152、及 CN146 等的那些。適當的 (甲基) 丙烯酸胺甲酸乙酯的實例包括、但不限於來自 Sartomer®、名稱為 CN929、CN966、CN978、CN981、CN991、CN992、CN994、CN997、CN1963、CN9006、CN9007 等和來自 Cytek®

Surface Specialty、名稱為 Ebecryl 8402、Ebecryl 1290 的那些脂族和芳香族(甲基)丙烯酸胺甲酸乙酯。

【0133】 適當的聚酯或聚醚基(甲基)丙烯酸酯寡聚物的實例包括、但不限於來自 Sartomer® USA, LLC、名稱為 CN292、CN293、CN294E、CN299、CN704、CN2200、CN2203、CN2207、CN2261、CN2261LV、CN2262、CN2264、CN2267、CN2270、CN2271E、CN2273、CN2279、CN2282、CN2283、CN2303、CN3200 等的那些。適當的環氧(甲基)丙烯酸酯寡聚物的實例包括、但不限於來自 Cytek® Surface Specialty、名稱為 Ebecryl 3701、Ebecryl 3708、Ebecryl 3200、Ebecryl 3600 等的那些和來自 Sartomer® 的 CN151。

【0134】 基於油墨組成物的總重量，一種或更多種寡聚物成分可以包含至少 10 重量%、15 重量%、20 重量%、25 重量%、30 重量%、35 重量%、40 重量%、45 重量%、50 重量%、或 55 重量%。基於油墨組成物的總重量，一種或更多種寡聚物成分可以包含多達 15 重量%、20 重量%、25 重量%、30 重量%、35 重量%、40 重量%、45 重量%、50 重量%、55 重量%、或 60 重量%。基於油墨組成物的總重量，油墨組成物中寡聚物成分的量可以從約 10 重量% 至約 60 重量%（例如從約 20 重量% 至約 50 重量%；從約 40 重量% 至約 50 重量%；或從約 10 重量% 至約 30 重量%）。

【0135】 油墨組成物可以進一步包含一種或更多種單體成分。單體成分通常對油墨配方中的寡聚物成分提供良好的溶解力，此舉將油墨稀釋至低黏度。單體成分亦可以具有低玻璃轉變溫度，此舉有助於油墨固化後的撓性。單體成分可以是多官能性成分。單體成分的官能度可以是3或更小。單體成分的官能度可以是2或更小。

【0136】 在一個實施方案中，單體成分包含單官能性和雙官能性單體兩者。

【0137】 適當的單官能性單體的實例包括、但不限於丙烯酸四氫糠酯（例如來自 Sartomer® 的 SR285）、甲基丙烯酸四氫糠酯、乙烯基己內醯胺、丙烯酸異苧酯、甲基丙烯酸異苧酯、丙烯酸2-苯氧基乙酯、甲基丙烯酸2-苯氧基乙酯、丙烯酸2-(2-乙氧基乙氧基)乙酯、丙烯酸異辛酯、丙烯酸異癸酯、甲基丙烯酸異癸酯、丙烯酸月桂酯、甲基丙烯酸月桂酯、丙烯酸硬脂酯、甲基丙烯酸硬脂酯、環狀三羥甲基丙烷縮甲醛丙烯酸酯、丙烯酸2-[[[(丁基胺基)羰基]氧基]乙酯（例如來自 RAHN USA 公司的 Genomer 1122）、3,3,5-三甲基環己烷丙烯酸酯、及單官能性甲氧基化 PEG（350）丙烯酸酯等。

【0138】 適當的雙官能性單體的實例包括、但不限於二醇和聚醚二醇的二丙烯酸酯或二甲基丙烯酸酯，例如丙氧基化新戊二醇二丙烯酸酯、1,6-己二醇二丙烯酸酯、1,6-己二醇二甲基丙烯酸酯、1,3-丁二醇二丙烯酸酯、1,3-丁二醇二甲基丙烯酸酯、1,4-丁二醇二丙烯酸酯、1,4-

丁二醇二甲基丙烯酸酯、烷氧基化脂族二丙烯酸酯（例如來自 Sartomer® 的 SR9209A）、二甘醇二丙烯酸酯、二甘醇二甲基丙烯酸酯、二丙二醇二丙烯酸酯、三丙二醇二丙烯酸酯、三甘醇二甲基丙烯酸酯、及烷氧基化己二醇二丙烯酸酯，例如來自 Sartomer® 的 SR562、SR563、SR564。

【0139】 基於油墨組成物的總重量，一種或更多種單體成分可以包含至少 10 重量%、15 重量%、20 重量%、25 重量%、30 重量%、35 重量%、40 重量%、45 重量%、50 重量%、或 55 重量%。基於油墨組成物的總重量，一種或更多種單體成分可以包含多達 15 重量%、20 重量%、25 重量%、30 重量%、35 重量%、40 重量%、45 重量%、50 重量%、55 重量%、或 60 重量%。相對於油墨組成物的總重量，油墨組成物中單體成分的量可以從約 10 重量% 至約 60 重量%（例如從約 30 重量% 至約 60 重量%；從約 20 重量% 至約 50 重量%；從約 40 重量% 至約 50 重量%；或從約 10 重量% 至約 30 重量%）。

【0140】 油墨組成物還包含一種或更多種界達電位修改劑成分。界達電位修改劑成分包含一種或更多種具有離子電荷（陽離子、陰離子或非離子）的寡聚物、單體或上述兩者，該離子電荷能夠修改拋光物件表面的界達電位。可以使用提供目標表面期望電荷的任何適當界達電位修改劑。

【0141】 可用於油墨組成物的陽離子單體包括、但不限於以下：二烯丙基二甲基銨鹵化物例如二烯丙基二甲基銨氯化物（DADMAC）、甲基丙烯醯氧基乙基三甲基銨鹵化物例如甲基丙烯醯氧基乙基三甲基銨氯化物（MADQUAT）、及類似物。此外，陽離子和非離子單體（例如丙烯酸烷基酯、甲基丙烯酸烷基酯、丙烯醯胺、苯乙烯、及類似物）的共聚物，例如聚（丙烯醯胺-共-二烯丙基二甲基銨）氯化物亦可用於油墨組成物中。這種陽離子聚合物的一些其他非限制性實例包括聚乙炔亞胺、乙氧基化聚乙炔亞胺、聚（二烯丙基二甲基銨）鹵化物、聚（胺基胺）、聚（甲基丙烯醯氧基乙基二甲基銨）氯化物、聚乙炔吡咯啉酮、聚乙炔咪唑、聚（乙炔基吡啶）、及聚乙炔胺。本文中使用的術語「陽離子單體」是指具有正電荷的單體。術語「陽離子單體」還包括從酸鹼度1至酸鹼度12變成陽離子的單體。

【0142】 可用於油墨組成物的陰離子單體包括例如以下均聚物的陰離子單體，例如聚丙烯酸（「PAA」）、聚甲基丙烯酸（「PMAA」）、聚馬來酸（「PMA」）、聚（2-丙烯醯胺基-2-甲基-1-丙磺酸（polyAMPS）[®]）、及類似物，以及陰離子和非離子單體的共聚物，例如聚（丙烯酸-共-甲基丙烯酸）、聚（丙烯酸-共-2-丙烯醯胺基-2-甲基-丙磺酸）、及類似物。陰離子單體可被以酸性形式或作為鹽（例如鈉鹽）使用。陰離子聚合物的實際離子特

性（即完全離子化或部分離子化）將取決於CMP組成物的酸鹼度，如所屬技術領域中眾所周知的。

【0143】 可用於油墨組成物的非離子單體包括例如以下均聚物的單體：聚丙烯醯胺（「PAM」）均聚物，以及丙烯醯胺與一種或更多種其他非離子單體的共聚物，例如甲基丙烯醯胺、N-乙基吡咯啉酮（「NVP」）、及類似物。

【0144】 在一個實施方案中，界達電位修改劑是丙烯酸酯基單體或寡聚物。丙烯酸酯基單體或寡聚物可以具有一種以下的官能基：胺基、銨、羥基、乙基、甲基、丁基、矽氧烷、或上述官能基之組合。丙烯酸酯基單體或寡聚物可以是一級、二級、三級、或四級分支的。丙烯酸酯基單體或寡聚物可以是單官能性或多官能性的（例如雙官能性、三官能性等）。

【0145】 （甲基）丙烯酸酯單體及/或寡聚物的實例包括單官能性單體，例如丙烯酸異戊酯、丙烯酸硬脂酯、丙烯酸月桂酯、丙烯酸辛酯、丙烯酸癸酯、丙烯酸異肉荳蔻酯、丙烯酸異硬脂酯、丙烯酸2-乙基己基-二甘醇酯、丙烯酸2-羥基丁基酯、2-丙烯醯氧基乙基六氫酞酸酯、丙烯酸2-丁氧基乙酯、乙氧基二乙二醇丙烯酸酯、甲氧基二乙二醇丙烯酸酯、甲氧基聚乙二醇丙烯酸酯、甲氧基丙二醇丙烯酸酯、丙烯酸苯氧基乙酯、丙烯酸四氫糠酯、丙烯酸異茨酯、丙烯酸2-羥乙酯、丙烯酸2-羥丙酯、丙烯酸2-羥基-3-苯氧基丙酯、琥珀酸2-丙烯醯氧基乙酯、2-丙烯

醯氧基乙基酞酸酯、2-丙烯醯氧基乙基-2-羥乙基-酞酸酯、內酯改質的撓性丙烯酸酯、及丙烯酸叔丁基環己酯；雙官能性單體，例如三乙二醇二丙烯酸酯、四乙二醇二丙烯酸酯、聚乙二醇二丙烯酸酯、三丙二醇二丙烯酸酯、聚丙二醇二丙烯酸酯、1,4-丁二醇二丙烯酸酯、1,6-己二醇二丙烯酸酯、1,9-壬二醇二丙烯酸酯、新戊二醇二丙烯酸酯、二羥甲基-三環癸烷二丙烯酸酯、雙酚A的PO加成物的二丙烯酸酯、羥基三甲基乙酸新戊二醇二丙烯酸酯、及聚四甲二醇二丙烯酸酯；三官能性或更高官能性單體，例如三羥甲基丙烷三丙烯酸酯（「TMP TA」）、新戊四醇三丙烯酸酯、新戊四醇四丙烯酸酯、二新戊四醇六丙烯酸酯、二(三羥甲基丙烷)四丙烯酸酯、甘油丙氧基三丙烯酸酯、己內酯改質的三羥甲基丙烷三丙烯酸酯、新戊四醇乙氧基四丙烯酸酯、及己內醯胺改質的二新戊四醇六丙烯酸酯；以及上述之寡聚物。

【0146】(甲基)丙烯酸酯單體及/或寡聚物的其他實例包括甲基丙烯酸2-(二甲基胺基)乙酯、[2-(甲基丙烯醯氧基)乙基]三甲基銨甲基硫酸鹽(「METAMS」)、[2-(丙烯醯氧基)三甲基銨氯化物(「AETAC」)、[2-(甲基丙烯醯氧基)乙基]三甲基銨硫酸鹽、[2-(甲基丙烯醯氧基)乙基]三甲基銨氯化物(「METAC」)、N-丙烯醯胺基丙基-N,N,N-三甲基銨氯化物(「APTMAC」)、甲基丙烯醯胺基丙基三甲基銨氯化物(「MPTMAC」)、甲基丙烯酸二甲酯、二烯丙基二甲銨氯化物

(「DADMAC」)、季銨化的N-乙炔基吡啶、季銨化的2-乙炔基吡啶、季銨化的4-乙炔基吡啶、或上述之組合。

【0147】 基於油墨組成物的總重量，油墨組成物中的界達電位修改劑成分可以包含至少0.1重量%、1重量%、2重量%、5重量%、10重量%、15重量%、或17重量%。基於油墨組成物的總重量，界達電位修改劑成分可以包含多達1重量%、2重量%、5重量%、10重量%、15重量%、17重量%、或20重量%。相對於油墨組成物的總重量，油墨組成物中界達電位修改劑成分的量可以從約0.1重量%至約20重量%（例如從約1重量%至約5重量%；從約5重量%至約10重量%；從約10重量%至約15重量%；或從約15重量%至約20重量%）。

【0148】 油墨組成物還可以包含一種或更多種光起始劑成分。在輻射固化製程中，光起始劑成分回應於入射輻射而引發固化。油墨組成物中光起始劑成分的類型的選擇通常取決於油墨組成物的固化中採用的固化輻射的波長。典型上，所選擇的光起始劑的峰值吸收波長會隨著固化輻射的波長範圍而變化，以有效利用輻射能，特別是使用紫外光作為輻射時。

【0149】 適當的光起始劑的實例包括、但不限於1-羥基環己基苯基酮、4-異丙基苯基-2-羥基-2-甲基丙-1-酮、1-[4-(2-羥基乙氧基)-苯基]-2-羥基-2-甲基-1-丙-1-酮、2,2-二甲基-2-羥基-苯乙酮、2,2-二甲氧基

-2-苯基苯乙酮、2-羥基-2-甲基苯丙酮、二苯基(2,4,6-三甲基苯甲醯基)膦氧化物、雙(2,6-二甲氧基-苯甲醯基)-2,4,6-三甲基苯基膦氧化物、2-甲基-1-[4-(甲硫基)苯基]-2-嗎啉-丙-1-酮、3,6-雙(2-甲基-2-嗎啉丙醯基)-9-正辛基吡啶、2-苄基-2-(二甲基胺基)-1-[4-(4-嗎啉基)苯基]1-丁酮、二苯甲酮、2,4,6-三甲基二苯甲酮、及異丙基噻噸酮。可市購的光起始劑的適當摻合物包括、但不限於來自Ciba® Specialty Chemicals、名稱為Darocur 4265、Irgacure 1173、Irgacure 2022、Irgacure 2100的那些；以及來自Lamberti®的Esacure KT37、Esacure KT55、Esacure KTO046)。

【0150】基於油墨組成物的總重量，油墨組成物中的光起始劑成分可以包含至少0.1重量%、1重量%、2重量%、5重量%、10重量%、15重量%、或17重量%。基於油墨組成物的總重量，光起始劑成分可以包含多達1重量%、2重量%、5重量%、10重量%、15重量%、17重量%、或20重量%。相對於油墨組成物的總重量，油墨組成物中光起始劑成分的量可以從約0.1重量%至約20重量%（例如從約1重量%至約5重量%；從約5重量%至約10重量%；從約10重量%至約15重量%；或從約15重量%至約20重量%）。

【0151】油墨組成物可以進一步包含無機顆粒、有機顆粒或上述兩者。因為3D列印製程涉及逐層連續沉積每層

的至少一種組成物，所以在墊層上或墊層內另外沉積無機或有機顆粒以獲得一定的墊特性及/或執行某些功能亦可以是理想的。無機或有機顆粒可以具有範圍在50奈米（nm）至100微米（ μm ）中的尺寸，而且可以在被液滴噴射列印機406分配之前被添加到前驅物材料中、或被以介於1和50重量百分比（重量%）之間的比例添加到未固化的列印層中。無機或有機顆粒可以在拋光墊形成製程期間被添加，以改善極限拉伸強度、改善屈服強度、改善儲存模數在一個溫度範圍間的穩定性、改善熱傳、調整表面界達電位、以及調整表面的表面能。

【0152】 顆粒的類型、化學成分、或尺寸、以及添加的顆粒可以依據應用或要實現的期望效果而變化。在一些實施方案中，顆粒可以包括介金屬、陶瓷、金屬、聚合物及/或金屬氧化物，例如氧化鈾、氧化鋁、二氧化矽、氧化鋇、氮化物、碳化物、或上述之組合。在一個實例中，位於墊上或墊內的無機或有機顆粒可以包括高效能聚合物的顆粒，例如PEEK、PEK、PPS、及其他類似的材料，以改善拋光墊的導熱性及/或其他機械效能。

【0153】 基於油墨組成物的總重量，油墨組成物中的顆粒成分可以包含至少0.1重量%、1重量%、2重量%、5重量%、10重量%、15重量%、或17重量%。基於油墨組成物的總重量，顆粒成分可以包含多達1重量%、2重量%、5重量%、10重量%、15重量%、17重量%、或20重量%。相對於油墨組成物的總重量，油墨組成物中

顆粒成分的量可以從約 0.1 重量% 至約 20 重量% (例如從約 1 重量% 至約 5 重量% ; 從約 5 重量% 至約 10 重量% ; 從約 10 重量% 至約 15 重量% ; 或從約 15 重量% 至約 20 重量%) 。

【0154】 油墨組成物可以進一步包含一種或更多種積層成分。積層添加劑包括、但不限於穩定劑、界面活性劑、調平添加劑、及著色劑。

實例：

【0155】 提供以下非限制性實例來進一步說明本文描述的實施方案。然而，這些實例並無意為全包括的，而且無意限制本文描述的實施方案之範圍。不應將這些實例中陳述的具體材料及用量、以及其他條件和細節用來限制本文描述的實施方案。

【0156】 如上所述，在一些實施方案中，用以形成兩個或兩個以上拋光特徵 (例如第一和第二拋光特徵 304 和 306) 中的至少一個拋光特徵的一種或更多種材料是藉由依序沉積和後沉積處理至少一種可固化預聚物組成物來形成。一般來說，在積層製造系統 450 的前驅物遞送部分 453 中進行的前驅物配製製程期間混合的可固化樹脂前驅物組成物將包括預聚物組成物的配方，該預聚物組成物含有官能性寡聚物、反應稀釋劑及固化成分，例如起始劑。將這些成分中的一些成分的實例列於下表 1 中。

【0157】 官能性寡聚物的實例可以在下表 1 中的項目 O1 - O2 中找到。官能性反應稀釋劑和其他添加劑的實例

可以在表 1 中的項目 M1 中找到。DMA 和 AMEC 都可向 Sigma-Aldrich 取得。固化成分的實例可在表 1 中的項目 P1 中找到，而且可向 Ciba 特用化學品公司和 RAHN USA 公司取得。

參照名稱	材料資訊	官能度	Tg (°C)	黏度 (mPa·s)	MW (Da)
O1	脂族聚酯二丙烯酸胺甲酸乙酯	2			
O2	丙烯酸四氫糠酯	1	-28	6	156
M1	丙烯酸 2-[[(丁基胺基) 羰基] 氧基] 乙酯			<100	215
DMMA	甲基丙烯酸二甲基胺基乙酯		18	1.34	143
AMEC	[2-(丙烯醯氧基) 乙基] 三甲基銨氯化物				193
P1	2-羥基-2-甲基-1-苯基-丙-1-酮		N/A	N/A	164

表 1

【0158】 將配方的實例列於表 2 中。

配方編號	材料成分 (參見表 1 的參照名稱)	配方成分 (重量%)
1	O1 : O2 : M1 : AMEC : P1	41 : 33 : 22 : 1.9 : 1.9
2	O1 : O2 : M1 : AMEC : P1	39.7 : 32 : 21.5 : 4.7 : 1.9
3	O1 : DMMA : P1	49 : 49 : 2
4	O1 : O2 : M1 : P1	42 : 34 : 23 : 2

表 2

【0159】 第11圖為描繪來自表2中描述的配方的拋光物件的量測界達電位相對於酸鹼度的圖1100。使用可向Anton Parr取得的SurPASS™電動分析儀依據流動電位技術量測拋光物件的拋光表面的界達電位，其中使用1mM的KCl溶液。目前的聚氨酯墊具有負界達電位。如第11圖所描繪的，添加界達電位修改劑將拋光物件的極性從負改變為正，展現調節界達電位的能力。

【0160】 雖然前述內容是針對本揭示的實施方案，但在不脫離本揭示的基本範圍下仍可設計出本揭示的其他和進一步的實施方案，而且本揭示的範圍是由以下的申請專利範圍決定。

【符號說明】

【0161】

100：拋光站

102：平臺

103：上表面

104：中心軸

106：拋光墊

108：承載頭

109：承載環

110：基板

111：撓性隔板

112：拋光表面

114：中心軸

- 1 1 6 : 研 磨 流 體
- 1 1 8 : 遞 送 臂
- 1 2 0 : 襯 墊 調 節 組 件
- 1 2 2 : 調 節 臂
- 1 2 4 : 致 動 器
- 1 2 6 : 致 動 器
- 1 2 8 : 襯 墊 調 節 盤
- 1 3 0 : 拋 光 界 面
- 2 0 0 : 拋 光 墊
- 2 0 2 : 襯 墊 主 體
- 2 0 4 : 第 一 拋 光 表 面
- 2 0 6 : 第 二 平 坦 表 面
- 2 0 8 : 下 部
- 2 1 0 : 槽
- 2 1 2 : 特 徵
- 2 1 4 : 壁
- 2 1 6 : 基 部
- 2 2 0 : 高 度
- 2 2 2 : 上 表 面
- 2 2 4 : 表 面
- 2 2 6 : 表 面
- 2 3 0 : 材 料 層
- 3 0 0 : 拋 光 墊
- 3 0 2 : 複 合 襯 墊 主 體

- 3 0 4 : 第一拋光特徵
- 3 0 5 : 第一拋光表面
- 3 0 6 : 第二拋光特徵
- 3 0 7 : 第二平坦表面
- 3 0 8 : 下部
- 3 1 0 : 槽
- 3 1 4 : 壁
- 3 1 6 : 基部
- 3 2 2 : 上表面
- 3 2 6 : 表面
- 3 6 0 : 垂直脊
- 3 7 0 : 垂直凹部
- 3 7 2 : 上表面
- 3 7 4 : 側壁
- 3 7 6 : 水平脊
- 3 7 7 : 水平凹部
- 4 0 0 : 列印站
- 4 0 2 : 支撐件
- 4 0 4 : 貯槽
- 4 0 5 : 電子控制器
- 4 0 6 : 列印機
- 4 0 8 : 列印頭
- 4 0 9 : 噴嘴
- 4 1 0 : 噴嘴

- 4 1 1 : 噴 嘴
- 4 1 2 : 噴 嘴
- 4 2 0 : 固 化 裝 置
- 4 2 1 : 紫 外 線 輻 射
- 4 4 3 : 分 配 液 滴
- 4 4 3 A : 液 滴 尺 寸
- 4 4 6 : 第 一 層
- 4 4 6 A : 表 面
- 4 4 7 : 分 配 液 滴
- 4 4 8 : 第 二 層
- 4 4 8 A : 經 處 理 部 分
- 4 4 8 B : 未 處 理 部 分
- 4 4 9 A : 固 化 區
- 4 5 0 : 積 層 製 造 系 統
- 4 5 2 : 第 一 界 達 電 位 修 改 劑 前 軀 物
- 4 5 3 : 前 軀 物 遞 送 部 分
- 4 5 4 : 前 軀 物 配 製 部 分
- 4 5 5 : 沈 積 部 分
- 4 5 6 : 第 一 前 軀 物
- 4 5 7 : 第 二 前 軀 物
- 4 5 8 : 稀 釋 劑
- 4 5 9 : 第 一 可 列 印 油 墨 組 成 物
- 4 6 5 : 第 二 界 達 電 位 修 改 劑 前 軀 物
- 4 6 6 : 第 三 前 軀 物

- 467: 第四前軀物
- 468: 稀釋劑
- 469: 第二可列印油墨組成物
- 500a: 像素圖
- 500b: 像素圖
- 500c: 像素圖
- 500d: 像素圖
- 500e: 拋光墊
- 500f: 拋光墊
- 508: 拋光表面
- 581: 第一輥
- 582: 第二輥
- 591: 拋光基層
- 594: 拋光特徵區域
- 600: 拋光墊
- 602: 第二拋光特徵
- 604: 硬或高儲存模數 E' 特徵
- 606: 表面特徵
- 608: 外表面
- 700: 拋光墊
- 702: 襯墊主體
- 704: 第一拋光特徵
- 706: 第二拋光特徵
- 710: 觀察窗

800:拋光墊

802:第一拋光特徵

804:第二拋光特徵

806:背托層

900:拋光墊

902:複合襯墊主體

904:背托層

906:外緣區域

908:中心區域

910:內緣區域

1002:表面特徵

1004:表面特徵

1006:基材層

1008:基材層

1010:鎖定層

1100:圖

【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】 一種拋光物件，包含：

一複合拋光墊主體，具有：

一第一溝槽表面，包含：

複數個拋光墊特徵，由一第一聚合物材料形成且具有一第一界達電位；及

一個或更多個基部特徵，由一第二聚合物材料形成且具有一第二界達電位，以及；

一第二平坦表面，與該第一溝槽表面相對，其中該第一界達電位與該第二界達電位不同。

【請求項 2】 如請求項 1 所述之拋光物件，其中使用一中性溶液量測的該第一界達電位等於或高於 -70 mV 且小於 0 mV ，使用一中性溶液量測的該第二界達電位等於或高於 0 mV 且小於 50 mV 。

【請求項 3】 如請求項 1 所述之拋光物件，其中使用一中性溶液量測的該第一界達電位等於或高於 0 mV 且小於 50 mV ，使用一中性溶液量測的該第二界達電位等於或高於 -70 mV 且小於 0 mV 。

【請求項 4】 如請求項 1 所述之拋光物件，其中該複合拋光墊主體進一步包含一第三聚合物材料，該第三聚合物材料具有一第三界達電位，其中該第三界達電位不同於該第一界達電位及該第二界達電位。

【請求項5】 如請求項1所述之拋光物件，其中該第一聚合物材料由一第一組成物形成，該第一組成物包含一第一界達電位修改劑，該第一界達電位修改劑選自陽離子單體、陰離子單體、非離子單體或上述之組合。

【請求項6】 如請求項5所述之拋光物件，其中該第二聚合物材料由一第二組成物形成，該第二組成物包含一第二界達電位修改劑，該第二界達電位修改劑選自陽離子單體、陰離子單體、非離子單體或上述之組合。

【請求項7】 如請求項1所述之拋光物件，進一步包含研磨劑顆粒。

【請求項8】 如請求項1所述之拋光物件，其中該複數個拋光墊特徵是以一螺旋形圖案設置的分段拋光特徵。

【請求項9】 一種拋光物件，包含：

一拋光墊主體，具有：

一拋光表面，包含：

一個或更多個第一拋光特徵，其具有一上表面及界定複數個槽的一側壁，其中該上表面包含一第一聚合物材料，該第一聚合物材料具有一第一界達電位；及

一個或更多個第二拋光特徵，其界定該複數個槽的一底表面，其中該底表面包含一第二聚合物材料，

該第二聚合物材料具有一第二界達電位，該第二界達電位不同於該第一界達電位。

【請求項 10】如請求項 9 所述之拋光物件，其中該側壁包含該第一聚合物材料。

【請求項 11】如請求項 9 所述之拋光物件，其中使用一中性溶液量測的該第一界達電位等於或高於 -70 mV 且小於 0 mV ，使用一中性溶液量測的該第二界達電位等於或高於 0 mV 且小於 50 mV 。

【請求項 12】如請求項 9 所述之拋光物件，其中使用一中性溶液量測的該第一界達電位等於或高於 0 mV 且小於 50 mV ，使用一中性溶液量測的該第二界達電位等於或高於 -70 mV 且小於 0 mV 。

【請求項 13】如請求項 9 所述之拋光物件，其中該拋光墊主體進一步包含一第三聚合物材料，該第三聚合物材料具有一第三界達電位，其中該第三界達電位不同於該第一界達電位及該第二界達電位。

【請求項 14】如請求項 9 所述之拋光物件，其中該側壁包含一第三聚合物材料，該第三聚合物材料具有一第三界達電位，其中該第三界達電位不同於該第一界達電位及該第二界達電位。

【請求項 15】如請求項 9 所述之拋光物件，其中該第一聚合物材料由一第一組成物形成，該第一組成物包含

一第一界達電位修改劑，該第一界達電位修改劑選自陽離子單體、陰離子單體、非離子單體或上述之組合。

【請求項 16】如請求項 15 所述之拋光物件，其中該第二聚合物材料由一第二組成物形成，該第二組成物包含一第二界達電位修改劑，該第二界達電位修改劑選自陽離子單體、陰離子單體、非離子單體或上述之組合。

【請求項 17】如請求項 9 所述之拋光物件，進一步包含研磨劑顆粒。

【請求項 18】如請求項 9 所述之拋光物件，其中該複數個槽是以一螺旋形圖案設置的分段拋光槽。

【請求項 19】一種形成一拋光物件的方法，包含以下步驟：

使用一 3D 列印機沉積複數個複合層以達到一目標厚度，其中沉積該複數個複合層的步驟包含以下步驟：

沉積一第一材料，該第一材料具有一暴露的第一區域，該暴露的第一區域具有一第一界達電位；及

沉積一第二材料，該第二材料具有一暴露的第二區域，該暴露的第二區域具有一第二界達電位；以及

固化該複數個複合層以形成一複合墊主體，該複合墊主體具有包含該第一材料的一個或更多個第一特徵

及包含該第二材料的一個或更多個第二特徵，其中該一個或更多個第一特徵及該一個或更多個第二特徵形成一單一主體。

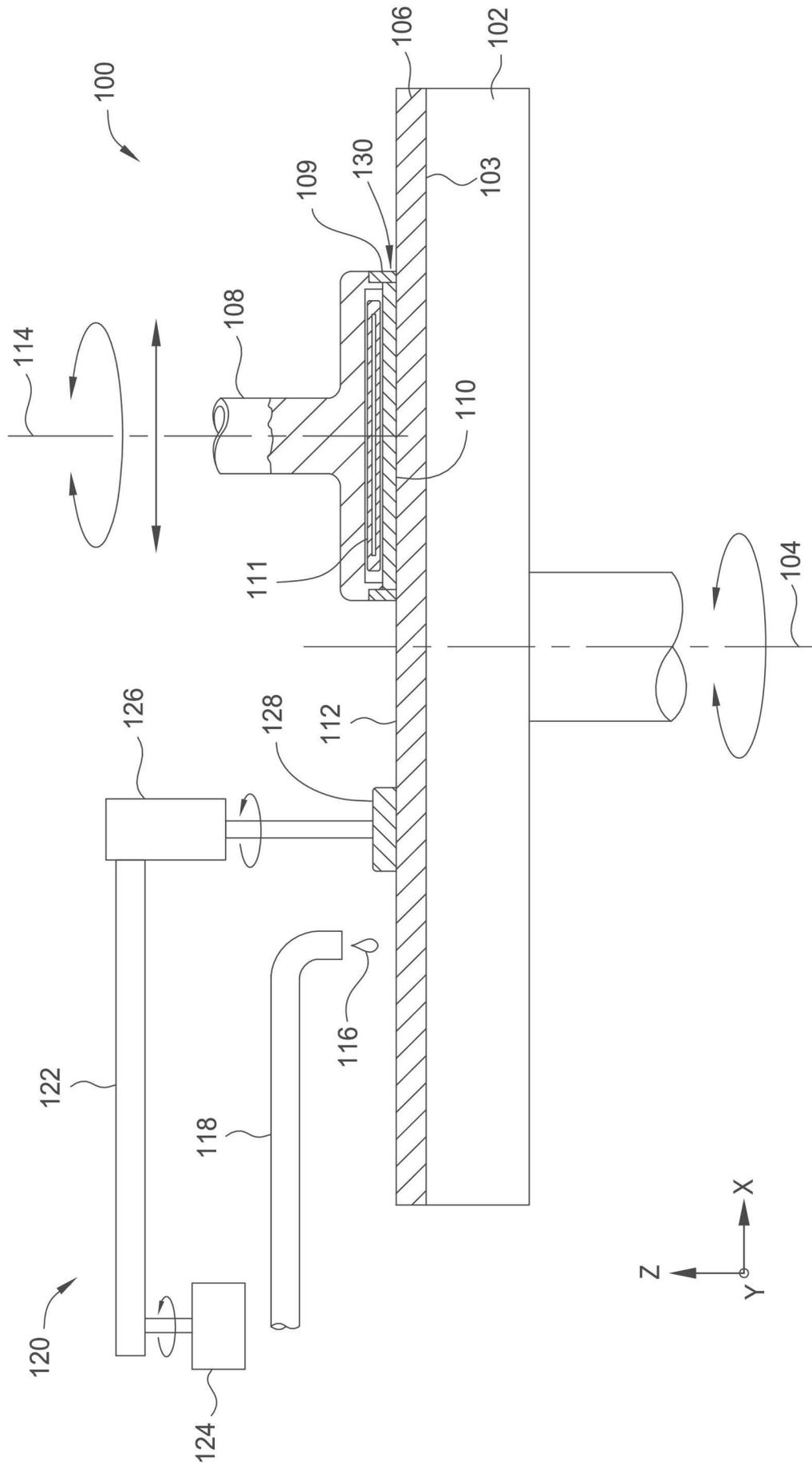
【請求項 20】如請求項 19 所述之方法，其中該第一材料包含藉由沉積一第三材料及一第四材料的液滴所形成的一第一材料組成物。

【請求項 21】如請求項 19 所述之方法，其中該第二材料包含藉由沉積一第五材料及一第六材料的液滴所形成的一第二材料組成物。

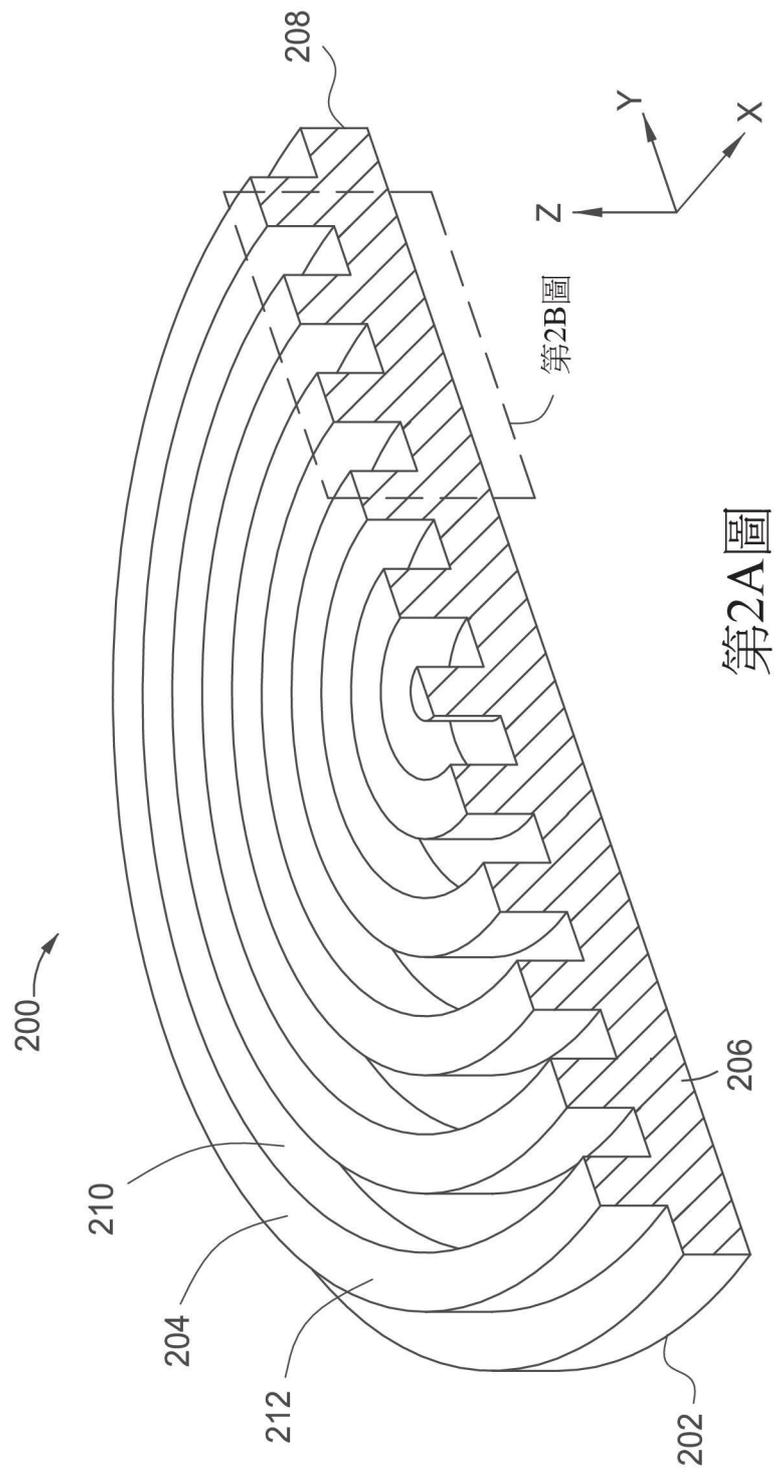
【請求項 22】如請求項 19 所述之方法，其中該第一材料形成一個或更多個不連續的拋光特徵，該第二材料形成一個或更多個基部特徵，其中該一個或更多個基部特徵共同圍繞該複數個拋光特徵以形成一單一主體。

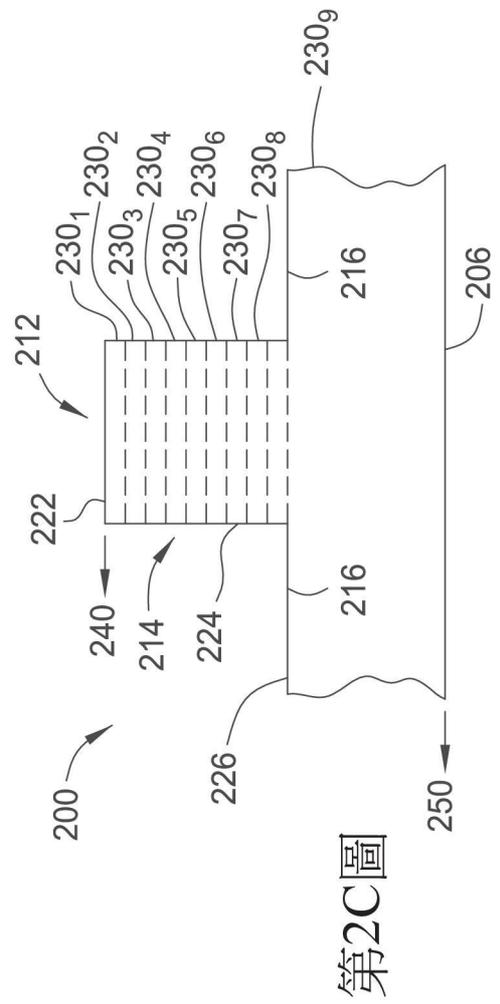
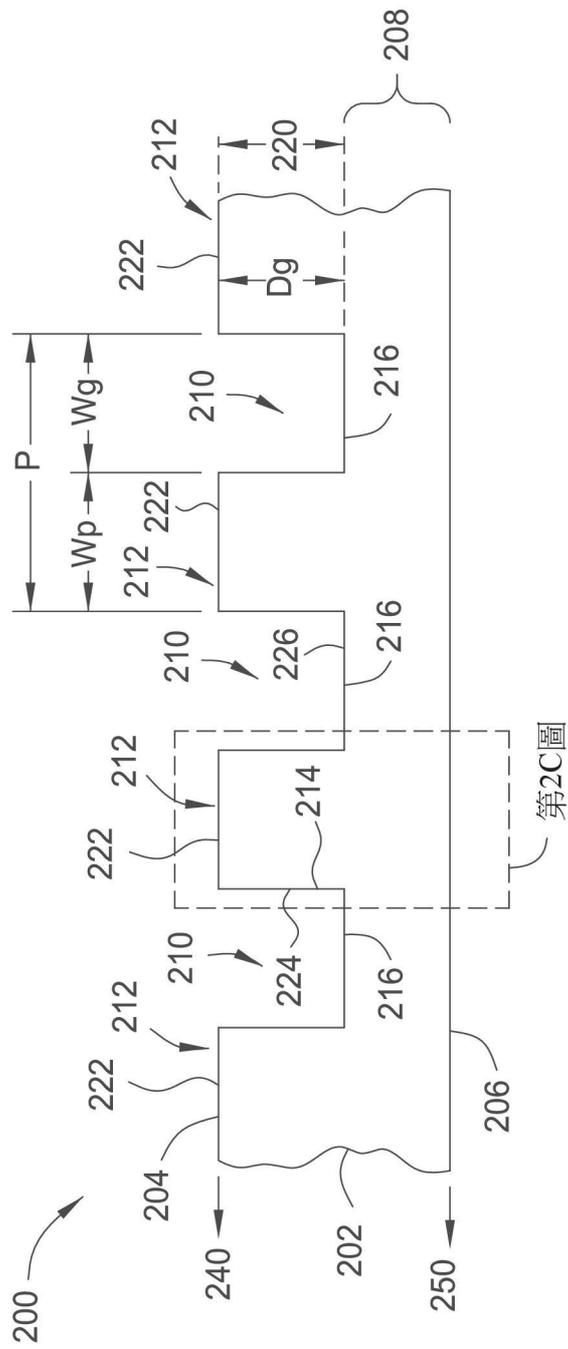
【請求項 23】如請求項 19 所述之方法，其中該一個或更多個第一特徵是以一螺旋形圖案設置的分段拋光槽。

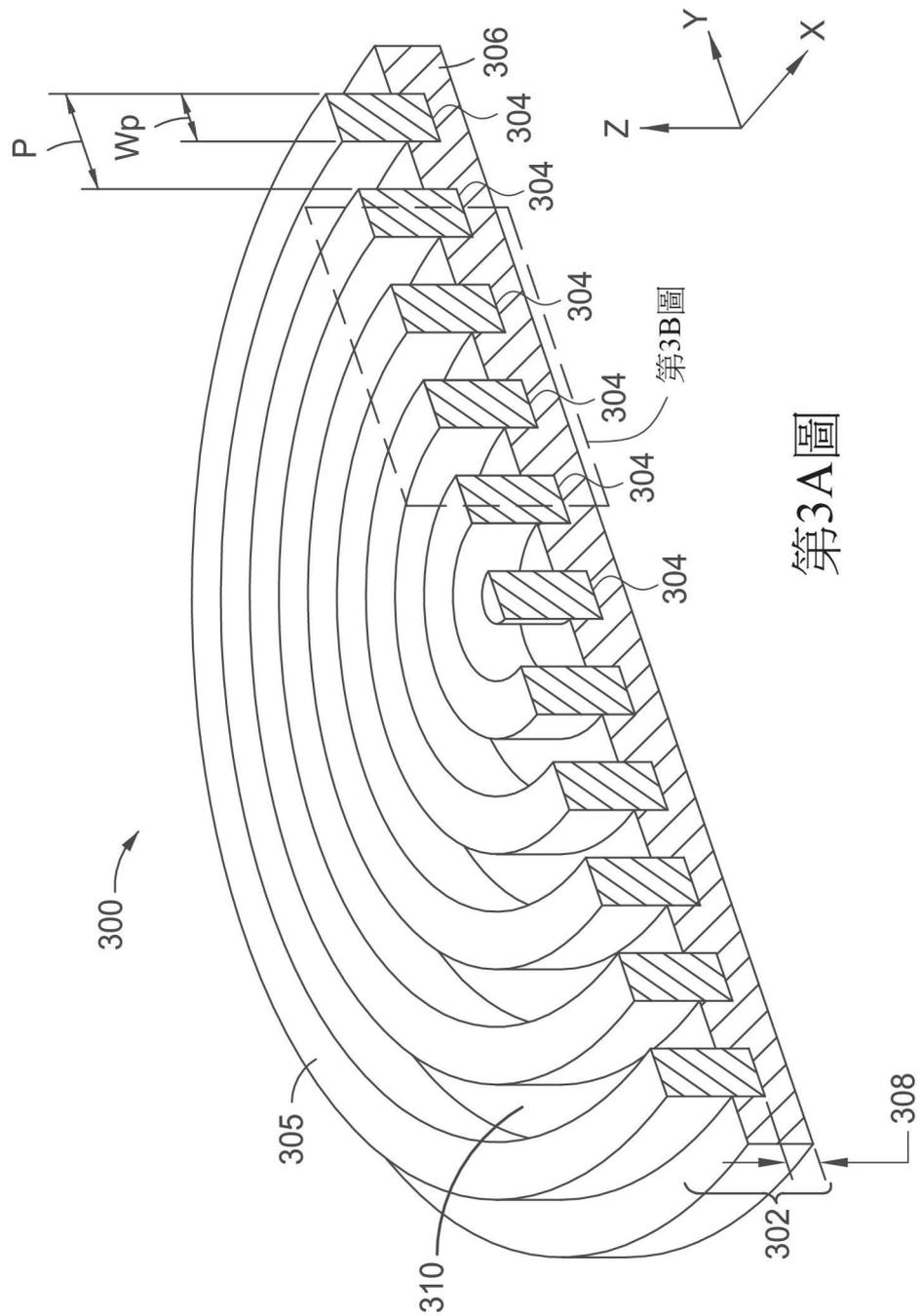
【發明圖式】

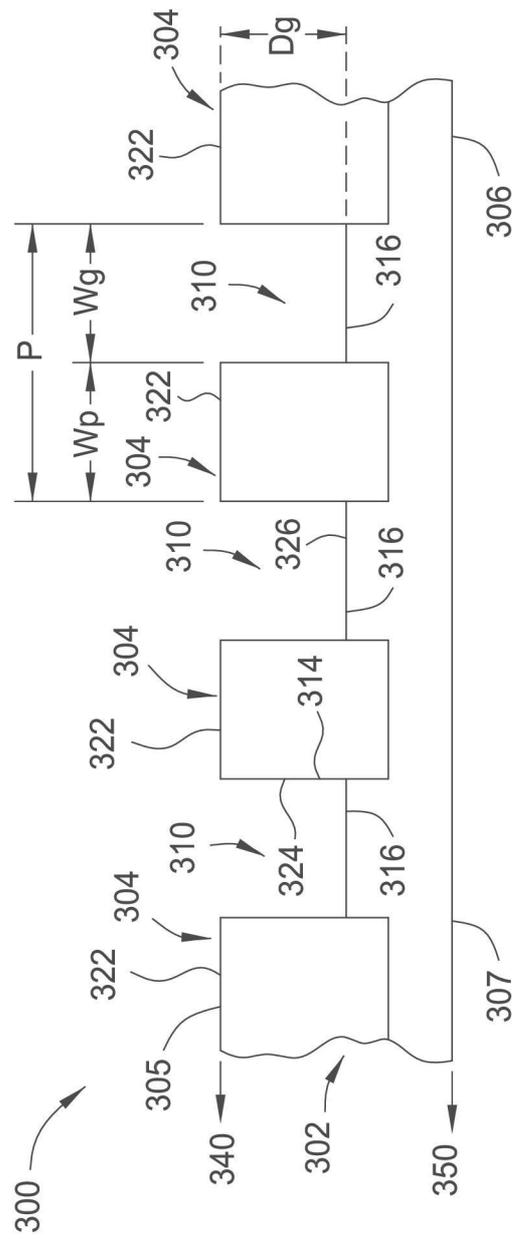


第1圖

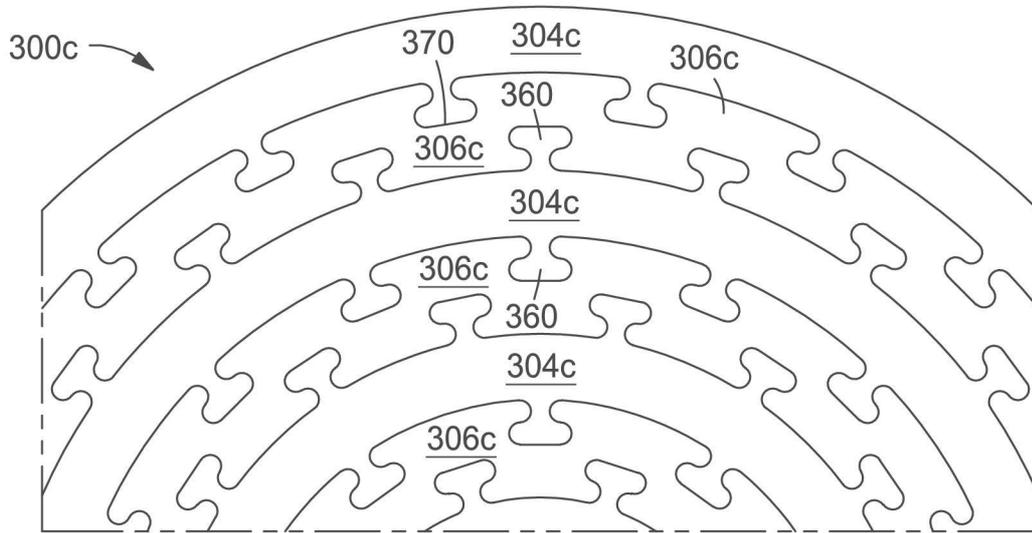




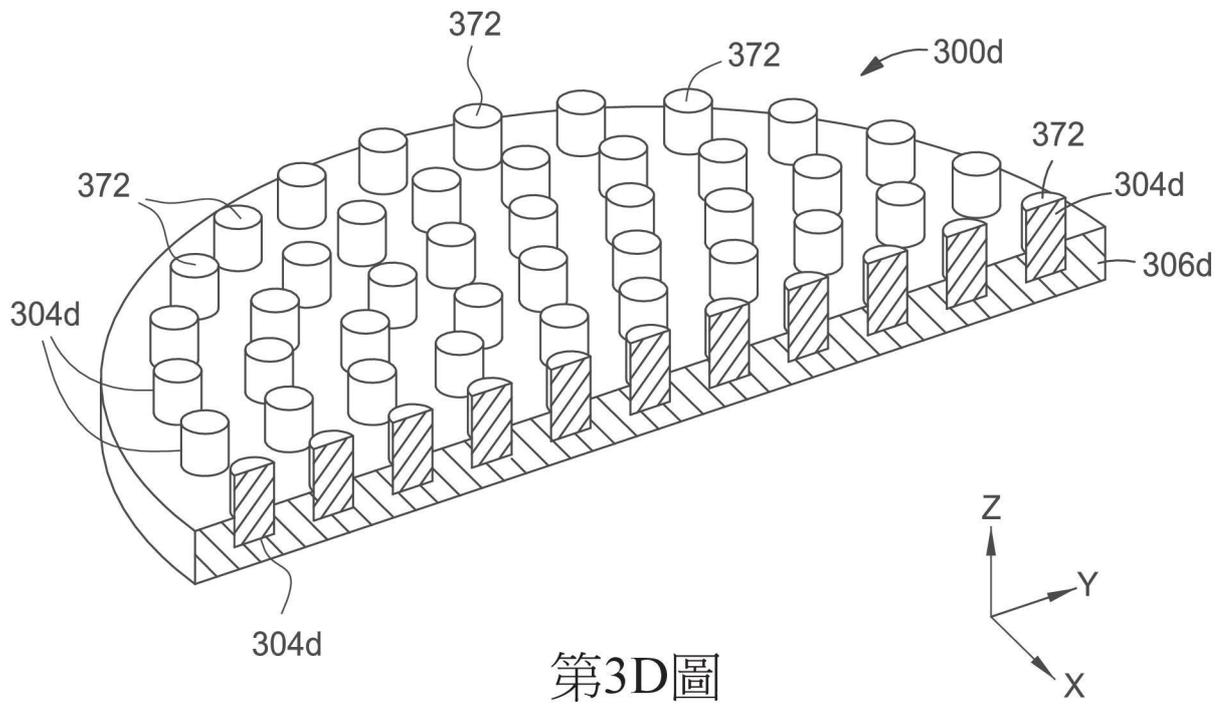




第3B圖

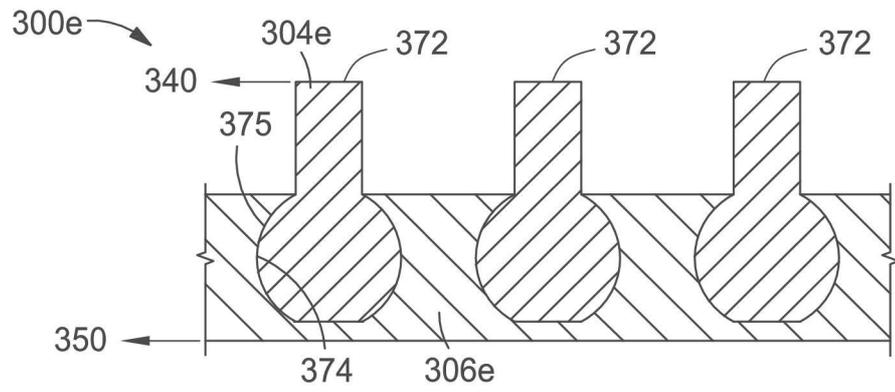


第3C圖

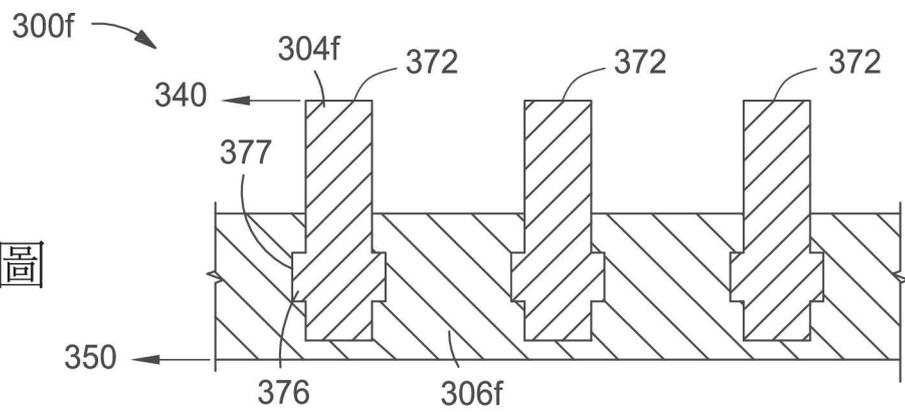


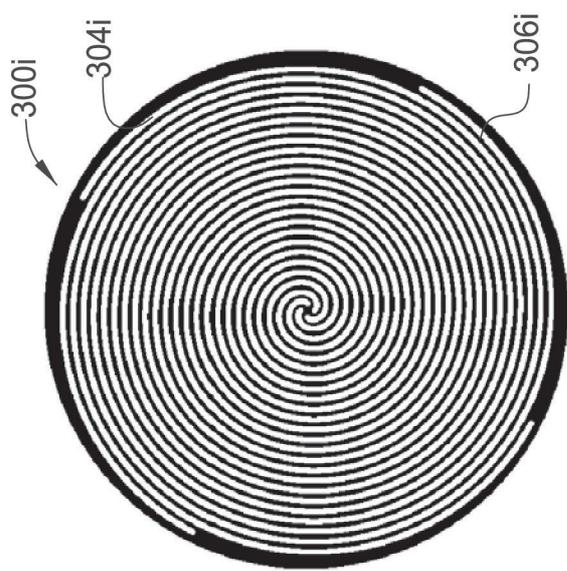
第3D圖

第3E圖

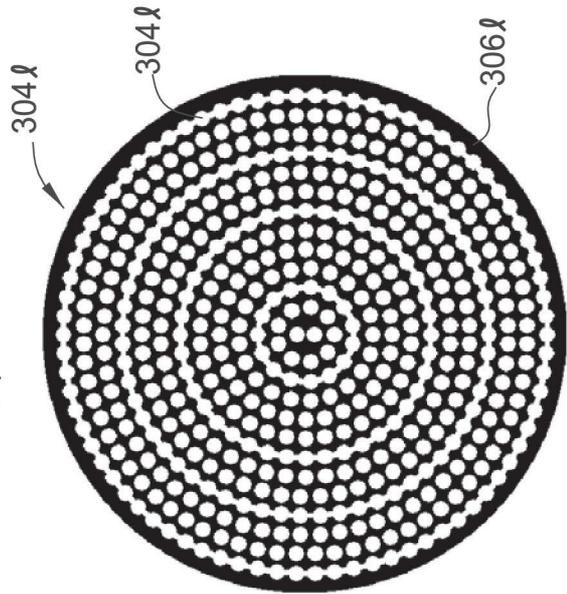


第3F圖

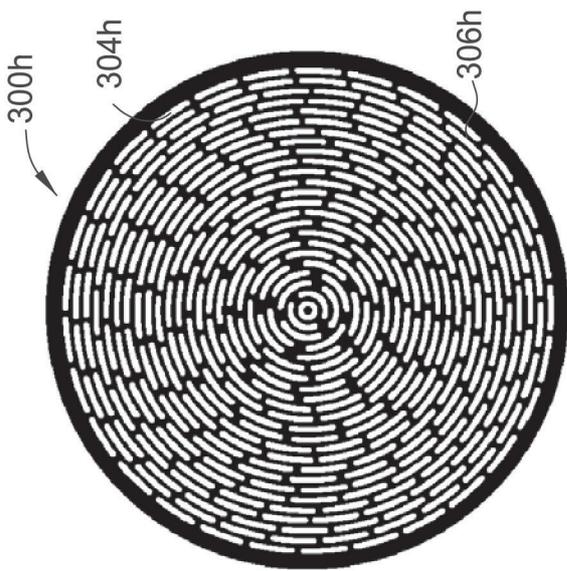




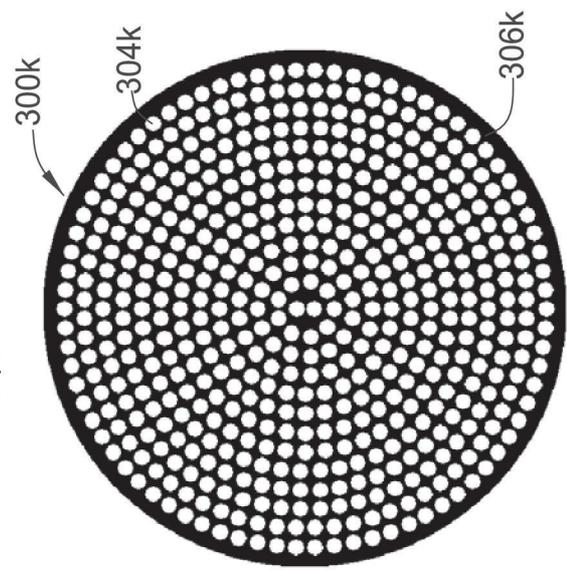
第3I圖



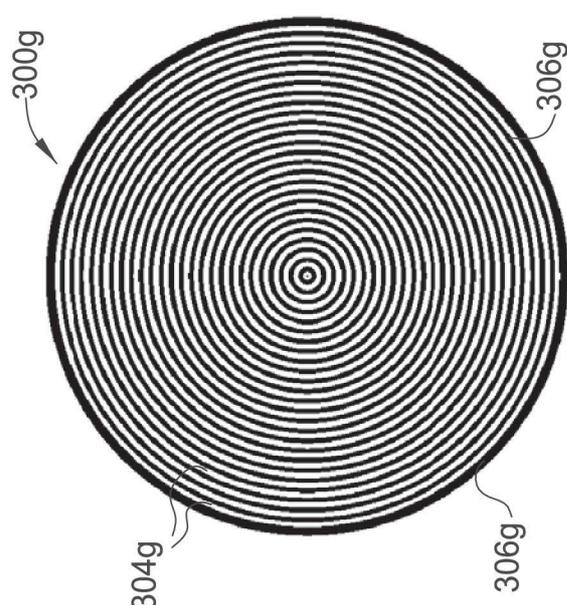
第3L圖



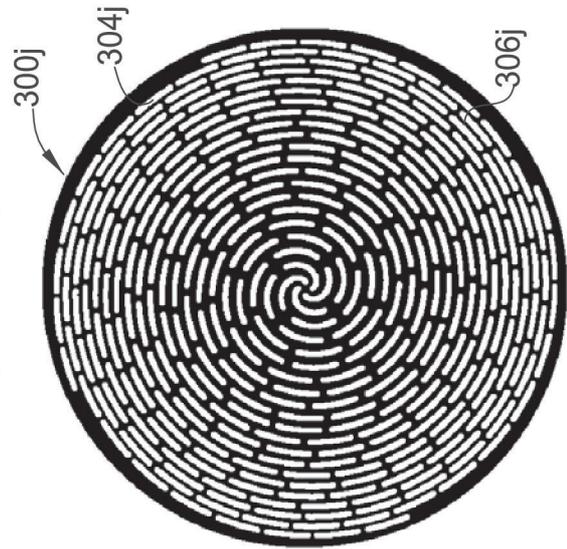
第3H圖



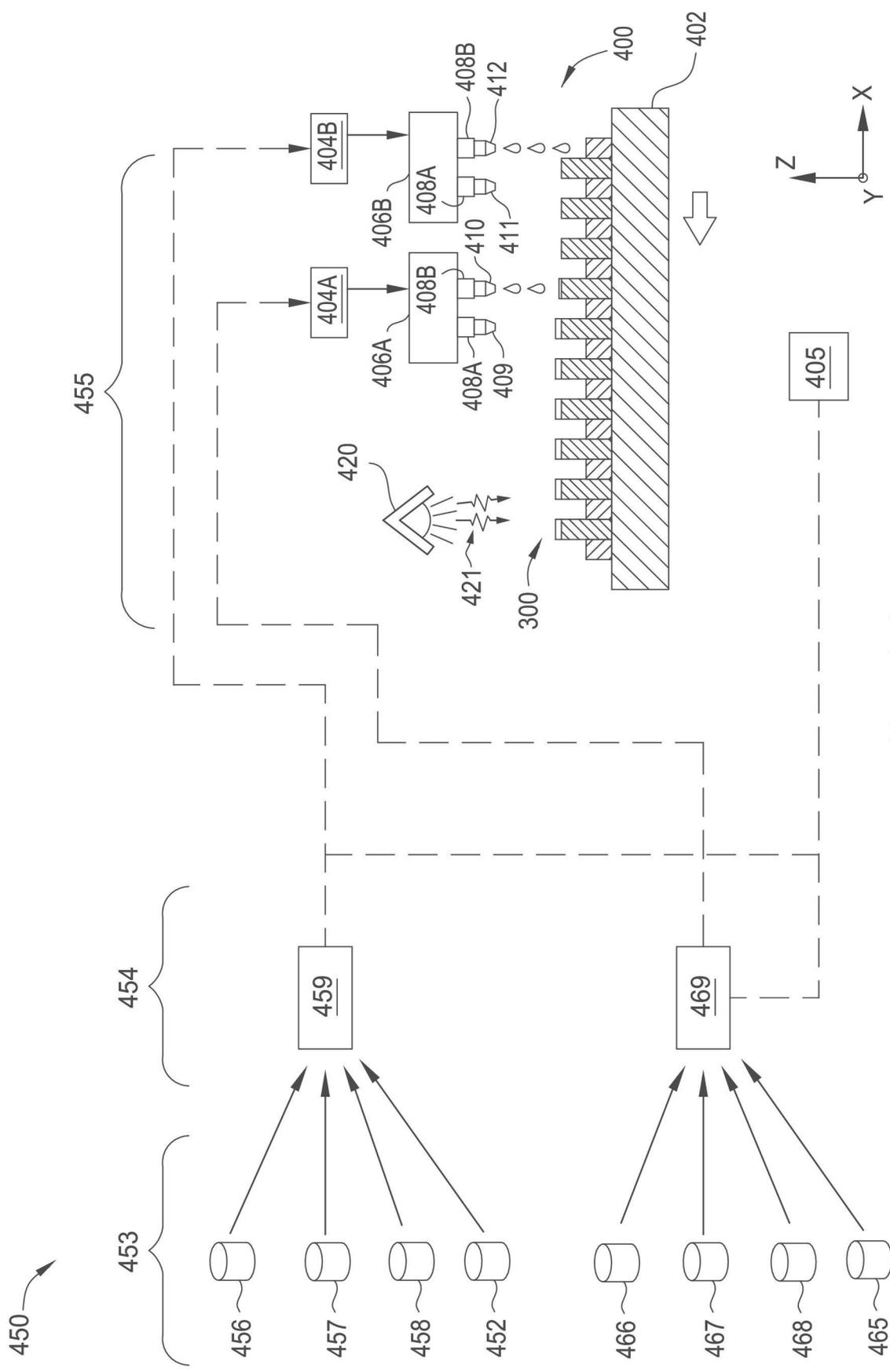
第3K圖



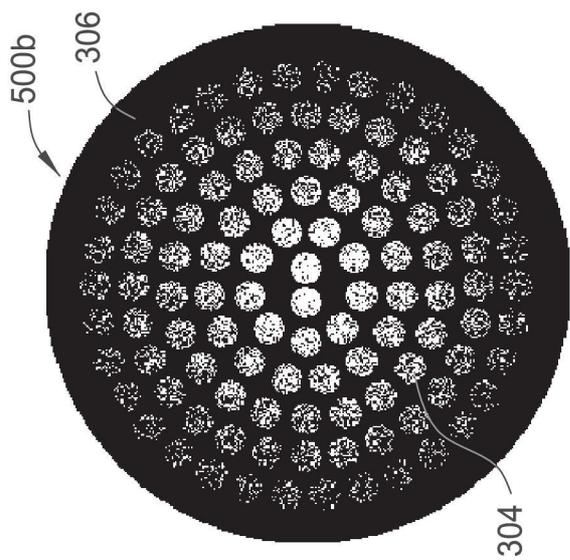
第3G圖



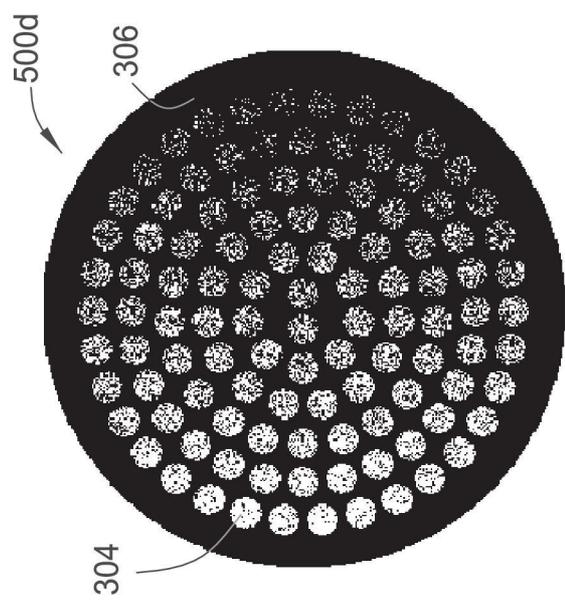
第3J圖



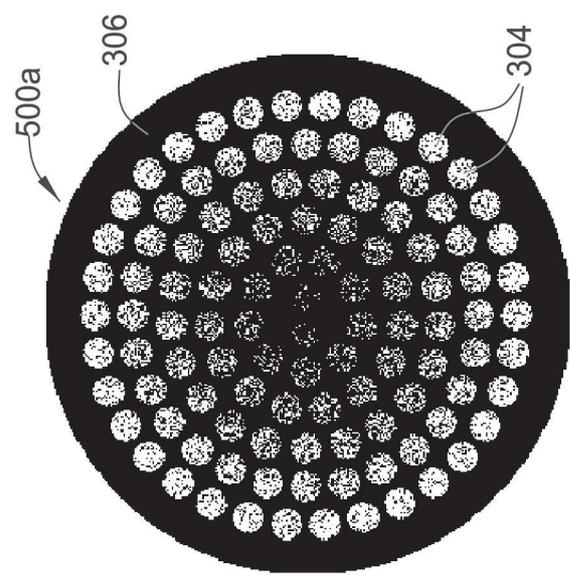
第4A圖



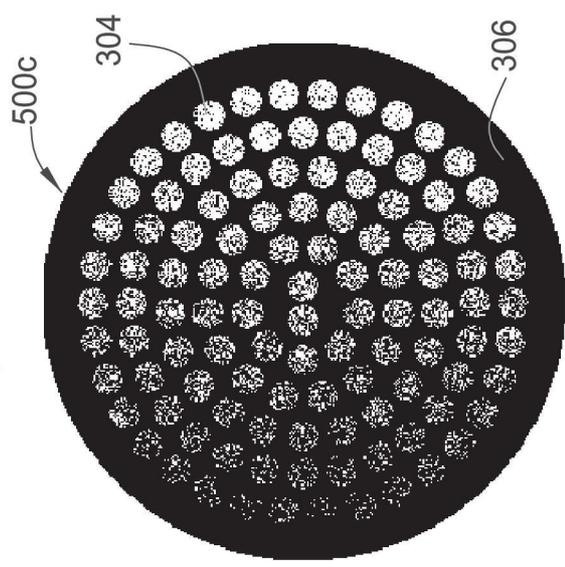
第5B圖



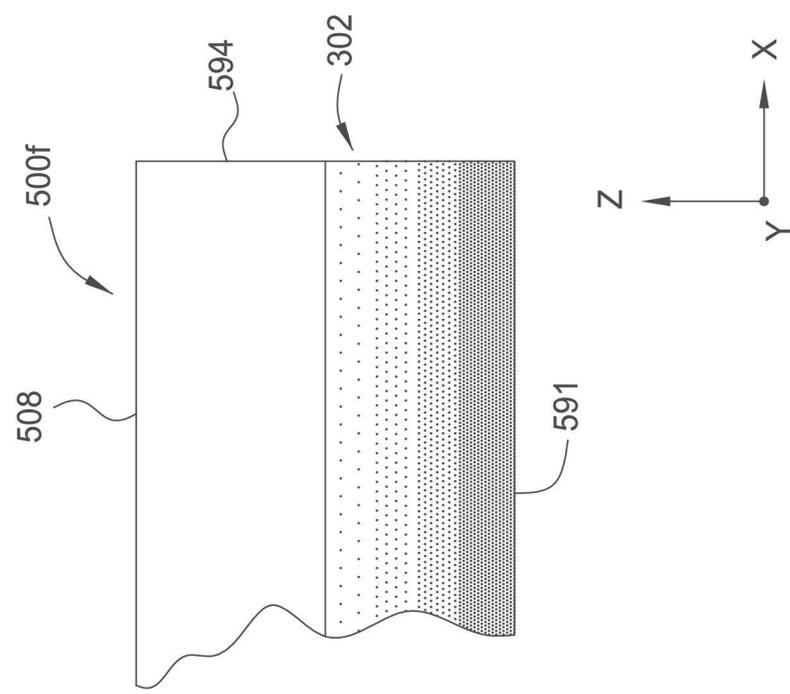
第5D圖



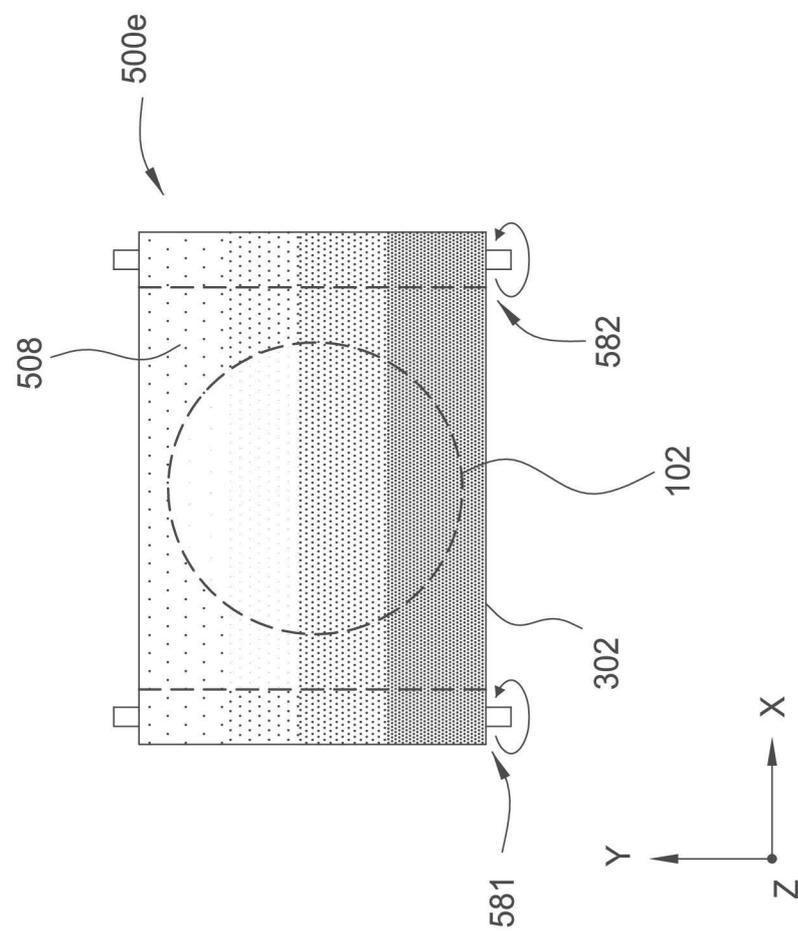
第5A圖



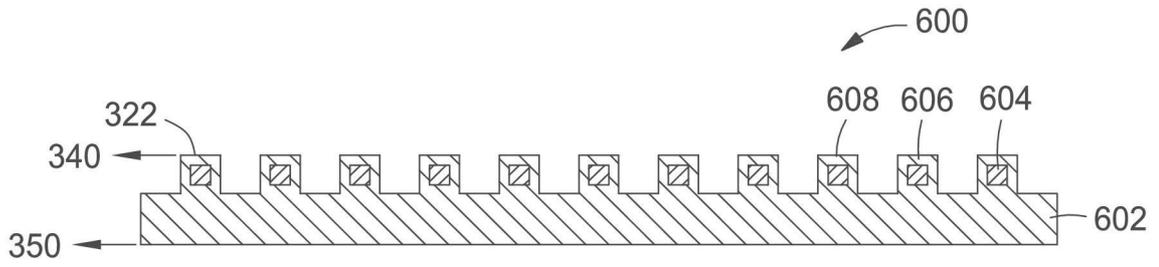
第5C圖



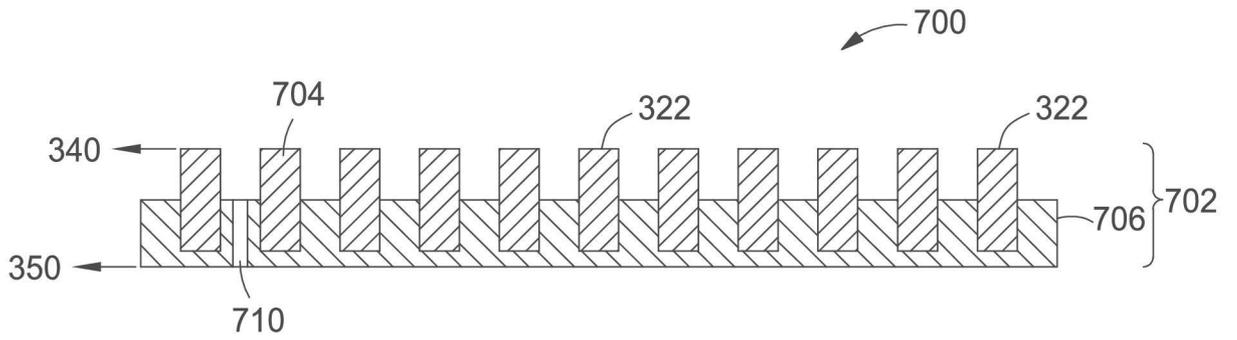
第5F圖



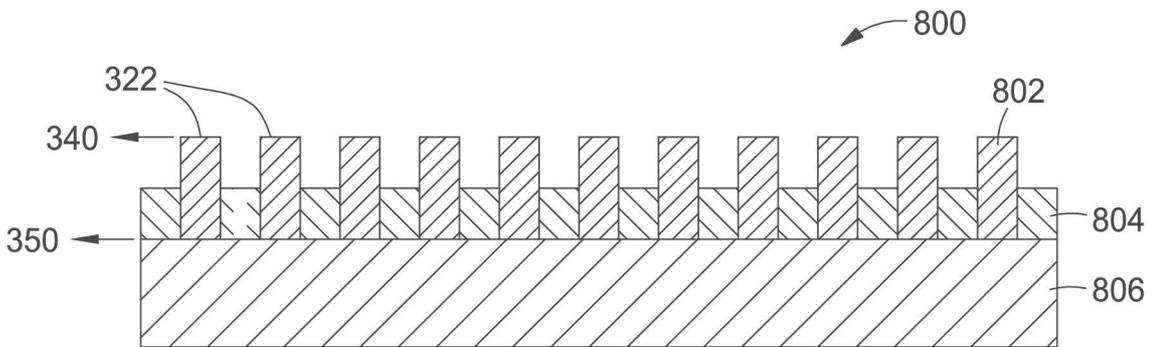
第5E圖



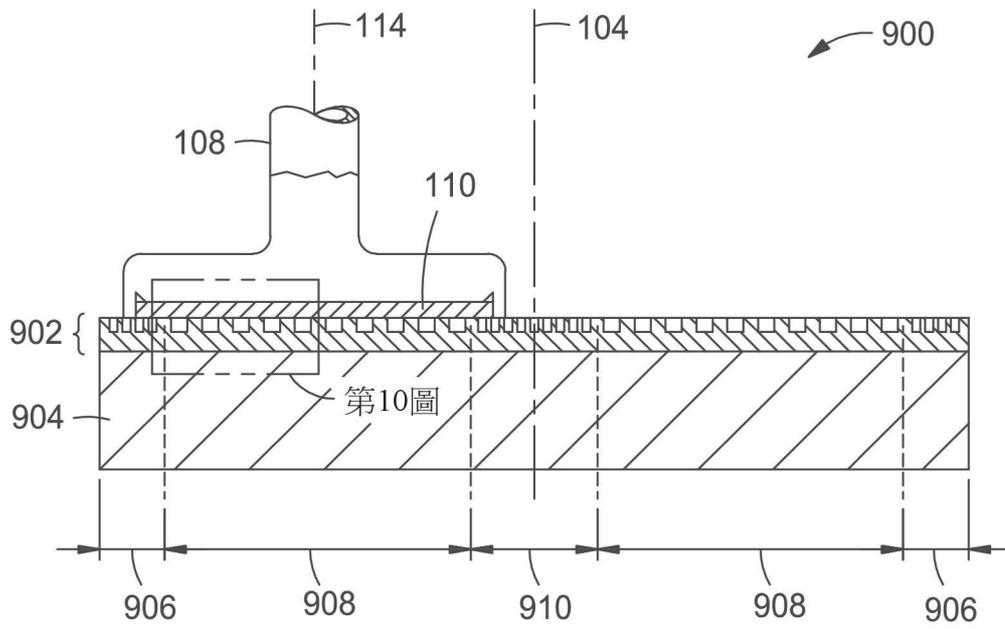
第6圖



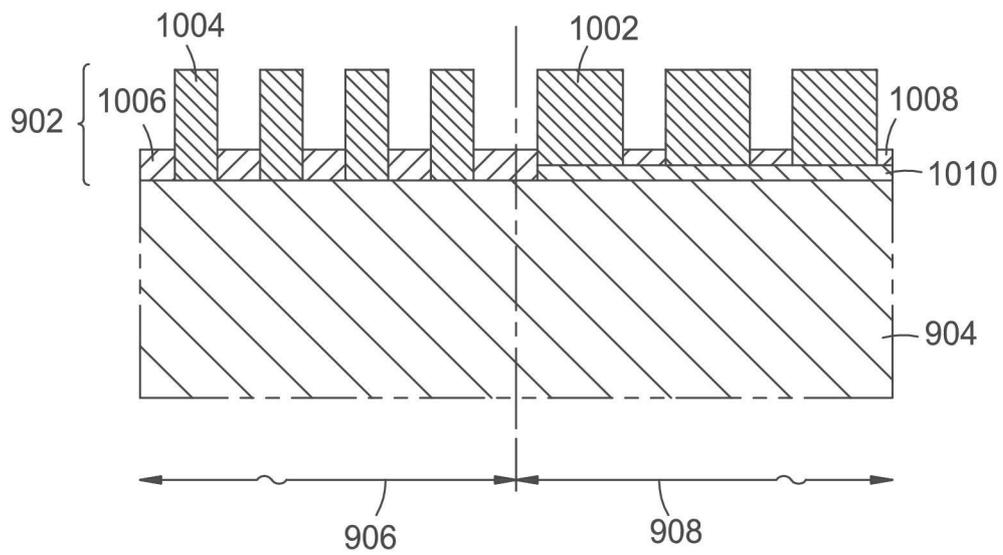
第7圖



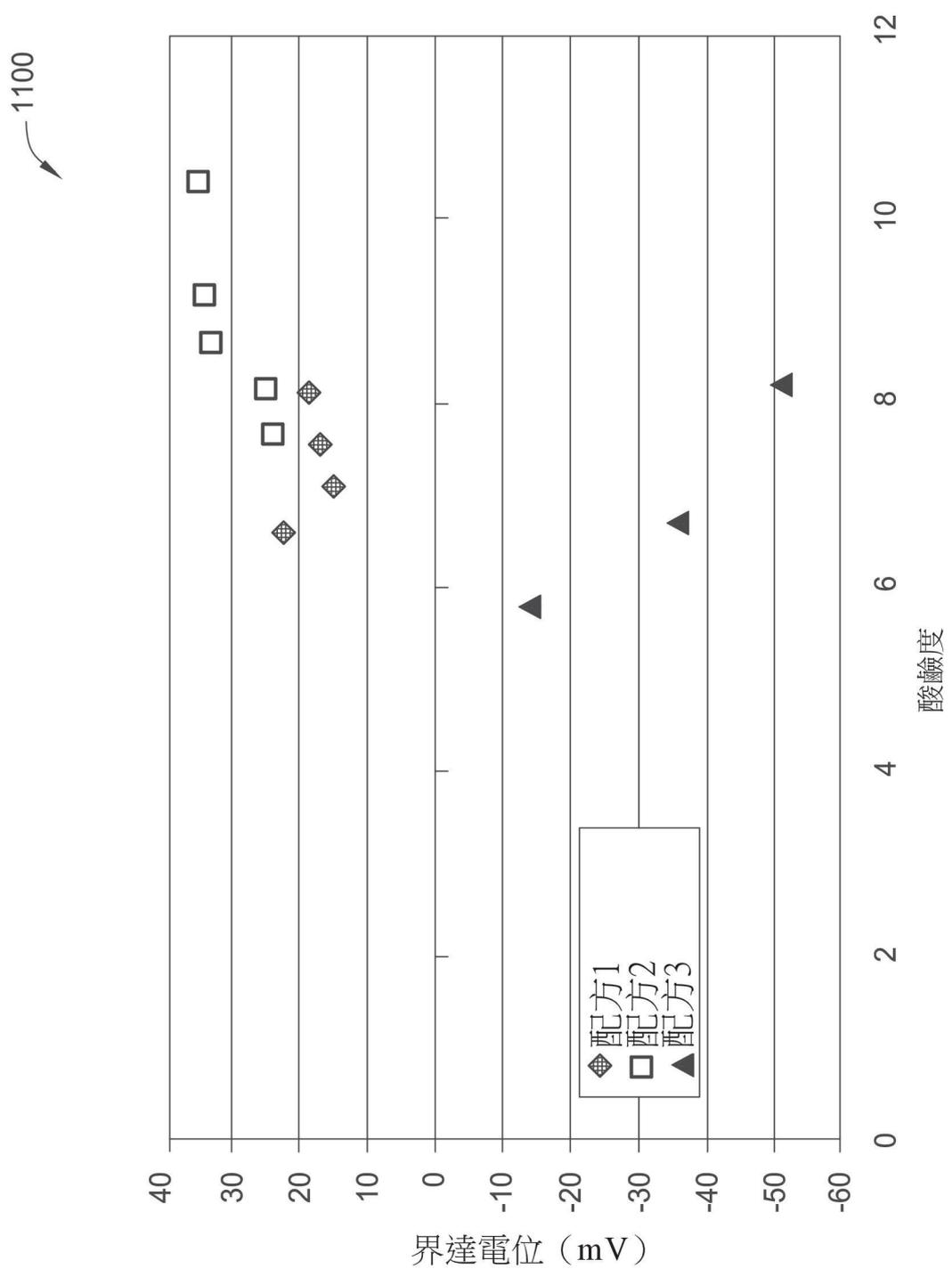
第8圖



第9圖



第10圖



第11圖