

吉里孔希, 小嶺孝介, 田中俊幸
(長崎大学大学院総合生産科学研究科)

1. はじめに

現代の電子機器は小型化・高周波化の進展により生活に欠かせない存在となっている一方、様々なノイズトラブルを引き起こすという課題も抱えている。そのためEMC（電磁両立性）が重視されており、規格に基づいた設計が求められている。しかし、ノイズの伝搬経路や形態は複雑で、ノイズ源の特定が難しいことから、EMC認証試験には多大な時間とコストを要するという問題がある。そこで、本研究では簡易かつ低コストでノイズ源を特定する手段として微小コイルを用いた測定に着目した。先行研究では、半面開き形状のコイルがノイズ源特定に有効であることが示された一方、全面開き形状は受信に安定性がないという結果が得られた。さらに、受信強度がファラデーの電磁誘導の法則と一致しない結果も報告されている。本研究では、その妥当性を検証するため、微小コイルのモデル解析を行う。

2. 研究概要

本研究では、電磁界解析ソフトHFSSを用いて微小コイルのモデルを全面閉じ形状、半面開き形状、全面開き形状の3種類を1巻、3巻、5巻、7巻の4種類ずつ作成した。(図1) 図2のように基板(Port2)の最下部を解析空間から20mm離し、送信アンテナ(Port1)から60mmの距離でS21の測定を行う。30MHz~1GHzの周波数帯域を対象に解析を行い、微小コイルの形状や巻数によってS21がどのように変化するかを検証する。

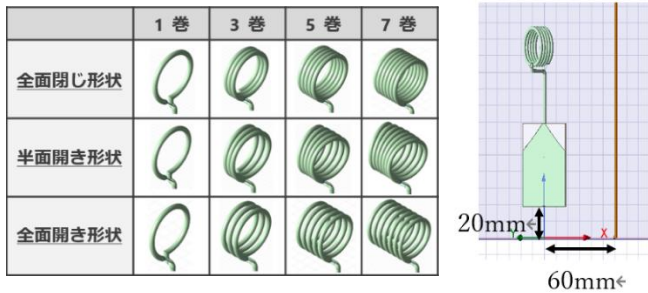


図1. 微小コイルのモデル

図2. 解析環境

3. 測定結果

3.1 全面閉じ形状の巻き数変化による受信強度比較

全面閉じ形状の巻き数変化による受信強度比較を図3に示す。横軸は周波数[MHz]、縦軸はS21[dB]である。

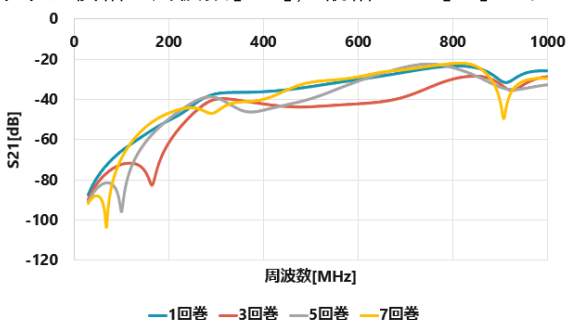


図3. 全面閉じ形状の巻き数変化による受信強度比較

図3より、受信強度はおおよそ大きい順に7巻、1巻、5巻、3巻の順となった。このことから、実測結果と同様に、ファラデーの電磁誘導の法則に従っていないことが分かる。

3.2 5巻の微小コイルの形状による受信強度比較

5巻の微小コイルの形状による受信強度比較を図4に示す。

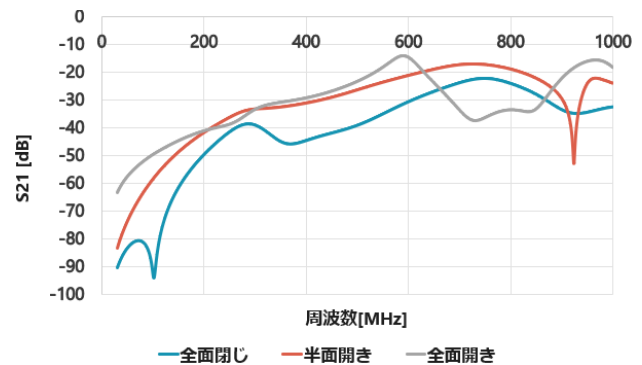


図4. 5巻の微小コイルの形状による受信強度比較

図4より、全面閉じ形状よりも半面開き形状のほうが、全体的に受信強度が強いことがわかる。これは全面閉じ形状は巻き線間の隙間が全て閉じていることでコイル自体が磁界の流れを妨げる壁になってしまうのに対し、巻き線間に半面隙間が空いた半面開き形状は隙間からも磁界が通ることが原因だと考えられる。また、全面開き形状は、受信強度が強い周波数帯域がほかの2種の形状と比べて狭く、受信強度に安定性がないことがわかる。受信特性を評価すると半面開き形状が最も優れた形状だと考えられ、実測結果と類似した結果が得られた。

4. まとめ

解析結果と実測結果の傾向は類似しており、ファラデーの電磁誘導の法則に従わないこと、形状は半面開き形状は受信特性が良く、全面開き形状は安定性がないことが確かめられた。今後は、HFSSで微小コイルを通過している磁界の流れをベクトルで可視化して半面開き形状の受信特性が良い原因を探ること、浮遊容量が発生しないように巻き線間に絶縁体を挟み測定を行うこと、微小コイルとアンテナ間の距離を変更して受信強度の変化を検証することが課題である。

5. 参考文献

- [1] 金澤龍成, “電磁ノイズ源特定のための微小コイルの巻数評価” 2024年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会論文集, B-36, 2024年9月.
- [2] 小嶺孝介, “簡易電波暗箱の作製及び評価” 2024年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会論文集, B-11, 2024年9月.
- [3] ANSYS, “HFSS Maxwell 共通 Desktop ハンドブック_R19(2018)”