

Micro-electromechanical tunable Fabry-Perot filter의 제작

Micro-electromechanical tunable Fabry-Perot filter

백종화, 양 민*, 박홍규, 이용희
 한국과학기술원 물리학과, *LG 전자기술원
 baekjhing@kaist.ac.kr

Tunable filter와 laser는 dense wavelength division multiplexing(DWDM) 통신에서 넓은 영역의 광 섬유 센서만큼 중요한 부분이다. 이전까지 tunable filter와 laser를 만들기 위해 반도체에 전류 주입¹, 액정의 electrooptic 효과²를 이용한 방법 등과 같은 여러 가지 방법들이 시도되었고 현재는 micro-electromechanical 기술을 이용한 방법이 사용되어지고 있다.

본 연구에서는 Micro Electro Mechanical Systems(MEMS) 기술을 이용한 tunable filter를 제작하였다. 간단한 구조를 사용하여 위쪽 반사경이 bridge를 형성하는지 그리고 tuning이 되는가를 보았다. 제작된 간단한 filter의 구조는 n-GaAs 기판 위에 n-도핑된 AlAs/Al_{0.3}Ga_{0.7}As 아래쪽 반사경을 성장하고 나중에 희생 층으로 사용 될 AlAs층을 기른다. 그리고 p-도핑된 Al_{0.09}Ga_{0.91}As/Al_{0.58}Ga_{0.42}As 위쪽 반사경을 성장한다. 본 기판은 LG 전자기술원에서 성장되었다.

공정과정은 다음과 같다. 표면보호용 SiO₂ 증착, 첫 번째 PR pattern, SiO₂ 제거, 건식 식각, PR 제거, 두 번째 PR pattern, SiO₂ 제거, 건식 식각, PR 제거, 습식 산화 이때 아래쪽 반사경이 oxide반사경으로 형성되며, AlAs의 희생 층이 산화되어 Al-oxide층으로 바뀐다. 다음 과정이 bridge를 형성하는 undercut 식각이다. 희석한 BOE 용액을 사용해서 undercut 식각을 한다. BOE 용액을 이용한 습식 식각이기 때문에 식각 후 구조물이 바닥에 붙어 버리는 현상이 생긴다. 본 연구에서는 승화 방법을 사용하였다. 처음으로 undercut 식각 후 DI 물로 세척한 후 샘플을 DI와 함께 열려서 고체화시킨 후 진공 속에서 열음을 승화시켜서 구조물을 공중에 띄우는 방법이다. 물의 삼중점이 4.6mmHg, 0.0098°C 이기 때문에 기압이 4.6 mmHg이하이면 온도가 변함에 따라 고체와 기체 상태로만 존재할 수 있다. 하지만 열음을 이용한 이 방법은 구조물이 바닥에 붙는 확률이 높다는 단점이 있다. 다음으로 MEMS 분야에서 습식 식각 후 승화 방법에 사용되는 p-Dichlorobenzene(p-DCB)를 사용하였다³. p-DCB는 60°C정도에서 녹으며 상온에서는 고체인 물질이다.

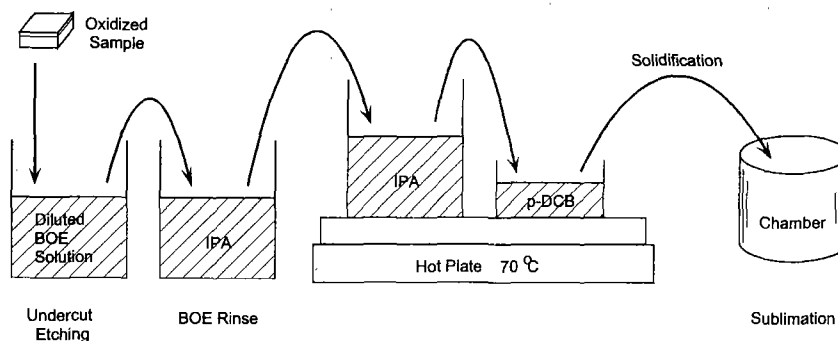


그림 1.

그림 1.처럼 undercut 식각을 수행하고 난 후 Isopropyl-alcohol(IPA)로 BOE를 세척하고 70°C의 IPA를 거쳐서 70°C의 p-DCB용액에 샘플을 담궜다가 상온에서 p-DCB와 함께 고체화 시킨 다음 진공 속에서 승화시킨다.

그림 2. 는 제작한 filter의 위쪽 반사경의 전자 현미경 사진이다.

제작한 filter에 전압을 걸어서 반사율의 변화 즉 tuning을 보았다. 도핑 된 위쪽 반사경과 아래쪽 반사경에 전압을 걸어주면 반사경 사이에 전기적 인력이 작용해 위쪽 반사경이 아래쪽 반사경 쪽으로 당겨지게 되므로 중간의 airgap이 줄어든다. Fabry-Perot 공진기의 두께가 줄어들어 filtering 파장이 짧아지게 된다. 그림 3.은 전압에 따른 반사율의 변화를 볼 수 있다. 위쪽 반사경의 반경은 40 μ m이고 네 개 팔의 길이는 150 μ m, 팔의 폭은 5 μ m이다. 0V일 때 8707Å인 중심파장이 12V의 전압을 걸었을 때 8587Å까지 이동함을 볼 수 있다. 간단한 구조로 반사율이 그리 높지 않아 반치폭이 넓게 나타나고 있다. 그림 4.는 계산 결과이다.

본 연구에서는 micro-electromechanical tunable filter를 얼음과 p-DCB를 사용한 승화 방법으로 제작하였고, 전압에 따른 filtering의 중심파장 변화를 보았다. tuning voltage는 12V, tuning range는 12nm이다.

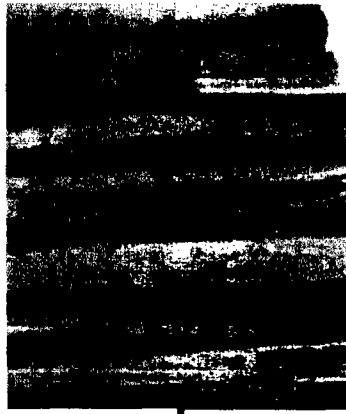


사진 2.

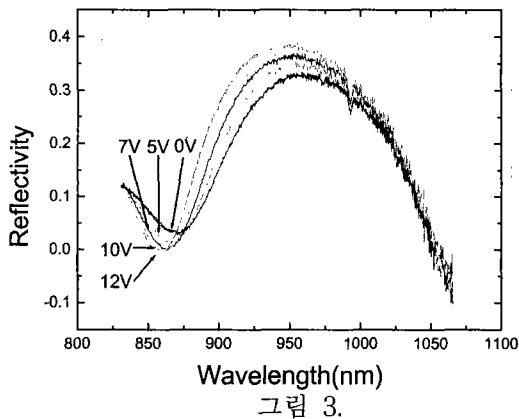


그림 3.

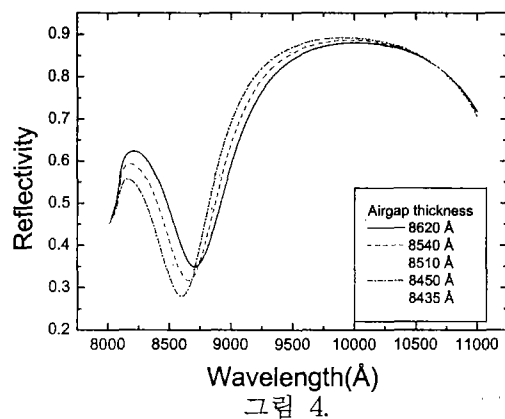


그림 4.

[참고문헌]

1. F. J. Duarte, "Tunable Lasers", New York: Academic, (1995).
2. B. Wacogne, "Wavelength tuning of a semiconductor laser using nematic liquid crystals", *IEEE J. Quantum Electron.*, vol. 29, 1015 (1993).
3. Dai Kobayashi, Toshiki Hirano, Tomotake Furuhashi, Hiroyuki Fujita, "An Integrated Lateral Tunneling Unit", *MEMS '92*, 214-219 (1992).

