

압전 에너지 하베스팅 적용을 위한 영구자석을 이용한 가진기 설계 Design of piezoelectric energy harvester using permanent magnet

성태현[†] · 양찬호* · 김정훈 * · 김세빈 * · 홍성광 *
Tae Hyun Sung, Chan Ho Yang, Jeong Hun Kim, Se Bin Kim and Seong Kwang Hong

1. 서 론

압전 에너지 하베스팅은 흐르는 물과 빗물, 파도, 바람 등과 진동을 비롯한 다양한 외부 환경의 에너지를 기계적인 변환을 통해 발전이 가능하다는 장점으로 인하여 최근 몇 년간 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 논문에서는 외팔보의 끝단에 영구자석을 부착하여 외부의 영구자석과의 상호 작용을 통해 외팔보에 진동을 발생시키고 발생된 진동 에너지를 압전소자를 이용하여 수확하는 시스템에 관한 연구를 수행하였다.

외부 영구자석의 극 배치와 외부 영구자석의 크기, 외팔보에 부착된 영구자석과 외부 영구자석과의 간격 등을 조절하여 영구자석을 이용한 새로운 압전 에너지 하베스팅 시스템에 대하여 분석하였다.

2. 실험 장치

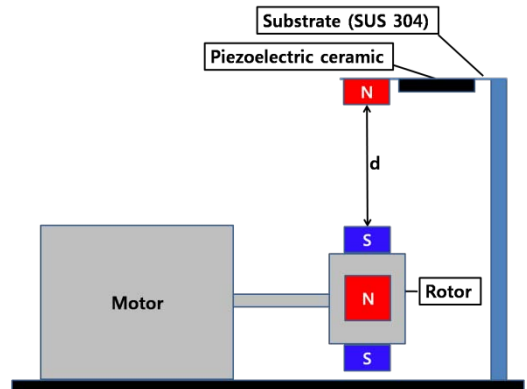


Fig. 1 Schematic view of the piezoelectric energy harvesting using permanent magnet

Fig. 1 은 본 실험의 모식도이다. 실험에 쓰인 압전소자와 외팔보에 부착된 영구자석의 크기는 각각 $35*45*0.16 \text{ mm}^3$ 와 $10*10*10 \text{ mm}^3$ 이다. Rotor 에 부착된 자석은 총 4 개로 90 도 간격으로 rotor 의 각 네 면에 고정되어 있다. 외팔보의 끝에 부착된 영구자석과 rotor 에 부착된 영구자석간의 거리는 d 로 외팔보가 고정된 기둥의 높이를 조절함으로써 변화시켰다. Rotor 의 회전수는 rotor 와 연결된 motor 를 통해 조절하였다.

3. 결과 및 토의

3.1 영구자석의 극 배치가 발전량에 미치는 효과

[†] 교신저자; 정회원, 한양대학교 전기공학과
E-mail : sungth@hanyang.ac.kr
Tel : 010-9041-2886 , Fax : 02-2220-4316
* 한양대학교 전기공학과

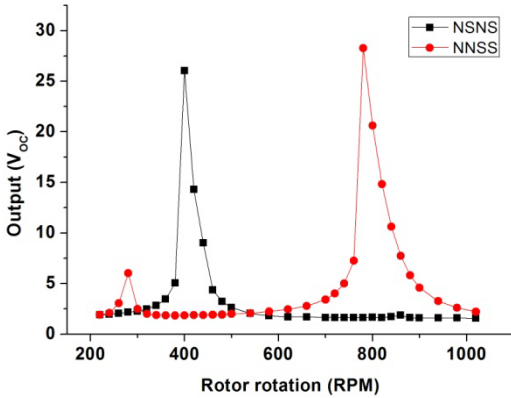


Fig. 2 Effect of two types of pole arrays on the basis of rotor rotation with the small magnet at a distance 70 mm

Fig. 2 에서 알 수 있듯이, NSNS, NNSS 의 극 배열은 각각 26.04V, 28.26V 의 최대 발전량을 나타냈다. NSNS, NNSS 의 극 배치는 외팔보 끝에 부착된 영구자석에 인력과 척력이 교대로 작용하여 외팔보에 기계적인 에너지를 효과적으로 전달하였다고 볼 수 있다. 또한 같은 크기의 자석을 사용했음에도 불구하고 NSNS, NNSS 의 극 배열에서 공진 주파수의 위치가 각각 400 RPM 과 780 RPM 으로 약 2 배의 차이가 났다. 이는 단순히 극 배치의 변화만으로 공진 주파수의 이동이 가능함을 알려준다.

3.2 영구자석의 크기가 발전량에 미치는 효과

극 배치가 NSNS 일 때, 자석의 크기를 크게 할수록 공진 주파수에서의 발전량은 26.04V, 39.49V, 45.34V 로 점차 늘어났다. 400 RPM 에서 공진 주파수가 나타난 가장 큰 영구자석과 중간 크기의 자석과 달리 가장 작은 자석일 때의 공진주파수는 380 RPM 으로 이동하였다.

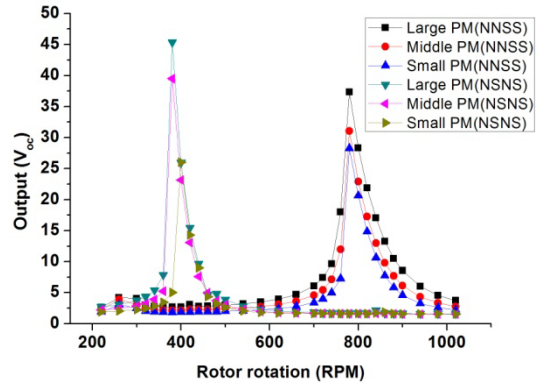


Fig. 3 Output voltage of the size of the magnet at a distance of 70 mm for pole arrays of NSNS and NNSS

극 배치가 NNSS 일 때도 마찬가지로 크기를 크게 할수록 발전량은 28.26V, 31.06V, 37.30V 로 증가하였다. 이때 공진주파수는 영구자석의 크기와 상관없이 780 RPM 으로 일정하였다. 자석의 크기를 크게 할수록 외팔보에 부착된 영구자석에 미치는 자력이 커져 더 많은 기계적 에너지를 전달한다고 볼 수 있다.

3.3 영구자석간의 간격이 발전량에 미치는 효과

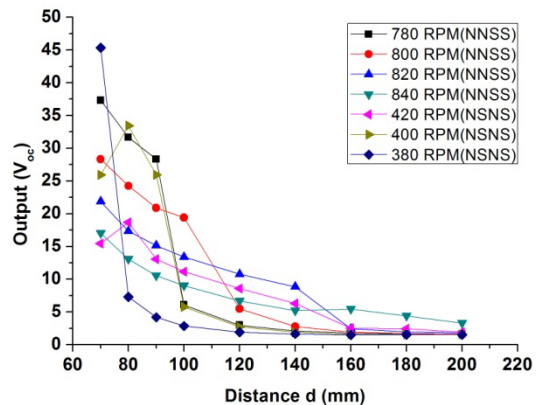


Fig. 4 Output voltage for distance between two magnets for pole arrays of NSNS and NNSS and a large magnet

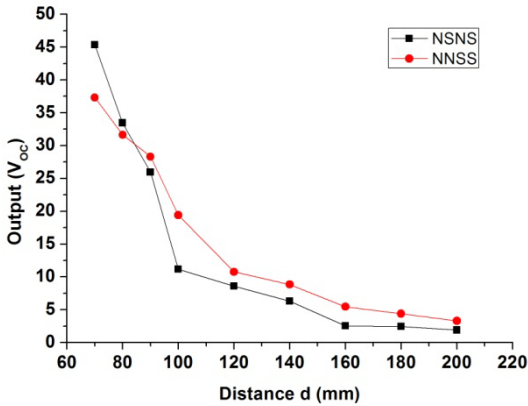


Fig. 5 Output voltage for the distance between the magnets on the maximum output voltage

Fig. 4 를 통해 영구자석간의 거리가 가까워질수록 발전량이 커지는 것을 알 수 있다. 이는 자력이 셀수록, 더 많은 기계적 에너지를 전달하여 발전량이 커진다고 볼 수 있다. 또한 간격을 조절함에 따라 최대 발전량을 나타내는 RPM 이 바뀌는 것을 알 수 있다. 이는 간격이 커질수록 자속 밀도가 작아짐에 따라 외팔보에 부착된 영구자석에 불안정한 자력을 전달하게 되어 일어난 현상으로 보여 진다.

간격을 80 mm 에서 90 mm 로 옮길 때, 최대 발전량을 보이는 극 배열이 NSNS 에서 NNSS 로 바뀌는 것을 Fig. 5 에서 알 수 있다. 이는 특정한 간격에서 사용하기 알맞은 극 배열을 알려준다고 볼 수 있다.

3. 결 론

이 연구에서는 자석간의 인력과 척력을 이용하여 에너지를 수확할 뿐만 아니라, 외부 에너지의 주파수에 맞게 공진 주파수를 이동시킬 수 있는 새로운 개념의 에너지 하베스팅 시스템을 디자인했다. 공진 주파수 대역을 이동시키기 위한 가장 효과적인 방

법은 rotor 에 부착된 자석의 극 배치를 변화시키는 것이다. 그리고 간격에 따라 최대 발전량을 보이는 극 배열이 다르다는 사실을 통해 특정 거리에서 사용하기 알맞은 극 배열을 찾을 수 있다.

영구자석간의 간격은 70 mm, 자석의 크기는 가장 큰 자석의 조건에서 극의 배치가 NSNS 일 때는 공진주파수인 400 RPM 에서 45.34V 의 발전량을 보였고 NNSS 일 때는 공진주파수인 780 RPM 에서 37.30V 의 발전량을 보였다. 또한 자석의 크기는 가장 큰 자석의 조건에서 간격이 70 mm 일 때는 NSNS 의 극 배치의 발전량이 더 높았으나, 90 mm 일 때는 NNSS 의 극 배치의 발전량이 더 높았다.

이러한 연구 결과를 토대로 주어진 조건에서 수확할 외부 에너지의 주파수에 맞는 가장 효과적인 압전 에너지 하베스팅 시스템을 설계할 수 있다.