

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

利用兩個或更多個粒子束在一裝置中的樣品處理的方法以及用於此處理的裝置 / Method of Specimen Processing in an Apparatus with Two or More Particle Beams and Apparatus for this Processing

【技術領域】

【0001】 本發明相關於利用兩個或多個粒子束在一裝置中處理一樣品的的方法和裝置，該等粒子束使與樣品的操作成為可能，因此樣品表面能利用從各種方向逐步地於一 0° 和 30° 之間的角度射在表面上的第一粒子束被研磨，以便消除屏幕效應，而同時或在選定的時間間隔已研磨的表面被第二粒子束觀察。有關研磨程序期間的位置的觀察期間，沒必要改變樣品的位置。

【先前技術】

【0002】 在聚焦離子束 (focused ion beam, FIB) 樣品處理的程序中，有必要盡可能得到被研磨區域的平面。此平面為被期望的應用之一係例如以TSV結構切割為代表，其中TSV (through-silicon vias) 代表矽晶穿孔且包含具有例如嵌入的銅結構的矽膠薄板。由於各拱材料及研磨率，當槽出現在光束入射的線中時，FIB處理導致所謂的屏幕效應。其意味著具有槽的結構出現在已研磨表面上，該等槽被形成於光線入射方向，對於進一步的檢查，對於需要平面和/或等厚度的應用，該結構係極為不被期望的。

【0003】 順利地用來減少上述效果的一種方法係基於藉由以FIB光

束的重複再掃描拋光樣品表面，FIB的軸與樣品表面的平面中的原始軸形成一角度，通常是 $5-25^\circ$ 的區間的一角度。源自第一掃描的槽係實際上以導致一光滑且幾近平面表面的使用一不同的角度的第二再掃描被消除。藉由使用在被研磨側的平面中的兩個不同的角度的FIB的再掃描通常藉由當在該等位置的每一個中以FIB研磨被完成時，以這兩個角度繞著垂直於研磨側的軸轉動樣品被達成。這藉由傾斜樣品並研磨於傾斜位置中的再拋光的程序，例如被敘述於在稱為「使用一新穎的電漿FIB系統的三度空間積體系統的定性及故障分析」的論文中，由Laurens Kwakman、German Franz、Maaïke Margrete Visser Taklo、Armin Klumpp和Peter Ramm編寫，該論文公開於AIP會議文集，1395集FRONTIERS OF CHARACTERIZATION AND METROLOGY FOR NANOELECTRONICS，第269-273頁。

【0004】 在大部分的運用中，在研磨程序期間，有必要監控已研磨表面（端點偵測）。例如，利用TSV結構，研磨程序必須被停止於將被進一步檢查的TSV結構的中間，在其它的情形，研磨樣品至正確的界定的厚度是必需的等。

【0005】 所有已知的應用造成一缺點，在這個意義上，在研磨期間藉由直接觀察已研磨表面或至少藉由單獨階段的研磨而無進一步與樣品操作，這些運用不使這同時操控成為可能。問題是使用FIB的研磨表面的位置不使觀察這使用FIB光束的研磨表面成為可能。在研磨程序期間，FIB光束係正切或幾近正切待成像的表面。

【0006】 在研磨一段期間之後，選擇之一係以數十度角傾斜樣品入FIB觀察位置且向後傾斜，但由於操縱器的可重複性，這導致延遲，帶來錯

誤，且不容許即時的研磨程序的觀察。因此，不可能充分地控制研磨程序並即時矯正研磨參數或它的即時停止亦為不可能，其甚至可能導致原來要被檢查的結構的破壞。

【0007】 使用FIB光束於研磨及成像係敘述於例如美國專利申請號2012/0091360 A1。當使用具有電漿源的離子束時，此應用亦應付成像的問題。在成像期間，一能以足夠效率研磨的光束亦應會太強烈研磨樣品，其係絕對不期望的。那就是為什麼美國申請案US2012/0091360 A1提供以在離子束參數作了一巨大的改變，例如在光束路徑中的離子光學元件的不同的激發，各種限制光束的薄膜等以及研磨和成像之間的相關於離子源的改變。氙離子被提供於研磨，而氬離子較佳用於成像，亦有氣體壓力以及射頻（RF）頻率和性能的變化。當然，從技術的觀點，這些參數的改變是複雜的且它們是昂貴的。在美國申請案US2012/0091360 A1所述的裝置不使同時研磨和觀察樣品成為可能。

【0008】 有解決的方案，係使操控研磨的程序或其深度成為可能，然而，這些解決方案不能組合樣品表面拋光。這些解決方案。在這些裝置中通常一光束，FIB光束用來作為研磨樣品表面以及另一光束，通常為來自掃描式電子顯微鏡（SEM）的電子束，用於成像已研磨表面。這些解決方案的大缺點係在於事實上，特別是在當樣品必須被傾斜以便被以FIB拋光的情形中，至少在被傾斜的位置中的其中之一，以第二光束觀察並檢查是不可能的。一般配置不容許第二光束“看見”已研磨表面，亦即，不容許第二光束於兩個被傾斜的位置與此表面形成一合理大的角度。

【0009】 至目前所知的解決方案中，樣品被置放於附接於操控器的樣

品夾持具，且同時操控器使樣品能移動和/或轉動。操控器一般容許沿著這些彼此垂直的三個軸X、Y和Z移動且有可能附加轉動或傾斜。轉動係最常見的，通常不具角度限制，亦即，上至 360° ，繞著垂直軸，可藉由傾斜附加，繞著水平軸X或Y其中之一限制為一銳角，例如，最大 45° 。在使用樣品的傾斜的情形中，原來垂直轉軸通常傾斜相同角度。

【0010】 FIB和SEM軸通常係相交且兩個光束指向已研磨樣品的區域。除了這個以外，FIB和SEM的相互位置亦被這些裝置的物理尺寸限制。

【0011】 使用操控器的樣品的傾斜用來將樣品設定在一適合必須的運用的位置。對於SEM本身中的觀察，它是具有垂直於SEM軸的樣品夾持具的表面的非傾斜位置。對於藉由FIB的處理，樣品通常係傾斜的，因而掃描的中間位置中的FIB光束不是大約垂直地就是大約正切地射於被處理的表面上。掃描的中間位置係一掃描線圈或電極不從光束的原來的方向偏斜光束的位置，該位置通常亦係於掃描被執行入的方向至兩側的最高偏位之間的中間位置。對於TSV結構研究形式的運用及亦對於很多其它的運用，大約正切的研磨係有利的。

【0012】 在已知的實施例的其中之一中，FIB以及SEM軸形成一大約 50° 的角度，且在樣品夾持具的最初位置，其表面係垂直於SEM軸。在此特別情形中，為了以FIB光束大約正切地研磨垂直於樣品夾持具的樣品側，樣品夾持具必須相較於最初位置傾斜大約 50° 。在此位置中，SEM光束形成於其掃描一與被處理表面成大約 50° 的角度的中間位置，其意味著甚至在以FIB大約正切研磨期間，樣品保持在SEM中能良好觀察。不幸地，在藉由FIB光束的已研磨表面的一個掃描期間，在樣品表面上出現有上述的屏幕效

應，該屏幕效應必須藉由拋光移除。然而，至目前為止已知的方法以及一般被使用的操控器不能確保拋光，因此該表面能在兩個位置中，亦即，亦在傾斜位置中被SEM光束觀察，該表面係必須用來永久或至少在選定的時間區段檢查拋光程序，而無任何進一步的與樣品的操作。此表示一不能與很多應用相容的主要缺點，因為至少在一位置中研磨在SEM的視野之外被進行，亦即盲目地進行，此種研磨甚至可能產生不想要的研磨以及本來應該被觀察的結構的破壞。為了傾斜樣品，亦可能需要改變樣品夾持具。在此情形中，樣品傾斜的角度被以夾持具的傾斜的角度界定，亦即，樣品係固定的且不能動態地改變它，其造成另一缺點。

【0013】 用於移除屏幕效應的世界專利申請案WO2013039891提出執行被檢驗的結構表面的平面化。此經由在切割本身被進行之前於正切或幾近正切於樣品表面的方向研磨可達成。若由於在大部分情形是真實的切割本身的均勻性，屏幕效應出現，此解決方案僅作用於一有限的範圍。

【0014】 世界專利申請案WO2013082496及WO2012103534特別專注於透射式電子顯微鏡（TEM）的樣品的準備。除了其它事項外，它們亦處理在樣品準備期間的屏幕效應的減少且提出一稱為背側研磨的方法。在此程序期間TEM薄板從矽膠基板側變薄，矽膠基板側係均勻並因此屏幕效應不源自它。屏幕效應出現於在矽膠下面的結構且若被檢驗層位於矽膠板的直下，它是無足輕重的。一移除在矽膠基板中的表面缺陷的方法亦已被設計。

【0015】 在這些應用所述的方法係特別專注於極薄的TEM薄板的準備，該方法僅關注淺切割以及內含均勻矽膠層的材料，該材料具有僅發生

緊接在上述的層的下面的屏幕效應的減少。

【發明內容】

【0016】 藉由使用本發明的在具有兩個或兩個以上的粒子束的裝置中處理樣品的方法以及設計用來執行該方法的裝置，上述缺點可被消除。在樣品處理期間粒子束通過圓柱。樣品的被研磨側係藉由以第一粒子束掃瞄被處理且經由第二粒子束掃瞄被觀察。當撞擊在掃瞄位置的中間的樣品時，第一粒子束的軸和第二粒子束的軸係偏斜的或交叉的。樣品係首先在樣品的第一位置中藉由以第一粒子束掃瞄而被研磨，其中第一粒子束的軸和被研磨側的表面形成角度 ξ ，角度 ξ 的值的範圍係從 0° 至 30° 。在處理後，被研磨側傾斜至樣品傾側的軸的周圍的第二位置。在此第二位置中、第一粒子束執行經由再掃瞄相同的被研磨側的另一研磨，第一粒子束係仍然指向此側，因而對於整個掃瞄時間，第一粒子束的軸與被研磨側的平面再形成角度 ξ ，角度 ξ 的值的範圍係從 0° 至 30° 。本新方法的本質是樣品的傾斜的軸交叉被研磨側且在所有上述的與第一粒子束研磨之時和/或之後的樣品的位置和移動的情形，第二粒子束亦撞擊在被研磨側上。第二粒子束掃瞄過被研磨側的被選定的區域，因而在利用第二粒子束的掃瞄的整個時間的期間，第二粒子束的軸與通過被研磨側所鋪設的平面的垂直線形成小於 90° 的角度。藉由第一粒子束的研磨的過程係藉由經由第二粒子束的觀察，不是固定性地就是在選定的時間區間被檢查。觀察被完成於與研磨相同的樣品位置以及相同的粒子束裝置的圓柱的位置。

【0017】 有利的是，若交叉被研磨側的樣品的傾斜的軸係垂直於通過

被研磨側所鋪設的平面。

【0018】 在掃瞄的中間位置中，第二粒子束的軸可與樣品的被研磨側的平面的垂直線形成角度 ω ，對於傾斜軸的周圍的樣品的兩個傾側，此角度係相同的。

【0019】 又另一選擇，亦即樣品的傾斜的軸的周圍的傾側係連續的且藉由第一粒子束的掃瞄被執行於與傾斜相同的時間。若傾斜改變，樣品的被研磨側保持在第一和第二粒子束兩者的視場內且傾斜角的絕對值係在 $(0^\circ, 30^\circ)$ 的區間中可任意調整。

【0020】 若在樣品的被研磨側被第一粒子束處理之前，樣品以角度 α 繞著傾斜軸傾斜，亦是有利的。在第二次，樣品的被研磨側被第一粒子束處理之前，樣品以角度 β 繞著傾斜角傾斜，角度 α 和 β 係指向相反方向。此步驟能被修飾為角度有相同的絕對值的這個意義上。 10° 的絕對至係有利的。

【0021】 在同時的研磨之下的繞著樣品的傾斜軸的樣品傾斜的連續改變期間，或在樣品的第一位置中的研磨接著樣品的第二位置中的研磨之後，在第二位置中樣品相對於第一位置繞著樣品的傾斜軸傾斜，樣品的被研磨側得到拋光，而產生屏幕效應的減少。

【0022】 為了由藉由第一粒子束的樣品的處理導致的錐角的補償，若該角度 ξ 其絕對值相同於此錐角的絕對值，其是有利的，因而保證樣品被處理於被研磨側的所需方向。

【0023】 在一有利的實施例中，藉由第一粒子束的研磨停止於被處理的樣品的精確選定的區域中，此區域由藉由第二粒子束同時觀察樣品的被

研磨側的影像而決定。

【0024】 為了得到3D樣品結構或較深位於樣品表面之下的結構的影像，當不是同時就是於選定的時間間隔藉由第二粒子束觀察時，傾斜於繞著樣品的傾斜軸的兩個位置以及藉由第一粒子束的在這些位置的每一個的研磨的過程週期地重複。當繞著樣品傾斜軸的樣品傾斜連續改變且不是同時就是於選定時間區段第二粒子束觀察過程時，研磨被週期性地重複亦為可能。在週期的每一重複期間，藉由第一粒子束軸移位和/或藉由樣品移位，第一粒子束移位於較深入於被處理的樣品中一選定的值。

【0025】 有又另一可能性，利用第二粒子束撞擊在樣品的研磨側上，因而在掃描的中間位置的第二粒子束的軸與通過研磨側鋪設的平面的垂直線形成範圍從 20° 至 50° 的角度，典型上為 35° 。

【0026】 有又另一可能性 — 第一粒子束軸、第二粒子束軸以及樣品的傾斜軸係在同一平面。

【0027】 第一和第二粒子束可以是選自以下的群組：電子束、離子束、具有金屬離子的離子束，或具有電漿源的離子束的任何組合。第一和第二光束兩者可被聚焦。

【0028】 另一改良可存在於：樣品繞著第一其它軸和/或第二其它軸傾斜和/或轉動；這些軸不同於樣品的傾斜軸且不同於彼此。此變形容許一修飾，亦即，第一其它軸、第二其它軸以及樣品的傾斜軸係彼此交叉或偏斜。第一其它軸和/或第二其它軸可偏離樣品的傾斜軸一 90° 或接近 90° 的角度。另一進一步的選擇是：第一其它軸係偏離在掃描的中間位置中的第一粒子束的軸一 $0-30^{\circ}$ 的角度及/或第一粒子束的軸和/或第二粒子束的軸偏離

第二其它軸一 90° 或接近 90° 的角度。

【0029】 在一有利的實施例中，樣品係可移動於彼此互相垂直的三個方向。

【0030】 為了執行上述的方法，內含至少兩個粒子束源的裝置與通過第一和第二圓柱的粒子束一齊使用。第一和第二圓柱係配備有產生至少兩個力場的電性或電磁掃描設備，該至少兩個力場係大約彼此垂直。這些圓柱的至少兩個的軸係交叉或偏斜。特定的圓柱的力場的力線係從該圓柱的軸偏離一 90° 或接近 90° 的角度。該裝置亦內含有至少一樣品附加物的操控器所表示的操控器第一組，該操控器第一組係可繞著至少一軸傾斜，該至少一軸係相同於附接於操控器第一組的樣品的傾斜軸。新裝置的本質存在於事實：第一組的操控器的傾斜軸交叉為了附接於第一組的操控器的被處理樣品所設計的區域，第一組的操控器係以樣品附接於操控器第一組的區域係交叉第一圓柱的軸和第二圓柱的軸的方式被置放。第一組的操控器的傾斜軸相對於第二圓柱的軸的偏移係不同於 90° ，且第一組的操控器的傾斜軸相對於第一圓柱的偏移係在於從 90° 至 60° 的封閉的角度區間。

【0031】 若繞著操控器第一組的傾斜軸的傾斜係能至少於 $+10^\circ$ 和 -10° 之間的範圍之內平順地調整是有利的。

【0032】 另一進一步的可能性係裝置係以第一電磁或電性掃描設備的第一力場的力線從操控器第一組的傾斜軸偏移 90° 或接近 90° 的角度的方式被使用。第二電磁或電性掃描設備的力的第一力場的力線和操控器第一組的的傾斜軸之間的偏移的範圍是在 40° 和 70° 之間，典型上它係 55° 。有又另一可能配置係操控器第一組的傾斜軸從第二圓柱的軸偏移一範圍在 20°

和 50° 之間的角度，典型上它係 35° 。同時，可由一在第一圓柱的軸和第二圓柱之間的偏移，該偏移的範圍係在 40° 和 70° ，典型上它係 55° 。另一改良係以下面事實表示：操控器第一組的傾斜軸交叉第一圓柱的軸和/或第二圓柱的軸，而三個軸中的至少兩個的交叉點係在指定為附接於操控器第一組的被處理的樣品的區域中。

【0033】 選自以下的群組 — 電子、離子、金屬離子或電漿源 — 的任何組合可為第一和第二粒子束的來源。第一和第二圓柱亦可被配備有光束聚焦的構件。

【0034】 在一有利的實施例中，由至少一第一操控器構成的第一組係附接於由至少一第二操控器構成的第二組。第二組操控器有利地內含可移動於二個或三個彼此互相垂直的方向的構件以及繞著第三和/或第四軸傾斜和/或轉動的構件。第三和第四軸從操控器第一組的傾斜軸並亦從彼此偏離。若第三和第四軸與第一組操控器的傾斜軸係彼此交叉或偏斜，是有利的。若操控器第一組的傾斜軸相對於第三軸和/或相對於第四軸偏移一 90° 或接近 90° 的角度，亦是有利的。在一特定的實施例中，第一圓柱的軸從第三軸偏移一 0° - 30° 的角度及/或第一圓柱的軸和/或第二圓柱的軸從第四軸偏移一 90° 或接近 90° 的角度。

【0035】 上述的方法和裝置的優點係在於：能在樣品的各種傾斜角之下以第一粒子束研磨並拋光樣品表面，而當以無由樣品的角度的改變所導致的從第一粒子束的視場的移位拋光時，該等角度可動態地改變。在選定的時間間隔或與藉由第二粒子束的觀察同時時，所有這是可能的。為了使這觀察可能，沒有進一步的樣品操控或裝置的其它零件是需要的。研磨和

拋光係永久被即時控制且可正確地在待檢查的結構的位置停止研磨和拋光。由於拋光，此結構幾乎是完全地平滑。建議的方法和裝置不受樣品的材料構成成分限制亦是有利的，該方法和裝置不需要習知的表面的平面化，在通過樣品的切口係不均勻時的情形，該方法和裝置亦作用且甚至至幾百微米等級的較深的切口該方法和裝置亦可應用。特別由於樣品傾斜軸交叉進一步被拋光和觀察的研磨側的加入，本發明使這些重要的可能性成為可能。

【圖式簡單說明】

【0036】

利用二個或更多個粒子束在裝置中樣品處理的方法以及執行該方法的裝置將使用所附圖式被進一步說明。第1圖顯示本發明的例示實施例其中之一，具有光束的突出顯示的軸、樣品、樣品的被研磨側以及在通過第一和第二粒子束軸的平面的部分中的樣品的傾斜軸；

在本發明內的屏幕效應移除的原理係概略圖示於第2a和b圖中。在樣品的兩個相互傾斜位置的情形中通過樣品的被研磨側藉由第一粒子束的掃描的過程顯示於那裡。在掃描的中間位置中的第一和第二粒子束的位置和樣品的傾斜係圖示於這些圖式。

第3圖顯示另一例示實施例，具有轉動或傾斜5和6的第一和第二其它軸並包含使用角度 ξ 的錐角補償。在第4圖中，顯示執行本發明的裝置的一例示實施例，具有概略圖繪的兩個具有粒子束的設備的圓柱，兩個操控器組以及這些操控器的傾斜和/或轉動軸係在此概略性地顯示，而為了簡化起見平移軸被省略。為了簡化起見，操控器係僅描繪為方塊，而無任何它們

的架構的詳細的顯示，這些架構可變化但仍可得到相同的效果。使用角度 ξ 的錐角補償亦被圖示於圖式中。在同一圖式中，合力線的方向被顯示，合力線於兩個圓柱的掃瞄設備中偏折光束。這圖式事實上僅係合方向的一蓋略性圖式，在圖式中光束正在掃瞄；事實上，掃瞄設備可具有具備更多電場或磁場的一些階。第5a和5b圖提供拋光前和後的一被研磨表面的圖式。

【實施方式】

【0037】 在具有兩個或更多個粒子束的裝置中的樣品處理的方法被體現，例如，在實施例中該方法的完整圖式被顯示於第1圖中。為了清楚起見，圖式僅圖示裝置的零件，該等零件從本發明原理的觀點來看是重要的，亦即，軸或粒子束圓柱、操控器組、樣品的傾斜軸或操控器的傾斜軸以及具有被處理的表面的被檢驗的樣品。有需要記住的是有關顯示在圖式中的配置，不妨礙本發明的方法的功能原理的裝置的單獨零件的一廣範圍的轉動是可行的。

【0038】 在第1圖中，一本發明執行的例示配置被蓋略性地圖示。其為進入例示配置中的掃瞄的中間位置的第一粒子束的軸1及掃瞄的中間位置的第二粒子束的軸2的平面的投影，其中這些軸係在相同平面。軸1和2的平面將是共有的情況對於本發明的運作並非不可或缺的。因為軸1、2和樣品4的傾斜軸3交叉於樣品4的被研磨側4.1上的一點，顯示在第1圖的情形亦是特別的，其也不是本發明的運作的一必要情況。它滿足以下的需要：在掃瞄期間，第一粒子束於 0° - 30° 的角度打在被研磨側4.1上且在掃瞄期間，第二粒子束於一別於正切的角度撞擊在被研磨側4.1上，而樣品4的傾斜軸3交叉被研磨側4.1。第1圖亦圖示一例示配置，其中樣品4的傾斜軸3垂直於通

過樣品4的被研磨側4.1而鋪設的平面。這些特別的情況係為了說明的簡易化而被選擇，而本發明當然不僅限於第1圖中所述及的配置且系列的不同移位、轉動以及其它配置變形應同樣運作。

【0039】 在依據第1圖的配置中、第一粒子束打在樣品4的被研磨側上，它研磨此側且如此對於藉由掃瞄設備的光束的零偏差，掃瞄的中間位置的它的軸1與被研磨側4.1形成角度 ξ ，該角度 ξ 的值通常係在 0° 和 30° 之間。此角度用來補償由使用第一粒子束的處理所產生的表面的錐角，因而研磨發生在被研磨側4.1的平面中。錐角一般從藉由聚焦的離子束的樣品的加工產生。會聚角的值通常依賴於處理的給定的條件，例如依賴於電流和離子束的光點大小並依賴於樣品的材質。為了研磨被研磨側4.1的平面中的樣品的表面，樣品4必須被設定入操作者所檢驗的被研磨側4.1與第一粒子束的軸1形成一角度 ξ 的位置，而此角度 ξ 及會聚角的絕對值對於處理的給定的條件係相等的。在例示配置中，除了第一粒子束掃瞄以角度 ξ 傾斜於被研磨側4.1的平面的平面外，第一粒子束於一角度 ξ 打在該側4.1的平面上，因而第一粒子束通過將被處理的整個表面，其導致被研磨側4.1的平面中的研磨。

【0040】 在樣品4的內部的被研磨側4.1的局部化及傾斜依賴於樣品的內部的結構為何及這些結構那一個被檢驗。若該側4.1平行於被檢驗的結構所處的平面，它是方便的。如第3圖的註釋所述，基於上面所述，樣品4的位置將被設定為固定或使用其它的傾斜和/或轉動軸設定。同時，樣品4必須以傾斜軸3經常交叉被選定的被研磨側4.1的方式被指向。此目的亦可藉由於一要求的位置附接樣品4或藉由適當地利用第3圖的註釋所述的其它傾斜軸和/或轉動軸被達成。

【0041】 第二粒子束亦被導向樣品4的被研磨側4.1，其中在藉由光束的掃瞄的整個時間的期間，第二粒子束的軸2與通過樣品4的被研磨側4.1所鋪設的平面的垂直線4.1.1形成不同於90°的角度 ω ，其意味著使用第二粒子束在整個時間期間此側可被成像。第二粒子束掃瞄樣品4的被研磨側4.1的由操作者選定的區域。成像被以已知於具有粒子束的裝置的方法進行，亦即，由於第二粒子束與樣品的表面區域作用，發生有二次粒子或輻射的放射，當有關的偵測器與使用第二粒子束的掃瞄同步時，該二次粒子或輻射的放射可進一步被這些偵測器偵測到。

【0042】 在一例示實施例中，角度 ω 的大小係從20°至50°，而典型的大小係35°。在第一粒子束的第一掃瞄之後，來自樣品4的被研磨側4.1的表面層的研磨被執行，但由於各種類的材料和研磨參數，產生的效果係一具於光束方向的槽的不均勻表面。針對被研磨側4.1的表面的此不均勻性，必須考慮垂直線4.1.1。為一向著通過被研磨側4.1鋪設的平面的垂直線。為了消除屏幕效應，必須進行至少再一個的掃瞄，導致整個樣品表面藉由第一粒子束的進一步的研磨，該樣品表面係有與第一掃瞄有關而出現的槽所覆蓋。藉由第一掃瞄的被研磨側4.1此額外的掃瞄必須以第一研磨所導致的槽盡可能被減少的方式被完成。

【0043】 這些槽減少且如此屏幕效應的減少的原理係顯示在第2a和2b中的一例示實施例中。在第一研磨和第二研磨期間有著進入通過樣品4的被研磨側4.1所鋪設的平面的投影。在第一和第二研磨期間當第一粒子束的軸1穿過被研磨側時有著被掃瞄偏折的第一粒子束的軸1的概略性地顯示的投影。圖示於圖式中的掃瞄的方向僅係多個可能方向其中之一。槽係產生

於軸的這些投影的方向。在第2a圖中，有著一例示配置中的第一階被圖示，其中第一研磨被執行於在當樣品4繞著樣品4的傾斜軸3被傾斜角度 α 時的位置中的樣品4的被研磨側4.1上。另一方面，在第2b圖中有著第二階被顯示有在被轉動角度 β 的位置中的樣品4的同樣表面的第二研磨，而在此例示配置中該角度 β 係對角度 α 反向指向。在第一和第二研磨期間所產生的槽形成大小為 $\alpha+\beta$ 的角度，且該等槽彼此交叉且因此彼此相消除至某一程度。將指出的是：為了本發明適當作用，僅需在第一研磨期間所產生的槽被來自第二或下一研磨的槽充分消除且反之亦然。因此，在第一研磨期間無須樣品被轉動，只有當第二研磨期間充分轉動樣品，且轉動角度被反指向亦不是條件，若在第一和第二研磨期間所產生的槽形成一通常在 5° - 25° 的區間的足夠角度是足夠的。在一有利的實施例中，在第一和第二研磨的期間出現的槽間的角度係 20° 。甚至更有利的另一實施例不僅僅處理兩個固定位置中的研磨而是研磨於樣品4繞著軸3連續傾斜時，其產生樣品4的被研磨側4.1的幾近完美的拋光。

【0044】 此程序的效率係良好地圖示於第5a和5b圖中。第5a圖內含一由第一粒子束所研磨的表面的圖像以瞭解在拋光前，表面的情形。顯然地，被研磨側被覆蓋以特殊的槽。在第5b圖中，有著被拋光後的相同的表面——可看到槽消失而代之以非常光滑的表面出現。兩個圖像利用二次粒子的偵測，使用第二粒子束完成，二次粒子的發射係由粒子束產生。就如上面所述，由於繞著樣品4的傾斜軸3的傾斜，拋光且如此屏幕效應的減少係可能的，此傾斜——可從第1圖清楚看出——交叉樣品4的被研磨側4.1。由於如上所述的此樣品的傾斜軸3的交互位置以及被研磨側4.1的交互位置加上第

一粒子束的軸1的調整及第二粒子束的軸2的調整，可同時或交替地傾斜、研磨、拋光以及觀察樣品4，而甚至在繞著樣品4的傾斜軸3之後，為了拋光，被研磨側4仍保持在兩個光束的視場中。繞著樣品4的傾斜軸3的傾斜可以是靜止因而樣品4被研磨於兩個固定的位置中，或者是動態，其中在連續同時傾斜期間，樣品4被研磨。

【0045】 第一粒子束或第二粒子束不須撞擊樣品也不需固定性的掃瞄。除了第一和第二粒子束同時或單獨撞擊在樣品4的被研磨側4.1上外，亦可在選定的時間區間改變這些光束的同時或單獨使用。其中，此意味著藉由第一粒子束的研磨可直接需要兩個光束同時開啟且不被消隱的即時或者在選擇的時間區間被第二粒子束觀察，而在此第二情形中有著一交替於兩個光束的同時和/或單獨開啟和/或消隱。可應用一方法，其中第一光束研磨樣品表面，然後消隱，藉由第二光束進行觀察，然後第一光束不被消隱，在另一研磨被執行後，第一光束則再被消隱且進行藉由第二粒子束的另一觀察。第二粒子束可固定性地或僅在每一研磨之後的時間區間被開啟和/或不被消隱。當第一粒子束不固定性地掃瞄於被研磨側之上且在一研磨的階段後光束被消隱時和/或在一被第二粒子束的產生的表面的更徹底的檢驗是需要時，藉由第一粒子束的被研磨側的多餘的破壞被消除。

【0046】 研究深入樣品4之下的結構經常是需要的。在此情形中，有著一於樣品4的深處方向的第一粒子束的掃瞄中的移位，該移位可藉由利用一掃瞄社被移位光束的軸或界有樣品4本身的移位可得到。由於重複研磨、拋光以及移位研磨區域入樣品的的深處的程序，因為被研磨區域不遭受屏幕效應，一被檢驗的樣品4的3D影像可被高品質地得到。由於事實上在藉由

第二粒子束的同時觀察期間或當藉由第二粒子束觀察係在被選擇的時間區間被進行時，本發明容許被控制的研磨及拋光，當研磨到達應該被完全地檢驗的點，可停止研磨，在TSV結構的研究中期係一普遍的情形，且可詳細研究高品質、被拋光及無槽的結構的表面。

【0047】 在本發明中，第一和第二粒子束係選自電子束，具有金屬離子的離子束或具有電漿源的離子束的群組的任何組合。最有利的是進行研磨的第一粒子束係一適合快速研磨的具有電漿源的離子束的配置。當第二粒子束係電子束時，觀察係最有利的，因為當適當調整時它不導致檢驗的表面的破壞。然而，其它觀察的方法並未被排除。第一和第二光束被有利地聚焦，因此可聚焦它們於樣品4的區域上。

【0048】 然而，本發明不僅限於兩個光束，依據需要的分析形式可有任何數目的其它光束，除了上述光束外，可有不同形式的光束，例如一雷射光束。當然，若除了上述的繞著軸3的樣品4的傾斜外可以以另一方式操控樣品4是方便的；最佳方式是不需打開裝置室。因此，方便移位和/或轉動在該室內的樣品，因而被研磨和/或被觀察區域被選定並被移入兩個粒子束的視場，因而被研磨側4.1的傾斜可被選擇，且工作距離可被改變，因而置放在該室中的不同樣品可被觀察等。為了達成此目的，方便藉由樣品的傾斜和/或轉動和/或移位擴大本發明是方便的。

【0049】 樣品4的傾斜和/或轉動的輔助軸的可能配置之一係顯示於第3圖中。需要記住的是真實配置中的軸不必交叉於一平面中或於一點。為了藉由樣品4的傾斜和/或轉動的第一其它軸5及藉由樣品4的傾斜和/或轉動的第二其它軸6有助於上述發明的性能，若它們彼此相關且亦交叉於或偏斜

於樣品4的軸3是足夠的。為了簡化起見，第3圖圖示軸5、6和3的投影交叉在一點的情況。

【0050】 第一其它軸被顯示，繞著該軸5可轉動樣品5或以需要的樣品到達粒子束的視場的方式轉動具有一些樣品的載物台。有利的是，若第一其它軸5與使用於減少屏幕效應的樣品4的傾斜軸3形成大約 90° 。軸偏向或任何其它的線的偏向係在如下定義的文字中：若該等線為在一平面的交叉線，它們的偏向必須是每一銳角或直角的大小，該銳角或直角由線產生。兩個平行線的偏向是 0° 。兩個偏斜線的偏向是通過一平行於特定的偏斜線的空間中的被選擇點的兩個交叉線的偏向。在第3圖中，第二其它軸6亦被圖示，繞著該軸樣品4可被傾斜，因此設計用來研磨的樣品的側邊到達向著第一粒子束該樣品形成在 0° - 30° 的區間的角度 ξ 的位置。沒有這些軸5和6，裝置可操作，但操作者應會被迫穩固地設定樣品4應會被處理的方向，且如此穩固地設定被研磨側4.1的位置和傾斜，且讓操作者改變此位置和傾斜而不阻礙該程序應是不可能的。

【0051】 在一實施例中，對其，然而本發明不應受限制，第一其它軸5和/或第二另一軸6從樣品4的傾斜軸3偏移一 90° 或接近 90° 的角度。亦有利的是，當第一其它軸5從掃描的中間的位置的第一離子束的軸1偏向一 0 - 30° 的角度且/或第一粒子束的軸1和/或第二粒子束的軸2從第二其它軸6偏向一 90° 或接近 90° 的角度。顯然地，可有比圖示於第3圖更多的傾斜和/或轉動軸。

【0052】 本發明更可被樣品4的移位擴大，該移位通常係在三個相互垂直方向X、Y及Z，但若應用需要，在形成其它角度的方向的移位亦係可能。

【0053】 上述除了例如在三個相互垂直方向的樣品的移位以外繞著軸5和6的樣品的其它轉動和/或傾斜的選擇在進行上述的發明的期間容許較大的安逸舒適感。

【0054】 第4圖顯示本發明執行的可能裝置的其中之一的概略圖式。部分對本發明不重要的裝置在圖中被省略。在圖中顯示在一例示配置中入具有粒子束的第一裝置的第一圓柱8的軸8.1的平面的投影以及入具有粒子束的第二裝置的第二圓柱9的軸9.1的平面的投影，其中軸8.1和9.1係在一平面。此條件對於本發明的功能性並非必不可少的。關於軸8.1和9.1的唯一條件係它們必須相交叉或偏斜。第4圖亦概略性地圖示具有其傾斜軸3.1的操控器的第一組7。其僅顯示為一方塊，它的架構配置可變化且它可被認為容許移動多於繞著軸3.1的傾斜的一組操控器。因為操控器第一組7及附接於操控器的第一組7的樣品4傾斜一起，操控器的第一組7的傾斜軸3.1係相同於附接於操控器的第一組7的樣品4的傾斜軸3。

【0055】 圖示於第4圖的情形在意義上是特別的：軸8.1、9.1及操控器的第一組7的傾斜軸3.1的投影相交於樣品4的被研磨側4.1上的一點，對本發明的功能，其亦非不可或缺的條件，甚至對於本發明的執行此配置是有利的。第4圖更顯示例示實施例，其中操控器的第一組7的軸3.1係垂直於通過樣品4的被研磨側4.1所鋪設的平面。這些特別的條件係為了說明的較大的簡化被選擇，但本發明不僅限於第4圖所圖示的配置且系列的被不同地移位、轉動及其它的變形應擁有類似的功能。

【0056】 對於本發明的功能，當操控器的第一組7容許傾斜繞著傾斜軸3.1至少在 $+10^{\circ}$ 、 -10° 的區間中時，且當此傾斜係被平順調整時，其亦是

有利的。

· **【0057】** 除了其它事務外，顯示在第4圖的配置用來說明一軸的選定的有利的配置；亦即，傾斜軸3.1的有利配置、第一圓柱8的軸8.1的有利配置以及圓柱9 的軸9.1的有利配置。然而，對於本發明的功能，這些軸的位置是足夠符合下面所給予的進一步的三個條件。第一條件是：第一圓柱8的第一軸8.1、第二圓柱9的軸9.1以及操控器的第一組7的傾斜軸3.1交叉被操控器的第一組7固持的區域。另一條件是操控器的第一組7的傾斜軸3.1採用一不同於相對於第二圓柱9的軸9.1的90°的偏向，該偏向需要確保通過第二圓柱的粒子束撞擊在被研磨面上而不是於正切方向，使該光束能捕捉表面的影像。最後的條件係操控器的第一組7的軸3.1從軸8.1偏位於一90°至60°的封閉區間中的角度，該角度對選定的被研磨側4.1的研磨是必要的。上述條件的應用連同兩個圓柱中的掃描設備的一合適配置確保被研磨區域的研磨及觀察被進行於甚至當進行一繞著操控器的第一組7的傾斜軸3.1的需要用來拋光被研磨表面的傾斜時，被研磨表面經常保持在兩個光束的視場。

【0058】 除了圓柱的軸8.1和9.1，第4圖亦圖示具有粒子束的圓柱，亦即第一圓柱8及第二圓柱9。其又僅是一概略性的顯示，兩個圓柱8和9的幾何參數可以不同，它們的寬度、長度或它們的極片的形狀不必相同等。在該等圓柱中對應的掃描設備連同光束偏向的合成方向係概略性地描繪。第一圓柱8係配備有產生至少兩個亦即電或電磁力場8.2.1、8.2.2的第一電性或電磁掃描設備8.2，該等力場8.2.1、8.2.2的目的係於掃描過程中偏向光束。若這些力場8.2.1和8.2.2的力線係彼此垂直或形成一在70°和90°之間的角度，是方便的。第一掃描設備8.2可由更多階的力場組成，或可有彼此結合

的兩個以上的力場於一個階。在此情形中有必要看待力場8.2.1和8.2.2為合成方向，於該等方向光束被偏向。第二圓柱9配備有產生至少兩個力場9.2.1、9.2.2的第二電性或電磁掃瞄設備9.2，該等力場亦即電或電磁場，該等力場的目的係於掃瞄過程中偏向光束。當這些場9.2.1和9.2.2的力線係彼此垂直或以70°和90°之間的偏向值偏向時，其是方便的。第二掃瞄設備9.2可由力場的一些階組成，或可有彼此結合的兩個以上力場於一個階。在此情形中有必要看待力場9.2.1和9.2.2為合成方向，於該等方向光束被偏向。場8.2.1和8.2.2的力線從第一圓柱8的軸8.1偏向一位於從70°至90°的區間中的角度，有利的是90°，且相似地場9.2.1和9.2.2的力線從第二圓柱9的軸9.1偏向一位於從70°至90°的區間中的角度，有利的是90°。一具90°的偏位的有利實施例係顯示於第4圖。

【0059】 當第一電磁或電性掃瞄設備8.2的第一力場8.2.1的力線從操控器的第一組7的傾斜軸3.1偏向一90°的角度或在從70°至90°的區間中更為有利。由於此事實，當繞著操控器的第一組7的傾斜軸3.1傾斜被研磨表面時，結合研磨的掃瞄係進行於相同或接近相同平面。藉由第二力場8.2.2的掃瞄則用來沿著操控器的第一組7的傾斜軸3.1，於向著樣品4的內部的方向偏向第一粒子束的軸。拜此所賜，可檢驗表面之下較深位置的結構。若樣品4本身相對於圓柱8被移位，類似的效果，亦即進入樣品的深處的研磨的移位亦可被達成。利用在下所述的操控器的輔助第二組10，移位係可能的。兩個方法的結合是可能的，亦即於彼此相反的方向的第一粒子束的移位及樣品的移位。

【0060】 當第二電磁或電性掃瞄設備9.2的第一力場9.2.1的力線從操

控器的第一組7的傾斜軸3.1偏向一位於從40°至70°的區間中的角度，典型上是55°，亦是有利的。

【0061】 具有粒子束的圓柱的幾何參數通常導致方便的配置，其中操控器的第一組7的傾斜軸3.1從第二圓柱9的軸9.1的偏向一位於從20°至50°的區間的角度，典型上是35°。此傾斜軸3.1的位置可被固定，或軸3.1可使用由在下將詳細說明的至少一個操控器的組成的操控器的第二組10被傾斜入此位置，此位置對於一般的圓柱配置是有利的，該一般的圓柱配置係通常如下：第一圓柱9的軸9.1從第二圓柱9的軸9.1偏向一位於從40°-70°的區間中的角度，典型上是55°。在此位置中可容易研磨一在與第一圓柱8的軸8.1形成一從0°- 30°的區間的角度的表面且同時甚至當繞著操控器的第一組7的傾斜軸3.1傾斜時，可以以通過圓柱9的粒子束觀察此表面。

【0062】 第4圖亦圖示具由操控器的輔助第二組10的本發明的一擴展版，該輔助第二組10概略性地顯示為一方塊而無一可變化的特定架構配置的進一步詳細顯示。操控的輔助第二組10由至少一操控器組成，然而，它通常內含複數個操控器。操控器的輔助第二組10對於本發明的功能並非必不可少的，然而當利用樣品操控時其附加物容許更大的舒適感。對於此特別的目的，操控器的第一組7係附接於操控器的第二組10，亦即，此操控器的第二組10的移動亦導致樣品4附接至其的操控器的第一組7的移動，並因此該操控器的第二組10導致樣品的移動。多虧操控器的第二組的加入，可改變工作距離，可於可同時附接於操控器的第一組7的不同的樣品4之間作選擇，可選擇指定為研磨和觀察的樣品4的區域，可移位研磨更進入樣品4深處，可選擇研磨表面的傾斜等。且所有此不需打開裝置室且不需利用樣

品4人工操控。為了此目的，操控器的第二組10內含可移動於兩個或三個彼此垂直的方向的構件和/或用於繞著第三軸5.1和/或繞著第四軸6.1傾斜和/或轉動的構件，其中此第三軸5.1和第四軸6.1係不同於操控器的第一組7的傾斜軸3.1，且亦彼此不同，又其中它們係相對於彼此及相對於操控器的第一組7的傾斜軸3.1有利地交叉或偏斜。用於轉動軸的第三軸5.1通常容許 0° 和 360° 之間的不設限的轉動範圍。在用於傾斜軸的第四軸6.1的情形中，由於架構的理由，傾斜的範圍係限於某一角度區間。

【0063】 在有利的實施例中，操控器的第一組7的傾斜軸3.1從第三軸5.1和/或從第四軸6.1偏向 -90° 的角度或偏向於 70° 至 90° 的角度區間。在有利的配置中，第一圓柱8的軸8.1從第三軸5.1偏向 $0-30^{\circ}$ 的角度和/或第二圓柱9的軸9.1從軸6.1偏向 -90° 的角度或位於 70° 至 90° 的區間的一角度。

【0064】 為了簡化起見，第4圖顯示有利的狀態，其中軸5.1、6.1及3.1的投影交叉在一個點，在特別的配置中，該點係同於第一圓柱8的軸8.1和第二圓柱9的9.1的交叉點的投影。需要記住的是在一實際的配置中軸5.1、6.1及3.1的軸不必交叉於一個平面或一個點。為了藉由第三軸5.1和第四軸6.1有助於進行上述發明，若軸5.1、6.1彼此交叉或偏斜並亦相對於操控器的第一組7的傾斜軸3.1交叉或偏斜，是足夠的。

【0065】 第一及第二粒子束的來源係選自來源：電子、離子、金屬離子或電漿源的群組的任何組合。同時，若第一圓柱8的來源係一離子源和較快速研磨的離子電漿源，且若第二圓柱9中的來源係電子源，在觀察期間避免表面破壞是方便的。

【0066】 第一圓柱8和第二圓柱9係配備有光束聚焦的構件，通常配備

- 3 樣品（4）的傾斜側
 - 3.1 操控器的第一組（7）的傾斜軸
- 4 樣品
 - 4.1 被研磨側
 - 4.1.1 垂直線
- 5 第一其它軸
 - 5.1 第三軸
- 6 第二其它軸
 - 6.1 第四軸
- 7 操控器的第一組
- 8 第一圓柱
 - 8.1 第一圓柱（8）的軸
 - 8.2 第一掃描設備
 - 8.2.1 力場
 - 8.2.2 力場
- 9 第二圓柱
 - 9.1 第二圓柱（9）的軸
 - 9.2 第二掃描設備
 - 9.2.1 力場
 - 9.2.2 力場
- 10 操控器的第二組

【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】

.

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

【序列表】(請換頁單獨記載)

I648529

發明摘要

※ 申請案號：103123891

※ 申請日：2014/07/11

※IPC 分類：

【發明名稱】（中文/英文）

利用兩個或更多個粒子束在一裝置中的樣品處理的方法以及用於此處理的裝置 / Method of Specimen Processing in an Apparatus with Two or More Particle Beams and Apparatus for this Processing

【中文】

本發明相關於在一具有兩個或兩個以上的粒子束的裝置中用於樣品處理的方法及裝置，其中樣品的被研磨側（4.1）係藉由第一粒子束處理並藉由第二粒子束觀察。樣品係首先被在樣品的第一位置中的第一粒子束研磨且之後，被研磨側（4.1）傾斜在繞著樣品（4）的傾斜軸（3）的第二位置中，在該第二位置另一研磨被進行。在繞著軸（3）的樣品（4）的連續傾斜期間研磨亦可被進行。樣品（4）的傾斜軸（3）交叉被研磨側（4.1）。在所有上述的樣品（4）的位置中，第二粒子束照射在被研磨側（4.1），其使即時監控研磨成為可能。

【英文】

The application deals with the method and apparatus for specimen processing in an apparatus with two or more particle beams, where the milled side (4.1) of the specimen is processed by the first particle beam and observed by the second particle beam. Specimen (4) is first milled by the first particle beam in the first position of the specimen and after this, the milled side (4.1) tilts in the second position around the axis (3) of the tilt of the specimen (4) where another milling is performed. Milling can also be performed during continuous tilting of the specimen (4) around the axis (3). The axis (3) of the tilt of the specimen (4) intersects the milled side (4.1). In all aforementioned positions of the specimen (4), the second particle beam impinges on the milled side (4.1), which enables to monitor the milling in real time.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1 第一粒子束的軸
- 2 第二粒子束的軸
- 3 樣品（4）的傾斜側
- 4 樣品
- 4.1 被研磨側
- 4.1.1 垂直線

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。

有電磁或靜電透鏡。由第二粒子束提供的影像使用被應用於具有粒子束的裝置的方法，該方法意味著第二粒子束與樣品的表面區域作用的結果，有一次粒子或輻射的發射，該發射可被相關的偵測器進一步偵測到，而這些偵測器的信號係與藉由第二粒子束的掃描同步。

【0067】 當然，基於本發明的裝置亦可內含系列的其它構件、具有光束的額外圓柱、偵測器、量測裝置等等，在此不予詳述。

【0068】 工業應用性

【0069】 本發明的方法及裝置係可利用於結構的研磨及拋光且使用具有粒子束的裝置可利用於這些被拋光結構的觀察。多虧本發明，可以以在藉由一粒子束研磨的期間樣品的光滑、無屏幕效應的表面能被得到的方式傾斜樣品。同時，樣品保持在第一和第二粒子束的視場。由於第二粒子束的使用，可固定地或在選定的時間區間監控和/或觀察被研磨表面而無須利用樣品和/或粒子束圓柱進一步操控。由於此可能觀察即時的研磨過程，沒有破壞被觀察的結構的疑慮，過程快且無不正確，該不正確否則可能被利用樣品的進一步操控的需要導致。此方法和裝置能容易的運用於所有區域，其中有需要檢驗樣品真正光滑的平面，而亦使研磨過程的即時控制成為可能。本發明尤其可使用於TSV結構及其它半導體樣品檢驗，可用於多晶樣品而獲得樣品結構等的3D影像。

【符號說明】

【0070】

- | | |
|---|---------|
| 1 | 第一粒子束的軸 |
| 2 | 第二粒子束的軸 |

申請專利範圍

1. 一種在具有通過圓柱的兩個或兩個以上的粒子束的裝置中樣品處理的方法，其中樣品（4）的被研磨側（4.1）係藉由利用該第一粒子束的掃瞄處理且藉由利用第二粒子束的掃瞄觀察，且於掃瞄的中間位置射在樣品上時第一粒子束的軸（1）和第二粒子束的軸（2）係偏斜或交叉，且其中在樣品（4）的第一位置中樣品（4）係藉由利用第一粒子束掃瞄被第一次研磨，於掃瞄的整個持續期間，在該第一位置中第一粒子束的軸（1）與研磨側（4.1）的平面形成角度（ ξ ），而此角度的大小係在從0°至30°的角度區間中，且在此處理之後被研磨側（4.1）係繞著樣品（4）的傾斜軸（3）傾斜入第二位置且在此第二位置中藉由利用第一粒子束再掃瞄相同的被研磨側（4.1），第二研磨被執行，該第一粒子束以於整個掃瞄的持續期間此第一粒子束的軸（1）再與被研磨側（4.1）形成角度 ξ 的方式仍指向該側，其中角度的大小係在從0°至30°的角度區間中，其特徵在：樣品（4）的傾斜軸（3）交叉被研磨側（4.1），而對於所有上述在藉由第一粒子束的研磨的過程之中和/或過程之後的樣品的位置和移動，第二粒子束照射在研磨側（4.1）上，該第二粒子束以在整個藉由第二粒子束的掃瞄時間此第二粒子束的軸（2）與通過被研磨側（4.1）鋪設的平面的垂直線（4.1.1）形成小於90°的角度，且其中其結果是藉由第一粒子束的研磨的過程係固定地或在一選定時間區間被使用第二粒子束的觀察控制，觀察係在同於研磨的樣品（4）的位置和具有粒子束的裝置的圓柱的位置被進行。
2. 如申請專利範圍第1項的方法，其中，交叉樣品（4）的被研磨側（4.1）的樣品（4）的傾斜軸（3）係垂直於通過研磨側（4.1）鋪設的平面。

3. 如申請專利範圍第1至2項中任一項之方法，其中，在掃瞄的中間位置中的第二粒子束的軸（2）與樣品（4）的研磨側（4.1）的平面的垂直線形成角度(ω)，此角度對於繞著樣品（4）的傾斜軸（3）的樣品（4）的兩個傾斜是相同的。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，在利用第一粒子束同時掃瞄期間，繞著樣品（4）的傾斜軸（3）的傾斜係被連續執行，而在傾斜的改變期間樣品（4）的被研磨側（4.1）保持在第一粒子束及第二粒子束的視場中且傾斜角的絕對值係在（0°、30°）的角度區間中可任意調整。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，在藉由第一粒子束的樣品（4）的研磨側（4.1）的第一處理之前，樣品（4）係繞著樣品（4）的傾斜軸（3）傾斜角度（ α ）且在藉由第一粒子束的樣品（4）的被研磨側（4.1）的第二處理之前，樣品（4）係繞著樣品（4）的傾斜軸（3）傾斜角度（ β ），而這些角度係相反指向。
6. 如申請專利範圍第5項的方法，其中，角度（ α ）及（ β ）的絕對值是相同的。
7. 如申請專利範圍第6項的方法，其中，角度（ α ）及（ β ）的絕對值係10°。
8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，在同時研磨之下繞著樣品（4）的傾斜軸（3）的樣品（4）的傾斜的改變期間，或在接著是在樣品的第二位置中的研磨的樣品的樣品的第一位置中的研磨，該樣品的第二位置相對於樣品的第一位置係繞著樣品（4）的傾斜軸（3）傾斜之後，樣品（4）的被研磨側（4.1）被拋光且屏幕效應如此被減少。

9. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，為了補償藉由第一粒子束的樣品（4）的處理所產生的錐角的撞擊，角度（ ξ ）係在其同於錐角的絕對值的絕對值，該絕對值保證於研磨側4.1的需要的方向的樣品處理。
10. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，取決於藉由第二粒子束所觀察的樣品（4）的被研磨側（4.1）的影像，藉由第一粒子束的研磨停止於被處理的樣品（4）的確切的被選定的區域中。
11. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，若必須取得一樣品的3D結構或有關位於樣品的表面下較深處的結構的瞭解，繞著樣品（4）的傾斜軸（3）傾斜於兩個位置且利用第一粒子束在這些位置的每一個中的研磨而第二粒子束係使用來同時地或在選定的時間區間觀察的方法週期性地重複，或方法係週期性地重複的研磨而繞著樣品（4）的傾斜軸（3），樣品（4）連續地改變及藉由第二粒子束的觀察被同時地或在選定的時間區間進行，且在此週期的每一重複期間，藉由移動軸（1）本身和/或藉由移動樣品（4），第一粒子束的軸（1）移位於較深入被處理的樣品（4）的選定的值。
12. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，第二粒子束照射在樣品（4）的被研磨側（4.1）上，因而在掃描的中間位置中的第二粒子束的軸（2）與通過被研磨側鋪設的平面的垂直線形成範圍從20°至50°的角度（ ω ），典型上為35°。
13. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，第一粒子束的軸（1）、第二粒子束的軸（2）以及樣品的傾斜軸（3）位於相同平面。
14. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，第一和第二粒子束係選自以下群

組的任何組合：電子束、離子束、具有金屬離子的離子束或具有一電漿源的離子束。

15. 如申請專利範圍第1項中之方法，其中，第一和第二粒子束兩者均被聚焦。
16. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，樣品亦繞著第一其它軸（5）和/或繞著第二其它軸（6）傾斜和/或轉動，而這些軸（5）和（6）係不同於樣品（4）的傾斜軸（3）且亦彼此不同。
17. 如申請專利範圍第16項之方法，其中，第一其它軸（5）、第二其它軸（6）及樣品（4）的傾斜軸（3）係彼此交叉或偏斜。
18. 如申請專利範圍第16項之方法，其中，第一其它軸（5）和/或第二其它軸（6）從樣品（4）的傾斜軸（3）偏向一90°或接近90°的角度。
19. 如申請專利範圍第16之方法，其中，第一其它軸（5）從在掃描的中間位置的第一粒子束的軸（1）偏向一0-30°的角度和/或第一粒子束的軸（1）及/或第二粒子束的軸（2）從第二其它軸（6）偏向一90°或接近90°的角度。
20. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，樣品係可移動於三個彼此垂直的方向。
21. 一種用於進行如申請專利範圍第1至15項中任一項之方法的裝置，其中該裝置係具有至少兩個來源的粒子束，該兩個來源的粒子束則通過第一和第二圓柱，且其中第一圓柱（8）係配備有用於產生彼此略呈互相垂直的至少兩個力場（8.2.1、8.2.2）的第一電性或電磁掃描設備（8.2）且其中第二圓柱（9）配備有用於產生彼此略呈互相垂直的至少兩個力場

- (9.2.1、9.2.2)的第二電性或電磁掃瞄設備(9.2)，且其中這些圓柱(8、9)的至少兩個的軸係交叉或偏斜，而力場(8.2.1、8.2.2)的力線從圓柱(8)的軸(8.1)偏向一 90° 或接近 90° 的角度且力場(9.2.1、9.2.2)的力線從圓柱(9)的軸(9.1)偏向一 90° 或接近 90° 的角度，且該裝置更內含操控器的第一組(7)，該操控器的第一組(7)由至少一個附接於樣品(4)的操控器組成，該操控器的第一組(7)係可至少繞著一個軸(3.1)傾斜，該軸(3.1)係相同於附接於此操控器的第一組(7)的樣品(4)的傾斜軸(3)，其中，操控器的第一組(7)的傾斜軸(3.1)交叉指定為附接於此操控器的第一組(7)的被處理的樣品(4)，其中操控器的第一組(7)係同時以樣品(4)被附接於操控器的第一組(7)的區域亦被第一圓柱(8)的軸(8.1)及第二圓柱(9)的軸(9.1)交叉的方式置放，而操控器的第一組(7)的傾斜軸(3.1)從第二圓柱(9)的軸(9.1)偏向一不同於 90° 的角度且其中傾斜軸(3.1)從第一圓柱(8)的軸(8.1)偏向一位於從 90° 至 60° 的封閉區間中的角度。
22. 如申請專利範圍第21項之裝置，其中，繞著操控器的第一組(7)的傾斜軸(3.1)的傾斜係至少在從 $+10^\circ$ 至 -10° 的範圍中可平順地調整。
23. 如申請專利範圍第21或22項之裝置，其中，第一電磁或電性掃瞄設備(8.2)的第一力場(8.2.1)的力線從操控器的第一組(7)的傾斜軸(3.1)偏向一 90° 或接近 90° 的角度。
24. 如申請專利範圍第21項之裝置，其中，第二電磁或電性掃瞄設備(9.2)的第二力場(9.2.1)的力線從操控器的第一組(7)的傾斜軸(3.1)偏向一範圍從 40° 至 70° 的角度，典型上係 55° 。

25. 如申請專利範圍第21項之裝置，其中，操控器的第一組（7）的傾斜軸（3.1）從第二圓柱（9）的軸（9.1）偏向一範圍從20°至50°的角度，典型上係35°。
26. 如申請專利範圍第21項之裝置，其中，第一圓柱（8）的軸（8.1）從第二圓柱（9）的軸（9.1）偏向一範圍從40°至70°的角度，典型上係55°。
27. 如申請專利範圍第21項之裝置，其中，操控器的第一組（7）的傾斜軸（3.1）交叉第一圓柱（8）的軸（8.1）及/或第二圓柱（9）的軸（9.1），而軸（3.1、8.1、9.1）中的至少兩個的交叉點係在指定為附接於操控器的第一組（7）的被處理的樣品（4）的區域中。
28. 如申請專利範圍第21項之裝置，其中，第一和第二粒子束的來源係選自電子、離子、金屬離子或電漿源的群組的任何組合。
29. 如申請專利範圍第21項之裝置，其中，第一圓柱（8）和第二圓柱（9）係配備有用於光束聚焦的構件。
30. 如申請專利範圍第21項的裝置，其中，操控器的第一組（7）係附接於操控器的第二組（10），該操控器的第二組（10）由至少一操控器組成。
31. 如申請專利範圍第30項之裝置，其中，操控器的第二組（10）包含可移動於兩個或三個彼此互相垂直的方向的構件和/或繞著第三軸（5.1）和/或繞著第四軸（6.1）傾斜和/或轉動的構件，其中第三軸（5.1）和第四軸（6.1）不同於操控器的第一組（7）的傾斜軸（3.1）且不同於彼此。
32. 如申請專利範圍第31項的裝置，其中，第三軸（5.1）、第四軸（6.1）及操控器的第一組（7）的傾斜軸（3.1）係交叉或偏斜。
33. 如申請專利範圍第30項的裝置，其中，操控器的第一組（7）的傾斜軸

(3.1) 從第三軸 (5.1) 和/或從第四軸 (6.1) 偏向 -90° 或接近 90° 的角度。

34. 如申請專利範圍第30項的裝置，其中，第一圓柱 (8) 的軸 (8.1) 從第三軸 (5.1) 偏向 $-0-30^{\circ}$ 的角度和/或第一圓柱 (8) 的軸 (8.1) 及/或第二圓柱 (9) 的軸 (9.1) 從第四軸 (6.1) 偏向 -90° 或接近 90° 的角度。