

三相 12 コイル非接触給電システムの コイル配置角度の変更による小型化に関する検討

楠居 琳太郎・古川 啓太・日下 佳祐・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

電気自動車への大電力給電が可能な三相 12 コイル非接触給電システムが提案されている⁽¹⁾。本システムは、放射磁界を低減しつつ、磁気干渉の影響を相殺できる。しかし、磁気干渉を相殺するために 12 コイルが大型化する問題がある。一方、放射磁界は十分に近い位置から発生する逆位相の磁束の打消し合いにより低減するが、大型化によりコイル距離が遠くなり、低減効果が低下する⁽²⁾。そこで本論文では、個々のコイルを回転させることにより、より小さいコイル直径で磁気干渉を相殺しつつ、放射磁界の低減効果を向上する手法を提案する。

2. 提案システム構成

図 1 にシステムの回路図、図 2 にコイルの配置図を示す。本システムは 1 次側 Y 結線-2 次側 Y 結線であり、1 次側直列-2 次側直列共振の三相非接触給電システムである。本システムにおいて電力伝送に寄与しない磁気干渉による誘起電圧を相殺するためには(1)式を満足するようにコイルを配置しなければならない⁽¹⁾。

$$k_a - k_b - k_c = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

しかし、隣り合うコイルとの結合 k_a は、他相のコイルとの結合 k_b , k_c と比べ大きいため、図 2(a) に示す従来の対向配置ではコイル中心の半径 r を大きくし、 k_a を十分に小さくすることで(1)式を満足する必要がある。そこで本提案手法では、図 2(b) のようにコイルの中心を軸として個々のコイルを角度 θ だけ回転させることで k_a を低減し、コイル全体の直径を小さくしても(1)式を満足するようコイルを配置する。また、12 コイルの直径が小さくなることにより、差動接続したコイルの距離が近づくため、放射磁界の低減効果を向上させることができる。

3. 電磁界解析結果

図 3 に磁気干渉の解析結果を示す。図 3 より、コイルを θ 方向に回転させ、コイルの中心半径 r を小さくしても磁気干渉の影響を相殺できることが確認できる。しかし、回転角 θ を 40° 以上にすると、影響が大きく反対に増大する。図 4 に回転角 θ が 40° で、一つのコイルにのみ電流を流したときの磁束密度のベクトル図を示す。図 4 より、磁束が隣り合うコイルの側面から鎖交し、左右に分割して流れていることが確認できる。このため等価的に鎖交磁束が減少し k_a が低下することで相殺条件を満足できる。他の角度では磁束が左右で一一致せず、回転角 θ が 40° の場合より k_a が大きくなるため相殺できない。図 5 に 12 コイルの中心から 3 m の位置において 10° 毎に解析した放射磁界強度を示す。ここで ϕ は測定点の角度を示している。図 5 より、従来の配置と比べ提案手法は放射磁界を抑制できることが確認できる。また、磁気干渉の相殺条件を満足する位置では放射磁界が僅かに減少する。以上

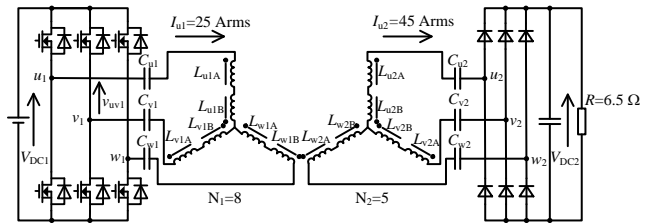


Fig. 1. Three-phase WPT system with 12 coils.

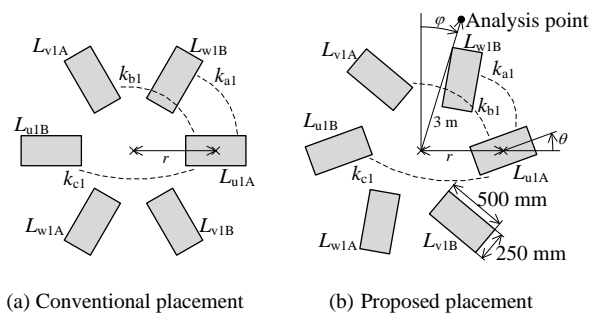


Fig. 2. Placement of coils.

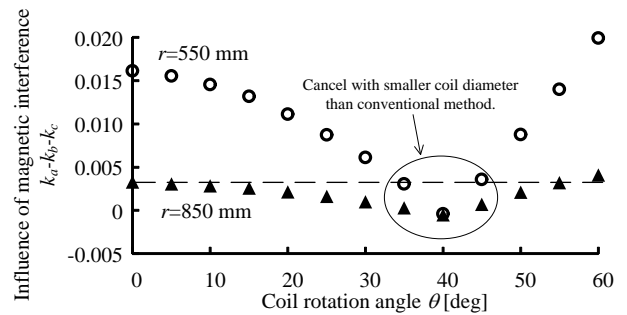


Fig. 3. Magnetic interference with changing rotation angle of coils.



Fig. 4 Vector diagram of magnetic flux density at $\theta = 40$ deg.

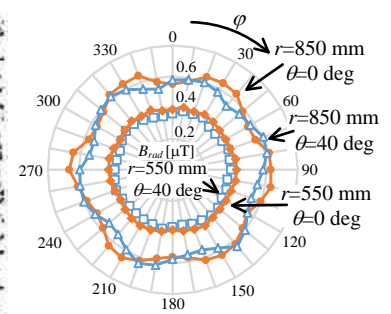


Fig. 5 Radiation noise analyzed by electromagnetic analysis.

より、コイルを回転させることで磁気干渉の相殺条件を満足しつつ、システムの小型化と放射磁界低減の両立が可能であることを明らかにした。

文 献

- (1) 日下 他：半導体電力変換研究会発表論文, No.SPC-17-127, 2017
- (2) 鈴木 他：電気学会産業応用部門大会, Vol.4, No.11, pp.109-112, 2016