

回路基板用の簡易リフロー実験

茨城工業高等専門学校 専攻科 山越 好太

1. はじめに

近年、電子部品の高集積・小型化が進む中で一般レベルでの回路の試作・実験などにおいても表面実装の部品を使う機会が増してきており、より精密で確実な半田付けが求められるようになってきている。特に現在市販されている表面実装部品では省スペース化のためにピンのピッチが小さいものや部品自体が非常に細かいものがある。これらの手での半田付けはとて手間のかかる大変な作業であり、半田付け不良を招きやすい。このような現状から現在リフロー方式による部品の実装が一般的になってきている。しかし生産の場では一般的なリフロー方式であるが、そのほとんどが大規模な装置を用いたものとなっており個人レベルでの導入は未だ敷居の高いものとなっている。そのような小ロット生産でのリフロー装置の必要性から、今回の実験では市販されている部品・機材を用いて試作品製作レベルでのリフロー装置を検討することとし、適正な温度コントロールの方法を検討して表面実装部品のリフロー実験を行い、より安定で容易な半田付けの自動化の検討を行った。

2. リフローとは

図1に示すようにリフローとはプリント基板の上に部品を半田付けするための方式の一つで、あらかじめ部品を取り付ける箇所へ半田をつけておきその上へ部品をのせてから全体的に熱を加え半田を溶かす方法である。SMT(表面実装技術)と呼ばれ、従来の半田ごてを用いた手法と比べて量産性、信頼性ともに優れており、半田付けの工程をオートメーション化ができるとしてプリント基板への半田付けの方法として幅広く使用されている。特に最近では高集積度で多くのピン数があるICはBGA(Ball Grid Array)やLGA(Land Grid Array)と呼ばれるパッケージを使用しており、これはリードレスタイプのため表面からの半田付けが不可能のためリフローでの半田付けが必要となる。

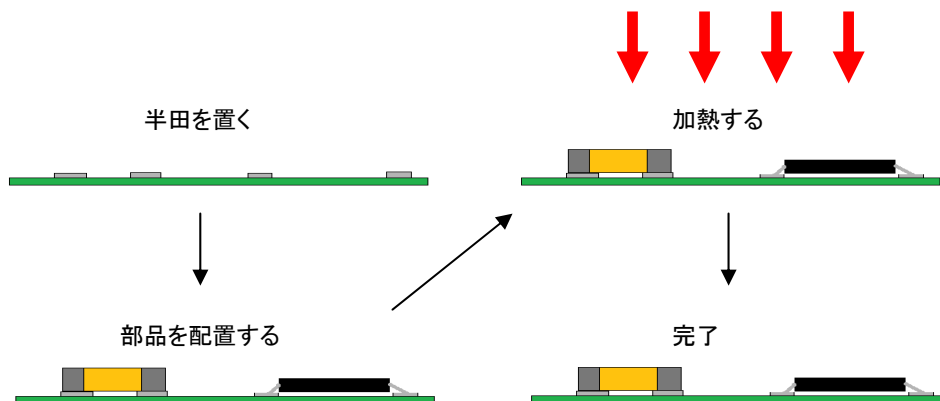


図1. リフローのイメージ

3. 実験

3-1 ヒーターの実験

装置に使用する遠赤外線ヒーターを持った加熱装置として、入手が容易なオーブントースターを利用する。ヒーターが上面と下面に配置してあり、最高で 1.3[kW]の加熱を行う家庭用の市販品である。今回のヒーターの条件としては、半田が溶解する 260[°C]付近まで過熱できること、温度上昇が約 1~5[°C/s]の加熱性能が必要となる。そのため予備実験として加熱装置内に温度計を設置し常温から 260[°C]までの加熱の温度変化を測定した。



図 2. 実験に使用した加熱装置

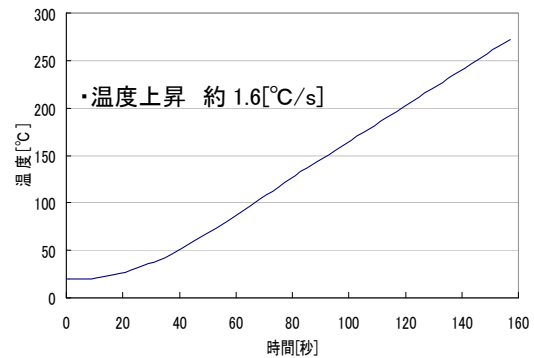


図 3. 加熱装置における加熱特性

温度測定の結果を図 3 に示す。この実験より加熱装置内部の温度は 260[°C]以上まで加熱が可能であり、その温度上昇は 1.6[°C/s]であることが分かった。このことから加熱装置はリフロー装置の加熱機構として使用可能であることを確認した。

3-2 温度コントロールの実験

ヒーターの加熱を制御するために、PIC マイコンを用いた制御コントローラーを製作した。熱電対からの信号を読み取りヒーターの出力を制御することで適切な加熱を行う。熱電対は加熱装置内に設置し計測を行った。制御コントローラーの外観を図 4 に、使用した熱電対を図 5 に示す。



図 4. 制御コントローラーの外観



図 5. 使用した熱電対

リフロー装置における最適な温度変化として図 6 の特性が知られている。製作した制御コントローラーを利用し、このグラフに追従するような温度制御を行うようにプログラミングを行って加熱実験をした。

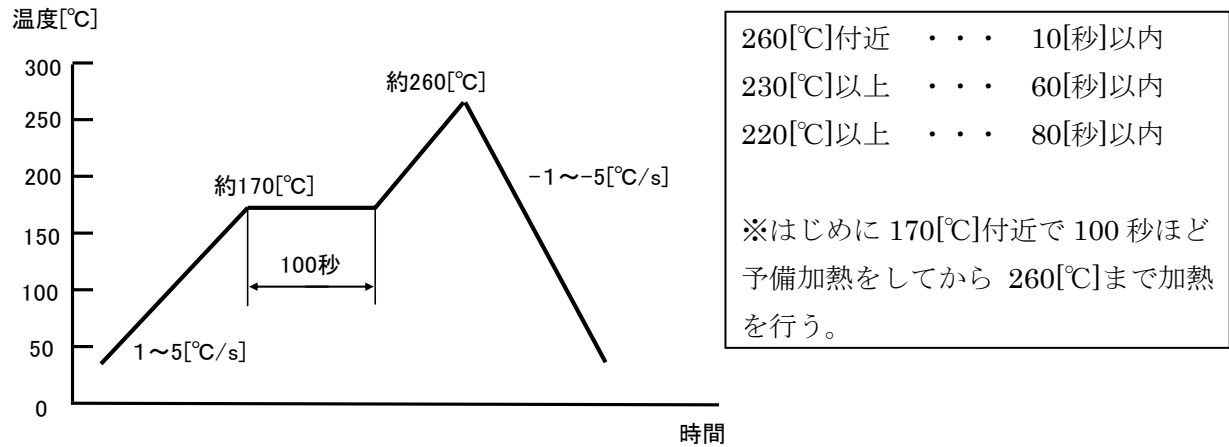


図 6. リフロー装置における理想的な温度変化

図 7 に計測した温度変化を示す。加熱においては特に問題はなかったが、冷却の温度変化において 230[°C]以上の時間が 80[秒]近くあり、また 50[°C]付近へ到達する時間が 23[分]もかかってしまっていることが分かった。

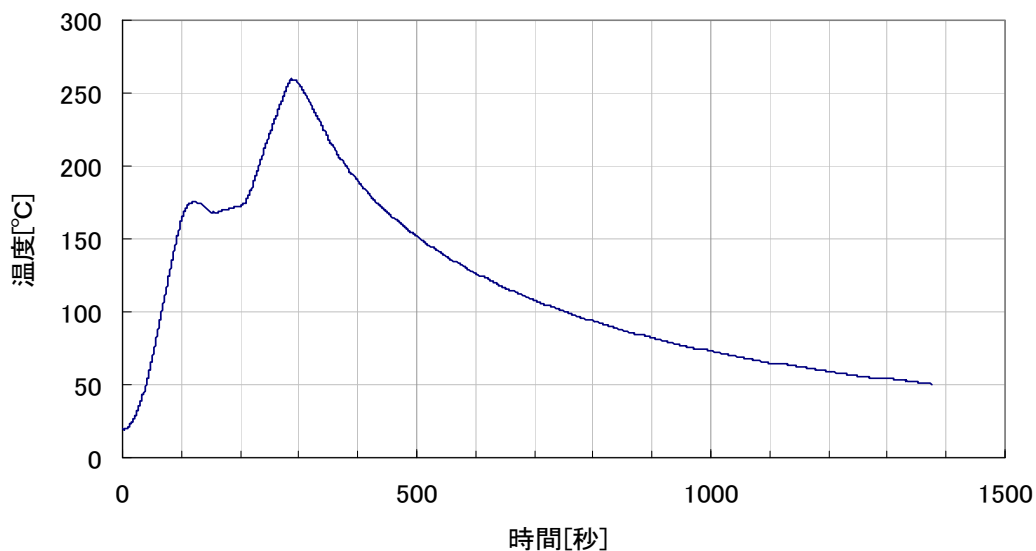


図 7. 加熱装置単体での加熱温度変化

このことから、冷却において自然冷却ではやや能力が不足していることが分かった。そこで最適な温度の追従性を得るため、次のようなペルチェユニットおよびファンを冷却装置として取り入れたリフロー装置を考案し実験を行った。

3-3. ペルチェユニットを用いた冷却装置の実験

冷却のため図 8 に示すペルチェユニットを用意した。定格 60[W]のユニットであり、放熱側はポンプによって通水することで冷却している。このユニットを加熱装置の底面に取り付け、リフロー温度がピークに達したところでユニットに電流を流してペルチェ効果による冷却を行った。使用したペルチェユニットの外観を図 8 に、実験の風景を図 9 に示す。

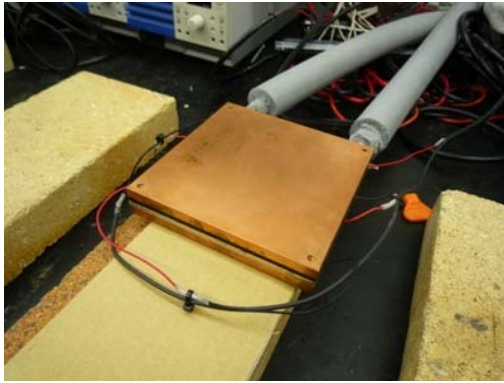


図 8. ペルチェユニット外観



図 9. 実験風景

図 10 に計測した温度変化を示す。230[°C]以上になっている時間が約 60[秒]であり適正な時間となったものの、180[°C]付近から冷却特性が鈍り、50[°C]までの冷却時間がまだ 19[分]かかっていることが分かった。

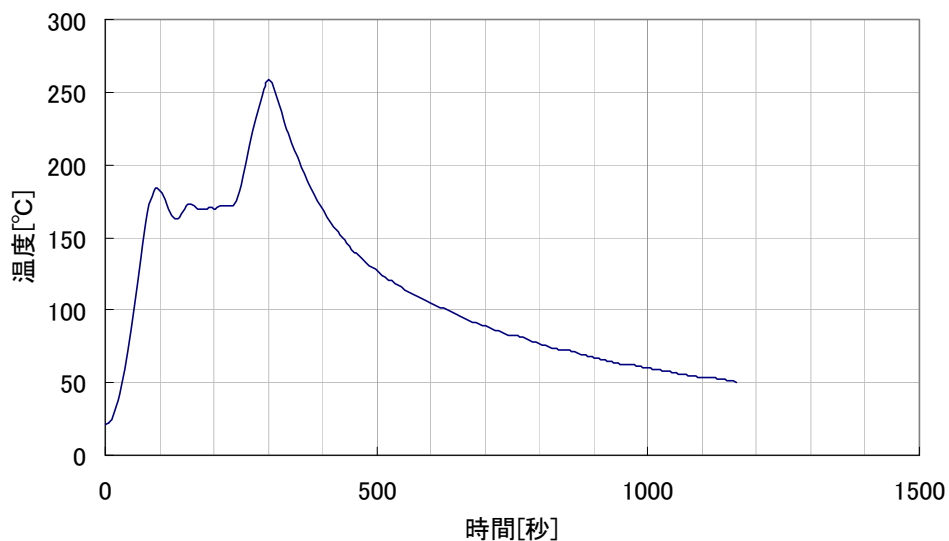


図 10. ペルチェユニットで冷却を行ったときの温度変化

3-4. ファンを用いた冷却装置の実験

図 11 に示すファンを用いた冷却の実験を行った。熱した直後の基板へ直接風を当てると部品がズレてしまう恐れがあるため、基板へ風が直接当たらないようファンを取り付け、リフロー温度がピークに達したところで送風を開始し、冷却を行った。



図 11. ファンの取り付けの様子

ファンによる温度変化を図 12 に示す。また、3 種類の実験方法による温度変化をまとめたグラフを図 13 に示す。このグラフから、ファンによる冷却は 220[°C]以上の時間が約 80[秒]、230[°C]以上の時間約 65[秒]とほぼ適正な数値となり、50[°C]への到達時間も 750[秒]に短縮され、リフロー時間が適切になることがわかった。

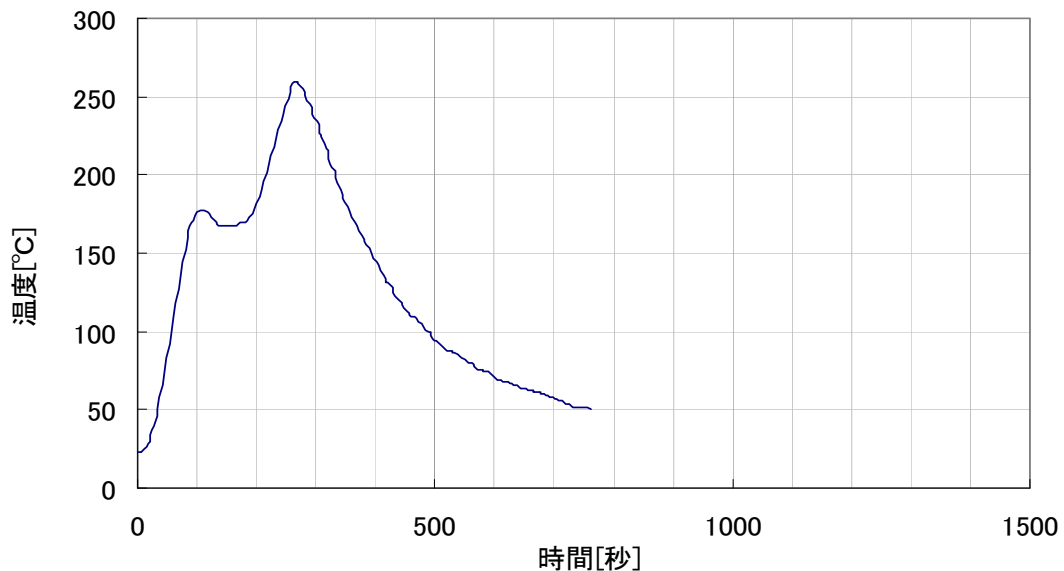


図 12. ファンで冷却を行ったときの温度変化

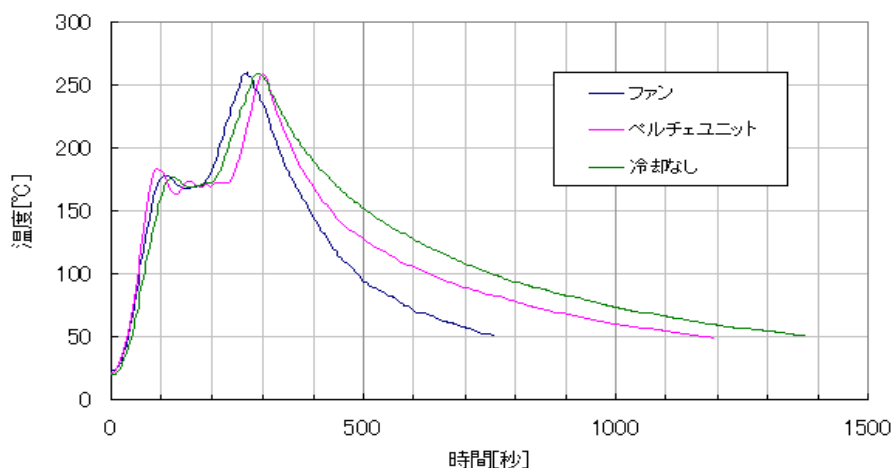


図 13. 各実験方法の温度変化のまとめ

3-5 リフロー実験

製作したリフロー装置を使用し実際に回路へ部品を配置して加熱し、リフローにより半田付けできているかを実験する。半田にはクリーム半田を用いて、基板上へ各部品を配置しリフローを行い、その結果を観察した。

チップ部品を半田付けした様子を図 14 に示す。各部品において、正確に半田付けが行われたことを確認した。半田付け不良も特に認められず接触も良好であった。



図 14. チップ部品の半田付けの様子

4.まとめ

本研究では加熱装置に冷却装置および熱電対を組み込み、制御コントローラーで温度を制御することで、適切な温度変化を実現するリフロー装置の実験・検討を行った。結果として、加熱装置での加熱と、ファンを用いた冷却を行ったシステムで試作に必要な十分な性能を発揮するリフロー装置が製作可能であることが分かった。これにより表面実装部品を使用した回路の製作がよりし易くなり、使用部品と製作の幅を広げることができる。