「繊維の極限—性能・機能をさぐる」特集

電波を遮る

前田正彦

1. はじめに

昭和25年電波法施行以来、電波の通信手段としての利用は著しく発展し、我々の生活の一部となってきた。

利用周波数もMHz領域から宇宙通信に用いるGHz帯まで広がっている。特定の周波数を利用する電波通信にたいし、二種類の障害が問題化している。一つは受信障害¹⁾である。これは受信しようとする電波が途中の高層ビルや橋、高速道路防音壁等により反射することで、直進電波との間に位相差を生じるために起こる障害で、ゴースト(二重画像)となる。この分野の研究は盛んで²⁾、磁性金属の透磁率の周波数依存性から吸収帯域を見だし電波吸収塗料、シート、タイルとして電波反射体の表面に装着する試みが実用化されている³⁾。

もう一つの電波障害は、デジタル機器を用いた電子機器からの放射電磁波が障害を起こすことである。当初は、米国で大型コンピュータがテレビ受信に、電子ゲーム機が警察無線受信へ障害を与えることに端を発したものである。電子機器の急速な発展は、高機能化、小型化へと進み高出力、高周波数の利用が競われ放射電磁波が増大する方向へと進んでいる。さらに機器の使用が工場、事務所から一般家庭にまで広がっている。このように益々悪化する電磁環境の中で、個々の電子機器が不要電磁波を外部に放射しないこと即ち米国のFCC規制(米国連邦通信委員会のデジタル機器が発生する電磁波妨害規制)等に見られる規制をクリアーすると同時に、各機器が外部からの電磁ノイズによって誤動作しないよう対策を講じる必要性が益々重要になってきた。

ここでは電子機器から放射する電磁波の遮蔽について特に機器の筐体(ハウジング)に使われる樹脂を中心に最近の動向について述べる。

2. 電磁波遮蔽効果

電磁波の遮蔽については、Schlunoffの理論が一般的に用いられている⁴⁾。

シールド効果 S (dB)は、

$$S = A + R + M$$

A : 吸収係数, R : 反射損失, M : 多重反射損失
吸収損失 A が10dB以上ある場合は、 M 項を省略し、

$$R = 168 - \log(\mu_r f / \sigma_r) \quad (\text{dB})$$

$$A = 1.31 t \sqrt{f \mu_r \sigma_r} \quad (\text{dB})$$

但し、 μ_r : 比透磁率, σ_r : 比導電率,

f : 周波数, t : 遮蔽材の厚さ

比透磁率を1として、比導電率 σ_r を比抵抗 ρ_B に、周波数 f の単位をMHzに置き換えると

$$S = 50 + 10 \cdot \log(1/f\rho_B) + 1.7 t \sqrt{f/\rho_B}$$

σ_r , ρ_B の周波数特性を無視すると体積抵抗値が小さければ遮蔽効果は大きくなる。以上の結果は、筐体に導電性物質を使用すれば、内部機器から放射される電磁波が遮蔽出来ることを示している。金属製筐体が遮蔽効果として最適であるが、しかしほとんどの筐体が樹脂化された現状では、むしろいかにして絶縁体である樹脂を、導電化するかである。

筐体を導電化する方法として

- 筐体内部にニッケル、銅等を主成分とする導電塗料を塗る
- ニッケルメッキ等を用いて金属膜を表面に付ける
- 樹脂に金属、カーボン等の導電性フィラーを混入して樹脂を導電化する

等がある。現在では、安価な方法として銅ベースの導電塗料が用いられている。しかし均一な導電膜を得るには手間がかかり品質管理が大変である。さらには長期使用時に塗膜が剥がれると内部回路をショートさせる危険も

Electromagnetic Interference

筆者紹介 MASAHIKO MAEDA, SHOWA DENKO K.K., 昭和電工(株)川崎樹脂研究所 副主幹研究員

筆者は、結晶性高分子の物性が専門で、現在は無機・有機複合材料の開発に従事されている。趣味は最近始めたゴルフ。

本稿では、この分野の最前線で活躍中の筆者に、電磁波の遮蔽効果をもつ樹脂材料の開発の紹介とその動向について解説して頂く。

予想され、導電性樹脂が期待されている。

3. 電磁波遮蔽樹脂

5～6年前から各種導電性フィラーを充填した電磁波遮蔽樹脂が検討されている。現在多数の樹脂メーカー、コンパウンドメーカーが開発を行なっているが、実績はまだ僅少である。

各社が検討したフィラーとしては

- ・アルミ繊維、アルミフレーク（溶融－急冷法）
- ・黄銅、銅、アルミ各繊維（ビビリ振動切削法）
- ・ステンレス繊維（引き延ばし法）
- ・カーボン繊維、ニッケルコートガラス繊維
- ・カーボンブラック、アルミ等の金属粉末

等広範囲に及んでいる。

各フィラーについて充填量、繊維のアスペクト比と複合樹脂の導電性、電磁波遮蔽性、力学的性質、難燃性、コスト等が検討されてきた。

その結果として筐体の表面に到達した放射電磁波が導体面上（表面電気抵抗値が $10^0 \sim 10^1 \Omega \cdot \text{cm}$ ）でうず電流に変わり、その電流をアースして逃がせば遮蔽効果が得られることもわかってきた。

各種フィラーを充填した樹脂製筐体での実装テストによる遮蔽効果の例を図1に示す⁹⁾。

現在最も検討されているのは、繊維長が6mm前後で直径が6～15 μm の極細ステンレス繊維（収束されたベレット状）を8～10重量%充填した複合樹脂である。

この系の特長は射出成形中での繊維の折れ曲がり、切断が少なく均一分散が可能で、所定の表面抵抗値が得られる事、更には充填量が容積で1～2%と少なく、極細繊維の成形品の外観も良い。しかしこの繊維は約1万円/kgと高価なため使用樹脂の価格が2～3倍となるの

図1 実装テストによる電磁波遮蔽効果

ベース樹脂：ポリプロピレン

○：無充填

●：アルミフレーク+カーボンブラック（30重量%）

×：黄銅繊維（35重量%）

▲：ステンレス繊維（10重量%）

で使用実績は少ない。

4. 問題点と将来展望

電子機器は益々発展し、高周波の利用、極微電流での動作機器が増える。電磁波遮蔽のみならず磁気遮蔽、さらには静電気対策も重要になる。今後これらの遮蔽機能を持った材料の開発、特に機能を有する繊維の開発とその機能の評価技術の確立が期待される⁶⁾。

参考文献

- 1) 神戸幸生：電波障害ハンドブック，電波実験社
  - 2) 末武国弘他：電気通信学会誌，EMCJ80-34
  - 3) TDK社カタログ：電波吸収体
  - 4) 荒木庸夫：電磁妨害と防止対策，電気大出版局
  - 5) 山本達雄：工業材料 **34**, 4, p.149, 1986
  - 6) 前田正彦：工業材料 **30**, 10, p.44, 1982
- （昭和63年5月23日受理）

読者の声

異分野への脱皮

私は絹織物の研究に20余年従事するなかで、本学会には最も親しんで参りました。

絹は「衣の分野」と考えておりましたが、私の職場における研究にも本学会の変化に比べれば緩やかですが、非衣料分野への利用に期待されることが多くなりました。

昔から絹繊維は邦楽絃用の糸・縫糸・漁具等に利用されておりましたが、現在の期待は、より広い医療への

利用や、宇宙での利用などがあります。

また、衣食住の食においても、ポストハーベスト研究のなかで菌ごたえ等に関与する物性と新素材の繊維化等の構造や形質との関連とか、住としてのタビストリーや壁紙、そして近い問題としては水耕栽培の保持部と言った農業用・漁業用・地盤安定用としてのジオテキスタイル等の利用等が公害問題からも考えられています。

本学会の情報から自分を見失わないよう有益な情報を吸収していきたいと考えております。

（Y. M.）