

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 14936 号
------	---------------

氏 名 陈 颖

論 文 題 目

Study on high resolution and speckle reduction optical coherence tomography using tunable quasi-supercontinuum laser source
(波長可変擬似スーパーコンティニュームレーザー光源を用いた
高分解能・スペックル低減光干渉断層計に関する研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	工学研究科	教授	西澤 典彦
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	川瀬 晃道
委員	名古屋大学	未来材料・システム研究所	教授	五十嵐 信行
委員	大阪大学	医学系研究科	教授	近江 雅人

論文審査の結果の要旨

陈颖君提出の論文「Study on high resolution and speckle reduction optical coherence tomography using tunable quasi-supercontinuum laser source (波長可変擬似スーパーコンティニュームレーザー光源を用いた高分解能・スペックル低減光干渉断層計に関する研究)」は、超短パルスファイバレーザーによって誘起する光ファイバにおける非線形光学効果を高速な光強度変調器を用いて制御することで、任意のスペクトル形状の広帯域光を生成できる擬似スーパーコンティニューム光源という独自の光源を、スペクトル領域光干渉断層計(光コヒーレンストモグラフィー、通称OCT)に初めて適用した研究である。まず、実際に生体サンプルなどの非破壊断層イメージングを行い、本手法が深部イメージングに有用であることを実証している。更に本光源を用いたスペックル雑音の低減手法を提案し、その有効性を初めて明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、OCT技術の背景やその発展の経緯、そしてOCT技術の発展を支える光源開発の進展が説明され、更に本論文の目的と概要が述べられている。

第2章では、本研究で用いられるマイケルソン干渉計を用いたOCTの各種理論が概説されている。更に、OCTにおいて画像を劣化させるスペックル雑音について、その起源や諸性質が述べられている。

第3章では、高分解能なOCTに用いられる広帯域なスーパーコンティニューム(SC)光源、及び本研究で用いる擬似SC光源について、その原理や諸特性が述べられている。

第4章では、本研究で開発した波長可変な擬似SCレーザー光源について、その構成や要素、諸原理や諸特性がまとめられている。種光源として用いた単層カーボンナノチューブを用いた超短パルスファイバレーザーや超短パルスファイバ増幅器、偏波保持ファイバにおける波長可変ラマンソリトンパルスの生成や、強度変調器を用いた高速スペクトル制御について、開発した成果が詳細に述べられている。

第5章では、波長1.7 μm 帯の広帯域擬似SC光源を用いた高分解能、高侵達OCTイメージングの研究について、その成果が述べられている。OCTの特性として、感度98 dB、深さ方向分解能 10.7 μm が得られ、人体の歯や指先などの断層イメージが高精細に観測され、今回開発した光源の有用性を実験的に明らかにしている。

第6章では、波長可変な擬似SC光源を用いてOCTイメージングにおけるスペックル低減手法を新たに提案し、その有用性を実証している。ここでは、まず適切な擬似SC光源を7つの波長で生成し、それらを用いて実際に豚の甲状腺などの複数のサンプルについて、非破壊断層イメージングを行い、測定したイメージを加算平均することで、スペックル雑音が大きく低減することを実証している。

第7章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では、擬似スーパーコンティニューム光源を用いた光干渉断層計測装置を開発し、その深部イメージングへの有用性やスペックルを低減した高精度イメージングへの有用性を明らかにしている。これらの成果は、光応用工学や医用工学などの分野において、光干渉イメージングの高度化を進めるための新しい知見と指針を与える重要なものであり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である陈颖君は博士(工学)の学位を受けるのに十分な資格があると判断した。