

共振型ワイヤレス給電向け中央絞込型コアコイル構造の検討

大島弘敬, 下川聡
(株式会社富士通研究所)

Center-constricted magnetic core-coil structures for resonant wireless power transfer

Hiroataka Oshima, Satoshi Shimokawa
(Fujitsu Laboratories Ltd.)

はじめに

離れた場所に配線なしで効率良く電力を伝送するための技術として、共振コイルを用いたワイヤレス給電技術が注目されている^{(1),(2)}。給電効率はコイル間の結合効率 k とコイルの Q 値の積 kQ で決まる⁽²⁾。より高効率を実現するために kQ を増加させる方法として、磁気コアの利用が考えられる。しかし、多くの給電対象となる機器にはサイズや重量などに制限がある。特に面対向配置型コイルにおいては、薄い板状のコアでは反磁界によって比透磁率 μ_r の効果が低減されてしまうため、大きな効果が得られないという問題があった。

検討方法

本検討では、一定のサイズの中で kQ を増加させる一手法として、Fig.1に示す中央絞込型コアコイル構造を検討した。円板状コアの厚さ方向の中央部(厚さ y)を絞り込んで直径を小さくするとともに、あわせて共振コイル径も小さくする。もう一方のコイルは断面図の上下方向にあるとする(面対向配置)。本構造を絞り込みのない場合と比較すると、まず、コイル抵抗 r はコイル径に比例して減少する。一方で、上下部(各厚さ x)を貫く磁束の多くはコアを通してコイル内側に集められ、コイルの鎖交磁束(よって相互インダクタンス M_{12})は比較的減少しないと考えられる。 $kQ = \omega M_{12} / (r_1 r_2)^{1/2}$ と表されるため⁽²⁾(ω は角周波数)、本構造による kQ の増加が期待される。電磁界シミュレータ⁽³⁾を用いてそれらの回路定数を求めて kQ を計算した。

計算結果

上下部直径 D_0 を100 mmで固定し、中央部直径 D_c を変化させて kQ の計算を行った。Fig.2に、絞り込みの無いとき($\beta = 1$)の値で規格化された kQ を $\beta = D_0/D_c$ に対してプロットした結果を示す。対向するコイルは直径500 mm、距離100 mmとした。空芯コイルのみならず絞り込みの無い場合と比較しても、本構造によってより大きな kQ が得られている。すなわち、コアの厚さや外径を増さずに高効率化できる可能性があるといえる。引き続きコア損失などの複素透磁率の効果や、形状や各種パラメータの影響の調査を行っていく。

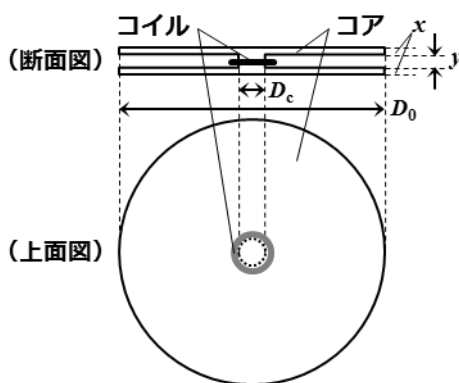


Fig.1. Schematic of core-coil structure.

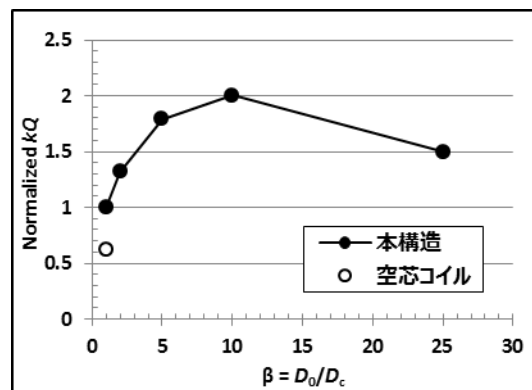


Fig.2. Simulated kQ as a function of $\beta = D_0/D_c$.

(計算条件)

周波数 f	100 kHz
比透磁率 μ_r	1000
上下部直径 D_0	100 mm
上下部厚 x	5 mm
中央部直径 D_c	D_0/β
中央部厚 y	10 mm
コイル線幅	1 mm
コイル線厚	0.1 mm
ターン数	1

参考文献

- (1) Kurs *et al.*, Science **317**, 83 (2007).
- (2) 松木英敏 監修, 非接触電力伝送技術の最前線, シーエムシー出版 (2009).
- (3) Shimokawa *et al.*, Proceedings of IEEE MTT-S IMWS-IWPT, 219 (2011).