

# 結晶育成装置の設計・製作と評価

電子情報工学科 矢萩研究室 IES55 横山直幸

## はじめに

結晶の育成には、電気炉の正確な温度管理が極めて重要である。前年度は、結晶の育成に本研究室で製作した電気炉を用い、その温度コントロールは手動で行っていた。本研究では、前年度手動で行っていた温度コントロールを、高精度に自動で行わせるための装置の開発、設計、製作することを目的とした。

## 設計・製作

設計するにあたり、システム全体をどのような物にするか、また装置の構成はどのようにするか、制御の方法は、などさまざまな方向から検討を行った。その結果、次のようなシステムを考案した。システム全体をコントロールするのにパーソナルコンピュータ（PC）を用いる。”電気炉コントローラ”として、PCとは別にマイコンを乗せた装置を設け、電気炉を実際に扱うのはこの装置だけとする。温度の管理、利用者からの指示受け取り、利用者への状況報告などはすべてPCが行う。実際の電力の調節、電気炉の温度を数値化するなどの処理はすべてこのコントローラ内で済みます。PCはコントローラから、現在の温度データを受け取り、それに基づき、電気炉へ与える電力を算出、コントローラへ制御データを送る。コントローラはこの制御データをPCから受け取り、それに基づき、電力を調節する。PC～コントローラ間はシリアル通信によりデータの送信受信を行う。また、電気炉への電力は100V交流をPWM変調により調節する。PWM変調による電源のスイッチングにはSSR（Solid State Relay）を用い、無接点とし、システムの確実性、耐久性を向上させる。制御は利用者が目標温度と到達時間を制御テーブルとして与えることにより、このテーブルののっとり行われる。また、システムの動作開始から動作終了までの電気炉の温度をディスクに保存することができる。以上のシステムを設計し、製作、試験、修正を行った。図1は電気炉システムの試作機である。

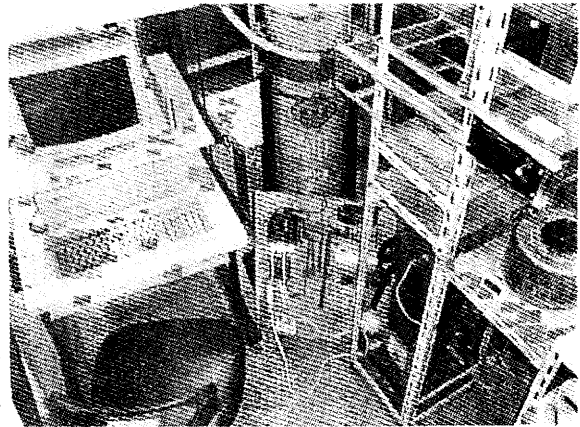


図1 試作システム全景

## 結果と考察

最初は、経験不足から思うような動作ができなかった。しかし、試験を繰り返し修正を加えていった結果、ほぼ設定通りの動作を実現することができ、結晶の育成に十分に使える装置を完成することができた。図2は、LiAlの結晶育成試験時に記録した時間と温度の関係を表したグラフである。グラフは上から目標温度値、外部温度（石英管外）、内部温度（石英管内）を示している。外部温度と内部温度の差は、熱伝導の遅れによるものと、2つの熱伝対の位置の差によるものである。温度制御は、石英管外の温度を目標温度に合うよう行っているが、600℃を超えあたりからずれてしまっている。今回の結晶育成試験ではこの事も加味し、温度を設定したため、成功を収めることができた。

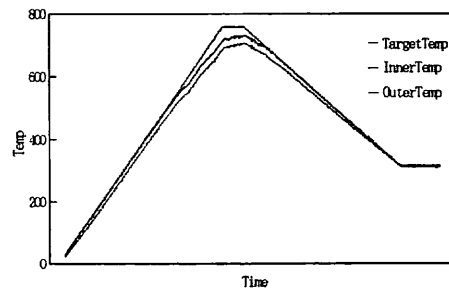


図2 LiAl結晶育成試験時の温度結果

## まとめ

今回製作した装置の問題点は、600℃を超えあたりから温度データにノイズが増え始め、制御がふらついてしまうことである。恐らく、アナログ回路に供給している電源の改善、アンプからADCまでの配線の取り直し、ADC入力側の残留電荷の影響改善で解決できるものと思われる。