

主 論 文 要 旨

報告番号	① 乙 第	号	氏 名	平山 陽一
主 論 文 題 目： 高機能材料のフェムト秒レーザアブレーションプロセッシング				
(内容の要旨) 広い利得帯域をもった固体媒質である Ti:sapphire、Cr:LiSAF、Cr:LiCAF などのレーザ結晶は色素に代わる新しいレーザ媒質として注目され、今では超短パルスを発生させるのに広く一般的に使われるレーザ媒質となっている。共振器内の分散を様々な方法で補償することで短パルス化を、チャープパルス増幅システムの発展により高強度化を実現している。超短パルスレーザによる励起によって電子系と格子系との間の非平衡状態を達成できるため、従来のナノ秒、ピコ秒レーザなどのパルス幅の長いレーザの平衡状態のアブレーションとは異なった新しいレーザプロセッシングが可能となる。フェムト秒レーザアブレーションの理論解析は金属に関して数多く報告されている。フェムト秒レーザアブレーションの数値解析は 2 温度モデルや熱伝導方程式が用いられてきた。一方、分子動力学法は主に粒子と超短パルスの相互作用に関する物理現象解析に用いられる。稀にアブレーションレートの評価やレーザ融解の解析にも使用される。そこで、本研究では産業応用で非常に有用なツールであるフェムト秒レーザを用いた高機能材料のアブレーションプロセッシングの研究を目的としている。 第 1 章は序論で、超短パルスレーザの研究経緯とその応用について述べている。また、フェムト秒レーザアブレーションの背景と現状、および計算機によるフェムト秒レーザアブレーションの解析について述べている。さらに、高機能材料である窒化物セラミックに関して説明している。これらを踏まえて、本研究の目的と意義について述べている。第 2 章では、フェムト秒レーザアブレーションの理論について述べる。誘電体と金属のアブレーションの理論、2 温度モデルと分子動力学法の理論について述べている。第 3 章では、2 温度モデルと分子動力学法を用いてフェムト秒レーザアブレーションの理論計算を行っている。2 温度モデルで計算した電子の寄与を分子動力学法に導入することでフェムト秒レーザアブレーションを表現し、アブレーションの様子、温度分布、および密度分布を計算している。またこれらの計算結果から理論的にアブレーションレートおよび熱影響層の厚さを見積った。第 4 章では、金属のフェムト秒レーザアブレーションについて述べている。フェムト秒レーザを用いて金属のアブレーション実験を行い、アブレーションレートを測定し、フェムト秒レーザによるアブレーション部の熱的影響を測定している。第 5 章では、フェムト秒レーザで形成された熱影響層の厚さを実験から評価している。金属基板を用いてどの程度熱影響層が存在するのかを解析している。またレーザフルエンスに対して、および金属の種類に対して熱影響層の厚さがどのように変化するのかを議論している。さらに実験とシミュレーションの両面からアブレーションレートと熱影響層に関して比較・検討を行っている。第 6 章では、高機能材料である AlN セラミックと BN セラミックのフェムト秒レーザアブレーション特性を示している。アブレーションレートと化学組成を評価し、表面形状観察を行っている。またナノ秒、ピコ秒レーザのアブレーション特性を示し、パルス幅の変化によるアブレーション特性の変化を解析している。第 7 章は本研究の結論であり、本研究の成果を総括している。				