

자기변형재료의 특성을 이용한 로터 Rotor Based on the Characteristics of Magnetostrictive Material

*박준섭¹, #박영우¹, 오옥균¹

*J. S. Park¹, # Y. W. Park(ywpark@cnu.ac.kr)², O. K. Oh¹

¹충남대학교 메카트로닉스공학과

Key words : Magnetostrictive material, Wiedemann effect, Rotor

1. 서론

현대 사회에서 가장 중요한 동력원중의 하나는 전류에서 회전력을 끌어내는 원리를 이용한 전기모터이다. 이러한 전기모터는 여러 가지 성질의 동력 장치를 만들 수 있고, 유지보수가 간단하다는 장점으로 인해 다양한 분야에서 널리 쓰이고 있다. 하지만 전기모터는 토크와 출력의 제어를 위해 기어 감속기가 반드시 필요하며, 이에 따라 모터 시스템의 크기는 커지게 되고, 효율과 신뢰성은 떨어지게 된다. 또한 다 자유도의 회전운동 생성을 위해서는 자유도 수만큼의 모터가 필요하거나, 모터 수를 줄이고 기어로 보완하는 것이 일반적이다. 어느 방법이든 크기에서 자유로울 수 없고 효율 또한 떨어진다.

따라서 새로운 개념의 회전운동 생성방법에 대한 연구가 필요하며 본 연구에서는 자기변형재료를 이용한 새로운 타입의 로터를 개발하고 구동특성을 평가하였다.

2. 자기변형구동 로터의 개발

자기변형 구동로터는 Wiedemann Effect를 기반으로 설계되었다. Wiedemann Effect는 고정된 강자성체 수직방향의 자기장과 수평방향의 자기장이 가해지면, 나선형의 자기장이 생성되며 이 자기장에 의해 강자성체에 트위스트모션이 발생하는 현상이다¹. 이와 같이 나선형 자기장에 의해 발생하는 자기변형재료의 비틀림 변위가 본 연구에서 개발하고자 하는 로터의 구동원리이다.

길이방향의 자기장은 솔레노이드 코일을 이용하였으며, 수평방향의 자기장은 환형권선코일을 이용하였다.

Fig. 1은 Maxwell 3D를 이용한 해석결과이며 자기장이 나선형을 이루는 것을 확인할 수 있다.

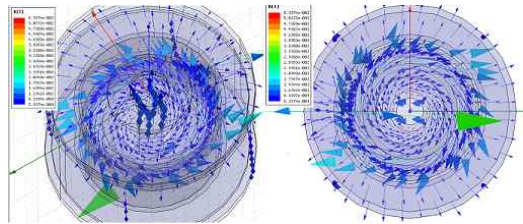


Fig. 1 Maxwell 3D simulation

코일은 Fig. 2의 (a), (b)와 같이 솔레노이드와 환형권선코일로 나뉜다. 외부의 솔레노이드는 내경 38 mm, 외경 54 mm의 알루미늄 보빈에 500턴의 권선을 가지며, 내부의 6개의 코일은 40 × 10 mm의 6개의 소켓에 코일이 하나로 이어져 500턴의 권선을 가진다. (c)는 알루미늄의 하우징을 완료한 로터의 모습이다. 사용된 자기변형재료는 10 × 50 mm의 로드로서 미국 Etrema社 Terfenol-D를 사용하였다.

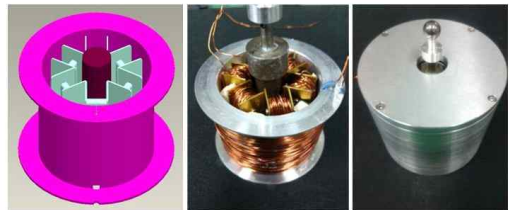


Fig. 2 Configurations of actuator (a) 3D modeling, (b) coil, (c) rotor

한 번에 발생시킬 수 있는 변위가 작은 자기변형재료의 특성 때문에 변형을 일으키는 순간의 회전력만을 로터에 전달하고 변형전의 순간으로 복귀할 때의 회전력은 무시해야 회전을 일으킬 수 있다.

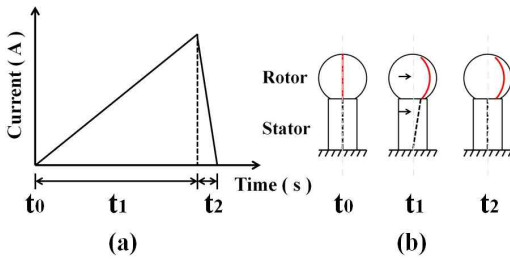


Fig. 3 Driving principle (a) applied current, (b) rotation according to the time

따라서 입력전류는 Fig. 3 와 같은 톱니파의 전류를 이용 한다. 서서히 전류를 올릴 때는 자기변형재료의 변형이 로터에 전달되지만 급격하게 전류를 초기 값으로 내릴 때 로터와 자기변형재료 사이에서 미끄러짐이 발생 한다². 이 원리로 재료의 변위를 축적하여 회전하게 된다.

3. 자기변형구동 모터의 특성실험

Fig. 4 는 실험장치 구성도를 보여준다. 구동과정은 DAQ 모듈을 통해서 생성되며 전류 AMP 를 거쳐 구동기의 구동 전류로 들어가게 된다.

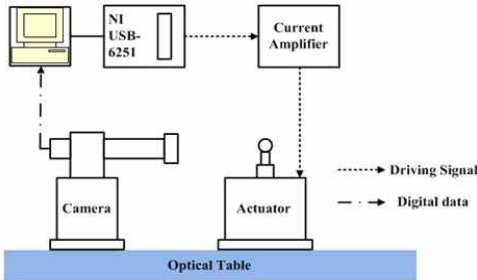


Fig. 4 Schematic diagram of the experimental setup

Fig 5 는 볼의 질량에 따른 주파수에 따른 회전속도의 그래프이다. 입력전류는 솔레노이드코일, 환형권선코일에 모두 1 A를 인가하였다. 볼의 질량이 감소함에 따라 구동주파수가 증가하는 것을 볼 수 있다.

Table 1 은 솔레노이드와 환형권선코일의 전류량의 변화에 따른 회전특성을 나타낸 표이다. 입력 전류의 주파수는 1.4 kHz, 볼의 질량은 0.26 g 으로 고정하였다. 0.5 A이하의 전류에서는 회전이 일어나지 않았고 대각선방향과 수평방향의 회전을 볼 수 있었다.

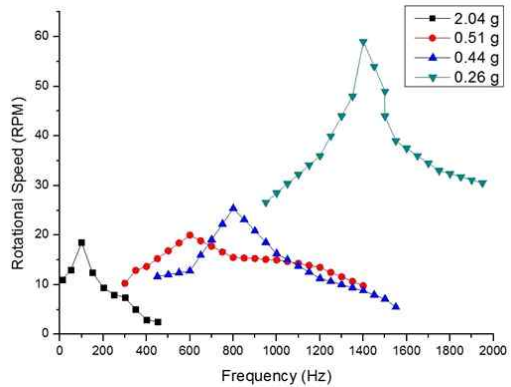


Fig. 5 Rotational speed to the change of applied frequencies

Table 1 The characteristics according to the current

Toroid (A)	Solenoid (A)	Direction
1	0.5	N/A
	0.75	Diagonal
	1	Horizontal
0.75	0.5	N/A
	0.75	Horizontal
	1	Diagonal
0.5	0.5	N/A
	0.75	Diagonal
	1	Diagonal

4. 결론

본 논문에서는 자기변형재료인 Terfenol-D를 이용하여 자기변형구동 방식의 로터를 개발하였다. 나선형 자기장에서 자기변형재료가 비틀리는 Wiedemann Effect 를 이용하여 로터를 회전시켰으며, 전류의 제어에 따라 대각선 방향의 회전과 수평방향의 회전을 최고 60 RPM 의 속도로 회전하는 것을 확인할 수 있었다. 이로써 자기변형재료의 특성을 이용한 로터의 가능성을 가늠해 보았고 차후 연구를 통해 다분야의 구동기로써의 발전도 기대해본다.

참고문헌

1. Yamamoto, M., "Theory of the Wiedemann Effect," Journal of the Physical Society of Japan, **12**, 981-982, 1957.
2. Ueno, T., Saito, C. and Imaizumi, N., "Miniature Spherical Motor Using iron-gallium Alloy(galfe-nol)," Journal of Sensors and Actuators A:Physical, **154**, 92-96, 2009.