

## TFT-LCD 용 CCFL BLU 전극의 접합부 특성에 관한 연구

### Charateristic of the Microjoined Electrode of CCFL Backlight for TFT-LCD

김광수\*, 김상덕\*

\* 순천향대학교 디스플레이 신소재공학과

#### 1. 서 론

현재 IT 디스플레이 산업분야에서 가장 널리 사용되고 있는 TFT-LCD는 PDP(Plasma Display Panel)나 FED(Field Emission Display)와는 달리 그 자체가 비발광성이기 때문에 디스플레이 정보를 구현하기 위해서는 별도의 장치가 필요한데, 이러한 장치 부분을 Back Light Unit이라고 하며, TFT-LCD에 있어서 필요한 핵심 부품이다. 이와 같은 BLU의 주요 구성인자로는 램프(Lamp), 반사시트(Reflection sheet), 도광판(LGP) 확산시트(Diffusion sheet), 프리즘 시트(Prism sheet) 및 보호판(Protection sheet) 몰드프레임(Mold Frame) 등이 있다. 이 중에서 가장 중요시 고려되는 부분은 램프로서, 대별하여 세 가지인 EL (Electroluminescent), CCFL(cold Cathod Fluor scent) 그리고 LED (Light Emission Diode)로 구분된다. 최근 들어서는 LED형의 램프에 관한 적용을 확대하고 있지만 아직 소형이나 대부분의 LCD에서의 램프는 CCFL형을 주로 사용하고 있다. CCFL 램프의 양 끝단은 서로 다른 소재가 용접되어 이루어진 전극으로 구성된다. 이 전극에 사용되는 재료로 Mo, W, Nb, Ni, Kovar 등이 이용되고 있다. 전극은 튜브형태의 컵(cup)과 솔리드 바 형태의 핀(pin) 그리고 리드 와이어(lead wire)로 구성된다. 램프 안에 위치하는 컵의 소재로는 Mo, Ni이 사용되고 핀은 Kovar(Fe-29Ni-17Co)이나 Mo이 사용되고, lead wire로는 Ni-Mn 합금이 사용된다. 핀은 램프의 유리와 접합 밀폐되기 위하여 유리도 실링(sealing)을 하게 되는데 이때 사용되는 유리와 유사한 열팽창계수와 good sealing 특성을 갖는 Kovar 합금이나 Mo을 사용한다. 이와 같이 서로 다른 재료로 구성되는 전극을 완성하기 위하여 사용되는 제조 공정으로는 접합

공정이 주로 사용된다. 이와 같은 용접 공정으로는 레이저 용접, 마이크로 아크 용접, 그리고 마이크로 점 저항 용접 이 채택되고 있다. 이러한 방법 중 어느 공정이 가장 유효한지에 대한 연구는 지금도 지속적으로 수행되고 있다. 이러한 전극의 용접부 신뢰성은 전극의 수명에 직접적으로 영향을 미치게 된다. 따라서 본 연구에서는 다양한 용접 접합 공정중 하나인 마이크로 저항 점 용접공정을 선택하고 전극 소재로 Mo/B로 된 핀, Ni 로 된 컵 그리고 Ni-Mn 합금으로 이루어진 리드 선을 용접하여 만들어진 전극부의 특성을 살펴보고자 하였다. 전극의 특성을 살펴보기 위하여 접합부의 거시 및 미세조직을 관찰하고, 다른 한편으로는 접합부와 각 모재부의 경도 검사를 통하여 접합부를 살펴보았다. 또한 용접부의 강도에 대한 검토를 위하여 용접부의 미세 인장 시험도 실시하였다.

#### 2. 장 실험 방법 및 재료

본 연구에서 사용된 CCFL 전극은 Ni-Mo/B-Ni/Mn을 소재로 하는 컵-핀-리드선으로 구성된 전극을 대상으로 하였다. 전극을 구성하기 위한 소재간의 용접은 마이크로 저항 점용접에 의하여 수행하였다. 1차적으로 핀과 리드선을 용접한 후, 이렇게 용접된 핀과 리드선의 일체를 컵에 다시 마이크로 저항 점용접하는 방법으로 이루어졌다. 사용된 용접 조건인 적용압력, 전압 그리고 통전 시간 조건은 여기서 나타내지 않았다. 이렇게 만들어진 전극은 핀 부위에 유리 비딩(beading) 과정을 거쳐 전극으로서의 역할을 하게 된다. 용접이 완료된 전극에 대하여 특성 및 신뢰성을 평가하기 위하여 용접부의 미세조직과 미세경도 및

인장강도 시험을 실시하였다. 한편 실제 사용 환경에서의 노출 여부에 따른 특성 변화 등의 유무 관찰하기 위하여 가상적으로 선택된 열처리 조건인 80°C에서 48시간, 72시간 동안 어닐링한 전극에 대하여도 미세조직, 경도 그리고 인장강도 시험 등을 실시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 상용으로 두 번의 마이크로 저항 점 용접에 의하여 만들어진 전극의 실제 형상을 보여준다. 초기 용접전 컵은 외경이 1.7mm, 두께 0.25mm, 길이가 5mm 였다. 핀은 길이가 3.6~4.0mm 직경이 0.78~0.80mm 였다. 그리고 리드선은 직경이 0.6mm 길이가 15mm 인 것으로 확인 되었다. Fig. 1에서 보이는 바와 같이 컵과 핀 사이 그리고 핀과 리드선의 사이 용접부에서는 점 용접 시 적용 압력에 의하여 형성되는 볼록한 형태의 너겟이 형성된 것을 확인 할 수 있었다.

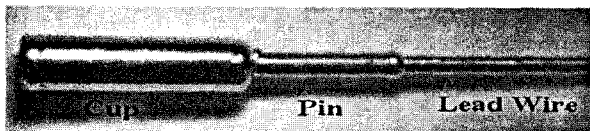
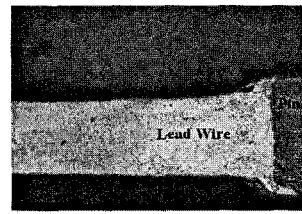
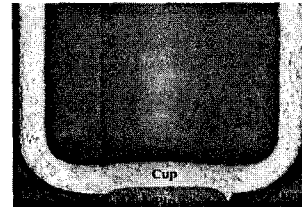


Fig. 1 Photograph of the Micro Spot Welded CCFL Electrode.

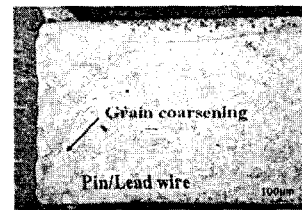
Fig. 2(A)~(D)는 전극의 용접부 미세조직을 보여준다. 리드선과 핀 그리고 핀과 컵의 용접부에서 각각 리드선과 컵부분이 용접 시 적용된 압력에 의하여 눌림 현상이 발생된 것을 확인 할 수 있었다. 이것은 리드선과 컵이 핀 보다는 강도가 약하기 때문으로 판단되는데, Fig. 3(A)에서 보는 바와 같이 마치 핀이 리드선에 만들어진 공간으로 삽입된 것과 같은 양상의 용접부를 보여준다. 핀과 리드선의 용접부 미세조직을 자세히 살펴본 결과 리드선에서 용접부와 인접한 열영향부에서는 결정립이 조대화된 것을 확인 할 수 있다. 이러한 결정립의 조대화는 컵과 핀으로 만들어진 용접부중 컵의 열영향부에서 동일하게 관찰되었다. 컵과 핀의 용접부에서도 마치 핀이 컵에 만들어진 공간으로 삽입된 것과 같지만 리드선과 핀에서와 마찬가지로 강도가 큰 핀이 강도가 작은 컵쪽으로 눌러서 이루어진 결합 상태를 보여주는 것으로 사료된다.



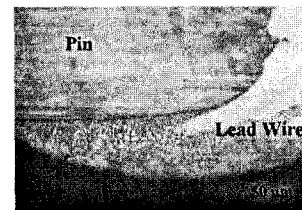
(A) Welded joint of lead wire/pin



(B)Welded joint of lead pin/cup.



(C)Welded joint of lead wire/pin indicating coarsened grains and texture of the pin.



(D)Welded joint of pin/lead wire depicting dendritic structure.

Fig. 2 Microstructures of the welded joints.

한편 강도가 큰 것으로 판단되는 핀의 경우에는 결정립의 변화 등의 미세조직 변화는 확인 할 수 없었지만 매우 미세한 조직을 나타내고 있었고, 길이 방향으로 가공된 texture 조직을 보여주고 있었다. 이러한 길이 방향의 texture조직은 용접 후 적용압력에 의하여 눌림 현상으로 유선형으로 기울어진 형태의 texture 조직을 보여 주었다(C). Fig. 2(D)는 핀과 리드선의 용접부 중 리드선이 핀의 일부를 감싸고 있는 부분을 확대한 것인데 리드선에서 일부의 수지상 조직도 관찰되었다. 한편 가상적인 사용 환경에서의 특성을 살펴보기 위해 만들어진 시편에 대하여 미세조직 등을 살펴봐왔지만 초기 제조된 상태와 비교 할 때 변화가 없는 것으로 나타났다. 미세조직의 관찰 후

용접부의 기계적 성질을 평가하기 위하여 마이크로 인장시험을 실시하였다. Fig. 3(A)은 대표적인 인장시험 결과 그래프를 나타냈다. 인장 시험 결과 모든 시험편은 핀과 컵의 용접부에서 파단되었다. 그 평균적인 최대 인장 강도 값은  $19.2\text{kg/mm}^2$ , 그리고 연신률은 대략 3.19%로 측정되었다. Fig. 3(B)은 파단된 시험편을 보여준다. 보이는 바와 같이 파단은 핀과 컵의 용접부 중 컵 부분이 완전 유실되어 핀에 부착된 상태로 일어났다. 그리고 핀과 컵의 용접은 실제 컵의 바닥면과 핀의 표면이 접합된 상태였다.

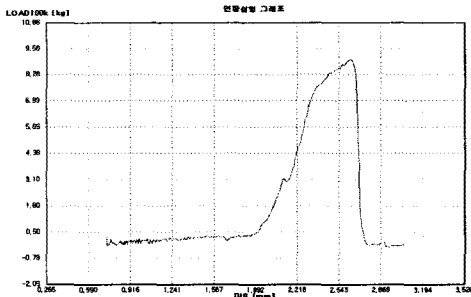


Fig. 3 (A) Result of the microtensile test

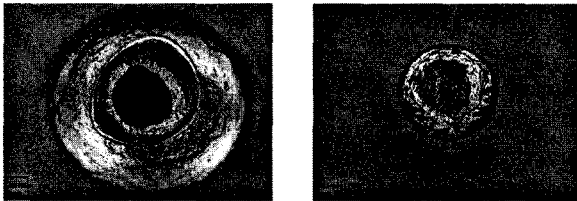


Fig. 3 (B) Fractured surface of the tensile specimen

이와 같은 시험편의 파단은 외부적으로 핀과 컵과의 용접된 표면적이 커서 견고한 결합을 하고 있을 것으로 생각되지만 실제 핀을 감싸고 있는 부분은 온전한 결합이 되지 않은 것으로 나타났으며 용접 시 용접변수의 조절이 필요하다고 판단된다. 인장 시험의 결과가 미세조직과는 어떤 연관성을 갖고 있는지 알아보기 위하여 용접된 전극에 대하여 미세경도를 측정하였다. Fig. 4는 용접부를 따라 미세경도를 측정한 결과를 나타냈다. 경도가 가장 높은 곳은 핀으로 평균 약 275VHN으로 측정되었고 그 다음으로 컵 그리고 리드선의 순서로 경도 값이 감소하는 것으로 나타났다. 가장 낮은 값을 나타내는 곳은 평균적으로 약 105VHN의 경도를 나타내는 핀과 컵의 용

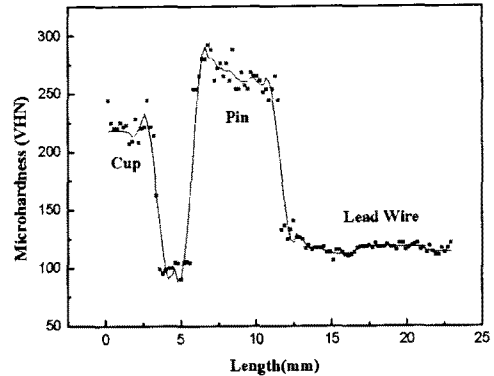


Fig. 4 Microhardness profile of the welded electrode.

접부로 나타났는데, 이 부분은 실제 확인 결과 용접부에서 컵의 열영향부인 것을 확인 할 수 있었다. 이와 같이 낮은 경도 값은 결과적으로 가장 낮은 강도를 나타내고 인장 시험 시 파단되는 원인을 제공하였다고 판단된다. 한편 위에서 관찰된 미세조직을 고려할 때 컵과 핀의 용접부 중 컵의 열영향부에서 발생한 결정립 성장을 주시해볼 필요가 있다고 판단된다. 모재인 세 가지 소재의 경도를 고려 할 때 리드 와이어가 가장 낮은 값을 갖고 있고 컵과 핀의 용접 시 접촉 면적이 넓음에도 파단이 컵과 핀의 용접 열영향부에서 발생하는 것은 용접부의 신뢰성이 낮은 것으로 판단되고 이는 용접 공정 변수의 조절에 관심을 가져야 할 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

1. 전극은 컵과 핀 그리고 리드선의 세 부분으로 구성되었고 컵과 핀 그리고 핀과 리드선간의 마이크로저항 점용접으로 만들어졌다. 용접부의 미세조직에서 핀의 조직변화는 없는 것으로 나타난 반면 컵과 리드선의 미세조직은 용접열영향부에서 조대한 결정립을 확인 할 수 있었다.
2. 용접된 전극에서 가장 경도가 낮은 값은 컵과 핀의 용접부 중 컵의 열영향부에서 측정되었는데, 인장시험 시 그 부분에서 모든 시험편이 파단되었다. 이와 같은 낮은 강도와 경도는 결정립의 조대화에 기인한 것으로 판단된다.