

## 熱電発電によるバッテリーレス火災警報器の開発

○有限会社工北サーモ 小畑龍夫、株式会社シフト 芝 幹雄

### 要 旨

火災は制御不能に陥った火炎の熱エネルギーが引き起こす災害である。その熱エネルギーをペルチェ素子で熱電変換して電子ブザーに入力すると、バッテリーレスの火災警報器を構成できる。ペルチェ素子をアルミブロックで冷却しながら加熱した時に発生する電圧を調べて、周辺温度の情報からマイコンが発報を判断するプログラミングを開発した。マイコン起動時の電圧低下を防ぐには昇圧用 IC を適用し、発報音圧を 70 dB 以上に保った。

### 1. 熱電発電とは

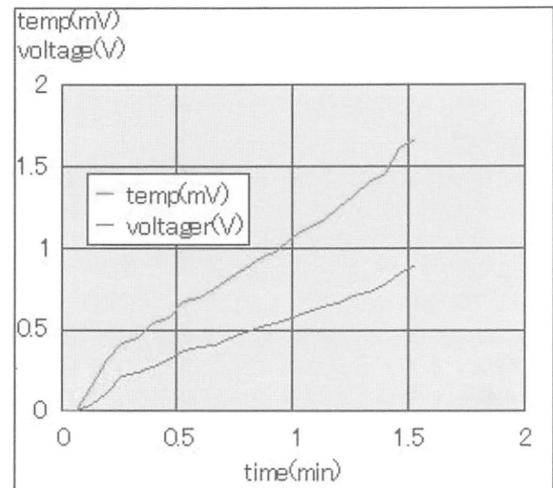
熱電発電の基本原理解であるゼーベック効果の発見は 19 世紀初頭に遡り、その後約 20 年を経て太陽電池の基本原理解である光起電力効果が発見された。熱電発電においてはペルチェ素子が太陽電池のセルに相当する。ペルチェ素子を熱流束が貫通することで端子電圧が得られる。その発電量は、ペルチェ素子表裏間の温度差の二乗に比例する。

### 2. 熱式火災警報器

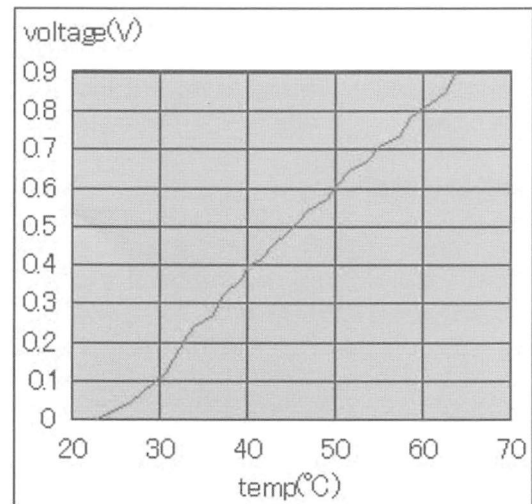
我が国では毎年約千人以上が住宅火災により死亡しており<sup>1)</sup>、各地方自治体は防災機器として火災警報器（以下「火報」）の設置を義務付けている。火災発生時には制御不能となった火炎が輻射や対流によって大量の熱流束を周囲に放散する。火報には火災の熱を検知する熱式と、火災に伴って発生する煙を検知する煙式の二種類がある。ペルチェ素子は熱流束を熱電変換して発電するが、その電力で電子ブザーを鳴らす仕掛けを備え付ければバッテリー不要の熱式火報を構成できる<sup>2)</sup>。熱式火報には、火災発生を確実に告知するための精密温度計測機器が内蔵されている。

### 3. 火報としてのペルチェ素子発電特性

ペルチェ素子“TN-08G132-QD0”（アイシン精機製、大きさ約 17×17×4mm）を 20 mm 角のアルミブロックに密着させた。ペルチェ素子に熱電対をアルミテープで固定し、ジッポーのライターで加熱しながら発電電圧と温度を同時に計測した。その一例を図 1 に示す。2 つの曲線は時間軸が共通である。そこで温度を横軸に電圧を縦軸にとって統合した（図 2）。室温が 20℃ から



【図 1】発電電圧と温度の時間変化

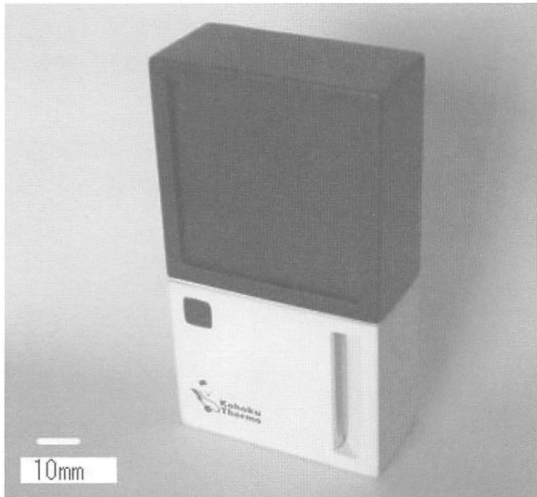


【図 2】無負荷時電圧と温度の関係

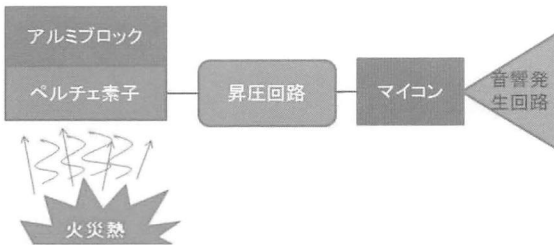
65℃に上昇したときの無負荷時の発電電圧は約 0.8V あることがわかる。

### 4. 試作機の構造

50mm 角ペルチェ素子表面に、加熱を促



【図3】試作機外観



【図4】内部構造概念図

進するため、耐熱性黒色塗料を吹き付けた。素子の裏面にはアルミブロックを密着させて熱を吸収・蓄積させた。

試作機のマイコンの起動時には瞬間的に数百mAの電流で約1.2Vの電圧が必要である。しかるに、65℃近辺でペルチェ素子が供給する電圧は、約0.8Vである。そこで、これを数Vまで昇圧できる専用ICをマイコンの前段に設けてある。音波発生には、マイコンのサウンド回路を用いた。報知を確実にするべく、人間の耳によく響く周波数帯域を選択した。一連のマイコン動作において、徹底的に省エネを迫及するプログラミングを開発した。これらを、ABS樹脂製のケーシング(幅56mm、奥行き26mm、高さ100mm)に収めて、音波を70dB以上まで増幅する導波路の開口部を設けた。図3、図4はそれぞれ、試作機外観と内部構造概念図である。

### 5. 火報性能評価

試作機を、従来の熱式火報に関する技術ガイドライン<sup>3)</sup>に沿って性能評価を行った

(同ガイドラインには、発報開始温度として65℃が提示されている)。試作機の温度検知部上面2mmの距離に熱電対を固定して市販の1kWヘアードライヤーの熱風を吹き付けて発報温度を測定した。発報後、ただちに熱風を止めて「ピ、ピー」の発報音が繰り返された回数を記録し、50分後に再び同様の操作を2回繰り返した。その結果を下表に示す。

| 発報温度 (°C) | 発報回数 |
|-----------|------|
| 95        | 14   |
| 78        | 11   |
| 92        | 11   |

### 6. まとめ

熱電発電素子であるペルチェ素子を使って、熱式火報のバッテリー(電力供給機能)と温度センサー(温度計測機能)の2つの機能を兼務させることができた。この結果、バッテリーの交換と回収が不要の熱式火報の製作が可能であることが実証された。

本試作品を製品化するにあたっては、日本消防検定協会の鑑定を経た証である”NS”マークを取得するべく準備中である。

### 謝辞

本開発において、北海道立工業試験場の岡 喜秋主任研究員(当時)より温度計測技術など様々なご指導をいただきました。ここに謝意を表します。北海道大学大学院中村祐二准教授より燃焼技術及び防災工学に関してご指導いただきました。ここに謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 平成22年版防災白書(html版) 内閣府
- 2) 特許第4252585号「火災警報器」 特許権者 有限会社工北サーモ
- 3) 「台所等における住警器等の設置・維持の指導要領及び定温式住宅用火災警報器に係る技術ガイドラインについて」(平成17年1月25日 消防安第17号)