

Karışık Soliton Darbe Kaynağının Şiddet Modülasyonu (IM)

Nuran Dogru, M. Sadettin Özyazıcı
Gaziantep Üniversitesi
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Gaziantep
dogru@gantep.edu.tr; sadi@gantep.edu.tr

Özet: Fiber Bragg ızgara kullanan karışık soliton darbe kaynağı (HSPS) in şiddet modülasyonu (IM) elektrik alan yaklaşımı kullanılarak tanımlandı. HSPS, çiftli dalga denklemlerinin zaman domendeki çözümüyle modellendi. Dış boşluk çeşidinin, IM spektrumundaki rezonans tepe spektral yarılmaları (RPSS) na önemli bir etkisi olduğu gösterilmiş olup, dış boşluk olarak Gaussian pozlandırılmış FBG yerine doğrusal azalan adımlı Gaussian pozlandırılmış FBG kullanarak, IM spektrumundaki RPSS yok edilebileceği bulunmuştur.

Giriş

Dış boşluklu ızgara kullanan mod-kilitli yarıiletken lazerler yüksek-hızlı optik iletiminde kısa darbelerin üretilmesi için ilginçtir, çünkü elde edilen darbeler büyük kilitleme alanına sahiptir. Bu lazerler, telekomünikasyon ve ölçme gibi optoelektronik işlemleri kapsayan bir çok uygulamalarda optik darbe kaynakları olarak kullanılabilirler. Karışık soliton darbe kaynağı (HSPS), soliton iletim sistemi için geliştirilmiş böyle bir aygıttır.

Bu çalışmada, Gaussian pozlu ve doğrusal azalan adımlı (chirp) Gaussian pozlu fiber Bragg ızgara (FBG) kullanan HSPS in şiddet modülasyonu (IM) incelenmiştir. Daha önceki makalelerde, çizgigenişliği artma (linewidth enhancement) faktörü, kazanç doyma (gain saturation) parametresi, ve AR yansıtıcılığı gibi bazı laser diyot parametrelerinin, IM spektrumundaki rezonans tepe spektral yarılmaları (RPSS) nı artırdığı gösterilmiştir [1-3]. Fakat, bizim simülasyon sonuçlarımız, RPSS in tamamıyla bu parametrelere bağlı olmadığını ve kullanılan FBG çeşidinin de çok önemli olduğunu göstermiştir. Dış boşluk olarak Gaussian pozlandırılmış FBG yerine doğrusal azalan adımlı Gaussian pozlandırılmış FBG kullanarak, IM spektrumundaki RPSS yok edilebilir.

Modelleme

HSPS, temel olarak üç bölümden oluşmaktadır: Bir çoklu-kuantum duvarlı (MQW: Multi-Quantum Well) yarı iletken lazer diyot, fiber kablo ve kablunun sonunda belli bir bölümde oluşturulmuş Bragg yansıtıcı. Diyotun bir yüzeyinin yansıması yüksek (HR), diğeri ise çok düşüktür (AR). Çıkış şiddeti yansıtıcıdan alınır.

Model çiftli dalga denklemlerinin zaman domeninde çözümüne dayalıdır. Dış boşluklu laser, uzunluğu eşit olan Δz bölmelerine ayrılmıştır. Bir zaman aralığı için $\Delta t = \Delta z / v_g$ (v_g : grup hızı), ileri ve geri alanlar (field) transfer matrisi metoduyla hesaplanır. Her laser bölmesindeki taşıyıcı yoğunluk, oran (rate) denklemleriyle hesaplanır. Her zaman aralığında yeni alan değeri hesaplanır ve sınır şartları uygulanır

IM response fonksiyonu $H(f)$, küçük sinyal foton yoğunluğu ΔS in küçük sinyal enjekte akımı ΔI ya oranıdır [4-5].

$$H(f) = \frac{\Delta S}{\Delta I} \quad (1)$$

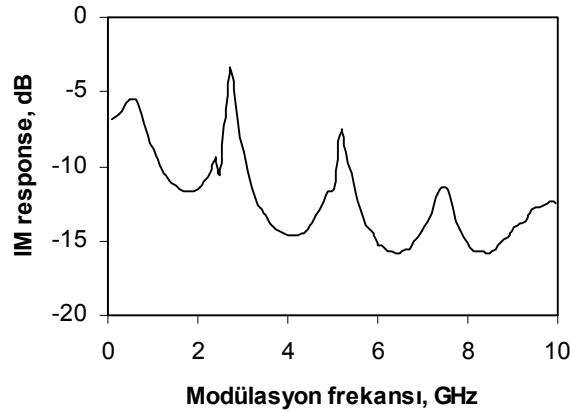
Bu, ayrıca güç modülasyon terimi şeklinde de yazılabilir

$$H(f) = \frac{\Delta P_{out}}{\Delta I} \quad (2)$$

Sonuçlar

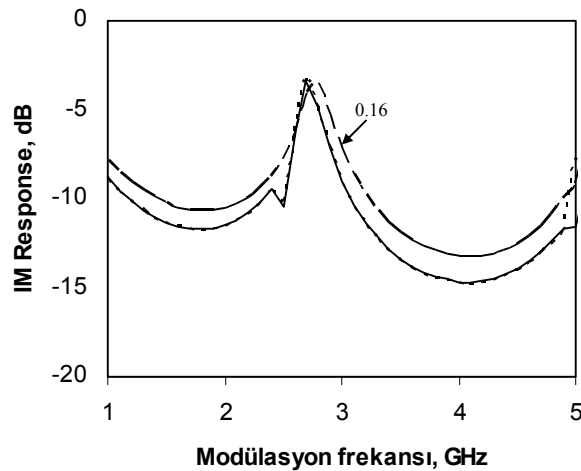
Simulasyonda, dalgaboyu $1.55 \mu\text{m}$, çalışma frekansı 2.5 GHz , lazer ve ızgara uzunlukları $250 \mu\text{m}$ ve 4 cm alınmıştır. Eşik akımı 3.2 mA ve chirp değeri $1.9 \text{ \AA}/\text{cmdir}$. Kullanılan diğer lazer parametreleri [5-6] dan bulunabilir.

Şek. 1, 6 mA lik dc akımda 0.1 GHz den 10 GHz e kadar hesaplanan HSPS in IM spektrumunu göstermektedir. Lau [4] ana frekansdaki yanıt tepesinin büyüklüğünün her zaman düşük frekansdaki yanıt büyüklüğünden küçük olduğunu belirtti. Ahmed ve Tucker [1] tersine, ana tepe büyüklüğündeki 4 dB lik artışı teorik ve deneysel olarak ve nedenin de AR yansıtırlığı, dc akım ve benzeri bazı parametrelere bağlı olduğunu gösterdi. Bizim simulasyon sonuçları da, [1] ile iyi bir uyum göstermiş olup, Şek. 1 de görüldüğü gibi ana tepe büyüklüğündeki artış aşağı yukarı 2 dB dir.

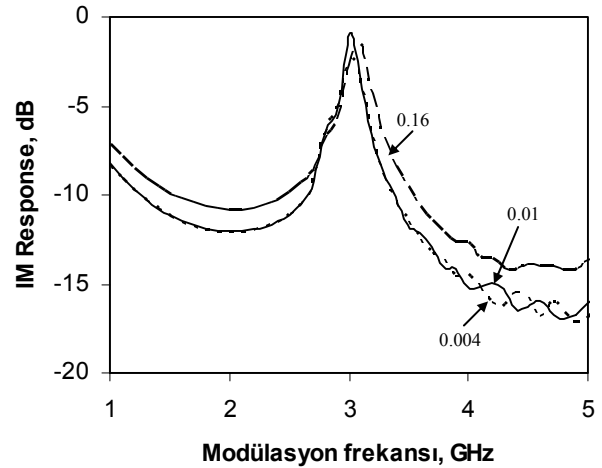


Şekil 1. Gaussian pozlu FBG kullanan HSPS in IM spektrumu

Dikkat edilirse, büyüklük devamsızlığı diğer bir deyişle RPSS ana (çalışma) frekans yakınında ve ana tepe, [3] de olduğu gibi biraz yüksek frekansa kaymıştır. Bu büyüklük devamsızlığının kaynağı [1-2] de incelenmiş ve onlar AR yansıtırlığı (r_3), düşük kazanç doyma parametresi (ϵ), çizgi artma faktörü, ve dış boşluk uzunluğu gibi parametrelerin RPSS üzerine önemli etkisi olduğunu göstermişlerdir. Bu bildiride ise, dış boşluk çeşidinin de bu parametreler kadar önemli olduğunu gösterdik. Bunun için, AR ve ϵ parametrelerinin etkisi HSPS Gaussian pozlu ve doğrusal azalan adımlı Gaussian pozlu FBG kullanırken incelendi.



Şekil 2. Gaussain pozlu HSPS in farklı AR değerleri için IM spektrumu



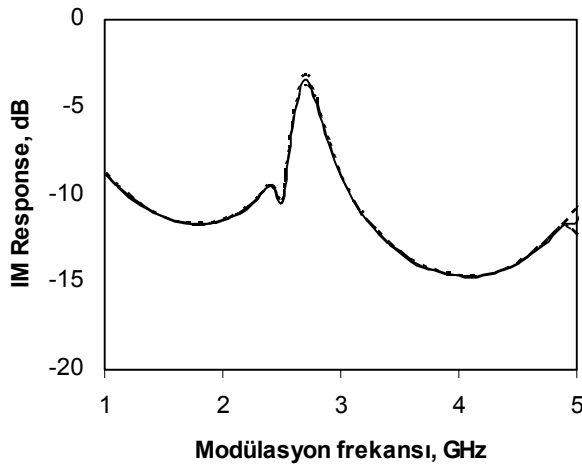
Şekil 3. Doğrusal azalan adımlı Gaussain pozlu HSPS in farklı AR değerleri için IM spektrumu

AR yansıtırlığının etkisini dikkate almak ve onun büyüklük devamsızlığına etkisini görmek için r_3 , HSPS her 2 ızgara çeşidini kullanırken artırıldı ve azaltıldı. Şek. 2 farklı AR değerlerinde Gaussian pozlu HSPS in IM spektrumunu göstermektedir. Şekilde göüldüğü gibi AR nin yüksek değerinde (0.16) büyüklük devamsızlığı yok

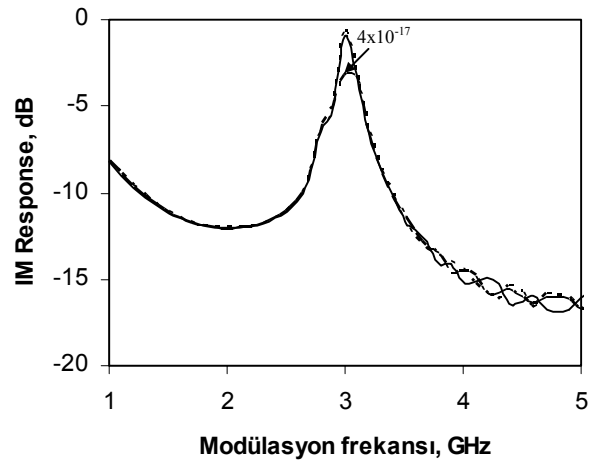
olmaktadır. Buna karşılık, Şek. 3 de görüldüğü gibi doğrusal azalan adımlı Gaussian pozlu HSPS in IM spektrumunda AR nin tüm değerleri için büyüklük devamsızlığı yok olmaktadır. Ahmed ve Tucker [1] ise, devamsızlığın sıfır veya düşük AR değerleri için mümkün olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlarda, RPSS güçlü bir şekilde AR yansıtırlığına bağlı olmayıp, dış boşluk çeşidinin de önemli olduğunu göstermiştir.

Gaussian pozlu HSPS in farklı ϵ değerleri için IM spektrası Şek. 4 de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi ϵ , 0 dan 4×10^{-17} de değişirken tepe büyüklüğünde çok az bir azalma vardır ve ϵ nin tüm değerleri için RPSS oluşmaktadır. Buna karşılık, HSPS doğrusal azalan adımlı Gaussian pozlu ızgara kullandığında, ϵ , 0 dan 4×10^{-17} de değişirken tepe büyüklüğünde 2.5 dB lik bir azalma görülür (bkz. Şek. 5). Ayrıca, Şek. 5 de görüldüğü gibi ϵ nin tüm değerleri için IM spektrumunda RPSS oluşmamaktadır

Elde edilen bu sonuçlar, dış boşluk çeşidinin IM spektrumuna etkisinin de cihaz parametreleri kadar önemli olduğunu gösterdi. Eğer, HSPS dış boşluk olarak, Gaussian pozlu ızgara yerine doğrusal azalan adımlı Gaussian pozlu ızgara kullanırsa, IM spektrumundaki RPSS yok edilebilir.



Şekil 3. Gaussain pozlu HSPS in farklı ϵ değerleri için IM spektrumu



Şekil 4. Doğrusal azalan adımlı Gaussian pozlu HSPS in farklı ϵ değerleri için IM spektrumu

Kaynaklar

- [1] Ahmed Z. ve Tucker R.S., "Small signal IM response of grating terminated external cavity semiconductor lasers," IEEE J. Select. Topics Quantum Electron., 1(2), s. 505-515, 1995.
- [2] Premaratne M., Lowery A.J., Ahmed Z., ve Novak D., "Modeling noise and modulation performance of fiber grating external cavity lasers," IEEE J. Select. Topics Quantum Electron., 3(2), s. 290-303, 1997.
- [3] Pittoni F, Gioannini M., ve Montrosset I., "Time-domain analysis of fiber grating semiconductor laser operation in active mode-locking regime," IEEE J. Select. Topics Quantum Electron., 7(2), s. 280-286, 2001.
- [4] Glasser L.A., "Alinearized theory for the diode laser in an external cavity," IEEE. J. Quantum Electron., 16, s. 525-531, 1980.
- [5] Lau K.Y., "Narrow-band modulation of semiconductor lasers at milieter wave frequencies (>100 GHz) by mode-locking," IEEE. J. Quantum Electron., 26, s. 250-261, 1990.
- [6] Dogru N. ve Ozyazici M.S., "Relative intensity noise of mode-locked fiber grating external cavity semiconductor lasers," Opt. Laser Technol., 35(3), s. 163-168, 2003.
- [7] Dogru N. ve Ozyazici M.S., "RIN in mode-locked external cavity semiconductor lasers. IEE Proc.-Optoelectron.," 150(4), s. 346-350, 2003.