複数のファブリペロー共振器を用いた光コムモード間隔の拡大

Mode-filtering of an optical frequency comb with multiple Fabry-Pérot cavities

°大久保 章 [1,2], 中村 圭佑 [1,2], 柏木 謙 [1,2], 稲場 肇 [1,2]
(1. 産総研, 2. JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ)
°Sho Okubo,[1,2] Keisuke Nakamura,[1,2] Ken Kashiwagi,[1,2] Hajime Inaba[1,2]
(1. NMIJ, AIST, 2. JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer (IOS))
E-mail: sho-ookubo@aist.go.jp

一つ一つのモードが回折格子などで分離できるほどモード周波数間隔の広い光コムは、天体の視線速度観測用分光器の波長校正や光コム直接分光を可能にする。このような光コムを得るために、光共振器でコムモードを切り出す手法が多く用いられているが、光共振器で減衰した不要モードのパワーがスペクトル広帯域化などの非線形過程で再び増幅させる現象が知られており、これを防ぐためには非線形過程前に不要モードパワーを十分抑圧する必要がある。本研究では、230 MHzのモード同期ファイバレーザをもとに、フリースペクトラルレンジ（FSR）の異なる3台の光共振器を用いて光コムのモード間隔を24 GHzに拡大するとともに、不要モード抑圧比としてほぼ計算通りである60 dBを得た。

Fig. 1(a)は、3台の共振器による光コム切り出し系の構成を示す。まず、目標モード間隔を光コムの繰り返し周波数f_{rep} = 230 MHz の105倍とし、各共振器のFSRは、(105/14)f_{rep} = 1.7 GHz、(105/12)f_{rep} = 2.0 GHz、(105/11)f_{rep} = 2.2 GHzとした。これは14、12、11本おきの共振器透過モード間周波数と105本おきのコムモード間周波数とが一致することを意味する。共振器#1では15本に1本のコムモードが切り出されてモード間隔が3.5 GHzに拡大し、共振器#2では残ったコムモードから7本に1本が切り出されてモード間隔が24 GHzに拡大する。共振器#3は不要モード抑圧比の向上に寄与する。共振器ミラーの反射率は97%で、フィネス100に相当する。切り出す波長帯域内でFSRが変化しないように、共振器ミラーの群速度分散は±0.15 fs^{2}以内となるよう設計した。また、各共振器の共振器長は、音響光学変調器を用いて光コムのあるモードと周波数を一致させたCWレーザーに安定化した。どの共振器モードとCWレーザーの周波数を一致させるかは、光共振器を透過する光コムパワーが最も強くなるよう設定した。Fig.1(b)は、3台の共振器で切り出した光コムのスペクトルを高分解能光スペクトラムアナライザで観測した結果を示す。間隔周波数24 GHzの光コムモードが分解できており、不要モード抑圧比はおよそ60 dBでフィネスから計算した結果とほぼ一致した。本研究は、JST, ERATO美濃島知的光シンセサイザプロジェクト（JPMJER1304）及びJSPS科研費（15K21733）の助成を受けた。

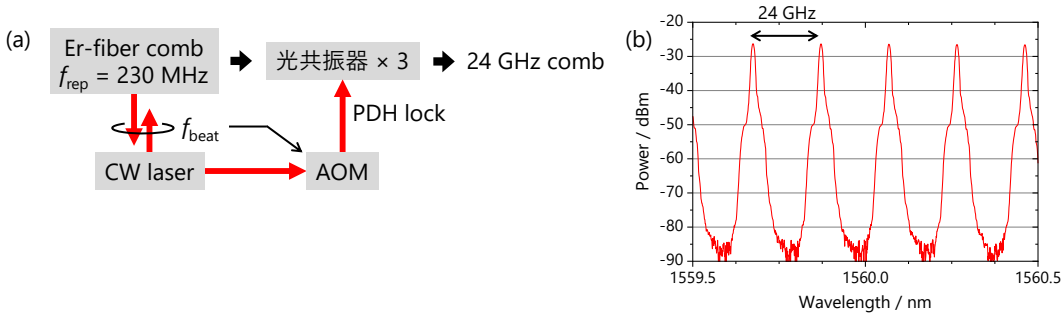

Fig. 1. (a) Setup. (b) Filtered comb spectrum.