

固体水素薄膜による超短光パルス発生制御

電気通信大学 Fam Le Kien、桂川眞幸、李健俊、白田耕藏

Generation of Ultrashort Optical Pulses Using a Thin Solid Hydrogen Crystal

Fam Le Kien, M. Katsuragawa, G. J. Lee, K. Hakuta

Department of Applied Physics & Chemistry, The University of Electro-Communications

序

近年におけるレーザーの物理と技術の発展は様々な極限領域を切り拓いてきた。時間領域の観測についても超短時間光パルスは様々な微視的な過程を直接的に観測する事を可能にしてきた。現在では、10fs の時間分解能はほぼルーチンの得られ、4fs の時間分解能も達成されている。このような発展の中で更なる超短光パルスの発展が期待されサブフェムト秒 (アト秒) 領域への発展が世界的に強く推進されている。本プロジェクトでは固体水素パイブロン系に生成した強結合コヒーレンスによりフェムト秒光パルスをパラメトリックに 120THz の周波数で周波数変調する事によりスペクトル幅をコヒーレントに拡張し、その結果としてフェムト秒パルスをサブフェムト秒パルスへ圧縮する方法を開発しつつある。

パルス圧縮の原理と方法

図 1 に模式的に方法の概略を示す。ラマン遷移 $b-a$ は固体水素のパイブロン遷移に対応する。パイブロン強結合コヒーレンスはラマン共鳴から 50 MHz 程度離調した 2 本のパルスレーザーで断熱的に生成する。個々で用いるレーザーはパルス幅 10ns 程度のフーリエ限界のパルスレーザーであり、そのエネルギーは mJ 級である。生成したコヒーレンスの最大時にその波数ベクトル軸上にフェムト秒レーザーパルスを重ねて導入する。フェムト秒パルスのエネルギーとしては市販で存在する nJ 級のもの考える。フェムト秒パルスとパイブロンコヒーレンスとの相互作用により光パルスの圧縮が生じる。図 2 にパルス圧縮が起こる過程をシミュレートした結果を示す。

実験的に実現するには、圧縮された光パルスをコヒーレンスを生成するナノ秒レーザーから分離する必要がある。この分離は、2 本のナノ秒レーザーは非同軸に入射し、生成されたコヒーレンスと同軸上にフェムト秒レーザーを導入する事により空間的分離として実現できる。このような、空間的にも任意な配置ができるのは強結合コヒーレンスを用いる非線形光学の大きな特色の一つである。また、固体水素薄膜を用いる事により実験はすべて真空中で実施できるため、窓や大気伝播に伴うパルス波形の広がりはない。

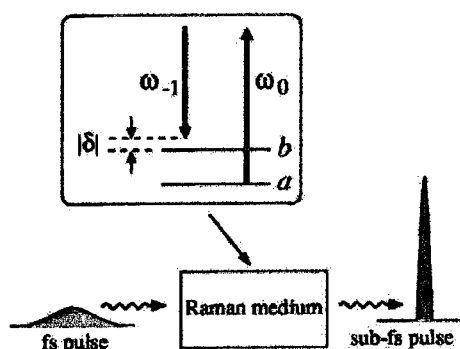


図 1

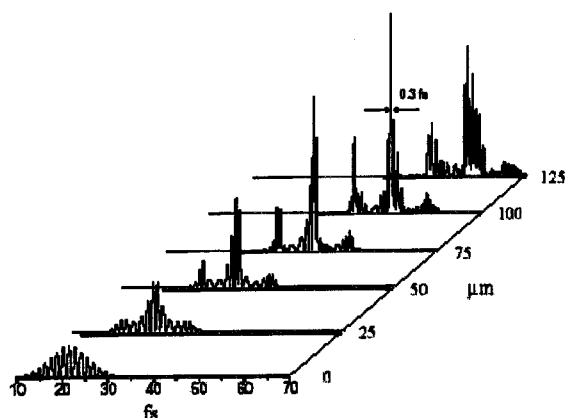


図 2