



# 共振電源用トランスの低損失化と 大電流回路の実装の工夫

## 絶縁型DC-DCコンバータ LLC共振回路の高効率化

加藤 久嗣 Hisatsugu Kato

本誌2020年12月号で、非対称ハーフ・ブリッジ LLC共振型回路(以下LLC共振回路)を採用した絶縁型高効率DC-DCコンバータを紹介しました(図1)。入力電圧85~450V、定格出力2.1kW、最大効率97.8%と高効率です。

太陽光発電用なので、比較的高電圧を扱うコンバータとして設計しました。同じ電力でも、電圧を高く電流を少なくすると損失が減るので、太陽光発電では、複数枚の太陽電池パネルを直列にしたストリングを作ります。配置の都合で、ストリングごとに直列枚数や光の当たり方が異なることはよくあり、そのような場合でも最大電力が得られるように調整するコンバータに使う想定です。

高効率を実現できた理由として、先の記事では2次側整流回路の改良について紹介しました。倍電圧整流にすることで、ダイオードの逆方向電圧を出力電圧にクランプでき、サージ電圧が加わらないぶん、耐圧が低いかわりに損失が少ないダイオードを採用でき、損失を減らすことができました。

効率を改善(損失を低減)できたもう一つの大きな要因は、トランスの改良です。そこで本稿では、LLC共振回路のトランスを改良して高効率化するアイデアについて解説します。

また、これに加えて、低電圧・大電流の燃料電池向けDC-DCコンバータで高効率のために採用した手法も紹介します。  
(編集部)

### 高効率化のためのトランス改良

#### ● LLC共振回路には漏れ磁束のあるトランス設計

一般的にLLC共振トランスの1次巻き線と2次巻き線は、磁束を強制的に漏らすために、距離を離して配置しています。磁束が漏れるとそれに相当する漏れインダクタンスが生じます。

LLC共振回路は、この漏れインダクタンスを積極的に共振用インダクタンスとして利用しています。一方で、漏れ磁束が1次巻き線および2次巻き線に鎖交すると、巻き線に渦電流損が誘導されます。

LLC共振用トランスの巻き線には、表皮効果対策のため、リッツ線(写真1)が使用されます。リッツ線は、細い電線を束ねて1本の電線にしたものです。

電磁界解析ソフトウェアJMAGによるシミュレーションで、トランス内の磁束密度分布と電流密度分布を解析することにより、漏れ磁束により巻き線に渦電流損が誘導されることを確認します。同時に、簡単な磁界モデルを考え、渦電流損を発生させる要因を分析

図1 ハーフ・ブリッジ LLC共振回路による絶縁型DC-DCコンバータ  
太陽光発電用で、入力電圧85~450V、定格出力2.1kW。2020年12月号で、動作、設計時の注意点、2次側に倍電圧半波整流回路を採用した理由などを解説した

