



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월16일
(11) 등록번호 10-1818841
(24) 등록일자 2018년01월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 30/70 (2006.01) G01N 30/02 (2006.01)
G01N 30/30 (2006.01) G01N 30/32 (2006.01)
G01N 30/88 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 30/70 (2013.01)
G01N 2030/0095 (2013.01)

(73) 특허권자
포항공과대학교 산학협력단
경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)
(72) 발명자
이기택
경상북도 포항시 남구 지곡로 155, 8동 602호 (지곡동, 교수아파트)
김미옥
경상북도 포항시 남구 효성로93번길 30-9, 301호 (효자동)
(74) 대리인
특허법인 무한

(21) 출원번호 10-2016-0028394
(22) 출원일자 2016년03월09일
심사청구일자 2016년03월09일
(65) 공개번호 10-2017-0105316
(43) 공개일자 2017년09월19일
(56) 선행기술조사문헌
W094/22009A2*

(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 10 항

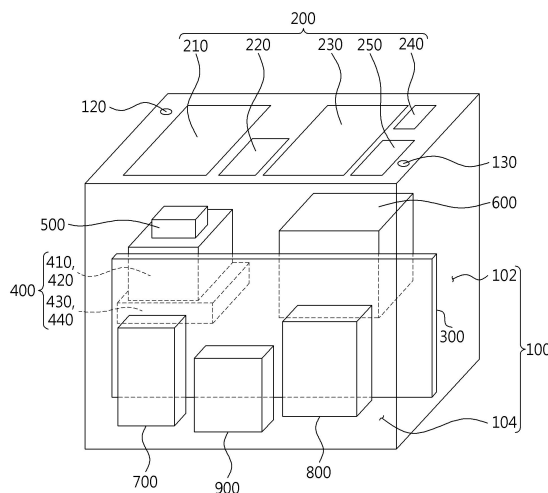
심사관 : 김도현

(54) 발명의 명칭 휴대용 육불화황 분석 시스템

(57) 요약

일 실시예에 따른 가스 분석 시스템은, 내부 공간이 구비된 케이스; 상기 케이스 내에 배치되어, 시료 가스로 마련된 제1 가스로부터 검출 대상 가스를 분리시키는 가스 분리부; 및 상기 가스 분리부에서 분리된 검출 대상 가스를 검출하는 가스 검출부;를 포함하고, 상기 케이스에는 복수 개의 가스 주입구가 구비되고, 상기 복수 개의 가스 주입구는, 상기 제1 가스가 주입되는 제1 가스 주입구; 및 상기 가스 분리부에서 상기 제1 가스를 운반하고 상기 가스 검출부에서 상기 검출 대상 가스를 검출하는 제2 가스가 주입되는 제2 가스 주입구;를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 2030/025 (2013.01)
 G01N 2030/3084 (2013.01)
 G01N 2030/324 (2013.01)
 G01N 2030/328 (2013.01)
 G01N 2030/8859 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2000097924A*
 KR1020040101263A*
 W01994022009 A2*
 JP2000097924 A*
 KR1020040101263 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2014000540010
부처명	환경부
연구관리전문기관	한국환경산업기술원
연구사업명	토양지하수오염방지기술개발
연구과제명	지하수 오염원 추적을 위한 현장 이동형 통합 측정 시스템 개발
기여율	1/1
주관기관	포항공과대학교 산학협력단
연구기간	2014.04.01 ~ 2017.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

내부 공간이 구비된 외장 케이스;

상기 외장 케이스의 내부 공간으로부터 분리 가능하고, 내부 공간이 구비된 내장 케이스;

상기 내장 케이스 내에 배치되어, 시료 가스로부터 검출 대상 가스를 분리시키는 가스 분리부; 및

상기 내장 케이스 내에서 상기 가스 분리부의 상면에 장착되어, 상기 가스 분리부에서 분리된 상기 검출 대상 가스를 검출하는 가스 검출부;

를 포함하고,

상기 내장 케이스의 상면에는 복수 개의 가스 주입구가 구비되고,

상기 복수 개의 가스 주입구는,

상기 시료 가스가 주입되는 제1 가스 주입구; 및

상기 가스 분리부에서 상기 시료 가스를 운반하고 상기 가스 검출부에서 상기 검출 대상 가스를 검출하는 비활성 가스가 주입되는 제2 가스 주입구;

를 포함하며,

상기 내장 케이스의 일 측에 탈부착 가능하게 마련된 제어 패널을 더 포함하고,

상기 제어 패널은,

상기 제1 가스 주입구에 인접하게 배치되어, 상기 가스 검출부에서 발생된 검출 신호를 차폐시키는 검출 신호 차폐기;

를 포함하고,

상기 검출 신호 차폐기는,

상기 내장 케이스와 동일한 재질로 마련되어 상기 가스 검출부 상에 배치된 차폐 막; 및

상기 차폐 막의 상부에 상기 제어 패널의 상면으로부터 돌출되게 형성되어 상기 가스 검출부 상부에 빈 공간을 확보하게 하는 차폐 캡;

을 포함하며,

상기 가스 검출부가 상기 차폐 막 및 상기 차폐 캡에 의해 이중으로 차폐되어 상기 가스 검출부에서 발생된 검출 신호가 안정적으로 도출되며,

상기 시료 가스는 육불화황(SF₆)을 포함하는 혼합 가스이고, 상기 검출 대상 가스는 SF₆이며,

상기 가스 분리부는, 내부 온도가 조절 또는 유지되는 오븐 및 상기 오븐 내에 배치되고, 상기 SF₆을 포함하는 혼합 가스로부터 SF₆을 쉽게 분리해내는 분자크기 시브로 충전되어 상기 SF₆을 포함하는 혼합 가스로부터 SF₆을 분리시키는 분리관을 포함하고, 상기 가스 검출부는 전자포획검출기로 마련되고,

상기 외장 케이스에는 상기 외장 케이스 내에 배치된 상기 가스 분리부 및 상기 가스 검출부를 이동시키는 이동 부재가 장착되어, 상기 가스 분리부 및 상기 가스 검출부가 상기 SF₆을 포함하는 혼합 가스가 채워지는 현장으로 이동된 후에 상기 제1 가스 주입구에 상기 SF₆을 포함하는 혼합 가스를 주입하여, 상기 SF₆을 포함하는 혼합 가스로부터 상기 SF₆을 분리 및 검출할 수 있는 휴대용 육불화황 분석 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 내장 케이스의 일 측에 탈부착 가능하게 마련된 제어 패널을 더 포함하고,

상기 제어 패널에 의해 상기 가스 분리부 또는 상기 가스 검출부의 작동이 제어되며, 상기 제1 가스 주입구 및 상기 제2 가스 주입구 사이에 상기 제어 패널이 배치되는 휴대용 육불화황 분석 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 내장 케이스 내에는 상기 가스 검출부에서 발생된 검출 신호를 처리하는 신호 처리 기관이 배치되고,

상기 신호 처리 기관은 상기 제어 패널에 대하여 수직하는 방향으로 배치되어, 상기 내장 케이스의 내부 공간을 제1 구획 및 제2 구획으로 분할하는 휴대용 육불화황 분석 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 구획에는 상기 가스 분리부 및 상기 가스 검출부가 배치되고,

상기 제1 가스 주입구는 상기 제1 구획 상에 배치되고, 상기 제2 가스 주입구는 상기 제2 구획 상에 배치되는 휴대용 육불화황 분석 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 가스 분리부는,

상기 오븐의 일 측에 배치되어 상기 시료 가스 또는 상기 비활성 가스의 이동을 조절하는 가스 밸브;

를 더 포함하고,

상기 가스 밸브에는 상기 제1 가스 주입구에 주입된 시료 가스가 채워지는 시료관이 구비되고, 상기 가스 밸브의 조절에 의해 상기 시료 가스가 상기 시료관에 유지되는 휴대용 육불화황 분석 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 가스 분리부는,

상기 가스 밸브에 인접하게 배치되어, 상기 제2 가스 주입구에 주입된 비활성 가스의 순도를 높이는 가스 필터;

를 더 포함하고,

상기 제2 가스 주입구에 주입된 비활성 가스의 일부는 상기 가스 필터를 거쳐 상기 가스 밸브에 공급되고, 상기 제2 가스 주입구에 주입된 비활성 가스의 나머지 일부는 상기 가스 필터를 거쳐 상기 가스 검출부에 공급되는 휴대용 육불화황 분석 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서,
 상기 제어 패널은,
 상기 검출 신호 차폐기로부터 이격 배치되어, 상기 가스 밸브의 작동을 표시 또는 제어하는 밸브 제어기;
 상기 밸브 제어기로부터 이격 배치되어, 상기 가스 분리부 또는 상기 가스 검출부의 작동 상태를 표시 또는 제어하는 메인 제어기;
 상기 메인 제어기로부터 이격 배치되어, 전원 공급을 제어하는 전원 스위치;
 상기 제2 가스 주입구에 인접하게 배치되어, 상기 제2 가스 주입구에 주입되는 비활성 가스의 압력을 조절하는 가스 압력 조절기; 및
 상기 제2 가스 주입구에 주입된 비활성 가스가 상기 가스 분리부 및 상기 가스 검출부로 분리되어 흐르는 유량을 조절하는 가스 유량 조절기;
 를 더 포함하는 휴대용 육불화황 분석 시스템.

청구항 8

제3항에 있어서,
 상기 제1 구획에는 상기 가스 분리부 또는 상기 가스 검출부로부터 이격되게 전원 안정화 장치가 배치되고, 상기 전원 안정화 장치는 전원 변동에 따른 신호 변동을 최소화하고 상기 신호 처리 기판을 보호하는 휴대용 육불화황 분석 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,
 상기 제2 구획에는,
 상기 가스 검출부에서 발생된 검출 신호를 증폭시키는 신호 증폭기;
 상기 제2 가스 주입구에 주입된 비활성 가스의 총 유량이 측정되는 가스 유량 센서; 및
 상기 신호 증폭기 및 상기 가스 유량 센서 사이에 배치된 추가적인 전원 안정화 장치;
 가 배치되는 휴대용 육불화황 분석 시스템.

청구항 10

제3항에 있어서,
 상기 제2 가스 주입구에는 상기 비활성 가스가 충전된 비활성 가스 용기가 연결되고, 상기 비활성 가스 용기는 상기 제2 가스 주입구에 대하여 탈부착 가능한 휴대용 육불화황 분석 시스템.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가스 분석 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 케이스 내에 가스 분리부 및 가스 검출부가 배치되어 이동성이 용이하고 소형화된 가스 분석 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 적절한 정지상과 이동상을 사용하여 시료들이 섞여 있는 혼합물을 이동속도 차이를 이용하여 분리하는 방법을 크로마토그래피라 하며, 가스 크로마토그래피는 이동상으로서 가스를 사용하는 크로마토그래피를 말하며, 이것의 분석 장치를 가스 크로마토그래프(Gas Chromatograph)라고 부른다.

[0003] 가스 크로마토그래피는 열 안정성이 좋고 휘발성인 유기·무기화합물을 분리하는 기술로써, 기체분석으로는 분리하기 곤란한 혼합물의 분석에도 적용할 수 있는 등 많은 장점이 있다. 그래서 1940년에 시작된 이래 특히 1955년경부터 현재에 이르기까지 크게 발전하였다. 이것은 단순한 분석 외에 응용범위가 넓기 때문에 자연과학·공학·농학·의학·약학 등 여러 분야에 걸쳐 널리 사용한다.

[0004] 가스 크로마토그래프를 이용한 분석원리는 정지상으로 흡착성이 있는 고체의 분말 미립자를 사용한 컬럼(column)이라고 부르는 나선모양의 관에 분석하고자 하는 시료를 흡착시킨 다음, 질소, 헬륨 등의 캐리어(carrier) 기체를 통과시켜서 시료를 분리한다. 컬럼의 다른 끝에서 시료의 성분기체가 흡착성이 작은 성분부터 차례로 분리되어 나오면 검출기로 분석한다.

[0005] 한편, 전자포획 검출기는 환경, 식품 등의 특히 농약성분 분석 시 염소(Cl)나 불소(F), 브롬(Br)과 같은 할로젠족 화합물을 함유한 물질에 대해 선택적으로 높은 감도를 나타내는 선택적 검출기이다. 그 검출원리는 방사선 동위원소 ⁶³Ni에서 생성된 β 입자와 이동상 기체(carrier gas) 사이에서 발생한 전자는 시료성분과의 반응으로 감소되며, 이 감소된 양을 측정하여 시료를 검출한다.

[0006] 다시 말해, 운반 기체(carrier gas)인 질소가 검출기를 통과할 때 ⁶³Ni의 동위원소의 붕괴에 의하여 생성된 입자와 충돌하여 이온화되면 느린 전자(secondary electron)가 생긴다. 이 때 생긴 느린 전자는 셀 전압이라고 부르는 고압 전압으로 조정된 양극으로 이동하여 증폭된 전류가 된다. 만일 운반 기체인 질소 중에 전자를 잘 포착하는 용질이 지나가면 전류는 감소된다. 이와 같은 전류의 감소량은 시료 용질의 전자 친화력의 척도가 되며, 용질의 양과 관계되므로 정량적 검출이 가능하다.

[0007] 진술된 가스 크로마토그래프 및 전자포획 검출기는 예를 들어 환경 추적자인 SF₆ 가스의 검출을 위해 활용될 수 있으며, 2006년 9월 28일에 출원된 KR 10-2006-0094551에는 '가스 크로마토그래프 자동 제어 장치와 데이터 통합 분석프로그램 및 데이터 통합 분석 방법'이 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 일 실시예에 따른 목적은 케이스 내에 검출 대상 가스를 분리 및 검출하기 위한 장비가 선택적으로 배치되고, 오븐의 부피를 최소화함으로써 소형화되어 휴대가 용이한 가스 분석 시스템을 제공하는 것이다.

[0009] 일 실시예에 따른 목적은 이동성이 향상되어 현장으로의 이동이 용이하고, 기존의 휴대용 가스 분석 장비에 비해 분석능 또는 정확성이 향상된 가스 분석 시스템을 제공하는 것이다.

[0010] 일 실시예에 따른 목적은 케이스의 일 측에 제어 패널이 구비되어 조작이 용이하고, 수동 또는 자동으로 작동 가능하고, 케이스에 제어 패널이 탈부착 가능하여 제어 패널의 탈착 후에 케이스 내부 작업이 용이한 가스 분석

시스템을 제공하는 것이다.

- [0011] 일 실시예에 따른 목적은 시료 가스 또는 비활성 가스의 유량 제어 또는 오븐 및 가스 검출부 내부 온도 제어에 의해 분리관에서 시료 가스로부터 검출 대상 가스가 일정 속도로 분리될 수 있는 가스 분석 시스템을 제공하는 것이다.
- [0012] 일 실시예에 따른 목적은 검출 신호 차폐기에 의해 가스 검출부로부터 발생된 신호가 이중적으로 차폐되어, 안정적인 가스 검출 신호를 도출할 수 있고, 비활성 가스의 일부가 퍼지 가스로 작용하여 가스 검출부의 오염을 최소화함으로써 정확성이 향상된 가스 검출 신호를 도출할 수 있는 가스 분석 시스템을 제공하는 것이다.
- [0013] 일 실시예에 따른 목적은 산업용으로 다양하게 활용되는 가스를 검출함으로써 산업 현장에서 설비로부터의 가스 누설 여부를 확인할 수 있고, 환경 추적자로서 활용되는 검출 대상 가스의 검출을 통하여 오염물질의 이동 경로 또는 과정을 파악할 수 있는 가스 분석 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템은, 내부 공간이 구비된 케이스; 상기 케이스 내에 배치되어, 시료 가스로부터 검출 대상 가스를 분리시키는 가스 분리부; 및 상기 가스 분리부에서 분리된 상기 검출 대상 가스를 검출하는 가스 검출부;를 포함하고, 상기 케이스에는 복수 개의 가스 주입구가 구비되고, 상기 복수 개의 가스 주입구는, 상기 시료 가스가 주입되는 제1 가스 주입구; 및 상기 가스 분리부에서 상기 시료 가스를 운반하고 상기 가스 검출부에서 상기 검출 대상 가스를 검출하는 비활성 가스가 주입되는 제2 가스 주입구;를 포함할 수 있다.
- [0015] 일 측에 의하면, 상기 케이스의 일 측에 탈부착 가능하게 마련된 제어 패널을 더 포함하고, 상기 제어 패널에 의해 상기 가스 분리부 또는 상기 가스 검출부의 작동이 제어되며, 상기 제1 가스 주입구 및 상기 제2 가스 주입구 사이에 상기 제어 패널이 배치될 수 있다.
- [0016] 일 측에 의하면, 상기 케이스 내에는 상기 가스 검출부에서 발생된 검출 신호를 처리하는 신호 처리 기판이 배치되고, 상기 신호 처리 기판은 상기 제어 패널에 대하여 수직하는 방향으로 배치되어, 상기 케이스의 내부 공간을 제1 구획 및 제2 구획으로 분할할 수 있다.
- [0017] 일 측에 의하면, 상기 제1 구획에는 상기 가스 분리부 및 상기 가스 검출부가 배치되고, 상기 제1 가스 주입구는 상기 제1 구획 상에 배치되고, 상기 제2 가스 주입구는 상기 제2 구획 상에 배치될 수 있다.
- [0018] 일 측에 의하면, 상기 가스 분리부는, 내부 온도가 조절 또는 유지되는 오븐; 상기 오븐 내에 배치되어 상기 시료 가스로부터 상기 검출 대상 가스를 분리시키는 분리관; 및 상기 오븐의 일 측에 배치되어 상기 시료 가스 또는 상기 비활성 가스의 이동을 조절하는 가스 밸브;를 포함하고, 상기 가스 밸브에는 상기 제1 가스 주입구에 주입된 시료 가스가 채워지는 시료관이 구비되고, 상기 가스 밸브의 조절에 의해 상기 시료 가스가 상기 시료관에 유지될 수 있다.
- [0019] 일 측에 의하면, 상기 가스 분리부는, 상기 가스 밸브에 인접하게 배치되어, 상기 제2 가스 주입구에 주입된 비활성 가스의 순도를 높이는 가스 필터;를 더 포함하고, 상기 제2 가스 주입구에 주입된 비활성 가스의 일부는 상기 가스 필터를 거쳐 상기 가스 밸브에 공급되고, 상기 제2 가스 주입구에 주입된 비활성 가스의 나머지 일부는 상기 가스 필터를 거쳐 상기 가스 검출부에 공급될 수 있다.
- [0020] 일 측에 의하면, 상기 제어 패널은, 상기 제1 가스 주입구에 인접하게 배치되어, 상기 가스 검출부에서 발생된 검출 신호를 차폐시키는 검출 신호 차폐기; 상기 검출 신호 차폐기로부터 이격 배치되어, 상기 가스 밸브의 작동을 표시 또는 제어하는 밸브 제어기; 상기 밸브 제어기로부터 이격 배치되어, 상기 가스 분리부 또는 상기 가스 검출부의 작동 상태를 표시 또는 제어하는 메인 제어기; 상기 메인 제어기로부터 이격 배치되어, 전원 공급을 제어하는 전원 스위치; 상기 제2 가스 주입구에 인접하게 배치되어, 상기 제2 가스 주입구에 주입되는 비활성 가스의 압력을 조절 또는 표시하는 가스 압력 조절기; 및 상기 제2 가스 주입구에 주입된 비활성 가스가 상기 가스 분리부 및 상기 가스 검출부로 분리되어 흐르는 유량을 조절하는 가스 유량 조절기;를 포함할 수 있다.
- [0021] 일 측에 의하면, 상기 제1 구획에는 상기 가스 분리부 또는 상기 가스 검출부로부터 이격되게 전원 안정화 장치가 배치되고, 상기 전원 안정화 장치는 전원 변동에 따른 신호 변동을 최소화하고 상기 신호 처리 기판을 보호할 수 있다.
- [0022] 일 측에 의하면, 상기 제2 구획에는, 상기 가스 검출부에서 발생된 검출 신호를 증폭시키는 신호 증폭기; 상기

제2 가스 주입구에 주입된 비활성 가스의 총 유량이 측정되는 가스 유량 센서; 및 상기 신호 증폭기 및 상기 가스 유량 센서 사이에 배치된 추가적인 전원 안정화 장치;가 배치될 수 있다.

- [0023] 일 측에 의하면, 상기 제2 가스 주입구에는 상기 비활성 가스가 충전된 비활성 가스 용기가 연결되고, 상기 비활성 가스 용기는 상기 제2 가스 주입구에 대하여 탈부착될 수 있다.
- [0024] 일 측에 의하면, 상기 케이스에는 상기 케이스의 이동을 위한 이동 부재가 장착되고, 상기 이동 부재에 의해 상기 케이스 내에 배치된 상기 가스 분리부 및 상기 가스 검출부의 이동이 가능하다.
- [0025] 상기 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템은, 내부 공간이 구비된 케이스; 상기 케이스 내에 배치되어 검출 대상 가스를 검출하는 가스 검출부; 및 상기 가스 검출부에서 발생된 검출 신호가 처리되는 신호 처리 기판;을 포함하고, 상기 신호 처리 기판에 의해 상기 케이스의 내부 공간이 제1 구획 및 제2 구획으로 분할되고, 상기 제1 구획에는 상기 가스 검출부가 배치될 수 있다.
- [0026] 일 측에 의하면, 상기 제1 구획에서 상기 가스 검출부에 연결되어 시료 가스로부터 상기 검출 대상 가스를 분리시키는 가스 분리부를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 일 측에 의하면, 상기 케이스의 일 측에 탈부착 가능하게 마련된 제어 패널을 더 포함하고, 상기 제어 패널에 의해 상기 가스 분리부 또는 상기 가스 검출부의 작동이 제어될 수 있다.
- [0028] 일 측에 의하면, 상기 제2 구획에는 상기 가스 검출부에서 발생된 검출 신호를 증폭시키는 신호 증폭기, 또는 상기 가스 분리부 및 상기 가스 검출부에 공급되는 비활성 가스의 유량이 측정되는 가스 유량 센서가 배치될 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템에 의하면, 케이스 내에 검출 대상 가스를 분리 및 검출하기 위한 장비가 선택적으로 배치되고, 오븐의 부피를 최소화함으로써 소형화되어 휴대가 용이할 수 있다.
- [0030] 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템에 의하면, 이동성이 향상되어 현장으로의 이동이 용이하고, 기존의 휴대용 가스 분석 장비에 비해 분석능 또는 정확성이 향상될 수 있다.
- [0031] 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템에 의하면, 케이스의 일 측에 제어 패널이 구비되어 조작이 용이하고, 수동 또는 자동으로 작동 가능하고, 케이스에 제어 패널이 탈부착 가능하여 제어 패널의 탈착 후에 케이스 내부 작업이 용이할 수 있다.
- [0032] 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템에 의하면, 시료 가스 또는 비활성 가스의 유량 제어 또는 오븐 및 가스 검출부 내부 온도 제어에 의해 분리관에서 시료 가스로부터 검출 대상 가스가 일정 속도로 분리될 수 있다.
- [0033] 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템에 의하면, 검출 신호 차폐기에 의해 가스 검출부로부터 발생된 신호가 이중적으로 차폐되어, 안정적인 가스 검출 신호를 도출할 수 있고, 비활성 가스의 일부가 퍼지 가스로 작용하여 가스 검출부의 오염을 최소화함으로써 정확성이 향상된 가스 검출 신호를 도출할 수 있다.
- [0034] 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템에 의하면, 산업용으로 다양하게 활용되는 가스를 검출함으로써 산업 현장에서 설비로부터의 가스 누설 여부를 확인할 수 있고, 환경 추적자로서 활용되는 검출 대상 가스의 검출을 통하여 오염물질의 이동 경로 또는 과정을 파악할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템의 모식도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템에서 가스가 분리 및 검출되는 과정을 도시한다.
- 도 3은 케이스를 도시한다.
- 도 4는 케이스에 제어 패널이 장착된 모습을 도시한다.
- 도 5는 케이스 내부 공간의 구성을 도시한다.
- 도 6은 가스 밸브를 도시한다.
- 도 7은 검출 대상 가스의 분석 결과를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 이하, 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 실시예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0037] 또한, 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0038] 도 1은 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템의 모식도이고, 도 2는 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템에서 가스가 분리 및 검출되는 과정을 도시하고, 도 3은 케이스를 도시하고, 도 4는 케이스에 제어 패널이 장착된 모습을 도시하고, 도 5는 케이스 내부 공간의 구성을 도시하고, 도 6은 가스 밸브를 도시하고, 도 7은 검출 대상 가스의 분석 결과를 도시한다.
- [0039] 도 1 및 2를 참조하여, 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템(10)은 케이스(100), 제어 패널(200), 신호 처리 기관(300), 가스 분리부(400) 및 가스 검출부(500)를 포함할 수 있다.
- [0040] 상기 케이스(100)는 검출 대상 가스를 분리 및 검출하기 위한 장비가 배치되도록 내부 공간이 구비될 수 있다.
- [0041] 특히 도 3을 참조하여, 케이스(100)에는 뚜껑(110)이 구비되어 개폐 가능하게 마련될 수 있다. 이와 같이 케이스(100)에 뚜껑(110)이 구비된 경우, 뚜껑(110)이 폐쇄된 상태에서 케이스(100)를 이동시킬 수 있고, 뚜껑(110)이 개방된 상태에서 케이스(100) 내부 공간에 배치된 검출 대상 가스를 분리 및 검출하기 위한 장비를 작동시킬 수 있다.
- [0042] 예를 들어 케이스(100)는 가로 50cm X 세로 36cm X 높이 32cm 크기로 마련된 휴대용 케이스로 제작될 수 있다. 그리고 내부에는 목판으로 되고 외부에는 분체 도장 처리될 수 있으며, 모서리 부분은 경량 강화 알루미늄 재질로 마련될 수 있다. 또한 SS316 재질의 모서리 및 클립을 사용하고 시건 장치가 부착될 수 있다.
- [0043] 또한, 구체적으로 도시되지는 않았으나, 케이스(100)는 외장 케이스 및 외장 케이스로부터 분리 가능한 내장 케이스를 포함하여, 외장 케이스 내부에 내장 케이스가 배치되도록 마련될 수 있다. 이때, 내장 케이스는 가볍고 내식성 있는 알루미늄 판재를 사용하여 외부 도장 처리한 것으로, 고정 나사를 이용하여 각 면의 분리가 가능하며 내부 조작 작업을 수행할 수 있는 조립식으로 될 수 있다. 이에 의해 강한 외부 충격으로부터 내부 구성 요소들의 안정성 보장을 확보할 수 있으며, 내장 케이스를 외부로 꺼내어 원하는 내부 작업을 더 용이하게 할 수 있다.
- [0044] 한편, 케이스(100)에는 이동 부재(미도시)가 장착될 수 있다.
- [0045] 상기 이동 부재는 예를 들어 휠로 마련될 수 있으며, 이동 부재에 의해 케이스(100) 또는 케이스(100) 내에 배치된 구성요소들을 용이하게 이동시킬 수 있다.
- [0046] 그러나 케이스(100)의 구조는 이에 국한되지 아니하며, 검출 대상 가스를 분리 및 검출하기 위한 장비가 배치되어 휴대 가능하다면 어느 것이든지 가능하다.
- [0047] 또한, 케이스(100)에는 복수 개의 가스 주입구가 구비될 수 있다.
- [0048] 상기 복수 개의 가스 주입구는 시료 가스가 주입되는 제1 가스 주입구(120) 및 가스 검출부(500)에서 검출 대상 가스를 검출하는 비활성 가스가 주입되는 제2 가스 주입구(130)를 포함할 수 있다.
- [0049] 예를 들어, 검출 대상 가스가 SF₆(육불화황)인 경우, 시료 가스는 SF₆을 포함하는 혼합 가스가 될 수 있다.
- [0050] 상기 SF₆(육불화황)는 인공적인 가스이고 인체에 무해하기 때문에 테니스 공 주입에서부터 마그네슘 생산에 이르기까지 많은 공정에서 사용될 수 있다.
- [0051] 특히, SF₆는 보통상태에서 비활성, 무취, 무독성 가스이고 500℃까지 분해되지 않고, 절연력은 공기보다 약 2.5 배이고 3기압 하에서는 절연유와 같은 절연력을 가져서, 초고압용 배전반이나 개폐기 등의 절연체로 사용될 수

있다.

- [0052] 따라서, SF₆가 사용되고 있는 산업 현장에서 SF₆의 가스 농도를 측정함으로써, 사용 설비로부터의 가스 누설을 확인할 수 있다.
- [0053] 또한, SF₆(육불화황)은 환경 추적자로서 해양에서 특정 수괴의 이동을 추적하는데 사용되어 왔으며, 그 외 강, 지하수, 매립지 침출수 등의 수괴나 대기의 여러 분야에서 추적자로 응용하는 시도가 되어 왔다. SF₆(육불화황)는 자연 중에 fM(femto(=10⁻¹⁵) Mole)로 극히 미량 존재하므로 특정 환경에 인위적 투입 시 검출이 용이하고, 반응성이 없기 때문에 대기와의 가스 교환되는 양 이외에는 손실이 없고, 주변 물질의 성상에 관계없이 적은 양을 사용하여 현장에서 실시간으로 장기간 추적 실험이 가능하다. 따라서 SF₆ 이용 추적기술은 자연에 노출된 여러 가지 오염물질이 어떤 과정과 경로를 통해서 매질을 이동하는지 파악하고자 할 때 결정적인 정보를 제공할 수 있다.
- [0054] 한편, 비활성 가스의 일부는 가스 분리부(400)에서는 시료 가스를 이동시키는 운반 가스(carrier gas)로 작용하고, 가스 분리부(400)를 통해 가스 검출부(500)에 전달되면 ⁶³Ni의 동위원소의 붕괴에 의하여 생성된 입자와 충돌하여 전자를 발생시킴으로써 시료 성분과의 반응으로 전자의 감소된 양을 정량적으로 검출할 수 있도록 하는 검출 가스로 작용한다.
- [0055] 또한, 비활성 가스의 나머지 일부는 가스 검출부(500)에 별도로 직접 유입되어 가스 검출부(500)의 전극(양극; anode)에 들러붙는 전자들을 불어내어 줌으로써, 가스 검출부(500)의 오염을 최소화하기 위한 퍼지 가스(anode purge gas)로 작용될 수 있다.
- [0056] 상기 비활성 가스는 할로젠 화합물 등의 검출 방해 불순물이 없고, 가스 검출부(500)에서 고감도 성능에 적합한 초고순도(99.9995% 이상)의 질소(N₂)로 마련될 수 있다. 다시 말해서, 일반적으로 가스 검출부(500)에서는 분리능을 위해 Ar/CH₄, He, N₂가 사용될 수 있으나, 가스 검출부(500) 내의 방사선 동위원소(⁶³Ni) 사이에서의 전자 발생을 위해서 초고순도 질소 가스를 적용하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0057] 한편, 비활성 가스가 충전된 비활성 가스 용기(미도시)가 제2 가스 주입구(130)에 예를 들어 가스관(미도시)을 사용하여 연결될 수 있다. 상기 비활성 가스 용기는 알루미늄 10L의 가스 봄베(bomb)로 마련될 수 있으며, 현장에서 가볍게 이동이 가능하며 가스 분석 시스템(10)에 탈부착 가능하며, 가스관으로 용이하게 연결하여 사용 가능하다.
- [0058] 또한, 도 4를 참조하여, 전술된 케이스(100)에는 제어 패널(200)이 장착될 수 있다.
- [0059] 예를 들어 제어 패널(200)은 케이스(100)의 상 측 또는 일 측에 장착되어 제어 패널(200)이 직접 외부에 노출될 수 있다. 또는, 케이스(100)에 뚜껑(110)이 구비된 경우, 뚜껑(110) 하부에 제어 패널(200)이 배치되어 뚜껑(110)을 개방함으로써 제어 패널(200)이 외부에 노출될 수 있다.
- [0060] 그러나 제어 패널(200)의 장착 위치는 분석자 또는 사용자에게 접근이 용이하여 조작이 용이한 위치라면 어느 곳이든지 가능하다.
- [0061] 또한, 제어 패널(200)은 케이스(100)에 탈부착 가능하게 마련되어, 경우에 따라서는 케이스(100)에서 제어 패널(200)을 탈착한 상태에서 케이스(100) 내부 작업을 수행할 수 있다.
- [0062] 한편, 제어 패널(200)이 알루미늄 패널로 마련됨으로써, 제어 패널(200)의 양측에 제1 가스 주입구(120) 및 제2 가스 주입구(130)가 구비될 수 있음은 당연하며, 제1 가스 주입구(120) 및 제2 가스 주입구(130)가 제어 패널(200)의 양측에 별도로 마련될 수 있음은 당연하다. 이와 같이 제어 패널(200)이 제1 가스 주입구(120) 및 제2 가스 주입구(130) 사이에 배치될 수 있다면 어느 것이든지 가능하다.
- [0063] 구체적으로, 제어 패널(200)은 검출 신호 차폐기(210), 밸브 제어기(220), 메인 제어기(230), 전원 스위치(240) 및 가스 압력 조절기(250)를 포함할 수 있다.
- [0064] 상기 검출 신호 차폐기(210)는 제어 패널(200)에서 일 측에서 제1 가스 주입구(120)에 인접하게 배치되어 가스 검출부(500)에서 발생된 검출 신호를 차폐시킬 수 있다. 이에 의해 가스 검출부(500)에서 발생된 검출 신호가 외부의 간섭을 받는 것이 방지되어, 검출 신호에 의한 가스 분석의 정확도를 향상시킬 수 있다.

- [0065] 구체적으로, 검출 신호 차폐기(210)는 차폐 막(미도시) 및 차폐 캡(212)을 포함할 수 있다.
- [0066] 상기 차폐 막은 케이스(100) 내에서 가스 검출부(500) 및 오븐(410) 상에 배치되며, 케이스(100) 또는 내장 케이스와 동일한 알루미늄 판재로 마련되어, 일차적으로 주변부로부터 검출 신호를 차폐시킬 수 있다.
- [0067] 상기 차폐 캡(212)은 차폐 막의 상부에 제어 패널(200)의 상면으로부터 튀어 나오게 배치되어, 가스 검출부(500) 상부에 공간을 확보하게 할 수 있다. 이에 의해 가스 검출부(500)가 주변의 전기 전자 모듈들에 의한 전기 신호에 의해 간섭을 받지 않을 수 있다.
- [0068] 이와 같이 검출 신호 차폐기(210)는 차폐 막(미도시) 및 차폐 캡(212)에 의해 이중적으로 주변으로부터 검출 신호를 차폐시킬 수 있어, 가스 검출부(500)로부터 보다 안정적인 검출 신호가 도출될 수 있다.
- [0069] 상기 밸브 제어기(220)는 검출 신호 차폐기(210)로부터 제어 패널(200)의 타 측을 향하여 이격 배치되어, 가스 밸브(430)의 작동을 표시 또는 제어할 수 있다. 이때, 가스 밸브(430)는 가스 분리부(400)에 주입되는 시료 가스의 이동을 제어할 수 있으며, 가스 밸브(430)의 작동은 이하에서 상술된다.
- [0070] 예를 들어, 밸브 제어기(220)는 자동으로 프로그램에서 제어될 수 있으며, 밸브 제어기(220)에서 가스 밸브(430)의 작동 상태 또는 위치가 표시될 수 있다. 이를 위해 밸브 제어기(220)에는 디스플레이가 구비될 수 있다.
- [0071] 또한, 임의적으로 가스 밸브(430)의 작동 제어가 필요한 경우, 밸브 제어기(220)에 의해 가스 밸브(430)의 위치 또는 상태가 수동으로 변경될 수 있다. 이를 위해 밸브 제어기(220)에는 스위치가 구비될 수 있다.
- [0072] 상기 메인 제어기(230)는 밸브 제어기(220)로부터 제어 패널(200)의 타 측을 향하여 이격 배치될 수 있다. 그리고 메인 제어기(230)는 디스플레이 패널로 마련되어 신호 처리 기관(300)의 전원부(미도시)를 제어하고 오븐(410)의 내부 온도 및 가스 검출부(500)의 내부 온도, 가스 검출부(500)에서 발생된 검출 신호, 또는 에러 코드(error code)를 표시하고, 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템(10)의 전반적인 작동 상태를 확인할 수 있다.
- [0073] 상기 전원 스위치(240)는 메인 제어기(230)로부터 이격 배치되어 제어 패널(200)의 타 측에 인접하게 배치되며, 퓨즈(fuse)를 포함한 스위치 형태로 마련될 수 있으며, 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템(10)의 작동을 위한 전원 공급을 제어할 수 있다. 예를 들어 현장에서 발전기와 같은 외부 전원공급소에 전원선을 연결하여 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템(10)의 전원을 켤 수 있다.
- [0074] 또한, 전원 스위치(240)는 전원 충격 보호 안정회로(미도시)를 포함하여, 외부 전원과 연결 및 차단을 쉽게 조작할 수 있다.
- [0075] 상기 가스 압력 조절기(250)는 메인 제어기(230) 또는 전원 스위치(240)로부터 이격 배치되어 제어 패널(200)의 타 측에서 제2 가스 주입구(130)에 인접하게 배치될 수 있다.
- [0076] 특히 가스 압력 조절기(250)는 제2 가스 주입구(130)에 주입되는 비활성 가스의 압력을 조절할 수 있다.
- [0077] 구체적으로, 가스 압력 조절기(250)는 비활성 가스 용기로부터 제2 가스 주입구(130)에 주입되는 비활성 가스의 압력에 따른 피드백 조절(back pressure regulator)이 가능하며, 비활성 가스 용기로부터 주입되면서 가스 압력 조절기(250)에서 설정되는 가스의 압력을 보여주는(표시하는) 압력 게이지(gas gauge; 252)를 포함할 수 있다.
- [0078] 또한, 가스 압력 조절기(250) 또는 압력 게이지(252)로부터 이격되어, 제2 가스 주입구(130)에 주입되는 비활성 가스가 가스 분리부(400) 및 가스 검출부(500)로 분리되어 흐르는 유량을 조절하는 가스 유량 조절기(254)가 배치될 수 있다.
- [0079] 예를 들어 비활성 가스 용기로부터 제2 가스 주입구(130)를 지나 가스 압력 조절기(250)에서 조절되어 주입되는 비활성 가스, 다시 말해서 운반 가스 또는 검출 가스의 압력이 60psi일 때, 상기 가스 유량 조절기(254)는 가스 검출부(500)에 직접 공급되는 비활성 가스, 다시 말해서 퍼지 가스의 유량이 약 8ml/min가 되도록 조절할 수 있다.
- [0080] 한편, 케이스(100) 내에는 신호 처리 기관(300)이 배치될 수 있다.
- [0081] 상기 신호 처리 기관(300)은 예를 들어 메인 보드로서, 가스 검출부(500)에서 발생된 검출 신호를 처리할 수 있으며, 외부와의 신호 전달, 온도 제어 피드백, 입력/출력 제어 등과 같이 신호 처리와 관련된 다양한 작업을 수행할 수 있다.

- [0082] 이때, 신호 처리 기관(300)은 예를 들어 직사각형의 플레이트 형상으로 마련될 수 있으며, 제어 패널(200)에 대하여 수직하는 방향으로 배치될 수 있다. 이에 의해 케이스(100)의 내부 공간이 제1 구획(102) 및 제2 구획(104)으로 분할될 수 있다. 예를 들어, 제1 구획(102)이 케이스(100)의 내부 공간에서 상부 공간 또는 좌측 공간이라면, 제2 구획(104)은 케이스(100)의 내부 공간에서 하부 공간 또는 우측 공간이 될 수 있다.
- [0083] 특히 도 5에 도시된 바와 같이, 케이스(100)에서 제1 구획(102)에는 가스 분리부(400), 가스 검출부(500) 및 전원 안정화 장치(600)가 배치될 수 있고, 케이스(100)에서 제2 구획(104)에는 신호 증폭기(700), 가스 유량 센서(800), 및 추가적인 전원 안정화 장치(900)가 배치될 수 있다.
- [0084] 이때, 제1 가스 주입구(120)는 제1 구획(102) 상에 배치되어, 제1 가스 주입구(120)에 주입된 시료 가스가 가스 분리부(400)에 공급되기 용이할 수 있다. 그리고, 제2 가스 주입구(130)는 제2 구획(104) 상에 배치되어, 제2 가스 주입구(130)에 주입된 비활성 가스가 가스 유량 센서(800)에서 유량이 확인된 후에, 가스 분리부(400) 또는 가스 검출부(500)에 공급될 수 있다.
- [0085] 이와 같이 케이스(100) 내부 공간은 신호 처리 기관(300)에 의해 분할되어, 검출 대상 가스를 분리 및 검출하기 위해 필요한 장비를 효과적으로 배치할 수 있으며, 각각의 구성요소에 접근이 용이하여 유지 보수가 용이하게 이루어질 수 있다.
- [0086] 이하에서는 케이스(100) 내부에 배치된 검출 대상 가스를 분리 및 검출하기 위한 장비에 대하여 개별적으로 상술된다.
- [0087] 특히 도 2를 다시 참조하여, 가스 분리부(400)는 오븐(410), 분리관(420), 가스 밸브(430), 가스 필터(440) 및 온도 조절기(450)를 포함할 수 있다.
- [0088] 이때, 가스 분리부(400)는 전술된 바와 같이 케이스(100)의 제1 구획(102)에서 일 측에 배치될 수 있고, 특히 오븐(410) 내에 분리관(420) 및 온도 조절기(450)가 배치되고, 가스 밸브(430) 및 가스 필터(440)는 오븐(410)의 하측에 배치 또는 장착될 수 있다.
- [0089] 상기 오븐(410)은 내부 온도가 조절 또는 유지될 수 있다.
- [0090] 예를 들어, 오븐(400)은 히터 및 PRT 센서와 같은 센서로 마련된 온도 조절기(450)를 이용하여 오븐(400)의 내부 온도를 400℃까지 상승시킬 수 있다.
- [0091] 이때, 온도 조절기(450)는 피드백 제어가 가능하여 오븐(410)에서 크로마토그램(chromatogram)의 머무름 시간(retention time)의 안정성을 보장할 수 있다.
- [0092] 또한, 오븐(400)의 외벽에는 예를 들어 30mm 가량의 보온재(insulation wool)이 적용되어, 오븐(400)의 내부 열이 외부로 전달되는 것을 방지할 수 있다.
- [0093] 전술된 오븐(410) 내에는 시료 가스로부터 검출 대상 가스를 분리하는 분리관(420)이 배치될 수 있다.
- [0094] 상기 분리관(420)은 예를 들어 몰레큘러 시브 5A (8/100) 메쉬 (molecular sieve 5A (8/100) mesh)로 채워진 스테인리스 충전 분리관(packed column; 두께 1/8 inch, 길이 6 ft)으로 마련될 수 있다.
- [0095] 이에 의해 분리관(420)에 시료 가스 내 검출 대상 가스의 농도가 낮은 경우 또는 검출 대상 가스가 미량인 경우 많은 양의 시료 가스를 공급할 수 있다.
- [0096] 또한, 분리관(420)이 비반응성 가스를 쉽게 분리해내는 몰레큘러 시브로 충전되어 SF₆이 보다 효과적으로 분리될 수 있다.
- [0097] 그러나, 분리관(420)은 이에 국한되지 아니하며, 검출 대상 가스의 종류에 따라서 다른 종류의 분리관(420)이 오븐(410) 내에 연결될 수 있음은 당연하다. 이때, 다른 종류의 분리관(420)은 예를 들어 모세 분리관(capillary column) 또는 다른 물질로 채워진 충전 분리관 등을 포함할 수 있다.
- [0098] 이와 같이 구성된 분리관(420)에서는 미량의 검출 대상 가스가 포함된 시료 가스를 흡착 및 탈착하면서, 궁극적으로 검출 대상 가스를 시료 가스로부터 분리시킬 수 있다. 다시 말해서, 분리관(420)에 시료 가스가 흡착된 다음, 운반 가스로부터의 비활성 가스가 통과하면서 흡착성이 작은 성분부터 순차적으로 분리되어 분리관(420), 결국 오븐(410)으로부터 가스 검출부(500)에 전달될 수 있다.
- [0099] 이때, 분리관(420)의 일단에는 가스 밸브(430)와 연결을 위한 제1 커넥터(422)가 구비될 수 있으며, 분리관

(420)의 타단에는 가스 검출부(500)와 연결을 위한 제2 커넥터(424)가 구비될 수 있다.

- [0100] 또한, 분리관(420) 및 가스 밸브(430) 사이에 연결된 제1 가스관(L1)이 1/16인치 스테인리스 관(stainless tubing)으로 마련되고 분리관(420)은 1/8인치로 마련되므로, 제1 가스관(L1)과 분리관(420) 사이에 구비된 제1 커넥터(422)는 1/16-1/8인치 커넥터로 마련될 수 있다.
- [0101] 이와 마찬가지로, 분리관(420) 및 가스 검출부(500) 사이에 연결된 제2 가스관(L2)이 1/16인치 스테인리스 관(stainless tubing)으로 마련되고 분리관(420)은 1/8인치로 마련되므로, 제2 가스관(L2)과 분리관(420) 사이에 구비된 제2 커넥터(424)는 1/16-1/8인치 커넥터로 마련될 수 있다.
- [0102] 전술된 바와 같이 오븐(410) 내 배치된 분리관(420)의 일단에는 가스 밸브(430)가 연결될 수 있다.
- [0103] 특히 도 6을 참조하여, 가스 밸브(430)는 2-position(위치) 6-port(포트) 자동제어 밸브로 마련될 수 있다.
- [0104] 그리고 가스 밸브(430)는 스테인리스 재질의 밸브 몸체 내부에 PTFE(폴리테트라 플루오로에틸렌) 재질의 로터(rotor)가 장착되어 225℃ 이하에서 누설이 최소화되도록 설계될 수 있다.
- [0105] 또한, 분리관(420)에서의 분리 효율을 향상시키기 위해 분리관(420)과 가스 밸브(430) 사이에 연결된 제1 가스관(L1)은 최소 길이로 마련될 수 있다.
- [0106] 구체적으로, 가스 밸브(430)에서 제1 포트에는 시료 가스가 주입되고, 제2 포트에서는 시료 가스가 배출되고, 제5 포트에는 비활성 가스가 주입되고, 제4 포트에서는 시료 가스 및 비활성 가스가 분리관(420)을 향해 이동될 수 있다.
- [0107] 한편, 제3 포트와 제6 포트 사이에는 시료관(432)이 구비되어, 제1 포트에 주입된 시료 가스가 일정 부피의 시료관(432)을 채우고 제2 포트를 통해 배출될 수 있다. 이러한 상태가 가스 밸브(430)의 제1 위치에서의 작동이며, 이때 비활성 가스는 오븐(410) 내에 연결된 분리관(420)을 거쳐 가스 검출부(500)를 통과하여 배출될 수 있다. 따라서, 오븐(410) 내에 연결된 분리관(420)을 거쳐 가스 검출부(500)를 통과하는 비활성 가스는 검출 가스로 사용될 수 있다.
- [0108] 반면, 가스 밸브(430)는 제2 위치에서 비활성 가스가 시료관(432)에 채워져 있는 시료 가스를 밀어 분리관(420)으로 운반시킬 수 있다. 이를 위해 가스 밸브(430)의 제5 포트에는 가스 필터(440)로부터 비활성 가스가 약 30ml/min의 유량으로 전달될 수 있다. 따라서, 가스 필터(440)로부터 가스 밸브(430)에 공급되는 비활성 가스를 운반 가스(carrier gas)라고 한다.
- [0109] 이와 같이 가스 밸브(430)는 제1 위치 및 제2 위치 사이에서 전기적으로 위치가 조절됨으로써 시료 가스를 분리관(420)에 공급하거나 시료 가스를 분리관(420)에 공급하지 않을 수 있다.
- [0110] 또한, 상기 가스 필터(440)는 오븐(410)의 하단에 가스 밸브(430)와 인접하게 배치될 수 있다.
- [0111] 특히, 가스 필터(440)는 가스 검출부(500)에 주입되는 비활성 가스의 순도를 높이기 위해 수분 및 탄화수소(hydrocarbon) 흡착 필터로 마련될 수 있다. 이에 의해 가스 밸브(430)에 공급되는 비활성 가스의 순도 또한 향상될 수 있음은 당연하다.
- [0112] 구체적으로 가스 필터(440)는 가스 밸브(430) 및 가스 검출부(500)에 각각 연결될 수 있다. 가스 밸브(430) 및 가스 필터(440) 사이에 연결된 가스관을 통해서 유량이 30ml/min인 비활성 기체, 다시 말해서 운반 가스 또는 검출 가스가 전달될 수 있고, 가스 검출부(500) 및 가스 필터(440) 사이에 연결된 가스관을 통해서 8ml/min인 비활성 기체, 다시 말해서 퍼지 가스가 전달될 수 있다.
- [0113] 이와 같이 제2 가스 주입구(130)에 주입된 비활성 가스의 일부는 가스 필터(440)를 거쳐 가스 밸브(430)에 공급되고, 제2 가스 주입구(130)에 주입된 비활성 가스의 나머지 일부는 가스 필터(440)를 거쳐 가스 검출부(500)에 공급될 수 있다.
- [0114] 이때, 가스 밸브(430)의 조절에 의해 가스 밸브(430)에 공급된 비활성 가스 또한 분리관(420)을 거쳐 가스 검출부(500)에 공급된다는 점에서 제2 가스 주입구(130)에 주입된 비활성 가스가 전체적으로 가스 필터(440)를 거치는 것이 바람직할 수 있다.
- [0115] 한편, 가스 필터(430)를 거쳐 가스 밸브(430) 및 가스 검출부(500)로 각각 전달되는 유량의 제어는 제어 패널(200)의 가스 유량 조절기(254)에 의해 제어될 수 있다.

- [0116] 전술된 가스 분리부(400)에는 가스 검출부(500)가 연결될 수 있다.
- [0117] 예를 들어, 가스 검출부(500)는 케이스(100)의 제1 구획(102)에서 가스 분리부(400), 특히 오븐(410)의 상측에 배치 또는 장착될 수 있다.
- [0118] 상기 가스 검출부(500)는 예를 들어 전자포획검출기(ECD)로 마련될 수 있으며, 전자포획검출기(ECD)는 할로젠 화합물의 전자 포착 성질을 이용하여 피코 암페어(pA) 전류를 발생하는 장치로서, 특히 SF₆를 감지하기 위한 검출기로 적합할 수 있다.
- [0119] 구체적으로, 가스 검출부(500) 내에서 ⁶³Ni에서 발생하는 방사선 입자와 비활성 가스가 충돌하여 생성되는 낮은 에너지의 2차 전자를 이용하는데, 가스 분리부(400)에서 분리된 검출 대상 가스가 가스 검출부(500)에 도입되었을 때, 검출 대상 가스가 전자를 포획할 수 있다. 결국, 가스 검출부(500) 내에서 감소된 전자 양을 측정함으로써 검출 신호를 발생시키고, 이를 통하여 검출 대상 가스의 농도를 정량화할 수 있다.
- [0120] 이때, 전자포획검출기(ECD)는 플루오르(F), 염소(Cl), 브롬(Br) 등의 할로젠원소로 이루어진 화합물들이 낮은 에너지의 전자를 쉽게 흡수하므로 할로젠화합물에 대한 감도가 좋은 편이다. 그리고 표준가스의 측정농도와 검출된 피크(peak) 면적의 비가 일정함을 직선성이라 하는데 전자포획검출기(ECD)는 직선성의 농도 범위가 10⁴~10⁵으로 매우 뛰어난 편이다. 다만, CC₁₄, SF₆, SFSI₃, CH₃I 등의 화합물에는 비직선적인 감응을 하므로 공인된 표준가스로 보정을 하여야 정밀한 측정이 가능하다.
- [0121] 또한, 구체적으로 도시되지는 않았으나, 가스 검출부(500)에는 온도 조절기(미도시)가 장착될 수 있다. 이에 의해 가스 검출부(500) 또는 가스 검출부(500)의 내부 온도는 400℃까지 온도를 상승 또는 유지시킬 수 있다. 이때, 온도 조절기의 작동은 제어 패널(200)의 메인 제어기(230)에 의해 제어될 수 있다.
- [0122] 추가적으로, 가스 검출부(500)에는 검출 전극이 구비될 수 있으며, 지속적으로 초고순도의 비활성 기체, 예를 들어 초고순도의 질소를 주입하여 가스 검출부(500) 내에 존재하는 전자들이 전극에 붙지 않도록 세척해줄 필요가 있다.
- [0123] 이에 의해, 비활성 가스 일부가 가스 유량 조절기(254)를 통해 가스 필터를 거쳐 가스 검출부(500) 상단의 검출 전극에 인접하여 공급될 필요가 있으며, 이렇게 공급되는 비활성 가스를 퍼지 가스(anode purge gas)라고 한다.
- [0124] 한편, 가스 검출부(500) 내에서 불순물에 의한 방해가 받지 않도록, 가스 검출부(500)에는 초고순도의 비활성 기체를 사용함과 동시에 불순물 제어 트랩이 구비될 수 있다.
- [0125] 또한, 케이스(100)의 제1 구획(102)에서 가스 분리부(400) 또는 가스 검출부(500)로부터 이격되어 전원 안정화 장치(600; Transformer power supply)가 배치될 수 있다.
- [0126] 상기 전원 안정화 장치(600)는 예를 들어 발전기 전원 및 외부 전원 변동에 따른 신호 변동을 최소화하고, 신호 처리 기관(300)을 보호하기 위한 것이다.
- [0127] 또한, 신호 증폭기(700)는 케이스(100)의 제2 구획(104)에서 신호 처리 기관(300)을 사이에 두고 가스 분리부(400) 또는 가스 검출부(500)와 반대되는 방향에 배치될 수 있다.
- [0128] 상기 신호 증폭기(signal processing amplifier; 700)는 가스 검출부(500)에서 발생된 검출 신호, 예를 들어 pA 신호를 증폭시킬 수 있다. 결국, 가스 검출부(500)에서 발생된 검출 신호가 신호 증폭기(700)를 거쳐 신호 처리 기관(300)에 전달될 수 있다.
- [0129] 이를 위해, 신호 증폭기(700)의 본체는 제2 구획(104) 내에 배치된 상태에서 신호 증폭기(700)의 일부 구성이 신호 처리 기관(300)을 관통하여 가스 검출부(500)에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0130] 또한, 가스 유량 센서(800)는 케이스(100)의 제2 구획(104)에서 신호 처리 기관(300)을 사이에 두고 전원 안정화 장치(600)와 반대되는 방향에 배치될 수 있다.
- [0131] 특히 가스 유량 센서(800)는 케이스(100)에서 제2 가스 주입구(130)에 인접하게 배치되며, 제2 가스 주입구(130)가 가스 유량 센서(800) 상에 배치될 수 있다.
- [0132] 이에 의해, 가스 유량 센서(800)는 비활성 가스 용기에서 가스 압력 조절기(250)를 통해 유입되는 총 유량, 다시 말해서 가스 밸브(430)를 거쳐 분리관(420)에 공급되는 운반 가스로서의 비활성 가스의 유량 및 가스 검출부

(500)에 공급되는 퍼지 가스로서의 비활성 가스의 유량의 총합을 측정할 수 있다.

- [0133] 구체적으로, 가스 유량 센서(800)에서 측정된 비활성 가스의 총 유량은 제어 패널(200)의 메인 제어기(230)에서 확인할 수 있고, 가스 유량 센서(800)를 통과한 비활성 가스의 총 유량은 가스 유량 조절기(254)에서 가스 분리부(400) 및 가스 검출부(500)로 분리되어 공급되는 비활성 가스의 유량을 조절하는 데 활용될 수 있다.
- [0134] 또한, 전송된 신호 증폭기(700) 및 가스 유량 센서(800) 사이에는 추가적인 전원 안정화 장치(transformer; 900)가 배치될 수 있으며, 추가적인 전원 안정화 장치(900)는 전원 안정화 장치(600)와 마찬가지로, 외부 요인에 의한 신호 변동을 최소화하고 신호 처리 기관(300)을 보호할 수 있다.
- [0135] 이상 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템(10)의 구성에 대하여 설명되었으며, 이하에서는 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템(10)을 이용한 가스 분석 과정에 대하여 설명된다.
- [0136] 도 2를 다시 참조하여, 먼저 검출 대상 가스가 포함된 시료 가스가 제1 가스 주입구를 통해 가스 밸브(430)에 유입되어, 일정한 부피의 시료관(432)을 채우고 배출될 수 있다.
- [0137] 이때, 제2 가스 주입구를 통해 주입된 비활성 가스의 일부는 가스 밸브(430) 및 오븐(410) 내에 연결된 분리관(420)을 거쳐 가스 검출부(500)를 통과하여 배치될 수 있다.
- [0138] 이러한 상태에서 가스 밸브(430)를 전기적으로 작동시켜 위치를 변경하게 되면, 가스 밸브(430)로부터 분리관(420)으로 흐르던 비활성 가스가 시료관(430)에 채워져 있는 시료 가스를 밀고 분리관(420)으로 운반시킬 수 있다. 분리관(420)에 운반된 시료 가스는 검출 대상 가스 및 그 외의 다른 성분으로 분리될 수 있다. 분리관(420)에서 분리된 검출 대상 가스는 가스 검출부(500)에 이동되어 가스 검출부(500)에서 측정될 수 있다.
- [0139] 이때, 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템(10)에서 가스 상의 혼합물을 분리하고 미량의 농도를 정확하게 분석하기 위해서는 효과적인 가스의 압력 유지와 온도 제어 및 가스 검출부(500)의 안정성이 보장될 필요가 있다. 따라서, 제어 패널 또는 신호 처리 기관을 통하여 비활성 가스의 유량 제어 및 오븐(420) 및 가스 검출부(500)의 온도 제어가 수행될 수 있다.
- [0140] 도 7을 참조하여, 신호 처리 기관에서의 신호 처리를 통하여 다음과 같이 검출 신호가 나타날 수 있다.
- [0141] 예를 들어, 비활성 가스의 유속 또는 유량을 조절하면 검출 대상 가스의 검출 신호(peak) 도출 시간 및 peak의 모양을 결정할 수 있다. 이때 안정적인 비활성 가스의 유속 또는 유량은 실험을 통하여 결정될 수 있다.
- [0142] 특히, 비활성 가스로 질소의 총 유량이 38ml/min인 경우, 검출 대상 가스 특히, 66.1ppt의 SF₆ 표준가스를 포함하는 시료 가스를 제1 시료 주입구에 약 30ml/min으로 주입하여 가스 밸브(430)에 연결된 2.5ml 부피의 시료관(432)에 채운 후 분석한 결과, 도 7에 도시한 바와 같이 정상적인 검출 신호가 나타나는 것을 확인하였다. 이때, 특정 시간대에 나타나는 검출 신호의 면적을 적분한 값을 보여주는 프로그램을 통해서 검출 대상 가스의 농도를 정량화할 수 있다.
- [0143] 또한, 검출 대상 가스의 검출 시 안정된 피코암페어(pA) 신호를 생성하며 소프트웨어(S/W)와의 통신을 통한 아날로그(analog)와 원격(remote) 신호 전달이 이루어질 수 있다. 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템의 운용을 소프트웨어(S/W)로 자동화함으로써 현장에서의 측정이 용이하며 사용자에게 편의를 제공할 수 있다.
- [0144] 이와 같이 일 실시예에 따른 가스 분석 시스템을 효율적인 구성으로 설계함으로써, 기존 SF₆ 저농도 검출용 시스템(GC-ECD)의 약 1/2배의 적은 부피(0.06/0.15m³)와 무게(25/42kg)로 규격을 혁신적으로 감소시켜 휴대가 용이하고, 조작이 간편해질 수 있다. 게다가 기존 산업현장의 휴대용 SF₆ 누설 측정기의 검출 한계인 10 ppb(part per billion)보다 천 배 낮은 농도의 검출이 가능하므로, 더욱 향상된 검출능을 나타낼 수 있다.
- [0145] 이상과 같이 본 발명의 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0146]

10: 가스 분석 시스템

100: 케이스

200: 제어 패널

300: 신호 처리 기판

400: 가스 분리부

500: 가스 검출부

600: 전원 안정화 장치

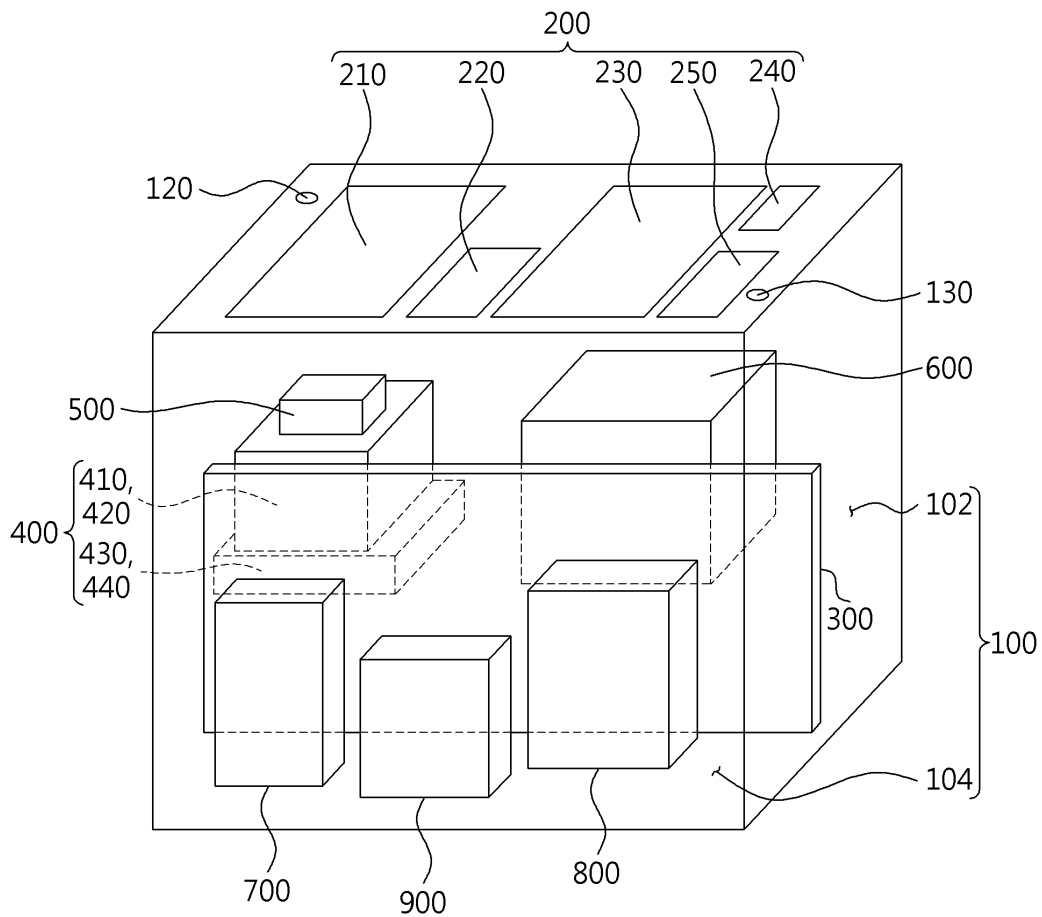
700: 신호 증폭기

800: 가스 유량 센서

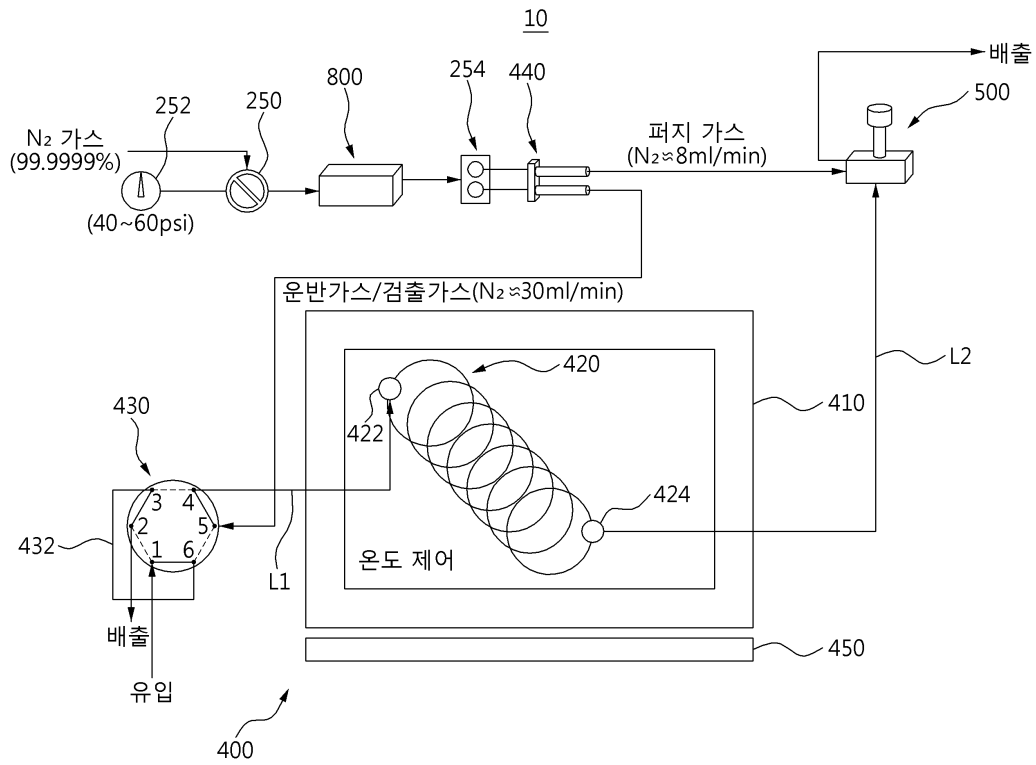
900: 추가적인 전원 안정화 장치

도면

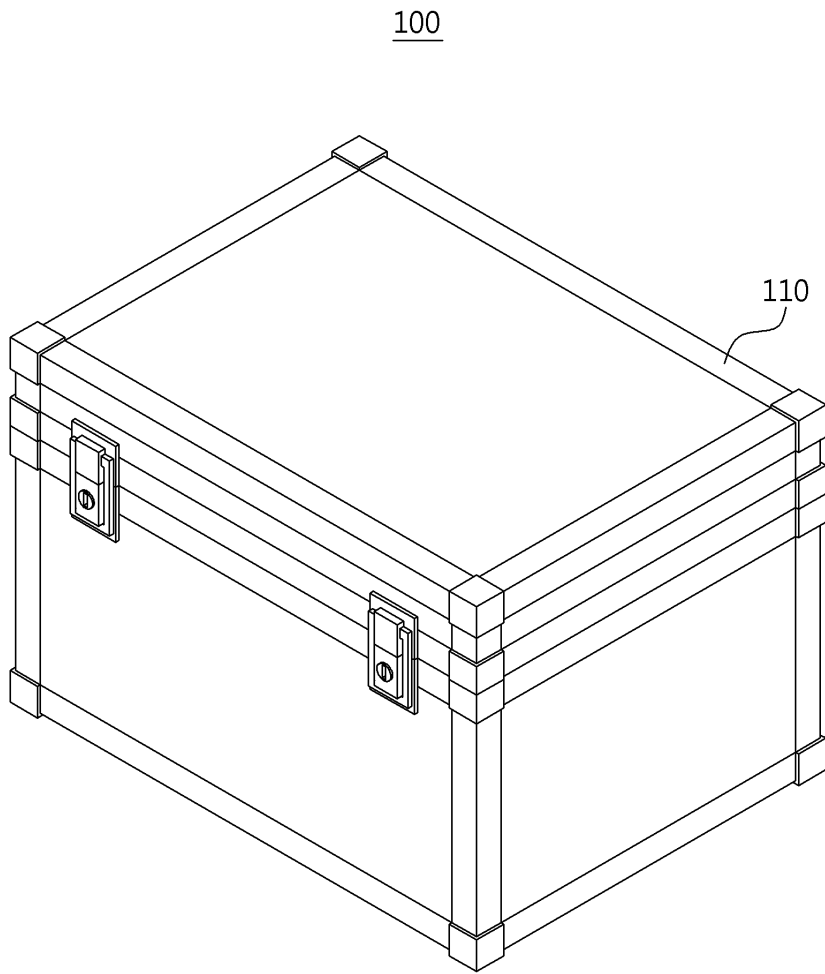
도면1



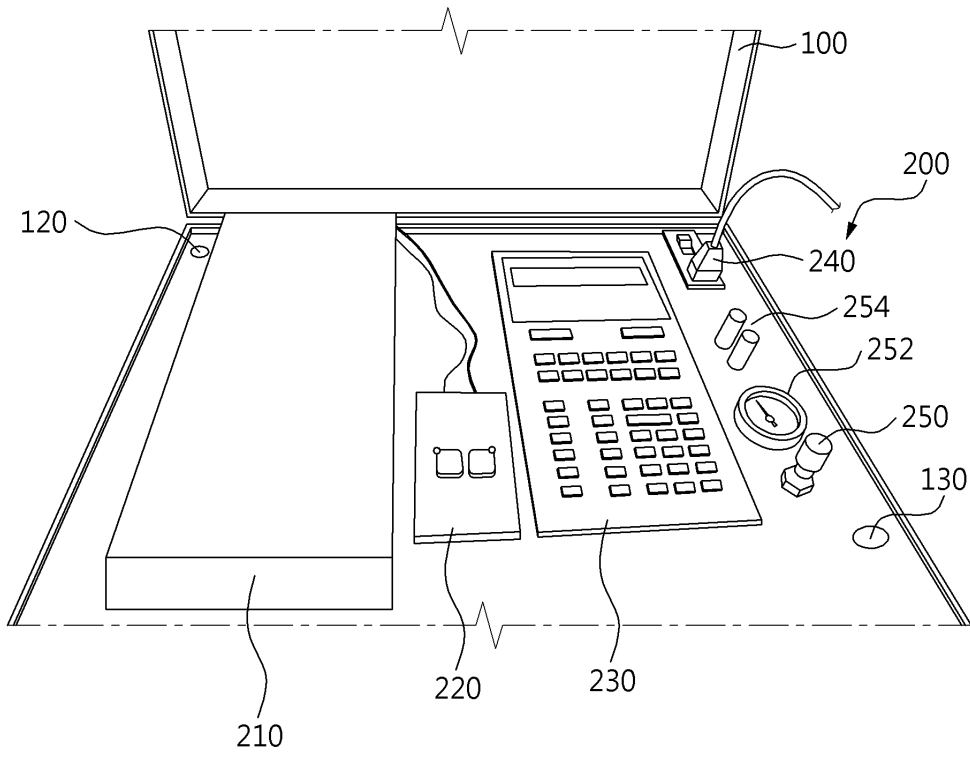
도면2



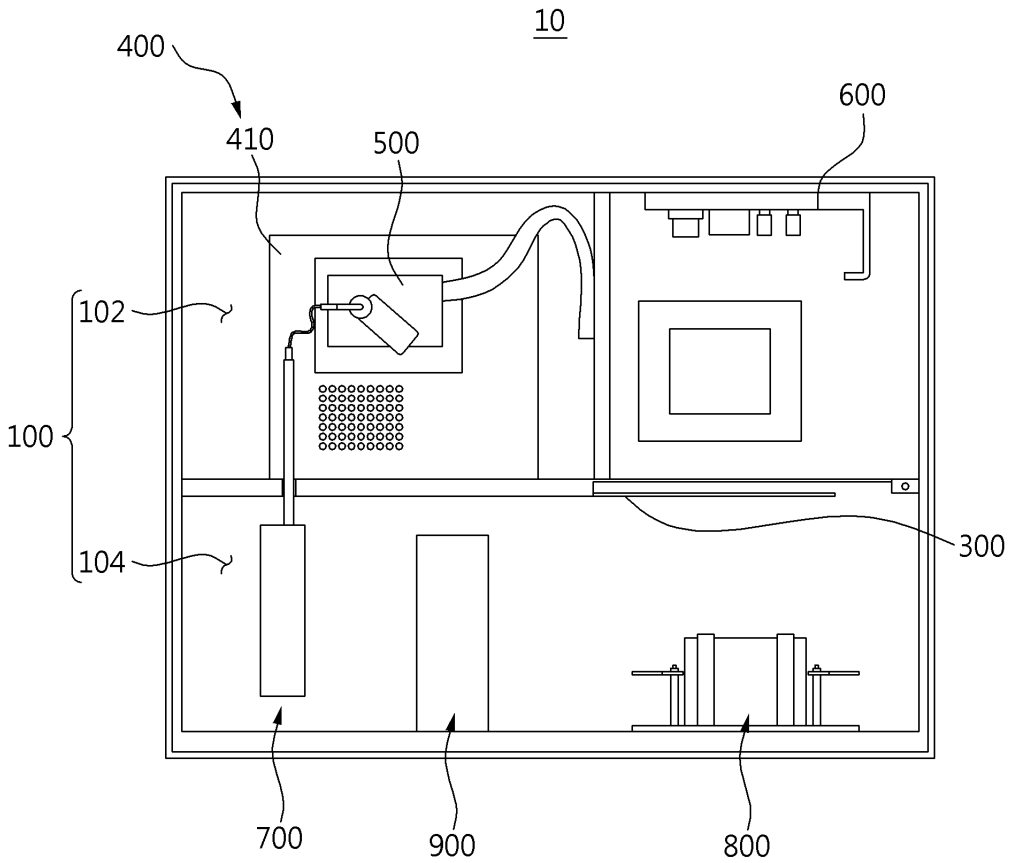
도면3



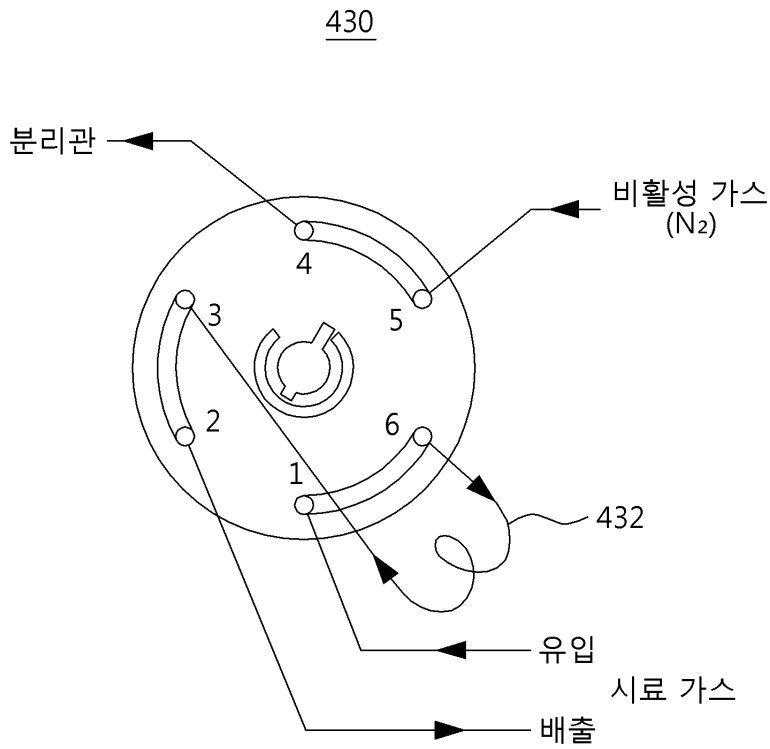
도면4



도면5



도면6



도면7

