

Title	有機非線形光学結晶DASTの育成とその応用に関する研究
Author(s)	高橋, 義典
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48550
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	高橋 義典
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 21209 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電気工学専攻
学位論文名	有機非線形光学結晶 DAST の育成とその応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 佐々木孝友 (副査) 教授 中塚 正大 教授 斗内 政吉 教授 伊瀬 敏史 教授 熊谷 貞俊 教授 辻 毅一郎 教授 伊藤 利道 教授 杉野 隆 教授 西村 博明

論文内容の要旨

本論文は、著者が大阪大学大学院工学研究科電気工学専攻において実施した、有機非線形光学結晶 4-dimethylamino-N-methyl-4-stilbazolium tosylate (DAST) の育成とその電気光学素子応用に向けた電気光学評価、テラヘルツ波発生素子応用に向けたテラヘルツ波発生評価、DAST 結晶の実用化に向けた耐久性向上検討に関する研究成果をまとめたものである。論文は以下の 6 章により構成される。

第 1 章 序論では、本論文に関する研究分野について概観し、本研究の意義と目的を明らかにした。

第 2 章 有機非線形光学結晶 DAST の育成では、有機非線形光学結晶 DAST の材料特性（物理・化学的性質）、結晶構造等を説明し、その合成法と結晶育成法について述べた。自然核からの結晶育成法である Slope Nucleation 法を開発し、DAST 結晶の高品質化を実現した。

第 3 章 DAST の電気光学素子への応用では、DAST の電気光学素子への応用として電界センサーに着目し、電気光学特性評価について述べた。DAST は従来の無機系の電気光学結晶を凌駕する高感度性を有していること、感度が結晶の厚みに依存することを実証し、その電気光学性能を明らかにした。

第 4 章 DAST のテラヘルツ波発生素子への応用では、DAST のテラヘルツ波発生素子への応用として、フェムト秒レーザー励起、並びに 2 波長光源の差周波発生によるテラヘルツ波発生評価について述べた。フェムト秒レーザーを用いた検討では励起波長により発生に適したテラヘルツ波帯域が異なること、差周波発生を用いた検討では無機材料よりも遥かに広帯域にわたるテラヘルツ波の発生が可能であることを実証し、そのテラヘルツ波発生特性を明らかにした。

第 5 章 DAST 結晶のレーザー損傷耐性向上検討では、差周波発生を用いたテラヘルツ波発生評価時において、高頻度に発生するレーザー損傷の要因、並びにその対策法について述べた。DAST のレーザー損傷には表面損傷と内部損傷とが存在すること、特に、内部損傷の重大な要因として単結晶内部に面状の欠陥が存在することを新たに見出した。また、面状欠陥の形成が抑制された高いレーザー損傷耐性を有する結晶の育成には、育成過程における溶液攪拌の導入が効果的であることを明らかにした。

第 6 章 結論では、研究全体の総括を行い、結論とした。

論文審査の結果の要旨

本論文は、著者が大阪大学大学院工学研究科電気工学専攻において実施した、有機非線形光学結晶 4-dimethylamino-N-methyl-4-stilbazolium tosylate (DAST) の育成とその電気光学素子応用に向けた電気光学評価、テラヘルツ波発生素子応用に向けたテラヘルツ波発生評価、DAST 結晶の実用化に向けてのレーザー損傷耐性向上検討に関する研究成果をまとめたものである。

第1章は序論であり、本論文に関する研究分野について概観し、本研究の意義と目的を明らかにしている。

第2章では、DAST の材料特性（物理・化学的性質）、結晶構造等を説明し、その合成法と結晶育成法について述べている。従来までの方法では困難であった高品質 DAST 結晶の育成法として、自然核からの結晶育成法である Slope Nucleation 法を新規に開発し、DAST 結晶の高品質化を達成したという結果を示している。

第3章では、DAST の電気光学素子への応用として電界センサーに着目し、電気光学特性評価について述べている。DAST は従来の無機系の電気光学結晶を凌駕する高感度性を有していることを無機の KTP 結晶との感度比較で実証し、また、電気光学感度が結晶の厚みに依存して増大することを実証する等、その優れた電気光学性能を明らかにしている。

第4章では、DAST のテラヘルツ波発生素子への応用として、フェムト秒レーザー励起、並びに2波長光源の差周波発生によるテラヘルツ波発生評価について述べている。フェムト秒レーザー励起によるテラヘルツ波発生検討では、励起波長により出力テラヘルツ波スペクトルや位相整合周波数が異なること、差周波発生を用いた検討では、無機材料よりも遥かに広帯域にわたるテラヘルツ波の発生が可能（2～31.5 THz）であることを実証し、その優れたテラヘルツ波発生特性を明らかにしている。

第5章では、差周波発生を用いたテラヘルツ波発生評価時において、DAST 結晶に高頻度に発生するレーザー損傷の要因、並びにその対策法について述べている。DAST のレーザー損傷は、入射レーザーにより発生した熱であること、レーザー損傷には表面損傷と内部損傷が存在すること、また、それぞれの損傷要因を解明し、要因毎の対策法を明らかにしている。特に、内部損傷の重大な要因として単結晶内部に存在する DAST 結晶特有の面状欠陥という結晶欠陥を新規に見出し、面状欠陥の形成が抑制された耐レーザー損傷閾値の高い DAST 結晶の育成には、育成過程を通じての溶液攪拌の導入が効果的であることを明らかにしている。

第6章は結論であり、研究全体の総括を行っている。

以上のように、本論文は Slope Nucleation 法という新しい結晶育成法の開発により、従来困難であった有機非線形光学材料 DAST の高品質結晶育成を可能としている。また、そうして得られた結晶が電気光学素子やテラヘルツ波発生素子といった次世代デバイスとして、無機結晶と比較して優れた素子特性を有することを報告している。更に、上記素子応用時に問題となる結晶のレーザー損傷要因の解明と対策検討を実施し、耐レーザー損傷閾値の高い DAST 結晶の作製法についても明らかにしており、DAST という材料の実用化に貢献するとともに、今後の有機結晶育成分野、テラヘルツ波分野等の進展に寄与するものと考えられる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。