논문 2010-47SD-2-2

Ag 잉크의 미세접촉인쇄에 있어서 동역학적 파라미터가 인쇄특성에 미치는 영향 분석

(Analysis of Kinetic Parameter Effects on Printing Property in Micro-Contact Printing of Ag Ink)

박 성 률*, 송 정 근**

(Sung-Ryool Park and Chung-Kun Song)

요 약

본 논문에서는 금속 전극을 미세접촉인쇄방식으로 Ag ink를 이용하여 제작하는데 있어서 접착속도, 분리속도, 접촉시간의 세 가지의 동역학적 파라미터가 잉크 전이율에 미치는 영향을 분석하여 최적의 공정조건을 도출하였다. 잉킹공정에서는 접촉속도는 1 mm/s 이하, 접촉 후 유지시간은 짧게 하며, 분리속도는 1000 mm/s로 빠르게 해야 잉크의 전이율이 98%이상 높았다. 프린팅 공정에서는 반대로 접촉속도는 100mm/s 이상의 빠르게, 접촉 후 유지시간은 30초 이상, 분리속도는 1mm/s 이하로 느리게 할 때 최고의 인쇄특성을 보였다. 이를 이용해 전체 5cm×5cm 면적에 최소 선폭 30㎛, 두께는 300~500㎚, 50㎚이하의 약 15~16μΩ·㎝ 비저항을 가지는 전극을 인쇄하였다.

Abstract

This paper describes the effects of kinetic parameters such as attaching speed, attaching time, and dettaching speed on printing property of electrodes which were fabricated by micro-contact printing with Ag ink. In inking process the attaching speed was preferable to be less than 1 mm/s, attaching time as short as possible, and detaching speed larger than 1000 mm/s in order to obtain the transfer ratio of ink larger than 98%. Meanwhile in printing process the parameters were totally opposite to the results of inking process; attaching speed larger than 100 mm/s, attaching time larger than 30 sec, and detaching speed less than 1 mm/s for the best results. With the parameters we could obtain the micro-contact printed electrodes with the minimum line width of 30 ㎛, thickness of 300 ~500 nm, roughness less than 50 nm, and resistivity of about 15~16 μΩ·㎝.

Keywords: Microcontact printing, OTFT, PDMS stamp, Ag-ink

Ⅰ. 서 론

최근 몇 년 동안 OTFT(organic thin film transistor)는 저온공정과 저가격 공정을 앞세워 많은 발전을 하였으며, 현재 디스플레이용 하판(backplane), RFID(radio frequency identification), 센서 등 제품적용에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 특히 플라스틱 기판을 이용한 디스플레이용 하판은 차세대 디스플레이인 플렉서블 디스플레이의 핵심 부품 중의 하나로 각광 받고 있으며 OTFT의 가장 중요한 적용 분야로 예측되고 있다.[1]

하지만 현재 OTFT의 전극은 고가의 진공증착 공정을 이용하고, 소스와 드레인 전극은 주로 p형 반도체에 적합한 Au를 사용하고 있어 제조 비용이 높은 단점이 있다. 이러한 문제는 OTFT의 상용화를 위하여 반드시 해결해야 할 요소이다. 최근 제조 단가를 낮추기 위하

* 학생회원, ** 정회원, 동아대학교 전자공학과
(Dept of Electronics Eng., Dong-A University)
※ 본 연구는 2009년 동아대학교 교내 연구비의 지원으로 수행되었음.
접수일자: 2009년9월17일, 수정완료일: 2010년2월1일

여 인쇄공정에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 인쇄방법에는 스크린 인쇄, 잉크젯 인쇄, 미세접촉인쇄, 그라비아 인쇄, 플렉소 인쇄 등의 방법이 있다.[2] 이러한 인쇄공정은 대기 중에서 상온 공정이 가능하기 때문에 플라스틱과 같은 열팽창계수가 큰 기판 재료에 유리하고 진공장비의 사용을 최소화하여 보다 간편하고 저가 공정이 가능하다는 장점이 있다.

이 중에서 미세접촉인쇄(micro contact printing)는 PDMS 스탬프를 사용하여 패턴을 직접 도장 찍듯이 인쇄할 수 있기 때문에 공정이 간단하며 저가로 제작이 가능하여 양산에 유리하다. 최근 연구되고 있는 미세접촉인쇄방식으로 Ag 잉크를 이용하여 OTFT의 게이트와 소스 및 드레인 전극 형성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 인쇄특성을 개선하기 위하여 공정 단계를 추가함으로써 본래의 장점인 공정의 간편성을 상실하고 있다. 예를 들면 잉킹 단계에서 PDMS 스탬프와 Ag 잉크 사이의 접착력을 높이기 위하여 Ag 잉크와 스탬프를 접착시킨 상태에서 열을 가하거나[9~10], 기판과 잉크 사이의 접착력을 낮추기 위하여 기판을 플라즈마[3~7] 혹은 UV 처리[8] 단계를 추가 하게 된다. 또한, 인쇄 단계에서 기판에 열을 가해 기판과의 잉크 사이의 접착력을 강화시키거나[9~10] 인쇄된 전극의 표면 거칠기를 감소시키기 위하여 전극 표면을 플라즈마 처리하고 있다[6~7].

본 연구에서는 미세접촉인쇄의 동역학적 파라미터들이 인쇄특성에 미치는 영향을 분석하여 기존의 열처리, UV, 플라즈마 처리와 같은 공정 단계를 추가하지 않고 인쇄특성을 개선하고자 한다.

II. 미세접촉인쇄 메카니즘

미세접촉인쇄로 Ag 잉크를 사용하여 전극을 형성하는 공정 순서를 그림 1에 나타내었다. 인쇄과정은 패드에 잉크를 균일하게 도포하는 코팅공정, 코팅된 잉크를 PDMS 스탬프에 전이하는 잉킹공정, 그리고 스탬프의 잉크를 기판에 전사하는 프린팅공정으로 구성된다. 이러한 전사인쇄 방식에서 각 계면의 접착력이 인쇄특성에 가장 큰 영향을 미치게 된다.

계면에서 막을 분리하는데 필요한 일을 표면접착에너지(=계면파괴에너지)라 하고 이는

$$G = \frac{F}{w} \tag{1}$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 F는 계면을 분리시키는데 사용된 힘을 의미하며, w는 계면의 총 길이를 나타낸다. 이러한 수식을 바탕으로 도막을 스탬프로 들어올리기 위해서 필요한 힘은 다음과 같다.

$$F_{pickup} = wG_{Film/substrate} \tag{2}$$

마찬가지로 도막을 스탬프에서 기판으로 전사할 때 역시 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$F_{printing} = wG_{stamp/film} \tag{3}$$

이러한 수식을 바탕으로 잉크 도막을 전사시키기 위한 각 공정상에서 최적의 조건을 정의할 수 있다. 잉킹 공정에서는 $F_{pickup} > F_{printing}$이어야 한다. 따라서,

$$G_{film/substrate} > G_{stamp/film} \tag{4}$$

이어야 한다. 또한, 프린팅공정에서는 $F_{pickup} < F_{printing}$이기 때문에,

$$G_{film/substrate} < G_{stamp/film} \tag{5}$$

의 관계를 가져야 한다.

Ag 잉크를 사용하여 미세접촉인쇄방식으로 전극을 인쇄할 때 이러한 표면접착에너지의 상호관계를 조절해야 한다. 기본적으로 PDMS 스탬프와 Ag 잉크간의 표면에너지가 기판이나 패드로 사용되는 유리나 플라스틱과 Ag 잉크간의 표면에너지보다 작다. 따라서 스탬프에서 기판으로의 인쇄는 쉽지만 스탬프에 잉크를 잉킹

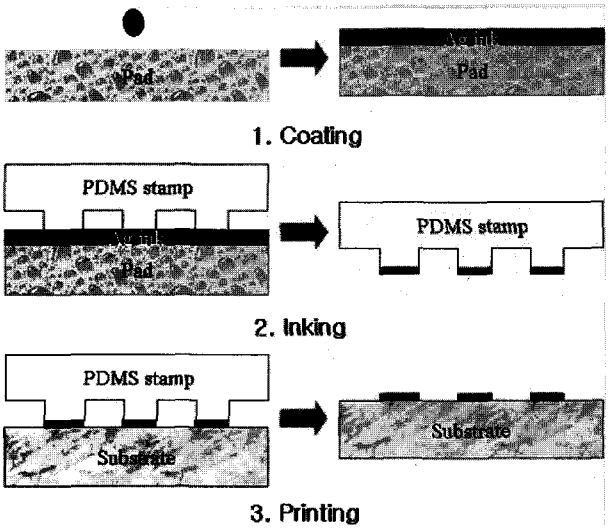


그림 1. 미세접촉인쇄 공정 순서도
Fig. 1. The micro-contact printing process.

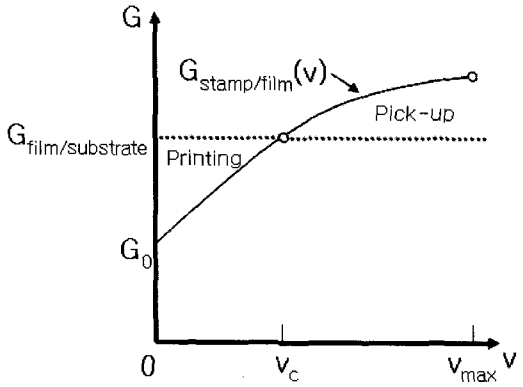


그림 2. 스탬프 분리 속도에 따른 스탬프와 잉크 사이의 표면에너지의 변화지 변화[11]

Fig. 2. Schematic diagram of adhesion energy release rates for the film/substrate interface and for the stamp/film interface.

하는 데에는 어려움이 있다. 이러한 문제점를 해결하기 위해서 일반적으로 PDMS 스탬프에 플라즈마나 UV와 같은 표면처리를 하거나 Ag 잉크를 PDMS에 도포할 때에 열을 가하여 스탬프와 Ag 잉크와의 접착력을 높이는 방법을 주로 사용한다[9~10]. 이러한 방식은 공정 단계가 추가된다는 문제점이 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 Ag 잉크의 스탬프와 기판에 대한 표면접착에너지의 스탬프 분리속도에 대한 의존성[11]을 활용하였다. 그림 2는 기판에 도포되어 있는 Ag 잉크 막을 스탬프로 전사할 때 스탬프를 막에 접촉하여 분리하는 속도에 대한 스탬프와 막과의 표면접착에너지 관계를 나타낸다. 점선은 기판과 잉크 사이의 표면접착에너지를 나타낸다. 잉크는 기판에 도포되어 있으므로 분리속도와 상관없이 일정한 크기를 갖는다. 실선은 잉크와 스탬프와의 표면접착에너지를 나타내며, 스탬프의 분리속도에 따라 변하는 것을 볼 수 있다. 분리속도를 높이면 잉크의 스태프에 대한 표면접착에너지가 기판 보다 증가하여 잉크는 스탬프로 전사된다. 그러나 분리속도가 작으면 기판에 대한 표면접착에너지가 스탬프 보다 커져서 잉크는 기판에 그대로 남게 된다.

이러한 점을 이용하여 잉킹공정과 프린팅공정에서 스탬프의 접촉단계, 접촉 후 유지단계, 분리단계의 세단계로 나누어 각 단계에서 속도와 관련된 파라미터인 접촉속도, 접촉 후 유지시간, 분리속도를 파라미터로 설정하여 이들이 인쇄 특성에 미치는 영향을 분석하였고, 최적의 조건을 도출하였다.

III. 미세접촉인쇄 공정 실험

PDMS 스탬프를 제작하기 위해서는 먼저 틀이 되는 마스터를 제작해야 한다. 본 논문에서는 마스터로 세척된 유리 기판을 사용하였고, 네가티브 포토레지스터인 THB 151N을 이용하여 포토리소그래피방식으로 마스터에 패턴을 형성하였다. 마스터에 Hexamethyl-disilazane(HMDS)를 스핀코팅하여 마스터의 표면을 소수성으로 만들어 PDMS 스탬프를 쉽게 분리할 수 있도록 하였다. 마스터 위에 다우코닝사에서 구입한 Sylgard 184A와 Sylgard 184B를 10:1의 비율로 섞어 마스터위에 붓고 상온에서 24시간 경화하여 PDMS 스탬프를 제작한다.[12]

위의 방식으로 제작된 PDMS 스탬프의 SEM 사진을 그림 3에서 나타내었다. 스탬프의 전체 크기는 5㎝×5㎝이며 최소선폭 20㎛, 두께는 약 20㎛로 제작하였다.

본 실험을 위해 미세접촉인쇄에 적합한 잉크를 선정할 필요가 있어 잉크 선정을 위한 실험을 진행하였다. Ag 잉크는 크게 세 가지의 구성요소를 가진다. 먼저 100㎚이하의 입자 크기를 가지는 Ag입자로 이루어진 필러로 이는 전기 전도성을 결정짓는 요소이다. 그리고 분말 상태의 Ag 입자를 분산시키는 분산매(유기용제), 마지막으로 Ag 입자 표면에 코팅되어 Ag 입자끼리 응집을 막고 1차 입자크기를 유지시켜주는 분산제(계면활성제)가 있다. 여기서 분산매인 유기용제는 잉크의 비점, 표면장력, 점도 등에 영향을 미치기 때문에 인쇄 안정성에도 영향을 주게 되고 스탬프와의 반응성에도 영향을 미치게 된다. 각기 다른 극성을 가진 분산매인 Tetradecane과 Terpineol, 그리고 저비점 분산매인 IPA(Isopropyl alcohol)를 분산매로 사용하여 각 공정에

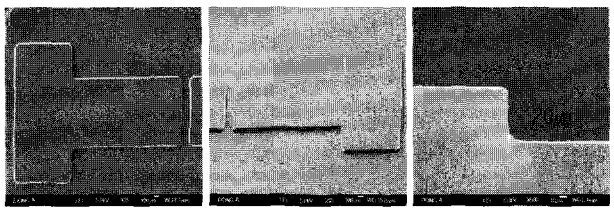


그림 3. PDMS 스탬프 SEM 사진; 왼쪽부터 위에서 찍은 사진과 70° 기울여 찍은 사진, 측면에서 찍은 사진을 나타낸다.

Fig. 3. FE-SEM image of PDMS stamp; It is showed in order namd from the left that taken pictures is at tilt 90° and at tilt 70° from looking down and from the side.

서의 인쇄특성과 스탬프와의 반응, 잉크의 세정성 등을 평가하여 적합한 잉크를 선정하였다.

선정된 잉크를 이용하여 각 공정에서의 동역학적 파라미터들이 인쇄 특성에 미치는 영향을 파악하기 위한 실험을 진행하였다. 먼저 잉킹과 프린팅 공정에서 전술한 바와 같이 세 단계로 나누고, 각 단계 마다 전술한 동력학적 파라미터와 잉크 전이율과의 관계를 추출하여 인쇄특성과의 연계성을 분석하였다. 여기서 잉크 전이율은 패턴의 면적과 두께를 고려하여 광학현미경으로 면적을, 3D profiler로 두께를 측정하여 전이되기 전과 전이된 후의 잉크의 부피비를 계산하여 백분율로 환산한 값이다.

Ⅳ. 결과 및 분석

먼저 분산매의 영향을 살펴보면 비점이 낮은 IPA를 사용한 잉크는 코팅공정에서 분산매가 휘발되면서 잉크의 응집력이 강해져 그림 4(a)와 같이 패드위에 고르게 퍼지지 않고 도막이 두꺼워져 불균일하게 코팅되었고, 무극성인 Tetradecane은 PDMS를 팽윤시켜 그림 4(b)와 같이 스탬프가 휘어졌다.

IPA에 비하여 상대적으로 비점이 높으면서 극성을 가진 Terpineol을 사용한 잉크는 무극성 분산매를 사용했을 때 발생한 스탬프의 휘어짐과 또한 저비점 분산매를 사용했을 때 발생한 코팅 불량을 일으키지 않았다. 그러나 잉킹공정에서 잉크가 실처럼 길게 늘어지다가 층 절단이 일어나 스탬프 쪽으로 전이가 되기 때문에 인쇄된 도막은 그림 5와 같이 가장자리가 돌출하는 현상이 발생하였다.

(a) (b)

그림 4. (a) IPA 잉크를 코팅할 때 발생하는 불량인 퍼짐이 일어나지 않는 현상, (b) Tetradecane의 PDMS 팽윤에 의한 스템프의 휘어짐 현상

Fig. 4. (a)The problem of ink using IPA that ununiformed coating ink, (b)The image of a warped PDMS stamp using Tetradecane ink.

Terpineol과 IPA를 혼합한 분산매를 사용한 잉크는 Terpineol과 IPA는 스탬프와의 반응성이 거의 없어 스탬프에 손상을 입히지 않았고, 그림 6과 같이 인쇄 후 잉크의 세정성 면에서도 뛰어난 특성을 보였으며, 인쇄 공정에서 우수한 특성을 보였다.

앞에서 전이가 이루어지기 위해서는 접착시키고자 하는 기판과 잉크도막과의 표면접착력이 분리시키고자 하는 기판과 잉크도막과의 표면접착력보다 커야 잉크의 전이가 잘 이루어진다는 것을 식 (4)와 (5)에서 설명하였다. Ag 잉크와 유리 기판 및 PDMS 스탬프와의 표면접착에너지를 상대적으로 비교하기 위하여 Ag 잉크와의 접촉각을 측정하여 그림 7에 나타내었다.

유리기판의 접촉각이 스탬프 보다 작기 때문에 유리기판과 Ag 잉크와의 표면접착력이 PDMS 스탬프 보다 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 Ag 잉크는 PDMS 스

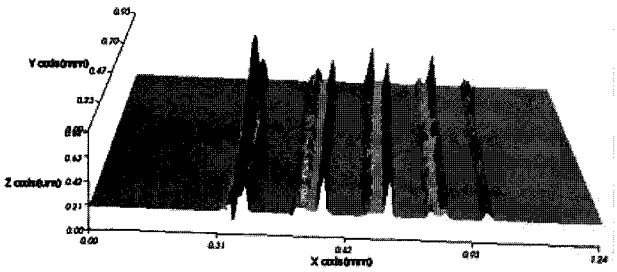
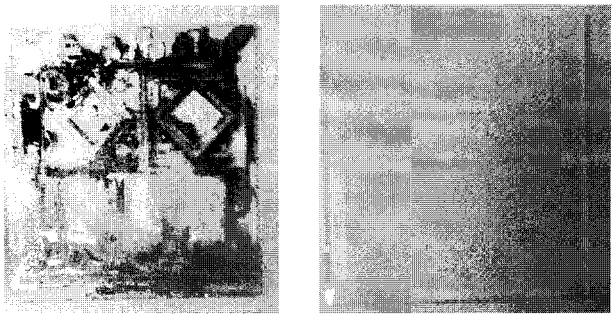


그림 5. Terpineol 용제 잉크로 인쇄된 막의 가장자리가 돌출 된 현상을 나타내는 3D profiler 사진

Fig. 5. The 3D profiler image for Overhanging the edge of printed electrodes using Terpineol ink.



(a) (b)

그림 6. (a)스탬프에 잔존해 있는 혼합 분산매를 사용한 잉크, (b)IPA로 세척한 후의 스탬프 사진; 잉크가 깨끗이 세정되었음.

Fig. 6. (a)The image of the ink using mixed solvent on PDMS stamp, (b)The image of PDMS stamp after cleaning using IPA; The ink was cleaned perpectly.

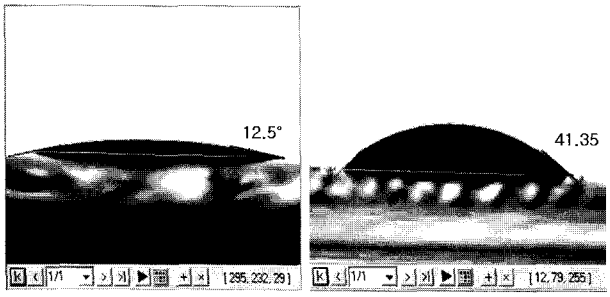


그림 7. Ag 잉크의 유리기판(좌), PDMS(우)에 대한 접촉각

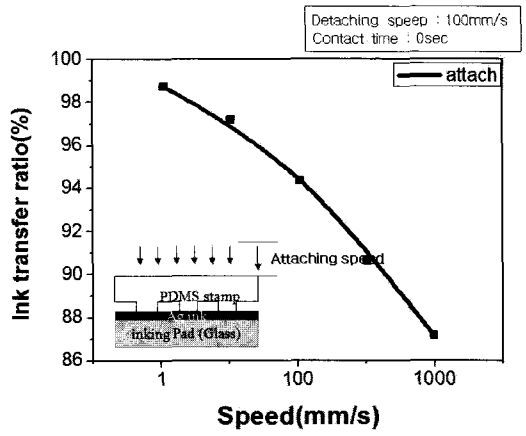
Fig. 7. The contact angle of Ag ink on the glass(left) and PDMS(right).

탬프에서 기판으로 전이는 잘 이루어지지만 그 반대의 경우인 기판에서 PDMS 스탬프로 잉크 전이, 즉 잉킹은 잘 이루어지지 않는다. 그렇기 때문에 일반적으로 PDMS 스탬프를 이용한 전사 방식에서는 대부분 스탬프에 플라즈마와 같은 표면처리를 하거나 SAM 물질을 이용하여 PDMS 스탬프와 Ag 잉크간의 표면접착력을 증가시켜 PDMS 스탬프에 코팅을 하는 방법을 주로 사용하였다.

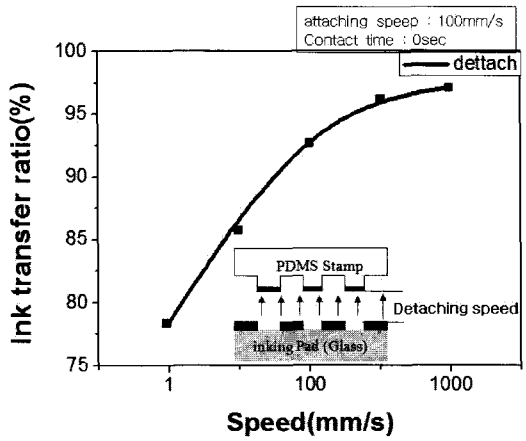
그러나 이러한 방식을 사용하게 되면 PDMS와 Ag 잉크의 표면접착력을 증가시킨 만큼 PDMS 스탬프에서 기판으로의 전이특성이 떨어지는 단점이 있다. 이와 반대로 패드와 Ag 잉크간의 표면 접착력을 낮추게 되면 균일하게 Ag 잉크가 패드에 균일하게 코팅이 되지 않는 문제점 역시 발생하였다.

본 논문에서는 잉킹과 프린팅 공정에서 스탬프의 접촉단계와 접촉 후 유지단계, 분리단계에서 동력학적 파리미터 즉 접촉속도, 접촉 후 유지시간, 분리속도의 영향을 분석하였다.

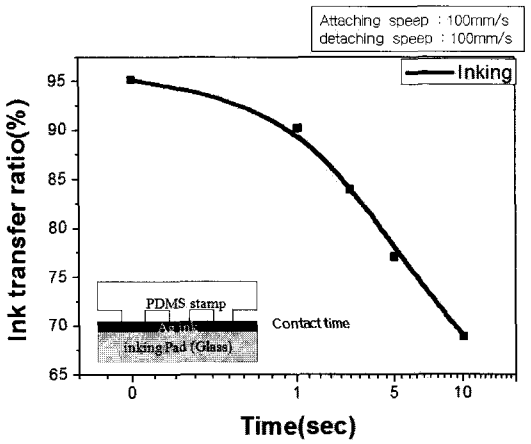
먼저 잉킹 공정에서 각 파라미터가 잉크의 패드에서 스탬프로의 전이율에 미치는 영향을 분석하였다. 표시된 각 파라미터의 수치는 실험에 이용된 장비에 프로그래밍된 수치를 사용하여 나타내었다. 접촉속도에 대한 잉크 전이율의 변화는 그림 8(a)에서 보듯이 잉크 전이율은 스탬프의 패드와의 접촉속도에 대하여 반비례하였다. 즉 속도가 빨라지게 되면 전이율은 감소하였다. 이것은 두 개의 물질이 접착을 하기 위해서는 에너지의 변화가 필요한데 접착을 할 때 각 물질의 표면이 가지는 표면자유에너지와 접촉된 계면의 표면접착에너지와의 차이만큼의 변화가 필요하다. 때문에 속도가 빨라지게 되면 스탬프와 잉크간의 부착이 일어나기 위해 필요한 표면자유에너지 변화가 충분히 일어나지 않기 때문



(a)



(b)



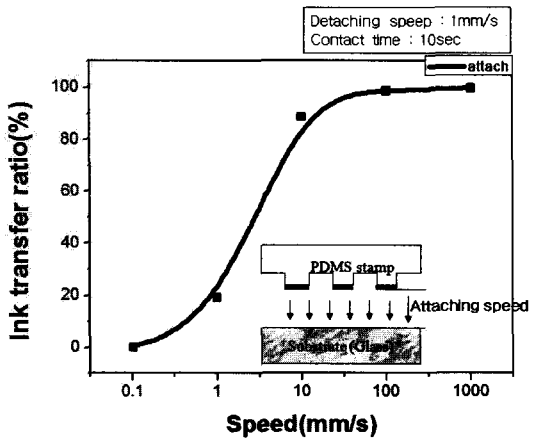
(c)

그림 8. 잉킹 공정에서 (a) 접촉속도, (b) 분리속도, (c) 접촉시간에 따른 잉크 전이율

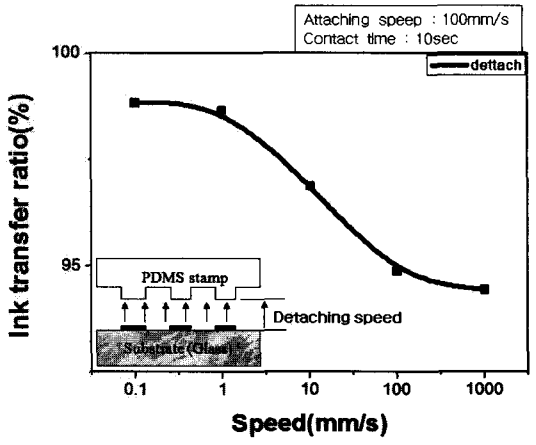
Fig. 8. The transfer ratio of ink for (a)attaching speed, (b)detaching speed, (c)attaching time at inking process.

에 이와 같이 잉크의 전이율이 감소하였다.

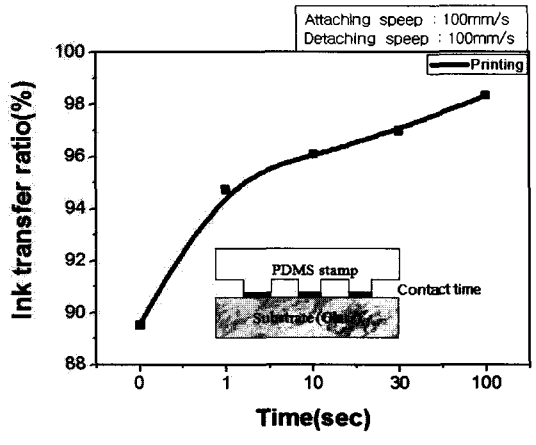
반대로 분리속도는 그림 8(b)와 같이 속도가 빨라질



(a)



(b)



(c)

그림 9. 프린팅 공정에서 (a) 접촉속도, (b) 분리속도, (c) 접촉시간에 따른 잉크 전이율

Fig. 9. The transfer ratio of ink for (a)attaching speed, (b)detaching speed, (c)attaching time at printing process.

수록 잉크 전이율이 증가하였는데 이것은 그림 2의 표면접착에너지와 분리속도와의 관계와 일치한다. 그리고 접촉시간에 대해서는 접촉시간이 짧을수록 그림 8(c)와 같이 잉크 전이율은 증가하는 경향을 보였다. 이는 도막과의 접촉 이후의 속도가 증가하게 되면 도막과 PDMS 사이의 표면접착에너지가 증가하기 때문이다.

프린팅 공정에서도 마찬가지로 세 가지 동력학적 파라미터의 영향을 분석하였다. 프린팅 공정에서는 각 파라미터의 영향이 그림 9와 같이 잉킹공정과 반대로 나타났다.

접촉속도에 따른 잉크 전이율은 그림 9(a)와 같이 접촉속도가 10mm/s 정도까지 전이율이 급격히 증가하다 100mm/s 이후부터는 98%~99.5%정도로 증가율이 커지지 않고 비슷하게 유지되는 것을 알 수 있다. 이는 잉크의 분산매로 쓰인 IPA가 비점이 낮아서 공정 중에 증발되므로 잉크의 응집력이 강화되고 점도가 높아지는 등의 물성변화가 이루어지기 때문에 스탬프와 잉크간의 접착력이 변화해서 나타난 결과로 볼 수 있다.

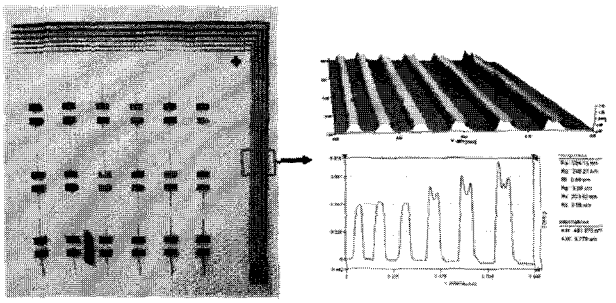
분리속도에 대해서는 느려질수록 잉크 전이율이 증가하는 것을 그림 9(b)에서 확인할 수 있다. 또, 그림 9(c)에서는 접촉시간은 길어질수록 잉크의 전이율이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이것은 앞에서 설명한 그림 2에서 나타난 것과 같이 접촉 이후의 속도가 느려지게 되면 스탬프와 잉크간의 표면접착에너지가 잉크와 기판과의 표면접착에너지보다 낮아지게 되기 때문에 얻어진 결과이다.

이러한 결과들을 종합하여 잉킹공정에서는 접촉속도는 1mm/s 이하로 느리게 하고, 접촉 후 유지시간은 거의 없을 정도로 짧게 하며, 분리속도는 1000mm/s 정도로 빠르게 해야 전이율을 높일 수 있다.

프린팅 공정에서는 반대로 접촉속도는 100mm/s 이상의 빠른 속도로 하고, 접촉 후 유지시간은 30초 이상 길게 하며, 분리속도는 1mm/s 이하로 느리게 하여야 한다.

이와 같은 동력학적 파라미터의 공정조건을 사용하여 그림 10과 같이 전체 5cm×5cm 면적에 선폭 30㎛까지 균일한 전극을 인쇄할 수 있었다. 인쇄된 전극의 두께는 300~500㎚정도 였고, 표면 거칠기는 50㎚ 이하의 특성을 보였다. 인쇄 후 약 200℃에서 30분간 경화시켜 형성된 전극은 비저항이 약 15~16μΩ·㎝으로 나타났다.

인쇄된 전극의 두께는 그림 10(b)와 같이 선폭이 넓어질수록 두꺼워 졌다. 이것은 잉크가 아직 경화되지 않은 액체 상태이기 때문에 잉크의 응집력이 스탬프의 표면 접착력 보다 약하여 전이 과정에서 잉크가 패드로



(a) (b)

그림 10. (a) 인쇄된 전극의 전체 사진과 (b) 3D profiler 사진; 선폭이 클수록 막의 두께는 증가하였음.

Fig. 10. (a) The image of Printed electrodes and (b) 3D profiler image; As line width is thicker, the thickness of film is more increasable.

부터 완전히 분리되지 않고 잉크 가운데서 파괴되기 때문이다. 따라서 선폭이 넓을수록 잉크의 응집력이 좁을 때 보다 상대적으로 커져서 스탬프에 묻는 잉크의 양이 많아지고 결과적으로 인쇄된 막은 두꺼워진다.

V. 결 론

본 논문에서는 미세접촉인쇄방식을 이용하여 Ag 잉크로 전극을 형성함에 있어서 동력학적 파라미터를 조절하여 일반적으로 사용하는 열처리, UV, 플라즈마처리 공정과 같은 후처리 공정을 제거함으로써 공정 단계를 축소할 수 있었다.

Ag 잉크의 분산매는 비점이 높고 극성 용매인 Terpineol과 비점이 낮은 IPA를 혼합하여 성능을 개선하였다.

잉킹공정과 프린팅공정에서 스탬프의 접촉속도, 접촉시간, 그리고 분리속도에 따른 잉크의 전율을 측정하여 인쇄특성을 개선할 수 있는 파라미터의 값을 도출하였다. 잉킹공정에서는 접촉속도는 1mm/s 이하로 느리게, 접촉 후 유지시간은 거의 없을 정도로 짧게, 분리속도는 1000mm/s 정도로 빠르게 할 경우 패드에서 스탬프로 잉크 전이율이 높았다. 그리고 프린팅 공정에서는 반대로 접촉속도는 100mm/s 이상의 빠르기를 가지고, 접촉 후 유지시간은 30초 이상 길게, 분리속도는 1mm/s 이하로 느리게 하면 98%이상의 잉크 전이가 이루어짐을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 이용하여 최소선폭 30㎛, 두께 300~500㎚, 50㎚ 이하의 표면거칠기를 가진 전극을 전체 5cm×5cm 면적에 균일하게 연속적으로 인쇄를 할 수 있었다.

본 논문에서는 동역학적 파라미터들을 조절하여 인쇄특성을 향상시킴으로써 기존의 후처리 공정들을 제거할 수 있었다. 따라서 공정이 단순화 되었으며, Ag 잉크의 경화공정 외에는 모두 상온에서 수행하여 플라스틱 기판과 같은 열팽창계수가 큰 기판에 사용할 수 있는 장점이 있다.

참 고 문 헌

[1] 송정근, "유기박막트랜지스터;"유기전자공학"의 핵심소자," 물리학과 첨단기술, pp. 21-26, 2005년 8월

[2] 류기성, "Ag 페이스트를 소스와 드레인 전극으로 사용한 OTFT-OLED 어레이 제작," 전자공학회논문지, 제45권, 제5호, 491-497쪽, 2008년 5월

[3] Jeongdai Jo, "Fabrication of OTFT Array on Plastic Substrate by using Nanocontact Printing and Low Temperature Process," IEEE 2006, pp. 588-591, 2006.

[4] Dawen Li, "Micron-scale organic thin film transistors with conducting polymer electrodes patterned by polymer inking and stamping," Applied Physics Letters 88, 063513(3pp), 2006.

[5] Alexander Blümel, "Micromolding in capillaries and microtrasfer printing of silver nanoparticles as soft-lithographic approach for the fabrication of source/drain electrodes in organic field-effect trasistors," Organic Electronics, Vol. 8, pp. 389-395, 2007.

[6] Jeongdai Jo, "Fabrication of Roll-Printed Organic Thin-Film Transistors using Patterned Polymer Stamp," IMID 2008, Vol. 8, pp. 243-246, October 2008.

[7] 조정대, "Fabrication of Printed Organic Thin-Film Transistors using Roll-to-Plate Printing," 6-7쪽, 제 16회 반도체학술대회, 대전컨벤션센터, 한국, 2008년 2월

[8] Wen-Kuei Huang, "Organic selective-area patterning method for microlens array fabrication," Microelectronic Engineering, Vol. 83, pp. 1333-1335, 2006.

[9] Zhe Wang, "Metal Transfer Printing and Its Application in Organic Field-Effect Transistor Fabrication," Advanced Materials, Vol. 15, no. 12, pp. 1009-1012, June 2003.

[10] InKyu Park, "Nanoscale Patterning and Electronics on Flexible Substrate by Direct Nanoimprinting of Metallic Nanoparticles," Advaced Materials 2008, Vol. 20, pp. 489-496,

2008.
[11] Xue Feng, "Competing Fracture in Kinetically Controlled Transfer Printing," Langmuir, Vol. 23, no. 25, pp. 12555-12560, 2007.
[12] 김현우, "PDMS 스탬프를 이용한 OTFT의 Ag-paste 소스/드레인 전극 형성", 대한전자공학회 추계학술대회, 제 31권, 제2호, 397-398쪽, 2008년 11월

저 자 소 개

박 성 률(학생회원)
2008년 2월 동아대학교 전자공학과 학사 졸업.
2008년~현재 동아대학교 전자공학과 석사 과정
<주관심분야 : OTFT, 반도체, Flexible Display >

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