

표면에 Coating된 고분자 film의 굴절률 및 두께 측정

이한섭, 박찬훈

인하대학교 섬유공학과

고분자의 특성을 연구하는 데에 있어서 굴절률(Refractive index)과 두께(thickness)를 정확하게 측정하는 것은 매우 중요하다. 고분자내 분자의 배향 정도는 각 방향으로의 굴절률의 차이로부터 계산할 수 있어, 고분자 필름의 굴절률의 이방성을 이용하여 고분자의 물리적 성질의 이방성을 측정할 수 있다. 이와 같은 정보는 고분자 물질의 특성을 이해하는데 매우 유용하게 사용될 뿐 아니라 최적의 물리적 성질을 가지는 고분자를 생산하는 조건을 확립하는데 중요한 인자로 작용한다. 또한 두께는 IR, X-ray, 및 인장실험 등 여러 방면의 실험에서 정량적인 값을 얻기 위해서는 기본적으로 측정되어야 하는 인자이다.

두께와 굴절률을 측정하는 방법으로는 ellipsometry가 있다. 이 방법은 ellipsometer를 이용하여 시료의 국부적인 영역의 굴절률과 두께를 측정할 수 있다. 그러나 시료의 표면구조가 단순하지 않은 경우에는 직접적으로 측정하기가 곤란한 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 간단한 편광 현미경과 spectrometer를 이용하여 특정 표면에 coating되어 있는 고분자 film의 굴절률 및 두께를 측정하는 방법을 제시하였다.

두 개의 전자기파가 같은 광로로 진행할 때 서로 간섭현상(interference)을 나타내며 두 파의 상대적 위상차이에 의하여 보강간섭이나 상쇄간섭을 하게 된다. 표면에 coating되어 있는 고분자 film에 조사된 전자기파는 film표면에서 일부 반사되고 일부는 film을 통과하여 substrate와 film의 계면에서 반사하게 된다. 따라서 두 빛 사이에는 일정한 위상차이가 생기게 되므로 결과적으로 intensity의 변화를 유발하게 된다. 이와 같은 위상차는 시료의 두께와 굴절률에 의하여 영향을 받으므로, 간섭현상을 전자기파의 파장의 함수로 나타내어 시료의 굴절률과 두께를 이론적으로 계산할 수 있다.

Coating되지 않은 wafer(substrate)로부터 빛을 반사시키고, 반사되어 나온 빛을 spectrometer를 이용하여 각각의 파장에 따른 irradiance(flux density)를 구하였다. 이렇게 얻은 data를 빛의 간섭 이전의 초기 irradiance로 하여 고분자 film이 substrate에 coating 되어 있을 때의 irradiance를 계산하였다. 여러 시료의 두께와 굴절률에 대하여 이론적으로 구한 irradiance를 Fig.1에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 spectrum의 형태가 시료의 두께나 굴절률에 매우 민감하게 바뀌는 것을 알 수 있다.

실험에 의한 결과는 다음과 같은 방법으로 얻을 수 있다. 같은 종류의 wafer위에 polymer film을 coating한 후 현미경의 sample stage에 올려놓고 광원에서 나온 빛을 sample로 주사하면, film표면과 wafer표면에서 각각 반사가 일어나 두 빛 사이에 간섭현상이 나타난다. 이와 같은 간섭현상은 전자기파의 파장에 따라 다른 값을 가지며 이를 spectrometer로 측정한 결과가 그림 2의 하단에 나타나 있다.

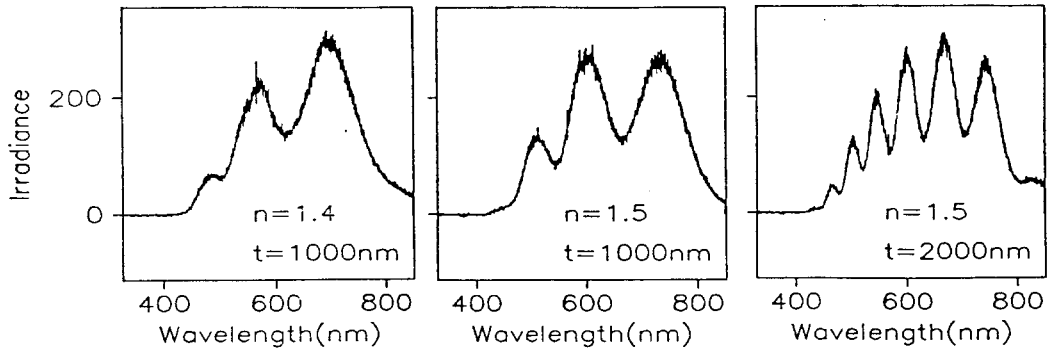


Fig.1 Effect of refractive index and thickness on spectrum

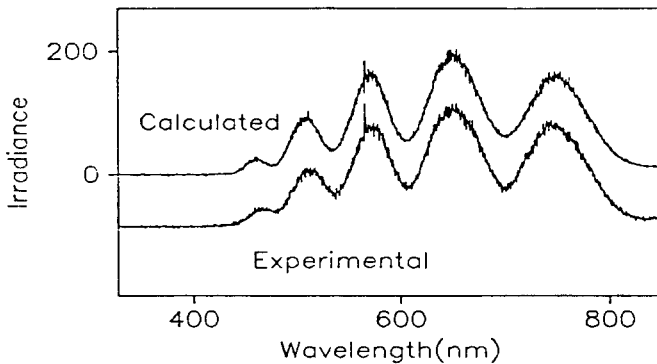


Fig.2 Comparison between calculated and experimental spectrum

Fig.2의 아래쪽은 P(S-b-MMA)를 silicon water에 spin coating하여 박막을 형성시켜 얻은 시료를 사용하여 실험으로 측정된 irradiance값이고 위쪽에 나타낸 값은 간섭이론을 이용하여 계산한 값이다. 실험에 의한 결과와 이론으로 계산한 값이 잘 일치하고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 방법으로 계산한 시료의 두께와 굴절률 값이 ellipsometer로 측정된 결과와 유사한 것을 관찰하였다. 따라서 본 연구에서 사용된 방법으로 간단한 실험장치를 사용하여 표면에 존재하는 고분자박막의 굴절률과 두께를 구할 수가 있음을 확인할 수 있다. 또, 표면 구조가 다양한 film의 표면구조 및 배향의 정도를 연구하는데 있어서도 유용하게 사용될 수 있다. 예를 들어, Shear force를 가하여 배향 시킨 고분자 박막을 수직, 수평의 두 편광된 빛으로 측정하여 복굴절률(birefringence)을 구함으로써 배향의 정도를 알 수 있다. 빛의 간섭현상을 이용한 이 방법은 표면에 coating되어 있는 고분자 film의 구조분석에 유용하게 사용될 수 있을 것이라 기대된다.