

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

基材影響鑽石成長之機制研究(1/3)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2216-E-009-020-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立交通大學材料科學與工程學系

計畫主持人：張立

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

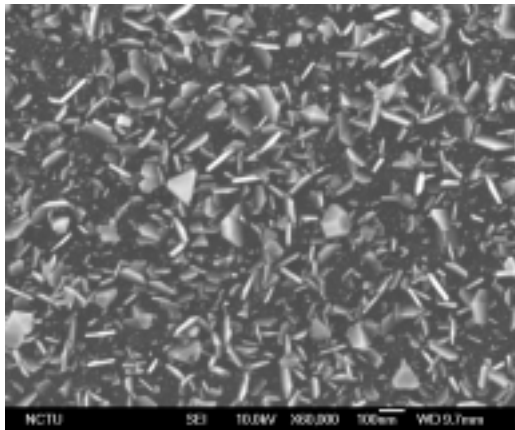
中 華 民 國 93年5月27日

在本研究中，將利用高溫微波電漿輔助化學氣相沉積系統，成長二維度奈米單晶鑽石。一般利用傳統化學氣相沉積法成長鑽石，大部分鑽石晶體形貌大都呈現三維度的多面體晶粒。在本研究中，我們將提出利用高溫電漿製程合成二維度片狀或平板狀的奈米單晶鑽石，異於以往一般以化學氣相技術所合成鑽石的形貌。並且進一步利用穿透式電子顯微鏡(TEM)及高分辨率穿透電子顯微鏡(HRTEM)去進一步分析奈米鑽石平板的晶體結構，以了解其成長機制。

我們先在矽單晶基材上，利用直流偏壓輔助孕核沉積法成長一層厚約 100 nm 的奈米晶鑽石薄膜(NC-diamond)，作為隨後奈米鑽石成長的晶種。隨後將奈米鑽石薄膜在以高溫電漿進行奈米平板鑽石的成長。圖一所示為在鑽石基材上在經過 30 分鐘的電漿成長之後，可以發現大量片狀奈米結構的物質站立在試片之上。可發現每片呈現規則六角形或是三角形的晶體形貌。圖二為呈現平板六角奈米晶體之穿透式電子顯微鏡的影像從擇區的電子繞射可以得知是鑽石，其繞射花樣對應到鑽石[111]晶軸方向的繞射花樣。從影像上可以發現六角平板鑽石的邊線都對應鑽石[110]的方向，每個邊線夾角固定 120° 。圖三是試片的橫截面穿透式電子顯微鏡影像，從影像可觀察到平板鑽石側面的結構，平板鑽石的厚度約 10 奈米左右。而從其擇區繞射花樣呈現典型鑽石雙晶在 $[01\bar{1}]$ 的晶軸繞射。根據繞射圖形可以研判，在鑽石平板中有許多雙晶平面跟平板鑽石的主平面平行。而除了平板鑽石的繞射，可以發現奈米晶鑽石基材貢獻的環狀的繞射。針對環狀部分繞射作暗視野影像觀察(見圖四)，除了可以發現平板鑽石的影像，也可以發現奈米晶鑽石基材的鑽石晶粒尺寸大概都在 10 nm 以下。由於從對平板鑽石側面結構的觀察，發現許多平行於平板平面的雙晶，為了能夠更進一步了解雙晶對平板鑽石成長影響，我們利用高分辨率電子顯微鏡來觀察平板鑽石側面的結構。圖五為平板鑽石之側面結構的高分辨率電子顯微鏡的影像，可以從圖中發現有三個相互平行的雙晶，其右上方的圖為該影像的 FFT。在鑽石側面外圍輪廓可以發現，在每個邊緣輪廓有許多小晶面，而彼此不同的小晶面跟雙晶平面相接的地方都有一個轉折點，根據 FFT 的繞射點分析，這些小晶面大多是以 $\{111\}$ 或是 $\{100\}$ 這些晶面所構成的。

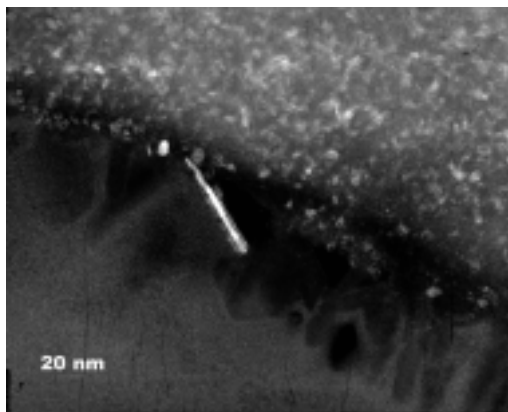
根據以上一系列的電鏡分析，發現平板鑽石內部實際上由數個相互平行的雙晶平面所構成，我們相信，這些雙晶平面跟鑽石側面表面相接的區域有較高的原子的配位數所以造成在雙晶跟鑽石平板側面的接和處對外來的碳原子更容易在

該處堆疊,造成在鑽石側面跟雙晶接和處的成長速率遠高於平板鑽石(111)平面的速度。進而造成二度空間的側向成長,而長成平板的形貌。然而值得注意的是平板鑽石只有在成長時溫度在高溫(~1100 °C)以上才會出現。

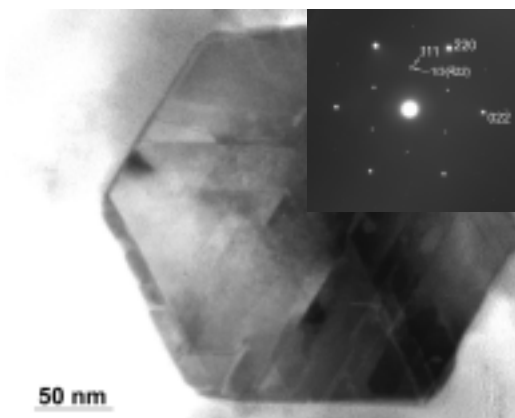


圖一經過 30 分鐘的 SEM 微波電漿化學氣相沉澱的成長,在奈米晶鑽石基材上可以發現許多外形呈現六角或是三角形的奈米平板晶體。

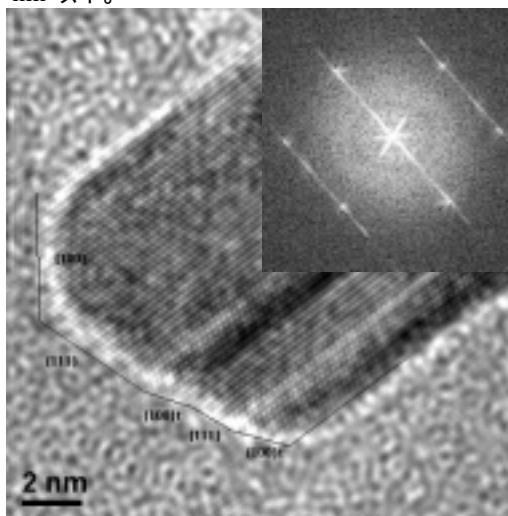
影像可觀察平板鑽石的厚度約 10 奈米左右。而從其擇區繞射花樣呈現典型鑽石雙晶的繞射



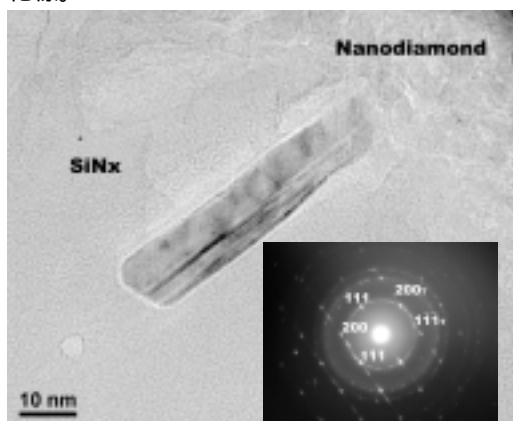
圖四為對鑽石 111 進行暗視野觀察,從影像可以看到除了可以發現平板鑽石的影像,也可以發現奈米晶鑽石基材的鑽石晶粒尺寸大概都在 10 nm 以下。



圖二為呈現平板六角奈米晶體之穿透式電子顯微鏡的影像從擇區的電子繞射可以得知是鑽石,其繞射花樣對應到鑽石[111]晶軸方向的繞射花樣。



圖五為平板鑽石之側面結構的高分辨率電子顯微鏡的影像,可以從圖中發現有三個相互平行的雙晶,其右上方的圖為該影像的 FFT。



圖三是試片的橫截面穿透式電子顯微鏡影像,從