

파장가변 고체색소 레이저 제작 및 특성 조사

Construction and Characteristics of tunable solid-state dye lasers

고도경

한국원자력연구소 양자광학기술개발팀

dkko@kaeri.re.kr

색소 레이저로 대표되는 파장가변 레이저는 파장가변영역이 근자외선영역에서 근적외선 영역까지 매우 광범위하여 원자분광학연구 분야뿐만 아니라, 원격 대기오염 및 환경감시용으로 사용되는 LIDAR 시스템, 암치료 등의 의료용 레이저 치료기 등에도 사용되는데, 이때 레이저 시스템은 소형화 될수록 레이저의 이동 및 휴대가 편리하여 용이하다.

일반적으로 하나의 색소에서 얻을 수 있는 파장가변영역은 약 수십 nm 정도이다. 따라서 이 영역을 벗어난 다른 영역의 파장을 필요로 할 경우에는 그에 적당한 색소로 교환하여 사용하게 된다. 현재까지 사용되고 있는 색소 레이저에서는 알콜과 같은 용매에 색소를 녹이고 색소 순환기를 이용하여 색소용액을 색소 셀에 흐르게 하여 사용하고 있다. 이와 같은 색소용액 순환방식에서 색소를 교환할 경우에 색소용기, 필터, 순환펌프, 튜브 및 색소 셀 등을 세척하여 사용하여야 하므로 많은 불편을 가지게 되고, 액체의 순환으로 발생할 수 있는 진동 및 유체의 불균일한 흐름은 안정적인 레이저 발진의 장애요소가 될 수 있다. 또한 레이저 시스템을 구성할 때 광학부품 이외의 색소용액 순환기 시스템이 부착되어야 하므로 시스템의 소형화에 한계를 가지고 있다.

본 연구에서는 이러한 단점을 극복하는 방법의 하나로 개발된 고체색소의 제조 기술과 이를 이용하여 제작된 고체색소 레이저의 특성에 대하여 보고한다. 고체색소를 제작하는 방법에는 유기불을 이용하는 방법과 무기물을 이용하는 방법이 모두 사용된다. 유기 고분자 플라스틱은 레이저 손상 저항(laser damage resistance), 색소의 광표백 저항(photobleaching resistance), 레이저 변환 효율(conversion efficiency)이 낮다는 단점들이 있었다. 그러나 최근에는 무기물 유리 재질이나 크리스탈 결정 등에 비교될 정도의 높은 레이저 손상 저항을 갖는 고분자 물질들이 발견되어 고체 상태 색소 레이저에 적용되고 있다.

한편 유리와 같은 무기물질을 이용하는 경우 레이저 결정에 맞먹을 정도의 높은 경도와 균일성, 광학적 투명도 등을 가지고 있다. 그러나 일반적인 유리제조 방법을 이용해서는 고체색소 제조가 거의 불가능하다. 왜냐하면 유리를 제작할 경우 규소 등을 고열로 용융시키게 되는데 이렇게 높은 온도에서는 색소 분자가 파괴되어 버리므로 레이저 매질로 사용할 수가 없게 되기 때문이다. 그러므로 고체색소 제조에서는 일반적인 용융법 대신에 낮은온도에서 고체화 시킬 수 있는 sol-gel 법을 이용하게 된다. Sol-gel법은 무기물질에 하나의 무기물질, 또는 여러종류의 무기물질을 혼합하거나, 유기물질과 합성하여 고체 색소를 제조할 수 있는 장점을 가지고 있다.⁽¹⁾

또한 본 연구에서는 다양한 종류의 고체색소레이저 발진기를 제작하여 그 특성을 조사하였다. 발진

선폭 축소를 위하여 소형의 GIM형 공진기를 제작하여 단일종모드 발진을 이루었으며⁽²⁾ 이중 공진기형 발진기를 제작하여 자기파종(self-seeding)효과를 관측하였고,⁽³⁾ 분포궤환형 고체색소레이저 발진특성을 관측하였다. 또한 독립적으로 파장조절이 가능한 2파장 발진이 가능한 발진기를 제작하여 그 특성을 조사하였다.

1. Mark D. Rahn and Terence A. King, "Comparison of laser performance of dye molecules in sol-gel, polycom, ormosil, and poly(methyl methacrylate) host media", Appl. Opt. **34**, 8260-8271 (1995).
2. Gwon Lim, Do-Kyeong Ko, Hyun Su Kim, Byung Heon Cha, Jongmin Lee, "Single longitudinal mode operation of a solid-state dye laser oscillator", J. Korean Phys. Soc. **37**, 783-787(2000).
3. D.-K. Ko G. Lim, S.-H. Kim, B.-H. Cha, and J. Lee, "Self-seeding in the dual-cavity-type pulsed Ti:sapphire laser oscillator," Opt. Lett. **20**, 710 (1995).

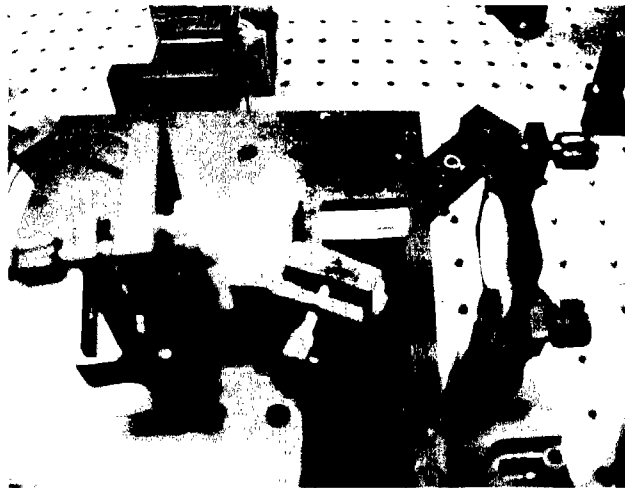


그림 2. 자기파종형 고체색소 레이저의 발진모습

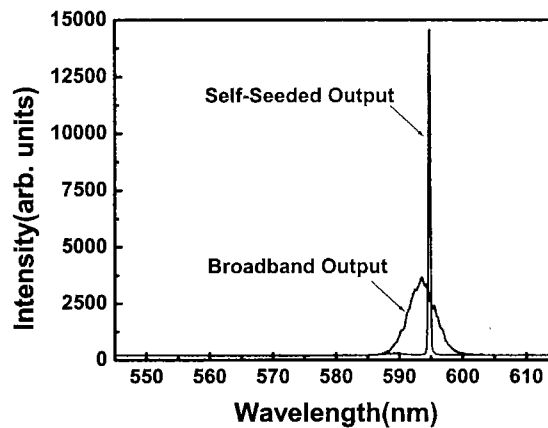


그림 3. 자기파종형 고체색소레이저의 출력 스펙트럼