

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 第	号	氏名	田辺 孝純
主論文題目				
超高速コヒーレント制御のためのフェムト秒レーザ増幅パルスの 高精度波形整形に関する研究				
(内容の要旨)				
<p>フェムト秒レーザパルスの光電界を適切にデザインすることによって、相互作用させる物質の励起状態を制御することができる。相互作用ハミルトニアンを記述できるときには、量子化学計算を用いると最適励起波形が求められる。しかし計算された波形は複雑な構造を持つため、実験室でその波形を再現するためには振幅位相を高精度・高自由度に操作できる必要がある。一方、相互作用ハミルトニアンが記述できない場合には、実験室内で光物質相互作用の結果を指標とした閉ループ制御系を構築して最適励起パルスを得ることができる。しかしこの場合も、波形整形システム自体の自由度及び精度が、指標の最適化の性能に影響を与える。そこで本研究では、フェムト秒レーザパルス増幅器の前に波形整形器を導入し、その出力光パルスの高精度な振幅位相制御を実現することを目的とした。</p> <p>第1章に、従来の研究を概説し本研究の背景を述べ、本研究の目的を各章の構成と共に示した。</p> <p>第2章では、波形整形器の特性を、時間空間結合効果を中心に詳細に議論した。本章では時間空間結合効果を初めて直接的に測定し、その効果が光物質相互作用に大きな影響を与えることを実験的に明らかにした。</p> <p>第3章では、第5章、第7章で用いた適応制御アルゴリズムを本システムのモデルと共に示した。</p> <p>第4章では、波形整形器をフェムト秒レーザ増幅器の前に導入すると時間空間結合効果が緩和する等、前置き型システムの利点を示し、開ループ増幅器前置き型波形整形実験をおこなった。本章での波形整形実験の結果は閉ループ制御系を構築する必要性を示している。</p> <p>第5章では、増幅器前置き型波形整形システムを用いて一種のスペクトルグラムである周波数分解光ゲート画像を指標とした閉ループ制御系を構築した。本研究の特色はフェムト秒レーザパルスの振幅と位相の両方を最適化の指標として制御した点であり、このことによってターゲットとして設定可能な波形の選択性が大幅に向上した。</p> <p>第6章では波形評価法に周波数域干渉法を用いて振幅位相の両者の測定精度を向上させた。本測定法を用いると長いパルスもその振幅位相を測定することが可能となるので、パルス幅としては1ピコ秒を超え、数10fsの細かさで包絡線が変化するパルスの整形が可能になった。第5章で示した振幅位相整形の操作性に加え、本章では波形整形システムの精度の向上が図られた。</p> <p>第7章では光プロセスと超高速コヒーレント制御実験を示した。高精度な波形整形システムを使用すると、光の特定のパラメータのみを独立に正確に変化させることが可能である。こうした性能が物質の内部状態を簡潔にモデル化するために重要であることを、エタノールの光解離実験及び色素の蛍光強度最適化実験を例として示した。</p> <p>第8章に、各章で得られた知見をまとめ、本研究の総括をおこなった。</p>				
以上				