

# 인쇄 전자파 차폐 필터 필름의 제작 Fabrication of printed EMI shielding films

\*#김충환<sup>1</sup>, 김광수<sup>1</sup>, 유하일<sup>1</sup>, 이용식<sup>2</sup>

\*#C. H. Kim(chkim@kimm.re.kr)<sup>1</sup>, K. S. Kim<sup>1</sup>, H. I. You<sup>1</sup>, Y. S. Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 한국기계연구원 나노융합기계연구본부, <sup>2</sup> 연세대학교 전기전자공학부

Key words : printing, EMI, shielding, films

## 1. 서론

전자파(electromagnetic interference, EMI) 차폐 필터는 전자파를 차폐하는 목적으로 항공우주개발국에서 오차가 허용되지 않는 항공우주장비들의 오작동을 방지할 목적으로 개발되어, 오늘날 그 쓰임새가 전 산업영역에 적용되어 인체는 물론 산업기기의 오작동으로 인한 손실을 예방하고 있다. 전자파는 그것을 발생시키는 매체에서 멀어질수록 약해져서 그 영향력을 잃게 되며, 물체에 닿았을 경우 그 물체의 성질에 따라 반사, 흡수, 투과한다. 전자파에 대하여 반사, 흡수 기능이 우수한 물질에는 도전성이 우수한 순도 높은 금속들을 손꼽을 수 있다. PDP 등의 디스플레이용 EMI 차폐 필터는 그 특성 상, 화면과 인간 사이에 설치되어 전자파를 차단하는 기능을 가지면서도 시각적 정보를 왜곡하지 않아야 한다. 즉, 투명한 필름에 전자파 차폐 기능을 가지는 전도성 물질이 도포 또는 패터닝 되어야 하며 디스플레이의 시각적 정보의 전달을 방해하지 말아야 한다. Fig. 1 은 PDP 에 사용되는 EMI 차폐 필터 필름의 구조를 나타내는 것으로, 30 $\mu\text{m}$  이하의 미세 도전 금속 메쉬(mesh)가 빛의 투과를 최대한 방해하지 않아 시각적으로 메쉬를 구별할 수 없어야 하며 250~300 $\mu\text{m}$ 의 선간(pitch)을 만족해야 한다 [1]. 현재 디스플레이용 EMI 차폐 필터 필름은 미세 선폭을 구현하기 위하여 노광, 현상, 금속막 예칭 등의 다단계 공정에 의해 생산이 되어 생산 시간이 길고 재료의 소모가 크고 환경 오염 물질이 발생하는 단점이 있다. 본 논문에서는 기존의 노광, 현상, 예칭 등의 다단계 공정으로 생산되는 EMI 차폐 필터 필름을 프린팅 방식을 이용하여 한번의 공정으로 생산하는 방식에 관한 연구를 진행하였다. 여기에는 30 $\mu\text{m}$  수준의 미세 선폭 패터닝이 가능한 프린팅 공정 기술과 프린팅 재료 기술, 즉 잉크 기술이 뒷받침 되어야 한다 [2].

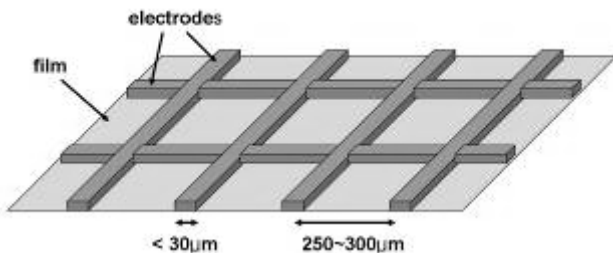


Fig.1 Structure of EMI mesh filter

잉크젯, 그라비아, 스크린, 플렉소 등의 전통적 프린팅 방식으로 전도성 잉크 등의 기능성 잉크를 사용하여 기존의 노광, 현상, 예칭 등의 생산 방식을 대체하려는 연구와 개발은 선진국의 많은 기업과 연구소, 국내의 많은 기업과 연구소에서 진행 중이며 주로 큰 정밀도를 요구하지 않는 RFID 안테나, PCB 전극 등의 생산에 응용이 되고 있다. 기존의 전통 인쇄 방식을 전자 소자 인쇄에 적용하기 위해서는 크게 공정과 재료의 측면이 만족되어야 한다.

공정 측면에서는 기존의 인쇄 방식의 경우 인간의 시각적 해상도 구별 능력이 50 $\mu\text{m}$  수준이므로 이보다 높은 정밀 패터닝이 요구되지 않았지만 전자소자의 경우 20 $\mu\text{m}$  이

하의 정밀 패터닝이 구현되어야 전자 소자의 생산에 적용할 수 있다. 특히 EMI 차폐 필터 필름의 경우 30 $\mu\text{m}$  이하의 선폭이 구현되어야 그 기능을 만족하게 된다. 또한 전도성을 보장하기 위해서는 2~10 $\mu\text{m}$ 의 도막 두께와 0.1 ~ 5.0  $\Omega/\square$ 의 면저항을 달성해야 한다.

프린팅 방식에 의한 EMI 필터 필름의 생산의 적용을 위해서는 프린팅 가능한 잉크의 개발이 이루어져야 한다. 이러한 잉크는 투명 필름인 PET (Polyethylene Terephthalate) 등에 프린팅이 되어 건조 및 소성 되어야 하므로 PET에 변형을 주지 않는 100 $^{\circ}\text{C}$  내외의 낮은 큐어링 온도를 가져야 한다. 또한 패터닝 후 건조 시 부피의 변화가 작아야 건조 후 충분한 두께의 막을 얻을 수 있다. 특히 전도성 실버 잉크에 사용되는 은의 비중은 11 정도이므로 잉크로 만들었을 경우 은의 질량비 90%를 가지는 잉크라 하더라도 건조 후 부피는 초기 패터닝 두께의 50%, 은의 질량비 50%를 가지는 잉크의 경우 건조 후 초기 부피의 10% 수준으로 떨어지며 20% 질량비를 가지는 잉크의 경우는 부피가 2% 정도만 남게 된다. 따라서 인쇄 방식을 적용하여 수십  $\mu\text{m}$ 의 충분한 두께의 패터닝을 구현 하더라도 잉크의 농도가 높지 않으면 건조 후 도전막의 두께가 매우 얇아지게 되므로 50% 이상의 높은 농도를 가지는 잉크가 만들어져야 한다.

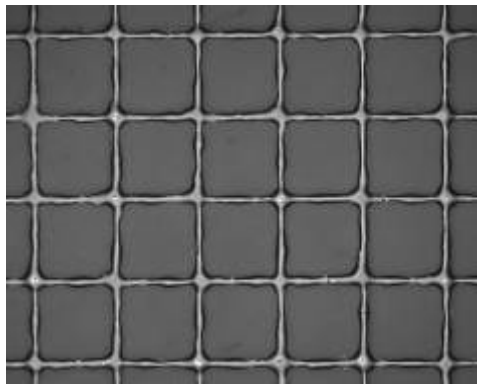
이 논문에서는 스크린 인쇄 방식과 스크린 인쇄용 고점도 저온 소성 나노 잉크를 이용하여 30 $\mu\text{m}$  이하의 미세 선폭을 갖는 EMI 차폐 필터 필름을 제작하고 EMI 차폐 기능을 측정하였다.

## 2. 인쇄 방식을 이용한 EMI 필터 필름의 제작

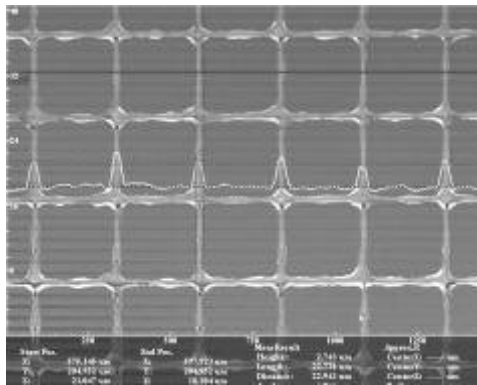
스크린 인쇄는 타 인쇄 방식에 비해 낮은 투자 비용과 쉬운 사용 방법으로 PDP 전극, FPCB, RFID 안테나 등의 인쇄 방식 생산에 이용되고 있다 [3]. 특히, 두꺼운 패턴의 제작이 가능한 점이 스크린 인쇄의 가장 큰 장점이다. 그러나, 스크린 인쇄는 스크린 메쉬를 사용하기 때문에 미세 선폭의 구현에는 한계가 있어 50 $\mu\text{m}$  이하의 미세 패턴에는 적합하지 않았다. 그러나 최근 30 $\mu\text{m}$  이하의 미세 패턴을 가능하게 하는 고 정밀 메쉬가 개발되어 미세 패턴 인쇄를 가능하게 하였다. 이러한 미세 패턴이 가능한 스크린이라도 여기에 사용되는 잉크의 입자가 수 마이크로 이상일 경우 미세 선의 균일도가 떨어지게 된다. 따라서 잉크 또한 1 $\mu\text{m}$  이하의 입자를 갖는 나노 타입의 잉크가 적합하다.

스크린 프린팅을 위한 패턴은 20 $\mu\text{m}$  선폭에 250 $\mu\text{m}$  선간을 갖도록 제작되었다. 사용된 잉크는 (주)엔피케이에서 제작된 나노 타입의 스크린 잉크로 약 90,000~120,000 cps의 점도와 80~85%의 은 질량비를 갖는다. 잉크는 입자가 수십 나노의 크기를 갖는 나노 타입 잉크로, 30 $\mu\text{m}$  이하의 미세 패턴 시에도 균일한 패턴 품질과 전기적 성능을 보여준다. 사용된 피인쇄체는 PET 로 60 $\mu\text{m}$ 의 두께가 사용되었다. 건조는 오븐을 이용하여 110 $^{\circ}\text{C}$ 에서 약 5분간 이루어져 충분한 소성이 이루어지도록 하였다. Fig.2(a), (b)는 각각 레이저 스캐너를 이용하여 측정된 사진과 스캔 이미지를 보여준다. 그림에서 보듯이 선폭은 평균 약 22.8 $\mu\text{m}$ , 높이

는 평균 약 2.7 μm 로 측정되었다.



(a)



(b)

Fig.2 Printed EMI mesh filter: (a) picture and (b) scanning image

### 3. EMI 차폐 필름의 전기적 성능 평가

제작된 EMI 차폐 필름의 차폐 성능을 테스트 하기 위하여 Fig.3.과 같은 측정 장치를 이용하였다. 두 개의 동일한 안테나 사이에 EMI 필터 필름을 위치 시키고, 한쪽의 안테나에서 전파되는 전자파를 다른 안테나에서 측정하였다. 실제 정밀한 측정을 위해서는 대면적의 EMI 필름을 암실 조건에서 스캐너를 사용하여 측정해야 하지만, 장비가 고가이므로 간이 실험 장치를 이용하였다. 사용된 안테나는 2.5GHz 대역의 RFID 태그용 안테나이고, 측정은 EMI 차폐 필름이 없을 때, EMI 차폐 필름이 있을 때, 구리 시트를 사용할 때의 세가지 경우에 대해 수행하였다.

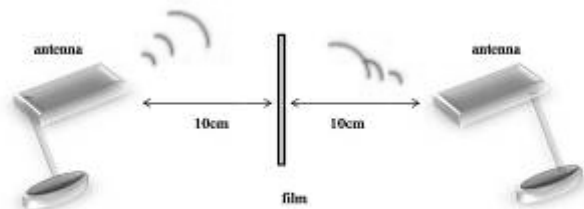
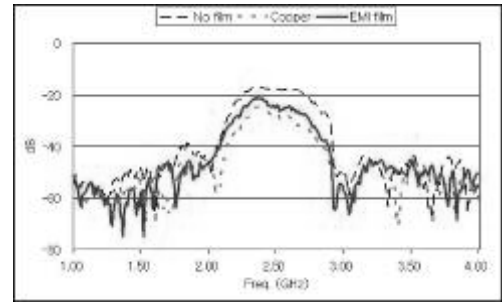
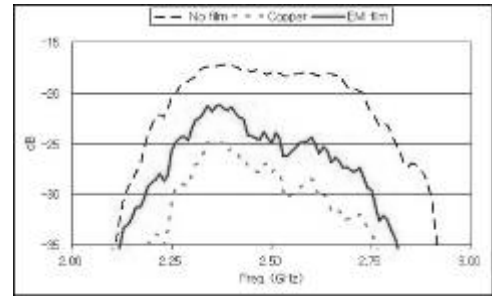


Fig. 3 Experimental setup for the measurement of EMI films performances

Fig. 4(a), (b)는 각각 측정된 결과를 1~4GHz, 2~3GHz 대역에서 보여준다. 그림에서 보듯이, 2.5GHz 근방에서 약 12~13dB 의 감소 효과를 보여주는 구리판에 비해 약 5dB 정도 감소 효과가 적지만 7~8dB 의 감소 효과를 보여 줄 수 있다.



(a)



(b)

Fig.4 (a) Measured EMI shielding performances, (b) enlargement of (a)

### 4. 결론

고정도 스크린 메쉬와 나노 타입 잉크를 이용하여 20 μm 대의 선폭을 갖는 EMI 차폐 필터를 제작하고 EMI 차폐 성능을 테스트 하였다. 향후, 더 정밀한 스크린 메쉬를 이용하여 10 μm 대의 EMI 차폐 필터 필름의 제작이 가능할 것이다. 이러한 미세 선폭 패턴은 EMI 차폐 필터뿐만 아니라, 미세 FPCB, 미세 안테나, 터치 스크린 등에도 응용이 가능할 것이다.

### 후기

본 논문은 (주)엔피케이에서 제공한 잉크를 이용하여 수행되었다.

### 참고문헌

1. Lee, H.-C., Kim, J.-Y., Noh, C.-H. Noh, Song, K. Y., Cho, S. H., "Selective metal pattern formation and its EMI shielding efficiency," *Applied Surface Science*, **252**, 2665-2672, 2006.
2. Vera, F., Garbar, A. Rottman, C. Masoud, E. Faulkner, B., "Self assembled transparent conductive coatings for flat panel displays," *SID Symposium Digest of Technical Papers*, **37**(1), 1987-1990, June 2006.
3. Lee, T.-M., Choi, Y.-J., Nam, S.-Y., You, C.-W., Na, D.-Y., Choi, H.-C., Shin D.-Y., Kim, K.-Y., Jung, K.-I., "Color Filter Patterned by Screen Printing," *Thin Solid Films*, **516** (21), 7875-7880, 2008.