



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2017-0060114  
(43) 공개일자 2017년05월31일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H04R 1/10* (2006.01) *A61B 5/00* (2006.01)  
*A61H 23/02* (2006.01) *A61N 1/00* (2006.01)  
*F16F 15/03* (2006.01) *F16F 7/10* (2006.01)  
*G08B 6/00* (2014.01) *H04R 5/033* (2006.01)  
*H04R 9/06* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*H04R 1/1091* (2013.01)  
*A61B 5/6815* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7011074
- (22) 출원일자(국제) 2015년09월24일  
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년04월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/051888
- (87) 국제공개번호 WO 2016/049284  
 국제공개일자 2016년03월31일
- (30) 우선권주장  
 62/054,712 2014년09월24일 미국(US)  
 62/101,985 2015년01월10일 미국(US)
- (71) 출원인  
**택션 테크놀로지 인코포레이티드**  
 미국 캘리포니아 95030 로스 가토스 노스 산타 크루즈 애비뉴 481
- (72) 발명자  
**빅스 실몬 제임스**  
 미국 캘리포니아 95033 로스 가토스 마운트에비나 로드 18410
- (74) 대리인  
**리엔목특허법인**

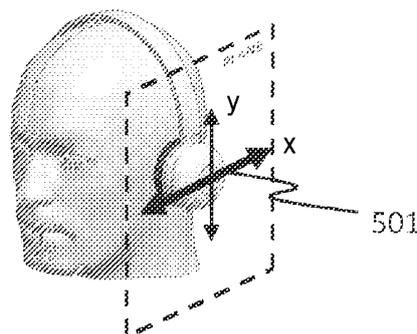
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **오디오-주파수 진동들에 대해 댐핑된 전자기적으로 작동된 평면형 모션을 생성하기 위한 시스템들 및 방법들**

**(57) 요약**

착용자의 피부에 진동 견인력을 인가하기 위한 진동 모듈이 제시된다. 음악을 위한, 마사지를 위한, 그리고 착용자의 전기적인 기록 및 자극을 위한 저주파수의 촉각적 감각들을 제공하기 위해 헤드폰 내에 진동 모듈을 사용하는 것이 예시된다. 이동하는 자석 유형의 댐핑된, 평면형인, 전자기적으로 작동된 진동 모듈들이 이론적으로 제시되며 그리고 실시하기 위해 축소되며, 그리고 최소의 원하지 않는 오디오를 구비한 40 - 200 Hz 범위에 걸쳐 실질적으로 균일한 주파수 응답을 제공하기 위해 보여진다.

**대표도** - 도5b



(52) CPC특허분류

*A61H 23/0218* (2013.01)  
*A61N 1/00* (2013.01)  
*F16F 15/03* (2013.01)  
*F16F 7/1011* (2013.01)  
*G08B 6/00* (2013.01)  
*H04R 5/0335* (2013.01)  
*H04R 9/066* (2013.01)  
*H04R 2400/03* (2013.01)  
*H04R 2460/13* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

댐핑된 전자기적으로 작동된 평면적인 모션을 생성하기 위한 진동 모듈로서, 상기 진동 모듈은:

적어도 하나의 유도성 코일;

상기 코일에 작동적으로 근접하게 배치된 적어도 하나의 자석;

상기 적어도 하나의 유도성 코일 및 상기 적어도 하나의 자석 중 하나에 결합된 이동가능 부재;

상기 이동가능 부재를 상기 적어도 하나의 유도성 코일 및 상기 적어도 하나의 자석 중 다른 하나에 관하여 인도 (guide)하는 서스펜션; 그리고

상기 이동가능 부재와 구조적 통신 (structural communication)하는 댐핑 부재를 포함하는, 진동 모듈.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 상기 적어도 하나의 코일에 인가된 정상 상태 사인파 (sinusoidal) 신호들에 응답하여 40-200 Hz의 주파수 범위에 걸쳐서 상기 진동 모듈의 가속 응답을 1.5 미만의 Q-팩터로 평탄화하는, 진동 모듈.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 유도성 코일, 상기 적어도 하나의 자석, 상기 이동가능 부재, 상기 서스펜션, 및 상기 댐핑 부재를 보호하는 하우징을 더 포함하는, 진동 모듈.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 서스펜션은 복수의 굴곡부들을 포함하며,

상기 복수의 굴곡부 중 각 굴곡부는:

상기 이동가능 부재의 제1 말단에서; 그리고

상기 하우징의 제2 말단에서 결합된, 진동 모듈.

#### 청구항 5

제3항에 있어서,

상기 진동 모듈은 적어도 하나의 매스 (mass)  $m$ 에 변위  $x$ 를 통해 초당 적어도 10차례 실질적으로 힘을 가할 수 있으며, 여기에서 상기 매스 및 변위는 적어도  $mx = 1 \times 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}$  인 곱을 가지는, 진동 모듈.

#### 청구항 6

제3항에 있어서,

상기 서스펜션은 부상, 볼 베어링, 및 자성유체 층 중 적어도 하나를 포함하는, 진동 모듈.

#### 청구항 7

제3항에 있어서,

상기 적어도 하나의 코일은 상기 하우징에 부착되며, 그리고 상기 적어도 하나의 자석은 상기 이동가능 부재에

부착된, 진동 모듈.

**청구항 8**

제3항에 있어서,

상기 하우징은 제1 크기를 가지는 두께 치수 (dimension) 및 폭 치수를 포함하며,

상기 폭 치수는 상기 두께 치수에 실질적으로 직교하고, 제2 크기를 가지며,

여기에서 상기 제1 크기는 상기 제2 크기의 3분의 1보다 작은, 진동 모듈.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 하우징은, 상기 폭 치수 및 두께 치수에 실질적으로 직교하며 제3 크기를 가지는 길이 치수를 더 포함하며, 여기에서:

상기 제1 크기는 상기 제3 크기의 3분의 1보다 작으며;

상기 폭 치수 및 두께 치수는 상기 모듈의 움직임 평면을 한정하며; 그리고

상기 이동가능 부재를 인도하는 상기 서스펜션은 실질적으로 상기 움직임 평면 내에 놓여 있는, 진동 모듈.

**청구항 10**

제3항에 있어서,

상기 하우징은 제1 크기를 가지는 두께 치수 및 상기 두께 치수에 실질적으로 직교하는 방사상 치수를 포함하며,

상기 제1 크기는 상기 방사상 치수 직경의 3분의 1보다 작으며, 그리고 상기 서스펜션은 상기 이동가능 부재를 상기 두께 치수에 실질적으로 직교하게 배치된 평면에서 비틀어서 인도하는, 진동 모듈.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 자석은 두 개의 정반대로 분극된 자석들을 포함하는, 진동 모듈.

**청구항 12**

제1항에 있어서,

자속을 상기 적어도 하나의 자석으로부터 상기 적어도 하나의 코일을 향하여 인도하는 적어도 하나의 자속 가이드를 더 포함하며,

여기에서 상기 코일은 상기 적어도 하나의 자속 가이드 중 한 자속 가이드에 부착된, 진동 모듈.

**청구항 13**

제1항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 자성유체, 비-자성 점성액, 점성 겔, 구멍을 통한 공기 통로, 및 폼 (foam)중 적어도 하나를 포함하는, 진동 모듈.

**청구항 14**

제1항에 있어서,

상기 이동가능 부재 및 상기 하우징 둘 모두는 50 MegaPascal 미만의 탄성 계수를 가진 순응 물질 (compliant material)들로 구성된, 진동 모듈.

**청구항 15**

진단 진동 (shear vibration)들을 전달하기 위한 시스템으로, 상기 시스템은:

적어도 하나의 진동 모듈; 및

사용자의 피부에 실질적으로 평행한 평면에서 사용자의 피부에 적어도 하나의 진동 모듈의 진동성 모션을 전달하기 위한 장치를 포함하며,

상기 적어도 하나의 진동 모듈 중 각 모듈은:

적어도 하나의 유도성 코일;

상기 코일에 작동적으로 근접하게 배치된 적어도 하나의 자석;

상기 적어도 하나의 유도성 코일 및 상기 적어도 하나의 자석 중 하나에 결합된 이동가능 부재;

상기 이동가능 부재를 상기 적어도 하나의 유도성 코일 및 상기 적어도 하나의 자석 중 다른 하나에 관하여 인도하는 서스펜션; 그리고

상기 이동가능 부재의 모션을 댄핑하기 위한 수단을 포함하는,

시스템.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 장치는 헤드셋이며, 반대편 말단들에 이어컵들을 구비한 헤드폰 보우를 포함하며,

상기 적어도 하나의 진동 모듈은 상기 헤드폰 보우 또는 이어컵들 중 적어도 하나에 결합되며, 그리고 상기 모듈은 상기 이동가능 부재의 모션을 사용자의 머리 표면에 실질적으로 평행인 평면 내에서 인도하는, 시스템.

#### 청구항 17

제15항에 있어서,

상기 장치는 헤드셋으로:

반대편 말단들에 이어컵들을 구비한 헤드폰 보우; 및

복수의 아마추어 (armature)를 포함하며,

각 아마추어는 상기 헤드폰 보우 및 이어컵 중 하나로부터 확장하며 그리고 진동 모듈을 조정하여 그 진동 모듈의 진동성 모션이 사용자의 피부에 실질적으로 평행인 평면 내에 있도록 하는, 시스템.

#### 청구항 18

제15항에 있어서,

상기 장치는 상기 적어도 하나의 진동 모듈들을 조정하여, 상기 서스펜션이 상기 이동가능 부재를 착용자 몸체의 시상단면 (sagittal plane)에 실질적으로 평행한 평면 내에서 인도하도록 하는, 시스템.

#### 청구항 19

사용자의 공간적인 반응 시간을 가속시키고 그 사용자의 청력을 보존하기 위한 방법으로, 상기 방법은:

적어도 하나의 전자기 액츄에이터를 헤드-마운트 오디오 디스플레이에 부착하는 단계; 그리고

상기 오디오 디스플레이에 의해 재생된 음향 신호 내에 존재하는 200 Hz 아래의 주파수들에 비례하여 착용자의 피부에 진단 진동을 인가하기 위해 상기 액츄에이터를 구동하는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 20

전기적 자극의 고통을 차폐하기 위한 방법으로, 상기 방법은:

웨어블 전기 자극기에 적어도 하나의 전자기 액츄에이터를 부착하는 단계;

전기적 자극 동안에 착용자의 피부에 진동을 인가하기 위해 상기 액츄에이터를 구동하는 단계를 포함하는,

방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

- [0001] 관련된 출원들에 대한 상호-참조
- [0002] 본 출원은 2014년 9월 24일에 출원된 "DAMPED ELECTROMAGNETICALLY ACTUATED PLANAR MOTION FOR AUDIO-FREQUENCY VIBRATIONS" 제목의 미국 임시 특허 출원 일련번호 62/054,712 그리고 2015년 1월 10일에 출원된 "SYSTEMS AND METHODS FOR PROVIDING DAMPED ELECTROMAGNETICALLY ACTUATED PLANAR MOTION FOR AUDIO-FREQUENCY VIBRATIONS" 제목의 미국 임시 특허 출원 일련 번호 62/101,985에 대한 우선권의 이익을 주장하며, 이 출원들 각각은 그 전체가 본원에 참조로서 편입된다.
- [0003] 발명의 기술분야
- [0004] 본 발명은 터치에 의한 인식을 위해 베이스 주파수 진동들을 생산하는 촉각적 트랜스듀서들에 관련된 것이다.

**배경 기술**

- [0005] 약 200 Hz 아래에서, 사운드의 주파수가 더 낮을수록, 고막의 진동에 의해서만이 아니라 피부 내 터치 수용기들에 의해서도 그 사운드는 더 많이 감지된다. 이 감지는 가슴에서 강한 댄스 뮤직의 "비트를 느낀", 또는 의자 좌석을 통해서, 또는 피아노 위에 그냥 손을 올려 놓았던 누구에게도 친숙하다. 이 자연스러운 자극은 청각적이면서도 촉각적이며, 그리고 그것의 진정한 재현은 피부의 기계적인 진동이 공기를 통해서 고막으로 전달된 음향 파형들을 동반할 때에만 가능하다.
- [0006] 오디오-주파수 촉각적 트랜스듀서들에서의 종래 기술은 촉방향 셰이커 (shaker)들을 주로 채택한다. 도 1은 촉방향 셰이커 (100)를 포함하는 종래 기술의 헤드폰 세트 (10)의 분해된 모습을 보여주며, 상기 셰이커는 나선형-절단 스프링 (112) 상에 매달린 움직이는 매스 (mass) (114), 고정자 (116), 및 음성 코일 (118)을 포함한다. 그런 촉방향 셰이커들의 구성은 가벼운 종이 원뿔체가 더 무거운 매스로 교체되고, 그리고 더욱 강건한 서스펜션이 보통은 나선형-절단 금속 스프링으로 제공되는 통상적인 오디오 드라이버들을 닮았다.
- [0007] 이런 구성의 약점은 원치않는 음향 잡음이다. 상기 촉방향 셰이커가 외이도의 개구 부분에 위치한 모션 축을 구비하여 헤드폰 이어컵 (ear cup) 내에 설치되기 때문에 이 잡음이 발생한다. 도 2a는 2-축을 따라 진동하고 사용자의 머리의 측면에 대해 이어컵을 흔들리게 하여 피부를 자극하는 촉방향 셰이커를 포함하는 종래 기술의 헤드폰 세트 (20)의 투시 모습을 보여준다. 매스의 촉방향 움직임은 보통은 컷바퀴에 걸쳐서 밀봉된 이어컵 그 자체의 전체에 대해 대항 운동 (countermovement)을 일으킨다. 그래서, 이어컵 쿠션들 아래의 피부를 자극하는 것과 동일한 힘이 불행하게도 청취자의 외이도로 또한 공기를 불어넣으며, 오디오 드라이버의 출력을 압도하며 그리고 원치않는 음향 잡음을 생성한다.
- [0008] 도 2b는 도 2a의 종래 기술의 헤드폰들에 의해 생성된 과도한 외관적 베이스 오디오를 도시한 그래프를 보여준다. 특히, 도 2b는 관성 셰이커가 점진적으로 더 강한 레벨들로 턴 온될 때에 ("on"으로 라벨링된 자취들), 헤드폰들 단독의 상대적으로 평평한 음향 주파수 응답 ("off"로 라벨링된 자취들)이 저하되는 것을 도시한다. 이 예에서, 음향 주파수 응답에 큰 오디오가 추가되어, 50 - 100 Hz 범위에서 10 - 20 dB의 바람직하지 않은 용기를 초래한다. 그 결과는 베이스-헤비 (bass-heavy) 사운드이며, 이 경우에 상단 주파수들은 충분하지 않게 표현되며, 그리고 사용자가 지각한 것은 둔탁해진, 멍한 사운드이다.
- [0009] 고르지 않은 주파수 응답의 문제는 보통은 기계적인 댐핑의 결여에 의해 더 악화되는 것이 보통이다. 시스템이 댐핑되지 않도록 한다는 것은 기계적인 공진 근방의 정상 상태 (steady state) 신호들이 높은 진폭을 달성하여, 피크 응답으로 이끌고, 그리고 여기 (excitation)가 중단된 이후에 상기 시스템은 울려 퍼지며, 오디오 충실도를 더 저하시킨다. 그런 용기는 종래 기술의 주파수 응답에서 명백하며 (도 2b), 이 경우에 촉각적 트랜스듀서를 작동시키는 것은 헤드폰의 음향 출력을, "0" 레퍼런스 라인에 의해 표시된 90 dB 사운드 압력 레벨 위로 10 내지 20 dB 증가시킨다.
- [0010] 또한 문제가 되는 종래 기술에서의 다른 접근 방식은 댐핑되지 않은 편심 회전 모터들 (eccentric rotating motors ("ERMs")) 및 댐핑되지 않은 선형 공진 액츄에이터들 (linear resonant actuators ("LRAs"))을 사용하는 것이다. 작은, 댐핑되지 않은 ERM들은 몇가지 이유들로 인해서 고충실도 (high-fidelity) 오디오와는 호환되

지 않는다. 첫 번째로, 느껴지기에 충분하게 큰 가속을 산출하는 주파수까지 ERM을 "스핀업 (spin up)"하기 위해 일반적으로 약 20 밀리초가 걸린다. 그때까지 임펄스 신호 (예를 들면, 킥 드럼의 어택)가 지나갈 것이다. 두 번째로, ERM에서, "촉각적 볼륨"에 비유될 수 있는 가속 그리고 "촉각적 피치"에 비유될 수 있는 주파수가 연계되어 독립적으로 변경될 수 없다. 이런 연계는 음향 충실도와는 본질적으로 양립하지 않는다.

[0011] LRA들의 주요한 약점은, 그 이름이 암시하는 것처럼 "공진"에 대한 종속성이다. 상기 디바이스들은 충실도가 아니라 촉각적인 경보들을 위해 설계되며, 그래서 그것들은 단일 주파수에서 공진하며 그리고 인지 가능한 진동을 그 주파수에서만 산출한다. 예를 들면, 전형적인 LRA는  $175 \pm 10$  Hz에서는 1.5g까지이며, 이 20 Hz 범위 외부에서는 0.05g 미만인 가속을 산출한다. 그런 높은 Q-팩터는 이런 유형의 디바이스를, 15 - 120 Hz 범위에서 낮은 주파수의 촉각적 효과들의 높은 충실도를 재생하는 용도로는 쓸모없게 한다. 이런 문제점들에도 불구하고, LRA들은 헤드폰 보우 (headphone bow)의 탑 쿠션 내 수직 설치를 위해 계획된다.

[0012] LRA들의 제한된 주파수 범위에 추가로, LRA들을 오디오-주파수 촉각적 트랜스듀서들로 사용하는 것에 연관된 다른 문제점은 헤드폰 보우와 두개골 제일 윗 부분 사이에 수직으로 설치된 트랜스듀서가 상기 보우를 구부러지게 한다는 것이다. 정밀한 스케일에서, 이 구부러짐은 보우 플랩 (bow flap)을 새우 날개들처럼 만들며, 이 경우에 이어컵은 각 날개 끝에 위치한다. 상기 구부러짐의 안쪽을 향한-바깥쪽을 향한 성분은 상기 이어컵들을 착용자의 머리 측면들로 압박하며, 서로 맞서는 바람직하지 않은 오디오를 다시 산출하며 그리고 이어컵들 내 오디오 드라이버들의 음향 응답을 왜곡시킨다.

[0013] 그런 원치않는 오디오를 회피하기 위해서, 한 접근 방식은 평면 내에서 (즉, 도 2a의 x-y 평면에서) 매스를 움직이게 하는 낮은-프로파일의 진동 모듈들을 구축하는 것이다. 이런 접근 방식은 문제가 되는 축방향으로 향하는 음향 방사를 초래하는 방향인 표면 영역을 최소화한다. 이어컵 내에 설치될 때에, 그런 평면 내 진동 모듈은 머리의 측면의 표면과 평행한 움직임을 산출한다. 이 움직임은 피부를 유효하게 전단 (shear)하여, 이어컵과 고막 사이에 포착된 공기의 부피에 거의 영향을 주지 않는 촉각적인 감각을 생성한다. 음향에서의 잡음은 그러므로 최소화된다. 테이블 제일 위에 유리를 미끄러뜨리는 것 (본 발명의 평면형 움직임) 그리고 변기를 내리는 것 (종래 기술에서 사용되는 것과 같은 축방향 움직임) 사이의 차이를 생각해본다. 비록 이 평면 내 접근 방식이 기대되었지만, 이 목적을 위해 제안된 유전체 탄성중합체 액츄에이터는 값이 비싸며 그리고 고전압 전자 장치를 필요로 하는 복잡한 디바이스이다. 이런 접근 방식의 다른 약점은 그 트랜스듀서들을 임계적으로 댐핑하기 위해 어떤 준비도 되어지지 않았다는 것이다. 따라서, 촉각적 가속 주파수 응답은 과소댐핑되어, 1.5 내지 3의 Q-팩터를 가진다.

[0014] 전자기적 액츄에이션의 면에서, 평면형 움직임을 산출하는 코일 및 두 개의 자석들의 상대적으로 얇은 평평한 배치가 개시되었다. 특히, 진동 모듈은, 반대 방향으로 가로질러 자화되며 자석 브라켓에 의해 연결된 두 개의 평행한 얇은 자석들 그리고 상기 자석 브라켓을 인도 (guide)하기 위한 수단으로 구성된 이동가능 부재를 구비한 단일-위상의 전자기 액츄에이터를 포함한다

[0015] 비록 전자기 액츄에이터를 제공하기 위한 이런 일반적인 접근 방식이 헤드폰들에 적용되지는 않았지만, 그것은 조이스틱들과 같은 컴퓨터 입력 디바이스들에 햅틱 피드백을 제공하는 문제점에 적용되었다. 그런 한 디바이스는 액츄에이터를 포함하며, 상기 액츄에이터는 중앙 돌출부를 구비한 코어 부재, 상기 중앙 돌출부 주변을 감싼 코일, 자석 - 상기 코어 부재와 상기 자석 사이의 간극을 제공하도록 위치한다 -, 그리고 상기 코어 부재와 상기 자석에 부착된 굴절성 부재를 구비한다. 이 설계에서, 상기 움직임은 굴곡부 (flexure)들의 평행한 쌍에 의해 가이드된다.

[0016] 이런 가이드 접근 방식의 약점은 길이방향 압축에 의해 로딩될 때에 굴곡부들이 뒤틀리기 (buckling) 쉽다는 것이다. 상기 굴곡부들 상의 압축성 길이방향 부하들은 상기 굴곡부들에 걸터있는 자석 쌍의, 상기 코일을 지지하는 상기 중앙 돌출부를 제공하는 E-코어와 같은 상기 코일 측 상의 철 플럭스 가이드들로부터 자연스럽게 발생한다. 따라서, 상기 굴곡부들은 오일러 좌굴 (Euler buckling)없이 이 부하에 견디기에 충분하게 두꺼워야만 한다. 이 두께는 움직임 방향에서의 증가된 뺏뺏함을 대가로 하며, 이는 움직임을 바람직하지 않게 방해할 수 있다.

[0017] 이 약점에도 불구하고, 이 일반적인 접근 방식은 어딘가 다른 곳에 적용된다. 예를 들면, 상기 자석들을 적재한 굴곡부-인도 표면이 마사지하는 요소의 표면으로서 사용하기 위해 숙고되었다. 상기 뒤틀리는 문제점을 완화하기 위한 한 접근 방식은 폼 (foam)과 같은 탄성 요소 상에 상기 압축성 부하를 지탱하는 것이다. 그러나, 탄성 요소를 이용하여 부하를 지지하는 것은 몇몇의 바람직하지 않은 약점들을 가진다. 상기 폼은 트래블 (travel) 방향에서의 뺏뺏함을 추가하며, 그리고 어셈블리의 두께를 크게 증가시킬 수 있으며, 이는 폼 레이어가 최대의

전단 인장력 (보통 100 % 미만)이 적당한 트래블을 허용하기에 충분하게 두꺼워야만 하기 때문이다.

[0018] 이동하는 요소를 매다는 대안의 접근 방식은 상기 굴곡부들의 긴 축을 실질적으로 평평한 트랜스듀서의 평면 내에 배치한다. 가느다란 굴곡부들이 길이방향 압축성 부하들보다 횡단 전단 부하들에 더욱 효율적으로 저항하기 때문에, 더 얇은 굴곡부들이 사용될 수 있으며, 움직임에는 더 작은 방해가 된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0019] 그러므로, 신규한 오디오-주파수 촉각적 트랜스듀서들 및 디바이스들에 대한 필요성이 존재한다.

**과제의 해결 수단**

[0020] 몇몇의 실시예들에서, 평면 내 움직임을 산출하기 위해 전자적으로 작동된 이동가능 부재를 구비한 얇고, 평평한 진동 모듈이 본원에서 제안된다. 상기 이동가능 부재의 움직임은 댐핑될 수 있으며, 그래서 상이한 주파수들에서 상기 모듈에 인가된 정상 상태 사인파 (sinusoidal) 전압들이 40-200 Hz의 범위에 걸쳐 실질적으로 균일한 상기 이동가능 부재의 가속 응답을 산출하도록 한다. 상기 모듈은 헤드폰 내에 설치될 수 있어서, 모션 축이 착용자 머리의 시상단면 (sagittal plane)에 실질적으로 평행하게 놓여지도록 하며, 그래서 상기 움직임이 착용자의 외이도 (ear canal)를 향하여 이어컵이 흔들리지 - 이는 원치않는 오디오 및/또는 왜곡들을 산출함 - 않도록 한다.

[0021] 몇몇의 실시예들에서, 상기 모듈은 매스 그리고 얇은 자석들로 구성될 수 있으며, 자석들은 자신들의 두께를 통해 분극되어 있으며, 여기에서 상기 매스 및 자석들은 하우징 내부에 움직일 수 있게 매달려 (suspend)있다. 서스펜션은 굴곡부들, 부상 (bushing), 볼 베어링, 또는 자성유체 (ferrofluid) 레이어를 예컨대 포함할 수 있다. 상기 하우징은 상기 이동가능 부분을 진동하기 위해 사용된 전류를 운반하는 하나 또는 그 이상의 유도성 코일들을 포함할 수 있다. 헤드폰의 이어컵 내 모듈을 설치하는 것을 용이하게 하기 위해서, 상기 매스, 코일 및 하우징의 기하학적 외형은 (예를 들면, 길이 또는 폭의 3분의 1 미만의 두께를 가진) 실질적으로 평면형일 수 있다. 상기 이동하는 부분의 진동은, 예를 들면, 자성유체, 오일, 그리스, 젤, 또는 폼의 레이어를 전단하거나, 또는 구멍을 통한 공기 통과와 같은 적합한 접근방식을 이용하여 댐핑될 수 있다.

[0022] 몇몇의 실시예들에서, 상기 매스 및 자석들을 매단 굴곡부들은 상기 하우징 내로 몰딩될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 굴곡부들은 상기 하우징 내 수납 구멍들을 수용(eagage)하는 탭들을 구비할 수 있다.

[0023] 몇몇의 실시예들에서, 상기 매스는 상기 자석들 및 코일을 위한 공간을 제공하는 중앙 포켓을 구비할 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 매스는 상기 자석들에 근접하여 놓여질 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 상기 매스는 상기 모듈에 전력을 공급하는 배터리를 수 있다.

[0024] 몇몇의 실시예들에서, 상기 굴곡부들은 상기 자석들 및 매스의 비틀림 회전을 인도하기 위해 중앙 허브로부터 방사상으로 확장할 수 있다. 착용자의 시상 평면과 평행한 평면 내 이어컵 내 설치되어, 이 실시예들은 착용자의 피부에 대한 이어컵 쿠션의 비틀림 회전을 산출한다. 단일의 전자기 요소를 대체하여 다중의 자석들 및 코일들이 사용될 수 있다.

[0025] 몇몇의 실시예들에서, 상기 모듈은 직접적인 피부 접촉을 위해 적합한 순응 물질 (compliant material)들로 만들어질 수 있다. 상기 하우징의 피부-대면 부분은 신축성있는 커버로 구성될 수 있다. 이 커버 밑의 자석들은 순응 탄성중합체로 구성된 펙 (puck) 내에 내장될 수 있다. 상기 펙은 자성유체의 레이어 상에 매달려질 수 있다. 상단 커버는 둘레에서 하단 커버 쪽으로 밀봉될 수 있으며, 상기 펙 및 자성유체를 코일에 근접하게 유지하는 불침투성 순응 하우징을 제공한다. 밑에 있는 코일 그 자체는 순응 탄성중합체 물질 내에 내장될 수 있으며, 그래서 전체 모듈이 순응되도록 한다.

[0026] 자석들 및 코일들의 다양한 배치들에 의해 상기 모듈의 평면형 움직임이 제공될 수 있다. 몇몇의 실시예들에서, 움직임의 축을 따라서 분극된 자석에 의해서 매스는 측면으로 힘을 받을 수 있다. 상기 모듈의 두께를 줄이기 위해서, 상기 자석의 측면 치수 (dimension)는 연장될 수 있으며, 플렉스 가이드들과 함께 피팅될 수 있으며, 그리고 상기 플렉스 가이드에 의해 한정된 공기 간극 내에서 동작하는 연장된 타원형 코일에 의해 구동될 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 매스는 모션 축을 따라 분극되며, 나란히 배열되며, 그리고 상기 매스의 한 가장자리 상에 위치한 여러 자석들에 의해 측면에서 힘을 받을 수 있을 것이다. 또 다른 실시예들에서, 길이 방향을 통해 분극된 긴 얇은 자석이 코일 내에 놓여있을 수 있다. 상기 코일 내 상기 자석의 움직임은 브라켓들에 의해

상기 매스에 결합될 수 있을 것이며, 그리고 튜브 내 자석의 움직임은 자성유체 베어링에 의해 인도될 수 있다.

[0027] 몇몇의 실시예들에서, 상기 모듈에는 투명한 플레이트가 제공될 수 있으며, 그 플레이트는 내부에서의 움직임을 보는 것을 가능하게 한다. 상기 모듈은 그 모듈 내부에서의 움직임에 대한 시야를 제공하는 윈도우를 구비한 이어컵 내에 설치될 수 있다. 상기 이어컵은 상기 모듈을 위한 유지 요소를 포함할 수 있다.

[0028] 몇몇의 실시예들에서, 상기 순응 모듈은 헤드폰 보우 상의 쿠션들로 직접적으로 통합될 수 있으며, 이는 피부에 진동성 전달 견인력을 인가하기 위한 것이다. 다른 실시예들에서, 상기 모듈들 중 하나 또는 그 이상은 상기 이어컵 또는 상기 헤드폰의 보우에 고정된 이동가능 아마추어 (armature)들 상에 설치될 수 있다. 상기 아마추어들은 회전가능한 그리고 다채로운 자유도들을 포함할 수 있으며 그리고 상기 모듈을 피부에 맞대게 하기 위해 스프링이 적재될 수 있을 것이며, 그리고 머릿가죽이나 얼굴의 피부 상에 마사지하는 모션을 산출하기 위해 또한 전기기계적으로 작동될 수 있을 것이다. 상기 아마추어는 피부와의 접촉을 만드는 상기 코일의 전기적 리드들 및/또는 전극을 위한 라우팅을 포함할 수 있을 것이다. 상기 전극은 몸체 표면 상의 전기적 전위를 기록하는 그리고/또는 착용자의 전기적인 자극을 위한 수단을 제공할 수 있을 것이다.

[0029] 본 발명의 또 다른 목적들 및 유리함들은 부분적으로 명백할 것이며 그리고 본 명세서로부터 부분적으로 명료할 것이다.

[0030] 따라서 본 발명은 본원에서 제시된 구성들에서 예시된 모든 부분들의 구성, 요소들의 조합, 및 배열의 특징들을 포함하며, 그리고 본 발명의 범위는 청구항들에서 표시될 것이다.

**발명의 효과**

[0031] 본 발명의 효과는 본 명세서의 해당되는 부분들에 개별적으로 명시되어 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0032] 본 발명 실시예들에 대한 더 완전한 이해를 위해서, 동반 도면들과 함께 다음의 설명들을 참조해야 하며, 도면들은 다음과 같다.

도 1은 나선형-절단 스프링 상에 매달린 축방향 셰이커를 구비한 종래 기술의 헤드폰 세트의 분해된 모습을 보여준다.

도 2a는 머리의 측면에 대해 이어컵을 흔들리게 하여 피부를 자극하는 축방향 셰이커 방위를 도시한 종래 기술의 헤드폰의 투시 모습을 보여준다.

도 2b는 도 2a의 종래 기술의 헤드폰들에 의해 생성된 과도한 베이스 오디오외관을 도시한 그래프를 보여준다.

도 3a는 매스를 옮기기 위해 이용가능한 공간 상 제한들로부터 그리고 코일의 제한된 힘 출력으로부터 생기는 전자기적인 진동 모듈의 힘 출력 상의 두 개의 물리적인 경계들을 도시한 도면을 보여준다.

도 3b는 몇몇의 실시예들에 따라, 도 3a에 도시된 제한들을 준수하는 코일, 자석들 및 매달린 관성 매스의 배열을 포함한 예시적인 모듈의 횡단면 모습을 보여준다.

도 3c는 몇몇의 실시예들에 따라, 도 3b의 모듈의 횡단면 모습을 그 위에 중첩된 예시적인 자속 라인들과 함께 보여준다.

도 4a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시적인 댐핑된 평면형 전자기 모듈의 투시 모습을 보여준다.

도 4b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 도 4a의 모듈의 분해 모습을 보여준다.

도 5a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 이어컵 내 모듈의 방위를 보여주는 예시적인 헤드폰의 분해 모습을 보여준다.

도 5b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 도 5a의 헤드폰을 착용한 사용자의 투시 모습을 보여주며 그리고 모션 축이 어떻게 사용자의 머리의 측면에 평행하게 놓여있는지를 도시한다.

도 5c는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 다양한 주파수들에서 도 5a의 예시적인 헤드폰의 측정된 가속이 40-200 Hz의 범위에 걸쳐 대략적으로 균일한 것을 보여준다.

- 도 6a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시적인 서스펜션의 분해 모습을 보여준다.
- 도 6b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 도 6a의 예시적인 서스펜션의 일부의 상세한 투시 모습을 보여준다.
- 도 7은 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시적인 모듈의 일부의 투시 모습을 보여준다.
- 도 8a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시적인 비틀림 모듈의 분해 모습을 보여준다.
- 도 8b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 도 8a의 비틀림 모듈의 자신의 굴곡부들의 행동을 보여주는 개략적인 모습을 보여준다.
- 도 8c는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 도 8a의 비틀림 모듈을 통합한 사용자 착용 헤드폰들의 투시 모습을 보여주며 그리고 사용자의 머리의 측면에 평행한 평면 내 예시적인 회전 모션을 보여준다.
- 도 9a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시적인 순응 진동 모듈의 분해 모습을 보여준다.
- 도 9b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 도 9a의 순응 진동 모듈의 횡단면 모습을 보여준다.
- 도 10a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 단일의 자석 및 플럭스 가이드들에 의해 형성된 자석 간극 내 전류를 운반하는 코일의 예시적인 2차원적인 유한 요소 분석을 보여준다.
- 도 10b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 관성 매스에 결합된 자석들을 구동하는 원형의 자석 간극들 내 여러 실린더형 코일들을 구비한 예시적인 모듈들의 투시 모습을 보여준다.
- 도 11은 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 상기 코일 및 간극의 예시적인 연장된 버전으로, 연장된 자석 및 매스를 구동하는 연장된 버전의 투시 모습을 보여준다.
- 도 12는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 상기 매스 및 자석들이 한 말단에서 상기 코일(들)에 의해 구동될 때에 그 매스 및 자석들을 측면으로 이동하는 것을 인도하기 위한 요소들과 함께 예시적인 하우스의 횡단면 모습을 보여준다.
- 도 13a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시적인 진동 모듈의 투시 모습을 보여준다.
- 도 13b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 서스펜션 및 하우스에 부착된 것을 도시한 도 13a의 모듈의 분해된 모습을 보여준다.
- 도 14a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 진동 모듈을 위한 유지 피쳐들을 구비한 예시적인 헤드폰 이어컵의 투시 모습을 보여준다.
- 도 14b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 도 12a의 헤드폰 이어컵의 분해된 모습을 보여준다.
- 도 14c는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 도 12a의 헤드폰 이어컵을 포함한 사용자 착용 헤드폰들의 투시 모습을 보여준다.
- 도 15a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 헤드폰 상에 위치한 다중의 진동 쿠션들을 구비한 예시적인 헤드폰을 착용한 사용자의 투시 모습을 보여준다.
- 도 15b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 도 15a의 헤드폰의 일부의 잘라진 횡단면 모습을 보여준다.
- 도 16a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 진동 요소들의 위치를 정하는 아마추어들을 구비한 예시적인 헤드폰을 착용한 사용자의 투시 모습을 보여준다.
- 도 16b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시의 아마추어에 의해 제공된 자유도들을 도시한 도 16a의 아마추어들의 분해된 모습을 보여준다.
- 도 16c는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 진동 요소 및 전극을 구비한 예시적인 포지셔너의 분해된 모습을 보여준다.
- 도 17은 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 다른 예시적인 포지셔너의 투시 모습을 보여준다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0033] 오디오-주파수 진동들을 위한 댐핑된 전자기적으로 작동된 평면형 모션을 제공하기 위한 다양한 실시예들이 여

기에서 개시된다. 이 목적을 위해 사용된 축각적 트랜스듀서의 주파수 범위를 가로지른 힘 출력 (force output)은 내부 매스를 움직이게 하기 위해 이용가능한 공간 그리고 그 움직임을 초래하는 액츄에이터의 피크 힘에 의해 제한된다. 도 3a는 상기 매스를 이동하기 위해 이용가능한 공간 상 제한들로부터 그리고 상기 코일의 제한된 힘 출력으로부터 생기는 전자기적인 진동 모듈의 힘 출력 상의 두 개의 물리적인 경계들을 예시한 도면 (30)을 보여준다. 전자기적인 액츄에이터에 대해, 이런 제한들은 트래블 제한 (31) 및 코일 제한 (32)으로 각각 명명될 수 있다. 상기 시스템이 과소댐핑되지 않는다면, 상기 트랜스듀서의 출력은 이 제한들 (31 및 32) 아래의 참조번호 33의 구역에 의해 기술될 수 있다.

[0034] 상기 트래블 제한은 다음의 방정식을 준수한다:

$$F_{max} = mx_{max}(2\pi f)^2$$

[0035] 이 경우에:

[0036]  $F_{max}$  = [N], 최대의 힘

[0037]  $x_{max}$  = [m], 변위를 위해 이용가능한 패키지 내 공간

[0038]  $m$  = [kg], 움직임 내 매스

[0039]  $f$  = [Hz], 주파수

[0040] 도 3b는 몇몇의 실시예들에 따라, 도 3a에 도시된 제한들을 준수하는 예시적인 진동 모듈 (300)을 보여준다. 특히, 도 3b는 어떻게 트래블 제한 (31) 및 코일 제한 (32)이, 이동하는 매스 (304), 정반대로 분극된 자석들 (302a 및 302b) (집합적으로 반대로 분극된 자석들 (302)), 코일 (307), 플럭스 가이드들 (308), 및 하우징 (305)을 보통 포함할 수 있는 본 발명의 실시예들에 적용되는가를 도시한다.

[0041] 한 특별한 예에서, 진동 모듈 (300)에 대한 트래블 제한 (31)은 하우징 (305)의 벽에 접촉하기 이전에  $\pm 0.002$  m ( $x_{max}$ )의 최대 변위를 겪을 수 있는 0.015 kg의 질량을 가지는 움직이는 매스 (304)에 대해 계산될 수 있다. 이 예에서, 매스 그리고 이용가능 변위의 곱은  $(0.015 \text{ kg}) \cdot (0.002 \text{ m}) = 3E-5 \text{ kg} \cdot \text{m}$  이다. 힘을 최대화하기 위해, 매스 및 이용가능 트래블의 곱은 최대화되어야만 한다. 관심 대상인 주파수가 더 높을수록, 가능한 가속은 상기 액츄에이터에 의해 부과된 제한까지 더 커진다. 전자기적인 액츄에이터에 대해, 이 코일 제한 (32)은 구리 권선들을 통해 흘러갈 수 있는 최대 전류  $I$ 를 보통은 반영한다. 파워 서플라이와 연관된 순간적인 제한 그리고 코일을 과열시키는 것과 연관된 더 긴 기간 제한- 보통 몇초 내지 몇 분까지-이 또한 존재한다. 몇몇의 실시예들에서, 상기 매스에 상기 변위를 곱한 것은, 예를 들면,  $1 \times 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}$  이거나 또는 더 클 수 있다.

[0042] 도 3c는 코일 제한에 영향을 주는 파라미터들을 도시한다. 특히, 반대로 분극된 자석들 (302)은 길이  $l$ 의 와이어로 형성된 코일 (307)을 횡단하는 자기장  $B$ 를 산출한다. 상기 자기장을 횡단하는 전류로부터 생긴 로렌즈 힘  $F$ 는 다음과 같다:

$$F_{max} = i_{max} \int d\vec{\ell} \times \vec{B}$$

[0043] 여기에서:

[0044]  $F_{max}$  = [N], 최대 힘

[0045]  $i_{max}$  = [Amp], 공급의 전류 제한, 또는 열 제한

[0046]  $l$  = [m], 와이어 길이

[0047]  $B$  = [Tesla], 자기장 강도

[0048] 최대 자속  $B$ 를 전류  $I$ 를 운반하는 코일 (307) 단면적을 통해 조정하기 위해, 그리고 전류  $I_{max}$  가 수용할 수 없는 온도 상승을 산출하지 않도록 상기 코일의 열 출력을 위한 저-저항 경로를 제공하기 위해 코일 (308), 자석들 (302), 및 플럭스 가이드들 (308)을 배치함으로써 힘 출력이 최대화될 수 있다. 예시를 위해, 1 N 힘의 실제의 코일 제한이 도 3a에서 가정된다. 상기 트래블 제한 및 코일 제한은 함께 임계적으로 댐핑된 트랜스듀서의

최대 정상 힘 출력을 한정한다.

- [0051] 도 4a 및 도 4b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시적인 댐핑된 평면형 전자기적 진동 모듈 (진동 모듈 (400))의 투시 모습 및 분해 모습을 각각 보여준다. 몇몇의 실시예들에서, 진동 모듈 (400)은 대체적으로 평평하거나 또는 평면형일 수 있으며, 그래서 그것이 헤드폰의 이어컵으로 쉽게 통합될 수 있도록 하며 그리고 상기 진동 모듈의 가장 얇은 치수에 직교하는 축 (401)을 따라 왕복하는 힘을 제공할 수 있도록 한다.
- [0052] 도 4b에서 보이는 것처럼, 반대로 분극된 자석들 (402)의 쌍이 리테이너 (403)에 의해 포켓 내에 유지되거나 또는 매스 (404) 내 함몰 형성될 수 있으며, 이 매스는 프레임 또는 하우징 (405) 내 굴곡부들 (406) 상에 매달릴 수 있다. 굴곡부들 (406)은, 상기 진동 모듈의 가장 얇은 치수에 직교할 수 있는 축 (401)을 따른 관성매스 (404) 및 자석들 (402)의 이동을 제공한다. 측면 힘들은, 코일 (407)을 통해 통과하는 전류에 의해 생성된 로렌츠 힘에 의해 자석들 (402)로 전달될 수 있으며, 상기 코일은 도 4b에서 전도성 와이어의 연장된 코일로서 도시된다. 상단 플럭스 가이드 (408)는 철 조각이나 다른 적합한 강자성 물질일 수 있으며, 상기 코일 (407)에 부착되거나 또는 그렇지 않고 상기 코일에 아주 가깝게 배치되며, 상기 자속을 인도할 수 있으며 그리고 하우징 (405) 내 적소에 코일 (407)을 유지하는 수단 및 히트 싱크로서 행동할 수 있다. 예를 들면, 자속 가이드 (408)는 하우징 (407)의 탑 플레이트 (405a) 내에 형성된 슬롯 (409) 내에 코일 (407)을 유지할 수 있으며, 그래서 코일 (407)이 프레임 (405)에 관하여 고정되도록 한다. 몇몇의 실시예들에서, 상기 코일 (예를 들면, 참조번호 407의 코일)을 지지하는 상기 하우징의 일부 (예를 들면, 도 4에 도시된 실시예에서 탑 플레이트 (405a))는 상기 코일을 구동하기 위한 전력 증폭 및/또는 오디오 신호의 저역 필터링을 제공하기 위한 컴포넌트들을 구비한 인쇄 회로 기판일 수 있다.
- [0053] 몇몇의 실시예들에서, 상기 매스 (404) 및 자석들 (402)의 움직임은 상기 자석들 (402) 및 하우징 (405)의 바닥 플레이트 (405b) 사이의 간극 내에서 유지되는 점성 자성유체 (410)의 얇은 레이어에 의해 댐핑될 수 있다. 상단 플럭스 가이드 (408a)를 향해 자석들 (402)을 당기는 끄는 힘의 균형을 맞추기 위해 추가적인 하단 자속 가이드 (408b)가 제공될 수 있다. 유도성 리드들 (407a)을 이용하여 전류를 코일 (407)로 라우팅될 수 있다. 몇몇의 실시예들에서, 전도성 리드들 (407a)은 하우징 (405)의 액세스 가능한 표면 (예를 들면, 도 4b에서 보이는 탑 플레이트 (405a)의 제일 위 표면 또는 어떤 다른 외부 표면) 상에 형성된 솔더 패드들 (405aa)에 솔더링될 수 있다. 전력 소스를 코일 (407)에 전기적으로 결합하기 위해서, 전력 소스 (도시되지 않음)로부터의 리드들은 솔더 패드들 (405aa)에 또한 부착될 수 있을 것이다.
- [0054] 도 5a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 이어컵 내 진동 모듈 (500)의 방위를 도시한 예시적인 헤드폰 세트 (50)의 분해된 모습을 보여준다. 진동 모듈 (500)은 이어컵 (51)의 두께에서 상대적으로 작은 부분을 차지하기 위해서 그리고 상기 진동 모듈의 가장 얇은 치수에 실질적으로 직교한 축 (501)에서 왕복시키는 힘을 제공하기 위해 설치된 것으로 도시된다. 진동 모듈 (500)은 오디오 드라이버 (52) 및 사운드 배플 (53) 뒤에 위치할 수 있으며, 오디오 드라이버 (52) 및 사운드 배플 (53)은 헤드폰 보우 (54) 위에 설치될 수 있다. 오디오-주파수 진동들에 대해 댐핑된 전자기적으로 작동된 평면형 모션을 생성하는 진동 모듈들을 제공하는 것은 상기 헤드폰 세트에 의해 제공된 오디오에 촉각적인 감각들을 더함으로써 사용자의 반응 시간을 유리하게도 빠르게 할 수 있다. 상기 진동들은 사용자의 선호하는 음향 청취 레벨을 낮춤으로써 사용자의 청각을 보존하기 위해 또한 도움을 줄 수 있다.
- [0055] 도 5b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 도 5a의 헤드폰을 착용한 사용자의 투시 모습을 보여주며 그리고 모션 축이 어떻게 사용자의 머리의 측면에 평행하게 놓여있는지를 도시한다. 비록 동일한 평면 내에 실질적으로 놓여있는, 예를 들면, "y"로 라벨이 붙여진 축과 같은 상이한 축을 따른 방향의 힘들 및 가속들이 최소의 과도한 사운드를 산출하면서도 인지할 수 있는 피부 견인력들을 제공하기에 또한 적합할 수 있다는 것을 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자들이 인정할 것이지만, 도 5b에서 보이는 것처럼, 시변 (time-varying) 전압은 "x"로 라벨이 붙여진 축 (501)을 따라 헤드폰 착용자 머리의 측면에 평행한 평면에서 힘들 및 가속들을 산출할 수 있다.
- [0056] 도 5c는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 도 5a의 예시적인 헤드폰의 측정된 가속의 실험적인 결과들의 차트 (50c)를 보여준다. 특히, 차트 (50c)는 축 (501)을 따른 상기 이어컵의 측정된 가속이 40-200 Hz의 범위에 걸쳐 실질적으로 균일하다는 것을 설명한다. 상기 주파수 응답의 특징을 기술하기 위해서, 20 내지 200 Hz 범위의 사인파 (sinusoidal) 전압 ( $V_{vibrate}$ )이 진동 모듈 (500)의 코일에 부착된 유도성 리드들 (55) 중 하나에 인가되며, 다른 리드는 도 5a에서 보이는 것처럼 그라운드 전위 (GND)에서 유지된다.
- [0057] 서브-공진 주파수들 (502)인 대략적으로 40 Hz 아래에서, 진동 모듈 (500)의 출력은 "트래블 제한" (예를 들면,

도 3a의 트레블 제한 (31)에 의해 강제되며, 이는 전압이 증가하면, 상기 매스 (예를 들면, 도 3b의 매스 (304))는 더 멀리 이동하며, 그리고 전압을 너무 높이 증가시키는 것은  $x_{max}$ 를 초과하는 이동의 결과를 가져오며 그리고 상기 매스가 프레임 (예를 들면, 도 3b의 하우징 (305)과 접촉하도록 하는 원인이 되어, 바람직하지 않은 청각적인 노킹 사운드를 산출하기 때문이다. 대략적으로 40 Hz 위에서, 전압을 증가시키는 것이 결국에는 코일 온도에서의 바람직하지 않은 증가를 산출하는 "코일 제한" (예를 들면, 도 3a의 코일 제한 (320))에 의해 시스템 응답이 강제된다. 진동 모듈 (500) 내 댐핑 유체 (예를 들면, 도 4b의 점성 자성유체 (410))의 점성 및 부피는 30-50 Hz에서 명백할 공진을 댐핑하기 위해 조절되었으며, 이는 참조번호 503의 범위 내 40 및 200 Hz 사이의 도 5c 에서 분명한 상대적으로 균일한, 비-피크 응답을 달성하기 위한 것이다. 상기 응답에서의 공진 피크의 부재는 이전에 도달하기 어려웠던 높은 신뢰도를 가진 음압적인 경험의 촉각적인 성분을 재현하는 것을 가능하게 한다.

[0058] 도 3a - 도 4b에서 제시된 진동 모듈의 실시예는 특별한, 비-한정적인 예이며, 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 사용될 수 있을 예시적인 진동 모듈을 단지 예시한다는 것만을 의미할 뿐이라는 것은 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자에게는 분명할 것이다. 추가의 예시적인 진동 모듈의 실시예들이 이제 제시될 것이며, 그 실시예들 각각은 도 5a - 도 5c에서 보이는 헤드폰 내 적절하게 방위가 정해진 모션을 산출하도록 구성될 수 있다.

[0059] 도 6a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 진동 모듈 (600)의 분해된 모습을 보여준다. 진동 모듈 (600)은 상기 매달린 매스를 상기 하우징 내에 정확하게 배치하고 이격시키기 위한 대안의 서스펜션 시스템을 갖추었다는 것을 제외하면 참조번호 400의 진동 모듈과 실질적으로 유사하다. 특히, 진동 모듈 (600)은 매스 (604)를 포함하며, 굴곡부들 (606)이 반대편 말단들 상에서 그 매스에 부착되며, 이는 상기 매스를 하우징 (605) 내에 매달기 위한 것이다. 굴곡부들 (606)은 탑 플레이트 (605a) 및 바닥 플레이트 (605b) 내 각각의 구멍들 (605ab 및 605bb)과 맞물린다. 상기 매스 (604) 내 포켓에는 바닥 (608)이 장착될 수 있으며, 그 바닥은 상기 매스에 부착된 얇은 플레이트로서 도 6a에서 구현된 것이다. 자석 쌍 및 하우징의 부분들은 명료함을 위해서 이 예에서는 생략되었다.

[0060] 도 6b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따라, 굴곡부 (606)의 일부의 상세한 투시 모습을 보여준다. 굴곡부 (606)는 상기 탑 플레이트 및 바닥 플레이트 내 구멍들 (605ab 및 605bb)과 맞물리는 돌출 탭들 (606a)을 포함하여, 상기 플레이트들의 정렬을 제공하고 그리고 그 플레이트들 사이의 간극의 사이즈를 세팅한다. 굴곡부들 (606)은 플렉싱 부재 (606c)를 위한 틈새를 제공하는 솔더부들 (606b)을 또한 가질 수 있어서, 매스 (604)가 하우징 (605) 내에서 이동할 때에 플렉싱 부재 (606c) 그리고 탑 플레이트 (605a) 및 바닥 플레이트 (605b) 사이의 접촉을 방지하도록 한다.

[0061] 도 7은 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시적인 진동 모듈 (700)의 일부의 투시 모습을 보여준다. 진동 모듈 (700)은 서스펜션 베이스 부재 (711)에 결합된 (예를 들면, 접착제를 이용하여 첨부된) 정반대로 분극된 자석들 (702)을 포함한다. 굴곡부들 (706)은 상기 서스펜션 베이스 부재 (711)와 일체로 성형되어 형성되거나 또는 그렇지 않고 상기 서스펜션 베이스 부재에 결합될 수 있다. 매스 (704)는 배치되어 (예를 들면, 자석들 (702) 맞은 편)의 서스펜션 베이스 부재 (711)의 한 말단에서 상기 서스펜션 베이스 부재 (711)에 결합될 수 있다. 몇몇의 실시예들에서, 매스 (704)는 진동 모듈 (700)에 전력을 공급하기 위한 배터리를 포함할 수 있으며 또는 그 배터리를 포함할 수 있다. 도 7에 도시된 진동 모듈 (700)의 일부는 (예를 들면, 도 4의 하우징 (405)인) 도 7에 도시된 하우징 내에 놓여질 수 있다.

[0062] 도 8a는 본원에서 설명된 다양한 실시예에 따른, 예시적인 비틀림 진동 모듈 (800)의 분해된 모습을 보여준다. 진동 모듈 (800)은 지금까지 개시된 선형으로 이동하는 진동 모듈의 회전하는 유사형 (analog)이다. 도 8a에서 보이는 것처럼, 정반대로 분극된 두쌍의 자석들 (802) 및 두 개의 관성 매스들 (804)이 굴곡부들 (806) 상에 매달린 디스크 (812)에 결합될 수 있으며, 상기 굴곡부들은 상기 디스크의 중앙 허브 (812a) 주변의 비틀림 회전을 허용한다. 상기 허브의 말단들은 전방 하우징 부재 (805a) 및 후방 하우징 부재 (805b)에 결합될 수 있다. 코일들 (807)은 전방 하우징 부재 (805a)의 슬롯들 내에 유지될 수 있으며 그리고 자속 가이드들 (808a)에 결합되거나 또는 자속 가이드들에 가깝게 근접하게 가져와질 수 있다. 후방 하우징 부재 (805b) 상에 자속 가이드들 (808b)이 또한 제공될 수 있다.

[0063] 도 8b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 상기 굴곡부들 (806)의 행동을 예시하는 비틀림 진동 모듈 (800)의 개략적인 모습을 보여준다. 특히, 도 8b는 디스크 (812)가 허브 (812a) 주위를 회전할 때에 굴곡부들 (806)이 초기의 똑바른 위치 (806-1)로부터 편향된 위치 (806-2)로 편향될때의 굴곡부들 (806)의 행동을 예시한

다.

- [0064] 도 8c는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 비틀림 진동 모듈 (800)을 통합한 사용자 착용 헤드폰 세트 (80)의 투시 모습을 보여주며 그리고 사용자의 머리의 측면에 평행한 평면 내 예시적인 회전 모션을 보여준다. 중앙 디스크 (812) 상에서 매스들의 회전은 " $\theta$ "로 라벨이 붙여진 회전 경로 (801)를 따라 허브의 축 주위에서 이어캡의 반대 회전을 산출한다. 상기 모션은 사용자 머리의 측면에 평행한 평면 내에 놓여있으며, 이어캡 내부의 공기의 부피에 대한 변화를 일으키지 않으면서, 그래서 원치않는 사운드를 최소화하면서도, 진동으로서 지각할 수 있는 피부 수축들을 산출한다. 상기 회전 시스템의 이 특별한 실시예는 이전에 예시된 선형 시스템의 코일들 및 자석들의 개수의 두 배를 가지지만, 동일한 대체적인 효과를 산출한다. 따라서, 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자는 임의의 개수 ( $N=1,2,3...$ )의 액츄에이터 요소들이 동등한 또는 유사한 결과들을 제공할 수 있다는 것을 인정할 수 있을 것이다. 유사하게, 특히 하우스징 매스들 (804) 및 자석들 (802)의 섹터들의 형상이 변경될 수 있을 것이며, 그래서 반-원형 섹터들과 같은 다른 형상들이 상기 명시적으로 개시된 실시예들과 동등한 또는 유사한 방식으로 수행될 수 있을 것이라는 것은 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자에게는 자명해야 한다.
- [0065] 지금까지, 본 발명에 따른 여러 강체의 실시예들이 개시되었다. 그러나, 직접적인 피부 접촉에 적합한 순응 (compliant) 구조들 또한 본 발명의 범위 내에 속하는 것으로서 예측될 수 있다. 도 9a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시적인 순응 진동 모듈의 분해 모습을 보여준다. 진동 모듈 (900)은 자성유체 (911)의 레이어 상에 지지된 순응 펌프 (904) 내 내장된 정반대로 분극된 자석들 (902)의 평면형 쌍을 포함할 수 있으며, 여기에서 펌프 (904) 및 자성유체 (911) 둘 모두는 두 개의 불투과성 탄성 멤브레인들 사이에 포착된다. 순응 진동 모듈 (900)의 형성에 있어 사용된 상기 순응 물질들은 50 MegaPascal 미만의 탄성 계수를 가질 수 있다.
- [0066] 하단의 멤브레인 (905b)은 움직임을 위해 고정적인 플랫폼을 제공하며, 상단 멤브레인 (905a)은 상기 펌프 (904)와 함께 이동하며 그리고 펌프 (904)의 측면 움직임을 쉽게 할 수 있게 하기 위해 옵션으로 주름이 질 수 있다. 상기 상단 멤브레인 및 하단 멤브레인은, 예를 들면, 열가소성 탄성 중합체들을 위한 열 밀봉 프로세스에 의해, 점착성 또는 용매 본딩에 의해, 또는 어떤 다른 적합한 본딩 방법에 의해 경계들에서 밀봉될 수 있다. 이전처럼, 상기 자석들은 코일 (907)을 통해 지나가는 전류에 의해 측면으로 힘을 받는다. 이 실시예에서, 상기 코일 (907)은 상기 펌프 (904)의 움직임을 위한 지지 스테이지를 제공하기 위해 순응 스테이지 (905c) 내에 넣어질 수 있다.
- [0067] 참조번호 907b의 리드에 대하여 시변 신호들을 코일 (907)의 참조번호 907a의 리드에 인가하는 것은 상기 펌프 (904) 상의 시변 힘들 (time-varying forces), 그리고 그것에 결합된 상단 멤브레인 (905b)의 대응하는 측면 가속들을 산출한다. 상단 멤브레인 (905b)은 착용자의 피부와 직접 접촉하여 배치될 수 있을 것이며 또는 착용자의 피부와 접촉하는 쿠션 직물에 통합될 수 있을 것이다.
- [0068] 도 9b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 순응 진동 모듈 (900)의 횡단면 모습을 보여준다. 도 9b에서 예시된 것처럼, 코일 (907)을 통한 전류 I는 코일 (907)을 통해 흘러서, 자석들 (902)에게 측면으로 힘을 가한다. 상기 순응 상단 멤브레인 (905a) 및 스테이지 (905c) 사이의 상대적인 움직임은 상기 자성유체 레이어 (911)에 의해 용이하게 된다. 진동 모듈 (900)의 경계에서의 밀봉은 상기 하단 멤브레인 (905b)이 상단 멤브레인 (905a)에 접촉하는 곳에서 분명하다.
- [0069] 비록 예들이 어느 정도까지는 자석들의 평면형 쌍들을 통합한 진동 모듈에 초점을 맞추었지만, 본 발명의 실시예들은 자석 및 코일 사이에 대안의 배치들을 구비하는 것으로 또한 생각된다. 여러 예시적인 실시예들이 도 10a - 도 13에서 보인다.
- [0070] 도 10a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 단일의 자석 (1002) 및 플럭스 가이드들 (1008)에 의해 형성된 자석 간극 내 전류를 운반하는 코일 (1007)의 예시적인 2차원적인 유한 요소 분석을 보여준다. 자석 (1002)은 코일 (1007)이 전류 I를 운반하는 공기 간극을 통해 자속 가이드들 (1008)에 의해 인도된 자속을 가진다. 생성된 로렌츠 힘은 코일 (1007)을 참조번호 1001a의 방향으로 힘을 가하며 그리고 도 10에 예시된 컴포넌트들의 나머지를 참조번호 1001a의 방향과는 반대인 참조번호 1001b의 방향으로 힘을 가한다.
- [0071] 도 10b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시적인 진동 모듈들의 투시 모습을 보여준다. 진동 모듈 (100)은 관성 매스 (1004)에 결합된 자석들을 구동하는 원형의 자기 간극들 내 원형 코일들을 포함하는 다중의 드라이버들을 포함할 수 있다. 몇몇의 실시예들에서, 이 드라이버들 중 하나 이상은 매스 (1004)의 한 가장자리를 따라 위치할 수 있을 것이며, 그래서 코일들 (1007)에 시변 전압을 인가하는 것이 상기 자석들 (1002) 및 플

력스 가이드들 (1008) 상에 로렌쯔 힘을 생성하도록 하며 그리고 그림으로써 매스 (1004)에 힘을 가하여 실질적으로 상기 진동 모듈의 평면 내에 놓여있는 축 (1001)을 따라 이동하도록 한다. 코일들 (1007)이 하우징 (시각적 명료함을 위해 생략됨)에 고정된다면, 상기 자석들, 플럭스 가이드, 및 관성 매스는 상기 하우징에 대하여 이동한다.

[0072] 도 11은 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 진동 모듈 (1000)의 코일 및 간극 구조들에 대하여 일체 성형되어 연장된 간극 구조 및 코일을 구비하여, 연장된 자석들 (1102) 및 매스 (1104)를 구동하는, 예시적인 진동 모듈 (1100)의 투시 모습을 보여준다. 그 결과인 기하학적 외형은 연장된 플럭스 가이드 (1108)의 공기 간극 내 배치된 연장된 타원형 코일 (1107)을 이용한다. 이전에 개시된 실시예들에서처럼, 코일 (1107)을 통한 시변 전압 스위핑 전류는 상기 자석, 플럭스-가이드, 및 관성 매스를 상기 모듈의 평면 내 축 (1101)을 따라 측면으로 힘을 가한다.

[0073] 도 12는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 상기 매스 (1204) 및 자석들 (1202)이 한 말단에서 상기 코일(들) (1207)에 의해 구동될 때에 그 매스 및 자석들의 측면 이동을 인도하는 요소들과 함께 예시적인 하우징 (1205)의 횡단면 모습을 보여준다. 하우징 (1205)은 도 10b 및 도 11에서 예시된 진동 모듈들 (1000 및 1100)을 위한 적합한 하우징일 수 있다. 코일 (1207)은 하우징 (1205)의 벽에 고정될 수 있다. 코일 (1207)을 통해 전류가 통과할 때에, 자석 (1202), 플럭스 가이드 (1208), 및 관성 매스 (1204)는 상기 진동 모듈의 평면 내에 놓여있는 축 (1201)을 따라 측면으로 힘을 받는다. 이 실시예에서, 관성 매스 (1204)의 움직임은, 예를 들면, 굴곡부들이 아니라 선형 글라이드들 (1206)에 의해 인도될 수 있다. 그러나, 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자는 다양한 서스펜션들이 본 발명의 범위 내에 있으며, 그리고 필적하는 결과들이 굴곡부들, 자성유체, 부상들, 및 평탄한 베이킹을 이용하여 그것들이 미리 적재되고 그리고 20 - 200 Hz 범위내 주파수들에서 왕복운동할 때에 들릴 정도로 덜격거리지 않도록 하기 위해서 점성 그리스로 패키징되었다면 달성될 수 있을 것이라는 것을 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자는 인식할 것이다.

[0074] 도 13a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 또 다른 예시적인 진동 모듈 (1300)의 투시 모습을 보여준다. 진동 모듈 (1300)은 얇은 축을 따라 분극된 얇은 자석 (1302)을 포함한다. 그것은 타원형 횡단면 (1307)을 가진 긴 코일의 중심에서 동작한다. 상기 타원형의 평평한 측면들은 자석 (1302)의 플럭스를 가로질러 흐르는 전류 I를 운반하며, 그러므로 상기 전류 및 자속 둘 모두에 수직인 힘을 생성한다. 즉, 로렌쯔 힘은 자석 (1302)에 그 자석의 장축 (1301)과 정렬된 방향으로 힘을 가하며, 그리고 코일 (1307)에 반대 방향으로 힘을 가한다. 동심의 외부 코일 (1307)이 제공된 자속 가이드 (1308)는 상기 자속의 방향을 개선할 수 있다. 브라켓 (1303)은 자석 (1302)의 움직임을 관성 매스 (1304)에 결합시킬 수 있다.

[0075] 도 13b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시적인 서스펜션 및 하우징 (1305)에 부착된 것을 도시한 진동 모듈 (1300)의 분해된 모습을 보여준다. 굴곡부들 (1306)은 관성 매스 (1304)에 부착될 수 있으며, 그래서 관성 매스 (1304)가 하우징 (1305)에 대해 움직일 수 있도록 한다. 몇몇의 실시예들에서, 코일 (1307) 주위에 제공된 자속 가이드 (1308)에 결합될 수 있는, 짝을 이루는 표면 (1305a)이 하우징에 제공될 수 있으며, 그래서 코일 (1307)이 상기 하우징에 대해 고정되도록 한다. 자석 (1302)의 모션을 관성 매스 (1304)로 이동시키기 위한 제2 브라켓 (1303b)이 보인다. 관성 매스 (1304)의 모션의 축 (1310)이 또한 보인다.

[0076] 도 14a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 진동 모듈을 보유하기 위한 유지 피치들 (142)을 구비한 예시적인 헤드폰 이어컵 (141)의 투시 모습을 보여준다. 비록 도 14a에 클립들이 도시되어 있지만, 예를 들면, 접착제 및 파스너들과 같은 다른 적합한 유지 피치들이 대신 사용될 수 있을 것이다.

[0077] 도 14b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 헤드폰 이어컵 (141)의 분해된 모습을 보여준다. 특히, 도 14b는 관성 매스의 움직임이 헤드폰 이어컵 (141)을 통해 보이는 본 발명의 실시예들을 도시한다. 이 실시예에서, 진동 모듈 (1400)의 백 플레이트 (1405)는 예를 들면 유리 또는 투명 플라스틱과 같은 투명 재질로 형성되며, 그리고 헤드폰 이어컵 (141)에는 투명한 창 (141a)이 제공된다. 백 플레이트 (1405) 및 투명 창 (141a)은 협력하여, 움직이는 관성 매스 (1404)의 모습을 제공한다.

[0078] 도 14c는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 헤드폰 이어컵 (141)을 포함한 사용자 착용 헤드폰 세트 (140)의 투시 모습을 보여준다. 도 14c에서 보이는 것처럼, 시각적 디자인 (141b)이 옵션으로 디스플레이되는 창 (141a)의 가장자리들, 관성 매스 (1404)의 움직임 그리고/또는 진동 모듈 (1400)의 다른 컴포넌트들이 보인다. 즉, 보는 사람에게는 깨끗한 광학적 경로가 제공될 수 있으며, 그래서 상기 진동 모듈의 사용자의 머리에 착용되었을 때에, 이어컵 (141) 내 진동 모듈 (1400)의 진동이 보일 수 있도록 한다.

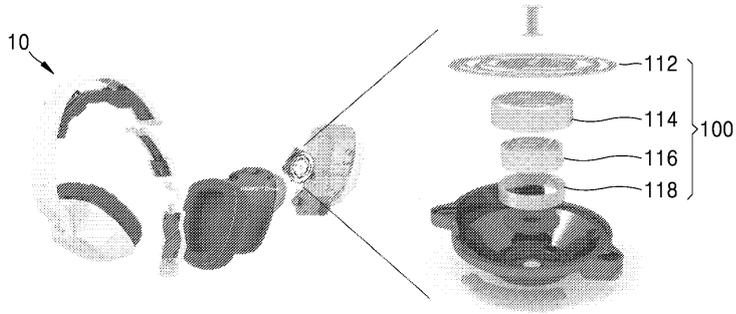
- [0079] 도 15a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 다중의 진동 쿠션들 (152)을 구비한 예시적인 헤드폰 세트 (150)를 착용한 사용자의 투시 모습을 보여준다. 특히, 진동 쿠션들 (152)은 헤드폰 보우 (153) 상에 제공되어, 착용자의 피부 상 여러 위치들에서 접선 견인력을 산출한다.
- [0080] 도 15b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 헤드폰 세트 (150)의 일부의 잘라진 횡단면 모습을 보여준다. 도 15b는 헤드폰 보우 (153) 및 순응 진동 모듈 (1500)을 예시하며, 이 순응 진동 모듈은 도 9a 및 도 9b의 순응 진동 모듈 (900)과 유사할 수 있으며, 폼 부재 (154) 및 커버 (155)로 형성된 쿠션 내에 내장된다. 상기 쿠션은 헤드폰 보우 (153)에 (예를 들면, 접촉제 (156)를 이용하여) 부착될 수 있다. 이 실시예에서, 진동 모듈 (1500) 내 순응 펌프의 움직임은 착용자의 피부 또는 머리카락 상에 놓여있는 상기 쿠션 커버의 전단 움직임 (1501)을 초래한다.
- [0081] 도 16a는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 진동 요소들 (162)의 위치를 정하는 아마추어들 (166)을 구비한 예시적인 헤드폰 세트 (160)를 착용한 사용자의 투시 모습을 보여준다. 도 16a에서 보이는 것처럼, 상기 진동 요소들 (162)의 위치들을 헤드폰 보우 (164) 및 이어컵 (161)에 관해 조절하기 위해 하나 또는 그 이상의 포지셔너들 (166)이 제공될 수 있으며, 이는 착용자의 피부 상 다양한 위치들에서 진동을 제공하기 위한 것이다.
- [0082] 도 16b는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 예시의 아마추어에 의해 제공된 자유도들을 도시한 도 16a의 아마추어들 (166)의 분해된 모습을 보여준다. 여기에서, (도 9a 및 도 9b의 순응 진동 모듈 (900)과 유사하거나 동일할 수 있는)순응 진동 모듈 (1600)과 같은 진동 요소의 위치가 정해져서, 착용자의 피부 상에 접선방향의 전단 견인력을 부과하도록 한다. 진동 축은 (사용자의 머리의 측면에 평행한, 그러나 반드시 일치하지는 않은) 사용자의 시상단면에 원래 평행하게 놓여지도록 선택될 수 있을 것이며, 그래서 사용자의 귀를 향한 그리고 귀에서 멀어지는 원치않는 움직임을 최소화하며, 원치않는 사운드를 최소화한다.
- [0083] 도 16b에서 더 보이는 것처럼, 아마추어 (166)는 진동 모듈 (1600)을 지지하고 그리고, 예를 들면, 피벗 베이스 (166b)에 의해 제공된 회전 자유도 주위의 회전 (1601a)에 의해 사용자의 피부의 표면 위로 측면 움직임을 또한 제공하는 표면 (166a)을 제공할 수 있다. 아마추어 (166)는, 헤드폰 (160)에 연결되는 곳인 포지셔너 베이스 (166b)에 관하여 사용자의 피부의 가변 높이를 제공하는 움직임을 가능하게 하는 아마추어 베이스 (166b) 및 아마추어 (166) 사이의 힌지 연결 (166c)에 의해 제2 자유도 주위에서 회전 (1601b)을 또한 제공할 수 있다.
- [0084] 도 16c는 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 포지셔너 (166)의 분해된 모습을 보여준다. 특히, 도 16c는 진동 요소 (1600)를 위한 전기적 리드들이 어떻게 그 전기적 요소를 통해 라우팅될 수 있는가, 그리고 어떻게 그것이 옵션의 피부-접촉 전극 (166e)을 위한 설치 포인트 및 전기적 연결 (166d)을 제공하는가를 예시한다. 전극 (166e)은, 진동 요소의 리드 (166g)에 인가된 시변 전압에 독립적인 싱크 (sink) 전류 또는 독립적인 전기적 리드 (166f) 소스를 통한 것일 수 있다.
- [0085] 그것에 의해 피부 접촉 전극은 착용자를 자극하는 수단을 제공하며, 예를 들면, 전사한 직류 전류 (transcranial direct current) 자극을 제공한다. 진동이 고통을 차폐하기 때문에, 피부를 통한 전기적 자극과 일반적으로 연관된 고통이 회피될 수 있다. 상기 전극은 착용자의 몸체의 표면 상의 전기적 전위들, 예를 들면, 뇌 활동을 표시하는 착용자의 뇌파, 또는 눈의 방위를 표시하는 안구전도, 또는 얼굴 근육들의 수축을 표시하는 착용자의 근전도, 땀흘림을 표시하는 사용자 피부의 전도성, 또는 착용자 몸체의 표면 상의 어떤 다른 전기적 전위들로부터 발생한 신호들을 기록하기 위한 하나 이상의 센서들을 또한 제공할 수 있다.
- [0086] 도 17은 본원에서 설명된 다양한 실시예들에 따른, 다른 예시적인 포지셔너 (176)의 투시 모습을 보여준다. 포지셔너 (176)는 포지셔너 베이스 (176b)에 관해 피부 접촉 포인트의 방사상 포지셔닝을 제공하는 확장가능 자유도 (1701)을 가질 수 있다. 진동 요소에 대한 지지를 상기 포지셔너에게로 연결시키는 탄성 필라들 (176g)에 의해 추가적인 유연성이 옵션으로 피부 접촉 포인트에게 전해진다. 진동 모듈들을 사용자 몸체 상의 원하는 위치 위에 배치함으로써 마사지는 모션을 제공하기 위해서, 상기 포지셔너 내의 이런 다양한 자유도들이 수동적이며, 스프링 적재되며, 또는 전기기계적으로 작동될 수 있다는 것은 본 발명이 속한 기술 분야에서의 통상의 지식을 가진 자에게는 분명하다.
- [0087] 전술한 것으로부터 명백해진 모습들, 특징들 및 유리함들은 효과적으로 달성되었으며, 그리고 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않으면서도 특정한 변경들이 상기 개시된 특허성있는 실시예들에서 만들어질 수 있기 때문에, 본원에 포함된 모든 사항은 예시적인 것이며 제한하는 의미로 번역되지 않아야 한다고 의도된 것이라는 것이 이해되어야 한다.

[0088]

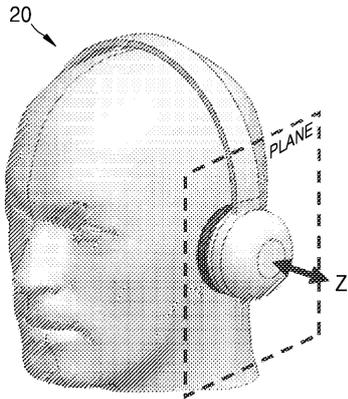
다음의 청구항들은 본원에서 개시된 본 발명의 일반적인 그리고 특정된 특징들 모두를 커버하려고 의도된 것이며, 그리고 본 발명의 범위에 대한 모든 진술들은 언어상 그 진술들 사이에 속한 것으로 말해질 것이라는 것이 또한 이해되어야 한다.

도면

도면1

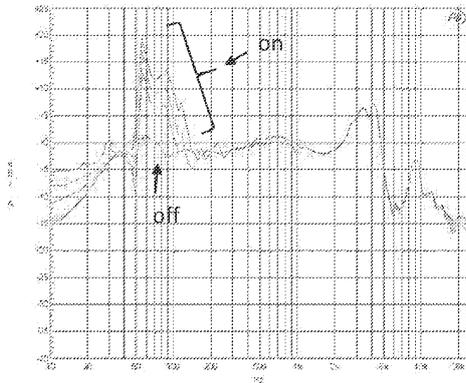


도면2a

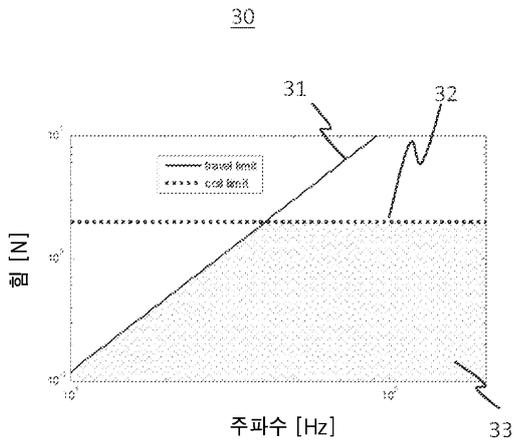


도면2b

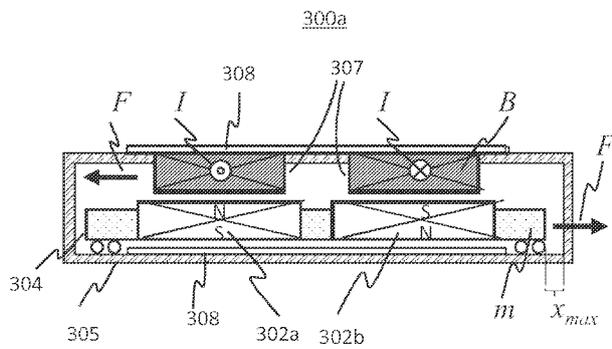
오디오 정밀도 02/21/14 16:01:01



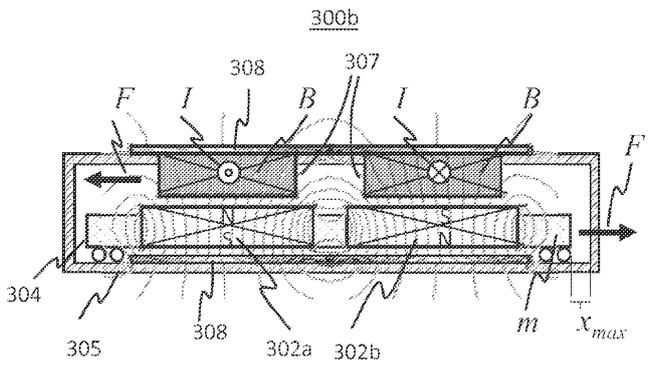
도면3a



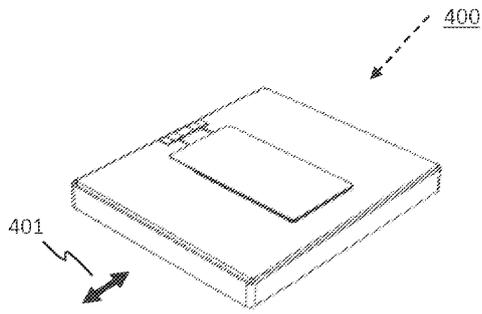
도면3b



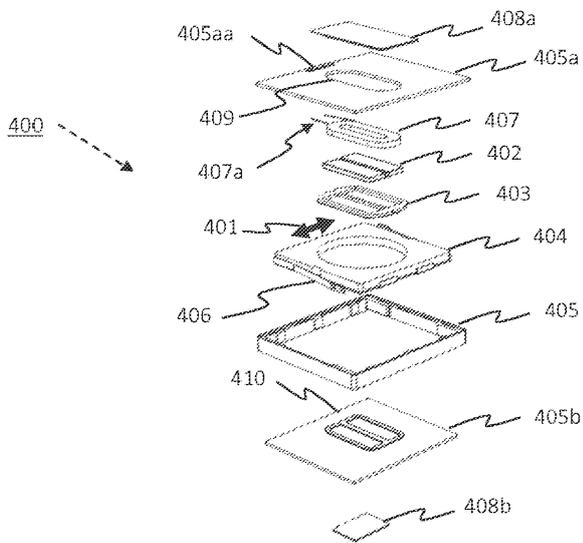
도면3c



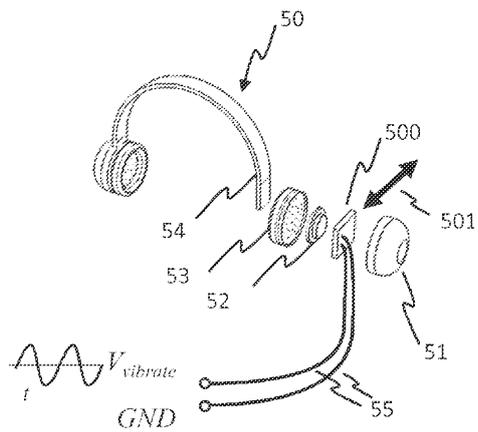
도면4a



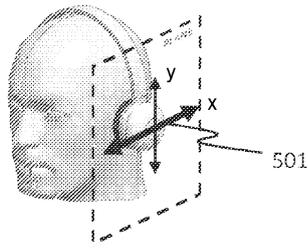
도면4b



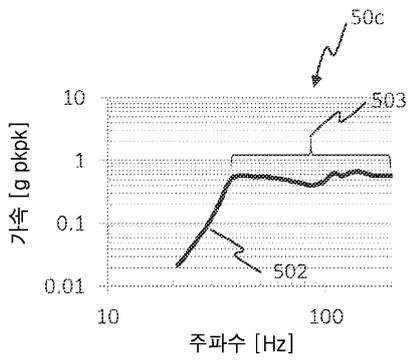
도면5a



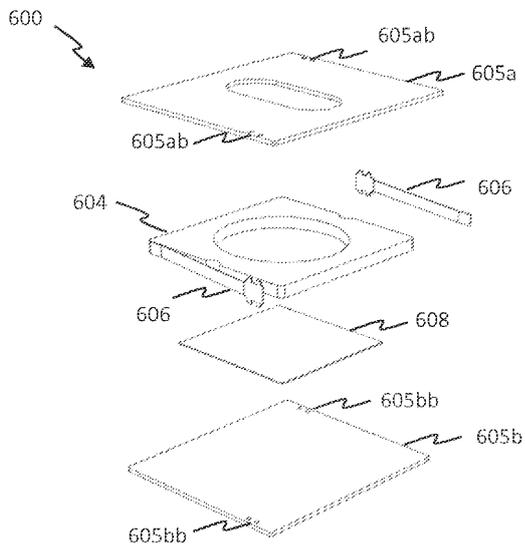
도면5b



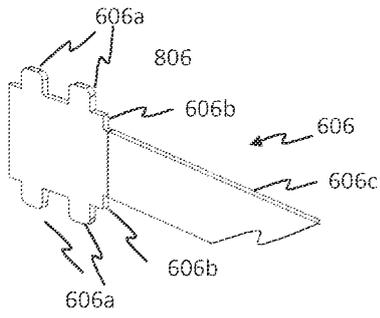
도면5c



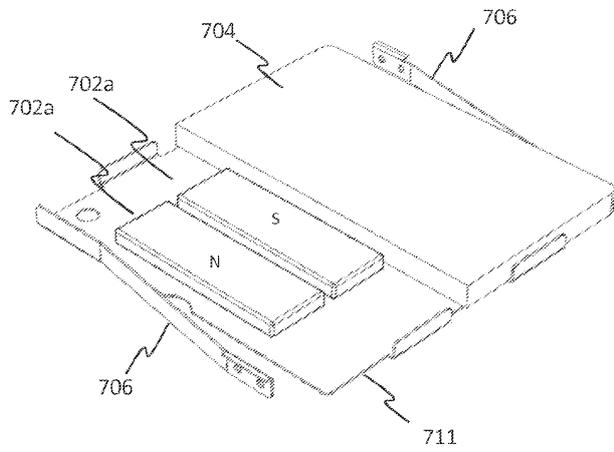
도면6a



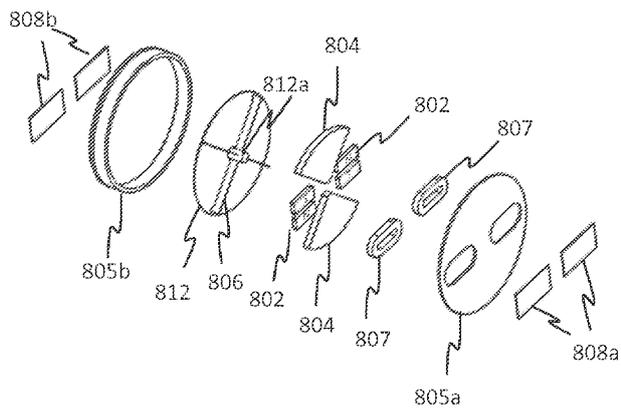
도면6b



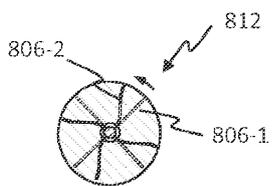
도면7



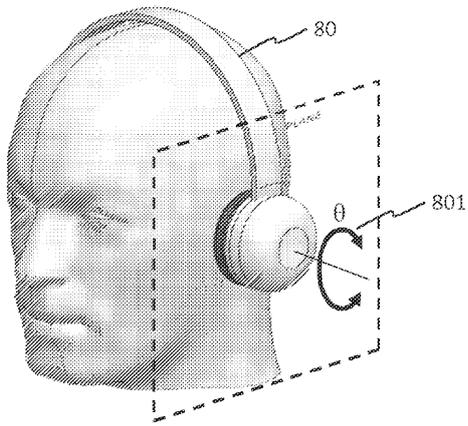
도면8a



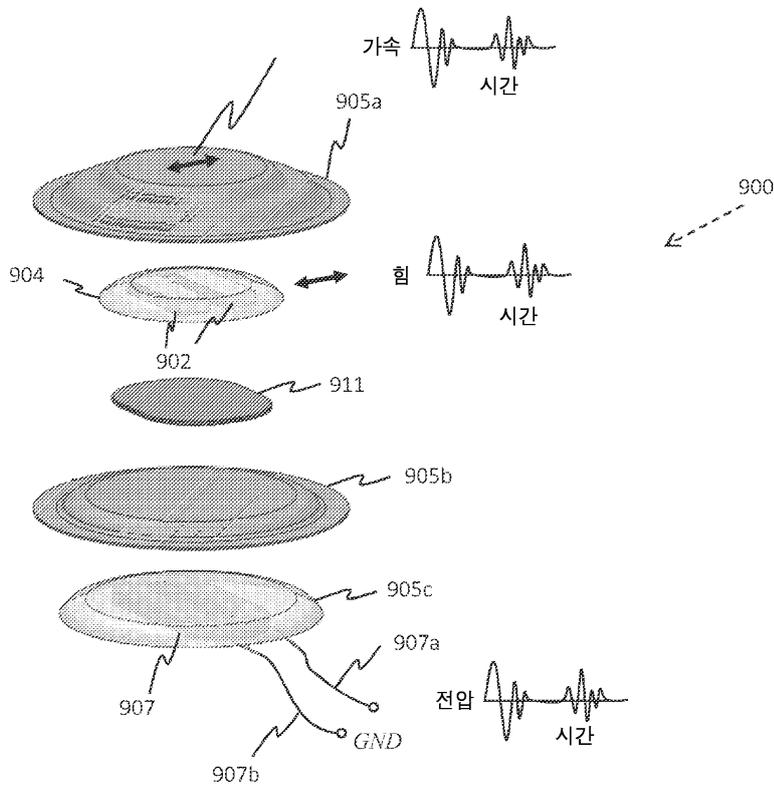
도면8b



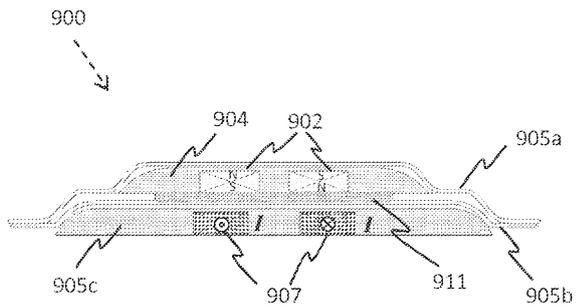
도면8c



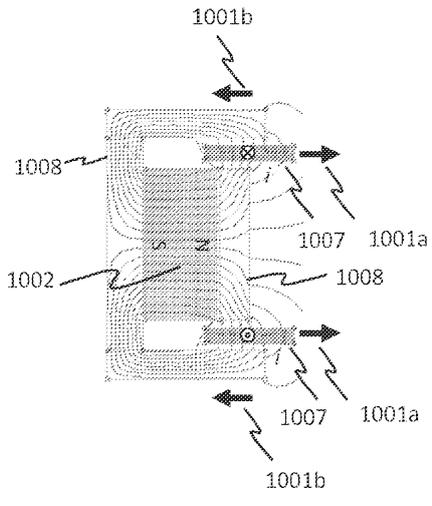
도면9a



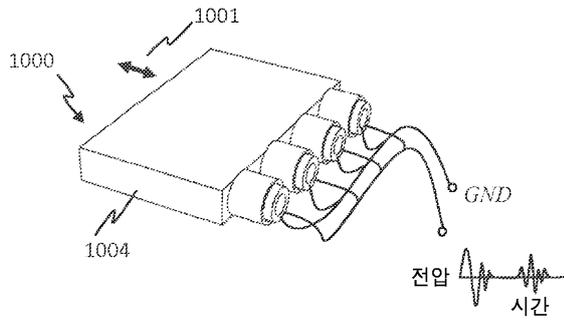
도면9b



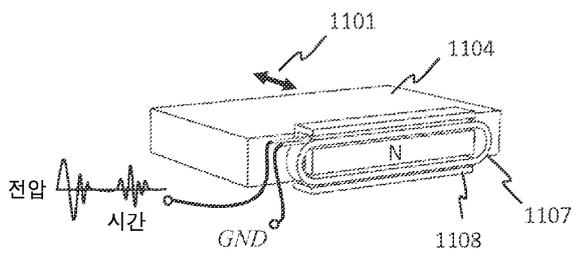
도면10a



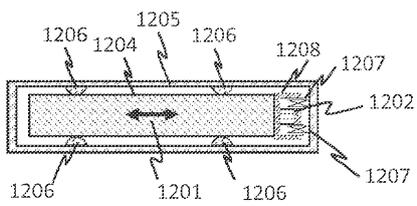
도면10b



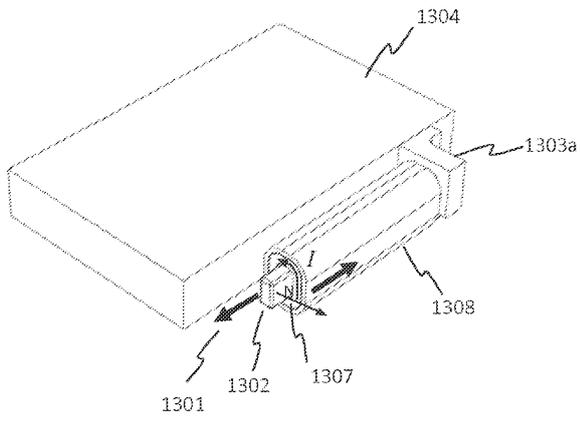
도면11



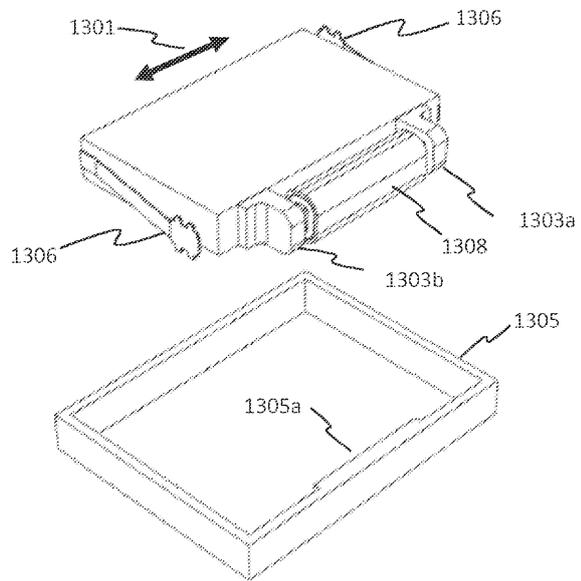
도면12



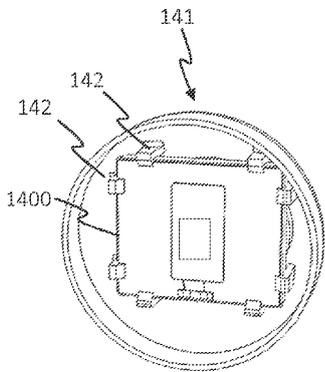
도면13a



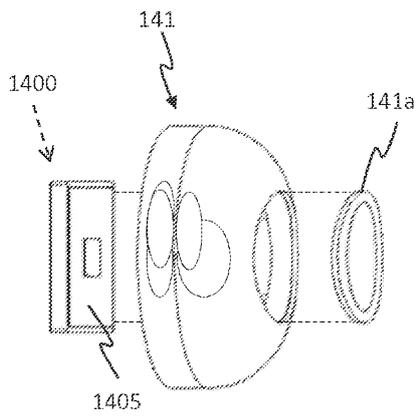
도면13b



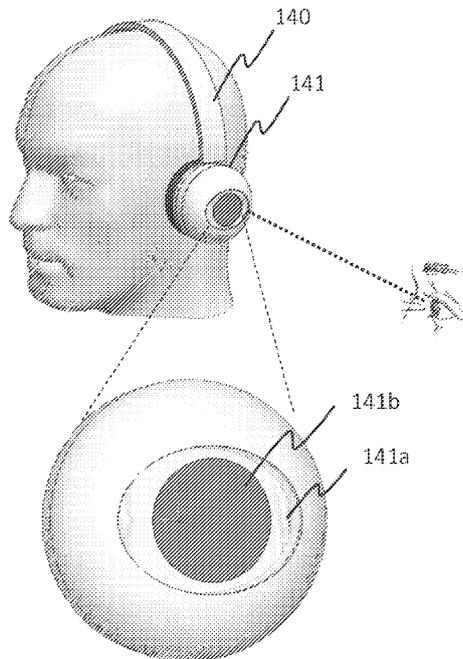
도면14a



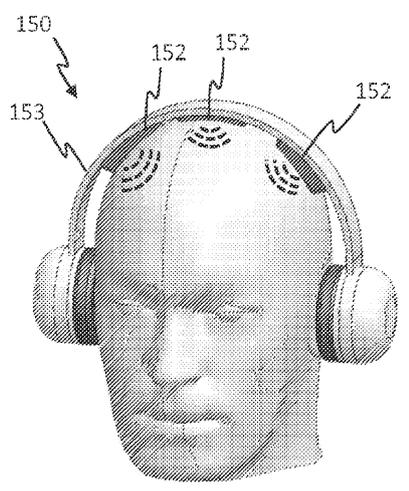
도면14b



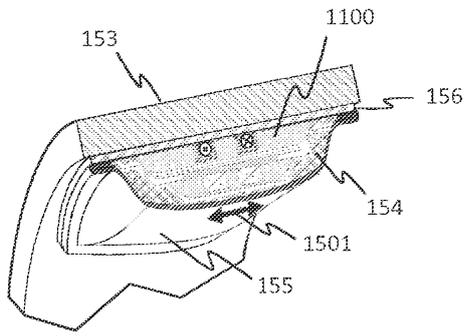
도면14c



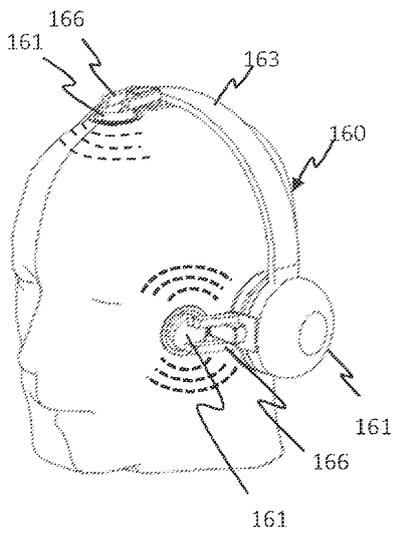
도면15a



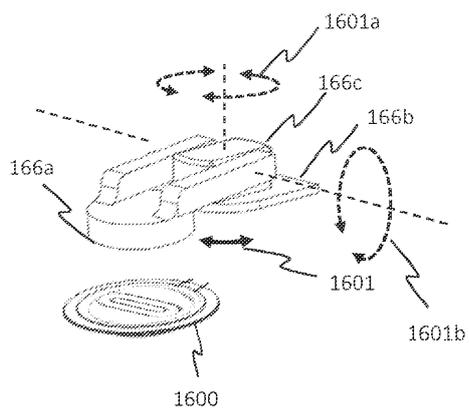
도면15b



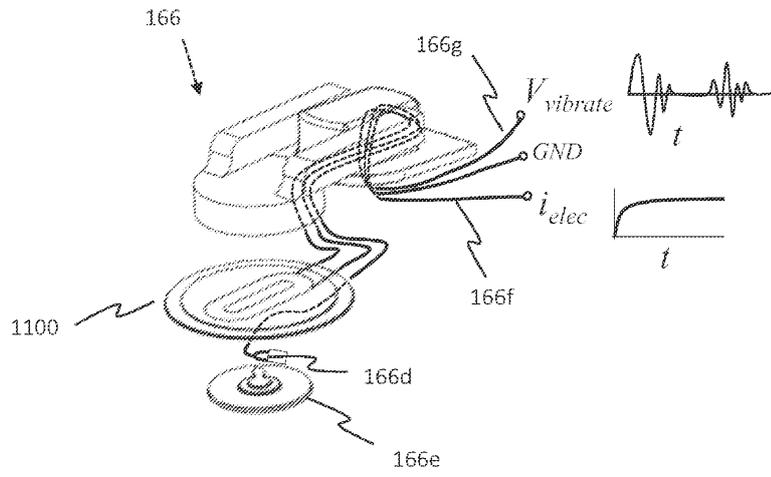
도면16a



도면16b



도면16c



도면17

