

誘電率自動測定システムの構築

松原 基行

指導教官：藤田 一彦

1. はじめに¹⁾

近年、電気・電子工学材料分野において、誘電率や透磁率など物質の巨視的性質を、物質を構成している原子や分子の振る舞いとして微視的立場から説明理解することが益々重要になっている。また、電気・電子工学材料の中で特に注目されている材料の一つが強誘電体材料である。強誘電体は、その特異な性質から電気・電子工学だけでなく、電気音響工学や量子エレクトロニクスへの応用も期待されており、大変興味深い材料である。

誘電体内の分子構造や分子運動などの微視的性質は誘電分極と深い関係があり、誘電分極 P と誘電体の巨視的性質を代表する誘電率 ϵ は式(1)で関係付けられている。ただし、 ϵ_0 は真空の誘電率、 E は誘電体中の電界とする。したがって、誘電率の特性を調べることで誘電体内の分子構造や分子運動に関する情報を得ることができる。

$$\epsilon = \epsilon_0 + P/E \quad (1)$$

一般的に、強誘電体はある温度(キュリー点)を境に結晶構造の変化を伴って強誘電 常誘電相転移をする。これを強誘電構造相転移現象という。そして、多くの強誘電体でこの相転移に際して誘電異常が観測される。したがって、誘電率の温度依存性を測定することは、強誘電構造相転移現象の機構解明に役立つ。また、誘電率の周波数依存性を測定することは、誘電分散の形がその分極機構によって異なるために、誘電分極機構を解明するのに役立つ。

そこで本研究では、誘電率の温度依存性と周波数依存性を測定するために必要な誘電率自動測定システムの構築を目標としている。

2. 誘電率自動測定システムの仕様

2.1 システム構成

(a)ハードウェア

- ・ Hewlett Packard 4194A インピーダンス・アナライザ
- ・ ADVANTEST R6450 デジタルマルチメータを用いた氷点式クロメル-アルメル熱電対
- ・ テクノロ工業 温度調節器
- ・ 【未導入】管状型電気炉(高温域用)
- ・ 【未完成】自作簡易型オイルバス(中温域用)
- ・ テクノロ工業 光導入型クライオスタット(低温域用)
- ・ 【未導入】真空引きポンプ(低温域用)
- ・ 【未導入】オイルトラップ(低温域用)

(b)ソフトウェア

- ・ Microsoft Visual Basic 6.0 (sp3)

2.2 システム仕様

周波数掃引範囲：100Hz～40MHz(15MHz推奨)

温度掃引範囲：-190～+600

測定パラメータ：複素誘電率(ϵ' , ϵ'')・キャパシタンス(C_p , C_s)・インダクタンス(L_p , L_s)・インピーダンス $|Z|$ ・抵抗 R ・リアクタンス X ・アドミタンス $|Y|$ ・コンダクタンス G ・サセプタンス B ・位相 θ ・損失係数 D ・蓄積係数 Q

既知定数：極板面積・極板間距離

出力データ形式：Excelシート&グラフ

3. 誘電率自動測定システムのプログラム

本測定システムのプログラム形式は、Window画面を使用したGUI(Graphical User Interface)とユーザの操作に応じて処理を行うイベントドリブン形式を採用している。したがって、一般的なWindowsアプリケーションと同じように使用することができる。また、測定結果は、測定条件と共にExcel形式で記録・保存することができる。

4. 誘電率自動測定システムによる測定と評価

本測定システムの現状を評価するために、既製コンデンサの等価並列容量 C_p と損失係数 D の周波数依存性を測定した。図1には表示値47[nF]のセラミックコンデンサの測定結果を示す。このように、現在、本測定システムを用いて室温における誘電率の周波数依存性測定をすることができる。また、温度測定が可能なので、室温程度での温度依存性の擬似測定もすることができる。

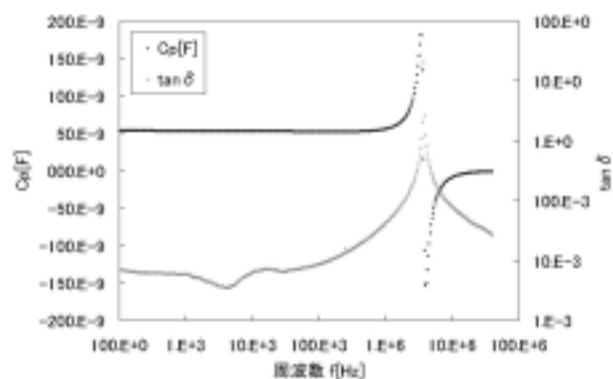


図1 セラミックコンデンサ(表示値47[nF])の等価並列容量 C_p と損失係数 D の周波数依存性

5. 今後の課題

温度を調節する機器がそろいしだい、誘電率の温度依存性測定ができるように測定システムを構築し、必要があればプログラムも改良する。

参考文献

- 1) 電気学会編：『誘電体現象論』, (1995)