

# 近傍界ノイズ抑制シートの開発

情報システム室 名和 礼成, 城之内 一茂  
商工労働部産業振興課 足達 幹雄

## Development of Noise Suppression Seat for near Field

Yukinari NAWA, Kazushige JOUNOUCHI and Mikio ADACHI

近年EMC対策部品のひとつとして注目されているノイズ抑制シートの開発を行った。材料として廃材の有効利用の目的もあり、誘電体としての炭素の性質に着目しサンプスギ木炭を選択し、ゴムに種々の割合でサンプスギ木炭を練り込んだサンプルシートを試作した。そして各種測定で評価を行い一定の効果があることを確認した。またサンプルシートとストリップライン治具をモデル化し、材料定数測定から得られたデータを用いて電磁界解析を行い、シミュレーションによる伝送減衰率の解析が有効であることを示した。

### 1. はじめに

近年、電子機器の高周波化・低電圧化にともないEMC・シグナルインテグリティの問題が顕在化している。EMC対策部品は、フェライトコアや各種シールド材等がすでに開発・製品化されているが、最近では電子機器内部のプリント基板に直接貼り付けるノイズ抑制シート(Noise Supression Sheet, 以下NSS)も製品化されている。NSSを評価する方法は、2006年5月にIEC62333<sup>1)</sup>として標準化された。市販・製品化されているNSSは、フェライト等の磁性材料を樹脂に練り込んだタイプが主流であるが、今回はNSSの材料として廃材を有効利用するという目的もあり、サンプスギ木炭をゴム樹脂に充填し、誘電体材料としての炭素(木炭)が持つノイズ抑制効果の検証を行った。

### 2. 実験方法

#### 2.1 サンプルシートの試作

サンプスギ木炭を粒径 $20\mu\text{m}$ 程度に粉碎し、ゴムに対する重量比率0%から70%まで、10%おきに木炭を充填した厚さ2mmのサンプルシートを8枚試作した。なお木炭粉の成分は、C86.3%、Ca7.4%、K3.5%他となっている。

#### 2.2 伝送減衰率 $R_{tp}$ 測定

この測定はIEC62333で規定されている。図1のような構成のストリップライン治具を用いて行う。基板厚みが1.6mmのテフロン基板を用い、中央に特性インピーダンスが $50\Omega$ になるようなマイクロストリップラインがもうけられている。この上に

NSSを敷き、グランドプレーンに取り付けられた二つのSMAコネクタをネットワークアナライザに接続し、反射特性( $S_{11}$ )、透過特性( $S_{21}$ )を測定し、伝送減衰率 $R_{tp}$ は式(1)で定義される。

$$R_{tp} = -10 \log \frac{10^{S_{21}/10}}{1 - 10^{S_{11}/10}} \quad (1)$$

今回は、伝送減衰率及び輻射抑制率両方の測定に対応可能なストリップライン治具を作成し、特性インピーダンスを確認<sup>2)</sup>後、測定した。

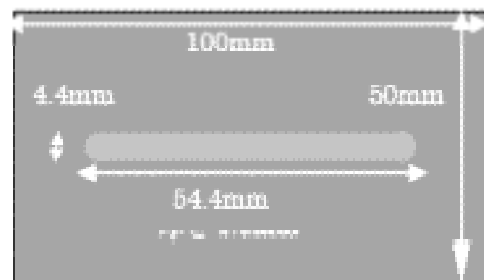


図1 ストリップライン治具

#### 2.3 輻射抑制率 $R_{rs}$ 測定

この測定もIEC62333で規定されている。伝送減衰率測定と同じストリップライン治具を用いて行う。ただしSMAコネクタの片端に信号源、片端は $50\Omega$ で終端をし、 $55.2\text{mm} \times 4.7\text{mm}$ の短冊状にしたNSSをマイクロストリップラインのちょうど真上に乗せ、3m離れた受信アンテナでの輻射電力を測定する。測定方法はCISPR22に準ずる。NSS無装

荷時の測定電力を $P_0$ 、装荷時の測定電力を $P_1$ とすると、輻射抑制率 $R_{rs}$ は式(II)で定義される。

$$R_{rs} = -10 \log \frac{P_1}{P_0} \quad (II)$$

通常は発信源としてSGを使用するが、同軸ケーブルからの放射妨害を考慮し、極力短くつなぐため東葛テクノプラザから借りたコムジェネレータ(ELENA:MG-031)を発信器として採用した。図2に概念図を示す。

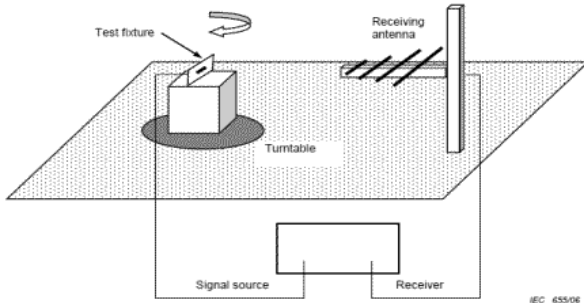


図2 輻射抑制率測定概念図

#### 2.4 KEC法によるシールド効果測定

KECとは(社)関西電子工業振興センターの略でそのKECが開発した近傍界の電界シールド効果および磁界のシールド効果測定方法である。電界測定用のTEMセル型治具と、磁界測定用のシールド型1/4円形ループアンテナ治具を使い分ける。図3に測定概念図を示す。このときNSSがない時の電界を $E_0$ (磁界 $H_0$ )、NSSを挟んだ時の電界を $E_1$ (磁界 $H_1$ )とした場合、シールド効果は式(III)で定義される。

$$SE = -20 \log \frac{E_1}{E_0} \quad \text{または} \quad \frac{H_1}{H_0} \quad (III)$$

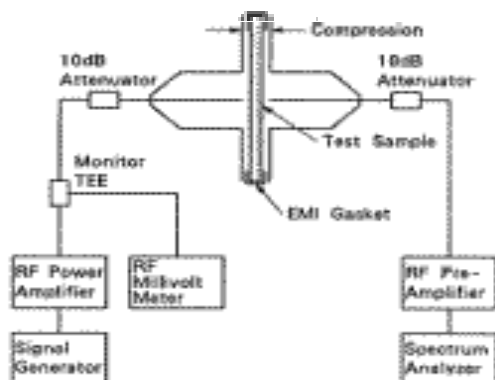


図3 KEC法測定概念図

### 3. 結果及び考察

図4に伝送減衰率 $R_{tp}$ の測定結果を、図5に輻射抑制率 $R_{rs}$ の測定結果を、図6、図7にKEC法によるシールド効果の測定結果を示す。

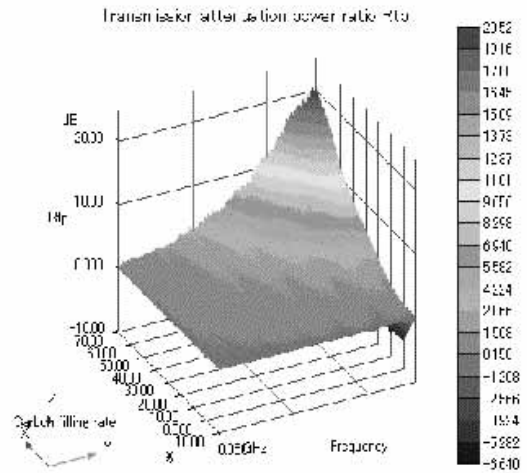


図4 NSSの伝送減衰率 $R_{tp}$

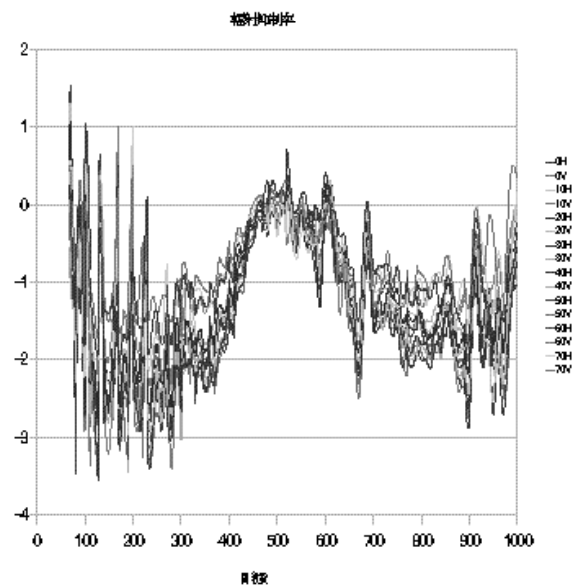


図5 NSSの輻射抑制率 $R_{rs}$

伝送減衰率は、炭素充填率が高くなるほど、また周波数が高くなるほど効果があらわれることがわかる。輻射抑制率は1GHzまでの測定であり、測定帯域内での効果は確認できなかった。これは伝送減衰率も3GHz以下では効果があらわれないことも一致するが、測定結果を見ると周波数帯によ

っては理論上ありえないことだが、増幅しているようにも見える帯域もある。輻射抑制率測定については、電波暗室やアンテナの特性、アンテナ高さやテーブル角度の位置決めも誤差要因になりうるので正確な測定は容易ではないと思われる。KEC法からは図6から低周波域で10dB程度電界シールド効果が認められるが、磁界についてはシールド性能は持たないことが確認できる。

NSSの材質そのものとしての電気的特性を知る必要がある。そこで同軸管反射法によりNSSの材料定数となる比誘電率と誘電正接の測定を行った。この結果を図8、図9に示す。これから低周波ほど、また炭素充填率が高いほど高誘電率、高誘電正接であることがわかる。なお金属成分はもたないため比透磁率はほぼ1である。これからKEC法の結果で低周波での電界シールド効果が高いこと、

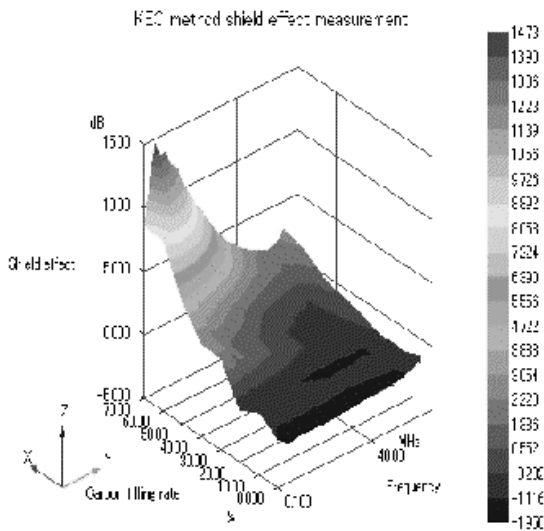


図6 KEC法によるシールド効果（電界）

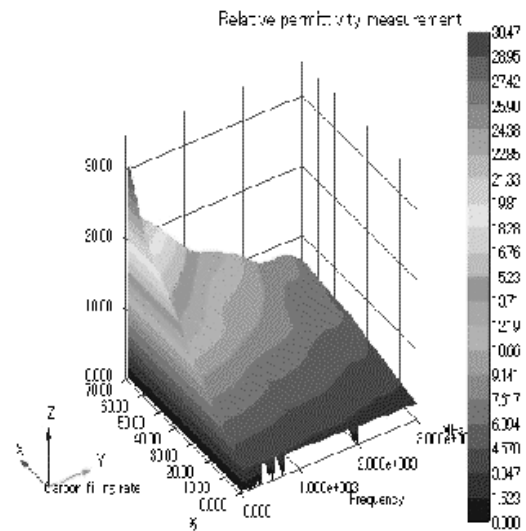


図8 NSSの比誘電率

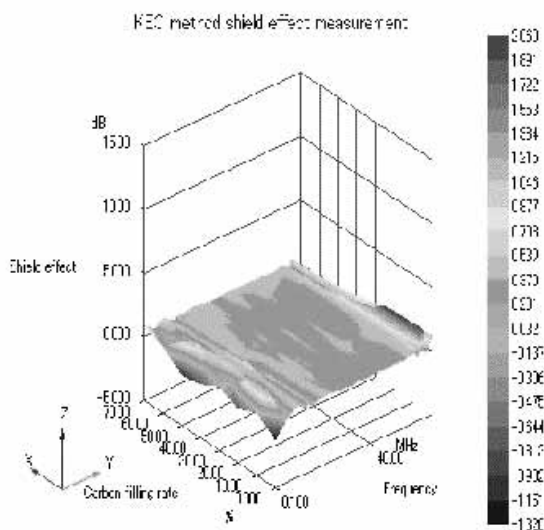


図7 KEC法によるシールド効果（磁界）

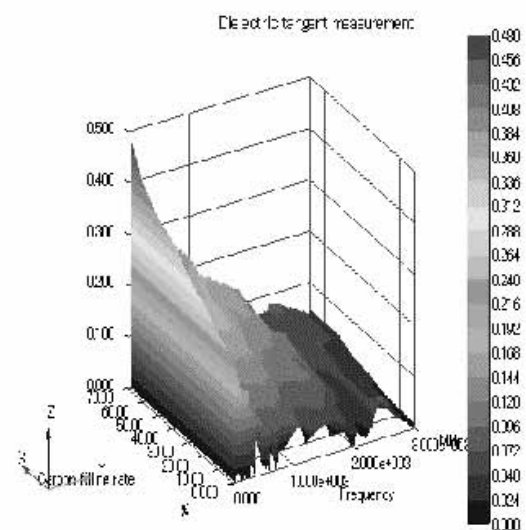


図9 NSSの誘電正接

これら3種類の測定は規格準拠とはいえ、測定結果はあくまで治具形状による条件の下なので、

磁界でのシールド効果がないことが材料定数の特性からも裏づけられる。

また、この電気的特性と伝送減衰率Rtpの関係を求めるため電磁界シミュレータにより解析を行った。伝送減衰率測定で使用したストリップライン治具をモデル化し、最も効果があるサンプル木炭70%充填シートの比誘電率、誘電正接のデータを用いて解析を行った。なお今回用いたシミュレータはメモリ16MBまでの機能制限版であるが、無料で使用できるモーメント法に基づくSonnetLite<sup>3)</sup>である。

結果を図10に示す。S11とS21、これらから式(I)により導出されるRtpを、測定値と解析値についてそれぞれ示している。これらから2GHz程度までであれば解析値と測定値がよくあっていることがわかる。

このことから代表的なサンプルNSSの材料定数測定により、図8や図9のような形で充填物質と周波数と材料定数の関係を把握さえしておけば、目的とする周波数帯における比誘電率や比透磁率、シートの厚さをパラメータとし、伝送減衰率Rtpを解析によりあらかじめ見積もることができる可能性があり、積層シートのようなより複雑なNSS開発ではより有効な方法となりえる。

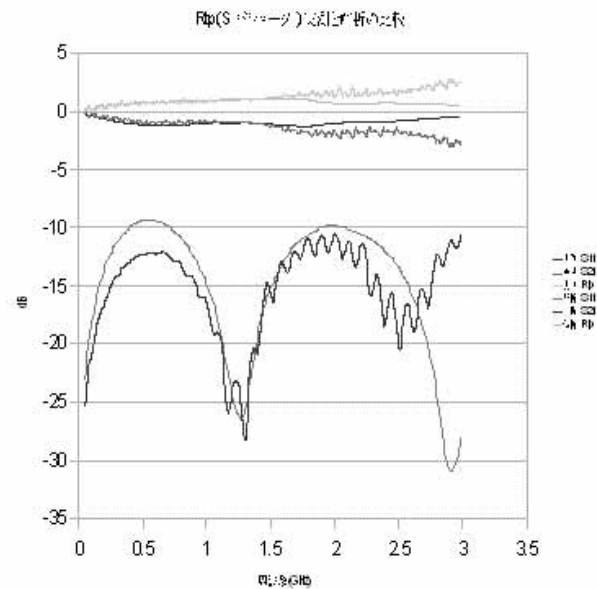


図10 伝送減衰率Rtpの実測と解析の比較

#### 4. まとめ

サンプル木炭を誘電体材料として用いたNSSのサンプルシートを各種試作し、IEC62333で規定される伝送減衰率と輻射抑制率、またKEC法によるシールド効果の測定をした。この結果から3GHz以上での効果を伝送減衰率測定で確認をした。また1MHz以下の低周波電界についてもシールド効果があることを確認した。またコンピュータを利用した電磁界解析により、材料定数から伝送減衰率測定シミュレーションが有効であることも示した。

#### 参考文献

- 1) IEC62333 : Noise suppression sheet for digital devices and equipment(2006-05)
- 2) Brian C. Wadell, Transmission Line Design Handbook, Artech House, ISBN:0-89006-436-9, (1991)
- 3) 石飛徳昌, SONNET入門 (2007), ソネット技研 <http://www.sonnetsoftware.co.jp/free/>
- 4) 「電磁遮蔽&電波吸収実践技術マニュアル」, 三松, ISBN:4-903242-13-7, (2006)