

자외선 레이저 펌핑광원용 HCP 장치의 방전특성

Discharge Characteristics of the HCP for UV Laser Pumping Source

박성진, 임춘우, 석성수, 최대욱, 오철한
경북대학교 대학원 물리학과
sjpark@knuhep.kyungpook.ac.kr

본 실험은 자외선 색소 및 고체레이저 개발을 위한 광원의 하나인 HCP 장치의 전기적인 변수와 광학적인 변수를 조사하였다. 실험에 사용된 HCP 장치는⁽¹⁾ 핵융합과 x-ray 광원⁽²⁾으로 고안된 플라즈마 응축장치인데 70년대에 색소레이저의 광원⁽³⁾으로 소개되었으며 이 장치의 전기적, 광학적인 특성은 장치의 구조, 인가전압, 충전기체의 압력에 의존하게 된다. 그리고 1980년에 이 장치를 이용하여 색소레이저의 발진⁽⁴⁾에 성공하였으며 3개의 Unit를 연결하여 iodine 레이저⁽⁵⁾의 발진도 성공하였고 최근에는 고효율 Ti:Sapphire⁽⁶⁾ 레이저 개발에도 성공하였다.

이러한 새로운 펌핑광원의 사용은 이제 까지 색소 레이저나 고체 레이저의 펌핑광원으로는 많은 것들이 사용되어 왔지만 대부분이 수명에 한계가 있고 고가이며 다루는데 있어서 매우 조심해야하고 낮은 입력전압에 의한 출력광의 세기를 조절할 수 없어 고효율 레이저의 개발에 한계가 있었으며, 빠른 광펄스와 좁은 흡수영역을 가지는 자외선 색소나 고체결정의 광 여기에 있어서 빠른 상승시간에 이르지 못한다는 단점이 있다. 하지만 HCP 장치는 기존의 펌핑광원에 비해 인가에너지의 제한이 없어서 고효율을 낼 수 있으며 구조적으로 낮은 인덕턴스를 가지므로 빠른 광펄스(수백 ns)를 얻을 수 있으며 초기의 표면방전을 통하여 풍부한 자외선을 방출하므로 자외선 레이저를 위한 펌핑광원으로는 매우 적당하다. 그래서 본 실험에서는 이러한 장점을 가지고 있는 HCP 장치를 새로 제작하여 그 전기적인 특성과 광학적인 특성을 조사하여 제작한 HCP 장치가 자외선 색소나 고체결정을 여기 시키는데 적합한 펌핑광원인가를 알아 보고자 한다.

HCP 장치는 외부에 저항이 병렬로 연결되어 있어서 각 전극에 전압이 분할되어 인가되게 하며 내부에는 충전기체인 아르곤 가스를 주입하여 방전한다. 아래의 그림 1은 본 실험에 사용된 방전회로도이다.

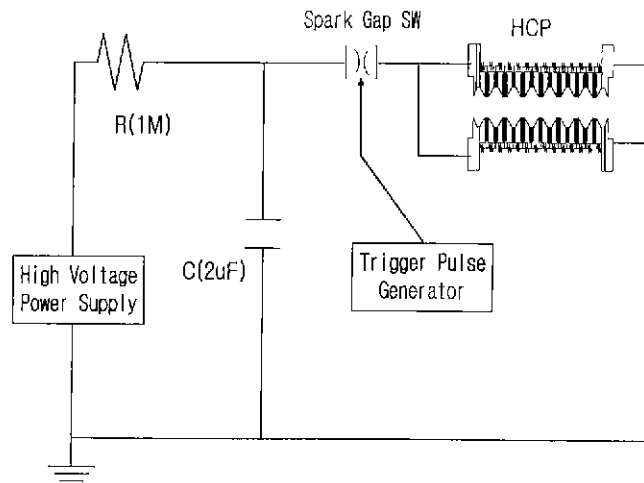


그림 1. 방전회로도

HCP 장치의 동작은 30kV(3mA)의 고전압 직류전원장치에서 공급되는 전기적에너지를 방전시 역전류를 막기 위한 안전저항(1M Ω)을 거쳐 2 μ F의 축전기에 저장하여 트리거에 의하여 Spark Gap 스위치를 통하여 방전하게 된다. 축전기에서 HCP로 전기적에너지를 공급하는 케이블은 4가닥의 동축케이블을 사용하였으며 HCP 장치의 내부기압은 1Torr~10Torr까지 주입하여 사용하였다. 그리고 전기적 시그널을 측정하기 위하여 Rogowski 코일을 사용하였다.

아래의 그림 2는 광펄스를 측정하기 위한 장치도 이다.

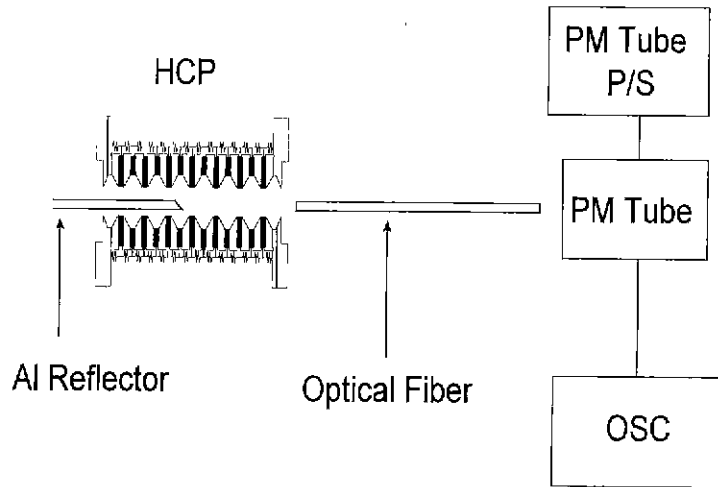


그림 2. 광펄스 측정 장치도

광펄스를 측정하기 위하여 HCP 장치 내부에 Al 반사막대를 넣었으며 반사되어 나오는 광을 PM Tube(RCA 931A)와 오실로스코프(TDA380, TEK)를 이용하여 측정하였다

본 실험을 통하여 얻은 결과는 HCP 장치의 전기적인 특성은 인가전압과 충전기체의 압력에 따라 조사한 것으로 인가전압의 변화에 대하여서는 피크전류는 상승하고 저항은 감소하는 경향을 보이고 있으며 HCP 장치의 인덕턴스는 4lnH이었고 저항은 33.7m Ω 이었으며 피크전류는 53.9kA이었다. 그리고 회로의 광학적 변수도 인가되는 전압과 HCP 내부의 충전기체의 압력을 변화시키면서 조사해 본 결과 기압의 변화에 대한 상승시간은 0.3 μ s~0.4 μ s의 값을 보이고 있으며 반치폭은 인가전압에 대하여 전차로 커지는 경향을 보이고 있었다.

참고문헌

1. Ja H.Lee, Donald R. MacFarland, and Frank Hohl, "Production of Dense Plasma in a Hypocycloidal Pinch Apparatus", The Phys.Fluids, 20, 313, 1977.
2. "ILC Technology Air-Cooled Linear Flashlamp Catalog", ILC Bulletin, 1524, Sunyvale, Ca.
3. N.W.Jalufka, M.D.Williams, and Ja H Lee, "Current Sheet Collapse in a Plasma Focus", The Phys. Fluids, 15, 1954, 1972
4. Ja H.Lee, Donald R. MacFarland, and F.Hohl, Appl. Optics, 19, 3343, 1980
5. K.S.Han, D.K.Park, Ja H.Lee, "A High Pressure Plasma Source for Pumping Atomic Iodine Laser", Virginia Science, 35, 169, 1984
6. J.T.Seo, S.H.Kwang, K.B.Oliver, P.Alkesh, "Efficient Spectral of Dense Plasma Emission For Pumping Ti:Sapphire Tube Laser with Inner and Outer Spectrum Converters", Thesis of Doctor Degree, 1997

