

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 の周波数依存性の測定

2001/01/19

電子制御工学科 4 年 松原 基行
指導教官 藤田 一彦

1. はじめに

誘電率は物質の誘電特性を表わす重要な物理量であり、様々な分野への応用が期待されている誘電体の重要な特性である¹⁾。

そこで、本研究では誘電率の測定原理をはじめに学習する。

2. 誘電率の測定原理

誘電率の測定方法には、各種ブリッジ法、インピーダンス測定法などがある²⁾。これらに共通しているのは、キャパシタンスから誘電率を間接的に測定しているという点である。つまり、誘電率の測定とはキャパシタンスの測定なのである。

本研究では、現在の主なキャパシタンス自動測定機器で採用されているインピーダンス測定法を使用して実験を行った。また、マニュアル測定と対比するために、内部でインピーダンス測定法(詳細は不明)を用いている(株)日置電機製の Z HITESTER 3531 (以下 ZH と表記)の測定データを使用した。

3. 実験

3.1 実験内容

図 1 のように抵抗 R とコンデンサ C (抵抗成分 Rs, 容量成分 Cs と仮定する)を直列接続し、正弦波を加える。

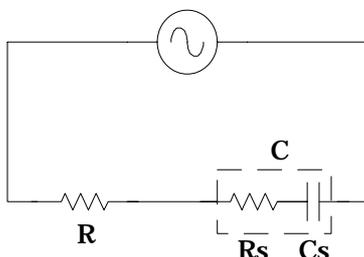


図 1 回路モデル

電源電圧 V, 抵抗

両端電圧 Vr, 容量両端電圧 Vc をマルチメータ(測定周波数 20[Hz]~100[kHz])とオシロスコープ(同 10[Hz], 200~2000[kHz])で測定し、式 1 から Cp を求め、Cp の周波数依存性を観測する。ただし、抵抗 R の値はマルチメータで測定したものを使用し、抵抗およびリード線のインダクタンス成分は無視して考える。

$$C_p = V_v / (2R V_c^2 \omega) \quad (1)$$

$$V_v = \sqrt{(-V + V_c + V_r)(V - V_c + V_r)(V + V_c - V_r)(V + V_c + V_r)}$$

$$\omega = 2\pi f$$

3.2 実験結果

図 2 に試料がセラミックコンデンサ 47[nF]と抵抗 6.8[kΩ]のときの、Cp の周波数依存性を示す。

3.3 考察

ZH の測定値と表示値との誤差の原因は、製造時における誤差³⁾と、測定方法と素子・周波数との不一致^{3,4)}が考えられる。

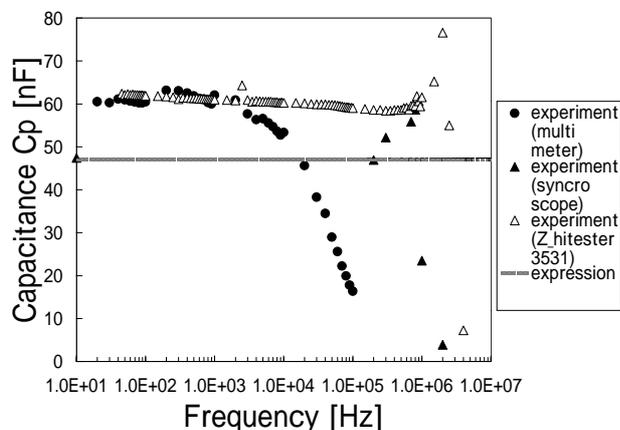


図 2 セラミックコンデンサの Cp の周波数依存性

マルチメータの測定値に見られる下降は、抵抗の周波数依存性を示すグラフ⁴⁾に類似している。したがって、私はこの下降がマルチメータの内部抵抗によるものだと考える。つまり、本研究におけるマルチメータの実質的な測定範囲は、20[Hz]~10[kHz]であるといえる。

オシロスコープの測定値にはバラツキがある。これは、測定点を多く取れば多少改善されると考えられるが、アナログ波形では精密な値が測定できないので、本研究の方法ではそれほど改善されるとは考えられない。

4. まとめ

本研究では、周波数領域 10[Hz]~5[MHz]におけるセラミックコンデンサの周波数依存性を ZH, マルチメータ, オシロスコープで測定した。

実験結果から、測定法にはそれぞれ適した測定周波数と測定対象があることがわかった。

今後の予定

誘電体の周波数依存性と温度依存性についてとその測定技術についての学習をする。

実際に、比較的簡単に育成できる強誘電体の育成をし、育成された強誘電体の評価をする。

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) 電気学会通信教育会 編：電磁気計測 改訂版, (電気学会, 1979), p.153~.
- 3) 小野 勇：電子機器・電気機器・電力用 コンデンサ活用マニュアル, (東京電機大学出版局, 1975), p.221~.
- 4) 本田 信, 柳川 洋：インピーダンス測定ハンドブック - インピーダンス測定とその応用 -, (日本ヒューレット・パッカード, 1990) p.1~.