

横浜国立大学 工学府

博士論文要旨

新規ナフチレンエーテルオリゴマーの合成と
SiC 型パワー半導体デバイス材料用エポキシ樹脂への応用

Synthesis of novel naphthylene ether oligomers and their applications to epoxy resins for silicon carbide power semiconductor device materials

指導教員：大山俊幸 教授

機能発現工学専攻 先端物質化学コース

有田和郎

2015 年 9 月

要旨

太陽光や風力発電などの新エネルギー分野やパワー半導体などの省エネルギー分野においては、従来電子材料用に広く用いられてきた有機ネットワークポリマーではその要求性能が達成できず、無機高分子であるシリコン系化合物が主に使用されてきている。しかし、長期熱耐久性の観点からは、厳しい性能要求にも適合できる新しい高性能有機ネットワークポリマーの開発が待望されている。

一般のパソコンなどに搭載される電子デバイスではガラス転移温度 (T_g) に代表される物理的耐熱性が重視されていたが、長期信頼性が重視される車載向けパワーデバイスなどの用途では、物理的耐熱性および熱分解などの化学劣化に対する耐性（化学的耐熱性）の両者が高いレベルで必要となる。特に 250°C 以上の高温で駆動できるシリコンカーバイド (SiC) 型パワー半導体などの実現のため、300°C を超える T_g を有し、1000 時間加熱後も化学劣化せず、かつ環境調和性の観点からハロゲン化合物を含まずに難燃性を発現するネットワークポリマーが待ち望まれている。

このような背景のもと、本研究では、上記の分野に適用可能な新規高耐熱性エポキシ樹脂を開発するとともに、その機能発現機構を理論的に考察し、次世代の耐熱性樹脂を開発するための指針を得ることを目的とした。

本研究では、物理的および化学的耐熱性を高いレベルで満足するエポキシ樹脂の分子設計条件として、次の 3 点を設定した。

- 1) 燃焼時の炭化層形成による難燃性の発現とラジカル的に分解し易い部位の排除のため、メチレン結合ではなくエーテル結合を使用。
- 2) 化学的耐熱性、難燃性および T_g の向上が期待できる多環芳香環を主鎖中に導入。
- 3) 熱硬化性樹脂としての流動性を確保するため、モノマー～オリゴマー程度の分子量に制御。

これらの条件を満足する構造として、本研究ではナフチレンエーテル骨格に着目し、エポキシ樹脂への応用を検討した。その結果、2,7-ジヒドロキシナフタレンを特定の条件で反応させることにより、3 分子脱水反応体の生成の選択性が向上し、重合度が制御されることを見出した。また、この反応の機構について、NMR 測定や密度汎関数法による最安定構造の推定をもとに考察した。

次いで、この化合物から合成した新規エポキシ樹脂を用いて硬化物を作製し、本研究の目的である物理的耐熱性と化学的耐熱性を兼備していることを明らかにした。また、新規エポキシ樹脂がこれらの優れた特性を示す原因について、エポキシ樹脂骨格構造と基礎物性との関係を検討し考察した。

以上