(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월19일
(11) 등록번호 10-2810100
(24) 등록일자 2025년05월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/3504 (2014.01) *B64U 101/31* (2023.01)
B64U 20/87 (2023.01) *G01J 3/02* (2006.01)
G01J 3/28 (2006.01) *G02B 27/14* (2006.01)
G02B 5/18 (2006.01) *G02B 5/20* (2022.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/3504 (2013.01)
B64U 20/87 (2025.05)
(21) 출원번호 10-2024-0159510
(22) 출원일자 2024년11월11일
심사청구일자 2024년11월11일
(56) 선행기술조사문헌
JP2018036228 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 6 항

(73) 특허권자
국립한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
김건희
세종특별자치시
(74) 대리인
원대규

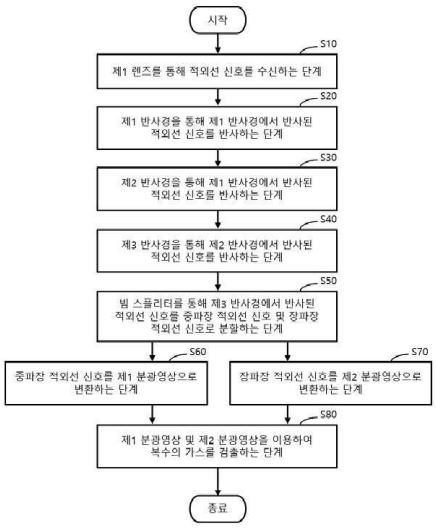
심사관 : 장일석

(54) 발명의 명칭 **무인이동체용 고성능 초소형 초경량의 MWIR/LWIR 대역 분광카메라 장치**

(57) 요 약

무인이동체용 분광카메라 장치 및 그 동작 방법을 제시한다. 무인이동체용 분광카메라 장치의 동작 방법은, 제1 렌즈를 통해 적외선 신호를 수신하는 단계, 제1 반사경을 통해 상기 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계, 제2 반사경을 통해 상기 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계, 제3 반사경을 통해 상기 제2 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계, 빔 스플리터를 통해 상기 제3 반사경에서 반사된 적외선 신호를 중파장 적외선 신호 및 장파장 적외선 신호로 분할하는 단계, 상기 중파장 적외선 신호를 제1 분광영상으로 변환하는 단계, 상기 장파장 적외선 신호를 제2 분광영상으로 변환하는 단계, 및 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 이용하여 복수의 가스를 검출하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01J 3/02 (2013.01)
G01J 3/2823 (2013.01)
G02B 27/14 (2013.01)
G02B 5/18 (2013.01)
G02B 5/20 (2022.01)
B64U 2101/31 (2025.05)

(56) 선행기술조사문헌
KR1020140019044 A*
KR1020200143920 A
CN117724229 A
CN117631074 A
JP2005531394 A
JP11275429 A
JP2018036227 A
KR101795728 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2710015827
과제번호	2023M3C1C1A01098410
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	무인이동체원천기술개발(R&D)
연구과제명	무인이동체 임무장비 성능향상 기술개발
과제수행기관명	국립한밭대학교
연구기간	2023.07.01 ~ 2027.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

무인이동체에 탑재되는 무인이동체용 분광카메라 장치에 있어서,

적외선 신호를 수신하여 중파장 적외선 신호 및 장파장 적외선 신호로 분리하여 출력하는 적외선 광학계;

상기 중파장 적외선 신호를 제1 분광영상으로 변환하는 중파장 적외선 검출기;

상기 장파장 적외선 신호를 제2 분광영상으로 변환하는 장파장 적외선 검출기; 및

상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 이용하여 복수의 가스를 검출하는 분광영상 처리부를 포함하고,

상기 적외선 광학계는,

상기 적외선 신호를 수신하는 제1 렌즈;

상기 적외선 신호를 반사하는 제1 반사경;

상기 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 제2 반사경;

상기 제2 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 제3 반사경; 및

상기 제3 반사경에서 반사된 적외선 신호를 상기 중파장 적외선 신호 및 상기 장파장 적외선 신호로 분할하는 빔 스플리터를 포함하고,

상기 분광영상 처리부는,

상기 제1 분광영상으로부터 제1 가스를 검출하는 제1 분광영상 처리부;

상기 제2 분광영상으로부터 제2 가스를 검출하는 제2 분광영상 처리부;

상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 융합한 제1 융합영상을 생성하고 상기 제1 융합영상으로부터 상기 복수의 가스를 검출하는 제1 융합영상 처리부;

기하보정, 영상정합보정, 대기보정, 및 방사보정 중에서 적어도 하나의 보정유형을 선택하고 선택된 보정유형에 따라 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 보정하는 보정유형 선택부;

상기 무인이동체의 고도를 측정하는 고도 센서;

상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 보정하는데 소모되는 제1 전력을 측정하고, 보정된 제1 분광영상 및 보정된 제2 분광영상을 융합하는데 소모되는 제2 전력을 측정하고, 상기 제1 융합영상으로부터 상기 복수의 가스를 검출하는데 소모되는 제3 전력을 측정하는 전력 측정부;

상기 고도, 상기 제1 전력, 상기 제2 전력, 및 상기 제3 전력을 기반으로 상기 보정유형을 변경하는 재보정타이밍을 제어하는 타이밍 변경부; 및

상기 타이밍 변경부가 산출한 상기 재보정타이밍에 맞춰서, 상기 고도, 상기 제1 전력, 상기 제2 전력, 및 상기 제3 전력을 기반으로 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 보정하는 보정유형을 다른 보정유형으로 변경하고 변경된 보정유형에 따라 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 재보정하는 보정유형 변경부를 포함하고,

상기 타이밍 변경부는 상기 재보정된 제1 분광영상 및 상기 재보정된 제2 분광영상을 융합하는 재융합타이밍을 제어하고,

상기 분광영상 처리부는,

상기 타이밍 변경부가 산출한 상기 재융합타이밍에 맞춰서, 상기 재보정된 제1 분광영상 및 상기 재보정된 제2 분광영상을 융합한 제2 융합영상을 생성하고 상기 제2 융합영상으로부터 상기 복수의 가스를 검출하는 제2 융합

영상 처리부를 포함하는, 무인이동체용 분광카메라 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 중파장 적외선 검출기는,

상기 중파장 적외선 신호를 회절분광격자를 이용하여 분광하고 분광된 중파장 적외선 신호를 제1 분광영상으로 변환하는, 무인이동체용 분광카메라 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 장파장 적외선 검출기는,

상기 장파장 적외선 신호를 선형가변필터를 이용하여 분광하고 분광된 장파장 적외선 신호를 제2 분광영상으로 변환하는, 무인이동체용 분광카메라 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

무인이동체에 탑재되는 무인이동체용 분광카메라 장치의 동작 방법에 있어서,

제1 렌즈를 통해 적외선 신호를 수신하는 단계;

제1 반사경을 통해 상기 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계;

제2 반사경을 통해 상기 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계;

제3 반사경을 통해 상기 제2 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계;

빔 스플리터를 통해 상기 제3 반사경에서 반사된 적외선 신호를 중파장 적외선 신호 및 장파장 적외선 신호로 분할하는 단계;

중파장 적외선 검출기를 통해 상기 중파장 적외선 신호를 제1 분광영상으로 변환하는 단계;

장파장 적외선 검출기를 통해 상기 장파장 적외선 신호를 제2 분광영상으로 변환하는 단계; 및

분광영상 처리부를 통해 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 이용하여 복수의 가스를 검출하는 단계를 포함하고,

상기 복수의 가스를 검출하는 단계는,

제1 분광영상 처리부를 통해 상기 제1 분광영상으로부터 제1 가스를 검출하는 단계;

제2 분광영상 처리부를 통해 상기 제2 분광영상으로부터 제2 가스를 검출하는 단계;

제1 융합영상 처리부를 통해 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 융합한 제1 융합영상을 생성하고 상기 제1 융합영상으로부터 상기 복수의 가스를 검출하는 단계;

보정유형 선택부를 통해 기하보정, 영상정합보정, 대기보정, 및 방사보정 중에서 적어도 하나의 보정유형을 선택하고 선택된 보정유형에 따라 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 보정하는 단계;

고도 센서를 통해 상기 무인이동체의 고도를 측정하는 단계;

전력 측정부를 통해 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 보정하는데 소모되는 제1 전력을 측정하고, 보정된 제1 분광영상 및 보정된 제2 분광영상을 융합하는데 소모되는 제2 전력을 측정하고, 상기 제1 융합영상으

로부터 상기 복수의 가스를 검출하는데 소모되는 제3 전력을 측정하는 단계;

타이밍 변경부를 통해 상기 고도, 상기 제1 전력, 상기 제2 전력, 및 상기 제3 전력을 기반으로 상기 보정유형을 변경하는 재보정타이밍을 제어하는 단계;

보정유형 변경부를 통해, 상기 재보정타이밍에 맞춰서, 상기 고도, 상기 제1 전력, 상기 제2 전력, 및 상기 제3 전력을 기반으로 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 보정하는 보정유형을 다른 보정유형으로 변경하고 변경된 보정유형에 따라 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 재보정하는 단계;

상기 타이밍 변경부를 통해 상기 재보정된 제1 분광영상 및 상기 재보정된 제2 분광영상을 융합하는 재융합타이밍을 제어하는 단계;

제2 융합영상 처리부를 통해, 상기 재융합타이밍에 맞춰서, 상기 재보정된 제1 분광영상 및 상기 재보정된 제2 분광영상을 융합한 제2 융합영상을 생성하고 상기 제2 융합영상으로부터 상기 복수의 가스를 검출하는 단계를 포함하는, 무인이동체용 분광카메라 장치의 동작 방법.

청구항 7

제6항에 기재된 무인이동체용 분광카메라 장치의 동작 방법을 수행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

청구항 8

제6항에 기재된 무인이동체용 분광카메라 장치의 동작 방법을 수행하기 위해 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무인이동체용 고성능 초소형 초경량의 MWIR/LWIR 대역 분광카메라 장치로서 본 발명이 속하는 기술분야는 무인이동체에 탑재되는 분광카메라 장치 및 그 동작 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게, 본 발명은 중파장 적외선 신호를 회절분광격자를 이용하여 분광하고 장파장 적외선 신호를 선형가변필터를 이용하여 분광하고 분광된 영상을 이용하여 복수의 가스를 검출하는 분광카메라 장치 및 그 동작 방법을 개시한다.

배 경 기 술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 분광카메라는 자외선 및 가시광선부터 원적외선까지 수십에서 수백 개의 분할된 파장대역의 영상을 고속으로 생성함으로써 3차원 구조의 분광영상을 획득할 수 있는 장비이다. 이러한 특성 덕분에 분광카메라는 물질의 화학적 특성에 따라 반사 및 복사 에너지의 차이를 감지할 수 있다. 이러한 기능을 활용하여 공중의 무인이동체를 이용한 지질조사 및 광물탐사 업무에 효과적으로 사용되거나, 지상 또는 해양 무인이동체를 통해 원격으로 발생되는 대기 또는 누출가스 감지에 활용될 수 있다.

[0004] 그러나 기존의 누출가스 감지 방식, 특히 전통적인 센서 기반 기술은 여러 가지 문제점을 안고 있다. 첫째, 이러한 센서들은 특정 가스에 대해 선택적으로 민감하게 설계되어 있지만, 다양한 가스를 동시에 감지하는 데 한계를 가지고 있어 누출가스 검출의 신뢰성이 저하될 수 있다. 둘째, 센서의 사용에 따른 오작동이나 간섭에 의해 잘못된 판별이 이루어질 가능성이 높아진다. 이는 특히 동일한 환경에서 여러 가스가 존재하는 경우에 더욱 두드러진다. 셋째, 이러한 기존 센서들은 보통 크고 무겁기 때문에 소형 무인이동체에 탑재하기 어렵고, 이동성과 유연성이 제한되어 효과적인 모니터링이 힘들다.

[0005] 또한 기존의 상용 분광카메라는 보통 5~10kg의 중량으로, 소형 무인이동체에 적용하기엔 크고 무거운 특성을 가지고 있다. 이는 다양한 환경에서 운영되는 무인이동체의 활용도를 제한하는 주요 요인 중 하나이다. 이러한 문제로 인해 더 작고 가벼운 설계의 분광카메라가 절실히 요구된다. 특히, 컴팩트하게 설계된 광경로 구조를 통해 무인이동체에 탑재되어 다중대역 분석을 통해 이산화탄소 및 이산화황 등의 복수의 가스를 검출할 수 있는 장비가 필요하다.

[0006] 무인 이동체에 적용하기 어려운 기존 기술의 한계는 또한 누출가스 검출에 있어 상당한 어려움을 초래한다. 고

속 비행이 이루어지는 공중 감시에서 롤링이나 피칭 등의 이동체 동작에 따라 감지된 이미지가 왜곡되거나 왜곡된 데이터를 제공할 수 있다. 이러한 상황에서는 고해상도 및 다중 파장 정보를 효과적으로 분석할 수 있는 기술이 필요하다. 하지만, 현재의 장비는 이러한 요구사항을 충족시키지 못하고 있으며, 이에 따라 적절한 시점에서의 가스 검출이 어려워진다.

[0007] 마지막으로, 누출가스 검출의 성공적인 진행을 위해서는 다양한 환경 조건에서의 검증과 최적화가 필수적이다. 일반적으로 누출가스는 일정한 농도에서만 감지되며, 환경의 온도, 습도, 바람 등의 변화는 검출 성능에 큰 영향을 미친다. 따라서, 누출가스를 효과적으로 감지하기 위해서는 이러한 외부 요인을 보정하고, 다양한 환경에서 안정적인 성능을 유지할 수 있는 분광카메라 기술 개발이 필수적이다.

[0008] 한편, 다중대역 분석 기술과 관련하여, 한국공개특허 제10-2017-0139241호는 가시광선 및 적외선 동시 관측용 빔스플리터 및 이를 포함하는 동시 관측 장치를 기재한다. 한국공개특허 제10-2017-0139241호는 가시광선 및 적외선을 분리할 뿐이며, 광경로 구조를 통해 중파장 적외선 및 장파장 적외선을 분리하고 분광영상을 분석하여 이산화탄소 및 이산화황 등의 복수의 가스를 검출하는 구성을 고려하지 아니한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2017-0139241호 (2017.12.19.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 실시예들은 빔 스플리터를 통해 중파장 적외선 신호 및 장파장 적외선 신호를 분리하고, 중파장 적외선 신호를 회절분광격자를 이용하여 분광하고, 장파장 적외선 신호를 선형가변필터를 이용하여 분광하고, 분광된 영상을 이용하여 이산화탄소 및 이산화황 등의 복수의 가스를 검출할 수 있는 무인이동체에 탑재 가능한 분광카메라 장치를 제공하는데 주된 목적이 있다.

[0011] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 실시예의 일 측면에 의하면, 무인이동체용 분광카메라 장치는 적외선 신호를 수신하여 중파장 적외선 신호 및 장파장 적외선 신호로 분리하여 출력하는 적외선 광학계, 상기 중파장 적외선 신호를 제1 분광영상으로 변환하는 중파장 적외선 검출기, 상기 장파장 적외선 신호를 제2 분광영상으로 변환하는 장파장 적외선 검출기, 및 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 이용하여 복수의 가스를 검출하는 분광영상 처리부를 포함한다.

[0013] 상기 적외선 광학계는 상기 적외선 신호를 수신하는 제1 렌즈, 상기 적외선 신호를 반사하는 제1 반사경, 상기 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 제2 반사경, 상기 제2 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 제3 반사경, 및 상기 제3 반사경에서 반사된 적외선 신호를 상기 중파장 적외선 신호 및 상기 장파장 적외선 신호로 분할하는 빔 스플리터를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 중파장 적외선 검출기는 상기 중파장 적외선 신호를 회절분광격자를 이용하여 분광하고 분광된 중파장 적외선 신호를 제1 분광영상으로 변환할 수 있다.

[0015] 상기 장파장 적외선 검출기는 상기 장파장 적외선 신호를 선형가변필터를 이용하여 분광하고 분광된 장파장 적외선 신호를 제2 분광영상으로 변환할 수 있다.

[0016] 상기 분광영상 처리부는 상기 제1 분광영상으로부터 제1 가스를 검출하는 제1 분광영상 처리부, 및 상기 제2 분광영상으로부터 제2 가스를 검출하는 제2 분광영상 처리부를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 분광영상 처리부는 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 융합한 제1 융합영상을 생성하고 상기 제1 융합영상으로부터 다수의 가스를 검출하는 제1 융합영상 처리부를 포함할 수 있다.

[0018] 본 실시예의 다른 측면에 의하면, 무인이동체용 분광카메라 장치의 동작 방법은 제1 렌즈를 통해 적외선 신호를 수신하는 단계, 제1 반사경을 통해 상기 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계, 제2 반사경을 통해 상기 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계, 제3 반사경을 통해 상기 제2 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계, 빔 스플리터를 통해 상기 제3 반사경에서 반사된 적외선 신호를 중파장 적외선 신호 및 장파장 적외선 신호로 분할하는 단계, 상기 중파장 적외선 신호를 제1 분광영상으로 변환하는 단계, 상기 장파장 적외선 신호를 제2 분광영상으로 변환하는 단계, 및 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 이용하여 복수의 가스를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 본 실시예의 또 다른 측면에 의하면, 기록 매체는 무인이동체용 분광카메라 장치의 동작 방법을 수행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체이다.

[0020] 본 실시예의 또 다른 측면에 의하면, 컴퓨터 프로그램은 무인이동체용 분광카메라 장치의 동작 방법을 수행하기 위해 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램이다.

발명의 효과

[0021] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 의하면, 빔 스플리터를 통해 중파장 적외선 신호 및 장파장 적외선 신호를 분리하고, 중파장 적외선 신호를 회절분광격자를 이용하여 분광하고, 장파장 적외선 신호를 선형가변필터를 이용하여 분광하고, 분광된 영상을 이용하여 이산화탄소 및 이산화황 등의 복수의 가스를 검출할 수 있는 무인이동체에 탑재 가능한 분광카메라 장치를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0022] 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 용이하게 추론 가능한 다른 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급된다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치의 동작 방법을 예시한 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치를 예시한 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치가 처리하는 적외선 대역을 예시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치의 기본 동작을 예시한 도면이다.

도 5는 기존의 분광카메라 장치가 촬영한 영상의 비네트 현상을 예시한 도면이다.

도 6 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치의 기계적 구조를 예시한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치가 처리하는 분광영상을 예시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치가 분리하는 적외선 경로를 예시한 도면이다.

도 11 내지 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치에 적용된 회절분광격자 및 시뮬레이션 검증을 예시한 도면이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치에 적용된 렌즈 구조 및 선형가변필터를 예시한 도면이다.

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치에 적용된 신호처리 모듈을 예시한 도면이다.

도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치가 가스를 검출하는 것을 예시한 도면이다.

도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치가 분광영상을 융합한 융합영상을 예시한 도면이다.

도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치가 분광영상을 보정한 영상을 예시한 도면이다.

도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치에 적용되는 광학계를 열처리하는 것을 예시

한 도면이다.

도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치에 적용되는 광학계의 고도에 따른 온도/열변형을 예시한 도면이다.

도 21는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치를 검사하는 장비를 예시한 도면이다.

도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치에 적용되는 구조물을 경량화한 구조를 예시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능에 대하여 이 분야의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하고, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치의 동작 방법을 예시한 흐름도이다.

[0026] 분광카메라 장치의 동작 방법은 분광카메라 장치에 의해 수행될 수 있으며, 분광카메라 장치가 수행하는 각각의 동작을 개별적으로 수행하거나 동작들을 복합적으로 수행할 수 있다.

[0027] S10에서는 제1 렌즈를 통해 적외선 신호를 수신하는 단계를 수행한다.

[0028] S20에서는 제1 반사경을 통해 상기 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계를 수행한다.

[0029] S30에서는 제2 반사경을 통해 상기 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계를 수행한다.

[0030] S40에서는 제3 반사경을 통해 상기 제2 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계를 수행한다.

[0031] S50에서는 빔 스플리터를 통해 상기 제3 반사경에서 반사된 적외선 신호를 중파장 적외선 신호 및 장파장 적외선 신호로 분할하는 단계를 수행한다.

[0032] S60에서는 상기 중파장 적외선 신호를 제1 분광영상으로 변환하는 단계를 수행한다.

[0033] S70에서는 상기 장파장 적외선 신호를 제2 분광영상으로 변환하는 단계를 수행한다.

[0034] S80에서는 상기 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 이용하여 복수의 가스를 검출하는 단계를 수행한다.

[0035] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치를 예시한 블록도이다.

[0036] 분광카메라 장치(10)는 적외선 광학계(100), 중파장 적외선 검출기(201), 장파장 적외선 검출기(202), 및 분광영상 처리부(300)를 포함할 수 있다. 적외선 광학계(100), 중파장 적외선 검출기(201), 장파장 적외선 검출기(202), 및 분광영상 처리부(300)는 상호 연결되어 신호 또는 데이터를 송수신할 수 있다.

[0037] 적외선 광학계(100)는 제1 렌즈(100), 제1 반사경(121), 제2 반사경(122), 제3 반사경(123), 및 빔 스플리터(130)를 포함할 수 있다. 제1 렌즈(100), 제1 반사경(121), 제2 반사경(122), 제3 반사경(123), 및 빔 스플리터(130)는 광 경로를 형성하여 적외선 신호를 송수신할 수 있다.

[0038] 분광영상 처리부(300)는 제1 분광영상 처리부(311), 제2 분광영상 처리부(312), 보정유형 선택부(320), 제1 융합영상 처리부(330), 보정유형 변경부(340), 제2 융합영상 처리부(350), 고도 센서(360), 및 전력 측정부(370), 타이밍 변경부(380)를 포함할 수 있다. 제1 분광영상 처리부(311), 제2 분광영상 처리부(312), 보정유형 선택부(320), 제1 융합영상 처리부(330), 보정유형 변경부(340), 제2 융합영상 처리부(350), 고도 센서(360), 및 전력 측정부(370), 타이밍 변경부(380)는 상호 연결되어 데이터를 송수신할 수 있다.

[0039] 적외선 광학계(100)는 적외선 신호를 수신하여 중파장 적외선 신호 및 장파장 적외선 신호로 분리하여 출력한다.

[0040] 적외선 광학계(100)에 포함된 렌즈(100)는 적외선 신호를 수신한다. 제1 반사경(121)은 적외선 신호를 반사한다. 제2 반사경(122)은 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사한다. 제3 반사경(123)은 2 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사한다. 빔 스플리터(130)는 제3 반사경에서 반사된 적외선 신호를 중파장 적외선 신호 및 장파장 적외선 신호로 분할한다.

[0041] 중파장 적외선 검출기(201)는 중파장 적외선 신호를 제1 분광영상으로 변환한다. 중파장 적외선 검출기(201)는

중파장 적외선 신호를 회절분광격자를 이용하여 분광하고 분광된 중파장 적외선 신호를 제1 분광영상으로 변환한다.

[0042] 장파장 적외선 검출기(202)는 장파장 적외선 신호를 제2 분광영상으로 변환한다. 장파장 적외선 검출기(202)는 장파장 적외선 신호를 선형가변필터를 이용하여 분광하고 분광된 장파장 적외선 신호를 제2 분광영상으로 변환한다.

[0043] 분광영상 처리부(300)는 제1 분광영상 및 상기 제2 분광영상을 이용하여 복수의 가스를 검출한다.

[0044] 분광영상 처리부(300)에 포함된 제1 분광영상 처리부(311)는 제1 분광영상을 분석하여 제1 분광영상으로부터 제1 가스를 검출한다. 제2 분광영상 처리부(312)는 제2 분광영상을 분석하여 제2 분광영상으로부터 제2 가스를 검출한다.

[0045] 보정유형 선택부(320)는 복수의 보정유형 중에서 적어도 하나의 보정유형을 선택하고 선택된 보정유형에 따라 제1 분광영상 및 제2 분광영상을 보정한다.

[0046] 제1 융합영상 처리부(330)는 제1 분광영상 및 제2 분광영상을 융합한 제1 융합영상을 생성하고 제1 융합영상으로부터 다수의 가스를 검출한다. 제1 융합영상 처리부(330)는 제1 분광영상 및 보정된 제2 분광영상을 융합한 제1 융합영상을 생성하고 상기 제1 융합영상으로부터 다수의 가스를 검출한다.

[0047] 보정유형 변경부(340)는 타이밍 변경부(380)가 산출한 재보정타이밍에 맞춰서, 고도, 제1 전력, 제2 전력, 및 제3 전력을 기반으로 제1 분광영상 및 제2 분광영상을 보정하는 보정유형을 다른 보정유형으로 변경하고 변경된 보정유형에 따라 제1 분광영상 및 제2 분광영상을 재보정할 수 있다.

[0048] 제2 융합영상 처리부(350)는 타이밍 변경부(380)가 산출한 재융합타이밍에 맞춰서, 재보정된 제1 분광영상 및 재보정된 제2 분광영상을 융합한 제2 융합영상을 생성하고 제2 융합영상으로부터 다수의 가스를 검출할 수 있다.

[0049] 고도 센서(360)는 무인이동체의 고도를 측정한다. 고도 센서(360)는 물리적 원리, 예컨대, 기압계 등을 이용하여 고도를 측정할 수 있다.

[0050] 전력 측정부(370)는 제1 분광영상 및 제2 분광영상을 보정하는데 소모되는 제1 전력을 측정하고, 보정된 제1 분광영상 및 보정된 제2 분광영상을 융합하는데 소모되는 제2 전력을 측정하고, 융합영상으로부터 다수의 가스를 검출하는데 소모되는 제3 전력을 측정한다. 보정 전/후 시간에 따른 전압 및 전류를 측정하여 전력을 산출하고, 융합 전/후 시간에 따른 전압 및 전류를 측정하여 전력을 산출하고, 검출 전/후 시간에 따른 전압 및 전류를 측정하여 전력을 산출할 수 있다.

[0051] 타이밍 변경부(380)는 고도, 제1 전력, 제2 전력, 및 제3 전력을 기반으로 보정유형을 변경하는 재보정타이밍을 제어하고, 재보정된 제1 분광영상 및 재보정된 제2 분광영상을 융합한 재융합타이밍을 제어할 수 있다.

[0052] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치가 처리하는 적외선 대역을 예시한 도면이다.

[0053] 분광카메라 장치(10)는 대기투과도에 따라 적외선 파장대역을 분류한다. 근적외선, 단파장 적외선, 중파장 적외선, 장파장 적외선, 원적외선 등으로 적외선을 분류할 수 있다.

[0054] 근적외선(Near-Infrared Ray)은 파장 0.75~1.4 μm, 주파수 214~400 THz, 온도 1800~3600 도를 가진다.

[0055] 단파장 적외선(Short-Wavelength Infrared Ray)은 파장 1.4~3 μm, 주파수 100~214 THz, 온도 700~1800 도를 가진다.

[0056] 중파장 적외선(Mid-Wavelength Infrared Ray)은 파장 3~8 μm, 주파수 37~100 THz, 온도 90~700 도를 가진다.

[0057] 장파장 적외선(Long-Wavelength Infrared Ray)은 파장 8~15 μm, 주파수 20~37 THz, 온도 -80~90 도를 가진다.

[0058] 원적외선(Far-Infrared Ray)은 파장 15~1000 μm, 주파수 0.3~20 THz, 온도 -270~-80 도를 가진다.

[0059] 분광카메라 장치(10)는 빔 스플리터로 광 경로를 분리하여 중파장 적외선 신호와 장파장 적외선 신호의 경로를 분리한다.

[0060] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치의 기본 동작을 예시한 도면이다.

[0061] 분광카메라 장치(10)는 결상 및 스캔 광학계, 분광 광학계, 센서어레이, 데이터처리 및 탐색 알고리즘을 포함할

수 있다. 결상 및 스캔 광학계를 통해 중파장 및 장파장 적외선의 투과율을 높이고, 결상력이 우수한 재질의 광학계 가공을 수행한다. 분광 광학계의 제조 공정을 통해 분광 효과를 향상시킬 수 있다. 센서어레이를 중파장 및 장파장 적외선을 검출하고, 데이터처리 및 탐색 알고리즘을 통해 소프트웨어 분광 데이터 처리를 수행한다.

[0062] 도 5는 기존의 분광카메라 장치가 촬영한 영상의 비네트 현상을 예시한 도면이다.

[0063] 무인이동체에 탑재된 상태로 획득한 원거리 분광영상은 가장자리가 어두운 비네트 현상이 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 MWIR의 경우 중파장 대역의 확보를 위해 회절분광격자 방식으로 수십개의 밴드를 적용하고, LWIR의 경우 장파장 대역에서 3-Band (RGB) 대비 300 nm 분해능을 확보한 열개 이상의 band 선형가변필터(LVF)를 적용한다.

[0064] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치의 기계적 구조를 예시한 도면이다.

[0065] 도 6 내지 도 8을 참조하면, 지그재그로 형성된 광 경로를 통해 콤팩트한 크기로 제작이 가능하다.

[0066] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치가 처리하는 분광영상을 예시한 도면이다.

[0067] 분광영상을 처리하는 분광영상 모듈은 PLS(Partial Least Squares), SVM(Support Vector Machine), ANN(Artificial Neural Network), CNN(Convolutional Neural Network) 등을 포함할 수 있다.

[0068] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치가 분리하는 적외선 경로를 예시한 도면이다. 빔 스플리터를 통해 적외선 경로를 분리할 수 있다.

[0069] 도 11 내지 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치에 적용된 회절분광격자 및 시뮬레이션 검증을 예시한 도면이다.

[0070] 입사 빔이 반사된 후 회절분광격자(Grating)를 거쳐 다시 반사광학계를 지나도록 경로를 형성할 수 있다.

[0071] 나노스케일에서 발생하는 V-groove의 가공문제를 해결하기 위해 기계적 가공은 공구의 형태 V, U자 형태 등이 가능하고, 파라미터와 툴 조건에 따라 연성-취성 전이 및 그에 따른 최적 공정 조건과 윤활 조건을 도출한다.

[0072] 최적 가공 조건에 따른 분광소자 가공결과에 따라 필요시 발생된 Burr를 제거하고 표면거칠기를 높이기 위한 방법으로 GCIB(Gas Cluster Ion Beam)와 ALE(Atomic Layer Etching)를 조사하는 등의 방법 활용하여 추가공정(2차 보정가공기법)을 적용할 수 있다.

[0073] 비축비구면 광학모듈 MTF(Modulation Transfer Function) 성능평가가 가능하고, 산란광 분석을 통해 설계된 광학계와 배플에 대해 산란광을 입사시켜 무인이동체 탑재된 상황의 검증이 가능한다.

[0074] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치에 적용된 렌즈 구조 및 선형가변필터를 예시한 도면이고, 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치에 적용된 신호처리 모듈을 예시한 도면이고, 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치가 가스를 검출하는 것을 예시한 도면이고, 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치가 분광영상을 융합한 융합영상을 예시한 도면이고, 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치가 분광영상을 보정한 영상을 예시한 도면이다.

[0075] 분광영상을 보정하는 보정유형을 예시로 설명하면 다음과 같다.

[0076] 기하보정(Georeferencing)은 픽셀 별 GPS 데이터 및 촬영 당시 센서의 IMU 값을 이용하여 각 픽셀의 기하학적 위치를 보정하여 촬영 시 환경에 의한 영상의 뒤틀림을 각 라인 영상별로 바로잡는 보정이다.

[0077] 영상정합(Mosaicking)은 구간별로 나눠진 영상에 대해 촬영 시 설정된 overlap, IGM 데이터에 기반한 알고리즘으로 여러 개의 라인 영상을 하나의 raster로 정합하여 라인 영상의 좁은 FOV를 극복하는 보정이다.

[0078] 대기보정(Atmospheric Correction)은 촬영 시간에 따른 환경 변수 (태양 고도 및 방위각, 대기 중 에어로졸 농도, 촬영 고도)를 고려하여 대상에서 반사된 분광 신호가 대기 조건으로 인해 생기는 신호 오류를 바로잡기 위한 보정이다.

[0079] 방사보정(Radiometric Correction)은 디지털 신호 세기로 들어오는 분광 정보를 반사도 값으로 변환하여 대상의 물리화학적 특성을 나타낼 수 있는 해석을 진행하기 위한 보정이다. 모델 기반 방사보정(Model-based Radiometric Correction)은 대기의 구성을 사용하여 대기 모델을 구성하고 이를 이용하여 신호가 대기 중에서

겪는 변형을 시뮬레이션하기 위한 보정이다. 경험적 선형회귀 방사보정 (Empirical Linear Regression)은 지상에 스펙트럼이 잘 알려진 대표적인 지표를 설정하고 이들의 관측값과 실제값을 선형적으로 회귀하여 영상 내 다른 픽셀에 회귀식을 대입해 지표면 스펙트럼 값으로 보정하여 대기의 영향을 최소화하는 대기보정이다.

[0080] 적외선 분광 영상을 보정하기 위한 타프를 활용할 수 있다. 높은 고도에서도 보정을 진행하기 위해 지상 타겟을 설정할 수 있다. 3점 반사도 타프 (3-Point Reflectance Tarpaulin System)는 특정 반사도 값을 균일하게 유지하는 일정한 면적의 타프 세 개를 지표면에 구성하여 항공 영상 촬영 시 타프 또한 영상에 포함된다.

[0081] 융합영상은 수학식 1과 같이 정의될 수 있다.

[0082] **[수학식 1]**

[0083] $$FI = K_1 * I_1 + K_2 * I_2$$

[0084] FI는 융합영상(Fused Image)를 의미하고, I_1은 제1 분광영상을 의미하고, I_2는 제2 분광영상을 의미한다. K_1 및 K_2는 복수 분광영상 간의 대응 픽셀을 혼합하는 비율인 제1 가중치 및 제2 가중치를 의미한다. 혼합하는 비율은 고도, 제1 전력, 제2 전력, 및 제3 전력을 모두 고려하여 미리 저장된 변환 테이블을 참조하여 설정될 수 있다. 특히, 혼합하는 비율은 회절분광격자의 크기 및 선형가변필터의 밴드 개수를 고려하여 설정될 수 있다. 이를 통해 검출 정확도를 개선할 수 있다.

[0085] 재보정타이밍은 수학식 2와 같이 정의될 수 있다.

[0086] **[수학식 2]**

[0087] $$T_1 = C_1 * \frac{K_3 * A}{(P_1)}$$

[0088] T_1은 재보정타이밍을 의미하고, A는 측정된 고도를 의미하고, P_1은 제1 분광영상 및 제2 분광영상을 보정하는데 소모되는 측정된 제1 전력을 의미하고, K_3은 고도와 제1 전력 간의 수치 비율을 조절하는 제3 가중치이고, C_1은 고도와 제1 전력을 적용한 수치 단위를 시간 단위로 변환하는 파라미터이다.

[0089] 재융합타이밍은 수학식 3과 같이 정의될 수 있다.

[0090] **[수학식 3]**

[0091] $$T_2 = C_2 * \frac{K_4 * A}{(K_5 * P_2 + K_6 * P_3)}$$

[0092] T_2는 재융합타이밍을 의미하고, A는 측정된 고도를 의미하고, P_2는 제 보정된 제1 분광영상 및 보정된 제2 분광영상을 융합하는데 소모되는 측정된 제2 전력을 의미하고, P_3은 제1 융합영상으로부터 다수의 가스를 검출하는데 소모되는 제3 전력을 의미한다. K_4는 제2 전력 및 제3 전력을 일정 비율로 합성한 전력과 고도 간의 수치 비율을 조절하는 제4 가중치이고, K_5 및 K_6은 제2 전력 및 제3 전력 간의 비율을 나타내는 제5 가중치 및 제6 가중치이다. C_2는 2 전력 및 제3 전력을 일정 비율로 합성한 전력과 고도 간의 수치 단위를 시간 단위로 변환하는 파라미터이다.

[0093] 재검출타이밍은 수학식 4와 같이 정의될 수 있다.

[0094] **[수학식 4]**

[0095] $$T_3 = K_7 * T_1 + K_8 * T_2$$

[0096] T_3은 재검출타이밍을 의미하고, P_7 및 K_8은 재보정타이밍과 재융합타이밍 간의 비율을 나타내는 제7 가중치 및 제8 가중치이다.

[0097] 분광영상 처리부는 고도 및 제1 전력을 기반으로 재보정타이밍을 산출하고, 재보정타이밍에 맞춰서, 고도, 제1 전력, 제2 전력, 및 제3 전력을 기반으로 제1 분광영상 및 제2 분광영상을 보정하는 보정유형을 다른 보정유형으로 변경하고 변경된 보정유형에 따라 제1 분광영상 및 제2 분광영상을 재보정할 수 있다.

[0098] 분광영상 처리부는 고도, 제2 전력 및 제3 전력을 기반으로 재융합타이밍을 산출하고, 재융합타이밍에 맞춰서, 재보정된 제1 분광영상 및 재보정된 제2 분광영상을 융합한 제2 융합영상을 생성할 수 있다.

[0099] 분광영상 처리부는 재보정타이밍 및 재융합타이밍을 기반으로 재검출타이밍을 산출하고, 재검출타이밍에 맞춰서, 재검출타이밍에 맞춰서 제2 융합영상으로부터 다수의 가스를 검출할 수 있다.

[0100] 수학식 1 내지 수학식 4와 같이 무인이동체에 탑재되어 획득한 중파장/장파장 적외선 신호를 분광영상으로 변환하고, 고도 및 소모 전력을 고려하여 보정하는 타이밍, 융합하는 타이밍, 검출하는 타이밍을 3단계로 동적으로 설정하므로, 분광영상을 분석하는데 필요한 전력 소모가 개선(대략 5~10% 정도)될 수 있음을 쉽게 파악할 수 있었다.

[0101] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치에 적용되는 광학계를 열처리하는 것을 예시한 도면이고, 도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치에 적용되는 광학계의 고도에 따른 온도/열 변형을 예시한 도면이고, 도 21는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치를 검사하는 장비를 예시한 도면이다.

[0102] 환경변화에 따른 고온 열처리 광부품 소재 특성 분석 및 자유형상 반사경 측정 검사장비를 개발할 수 있다.

[0103] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 무인이동체용 분광카메라 장치에 적용되는 구조물을 경량화한 구조를 예시한 도면이다.

[0104] 무인이동체 탑재용 광학계의 경량화를 위해 뼈대 구조를 갖추고 일부 공간을 절삭한 예시를 나타낸다.

[0105] 분광카메라 장치(10)는 처리부, 저장부, 통신 버스를 포함한다.

[0106] 처리부는 분광카메라 장치(10)를 동작하도록 제어할 수 있다. 예컨대, 처리부는 저장부에 저장된 하나 이상의 프로그램들을 실행할 수 있다. 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 컴퓨터 실행 가능 명령어는 처리부에 의해 실행되는 경우 분광카메라 장치(10)로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.

[0107] 저장부는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보는 입출력 인터페이스나 통신 인터페이스를 통해서도 주어질 수 있다. 저장부에 저장된 프로그램은 처리부에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 저장부는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 분광카메라 장치(100)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.

[0108] 통신 버스는 분광카메라 장치(10)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.

[0109] 분광카메라 장치(10)는 또한 하나 이상의 입출력 장치를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스 및 하나 이상의 통신 인터페이스를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스 및 통신 인터페이스는 통신 버스에 연결된다. 입출력 장치(미도시)는 입출력 인터페이스를 통해 분광카메라 장치(100)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다.

[0110] 분광카메라 장치(10)는 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합에 의해 로직회로 내에서 구현될 수 있고, 범용 또는 특정 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수도 있다. 장치는 고정배선형(Hardwired) 기기, 필드 프로그램 가능한 게이트 어레이(Field Programmable Gate Array, FPGA), 주문형 반도체(Application Specific Integrated Circuit, ASIC) 등을 이용하여 구현될 수 있다. 또한, 장치는 하나 이상의 프로세서 및 컨트롤러를 포함한 시스템온칩(System on Chip, SoC)으로 구현될 수 있다.

[0111] 분광카메라 장치(10)는 하드웨어적 요소가 마련된 컴퓨팅 디바이스 또는 서버에 소프트웨어, 하드웨어, 또는 이

들의 조합하는 형태로 탑재될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스 또는 서버는 각종 기기 또는 유무선 통신망과 통신을 수행하기 위한 통신 모뎀 등의 통신장치, 프로그램을 실행하기 위한 데이터를 저장하는 메모리, 프로그램을 실행하여 연산 및 명령하기 위한 마이크로프로세서 등을 전부 또는 일부 포함한 다양한 장치를 의미할 수 있다.

[0112] 도 1에서는 각각의 과정을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나 이는 예시적으로 설명한 것에 불과하고, 이 분야의 기술자라면 본 발명의 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 도 1에 기재된 순서를 변경하여 실행하거나 또는 하나 이상의 과정을 병렬적으로 실행하거나 다른 과정을 추가하는 것으로 다양하게 수정 및 변형하여 적용 가능할 것이다.

[0113] 본 실시예들에 따른 동작은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능한 매체는 실행을 위해 프로세서에 명령어를 제공하는 데 참여한 임의의 매체를 나타낸다. 컴퓨터 판독 가능한 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들면, 자기 매체, 광기록 매체, 메모리 등이 있을 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수도 있다. 본 실시예를 구현하기 위한 기능적인(Functional) 프로그램, 코드, 및 코드 세그먼트들은 본 실시예가 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다.

[0114] 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0115] 10: 분광카메라 장치

100: 적외선 광학계

110: 제1 렌즈

121: 제1 반사경

122: 제2 반사경

123: 제3 반사경

130: 빔 스플리터

201: 중파장 적외선 검출기

202: 장파장 적외선 검출기

300: 분광영상 처리부

311: 제1 분광영상 처리부

312: 제2 분광영상 처리부

320: 보정유형 선택부

330: 제1 융합영상 처리부

340: 보정유형 변경부

350: 제2 융합영상 처리부

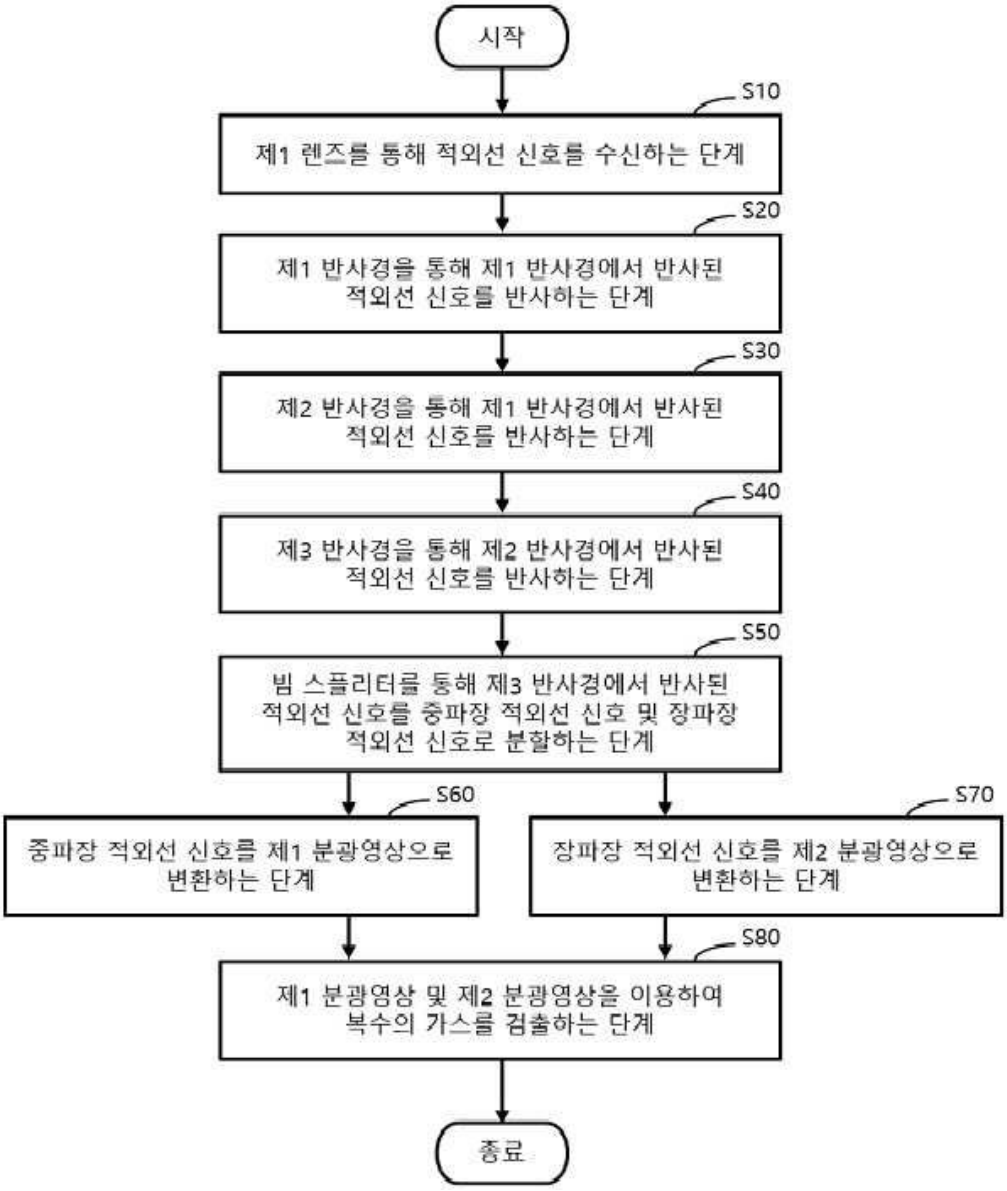
360: 고도 센서

370: 전력 측정부

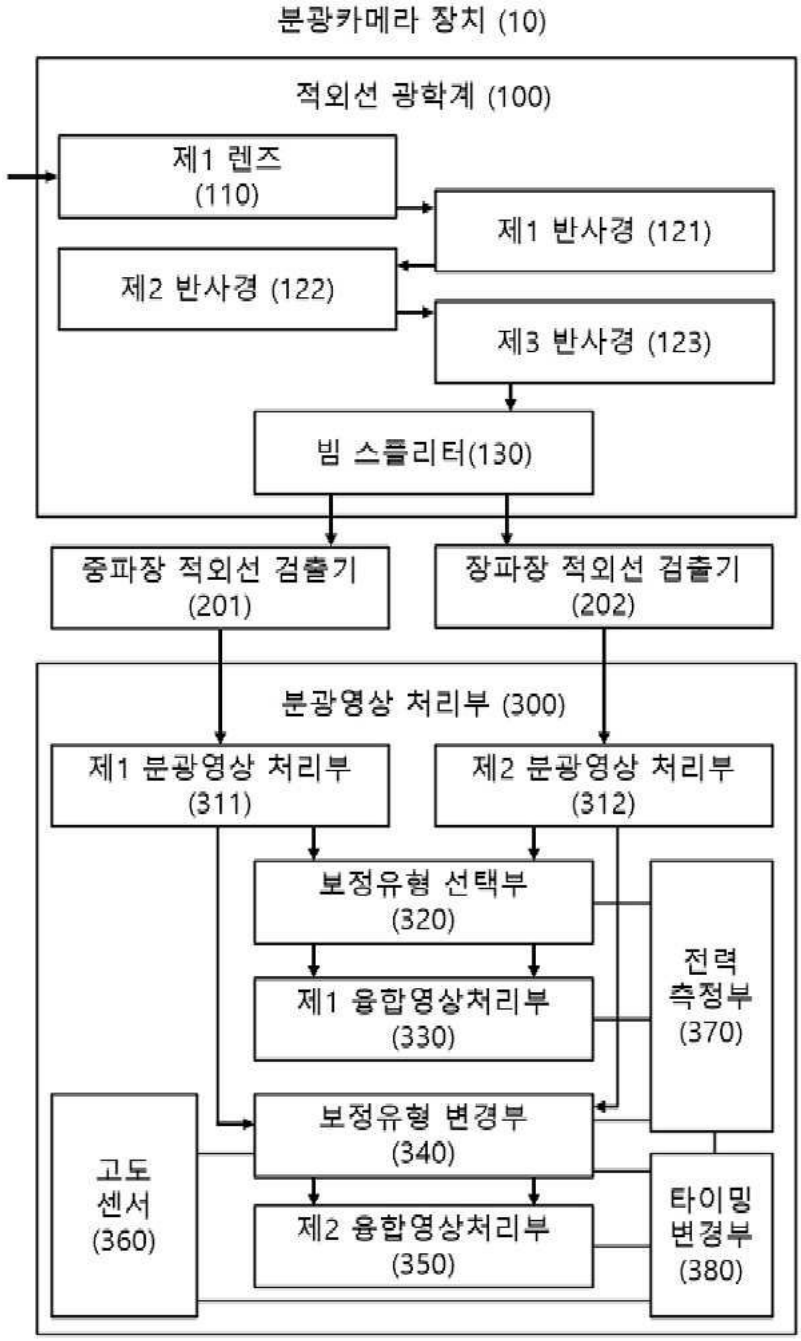
380: 타이밍 변경부

도면

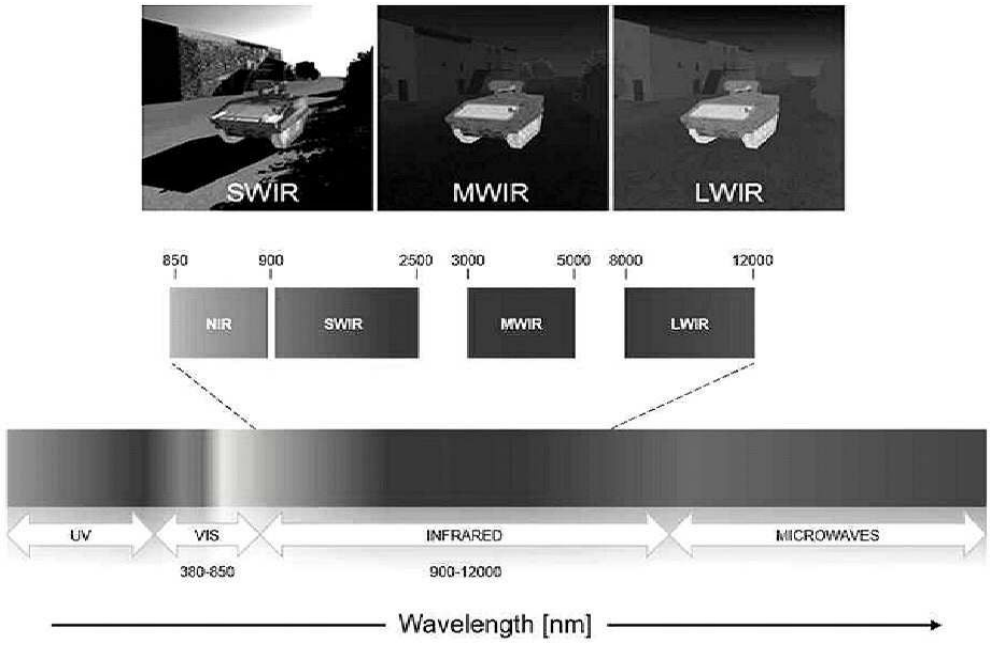
도면1


시작
S10
제1 렌즈를 통해 적외선 신호를 수신하는 단계
S20
제1 반사경을 통해 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계
S30
제2 반사경을 통해 제1 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계
S40
제3 반사경을 통해 제2 반사경에서 반사된 적외선 신호를 반사하는 단계
S50
빔 스플리터를 통해 제3 반사경에서 반사된 적외선 신호를 중파장 적외선 신호 및 장파장 적외선 신호로 분할하는 단계
S60
중파장 적외선 신호를 제1 분광영상으로 변환하는 단계
S70
장파장 적외선 신호를 제2 분광영상으로 변환하는 단계
S80
제1 분광영상 및 제2 분광영상을 이용하여 복수의 가스를 검출하는 단계
종료

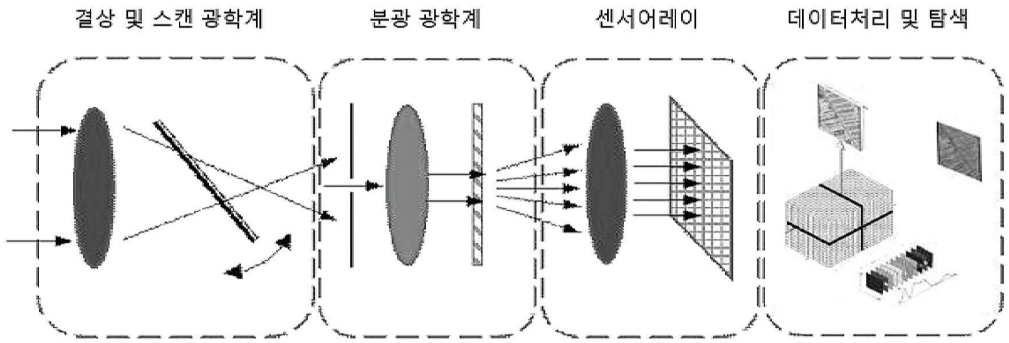
도면2


분광카메라 장치 (10)
적외선 광학계 (100)
제1 렌즈 (110)
제1 반사경 (121)
제2 반사경 (122)
제3 반사경 (123)
빔 스플리터(130)
중파장 적외선 검출기 (201)
장파장 적외선 검출기 (202)
분광영상 처리부 (300)
제1 분광영상 처리부 (311)
제2 분광영상 처리부 (312)
보정유형 선택부 (320)
제1 융합영상처리부 (330)
보정유형 변경부 (340)
제2 융합영상처리부 (350)
고도 센서 (360)
전력 측정부 (370)
타이밍 변경부 (380)

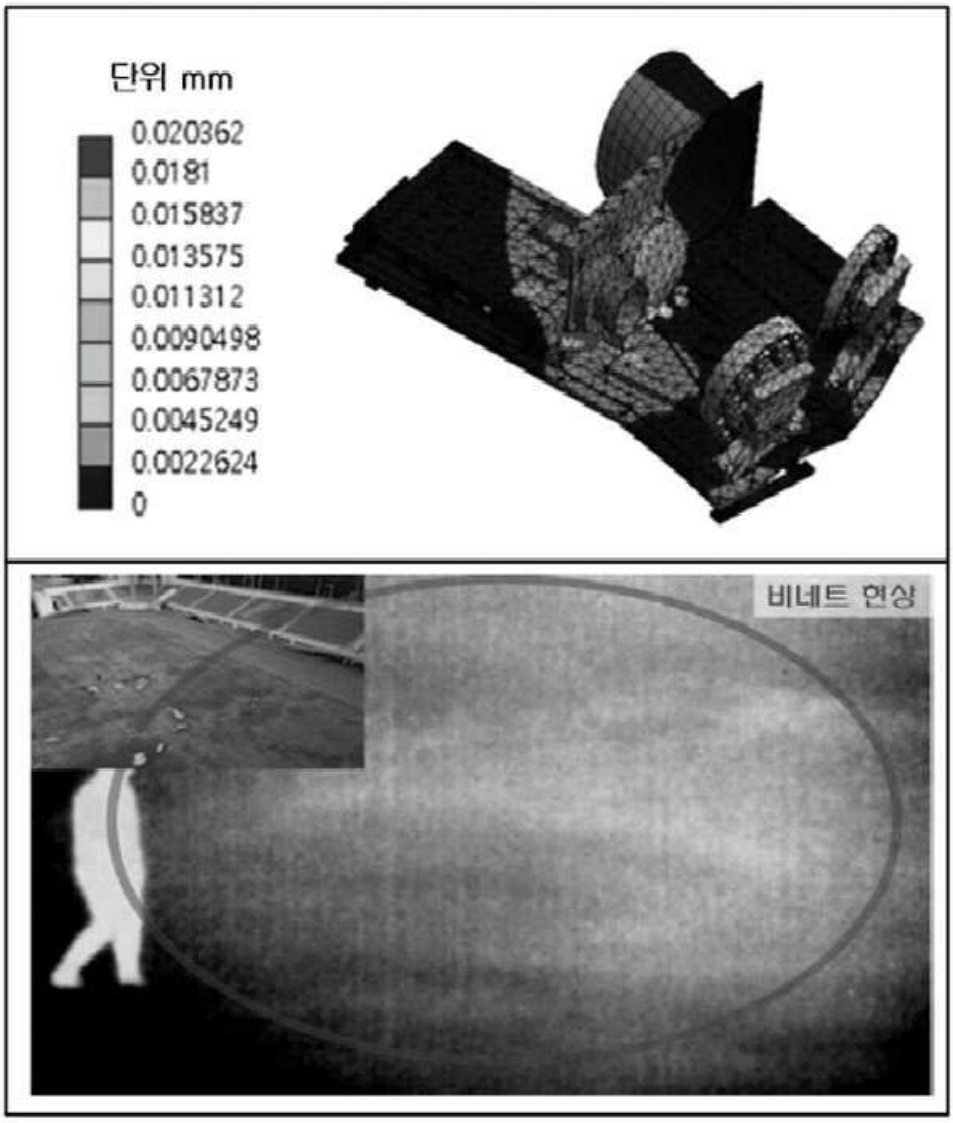
도면3


SWIR
MWIR
LWIR
850
900
2500
3000
5000
8000
12000
NIR
SWIR
MWIR
LWIR
UV
VIS
INFRARED
MICROWAVES
380-850
900-12000
Wavelength [nm]

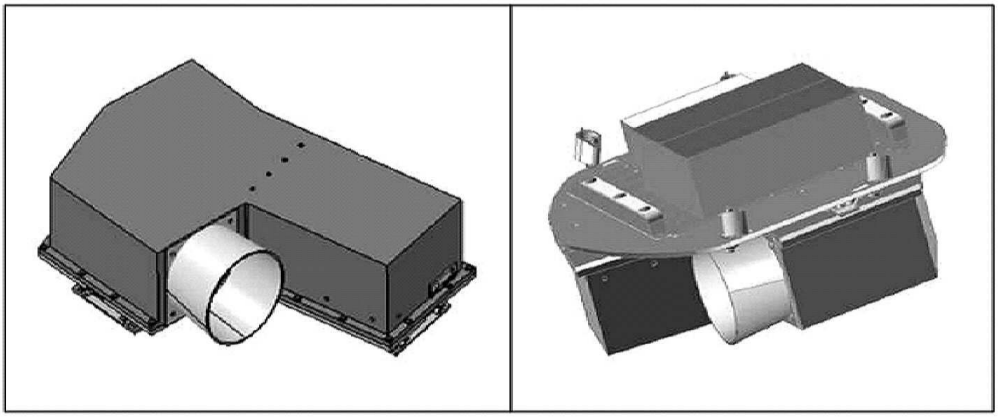
도면4


결상 및 스캔 광학계
분광 광학계
센서어레이
데이터처리 및 탐색

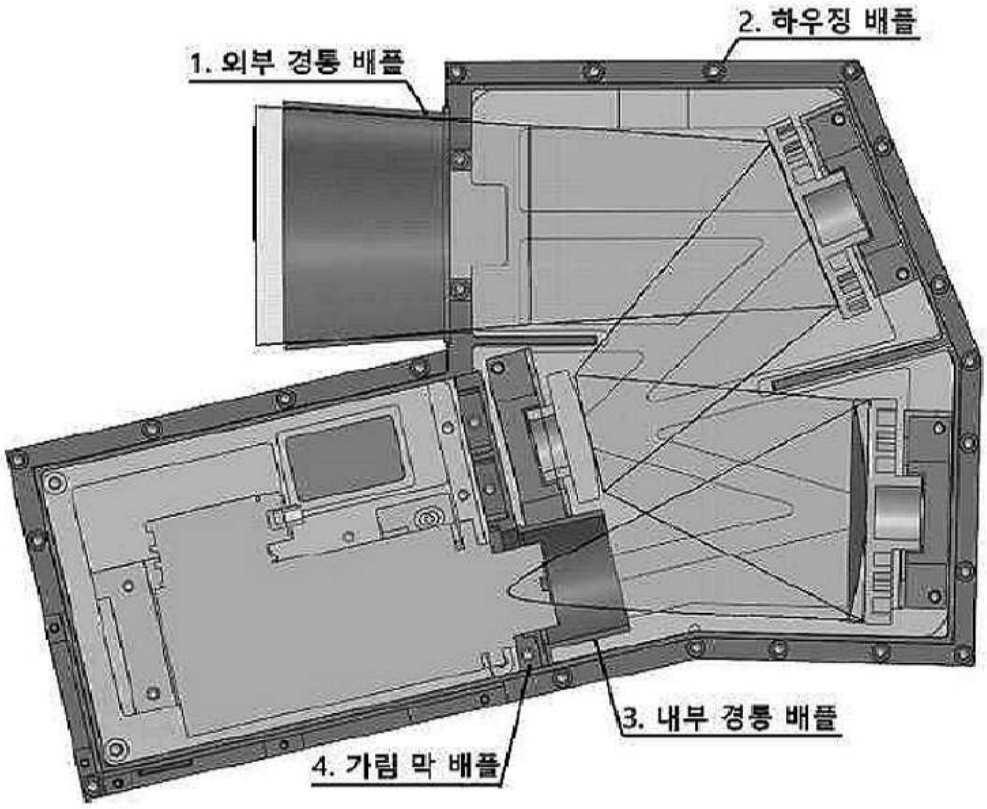
도면5


단위 mm
0.020362
0.01811
0.015837
0.013575
0.011312
0.0090498
0.0067873
0.0045249
0.0022624
0
비네트 현상

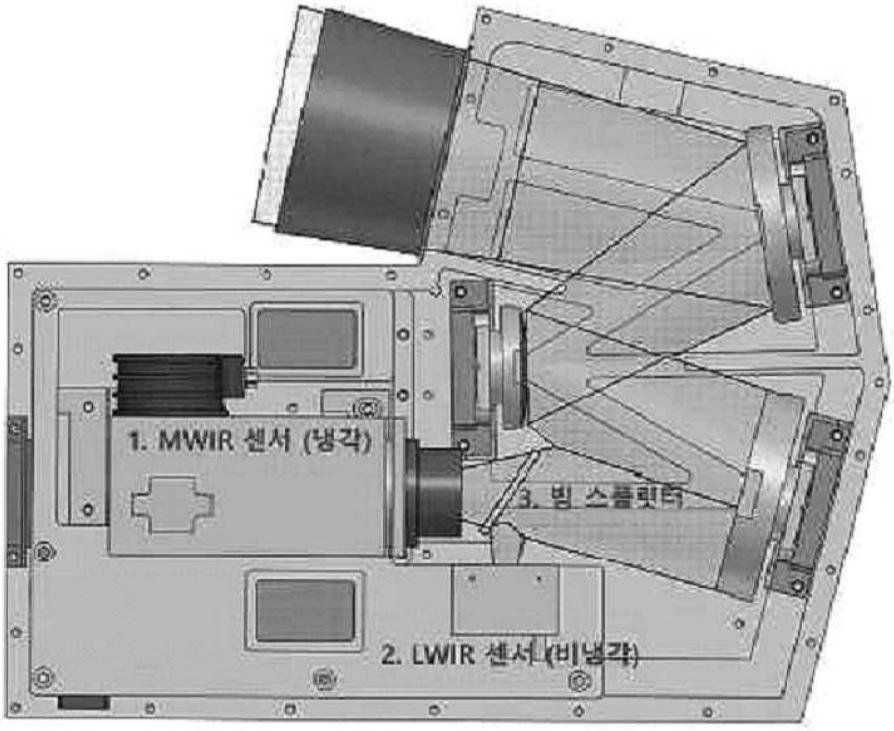
도면6



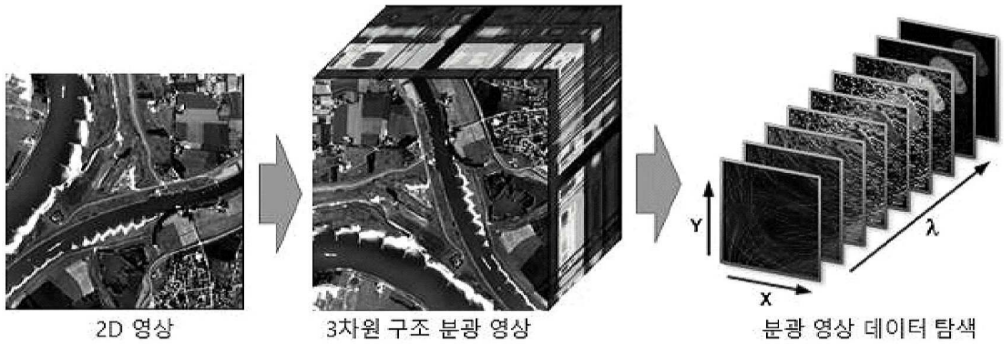
도면7


2. 하우징 배플
1. 외부 경통 배플
3. 내부 경통 배플
4. 가림 막 배플

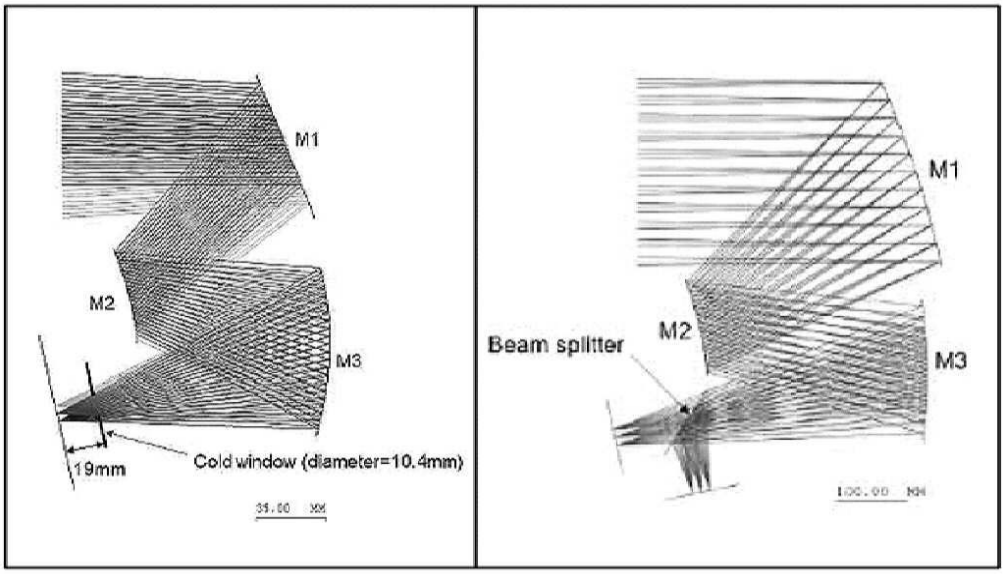
도면8


1. MWIR 센서 (냉각)
3. 빔 스플릿터
2. LWIR 센서 (비냉각)

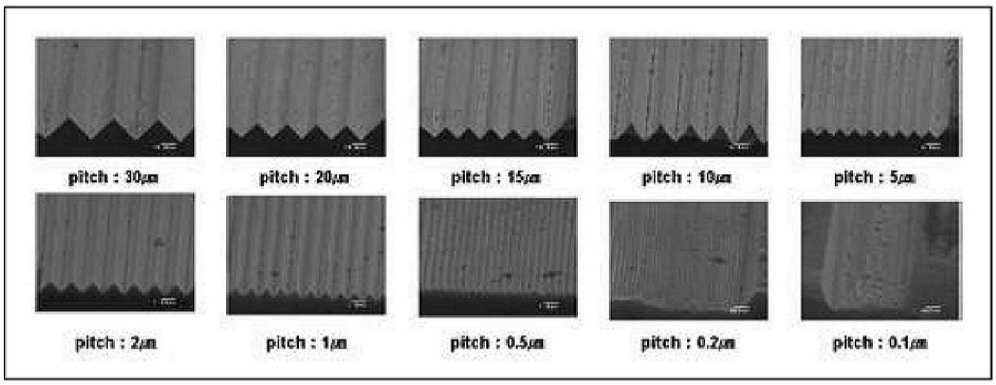
도면9



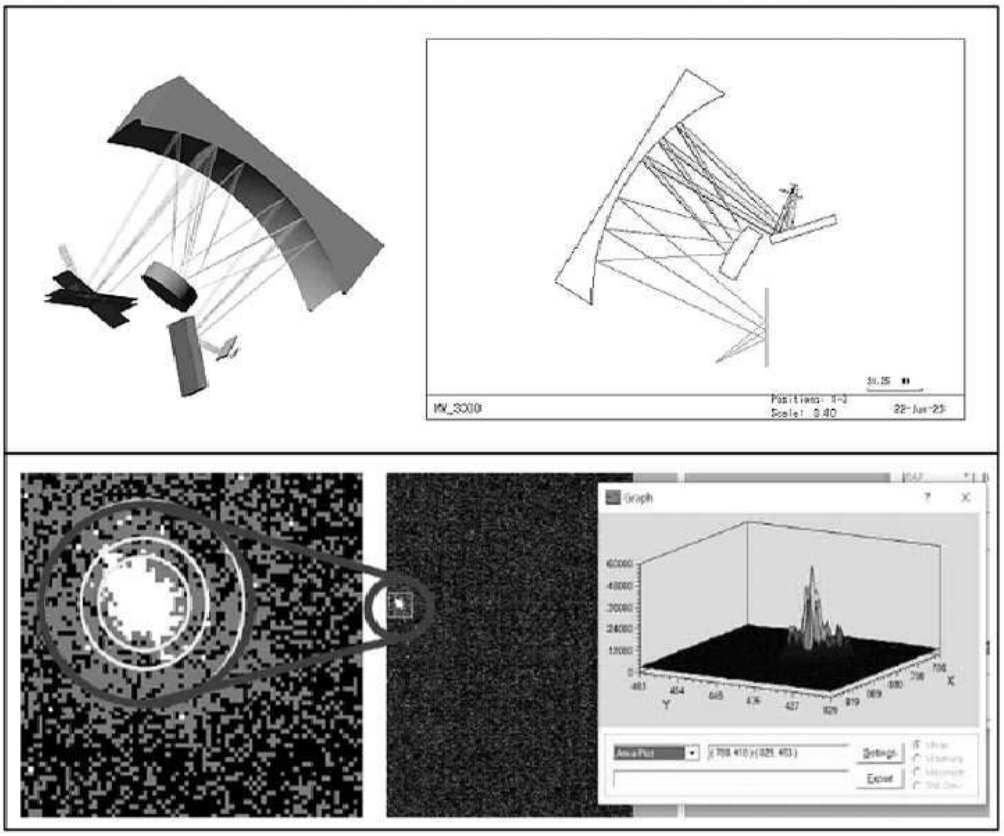
도면10



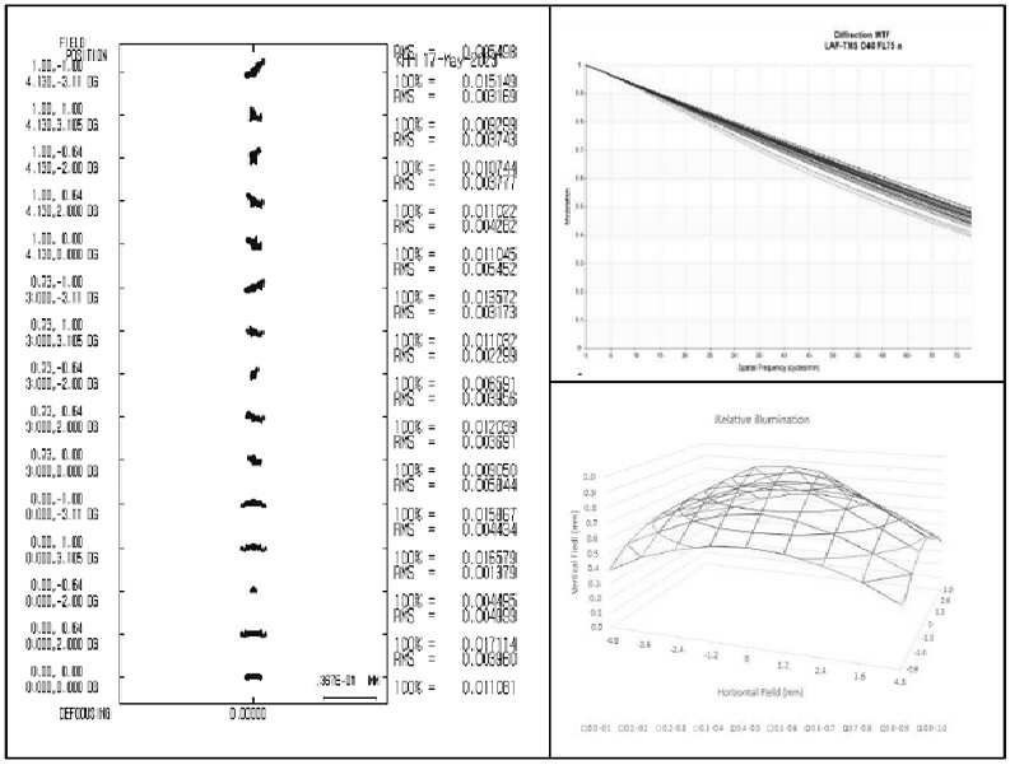
도면11



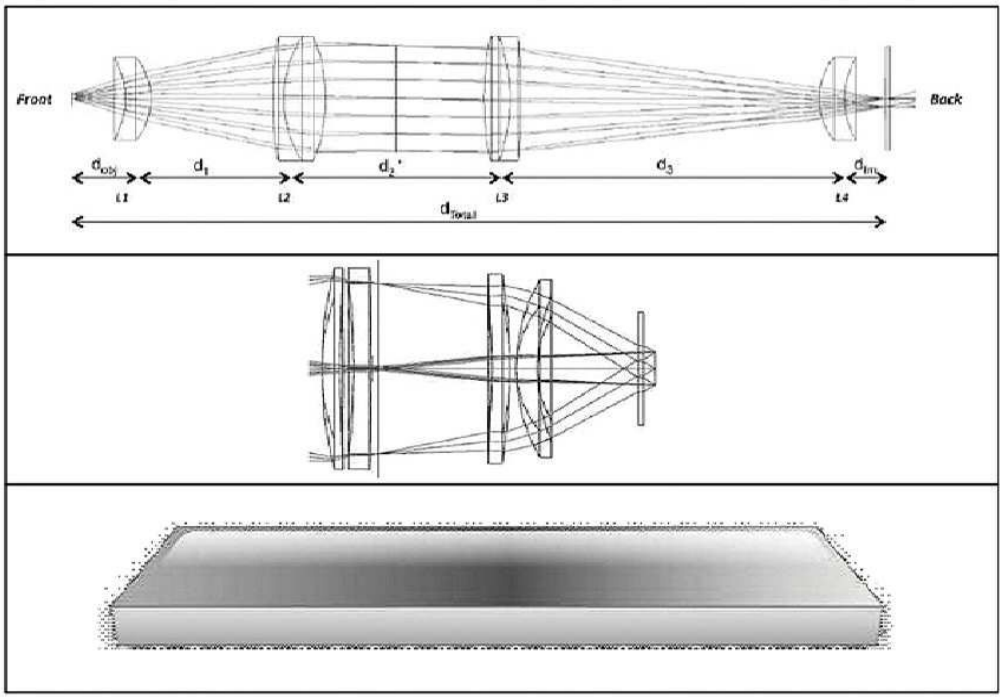
도면12



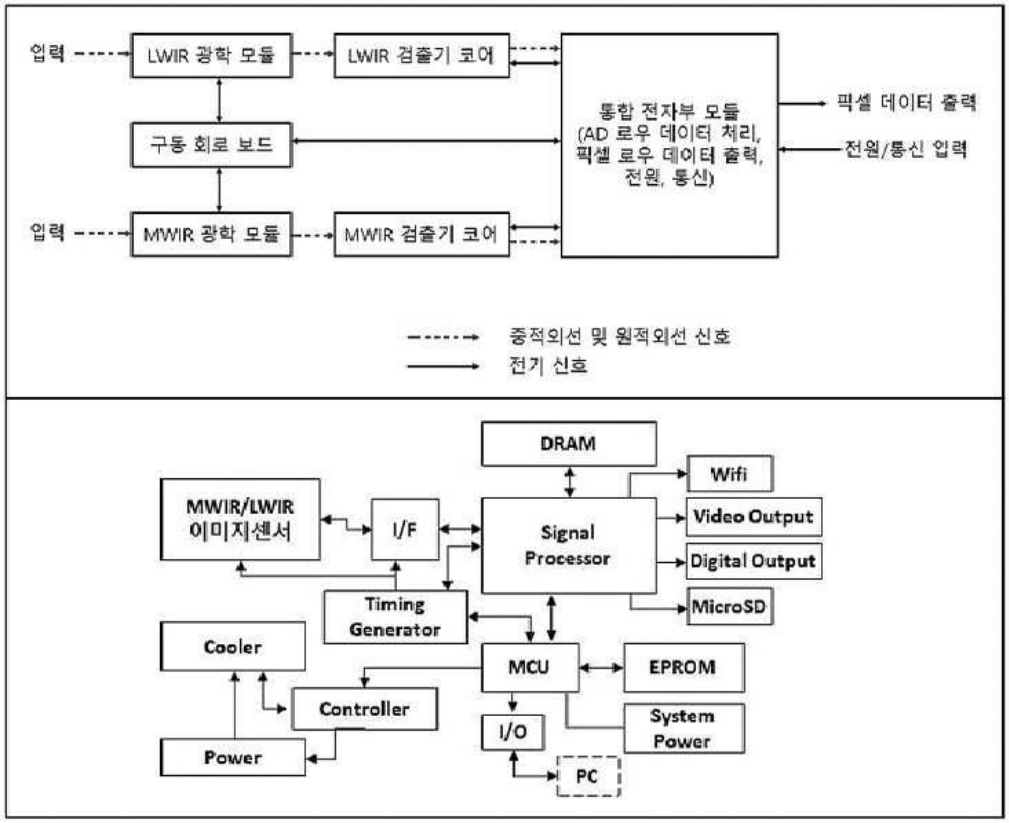
도면13



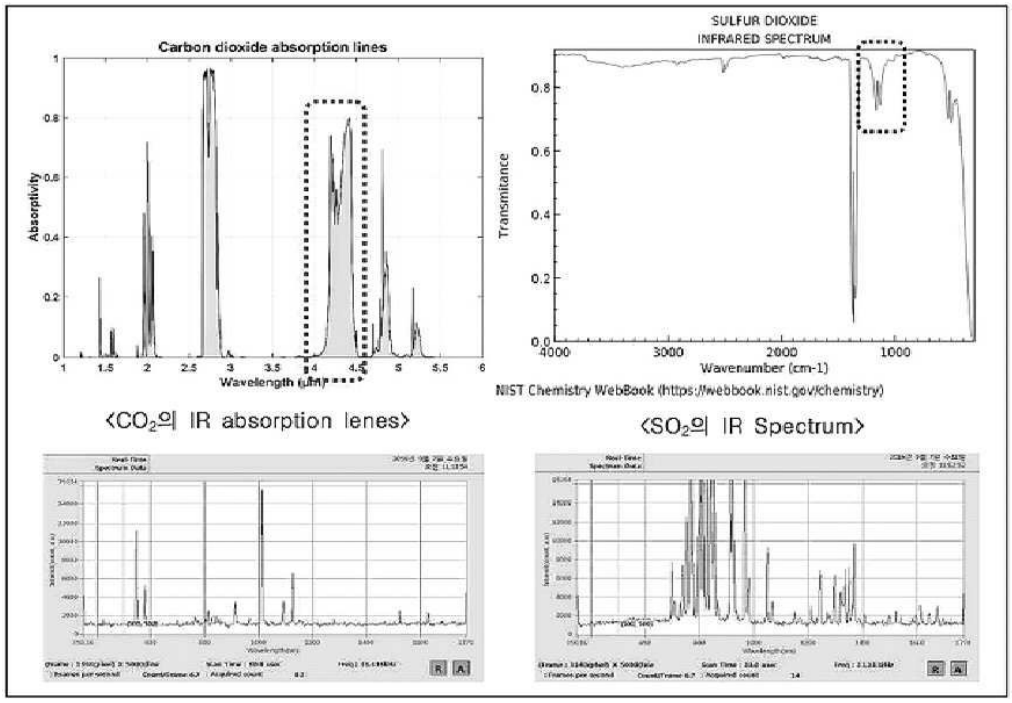
도면14


Front
Back
L1
L2
L3
L4

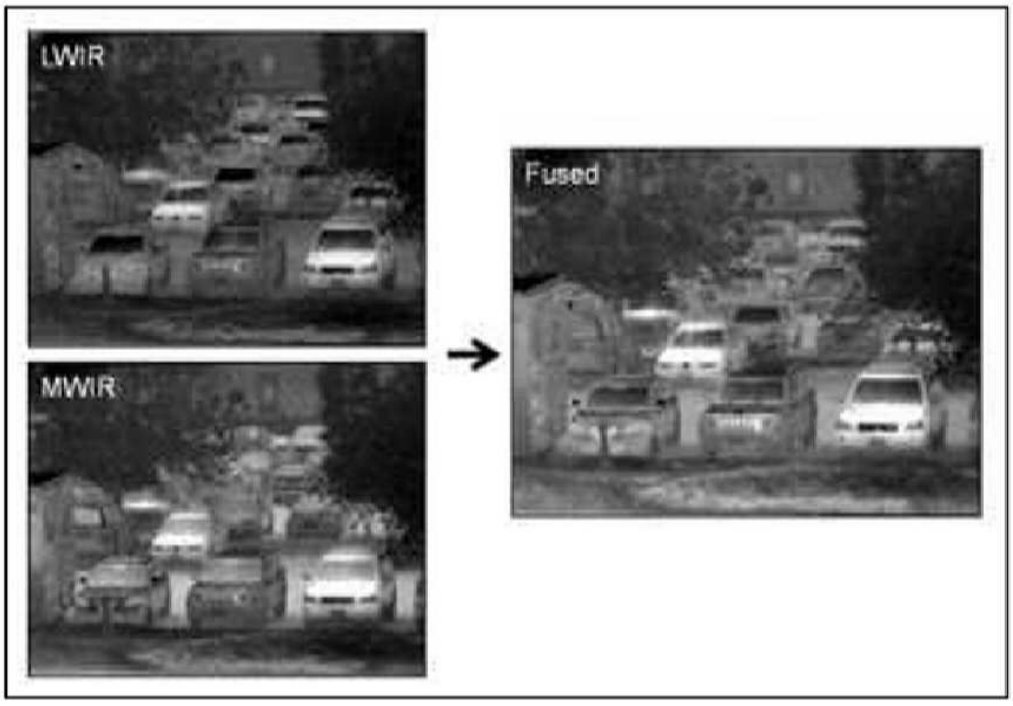
도면15


입력
LWIR 광학 모듈
LWIR 검출기 코어
구동 회로 보드
입력
MWIR 광학 모듈
MWIR 검출기 코어
통합 전자부 모듈
(AD 로우 데이터 처리,
픽셀 로우 데이터 출력,
전원, 통신)
픽셀 데이터 출력
전원/통신 입력
중적외선 및 원적외선 신호
전기 신호
DRAM
Wifi
MWIR/LWIR
이미지센서
I/F
Signal
Processor
Video Output
Digital Output
MicroSD
Timing
Generator
Cooler
MCU
EPROM
Controller
I/O
System
Power
Power
PC

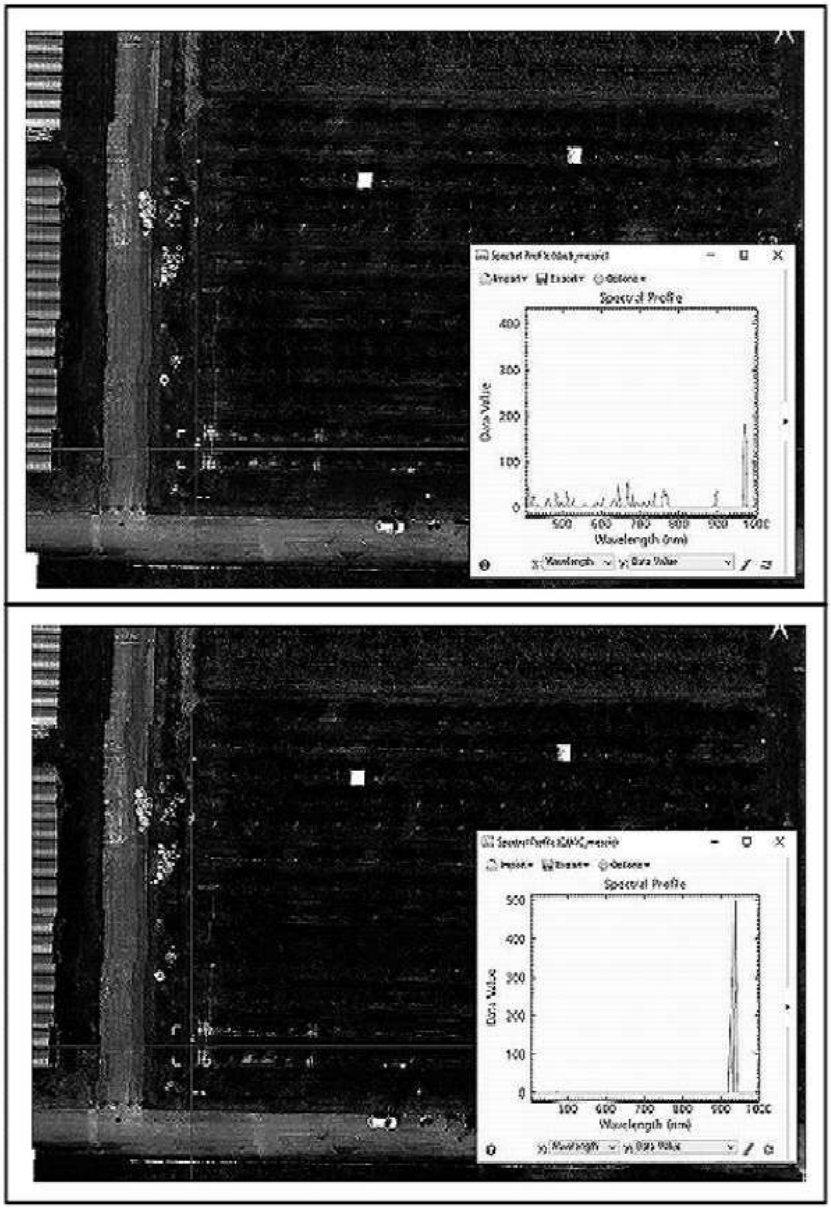
도면16


Carbon dioxide absorption lines
Absorptivity
Wavelength (μm)
SULFUR DIOXIDE
INFRARED SPECTRUM
Transmittance
Wavenumber (cm-1)
NIST Chemistry WebBook (https://webbook.nist.gov/chemistry)
<CO2의 IR absorption lenes>
<SO2의 IR Spectrum>

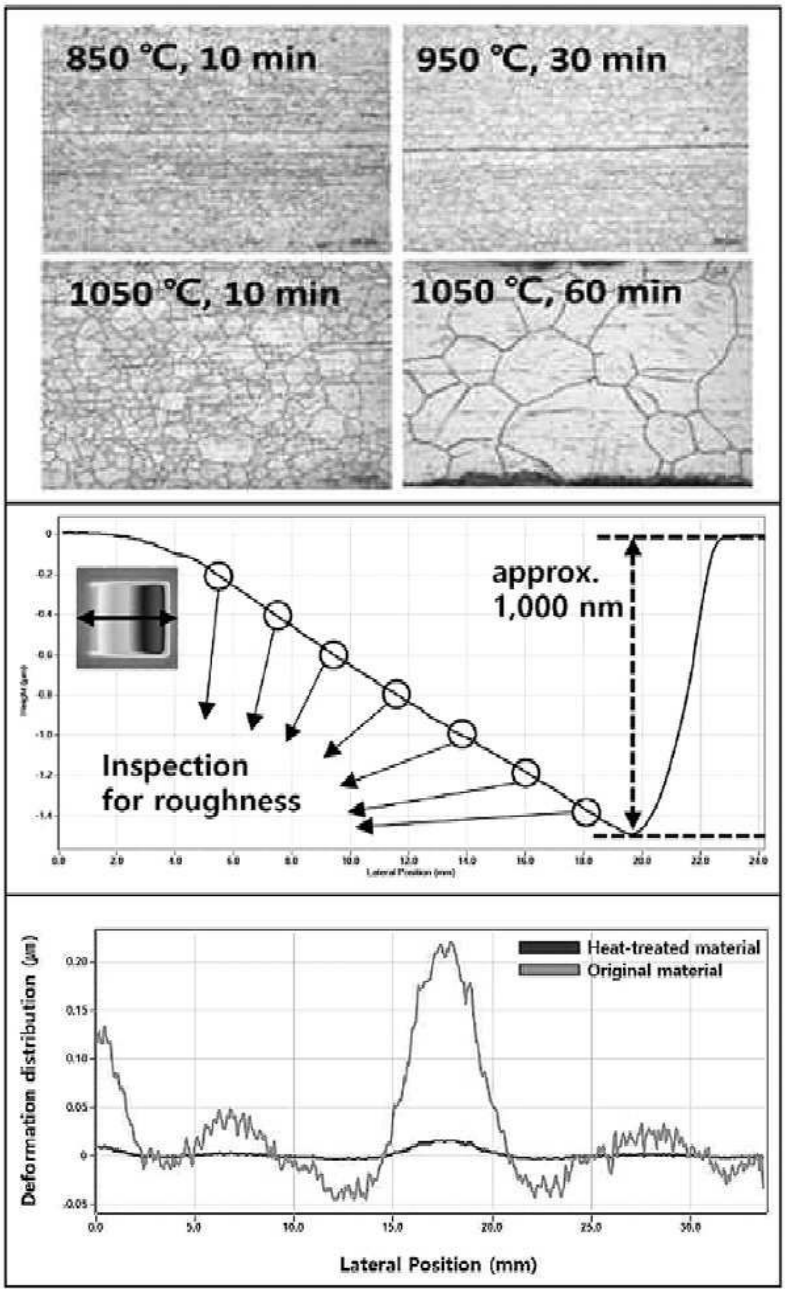
도면17


LWIR
MWIR
Fused

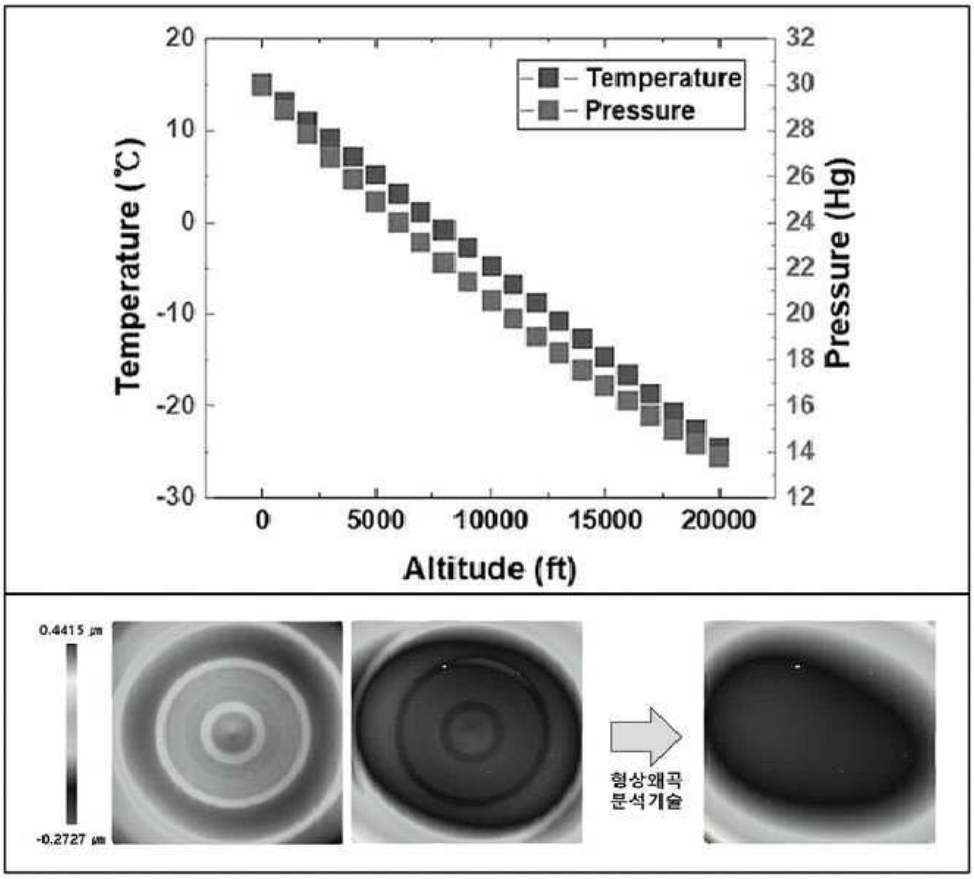
도면18


Spectral Profile
Data Value
Wavelength (nm)
Spectral Profile
Data Value
Wavelength (nm)

도면19


850 °C, 10 min
950 °C, 30 min
1050 °C, 10 min
1050 °C, 60 min
approx.
1,000 nm
Inspection
for roughness
Heat-treated material
Original material
Deformation distribution (μm)
Lateral Position (mm)

도면20


Temperature
Pressure
Temperature (℃)
Pressure (Hg)
Altitude (ft)
20
10
0
-10
-20
-30
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
0
5000
10000
15000
20000
0.4415 μm
-0.2727 μm
형상왜곡
분석기술

도면21



도면22

