(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0051811
(43) 공개일자 2021년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 5/06 (2006.01) *A61F 11/00* (2021.01)
A61N 5/00 (2006.01) *A61N 5/067* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61N 5/0624 (2018.08)
A61F 11/00 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2019-0137550
(22) 출원일자 2019년10월31일
심사청구일자 2019년10월31일

(71) 출원인
단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 단대로 119, 단국대학교천안캠퍼스내(안서동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김세환
경기도 성남시 분당구 양현로94번길 28, 307동 1002호(이매동, 이매촌동신3단지아파트)
장소영
충청남도 천안시 서북구 백석2길 12, 108동 1102호(백석동, 호반리젠시빌아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김정수

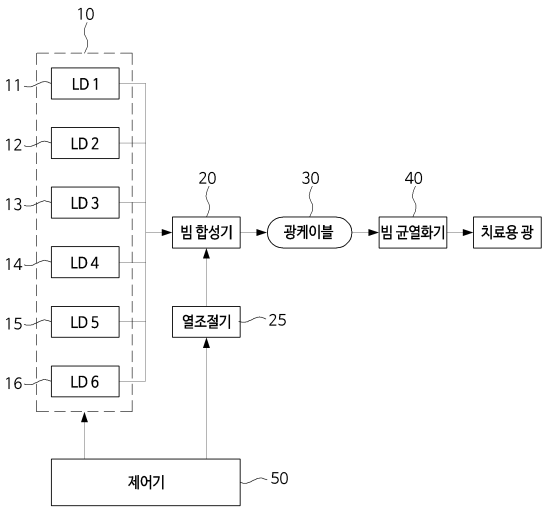
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **중이염 치료를 위한 광조사 장치**

(57) 요 약

중이염 치료를 위한 광조사 장치가 개시된다. 중이염 치료를 위한 광조사 장치는, 다파장 레이저 광을 생성하기 위하여 각기 서로 다른 파장의 레이저 광을 출력하는 복수의 레이저 다이오드, 복수의 레이저 다이오드로부터 출력되는 복수의 레이저 광을 하나의 레이저 광으로 합성하여 출력하는 빔 합성기 및 빔 합성기로부터 출력된 레이저 광이 조사되는 영역에 균일하게 조사되도록, 레이저 광의 빔 패턴의 세기 분포를 균일화시켜 치료용 광을 생성하여 출력하는 빔 균일화기를 포함하되, 복수의 레이저 다이오드는 제1 파장의 레이저 다이오드 한쌍, 제2 파장의 레이저 다이오드 한쌍 및 제3 파장의 레이저 다이오드 한쌍을 포함하고, 빔 합성기는 파장별 한쌍의 레이저 다이오드로부터 입력되는 동일 파장인 한쌍의 레이저 광을 동일 위상(in-phase) 결합하여 출력함으로써, 출력 파워를 최대 2배까지 증가시킨다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
A61N 5/0603 (2013.01)
A61N 2005/005 (2013.01)
A61N 2005/0605 (2013.01)
A61N 2005/0626 (2013.01)
A61N 2005/063 (2013.01)
A61N 2005/0659 (2013.01)
A61N 2005/067 (2013.01)

(72) 발명자
송재준
서울특별시 서초구 신반포로 9, 73동 504호(
반포동, 반포아파트)

야다브 무케시 쿠마르
서울특별시 구로구 가마산로25길 8, 402호(구로동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 NRF-2018K1A4A3A02060572
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 해외우수연구기관유치사업(Ez)
연구과제명 한국베크만광의료기기연구센터(BLI-Korea)
기 여 율 1/2
과제수행기관명 단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단
연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2019R1I1A3A01062141
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 지역대학우수과학자지원사업(Ez)
연구과제명 대사성 질환 관리를 위한 의광학 사물인터넷 기기에 관한 연구
기 여 율 1/2
과제수행기관명 단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단
연구기간 2019.06.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

다파장 레이저 광을 생성하기 위하여 각기 서로 다른 파장의 레이저 광을 출력하는 복수의 레이저 다이오드;

상기 복수의 레이저 다이오드로부터 출력되는 복수의 레이저 광을 하나의 레이저 광으로 합성하여 출력하는 빔 합성기; 및

상기 빔 합성기로부터 출력된 레이저 광이 조사되는 영역에 균일하게 조사되도록, 레이저 광의 빔 패턴의 세기 분포를 균일화시켜 치료용 광을 생성하여 출력하는 빔 균일화기를 포함하되,

상기 복수의 레이저 다이오드는 제1 파장의 레이저 다이오드 한쌍, 제2 파장의 레이저 다이오드 한쌍 및 제3 파장의 레이저 다이오드 한쌍을 포함하고,

상기 빔 합성기는 파장별 한쌍의 레이저 다이오드로부터 입력되는 동일 파장인 한쌍의 레이저 광을 동일 위상(in-phase) 결합하여 출력함으로써, 출력 파워를 최대 2배까지 증가시키는 것을 특징으로 하는 중이염 치료를 위한 광조사 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 파장, 상기 제2 파장 및 상기 제3 파장은 각각 600nm 대역, 700nm 대역 및 800nm 대역의 근적외선 파장인 것을 특징으로 하는 중이염 치료를 위한 광조사 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 빔 합성기는,

상기 복수의 레이저 다이오드가 측면에 방사상으로 장착되는 다각 기둥 형태의 바디;

상기 바디 중심에 위치되고, 상기 복수의 레이저 다이오드로부터 출력된 레이저 광을 상기 바디 상면을 향해 집광하는 반사경;

상기 바디 상면에 위치되고, 상기 반사경을 통해 집광된 광을 출력하는 광섬유 스터브를 포함하되,

상기 반사경은 각 레이저 다이오드로부터 출력된 레이저 광이 집광되어 상기 광섬유 스터브로 입사되도록, 상기 복수의 레이저 다이오드의 개수와 동일한 개수의 옆면을 가지는 다각뿔 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 중이염 치료를 위한 광조사 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 빔 합성기 외측에 장착된 상기 복수의 레이저 다이오드로부터 출력된 각 레이저 광이 대응하는 각 반사면에 입사된 후 한 지점으로 반사되어 집광되는 것을 특징으로 하는 중이염 치료를 위한 광조사 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복수의 레이저 다이오드가 고출력의 레이저 광을 발생시킬 때, 열이 발생하여 출력 파워가 감소하는 것을 방지하기 위하여, 상기 복수의 레이저 다이오드가 결합된 상기 빔 합성기가 미리 설정된 광출력 안정화 온도를 유지하도록 상기 빔 합성기에서 발생하는 열을 조절하는 열조절기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 중이염 치료를 위한 광조사 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 열조절기는,

상기 빔 합성기의 하부에 부착되는 열전 냉각기(TEC: Thermoelectric Cooler); 및

상기 빔 합성기의 몸체 상에 부착되어 상기 빔 합성기의 온도를 측정하는 서미스터(Thermistor)를 포함하는 것을 특징으로 하는 중이염 치료를 위한 광조사 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 열조절기가 상기 빔 합성기의 온도를 제어하도록 제어하는 제어기를 더 포함하되,

상기 제어기는 상기 서미스터를 통해 측정된 상기 빔 합성기의 온도가 미리 설정된 광출력 안정화 온도를 기준으로 상승하거나 하강하는 경우, 각각 상기 열전 냉각기가 흡열 동작 또는 발열 동작을 하도록 상기 열전 냉각기의 전류가 제어하는 것을 특징으로 하는 중이염 치료를 위한 광조사 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 열조절기는 팬(fan)과 방열판(heat sink)로 구성되어 상기 빔 합성기의 하부와 연결되는 공랭식 냉각기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 중이염 치료를 위한 광조사 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제어기는 상기 측정된 온도가 상기 광출력 안정화 온도보다 상승함에 따라 상기 빔 합성기의 열을 방출하기 위하여 상기 열전 냉각기가 흡열 동작을 할 때, 효과적인 열방출을 위하여 상기 공랭식 냉각기를 동작시키는 것을 특징으로 하는 중이염 치료를 위한 광조사 장치.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 제어기는 상기 복수의 레이저 다이오드가 연속광파(CW: Continuous Wave) 또는 펄스(Pulse) 형태로 변조(modulation)된 레이저 광을 출력하도록 제어하고, 펄스 출력 시간 또는 광출력 시간을 제어하는 것을 특징으로 하는 중이염 치료를 위한 광조사 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 빔 합성기와 상기 빔균일화기를 연결하여, 상기 빔 합성기로부터 출력되는 레이저 광을 상기 빔 균일화기로 전송하는 광케이블을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 중이염 치료를 위한 광조사 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 빔 균일화기는 가우시안 형태의 세기 분포를 가지는 레이저 광의 빔 패턴을 Top hat 형태의 세기 분포를 가지도록, 상기 빔 패턴의 중앙에서부터 테두리까지 전체적으로 세기 분포를 균일화시키는 것을 특징으로 하는 중이염 치료를 위한 광조사 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 중이염 치료기에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 생물막 (Biofilm)을 억제 유도하는 광생물변조(PBM: photobiomodulation)를 이용한 중이염 치료를 위한 광조사 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 도 1은 귀의 구조 및 중이염 종류를 나타낸 도면이다.

[0004] 도 1을 참조하면, 귀는 외이, 중이 및 내이로 구성되어 있으며, 이중에서 가운데 공간인 중이 강내에 발생하는 모든 염증을 중이염(otitis media)이라 한다. 중이염은 갑작스럽게 유발된 염증에 의한 급성 중이염, 물이나 고름 같은 삼출액에 의한 삼출성 중이염 및 만성적 염증에 의한 만성중이염으로 구별된다. 이러한 중이염의 발생은 다양한 원인에 의하여 발생하는 이관(유스타키오관)의 기능 저하로 인하여 균이나 바이러스가 침투하여 염증이 생기는 경우로, 고열, 두통, 어지럼증, 고막천공, 이루를 초래하며, 난청을 야기한다.

[0005] 중이염에 관여하는 세균으로, *Streptococcus pneumonia*(*S. pneumonia*), *Haemophilus* influenzae(*H. influenzae*), *Moraxella catarrhalis*(*M. catarrhalis*) 등이 대표적이며, 대부분의 박테리아 특성으로 알려진 바와 같이, 이들 세균 또한 생존환경 조건이 열악해지면, 생물막(biofilm) 형태로 표현형을 변화시켜 생존가능성을 높이고 균의 서식을 가속화시킨다. 그리고, 이미 형성된 생물막은 외부의 물리, 화학적 자극에 대한 방어력을 증가시키기 때문에, 일반적인 물리적 방법으로 제거하기 어려울 뿐만 아니라, 독성이 매우 강한 항균제를 사용하거나 많은 양의 항균제를 사용하여야만 일시적으로 제거가 가능하다.

[0006] 임상에서 중이염을 치료하는 경우, 만성 또는 중증 중이염을 앓는 환자는 고막(tympanic membranes)을 의도적으로 천자(puncture)시키고, 주로 고막천공술 튜브로 언급되는 배액관을 삽입하기도 하나, 일반적인 중이염 진단의 경우, 경구용 항생제인 AUGMENTIN(아목시실린 및 클라부란산)과 국소용 항생제인 FLOXIN(오플록사신)이 주로 처방되고 있고 있다.

[0007] 한편, 적외선 광원 및 LED 광원의 항염증 효과는 이미 여러 연구에서 발표되었고, 임상에서도 중이염 치료를 위해 사용되고 있으며, 치료 효율을 개선시키기 위한 여러 기술이 제시되고 있다.

[0008] 이와 관련하여, 선행기술로서 LED 광원을 이용한 중이염 치료장치(한국등록특허 제10-1903501), 비염 또는 중이염 치료를 위한 광선치료기(한국등록특허 제10-1431201), 휴대용 중이염 치료기(한국등록특허 제10-1954236호), 중이염 예방 및 치료가 가능한 이어폰(한국등록특허 제10-1912166호)가 제안된 바 있다.

[0009] LED 광원을 이용한 중이염 치료장치의 경우, 임상에서 사용 중인 근적외선 중이염 치료 대체용으로서 가격대비 성능과 배터리로 휴대 가능한 장치 개발로 LED 광원이 중이 내 염증반응을 억제시켜 중이염을 치료할 수 있다는 예측만 제시하고 있을 뿐, 생물막을 비롯한 실제 실험 결과가 언급되지 않았다. 비염 또는 중이염 치료를 위한 광선치료기도, 근적외선 등의 광선을 이용한 비염이나 중이염 치료시 활동의 제약을 해결할 수 있는 광선치료기 개발이지만, 활동 제약이 수반되었던 기존 광선치료기의 단점만 공략하고 실제로 중이염 효과는 증명하지 못했다. 휴대용 중이염 치료기의 경우도, IR LED를 이용한 이어폰타입으로 방열효율을 개선시키고, 휴대성 및 편의

성 증진시킨다는 이염 치료 효율성 예측만 제시하고 있을 뿐 치료 데이터가 없다. 중이염 예방 및 치료가 가능한 이어폰의 경우, 스피커의 음향 방출 때 발광부가 빛을 발광하고 제어할 수 있는 중이염 예방 및 치료가 가능한 중이염 치료의 효율성 예측만 제시하고 있을 뿐 이 기술도 전술한 기술들과 마찬가지로 실제 치료 데이터는 언급하지 않다.

[0010] 따라서, 적외선 광원을 이용하여 중이염 치료를 효과적으로 수행할 수 있는 검증된 중이염 치료기가 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1903501호(2018.09.21)

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1431201호(2014.08.11)

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-1954236호(2019.02.26)

(특허문헌 0004) 한국등록특허 제10-1912166호(2018.10.22)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 상세하게는 생물막 (Biofilm)을 억제 유도하는 광생물변조(PBM: photobiomodulation)를 이용한 중이염 치료를 위하여, 다파장의 적외선 광원을 중이염 유발세균이 형성하는 생물막에 직접 조사할 수 있는 중이염 치료를 위한 광조사 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 일 측면에 따르면, 중이염 치료를 위한 광조사 장치가 개시된다.

[0016] 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치는, 다파장 레이저 광을 생성하기 위하여 각기 서로 다른 파장의 레이저 광을 출력하는 복수의 레이저 다이오드, 상기 복수의 레이저 다이오드로부터 출력되는 복수의 레이저 광을 하나의 레이저 광으로 합성하여 출력하는 빔 합성기 및 상기 빔 합성기로부터 출력된 레이저 광이 조사되는 영역에 균일하게 조사되도록, 레이저 광의 빔 패턴의 세기 분포를 균일화시켜 치료용 광을 생성하여 출력하는 빔 균일화기를 포함하되, 상기 복수의 레이저 다이오드는 제1 파장의 레이저 다이오드 한쌍, 제2 파장의 레이저 다이오드 한쌍 및 제3 파장의 레이저 다이오드 한쌍을 포함하고, 상기 빔 합성기는 파장별 한쌍의 레이저 다이오드로부터 입력되는 동일 파장인 한쌍의 레이저 광을 동일 위상(in-phase) 결합하여 출력함으로써, 출력 파워를 최대 2배까지 증가시킨다.

[0017] 상기 제1 파장, 상기 제2 파장 및 상기 제3 파장은 각각 600nm 대역, 700nm 대역 및 800nm 대역의 근적외선 파장이다.

[0018] 상기 빔 합성기는, 상기 복수의 레이저 다이오드가 측면에 방사상으로 장착되는 다각 기둥 형태의 바디, 상기 바디 중심에 위치되고, 상기 복수의 레이저 다이오드로부터 출력된 레이저 광을 상기 바디 상면을 향해 집광하는 반사경, 상기 바디 상면에 위치되고, 상기 반사경을 통해 집광된 광을 출력하는 광섬유 스터브를 포함하되, 상기 반사경은 각 레이저 다이오드로부터 출력된 레이저 광이 집광되어 상기 광섬유 스터브로 입사되도록, 상기 복수의 레이저 다이오드의 개수와 동일한 개수의 옆면을 가지는 다각뿔 형태로 형성된다.

[0019] 상기 빔 합성기 외측에 장착된 상기 복수의 레이저 다이오드로부터 출력된 각 레이저 광이 대응하는 각 반사면에 입사된 후 한 지점으로 반사되어 집광된다.

[0020] 상기 복수의 레이저 다이오드가 고출력의 레이저 광을 발생시킬 때, 열이 발생하여 출력 파워가 감소하는 것을 방지하기 위하여, 상기 복수의 레이저 다이오드가 결합된 상기 빔 합성기가 미리 설정된 광출력 안정화 온도를

유지하도록 상기 빔 합성기에서 발생하는 열을 조절하는 열조절기를 더 포함한다.

[0021] 상기 열조절기는, 상기 빔 합성기의 하부에 부착되는 열전 냉각기(TEC: Thermoelectric Cooler) 및 상기 빔 합성기의 몸체 상에 부착되어 상기 빔 합성기의 온도를 측정하는 서미스터(Thermistor)를 포함한다.

[0022] 상기 열조절기가 상기 빔 합성기의 온도를 제어하도록 제어하는 제어기를 더 포함하되, 상기 제어기는 상기 서미스터를 통해 측정된 상기 빔 합성기의 온도가 미리 설정된 광출력 안정화 온도를 기준으로 상승하거나 하강하는 경우, 각각 상기 열전 냉각기가 흡열 동작 또는 발열 동작을 하도록 상기 열전 냉각기의 전류가 제어한다.

[0023] 상기 열조절기는 팬(fan)과 방열판(heat sink)로 구성되어 상기 빔 합성기의 하부와 연결되는 공랭식 냉각기를 더 포함한다.

[0024] 상기 제어기는 상기 측정된 온도가 상기 광출력 안정화 온도보다 상승함에 따라 상기 빔 합성기의 열을 방출하기 위하여 상기 열전 냉각기가 흡열 동작을 할 때, 효과적인 열방출을 위하여 상기 공랭식 냉각기를 동작시킨다.

[0025] 상기 제어기는 상기 복수의 레이저 다이오드가 연속광파(CW: Continuous Wave) 또는 펄스(Pulse) 형태로 변조(modulation)된 레이저 광을 출력하도록 제어하고, 펄스 출력 시간 또는 광출력 시간을 제어한다.

[0026] 상기 빔 합성기와 상기 빔균일화기를 연결하여, 상기 빔 합성기로부터 출력되는 레이저 광을 상기 빔 균일화기로 전송하는 광케이블을 더 포함한다.

[0027] 상기 빔 균일화기는 가우시안 형태의 세기 분포를 가지는 레이저 광의 빔 패턴을 Top hat 형태의 세기 분포를 가지도록, 상기 빔 패턴의 중앙에서부터 테두리까지 전체적으로 세기 분포를 균일화 시킨다.

발명의 효과

[0029] 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치는, 생물막 (Biofilm)을 억제 유도하는 광생물변조(PBM: photobiomodulation)를 이용한 중이염 치료를 위하여, 다파장의 적외선 광원을 중이염 유발세균이 형성하는 생물막에 직접 조사함으로써, 생물막 형성과 균 증식을 억제시키고 항균활성을 증가시켜 효과적인 중이염 치료를 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 귀의 구조 및 중이염 종류를 나타낸 도면.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치를 구성을 개략적으로 예시하여 나타낸 도면.

도 3 내지 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치를 설명하기 위한 도면.

도 8 내지 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치를 이용한 치료의 효과 검증을 위한 실험 결과를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0034] 이하, 본 발명의 다양한 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상술하겠다.

[0035] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치를 구성을 개략적으로 예시하여 나타낸 도면이고, 도 3 내지 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치를 설명하기 위한 도면이다. 이

하, 도 1을 중심으로, 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치를 설명하되, 도 3 내지 도 7를 참조하기로 한다.

[0036] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치는 복수의 레이저 다이오드(10), 빔 합성기(20), 열조절기(25), 광케이블(30), 빔 균일화기(40) 및 제어기(50)를 포함한다.

[0037] 복수의 레이저 다이오드(10)는 다파장 레이저 광을 생성하기 위하여 각기 서로 다른 파장의 레이저 광을 방출한다.

[0038] 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치는 중이염 치료를 위하여, 붉은색 가시광선에 근접한 근적외선으로서, 600nm 대역, 700nm 대역 및 800nm 대역의 파장을 가지는 근적외선을 출력하도록 구성될 수 있으며, 비용 절감과 출력 파워의 증가를 동시에 만족시키기 위하여 각 파장별로 한쌍의 레이저 다이오드가 구비될 수 있다.

[0039] 예를 들어, 복수의 레이저 다이오드(10)는 630nm 파장의 레이저 다이오드 한쌍, 780nm 파장의 레이저 다이오드 한쌍 및 804nm 파장의 레이저 다이오드 한쌍으로, 총 6개의 레이저 다이오드일 수 있다. 이때, 각 레이저 다이오드의 출력파워는 최대 200mW일 수 있다.

[0040] 복수의 레이저 다이오드(10)는 연속광파(CW: Continuous Wave) 또는 펄스(Pulse) 형태로 변조(modulation)된 레이저 광을 출력하도록 제어기(50)에 의하여 제어될 수 있으며, 펄스 출력 시간이나 광출력 시간도 제어될 수 있다.

[0041] 빔 합성기(20)는 복수의 레이저 다이오드(10)로부터 출력되는 복수의 레이저 광을 하나의 레이저 광으로 합성하여 출력한다.

[0042] 즉, 빔 합성기(20)는 복수의 레이저 다이오드(10)로부터 입력되는 600nm 대역, 700nm 대역 및 800nm 대역의 파장을 가지는 복수의 레이저 광을 합성하여 하나의 다파장 레이저 광을 출력할 수 있다. 이것 뿐만 아니라, 빔 합성기(20)는 파장별 한쌍의 레이저 다이오드로부터 입력되는 동일 파장인 한쌍의 레이저 광을 동일 위상(in-phase) 결합하여 출력함으로써, 출력 파워를 최대 2배까지 증가시킬 수 있다.

[0043] 예를 들어, 빔 합성기(20)는 630nm 파장의 레이저 광을 200mW로 출력하는 한쌍의 레이저 다이오드로부터 입력되는 레이저 광을 합성하여 최대 400mW의 출력 파워를 가지는 레이저 광을 출력할 수 있다. 이는 실질적으로 레이저 다이오드의 구매 비용을 감소시키는 효과가 있다. 일반적으로, 400mW의 출력 파워를 가지는 레이저 다이오드 하나의 가격보다 200mW의 출력 파워를 가지는 레이저 다이오드 2개가 더 저렴하다. 만약, 다파장 레이저 광 대신 단일 파장의 레이저 광을 이용할 경우, 빔 합성기(20)를 통해 합성되는 6개의 레이저 광은 최대 6배의 출력 파워를 가지게 하면서, 비용은 감소될 수 있다.

[0044] 도 3은 복수의 레이저 다이오드(10)가 결합된 빔 합성기(20)의 예를 나타낸 것으로, 도 3의 (a)는 빔 합성기(20)의 외형을 나타내고, 도 3의 (b)는 빔 합성기(20)의 내부에서 복수의 레이저 광이 합성되는 것을 나타낸다.

[0045] 도 3을 참조하면, 빔 합성기(20)는 복수의 레이저 다이오드(10)가 측면에 방사상으로 장착되는 다각 기둥 형태의 바디(100), 바디(100) 중심에 위치되고 복수의 레이저 다이오드(10)로부터 출력된 레이저 광을 바디(100) 상면을 향해 집광하는 반사경(200), 바디(100) 상면에 위치되고 반사경(200)을 통해 집광된 광을 출력하는 광섬유 스터브(300)를 포함한다.

[0046] 여기서, 반사경(200)은 각 레이저 다이오드(10)로부터 출력된 레이저 광이 집광되어 광섬유 스터브(300)로 입사되도록, 복수의 레이저 다이오드(10)의 개수와 동일한 개수의 옆면을 가지는 다각뿔 형태로 형성될 수 있다. 그래서, 빔 합성기(20) 외측에 장착된 복수의 레이저 다이오드(10)로부터 출력된 각 레이저 광이 대응하는 각 반사면에 입사된 후 한 지점으로 반사되어 집광될 수 있다.

[0047] 이와 같이, 복수의 레이저 다이오드(10)와 빔 합성기(20)는 일체로 구성될 수 있다.

[0048] 열조절기(25)는 복수의 레이저 다이오드(10)가 고출력의 레이저 광을 발생시킬 때, 열이 발생하여 출력 파워가 감소하는 것을 방지하기 위하여, 복수의 레이저 다이오드(10)가 결합된 빔 합성기(20)가 미리 설정된 광출력 안정화 온도를 유지하도록 빔 합성기(20)에서 발생하는 열을 조절한다.

[0049] 예를 들어, 도 4는 빔 합성기(20) 상에 설치되는 열조절기(25)의 구성을 예시하여 나타낸 것으로, 도 4의 (a)는 열조절기(25) 구성의 세부모습을 나타내고, 도 4의 (b)는 빔 합성기(20)에 열조절기(25)가 결합된 실제 구현 모습을 나타낸 것이다.

[0050] 도 4를 참조하면, 열조절기(25)는 빔 합성기(20)의 하부에 부착되는 열전 냉각기(TEC: Thermoelectric Cooler)(26), 빔 합성기(20)의 몸체 상에 부착되어 빔 합성기(20)의 온도를 측정하는 서미스터(Thermistor)(27) 및 팬(fan)과 방열판(heat sink)로 구성되어 빔 합성기(20)의 하부와 연결되는 공랭식 냉각기(60)를 포함한다.

[0051] 이와 같이 구성되는 열조절기(25)는 제어기(50)의 제어에 따라 빔 합성기(20)의 온도를 제어한다. 예를 들어, 서미스터(27)를 통해 빔 합성기(20)의 온도가 측정되고, 측정된 온도가 미리 설정된 광출력 안정화 온도를 기준으로 상승하거나 하강하는 경우, 각각 열전 냉각기(26)가 흡열 동작 또는 발열 동작을 하도록 열전 냉각기(26)의 전류가 제어될 수 있다.

[0052] 그리고, 측정된 온도가 미리 설정된 광출력 안정화 온도보다 상승함에 따라 빔 합성기(20)의 열을 방출하기 위하여 열전 냉각기(26)가 흡열 동작을 할 때, 효과적인 열방출을 위하여 공랭식 냉각기(60)가 동작되도록 제어될 수 있다.

[0053] 도 5는 열전 냉각기(26)가 빔 합성기(20)에서 발생하는 열을 조절하는 상태에서, 복수의 레이저 다이오드(10)가 레이저 광을 발생시킬 때, 출력 파워를 1시간 동안 측정한 결과를 나타낸다.

[0054] 도 5에 도시된 바와 같이, 열전 냉각기(26)의 열 조절에 따라 출력 파워가 10분 후부터 안정화되는 것을 알 수 있다.

[0055] 광케이블(30)은 빔 합성기(20)와 빔균일화기(40)를 연결하여, 빔 합성기(20)로부터 출력되는 레이저 광을 빔 균일화기(40)로 전송한다.

[0056] 예를 들어, 광케이블(30)의 일측은 빔 합성기(20)의 광섬유 스터브(300)에 접속되어 광섬유 스터브(300)를 통해 출력되는 레이저 광을 입력받을 수 있다.

[0057] 빔 균일화기(40)는 광케이블(30)을 통해 빔 합성기(20)로부터 전송된 레이저 광이 조사되는 영역에 균일하게 조사되도록, 레이저 광의 빔 패턴의 세기 분포를 전체적으로 균일화시켜 치료용 광을 생성하여 출력한다.

[0058] 예를 들어, 도 6의 (a)는 광케이블(30)과 연결된 빔 균일화기(40)를 나타낸 것이고, 도 6의 (b)는 빔 균일화기(40)로부터 출력된 레이저 광이 조사되어 나타난 빔 패턴(41)을 나타낸다. 이러한, 빔 균일화기(40)는 렌즈, 콜리메이터(collimator) 등을 포함하여 구성될 수 있다.

[0059] 일반적으로, 레이저 다이오드로부터 출력된 레이저 광이 조사되어 나타난 빔 패턴은 중앙으로 갈수록 세기가 증가하고 테두리로 갈수록 세기가 감소하는 가우시안 형태의 세기 분포를 가진다. 이에 따라, 빔 균일화기(40)는 가우시안 형태의 세기 분포를 가지는 레이저 광의 빔 패턴을 Top hat(모자 윗부분) 형태의 세기 분포를 가지도록, 빔 패턴의 중앙에서부터 테두리까지 전체적으로 세기 분포를 균일화시킨다.

[0060] 이를 통해, 중이염 치료를 위하여 조사된 레이저 광의 조사량이 정확히 산출될 수 있다.

[0061] 제어기(50)는 복수의 레이저 다이오드(10) 및 열조절기(25)를 제어한다.

[0062] 즉, 제어기(50)는 복수의 레이저 다이오드(10)가 연속광파(CW: Continuous Wave) 또는 펄스(Pulse) 형태로 변조(modulation)된 레이저 광을 출력하도록 제어하며, 펄스 출력 시간이나 광출력 시간을 제어할 수 있다.

[0063] 또한, 제어기(50)는 서미스터(27)를 통해 측정된 빔 합성기(20)의 온도가 미리 설정된 광출력 안정화 온도를 기준으로 상승하거나 하강하는 경우, 각각 열전 냉각기(26)가 흡열 동작 또는 발열 동작을 하도록 열전 냉각기(26)의 전류가 제어할 수 있다.

[0064] 그리고, 제어기(50)는 측정된 온도가 미리 설정된 광출력 안정화 온도보다 상승함에 따라 빔 합성기(20)의 열을 방출하기 위하여 열전 냉각기(26)가 흡열 동작을 할 때, 효과적인 열방출을 위하여 공랭식 냉각기(60)를 동작시킬 수 있다.

[0065] 예를 들어, 도 7의 (a)는 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치의 외관을 나타내며, 도 7의 (b)는 제어기(50)가 사용자 인터페이스로 출력하는 제어화면을 나타낸 것이다. 즉, 제어기(50)는 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치를 제어하기 위한 프로그램이 설치된 PC와 같은 단말일 수 있으며, 도 7의 (b)에 도시된 바와 같이, 각 레이저 다이오드(10)가 출력하는 레이저 광의 출력 파워를 사용자가 조절할 수 있도록, 제어 화면을 출력할 수 있다.

[0067] 도 8 내지 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치를 이용한 치료의 효과 검증을 위한 실험 결과를 나타낸 도면이다.

[0068] 우선, 도 8을 참조하면, 실험은, 중이염을 일으키는 세균으로서 Streptococcus pneumonia(S. pneumonia)을 배양하고 16시간 경과 후, 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치를 이용하여 630nm 파장의 레이저 광을 18mW의 출력 파워로 40분 동안 세균 배양액에 조사하는 절차로 수행되었다. 레이저 광의 조사가 완료된 후, 생물막(biofilm)의 생물량(biomass), 세균수(Bacterial viability) 및 대사활성도(Metabolic activity)이 측정되었다.

[0069] 생물막의 생물량은 cv-microtiter plate assay로 측정되었고, 세균수는 집락형성단위(cfu)의 수로 측정되었으며, 대사활성도는 resazurin staining으로 측정되었다.

[0070] 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치로 레이저 광을 조사한 세균 배양액은, 그렇지 않은 세균 배양액과 비교하여 상대적으로 세균이 현격히 감소했음을 확인할 수 있다.

[0071] 도 10은, *Streptococcus pneumoniae* D-39(NCTC 7466)으로 *in vitro* biofilm을 형성시킨 후 40분 동안 630nm 파장의 레이저 광을 조사한 후 생물막의 생물량을 측정한 결과이다. 도 10에 도시된 바와 같이, 레이저 광 조사 후 생물막의 생물량이 감소됨을 알 수 있다.

[0072] 도 11은, 생물막 현탁액을 배양하여 레이저 광을 조사한 후, *Streptococcus pneumoniae*의 수를 계수한 결과이다. 도 11에 도시된 바와 같이, 레이저 광 조사 후 세균수가 현전하게 감소했음을 알 수 있다.

[0073] 도 12는, 레이저 광을 조사한 후, 생물막 대사활성도를 정략적으로 측정한 결과이다. 도 12에 도시된 바와 같이, 레이저 광 조사 후 대사활성도가 현저하게 감소했음을 알 수 있다.

[0074] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 중이염 치료를 위한 광조사 장치는, 레이저 광의 빔 패턴의 세기 분포를 전체적으로 균일화시켜 치료용 광을 생성하여 출력함으로써, 조사량을 정확히 측정할 수 있어 치료시 레이저 광의 정확한 투여량(dosage)이 제시될 수 있다.

[0075] 또한, 다파장 레이저 광을 통해 치료 범위를 다양화할 수 있으며, 광치료를 통해 생물막의 형성이 억제되고 세균수가 현전하게 감소되므로, 독성이 강한 항생제에 의존하던 기존의 중이염 치료방법을 개선시켜 부작용이 적은 저용량 항생제 투여가 가능하고, 또한 체질적으로 취약한 어린이, 노약자의 새로운 중이염 치료방법이 될 수 있다.

[0077] 한편, 전술된 실시예의 구성 요소는 프로세스적인 관점에서 용이하게 파악될 수 있다. 즉, 각각의 구성 요소는 각각의 프로세스로 파악될 수 있다. 또한 전술된 실시예의 프로세스는 장치의 구성 요소 관점에서 용이하게 파악될 수 있다.

[0078] 또한 앞서 설명한 기술적 내용들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예들을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 하드웨어 장치는 실시예들의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0080] 상기한 본 발명의 실시예는 예시의 목적을 위해 개시된 것이고, 본 발명에 대한 통상의 지식을 가지는 당업자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경, 부가가 가능할 것이며, 이러한 수정, 변경 및 부가는 하기의 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

부호의 설명

[0082] 10: 복수의 레이저 다이오드

20: 빔 합성기

25: 열조절기

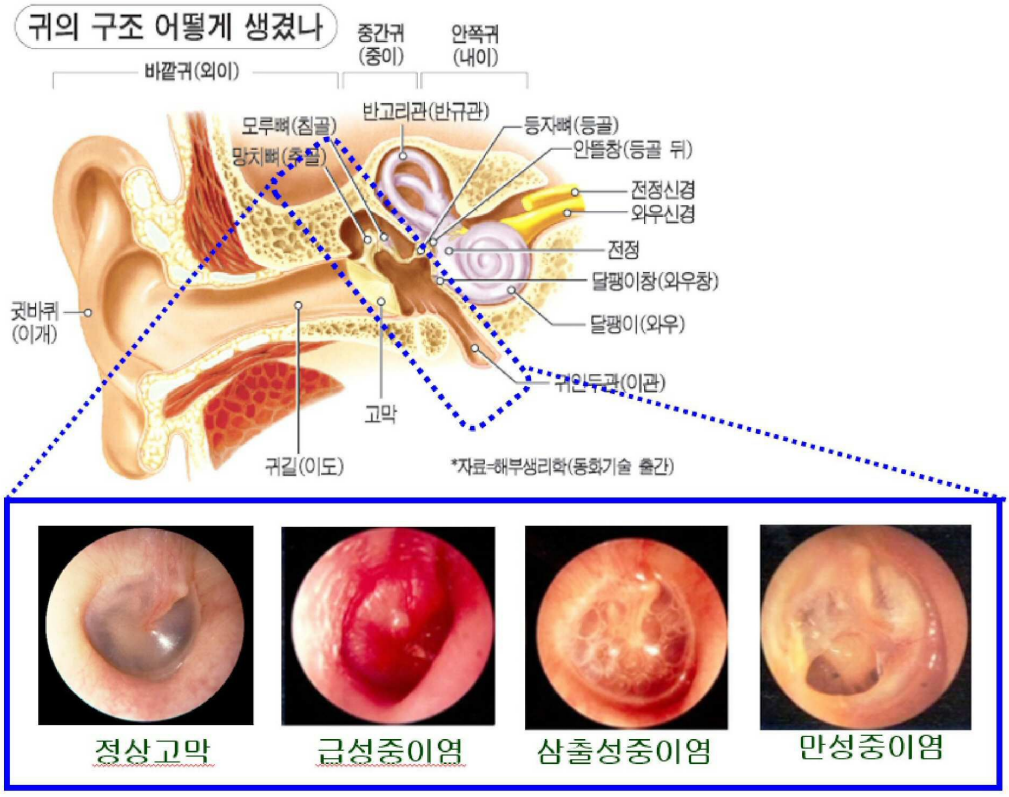
30: 광케이블

40: 빔 균일화기

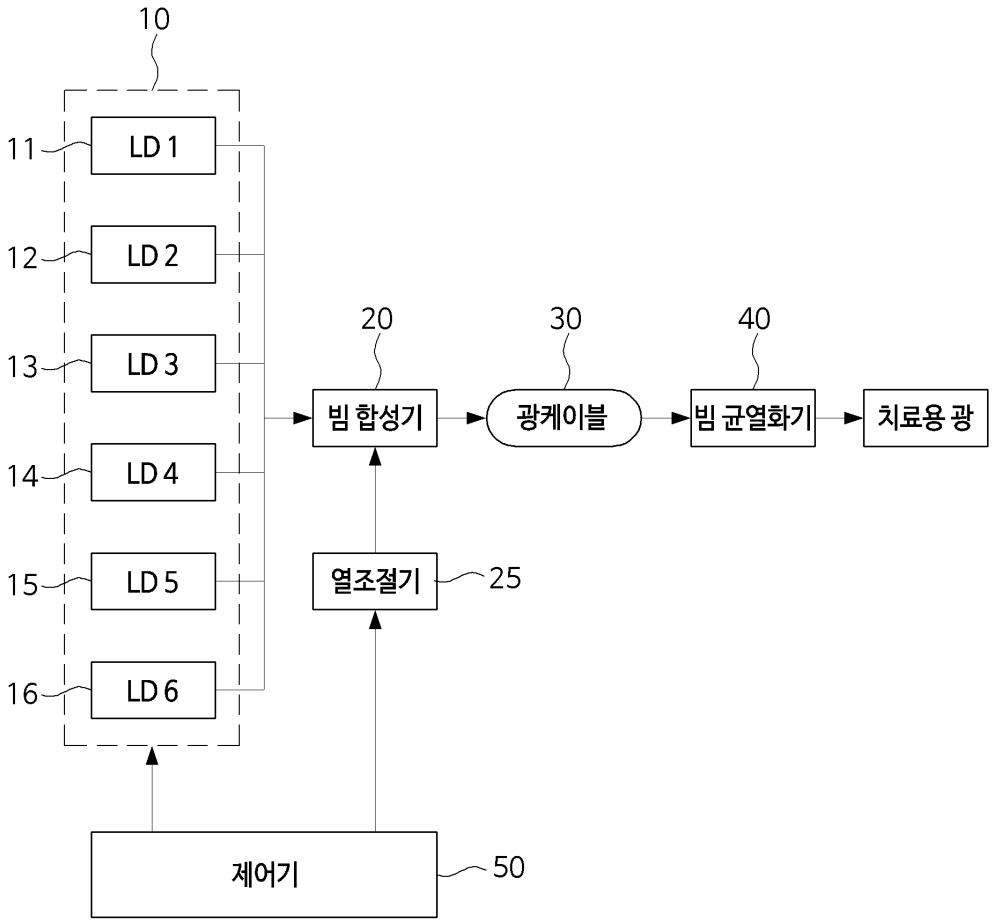
50: 제어기

도면

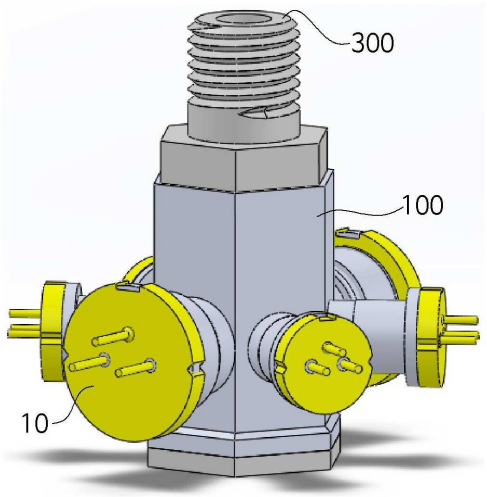
도면1



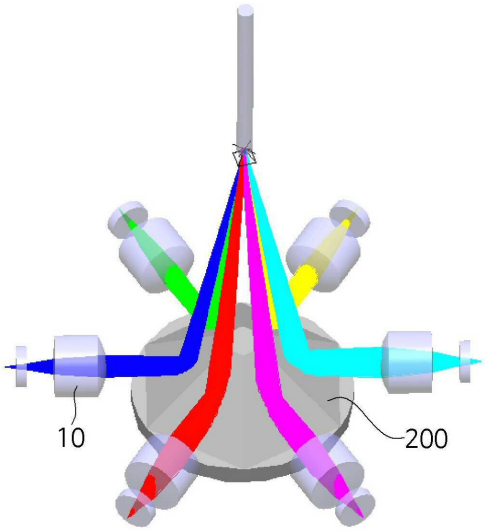
도면2


10
11
LD 1
12
LD 2
13
LD 3
14
LD 4
15
LD 5
16
LD 6
20
빔 합성기
30
광케이블
40
빔 균열화기
치료용 광
열조절기
25
제어기
50

도면3

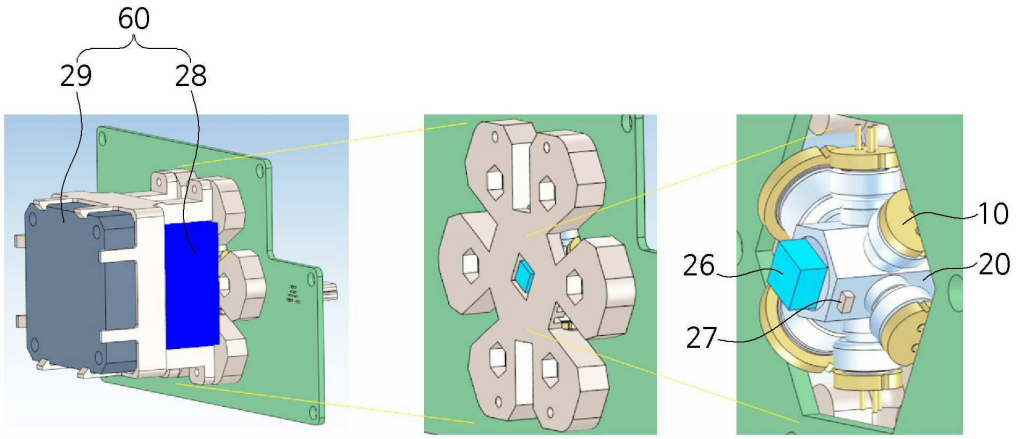


(a)

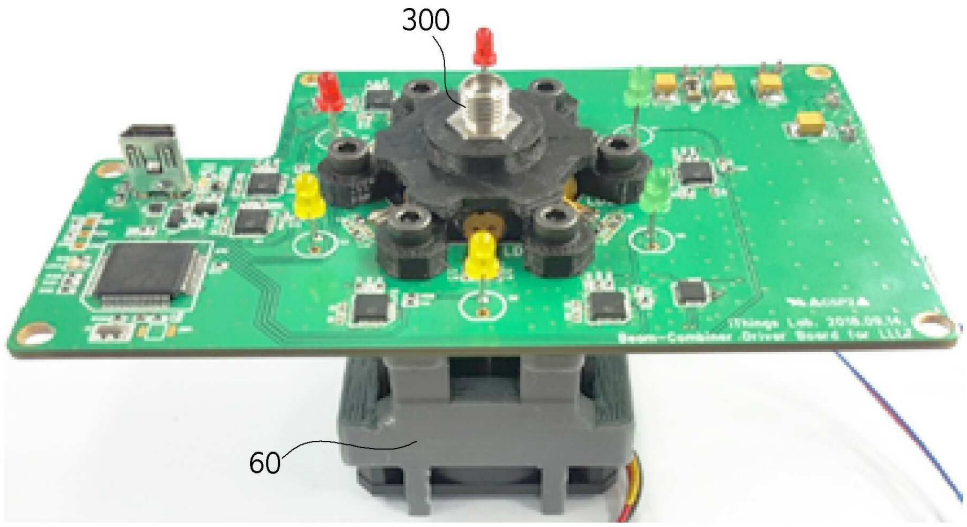


(b)

도면4

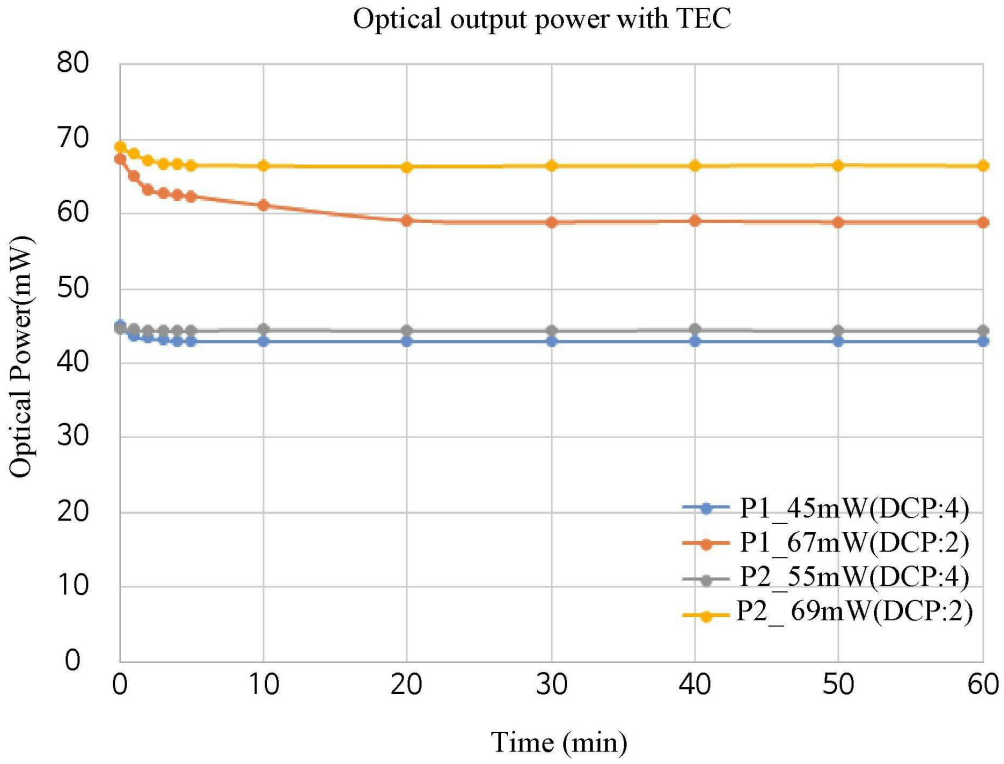


(a)

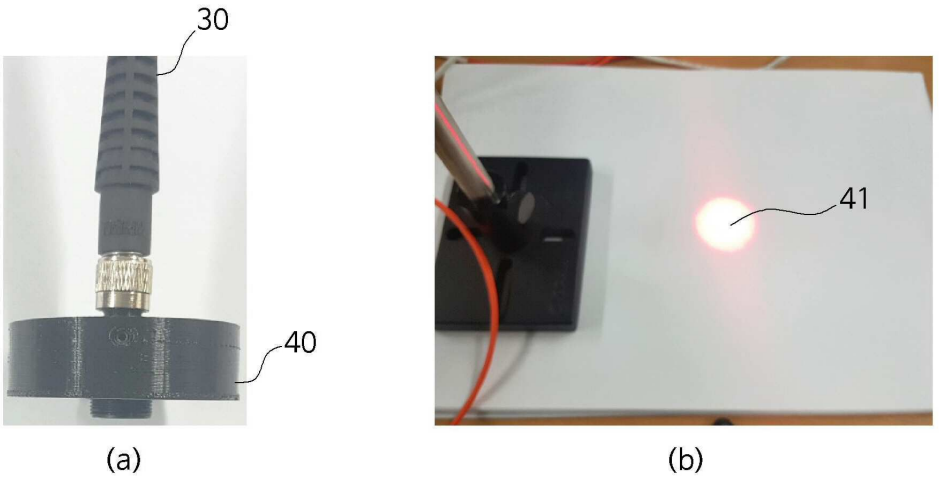


(b)

도면5


Optical output power with TEC
Optical Power(mW)
Time (min)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
P1_45mW(DCP:4)
P1_67mW(DCP:2)
P2_55mW(DCP:4)
P2_ 69mW(DCP:2)

도면6


30
40
41
(a)
(b)

도면7

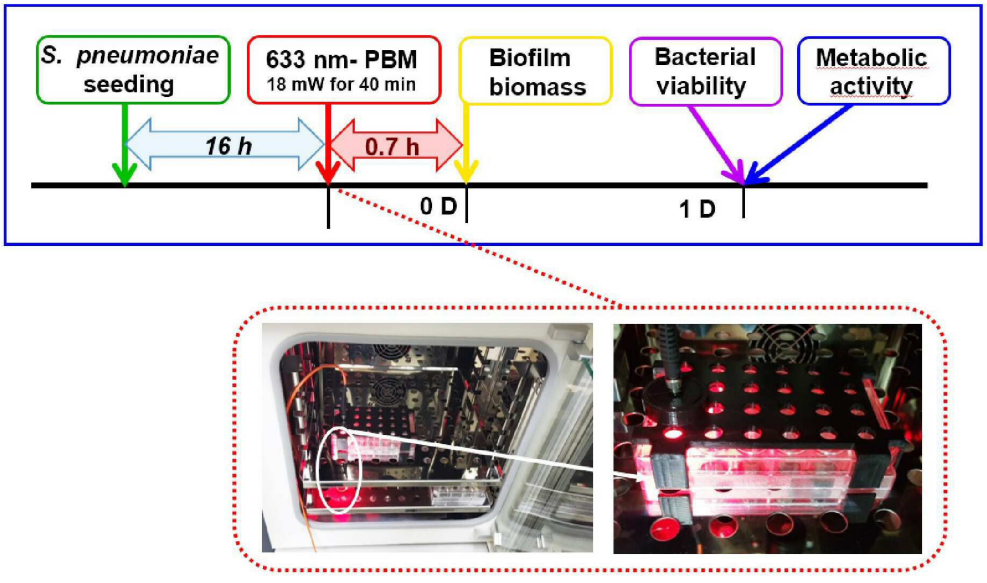


(a)

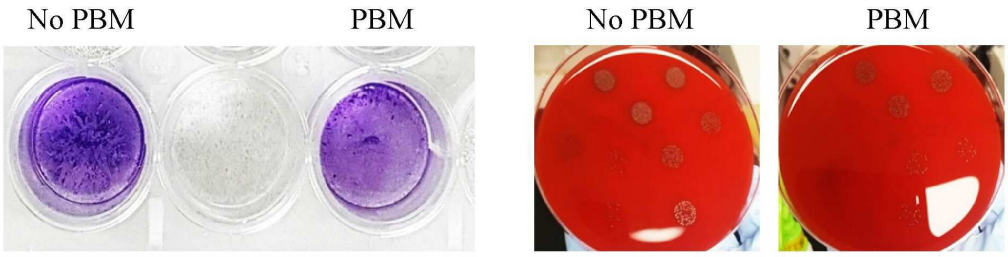

LLLT System
804 nm OFF
804 nm OFF
633 nm OFF
633 nm ON
780 nm OFF
780 nm OFF
Device COM
COM7
Duration Time [s]
20.0
Start

(b)

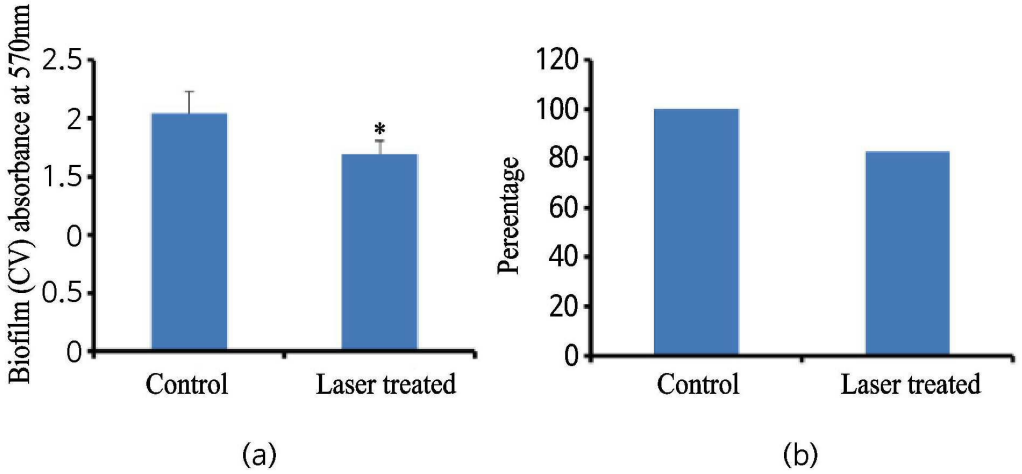
도면8


S. pneumoniae seeding
633 nm- PBM
18 mW for 40 min
Biofilm biomass
Bacterial viability
Metabolic activity
16 h
0.7 h
0 D
1 D

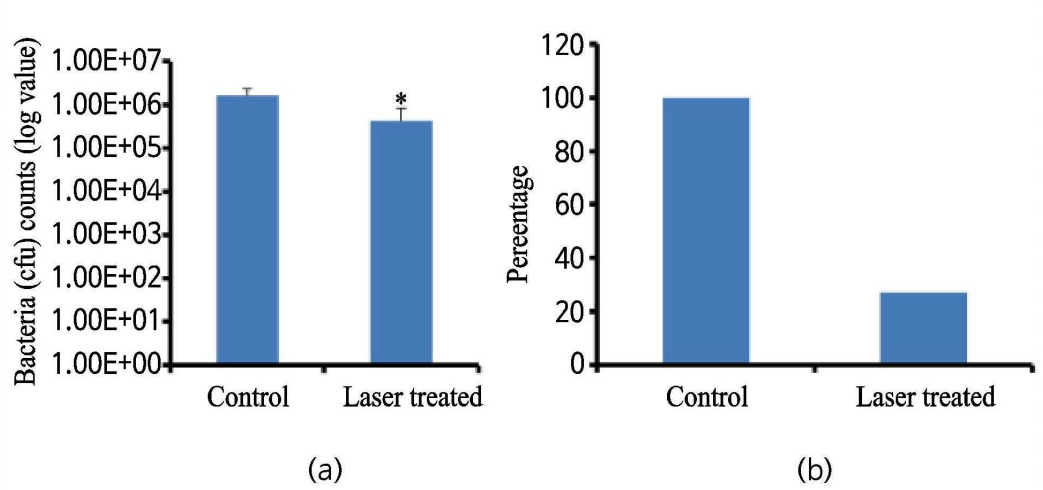
도면9



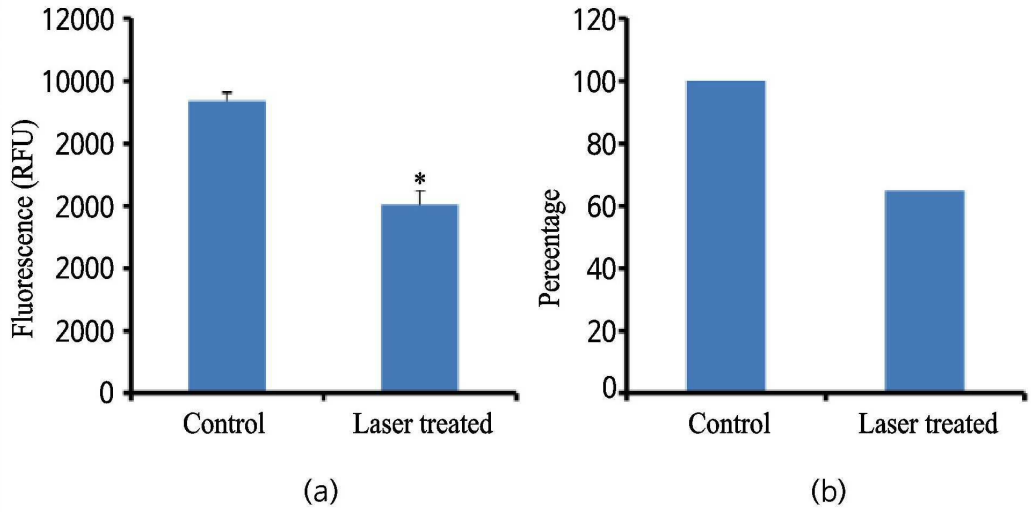
도면10



도면11



도면12


12000
10000
2000
2000
2000
2000
0
Fluorescence (RFU)
*
Control
Laser treated
(a)
120
100
80
60
40
20
0
Pereentage
Control
Laser treated
(b)