

## Dot 패턴 된 감광성 CNT 페이스트의 전계방출 특성 향상

김진희, 이한성, 전지현, 곽정춘, 이내성\*

세종대학교

### Improvement of Field Emission Characteristics of Dot-patterned Photo Sensitive CNT Paste

Jinhee Kim, Hansung Lee, Jihyeon Jeon, Jeungchoon Goak, and Naesung Lee†

Seonam Univ. \*Kwangwoon Univ.

**Abstract** : Fabrication of dot-patterned carbon nanotube (CNT) emitters with excellent field emission properties using photo-sensitive CNT paste is described. The photosensitive CNT paste showed good photo-patternability, which led us to easily form 10- $\mu$ m-diameter dot arrays. We presented a parametric study on formulating the photo-sensitive paste and their resultant field emission characteristics.

**Key Words** : Paste, CNT, Field emission

#### 1. 서 론

CNT (Carbon Nanotube)는 큰 종횡비 (Aspect Ratio)로 인하여 전자 방출 효과가 뛰어나 FED (Field Emission Display) 소자의 전자방출원으로 이용하는 연구가 활발히 진행되고 있다.[1]~[4] FED 제작은 CNT를 기판상에 형성시키는 방법으로 paste를 인쇄하는 방법, CVD로 직접 성장시키는 방법의 크게 두 가지 방법이 제안되었다. 현재 display 산업은 대형화로 지향하고 있는데, 스크린 프린팅 방법을 이용하여 paste를 인쇄하는 방법이 대면적 FED 제작에 적합하다.[5] 본 실험에서는 paste의 첨가물 중 하나인 filler를 특성이 다른 두 종류를 사용하여 가장 최적인 비율을 알아보았다. Paste에서 filler는 paste의 점도를 조절해 주고 분산이 잘 되도록 도와주며, 전도성을 증가시키고 dot 패턴된 기판 위에 paste가 잘 인쇄되도록 도와준다.

#### 2. 실험

본 실험에 사용된 paste는 MWCNT (SEMES), Acryl 바인더, filler, photosensitive resin, hardener 그리고 solvent를 섞어서 제조하였다. 제조 과정은 ethanol에 CNT와 polymer, filler를 넣고 ultra-sonication을 실시한 후, 약하게 건조를 하여 ethanol을 증발시키고 다른 나머지 첨가물을 넣은 후 3-roll mill을 이용하여 분산시켜 paste를 제작하였다.

여기서 우리는 크기가 다른 두 종류의 filler를 사용하여 각각의 비율에 따라 달라지는 paste의 특성을 알아보았다. 두 번째로는 filler의 양에 따른 특성변화를 알아보았다.

제작된 photo-sensitive paste는 그림 1 과 같이 10 $\mu$ m dot 으로 패턴된 기판위에 스크린 프린팅방법으로 인쇄하였다. Paste내의 바인더의 잔류 탄소량을 최소화하기 위하여 최적화된 420 $^{\circ}$ C air 분위기에서 CNT paste가 형성된 기판을 소성시켰다. 시편은 2cm $\times$ 2cm 크기의 diode 형태로 형성

하였고, 300 $\mu$ m gap 유지하고 형광체가 형성된 anode에 low  $10^{-7}$  torr에서 1%duty 100Hz 펄스로 전압을 인가하여 I-V특성 및 균일도를 측정하였다.

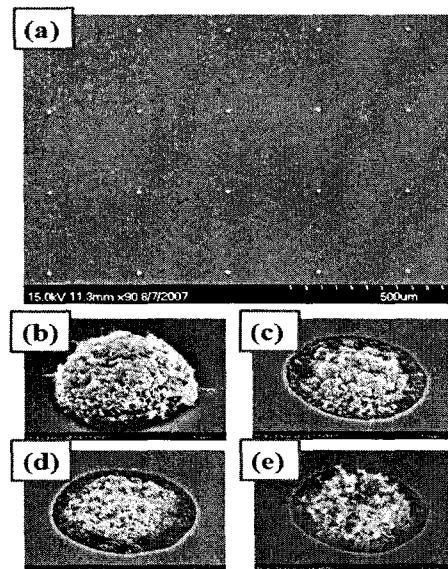


그림 1 Photo-sensitive CNT paste를 이용하여 인쇄된 직경 10 $\mu$ m dot 의 SEM 사진.

#### 3. 결과 및 고찰

그림 2 에서와 같이 실험에 사용된 Filler는 각각 크기가 다른 전도성 물질인 SnO<sub>2</sub> 와 Sn이 소량 도핑된 TiO<sub>2</sub> (이하 Sn-TiO<sub>2</sub>) 를 사용하였다.

우리는 먼저 비율에 따른 특성 변화를 알아보기 위해서 Sn-TiO<sub>2</sub> : SnO<sub>2</sub>를 [3 : 1], [1 : 0], [0 : 1], [1 : 3], [1 : 1] 의 비율로 첨가하여 paste를 제작하였다. Filler size가 매우 작아지면 서로 응집하여 더욱 큰 입자형성이 되어 분산이 잘 되지 않는다. 반면 filler size가 너무 크면 스크린 프린팅 시에 paste가 dot에 고르게 패턴되지 않고 CNT와 잘

분산되지 않는 경향이 있다. 그러므로 우리는 입자크기를 고려하여 분산이 잘되는 최적의 조건을 알아보았다.

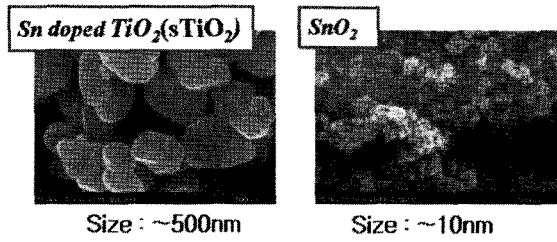


그림 2 크기가 서로 다른 Filler ( $\text{Sn-TiO}_2$ ,  $\text{SnO}_2$ )의 이미지  
그 결과 그림 3과 같이  $\text{Sn-TiO}_2 : \text{SnO}_2$  비율이 [3 : 1]일때 가장 안정적으로 dot 모양이 형성되는 것을 볼 수 있다.



그림 3 Filler의 함량 비율에 따른 paste가 프린팅에 미치는 영향

그림 4 는 그림 3에서 패턴된 각각의 샘플을 I-V측정 시 일정한 Voltage별로 찍은 이미지 이다.

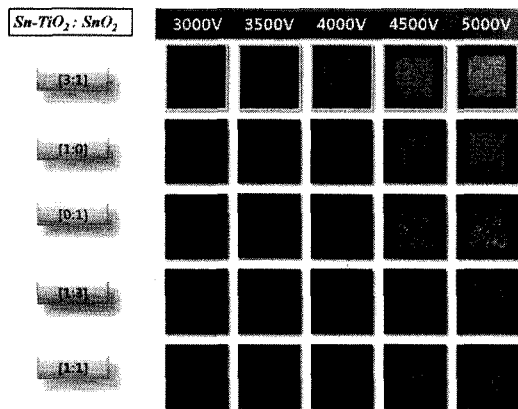


그림 4 I-V측정 시 일정 Voltage에서의 발광 이미지

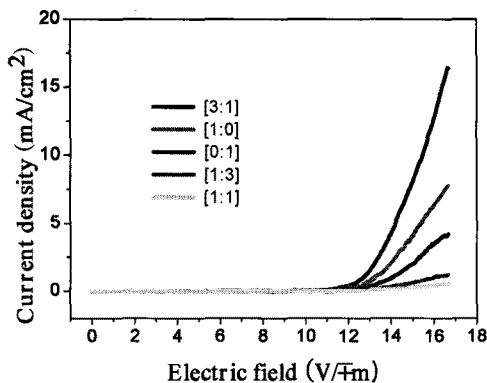


그림 5 비율에 따른 에미션 특성 변화

그림 4와 그림 5 같이 비율을 달리한 paste의 특성이 최

적 비율로[3 : 1] 섞었을 때 가장 좋게 나왔고, 반면 각각 한 가지 filler만 사용했을 때는 분산이 잘 되지 않아 안 좋은 결과를 얻었다. 또한 [1 : 1]로 섞었거나 [1 : 3] 비율로 섞었을 경우는 섞지 않았던 것 보다 더 안 좋은 결과를 나타냈다.

#### 4. 결론

우리는 각각의 크기가 다른 filler를 넣은 paste 를 제작해 그 특성변화를 알아보고, 가장 최적인 조건을 찾아낼 수 있었다. Filler  $\text{Sn-TiO}_2 : \text{SnO}_2$  비율이 [3 : 1]일때 가장 안정적으로 dot이 형성되었으며, 에미션 특성도 향상되었다. 하지만 어느 한 가지만 넣거나 filler 비율이 최적이지 않으면 오히려 안 좋은 효과를 나타낸다. 그러므로 filler는 크기에 따라 알맞은 비율로 첨가해야 paste의 특성을 향상시킨다는 것을 알 수 있다.

#### 참고 문헌

- [1] R. H. Baughman, A. A. Zakhidov, and W. A. de Heer, *Science* 297, p. 737, 2002
- [2] W. I. Milne, K. B. K. Teo, G. A.J. Amaratunga, P. Legagneux, L. Gangloff, J. P. Schnell, V. Semet, V. Thinen Binhc, and O. Groening, *J. Mater. Chem.*, 14, 934 2004.
- [3] N. S. Lee, D. S. Chung, I. T. Han, J. H. Kang, Y. S. Choi, H. Y. Kim, S. H. Park, Y. W. Jin, W. K. Yi, M. J. Yun, J. E. Jung, C. J. Lee, J. H. You, S. H. Jo, C. G. Lee, J. M. Lim, *Diam. Relat. Mater.*, 10, 265 2001.
- [4] W. B. Choi, D. S. Chung, J. H. Kang, H. Y. Kim, Y. W. Jin, I. T. Han, Y. H. Lee, J. E. Jung, N. S. Lee, G. S. Park, and J. M. Kim, *Appl. Phys. Lett.*, 75, 3129 1999
- [5] Zhijie Jia, Zhengjuan Wang, Ji Liang, Bingqing Wei, Dehai Wu, *Carbon* 37, 903 1999.