



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0080816
(43) 공개일자 2019년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 15/02 (2006.01) G01N 33/00 (2006.01)
H01S 5/00 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G01N 15/0205 (2013.01)
G01N 33/004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0172860
(22) 출원일자 2018년12월28일
심사청구일자 2018년12월28일
(30) 우선권주장
1020170183015 2017년12월28일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신전로 365 (용당동, 부경대학교)
(72) 발명자
윤성택
서울특별시 성북구 월곡로14길 26, 108동 1003호 (하월곡동, 월곡래미안루나밸리아파트)
이한림
부산광역시 해운대구 좌동순환로433번길 30, 타-104동 806호(중동, 해운대힐스테이트위브)
김대원
부산광역시 남구 수영로298번길 39-9, 가동 703호(대연동)
(74) 대리인
특허법인 남앤남

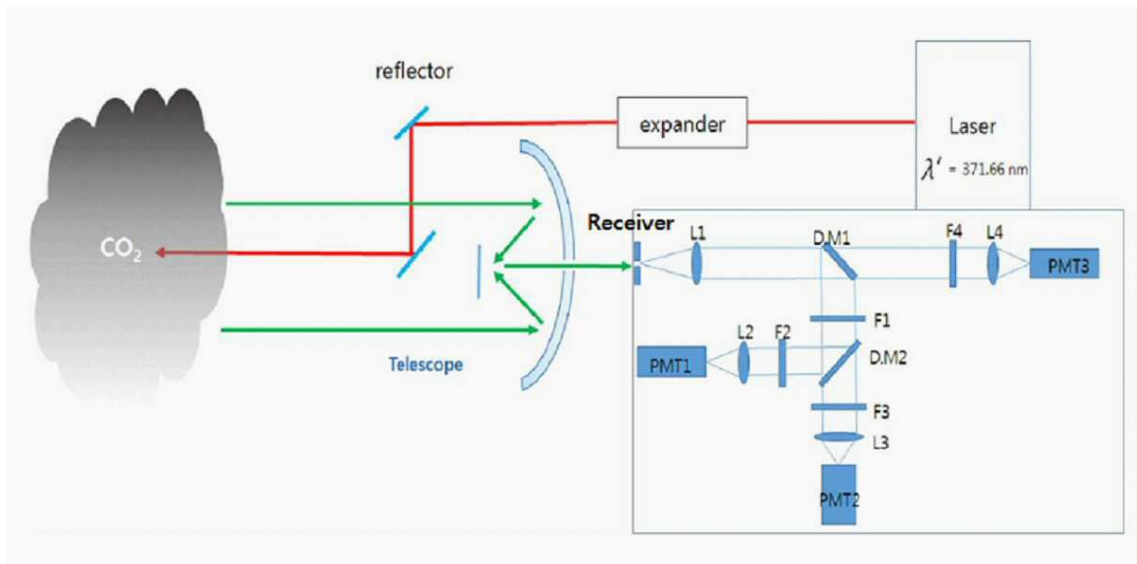
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 이산화탄소 농도 공간분포 측정을 위한 비탄성 라이다 장치

(57) 요약

본 발명의 비탄성 라이다 장치를 이용하여 지표 이산화탄소 농도 및 수평 공간분포를 측정할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01S 5/0078 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 G21700181040100000000000000

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 CO2 저장 환경관리기술개발사업(CCS)

연구과제명 CO2 지중 저장 환경관리 기술 개발[4/4]

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교

연구기간 2017.04.01 ~ 2018.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

레이저를 이산화탄소 농도를 측정하고자하는 방향으로 송신하는 레이저 송신부;

상기 이산화탄소 농도를 측정하고자하는 방향에서부터 들어오는 빛을 수신단(Receiver)으로 보내는 망원경(Telescope);

360 nm 이상의 빛은 반사시키고 360 nm 미만의 빛은 투과시키는 변형 거울 D.M1;

355 nm의 빛을 측정하는 광전 증폭관 PMT3;

380 nm 이하의 빛은 반사시키고 380 nm 초과인 빛은 투과시키는 변형 거울 D.M2;

365 nm 내지 375 nm의 빛을 측정하는 광전 증폭관 PMT1; 및

380 nm 내지 390 nm의 빛을 측정하는 광전 증폭관 PMT2를 포함하는 비탄성 라이다 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 변형 거울 D.M1 및 광전 증폭관 PMT3 사이에, 355 nm의 빛만 투과시키는 필터 F4 및 렌즈 L4가 더 배치되는 것을 특징으로 하는 비탄성 라이다 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 변형 거울 D.M2 및 광전 증폭관 PMT1 사이에, CO₂ 비탄성 파장인 372nm 의 파장의 빛만 투과시키는 필터 F2 및 렌즈 L2가 더 배치되는 것을 특징으로 하는 비탄성 라이다 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 변형 거울 D.M2 및 광전 증폭관 PMT2 사이에, N₂ 비탄성 파장인 387nm 의 파장의 빛만 투과시키는 필터 F3 및 렌즈 L3가 더 배치되는 것을 특징으로 하는 비탄성 라이다 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 변형 거울 D.M1 및 상기 변형 거울 D.M2 사이에, 355 nm의 빛을 제거하는 필터 F1가 더 배치되는 것을 특징으로 하는 비탄성 라이다 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이산화탄소 농도 공간분포 측정을 위한 비탄성 라이다 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지구의 평균 기온이 점점 높아지는 현상인 지구온난화가 심각한 사회문제로 떠오르면서 온실기체 중 하나인 이산화탄소는 세계적으로 배출량 감소가 진행되는 추세이다. 이와 관련하여 이산화탄소 모니터링을 위해서 이산화탄소 농도를 측정하는 기술 및 장비들의 수요 또한 늘어나고 있다.

[0003] 이산화탄소를 측정하는 기술로는 적외선 센서를 이용한 가스 농도 측정 장치 (출원번호 10-2016-0008312)이 있으며 이는 적외선 센서를 통하여 한 지점의 이산화탄소 농도를 측정하는 장치 및 방법이다. 이런 기존의 이산화탄소를 측정하는 기술은 센서가 위치하고 있는 지점에서의 이산화탄소 농도를 측정할 수 있으며 넓은 범위의 이산화탄소 농도의 공간분포를 파악하기에는 어려움이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 대기 중 이산화탄소 농도를 측정하는 기술에 관한 것으로, 비탄성 라이다를 이용한 이산화탄소 농도의 공간분포를 원격으로 측정하는 기술에 관한 것이다.

[0005] 본 발명에서는 원거리에서 비탄성 라이다로 이산화탄소의 농도의 공간분포를 파악할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 비탄성 라이다 장치를 이용하여 넓은 범위의 이산화탄소 농도의 공간분포를 원격으로 측정할 수 있다.

[0007] 본 발명의 비탄성 라이다 장치는, 레이저를 이산화탄소 농도를 측정하고자하는 방향으로 송신하는 레이저 송신부; 상기 이산화탄소 농도를 측정하고자하는 방향에서부터 들어오는 빛을 수신단(Receiver)으로 보내는 망원경(Telescope); 360 nm 이상의 빛은 반사시키고 360 nm 미만의 빛은 투과시키는 변형 거울 D.M1; 355 nm의 빛을 측정하는 광전 증폭관 PMT3; 380 nm 이하의 빛은 반사시키고 380 nm 초과인 빛은 투과시키는 변형 거울 D.M2; 365 nm 내지 375 nm의 빛을 측정하는 광전 증폭관 PMT1; 및 380 nm 내지 390 nm의 빛을 측정하는 광전 증폭관 PMT2를 포함할 수 있다.

[0008] 본 발명의 비탄성 라이다 장치에서, 상기 변형 거울 D.M1 및 광전 증폭관 PMT3 사이에, 355 nm의 빛만 투과시키는 필터 F4 및 렌즈 L4가 더 배치될 수 있다.

[0009] 본 발명의 비탄성 라이다 장치에서, 상기 변형 거울 D.M2 및 광전 증폭관 PMT1 사이에, CO2 비탄성 파장인 372nm의 파장의 빛만 투과시키는 필터 F2 및 렌즈 L2가 더 배치될 수 있다.

[0010] 본 발명의 비탄성 라이다 장치에서, 상기 변형 거울 D.M2 및 광전 증폭관 PMT2 사이에, N2 비탄성 파장인 387nm의 파장의 빛만 투과시키는 필터 F3 및 렌즈 L3가 더 배치될 수 있다.

[0011] 본 발명의 비탄성 라이다 장치에서, 상기 변형 거울 D.M1 및 상기 변형 거울 D.M2 사이에, 355 nm의 빛을 제거하는 필터 F1가 더 배치될 수 있다.

발명의 효과

[0012] 기존의 이산화탄소 측정 기술은 한 지점에서의 이산화탄소 농도만을 측정할 수 있다. 넓은 지역의 이산화탄소 농도를 측정하기 위해서는 다수의 측정 장비를 이용하거나 측정 지역을 이동하면서 측정해야 한다. 또한 이산화탄소 측정이 필요한 지역이 이동이 힘든 장소이면 측정하기에는 많은 어려움이 발생한다. 하지만 본 발명은 비탄성 라이다를 이용하여 원거리에서 이산화탄소 농도를 측정할 수 있다. 본 발명 기술은 기존의 기술과 다르게 하나의 장비로 원격측정을 통하여 넓은 범위의 이산화탄소 농도를 측정할 수 있으며 이를 통하여 측정을 원하는 장소에 가지 않고 원거리에서 이산화탄소의 농도 공간분포를 파악할 수 있다. 특히 대규모 Carbon Capture & Storage (CCS)와 같은 이산화탄소 저장지역에서 이산화탄소 누출 파악에는 많은 지점 측정 장비와 인력이 동원된다. 하지만 본 발명으로 인하여 넓은 지역 (수 km)에서 이산화탄소 누출 지역을 파악하고 이산화탄소 농도를 정량적으로 산출하는데 효과적이다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 비탄성 라이다 장치의 구조에 관한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 본 문서의 다양한 실시예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다. 실시예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시예의 다양한 변경, 균등물, 및

/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0015] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 비탄성 라이다 장치의 구조에 관한 것이다.
- [0017] 도 1을 참고하면, 본 발명의 비탄성 라이다 장치는 레이저 송신부(Laser), 익스펜더(expander), reflector, 망원경(Telescope), 수신단(Receiver), 다양한 렌즈(L1, L2, L3, L4), 변형 거울(deformable mirror)(D.M1,D.M2), 필터(F1, F2, F3, F4), 및 광전 증폭관 (Photo Multiplier Tube: PMT1, PMT2, PMT3)을 포함할 수 있다.
- [0018] 레이저 송신부(Laser)는 비탄성 라이다에서 355nm 파장의 레이저를 이산화탄소 농도를 측정하고자하는 방향으로 송신할 수 있다.
- [0019] 송신된 레이저는 expander를 통과하여 reflector들을 통해 확장되어 망원경(Telescope) 중심에서부터 이산화탄소 농도를 측정하고자하는 방향으로 나아갈 수 있다.
- [0020] 이산화탄소 농도를 측정하고자하는 방향으로부터 망원경(Telescope)을 통하여 들어온 빛은 수신단(Receiver)으로 수렴할 수 있다.
- [0021] 수신단(Receiver)으로 들어온 빛은 L1 렌즈를 통과하여 평행하게 진행하도록 만들어 D.M1으로 진행한다. 이때, L1 렌즈는 약 1 inch 이고, 초점거리(f)는 75 mm일 수 있다.
- [0022] D.M1은 360nm 이상의 파장의 빛은 반사시키고 360nm 미만의 파장의 빛은 투과시킨다. 이때, D.M1의 표면 법선에 대한 입사각(AOI)은 45° 이고, $360\text{ nm} < R$ 일 수 있다.
- [0023] D.M1에서 투과된 360nm 미만의 파장의 빛은 355nm 파장의 빛만 투과할 수 있는 필터 F4 를 거친 후 L4 렌즈를 통과하여 빛을 모아 PMT3에서 355nm 파장의 빛을 측정한다. 이때, L4 렌즈는 약 1 inch 이고, 초점거리(f)는 35 mm일 수 있다.
- [0024] D.M1에서 반사된 360nm 이상의 파장의 빛은 F1 (Notch filter, 355nm)을 통과하면서 355nm 의 파장의 빛을 제거된다.
- [0025] F1 필터를 통과한 빛은 D.M2에서 380nm 이하의 빛은 반사시키고 380nm 초과 파장의 빛은 투과시킨다. 이때, D.M2의 표면 법선에 대한 입사각(AOI)은 45° 이고, $380\text{ nm} < T$ 일 수 있다.
- [0026] D.M2에서 반사된 380nm 이하의 빛은 F2 필터를 통과하면서 CO₂ 비탄성 파장인 372nm 의 파장의 빛만 통과한다.
- [0027] F2 필터를 통과한 빛은 L2 렌즈를 통과하여 빛을 모아 PMT1에서 372nm 파장의 빛을 측정한다. 이때, L2 렌즈는 약 1 inch 이고, 초점거리(f)는 35 mm일 수 있다.
- [0028] D.M2에서 투과된 380nm 초과된 빛은 F3 필터를 통과하면서 N₂ 비탄성 파장인 387nm 의 파장의 빛만 통과한다.
- [0029] F3 필터를 통과한 빛은 L3 렌즈를 통과하여 빛을 모아 PMT2에서 387nm 의 파장의 빛을 측정한다. 이때, L3 렌즈는 약 1 inch 이고, 초점거리(f)는 35 mm일 수 있다.
- [0030] PMT3에서 측정된 355 nm의 빛은 라이다 신호를 정렬하는데 사용한다. 여기서 라이다 신호 정렬은 레이저 송신부(Laser)에서 나가는 355 nm 파장의 레이저가 목표 물질에 도달한 후 산란되어 되돌아오는 빛이 정확하게 비탄성 라이다 장치로 수신되는지 확인하는 것을 말한다.
- [0031] 이산화탄소 농도는 PMT1에서 측정된 372 nm의 빛과 PMT2에서 측정된 387 nm의 빛의 비를 이용하여 산출 할 수 있다. 질소는 대기 중에 일정하게 존재하기 때문에 비탄성 라이다로 측정한 질소의 라만 산란 신호인 387 nm의 빛은 항상 일정한 세기로 측정된다. 이에 반해서 이산화탄소의 라만 산란 신호인 372 nm의 빛은 이산화탄소 농도가 높게 존재할 경우에는 빛의 세기가 강하게 측정되고 농도가 낮을 경우에는 약하게 측정된다.
- [0032] 따라서 거리별로 측정된 372 nm의 빛의 세기를 382nm 의 빛의 세기로 나눠주게 되면 비탄성 라이다로부터 거리별로 일정한 비가 계산되게 된다.
- [0033] 계산된 비의 값이 특정 위치에서 증가하면 그 위치에서의 이산화탄소의 농도가 증가하는 것이고 비의 값이 감소하게 되면 이산화탄소의 농도가 감소하는 것을 의미한다.

[0034] 이렇게 계산된 비와 미리 결정된 캘리브레이션 커브에 비의 값을 대입하게 되면 이산화탄소 농도를 산출할 수 있다. 미리 결정된 캘리브레이션 커브는 실험실 또는 야외에서 이산화탄소 지점 측정 농도 센서로 이산화탄소 농도를 측정하고 이와 동시에 비탄성 라이다로 측정하여 이산화탄소와 질소의 라만 산란 빛의 비를 계산하여서 다항식의 캘리브레이션 커브를 결정할 수 있다.

[0035] 한편, 다양한 렌즈(L1, L2, L3, L4), deformable mirror(D.M1,D.M2), 필터(F1, F2, F3, F4), 및 광전 증폭관(Photo Multiplier Tube: PMT1, PMT2, PMT3)의 상세 스펙은 다음과 같다.

[0036] <표 1>

Component	Specification
L1	1 inch, f=75mm
L2,L3,L4	1 inch, f=35mm
D.M1	AOI 45°, 360 nm<R
D.M2	AOI 45°, 380 nm<T
F1	Notch filter, 355 nm
F2	CO ₂ Inelastic (365 ~ 375 nm)
F3	N ₂ Inelastic (380 ~ 390 nm)
F4	355 nm filter
PMT1	CO ₂ Channel
PMT2	N ₂ Channel
PMT3	355 nm Channel

[0037]

[0038] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

도면1

