

통합제진시스템의 구성과 성능시험

The performance test results of the integrated vibration control system

이규섭†

GyuSeop Lee

1. 서 론

반도체, 디스플레이 생산라인 및 기타 정밀측정/가공라인에서 사용되는 장비에서 요구되는 진동환경의 수준은 매우 엄격해지고 있어 기존의 수동제어 방법으로는 이미 한계에 봉착하였으며, 장비의 구조 또한 생산능력 개선에 따라 기존의 **stepping** 방식에서 고속의 **scanning** 방식으로 전환됨에 따라 발생하는 과도진동 제어에 의한 **settling time** 감소가 생산성 향상과 직결되고 있어 매우 시급히 해결해야 할 과제로 대두되고 있다. 이러한 진동제어 장치에 요구되는 성능은 바닥으로부터 장비로 전달되는 진동을 차단하는 방진성능, 장비자체의 진동을 제거하는 제진성능, 과도진동의 안정화 시간 및 leveling 오차 등이 있다.

생산라인의 건축 구조물은 공간 사용성과 경제성을 고려하면 환경진동 수준이 BBN criteria의 B class 수준으로 제한되는 것이 일반적이다. 발전추세를 고려하여 E class를 요구하는 장비를 위해서는 18dB 이상의 제진성능이 요구된다.

이러한 요구성능을 만족시키기 위해 미국, 일본 등은 일찍이 servo valve를 이용한 공압제어 시스템을 적용하여 현재까지 성능개선을 하고 있으며, 일부 장비에는 linear actuator를 적용하는 경우도 있다. 본 논문에서는 MR damper, 공압 및 magnetic actuator를 module화한 통합제진시스템을 구성하여 4가지 요구성능에 대한 시험을 수행하였다.

2. 통합제진시스템의 구성과 성능시험

2.1 통합제진시스템의 구성

통합제진시스템의 성능시험을 위한 test bed는 3000kg의 석정반과 40kg의 이동질량 그리고 4개의 통합 mount로 구성 된다. 통합 mount는 각각 Air Spring, MR Damper, Magnetic Actuator, 수평 X,Y 공압 구동기로 이루어져 있다. 외란 혹은 이동질량의 감가속에 따른 석정반의 운동은 Gap 센서로 측정되어 DSP제어기로 전송된다.

센서신호는 x, y, z, yaw, pitch, roll 방향의 신호가 서로 연성되어 나타나므로 mode 해석과 제어 알고리즘을 거쳐 Mount별 제어신호로 합성한 후 Air Spring(비례제어 밸브), MR Damper, Magnetic Actuator, X/Y축 공압구동기 등으로 전송하여 실시간 제어가 가능하도록 한다.

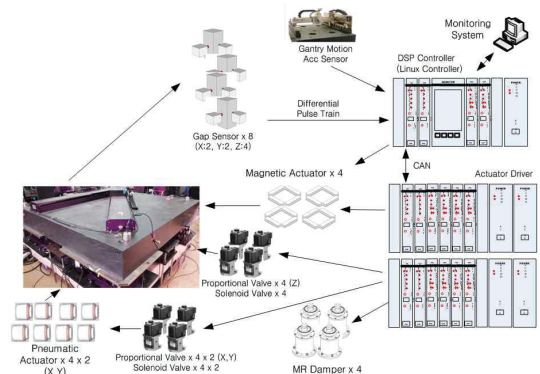


그림 1 통합제진시스템의 구성도

† 이규섭; 정회원, 알엠에스 테크놀로지(주)
E-mail : rmstech@rmstech.co.kr
Tel : 041-556-7601, Fax :041-556-7603

2.2 제어 알고리즘

그림 2와 같이 센서 x,y,z에서 측정된 직교좌표 변수를 PID 제어한 후 역 변환하여 각 통합 Mount의 제어신호로 출력한다.

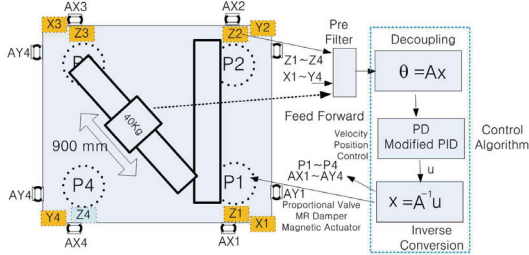


그림 2 통합제진시스템의 제어 알고리즘

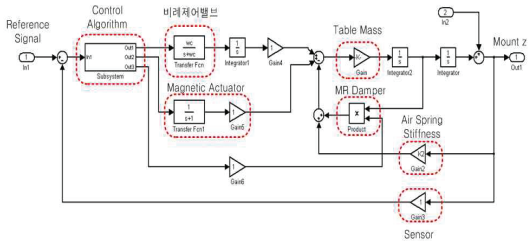


그림 2 통합제진시스템의 block diagram

2.3 성능시험 및 결과

통합제진시스템의 leveling 오차는 40kg의 이동질량을 감가속하여 수행한다.

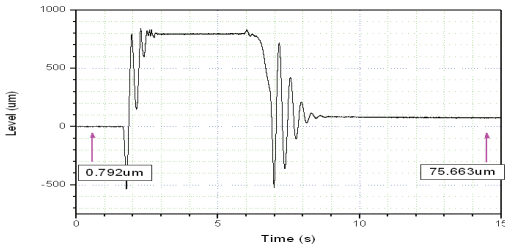


그림 3-a 비제어 시 leveling 오차 (75 μ m)

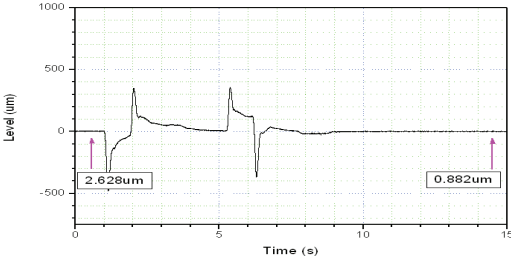


그림 3-b 제어 시 leveling 오차 (1.8 μ m)

이동질량의 초기 역방향 가속도에 의한 과도진동은 feedforward제어를 수행한다.

안정화 시간은 step 입력을 가한 후 peak값의 10% 이내로 감소하기까지 소요시간으로 정의한다.

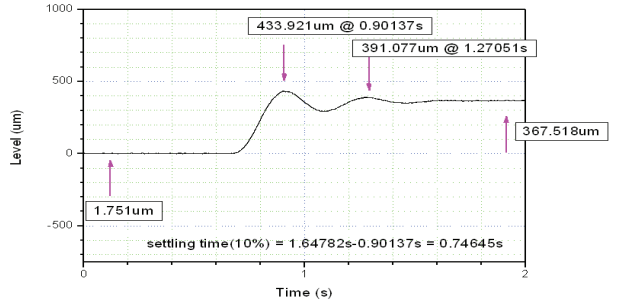


그림 4-a 비제어 시 안정화 시간 (746msec)

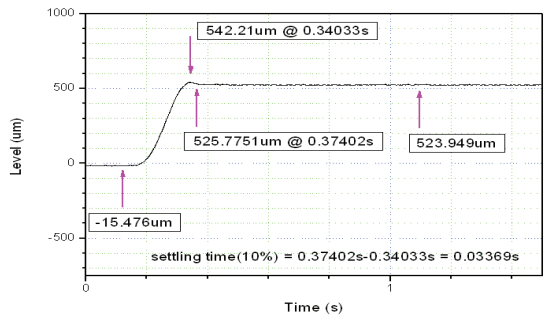
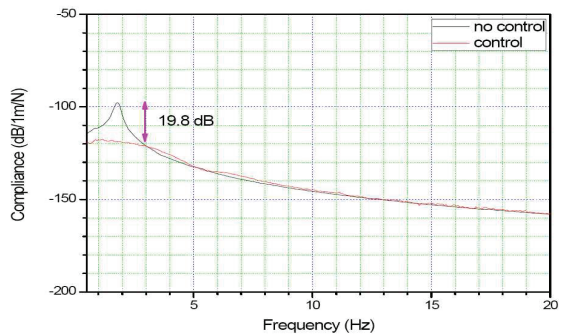


그림 4-b 제어 시 안정화 시간 (34msec)

제진성능은 compliance curve로 표현하였다.



3. 결론

Pilot 장비를 이용하여 통합제진시스템을 구성하고 성능시험한 결과 목적인 성능을 확보할 수 있었으며 상품화를 위한 개발을 수행 중이다.