

線路間結合を考慮した多ポートSパラメータを持った 拡張OSE法によるプリント配線板の高周波特性解析

井上 博文*, 本城 和彦**

A High-Frequency Analysis for the Printed-Circuit Board Using Enhanced Optimized Segment Extraction Method with Multi-Port S-Parameter Considering Coupling between Transmission Lines

Hirobumi INOUE* and Kazuhiko HONJO**

*NEC システム実装研究所 (〒211-8666 神奈川県川崎市中原区下沼部1753)

**電気通信大学先端ワイヤレスコミュニケーション研究センター (〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘1-5-1)

*System Jisso Technologies Research Laboratories, NEC Corporation (1753 Simonumabe, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8666)

**Advanced Wireless Communication Research Center (AWCC), The University of Electro-Communications (1-5-1 Choufugaoka, Choufu-shi, Tokyo 182-8585)

概要 通信機器やコンピュータ機器、デジタル家電など電子機器の高速化・高密度実装に伴い、プリント配線板設計においても高周波電磁界解析が利用されている。特にアンテナ、フィルタ、抵抗器、キャパシタ、インダクタおよび配線などの個別部品では、GHz領域の高周波での電磁界解析結果が測定結果とよく合うことがこれまでに実証されている。しかしながらプリント配線板実装自体は大規模回路であり、この回路全体の電磁界解析にはハイエンドのパーソナルコンピュータを用いても数日間を必要とするため、製造前にすべてを検証することは困難であった。この日単位の解析時間を時間単位に短縮するためには、一般には分割モデリング手法で各部分を等価回路にして回路解析する方法が用いられるがGHz領域の高周波解析精度が十分でなく問題であった。本論文では、時間がかかる電磁界解析に代わる分割モデリング手法として、これまでわれわれが提案してきた最適要素抽出法 (Optimized Segment Extraction Method) に線路間結合を持たせ、多ポートSパラメータモデルとした拡張OSE (Enhanced OSE Method) を新たに提案し、ビア接続を持つ多層プリント配線板で解析時間と高周波解析精度について評価を行った。その結果、解析時間は構造全体を一括電磁界解析する場合に比べ約6分の1、解析誤差は伝送路の連続部で分割したときに5~8GHzで0.5dB以内となることを確認し、本提案手法の有効性を示した。

Abstract

Electronic products such as telecommunication systems, computers, and digital consumer electronics have come to require high-speed and high-density packaging. High-frequency electromagnetic field analysis is used for the printed-circuit board design of these products. For the analysis of the GHz-frequency characteristics of antennas, filters, resistors, capacitors, inductors and passive elements in wiring patterns, electromagnetic field analysis has proven to be suitable for the measurement well. However, a printed-circuit board is a large collection of interconnects, and even if a high-end personal computer is used, the analysis takes several days at least. Therefore, before fabrication, albeit it is impossible to verify various aspects of the electromagnetic field analysis. Generally, if the analysis time has to be shortened from days to minutes, the subdivision modeling technique is used. In this case, the high-frequency analysis accuracy is unsatisfactory. In this paper we propose instead an accurate electromagnetic field solver for high-frequency characterization as a subdivision modeling technique using an EOSE (Enhanced Optimized Segment Extraction) method with multi-port S-parameter consideration of the coupling between transmission lines, based on the original, OSE (Optimized Segment Extraction) method. We evaluated this EOSE method for analysis time and high-frequency analysis accuracy in a multilayer printed-circuit board with via connections. The analysis time was confirmed to be about 1/6 that of the result analyzed in the whole of the structure. Furthermore, the analytic precision error was within 0.5 dB in the 5-8 GHz range when dividing in the continuous part of the transmission line. From these results, we showed the validity of this proposal technique.

Key Words: High-Speed High-Frequency Characteristic, Printed-Circuit Board, Electromagnetic Field Analysis, GHz, LSI, Optimized Segment Extraction, Transmission Line, Subdivision Modeling, Multi-Port S-Parameter