

複素透磁率の求め方

Calculation method of complex magnetic permeability

当社の B-H アナライザの μ (ミュー) モードで測定を行うと、測定値として複素透磁率 μ' (実部) と μ'' (虚部) が表示されます。本レポートは、お客さまからよく質問がある、この複素透磁率を B-H アナライザではどのように算出しているのかを説明したものです。

■1. 算出方法

B-H アナライザで周波数 ω_0 の正弦波で励磁したときに得られる測定データである磁界の強さを h [A/m]、磁束密度を b [T] とします。それぞれの DFT (離散フーリエ変換) を H 、 B とすると、複素透磁率 μ は、次の(1)式で表わすことができます。

$$\mu = \mu' - j\mu'' = \frac{B(\omega_0)}{\mu_0 H(\omega_0)} \quad (1)$$

$B(\omega_0)$ 、 $H(\omega_0)$: 各々 B 、 H の周波数 ω_0 の成分のみを表わしている。

μ_0 : 真空透磁率 4×10^{-7} [H/m]、 j : 虚数単位

■2. 算出例

B-H アナライザで得られた実際の測定データと(1)式を用いて、複素透磁率を求めてみることにしましょう。

Fig.1 は、B-H アナライザ SY-8218 で T 社製のソフトフェライトを 100[kHz] の正弦波で励磁したときに得られた磁化曲線を示しています。Table1 は、そのときの磁界の強さ h [A/m]、磁束密度 b [T] の DFT の結果です。説明を簡単にするため、6 次以上のデータは省略してあります。

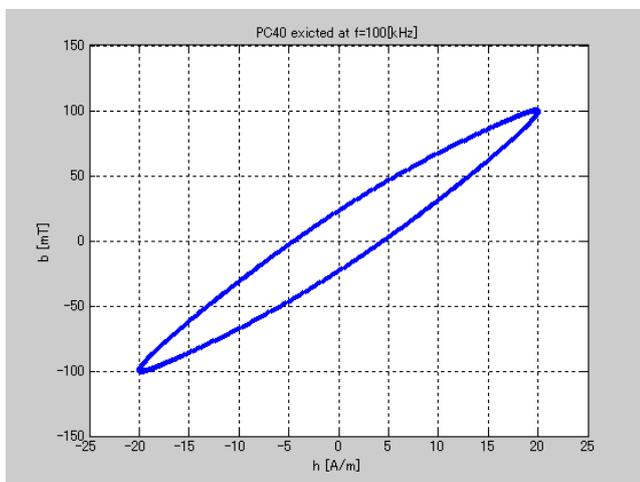


Fig.1 ソフトフェライトの磁化曲線

Table1 h (磁界の強さ), b (磁束密度)の DFT データ

order	H	B
1(DC)	0	0
2(ω_0)	$-8.9108 \times 10^1 - j 5.1208 \times 10^3$	$-5.7879 - j 2.5025 \times 10^1$
3	0	0
4	$1.1130 \times 10^2 - j 9.9871 \times 10^{-1}$	$-18.4335 \times 10^{-3} + j 9.1071 \times 10^{-3}$
5	0	0
...

DFT の 1 次 (DC) のデータは DC (直流) 成分に相当します。この場合、 H 、 B が 0 であることから、磁界の強さ h 、磁束密度 b とともに DC 成分がないことが判ります。2 次 (基本周波数) のデータが基本周波数、即ち測定周波数 ω_0 に対応する DFT のデータとなります。これらのデータを(1)式に代入し有理化するすると、

$$\mu = \frac{-5.7879 - j 2.5025 \times 10^1}{\mu_0 (-8.9108 \times 10^1 - j 5.1208 \times 10^3)} = 3903.37 - j 831.519 \quad (2)$$

となります。よって、複素透磁率 μ の実部 μ' 、虚部 μ'' は各々、

$$\mu' = 3903.4 \quad \mu'' = 831.5 \quad (3)$$

となります。