

四光波混合を用いた誘導ブリルアン散乱のコヒーレント光制御

Optical coherent control of stimulated Brillouin scattering via four-wave mixing

豊田工業大学, ○(P)大川 洋平, 保立 和夫

Toyota Technological Institute, ○Y. Okawa and K. Hotate

E-mail: okawa@toyota-ti.ac.jp

誘導ブリルアン散乱 (SBS) は光と音響波の相互作用によって生じる非線形光学過程の一つである。相互作用の大きさが比較的に強いと、広範な応用がある一方で、通信などでは最大透過光量を制限する問題となる。そのためSBSの制御は極めて重要な技術である。いま、偏波保持ファイバ (PMF) 上でx-方向 (slow軸) の直線偏波のポンプ・プローブ光によってSBSが生じているとすると (図1(a))、音速で流れる屈折率グレーティング、ブリルアンダイナミックグレーティング (BDG) が生成されている。BDGは縦波の音響波で構成され、ポンプ・プローブ光と直交するy-方向 (fast軸) の直線偏波光とも相互作用するため、y-偏波光を入射すると反射光が生じる。このような現象は、位相共役光生成の文脈で30年程からバルクで研究されており、ブリルアン増強四光波混合 (BEFWM) と呼ばれているが、近年PMF上で再発見された[1]。この際、反射スペクトルを調べるy-偏波光の周波数は、ファイバの複屈折に比例する量だけポンプ周波数からシフトした値でブラッグ条件を満たし、反射強度が最大となる。現在までにBDGの複屈折誘起シフトを利用したセンシング手法や、全光信号処理への応用が複数提案されており、注目が集まっている[2]。

BDGの反射スペクトルは音速で流れるグレーティングで良くモデル化できるが、反射光量が強くなってくると四つの光波の相互作用が無視できなくなる[3]。ところが、これまでのBEFWMの研究では、入射光は上述のように三つ (または二つ) であり、四番目の反射光はいわば受動的に生成されているため、相対位相の自由度は制御できておらず、各偏波のBDG反射光が互いに強め合う状況に限定されていた[3,4]。実際にはBEFWMは位相敏感な過程であり、対向伝搬する光の相対位相を制御する事でブリルアンゲインの増強・抑制が可能なのはである。これは直交するx,y方向偏波光の、それぞれの偏波で生じた音響波同士の干渉を介した相互作用である。また、完全な音響波干渉の観測は、各音響波がそれを生成する光の偏波方向によって区別がないことを意味する。

そこで本研究では、図1の設定でy-Pump1,2の相対位相を位相変調器で変調した際のx-Probeが得るブリルアンゲインを、長さ2 mのPMF上で測定した。ここでx-Pumpとx-Probe、y-Pump1とy-Pump2の周波数差はそれぞれブリルアン周波数シフト (~10 GHz) に設定してあり、x-Pumpとy-Pump1の周波数差は複屈折誘起シフト (~50 GHz) に調節してある。また各光強度はBDGの反射光より充分強くしてある。図1(b)の実験結果から、y-偏波光の相対位相に応じてx-Probeのブリルアンゲインが制御できることがわかった。特にある位相では、x,y-偏波で生じる音響波が逆位相になり、ブリルアンゲインをほぼ0まで抑制できていた。

[1] K. Y. Song, W. Zou, Z. He, and K. Hotate, Opt. Lett. 33, 926 (2008). [2] A. Bergman and M. Tur, Sensors 18, 2863 (2018). [3] D.-P. Zhou, Y. Dong, L. Chen, and X. Bao, Opt. Express 19, 20785 (2011). [4] L. Yaron, Y. Peled, T. Langer, and M. Tur, Opt. Lett. 38, 5138 (2013).

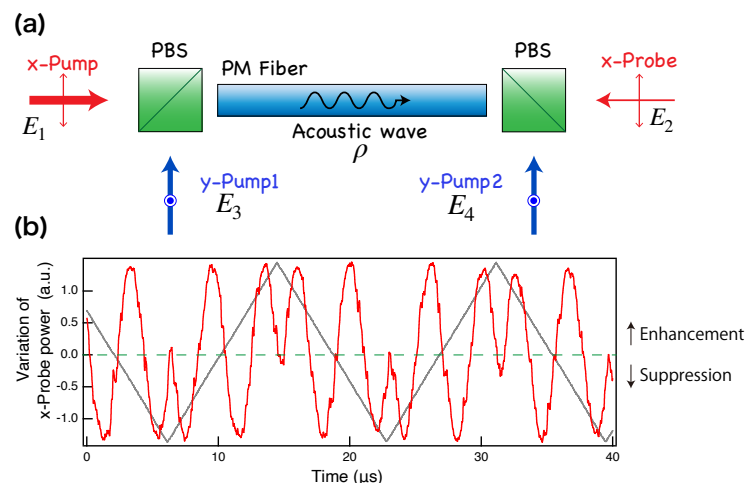


図1 :

(a) 実験設定。PMFの両端から直交する各直線偏波・周波数の四光波を入射している。対向伝搬する各偏波光によってそれぞれ音響波が生成されている。

(b) 実験結果。赤線はプローブ光パワーの時間変化でDC成分はカットしてある。灰色線はy-Pump2の経路に挿入してある位相変調器の駆動信号。