

논문 2008-451E-4-7

개선된 LED 토출 공정 시스템

(The Enhanced LED Dispensing Processing System)

조도현*, 이종용**

(Do-Hyeoun Cho and Jong-Yong Lee)

요약

LED의 생산은 L/F기판 위에 Die본딩과 Wire본딩을 한다. 그리고 LED Chip을 보호하고 휘도를 개선시키기 위하여 epoxy를 dispensing한다. 이 논문에서 실린지 속에 담겨 있는 epoxy의 양을 자동 검출하여, 그 양에 따른 압력과 시간의 data를 자동 보정 제어하고, 일정량의 epoxy가 토출되는 X-Y-Z축의 반복정밀도 보정용 기구물의 설계를 통하여 토출량을 일정하게 제어하고 불량율을 감소시켜 생산성을 높인다.

Abstract

LED's production does Die bonding and Wire bonding on L/F board, and do epoxy dispensing to protect LED Chip and improve brightness. In this paper, we propose and realize a x-y-z axis robot mechanism detecting automatically epoxy's amount being filled, control data of pressure and time by the quantity automatic revision, and epoxy of the schedule amount dispensing.

Keywords : LED dispensing system, 3-axis robot

I. 서론

LED의 생산은 L/F기판 위에 Die 본딩과 Wire 본딩을 마친 후 LED Chip을 보호하고 휘도를 개선시키기 위하여 에폭시(epoxy) 액을 토출(dispensing)하여 이루어진다^{1~2)}.

현재 에폭시 액을 토출하는 국내기술은 실린지 내에 있는 시간의 경과에 따른 에폭시 액의 변화량에 대처하도록 일정량의 에폭시 액을 토출하도록 에폭시 액의 토출압력과 시간을 수동으로 조절하는 방식을 채택하고 있으며, 일본 기술은 에폭시 액의 변화량에 따른 에폭시 액의 토출압력과 시간을 자동으로 보정하도록 고안된

토출기를 사용하고 있으나 시간의 변화에 따른 토출량의 신뢰도가 떨어지고 있으며, 미국 장비의 기술은 제트노즐방식을 채택하여 토출액을 분사하는 방식을 채택하고 있고^{3~4)} 스크루 방식을 사용하여 일정량의 토출액을 토출하는 방식 등이 사용되어지고 있다. 이러한 종래 제품생산 기술은 에폭시 액이 토출되는 바늘(needle)에서의 압력과 시간 함수를 이용하여 에폭시 액을 토출하는 방법으로 실린지 속에 담겨있는 에폭시 액의 양이 토출 시간의 정도에 따라 가변하게 되어 있어서 그로 인하여 LED 양산 생산 시에 다량의 불량품과 저 등급의 제품이 발생하였다.

이러한 문제를 개선하기 위하여 최적의 에폭시 액 토출할 수 있는 토출 시스템을 제안한다. 개선된 공정을 통하여 LED에 에폭시액을 토출하기 위해 사용되는 STRIP 교체시간의 단축과 에폭시 액의 토출 후 잔량을 제어하여 실린지 안의 에폭시 액의 점도변화와 실린지의 액위 변화를 제어하여 일정량의 에폭시 액이 LED chip에 토출되도록 한다.

* 정희원, 인하공업대학 디지털전자과
(Dept. of Digital Electronics, Inha Tech. Col.)

** 정희원, 광운대학교 교양학부
(Division of General Education, Kwang-woon University)

※ 이 논문은 2007년도 인하공업대학 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

접수일자: 2008년9월2일, 수정완료일: 2008년12월1일

II. LED Dispensing System

본 논문에서 다루고자 하는 시스템은 LED등의 생산 공정에서 LEAD FRAME(L/F) PACKAGE에 에폭시 액을 토출하는 장비로서, LED의 생산과정에서 L/F기판 위에 Die 본딩과 Wire 본딩을 마친 후 LED Chip을 보호하고 휘도를 개선시키기 위하여 LED Chip에 에폭시 액을 토출하는 공정을 수행하여 LED 제품의 품질을 높여 고가의 LED를 생산하는 공정을 수행한다.

1. 시스템 개요

본 생산 공정 시스템은 그림 1의 공정흐름도와 같이 이루어져 있다. 먼저 L/F기판 위에 Die 본딩과 Wire 본딩 만을 마치고 에폭시 액이 덮여지지 않은 일정 수량의 LED Chip으로 배열된 STRIP을 CASSETTE MAGAZINE(M/Z)에 적재시키면 ELEVATOR 장치의 순차동작과 ON-LOADER PUSHER에 의해 IN-LET RAIL에 적재(LOADING)된다. CASSETTE M/Z에 적재된 STRIP은 ROLLER에 의해 PRE-HEATER POSITION까지 이송되며, PRE-HEATING 후 토출 영역(DISPENSING ZONE)으로 다시 이송된다. 이송된 STRIP은 POST HEATING BLOCK의 LOCATION PIN에 의해 정렬 후 에폭시 액의 토출 작업이 이루어진다⁵⁾.

토출이 완료된 후 STRIP은 OUTLET RAIL에 의해 UNLOADER PUSHER부로 이송되고, 이때 STRIP은 UNLOADER PUSHER와 ELEVATOR에 의해 순차적으로 CASSETTE M/Z안에 적재된다.

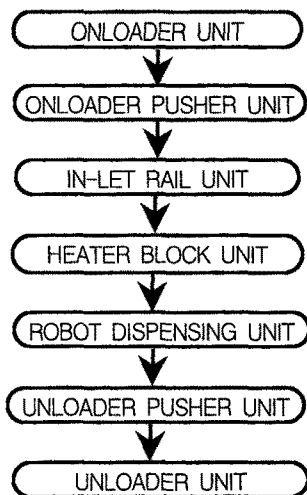


그림 1. LED 토출 시스템의 작업 흐름
Fig. 1. Process flow of LED dispensing system.

이러한 공정이 연속해서 반복되는 완전 자동 방식의 토출 시스템이다.

기존의 시스템은 LED에 에폭시 액을 토출하는 공정에서 시간이 경과함에 따라 실린지 안에 남아 있는 에폭시 액이 경화되어 점도의 변화가 발생하는 문제와 토출에 의하여 실린지 안의 에폭시량의 감소하여 토출을 위한 공압을 조절해 주어야하는 문제가 발생한다. 이러한 문제들은 각기 LED에 에폭시 액의 토출량의 차이나 LED 에폭시 액 성형이 비정상적으로 일어나 생산 불량을 초래하게 된다.

2. 공정 시스템의 개선

기존 공정 시스템의 문제를 해결하기 위하여, 생산 공정을 개선하여 LED의 토출 작업 속도를 개선하고, 작업시간에 따라 실린지 안의 토출 량이 줄어드는 현상을 시간보상 시스템을 사용하여 보상하고자 한다.

먼저, X-Y-Z 3축의 로봇을 사용하여 반복정밀도를 15um로 보정하였다⁶⁻⁷⁾.

기존 방식은 그림 2와 같이 CASSETTE M/Z에 STRIP을 적재 후 POST HEATING BLOCK의 LOCATION PIN에 의해 정렬 후 에폭시 액의 토출 작업에서 RAIL에 의해 이송되어진 STRIP을 POST HEATER BLOCK에 의해 UP시킨 후 에폭시 액을 토출하는 장치로 X-Y 로봇을 사용하여 ONLOADER PUSHER까지 이송하게 된다.

이러한 X-Y 2축 ROBOT을 사용하여 RAIL에 의해 이송되어진 단일 STRIP을 POST HEATER BLOCK에 의해 UP시킨 후 DISPENSING하는 방식을 사용하면, STRIP을 교체하는 시간 동안 실린지 안의 에폭시 액이

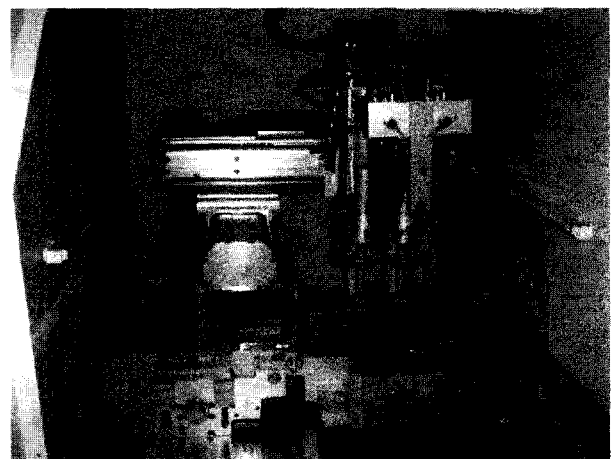


그림 2. X-Y 2축 ROBOT UNIT
Fig. 2. X-Y 2 axis ROBOT UNIT.

경화되어 LED 디스펜싱에서 불량이 발생하게 된다.

이를 개선하기 위하여 X-Y-Z 3축 ROBOT을 사용하여 RAIL에 의해 순차적으로 번갈아 이송되어진 2개의 STRIP을 POST HEATER BLOCK에 의해 UP시킨 후 연속적으로 토출하는 방식을 적용하였다. 이를 통하여 STRIP 교체 시간이 발생하지 않아 실린지 안의 에폭시 액의 경화가 감소하여 균일한 토출이 가능하게 되어 불량률을 감소하게 하였다.

다음으로 ONLOADER UNIT의 공정을 개선하였다. 기존 방식은 작업을 위하여 10개의 CASSETTE M/Z에 STRIP을 적재 후 M/Z LOADING부에 안착 시킨 뒤 컨베이어 벨트(conveyor belt)에 의해 ELEVATOR 장치까지 이송하고, ONLOADER CONVEYOR BELT에 의해 공급되어진 CASSETTE M/Z을 STEP BY STEP으로 STRIP을 공급한다. 그리고 공급된 STRIP의 M/Z을 ELEVATOR MOVING BLOCK으로 이송한다. 이때 M/Z 유무SENSOR가 ON되어있어야 전진하게 된다. LOADING CONVEYOR에 의해 공급된 M/Z을 ELEVATOR M/Z CLAMP장치가 LOADING 할 수 있도록 전후진을 제어한다.

이 공정을 위하여 ELEVATOR UNIT, MAGAZINE ONLOADER CONVEYOR UNIT과 MAGAZINE IN/OUT LOADING UNIT이 사용된다. 이러한 방식은 복잡하고 여러 단계의 과정을 통해 이루어지기 때문에 정밀도와 작업속도가 느렸다.

이를 개선된 하기 위하여 5개의 CASSETTE M/Z에 STRIP을 적재 후 M/Z LOADING부에 안착 시킨 뒤 X-Y ROBOT에 의해 ONLOADER PUSHER까지 이송하는 방법을 적용하였다. 이것은 기존의 MAGAZINE ONLOADER CONVEYOR UNIT과 MAGAZINE IN/OUT LOADING UNIT 불필요하게 되어 공정이 단순해지고 CASSETTE M/Z에 STRIP의 이송 정확도 향상시켰다.

마지막으로 실린지 안의 에폭시 액의 잔량을 보상제어 하였다. 기존의 시스템은 LED에 에폭시 액을 토출하는 공정에서 시간이 경과함에 따라 실린지 안에 남아 있는 에폭시 액이 경화되는 문제와 토출에 의하여 실린지 안의 에폭시액의 감소하여 토출을 위한 공압을 조절해 주어야하는 문제가 발생한다. 이러한 문제들은 각기 LED에 에폭시 액의 토출량의 차이나 LED 에폭시 액 성형이 비정상적으로 일어나 생산 불량률 초래하게 된다.

이러한 문제를 해결하기 위하여, 생산 공정을 개선하

여 LED의 토출 작업 속도를 개선하고, 작업시간에 따라 실린지 안의 토출 량이 줄어드는 현상을 시간보상 시스템을 사용하여 그 토출 변화율이 0.03% 이내가 되도록 제어하였다.

III. 개선된 공정 시스템 제작

1. 공정 시스템의 개선

2개의 STRIP이 RAIL에 의해 순차적으로 번갈아 이송되어 연속적으로 토출하는 방식을 적용하기 위해 반복정밀도를 15um로 보정하도록 X-Y-Z 3축의 로봇을 사용하여 그림 3과 같이 설계 하고 그림 4와 같이 제작하였다^[8].

다음으로 ONLOADER UNIT의 공정을 개선하였다.

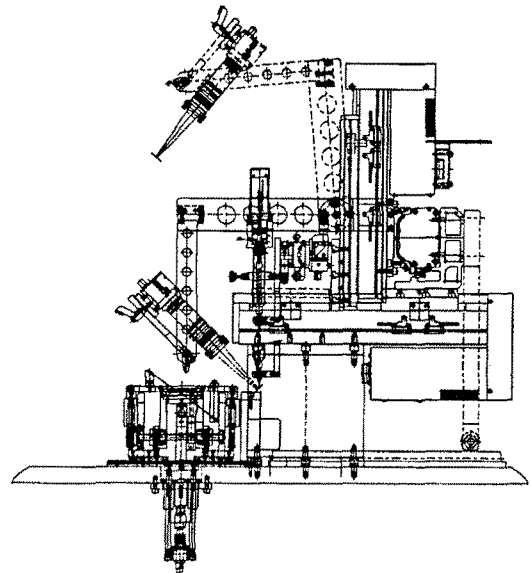


그림 3. X-Y-Z 3축 ROBOT UNIT
Fig. 3. X-Y-Z 3 axis ROBOT UNIT.

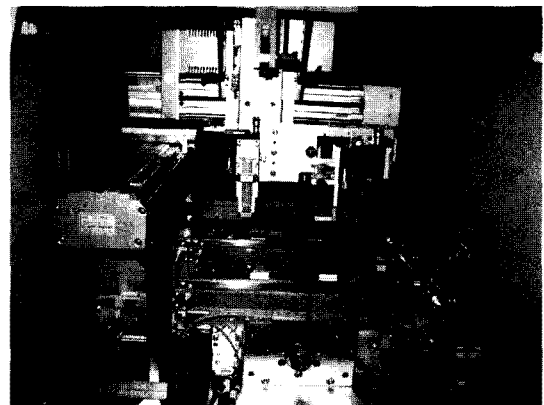


그림 4. 제작된 X-Y-Z 3축 ROBOT UNIT
Fig. 4. Designed X-Y-Z 3axis ROBOT UNIT.

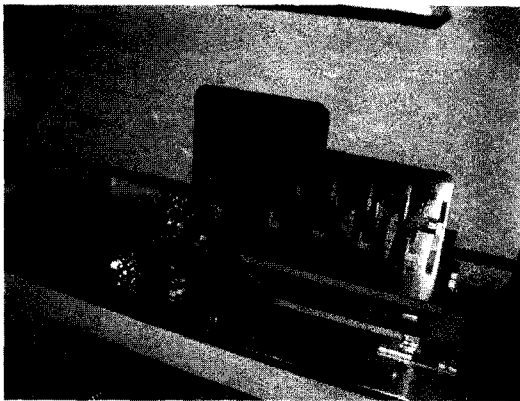


그림 5. ONLOADER UNIT의 공정 개선
Fig. 5. Process improvement for ONLOADER UNIT.

다음으로 복잡하고 정밀도가 떨어지는 ELEVATOR UNIT, MAGAZINE ONLOADER CONVEYOR UNIT 과 MAGAZINE IN/OUT LOADING UNIT를 개선된 하기 위하여 그림 5와 같이 5개의 CASSETTE M/Z에 STRIP을 적재 후 M/Z LOADING부에 안착 시킨 뒤 X-Y ROBOT를 사용하여 ONLOADER PUSHER까지 이송하도록 제작하였다.

또한 실린지 안에 남아 있는 에폭시 액이 경화되는 것과 에폭시양의 감소에 따라 시간보상 시스템을 사용하여 토출량과 공압을 조절하여 토출 변화율이 토출된 에폭시를 오븐에서 150~180℃로 6시간 정도 경화 시켜 0.03% 이내가 되도록 무사시사의 공압발생기를 요코와사의 기존의 PLC 프로그램을 통하여 보상 제어하였다^[9].

2. 실험 평가

그림 6은 실린지의 에폭시 액의 변화에 따른 개선 전 토출량과 개선 후의 토출량을 비교한 것이다. 정확한 비교를 위하여 기존의 공정 시스템에서 시간에 따라 토출

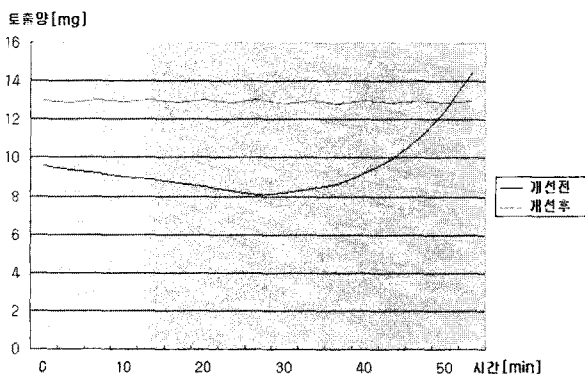


그림 6. 실린지 안의 에폭시 액의 변화
Fig. 6. Epoxy variation in Sylinge.

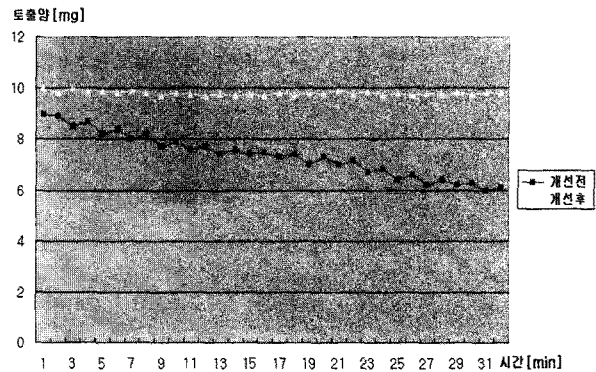


그림 7. 점도 변화에 따른 토출량
Fig. 7. Dispensing value for friction variation.

된 양과 개선된 공정 시스템에서 토출된 양을 전자저울을 통하여 측정하였다. 개선된 공정 시스템에 의하여 토출된 결과가 일정한 토출량을 유지하고 있음을 나타내고 있다.

그림 7은 실린지 안의 에폭시 액의 점도변화를 보정한 결과를 나타낸 것으로 개선 전에는 실린지 안의 액이 시간이 지남에 따라 경화되어 일정한 입력을 가하더라도 토출량이 일정하지 않는 현상 발생하지만 개선된 공정시스템에서는 점도를 보정하고 입력을 시간에 따라 토출량이 줄어드는 현상을 보상하여 시간이 지나 실린지 안의 액이 경화 되어도 일정한 토출량을 유지하고 있음을 보여주고 있다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

X-Y-Z축의 반복정밀도 15um 보정용 기구물의 설계와 제작을 통해 10um 정밀위치 기구설계 기반으로 토출 속도를 높여 실린지 안의 에폭시 액의 경화를 줄일 수 있었고, 위치공차 10um로 리드프레임을 이송할 위치 이송장치 개발하여 작업 정밀도를 높이고 공정을 단순화 하였다. 또한 실린지 안의 에폭시 액을 프로그램적으로 보상하여 토출 변화율이 0.03% 이내가 되도록 하여 각 LED에 토출된 에폭시 액의 양을 균일화하고 LED의 에폭시 액 성형이 정상적으로 일어나 생산 불량률 감소하는 기술적 성과를 거두었다. 현재의 시장에 나와 있는 Dispensing 설비보다 생산량은 20% 증가 정도 증가하였고 불량률은 10%가 감소하였다.

또한 이를 통해 고품질의 LED제품의 제조와 제품의 생산 수율을 증가가 가능하게 되었다. 아울러 토출품질 확보로 인한 LED 제품의 품질 부가가치를 창출하고, 유사 공정의 반도체 under fill공정과 토출공정에 적용하여

LED 광원뿐만 아니라 반도체 제조 공정 등에도 그 파급효과가 예상된다. 향후 토출량을 피드백하는 방식을 통하여 토출량을 더욱 안정화 시킬 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] J. Klocke, "Use of Closed-Loop Process Controls in Dispensing", Circuits Assembly Magazine, January 2006.
- [2] H. Quinones, A. Babiarz, L. Fang, "Jetting Technology: A Way of the Future in Dispensing", EMAP, Taiwan, October 2002.
- [3] H. Quinones, A. Babiarz, L. Fang, "Jetting Technology for Microelectronics", IMAPS Nordic, Stockholm, Sweden September 2002.
- [4] S. Adamson, "Jet Dispensing Underfills for Stacked Die Applications", ATE, 2004.
- [5] (주)화이널포스트, "FPD-FAD14 매뉴얼", (주)화이널포스트, 2006.
- [6] John J. Craig, "Introduction to Robotics Mechanics and Control", Prentice Hall, 2005.
- [7] 이종용, "완전 선형화 방법에 의한 로봇 매니퓰레이터의 강건한 제어", 광운 대학교, 박사학위 논문, 1993.
- [8] 김태윤, 김홍복, "메카트로닉스 산업용 로봇", 생능, 1991.
- [9] Frank D. Petruzella, "PLC 기초와 응용", 광문각, 1999.

저 자 소 개

조도현(정회원)
대한전자공학회 논문지
제44권 IE편 제4호 참조

이종용(정회원)
대한전자공학회 논문지
제44권 IE편 제4호 참조