

M-1

微小電力回収技術に関する基礎的検討
 —光エネルギーの回収と DC/DC コンバータの検討—
 A Basic Examination of Micro Power Recovery Technology
 -Examination of DC/DC converter and light energy recovery -

*福井 太陽¹, 作田 幸憲², 今池 健²
 *Taiyo.Fukui¹, Yukinori.Sakuta², Takeshi.Imaie²

Abstract: We are studying about the technology to be obtained the electric power from micro-energy which exists in the natural field. We discuss the efficiency of the coil-less DC-DC converter in this paper.

1. まえがき

2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震を端緒として発生した、福島第一原発事故以降、電力全体の見直しが行われ、再生可能エネルギーへの注目が集まっている。

一方で、日々の暮らしでは捨てていくエネルギーが微小ではあるが様々な場所にある。図 1 に捨てられていく微小エネルギーの例を示す。このように炊飯時の熱や浴槽からの排水、蛍光灯、LED などの照明器具からの光量、その他にも振動や風力など、使用済エネルギーは注目されず、捨てられる場合が多々ある。

本研究では、そのような微小エネルギーを「塵も積もれば山となる」の譬えにある如く回収することで、何らかの役に立てるのではないかと考えた。

本稿では、微小電力回収の一例として蛍光灯などの光エネルギーの回収について検討した。光エネルギーを電気エネルギーに変換するため、アモルファスシリコンソーラーパネルを使用し、蓄電には電気二重層キャパシタを用いた。また、電気二重層キャパシタへの蓄電に向けて、MOS スイッチとキャパシタによるコイルレス DC/DC コンバータを作製し、検討したので報告する。

2. 光エネルギー回収

光エネルギー回収に向けて光エネルギーから電力に変換する発電部分には、低照度下での発電効率が高く、蛍光灯や LED などでも発電可能なアモルファスシリコン型ソーラーパネルを使用する。

図 2 には本稿で使用した縦、横 131mm サイズのアモルファスシリコンソーラーパネル（以下太陽光パネルと記す）を JIS 規格 JIS C8934⁽¹⁾ に従い測定した結果を示す。光源には JIS 照度基準の維持照度⁽²⁾ を参照し LED 照明を用いて照度 1000 [lx] とした。その結果最大出力は 4.7 [V] 1.89 [mW] となった。

充電部にはサイクル寿命が約 10 万回以上と他の充電電池（鉛蓄電池、ニカド電池、リチウムイオン電池など）に比べ長く、内部インピーダンスが低いため瞬時の充電も可能⁽³⁾な、850F 2.5V の二重層キャパシタ（以下 EDLC と記す）を用いた。これより、入力部では

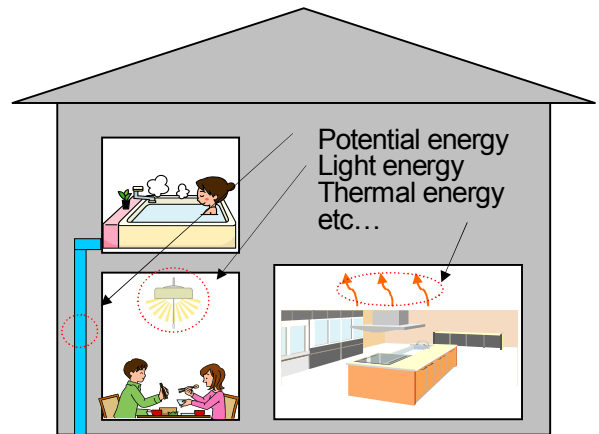


Figure 1. Example of Micro Power

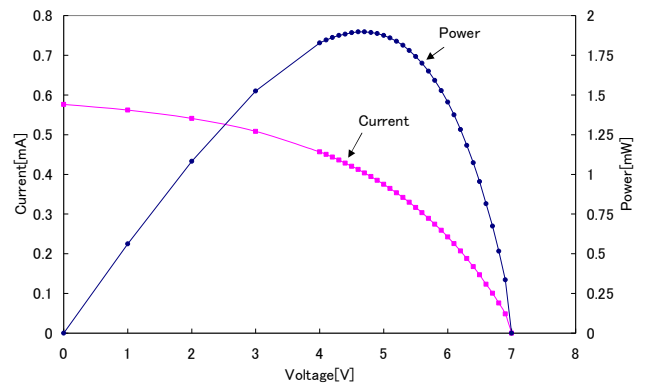


Figure 2. Measurement of output power for amorphous solar cell

5 [V] 付近の理想電力回収に対して充電部が 2.5 [V] であるため、DC/DC コンバータが必要になった。

3. DC/DC コンバータ

図 3 に本稿で作製した DC/DC コンバータの回路図を示す。ADG801 及び ADG802 は monolithic CMOS, SPST (single-pole single-throw) スイッチであり、ADG801 は normally open、ADG802 は normally closed である⁽⁴⁾。

図中の 2 つのキャパシタ C は制御信号が Hi の場合 (mode 1)、直列接続になり、 V_{out} 側は切り離され V_{in}

より充電する。制御信号が Low の場合 (mode 2)、並列接続になり V_{in} 側が切り離され V_{out} 側へ放電する。これより、制御信号を用いて出力側には入力側に対して降圧した形で出力されると考えた。

この時のキャパシタに貯まる電荷を Q 、入力電圧 V_{in} 、出力電圧 V_{out} とすると次式で表せる。

$$Q = \frac{C}{2} V_{in} \quad (\text{mode 1}) \dots\dots\dots (1)$$

$$V_{out} = \frac{Q}{2C} = \frac{V_{in}}{4} \quad (\text{mode 2}) \dots\dots\dots (2)$$

4. 測定結果

図 4 に DC/DC コンバータのを用いて電力を回収した時の構成図を示す。また図 5 (a)、(b) に測定結果を示す。

mode 1 のときと mode 2 のときで交互に回路が変わっている様子がわかる。図 5(a) より入出力電圧は最大入力電圧が 5.5[V] に、最大出力電圧は 1.4[V] と降圧されている様子がわかる。また図 5(b) より、mode 1 へ制御信号により回路が切り替わった瞬間入力電流が大きくなり、キャパシタに充電されている。また mode 2 へ切り替わったとき、出力電流が大きくなり、放電されている様子がわかる。一方で、入力電流がマイナスの値になっているところから、太陽光パネル側に流れてしまっている電流があることも確認できた。図 5 より入出力の変圧効率を平均電力を用いて次式より求めた。

$$P_{in} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{in}(t) i_{in}(t) dt \quad (3)$$

$$P_{out} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{out}(t) i_{out}(t) dt \quad (4)$$

$$P_{out} / P_{in} \cdot 100 = 71.6\% \quad (5)$$

5. まとめ

本稿では捨てられていく微小電力回収の一例と光エネルギーに注目した具体的な回収方法と微小電力回収用 DC/DC コンバータを作製、検討を行った。その結果、71.6% の電力変換効率で EDLC に蓄電することができた。

今後は、効率の改善について検討していく予定である。

参考文献

- (1) Japanese Industrial Standards Committee, Measuring method of output power for amorphous solar cells JIS C 8934.
- (2) JIS 照度基準 JIS Z 9110 :2010 より抜粋, http://www.gs-yuasa.com/gyl/jp/products/gs_html/shomei/technicaldata/pdf/p104-111.
- (3) トランジスタ技術, 「プロフェッショナル講座」, CQ 出版社 2004 年 6 月号, p106-109

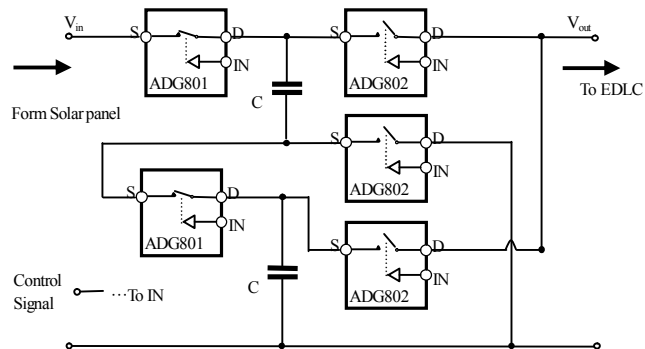


Figure 3. DC/DC Converter circuit diagram (mode 1)

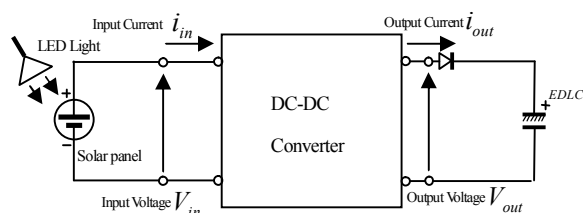
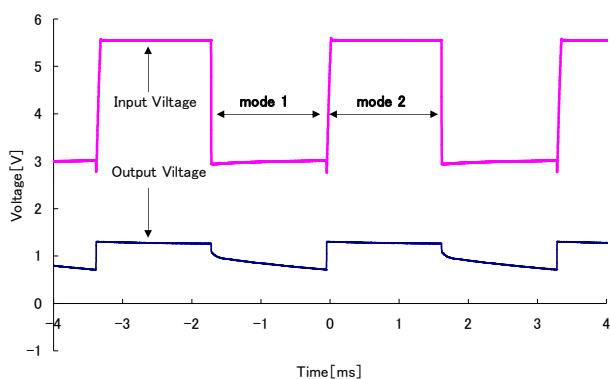
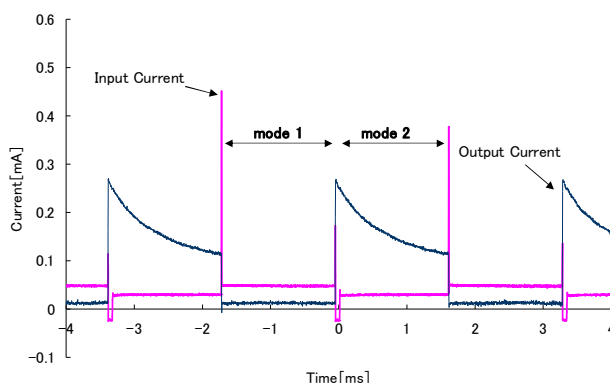


Figure 4. Configuration of light energy recovery



(a) Wave form of input-output voltages



(b) Wave form of input-output currents

Figure 5. Measurements of the input-output characteristics of DC/DC Converter

- (4) ANALOG DEVICES: “< 0.4Ω CMOS 1.8V to 5.5V SPST Switches Data Sheet”