

차세대 디스플레이 부품 검사용 소켓 개발

이예은*, 박선아*, 이희준*

*미르텍알앤디 주식회사

e-mail : yaeun97@naver.com, sunah123456@naver.com, mirtech77@naver.com

Development of Test Sockets for Next-Generation Display Components

Ye-Eun Lee*, Sun-Ah Park*, Hee-Joon Lee*

*Mirtech R&D Corporation

요약

본 논문에서는 파인 피치 대응이 가능한 차세대 디스플레이 부품 검사용 소켓을 개발하기 위해 새로운 전도성 시트 타입의 탐침 패드를 제안하였다. 최적의 에칭 조건으로 제작된 전도성 시트를 활용하여 탐침 패드를 제작하고, 이를 통해 차세대 디스플레이 부품 검사용 소켓을 개발하고, 이의 특성을 분석하였다.

분석 결과, 검사용 소켓의 눌림 양, 피치 정밀도, 저항, 허용 전류, 내구성 등의 특성이 종합적으로 평가되었으며, 0.3mm 눌렀을 때 전도성 라인 1개당 평균 약 20.5g의 하중이 가해졌다. 또한, 저항값은 상온, 고온, 저온 모두 약 43m Ω 로 일정하게 유지되었고, 2A의 전류를 인가한 후에도 성능 변화가 없었으며, 50,000회의 반복 시험 후에도 내구성이 유지되었다. 이를 통해 경제적이면서도 성능이 우수한 차세대 디스플레이 부품 검사용 소켓을 성공적으로 개발했음을 확인하였다.

1. 서론

TV, 스마트폰, 태블릿 등 디스플레이 기능이 포함된 전자 기기는 터치스크린 패널(TSP : Touch Screen Panel), 카메라 센서, 고밀도 배선 기술(HDI : High Density Interconnect) 안테나, 스피커, 손 떨림 보정 센서, 홍채 및 지문 인식 센서 등의 다양한 부품들로 구성된다. 이러한 부품들은 전자기기에 장착되기 전에 불량 여부를 확인하기 위한 검사를 반드시 거쳐야 한다. 그러나 전자기기 부품의 소형화 및 고도화가 진행됨에 따라 검사 비용이 증가하고 있다. 이로 인해 비용 절감과 안정적인 접촉 성능을 동시에 제공할 수 있는 디스플레이 부품 검사용 소켓의 필요성이 점차 중요해지고 있다.[1-3]

현재 디스플레이 부품 검사용 소켓으로는 포고 핀(Pogo Pin)과 블레이드 핀(Blade Pin) 두 가지 타입이 주로 사용된다. 포고 핀 타입 소켓은 접촉 성능이 부족하고 제작 비용이 높다는 단점이 있다. 이를 개선하기 위해 개발된 블레이드 핀 타입 소켓은 포고 핀에 비해 접촉 성능이 개선되고 가격도 상대적으로 저렴하지만, 디스플레이 부품 소형화 추세로 가공 비용이 급격히 증가하면서 가격이 다시 상승하는 문제가 발생했다. 또한, 블레이드 핀 타입은 핀을 고정하는 추가 구조물이 필요하며, 부품 로딩 과정에서 파손 위험이 증가하는 단점도 존재한다.

따라서 디스플레이 부품의 미세화 및 고도화에 대응하기 위해서는 우수한 접촉 성능, 전기적 및 물리적 성능을 갖추면서도 경제적인 소켓 개발이 필수적이다. 특히 소켓은 주기적으로 교체가 필요하므로 비용 절감은 매우 중요한 과제가 된다. 이러한 요구를 충족하는 소켓을 개발함으로써 디스플레이 부품의 검사 효율성과 경제성을 동시에 높일 수 있을 것으로 예상된다[4-6].

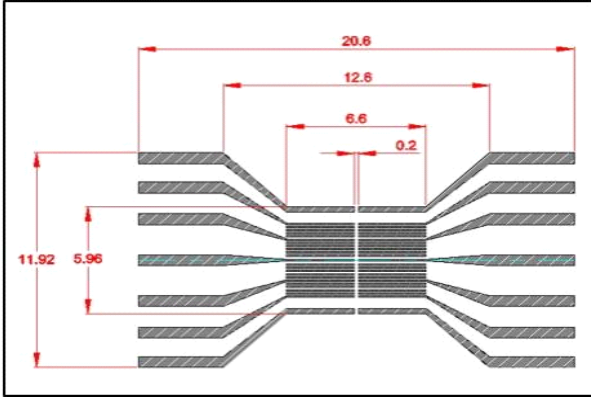
본 논문에서는 전도성 시트를 활용하여 탐침 패드를 제작하고, 이를 기반으로 새로운 형태의 검사용 소켓을 개발하고 그 특성을 분석하고자 한다. 개발된 소켓은 우수한 접촉 성능과 전기적 및 물리적 특성을 유지하면서도 비용 절감을 목표로 한다. 성능 평가를 위해, 검사용 소켓의 탄성력, 피치 정밀도, 저항, 허용 전류, 그리고 내구성 등을 종합적으로 분석하였다.

2. 본론

2.1 전도성 시트 및 탐침 패드 제작

전도성 시트에 구리(Cu)와 금(Au)을 도금한 후, 에칭 공정을 통해 그림 1에 나타난 패턴을 형성하였다. 이후, 전도성 시트와 실리콘 리버를 결합하여 탐침 패드를 제작하였다. 이를 위해, 지그를 설계하여 전도성 시트를 지그에 부착한 후, 실리콘

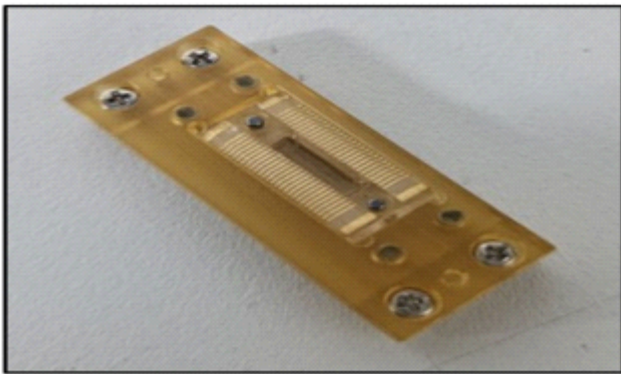
큰 러버를 부어 경화시키는 방식으로 탐침 패드를 완성하였고, 이를 기반으로 소켓을 제작하였다. 제작 과정에서는 비용 효율성을 고려하여 재료비를 절감함으로써, 최종 제품인 검사용 소켓의 가격을 낮출 수 있었다.



[그림 1] 전도성 시트지 설계 도면

2.2 전도성 시트를 활용한 디스플레이 부품 검사용 소켓 제작

새로운 형태의 디스플레이 부품 검사용 소켓을 제작하기 위해, 먼저 전도성 시트와 실리콘 러버를 이용해 탐침 패드를 제작하였다. 이후 탐침 패드를 고정할 수 있는 블록 구조물을 설계하고 이를 조립하여, 최종적으로 그림 2와 같이 새로운 형태의 디스플레이 부품 검사용 소켓을 완성하였다.



[그림 2] 본 연구를 통해 개발 완료한 새로운 형태의 디스플레이 부품 검사용 소켓

2.3 디스플레이 부품 검사용 소켓 특성 평가

디스플레이 부품 검사용 소켓의 물성을 확인하기 위해, 소켓의 눌림 양, 피치 정밀도, 저항, 허용 전류, 그리고 내구성을 분석하였다. 이러한 특성 평가를 통해 소켓의 성능을 객관적으로 검토하고, 실제 사용 시 신뢰성을 보장할 수 있는 기초 데이터를 확보하였다.

2.3.1 디스플레이 부품 검사용 소켓의 눌림 양 분석

실리콘 러버로 제작된 탐침 패드는 뛰어난 탄성력을 자랑한다. 실리콘 러버는 긴 분자 구조와 유연한 고분자로 이루어진 탄성 중합체로, 외부 힘에 빠르게 반응하고 변형된 후에도 원래 상태로 돌아오는 복원 특성을 지닌다. 이러한 특성 덕분에 실리콘 러버를 사용한 디스플레이 부품 검사용 소켓은 균일한 눌림 양을 제공하며, 접촉 불량률을 줄이는 데 기여한다[7].

디스플레이 부품 검사 시, 소켓과 부품 간의 접촉으로 약 0.3mm 정도 눌리게 된다. 이때 각 전도성 라인이 0.3mm 눌렸을 때 가해지는 하중을 측정하여, 전도성 라인 간에 균일한 하중이 전달되는지 확인한다. 이를 통해 검사 중 접촉 불량률이 발생하지 않도록 점검하고, 검사용 소켓의 구조적 안정성을 평가할 수 있다.

소켓의 탄성력 분석을 위해 반복 시험기(LTT-20)를 사용하였으며, 검사용 소켓 5개를 무작위로 선정하여 각 탐침 패드를 0.3mm 눌리도록 설정한 후, 가해진 하중을 측정하고 전도성 라인의 개수로 나누어 전도성 라인 1개에 가해지는 하중을 산출하였다. 그 결과는 표 1에 나타냈으며, 전도성 라인 1개당 평균 약 20.5g의 하중이 가해지는 것으로 확인되었다.

[표 1] 디스플레이 부품 검사용 소켓의 눌림 양 분석 결과

시료 번호	1	2	3	4	5
전도성 라인 1개에 가해지는 하중(g)	18.9	19.6	22.0	21.0	21.1

2.3.2 디스플레이 부품 검사용 소켓의 피치 정밀도 분석

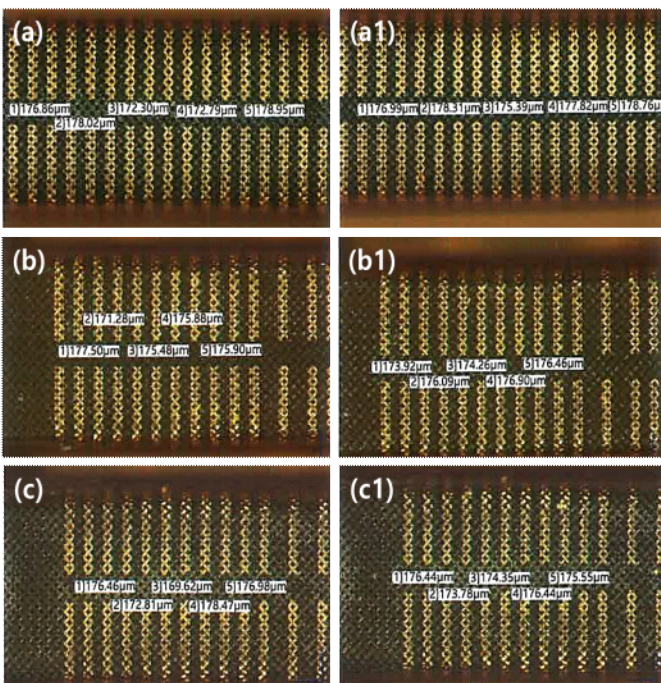
디스플레이 부품 검사용 소켓의 전도성 라인 간격을 분석하기 위해, 상온, 고온, 저온의 3가지 조건에서 2개의 검사용 소켓을 선정하였다. 각 탐침 패드에서 전도성 라인을 무작위로 선정하여 측정하였다. 상온 시험은 온도 $22.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$, 습도 $42 \pm 1\% \text{ R.H.}$ 에서 1시간 대기한 조건이다. 고온 시험은 상온 조건에서 1시간 대기 후, 25°C 에서 20분 유지한 뒤 135°C 까지 2시간 동안 온도를 상승시키고, 50분 유지한 후 25°C 로 온도를 낮춰 20분 유지한 조건이다. 저온 시험은 상온 조건에서 1시간 대기한 후, 25°C 로 온도를 낮춰 20분 유지한 뒤 -30°C 까지 1시간 동안 하강시키고 50분 유지한 후 다시 25°C 로 온도를 상승시켜 20분 유지한 조건이다.

측정은 공구 현미경을 사용하여 100배 배율로 진행하였으며, 분석 결과는 표 2와 그림 3에 제시되었다. 전도성 라인의 피치 정밀도는 상온에서 약 $176.2\mu\text{m}$, 고

온에서 약 175.6 μm , 저온에서 약 175.1 μm 로 나타났다. 이는 175 \pm 30 μm 범위 내에 포함되며, 상온, 고온, 저온 조건 간에 큰 차이를 보이지 않는 것으로 확인되었다.

[표 2] 디스플레이 부품 검사용 소켓의 피치 정밀도 분석 결과

조건	시료	분석 전 간격(μm)	분석 후 간격(μm)	차이(μm)
상온	시료 1	176.86	176.99	0.13
	시료 2	172.79	175.39	2.60
고온	시료 1	175.89	174.26	1.62
	시료 2	177.50	176.90	0.60
저온	시료 1	176.46	176.44	0.02
	시료 2	172.81	173.78	0.97



[그림 3] 탐침 패드 피치 정밀도 분석

2.3.3 디스플레이 부품 검사용 소켓의 저항 분석

디스플레이 부품 검사용 소켓의 저항값이 낮아지면 신호 전송 손실이 줄어들어 검사의 정확성이 향상되며, 이는 검사 신뢰성과 수율 향상에 중요한 역할을 한다[2,8].

검사용 소켓의 저항을 분석하기 위해 상온, 고온, 저온의 3가지 조건에서 2개의 탐침 패드를 선정하여 측정을 진행하였다. 시험 조건은 앞서 설명한 피치 정밀도 측정 시 사용된 조건과 동일하다. 저항 측정은 저항 측정기(Resistance meter)를 사용하였으며, 분석 결과는 표 3에 제시되어 있다. 검사용 소켓의 저항은 상온에서 약 42.5m Ω , 고온에서 약 43.5m Ω , 저온에서 약 43.0m Ω 로 나타났다. 이는 50m Ω 이하의 범위에 속하며, 상온, 고온, 저온 조건에서 큰 차이를 보이지 않

는 것으로 확인되었다.

[표 3] 디스플레이 부품 검사용 소켓의 저항 분석 결과

조건	시료	분석 전 저항(m Ω)	분석 후 저항(m Ω)
상온	시료 1	45	43
	시료 2	40	42
고온	시료 1	42	42
	시료 2	46	45
저온	시료 1	40	43
	시료 2	44	43

2.3.4 디스플레이 부품 검사용 소켓의 허용 전류 분석

디스플레이 부품의 기능이 고도화됨에 따라 최근 부품에 가해지는 전류가 최대 2A로 증가하고 있어, 이를 견딜 수 있는 검사용 소켓의 성능이 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서 개발하는 검사용 소켓도 2A의 전류를 안정적으로 견디며 변형 없이 작동해야 한다.

디스플레이 부품 검사 시 소켓과 부품은 약 0.3mm 정도 눌린 상태에서 접촉하게 된다. 이에 따라 검사용 소켓이 0.3mm 눌린 상태에서 2A의 전류를 2초 동안 인가한 후와 전류를 인가하기 전의 저항값을 측정하여, 저항이 균일하게 유지되는지를 확인하였다. 이를 위해 5개의 검사용 소켓을 선정하고, 각 탐침 패드에서 전도성 라인을 무작위로 선정하여 측정을 진행하였다.

전류 인가는 전원공급기(DC Power Supply)를 사용하였으며, 저항 측정은 저항 측정기(Resistance meter)를 통해 수행하였다. 분석 결과는 표 4에 제시되어 있다. 검사용 소켓의 2A 전류 인가 전 저항 평균값은 43m Ω , 인가 후 저항 평균값은 42m Ω 로 나타났으며, 이는 모두 50m Ω 이하로 큰 차이를 보이지 않는 것으로 확인되었다.

[표 4] 디스플레이 부품 검사용 소켓의 허용 전류 분석 결과

시료	2A 인가 전 저항(m Ω)	2A 인가 후 저항(m Ω)
시료 1	45	43
시료 2	40	42
시료 3	42	42
시료 4	46	45
시료 5	40	43

2.3.5 디스플레이 부품 검사용 소켓의 내구 수명 분석

디스플레이 부품 검사용 소켓의 내구성은 여러 면에서 중요한 역할을 한다. 내구성이 뛰어난 소켓은 교

체 주기를 줄여 유지 비용을 절감하고, 생산 중단 시간을 최소화하여 작업 효율성을 높일 수 있다. 또한, 손상된 소켓은 장비나 회로에 문제를 일으킬 가능성이 있어, 불량률을 줄이기 위해 내구성 확보가 필수적이다. 더불어, 내구성이 높은 소켓은 교체 빈도를 줄여 폐기물 발생을 감소시켜 환경 보호에도 기여할 수 있다 [2-4].

디스플레이 부품 검사용 소켓의 내구 수명을 평가하기 위해 2개의 소켓을 선정한 후 반복 시험기 (LTT-20)를 사용하여 0.3mm 눌러는 하중을 가하고, 핀이 원래 위치로 돌아오는 과정을 1회로 설정하여 총 50,000회 반복 시험을 수행하였다. 그 후 각 소켓에서 무작위로 3개의 전도성 라인을 선정해 저항 변화를 측정하였다. 분석 결과는 표 5에 제시되어 있으며, 핀의 내구 시험 전 저항 평균 값은 40mΩ, 내구 시험 후 저항 평균 값은 41mΩ으로 나타났다. 이는 모두 50mΩ 이하로, 내구 수명 시험 전후에 큰 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 이를 통해 50,000회의 반복 시험 이후에도 소켓이 뛰어난 내구성을 유지한다는 결론을 도출할 수 있었다.

[표 5] 디스플레이 부품 검사용 소켓의 내구 수명 분석 결과

시료	전도성 라인	시험 결과	
		내구 시험 전 저항(mΩ)	내구 시험 후 저항(mΩ)
시료 1	1	38	38
	2	40	41
	3	40	42
시료 2	1	40	40
	2	44	43
	3	42	44

3. 결론

본 연구에서는 전도성 시트를 설계하고 실리콘 러버와 결합하여 탐침 패드를 제작한 후, 이를 활용하여 디스플레이 부품 검사용 소켓을 개발하였다. 개발된 소켓의 특성을 평가하기 위해 눌림 양, 피치 정밀도, 저항, 허용 전류, 내구성 등을 종합적으로 분석하였다. 분석 결과, 0.3mm 눌렀을 때 전도성 라인 1개당 평균 약 20.5g의 하중이 가해졌으며, 저항값은 상온, 고온, 저온에서 모두 약 43mΩ으로 일정하게 유지되었다. 또한, 2A 전류를 인가한 후에도 성능에 변동이 없었으며, 50,000회의 반복 시험 후에도 소켓은 우수한 내구성을 유지하였다. 이를 통해 성능이 뛰어나면서도 경제적인 디스플레이 부품 검사용 소켓을 성공적으로 개발하였음을 확인할 수 있

었다.

감사의 글

본 연구는 2024년도 과학기술정보통신부 2024-DD-RD-0105-01의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계 부처에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 안성덕, 강승열, & 조성행. (2015). 디스플레이 기술 및 표준화 동향. [ETRI] 전자통신동향분석, 30(6), 0-0.
- [2] Park, H. K. (2021). A Study on the Test Device for Improving Test Speed and Repeat Precision of Semiconductor Test Socket. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 22(1), 327-332.
- [3] Park, H. K. (2016). Development of Machine Vision Monitoring System for Semiconductor Package Sorter. International Journal of Control and Automation, 9(4), 63-72.
- [4] Park, H. K. (2009). Development on the Process Control System for Full Gate Visual Test of LCD Manufacturing Process. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 10(7), 1725-1728.
- [5] 김명식, & 배규식. (2008). BGA 검사 소켓 핀의 불량 분석 연구. 한국재료학회지, 18(9), 497-502.
- [6] Kim, S., & Kim, M. (2024). Enhancement of Signal Transmission Characteristics Using Structural Changes in Silicone Rubber Socket. Journal of the Semiconductor & Display Technology, 23(1), 104-109.
- [7] Choe, J. Y., & Gu, J. C. (2015). 탄성중합체 기반 촉각 기술. Journal of KSNVE, 25(2), 12-15.
- [8] 서정윤, & 노의철. (2023). 전기자동차용 파워반도체 모듈의 최종 성능검사용 테스트 소켓의 수명과 접촉저항 분석. 전력전자학회 학술대회 논문집, 94-95.