

유연 소자 용 Ag 배선 합몰형 투명 전극 개발

Manufacturing of Ag electrode embedded flexible substrate by very simple way

정성훈^{a*}, 임경아^a, 김창수^a, 남기석^a, 나중주^a, 남옥희^a, 김종국^a, 김도근^a, 강재욱^{a,b}

^a한국기계연구원 부설 재료연구소(E-mail:hypess@kims.re.kr)

^b교신저자: jwkang@kims.re.kr

초 록: 본 연구에서는 기존 기판에 배선 형성 방법과 비교하여 매우 간단한 방법으로 배선을 기판 안에 함몰시키는 방법을 개발하였다. Gravure Offset Printing 방법으로 제작한 4 μm 높이의 Ag 배선을 함몰하여 100 nm 로 만듬으로써 95% 이상이 기판 내부로 함몰되었음을 확인할 수 있었고, 함몰 전후의 면저항 값이 변화되지 않음을 확인할 수 있었다. 본 제작한 배선 함몰형 유연 기판은 각종 회로에 적용할 수 있고, 그 뿐만이 아니라 투명전극에 대한 보조 전극으로 적용 가능성을 확인할 수 있었다

1. 서론

최근에 생산되는 각종 가전제품 혹은 전자기기의 대부분에는 전기 소자 및 전기 회로 기판이 포함되어 있다. 그러한 회로 기판의 제작에 있어 배선의 저항을 낮추는 일은 기기의 효율을 높이는 일이 될 수 있다. 또한 최근에 각광받고 있는 유기 태양전지 혹은 유기 발광 소자에 있어, 투명전극으로 주로 사용되고 있는 ITO로의 높은 저항으로 인한 전력 손실이 문제가 되고 있기에 보조 금속 배선을 삽입하여 저항을 낮추는 연구가 진행되고 있다. 배선의 저항을 낮추기 위해서는 1)배선의 두께를 두껍게 하는 방법 또는 2)배선의 넓이를 넓게 하는 방법, 3)배선 길이를 짧게 하는 방법, 4)비저항 값이 낮은 물질을 사용하는 방법이 있다. 하지만 2), 3)의 방법은 회로 설계와 관련된 문제로 적용하기 어렵고, 4)의 방법은 현재 사용하고 있는 구리, 은, 알루미늄과 같은 물질 보다 비저항 값이 낮은 물질을 개발, 발견하는 것이 어려운 문제가 있다. 따라서 배선의 두께를 두껍게 하여 비저항을 낮추기 위한 연구가 많이 진행되고 있고, 현재는 Photolithography 공정 및 Damascene 공법 등을 사용하여 배선을 기판에 삽입하는 연구가 많이 진행되고 있다. 하지만 증착, 식각, 패터닝 등의 여러 과정을 수행하게 되어 공정 과정이 복잡해지고, 시간 및 비용 측면에서 손해가 되고 있다. 본 연구는 기존의 방법에 비해 간단하게 배선 삽입형 유연 기판을 제작하는 방법을 개발하였다. 본 삽입된 배선은 삽입 이전 이후에 면저항이 바뀌지 않는 특성을 보일 뿐만이 아니라 금속 배선 형성 방법에 구애받지 않고, 유연 기판에도 적용할 수 있음에 따라 각종 가전 제품의 회로 배선이나 Radio Frequency Identification (RFID) 등에 응용할 수 있고 나아가서는 태양전지 및 유기 발광 소자의 회로 및 보조 배선으로 활용할 수 있다.

2. 본론

본 연구에서 제작한 배선 함몰형 유연 기판은 기판에 배선을 형성하는 단계와 그 형성한 배선을 함몰시키는 단계로 구성된다. Ag 배선의 형성은 Gravure Offset Printing 방법을 이용했다. 함몰한 배선을 확인하기 위해 Vertical Surface Profile을 분석해 본 결과 함몰 이전에 4 μm 의 높이를 보인 반면, 함몰 후에는 100 nm 수준으로 95%이상이 함몰되었음을 확인할 수 있었다. 그리고 제작한 배선의 면저항을 4-point Probe 법을 이용하여 평가하였고 면저항 값은 약 0.12 Ω/\square 가 나왔다. 이 면저항 값은 배선의 두께 및 형성 방식을 바꾸게 되면 더 향상 될 수 있다. 그리고 본 기판의 투명 전극의 보조 배선으로써의 가능성을 확인하기 위해 제작한 유연 기판 위에 전도성 고분자인 Poly(3,4-ethylenedioxythiophene): poly(styrenesulfonate)(PEDOT:PSS)를 약 150 nm 코팅하고 보조 배선의 형태에 따른 면저항을 측정해 보았다. 그 결과 배선 없이 132 Ω/\square 정도의 면저항을 보였고 보조 배선 형성 후 투과도 90%에서 31 Ω/\square , 투과도 70%에서 0.55 Ω/\square 을 보임에 따라 투명전극의 보조배선으로써의 가능성 또한 확인할 수 있었다.

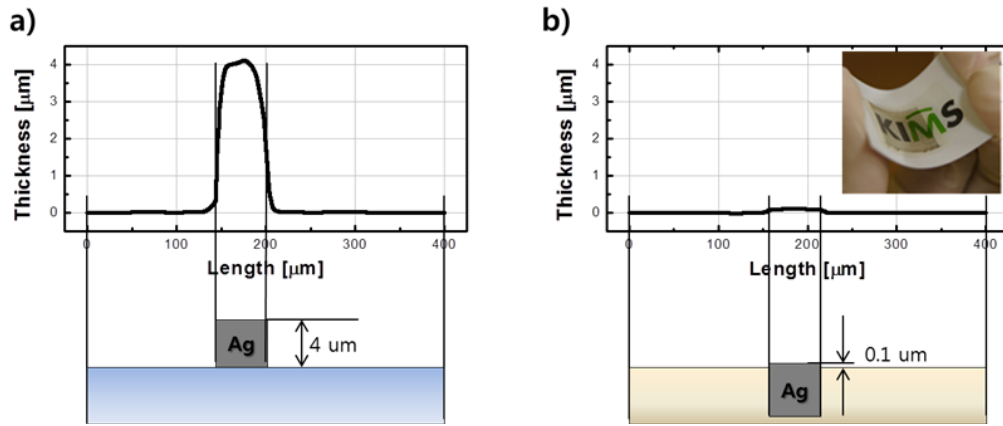


Fig. 1. (a) Vertical profile of the Ag electrode on glass substrate and (b) the Ag electrode embedded flexible substrate which was bonded with paper (inset picture).

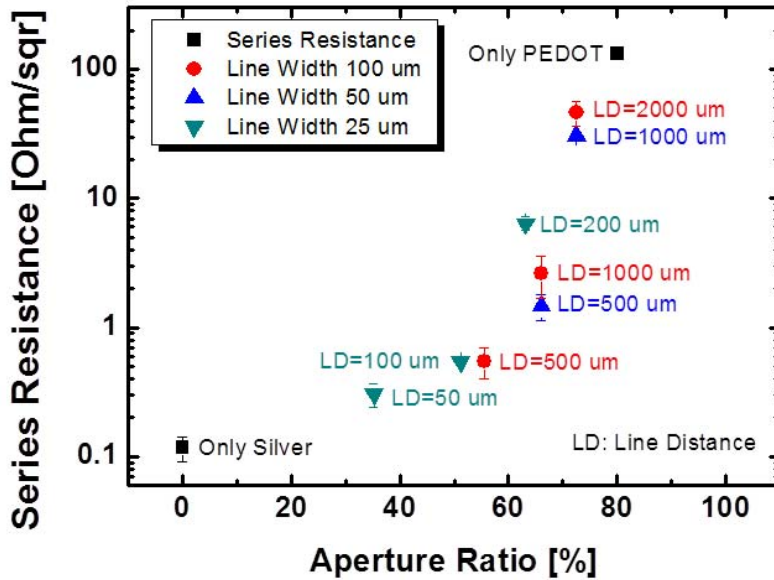


Fig. 2. Sheet resistance of PEDOT:PSS layer on embeded Ag electrode substrate.

3. 결론

본 연구를 통해 제작한 배선 함몰형 유연 기판은 배선의 90% 이상을 함몰하였고 면저항의 변화가 없음을 확인할 수 있었다. 또한 프린팅으로 제작한 Ag 배선뿐만이 아니라 스퍼터 등의 다른 방법으로 제작하는 배선에도 적용이 가능함을 확인하였다. 따라서 배선 제작의 방법에 구애받지 않을 수 있었다. 본 발명으로 제작한 투명 전극은 투과율 70%에서 1 Ω/□ 이하의 면저항을 가짐을 확인함으로써 투명 전극의 보조 배선으로서의 가능성 또한 확인할 수 있었다.