

民國 89 年 6 月 8 日

修正
補充

申請日期	87 年 10 月 28 日
案 號	87117866
類 別	C30B 28/02

A4
C4

416998

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	單結晶 SiC 及其製造方法
	英 文	SINGLE CRYSTAL SIC AND A METHOD OF PRODUCING THE SAME
二、發明 創作人	姓 名	(1) 谷野吉彌 (2) 平本雅信
	國 籍	(1) 日本 (2) 日本
	住、居所	(1) 日本國兵庫縣三田市下內神字打場五四一番地之一 日本皮拉工業股份有限公司三田工場內 (2) 日本國兵庫縣三田市下內神字打場五四一番地之一 日本皮拉工業股份有限公司三田工場內
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 日本皮拉工業股份有限公司 日本ビラー工業株式会社
	國 籍	(1) 日本
	住、居所 (事務所)	(1) 日本國大阪府大阪市淀川區野中南二丁目一一番四八號
	代 表 人 姓 名	(1) 岩波清久

416998

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期：

案號：

，☐有 ☐無主張優先權

日本

1997 年 11 月 17 日 9-315127

☒有主張優先權

有關微生物已寄存於：

，寄存日期：

，寄存號碼：

(請先閱「面之注意事項再填寫本頁各欄」)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明()

發明之應用領域

本發明係有關單結晶 SiC 及其製造方法，詳細言之，係有關被用作發光二極體或單色測試儀等 X 射線光學元件，高溫半導體電子元件或電力裝置之半導體基片晶圓等的單結晶 SiC 及其製造方法。

習知技術

SiC (碳化矽)，不僅耐熱性及機械強度優越，且亦耐放射線，再者由於雜質之添加可容易控制電子或正孔之價電子控制，加上具有較廣寬度的禁制帶，(因此，6H 型之 SiC 單結晶為約 3.0 eV，4H 型之 SiC 單結晶為 3.26 eV)，故可實現出以 Si (矽) 或 GaAs (砷化鎵) 等已有的半導體材料未能實現的大容量，高頻率，耐壓，耐環境性，以下一世代之電力裝置用半導體材料而引人注目，且被期待著。

然而，至於此種 SiC 單結晶之成長(製造)方法，向來係作為 SiC 研磨材之工業規模的製法而為眾所周知的，藉由將晶種基材自該基材之外周以高頻率電極加熱，使該晶種基材之中心部引起多數的晶核發生，以晶種基材之中央部為中心使進行多數的漩渦狀結晶成長之艾奇生(Acheson)法，或採用以艾奇生(Acheson)法製作的粉狀之 SiC 為原料，於單一的結晶核上令結晶成長之昇華再結晶法等係為人所知的。

但是，上述的習知的製造方法之中，利用艾奇生法之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

(線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(2)

情形，單結晶經長期間徐徐成長者以結晶成長速度為 1 mm/hr 程度，不僅非常低，在成長初期之階段多數的結晶核會發生，此情形隨著結晶成長而會被傳送主結晶之上部，故欲單獨獲得較大的單結晶係有困難的。

又，至於昇華再結晶法，主要由於經濟上（生產成本）理由，以採用約 1 mm/hr 之高速成長居多。因此，於成為製作被稱作雜質及微管（micropipe）缺陷之半導體裝置之際的漏電流等之原因的結晶之成長方向上貫穿的直徑數 μ 之針孔較易以約 $100 \sim 1000 / \text{cm}^2$ 殘存於成長結晶中，有品質上未能獲得足夠的 SiC 單結晶之問題存在。再者，於此等艾奇生法及昇華再結晶法，欲清淨的保持成長結晶之周圍部分之籠罩氣氛在技術上極其困難，亦有由於來自單結晶之周圍外部的污染使品質受損的問題存在。此等的理由，如上述般，與 Si 或 GaAs 等已有的半導體材料相比，雖然具有多數的優越特徵，但卻成為阻礙單結晶 SiC 之實用化的要因。

發明之摘述

本發明係有鑑於上述實情而完成者，其目的係提供雜質及微管缺陷等不殘留，同時抑制來自外部的污染至最低限，提供品質非常高，且大型的單結晶 SiC，及可生產性良好的製造出此種高品質且大型的單結晶 SiC，可促進用作半導體材料之實用化的單結晶 SiC 之製造方法。

為達成上述目的，於與此發明有關的單結晶 SiC，

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(3)

係於 α -SiC 之單結晶基片之表面上藉由熱化學的蒸鍍法使 β -SiC 或 α -SiC 之單結晶膜成膜而成的複合體之二個介由各複合體之多結晶膜之表面相互間呈疊合的狀態予以熱處理，使此等複合體各自的 α -SiC 單結晶基片之結晶軸方位成為相同定向般，使兩複合體之多結晶膜各自再結晶化，使單結晶以整體的方式成長於兩複合體之 α -SiC 單結晶基片上為特徵。

又，為達成與上述相同的目的，與本發明有關的單結晶 SiC 之製造方法，係於 α -SiC 單結晶基片之表面上藉由熱化學的蒸鍍法形成 β -SiC 或 α -SiC 之多結晶膜，製作複合體，介由上述多結晶膜之表面相互間疊合此複合體之二個使於此等複合體各自的上述 α -SiC 單結晶基片之結晶軸方位成相同定向後，藉由熱處理該已疊合的二個複合體，使上述兩複合體之多結晶膜各自再結晶化而使兩複合體之 α -SiC 單結晶基片與單結晶整體的成長為特徵。

若依具有上述特徵之本發明，係於 α -SiC 單結晶基片之表面上藉由熱化學的蒸鍍法成膜 β -SiC 或 α -SiC 之多結晶膜，製作複合體，介由該等多結晶膜之表面相互間疊合此複合體之二個便總括的熱處理，使兩複合體之多結晶膜各自再結晶化，可使與兩複合體各自的 α -SiC 單結晶基片成整體化的大型，尤其厚度較大的單結晶。

而且，介由各自的多結晶膜之表面間疊合二個複合體

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(4)

之狀態，尤其光滑的研磨各多結晶膜之表面而使該光滑表面間密著固定的狀態進行熱處理，可抑制於多結晶膜之表面上由於周圍外部之浮游物等附著而引起的污染至最低限，同時即使在熱處理時，周圍籠罩氣變動，遭受該籠罩氣變動之影響，會使多結晶膜之表面部分分解而消失，使已析出在周圍外部之結晶附著於多結晶膜之表面上亦可予抑制至最低限，因此，可將來自外部的污染及熱處理時的籠罩氣變動之影響抑制至最低限，可以生產性良好的製得非常高品質且安定的大型之單結晶 SiC。由而，與 Si（矽）或 GaAs（砷化鎵）等之已有的半導體材料相較，乃可促進大容量，高頻率，耐壓，耐環境性優越且被期待用作電力裝置用半導體材料之單結晶 SiC 的實用化的功效。

此發明之其他目的及功效係以下述的實施例予以明確化。

圖式之簡單說明

第 1 圖為表示與本發明有關的單結晶 SiC 之製程中的第 1 步驟（利用熱化學的蒸鍍之成膜步驟）結束的狀態之模式圖。

第 2 圖為表示同上製程中的第 2 步驟（成膜表面之研磨步驟）結束的狀態之模式圖。

第 3 圖為表示同上製程中的第 3 步驟（熱處理步驟）前之狀態的模式圖。

第 4 圖為表示同上製程中的第 3 步驟（熱處理步驟）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(6)

之模式圖。

元件說明

- 1 α - S i C 單結晶基片，
- 1' 單結晶
- 2 β - S i C 多結晶膜
- 2' 單結晶部分
- 2 a β - S i C 多結晶膜之表面
- 2 a' 無凹凸之清淨的研磨表面
- 2 e 端部

實施例

以下，以圖式為準，說明本發明之一實施例。

第 1 圖至第 4 圖為將與本發明有關的單結晶 S i C 之製造方法依製造步驟順序說明的模式圖，於第 1 圖，1 為六方晶系（6 H 型，4 H 型）之 α - S i C 單結晶基片，此 α - S i C 單結晶基片 1 係依昇華成艾奇生法予以製作，於其表面上利用 1300 ~ 1900 °C 之範圍的熱化學的蒸鍍法，使立方晶系之 β - S i C 多結晶膜 2 形成沿上述 α - S i C 單結晶基片 1 之側面全部外周上的端部 2 e 而予成膜。

此 β - S i C 多結晶膜 2 之表面 2 a，係如第 1 圖所示在成膜後立即呈現微細的凹凸分散的粗面狀態，藉由研磨此粗面狀態之 β - S i C 多結晶膜 2 之表面 2 a 使成

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

（線

五、發明說明(6)

RMS 200 Å 以下，宜為 RMS 100 - 500 Å 之表面粗度之光滑度，如第 2 圖所示可製作出無凹凸之清淨的研磨表面 2a' 以厚度 t 沿全部區域具有均勻的 β -SiC 多結晶膜 2 之複合體 M。

其次，如第 3 圖所示般，介由上述 β -SiC 單結晶膜 2，2 之光滑且清淨的研磨表面 2a'，2a' 相互間密著固定上述複合體 M 之二個至使此等各複合體 M，M 之 α -SiC 單結晶基片 1，1 之結晶軸方位成相同定位。

此後，以在 2000 °C 以上，宜為 2200 ~ 2400 °C 之範圍的溫度，且 SiC 飽和蒸氣壓之籠罩氣中使對上述之經予密著固定的二個複合體 M，M 之整體能保持約數小時之熱處理，隨著上述兩複合體 M，M 之 α -SiC 單結晶基片 1，1 之結晶成長，兩 β -SiC 多結晶膜 2，2 各自予以再結晶化，如第 4 圖所示，此等 β -SiC 多結晶膜 2，2 成為與上述 α -SiC 單結晶基片 1，1 之結晶軸予以定位成相同方位的單結晶部分 2'，2'，此等單結晶部分 2'，2' 係與上述基片 1，1 之單結晶 1'，1' 予以整體化，使大型亦即厚度較大的單結晶 5 可予培育出。且，熱處理後，由第 4 圖可顯而得知，於熱處理前，曾明顯的存在於 β -SiC 多結晶膜 2，2 之研磨表面 2a'，2a' 間的界面由於經予熔合成整體而消失。

如上述，於 α -SiC 單結晶基片 1 之表面上，將利用熱化學的蒸鍍法成膜的 β -SiC 多結晶膜 2 之表面

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

(線

本發明係由中國國家標準局員工清費合作刊印

五、發明說明(7)

2 a 經予研磨成鏡面狀至使成 $RMS\ 200\ \text{\AA}$ 以下，尤其 $100 \sim 50\ \text{\AA}$ 之表面粗度的光滑度之二個複合體 M，M 予以定向成與該等的 $\alpha - SiC$ 單結晶基片 1，1 之結晶軸方位相同，且將上述光滑的研磨表面 $2a'$ ， $2a''$ 相互間密著固定上，並施行熱處理，可抑制由於周圍外部之浮游物等附著於 $\beta - SiC$ 多結晶膜 2，2 之表面 $2a'$ ， $2a''$ 上引起的污染至最低限，同時即使熱處理時的 SiC 飽和蒸氣壓之變動等，籠罩氣變動，遭受該籠罩氣變動之影響且上述 $\beta - SiC$ 多結晶膜 2，2 之表面 $2a'$ ， $2a''$ 部分會分解而消失，已予析出於周圍外部之結晶附著於 $\beta - SiC$ 多結晶膜 2，2 之表面 $2a'$ ， $2a''$ 上亦可予抑制至最低限，由而，可減少來自雜質或微管缺陷等的殘存，外部之污染，再者於兩複合體 M，M 之界面上生成的結晶粒界，可以生產性良好的製出非常高品質之安定的大型之單結晶 SiC 。

且，於上述實施例，雖然採用 $\beta - SiC$ 多結晶膜 2 作為多結晶膜，然而取代此者，以將高純度 (10^{-4} atm/cm³ 以下) 之六方晶系 (6H 型) $\alpha - SiC$ 多結晶膜成膜於 $\alpha - SiC$ 單結晶基片 1 之表面上的複合體予以熱處理亦可，此種情形與上述採用 $\beta - SiC$ 多結晶膜之情形相比，可得更高品質之大型單結晶 SiC 。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

(線

四、中文發明摘要(發明之名稱: 單結晶 SiC 及其製造方法)

依本發明之單結晶 SiC，係於 α -SiC 單結晶基片 1 之表面上利用熱化學的蒸鍍法使 β -SiC (或 α -SiC) 之多結晶膜 2 成膜，且將該多結晶膜 2 之表面 2a 研磨成表面粗度在 RMS 200 Å 以下，宜為 RMS 100 ~ 50 Å 之平滑的表面而成的複合體之二個，介由該等的研磨表面 2a'，2a' 相互成密著固定的狀態，於 2000 °C 以上之高溫下，且 SiC 飽和蒸氣壓之籠罩氣中進行熱處理，藉由兩複合體 M，M' 各自的多結晶膜 2，2 之再結晶化使與 α -SiC 單結晶單片 1 成長整體的單結晶者，可生產性良好的製造出大型，而且雜質及微管缺陷等未殘留的高品質之單結晶 SiC。

英文發明摘要(發明之名稱: SINGLE CRYSTAL SiC AND A METHOD OF PRODUCING THE SAME)

The single crystal SiC according to the invention is produced in the following manner. Two complexes M in each of which a polycrystalline film 2 of β -SiC (or α -SiC) is grown on the surface of a single crystal α -SiC substrate 1 by thermochemical deposition, and the surface 2a of the polycrystalline film 2 is ground so that the smoothness has surface roughness of 200 angstroms RMS or smaller, preferably 100 to 50 angstroms RMS are subjected to a heat treatment under a state where the complexes are closely fixed to each other via their ground surfaces 2a', at a high temperature of 2,000°C or higher and in an atmosphere of a saturated SiC vapor pressure, whereby the polycrystalline films 2 of the complexes M are recrystallized to grow a single crystal which is integrated with the single crystal α -SiC substrates 1. Large-size single crystal SiC in which impurities, micropipe defects, and the like do not remain, and which has high quality can be produced with high productivity.

六、申請專利範圍

第 87117866 號專利申請案

416998

中文申請專利範圍修正本

民國 89 年 6 月修正

1. 一種單結晶 SiC，其特徵在於 α -SiC 單結晶基片之表面上藉由熱化學的蒸鍍法使 β -SiC 或 α -SiC 之單結晶膜成膜而成的複合體之二個，介由各複合體之多結晶膜之表面相互間呈疊合的狀態予以熱處理，使此等複合體各自的 α -SiC 單結晶基片之結晶軸方位成為相同定向般，使兩複合體之多結晶膜各自再結晶化，使單結晶次整體的方式成長於兩複合體之 α -SiC 單結晶基片上，

其中於上述二個複合體之多結晶膜之表面係予研磨至成 RMS 200 Å 以下的表面粗度之光滑度，於將該等光滑的表面相互間密著固定的狀態下予以熱處理。

2. 如申請專利範圍第 1 項之單結晶 SiC，其中於上述二個複合體之多結晶膜之表面係予研磨至成 RMS 100 ~ 50 Å 的表面粗度之光滑度，於將該等光滑的表面相互間密著固定的狀態下予以熱處理。

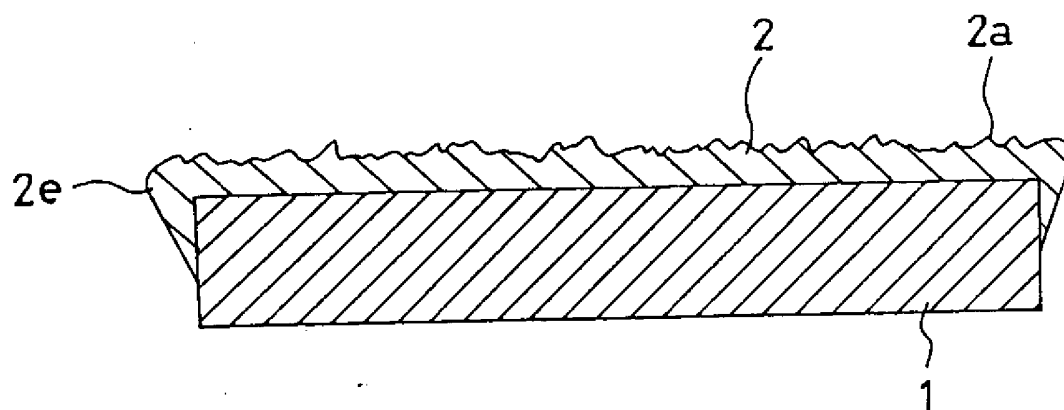
3. 一種單結晶 SiC 之製造方法，其特徵在：

於 α -SiC 單結晶基片之表面上藉由熱化學的蒸鍍法形成 β -SiC 或 α -SiC 之多結晶膜製作複合體，

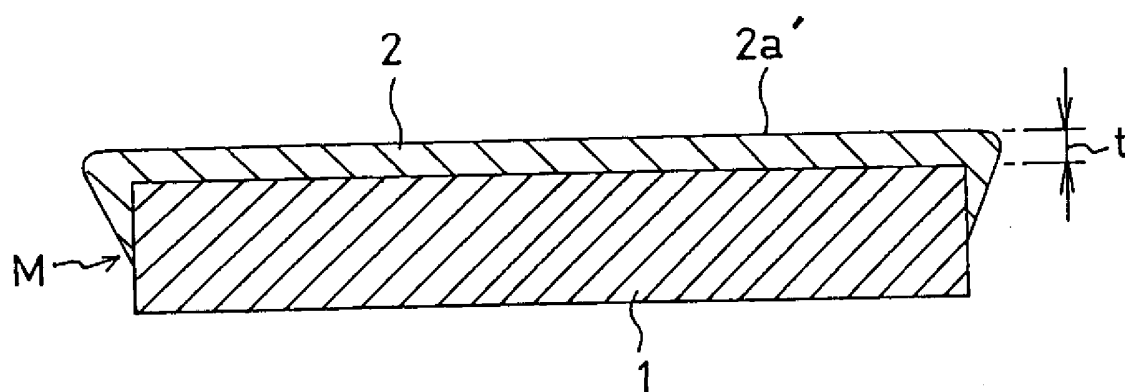
介由上述多結晶膜之表面相互間疊合此複合體之二個使於此等複合體各自的上述 α -SiC 單結晶基片之結晶軸方位成相同定向後，

87117866

416998

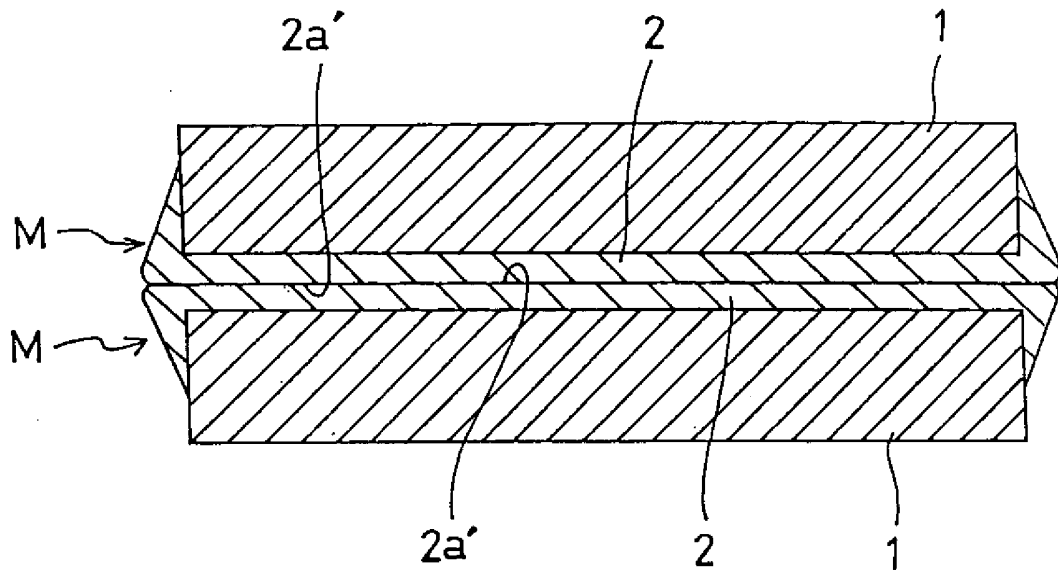


第 1 圖

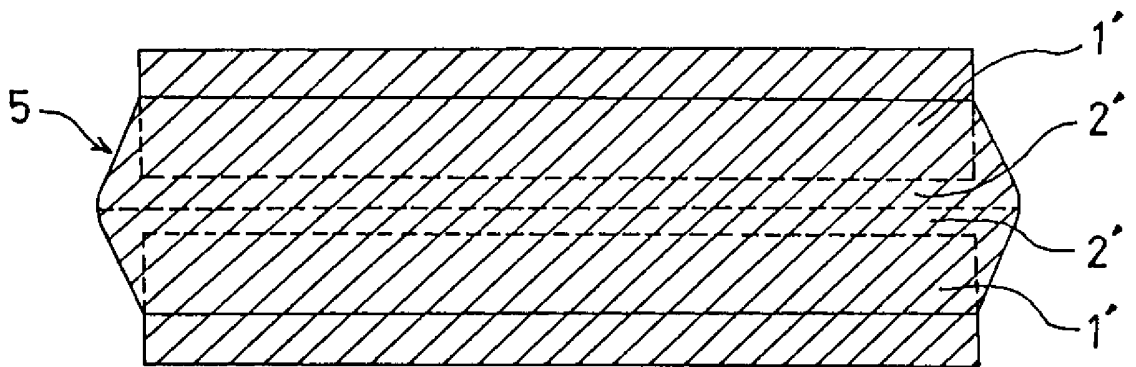


第 2 圖

416998



第 3 圖



第 4 圖

民國 89 年 6 月 8 日

修正
補充

申請日期	87 年 10 月 28 日
案 號	87117866
類 別	C30B 28/02

A4
C4

416998

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	單結晶 SiC 及其製造方法
	英 文	SINGLE CRYSTAL SIC AND A METHOD OF PRODUCING THE SAME
二、發明 人	姓 名	(1) 谷野吉彌 (2) 平本雅信
	國 籍	(1) 日本 (2) 日本
	住、居所	(1) 日本國兵庫縣三田市下內神字打場五四一番地之一 日本皮拉工業股份有限公司三田工場內 (2) 日本國兵庫縣三田市下內神字打場五四一番地之一 日本皮拉工業股份有限公司三田工場內
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 日本皮拉工業股份有限公司 日本ビラー工業株式会社
	國 籍	(1) 日本
	住、居所 (事務所)	(1) 日本國大阪府大阪市淀川區野中南二丁目一一番四八號
	代 表 人 姓 名	(1) 岩波清久

四、中文發明摘要(發明之名稱: 單結晶 SiC 及其製造方法)

依本發明之單結晶 SiC，係於 α -SiC 單結晶基片 1 之表面上利用熱化學的蒸鍍法使 β -SiC (或 α -SiC) 之多結晶膜 2 成膜，且將該多結晶膜 2 之表面 2a 研磨成表面粗度在 RMS 200 Å 以下，宜為 RMS 100 ~ 50 Å 之平滑的表面而成的複合體之二個，介由該等的研磨表面 2a'，2a' 相互成密著固定的狀態，於 2000 °C 以上之高溫下，且 SiC 飽和蒸氣壓之籠罩氣中進行熱處理，藉由兩複合體 M，M' 各自的多結晶膜 2，2 之再結晶化使與 α -SiC 單結晶單片 1 成長整體的單結晶者，可生產性良好的製造出大型，而且雜質及微管缺陷等未殘留的高品質之單結晶 SiC。

英文發明摘要(發明之名稱: SINGLE CRYSTAL SiC AND A METHOD OF PRODUCING THE SAME)

The single crystal SiC according to the invention is produced in the following manner. Two complexes M in each of which a polycrystalline film 2 of β -SiC (or α -SiC) is grown on the surface of a single crystal α -SiC substrate 1 by thermochemical deposition, and the surface 2a of the polycrystalline film 2 is ground so that the smoothness has surface roughness of 200 angstroms RMS or smaller, preferably 100 to 50 angstroms RMS are subjected to a heat treatment under a state where the complexes are closely fixed to each other via their ground surfaces 2a', at a high temperature of 2,000°C or higher and in an atmosphere of a saturated SiC vapor pressure, whereby the polycrystalline films 2 of the complexes M are recrystallized to grow a single crystal which is integrated with the single crystal α -SiC substrates 1. Large-size single crystal SiC in which impurities, micropipe defects, and the like do not remain, and which has high quality can be produced with high productivity.

六、申請專利範圍

第 87117866 號專利申請案

416998

中文申請專利範圍修正本

民國 89 年 6 月修正

1. 一種單結晶 SiC，其特徵在於 α -SiC 單結晶基片之表面上藉由熱化學的蒸鍍法使 β -SiC 或 α -SiC 之單結晶膜成膜而成的複合體之二個，介由各複合體之多結晶膜之表面相互間呈疊合的狀態予以熱處理，使此等複合體各自的 α -SiC 單結晶基片之結晶軸方位成為相同定向般，使兩複合體之多結晶膜各自再結晶化，使單結晶次整體的方式成長於兩複合體之 α -SiC 單結晶基片上，

其中於上述二個複合體之多結晶膜之表面係予研磨至成 RMS 200 Å 以下的表面粗度之光滑度，於將該等光滑的表面相互間密著固定的狀態下予以熱處理。

2. 如申請專利範圍第 1 項之單結晶 SiC，其中於上述二個複合體之多結晶膜之表面係予研磨至成 RMS 100 ~ 50 Å 的表面粗度之光滑度，於將該等光滑的表面相互間密著固定的狀態下予以熱處理。

3. 一種單結晶 SiC 之製造方法，其特徵在：

於 α -SiC 單結晶基片之表面上藉由熱化學的蒸鍍法形成 β -SiC 或 α -SiC 之多結晶膜製作複合體，

介由上述多結晶膜之表面相互間疊合此複合體之二個使於此等複合體各自的上述 α -SiC 單結晶基片之結晶軸方位成相同定向後，