

잉크젯 응용기술을 위한 고농도 은 나노 잉크 배합

김태훈, 조혜진*, 정재우*

삼성전기 생산기술연구소, 삼성전기 중앙연구소*

High Concentrated Silver Nano Ink Formulation for the Inkjet Applications

Taehoon Kim, hyejin Cho*, Jaewoo Joung*

Samsung Electro-Mechanics Manufacturing Engineering R&D Institute, Central R&D Institute*

Abstract : Inkjet Printing is very attractive method for direct patterns with no masks, In order to Achieve direct printing with nano metal, It is often necessary to print them with highly concentrated Ink We research the High Concentrated silver nano ink. Formulation which has a good thermal stability and storage stability and jet stability using a ethylene glycol ether. Normally Alcohol-based inks can be sensitive But High boiling point ethylene glycol ether base Ink is creating a stable meniscus and minimum maintenance issues. We are reaching a 50~60wt% high Silver Ink using a Hydrophilic Ag Nano powder. (30~50nm)

Key word: Silver Ink, Inkjet, Nano, High conc. Suspension

1. 서론

잉크젯 프린팅 기술은, 유기 EL 평면 표시 장치, 유기 TFT, 미세 패턴 기판 등의 전자 디바이스 의 새로운 제조방법으로서 주목 받고 있다. 잉크젯 기술은 정밀한 부피의 액적을 정확한 위치에 기술을 의미한다. 잉크젯 기술은 마스크나 없이 직접 패턴을 인쇄함으로써, 전자 재료 분야에서 새로운 기술혁신으로 알려지고 있다. 잉크젯에 사용되는 재료는 메탈이나 세라믹과 같은 전자 재료를 액체 상태로 사용해야 하는데, 이와 같은 기술을 가능하게 하기 위해 나노 크기 재료의 연구와 고농도 액체 상태의 재료 개발이 필요하게 되었다.

2. 실험

2.1 나노 금속 재료의 준비

입자의 제조방법은 나노 금속 합성법으로 잘 알려진 PVP를 이용한 수열 합성법을 이용하였다. 용기에 정량한 PVP(k-15, Aldrich), 글루코스, 에틸렌 글리콜을 넣고 교반을 하면서 반응에 필요한 온도 까지 승온 시킨다. 교반을 시키면서 반응물이 완전히 녹으면, 에틸렌글리콜에 완전히 녹인 AgNO₃를 반응기에 빠르게 넣는다. 반응 최적 시간에 도달하게 되면 더 이상의 입자 성장을 막기 위해 차가운 초순수를 반응기에 빠르게 주입하여 반응을 종결시킨다. 과량의 아세톤을 반응 종결물에 넣은 다음 균일하게 혼합해 준다. 마지막으로 원심분리를 해 주고, 침전된 입자를 상온에서 건조함으로써 PVP로 안정화된 순수한 은 나노 입자를 얻을 수 있다.

2.2 잉크젯 프린팅 실험

알코올 Base 잉크의 경우 너무 빠른 건조문제로 환경에 영향을 많이 받고, 고농도화 하기 힘든 문제를 갖고 있었다. 또한 잦은 잉크 Purge system의 활용 등으로 재료의 낭비 및, 유지 관리가 어려운 단점을 가지고 있다. 고농도 잉크젯 잉크 프린팅 실험을 하기 위하여, 주용제로 ethylene glycol ether를 사용함으로써, 메탈 함량이 50wt%이상의 고농도 잉크를 준비하였다. 고농도 잉크는 dimatrix사의 SE-128 Head를 통해 프린팅 실험을 하였으며, 운전 조건으로 Pulse voltage, Wave form, Negative pressure를 이용하여 최적화 가능하였다. 이러한 운전조건은 인쇄 조건의 한계를 가져 오지만, 균일한 인쇄조건을 확립이 가능하다.

2.3 인쇄 패턴의 분석

합성된 나노 입자는 FE-SEM을 통하여 나노 입자의 모양 및 크기를 확인 할 수 있다. 표면저항측정기를 통하여 비저항을 측정하였으며, VK-9510 (KEYENC)을 이용하여 미세 배선의 선폭과 두께 측정이 가능하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 프린팅 실험

콜로이드 잉크의 잉크젯 잉크에 적용하기 위해 Ethylene glycol monopropylether 용제에 나노 파우더의 중량비를 증가시켜가면서 점도를 측정하였다. Ethylene glycol ether 계열의 용제는 advancing 접촉각이 25도 미만으로 Nozzle Wetting이 좋고 노즐 내에 공기유입이 적은 장점을 가지고 있다. 잉크를 배합하여 실험한 결과 60wt% 이하의 점도에서 20cp 이하의 낮은 점도를 갖는다. 또한 열안정성 테스트 결과 보관 안정성이 양호하였고, 2시간 이상의 연속 출력 및, 방치 후에도 Purge 나 Cleaning 없이 출력이 가능하였다.

3.2 인쇄 패턴 분석

55 wt%로 배합된 은 잉크는 17cp의 정도를 가졌다. 30 μ m의 노즐 크기를 가진 헤드를 통해 잉크의 drop형성 조건을 찾을 수 있었다. Si-wafer, 폴리이미드, glass, 인화지 등 다양한 기판에 인쇄가 가능하였으며, 폴리이미드에 형성된 금속 배선은 250 $^{\circ}$ C에서 60분 동안 소성시킨 후 표면 profile과 비저항 측정을 해 본 결과 1.5 μ m의 두께에, 100 μ m의 선폭의 미세 배선 형성이 가능하였다. 이때 비저항 값은 4.5 $\mu\Omega\cdot$ cm 을 나타냈다.

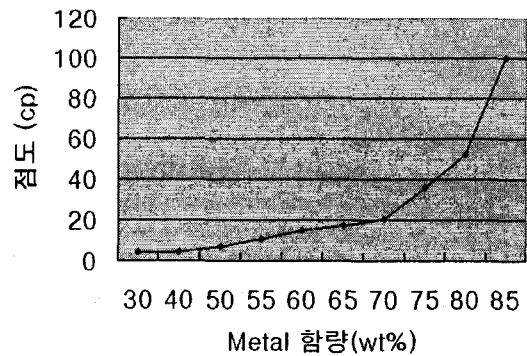


Fig 1. Viscosity vs Silver nano powder conc.

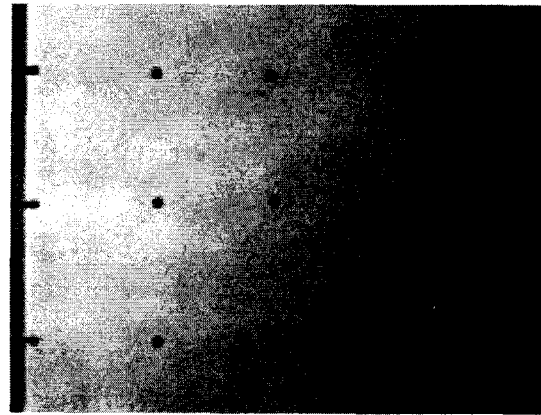


Fig 2. Image of jetting drop (Spectra SX128)

참고 문헌

- [1] Brian Derby, Nuno Reis, MRS Bulletin November, P815, 2003.
- [2] J.-T. Lue, J. Phys. Chem. Solids, 62, 1599, 2001
- [3] Yugang Sun, Byron Gates, Brian Mayers, and Younan Xia. Nanolett., 2, p165, 2002
- [4] Benjamin Wiley, Thurston Herricks, Yugang Sun and Younan Xia. Nano Lett., 4, p1733, 2004