

専攻	システム 情報工学	学籍番号	863431	指導教官氏名	齋藤 制海	
申請者氏名	久田 泰広				阿部 健一	
					三田地 紘史	

## 論 文 要 旨

論文題目	微小重力下における半導体結晶成長過程の 計算機シミュレーション
------	------------------------------------

(要旨 1,200 字以内)

近年、微小重力環境での材料実験が盛んに行なわれており、地上での実験ではわからなかった特性や新たな性質を持つ材料が発見されている。しかし、周知のように宇宙空間は特殊な環境であるため、容易に実験を行なうことができない。また、可載重量の制約などにより観測可能な事象も制限されている。これらの制限を補うため、予備実験および検証実験としての計算機シミュレーションに注目が集まっている。

本論文では微小重力下での半導体結晶成長を対象として、その実験を検討するために必要な情報である成長時間、温度分布、固液界面の移動速度および形状などを解析する計算機シミュレーションについて述べる。また、実際の結晶成長実験についてシミュレーションを行ない、その結果について考察する。

第1章では微小重力環境とその環境を利用して行なわれている実験の概要を説明し、本研究の目的を述べる。

第2章では対象としている実験装置で起こりうる物理現象を挙げ、数式モデルを与える。結晶成長には様々な現象が複合して関与しているが、本研究では熱工学視点から熱輻射、熱伝導、相変化の複合現象を取り扱う。

第3章では数式モデルを解くための基本的なアルゴリズムとそれらの構成について述べ、さらにアルゴリズムの妥

当性について検討する。本研究で対象としている実験では十分な数の実験結果が得られていないため、実験結果とシミュレーション結果の比較による妥当性の検討は困難である。そこで、アルゴリズムを各現象に対してモジュール化することによって、既知の結果を用いて各モジュールの妥当性を検討する。

第4章ではスペースシャトルを利用したシリコン球状結晶成長のシミュレーションについて述べる。まず、シリコン物性値のばらつきが結晶成長に対して及ぼす影響を検討する。次に炉壁温度と結晶成長の関係について調べ、精密な温度コントロールの必要性を示す。

第5章では小型ロケットを利用したゲルマニウム急速結晶成長のシミュレーションについて述べる。所望の実験結果を得るために必要な炉壁温度条件を見つけると共に実験モデルを変えた場合や固相・液相によって射出率を変化させた場合のシミュレーション結果について考察を行なう。また、実際の実験結果とシミュレーション結果を比較し、固液界面の形状がほぼ一致することを示す。

第6章では旧ソビエト連邦で行なわれた火薬加熱方式によるゲルマニウム急速結晶成長実験について述べる。この実験に関しては装置形状の正確な寸法が不明なため、加熱条件を第5章の実験モデルに適用した結果について記述する。的確な加熱条件により、半導体結晶にとって好ましいフラットな固液界面が得られることを示す。

第7章では総括として本論文の主要な結果をまとめ、今後の展開について述べる。