

氏名(国籍)	李 偉 (中国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博乙第1,084号
学位授与年月日	平成7年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	高温・高圧下におけるダイヤモンド単結晶の成長過程及びダイヤモンドとcBNの新しい生成反応に関する研究
主査	筑波大学教授 工学博士 若槻雅男
副査	筑波大学教授 工学博士 大塚和弘
副査	筑波大学教授 理学博士 末野重穂
副査	無機材質研究所主任研究官 理学博士 神田久生
副査	筑波大学助教授 理学博士 高野薫

## 論 文 の 要 旨

金属質溶媒（以下融剤）を用い、高圧下の温度差法で種子結晶より、大粒で良質なダイヤモンド単結晶を効率よく育成することを目標として成長過程を詳細に観察・考察した。その結果、成長の全過程を駆動する駆動力の大部分が、炭素源から成長ファセット近傍まで炭素を輸送（拡散）する過程に消費されており、温度差、拡散（成長）空間のジオメトリおよび種子床温度によって、結晶成長速度、包有物の形成（融剤の取り込み）、成長ファセットの選択・制御、さらに種子以外のダイヤモンド核形成、準安定相黒鉛の晶出のような随伴反応まで含めた成長過程の全てを適切に制御できるという描像を形成した。

次いで、拡散場のキャラクタリゼーションの困難さに鑑み、数値計算シミュレーションによって、結晶成長している状況下に、拡散場を定量的に決定し、同時に成長時間の関数として結晶の形状と寸法を予測する手法を作り出して成長過程の解析を行った。この手法が実験との対比において、実験結果を合理的な定量性を持って再現できることを確かめた（2倍程度以上の数値的矛盾は拡散係数の温度依存性によって説明できる）。その上で、前記した成長過程の特徴を一々再現してその現象の機構を説明した。またいろいろな成長過程の特徴の抽出や適性な育成条件の検討に応用した。その段階で得られた重要な知見の一つは、種子結晶が成長を開始する時期に（あるいは不連続に開ける新しい成長空間での成長が始まる際に）成長ファセットの成長速度にピークが生じること、そしてこれが成長初期の包有物形成に関係していることである。もう一点は、従来の成長空間の種子床に小凹所（seed

recess) を儲け、その底に種子結晶を配置すれば、成長速度の初期ピークを緩和する可能性のあることを見出した点である。

この着想に基づき、二段階型成長空間のジオメトリを非常に多数の成長実験（最大30時間）によって検討し、最適形状を決定した。従来法で包有物形成を回避し得る最大の結晶重量増加率（1 mg/h）に比して、最適条件では2倍以上の速度で、包有物をまったく含まない大粒単結晶を、20回の実験中16回の高確率で育成できた。6種類にわたって実験したジオメトリの各々についてシミュレーションを利用して検討したところ、包有物形成回避効果の優劣が成長速度ピークとの関連でよく説明できた。

論文の後半では、溶融したダイヤモンド成長融剤の中でSiCからCが遊離され、ダイヤモンドとして晶出する反応が検討されている。特に融剤が炭素を遊離するか、または単にSiCを溶解／晶出するか、これらの作用を分ける要因を調べ、また他の炭化物の分解可能性も検討した。

最後に鉄族及び遷移元素窒化物とほう素化物を溶融鉄族金属中で分解し、cBNを合成できる新しい反応を見出し、cBN生成可能な窒化物とほう素化物の範囲、生成温度圧力範囲など、その反応の基本的特徴を明らかにした。

## 審 査 の 要 旨

従来定量的把握がきわめて困難であったダイヤモンド単結晶成長過程を定量化し、解析・制御に耐えるレベルに導いた点、また技術的にも有意義な効率のよい単結晶育成法を（予測と実際の両面で）実現した点、SiCの分解による炭素遊離機構、遊離条件の解明等が高く評価され、質・量ともに博士学位論文として十分な水準にある。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。