

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：97135684

※ 申請日期：2008 年 9 月 17 日

※IPC 分類：
H01L 21/30 (2006.01)
B08B 6/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 21/67 (2006.01)

用於移除高深寬比結構中之碎屑的方法及裝置

DEBRIS REMOVAL IN HIGH ASPECT STRUCTURES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·瑞弗股份有限公司

RAVE LLC

代表人：(中文/英文)

布雷索克莉絲多 R

BRAZZEL, CRYSTAL R

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國佛羅里達州達爾瑞海灘議會南 430 號 7 室

430 S Congress, Suite 7, Delray Beach, FL 33435, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國/USA

三、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 羅賓森泰德伊文/ROBINSON, TOD EVAN

2. 阿茹薩柏奈比 J/ARRUZA, BERNABE J.

3. 羅伊賽勒肯尼吉博特/ROESSLER, KENNETH GILBERT

國 籍：(中文/英文)

- 1.美國/USA
- 2.美國/USA
- 3.美國/USA

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：

美國；2007 年 9 月 17 日；11/898,836

☐ 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：

本發明係提供一種移除碎屑的方法。該方法包含放置一奈米級尖針於鄰近一基板上的一片碎屑處。該方法亦包含吸附該片碎屑至該尖針。此外，該方法亦包含藉由將該尖針從該基板移開，以將該片碎屑從該基板移除。

六、英文發摘要：

A method of debris removal is provided. The method includes positioning a nanometer-scaled tip adjacent to a piece of debris on a substrate. The method also includes adhering the piece of debris to the tip. In addition, the method also includes removing the piece of debris from the substrate by moving the tip away from the substrate.

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

10 碎屑移除裝置

12 尖針

16 塗覆層

18 基板

20 微粒

22 溝槽

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大致係關於奈米雕刻(nanomachining)處理。更具體地，本發明係關於在奈米雕刻處理期間或奈米雕刻處理之後的碎屑移除方法。

【先前技術】

奈米雕刻依定義係牽涉到從例如光學微影遮罩、半導體基板/晶圓或一些其他塊材，機械地移除奈米尺寸體積的材料。為此討論之目的，「基板」將視為在其上進行奈米雕刻的任一物體。

典型地，奈米雕刻乃利用放置在原子力顯微鏡(Atomic Force Microscopy, AFM)之懸臂上的一尖針(例如鑽石切割片)，在基板表面上施加力量而進行。更具體地，一般會將尖針先插入基板表面。接著，在平行於表面(即，xy平面)的平面中，將尖針拖曳過基板。這會使得隨著尖針拖曳過之處，材料從基板移位及/或移除。

由於此奈米雕刻會在基板上產生碎屑。更具體地，在奈米雕刻處理期間，當移除材料時會形成小微粒。在某些情況下，一旦奈米雕刻處理結束，這些微粒仍會留在基板上。而前述微粒常在例如基板上的溝槽及/或孔洞中發現。

為了移除該些碎屑，尤其是在高深寬比的光學微影遮罩結構與電子電路中，常使用濕式清潔技術。更具體地，

一般係利用液態中的化學藥品的使用及/或整個遮罩或電路的震盪(agitation)。然而，化學方法與震盪方法(例如超音波震盪，megasonic agitation)皆會破壞高深寬比結構與遮罩光學鄰近修正特徵(mask optical proximity correction features)(即，通常為極小的以致不會成像但卻會形成繞射圖案的特徵，且該繞射圖案則由遮罩設計者有益地使用以形成圖案)。

為了更了解何以高深寬比形狀與結構特別易受化學藥品與震盪之破壞的影響，人們必需回想該形狀與結構在定義上包含大量的表面積，因而在熱力學上極為不穩定。就此而論，當施以化學藥品及/或機械能時，這些形狀與結構為高度易受分層及/或其他形式破壞的影響。

據上述，現今其他可用以從基板移除碎屑的方法係利用低溫(cryogenic)清潔系統與技術。當採用該系統與技術時，含有高深寬形狀及/或結構的基板可使用二氧化碳微粒有效地被「砂噴(sandblasted)」，而非使用沙子。

可惜的是，即使是低溫清潔系統與處理亦得知會破壞高深寬比特徵。此外，低溫清潔處理會影響基板之相對的大區域(例如，約為10公釐寬或更大的區域)。自然地，此意謂著不需將碎屑從該處移除之基板的區域仍暴露在清潔處理以及與其相關的潛在結構破壞能量下。

【發明內容】

至少依據上述，所需要的是新穎的移除碎屑方法與裝

置，且其能夠清潔具有高深寬比結構、遮罩光學鄰近修正特徵等的基板，但不破壞該些結構及/或特徵。

本發明之部份實施例在極大程度上滿足了前述需求。依據一這等實施例，係提供了一種移除碎屑的方法。該方法包含放置一奈米級尖針於鄰近一基板上的一片碎屑處。該方法亦包含物理吸附該片碎屑至該尖針。此外，該方法亦包含藉由將該尖針從該基板移開，以將該片碎屑從該基板移除。

依據本發明之另一實施例，其提供一種移除碎屑的裝置。該裝置包含一奈米級尖針，位在與一基板相鄰處。該裝置亦包含一塗覆層，形成於該尖針上，其中該塗覆層包含一低表面能量材料。此外，該裝置亦包含一片低表面能量材料，位在與該基板相鄰處。

依據本發明之又一實施例，其提供一種移除碎屑的裝置。該裝置包含一放置構件，用以將一奈米級尖針鄰近一基板上的一片碎屑放置。該裝置亦包含一吸附構件，用以物理吸附該片碎屑至該尖針。此外，該裝置亦包含一移除構件，用以藉由將該尖針從該基板移開，以從該基板移除該片碎屑。

於此已相當概略地提述本發明之部份實施例，以有助於了解此述其實施方式，以及助於理解本發明對習知技術之貢獻。當然，於下文中將闡述本發明其他實施例，且其將形成所附申請專利範圍之請求標的。

在這方面，在闡明本發明之至少一實施例之前，當知

本發明非將其應用侷限在下述說明或所繪示圖示中所提出的構造的細節與元件的設置。除了該些已述實施例外，本發明係能以不同方式實現與完成實施例。此外，當知於此所採用的措辭與術語以及摘要僅作為描述之目的，不應視為限制。

就此而論，熟習技藝者將領會此揭示內容所依據之概念，可用作其他結構、方法與系統之設計的基礎，以實現本發明多種目的。因此，重要的是在未背離本發明之精神與範圍下，申請專利範圍係視為包含該些均等構造。

【實施方式】

本發明現將參照圖式進行敘述，其中相似的元件符號係指稱所有類似的部件。第 1 圖係繪示依照本發明之一實施例，碎屑移除裝置 10 之一部份的剖面圖。裝置 10 包含與低表面能量材料之貼片 14 相鄰放置的奈米級尖針 12。

形成於尖針 12 上的是塗覆層 16。在形成塗覆層 16 之前，可對尖針 12 進行預塗覆不然就是表面處理，以修飾尖針 12 的表面能量(例如，以修飾毛細作用、潤濕及/或表面張力作用)。在進行適當的選擇下，塗覆層 16 能使尖針 12 較未塗覆的尖針在更長時間下，仍保持較為尖銳的狀態。舉例而言，PTFE 塗覆鑽石尖針可較未塗覆的鑽石尖針具有更長的操作壽命。

依據本發明之特定實施例，塗覆層 16 包含在貼片 14 中所發現的相同低表面能量材料。另外，依據本發明之特

定實施例，尖針 12 可直接與貼片 14 接觸，且可利用將尖針 12 抵靠貼片 14 摩擦，使塗覆層 16 形成(或再補充)在尖針上。典型地，將尖針抵靠貼片磨擦及/或以尖針 12 刮過貼片 14 亦會致使低表面能量材料的提高表面擴散於尖針 12 上。

依據本發明之特定實施例，塗覆層 16 與貼片 14 皆由聚四氟乙烯(polytetrafluoroethylene, PTFE)或一些其他類似的材料所製成，或至少可包含 PTFE 與其他類似材料。依據本發明之其他實施例，塗覆層 16 可含有金屬材料、氧化物、金屬氧化物，或在尖針 12 與包含於塗覆層中的低表面能量材料間，含有其他高表面能量塗覆或處理(表面粗化或摻雜)，但非為必需。此高表面能量材料典型用以將低表面能量材料更強力地黏合至尖針 12，並偏好將微粒吸引或吸附至尖針表面。

依據本發明之部份實施例，高表面能量預先處理乃在無低表面能量塗覆層 16 下採用。於該些實施例中，可使用類似於此述方式的方法，將下文討論的微粒 20 埋藏於一些其他軟標靶(soft targets)(例如金、鋁)中。此外，亦可調整其他物理及/或環境參數(例如溫度、壓力、化合物、濕氣)以增進尖針處理及/或微粒的拾起/放下。

依據本發明部份實施例，於第 1 圖與第 2 圖中所繪示的所有構件乃包含於原子力顯微鏡(AFM)中。於部份該些構造中，貼片 14 係大體上平坦且貼覆至一支撐基板 18 的平台。另外，依據本發明之部份實施例，貼片 14 為可從平

台移除，並可容易地置換。舉例而言，貼片 14 可利用一可輕易移除的夾鉗(未繪示)固定至 AFM。

第 2 圖係繪示於第 1 圖中所示之碎屑移除裝置 10 的另一部份剖面圖。於第 2 圖中則繪示了典型與第 1 圖所示之貼片 14 相鄰放置的基板 18。於第 2 圖中亦繪示了數個出現在溝槽 22 中的微粒 20，其中溝槽 22 乃形成在基板 18 的表面上。微粒 20 典型藉由凡得瓦短距力貼覆至表面。於第 2 圖中，尖針 12 係與基板 18 相鄰放置。為了到達溝槽 22 底部，於第 1、2 圖所繪示之本發明實施例中的尖針 12 乃為高深寬比尖針。雖然於第 2 圖中乃繪示了溝槽 22，可於其他結構中包含微粒 20。

第 3 圖繪示於第 1 圖中所繪示之碎屑移除裝置 10 的該部份剖面圖，其中微粒 20 正在被埋藏於貼片 14 中。接著，第 4 圖繪示於第 3 圖中所示之碎屑移除裝置 10 的該部份剖面圖，其中尖針 12 不再與貼片 14 接觸。

依據本發明之部份實施例，於第 1-4 圖中所繪示的裝置 10 係用以執行碎屑移除的方法。當注意的是，本發明部份實施例可在此述方法的之前或之後與其他微粒清潔處理結合使用。亦當注意的是，雖然於下文中僅討論一尖針 12，亦可使用數個尖針 12 來執行本發明的部份實施例。舉例而言，數個尖針可平行且同時地執行此述方法之實施例。

上述碎屑移除方法包含將尖針 12 鄰近放置於如第 2 圖中所繪示基板 18 上的一或多個微粒 20(即，數片碎屑)處。接著，方法包含將微粒 20 物理吸附(如相對於靜電吸

附)至尖針 12(亦如第 2 圖中所繪示),以及當與(數個)微粒與周圍表面接觸時尖針一些可能的反覆性動作。在將微粒 20 物理吸附至尖針 12 後,該方法包含藉由將尖針 12 從基板 18 移開並將微粒 20 移至貼片 14,以從基板 18 移除微粒 20,如第 3 圖所示。

依據本發明之部份實施例,該方法亦包含形成塗覆層 16 於部份尖針 12 上。依據部份該些實施例,塗覆層 16 包含一塗覆材料,該塗覆材料具有低於基板 18 的表面能量。

除上述之外,該方法之部份實施例亦包含相對於基板 18 移動尖針 12,使尖針與其他片碎屑(未繪示)相鄰。之後,藉由類似於第 3 圖所示的方式,將尖針 12 從基板 18 移開,以從基板 18 移除這些吸附的其他片碎屑。

一旦碎屑(例如上述微粒 20)已從基板 18 移除,部份根據本發明的方法包含將片碎屑放在一片材料(例如上述貼片 14)中的步驟,其中該片材料係離開基板而放置。

由於尖針 12 可重複地移除大量的碎屑,依據本發明部份實施例,該方法包含藉由將尖針 12 刺入(plunging)貼片 14 中來補充塗覆層 16。於這些實施例中,來自貼片的低表面能量材料會塗覆隨著時間流逝產生於塗覆層 16 中的任何孔洞或間隙。該補充牽涉到在將尖針 12 刺入貼片中後,於貼片 14 中橫向地移動尖針 12、摩擦表面或改變一些其他物理參數(例如溫度)。

當理解的是,依據本發明之部份方法包含在修復前,將在缺陷或微粒附近的小區域暴露於低表面能量材料中,

以降低在完成修復後，經移除的材料成團結塊在一起且再次強力吸附至基板的可能性。舉例而言，依據本發明之部份實施例，缺陷/微粒與缺陷周圍約 1-2 微米的區域係以 PTFE 預先塗覆。於此情況下，即使是當正在使用其他修復工具(例如雷射、電子束)之時，由低表面能量材料塗覆或建構的尖針 12(例如 PTFE 尖針)可用以施予極大量的低表面能量材料至一修復區。

依據本發明之部份實施例，該方法包含使用貼片 14 以將微粒從尖針 12 的頂點推離，並朝一支撐尖針 12 的 AFM 懸臂(未繪示)推去。前述微粒 20 的向上推動會釋放靠近尖針 12 之頂點處的空間，而物理吸附更多微粒 20。

依據本發明之部份實施例，尖針 12 係可選地藉由將尖針 12 「沉浸(dipping)」(或按壓)入一軟性(即「柔軟的(doughy)」)材料的墊片中，以從高深寬比結構(例如，溝槽 22)移除奈米雕刻的碎屑，其中該軟性材料典型係發現於貼片 14 中。此軟性材料與其本身相較，一般對尖針 12 與碎屑材料(例如，在微粒 20 中)具有較大的黏附力。該軟性材料亦可經選擇以具有極性，以將奈米雕刻碎屑微粒 20 靜電吸附至尖針 12。舉例而言，可使用移動式界面活性劑(mobile surfactant)。

除了上述之外，依據本發明之部份實施例，尖針 12 可包含一或多個介電表面(例如電性絕緣表面)。在特定的環境條件下(例如低溼度)，可於相似的介電表面上摩擦這些表面，進而因靜電表面帶電促進拾起微粒。另外，依據

本發明之部份實施例，塗覆層 16 藉由一些其他的短距機制 (例如氫鍵、化學反應、增強的表面擴散) 來吸引微粒。

可使用任何夠牢固堅硬而能穿過 (即，形成凹口) 軟性墊片材料的尖針。因此，極高深寬比的尖針幾何構造乃於本發明的範圍內。一旦尖針夠堅硬而能穿過軟性 (可能是黏附的) 材料，通常選擇牢固且有彈性的高深寬比尖針，而非較脆弱且 / 或較不具彈性的尖針。這能使清潔向量框 (cleaning vector box) 的範圍大於修復。因此，依據本發明之部份實施例，尖針可被摩擦入修復溝槽 22 的側邊與角落。此操作之一粗略的大尺度類比乃為將堅硬的刷毛移入深的內部直徑內側中。亦應注意的是，依據本發明之部份實施例，尖針 12 可經選擇，藉由包含數個硬的奈米細纖維 (例如碳奈米管、金屬鬚等)，而更為與「刷毛相似」。尖針 12 或者可經選擇，藉由包含數個彈性 / 鬆垮的奈米細纖維 (例如聚合物等)，而更為與「拖把相似」。

依據本發明之部份實施例，偵測是否已拾起一或多個微粒係牽涉到進行一感興趣區域 (region of interest, ROI) 的非接觸式 AFM 掃描，以偵測微粒。接著從基板收回尖針 12 而不再次掃描，直至於標的處理之後。然而，藉由尖針之共振頻率中的相對轉變，亦可監測由尖針所拾起的整個碎屑材料質量。此外，其他動力學方式亦用於相同的功能。

非如上述與如第 4 圖所示按壓入一軟性材料中以移除微粒 20，亦可將尖針 12 引導 (vectored) 至貼片 14 中以移除微粒 20。就此而論，若尖針不慎地拾起微粒 20，可藉由

進行另一修復來移除微粒 20。尤其是當使用不同材料藉由引導來放置微粒 20 時，那麼可使用軟性材料(例如金箔)。

除了上述之外，紫外光(ultra-violet, UV)固化材料，或一些其他類似的具化學不可逆反應的材料可用以塗覆尖針 12，且以形成塗覆層 16。在 UV 固化前，材料從基板 18 拾起微粒 20。一旦尖針 12 從基板 18 移除，尖針 12 則暴露於 UV 源下，於該處材料的性質將會改變，使其較不會黏附於尖針 12，但卻更黏附至貼片 14 中的材料。這個或一些其他的不可逆過程進一步提高或實現了微粒之拾起與移除的選擇性。

於本發明之部份實施例中，提供了多種優點。舉例而言，本發明之部份實施例能允許利用極高深寬比的 AFM 尖針幾何構造，從高深寬比溝槽結構主動移除碎屑。

另外，在使用極高深寬比尖針，以及對 AFM 操作者現今所使用的軟體修復序列進行相對較小的調整之外，藉由將低表面能量或軟性材料墊片貼覆至 AFM，可相對容易地執行本發明之部份實施例。此外，依據本發明之部份實施例，可提供新穎的奈米雕刻工具，其可用以(如奈米鑷子)從遮罩表面選擇地移除無法藉由其他方式清潔的微粒。此可與更傳統的修復結合，該傳統修復係會先利用一未塗覆的尖針將碎屑從表面移出，接著利用經塗覆的尖針拾起。

一般而言，當理解的是，雖然低表面能量材料係用於上述的局部清潔方法中，其他可能的變化亦落於本發明的範圍內。典型地，該些變化產生吸引微粒 20 至尖針 12 的

表面能量梯度(即，吉布斯自由能梯度(Gibbs free energy gradient))，且其隨後藉由一些其他的處理反轉，以從尖端 12 釋放微粒 20。

舉例而言，可使用的一變化包含利用高表面能量尖針塗覆層。另一變化包含以低表面能量材料預先處理微粒，以脫除(debond)微粒，且接著使微粒接觸高表面能量尖針塗覆層(有時在不同的尖針上)。又一變化包含利用一對應於發生在尖針表面塗覆層與微粒表面間之化學反應的化學能梯度，以結合兩者。此則亦或進行至尖針耗盡，亦或是以一些其他的處理反轉。

依據本發明之又一實施例，黏著劑或黏性塗層係與上述要素中的一或多個結合使用。另外，可設計表面粗糙度或小尺度(例如奈米級)構造，以最大化微粒清潔處理的效率。

除上述之外，可使用機械黏結，典型地當尖針 12 包含類似於拖把的細纖維時，其能機械地糾捲微粒 20。依據本發明之部份實施例，機械糾捲乃藉由表面能量或者是接觸或環境的化學改變而驅動或增強。

依據本發明之又一實施例，尖針 12 可以分子鑷子(例如分子鉗)塗覆。這些鑷子為非環狀化合物，其具有能夠結合客體(例如上述微粒 20)的空腔。鑷子的空腔典型地利用非共價鍵與客體結合，非共價鍵包含氫鍵、金屬配位、疏水力、凡得瓦力、 π - π 作用力及/或靜電效應。除了與客體分子結合的兩臂乃典型地僅於一端相連之外，這些鑷子

有時與大環分子受體 (macrocyclic molecular receptors) 類似。

除上述之外，可利用擴散接合或卡西米爾效應 (Casimir effect)，以尖針移除微粒 20。另外，如於第 5 圖中繪示的實施例所示，刷毛或細纖維 30 可貼覆於尖針 12 的終端。無論為計畫性地或隨機地放置，這些刷毛或細纖維 30 可在多方面提高局部清潔。例如，相關的表面積增加可用於對微粒的表面 (短距) 鍵結。

依據本發明之部份實施例，細纖維 30 係經設計成選擇地 (例如藉由表面或環境) 纏繞與糾捲微粒 20 的分子，進而最大化表面接觸。另外，依據本發明之部份實施例，微粒 20 的移出一般發生在當硬刷毛 (stiffbristles) 30 貼覆至尖針 12 之時。然而，細纖維 30 亦可糾捲微粒 20，並藉由拉動微粒 20 機械地移出微粒 20。相反地，相對硬的刷毛 30 一般能使尖針 12 延伸入難以到達的縫隙中。接著，藉由刷毛 30 的撞擊變形應力 (impact deformation stress)、藉由尖針 12 的表面修飾來排斥微粒 20、或藉由部份結合，以移出微粒 20。此外，本發明部份實施例將微粒 20 機械地結合至尖針 12。當細纖維在尖針 12 上時，會發生亦或整個或是磨損細纖維中一或多條的糾捲。當刷毛在尖針 12 上時，微粒 20 會卡在經 (彈性地) 施壓的刷毛之間。

依據本發明之又一實施例，碎屑移除的方法包含改變環境，以促進局部清潔。舉例而言，可導入氣體或液體媒介，或改變化學及 / 或物理性質 (例如壓力、溫度、濕氣)。

除了上述構件之外，本發明之部份實施例包含一影像辨認系統，其可辨識欲移除之碎屑。就此而論，一自動化碎屑移除裝置亦落在本發明的範圍內。

依據本發明之部份實施例，係使用相對柔軟的清潔尖針，以避免對複雜形體的內部結構、壁及/或底部造成不利的損害。在適當之時，係使用較強的力量，以使相對柔軟的清潔尖針與表面進行更強的接觸，同時亦增加掃描速度。

亦當注意的是，除了用於移除奈米及結構的碎屑(清潔)外，暴露於低表面能量材料下及/或以低表面能量材料塗覆的尖針亦可用於其他目的。舉例而言，依據本發明之部份實施例，該尖針亦可用以週期性地對微米級或更小的元件(例如 MEMS/NEMS)進行潤滑，以控制化學反應。

本發明之多種特徵與優點可從詳述的說明書中顯而易見，因此所附申請專利範圍係欲包括所有該些落於本發明之真實精神與範圍內的特徵與優點。再者，由於熟習技藝者可立即設想出多種修飾與變化，故不應將本發明限制在所繪示與所述之確切構造與操作，且據此，所有合適的修飾與均等物可能落於本發明的範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係繪示依據本發明之一實施例，一碎屑移除裝置之一部份的剖面圖。

第 2 圖係繪示於第 1 圖中所示之碎屑移除裝置的另一部份剖面圖。

第 3 圖繪示於第 1 圖中所示之碎屑移除裝置的該部份剖面圖，其中微粒正在被埋藏於貼片中。

第 4 圖繪示於第 3 圖中所示之碎屑移除裝置的該部份剖面圖，其中尖針不再與貼片接觸。

第 5 圖繪示依據本發明之尖針的剖面圖。

【主要元件符號說明】

10 碎屑移除裝置

12 尖針

14 貼片

16 塗覆層

18 基板

20 微粒

22 溝槽

30 刷毛/細纖維

十、申請專利範圍：

1. 一種用來移除形成於一基板的一表面上的一溝槽中的碎屑之方法，該方法包含：

放置一尖針於該溝槽中，該尖針具有一奈米級塗覆層，該塗覆層具有的表面能量低於該基板的表面能量；

在該溝槽內移動該尖針，以物理吸附該碎屑至該尖針；

將帶有該被吸附的碎屑的該尖針自該溝槽移開；以及

將該碎屑埋入至安裝於支撐該基板的一平台上的一片材料中，該材料具有的表面能量低於該碎屑的表面能量。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該尖針的該塗覆層是聚四氟乙烯(polytetrafluoroethylene)。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含：

相對於該基板移動該尖針，以使該尖針與另一碎屑相鄰；

吸附該另一碎屑至該尖針；以及

藉由將該尖針從該基板移開，以將該另一碎屑從該基板移除。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含：

週期性地以另一片材料替換該片材料。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含：

藉由將該尖針刺入該片材料中，來補充該尖針的該塗覆層。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之方法，其中該補充之步驟更包含：

在將該尖針刺入該片材料後，於該片材料內橫向地移動該尖針。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含：

使用該片材料，來將該片碎屑推離該尖針的一頂點，並推向一支撐該尖針的懸臂。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該塗覆層更包含一金屬材料。

9. 一種用來從一基板的一表面移除碎屑的系統，其包含：

一原子力顯微鏡，其包括：

一懸臂，以及

一尖針，該尖針由該懸臂所支撐，且具有一奈米級塗覆層，該塗覆層具有的表面能量低於該基板的表面能量；以及

一片材料，其安裝於支撐該基板的一平台上，且該片

材料具有的表面能量低於該碎屑的表面能量。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之系統，其中該塗覆層包含聚四氟乙烯。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之系統，其中該塗覆層更包含一金屬材料。

12. 如申請專利範圍第 9 項所述之系統，其中該片材料包含聚四氟乙烯。

13. 如申請專利範圍第 9 項所述之系統，其中該片材料係可移除地安裝至該支撐該基板之平台上。

14. 如申請專利範圍第 9 項所述之系統，其中該尖針為一高深寬比尖針。

15. 如申請專利範圍第 9 項所述之系統，其中該片材料為一貼覆於該支撐該基板之平台的大體上平坦貼片的型式。

16. 一種用來移除形成於一基板的一表面上的一溝槽中的碎屑的移除裝置，其包含：

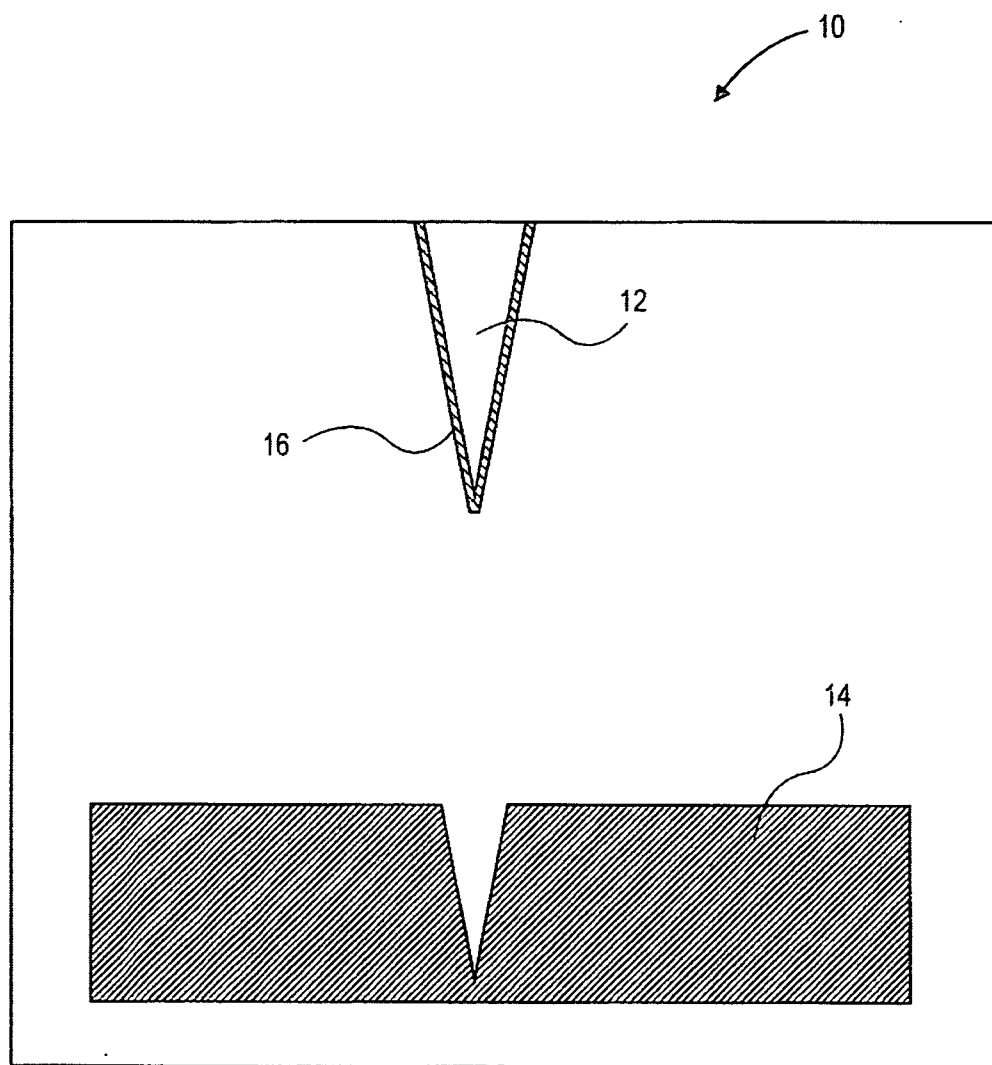
一放置構件，用以將一尖針放置於該溝槽中，該尖針

具有一奈米級塗覆層，該塗覆層具有的表面能量低於該基板的表面能量；

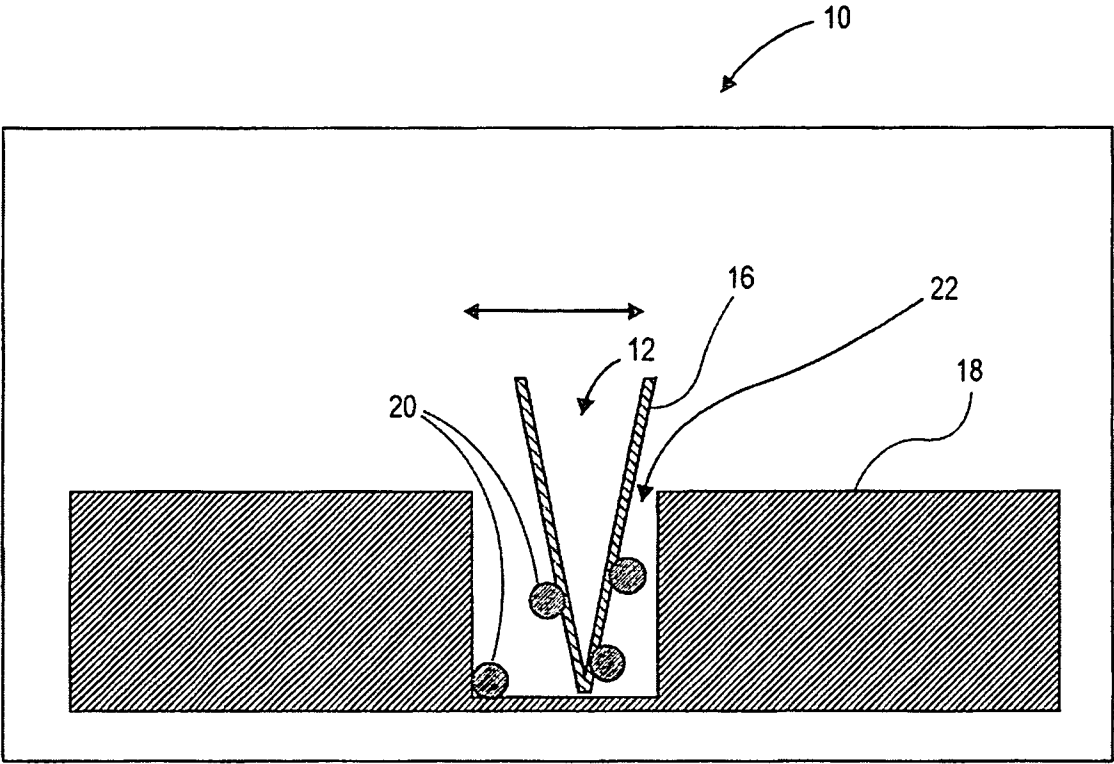
一移動構件，用以在該溝槽內移動該尖針，以物理吸附該碎屑至該尖針；

一移除構件，用以藉由將該尖針從該溝槽移開，以從該溝槽移除該碎屑；以及

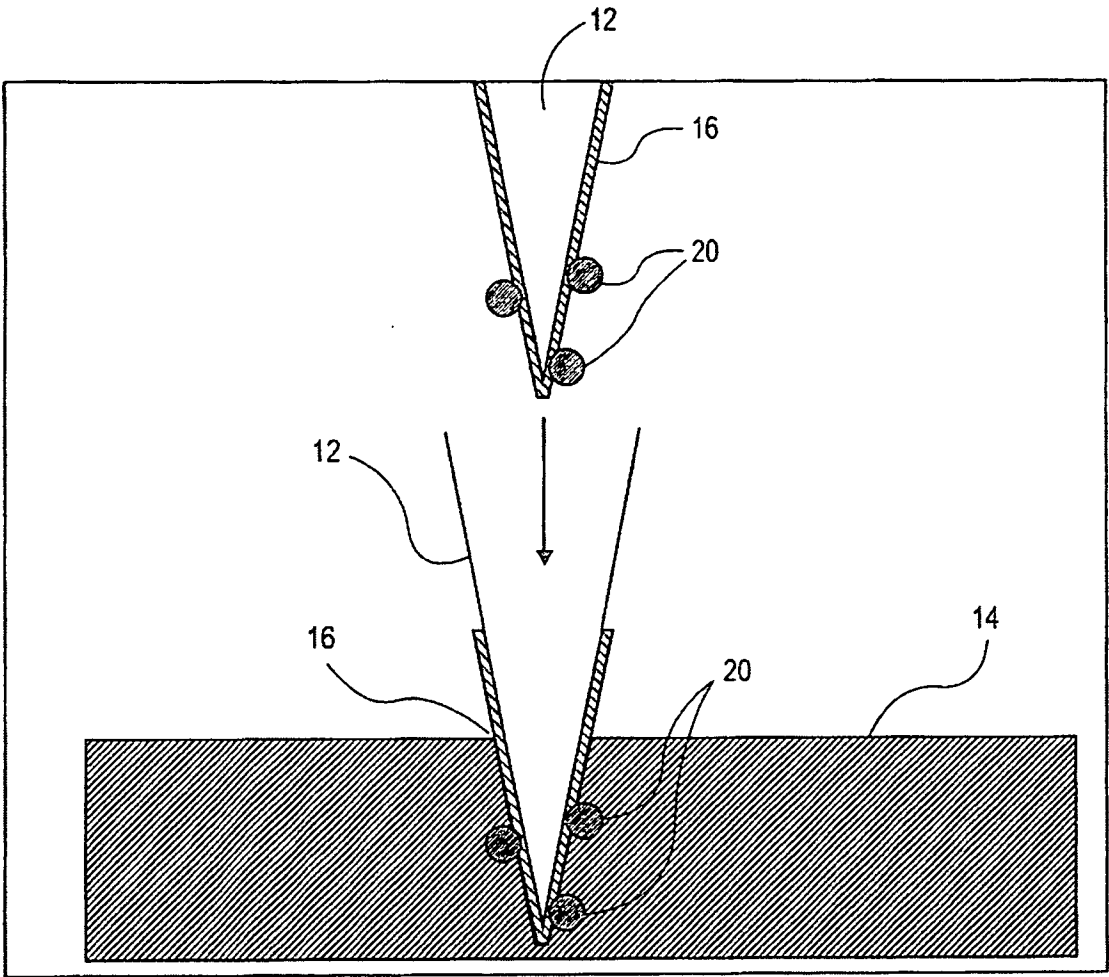
埋入構件，用以將該碎屑埋入至安裝於支撐該基板的一平台上的一片材料中，該材料具有的表面能量低於該碎屑的表面能量。



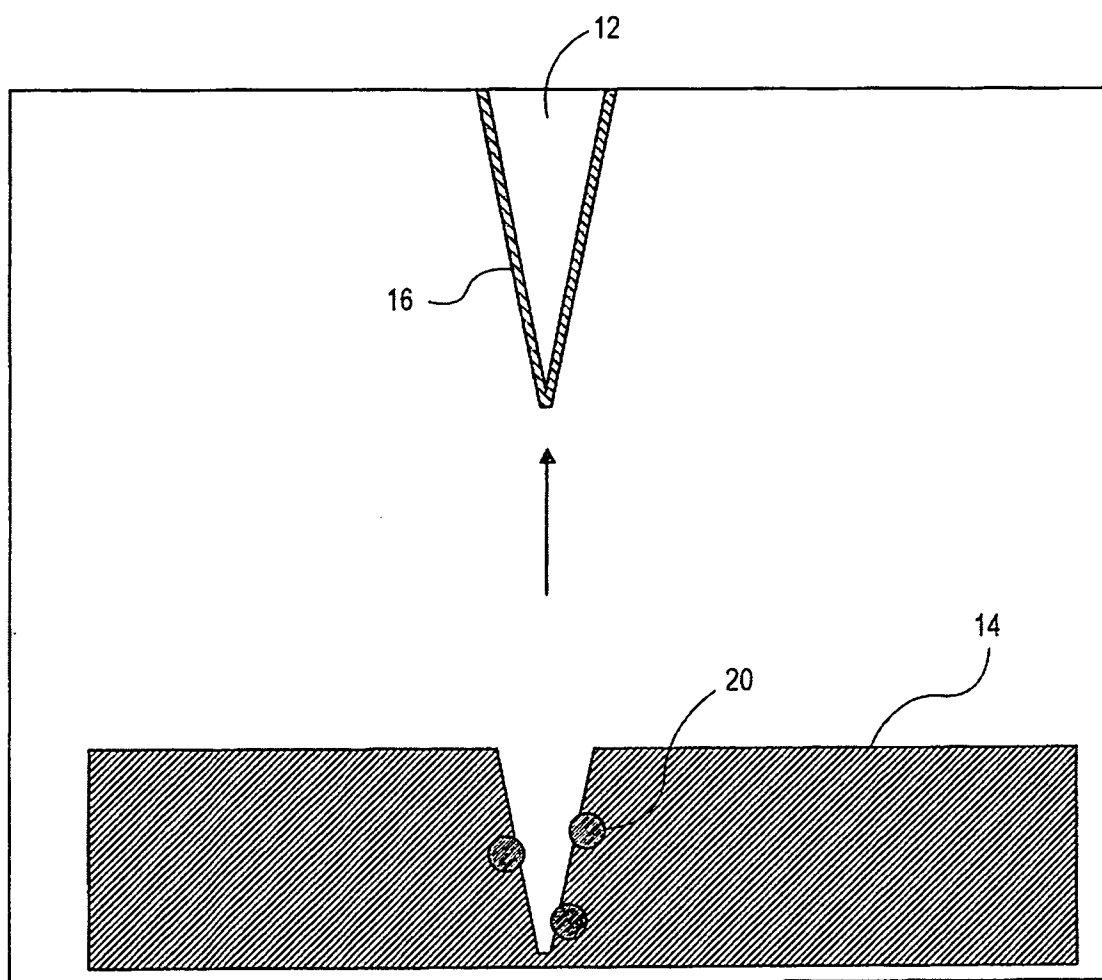
第1圖



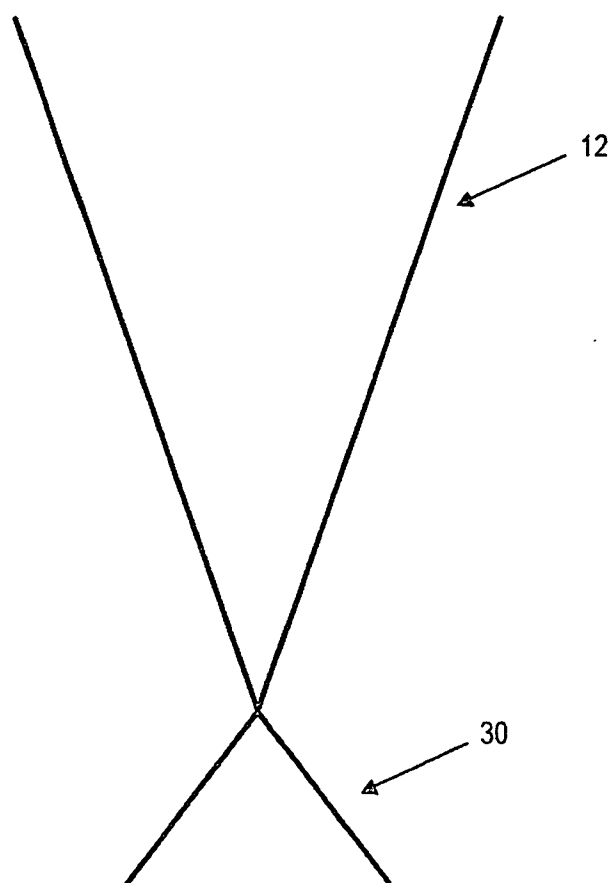
第2圖



第3圖



第4圖



第5圖