

P1-082 低誘電材料を志向したダブルデッカーシルセスキオキサン含有ポリイミドの合成

○佐子奈津子・吉田絵里菜・前田颯・畠山歆・難波江裕太・澤田梨々花・安藤慎治・早川晃鏡（東工大物質理工）

高度情報化社会の進展に伴い、ミリ波領域を活用する次世代移動体通信技術が注目されている。信号の遅延や損失を抑え、通信の高速化や信頼性の向上を図るためには、半導体素子の配線基板用層間絶縁膜等に用いられる誘電体の比誘電率 (D_k) と誘電損失 (D_f) を低減させることが重要である。層間絶縁膜に使用されるポリイミド (PI) は、耐熱性、機械的特性、微細加工性に優れる一方で、次世代移動通信技術において使用するには高誘電特性を示すため、その改善が必要である。

D_f の抑制には、分子鎖中、分子鎖間における双極子分極や電子分極の低減に寄与する電荷移動の抑制が有効であることから、分子内・分子間の電荷移動 (CT) 相互作用の低減と自由容積の増加に注力した分子構造設計が望まれる。

本研究では、低誘電損失 PI の開発に向け、主鎖に多数のケイ素原子を含むダブルデッカーシルセスキオキサン¹⁾ (DDSQ) を組み込んだ PI (**Figure 1**) の創成を目的とした。2 つのシルセスキオキサン環が積層された形の DDSQ 分子はその大きな中空構造と剛直性により、PI のモル容積の増加に寄与し、かつ主鎖の分子運動性を抑制する効果が期待される。本研究での PI の合成により高い耐熱性を有する自己支持性フィルムが得られた。粘度測定とサイズ排除クロマトグラフィー (SEC) を用いてポリマーの重合度を評価したところ、ポリアミド酸 (PAA) の対数粘度は約 0.2~0.5 dL g⁻¹、重量平均分子量 (M_w) は約 20,000~60,000 g mol⁻¹ であった。

10GHz および 20GHz における誘電特性測定の結果、全芳香族 PI (PMDA, pyromellitic dianhydride/ODA, 4,4'-oxydianiline) の 10GHz における D_k と D_f がそれぞれ、約 3.1 と約 0.014 であったのと比較し、DDSQ 含有 PI の D_k と D_f はそれぞれ、約 2.8 と約 0.003 であり、低 D_k 、低 D_f を示す傾向が見られた。屈折率も DDSQ 含有 PI は PI (PMDA/ODA) より低く、DDSQ の分子サイズが大きく分極率が低いいため、モル体積が増加し、PI 全体の分極率が低下していることが示唆された。PI を含む DDSQ の分子鎖が硬いため、分子運動性が抑制され、 D_f が低下したことが考えられる。DDSQ のユニークな嵩高い分子構造の導入により、低誘電特性・低分極率を示す傾向が見られた。

【謝辞】DDSQ 誘導体およびポリイミドの数種類の前駆体化合物は JNC 株式会社から提供されたものを用いた。

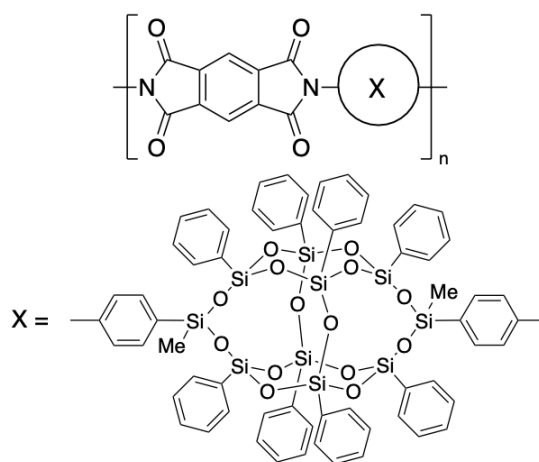


Figure 1. Chemical structure of double-decker silsesquioxane (DDSQ)-based polyimide

1) S. Wu *et al.*, *Macromolecules*, **2007**, 40, 5698.