

Title	半導体ドーパガラス及びKTP結晶における非線形光学効果に関する研究
Author(s)	柳川, 勉
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38595">https://hdl.handle.net/11094/38595</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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	柳 川 勉
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 0 3 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 5 年 12 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	半導体ドーパガラス及びKTP結晶における非線形光学効果に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 中島 信一 教授 興地 斐男 教授 一岡 芳樹 教授 増原 宏

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、非線形光学効果の効率的な利用法をめざして、レーザー光照射に伴う非線形光学材料の特性変化の原因を明らかにし、半導体ドーパガラスのフォトダークニング効果の制御を行い、さらにKTP結晶による第2高調波発生の際のウォークオフ補償について検討した結果をまとめたものであり、6章で構成されている。

第1章は序論であり、研究の背景、位置づけ、目的の概要について記述している。

第2章では、KTP結晶対を用いた第2高調波発生に対して、励起光と出力光が分離するウォークオフ現象を補償する手法を確立している。同一切り出し角を有する2個のKTP結晶を対として用い、角度操作による第2高調波出力の変化をはじめて詳細に解析している。

第3章では、縮退4光波混合による $\chi^{(3)}$ 測定法について述べ、ボックスカー配置の前方型縮退4光波混合系を用いて、背景散乱光の除去により、従来より1桁～2桁低い励起光強度での $\chi^{(3)}$ 測定が可能になることを示している。

第4章では、半導体ドーパガラスの光学特性、ガラス中半導体超微粒子の測定について述べている。熱アニーリングによって半導体超微粒子が成長することを、電子顕微鏡観測と量子化サブバンドの光吸収測定によって確認している。さら、電子顕微鏡測定から100 [Å]以上の粒径を有するCdS<sub>x</sub>Se<sub>1-x</sub>超微粒子の形状が、ガラス中では六角柱になっていることをはじめて見出ししている。

第5章では、半導体ドーパガラスのフォトダークニング現象とそれに伴う非線形光学応答速度の変化を調べている。光照射後、ガラスの光透過領域全域にわたる黒化と応答速度の著しい短縮化を測定しているが、超微粒子の粒径には変化がないことを明らかにしている。また、アルカリガラスに色中心が生成されることを、紫外吸収や電子スピン共鳴から確認している。ガラス中のイオン伝導度が大きいアルカリ金属イオンの組成を制御することにより、混合アルカリ効果が顕著な組成で、フォトダークニングの後に非線形光学応答速度の経時変化が少なくかつ高速応答が得られることを明らかにしている。

第6章は、本研究で得られた成果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

非線形光学素子を用いた光学システムの開発において、非線形光学効果に対する効率的な利用、およびその動作の安定性の向上が重要な課題となっている。

本論文では非線形光学効果の応用を目指して、半導体ドーパガラスのフォトダークニング効果の原因を明らかにし、この効果を制御することによって、非線形光学応答時間の短縮化と安定化を実現するとともに、Potassium titanyl phosphate (KTP) 結晶を用いた第2高調波発生効率を高めるための新しい手法を考案している。その主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 第2高調波発生に対しKTP結晶対を用い、高調波発生の低下を引き起すウォークオフ現象を補償する手法を開発し、高調波発生の最適条件を求めている。
- (2) 縮退4光波混合法を用いた非線形光学定数 $\chi^{(3)}$ の測定において、背景光除去手法を用い、 $\chi^{(3)}$ 測定精度の向上を達成している。
- (3) 半導体ドーパガラスを分光測定、電子顕微鏡測定、磁気共鳴測定などの手法を用いて調べ、半導体微粒子の形状や熱アニーリングによる微粒子成長の様子を明らかにしている。
- (4) レーザー光照射によってフォトダークニング効果を生じた半導体ドーパガラスで非線形光学応答時間を求め、応答時間のレーザー光照射強度および照射時間に対する依存性を明らかにしている。さらに、フォトダークニングによる応答時間の短縮化現象がガラス中の複数のアルカリ元素の組成に依存することを初めて見だし、応答時間が最短となるアルカリ組成比が存在することを明らかにしている。

以上のように本論文は、非線形光学材料に関し、半導体ドーパガラスの特性変化の現象を解明するとともに、これらの材料を安定に制御する方法を見出し、さらに第2高調波の高効率発生手法を開発しており、応用物理学、特に非線形光学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。