

第2章 高効率を目指した結合&共振回路とは

ワイヤレス給電の回路と解析

畑 勝裕 Katsuhiko Hata

第2部第1章では磁界結合方式WPTにおけるコイル間の磁気結合と送受電コイルそのものに着目して説明してきましたが、第2部第2章ではコイルとコンデンサの共振現象(LC共振)を利用した回路設計と解析手法について紹介します。

共振現象を使った「磁界共振結合」

● そもそもLC共振とは？

共振現象は、ある固有の周波数において、ほかの周波数では生じることのない特徴的な性質を示します。電気回路では、おもにコイル(L)とコンデンサ(C)がもつ周波数特性の組み合わせによって共振現象が発生します。この共振現象は、さまざまな回路やシステムで広く活用されています。

ここでは、簡単なLC直列共振回路の例を示します[図1(a)]. LC直列回路のインピーダンスZは、コイルの内部抵抗Rを考慮すると、 $Z=R+jX$ で表現できます。抵抗成分Rとリアクタンス成分Xは複素平面上

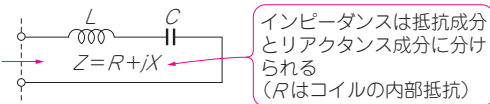
で直交しており、 $X=X_L-X_C=\omega L-1/\omega C$ で与えられます。つまり、L成分とC成分は互いに打ち消し合う特性であり、 X_L は周波数に比例、 X_C は周波数に反比例であることから、低周波では X_C が大きく、高周波では X_L が大きくなります。

Xの周波数特性は図1(b)に示すとおりで、 X_L と X_C が打ち消し合い、 $X=0$ となる動作周波数が共振周波数です。このとき、インピーダンスの大きさ $|Z|=\sqrt{R^2+X^2}$ なので、LC共振時には $|Z|=R$ で最小になって、ほかの周波数よりも大きな電流が流せます。

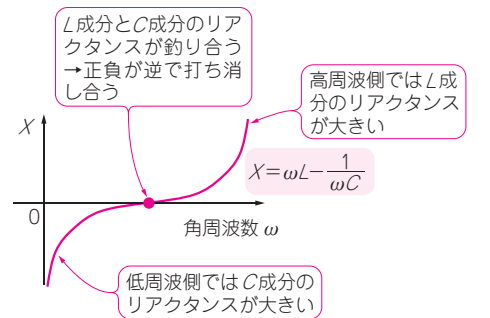
また、共振周波数ではLC直列共振回路のインピーダンスZは抵抗成分Rと一致することから、回路にかかる電圧と流れる電流の関係で位相差がゼロとなり、回路設計上の利点が多く存在します。

● 磁界結合方式で共振現象を利用する

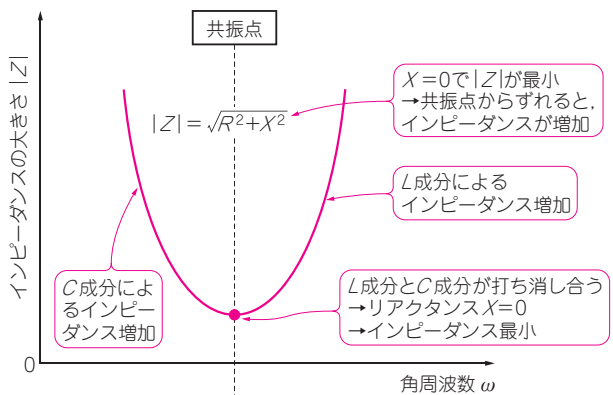
磁界結合方式WPTは送受電コイルを用いて電力伝送を行うため、電気回路的にはL成分を使って構成します。また、トランス(変圧器)のように巻き線(各



(a) LC直列等価回路



(b) リアクタンス特性



(c) インピーダンス特性

並列共振も同じように、L成分とC成分が互いに打ち消し合う現象。インピーダンスの逆数であるアドミタンス特性に注目しよう

図1 LC直列回路のリアクタンス特性とインピーダンス特性

イントロダクション

第1部 1 2 3

第2部 1 2 3 4

第3部 1 2 3