

エネルギーハーベスティング

小野林 功昇, 東 陽平

Katsunori ONOBAYASHI, Yohei AZUMA

1 はじめに

我々の生活環境には、車から発生される振動エネルギーや照明から発生される光エネルギーなど、極微量のエネルギーが潜在的に存在している。しかしながら、それらのエネルギーから発電を取り行う技術が確立されていなかったため、エネルギー資源としては活用されていなかった。そこで、そのエネルギー資源に着目し、エネルギーとして活用しようという試みが行われている。

これらの極微量のエネルギーから発電することが可能になれば、小型電子機器の電源として利用することが可能となる。近年では、熱エネルギーや光エネルギーなどの僅かなエネルギーを電力に変換する技術が確立されてきたことに伴い、小型電子機器の電源の代替として利用できるようになった。それがエネルギーハーベスティングと呼ばれる技術であり、近年では様々なエネルギーを資源とする発電技術が増加している¹⁾。

本稿では、エネルギーハーベスティングの概要、用いられるエネルギー源および実用例について述べる。

2 エネルギーハーベスティングとは

エネルギーハーベスティングは、人間の生活環境に潜在的に存在するエネルギーから電力を取り出し、発電する技術である。この発電から得られる発電量は、数 μ W～数W という極微量な発電量である。部屋の照明を切り替える無線センサといった小型機器で電波を送信する。この時、動力源として乾電池等の一次電池が以前から使われてきた。しかし、1次電池には寿命があることと、それに伴い交換作業を行わないといけなといった問題が生じる。このような問題をエネルギーハーベスティングにより解決することができる。具体的には、1次電池の交換や電力供給の配線が不要となったことである。このことで、ワイヤレスが実現可能となった。また、電源供給に関して、大幅なコスト削減が可能となる。

3 エネルギーハーベスティングのエネルギー源

3.1 エネルギー源による分類

身の周りには、Fig.1 で示すように多くの潜在的なエネルギー源が存在する。その中で、エネルギーハーベスティングで利用されるエネルギーには、太陽から発生される光エネルギーや機器から発生される熱エネルギー等がある。エネルギーハーベスティングで利用されるエネルギー源は多岐に渡るが、本稿では最もよく利用されている4種類のエネルギーについて述べる。



Fig.1 身の回りにおける潜在的なエネルギーの例

3.2 光エネルギー

エネルギーハーベスティングで利用される光エネルギーとしては、太陽光や白熱灯、蛍光灯およびLED等の照明から発生される光エネルギーがある。この光のエネルギー源を太陽電池等で採取し、電気を生成する。電力を生成する原理について、Fig. 2を基に説明する。

光エネルギーから電気を生成する太陽電池は、性質の異なるN型シリコンとP型シリコンの2種類の半導体を重ね合わせたハイブリット構造である。P型半導体は、プラスの電気を帯びる性質があり、N型半導体はマイナスの電気を帯びる性質がある。このハイブリット素子に光が当たると、電子(-)と正孔(+)が発生し、マイナスの電気はN型シリコン側へ、プラスの電気はP型シリコン側へ、引き寄せられて移動する。そこで、N型シリコンとP型シリコンの間に電気的な力の違いである電位差が生じる。この為、ハイブリット素子の表面と裏面に電気を取り出すための電極を取り付けることで、電力の抽出が可能となる。

光エネルギーを用いたエネルギーハーベスティングの利用例として、時計や電卓といった例が挙げられる。これらは、照明や太陽から発生する光エネルギーから上述した原理で発電を行い、それから得た電力を基に稼働している。従来では、乾電池といった一次電池が利用されていた。しかし、動力源となる照明や太陽光は半永久的な供給が可能であるため、機器についても電池の交換を必要とせず、半永久的な稼働が可能となる。

3.3 熱エネルギー

エネルギーハーベスティングで利用される熱エネルギーとしては、モーター、エンジンなどの機械やビルや工場の配管等から発生するモーターやエンジンの熱エネルギーがある。この熱のエネルギー源は、ゼーベック素子を用いて採取し電気を生成する。ゼーベック素子については、以下で説明する。

電力を生成する原理について、Fig. 3を基に説明す

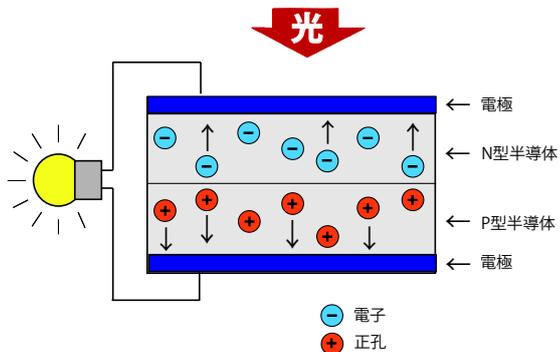


Fig.2 光エネルギーの発電方法

る。熱エネルギーで電気を発電するにあたって、一般的にゼーベック効果を利用する方法がある。ゼーベック効果とは、温度差がない状態の金属は、電子が安定状態で均等に分布しているが、その金属に温度差を与ると、電子が移動し、偏りが生じ、電位差が発生することである。この効果を利用し、異なる性質を持つP型半導体とN型半導体をハイブリット素子で直列に連結したものがゼーベック素子である。N形半導体は冷却側に電子が移動するのに対し、P型半導体は加熱側に電子が移動することによって電気が流れる仕組みである。

熱エネルギーを用いたエネルギーハーベスティングの利用例として、腕時計への応用が挙げられる。これは、腕の体温と外気温の差から発生する熱エネルギーから上述した原理で発電を行い、それから得た電力を基に稼働している。これにより、光エネルギーを用いた発電方式と同様に半永久的な電力供給および長寿命が可能となる²⁾。

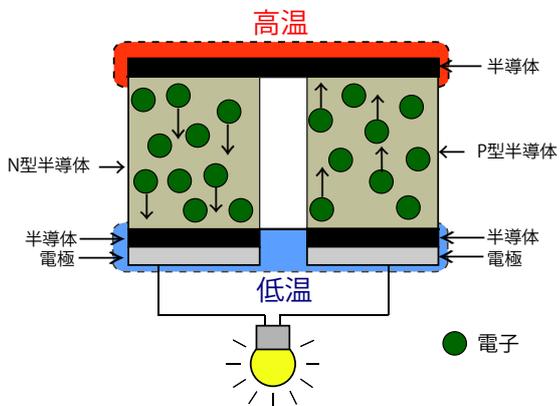


Fig.3 熱エネルギーの発電方法

3.4 振動エネルギー

エネルギーハーベスティングで利用される振動エネルギーとしては、モーターやエンジンなどの機械が発する振動、橋や道路等の建造物が発する振動がある。これらの振動エネルギーから電力を採取する方法として、圧電式と静電誘導および電磁誘導の3種類がある。その一例として、静電誘導を述べる。静電誘導は片方の基板には電荷を半永久的に帯びた「エレクトレット」と呼ばれる材料をくし状に配置し、もう片方の基板にもくし型の対向電極を置く。振動によって、エレクトレットと対向電極の位置関係がずれることで起電力が生じる仕組みである。

この静電式は100Hz以下の振動を利用しているため、構造が単純であり機器の小型化が容易である。これにより、耐久性を向上できるため、振動エネルギーから電力を採取する方法として静電式が頻りに用いられている。

この振動エネルギーを基としたエネルギーハーベスティングとして、自動車の製品輸送時に加わる衝撃・振動を計測する輸送機器用センサといった例が挙げられる³⁾。

3.5 圧力エネルギー

エネルギーハーベスティングで利用される振動エネルギーとしては、スピーカーやブザーなどの材料が変形することで生じる圧力がある。この生成技術として、圧電素子が挙げられる。生成する原理として、材料が振動によって変形する際に発生する電位差を電力として回収する。この発電技術の利用例として発電床が挙げられる。この例では、床に圧電素子を敷き詰め、人がその上を往来することで圧力エネルギーが発生し、それを基に発電する。発電された電力は、停電時の避難経路案内といった用途に用いられる³⁾。

4 ハイブリットな発電

エネルギーハーベスティングにおいて、1つの環境エネルギー源を基とした技術では、その環境エネルギー状況にしか対応できない。しかし、複数のエネルギーハーベスティングを組み合わせることで、対応できる状況が増える。例えば、病室で体温や血圧および心音の計測をセンサをつけて監視する場合、照明の発生するエネルギーと患者の体温から発生される熱エネルギーの発電技術組み合わせが挙げられる。このように近年では、発電技術の進展だけでなく、組み合わせることにより多様な状況に対応することも可能になっている。

5 今後の展望

環境発電技術に適した発電素子や蓄電部品、無線通信用ICおよびマイコンの技術が発展してきている。例えば、熱エネルギーに関して、従来では1℃の温度差で20mVしか発電できなかったが、アメリカのMicropelt社が100mVを発電できる熱電変換素子を開発した。このように、今後は環境エネルギーから効率的に電力を取り出す技術が発展すると考えられる。技術発展に伴い、今後はエネルギーハーベスティングを利用した機器が増加すると考えられる⁴⁾。

参考文献

- 1) "新時代到来！web最前線". ntt データ営業所・社会時間今日戦略コンサルティング・エネルギーハーベスティング技術.
<http://www.keieiken.co.jp/pub/articles/2010/pdf/WebJournal115.pdf>.
- 2) "体温で作動する腕時計". セイコー.
<http://www.nikkeibp.co.jp/archives/045/45386.html>.
- 3) "振動エネルギー技術解説". アイティメディア株式会社.
<http://eetimes.jp/ee/articles/0812/17/news140.html>.
- 4) "開発行動の今を追う". アイティメディア株式会社.
<http://eetimes.jp/ee/articles/1202/24/news070.html>.