

高機能材料および電子部品の開発に関する調査研究

1. 目的

当所では、高周波機器の開発に伴う研究に際して、フィルタ回路等のインピーダンス特性を測定するために NF 回路ブロック社製インピーダンス・ゲインフェーズアナライザ ZGA5920 (0.1MHz~15MHz) と KeySight 社製ネットワークアナライザ E5071C (100kHz~6.5GHz) を購入している。しかし、これらは研究用であるため、企業などの要望に添ったインピーダンス測定には対応出来ていない。

本調査研究では、これらの機器を使って、商用電力システムを用いる制御機器などの省力化に資する新しい電子部材・電子機器の開発に不可欠な電気的基本特性 (インピーダンス特性) の測定環境を整えるとともに、標準試料や電子部品などを実際に測定することにより、評価方法のノウハウ習得を目的とした。

2. 方法と結果

2-1. インピーダンス・ゲインフェーズアナライザ

最大出力電圧が 10Vpk であるため、印可電圧を増幅する高速バイポーラ電源と連携させることにより $\pm 250\text{Vpk}$ までの測定を条件付きで可能とした。

実際に、耐電圧と容量が等しい 6 種類の異なる素材の電力システム用コンデンサ 14 品種について、様々な条件下での特性計測を行った。その結果、図 1 の様に、印可電圧の違いによって低周波域での測定精度に差異が認められた。電力システム用コンデンサは商用電力周波数域で用いられることが多いため、使用環境に近い条件で測定の方が望ましいことが解った。

また、ESR (等価直列抵抗) の測定では、メーカーのデータシートに比べ、周波数はほぼ一致していたが、値は 0.5Ω ほど高く測定された。

次に、地元の化学メーカー等からの要望が多い液体誘電率の測定に対応するために写真 1 のような液

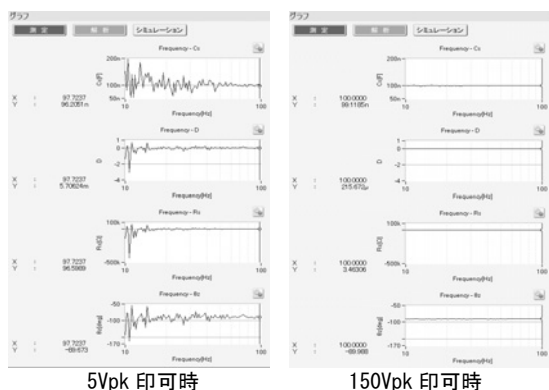


図 1. インピーダンス測定結果

体誘電率測定用簡易治具を設計製作した。この治具を使って、標準試薬の誘電率を測定した結果、誘電率が高い試薬ほど誤差が大きくなる傾向が見られた。

2-2. ネットワークアナライザ

この装置は、印可した信号の通過・反射電力の周波数特性を測定することでインピーダンスを求めめるため、使用する治具 (接続ケーブルやコネクタなど) には、高周波特性の明確な物が必要とされ、コネクタの締め付けトルクなども測定に影響を与えるために管理する必要がある。今回、BNC, SMA(3.5mm), N, 7mm の 4 種類のコネクタ接続に関して測定環境を整えた。治具として、N-変換コネクタ、校正に必要なテストリード、SHORT, OPEN, LOAD (50Ω 終端) の各治具のほか、オス、メス中継コネクタなどを整えた。

実際に固体測定用治具を用いて、周波数依存度が低く安定した値が得られるテフロン製試料の比誘電率を測定した。まず、トルクレンチを用いて規定圧でコネクタを締め付け、ケーブル先端にて OPEN・SHORT・LOAD・スルーのフル 2 ポート校正を行った。そして、3.3MHz で S パラメータ値を計測し、パラメータ変換などを用いてインピーダンスを算出し、試料サイズから比誘電率を求めた。その結果、2.07 となり、理想値(2.0)との誤差は 3.5%であった。

3. まとめ

ESR などの測定誤差は、ケーブル干渉や接触抵抗によるものと推測される。液体の誘電率測定では、治具の洗浄や乾燥、測定前に試薬を電極になじませる時間、微細気泡の除去など、経験に伴うノウハウがあり、熟練の必要性を感じた。測定誤差は、治具の電極形状などの問題によるものと推測され、今後、電極形状や加工面荒さなどを調整し、精度を向上させていきたい。

比誘電率を S パラメータから求める演算は、複雑で手間が掛かることから、今後、マクロプログラムを作成するなど、測定環境の改善を進めていく必要がある。



写真 1. 液体測定用簡易治具