(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년01월11일
(11) 등록번호 10-1684482
(24) 등록일자 2016년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 5/06 (2006.01) *A61N 5/067* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61N 5/0622 (2013.01)
A61N 2005/0626 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0159837
(22) 출원일자 2015년11월13일
심사청구일자 2015년11월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR101340358 B1
KR101340361 B1
KR101648854 B1
KR1020160087262 A

(73) 특허권자
건국대학교 글로컬산학협력단
충청북도 충주시 충원대로 268 (단월동,건국대학교글로컬캠퍼스)
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
정순철
충청북도 충주시 연수동산로 26-1, 106동 301호 (연수동)
박종락
광주광역시 동구 남문로 734, 103동 1805호 (학동, 학1마을)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
윤병국, 이영규

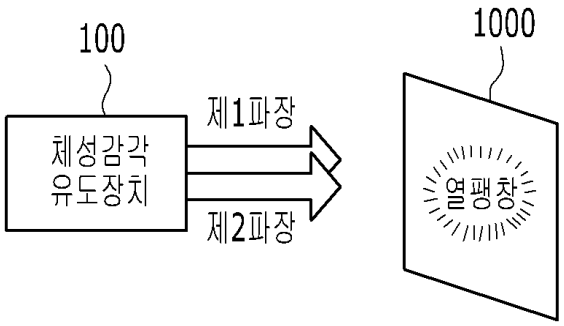
전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 유창용

(54) 발명의 명칭 **2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치**

(57) 요 약

본 발명은 2개의 서로 다른 파장을 가지는 레이저를 활용하여 신체에 체성감각을 유도하는 장치에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 펄스 레이저 빔을 조사하여 피부 조직을 자극하는 방식으로 체성감각을 유도함을 전제로 하되 두 개의 파장 값을 가지는 레이저를 조사함으로써 다양한 체성감각을 유도할 수 있는 체성감각 유도장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61N 2005/0658 (2013.01)
A61N 2005/067 (2013.01)

(72) 발명자
김형식
충청북도 충주시 연수동산로 26-1, 104동 104호 (연수동)
백준혁
광주광역시 서구 상무버들로40번길 14, 112동 202호 (유촌동, 버들주공1단지아파트)
전재훈
서울특별시 광진구 구의강변로 11, 2동 205호 (자양동, 한양아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2011-0027920
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 미래유망 융합기술 파이오니어 사업
연구과제명 레이저 촉감 제시 기술개발
기 여 율 1/1
주관기관 건국대학교(글로컬캠퍼스) 산학협력단
연구기간 2011.07.01 ~ 2017.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1파장의 레이저를 조사하는 레이저 조사부;

제1파장의 레이저를 수신하며, 상기 제1파장의 레이저 중 일부를 제2파장의 레이저로 변환시키고, 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저를 동시에 조사하는 고조파 발생부;

상기 레이저 조사부 및 고조파 발생부를 제어하기 위한 제어부;

를 포함하며,

상기 제1파장은 1064nm이고, 제2파장은 532nm이고,

상기 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저는 생체조직에 조사되어 촉감세포를 자극하는 것을 특징으로 하는 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저는 생체조직에 조사되며,

생체조직의 온도 상승에 따른 열팽창을 유발하고, 상기 열팽창에 따른 에너지가 상기 생체조직의 주변조직으로 전달되도록 하여 촉감세포를 자극하는 것을 특징으로 하는 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

투과되는 레이저의 투과율을 조절하는 투과 필터;

를 더 포함하는 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1파장의 값은 상기 제2파장의 2배인 것을 특징으로 하는 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 투과 필터는,

상기 레이저 조사부에서 조사되어 상기 고조파 발생부로 입사되는 제1파장의 레이저를 통과시키며 투과율을 조절하는 것을 특징으로 하는 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 투과 필터는,

상기 고조파 발생부에서 조사되는 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저를 통과시키며 투과율을 조절하는 것을 특징으로 하는 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

제어부는,

상기 고조파 발생부에서 조사되는 레이저의 제1파장 레이저 및 제2파장 레이저를 각각 0% 내지 100% 범위 내에서 조절하는 것을 특징으로 하는 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치.

청구항 9

체성감각 유도장치가 체성감각을 유도하는 방법에 있어서,

(a) 제1파장의 레이저를 발생시키는 단계;

(b) 상기 제1파장의 레이저 중 일부를 제2파장을 가지는 레이저로 변환하는 단계;

(c) 상기 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저를 생체조직에 조사하여 체성감각을 유도하는 단계;

를 포함하고,

상기 제1파장은 1064nm이고, 제2파장은 532nm인 체성감각 유도방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

생체조직에 조사된 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저는, 생체조직의 온도 상승에 따른 열팽창을 유발하고, 상기 열팽창에 따른 에너지가 상기 생체조직의 주변조직으로 전달되어 촉감세포를 자극하는 것을 특징으로 하는 체성감각 유도방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 2개의 서로 다른 파장을 가지는 레이저를 활용하여 신체에 체성감각을 유도하는 장치에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 펄스 레이저 빔을 조사하여 피부 조직을 자극하는 방식으로 체성감각을 유도함을 전제로 하되 두 개의 파장 값을 가지는 레이저를 조사함으로써 다양한 체성감각을 유도할 수 있는 체성감각 유도장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 레이저 장치란 방사의 유도 방출에 의한 광증폭(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)을 이용하여 빛을 방출하는 장치를 의미한다. 이러한 레이저 장치는 방향, 위상, 파장이 고른 인공의 빛을 방출하는데 방출되는 레이저의 위와 같은 속성을 제어할 수 있음에 기인하여 현대에 레이저 장치는 통신, 의료, 나노

기술, 정밀 공작 기계 영역 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

[0004] 한편, 레이저는 매질에의 손상을 동반하는 기전과 매질에의 손상을 동반하지 않는 기전 등 크게 두 가지 기전으로 나뉘어 활용될 수 있다. 그 중에서도 매질에의 손상을 동반하지 않는 기전은 열탄성 효과(Laser induced thermo-elastic effect)라 불리는 것으로 매질의 손상 없이도 스트레스 파(wave)를 발생시키는 기전을 가리키며 이러한 열탄성 효과는 비파과 검사(non-destructive inspection), 의료영상(imaging) 등에 활용되고 있다. 최근에는 이렇게 생체 손상이 없는 레이저 장치에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

[0005] 한편, 레이저를 조사하여 신체 피부 조직에 열탄성 효과를 발생시킴에 있어 레이저의 속성, 그 중에서도 레이저 파장이 달라짐에 따라 피부 조직에 유도되는 체성감각도 달라질 수 있음이 종래 기술에 의해 알려져 있다. 구체적으로, 동일한 온도 상승분에 대해서 피부 조직에 다양한 열탄성 효과를 연속적으로 유도하고자 할 때에 파장 가변 레이저를 활용할 수 있음이 알려져 있다.

[0006] 그러나 위와 같이 열탄성 효과를 연속적으로 제어하자면 각각 다른 파장 값의 레이저를 조사할 수 있는 복수개의 레이저 장치 혹은 파장을 자유로이 제어할 수 있는 레이저 장치가 필요하다 할 것이나 이는 비용적, 기술적으로 현실적이지 못한 구현 방식이라 할 것이다. 이에, 피부 조직에의 열탄성 효과를 연속적으로 제어하기 위해 보다 효율적인 방식에 대한 필요성이 제기되고 있다.

[0007] 본 발명은 위와 같은 기술적 배경을 바탕으로 고안되었으며, 이상에서 살핀 기술적 요구를 충족시킴은 물론, 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 발명할 수 없는 추가적인 기술요소들을 제공하기 위해 발명되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 2012-0004709(2012.01.13. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 서로 다른 두 개의 레이저 성분을 활용하여 신체 피부 조직에 다양한 체성감각을 유도하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 특히, 조사되는 레이저 내 두 개의 레이저 성분을 그 비율을 달리 제어함으로써 피부 조직에 다양한 체성감각이 유도될 수 있게 하는 것을 목적으로 한다.

[0012] 또한 본 발명은 각기 다른 파장의 레이저 성분 비율을 제어하는 것 이외에 조사되는 레이저의 직경을 더 제어함으로써 유도되는 체성감각의 다양성을 더하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 위와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치는, 제1파장의 레이저를 조사하는 레이저 조사부; 제1파장의 레이저를 수신하며, 상기 제1파장의 레이저 중 일부를 제2파장의 레이저로 변환시키고, 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저를 동시에 조사하는 고조파 발생부; 상기 레이저 조사부 및 고조파 발생부를 제어하기 위한 제어부; 를 포함하며, 상기 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저는 생체조직에 조사되어 촉감세포를 자극하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치에 있어서, 상기 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저는 생체조직에 조사되며, 생체조직의 온도 상승에 따른 열팽창을 유발하고, 상기 열팽창에 따른 에너지가 상기 생체조직의 주변조직으로 전달되도록 하여 촉감세포를 자극하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치는, 투과되는 레이저의 투과율을 조절하는 투과 필터;를 더 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치에 있어서, 상기 제1파장의 값은 상기 제2파장의 2배인 것

을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 이 때, 상기 제1파장은 1064nm이고, 제2파장은 532nm인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 한편, 상기 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치에 있어서, 상기 투과 필터는, 상기 레이저 조사부에서 조사되어 상기 고조파 발생부로 입사되는 제1파장의 레이저를 통과시키며 투과율을 조절하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치에 있어서 상기 투과 필터는, 상기 고조파 발생부에서 조사되는 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저를 통과시키며 투과율을 조절하는 것을 특징으로 할 수도 있다.

[0021] 한편, 상기 2파장 레이저를 활용한 체성감각 유도장치에 있어서, 제어부는, 상기 고조파 발생부에서 조사되는 레이저의 제1파장 레이저 및 제2파장 레이저를 각각 0% 내지 100% 범위 내에서 조절하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 다른 한편, 본 발명의 또 다른 측면에 따른 체성감각 유도장치의 체성감각 유도방법은, (a) 제1파장의 레이저를 발생시키는 단계; (b) 상기 제1파장의 레이저 중 일부를 제2파장을 가지는 레이저로 변환하는 단계; (c) 상기 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저를 생체조직에 조사하여 체성감각을 유도하는 단계;를 포함한다.

[0023] 또한, 상기 체성감각 유도방법에 있어서, 생체조직에 조사된 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저는, 생체조직의 온도 상승에 따른 열팽창을 유발하고, 상기 열팽창에 따른 에너지가 상기 생체조직의 주변조직으로 전달되어 촉감세포를 자극하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 따르면, 두 개 파장의 레이저만을 활용하여 사용자에게 다양한 체성감각을 유도하게 할 수 있는 효과가 있다.

[0026] 특히, 두 개 파장의 비율을 달리 조절함으로써 다양한 느낌의 체성감각을 유도할 수 있는 효과가 있다.

[0027] 또한 본 발명에 따르면, 한 파장의 레이저를 조사할 수 있는 레이저 조사 수단만 있더라도 이로부터 두 개의 파장이 포함된 레이저를 구현할 수 있으며, 이를 통해 다양한 체성감각을 유도할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명에 따른 체성감각 유도장치가 생체조직에 2개 파장의 레이저를 조사하여 체성감각을 유도하는 실시예를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명에 따른 체성감각 유도장치의 세부구성을 나타낸 것이다.

도 3은 체성감각 유도장치에서 조사되는 레이저가 포함하는 각 파장별 레이저의 비율을 도식적으로 나타낸 것이다.

도 4는 각 케이스 별 레이저가 생체조직에 조사된 경우 생체조직의 변위량(displacement)을 그래프로 나타낸 것이다.

도 5는 트랜지언트 피크값과 스테디 스테이트 피크값을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 각 케이스 별 레이저가 생체조직에 조사된 경우 생체조직 내 침투 깊이(penetration depth)를 그래프로 나타낸 것이다.

도 7은 조사되는 레이저의 직경을 조절함에 따른 생체조직에서의 온도 변화를 나타낸 것이다.

도 8은 조사되는 레이저의 직경에 따른 생체조직의 변위량(displacement)을 그래프로 나타낸 것이다.

도 9는 조사되는 레이저의 직경에 따라 생체조직 내 침투 깊이(penetration depth)를 그래프로 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명의 목적과 기술적 구성 및 그에 따른 작용 효과에 관한 자세한 사항은 본 발명의 명세서에 첨부된 도면에 의거한 이하의 상세한 설명에 의해 보다 명확하게 이해될 것이다. 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세하게 설명한다.

[0031] 본 명세서에서 개시되는 실시예들은 본 발명의 범위를 한정하는 것으로 해석되거나 이용되지 않아야 할 것이다. 이 분야의 통상의 기술자에게 본 명세서의 실시예를 포함한 설명은 다양한 응용을 갖는다는 것이 당연하다. 따라서, 본 발명의 상세한 설명에 기재된 임의의 실시예들은 본 발명을 보다 잘 설명하기 위한 예시적인 것이며 본 발명의 범위가 실시예들로 한정되는 것을 의도하지 않는다.

[0032] 도면에 표시되고 아래에 설명되는 기능 블록들은 가능한 구현의 예들일 뿐이다. 다른 구현들에서는 상세한 설명의 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다른 기능 블록들이 사용될 수 있다. 또한, 본 발명의 하나 이상의 기능 블록이 개별 블록들로 표시되지만, 본 발명의 기능 블록들 중 하나 이상은 동일 기능을 실행하는 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 구성들의 조합일 수 있다.

[0033] 또한, 어떤 구성요소들을 포함한다는 표현은 개방형의 표현으로서 해당 구성요소들이 존재하는 것을 단순히 지칭할 뿐이며, 추가적인 구성요소들을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

[0034] 나아가 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 연결되어 있다거나 접속되어 있다고 언급될 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 한다.

[0036] 도 1은 본 발명에 따른 체성감각 유도장치가 생체조직 상에 레이저를 조사하여 체성감각을 실제 유도하는 과정을 개략적으로 나타낸 것이다.

[0037] 도 1에서도 볼 수 있듯, 본 발명에 따른 체성감각 유도장치는 기본적으로 레이저를 대상물, 즉 사람의 생체조직에 조사하여 체성감각을 유도한다.

[0038] 레이저를 이용하여 체성감각을 유도하는 과정에 대해 간략하게 설명하면 다음과 같다. 체성감각 유도장치에 의해 조사되는 레이저 빔은 기본적으로 에너지 소스의 역할을 하는데 이러한 레이저 빔의 에너지는 사용자의 생체조직 내로 전달되어 열에너지로 변환되고 이렇게 변환된 열에너지는 다시 사용자의 생체조직 내 온도를 상승시켜 주변조직으로 열을 전달한다. 한편, 주변조직으로의 열 전달 과정에서 사용자는 일정한 체성감각, 즉 촉감, 온감, 통감 등을 느끼게 된다.

[0039] 구체적으로, 매우 짧은 펄스폭을 가지는 레이저가 매질, 즉 사용자의 생체조직에 조사되는 경우 순간적인 레이저 흡수에 의해 매질이 국소적으로 가열이 되고 이러한 순간적인 가열에 의해 매질의 국소부가 열팽창을 하게 되는데, 매질의 열팽창은 다시 주변으로 압력을 전달, 즉 압력이 스트레스파의 형태로 탄성을 가지는 매질 내부로 전달되어 피부 조직 내 촉감세포를 자극한다. 즉, 본 발명에 따른 체성감각 유도장치는 레이저를 조사함으로써 온도를 증가시키고, 이에 따라 발생하는 일련의 열팽창, 압력증가, 스트레스파 생성 및 전달 과정을 통해 사용자로 하여금 촉감을 느낄 수 있도록 하는 것이다.

[0040] 한편, 본 발명에서의 체성감각 유도장치는 두 개 파장 성분이 포함된 레이저를 생체조직에 조사한다는 점에서 기술적 특징이 있다. 즉, 도 1에서도 볼 수 있듯, 체성감각 유도장치는 제1파장 성분, 제2파장 성분이 혼합된 레이저를 조사할 수 있으며, 나아가 상기 제1파장 성분 및 제2파장 성분의 비율 또는 제1파장 성분의 에너지량 및 제2파장 성분의 에너지량을 조절하여 레이저를 조사할 수도 있다.

[0041] 두 개 파장이 포함된 레이저는 여러 방식으로 구현이 가능한데, 뒤에서도 설명하겠지만 본 발명에서는 기본 레이저의 파장을 비선형 광학효과를 통해 변환할 수 있는 고조파 발생부를 활용하여 두 개의 파장 성분이 혼합된 레이저를 생성한다.

[0042] 한편, 이렇게 두 파장 성분이 혼합된 레이저를 활용하는 경우 제한된 환경의 레이저 조사수단을 가지고도 다양한 체성감각을 유도할 수 있게 된다는 점에서 효과가 있다. 일반적으로 파장이 다른 레이저를 생체조직에 조사하는 경우 각각 다른 체성감각을 유도할 수 있다는 사실이 여러 실험을 통해 알려져 있다. 즉, 생체조직 상에 다양한 체성감각을 유도하기 위해서는 통상적으로 다양한 파장의 레이저를 조사할 수 있는 수단이 필요하다 할 것인데, 이러한 레이저 조사수단은 기술적으로 구현이 매우 어려울 뿐더러 비용이 많이 소요된다는 점에서 효율적이지 못하다. 또한, 여러 파장의 레이저를 조사하고자 각 파장마다의 레이저 조사수단을 마련하는 것 역시 비용면에서 적절하지 못하다.

[0043] 본 발명은 종래의 위와 같은 문제점을 해결하고자 고안된 것으로, 두 개 파장 성분을 가지는 레이저만으로 생체조직에 다양한 체성감각을 유도하는 것을 목적으로 한다.

[0045] 도 2는 본 발명에 따른 체성감각 유도장치의 세부구성을 도시한 것이다.

[0046] 본 발명에 따른 체성감각 유도장치는 기본적으로 레이저 조사부, 고조파 발생부, 제어부를 포함할 수 있으며, 부가적으로 투과 필터를 더 포함할 수 있다. 또한 투과 필터의 구비 위치에 따라 체성감각 유도장치는 도 2의 (a) 또는 (b)와 같이 구현될 수 있다.

[0047] 먼저 각 세부구성에 대해 하나씩 살펴보면 다음과 같다.

[0048] 레이저 조사부는 어느 특정 파장을 가지는 레이저를 생성 및 조사하는 기능부를 일컫는다. 더 구체적으로 상기 레이저 조사부는 펄스 레이저를 출력하기 위한 구성으로서 레이저 드라이버, 냉각 장치를 포함한다. 이 때 레이저 드라이버는 다시 레이저 매질(Laser medium), 광 펌핑부(Optical pumping), 광 공진기(Optical resonator) 등을 포함할 수 있다. 또한 냉각 장치는 상기 레이저 드라이버가 레이저를 생성하는 과정에서 발생하는 열을 식히는 구성으로서, 레이저 드라이버 장치를 보호하는 기능을 한다.

[0049] 한편, 상기 레이저 조사부는 다양한 방식으로 레이저를 생성할 수 있다. 예를 들어 상기 레이저 조사부는 루비 레이저, 네오디뮴:야그 레이저, 네오디뮴:글라스 레이저, 레이저 다이오드, 엑시머 레이저, 색소 레이저 등 다양한 방식에 의한 레이저를 생성할 수 있다.

[0050] 다음으로 고조파 발생부는 상기 레이저 조사부에 의해 생성된 특정 파장의 레이저를 수신하고, 상기 레이저 중 일부를 다른 파장으로 변환시키며, 궁극적으로 상기 특정 파장 성분 및 변환된 파장 성분이 동시에 포함된 레이저를 조사한다. 본 상세한 설명에서는 이해를 돕기 위해 상기 레이저 조사부에 의해 생성된 레이저를 '제1파장 레이저', 고조파 발생부에 의해 일부 변환된 레이저를 '제2파장 레이저'로 구별하여 칭하기로 한다.

[0051] 고조파 발생부의 주된 기능은 상기 제1파장 레이저의 일부를 제2파장으로 변환하는 것이다. 제1파장 레이저를 제2파장으로 변환하는 것은 여러 방식으로 구현될 수 있으나, 바람직하게는 상기 상기 제1파장 레이저의 전부 또는 일부를 비선형 (non-linear) 광학 매질에 입사시킴으로써 입사된 레이저의 고조파 성분, 즉 제2파장 성분으로 변환할 수 있다. 따라서 제1파장 레이저를 다른 파장의 레이저로 변환하기 위해 상기 고조파 발생부는 내부에 광학 매질을 구비할 수 있다.

[0052] 다음으로, 본 발명에 따른 체성감각 유도장치는 상기 레이저 조사부 및 고조파 발생부를 총괄적으로 제어하기 위한 제어부를 더 포함한다. 즉, 제어부는 상기 레이저 조사부에 특정 파장의 레이저를 생성 및 조사하도록 제어명령을 전달하며, 상기 고조파 발생부에 대해서는 제1파장 및 제2파장의 레이저를 생성 및 조사하도록 하게 하기 위한 제어명령을 전달할 수 있고, 나아가 상기 조사되는 레이저 내 제1파장 성분, 제2파장 성분의 비율 또는 제1파장 성분, 제2파장 성분 레이저의 에너지 비율을 조절할 수도 있다.

[0053] 상기 제어부는 적어도 하나의 연산 수단과 저장 수단을 포함할 수 있으며, 이 때 연산 수단은 범용의 중앙연산장치(CPU)일 수도 있고, 특정 목적에 적합하게 구현된 프로그래머블 디바이스 소자(CPLD, FPGA), 주문형 반도체 연산장치(ASIC) 또는 마이크로 컨트롤러 칩일 수도 있다. 또한, 저장 수단으로는 휘발성 메모리 소자, 비휘발성 메모리 소자 또는 비휘발성 전자기적 저장 소자가 활용될 수 있다.

[0054] 다음으로, 본 발명에 따른 체성감각 유도장치는 투과 필터를 더 포함할 수 있다. 투과 필터는 조사되는 레이저의 경로에 구비되는 것으로, 레이저의 투과율을 조절하는 기능을 한다.

[0055] 고조파 발생부의 제어를 통해 제1파장 성분 및 제2파장 성분의 비율이 결정되며, 상기 투과 필터의 투과율 조절을 통해 생체조직에 조사되는 레이저 펄스 에너지량의 절대값이 결정된다. 도 2 (a)에서의 투과 필터는 제1파장 레이저의 투과율을 조절하며, (b)에서의 투과 필터는 제1파장 및 제2파장 레이저 모두의 투과율을 조절하도록 제작된다. 고조파 발생부의 제1파장 성분 및 제2파장 성분의 비율 결정은 고조파 발생부에 포함된 비선형 광학 소자의 온도나 각도 튜닝을 통해 이루어질 수 있다. 투과 필터의 투과율 조절은 전기광학소자(electro-optic device)나 액정소자(liquid crystal device)를 전자적으로 제어하거나, 다중의 엔디필터(ND filter, neutral density filter)를 교체하거나 선형 또는 원형 등 다양한 형태의 공간적으로 배치된 엔디필터를 제어하여 달성할 수 있다.

[0056]

[0057] 이상 도 2를 참조하여 본 발명에 따른 체성감각 유도장치의 기본 구조에 대해 살펴보았다. 이하에서는 체성감각 유도장치에 의해 조사되는 레이저, 특히 제1파장 및 제2파장 레이저의 비율에 따라 생체조직에 어떻게 다른 체성감각이 유도되는지 그 실험예를 살펴보기로 한다.

[0059] 체성감각 유도장치의 효과를 확인하기 위한 실험의 실험 환경에 대해 살펴보면 다음과 같다.

[0060] 우선 활용되는 레이저와 관련하여, 본 발명에 따른 체성감각 유도장치는 펄스폭이 5ns인 레이저를 사용하며, 제1파장 레이저로서 1064nm, 제2 파장 레이저로서 532nm 파장의 레이저를 사용하는 것을 전제로 한다. 또한, 레이저가 조사되는 대상물, 즉 생체조직에 대응되는 매질과 관련하여, 각 파장에 대한 매질의 광학 속성은 다음 표와 같다.

표 1

[0062]

속성	532nm	1064nm
굴절률 (Refractive Index)	1.4	1.4
비등방계수 (Anisotropy Factor)	0.9	0.9
흡수계수 (Absorption Coefficient)	0.129[mm^{-1}]	0.017[mm^{-1}]
산란계수 (Scattering Coefficient)	28.7[mm^{-1}]	17.3[mm^{-1}]

[0063] 또한 레이저가 조사되는 대상물, 즉 생체조직에 대응되는 매질과 관련하여, 매질의 속성은 다음 표와 같다.

표 2

[0064]

속성	값
밀도 (Mass Density)	1100[kg/m^3]
비열 (Specific Heat)	3400[J/(kg*K)]
포아송비 (Poisson's Ratio)	0.46
열팽창 계수 (Thermal Expansion Coefficient)	$9*10^{-4}$[K^{-1}]
종파 속도 (Longitudinal Sound Speed)	1.540[km/s]

[0065] 또한, 실험은 크게 두 가지 변수, 즉 제1파장 및 제2파장 레이저의 구성 비율, 그리고 레이저의 직경에 따라 매질 상에 어떤 변화가 발생하는지를 확인하는 방식으로 이루어졌다.

[0066] 우선 제1파장 및 제2파장 레이저의 비율을 독립변수로 두고, 서로 다른 크기의 직경 값을 가지도록 레이저를 생성하여 아래 표와 같이 각 케이스별로 실험을 진행하였다.

표 3

[0067]

직경 (mm)	파장별 성분비(온도 상승에 대한 기여도)									
	532 nm	1064 nm	532 nm	1064 nm	532 nm	1064 nm	532 nm	1064 nm	532 nm	1064 nm
	100%	0%	75%	25%	50%	50%	25%	75%	0%	100%
0.5	A1		A2		A3		A4		A5	
1.0	B1		B2		B3		B4		B5	
1.5	C1		C2		C3		C4		C5	
2.0	D1		D2		D3		D4		D5	
2.5	E1		E2		E3		E4		E5	

[0068] 즉, 레이저의 직경이 0.5mm 내지 2.5mm 인 범위에서, 각 직경 별로 제1파장(1064nm) 및 제2파장(532nm) 레이저의 구성 비율을 달리하여 각 실험 케이스에 따라 매질의 변위량(displacement)을 측정하였다.

[0069] 한편, 제1파장 및 제2파장 레이저의 구성 비율에 대한 부연 설명으로, 위 표에 기재된 각 파장 별 레이저의 퍼

센티지 값은 레이저를 조사하여 매질의 온도가 일정 크기만큼 상승한 경우, 상기 상승분에 대해 제1파장, 제2파장 레이저가 어느 정도 기여했는지를 나타낸 것이다. 관련하여 도 3은 한 줄기 빛의 형태로 조사되는 레이저에 있어서 강학상 이해를 돕기 위하여 레이저 내 포함된 제1파장, 제2파장의 레이저를 도식적으로 나타낸 것이다. 예를 들어, 직경이 0.5㎜인 레이저가 체성감각 유도장치로부터 출력되는 경우, 상기 표 3과 도 3을 참조할 때 해당 레이저 내에는 각 케이스별로 제1파장 및 제2파장이 0% 내지 100% 의 비율로 포함된다.

[0071] 도 4는 앞서 설명한 실험에 따른 결과를 그래프로 나타낸 것으로, 특히 각 케이스 별로 매질에 레이저가 조사된 경우 해당 영역의 매질 변위량을 측정한 것이다.

[0072] 매질의 변위량이란, 열팽창에 따른 해당 매질의 위치 변화를 일컫는 것으로, 다시 말해 매질의 측단면을 보았을 때 열팽창에 의해 레이저가 조사된 매질의 특정 부분이 레이저가 조사된 방향 쪽으로 얼마나 팽창되었는지를 나타내는 값이다.

[0073] 살펴볼 때, 직경을 동일한 크기로 유지하면서 제1파장 및 제2파장의 구성 비율을 달리하는 경우 매질의 변위량은 유의미한 범위에서 차이를 보임을 알 수 있다. 예를 들어, 직경이 0.5㎜ 인 경우 제1파장 및 제2파장의 구성 비율을 달리한 케이스를 살펴보면, 제2파장(532nm) 레이저에 비해 제1파장1064nm) 레이저의 비율이 높을 수록 매질의 변위량이 더 큰 값을 보임을 확인할 수 있다. 즉, 제1파장(1064nm)의 레이저가 100%이고 제2파장(532nm)의 레이저가 0%인 경우(케이스 A5) 매질의 변위량은 대략 170nm 내지 180nm에서 분포하고 있는 반면, 제1파장의 레이저가 0%이고 제2파장의 레이저가 100%인 경우(케이스 A1) 매질의 변위량은 대략 140nm 내지 150nm에서 분포한다.

[0074] 이는 직경을 달리하여 살펴본 다른 실험예에서도 확인할 수 있는 패턴으로, 제1파장 레이저의 비율이 높을 수록 매질의 변위량이 더 커짐을 알 수 있다.

[0075] 한편, 도 4의 실험 결과에서 또 알 수 있는 사실은 제1파장 및 제2파장의 비율 변화에 따라 매질의 변위량 역시 연속적으로 나타난다는 사실이다. 즉, 체성감각 유도장치에 의해 제1파장의 레이저 및 제2파장의 레이저가 연속적으로 그 비율이 변하는 경우, 매질의 변위량 역시 연속적으로 변할 수 있는 것이다. 이는 A1 내지 A5의 케이스에서 얻은 그래프의 분포를 보면 더욱 분명히 알 수 있다. 즉, 본 상세한 설명에서는 이해를 돕기 위하여 A1 내지 A5의 각 단계별(discrete) 실험 케이스만을 살펴보고 있으나, A1 내지 A5에 이르는 구성비율이 연속적으로 변할 수 있다고 가정하는 경우, 상기 도 4에 나타난 그래프 역시 연속적으로 나타날 것이라는 점을 유추할 수 있다.

[0076] 이는 곧 두 개 파장을 가지는 레이저에 있어서 각 파장의 구성 비율을 조절함으로써 생체조직에 유도되는 체성감각을 연속적으로 제어할 수 있음을 의미하는 것으로, 본 발명에 따르는 경우 다양한 체성감각을 유도하기 위하여 여러 파장의 레이저를 생성 및 조사하기 위한 장치를 갖출 필요가 없다. 예를 들어 본 발명에 따르면, 532nm와 1064nm의 두 개 파장의 레이저만을 활용하여 다른 파장, 예를 들어 830nm 레이저에 의해 유도될 수 있는 체성감각을 유도할 수 있다.

[0077] 한편, 참고로 도 4의 각 케이스별 그래프를 살펴볼 때, 레이저를 조사한 직후에 매질의 변위량 크기가 상대적으로 큰 값을 가지고, 이후 시간이 지날 수록 값이 안정적으로 수렴함을 확인할 수 있다. 즉, 매질에 레이저가 입사한 직후에는 순간적으로 매질이 열팽창을 하는 구간(트랜지언트 구간), 그리고 레이저가 입사된 이후 일정 시간이 흐른 이후에는 매질의 팽창정도가 안정화 되는 구간(스테디 스테이트 구간)이 존재함을 알 수 있다. 도 5에는 트랜지언트 구간에서의 최고점을 트랜지언트 피크, 스테디 스테이트 구간에서의 일정한 값을 스테디 스테이트 피크로 표시하여 나타내었다. 트랜지언트 피크는 생체조직에 레이저가 처음 입사되었을 때 사용자가 최초로 느끼게 되는 체성감각을 결정짓는 것으로서, 사용자로서는 애초 아무것도 느끼지 못하던 상태에서 레이저에 조사되는 경우 상기 트랜지언트 피크 값에 따라 체성감각을 인지하게 된다.

[0079] 도 6은 각 실험 케이스별로 레이저가 매질에 침투한 깊이를 측정한 것이다. 도 6의 그래프들은 각각 직경이 같은 조건에서 제1파장 및 제2파장의 구성 비율에 따라 레이저가 매질의 얼마나 깊은 부분까지 닿을 수 있는지를 나타낸 것으로, 예를 들어 0.5㎜ 직경의 레이저를 조사하였을 때 제1파장(1064nm)의 비율이 더 높을 수록 매질의 더 깊은 부분까지 레이저가 닿을 수 있음을 확인할 수 있다.

[0080] 구체적으로, 0.5㎜ 직경의 레이저를 조사하였을 때 제1파장 레이저가 100%이고 제2파장 레이저가 0%인 경우(A5) 약 0.51㎜까지 레이저가 침투할 수 있으나, 반대로 제1파장 레이저가 0%이고 제2파장 레이저가 100%인 경우(A1)에는 약 0.39㎜까지만 침투할 수 있음을 알 수 있다.

[0081] 도 6의 예는 보다 긴 파장의 레이저가 더 비율이 높은 경우 매질의 침투성이 높아짐을 나타낸 것으로, 본 발명

에 따른 체성감각 유도장치는 제1파장과 제2파장의 구성 비율을 조절함으로써 사용자의 생체조직 내 레이저의 도달 깊이까지도 제어할 수 있다.

[0083] 도 7은 레이저의 직경이 변함에 따른 매질에서의 온도 변화를 나타낸 것으로, 구체적으로 도 7은 제1파장(1064nm)이 25%, 제2파장(532nm)이 75%의 비율로 구성된 것으로서 직경의 크기가 다른 레이저가 매질에 조사되었을 때 해당 매질에서의 위치별 온도 변화를 나타낸 것이다.

[0084] 각 그래프의 세로축은 레이저가 조사된 매질의 특정 점을 중심으로 어느 정도의 반경까지 온도 변화가 있었는지를, 가로축은 상기 레이저가 조사된 특정 점으로부터 어느 정도의 깊이까지 온도 변화가 있었는지를 나타내는 것이다.

[0085] 도 7을 살펴볼 때, 직경이 0.5㎜인 경우 매질에서의 온도 변화는 특정 점을 중심으로 약 0.5㎜의 반경 범위에서 일어나고 있으며, 약 1.5㎜ 의 깊이까지 온도 변화가 있음을 알 수 있다. 또한, 직경이 1.5㎜인 경우 매질에서의 온도 변화는 특정 점을 중심으로 약 1.5㎜를 넘는 반경 범위에서 일어나고 있으며, 약 2.5㎜의 깊이까지 온도 변화가 있음을 확인할 수 있다.

[0086] 도 7에 도시된 일련의 그래프를 살펴볼 때, 레이저가 동일한 파장 구성으로 되어 있음을 전제로, 직경이 커질수록 매질에서의 온도 변화 범위가 넓어짐을 알 수 있다. 즉, 직경이 커질 수록 레이저의 조사점을 중심으로 더 큰 반경까지 온도 변화가 발생하였으며, 나아가 상기 매질의 더 깊은 지점까지 온도 변화가 발생함을 알 수 있다.

[0087] 한편, 도 7은 제1파장 및 제2파장이 각각 25%, 75%인 경우의 실험 그래프이나, 제1파장 및 제2파장이 다른 구성 비율로 이루어진 경우에 있어서도 레이저의 직경에 따라 매질 상에서의 온도 변화 범위가 앞서 설명한 것과 같은 패턴으로 변할 것이라는 사실을 쉽게 유추할 수 있다.

[0089] 도 8은 레이저의 직경이 변함에 따라 매질의 변위량이 어떻게 변하는지를 측정한 것이다. 도 8의 각 그래프는 제1파장 및 제2파장이 같은 구성 비율을 이룰 때 레이저의 직경 크기가 변함에 따라 매질의 변위량을 측정한 것이다.

[0090] 예를 들어, 도 8의 (b)는 제1파장 레이저가 25%, 제2파장 레이저가 75%인 경우 매질의 변위량을 살펴본 것으로, 직경이 0.5㎜인 경우에는 약 150㎚의 변위량을 보였으나 2.5㎜의 직경 레이저를 조사한 경우에는 약 475㎚의 변위량을 보였다. (a), (c), (d), (e)의 실험 결과에서도 변위량의 값은 다르지만 모두 직경이 클 수록 매질의 변위량이 큰 값을 나타내었다. 이를 통해 볼 때, 직경이 클 수록 생체조직은 열팽창에 의해 더 큰 변위량을 보이며 이에 따라 그 부피가 상대적으로 더 크게 증가함을 알 수 있다.

[0091] 같은 맥락에서 도 9는 레이저의 직경이 변함에 따라 레이저가 침투할 수 있는 깊이를 나타낸 것이다.

[0092] 예를 들어 도 9의 (b)는 제1파장 레이저가 25%, 제2파장 레이저가 75%인 경우 레이저의 투과 깊이를 나타낸 것으로, 직경이 0.5㎜인 경우에는 매질의 약 0.4㎜ 깊이까지, 직경이 2.5㎜인 경우에는 매질의 약 0.9㎜ 깊이까지 레이저가 닿을 수 있음을 알 수 있다.

[0094] 이상 본 발명에 따른 체성감각 유도장치의 세부구성, 체성감각 유도장치를 이용하여 생체조직에 체성감각을 유도하는 과정, 체성감각 유도장치에 의해 조사되는 제1파장 및 제2파장의 레이저 구성비율을 조절하여 다양한 체성감각을 유도할 수 있음, 나아가 조사되는 레이저의 직경을 제어함에 따라 다른 유형의 체성감각을 유도할 수 있음에 대해 살펴보았다.

[0095] 앞서도 언급하였으나, 본 상세한 설명에서 언급한 실시예, 실험예는 비록 discrete한 변수 설정에 따른 제한된 수의 실시예, 실험예들이나 본 발명에 따른 체성감각 유도장치는 상기 제1파장 및 제2파장 레이저의 구성비율이 연속적으로 조절됨에 따라 다양한 체성감각이 연속적으로 유도될 수 있다는 사실을 이해해야 할 것이며, 레이저의 직경 역시 연속적으로 조절함으로써 그에 따라 유도되는 체성감각 역시 연속적으로 변할 수 있음을 이해해야 할 것이다.

부호의 설명

[0100] 100 체성감각 유도장치

110 레이저 조사부

130 고조파 발생부

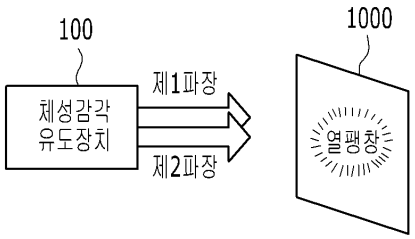
150 제어부

170 투과 필터

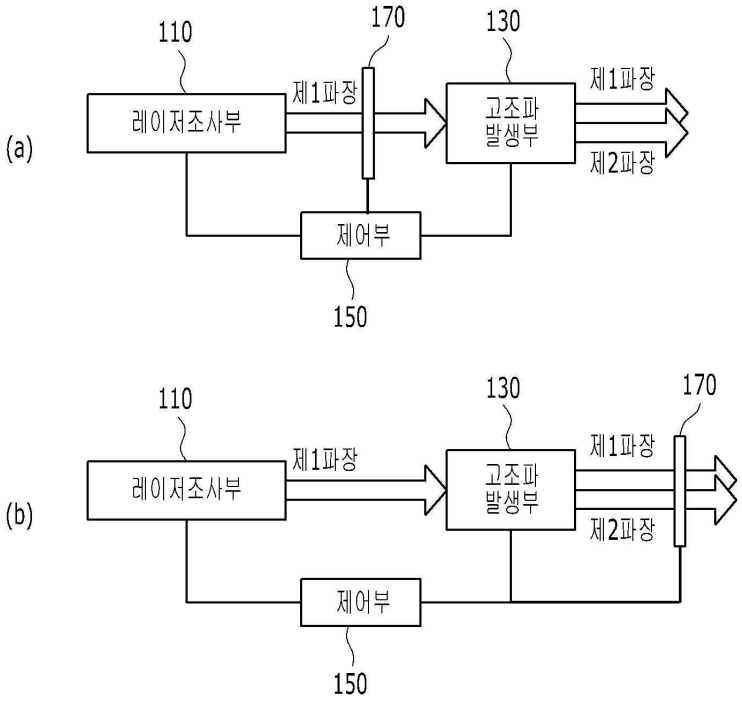
1000 생체조직

도면

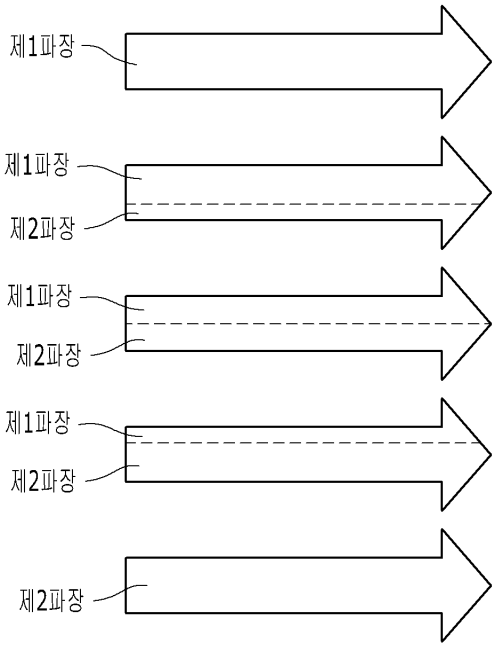
도면1



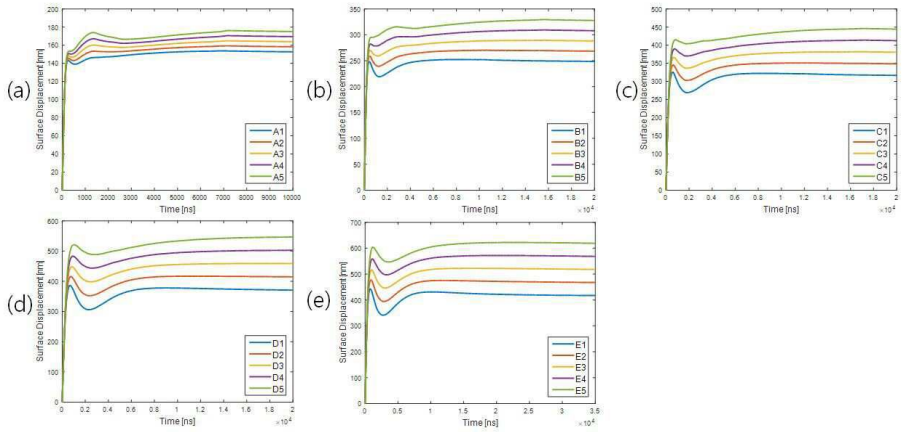
도면2



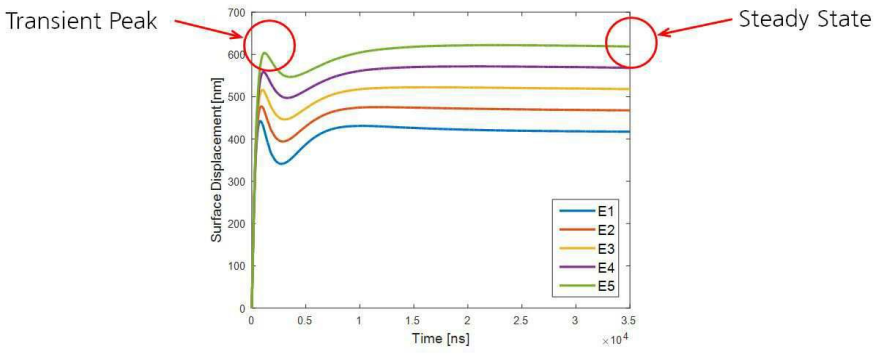
도면3


제1파장
제1파장
제2파장
제1파장
제2파장
제1파장
제2파장
제2파장

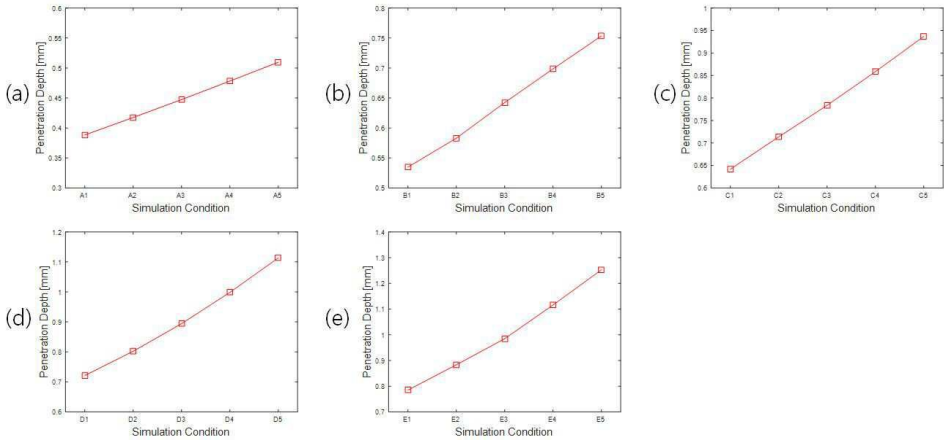
도면4


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
Surface Displacement [nm]
Time [ns]
A1
A2
A3
A4
A5
B1
B2
B3
B4
B5
C1
C2
C3
C4
C5
D1
D2
D3
D4
D5
E1
E2
E3
E4
E5

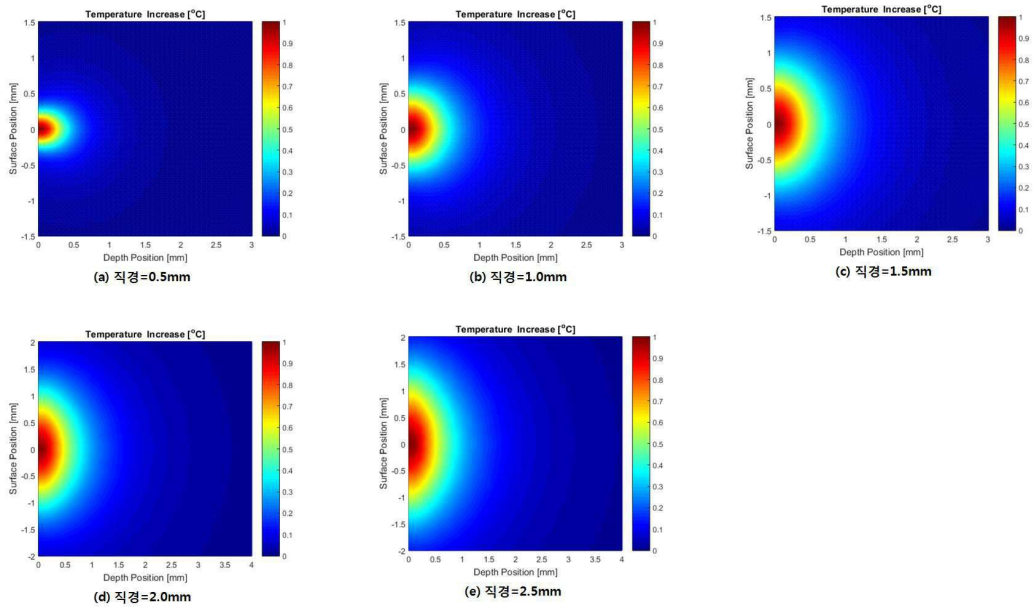
도면5


Transient Peak
Steady State
Surface Displacement [nm]
Time [ns]
E1
E2
E3
E4
E5

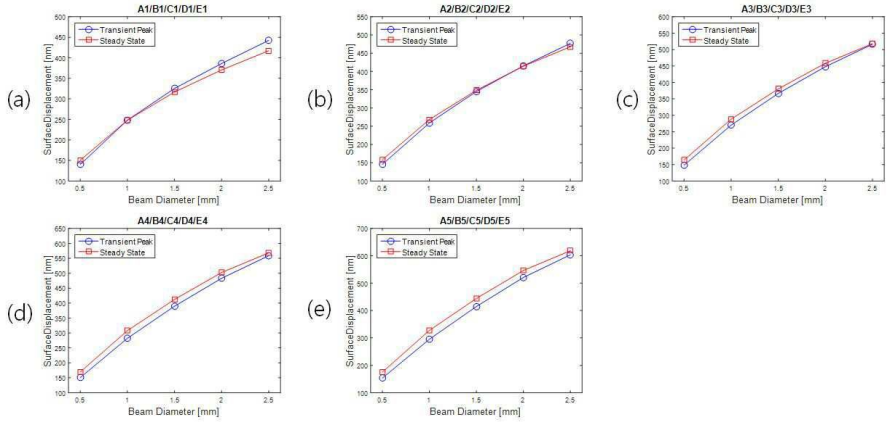
도면6


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
Penetration Depth [mm]
Simulation Condition

도면7


Temperature Increase [°C]
Surface Position [mm]
Depth Position [mm]
(a) 직경=0.5mm
(b) 직경=1.0mm
(c) 직경=1.5mm
(d) 직경=2.0mm
(e) 직경=2.5mm

도면8


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
A1/B1/C1/D1/E1
A2/B2/C2/D2/E2
A3/B3/C3/D3/E3
A4/B4/C4/D4/E4
A5/B5/C5/D5/E5
Transient Peak
Steady State
SurfaceDisplacement [mm]
Beam Diameter [mm]

도면9

