

200 Hz 線幅フリーラン Yb ファイバーレーザー 200 Hz longitudinal mode linewidth in free-running Yb fiber laser

東大物性研 °伊藤 功, 小林洋平

ISSP Univ. Tokyo, °Isao Ito, Yohei Kobayashi

E-mail: isao-maf@issp.u-tokyo.ac.jp

[背景] 超精密分光に用いられるファイバークムの実現にはレーザー発振器の超精密制御を必要とするが、元のファイバーレーザーのフリーラン時の縦モード線幅が広いほど制御の帯域や幅が大きくなり制御に困難を伴うため、フリーランでも縦モード線幅が狭いファイバーレーザーは重要である。これまで開発されてきたモード同期方式や分散制御の異なる多種多様なファイバーレーザーがフリーラン時にどのような縦モード線幅を持つかは重要な問いである。例えば Soliton、Stretched Pulse、ANDi ファイバーレーザーのフリーラン時の縦モード線幅が 10 kHz から 100 kHz 程度[1-3]と報告されているが、作り方や動作環境、測定方法などに左右されるため系統的な測定はなされていない。そこで我々は異なる種類の Yb ファイバーレーザーを複数台製作し、振動や温度変動などの動作環境を同一条件にしてモード同期をかけ、Hz レベルの狭線幅 CW レーザーとのビートで縦モード線幅を評価した。

[実験] 本稿で説明する Yb ファイバーレーザーは繰返し 90 MHz の Stretched Pulse 型と繰返し 1 MHz の ANDi 型であり、どちらも厚さ 10 mm の防音箱に封入し、温度ゆらぎを ±0.1 °C まで調整した実験室でモード同期をかける。

図 1 は縦モード線幅測定のセットアップである。Yb ファイバーレーザーと線幅 10 Hz の狭線幅 CW レーザー[4]を偏波保持(PM)ファイバークップラーで合波し回折格子で分光して得たビートをアバランシェフォトダイオード(APD)で受光し、FFT 方式のスペクトルアナライザーでビートのパワースペクトルを観測する。図 2 は分解能帯域幅(RBW)を段階的に切り替えながらパワースペクトルの半値全幅(FWHM)を 5 回測定し、その平均値と標準偏差を RBW の関数として先行研究のデータとともにプロットしたものである。破線は FWHM = RBW の直線であり測定限界を示している。

RBW が縦モード線幅より広いと RBW と同程度の線幅のパワースペクトルが観測され、RBW が狭くなるのに伴い FWHM が小さくなる。一方で、RBW が縦モード線幅より狭いと測定時間が長くなる影響で測定中に縦モードが移動するため、RBW が小さくなるのに伴い FWHM が増加する。最も小さくなった FWHM を測定対象の Yb ファイバーレーザーの縦モード線幅とみなすと Stretched Pulse 型が約 5 kHz (RBW 1 kHz)、ANDi 型が約 200 Hz (RBW 100 Hz)であり、先行研究[2,3]と比較して 1

~2 桁低い狭線幅を実現できた。

参考文献 : [1] D. Fehrenbacher et al., *Optica* **2**(10), 917 (2015). [2] N. R. Newbury et al., *JOSA B* **24**(8), 1756 (2007). [3] O. Prochnow et al., *Opt. Exp.* **17**(18), 15525 (2009). [4] I. Ito et al., *Opt. Exp.* **25**(21), 26020 (2017).

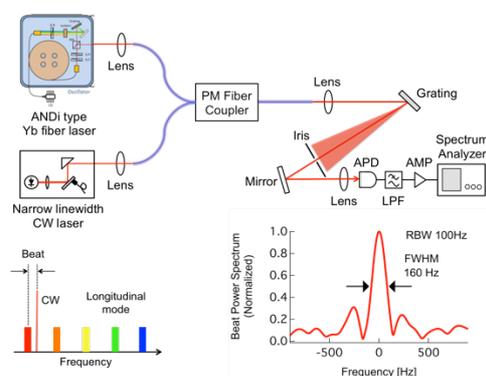


図 1. セットアップ. LPF は Low Pass Filter

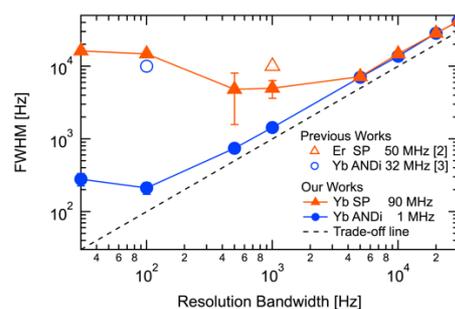


図 2. FWHM の RBW 依存. SP は Stretched Pulse