

공초점 패브리-페로 공진기 모듈

A confocal Fabry - Perot Cavity Module

김호중, 배인호, 문한섭*
 부산대학교, 물리학과
 hsmoon@pusan.ac.kr

패브리-페로 간섭계(Fabry - Perot interferometer)는 두 거울 사이의 빛의 다중 간섭에 의한 현상이다. 이는 그림1과 같이 빛이 간섭계 안으로 들어가면 두 거울 사이에 일부는 반사가 일어나고 일부는 투과를 하게 되는데, 투과한 빛은 서로 상호 작용을 하고, 에어리 함수 그래프 모양의 투과 신호를 보이게 되는데, 이러한 특징을 이용하여 레이저가 단일 모드로 작동하는지 확인할 수 있고, 극도로 높은 분해능을 갖는 분광기, 기본적인 레이저 공명공진기로 응용될 수 있다.

두 거울 사이의 거리, 거울의 반사율에 따라서 투과 신호의 간격, 선폭이 결정된다. 거울의 간격은 그 모양에 의해서도 달라지는데, 그림1과 같이 평면거울을 이용하는 것이 아니라 오목거울을 이용하게 되면 양쪽에 빛을 모아주는 렌즈를 제거 할 수 있는데 이는 특정 오목거울 사이에서 빛이 공진하기 때문이다. 거울의 초점에 따라서 평면의(planar) 공진기, 중심이 같은(concentric) 공진기, 공초점(confocal) 공진기 등이 있는데 실험에 사용한 공진기는 공초점 공진기이다. 이것의 특징은 거울 사이를 6번 왕복하고 공진하는 영역이 넓어 광학적 정렬을 하기 편리하다. 본 연구에서도 온도 변화에 따른 공진기 길이 변화를 최소로 하기 위해서 열팽창률이 매우 작은 슈퍼인바를 사용하였고 거울의 거리에 따른 신호의 간격을 비교하기 위하여 PZT를 거울 중간에 설치하여 거리 변화에 따른 간격 변화를 측정 하고 실험실 온도를 조절하여 슈퍼인바의 열팽창률을 확인할 것이다. 신호의 선폭은 거울의 반사율과 실험에 사용되는 레이저에 종류에 의해 결정된다.

본 연구는 알루미늄 상자를 공진기의 크기를 고려하여 제작하고, 그림2와 같이 중심을 맞추어 공진기 앞에는 평행(collimation) 렌즈, 뒤에는 PD, 뒤 공간에는 OP-AMP를 고정시켰다. 광학적인 정렬을 조절하기 위하여 공진기에 각도를 조절할 수 있는 마운트를 장착하였으며, 높이는 박스와 부품 사이에 얇은 판을 끼워 넣어서 조절 하였다. 실험에 사용 할 레이저를 광섬유에 넣어 평행 렌즈에 연결하고, 공진기의 나사를 조절하여 두 거울의 거리를 조절, 공진 조건에 맞는 거울 간격을 찾았으며 공진기의 각도 조절과 각 부품의 높이를 조절하여 신호의 크기가 가장 크고, 그 선폭이 가장 작은 신호를 관찰하였다.

실험에 사용한 공초점 공진기의 FRS(free spectral range)는 1 GHz로 예상하였고 이는 중심파장이 795 nm인 외부 공진형 반도체 레이저를 투과시켰을 때, 그림3과 같이 이론값과 일치하였다. 신호의 크기가 작고 선폭이 예상보다 크게 나온 부분은 광학적 정렬을 통해서 수정할 것이며, PZT를 작동하여 길이에 대한 신호의 변화를 관찰하고, 이를 통해 슈퍼인바의 열팽창률을 확인 해 볼 예정이다.

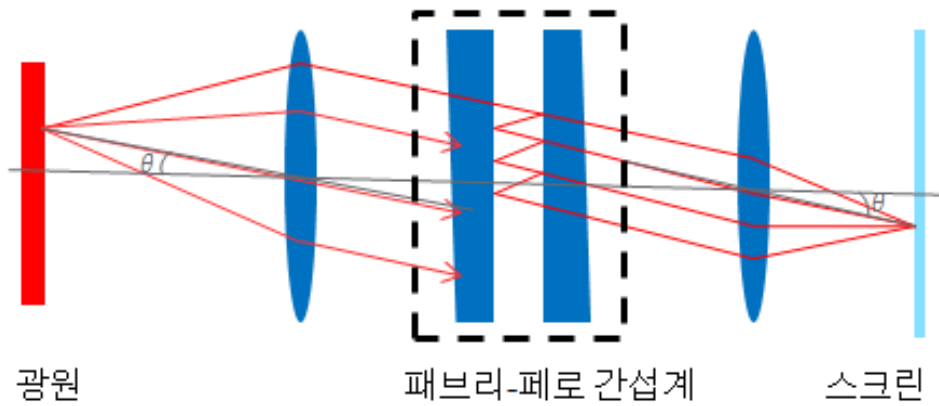


그림 1. 패브리-페로 간섭계 모식도

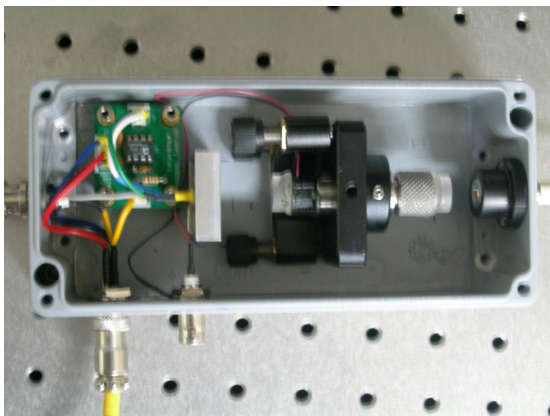


그림 2. 패브리-페로 공진기 모듈

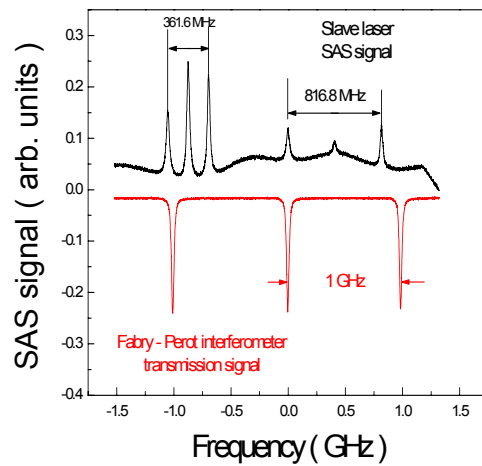


그림 3. 중심 파장이 795 nm인 외부 공진형 반도체 레이저의 D1 선 투과 신호

1. Eugene Hecht, *OPTICS* 4th EDITION
2. Lei Dong, Linfeng Li, Weiguang Ma, Lei Zhang, Wangbao Yin and Suotang Jia, *Theoretical Analysis of Laser-Locked Spectroscopy Employing a Confocal Fabry-Perot Cavity*, Journal of the Korean Physical Society, Vol. 48, No. 1, January 2006, pp. 56~60