



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월08일  
(11) 등록번호 10-2187575  
(24) 등록일자 2020년12월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B60L 8/00 (2019.01) B60L 53/18 (2019.01)  
B60L 53/53 (2019.01) B60R 19/48 (2006.01)  
H01L 41/113 (2006.01) H01L 41/193 (2006.01)  
H02N 2/18 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
B60L 8/006 (2013.01)  
B60L 53/18 (2019.02)
- (21) 출원번호 10-2019-0002666
- (22) 출원일자 2019년01월09일  
심사청구일자 2019년01월09일
- (65) 공개번호 10-2020-0086768
- (43) 공개일자 2020년07월20일
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2015095914 A\*  
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자  
현대자동차주식회사  
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)  
기아자동차주식회사  
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)  
경북대학교 산학협력단  
대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)
- (72) 발명자  
김철  
대구광역시 북구 경진로8길 14 (북현동)  
박창민  
경기도 광명시 하안로 284, 하안주공아파트 1204동 602호  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 17 항

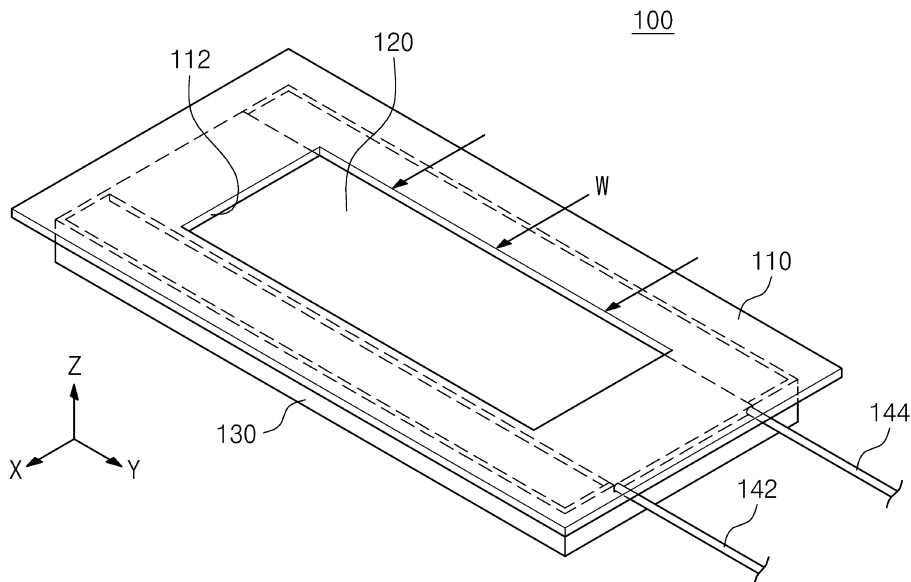
심사관 : 임영훈

(54) 발명의 명칭 주행풍을 이용하는 압전 에너지 하베스팅 장치 및 이를 포함하는 차량

(57) 요약

차량 주행시 차체 표면을 스치는 주행풍에 의해 압전폴리머 박판을 플러터(flutter) 형태로 진동시켜 높은 효율로 전기 에너지를 발생하는 일 면(single surface) 가진 압전 에너지 하베스팅 장치가 개시된다. 본 발명의 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치는 차량에 장착되어 차량의 주행에 따른 풍압에 의해 전기를 발생하는 압전 (뒷면에 계속)

대표도 - 도2



에너지 하베스팅 장치에 있어서, 상기 차량의 차체 표면에 장착되고, 상기 차량의 주행시 상기 차체의 표면을 스치는 주행풍의 방향과 나란하게 배치되고, 제1 면에 작용하는 상기 주행풍의 풍압에 의해 플러터(flutter) 형태로 진동하는 압전폴리머 박판; 상기 압전폴리머 박판의 변들 중 적어도 두 변이 고정되고, 상기 압전폴리머 박판의 중심부와 마주보는 면에 상기 압전폴리머 박판의 진동 및 상기 주행풍의 유동을 허용하는 홈부를 가지는 고정판; 및 상기 압전폴리머 박판의 상기 제1 면과 반대측의 제2 면에 마련되고, 상기 압전폴리머 박판의 진동 진폭 이상의 깊이의 공동을 가지는 합체를 포함한다.

(52) CPC특허분류

- B60L 53/53* (2019.02)
- B60R 19/48* (2013.01)
- H01L 41/1138* (2013.01)
- H01L 41/193* (2013.01)
- H02N 2/18* (2013.01)
- B60L 2200/10* (2013.01)
- B60L 2200/26* (2013.01)
- B60L 2200/32* (2013.01)
- B60Y 2200/30* (2013.01)

(72) 발명자

**김현경**

경기도 화성시 동탄시범한빛길 10, 231동 1704호

**차동은**

경기도 화성시 동탄순환대로22길 45, 1201동 602호

**윤진영**

경기도 김포시 김포한강2로 113, 312동 901호

(56) 선행기술조사문헌

- KR1020160098575 A
- KR1020120063182 A\*
- JP2016023637 A
- KR1020150089293 A
- Hidemi Mutsuda, et al. "Wind Energy Harvesting Using Flexible Piezoelectric Device". Journal of Energy and Power Engineering. pp1047-1051. (2013.06.30.)\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                             |
|-------------|-----------------------------|
| 과제고유번호      | 201710080000                |
| 부처명         | 산업체                         |
| 과제관리(전문)기관명 | 현대엔지비(주)                    |
| 연구사업명       | 산업체연구과제                     |
| 연구과제명       | 주행 풍압 이용한 에너지 하베스팅 외장시스템 연구 |
| 기 여 율       | 1/1                         |
| 과제수행기관명     | 경북대학교                       |
| 연구기간        | 2017.05.01 ~ 2018.08.31     |

공지예외적용 : 있음

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

차량에 장착되어 상기 차량의 주행에 따른 풍압에 의해 전기를 발생하는 압전 에너지 하베스팅 장치에 있어서,  
 상기 차량의 차체 표면에 장착되고, 상기 차량의 주행시 상기 차체의 표면을 스치는 주행풍의 방향과 나란하게 배치되고, 제1 면에 작용하는 상기 주행풍의 풍압에 의해 플러터(flutter) 형태로 진동하는 압전폴리머 박판;  
 상기 압전폴리머 박판의 변들 중 적어도 두 변이 고정되고, 상기 압전폴리머 박판의 중심부와 마주보는 면에 상기 압전폴리머 박판의 진동 및 상기 주행풍의 유동을 허용하는 홈부를 가지는 고정판; 및  
 상기 압전폴리머 박판의 상기 제1 면과 반대측의 제2 면에 마련되고, 상기 압전폴리머 박판의 진동 진폭 이상의 깊이의 공동을 가지는 합체를 포함하고,  
 상기 합체는 상기 차체의 표면에 매립 설치되고,  
 상기 고정판의 홈부는 상기 주행풍의 방향과 나란하게 대향하는 변과 상기 주행풍의 방향과 수직하게 대향하는 변을 갖고,  
 상기 주행풍의 방향과 수직하게 대향하는 변은 상기 주행풍의 방향과 나란하게 대향하는 변보다 길고,  
 상기 압전폴리머 박판의 네 변 중 상기 주행풍의 방향과 나란하게 대향하는 두 변이 상기 고정판에 고정되고,  
 상기 고정판에 고정되는 압전폴리머 박판의 두 변의 길이가 상기 고정판의 홈부의 상기 주행풍의 방향과 나란하게 대향하는 변의 길이와 같은 것을 특징으로 하는 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,  
 상기 압전폴리머 박판의 네 변 중 상기 주행풍의 방향과 수직하게 대향하는 두 변은 상기 고정판에 고정되지 않는 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 3**

제2항에 있어서,  
 상기 압전폴리머 박판은, 상기 주행풍의 방향과 나란하게 상기 고정판에 고정되는 두 변의 길이보다, 상기 고정판에 고정되지 않은 두 변의 길이가 길게 형성되는 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

제1항에 있어서,  
 상기 고정판의 상기 홈부의 네 변 중 상기 주행풍의 방향과 수직한 두 변의 길이는 상기 압전폴리머 박판의 상기 주행풍의 방향과 수직한 두 변의 길이보다 짧은 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 6**

제1항에 있어서,  
 상기 압전폴리머 박판의 상기 주행풍의 방향과 나란하게 대향하는 두 변이 상기 고정판의 하면에 고정되고, 상기 압전폴리머 박판의 상기 제1 면으로만 상기 주행풍의 풍압이 작용되게 하고 상기 제2 면으로는 상기 주행풍의 풍압이 작용하지 않도록 설치되는 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 압전폴리머 박판의 상기 제1 면에 전기적으로 연결되는 제1 전기선과, 상기 압전폴리머 박판의 상기 제2 면에 전기적으로 연결되는 제2 전기선과, 상기 주행풍에 의한 상기 압전폴리머 박판의 플러터 형태 진동에 따라 상기 제1 전기선 및 상기 제2 전기선 간에 발생하는 전압을 이용하여 상기 차량의 배터리를 충전하는 충전부를 더 포함하는 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 압전폴리머 박판은 이소불화비닐(PVDF; Polyvinylidene fluoride) 압전필름을 포함하는 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 압전폴리머 박판은 상기 제1 면에 상기 주행풍의 유동을 일으키는 돌기들을 가지는 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 압전폴리머 박판은 상기 제1 면에 상기 주행풍의 유동을 일으키는 홈들을 가지는 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 압전폴리머 박판은 상기 주행풍에 유동을 일으키도록 상기 주행풍의 방향을 따라 두께가 변화하는 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 압전폴리머 박판은 상기 제1 면이 상기 주행풍의 방향을 기준으로 오목면으로 형성되는 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 13**

제11항에 있어서,

상기 압전폴리머 박판은 상기 제1 면이 상기 주행풍의 방향을 기준으로 볼록면으로 형성되는 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 14**

제11항에 있어서,

상기 압전폴리머 박판은 상기 주행풍의 방향을 따라 두께가 점차 감소하도록 형성되는 압전 에너지 하베스팅 장치.

**청구항 15**

제11항에 있어서,

상기 압전폴리머 박판은 상기 주행풍의 방향을 따라 두께가 점차 증가하도록 형성되는 압전 에너지 하베스팅 장치.

치.

**청구항 16**

제1항 내지 제3항, 제5항 내지 제15항 중 어느 한 항의 압전 에너지 하베스팅 장치가 차체에 장착된 차량.

**청구항 17**

제16항에 있어서,  
자동차, 기차, 선박 또는 비행기를 포함하는 차량.

**청구항 18**

제16항에 있어서,  
상기 압전 에너지 하베스팅 장치는 자동차의 범퍼 주변, 측면 및 상부 중 적어도 하나의 위치에 장착되는 차량.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 주행풍을 이용하는 압전 에너지 하베스팅 장치 및 이를 포함하는 차량에 관한 것으로, 보다 상세하게는 차체 표면을 스치는 주행풍에 의해 압전폴리머 박판을 플러터(flutter) 형태로 진동시켜 전기 에너지를 발생시키는 일 면(single surface) 가진 압전 에너지 하베스팅 장치 및 이를 포함하는 차량에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 에너지 하베스팅(발전) 기술은 새로운 형태의 신재생 에너지 기술로써 크게 각광받고 있다. 일반적으로 에너지 하베스팅은 자연에서 쉽게 얻을 수 있는 태양광, 자기력, 진동, 열과 같은 천연 에너지를 전기 에너지로 변환하는 기술이다. 천연 에너지는 비록 에너지 밀도는 크지 않지만 총량을 모으면 상당한 에너지원으로 사용 가능하며 자연으로부터 쉽게 얻을 수 있고 환경오염 문제도 없으며 일상에서 버려지는 에너지를 사용하기 때문에 효율적이고 응용 가능성이 크다.

[0003] 전기 모터나 웨이커(Shaker)로 진동을 가하여 전기를 발생시키는 압전 재료 및 압전 에너지 하베스터에 대한 다양한 연구가 시도되어 왔으나, 진동원으로 자동차의 풍압을 이용하는 연구는 부족하였으며 실용화 된 경우도 없었다. 또한, 종래의 압전 에너지 하베스터는 주로 에어컨 실외기, 엔진, 교량, 발바닥 등의 주기적으로 변하는 압력이나 진동을 이용하여 적은 양의 전기를 발생시키는 기술로, 발생 가능한 전력 밀도가 수백  $\mu\text{W}/\text{cm}^3$  이하의 낮은 수준에 머무르고 있다. 특허문헌 1(대한민국 등록특허공보 10-1638482, 2016년 07월 11일 공고)에는 와류 진동을 이용한 압전 외팔보 발전장치가 개시되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0004] (특허문헌 0001) KR 10-1638482 B1

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명은 차량 주행시 차체 표면을 스치는 주행풍에 의해 압전폴리머 박판을 플러터(flutter) 형태로 진동시켜 높은 효율로 전기 에너지를 발생시키는 일 면(single surface) 가진 압전 에너지 하베스팅 장치 및 이를 포함하는 차량을 제공하기 위한 것이다.

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않는다. 언급되지 않은 다른 기술적 과제들은 이하의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을

것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0007] 본 발명의 일 측면에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치는, 차량에 장착되어 상기 차량의 주행에 따른 풍압에 의해 전기를 발생하는 압전 에너지 하베스팅 장치에 있어서, 상기 차량의 차체 표면에 장착되고, 상기 차량의 주행시 상기 차체의 표면을 스치는 주행풍의 방향과 나란하게 배치되고, 제1 면에 작용하는 상기 주행풍의 풍압에 의해 플러터(flutter) 형태로 진동하는 압전폴리머 박판; 상기 압전폴리머 박판의 변들 중 적어도 두 변이 고정되고, 상기 압전폴리머 박판의 중심부와 마주보는 면에 상기 압전폴리머 박판의 진동 및 상기 주행풍의 유동을 허용하는 홈부를 가지는 고정판; 및 상기 압전폴리머 박판의 상기 제1 면과 반대측의 제2 면에 마련되고, 상기 압전폴리머 박판의 진동 진폭 이상의 깊이의 공동을 가지는 합체를 포함한다.
- [0008] 상기 압전폴리머 박판의 네 변 중 상기 주행풍의 방향과 나란하게 대향하는 두 변은 상기 고정판에 고정되고, 상기 주행풍의 방향과 수직하게 대향하는 두 변은 상기 고정판에 고정되지 않을 수 있다. 상기 압전폴리머 박판은, 상기 주행풍의 방향과 나란하게 상기 고정판에 고정되는 두 변의 길이보다, 상기 고정판에 고정되지 않은 두 변의 길이가 길게 형성될 수 있다. 상기 압전폴리머 박판은 이소불화비닐(PVDF; Polyvinylidene fluoride) 압전필름을 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 고정판은 상기 홈부의 네 변 중 상기 주행풍의 방향과 나란한 두 변의 길이보다, 상기 주행풍의 방향과 수직한 두 변의 길이가 길게 형성될 수 있다. 상기 고정판은 상기 홈부의 네 변 중 상기 주행풍의 방향과 나란한 두 변의 길이가 상기 압전폴리머 박판의 상기 주행풍의 방향과 나란한 두 변의 길이와 같고, 상기 홈부의 네 변 중 상기 주행풍의 방향과 수직한 두 변의 길이는 상기 압전폴리머 박판의 상기 주행풍의 방향과 수직한 두 변의 길이보다 짧을 수 있다.
- [0010] 상기 압전폴리머 박판의 상기 제1 면으로만 상기 주행풍의 풍압이 작용되게 하고 상기 제2 면으로는 상기 주행풍의 풍압이 작용하지 않도록, 상기 합체는 상기 차체의 표면에 매립식으로 설치될 수 있다.
- [0011] 본 발명의 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치는 상기 압전폴리머 박판의 상기 제1 면에 전기적으로 연결되는 제1 전기선과, 상기 압전폴리머 박판의 상기 제2 면에 전기적으로 연결되는 제2 전기선과, 상기 주행풍에 의한 상기 압전폴리머 박판의 플러터 형태 진동에 따라 상기 제1 전기선 및 상기 제2 전기선 간에 발생하는 전압을 이용하여 상기 차량의 배터리를 충전하는 충전부를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에서, 상기 압전폴리머 박판은 상기 제1 면에 상기 주행풍의 유동을 일으키는 돌기들 또는 홈들을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 압전폴리머 박판은 상기 주행풍에 유동을 일으키도록 상기 주행풍의 방향을 따라 두께가 변화할 수 있다. 상기 압전폴리머 박판은 상기 제1 면이 상기 주행풍의 방향을 기준으로 오목면 또는 볼록면으로 형성되거나, 상기 주행풍의 방향을 따라 두께가 점차 감소하거나 증가하도록 형성될 수 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 압전 에너지 하베스팅 장치가 차체에 장착된 차량이 제공된다. 차량은 자동차, 기차, 선박 또는 비행기를 포함할 수 있다. 상기 압전 에너지 하베스팅 장치는 자동차의 범퍼 주변, 측면 및 상부 중 적어도 하나의 위치에 장착될 수 있다.

**발명의 효과**

- [0014] 본 발명의 실시예에 의하면, 차량 주행시 차체 표면을 스치는 주행풍에 의해 압전폴리머 박판을 플러터(flutter) 형태로 진동시켜 높은 효율로 전기 에너지를 발생하는 일 면(single surface) 가진 압전 에너지 하베스팅 장치 및 이를 포함하는 차량이 제공된다.
- [0015] 본 발명의 효과는 상술한 효과들로 제한되지 않는다. 언급되지 않은 효과들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치가 장착된 차량의 예시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치의 사시도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치의 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치의 분해 사시도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치를 구성하는 압전폴리머 박판의 동작을 보여주는 단면도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치의 예시도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치를 구성하는 압전폴리머 박판과 합체의 예시도이다.

도 8 내지 도 15는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치 및 그 출력 전력 측정 결과를 보여주는 도면이다.

도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치를 구성하는 압전폴리머 박판의 사시도이다.

도 17은 도 16에 도시된 'A' 부를 확대한 단면도이다.

도 18은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치를 구성하는 압전폴리머 박판의 사시도이다.

도 19는 도 18에 도시된 'B' 부를 확대한 단면도이다.

도 20 내지 도 23은 본 발명의 또 다른 다양한 실시예들에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치를 구성하는 압전폴리머 박판의 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0017] 본 발명의 다른 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술하는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 만일 정의되지 않더라도, 여기서 사용되는 모든 용어들(기술 혹은 과학 용어들을 포함)은 이 발명이 속한 종래 기술에서 보편적 기술에 의해 일반적으로 수용되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 공지된 구성에 대한 일반적인 설명은 본 발명의 요지를 흐리지 않기 위해 생략될 수 있다. 본 발명의 도면에서 동일하거나 상응하는 구성에 대하여는 가급적 동일한 도면부호가 사용된다. 본 발명의 이해를 돕기 위하여, 도면에서 일부 구성은 다소 과장되거나 축소되어 도시될 수 있다.

[0018] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다", "가지다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치가 장착된 차량의 예시도이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치의 사시도이다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치의 단면도이다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치의 분해 사시도이다.

[0020] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치(100)는 차량(10)에 장착되어 차량(10)의 주행시 차체 표면을 스치는 주행풍의 풍압을 이용하여 전기 에너지를 생성할 수 있다. 도 1에는 압전 에너지 하베스팅 장치(100)가 자동차에 설치된 예가 도시되어 있으나, 본 명세서에서 차량은 동력에 의해 고속으로 이동 가능한 이동체를 의미하며, 본 발명의 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치(100)는 2륜/4륜 등의 자동차 이외에도, 선박, 기차, 비행기 등과 같은 차량에 장착되어 전기에너지를 발생시킬 수도 있다. 본 명세서에서 주행풍은 자동차 주행시에 발생하는 바람으로 제한되지 않고, 기차의 주행풍, 선박의 항해풍, 비행기의 비행풍 등과 같이 차량의 주행에 의해 발생하는 바람을 포괄하는 의미이다.

[0021] 도 1에는 자동차의 주행시 범퍼 하부로 빠르게 흐르는 주행풍으로부터 전기에너지를 발생시키기 위하여 압전 에너지 하베스팅 장치(100)가 자동차의 범퍼 하부에 설치된 예가 도시되어 있으나, 압전 에너지 하베스팅 장치(100)는 차량의 범퍼 측면 등의 범퍼 주변, 차량의 측면 및 상부(지붕) 등과 같이 차량의 고속 주행시 차체 표면을 따라 강한 주행풍이 형성될 수 있고 부착면과 평행한 공기 유동이 발생할 수 있는 위치라면 특별한 제한 없이 해당 위치에 장착되어 전기에너지를 발생시킬 수 있다.



- [0022] 본 발명의 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치(100)는 차량(10)의 주행시 발생하는 주행풍으로부터 높은 효율로 전기에너지를 발생시키기 위하여, 고정판(110), 압전폴리머 박판(120) 및 합체(130)를 포함할 수 있다. 압전 에너지 하베스팅 장치(100)는 차량(10)의 차체 표면에 가공된 사각 형상의 장착홈에 매립되어 설치될 수 있다.
- [0023] 고정판(110)은 압전폴리머 박판(120)의 고정 및 지지를 위하여 제공되는 것으로, 차량(10)의 차체 표면과 나란하게 장착되는 판 형상으로 형성될 수 있다. 실시예에서, 고정판(110)은 사각 형상의 평판으로 제공될 수 있다. 이하에서, 주행풍(W)의 방향을 제1 방향(X)이라 하고, 차량(10)의 차체 표면과 나란한 평면 상에서 제1 방향(X)과 수직한 방향을 제2 방향(Y)이라 하고, 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)과 모두 수직한 방향을 제3 방향(Z)이라 하여 본 발명의 실시예에 대해 설명한다.
- [0024] 압전폴리머 박판(120)은 적어도 두 변이 고정판(110)에 고정되어 차량(10)의 차체 표면과 나란하게 장착될 수 있다. 압전폴리머 박판(120)은 차량(10)의 주행시 차체 표면을 스치는 주행풍의 방향과 나란하도록 배치될 수 있다. 실시예에서, 압전폴리머 박판(120)은 판 면이 제3 방향(Z)과 수직하도록 차량(10)에 장착될 수 있다.
- [0025] 압전폴리머 박판(120)은 접착(부착), 볼팅, 열압착 등의 다양한 방법으로 고정판(110)에 설치될 수 있으며, 압전폴리머 박판(120)을 고정판(110)에 고정하는 방법은 예시된 방법으로 제한되지 않는다. 압전폴리머 박판(120)을 고정판(110)의 내측면에 부착시키는 것은 강한 주행풍에 의해 압전폴리머 박판(120)이 고정판(110)에서 분리되는 것을 방지하는데 효과적일 수 있다. 압전폴리머 박판(120)을 고정판(110)의 외측면에 부착하는 것도 가능하다.
- [0026] 실시예에서, 압전폴리머 박판(120)은 진동 변형에 따른 전기에너지 발생 효율이 높고, 유연하고 충격에 의해 잘 찢어지지 않는 고분자 압전재료로 이루어질 수 있고, 예를 들면 이소불화비닐(PVDF; Polyvinylidene fluoride) 압전필름으로 제공될 수 있으나 이에 제한되지는 않는다.
- [0027] 플러터(flutter) 형태의 진동 변형에 따른 전기에너지 발생 효율 측면에서, 압전폴리머 박판(120)은 수 mm 두께 이하의 박막으로 제공될 수 있고, 예를 들어 5 mm 두께 이하, 바람직하게는 3 mm 이하의 두께를 가지는 박막으로 제공될 수 있다. 실시예에서, 압전폴리머 박판(120)은 네 변을 가지는 직사각형 박막으로 제공될 수 있다.
- [0028] 실시예에서, 압전폴리머 박판(120)의 네 변 중 주행풍(W)의 방향과 나란한 제1 방향(X)으로 배치되어 양 측에 대향하는 두 변은 고정판(110)에 각각 고정되는 고정면(122, 124)으로 제공될 수 있다. 압전폴리머 박판(120)의 네 변 중 주행풍(W)의 방향과 수직한 제2 방향(Y)으로 배치되어 양 측에 대향하는 두 변(123a, 123b)은 고정판(110)에 고정되지 않을 수 있다.
- [0029] 압전폴리머 박판(120)이 차량(10)의 주행풍에 의해 플러터(flutter) 형태로 잘 진동할 수 있도록 하기 위하여, 압전폴리머 박판(120)은 제1 방향(X)으로 고정판(110)에 고정되는 고정면(122, 124)의 길이보다, 제2 방향(Y)으로 배치되어 고정판(110)에 고정되지 않은 두 변(123a, 123b)의 길이가 길게 형성된 직사각형상으로 제공될 수 있다.
- [0030] 고정판(110)은 압전폴리머 박판(120)의 진동 및 주행풍(W)의 유동을 허용할 수 있도록, 압전폴리머 박판(120)의 중심부와 마주보는 면에 직사각형의 홈부(112)를 가질 수 있다. 압전폴리머 박판(120)이 고정판(110)의 홈부(112)를 통해 플러터(flutter) 형태로 잘 진동할 수 있도록 하기 위하여, 고정판(110)은 홈부(112)의 네 변(112a, 112b) 중 제2 방향(Y)으로 형성되는 두 변(112b)의 길이가 제1 방향(X)으로 형성되는 두 변(112a)의 길이보다 길게 형성될 수 있다.
- [0031] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치를 구성하는 압전폴리머 박판의 동작을 보여주는 단면도이다. 도 1 내지 도 5를 참조하면, 차량(10)의 주행시 발생하는 주행풍(W)의 풍압은 압전폴리머 박판(120)의 차량 외부를 향하는 제1 면(121a)에 작용하여 압전폴리머 박판(120)을 플러터(flutter) 형태로 진동시키게 된다.
- [0032] 합체(130)는 압전폴리머 박판(120)이 차량(10)의 차체 표면 안쪽으로 진동할 수 있도록 내부에 비어 있는 공간인 공동(cavity)(132)을 갖는다. 압전폴리머 박판(120)은 공동(132) 위에 배치된다. 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)으로만 주행풍(W)의 풍압이 작용되게 하고 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)의 반대측 제2 면(121b)으로는 실질적으로 주행풍(W)의 풍압이 작용하지 않도록, 합체(130)는 차량(10)의 차체 표면에 매립식으로 설치될 수 있다.
- [0033] 합체(130)는 압전폴리머 박판(120)의 제2 면(121b) 측에 대략 직육면체 박스 형상으로 마련될 수 있다. 합체



(130) 내에 형성되는 공동(132)은 압전폴리머 박판(120)의 진동 진폭 이상의 깊이를 가지도록 형성될 수 있다. 실시예에서, 합체(130)는 고정판(110)의 저면에 결합될 수 있다. 주행풍(W)이 합체(130) 내부의 공동(132)으로 유입되는 것을 차단하도록, 합체(130)의 주행풍(W)과 마주보는 전면은 고정판(110)과 간극이 없이 결합될 수 있다. 즉, 합체(130)는 주행풍(W)이 압전폴리머 박판(120)의 제2 면(121b)에 가해지는 것을 방지하도록 형성될 수 있다.

[0034] 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)과 제2 면(121b)에 모두 주행풍(W)이 가해지는 경우, 제1 면(121a)에 가해지는 주행풍의 풍압이 제2 면(121b)에 반대 방향으로 가해지는 주행풍의 풍압에 의해 일부 상쇄되어, 압전폴리머 박판(120)의 플러터 진동 효과가 감소될 수 있다. 그러나, 본 발명의 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치(100)는 주행풍(W)의 풍압이 실질적으로 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)에만 가해지는 일면(single surface) 가진에 의해 압전폴리머 박판(120)의 플러터 진동 효과를 극대화함으로써, 전기에너지 발생효율을 비약적으로 향상시킬 수 있다.

[0035] 실시예에서, 고정판(110)은 홈부(112)의 네 변(112a, 112b) 중 제1 방향(X)으로 형성되는 두 변(112a)의 길이는 압전폴리머 박판(120)의 고정면(122, 124)을 이루는 두 변의 길이와 같고, 홈부(112)의 네 변(112a, 112b) 중 제2 방향(Y)으로 형성되는 두 변(112b)의 길이는 압전폴리머 박판(120)의 제2 방향(Y)으로 형성되는 두 변(123a, 123b)의 길이보다 짧게 형성될 수 있다.

[0036] 고정판(110)의 홈부(112)의 짧은 변 길이가 압전폴리머 박판(120)의 짧은 변 길이 보다 클 경우, 홈부(112)와 압전폴리머 박판(120) 사이의 틈새로 주행풍(W)의 일부가 유입되어 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)에 가해지는 주행풍(W)의 압력이 감소할 수 있다. 반대로, 고정판(110)의 홈부(112)의 짧은 변 길이가 압전폴리머 박판(120)의 짧은 변 길이 보다 작을 경우, 압전폴리머 박판(120)이 고정판(110)의 홈부(112) 주변부에 간섭되어 압전폴리머 박판(120)의 플러터 진동에 방해요인으로 작용할 수 있다.

[0037] 본 발명의 실시예에 따라 고정판(110)의 홈부(112)의 짧은 변 길이와, 압전폴리머 박판(120)의 짧은 변 길이를 같게 하면, 고정판(110)의 홈부(112) 사이에 틈새가 없게 하여 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)에 가해지는 주행풍(W)의 풍압이 감소하는 것을 방지하는 동시에, 고정판(110)의 홈부(112) 주변부에 의해 압전폴리머 박판(120)의 플러터 진동이 방해되지 않도록 하여 발전 효율을 높일 수 있다.

[0038] 압전 에너지 하베스팅 장치(100)는 차량(10)의 주행시 발생하는 주행풍에 따라 압전폴리머 박판(120)의 플러터 형태 진동에 의해 발생하는 전기를 이용하여 차량의 배터리를 충전하는 충전부(140)를 포함할 수 있다. 실시예에서, 충전부(140)는 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)에 전기적으로 연결되는 제1 전기선(144)과, 압전폴리머 박판(120)의 제2 면(121b)에 전기적으로 연결되는 제2 전기선(142) 간에 발생하는 전압을 이용하여 차량(10)의 배터리를 충전할 수 있다. 실시예에서, 합체(130)의 측면에는 제1 전기선(144) 및 제2 전기선(142)을 충전부(140)로 인출하기 위한 인출홈(134)이 형성될 수 있다. 인출홈(134)은 합체(130)의 주행풍(W)과 마주보는 면을 제외한 다른 면에 형성될 수 있다.

[0039] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치의 예시도이다. 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치를 구성하는 압전폴리머 박판과 합체의 예시도이다. 도 6 및 도 7에 도시된 압전 에너지 하베스팅 장치(100)를 제작하여 발전 성능을 테스트한 결과, 본 발명의 실시예에 따라 제작된 압전 에너지 하베스팅 장치(100)는 18800  $\mu\text{W}$ 의 매우 높은 최대 출력 전력과, 65000  $\mu\text{W}/\text{cm}^3$ 의 매우 높은 단위부피당 전력 밀도를 나타내는 것으로 측정되었다.

[0040] 도 8 내지 도 15는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치(a) 및 그 출력 전력 측정 결과(b)를 보여주는 도면이다. 도 8은 주행풍의 풍향을 기준으로 압전폴리머 박판(120)의 좌변 및 우변만 고정면(122, 124)으로 한 경우이고, 도 9는 주행풍의 풍향을 기준으로 압전폴리머 박판(120a)의 상변 및 하변만 고정면(122a, 124a)으로 한 경우이고, 도 10은 주행풍의 풍향을 기준으로 압전폴리머 박판(120b)의 좌변 및 상변만 고정면(122b, 124b)으로 한 경우이고, 도 11은 주행풍의 풍향을 기준으로 압전폴리머 박판(120c)의 좌변 및 하변만 고정면(122c, 124c)으로 한 경우이다.

[0041] 도 12는 주행풍의 풍향을 기준으로 압전폴리머 박판(120d)의 좌변, 상변 및 하변만 고정면(122d, 124d, 126d)으로 한 경우이고, 도 13은 주행풍의 풍향을 기준으로 압전폴리머 박판(120e)의 좌변, 우변 및 상변만 고정면(122e, 124e, 126e)으로 한 경우이고, 도 14는 주행풍의 풍향을 기준으로 압전폴리머 박판(120f)의 좌변, 우변 및 하변만 고정면(122f, 124f, 126f)으로 한 경우이고, 도 15는 압전폴리머 박판(120g)의 네 변 모두를 고정면(122g, 124g, 126g, 128g)으로 한 경우이다

- [0042] 도 8 내지 도 15의 도시로부터, 주행풍의 방향을 기준으로 압전폴리머 박판(120)의 양측 두 변(좌변 및 우변)만을 고정면(122, 124)으로 하고, 나머지 두 변(상변 및 하변)은 고정하지 않은 도 8의 경우가 출력 전력이 가장 높은 것을 알 수 있다. 이는 주행풍의 방향을 기준으로 압전폴리머 박판(120)의 좌/우 양 변만 고정시킨 경우에 주행풍에 따른 압전폴리머 박판(120)의 플러터 진동 효과가 극대화될 수 있기 때문이다.
- [0043] 본 발명의 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치에 의하면, 차량의 고속 주행시 차량의 차체 표면을 스치는 주행풍의 풍압을 이용하여 압전폴리머 박판을 일면 가진에 의해 플러터 형태로 지속적으로 큰 변형(진동)을 일으켜 높은 전압 출력 및 높은 전력 밀도로 전기를 발생시킬 수 있다.
- [0044] 또한, 고효율, 고성능의 압전 에너지 하베스팅 장치(전기에너지 발생장치)를 이용하여 전기자동차 등의 차량의 배터리를 지속적으로 충전하여 차량의 추가적 전력원으로 활용할 수 있으며, 전기자동차의 보조 전기공급장치로 사용될 수 있는 충분한 전력 생산이 가능하고, 전기자동차의 전력 부족 문제를 일부 해결할 수 있다.
- [0045] 도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치를 구성하는 압전폴리머 박판의 사시도이다. 도 17은 도 16에 도시된 'A'부를 확대한 단면도이다. 이하에서 설명되는 실시예를 설명함에 있어서, 앞서 설명된 실시예들과 동일한 구성요소에 대하여는 중복되는 설명을 생략한다. 도 16 및 도 17에 도시된 실시예는 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)에 주행풍(W)의 유동을 일으키는 돌기들(126)이 형성된 점에서, 앞서 설명한 실시예와 차이가 있다.
- [0046] 실시예에서, 돌기들(126)은 대략 반구 형상으로 이루어져 일정 간격으로 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)으로부터 돌출 형성될 수 있다. 돌기들(126)은 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)으로 요동치는 주행풍(W) 흐름을 형성하여 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)으로 가해지는 주행풍(W)의 풍압을 증가시키고, 그에 따라 압전폴리머 박판(120)의 최대 출력 전력 및 단위 부피당 전력 밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0047] 돌기들(126)은 반구 형상 뿐 아니라, 타원형, 원기둥 또는 타원기둥, 삼각형 또는 사각형 등의 다각형 돌기, 삼각뿔 또는 사각뿔 등의 다각뿔 등의 형상으로 다양하게 변형될 수 있다. 또한, 돌기들(126)은 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)을 따라 복수개 배열될 수도 있고, 제2 방향(Y)으로 길게 돌출된 라인 형태의 돌기들이 차량(10)의 주행 방향과 나란한 제1 방향(X)을 따라 일정 주기로 배열될 수도 있다.
- [0048] 도 18은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치를 구성하는 압전폴리머 박판의 사시도이다. 도 19는 도 18에 도시된 'B'부를 확대한 단면도이다. 도 18 및 도 19에 도시된 실시예는 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)에 주행풍(W)의 유동을 일으키는 홈들(128)이 형성된 점에서, 앞서 설명한 실시예와 차이가 있다.
- [0049] 실시예에서, 홈들(128)은 대략 반구 형상의 홈으로 이루어져 일정 간격으로 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)으로부터 함입될 수 있다. 홈들(128)은 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)으로 요동치는 주행풍(W) 흐름을 형성하여 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)으로 가해지는 주행풍(W)의 풍압을 증가시키고, 그에 따라 압전폴리머 박판(120)의 최대 출력 전력 및 단위 부피당 전력 밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0050] 홈들(128)은 반구홈 형상 뿐 아니라, 타원형홈, 원기둥 또는 타원기둥형 홈, 삼각홈 또는 사각홈 등의 다각홈, 삼각뿔 또는 사각뿔 등의 다각뿔 형상의 홈 등의 다양한 형상으로 변형될 수 있다. 또한, 홈들(128)은 제1 방향(X) 및 제2 방향(Y)을 따라 복수개 배열될 수도 있고, 제2 방향(Y)으로 길게 함입된 홈들이 차량(10)의 주행 방향과 나란한 제1 방향(X)을 따라 일정 주기로 배열될 수도 있다. 도시되지 않았으나, 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)에 돌기들과 홈들이 혼재되는 것도 가능하다.
- [0051] 도 20 내지 도 23은 본 발명의 또 다른 다양한 실시예들에 따른 압전 에너지 하베스팅 장치를 구성하는 압전폴리머 박판의 단면도이다. 도 20 내지 도 23에 도시된 실시예에서, 압전폴리머 박판(120)은 주행풍(W)에 다양한 유동을 일으키도록 주행풍(W)과 나란한 제1 방향(X)을 따라 두께가 변화할 수 있다.
- [0052] 압전폴리머 박판(120)은 도 20 및 도 21에 도시된 바와 같이 제1 면(121a) 및 제2 면(121b)이 주행풍(W)의 방향을 기준으로 오목면 또는 볼록면으로 형성될 수 있으며, 오목면 또는 볼록면에 의해 주행풍(W)에 요동(변동)을 일으켜 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)에 가해지는 주행풍(W)의 풍압을 증가시킬 수 있다.
- [0053] 도 20의 실시예에 의하면, 주행풍(W)의 방향을 기준으로 압전폴리머 박판(120)의 중간 부분에서 두께가 가장 두껍고, 압전폴리머 박판(120)의 중간 부분에 주행풍(W)의 풍압이 집중적으로 가해져 압전폴리머 박판(120)의 플러터 진동을 강화시킬 수 있다.
- [0054] 도 21의 실시예에서는 주행풍(W)의 방향을 기준으로 압전폴리머 박판(120)의 전방 부분에서 두께가 두꺼워지고,

압전폴리머 박판(120)의 전방 부분에 주행풍(W)의 풍압이 집중적으로 가해져 압전폴리머 박판(120)의 플러터 진동을 강화시킬 수 있다.

[0055] 도 20 및 도 21에는 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a) 및 제2 면(121b)이 모두 오목면 또는 볼록면으로 형성되어 있으나, 제1 면(121a) 만 오목면 또는 볼록면으로 형성되고, 제2 면(121b)은 평면으로 형성될 수도 있다.

[0056] 다른 실시예로, 압전폴리머 박판(120)은 도 22에 도시된 바와 같이 주행풍(W)의 방향을 따라 두께가 점차 감소하도록 형성되거나, 도 23에 도시된 바와 같이 주행풍(W)의 방향을 따라 두께가 점차 증가하도록 형성될 수 있다. 이와 같이 변화하는 두께의 압전폴리머 박판(120)에 의해 주행풍(W)에 요동(변동)을 일으켜 압전폴리머 박판(120)의 제1 면(121a)에 가해지는 주행풍(W)의 풍압을 증가시킬 수 있다.

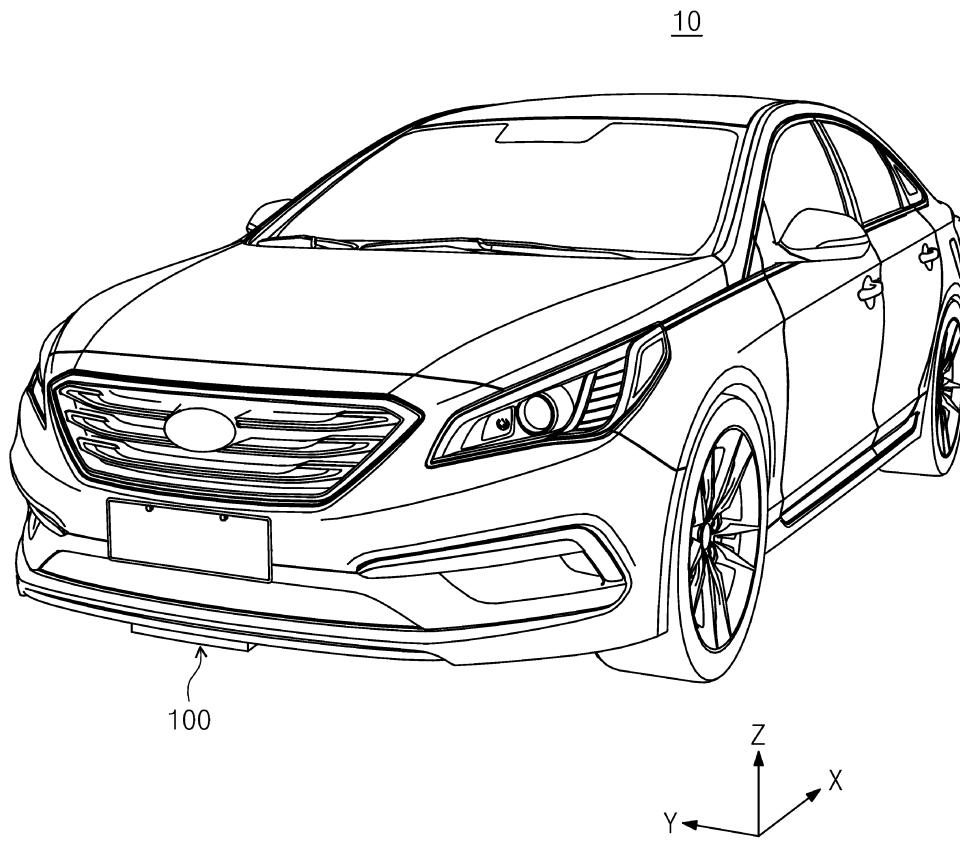
[0057] 이상의 실시예들은 본 발명의 이해를 돕기 위하여 제시된 것으로, 본 발명의 범위를 제한하지 않으며, 이로부터 다양한 변형 가능한 실시예들도 본 발명의 범위에 속하는 것임을 이해하여야 한다. 본 발명의 기술적 보호범위는 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이며, 본 발명의 기술적 보호범위는 청구범위의 문언적 기재 그 자체로 한정되는 것이 아니라 실질적으로는 기술적 가치가 균등한 범주의 발명까지 미치는 것임을 이해하여야 한다.

**부호의 설명**

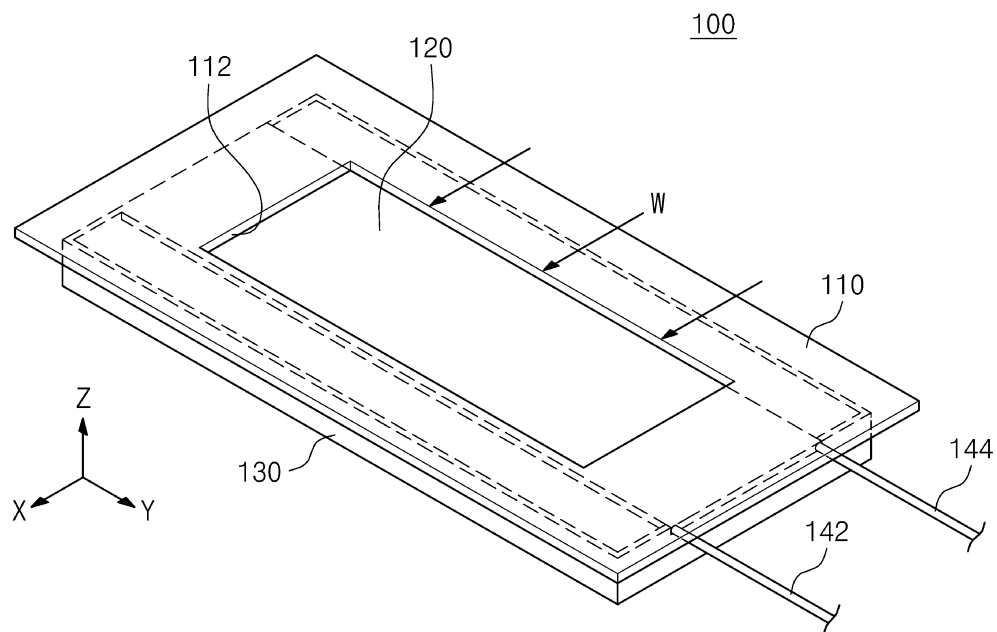
- |        |               |                     |
|--------|---------------|---------------------|
| [0058] | 10: 차량        | 100: 압전 에너지 하베스팅 장치 |
|        | 110: 고정판      | 112: 흡부             |
|        | 120: 압전폴리머 박판 | 121a: 제1 면          |
|        | 121b: 제2 면    | 122, 124: 고정면       |
|        | 126: 돌기       | 128: 홈              |
|        | 130: 합체       | 132: 공동             |
|        | 140: 충전부      | 142: 제2 전기선         |
|        | 144: 제1 전기선   |                     |

도면

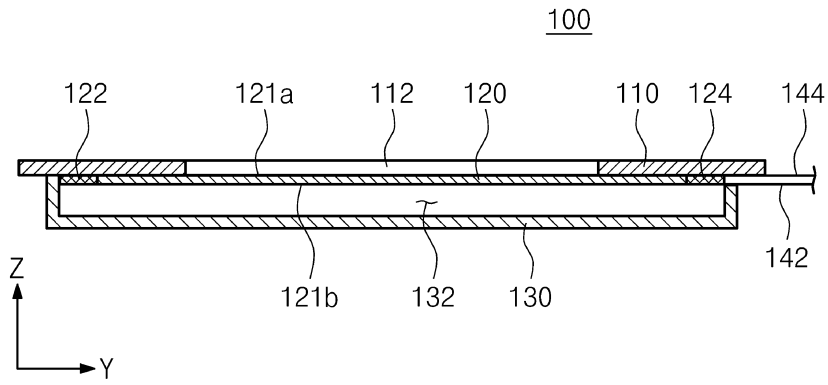
도면1



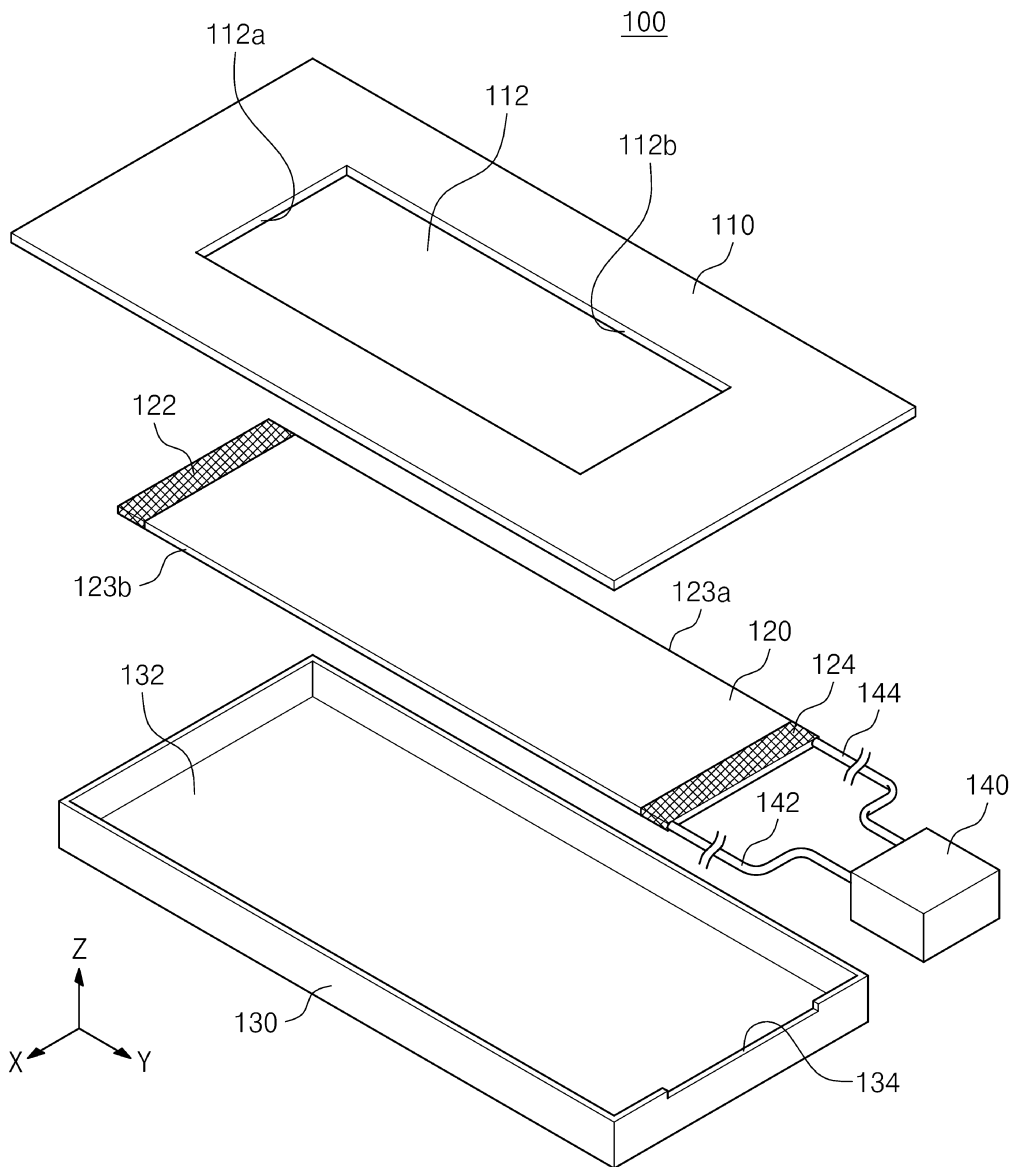
도면2



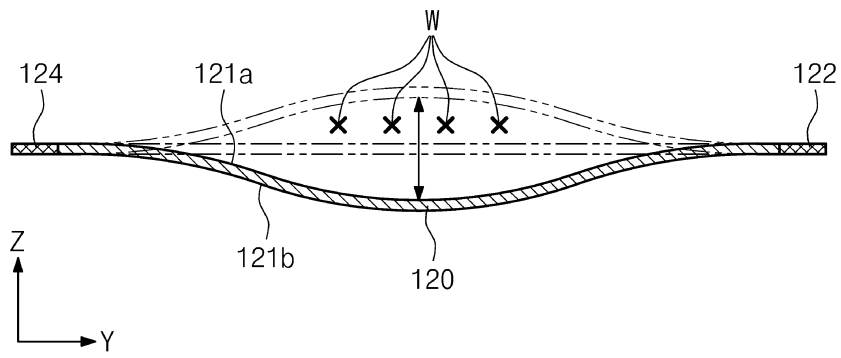
도면3



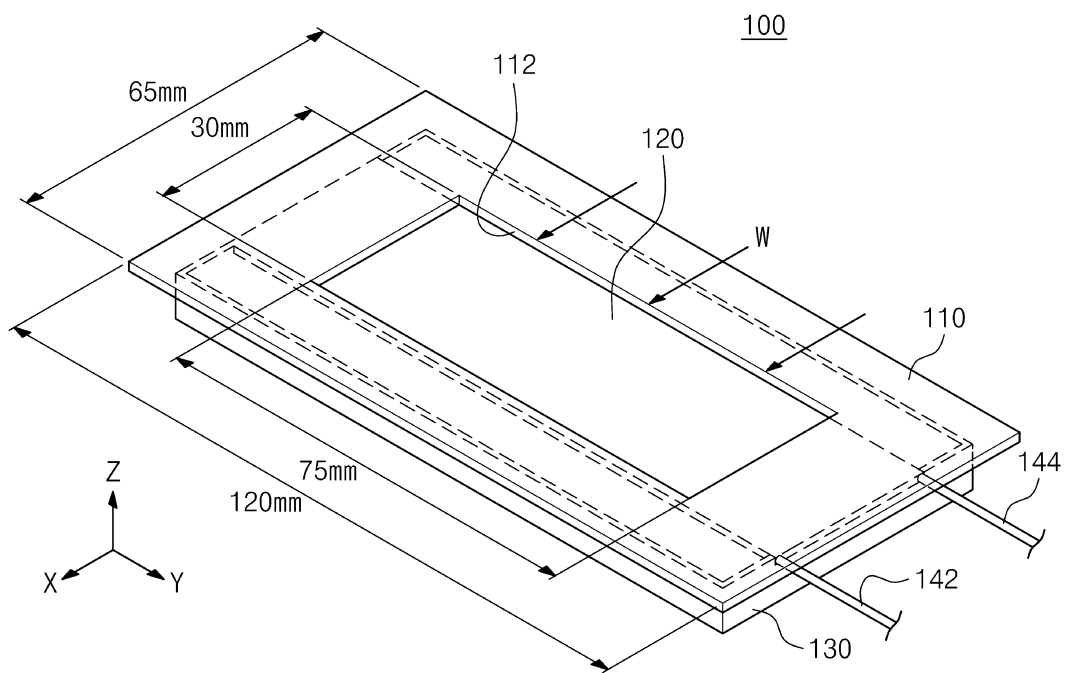
도면4



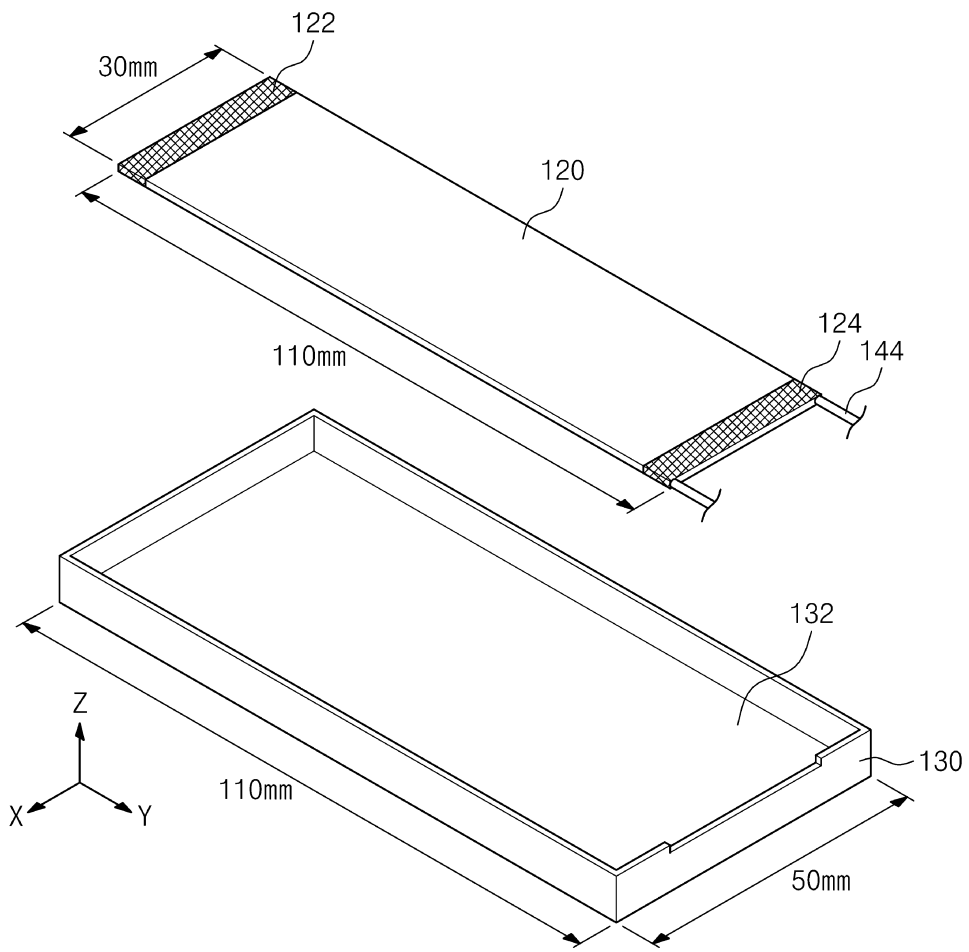
도면5



도면6



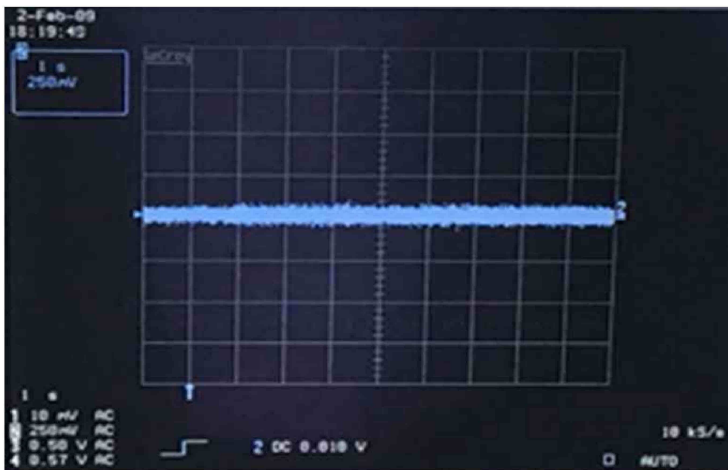
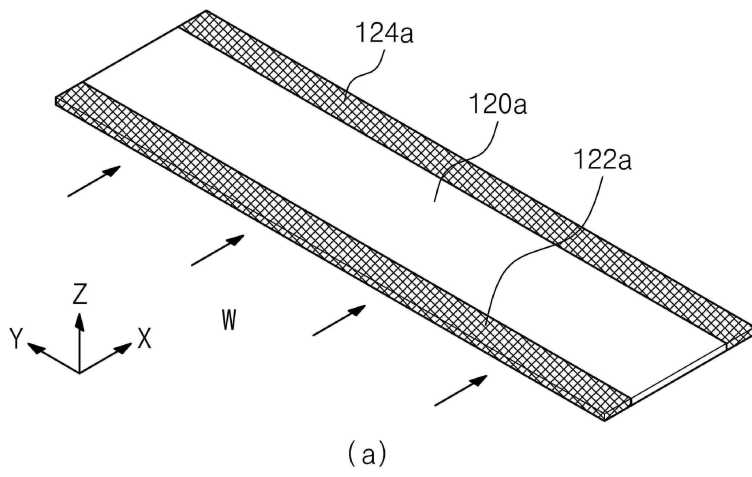
도면7





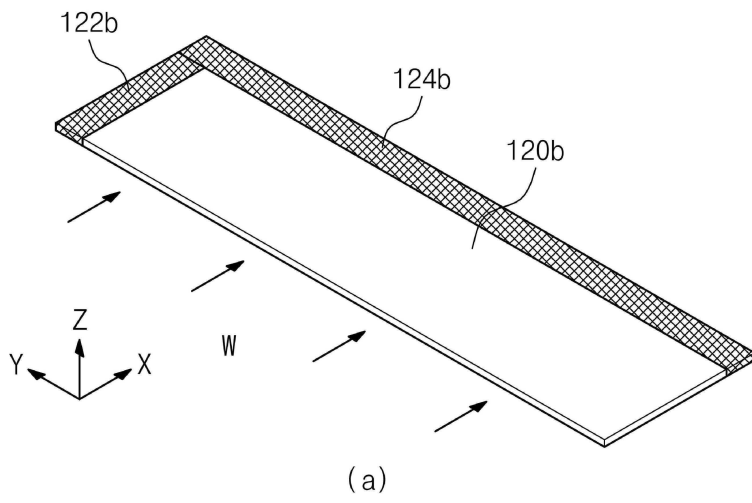


도면9



(b)

도면10

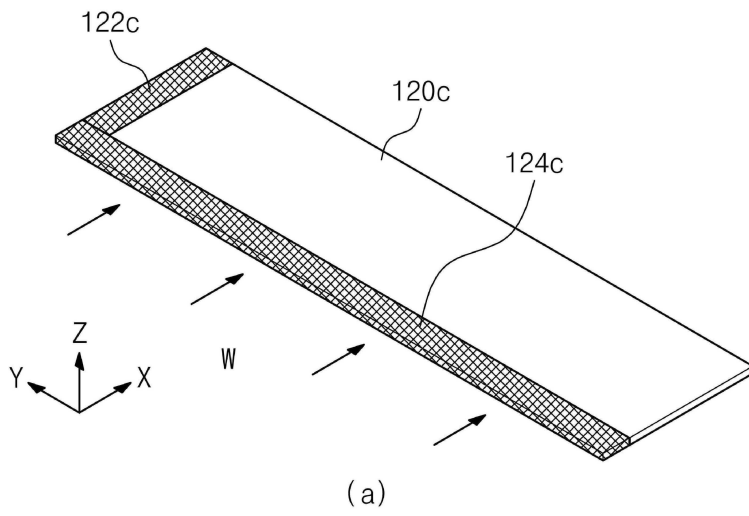


(a)



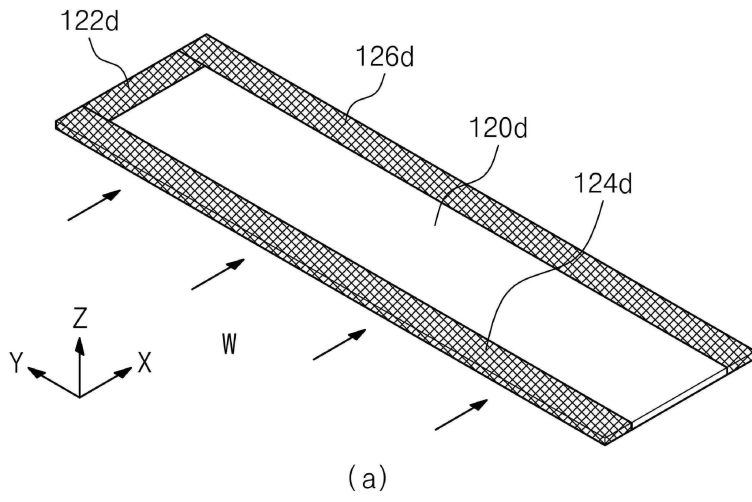
(b)

도면11



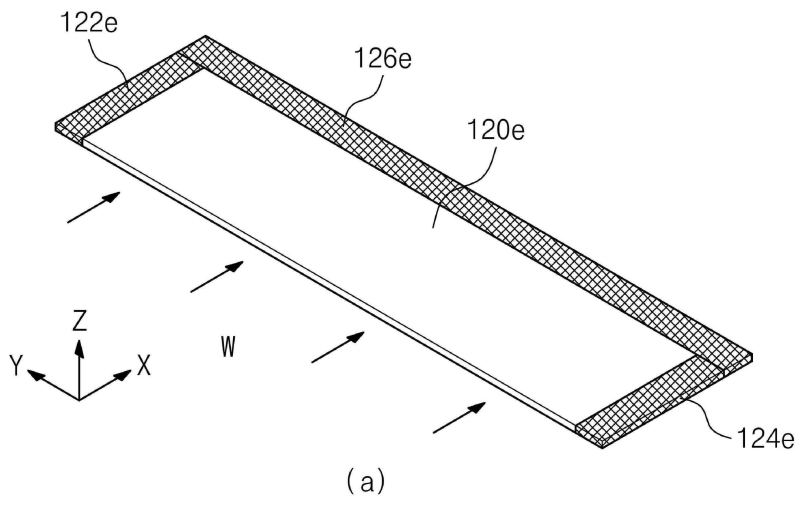
(b)

도면12

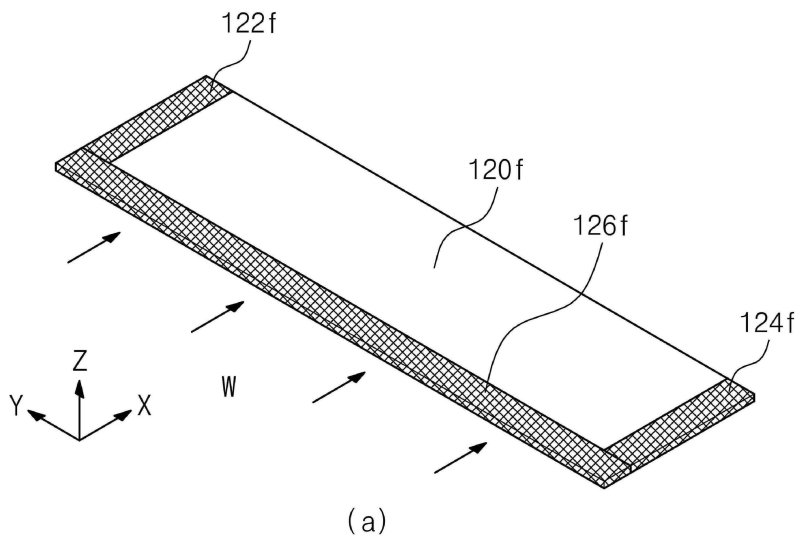


(b)

도면13



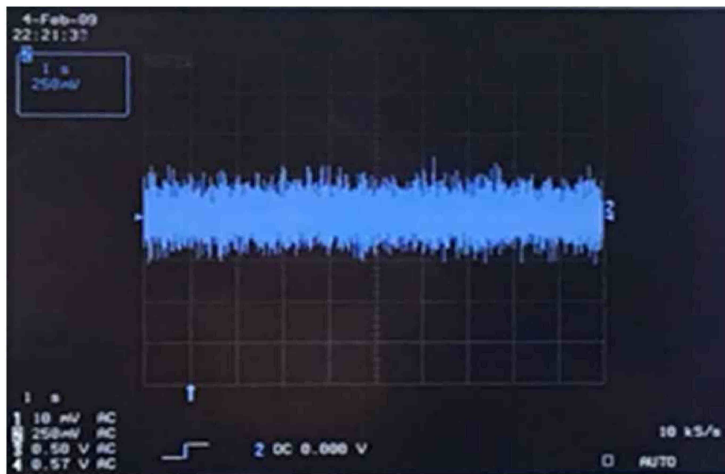
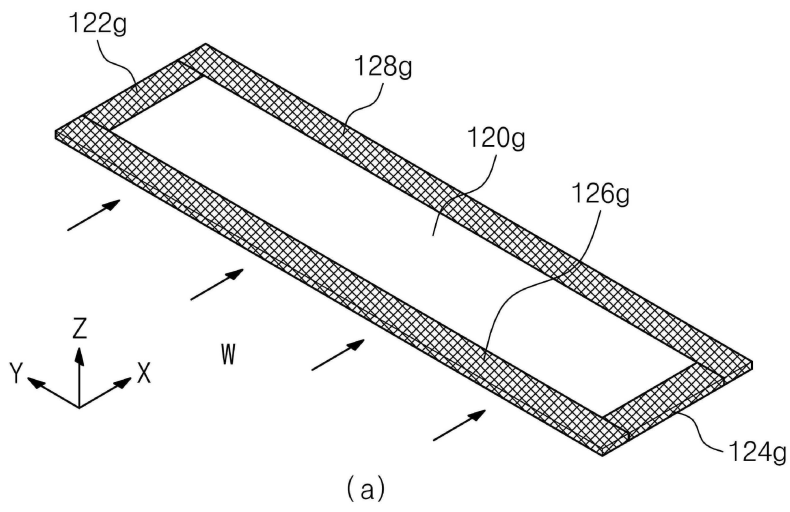
도면14



(b)



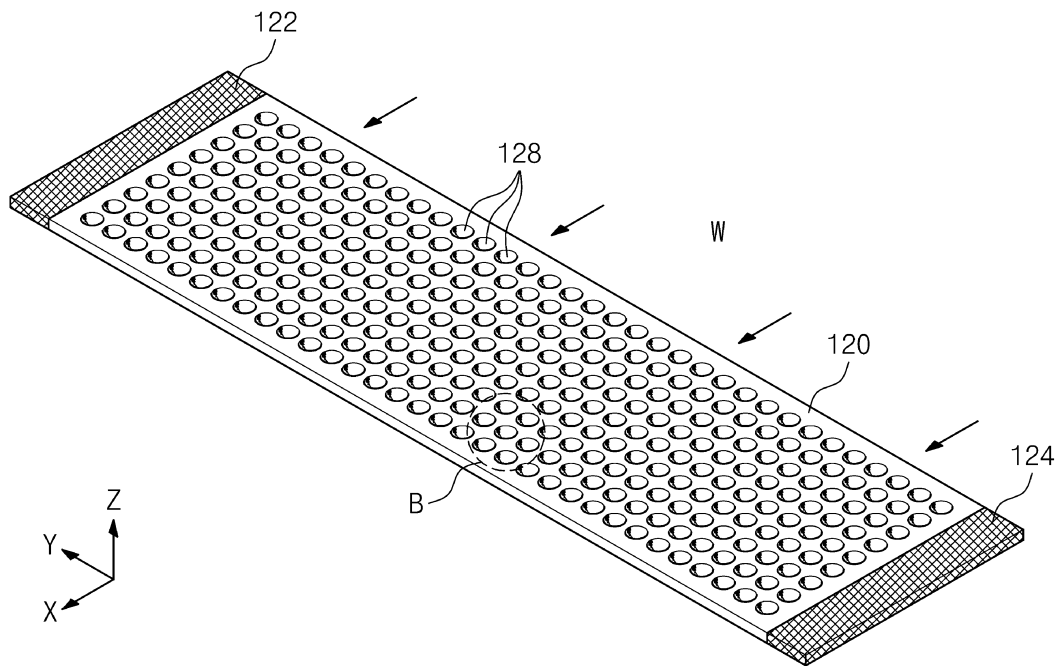
도면15



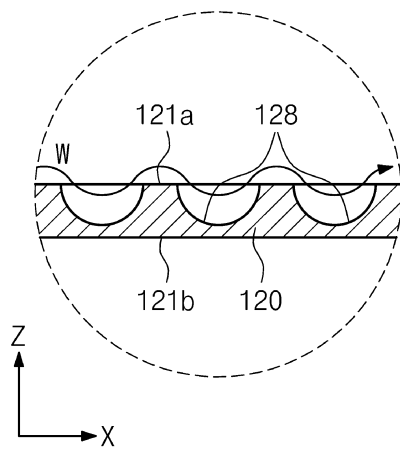
(b)



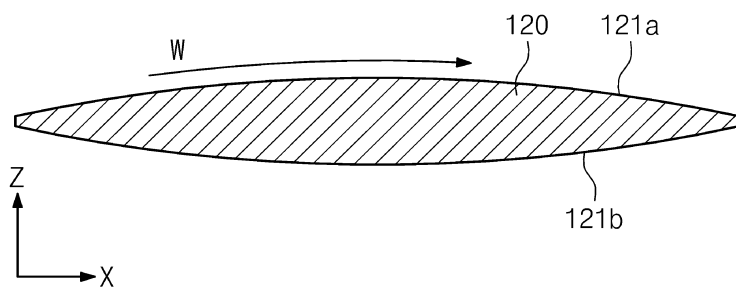
도면18



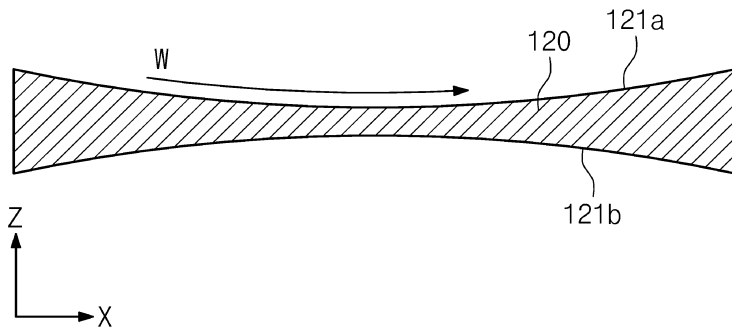
도면19



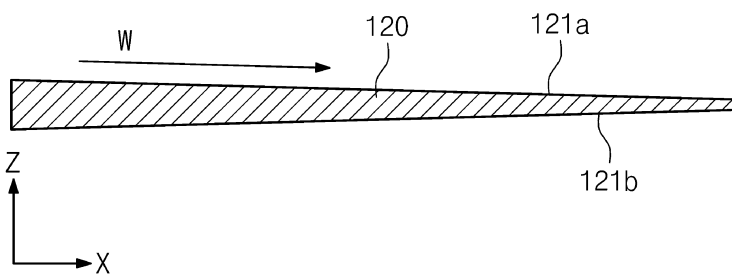
도면20



도면21



도면22



도면23

