

1P096

分子波束を用いた量子フーリエ変換のための高安定光干渉計の開発

(分子科学研究所¹, JST・CREST², 総研大³, テンプル大⁴)

○ 千葉 寿^{1,2}, 香月浩之^{1,2,3}, 穂坂綱一^{1,2}, Jean-Christophe Delagnes^{1,2}, Robert J. Levis⁴, 大森賢治^{1,2,3}

{はじめに}

我々はこれまでに、フェムト秒レーザーパルス対の位相差をアト秒レベルの精度で制御するアト秒位相変調器 (APM) を開発した [1-4]。APM は図 1 に示すようにマイケルソン干渉計を基本構造に持つ装置である。干渉計全体を真空容器内に設置し、一方の光路上に置かれた気体セルの圧力を精密にコントロールすることによりパルス対の位相差を超高分解能で制御することが可能である。

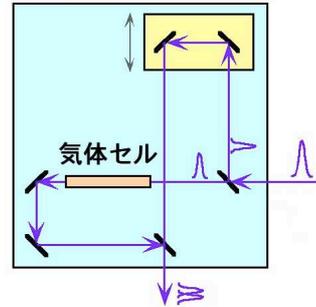


図 1. アト秒位相変調器 (APM) の基本構成

最近、この一方の腕に新たに空間光変調器 (SLM) を挿入した新型 APM の開発を進めている。昨年度は Ti:Sapphire レーザーの出力光 (中心波長 \sim 800nm, パルス幅 \sim 100fs) を使った初期のテスト段階として報告したが、今回我々は、位相振幅変調パルスでヨウ素の分子波束に書き込んだ情報をフーリエ変換限界 (FT) パルスとの干渉によってホログラフィックに読み出す事を目的に [5]、新型 APM を可視域のレーザー波長において動作させることに成功した。

{装置の概略}

図 2 に装置の概略を示す。基本構造は旧型の APM と同様にマイケルソン型干渉計となっている。入射されたレーザーパルスはビームスプリッターにより透過 70% と反射 30% の比率で分けられる。反射側の光路 (以後 FT 側) には位相振幅変調パルスと FT パルス間の遅延時間を操作するためのステップモーター駆動ステージを設置した。もう一方の透過側 (以後 SLM 側) の光路には 4f 光学系 (後述) と SLM を配置し位相振幅変調パルスを得る。ここで用いる SLM は液晶変調素子が 128 個並んで構成

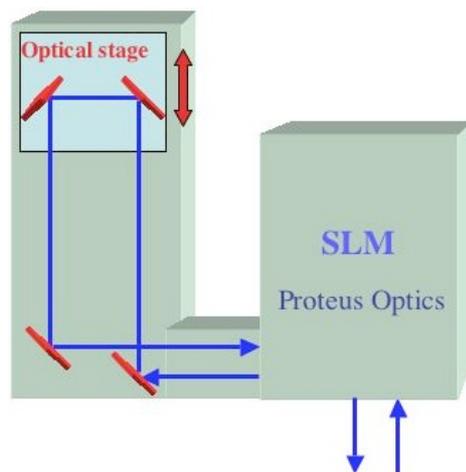


図 2. 装置概略図

されたタイプのもので、それぞれを通過する光の周波数成分の位相と振幅を独立して操作することが可能となっている。FT 側および SLM 側のそれぞれの光路を経た二つのパルスは、再びビームスプリッターにより同一光路上に束ねられた後に装置外に取り出され、実験に用いられる。

装置はすべて真空対応型アルミ製容器内に組み立てられており、実験室内の空気の対流などによる影響を極力排除する構成となっている。このように安定化された干渉計を除振台上に設置し周囲の震動源に細心の注意を払い動作させる必要がある。

{動作結果}

SLM 側で位相振幅変調パルスを発生させるためには、図 3 に示すような 4f 光学系を設置する必要がある。回折格子 G で入射レーザーパルスの周波数成分を空間的に分離した後、レンズ L を通過することによって平行な光を得ることが出来る。ここに SLM を挿入し、

128 ピクセルの各々に任意の電圧を印可することによって、各周波数成分の振幅及び位相を自由に操作することが可能である。このようにして操作されたレーザー光は再びレンズで集光された後、もう一方の回折格子 G で逆分散されることによってパルス光へと戻される。

中心波長 \sim 535nm、パルス幅 \sim 100fs のレーザー光をこの 4f 光学系に入力し、出力パルスの周波数スペクトルを分光器に取り付けた 1024ch の多チャンネル光検出器で検出しながら SLM を作動させたところ、変調機能が正常に動作することが確認された。

また変調を施した SLM 側レーザーパルスと FT 側レーザーパルスとの干渉スペクトルを観測した結果、変調パルスのホログラフィック計測が可能である事が確認された

本報告では SLM を利用してヨウ素分子に書き込んだ位相振幅情報を干渉によって高精度に読み出す方法についても報告する。

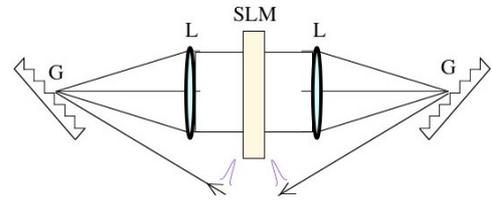


図 3. 4f 光学系の概念図

[1] H. Katsuki, K. Hosaka, H. Chiba, and K. Ohmori, *Phys. Rev. A* **76**, 013403 (2007).

[2] K. Ohmori, H. Katsuki, H. Chiba *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **96**, 093002 (2006).

[3] 大森賢治, “アト秒精度のコヒーレント制御- 分子振動波束への応用- ”
日本物理学会誌 **59**, 615-618 (2004).

[4] K. Ohmori, Y. Sato, E.E. Nikitin, and S.A. Rice, *Phys. Rev. Lett.* **91**, 243003 (2003).

[5] 穂坂 他 本討論会 2B01