

# PC기판위에 이온빔 스퍼터로 증착된 TiO<sub>2</sub> 박막의 광학적 특성

박정민, 이희영  
영남대학교

## Optical Properties of TiO<sub>2</sub> Thin Films Deposited on Polycarbonate Substrate by Ion Beam Sputtering

Jung Min Park, Hee Young Lee  
Yeungnam Univ.

**Abstract :** 이온빔 스퍼터를 사용하여 PC기판위에 TiO<sub>2</sub> 박막을 증착한 후 광학적 특성을 고찰하였다. 증착 전 어시스트 이온건을 사용하여 아르곤 플라즈마로 표면처리를 하였으며, Ti 박막을 300 Å 정도로 증착한 다음, 그 위에 산소 반응 스퍼터링 기법을 사용함으로써 TiO<sub>2</sub> 박막을 증착하였다. 표면처리에 의한 기판의 표면개질로 Ti 버퍼층과의 막부착력을 높이고, 아르곤 산소의 분압비를 1로 고정하였을때, TiO<sub>2</sub> 박막의 두께에 따라서 박막의 색상이 변화하는 것을 관찰할 수 있었다. 또한, 아르곤과 산소의 분압 변화에 대한 의존성은 TiO<sub>2</sub> 박막의 색상과 투과율과 같은 광학적인 성질에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

**Key Word :** 이온빔 스퍼터, TiO<sub>2</sub> 박막, 광학적 성질

### 1. 서론

TiO<sub>2</sub> 박막은 진공증착법으로 증착하여, 광학적, 전기적 특성 등을 반사방지, 칼라필터, 광학박막, 센서등에 널리 이용 되고 있다. 특히, 습식도금법을 대신한 친환경적 공정의 진공증착법을 이용하여 TiO<sub>2</sub> 박막을 가볍고, 내식성이 우수하며, 성형하기 쉬운 플라스틱에 코팅함으로써, 다양한 실용화된 제품을 얻을 수 있다.[1]

플라스틱의 표면처리를 통해서 기판과 막사이의 부착력을 증가시키며, TiO<sub>2</sub>/Ti의 다층 박막은 사용하면, 두께에 따른 간섭효과에 의한 박막의 유색화를 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 기존의 마그네트론 스퍼터링법 대신에 이온빔 스퍼터링을 이용하여 TiO<sub>2</sub>/Ti 박막을 증착하고자 하였다. 이온빔 스퍼터링으로 증착하면 작업진공도를 기존 방법에 비하며 10분의 1 정도로 줄일 수 있게 되어 음이온 효과를 감소시키며, 박막내의 아르곤 불순물도 낮출 수 있는 것으로 알려져 있다.[2]

본 연구에서는 폴리머 기판 위에 이온빔 스퍼터를 이용해 아르곤과 산소 분압비를 변화시켜가며 TiO<sub>2</sub> 박막을 증착하였으며, 증착시간과 두께에 따른 간섭효과에 의한 TiO<sub>2</sub> 박막의 유색화와 광학적 특성을 분석하였다.

### 2. 실험

실험에서는 Cold Hollow Cathode type source[3]를 사용하여 이온빔 스퍼터링을 하였으며, 산소분위기에서 Ti 금속 타겟을 이용하여, 표1과 같은 조건으로 TiO<sub>2</sub> 박막을 증착하였다. 실험에 사용된 기판은 Polycarbonate(2.5x2.5cm)로, IPA, DI water로 초음파 세척한 후에 건조시켜서 실험에 사용하였다. TiO<sub>2</sub> 박막을 증착하기 전, 아르곤 플라즈마를 이용해서 400V, 3mA로 기판표면에 3분간 조사시켜 표면처리를 하고, 기판위에 Ti 박막을 5분간 약 300 Å 정도로 증착시킨 후 아르곤과 산소의 분압비를 0.25~1.5로 변화시켜

표 1. 스퍼터링 증착 조건.

Target	Ti
Substrate	Polycarbonate
Base pressure	$3.0 \times 10^{-6}$ torr
Working pressure	$5.0 \times 10^{-4}$ torr
Discharge power	400V, 0.4A
Beam power	1kV, 40mA
Deposition Temperature	Room Temperature
PO <sub>2</sub> / PAr	0.25~1.5

3분에서 20분간 TiO<sub>2</sub> 박막을 증착하였다.

증착된 박막의 두께를 측정하기 위해서  $\alpha$ -step을 이용하였다. 증착된 박막의 칼라를 보기 위해서 미놀타 색도계를 이용하여 측정하였고, 증착된 박막의 광학특성을 조사하기 위해 UV-Visible Spectrometer로 투과율을 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 증착시간과 TiO<sub>2</sub> 박막의 두께에 따른 박막의 밝기를 측정하였고, 증착시간에 따른 TiO<sub>2</sub> 박막의 색상변화도

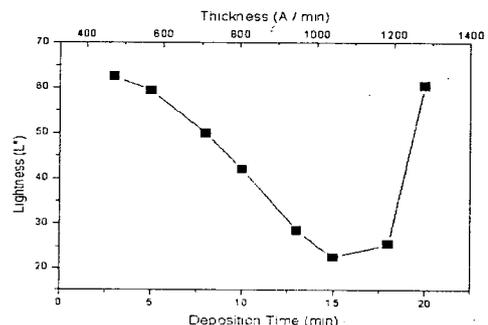


그림1. 아르곤/산소의 분압비가 1일때, TiO<sub>2</sub> 박막의 밝기

볼 수 있었다. 그림2에서와 같이 CIE좌표계를 이용해서 TiO<sub>2</sub>박막의 색상을 나타내었다.

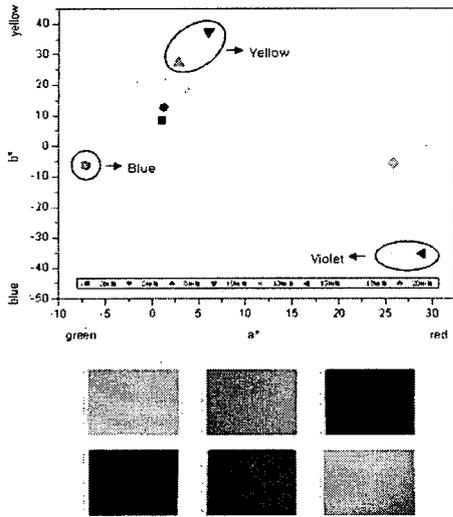


그림2. 아르곤/산소의 분압비가 1일때, TiO<sub>2</sub>박막의 색상변화

이러한 색상변화는 TiO<sub>2</sub>박막의 두께에 따른 빛이 간섭효과에 따라 간섭색을 나타내며, 변화한다는 것을 알 수 있다. 또한, 증착시간을 15분으로 고정하고, 아르곤과 산소의 분압비를 각각 0.25에서 1.5로 변화시키면서 TiO<sub>2</sub>박막의 두께와 박막의 색상, 광학적인특성을 분석하였다. 그림3은 아르곤과 산소의 분압비에 따른 박막의 두께와 그에 따른 색상의 변화를 나타내었다.

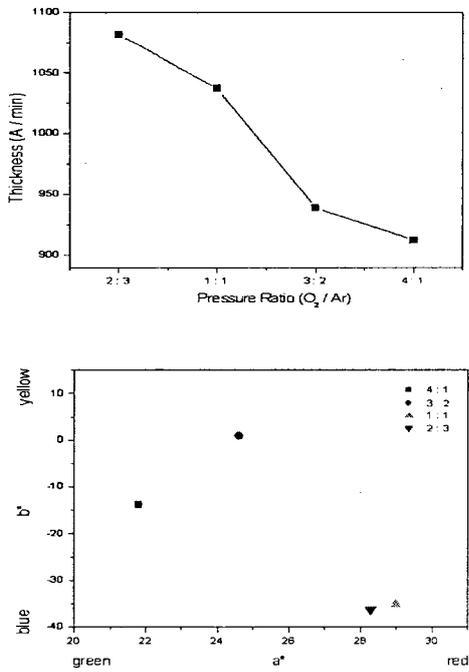


그림3. 산소 / 아르곤의 분압비에 따른 TiO<sub>2</sub>박막의 두께와 색상 변화

산소분압의 증가로 스퍼터링의 효율이 낮아져 두께에 영향을 미치면서, 간섭효과에 따른 박막의 색상에도 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 아르곤과 산소의 분압비의 다른 TiO<sub>2</sub>박막의 광학적인 특성을 알아보기 위해, 그림4는 아르곤과 산소 분압비에 따른 투과도 변화를 나타내고 있다.

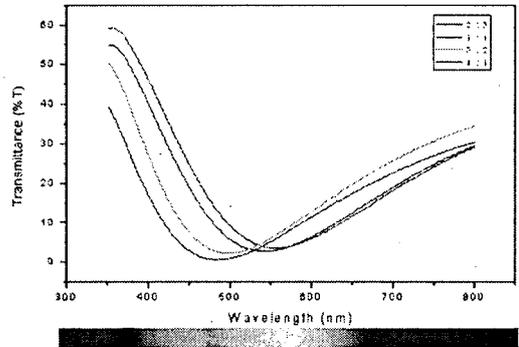


그림4. 산소/아르곤 분압비에 따른 투과율

RGB에서 빨강과 파랑의 합성된 색인 보라색을 띄면서, 450~550nm영역의 파장을 제외한 나머지 파장에서는 빛의 보강간섭을 일으켜서 TiO<sub>2</sub>박막을 얻을 수 있었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 이온빔 스퍼터를 이용하여 상온에서 폴리머 기판위에 표면처리 후, Ti층을 증착한 뒤, TiO<sub>2</sub>박막을 증착하여 광학적 특성을 고찰하였다. 박막두께에 따라 TiO<sub>2</sub> 박막의 밝기와 색상이 빛의 간섭효과에 따라 특정 색상으로 변화하는 것을 알 수 있었다. 또한 아르곤과 산소의 분압비에 따라 TiO<sub>2</sub>박막의 두께의 변화가 간섭효과에 따른 색상변화가 나타난다는 사실도 알 수 있었으며, 400~450nm영역에서의 빛을 투과하므로써, 나머지 파장에서는 빛의 보강간섭을 일으켜서 보라색의 TiO<sub>2</sub>박막을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] F. Zhang, Z. Zheng and X. Lia, J. Vac. Sci. Technol. A15(4), 1824(1997)
- [2] N. Albertinetti and H. T. Minden, J. Vac. Sci. Technol. A11(6), 2985(1993)
- [3] R. Schnitzer and F.C Engesser. Rev. Sci. Instrum, 47, 1219(1976)