

에바네스cent파에 의한 유도방출 실험

An experiment on the stimulated emission of the evanescent photon

최현호, 김형주, 노재우, 박대윤, 제원호*
 인하대학교 물리학과, *서울대학교 물리학과, CNAT
 g2001438@inhavision.inha.ac.kr

경계면 근처에 있는 원자가 에바네스cent파(evanescent wave)와 상호작용을 하여 빛을 흡수하거나 방출할 수 있다는 것은 잘 알려져 있다.^[1] 최근에 우리는 원자와 에바네스cent파의 상호작용에 관한 양자이론을 제시하였다.^[2] 이 이론에 따르면 에바네스cent파는 입사, 반사, 투과파로 구성된 삼중 모드의 일부로 다루어지며, 원자와 빛의 상호작용은 전기장과 원자의 쌍극자 모멘트(dipole moment)에 의한 상호 해밀토니안(interaction Hamiltonian)으로 설명된다.

$$H_I = -d \cdot E$$

광자의 자발방출율과 유도방출율은 양자이론에 의해 계산될 수 있다. 이론에 의하면 자발방출율과 유도방출율이 표면으로부터 원자의 위치와 빔의 입사각 그리고 편광(polarization) 방향에 의존한다는 사실을 보여준다.

실험 장치는 그림 1 과 같이 CW DPSS(diode pumped solid state) laser를 펌프광으로 He-Ne laser를 탐색광으로 하고 이득 물질로는 메탄올(methanol)에 녹인 DCM 물감을 사용하였다. 또한 각도에 대한 빛의 스펙트럼을 측정하기 위해 반구 렌즈(hemisphere lens)를 물감 용기(dye cell)에 부착하였다. 반사된 빛의 증폭을 낮은 신호잡음을 갖는 포토다이오드로 검출하였고 lock in 증폭기를 이용하여 광 변조기(optical chopper)로 변조된 신호와 진동수와 위상이 일치하는 형광신호를 측정하였다. 또한 광검출기(detector) 앞에 편광자(polarizer)를 놓아 편광에 따른 변화를 측정하였다. 그림 2 는 각도의 변화에 대한 자발방출이 펌프광의 각도에 따라 형광 스펙트럼이 임계각으로 변이(shift)하는 것을 나타낸 것이고 그림 3 은 자발방출과 유도방출을 같은 검출기를 사용하여 교류 신호를 측정하였고 탐색광의 직류신호를 측정하여 임계각의 위치를 알 수 있다.

감사의 글

이 과정은 2001년 한국원자력연구소 위탁연구에 의해 수행되었음.



참고문헌

- [1] C.K. Carniglia, L. Mandel, and K.H. Drexhage, "Absorption and Emission of Evanescent Photons," J. Opt. Soc. Am. **62**, 479-486 (1972)
- [2] Chang-Woo Lee, Kyungbum Kim, Jaewoo Noh, and Wonho Jhe, "Quantum theory of amplified total internal reflection due to evanescent-mode coupling", Phys. Rev. A **62**, 053805 (2000)

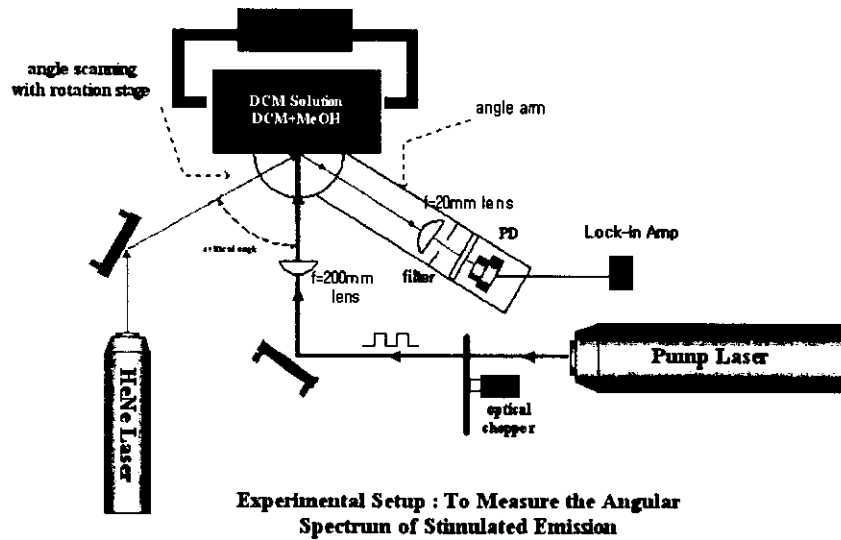


그림 1. 실험 장치

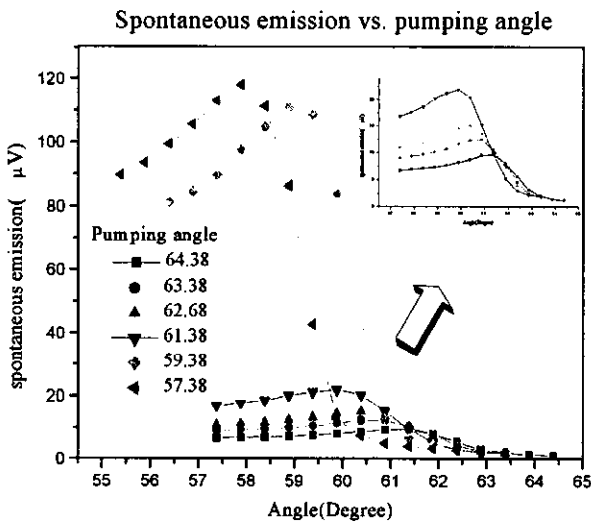


그림 2. 펌프각도에 대한 자발방출

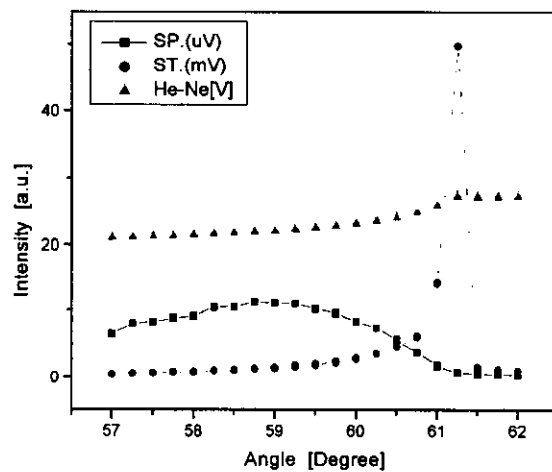


그림 3. 자발 방출과 유도 방출