見本PDF

技術解説

ETCレーン，無線LAN，RF-ID，
レーダなどに用途が広がる

電波吸収体の原理・構造とその利用

橋本 修
Osamu Hashimoto

1 電波吸収体の利用分野と性能

電波は，非常に広い周波数領域で利用されています．そのため，電波吸収体もそれをカバーするために，いろいろな周波数に対応して実現され，現在も研究開発されています．電波吸収体を実現しようとする試みは，第2次世界大戦中，レーダの探索から，飛行機や潜水艦を守るための手段として行われたようです．しかし，現在は，電波利用の状況もMHz帯(1×10^6～1×10^9Hz)のみならず，GHz帯(1×10^9～30×10^9Hz)，さらにはミリ波帯やテラヘルツ帯(3×10^{12}Hz)まで急速に進歩しており，それぞれの利用に応じた特徴のある電波吸収体が実現また研究されています．

図1に示すのは電波吸収体の利用分野の例です．この図に示すように電波吸収体は，通信障害対策からノイズ対策まで，幅広く利用されています．

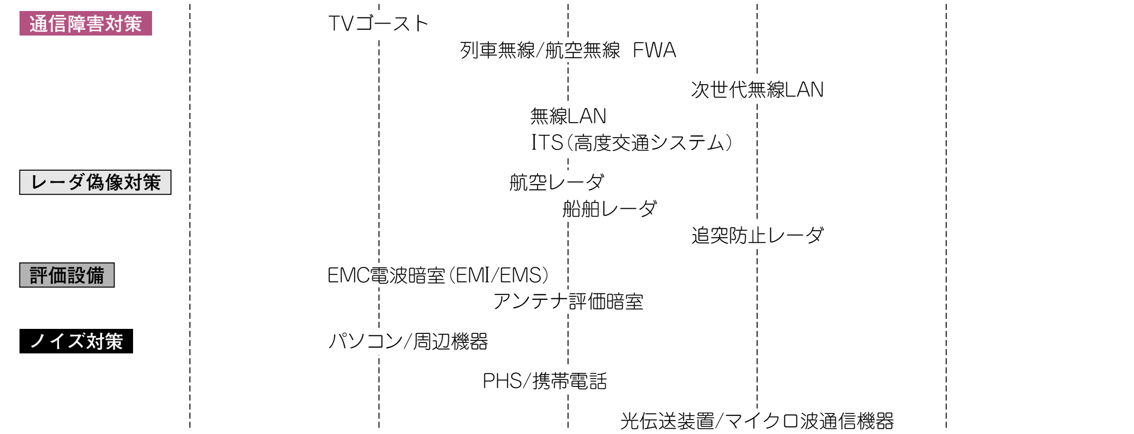
このような電波吸収体は，**図2**に示すように形状や層数により分類されますが，吸収特性についてもその帯域特性(**図3**)や角度特性(**図4**)などにより，その用途に応じてさまざまな吸収体が実現されています．

2 電波吸収材料の種類とエネルギー吸収の原理

電波吸収体とは，入射した電波のエネルギーのほとんどを吸収体内部で熱エネルギーに変換するものです．この熱エネルギーへの変換メカニズムは，使用する吸収材料により，いくつかのタイプに分類できます．つまり，電波吸収材料は，実現したい吸収帯域などの条件により，誘電性，磁性，および抵抗吸収材料の三つに分類でき，それぞれの材料の性能を示す電気的特性は複素誘電率($\dot{\varepsilon}$)，複素透磁率($\dot{\mu}$)および導電率(σ)で表すため，これらをまとめて「材料定数」と呼びます．電波吸収体の実現には，これらを精度よく測定し，把握することがきわめて必要であり，**表1**にその定義をまとめて示します．

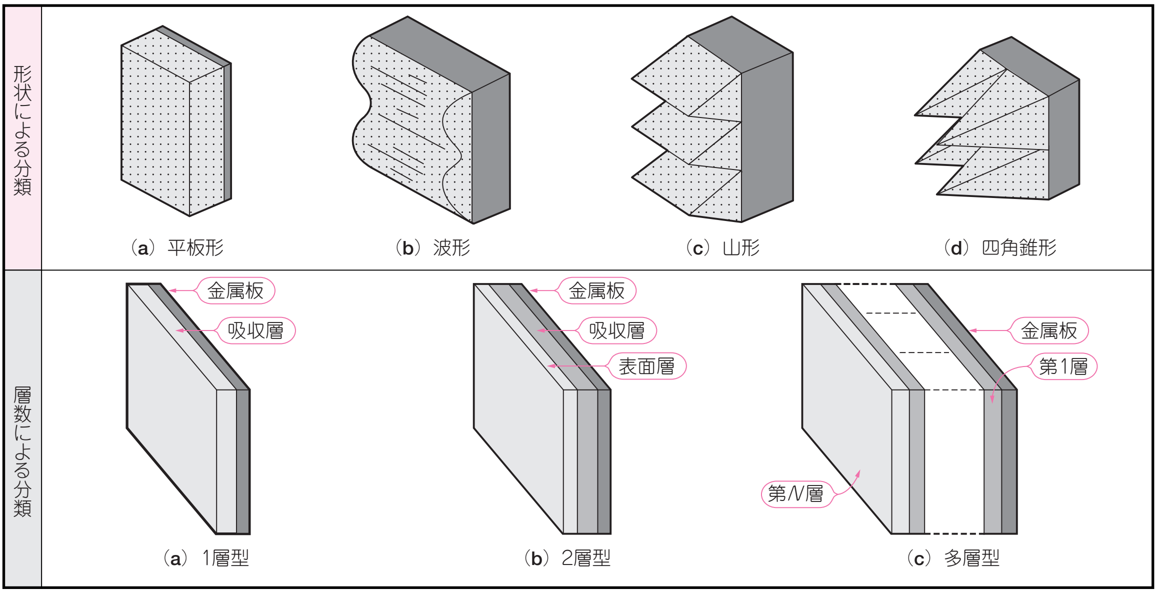
3MHz　30MHz　300MHz　3GHz　30GHz　300GHz

短波(HF)	超短波(VHF)	極超短波(UHF)	マイクロ波(SHF)	ミリ波(EHF)	サブミリ波
短波放送 船舶通信 航空無線	FM放送 テレビ放送 航空無線 ポケット・ベル	テレビ放送 自動車電話 海事衛星通信 パーソナル無線	マイクロ波中継 衛星通信 衛星放送 各種レーダ	中央防災無線 簡易無線 各種レーダ	大気観測レーダ

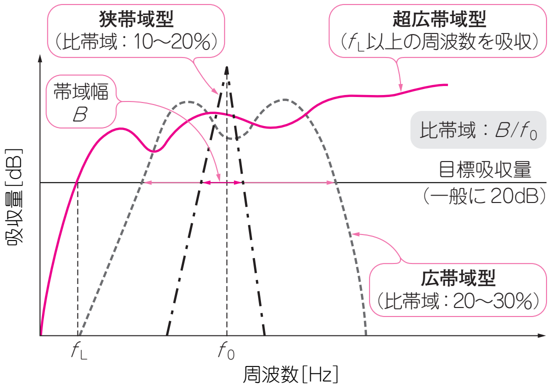


〈図1〉電波吸収体の利用分野例

見本PDF



〈図2〉電波吸収体の形状や層数による分類



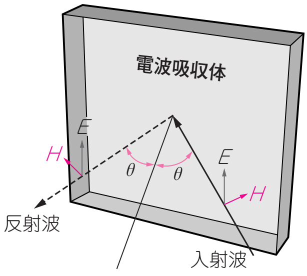
〈図3〉吸収周波数特性による分類

〈表1〉複素誘電率 $\dot{\varepsilon}$ と複素透磁率 $\dot{\mu}$ の定義

複素誘電率($\dot{\varepsilon}$)	複素透磁率($\dot{\mu}$)
▶ 複素誘電率 $\dot{\varepsilon}=\varepsilon'-j\varepsilon''$ (損失がないとき $\varepsilon''=0$)	▶ 複素透磁率 $\dot{\mu}=\mu'-j\mu''$ (損失がないとき $\mu''=0$)
▶ 真空中の誘電率 $\varepsilon_0=8.854\times10^{-12}$[F/m]	▶ 真空中の透磁率 $\mu_0=1.257\times10^{-16}$[H/m]
▶ 複素比誘電率 $\dot{\varepsilon}_r=\dot{\varepsilon}/\varepsilon_0=\varepsilon_r'-j\varepsilon_r''$ (損失がないとき $\varepsilon_r''=0$)	▶ 複素比透磁率 $\dot{\mu}_r=\dot{\mu}/\mu_0=\mu_r'-j\mu_r''$ (損失がないとき $\mu_r''=0$)
▶ 比誘電率とは真空中と物質固有の誘電率の比	▶ 比透磁率とは真空中と物質固有の透磁率の比

- 周波数特性
- 角度特性
- 偏波特性
- その他(軽量，耐環境…)

吸収性能	吸収率(電力)
10dB	90%
20dB	99%
30dB	99.9%



〈図4〉電波吸収体に要求される特性

なおシールド材料とは，電波吸収材料と異なり，材料内での吸収のみならず，その表面での反射を利用するものであり，金属のように抵抗が極めて小さく，電波を完全に反射することにより，大きなシールド効果が得られます．**図5**にシールド材料も含めて，吸収材料の一般的な分類を示します．

2.1 誘電性吸収材料

誘電性吸収材料には，発泡ポリエチレンにグラファイト(カーボン粒子)や，ゴムにカーボン粒子を含有したタイプなどがあります．これらは無損失の誘電体の中に抵抗粒子(カーボン粒子)が分散しており，この材料の電気的な等価回路を考えた場合，**図6**に示すようにカーボン粒子自体のもつ抵抗とカーボン粒子間の静電容量が複雑に結合した形として考えることができます．この場合，材料に電界を加えても，低い周波数では電流が流れないため，抵抗による熱の発生はほとんど生じません．