

# 有機インターポーザ内蔵 LLC 共振型 DC-DC コンバータ用 磁性微粒子複合材料磁心トランスの基礎検討

岡 亮太郎, 白澤 智寛, 石田 嵩, 秋山 知輝, 佐藤 敏郎, 曾根原 誠  
(信州大学)

Fundamental study of a magnetic particle composite core transformer  
for the LLC resonance DC-DC convertor embedded in an organic interposer

R. Oka, T. Shirasawa, S. Ishida, T. Akiyama, T. Sato, M. Sonehara  
(Shinshu University)

## はじめに

パソコンや携帯電話の高性能化・多機能化に伴い、それらに搭載される LSI は低電圧かつ大電流で駆動しているが、電源と LSI 間の配線における損失の増大が問題となっている。この問題の解決策の一つとして、電源回路を LSI パッケージに内蔵する手法が挙げられ、小型化できる利点もある<sup>1)</sup>。

著者らは、大きな降圧比が期待でき、かつ数十 MHz スイッチング周波数の LLC 共振型 DC-DC コンバータに注目し、その有機インターポーザ内蔵を目指している。本稿では、その基礎検討として磁性微粒子複合材料磁心トランスの電磁界解析の結果について述べる。

## 解析方法

磁性微粒子複合材料磁心トランスの電磁界解析には、完全 3 次元 Full-wave 電磁界解析ソフトウェア (ANSYS; HFSS) を用いた。解析空間は、60 mm<sup>3</sup> の十分広い自由空間を設定し、Fig. 1 に示すような LSI インターポーザ基板の積層工程で作製可能なトランスについて解析した。トランスは磁性微粒子複合材料シート内に埋め込まれている構造になっており、既報の有機インターポーザ内蔵プレーニングダクタと同様な構造である<sup>2),3)</sup>。複合材料には、高い比透磁率を有する鉄系アモルファス合金粉/エポキシ複合材料シートを想定した。また本稿では、一次巻線と二次巻線の間 (Fig. 1 (c) における赤枠線内) の複合材料シートの有無について比較した解析結果を述べる。

## 解析結果

LLC 共振型 DC-DC コンバータに本トランスを利用するにあたり、結合係数  $k$  は重要である。本解析では、一般的な LLC コンバータのトランスにおける  $k$  である 0.9 程度を目標とした。Fig. 2 に本トランスにおける一次巻線と二次巻線間の複合材料シート有無の  $k$  の周波数特性を示す。同図より、一次巻線と二次巻線の間が複合材料シートでない非磁性のラミネーションシートの方が複合材料シートとするよりも  $k$  が高くなることが分かった。これは一次巻線から生じる磁束と二次巻線から生じる磁束が互いに打ち消し合い、 $k$  が低減したと考えられる。以上より、一次巻線と二次巻線の間を非磁性シートにすることで目標の  $k$  が得られる可能性があり、今後はこの構造を基に有機インターポーザ内蔵 LLC 共振型 DC-DC コンバータの開発を進める予定である。発表当日は、詳細な解析結果について述べる。

## 参考文献

- 1) H. Kobayashi, et al.: *JMSJ*, **37**, 4, 314-319 (2013).
- 2) Y. Sugawa, et al.: *IEEE Trans. Magn.*, **49**, 7, 4172-4175 (2013).
- 3) Y. Yazaki, et al.: *IEEE Trans. Magn.*, **50**, 11, #8401304 (2014).

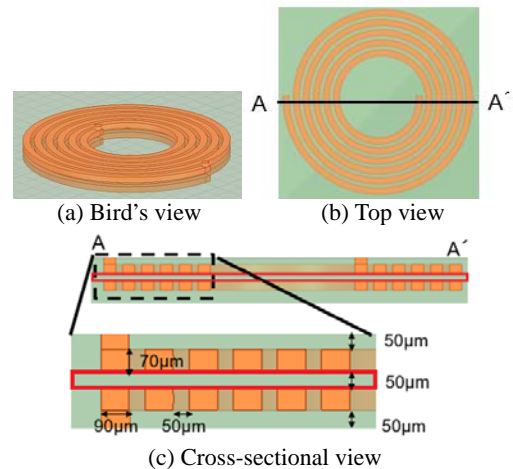


Fig. 1 Schematic view of analysis model in magnetic particle composite core transformer.

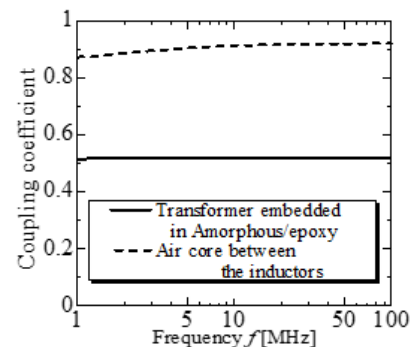


Fig. 2 Analysis results of frequency dependence of coupling coefficient  $k$  in the transformer.