

반도체레이저 여기 고체레이저

Laser-Diode Pumped Solid-State Laser

김병태
청주대학교 광학공학과

고체레이저의 여기광원으로서는 일반적으로 Xe 등의 희가스 플래시램프가 주로 사용되어 왔다. 희가스 플래시램프는 발광효율이 70%까지 얻어지고 있지만, 발광스펙트럼이 자외영역에서 적외영역에 이르기까지 넓은 파장대를 형성하고 있어 고체레이저 매질의 흡수스펙트럼과 정합성이 좋지 않다. 이 때문에 희가스 플래시램프 여기에서는 레이저 발진효율이 낮다. 또 고체레이저 매질에의 열부하도 커져 고평균출력을 얻는 것이 어려우며, 열 외곡현상 때문에 비임질도 좋지 않다. 더욱이 희가스 플래시램프의 강한 자외광은 레이저매질을 선택하는데 제약을 주기도 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근에 반도체레이저(Laser Diode)를 여기광원으로 이용하는 연구를 활발히 진행하게 되었다.

반도체레이저 여기 고체레이저의 개념은 비교적 오래되어 1964년부터 이미 실험이 실시되었지만, 당시는 반도체레이저의 효율과 출력이 모두 낮고, 액체질소에서의 냉각이 필요하였기 때문에 반도체레이저에 의해 여기되는 레이저가 레이저의 동작특성을 크게 개선시키지는 못하였다. 그러나 그후 실온에서 동작가능한 더블헤테로 구조, 양자우물 구조라고 하는 새로운 구조가 개발되고, MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)법 등의 결정 성장기술이 급격히 진전된 결과, 고출력의 반도체레이저가 실현되어 들연 반도체레이저 여기 고체레이저가 주목을 받게 되었다. 고체레이저 매질의 흡수스펙트럼에서 보면 반도체레이저는 선스펙트럼 광원으로 보이고, 발진파장도 GaAlAs계 반도체레이저를 예로보면 0.79~0.9 μ m에서 Nd³⁺을 활성이온으로 하는 고체레이저 매질의 흡수스펙트럼과 잘 맞힐 수 있다. 이 때문에 레이저매질에의 열부하도 최소한으로 억제할 수 있다. 또 반도체레이저의 발광효율은 현재 50~60%급이 실용화되고 있고, 반도체레이저의 지향성은 여기광원으로서 고체레이저 매질의 결합효율 향상에도 연결되기 때문에 레이저 발진효율의 대폭적인 향상이 기대된다. 더욱이 반도체레이저는 소형이고, 전원부의 저전압화나 고전압 스위치가 불필요하며, 수명은 연속발진에서 10⁵시간, 펄스동작에서 10⁹shots(10Hz로 3년 작동에 해당) 이상으로 희가스 플래시램프에 비해 100배 이상 긴 것 등 레이저장치 전체적으로도 콤팩트화, 장수명화를 달성하게 된다.

현재 반도체레이저 여기 고체레이저는 소형 레이저 가공기는 물론 레이저 핵융합 에너지 드라이버에까지 그 활용성을 인정받고 있어 그에 대한 인식을 새롭게 하는 의미에서 전체 내용을 간단히 정리해 본다.