



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2007년10월18일  
 (11) 등록번호 10-0768513  
 (24) 등록일자 2007년10월12일

(51) Int. Cl.

H02N 2/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0034639  
 (22) 출원일자 2006년04월17일  
 심사청구일자 2006년04월17일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2004312581 A  
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자

주식회사 아이노바

충주시 이류면 검단리 123 충주대학교 창업생산동 101호

(72) 발명자

윤만순

충청북도 청주시 상당구 용암동 161-30(3/5) 한신 빌라 E-302

(74) 대리인

권혁성

전체 청구항 수 : 총 4 항

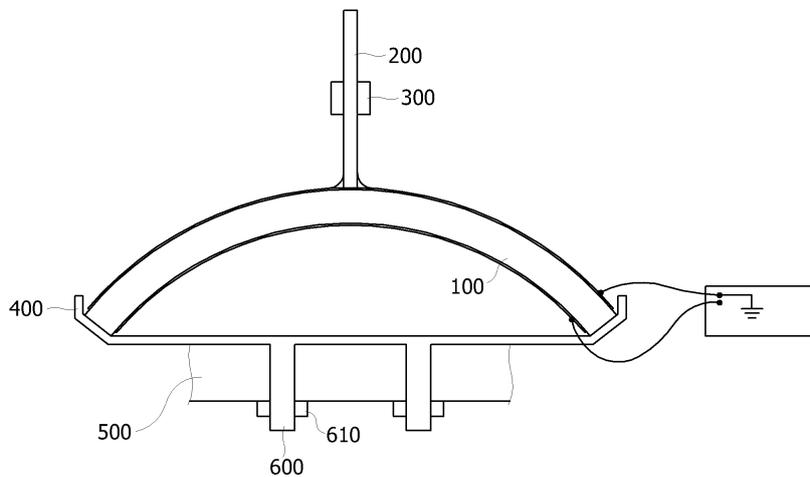
심사관 : 조지은

**(54) 향상된 변위를 제공하는 선형 압전 모터**

**(57) 요약**

돔 형상의 압전 세라믹을 통해 향상된 변위를 제공하는 선형 압전 모터가 제공된다. 이를 위한 선형 압전 모터는 양면에 서로 다른 전극이 형성되도록 처리된 돔 형상의 압전 세라믹과, 상기 압전 세라믹의 변위에 연동되도록 상기 압전 세라믹의 일면에 고정되는 진동축 및 상기 진동축에 접촉되어 있으면서 상기 진동축과의 마찰에 의해 선형으로 구동되는 이동체를 포함하여 이루어지며, 이동체는 상기 진동축이 이동할 때 이동체의 관성력이 상기 진동축과의 마찰력보다 작은 경우에 상기 진동축의 이동방향에 따라 이동하게 된다. 본 발명에 의하면 압전 세라믹이 돔 형상으로 형성되므로 평면형의 압전 세라믹에 의한 단순 인장 압축시보다 이동 변위가 향상되는 효과가 있다.

**대표도** - 도2



(56) 선행기술조사문헌  
KR1019960043455 A  
KR1020030013893 A  
KR1020040027753 A

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

양면에 서로 다른 전극이 형성되도록 처리된 돔 형상의 압전 세라믹;  
 상기 압전 세라믹의 변위에 연동되도록 상기 압전 세라믹의 일면에 고정되는 진동축; 및  
 상기 진동축에 접촉되어 있으면서 상기 진동축과의 마찰에 의해 선형으로 구동되는 이동체;  
 를 포함하여 이루어지는 향상된 변위를 제공하는 선형 압전 모터.

**청구항 2**

제1항에 있어서,  
 상기 압전 세라믹을 지지하는 동시에 상기 압전 세라믹의 가장자리 방향으로의 변위를 소정의 크기로 구속하기 위한 브라켓을 더 포함하는 향상된 변위를 제공하는 선형 압전 모터.

**청구항 3**

제1항에 있어서,  
 상기 이동체와 진동축과의 접촉부위에는 소정의 가압부재를 통해 일정한 마찰력이 유지되는 것을 특징으로 하는 향상된 변위를 제공하는 선형 압전 모터.

**청구항 4**

제1항 내지 제3항 중 어느 일 항에 있어서, 상기 이동체는  
 상기 진동축이 이동할 때 상기 이동체의 관성력이 상기 진동축과의 마찰력보다 작은 경우에 상기 진동축의 이동 방향에 따라 이동하는 것을 특징으로 하는 향상된 변위를 제공하는 선형 압전 모터.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <13> 본 발명은 돔 형상의 압전 세라믹을 채용하여 종래에 평면형의 압전 세라믹에 의한 단순 인장/압축시보다 향상된 변위를 제공하는 선형 압전 모터에 관한 것이다.
- <14> 압전 모터(Piezoelectric motor)는 인가된 전계의 변화에 따라 진동을 일으키는 압전 세라믹의 압전 효과를 이용한 차세대 모터로서 인간의 귀로 감지할 수 없는 20kHz 이상의 초음파 영역의 구동 주파수를 가지는 무소음의 모터를 가리키며 일명 초음파 모터라고도 한다. 압전 모터는 통상의 전자기식 모터와 비교하여 발생력이 3kg·cm, 반응속도가 0.1ms 이하이고 크기가 10배 이상 작으며 그 정밀도가 0.1μm 이하이므로, 디지털 카메라의 줌, 오토 포커싱 및 손떨림 방지 기능의 구현이나 CD/DVD-ROM 드라이브의 픽업 렌즈 구동 등과 같이 고레벨의 토크와 저속을 필요로 하는 응용 부분에 광범위하게 이용되고 있다.
- <15> 일반적으로 압전 모터는 진행파 방식(flexural wave type) 또는 정재파 방식(standing wave type) 등의 진동 전달방식으로 구현될 수 있으나, 이러한 진동전달방식은 연속적으로 구동되는 경우 접촉부분의 마모로 인해 일정한 진폭을 확보하기 어려운 단점이 있었다.
- <16> 이러한 단점을 극복하기 위한 대안으로 대한민국 등록특허 10-0443638호(선행기술)가 제안된바 있으며, 이는 탄성체와 압전기관을 통한 굴곡 운동을 구동원으로 하여 이동축에 탑재된 이동체를 선형으로 이동시키는 것을 특징으로 하는 선형 압전 모터에 관한 것이다.
- <17> 상기 선행기술에 의한 선형 압전 모터는 종래에 비해 작은 크기에 비교적 제조 공정이 단순하고 빠른 동작 속도를 제공하는 장점이 있었으나, 압전 세라믹이 평면형인 관계로 변위를 얻기 위해 별도의 탄성판을 접합시켜야

하므로 제작 단가가 상승하고 제조 공정이 복잡해지는 문제가 있었다. 또한, 선행기술에 의하면 이동축 및 이동체의 이동 변위가 일정 크기로 제한되므로 해당 모터가 응용될 수 있는 제품의 범위가 그만큼 한정되는 문제점이 있었다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

<18> 본 발명은 위와 같은 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 압전 세라믹에 별도의 탄성판을 접합하지 않고서도 진동 변위를 확보할 수 있도록 하고 평면형 압전 세라믹에 비해 향상된 선형 진동 변위를 제공함으로써 선형 압전 모터의 가동 효율을 높이는 한편 그 응용 범위를 한층 더 확대하는 데에 그 목적이 있다.

**발명의 구성 및 작용**

<19> 위와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 선형 압전 모터는 양면에 서로 다른 전극이 형성되도록 처리된 돔형상의 압전 세라믹과, 상기 압전 세라믹의 변위에 연동되도록 상기 압전 세라믹의 일면에 고정되는 진동축 및 상기 진동축에 접촉되어 있으면서 상기 진동축과의 마찰에 의해 선형으로 구동되는 이동체를 포함하여 이루어지며, 이와 같은 선형 압전 모터에는 상기 압전 세라믹을 지지하는 동시에 상기 압전 세라믹의 가장자리 방향으로의 변위를 소정의 크기로 구속하기 위한 브라켓이 더 포함될 수 있다.

<20> 여기서, 상기 이동체는 상기 진동축이 이동할 때 상기 이동체의 관성력이 상기 진동축과의 마찰력보다 작은 경우에 상기 진동축의 이동방향에 따라 이동하게 된다.

<21> 또한, 상기 이동체와 진동축과의 접촉부위에는 소정의 가압부재를 통해 일정한 마찰력이 유지되도록 할 수 있다.

<22> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하되, 각 도면의 구성요소들에 대해 참조부호를 부가함에 있어서 동일한 구성요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호로 표기되었음에 유의하여야 한다.

<23> 도 1(a) 내지 도 1(c)는 일반적인 선형 압전 모터의 진동 변위 형성 원리를 설명하기 위한 개념도이다.

<24> 도 1(a)에는 축 방향(화살표 방향)으로 분극되어 있는 압전 세라믹(10)이 도시되고 있으며, 이러한 압전 세라믹(10)의 상판면 및 하판면에 전극이 형성되도록 전계(U)를 인가하면 역압전 효과에 의해 해당 압전 세라믹(10)에 압축력 또는 신장력이 인가된다.

<25> 즉, 상기 전계(U)의 인가에 의해 압전 세라믹(10)의 분극 방향과 전계의 방향이 동일한 경우 압전 세라믹(10)은 축방향으로 수축되는 동시에 가장자리 방향으로 팽창되는데, 이때 압전 세라믹(10)은 탄성판(20)에 의해 구속받게 되므로 탄성판(20)과 부착된 면은 그렇지 않은 면에 비해 가장자리 방향의 수축 변위가 상대적으로 작아진다. 그 결과, 도 1(b)에서 확인할 수 있듯이 탄성판(20)와 압전 세라믹(10)의 결합체는 압전 세라믹(10) 방향으로 휘어지도록 변위가 발생하고, 최대 변위는 유니모프의 중심부에서 발생한다.

<26> 반대로, 상기 전계(U)의 인가에 의해 압전 세라믹(10)의 분극 방향과 전계의 방향이 반대로 된 경우 압전 세라믹(10)은 축방향으로 팽창되는 동시에 가장자리 방향으로 수축되는데, 이때는 상기와는 반대로 탄성판(20)과 부착된 면은 그렇지 않은 면에 비해 가장자리 방향의 팽창 변위가 상대적으로 작아진다. 그 결과, 도 1(c)에서 확인할 수 있듯이 탄성판(20)와 압전 세라믹(10)의 결합체는 탄성판(20) 방향으로 휘어지도록 변위가 발생하며, 최대 변위는 유니모프의 중심부에서 발생한다.

<27> 이와 같이, 평면형의 압전 세라믹(10)에서 진동 변위를 얻기 위해서는 압전 세라믹(20) 외에 탄성판(20)이 반드시 필요하다는 것을 알 수 있다. 이에 비해 본 발명에서는 압전 세라믹을 돔형으로 구성하여 별도의 탄성판이 없이도 세라믹 자체만으로 진동 변위를 확보할 수 있다는 점에 특징이 있다. 아래에서는 본 발명에 의한 선형 압전 모터의 구동 원리를 구체적으로 설명하되 먼저 본 발명에 의한 선형 압전 모터의 주요 구성을 살펴보고, 파동 형태의 전압 인가에 따른 진동축과 이동체의 이동 궤적을 중심으로 하여 상기 모터의 구동 원리를 설명하기로 한다.

<28> 도 2는 본 발명에 의한 선형 압전 모터의 단면 구조를 도시하고 있다.

<29> 압전 세라믹(100)은 양면에 서로 다른 전극이 형성되도록 처리된 돔형상으로 구성되며, 해당 세라믹(100)의 양 측면에 인가되는 전압의 극성 변화에 따라 축방향으로 돌출 또는 만입되는 방식으로 진동한다.

<30> 여기서, 돔형상의 압전 세라믹에서 진동이 발생하는 원리(또는 진동 변위가 발생하는 원리)를 도면을 참조하여

좀 더 상세하게 알아보면 다음과 같다. 참고로, 도 3은 상기 압전 세라믹을 구성하는 돔 형상의 압전 세라믹에 미치는 힘의 방향을 개략적으로 도시한 것이다.

- <31> 즉, 압전 세라믹을 구성하는 압전 세라믹(100)이 축방향으로 수축하고 가장자리 방향으로 팽창하여 돔의 두께가 얇아지는 경우, 축을 중심으로 하는 미소요소는 인접한 미소요소에 의해 압축력을 받고 이 압축력의 합력은 축의 돌출 방향으로 작용하므로 결과적으로 압전 세라믹의 중심부가 돌출하게 된다. 도 3은 압전 세라믹(100)의 측면을 도시하고 있으나 해당 세라믹(100)을 평면에서 바라본 형태는 동심의 원관형이므로 상기 축을 중심으로 하는 미소요소는 축의 중심을 향하여 환형으로 배치됨을 알 수 있다. 이러한 경우 압전 세라믹(100)에 별도의 구속 조건이 없다는 가정 하에 시뮬레이션을 수행한 결과는 도 4(a)에서 확인할 수 있으며 이를 3차원에서 바라본 모습을 도 4(b)에서 확인할 수 있다.
- <32> 다음으로, 압전 세라믹을 구성하는 압전 세라믹(100)이 축방향으로 팽창하고 가장자리 방향으로 수축하여 돔의 두께가 두꺼워지는 경우, 축을 중심으로 하는 미소요소는 상기 도 3의 경우와 반대 방향의 힘을 받고 이러한 힘들의 합력은 축의 돌출 방향이 반대 방향으로 작용하므로 결과적으로 압전 세라믹의 중심부가 만입하게 된다. 이러한 경우에 대한 시뮬레이션 수행 결과는 도 5(a) 및 도 5(b)에서 확인할 수 있다.
- <33> 진동축(200)은 압전 세라믹(100)의 변위에 연동되도록 그 일면에 고정되며, 통상 압전 세라믹(100)의 일면은 모터의 프레임(500) 또는 하우징(도면에 미도시)에 대면하게 되므로 진동축(200)은 그와 반대되는 일면에 고정되어야 한다.
- <34> 이동체(300)는 진동축(200)에 접촉되어 있으면서 상기 진동축과의 마찰에 의해 선형으로 구동되는데, 이동체(300)와 진동축(200)과의 접촉부위에는 스프링, 볼트 등과 같은 소정의 가압부재를 이용하여 일정한 마찰력이 유지되도록 하는 것이 바람직하다.
- <35> 이러한 이동체(300)는 압전 세라믹(100)의 진동에 의해 그와 연결된 진동축(200)이 이동하게 될 때, 이동체(300)의 관성력이 진동축(200)과의 마찰력보다 작은 경우에 상기 진동축의 이동방향에 따라 이동하고, 그렇지 않은 경우라면 이동체(300)는 그대로 있고 진동축(200)만이 이동하게 된다. 이하에서는 이와 같은 진동축(200) 및 이동체(300)의 연동에 의한 선형 압전 모터의 작동 원리를 좀더 상세히 살펴보기로 한다. 여기서, 본 발명의 선형 압전 모터에는 도 6에서와 같은 톱니파 형상의 구동 전압이 인가된다고 가정한다.
- <36> 압전 세라믹(100)에 톱니파 전압을 인가하는 경우, 전압이 느리게 변화하는 구간(a>b, c>d, e>f)(구간 A라 함)에서는 압전 세라믹(100)의 진동축이 돌출 방향으로 이동하되 상대적으로 천천히 움직이게 되므로, 진동축(200)과 이동체(300) 간의 마찰력이 이동체(300)의 관성력보다 커져 결과적으로는 진동축(200)과 이동체(300)가 함께 이동하게 된다.
- <37> 반대로, 전압이 빠르게 변화하는 구간(b>c, d>e)(구간 B라 함)에서는 압전 세라믹(100)의 진동축이 돌출 방향의 반대 방향으로 이동하되 상대적으로 빠르게 움직이게 되므로, 이동체(300)의 관성력이 진동축(200)과 이동체(300) 간의 마찰력보다 커져 결과적으로는 이동체(300)가 진동축(200) 상에서 미끄러지면서 진동축(200)만이 이동하게 된다.
- <38> 결국, 상기 구간 A와 구간 B가 반복됨에 따라 이동체(300)의 이동 변위가 누적되어 돌출 방향으로 이동하게 되는 것이다. 만약, 도 6의 톱니파와 180°의 위상차가 나는 전압이 인가된다면 이동체(300)의 이동 변위는 돌출 방향의 반대방향으로 누적될 것이므로 결국 돌출방향의 반대방향으로 이동하게 된다.
- <39> 한편, 본 발명의 선형 압전 모터에는 상기 압전 세라믹을 지지하기 위한 브라켓(400)이 더 포함될 수 있으며, 볼트(600) 및 너트(610) 등의 조임 부재를 통해 프레임(500) 또는 하우징에 부착된다. 브라켓(400)은 압전 세라믹(100)의 가장자리 방향으로의 변위를 소정의 크기로 제한하는 역할도 함께 담당하는데 이로써 압전 세라믹(100)의 중심부에 있어 축방향의 변위는 더욱 증폭될 수 있다.
- <40> 마지막으로, 돔형 압전 세라믹을 채용한 본 발명의 선형 압축 모터와 평면형 압전 세라믹을 채용한 종래의 선형 압축 모터의 작동 효율을 도 7을 참조하여 비교해 보기로 한다. 즉, 도 7은 28pi 및 2t 규격을 가지는 평면형 압전 세라믹 및 돔형 압전 세라믹에 있어서 각 중심부의 이동변위를 레이저 인터페로메터로 측정된 실험치의 그래프이며, 여기서 전기장(Electric Field)의 크기가 커짐에 따라 돔형(dome shape)의 최대이동변위(Maximum Tip Displacement)는 평면형(disk shape)의 그것 간에는 현저한 차이가 발생한다는 것을 확인할 수 있다.
- <41> 이상, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되지 않으

며, 후술 되는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 할 것이다.

**발명의 효과**

<42> 위와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 진동 변위를 얻기 위해 별도의 탄성판을 구비할 필요 없이 압전 세라믹을 돔형으로 구성할 뿐이므로 탄성체 부가로 인한 제작 공정이 단축되고 제작 단가가 낮아지는 장점이 있고, 종래의 평면형 압전 세라믹을 채용할 경우에 비해 선형 압전 모터의 진동 변위 내지 작동 스케일을 향상시킬 수 있으므로 해당 모터가 적용되는 제품의 범위를 한층 넓힐 수 있다.

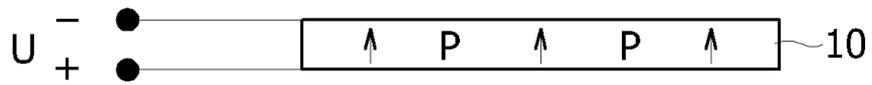
**도면의 간단한 설명**

- <1> 도 1(a) 내지 도 1(c)는 일반적인 압전 모터의 변위 형성 원리를 설명하기 위한 개념도.
- <2> 도 2는 본 발명에 의한 선형 압전 모터의 단면 구조도.
- <3> 도 3은 본 발명에 의한 선형 압전 모터의 변위 발생 원리를 설명하기 위한 압전 세라믹의 측단면도.
- <4> 도 4(a) 내지 도 4(b)는 본 발명에 의한 선형 압전 모터의 축방향 변위를 시뮬레이션한 것.
- <5> 도 5(a) 내지 도 5(b)는 본 발명에 의한 선형 압전 모터의 축방향의 반대 방향 변위를 시뮬레이션한 것.
- <6> 도 6은 본 발명의 선형 압전 모터 구동을 위해 인가되는 전압의 파동 그래프.
- <7> 도 7은 종래의 평면형 압전 세라믹과 본 발명의 돔형 압전 세라믹의 중심부 이동변위를 측정한 실험치 그래프.
- <8> <도면의 주요 부분에 대한 간단한 설명>
- <9> 10, 100 : 압전 세라믹 20 : 탄성판
- <10> 200 : 진동축 300 : 이동체
- <11> 400 : 브라켓 500 : 프레임
- <12> 600 : 볼트 610 : 너트

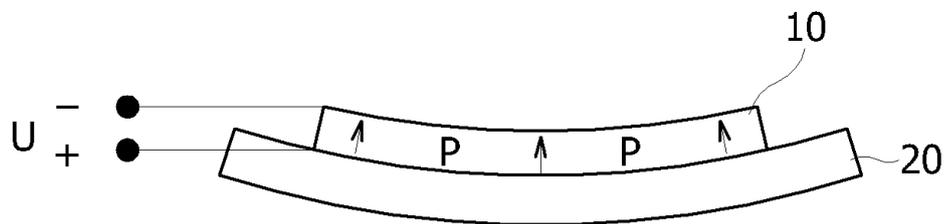
도면

도면1

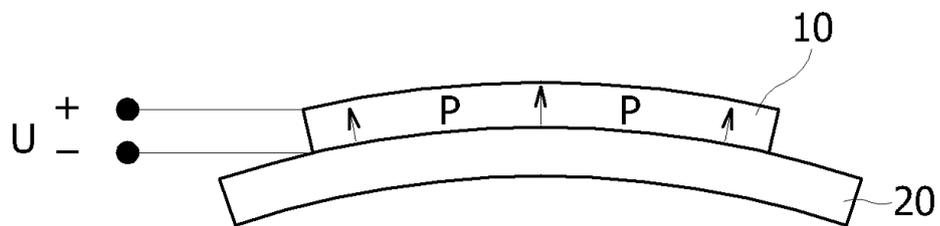
(a)



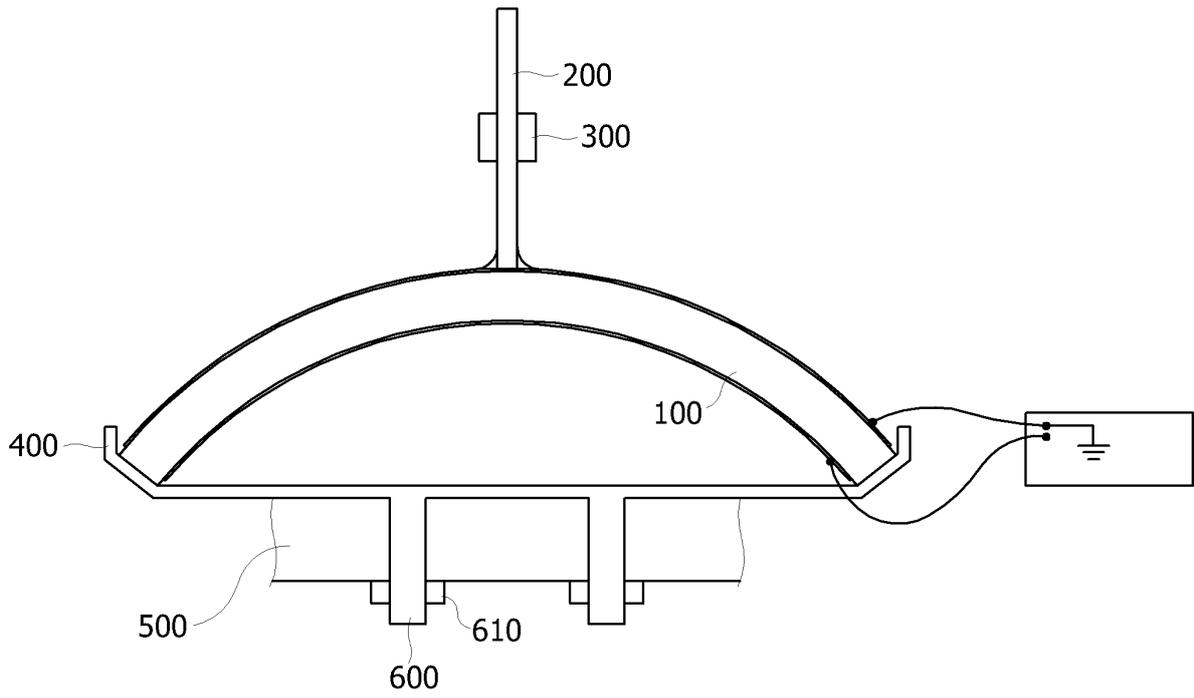
(b)



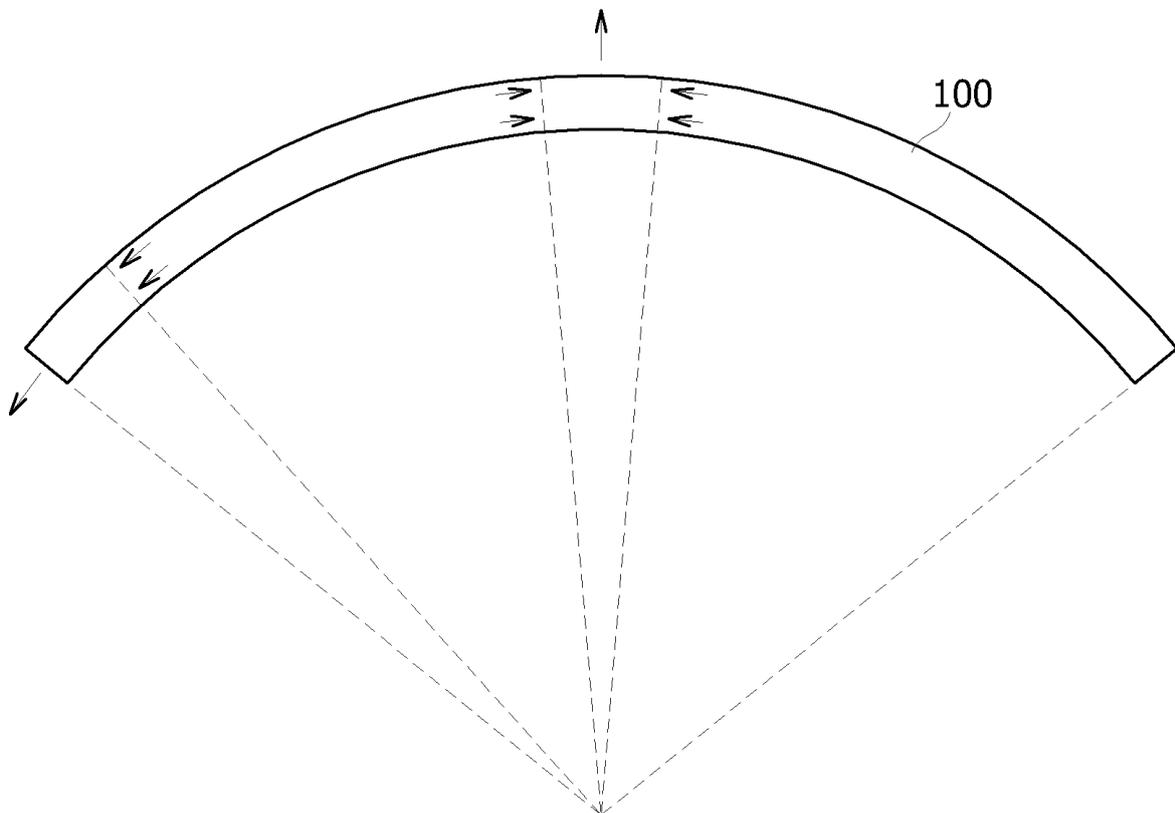
(c)



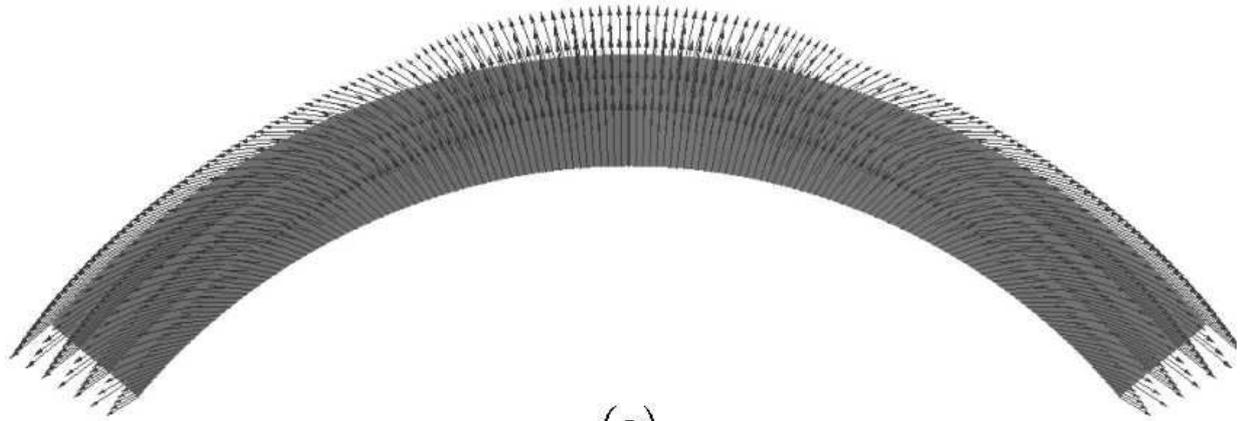
도면2



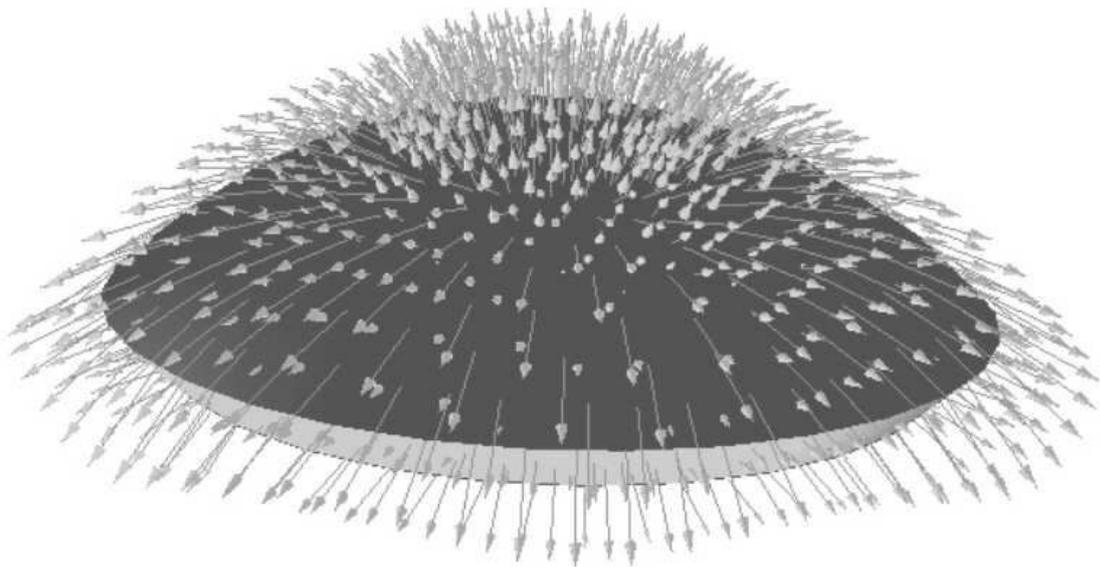
도면3



도면4

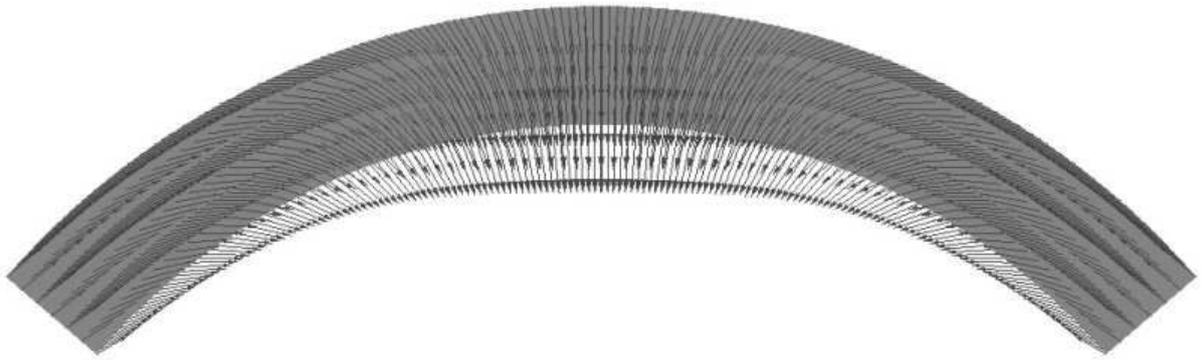


(a)

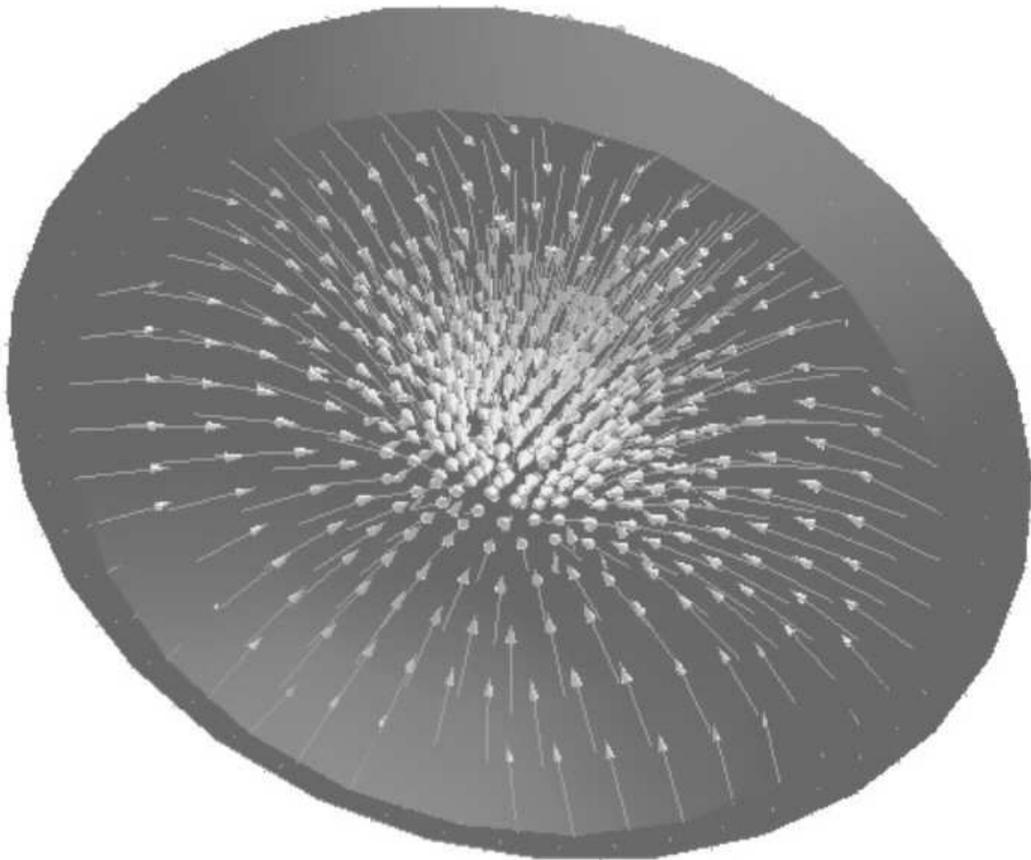


(b)

도면5

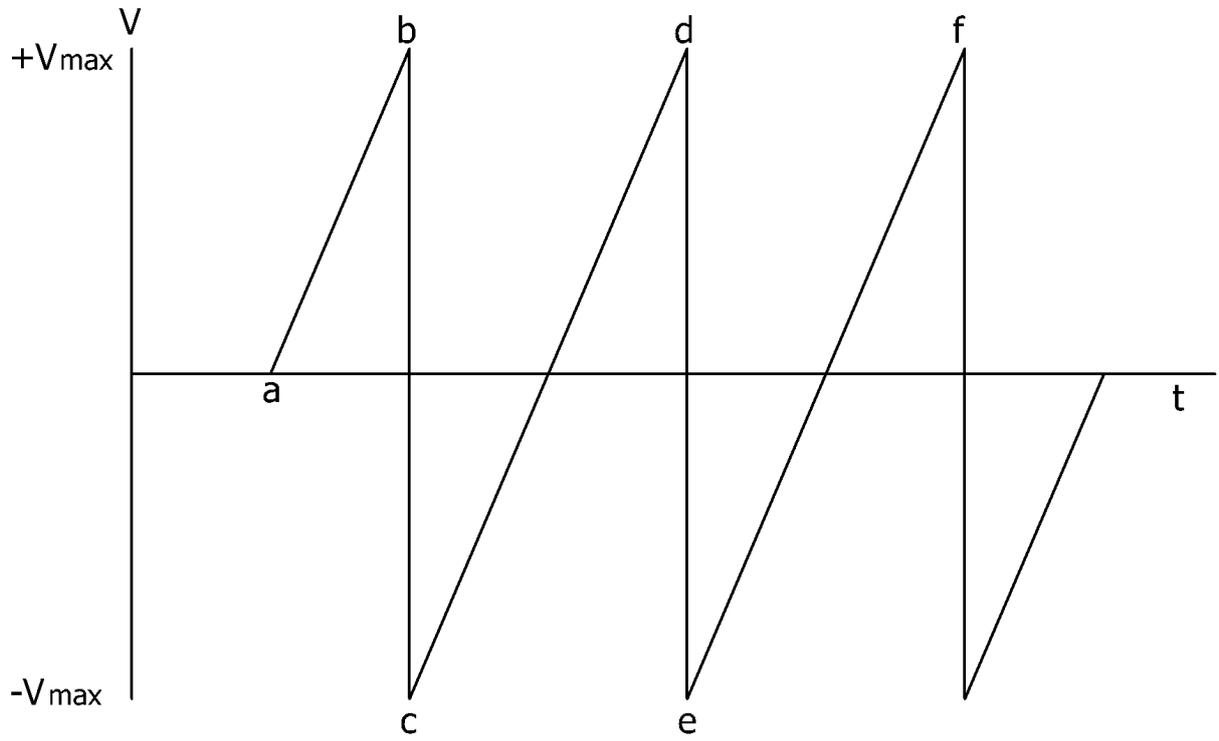


(a)



(b)

도면6



도면7

