

냉음극선관 몰리브덴 핀에 관한 연구

이정익*

*인하공업전문대학 기계공학부 기계설계과
e-mail:jilee@inhatic.ac.kr

A Study on CCFL Electrode Molybdenum Pin

Jeong-Ick Lee*

*Dept of Mechanical Design, INHA Technical College

요 약

본 연구를 통해 각 업체에 공급되고 있는 제품 중 세계최고 수준의 품질과 정밀도를 갖는 몰리브덴 핀 제품과 동등 하거나 이상의 제조기술의 개발을 최종목표로 진행하였다. 1년간의 연구개발을 통해 몰리브덴 핀의 생산기술을 셋업 하였으며, 시 제작품의 제작을 완료하였다. 현재 시작품은 전극업체에서 전극으로 제작되어 램프 수명 테스트를 진행 중에 있으며 수명테스트가 완료되면 본격적인 양산이 진행될 것으로 기대하고 있다.

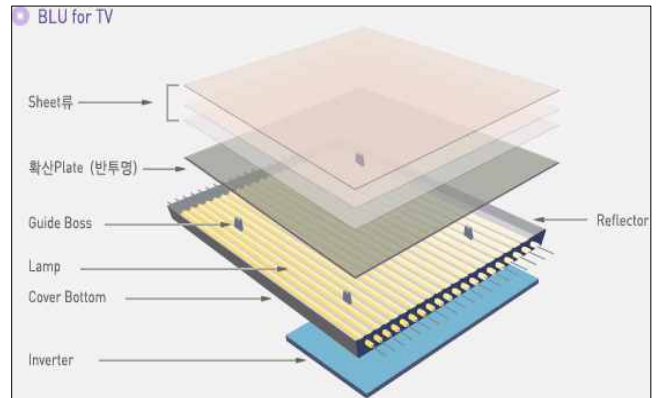
1. 서론

평판 디스플레이에서 가장 큰 시장을 차지하고 있는 액정디스플레이(LCD : Liquid Crystal Display)는 유리판 사이에 고체와 액체의 중간상태 물질인 액정을 넣고 전압을 가하여 분자배열 상태를 변화시킴으로써 빛이 굴절되어 화상을 표시하는 평판 디스플레이를 말한다. LCD는 소비전력이 낮고 이동에 유리하여 모바일기기에서 노트북과 모니터까지 폭넓게 적용되고 있으며, 향후 TV를 위시한 대형 디스플레이 위주로 성장을 계속할 것으로 예상되고 있다.

LCD는 후면으로부터 백색광을 받아 영상 정보를 만들어내는 수광(受光) 디스플레이 소자 이므로, BLU (Back Light Unit)라는 광원장치를 LCD Panel의 하부에 위치시켜 LCD 화면 전체에 균일한 밝기로 빛이 유지되도록 한다. BLU는 보호, 확산, 반사 필름 등과 같은 필름씨트 종류와 빛을 균일하게 분포시키는 도광판, BLU의 지지대 역할을 하는 몰드 프레임과 광을 제공하는 램프 등으로 구성되어 있다.

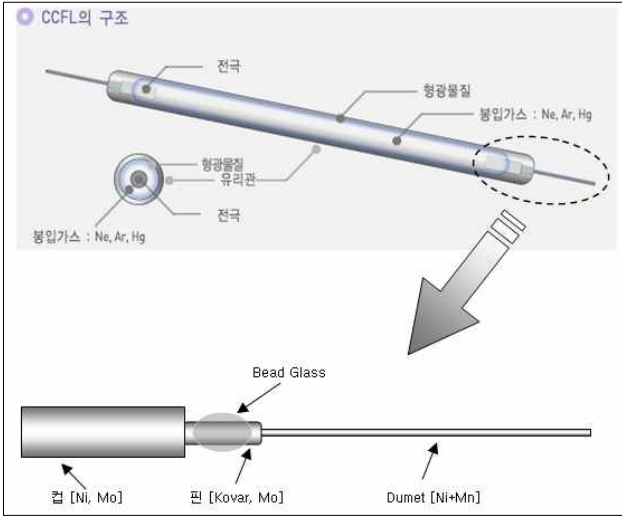
LCD 광원역할을 하고 있는 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp:냉음극선관)는 가는 유리관속에 형광물질이 도포되어 있고 그 양 끝에 전극이 밀봉되어 있는 것으로 일반 형광램프와 유사하게 생겼지만 크기가 작고 휘도가 높으며 수명이 길다는 장점

이 있다.



[그림 1] BLU 구성도

CCFL의 전극은 ① Kovar 핀에 Dumet을 용접한 후 ② Kovar에 Glass를 Beading하고 ③ Kovar와 Ni 컵을 레이저 용접 혹은 저항 용접함으로써 제조된다. 이때 사용되는 Kovar 핀과 Ni 컵으로 이루어진 니켈전극은 CCFL의 휘도와 수명증대 요구에 따라 몰리브덴 전극(몰리브덴 컵 + 몰리브덴 핀)으로 전환되고 있다.



[그림 2] CCFL 및 전극 구조

그러나 몰리브덴 전극의 주요소재인 몰리브덴 컵과 몰리브덴 핀은 국내 가공기술이 개발되지 못하여 전량 일본에서 수입하여 사용되고 있어, CCFL 제조업체들의 납기 및 가격경쟁력에 부담을 주고 있는 실정이다. 이는 LCD 부품 재료비에서 가장 많은 부분을 차지하는 BLU의 가격에도 악영향으로 작용하여 궁극적으로 LCD 산업경쟁력에도 마이너스 요인으로 작용하고 있다.

최근 국내 LCD 업체들은 양산기술력을 바탕으로 먼저 7세대 투자를 추진함으로써 경쟁우위를 나타내고 있으나 일본과 대만의 경쟁국의 추격이 가속화되고 있어, LCD 부품업계의 기술자립화를 통한 원가경쟁력 강화는 그 중요성이 점차 증대되고 있다. 본 과제가 성공적으로 수행되면 Moly pin(몰리 핀)의 국산화 개발을 통한 수입대체 효과와 더불어 국내 전극업체들의 몰리브덴 전극 납기 및 가격경쟁력 확보를 통한 수출증대에도 기여할 것으로 기대된다.

2. 서론

2.1. 개발기술의 목표 및 세부내용

몰리브덴 핀은 $\Phi 1.0\text{mm}$ 이상의 몰리브덴 와이어를 가공하여 만들어진다. 몰리브덴 핀의 가공은 몰리브덴 와이어의 직선처리를 위한 Straightening(직선화) 기술과 와이어 정밀절단을 위한 Shearing(전단) 기술, 표면연마와 초음파세척을 통한 표면처리 기술, 그리고 전수검사 기술로 구성되며, 본 사업에서는 세계최고 수준의 품질과 정밀도를 갖는 몰리브덴 핀 제조기술의 개발을 최종목표로 하고 있다.

몰리브덴은 재료특성이 강하여 제조공정 중 미세

한 외부환경의 변화로도 재료에 크랙과 같은 불량 발생될 수 있으며, 이러한 불량은 CCFL 완제품의 성능 및 수명에 심각한 결함을 유발하므로 공정 중 품질보증과 전수검사가 필수적이다.

2.2. 최종 개발목표

2.2.1 최종 개발 목표

본 사업의 최종 개발목표는 LCD BLU의 CCFL 전극에 사용되는 몰리브덴 핀의 제조기술을 개발하는 것이다. 몰리브덴 핀은 재질 특성상 정밀가공 및 전수검사가 어렵다. 따라서 몰리브덴 핀의 제품 생산뿐만 아니라 생산 전체에 대해 연구가 진행되어야 하며, 이를 위하여 다음과 같은 기술개발이 필요하다.

2.2.2 세부 개발 내용

- (1) 직선처리 기술 개발
- (2) 몰리브덴 와이어 표면처리 기술 개발
- (3) 와이어 절단기술 개발
- (4) 몰리브덴 핀 제작/검사용 JIG & Fixture 설계 및 제작
- (5) 몰리브덴 핀 시 제작 및 해석
- (6) 몰리브덴 핀 전수검사 기술 개발

2.3. 직선처리 기술 개발

: 고속회전방식 직선기에 대한 설비 설계 및 제작

- (가) 기존 직선기
- (나) 신규개발 직선기
- (다) 직선기 구동방식 개선
- (라) 직선기 조건 설정
- (마) 1차 절단기

2.4. 몰리브덴 와이어 표면처리 기술개발

몰리브덴 와이어의 신선(Drawing)시 사용된 흑연(Graphite) 등의 이물질 제거 및 표면처리를 위한 표면마찰가공에 대한 조건 설정 및 기술 개발이다. 바렐연마조에 연마석, 물, 몰리브덴 핀을 투입 후 고속으로 회전시켜 몰리브덴 핀과 연마석과의 마찰에서 생기는 상대 운동차에 의해 바리(BURR) 제거 및 표면마찰을 이용하여 표면을 매끄럽게하는 가공법이다.

- (가) 표면마찰가공 TEST 조건
- (나) 표면마찰가공 확정 조건

2.5. 와이어 절단기술 개발

(1) 소재변형 가소화를 위한 다발 묶음 기술 개발

- (가) 다발 묶음 형상
- (나) 다발 묶음 방식
- (다) 소재에 따른 절단면 차이
- (라) Press Swinging

(2) 미세크랙 등 소재의 변형 및 손상을 최소화하는 절단기술 개발

다발 묶음 와이어의 길이를 정밀한 치수로 절단하는 설비이다.

- (가) 정밀 절단기 구성
- (나) 정밀 절단기 작동방식

2.6. 몰리브덴 핀 제작/검사용 Jig & Fixture 설계 및 제작

(1) 몰리브덴 핀 검사용 JIG & Fixture 설계 및 제작
 몰리브덴 핀 세척 후 절단길이 양/불 판정을 용이하게 하기 위한 검사용 JIG로써 홈 사이에 핀을 정렬시켜서 상호 비교하여 육안으로 판단한다. 1회 검사 시 약 1,200개를 검사 할 수 있으며, 각 홈에 0.2mm 씩 코너 라운딩 가공하여 몰리브덴 핀 삽입, 배출이 용이하게 하였고, 알루미늄 재질을 사용하여 작업자의 작업 중 중량감을 최소화 하도록 제작한 검사 JIG이다.

- (가) 몰리브덴 핀 검사용 JIG 사용
- (2) 몰리브덴 핀 Crack Tester JIG & Fixture 설계 및 제작
- (가) 메모리 하이코더(Memory Hicorder)
 - (나) 몰리브덴 핀 Crack 깊이 설정
 - (다) 몰리브덴 핀 Crack 판정기준 수립
 - (라) 몰리브덴 핀 Crack Test 설정값
 - (마) 몰리브덴 핀 Crack 테스터 Fixture 설계 및 제작

2.7. 몰리브덴 핀 시제작 및 해석

- (1) 몰리브덴 핀 시 제작
- (2) 몰리브덴 핀 시작품 규격
- (3) 몰리브덴 핀 시 제작품 검사성적서
- (4) 몰리브덴 핀 3차원 정밀측정
 - (가) 3D-CT 촬영
 - (나) Laser Confocal 현미경(금속 현미경)
 - (다) X-RAY 촬영
- (5) 몰리브덴 핀 KBM 시작품 1, 2차 비교
 - (가) 시작품 1, 2차 제작

- (나) 치수비교
 - (다) 외관비교
 - (라) 개선 사항
- (6) 몰리브덴 핀 열전달 해석

2.8. 몰리브덴 핀 전수검사 기술 개발

전수검사 장비를 개발하여 품질 및 원가경쟁력을 갖는 몰리브덴 핀의 양산화가 목적으로 진행

- (1) 몰리브덴 핀 전수검사 System 개발
 - (가) 전수검사 System 개발 적용
- (2) 몰리브덴 핀 전수검사 기술 및 설비 개발
 - (가) 비전 검사기 공정 FLOW
 - (나) 비전 검사기 장비

3. 결론

본 연구는 동일계 제품 중 세계최고 수준의 품질과 정밀도를 갖는 몰리브덴 핀 제품과 동등하거나 이상의 제조기술의 개발을 최종목표로 수행되었다. 1년간의 연구개발을 통해 몰리브덴 핀의 생산기술을 셋업 하였으며, 시 제작품의 제작을 완료하였다. 현재 시작품은 전극업체에서 전극으로 제작되어 램프 수명 테스트를 진행 중에 있으며 수명테스트가 완료되면 본격적인 양산이 진행될 것으로 기대하고 있다.

또한 세부 목표에 대한 결과 사항을 다음과 같이 얻을 수 있었다.

1. Specification 분석

일본 내 최고 수준의 제품 샘플을 입수하여 치수 및 표면에 대해 분석을 완료하였다.

2. 3D, X-ray 분석

3D, X-ray 촬영을 통해서 크랙의 깊이 및 진원도를 Crack Tester에서 예측 및 해석을 통해 추정하였던 것을 정성적으로 인지하여 반영하였다.

3. 제조설비 설계 및 개발

몰리브덴 핀 제조용 설비를 고안, 설계 및 개발하였다. 개발설비로는 몰리브덴 와이어 직선기, 1차 절단기, 2차 정밀 절단기, 비전 검사기가 있다.

4. 지그 설계

다발묶음 시 사용되는 다발 묶음지그와 Crack

Tester에서 와이어 직선 상태를 유지하면서 투입, 축출하고 실시간으로 Crack의 위치를 파악 할 수 있는 Crack Tester 지그, 그리고 표면 및 전장 검사 지그를 설계 및 개발하였다.

5. 시제품 제작

몰리브덴 핀 시제품을 제작하여 Lamp 제작 Test 를 의뢰하여 진행 중이며, 완료 후 수명 Test 진행 예정이다.

6. 시제품 분석 및 수정

몰리브덴 핀 시제품을 제작하여 기술제휴 업체에 비교 Test 의뢰하여 1차 샘플 Test 시 문제점으로 지적된 절단길이 편차, 절단면, 표면세척을 보완하여 2차 샘플 제작 완료하였다.

7. 전수검사 장비 설계 및 개발

표면에 Crack 유/무를 육안으로 판단하여 합/부 판정할 수 있는 비전검사 장비를 설계 및 개발하였다.

후기

본 과제는 서울 중소기업청에서 지원하는 중소기업기술혁신 개발사업 일반과제 지원연구비의 일환으로 주관기관 (주)케이비엠과 위탁기관인 인하공업전문대학에 의해 수행될 “CCFL 전극용 몰리브덴 핀 제조기술 개발” 연구 결과에 관한 발표입니다.

참고문헌

- [1] CCFL전극, “<http://www.naver.com> 지식검색 NI”.
- [2] 김수영, 김정규, “최신 기계재료학”, 문운당, 1987.
- [3] Willam M. Steen, “Laser Material Processing”, Springer, 1998.