



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월23일

(11) 등록번호 10-1581763

(24) 등록일자 2015년12월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61N 5/06 (2006.01) A61N 5/067 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61N 5/0613 (2013.01)

A61N 2005/067 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0088458

(22) 출원일자 2015년06월22일

심사청구일자 2015년06월22일

(56) 선행기술조사문헌

JP2015006443 A*

KR1020140025464 A

KR101340361 B1

KR1020130110235 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

건국대학교 산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 120, 건국대학교내 (화양동)

조선대학교 산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

포항공과대학교 산학협력단

경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)

(72) 발명자

정순철

충청북도 충주시 연수동산로 26-1, 106동 301호 (연수동)

전재훈

서울특별시 광진구 구의강변로 11, 2동 205호 (자양동, 한양아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

윤병국, 이영규

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 유창용

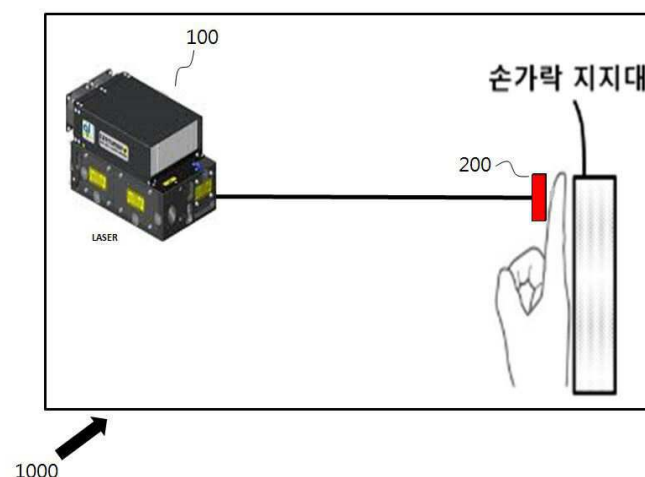
(54) 발명의 명칭 펄스 레이저 및 흡수계수가 높은 매질을 이용한 체성감각 유도 시스템

(57) 요약

본 발명은 체성감각 유도 시스템에 관한 것으로서, 구체적으로는 펄스 레이저를 체성감각을 유도하고자 하는 사용자 피부에 부착된 매질에 조사시킴으로써 레이저의 피부 직접 조사에 의한 피부 손상을 원천적으로 배제하고 안전기준 내에서 사용자 피부에 체성감각을 유도하는 시스템에 관한 것이다.

특히 본 발명은, 사용자 피부에 접하는 매질의 흡수계수, 조사되는 레이저의 에너지 세기, 반복률 등을 조절함으로써 사용자에게 다양한 느낌의 체성감각을 유도하게 할 수 있는 체성감각 유도 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박종락

광주광역시 동구 남문로 734, 103동 1805호 (학동, 학1마을)

최승문

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

김형식

충청북도 충주시 연수동산로 26-1, 104동 104호 (연수동)

김지선

충청북도 충주시 충열1길 27, 102호 (단월동)

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(글로벌캠퍼스) 산학협력단

연구기간 2011.07.01 ~ 2017.02.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

레이저 빔의 파라미터를 제어하고, 매질의 일면에 레이저를 조사하는 레이저 조사장치; 및

일면은 상기 레이저가 피조사되고, 이면은 사용자의 피부조직과 접하며, 상기 사용자의 피부조직에 상기 피조사된 레이저에 의해 발생된 스트레스파에 의한 체성감각을 유도하는 매질;

을 포함하는 체성감각 유도 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 레이저 빔의 파라미터는, 에너지 세기, 펄스 폭, 펄스 주파수, 자극 시간 또는 빔 직경을 포함하는 것을 특징으로 하는 체성감각 유도 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 매질은 제1레이어 및 제2레이어를 포함하되,

상기 제1레이어 및 제2레이어는 각각 다른 색깔이고, 서로 상이한 파장의 빛을 흡수하는 것을 특징으로 하는 체성감각 유도 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1레이어 또는 제2레이어는 붉은색 또는 백색인 것을 특징으로 하는 체성감각 유도 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 레이저 빔의 파장은 445nm, 480nm, 532nm, 650nm, 809nm, 850nm 또는 1064nm 중 하나인 것을 특징으로 하는 체성감각 유도 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1레이어 및 제2레이어는 각각 붉은색 및 백색이고,

상기 레이저 빔의 펄스 주파수를 1Hz 이상 25Hz미만으로 제어하여 상기 사용자 피부조직에 촉감을 유도하는 것을 특징으로 하는 체성감각 유도 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제1레이어 및 제2레이어는 각각 붉은색 및 백색이고,

상기 레이저 빔의 펄스 주파수를 25Hz이상으로 제어하여 상기 사용자 피부조직에 진동감을 유도하는 것을 특징으로 하는 체성감각 유도 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 체성감각 유도 시스템에 관한 것으로서, 구체적으로는 펄스 레이저를 체성감각을 유도하고자 하는 사용자 피부에 부착된 매질에 조사시킴으로써 레이저의 피부 직접 조사에 의한 피부 손상을 원천적으로 배제하고 안전기준 내에서 사용자 피부에 체성감각을 유도하는 시스템에 관한 것이다.

[0002] 특히 본 발명은, 사용자 피부에 접하는 매질의 흡수계수, 조사되는 레이저의 에너지 세기, 반복률 등을 조절함으로써 사용자에게 다양한 느낌의 체성감각을 유도하게 할 수 있는 체성감각 유도 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 레이저 장치란 방사의 유도 방출에 의한 광증폭(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)을 이용하여 빛을 방출하는 장치를 의미한다.

[0004] 이러한 레이저 장치는 방향, 위상, 파장이 고른 인공의 빛을 방출하는데, 위와 같이 속성을 제어할 수 있음에 기하여 상기 레이저 장치는 통신, 의료, 나노기술, 정밀 공작 기계 영역 등 다양한 산업 분야에서 많이 활용되고 있다.

[0005] 한편, 레이저는 크게 매질에의 손상을 동반하는 기전과 매질에의 손상을 동반하지 않는 기전 등 두 가지 기전으로 구현될 수 있다.

[0006] 매질에의 손상을 동반하는 기전은 광학 절연파괴(Laser induced optical breakdown)나 레이저 제거(Laser ablation)에 의해 나타나는 것으로, 이러한 기전은 생체 자극 및 의료 수술 분야 등에서 활용된다.

[0007] 이에 반해 매질에의 손상을 동반하지 않는 기전은 열탄성 효과(Laser induced thermo-elastic effect)라 불리는 것으로 매질의 손상 없이도 스트레스 파(wave)를 발생시키는 기전을 일컬으며, 이러한 열탄성 효과는 비파괴 검사(non-destructive inspection), 의료영상(imaging) 등에 활용될 수 있다.

[0008] 최근에는 이렇게 생체 손상이 없는 레이저 장치에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 특히 생체 손상을 발생시키지 않는 레이저의 속성 범위를 찾는 연구가 구체적으로 진행되고 있다.

[0009] 그러나 한편, 위와 같이 매질, 그 중에서도 생체 조직에 손상을 발생시키지 않는 레이저의 경우, 사람의 피부 조직에 조사하였을 때 피부 손상이 없다는 점에서는 의미가 있는 성과물로서 인정받았으나, 피부 조직에 충분한 정도의 자극이 유발되지 않는다는 문제점이 동시에 존재하여 왔다.

[0010] 이 건 발명은 이와 같이 생체 조직에 손상을 발생시키지 않는 레이저가 생체 조직에 적절한 크기의 자극을 유도하지 못한다는 문제점을 해결하고자 발명된 것으로, 이상에서 살핀 기술적 요구를 충족시킴은 물론, 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 발명할 수 없는 추가적인 기술요소들을 제공하기 위해 발명되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 10-1382366호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 레이저 조사시 매질에 손상이 없는, 즉 사용자 피부에의 손상을 동반하지 않는 기전을 구현하기 위한 것이다.
- [0013] 특히 본 발명은 생체 조직에 빛을 흡수할 수 있는 특수한 매질을 덧대고 이에 레이저를 조사함으로써 맞닿아 있는 생체 조직에 자극을 발생시키는 체성감각 유도 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0014] 또한 본 발명은 상기 매질의 흡수계수 및 조사되는 레이저의 다양한 속성을 조절함으로써 사용자 피부에 손상을 입히지 않는 범위에서 체성감각을 유도할 수 있는 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0015] 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

- [0016] 본 발명은 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 수단으로 체성감각 유도장치를 제공한다. 다만, 이러한 발명의 카테고리들은 단어 그 자체에 의해 한정되지 않으며, 이하에서 살펴볼 기술 사상을 포함하는 범위 내에서 다양하게 확장 해석될 수 있다.
- [0017] 본 발명에 따른 체성감각 유도 시스템은, 레이저 빔의 파라미터를 제어하고, 매질의 일면에 레이저를 조사하는 레이저 조사장치; 및 일면은 상기 레이저가 피조사되고, 이면은 사용자의 피부조직과 접하는 매질;을 포함한다.
- [0018] 또한, 상기 체성감각 유도 시스템에 있어서 상기 레이저 빔의 파라미터는, 에너지 세기, 펄스 폭, 펄스 주파수, 자극 시간 또는 빔 직경을 포함한다.
- [0019] 또한, 상기 체성감각 유도 시스템에 있어서 상기 매질은 제1레이어 및 제2레이어를 포함하되, 상기 제1레이어 및 제2레이어는 각각 다른 색깔이고, 서로 상이한 파장의 빛을 흡수하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 이 때, 상기 제1레이어 또는 제2레이어는 붉은색 또는 백색인 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한 이 때, 상기 레이저 빔의 파장은 445nm, 480nm, 532nm, 650nm, 809nm, 850nm 또는 1064nm 중 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또한 이 때, 상기 체성감각 유도 시스템은, 상기 제1레이어 및 제2레이어는 각각 붉은색 및 백색이고, 상기 레이저 빔의 펄스 주파수를 1Hz 이상 25Hz미만으로 제어하여 상기 사용자 피부조직에 촉감을 유도하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 다른 한편, 상기 체성감각 유도 시스템은, 상기 제1레이어 및 제2레이어는 각각 붉은색 및 백색이고, 상기 레이저 빔의 펄스 주파수를 25Hz이상으로 제어하여 상기 사용자 피부조직에 진동감을 유도하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 따르면 사용자의 피부조직에 손상 없이 체성감각을 유도시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0025] 또한 본 발명에 따르면, 상기 사용자 피부조직에 접한 매질의 흡수계수에 따라 다른 느낌의 자극을 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 또한 본 발명에 따르면, 위 매질의 흡수계수 이외에도 레이저의 다양한 속성, 예를 들어 펄스 레이저의 에너지 세기, 주파수 등을 제어함으로써 다양한 느낌의 체성감각을 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0027] 또한 본 발명에 따르면, 사용자 피부조직에 직접 레이저를 조사하는 것에 비하여 더 뚜렷하게 체성감각을 유도

할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명에 따른 체성감각 유도 시스템의 개략적인 구성도이다.
- 도 2 및 도 3은 매질의 세부구성, 즉 제1레이어 및 제2레이어의 구성 및 적층모습을 나타낸 것이다.
- 도 4는 레이저 조사장치의 세부구성을 블록도로 나타낸 것이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 체성감각 유도 시스템을 활용하여 피험자에게 체성감각을 유도한 실험예, 그 중에서도 특히 에너지 크기 및 펄스 주파수를 제어하면서 실험한 예를 나타낸 것이다.
- 도 6은 레이저의 에너지 크기에 따라 피험자가 느낀 에너지 강도를 나타낸 것이다.
- 도 7은 매질의 흡수계수를 변화 시켰을 때 피험자가 느끼는 체성감각을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 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.
- [0030] 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.
- [0031] 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.
- [0032] 또한, 어떤 구성요소들을 포함한다는 표현은 개방형의 표현으로서 해당 구성요소들이 존재하는 것을 단순히 지칭할 뿐이며, 추가적인 구성요소들을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.
- [0033] 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.
- [0034] 도 1은 본 발명에 따른 체성감각 유도 시스템(1000)의 구성을 간략하게 나타낸 것이다.
- [0035] 도 1에 따르면, 체성감각 유도 시스템(1000)은 레이저 조사장치(100) 및 매질(200)을 포함한다.
- [0036] 먼저 레이저 조사장치(100)는 레이저 빔의 다양한 파라미터를 제어하며, 파라미터가 제어된 상태로 레이저를 특정 타겟, 정확하게는 사용자의 피부조직과 맞닿아 있는 매질(200)에 조사하는 기능을 한다.
- [0037] 이와 같은 기능을 하기 위해 레이저 조사장치(100)는 세부적으로 많은 서브구성을 포함할 수 있는데 이에 대해서는 도 4에 대한 설명에서 후술하기로 한다.
- [0038] 상기 레이저 조사장치(100)는 펄스 폭(Pulse width), 펄스 주파수, 에너지의 세기, 레이저 조사시간 또는 빔 직경과 같은 파라미터를 제어할 수 있다.
- [0039] 또한 본 상세한 설명에서 언급되는 레이저의 파장은 일반적으로 산업분야에서 이용되는 445nm, 480nm, 532nm, 650nm, 809nm, 850nm 또는 1064nm 중 어느 하나인 것을 전제로 한다. 다만, 본 발명에서의 레이저 파장이 위 특정 수치에 한정되는 것은 아니며, 통상의 기술자가 용이하게 구현해 낼 수 있는 범위에서 레이저 파장의 수치는 변동될 수 있음을 이해해야 할 것이다.

- [0040] 한편, 매질(200)은 상기 레이저가 피조사되는 대상으로, 일면은 조사된 레이저를 받아들이고, 상기 일면과 반대쪽 면인 이면은 사용자의 피부조직과 접해 있는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 본 발명에서 사용되는 매질(200)은 접착 특성이 있는 물질로서, 바람직하게는 아크릴 발포폼으로 제조된 것일 수 있다. 이 때 매질(200)은 점착체로서 명확하게 고체, 액체로 구별될 수 없는 반 유동체, 즉 탄성물질일 수 있으며, 상기 매질(200)은 완전 합성 폴리머(polymer)로서 표면이 매끈하고 무색의 색상을 가지며, 점착력이 우수한 속성을 가지는 것을 특징으로 한다. 나아가 상기 매질(200)은 우수한 내열성, 내습성, 내한성의 성질까지 가진다.
- [0042] 본 발명에 따른 체성감각 유도 시스템(1000)이 종래의 기술과 구별되는 점은 위와 같이 사용자의 피부조직과 레이저 조사장치(100) 사이에 매질(200)이라는 새로운 구성을 둔다는 점이다.
- [0043] 즉, 종래 생체 자극을 최소화 시키기 위한 레이저의 경우 직접 사람의 생체 조직에 조사했을 때에도 손상이 발생하지는 않았으나, 생체 조직에 유도되는 자극이 충분히 강하지 않았으며, 이와 같은 문제점을 해결하고자 본 발명은 레이저를 흡수할 수 있는 매질(200)을 해결책으로 제시하는 것이다.
- [0044] 본 발명과 같이 매질(200)을 매개로 생체 조직에 레이저를 조사하는 경우, i) 사람마다 다른 생체 조직의 특성 영향을 덜 받아 개인차 없는 열 및 열탄성 효과를 유도할 수 있다는 점 ii) 레이저가 직접 생체 조직에 조사되는 것에 비하여 레이저 피부 직접 조사에 의한 손상을 원천적으로 배제할 수 있어 보다 안전한 촉감 유도가 가능하다는 점 iii) 매질이라는 새로운 구성요소를 둬으로써 조사하는 레이저, 매개물인 매질(200)의 더 다양한 조합을 구현할 수 있고 이에 따라 유도시킬 수 있는 촉감의 종류도 다양해질 수 있다는 점 iv) 동일한 레이저 조건에서 매질의 종류 또는 접합 가능한 매질의 두께 등을 제어하여 다양한 열 및 열탄성 효과를 유도할 수 있다는 점에서 효과가 있다.
- [0045] 한편 본 발명에 따른 체성감각 유도 시스템(1000)이 사용자의 피부에 촉감을 유도하는 방식은 다음과 같다.
- [0046] 레이저가 매질(200)에 입사되면 광학계수(흡수계수, 산란계수, 굴절률, 비등방성 계수)에 의해 매질(200) 내 광 에너지 분포가 달라지고, 매질(200) 내로 흡수된 에너지는 열 탄성 효과를 유도하여 스트레스파를 발생시킨다. 물론 이 때 모든 에너지는 흡수한 레이저가 소스가 되어 제공한다.
- [0047] 한편 열 탄성 효과란, 매우 짧은 펄스폭을 가지는 레이저가 매질(200)에 흡수되는 경우 순간적으로 레이저 흡수에 의해 흡수부위가 국소적으로 가열이 되는데, 가열된 부분이 순간적으로 열팽창을 하면서 국소적으로 압력이 증가시키고 동시에 압력파를 생성시켜 주변 매질(200)로 에너지를 전달하게 되는 효과를 가리킨다. 이 때 주변으로 전달되는 압력파를 스트레스파라 하며 이러한 스트레스파는 위와 같은 방식으로 탄성을 가지는 매질(200)의 내부에 전달된다.
- [0048] 한편, 상기 매질(200)은 사용자의 피부조직에 맞닿아 있으므로, 위 일련의 과정 중에서 발현되는 매질(200)의 국소적인 팽창, 압력증가 등의 기계적 변형은 상기 사용자 피부조직으로 하여금 촉감을 느낄 수 있게 한다.
- [0049] 다른 한편, 상기 매질(200)은 탄성이 좋은 물질로 제조되는 것인 이상 사용자의 다양한 신체조직, 외형에 적용이 가능하며 예를 들어 손가락, 손바닥, 팔, 다리 등 서로 다른 외형을 가지는 신체조직에 촉감을 유도할 수 있는 효과가 있다.
- [0050] 한편, 레이저 흡수에 의해 매질(200) 내부에 발생하여 전파되는 스트레스파는 다음과 같은 식에 따라 그 크기가 결정된다.

수학식 1

$$p = \frac{1}{2} p_{\max} * \exp[-\mu_a(z - c_s t)]$$

[0051]

수학식 2

$$p_{\max} = \mu_a \Gamma H_0$$

이 때 $p_{\max}$ 는 입사되는 스트레스파의 최대크기, c_s 는 음파의 속도, μ_a 는 매질의 흡수계수, Γ 는 그뤼나이젠 상수, H_0 는 흡수에너지밀도(absorbed fluence)를 나타낸다.

위 수학식 1 및 2에 따르면, 신체조직에 더 큰 촉감을 유도하기 위해서는 스트레스파의 최대크기를 높일 필요가 있다. 이를 위해서는 흡수계수, 그뤼나이젠 상수가 높은 매질을 사용하는 것이 바람직함을 알 수 있다.

한편 이 때 그뤼나이젠 상수란 매질 결정의 고유 상수로서 열팽창에 따라 포논(음향양자, 결정 격자의 양자화된 진동을 나타내는 준입자)의 에너지가 바뀌는 정도를 나타내는 지표이다.

또 다른 한편, 매질의 어쿠스틱 임피던스(acoustic impedance) 측면에서 살펴볼 때, 일반적으로 매질 경계면에서의 투과 계수는 다음 수학식 3과 같이 정해진다.

수학식 3

$$\text{투과계수}(T) = \frac{p_t}{p_i} = \frac{2Z_2}{Z_2 + Z_1}$$

이 때, p_t 는 매질을 통과하는 스트레스파의 크기, p_i 는 매질을 향해 입사되는 스트레스파의 크기, Z_1 은 입사방향 매질인 제1매질의 어쿠스틱 임피던스, Z_2 는 스트레스파가 나오는 방향의 매질인 제2매질의 어쿠스틱 임피던스를 의미한다. 이 때, 어쿠스틱 임피던스란 특정 파(wave)가 전파될 때 그 파면에 평행인 면에서의 압력을 그 면을 통과하는 파동의 부피속도로 나눈 값을 의미한다. 다른 관점에서, 어쿠스틱 임피던스는 파(wave)가 매질을 통과할 때에 받는 저항을 의미한다.

한편 수학식 3에 따르면, 스트레스파가 매질을 더 잘 통과하기 위해서는 제2매질의 어쿠스틱 임피던스가 제1매질의 어쿠스틱 임피던스에 비해 큰 것이 바람직하다. 즉, 두 개의 매질이 접해 있는 경우, 파(wave)가 입사되는 제1매질의 어쿠스틱 임피던스(Z_1)는 작고, 파(wave)가 나오는 제2매질의 어쿠스틱 임피던스(Z_2)는 클 때에 투과계수(T)가 높아진다.

즉, 이를 본 발명에 적용하면 매질(200)은 신체조직(피부)의 어쿠스틱 임피던스에 비해 작은 크기의 어쿠스틱 임피던스를 가지는 것으로 함이 바람직하다.

한편, 본 발명 내에서 활용되는 매질(200)은 도 2 및 도 3과 같은 적층 구조로 이루어질 수 있다.

도 2에 따르면, 본 발명에서의 매질(200)은 두 개의 레이어로 이루어지는데, 이 때 각 레이어는 제조시 그 색깔을 달리 함으로써 해당 매질(200)의 흡수계수를 조절할 수 있다. 이하에서는 레이어를 직접적으로 흡수하는 부분을 제1레이어(210), 사용자의 피부조직과 맞닿는 부분을 제2레이어(230)라 칭하기로 한다.

매질(200)의 흡수계수를 제어하는 방법으로는, 앞서도 언급하였듯 레이어의 색깔을 달리 하는 방법이 존재한다. 도 2에서도 볼 수 있듯 제1레이어(210) 및 제2레이어(230)를 각각 붉은색-붉은색 매질(200)로 구성하는 경우, 또는 붉은색-흰색 매질(200)로 구성하는 경우, 각각의 경우에 있어 매질(200)은 서로 다른 흡수계수를 가지게 된다.

이 때 흡수계수란, 상기 매질(200)이 빛을 흡수하는 정도를 나타내는 계수를 의미하는 것이며, 일반적으로 흡수계수는 단색광에 대한 것으로서 그 값은 빛의 파장에 따라 달라진다.

흡수계수의 위와 같은 정의를 고려할 때, 본 발명에서의 매질(200)은 각 레이어의 색깔을 어떻게 선택하느냐에

따라 흡수하게 되는 레이저의 파장, 그리고 상기 파장을 얼마나 잘 흡수하는지가 조절될 수 있다.

[0066] 예를 들어, 제1레이어(210)가 붉은색인 경우, 이러한 붉은색의 매질(200)은, 붉은색의 보색인 녹색(가시광선 내 575nm~492nm 파장영역)에 대한 흡수계수를 높이는 작용을 한다. 한편, 제2레이어(230)가 흰색인 경우, 이러한 흰색의 매질(200)은 일반적으로 모든 파장영역에 대해 흡수계수를 낮추는 역할을 한다. 따라서 제1레이어(210) 및 제2레이어(230)가 모두 붉은색으로 구성된 경우, 붉은색-흰색으로 구성된 매질(200)에 비하여 녹색계열의 파장에 대한 흡수계수가 더 높게 된다.

[0067] 다른 한편, 본 발명에 따르면 어떤 소재의 매질(200)을 사용하였는지에 따라 상기 매질(200)에 레이저가 피조사되는 경우 사용자에게 전달되는 촉감이 달라질 수 있음을 이해해야 할 것이다.

[0068] 즉, 앞서 언급한 붉은색의 아크릴 발포폼 소재 매질(200) 이외에도 알루미늄 소재의 매질(200), 인조 섬유를 기재로 점착제를 도포한 청색의 매질(200) 등을 이용하여 접해 있는 사용자 피부조직에 촉감, 진동감, 온감 등을 전달할 수 있다. 이와 같이 사용하는 매질(200)의 소재에 따라 사용자가 느끼는 감각이 달라질 수 있다는 사실은, 각 매질(200) 고유의 특성 및 다양한 레이저 파라미터 조합에 의해 보다 많은 종류의 감각을 사용자에게 제공할 수 있음을 의미한다.

[0069] 예를 들어, 조사되는 레이저의 직경, 에너지 크기, 주파수가 동일한 조건에서 아크릴 발포폼 소재의 매질의 경우 사용자는 기계적인 촉감을, 인조 섬유에 점착제가 도포된 매질의 경우 사용자는 기계적 촉감 및 온감을, 알루미늄 매질의 경우 사용자는 매우 약한 강도의 기계적 촉감만을 느낄 수 있다.

[0070] 한편, 도 3은 본 발명에서의 매질(200)을 측면에서 바라본 것으로, 층 구조를 나타낸 것이다.

[0071] 도 3에 따르면, 매질(200)은 제1레이어(210)와 제2레이어(230)가 평면으로 적층이 되고, 상기 제1레이어(210) 및 제2레이어(230) 사이에 접착면(220)을 더 포함하고 있음을 알 수 있다.

[0072] 이상 도 2 및 도 3을 참조하여 본 발명에 활용하는 매질(200)에 대해 알아보았다.

[0073] 이하에서는 도 4를 참조하여, 본 발명의 구성 중 하나인 레이저 조사장치(100)에 대해 보다 상세하게 살펴보기로 한다.

[0074] 도 4에 따르면, 레이저 조사장치(100)는 레이저 출력부(110), 주파수 컨트롤부(120), 에너지 컨트롤부(130), 직경 컨트롤부(140), 입력부(150), 디스플레이(160), 제어부(170)를 포함한다. 한편, 이 때 레이저 조사장치(100)를 구현하기 위해서는 제어부(170) 및 레이저 출력부(110)가 필수적으로 포함되며, 여타 기능부들은 사용자의 필요에 따라 포함 또는 배제가 가능하다.

[0075] 먼저 레이저 출력부(110)는 펄스 레이저를 출력하는 구성으로서 레이저 드라이버(laser driver), 냉각 장치를 포함할 수 있다. 레이저 드라이버는 레이저 매질(200)(laser medium), 광 펌핑부(optical pumping), 광 공진기(optical resonator) 등의 서브장치를 포함할 수 있으며, 펄스 레이저를 구현하기 위한 광 신호를 생성한다. 또한 상기 냉각 장치는 상기 레이저 드라이버가 광 신호를 생성하는 과정에서 발생할 수 있는 열을 식히는 것으로서, 상기 레이저 드라이버의 과열로 인한 오작동을 예방하는 역할을 한다.

[0076] 또한, 상기 레이저 출력부(110)는 펄스 레이저를 생성하기 위해 다양한 방식으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 루비 레이저, 네오디뮴: 야그 레이저, 네오디뮴: 글래스 레이저, 레이저 다이오드, 엑시머 레이저, 색소 레이저 등의 방식으로 구현될 수 있다. 참고로, 아래 후술하게 될 실험예에서는 네오디뮴: 야그 레이저를 사용하여 펄스 레이저를 생성하게 됨을 알아 둔다.

[0077] 다음으로 주파수 컨트롤부(120)는 조사되는 레이저의 단위 시간당 펄스 진동수를 제어하는 기능을 한다. 레이저의 출력이 하이(high)일 때와 로우(low)일 때가 각각 1회 진동될 때를 1사이클이라 가정할 때, 상기 주파수 컨트롤부(120)는 단위 시간, 예를 들어 1초에 몇 번의 펄스 사이클을 포함시킬 것인지 설정할 수 있으며, 사용자는 이와 같은 설정 작업을 통해 펄스 레이저의 주파수를 제어할 수 있다.

[0078] 한편, 본 발명에서의 펄스 레이저 주파수는 바람직하게는 1Hz부터 70Hz까지 자유롭게 제어가 가능한 것으로 이

해하여야 할 것이며, 나아가 주파수가 0Hz인 경우, 즉 사이클 반복 없이 1회의 레이저 출력만 하는 싱글샷(single shot)도 설정 가능한 것으로 이해하여야 한다.

- [0079] 다음으로 에너지 컨트롤부(130)는 조사되는 레이저의 에너지 세기를 제어하는 기능을 한다. 에너지 세기는 밀리 줄(mJ) 단위로 표현되는데, 본 발명에서의 에너지 세기는 바람직하게는 0mJ부터 30mJ까지 제어될 수 있다.
- [0080] 한편, 본 에너지 컨트롤부(130)는, 실제로는 광필터에 의해 구현될 수 있는데, 이러한 광필터는 펄스 레이저의 세기를 감쇄시키기 위한 감쇄 장치(Attenuator)를 포함할 수 있다.
- [0081] 다음으로 직경 컨트롤부(140)는 조사되는 레이저의 직경을 조절하거나 상기 레이저를 조사하고자 하는 타겟점에 정확히 포커싱하기 위한 구성이다.
- [0082] 직경컨트롤부는 레이저를 한 점으로 집중하기 위한 볼록렌즈 및 레이저를 확산시키기 위한 오목렌즈로 구현할 수 있으며, 상기 볼록렌즈와 오목렌즈의 거리를 선택적으로 조절함으로써 초점을 맞추고 동시에 조사되는 레이저의 직경을 제어할 수 있다.
- [0083] 한편, 상기 레이저 조사장치(100)는 사용자의 조작 편의성을 돕기 위한 구성으로서 입력부(150) 및 디스플레이(160)를 더 포함할 수 있다.
- [0084] 입력부(150)는 상기 레이저 조사장치(100)의 구동에 필요한 설정입력을 사용자로부터 수신하는 구성이다. 본 입력부(150)는 패드, 터치스크린, 마우스 등 다양한 종류의 입력 장치로 구현될 수 있다.
- [0085] 한편, 디스플레이(160)는 상기 레이저 조사장치(100)의 동작 상태 및 동작 결과를 표시하거나 레이저의 설정 파라미터 등 각종 정보를 사용자에게 보여주기 위한 구성이다. 본 디스플레이(160)는 각종 메뉴를 비롯하여 사용자가 입력한 정보 및 사용자에게 제공하고자 하는 정보를 표시할 수 있으며, 액정 표시 장치(LCD), OLED, 음성 출력 장치 등으로 구현될 수 있다.
- [0086] 마지막으로, 레이저 조사장치(100)는 앞서 설명한 레이저 출력부(110), 주파수 컨트롤부(120), 에너지 컨트롤부(130), 직경 컨트롤부(140), 입력부(150), 디스플레이(160)를 제어하기 위한 제어부(170)를 더 포함한다.
- [0087] 제어부(170)는 적어도 하나의 연산 수단과 저장 수단을 포함할 수 있으며, 이 때 연산 수단은 범용의 중앙연산 장치(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.
- [0088] 이상 체성감각 유도 시스템(1000)을 구성하는 요소인 레이저 조사장치(100) 및 매질(200)에 대하여 살펴보았다.
- [0089] 이하에서는 도 5 내지 도 7을 참조하여 본 발명에 따른 체성감각 유도 시스템(1000)을 이용하여 사용자 피부조직에 촉감을 유발하는 다양한 환경에 대해 살펴보기로 한다.
- [0090] 도 5는 사용자 피부조직에 맞닿아 있는 매질(200)에 레이저의 세기 및 주파수를 제어해 가며 조사한 실험 결과를 나타낸 것이다.
- [0091] 도 5의 실험은 네오디뮴: 야그 레이저를 이용하여 펄스 레이저를 생성하였으며, 펄스 폭은 8ns, 레이저 직경은 5mm로 고정한 채 레이저의 세기, 주파수를 변경해 가는 방식으로 진행되었다.
- [0092] 에너지의 세기가 8.5mJ일 때, 레이저를 1회만 매질(200)에 조사한 경우, 그리고 5Hz의 주파수를 가지는 펄스 레이저를 5초 동안 매질(200)에 조사한 경우 대부분의 피험자들은 어떠한 외부로부터의 힘이 작용하여 닿는 느낌을 인지한 것으로 확인되었다. 20Hz 주파수 조건에서 60%의 피험자는 닿는 느낌을, 나머지 40%의 피험자는 진동감을 느꼈다고 응답하였음을 확인하였다. 또한, 35Hz이상의 주파수 조건에서는 대부분의 피험자들이 진동감을

감지하였다.

- [0093] 한편, 에너지의 세기가 14.1mJ, 21.1mJ, 27.4mJ일 때에도 피험자들은 싱글샷, 5Hz 주파수 조건에서 닿는 느낌(기계적 촉감)을 인지하였으며, 35Hz 내지 65Hz 주파수 범위에서는 진동감을 인지하였다. 또한 20Hz주파수 조건에서는 일부 피험자는 닿는 느낌을, 나머지 피험자들은 진동감을 인지하는 것으로 나타났다.
- [0094] 한편, 사용자의 피부조직에 접하는 매질(200)로 어떤 소재를 사용하는지, 또는 매질의 두께는 어느 정도인지에 따라 유도할 수 있는 체성감각이 다양할 수 있음은 서두에 언급한 것과 같다.
- [0095] 예를 들어, 조사되는 레이저의 조건이 직경 5mm, 에너지 세기 21.1mJ, 주파수 20Hz일 때, i) 붉은 색 및 흰색 매질이 층을 이루어 형성된 아크릴 발포폼 소재 매질(두께 2mm)의 경우 사용자는 기계적인 촉감 내지 진동감을 느끼는 것으로 응답하였으며, ii) 인조 섬유에 점착제가 도포된 청색 매질(두께 0.16mm)의 경우 사용자는 기계적인 촉감 및 온감을 동시에 느낀 것으로 응답하였고 iii) 알루미늄 소재의 불투명 매질(두께 0.08mm)에 레이저를 조사한 경우에는 아무런 감각도 느끼지 못한 것으로 응답하였다.
- [0096] 또한, 조사되는 레이저의 조건을 직경 5mm, 에너지 세기 21.1mJ, 주파수 35Hz로 바꾸어 실험을 한 경우, 인조 섬유에 점착제가 도포된 청색 매질을 사용하였을 때 붉은 색 및 흰색 매질로 된 아크릴 발포폼 매질에 비하여 온감을 느끼는 사용자가 더 증가하였으며, 알루미늄 소재의 매질을 사용하였을 때에는 여전히 아무런 감각을 느끼지 못하는 것으로 조사되었다.
- [0097] 한편, 알루미늄 소재의 매질을 사용하는 경우, 조사되는 레이저의 직경이 작을 수록 사용자가 기계적인 촉감, 진동감을 느낄 수 있는 것을 확인되었다.
- [0098] 이와 같이, 매질의 소재에 따른 특성 및 레이저의 제어 가능한 파라미터를 조합하는 경우 사용자에게 다양한 체성 감각을 제공할 수 있음을 알 수 있다.
- [0099] 도 6은 조사되는 레이저의 세기 변화에 따라 피험자가 인식한 강도를 나타낸 것이다. 레이저의 세기를 변경시켜 가며 매질(200)에 조사시킨 결과 대체적으로 피험자들은 에너지의 세기가 높아질수록 더 강한 촉감을 인지하는 것으로 나타났다.
- [0100] 도 7은 조사되는 레이저의 세기 및 주파수를 고정시킨 채 피조사되는 매질(200)의 흡수계수를 바꾸어 가며 피험자의 촉감을 조사한 것이다.
- [0101] 도 7에서의 실험은 에너지의 세기를 21.1mJ, 주파수를 70Hz, 조사 시간은 5초로 고정시킨 채 매질(200)의 제1레이어(210) 및 제2레이어(230)를 붉은색-붉은색, 그리고 붉은색-흰색으로 구성하는 방식으로 진행되었다.
- [0102] 먼저 제1레이어(210) 및 제2레이어(230)를 모두 붉은색으로 구성한 경우, 피험자들은 위 실험 조건에서 40%는 진동감을, 60%는 진동감과 온감을 복합적으로 인지함을 확인할 수 있었다.
- [0103] 한편, 제1레이어(210) 및 제2레이어(230)를 각각 붉은색, 흰색으로 구성한 경우, 피험자들은 오직 진동감만을 인지하는 것으로 나타났다.
- [0104] 붉은색-붉은색 조합이 붉은색-흰색 조합에 비해 매질(200)의 흡수계수가 더 높음은 앞서 매질(200)에 관한 설명에서 살핀 바와 같다. 위 실험 결과를 해석해 볼 때, 흡수계수가 더 높은 매질(200)에 레이저를 조사하는 경우 상기 매질(200)에 맞닿아 있는 사용자는 더 강한 정도의 촉감, 즉 진동감에 온감까지 인지함을 확인할 수 있었다.
- [0105] 참고로, 흡수계수가 낮은 매질(200)에 레이저를 조사하는 경우에는 조사시간을 늘릴수록 피험자가 더 강한 촉감을 인지하게 된다.
- [0106] 이상 도면을 참조하여 본 발명에 따른 체성감각 유도 시스템(1000) 및 이에 의해 다양한 촉감이 유도될 수 있는 환경에 대해 살펴보았다. 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

[0107]

1000 : 체성감각 유도 시스템

100: 레이저 조사장치

110: 레이저 출력부

120: 주파수 컨트롤부

130: 에너지 컨트롤부

140: 직경 컨트롤부

150: 입력부

160: 디스플레이

170: 제어부

200 : 매질

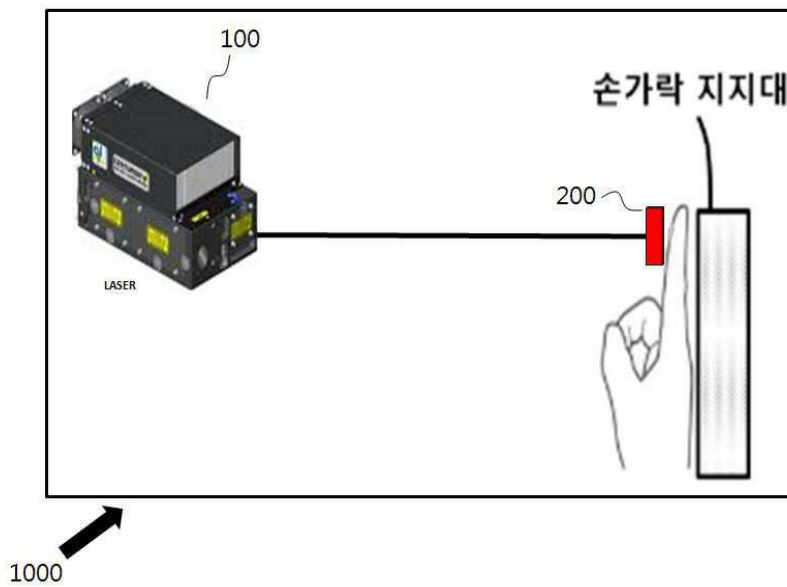
210: 제1레이어

220: 접착면

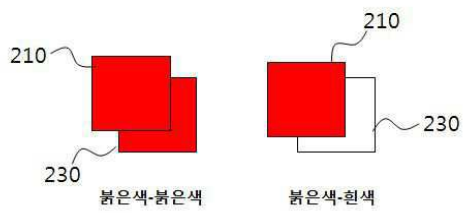
230: 제2레이어

도면

도면1



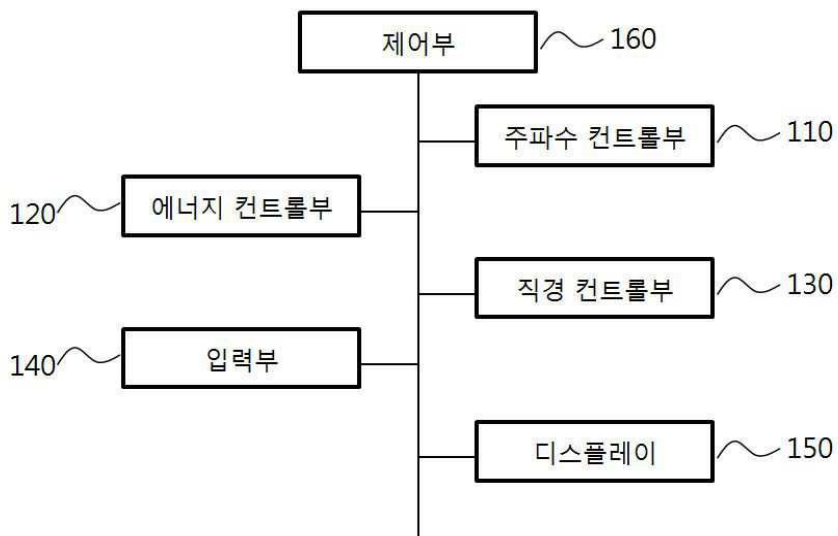
도면2



도면3



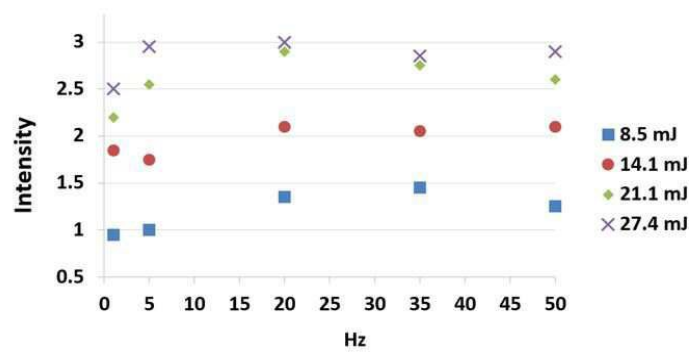
도면4



도면5



도면6



도면7

