



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0090257
(43) 공개일자 2022년06월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G16Z 99/00 (2019.01) G01N 1/22 (2006.01)
G01N 21/3504 (2014.01) G01W 1/08 (2006.01)
G08B 21/10 (2014.01) G16C 10/00 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G16Z 99/00 (2019.02)
G01N 1/2273 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0181268
(22) 출원일자 2020년12월22일
심사청구일자 2020년12월22일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
이한림
부산광역시 남구 용소로 45, 612호(대연동, 부경대학교대연캠퍼스 환경해양관)
김대원
부산광역시 남구 용소로 45, 612B호(대연동, 부경대학교대연캠퍼스 환경해양관)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김정수

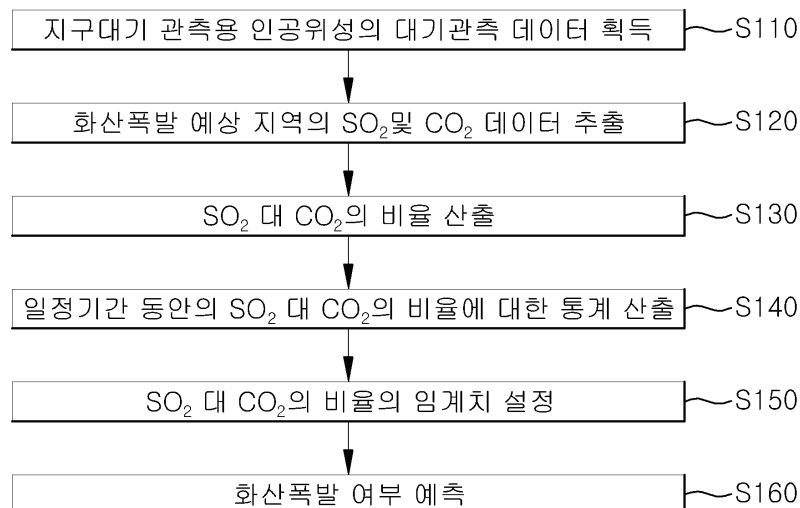
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 화산폭발 전조 감시 장치 및 방법

(57) 요약

화산폭발 전조 감시 장치 및 방법이 개시된다. 화산폭발 전조 감시 방법은, 지구대기 관측용 인공위성의 지구대기 관측 데이터를 획득하는 단계, 획득된 지구대기 관측 데이터로부터 미리 설정된 화산폭발 예상 지역의 이산화황(SO₂) 데이터 및 이산화탄소(CO₂) 데이터를 추출하는 단계, 추출된 이산화황 데이터 및 이산화탄소 데이터를 이용하여 화산폭발 예상 지역의 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율을 산출하는 단계, 미리 설정된 단기간 동안의 비율에 대한 통계를 산출하는 단계, 미리 설정된 장기간 동안 산출된 통계를 이용하여 비율에 대한 임계치를 설정하는 단계 및 설정된 임계치를 이용하여 화산폭발 예상 지역의 화산폭발 여부를 예측하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 21/3504 (2013.01)

G01W 1/08 (2013.01)

G08B 21/10 (2013.01)

G16C 10/00 (2019.02)

G01W 2201/00 (2013.01)

(72) 발명자

김세린

부산광역시 남구 용소로 45, 612B호(대연동, 부경
대학교대연캠퍼스 환경해양관)

박정현

부산광역시 남구 용소로 45, 612B호(대연동, 부경
대학교대연캠퍼스 환경해양관)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1365003163

과제번호 KMI2018-02610

부처명 기상청

과제관리(전문)기관명 한국기상산업기술원

연구사업명 기상·지진See-At 기술개발연구(R&D)

연구과제명 저궤도 초분광 위성 센서를 기반으로 한 이산화황 및 이산화탄소 농도비 산출을 통
한 화산폭발 전조감시 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 부경대학교 산학협력단

연구기간 2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

화산폭발 전조 감시 장치가 수행하는 화산폭발 전조 감시 방법에 있어서,
지구대기 관측용 인공위성의 지구대기 관측 데이터를 획득하는 단계;
상기 획득된 지구대기 관측 데이터로부터 미리 설정된 화산폭발 예상 지역의 이산화황(SO₂) 데이터 및 이산화탄소(CO₂) 데이터를 추출하는 단계;
상기 추출된 이산화황 데이터 및 이산화탄소 데이터를 이용하여 상기 화산폭발 예상 지역의 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율을 산출하는 단계;
미리 설정된 단기간 동안의 상기 비율에 대한 통계를 산출하는 단계;
미리 설정된 장기간 동안 산출된 통계를 이용하여 상기 비율에 대한 임계치를 설정하는 단계; 및
상기 설정된 임계치를 이용하여 상기 화산폭발 예상 지역의 화산폭발 여부를 예측하는 단계를 포함하는 화산폭발 전조 감시 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 화산폭발 예상 지역은 과거 분화 이력이 존재하는 화산이 위치하는 지역이고,
상기 이산화황 데이터 및 이산화탄소 데이터는 각각 상기 화산폭발 예상 지역의 이산화황 농도 및 이산화탄소 농도를 포함하는 것을 특징으로 하는 화산폭발 전조 감시 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 비율에 대한 임계치를 설정하는 단계는,
상기 장기간 동안 상기 비율에 대한 통계를 산출 및 업데이트하고, 상기 업데이트된 통계에서 상기 비율의 최대 값에 미리 설정된 마진(margin)을 더하여 임계치를 산출하는 것을 특징으로 하는 화산폭발 전조 감시 방법.

청구항 4

화산폭발 전조 감시 장치에 있어서,
명령어를 저장하는 메모리; 및
상기 명령어를 실행하는 프로세서를 포함하되,
상기 명령어는,
지구대기 관측용 인공위성의 지구대기 관측 데이터를 획득하는 단계;
상기 획득된 지구대기 관측 데이터로부터 미리 설정된 화산폭발 예상 지역의 이산화황(SO₂) 데이터 및 이산화탄소(CO₂) 데이터를 추출하는 단계;

상기 추출된 이산화황 데이터 및 이산화탄소 데이터를 이용하여 상기 화산폭발 예상 지역의 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율을 산출하는 단계;

미리 설정된 단기간 동안의 상기 비율에 대한 통계를 산출하는 단계;

미리 설정된 장기간 동안 산출된 통계를 이용하여 상기 비율에 대한 임계치를 설정하는 단계; 및

상기 설정된 임계치를 이용하여 상기 화산폭발 예상 지역의 화산폭발 여부를 예측하는 단계를 포함하는 화산폭발 전조 감시 방법을 수행하는 것을 특징으로 하는 화산폭발 전조 감시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 화산폭발 전조 감시 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 우리나라는 화산재해에 대해 비교적 안전한 지역으로 인식되었으나, 최근 백두산 폭발에 대한 위험성을 제기하는 학자들 및 학계의 의견이 증가하고 있다. 우리나라의 화산지형은 신생대 제3기 말에서 제4기 초의 화산활동에 의해 형성된 것으로 보고 있으며, 백두산을 중심으로 만주까지 펼쳐진 개마고원과 추가령지구대의 용암대지 및 제주도, 울릉도, 추가령열곡 등의 지역이 있다.

[0003] 백두산의 화산폭발 관련 연구사례를 살펴보면, 독일의 세계적 화산학자인 한스 올리히 슈민케 박사팀은 북한 당국의 허가 아래 백두산의 지질을 조사해, 2000년 '화산학 회보'에 서기 969년 백두산이 대규모 폭발을 일으켜 960억의 분출물을 성층권인 25km 상공까지 뿜어 올려 함경도를 거쳐 1000km 이상 떨어진 동해와 일본 동북부 및 홋카이도까지 도달시켜 지구 기후에 상당한 영향을 끼쳤을 것이라 주장한 바 있다. 그리고, 귀정푸 중국 과학아카데미 연구원은 당시 불화수소 약 2억톤과 아황산가스 2천300만톤이 함께 나와 야생동물과 가축의 질식, 산성비, 나아가 성층권 오존층의 파괴도 일으킨 것으로 추정하였다. 이 외에도 치명적인 재해로서 화산쇄설류와 화쇄난류가 있는데, 백두산 화산쇄설류는 분화구로부터 반경 35km에 걸쳐 3~83m 두께로 쌓여 있는 것으로 측정되고 있다. 이러한 백두산은 900년대 대폭발이후 10여 차례 분화가 진행되어 왔고, 2002년부터 다시 활발하게 지각활동을 개시하여 매달 10~15차례 지진이 발생하는 것으로 관측되고 있으며, 지진과 측정결과 백두산 지하에는 거대한 마그마 방이 존재하여 고위험 활화산으로 분류되고 있다.

[0004] 중국 국가지진국은 1999년 천지온천 북쪽에 천지화산관측소를 설립해 화산 모니터링 및 관련 연구를 수행하고 있으며, 천년전과 같은 최악의 폭발 시 중국과 북한, 일본 북부 및 남한 일부지역 등 약 70만에 피해를 입힐 것으로 예상하고 있다. 또한, 일본 도호쿠대 다니구치 히로미쓰 명예교수는 2011년 3월 11일 동일본대지진의 영향으로 백두산이 20년 안에 분화할 확률이 99%에 달한다는 연구결과를 학회에 발표한 바 있으며, 우리나라도 최근 방재연구원을 중심으로 한 백두산 화산폭발 시뮬레이션 연구에서 폭발 8시간 후 화산재가 울릉도를 덮고 12시간 뒤에는 일본열도까지 진입하여 동북아 항공운항이 모두 마비되는 등 심각한 피해를 입히는 것으로 발표되었다.

[0005] 남한의 경우, 백두산으로부터 약 500~600km 떨어져 있기 때문에 근접재해의 영향에서는 벗어나 있지만, 질은 화산재에 따른 피해가 클 것으로 전망되고 있으며, 교통장애 및 항공장애, 농업과 축산업 피해, 제조업 피해, 수질오염 등의 환경피해 및 호흡기 등의 국민건강에서 심각한 영향을 끼칠 것으로 전망되고 있다.

[0006] 그리고, 현재 전 세계적으로도 화산폭발이 지속적으로 발생하고 있으며, 화산이 폭발하면, 인명, 재산, 산림에 막대한 피해가 발생한다.

[0007] 따라서, 화산폭발 피해를 최소화하기 위해서 화산폭발을 최대한 미리 예보할 수 있는 기술이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허공보 제10-1675778호(2016.11.08)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 인공위성의 대기관측 데이터를 이용하여 화산폭발 예상 지역의 화산폭발 전조를 감지하여 화산폭발 여부를 결정하는 화산폭발 전조 감시 장치 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일 측면에 따르면, 화산폭발 전조 감시 장치가 수행하는 화산폭발 전조 감시 방법이 개시된다.
- [0011] 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 방법은, 지구대기 관측용 인공위성의 지구대기 관측 데이터를 획득하는 단계, 상기 획득된 지구대기 관측 데이터로부터 미리 설정된 화산폭발 예상 지역의 이산화황(SO_2) 데이터 및 이산화탄소(CO_2) 데이터를 추출하는 단계, 상기 추출된 이산화황 데이터 및 이산화탄소 데이터를 이용하여 상기 화산폭발 예상 지역의 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율을 산출하는 단계, 미리 설정된 단기간 동안의 상기 비율에 대한 통계를 산출하는 단계, 미리 설정된 장기간 동안 산출된 통계를 이용하여 상기 비율에 대한 임계치를 설정하는 단계 및 상기 설정된 임계치를 이용하여 상기 화산폭발 예상 지역의 화산폭발 여부를 예측하는 단계를 포함한다.
- [0012] 상기 화산폭발 예상 지역은 과거 분화 이력이 존재하는 화산이 위치하는 지역이고, 상기 이산화황 데이터 및 이산화탄소 데이터는 각각 상기 화산폭발 예상 지역의 이산화황 농도 및 이산화탄소 농도를 포함한다.
- [0013] 상기 비율에 대한 임계치를 설정하는 단계는, 상기 장기간 동안 상기 비율에 대한 통계를 산출 및 업데이트하고, 상기 업데이트된 통계에서 상기 비율의 최대값에 미리 설정된 마진(margin)을 더하여 임계치를 산출한다.
- [0014] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 화산폭발 전조 감시 장치가 개시된다.
- [0015] 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 장치는, 명령어를 저장하는 메모리 및 상기 명령어를 실행하는 프로세서를 포함하되, 상기 명령어는, 지구대기 관측용 인공위성의 지구대기 관측 데이터를 획득하는 단계, 상기 획득된 지구대기 관측 데이터로부터 미리 설정된 화산폭발 예상 지역의 이산화황(SO_2) 데이터 및 이산화탄소(CO_2) 데이터를 추출하는 단계, 상기 추출된 이산화황 데이터 및 이산화탄소 데이터를 이용하여 상기 화산폭발 예상 지역의 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율을 산출하는 단계, 미리 설정된 단기간 동안의 상기 비율에 대한 통계를 산출하는 단계, 미리 설정된 장기간 동안 산출된 통계를 이용하여 상기 비율에 대한 임계치를 설정하는 단계 및 상기 설정된 임계치를 이용하여 상기 화산폭발 예상 지역의 화산폭발 여부를 예측하는 단계를 포함하는 화산폭발 전조 감시 방법을 수행한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 장치 및 방법은, 인공위성의 대기관측 데이터를 이용하여 화산폭발 예상 지역의 화산폭발 전조를 감지하여 화산폭발 여부를 결정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 장치가 수행하는 화산폭발 전조 감시 방법을 나타낸 흐름도.
- 도 2는 도 1의 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 방법을 설명하기 위한 도면.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 장치의 구성을 개략적으로 예시하여 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 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.

- [0019] 이하, 본 발명의 다양한 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상술하겠다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 장치가 수행하는 화산폭발 전조 감시 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 2는 도 1의 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 방법을 설명하기 위한 도면이다. 이하, 도 1을 중심으로, 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 방법에 대하여 설명하되, 도 2를 참조하기로 한다.
- [0021] S110 단계에서, 화산폭발 전조 감시 장치는, 지구대기 관측용 인공위성의 지구대기 관측 데이터를 획득한다.
- [0022] 예를 들어, 지구대기 관측 데이터는 이산화황(SO_2), 이산화탄소(CO_2) 등을 포함하는 각종 대기성분 및 각 대기성분의 농도를 포함할 수 있다. 화산폭발 전조 감시 장치는 인공위성 센터의 서버로부터 지구대기 관측 데이터를 일정 주기로 수신하거나, 저장매체에 저장된 지구대기 관측 데이터를 입력 받을 수도 있다.
- [0023] S120 단계에서, 화산폭발 전조 감시 장치는, 획득된 지구대기 관측 데이터로부터 미리 설정된 화산폭발 예상 지역의 이산화황(SO_2) 데이터 및 이산화탄소(CO_2) 데이터를 추출한다.
- [0024] 여기서, 화산폭발 예상 지역은 과거 분화 이력이 존재하는 화산이 위치하는 지역이 될 수 있다. 그리고, 추출되는 이산화황(SO_2) 데이터 및 이산화탄소(CO_2) 데이터는 각각 화산폭발 예상 지역의 이산화황 농도 및 이산화탄소 농도를 포함할 수 있다.
- [0025] 즉, 화산폭발 전조 감시 장치는 지구대기 관측 데이터와 화산폭발 예상 지역의 공간을 비교하여, 지구대기 관측 데이터에서 화산폭발 예상 지역에 해당하는 이산화황 데이터 및 이산화탄소 데이터를 추출할 수 있다.
- [0026] 예를 들어, 화산폭발 예상 지역의 이산화황 농도 및 이산화탄소 농도는 화산의 분화구를 중심으로 수 km 내의 값이나, 바람을 고려하는 경우, 화산의 분화구를 중심으로 수십 km 내의 값으로 추출될 수 있다.
- [0027] S130 단계에서, 화산폭발 전조 감시 장치는, 추출된 이산화황 데이터 및 이산화탄소 데이터를 이용하여 화산폭발 예상 지역의 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율을 산출한다.
- [0028] S140 단계에서, 화산폭발 전조 감시 장치는, 미리 설정된 단기간 동안의 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율에 대한 통계를 산출한다.
- [0029] 예를 들어, 화산폭발 전조 감시 장치는 수십일 또는 수개월 이상의 기간 동안에, 화산폭발 예상 지역의 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율을 산출하고, 산출된 비율들의 평균, 최대, 최소, 표준편차 등의 통계값을 산출할 수 있다.
- [0030] S150 단계에서, 화산폭발 전조 감시 장치는, 미리 설정된 장기간 동안 산출된 통계를 이용하여 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율에 대한 임계치를 설정한다.
- [0031] 예를 들어, 화산폭발 전조 감시 장치는 장기간 동안 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율에 대한 통계를 산출 및 업데이트하고, 업데이트된 통계에서 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율의 최대값에 미리 설정된 마진(margin)을 더하여 임계치를 산출할 수 있다.
- [0032] S160 단계에서, 화산폭발 전조 감시 장치는, 설정된 임계치를 이용하여 화산폭발 예상 지역의 화산폭발 여부를 예측한다.
- [0033] 예를 들어, 도 2는 킬라우에아 화산의 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율의 월별 변화를 나타낸다. 도 2에 도시된 바와 같이, 킬라우에아 화산은 2018년 5월에 분화가 일어났으며, 분화가 일어나기 전에, 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율이 증가하는 추세를 보이고 있다. 즉, 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율이 임계치를 초과하는 시점부터 수일 내 또는 수개월 내에 화산폭발이 발생할 수 있다.
- [0034] 예를 들어, 화산폭발 예상 지역의 화산폭발 여부를 예측하기 위한 임계치는, 도 2에 도시된 바와 같은 장기간에 걸친 이산화황 농도 대 이산화탄소 농도의 비율값들을 이용하여, 화산폭발 전에서 화산폭발 시점까지 비율값들의 변화를 고려하여 결정될 수 있다.
- [0035] 이와 같은 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 방법은, 백두산 및 아시아지역의 화산 폭발에 대한 전조 현상을 감지할 수 있고, 화산폭발 후 폭발적으로 증가하는 이산화황 농도 및 이산화탄소 농도에 대한 지속적인 감시를 통하여 대기질 예보에 활용될 수 있고, 화산 폭발 정보 및 피해사항을 맵으로 표출하여 일반 사용자들의 적극적인 활용이 가능하고, 이산화황 농도 및 이산화탄소의 농도를 이용한 배출량 산정을 통해 2차 피해 예방에 기여할 수 있고, 화산폭발 후 화산가스로 인해 발생하는 2차적 피해 예방을 위한 환경 정책 수립에 활용

될 수 있고, 항공기 운항 안전에 정보를 제공할 수 있는 통합 알고리즘 및 소프트웨어 개발에 활용될 수 있다.

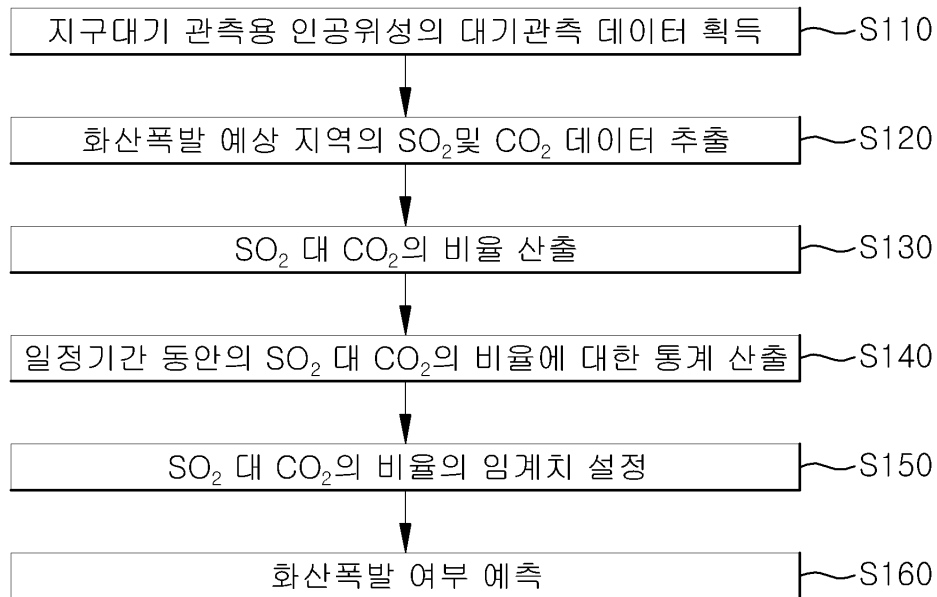
- [0036] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 장치의 구성을 개략적으로 예시하여 나타낸 도면이다.
- [0037] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 장치는 프로세서(10), 메모리(20), 통신부(30) 및 인터페이스부(40)를 포함한다.
- [0038] 프로세서(10)는 메모리(20)에 저장된 처리 명령어를 실행시키는 CPU 또는 반도체 소자일 수 있다.
- [0039] 메모리(20)는 다양한 유형의 휘발성 또는 비휘발성 기억 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리(20)는 ROM, RAM 등을 포함할 수 있다.
- [0040] 예를 들어, 메모리(20)는 본 발명의 실시예에 따른 화산폭발 전조 감시 방법을 수행하는 명령어들을 저장할 수 있다.
- [0041] 통신부(30)는 통신망을 통해 다른 장치들과 데이터를 송수신하기 위한 수단이다.
- [0042] 인터페이스부(40)는 네트워크에 접속하기 위한 네트워크 인터페이스 및 사용자 인터페이스를 포함할 수 있다.
- [0043] 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.
- [0044] 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.
- [0045] 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

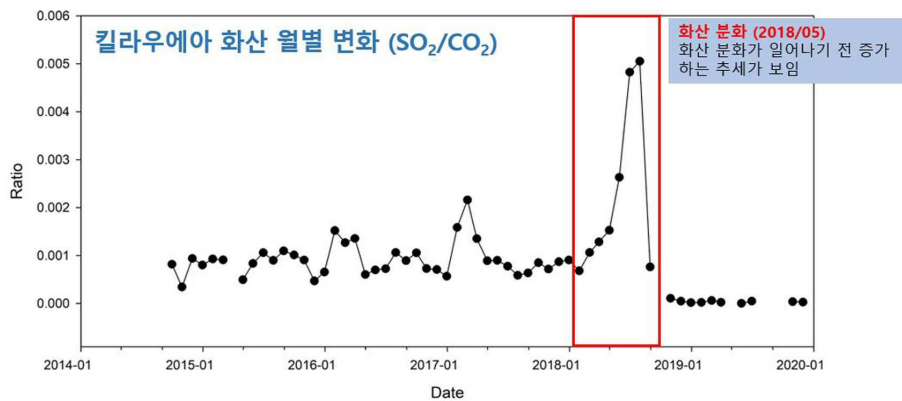
- [0046] 10: 프로세서
20: 메모리
30: 통신부
40: 인터페이스부

도면

도면1



도면2



도면3

