

LCD 몰리브덴 핀 개발을 위한 전수검사 융합시스템

이정익

인하공업전문대학 기계설계과 교수

All goods Inspection Convergence System for the Development of LCD Molybdenum Pin

Jeongl-Ick Lee

Professor, Dept. of Mechanical Design, INHA Technical College

요약 LCD BLU의 CCFL 전극에 사용되는 몰리브덴 전극의 주요소재인 몰리브덴 컵과 몰리브덴 핀은 국내 가공기술이 개발되지 못하여 전량 일본에서 수입하여 사용되고 있어 CCFL 제조업체들의 납기 및 경쟁력에 부담을 주고 있다. 본 연구에서는 LCD BLU의 CCFL 전극에 사용되는 몰리브덴 핀의 제조 기술을 개발하는 연구로 직선처리 기술개발, 몰리브덴 와이어 표면처리 기술개발, 와이어 절단기술 개발, 몰리브덴 핀의 제작, 검사용 JIG와 Fixture 설계 및 제작, 몰리브덴 핀 시제작 및 해석, 몰리브덴 핀 전수검사 기술개발에 관한 연구를 수행하였으며 본 논문에서는 몰리브덴 핀 제작에 있어 전수검사가 융합설계에 대한 연구를 다루고자 한다.

주제어 : 몰리브덴 핀, 액정디스플레이, 후광 광원 장치, 검사, 냉각선 음극관

Abstract The molybdenum cup and molybdenum pin, which are the main materials of the molybdenum electrode used for the LCD BLU CCFL electrode, have not been developed in Japan and all of them are imported and used from Japan, is giving a competitive burden. In this research, to develop the manufacturing technology of molybdenum pin used for CCFL electrode of LCD BLU, development of linear processing technology, development of molybdenum wire surface treatment technology, development of wire cutting technology, production of molybdenum pin, design and fabrication of JIG and Fixture for inspection, molybdenum pin prototyping and analysis, and development of 100% molybdenum pin inspection technology. In this paper, especially, research on the convergency design for total inspection machine is treated.

Key Words : Molybdenum pin, LCD, Back Light Unit, Inspection, CCFL

1. 서론

백라이트는 여러 가전제품 및 광원의 재료로 사용되며, 그 종류는 크게 LED, CCFK, EEFL로 나누어진다. 이 가운데 가장 범용적으로 사용되는 백라이트는 CCFL이라 할 수 있다. CCFL은 EEFL 대비 제작과정이 단순하고

가격적인 면에서도 LED를 능가한다. 또한, 가전제품 뿐만 아니라 전광판과 같은 분야에도 널리 이용된다[1, 2].

평판디스플레이 일종인 LCD(액정디스플레이: Liquid Crystal Display)는 소비전력 및 이동면에서 유리하여 향후에도 범용 디스플레이 위주의 성장을 견인할 것이다. Fig. 1은 TV에 사용되는 BLU 구조이다[3-5]. LCD의 광

*Corresponding Author : Jeong-Ick Lee(jilee@inhac.ac.kr)

Received March 23, 2020
Accepted November 20, 2020

Revised April 24, 2020
Published November 28, 2020

원 역할인 CCFL은 일반 형광램프와 유사하나 크기가 작고 휘도가 높고 수명이 긴 장점이 있다[6, 7]. CCFL 및 전극봉 구조는 Fig. 2에 나타난 바처럼 Kovar핀에 Durmet를 용접하고 거기에 Glass를 Beading한 Ni컵과 레이저 용접 혹은 저항용접으로 제조된다. Kovar핀과 Ni컵으로 구성된 니켈전극은 CCFL휘도와 수명요구에 따라 몰리브덴 전극(몰리브덴 컵과 몰리브덴 핀의 결합)으로 바뀌고 있다[8-10]. 이러한 몰리브덴 전극의 소재인 몰리브덴 컵과 핀은 국내에서는 가공되지 못하여 전량 일본에서 수입하고 있다.

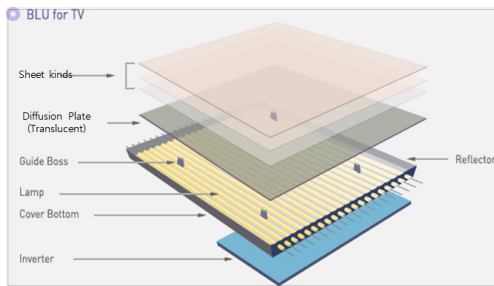


Fig. 1. BLU structure

본 과제에서는 LCD의 몰리브덴 핀의 제작과정을 수행하는 연구로 직선처리 기술개발, 몰리브덴 와이어 표면처리 기술개발, 와이어 절단기술개발, 몰리브덴 핀의 제작과 검사용 JIG and Fixture 설계 및 제작, 몰리브덴 핀 시제작 및 해석, 몰리브덴 핀 전수검사 기술개발에 관한 연구를 수행하였다[11, 12].

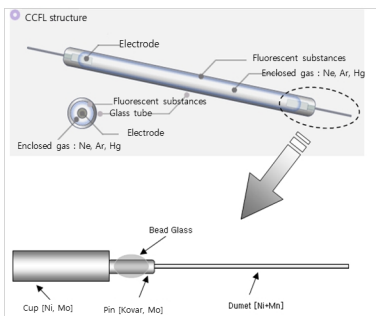


Fig. 2. CCFL and electrode structure

2. CCFL 기술개발 및 세부내용

직경 1.0mm 이상의 몰리브덴 와이어를 통해 몰리브덴 핀이 만들어진다. 몰리브덴 핀 가공은 다음 단계를 거

친다. Straightening(직선화) 기술과 Cutting(절단) 기술, 표면처리 기술, 마지막으로 전수검사 기술로 구성되며, 본 연구에서는 이러한 몰리브덴 핀의 국산화를 위한 연구를 수행하여 제품을 생산부터 검사까지 수행할 수 있는 자동화 공정을 개발함을 최종목표로 하고 있다. 몰리브덴은 제조과정 중 미세한 외부환경의 변화에도 재료의 크랙과 같은 불량 발생 소지가 있으며, 이러한 불량은 CCFL 제품성능에 심각한 불합격 문제를 유발하므로 생산 중 품질보증 및 전수검사가 필수적이다. Fig. 3은 몰리브덴 핀의 미세크랙 확대도이며 Fig. 4는 미세크랙 불량 Leak 발생을 보여준다.

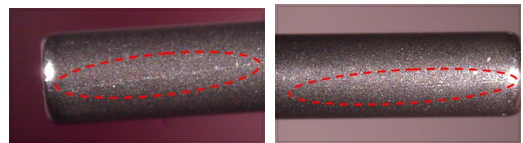


Fig. 3. Small crack magnification of molybdenum pin

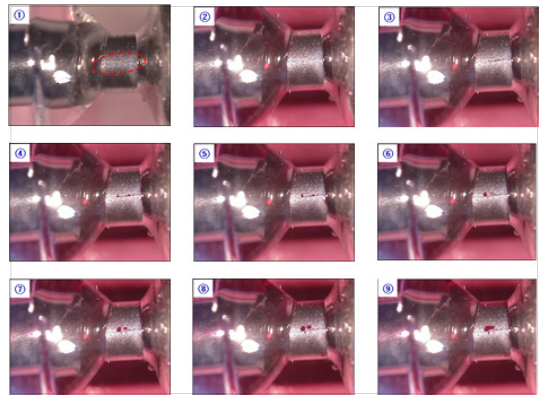


Fig. 4. Bad leak occurrence of small crack (Penetrant experiment)

본 연구의 최종 개발 목표를 위해 다음과 같은 순서의 기술개발이 필요하다. 첫 번째 직선처리 기술은 고속회전 방법의 직선기에 설비 설계, 최적 직선 성형을 위한 직선기 최적 가공조건들을 결정, 센터리스 연삭가공을 포함하는 몰리브덴 와이어의 직선처리 기술개발이고 두 번째 몰리브덴 와이어 표면처리 기술개발에는 몰리브덴 와이어의 신선(Drawing)시 사용된 흑연(Graphite) 등의 이물질 제거, 표면처리를 위한 표면 마찰가공에 대한 조건 및 기술개발, 세 번째는 와이어 절단기술 개발로 소재변형 최소화화를 위한 다발 묶음 기술개발, 전단생산성 확보를 위한 다발 묶음 기술개발, 절단 기술에 의해 미세크랙 등 소재의 변형과 손상을 최소화, 정밀절단을 위한 이송

장치 및 절단 설비 설계, 네 번째는 몰리브덴 핀의 제작과 검사용 JIG 및 Fixture 설계와 제작으로 몰리브덴 와이어 직선기용 JIG 설계 및 제작하는 몰리브덴 와이어 전단용 JIG 설계 및 제작이 있다. 다섯째는 몰리브덴 핀 시제작 및 해석으로 몰리브덴 핀 시 제작, 몰리브덴 핀 열전달 해석, 몰리브덴 핀 3차원 정밀측정이고 마지막 여섯째 몰리브덴 핀 전수검사 기술개발은 몰리브덴 핀 전수검사 기술 및 설비 개발을 의미한다.

3. 몰리브덴 핀 전수검사기 설계

몰리브덴 핀 전수검사기는 양산되는 몰리브덴 핀 전 제품을 실시간 검사하여 품질 및 원가경쟁력을 갖는 몰리브덴 핀의 양산시설 구축이 목적이다.

3.1 몰리브덴 핀 전수검사 시스템 개발

몰리브덴 핀 전수검사기는 터치스크린으로 제작되었으며 자동화면, 수동화면 및 수치입력으로 설계하였다.

3.1.1 자동화면 설계

작업자가 OK/NG 버튼을 누르면 제품이 일정 시간이 지나면 자동으로 검사대 위에 몰리브덴 핀이 투입/배출이 이루어진다. 화면에서는 양품, 불량, 검사 수량을 확인할 수 있도록 하였다.

패널 설계는 Fig. 5와 같이 되었다.



Fig. 5. Automatic screen for total inspection machine

3.1.2 수동화면 설계

자동 작동 중 문제 시 각 작동부를 개별적으로 작동할 수 있도록 하였다. 터치스크린에 투입, 판정, 반출 작동 중 전진, 후진 버튼을 누르면 부분 동작으로 움직인다. 또한, 몰리브덴 핀 정렬, 이송장치인 직진(리니어)피더와

볼피더를 작동 센서와 별도로 ON/OFF를 조절 할 수 있다.



Fig. 6. Manual screen for total inspection machine

3.1.3 수동 입력 설계

각 공정에 검출 및 반응 시간을 지정하여 실린더 및 각 센서가 원활하게 반응 및 작동하도록 설정값을 입력한다.

Table 1. Detection and reaction time by process

Classification	Usage	Setting value	Remark
Product Detection Time	Input cylinder operation time after production input	0.5sec	
Input brush time	Input cylinder action time	0sec	
Output brush time	Output cylinder action time	0sec	
Detection error time	Input range sensor detection error time	10sec	Abnormal buzzer
OK/NG transfer	OK/NG box transfer action time	0.2sec	
Straight off time	Straight feeder action time	10sec	

3.2 몰리브덴 핀 전수검사 기술 및 설비 개발

본 비전시스템은 개발된 몰리브덴 핀의 다양한 패턴의 길이 및 표면 크랙, 스크래치를 검사하는 독립형 비전 모듈 시스템을 목적으로 하며, 그 구성은 비전 제어기, 카메라, 렌즈 및 검사 플랫폼 등으로 구성되었다.

최초에는 다량의 제품 투입 후 자동으로 일렬 정렬하여 리니어 피더를 통해 운반되는 제품을 1개씩 선별 검사를 진행한 것을 시작으로 하였다.

이에 대한 검사기 공정 FLOW는 다음과 같이 설계하였다.

Table 2. Inspection process procedure

No.	Process	Role	Remark
1	Product input	Ball feeder product input	
2	Ball feeder product transfer	Sorting by product a line	
3	Linear feeder product transfer	Product lineup transfer	
4	Product detection	Product position check	
5	Product input	Product transfer to inspection area	
6	Check of OK/NG results	Judgement after inspection of monitor screen	
7	OK/NG box transfer	Box position movement of OK/NG product	
8	Product export	Transfer to OK/NG box in inspection area	
9	Product detection	Product position check	Same to NO.4

비전 검사기 장비의 설계는 다음과 같이 하였다. 모니터, 현미경, 카메라, 볼피더, 직진피더, 양/불 박스로 이루어져 있다. 몰리브덴 핀이 원형상으로 되어있어 카메라에서 심도와 조명의 문제로 외부 조명을 추가 설치하여 표면을 더욱 명확하게 볼 수 있도록 하였다. 몰리브덴 핀 비전검사 장치의 조립도는 Fig. 7에 실제 제작하여 운영되는 실제 장비는 Fig. 8에 나타내었다.

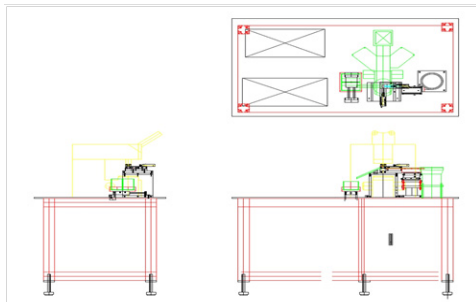


Fig. 7. Molybdenum pin vision inspection device assembly drawing



Fig. 8. Molybdenum pin vision inspection device manufactured after design

4. 결론

LCD 백라이트부의 CCFL 전극에 몰리브덴 핀을 제조함에 재질 문제상 정밀가공 및 전수검사가 어려우므로 전체 생산에 대해 균일한 제품이 나올 수 있는 연구가 필요하다. 본 연구에서는 몰리브덴 핀 제작의 마지막 단계인 전수검사 방법을 연구하고 설비 시스템의 설계 및 제작을 시행하였다. 그 세부 방법으로는 첫째, 몰리브덴 핀 전수검사 시스템을 자동화면과 수동화면으로 선택해서 작동하도록 설계하였다. 둘째, 수동입력 설계 모드를 만들어 각 공정에서의 검출 및 반응 시간을 지정하여 실린더 및 센서가 원활하게 반응하고 작동하도록 설정값을 입력하게 만들었다. 셋째, 몰리브덴 핀 전수검사기 제작을 위해 검사기 공정 Flow를 설계하고 모니터, 현미경, 카메라, 볼피더, 직진피더 양/불박스, 로밍등을 이용하여 설계하고 이를 직접 제작하여 전공정 실시간 양부판정 자동화시스템을 구축하도록 하였다. 이 연구는 몰리브덴 핀의 제작단계의 일환이다.

REFERENCES

- [1] C. B. Moon, U. K. Jung, H. S. Lee, J. Y. Lee, H. Y. Lee, B. M. Kim & H. S. Yang. (2010). CCFL Defects Detection Algorithm with Shooting Environment. *Proceedings of the Korea Information Processing Society Conference*, 365-368.
- [2] C. B. Moon, Y. H. Ahn, H. Y. Lee, B. M. Kim & D. W. Oh. (2010). Implementation of Automatic Detection System for CCFL's Detection based on Combined Lighting. *Journal of the Korea industry information Systems Research*, 69-81.
- [3] Y. C. Kim. (2006). Modeling of Piezoelectric Transformer and CCFL by PSPICE Circuit Analysis. *Journal of the Korea Academy- industrial cooperation Society*, 7(3), 350-357.
- [4] J. I. Lee, E. S. Lee & B. I. Yoo. (2008). CCFL Electrode Molybdenum Pin. *Proceedings of Korean Society of Mechanical Technology*, 5-9.
- [5] J. I. Lee. (2009). The Development of CCFL Electrode Nickle Cup for High Brightness and High Life. *Proceedings of Korean Society of Mechanical Technology*, 43-47.
- [6] T. Zaitzu, I. Inoue, O. Ohnishi & A. Iwamoto. (1992). 2MHz Power Converter with Piezoelectric Ceramic Transformer. *IEEE INTELEC'92 Proc.*, 430-437.
- [7] T. Zaitzu, T. Shigehisa & M. Shoyama. (1996). Piezoelectric Transformer Converter with PWM

- Control. *IEEE APEC'96 Proc.*, 279-283.
- [8] L. H. Hwang, J. H. Yoo, J. R. Kim, E. S. Jang, D. G. Oh, Y. H. Jeong, K. S. Ahn & M. T. Cho. (2004). Fabrication and characteristics of PDA LCD backlight driving circuit using piezoelectric transformer, *Sensor and Actuator*, 74-78.
- [9] L. H. Hwang, J. H. Yoo, J. R. Kim, J. H. Jang, M. T. Cho, I. S. Ahn & H. B. Song. (2005). A study on Driving of 35W(T5) fluorescent lamp by the electronic ballast using piezoelectric transformar, *ICCE*, psi-60.
- [10] L. H. Hwang, J. H. Yoo, J. R. Kim, E. S. Jang, C. S. Lee, M. T. Cho & J. S. Kim. (2002). A study on the T5 Fluorescent Lamp Ballast used Contour Vibration Mode Piezoelectric Transformer using a One-Chip Micro- controller, *ISAF*, 287-290.
- [11] N. Sun & B. Hesterman. (1997). Pspice Frequency Dynamic Fluorescent Lamp Model. *IEEE APEC Conference Record*, 641-647.
- [12] T. Zaitso, T. Inoue, O. Ohnishi & Y. Sasaki. (1997). 2MHz Power Converter with Piezoelectric Ceramic Transfomer, *IEICE Transactions on Electronics*, E77-C(2).
- [13] K. F. Mak, C. Lee, J. Hone, J. Shan & T. F. Heinz. (2010). Atomically Thin MoS₂: A New Direct-Gap Semiconductor, *Phys. Rev. Lett.* 105, 136805.
- [14] C. Lee, H. Yan, L. E. Brus, T. F. Heinz, J. Hone & S. Ryu. (2010). Anomalous Lattice Vibrations of Single- and Few-Layer MoS₂. *ACS Nano* 4, 2695-2700.
- [15] G. Lee et al. (2013). Flexible and Transparent MoS₂ Field-Effect Transistor on Hexagonal Boron Nitride-Graphene Heterostructures, *ACS nano*, 9, 7931-7936.

이 정 익(Jeong-Ick Lee)

[정회원]



- 1991년 2월 : 한양대학교 공과대학. 기계공학과 (공학사)
- 1993년 2월 : 한양대학교 공과대학. 정밀기계공학과 (공학석사)
- 1999년 8월 : 한양대학교 공과대학. 정밀기계공학과 (공학박사)
- 1993년 1월 ~ 1999년 12월 : (주)대우전자. 중앙연구소 (선임연구원)
- 2000년 3월-2007년 2월 : 용인송담대. 자동차기계설계전공 (교수)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 인하공전. 기계공학부. 기계설계과 (교수)
- 관심분야 : CAD/CAM/CAE, 스마트팩토리, 생산자동화, 사출금형, 주조, 용접, 유비쿼터스 Eng., Nano, MEMS, BIOMECHANICS
- E-Mail : jilee@inhac.ac.kr