誘導ラマン散乱を用いた広帯域モード同期レーザーの開発

Development of broadband mode-locked laser using stimulated Raman scattering

東大物性研 [1]，○(D) 木村 祥太 [1]，谷 峻太郎 [1]，小林 洋平 [1]

ISSP, Univ. Tokyo[1], ◦Shota Kimura[1], Shuntaro Tani[1] and Yohei Kobayashi[2]

E-mail: s-kimura@issp.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】

フェムト秒モード同期レーザーのパルス幅はレーザー媒質の発光帯域によって制限されてきた。これまでにレーザー媒質の発光帯域を広げる様々な努力がなされてきたが、ここ十年で飛躍的な進歩は見られていない[1]。この発光帯域の制限を超える手法として、非線形光学効果を用いた共振器内帯域拡大は強力である。これまでにも自己位相変調などにより共振器内で帯域拡大が行われてきたが、今回我々は新たに誘導ラマン散乱により共振器内で帯域拡大を実現し、更に超短パルスの生成に成功した。

【実験】

図 1(a)に誘導ラマン散乱を用いた帯域拡大の概念図を示す。レーザー媒質中のイオンは上準位に励起されることで反転分布を形成している。この反転分布によりその波長帯のパルスが増幅される。一方イオンのホスト媒質中では、反転分布で増幅されたパルスは光学フォノンを介して長波長側に波長変換される（誘導ラマン散乱）。帯域の拡大した二つのパルスはモード同期過程により時間幅の短いパルスを形成する。本研究では Yb:KYW, Yb:Y_2O_3 セラミック, Yb:$CaGdAlO_4$(CALGO)で実際に帯域拡大を実現し、Yb:CALGO では 22 fs という本結晶最短のパルス幅を実現した。図 1(b)に Yb:CALGO での帯域拡大が実現したスペクトルを示す。モード同期にはカーレンズ効果を用い、繰り返し周波数は 1 GHz である。ポンプ光の強度が 580 mW のときには典型的なモード同期レーザーのスペクトルを示している。ポンプ光強度を 850 mW まで上げると誘導ラマン散乱により帯域が 100 nm 程度まで拡大した。講演ではこの過程の詳細や理論的解釈について議論する。

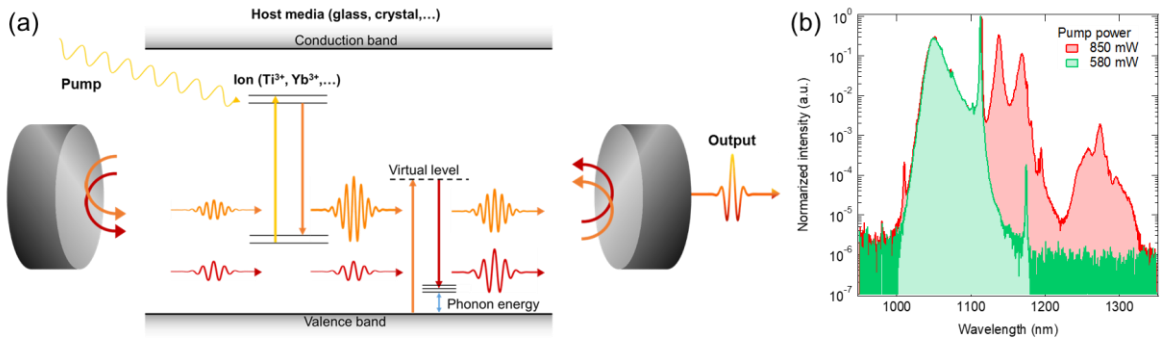

図 1(a) Experimental concept. (b) Optical spectrum with various pump power.

[1] S. Rqausch et al., Opt. Express 16, 9739 (2008).