

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 116 号
------	-------------

氏名 梅崎 智典

### 論文題目

成長界面近傍の溶媒対流制御によるSiC単結晶の高速・高品質溶液成長

(High speed and high quality solution growth of SiC by solvent flow control near the growth interface)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	宇治原 徹
委員	名古屋大学	教授	小山 敏幸
委員	名古屋大学	教授	宇佐美 徳隆
委員	名古屋大学	教授	白石 賢二
委員	大阪大学	教授	岡野 泰則

## 論文審査の結果の要旨

梅崎智典君提出の論文「成長界面近傍の溶媒対流制御によるS i C単結晶の高速・高品質溶液成長」は、次世代パワーデバイス材料として期待されているシリコンカーバイト（S i C）結晶の溶液成長において、溶媒の流れを制御することにより、結晶成長速度の向上および欠陥密度の低減を実現し、また、これらの現象のメカニズムを流体シミュレーションにより明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、パワーデバイスの原理からS i Cを用いる利点を物性の観点から述べ、昇華法やガス成長法などの他のS i C結晶成長手法と比較し、高品質結晶の実現の観点から溶液成長法の利点を述べている。また、溶液成長が抱える課題について説明し、これらが溶媒の流動制御により解決できる可能性について述べている。さらには溶媒制御において重要な技術となる流体シミュレーションについて説明している。これらの背景をうけて、本研究ではS i C溶液成長において溶媒の流動制御を行うことで成長速度の向上および結晶品質の向上を実現し、そのメカニズムを流体シミュレーションにより明らかにすることを目的としたことを述べている。

第2章では、成長速度や結晶品質の制御を行う上で基礎知識となる結晶成長メカニズムの原理、本研究で実施するTop-seeded Solution Growth (T S S G) 法の成長原理について述べている。

第3章では、本研究を遂行する上で重要となる流体シミュレーションについて、用いた基礎方程式、計算モデル、境界条件について説明している。

第4章では、種結晶の回転速度を変化させて、結晶成長表面近傍の流動を制御することで、成長速度が向上することを明らかにしている。流体シミュレーションと実験との比較から、回転速度が高くなるにしたがって、成長界面近傍に形成される境界層が薄くなり、それに伴い境界層内の溶質濃度勾配が急峻になることから、結晶成長近傍の溶質の拡散が促進され、その結果として成長速度が向上することを明らかにした。従来のS i C溶液成長の研究では、溶媒組成を最適化することで溶媒へのカーボン溶解度を向上させることにより成長速度を増加させる手法が一般的であったが、溶媒組成は成長速度だけではなく、成長したS i C結晶の不純物濃度などにも影響するといった課題があったが、本手法では溶媒組成以外の方法で成長速度を向上させる点で、非常に有用な知見である。

第5章では、T S S G法において、溶媒の流動方向制御による結晶成長表面の平坦性の向上を実現している。これまでの研究で、溶媒流動方向を結晶成長表面におけるステップフロー方向と逆方向にすることで、成長表面が平坦化することが明らかになっている。しかし、通常のT S S G法では軸対称の環境下で成長を行うため、結晶成長界面に一方向の流れを形成することは困難であった。本研究では、成長結晶の回転軸を、結晶の中心から離れた位置にすることで、結晶表面に比較的一方向の流動を形成し、その結果、表面の平坦性の向上を実現した。このような非軸対称のT S S G法は、過去にほとんど例がなく、本研究においてもっとも独創的な点である。

第6章では、本研究の結論を与えていている。

以上のように本論文では成長結晶の高速回転、さらには非軸対称のT S S G法という新たな手法を考案することにより、成長速度を向上させ、さらには成長表面平坦性の向上を実現し、流体シミュレーションを駆使することで、そのメカニズムを明らかにしている。これらの結晶成長手法ならびに得られた結果は、高品質S i C基板結晶を実現するために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である梅崎智典君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。