

太陽光発電におけるキャパシタ利用研究

齋藤研究室 1016103 阿部聖史

1. 背景・目的

1.1 背景

産業革命後、ボルタ電池をはじめエネルギーを蓄える技術が発展し生活が豊かになった。近年では原子力、地熱、太陽光、水力、バイオマス等、電力を生産する方法が多様化しつつあり、発電された電気を無駄なく貯め、使用する際にも効率よく使用することが望ましくなってきた。

生産される電力が時間や天候に左右され時々刻々と変化してしまうクリーンエネルギーや、大規模発電施設から遠方へエネルギーを送る際の送電ロスに対応するため、蓄電システムが注目されているが、従来の化学電池に変わる蓄電システムとして、キャパシタと呼ばれるような物理電池による蓄電システムが期待されている¹⁻³⁾。既存の電池に比べると蓄えられる電気の量は少ないものの、電気二重層キャパシタは長寿命、短時間での充電が可能でパワー特性に優れているため、バックアップ電源や携帯電子機器に使用されており、さらに、充放電効率を良くするため電源装置や mazda のアテンザ⁴⁾といった車など、既存の二次電池と併用して互いの特性を活かし合う使用方法などへの応用が広がっている。

1.2 目的

太陽光発電に対してキャパシタを利用する場合、その出力すなわち充電電流は気象条件によって大きく変動する。原理上、キャパシタの充放電効率は、充放電時間に依存することが知られているので、実際に異なる電流の定電流電源で充放電を行って、充放電時間を変え、その効率を測定することにより、キャパシタの特性を評価することを目的とした。

2. 測定原理

実験によって得られたデータをもとに充放電効率を求める。充電効率 η は蓄電エネルギー E と入力エネルギー E_i で得られることができる。 I は電流、 V は電圧、 T は時間、 C は静電容量を示す。

$$E = CV^2/2 = I^2 T^2 / (2 C)$$

$$E_i = \int_0^T V I dt$$

$$\eta = E/E_i$$

また、放電効率 η' は蓄電エネルギー E' と放出エネル

ギー E_i' で得られることができる。

$$E' = \int_0^T V I dt$$

$$E_i' = CV^2/2 = I^2 T^2 / (2 C)$$

$$\eta' = E'/E_i'$$

3. 実験方法

3.1 使用機器

- ① 電子負荷装置：KEISOKUGIKEN 製 LN-300C-G6
- ② 直流安定化電源：KENWOOD 製 PA18-1.2B
- ③ 貫通型直流電流センサ：MULTI 製 DCZCT-20CDHL
- ④ 電気二重層キャパシタ：NEC トーキン製 FYDOH104ZF
- ⑤ データ収録装置：GRAPHTEC 製 midi LOGGER GL900

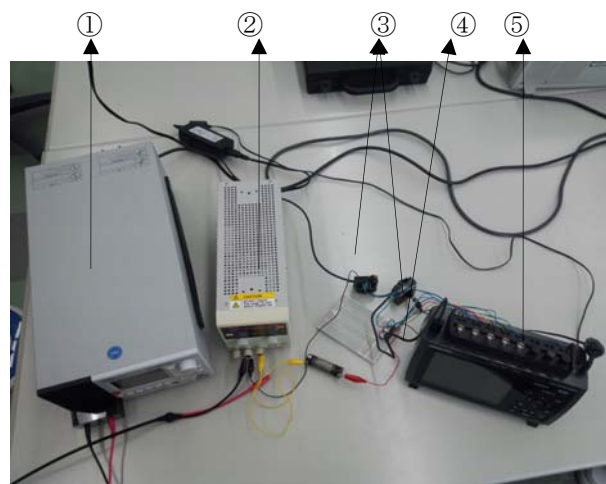


写真1 充放電実験の概観

3.2 測定方法

本実験では同規格の電気二重層キャパシタを3つ使用しており、それぞれC1、C2、C3とし図1の充放電回路のようにCH1、CH2、CH3ではそれぞれのキャパシタの電圧、CH4、CH5では貫通型直流電流センサを用いて電流を測定している。この電流センサは片方向のみの電流を測定するタイプであるので、充放電両方の測定を可能にするため、互いに逆向きにして2個使用した。後にここで得られた電圧と電流によって電力を算出し、充放電した時間で積分した。測定時間はデータロガーに記録されたデータにより算出した。本研究で使用するキャパシタの仕様は以下の通りである。

公称静電容量：0.1[F] 等価直列抵抗：100Ω以下
この公称値よりΩF値は0.1F×100Ω=10秒である。

測定時間は10秒間以下で充放電可能な電流値で測定する。50 mA 以上での充電であれば10秒以下で充電が可能なので70 mA から20 mA ずつ電流を上げ、110 mA までそれぞれ定電流でキャパシタを充電し、各キャパシタの電圧ならびに充電電流を測定した。放電に関しては電源の代わりに電子負荷装置につなぎ換え、60 mA から10 mA ずつ電流を上げ、80 mA までそれぞれ定電流でキャパシタを放電し、測定した。

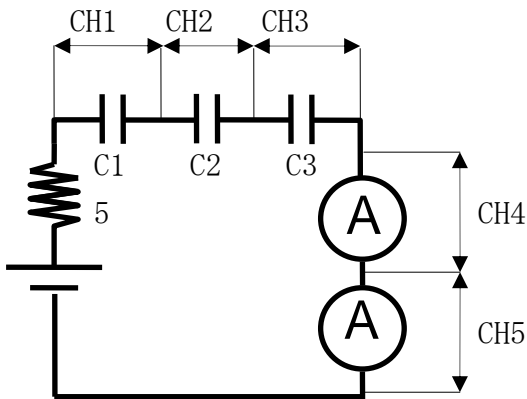
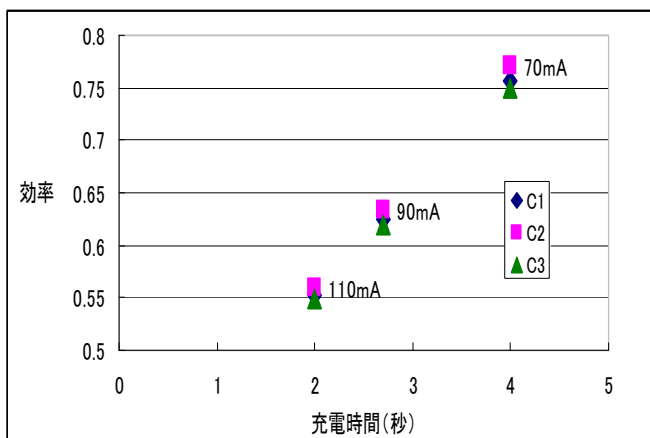


図1 充放電回路

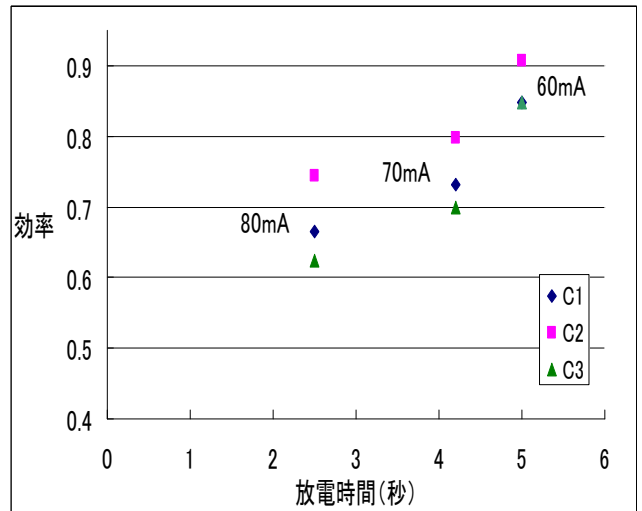
4. 実験結果・考察

グラフ1は充電時間と電源電流ごとの充電効率のグラフである。各電流の効率はC2が最も効率が良く、70 mA で充電した場合は充電までに4秒0.77、90 mA で充電した場合は0.63、110 mA で充電した場合は0.56 という結果になり、低電流（＝長時間充電）であるほど充電効率が上昇していく傾向にあることが解った。

グラフ2は放電時間と電源電流ごとの放電効率である。各電流の効率はC2が最も効率が良く60 mA の場合は0.90、70 mA の場合は0.79、80 mA の場合は0.74 であり、充電効率と同じように放電効率においても低電流つまり、長時間の放電になるほど効率が良いことが解った。



グラフ1 充電時間と電源電流ごとの充電効率



グラフ2 放電時間と電源電流ごとの放電効率

5. まとめ

充電効率においては、理論の予測通り、長時間の充電になればなるほど効率が上昇し、放電効率も同様に長時間の放電になるほど効率が上昇する傾向になる結果になった。太陽光発電分野への応用にあたっては、今回の結果と実際の発電量の時間変動データを利用することによって、トータルな効率を評価することが可能となる見通しを得た。

6. 参考文献

- 1) 岡山廻夫監修・木下繁則著、電気二重層キャパシタ<EDLC>の特性と上手な使い方、日刊工業新聞社(2010)
- 2) 石川正司著、未来エネルギー社会をひらくキャパシタ、有限会社ケイ・ディー・ネオブック(2007)
- 3) 岡山廻夫著、電気二重層キャパシタと蓄電システム、日刊工業新聞社(1991)
- 4) 【MAZDA】減速エネルギー回生システム | 環境技術
<http://www.mazda.co.jp/philosophy/tech/env/i-e-loop/>