

관 인 생 략

출원 번호 통 지 서

출원 일 자 2013.06.11
특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(P13E200)
출원 번호 10-2013-0066511 (접수번호 1-1-2013-0516668-22)
출원인 명 칭 전남대학교산학협력단(2-2004-036577-5)
대리인 성 명 이은철(9-2003-000140-0)
발명자 성 명 이동원 오선
발명의 명 칭 회전체를 이용한 전력 발생장치

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허포(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

【서지사항】**【서류명】** 특허출원서**【참조번호】** P13E200**【출원구분】** 특허출원**【출원인】****【명칭】** 전남대학교 산학협력단**【출원인코드】** 2-2004-036577-5**【대리인】****【성명】** 이은철**【대리인코드】** 9-2003-000140-0**【포괄위임등록번호】** 2006-019494-8**【발명의 국문명칭】** 회전체를 이용한 전력 발생장치**【발명의 영문명칭】** Electric power generating apparatus utilizing an rotating body**【발명자】****【성명】** 이동원**【성명의 영문표기】** LEE DONG WEON**【주민등록번호】** 701225-1XXXXXX**【우편번호】** 500-070**【주소】** 광주광역시 북구 용봉동 300 전남대학교 기계공학과 1A-209**【국적】** KR**【발명자】**

【성명】 오선

【성명의 영문표기】 XUAN WU

【주소】 광주광역시 북구 용봉동 300 전남대학교 기계공학과 1A-427

【국적】 CN

【심사청구】 청구

【공지예외적용대상증명서류의 내용】

【공개형태】 학술단체 논문발표

【공개일자】 2013.04.06

【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】

【과제고유번호】 2012K1A3A1A20031500

【부처명】 교육과학기술부

【연구관리 전문기관】 한국연구재단

【연구사업명】 과학기술국제화사업

【연구과제명】 무전지 센서 기반의 지능시스템 구현을 위한 초소형 발전
소자 연구

【기여율】 1/1

【주관기관】 전남대학교 산학협력단

【연구기간】 2013.03.01 ~ 2016.02.28

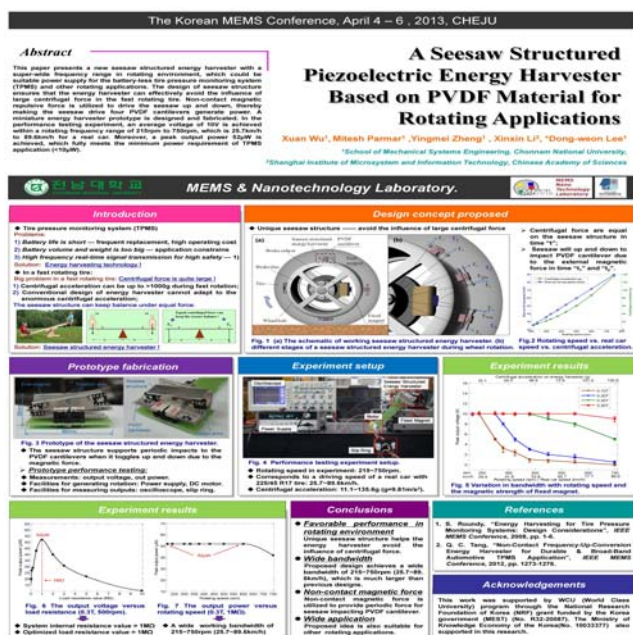
【취지】 위와 같이 특허청장에게 제출합니다.

대리인 이은철

(서명 또는 인)

【수수료】

【출원료】	0 면	38,000 원
【가산출원료】	22 면	0 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	7 항	410,000 원
【합계】		448,000 원
【감면사유】	전담조직	
【감면후 수수료】	224,000 원	
【첨부서류】	1. 공지에외적용대상(신규성상실의예외, 출원시의특례)규정을 적용받기 위한 증명서류 1통	



A Seesaw Structured Piezoelectric Energy Harvester Based on PVDF material for Rotating Applications

¹Xuan Wu, ²Mitesh Parmar, ³Yingmei Zheng, ⁴Xinxi Li and ⁵Dong-weon Lee
¹MIMES and Nanotechnology Laboratory, School of Mechanical Systems Engineering, Chonnam National University, Gwangju 500757, Republic of Korea
²State Key Laboratory of Transducer Technology, Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200050, China
E-mail: mems@chonnam.ac.kr

Abstract

This paper presents a new seesaw structured energy harvester with a super-wide frequency range in rotating environment, which could be suitable power supply for the battery-less tire pressure monitoring system (TPMS) and other rotating applications. The design of seesaw structure ensures that the energy harvester can effectively avoid the influence of large centrifugal force in the fast rotating tire. Non-contact magnetic repulsive force is utilized to drive the seesaw up and down, thereby making the seesaw drive four PVDF cantilevers generate power. A miniature energy harvester prototype is designed and fabricated. In the performance testing experiment, an average voltage of 10V is achieved within a rotating frequency range of 215rpm to 750rpm, which is 25 Tach to 80 km/h for a real car. Moreover, a peak output power 52μW is achieved, which fully meets the minimum power requirement of TPMS application (~10μW).

Keywords: Energy harvester, Seesaw structure, PVDF, TPMS

1. Introduction

In recent years, TPMS has become one of the most necessary safety modules for cars. Current TPMS utilizes lithium batteries as the power supply for pressure sensors which are inside the tire. However, owing to the limited power and expensive maintenance cost of batteries, researchers have drawn more attention on energy harvesting technology in self-powered TPMS applications [1]. Many previous energy harvesters for TPMS employ a measuring system with piezoelectric material, which could convert the ambient vibration into electric energy [2]. However, this kind of energy harvester can only work well in its resonant frequency, which is normally much higher than the vibration frequency in tire. In order to solve this problem, some researchers proposed the design that is driven by its own gravity during every rotating cycle [3]. Unfortunately, due to the enormous centrifugal force in a fast rotating tire, many problems like overlarge friction and latching will appear which cannot be overcome by these designs.

To address the above problems, we propose a new seesaw structured piezoelectric energy harvester. The unique design enables our structure to be independent of rotating speed and the enormous resultant centrifugal force. A miniature energy harvester prototype has been fabricated and experimentally characterized.

2. Design

Schematically shown in Fig. 1(a), the seesaw structured energy harvester is mounted inside the tire and will rotate with the wheel. Additionally, there is an outside fixed magnet on the brake caliper, which provides repulsive force during every rotating cycle to the seesaw structured energy harvester inside the tire (The aluminum

wheel hub is about 5mm thickness, which is thin enough for strong magnetic force penetrating). As the brake caliper is mounted on the suspension, it does not rotate and will stay in a fixed position when the car is driving. Fig. 1(b) shows the different stages of seesaw structure during the wheel rotation. In normal rotating condition, the centrifugal force on both the end-magnets is equal resulting in a balanced seesaw structure. But when the energy harvester passes the outside fixed magnet position, the external magnetic force breaks the balance of seesaw structure. Then the impact-stick on the seesaw and impacts the high performance PVDF cantilever and makes it vibrate repeatedly at its resonant frequency during the rotation.

In this way, this seesaw structured energy harvester can effectively generate power without the influence of large centrifugal force in rotating environment, and can keep high performance with a super-wide bandwidth.

3. Experiment

In order to test the performance of this design, a prototype of seesaw structured energy harvester is fabricated as shown in Fig. 2. The seesaw structure supports periodic impacts to the PVDF cantilevers when it bounces up and down due to the magnetic force.

In the performance testing experiment, as shown in Fig. 3, a rotating environment is realized by the speed control motor, which simulates the various speeds in a fast rotating tire of a driving car. The seesaw structured energy harvester is mounted on an arm that rotates with the motor. When the energy harvester passes the fixed magnet, the seesaw structure will be up and down due to the magnetic force, drives PVDF cantilevers and generates power. A slip ring is utilized to transfer the output signal from the rotating energy harvester to oscilloscope. The output voltage and power generation frequency is measured by the oscilloscope.

Additionally, the magnetic force is optimized by output voltage testing with different magnetic strength of the fixed magnet (0.15, 0.2, 0.25, 0.3T). Aiming at the highest output power, resistance optimization is also conducted.

4. Results and Discussion

As Fig. 4 shows, in the performance testing experiment, the rotating speed is varied from 215rpm to 750rpm, which corresponds to a driving speed from 25 Tach to 80 km/h of a real car with 225/45 R17 tire ($L_{cm} = 3mL_{cm}/m_{cm} = 25$). The centrifugal acceleration could be up to more than 135g ($a = R\omega^2$) with the formula: $a = (r_{cm}/3.6C_{cm})\omega_{cm}^2$, where r_{cm} is radius from wheel center to energy harvester position.

It can be seen that the peak output voltage is up to 10V. In addition, the increase in the magnetic strength increases the maximum rotating speed at which the output voltage is the highest. Thereby, the overall bandwidth of rotating

speed/frequency is enhanced. When the magnetic strength is 0.3T, the energy harvester could maintain the highest output 10V with a super-wide bandwidth from 215rpm to 80rpm. The reason is that a strong magnetic force could give enough acceleration to drive the seesaw up and down in a short time during fast rotation. Therefore, if the magnetic strength of fixed magnet is strong enough, our design can always maintain the constant highest output voltage at a high driving speed even more than 80km/h.

After magnetic force optimization (0.3T), the resistance value is optimized. As Fig. 5 shows, when the resistance value is 1MΩ, a peak output power 52μW is achieved, which is enough for the minimum power requirement of TPMS application (~10μW) [4].

5. Conclusion

In this paper, we have discussed the design, fabrication and testing of a novel seesaw structured energy harvester which can effectively generate power without the centrifugal force influence in a fast rotating environment. A super-wide frequency range for keeping highest output is realized in the performance testing experiment. With a rotating speed range from 215rpm to 750rpm, the fabricated device generates an average voltage of 10V and a peak power of 52μW, which confirmed that the seesaw structured energy harvester can perform well in the fast rotating environment.

Acknowledgment

This work was supported by WCU (World Class University) program through the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MEST) (No. K32-20087). The Ministry of Knowledge Economy of the Korea (No. 1005577) has also supported in this research.

References

1. S. Kwon, Energy Harvesting for Tire Pressure Monitoring Systems: Design Considerations, *IEEE AEMC Conference* 2009, pp. 1-6.
2. R. Elfrink, Design and Modeling of a Patterned-Electrode-Based Energy Harvester for Tire Pressure Monitoring Systems, *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics* 2011, pp. 477-488.
3. Q. C. Tang, Non-Contact Frequency-Up-Conversion Energy Harvester for Double & Broad-Band Automotive TPMS Application, *IEEE AEMC Conference* 2012, pp. 1775-1776.
4. R. Elfrink, Fast Autonomous Wireless Sensor Node Powered by a Vacuum-Packaged Piezoelectric MEMS Energy Harvester, *IEEE Electron Device Meeting* 2009, pp. 22.5.1-4.

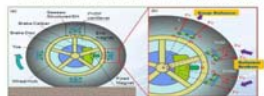


Fig. 1. (a) The working schematic of seesaw structured energy harvester. (b) Different stages of seesaw structure during the wheel rotation.



Fig. 2. Prototype of the seesaw structured energy harvester.

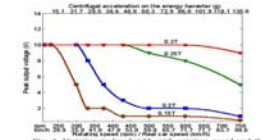


Fig. 3. Performance testing experiment setup.

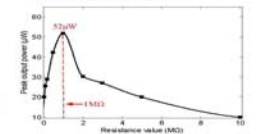


Fig. 4. Variation in bandwidth with rotating speed and the magnetic strength of fixed magnet.



Fig. 5. Peak output power versus different resistance value (0.3Tach, 0.3T).

【명세서】

【발명의 명칭】

회전체를 이용한 전력 발생장치{Electric power generating apparatus utilizing an rotating body}

【기술분야】

【0001】 본 발명은 회전체를 이용한 전력 발생장치에 관한 것으로, 특히 회전체의 회전운동을 이용하여 전력을 얻을 수 있는 전력 발생장치에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

【0002】 타이어 압력 모니터링 시스템(TPMS)은 타이어에 부착된 자동감지 센서가 타이어의 공기압 및 온도 등을 체크하여 운전자에게 알려주어 안전 운전이 이루어질 수 있도록 하기 위한 중요한 안전 보조 장치이다.

【0003】 현재 대부분의 TPMS는 리튬배터리를 타이어 내부 압력 센서의 전원으로 사용하고 있으나, 매우 제한적인 배터리 수명으로 인하여 주기적인 교체가 필요하며, 이에 따라서 사용자는 정비 관리에 대한 불편함과 교체 비용에 따른 경제적인 부담을 갖게 된다.

【0004】 이와 같이 TPMS의 전원 공급의 문제점을 해결하기 위하여 최근에는 자체 전원을 발생하여 TPMS 전원으로 사용하고자 하는 에너지 하베스팅(energy harvesting) 기술에 대하여 연구가 이루어지고 있다[선행문헌1 참고].

【0005】 예를 들어, 선행기술문헌2에서는 압전체를 갖는 질량체-탄성체 시스템을 이용하여 암진동(ambient vibration)을 전기 에너지로 변환할 수 있는 것을 제안하고 있으나, 이러한 에너지 회수는 공진 주파수에서만 효과적일 뿐이며 이 공진 주파수는 일반적으로 타이어의 진동 주파수 보다는 상당히 큰 문제점이 있다.

【0006】 다른 예로써, 선행기술문헌3에서는 매 회전 사이클 동안에 중력에 의해 구동이 이루어져 전기 에너지를 얻는 것을 제안하고 있으나, 고속 회전 시에 발생하는 상당히 큰 원심력으로 인하여 발생하는 큰 마찰과 래칭(latching) 등의 문제점으로 인하여 효과적이지 않다. 차륜이 고속으로 회전하는 경우에 상당히 큰 원심 가속도가 작용하게 되어 최대 1000g 이상일 수가 있으며, 따라서 TPMS 전원장치의 설계에는 이러한 가속한 가속도 조건이 고려되어야 하는 어려움이 있다.

【선행기술문헌】

【0007】 1. S. Roundy, Energy Harvesting for Tire Pressure Monitoring Systems: Design Considerations, *IEEE MEMS Conference 2008*, pp. 1-6.

【0008】 2. R. Elfrink, Design and Modeling of a Patterned-Electret-Based Energy Harvester for Tire Pressure Monitoring Systems, *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics 2011*, pp. 677-680.

【0009】 3. Q. C. Tang, Non-Contact Frequency-Up-Conversion Energy Harvester for Durable & Broad-Band Automotive TPMS Application, *IEEE MEMS*

Conference 2012, pp. 1273-1276.

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

【0010】 본 발명은 이러한 종래기술의 문제점을 해소하기 위한 회전체를 이용한 전력 발생장치에 관한 것으로, 특히 고속 회전하는 회전체에서 회전 속도와 그에 따른 큰 원심력의 영향을 받지 않으면서도 효율적으로 회전체의 회전운동을 이용하여 전력을 얻을 수 있는 전력 발생장치를 제공하고자 하는 것이다.

【과제의 해결 수단】

【0011】 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 전력 발생장치는, 회전체에 고정되어 회전체와 함께 회전운전이 이루어지는 고정부재와; 양단에 각각 자성체가 마련되어 시소구조로 상기 고정부재에 회동 가능하게 마련되는 임팩트스틱과; 상기 임팩트스틱의 회전반경 내에서 상기 임팩트스틱과 이격되어 상기 고정부재에 고정되는 압전레버와; 회전체에 대해 고정 설치되어 정자기장을 발생시키기 위한 자성요소;를 포함한다.

【0012】 한편, 본 발명의 다른 관점에 따른 전력 발생장치는, 이동수단의 휠에 고정되는 고정부재와, 양단에 각각 자성체가 마련되어 시소구조로 상기 고정부재에 회동 가능하게 마련되는 임팩트스틱과, 상기 임팩트스틱의 회전반경 내에서

상기 임팩트스틱과 이격되어 상기 고정부재에 고정되는 압전레버를 포함하는 전력 발생모듈과; 상기 이동수단의 휠에 대해 고정 설치되어 정자기장을 발생시키기 위한 영구자석을 포함한다.

【0013】바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 고정부재는 상기 회전체의 법선방향을 따라서 마련되는 것을 특징으로 한다.

【0014】바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 압전레버는 PVDF 압전체인 것을 특징으로 한다.

【0015】바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 고정부재는 상기 임팩트스틱의 회전 반경을 제한하도록 스톱퍼 스틱이 추가로 마련되는 것을 특징으로 한다.

【0016】바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 자성체는 두 개가 동일 무게를 갖고 서로 회전축에 대해 동일 거리상에 위치하는 것을 특징으로 한다.

【0017】바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 영구자석은 이동수단의 제동수단에 고정 설치되는 것을 특징으로 한다.

【발명의 효과】

【0018】본 발명에 따른 전력 발생장치는, 형상 변화에 의해 전기 에너지를 발생시키는 압전레버와, 외부 정자기장에 의해 압전레버의 진동을 유발하게 되는 시소구조의 두 자성체를 갖는 임팩트스틱을 포함하여 회전체와 함께 회전운동이 이루어지는 전력발생모듈과; 회전체에 대해 고정 설치되어 전력발생모듈에 정전기장

을 발생시키는 자성요소를 포함하여, 고속 회전 조건에서도 큰 원심력에 의한 영향을 받지 않으면서도 넓은 밴드폭의 회전속도에서 효율적으로 전력을 발생시켜 TPMS와 같은 기기의 전원공급장치로 활용될 수 있는 효과가 있다.

【도면의 간단한 설명】

【0019】 도 1은 본 발명에 따른 회전체를 이용한 전력 발생장치의 구성을 보여주는 도면,

도 2는 본 발명에 따른 회전체를 이용한 전력 발생장치의 작동예를 설명하기 위한 도면,

도 3은 본 발명에 따른 전력 발생장치의 프로토타입을 보여주는 사진,

도 4는 본 발명의 다른 전력 발생장치의 성능을 테스트하기 위한 실험장치를 보여주는 사진,

도 5는 본 발명의 실시예에서 자성요소의 자력 변화에 따라서 회전속도에 대한 피크 출력 전압을 보여주는 그래프,

도 6은 본 발명의 실시예에서 자력에 대한 최적화(0.3T) 이후에 저항 값에 대한 최적화 결과를 보여주는 그래프,

도 7은 본 발명의 실시예에서 자력과 저항 값에 대한 최적화(0.3T, 1MΩ)가 이루어진 후에 회전속도에 대한 피크 출력값을 보여주는 그래프.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

【0020】 본 발명의 실시예에서 제시되는 특정한 구조 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있다. 또한 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니되며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경물, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

【0021】 한편, 본 명세서에서 사용하는 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서 "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

【0022】 이하, 본 발명의 실시예를 첨부 도면을 참고하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

【0023】 도 1에 예시된 것과 같이, 본 발명의 전력 발생장치는, 외부의 정자기장에 의해 전력을 발생시키는 전력발생모듈(110)과, 이 전력발생모듈(110)에 정자기장을 발생시키기 위한 자성요소(120)를 포함한다.

【0024】 전력발생모듈(110)은 휠(10)에 고정되는 고정부재(111)와, 양단에 각각 자성체(112)가 마련되어 시소구조로써 고정부재(111)에 회동 가능하게 마련되는 임팩트스틱(113)과, 임팩트스틱(113)의 회전반경 내에서 임팩트스틱(113)과 이격되어 고정부재(111)에 고정되는 압전레버(114)를 포함한다.

【0025】 바람직하게는, 고정부재(111)는 휠(10) 외주면 상에 법선(normal) 방향을 따라서 마련되며, 임팩트스틱(113)은 시소구조로써 고정부재(111)에 회동 가능하게 마련된다. 한편, 임팩트스틱(113) 양단에 마련되는 두 자성체(112)는 회동축(h)에 대해 서로 동일 거리상에 동일한 무게를 가지면서 마련되어 좌우가 평형 상태를 유지하게 되며, 경우에 따라서 두 자성체(112)는 회동축에 대해 서로 상이한 거리를 갖더라도 $m_1 \times d_1 = m_2 \times d_2$ (m_1, m_2 는 각각 두 자성체의 질량; d_1, d_2 는 각각 회동축에서 자성체까지의 거리)가 되도록 적당히 무게를 달리 좌우가 평형 상태를 유지할 수 있다.

【0026】 임팩트스틱(113) 양단에 마련되는 두 자성체(112)는 강자성체일 수 있으며, 또는 영구자석이 이용될 수가 있을 것이다. 또한 임팩트스틱(113)은 회동시에 압전레버(114)와 접촉되는 별도의 돌기나 스틱 형태의 구조물이 부가될 수 있을 것이다.

【0027】 압전레버(114)는 판상의 스트립 형태로써 형상의 변화에 의해 전기 에너지를 발생시키는 압전체이며, 이러한 압전체로는 PZT(압전 세라믹) 또는 PVDF(Polyvinylidene fluoride)가 사용될 수 있다.

【0028】 특히 본 발명에서 압전레버는 가요성이 우수하여 미세한 압력에서도

전방향으로 변형이 발생하여 전기 에너지를 발생시킬 수 있는 PVDF가 사용됨이 바람직할 것이다.

【0029】 임팩트스틱(113) 하단으로 고정부재(111)에는 스톱퍼 스틱(115)이 추가 마련될 수 있으며, 스톱퍼 스틱(115)은 가요성 재질이 사용될 수 있고 임팩트 스틱(113) 하단에 위치하여 임팩트스틱(113)의 회동 범위(회동각)를 제한하게 된다.

【0030】 이와 같이 구성될 수 있는 전력발생모듈(110)은 휠을 따라서 복수 개가 적절히 배치되어 마련될 수 있으며, 각 전력발생모듈(110)은 압전레버(114)의 변형에 발생하여 전기 에너지를 발생시킬 수가 있다.

【0031】 각 전력발생모듈(110)은 출력단자로 연결된 주지의 정류회로부가 마련되어 발생된 전기 에너지는 TPMS 전원으로 사용될 수 있을 것이다.

【0032】 자성요소(120)는 이동수단의 휠(10)에 대해 고정 설치되어 전력발생 모듈(110)에 정전기장을 발생시킨다. 자성요소는 전자석 또는 영구자석일 수 있으며, 바람직하게는, 영구자석이 사용될 수 있을 것이다.

【0033】 자성요소(120)는 전력발생모듈(110)에 정전기장을 발생시키기 위하여, 이동수단에 마련된 제동수단, 예를 들어 휠(10)에 대해 고정된 구조물인 브레이크 캘리퍼스(20)에 설치될 수가 있을 것이다.

【0034】 자성요소(120)와 전력발생모듈(110)은 서로 인접하도록 배치되는 것이 바람직할 것이며, 본 실시예에서 자성요소(120)는 브레이크 캘리퍼(20)에 고정

되어 설치되는 것을 예시하고 있으나 이에만 한정되는 것은 아니며, 휠에 대해 고정된 별도의 구조물이 마련되거나 경우에 따라서는 전력발생모듈의 안쪽이 아닌 바깥쪽에 배치되어 전력발생모듈에 정전기장을 발생시킬 수도 있을 것이다.

【0035】 또한 자성요소(120)는 하나가 아닌 두 개 이상이 마련될 수도 있을 것이다.

【0036】 본 발명에서 자성요소는 강한 정자기장을 발생시키는 것이 유리할 것이며, 본 실시예에서 예시된 차륜은 통상적으로 허브의 두께가 5mm에 불과하여 자성요소가 브레이크 캘리퍼(20)에 장착되더라도 허브에 의한 자력 손실은 크게 영향을 주지 않는다.

【0037】 도 2는 본 발명에 따른 회전체를 이용한 전력 발생장치의 작동예를 설명하기 위한 도면으로써, 휠의 회전 시에 각 전력발생모듈은 휠과 함께 회전이 이루어지며 대표적으로 3개의 전력발생모듈이 각 위치에서의 상태를 예시적으로 보여주고 있다. 각 전력발생모듈의 구성은 동일하나 위치에 따른 구분을 위하여 도면 부호의 마지막에 A, B, C를 병기하여 제1, 제2, 제3전력발생모듈로 구분한다. 각 전력발생모듈의 자성체는 영구자석으로 예시하고 있으며, 도 1에서 설명된 스톱퍼 스틱(115)은 도시되어 있지 않다.

【0038】 제1전력발생모듈(110A)은 자성요소(120)와는 떨어진 상태로써 두 자성체는 자성요소(120)에 의한 정자기장에 영향을 받지 않은 상태에서 같은 무게의

시소 구조를 갖는 두 자성체는 회전 중심까지 거리도 동일하여 동일한 크기의 원심력이 작용하게 되므로 두 자성체는 균형상태를 유지한다.

【0039】 반면에 제2전력발생모듈(110B)은 자성요소(120)와 인접함에 따라서 자성요소(120)와 가장 인접한 자성체(112B)는 자성요소(120)와의 척력에 의해 균형상태가 깨지면서 반시계방향으로 회전하여 압전레버(114B)를 가압하게 되며, 압전레버(114B)는 충격과 굽힘 현상으로 임계점까지 벤딩이 발생하고 임계점 후에는 자유 진동하여 전기 에너지를 발생시킨다.

【0040】 제3전력발생모듈(110C)은 자성요소(120)와 최근접 위치를 통과한 후에 마찬가지로 자성요소(120)와 인접한 자성체(112C)는 자성요소(120)와의 척력에 의해 압전레버(114C)를 가압하게 되며, 압전레버(114C)는 진동하여 전기 에너지를 발생시키게 된다.

【0041】 이와 같이 시소구조를 갖는 두 자성체를 갖는 각 전력발생모듈은 고속 회전 조건에서도 큰 원심력에 의한 영향을 받지 않으면서도 효율적으로 전력을 발생시킬 수 있다.

【0042】 -실험예-

【0043】 도 3은 본 발명에 따른 전력 발생장치의 프로토 타입을 보여주는 사진으로, 제작된 프로토 타입으로 본 발명에 따른 전력 발생장치의 성능을 테스트하였다.

【0044】 프로토 타입은 프레임(Frame)에 임팩트 스틱(impact-stick) 가운데를 회전축으로 하여 회동 가능하게 조립하고 임팩트 스틱의 양단에는 회전축에 대해 동일한 거리에 각각 영구자석(End-magnet)을 고정하였으며, 임팩트 스틱과 이격되어 PVDF 압전레버(PVDF cantilever)가 프레임에 고정된다.

【0045】 PVDF 압전레버는 출력단자(Electric wire)가 연결되어 출력단자를 통해 전원이 출력된다.

【0046】 도 4는 본 발명의 따른 전력 발생장치의 성능을 테스트하기 위한 실험장치를 보여주는 사진이다.

【0047】 전력발생모듈(Seesaw Structured Energy Harvester)은 스피드 콘트롤 모터(Motor)에 의해 회전운동이 이루어지도록 마련되며, 전력발생모듈에 대해 정자기장을 발생시키는 자성요소(Fixed Magnet)는 전력발생모듈의 운동반경과 인접하도록 고정 설치하였다.

【0048】 전력발생모듈에서 발생된 출력신호는 슬립링(Slip Ring)을 거쳐서 오실로스코프(Oscilloscope)로 입력되어 출력 전압과 주파수를 측정하였다.

【0049】 자성요소로 사용된 영구자석은 0.15T, 0.2T, 0.25T, 0.3T로 교체하면서 출력 전압을 측정하여 자기력에 대한 최적화를 하였으며, 최대 출력을 위하여 저항에 대해서도 최적화를 하였다.

【0050】 -결과-

【0051】 도 5를 참고하면, 본 테스트에서 회전속도는 215rpm에서 750rpm까지 변경하여 테스트를 수행하였으며, 이때 회전속도는 225/45 R17 타이어가 장착된 차량의 주행 속도로 환산하면 25.7km/h에서 89.6km/h에 해당하며, 원심 가속도는 약 135 g 이상에 해당한다.

【0052】 도 5에서 알 수 있듯이, 피크 출력 전압은 10V 정도임을 알 수 있으며, 자성요소인 영구자석의 자력 크기가 커질수록 회전속도의 증가에 따른 최대 출력 전압도 커짐을 알 수 있으며, 따라서 전체적인 회전속도의 밴드폭도 개선됨을 알 수 있다.

【0053】 자성요소인 영구자석의 자력이 0.3T인 경우에 본 발명의 전력 발생 장치는 215rpm에서 600rpm까지 상당히 넓은 밴드폭에 대해서 최대 출력전압 10V가 유지됨을 알 수 있으며, 이는 강한 자기장은 고속 회전 동안이 두 자성체의 상하 시소운동이 짧은 시간 내에 유도될 수 있도록 충분한 가속을 유발할 수 있음으로 이해될 수 있을 것이다.

【0054】 따라서 자성요소의 자력을 크게 함으로써 90km/h 이상의 고속 주행에 대해서도 최대 출력 전압을 유지할 수 있을 것이다.

【0055】 자력의 최적화(0.3T) 이후에는 저항 값에 대한 최적화를 수행하였다.

【0056】 도 6에서 알 수 있듯이, 저항 값이 1MΩ에서 피크 출력은 52μW이며, 이는 TPMS의 구동 전원에 필요한 최소 요구 전력량(<10μW)으로 충분함을 알 수 있

다.

【0057】 도 7은 자력과 저항 값에 대한 최적화(0.3T, 1M Ω)가 이루어진 후에 회전속도에 대한 피크 출력값을 보여주는 그래프이며, 215rpm에서 600rpm까지 넓은 밴드폭에서 안정적으로 52 μ W의 출력값을 보여줌을 알 수 있다.

【0058】 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다. 예를 들어 본 발명의 실시예에서는 TPMS 전원용 전력 발생장치로 예시하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 외부로부터 전원 공급이 어려운 회전체 내에서 자체 전원공급을 필요로 하는 다양한 장치에서 적용이 가능할 것이다.

【부호의 설명】

【0059】 10 : 휠	20 : 브레이크 캘리퍼
110 : 전력발생모듈	111 : 고정부재
112 : 자성체	113 : 임팩트스틱
114 : 압전레버	115 : 스톱퍼 스틱
120 : 자성요소	

【특허청구범위】

【청구항 1】

회전체에 고정되어 회전체와 함께 회전운전이 이루어지는 고정부재와;

양단에 각각 자성체가 마련되어 시소구조로 상기 고정부재에 회동 가능하게 마련되는 임팩트스틱과;

상기 임팩트스틱의 회전반경 내에서 상기 임팩트스틱과 이격되어 상기 고정부재에 고정되는 압전레버와;

회전체에 대해 고정 설치되어 정자기장을 발생시키기 위한 자성요소;를 포함하는 전력 발생장치.

【청구항 2】

이동수단의 휠에 고정되는 고정부재와, 양단에 각각 자성체가 마련되어 시소구조로 상기 고정부재에 회동 가능하게 마련되는 임팩트스틱과, 상기 임팩트스틱의 회전반경 내에서 상기 임팩트스틱과 이격되어 상기 고정부재에 고정되는 압전레버를 포함하는 전력발생모듈과;

상기 이동수단의 휠에 대해 고정 설치되어 정자기장을 발생시키기 위한 영구자석을 포함하는 전력 발생장치.

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 고정부재는 상기 회전체의 법선방향을 따라서 마련되는 것을 특징으로 하는 전력 발생장치.

【청구항 4】

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 압전레버는 PVDF 압전체인 것을 특징으로 하는 전력 발생장치.

【청구항 5】

제1항에 또는 제2항에 있어서, 상기 고정부재는 상기 임팩트스틱의 회전 반경을 제한하도록 스톱퍼 스틱이 추가로 마련되는 것을 특징으로 하는 전력 발생장치.

【청구항 6】

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 자성체는 두 개가 동일 무게를 갖고 서로 회전축에 대해 동일 거리상에 위치하는 것을 특징으로 하는 전력 발생장치.

【청구항 7】

제2항에 있어서, 상기 영구자석은 이동수단의 제동수단에 고정 설치되는 것을 특징으로 하는 전력 발생장치.

【요약서】**【요약】**

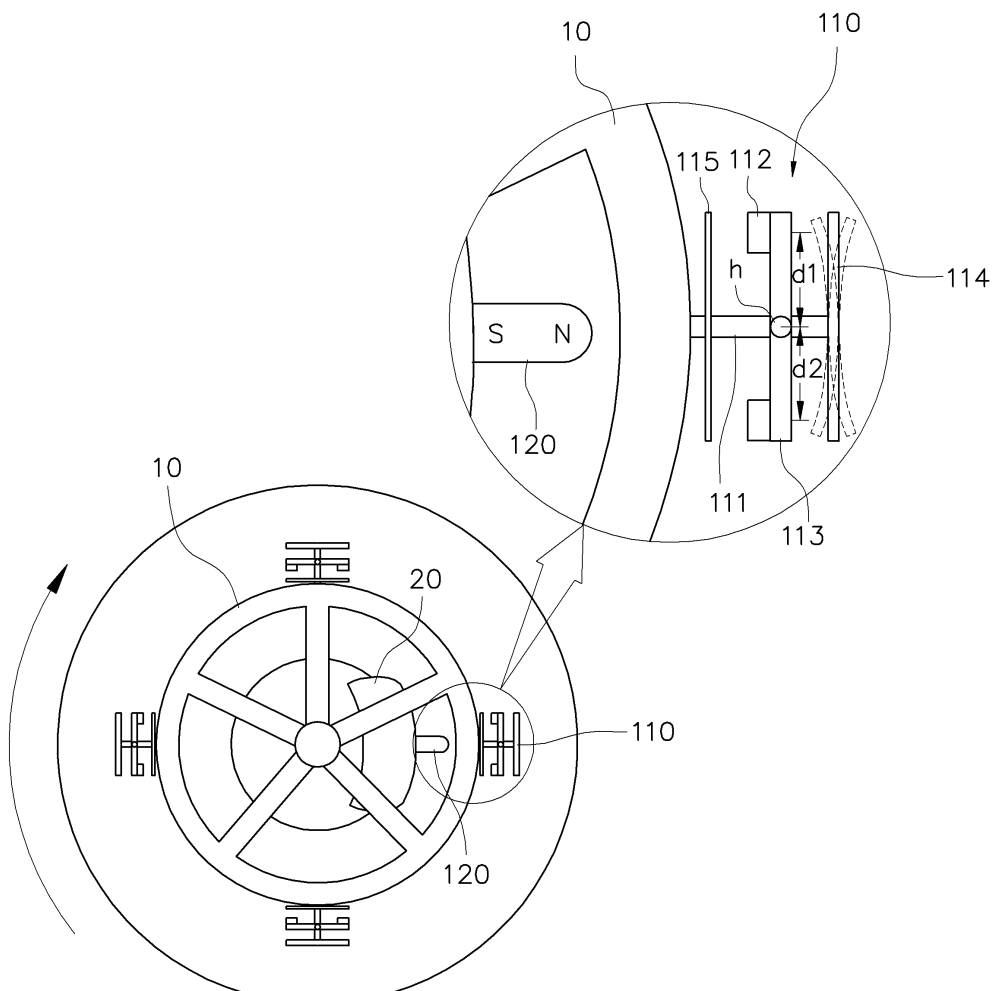
본 발명은 회전체의 회전운동을 이용하여 전력을 얻을 수 있는 전력 발생장치에 관한 것으로, 회전체(10)에 고정되어 회전체와 함께 회전운전이 이루어지는 고정부재(111)와; 양단에 각각 자성체(112)가 마련되어 시소구조로 상기 고정부재(111)에 회동 가능하게 마련되는 임팩트스틱(113)과; 상기 임팩트스틱(113)의 회전반경 내에서 상기 임팩트스틱(113)과 이격되어 상기 고정부재(111)에 고정되는 압전레버(114)와; 회전체(10)에 대해 고정 설치되어 정자기장을 발생시키기 위한 자성요소(120);를 포함하여, 고속 회전 조건에서도 큰 원심력에 의한 영향을 받지 않으면서도 넓은 밴드폭의 회전속도에서 효율적으로 전력을 발생시켜 TPMS와 같은 기기의 전원공급장치로 활용될 수 있는 효과가 있다.

【대표도】

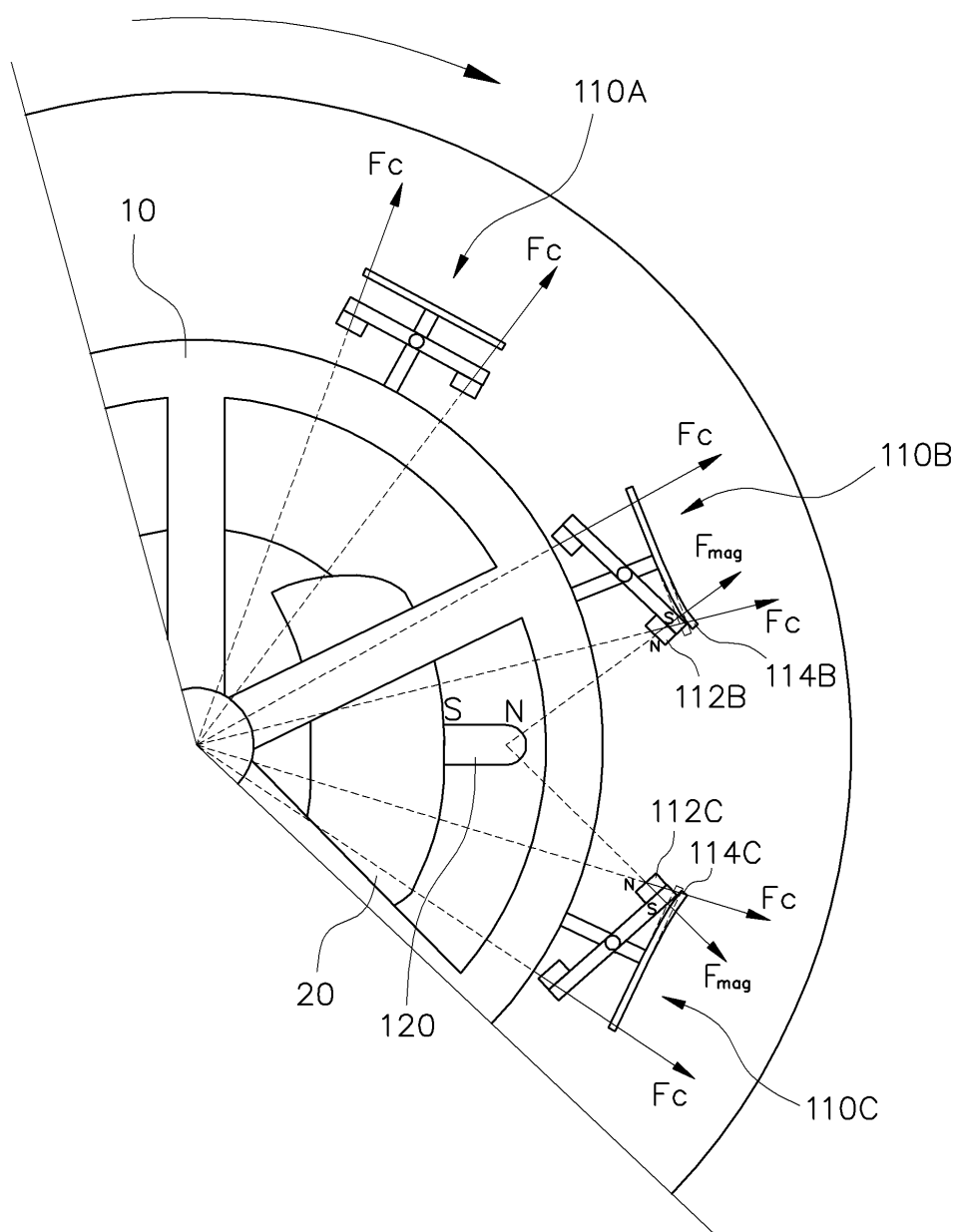
도 1

【도면】

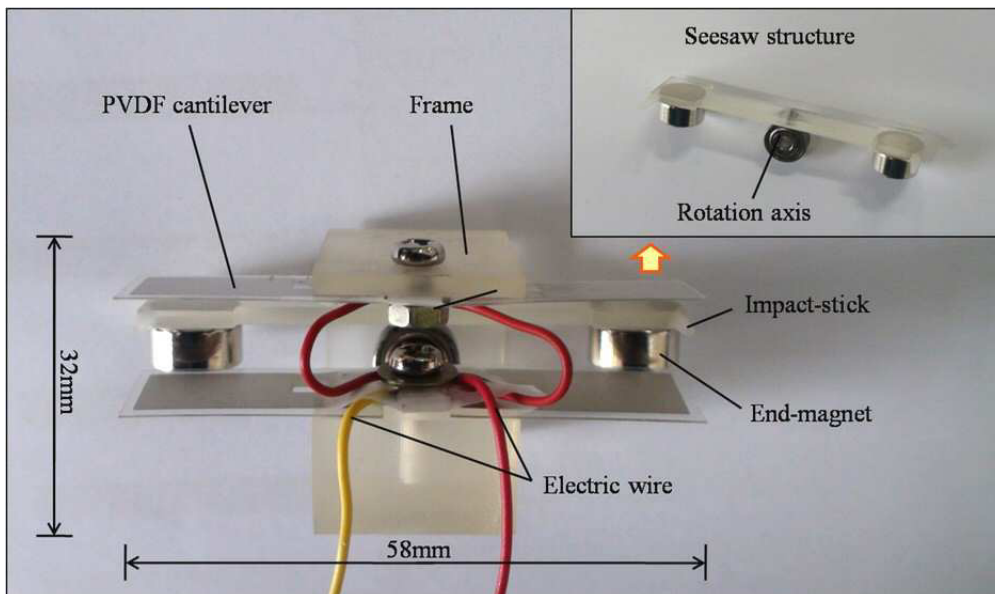
【도 1】



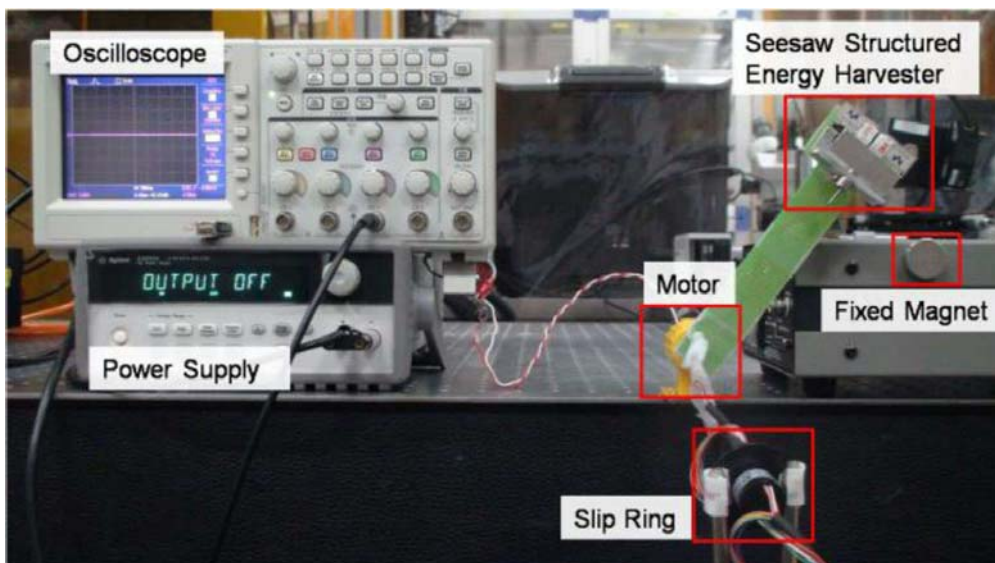
【도 2】



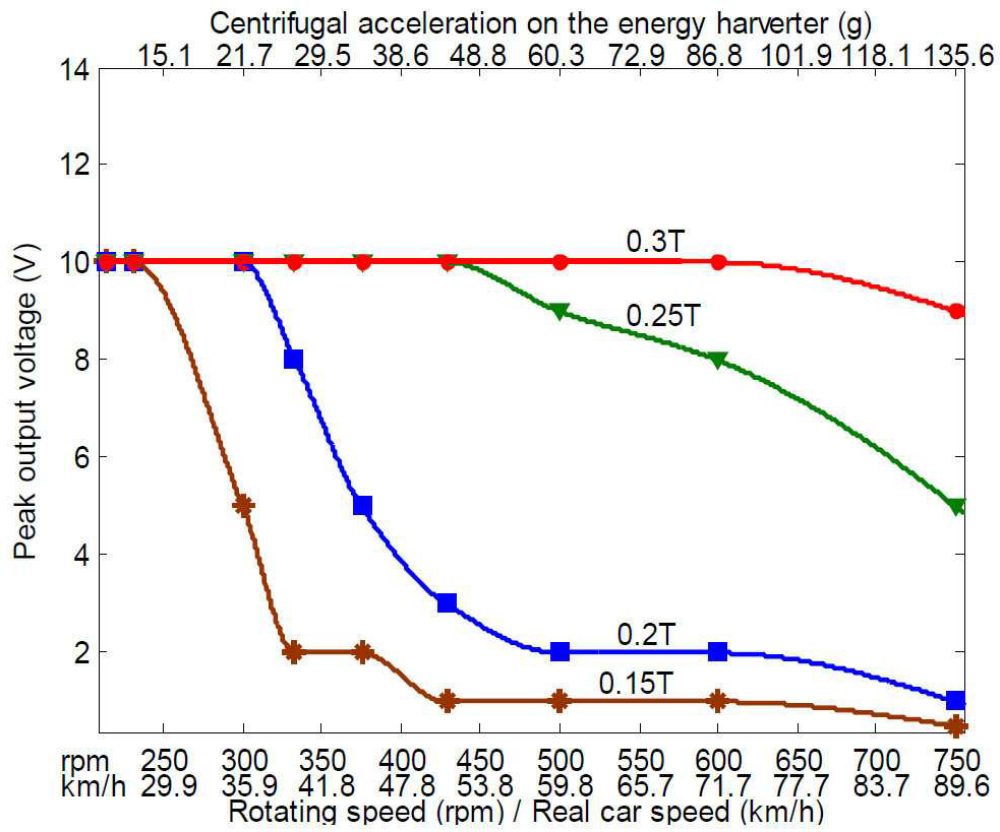
【도 3】



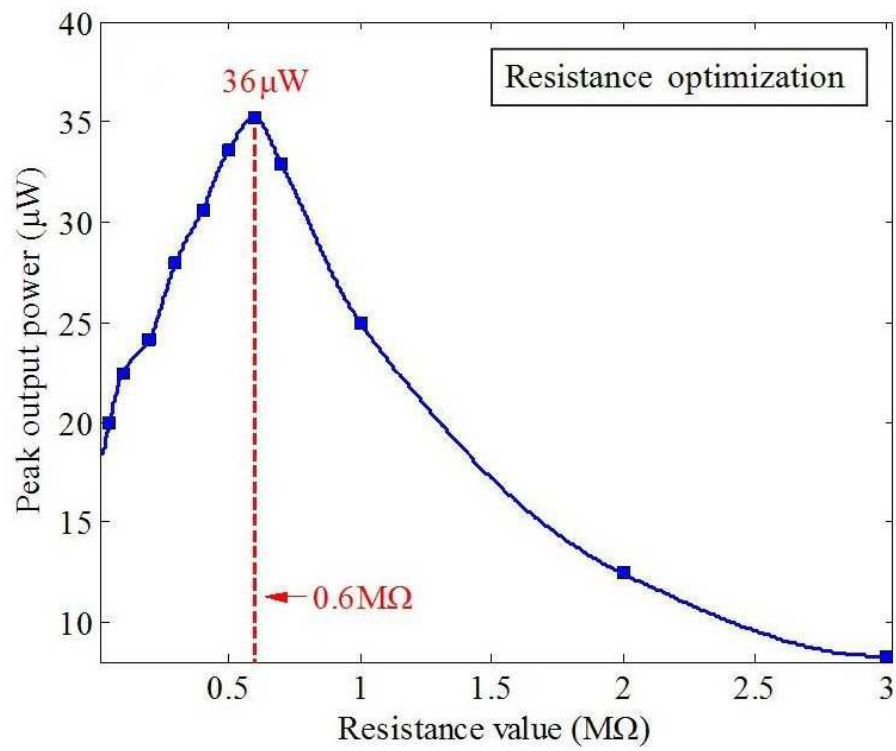
【도 4】



【도 5】



【도 6】



【도 7】

