평면 자석 배열을 이용한 철심형 평면모터

Core-type planar motor using planar magnet array

*김경록 [1], #안형준 [2], 김영한 [3], 최동수 [4]

*K. R. Kim[1], #H. J. Ahn(ahj123@ssu.ac.kr)[2] , Y. H. Kim[3], D. S. Choi[4]

[1]숭실대학교 대학원 기계공학과, [2]숭실대학교 기계공학과,

[3]숭실대학교 정보통신전자공학부, [4]㈜져스텍 기초기술연구소

Key words : Planar motor, Core-type, Magnet array, System composition

1. 서론

다양한 산업 환경에서 고정밀도의 위치 결정 능력을 요하는 장비들이 사용되고 있다. 평면모터도 이러한 장비 중의 하나로 이동자가 이동하기 하기 위해 어떤 매개물질이 따로 필요하지 않기 때문에 진공환경과 같은 특수한 작업환경에서 많이 사용되고 있다. 평면모터는 동기형 모터와 같은 방식으로 각 평면모터가 구현 가능한 자유도 방향의 운동을 동시에 직접 구동 및 제어하기 때문에 고효율 소형화의 장점 가지고 있고 점차 많은 분야에 적용이 되고 있어 차세대 구동기로 많은 연구가 진행되고 있다.[1-4]

2. 철심형 평면 모터

철심형 평면 모터는 3 자유도(x, y θ_y) 평면 운동을 하며 동일한 구동 조건일 때 자기부상 평면모터 보다 더 높은 추력을 발생시킬 수 있다. 본래 일반적으로 일컬어 지는 평면모터는 자기부상 평면모터이다. 그렇지만 자기부상을 위해서는 공심형 코일을 사용해야 하므로 추력이 약해지는 단점이 있다. 더 높은 추력을 얻기 위해 철심형 코일을 이용하여 평면모터를 구성하면 자석이 철심형 코일의 철심(core)을 끌어당기는 힘(흡인력)이 발생하여 자기부상을 구현할 수 없게 된다. 따라서 철심형 평면 모터는 자기부상에 대한 사양이 제외되고 Fig. 1 에 나타낸 것 같이 추력을 만들어내는 이동자와 철심코일, 자석과 철심 사이의 흡인력으로 인하여 발생한 마찰을 줄이기 위한 볼 캐스터(Ball caster)와 유리판으로 구성 된다.

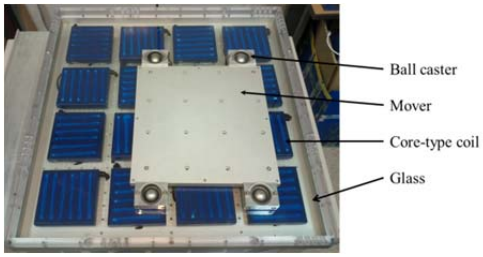

Fig. 1 The system of core-type planar motor

3. 제어 시스템 구성

철심형 평면모터 시스템 구성도를 Fig. 2 와 같이 나타내었다. 위치 명령이 제어기로 들어가면 제어기에서는 위치 명령에 따른 전류를 철심형 평면모터에 흘려준다. 평면모터에 전류가 흐르면 이동자가 추력을 발생시키면서 이동하게 되고 이동자의 이동량을 위치 추정센서로 측정하여 제어기에 되먹임 하게 된다.

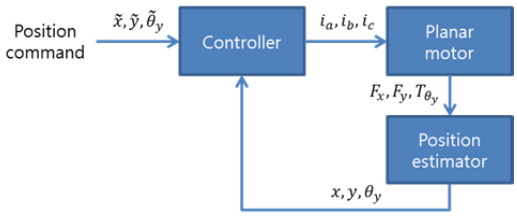

Fig. 2 System composition of a planar motor and controller

전용제어기를 이용하여 가동되던 기존의 평면모터연구와 달리 본 연구에서는 평면모터 제어시스템을 구성하기 위하여 상위 제어기로 Deltatau 사의 UMAC 에 Fig. 2 에 나타낸 것과

같은 내부 알고리즘을 작성하여 철심형 평면 모터의 제어기로 사용하였다. 드라이버는 져스텍 JSMD-02 를 사용하여 전류를 코일에 인가하였다.

위치 추정기로 홀센서 배열을 직접 제작하여 Fig. 3 에 나타낸 것과 같이 고정자 코일 사이 공간에 위치시켰다. 홀센서 배열 위치 추정기는 임의의 정현파에서 반 주기 차이가 나는 두 위치의 값을 더하면 상쇄되는 원리를 활용하여 자석 배열의 자속 밀도 분포에 큰 영향을 미치는 1 주기, 2 주기 고조파를 제거한다. 또한 Fig. 4(a)와 같이 연성되어 나타나는 2 차원 자석 배열의 자속을 Fig. 4(b)와 같이 분리하여 데이터 처리를 통해 이동자의 3 자유도(x, y θ_y) 평면 움직임을 추정하여 제어기로 되먹임 한다.

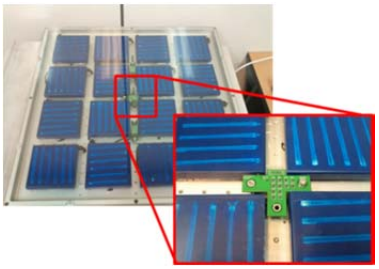

Fig. 3 Hall sensor position estimator

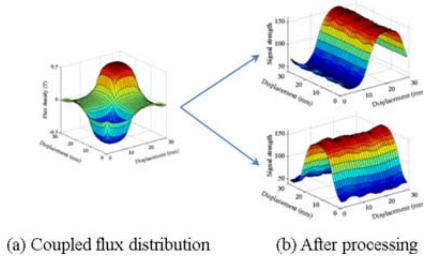

Fig. 4 Data processing result of hall sensor array estimator

4. 결론

3 자유도의 평면 운동이 가능한 철심형 평면모터의 시스템 구성을 수행하였다. 제어기로는 Deltatau 사의 UMAC 을 사용하였고 져스텍 사의 JSMD-02D 를 사용하여 철심형 평면코일에 전류를 흘려주었다. 철심과 자석 사이 흡인력을 고려하여 유리와 볼캐스터를 이용해 평면모터를 구성하였으며 제작한 홀센서를 이용하여 평면모터 이동자 자석 배열의 2 차원 자속 연성과 고조파의 영향을 제거하고 이동자의 이동을 추정하였다.

후기

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업 진흥원의 IT 융합 고급인력과정 지원사업 (NIPA -2013-H0401-13-1004)의 지원으로 수행 되었습니다.

참고문헌

1. Kim, W. J., “High-precision planar magnetic levitation,” Ph.D. dissertation, Massachusetts Institute of Technology, 1997.
2. 조한삶, “3 상 동기형 영구자석 평면 전동기의 해석”, 박사학위논문, 서울대학교 대학원, 2003.
3. Trumper, D., Williams, M., Nguyen, T., “Magnet Arrays for Synchronous Machines,” IEEE Industry Applications Society Annual Meeting 1:9–18, 1993.
4. Ueda, Y., Ohsaki, H. “Positioning characteristics of a coreless surface motor using halbach permanent magnet array,” in Proc. Power Conversion Conference, PCC ’07, Nagoya, Japan, pp. 614–621, 2007.