(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0067951
(43) 공개일자 2022년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A62D 3/17 (2007.01) *H01S 3/08* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A62D 3/17 (2013.01)
H01S 3/08086 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0154768
(22) 출원일자 2020년11월18일
심사청구일자 2020년11월18일

(71) 출원인
국방과학연구소
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
정희수
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160
이기주
대전광역시 유성구 가정로287번길 21
김도윤
대전광역시 서구 월평동로 83
(74) 대리인
특허법인 플러스

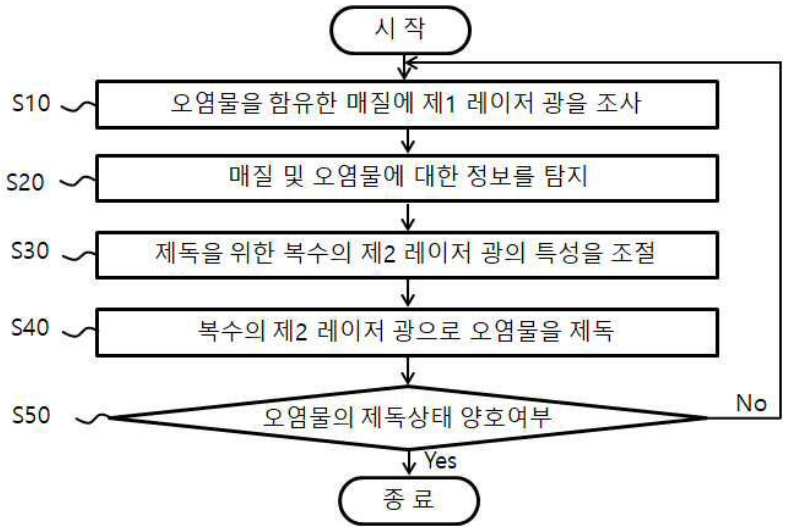
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법은, 오염물을 함유하는 매질에 제1 레이저 광을 조사하는 단계; 상기 매질에서 산란 또는 반사되는 광을 검출하고 상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보를 탐지하는 단계; 상기 탐지된 매질 및 오염물에 대한 정보를 바탕으로 상기 오염물을 제독하기 위한 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광의 특성을 조절하는 단계; 및 상기 복수의 제2 레이저 광을 상기 매질에 조사하여 상기 오염물을 제독하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018175501
과제번호	2018-1755-01
부처명	방위사업청
과제관리(전문)기관명	국방과학연구소
연구사업명	기초연구
연구과제명	레이저를 이용한 화생작용제 제독기술
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교산학협력단
연구기간	2018.12.21 ~ 2020.12.15

명 세 서

청구범위

청구항 1

오염물을 함유하는 매질에 제1 레이저 광을 조사하는 단계;

상기 매질에서 산란 또는 반사되는 광을 검출하고 상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보를 탐지하는 단계;

상기 탐지된 매질 및 오염물에 대한 정보를 바탕으로 상기 오염물을 제독하기 위한 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광의 특성을 조절하는 단계; 및

상기 복수의 제2 레이저 광을 상기 매질에 조사하여 상기 오염물을 제독하는 단계를 포함하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 오염물을 제독하는 단계에서,

상기 복수의 제2 레이저 광이 상기 매질의 표면을 스캐닝하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 오염물을 제독하는 단계에서,

상기 복수의 제2 레이저 광은 적외선 파장 영역의 레이저 광 및 자외선 파장 영역의 레이저 광을 포함하고,

상기 매질에서 상기 복수의 제2 레이저 광에 의한 광화학 및 광열 반응이 유도되는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 매질에서 산란 또는 반사되는 광을 검출하고 상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보를 탐지하는 단계에서,

상기 오염물의 흡광도를 측정하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 매질에서 산란 또는 반사되는 광을 검출하고 상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보를 탐지하는 단계에서,

상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보는, 상기 매질이 다공성인지 여부, 상기 오염물의 상태, 종류, 농도 및 상기 오염물의 상기 매질에 대한 침투 깊이 중 적어도 하나를 포함하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광의 특성을 조절하는 단계에서,

상기 탐지된 매질 및 오염물에 대한 정보를 바탕으로 상기 복수의 제2 레이저 광 각각의 파장 및 조사 시간을 조절하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법.

청구항 7

청구항 2에 있어서,

상기 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광의 특성을 조절하는 단계에서,

상기 복수의 제2 레이저 광의 상기 매질의 스캐닝 영역을 조절하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 복수의 제2 레이저 광에 의한 상기 오염물의 제독 상태를 확인하는 단계를 더 포함하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법.

청구항 9

복수의 레이저 광을 선택적으로 매질에 조사하는 광원부;

상기 매질에서 산란 또는 반사되는 광을 검출하고 상기 매질 및 상기 매질이 함유하는 오염물에 대한 정보를 탐지하는 광분석부; 및

상기 탐지된 오염물에 대한 정보를 바탕으로 상기 오염물을 제독하기 위해 상기 매질에 조사되는 복수의 레이저 광의 특성을 조절하는 제어부를 포함하고,

상기 광원부에서 조사되는 복수의 레이저 광은, 상기 제어부의 제어 하에 상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보를 탐지하기 위한 제1 레이저 광 및 상기 오염물을 제독하기 위한 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광을 포함하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 광원부는, 상기 조사되는 복수의 레이저 광이 상기 매질의 표면을 스캐닝하도록 하는 스캐너를 포함하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 복수의 제2 레이저 광은 적외선 파장 영역의 레이저 광 및 자외선 파장 영역의 레이저 광을 포함하고,

상기 매질에서 상기 복수의 제2 레이저 광에 의한 광화학 및 광열 반응이 유도되는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치.

청구항 12

청구항 9에 있어서,

상기 광분석부는 상기 오염물의 흡광도를 측정하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치.

청구항 13

청구항 9에 있어서,

상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보는, 상기 매질이 다공성인지 여부, 상기 오염물의 상태, 종류, 농도 및 상기 오염물의 상기 매질에 대한 침투 깊이 중 적어도 하나를 포함하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치.

청구항 14

청구항 9에 있어서,

상기 제어부는 상기 탐지된 매질 및 오염물에 대한 정보를 바탕으로 상기 복수의 제2 레이저 광 각각의 파장 및 조사 시간을 조절하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치.

청구항 15

청구항 10에 있어서,

상기 제어부는 상기 복수의 제2 레이저 광의 상기 매질의 스캐닝 영역을 조절하는, 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 서로 다른 파장 영역의 광을 이용하여 매질에 분포한 오염물에 광화학 및 광열 반응을 유도함으로써 오염물을 제독하는 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재 화학 또는 생물학 작용제로 오염된 표면을 제독하기 위해 수용성의 DS-2, 염소계 표백제 등이 이용되고 있다. 수용성 제독제를 사용하는 제독 방법은, 산화반응과 가수분해 반응을 통해 표면을 제독하기 때문에, 오염농도에 비례해서 제독하는데 드는 반응 시간이 길고, 강한 부식성을 가진 2차 폐기물 등이 발생하여 인체 및 환경에 유해하며, 저장, 운반 및 교체하는데 소요되는 비용이 드는 문제가 있다. 특히, 전자 장비나 광학 장비들과 같이 민감한 장비들에게 수용성 제독제의 사용이 제한된다.

[0003] 또한, 알려지지 않은 다양한 신종 화학 또는 생물 작용제가 개발되고 있고, 이것이 테러 집단 등을 통해 사람들을 위협하고 있다. 따라서, 화학 종에 제한되지 않고 다양하고 광범위한 제독을 위한 건식 기반의 환경 친화적이고 에너지를 기반한 제독 기술의 개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은, 수용성 제독제를 이용하는 제독 방법에 따른 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로, 서로 다른 파장 대역의 레이저 광을 일정한 거리에 있는 제독 대상체에 조사함으로써 레이저 광의 광자 에너지에 의한 광화학적 반응 및 광열적 반응 통해 제독 대상을 효과적으로 제독하는 건식 기반의 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법은, 오염물을 함유하는 매질에 제1 레이저 광을 조사하는 단계; 상기 매질에서 산란 또는 반사되는 광을 검출하고 상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보를 탐지하는 단계; 상기 탐지된 매질 및 오염물에 대한 정보를 바탕으로 상기 오염물을 제독하기 위한 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광의 특성을 조절하는 단계; 및 상기 복수의 제2 레이저 광을 상기 매질에 조사하여 상기 오염물을 제독하는 단계를 포함한다.

[0006] 또한, 상기 오염물을 제독하는 단계에서, 상기 복수의 제2 레이저 광이 상기 매질의 표면을 스캐닝한다.

[0007] 또한, 상기 복수의 제2 레이저 광은 적외선 파장 영역의 레이저 광 및 자외선 파장 영역의 레이저 광을 포함하고, 상기 매질에서 상기 복수의 제2 레이저 광에 의한 광화학 및 광열 반응이 유도된다.

[0008] 또한, 상기 매질에서 산란 또는 반사되는 광을 검출하고 상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보를 탐지하는 단계에서, 상기 오염물의 흡광도를 측정한다.

[0009] 또한, 상기 매질에서 산란 또는 반사되는 광을 검출하고 상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보를 탐지하는 단계에서, 상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보는, 상기 매질이 다공성인지 여부, 상기 오염물의 상태, 종류, 농도 및 상기 오염물의 상기 매질에 대한 침투 깊이 중 적어도 하나를 포함한다.

[0010] 또한, 상기 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광의 특성을 조절하는 단계에서, 상기 탐지된 매질 및 오염물에 대한 정보를 바탕으로 상기 복수의 제2 레이저 광 각각의 파장 및 조사 시간을 조절한다.

[0011] 또한, 상기 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광의 특성을 조절하는 단계에서, 상기 복수의 제2 레이저 광의 상기 매질의 스캐닝 영역을 조절한다.

[0012] 또한, 상기 복수의 제2 레이저 광에 의한 상기 오염물의 제독 상태를 확인하는 단계를 더 포함한다.

[0013] 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치는, 복수의 레이저 광을 선택적으로 매질에 조사하는 광원부; 상기 매질에서 산란 또는 반사되는 광을 검출하고 상기 매질 및 상기 매질이 함유하는 오염물에 대한 정보를 탐지하는 광분석부; 및 상기 탐지된 오염물에 대한 정보를 바탕으로 상기 오염물을 제독하기 위해 상기 매질에 조사되는 복수의 레이저 광의 특성을 조절하는 제어부를 포함하고, 상기 광원부에서 조사되는 복수의 레이저 광은, 상기 제어부의 제어 하에 상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보를 탐지하기 위한 제1 레이저 광 및 상기 오염물을 제독하기 위한 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광을 포함한다.

[0014] 또한, 상기 광원부는, 상기 조사되는 복수의 레이저 광이 상기 매질의 표면을 스캐닝하도록 하는 스캐너를 포함한다.

[0015] 또한, 상기 복수의 제2 레이저 광은 적외선 파장 영역의 레이저 광 및 자외선 파장 영역의 레이저 광을 포함하고, 상기 매질에서 상기 복수의 제2 레이저 광에 의한 광화학 및 광열 반응이 유도된다.

[0016] 또한, 상기 광분석부는 상기 오염물의 흡광도를 측정한다.

[0017] 또한, 상기 매질 및 상기 오염물에 대한 정보는, 상기 매질이 다공성인지 여부, 상기 오염물의 상태, 종류, 농도 및 상기 오염물의 상기 매질에 대한 침투 깊이 중 적어도 하나를 포함한다.

[0018] 또한, 상기 제어부는 상기 탐지된 매질 및 오염물에 대한 정보를 바탕으로 상기 복수의 제2 레이저 광 각각의 파장 및 조사 시간을 조절한다.

[0019] 상기 제어부는 상기 복수의 제2 레이저 광의 상기 매질의 스캐닝 영역을 조절한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치 및 방법은, 다중 파장의 레이저 광을 이용하여 제1 파장 대역의 광은 제독 대상의 흡수율을 높여 광화학적 반응을 야기하고 제2 파장 대역의 광은 제독 대상을 빠르게 가열함으로써 광열 반응을 야기함으로써, HD, VX, GD와 같은 화학 작용제 가스와 산업용 독성화학물질, 탄저균을 포함한 병원성 세균이나 독소, 바이러스와 과 같은 생물학 작용제를 효과적으로 살균 및 제거할 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치 및 방법은, 다공성을 이루어진 매질이 제독 대상으로 오염된 경우 매질의 표면 뿐만 아니라 매질의 내부에 침투한 제독 대상을 기화시키는 광열반응을 통해 외부로 끌어내고 표면에서 광화학적 방법을 유도하여 제거할 수 있기 때문에 비다공성은 물론 다공성 매질까지도 제독할 수 있다.

[0022] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법의 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법을 다공성 매질에 적용하는 과정을 나타낸다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치를 개략적으로 도시한 블록도이다.

도 4a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치의 광원부 일부 구성의 일 예를 나타낸다.

도 4b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치의 광원부 일부 구성의 다른 예를 나타낸다.

도 5는 광의 파장에 따른 두 오염물의 광흡수율을 나타낸다.

도 6은 제독을 위한 레이저 광의 파장에 따라 오염물의 제거 정도를 나타내는 사진이다.

도 7은 매질 및 레이저 광의 파장을 달리하여 제독한 후의 CEPS, Malathion 물질의 제거율을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0025] 본 명세서 사용되는 용어들은 본 발명의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 하여 내려져야 할 것이다.

[0026] 아울러, 아래에 개시된 실시 예는 본 발명의 권리범위를 한정하는 것이 아니라 본 발명의 청구범위에 제시된 구성요소의 예시적인 사항에 불과하며, 본 발명의 명세서 전반에 걸친 기술사상에 포함되고 청구범위의 구성요소에서 균등물로서 치환 가능한 구성요소를 포함하는 실시 예는 본 발명의 권리범위에 포함될 수 있다.

[0027] 그리고 아래에 개시된 실시 예에서의 “제1”, “제2”, “일면”, “타면” 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로서, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법의 순서도이다.

[0029] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법은 오염물이 함유된 매질에 제1 레이저 광을 조사하는 단계(S10), 매질 및 오염물에 대한 정보를 탐지하는 단계(S20), 제독을 위한 복수의 제2 레이저 광의 특성을 조절하는 단계(S30) 및 복수의 제2 레이저 광으로 오염물을 제독하는 단계(S40)를 포함한다. 여기서, 오염물은, 제독의 대상으로서 독성 화학 물질, 세균 및 바이러스일 수 있고, 일정한 매질의 표면에 묻어있거나 일정한 매질의 내부에 침투한 것일 수 있다.

[0030] 단계 S10에서, 오염물을 함유한 매질에 제1 레이저 광이 조사된다. 제1 레이저 광은 매질 및 오염물의 특성을 파악하기 위해 조사되는 광으로 특성 파악에 필요한 소정의 파장 대역을 갖는다.

[0031] 단계 S20에서, 단계 S10에서 제1 레이저 광이 오염물을 함유한 매질에 조사되면 매질 또는 오염물에서 반사 또는 산란되는 광이 검출되고, 매질 및 오염물에 대한 정보가 탐지된다. 반사광 또는 산란광을 통해 오염물의 레이저 파장에 따른 흡광도 및 라만 신호와 같은 형광이 측정된다. 도 5를 참조하면, 도 5는 CEPS, Malathion 화학 물질의 광흡수율을 측정하여 도시한 그래프이다.

[0032] 단계 S20은 다중 파장 레이저의 특성을 조절하기 위해 제독 대상인 오염물과 제독 대상을 함유한 매질의 특성을 먼저 파악하기 위한 단계이다. 본 단계를 통해 제독 대상, 즉 오염물의 고체, 액체, 기체 등의 상태, 온도 민감성, 생체 재료의 포함 여부 및 농도 등의 오염물에 대한 정보 및 매질의 재질, 즉, 다공성인지 비다공성인지, 매질로의 오염물의 침투 깊이 등의 매질에 대한 정보가 탐지된다. 본 단계에서, 광분석부가 매질로부터 반사 또

는 산란되는 광을 검출하고, 반사광과 산란광의 특징을 추출하여 기 저장된 매질 및 오염물에 대한 정보와 비교하여 매질 및 오염물에 대한 정보를 탐지하고 생성한다.

[0033] 단계 S30에서 단계 S20에서 탐지하고 생성한 매질 및 오염물에 대한 정보를 바탕으로 오염물을 제독하기 위한 다중 파장 레이저 광, 즉, 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광의 특성이 조절된다. 단계 S30에서 조절되는 복수의 제2 레이저 광의 특성은, 복수의 제2 레이저광 각각의 파장 및 조사 시간을 포함한다. 보다 상세하게는 단계 S20에서 탐지된 오염물의 종류에 따라 이를 제독하는 복수의 제2 레이저 광의 각각의 파장이 조절되고, 오염물의 농도에 따라 복수의 제2 레이저 광의 조사 시간이 조절되고, 매질이 다공성인지 여부에 따라 복수의 제2 레이저 광의 각각의 파장 및 조사 시간이 조절된다.

[0034] 예를 들어, 단계 S20에서 탐지한 오염물의 종류 및 도 5에서 예시하고 있는 오염물의 파장에 따른 흡광도에 따라 이를 제독하는 복수의 제2 레이저 광의 각각의 파장이 조절된다.

[0035] 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광은 적외선 파장 영역의 레이저 광 및 자외선 파장 영역의 레이저 광을 포함한다. 이 때, 적외선 파장 영역의 레이저 광은 매질 내부에서 오염물을 매질 표면으로 표출시키는 등의 오염물 측에 열을 공급하는, 즉 광열 반응을 일으키는 역할을 한다. 자외선 파장 영역의 레이저 광은 표출된 오염물을 제독하는 광화학적 반응을 유도하여 오염물을 분해 또는 변성시켜 독성을 제거하는 역할을 한다.

[0036] 단계 40에서, 단계 30에서 출력 특성이 조절된 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광이 매질에 조사되어 제독 작용이 수행된다. 복수의 제2 레이저 광은 매질의 표면을 스캐닝하도록 조사된다. 복수의 제2 레이저 광은 점 광원 형태에서 선 광원 형태로 변조되고 선 광원인 복수의 제2 레이저 광이 일 방향으로 스캐닝하여 매질의 표면을 2차원으로 스캐닝할 수 있다. 또는 점 광원 형태인 복수의 제2 레이저 광이 레스터, 리사쥬 등의 2차원 스캔 방식으로 매질의 표면을 2차원으로 스캐닝할 수 있다.

[0037] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법을 다공성 매질에 적용하는 과정을 나타낸다.

[0038] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법은, 다공성 매질에 침투한 오염물을 적외선 레이저 광에 의해 표출시키고, 매질 표면으로 표출된 오염물을 자외선 레이저 광에 의해 제독함으로써 오염물이 비다공성 매질에 함유된 경우뿐만 아니라 다공성 매질에 침투한 경우에도 효과적으로 제독 작용을 수행할 수 있다.

[0039] 다공성 매질은, 콘크리트, 모래, 흙 등의 지표면이나, 고분자 필름으로 코팅된 표면 등 액상의 오염물이 내부로 침투가 종류를 말한다.

[0040] 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법은, 복수의 제2 레이저 광에 의한 오염물의 제독 상태를 확인하는 단계(S50)를 더 포함한다.

[0041] 단계 S50은, 단계 S40에서 수행되는 오염물 제독의 정도 파악하고, 전 단계들에 수행되었던 과정에 대해 피드백된다. 단계 S50에서, 오염물의 제독 정도 등의 제독 상태의 양호 여부를 결정한다. 오염물의 제독 정도가 양호한 경우 제독 과정을 완료되고 오염물의 제독 정도가 양호하지 않는 경우 단계 S10 내지 단계 S40이 반복 수행된다. 오염물의 제독 정도는 단계 S10 및 단계 S20을 수행하여 오염물의 농도를 탐지함으로써 확인하거나, 매질 주변에 포집 장치를 설치하여 제독 작용으로 발생하는 2차 산물을 포집하고 포집 장치의 센서 등을 통해 2차 산물의 양 또는 농도를 측정함으로써 확인할 수 있다.

[0042] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치를 개략적으로 도시한 블록도이다. 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치의 광원부 일부 구성의 일 예 및 다른 예를 나타낸다.

[0043] 도 3 및 도 4b를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치(100)는 상술한 바와 같은 제독 방법이 수행되는 장치로서, 광원부(110), 광분석부(120) 및 제어부(130)를 포함한다.

[0044] 광원부(110)는 복수의 레이저 광, 즉, 상술한 매질 및 오염물에 대한 정보를 얻기 위한 제1 레이저 광 또는 오염물을 제독하기 위한 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광을 선택적으로 매질(10)에 조사한다.

[0045] 도 4a에 도시된 일 예의 광원부(111)는, 레이저 공진기(1111)와 상기 레이저 공진기(1111)에서 출력되는 레이저 광의 주파수를 제2차 고조파 생성기(1112), 제4차 고조파 생성기(1114)를 통해 변조함으로써 다중 파장 레이저, 즉 서로 다른 파장 영역의 복수의 레이저 광(1118)을 동시에 또는 순차적으로 출력한다.

[0046] 일 예에서, 레이저 공진기(1111)는, Nd:YAG나 Nd:YVO4와 같은 IR laser resonator이고, 연속파(CW) 또는 Q-switched(Pulse) 모드락된 레이저 광을 발진한다. 제2차 고조파(2ω) 생성(SHG)은 1064 nm의 경우 KTP, LiIO3, BBO 및 LBO와 같은 비선형 결정에 입사하여 얻은 레이저를 2차 고조파(2ω) 생성(Second Harmonic Generation; SHG)과정을 통하여 532nm 파장의 녹색(green) 레이저 광을 발생시킨다. 제4차 고조파(4ω) 생성(Fourth Harmonic Generation; FHG)은 제2차 고조파 생성을 통해 생성된 녹색 레이저 광을 다시 BBO나 CLBO와 같은 비선형 결정에 다시 입사하여 얻게되며 266 nm의 자외선 레이저 광을 발생시킨다.

[0047] 일 예에서, 레이저 공진기(1111)에서 출력된 레이저 광이 제2차 고조파 생성기(1112)를 통과하게 되면 제2차 고조파와 고조파 발생에 기여하지 못한 1064nm 파장의 기본 레이저 광이 일정의 위상 차를 갖게 되는데 이때 빔 스플리터(1113)를 이용하여 1064nm 파장의 광이 분리된 제2차 고조파는 45도 전반사기(1114a 및 1114b)를 포함하는 위상 조절기(1114)를 거쳐 동축 정렬 미러(1117)에 도달하여 제4차 고조파 생성기(1115)를 거쳐서 나온 제4차 고조파인 266 nm의 자외선(UV) 레이저 광과 만난다. 이로써 광원부(111)는 1064nm와 266nm의 서로 다른 파장 영역의 복수의 레이저 광이(1118)을 동시에 또는 순차적으로 출력한다.

[0048] 도 4b에 도시된 일 예의 광원부(112)는, 서로 다른 파장의 레이저 광을 각각 출력하는 제1 레이저(1121) 및 제2 레이저(1122)를 포함하고, 각각의 레이저에서 출력되는 레이저 광을 45도 전반사기(1123), 위상 조절기(1124) 및 동축 정열 미러(1125)를 통해 정렬함으로써 다중 파장 레이저 광, 즉 서로 다른 파장 영역의 복수의 레이저 광(1126)을 동시에 또는 순차적으로 출력한다. 여기서, 제1 레이저(1121) 및 제2 레이저(1122)는 각각 적외선 레이저 및 자외선 레이저이다.

[0049] 또한 광원부(110)는 빔스플리터(113) 및 미도시된 광조절 광학계, 2D-스캐닝 장치를 포함하는 광방향 조절 모듈, 및 대기왜란 부정 모듈을 더 포함한다. 광원부에서 발생한 레이저 광이 오염물과 광열 반응 내지 광화학적 반응을 효과적으로 일으키도록 광원부에서 발생한 레이저 광은 광방향 조절 모듈에 의해 매질 표면을 스캔한다. 광방향 조절 모듈은 레이저 광이 매질의 표면을 2차원 스캐닝하도록 하는 스캐너를 포함한다.

[0050] 광방향 조절 모듈은, 레이저 광을 점 광원 형태에서 선 광원 형태로 변조시키는 원통형 렌즈 등을 포함하는 광학계 및 선 광원으로 변조된 레이저 광을 일 방향으로 스캐닝하는 스태너를 포함할 수 있다. 또는 광방향 조절 모듈은 점 광원 형태인 레이저 광이 레스터, 리사쥬 등의 2차원 스캔 방식으로 매질의 표면을 2차원으로 스캐닝하는 스캐너를 포함할 수 있다.

[0051] 광분석부(120)는 광원부에서 조사된 레이저 광이 매질에서 산란 또는 반사되는 광을 검출하고 매질 및 오염물에 대한 정보를 탐지하고, 상기 매질 및 오염물에 대한 정보를 제어부(130)에 송신한다. 예를 들어 광분석부(120)는 반사광 또는 산란광을 통해 오염물의 레이저 파장에 따른 흡광도 및 라만 신호와 같은 형광을 측정한다.

[0052] 광분석부(120)는 다중 파장 레이저의 특성을 조절하기 위해 제독 대상인 오염물과 제독 대상을 함유한 매질의 특성을 먼저 파악한다. 광분석부(120)는 제독 대상, 즉 오염물의 종류, 고체, 액체, 기체 등의 상태, 온도 민감성, 생체 재료의 포함 여부, 파장에 따른 흡광도 및 농도 등의 오염물에 대한 정보 및 매질의 재질, 즉, 다공성인지 비다공성인지, 매질로의 오염물의 침투 깊이 등의 매질에 대한 정보를 탐지한다. 오염물의 파장에 따른 흡광도가 도 5에서 예시된다.

[0053] 광분석부(120)는 매질로부터 반사 또는 산란되는 광을 검출하고, 반사광과 산란광의 특징을 추출하여 기 저장된 매질 및 오염물에 대한 정보와 비교하여 매질 및 오염물에 대한 정보를 탐지하고 생성한 후 매질 및 오염물에 대한 정보를 제어부(130)로 송신한다.

[0054] 제어부(130)는 광분석부(120)가 송신한 매질 및 오염물에 대한 정보를 바탕으로 오염물을 제독하기 위해 매질에 조사되는 복수의 레이저 광의 특성을 조절 및 결정하고 광원부(110)가 조절된 복수의 레이저 광을 조사하도록 광원부(110)를 제어한다. 또한, 제어부(130)는, 레이저 광이 스캐닝하는 매질의 영역을 결정하고 매질의 스캐닝 영역이 조절되도록 광원부(130)를 제어한다.

[0055] 제어부(130)는 광분석부(120)가 탐지하고 생성한 매질 및 오염물에 대한 정보를 바탕으로 오염물을 제독하기 위한 다중 파장 레이저 광, 즉, 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광의 특성을 조절한다. 제어부(130)가 조절하는 복수의 제2 레이저 광의 특성은, 복수의 제2 레이저광 각각의 파장 및 조사 시간을 포함한다. 보다 상세하게는 제어부(130)는 탐지된 오염물의 종류 및 오염물에 따른 흡광도 자료에 따라 이를 제독하는 복수의 제2 레이저 광의 각각의 파장을 조절하고, 오염물의 농도에 따라 복수의 제2 레이저 광의 조사 시간을 조절한다. 제어부(130)는 매질이 다공성인지 여부에 따라 복수의 제2 레이저 광의 각각의 파장 및 조사 시간을

조절한다.

[0056] 서로 다른 파장 영역의 복수의 제2 레이저 광은 적외선 파장 영역의 레이저 광 및 자외선 파장 영역의 레이저 광을 포함한다. 이 때, 적외선 파장 영역의 레이저 광은 매질 내부에서 오염물을 매질 표면으로 표출시키는 등의 오염물 측에 열을 공급하는, 즉 광열 반응을 일으키는 역할을 한다. 자외선 파장 영역의 레이저 광은 표출된 오염물을 제독하는 광화학적 반응을 유도하여 오염물을 분해 또는 변성시켜 독성을 제거하는 역할을 한다.

[0057] 제어부(130)는, 복수의 제2 레이저 광에 의해 수행되는 오염물 제독의 정도를 결정하고 제독 과정의 반복 수행에 대한 피드백을 결정한다. 제어부(130)는, 오염물의 제독 정도 등의 제독 상태의 양호 여부를 결정한다. 오염물의 제독 정도가 양호한 경우 제독 과정의 완료를 결정하고 오염물의 제독 정도가 양호하지 않는 경우 단계 S10 내지 단계 S40이 반복 수행되도록 피드백한다. 오염물의 제독 정도는 광원부의 레이저 광의 조사 및 광분석부에 의한 오염물의 농도를 탐지함으로써 확인하거나, 매질 주변에 포집 장치를 설치하여 제독 작용으로 발생하는 2차 산물을 포집하고 포집 장치의 센서 등을 통해 2차 산물의 양 또는 농도를 측정함으로써 확인할 수 있다.

[0058] 본 발명의 일 실시 예에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치(100)는 제어부(130)에 의해 제어되는 통신부, 발열부, 냉각부 및 전원부를 더 포함할 수 있다. 통신부는 상기 제독 장치(100)와 외부 장치와의 각종 통신을 담당할 수 있다. 예를 들어, 광분석부에서 얻은 매질 및 오염물에 대한 정보를 외부 시스템에 전달할 수 있다.

[0059] 냉각부는 상기 제독 장치(100)의 발열부에 냉각제를 유통시켜 밖으로 열을 내보내거나 유지시켜 항상 일정 온도를 유지할 수 있도록 할 수 있고, 냉각 방식은 냉동 컴프레서 방식, 열전소자(Thermo-eletric cooler;TEC) 방식 및 그 혼용방식을 겸비한 공랭식으로 할 수 있다. 예를 들어, 국소에서 열이 발생할 경우 TEC로 열을 집중 이동시킨 후 TEC와 결합된 냉각 체널을 통하여 냉각제가 흐르게 하여 발열을 제거하고 일정 온도를 유지하게 할 수 있다. 제어부(130)는 냉각부의 설정온도, 인터럽트, 유체흐름의 상태 등을 제어할 수 있다.

[0060] 전원부는 상기 제독 장치(100)에 부속된 각종 구성과 장치에 전원을 공급하고 광원부(110)에 인가되는 전류와 전압을 제어하고, 외부로부터의 노이즈, 방해 신호, 인터럽트를 관리할 수 있고, 광분석부과 제어부 사이의 신호를 중계할 수 있고, 통신부, 광조절 광학계, 광방향 조절부 및 대기왜란 보정모듈 구동에 필요한 신호를 중계 및 통제를 할 수 있다.

[0061] 도 6은 제독을 위한 레이저 광의 파장에 따라 오염물의 제거 정도를 나타내는 사진이며, 각각 CEPS, Malathion에 의해 오염된 지점토 매질에 1064nm 파장의 레이저 광, 266nm 파장의 레이저광, 1064nm 파장 및 266nm 파장의 다중 파장 레이저 광을 조사한 후의 상태를 찍은 것이다. 도 7은 매질 및 레이저 광의 파장을 달리하여 제독한 후의 CEPS, Malathion 물질의 제거율을 나타낸다.

[0062] 도 6 및 도 7을 참고하면, 본 발명에 따른 다중 파장 레이저를 이용한 제독 방법은, 매질의 표면의 온도를 높여줄 수 있는 적외선 레이저 광을 통한 광열반응으로 오염물을 매질 표면으로 노출시키고, 자외선 레이저 광을 통한 오염물과의 광화학 반응을 통해 오염물을 분해시킨다. 자외선과 적외선의 다중 파장을 동시에 조사한 경우에서의 제독 증대 효과가 탁월함을 확인할 수 있으며, 특히 매질이 다공성 매질인 경우 본 발명에 따른 제독 효과가 우수함을 확인할 수 있다.

부호의 설명

[0063] 100 다중 파장 레이저를 이용한 제독 장치

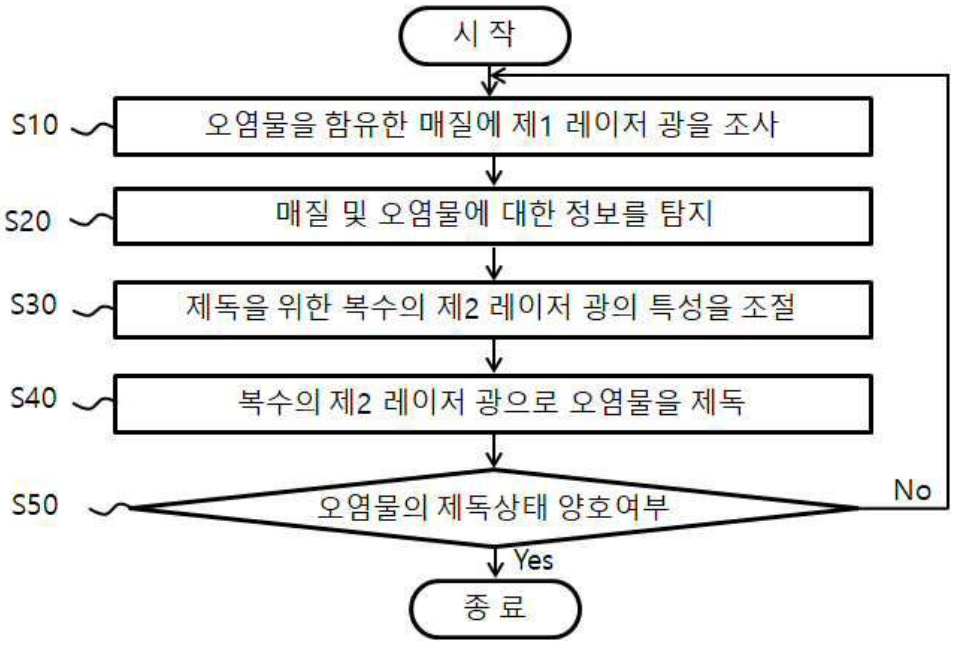
110 광원부

120 광분석부

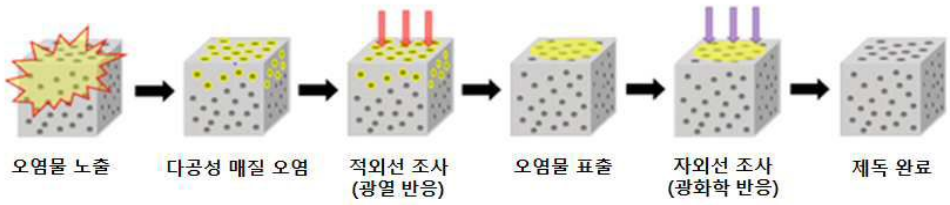
130 제어부

도면

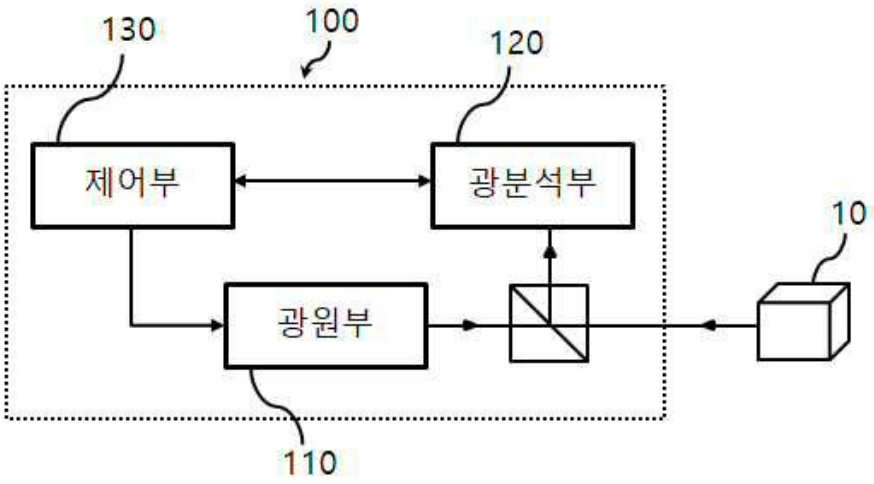
도면1



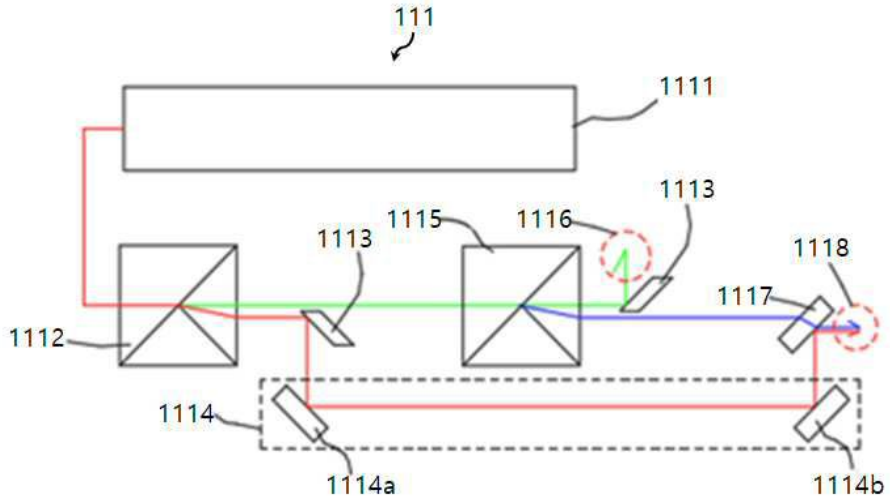
도면2



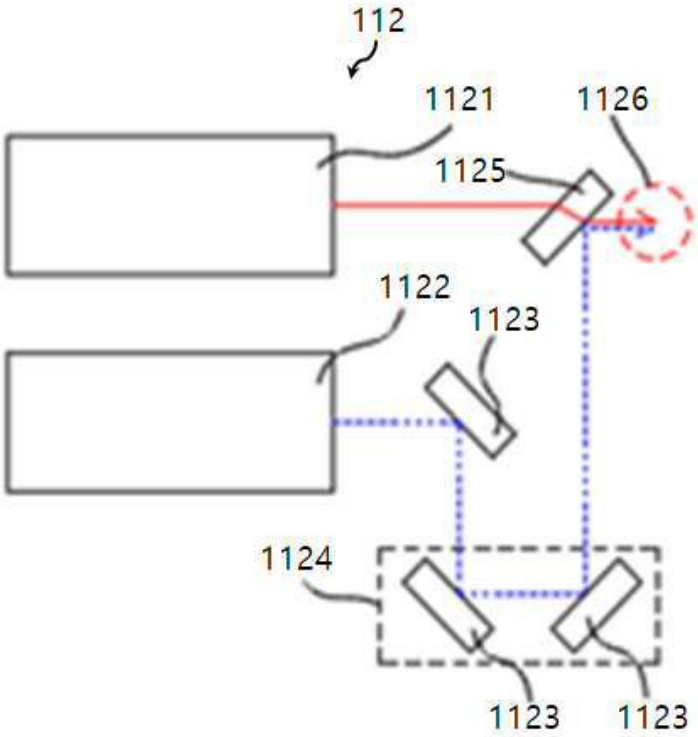
도면3



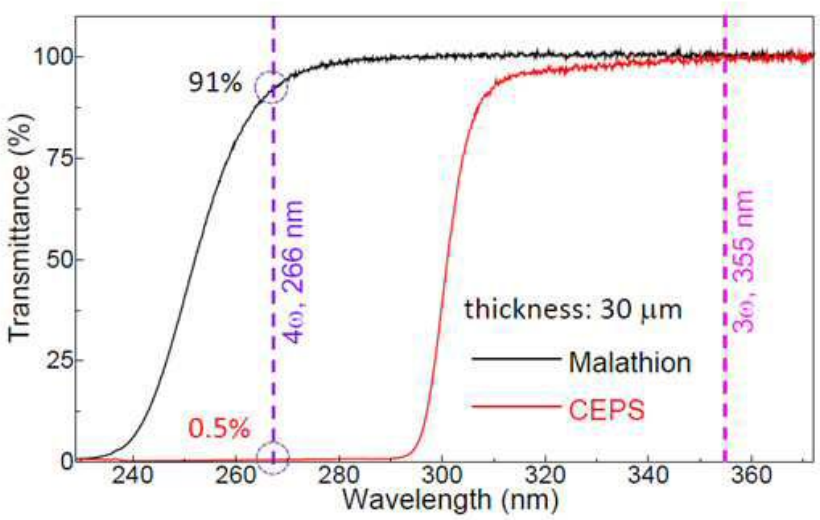
도면4a


111
1111
1113
1115
1116
1113
1118
1117
1112
1114
1114a
1114b

도면4b


112
1121
1126
1125
1122
1123
1124
1123
1123

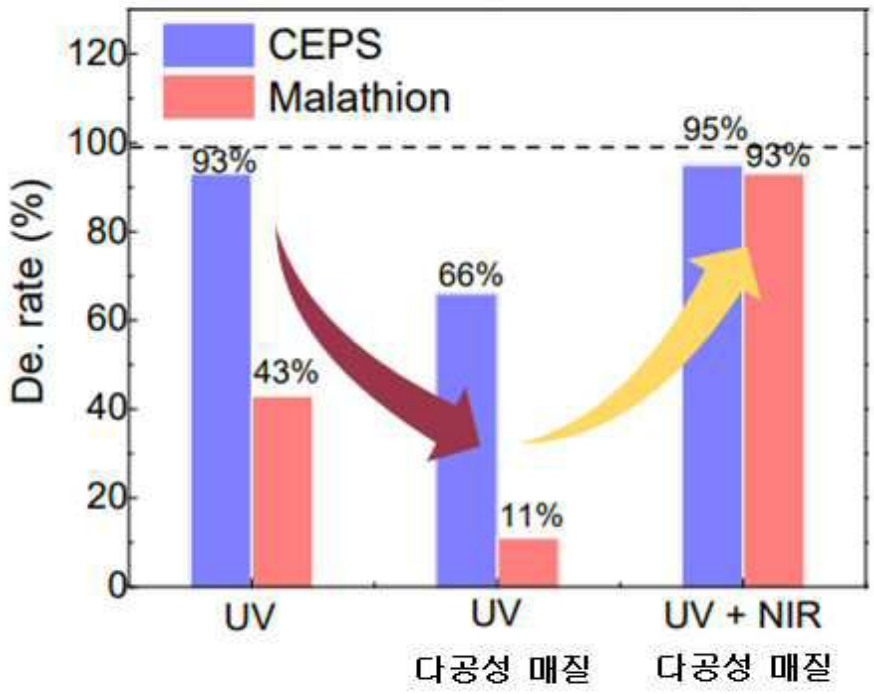
도면5


100
75
50
25
0
Transmittance (%)
91%
0.5%
4ω, 266 nm
3ω, 355 nm
thickness: 30 μm
Malathion
CEPS
240
260
280
300
320
340
360
Wavelength (nm)

도면6


➢ 레이저 조사 후 CEPS
1064 nm
266 nm
1064 nm + 266 nm
➢ 레이저 조사 후 Malathion
1064 nm
266 nm
1064 nm + 266 nm

도면7


CEPS
Malathion
De. rate (%)
120
100
80
60
40
20
0
93%
43%
66%
11%
95%
93%
UV
UV
다공성 매질
UV + NIR
다공성 매질