Roll to Roll Printing용 전도성 Paste 물성 연구

조미정, 남수용

부경대학교 공과대학 화상정보공학부

A Study on the Characteristics of Conductive Paste for Roll-to-Roll Printing

Mi-Jeong Cho, Su-Yong Nam

Division of Image & Information, Division of Applied Chemical Engineering

Abstract

We have manufactured low-curable silver pastes for gravure printing out of roll to roll printing process. When printing, the pastes be used different silver powder shape because of the printing characteristics. The pastes were prepared with silver powder by silver powder shape, polyester resin, solvent and homogenized on a standard three-roller mill. And the pastes exhibited a shear-thinning flow at viscosity profile. Moreover the adhesive strength and resistivity of silver film had good characteristics. With the manufactured paste in this study, RFID antenna circuit had flexible is manufactured and it had 10^{-4}~$10^{-5}\Omega \cdot cm$.

1. 서 론

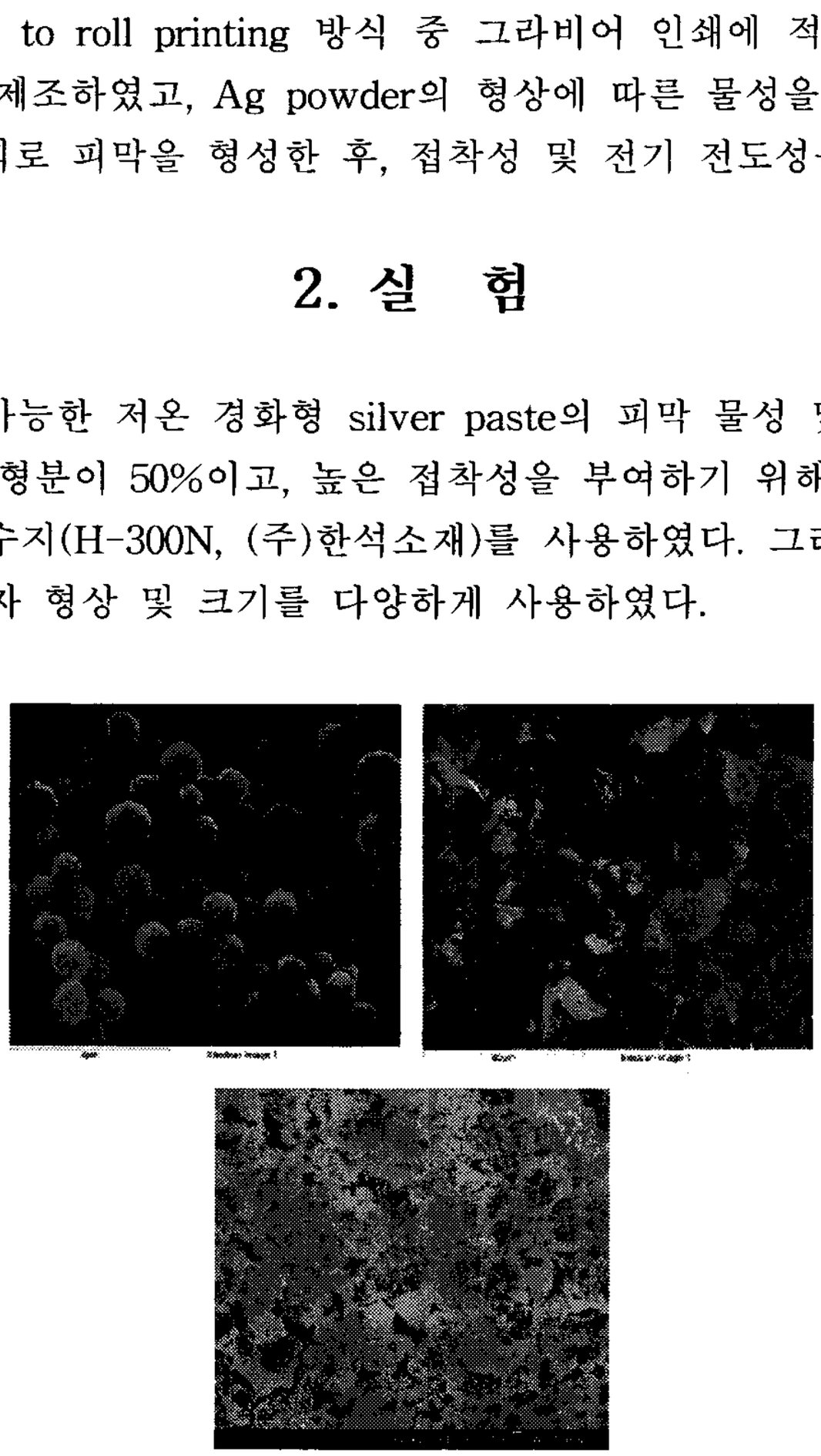
전자 디스플레이 시장은 급속한 정보화 사회 속에서 비약적인 발전을 거듭하고 있다. 지난 100여 년간 우수한 휘도와 응답속도, 저가격으로 브라운관 형태의 디스플레이인 CRT(cathode ray tube)가 1세대 디스플레이로 디스플레이 시장을 장악하였으며[1], 현재는 1세대 디스플레이의 단점인 큰 부피와 높은 소비전력을 보완한 2세대 디스플레이인 LCD, PDP, OLED 등의 평판 디스플레이(FPD : flat panel display)가 주류를 이루고 있

다. 그러나 평판 디스플레이는 유리기판을 이용한다는 점에서 깨지기 쉽고, 변형이 불가능하여 휴대하기가 어려운 단점을 가지고 있다. 그래서 이를 보완한 3세대 디스플레이인 플렉시블 디스플레이(flexible display) 시대가 도래 하였다[2]. 저 cost와 플렉시블성을 선호함에 따라 전자 디스플레이 및 마이크로 일렉트로닉스 분야 등에서 roll to roll printing이 각광받고 있다[3]. Smart card의 회로 인쇄, RFID의 안테나 회로 인쇄 및 LCD, OTFT, 전자종이 등 디스플레이에 사용되는 플렉시블한 기판 위의 패턴 인쇄 등 폭넓은 분야에 적용되고 있다[4][5].

본 연구에서는 roll to roll printing 방식 중 그라비어 인쇄에 적합한 저온 경화형 전도성 silver paste를 제조하였고, Ag powder의 형상에 따른 물성을 검토하였다. 또한 형성한 RFID 안테나 회로 피막을 형성한 후, 접착성 및 전기 전도성을 검토하였다.

2. 실 험

그라비어 인쇄가 가능한 저온 경화형 silver paste의 피막 물성 및 인쇄적성을 좌우하는 바인더 레진은 고형분이 50%이고, 높은 접착성을 부여하기 위해 피인쇄체와 같은 재질인 폴리에스테르 수지(H-300N, (주)한석소재)를 사용하였다. 그리고 전도성을 나타내는 Ag powder의 입자 형상 및 크기를 다양하게 사용하였다.



Ag powder (A) **Ag powder (B)** **Ag powder (C)**

Fig. 1. The SEM Image of Ag powders.

상기의 재료를 분산성, 접착성, 전기전도성 등을 고려하여 Table 1과 같은 조합비로 혼합하여 제조하였다. 그리고 전도성 silver paste의 제조공정을 Fig. 2에 나타내었다.

Table 1. Recipe of Silver Paste

wt(%)	Ag Powder	Resin	Solvent
Paste(1)	82% → Ag Powder (A)	18%	26.0 phr
Paste(2)	82% → Ag Powder (B)	18%	55.5 phr
Paste(3)	82% → Ag Powder (C)	18%	30.0 phr
Paste(4)	82% → Ag Powder (C)	18%	51.0 phr

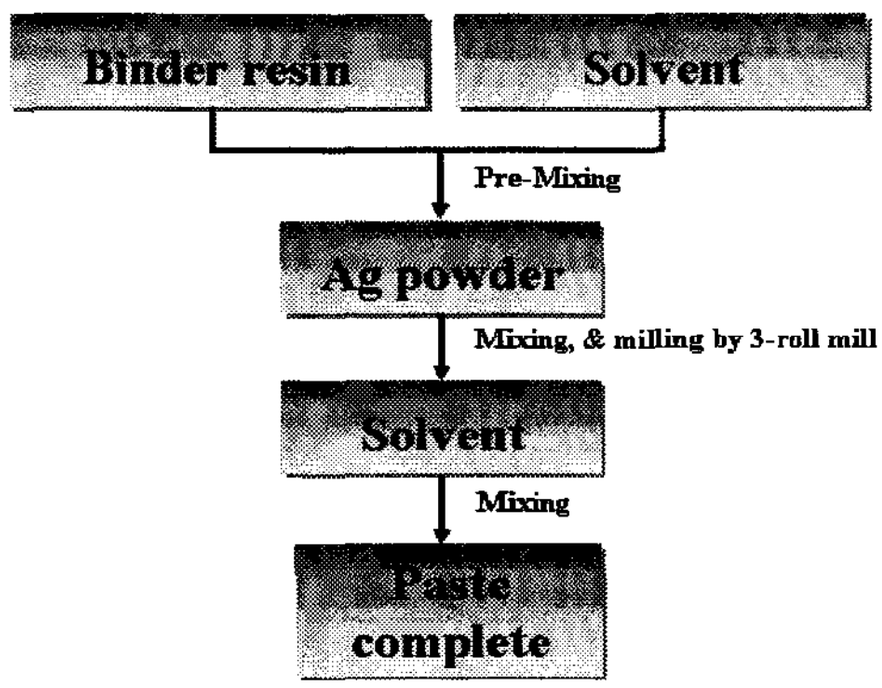


Fig. 2. Manufacture process of Silver paste.

제조된 전도성 silver paste의 분산성을 grindometer cat-NO.1510(Germany)를 이용하여 측정하여, 이를 Videomicroscope (Alphasystec, Korea)를 이용하여 촬영하였다. 또한 그라비어 인쇄가 가능한 저온 경화형 silver paste의 레올로지 특성은 HAAKE Rheoscope 1(HAAKE, Germany)를 이용하여 측정하였고, 시료대 직경이 35mm의 평행판이며, 시료 간격은 0.8mm, 측정온도는 23℃로 하였다. 형성한 RFID 안테나 회로 도막의 접착성은 KS M ISO 2409 도료의 밀착성 시험방법에 의거하여 형성한 RFID 안테나 회로 도막을 십자가 모양으로 cross-cutting한 후 셀로판 테이프로 부착한 뒤 RFID 안테나 회로 도막 셀이 떨어지는 개수로써 양호한지를 판단하였으며, 전기전도성 측정은 3541 resistance HiTester (HIOKI, Japan)를 이용하여 4-point probe 방식에 의해 RFID 안테나 회로 도막의 비저항을 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. Silver paste의 분산 특성

본 실험에서 제조한 roll to roll printing용 저온 경화형 silver paste의 분산 특성을 검토한 결과 비교적 우수한 분산성을 가짐을 확인할 수 있었다.

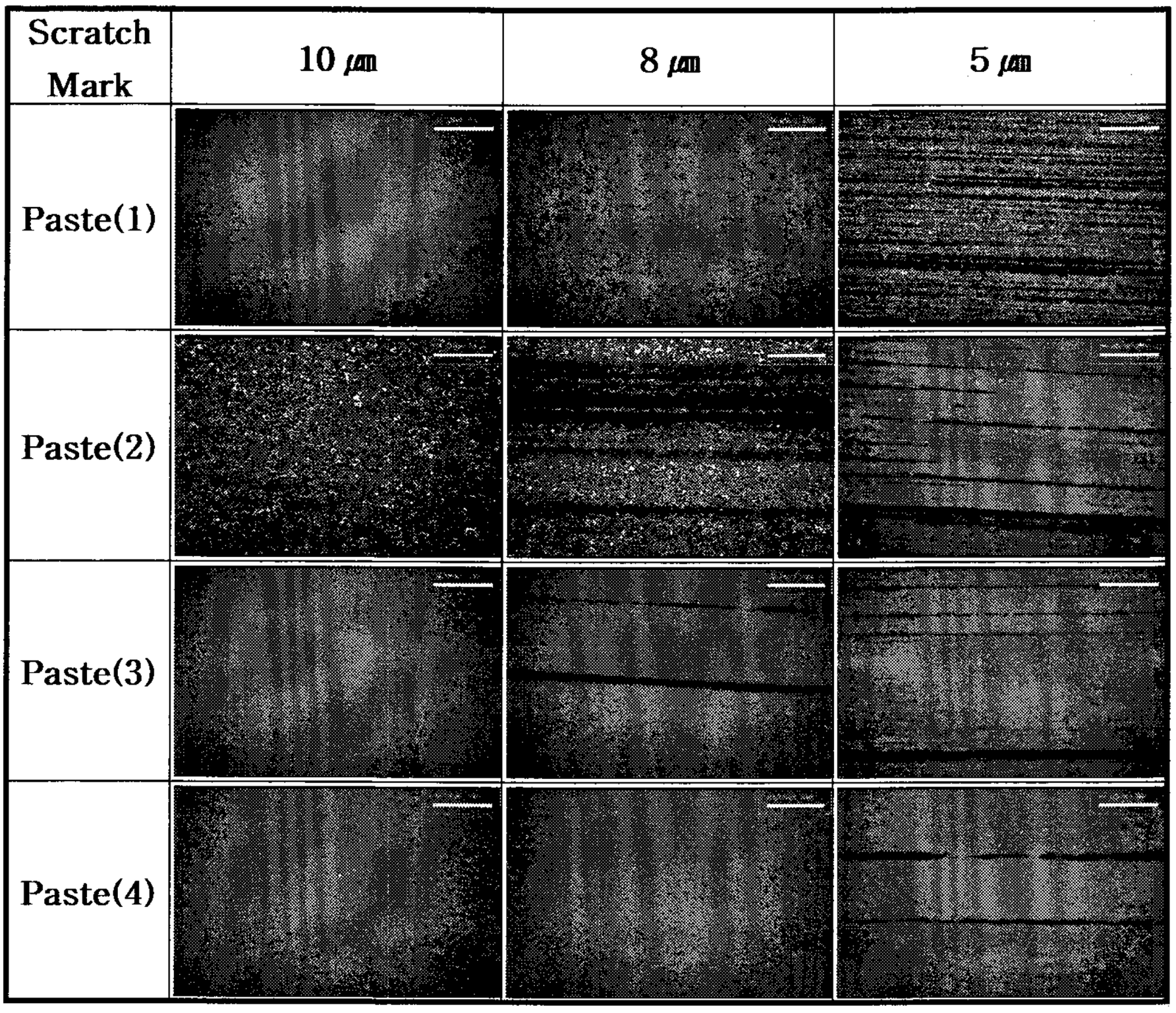


Fig. 3. The dispersibility results of Silver pastes.

3-2. Silver paste의 레올로지 특성

전단 속도가 증가함에 따라 점도가 감소하는 shear-thinning 거동을 나타내고 있다. 이는 Ag 분말과 바인더의 상호작용을 이루고 있는 network 구조가 파괴되면서 나타나는 것으로 보여진다. 또한 일반 그라비어 잉크의 점도는 보통 50~100cps인데, 전도성 그라비어 잉크는 필러의 함량이 많아짐에 따라 일반 그라비어 잉크와는 다른 레올로지 특성을 가짐을 알 수 있었다.

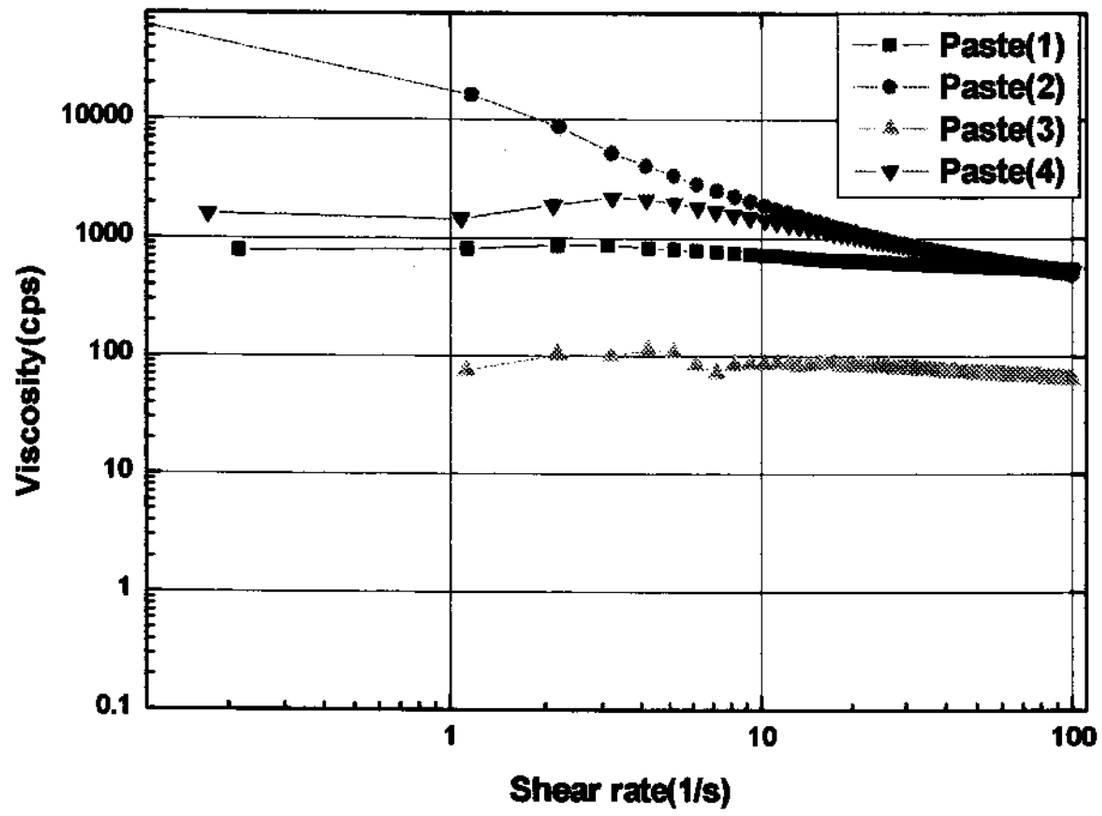


Fig. 4. The shear rate dependence of viscosity for Silver pastes.

3-3. 전도성 도막의 접착성

RFID 안테나 회로 도막을 형성한 후 Cross-cutting을 한 결과, Paste(2)를 제외하고 Paste(1)(3)(4)로 형성한 RFID 안테나 회로 피막의 접착성이 모두 우수함을 확인할 수 있었다.

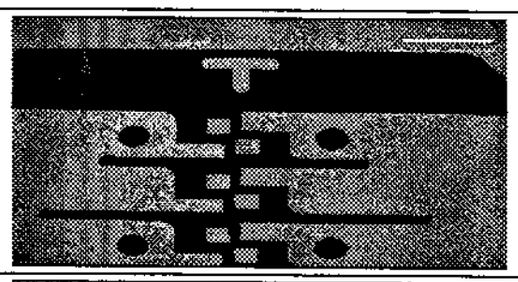
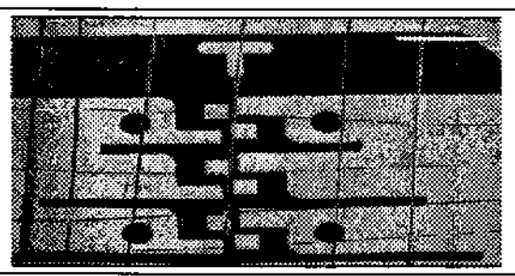
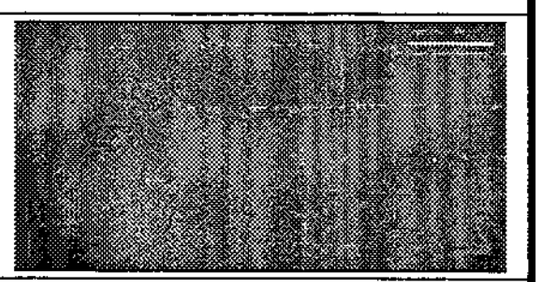
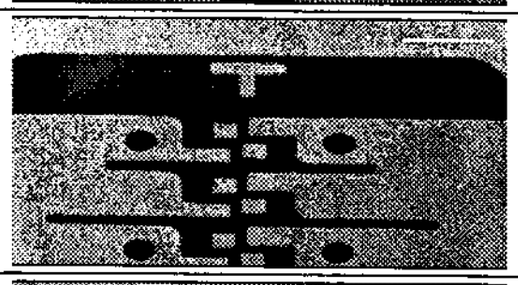
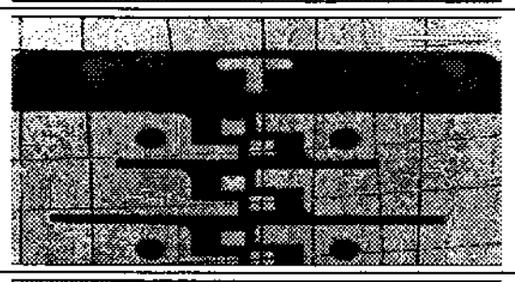
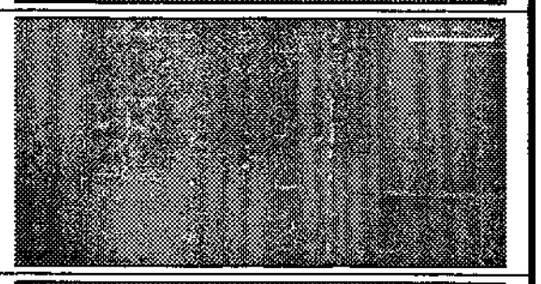
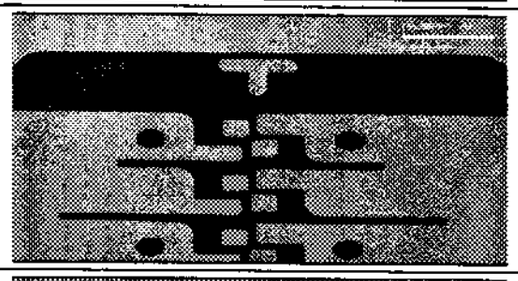
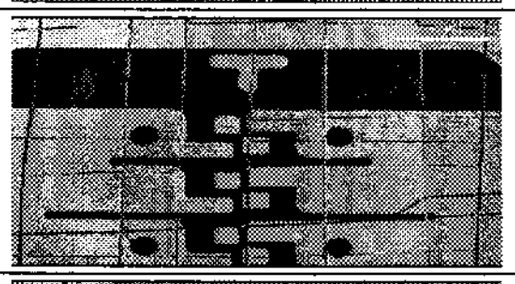
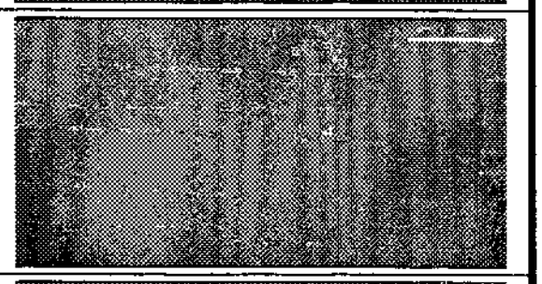
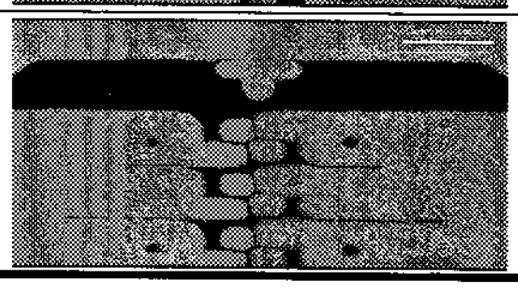
	Before Cross-Cutting	After Cross-Cutting	
Paste(1)			
Paste(2)			
Paste(3)			
Paste(4)			

Fig. 5. The adhesive strength of RFID antenna circuit film.

3-4. 전도성 도막의 전도성 측정

RFID 안테나 회로 도막을 형성한 후 전기전도성을 측정한 결과, Paste(3)으로 형성한 RFID 안테나 회로 도막이 2.6×10^{-4} ~1.1×10^{-5}Ω·㎝로 가장 우수한 전도성을 나타냄을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1) S. H. Jin, H. J. Choi, S. K. Hong, Y. S. Gal, Polymer Science and Technology, pp. 12, 3, 377 (2001).
2) 알앤디비즈(주), 플렉시블 디스플레이 기술 및 업체동향, 알엔디비즈, pp. 5~7 (2005).
3) Marko Pudas, Niina Halonen, Päivi Granat, Jouko, Vähäkangas, "Gravure printing of conductive particulate polymer inks on flexible substrates", Progress in Organic Coating, 54, pp. 310~316 (2005).
4) 本多俊之, 日本人刷學會誌, 40, 1 (2003).
5) 東レリサーチセンター, フレキシブル其板への印刷技術, TRC R&D Library, pp. 23 1~238, 335~337.