

環境配慮型ノイズ抑制シートの開発 —ハロゲンフリー・バスタレイド—

粟倉 由夫・阿部 泰洋・鈴木 裕
阿部 正和・前原 康子・佐藤 光晴

要 旨

ノートPCや携帯電話をはじめとする情報・通信機器の発展にともない、電磁ノイズの発生しやすい設計環境が急増しています。NECトーキンでは、ノイズ対策をより簡単に、より安全に実施できることを目的として、世界に先駆けてノイズ抑制シートを開発してきました。一方で、環境対応については欧州のRoHS指令などで規制される特定有害物質の不使用はもちろんのこと、グリーン調達に対応する製品化を目的として、環境配慮型製品の開発を促進する取り組みを行っています。その成果の1つとして、ノイズ抑制効果の高性能化（透磁率60）と難燃化（米国UL規格UL94V-0）を両立した、ハロゲンフリー・ノイズ抑制シートを製品化しましたので紹介します。

キーワード

- 電磁ノイズ ●ハロゲンフリー ●ノイズ抑制シート ●バスタレイド ●難燃性
- 透磁率 ●吸収 ●伝導性ノイズ ●グリーン調達

1. まえがき

情報・通信機器の発展にともないデジタル信号の周波数が著しく向上し、電磁ノイズの発生しやすい設計環境が増えてきています。そのために機器の開発は、機能設計と同時に電磁ノイズ対策の必要性がよりいっそう高まってきています。そこでNECトーキンでは、ノイズ対策をより簡単に、より安全に実施できることを目的としてノイズ抑制シート（製品名：「バスタレイド」）¹⁾を開発・製品化してきました。

ノイズ抑制シートとは、磁性粉末とバインダーで構成される複合材料で、携帯電話にも使用されているギガヘルツ(GHz)帯のような高周波数帯域において、電磁ノイズに対する優れた抑制効果を発揮します。ノイズの放射源などに貼って使用しますが、シート形状を持ち、柔軟性を有するため（写真1）、平面以外の摺動部やケーブルに巻き付けることも可能です。また、シートの厚みは25 μ m~1mmと薄く、小型・薄型化が顕著である電子機器への周波数10MHz以上での簡便なノイズ対策として、国内を中心に広く用いられるようになってきています。

一方で、欧州のRoHS指令などの特定有害物質の使用制限に関しては、発売当初から一貫して対応してきています。さらに、近年は環境配慮型商品の開発を促進しており、グリーン

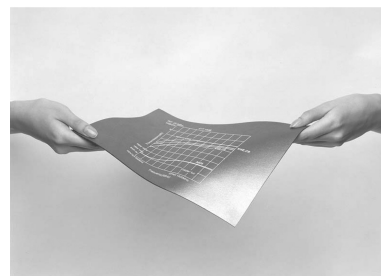


写真1 ノイズ抑制シート「バスタレイド」

調達に対応する製品化を目的として、ハロゲンを一切含まず、有機リンや可塑剤（フタル酸エステル）も添加しない「環境対応型のノイズ抑制シートの開発」に取り組んできました。

本稿では高性能化と難燃化（安全性）の両立と、環境対応を実現したノイズ抑制シートについて紹介します。

2. 環境対応と高性能ノイズ抑制シートの開発

2.1 ハロゲンフリー難燃化

電子機器に使用されているプラスチックには難燃性が要求されます。これは火災に対する安全性の観点から、電子機器

はイレギュラーな使用による発熱やショートで発火した場合においても、燃えにくい、あるいは自己消火する設計としています。

しかし、大抵のプラスチックは炭素と水素などから構成される高分子化合物であるため可燃性です。したがって難燃性を付与するには不活性な物質を添加するといった手法を用います。従来は臭素系化合物と三酸化アンチモンとの組み合わせが一般的です。

これに対してノイズ抑制シートは電磁ノイズを抑制（吸収）する磁性粉末とそれを結着させるバインダー（高分子化合物）で構成されています。磁性粉末は磁気特性が高く、環境に対する安全性にも優れた金属合金粉末（Fe-Si-Al粉末など）ですが、300~400℃と高温になると急激に酸化しやすくなる性質があります。

燃焼とは物質が発熱をとめない化学反応する現象であり、高分子化合物と金属合金粉末は高温になるとよく酸化します。さらに、難燃化を難しているのは磁気特性を向上させるため、バインダー内部により多くの磁性粉末を含有させることが必要であり、難燃性に寄与する材料の添加量が制限されるからです。配合はノイズ抑制シートの性能を考慮しつつ、難燃性などの全体でのバランスにより決定します。したがって、通常の電子機器の筐体や部品に使用されているプラスチックと比較してノイズ抑制シートの難燃化は容易ではありません。

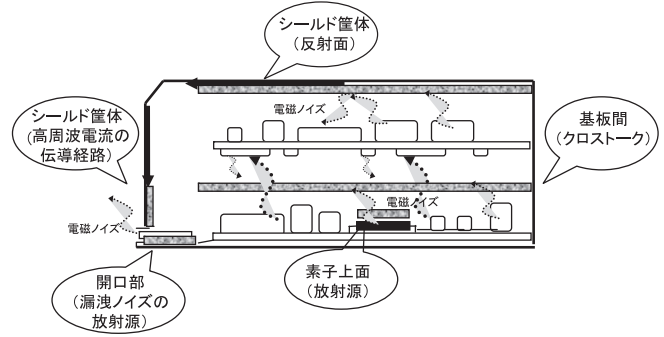


図1 ノイズ抑制シートの使用例

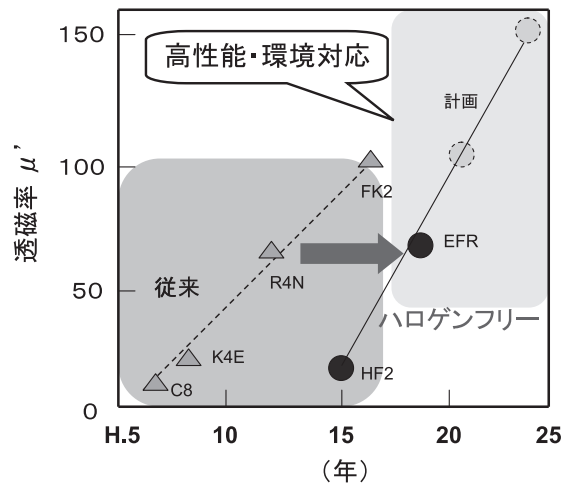


図2 ノイズ抑制シートの透磁率の推移

ノイズ抑制シートの透磁率を向上させるには、シートの磁化を大きくして異方性磁界を小さくすることにより実現できます。これらの手法をとることにより、透磁率を改善してきました。図2に年代別に示したグラフを示します。

一方で環境に対する取り組みとして、ハロゲンフリーで高性能化と難燃性の両立を検討しました。難燃性を付与するには、最適なハロゲンフリーのバインダーを選定し、できるだけ可燃性物質を減量化しました。さらに不燃性ガスを発生させる材料を添加して、自己消火性を実現しました。

2.3 ハロゲンフリー・ノイズ抑制シートの開発事例

ハロゲンを含まずに難燃性（UL94V-0）を有したノイズ抑制シートとしては、2003年にバスタレイド「HF2」を商品化

2.2 ノイズ抑制シートの設計²⁾

ノイズ抑制シートは電磁ノイズの放射源に貼り付ける、あるいは電流として伝導している箇所に配置するといった方法で用いられます（図1）。この場合、放射源とノイズ抑制シートの距離は電磁ノイズの波長よりも短い、近傍電磁界の領域になります。したがって、電磁ノイズが反射しないようにするにはノイズ抑制シートの表面抵抗を高くすることが必要です。磁性粉末は金属粉末であり、電気の良導体です。これを絶縁化するにはバインダーで表面を覆うことが有効です。

ここで電磁ノイズが抑制されるメカニズムを説明します。まず、ノイズ抑制シートの表面で電磁ノイズを反射させずにシート内部に取り込みます。次に主として磁気損失により減衰させ熱に変換され消費されます。したがって、損失が大きい磁性粉末がノイズ抑制効果に有効であり、透磁率の大きい材料が優れています。

しました。これは放熱対策にも適用できる高熱伝導性 (2.0W/mK) を備えたノイズ抑制シートです。今回は、ハロゲンフリーでは両立が難しいとされる難燃性UL94V-0 (厚み $t=0.1\sim 1.0$ mm) の付与と透磁率 (複素透磁率の実数項) 60以上を実現した高性能なノイズ抑制シート・バスタレイド「EFR」を開発し製品化しました (写真2)。

製品の仕様を比較するため、表1に従来製品のバスタレイド「R4N」を併記します。バスタレイド「EFR」はノイズ対策で実績のあるバスタレイド「R4N」と比べて遜色の無いことがわかります。図3には「EFR」と「R4N」における透磁率の周波数依存性のグラフを示します。透磁率の実数項は、エネルギー蓄積量、虚数項はエネルギー損失量を示し、いずれも大きい方がノイズ抑制効果は高くなります。これらは、ほぼ同等の特性であることが確認できます。

次に、電子機器のプリント基板パターンを伝導する電磁ノイズ (高周波電流) を想定した (インピーダンスが 50Ω のマイクロストリップライン) 測定系 (図4) で、ノイズ抑制



写真2 ノイズ抑制シート・バスタレイド「EFR」

表1 ハロゲンフリー・ノイズ抑制シートの仕様

特長	新製品	従来製品
仕様	EFR	R4N
構造	単層	
ノイズ抑制有効周波数	10MHz to 3GHz	
透磁率 μ'	f=1 MHz 60	
使用温度 (°C)	-45 ~ +105	-25 ~ +85
標準厚み (mm)	0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0	
寸法	標準(mm)	80 × 80
	最大(mm)	240 × 240
比重	2.8 (typ.)	3.1 (typ.)
引張強度 (Mpa)	3.6 (min.)	3.8 (min.)
表面抵抗値 (Ω)	1.0×10^6 (min.)	
取得規格	UL94 V-0 (File No. E176124)	
環境対応性	ハロゲンフリー	対応
	RoHS指令	対応

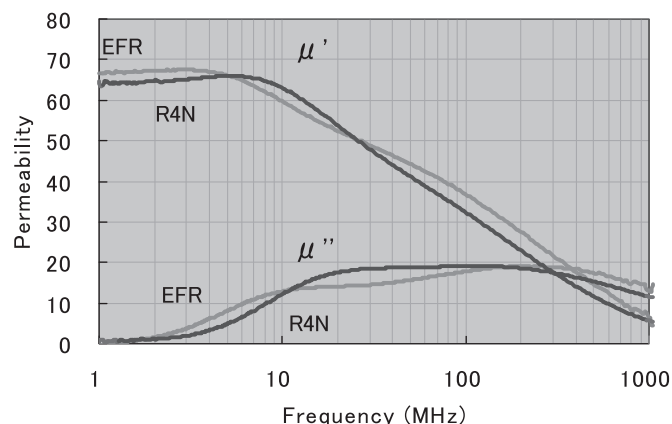
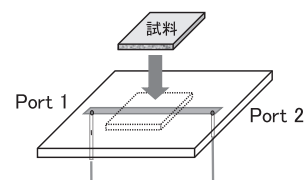


図3 ノイズ抑制シートの透磁率



Substrate:FR-4, t=1.6[mm] 100mm square Microstrip line:Zc=50[Ω]

図4 伝導性ノイズ抑制効果の測定系

シートを配置した場合の伝導性ノイズに対する抑制効果を評価しました。結果を図5に示します。これは伝送特性の入射に対して損失量を評価しています。最大量を1と規格化してい

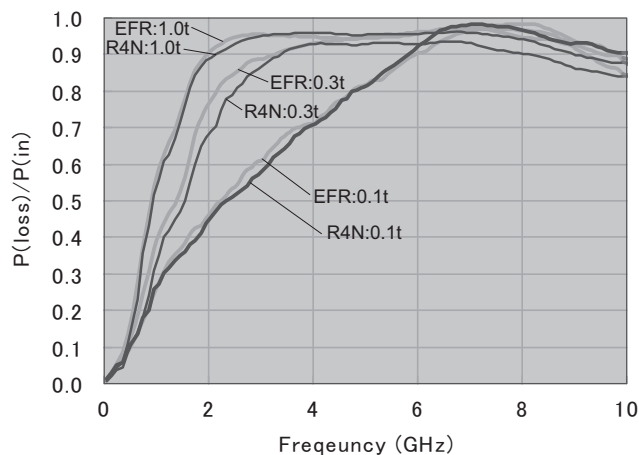


図5 ノイズ抑制シートの伝導性ノイズ抑制効果

るので1に近づくほど損失が大きいことを意味しています。伝導性ノイズに対しても「EFR」は「R4N」と同じような損失量を示すことが確認されています。また、周波数3GHzまでは、損失量はシートの厚み依存性が観察されています。

2.4 環境配慮型への取り組み

高性能化と難燃性を両立した「バスタレイド」は、発売当初から環境への負荷となる物質を適用せずに設計して製品化しています。今回、新規に製品化したバスタレイド「EFR」について、RoHS指令の対象となっている6物質（鉛・水銀・カドミウム・六価クロム・ポリブロモビフェニル・ポリブロモジフェニルエーテル）の含有量を第三者機関によって評価しました。結果を表2に示します。いずれも検出限界以下であって、含有していないことが確認できました。

ハロゲンフリーの解釈としては、日本プリント回路工業会などで、表3の条件をもとにハロゲンフリー材かどうかを判断すると定義されています。そこで、バスタレイド「EFR」のハロゲン量について、ハロゲンであるフッ素、塩素、臭素、ヨウ素の量をイオンクロマトグラフィーで分析を行いました。分析の結果を表4に示します。フッ素、臭素、ヨウ素については検出限界以下で含有していないことが確認されました。塩素については900ppmの規格値に対してわずか15ppmに抑えることができ、ハロゲンフリーを実現することができました。

表2 RoHS指令対象物質の含有量評価結果

検査項目	分析結果	検出限界
カドミウム	不検出	1.6ppm未満
鉛	不検出	10ppm未満
水銀	不検出	0.2ppm未満
六価クロム	不検出	1.0ppm未満
ポリブロモビフェニル	不検出	5.0ppm未満
ポリブロモジフェニルエーテ	不検出	5.0ppm未満

表3 ハロゲンフリー材の定義

項目	詳細
塩素 (Cl) 含有率	0.09wt% (900ppm) 以下
臭素 (Br) 含有率	0.09wt% (900ppm) 以下
塩素 (Cl) および臭素 (Br) 含有率総量	0.15wt% (1500ppm) 以下

表4 バスタレイド「EFR」のハロゲン量

フッ素	塩素	臭素	ヨウ素
5ppm以下	15ppm	5ppm以下	1ppm以下

3. むすび

高性能化と難燃性を両立させたハロゲンフリーのノイズ抑制シートとして、透磁率が60で難燃性UL94V-0を満足するバスタレイド「EFR」を製品化しました。今後はさらなる環境に対する取り組みを進めるとともに、抑制効果の高いノイズ抑制シートの開発をめざしてまいります。

参考文献

- ノイズ抑制シート・バスタレイド カタログ
http://www.nec-tokin.com/product/pdf_dl/BUSTERAID.pdf
- 「次世代電波吸収体の技術と応用展開」,シーエムシー出版,2003

執筆者プロフィール

粟倉 由夫
NECトーキン
EMC事業部開発部
主任

阿部 泰洋
NECトーキン
EMC事業部開発部

鈴木 裕
NECトーキン
EMC事業部開発部
マネージャー

阿部 正和
NECトーキン
EMC事業部製品技術部

前原 康子
NECトーキン
EMC事業部製品技術部

佐藤 光晴
NECトーキン
EMC事業部製品技術部
グループマネージャー

●本論文に関する詳細は下記をご覧ください。

関連URL

http://www.nec-tokin.com/product/pdf_dl/BUSTERAID.pdf
<http://www.nec-tokin.com/product/busteraid/>