

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高複屈折性材料を指向した棒状液晶分子の合成と相構造および光学特性の評価
Title(English)	Synthesis, phase structures and optical properties of calamitic liquid crystalline molecules for high birefringence materials
著者(和文)	荒川優樹
Author(English)	yuki arakawa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9762号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小西 玄一,扇澤 敏明,芹澤 武,古屋 秀峰,戸木田 雅利
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9762号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	有機・高分子物質	専攻	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 (工学)
学生氏名： Student's Name	荒川 優樹		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	小西 玄一
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)	

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「Synthesis, phase structures and optical properties of calamitic liquid crystalline molecules for high birefringence materials (高複屈折性材料を指向した棒状液晶分子の合成と相構造および光学特性の評価)」と題し、英語で書かれており、General introduction (序章)、Chapter 1~4 (1章~4章) および General conclusion (結論) より構成されている。

General introduction では、液晶相および屈折率の基礎について概説し、本研究の背景および目的について詳細な説明を行った。また、各 Chapter の概要および結論が述べられている。

第 1 章「Synthesis, phase structures and optical properties of diphenyl-oligoynes based liquid crystalline materials (ジフェニル-オリゴイン系液晶材料の合成、相構造および光学特性の評価)」では、ジフェニル-オリゴイン系液晶化合物の液晶性および複屈折性について系統的な研究を行った。まず、新規液晶性化合物としてジフェニル-トリアセチレン (DPTA) を合成し、それらが安定な N 相を有することを示した。また、ジフェニルアセチレン (DPA)、ジフェニル-ジアセチレン (DPDA)、DPTA および DPTA の中心の三重結合をベンゼン環に置換したビストラン化合物の屈折率測定より、三重結合一つの Δn への寄与は 0.1 以上と見積もられ、ベンゼン環よりもその効果が大きいことを明らかにした。さらに、DPDA 構造を側鎖に導入した高分子材料への展開も行った。

第 2 章「Synthesis and evaluation of dinaphthyl-oligoynes based nematic liquid crystals for high birefringence materials (高複屈折性材料を指向したジナフチル-オリゴイン系ネマチック液晶材料の合成と物性評価)」では、大きな異常光屈折率 (n_e) の実現を目指した分子設計として、ジナフチル-ジアセチレン (DNDA) 誘導体を合成し、その液晶性および複屈折性の評価を行った。これら DNDA は広い温度範囲において N 相のみを有し、 Δn の評価では、その最高値は炭素数が 2 の誘導体において 0.62 (at 550nm)、異常光屈折率 (n_e) が 2.2 を示した。さらに、側鎖にジナフチル-アセチレン (DNA) メソゲンをもつ高分子を設計し、室温で N ガラスとなるポリマーの開発に成功した。その Δn の最高値は 0.36 と可視域に吸収を持たないポリマー材料としては非常に大きな値であり、今後の光学材料への展開が期待される。

第 3 章「Development of high birefringence bistolane-based liquid crystalline materials (高複屈折性ビストラン系液晶材料の開発)」では、ビストラン系液晶化合物の様々な位置にフッ素を導入することにより、フッ素が屈折率に与える影響および液晶相構造について詳細な検討を行った。さらに、これらビストラン系化合物を用いた一官能性、二官能性モノマーを合成し、それらモノマーのブレンドにおける一軸配向モノドメイン試料に光架橋反応を行うことで、一軸配向フィルムを得ることに成功した。これらは光架橋後には複屈折性が向上し、最高で $\Delta n = 0.4$ のフィルムを得ることに成功した。

第 4 章「Development of novel sulfur-containing calamitic liquid crystalline molecules for high birefringence materials (高複屈折性材料を指向した新規な含硫黄棒状液晶分子の開発)」では、結晶化や高次の Sm 相を発現しやすいことが知られている含硫黄棒状分子の N 性液晶材料への展開を行った。アルキルスルファニル基を有するビストラン系化合物において中心のベンゼン環にフッ素を導入することで、安定な N 相の発現に成功した。 Δn の測定において、アルコキシ基誘導体と比較して大きな Δn を示すことが明らかとなった。さらに、片末端にイソチオシアネート基を導入した非対称系分子では、140 °C の広い温度範囲において N 相を示し、巨大な Δn (0.77) および n_e (2.35) を実現することに成功した。これらは含硫黄棒状分子群のブレイクスルーであり、今後のコレステリック液晶材料等への展開が期待される。また、水素結合性部位を有するビストラン系棒状分子やチオフェン骨格を有するジアセチレン化合物群においても N の発現に成功している。

General conclusion では本論文の総括を行った。本論文は、分子分極率だけでなく分子が形成する凝集状態からも屈折率に与える影響を考察しており、低分子ならびに高分子を含めた高複屈折性液晶材料の分子設計指針を与えるものである。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 有機・高分子物質 専攻
Department of
学生氏名： 荒川 優樹
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)： 小西 玄一
Academic Advisor(main)
指導教員 (副)：
Academic Advisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)
Thesis Summary (approx.800 English Words)

The title of this thesis is “Synthesis, phase structures, and optical properties of calamitic liquid crystalline molecules as high-birefringence materials.” The significance of this study lies in the fact that I have synthesized novel high-birefringence liquid crystal (LC) materials and investigated the correlations between their optical properties, molecular polarizabilities, and assembly states. Chapter 1 describes the synthesis, birefringence properties, and phase structures of diphenyl-oligoynes molecules, which contain two phenyl rings connected by a single or multiple acetylene bonds. The investigation was extended to diphenyl-acetylene (a tolane-based LC material) and diphenyl-triacetylene, in order to understand the effect of acetylene bonds on the refractive indices and LC phases of diphenyl-oligoynes LC molecules. Chapter 2 describes the synthesis, refractive indices, and phase-transition behaviors of dinaphthyl-oligoynes molecules, which contain two naphthalene rings connected by a single or multiple acetylene bonds, in order to determine their suitability as high-birefringence materials. Almost all the compounds exhibited a well-defined nematic phase and good birefringence properties. Furthermore, polymers with dinaphthyl-acetylene structures in the side chain could be synthesized and used to form nematic glass films. Chapter 3 describes the results of investigations of the refractive indices and phase structures of several fluorinated bistolane-based molecules, which contain three benzene rings connected by two triple bonds joined at the p,p'-positions of the central benzene. In addition, uniaxial high-birefringence nematic polymer films with Δn values as high as 0.4 were obtained through a photocrosslinking reaction of mono- and difunctionalized bistolane-based methacrylate monomers. Finally, Chapter 4 describes the synthesis of novel sulfur-containing calamitic nematic LC molecules, including alkylsulfanyl groups and thiophene-based rings, for use as high-birefringence materials. Further, their LC phase structures and birefringence properties were investigated in detail.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).