

# 인체 보행 진동을 이용한 전자기형 에너지 하베스터 성능연구 Performance evaluation of electromagnet energy harvester using vibration caused by human walking

서종호\* · 이한민\* · 오재웅\*\* · 김영철†

Jongho Seo, Hanmin Lee, Jae-eung Oh and Young-cheol Kim †

## 1. 서 론

최근 휴대전화, 테블릿PC, 노트북등 사람이 이동 중 필요한 기기의 사용이 증가하고 있다. 또한 실시간 인체 모니터링 장치가 점차 보급되고 있다. 하지만 그에 상응하는 전원 공급은 오랜 시간 유지하기가 힘든 실정이다.

진동형 에너지 하베스터는 이러한 문제점을 해결하기 위한 대체 전원공급의 한 종류로서 최근 많은 연구가 되고 있다. 본 연구에서는 많은 진동에너지원 중 사람이 걸거나 뛸 때 발생하는 수직 진동 에너지를 이용한 에너지 하베스터를 연구 하였다. 사람이 걸거나 뛸 때 1~4Hz의 주파수와 10~30mm의 변위는 자연발생적인 좋은 진동에너지이다. 기존 연구에서는 인체의 움직임으로부터 영구자석 스프링을 적용한 AA건전지 크기의 전자기형 에너지하베스터가 많이 연구 되었다. 하지만 사람이 걸거나 뛸 때는 2~4Hz 정도의 주파수가 발생함에도 불구하고 기존 연구되어진 에너지 하베스터는 8~10Hz의 공진 주파수를 갖도록 설계 되었다. 그래서 본 연구에서는 압전, 전자기, 정전기력을 이용한 방식 중에서 상대적으로 저주파인 2~4Hz에서 고유진동수를 갖는 전자기형태의 에너지 하베스터를 연구 하였다.

## 2. 에너지 하베스터 설계 및 성능 평가

### 2.1 에너지하베스터 설계

#### (1) 설계 및 치수

사람이 걸어 갈 때의 주파수인 2Hz의 공진주파수를 갖는 에너지 하베스터를 설계 하였다.

Fig.1은 본 연구에서 제안하는 에너지 하베스터이다. 하우징 양단에 스프링을 고정하고 스프링에 영구자석을 연결하여 움직일 수 있게 설계하였고 하우징 바깥쪽 가운데에 코일을 감은 형태이다. 그러므로 스프링에 연결된 영구자석이 외부의 진동에 의해 움직이게 되면 코일 내부의 자속밀도가 변화하여 유도 기전력을 발생시켜 전원은 얻어내는 것이다.

전체 하우징의 높이는 210mm, 원통의 경은 25mm이다. 영구자석의 크기는  $\Phi 20 \times 25\text{mm}$ , 무게는 143.6g 이다.

Table 1은 에너지 하베스터 내부의 상세 설계 변수이다.



Fig. 1 Design of Energy harvester

† 교신저자; 정회원, 한국기계연구원

E-mail : kyc@kimm.re.kr

Tel : (042)868-7877 , Fax : (042)868-7440

\* 한국기계연구원

\*\* 한양대학교 기계공학부

## 2.2 에너지하베스터 성능평가

**Table 1** Parameter of Design

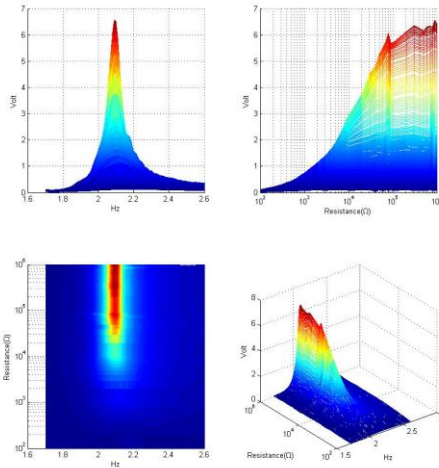
Parameters	Value(Units)
Dimension of housing	$\emptyset 25 \times 210$ (mm)
Magnet(NdFeB)	$\emptyset 19 \times 25$ (mm)
Coil width	25 (mm)
Coil thickness	5 (mm)
Coil resistance	300 ( $\Omega$ )
Spring	25.93 (N/m)

(1)에너지 하베스터 성능실험

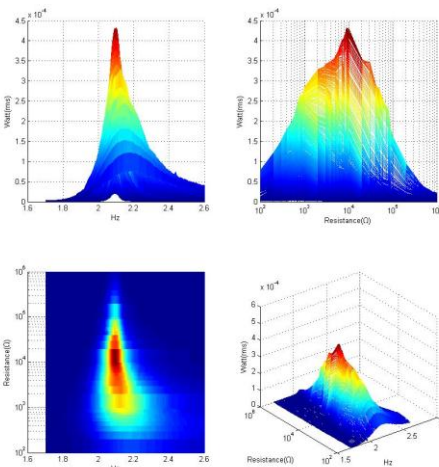
기저가진의 실험조건은 Sine파형으로 1mm로 고정하여 가진 하였으며 주파수 범위는 1.7~2.6Hz 간격으로 저항을 변경하며 실험 하였다. 고정된 변위와 주파수에 의한 가속도는 0.0116G~0.0272G로 증가 하였다. 실험결과는 Fig.2와 Fig.3에 나타내었다.

Fig.2는 Hz별, 부하저항별 변화에 따른 Output Voltage를 나타내었는데 부하저항이 증가함에 따라 영구자석의 변위가 증가하고, 그에 따른 Voltage증가 경향을 알 수 있었으며 약 2.1Hz에서 공진하며 최대 Voltage가 발생하는 것을 알 수 있었다. 그러나 부하저항이 커짐에 따라 Voltage증가가 선형적이지 않은 것은 하베스터의 하우징과 내부에서 움직이는 영구자석 사이의 마찰이 크게 발생함에 따라 비선형적인 경향을 보이는 것으로 보인다.

Fig.3는 Hz별, 부하저항별 변화에 따른 Output Power를 나타 내었는데 부하저항이 증가함에 따라 무조건 Power가 증가하는 것이 아니라 최적저항 값이 존재 하는 것을 알 수 있었다 .2.1Hz, 9k $\Omega$  에서 최대 전력인 0.432mW가 발생함을 파악 하였다. 또한 최적저항인 9k $\Omega$  보다 상대적으로 낮은 주파수에서는 공진 주파수가 2.1Hz에서 2.2Hz까지 변경되는 경향을 발견하였다. 이는 부하저항으로 인한 Electric damping 효과로 판단된다.



**Fig. 2** Result of output voltage



**Fig.3** Result of output power

## 3. 결 론

본 연구에서는 사람이 앞으로 걸어 나갈 때 발생하는 수직진동을 이용한 에너지 하베스터의 성능연구를 하였다. 그 결과 공진주파수인 2.1Hz 에서 최대 전압 전력이 발생하며 가장 큰 전력이 발생하는 최적저항 값은 9k $\Omega$  임을 알 수 있었다.

## 후 기

본 연구는 한국기계연구원 자체 연구사업에 의해 수행 되었습니다.