

太陽光パネルにおける日射量に対する 発電能力の高速高精度推定

日大生産工(院) ○石本 晋太郎 日大生産工(院)小宮山 昌輝
日大生産工 加藤 修平

1. まえがき

現在日本では2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするカーボンニュートラルを目指すことを宣言しており、その目標達成に向けて様々な取り組みが行われている。その中で注目されているのが再生可能エネルギーである。太陽光・風力・地熱・中小水力・バイオマスなどは温室効果ガスを排出せず国内で生産することができることから重要な低炭素の国産エネルギー源である。これらの再生可能エネルギーの中から太陽光エネルギーに注目した。

太陽光発電では日射量に対して最大の発電電力を得るためのMPPT (Maximum Power Point Tracking) がカーボンニュートラルに向けた大きな課題の1つになっている。しかし、従来のMPPTは山登り法と呼ばれ発電電力が上昇から下降に転ずる点を試行錯誤的に探し出すため、原理的に探索時間が長く雲の動きが激しい場合に対応できず、また太陽光パネルに落ち葉などによる影がある部分影状態では誤った点を探索する、など時々刻々と変化する日射量に対して太陽光パネルの発電能力を最大限活かすできていなかった。

そこで、この問題を解決するために太陽光パネルの出力端を一旦短絡し、その後すぐに開放した際の太陽光パネルからコンデンサへの充電電流とコンデンサ端子電圧の変化をスキャンすることで極めて短時間(数ミリ以下程度)で最大電力点を探し出す方法を提案、それらの回路の実測実験を行った。

2. 提案するMPPの探索方法の原理

提案する最大電力点MPP (Maximum Power Point) の探索には大きく分けて2つの動作モードがある。まず、太陽光パネル(と並列接続されているコンデンサ)を一時的に短絡する動作である。もう1つは短絡を開放し、その直後の太陽光パネルの電流と電圧を測定す

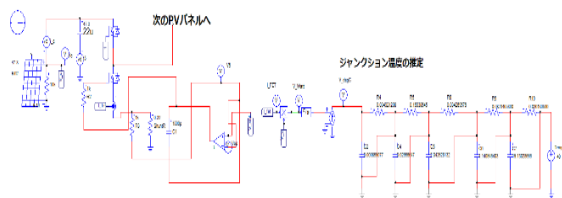


Fig. 1 Short and open circuit for MPPT

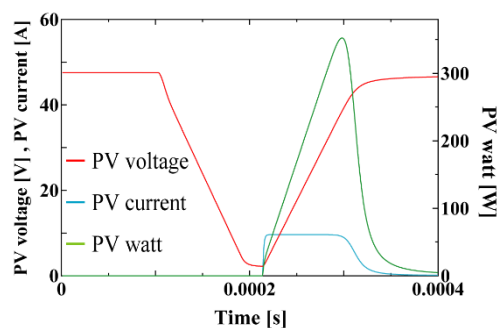


Fig. 2 Simulation results for short and open circuit

る動作である。この方法はIVスキャン法などと呼ばれ既に昇圧・降圧チョップパの構成で提案されている⁽¹⁾。しかし、昇圧チョップパでは出力側コンデンサが巨大でないと成立しない、Lを含む降圧チョップパには適用できない、など課題があった。そこで、変換回路の両アームをスイッチとし「出力側にLやCを持たない」降圧チョップパによる短絡回路を提案し動作とFET接合部温度上昇を検討した。この提案回路では通常運転時にFETは能動領域で動作しコンデンサ短絡時に過電流とならないような仕組みを備えている。

この短絡動作を行う回路をFig.1に示す。同図はFETを能動領域で動作させ、電流フィードバックによりコンデンサ電荷をFETの熱として消費する回路である。この回路でコンデンサの電荷を抜くには、太陽光パネルの最大電流(短絡電流)以上の電流をFETが吸い込む必要がある。

Fig.2に約400 W の太陽光パネルでのシミュレーション結果を示す。同図よりコンデンサ電圧 V_c を0 V 程度まで低下させることが確認できた。その後、FETを完全に開放することで端子電圧の時間変化より充電電流を測定し、端子電圧との積よりMPPが探索できる。

3. 最大電力点に対する外付けコンデンサの依存性

前述のシミュレーションを実際の太陽光パネルで実測実験を行ったところ、最大電力点を数100 μ 秒で探し出すことができることを確認した。しかし、昨年の研究から提案法は、太陽光パネル内部の寄生静電容量成分による影響があることがシミュレーションより判明している。そこで、太陽光パネルの発電能力のピーク推定を高精度かつ高速に実現させるため、Fig.5に示す実験装置を用意した。同図は、1灯1000 W のメタルハライドランプを6灯太陽光パネルに平行に照射し、太陽光パネルの発電能力のピーク値約100 W の発電が可能な装置である。上記の装置を用いて日射量一定の条件下で適切な外付けコンデンサの選定を行った。

Fig.6は日射量一定で外付けコンデンサを幅広く変化させながら測定した結果である。同図から外付けコンデンサが44 μ F のとき、44 μ F 以上の外付けコンデンサと比べ太陽光パネルの最大電力点が約20 % 程低下していることが確認でき、ある一定以下の外付けコンデンサだと太陽光パネルの寄生静電容量成分による影響で誤認してしまうことを確認できた。

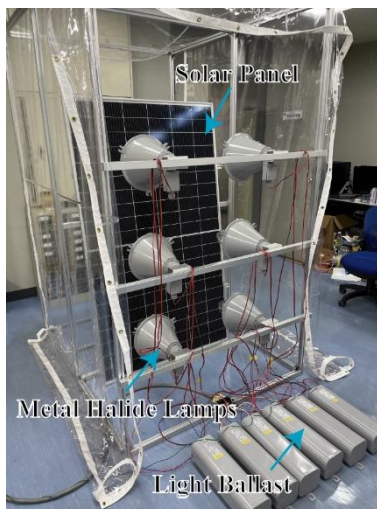


Fig.5 Solar radiation equipment with metal halide lamps

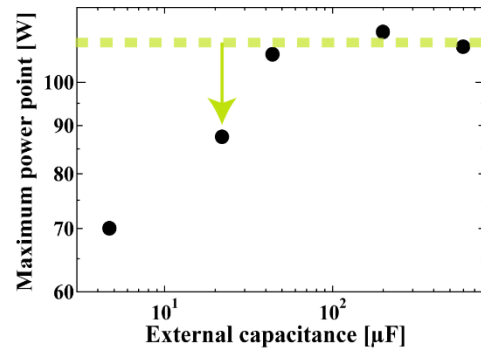


Fig.6 Measured maximum power and external capacitance

4. まとめ

本稿では太陽光パネルの発電能力のピーク推定の応答性を阻害する要因を特定しその依存性を評価した。

今後はArduino dueを用いて提案法を連続的なスキャンを行い、従来法との比較検証を行う予定である。また、スキャン中は発電ができないので、激しく変わる日射量に対してどのくらいの頻度でスキャンをすれば最大の発電量が得られるか実験検証を行う予定である。

参考文献

- (1) 板子 一隆：「太陽光発電システムおよびその最大電力点追従制御方法」, 日本国特許庁 (JP) 特許第 4294346 号 (P4294346)