

トランスレスコンバータを用いた太陽光-水素変換システムの フェイルセーフ設計手法検討

Fail-safe design method of solar to hydrogen conversion systems
with transformerless converters

東大院工¹ 東大先端研² ○(DC)山下 大之¹, 杉山 正和², 中野 義昭¹

The Univ. of Tokyo¹, [○]Daiji Yamashita¹, Masakazu Sugiyama², Yoshiaki Nakano¹

E-mail: yamashita@hotaka.t.u-tokyo.ac.jp

太陽光発電によって得られる電力を水電解セルに投入して水素を生成し、短期及び長期的発電量変動の吸収や、貯蔵や運搬の面で使いやすい物質としてのエネルギー貯蔵に活用する研究が広く行われている。再生可能エネルギー社会、水素エネルギー社会実現の両面に貢献する、強力な太陽光資源活用手法として注目されている。

太陽電池モジュールは、その最適出力電圧は1モジュールあたりおおよそ50-200V程度であるのに対して、純水を電気分解し水素と酸素を生成する際に用いられる水電解セルは、単セル当たりの必要電圧が1.5V程度と低い。この動作電圧は多数のセルを直列接続することで上昇するが、高々数十セルの直列接続、即ち数十V程度の動作電圧にまでにはしかない。太陽電池と水電解セル群を、その電圧ミスマッチを考慮せず直結しても、太陽電池の最適動作点を外れ効率が著しく低下する。

太陽電池と水電解セル間にスイッチングレギュレータ(DCDCコンバータ)を接続するシステムであれば、この動作点のミスマッチを解消できるだけでなく、水素発生以外に電力を使用したい場合等にも対応する事が可能である。

コンバータ回路には、絶縁型と非絶縁(トランスレス)型がある。後者はトランスを含まずそれに由来する損失が存在しないため、一般的には高効率が達成し易いとされる。だが太陽電池と水電解セルはコンバータと比較し大変高価で、コンバータ故障によるそれらの損傷を危惧し、絶縁型コンバータを用いる場合もある。

本研究では、より高効率な太陽光-水素変換システムの実現を後押しするため、トランスレ

ス型のコンバータ故障時の過渡応答を設計段階で制御し、太陽電池・水電解セルを保護するための手法について検討する。

重要な要素として、スイッチング素子が常時Onになる致命的な故障が生じた際、太陽電池・入力コンデンサのエネルギーが水電解セルに突入するのをインダクタが抑制する現象が挙げられる。図1は太陽電池-トランスレスコンバータ-水電解セルからなる回路である。太陽電池が最大動作点で動作している際に、スイッチング素子が常にOnになった場合、ECに流れ込む電流は図2の様になると予想される。短い時間大きな電流が観測されるが、最大動作点を大きく外れるため直後に電流値は減少する。ただし、太陽電池電圧安定化のためのCinが大きい場合、最大電流は大きくなってしまふ。本研究では、この要素を中心に成果を発表する。

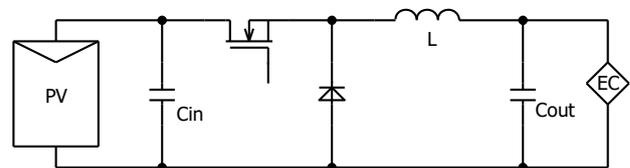


図1. 太陽電池(PV)-トランスレスコンバータ-水電解セル(EC)を含むシステムの例

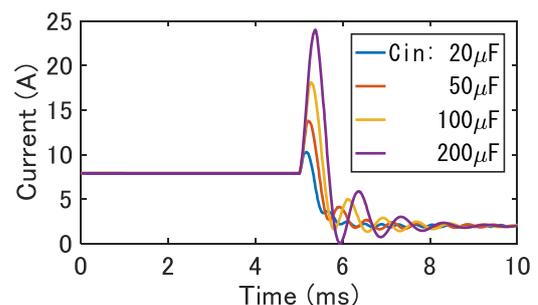


図2. スwitchング素子常時On故障時の水電解セル突入電流波形シミュレーション