

# 電磁バンドギャップ (EBG) 構造の コモンモードフィルタ性能

Editor's Note:

この論文は、2009年8月にテキサス州、オースチンで行われたIEEE EMCシンポジウムで、最優秀論文賞を受賞した。

**Francesco De Paulis**  
**Antonio Orlandi**  
**Leo Raimondo**  
UAq EMC Laboratory  
University of L' Aquila, L' Aquila, Italy

**Bruce Archambeault**  
**Sam Connor**  
IBM, Research Triangle Park, NC

**現**代の低電圧高速差動デジタル信号の結合経路設計において、技術的な課題の1つに、コモンモード(CM)高調波成分の抑制がある<sup>[1]</sup>。これら高調波成分によるマイナス効果は2要素ある。(a)高調波成分がディファレンシャルモードからコモンモードに変換するために信号エネルギーの損失を伴うことで、意図したディファレンシャル信号を潜在的に減衰させる結果になる。そして (b)高調波成分が実装基板からコネクタやケーブルを通して出て行くとき、それがEMI放射の原因になる。これら高調波成分の発生源は、ドライバーからレシーバーまでの全ての信号経路における不平衡(幾何学的なおよび/または電氣的な)<sup>[2]</sup>に必ず関係がある。最初に考えられるCM成分の低減策は、どんな不平衡も除去することだが、これを実際に行うのは、大部分の場合、非実用的であるか不可能である。2番目の低減策は、信号のコモンモード成分をフィルタにかけることである。このフィルタは通常、個別部品を使用して機能させているが、基板への実装面積を使うこと、追加コスト、そして多くの場合、許容できないディファレンシャルモードの信号減衰を招くという不利な面がある。

電磁バンドギャップ (EBG) 構造は、周波数選択表面(FSS: Frequency Selective Surface)の一種である。1999年に発表されて以来<sup>[3]</sup>、EBGの使用は、主にパワーインテグリティ(PI: Power Integrity)分野で、プリント回路基板(PCB)に適用されるまでに広げられた<sup>[4-5]</sup>。最近、EBGを参照するデジタル信号のシグナルインテグリティ(SI: Signal Integrity)に対する効果もまた検討され、測定され、予測されている<sup>[6-8]</sup>。参考文献[9]の「Fundamental Mechanisms of Coupling Between Electromagnetic Bandgap Structures and Interconnects in High-Speed Digital Circuits. Part I - Microstrip lines」では、EBG構造の平面パターンを参照したマイクロストリップライン(μストリップ)と、パターン化した平面およびその下部に続く平面によって形作られたキャパシティとの間の電磁(EM)結合を支配している物理作用は、体系的に研究されていた。EBG構造の適切な設計は、共振の存在を許容するので、ある意味では信号経路の入出力間のSパラメータ  $S_{ij}$  のノッチが予め定められた信号の高調波の選択的な減衰の実行を可能にする。

本稿の構成は以下の通りである。第II項は、EBG平面のある位置の  $S_{21}$  への影響を調べ、シングルエンド(SE)のμストリップで構成された信号経路の最上層に設けた経路について述べる。計算は有限積分法(FIT)<sup>[10-11]</sup>に基づく三次元(3D)全波シミュレータを用いて行われる。第III項

© 2009 IEEE. Reprinted, with permission, from 2009 IEEE EMC Society Symposium.