

# 基板厚の異なるマイクロストリップ線路上に装荷した ノイズ抑制シートの伝送減衰率の評価

土屋 明久（電子技術部 電磁環境グループ）  
菅間 秀晃（電子技術部）

## 1. はじめに

EMC 対策部品として、軟磁性材料をシート状に形成した Noise Suppression Sheet (NSS)が広く利用されている[1]。NSS は強磁性共鳴を利用することで発生する電磁ノイズを抑制することができる。NSS の利用方法としては主にプリント基板上や IC チップなどのノイズ源近傍に貼り付けて使用される[2,3]。

近年の小型軽量化に伴い、スマートフォンやノート PC など情報通信機器においては多層プリント基板やフレキシブルプリント基板（FPC）など従来の基板に比べ薄く、配線パターンも細くなるものが採用されている。このため、NSS をこれらの基板に使用した場合のノイズ抑制効果について検討する必要がある。これを踏まえ、本研究では異なる基板厚のマイクロストリップ線路(MSL)上に NSS を装荷した場合のノイズ抑制効果について確認するため、電磁界シミュレーションによる解析を行ったので報告する。

## 2. 解析条件

現在、NSS の評価方法として国際規格が定められており、この規格の中において、プリント配線板上に NSS を装荷した場合のノイズ抑制効果についての評価方法として伝送減衰率がある[4]。この国際規格を参考とした伝送減衰率の解析モデルを図 1 に示す。図に示すように、両面基板上に作製したマイクロストリップ線路にエンドランコネクタを取り付け、線路上に信号を入力する。伝送減衰率はこの線路上に NSS を貼り付けた場合の反射特性及び透過特性から求められる。国際規格においては NSS を装荷する MSL の基板厚は 1.6 mm と定められているが、今回多層基板や FPC など薄型化する基板厚を想定し、この基板厚  $d$  を変化させた場合について解析を行った。この時、基板厚を変化させた MSL の線路幅は特性インピーダンスが  $50 \Omega$  となるように設定した。したがって、基板厚が薄くなるにつれて線路幅は細くなる。解析には市販されている 2 種類の NSS を用意した。ここで、この 2 種類の NSS の材料定数を図 2 に示す。この NSS の材料定数は同軸管法を用いて測定した[5]。両 NSS ともに複素比透磁率  $\mu_r'$ 、 $\mu_r''$  は低周波から高周波に向けて、大きく緩和が見られていることがわかる。また、複素比誘電率  $\epsilon_r'$ 、 $\epsilon_r''$  については、NSS 上の磁性材料が導電性を持つことから人工誘電体のように振る舞うため、高い誘電率を示した。今回の解析には電磁界シミュレータ AET 社 MW-STUDIO を用いた[6]。

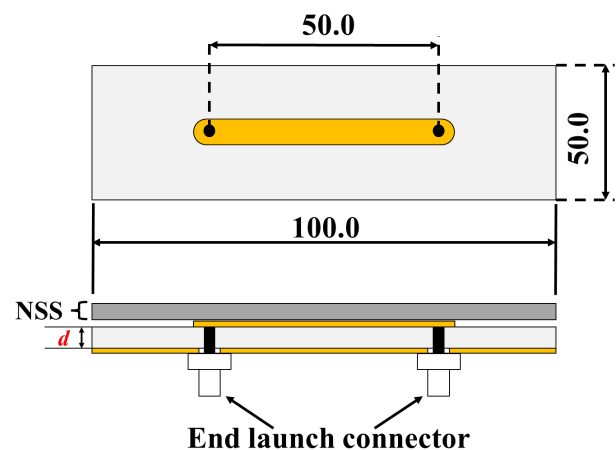


図 1 解析モデル

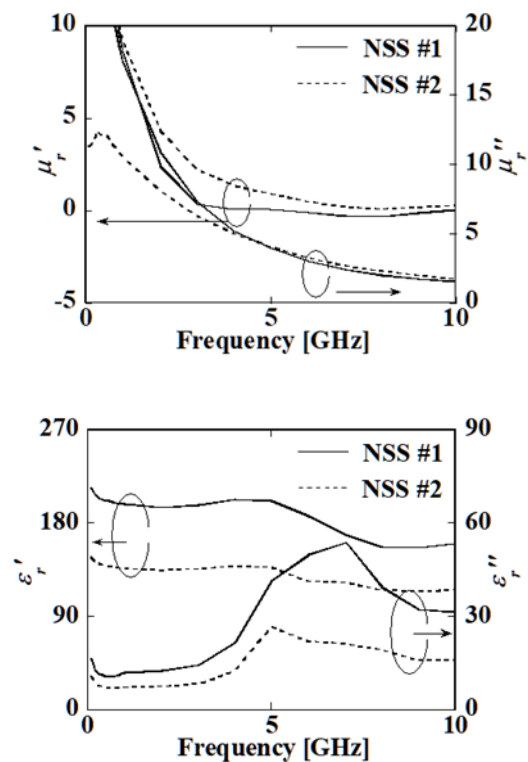
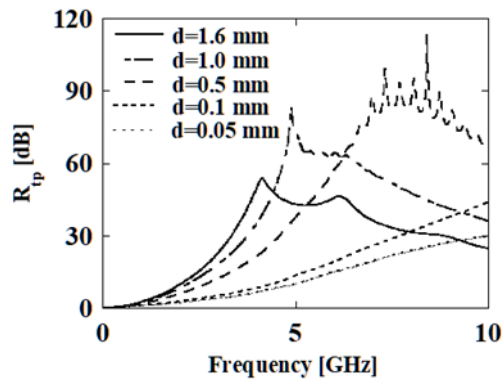
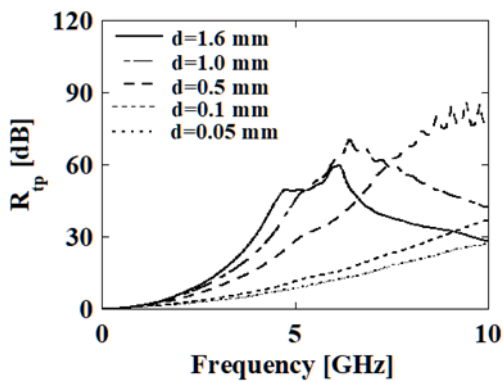


図 2 NSS の材料定数



(a) NSS#1



(b) NSS#2

図3 異なる基板厚における伝送減衰率(解析)

### 3. 解析結果

異なる基板厚における伝送減衰率  $R_{tp}$  の解析結果を図3に示す。基板厚が国際規格と同じ 1.6 mm とした場合、NSS#1 の伝送減衰率が 30 dB 以上となる周波数は 3.35 GHz であったのに対し、これより基板厚を薄くするに従い伝送減衰率のピークは高周波側にシフトしていくことがわかる。また、NSS#2 の場合においても同様に基板厚を薄くするに従い、高周波側にシフトしていくことが確認できる。以上のことから、NSS を配置するマイクロストリップ線路の基板厚を薄くすることにより、伝送減衰率のピークは高周波側にシフトすることを確認した。

ここで、この伝送減衰率の振る舞いについて考察する。NSS のノイズの抑制帯域は強磁性共鳴周波数と一致する。ここで、NSS も含む磁性材料の強磁性共鳴周波数  $f_{rd}$  は次式で書くことができる[7]。

$$f_{rd} = \frac{\gamma}{2\pi} \sqrt{\frac{M_s(H_k + N_d M_s)}{\mu_0}}$$

$\gamma$  は磁気回転比、 $M_s$  は飽和磁化、 $H_k$  は異方性磁界、 $N_d$  は反磁界係数、 $\mu_0$  は真空の透磁率を表す。次の式からわかるように、飽和磁化、異方性磁界は NSS によるもので線路形状に依らず一定であるのに対し、反磁界係数は線路形状

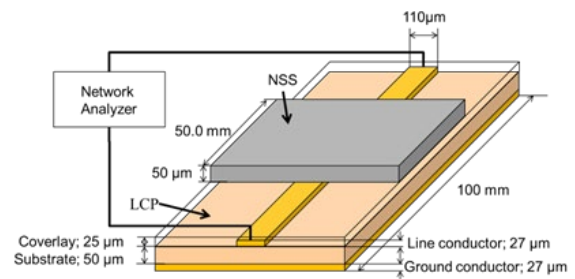


図4 測定系

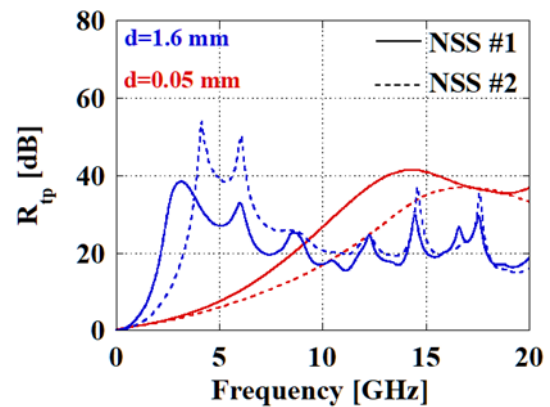


図5 伝送減衰率(実測)

に依存する。これより基板厚を薄くすることにより反磁界成分が増加し、強磁性共鳴周波数が高くなることで、伝送減衰率のピークが高周波側へと移行したと考えられる。

解析結果の妥当性について確認するため、実際に厚さ 0.05 mm の MSL 上に NSS を配置し、伝送減衰率を測定した。図4に測定系を示す。国際規格においては、50 mm の線路の先端にエンドランチコネクタを取り付けて信号を掃引するが、この MSL は基板厚が薄くエンドランチコネクタの取り付けが困難なため、線路長 100 mm の MSL の両端をプローブで接触し、線路上に配置する NSS の長さは 50 mm として測定を行った。伝送減衰率の測定結果について図5に示す。ここで、国際規格に準拠した方法で測定した伝送減衰率も合わせて示す。0.05 mm の基板上に作製した MSL 上に配置した NSS の伝送減衰率のピークは 10 GHz 以上にみられ、国際規格による方法に比べ高周波側に移行している。この振る舞いは解析においても同様に見られていることから、本解析による結果の妥当性について確認した。

### 4. むすび

基板厚の異なるマイクロストリップ線路上にノイズ抑制シートを配置した場合の効果について確認するため、ノイズ抑制効果を表す伝送減衰率について解析を行った。その結果、NSS の伝送減衰率のピークは基板厚を薄くするに従い、高周波側にシフトすることを確認した。これはプリント基板の厚みは薄くなるに従い、反磁界成分が大きくなり、強磁性共鳴周波数が高周波側に移行するためであると

考えられる。更に、解析結果の妥当性について検証するため、実際に測定をした結果、基板厚を薄くすることで、伝送減衰率のピークは高周波側に移行することを確認した。これより、NSSをEMC対策部品として基板等に使用する際には、使用する基板の特性も考慮する必要がある。

#### 【参考文献】

1. 平塚信之, “ノイズ抑制用磁性材料とその応用,”三松株式会社, May 2008.
2. 橋本修, “電波吸収体のはなし,”日刊工業新聞社, pp.2-6, Jun. 2001
3. 松尾良夫, “スピネル型ソフトフェライト,”電磁環境工学情報 EMC, No.232, pp.46-48, Aug, 2007
4. IEC62333-1, Ed.1, IEC62333-2 Ed.1, “Noise suppression Sheet for digital devices and equipment,”2006.
5. 橋本修, “高周波領域における材料定数測定法,”森北出版株式会社, pp.30-44, Aug. 2003.
6. The homepage of EAT Corporation [Online]. Available: <https://aetjapan.com/software/CST/Overview.php>
7. 山口正洋, 室賀翔, 浅妻裕己, “複素透磁率の周波数分散に対する反磁界の影響,”信学技報, EMCJ2013-21, pp.52-56, Jun.2013