

集光型太陽電池用昇圧マイクロ DC-DC コンバータの動作検証

高岡 渚・岡本 和也・荒木 隆宏・日下 佳祐・折川 幸司

・山田 昇・伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年、太陽光発電システムの高効率化、小型化を目的に集光型太陽電池(以下 CPV)が盛んに研究されている。CPV は、レンズで集光した太陽光を小面積の太陽電池に当てることで、従来の太陽電池よりも高効率化が可能である⁽¹⁾。一方、部分影等による発電電力低下の抑制を目的に複数の単セルをモジュール化した小容量の太陽電池に接続して使用するマイクロインバータが盛んに研究されており、更なる高効率化が求められている⁽²⁾。

本論文では、マイクロインバータへの適応を想定した CPV の単セルを電源とする低入力電圧の昇圧マイクロ DC-DC コンバータを製作し、基本動作を検証したので報告する。

2. 実験システムの構成および制御方法

図 1 にマイクロ DC-DC コンバータの実験システムと CPV の仕様を示す。本 DC-DC コンバータは、CPV の単セルの電圧を昇圧チョップの入力電圧および制御電源の供給源として使用する。したがって、CPV の発電開始とともに制御回路および主回路の動作が開始する。また、制御回路の電源(+5V)を生成するため、チャージポンプ式の電源 IC(REG710NA-5, REG710NA-3.3)を用いる。

最大電力が得られる CPV の出力電圧は、通常の太陽電池と比べて変動幅が狭いという特徴を持つ。本システムでは、CPV の発電電力が変化しても CPV の出力電力を最大とするために、入力電流の PI 制御によって最大電力追従制御を行う。

3. 実験結果

図 2 に電源として CPV を用いた DC-DC コンバータの実験波形を示す。ここで、実験条件は CPV の集光レンズ面積が 200mm×200mm、セル面積が 7mm×7mm、太陽光日射量約 684.4W/m²、セル内部温度は最大で 41deg. C である。(a)は CPV の発電開始と同時に DC-DC コンバータが起動するときの波形、(b)は DC-DC コンバータの動作停止時の波形、(c)は CPV 単独の入力特性とコンバータ接続時の入力特性(三角)を示す。実験結果より、最大電力点付近でコンバータが動作していることが確認できる。また、図 2(a),(b)より製作した DC-DC コンバータは、設計通りセル電圧 1.8V で起動し、DC-DC コンバータの出力電圧を出力するまで約 60ms、回路が停止するまで 20ms かかることがわかる。なお、起動時、停止時にチャタリングが生じる原因は、起動時に CPV の動作点が変わること、電源 IC に供給される電圧が IC の駆動閾値電圧を上下するためである。

図 3 に直流電源を入力とする、DC-DC コンバータの電力変換効率を示す。入力電圧が 3.5V 時に、最高効率 66.8% が得られた。実験結果より、単セルのみの発電電力で本 DC-DC コンバータが動作可能であることが確認できる。これより、単セル毎の最大電力を電力変換し、複数セル

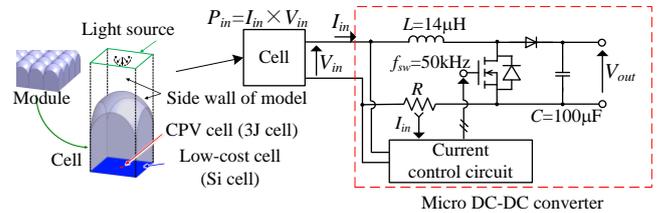
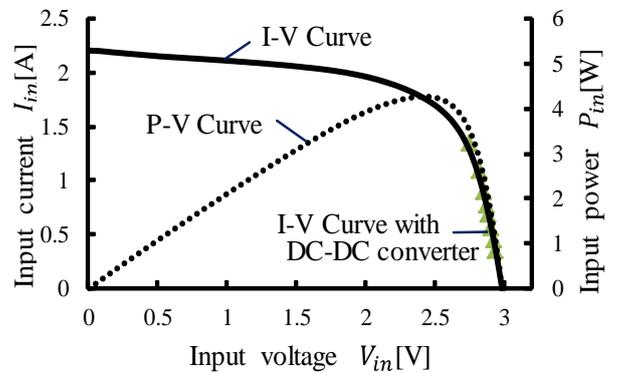
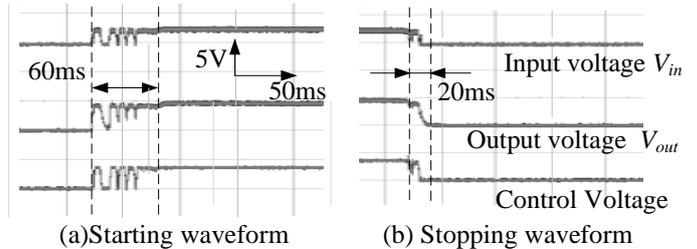


Fig.1. Combination of CPV concept and micro DC-DC converter.



(c) Dependence of the input power on the input current. Fig.2. Power generation characteristic with single CPV cell.

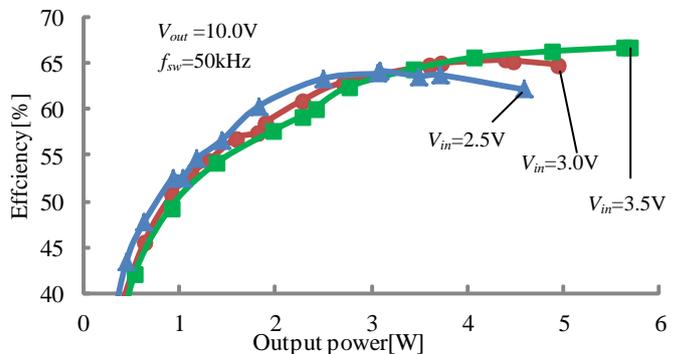


Fig.3. Dependence of the efficiency on the output voltage.

を用いたモジュール単位での損失を低減できるため、高い発電効率を得ることが可能である。

今後は、更なる高効率化のため、損失の分離を行う予定である。

文献

- (1) N.Yamada 他, 38th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, F28 148(2013)
- (2) 辻・日高・鹿嶋・松本, SPC-12-137, 2012