



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

(45) 공고일자 2014년03월20일  
 (11) 등록번호 10-1375613  
 (24) 등록일자 2014년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G06F 3/01 (2006.01) G06F 3/14 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2013-0096675  
 (22) 출원일자 2013년08월14일  
 심사청구일자 2013년08월14일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020110014002 A  
 US20050197655 A1  
 KR1020040038951 A  
 KR1020100000744 A

(73) 특허권자  
 건국대학교 산학협력단  
 서울특별시 광진구 능동로 120, 건국대학교내 (화양동)  
 (72) 발명자  
**정순철**  
 충북 충주시 연수동산로 26, 106동 301호 (연수동, 연수힐스테이트)  
**김형식**  
 충북 충주시 연수동산로 26, 104동 104호 (연수동, 연수힐스테이트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인화우

전체 청구항 수 : 총 15 항

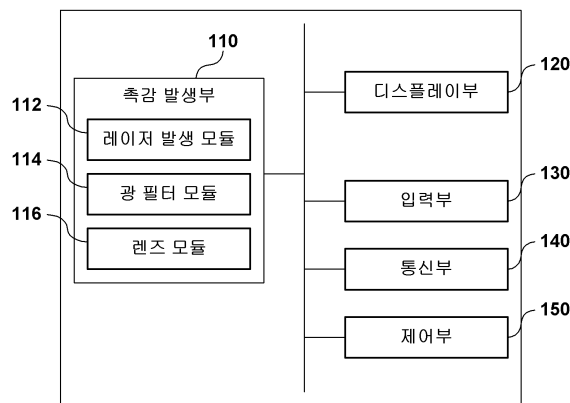
심사관 : 문영재

(54) 발명의 명칭 **레이저를 이용하여 촉감을 제공하는 전자 장치 및 이를 이용한 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 레이저를 이용하여 촉감을 제공하는 전자 장치에 관한 것으로서, 정보를 시각적으로 표시하는 디스플레이부; 및 촉감을 발생시키기 위한 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성하는 촉감 발생부;를 포함하고, 상기 촉감 발생부는 상기 디스플레이부의 동작과 연동하여 상기 펄스 레이저 빔을 출력하는 것을 특징으로 한다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**전재훈**

서울 광진구 구의강변로 11, 2동 205호 (자양동, 한양아파트)

**최승문**

경북 포항시 남구 지곡로 155, 9동 2202호 (지곡동, 교수아파트)

**민병찬**

대전광역시 유성구 덕명동 524번지 운암 네오미아 아파트 107동 603호

**김성필**

경기 성남시 분당구 정자일로 72, 305동 605호 (금곡동, 청솔마을한라아파트)

**박종락**

광주광역시 동구 학동 학1 휴먼시아 103동 1805호

**배영민**

경기 광주시 오포읍 능평로30번길 39-23, 그린헤이븐 A동 401호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-0027920

부처명 교육과학기술부

연구사업명 미래유망 융합기술 파ioni어 사업

연구과제명 레이저 촉감 제시 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 건국대학교(글로벌캠퍼스) 산학협력단

연구기간 2011.07.01 ~ 2017.02.28

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

정보를 시각적으로 표시하는 디스플레이부; 및  
촉감을 발생시키기 위한 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성하는 촉감 발생부;  
를 포함하여,  
시각적인 정보 및 상기 시각적인 정보와 동기화된 촉감 정보를 제공할 수 있는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
상기 디스플레이부가 표시하는 정보를 제어하고, 상기 촉감 발생부가 생성하는 펄스 레이저 빔을 제어하는 제어부;  
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,  
상기 제어부는, 상기 펄스 레이저 빔의 세기(Power) 또는 펄스 폭(Pulsed width)를 조절하여, 상기 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 조절하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,  
상기 제어부는, 상기 펄스 폭을 수십 ms(millisecond) 이하의 범위에서 조절하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

### 청구항 5

제 3 항에 있어서,  
상기 제어부는, 상기 단위 펄스당 에너지를 0.005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위에 속하는 값으로 제어하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

### 청구항 6

제 2 항에 있어서,  
상기 촉감 발생부는, 복수 개로 형성되는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 복수 개의 촉감 발생부를 선택적으로 동작시켜서 촉감 패턴을 구현하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

#### 청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 복수 개의 촉감 발생부를 시간차를 두고 동작시켜서 촉감 패턴을 구현하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

#### 청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 촉감 패턴을 제어하여, 기호 정보, 문자 정보, 숫자 정보 또는 도형 정보를 표현하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

#### 청구항 10

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 촉감 패턴을 제어하여 방향 정보를 표현할 수 있고,

상기 디스플레이부에 표시되는 정보에 따라 상기 방향 정보를 변화시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 촉감 발생부는, 정보를 입력받기 위한 입력부와 일체로 형성되는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

#### 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 촉감 발생부는 상기 디스플레이부의 내부에 설치되고,

시각 자극과 촉감 자극이 상기 디스플레이부 상의 동일한 위치에서 함께 제공되는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

#### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 촉감 발생부는, 터치 스크린의 형태로 형성되는 디스플레이부의 내부에 설치되며,

상기 디스플레이부의 전체 영역 중 터치가 입력된 영역에만 상기 펄스 레이저 빔을 조사하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

**청구항 14**

제 1 항에 있어서,

상기 전자 장치는 IT 기기의 형태로 구현되고,

상기 IT 기기는, TV, 휴대폰, 스마트폰, 태블릿, PC, 노트북, PDA, 디지털 카메라 또는 디지털 액자를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

**청구항 15**

(a) 전자 장치가 시각적인 정보를 표시하는 단계; 및

(b) 상기 전자 장치가 상기 시각적인 정보와 동기화된 촉감을 발생시키는 단계;

를 포함하고,

상기 전자 장치는 촉감의 발생을 위해 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성하는 것을 특징으로 하는 다중 감각 제공 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 레이저를 이용하여 촉감을 제공하는 전자 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 시각적으로 표시되는 정보와 연동하여 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성할 수 있고, 생성된 펄스 레이저 빔을 이용하여 촉감(Tactile sense)을 구현할 수 있는 전자 장치에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] IT 기술이 발달함에 따라, TV, 휴대폰, 태블릿, PC, 노트북, PDA, 디지털 카메라 등의 다양한 전자 장치들에 새로운 기능을 추가하는 기술들이 연구되고 있다. 특히, 소위 UX(User eXperience) 중심의 기술 발전 분위기에 따라, 사용자에게 종래의 시각적 경험 또는 청각적 경험 이외의 새로운 경험을 제공할 수 있는 기술들이 연구되고 있다. 예를 들어, 전자 장치를 이용하여 후각 정보를 제공하는 기술들이 연구되고 있고, 전자 장치를 이용하여 사용자의 감정이나 표정 등을 인식하는 기술들이 연구되고 있으며, 전자 장치를 이용하여 AR(Augmented Reality) 등의 가상 현실 환경을 제공하는 기술들도 연구되고 있다.

[0003] '전자 장치를 이용하여 촉감(Tactile sense)을 제공하는 기술'도 이러한 UX 중심의 분위기 속에서 활발히 연구되고 있다. 예를 들어, 햅틱(Haptic) 기술이란 이름 하에서, UX 또는 AR 등과 접목되어 활발히 연구되고 있다.

[0004] 하지만, 종래의 촉감 제공 기술은, '전자 장치들과 연동하여 촉감을 제공하기 위한 수단'이 진동 모터, Air-shot, 열전 소자, 피에조 소자 등으로 한정되었다. 따라서, 공간적 해상도(Resolution)가 높은 촉감 자극을 구현하기가 어려웠고, 촉감 자극을 다른 자극들과 시간적으로 동기화시키기가 어려웠으며, 촉감 자극을 전자 장치의 다른 기능들과 연동시키기가 어려웠다.

[0005] 이에 따라, 종래의 기술들과는 차별되는 새로운 개념의 촉감 제공 기술이 요구되고 있다.

[0006] 본 발명은 이러한 기술적 배경을 바탕으로 발명되었으며, 이상에서 살핀 기술적 요구를 충족시킴은 물론, 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진자가 용이하게 발명할 수 없는 추가적인 기술요소들을 제공하기 위해 발명되었다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) KR 10-2010-0027610 A

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명은 전자 장치가 표시하는 시각적인 정보와 연동하여 촉감 정보를 함께 제공할 수 있는 기술을 구현하는 것을 해결 과제로 한다.

[0009] 또한, 본 발명은 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 이용하여 촉감을 구현하는 기술을 제공하는 것을 해결 과제로 한다.

[0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 이하에서 설명할 내용으로부터 통상의 기술자에게 자명한 범위 내에서 다양한 기술적 과제가 포함될 수 있다.

**과제의 해결 수단**

[0011] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 정보를 시각적으로 표시하는 디스플레이부; 및 촉감을 발생시키기 위한 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성하는 촉감 발생부;를 포함하고, 상기 촉감 발생부는 상기 디스플레이부의 동작과 연동하여 상기 펄스 레이저 빔을 출력하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 디스플레이부가 표시하는 정보를 제어하고, 상기 촉감 발생부가 생성하는 펄스 레이저 빔을 제어하는 제어부;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 제어부가, 상기 펄스 레이저 빔의 세기(Power) 또는 펄스 폭(Pulsed width)를 조절하여, 상기 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 조절하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 제어부가, 상기 펄스 폭을 수십 ms(millisecond) 이하의 범위에서 조절하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 제어부가, 상기 단위 펄스당 에너지를 0.005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위에 속하는 값으로 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 촉감 발생부가, 복수 개로 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 제어부가, 상기 복수 개의 촉감 발생부를 선택적으로 동작시켜서 촉감 패턴을 구현하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 제어부가, 상기 복수 개의 촉감 발생부를 시간차를 두고 동작시켜서 촉감 패턴을 구현하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 제어부가, 상기 촉감 패턴을 제어하여, 기호 정보, 문자 정보, 숫자 정보 또는 도형 정보를 표현하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 제어부가, 상기 촉감 패턴을 제어하여 방향 정보를 표현할 수 있고, 상기 디스플레이부에 표시되는 정보에 따라 상기 방향 정보를 변화시킬 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 촉감 발생부가, 정보를 입력받기 위한 입력부와 일체로 형성되는 것을 특징으로 한다.

- [0022] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 촉감 발생부가 상기 디스플레이부의 내부에 설치되고, 시각 자극과 촉감 자극이 상기 디스플레이부 상의 동일한 위치에서 함께 제공되는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 촉감 발생부가, 터치 스크린의 형태로 형성되는 디스플레이부의 내부에 설치되며, 상기 디스플레이부의 전체 영역 중 터치가 입력된 영역에만 상기 펄스 레이저 빔을 조사하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 전자 장치가 IT 기기의 형태로 구현되고, 상기 IT 기기는, TV, 휴대폰, 스마트폰, 태블릿, PC, 노트북, PDA, 디지털 카메라 또는 디지털 액자를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 한편, 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 감각 제공 방법은, (a) 전자 장치가 시각적인 정보를 표시하는 단계; 및 (b) 전자 장치가 상기 시각적인 정보의 표시 동작과 연동하여 촉감을 발생시키는 단계;를 포함하고, 상기 전자 장치는 촉감의 발생을 위해 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0026] 본 발명은 '레이저 빔'을 이용하여 시각적으로 표시되는 정보와 연동 되는 촉감 정보를 제공할 수 있다. 따라서, 종래의 진동 모터, Air-shot, 열전 소자, 피에조 소자 등을 이용하지 않더라도 촉감을 제공할 수 있으며, 비접촉한 상태에서도 촉감을 제공할 수 있다. 또한, 레이저 빔의 파라미터를 제어하여 촉감의 정도를 제어할 수 있으며, 공간적인 해상도(Resolution)이 높은 촉감을 구현할 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명은 복수의 촉감 발생부(레이저 발생 모듈)을 설치한 뒤에, 복수의 레이저 발생 모듈을 1) 선택적으로 동작시키거나 2) 시간차를 두고 동작시켜서, 다양한 촉감 패턴을 형성할 수 있다. 따라서, 이러한 촉감 패턴을 이용하여, 기호 정보, 숫자 정보, 문자 정보, 도형 정보 등을 표현할 수 있으며, 방향 정보를 표현할 수도 있다.
- [0028] 또한, 본 발명은 레이저 빔을 생성하는 촉감 발생부를 디스플레이 패널의 내부에 형성시킬 수도 있다. 따라서, 상기 디스플레이 패널을 통해 '시각적인 자극'과 '촉감 자극'이 함께 제공되는 효과를 구현할 수 있다.
- [0029] 한편, 본 발명은 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 이용하여, 인체의 피부에 '광-기계적 촉감'을 제공할 수 있다. 구체적으로, 본 발명은 단위 펄스당 에너지가 0.005 mJ 이상의 값으로 조절되는 펄스 레이저 빔을 이용하여, 인체에 광-기계적 촉감을 제공할 수 있다. 따라서, 본 발명은 '광-열적 촉감' 또는 '광-화학적 촉감'이 아닌 '광-기계적 촉감'을 제공하므로, '광-열적 촉감' 또는 '광-화학적 촉감'에 의해 발생 될 수 있는 부작용을 최소화시킬 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명은, 인체의 피부에 직접적으로 '광-기계적 촉감'을 제공하는 경우에, 인체의 피부에는 손상을 가하지 않으면서 광-기계적 촉감을 제공할 수 있다. 구체적으로, 본 발명은 단위 펄스당 에너지를 0.005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위에서 조절하여, 인체의 피부에는 손상을 가하지 않으면서 광-기계적 촉감을 제공할 수 있다.
- [0031] 또한, 본 발명은 제시되는 촉감을 정량적으로 제어할 수도 있다. 구체적으로, 본 발명은 촉감 소스인 펄스 레이저 빔의 파라미터를 조절하여, 구현되는 촉감을 정량적으로 제어할 수도 있다.

[0032] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 이하에서 설명할 내용으로부터 통상의 기술자에게 자명한 범위 내에서 다양한 효과들이 포함될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치의 구성을 나타내는 구성도이다.

도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치가 포함하는 촉감 발생부의 동작을 보여주는 개념도이다.

도 3은, 펄스 레이저 빔의 파라미터들을 보여주는 예시도이다.

도 4 내지 도 5는 전자 장치의 구체적인 예시를 나타내는 예시도이다.

도 6 내지 도 7은, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치가 촉감 패턴을 구현하는 것을 나타내는 예시도이다.

도 8은, 촉감 발생부가 디스플레이 패널의 내부에 설치된 실시예들을 나타내는 예시도이다.

도 9는, 본 발명의 일 실시예에 따른 안내 장치가 발생시키는 광-기계적 촉감을 검증하기 위한 실험 시스템의 구성을 나타내는 구성도이다.

도 10은, 피에조 센서(Piezo sensor)의 출력 신호를 보여주는 그래프이다.

도 11은, 피에조 센서의 출력 신호를 처리하는 과정을 나타내는 블록도이다.

도 12 및 도 13은, 레이저 발생 모듈의 단위 펄스당 에너지와 피에조 센서의 출력 신호 사이의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 14는, 레이저 자극에 의한 뇌파 변화와 순수 기계적 자극에 의한 뇌파 변화를 비교 관찰하는 실험을 나타내는 개념도이다.

도 15 내지 도 16은, 도 14에서 살펴본 실험의 결과를 나타내는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0034] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 '레이저를 이용하여 촉감을 제공하는 전자 장치 및 이를 이용한 방법'을 상세하게 설명한다. 설명하는 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 당업자가 용이하게 이해할 수 있도록 제공되는 것으로 이에 의해 본 발명이 한정되지 않는다. 또한, 첨부된 도면에 표현된 사항들은 본 발명의 실시 예들을 쉽게 설명하기 위해 도식화된 도면으로 실제로 구현되는 형태와 상이할 수 있다.

[0035] 한편, 이하에서 표현되는 각 구성부는 본 발명을 구현하기 위한 예일 뿐이다. 따라서, 본 발명의 다른 구현에서는 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다른 구성부가 사용될 수 있다. 또한, 각 구성부는 순전히 하드웨어 또는 소프트웨어의 구성만으로 구현될 수도 있지만, 동일 기능을 수행하는 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 구성들의 조합으로 구현될 수도 있다.

[0036] 또한, 어떤 구성요소들을 '포함'한다는 표현은, '개방형'의 표현으로서 해당 구성요소들이 존재하는 것을 단순히 지칭할 뿐이며, 추가적인 구성요소들을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

[0037] 이하, 도 1 내지 도 8을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치를 살펴본다.

[0038] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 다양한 종류의 IT 기기로 구현될 수 있다. 예를 들어, 상기 전자 장치는, TV, 휴대폰, 태블릿, PC, 노트북, PDA, 디지털 카메라 등의 다양한 IT 기기로 구현될 수 있다. 또한, 상기 전자 장치는 단일의 IT 기기로 구현되거나, 유선 또는 무선으로 연결된 둘 이상의 IT 기기들로 구현될 수 있다.

[0039] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 정보를 시각적으로 표시하는 디스플레이부(120), 촉감을 발생시키기 위한 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성하는 촉감 발생부(110), 상기 디스플레이부가 표시하는 정보를 제어하고 상기 촉감 발생부가 생성하는 펄스 레이저 빔을 제어하는 제어부(150)를 포함할 수 있다.

[0040] 또한, 상기 전자 장치는, 정보의 입력을 위한 입력부(130), 데이터의 송수신을 위한 통신부(140) 등을 더 포함할 수도 있다.

[0041] 상기 촉감 발생부(110)는, 촉감을 발생시키기 위한 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성하는 구성이다. 이러한 상기 촉감 발생부(110)는, 도 2와 같이 레이저 빔(Laser beam)을 생성하고 출력할 수 있으며, 상기 레이



저 빔(Laser beam)을 이용하여 촉감을 발생시킬 수 있다.

- [0042] 또한, 상기 촉감 발생부(110)는, 상기 디스플레이부(120)의 동작과 연동하여 상기 펄스 레이저 빔을 출력할 수 있으며, 이를 통해 시각적인 정보와 매칭(Matching)시킨 상태로 촉감을 제공할 수 있다.
- [0043] 또한, 상기 촉감 발생부(110)는, 레이저 빔을 생성하는 레이저 발생 모듈(112), 상기 레이저 빔의 세기(Power)를 조절하는 광 필터 모듈(114), 상기 레이저 빔의 직경(Diameter)을 조절하는 렌즈 모듈(116)을 포함할 수 있으며, 이러한 구성들 이외에도 상기 레이저 빔을 생성하고 조절하기 위한 다양한 구성들을 포함할 수 있다.
- [0044] 한편, 상기 레이저 발생 모듈(112)이 반도체 레이저 다이오드일 경우에는, 상기 광 필터 모듈(114)이 구성에서 제외될 수 있다.
- [0045] 여기서, 상기 레이저 발생 모듈(112)은, 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성하고 출력하는 구성으로서, 레이저 드라이버(Laser driver), 냉각 장치 등을 포함할 수 있다. 여기서 상기 레이저 드라이버는, 레이저 매질(Laser medium), 광 펌핑부(Optical pumping), 광 공진기(Optical resonator) 등의 구성을 포함하는 구성으로서, 상기 펄스 레이저 빔을 구성하는 광신호를 생성한다. 또한, 상기 냉각 장치는, 상기 레이저 드라이버가 광신호를 생성하는 과정에서 발생 될 수 있는 열을 제거하는 구성으로서, 상기 레이저 드라이버 장치를 보호하는 역할을 하는 구성이다.
- [0046] 이러한 상기 레이저 발생 모듈(112)은, 레이저 빔을 생성할 수 있는 다양한 형태로 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 레이저 출력부(110)는, 루비 레이저, 네오디뮴:야그 레이저(Nd:YAG Laser), 네오디뮴:글라스 레이저(Nd:Glass Laser), 레이저 다이오드(Ga, Al, As), 엑시머(Excimer) 레이저, 색소 레이저 등의 형태로 형성될 수 있으며, 이러한 종류 이외에도 반도체 레이저 다이오드 등의 다양한 형태로 구성될 수 있다.
- [0047] 또한, 상기 레이저 발생 모듈(112)은, 연속형 레이저(CW laser, Continuous wave laser)가 아닌 펄스 레이저(Pulsed laser)를 이용하여 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성하는 것이 바람직하다. 레이저 자극이 연속적으로 제공되는 경우에는 광-화학적 효과 또는 광-열적 효과가 발생하여 인체에 부작용을 발생시킬 수 있으므로, 이러한 효과들을 최소화한 상태에서 광-기계적 촉감을 얻기 위해 펄스 레이저 빔을 이용하는 것이다.
- [0048] 또한, 상기 레이저 발생 모듈(112)은, 상기 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 조절할 수 있으며, 이러한 파라미터의 조절 동작을 통해 광-기계적 촉감을 발생시킬 수 있다. 노출시간과 단위 펄스당 에너지를 특정 범위로 조절하면, 펄스 레이저 빔의 의해 플라즈마 충격파(Shock wave) 등의 현상이 일어날 수 있는데, 이러한 현상을 기초로 광-기계적 촉감이 발생 될 수 있기 때문이다. 한편, 상기 단위 펄스당 에너지의 조절은, 펄스 레이저 빔을 구성하는 광신호의 세기(Power, J/s)를 조절하는 동작을 통해 달성되거나, 상기 펄스 레이저 빔의 펄스 폭(Pulse width)을 조절하는 동작을 통해 달성할 수 있다. (참고로, 도 3을 참조하면, 상기 펄스 레이저 빔의 광신호 세기(Power, J/s), 펄스 폭(Pulse width), 펄스 반복율(Repetition rate) 등을 확인할 수 있다.) 또한, 상기 레이저 발생 모듈(112)이 상기 단위 펄스당 에너지를 '조절'한다는 것은, 상기 레이저 발생 모듈(112)이 상기 단위 펄스당 에너지를 변화시키는 것을 의미할 수도 있지만, 상기 레이저 발생 모듈(112)이 상기 단위 펄스당 에너지를 특정 값(일정한 값)으로 유지시키는 것을 의미할 수도 있다. 즉, 상기 단위 펄스당 에너지를 '조절'하는 동작에는, 상기 단위 펄스당 에너지를 변화시키는 동작뿐 아니라, 상기 단위 펄스당 에너지를 특정 값(일정한 값)또는 특정 범위의 값으로 유지하는 동작도 포함될 수 있다.
- [0049] 또한, 상기 레이저 발생 모듈(112)은, 수십 ms(millisecond) 이하의 펄스 폭(Pulse width) 조건에서 단위 펄스당 에너지를 조절하는 것이 바람직하다. 펄스 레이저 빔을 이용하는 경우에도, 펄스 폭이 큰 경우에는 레이저 자극의 충분한 노출시간이 확보되어 광-화학적 효과 또는 광-열적 효과가 일어날 수 있기 때문이다. 따라서, 수십 ms(millisecond) 이하의 펄스 폭(Pulse width) 조건에서 단위 펄스당 에너지를 조절하여 이러한 현상을 최소화하는 것이 바람직하다.
- [0050] 또한, 상기 레이저 발생 모듈(112)은, 상기 단위 펄스당 에너지를 0.005 mJ 이상의 값으로 조절하는 것이 바람직하다. 뒤에서 살펴보겠지만, 이러한 조건에서 인체의 피부 조직에 손상을 주지 않고 광-기계적 촉감을 일으킬 수 있기 때문이다.
- [0051] 한편, 상기 레이저 발생 모듈(112)은, 상기 단위 펄스당 에너지를 9.5 mJ 이하의 값으로 조절하는 것이 바람직하다. 뒤에서 살펴보겠지만, 9.5 mJ를 초과하는 조건에서는 광-기계적 촉감의 정도가 인체의 피부 조직에 손상을 가할 수 있을 정도로 커질 수 있기 때문이다. 따라서, 인체에 광-기계적 촉감을 직접적으로 제공하는 경우의

안전성을 확보하기 위하여 상기 단위 펄스당 에너지를 9.5 mJ 이하의 값으로 조절하는 것이 바람직하다.

- [0052] 상기 광 필터 모듈(114)은, 상기 펄스 레이저 빔을 구성하는 광신호의 세기(Power, J/s)를 조절하기 위한 구성으로서, 이러한 세기 조절을 통해 상기 레이저 발생 모듈(112)이 출력하는 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 2차적으로 조절할 수 있는 구성이다.
- [0053] 이러한 상기 광 필터 모듈(114)은, 광신호의 세기를 감쇄시키는 감쇄(Attenuator) 장치를 포함할 수 있는데, 이러한 장치를 이용하여 광신호의 세기(Power, J/s)를 감쇄시킬 수 있다. 따라서, 상기 광 필터 모듈(114)은, 펄스 폭이 동일한 상태에서 광신호의 세기를 감쇄시켜 단위 펄스당 에너지를 감소시키는 동작을 수행할 수 있다.
- [0054] 한편, 상기 광 필터 모듈(114)은, 상기 레이저 발생 모듈(112) 자체가 단위 펄스당 에너지를 조절하는 능력을 갖추고 있는 경우에는 상기 촉감 발생부(110)에 선택적으로 장착될 수 있으며, 상기 단위 펄스당 에너지를 세밀하게 조절하기 위한 보조적인 역할을 수행할 수 있다. 다만, 상기 레이저 발생 모듈(112) 자체가 단위 펄스당 에너지를 조절하는 능력을 갖추고 있지 못하는 경우에는 상기 촉감 발생부(110)에 필수적으로 장착되어서, 상기 단위 펄스당 에너지를 조절하는 주도적인 역할을 수행하게 된다.
- [0055] 상기 렌즈 모듈(116)은, 상기 펄스 레이저 빔의 직경(Diameter)을 조절하기 위한 구성이다. 이러한 상기 렌즈 모듈(116)은, 상기 펄스 레이저 빔을 집속하기 위한 광집속부(예컨대, 볼록렌즈부 등) 및 상기 펄스레이저 빔을 확산시키기 위한 광확산부(예컨대, 오목 렌즈부 등)를 포함할 수 있으며, 상기 광집속부와 상기 광확산부의 선택적인 동작을 통해 상기 펄스 레이저 빔의 직경을 증가시키거나 감소시킬 수 있다.
- [0056] 이상에서 살핀 상기 촉감 발생부(110)는, 전자 장치의 다양한 위치에 설치될 수 있다. 예를 들어 상기 촉감 발생부(110)는, 도 4와 같이 전자 장치의 뒷 커버에 설치되거나, 도 5와 같이 입력부(키보드, 마우스 등) 상에 설치될 수 있으며, 이러한 위치들 이외에도 상기 전자 장치상의 다양한 위치에 형성될 수 있다.
- [0057] 상기 디스플레이부(120)는, 정보를 시각적으로 표시하기 위한 구성이다. 이러한 상기 디스플레이부(120)는, CRT, PDP, LCD, LED, OLED 등을 포함하는 다양한 표시장치로 구현될 수 있다.
- [0058] 상기 입력부(130)는, 상기 전자 장치의 동작에 필요한 정보를 입력받기 위한 구성이다. 이러한 상기 입력부(130)는 사용자로부터 정보를 입력받을 수 있는 다양한 인터페이스 장치로 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 입력부(130)는, 마우스, 키보드, 터치 패드, 동작 인식 센서, 마이크 등을 포함하는 다양한 인터페이스 장치로 구성될 수 있다.
- [0059] 또한, 상기 입력부(130)는, 상기 촉감 발생부(110)와 일체를 이루는 형태로 구성될 수도 있다. 예를 들어, 상기 입력부(130)는, 도 5와 같이 상기 촉감 발생부(110)와 일체를 이루는 형태로 구성될 수도 있다.
- [0060] 또한, 상기 입력부(130)는, 상기 디스플레이부(120)와 일체를 이루는 형태로 구성될 수도 있다. 예를 들어, 상기 입력부(130)는, 상기 디스플레이부(120)와 일체를 이루는 터치 스크린 등의 형태로도 구성될 수 있다.
- [0061] 상기 통신부(140)는, 외부 장치들과 정보를 송수신하기 위한 구성이다. 이러한 상기 통신부(140)는, IEEE, ISO, IEC, ITU 등의 표준을 만족시키는 다양한 유선 통신 장치 또는 무선 통신 장치의 형태로 구성될 수 있으며, 이러한 표준들 이외에도 다양한 형태의 통신 장치로 구현될 수 있다.
- [0062] 상기 제어부(150)는, 상기 촉감 발생부(110), 상기 디스플레이부(120), 상기 입력부(130), 상기 통신부(140)를 포함하는 상기 전자 장치의 다양한 구성들을 제어하기 위한 구성이다.
- [0063] 이러한 상기 제어부(150)는, 적어도 하나의 연산 수단과 저장 수단을 포함할 수 있는데, 여기서 상기 연산 수단은 범용적인 중앙연산장치(CPU)일 수 있으나, 특정 목적에 적합하게 구현된 프로그래머블 디바이스 소자(CPLD,

FPGA)나 주문형 반도체 연산장치(ASIC) 또는 마이크로 컨트롤러 칩일 수 있다. 또한, 상기 저장 수단은 휘발성 메모리 소자이거나 비휘발성 메모리 또는 비휘발성 전자기적 저장 소자이거나 연산 수단 내부의 메모리일 수 있다.

[0064] 또한, 상기 제어부(150)는, 상기 디스플레이부(120), 입력부(130) 또는 통신부(140)의 동작과 연동하여 상기 촉감 발생부(110)의 동작을 제어할 수 있다.

[0065] 예를 들어, 상기 제어부(150)는, 1) 상기 디스플레이부(120)에 의한 '시각적인 정보의 표시 동작'와 상기 촉감 발생부(110)에 의한 '촉감 제공 동작'을 서로 동기화시키는 제어 동작을 수행하거나, 2) 상기 입력부(130)를 통해 정보가 입력된 경우, 상기 촉감 발생부(110)를 통해 피드백(입력부(130)를 통해 정보가 입력된 상태를 알려주는 피드백)을 제공하는 제어 동작을 수행하거나, 3) 상기 통신부(140)의 통신 상태 양호도(예컨대, 통신 양호 상태 1 내지 5 단계)에 따라, 상기 촉감 발생부(110)가 발생시키는 촉감의 강도(예컨대, 강도 1 내지 5 단계)를 조절하는 제어 동작을 수행할 수 있다.

[0066] 또한, 상기 제어부(150)는, 상기 촉감 발생부(110)가 포함하는 상기 레이저 발생 모듈(112) 및 상기 광 필터 모듈(114)의 동작을 제어하여 상기 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 총괄적으로 조절할 수 있다. 구체적으로 상기 제어부(150)는, 상기 레이저 발생 모듈(112) 및 상기 광 필터 모듈(114)의 동작을 제어하여, 펄스 폭(Pulse width) 및 광신호의 세기(Power, J/s)를 조절할 수 있으며, 이러한 파라미터들의 조절동작을 통해 단위 펄스당 에너지를 조절할 수 있다.

[0067] 또한, 상기 제어부(150)는, 상기 촉감 발생부(110)가 포함하는 상기 렌즈 모듈(116)의 동작을 제어하여 상기 펄스 레이저 빔의 추가적인 파라미터도 조절할 수 있다. 구체적으로, 상기 제어부(150)는, 상기 렌즈 모듈(116)의 동작을 통해 상기 펄스 레이저 빔의 직경을 추가적으로 조절할 수 있다.

[0068] 또한, 상기 제어부(150)는, 광-기계적 촉감을 증가시키기 위한 제어모드로 동작하거나, 광-기계적 촉감을 감소시키기 위한 제어모드로 동작할 수 있다. 1) 먼저, 상기 제어부(150)는 광-기계적 촉감을 증가시키기 위한 제어모드로 동작하는 경우, 상기 단위 펄스당 에너지를 순차적으로 증가시키는 제어동작을 수행하며, 이러한 동작을 통해 펄스 레이저 빔이 유발하는 광-기계적 촉감을 증가시킬 수 있다. 2) 또한, 상기 제어부(150)는, 광-기계적 촉감을 감소시키기 위한 제어 모드로 동작하는 경우, 상기 펄스당 에너지를 순차적으로 감소시키는 제어동작을 수행하며, 이러한 동작을 통해 펄스 레이저 빔이 유발하는 광-기계적 촉감을 감소시킬 수 있다.

[0069] 한편, 이상에서 살핀 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 복수 개의 상기 촉감 발생부(110)를 포함하는 형태로도 구성될 수 있다. 구체적으로, 상기 전자 장치는, 도 4 내지 도 5와 같이 복수 개의 촉감 발생부(110)를 포함하는 형태로도 구성될 수 있다.

[0070] 이 경우 상기 제어부(150)는, 상기 복수 개의 촉감 발생부(110)를 개별적 또는 통합적으로 제어할 수 있으며, 이러한 제어를 통해 다양한 촉감 패턴을 구현할 수 있다.

[0071] 특히, 상기 제어부(150)는, 도 6과 같이 상기 복수 개의 촉감 발생부(110)를 선택적으로 동작시켜서 둘 이상의 촉감 패턴(촉감 패턴 1, 촉감 패턴 2 등)을 구현할 수 있다. 따라서, 상기 제어부(150)는, 이러한 제어 동작을 통해 다양한 정보를 표현할 수 있다. 예를 들어, 상기 제어부(150)는 상기 촉감 패턴을 제어하여 기호 정보(예컨대, 촉감 패턴을 '+' 기호의 형상으로 형성), 문자 정보(예컨대, 촉감 패턴을 'A'의 형상으로 형성), 숫자 정보(예컨대, 촉감 패턴을 '7'의 형상으로 형성), 도형 정보(예컨대, 촉감 패턴을 '口'의 형상으로 형성) 등의 정보를 제공할 수 있다.

[0072] 또한, 상기 제어부(150)는, 도 7과 같이 복수 개의 촉감 발생부(110)를 시간차를 두고 동작시켜서 다양한 촉감 패턴(촉감 패턴 A, 촉감 패턴 B 등)을 구현할 수 있으며, 이러한 촉감 패턴들을 통해 방향 정보를 표현할 수 있다. 예를 들어, 상기 제어부(150)는, 도 7의 좌측 도면과 같이 촉감 발생부(110)들을 우측 방향으로 순차적으로 구동시켜서, '우측 방향으로 이동하는 촉감'을 구현하거나, 도 7의 우측 도면과 같이 촉감 발생부(110)들을 상측 방향으로 순차적으로 구동시켜서, '상측 방향으로 이동하는 촉감'을 구현할 수 있다. 따라서, 상기 제어부(150)는, 이러한 동작을 바탕으로 다양한 방향 정보를 표현할 수 있다. 또한, 상기 제어부(150)는, 상기 디스플레이부(120)에 표시되는 시각적인 정보에 따라 촉감 패턴으로 표현하는 방향 정보를 변화시킬 수도 있다. 예를

들어, 상기 제어부(150)는, 상기 디스플레이부(120)에 표시되는 배경이 우측으로 이동하는 경우에 우측 방향의 촉감 패턴을 구현하고, 상기 디스플레이부(120) 표시되는 배경이 좌측으로 이동하는 경우에 좌측 방향의 촉감 패턴을 구현할 수도 있다.

[0073] 한편, 상기 제어부(150)는, 이상에서 살핀 도 6 및 도 7의 실시예 이외에도 다양한 방식으로 상기 복수 개의 촉감 발생부(110)를 제어할 수 있으며, 이러한 제어를 통해 다양한 종류의 촉감 패턴을 형성할 수도 있다.

[0074] 또한, 이상에서 살핀 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 상기 촉감 발생부(110)가 상기 디스플레이부(120)의 내부에 배치되는 형태로도 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 전자 장치는, 도 8의 상측 그림과 같이 상기 디스플레이부(120)의 패널 하부에 상기 촉감 발생부(110)가 배치되는 형태로도 구성될 수 있다. 따라서, 이러한 구성과 동기화 제어 동작(예컨대, 상기 제어부(150)가 상기 촉감 발생부(110)와 상기 디스플레이부(120)를 시간적 및 공간적으로 동기화시키는 동작)을 통해, 상기 '디스플레이부(120) 상의 동일한 위치'에서 '시각 자극과 촉감 자극이 함께 제공'될 수도 있다.

[0075] 도 8의 하측 그림은 이러한 실시예를 구체적으로 나타낸다. 앞서 설명했듯이, 이러한 실시예에서는 상기 전자 장치가 시각 자극(하트 형상의 이미지)과 촉감 자극(하트 형상의 촉감)을 동일한 위치에서 함께 제공할 수 있으므로, 사용자가 현실감이 극대화된 다중 감각을 경험할 수 있다.

[0076] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른 전자 장치는, 이미지를 획득하기 위한 카메라부를 더 포함할 수도 있으며, 상기 촉감 발생부(110)와 상기 카메라부의 동작을 연동시킬 수도 있다.

[0077] 예를 들어, 상기 전자 장치는, 상기 촉감 발생부(110)의 동작을 제어하여, 상기 카메라부가 ON 상태로 동작하는 경우에 촉감을 제공하고, 상기 카메라부가 OFF 상태로 동작하는 경우에는 촉감을 제공하지 않을 수 있다.

[0078] 또한, 상기 전자 장치는, 상기 촉감 발생부(110)의 동작을 제어하여, '사진 촬영 모드'에서 제공하는 촉감의 강도와 '동영상 촬영 모드'에서 제공하는 촉감의 강도를 변화시킬 수도 있다.

[0079] 또한, 상기 전자 장치는, 상기 촉감 발생부(110)의 동작을 제어하여, 상기 카메라부가 이미지를 획득하는 촬영 방향에 촉감을 제공할 수도 있다.

[0080] [실험예 1]

[0081] 이하, 도 9 내지 도 16을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 촉감 발생부(110)가 생성하는 '펄스 레이저 빔'에 의해 '광-기계적 촉감'이 유발되는 것을 실험적으로 검증해본다.

[0082] 도 9는 상기 촉감 발생부(110)에 의해 생성되는 레이저 빔의 광-기계적 효과를 확인하기 위한 실험 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

[0083] 이러한 상기 실험 시스템에는, 펄스 레이저 빔을 생성하는 촉감 발생부(110), 콜라겐 필름, 피에조 센서, 3축 위치 미세 조정 장치, 컴퓨터 등의 구성이 포함될 수 있다.

[0084] 상기 촉감 발생부(110)는, 위에서 살펴본 본 발명에 따른 전자 장치에 포함되는 구성으로서, 펄스 레이저 빔을 생성하고 출력하는 구성이다.

[0085] 본 실험에서는 상기 촉감 발생부(110)가 생성하는 펄스 레이저 빔의 일 실시예로서, 532 nm의 파장(Wavelength), 5ns의 펄스 폭(Pulse width), 10 Hz의 펄스 반복률(Repetition rate), 0.48mm의 빔 직경(콜라겐 필름에 조사되는 직경)을 가지는 펄스 레이저 빔이 사용되었다.

[0086] 상기 콜라겐 필름은, 임상 치료용 대체피부(Facilitates epidermal healing & substitute) 용도로 사용되는 타

입 I 콜라겐 필름(Neskin®-F, Medira, 300 $\mu$ m 내지 500 $\mu$ m의 두께)으로서, 인체의 피부 조직을 모델링한 구성이다. 생체 조직의 90% 이상이 타입 I 콜라겐으로 구성되어 있으므로, 이러한 콜라겐 필름을 이용하여 생체 피부 조직에서 발생 될 효과를 간접적으로 실험할 수 있다.

[0087] 다만, 인체의 피부 두께(표피)는 개인별, 성별, 인종별에 따라 차이가 있으므로, 본 실험에서는 1차적으로 5장의 콜라겐 필름을 대상으로 실험을 진행하고, 2차적으로 10장의 콜라겐 필름을 대상으로 실험을 진행하였다. 개인별, 성별, 인종별에 따라 인체의 피부 두께가 콜라겐 필름 5장 내지 10장의 범위에서 변화할 수 있기 때문이다. 표 1을 참조하면, 5장의 콜라겐 필름과 10장의 콜라겐 필름의 무게와 두께를 확인할 수 있다.

표 1

콜라겐 필름의 개수	무게[g]	두께[mm]
5장	0.12	0.15
10장	0.23	0.31

[0089] 한편, 상기 콜라겐 필름은 상기 피에조 센서에 부착된 형태로 사용되었다.

[0090] 상기 피에조 센서(Piezo sensor)는, 외부에서 가해지는 기계적인 자극을 전기적인 출력신호로 표현하는 소자이다. 따라서, 본 실험에서는 이러한 피에조 센서를 이용하여 상기 콜라겐 필름에서 유발되는 기계적인 변화를 관측하였다.

[0091] 한편, 본 실험에서는 표면이 코팅된 피에조 센서(LFT1-028K, Measurement specialties)를 사용하였는데, 이는 상기 콜라겐 필름의 부착 시 센서 표면이 받을 수 있는 영향을 최소화하기 위함이다.

[0092] 상기 3축 위치 미세 조정 장치는, 상기 피에조 센서의 위치를 미세하게 컨트롤하기 위한 장치이다. 또한, 상기 컴퓨터는 상기 피에조 센서가 출력하는 신호를 수신하고, 수신한 신호를 분석하며, 분석한 결과를 디스플레이하는 장치이다.

[0093] 이상에서 살핀 실험 시스템을 이용하여 다음과 같은 실험을 진행하였다.

[0094]

[0095] 1) 단위 펄스당 에너지가 0.05 mJ인 펄스 레이저 빔을 5장으로 구성된 콜라겐 필름에 조사하는 실험을 진행하였다.

[0096] 2) 펄스 레이저 빔은 10 Hz의 빈도로 조사되었으며, 구체적으로 0.05[s] 직전, 0.15[s] 직전, 0.25[s] 직전, 0.35[s] 직전 등의 순간에 조사되었다.

[0097] 3) 이러한 실험 과정에서 출력되는 피에조 센서의 신호를 분석하였다.

[0098] 도 10은 이러한 실험의 결과를 보여주는 그래프이다. 도 10을 참조하면, 조사된 레이저 빔의 펄스 반복율과 대응되는 10 Hz의 빈도로 피에조 센서의 출력신호가 생성되는 것을 알 수 있다. 또한, 피에조 센서에서 출력신호가 생성되는 시점도 상기 펄스 레이저 빔이 조사된 시점(0.05[s] 직전, 0.15[s] 직전, 0.25[s] 직전, 0.35[s] 등)과 일치하는 것을 확인할 수 있다.

[0099] 따라서, 이러한 실험 결과를 통해, 상기 펄스 레이저 빔이 광-기계적 촉감을 유발한 것을 확인할 수 있다. 또한, 피에조 센서의 출력신호의 크기를 분석함으로써, 유발된 광-기계적 촉감의 강도(크기)도 산출할 수도 있다.

- [0100] 또한, 이상에서 살핀 실험 시스템을 이용하여 다음과 같은 실험도 진행하였다.
- [0101] 1) 먼저, 상기 촉감 발생부(110)를 이용하여 5장으로 구성된 콜라겐 필름에 펄스 레이저 빔을 조사하면서, 피에조 센서의 출력신호를 관찰하였다. 특히, 상기 촉감 발생부가 조사하는 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 순차적으로 변화시키면서 실험을 진행하였다.
- [0102] 2) 다음으로, 상기 촉감 발생부(110)를 이용하여 10장으로 구성된 콜라겐 필름에 펄스 레이저를 조사하면서, 피에조 센서의 출력신호를 관찰하였다. 이 경우도 마찬가지로, 상기 촉감 발생부(110)가 조사하는 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 순차적으로 변화시키면서 실험을 진행하였다.
- [0103] 한편, 본 실험에서는 ms(millisecond) 이하의 범위를 만족하는 5ns의 펄스 폭으로 실험을 진행하였으므로, 펄스 레이저 빔을 구성하는 광신호의 세기(Power, J/s)를 변화시켜 단위 펄스당 에너지를 변화시켰다.
- [0104] 또한, 상기 피에조 센서가 출력하는 신호는, 도 11과 같이 i) 전처리 필터링, ii) 저주파 성분 제거, iii) 최대값 검출 등의 과정을 통해 분석되었다. 즉, 상기 피에조 센서의 출력 신호는, 전처리 필터링을 하여 1차적으로 노이즈를 제거하고, 2차적으로 저주파 성분을 제거하며, 신호의 최대값을 검출하는 과정을 통해 분석되었다. 또한, 검출된 최대값의 평균치를 이용하여 결과를 표현하였다.
- [0105] 도 12 및 도 13은 이러한 실험의 결과를 보여주는 그래프이다.
- [0106] 도 12는 단위 펄스당 에너지의 변화에 따른 피에조 센서의 출력 신호의 변화를 나타내는 그래프이다. 여기서 가로축은 단위 펄스당 에너지로 설정하여 분석하였으며, 세로축은 피에조 센서의 출력신호를 단위 두께로 나눈 신호(단위 두께당 센서 출력신호)로 설정하여 분석하였다.
- [0107] 또한, 도 13은 도 12의 그래프의 일부 영역을 확대한 그래프이다. 구체적으로, 도 12에서 점선으로 둘러싸인 영역을 확대한 그래프이다.
- [0108] 도 12 및 도 13을 참조하면, 1) 5장으로 구성된 콜라겐 필름에 대해서는, 0.00398 mJ 이상의 단위 펄스당 에너지가 가해지는 경우에 광-기계적 촉감이 유발되는 것을 확인할 수 있고, 2) 10장으로 구성된 콜라겐 필름에 대해서는, 0.005 mJ 이상의 단위 펄스당 에너지가 가해지는 경우에 광-기계적 촉감이 유발되는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 5장 내지 10장의 범위 내에서 구성되는 콜라겐 필름의 광-기계적 촉감 유발을 위한 역치 에너지가 0.00398 mJ 내지 0.005 mJ 범위에 위치함을 확인할 수 있다.
- [0109] 한편, 앞에서 살펴본 것과 같이 일반적인 사람들의 피부 두께는 콜라겐 필름 5장 내지 10장의 범위 내에 있다. 따라서, 적어도 0.005 mJ 이상의 단위 펄스당 에너지를 갖는 펄스 레이저 빔을 인체에 가한다면, 개인별 피부 두께의 차이에 관계없이 광-기계적 촉감을 유발시킬 수 있다.
- [0110] 또한, 도 12 및 도 13을 참조하면, 단위 펄스당 에너지를 증가시키는 상한을 약 9.5 mJ로 설정한 것을 확인할 수 있다. 이는 상기 단위 펄스당 에너지를 9.5 mJ 이상으로 설정한 실험에서 콜라겐 필름이 손상되는 현상이 관찰되었기 때문이다. 따라서, 인체의 피부에 조사되는 경우의 안전성 확보를 위하여, 상기 단위 펄스당 에너지는 9.5 mJ 이하의 범위로 제한함이 바람직하다.
- [0111] 한편, 도 12 및 도 13을 참조하면, 0.005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위에서 상기 단위 펄스당 에너지를 증가시키거나 감소시키는 경우에, 피에조 센서의 출력신호도 함께 증가되거나 감소되는 것을 확인할 수 있다. 즉, 해당 범위에서 단위 펄스당 에너지를 증가시키면 따라 광-기계적 촉감이 증가하고, 단위 펄스당 에너지를 감소시키면 따라 광-기계적 촉감이 감소되는 것을 확인할 수 있다.
- [0112] 따라서, 상기 단위 펄스당 에너지를 증가시키거나 감소시키는 동작을 통해, 광-기계적 촉감을 증가시키거나 감

소시키는 제어 동작을 수행할 수 있다.

[0113] [실험예 2]

[0114] 이하, 도 14 내지 도 16을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 촉감 발생부(110)가 생성하는 '펄스 레이저 빔'에 의해 '광-기계적 촉감'이 유발되는 것을 실험적으로 검증해본다.

[0115] '펄스 레이저 빔'에 의해 '광-기계적 촉감'이 유발되는 것을 검증하기 위하여 아래와 같은 실험을 진행하였다.

[0116] 1) 먼저, 상기 촉감 발생부가 생성하는 펄스 레이저 빔을 오른쪽 손에 조사하면서 EEG(Electro Encephalography) 장치를 이용하여 뇌파 변화를 관찰하였다. (도 14 A - 실험군)

[0117] 2) 또한, 막대를 이용하여 마찬가지로 오른쪽 손에 기계적 자극 가하면서 EEG 장치를 이용하여 뇌파 변화를 관찰하였다. (도 14 B - 대조군)

[0118] 실험에는 532 nm의 파장(Wavelength), 5ns의 펄스 폭(Pulse width), 1.9 mJ의 단위 펄스당 에너지, 0.48mm의 빔 직경(Diameter)의 파라미터를 가지는 펄스 레이저 빔을 사용하였으며, 상기 펄스 레이저 빔과 동일한 직경(Diameter)를 가지는 막대를 사용하여 기계적 자극을 가하였다. 또한, 상기 EEG 장치를 이용한 뇌파의 관찰은, 뇌의 전체 영역 중 체 감각 피질 영역인 C3 영역 및 C4 영역에서 이루어졌다.

[0119] 도 15 내지 도 16은 이러한 실험의 결과 데이터를 나타내는 도면들이다.

[0120] 도 15 내지 도 16에서 확인할 수 있듯이, 상기 실험군(펄스 레이저 빔을 가한 상태에서의 뇌파 반응 관찰)과 대조군(막대를 이용한 기계적 자극을 가한 상태에서의 뇌파 반응 관찰)의 뇌파 반응이 동일한 뇌파의 주파수 영역에서 뇌파의 평균 크기가 유의하게 증가하는 것으로 관찰되었다. 비록, 상기 '펄스 레이저 빔'을 가한 실험에서는 뇌파 반응이 일정 시간 지연(Delay) 되기는 하였지만, 상기 '펄스 레이저 빔'에 의해서도 체 감각 피질 영역(C3, C4)이 활성화되는 현상 자체는 명확하게 확인될 수 있었다. 또한, 상기 '펄스 레이저 빔'이 가해질 때의 뇌파 반응 그래프의 형태도, 반응이 지연되는 영역을 제외하고는 '막대 자극(순수 기계적 자극)'이 가해지는 경우와 유사하게 동일한 뇌파의 주파수 영역에서 뇌파의 평균 크기가 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

[0121] 따라서, 이러한 실험을 통해, 상기 '펄스 레이저 빔'에 의해 '광-기계적 촉감'이 유발되는 것을 검증할 수 있다.

[0122] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 감각 제공 방법을 살펴본다.

[0123] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 감각 제공 방법은, 전자 장치가 시각적인 정보를 표시하는 단계(a 단계)를 포함할 수 있다.

[0124] 또한, 상기 다중 감각 제공 방법은, 상기 a 단계 이후에, 상기 전자 장치가 상기 시각적인 정보의 표시 동작과 연동하여 촉감을 발생시키는 단계(b 단계)를 더 포함할 수 있다.

[0125] 이 경우 상기 전자 장치는, 촉감의 발생을 위해 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성하는 것이 바람직하다.

[0126] 이상에서 살핀 본 발명에 따른 다중 감각 제공 방법은, 카테고리는 상이하지만, 본 발명의 일 실시예에 전자 장

치와 실질적으로 동일한 특징을 포함할 수 있다. 따라서, 중복서술을 방지하기 위하여 자세히 기재하지는 않았지만, 상기 전자 장치와 관련하여 상술한 특징들은 상기 안내 방법 발명에도 당연히 유추되어서 적용될 수 있다.

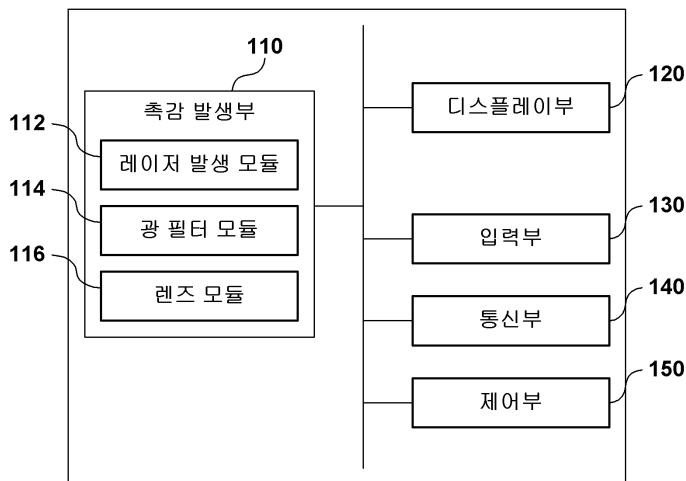
[0127] 위에서 설명된 본 발명의 실시예들은 예시의 목적을 위해 개시된 것이며, 이들에 의하여 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명에 대한 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정 및 변경을 가할 수 있을 것이며, 이러한 수정 및 변경은 본 발명의 범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

**부호의 설명**

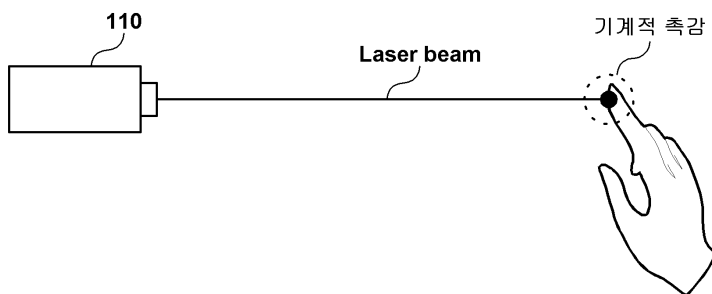
- [0128]
- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| 110 : 촉감 발생부  | 112 : 레이저 발생 모듈 |
| 114 : 광 필터 모듈 | 116 : 렌즈 모듈     |
| 120 : 디스플레이부  | 130 : 입력부       |
| 140 : 통신부     | 150 : 제어부       |

**도면**

**도면1**

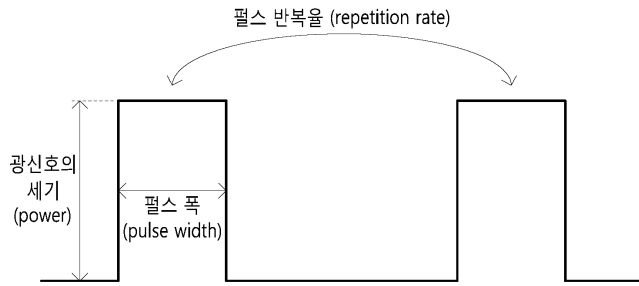


**도면2**

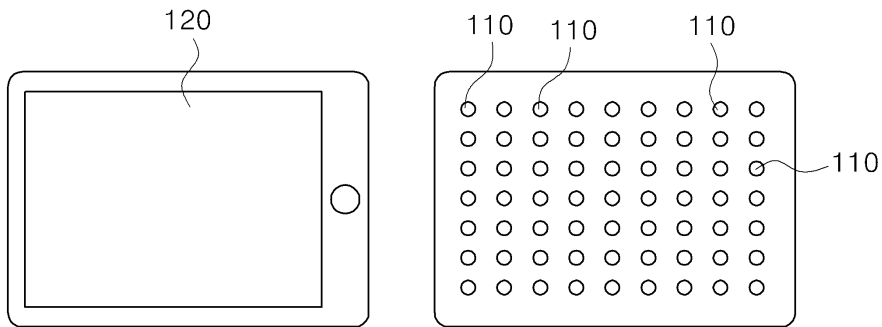




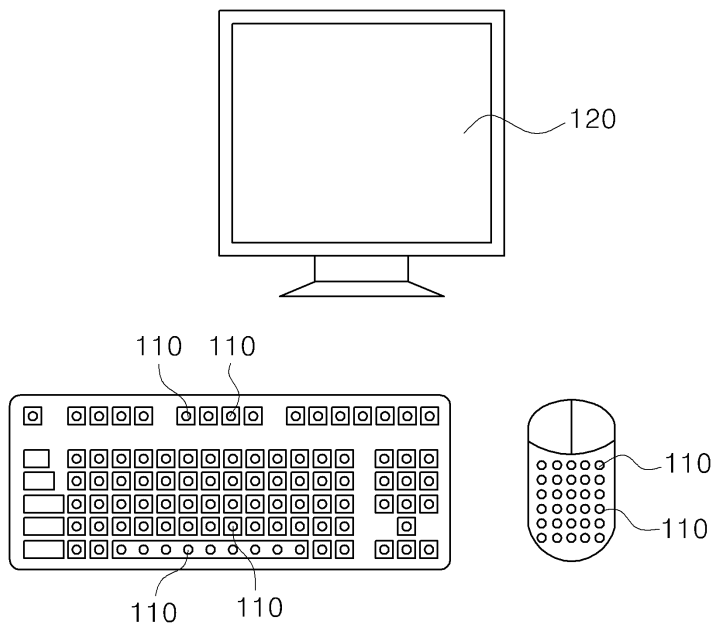
도면3



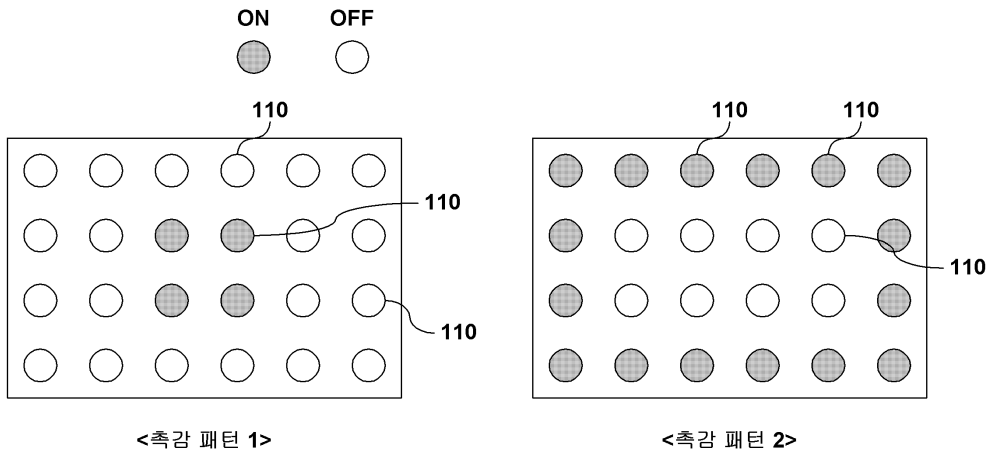
도면4



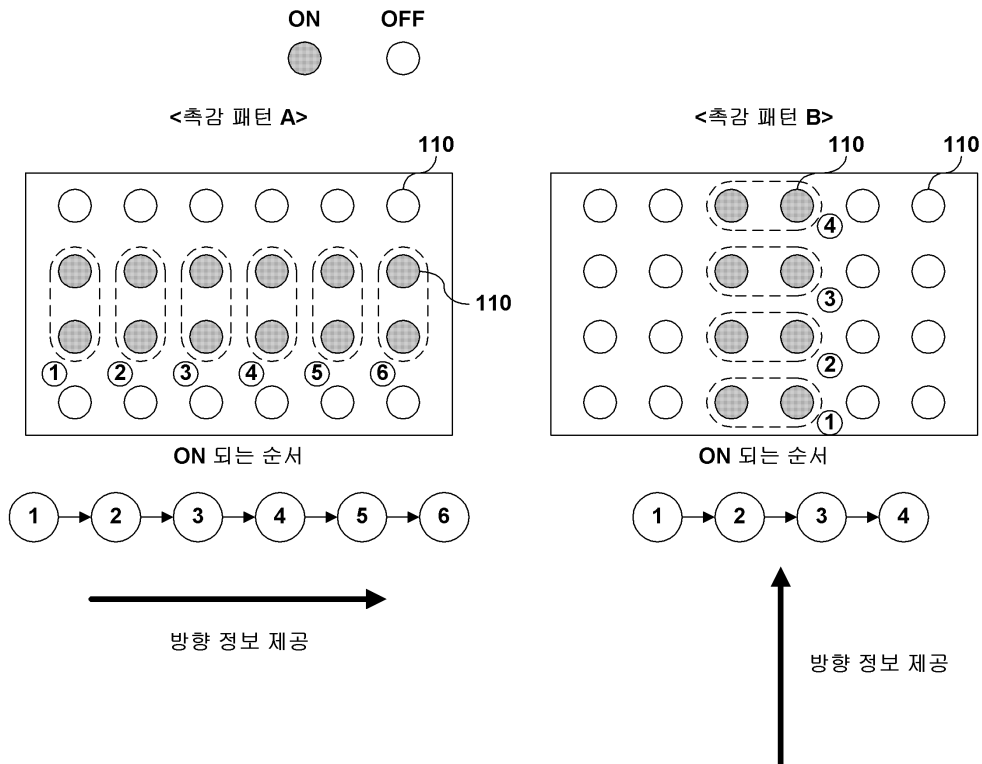
도면5



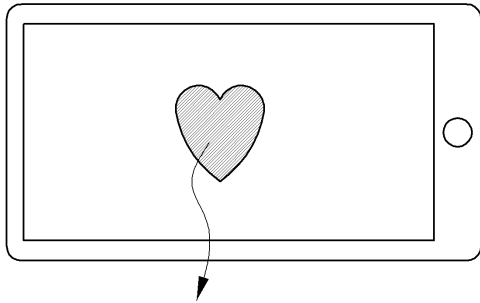
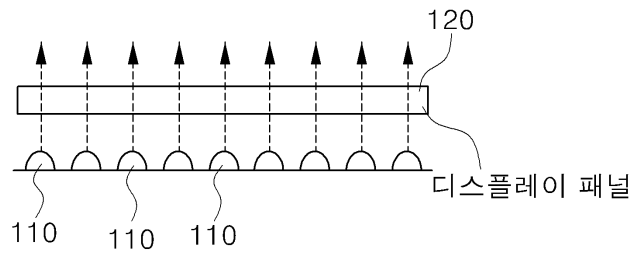
도면6



도면7

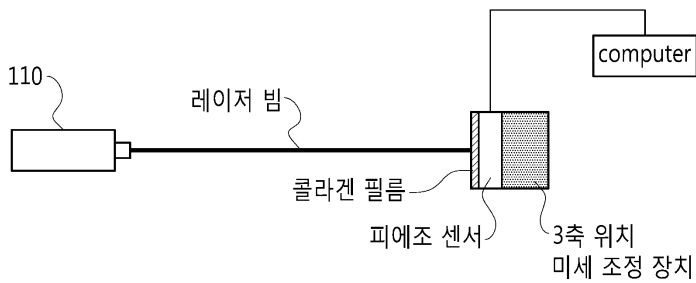


도면8

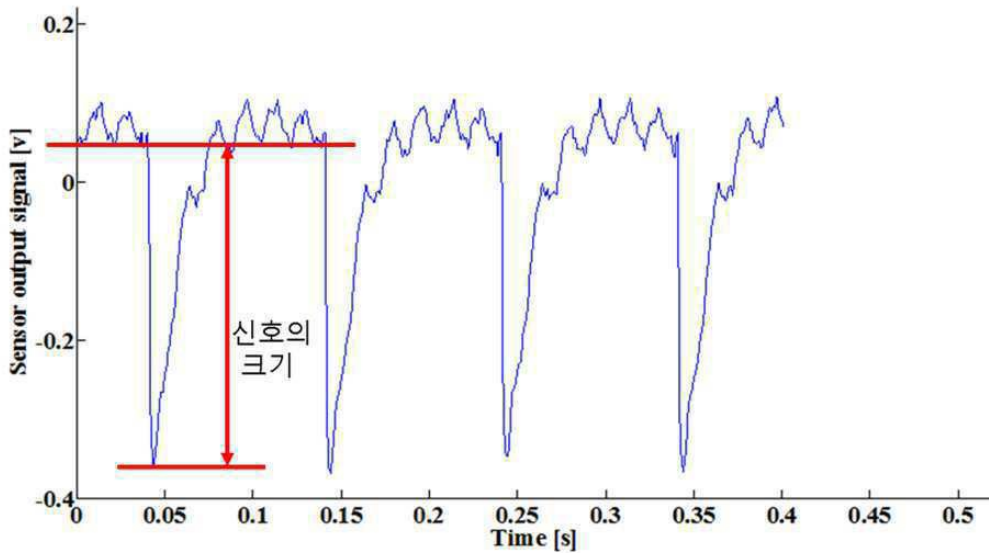


시각 자극 & 촉감 자극 동시 구현

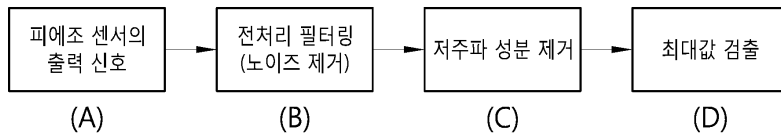
도면9



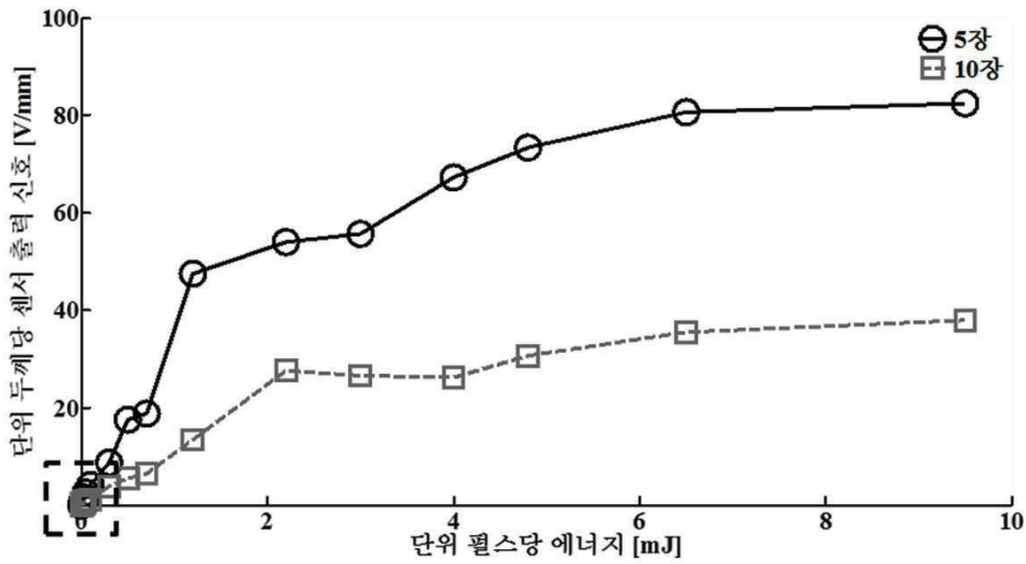
도면10



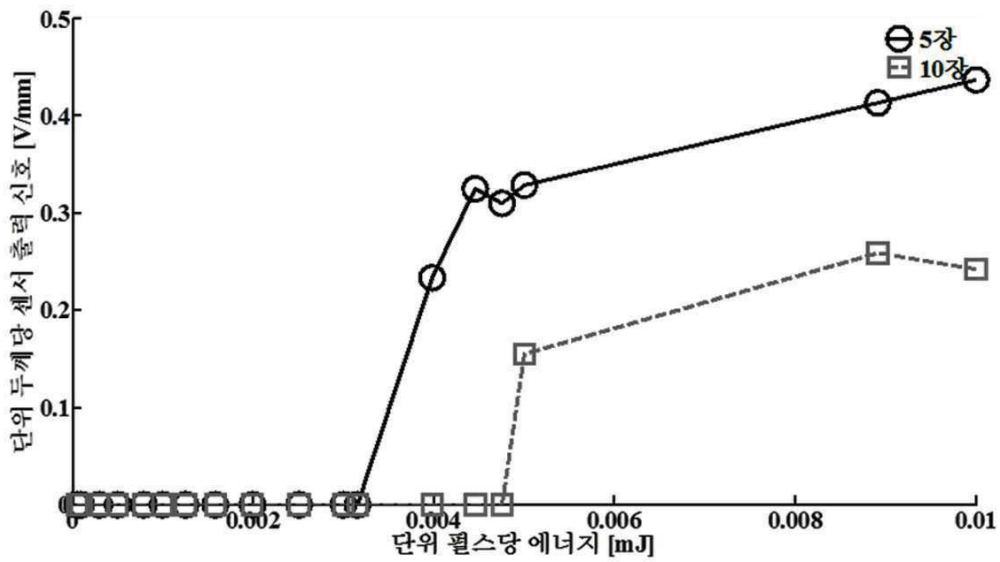
도면11



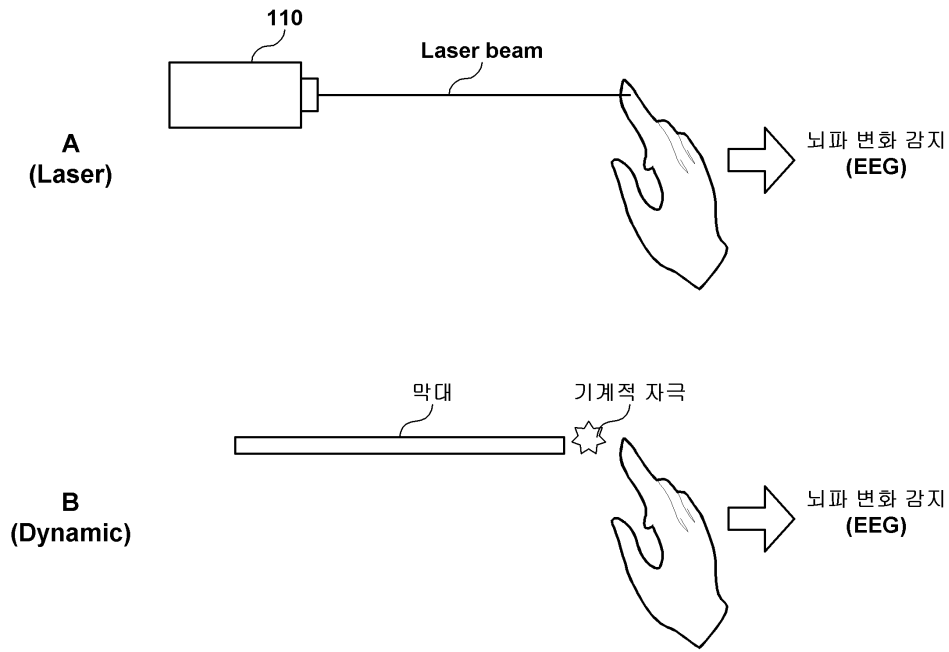
도면12



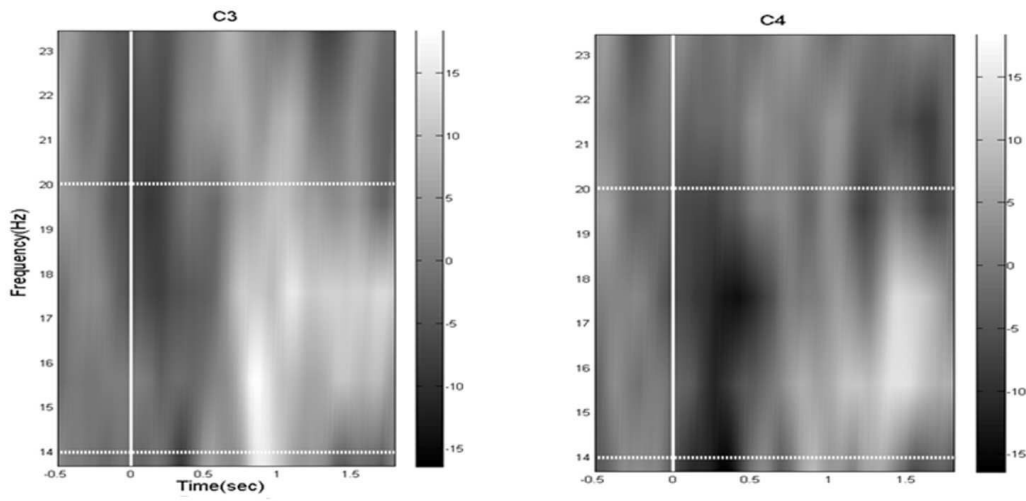
도면13



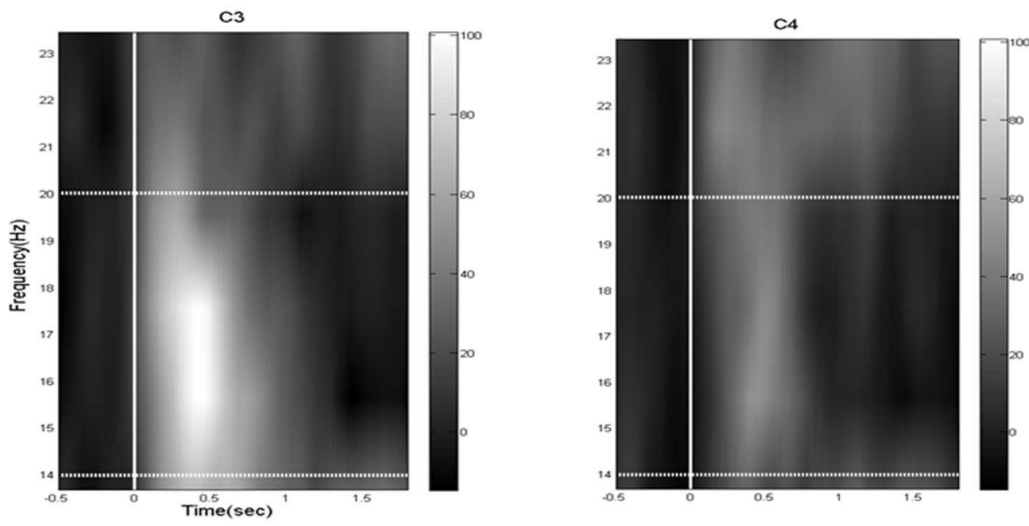
도면14



도면15



A(Laser) 뇌파 감지 결과



B(Dynamic) 뇌파 감지 결과

도면16

