세라믹칩 성능검사용 액튜에이터 개발

배진호[1], 김용태[1], 김성관[2]
[1]공주대학교 기계공학과, [2]공주대학교 기계자동차공학부
e-mail : kimsg@kongju.ac.kr

Development of a Actuator for testing system of ceramic chips

Jin-Ho Bae[1], Yong-Tae Kim[1], Sung-Gaun Kim[2]
[1]Department of Mechanical and Automotive Engineering, Kongju National University
[2]Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

요 약

최근 IT 및 반도체 산업이 발달함에 따라 많은 양의 반도체칩이 생산되어 그에 따른 반도체칩의 검사 요구가 급증하고 있다. 반도체칩의 전기적 특성을 검사하기 위해서는 리노핀을 이용한 탐침방법으로 통전검사를 통해 반도체칩의 이상유무를 판단하는 검사장비를 사용하고 있다. 많은 수의 반도체칩을 검사하기 위해서는 리노핀을 고속으로 구동할 수 있는 액튜에이터가 요구되는 바, 본 논문에서는 PZT 액튜에이터를 이용하여 리노핀을 고속으로 구동시키는 세라믹칩 성능검사용 액튜에이터를 개발했다.

1. 서론

반도체 산업은 21세기 정보화 사회를 선도할 최첨단 부품사업이다. 특히 IT제품의 핵심 전자부품에는 MLCC, Chip inductor, Chip Varistor 등이 있다[1]. 현재 우리나라 산업의 중추적인 역할을 하는 반도체는 성능 향상 및 소형화를 위한 고집적화 및 제품 생산시, 고속화를 요구하고 있다[2]. 칩의 전기적 특성을 검사하기 위해서는 리노핀을 이용한 접촉검사 방식이 사용되고 있다. 여기에는 리노핀을 이용한 칩 검사에 고속으로 구동할 수 있는 Actuator가 필요하게 되는데, 현재 DC모터를 이용하여 세라믹 칩의 전기적 특성을 검사하고 있다.

[그림 1] DC모터를 이용한 리노핀 구동 Actuator 시스템

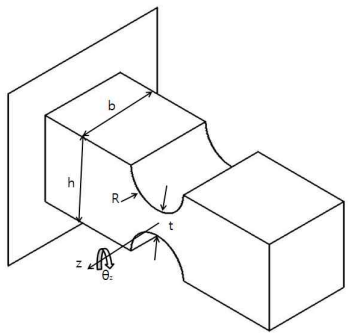
DC모터를 사용하여 검사할 경우 전자기 노이즈가 발생하며, 구동속도 제어 및 진동변위의 미세조절이 불가능한 문제점이 발생하게 된다.

이러한 문제점을 개선하기 위해 압전소자를 이용한 Actuator를 사용함으로써, 위와 같은 문제점을 개선할 수 있다.

PZT(piezoelectric) Actuator는 압전소자를 이용한 마이크로 Actuator의 하나로 높은 분해능 및 좋은 응답성 그리고 큰 힘을 낼 수 있는 장점을 가지고 있지만, 구동 변위가 작아 변위 증폭구조를 설계하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 따라서 본 논문은 유연힌지를 이용한 지레구조 증폭기구를 설계하였으며, DC모터로 구동하였을 경우의 성능을 목표로 개선되어진 점을 비교 하고, 반도체칩 검사장비 산업분야에서 성능검사 및 전기적 특성을 측정할 수 있는 리노핀용 고속구동 Actuator 시스템을 개발하였다[3].

2. Mechanism design

2.1 Flexure Guide



[그림 2] Flexure Guide

그림2는 Flexure Guide로 Θmax 값을 설정하여 R(반지름)값과 T(목두께)값을 구하게 되는데 다음과 같은 조건을 가지며 식으로 나타낸다.

$$K = 0.565\frac{t}{R} + 0.166 \qquad (1)$$

$$K_t = \frac{2.7t + 5.4R}{8R + E} + 0.325 \qquad (2)$$

$$\theta_{\max} = \frac{4K}{K_t}\frac{R}{Et}\sigma_{\max} \qquad (3)$$

$$t < R < 5t \qquad (4)$$

식(1)의 [K]는 보정계수 값이다. 식(2)의 [Kt]는 응력집중계수이며, [E]Young's Modulus를 나타낸다. 식(4)는 H(전체 두께)를 설정 했을 경우, R(반지름)과 t(목두께)의 조건을 나타낸다.

2.2 Lever mechanism

PZT Actuator의 진동변위는 0.05mm이며, 리노핀의 탐침 이동 거리는 0.3mm로 약 6배의 증폭을 위해 Lever mechanism을 사용하여 설계하였다.

2.3 PZT 예압 구조

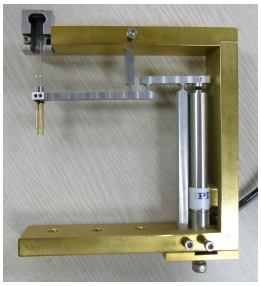
PZT가 팽창 할 때에는 큰 힘을 만들어 내지만 수축 시, 팽창 시보다 약 1/500의 힘밖에 만들어 내지 못한다. 따라서 PZT Actuator에 일정량의 힘을 주기 위해 볼트 조임 방식을 사용하여 예압을 주도록 하였다[4].

[그림 3] PZT 예압 조절부

3. 시제품 및 구동과 제어

3.1 시제품 제작

상세설계 및 시뮬레이션을 통해 안정적인 리노핀 탐침 구동을 파악하고, 확정된 형상 및 치수로 시제품을 제작하였다.



[그림 4] 완성된 시제품

3.2 PZT 구동 Controller 및 제어 software

완성된 시제품을 구동하기 위해서는 PZT Actuator 구동 Controller가 필요하다. 사용된 controller는 컴퓨터 제어 아날로그 입력 신호를 생성하는 DAC에 PC와 연결하여 제어가 가능하며, 제어 Software는 LabVIEW Software를 사용하였다. 프로그램은 Piezo Amplifier Controller에 Sin Wave의 아날로그 신호와 전압 그리고 일정한 주파수를 주어 제어하게 된다.

4. 성능평가 방법 및 결과

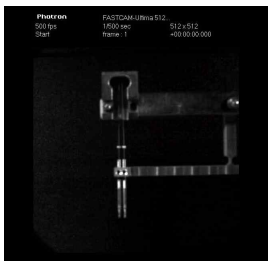
4.1 평가항목

반도체칩의 고속생산에 따라 칩의 검사도 고속화, 정밀화가 요구되어 짐에 따라 분당 3천개이상 반도체 검사가 가능한지를 판단하는 리노핀 탐침구동속도와 정확하게 탐침될 수 있도록 리노핀의 탐침이동거리를 0.3mm이상을 목표로 하고 있다.

4.2 결과

4.2.1 리노핀 탐침구동속도

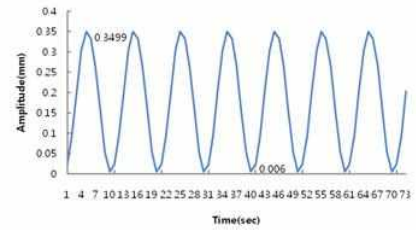
리노핀의 탐침구동속도를 확인하기 위하여 초고속 카메라를 이용해 초당 60회의 탐침이 되는지를 확인하였다. 초고속 카메라로 약 3초간 500fps 촬영하여 관찰한 결과 초당 60회의 탐침이 확인 되었다.



[그림 5] 초고속 카메라를 이용한 진동변위 측정

4.2.2 리노핀 탐침이동거리

리노핀의 탐침이동거리를 측정하기 위하여 레이져식 변위센서를 사용해 측정하였다. 측정결과 탐침의 최대 상승부분은 0.349mm로 측정이 되었으며, 최대 하강부분은 0.006mm로 측정되었다. 따라서 레이져식 변위 센서를 이용해 진동변위를 알아본 결과 약 0.34mm의 진동 변위를 나타낸다.



[그림 6] 결과 데이터 그래프

5. 결론

IT제품의 핵심 전자부품에는 MLCC, Chip inductor, Chip Varistor 등의 전기적 특성을 검사하기 위해서는 고속으로 리노핀을 탐침 하여 접촉 검사하는 방식이 필요하다. 이에 본 논문은 리노핀 탐침을 위한 고속구동 Actuator를 진동 원으로 기존의 DC모터를 대신하여 전자기 노이즈가 없는 PZT Actuator 시스템을 개발했으며, 구동속도는 분당 3600회/분으로써, 기존 3000회/분 보다 20% 향상된 성과를 보였다. 또한 메커니즘 설계와 해석으로 신뢰성 있는 시제품 개발을 통해 반도체칩 검사장비 산업분야에서 성능검사 및 전기적 특성을 측정할 수 있는 리노핀용 고속구동 Actuator 시스템을 개발했다.

참고문헌

[1] 박덕흥, “반도체 산업의 전망”, 대한전자공학회 학술발표회 논문집, 제1권, 제1호, pp. 5-9, 1월, 1997.

[2] 이순흠, 최관순, “자동 이송장치를 갖춘 반도체 검사용 비파괴 검사장비 개발”, 한국정보기술학회논문지, 제4권, 제5호, pp. 45-49, 10월, 2006.

[3] 정순종, 김인동, 신동익, 한창수, 이융기, “PZT액튜에이터를 이용한 컴플라이언트 증폭기구 설계”, 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 709-710, 6월, 2008.

[4] 최현석, 홍원표, 한창수, 윤덕원, 강은구, 최헌종, “PZT를 이용한 초정밀 회전 구동기에 관한 연구”, 대한기계학회, pp. 1368-1371, 5월, 2005.