

# 誘電率の測定原理の理解

## - インピーダンス測定法を用いた Cp の測定 -

2000.12.22

電子制御工学科 4 年 松原 基行  
指導教官 藤田 一彦

### 1. 序論

絶縁体の別称である誘電体のなかには、強誘電体といわれる物質が存在する。強誘電体とは、自発分極をもち、電界によって自発分極の方向が変えられる誘電体のことである。

強誘電体は、温度を変化させていくと自発分極が消滅する温度がある。これをキュリー温度という。多くの強誘電体で、誘電率がこの温度付近で発散する現象がみられる。

このような現象を測定するためには誘電率の測定原理の理解が不可欠である。

### 2. 誘電率の測定原理

誘電率は誘電特性のひとつであるが、その測定方法はさまざまである。しかし、共通していえることは誘電率を直接測定するのではなく、キャパシタンス C を測定し、その値から計算で誘電率を導出しているということである。

つまり、誘電率の測定とは C の測定である。

### 3. インピーダンス測定法

C の測定方法は各種ブリッジをはじめさまざまあるが、そのなかで、今回もちいた方法はインピーダンス測定法である。

この方法は原始的な実験のなかでも、実験時間が比較的短く、非常にシンプルな方法である。しかし、この方法で、直流～約 300 MHz の周波数領域の C まで測定することができる。

また、今回の実験でマニュアル測定と対比するために使用した藤田研究室の誘電率自動測定器 Z HITESTER 3531 (以下 Z\_H と呼ぶ) は内部でインピーダンス測定法をもちいて測定しているので、その内部動作を知るといふ点においても意味のある実験方法である。

### 4. 実験

#### 4.1 実験内容

抵抗 R とコンデンサ C (抵抗成分  $R_s$ , 容量成分  $C_s$ ) を直列接続し、正弦波を加える。電源電圧 V, レジスタ両端電圧  $V_r$ ,

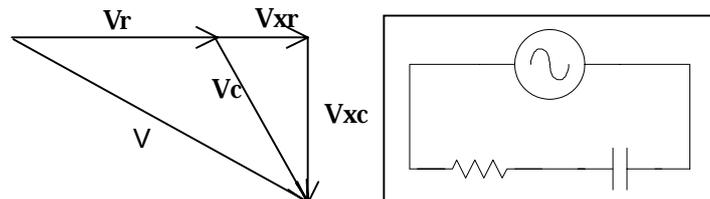


図 4.1.1 電圧ベクトル図

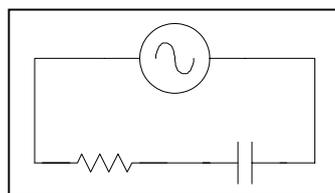


図 4.1.2 回路図

キャパシタ両端電圧  $V_c$  (抵抗成分  $V_{xr}$ , 容量成分  $V_{xc}$ ), 回路電流 I をマルチメータで測定し、電圧ベクトル (図 4.1.1) の関係から  $C_s$  を求め、式 (4.1.2) より  $C_p$  に換算して、 $C_p$  の周波数特性を観測する。回路図は図 4.1.2 に示す。

$$C_s = I / 2\pi f V_{xc} \quad (4.1.1)$$

$$C_p = \frac{C_s}{1 + (2\pi f C_s R_s)^2} \quad (4.1.2)$$

### 4.2 実験結果と考察

図 4.2.1 にセラミックコンデンサ 47 nF と抵抗 6.8 k を組合せたときの  $C_p$  の周波数特性を示す。Z\_H で測定した結果も同図に示す。

本実験では、ほかにアルミ電界コンデンサでも行った。

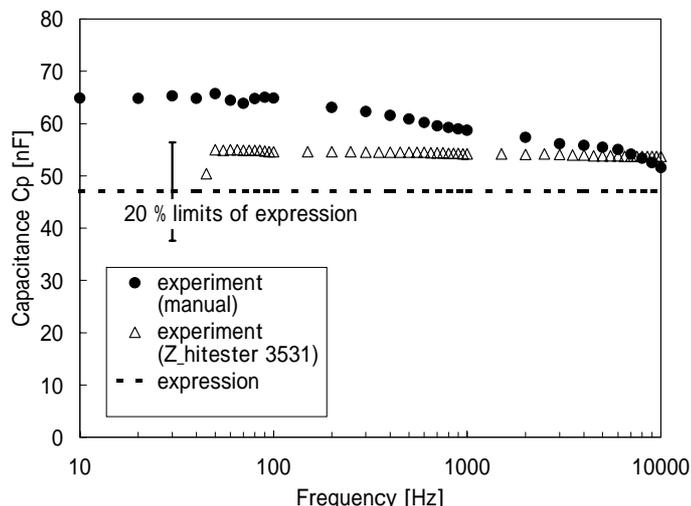


図 4.2.1 セラミックコンデンサの  $C_p$  の周波数特性

Z\_H の測定値が表示値との誤差 +20% 付近を推移しているのに対し、マニュアルでの測定値は低周波になるにつれて誤差が大きくなるのがわかる。

この誤差は、Z\_H が示すように表示値と実際の値がずれていることを考慮すると、マルチメータの内部抵抗や温度などの環境による影響が原因だといえる。

しかし、Z\_H では 40 Hz 以下の周波数の値を測定することができないので、マニュアルの測定で示される低周波領域の傾向もすべて誤差だとはいえない。

### 5. 結論

インピーダンス測定法をもちいた  $C_p$  の測定から、 $C_p$  の周波数特性を確認することができた。

すなわち、誘電率の測定原理の一部を理解することができた。

### 6. 今後の予定

高周波における  $C_p$  の周波数特性もマニュアルで確認する。誘電率に関連する物理量は、Z\_H の測定結果からもわかるようにいくつか存在する。よって、これらの量をマニュアルでも導出し、誘電率の測定原理の理解をより深める。

### 7. 参考文献

- 1) 社団法人日本化学会 編; 新実験化学講座 5 基礎技術 4 電気 (丸善, 1976) p.265 ~
- 2) 小出 昭一郎; 物理学 [三訂版] (裳華房, 1997) p.225 ~
- 3) 衣川 浩平; コンデンサ 新版 (日刊工業新聞社, 1975) p.2 ~
- 4) 電気学会通信教育会; 電磁気計測 改訂版 (電気学会, 1979) p.153 ~
- 5) Raymond A. Serway; 物理学 [電磁気学] (学術図書, 1995) p.732 ~