



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월11일
 (11) 등록번호 10-1340358
 (24) 등록일자 2013년12월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01S 3/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0030726

(22) 출원일자 2013년03월22일

심사청구일자 2013년03월22일

(56) 선행기술조사문헌

US20050197655 A1*

US06118913 A*

Sergey S. Sarkisov et al., Photomechanical effect in films of polyvinylidene fluoride, Appl. Phys. Lett., vol. 85, no. 14, p.2747.

A. A. Karpenko et al., Photo-mechanical effect in luminescent polymeric materials, Luminescence 2010, 25, 452-455.

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

건국대학교 산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 120, 건국대학교내 (화양동)

(72) 발명자

정순철

충청북도 충주시 연수동 연수힐스테이트아파트 106동 301호

전재훈

서울특별시 광진구 자양동 한양아파트 2동 205호
 (뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인화우

전체 청구항 수 : 총 7 항

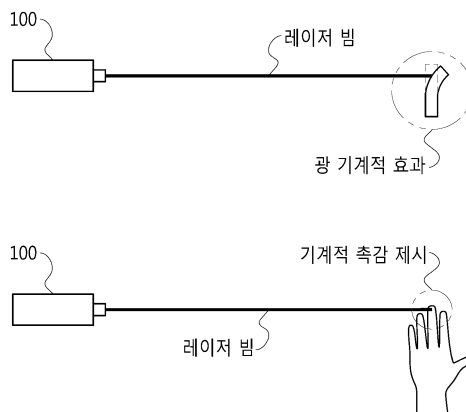
심사관 : 조성찬

(54) 발명의 명칭 **광-기계적 효과를 일으키는 레이저 장치 및 이를 이용한 방법**

(57) 요약

본 발명은 광-기계적 효과(Photo-mechanical effect)를 일으키는 레이저 장치에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 출력하되, 상기 펄스 레이저 빔의 펄스 에너지를 조절하여 광-기계적 효과(Photo-mechanical effect)를 일으킬 수 있는 레이저 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박종락

광주광역시 동구 학동 학1 휴먼시아 103동 1805호

김형식

서울특별시 노원구 공릉2동 화랑타운아파트 707동
1001호

정구인

충청북도 청원군 내수읍 구성리 474-1번지

민병찬

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

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345172903

부처명 교육과학기술부

연구사업명 첨단융합기술개발

연구과제명 레이저 촉감 제시 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 건국대학교 GLOCAL(글로벌)캠퍼스

연구기간 2012.03.01 ~ 2013.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

레이저 빔을 생성하는 레이저 출력부; 및

상기 레이저 출력부가 생성하는 레이저 빔의 에너지를 조절하는 제어부;

를 포함하고,

상기 레이저 출력부는, 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성하며,

상기 제어부는, 기계적 촉감을 제시하기 위해 상기 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 0.005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위에 속하는 값으로 제어하는 것을 특징으로 하는 촉감 제시용 레이저 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

레이저 출력 광의 세기(Power) 또는 펄스 폭(Pulse width)을 조절하여, 상기 단위 펄스당 에너지를 조절하는 것을 특징으로 하는 촉감 제시용 레이저 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 펄스 폭은 ms(millisecond) 이하의 범위에서 조절되는 것을 특징으로 하는 촉감 제시용 레이저 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는,

기계적 촉감의 강도를 증가시키는 제어 모드; 및

기계적 촉감의 강도를 감소시키는 제어 모드;

로 동작할 수 있는 것을 특징으로 하는 촉감 제시용 레이저 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
 상기 제어부는,
 상기 단위 펄스당 에너지를 0.005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위 내에서 조절하되,
 기계적 촉감의 강도를 증가시키는 제어 모드에서 상기 단위 펄스당 에너지를 증가시키고,
 기계적 촉감의 강도를 감소시키는 제어 모드에서 상기 단위 펄스당 에너지를 감소시키는 것을 특징으로 하는 촉감 제시용 레이저 장치.

청구항 11

기계적 촉감을 제시하기 위한 햅틱(Haptic) 장치에 있어서,
 레이저 빔을 생성하는 레이저 출력부; 및
 상기 레이저 출력부가 생성하는 레이저 빔의 에너지를 조절하는 제어부;
 를 포함하고,
 상기 레이저 출력부는, 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 생성하며,
 상기 제어부는, 기계적 촉감을 제시하기 위해 상기 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 0.005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위에 속하는 값으로 제어하는 것을 특징으로 하는 햅틱 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

(a) 레이저 장치가 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)의 단위 펄스당 에너지를 0.005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위에 속하는 값으로 설정하는 단계;
 (b) 상기 레이저 장치가 설정된 펄스 레이저 빔을 생성하는 단계; 및
 (c) 상기 레이저 장치가 기계적 촉감을 구현할 대상물에 상기 펄스 레이저 빔을 조사하는 단계;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 장치를 이용한 촉감 제시 방법.

청구항 14

삭제

명세서

기술분야

본 발명은 광-기계적 효과(Photo-mechanical effect)를 일으키는 레이저 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 펄스 레이저 빔(Pulsed Laser beam)의 펄스 에너지를 조절하여 레이저 빔이 조사되는 대상물에 광-기계적 효과를 일으킬 수 있는 레이저 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 레이저(Laser) 장치란, 방사의 유도 방출에 의한 광증폭(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)을 이용하여 빛을 방출하는 장치를 의미한다.
- [0003] 이러한 레이저 장치는, 자연광(Natural light)과는 차별되는 '방향, 위상, 파장이 고른 인공의 빛'을 방출할 수 있는데, 이러한 특성을 기초로 많은 산업 분야에서 활용되고 있다. 구체적으로, 1) 광학적 특성을 이용한 광통신 영역, 2) 질병 모니터링, 저출력 레이저 광선요법(Low level laser therapy), 광역동 치료(Photodynamic therapy) 등의 의료 영역, 3) 화학적 결합을 분리하는 나노기술 영역, 4) 다이아몬드 가공 등의 정밀 공작 기계 영역 등을 망라하는 다양한 산업 분야에서 활용되고 있다.
- [0004] 하지만, 종래의 레이저 장치는, 광학적 효과의 측면에서 활용되거나, 80℃ 이상의 범위에서 발생하는 광-화학적(Photo-chemical) 또는 광-열적(Photo-thermal) 효과의 측면에서만 활용되었다.
- [0005] 따라서, 광-기계적(Photo-mechanical) 효과를 일으킬 수 있는 레이저 장치에 관한 연구는 전무한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) KR 2013-0009631 A

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은, 광-기계적 효과를 일으킬 수 있는 레이저 장치를 제공하는 것을 해결 과제로 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치는, 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 출력하고, 상기 펄스 레이저 빔의 에너지를 조절하여 광-기계적 효과(Photo-mechanical effect)를 일으키는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치는, 광-기계적 효과를 일으키기 위해 상기 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치는, 상기 단위 펄스당 에너지가 0.005 mJ 이상의 값으로 조절되는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치는, 상기 단위 펄스당 에너지가 0.005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위에서 조절되는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치는, 상기 레이저 장치가 인체에 기계적 자극을 제시하는 용도로 활용되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치는, 레이저 출력 광의 세기(Power) 또는 펄스 폭(Pulse width)을 조절하여, 상기 단위 펄스당 에너지를 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치는, 상기 펄스 폭이 ms(millisecond) 이하의 범위에서 조절되는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치는, 펄스 레이저 빔을 생성하는 레이저 출력부; 및 상기 레이저

출력부가 생성하는 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 조절하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치는, 상기 제어부가, 광-기계적 힘을 증가시키는 제어 모드; 및 광-기계적 힘을 감소시키는 제어 모드;로 동작할 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치는, 상기 제어부가, 상기 단위 펄스당 에너지를 0.005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위 내에서 조절하되, 광-기계적 힘을 증가시키는 제어 모드에서 상기 단위 펄스당 에너지를 증가시키고, 광-기계적 힘을 감소시키는 제어 모드에서 상기 단위 펄스당 에너지를 감소시키는 것을 특징으로 한다.

[0018] 한편, 상기과 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 장치는, 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 출력하되, 상기 펄스 레이저 빔의 에너지를 조절하여 광-기계적 효과(Photo-mechanical effect)를 일으키며, 상기 광-기계적 효과를 이용하여 기계적 촉감을 제시할 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 장치는, 광-기계적 효과를 일으키기 위해 상기 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 조절하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 한편, 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 광-기계적 효과 유발 방법은, (a) 레이저 장치가 펄스 레이저 빔의 에너지를 조절하는 단계; (b) 상기 레이저 장치가 생성한 펄스 레이저 빔이 대상물에 도달하는 단계; 및 (c) 상기 대상물에 도달한 펄스 레이저 빔이 광-기계적 효과를 일으키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 광-기계적 효과 유발 방법은, 상기 (a) 단계에서 상기 레이저 장치가, 광-기계적 작용을 일으키기 위해 상기 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 조절하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명은 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 이용하여 광-기계적 효과(Photo-mechanical effect)를 일으킬 수 있다. 구체적으로, 본 발명은 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 조절하여 광-기계적 효과를 일으킬 수 있다.

[0023] 또한, 본 발명은 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 이용하여, 특히 인체의 피부에 광 기계적 효과를 일으킬 수 있다. 구체적으로, 본 발명은 단위 펄스당 에너지가 0.005 mJ 이상의 값으로 조절되는 펄스 레이저 빔을 이용하여, 인체에 광-기계적 효과를 일으킬 수 있다. 따라서, 본 발명은 기계적 촉감을 제시하는 장치로도 활용될 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명은 인체의 피부에는 손상을 가하지 않으면서 광-기계적 효과를 일으킬 수 있다. 구체적으로, 본 발명은 단위 펄스당 에너지를 0.0005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위에서 조절하여, 인체의 피부에는 손상을 가하지 않으면서 광-기계적 효과를 일으킬 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명은 구현하는 광-기계적 힘을 증가시키거나 감소시킬 수 있다. 구체적으로, 본 발명은 펄스 레이저 빔의 펄스 폭이 밀리 초(ms, millisecond) 이하이고, 단위 펄스당 에너지가 0.005 mJ 내지 9.5 mJ인 조건에서, 단위 펄스당 에너지를 증가시키거나 감소시켜서 광-기계적 힘을 증가시키거나 감소시킬 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명은 햅틱(Haptic) 장치에도 활용될 수 있다. 구체적으로 본 발명은 광-기계적인 효과를 기초로 인체의 피부에 체성 감각(Somethesis)을 제시할 수 있으므로, 햅틱스(Haptics) 분야에 응용될 수 있다. 특히, 본 발명은 레이저의 광-화학적(Photo-chemical) 또는 광-열적(Photo-thermal) 자극이 아닌, 광-기계적 자극을 이용하여 체성 감각을 제시할 수 있으므로, 비접촉(Non-contact) 등의 레이저 본연의 특성은 유지하면서 안전한 상태로 체성 감각을 제시할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명은 햅틱스 분야에 활용되는 경우, 기존의 햅틱 장치들과 달리 기계적 자극을 정량적으로 제어할 수 있다. 구체적으로, 종래의 햅틱 장치들은 진동 소자, 공기 압력, 핀 배열 등을 이용하여 기계적인 자극을 제시하였기 때문에 기계적 자극을 정량적으로 제어하기가 어려웠으나, 본 발명은 레이저의 단위 펄스당 에너지를 제어하여 기계적 자극을 정량적으로 제어할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명은 햅틱스 분야에 활용되는 경우, 기존의 햅틱 장치들과 달리 기계적 자극의 시간적 신뢰성(목표 시점과 실제 자극 시점의 일치 여부에 관한 신뢰성) 또는 공간적 신뢰성(목표 부위와 실제 자극 부위의 일치 여부에 관한 신뢰성)을 확보할 수 있다. 구체적으로, 종래의 햅틱 장치들은 진동 소자, 공기 압력, 핀 배열 등을 이용하여 기계적 자극을 제시하였기 때문에 기계적 자극의 시간적 신뢰성 또는 공간적 신뢰성을 확보하기가 어려웠으나, 본 발명은 빛의 속도로 이동하는 레이저 빔의 특성을 이용하여 시간적 신뢰성을 확보할 수 있고, 레이저 빔의 미세한 움직임을 통해 공간적인 신뢰성도 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 레이저 장치가 일으킬 수 있는 광-기계적 효과를 보여주는 개념도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치의 구성을 나타내는 구성도이다.
 도 3은 펄스 레이저 빔의 파라미터들을 보여주는 개념도이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치의 광-기계적 효과를 검증하기 위한 실험 시스템의 구성을 나타내는 구성도이다.
 도 5는 피에조 센서(Piezo sensor)의 출력 신호를 보여주는 그래프이다.
 도 6은 피에조 센서의 출력 신호를 처리하는 과정을 나타내는 블록도이다.
 도 7 및 도 8은 레이저 장치의 단위 펄스당 에너지와 피에조 센서의 출력 신호 사이의 관계를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 레이저 장치 및 이를 이용한 방법을 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.

[0031] 한편, 이하에서 표현되는 각 기능부는 본 발명을 구현하기 위한 예일 뿐이다. 따라서, 본 발명의 다른 구현에서는 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다른 기능부가 사용될 수 있다. 또한, 각 기능부는 순전히 하드웨어 또는 소프트웨어의 구성만으로 구현될 수도 있지만, 동일 기능을 수행하는 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 구성들의 조합으로 구현될 수도 있다.

[0032] 또한, 어떤 구성요소들을 '포함'한다는 표현은, '개방형'의 표현으로서 해당 구성요소들이 존재하는 것을 단순히 지칭할 뿐이며, 추가적인 구성요소들을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

[0033] 이하, 본 발명에 따른 레이저 장치의 특징을 개괄적으로 살펴본다.

[0034] 본 발명에 따른 레이저 장치는, 레이저 빔을 통해 광-기계적 효과(Photo-mechanical effect)를 유발시킬 수 있다. 구체적으로, 광-화학적 효과(Photo-chemical effect) 또는 광-열적 효과(Photo-thermal effect)를 유발시키는 용도로만 활용되던 레이저 빔의 파라미터를 조절하여, 광-기계적 효과를 유발시킬 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 레이저 장치는 기계적 자극(Mechanical stimulus)이 필요한 다양한 산업 분야에서 활용될 수 있으며, 특히 광-화학적 효과 또는 광-열적 효과가 유발할 수 있는 문제점(예컨대, 피부 조직 손상 등)으로 인해 진입 장벽이 있었던, 체성감각(Somesthesia) 제시 분야(예컨대, 촉감 제시 장치, 햅틱 장치 등)에도 기계적 자극의 소스로서 활용될 수 있다.

[0035] 이러한 본 발명에 따른 레이저 장치는, 광-기계적 효과의 발생을 위해, 연속형 레이저(CW laser, Continuous wave laser)가 아닌 펄스 레이저(Pulsed laser)를 이용하여 레이저 빔을 생성하며, 생성된 펄스 레이저 빔의 에너지를 조절한다.

- [0036] 레이저 자극의 연속적으로 제공되는 경우에는 광-화학적 효과 또는 광-열적 효과가 일어날 수 있으므로, 이러한 효과들을 배제한 상태에서 광-기계적 효과를 얻기 위해 펄스 레이저(Pulsed laser)를 이용하는 것이다.
- [0037] 또한, 본 발명에 따른 레이저 장치는, 펄스 레이저의 단위 펄스당 에너지를 조절하며, 이러한 파라미터의 조절 동작을 통해 레이저 빔의 광-기계적 효과를 발생시킨다.
- [0038] 노출시간과 단위 펄스당 에너지를 특정 범위로 조절하면, 플라즈마 현상 충격파(Shock wave) 등의 현상이 일어날 수 있는데, 이러한 현상을 기초로 광-기계적 효과가 발생할 수 있다.
- [0039] 또한, 본 발명에 따른 레이저 장치는, ms(millisecond) 이하의 펄스 폭(Pulse width) 조건에서 단위 펄스당 에너지를 조절하며, 이러한 조절 동작을 기초로 레이저 빔의 광-기계적 효과를 발생시킨다.
- [0040] 펄스 레이저를 이용하는 경우에도, 펄스 폭이 큰 경우에는 레이저 자극의 충분한 노출시간이 확보되어 광-화학적 또는 광-열적 현상이 일어날 수 있다. 따라서, ms(millisecond) 이하의 펄스 폭(Pulse width) 조건에서 단위 펄스당 에너지를 조절하여 이러한 현상을 방지하는 것이 바람직하다.
- [0041] 한편, 상기 레이저 장치가 상기 단위 펄스당 에너지를 '조절'한다는 것은, 상기 레이저 장치가 상기 단위 펄스당 에너지를 변화시키는 것을 의미할 수도 있지만, 상기 레이저 장치가 특정 값(일정한 값)으로 상기 단위 펄스당 에너지를 유지시키는 것을 의미할 수도 있다.
- [0042] 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.
- [0043] 결국, 본 발명은 1) 상기 단위 펄스당 에너지값을 다양한 값으로 변화시키는 실시예(복수의 값 사이에서 동적으로 조절) 및 2) 상기 단위 펄스당 에너지를 동작시마다 일정한 값으로 유지시키는 실시예(일정한 값으로 조절)를 모두 포함할 수 있다.
- [0044] 이하, 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치(100)를 살펴본다.
- [0045] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치(100)는 광-기계적 효과를 일으킬 수 있다. 구체적으로, 도 1의 상부 측 그림과 같이 인체 이외의 물체에 기계적인 효과를 일으키거나, 도 1의 하부 측 그림과 같이 인체에 기계적인 촉감을 유발시킬 수 있다.
- [0046] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치(100)는, 펄스 레이저 빔을 생성하는 레이저 출력부(110), 상기 펄스 레이저 빔을 구성하는 광신호의 세기(Power, J/s)를 조절하기 위한 광필터부(130), 상기 펄스 레이저 빔의 직경을 조절하기 위한 렌즈부(150), 상기 레이저 출력부, 상기 광필터부, 상기 렌즈부의 동작을 제어하는 제어부(170)를 포함할 수 있다.
- [0047] 또한, 상기 레이저 장치(100)는, 사용자로부터 정보를 입력받기 위한 입력부, 자신의 동작과 관련된 정보를 출력하기 위한 출력부, 외부의 장치들과 정보를 송수신하기 위한 통신부 등을 더 포함할 수 있으며, 이러한 구성들 역시 상기 제어부(170)에 의해 제어될 수 있다.
- [0048] 상기 레이저 출력부(110)는, 펄스 레이저 빔(Pulsed laser beam)을 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 광 신호를 생성하는 과정에서 발생 될 수 있는 열을 제거하는 구성으로서, 상기 레이저 드라이버 장치를 보호하는 역할을 하는 구성

이다.

- [0049] 이러한 상기 레이저 출력부(110)는, 펄스 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 다양한 형태로 구성될 수 있다.
- [0050] 한편, 상기 레이저 출력부(110)는, 상기 펄스 레이저 빔의 다양한 파라미터를 조절할 수 있으며, 특히 광-기계적 효과의 발생을 위해 상기 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 조절할 수 있다. 여기서 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. 다만 이 경우 상기 펄스 폭의 조절은 ms(millisecond) 이하의 범위에서 조절되는 것이 바람직하데, ms를 초과하는 범위에서 조절되는 경우에는 앞서 언급한 것과 같이 광-화학적 효과 또는 광-열적 효과가 유발될 가능성이 있기 때문이다.
- [0051] 참고로, 도 3을 참조하면, 상기 펄스 레이저 빔의, 광신호 세기(Power, J/s), 펄스 폭(Pulse width), 펄스 반복율(Repetition rate) 등의 파라미터를 확인해볼 수 있다.
- [0052] 또한, 상기 레이저 출력부(110)는, 상기 단위 펄스당 에너지를 0.005 mJ 이상의 값으로 조절하는 것이 바람직하다. 뒤에서 살펴보겠지만, 이러한 조건에서 인체의 피부 조직에 광-기계적 효과를 일으킬 수 있고, 인체 이외의 물체에서도 재질에 따라 광-기계적 효과를 일으킬 수 있기 때문이다.
- [0053] 또한, 상기 레이저 출력부(110)는, 상기 단위 펄스당 에너지를 9.5 mJ 이하의 값으로 조절하는 것이 바람직하다. 역시 뒤에서 살펴보겠지만, 9.5 mJ를 초과하는 조건에서는 광-기계적 효과의 정도가 인체의 피부 조직에 손상을 가할 수 있을 정도로 커질 수 있기 때문이다. 따라서, 인체에 광-기계적 효과를 가하는 경우의 안전을 확보하기 위하여 상기 단위 펄스당 에너지를 9.5 mJ 이하의 값으로 조절하는 것이 바람직하다. 한편, 이러한 점을 고려하여, 상기 레이저 출력부(110)의 출력을 9.5 mJ 이하로 제한하는 형태로도 본 발명을 구성할 수 있다. 예컨대, 1) 상기 광 펌핑부의 동작을 제어하여 상기 레이저 출력부(110)의 출력 자체를 9.5 mJ 이하로 제한시키는 형태로 본 발명을 구성하거나, 2) 레이저 빔을 차단할 수 있는 레이저 차단막을 추가로 설치하고, 펄스 레이저의 단위 펄스당 에너지가 9.5 mJ을 초과하는 경우에 상기 레이저 차단막을 동작시키는 형태로 본 발명을 구성할 수 있다.
- [0054] 또한, 상기 레이저 출력부(110)는, 0.005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위에서 상기 단위 펄스당 에너지를 증가시키거나 또는 감소시킬 수 있다. 따라서, 이러한 동작을 통해 유발하는 광-기계적 힘의 세기를 증가시키거나 감소시킬 수 있다. (뒤에서 살펴보겠지만, 상기 단위 펄스당 에너지를 증가시키거나 감소시키는 동작에 의해, 유발되는 광-기계적 힘의 세기도 증가하거나 감소할 수 있다.)
- [0055] 상기 광필터부(130)는, 상기 펄스 레이저 빔을 구성하는 광신호의 세기(Power, J/s)를 조절하기 위한 구성으로서, 이러한 세기 조절을 통해 상기 레이저 출력부(110)가 출력하는 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 2차적으로 조절할 수 있는 구성이다.
- [0056] 이러한 상기 광필터부(130)는, 광신호의 세기를 감쇄시키는 감쇄(Attenuator) 장치를 포함할 수 있는데, 이러한 장치를 이용하여 광신호의 세기(Power, J/s)를 감쇄시킬 수 있다. 따라서, 상기 광필터부(130)는, 펄스 폭이 동일한 상태에서 광신호의 세기를 감쇄시켜 단위 펄스당 에너지를 감소시키는 동작을 수행할 수 있다.
- [0057] 한편, 상기 광필터부(130)는, 상기 레이저출력부 자체가 단위 펄스당 에너지를 조절하는 능력을 갖추고 있는 경우에는 상기 레이저 장치(100)에 선택적으로 장착될 수 있으며, 상기 단위 펄스당 에너지를 세밀하게 조절하기 위한 보조적인 역할을 수행할 수 있다. 다만, 상기 레이저출력부 자체가 단위 펄스당 에너지를 조절하는 능력을 갖추고 있지 못하는 경우에는 상기 레이저 장치(100)에 필수적으로 장착되어서, 상기 단위 펄스당 에너지를 조절하는 주도적인 역할을 수행하게 된다.
- [0058] 상기 렌즈부(150)는, 상기 펄스 레이저 빔의 직경(Diameter)을 조절하기 위한 구성이다. 이러한 상기 렌즈부(150)는, 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 선택

적인 동작을 통해 상기 펄스 레이저 빔의 직경을 증가시키거나 감소시킬 수 있다.

- [0059] 상기 입력부는, 상기 레이저 장치(100)의 동작에 필요한 정보를 입력받기 위한 구성이다. 이러한 상기 입력부는 상기 펄스 레이저 빔의 다양한 파라미터를 조절하기 위한 기초 정보를 입력받을 수 있으며, 입력받은 정보를 상기 제어부(170)에 전달할 수 있다.
- [0060] 또한, 상기 입력부는 숫자 또는 문자를 입력받고 각종 기능들을 설정하기 위한 다수의 입력키들을 포함할 수 있으며, 상기 레이저 장치(100)의 동작에 필요한 다양한 기능키들도 포함할 수 있다.
- [0061] 한편, 상기 입력부는, 패드, 터치스크린 등과 같은 다양한 종류의 입력 장치로서 형성될 수 있으며, 이러한 입력 장치 이외에도 다양한 장치의 형태로 형성될 수 있다.
- [0062] 상기 출력부는, 상기 레이저 장치(100)의 동작 상태 및 동작 결과를 표시하거나 소정의 정보를 사용자에게 제공하기 위한 구성이다. 이러한 상기 출력부는 각종 메뉴를 비롯하여 사용자가 입력한 정보 및 사용자에게 제공하는 정보를 표시할 수 있으며, 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display), OLED(Organic Light Emitted Diode), 음성 출력 장치 등을 포함하는 다양한 출력장치들의 형태로 형성될 수 있다.
- [0063] 상기 통신부는, 상기 레이저 장치(100)가 외부의 전자 장치들과 정보를 송수신할 수 있게 하는 구성이다. 이러한 상기 통신부는, IEEE 표준을 만족시키는 다양한 유선 통신 장치 또는 무선 통신 장치의 형태로 구성될 수 있으며, IEEE 표준 이외에도 다양한 형태의 통신 장치로 구현될 수 있다.
- [0064] 따라서, 이러한 통신부를 통해 상기 레이저 장치(100)는 외부의 전자 장치에 의해 제어되는 형태로 구성될 수 있으며, 디스플레이 장치, 모바일 단말기 등의 다양한 전자 장치와 연동하여 동작하는 형태로도 구성될 수 있다.
- [0065] 상기 제어부(170), 상기 레이저 출력부(110), 상기 광필터부(130), 상기 렌즈부(150), 상기 입력부, 상기 출력부, 상기 통신부를 포함하는 상기 레이저 장치(100)의 다양한 구성들을 제어하기 위한 구성이다.
- [0066] 이러한 상기 제어부(170)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.
- [0067] 한편, 상기 제어부(170)는, 상기 레이저 출력부(110) 및 상기 광필터부(130)의 동작을 제어하여 상기 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 총괄적으로 조절할 수 있다. 구체적으로, 상기 레이저 출력부(110) 및 상기 광필터부(130)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.
- [0068] 또한, 상기 제어부(170)는, 상기 렌즈부(150)의 동작을 제어하여 상기 펄스 레이저 빔의 추가적인 파라미터도 조절할 수 있다. 구체적으로, 상기 렌즈부(150)의 동작을 통해 상기 펄스 레이저 빔의 직경을 추가적으로 조절할 수 있다.
- [0069] 또한, 상기 제어부(170)는, 광-기계적 힘을 증가시키기 위한 제어모드로 동작하거나, 광-기계적 힘을 감소시키기 위한 제어모드로 동작할 수 있다. 1) 먼저, 상기 제어부(170)는 광-기계적 힘을 증가시키기 위한 제어모드에서 동작하는 경우, 상기 단위 펄스당 에너지를 순차적으로 증가시키는 제어동작을 수행하며, 이러한 동작을 통해 펄스 레이저 빔이 유발하는 광-기계적 힘을 증가시킬 수 있다. 다만, 이 경우 상기 단위 펄스당 에너지는 0.005 mJ 내지 9.5 mJ의 범위 내에서 조절되는 것이 바람직하다. 2) 또한, 상기 제어부(170)는, 광-기계적 힘을 감소시키기 위한 제어모드에서 동작하는 경우, 상기 펄스당 에너지를 순차적으로 감소시키는 제어동작을 수행하며, 이러한 동작을 통해 펄스 레이저 빔이 유발하는 광-기계적 힘을 감소시킬 수 있다. 다만, 이 경우에도 역시

상기 단위 펄스당 에너지는 0.005 내지 9.5 mJ의 범위 내에서 조절되는 것이 바람직하다.

- [0070] 이상에 살핀 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치(100)는 펄스 레이저 빔을 이용하여 광-기계적 효과를 일으킬 수 있으므로, 기계적 자극이 필요한 다양한 산업 분야에서 활용될 수 있다.
- [0071] 특히, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치(100)는, 인체의 피부 조직에도 광-기계적 효과를 일으킬 수 있으므로, 기계적-촉감이 필요한 다양한 햅틱(Haptic) 장치에 적용될 수 있다.
- [0072] 이하, 도 4 내지 도 8을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 장치(100)가 광-기계적 효과를 일으키는 것을 실험적으로 살펴본다.
- [0073] 도 4는 상기 레이저 장치(100)의 광-기계적 효과를 확인하기 위한 실험 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.
- [0074] 이러한 상기 실험 시스템에는, 레이저 장치(100), 콜라겐 필름, 피에조 센서, 3축 위치 미세 조정 장치, 컴퓨터 등의 구성이 포함될 수 있다.
- [0075] 상기 레이저 장치(100)는, 위에서 살펴본 본 발명에 따른 레이저 장치(100)이다.
- [0076] 본 실험에서는 이러한 상기 레이저 장치(100)의 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 레이저 장치가 사용되었다.
- [0077] 상기 콜라겐 필름은, 임상 치료용 대체피부(Facilitates epidermal healing & substitute) 용도로 사용되는 타입 I 콜라겐 필름(Neskin®-F, Medira, 300 μ m 내지 500 μ 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.
- [0078] 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

- [0080] 한편, 상기 콜라겐 필름은 상기 피에조 센서에 부착된 형태로 사용되었다.
- [0081] 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.
- [0082] 한편, 본 실험에서는 표면이 코딩된 피에조 센서(LFT1-028K, Measurement specialties)를 사용하였는데, 이는 상기 콜라겐 필름의 부착 시 센서 표면이 받을 수 있는 영향을 최소화하기 위함이다.
- [0083] 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.

- [0084] 이상에서 살핀 실험 시스템을 이용하여 다음과 같은 실험을 진행하였다.
- [0085]
- [0086] 1) 단위 펄스당 에너지가 0.05 mJ인 펄스 레이저 빔을 5장으로 구성된 콜라겐 필름에 조사하는 실험을 진행하였다.
- [0087] 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.
- [0088] 3) 이러한 실험 과정에서 출력되는 피에조 센서의 신호를 분석하였다.
- [0089] 도 5는 이러한 실험의 결과를 보여주는 그래프이다. 도 5를 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.
- [0090] 따라서, 이러한 실험 결과를 통해, 상기 펄스 레이저 빔이 광-기계적 효과를 유발한 것을 확인할 수 있다. 또한, 피에조 센서의 출력신호의 크기를 분석함으로써, 유발된 광-기계적 힘의 크기도 산출할 수도 있다.
- [0091] 또한, 이상에서 살핀 실험 시스템을 이용하여 다음과 같은 실험도 진행하였다.
- [0092] 1) 먼저, 상기 레이저 장치(100)를 이용하여 5장으로 구성된 콜라겐 필름에 펄스 레이저를 조사하면서, 피에조 센서의 출력신호를 관찰하였다. 특히, 상기 레이저 장치(100)가 조사하는 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 순차적으로 변화시키면서 실험을 진행하였다.
- [0093] 2) 다음으로, 상기 레이저 장치(100)를 이용하여 10장으로 구성된 콜라겐 필름에 펄스 레이저를 조사하면서, 피에조 센서의 출력신호를 관찰하였다. 이 경우도 마찬가지로, 상기 레이저 장치(100)가 조사하는 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 순차적으로 변화시키면서 실험을 진행하였다.
- [0094] 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.
- [0095] 또한, 상기 피에조 센서가 출력하는 신호는, 도 6과 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.
- [0096] 도 7 및 도 8은 이러한 실험의 결과를 보여주는 그래프이다.
- [0097] 도 7은 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.
- [0098] 또한, 도 8은 도 7의 그래프의 일부 영역을 확대한 그래프이다. 구체적으로, 도 7에서 점선으로 둘러싸인 영역을 확대한 그래프이다.

- [0099] 도 7 및 도 8을 참조하면, 1) 5장으로 구성된 콜라겐 필름에 대해서는, 0.00398 mJ 이상의 단위 펄스당 에너지가 가해지는 경우에 광-기계적 효과가 유발되는 것을 확인할 수 있고, 2) 10장으로 구성된 콜라겐 필름에 대해서는, 0.005 mJ 이상의 단위 펄스당 에너지가 가해지는 경우에 광-기계적 효과가 유발되는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 5장 내지 10장의 범위 내에서 구성되는 콜라겐 필름의 광-기계적 효과 유발을 위한 역치 에너지가 0.00398 mJ 내지 0.005 mJ 범위에 위치함을 확인할 수 있다.
- [0100] 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 효과를 유발시킬 수 있다.
- [0101] 또한, 도 7 및 도 8을 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.
- [0102] 한편, 도 7 및 도 8을 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 증가시킴에 따라 광-기계적 힘이 증가하고, 단위 펄스당 에너지를 감소시킴에 따라 광-기계적 힘이 감소되는 것을 확인할 수 있다.
- [0103] 따라서, 상기 단위 펄스당 에너지를 증가시키거나 감소시키는 동작을 통해, 광-기계적 힘을 증가시키거나 감소시키는 제어 동작을 수행할 수 있다.
- [0104] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 광-기계적 효과 유발 방법을 살펴본다.
- [0105]
- [0106] 본 발명의 일 실시예에 따른 광-기계적 효과 유발 방법은, 레이저 장치(100)가 펄스 레이저 빔의 에너지를 조절하는 단계(a 단계)를 포함할 수 있다.
- [0107] 여기서 상기 레이저 장치(100)는, 광-기계적 작용을 일으키기 위해 상기 펄스 레이저 빔의 단위 펄스당 에너지를 조절하는 것이 바람직하다.
- [0108] 또한, 상기 a 단계 이후에는, 상기 레이저 장치(100)가 생성한 펄스 레이저 빔이 대상물에 도달하는 단계(b 단계)를 포함할 수 있다.
- [0109] 또한, 상기 b 단계 이후에는, 상기 대상물에 도달한 펄스 레이저 빔이 광-기계적 효과를 일으키는 단계(c 단계)를 포함할 수 있다.
- [0110] 이상에서 살핀 본 발명에 따른 광-기계적 효과 유발 방법은, 카테고리는 상이하지만, 본 발명에 따른 레이저 장치(100)와 실질적으로 동일한 특징을 포함할 수 있다. 따라서, 중복서술을 방지하기 위하여 자세히 기재하지는 않았지만, 상기 레이저 장치(100)와 관련하여 상술한 특징들은 상기 광-기계적 효과 유발 방법 발명에도 당연히 유추되어서 적용될 수 있다.
- [0111] 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

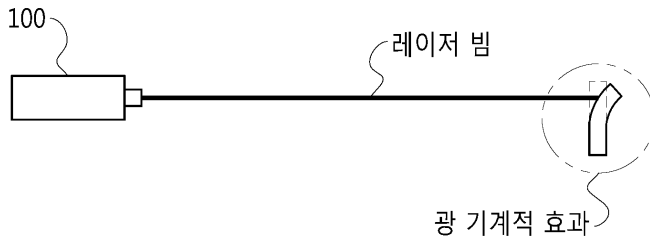
것이다.

부호의 설명

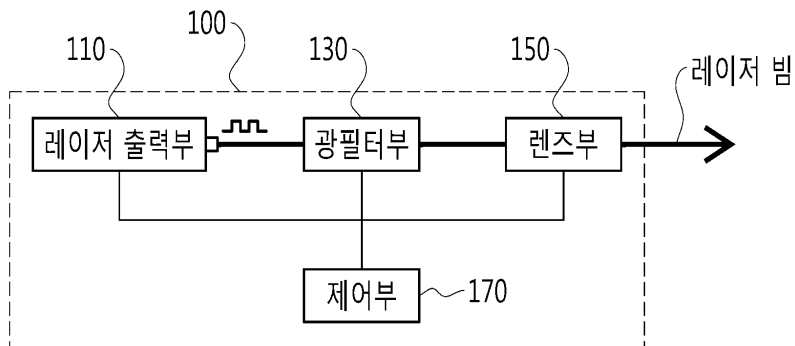
- [0112] 100 : 레이저 장치 110 : 레이저 출력부
 130 : 광필터부 150 : 렌즈부
 170 : 제어부

도면

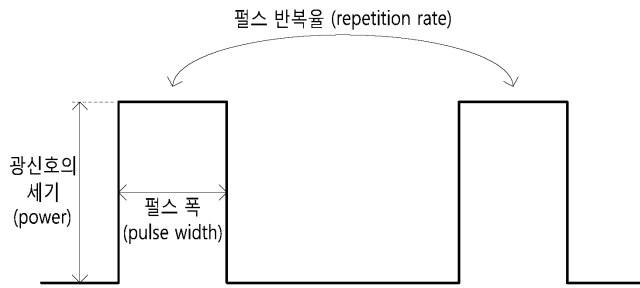
도면1



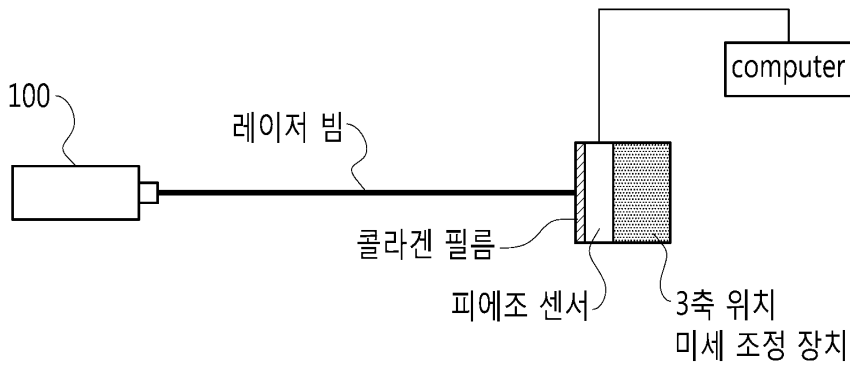
도면2



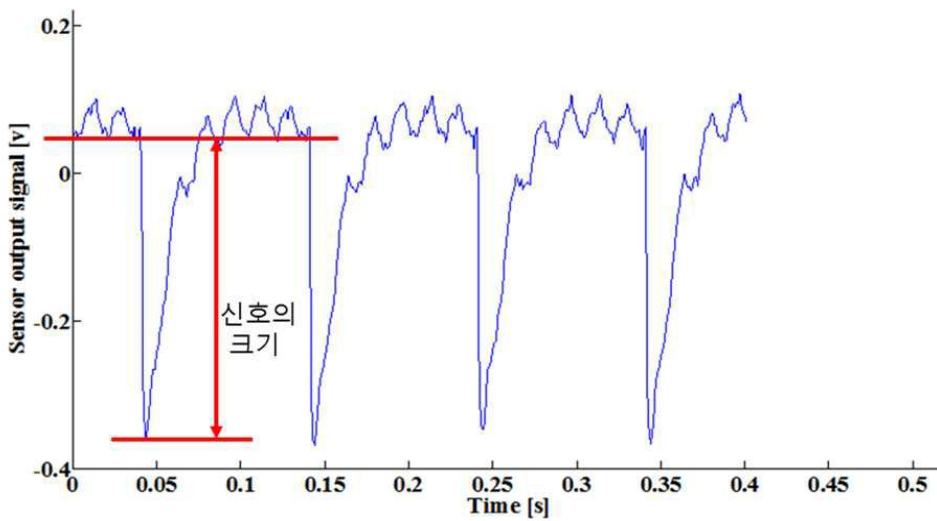
도면3



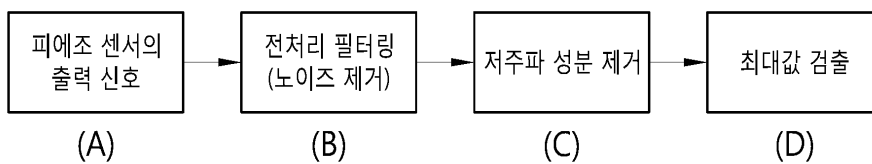
도면4



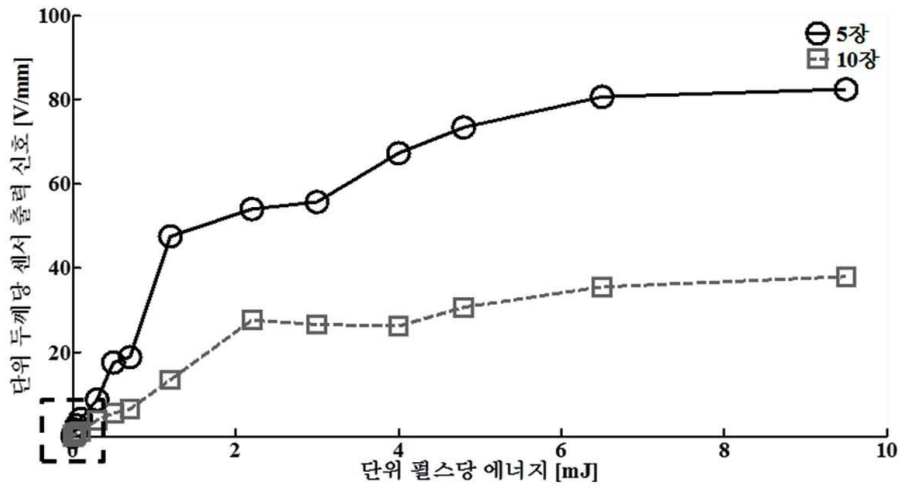
도면5



도면6



도면7



도면8

