



フェライト

# 概要

---

## ⚠ ご使用上の注意事項

本製品をご使用の前に必ずお読み下さい。

本仕様書に記載の製品は、一般電子機器（AV 機器、OA 機器、通信機器、家電機器、アミューズメント機器、コンピュータ機器、パーソナル機器、事務機器、計測機器、産業用ロボット）に汎用標準的な用途で使用され、また、当該一般電子機器が、通常の操作、使用方法で用いられることを意図しております。

高度な安全性や信頼性が必要とされ、または機器の故障、誤動作、不具合が人への生命、身体や財産等に損害を及ぼす恐れがあり、もしくは社会的に甚大な影響を与える恐れのある以下の用途（以下特定用途）への適合性、性能発揮、品質を保証するものではありません。特定用途でご使用される場合は、御社で安全性や信頼性、品質等を確認しご使用下さい。

本仕様書の範囲、条件を越え、または特定用途に使用されたことにより発生した損害等については、その責任を負いかねますのでご了承願います。

- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| ①航空、宇宙機器           | ⑧公共性の高い情報処理機器    |
| ②輸送用機器（自動車、電車、船舶等） | ⑨軍事用機器           |
| ③医療用機器             | ⑩電熱用品、燃焼機器       |
| ④発電制御用機器           | ⑪防災、防犯機器         |
| ⑤原子力関係機器           | ⑫各種安全装置          |
| ⑥海底機器              | ⑬その他特定用途と認められる用途 |
| ⑦交通機関制御機器          |                  |

なお、本製品を汎用標準的な用途で使用されるに際し、更により安全性を確保する為に保護回路、装置の確保やバックアップ回路を設ける等の配慮をお願いします。

# フェライトの概要

フェライト、この磁性材料は  $MFe_2O_4$  で示す一般式で表わされます。

Mは主として2価金属酸化物、たとえば酸化マンガン、酸化ニッケル、酸化銅、酸化亜鉛などに相当しますが、実用化されているフェライトは、これらの何種類かの化合物が複合された多結晶の焼結体になっております。

一方、電気的特性面でのフェライトの特長は、他の金属磁性材料に比べ、抵抗率が極めて高いことにあります。このため、渦電流が生じにくく、高い周波数領域まで使用することができます。

このようなフェライトは、極めて高純度の鉄、ニッケル、銅、亜鉛などの酸化物原料粉末を、材質特性に応じた質量比で混合、仮焼、粉碎、造粒、圧縮成形ののち、 $1000^{\circ}\text{C}$ から $1400^{\circ}\text{C}$ の高温で焼結し、仕様に応じて最終製品寸法に機械加工されます。フェライトの特性を定められた範囲に押さえるために、これらの諸工程では厳密なプロセスコントロールが行なわれております。

フェライトの材質は、その用途に応じて最も適したものが選ばれますが、その代表的な材料として、Mn-Zn系とNi-Zn系の2種類があります。

Mn-Zn系フェライトの特性は、高透磁率、高磁束密度で代表され、 $1\text{MHz}$ 以下で低損失であるのに対し、Ni-Zn系フェライトは、抵抗率が極めて高く、一般に透磁率は数百以下と低いことで代表され、 $1\text{MHz}$ 以上で低損失という特長があります。

次に、フェライトコアの代表的物性定数の例を示します。

## 代表的物性定数例

誘電率	Mn-Zn系 240 to 300 Ni-Zn系 10 to 13
比熱	800 (J/kg・K)
熱伝導率	1 to 5 (W/m・K)
線膨張係数	$1.2 \times 10^{-5}$ (1/K)
ビッカース硬度	550
引張り強度	2 to $5 \times 10^7$ (N/m <sup>2</sup> )
抗折強度 (50mmスパン)	$9.8 \times 10^7$ (N/m <sup>2</sup> )
ヤング率	$1.2 \times 10^{11}$ (N/m <sup>2</sup> )

● 上記物性定数は、常温における代表値です。

○RoHS指令対応製品：RoHS指令対応製品の詳細はこちらです。<http://www.tdk.co.jp/rohs/>

○ハロゲンフリー：Cl含有量900ppm未満、Br含有量900ppm未満 および Cl、Brの合計含有量1500ppm未満を表します。

⚠ 製品をより正しく、安全にご使用いただくために、さらに詳細な特性・仕様をご確認いただける納入仕様書をぜひご請求ください。  
記載内容は、改良その他により予告なく変更する場合がありますので、あらかじめご了承ください。

## 用語の解説と定義

### 1. 初透磁率 $\mu_i$

磁界の強さを限りなく0に近づけた時の、磁心の振幅透磁率の極限値を言います。

$$\mu_i = \lim_{H \rightarrow 0} \mu_a$$

### 2. 振幅透磁率 $\mu_a$

消磁状態にある磁心に時間とともに周期的に変化し、かつ、その強さの平均値が0となるような磁界を印加した時の、磁束密度の最大値と磁界の強さの最大値から得られる比透磁率を言います。

### 3. 最大透磁率 $\mu_m$ (Fig.1)

磁界の強さの振幅を変えた時に観測される振幅透磁率の最大値を言います。

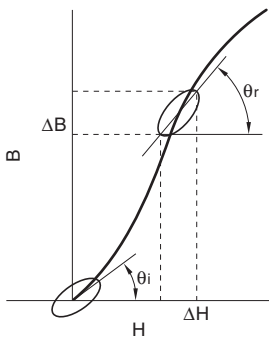


Fig.1

### 4. 実効透磁率 $\mu_e$

閉磁気回路（漏れ磁束が無視できる）磁心において、実効自己インダクタンスにより次の式に示される透磁率を言います。

$$\mu_e = \frac{L \times 10^{10}}{4\pi N^2} \cdot \frac{\ell}{A}$$

または

$$\mu_e = \frac{\sum \frac{\ell}{A}}{\sum \frac{\ell}{\mu A}}$$

ここに、L : 実効自己インダクタンス (H)

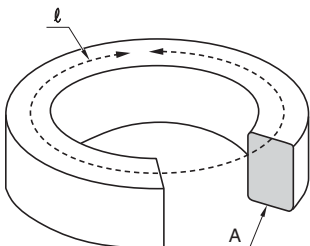
N : 全巻回数

$\ell$  : それぞれの同一材料、同一断面積部の磁路長 (mm)

A : それぞれの断面積 (mm<sup>2</sup>)

$\sum \frac{\ell}{A}$  : C<sub>1</sub>=磁心定数 (mm<sup>-1</sup>)

$\mu$  : それぞれの材料の透磁率



備考：第1式は測定に用いられ、第2式は磁心各部の寸法および透磁率が与えられた時の計算に用いられます。

### 5. 見掛透磁率 $\mu_{app}$

磁心のある時の測定用コイルのインダクタンスと、磁心のない時のインダクタンスの比で次のように表わします。

$$\mu_{app} = \frac{L}{L_0}$$

ここに、L = 磁心のある時の測定用コイルのインダクタンス (H)

L<sub>0</sub> = 磁心のない時の測定用コイルのインダクタンス (H)

### 6. 飽和磁束密度 B<sub>s</sub> (Fig.2)

飽和磁化に対応する磁束密度を言います。

磁束密度について、

$$1 \text{ Gauss} = 0.1 \text{ mT (ミリテスラ)}$$

### 7. 残留磁束密度 B<sub>r</sub>s (Fig.2)

飽和磁束密度の状態から磁界0にした時の磁束密度を言います。

### 8. 保磁力 H<sub>c</sub> (Fig.2)

飽和状態から磁界を0にし、さらに反対方向に磁界を増加してゆく時、磁束密度が0になる磁界の強さを言います。

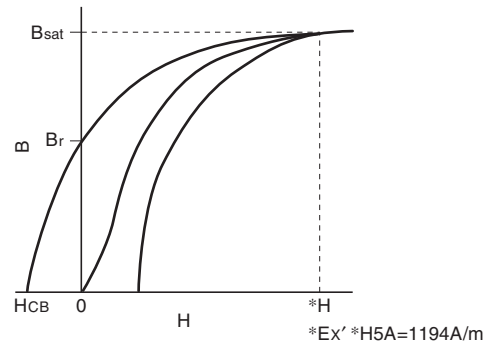


Fig.2

### 9. 損失係数 $\tan \delta$

磁心損失を表わす損失角の正接で次の式で表わされます。

$$\tan \delta = \frac{R_m}{\omega L} = \frac{R_{eff} - R_w}{\omega L}$$

ここに、R<sub>m</sub> : 磁心だけの損失抵抗

$\omega$  : 角周波数

L : コイルの自己インダクタンス

R<sub>eff</sub> : 磁心を含めたコイルの損失抵抗

R<sub>w</sub> : 巻線だけの損失抵抗

なお、複素透磁率とは、次の関係があります。

$$\tan \delta = \frac{\mu''}{\mu'}$$

**10. 損失係数  $\tan\delta / \mu_i$** 

損失係数と初透磁率の比で、次の式で表わされます。

$$\frac{\tan\delta}{\mu_i} = \frac{\mu''}{(\mu')^2}$$

ここに、 $\mu''$  : 複素透磁率の虚数成分  
 $\mu'$  : 複素透磁率の実数成分

備考：磁気回路のギャップが小さい時は、次の式が成立します。

$$\frac{\tan\delta}{\mu_i} = \frac{\tan\delta}{\mu_e}$$

**11. 材料履歴定数  $\eta_B$** 

磁性材料がレイリー領域で作動する時の履歴損失を表わす定数で、次の式で表わされます。

$$\eta_B = \frac{\tan\delta_h}{\mu B_m}$$

ここに、 $\tan\delta_h$  : ヒステリシス損失係数  
 $\mu$  : レイリー領域での比透磁率  
 $B_m$  : 最大磁束密度 (T)

**12. Q**

損失係数の逆数を言います。

**13. 実効Q  $Q_e$** 

次の式に示すような磁心を含んだコイルの損失係数の逆数を言います。

$$Q_e = \frac{\omega L}{R_{eff}}$$

ここに、 $R_{eff}$  : 磁心を含んだコイルの損失係数  
 $\omega$  : 角周波数  $2\pi f$  (rad/s)  
 $L$  : コイルの自己インダクタンス

**14. 見掛Q  $Q_{app}$** 

次の式に示すような磁心を含んだコイルのQ ( $Q_e$ ) と、磁心を含まないコイルのQ ( $Q_0$ ) との比を言います。

$$Q_{app} = \frac{Q_e}{Q_0}$$

**15. 初透磁率の温度係数  $\alpha_{\mu i}$** 

温度変化による初透磁率の変化率をその温度変化量で除した値で、次の式で表わされます。

$$\alpha_{\mu i} = \frac{\mu_{i2} - \mu_{i1}}{\mu_{i1}} \cdot \frac{1}{T_2 - T_1}$$

ここに、 $\mu_{i1}$  : 基準温度  $T_1$  での初透磁率  
 $\mu_{i2}$  : 温度  $T_2$  での初透磁率

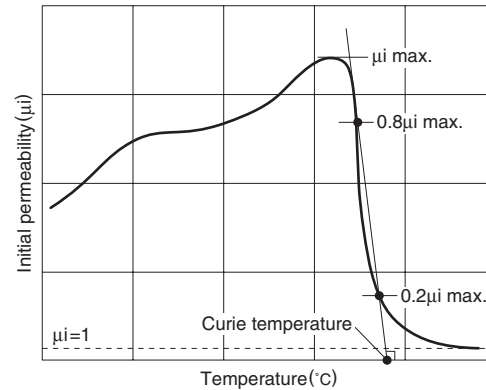
**初透磁率温度特性**

Fig.3

**16. 初透磁率の相対温度係数  $\alpha_F$** 

初透磁率の温度係数を初透磁率で除した値で、次の式により算出し、 $10^{-6}$ の単位で表わします。

$$\alpha_F = \frac{\mu_{i2} - \mu_{i1}}{\mu_{i1}^2} \cdot \frac{1}{T_2 - T_1}$$

**17. キュリー温度  $T_c$  (Fig.3)**

その温度以下では磁心が強磁性になり、その温度以上では常磁性になる温度です。

**18. ディスアコモデーション D**

磁心を完全に消磁したのち、磁氣的、機械的、熱的妨害のない、ある一定温度の状態における初透磁率の時間的変化率を言い、次の式で表わします。

$$D = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1} \times 100(\%)$$

ここに、D : %で表わしたディスアコモデーション

$\mu_1$  : 完全消磁後、短時間経過した時の初透磁率

$\mu_2$  : 完全消磁後、長時間経過した時の初透磁率

### 19. 相対ディスアコモデーション係数 $D_F$ (Fig.4)

初透磁率が時間に対して指数関数的に変化する場合のディスアコモデーションを表わす係数で、次の式により算出し、通常  $10^{-6}$  の単位で表わします。

$$D_F = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\log_{10} \frac{t_2}{t_1}} \cdot \frac{1}{\mu_1^2} (t_2 > t_1)$$

ここに、 $\mu_1$  : 完全消磁後、 $t_1$ 秒経過した時の初透磁率  
 $\mu_2$  : 完全消磁後、 $t_2$ 秒経過した時の初透磁率

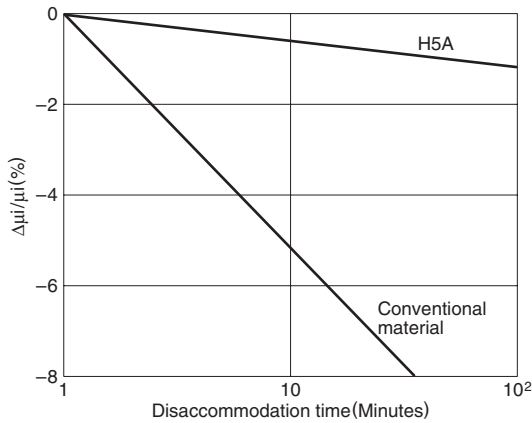


Fig.4

### 20. インダクタンス係数 $A_L$

次の式に示すように、磁心に巻かれたある一定の形および寸法のコイルの単位巻数で生じる自己インダクタンスを言います。通常は、 $10^{-9}H$ の単位 (nH) で表わします。

$$A_L = \frac{L}{N^2}$$

ここに、 $L$  : 磁心のある時のコイルの自己インダクタンス (H)  
 $N$  : コイルの全巻回数

### 21. 体積抵抗率 $\rho_V$

磁心の内部に  $1m^3$  の立方体を考え、その相対する両面間に電圧を加えた場合の両面間の電気抵抗を言います。

- 本データに記載されています記号データは、IEC Publication 60401-3に基づいております。
- 当社の用語、設定は、JIS C 2560-1、-2を参考としております。