

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		次世代電子分光を創成する超短パルス電子線源の研究開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Development of a source of ultrashort electron pulses for next-generation electron spectroscopy			
研究氏 代表 者	カタカナ CC	姓) ヤマザキ	名) マサカズ	研究期間 B	2009 ~ 2010 年
	漢字 CB	山 崎	優 一	報告年度 YR	2011年
	ローマ字 CZ	Yamazaki	Masakazu	研究機関名	東北大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東北大学多元物質科学研究所助教			
<p>概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)</p> <p>電子線非弾性散乱実験は、一般化振動子強度や分子軌道毎の電子運動量分布の測定などに代表されるように他の分光法には無い特質を有するため、その時間分解分光測定が可能となれば、光吸収には無い物理的諸性質の観点からの新たな研究分野の開拓が期待される。本研究では、エネルギー広がり小さかつ、孤立分子の動的素過程の時間分解が可能な超短パルス電子銃の開発を目的とした。開発ベースには、超高速電子線回折で利用されている、フェムト秒レーザーを励起源とするフォトカソード型パルス電子銃を採用した。</p> <p>フェムト秒電子パルスは、発生してから試料に到達するまでに空間電荷効果によって、その時間およびエネルギー幅を急速に広げてしまう。そこで、パルス幅の広がりを抑えるために強い加速電場(~10 kV/mm)を用いて電子パルスを速やかに試料まで輸送することが重要となる。本電子銃では、加速電場による放電を防ぐため角の丸いカソードホルダーを電解研磨して表面粗さを極力低減させ、試料まで最短距離(90 mm 前後)にて電子パルスを輸送できるようにした。フォトカソードはサファイア基板に銀薄膜を蒸着したものを使用し、波長 266 nm のフェムト秒レーザーをフォトカソードに照射してパルス電子を生成させた。生成したパルス電子をチャンネル型電子増倍管で検出したところ、加速電圧-300 V 程度でパルス幅 10 ns 以下のパルス電子線が得られていることを確認した。一方で、開発した電子銃を非弾性散乱実験へ適用すべく、時間分解電子運動量分光装置の開発を進めた。その際、空間電荷効果によりパルス幅とエネルギー幅がどのように変化し、衝突領域でどのような性能が得られるかを評価するシミュレーションプログラムを開発し、電子線のビーム径や標的密度を調節することで、サブナノ秒のパルス幅でかつ 10 eV 以下のエネルギー幅のパルス電子線源を実現する見通しを立てた。</p>					
キーワード FA	電子分光	パルス電子線	非弾性散乱	時間分解分光	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要 EZ

Among existing spectroscopic techniques, electron inelastic scattering experiments are unique in their ability to measure intrinsic properties of matter, such as generalized oscillator strength and electron momentum distribution of individual molecular orbital. Thus, an introduction of time-resolved technique into electron inelastic scattering experiments is expected to create a new field of molecular science based on different physical properties to those obtained with photonic experiments. This study aimed at developing an ultrashort pulsed electron gun which is capable of time-resolving fundamental chemical processes of isolated molecules with a sufficiently small broadening of the electron's kinetic energy distribution. The electron gun to be developed was based on a femtosecond laser-activated photocathode-type pulsed electron gun which is used in the field of ultrafast electron diffraction.

Since space charge effects (Coulomb repulsion) act to broaden the electron pulse as it propagates, the key elements of the design are the high extraction field in the photocathode-to-anode region (~ 10 kV/mm) and the short path length from photocathode to sample. In this study, to prevent discharges, well-rounded photocathode holder was treated with electrolytic polishing and the path length was designed to be as short as possible (~ 90 mm). Electron pulses were generated by irradiating a silver film on sapphire substrate by 266-nm femtosecond laser. It was confirmed with a channel electron multiplier that the pulse duration was less than 10 ns at the extraction voltage of 300 V. In parallel, we have been developing a time-resolved electron momentum spectrometer in order to apply the developed electron gun to the electron inelastic scattering experiment. In addition, a simulation software has been developed to estimate pulse duration and energy broadening under the influence of space-charge effects.