

# 비 접촉 양극산화법을 이용한 Porous Silicon의 구조적 · 광학적 특성 분석

나길주<sup>1\*</sup>, 한만석<sup>2</sup>, 박병석<sup>3</sup>, 전민철<sup>4</sup>, 원희수<sup>5</sup>

<sup>1</sup>목포과학대학교 방사선학과, <sup>2</sup>강원대학교 방사선학과, <sup>3</sup>삼성서울병원 방사선종양학과,  
<sup>4</sup>충남대학교병원 영상의학과, <sup>5</sup>분당서울대학교병원 방사선종양학과

## 1. 서론

현재까지의 암치료는 대략 3단계로 수술적 치료, 항암치료, 방사선치료가 있다. 이제까지 방법을 단독 또는 함께 사용하여 암을 치료 중에 있으나 기존 치료법들에 많은 부작용으로 다양한 치료요법과 신약개발로 암을 극복하는 방법이 진화하고 있다. 이에 따라 암세포에만 적용이 가능한 표적치료로 광열치료에 관한 연구가 활발히 진행 중에 있다. 광열치료의 효율을 높이기 위해서는 생체 내 투과성이 높은 근적외선 영역 부근의 빛을 잘 흡수하는 광감응제 사용이 필수적인데 특히 Porous Silicon 입자는 광열성이 매우 우수하며 생체에 적합하고 생체 분해성, 표면 기능화도 쉽게 제어할 수 있는 특성 등을 가지고 있어 생체 의학 응용에 관련 여러 해 동안 약물전달 적용을 위해 연구되어져 왔다. 따라서 본 논문에서는 Porous Silicon 제조의 최적조건 도출을 위해 Silicon 표면의 금속물질을 제거하는 후속공정을 없애고, 대량생산에도 적용할 수 있도록 비 접촉방식 양극산화법을 이용하여 구조적·광학적 특성을 도출 하고자 하였다.

## 2. 실험방법

준비된 기판은 표면의 잔류 오염물질을 제거하기 위해 다음과 같은 과정으로 세척되었다. 실온에서 60min 간 Aceton 이용하여 초음파 세척기로 세척 후 동일 조건으로 Methyl alcohol 이용한 초음파 세척기로 세척한 후 50℃, 60min간 DI water 초음파로 세척하여 3단계로 시행하였다. 상기의 세척과정이 완료된 후 N2 Blowing 으로 빠르게 수분을 제거하고 100℃의 건조기에서 완전히 건조하였다. 이후 양극산화를 공정 전에 자연적으로 생긴 산화막을 HF 10%의 수용액에서 제거한 후 공정을 실시하였다. 전압 및 전류의 가변범위는 각각 0~21V, ~1A였다. 또한 Porous Silicon의 적용 어플리케이션 범위를 넓히기 위하여 Silicon 기판에 물질을 증착하지 않고 anode와 cathode을 기판 양쪽에 배치하는 비 접촉방식으로 진행하였다.(Pt전극: Mesh형태)

## 3. 결과 및 고찰

100nm 직경의 pore가 관찰되었으며 HF 농도가 그 이상시 pore 형상이 사라졌다. 공정시간 1h, HF 농도 20%, 전극간 거리 2cm 고정하고 전류밀도를 10~40mA/cm<sup>2</sup> 가변한 결과 20mA/cm<sup>2</sup>를 넘은 경우 array가 점차 줄어들고 pore 경계가 뚜렷하지 못하고 뭉개지는 현상이 나타났다.

공정시간을 가변하여도 pore의 직경에는 영향을 미치지 않고 array의 길이가 길어졌다. 또한 전극간 거리는 1cm에서 2cm로 늘렸을 때 Ethanol 순환이 원활하고 균일도가 개선되었고 3cm일때는 array가 무너지는 현상이 나타났다.

## 4. 결론

양극산화법에 의해 Porous Silicon을 제조할 경우 HF농도, 인가전류, 공정시간 및 전극간 거리는 다공성 형성에 여러 가지 요인이 된다.

(1) HF농도가 높아지는 경우, 표면의 식각반응이 활발해져 전해연마가 일어나는 것처럼 보일수 있으나 수

nm~수백nm정도의 작은 pore이 형성되려면 20%의 HF농도가 제한적이다. 인가전류가 증가함에 따라 pore의 직경이 증가하여 본 논문에서 확보한 최대 pore 직경은 평균 1.8 $\mu$ m였다.

- (2) 공정시간에 의존하여 array가 결정되고 2h 공정시 최대 array는 15 $\mu$ m였다.
- (3) 비 접촉방식의 양극산화법은 전극간 거리가 기존 접촉방식 양극산화법과 큰 차이가 나타났다. 이는 전극과 기판이 되는 Silicon과의 간격 내에 pore의 균일성을 유지하는 Ethanol 공급의 차이인 것으로 사료되며 최적의 거리는 2cm이다.
- (4) 반사도 즉 흡수도를 증가시킬 수 있는 light scattering 효과는 pore의 직경크기에 비례할 뿐 array의 길이와 상관이 없는 것으로 분석된다.

## 5. 참고문헌

- [1] G. Jori, J. D. Spikes, J. Photochem. Photobiol. B: Biol. (1990) 6, 93.
- [2] I. L. Maksimova, G. G. Akchurin, B. N. Khlebtsov, G. S. Terentyuk, G. G. Akchurin, I. A. Ermolaev, A. A. Skaptsov, E. P. Soboleva, N. G. Khlebtsov, V. V. Tuchin, Med. LaserAppl. (2007) 22, 199.
- [3] E. B. Dickerson, E. C. Dreaden, X. Huang, I. H. El - Sayed, H. Chu, S. Pushpanketh, J. F. McDonald, M. A. El - Sayed, Cancer Letters (2008) 57, 269,
- [4] C. Lee, H. Kim, Y. Cho, W. I. Lee, The properties of Porous Silicon as a therapeutic agent via the new photodynamic therapy, J. Mater. Chem. (2007) 17, 2648-2653.
- [5] C. Lee, H. Kim, C. Hong, M. Kim, S. S. Hong, D. H. Lee, et al., Porous Silicon as an agent for cancer thermotherapy based on near-infrared light irradiation, J. Mater. Chem. (2008) 18, 4790-4795.