

잉크젯 프린팅 기술의 Head JIG Temperature Controller 구현

유홍렬*, 이선종**, 손영득***
 *한국기술교육대학교 전기공학과
 **한국폴리텍대학 반도체융합캠퍼스 반도체전기시스템과
 ***한국기술교육대학교 기계설비제어공학과
 e-mail:hryoo76@koreatech.ac.kr

Implementation of Head JIG Temperature Controller for Inkjet Printing Technology

Heung-Ryol Yoo*, Sun-Jong Lee**, Yong-Deug Son***

*Dept. of Electrical Engineering, Korea University of Technology and Education

**Department of semiconductor electrical system, KOREA POLYTECHNICS

***Mechanical Facility Control Engineering, Korea University of Technology and Education

요약

FPD 기술은 점점 진화하고 있으며, FPD 장비의 개발 또한 지속적으로 증가하고 있다. FPD 장비의 핵심적인 장비인 포토 리소그래피의 기술은 현재 안정적인 가장 중요한 기술이지만, 단가 절감 및 공정 감소를 위하여 다양한 방안이 구상되고 있다. 이에 대한 대안으로 현재 잉크젯 프린팅 기술이 대안이며, 따라서 포토 리소그래피 공정을 점점 줄이려고 하고 있고 잉크젯 설비를 지속적으로 투자하고 있다. 그러나 잉크젯 설비의 공정 특성을 얻기 힘들어 장시간의 투자가 예상되고 있다. 본 논문에서는 잉크젯 설비의 Head JIG Temperature Controller를 구현 하였다. Head JIG Temp Controller는 사용 약액의 온도에 따라 Head의 노즐 Align Pitch가 틀어지는 것을 보완하기 위해 Head JIG에서 Head 노즐 Align을 셋팅 할 때 특정 온도로 설정 해 주는 장치이다. 본 논문에서 구현한 장치는 H/W Controller 와 S/W 구현으로 PID제어에 의한 온도 설정을 할 수 있으며 잉크젯 설비에 장착하여 기능을 체크 하였다. 잉크젯 설비의 개발은 지속적으로 구현 되고 있으며 장시간의 개발과 노력이 필요하다.

1. 서론

디스플레이 제작 공정에서 가장 중요한 것은 포토 리소그래피(Photo-lithography) 공정이다. 그림 1에서 나타낸 공정은 패턴 만들기 공정으로써 박막 증착 → PR 코팅 → 노광 (Mask 이용) → 현상 → 식각(에칭) → PR제거 순서로 진행된다. 이 리소그래피 공정은 원하는 패턴을 만들기 위해 PR(Photo Resist)라는 화학물질을 바른 뒤 마스크를 통해 빛을 쏘아줘, 빛을 받은 부분이 호물호물해져서 쉽게 제거 되는 방식이다. 최근 리소그래피의 5공정 보다 쉬운 방법이 개발되어 2단계의 공정인 그림 2는 잉크젯 프린팅 기술이 적용하고 있다. 처음 단계는 패턴 인쇄로 패턴을 형성하고 다음 단계는 열처리를 통한 경화이다. 그림 3에서 보여 주는 잉크젯 프린팅 기술은 DOD(Drop on Demand)방식으로 잉크젯 헤드를 이용해 각 픽셀에 잉크를 도포하고 영 처리하여 패턴 하는 기술을 말한다[1~4].

2. 본론

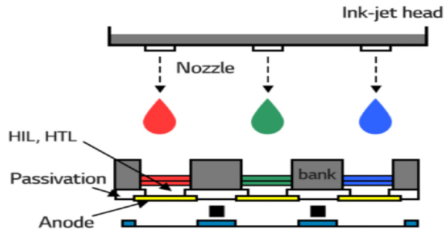
2.1 Head JIG Temp Controller



[그림 1] 리소그래피 공정



[그림 2] 잉크젯 설비의 공정



[그림 3] INKJET의 DOD 방식

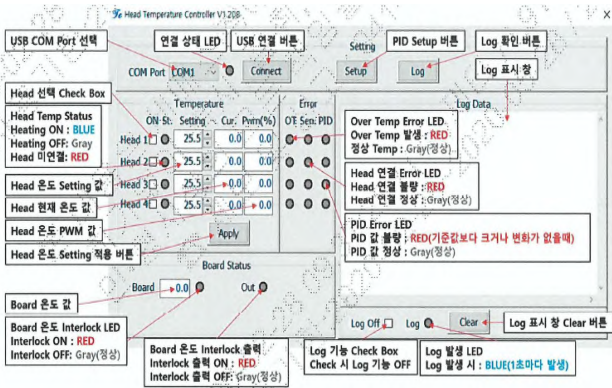
본 논문에서 제안하는 Head Temperature Controller의 동작은 그림 4와 같다. PC 상의 GUI에서 각각의 헤드온도를 설정하여 Control Board에 USB Port를 통하여 설정 값에 전달하고 현재의 온도를 읽어 표시한다. 여기에서 UI에서 읽은 온도를 1초마다 파일로 저장한다. 그림 4는 Control Board에서 설정된 온도에 맞게 Head Heater를 제어 한다.



[그림 4] 헤드 온도 제어 System 구성

2.2 Head JIG Temp Controller의 S/W 설계[5,6]

본 논문에서 제안하는 방법은 Head의 온도를 설정하여 컨트롤 기능 및 로그 저장 가능하여야 하며, Software을 실행하면 USB Driver 설치 시 USB Com Port가 자동적으로 선택되고 미설치 시에는 수동 선택하여 Com Port 연결이 가능하다, Setup 버튼(PID Set UP)의 기능은 다음과 같다. 우선 Firmware Version 확인이 가능하여야 하고, PID Setting 기능과 Head Type 변경 기능이 있어야 한다. 또한 Log 저장 폴더 설정 기능으로 구성 된다. 이에 대한 구현은 그림 5와 같다.



[그림 5] 헤드 온도 제어 System 설명

3. 시험 결과

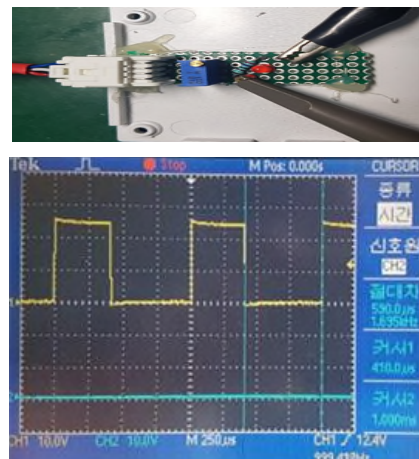
3.1 Head JIG Temp Controller의 시험 결과

본 논문에서 구현한 Head JIG Temp Controller의 동작 검증을 위하여 표 1에 나타낸 Interlock Table을 이용하여 검증을 하였다. 다음의 몇 가지 동작 검증에 대한 내용을 표시한다.

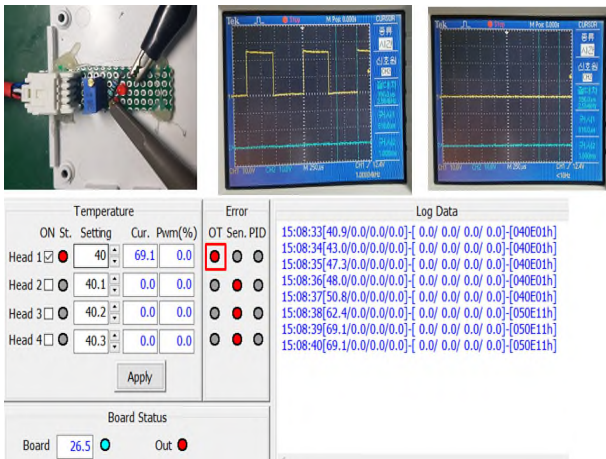
[표 1] 동작 검증 및 인터록

Head JIG Temp Board			
No	구분	항목	점검Point
1	동작검증	UI	Connect 표시(연결/미연결)
2			Head 별 Status(동작/미동작)
3			Setting 값 설정
4			Current 값 표시
5			PWM 값 표시
6			Board Status 표시(정상/비정상)
7			Board Status 온도 표시
8			Relay Out 표시(정상/비정상)
9			Log 상태 표시(Log Save 시 깜박임)
10			Log Clear 시 Log 표시
11			Setup -> PID Setting 값 설정
12			Log File 저장 상태
13			Log File 읽어오기
14			Heating
15	설정 온도 유지 정확성		
16	Interlock	H/W Over Temp	Over Temp 표시 및 Heating 중단
17			Error
18		Sensor Error 및 동작 중단	
19		Board Error 및 동작 중단	
20		통신에러 표시	

검증에 대한 한 항목으로 UI Connect Button이 누르면 연결 표시가 Lamp가 점등되고 USB Cable을 제거하면 3초 후 Disconnect된다. 또한 Connect 상태에서 컨트롤러의 Power를 Off하면 3초 후 Disconnect하게 된다. 다음으로는 Head 별 Status (동작/미동작)에 대한 검증으로 On Check 후 Apply 실행하면 Head On 버튼이 On 되게 된다. All Check 제거 후 Apply 실행 하면 Head Off가 된다. 또한 각 Head의 온도 설정을 할 수 있도록 구성 되어 있다. 그리고 각 Head별 Current 표시와 Log 저장이 가능하며, PWM 값을 표시 하게 된다. 그림 6과 같이 Head에 인가되는 실제 PWM 측정을 위해 Test Jig를 사용하여 오실로 스코프 파형을 측정하게 된다.



[그림 6] Head JIG Temp Controller PWM 출력 신호 확인



[그림 7] Over Temp 표시 및 Heating 중단

3. 결 론

본 논문에서는 포토 리소그래피(Photo-lithography) 공정을 대체하는 공정인 잉크젯 프린팅 기술을 소개하였고 잉크젯에 Head JIG Temperature Controller를 구현하였다. Head JIG Temp Controller는 사용 약액의 온도에 따라 Head의 노즐 Align Pitch가 틀어지는 것을 보완하기 위해 Head JIG에서 Head 노즐 Align을 셋팅 할 때 특정 온도로 설정 해 주는 장치이다. Temp Controller의 Hardware를 직접 구현 하였으며 이를 통해 Head의 온도를 제어하는 장치이다. 또한 이를 제어하기 위한 Software를 구현하여 Temp Controller가 정상 동작하기 위한 시스템과 인터록을 구현하였다. 시험 구현을 통하여 정상 동작을 확인하였으며 잉크젯 프린트 기술은 결론적으로 획기적인 기술이나 구현이 어렵고 공정을 최적화하기 위해 장시간의 개발 및 노력이 필요하다.

참고문헌

[1] K. Alexander, B. M. Matti, A. Shai and M. Shlomo, "Ink-jet printing of metallic nanoparticles and microemulsions", *Macromol .Rapid Commun.*, 26(4), 281 (2005).

[2] Wang-Seok Kim, Ja-Myeong Koo, Jae-Woo Joung, Byung-Sung Kim and Seung-Boo Jung, "lectrical Characteristics of Copper Circuit using Inkjet Printing" *Journal of the Microelectronics and Packaging Society* v.17 no.3, 2010, pp.43 - 49

[3] Khalate, Amol A. ; Bombois, Xavier ; Babuška, Robert ; Wijshoff, Herman ; Waarsing, René "Performance improvement of a drop-on-demand inkjet printhead using an optimization-based feedforward control method" *Control engineering practice*v.19 no.8,pp. 771-781, 2011, 0967-0661,

[4] Chai, H. D "DROP-ON-DEMAND INK JET PRINTING METHOD" IBM technical disclosure bulletin.v.26 no.6,pp. 29371983, 0018-8689

[5] Ricard C, Dof ; Robert H, Bishop "Modern Control System" 2017 13th Peason

[6] Michael Margolis " Arduio Cookbook" 2012 2nd, O'REILLY