

A Study on CMOS Image Sensors for Stimulated Raman Scattering Using High-Speed Lateral Electric Field Charge Modulators

メタデータ	言語: English 出版者: Shizuoka University 公開日: 2016-12-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Lioe, De Xing メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00009904

(課程博士・様式9)

審 査 要 旨

専攻 ナノビジョン工学 学籍番号 55345031 学生氏名 Lioe De Xing

論文題目 A STUDY ON CMOS IMAGE SENSORS FOR STIMULATED RAMAN SCATTERING USING HIGH-SPEED LATERAL ELECTRIC FIELD CHARGE MODULATORS

(高速ラテラル電界制御型電荷変調素子を用いた誘導ラマン散乱 CMOS イメージセンサに関する研究)

本論文は、誘導ラマン散乱(SRS)による無染色生体イメージングへの応用を目的とし、高速電荷変調を特徴とするロックインピクセルを用いた誘導ラマン散乱用 CMOS イメージセンサの試作に基づく研究を取りまとめたもので、全 6 章からなる。

第一章は本論文の緒言であり、研究の背景、目的について述べている。第二章は、SRS イメージセンサに関する基礎的考察として、SRS イメージングの原理と特徴、並びに CMOS イメージセンサの基礎的事項について述べている。第三章では、SRS イメージングのためのロックインピクセル CMOS イメージセンサの構成と、試作の結果について述べている。ラテラル電界制御により高速電荷変調を行う光復調器とロックイン増幅器を用いて、SRS に伴う極めて大きいオフセット光の中に含まれる微弱な信号光を抽出して増幅し、高い信号対雑音比で SRS 信号を読み出すことができる新しいロックインピクセルの構成を提案している。また、レーザ光強度のゆらぎ、及びロックインピクセル内の半導体デバイスが発生する $1/f$ ノイズを効果的に低減する 2 重変調法を提案し、これにより、信号対雑音比の大幅な改善を図り、試作した SRS 用ロックインピクセルにより、背景成分の 1 万分の 1 の振幅の信号光が抽出できることを示している。第四章では、更なる高信号対雑音比を実現するために受光部を大面積化し、かつ高速の電荷変調を可能とするロックインピクセルを提案し、これを用いた SRS イメージセンサの試作の結果について述べている。受光部の大面積化によって受光ビームの照射位置変動に伴う周期性のノイズが低減され、背景成分の 10 万分の 1 の振幅の信号光が抽出できることを示している。また、ステアリン酸や 3T3-L1 細胞に対するラマンスペクトルの計測、及びこれらの特定の分子振動に着目した無染色ラマンイメージングに、SRS 専用に構成されたピクセル検出器として初めて成功している。第 5 章では、大面積受光部を有する高速電荷変調器として、イオン注入層 3 段で構成することでさらに高速・高感度化を図ることができることをデバイスシミュレーションによる解析によって明らかにしている。

以上のように、本論文は、誘導ラマン散乱による無染色イメージングの高速化及び生体試料の低損傷化を目的とした CMOS イメージセンサの開発と、これを実際に誘導ラマン散乱イメージングシステムに組み込んで、性能の評価を行い、その有用性を明らかにしたものであり、生命科学及び医療機器分野に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位を授与するに十分な内容を有するものと認める。

