

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-155512

⑬ Int.Cl.⁴
H 01 L 21/205

識別記号 庁内整理番号
7739-5F

⑭ 公開 昭和62年(1987)7月10日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 β -Siのエピタキシャル成長方法

⑯ 特 願 昭60-298071

⑰ 出 願 昭60(1985)12月27日

⑱ 発 明 者	土 岐 雅 彦	川崎市中原区上小田中1015番地	富士通株式会社内
⑲ 発 明 者	三 重 野 文 健	川崎市中原区上小田中1015番地	富士通株式会社内
⑲ 発 明 者	古 村 雄 二	川崎市中原区上小田中1015番地	富士通株式会社内
⑳ 出 願 人	富 士 通 株 式 会 社	川崎市中原区上小田中1015番地	
㉑ 代 理 人	弁 理 士 井 桁 貞 一		

明 細 書

1. 発明の名称

β -SiCのエピタキシャル成長方法

2. 特許請求の範囲

(1) トリクロール・シランと低位炭化水素と水素の混合ガスを用い、1000 Pa 以下の減圧条件にて $\langle 2\bar{1}\bar{1} \rangle$ 方向に、 $1 \sim 6^\circ$ ずれたシリコン(111)基板上に β -SiCを気相成長させることを特徴とする β -SiCのエピタキシャル成長方法。

(2) 前記低位炭化水素として、メタン、プロパン、アセチレンの何れかのガスを用いることを特徴とする特許請求範囲第(1)項記載の β -SiCのエピタキシャル成長方法。

3. 発明の詳細な説明

(概要)

炭化けい素(SiC)は耐熱特性、耐放射線特性等の優れた材料である。然し、半導体材料として

は、基板上にエピタキシャル成長が可能なることが必須の条件であるが、開発が充分には進んでいない。本発明ではシリコン基板上に β -SiC結晶を従来法より低温で成長を可能とせる方法を説明する。

(産業上の利用分野)

本発明は、シリコン基板上に β -SiCを成長させる方法に関する。

現在、半導体材料としてはシリコンが主流を占めているが、シリコンの特性を補う半導体材料の一つとしてSiCがある。

SiCには立方晶系、六方晶系、斜方晶系の結晶構造が存在する。その中で一般的なものは、積層の繰り返し周期が、3層の $3C$ -SiC(β -SiC)と、繰り返し周期が6層の $6H$ -SiC(α -SiC)である。

シリコンの半導体としての特性保持温度は300℃以下であるのに対し、SiCのそれは500~600℃である。

エネルギー・ギャップ値は、シリコンが1.1eV に対し β -SiCは2.2~2.4 eV、 α -SiCは3.0 eV と大きい。

然し、これを利用するには、SiCとしての大きい基板を得ることが必要であることから、基板上にエピタキシャル成長を可能とする技術の開発を必要とする。

β -SiCのエピタキシャル成長の技術開発が徐々に進んでいるが、尚問題が多く残されている。

(従来の技術)

SiCを成長させるのには昇華法、スパッタ法、イオン注入法、分子線エピタキシャル法、熔融法等の方法があるが、大面積での成長は容易でない。

他の方法にCVD法がある。以下CVD法による β -SiCのエピタキシャル成長について説明する。

シリコン基板上にSiCを成長させるに当たり、シリコンの格子定数は5.430Åであり、一方SiC

の格子定数は4.358Åと約20%の差異がある。そのため、シリコン基板上に直接SiCの結晶成長は出来ない。

従って、エピタキシャル成長に当たっては、通常シリコン基板の表面に薄いバッファ層を形成する。例えば、常圧で H_2 ガスをキャリアガスとしてプロパンガス(C_3H_8)を添加して、1300~1400℃に加熱することによりシリコンの表面に薄い炭化層を形成する。

その後、温度を数10度低下させて、モノシラン(SiH_4)を加えて β -SiCの結晶成長を行う。

上記の成長方法で、約200~400Å/minの β -SiCの成長速度を得ることが出来る。

(発明が解決しようとする問題点)

上記に述べた、従来の技術によるCVD法では成長温度が極めて高い。

全ての半導体プロセスにおいて、基板温度を出来る限り低く抑えることが望ましい。

また、エピタキシャル成長が、直接シリコン基

板上に可能となれば、工程が簡易化されて好都合である。

更に、実用的に4あるいは5インチ程度のシリコン・ウエハー上に歩留り良く成長させることが必要となる。

β -SiCの膜質で、高密度の結晶欠陥、表面欠陥を除去する課題も残されている。

(問題点を解決するための手段)

上記問題点は、トリクロール・シランと低位炭化水素と水素の混合ガスを用い、1000Pa以下の減圧条件にて、 $\langle 2\bar{1}\bar{1} \rangle$ 方向に1~6°ずれたシリコン(111)基板上に β -SiCを気相成長させることよりなる本発明の成長方法によって解決される。

前記低位炭化水素としては、メタン、プロパン、アセチレンの何れかのガスを用いることが可能で、プロパン・ガスのとき成長温度は約1000℃で、アセチレン・ガスを用いることにより更に100℃程度の低温化が可能である。

(作用)

エピタキシャル成長は結晶の成長を行うべき基板の面方位に大きく依存する。

通常シリコン半導体装置では(100)基板を用いるが、実験の結果、本発明では $\langle 2\bar{1}\bar{1} \rangle$ 方向に1~6°ずれた(111)基板を用い、Siソースガスとしてトリクロール・シラン $SiHCl_3$ を用いることにより、バッファ層の形成を必要としないこと、それが1000℃の低温で得られることが判明した。

これは、従来のモノシラン・ガスは熱分解して気相中で既に結晶核を形成するのに対し、トリクロール・シラン・ガスは気相中では反応せず、基板表面でのみ反応が進行することによるものと考えられる。

(実施例)

本発明による一実施例を更に詳細説明する。成長装置としては誘導加熱型の反応炉を用い、SiCコートしたグラファイトのサセプタ上にシリコン

ウエハーが搭載される。

反応炉には排気系が接続され、またガス導入口よりトリクロール・シラン (SiHCl_3)、プロパン (C_3H_8)、水素 (H_2) の混合ガスが導入される。炉中の圧力は200 Paにコントロールされる。

使用するシリコン・ウエハーは(111)結晶面で、且つ $\langle 2\bar{1}\bar{1} \rangle$ 方向に1~6°ずれた基板を使用する。通常の(100)シリコン正基板を用いた場合の結果も比較のためにデータとして説明する。これらの結晶面の関係は第1図に模式的に示す。

上記の装置でシリコン基板を約1000℃に加熱して気相成長させると $\beta\text{-SiC}$ が250~450 $\text{\AA}/\text{min}$ の速度で成長可能である。

代表的な例として、上記 $\beta\text{-SiC}$ を、 $\text{Si}(111)$ の4°ずれた基板と $\text{Si}(100)$ 正基板上に成長させた時のX線回リングカーブをそれぞれ第2図、第3図に示す。

第2図では 2θ が35.6°付近に極めてシャープな $\beta\text{-SiC}(111)$ ピークが認められる。そ

他に77°付近に(222)ピークが認められる。また $\text{Si}(111)$ の小さいピークはシリコン基板よりのピークである。

第2図は少なくとも方位成長した $\beta\text{-SiC}$ 層が形成されていることを示す。

第2図に比して、第3図では $\beta\text{-SiC}$ の(111)、(200)、(400)回折ピークが表れ、基板面方位以外の結晶面の回折ピークを含んでいるから単結晶が成長していないことが分かる。

尚、エピタキシャル成長層の評価を高速反射電子線回折像により比較してみたが、(111)4°ずれた基板の場合は、ストリーク状のスポットが観察され、このことから $\beta\text{-SiC}$ は表面は極めて平坦なる様子が分かる。

一方、(100)正基板の場合、リング状のスポット像が観測されて、多結晶化していることが判明した。

以上の成長では炭化水素としてはプロパン・ガスを用いて説明したが、炭化水素としてはこの他にもメタン (CH_4)、アセチレン (C_2H_2) 等の

低位炭化水素ガスを使用することが可能である。

アセチレンを使用せる場合は、反応温度を更に約100℃低下させることも可能である。

〔発明の効果〕

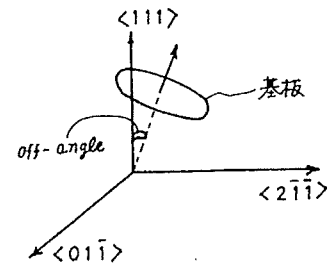
以上に説明せるごとく、本発明の $\beta\text{-SiC}$ のエピタキシャル成長方法を適用することにより、バッファ層を用いず1000℃の低温にて $\beta\text{-SiC}$ を Si 基板上に成長させることが出来る。

4. 図面の簡単な説明

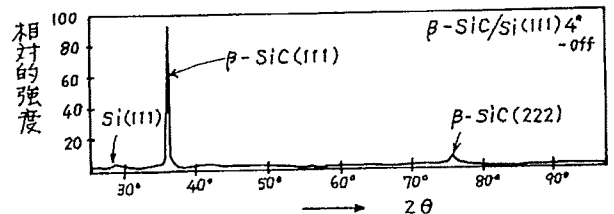
第1図は本発明にかかわる結晶面を説明する模式図、

第2図は本発明の成長方法をにより $\beta\text{-SiC}$ を成長せしめた場合のX線回折像、

第3図は上記の条件で(100)シリコン基板面を使用せる場合のX線回折像、を示す。



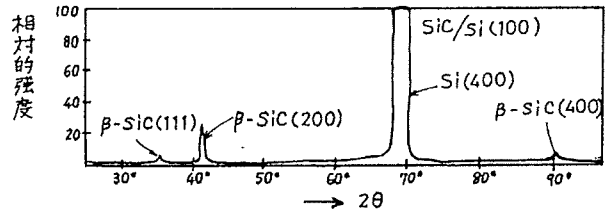
本発明にかかわる結晶面を説明する模式図
第1図



本発明の成長方法により $\beta\text{-SiC}$ を成長せしめた場合のX線回折像
第2図

代理人 弁理士 井桁 貞一





(100)シリコン基板を使用する場合の
X線回折像
第3図