

처핑된 grating을 가진 DFB 도파로의 광쌍안정 특성

Optical Bistability in a DFB Waveguide with Chirped Gratings

박경환*, 김영일, 윤태훈
 부산대학교 전자공학과
 pkhwan@hyowon.pusan.ac.kr

본 논문에서는 grating에 chirping을 줌으로써 chirping을 주지 않은 도파로에 비해 좀더 낮은 입력에서 광쌍안정 현상이 나타남을 보이고자 한다. 광쌍안정 현상은 도파로 코어부분의 굴절률이 광세기에 의존하여 변하는 비선형 특성에 의하여 나타난다. Chirping을 주지 않은 grating을 가지는 도파로는 그림 1과 같이 grating의 중간부분이 $\lambda/4$ phase shift된 구조이며 주기는 $\lambda/2$ 로 동일하다. 도파로의 substrate 와 cladding 부분의 물질은 InP이고 코어부분은 GaInAsP이며 밴드갭 파장은 1430nm 이다. 코어부분은 광세기에 의존하는 굴절률을 가지고, 코어부분의 굴절률은 다음과 같이 둘 수 있다.

$$n = n_0 + n_2 I$$

n_0 는 선형굴절률, n_2 는 광세기에 의존하는 비선형 굴절률이다. 여기서 선형굴절률 n_0 는 3.325, 비선형굴절률 n_2 는 $-4.5 \times 10^{-12} \text{ cm}^2/\text{W}$ 이다. 도파로 코어부분의 굴절률의 변화는 도파로의 내부필드 분포에 의존하게 되고, 내부필드 분포는 아래의 fundamental matrix 방법을 이용하여 도파로를 10개의 서브섹션으로 나누어서 계산하였다.

$$\begin{bmatrix} E_A(0) \\ E_B(0) \end{bmatrix} = \prod_{k=1}^{10} [F^k] \begin{bmatrix} E_A(L) \\ E_B(L) \end{bmatrix}$$

그림 2는 chirping을 주지 않았을 경우의 내부필드이다. 그림에서 보는 바와 같이 내부필드는 도파로의 중심부에서 가장 크고 입력측과 출력측으로 가면서 감소하는 것을 볼 수 있다. 내부필드 분포로부터 굴절률의 분포는 비선형 굴절률이 음의 값을 가지므로 도파로의 입력측과 출력측에서 가장 큰 값을 가지고 중심에서 가장 작은 값을 가진다. 이와 같은 굴절률의 분포로 인해 빛이 느끼는 grating의 주기는 도파로의 중심부분에서 가장 짧게 느끼고 중심에서 입력측과 출력측으로 갈수록 길게 느끼게 된다. 이러한 grating 주기의 변화는 각 grating에서 반사되어 나오는 빛들의 위상이 동위상이 되지 않아 완전한 보강간섭을 일으키지 못하므로 도파로의 비선형 특성을 감소시키게 된다. 따라서 각 grating으로부터 반사되어 나오는 빛들의 위상이 동위상이 되도록 grating의 주기에 chirping을 주어 도파로의 중심부에서 grating의 주기를 가장 길게 해주고, 입력측과 출력측으로 갈수록 짧게 해주어 도파로의 비선형 특성을 크게 할 수 있을 것이다. 그림 3은 chirping이 없을 때의 도파로의 입출력 특성과 chirping을 주었을 때의 도파로의 입출력 특성을 비교한 것이다. Chirping을 주었을 때의 입출력 특성은 chirping을 주지 않았을 때와 비교해서 낮은 on-off contrast와 광쌍안정 영역이 작은 단점을 보이지만, 좀더 낮은 입력값

에서 광쌍안정 특성이 나타나는 장점을 볼 수 있다.

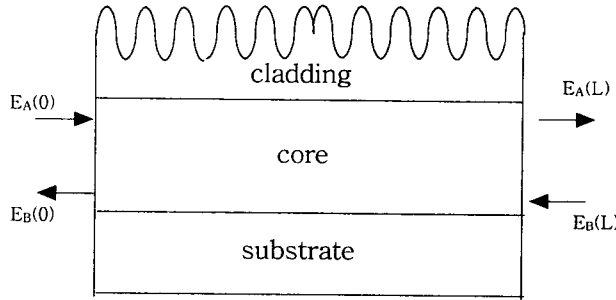


그림 1. 도파로 구조

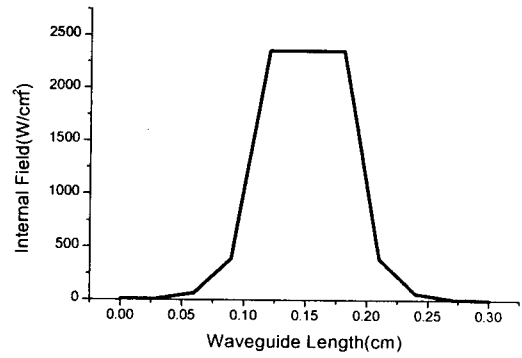


그림 2. 도파로의 내부필드 분포

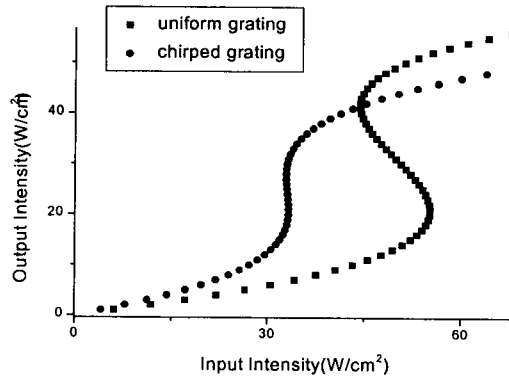


그림 3. uniform grating 도파로와 chirped grating 도파로의 입출력 특성 비교

참 고 문 헌

- [1] K. Nakatsuhara, T. Mizumoto, R. Munakata, Y. Kigure, and Y. Natio, "All-Optical Set-Reset Operation in a Distributed Feedback GaInAsP Waveguide", IEEE Photon. Techno. Lett., vol. 10, no. 1, pp. 78-80, 1998.
- [2] Katsumi Nakatsuhara, Tetsuya Mizumoto, Ryuhei Munakata, and Yoshiyuki Naito, "Weighted distributed feedback structure for all-optical bistable devices", Appl. Opt., vol. 35, no. 9, pp. 1507-1511, 1996.
- [3] Makoto Yamada and Kyohei Sakuda, "Analysis of almost-periodic distributed feedback slab waveguides via a fundamental matrix approach", Appl. Opt., vol. 26, no. 16, pp. 3474-3478, 1987.
- [4] Stojan Radic, Nicholas George, and Govind P. Agrawal, "Optical switching in $\lambda/4$ -shifted nonlinear periodic structures, Opt. Lett., vol. 19, no 21, pp. 1789-1791, 1994.

