

■ ペルチェ素子を使った実用的な冷蔵庫の製作

I. はじめに

「ペルチェ素子を使った冷蔵庫は良く冷えない」が今までの評価でした。20年前に自作した冷蔵庫も、冷たいジュースを飲むには物足り性能でした。ユーチューブにアップロードされている動画を見てもあまり冷えないだろうと思う物がほとんどです。

コンプレッサー方式と比較してペルチェ素子の冷却性能が低いいため仕方が無いのかもしれませんが、

しかし、放熱は十分な性能のヒートシンクが必要であることは注意していましたが、冷却側(吸熱側)も十分な吸熱性能がなければ庫内の物を冷やすことができない点をあまり考慮していませんでした。さらに断熱材の厚さも不足していた等、自作したペルチェ冷却装置の構造に、問題点があったことも事実です。

II. 冷却ユニットの製作

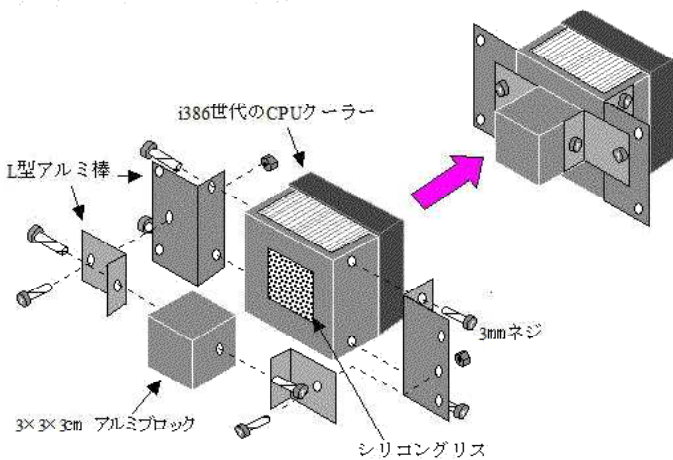
ペルチェ素子は低温側の熱を高温側に電流のせて運ぶ原理の冷却装置です。しかし高温側の温度が高くなるに従い、逆流する熱が多くなり温度差が得られなくなります。そこで放熱側の放熱性能を上げるために、最近の CPU クーラーは性能が良いので利用することにしました。ハードオフで購入した CPU クーラーはファンを 6V で回転させた場合、実測で約 40W の放熱で温度上昇は 2℃程度しかなく、大変高性能であることが確認できました。

冷却側はそこまでの能力は必要ありませんので、少々古い CPU クーラーで十分です。しかし、ファンを回転させなければ、冷蔵庫の中の物を冷やすことは全くできません。

断熱材の厚さを 3cm 程度として、アルミのブロックを図のように間にはさんで CPU クーラーに熱的に接続。断熱材の外側にペルチェ素子を設置する構造としました。放熱側は多くの熱が流れますので、できるだけ熱抵抗を小さくする配慮が必要です。

吸熱側のCPUクーラーユニット組立図

吸熱側のCPUクーラーユニット完成図

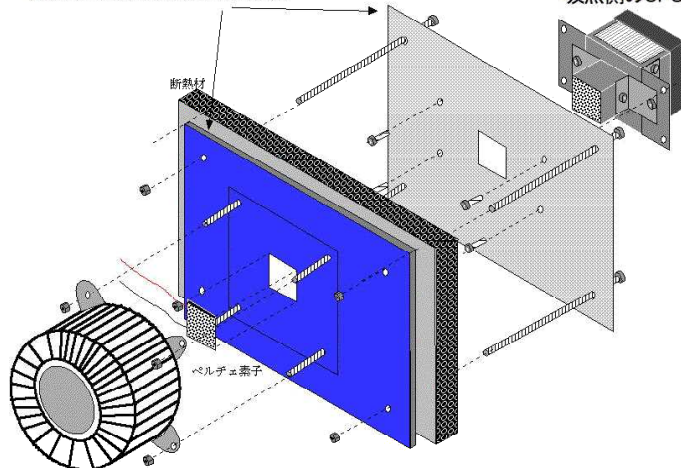


断熱材の厚さに合わせてアルミブロックの大きさを決めます。断面積が 4cm × 4cm のペルチェ素子を利用したので、3mm 厚で 4cm × 4cm のアルミの板をアルミブロックと素子の間にはさんで面積の違いを吸収しました。

断熱材を発熱側、吸熱側ユニットの間にはさみ、両側を貫通する4本のねじで両ユニットを固定します。このねじを通して熱が流れますので、熱伝導率が低いステンレス製、3mm ネジを利用するのがベストです。

2枚の板で断熱材をはさんで固定

吸熱側のCPUクーラーユニット

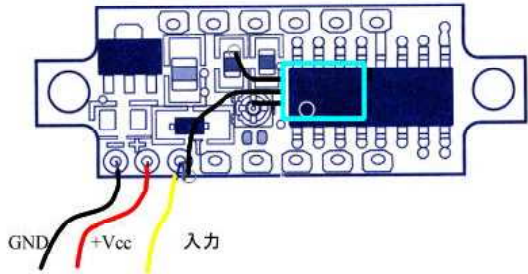


発熱側のCPUクーラーユニット組立図

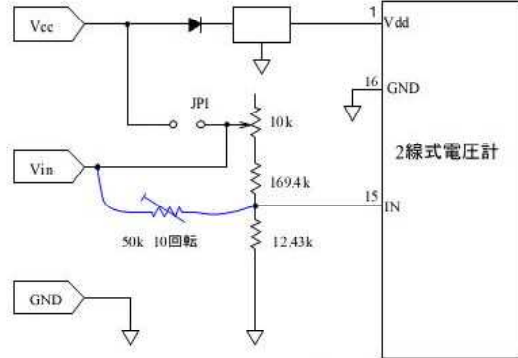
III. 制御回路

冷却能力が低いとはいっても、外気温が低くなると凍結する場合が考えられます。そこで庫内温度が一定温度を下回ったとき、ペルチェ素子の電源を切る簡単な制御回路を製作しました。温度測定が簡単なニア温度センサー LM35 で冷却ユニットの吹

き出し温度を測定し、4℃を下回った場合に MOSFET をスイッチとしてペルチェ素子の電源を切る回路を作りました。また温度を測定しますので、おまけに温度表示もしました。温度表示には秋月の2線式電圧計を改造して利用しました。

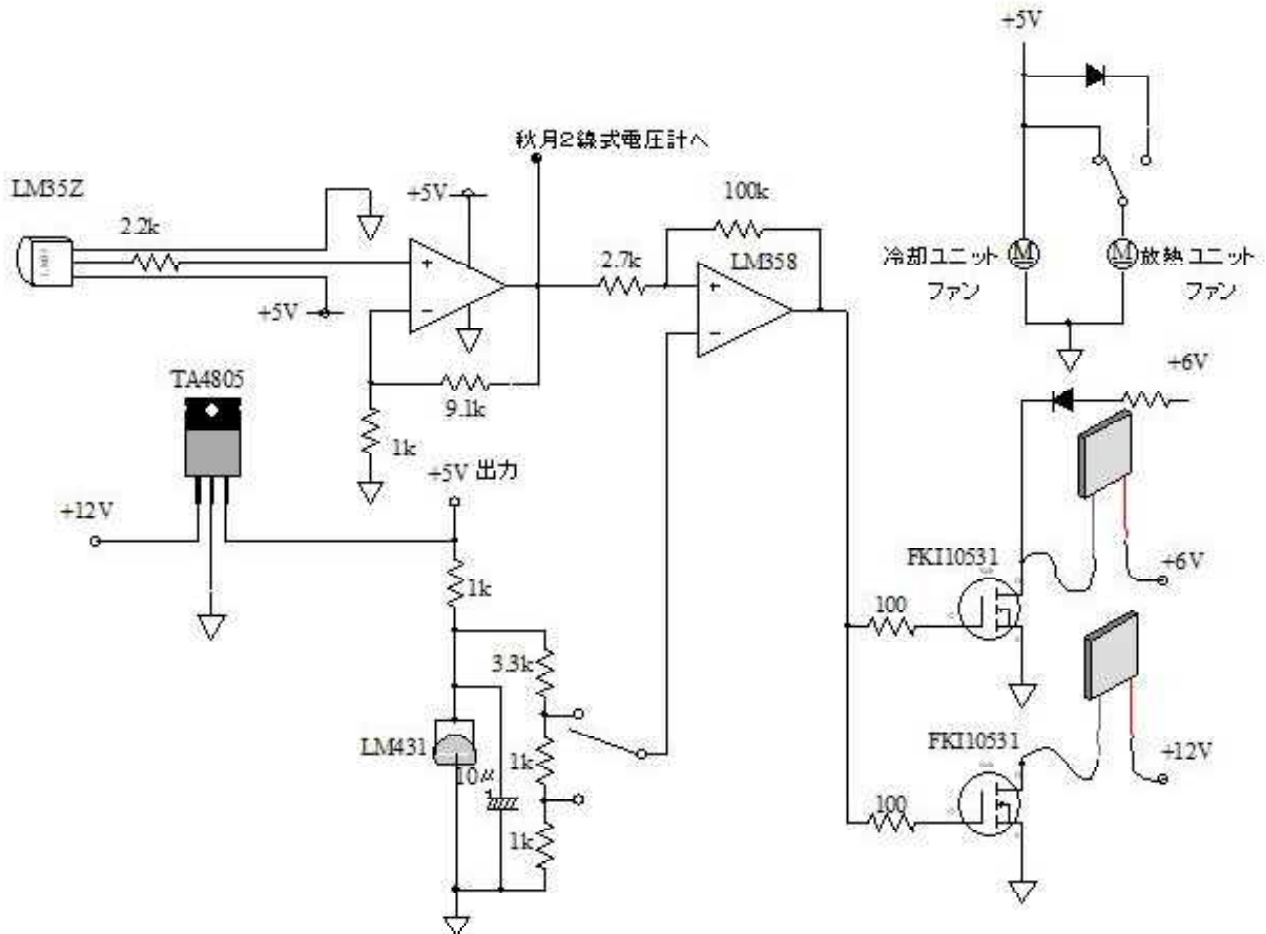


発売時期により基板のパターンが違っているようです。そのときはICの15番ピン端子に50kΩの半固定抵抗を接続すれば改造できます。



15分の1に分圧されて15番端子に接続されている。1. 5分の1に分圧されるように分圧比を変更 → 感度を10倍に

秋月2線式電圧計の改造方法



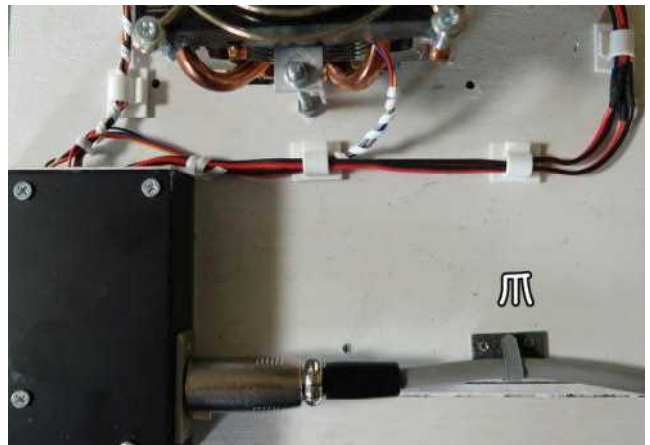
ペルチェ素子制御回路(ペルチェ素子2段重ねの場合)

この制御回路は、ペルチェ素子を2段重ねの場合です。1段の場合は回路図上で 6V に接続してあるペルチェ素子とその素子をオンオフする FET を省きます。

■ペルチェ素子冷蔵庫の使い方 (2段重ねの冷蔵庫)

I. 接続

- ・冷蔵庫本体と電源装置を接続ケーブルで接続します。縦置きで利用します。
- ・爪を曲げて接続ケーブルを固定します。



II. 各スイッチの説明

- | | |
|---------------|------------------------------------|
| ・庫内表示温度 | 冷蔵庫内の温度を表示 |
| ・動作インジケータ | 冷蔵庫の冷却装置が動作している事を表示 |
| ・温度設定 SW | L : 4℃ H : 9℃ |
| ・ファン回転速度設定 SW | N : ノーマル S : サイレント |



III. 操作方法

- ①飲み物を冷やす場合は温度設定 SW は L、H は冷蔵庫の野菜室の温度をイメージしました。
- ②室温が 30℃を超えるような場合は N、それ以外は S で OK です
- ③使用しないときは電源 SW をオフにします。
- ④電源 SW をオンにしますと、庫内に温かい物が無ければ、約 1 時間で外気温より 20℃低下します。

IV. 注意事項

- ①冷却フィンに結露するので冷却フィンの下の面に水滴が墜ちます。
- ②結露し、さらに氷結しますと、温度センサーに冷たい空気が当たらなくなり温度が上昇します。このような場合、電源 SW を OFF にして扉を開けて内部を乾燥させます。(めったにおきません)
- ③縦置きですので、扉はピッタリと閉めまないと、冷気が漏れ、温度が下がりづらくなります。
- ④庫内温度は、内部に何も物を入れない場合、1 時間で外気温より 20℃低くなり、十分時間がたちますと、外気温より 27℃低くなります。ただし 3℃以下にならないようにサーモスタットが作動します。(L の場合)
- ⑤サーモスタットが動作するようになりますと、放熱用ファンの回転数が低くなったり戻ったり変化します。この動作は、CPU クーラーのファンにとりつけられた温度センサーで回転数が自動変化するためです。

■ペルチェ冷蔵庫の構造

ユーチューブで紹介した時より、細かなところを改良してあります。「ペルチェ素子 2 段重ねを使った実用的な冷蔵庫」では、温度が下がってペルチェ素子の電源をオフにしたとき冷却ファンの回転も止める制御をしたところ、結露した水滴が氷結し、さらにファンが起動しなくなるトラブルが発生しました。冷蔵庫内の冷却ユニットに取り付けたファンの角度を斜めに変えて、水滴がファンに当たらないようにしました。またファンの回転制御も取りやめました。「ペルチェ素子を使った実用的な冷蔵庫の製作」は

3cm × 3cm のペルチェ素子一個を使いますが、繰り返し実験をしている間に素子を壊してしまいました。新しい素子に変更したところ、温度が 18℃ までしか下がらなくなりました。シリコングリスの塗り方等の不備等、色々疑って検討しましたがだめでした。そこで 4cm × 4cm の素子に交換したところ、今まで以上に冷えるようになり、さらに 12V で 2.4A しか流れませんが、十分時間がたつと 20℃ 以上温度が下がるようになり、性能が向上しました。省エネで、車載用に利用できる性能となりました。

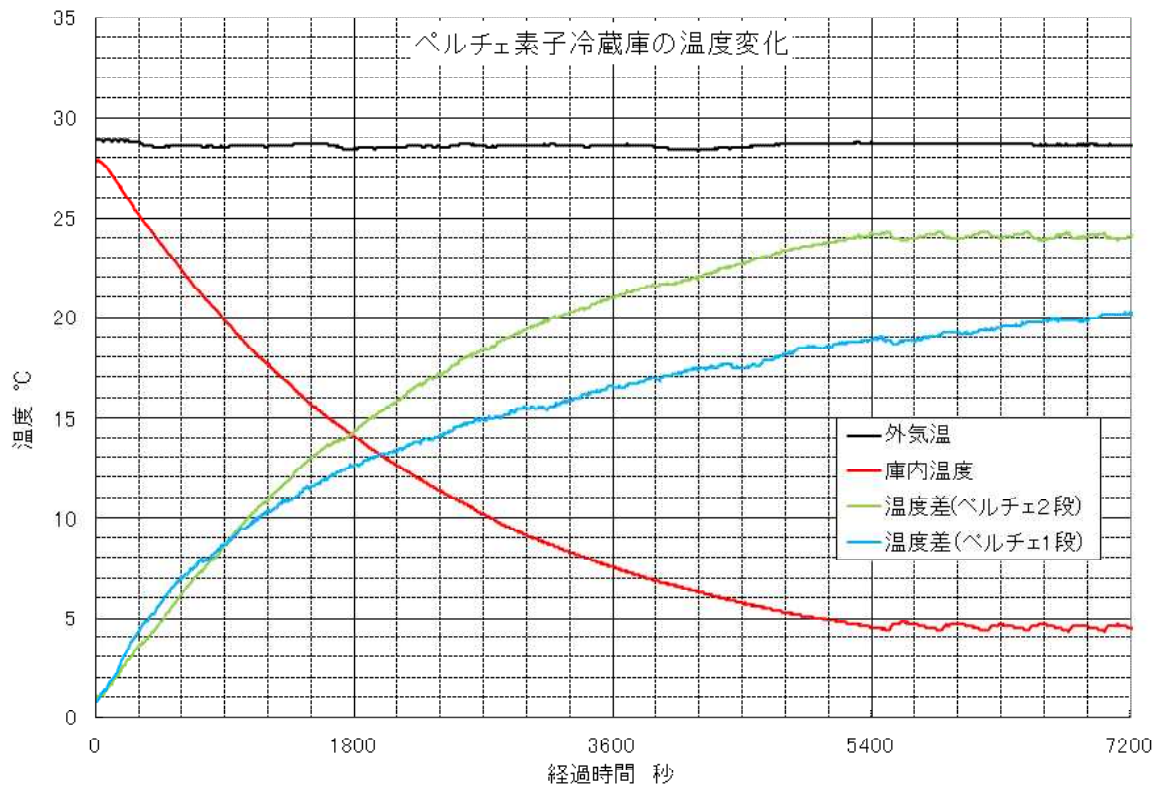
ーペルチェ素子2段重ね冷蔵庫（縦置 室内設置型）ー 外気温より 27℃ 冷やす能力があります



ーペルチェ素子1段冷蔵庫（横置 車載型）ー 12V、2.4A で動作 外気温より 20℃ 低下



■ペルチェ素子冷蔵庫の性能



- 注意) ・ペルチェ素子 2 段重ねの冷蔵庫では 5400 秒以降、サーモスタットが動作しています。
・ペルチェ素子 1 段の冷蔵庫では 2 時間後には 20 °C 以上の温度差に到達します。