

# Norbornene-dicarboximide Based Copolymers for Electro-optic Application

アリサ, バンナロン

<https://hdl.handle.net/2324/4110534>

---

出版情報 : Kyushu University, 2020, 博士 (工学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名 : Alisa Bannaron

論文名 : Norbornene-dicarboximide Based Copolymers for Electro-optic Application (ノルボルネンカルボキシイミドを用いた共重合体ポリマーの電気光学応用)

区 分 : 甲

## 論文内容の要旨

### Thesis Summary

近年、インターネットやクラウドサービスの多様化、さらにはデータセンタの大規模化などに伴って情報通信量の大幅な増加が続いている。このような急速な情報通信量の増加を支えている技術が高速・大容量の光ネットワークである。最先端の光通信技術の中で、光送信デバイスは最も重要な基盤デバイスの一つである。スマートフォンやタブレット型端末の普及、IoT技術、および多様なセンシング技術の展開によって、今後、通信技術はますます高機能化することが予測される。情報通信量は大幅に増加しており、超高速化と大容量化に加えて低消費電力の光送信デバイスの開発は、通信の高性能化でも鍵となる。光変調器の高性能化では、従来の無機材料より広帯域の信号伝送が可能な電気光学(EO)ポリマーを応用したデバイス化が世界的に活発に進められている。また、デバイスの小型化に対応する集積技術への対応でもポリマー応用技術は注目を集めている。本研究では、高性能なEOポリマーの合成に加えて、信頼性の高いポリマーデバイスの作製を実現するため熱安定性ポリマーの合成と光変調器の応用について研究を行った。

第1章では、電気光学などの非線形光学現象と有機物質に見いだされる非線形光学効果について述べている。特に二次非線形光学効果の発現について有機分子に必要な要素を、具体的な分子を例示して説明している。また、ポリマー中に有機分子を分散した電気光学材料の応用とポリマー薄膜の調整に関する基本的な方法、および電気光学特性を評価する光学手法について述べている。さらに本章では本論文の目的についても述べている。

第2章では、高いガラス転移温度を持つノルボルネンカルボイミド系ポリマーの詳細について、種々のモノマーの合成とポリマーの合成方法について述べている。モノマー合成では、ガラス転移温度の高温化につながるノルボルネン誘導体の合成と共重合法によるポリマーの合成

について検討している。特にEO色素をポリマーへ導入するための方法としてサイドチェーン型EOポリマーの検討をしており、EO色素を含有したモノマーを使った直接重合法でEOポリマーの合成に成功した。

第3章では、生成したポリマーのガラス転移温度を制御するため、種々のモノマーを使ったEOポリマーの合成について詳細を述べている。特に本論文で合成したサイドチェーン型EOポリマーの利点について、主鎖型ポリマーや架橋型ポリマーと比較し述べており、ノルボルネンカルボイミドモノマーの応用が適していることが実験結果から示されている。電気光学特性の最適化に関する検討では、ポリマー中への色素導入率の検討や適切な金属触媒の選定による分子量や分子量分布の評価結果が述べられている。本章で得られたサイドチェーン型EOポリマーは、使用するノルボルネンカルボイミドモノマーの骨格によってガラス転移温度を予測通りに調整することが可能であり、特に熱安定性のEOポリマーの合成では200°C以上のガラス転移温度の高温化に成功している。

第4章では、合成したEOポリマーの電気光学特性の評価を行い、その詳細を述べている。電気光学特性の解析は、薄膜と光導波路を作製して行った。薄膜を用いた評価では、反射法による電気光学定数の解析を行い、EOポリマーの電場配向条件の最適化をした。一方、光導波路の電気光学特性の評価は、薄膜を用いて得られた作製条件を適応することで、半波長電圧が1.9Vの光変調の低電圧化に成功している。

第5章では、各章で得られた結果をまとめ、本論文の総括とした。