

太陽光発電用インバータ向け デジタルMPPT法の開発

皆藤 貴志*, 小泉 裕孝, 黒川 浩助 (東京農工大学)
五島 則夫, 川崎 学 ((株)山下電子設計)

Development of Digital MPPT Algorithm for a PV Inverter

Takashi Kaito*, Hiroataka Koizumi, Kosuke Kurokawa (Tokyo University of Agriculture and Technology)

Norio Goshima, Manabu Kawasaki (YEM INC.)

1. はじめに

太陽電池の電流電圧特性は日射強度, アレイ温度により変動するので, 現在多くの太陽光発電用インバータ (PVインバータ) には常時最大電力を得るために最大電力点追従制御機能 (Maximum Power Point Tracking: MPPT) が搭載されている。

本稿では先に報告した電気学会電力エネルギー部門大会^[1]以降の成果として, アルゴリズムの再考が容易に行えるデジタル制御に注目し, 出力100W程度の電流制御型インバータと制御ボードからなる太陽光発電用デジタル制御型インバータについてMPPT制御プログラムの提案^{[1][2][3]}及び太陽電池模擬電源 (PV模擬電源), 模擬配電システムを用いた動作試験結果を報告する。

2. MPPT制御プログラム概要

2-1. インバータ制御原理

図1に本研究で用いたデジタル制御型インバータ (以下PVPCインバータ) の構成を示す。制御ボードは東京農工大学と(株)山下電子設計の共同開発により作成されたものである。MPPT制御はインバータ本体から直流電圧, 直流電流を入力データとして制御ボードに取り込み, 制御ボードのMPPT制御部において直流電圧, 直流電流から直流電力を求めて直流電力が増加するようにインバータ運転指令値である出力電流定数 (電流定数) の増減計算を行いインバータ本体へ出力する。今回使用したインバータは力率1.0制御なので交流出力電流の調節により交流出力電力が変化する。インバータ効率を一定と仮定すれば直流入力側の動作点を調整することができる。

MPPT制御の原理を説明する。インバータ出力交流電流 i_{ac} は電流定数を k とすると以下の(1)式を満たす。

$$i_{ac} = i_{ac_max} \times k \dots (1)$$

ただし, i_{ac_max} : インバータ定格出力電流

(1)式より, k の調整により交流出力電流が変化し, その結果直流入力電圧, 電流の調整が可能であるので上記関係式によりMPPT制御プログラムの作成を行う。

2-2. MPPTプログラム

作成したMPPT制御プログラムのフローチャートを図2に示す。インバータから直流入力電圧, 電流を入力データとして取り込む。ノイズ対策としてHigh-Passフィルタを通してから商用周波毎に平均値を計算し, 各々動作電圧, 動作電流とする。次に動作電圧の大きさから定電圧制御を

行うかどうかの判断を行う。定電圧制御を行わない場合 (通常制御) には目標電圧と動作電圧の電圧偏差を求めて, 電圧偏差が大きい場合には電流定数調整部分において電圧偏差が小さくなるように電流定数を調整する。電圧偏差が小さい場合には最適電圧決定部分において次サイクル以降の目標電圧の演算を行う。最適電圧調整部分においてはIncremental Conductance Algorithm^{[2][3]}により最適電圧を求めている。

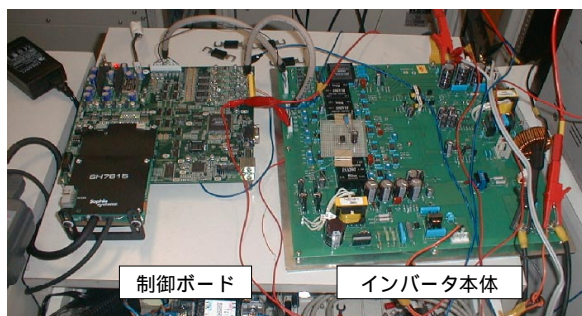


図1. PVPCインバータシステム構成
Fig. 1 Configuration of PVPC Inverter System.

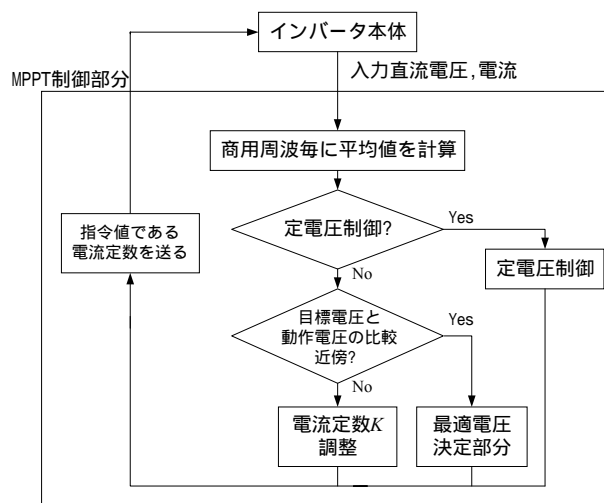


図2. MPPT制御フローチャート
Fig. 2 Flow Chart of MPPT Function.

3. MPPT動作試験

MPPT制御の動作確認試験を行った。システム構成は入力側にPV模擬電源を接続し、出力側には純抵抗(120[Ω])を並列に接続し、さらに模擬配電系統(单相2線式100[V], 50[Hz])を接続したものである。

動作試験結果を図3, 4, 5に示す。図3はPV模擬電源制御画面を示している。この時PV模擬電源は定常状態に保たれ、図3に示されたP-V特性において試験機が模擬系統連系状態で動作している。図3より、動作点が P_{MAX} 近傍にあることが分かる。太陽電池曲線因子(FF), P_{MAX} 電力等のPV模擬電源の設定は複数パターンについて試験を行った。FF0.4~FF0.8程度、電力は20W~100Wについては P_{MAX} 近傍での動作が確認された。以上より静特性におけるMPPT制御動作が確認された。図4は定電圧制御時における電圧電流波形であり、電流定数の微小変化により直流入力電圧が定電圧に保たれていること、さらに定電圧制御から通常制御への移行も的確に行えている事が確認された。図5は、動作点が図3における P_{MAX} 近傍に安定した後に日射変動を与えた場合の試験結果である。図中の20W急減及び急増の部分では10W相当の日射変動を数秒間隔で2回行い合計20W程度の変動を与えた。電流制御型インバータでは指示値と出力可能電流間にミスマッチが生じると、太陽電池からより多く電流を出力させようとするために動作点が短絡側へ移行してしまう現象が生じるが、応答波形より電流定数が変動に追従して調整され動作点を短絡点へ移行させることなくMPPT制御が行えた事が分かる。

4. まとめ

本研究では、先に行われた電気学会電力エネルギー部門大会における報告後の研究成果としてMPPT制御プログラムの作成及び動作試験を行った。一連の動作試験結果より静特性でのMPPT制御、低日射時などに使用する定電圧制御の動作確認、さらに数W~数十W程度に相当する日射急変に対応できることが確認された。以上の事より、的確にMPPT制御が行えていることが分かる。

本研究は経済産業省地域コンソーシアム研究開発の一環として行われた。

参考文献

- [1] 皆藤他：デジタルインバータにおけるMPPT制御の検討，電気学会電力・エネルギー部門大会，福井大学，2002.8.7-9，NO.195
- [2] D.H.Hohm,M.E.Ropp：“Comparative study of Maximum Power Point Tracking Algorithms Using an Experimental, Programmable, Maximum Power Point Tracking Test bed”,28th IEEE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE ANCHORAGE,ALASKA 2000
- [3] K.H.Hussein,I.Muta：“Maximum Photovoltaic Power Tracking: An Algorithm for Rapidly Changing Atmospheric Conditions”,IEEE Proceedings on Generation, Transmission, and Distribution, Vol.142, No.1,pp.59-64,January 1995

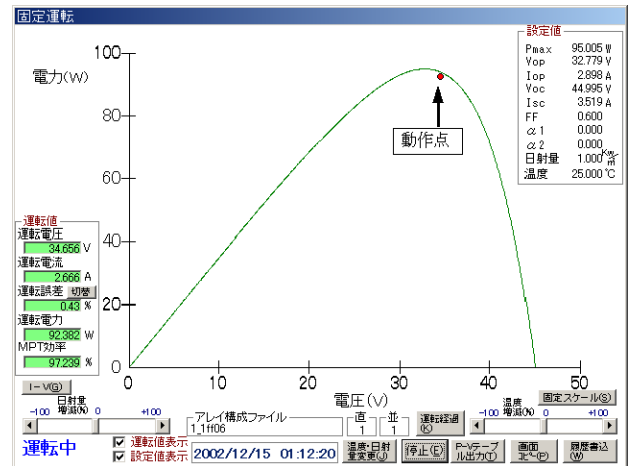


図3. P-V特性上における動作点
Fig. 3 Operating point on P-V curve.

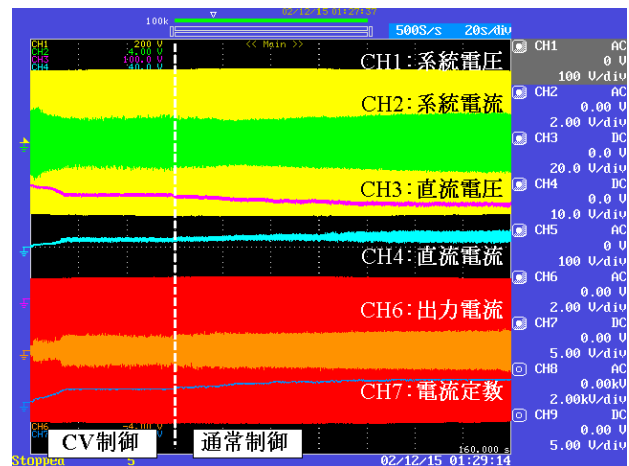


図4. 定電圧制御時における計測波形の振幅変化
Fig. 4 Observed waveforms at Constant Voltage control operation.



図5. 日射急変時における計測波形の振幅変化
Fig. 5 Observed waveforms at rapid irradiance fluctuation.