

Nanocrystallized Poly-Si을 이용한 Ballistic 전자 에미터

*최용운, 이병철

한국원자력연구원 양자광학연구부

e-mail : ywchoi@kaeri.re.kr, bclee4@kaeri.re.kr

Ballistic Electron Emitter using Nanocrystallized Poly-Si

*Yong-Woon Choi, Byung-Cheol Lee

Quantum Optics Research Division,

KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute)

Abstract

As anodizing method using poly-Si (polycrystalline silicon) grown by LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition), a ballistic electron emitter was made. An OPPS (Oxidized Porous Poly-Si) structure can generate ballistic electron which can pass through without scattering owing to electric field of oxide layer wrapped around nanocrystal due to applied voltage of between surface and bottom electrode. As electrode, (Al, Au and Pt/ti) were used. In this case, there were the better characteristics in Al and Pt/ti than in Al and Au.

I. 서론

일반적으로 지금까지 다양한 전자 방출원이 고안되어 왔다. 이것들은 시험 제작되고 제조방법의 연구와 더불어 여러 가지의 특성이 평가되고 있다. 예를 들면, 스피트형은 미세한 연필심을 거꾸로 한 것처럼 원추형 전극을 면내에 다수 배치하고 이 연필심에 닿는 부분이 뾰족해 있기 때문에 여기에 전계를 집중시켜 전자를 방출시키는 형태이고, MIM형은 단순히 금속판 2장

사이에 얇은 절연막을 끼워 넣은 샌드위치 구조의 전자 방출원이다. 이외에도 CNT형, SCE형 등 여러 가지의 전자방출원이 있으나[1] 본 논문에서는 기존에 연구된 다공질 폴리실리콘[2]을 이용한 ballistic 전자 방출원에 대한 실험 및 여러 가지 분석 결과를 나타낸다.

II. 본론

2.1 디바이스 구조

P-type Si 위에 LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition) 법으로 증착되고 XRD (X-ray Diffraction) 분석에 의해 다결정임이 확인된 poly-Si (1.65 μm)박막을 anodizing 처리법에 의해 nanocrystal로 만들었다. 이것이 나노 다공질이라 불리는 나노 결정체이다. Anodizing 처리법은 porous process와 ECO (Electro-Chemical Oxide) process로 나뉘는데, HF 와 ethanol의 혼합용액을 사용한 porous process에 의해 나노결정 Si이 만들어지고 황산수용액을 사용한 ECO process에 의해 나노결정표면에 얇은 산화막이 만들어진다[3]. 그리고 Si 기판 이면에 하부전극으로 사용된 Al (300 nm), OPPS (Oxidized Porous Poly-Si) 위에 상부전극으로 사용된 Au (15 nm) 및 Pt/Ti (30 nm)가 스퍼터로 증착되었다 (그림 1).

2.2 특성

Si 기판 이면의 하부전극 Al 과 나노 결정체 위에 상부전극으로 사용된 Au나 Pt/Ti의 이중층간에 전압을 인가하면 인가전압의 대부분이 나노결정 표면의 얇은 산화막에 걸려 강전계가 형성된다. 이 산화막은 매우 얇기 때문에 (≤ 1 nm) 전자가 쉽게 통과할 수 있다[4]. 전자가 전계영역을 통과할 때마다 가속이 이루어지는데 이때의 전자는 산란없이 직진성을 가지므로 탄도전자 (Ballistic electron)라 불린다[5] (그림 2). 상부전극에 도달한 전자는 열평형 상태보다 꽤 높은 운동에너지를 가지므로 상부전극을 지나쳐 진공 속으로 방출되는데 이것을 이용한 것이 Ballistic 전자 방출원이다[6].

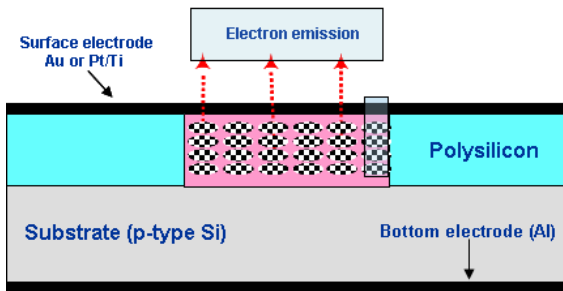


그림 1. 제작된 디바이스의 구조

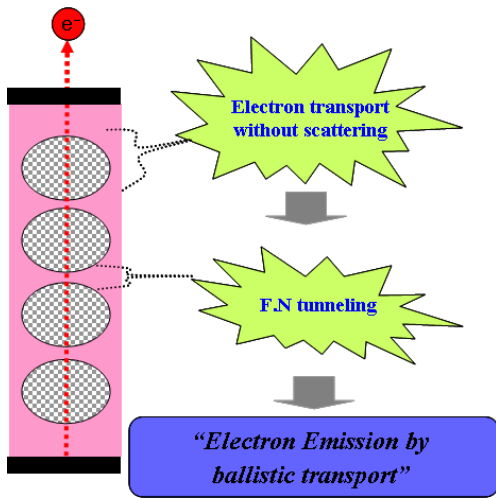


그림 2. 탄도전자의 형성 메커니즘

III. 결론 및 향후 연구 방향

하부전극으로 Al을 사용했고, 상부전극으로 Au 및 Pt/Ti의 이중층 금속을 사용했는데, 상부전극으로 Pt/Ti의 이중층을 사용했을 경우가 Au를 사용했을 경우보다 더 나은 전기적 특성을 얻을 수 있었다 (그림 3). 그리고 다공질에 산화막을 형성시키는 과정이 중요

한데 본 연구에서 사용된, 녹는점이 낮은 Al 보다 녹는점이 높은 금속을 사용한 후 고온의 퍼니스에서 산화막을 형성하여 더 나은 특성을 가지는 탄도전자를 생성시킬 수 있을 것이다. 그리고 anodizing 처리법 전후의 poly-Si 박막에 여러 가지 처리를 함으로서 새로운 구조변화에 의한 여러 가지 특성도 고려해 볼만하다. 또한, 그 동안 FED (Field Emission Display) 전자원의 하나로 활용된 BSD (Ballistic electron Surface-emitting Device) 기술[7]을 진공 속은 물론이고 공기 중으로 전자를 방출시킬 수 있는 시스템을 구축함으로써 여러 가지 응용적인 부분에 활용되어질 수 있을 것이다.

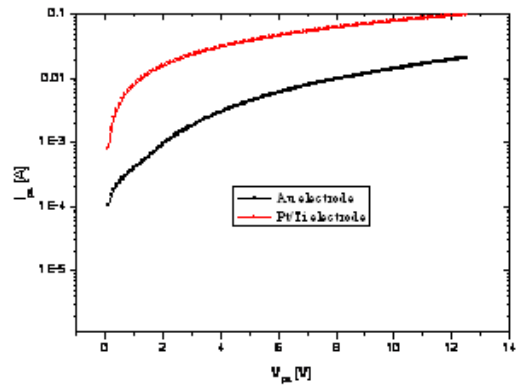


그림 3. Au와 Pt/Ti의 전기적 특성 비교

참고문헌

- [1] www.nano-proprietary.com/index.htm
- [2] N. Koshida, T. Ozaki, X. Sheng and H. Koyama, Jpn. J. Appl, 34, L705 (1995).
- [3] Y. Arita and Y. Sunohara, J. Electrochem. Soc., 124, 285 (1977).
- [4] T. Komoda, X. Sheng, N. Koshida, Mat. Res. Soc. Symp. Proc., 509 187 (1998).
- [5] X. Sheng, N. Koshida, Mat. Res. Soc. Symp. Proc., 509 193 (1998).
- [6] T. Komoda, Y. Honda, T. Hatai, Y. Watabe, T. Ichihara, K. Aizawa and Y. Konda, N. Koshida, Digest of SID' 00, 28.4, 428 (2000).
- [7] T. Komoda, T. Ichihara, Y. Honda, K. Aizawa and N. Koshida, Material Research Society Symposium Proceedings, 638, F4. 1. 1-12 (2001).