

張力分布によるファイバーラマン増幅器での誘導ブリルアン散乱の抑制

Stimulated Brillouin scattering suppression by strain distribution in fiber Raman amplifier

電通大レーザー研¹ ○陳 明晨¹, 鈴木 悠太¹, 白川 晃¹Inst. for Laser Science, Univ. of Electro-Commun.¹, ○Mingchen Chen¹, Yuta Suzuki¹, Akira Shirakawa¹

E-mail: chen@ils.uec.ac.jp

レーザーガイドスターでは高出力かつ狭線幅、高ビーム品質の波長 589nm のレーザー光源が必要とされる。現在 589nm で有効な利得媒質がないため、2 倍波長である 1178nm で高いビーム品質が得られるファイバー光源が盛んに研究されている。この波長域では希土類媒質である Yb[1]や Bi が発光を有しているほか、光通信の分野で盛んに研究されてきたラマン利得を用いることができる[1,2]。ラマン散乱はファイバーの持つ非線形性を利用するため、高強度な光をファイバーに伝搬させる必要がある。そのため誘導ブリルアン散乱(SBS)や 4 光波混合など他の非線形光学効果も同時に顕著に現れることが問題である。特にブリルアン散乱の利得係数は一般的にラマン利得係数の 100 倍程度大きいので、信号光の線幅が数十 MHz 以下の場合、増幅器の出力限界は SBS が起こる閾値によって決定される。本研究ではファイバーラマン増幅(FRA)の際に起こる SBS を抑制するため張力分布を与えた偏波保持ファイバーを用いて 1120 nm 励起による 1178 nm の信号光増幅を行った。また最適な張力分布を数値計算により見積もるため、ラマン利得係数とブリルアン利得係数の評価を行った。

光ファイバーでは加えられた張力によってブリルアンシフト周波数に変化することが知られている [2,3]。このことを利用し、加える張力を変化させることでファイバー全体でのブリルアン利得を異なる周波数に分散させることができる。張力を連続的かつ任意に変化させることは難しいため、張力変化は階段状になっている。1 つ 1 つのステップの長さは SBS 閾値によって決まり、伝搬する信号光の強度によってステップ長が変化する(図 1(a))。ファイバーは Nufurn の PM980-XP を用いた。ファイバーのラマン利得係数とブリルアン利得係数はポンププローブ法により測定を行った。励起波長はそれぞれ 1120 nm と 1064 nm であり、利得係数は 0.65×10^{-13} m/W と 2.13×10^{-11} m/W が得られた。ブリルアン利得係数は波長に依存しないため測定は 1064 nm 励起で行った。FRA の最大励起パワー 31 W からファイバー長を 240m とした。ステップ毎の長さは α , 155, 30, 16, 11, 8, 6, 5, 4 [m] となっている。 α は張力が加えられていない部分の長さ(5 m)を表している。また張力は 155m で 1.96 [N]、そこからステップ毎に 0.98 [N]増加させた。張力を加えたファイバーでのポンププローブ法によるブリルアン増幅の結果を図 1(b)に示した。この結果からブリルアン利得が異なる周波数に分布していることがわかる。このファイバーを用いて後方励起によるファイバーラマン増幅を行った。その結果、計算から予想される出力 8 W よりも低い 3 W で SBS が起こった。後方散乱光のスペクトルにスペクトル広がりが見られたことから、4 光波混合によるパラメトリック利得が SBS 閾値を下げていると考えられる。励起波長は正常分散領域であるが、励起光の偏光度は 0.8 程度であるため PM ファイバーの複屈折によって位相整合が起こり得る。そのため今後、励起光を単一偏光とすることで 4 光波混合の解消を目指す。

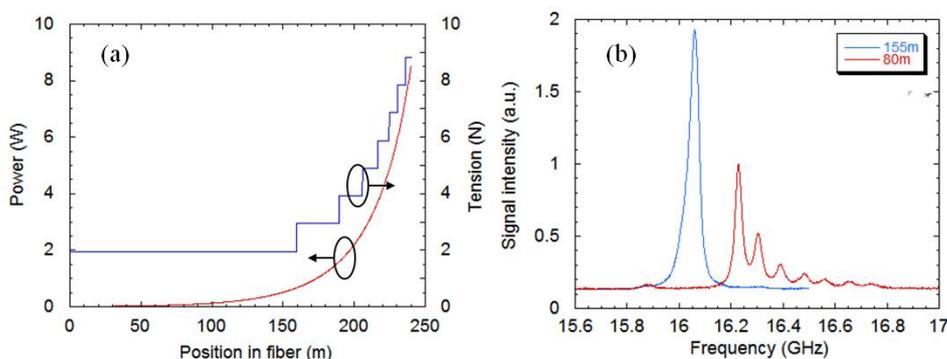


図 1(a)理論計算によるファイバー内での信号光増幅(赤線)と張力分布(青線)、(b)ブリルアン利得による信号光増幅

- [1] M. Chen, A. Shirakawa, X. Fan, K. Ueda, C. B. Olausson, J. K. Lyngsø, and J. Broeng, *Opt. Express* 20, 21044 (2012).
 [2] L. Zhang, J. Hu, J. Wang, and Y. Feng, *Opt. Lett.* 37, 4796 (2012).
 [3] T. Horiguchi, T. Kurashima, and M. Tateda, *IEEE Photon. Technol. Lett.* 1(5), 107 (1989).