

低周波のシールド効果における電磁界シミュレーションの検討

電子技術部 電磁環境チーム 原 孝 彦
 電子技術部 電子システムチーム 志 賀 裕 介
 企画部 環境整備室 白 井 亮

本研究では、10 MHz 以下の低周波における電磁波シールド評価へのシミュレーションの有効性について検討するため、多数の孔を開けた銅箔プリント基板について電磁波シールド効果（電界シールド効果および磁界シールド効果）を KEC 法により測定し、電磁界シミュレーションとの比較を行った。その結果、電界シールド効果については、測定値とシミュレーションが 100 kHz～10 MHz までほぼ一致した。一方、磁界シールド効果については、最大で 8 dB 程度の差が見られたため、実用化には課題が残った。

キーワード：電磁波、ノイズ、シールド効果、KEC 法、電磁界シミュレーション

1 はじめに

近年、情報通信機器から発生する高周波ノイズや、太陽光発電用のインバータ・電気自動車等から発生する低周波ノイズが問題になっており、これに対応する電磁波シールド評価技術が必要不可欠となってきている。しかし、実際にシールド材を開発しても測定のための十分なサンプルサイズを確保するのが難しい場合があり、このような場合は電磁界シミュレーションによる評価が有効と考えられる。本研究では、多数の円孔を開けた銅箔プリント基板について、電磁波シールド効果の測定方法として広く用いられている KEC 法¹⁾により測定した値と電磁界シミュレーションによる解析結果を比較することで、シミュレーションによるシールド評価の有効性について検討を行った。

フトウェア(株)の Femtet (Ver.2014)²⁾を使用した。KEC 法の測定治具を考慮した解析モデルを図 3 と 4 に示す³⁾。解析には電場解析ソルバーと磁場解析ソルバーを用い、周波数範囲は 100 kHz～10 MHz とした。なお、この範囲は電磁波解析ソルバーでは解析が収束しないため評価の対象外としていた領域である⁵⁾。今回の解析モデル作成に際し、サンプル部分は銅箔に実際の大きさの孔を開けたモデルとし、導電率は 5.8×10^7 S/m とした。

2 実験方法

本研究で評価対象にしたのは、図 1 に示すように、多数の円孔を開けた銅箔プリント基板（円孔の直径 6.0 mm、ピッチ 10 mm、銅箔厚さ 0.035 mm）である。

シールド効果の測定方法としては、実際に広く用いられている KEC 法を採用し、100 kHz～10 MHz までの電界と磁界のシールド効果を測定した。図 2 に KEC 法（磁界シールド効果）の測定原理図を示すが、測定時には電界・磁界とも測定システムのダイナミックレンジ内で測定できていることを確認している。

シミュレーションには、有限要素法を用いたムラタソ

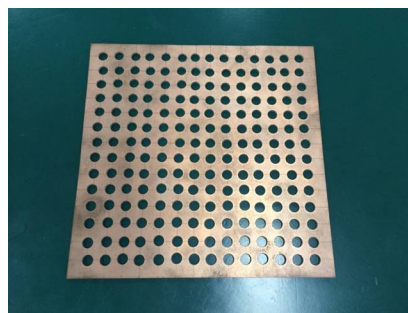


図 1 孔の開いた銅箔プリント基板

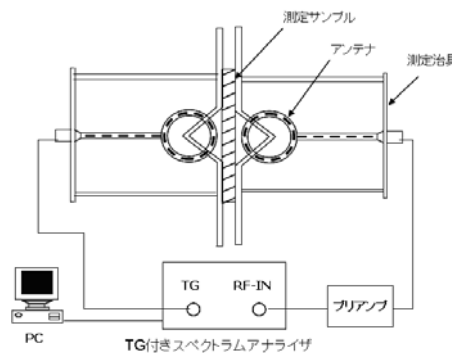


図 2 KEC 法の測定原理図（磁界シールド）

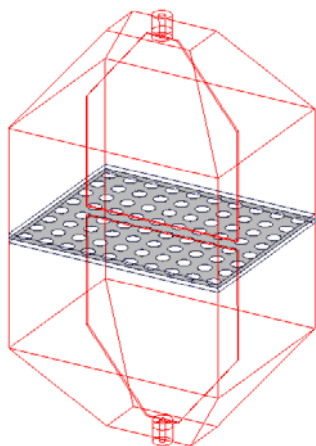


図3 シミュレーションモデル（電界用）

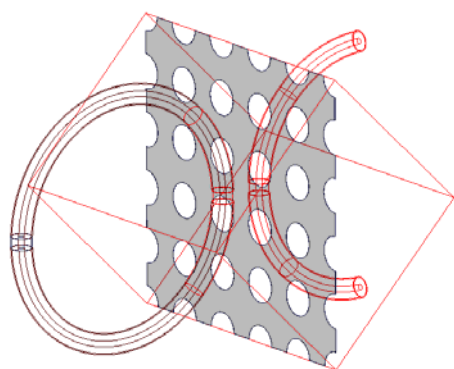


図4 シミュレーションモデル（磁界用）

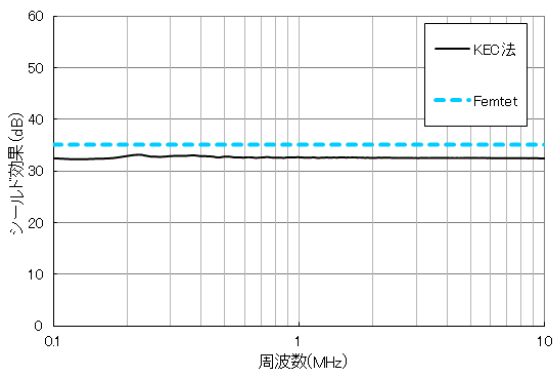


図5 比較結果（電界）

3 結果

電界シールド効果についての KEC 法による測定値と Femtet による電磁界シミュレーションの結果を図 5 に示す。電界については、測定値とシミュレーションがほぼ一致していることがわかる。

同様に、磁界シールド効果についての結果を図 6 に示す。磁界については、高周波になるほど測定値とシミュレーションの差が大きくなり、最大で 8 dB 程度の差が見られたため、実用化には課題が残った。これは、測定の場合に基板の誘電体部分（材質 FR-4、厚さ 1.6 mm）からの信号の

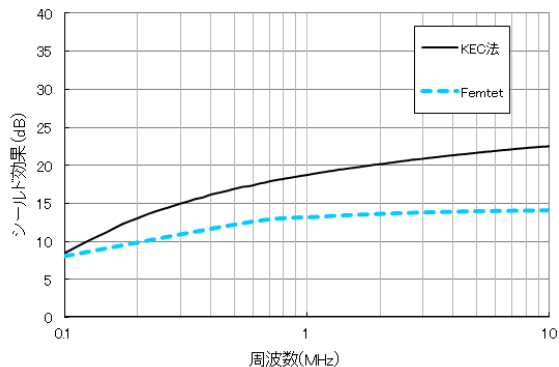


図6 比較結果（磁界）

漏れがあり、実際のシールド効果よりも測定値が高めに出現している可能性のあることが一因として考えられる。

4 おわりに

本研究では、電界・磁界シールド効果の測定方法として KEC 法を用い、Femtet の電場解析ソルバーと磁場解析ソルバーによるシミュレーションとの比較・検討を行った。シミュレーションモデルとしては、銅箔に多数の孔を開けたサンプルとして解析を行った。

今後は、課題が残った磁場解析ソルバーでの解析について、解析モデルの改善等も含めてさらなる検討を進める予定である。

文献

- 1) 一般社団法人 KEC 関西電子工業振興センター，“シールド材試験 KEC 法とは”，
<http://www.kec.jp/testing-division/kec-method/>，（参照 2015-06-30）。
- 2) ムラタソフトウェア株式会社，“Femtet”，
<http://www.muratasoftware.com/>，（参照 2015-06-30）。
- 3) 松原 智樹，西方 敦博，清水 康敬，山中 幸雄；磁界シールド効果測定法（KEC 法）の計算モデル 信学技法，28，（1999-12）。
- 4) 松原 智樹，西方 敦博，山中 幸雄；電界・磁界シールド効果測定器（KEC 法）の集中定数等価回路 信学技法，55，57，（2001-03）。
- 5) 原孝彦，白井亮，菅間秀晃，日高直美；神奈川県産業技術センター研究報告，No.19，62～64，（2013）。