

1GHzまでの誘電特性測定における精度向上のための手法検討

○時田 幸一*¹⁾、重松 宏志*¹⁾、小林 丈士*¹⁾

1. はじめに

一般に、製品開発において、使用する電気材料の誘電率(ϵ)や誘電正接($\tan\delta$)の測定は不可欠である。近年、1GHzまでの周波数帯では、インピーダンスアナライザ等の測定器と、材料測定用の治具を組み合わせた測定も一般的となっているが、低周波数での測定精度の低下や、誘電正接が小さい低損失試料の測定が困難であるなどの問題がある。本研究では、測定時の手法の工夫によって、どの程度測定精度に改善が見られるかを検証した。

2. 測定

インピーダンスマテリアルアナライザ(Agilent製E4991A)および材料測定用治具(同社製16453A)を使用し、計10種類の樹脂やセラミック試料に対して、誘電率・誘電正接の測定を行った。通常の測定方法では、誘電率が相対誤差1%以内で測定できるのは10MHzから1GHzの範囲、誘電正接が誤差5%以内で測定できるのは100MHzから1GHzの周波数で、かつ誘電正接が大きい($\tan\delta > 10^{-2}$)試料に限られることがわかった。そこで、(1)信号電圧調整・アベレージ機能の使用、(2)スパッタリングによる電極形成、(3)高誘電率試料を用いたロード補正の3つの手法を用いて測定し、通常測定の場合と精度の比較を行った。

3. 結果・考察

まず信号電圧を最大の500mVに設定し、ポイントアベレージとスイープアベレージの機能を組み合わせることにより、100MHz以下で誘電率・誘電正接共に精度が改善した。

次に、試料表面にスパッタリングで電極を形成して測定した。樹脂試料では、誘電率・誘電正接ともに大きな精度改善は見られなかったが、セラミック試料では、電極形成時に誘電率が15%程度高く測定された。図1にアルミナ99.5の測定例を示す。

この結果から、硬い試料の場合は電極形成によって試料表面と治具電極との接触面積のロスを減らすことができ、より正確な測定が期待できる。

また、通常測定前のロード補正に使用されるテフロン($\epsilon=2.1$)に代えて、高誘電率のサファイヤ($\epsilon=11.6$)で補正を行ったところ、複数の試料において100MHz以下で測定精度の改善が見られた。図2は、フェノール樹脂の誘電正接測定の例である。高誘電率試料を用いることで、低周波数域でのインピーダンス増加を抑え、より精度の高い校正データおよび測定データが期待できる結果といえる。

4. まとめ

手法検討により、誘電率は1MHzから1GHzの範囲で誤差1%以内が期待できるようになった。また、誘電正接が比較的小さい低損失試料($\tan\delta \sim 10^{-3}$)の測定も可能になり、高損失な試料に限れば1MHzから1GHzの範囲で誤差5%以内が期待できるようになった。

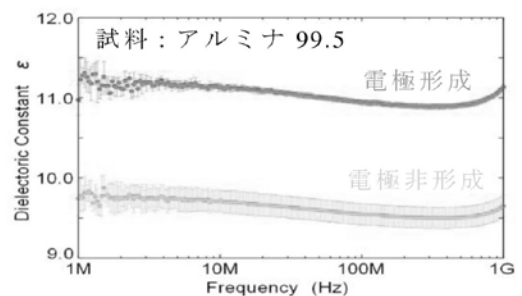


図1. 電極形成／非形成での誘電率測定結果の比較

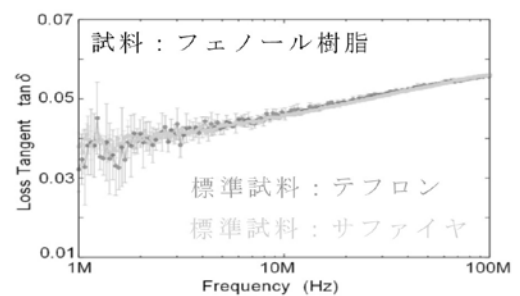


図2. 標準試料にテフロンとサファイヤを用いた場合の比較

*1) 電子半導体技術グループ