

半導体素子を利用した発電

～ 圧電素子とペルチェ素子 ～

千葉県立千葉工業高等学校
情報技術科 川口 憲治郎

1 はじめに

東日本大震災をきっかけにテレビやラジオ等のニュースでエネルギー問題を取り上げる機会が増えてきている。現代社会では電気エネルギー無しに生活するのは困難である。そこで発電について研究する事にした。風力発電や太陽光発電は色々な場面で見ることが多いため、他の発電について研究する事にした。

始めに考えたのが地熱発電だがボウリングする費用も場所もないため諦めた。次に思いついたのが、以前テレビを見ていたとき、温泉地でゼーバック効果を利用し、露天風呂の照明を付けていたのを視聴した。構造が簡単そうだったため是非取り組もうと思ったが、近くに温泉場が無いため温泉を使ったこの発電も諦めた。そして、私は発電をテーマに取り組みたいため、発電について試行錯誤した結果、地中と地中外の温度差を利用して発電するゼーバック効果を利用する事を考えた。そこで、ゼーバック効果は2種類の金属が必要なためインターネットで金属について調べているとペルチェ素子が有ることを知り、ゼーバック効果ではなく、この素子を利用することにした。

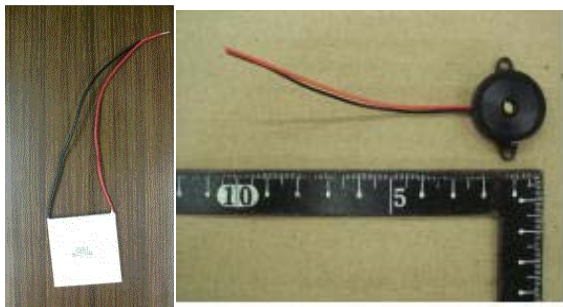


図1 ペルチェ素子と圧電スピーカー

ある日、ショッピングモールの広場で、圧電素子を使った発電が行われていた。LEDを光らせるだけだが足で体重計らしき物を踏みつけると見事にLEDが光っていた。生徒が興味・関心を持ちそうなので、課題研究で取り組ませようと考えた。

この研究は生徒たちに課題研究で取り組ませた内容を報告します。

2 課題研究の流れ

この研究は、圧電素子を利用した発電とペルチェ素子を利用した発電です。立候補した4名の生徒を2班（各2名）に分け指導することにした。

(1) 圧電素子班への指導

このテーマなら生徒が自主的に全て取り組めると思っていたがなかなか先に進みませんでした。それは、生徒が物を作るということあまり行っていない。また、生徒は、課題研究なので難しくなければいけないと思っていた事が上げられる。そこで、発電量は少量でLEDを光らす程度である事。課題研究で製作するため、思っているより作業時間が少ない事を説明し身近な物で役に立つ物として「誘導灯」を作る事にした。

(a) 予備実験

インターネットでフィルムケースにビー玉を入れ、フィルムケースを振るとケース内のビー玉が圧電素子にぶつかりLEDが光ると記載があるページを見た。次に見たのが圧電素子（圧電スピーカー）の外側を外して素子がむき出し状態でLEDと並んで写っているページをみた。そこには叩く強さによって明るさが違うと記載してあった。しかし、実験を繰り返しているうちに圧電スピーカーの外側を外さなくても大丈夫なことが分かり、叩くのではなく素子がゆがむと発電する事も分かった。



図2 フィルムケース発電

(b) 材料

「圧電スピーカー」（圧電サウダ）SPT08-Z185の圧電素子を使用した。値段は1,600円（40個入）なので1個40円になる。「LED」は高輝

度の物を使用。普通の赤や緑では発電状況が分かりづらかった。「定規」は100円均一の店で購入。また、「スーパーボール」も100円均一の店で購入。

(c) 作品

踏むことにより、LEDが光る誘導灯を作る事になり、誘導灯は圧力（踏む、叩く）によって矢印を点灯させ、移動方向を示す作品とした。

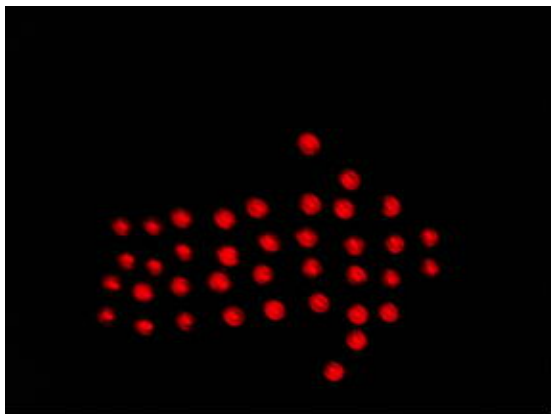


図3 誘導灯

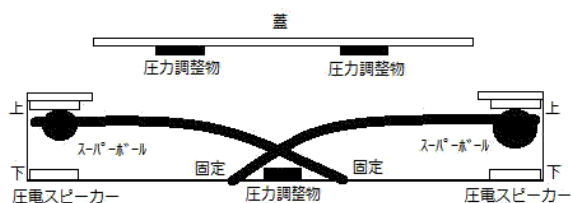


図4 足踏み発電完成予想図

(2) ペルチェ素子班の活動

素子の選定から始まり性能を測定し、素子をどのように使うのかを考え生徒に指示し研究は進むことになった。結果的にカップ麺の熱を利用したタイマーを作る事にした。

(a) PIC

プログラムの内容は、カップ麺に熱湯を注ぎ、蓋を閉じた後に作品を置くと5~6秒後にメロディーが3分間弱流れ始め、残り3秒になると時報

(プ・プ・プ・ポー)で完成を報告するプログラムですが、おおよその経過時間が分からないため、3つのLEDを利用し時間を表した。始めは2つ点灯し1つは



図5 LED点灯

1秒間隔で点滅する。30秒たつと点滅時間が0.5秒間隔になり1分たつとLEDが1つ消える。以後同様にLEDが消灯していくようにプログラムを付け足した。メロディーは楽譜にしないとプログラムが組めないことや同じ音が続く場合音を区切らないとメロディーにならないことを知った。

シbシbシbシbシbシbソbシシb
ラbラbラbラbラbラbラbシbラb
ソbソbソbミbソbソbミbソbミb
シbファファファファファファソbファミb

図6 音階

(b) 種類と性能

「ペルチェ素子」には大きさと種類があり、どれを使って良いか、分からないため測定を行った。



図7 素子の種類

素子1つだと発電量が足りないため素子を重ねて利用することにした。

電圧と数は比例関係になったため10個(5枚×2個)使えばPICを動作させる電圧が得られることがわかった。実際にPICを付けて動作させたら2分ぐらい

で音程が乱れPICが正常に動作しなくなった。間に挟まれた素子は温度差が無くなり発電しな

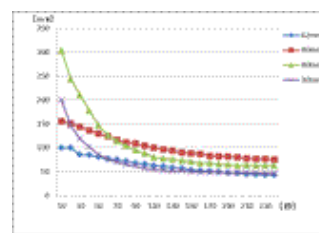


図8 発電(10Ω)

なったと思われる。また、はじめと3分後では発電量も違うことが分かった。そこで昇圧することにした。

(c) 昇圧回路

DC-DCコンバータの最小発電は0.26V以上ないと動作しないことが分かった。素子を2個使い片面はカップ麺もう片面にはヒートシンクを付けることにより温度差を更に得ることにした。



図9 素子の重ね

カップ麺の温度は78℃以上ないと動作しないのが欠点であるが氷などを使って温度差を作ればもっと発展が望めるはずである。

(d) 材料

30mm×30mm

(600円, 6月2日現在650円)

40mm×40mmTEC1-12706

(700円)

40mm×40mmTEC1-12708

(750円)

62mm×62mm (2,000円)

同じ大きさでも型番の違うペルチェ素子は発電量が少し違った。「ヒートシンク」は98年頃に作られたPCの中から取りだした。また、購入した60mm×30mm×30mmを2個並べ使用した。

「DC/DCコンバータ」(HT7733A, HT7750A), 「コイル」100μH, 「電解コンデンサ」, 「ダイオード」, 「PIC16F648A」, 「高輝度LED」, 「抵抗」, 「圧電スピーカー」, 「加工用基盤」を使用。

(e) 作品

2号機も完成した。2号機はPICを12F1822(18ピンから8ピン)に変えて基盤を小さくした。その後実験を繰り返しているとペルチェ素子1枚でも動作する事が分かった。

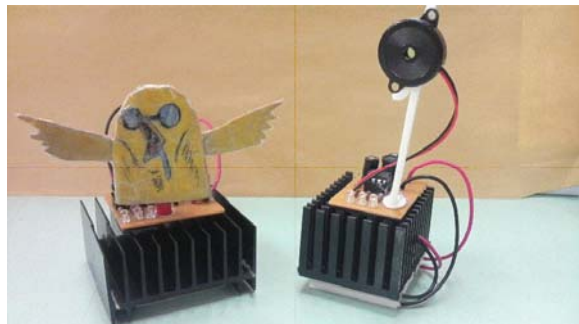


図10 完成図

3 生徒の感想(抜粋)

生徒の感想を抜粋ながら紹介します。

A君(圧電素子班)

電子回路の知識がつかえました。最も難しかった事は本体の設計でした。失敗を繰り返し、今の形になりました。今回の研究で学んだ事を次に物を作る時に活かしていきたいと思いました。

B君(圧電素子班)

回路の作成ミスや圧電素子が反応しなかったりと、次の作業に進めず精神的にもつらくなって

きました。大変さを学ぶ事ができました。壁にぶつかることになると思います。諦めず、頑張っていきたいと思います。

C君(ペルチェ素子班)

特性を知り、様々な測定や実験を繰り返し、共同実験者との意見の食い違いもあり、完成は遠く思われたが、完成がとても待ち遠しくなってきた。完成させ素子を用いたラーメンタイマーは自分の思い出に強い印象の一頁として残るだろう。

B君(ペルチェ素子班)

様々な新しい知識を得ることができ、とても有意義な研究をすることができました。デザインを考えたりするのが苦手だったり、物を作ったりするのに少し抵抗があったのだがうすれて、積極的に関わることができるようになった。

4 今後の課題

圧電素子の方は、簡単にセッティングできるように、端子の改良と設置場所にあった発電器の工夫が必要である。また、小型化にすれば用途が広がるため更なる改良が必要である。

ペルチェ素子の方は、ゲーム感覚で遊べる機能を増やす事により3分間があつという間に経過するはずである。そのためには赤外線素子を使い機能を増やしカップ麺同士で対戦ができるように改良したい。

作品を作ったら実用新案を出す事をやってみようと思ったが、すでに同じような物がネットに出ていた。タイマーだけでなくゲーム性を持たせれば実用新案になると思うがお金もかかるため一時休息する事にした。



図11 実用新案出願アイコン

5 おわりに

光や音が出ると生徒達は発電が実感でき感動している様子がはっきり伝わってきた。この研究をしたことにより更なる興味関心がわいてくる事を期待しています。

最後に、本発表に関して御協力いただいた情報技術科の先生方、ならびに本研究に取り組んでくれた生徒諸君に深く感謝いたします。