



FREQUENZKAMM IM VAKUUM-ULTRAVIOLETT ZUR OPTISCHEN ANREGUNG DES KERNÜBERGANGS IN 229-THORIUM

Aufgabenstellung

229-Thorium besitzt als einziges Element einen Kernübergang im optischen Spektralbereich, der für den Betrieb einer Kernuhr geeignet ist. Um diesen Übergang optisch zu treiben, soll ein abstimmbarer Frequenzkamm im Vakuum-Ultraviolett (VUV) aufgebaut werden, der eine große Leistung pro Kammmode (nW/Mode) und extrem kleine Linienbreite (kHz) vereint und dessen Spektrum den Bereich um 150 nm abdeckt, der sich aus der aktuellen Kenntnis der Wellenlänge des Übergangs ergibt.

Vorgehensweise

Der Prozess der Erzeugung hoher Harmonischer (HHG) hat eine sehr kleine Konversionseffizienz, erlaubt aber eine kohärente Konversion, die die Kammmoden erhält und Wellenlängen im Bereich 10–200 nm ermöglicht. Für die Erzeugung der 7. Harmonischen eines Frequenzkamms im Infraroten (IR) stehen Laserverstärker mit großer Leistung zur Verfügung. Um die geforderte VUV-Leistung zu erreichen, wird ein Laser mit bis zu 400 W mittlerer Leistung, eine nichtlineare Pulskompression auf ca. 50 fs zur Steigerung der HHG-Effizienz und ein Überhöhungsresonator mit einer zirkulierenden Leistung von 10 kW eingesetzt. Eine Herausforderung dabei ist die Auskopplung der Harmonischen aus dem Resonator, die hier geometrisch erfolgt.

Ergebnis

Das beschriebene Konzept des VUV-Frequenzkamms mit den relevanten Spezifikationen ist ausgearbeitet und im Detail ausgelegt. Mit der Realisierung des Aufbaus wurde begonnen und erste Komponenten sind fertiggestellt.

Anwendungsfelder

Das Lasersystem wird ein essenzieller Baustein für eine Thorium-Kernuhr sein, die perspektivisch eine sehr viel höhere Genauigkeit erreichen kann als bisherige Atomuhren. Ein Frequenzkamm im VUV oder EUV ermöglicht weitere Anwendungen in der Spektroskopie. Daneben bieten räumlich kohärente Quellen im VUV- bis in den XUV-Bereich, die durch HHG realisierbar sind, zahlreiche Anwendungen in Wissenschaft und Industrie, beispielsweise Elektronenemissionsspektroskopie, Mikroskopie, Lithographie und Metrologie.

Die Entwicklung des VUV-Frequenzkamms wird durch den ERC Synergy Grant ThoriumNuclearClock im Rahmen eines Unterauftrags durch die Ludwig-Maximilians-Universität München gefördert.

Ansprechpartner

Dr. Johannes Weitenberg, Tel.: +49 241 80-40427
johannes.weitenberg@ilt.rwth-aachen.de

Dr. Peter Rußbüldt, DW: -303
peter.russbueldt@ilt.fraunhofer.de

3 Simulation der spektralen Intensität (Abzisse) über den Umläufen in der MPC (Ordinate) bei der nichtlinearen spektralen Verbreiterung zur Pulskompression.