

알코올 용제의 은 나노 잉크 제조와 프린팅 기술의 응용

조혜진, 김태훈, 정재우

삼성전기

Silver nano-ink formulation based on alcohol and its application to inkjet printing

Hyejin Cho, Taehoon Kim, Jaewoo Joung

Samsung Electro-Mechanics

Abstract :

This study was attended to demonstrate synthesis of silver nanoparticles stabilized with polymer and their applicability to printed electronics. Silver nanoparticles were synthesized by reduction of silver nitrate in aqueous solution in the presence of polyvinyl pyrrolidone (PVP) as a stabilizer. The ink used here is composed of 50 wt% Ag NP, 15 wt% humectant and then were printed on polyimide film. Particle deposit morphologies were controlled by varying the ink compositions. Printed silver patterns and dots were cured on a convection oven in air at 300 °C for 60 min. The printed patterns show good shape definition and the resistivity of the printed films is about $5\mu\Omega\cdot\text{cm}$.

Key word: silver nano ink, inkjet

1. 서 론

현재 잉크젯 기술은 산업에서의 전자 디바이스의 제조 방법의 하나로써 응용 분야를 넓혀가고 있다. 특히 PCB 에서 미세 배선 형성 시 기존의 리소그래피 공정이 간소화되고 금속 잉크를 바로 인쇄하여 배선을 형성함으로써 재료에서의 원가 절감이 가능하다. 잉크젯용 재료는 세라믹, 금속, 고분자 등 다양한 재료에 응용되고 있다. 본 연구에서는 금속 입자를 나노 사이즈로 합성하여, 알코올 용제를 이용한 잉크를 제조함으로써, 저온 소성의 일정한 전도도를 가질 수 있는 이점이 있다. 본 연구에서는 나노 입자 합성과 잉크화, 그리고 배선 형성 가능성에 대한 연구를 포함한다.

2. 실험

2.1 Synthesis of highly concentrated Ag NP

본 실험에서 Ag NP는 polyol process를 이용하여 합성하였다. Polyol 합성법은 환원제를 주로 ethylene glycol (이하 EG)를 사용하며 capping molecule을 PVP를 이용하여 많은 연구가 진행되었다. 본 연구에서는 Glucose, EG의 이중 환원제를 이용하였으며, capping molecule은 분자량 Mw 10,000의 PVP(Aldrich)를 이용하여 합성하였다.

구체적인 방법으로 PVP가 완전 용해된 glucose, EG solution에 Precursor AgNO₃ 가 용해된 EG를 고온에서 주입하여 일정 시간 교반하여 반응 후 관량의 아세톤을 이용하여 반응을 종료하여 Ag NP를

합성하였다. 합성된 Ag NP는 FE-SEM으로 관찰하였으며, 입자 크기는 30-50 nm의 비교적 균일한 크기의 나노 입자를 합성하였다.

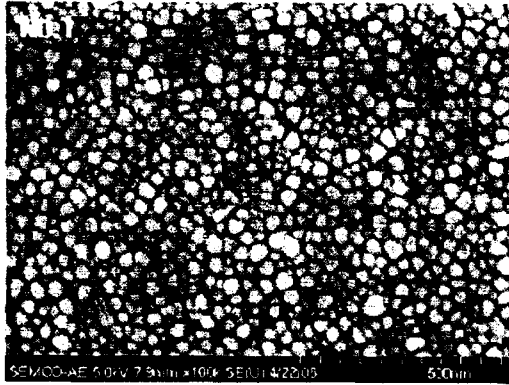


Fig 1. SEM image of Ag NP

2.2 Ink formulation

순수 alcohol base의 경우, 낮은 점도로 인해 Ag NP함량 50wt% 이상의 금속 함량이 가능하나 Alcohol의 빠른 건조 특성으로 인해 잉크화 하기에 는 문제점을 가지고 있다. 따라서 잉크 제조 시, 보습 특성을 부여할 수 있는 Humectant를 포함해야 한다. 본 실험에서는 노즐에서의 건조 특성을 방지 하고 토출 안정성을 확보할 수 있도록, diethylene glycol과 Dipropylene glycol의 2종 humectant를 혼합하여 사용하였다. 또한 substrate와의 퍼짐성을 고려하여 surface tension을 조절하기 위하여 DI water를 소량 첨가하여 메탈 함량이 50 wt%인 잉크를 제조하였다. 제조된 잉크의 물성은 viscosity 가 13-15 cP이며, surface tension은 28-30 dyne/cm의 특성을 가진다.

2.3 Printing

프린팅은 dimatrix사의 SE-128 head를 이용하여 인쇄하였다. 프린팅 시스템에서의 pulse voltage, wave form, Negative pressure를 이용하여 최적화 한 후, polyimide film, glass 등의 substrate에 인쇄 하였다.

3. 결과 및 고찰

제조된 Ag 잉크를 이용하여 glass, polyimide film 에 인쇄한 결과, glass 에 인쇄된 dot 의 diameter 는 50 μm , thickness 는 0.9 μm 이며, Polyimide film 기재에 인쇄 시, dot 의 diameter 는 60 μm , thickness 는 0.7 μm 가 가능하였다.

또한 인쇄된 패턴은 250 $^{\circ}\text{C}$ 에서 60 분 소성하였으며, 비저항 측정 결과, 저항 값은 $5\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 를 나타내었다.

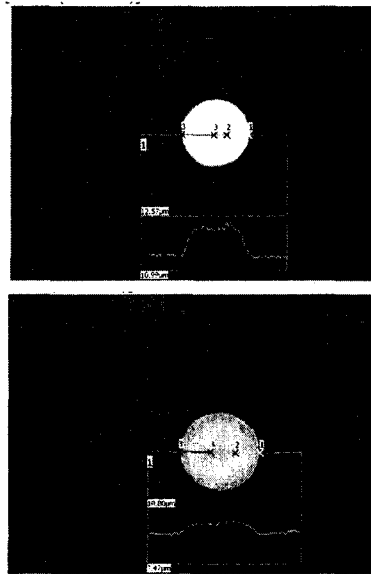


Fig 2. Images of Ag NP deposit morphologies

참고 문헌

- [1] Hongshui Wang, Xueliang Qiao, Coll. Surf., 111, 2005
- [2] Jungho ParkLangmuir, 22, 3506, 2006
- [3] Beyong-Hwan Ryu, Coll. Surf., 71, 2005