

急速充電対応 800V 車載インバータを実現する

導体積層型樹脂絶縁構造の開発

株式会社日立製作所 露野円丈

電気自動車のインバータでは、走行時の加速性向上や充電時間短縮に有効な高電圧化が注目されている。インバータの高電圧化には、セラミックや樹脂等の絶縁層を有するパワーモジュールの高耐電圧化が必要である。樹脂絶縁層は生産性に優れる反面、微小ボイドなどを内蔵する可能性があり、コロナ放電に対する耐久性が低い。従来の 400 V のシステム電圧を 800V に高電圧化すると、コロナ放電を防止するため絶縁層を厚くする必要があり放熱性が低下する課題があった。この放熱性と耐電圧のトレードオフを解消するため、絶縁層の厚さ方向の中間に導体層を設けた新規樹脂絶縁構造を開発した。

開発技術における、高耐電圧化の原理の 1 つ目は、絶縁層に加わる電圧を $1/n$ にする点にある。例えば、浮遊導体である中間導体の上下の絶縁層の静電容量を等しくすると、中間導体は印加電圧の $1/2$ の電圧となり、上下の絶縁層に加わる電圧は印加電圧の $1/2$ に低電圧化される。高耐電圧化の原理の 2 つ目は、絶縁層中のボイドや剥離などの空気層に分担される電圧を、コロナ放電開始電圧より低くし、コロナ放電を防止する点にある。このように、電圧分担による低電圧化でコロナ放電を防止することで、絶縁層の総厚とコロナ放電開始電圧のトレードオフを解消した。

本技術の樹脂絶縁構造を用いることで、自社従来製品比 2 倍となる 800 V 対応、2.7 倍となる出力密度 94.3 kVA/L の小型・高電圧・高出力インバータを開発、2019 年に世界に先駆けて量産を開始。大容量電池の素早い充電と長距離ドライブの両立を可能とした。