

로드셀을 이용한 압력 제어 시스템의 연구

정호승*, 허용정***, 조동희**

*한국기술교육대학교 반도체, 디스플레이학과

***한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부

** (주) 세크론

e-mail:hoseung78.jung@samsung.com

A Study of Pressure Control system using Loadcell

Ho-Seung Jung*, Young-Jung Huh***, Dong-Hee Cho**

*Dept of Semiconductor & Display, Korea University of Technology Education

***Dept of Mechatronics, Korea University of Technology Education

**Secron Inc.

요 약

본 연구의 목적은 반도체 후공정 제조 시스템인 Screen Printer 시스템에서의 프린팅 공정시 프린팅에 사용되는 Mesh Mask, Urethane Blade의 재질이 사용되는 반복횟수의 증가에 따라 재질의 변화에 의한 문제점과 프린팅 공정 파라미터인 Table 접촉거리, Squeegee 하강위치의 주변환경에 의한 변화를 보상하여 일정하게 프린팅이 될 수 있는 시스템을 구현 하는데 목적이 있으며, 이 논문은 서보모터를 구동하는 위치제어 시스템에 로드셀 (Loadcell) 을 이용하는 압력제어시스템을 연구하고 구현하고자 하였다.

1. 서론

현대 제조 산업을 이끌고 있는 반도체 제조 장비 등에 필수적인 생산 시스템으로 서보모터를 이용한 위치 제어 시스템이 사용되고 있다. 서보모터를 이용한 위치 제어 시스템은 각종 부품이나 작업 도구를 원하는 공간에 위치시키는 역할을 한다. 이러한 역할을 보다 빠르고 안정되게 수행되도록 요구되어지고 있다.

위치 제어 시스템은 고속/정밀 시스템으로 반도체 제조 생산 시스템의 많은 분야에서 응용되고 있으며, 반도체 후공정 제조 생산 시스템인 스크린프린터 공정에서도 그 우수성을 인정하여 적용되어 사용되고 있다. 그러나 스크린프린터 공정파라미터인 Table 접촉거리, Squeegee 하강위치의 가변성과 재질의 미세한 변화를 감지 못 하는 위치 제어 시스템

에 대한 보완을 목적으로 본 논문에서는 압력제어 시스템을 구성하여 압력 제어 시스템을 이해하고, 그 시스템을 구성하고 있는 각 요소들을 연구하여 압력 제어 시스템을 구현 하고자 한다.

2. 스크린프린터 시스템의 구성

스크린프린터 공정이란, 반도체 제조 공정 중 후공정으로서 칩(chip) 을 반도체용 PCB 기판에 붙이기(Attach) 위하여 반도체용 PCB에 접착제를 프린트하는 공정으로, 이 공정에 사용되어지는 시스템을 스크린프린터라고 한다.

스크린프린터는 반도체용 PCB를 테이블단에 이송하여 이송된 PCB에 접착제(Elastomer)를 바르기 위하여 Table Z모터가 Mask의 밑면(테이블 접촉거리)까지 상승하고 TableZ모터의 상승이 완료되면 Mask

단면에 도포된 접착제를 Y, Z모터로 구성된 Squeegee Y 모터가 Squeegee 프린팅시작 위치까지 이동하고 이동완료 후 Squeegee Z모터가 Squeegee 하강위치까지 하강완료 하면 Squeegee Z모터는 고정된 상태에서 Squeegee Y모터가 Squeegee 프린팅 완료 위치까지 이동하여 프린팅을 완료하게 된다.



Fig 2.1 Table

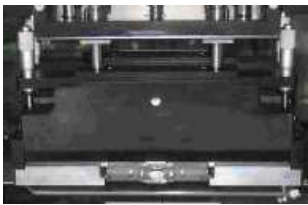


Fig 2.2 Squeegee

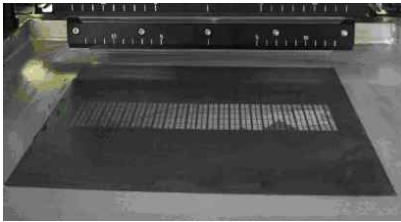


Fig 2.3 Mesh Mask

이 스크린프린터 시스템의 구성요소의 기능 및 역할은 다음과 같다

- 1) Fig 2.1 Table : 반도체용 PCB를 공압을 이용하여 PCB를 고정시키는 역할을 한다.
- 2) Fig 2.2 Squeegee : 반도체용 PCB에 접착제 (Elastomer) 바르는 역할을 한다.
- 3) Fig 2.3 Mesh Mask : 접착제가 마스크의 Hole을 통과하여 일정한 패턴을 PCB에 형성될 수 있는 역할을 담당한다.

3. 압력제어 시스템 구성

본 논문에 연구 적용된 시스템은 스크린프린터 스퀴지부의 위치 제어 시스템에 로드셀을 부착하여 변화되는 압력값을 이용한 압력 제어 시스템으로서 스

퀴지부에 부착된 로드셀, 인디게이터, AD 컨버터, 모션보드, 서보드라이버, 서보모터, PC로 구성되어 있으며 그 구성은 다음과 같다.

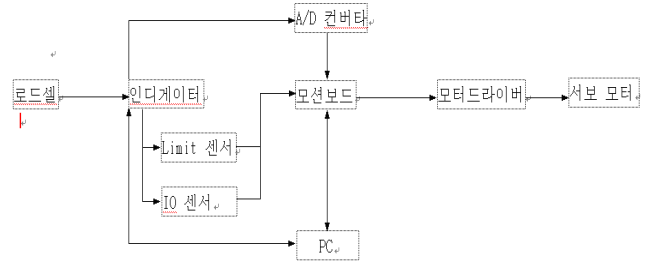


Fig 3.1 The System of Pressure Control

이 시스템의 동작방식을 기술하면 로드셀부에서 측정된 압력은 전기적인 신호로 Indicator로 전송되고, Indicator의 자체적인A/D컨버터는 압력수치의 디스플레이 기능을 가지고 있으며 이 때PC와 인디게이터 사이의 RS-232 통신으로 설정된 압력 설정값을 Over 했을 경우 인디게이터는 IO 센서에 IO 시그널을 전송한다. 또한 인디게이터는 PC가 압력 변화값을 인식할 수 있도록A/D컨버터에 압력수치를 전송하며, A/D컨버터에서 변환된 압력수치값은 모션보드를 거쳐 PC로 전송된다. PC는 전송된 디지털화된 압력수치값과 센서부에서 입력되는 시그널을 조합하여 모션보드에 지령을 내려 서보모터를 제어하게 된다.

이 시스템의 구성요소(Fig 3.1)의 기능 및 역할은 다음과 같다.

- 1) 로드셀(Loadcell) : 스트레인 게이지(strain gauge)식 로드셀을 사용하며, Strain Gauge는 물리적인 변화량(Strain)을 전기적인 신호로 바꾸어 피 측정물의 변형량을 측정하는 저항 센서이며, 금속 저항체를 당기면 길어지는 동시에 가늘어져 전기 저항값이 증가하고 반대로 압축되면 전기저항이 감소한다는 것으로 식으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{전기저항}(R) = \rho(\text{비저항률}) L(\text{도선사이의 거리})/A(\text{단면적})$$

Fig .3 2은 스트레인 게이지의 형상을 나타내고 있으며 Fig 3.3은 스트레인 게이지의 배선을 Wheatstone bridge로 구성한 것이다.

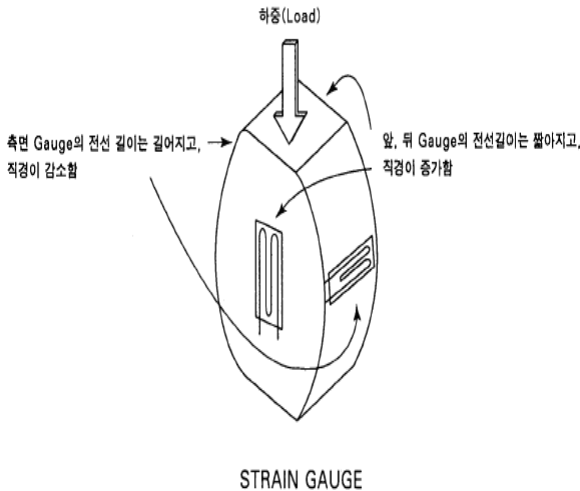
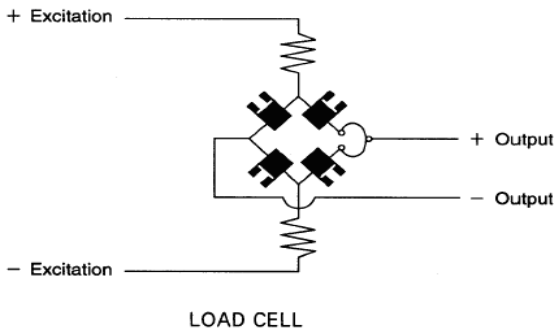


Fig 3.2 Strain Gauge Figure



LOAD CELL

Fig 3.3 스트레인 게이지의 배선을 Wheatstone bridge로 구성

- 2) Indicator : 로드셀로부터 인가받은 압력수치값을 측정하는 계측기 이며, PC와 RS-232 통신이 가능하도록 통신인터페이스 기능을 제공하며 IO 통신을 진행 할 수 있도록 외부출력 접점을 가지고 있다.
- 3) Limit 센서, IO 센서 : 로드셀로부터 받아들인 압력수치값이 설정된 압력값을 Over할 경우 모터 구동을 제어하기 위하여 인디케이터로부터 발생된 IO 시그널을 받아들여 모션보드로 전송한다.
- 4) A/D컨버터 : Analog 값을 해석하는 기능을 담당하고 있는A/D컨버터는 압력값을 모션보드에서 읽어들이실 수 있는 값으로 컨버팅해주며, Analog 입력은 2047 ~ -2048의 범위를 가진다.
+10V의 경우 2047, -10V의 경우 -2048의 값을 가지게 된다.

- 5) 모션보드 : TMS320C3X DSP를 프로세서를 사용하여 고정도의 Motion 제어가 가능하다. 4채널의 ADC(Analog to Digital Converter)를 사용하여 Analog 입력을 Feedback받아 제어를 할 수 있다.
- 6) 모터드라이브 : 모터의 위치제어를 위하여 모션 보드로부터 지령을 받아 모터를 구동하는 역할을 한다.

4. Delphi를 이용한 소프트웨어의 구성

본 절에서는 로드셀의 변형으로 발생된 전압변동을 감지하여 그 변화된 값을 이용한 모션제어에 관하여 기술하며, PC의 OS 환경은 Windows 2000 구성되며 MMC 모션보드에서 제공하는 소프트웨어 라이브러리 함수에서 제공하는 Language중 델파이언어를 사용하여 압력제어시스템 소프트웨어를 구성하였다.

소프트웨어의 구성은 DSP가 A/D 컨버터로부터 받은 압력수치의 A/D 데이터를 사용자 인터페이스인 GUI 화면에 그래프를 디스플레이 해주는 부분과, 인디케이터와 RS-232 통신을 진행하는 통신 모듈, MMC 보드에서 제공되는 라이브러리 함수를 이용하여 로드셀의 압력값의 변화에 따라 직선보정을 진행하는 프로세스로 구성되어 있으며 로드셀을 이용한 스쿼지의 프린팅 시스템의 프로그램 흐름도는 Fig 4.1과 같으며, 전체 흐름도를 간략하게 설명 하면 스쿼지 Z모터는 프린팅 시작 위치에서 설정된 파라미터로 하강하고, 로드셀의 변형에따른 압력수치의 측정을 위해 측정된 압력값은A/D컨버터를 통하여 PC에 전송이 되면 스크린프린터 시스템 프로그램에서는 전송된 압력 데이터를 그래프를 통하여 디스플레이 하며 설정된 압력값과 비교하여 현재 측정된 압력값이 90% 이상이고 Z모터의 Limit 센서가 On 입력이 되면 Z모터는 멈춘후 설정된 파라미터 30%의 속도로 Limit 센서가 Off될 때 까지 상승한다. Limit 센서가 Off가 되면 다시 하강속도의 30%의 속도로 다시Z모터는 하강을 시작하고 Limit 센서의 값이 On이 되면 스쿼지 Y모터는 프린팅을 시작하고 프린팅 종료위치까지 이동한다.

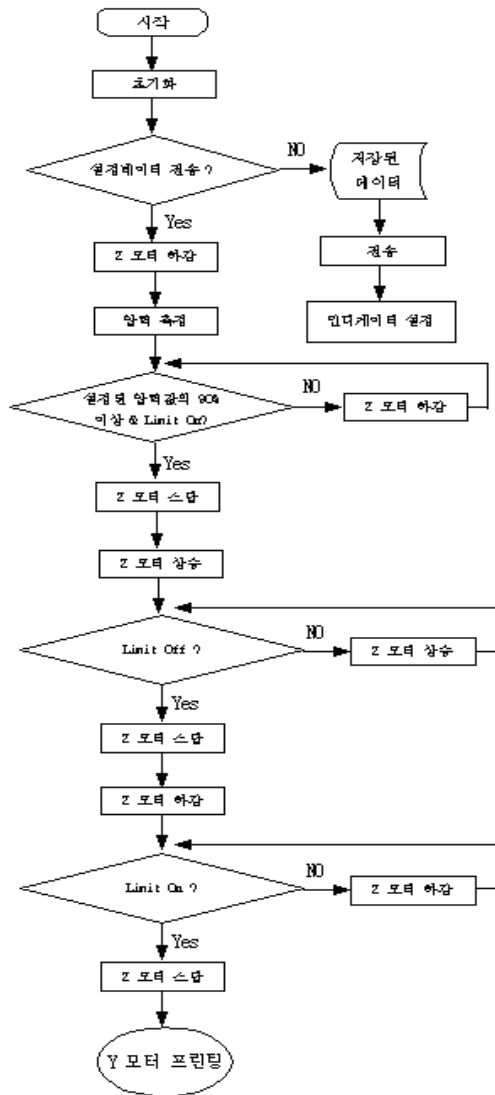


Fig 4.1 압력제어 시스템 흐름도

Fig 4.2는 압력제어 시스템 방식으로 설정되었을 때 스위치의 프린팅상태를 보여주는 그래프이다.

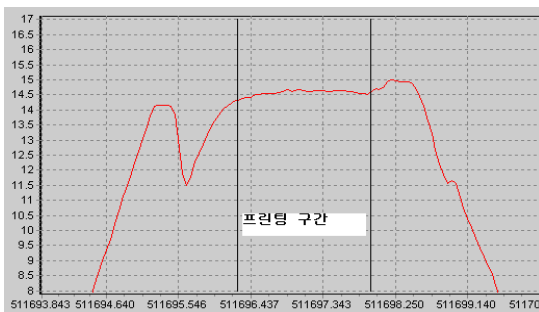


Fig 4.2 압력 측정 그래프(설정값 14500 g)

프린팅구간내에서의 압력그래프는 안정된모습을 보여주며, 압력그래프에서 확인할 수 있는것은

압력값이 설정되었을때 이 시스템은 주변여건에 상관없이 동일한 프린팅 상태를 보여준다.

5. 결론

본 논문에서는 반도체 후공정 제조 시스템인 스크린프린터공정에서의 재질의 반복적인 사용에 따른 재질의 변화 및 주변여건의 변화에 민감하게 반응하지 못하는 위치제어시스템의 단점을 극복할 수 있는 여러 방안 중 하나인 로드셀을 이용한 압력제어시스템 대하여 연구하였다. 선정된 시스템은 위치제어시스템에 압력을 측정할 수 있는 스트레인지이지식 로드셀을 사용하고 있으며 이러한 시스템에 대하여 진행한 연구 내용을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 로드셀의 변형으로 출력되는 전기적인 신호를 압력값으로 처리하는 원리 및 위치제어시스템에 사용되는 각 구성요소들에 대하여 특성들을 파악하고 이 특성들을 이용하여 압력제어시스템을 구성하는 방법을 제시하였다.
- 2) 시스템을 구현하는 데 있어서 만족할 만한 성능을 지니고 있음을 압력그래프를 통해 확인하였다. 그 결과로 압력제어시스템의 타당성을 검증하였다.

본 논문의 연구결과는 스크린프린터공정에서의 위치제어시스템의 문제점을 평가하고 성능향상을 위한 자료로 이용될 수 있으며, 향후 위치제어시스템을 사용하고 있는 산업현장에서 위치제어시스템의 문제점을 지니고 있는 시스템에 활용될 수 있다.

참고문헌

[1] NT-570A, 인디게이터 매뉴얼,CAS
 [2] MMC Motion Controller 사용자 매뉴얼, Rockwell Automation
 [3] 박민규, 2000.6, VCM을 이용한 고속/정밀 위치제어시스템의 모델링 및 제어에 관한 연구
 [4] 박인철, 2003.2, DSP를 이용한 스마트 로드셀 측정 시스템에 관한 연구