

低誘電ポリイミドの開発

(日鉄ケミカル&マテリアル株式会社) ○永易 杏菜・須藤 芳樹
Development of Low-Dielectric Polyimide Materials (*NIPPON STEEL Chemical & Material Co., Ltd.*) ○Anna Nagayasu, Yoshiki Suto

Sixth-generation (6G) communication systems, expected to be launched around 2030, will utilize frequency bands above 100 GHz, making the reduction of transmission loss a critical issue for high-frequency electronic substrates. Accordingly, substrate materials are required to achieve both low thermal expansion for warpage control and low dielectric loss. In polyimides, reducing polar functional groups is effective for lowering dielectric loss but generally conflicts with achieving low thermal expansion, limiting the applicability of conventional approaches for 6G.

In this study, a molecular design concept combining reduced polar group concentration with molecular-level motion suppression in the high-frequency region was introduced. As a result, a low-dielectric polyimide was developed, exhibiting a dielectric constant of 2.8, a dielectric loss tangent of 0.0014, and a coefficient of thermal expansion (CTE) below 20 ppm/K. Further compositional optimization is expected to achieve a dielectric loss tangent below 0.001.

Keywords : Polyimide, High-Frequency, 6G, Dielectric Properties, Transmission Properties

2030 年頃に開始が期待される 6G では、100 GHz 超の高周波帯利用が見込まれる。これに伴い、高周波対応電子基板には電気信号伝播時の伝送損失低減が重要となる。このような背景から、基板材料には従来要求されてきた基板反り制御のための樹脂の低熱膨張性に加え、伝送損失低減のための低誘電化の両立が求められる。ポリイミドにおいては、極性基の低減は低誘電化に有効である一方、低熱膨張性とは相反関係にある。そのため、低熱膨張性と 6G に対応可能な低誘電化の実現は困難であった。

本研究では、極性基濃度の低減に加え、高周波領域における分子レベルでの運動抑制に着目した新たな設計コンセプトを導入した。その結果、当社の従来ポリイミドを適用したエспаネックス®M シリーズと比較して、比誘電率 2.8、誘電正接 0.0014、熱膨張係数 (CTE) 20 ppm/K 以下の特性を同時に満たす新規低誘電ポリイミドを開発した。今後、組成の最適化を通じて更なる低誘電化を進め、誘電正接 0.001 以下の達成を目指す。

		Target	Espanex® M series	New ultra-Low dielectric Polyimide
Dielectric constants	10GHz	≤3.0	3.4	2.8
Dielectric loss tangent	10GHz	≤0.001	0.005	0.0014
CTE [ppm/K]		≤20	≤20	≤20