

マイクロ波磁性体を応用した セキュリティ対策用電波吸収体の開発

報 告 書

平成 2 3 年 3 月

財団法人 ニューメディア開発協会



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp>

序

わが国の経済・社会構造の高度化にあたり、情報・機械産業をめぐる経済的、社会的諸条件は急速な変化を見せており、ゆとりと豊かさを実感できる社会生活における環境、都市、防災、住宅、福祉、教育等、直面する問題の解決を図るためには技術開発力の強化に加えて、多様化、高度化する社会的ニーズに適応する情報・機械システムの研究開発が必要です。

このような社会情勢の変化に対応するため、財団法人ニューメディア開発協会では、財団法人J K Aから自転車等機械工業振興事業に関する補助金の交付を受けて、ニューメディアを開発・普及する補助事業を実施しております。

本「マイクロ波磁性体を応用したセキュリティ対策用電波吸収体の開発」は、ニューメディア情報システムの開発事業の一環として、当協会が株式会社 祥起に委託し、実施した成果をまとめたもので、関係諸分野の皆様方にお役に立てれば幸いです。

平成23年3月

財団法人 ニューメディア開発協会

目 次

	ページ
1. はじめに	4
2. 概 要	5
(1) 利用分野	5
(2) 開発経過	5
3. 開発内容	7
(1) 製品仕様	7
(2) 設 計	7
(3) 試 作	9
(4) 評 価	1 1
(5) 考 察	1 8
4. 今後の予定	1 9
5. おわりに	2 0

付録：講演会論文

1. はじめに

近年携帯電話や地上デジタルTVなど無線製品の普及が始まり、オフィスや家庭ではパソコンや家電製品が普及し、様々な通信用電波や高周波ノイズが飛交う状況であるが、遠からず電波障害や健康被害など社会問題が起こることが予想される。これらの問題を軽減する技術として電波吸収体が注目されている。

従来の電波吸収体は材料面から言えば ①カーボンなどの導電性材料、②発泡ウレタンにカーボンを含浸させた誘電性材料、③磁性材料であるフェライトなどが使われてきた。今日様々な電波吸収体の実現しているが基本的にはこれら3種類の材料を組合せて構成しているものが多い。

今回の開発においては従来の方式と異なり、繊維織物に強磁性体金属をめっきした新しい構成原理による高周波磁性体(マイクロ波磁性体)を考案したものだが、これにより高周波でも動作する薄型軽量広帯域な電波吸収体の実現を目指しており、近傍界製品として知られるノイズ抑制シートを開発して実用化することでその基本性能を確認し、今後予想される電波障害や健康障害の防止に役立てることが目的であり、早期に商品化して各分野へ広げていきたいと考える。

2. 概 要

1) 利用分野

別紙に電波吸収体の利用分野を示す。

電波吸収体は従来主に以下の分野で利用されている。

- ①通信障害対策 : T Vゴーストや無線LANなどの障害対策)
- ②レーダ偽造対策 : 航空レーダ、船舶レーダなどの対策
- ③評価設備 : E M C電波暗室（電波暗箱）
- ④ノイズ対策 : パソコン(周辺機器)、携帯電話等の電子機器、自動車機器など

本委託開発はこのうちノイズ対策の分野に属する製品、ノイズ抑制シート（Noise suppression sheet）の試作開発を行うものである。

2) 開発経過

別紙に今回の開発経過を示す。

2010年5月から2011年3月までの約1年間に以下の業務を行った。

- ・ 製品仕様の検討
- ・ 磁性シートの設計
- ・ 磁性シートの試作
- ・ ノイズ抑制シートの評価方法の検討、評価試験
- ・ 抵抗シート（抵抗膜）の調査・選定・評価
- ・ 製品設計と試作評価
- ・ 開発内容のまとめ（調査研究報告書作成）

別紙　：　電波吸収体の利用分野

別紙　：　開発経過

3. 開発内容

繊維を織ってめっきを施した新しい構成原理のマイクロ波磁性体を利用してノイズ抑制シートの試作開発を行った。ノイズ吸収性能を上げるため磁性体シートに抵抗膜シートを貼り付ける構成とし、これにより当面必要なノイズ吸収性能を実現できる見通しを得た。

(1) 製品仕様

客先や市場(電子機器や自動車搭載機器など)の要求条件を元にノイズ抑制シートの製品仕様を検討し、以下のようにまとめた。詳細別紙参照。(市販の類似製品も参考)

- ・ 特長 : 薄型軽量広帯域
- ・ 厚さ : 0.3mm 以下(柔軟い素材)
- ・ 有効周波数 : 100M~10GHz
- ・ 耐熱性 : 150℃ 以下
- ・ 使用温度範囲 : -25~+85℃

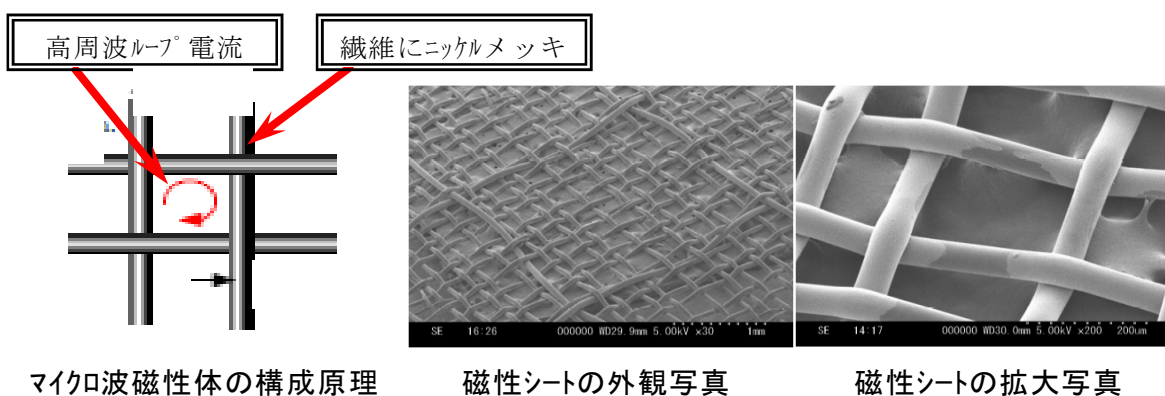
(2) 設 計

1) 磁性シートの設計 = マイクロ波磁性体の構成原理

本製品の基本素材であるマイクロ波磁性体の構成原理を以下に示す。

弊社ではポリエステル等の絶縁繊維をタテヨコのメッシュ状に織って薄い布状シートとし、これにニッケル等の強磁性体金属を薄くメッキすることで高周波帯域(100MHz~10GHz)でも動作する磁性特性が得られることを発見した。

■磁性特性発現のメカニズム：金属表面の表皮効果、繊維形状から来る減磁効果、メッシュのループインダクタンス等の相乗効果で磁性特性が生じるとの理論。



マイクロ波磁性体の理論は技術講演会などで発表しており論文を参照されたい。

＊技術論文「新しいマイクロ波磁性体の特性と応用」、「強磁性体ワイヤーメッシュによるマイクロ波磁性体の分析」技術情報協会 (2007.12、東京)

別紙　：　ノイズ抑制シートの製品仕様（案）

2) 抵抗シートの選定

磁性シートの性能強化のため抵抗シートを貼り合せて使う構成とし、各種抵抗シートを調査の結果下記3種類に絞って検討した。

* 抵抗シートの仕様 (3種類)

■ カーボン和紙

- ・ 構成 : 和紙にカーボン繊維を漉き込んだもの
- ・ サイズ : A4 ・ 厚さ : 約 0.1mm ・ 抵抗値 : 40~180 Ω (A4 の場合)

■ カーボンナノチューブ (CNT) 導電シート

- ・ 構成 : 樹脂シートにカーボンナノチューブ塗料を塗布したもの
- ・ サイズ : A4 ・ 厚さ : 0.25~0.85mm ・ 抵抗値 : 100~300 Ω (A4 の場合)

■ アルミシート

- ・ 構成 : 樹脂シートにアルミなど金属を薄型蒸着したもの
- ・ サイズ : A4 ・ 厚さ : アルミ厚 80~300 Å ・ 抵抗値 : 40 Ω ~ 3K Ω (A4 の場合)

(3) 試作

製品仕様に対応して磁性シートの構成仕様(構造・材質)を決めて試作を行った。

1) 試作仕様

■ 繊維織物の仕様

- ・ シートサイズ : 幅 160 cm × 長さ 50 m (反物巻き)
- ・ 繊維材質 : ポリエステル
- ・ 繊維径 : 27 μm
- ・ 織物組織 : 平織り (縦横 130 本/インチ)

■ ニッケルめっきの仕様

- ・ めっきの種類 : ニッケル・ボロン合金、無電界めっき
- ・ ボロン含有量 : 1~3 %。
- ・ めっき厚 : 0.1 μm (typ)

2) 試作結果

試作品の外観を別紙写真に示す。

外観としては問題なく、またニッケルのめっき厚を測定し仕様通りの厚さであることを確認した。

別紙： 試作品の写真（反物、メッシュ拡大、アルミシート、商品試作）

(4) 評価

電磁遮蔽材(シールド材)や電波吸収体の測定方法には各種方法が提案されているが(例:シールド材ではMIL-STD-285法、同軸管法、KEC法、吸収体では自由空間法、同軸管法など)、今回のノイズ抑制シートの測定評価にあたり国際標準規格 IEC62333 で定められた方法を用いて評価した。

1) 測定方法

国際標準規格 IEC62333 デジタル機器のノイズ抑制シートの測定方法(Noise Suppression Sheet for Digital Devices and Equipment)の概要を下記に示す。(詳細別紙)

①伝送減衰率 (Rtp) :

伝送線路を伝わる伝導ノイズがノイズ抑制シートを装着することによりどのくらい減衰するかを表す量。

②相互減結合率 (Rde) :

2つのプリント基板間またはデバイス間の結合がノイズ抑制シートを間に装着したときに軽減される量(透過減衰量)

③内部減結合率 (Rda) :

伝送ライン間や基板内の部品間の結合がシートを平行に装着することでどのくらい減衰するかを表す量。

④輻射抑制率 (Rrs) :

回路基板から空間へ放射されるノイズがシートを装着することでどの程度抑制されるかを表す量。(電波暗室10m法、3m法で測定)

2) 測定結果

磁性シート単体、及び磁性シート+抵抗シートの組合せで測った結果(概要)を下表に示す。また代表的な測定データと測定の様子を写した写真を別紙に示す。

■測定結果の概要 [総合評価 ○:特性良好 △:かなり良いが改善要 ×:特性悪い(改善要)]

測定項目	伝送減衰率 Rtp	相互減結合率 Rde	内部減結合率 Rda	輻射抑制率 Rrs
測定内容	伝導ノイズ減衰量	透過減衰量	部品間干渉	放射ノイズ
磁性シート(単体)	○(広帯域)	△(1層 NG 多層 OK)	×	×
磁性シート+カーボン和紙	○(広帯域)	○	×	×
磁性シート+ナノチューブ	○(広帯域)	×	×	×
磁性シート+アルミシート	○(広帯域)	△(膜厚バラツキ大)	×	×
(参考)市販製品(A社)	△(狭帯域)	△	△	△

別紙　：　測定構成図（IEC62333）

別紙　：　測定風景（４種測定）

別紙　：　測定データ（カーボン和紙：Rtp_Rde）

別紙　：　測定データ（カーボンナノチューブ：Rtp_Rde）

別紙　：　測定データ（アルミシート：Rtp_Rde）

別紙 : 測定データ (磁性シート+アルミシート : Rda)

別紙 : 測定データ (磁性シート+カーボンナノチューブ導電シート : Rda)

別紙 : 測定データ (Rrs 概要)

別紙 : 測定データ (Rrs スペクトル)

(5) 考 察

試作品の測定評価を通じて以下のような点が明らかになった。

1) 磁性シート単体の性能

- ① 伝導ノイズ吸収特性(R_{tp})については目標の性能が出た。本磁性シートは1層構成でも伝導ノイズ(R_{tp})に対して大きな効果がある。(5～7dB 減衰:目標 6dB @1GHz)
- ② 透過吸収特性(R_{de})については磁性体1層では性能不足であるが、多層(4～8層)に重ねると減衰が深まり効果が上がる。(1層 0.5dB⇒8層 2.5dB@1GHz)
- ③ 残る2つの項目(内部減結合率 R_{da} 、輻射抑制率 R_{rs})については低周波(100MHz～1GHz)では電波吸収特性を示さなかった(減衰しない)。高周波(1GHz～10GHz)については未測定で今後行う予定である。

2) 磁性シートと抵抗シートの組合せ性能

磁性シートの性能(特に透過減衰特性 R_{de})を補うために抵抗やその他材料(金属)を利用して性能補完する方法を採ったが、カーボン和紙やアルミシート(薄型蒸着)を併用することでかなり改善できることが分った。(測定例:和紙 R_{de} -5dB @2GHz、目標-6dB@2GHz)

3) まとめ

(i) 考案したマイクロ波磁性体のシートをノイズ抑制シートとして測った結果、性能の出ている項目と出ていない項目があることが分ったので今後設計的に改良する必要がある。(繊維糸の線径、メッシュ間隔、めっき厚の最適化など設計理論と照らして検討要)

(ii) 国際標準規格(IEC62333)による測定はひとつの評価方法の目安として行ったものであるが、この測定方法は測定モデル(機器構成)、測定サンプルの大きさ・形状等の点で実際の応用用途と必ずしも合っていない可能性があり製品毎に検証する必要がある。例えばサンプルサイズは規格では55mm×5mm(輻射抑制率測定の場合)と比較的小さいが、本製品ではもっと大きなサイズ(A4大～1m以上)の応用市場を目指しており、測定モデルが異なると思われる。

いずれにしてもこのマイクロ波磁性体は他の電波吸収材にはない柔かい繊維素材でできており、この特性を生かして最適な用途に適用したいと考える。

4. 今後の予定

本製品は従来にない薄型軽量広帯域な製品を目指したもので、今回の開発で基本的な性能(構造、形状、材質、電気的特性など)を確認でき今後の商品化への大きなステップとなった。

1) 適用分野

ノイズ抑制シートは市場規模年間100億円と言われるが、今回開発した製品については以下のような適用分野を考えている。

- ①電子機器のノイズ対策（パソコン、テレビ、携帯電話・・・）
- ②自動車のノイズ対策（電気自動車、ハイブリット車搭載の電子機器、配線、表示装置）
- ③医療機器のノイズ対策
- ④電波暗室（暗箱）の電磁波漏れ対策
- ⑤建設材料（壁・窓ガラス用電波吸収材）
- ⑥その他（環境分野など）

このうち電気自動車のケーブルノイズ対策、電子機器（ゲーム機など）のノイズ対策を現在検討中であり商品化のキッカケとしたい考えである。

2) 価格

市場調査と併せて今後製品価格を検討する必要があるが、本製品の基本素材であるマイクロ波磁性シートは繊維織物にめっきを施した簡単な構造であり、市場に安価で提供できると考えている。

5. おわりに

繊維織物にめっきを施した新しい構成原理の磁性体(マイクロ波磁性体)を使ってノイズ抑制シートの試作開発を行った。

現状では必ずしも十分な性能にはなっておらず今後改善を図る必要があるが、柔軟な繊維不織布の特性を生かして最適な分野に適用しながら市場開拓と商品化を進めていきたい。

本件は名古屋の中小企業、株式会社祥起(本業は自動車、建設、家電関係の金型製作と樹脂成型部品のメーカー)で繊維を使った高周波磁性体を発明し、抵抗シートとの併用という独自の構造で電波吸収体を実現しつつあるもので大変独創的であり、商品化できれば地域の活性化にも役立つものと考ええる。

環境クリーン社会を迎え今後各分野で必要となる電波吸収体の開発に関して補助金を活用して有効な開発ができたと考ええる。

以上。

－ 禁無断転載 －

マイクロ波磁性体を応用したセキュリティ対策用電波吸収体の開発

平成 23 年 3 月

作 成 財団法人 ニューメディア開発協会
東京都文京区関口一丁目 4 3 番 5 号
委託先名 株式会社 祥起
愛知県刈谷市小垣江町本郷下 5 2 - 4