



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월15일
 (11) 등록번호 10-1948836
 (24) 등록일자 2019년02월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01N 23/04 (2018.01) G01N 1/04 (2006.01)
 G01N 21/64 (2006.01) G01V 5/02 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 G01N 23/043 (2013.01)
 G01N 1/04 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2018-0082920
 (22) 출원일자 2018년07월17일
 심사청구일자 2018년07월17일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101705346 B1*
 KR101780058 B1*
 KR101806488 B1
 KR1020170101519 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국지질자원연구원
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동, 한국지질자원연구원)
 (72) 발명자
김남훈
 대전광역시 유성구 장대로71번길 34(장대동, 장대푸르지오) 107동 102호
이범한
 서울특별시 강남구 광평로19길 15(일원동, 목련타운아파트)101동 703호
고상모
 대전광역시 서구 청사서로 11(월평동, 무지개아파트)101동 401호
 (74) 대리인
특허법인(유한) 대아

전체 청구항 수 : 총 11 항

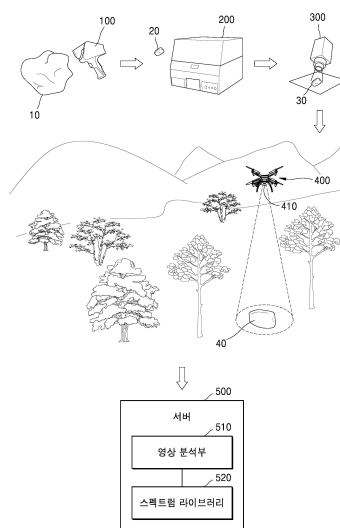
심사관 : 최중운

(54) 발명의 명칭 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명은 마그네사이트, 백운석 및 방해석을 포함하는 원소 분석용 시료의 채취 단계; 상기 원소 분석용 시료의 정량 분석 단계; 정량 분석된 상기 원소 분석용 시료가 초분광 스펙트럼 분석용 시료로 선별되는 단계; 상기 초분광 스펙트럼 분석용 시료에 대한 제1 초분광 영상 획득 단계; 상기 제1 초분광 영상으로부터 상기 마그네사이트, 상기 백운석 및 상기 방해석에 대한 스펙트럼 라이브러리가 제작되는 단계; 광화대 지역에서 제2 초분광 영상 획득 단계; 및 상기 스펙트럼 라이브러리가 사용되어 제2 초분광 영상이 분석되는 단계;를 포함하고, 상기 제2 초분광 영상의 분석에 의해 상기 광화대 지역의 마그네사이트가 백운석 및 방해석으로부터 구분 가능한 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법을 제공하며, 이에 의하면, 마그네사이트, 백운석 및 방해석을 포함하는 모암으로부터 특별히 마그네사이트 광체를 탐지하는데 매우 용이하다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01N 21/64 (2013.01)

G01V 5/025 (2013.01)

G01N 2223/616 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711072742

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국지질자원연구원

연구사업명 한국지질자원연구원연구운영비지원(주요사업비)

연구과제명 한반도 융합형 광물자원 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 마그네사이트, 백운석 및 방해석을 포함하는 원소 분석용 시료의 채취 단계;
- (b) 상기 원소 분석용 시료의 정량 분석 단계;
- (c) 정량 분석된 상기 원소 분석용 시료가 초분광 스펙트럼 분석용 시료로 선별되는 단계;
- (d) 상기 초분광 스펙트럼 분석용 시료에 대한 제1 초분광 영상 획득 단계;
- (e) 상기 제1 초분광 영상으로부터 상기 마그네사이트, 상기 백운석 및 상기 방해석에 대한 스펙트럼 라이브러리가 제작되는 단계;
- (f) 광화대 지역에서 제2 초분광 영상 획득 단계; 및
- (g) 상기 스펙트럼 라이브러리가 사용되어 제2 초분광 영상이 분석되는 단계;를 포함하고,
상기 제2 초분광 영상의 분석에 의해 상기 광화대 지역의 마그네사이트가 백운석 및 방해석으로부터 구분 가능하고,
상기 (a) 단계에서,
상기 원소 분석용 시료는 원소 조성 차이를 갖는 다수 개가 채취되고,
상기 원소 조성 차이는 제1 원소 분석 장치에 의해 확인되고,
상기 (b) 단계에서,
상기 정량 분석은 다수 개의 상기 원소 분석용 시료에 대해 제2 원소 분석 장치에 의해 수행되고,
상기 정량 분석을 통해 원소 조성 범위 데이터가 획득되고,
상기 조성 범위 데이터가 사용되어 마그네사이트 광체가 구분되고,
상기 제1 원소 분석 장치 및 상기 제2 원소 분석 장치는 X-선 형광 분석기(X-ray fluorescence analyzer)이며,
상기 제1 원소 분석 장치는 휴대형인,
초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

- 제 1 항에 있어서,
상기 (c) 단계에서,
상기 원소 조성 범위 데이터에 기초하여 다수 개의 상기 원소 분석용 시료가 초분광 스펙트럼 분석용 시료로 선별되는,

초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제1 초분광 영상은 제1 초분광 카메라에 의해 상기 초분광 스펙트럼 분석용 시료가 촬영되어 획득되고,

상기 제2 초분광 영상은 제2 초분광 카메라에 의해 상기 광화대 지역이 촬영되어 획득되는,

초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 (e) 단계에서,

상기 스펙트럼 라이브러리는 상기 제1 초분광 영상으로부터 상기 초분광 스펙트럼 분석용 시료의 마그네사이트, 백운석 및 방해석에 대한 광학적 특성이 측정되어 데이터베이스화된 것인,

초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 광학적 특성은 분광 반사율인,

초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 제2 초분광 카메라는 드론에 장착된 것인,

초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 (f) 단계에서,

상기 드론에 장착된 라이다 센서에 의해 상기 광화대 지역에 대한 3D 형태 정보가 획득되고,

(h) 상기 3D 형태 정보가 사용되어 상기 광화대 지역의 상기 마그네사이트가 상기 광화대 지역의 상기 백운석 및 상기 광화대 지역의 상기 방해석으로부터 구분되어 표시된 3D 지도가 생성되는 단계;를 더 포함하는,

초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법.

청구항 11

제1 및 제2 원소 분석 장치;

상기 제1 및 제2 원소 분석 장치에 의해 분석된 시료를 촬영하는 제1 초분광 카메라;

상기 제1 초분광 카메라로부터 제1 초분광 영상을 전달받아 스펙트럼 라이브러리를 제작하는 서버; 및

광화대 지역을 촬영하여 제2 초분광 영상을 생성하는 제2 초분광 카메라;를 포함하고,

상기 스펙트럼 라이브러리가 사용되어 상기 제2 초분광 영상이 분석됨으로써 상기 광화대 지역의 마그네사이트가 백운석 및 방해석으로부터 구분 가능하고,

상기 원소 분석 장치는 제1 원소 분석 장치 및 제2 원소 분석 장치를 포함하고,

상기 시료는 원소 분석용 시료로서 상기 제1 원소 분석 장치에 의해 1차적으로 분석되어 채취되고, 상기 제2 원소 분석 장치에 의해 2차적으로 분석되고,

상기 제2 원소 분석 장치에 의해 상기 원소 분석용 시료의 원소 조성 범위 데이터가 획득되고,

상기 분석 결과로부터 마그네사이트 광체를 선정하게 되고,

상기 제1 원소 분석 장치 및 상기 제2 원소 분석 장치는 X-선 형광 분석기(X-ray fluorescence analyzer)이며,

상기 제1 원소 분석 장치는 휴대용인,

초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 원소 분석용 시료는 상기 원소 조성 범위 데이터에 기초하여 원소 조성 범위별 초분광 스펙트럼 분석용 시료로 선별되어 상기 제1 초분광 카메라에 의해 촬영되는,

초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 스펙트럼 라이브러리는 상기 제1 초분광 영상으로부터 상기 초분광 스펙트럼 분석용 시료에 포함된 마그네사이트, 백운석 및 방해석에 대한 분광 반사율이 측정되어 데이터베이스화된 것인,

초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템.

청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 서버는 3D 매핑 모듈을 포함하며,

상기 제2 초분광 카메라는 상기 3D 매핑 모듈과 통신하는 라이다 센서가 장착된 드론에 장착되고,

상기 라이다 센서에 의해 상기 광화대 지역에 대한 3D 형태 정보가 획득되어 상기 3D 매핑 모듈에 의해 상기 3D 형태 정보에 기초하여 상기 광화대 지역의 상기 마그네사이트가 상기 백운석 및 상기 방해석으로부터 구분되어 표시된 3D 지도가 생성되는,

초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법 및 시스템에 관한 것으로, 더 상세하게는, 육안으로 구분되지 않는 마그네사이트 광체를 백운석 및 방해석으로부터 신속하게 구분할 수 있도록 구성된 광체 탐사 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전 세계의 주요한 마그네사이트 광산은 백운암질 대리암을 모암으로 하여 마그네사이트가 형성된다. 현장에서는 마그네사이트에 대해 특별한 식별방법이 없이 색상 차이만으로 구분하기도 한다.

[0003] 현장에서 일반적으로 모암인 백운석질 대리암과 마그네사이트 광체는 육안을 통해 구분하기에는 한계가 있으며, 모든 광산에 적용될 수 없다. 현재, 모암과 광체를 용이하게 구분하여 산출할 수 있는 기술은 국제적으로 필요한 실정이다. 특히 광범위하게 모암과 광체가 분포되어 있더라도, 이를 구분할 수 없을 경우, 생산성이 떨어질 수밖에 없으며, 자원 활용에 한계가 따를 수밖에 없다. 최근에는 휴대용 XRF(X-ray fluorescence analyzer)(X-선 형광 분석기)를 사용하여 고품위대 광체를 확인할 수 있게 되었다.

[0004] 미국등록특허 제9,775,574호는 휴대용 XRF 분석기에 관한 것으로서, 사용자의 손을 X-선으로부터 보호할 수 있도록 핸드 쉴드를 구비한 것을 특징으로 한다. 그러나, 이와 같은 휴대용 XRF 분석기는 정확성에 한계가 있어, 마그네사이트 광체를 백운석 및 방해석으로부터 구분하는 데에 어려움이 있다.

[0005] 또한, 이와 같은 휴대용 XRF 분석기로는 현장 접근성이 떨어지는 경우 원소를 분석하는 데에 한계가 있으며, 조사하는 데에 오랜 시간이 소요되는 문제점이 있고, 대규모의 광산 현장에서 광역적인 구간을 조사하는데 어려움이 있다.

[0006] 따라서, 현재는 현장 접근성이 떨어지는 경우에도 원소 분석이 가능하며 마그네사이트 광체를 백운석 및 방해석으로부터 구분할 수 있는 기술이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) US 9,775,574 B2

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 초분광 영상을 활용하여, 특정 광물들의 초분광 스펙트럼 차이를 이용하여 광물을 동정하는 기법으로 마그네사이트, 백운석, 그리고 방해석을 광역적인 지역에서 구분하고, 그 분포를 확인할 수 있는 방법 및 시스템을 제공한다.

[0009] 본 발명의 목적(들)은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시 예에 의해 더욱 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을

것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법은, (a) 마그네사이트, 백운석 및 방해석을 포함하는 원소 분석용 시료의 채취 단계; (b) 상기 원소 분석용 시료의 정량 분석 단계; (c) 정량 분석된 상기 원소 분석용 시료가 초분광 스펙트럼 분석용 시료로 선별되는 단계; (d) 상기 초분광 스펙트럼 분석용 시료에 대한 제1 초분광 영상 획득 단계; (e) 상기 제1 초분광 영상으로부터 상기 마그네사이트, 상기 백운석 및 상기 방해석에 대한 스펙트럼 라이브러리가 제작되는 단계; (f) 광화대 지역에서 제2 초분광 영상 획득 단계; 및 (g) 상기 스펙트럼 라이브러리가 사용되어 제2 초분광 영상이 분석되는 단계;를 포함하고, 상기 제2 초분광 영상의 분석에 의해 상기 광화대 지역의 마그네사이트가 백운석 및 방해석으로부터 구분 가능한 것을 특징으로 한다.
- [0011] 또한, 상기 (a) 단계에서, 상기 원소 분석용 시료는 넓은 원소 조성 차이를 갖는 다수 개가 채취되고, 상기 원소 조성 차이는 제1 원소 분석 장치에 의해 확인되는 것이 바람직하다.
- [0012] 또한, 상기 (b) 단계에서, 상기 정량 분석은 다수 개의 상기 원소 분석용 시료에 대해 제2 원소 분석 장치에 의해 수행되고, 상기 정량 분석을 통해 원소 조성 범위 데이터가 획득되는 것이 바람직하다.
- [0013] 또한, 상기 (c) 단계에서, 상기 원소 조성 범위 데이터에 기초하여 다수 개의 상기 원소 분석용 시료가 초분광 스펙트럼 분석용 시료로 선별되는 것이 바람직하다.
- [0014] 또한, 상기 제1 초분광 영상은 제1 초분광 카메라에 의해 상기 초분광 스펙트럼 분석용 시료가 촬영되어 획득되고, 상기 제2 초분광 영상은 제2 초분광 카메라에 의해 상기 광화대 지역이 촬영되어 획득되는 것이 바람직하다.
- [0015] 또한, 상기 (e) 단계에서, 상기 스펙트럼 라이브러리는 상기 제1 초분광 영상으로부터 상기 초분광 스펙트럼 분석용 시료의 마그네사이트, 백운석 및 방해석에 대한 광학적 특성이 측정되어 데이터베이스화된 것이 바람직하다.
- [0016] 또한, 상기 광학적 특성은 분광 반사율인 것이 바람직하다.
- [0017] 또한, 상기 제1 원소 분석 장치 및 상기 제2 원소 분석 장치는 XRF(X-ray fluorescence) 분석기이며, 상기 제1 원소 분석 장치는 휴대용인 것이 바람직하다.
- [0018] 또한, 상기 제2 초분광 카메라는 드론에 장착된 것이 바람직하다.
- [0019] 또한, 상기 (f) 단계에서, 상기 드론에 장착된 라이다 센서에 의해 상기 광화대 지역에 대한 3D 형태 정보가 획득되고, (h) 상기 3D 형태 정보가 사용되어 상기 광화대 지역의 상기 마그네사이트가 상기 광화대 지역의 상기 백운석 및 상기 광화대 지역의 상기 방해석으로부터 구분되어 표시된 3D 지도가 생성되는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0020] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템은, 원소 분석 장치; 상기 원소 분석 장치에 의해 분석된 시료를 촬영하는 제1 초분광 카메라; 상기 제1 초분광 카메라로부터 제1 초분광 영상을 전달받아 스펙트럼 라이브러리를 제작하는 서버; 및 광화대 지역을 촬영하여 제2 초분광 영상을 생성하는 제2 초분광 카메라;를 포함하고, 상기 스펙트럼 라이브러리가 사용되어 상기 제2 초분광 영상이 분석됨으로써 상기 광화대 지역의 마그네사이트가 백운석 및 방해석으로부터 구분 가능한 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 원소 분석 장치는 제1 원소 분석 장치 및 제2 원소 분석 장치를 포함하고, 상기 시료는 원소 분석용 시료로서 상기 제1 원소 분석 장치에 의해 1차적으로 분석되어 채취되고, 상기 제2 원소 분석 장치에 의해 2차적으로 분석되는 것이 바람직하다.
- [0022] 또한, 상기 제2 원소 분석 장치에 의해 상기 원소 분석용 시료의 원소 조성 범위 데이터가 획득되는 것이 바람직하다.
- [0023] 또한, 상기 원소 분석용 시료는 상기 원소 조성 범위 데이터에 기초하여 원소 조성 범위별 초분광 스펙트럼 분

석용 시료로 선별되어 상기 제1 초분광 카메라에 의해 촬영되는 것이 바람직하다.

[0024] 또한, 상기 스펙트럼 라이브러리는 상기 제1 초분광 영상으로부터 상기 초분광 스펙트럼 분석용 시료에 포함된 마그네사이트, 백운석 및 방해석에 대한 광학적 특성이 측정되어 데이터베이스화된 것이 바람직하다.

[0025] 또한, 상기 서버는 3D 매핑 모듈을 포함하며, 상기 제2 초분광 카메라는 상기 3D 매핑 모듈과 통신하는 라이다 센서가 장착된 드론에 장착되고, 상기 라이다 센서에 의해 상기 광화대 지역에 대한 3D 형태 정보가 획득되어 상기 3D 매핑 모듈에 의해 상기 3D 형태 정보에 기초하여 상기 광화대 지역의 상기 마그네사이트가 상기 백운석 및 상기 방해석으로부터 구분되어 표시된 3D 지도가 생성되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0026] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의하면, 마그네사이트, 돌로마이트 및 방해석을 포함하는 모암으로부터 특별히 마그네사이트 광체를 탐지하는데 매우 용이하고 강력하게 적용 가능하다.

[0027] 또한, 현장 접근성이 떨어지는 경우에도 원소를 정확하고 신속하게 분석할 수 있어, 대규모의 광산 현장에서 광역적인 구간을 용이하게 조사할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템을 설명하기 위한 개념도이다.

도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템의 서버를 설명하기 위한 개념도이다.

도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법 및 시스템에서의 특정 광물들의 초분광 스펙트럼 차이의 일 예시를 나타내는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 다른 바람직한 일 실시 예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템을 설명하기 위한 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명을 상세하게 설명하기 전에, 본 명세서에서 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 무조건 한정하여 해석되어서는 아니되며, 본 발명의 발명자가 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해서 각종 용어의 개념을 적절하게 정의하여 사용할 수 있고, 더 나아가 이들 용어나 단어는 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 함을 알아야 한다.

[0030] 즉, 본 명세서에서 사용된 용어는 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하기 위해서 사용되는 것일 뿐이고, 본 발명의 내용을 구체적으로 한정하려는 의도로 사용된 것이 아니며, 이들 용어는 본 발명의 여러 가지 가능성을 고려하여 정의된 용어임을 알아야 한다.

[0031] 또한, 본 명세서에 있어서, 단수의 표현은 문맥상 명확하게 다른 의미로 지시하지 않는 이상, 복수의 표현을 포함할 수 있으며, 유사하게 복수로 표현되어 있다고 하더라도 단수의 의미를 포함할 수 있음을 알아야 한다.

[0032] 본 명세서의 전체에 걸쳐서 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소를 "포함"한다고 기재하는 경우에는, 특별히 반대되는 의미의 기재가 없는 한 임의의 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 임의의 다른 구성 요소를 더 포함할 수도 있다는 것을 의미할 수 있다.

[0033] 더 나아가서, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소의 "내부에 존재하거나, 연결되어 설치된다"고 기재한 경우에는, 이 구성 요소가 다른 구성 요소와 직접적으로 연결되어 있거나 접촉하여 설치되어 있을 수 있고, 일정한 거리를 두고 이격되어 설치되어 있을 수도 있으며, 일정한 거리를 두고 이격되어 설치되어 있는 경우에 대해서는 해당 구성 요소를 다른 구성 요소에 고정 내지 연결시키기 위한 제 3의 구성 요소 또는 수단이 존재할 수 있으며, 이

제 3의 구성 요소 또는 수단에 대한 설명은 생략될 수도 있음을 알아야 한다.

- [0034] 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결"되어 있다거나, 또는 "직접 접속"되어 있다고 기재되는 경우에는, 제 3의 구성 요소 또는 수단이 존재하지 않는 것으로 이해하여야 한다.
- [0035] 마찬가지로, 각 구성 요소 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 " ~ 사이에"와 "바로 ~ 사이에", 또는 " ~ 에 이웃하는"과 " ~ 에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 취지를 가지고 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0036] 또한, 본 명세서에 있어서 "일면", "타면", "일측", "타측", "제 1", "제 2" 등의 용어는, 사용된다면, 하나의 구성 요소에 대해서 이 하나의 구성 요소가 다른 구성 요소로부터 명확하게 구별될 수 있도록 하기 위해서 사용되며, 이와 같은 용어에 의해서 해당 구성 요소의 의미가 제한적으로 사용되는 것은 아님을 알아야 한다.
- [0037] 또한, 본 명세서에서 "상", "하", "좌", "우" 등의 위치와 관련된 용어는, 사용된다면, 해당 구성 요소에 대해서 해당 도면에서의 상대적인 위치를 나타내고 있는 것으로 이해하여야 하며, 이들의 위치에 대해서 절대적인 위치를 특정하지 않는 이상은, 이들 위치 관련 용어가 절대적인 위치를 언급하고 있는 것으로 이해하여서는 아니된다.
- [0038] 더욱이, 본 발명의 명세서에서는, "...부", "...기", "모듈", "장치" 등의 용어는, 사용된다면, 하나 이상의 기능이나 동작을 처리할 수 있는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있음을 알아야 한다.
- [0039] 또한, 본 명세서에서는 각 도면의 각 구성 요소에 대해서 그 도면 부호를 명기함에 있어서, 동일한 구성 요소에 대해서는 이 구성 요소가 비록 다른 도면에 표시되더라도 동일한 도면 부호를 가지고 있도록, 즉 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조 부호는 동일한 구성 요소를 지시하고 있다.
- [0040] 본 명세서에 첨부된 도면에서 본 발명을 구성하는 각 구성 요소의 크기, 위치, 결합 관계 등은 본 발명의 사상을 충분히 명확하게 전달할 수 있도록 하기 위해서 또는 설명의 편의를 위해서 일부 과장 또는 축소되거나 생략되어 기술되어 있을 수 있고, 따라서 그 비례나 축척은 엄밀하지 않을 수 있다.
- [0041] 또한, 이하에서, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 구성, 예를 들어, 종래 기술을 포함하는 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략될 수도 있다.

[0042] **초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법**

- [0043] 먼저, 도 1을 참조하여 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법을 설명한다.
- [0044] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0045] 본 발명의 바람직한 일 실시 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법은 현장에서의 모암과 광체 시료 채취 단계(S100), 시료의 정량 분석 및 선별 단계(S200), 스펙트럼 라이브러리 제작 단계(S300), 현장에서의 초분광 영상 획득 단계(S400) 및 초분광 영상 분석 단계(S500)를 포함한다.
- [0046] 도 2를 더 참조하여 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법을 상세하게 설명한다.
- [0047] 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0048] 현장에서 암석(10)으로부터의 모암과 광체 시료의 채취 단계(S100)에서는 제1 원소 분석 장치(100)가 사용되어 마그네사이트(magnesite), 백운석(dolomite) 및 방해석(calcite)을 포함하는 시료가 채취된다. 이때 채취된 시료는 원소 분석을 위해 사용되는 원소 분석용 시료(20)이다.
- [0049] 제1 원소 분석 장치(100)는 휴대용 XRF 분석기와 같이 현장에서 원소의 성분을 파악할 수 있는 장치인 것이 바람직하다. 제1 원소 분석 장치(100)를 통해 원소 분석용 시료(20)에 대해 취득되는 원소 데이터는 실시간으로 표시되는 것이 바람직하다.
- [0050] 이때 제1 원소 분석 장치(100)는 디스플레이를 포함하여 원소 데이터를 즉각적으로 표시하는 것일 수 있으며,

또는 제1 원소 분석 장치(100)가 원격조정 가능한 장치로 구성될 경우, 별도의 단말기의 화면상에 표시되는 것이 바람직하다. 제1 원소 분석 장치(100)로부터의 원소 데이터는 제1 원소 분석 장치(100) 및/또는 단말기와 통신하는 서버(500)에 제1 원소 데이터로 저장될 수 있다.

- [0051] 여기서 제1 원소 데이터는 모암을 이루는 다양한 원소 및 원소들의 상대적인 농도를 의미하는 것이 바람직하다. 제1 원소 데이터에 의해 마그네사이트를 포함하는 모암을 용이하고 신속하게 발견하여 원소 분석용 시료(20)를 채취할 수 있다.
- [0052] 즉, 제1 원소 분석 장치(100)를 통해서 마그네사이트 광체의 모암인 백운암질 대리암이 용이하게 발견되어 이의 원소 분석용 시료(20) 채취가 수행될 수 있다. 여기서 채취되는 원소 분석용 시료(20)는 최대한 넓은 원소 조성 차이를 나타내는 시료인 것이 바람직하다. 원소 분석용 시료(20)가 채취되면, 이의 정량 분석 및 선별(S200)이 가능하다.
- [0053] 원소 분석용 시료(20)의 정량 분석 및 선별 단계(S200)는 제2 원소 분석 장치(200)를 사용하여 수행될 수 있다. 제2 원소 분석 장치(200)는 제1 원소 분석 장치(100)에 비해 정확도가 높은 것으로, 원소 분석용 시료(20)에서의 원소들의 상대적인 농도뿐만 아니라, 원소 분석용 시료(20)에 포함된 원소들의 조성 범위를 정확하게 분석할 수 있는 장치인 것이 바람직하다.
- [0054] 정확한 원소 조성 범위의 측정을 위해 원소 분석용 시료(20)는 먼저 기 설정된 방법에 따라 가공될 수 있다. 이때 원소 분석용 시료(20)의 가공 방법은 제2 원소 분석 장치(200)에서 분석되기에 최적화된 형태로 가공하는 방법일 수 있다. 예를 들어, 원소 분석용 시료(20)는 특정 입도를 갖도록 분쇄되고 특정 온도에서 가열되어 분말 형태로 가공될 수 있다. 또 다른 예에서 원소 분석용 시료(20)는 있는 그대로의 형태로서 제2 원소 분석 장치(200)에 의해 분석될 수 있다.
- [0055] 제2 원소 분석 장치(200)에 의해 생성된 원소 조성 범위를 포함하는 데이터는 제2 원소 데이터로서 서버(500)에 저장될 수 있다. 이와 같은 제2 원소 데이터에 기초하여 다수 개의 원소 분석용 시료(20)는 원소 조성 범위별 초분광 스펙트럼 분석용 시료(30)로 선별될 수 있다. 이때 실질적인 시료의 선별 작업은 별도의 장치 및/또는 선별 방법으로 수행될 수 있으며, 선별 작업의 수행 방법은 어느 한 가지 방법으로 한정되지 않는다.
- [0056] 예를 들어, 다수의 원소 분석용 시료(20)가 채취되면, 이로부터 원소 조성 범위에 근거하여 원소 분석용 시료(20)가 라벨링을 통해 서로 다른 원소 조성 비율을 갖는 초분광 스펙트럼 분석용 시료(30)로 선별될 수 있다.
- [0057] 제2 원소 분석 데이터는 서버(500)에서 제1 원소 분석 데이터와 비교될 수 있다. 제1 원소 분석 데이터와 제2 원소 분석 데이터가 비교됨으로써 제1 원소 분석 장치(100)의 현장 적용성이 검토될 수 있다.
- [0058] 예를 들어, 제1 원소 분석 장치(100)에 의하여 현장에서 마그네사이트 광체의 모암인 백운암질 대리암이 용이하게 발견될 수 있으며, 그 중에서도 원소 조성 차이가 최대한 많이 나는 원소 분석용 시료(20)가 다수 개 채취될 수 있다. 제1 원소 분석 장치(100)에 의해 채취된 원소 분석용 시료(20)에 대한 제1 원소 분석 데이터와, 제2 원소 분석 장치(200)에 의하여 각각의 원소 분석용 시료(20)에 대한 정량 분석을 통해 산출된 원소 조성 범위를 포함하는 제2 원소 분석 데이터가 비교될 수 있다.
- [0059] 제1 원소 분석 데이터와 제2 원소 분석 데이터에 차이가 작을수록 제1 원소 분석 장치(100)의 현장 적용성이 높다는 것으로 이해될 수 있다. 즉, 각각의 원소 분석용 시료(20)에 대한 제1 원소 분석 장치(100) 및 제2 원소 분석 장치(200)의 원소 분석 결과가 유사할수록 제1 원소 분석 장치(100)의 현장 적용성이 높을 수 있다.
- [0060] 원소 분석용 시료(20)가 원소 조성 범위에 근거하여 선별되면, 선별된 시료는 초분광 스펙트럼 분석용 시료(30)로 사용된다. 초분광 스펙트럼 분석용 시료(30)는 제1 초분광 카메라(300)를 통해 촬영되어 제1 초분광 영상이 획득된다.
- [0061] 여기서 각각의 초분광 스펙트럼 분석용 시료(30)에 대하여 하나 이상의 제1 초분광 영상이 획득될 수 있다. 이와 같은 제1 초분광 영상을 통해 마그네사이트, 백운석 및 방해석의 구분이 가능하다. 제1 초분광 영상은 초분광 패턴을 나타내는 영상으로서, 이로부터 하나 이상의 프로세서에 의해 스펙트럼 라이브러리가 제작된다(S300).
- [0062] 스펙트럼 라이브러리는 서버(500)에 포함된 프로세서에 의해 제작될 수 있으며, 또는 단말기 상에 설치된 소프트웨어에 의해 제작될 수도 있으며, 스펙트럼 라이브러리의 제작 방법 및 수단은 한정되지 않는다.
- [0063] 여기서 스펙트럼 라이브러리는 분광 라이브러리로서 특별히 제1 초분광 영상으로부터 초분광 스펙트럼 분석용

시료(30)의 마그네사이트, 백운석 및 방해석에 대한 광학적 특성을 측정된 자료를 데이터베이스로 구축한 것으로 정의할 수 있다. 즉, 스펙트럼 라이브러리는 제1 초분광 영상으로부터 마그네사이트(Magnesite), 백운석(Dolomite) 및 방해석(Calcite)에 대한 분광 반사율 데이터를 획득하여 데이터베이스화한 것일 수 있다. 분광 반사율 데이터는 초분광 영상의 각 화소에서의 파장(Wavelength)별 반사율(Normalized Reflectance) 데이터(도 4 참조)를 포함하는 것이 바람직하다.

[0064] 다음으로, 제2 초분광 카메라(410)를 장착한 드론(400)에 의해 광화대 지역에서 제2 초분광 영상이 획득된다(S400). 드론(400)은 현장에서 조사하고자 하는 더 넓은 범위에 대하여 초분광 영상을 획득하기 위해 사용되는 수단으로서, 어느 한 종류로 한정되지 않는다.

[0065] 제2 초분광 영상을 획득하면 이전에 제작된 스펙트럼 라이브러리를 사용하여 서버(500)에 의해 분석이 수행될 수 있다(S500). 스펙트럼 라이브러리를 통해 마그네사이트, 백운석 및 방해석의 분광 반사율에 대한 데이터가 용이하게 활용될 수 있다.

[0066] 이에 따라 제2 초분광 영상의 각 화소에서의 파장별 반사율 데이터가 스펙트럼 라이브러리에 포함된 데이터와 비교됨으로써 결국 제2 초분광 영상에서 마그네사이트, 백운석 및 방해석의 명확한 구분이 가능하다. 즉, 제2 초분광 카메라(410)를 통해 분석되지 않은 광화대 지역의 암석(40)을 포함하는 광범위한 영역을 촬영하여도, 본 발명에 의하면 제2 초분광 영상에서의 마그네사이트, 백운석 및 방해석의 명확한 구분이 가능하다. 또한, 이때 마그네사이트, 백운석 및 방해석의 구분은 별도의 추가적인 라이브러리 구축의 필요없이 신속하게 이루어질 수 있다.

[0067] 본 발명의 바람직한 다른 일 실시예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법에서는 제2 초분광 카메라(410)가 장착된 드론(400)에 라이다 센서(420)가 더 장착될 수 있다.

[0068] 이와 같은 라이다 센서(420)에 의해 광화대 지역에 대한 3D 형태 정보가 획득되고, 3D 형태 정보가 사용되어 광화대 지역의 마그네사이트가 백운석 및 방해석으로부터 구분되어 표시된 3D 지도가 생성될 수 있다.

[0069] 이에 따라 본 발명에 의하면 마그네사이트 광체가 표시된 3D 지도가 생성되어 탐사에 용이하게 활용될 수 있다.

[0070] **초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템**

[0071] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템은 상술한 바와 같이 제1 원소 분석 장치(100), 제2 원소 분석 장치(200), 제1 초분광 카메라(300), 제2 초분광 카메라(400) 및 서버(500)를 포함한다.

[0072] 도 3 내지 도 5를 더 참조하여 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템을 설명한다.

[0073] 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템의 서버를 설명하기 위한 개념도이다.

[0074] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 시스템의 서버(500)는 하나 이상의 프로세서를 포함하는 것으로, 영상 분석부(510) 및 스펙트럼 라이브러리(520)를 포함한다.

[0075] 도 3에 도시된 제1 영상(511) 및 제2 영상(512)은 각각 상술된 바와 같은 제1 초분광 영상 및 제2 초분광 영상을 의미하는 것으로 이해될 수 있다.

[0076] 영상 분석부(510)는 제1 영상(511) 및 제2 영상(512)이 저장되어 분석될 수 있도록 구성된 것으로, 원소 분석용 시료(20)에 대한 원소 조성 범위에 기초하여 선별된 초분광 스펙트럼 분석용 시료(30)의 제1 영상(511)으로부터 마그네사이트, 백운석 및 방해석에 대한 광학적 특성을 측정할 수 있다.

[0077] 측정된 광학적 특성은 마그네사이트, 백운석, 방해석 포함 스펙트럼 데이터(521)로 생성되어 스펙트럼 라이브러리(520)에 저장됨으로써 데이터베이스화 된다. 이와 같이 저장된 스펙트럼 데이터(521)는 더 광범위한 지역이 촬영된 제2 영상(512)에 적용되어 제2 영상에서의 마그네사이트, 백운석 및 방해석이 구분 가능하다.

[0078] 여기서 광학적 특성은 도 4에 도시된 바와 같이 분광 반사율일 수 있다. 특히, 본 발명에서 마그네사이트, 백운석 및 방해석을 구분하는 데에 있어, 원소 조성 범위에 기초하여 시료가 조성에 따라 선별된 상태에서 분광 반사율이 측정되어야 마그네사이트, 백운석 및 방해석의 정밀한 구분이 가능하다.

- [0079] 도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초분광 영상을 이용한 마그네사이트 광체 탐사 방법 및 시스템에 서의 특정 광물들의 초분광 스펙트럼 차이의 일 예시를 나타내는 그래프이다. 이와 같이 마그네사이트, 백운석 및 방해석은 분광 반사율의 차이로 구분 가능하되, 시료의 조성과 실험 방법에 따라 그래프의 형태는 달라질 수 도 있다.
- [0080] 예를 들어, 본 발명의 다른 일 실시예에서 서버(500)는 광화대 지역별로 다수 개의 원소 분석용 시료의 조성의 변화에 따른 분광 반사율의 변화를 분석할 수 있다. 분석에 의해 획득된 조성 변화와 분광 반사율의 연관성에 기초하여 각 광화대 지역에서의 마그네사이트 구분이 가능하다.
- [0081] 본 발명의 또 다른 일 실시예에서 서버(500)는 3D 매핑 모듈(530)을 더 포함할 수 있으며, 드론(400)은 라이다 센서(420)를 더 구비할 수 있다.
- [0082] 라이다 센서(420)는 3D 매핑 모듈(530)과 통신 가능한 것이 바람직하다. 라이다 센서(420) 및 제2 초분광 카메라(410)가 모두 드론(400)에 장착됨으로써, 각각으로부터의 데이터의 좌표계를 통합하고 후 처리를 통해 마그네 사이트, 백운석 및 방해석이 3D 지도상에 표시될 수 있다.
- [0083] 즉, 라이다 센서(420)에 의해 광화대 지역에 대한 3D 형태 정보가 획득되어 3D 매핑 모듈(530)에 의해 3D 형태 정보에 기초하여 광화대 지역의 마그네사이트가 백운석 및 방해석으로부터 구분되어 표시된 3D 지도가 생성될 수 있다.
- [0084] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의하면, 휴대용 XRF 분석기를 이용하여 모암과 광체를 대상으로 다양한 원소 조성 차이를 나타내는 시료를 채취한 후에, 실내 XRF 분석기로 정량 분석한 원소 조성 범위를 확인한 후 그에 따라 시료를 선별할 수 있다. 선별된 시료에 대해 실내 초분광 카메라를 이용하여 스펙트럼 자료를 획득하여 라이브러리를 제작하고, 초분광 카메라를 장착한 드론을 이용하여 광화대 지역에 대해 초분광 영상을 획득할 수 있다. 특히, 본 발명은 광화대 지역에 대한 초분광 영상과 제작된 스펙트럼 라이브러리를 활용하여 비교 분석함으로써 마그네사이트, 백운석 및 방해석을 구분하여 분포를 확인하는 것을 특징으로 한다.
- [0085] 더 나아가, 드론에 라이다 센서가 장착되어 사용됨으로써 마그네사이트, 백운석 및 방해석의 분포를 3D 지도상 에 표시할 수 있다.

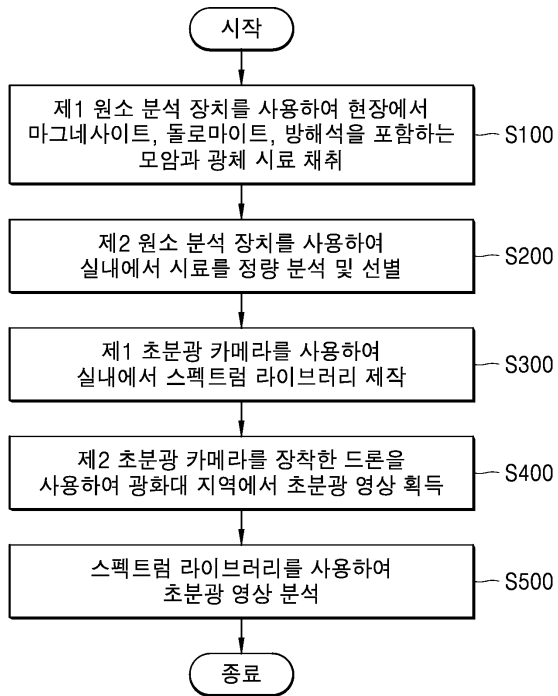
부호의 설명

- [0086] 10, 40: 암석
- 20: 원소 분석용 시료
- 30: 초분광 스펙트럼 분석용 시료
- 100: 제1 원소 분석 장치
- 200: 제2 원소 분석 장치
- 300: 제1 초분광 카메라
- 400: 드론
- 410: 제2 초분광 카메라
- 420: 라이다 센서
- 500: 서버
- 510: 영상 분석부
- 511: 제1 영상
- 512: 제2 영상
- 520: 스펙트럼 라이브러리
- 521: 스펙트럼 데이터

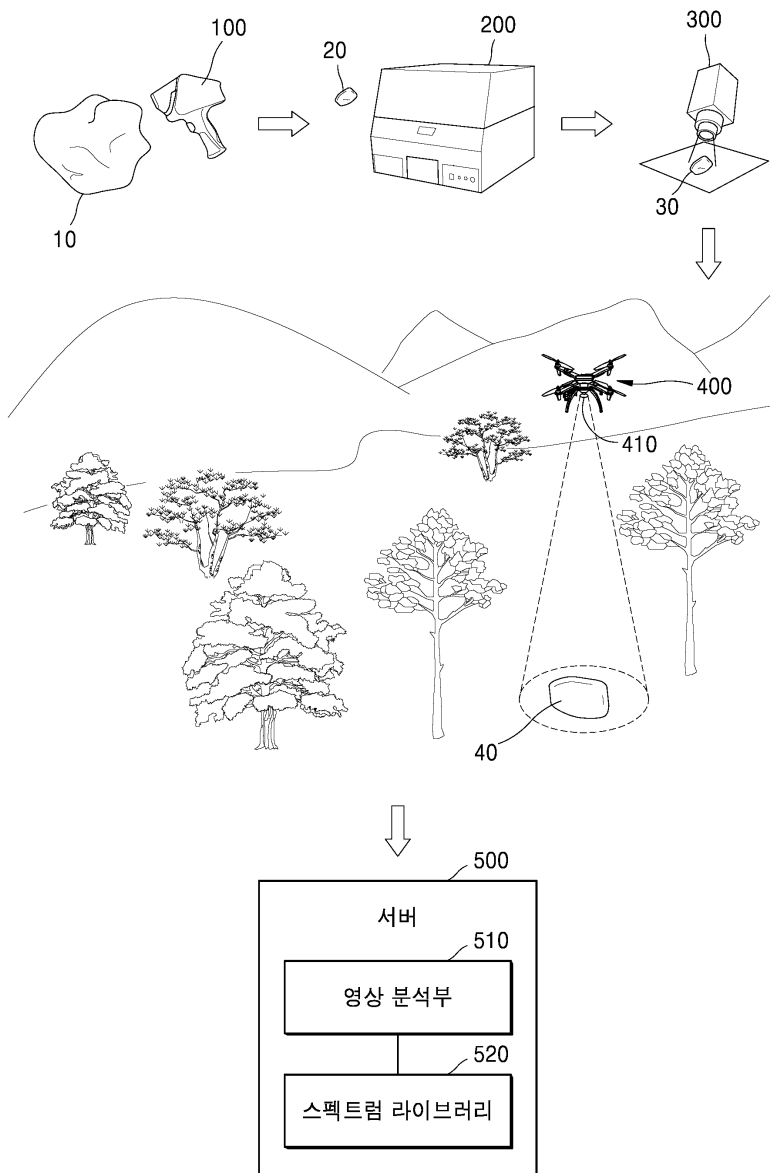
530: 3D 매핑 모듈

도면

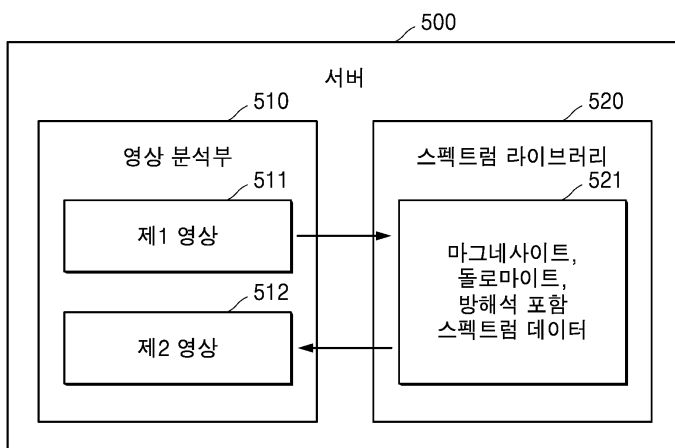
도면1



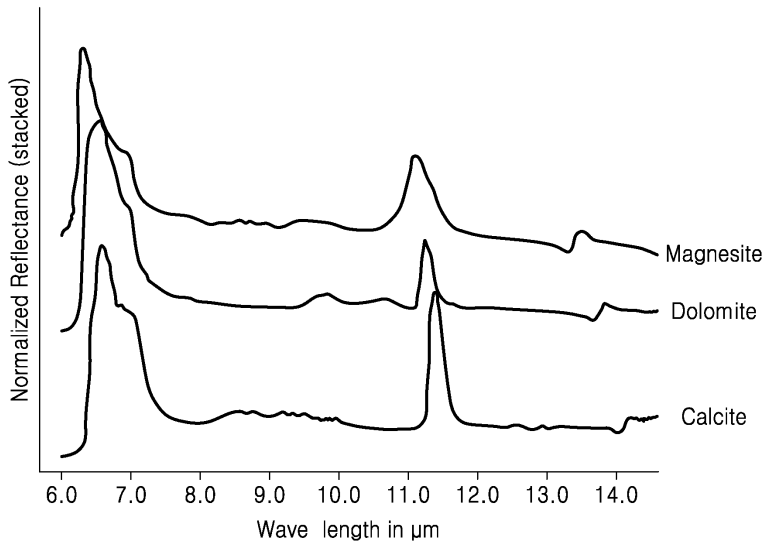
도면2



도면3



도면4



도면5

