

氏 名	佐々木 信
学位(専攻分野)	博士 (工学)
学位記番号	博甲第273号
学位授与の日付	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規程第3条第3項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 情報・生産科学専攻
学位論文題目	Investigation of SiC Crystals Prepared by Sublimation Method (主査)
審査委員	教授 西野 茂弘 教授 更家 淳司 教授 播磨 弘

### 論文内容の要旨

次世代半導体材料として期待されているシリコンカーバイド(SiC)を用いたデバイスの開発が近年、活発化している。この理由の一つは高品質、大口径SiCウエハが開発されたことである。一般にSiCのバルク成長には昇華法により大口径のバルクが作製されている。しかし、現在、半導体材料の主流であるシリコンと比べて、サイズ、品質ともに下回っているのが現実である。特に、種々の欠陥の存在はデバイス動作に大きな影響を及ぼすため、最も問題とされている。代表的な欠陥としてマイクロパイプがあるが、その形成メカニズムは今だに解明されていない。本研究では、マイクロパイプだけでなく、むしろその他の欠陥についても、多種類の評価方法を用いて、それらの形成メカニズムの解明を目的としている。

以上の背景に従って、本論文は以下のように構成されている。第1章ではSiCの物理的特性や、最近報告されている研究結果、昇華法について紹介し、本研究の位置付けを明確化し、研究目的を列記している。第2章では、マイクロパイプが面状欠陥と重なった領域で消滅しているという事実から、両欠陥との関連性、面状欠陥の構造を調査し、その結果よりマイクロパイプの消滅、及び面状欠陥の形成メカニズムをモデル化した。そのメカニズムを考慮して2枚のウエハを張り付けて大口径バルク作製の可能性を実験事実に基づいて提言している。第3章ではX線回折、X線トポグラフ、溶融塩KOHエッチングなどの手法で欠陥を詳しく観察し、各種の欠陥の形成メカニズムをモデル化した。これらの欠陥は基本的にウエハ中心部よりも周辺部で発生しやすく、欠陥導入の起原は熱歪みが大きな原因であるとしている。第4章では2インチウエハ全面を光弾性特性を利用して評価を行い、ウエハー全体を同時観測することにより、成長条件との関連で欠陥分布の原因を考察している。第5章では放射光施設 SPring-8 でのシンクロトロン白色光X線トポグラフ(SWBXT)を用いて、ウエハだけでなく、バルクそのものの評価を行っている。欠陥が基板外部に移動している様子、途中で発生、消滅している様子をも観測している。またSWBXT測定特有の回折像を見つけ、非常に微小な面の凹凸に関連したパターンであるとの新しい提言も行っている。第6章では、ビックアース硬度計にて、4H-SiC,6H-SiCの硬度計を調べ、研磨技術への展開について提言をしている。第7章は、結論であり、本研究の結果を総括している。

### 論文審査の結果の要旨

申請論文は昇華法によるバルク SiC の結晶成長に取り組み、その結晶の問題点となる各種の結晶欠陥について評価し、結晶成長条件との関連でその起原などを詳しく研究した。結晶成長の各種パラメーターを熟知していることが、この解析には反映されており、X 線、シンクロトロン白色 X 線などを駆使し、新しい知見を見い出している。バルク SiC 結晶をそのまま SWBXT で評価する方法はまだ十分に研究の余地が有り、この分野の研究に大きく寄与するものと考える。これらの結果は今後の単結晶 SiC の結晶成長およびそのデバイス応用に大きな貢献をするものと判断される。本論文の内容は、下記に示す 8 編の論文に掲載、公表され、3 編が筆頭著者となっている。

- 1). M.Sasaki, Y.Nishio, S.Nishino, S.Nakashima and H.Harima, "Defect Formation Mechanism of Bulk SiC", Mater. Sci.Forum, 264-268, (1998) pp.41-44. (Trans Tech Publications, Switzerland).
- 2). S.Okada, T.Nishiguchi, T.Shimizu, M.Sasaki, S.Ohshima and S.Nishino, "Single Crystal Growth of 6H-SiC on Saw-Damaged Substrate by Sublimation Method", Mater. Sci.Forum, 338-342, (2000) pp.51-54, (Trans Tech Publications, Switzerland)),
- 3). T.Nishiguchi, S.Okada, M.Sasaki, H.Harima and S.Nishino, "Crystal Growth of 15R-SiC Boules by Sublimation Method", Mater. Sci.Forum, 338-342, (2000) pp.115-118, (Trans Tech Publications, Switzerland)),
- 4). M.Sasaki, H.Shiomi, H.Harima and S.Nishino "Polytype and Defect Control of Two Inch Diameter Bulk SiC" Mater. Sci.Forum, 338-342, (2000) pp.485-488, (Trans Tech Publications, Switzerland)),
- 5). T.Nishiguchi, T.Shimizu, M.Sasaki, S.Ohshima and S.Nishino, "Crystal Growth of 15R-SiC and Various Polytype Substrates", Mater. Sci.Forum, 353-356, (2001) pp.69-72, (Trans Tech Publications, Switzerland)),
- 6). T.Shimizu, T.Nishiguchi, M.Sasaki, S.Ohshima and S.Nishino, "Mechanism for Damage Healing of Cracked 6H-SiC Substrates by the Sublimation Method", Mater. Sci.Forum, 353-356, (2001) pp.77-80, (Trans Tech Publications, Switzerland)),
- 7). M.Sasaki, H.Shiomi and S.Nishino, "Characterization of 2 Inch SiC Wafers Made by the Sublimation Method", Mater. Sci.Forum, 353-356, (2001) pp.267-270, (Trans Tech Publications, Switzerland)),
- 8). S.Nishino, T.Nishiguchi, Y.Masuda, M.Sasaki and S.Ohshima, "Sublimation Growth of 6H-SiC Boule on Various a-plane Substrates ", Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 640 (2001) H5.5.1,

以上の審査結果より、本論文は博士論文として十分な内容を備えていると判定される。