

## 자기파종된 두파장 고체상태 색소레이저

## Self-Seeded Dual-Wavelength Solid-State Dye Laser

임 권, 고도경, 김현수, 차병헌  
 한국원자력연구소 양자광학팀  
 gwonlim@kaeri.re.kr

두파장 발진에 대한 연구로써 H. J. Piloff는 질소레이저로 펌프하여 두파장을 발진시키는데 성공하였고,<sup>(1)</sup> H. Takeda는 섬광원을 펌프광으로 하여 두파장 Ti:sapphire 레이저를 발진시켰으며,<sup>(2)</sup> C. L. Wang은 다이오드 GIM형 공진기에서 회절격자로 비스듬히 입사된 빔이 파장가변 거울로 회절될 때 그 사이에 두개의 슬릿을 두어 서로 다른 공진 경로를 갖게 함으로써 다른 파장이 발진하도록 하는 방법을 사용하여 두파장 발진을 성공하였다.<sup>(3)</sup> 대기분석용 DIAL 시스템의 레이저 광원으로 사용하기 위한 두파장의 레이저에 관한 연구도 보고된 경우가 있으며<sup>(4-7)</sup> 결합형 공진기<sup>(8)</sup>를 이용하여 자기파종 두파장 공진기를 구성하고 두파장 발진 특성을 보고한 바가 있다. 이러한 경우에 파장가변 이득매질로서 레이저 색소를 사용하여 왔는데 이를 고체색소로 사용하면<sup>(9)</sup> 액체상태로 색소를 순환시켜 사용하는 것보다 편리한 이점이 있다. 순환식 색소 레이저의 경우에는 레이저 광학계 이외의 색소 순환장치들이 첨가됨에 따라서 레이저 장치의 크기가 비대해지는 점에 반하여, 고체 색소 레이저의 경우에는 고체 색소 셀로 대체됨에 따라서 소형의 레이저 장치로서 구성된다. 또한 레이저 제작 비용 면에서도 많은 절감효과가 있다. 따라서 본 연구에서는 고체색소 셀을 이용하여 자기파종 두파장 레이저 발진기를 구성하고 출력 특성을 조사하였다.

고체색소 셀의 레이저 색소는 Rhodamine 계열이 사용되었고, 색소를 침착시키는 호스트 매질은 Poly(methyl methacrylate) (PMMA)이었다. 자체 제작된 고체색소 셀은 광학적인 표면가공을 하여 사용하였다. 펌프 광으로 사용된 레이저는 반복률 10 Hz, 펄스 폭 5 ns을 갖는 Q-스윕팅된 Nd:YAG 레이저 (Quantel BrilliantB 회사)의 제 2 조화파가 이용되었다. 두파장 공진기는 두 개의 자기파종형 공진기가 결합된 것으로 이해할 수 있으며 그림 1은 결합형 두파장 발진기의 구조이다. 그림 2는 파장  $\lambda_1$ 의 레이저 광이 발진할 때의 자기파종 공진기이고, 부분반사거울 1은 파장  $\lambda_1$ 에 대해서 후면경으로서 역할을 하며 부분반사거울 2는 파장  $\lambda_1$ 을 되먹임시키는 거울로써 역할을 한다. 이와 같이 그림 3은 발진 파장  $\lambda_2$ 에 대하여 부분반사거울 1은 되먹임 거울로, 부분반사거울 2는 후면경으로써의 역할을 한다. 회절격자 1과 회절격자 2에 비스듬히 입사하는 각  $\theta_1$ 과  $\theta_2$ 는 거의  $88^\circ$ 로 같도록 유지하여 공진시킨다. 여기 광원은 고체색소셀에 종방향으로 펌핑하도록 되어있으며 고체색소셀을 중심으로 홀로그래픽 반사형 회절격자, 파장가변거울과 부분반사 출력경이 대칭적으로 구성되어 있다. 사용된 회절격자의 groove수는 2400 lines/mm이고, 파장가변거울은 파장영역 500~700 nm 사이에서 99%이상의 반사율을 갖으며 출력경의 부분반사율은 30%이다. 사진 .1은 두파장 고체 색소 레이저의 모습이다. 그림 4는 두파장 고체색소 레이저 발진기에서 출력된 레이저의 스펙트럼을 측정된 것이다. 두 파장의 고체색소 레이저 시스템의 장점은 고체색소셀을 이용함으로써 소형의 발진기를 구성할 수 있었다. 또한, 공진기 구조적으로 두 파장의 레이저 출력은 같은 빔 경로를 유지하고 있기 때문에 서로 다른 발진기 두 대를 사용하여 두파장의 레이저 광원을 결합하여야 하는 경우에 비하여 광 결합에 불편함이 없다. 이상과 같은 두파장 고체 색소 레이저는 대기물질관측과 같은 분야에서 레이저 광원으로써 활용이 기대된다.

참고문헌

1. H. J. Piloff, Appl. Phys. Lett. 21, 339 (1971).
2. H. Takeda, Y. Akabane, and F. Kannari, Jpn. J. Appl. Phys. 33, 6557-6563 (1994).
3. C. L. Wang and C. L. Pan, Appl. Phys. Lett. 64, 3089 (1994).
4. R. Scheps and J. F. Myers, IEEE Photon. Tech. Lett. 4, 1 (1992)
5. R. Scheps and J. F. Myers, IEEE J. Quantum Electron., 30, 1050 (1994).
6. H. W. Messenger, Laser Focus World 27, 36 (1991)
7. D. Bruneau, H. Cazeneuve, C. Loth, and J. Pelon, Appl. Opt. 30, 3930 (1991).
8. D. K. Ko, G. Lim, S. H. Kim, B. H. Cha, and J. M. Lee, Opt. Lett. 20, 710 (1995).
9. G. Lim, D.-K. Ko, H. S. Kim, B. H. Cha, J. Lee, J. Korean Phys. Soc. 37, 783-787 (2000).

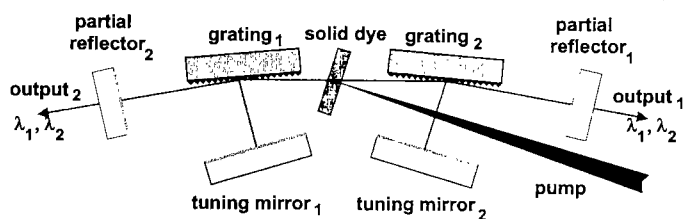


그림 1. 두파장 고체색소 레이저 발진기의 구조.

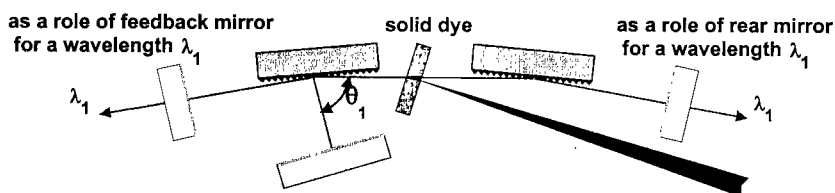


그림 2. 파장1에 대한 자기파종 레이저 발진 구조.

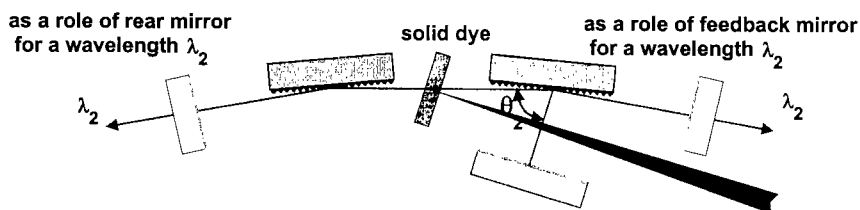


그림 3. 파장2에 대한 자기파종 레이저 발진 구조.

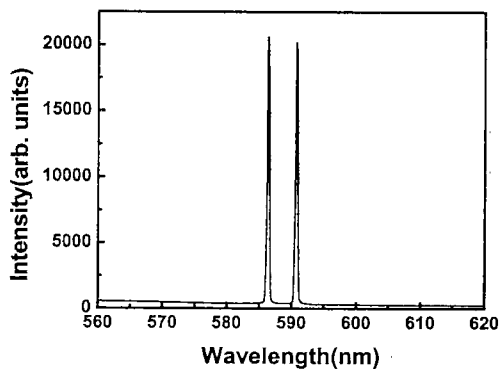
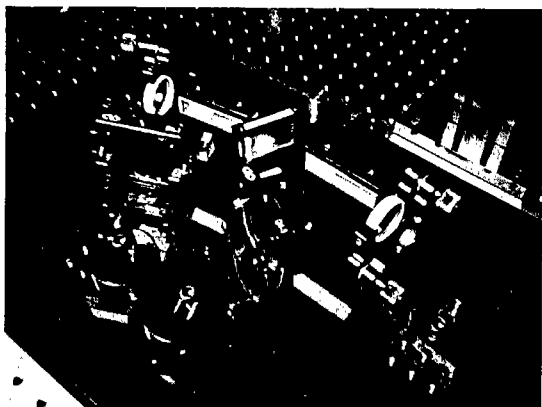


사진 1. 두파장 고체 색소 레이저 발진기 모습. 그림 4. 두파장 고체 색소 레이저 발진 스펙트럼.