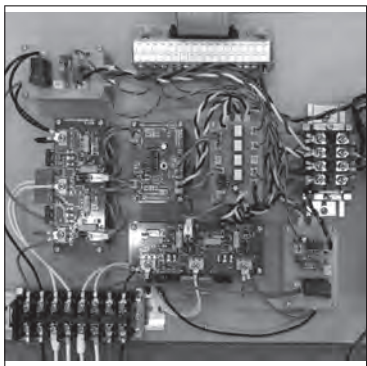


第3章 負荷に応じて制御法御法を使い分ける

効率を落とさずに 給電電力を制御するには

畑 勝裕 Katsushiro Hata



これまでは送受電コイルを用いた磁気結合および共振コンデンサを用いた回路設計に注目してきましたが、効率的かつ安定的な電力伝送を実現するためには、電源側および負荷側において電力変換回路を利用したシステム構築を行わなければなりません。

● 電力変換回路を使ったシステム構成の例

図1に示すように最もシンプルな構成を考えてみます。送電側では、直流電源から交流電力を出力するためのDC-ACコンバータ(インバータ)を使用して、送電コイルに交流電流を流して交流磁界を発生させます。受電側では、受電コイルに流れる交流電流を直流負荷で扱えるようにAC-DCコンバータ(整流回路)を使用して給電動作を実現します。

インバータや整流回路は数多くの回路構成および制御手法が提案されており、すべてを説明することは困難です。利用周波数帯によって、代表的な回路構成はいくつか存在しますが、電力レベルや使用デバイスなどに応じた検討が必要なので、本章では割愛します。

● 電源や負荷に応じて電力変換回路を使いこなす

回路構成は自由に設計してもらうとして、各電力変換回路の役割によってどのようなシステムが構築できるのかを簡単に紹介します。

まず、電力変換回路には入力側と出力側が存在し、それぞれ直流を扱うのか、交流を扱うのかによって分類できます。つまり、入力側が直流で出力側が交流を扱うインバータはDC-AC変換を実現します。同様に、交流を直流に変換する整流回路はAC-DC変換に分類されます。このほか、DC-DC変換およびAC-AC変換が存在します。

DC-DC変換は、システムに応じて電圧レベルを変換したり、出力電流を制御したりするために利用できます。AC-AC変換は、周波数変換(例えば50 Hz/60 Hz→85 kHz)などに利用されます。制御自由度の都合でAC-DC-AC変換という間接的な電力変換で実現することもあります。ここでの説明はあくまで一例で

あり、このほかにも多くの用途で使われます。

これらを組み合わせたWPTシステムの構成例を図2に示します。本来であれば、こんなに電力変換回路を使用すると高コスト化してしまうため、仕様に応じて必要最低限の電力変換回路に絞ってシステムを構成します。しかし、これだけ電力変換回路を使える自由度があるため、目的に応じて制御系をきっちと設計してあげれば、多種多様な動作を実現できます。本章では、このような電力変換回路の使い方の例をいくつか紹介します。

等価抵抗変換による効率最大化

● 見かけ上のインピーダンスを制御

磁界共振結合WPTの給電効率が負荷の等価抵抗に依存することを第2章で紹介しましたが、受電側の電力変換回路を適切に制御することで、給電効率を最大化することができます。

最大効率を実現する最適負荷 $R_{L\eta\max}$ は第2部第2章の式(10)で与えられますが、負荷の等価抵抗はアプリケーション次第で変化してしまうため、本来であれば制御することが難しいです。しかし、WPTシステムの給電効率はあくまで受電コイルに接続される等価抵抗で決まるため、受電コイルと負荷の間に電力変換回路を挿入することで、見かけ上の等価抵抗(インピーダンス)を制御して効率最大化を実現できます。

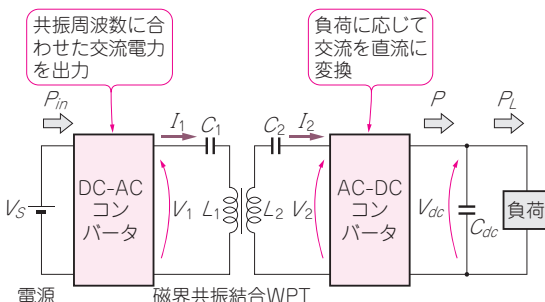


図1 電力変換回路を用いた磁界共振結合WPTのシステム構成例