

フェライト電波吸収体

(1969年～現在)

フェライト電波吸収体^{注1)}(図1)は、酸化鉄(Fe_2O_3)に2価の酸化金属(NiO , ZnO など)を混合し、千数百度の高温で焼結した固体であって、タイル形状などに加工して用いられる。フェライト電波吸収体は、1960年代に研究開発されて以降、TV放送、各種無線および各種レーダーなどの通信分野、電気電子機器のノイズ対策やノイズ評価のEMC^{注2)}分野で実用化され、発展してきている。今日では電気電子機器のノイズ評価に用いられる電波暗室において欠かせない存在となっている。

1. 製品適用分野

電波暗室、TVゴースト防止、船舶レーダーおよび航空レーダー偽像障害防止、列車無線干渉防止

2. 適用分野の背景

電波吸収体は1940年代の初期には実用化されていたものとする。はじめはカーボンやグラファイトなどを使用した抵抗性ないしは誘電性電波吸収体を中心に研究開発がなされたが、1960年後半に東京工業大学 末武国弘教授、内藤喜之教授、清水康敬教授によるフェライトの高周波領域における磁気緩和現象(磁界の急激な変化に対する磁化の遅れによって生じる損失)に着目した新しい磁性電波吸収体、すなわちフェライト電波吸収体が研究開発された¹⁾。その後、フェライト電波吸収体は、TV放送、各種無線および各種レーダーなどの通信分野、電気電子機器のノイズ対策やノイズ評価のEMC試験分野で実用化され発展してきている²⁾。

図2に示すEMC試験用電波暗室では、フェライト電波吸収体と誘電損失体を組合せた複合電波吸収体が実用化されている。今日ではEMC試験用電波暗室において、フェライト電波吸収体は欠かせない存在となっている。その他、フェライト電波吸収体の実用化としては、図3に示す東京湾横断道路アクアライン換気塔により発生する航空レーダーの偽像障害対策や、図4に示す東京都庁舎のような超高層ビルによるTV放送波の反射障害(TVゴースト障害)対策など

に実用化されている。

3. 製品の特徴

フェライト電波吸収体は、酸化鉄(Fe_2O_3)と2価の金属酸化物 M^{II}O (NiO , ZnO など)を混合し、千数百度の高温で焼結した固体であって、化学式は $\text{M}^{II}\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ であり、タイル形状などに加工して用いられる。フェライト電波吸収体の物理的性質は、外装磁器タイ

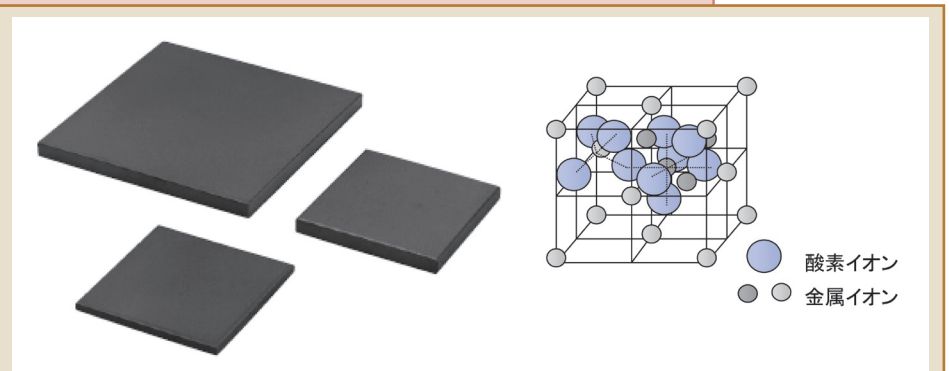


図1 フェライト電波吸収体

フェライト電波吸収体は、酸化鉄(Fe_2O_3)に2価の酸化金属(NiO , ZnO など)を混合し、千数百度の高温で焼結した固体であって、タイル形状などに加工して用いられる。

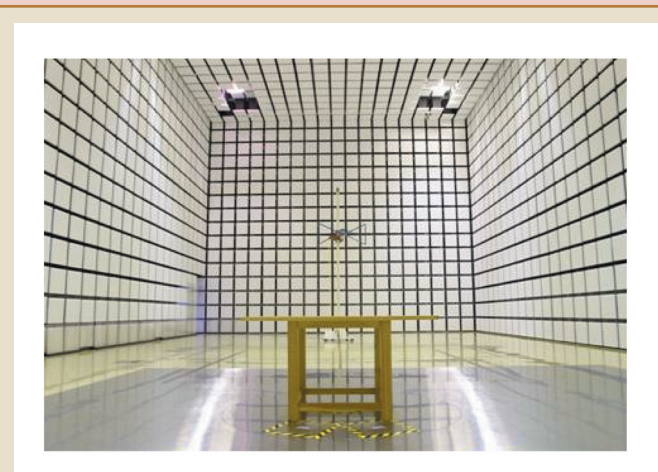


図2 EMC試験用電波暗室

EMC試験用電波暗室は、床面が金属または大地と等しい電波反射特性を有する面が必要とされ、フェライト電波吸収体と誘電損失体を組合せた複合電波吸収体を5面に配置している。

見学可能:

TDK 歴史館

<http://www.tdk.co.jp/museum/>

Key-words: フェライト、電波吸収体、電波暗室、TVゴースト

注1 入射した電磁エネルギーを吸収・減衰させて熱エネルギーに変換させてしまう物体をさす。

注2 (Electro-Magnetic Compatibility, 電磁的両立性) 「個々の機器からは他に影響するような電磁波を放射させないこと(エミッション問題)」と「機器が外部電磁波に影響されずに正常に動作すること(イミュニティ問題)」の二点を両立させることを示す。



図3 航空レーダー偽像防止用フェライト電波吸収体

羽田空港航空レーダーの東京湾横断道路アクアライン換気塔により反射偽像障害に対してフェライト電波吸収体が実用化されている。



図4 TVゴースト防止用フェライト電波吸収体

東京都庁舎や新宿パークタワーホテルのような200mを越える超高層ビルによるTVゴースト障害に対してフェライト電波吸収体が実用化されている。

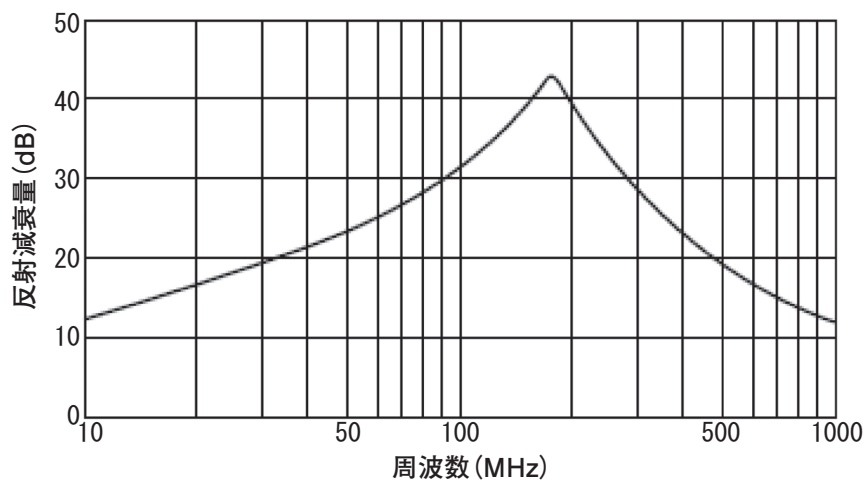


図5 Ni-Cu-Zn系フェライト電波吸収体の電波吸収特性

EMC試験用電波暗室においては、VHF帯(30MHz～300MHz)の低い周波領域で反射減衰量を大きくでき、かつ厚さを6mm程度と薄くできるNi-Cu-Zn系フェライト電波吸収体が主流となっている。

ルと類似の性質を示す。このため、外装磁器タイルと同等に化学的安定性があり、複素比透磁率の経年変化が少なく耐久性にも優れている。

フェライトの複素比透磁率 $\mu_r = \mu'_r - j\mu''_r$ は、損失項である μ''_r の値がVHF帯(30MHz～300MHz)から大きく、また、 μ'_r と μ''_r の周波数特性が電波吸収体として機能する条件に合致しているため広い周波数範囲で優れた電波吸収性能を有する。代表的なフェライト電波吸収体の2価金属の配合には、Ni-Cu-Zn系、Mn-Zn系およびNi-Zn系が挙げられる。

図5に代表的なNi-Cu-Zn系フェライト電波吸収体の電波吸収特性を示す。EMC試験用電波暗室においては、VHF帯の低い周波領域で反射減衰量を大きくでき、かつ厚さを6mm程度と薄くできるNi-Cu-Zn系フェライト電波吸収体が主流となっている。

4. 製法³⁾

フェライトの製法にはいろいろあるが、大きく乾式法、湿式法および共沈法の3種類の製法がある⁵⁾。我が国では、工業的な製法として、一般的に乾式法が採られている。Ni-Cu-Zn系フェライト電波吸収体を例に、フェライト電波吸収体の製法を図6に示す。

フェライトに用いられる主要原料は Fe_2O_3 であり、Ni-Cu-Zn系フェライト電波吸収体の場合で約70wt%程度を占める。フェライト電波吸収体の高性能化にともない、使用する Fe_2O_3 にも高純度なものが要求されている。なお、他に使用する原料においても、取り扱うフェライトの種類、用途によって有害な不純物の種類、許容される含有量などが異なることから使用目的に応じて採否を定めている。

選定した原料を用いて秤量を行い、湿式混合あるいは乾式混合を行う。この時に、仮焼成(1st焼成)、粉碎、本焼成(2nd焼成)などで起こる成分変化を見込んだ制御を行う。仮焼成は、フェライトの化学反応を進行させ、本焼成における成形品の縮率を安定させる工程である。また、仮焼成後の粉碎は、焼結反応が起りやすくなるほか、成形品の成形密度が高くなるような粒度分布とし

ている。次に、粉碎後の粉末を顆粒状に造粒して、所定の圧力にてタイル状に成形する。そして、成形品を千数百度の高温に加熱して本焼成を行い、フェライトの化学反応を完全に行わせるのと同時に、密度と機械的強度を高める。本焼成では、フェライトの微細構造が形成される、すなわち磁気特性（複素比透磁率）が決定されるので焼成過程の温度パターンや雰囲気は重要な要素となる。最後に、磁気特性の低下を防ぐ目的からタイル状フェライト電波吸収体の端面を研磨して製品が完成される。

5. 製品性能

フェライト電波吸収体で特に要求される性能は、入カインピーダンス特性である。EMC 試験用電波暗室では、電気電子機器の放射ノイズを評価する周波数範囲が 30MHz ~ 40GHz と、極めて広域となることから、フェライト電波吸収体が単独で使用されることは稀である。このため、誘電損失体（カーボンなどの導電性材料を発泡体に混合ないしは含浸させたもの）と組合せた複合電波吸収体が用いられている。複合電波吸収体は、それぞれの損失材料のインピーダンスマッチングが重要となり、30MHz ~ 300MHz 程度の低周波領域ではフェライト電波吸収体が、300MHz 以上の高周波領域では誘電損失体が効率よく電波を吸収するように設計されている。従って、フェライト電波吸収体の入

カインピーダンス特性は非常に重要となる。

6. 将来展望

1996 年スタートした EMC 指令および大型器機 (ISM (工業・科学・医療)) を対象とする規制強化により、大型・重量器機の評価が可能な電波暗室の需要が拡大してきている。今後、様々な機器の EMC 対策や評価を行う測定場として、電波暗室の利用が益々増えていくものと考えられる。電波暗室の要求性能も厳しくなる傾向にあり、フェライト電波吸収体の高性能化が進められていくものと考えられる。また、電波暗室に限らず、各種通信障害対策への展開も進められていくものと考えられる。おわりに、フェライト電波吸収体が利用され続け、発展していくことに期待する。

文献

- 1) 末武, 内藤, 武田: “磁気形抵抗皮膜電波吸収壁”, 信学会マイクロ波研資 (1967.1)
- 2) 清水, 杉浦, 石野, 乾: 「最新電磁波の遮蔽と吸収」, 日本技術図書 (1999)
- 3) 平賀, 奥谷, 尾島共著: 「フェライト」, 電子材料シリーズ, 丸善株式会社 (1986)

[連絡先] 栗原 弘
TDK (株)・マグネティクスビジネスグループ・
電波エンジニアリングBU
〒272-8558 千葉県市川市東大和田 2-15-7

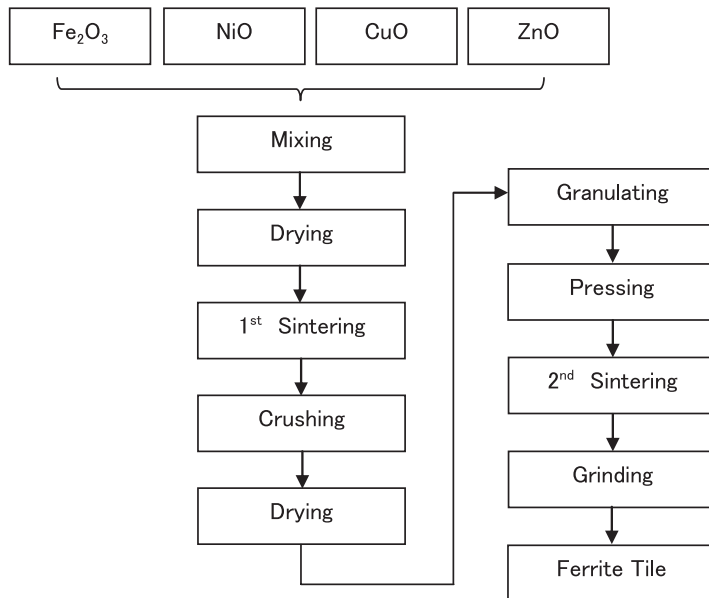


図6 フェライト電波吸収体の概略製法 (Ni-Cu-Zn系フェライト電波吸収体の例)

フェライトを構成する各種金属酸化物 Fe_2O_3 , NiO , CuO および ZnO の配合量を調整し、製法にしたがってフェライト電波吸収体が製作される。