논문 2008-45SD-5-2

Ag 페이스트를 소스와 드레인 전극으로 사용한 OTFT-OLED 어레이 제작

(The Fabrication of OTFT-OLED Array Using Ag-paste for Source and Drain Electrode)

류 기 성*, 김 영 배**, 송 정 근***

(Gi Seong Ryu, Young Bae Kim, and Chung Kun Song)

요 약

본 연구는 PC(polycarbonate) 기판 위에 소스(source)/드레인(drain) 전극으로 Ag 페이스트를 스크린 인쇄하여 OTFT(organic thin film transistor)를 제작하였다. 또한 이렇게 제작된 OTFT를 적용하여 OTFT-OLED(organic light emitting diode) 어레이를 제작하였으며 OTFT의 소스 및 드레인 전극과 더불어 데이터 배선전극을 Ag 페이스트를 이용하여 형성하였다. Ag 페이스트는 스크린 마스크의 mesh에 따라 325 mesh용과 500 mesh용을 사용하였으며, 325 mesh용 페이스트는 선폭 60 μm, 500 mesh용 페이스트는 선폭 40 μm까지 인쇄가 가능하였다. 그리고 면저항은 각각 60 mΩ/□, 133.1 mΩ/□이었다. 제작된 OTFT의 성능은 이동도가 각각 0.35 $cm^2/V \cdot sec$와 0.12 $cm^2/V \cdot sec$, 문턱전압 -4.7 V와 0.9 V이었으며, 전류 점멸비는 $\sim 10^5$이었다. OTFT-OLED 어레이는 인쇄성이 우수한 500 mesh용 Ag 페이스트를 사용하였으며 OTFT의 채널길이를 50 μm로 설계하여 제작하였다. OTFT-OLED 어레이의 화소는 2개의 OTFT, 1개의 캐패시터 그리고 1개의 OLED로 구성하였고, 크기는 2 mm × 2 mm이며, 해상도는 16 × 16 이다. 제작된 어레이는 일부 불량 화소를 포함하고 있지만 능동형 모드로 동작함을 확인할 수 있었다.

Abstract

Ag paste was employed for source and drain electrode of OTFTs and for the data metal lines of OTFT-OLED array on PC(polycarbonate) substrate. We tested two kinds of Ag-pastes such as pastes for 325 mesh and 500 mesh screen mask to examine the pattern ability and electrical performance for OTFTs. The minimum feature size was 60 μm for 325 mesh screen mask and 40 μm for 500 mesh screen mask. The conductivity was 60 mΩ/□ for 325 mesh and 133.1 mΩ/□ for 500 mesh. For the OTFT performance the mobility was 0.35 $cm^2/V \cdot sec$ and 0.12 $cm^2/V \cdot sec$, threshold voltage was -4.7 V and 0.9 V, respectively, and on/off current ratio was $\sim 10^5$, for both screen masks. We applied the 500 mash Ag paste to OTFT-OLED array because of its good patterning property. The pixel was composed of two OTFTs and one capacitor and one OLED in the area of 2 mm × 2 mm. The panel successfully worked in active mode operation even though there were a few bad pixels.

Keywords : OTFT, AMOLED, flexible display, 프린팅, Ag-paste

* 학생회원, 동아대학교 전자공학과,
미디어디바이스 연구센터
(Dept of Electronic Eng., Media Device Lab., Dong-A University)
** 정회원, 미디어디바이스 연구센터
(Media Device Lab, Dong-A University.)
*** 정회원, 동아대학교 전자공학과
(Dept of Electronic Eng., Dong-A University)
※ 이 논문은 2008 동아대학교 연구비의 지원을 받았습니다.
접수일자: 2007년11월14일, 수정완료일: 2008년4월1일

Ⅰ. 서 론

최근 몇 년 동안 OTFT(organic thin film transistor)는 저온공정과 저가격 공정을 앞세워 많은 발전을 하였으며, 현재 RFID(radio frequency identification), 디스플레이 하판(backplane) 등 제품적용에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 특히 플라스틱 기판을 이용한 디스

플레이용 하판은 차세대 디스플레이인 플렉서블 디스플레이의 핵심 기술 중의 하나로 각광 받고 있으며 OTFT의 가장 중요한 적용 분야로 예측되고 있다. 오늘날 EPD(electrophoretic display), OLED(organic light emitting diode), LCD(liquid crystal display) 등 다양한 방식의 디스플레이를 이용한 플렉서블 디스플레이 개발이 진행 중이며, OTFT 하판에 대한 연구 또한 많은 기업과 연구 그룹에서 이뤄지고 있다[1~6]. 특히 양질의 디스플레이 구현이 가능한 OLED 디스플레이는 OTFT와 재료 및 공정의 호환성이 우수한 것으로 알려져 있으며 OTFT-OLED에 대한 연구가 국·내외에서 활발히 진행 중이다. Penn state univ.에서 SiO_2 게이트 절연막을 이용하여 최근 플라스틱 기판에 48 × 48 OTFT-OLED를 발표하였으며[1], DTC/ITRI에서는 플라스틱 기판을 이용하여 32 × 32(4.1″)의 OTFT-OLED를 제작하였다[2]. ETRI는 176 × 144(2″) OTFT-OLED를 구동하였으며[3] 최근 소니에서 PVP (poly(4-vinylphenol))를 게이트 절연막으로 사용한 160 × 120 풀컬러 OTFT-OLED에서 이미지 구현을 성공하였다[4].

하지만 현재 OTFT의 소스와 드레인 전극은 주로 Au(자체 산정 : OTFT 재료비의 40 %를 차지함.)를 사용하고 있으며, 고가의 진공증착 공정을 이용하므로 제조 비용이 높다. 이러한 문제는 OTFT의 상용화를 위하여 반드시 해결해야 할 요소이다. 최근 제조 단가를 내리기 위하여 인쇄공정을 이용한 OTFT 제작에 대한 연구가 곳곳에서 진행 되고 있다. 인쇄방법으로는 비접촉식, 디지털 방식의 장점을 지닌 잉크젯 인쇄가 있으며, 다른 인쇄방법에 비해 미세패턴의 장점이 있는 마이크로 컨텍 인쇄(μPC)나 임프린팅(imprinting) 인쇄가 있으며, 그라비아, 플렉소 및 로터리 스크린 인쇄 등은 Roll to Roll 생산 공정에 적합한 인쇄방법이다. 그리고 타 인쇄 방법에 비해 오랜 역사를 가지고 있으며, 저렴한 장비비, 유기물, 무기물, 금속 등 다양한 재료를 인쇄재료로 사용이 가능한 스크린 인쇄 등이 있다.

특히 스크린 인쇄는 PCB 기판 제작 공정으로 이미 산업계에 적용되고 있으며, PDP의 격벽 제작 공정, LCD의 블랙 매트릭스와 컬러 필터 제조 공정 등에는 일부분에 적용되고 있다. 그리고 최근 태양전지의 모듈 공정 및 OTFT 제조 공정에 적용하기 위해 많은 연구가 진행하고 있다.[11] 1994년 프랑스의 국립과학 연구소(CNRS)에서 스크린 인쇄 기법을 OTFT에 적용 하여 이동도 0.07 $cm^2/V \cdot sec$의 특성을 얻은 바 있다[7]. 이후 1997년 Bell lab.에서 플라스틱 기판에 게이트 절연체와 소스/드레인 전극 공정에 스크린 인쇄를 적용하여 0.01~0.03 $cm^2/V \cdot sec$의 특성의 OTFT를 발표하였으며[8], 2001년 미국의 E-ink사에서 펜타센(pentacene)을 이용한 OTFT소자의 소스/드레인 전극으로 Ag을 스크린 인쇄 하여 0.08 $cm^2/V \cdot sec$의 이동도 특성을 확보하였다[9]. 2003년 미국 NASA의 JPL에서 소스/드레인 전극으로 탄소 페이스트를 스크린 인쇄 하였으며 P3HT (poly-3- exylthiophene)를 반도체 층으로 적용하여 실리콘 기판 위에 OTFT를 제작하였다. 제작된 소자로부터 이동도 0.007 $cm^2/V \cdot sec$와 전류 점멸비(Ion/Ioff)는 45이었다[10].

본 논문에서는 OTFT 재료비의 약 40 %를 차지하는 Au 소스/드레인 전극을 Ag 페이스트로 대체하여 원가를 절감하고, 이를 스크린 인쇄공정으로 실현함으로써 공정비용을 절감하여 저가격/대면적 디스플레이에 적용할 수 있는 공정을 개발하고자 한다. 먼저 단위 OTFT의 소스와 드레인 전극에 Ag 페이스트를 스크린 인쇄하여 적용 가능성을 검토하였고, 이어서 OTFT-OLED 어레이의 소스/드레인 전극 및 데이터 배선 전극에 적용하여 성능을 분석하였다.

Ⅱ. Ag 페이스트의 스크린 인쇄공정

스크린 인쇄기는 기본적으로 인쇄패턴을 형성하기 위한 재료인 페이스트와 페이스트를 인쇄 대상체(기판)에 특정한 패턴을 형성하기위한 스크린 마스크 그리고 인쇄공정을 시행하는 스퀴지로 구성된다.

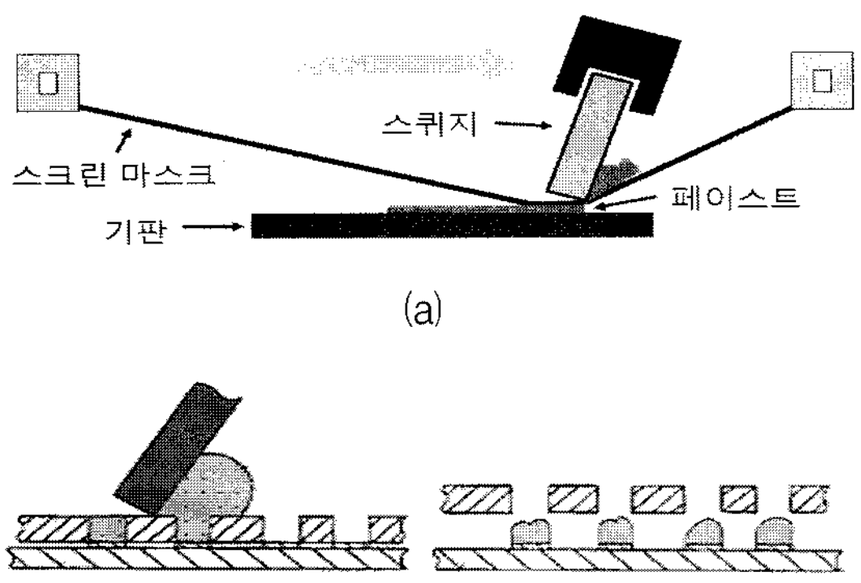


그림 1. (a) 스크린 인쇄기 구성 (b) 스퀘지에 의해 페이스트가 스크린 마스크의 패턴으로 들어감 (c) 스퀘지가 지난후 패턴 형성

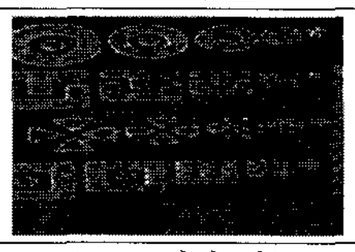
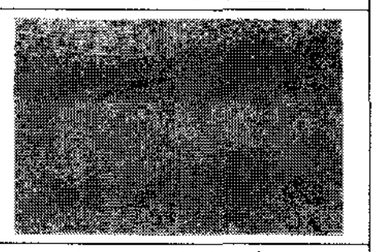
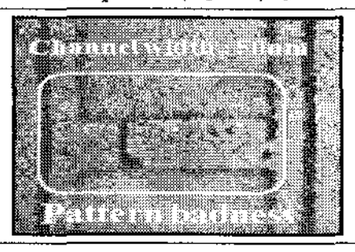
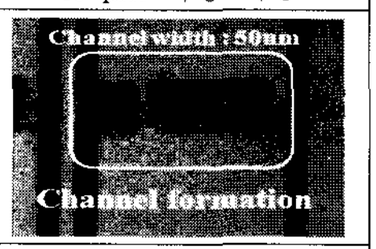
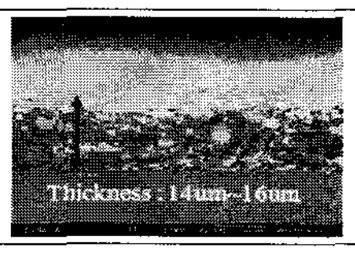
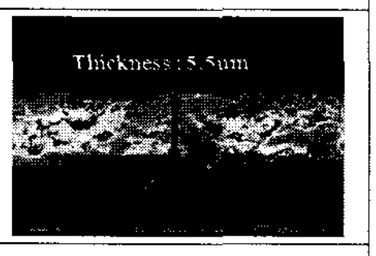
Fig. 1. (a)The composition of screen printing process. (b) the paste filled up patterns of screen mask. (c) the paste transferred to a substrate.

그림 1(a)는 간단한 스크린 인쇄공정도를 보여 주며, 그림1에서 스퀴지는 스크린 마스크와 접촉하면서 화살표 방향으로 이동해 페이스트를 밀고 나간다. 이때 가해지는 힘은 수직 하향(下向)의 힘과 진행방향의 힘으로 분해되며 하향의 힘의 영향에 의해 페이스트는 스크린 마스크 개구부로 충전이 행해지게 된다(그림1(b)). 스퀴지의 진행으로 스크린 마스크에 가해진 압력이 제거되면 스크린 마스크가 기판과 떨어지면서 페이스트는 기판에 남아 인쇄 패턴이 형성된다(그림1(c)).

본 연구에서는 325 mesh와 500 mesh의 두 종류 스크린 마스크와 이에 특화된 두 종류의 Ag 페이스트를 사용하였다. 페이스트는 입자의 평균 크기가 각각 3 μm와 0.8 μm이었으며, 박편(플레이크. flake) 형태의 Ag 파우더를 사용하였다. Ag 페이스트는 점도가 18,000~20,000 cps(@25 ℃), Ag 함량은 70~80 % 이다. 두 종류의 마스크와 이에 특화된 두 종류의 Ag 페이스트의 인쇄성을 표1에 정리하였다. 325 mesh로 제작할 수 있는 최소선폭은 60 μm 이었으며, 전극의 두께는 약 15 μm이었다. 그리고 500 mesh는 최소선폭 40 μm와 두께는 약 5 μm이었으며 차후 페이스트 내의 첨가제 조절에 따라 두께는 1 μm이하로 가능할 것으로 예상된다. 인쇄된 Ag 페이스트 전극의 면저항은 각각 60 mΩ/□, 133.1 mΩ/□으로 측정되었다. 특히 전극의 가장자리는 약 16 °의 경사를 가지고 형성되었는데, 이것은 접촉저항을 감소시키는 요인으로 추정된다.

표 1. 스크린 인쇄를 이용한 Ag 페이스트 인쇄성 실험 결과

Table 1. The pattern ability of Ag-paste printed by screen printer.

	325 mesh	500 mesh
면저항	60 mΩ/□	133.1 mΩ/□
인쇄성		
	60 μm 이상 가능	40 μm 이상 가능
		
	어레이 인쇄 불량	어레이 인쇄양호
두께		
	~15 μm	~5 μm
기타		
	가장자리 경사 구조	

III. 단위 OTFT 제작 및 특성 분석

두 종류 Ag 페이스트를 OTFT의 소스/드레인 전극에 적용하여 하부전극 구조의 단위 OTFT를 제작하였다. 먼저 세척된 기판에 알루미늄 전극을 식각하여 게이트 전극을 형성하였다. 게이트 절연막으로 열경화제를 포함한 PVP를 스핀 코팅 공정으로 성막하였으며, 소스/드레인 전극은 Ag 페이스트를 스크린 인쇄공정으로 형성하였다. 유기물 활성층으로 펜타센을 진공증착하였으며, 펜타센 증착시 쉐도우 마스크를 사용하여 형상화 하였다. 제작된 소자의 전류전달 특성 그래프는 그림2와 같다.

표 2에서 보듯이 Ag 페이스트는 Au 전극을 사용한 OTFT와 유사한 특성을 보였다. Ag 전극의 일함수를 UPS(UV Photoelectron Spectroscopy)로 측정하였고, 3.9 eV를 얻었다. 이것은 Au의 일함수 4.5 ~ 5.0 eV 보다 작은 값으로 펜타센의 HOMO 5.1 eV에 적용할 경우 금속전극과 펜타센 계면에 형성된 에너지 장벽이 이론적으로 약 2.1 eV가 되며 Au (0.6 ~ 0.1 eV) 보다 훨씬 증가하여 접촉저항이 클 것으로 예상된다. 그러나 의외로 그림2와 같이 Ag 페이스트를 이용하여 제작 된

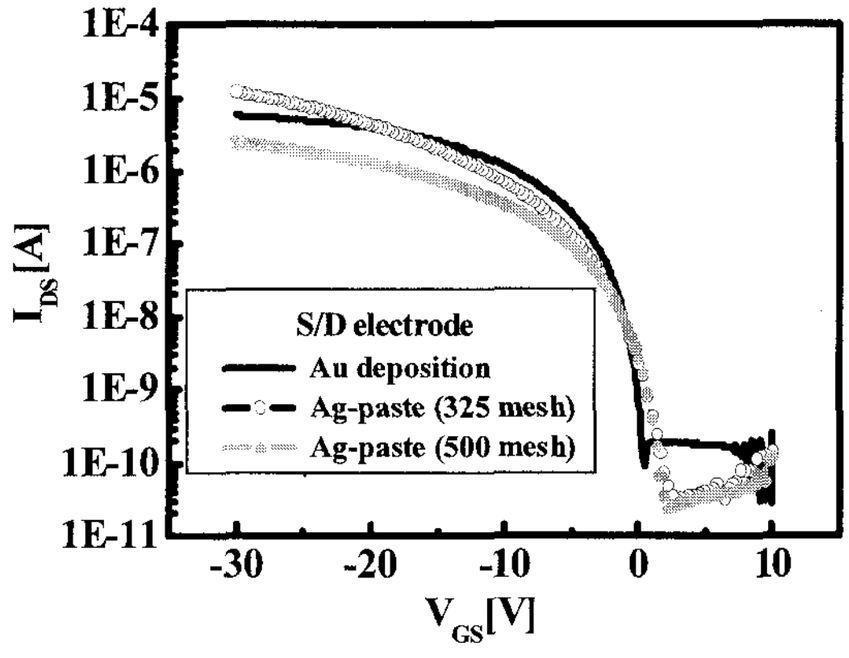


그림 2. Ag 페이스트로 소스와 드레인 전극을 제작한 OTFT의 전류-전압 특성 그래프

Fig. 2. The currrent-voltage characteristics of pentacene TFT with source and drain electrodes fabricated by screen mask and its Ag paste.

표 2. Ag 페이스트 소스/드레인 전극을 사용한 OTFT의 특성 파라미터

Table 2. The performance parameters of OTFTs using Ag paste source/drain electrodes.

	Ag 페이스트 (스크린 인쇄)		Au (진공증착)
	325 mesh	500 mesh	
최소 선폭 [μm]	60	40	1
이동도 [$cm^2/V \cdot s$]	0.35	0.12	0.15
문턱전압 [V]	-4.22	0.7	-0.49
SS [V/dec]	1.78	0.90	0.5
누설 전류 [A]	-3.39×10^{-11}	-5.14×10^{-12}	-5.78×10^{-11}
전류 점멸비	3.39×10^{5}	4.80×10^{5}	9.76×10^{4}

OTFT는 우수한 성능을 보였으며 이는 스크린 인쇄공정으로 형성된 전극의 가장자리 경사구조에 의한 소스 드레인 전극과 펜타센 간의 접촉저항이 개선된 것을 판단된다. 차후 이에 대한 체계적인 연구가 추가적으로 필요하다. 또한 아래의 표2와 같이 페이스트에 따른 소자의 특성에 차이를 보였으며 이는 Ag입자의 크기에서 기인한 것을 생각된다. 소자 제작 결과 Ag 페이스트는 OTFT의 소스/드레인 전극재료로 적합한 것으로 판단된다.

IV. OTFT-OLED 어레이

1. OTFT-OLED 어레이 설계

스크린 인쇄공정으로 제작된 단위 소자의 특성을 바탕으로 OTFT-OLED 어레이를 설계 제작 하였다. OTFT-OLED 화소(pixel) 구조는 그림3과 같이 두 개의 OTFT(구동 OTFT, 스위칭 OTFT)와 하나의 저장 캐패시터(Cs) 그리고 하나의 OLED로 구성된다. 구동원리를 보면 스위칭 OTFT의 스캔 배선에 선택 신호(스캔전압: Vscan)가 인가되면, 데이터 배선으로부터 화면의 신호(데이터 전압 : Vdata)가 스위칭 OTFT를 통해 저장 캐패시터에 저장된다. 동시에 이 화면 신호는 OLED의 구동 소자인 구동 OTFT를 작동시켜 OLED에 흐르는 전류를 제어하여 휘도를 조절하게 된다. 그리고 스위칭 OTFT가 꺼지더라도 저장 캐패시터에 저장된 전압 값에 의해 구동 OTFT를 구동하기 때문에 다음 화면의 화상 신호가 들어올 때까지 계속적으로 전류가 OLED 소자로 흘러 빛을 발하게 된다[12].

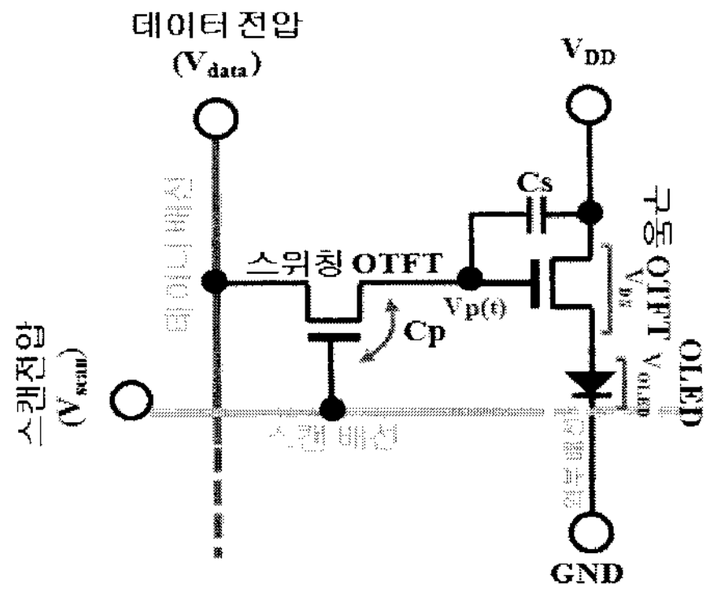


그림 3. OTFT-OLED 화소 회로

Fig. 3. The pixel circuit of OTFT-OLED.

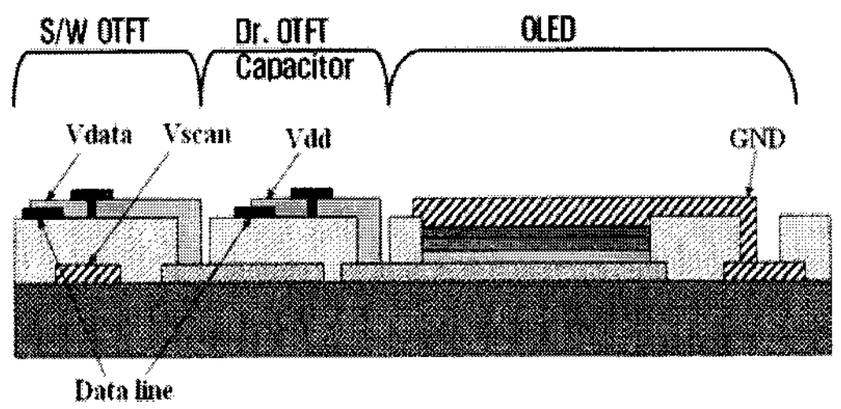


그림 4. OTFT-OLED 화소 단면 구조

Fig. 4. The cross section of OTFT-OLED pixel.

그림 4는 설계된 OTFT-OLED의 화소 단면도를 보여 준다. OLED는 하부방출 구조이며 OTFT는 하부전극 구조를 적용하였다.

2. OTFT-OLED 어레이 제작

OTFT-OLED 어레이의 기판으로 IZO(indium zinc oxide)막이 코팅되어 있는 PC(polycarbonate)를 사용하였으며 IZO의 면저항은 30 Ω/□ 이었다. 먼저 기판을 세척한 후 OLED의 양극 전극 및 캐패시터의 하부 전극으로 사용될 IZO를 습식 식각하여 형성하였다. 스캔 배선과 OLED의 음극 전극을 GND와 연결하기 위한 전극 배선(외부 배선)으로 알루미늄을 사용하였으나 그림 5와 같이 포토레지스트의 현상 공정에서 파손되었다. 원인으로 IZO와 알루미늄 사이에 전해질의 현상액이 침투하여 IZO/전해질/알루미늄 구조에 의해 전지 화학반응이 발생하여 박막이 파손되는 것으로 판단된다. 이를 해결하기 위하여 IZO 막과 알루미늄 사이에 완충층(Mo, Ti등)을 삽입 하여 전지 화학 반응을 방지하는 방법이 있으나 추가적인 공정이 필요하므로 Al을 Au로 교체하여 공정하였다. 4 point probe 측정 결과 Au의

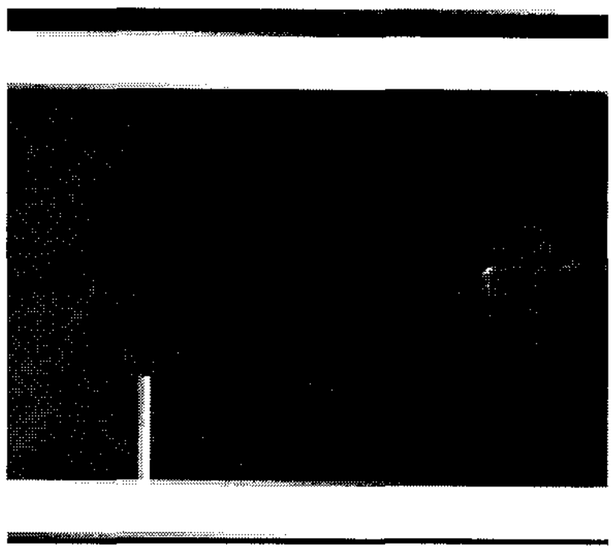


그림 5. 화학 반응에 손상 받은 전극(IZO)
Fig. 5. The demaged electrode(IZO) due to chemical reaction.

면저항은 약 5 Ω/□으로 RC 지연을 고려하여 OTFT-OLED 어레이에서 요구되는 면저항 (10 Ω/□)을 만족하였다.

게이트 절연막으로는 열경화제가 포함되어 있는 PVP를 사용하였으며[13] 배선의 교차 부분의 누설 전류를 줄이기 위하여 2층 구조를 적용하였다. PVP 경화 온도는 100 ℃ 와 180 ℃ 에서 각각 10분, 20분 실시하였다. 경화된 PVP 형상화를 위하여 포토공정 후 O2 플라즈마를 이용하여 PVP를 부분적으로 제거하였다. 데이터 배선 및 소스/드레인 전극으로 Ag 페이스트를 스크린 인쇄공정으로 형성하였으며 120 ℃에서 5 분간 건조하였다. OTFT의 활성층으로 펜타센을 45 nm의 두께로 진공증착 하였으며 쉐도우 마스크를 이용하여 형상화 하였다. OLED는 유기물층(2-TNATA- 30 nm, NPD- 15 nm, Alq3- 45 nm)은 쉐도우 마스크를 사용하여 진공증착으로 연속으로 적층하였으며, OLED 음극 전극으로 알루미늄을 진공증착으로 형성하였다.

3. OTFT-OLED 어레이 특성

그림6은 화소의 구동을 살펴보기 위하여 제작된 OTFT-OLED 화소에서 OLED 단의 전압을 측정한 것이다. 저장 캐패시터의 전압을 측정하기 위하여 캐패시터 양단의 계측을 시도하였으나 계측장비에 의한 누설 전류로 인하여 저장 캐패시터에 유지되는 전압파형을 확인 할 수 없었다. 하지만 저장 캐패시터의 전압은 구동 OTFT의 게이트 전압에 영향을 주며 저장 캐패시터의 전압 변화에 따라 구동 OTFT의 채널 저항이 변한다. 이에 Vdd 전압은 OTFT와 OLED에 의해 전압이 배분되며 채널 저항의 변화에 따라 OLED의 전압도 상대적으로 변화하므로 OLED 양단 전압 측정으로 저장 캐패시터의 전압변화를 확인 할 수 있다. 보다 정확한 측정을 위하여 실제 측정에서는 비선형 소자인 OLED

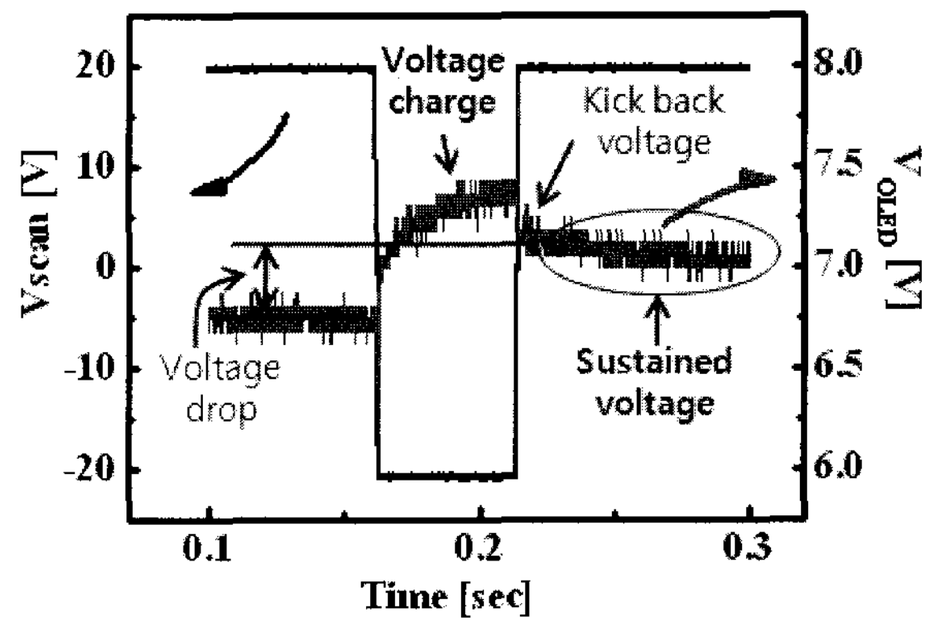


그림 6. 픽셀 저장 캐패시터의 상대 전압(능동형 동작)
Fig. 6. The relative voltage wave of capacitor in pixel (Active operation mode).

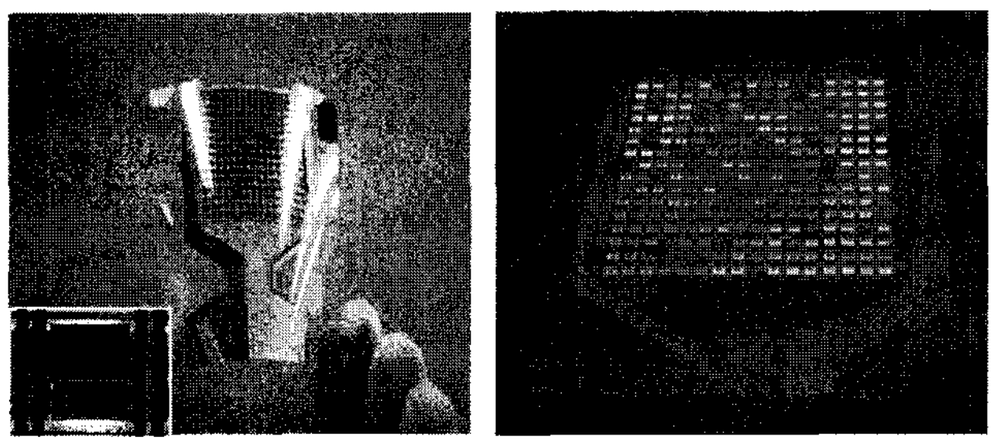


그림 7. 제작된 16 × 16 OTFT-OLED 어레이
(a) 패널 및 화소 (b) 패널 동작
Fig. 7. The fabricated 16 × 16 OTFT-OLED array.
(a) panel and unit pixel, (b) The demonstration of fabricated OTFT-OLED array

를 대신하여 구동 OTFT의 채널 저항을 고려하여 저항을 연결하여 측정하였다. 저장 캐패시터의 전압은 스캔 신호가 인가되는 동안 충전되며 스캔 신호가 제거되는 동안 전압이 유지되었다. 스캔 신호가 on에서 off로 바뀌는 구간에서 스위칭 OTFT의 기생 캐패시터에 의한 kick back 전압이 확인할 수 있었으며 누설 전류에 의한 전압 감소도 관측하였다. 이는 픽셀이 능동형(active mode) 구동을 하고 있음을 보여준다.

그림 6과 같이 픽셀의 동작을 확인 하였으며 16 x 16 OTFT-OLED 어레이를 제작하였다. 아래의 그림7과 같이 어레이의 동작을 확인 할 수 있었다.

V. 결 론

OTFT의 저가격화를 위하여 기존의 소스/드레인 재료인 Au을 대신하여 Ag 페이스트를 스크린 인쇄공정으로 OTFT에 적용하였다. 500 mesh 스크린 마스크와 Ag 페이스트를 사용하여 인쇄가능한 선폭은 40 μm 이었으며, 면저항은 133.1 mΩ/□ 있었다. 이를 이용하여

제작된 OTFT에서 이동도는 0.12 $cm^2/V \cdot sec$, 문턱전압 0.9 V, 전류 점멸비는 $\sim 10^5$의 특성을 얻었다.. Ag 페이스트를 OTFT-OLED 어레이에서 OTFT의 소스/드레인 전극과 데이터 배선 전극에 적용하였으며 OLED의 전압의 시간적 변화를 측정하여 능동형 동작을 확인하였다. Ag 페이스트는 전기적 특성 면에서 OTFT의 Au를 대체할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 정밀한 디스플레이 하판을 제작하기 위하여 인쇄성, 인쇄물 두께, 얼라인 등 스크린 프린팅 기술의 발전이 요구된다.

참 고 문 헌

[1] L. Zhou, S. K. Park, B. Bai, J. Sun, S. C. Wu, T. N. Jackson, S. Nelson, D. Freeman and Y. T .Hong, "Pentacene TFT Driven AM OLED Display," IEEE Electron Device Letters, Vol. 26, pp. 640-642, September 2005.

[2] T. S. Hu, Y. K, Wang, T. H. Lin, J. Y. Yan, T. W. Lee, C. H. Yu, J. F. Wen, C. J. Kao, L. H. Chen, Y. Y. Shen, S. T. Yeh, M. R. Tseng, P. S. Wu, J. C. Ho and C. C. Lee "4.1" Flexible Organic Light Emitting Diodes Driven by Organic Thin-Film Transistor," in Proc. of IMID Technical Digest, pp. 314-315, Taegu, Korea, August 2006.

[3] K. S. Suh, I. K. You, S. Y. Kang, S. D. Ahn, J. Y. Oh, G. H. Kim, K. H. Baek, C. A. Kim, C. S. Hwang, S. H. K. Park, Y. S. Yang, S. M. Chung, J. I. Lee, L, M. Do, H, Y. Chu and K. Y. kang "A 2" QCIF Flexible OTFT driven AM-OLED Display," in Proc. of IMID Technical Digest, pp. 181-185, Taegu, Korea, August 2006.

[4] I. Yagi, N. Hirai, M. Noda, A. Imaok, Y. Miyamoto, N. Yoneya, K. Nomoto, J. Kasahara, A. Yumoto, T. Urabe, "A full-Color, Eop-Emission AM-OLED Display Driven by OTFTs" in Proc. of SID Technical Digest, pp. 1753-1756, California, U.S.A., May 2007.

[5] S. H. Han, Y. R. Son, S. H. Lee, K. J. Lee, G. S. Cho, W. S. Kim, T. J. Park, W. S. Jeon, D. J. Choo, J. Jang, "High Resolution OTFT-OLED on Plastic Substrate" in Proc. of SID Technical Digest, pp. 1757-1760, California, U.S.A. May 2007.

[6] T. Chuman, S. Ohta, S. Miyaguchi, H. Satoh, T. Tanabe, Y. Okuda and M. Tsuchida, "Active Matrix Oranic Light Emitting Diode Panel using Organic Thin-Film Transistors," in Proc. of SID 04 Digest, pp. 45-47, Seattle, USA, May 2004.

[7] F. Garnier, R. Hajlaoui, A. Yassar, and P. Srivastava, "All-Polymer Field-Effect Transistor Realized by Printing Techniques," Science, Vol. 265, pp. 1684-1686 September 1994.

[8] Z. Bao, Y. Feng, A. Dodabalapur, V. R. Raju, and A. J. Lovinger "High-performance Plastic Transistors Fabricated by Printing Techniques," Chem. Mater., Vol. 9, pp. 1299-1301, 1997.

[9] C. Gray, J. Wang, G. Duthaler, A. Ritenour, and P. S. Drzaic, "Screen printed organic thin film transistors (OTFTs) on a flexible substrate," in Proc. SPIE pp. 4466, 2001.

[10] E. J. Brandon, W. West, and E. Wesseling, "Carbon-based printed contacts for organic thin-film transistors," Applied Physics Letters, Vol. 83, pp. 3945-3947, November 2003.

[11] R. Parashkov, E. Becker, T. Riedl, H. H. Johannes and W. Kowalskey, "Large Area Electronics Using Printing Methods," in Proc IEEE, Vol. 93, pp. 1321-1329, 2005.

[12] G. S. Ryu, K. B. Choe, C. K. Song, "Array of organic thin film transistors integrated with organic light emitting diodes on a plastic substrate" Thin Solid Films, Vol. 514, pp. 302-305, August 2006.

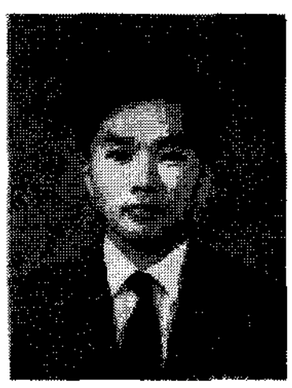
[13] H. S. Byun, Y. X. Xu, C. K. Song, "Fabrication of high performance pentacene thin film transistors using poly(4-vinylphenol) as the gate insulator on polyethyleneterephthalate substrates" Thin Solid Films, Vol. 493, pp. 278-281, December 2005.

저 자 소 개

류 기 성(학생회원)

2003년 동아대학교 전자공학과 학사 졸업.
2005년 동아대학교 전자공학과 석사 졸업.
2005년~현재 동아대학교 전자공학과 박사과정.

<주관심분야 : OTFT, AMOLED, 반도체, 플렉시블 디스플레이>



송 정 근(정회원)

1980년 서울대학교 전자공학과 학사 졸업.
1984년 서울대학교 전자공학과 석사 졸업
1992년 University of Cincinnati Electrical and Eng. 공학 박사
1993년~현재 동아대학교 전자공학과 전자컴퓨터 공학부 정교수.

<주관심분야 : 나노유기소자, 분자전자소자, Flexible Electronics, Flexible Display>

김 영 배(정회원)

1986년 부산대학교 물리학과 학사 졸업.
1988년 부산대학교 물리학과 석사 졸업
1999년 부산대학교 이학 박사
2005년~현재 동아대학교 미디어디바이스 연구센터 연구원.

<주관심분야 : 프린팅, OTFT, 플렉시블 디스플레이>