

Title	Studies on All-Optical Limiter Based on Light-Matter Interactions
Author(s)	後藤, 洋臣
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49511
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	後藤洋臣
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 22896 号
学位授与年月日	平成 21 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科生命先端工学専攻
学位論文名	Studies on All-Optical Limiter Based on Light-Matter Interactions (光と物質の相互作用を利用した全光リミッタに関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 伊東 一良 (副査) 教授 金谷 茂則 教授 福住 俊一 教授 宮田 幹二 教授 菊地 和也 教授 伊東 忍 教授 高井 義造 教授 渡部 平司 教授 兼松 泰男 准教授 小西 毅

論文内容の要旨

本研究では、ライフサイエンスから光通信にいたるまであらゆる分野で現在必須技術となっているレーザー光において、その信頼性を確保する安定化技術、特に最も利用頻度の高い光強度の安定化技術の確立を試みた。これまでにない新しい概念による光リミッタの手法を提案し、実験による基本動作の確認、及びシミュレーション評価により従来技術による一般的な性能限界であった 3dB (±30%) の入力ダイナミックレンジをはるかに上回る 8.2dB (±54%) の広いダイナミックレンジ性能を確認した。また、出力光強度揺らぎが 0.014dB (±0.16%) 以下の高精度強度安定化を可能とする光リミッタを提案した。第一章では、本論文の背景と目的を述べ、本論文で提案する光リミッタに重要な要素である非線形光学効果と光パターン認識技術について述べた。第二章では、従来の光リミッタ技術の限界を取り除き、理想的な光リミッタ特性を得るこ

とを目的として、新しい概念による光リミッタの実現手法を提案し、実験による基本動作の確認を行った。シミュレーションによる評価の結果、提案技術が従来技術による一般的な性能限界であった 3dB (±30%) の入力ダイナミックレンジを 2dB 上回る 5.2dB (±54%) の広いダイナミックレンジ性能を有することを確認した。

第三章では、提案する光リミッタに不可欠であり、これまでに実用的な手法が存在しなかった固定素子による高効率な振幅位相同時変調光フィルタの実現手法を提案し、振幅及び位相両方の変調が必要な光波形整形実験を通して提案手法の有効性を実証した。

第四章では提案する光リミッタの広ダイナミックレンジ化を目指して光リミッタに用いている非線形光学効果のメカニズムについての解明を行い、これまでの解釈とは異なる新しい非線形光学効果の機構を明らかにした。明らかにしたメカニズムを応用することにより提案する光リミッタの入力ダイナミックレンジの大幅な拡大 (8.2dB; ±74%) に成功した。第五章では、非線形光学効果そのものに注目し、これを効果的に利用することにより広い入力ダイナミックレンジと出力光パルスの高品質化の両方を同時に達成可能な光リミッタを提案した。

第六章では、本研究の趣旨である光と物質の相互作用の効果的な利用のコンセプトに基づき、光と生物材料の相互作用に基づいた光リミッタの発展を目的とし、これまで波長の異なる二つの光源を必要としていた生物材料を用いた光リミッタの単一光源化、および光学系の抜本的な簡素化を図った。

論文審査の結果の要旨

本論文は、ライフサイエンスから光通信にいたる数多くの科学技術分野において、現在必須の要件となっているレーザー信号光の信頼性の基礎となるレーザー信号光強度の安定化技術に関する一連の研究成果をまとめたものである。レーザー信号光強度の安定化を目的として、光リミッタの新しい実現手法を提案し、実験による基本動作の確認及びシミュレーション評価によって、従来技術の性能をはるかに上回る広いダイナミックレンジと高い強度安定化性能を確認している。論文の内容を要約すると以下の通りである。

第 1 章では、光リミッタ技術の現状について述べ、本論文の目的および研究手法について述べている。また本論文で提案する光リミッタに重要な要素である非線形光学効果と光信号処理技術についてまとめている。

第 2 章では、従来の光リミッタ技術の限界を取り除き、理想的なリミッタ特性を実現することを目的として、新しい概念による光リミッタの実現手法を提案し、実験による基本動作の確認を行っている。シミュレーションによる評価の結果、提案技術が従来技術による一般的な性能限界であった 3dB (±30%) の入力ダイナミックレンジを 2dB 以上上回る 5.2dB (±54%) の広いダイナミックレンジ性能を有することを確認している。

第 3 章では、本論文で提案している光リミッタに不可欠であり、これまでに実用的な手法が存在しなかった固定素子による高効率な振幅・位相同時変調光フィルタの実現手法を提案し、振幅・位相両方の変調が必要な光波形整形実験を通して、提案手法の有効性を実証している。

第 4 章では、光リミッタに用いている非線形光学効果のメカニズムについての解明を行い、これまでの解釈とは異なる新しい非線形光学効果の機構を明らかにしている。さらに、明らかにした機構を応用することにより、提案する光リミッタの入力ダイナミックレンジの大幅な拡大 (8.2dB; ±74%) に成功している。

第 5 章では、光パルスに波形整形を行うことにより、非線形光学効果の平衡状態を作り出し、広い入力ダイナミックレンジと出力光パルスの高品質化の両方を同時に達成可能な光リミッタを提案している。

第 6 章では、光と物質の相互作用を効果的に利用するというコンセプトに基づき、生物材料を用いた光リミッタについて、従来必要とされていた制御用光源の排除と光学系の単体化を図っている。

以上のように、本論文は、レーザー光の安定化を可能とする光リミッタについて、従来手法とは全く異なる新しい概念を光リミッタの実現手法に導入し、提案手法により従来技術による性能限界を大きく上回る強度安定化性能を達成している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。