

高周波伝送関連評価技術と測定事例

神奈川県産業技術センター 電子技術部 ○土屋明久

1. はじめに

近年、情報化社会の進展により伝送されるデータ量は増加し、信号周波数はマイクロ波帯にまで達している。マイクロ波帯における電子材料の材料定数(複素誘電率, 複素透磁率)は低周波と異なり, マイクロ波帯に対応した電子機器の設計には正確な材料定数が必要となる。更に, プリント基板やケーブルなどの評価においてもマイクロ波帯に適した伝送特性評価が求められている。このような背景を踏まえ, 現在, 神奈川県産業技術センターではベクトルネットワークアナライザ(VNA)を導入し, 電子材料の材料定数測定や伝送特性評価を行っている。本発表では, 高周波関連評価技術の紹介と当センターで実際に行った測定事例について報告する。

2. 高周波伝送関連評価技術

主な測定設備を表1に示す。基板材料のような低損失材料や電波吸収体に用いるような高損失材料まで材料特性に応じて各種材料定数測定方法を取り揃えている。また, VNA は4ポートあるため差動伝送線路の評価が可能であり, プリント基板などに直接接触できるようにプローブシステムを導入している。更に, 電磁界解析用シミュレーションソフトも導入しており, 電子デバイスの設計及び評価も行っている。

表1 主な測定設備

材料定数測定	空洞共振器法、同軸管・導波管法、同軸プローブ法、自由空間法、
伝送特性測定	4port Network Analyzer (Agilent technology 8363B, Test port 4421B), Probe system (cascade microtech MTS-1100)
電磁界解析	MW-Studio 2016 (CST社), Femtet(ムラタソフトウェア)

3. 測定事例

小型電子機器で利用されている薄く, 屈曲性を持つフレキシブルプリント基板(FPC)材料のマイクロ波帯における複素比誘電率及びその伝送特性を測定した事例について紹介する^{1),2)}。

現在, このFPC材料として主にポリイミド(PI)フィルムが利用されている。PIフィルムは耐熱性など基板材料として優れた特性を持つ反面, 高い吸湿性を持つことが知られている。一方, 新たなFPC材料として提案されている液晶ポリマー(LCP)フィルムはPIフィルム同様に優れた特性を持つだけでなく, 吸湿性を持たない。水はマイクロ波帯において高い誘電率を示すことから, この吸湿性の違いによる影響について検討する必要がある。そこで, FPC材料のPIフィルムとLCPフィルムの湿度条件下における複素比誘電率と伝送特性を測定し, 湿度がFPC材料に及ぼす影響について検討した。

複素比誘電率の測定方法には低損失・低誘電率材料の測定に有効である空洞共振器摂動法を用いており, 測定周波数は1から10GHzとした。図1にPIフィルムとLCPフィルムの湿度条件下と乾燥条件下での複素比誘電率を示す。湿度条件下におけるPIフィルムの比誘電率は10GHzで3.4であり, 乾燥条件下に比べ各周波数において約10%高くなった。また, 湿度条件下におけるPIフィルムの誘電正接は, 各周波数において0.003と一定であった乾燥条件下に比べ1GHzにおいて3倍, 10GHzにおいて6倍高

くなった。一方、湿度条件下における LCP フィルムの比誘電率は 10 GHz で 3.3 であり、乾燥条件下と同じであった。また、湿度条件下における LCP フィルムの誘電正接も各周波数において 0.003 と一定であり、乾燥条件下と同じであった。

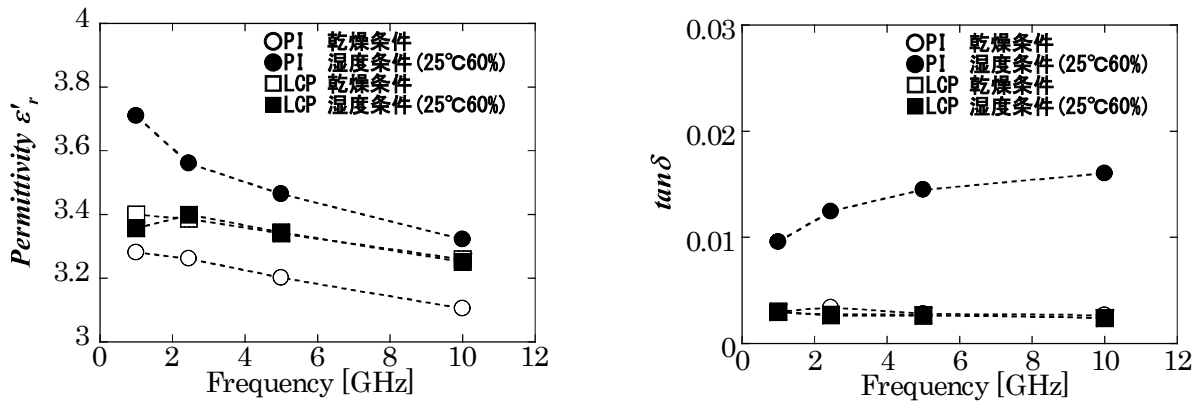


図 1 各 FPC 材料の湿度条件下の誘電率と誘電正接

次に 2 種類のフィルム上に形成した差動伝送のマイクロストリップ線路 (MSL) を高温加湿条件下で伝送特性を測定した。図 2 に各材料に成形した MSL の温湿度条件下の伝送損失を示す。基板材料に LCP フィルムを用いた線路の差動モードの伝送損失は 40 GHz で 0.59 dB/cm となり温湿度の変化による影響は見られなかった。一方、基板材料に PI フィルムを用いた線路の伝送損失は LCP フィルムを用いた線路に比べ 40 GHz で 0.52 dB/cm 増加し、温湿度の変化によって 40 GHz で 0.17 dB/cm のばらつきがみられた。これらの結果より、LCP フィルムを用いた伝送線路が高周波において低損失かつ温湿度の変化に対し安定であることを定量的に確認した。

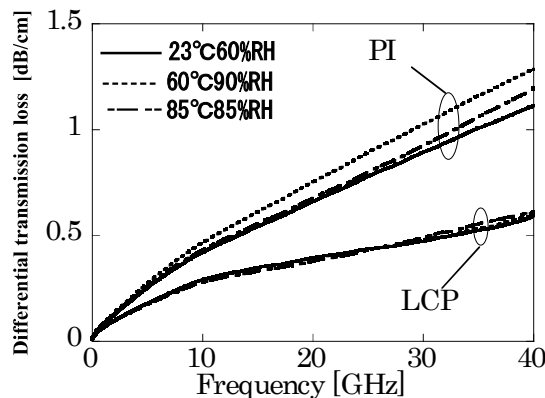


図 2 各材料に成形した MSL の温湿度条件下の伝送損失

4. おわりに

神奈川県産業技術センターで行っているネットワークアナライザを利用した電子材料の材料定数測定技術や伝送特性測定技術について紹介し、実際に行った測定事例について報告した。今後もこれらの高周波関連技術を活用し、企業支援を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 土屋明久ら “マイクロ波帯におけるフレキシブルプリント基板材料の湿度条件下における複素誘電率とその伝送特性,” 電子情報通信学会論文誌(C) Vol. J93-C, No. 6, pp. 189-194, June 2010.
- 2) A. Tsuchiya et al.: “Low-loss and high-speed transmission flexible printed circuits based on liquid crystal polymer films,” Electronics Letters, Vol.48, No.19, pp.1216-1217, Sept. 2012.