

THz 대역에서 동작하는 다중 영역 Complex-Coupled DFB 레이저의 수율 특성

The Yield Characteristics of a Multisection Complex-Coupled DFB Laser Operating in THz region

김태영, 김부균

승실대학교 정보통신전자공학부

kty7@sunbee.ssu.ac.kr, bgkim@e.ssu.ac.kr

주파수가 100 GHz ~ 10 THz 영역에 존재하는 테라헤르츠(THz)파는 100 GHz 이하의 주파수를 가지는 밀리미터파 및 마이크로파 영역과 10 THz 이상의 주파수를 가지는 적외선 영역과 비교하면, 테라헤르츠파 생성 및 검출에 사용되는 소자 및 시스템 개발의 어려움 때문에 최근까지 테라헤르츠파 기술의 개발과 이를 이용한 응용이 늦어지고 있다⁽¹⁾. 최근에 두 개의 CC (complex-coupled) DFB 영역과 위상 조정 영역이 집적된 다중 영역 CC DFB 레이저를 100 GHz ~ 10 THz 주파수 영역에 존재하는 테라헤르츠파 대역의 신호를 발생시키는 여기 광원으로 사용할 수 있으리라는 논문이 보고되었다⁽²⁾.

다중 영역 CC DFB 레이저 제작 시에 양 단면을 무반사 코팅 하여도 잔류 반사율이 존재하게 된다. 이러한 잔류반사율이 존재하면 양 단면의 회절격자의 위상이 다중 영역 CC DFB 레이저의 SP (self-pulsation) 동작 특성에 영향을 미치게 된다. 따라서 본 논문에서는 단면 반사율과 단면 회절격자의 위상 및 위상 조정 영역의 위상이 THz 대역에서 동작하는 다중 영역 CC DFB 레이저의 SP 동작 특성에 미치는 영향을 수율 관점에서 살펴보았다.

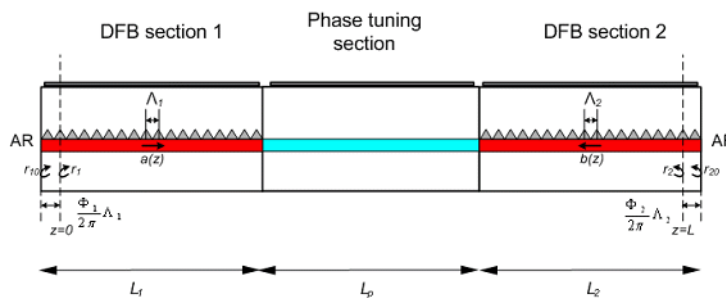
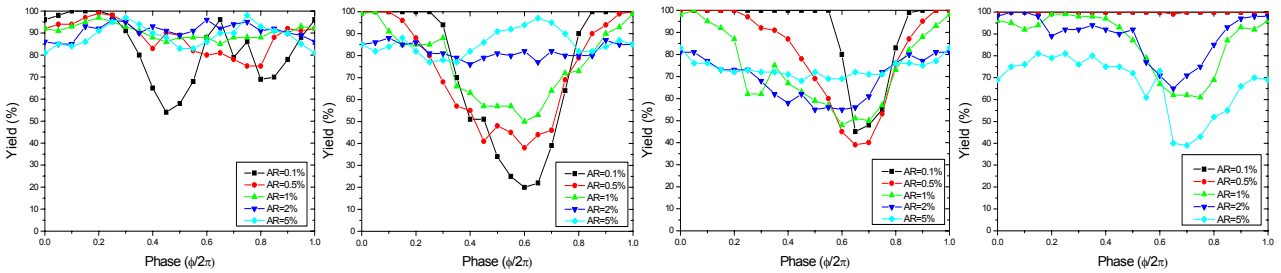


그림 1. 두 개의 DFB 영역과 위상 조정 영역으로 구성된 다중 영역 DFB 레이저의 개념도

그림 1은 양 단면 반사율과 단면 격자 위상을 고려한 두 개의 DFB 영역과 위상 조정 영역으로 구성된 다중 영역 CC DFB 레이저의 개념도를 나타낸다. 각각의 DFB 영역에 문턱 전류 이상의 전류가 주입되면 각각의 DFB 영역에서 발진 모드가 존재하고, 이러한 두 모드의 비팅에 의하여 SP 동작이 발생한다⁽³⁾. 두 DFB 영역의 발진 모드가 받는 이득의 크기를 비슷하게 하기 위하여 능동 영역의 이득이 최대가 되는 파장을 두 DFB 영역의 브래그 파장 중심에 위치시켰다. 전산 모의에 사용한 다중 영역 CC DFB 레이저의 단면 반사율은 양 단면이 동일하다고 가정하였고, 0.1%, 0.5%, 1%, 2% 와 5%인 경우

에 전산 모의를 수행하였다. 또한 각 CC DFB 영역의 결합세기가 각각 3과 4일 때 CR (coupling ratio), κ_g/κ_j , 가 0.1과 0.2 인 경우에 대하여 전산 모의를 수행하였다. 사용한 CC DFB 영역의 주입 전류는 여러 가지 결합세기에 대하여 양 단면이 완전 무반사 코팅되어 있는 단일 CC DFB 레이저에서 계산된 문턱전류 값보다 40 mA 큰 전류이다.



(a) $|\kappa L|=3$ 과 $CR=0.1$ (b) $|\kappa L|=3$ 과 $CR=0.2$ (c) $|\kappa L|=4$ 와 $CR=0.1$ (d) $|\kappa L|=4$ 와 $CR=0.2$
 그림 2. 여러 가지 결합세기와 CR에 대하여 양 단면 반사율과 위상 조정 영역의 위상에 따른 다중 영역 CC DFB 레이저의 SP 주파수가 THz 영역인 경우의 수율.

그림 2는 여러 가지 결합세기와 CR에 대하여 양 단면 반사율과 위상 조정 영역의 위상에 따른 다중 영역 CC DFB 레이저의 SP 주파수가 THz 영역인 경우의 수율을 보인다. CR이 클수록 SHB (spatial hole burning) 효과의 감소로 수율이 95% 이상인 위상 조정 영역의 위상 범위가 넓어짐을 볼 수 있다. 그림 2 (a)와 (b)인 경우 ($|\kappa L|=3$) CR이 클수록 SHB 효과가 감소한다. 단면 반사율이 증가 할수록 반사되어 들어오는 필드의 세기가 커져서 각 DFB 영역의 발진 모드가 받는 이득이 증가한다. 따라서 발진 모드가 안정되어 수율이 80% 이상 되는 위상 조정 영역의 위상 범위가 증가함을 볼 수 있다. 그림 2 (c)와 (d)인 경우 ($|\kappa L|=4$), $|\kappa L|=3$ 인 경우보다 결합세기가 커서 SHB 효과가 크기 때문에 양 단면 반사율이 증가할수록 수율이 80% 이상 되는 위상 조정 영역의 위상 범위가 감소함을 볼 수 있다.

다중 영역 CC DFB 레이저의 각 DFB 영역의 결합세기가 3과 4이고 CR이 0.1 과 0.2 일 때 양 단면 반사율과 회절격자 위상 및 위상 조정 영역의 위상이 THz 대역에서 동작하는 SP 동작 특성에 미치는 영향을 수율 관점에서 살펴보았다. 결합세기가 클수록 SHB 효과가 커지고 CR이 클수록 SHB 효과가 감소한다. 양 단면 반사율이 작은 경우 결합세기가 4이고 CR이 0.2인 경우 수율이 80% 이상 되는 위상 조정 영역의 위상 범위가 가장 넓고 양 단면 반사율이 큰 경우 결합세기가 3이고 CR이 0.1인 경우 수율이 80% 이상인 위상 조정 영역의 위상 범위가 가장 넓음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Daryoosh Saeedkia et al, IEEE J. Quantum Electronics., vol. 41, no. 2, pp. 234-241 (2005).
2. 김부균 외, 한국광학회지, vol. 17, no. 2, pp. 191-197 (2006).
3. M. Möhrle et al, IEEE J. Select. Topics on Quantum Electron., vol. 7, no. 2, pp. 217-223, (2001).