

雷射物理

過去多年來我們針對主被動鎖模光纖雷射的雷射動力學特性進行了詳細的理論與實驗研究，一個例子是針對雙波長鎖模光纖雷射的同步技術來進行研究，發展出理論來釐清其中的機制，說明為何雙波長光脈衝碰撞時的相對時差會影響到最後的相對時序誤差，這也是最後能夠達到次飛秒 (sub-fs) 級相對時序誤差的關鍵，2015 年並受邀到 CLEO-PR 國際會議發表邀請演講。又如針對不同雷射鎖模態間的過渡與轉換，我們應該是世界上對這些鎖模機制與物理有最深入了解的研究群之一。我們對非同步鎖模光纖雷射的特性進行了完整的理論模擬研究，主要探討由同步鎖模過渡到非同步鎖模的鎖模狀態變化，包括同步與非同步鎖模態的穩定性以及調變頻率與調變強度相圖上的存在範圍等特性。此理論模擬與研究釐清了很多在實驗上所觀察到現象與趨勢，包括為何非同步鎖模對雷射腔長或調變頻率的飄移較能容忍、為何非同步鎖模能產生較短脈衝、以及為何非同步鎖模需要非線性（等效）飽合吸收體效應才能存在等，讓我們較清楚地知道要如何來將非同步鎖模機制推廣到不同的操作區（譬如更高重複率的鎖模光纖雷射）或是不同的雷射架構（譬如對環境擾動不敏感的鎖模光纖雷射）。這些理論預測後來也都透過實驗來驗證，有很好的符合。我們也針對 bound soliton fiber laser mode-locking 的雷射動力學持續有深入的研究成果，證明了 saturable absorption 對 bound soliton mode-locking 並非一定必要，開啟了建構 bound soliton fiber laser 的新雷射架構。我們還進一步研究發展出計算鎖模雷射雜訊的新方法，能與實驗結果合理符合，此種計算鎖模雷射雜訊的新方法頗具一般性，未來還會有持續的發展。

[Sample publications]

1. S.-Y. Wu, W.-W. Hsiang, and Y. Lai, "Laser dynamics and relative timing jitter analysis of passively synchronized Er- and Yb-doped mode-locked fiber lasers," *J. of the Optical Society of America B*, 31(7), 1508-1515, 2014.
2. S. -Y. Wu, W. -W. Hsiang, Y. Lai, "Synchronous-asynchronous laser mode-locking transition," *Physical Review A*, 92(1), 013848, 2015.
3. B. -J. Fong, W. -T. Lin, S. -Y. Wu, J. -L. Peng, W. -W. Hsiang, Y. Lai, "Relative carrier-envelope phase stabilization of hybridly synchronized ultrafast Yb and Er fiber-laser systems with the feed-forward scheme," *Optics Letters*, 40(6), 966-969, 2015.
4. Y. Lai, W.-W. Hsiang, S.-Y. Wu, "Sub-fs hybrid synchronization between mode-locked fiber lasers," CLEO-PR 2015 (invited talk), Busan, Korea.
5. C.-J. Luo, S.-M. Wang, Y. Lai, "Bound soliton fiber laser mode-locking without saturable absorption effect," *IEEE Photonics Journal*, 8(4), 1502609, 2016.
6. C.-J. Luo and Y. Lai, "Relative intensity noise of hybrid mode-locked bound soliton fiber laser: theory and experiment," *Applied Sciences*, 8, 1451, 2018.