

審査の結果の要旨

論文提出者 鹿 熊 秀 雄

光断層撮影は無侵襲、非接触に生体などの組織の断面を近赤外光を用いて撮影する方法である。近年、従来の方法であった時間領域 OCT ではなく、フーリエ領域 OCT が感心を集めている。本論文は” 1.55 μm 帯半導体レーザの口腔内組織断層撮影技術への応用に関する研究” と題し具体的には 1.55 μm 帯のレーザを搭載した周波数掃引 OCT について論じており、七章より構成されている。

第一章の「序論」では、研究の背景として疾患の早期発見、早期治療は個人の生活の質(Quality of Life) を向上させ国民の治療費を低減させる方法の一つであると考え、特に口腔内疾患の早期発見、早期治療を可能とする光断層撮影に着目して研究を行うという方針を述べている。

第二章の「口腔内診断用 OCT の必要性」では、日本は急速な高齢化社会を向かえようとしている現実を踏まえ、高齢化社会によってもたらされる国民一人々の医療費の増大、さらには医療財政が逼迫する状況を回避できる方法がないのだろうかと自らに問いかけている。その結果、問題を回避する一つの方法には、病気の早期発見・早期治療があると考え、これによって、医療費の低減が期待でき、なにより患者自身にとって一番良い方法であると結論づけている。また口腔内診断用 OCT の必要性という見知から、口腔内疾患の早期発見への社会的ニーズと残存歯の重要性を考え、また、従来の断層診断法にはどのようなものが有るのか検討している。

第三章の「OCT の理論と方法」では干渉の基礎を数式を使って確認し、OCT の理論と方法について検討している。離散的周波数掃引の特徴的な理論式から最終的に、リフレクトメトリのパラメータである撮影可能距離や分解能を算出している。また、干渉計とリフレクトメトリ、各種 OCT の比較、歯科用 OCT に必要な機能などを検討し、さらに時間領域 OCT、スペクトル領域 OCT、周波数掃引 OCT、本研究の方式である離散的周波数掃引リフレクトメトリ OCT などについても論じている。

第四章「各種光源とそれを搭載した OCT の性能」では、OCT 用の光源として固体レーザ、スーパーluminescenceダイオード、外部共振器型レーザ、SSG-DBR レーザなどについて述べている。SSG-DBR レーザは本研究の OCT に採用した特徴ある半導体レーザであり、その構造、波数調整の方法など詳しく述べている。

第五章「口腔内組織の断層撮影」では基礎知識の確認として、エナメル質、象牙質、セメント質についての論文を引用し、主にエックス線撮影像から歯牙の構造や齶蝕と歯周病について考え断層撮影に必要な基礎知識を再確認して、実際の実験について記述している。実験は、*in-vitro* としてヒトの上顎 4 番の断層像とその歯牙を機械的に切断して断面写真を撮り比較している。また *in-vivo* としては成人男性上顎右 1 番と 2 番の断層を撮影し、得られた像の評価を行っている。さらに、口腔内プローブを試作して下顎右 5 番（第二小臼歯）を上から撮影し、得られた像及びプローブの評価を行っている。また、撮影可能距離 12mm から得られた断層像を評価して、複数歯牙の撮影には 12mm では不十分であると結論つけている。

第六章「複数歯牙 OCT 撮影技術の開発」では、撮影可能距離を 24mm にする方法、*in-vitro* としてファントムの断層像、*In-vivo* の撮影としては親指の断層像を示している。結果として 24mm の深さまで像が得られており、理論式から予測した 24mm を立証している。また、なぜ 24mm という世界的にも例のない撮影可能距離が実現できるのかを感度確認の実験から説明している。

第七章「結論と今後の展望」では本論文の主要な結果をまとめると同時に、この研究の将来の方向性について議論している。本研究では光断層撮影の基礎的な研究を行ったが疾患の早期発見、早期治療を実現するには臨床の場で役立つ装置を開発しなくてはならない。それには、口腔内を撮影する特殊なプローブの検討が不可欠であり、実現のためには MEMS ミラーなどの構成要素から開発する必要があると結論づけている。

以上これを要するに、本論文は、口腔内組織の疾患に対して早期発見、早期治療を可能にする光断層撮影技術について、特に装置の小型化を可能にする $1.55\mu\text{m}$ 帯半導体レーザーの応用を検討し、実際に口腔内の組織である歯牙や歯肉の断層像を撮影することによりその有効性を実証しており、電子工学に貢献するところが少なくない。

よって、本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。