

# 자동차 터치스크린용 실버페이스트 종류에 따른 신뢰성 테스트 특성 연구

## A Studies on the Characteristics of Reliability Test by Automotive Touch Screen Silver Pastes

김 중 원\*, 최 응 세\*  
Jung-won Kim\*, Ung-se Choi\*

### Abstract

In this paper, different types of touch screen silver pastes for bonding in conductive pattern formed over the ito film by bonding each sample of 5 was dried. The dry conditions, the oxidation of the ito film is a condition that does not occur. Reliability testing constant temp and humidity, cold-hot impact test is in progress. Each test will check the status of five sheets conductive pattern bonding. Conductive pattern bonding, after each 240,480,615 hours to check the status of silver pattern bonding. Reliability testing these through different silver pastes can see that the change in the adhesion and conductivity deterioration of the quality can be prevented, and reliability testing low temperature curing from the surface of silver pastes that can come as soon as the discoloration was unknown.

### 요 약

본 논문에서는 서로 다른 터치스크린용 실버페이스트를 본딩 방식으로 ITO 필름(ITO : Indium Tin Oxide film)위에 전도성 패턴을 형성하고 5장씩 본딩하여 건조 하였다. 여기서 건조 조건은 ITO 필름( ITO film)이 산화가 발생하지 않는 조건 이다. 신뢰성 테스트는 열 충격테스트와 고온·고습테스트를 진행한다. 각 테스트는 5장씩의 전도성 패턴 본딩상태를 확인한다. 전도성 패턴본딩을 각 240, 480, 615 시간 마다 상태를 확인하였다. 이러한 신뢰성 테스트 통해 서로 다른 실버페이스트의 접착력, 전도성의 변화 등을 알 수 있으므로 품질 저하를 막을 수 있다. 그리고 저온경화 실버페이스트는 표면에 변색이 빨리 올 수 있음을 알 수 있었다.

*Key words : Silver Paste, Touch screen, Reliability test, Cold-hot impact test, Constant temp and humidity test*

\* Dept. of Electronics Engineering, Korea Polytechnic University

★ Corresponding author

e-mail : [passmiss@kpu.ac.kr](mailto:passmiss@kpu.ac.kr), tel : 02-783-8322

※ Acknowledgment

Manuscript received Apr. 20, 2016; revised Jun. 28, 2016; accepted Jun. 28, 2016

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### 1. 서론

자동차용 정보 통신 기술 ( ICT : Information & Communication Technology ) 융합이 부상하고, 그에 따른 커넥티드 카, 스마트 카 등의 등장 및 보급이 확대되면서 차량 내 디스플레이의 중요성 또한 증가하고 있고 사용 면적도 확대되고 있다. 주요 고급 차에는 이미 센터 인포메이션 디스플레이 (CID : Center Information Display), 리어 시트 엔터테인먼트 (RSE : Rear Seat Entertainment) 등, 2~3개의 디스플레이가 탑재

되고 있으며, 안전과 편의성 향상을 이유로 보다 많은 디스플레이가 탑재될 것으로 예상된다. [1] 최근 터치스크린의 개발 동향을 살펴보면 화면은 커지고, 두께는 얇아지고 있다. 사용자들은 화면 크기가 큰 것을 선호하고 있는 추세이다. 그러나 제품 특성상 화면 크기는 한정될 수밖에 없기 때문에, 눈에 보이는 화면 사이즈는 최대한 커져야 한다. 따라서 이런 터치스크린을 가능케 하는 실버 본딩은 열악한 환경 속에서도 전도성, 접촉성 등이 양호해야 한다.[2]

실버페이스트는 실버 파우더를 유기 바인더에 분산시킨 것을 말하며 현재 다양한 인쇄법으로 실버 도막을 형성하여 터치스크린 전도성 패턴 등 다양한 디스플레이 분야에 적용이 되고 있다. 최근 들어 터치스크린은 유저인터페이스 그 이상의 의미를 가지게 되었다. 터치 사용은 키보드나 마우스 없이 즉각적이고 단순한 입력을 가능케 하는 인터페이스라는 점이다. 단순 기능을 가진 터치스크린에 멀티 터치와 부드러운 터치기능을 부가하고 있다.[3]

터치스크린에 사용되는 전극패턴은 ITO 필름과 ITO 글라스 접합 본딩소재로 실버가 주로 사용되는데, 이것은 시간이 경과함에 따라서 산화가 발생하는 문제가 있다. 이러한 산화문제는 초기에는 저항치가 증가하는 문제가 발생되지만, 좀 더 시간이 지나면 접합부가 박리되는 문제가 발생하게 된다. 따라서 이러한 문제는 반듯이 해결해야 될 과제이다. 본 연구에서는 열 충격 테스트 및 고온 고습 테스트를 통하여 현재 사용되고 있는 실버페이스트 몇 종류를 비교 검토 하였다.[4]

II. 실험

일반적으로 페이스트의 점도 특성은 두 개의 전단 영역으로 분류되는데, 높은 전단속도 영역에서의 점도는 바인더, 용제 그리고 파우더에 의해 지배되고, 낮은 전단속도에서의 점도는 첨가제, 파우더의 응집 또는 바인더의 콜로이드 특성에 의해 결정된다. 각 페이스트들은 낮은 전단속도 영역에서 서로 다른 계면활성제를 사용함에 따라 그들 간의 상호작용의 차이에 의해 서로 다른 점도 거동을 나타내고 있다. 높은 전단 영역에서는 실버페이스트 파우더와 계면활성제 그리고 바인

더 수지에 의해 형성된 망목구조가 전단력에 의해 파괴되어짐에 따라, 전단속도의 증가에 의해 점도가 감소하는 시어-씨닝(shear-thinning) 거동을 보이고 있다. 이 때, 페이스트에서 계면활성제와 실버 파우더 또는 계면활성제와 바인더 간의 상호작용이 약하여 분산 특성이 좋지 않을 경우, 그들에 의해 형성된 일시적인 망목 구조는 불안정하고 점도 측정 시 전단 속도의 증가에 따라 구조가 쉽게 파괴되어 샤프한 점도 감소를 나타내게 된다. 점도 특성에 따라 실버페이스트 제품 저항성분과, 시간에 따라 변색되는 산화 정도가 다르게 나타난다.[5],[6]

본 연구에서는 현재 상용화되어 있는 실버페이스트 4가지 제품을 이용하여 테스트를 진행 하였다. 샘플은 각 종류별로 5EA씩 총 20EA 샘플을 만들었다. 각각의 샘플의 물성치를 표 2 에 나타냈다.

Table 2. The silver paste four products information. 표 2. 실버페이스트 4가지 제품정보

| No | Paste   | Resistivity (Ω*cm)   | Curing Schedule                   |
|----|---------|----------------------|-----------------------------------|
| 1  | 2030SC  | 1.0×10 <sup>-4</sup> | 150°C X 30 min<br>130 x 3min      |
| 2  | DW-104  | 2.0×10 <sup>-4</sup> | 90°C X 90 sec,<br>150°C X 10 sec  |
| 3  | K-1007B | 3.0×10 <sup>-4</sup> | 100°C X 30 min,<br>120°C X 10min, |
| 4  | LS-110  | 5.0×10 <sup>-4</sup> | 120°C X 40min,<br>150°C X 3 min   |

4종류의 실버페이스트는 그림 2와 같은 적용방법으로 샘플을 만든다. 자동분배기를 사용해서 ITO 글라스 하단에 실버페이스트를 본딩작업후 압축기를 사용해서 ITO 필름과 접합을 시킨다. 테스트는 자동차 신뢰성 실험 규격을 기준으로 하여 열 충격 (-40C 0.5H~85°C 0.5H) 및 고온 고습(60°C 95%RH) 환경이 유지되는 챔버 안에서 240, 480, 615시간 뒤에 샘플의 ITO 글라스와 ITO 필름저항 값(Ω)과 실버페이스트 본딩영역이 산화되어 변색된 상태를 확인하였다.[7]

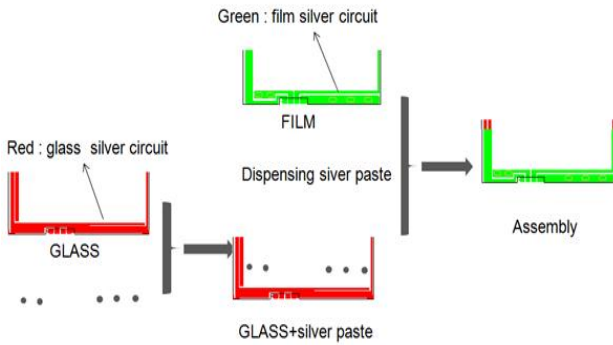


Fig.2. The silver paste application methods.  
그림 2. 실버페이스트 적용 방법

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 실버페이스트의 신뢰성 테스트 결과

본 연구에서 사용된 4종류 실버페이스트의 각 시간대 별 신뢰성테스트 후 측정된 저항 값과 실버페이스트 접합부 변색 결과를 표 3에 나타내었다. 정상적인 샘플 저항 값은 ITO 글라스 X (Ω) : 400~1150 Ω, ITO 필름 Y (Ω) : 100~500 Ω 이다. 240시간에서 불량 발생 샘플은 480시간, 615시간에서도 동일하게 불량현상이 유지된다. 저항측정값은 실버페이스트별로 제작된 5EA 샘플의 평균값이다.

Table 3. The silver paste Cold-hot impact test result.  
표 3. 실버페이스트 열 충격 테스트 결과

| No | Paste    | 240H |     | 480H |     | 615H |     | Discoloration |
|----|----------|------|-----|------|-----|------|-----|---------------|
|    |          | X    | Y   | X    | Y   | X    | Y   |               |
| 1  | 2030SC   | 819  | 207 | 819  | 208 | 819  | 208 | OK            |
| 2  | DW-10 4H | 330  | 84  | 329  | 82  | 329  | 83  | OK            |
| 3  | LS110    | 327  | 83  | 331  | 82  | 330  | 84  | Fail          |
| 4  | K-1007 B | 653  | 164 | 659  | 170 | 656  | 171 | Fail          |

표 3에서 No2, No3, No4를 체크하면 ITO 글라스, ITO 필름 저항 값이 비정상적이다. 실제 문제가 발생된 샘플의 저항 값은 0 Ω 이다. 실버페이스트 별로 5EA씩 샘플의 저항 값을 측정 후 평균값이 산출되었기 때문에 저항 값이 0 Ω에 가까울수록 문제 빈도수가 많이 발생한 결과를 확

인할 수 있었다. 변색결과는 OK, Fail 이분법으로 구분했다. No3, No4를 적용한 샘플에서는 본딩 주위부가 240H 테스트 진행 중 변색이 되었다. 테스트 시간이 경과되면서 변색된 색상은 더욱 진해졌다. No1이 적용된 샘플 5EA는 저항 값과 변색현상이 없는 것을 볼 때, 특성이 우수하다는 것을 알 수 있다.

Table 4.. The silver paste Constant temp and humidity test result.

표 4.. 실버페이스트 고온고습 테스트 결과

| No | Paste    | 240H |     | 480H |     | 615H |     | Discoloration |
|----|----------|------|-----|------|-----|------|-----|---------------|
|    |          | X    | Y   | X    | Y   | X    | Y   |               |
| 1  | 2030SC   | 813  | 213 | 807  | 219 | 817  | 207 | OK            |
| 2  | DW-10 4H | 326  | 87  | 324  | 89  | 329  | 84  | OK            |
| 3  | LS110    | 327  | 88  | 325  | 86  | 330  | 85  | Fail          |
| 4  | K-1007 B | 814  | 215 | 813  | 218 | 813  | 209 | Fail          |

표 4에서 나타난 고온고습 테스트 결과는 열 충격 테스트 결과와 거의 유사하다. No1은 단위 면적당 저항률이 다른 페이스트에 비해서 낮고, 경화조건 중 온도가 높아 형상유지성이 우수하다는 것을 알 수 있다. No2는 고온 경화시간이 짧은 관계로 접합성이 다른 페이스트에 비해서 떨어지는 결과를 0이 발생하는 문제샘플 저항 값 측정으로 확인했다. No3 접합부가 변색되는 것은 형상 유지성이 우수하지 않다는 결과가 검토된다. 즉 본딩 후에 패턴이 많이 퍼지는 문제가 발생할 수 있다는 것이다. No4는 본딩 접합성은 우수하지만 패턴의 선명도(sharpness)는 부족할 것으로 판단된다. [8]

#### 2. 실버페이스트의 신뢰성 데이터 특성

본 연구에서 사용된 실버페이스트의 두 가지 신뢰성 테스트 저항 값을 비교 측정 결과는 그림 3에 나타냈다. 자동분배기 실버페이스트 설정변수인 압력(0.05 - 0.1mpa), 트랙속도(5mm/s), 비전송속도(30mm/s), 주사기 바늘직경 단일지점(0.51mm), 분배량 (0.003312±0.0005cc) 설정은 중요하다. 제품 대량생산을 위해 정형화된 설정 값을 기본으로 샘플을 제작해서 저항 값을 측정해야 정확한 실험 데이터를 얻을 수 있다.

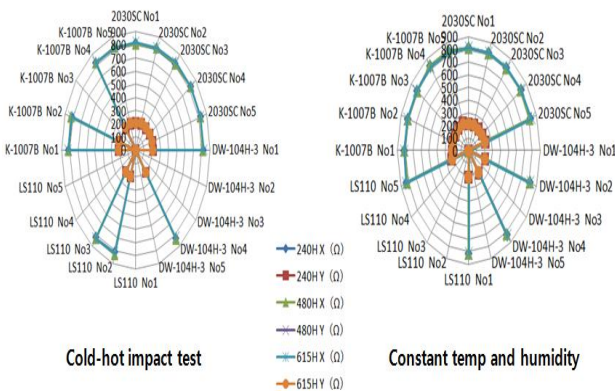


Fig. 3. Reliability testing results compare.  
 그림 3. 신뢰성 테스트결과 비교 데이터

접착성은 ITO필름과 ITO 글라스 사이에 실버 페이스트를 밀착시킨 후 순간적으로 짧은 시간 내에 박리한다. 테스트 후 저항 값이 0이 아니면 접착력이 양호하다고 판단할 수 있다. 또 실버 페이스트를 본딩후 고온고습 및 열 충격 테스트의 X,Y 저항 측정결과는 접착상태를 확인할 수 있는 지표이다. No1, 2를 제외하고 각 테스트 별로 시간이 지남에 따라 변색된 색상은 전부 표면이 산화가 진행되었음을 나타내고 있다. 이러한 산화문제는 시간이 지남에 따라서 패턴 본딩부의 색상이 변색되고, 저항 값이 문제가 발생하므로 개선을 해야 하는 문제이다.

IV. 결론

본 연구에서는 현재 터치 회사에서 상용화되고 있는 터치스크린용 실버페이스트를 이용하여 패턴본딩의 신뢰성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 각각의 실버페이스트 특성에서는 서로 다른 저항 값을 가지고 있으며 No1은 단위 면적당 낮은 저항 값과 경화온도 조건이 높아서 형상유지성 특성이 가장 좋다. 형상 유지성 특성이 좋은 제품은 접합부의 변색이 없다. No2는 형상유지 특성이 좋으나 상대적으로 경화온도 조건이 낮아 접합성이 취약하다. 그러나 경화온도 조건을 적절하게 조정하면 이러한 접합성 문제를 해결 할 수 있다.

4개의 실버페이스트 모두 신뢰성 테스트에서 저항 값 측정으로 접착력 결과를 확인할 수 있었다

240시간, 480시간, 615시간 마다 실버페이스트 접합부 변색을 측정하였을 때 No3, No4의 접합부 변색하는 경과에 따라서 산화가 발생함을 알 수 있었다. 이것은 산소가 내부에서 발생되어 실버를 산화시키거나 외부에서 쉽게 접합부에 침투되어 산화시킨다는 것을 알 수 있다.

References

[1] Seong-Sun Jo, "Turbulent automotive display market", ICT Spot Issue, Information and Communication Technology Promotion Center, Mar. 2015.

[2] E.Y. Heo, "Narrow Bezel", Displaybank research team, vol. 22, NOV-DEC. 2012.

[3] M. Trends, and M. Kwak, "Smart Phones Touch Technology Trends", KETI Display Components and Materials Training Center, Feb. 2011..

[4] Mi-Young, Lee, Seong-hyun, Kim, Su-Yong, Nam, "A Study on Properties of Organic Thin-film ransistors Fabricated by Screen Printing Method", 119, 2008.

[5] Effect of Dispersant Contents on the Dispersity of Conductive Carbon-black and Properties of Screen-printed Source-drain Electrodes for OTFTs Polymer(Korea), Vol. 33, No. 5, pp. 397-406, 2009.

[6] D. Pantea, H. Darmstadt, S. Kaliaguine, and C. Roy, Appl. Surf. Sci., 217, 181, 2003.

[7] K. Y. Kim, Y. S. Kim, D. J. Kim, J. D. Jo, and S. Y. Nam, "A Development on Touch screen electrode fabricated by Screen printing", 1, 617, Korea Society of Precision Engineering Conference Proceedings, 2011.

[8] Y. Higuchi, "A Study of High Accuracy Screen Printing Method(HADOP)-Improvement for HADOP System and Application to Color Filters, J. of Printing Science and Technology", 43(1), 7, 2006.