

색소의 혼합법과 분리법에 의한 색소레이저 에너지 증가의 비교  
 (Enhancement of Dye Laser Energy by Mixed and Separate Method)

서 옥 창\*

오 찬 한

경북대학교 물리학과

ABSTRACT

In order to increase the efficiency of a bluegreen dye laser, the mixed dye method and separate dye method have been employed and the results were compared.

By the mixed dye method(LD490+BBQ), the enhancement of laser energy was 193%, while by the separate dye method(LD490/BBQ), it was 90%. It was also found that the mixed dye method made the laser threshold energy decreased.

1. 서 론

청록색 영역에서 발진하는 Laser dye 인 LD490 와 이에 적합한 converter dye BBQ 를 사용할 때 두 가지 방법이 있다. 하나는 두 색소를 섞어서 사용하는 색소혼합법 (mixed dye method)이고 다른 하나는 두 색소를 분리한 채 사용하는 색소분리법 (separate dye method) 이다. 이 두가지 방법을 다 실험하여 그 결과를 비교 검토하였다.

그리고 Converter dye 의 농도와 입력에너지의 변화에 따른 레이저 에너지의 증가를 조사하여 두 경우의 에너지 증가율을 비교하고 최적농도를 구하였다.

2. 실험장치 및 방법

dye Cell 은 Fig1과 같이 색소혼합법과 색소를 분리한 색소분리법 두 경우를 실험할 수 있도록 직경이 다른 두 관을 동축으로 사용하였다. 내부 Cell 은 ID 4mm이고 외부 Cell 은 ID8mm이며 두 Cell의 유효길이는 100mm이다.

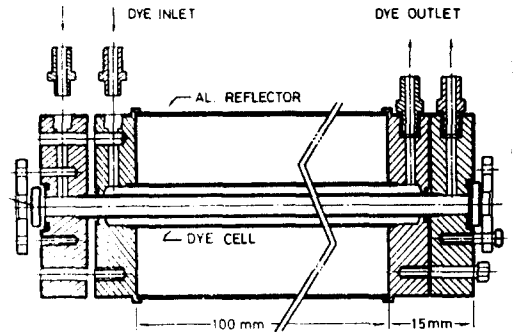


Fig.1. Cross section of laser head.

Flashlamp는 Xe-lamp 를 사용하였으며 Al reflector 는 타원체형으로 만들어 이것의 두 초점에 Flashlamp와 dye cell이 각각 위치하도록 하였다. 양쪽의 window는 Slide glass 로 되었으며 3개의 수직나사로서 방향을 조절할 수 있게 구성되었다.

Fig.2 는 실험에 사용할 방정회로와 laser Oscillator 및 축정장치도이다. 사용한 Capacitor 는 1μF 이고 20kv까지 충전할 수 있다.

laser cavity는 M<sub>1</sub>(평면, 100%) M<sub>2</sub>(2m, 98%) 의 두 거울로 구성되었으며 중심파장은 모두 500nm이고

파장폭은 70nm 이다.

Xe-lamp 의 spectral intensity 를 보정 하기 위해서 표준광원 (W-halogen lamp) 과 monochrometer 를 사용하였다. 펌핑광과 laser pulse 의 시간특성을 분석하기 위하여 si-photo liode 와 CRO 를 사용하였으며 laser energy 를 측정하기 위하여 pyroelectric joulemeter 를 사용하였다.

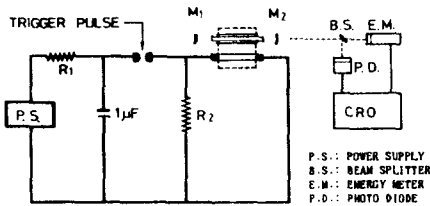


Fig.2. Electrical circuit for flash-lamp, Laser Oscillator, Detector system.

장투색 영역에서 발진하는 LD490 을 laser dye 로 사용하였고 여기에 적합한 converter dye 로서 BBQ 를 첨가하였다. 용매로서는 두 색소가 다 녹을 수 있는 메탄올을 사용하여 여러가지 농도의 용액을 만들었다.

3. 실험결과 및 고찰

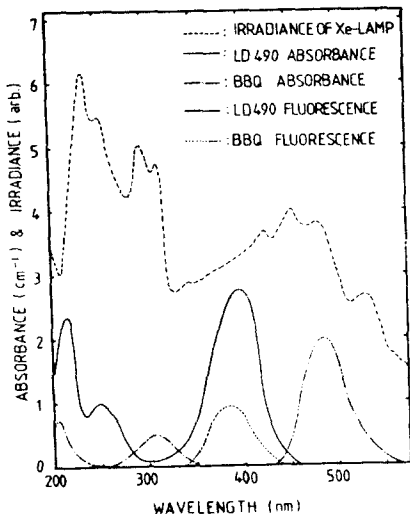


Fig.3. Absorption and fluorescence curves of LD490 and BBQ, and spectrum of the pumping source.

Fig.3 은 80J 의 에너지에서 발생한 Xe-lamp 의 spectrum 그리고 LD490 와 BBQ 의 흡수 및 형광띠를 나타낸다. W-halogen lamp 로 보정 된 spectrum 은 200-600nm 에 걸쳐 나타낸 것이며 BBQ 의 흡수의 peak 치인 300 nm 부근에서 강하게 나타낸다. 그리고 Xe-lamp 는 가시영역 450 nm 근처의 가시영역도 강하나 근자외선영역 (230-320 nm) 은 더 강함을 알 수 있다. 그러므로 Xe-lamp 가 LD490 와 BBQ 의 펌핑에 적합함을 알 수 있다.

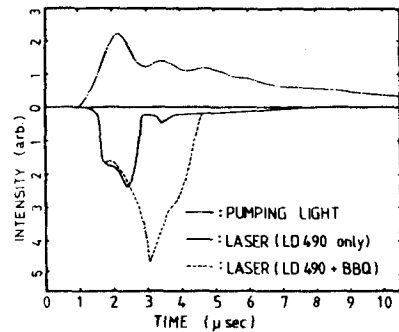


Fig.4. Temporal behavior of pumping light and dye laser pulses.

Fig.4 는 펌핑광 및 레이저 펄스의 모양을 나타낸 것이다. 일점선으로 나타낸 곡선은 인가전압 12.6KV (80J) 일때 펌핑광 펄스이다. 이것의 risetime 은 0.8 µs 이고 반치폭 (FWHM) 은 3.5 µs 이며 방전회로의 impedance 영향으로 다소 진동하고 있다. 이 펌핑광에 의한 LD490 (4x10<sup>6</sup>M) 의 레이저 펄스는 실선으로 나타낸 것과 같다. 이것의 반치폭은 1.1 µs 이며 점선으로 나타낸 큰 펄스는 LD490 에 BBQ (5x10<sup>6</sup>M) 을 혼합했을 때의 레이저 펄스이다. 증가한 펄스는 앞부분보다 뒷부분이 더 증가하여 peak 치 (출력) 와 면적 (에너지) 이 다 같이 증가함을 알 수 있다.

Fig.5 는 색소혼합법과 색소분리법에 의한 BBQ 농도에 따른 레이저 에너지의 증가율을 나타낸 그림이다. 색소혼합법에 의한 경우는 BBQ 의 농도가 4.6x10<sup>6</sup>M 에 도달할 때까지 레이저의 에너지가 증가한다. 그 때의 에너지 증가율은 무려 193%이다. 이것은 converter dye 의 spectrum 전환이론에 의하여 일어난다. 그러나 BBQ 의 농도가 이 최적

농도 이상이 되면 에너지증가율이 감소하다가  $9.7 \times 10^4 M$  이상에서는 LD490만의 경우보다 더 감소한다. 이것은 주로 Converter dye 의 농도증가에 따른 T-T 흡수의 증가로 생각할 수 있다.

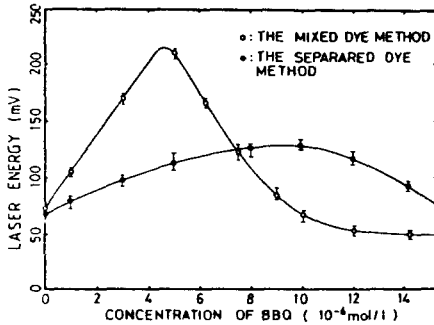


Fig. 5. Laser energy of LD490+BBQ as function of BBQ concentration.

Fig. 5에 의 색소분리법에 의한 에너지증가 곡선은 색소혼합법과 같은 조건하에서 얻은 결과이다.

BBQ 농도가  $1 \times 10^4 M$ 에 도달할 때까지 증가하다가 감소한다. 이 때의 에너지 증가율은 90%이다. 이것은 혼합법에 비해 증가율이 약 절반밖에 되지 않는다. 그 원인은 외부 Cell 에 있는 Converter dye BBQ 에서 나온 형광이 Cell 외부로 다량 손실되기 때문인 것으로 생각된다. 즉 기하학적 전환 효율이 낮은 것이 된다. 이 때의 최적농도가 큰 것은 색소분리법이 색소혼합법의 경우보다 BBQ의 T-T 흡수에 의한 영향을 적게 받은 것으로 추측된다.

Fig. 6에서는 순수한 LD490( $4 \times 10^4 M$ )만을 사용했을 때와 LD490+BBQ( $5 \times 10^4 M$ )를 혼합했을 때의 입력에너지에 따른 증가를 나타낸다. 레이저 발진에 대한 입력에너지 LD490만일 때는 39J이나 BBQ를 섞었을 때에는 28J로 낮아졌음을 알 수 있다. 이것은 BBQ를 첨가하였기 때문에 일어나는 에너지전환 효과의 하나로 볼 수 있다.

입력에너지에 대하여 레이저 에너지도 선형적으로 증가하여야 하나 인가전압이 크짐에 따라서 누설 에너지도 커져 직선이 되지 않음을 알 수 있다.

#### 4. 결 론

Laser dye로서 LD490를 사용하고 conver-

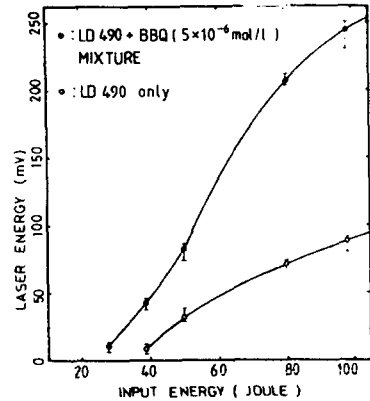


Fig. 6. Laser energy as function of input energy of LD49 and LD490+BBQ

ter dye로서 BBQ를 사용하여 Xe-flashlamp로 펌핑할 때 그 결과는 다음과 같다. 색소혼합법을 사용했을 때에는 BBQ의 농도가  $4.6 \times 10^4 M$ 에서 최적농도가 되며 레이저 에너지의 증가율은 193%이고,

색소분리법을 사용했을 때에는 BBQ의 농도가  $1 \times 10^4 M$ 에 소 최적농도가 되며 이때 증가율은 90%이다. 그리고 LD490만으로 레이저 발진의 임계에너지는 39J인데 비하여 BBQ를 첨가하였을 때에는 28J로 감소한다.

#### 참 고 문 헌

- 1) K.S.Han, C.H.OH and J.H.Lee, J. Appl. Phys, 60, 3414(1986)
- 2) C.H.OH and U.C.SUH, Proc. of 4th International Laser Science Conf. MK-32(1988)
- 3) T.G.Pavlopoulos, Opt. Commu. 24, 170(1988)
- 4) C.E.Moellor et al, Appl, Phys. Lett. 18, 278(1971)
- 5) J.M.Drake et al, IEEE of Q.E-8, 92(1972)
- 6) C.Lin and A.Dienes, J. Appl. Phys. 44, 5050(1973)
- 7) T.Urisu et al, J, Appl. Phys. 47, 3563(1976)
- 8) S.Muto et al, Elect, and Commu. in Japan, 65-C, 93(1982)