

금속탐지 코일센서를 이용한 자기부상 제어

Magnetic Levitation System using Metal Detecting Coil Sensor

함길*, 이희남†, 김기희*, 이상윤*, 박상진*, 이혁재*, 배영현*

Gil Hamm, Huinam Rhee, Kee Hee Kim, Sang Yoon Lee, Sang Jin Park, Hyuk Jae Lee, Young Hyun Bae

1. 서 론

본 연구에서는 전자석을 이용하여 구형의 금속 물체를 수직방향의 원하는 공간 위치에 두기 위한 위치제어를 설계하고 제작하였으며, 제어 대상 물체의 위치 측정을 위하여 원형공심코일을 직접 제작하여 센서로 사용하였다. 원형공심코일 센서는 제작하기가 쉽고 직경의 크기에 따라서 금속 물체의 탐지범위가 결정되므로 일반적으로 기존 연구들⁽¹⁾⁽²⁾에서 사용되는 적외선 탐지방식이나 홀센서 탐지방식과 비교하면 측정범위가 안정적으로 넓은 장점이 있다.

2. 본 론

2.1 제어 대상 시스템

본 연구의 목적은 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이, 상단에 위치한 전자석을 이용하여 금속물체의 수직방향 위치를 제어하고자 하는 것이다.

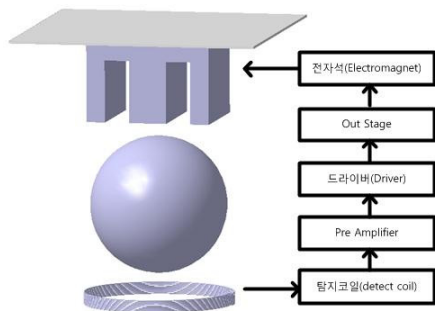


그림 1 자기부상시스템

직경이 110mm 이고 무게는 약 0.075 kg 인 금속구를 대상으로 하였으며 이동가변거리가 약 $\pm 5\text{mm}$ 이내이고 외부의 3차원적인 충격에 강인하도록 설계하였다. 금속구의 이동범위를 폭넓게 측정하기 위해서 원형공심코일을 사용하였다. 원형공심코일은 직경의 크기에 따라서 금속 물체의 탐지범위가 결정되므로 일반적으로 사용하는 적외선 탐지방식이나 홀센서 탐지방식과 비교하면 측정범위를 안정적으로 확대할 수 있다.

2.2 제어기 설계

본 연구에서 사용된 전체적인 제어 흐름도는 그림 2와 같다. LC 동조회로의 특성을 이용하여 구의 위치변화를 전기적신호로 변경하였으며 다이오드와 2단



그림 2 제어 흐름도

† 교신저자;순천대학교 기계우주항공공학부
E-mail : hnrhee@sunchon.ac.kr
Tel : (061) 750-3824, Fax : (061) 750-3820

* 순천대학교 기계우주항공공학부

저역통과필터를 사용하여 노이즈를 제거하고 선형성을 확보하였다. 동작점 근방에서 선형성을 유지하도록 진상보상기를 사용하였고 전자석의 전력제

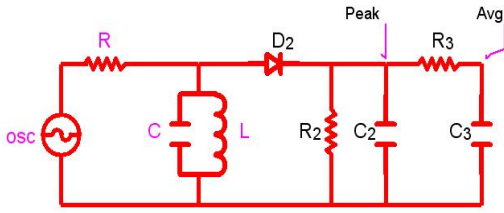


그림 3 금속 탐지 회로

어를 위해서 PWM 방식을 사용하였다. 제어출력을 이용하여 전자석을 구동하도록 전류 공급을 위한 대전력 스위칭회로를 구성하였다. 한편, 동조회로의 공급주파수는 PWM 구동주파수 약 1 KHz보다 훨씬 높게 약 300 KHz로 설정하여 상호간섭이 발생하지 않는 범위에서 측정감도는 최대가 되도록 하였다.

제어 대상 시스템의 운동방정식 (2.1) 과

$$m\ddot{x} = -\left(\frac{2Ci_0}{x_0^2}\right)\dot{d} + \left(\frac{2Ci_0^2}{x_0^3}\right)dx \quad (2.1)$$

본 실험에서 사용한 구의 질량, 코일 저항, 인덕턴스 값을 이용하여 평형점 근방에서의 전달함수를 (2.2)와 같이 구하였다.

$$G(s) = \frac{4889.96}{s^3 + 36.25s^2 - 280.57s - 10170.71} \quad (2.2)$$

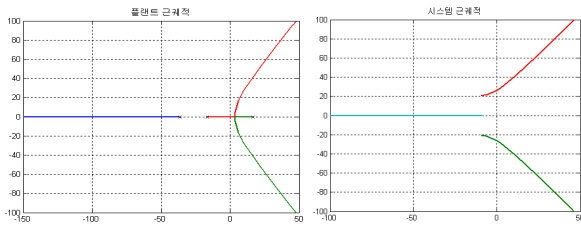


그림 4 제어전후 근궤적

식 (2.2)의 시스템은 본질적으로 불안정하지만 진상보상기 $\frac{s+13.4}{s+134}$ 를 이용하여 그림 4와 같이 안정하도록 하였으며 그림 5와 같이 계단입력 및 정현과 입력에 대해서도 좋은 응답특성을 가짐을 확인 하였다.

그림 6은 금속구에 상·하 방향으로 충격을 가했을 때 안정하게 제어가 됨을 보여주고 있다.

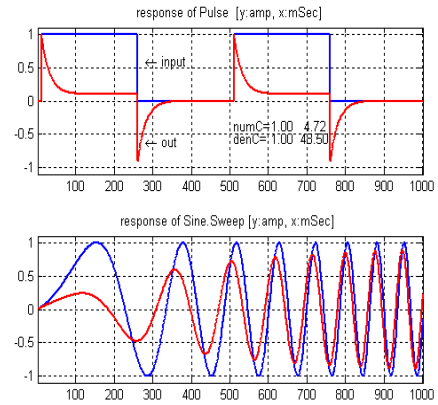


그림 5 제어 후 응답특성

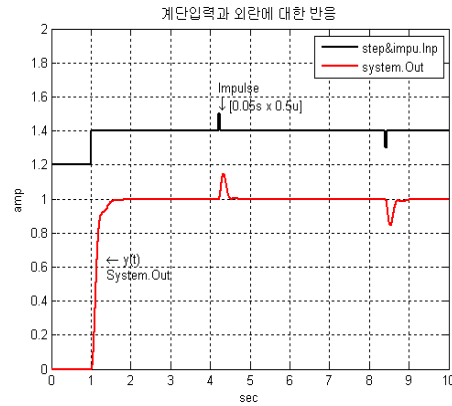


그림 6 외란에 대한 응답 특성

3. 결 론

금속구의 자기부상실험을 위해 금속탐지 코일을 제작하여 위치 측정 센서로 사용하였으며 외란에 비교적 강건한 제어기 설계 및 제작에 성공하였다. 금속탐지코일로부터 위치-전압을 변환할 때 선형 범위를 선택하여 제어 전압으로 사용함으로써 안정성을 향상 시켰다. 이 방식은 제어대상 물체의 크기에 비례해서 코일센서의 직경을 쉽게 변경할 수 있는 장점이 있다.

참 고 문 헌

- (1) Water Barie and John Chiasson, "Linear and nonlinear state-space controllers for magnetic levitation", International Journal of Systems Science, volum.e 27, number 11, pp 1153-1163, 1996.
- (2) Wong, T.H., "Design of a magnetic levitation control experiment -an undergraduate project. IEEE Trans. on Educ., Vol. E-29, no.4, pp.196-200, 1986.