

学位被授与者氏名	能勢 秀俊 (Hidetoshi NOSE)
学位の名称	博士 (工学)
学位番号	博 (一) 第9号
学位授与年月日	平成18年3月25日
論文題目	レーザー誘起衝撃波の実験とその応用に関する研究
論文題目 (英訳または和訳)	Studies on Experiment of Laser Induced Shock Wave and its Application
論文審査委員	論文審査委員会 委員主査 : 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 内田 一徳 同審査委員 : 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 松永 利明 同審査委員 : 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 ハロリ レナルト 同審査委員 : 福岡工業大学大学院物質生産システム工学専攻教授 今村 正明
論文審査機関	福岡工業大学大学院工学研究科
論文内容の要旨 (和文)	<p>現在、レーザー技術は急速な進歩を続けている。そして産業技術として新しい工業的手法を確立しつつある。その基礎プロセスの一つにレーザーアブレーション現象を用いたものがある。</p> <p>著者らは、レーザーアブレーションを利用した新しい手法としてレーザー誘起衝撃波に着目した。すなわち、YAGパルスレーザー光を光ファイバに導くと、粗面化したファイバ出射端面でレーザーエネルギーの強い吸収が起こり、周囲媒体中に衝撃波面が生じる現象を発見した。この方法は、レーザーエネルギーをそのまま生体組織に作用させるのではなく、粗面効果により、ファイバ出力端で光エネルギーを衝撃エネルギーに変換し、周囲媒体中に圧力波を誘起するものである。また、発生する衝撃波の強さは、レーザーエネルギー、ファイバ径、粗面状態、ファイバ形状、周囲媒質等に依存するため、それらのパラメータを変えることにより、生成される衝撃波分布とエネルギーを柔軟に制御することが可能である。著者らはファイバ、ガラス、アクリル等の非金属材料から発生した衝撃波を血栓除去や組織切除などの微小手術への医療応用を目指した基礎的な研究を行った。</p> <p>このとき発生した衝撃波はレーザーシャドウグラフ法で観測し、水の衝撃ウゴニオの関係式から衝撃波圧力を算出した。また、より正確に衝撃波圧力を測定するために、光学的な衝撃波圧力の測定法の検討を行った。このような方法で発生した衝撃波を利用し、生体組織と模したゼラチンの切断に成功した。</p> <p>本論文の構成は以下の通りである。</p> <p>第1章では、レーザーアブレーションの一般的な研究背景、本研究の背景と目的、各章の概要を述べる。</p> <p>第2章では、レーザー誘起衝撃波の観測法について述べる。</p> <p>第3章では、レーザー誘起衝撃波の観測と圧力の算定、およびゼラチン切断実験について述べる。</p> <p>第4章では、レーザー誘起衝撃波の光学的測定法の検討を行っている。</p> <p>第5章では、本論文の主要な結果を要約している。</p>
論文内容の要旨 (英文)	<p>Recently, the laser technology is progressing very rapidly, and is established as a new industrial technology. One of the basic processes is application of laser ablation phenomena.</p> <p>As a new technique using laser ablation, author and his research group experimentally discovered the phenomenon of shock wave generation. When YAG pulse laser which propagates in optical fiber, comes out of the end tip, the energy is strongly absorbed in roughened fiber end surface and shock wave is generated. The method proposed in this work has advantage that it does not transmit the laser energy directly through vital tissue, but transmits it via an optical fiber until it is transformed into a shock wave at the fiber output surface which is located very close to the target. Additionally, since the intensity of the shock wave is dependent on the laser energy, the diameter of the fiber, the surface roughness, the fiber output surface shape, the surrounding medium, and so on, we can control the generation of the shock wave flexibly by varying these parameters. Author have been promoting fundamental research about the medical application of the shock wave generated at</p>

	<p>the fiber, glass and acryl of nonmetallic materials to the microsurgery of thrombus removal, organization excision, and so on.</p> <p>Pulse laser shadowgraphy is used to take photograph to see the time evolving shock wave generation procedure. The shock wave pressure is calculated from the relations of shock Hugoniot in the water. Also, to measure the shock wave pressure more accurately, the optical measurement method of shock wave pressure was examined numerically by a simulation. Assuming that gelatin is imitation vital issue, author succeeded to cut of gelatin by the shock wave.</p> <p>The thesis consists of the following chapters.</p> <p>In Chapter 1, the general background of laser ablation study, the background and the purpose of this thesis and outline of each chapter is described. In Chapter 2, the observation method of laser induced shock wave is explained. In Chapter 3, the observation result of laser induced shock wave and estimation of shock wave pressure are described in detail. Assuming that gelatin is an imitated model of vital tissue, we also examined the effect of laser illumination on gelatin. In Chapter 4, the accurate optical measurement method of shock wave is proposed. We show a numerical simulation result of scattered reference laser light and discuss the possibility of proposed method. In Chapter 5, the results obtained throughout this study are briefly summarized. Some future subjects are also mentioned.</p>
論文審査結果	<p>(学位論文審査の結果)</p> <p>論文題目は「レーザ誘起衝撃波の実験とその応用に関する研究」であり、論文目録として学術論文2編(第1著者1編)、国際会議3編(第1著者1編)、紀要1編(第1著者)となっている。論文内容は、光ファイバの端面等で発生するレーザ誘起衝撃波の医療面への応用を目指した基礎的実験研究が主であり、その構成は5章からなる。第1章は序論であり、研究の背景と目的等が述べられている。第2章はレーザ誘起衝撃波の観測法であり、実験で用いたYAGレーザや衝撃波観測に用いた影写真法等について述べている。第3章はレーザ誘起衝撃波の観測と衝撃波によるゼラチンの切断実験であり、この論文の主要な部分を構成する。第4章では数値シミュレーションによって、光学的な衝撃波分布測定法の可能性を論じている。第5章は結論であり、研究のまとめである。</p> <p>レーザ出射ファイバ端面の粗さと曲率半径の違いによって、衝撃波の発生効率が異なる現象を実験的に見出し、多くの実験結果から、端面の粗さと曲率半径をパラメタとすることによって、衝撃波の出射点からの距離を変数とした衝撃波圧力の特性曲線を得ている。また試験片にレーザを照射し、その端面の粗さの度合いによって、衝撃波の発生効率が変化することも実験的に確かめている。これらは他の研究者によって報告されていない実験結果であり、学位論文としての価値が認められるところである。</p> <p>応用を目指した研究として、衝撃波によるゼラチン切断の実験を行っている。ゼラチンの表面に置かれた試験片にレーザを照射して、試験片端面に発生した衝撃波によってゼラチンを切断している。この実験では、試験片表面の粗さを調節することによって、切断面の深さをコントロールできることを確かめている。この衝撃波コントロールの技術によって、医療面への応用の可能性が認められるところである。</p> <p>以上の理由により、審査委員会は提出論文が学位論文の内容として適合すると判定した。</p> <p>(最終試験の結果)</p> <p>学位論文公聴会においては、論文内容に関連する種々の理論的および応用に関する質問があったが、それらの質問に対して概ね適切な回答を行うことができた。また公聴会後の最終試験において、学位論文に関連する基本的な知識を有しており、研究を進めていくための研究能力と語学(英語)の基礎学力を備えていると判断した。</p> <p>以上の理由により、学位審査委員会は「能勢秀俊」君の最終試験結果を合格と判定した。</p>