

FEA를 이용한 Cold Cathode Lamp의 제작 공정 연구와 그 응용

박성현* 홍근조 전석현 권상직 이능현 박재범
 경원대 경원대 경원대 경원대 경원대 유래테크노

The Application and Fabrication Process of Cold Cathode Lamp Using a FEA

Sung-Hyun Park · Kun-Jo Hong · Seok-Hwan Jun · Sang-Jik Kwon · Neung-Hun Lee · Jae-Bum Park
 Kyunwon Univ. · Kyunwon Univ. · Kyunwon Univ. · Kyunwon Univ. · Kyunwon Univ. · ULET

Abstract - 본 연구에서는 냉음극 발광 소자인 FEA를 이용하여 Cold Cathode Lamp 제작과 그 구조에 대해서 연구하였다. Anode plate에는 ZnO:Zn 형광체를 전기영동법으로 증착한 후 tube glass와 anode plate를 frit glass를 이용하여 접합하였다. FEA와 substrate의 bonding, addressing을 위한 wire bonding, substrate와 집속전극, getter를 stem base의 외부전극에 연결하기 위한 spot welding, tube와 stem base를 glass melting method로 접합 공정을 하였다. 진공배기 시스템에 배기관을 연결하여 10^{-7} torr까지 배기한 후 heater를 이용하여 배기관을 tip-off하였다. 최종적으로 진공을 유지하기 위해 getter를 RF 고주파로 활성화하였다. 결론적으로 lamp의 특성을 비교분석한 후 휘도 및 발광효율을 향상시키기 위한 구조적 개선과 방안을 고찰하였다.

1. 서 론

최근 전계 방출 에미터 어레이는 음극 발광 광원에서 전자원으로 사용하기 위해 연구되고 있다. 전계 방출 에미터 어레이는 낮은 전력 소모와 비교적 단순한 구조 및 성질 때문에 이러한 응용에 적합하다. Cold cathode lamp의는 그림 1에 보인 바와 같이 전계 방출 현상을 메카니즘으로 하여 동작하는 것으로서, 전계 방출 소자 어레이(FEA: field emitter array)와 양극, 집속전극, getter등으로 구성되며 그 구조는 그림 2와 같다

본 연구에서는 FEA를 TO-5 substrate에 bonding하였으며 tube의 밖에서 전압을 가하기 위한 외부 전극과 spot welding방법으로 연결되어 있다. 또한 FEA로부터 방출된 전자를 집속시키기 위한 집속전극과 tube내의 진공도 유지를 위한 evaporation getter가 외부전극에 연결되어 있다. Anode로서 형광체(ZnO:Zn)가 증착된 저저항 ITO glass를 사용하였다. 전체적인 tube의 sealing은 anode part에는 frit paste를 사용하였으며 stem base와 tube, 배기관은 glass melting method를 사용하였다. 진공 배기 시스템에 배기관을 연결하여 배기하였으며 tube내의 진공도 유지를 위하여 RF 고주파를 가하는 공정을 고찰하였다.

Anode와 FEA의 거리, 집속전극의 형태, anode에 증착된 형광체 등에 따른 lamp의 효율을 개선 방안을 고찰하였다.

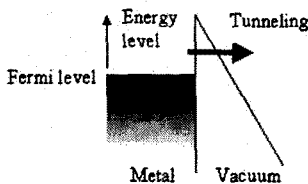


그림 1. 전계 방출 현상

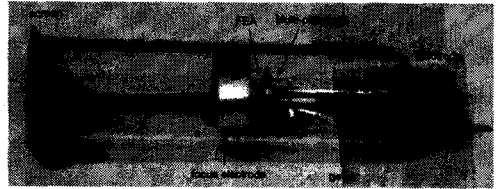


그림 2. lamp의 구조

2. 본 론

2.1 제작 공정

Anode는 전자가 FEA로부터 방출하여 anode에 가해진 고전압으로 생성된 전계에 의해 가속하여 anode에 증착된 형광체 충돌하여 형광체가 발광하도록 하는 부분으로서 lamp의 구조 중에서 중요한 부분이다.^[1]

저항이 낮은 ITO glass를 선택하여 TCE, methanol, acetone, alcohol등으로 세정하였다. ZnO:Zn(3mg), MgOH(0.0385mg), IPA(300ml), DI-water(3ml)를 비이커에 담아 자석가열교반기에서 24시간 동안 혼합한 용액에 그림 3과 같이 +전극과 -전극에 연결된 ITO glass를 같이 담근 후 양전극 사이에 400V의 전압을 걸어 1분 동안 형광체를 증착하였다.^[2]

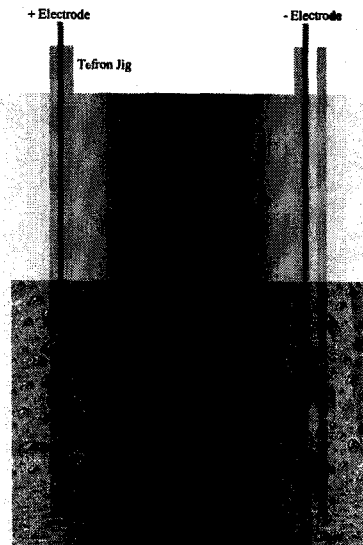


그림 3. 형광체의 증착

그림 4에서와 같이 세정된 tube glass와 형광체가 증착된 ITO glass사이에서 frit paste를 dispensing 하여

470°C에서 1시간 동안 annealing하여 anode part를 제작하였다.^[3]



그림 4. Anode part

Cathode에서는 전자가 방출되는 FEA와 FEA를 지지하기 위한 substrate, FEA로부터 방출된 전자를 집속하기 위한 집속전극과 tube내의 진공도를 유지하기 위한 getter로 그림 5과 같이 구성되어 있으며 특히 FEA는 전자 방출의 중요한 source로서 lamp에서 가장 중요한 부분이다.^[4]

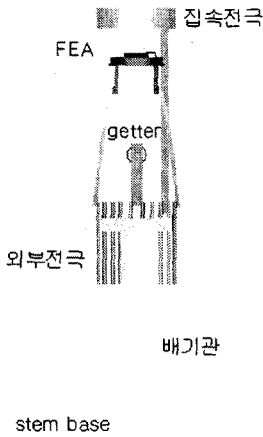


그림 5. Cathode part

8×8mm의 FEA를 400°C에서 가열된 TO-5 substrate의 사이에 Indium을 녹여 붙인 뒤 FEA의 addressing을 위해 substrate의 전극과 Al wire로 bonding을 하였다.^[3] substrate의 전극과 stem base의 외부전극, circle type의 집속전극과 evaporation getter, 집속전극과 stem base의 외부전극을 그림 6의 spot welding 장비로 연결하여 cathode part를 제작하였다.

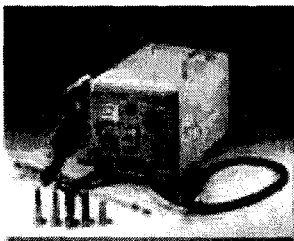


그림 6. Spot welding device

완성된 anode part와 cathode part를 연결하기 위해서 그림 7과 같이 장비를 이용하여 anode part의 tube와 cathode part의 stem base를 glass melting method로 sealing하였다. Stem base에는 외부전극과 배기관이 달려있는 형태이며 Sealing 기기를 glass와

금속의 다른 온도계수에 의해 glass의 crack 현상을 방지하기 위하여 미리 예열한 후 anode part와 stem base를 그림과 같이 고정시켜 기기를 작동하여 anode와 cathode 사이의 거리를 조정하여 H₂와 N₂를 이용하여 tube glass의 하단을 서서히 녹여서 stem base와 전체적으로 contact이 되도록 sealing하였다.

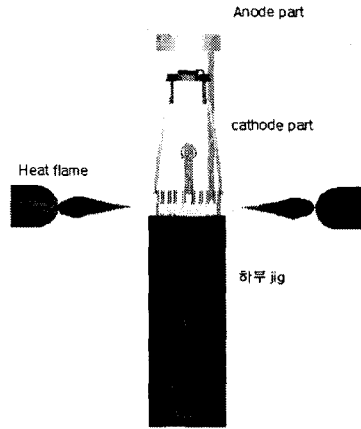


그림 7. Glass sealing device

연결된 anode part와 cathode part를 그림 8과 같이 진공 배기 시스템인 진공 chamber에 stem base의 배기관을 연결한 뒤 lamp tube에 200°C로 서서히 가열하고 ~10⁻⁷ torr까지 배기한 후 coil heater를 이용하여 배기관을 서서히 가열하여 tip-off하였다.^[3]

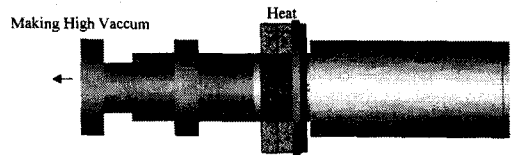


그림 8. 진공배기 및 Tip-off

2.2 측정

제작된 lamp의 특성을 측정하기 위해 그림 9와 같이 anode에는 ~15kV를 FEA의 gate에는 구동회로를 이용하여 80Vp-p의 구형파를 가하여 전자의 방출 밀도와 형광체의 발광 효율을 측정하였다.

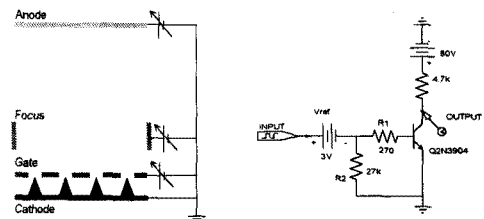


그림 9. Lamp의 구동원리 및 FEA의 구동회로

3. 결 론

Cold cathode lamp를 제작하는 데에 있어서, anode와 cathode 사이의 거리와 anode에 가해지는 전압을 조절하여 FEA에서 방출된 전자에 의한 anode current를 측정하여 그림 10에 보였고 방출된 전자에 의한 anode part에서 형광체가 발광되는 모습을 그림 11에 보였다.

a surrounding ring. "Bulletin of Electrochemical Laboratory, vol. 59, No. 6, pp. 31-37, 1995.

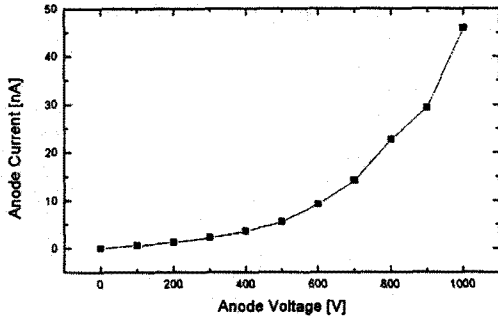


그림 10. Anode voltage에 따른 emission current

Anode와 FEA 사이의 거리가 30mm일 때 형광체의 발광에 필요한 anode voltage는 약 8kV 이상이었다. 또한 15kV에서는 tube내에 arc가 발생하여 더 이상의 측정이 불가능 하였다. Anode part에서 발광효율을 높이기 위해서는 고전압 형광체와 electron leakage 및 charge현상을 줄이기 위해서 형광체를 증착한 후 Al박막을 증착하는 방법을 고찰하였다. 집속전극과 FEA간의 거리와 circle type과 mesh type의 형태에 따른 전자의 집속과 anode current의 변화를 고려하는 것이 필요하다.^[5]



그림 11. Lamp의 발광

이러한 lamp의 구조에서 FEA에서 방출되는 전자를 효과적으로 집속 시킨다면 산업분야에서 고효율성과 lamp의 낮은 온도를 장점화 하여 이용할 수 있다.

(참 고 문 헌)

- [1] C. A. Spindt et al., "Physical Properties of Thin-Film Field-Emission Cathodes with Molybdenum Cones," J. Appl. Physics, Vol. 47, No. 12, 1976.
- [2] Sang Won Kang, "The Preparation of Phosphor Screen for FED by Electrophoretic Deposition Method", M.dissertation, Chungang Univ. 1997.
- [3] Sang Jik Kwon et al, "Performance Evaluation of FED Packaging by the In-line Emission Characterization during Packaging", Display Works '98, pp.31-32, San Jose, California, Jan. 20-22, 1998.
- [4] Chang Woo Oh et al, "Fabrication of Metal Emitter Arrays for Low Voltage and High Current Operation", J. Vac. Sci. Technol., B 16(2), pp.807-810, Mar./Apr., 1998.
- [5] C. Py, J. Iton, T. Hirano, and S. Kanemaru, "In-plane refocusing of a microtips electron beam by