

표면 플라즈몬 공명 타원계측기에서의 밸브 장치 연구

Investigation on Valve System for Surface Plasmon Resonance Ellipsometry

이흥원, 조은경, 원종명*, 신기량*, 제갈원**, 조용재**, 조현모**, 조재홍
 한남대학교 물리학과, 안동대학교 물리학과*, 한국표준과학연구원 나노바이오융합연구단**
 lhw8817@gmail.com

표면 플라즈몬 타원계측기(SPR ellipsometer)에서는 유체에 생체 분자 물질을 용해시켜 펌프를 이용하여 유체를 흘려주게 되며, 금 박막에 흡착, 해리되는 과정을 통하여 변화되는 편광상태를 측정하여 생체분자 물질의 접합 특성을 파악할 수 있다.

측정 과정에 있어서 기본 버퍼와 시료가 주입 장치와 프리즘 사이에서 이동 중 섞이게 되어 미세한 양일지라도 농도와 굴절률이 변하므로 금 박막 표면에 작용하는 시료만의 고유한 특성을 볼 수 없으며, 이는 데이터 분석에도 영향을 미치게 된다. 따라서 시료의 주입이 시작될 때와 끝날 때에 미량의 공기를 주입해줌으로써 밸브에서 미세유로까지 가는 동안 버퍼와 시료의 섞임을 방지하고, 또한 측정 시 버퍼와 시료의 굴절률 차이에 의한 변화패턴을 차단하여 시료의 고유한 특성을 볼 수 있도록 그림 1과 같이 두 가지 방법의 공기 주입 장치를 제작하였다.

공기 주입 장치는 두 개의 자동 주입 밸브를 사용하여 1번 밸브는 시료를 제어하고 2번 밸브는 공기를 제어하게 된다. 1안(그림 1(a))은 시료의 시작부분과 끝부분에 시료를 주입하기 전에 미량의 공기를 미리 집어넣어주는 방식으로 버퍼와 시료 간의 완벽한 차단이 가능하며, 주입한 시료를 모두 사용할 수 있다. 하지만 유체가 흘러가면서 튜브 내벽에 남아있는 유체가 공기에 밀리지 않아 뒤에 흘러오는 유체의 앞부분에 섞이게 되어 측정결과에 영향을 미치므로 2안(그림 1(b))을 제작하게 되었다. 2안에서는 공기의 주입을 외부에서 실시간으로 제어하여 다수의 공기층을 생성할 수 있게 하였다. 하지만 시료의 뒷부분이 완벽하게 차단되지 않기 때문에 섞이는 양을 감안하여 버려야하는 부분이 발생한다. 공기 주입 장치의 적합성을 확인하고자 실험을 한 결과 공기를 주입하지 않았을 때는 섞이는 부분이 확연하게 보이지만 공기를 주입하였을 때는 섞이는 부분이 없이 굴절률 변화와 흡착, 해리 과정의 특성이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

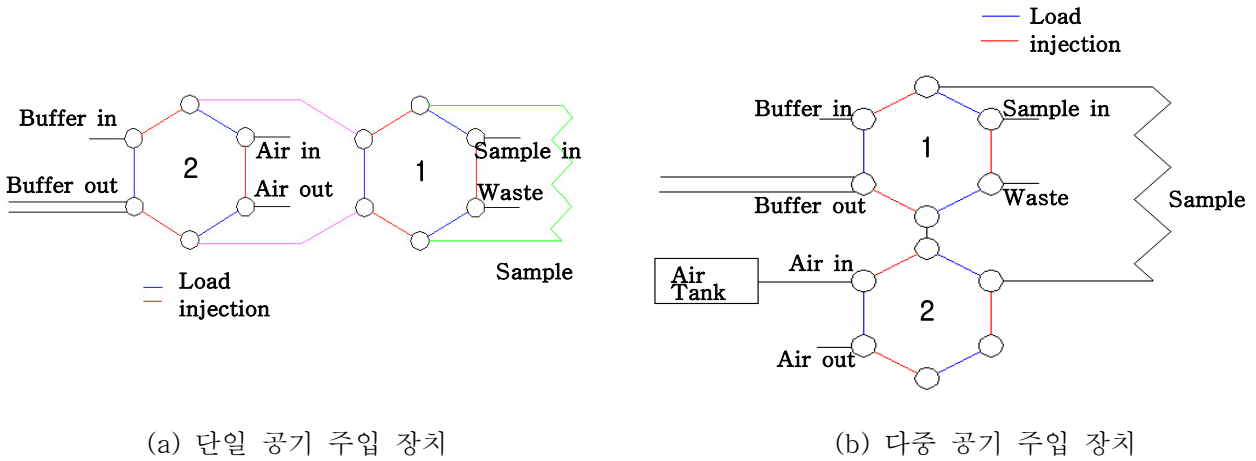
공기 주입의 경우 공기의 양에 관계없이 미세유로 채널 내에서 이동속도가 느리거나 금 박막 표면에 공기층을 형성하여 느리게 지나가는 경우가 생기면 잡음신호나 signal spikes가 일어나 공기가 지나간 후 시료나 버퍼가 다시 유입되었을 때 공기가 지나가기 전의 금 박막표면 특성과 똑같이 나타나지 않는다. 따라서 프리즘 홀더에 그림 2와 같이 두 종류의 3 way 밸브를 구성하여 미세유로에 공기가 들어가지 않게 함으로써 측정 오차를 줄이고자 하였다.

3 way 밸브 1안(그림 2(a))은 PDMS로 유로를 만들고 가스를 이용하여 유로를 차단할 수 있게 제작하였다. 가스가 PDMS로 만들어진 막을 부풀리게 되어 유로를 막게 되며, 솔레노이드 밸브와 릴레이를 이용하여 가스를 제어함으로써 유체를 원하는 방향으로 흐를 수 있게 하였다. 1안의 경우 밸브에서 미세유로까지의 거리가 짧아 잔류버퍼의 양이 적어 섞임이 거의 없지만 유로의 형태가 사각이므로 유체

의 차단이 불완전하며 제작 및 준비과정에 시간이 많이 소모된다. 2안(그림 2(b))은 상용화된 3 way manifold mount 밸브를 이용하여 제작하였다. manifold mount 밸브는 전기신호를 통해 작동하며 제작 및 준비과정에 소모되는 시간이 짧고 유체의 차단이 완벽하지만 mount의 내부 직경이 크기 때문에 잔류 버퍼의 양이 1안에 비해 약 2배 이상 많은 문제점이 있다.

3 way 밸브를 제작함으로써 채널에 들어가기 전에 공기를 버리기 때문에 공기의 유입량에 무관해짐으로 공기 주입 시에 미세한 조절을 하지 않아도 되며, 밸브와 미세유로까지의 거리가 짧아져 버퍼와 시료의 섞임이 거의 없어 측정값에 미치는 영향이 줄어들었다.

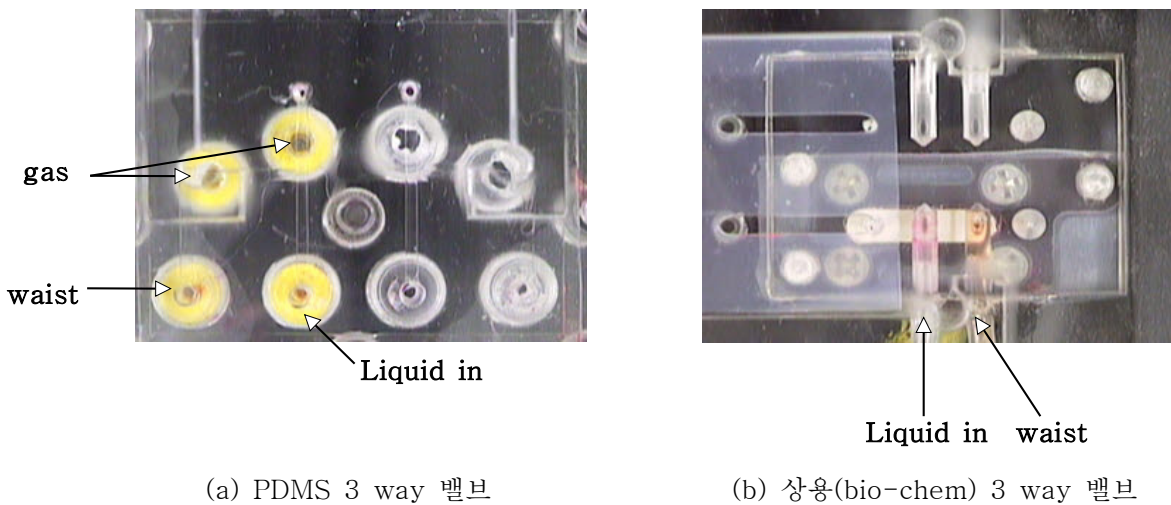
본 논문에서는 표면 플라즈몬 타원계측기에 공기 주입 장치와 3 way 밸브를 추가하여 측정에 있어 보다 정확한 측정값을 얻을 수 있음을 제안하였고 실제 측정으로 가능성을 확인하였다. 이를 통해 생체 분자 물질의 측정에 있어 흡착상수, 해리상수, 결합농도 등 시료의 특성 분석에 있어 유용한 장치가 되리라 생각한다.



(a) 단일 공기 주입 장치

(b) 다중 공기 주입 장치

그림 1. 두 종류의 공기 주입 장치 개략도



(a) PDMS 3 way 밸브

(b) 상용(bio-chem) 3 way 밸브

그림 2. 두 종류의 3 way 밸브 장치 개략도