

Ytterbium fiber-based, 270 fs, 100 W chirped pulse amplification laser system with 1 MHz repetition rate

Zhigang Zhao and Yohei Kobayashi

Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo, Kashiwa, Chiba 277-8581, Japan
Appl. Phys. Express, 9 012701 (2016).

超短パルスレーザーとは一般的にフェムト(10^{-15})秒からピコ(10^{-12})秒オーダーのパルス幅を持つパルスレーザーであり、基礎研究のみならず産業応用にも広く用いられている。応用例の一つである高次高調波発生 (HHG) は、高いパルスエネルギー、短いパルス幅、すなわち高いピーク強度が必要であり、従来ではチタンサファイアレーザーが多く用いられてきた。しかし、チタンサファイアレーザーでは繰り返し周波数が数 kHz と低く、HHG において微弱な信号の時間的な積算を必要とする場面では、より高い繰り返し周波数を持つレーザーが望ましい。そこで近年、高強度かつ MHz 域の繰り返し周波数が達成できるファイバレーザ、ディスクレーザなどの光源が注目を集めている。中でもファイバレーザは利得帯域幅が比較的広いことから、より短いパルス幅を得るには有利と考えられている。

本研究で構築された、イッテルビウム(Yb)添加ファイバベースのフェムト秒チャープパルス増幅レーザーシステムを以下(図1)に示す。高いピーク強度を持つパルス光は、ファイバなどの光学素子の損傷や、ファイバ中で望ましくない非線形光学効果の影響を強く受けてしまうため、パルス幅を伸長して増幅し、その後圧縮するチャープパルス増幅 (CPA) と呼ばれる方法で増幅された。この系により $100 \mu\text{J}$ のパルスエネルギーに対応する 1 MHz の繰り返し周波数を持つ、平均出力 100W レベルのフェムト秒パルスレーザーが得られた。また、周波数分解光ゲート法によって、パルス幅は 270 fs であると測定された。このパルス幅は、パルス圧縮後の特別な操作なしで、数 MHz の繰り返し周波数で平均出力 100W レベルの FCPA レーザシステムによって達成された最短のものであると本論文で述べられている。

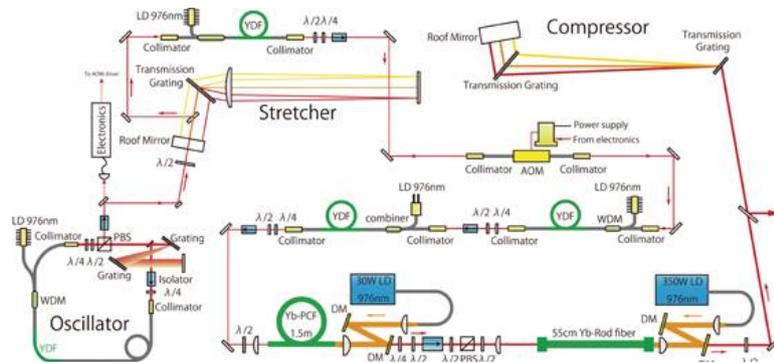


図1 ファイバチャープパルス増幅(FCPA)レーザーシステムの概略図

Band gap tunability of magneto-elastic phononic crystal

O. Bou Matar, J. F. Robillard, J. O. Vasseur, A.-C. Hladky-Hennion,
 P. A. Deymier, P. Pernod, and V. Preobrazhensky
 Journal of Applied Physics **111**, 054901 (2012)

従来の科学技術では、主に自然界に存在する物質を測定し、その特性を解明することを研究対象としてきた。しかし、近年では薄膜積層技術や微細加工技術が発展し、自然界には存在しえない特異な構造および特性を持った物質を恣意的に作り出すことが可能となり、新機能デバイスの研究が盛んになっている。その中の一つとして「フォノンニック結晶」がある。

フォノンニック結晶とは、弾性的性質の異なる物質を周期的に配列した人工複合物質である。音響インピーダンスの大きく異なる物質からなるフォノンニック結晶においては、この周期性に起因して弾性波に対してバンド構造が形成され、特定の周波数領域の弾性波の伝播を禁止する「フォノンニックバンドギャップ」が現れうる。このフォノンニックバンドギャップは、構成物質の組み合わせの他、充填率を制御することで得られる。しかし、このような構成物質の選定や充填率の制御はフォノンニック結晶の作製時に決定されてしまうため、デバイスとして作製した後にバンドギャップを変化させることは困難であり、フォノンニック結晶デバイスの動作に制限を与えてしまう。そこで、これまでの研究では、外場（圧力・温度など）を加えることで変調できるフォノンニック結晶が研究されており、デバイス応用の幅が広がると期待されている。

本研究では、外部磁場で弾性変形する磁気弾性体（Terfenol-D）を用いた2次元フォノンニック結晶を想定し、フォノンニックバンドギャップの外部磁場依存性を調べた。外部磁場をシリンダ軸に平行に印加した場合、図1のように磁場の強さを大きくすることで、バンドギャップ幅（灰色領域）が広がり、新たなバンドギャップ（赤色領域）も現れた。このことは、磁場によるチューナブルなフォノンニック結晶の実現可能性を示す。

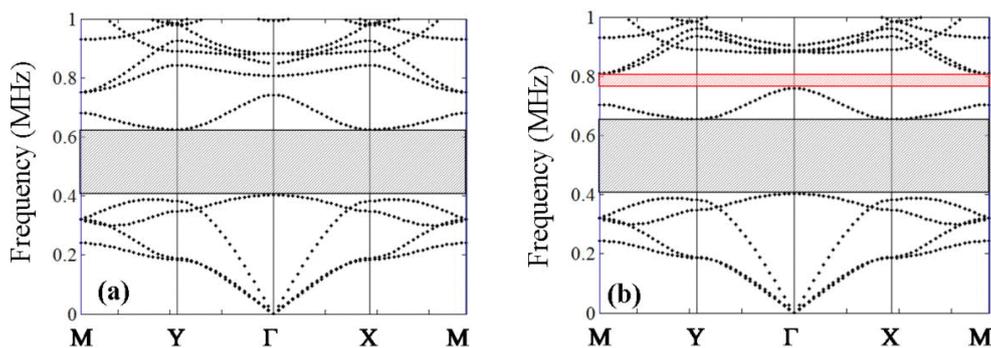


図1. フォノンニックバンドギャップ：(a)外部磁場 3[kOe]、(b)外部磁場 10[kOe]

Dielectric response in the charge-ordered θ -(BEDT-TTF)₂RbZn(SCN)₄ organic compound

F. Nad^{1,2}, P. Monceau¹, and H. M. Yamamoto³

¹Centre de Recherche sur les Tres Basses temperatures, CNRS, France

²Institute of Radioengineering and Electronics, Russia

³Condensed Molecular Materials Labs, RIKEN, Japan

Journal of Physics: Condensed Matter **18**, L509–L514 (2006)

電荷秩序とは伝導電子のサイト間にはたらくクーロン相互作用により、サイトごとに不均化を伴い電子が局在する現象であり、電子相関による絶縁体化の一種である。単位格子の体積が単体金属の数百倍に及ぶ有機導体は、電子密度が低く静電遮蔽が効かない強相関電子系のひとつである。電荷秩序は有機導体において顕著に観測されている。

本論文では有機導体 θ -(BEDT-TTF)₂RbZn(SCN)₄において、交流インピーダンス法により、誘電率測定を行った。電荷の不均化は電子分極の増大と見なすことができるので、誘電率の測定は電荷秩序を調べるために有効な手段である。

コンダクタンスの温度変化では200 K付近でのコンダクタンスの急激な減少が観測される。図1に θ -(BEDT-TTF)₂RbZn(SCN)₄の誘電率の温度依存を示す。●が降温過程、○が昇温過程のデータである。誘電率は室温から温度の低下とともに緩やかに上昇、200 K付近で発散的なピークを示してから、急激に減少している。また、誘電とコンダクタンスのいずれでも、降温、昇温過程が一致しない温度ヒステリシスがある。

誘電率の上昇は電子分極の成長、すなわち電荷の不均化の増大に対応する。また誘電率の急激な低下は電荷の秩序化を反映していると考えられる。また温度ヒステリシスは1次相転移の特徴であり、構造の変化が示唆される。このことから電荷秩序の形成とともに、ドナー分子BEDT-TTFが2量体化を起こしていると考えられる。

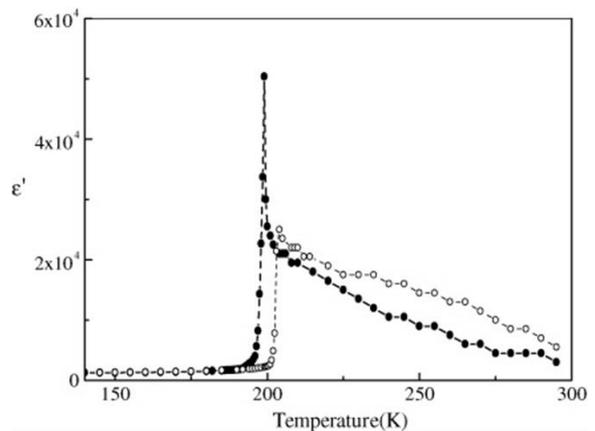


図 1. θ -(BEDT-TTF)₂RbZn(SCN)₄の誘電率の温度依存