(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년01월21일
(11) 등록번호 10-2758069
(24) 등록일자 2025년01월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 4/00 (2017.01) *F02D 19/06* (2006.01)
G01N 33/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01J 4/008 (2013.01)
F02D 19/0644 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0135962
(22) 출원일자 2023년10월12일
심사청구일자 2023년10월12일
(56) 선행기술조사문헌
JP08145921 A*
JP2001099814 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
조선대학교 산학협력단
광주광역시 동구 조선대길 126(서석동, 산학협력단)
(72) 발명자
박설현
광주광역시 남구 봉선로 134 (봉선동, 금호타운)
김동주
광주광역시 북구 설죽로 419, 107동 204호 (삼각동, 일곡엘리체프라임)
이재원
광주광역시 북구 서암대로30번길 10-8, 396-14 (운암동)
(74) 대리인
함상혁

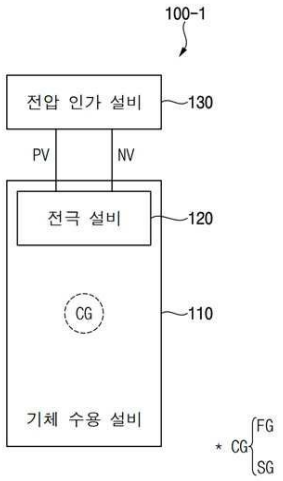
전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 김선희

(54) 발명의 명칭 **기체 공급 장치 및 이를 이용한 기체 체적분율 검출 방법**

(57) 요 약

기체 공급 장치는 기체 수용 설비, 전극 설비 및 전압 인가 설비를 포함한다. 기체 수용 설비는 제1 기체와 제2 기체가 혼합된 혼합 기체가 존재하는 내부 공간을 정의한다. 전극 설비는 기체 수용 설비의 내부 공간에 배치되고 제1 전압이 인가되는 제1 전극 및 기체 수용 설비의 내부 공간에 배치되고 제2 전압이 인가되며 제1 전극과 마주보는 제2 전극을 포함한다. 전압 인가 설비는 기체 수용 설비의 내부 공간에서 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하면 제1 전극과 제2 전극 사이에 스파크가 발생하도록 제1 전극과 제2 전극 사이에 제1 전압과 제2 전압 간의 차에 해당하는 항복 전압을 상시 인가한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01N 33/005 (2024.05)
G01N 33/0063 (2024.05)
G01N 33/0067 (2013.01)
B01J 2204/002 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415186740
과제번호	20215810100040
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	수소충전 인프라 안전관리 핵심기술개발(R&D)
연구과제명	수소 저장탱크/압력용기 이물질 탐상/재검사 기술 및 안전기준 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국가스안전공사 가스안전연구원
연구기간	2021.05.01 ~ 2025.04.30

공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 기체와 제2 기체가 혼합된 혼합 기체가 존재하는 내부 공간을 정의하는 기체 수용 설비;

상기 내부 공간에 배치되고 제1 전압이 인가되는 제1 전극 및 상기 내부 공간에 배치되고 제2 전압이 인가되며 상기 제1 전극과 마주보는 제2 전극을 포함하는 전극 설비; 및

상기 내부 공간에서 상기 혼합 기체 내 상기 제1 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하면 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 스파크가 발생하도록 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 상기 제1 전압과 상기 제2 전압 간의 차에 해당하는 항복 전압을 상시 인가하는 전압 인가 설비를 포함하고,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 간격은 소염 거리 내에서 결정되며,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 간격은 상기 제1 기체, 상기 제2 기체 및 상기 타겟 체적분율에 따라 가변되고, 상기 제1 및 제2 전극들의 형상에 따라 가변되며, 상기 제1 및 제2 전극들의 면적에 따라 가변되는 것을 특징으로 하는 기체 공급 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제1 기체는 가연성 기체이고, 상기 제2 기체는 산화제인 것을 특징으로 하는 기체 공급 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 제1 기체는 수소이고, 상기 제2 기체는 산소인 것을 특징으로 하는 기체 공급 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제1 기체를 상기 내부 공간에 주입하는 제1 밸브 설비; 및

상기 제1 밸브 설비의 개폐 동작을 제어하는 밸브 제어 설비를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기체 공급 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 밸브 제어 설비는 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 상기 스파크가 발생하면 상기 제1 기체가 상기 내부 공간에 주입되지 않도록 상기 제1 밸브 설비가 닫히도록 제어하는 것을 특징으로 하는 기체 공급 장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 제2 기체를 상기 내부 공간에 주입하는 제2 밸브 설비를 더 포함하고,

상기 밸브 제어 설비는 상기 제2 밸브 설비의 개폐 동작을 제어하는 것을 특징으로 하는 기체 공급 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 밸브 제어 설비는 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 상기 스파크가 발생하면 상기 제1 기체가 상기 내부 공간에 주입되지 않도록 상기 제1 밸브 설비가 닫히도록 제어하는 것을 특징으로 하는 기체 공급 장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서, 상기 밸브 제어 설비는 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 상기 스파크가 발생하면 상기 제2 기체가 상기 내부 공간에 주입되지 않도록 상기 제2 밸브 설비가 닫히도록 제어하는 것을 특징으로 하는 기체 공급 장치.

청구항 13

제 10 항에 있어서, 상기 밸브 제어 설비는 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 상기 스파크가 발생하면 상기 제1 및 제2 기체들이 상기 내부 공간에 주입되지 않도록 상기 제1 및 제2 밸브 설비들이 닫히도록 제어하는 것을 특징으로 하는 기체 공급 장치.

청구항 14

제1 기체와 제2 기체가 혼합된 혼합 기체가 존재하는 공간에서 상기 혼합 기체 내 상기 제1 기체의 체적분율을 검출하는 기체 체적분율 검출 방법에 있어서,

상기 공간 내에서 서로 마주보도록 배치된 제1 전극과 제2 전극 사이에 스파크가 발생하는지 여부를 검출하는 단계;

상기 스파크가 발생하지 않으면 상기 혼합 기체 내 상기 제1 기체의 상기 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하지 않은 것으로 판단하는 단계; 및

상기 스파크가 발생하면 상기 혼합 기체 내 상기 제1 기체의 상기 체적분율이 상기 타겟 체적분율에 도달한 것으로 판단하는 단계를 포함하고,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에는 상기 혼합 기체 내 상기 제1 기체의 상기 체적분율이 상기 타겟 체적분율에 도달하면 상기 스파크가 발생하도록 하는 항복 전압이 상시 인가되며,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 간격은 소염 거리 내에서 결정되고,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 간격은 상기 제1 기체, 상기 제2 기체 및 상기 타겟 체적분율에 따라 가변되고, 상기 제1 및 제2 전극들의 형상에 따라 가변되며, 상기 제1 및 제2 전극들의 면적에 따라 가변되는 것을 특징으로 하는 기체 체적분율 검출 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서, 상기 제1 기체는 가연성 기체이고, 상기 제2 기체는 산화제인 것을 특징으로 하는 기체 체적분율 검출 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 제1 기체는 수소이고, 상기 제2 기체는 산소인 것을 특징으로 하는 기체 체적분율 검출 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 가연성 기체(예를 들어, 수소 등)를 공급하는 기체 공급 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 가연성 기체와 산화제가 혼합된 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율을 검출할 수 있는 기체 공급 장치 및 이를 이용한 기체 체적분율 검출 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기체 공급 장치는 가연성 기체(예를 들어, 수소 등) 또는 가연성 기체(예를 들어, 수소 등)와 산화제(예를 들어, 산소 등)가 혼합된 혼합 기체를 특정 대상에 공급할 수 있다.

[0003] 이를 위해, 기체 공급 장치는 가연성 기체 또는 가연성 기체와 산화제가 혼합된 혼합 기체가 존재하는(즉, 이동하는) 내부 공간(예를 들어, 통로, 챔버 등)을 정의하는 기체 수용 설비를 포함할 수 있다.

[0004] 예를 들어, 기체 공급 장치가 가연성 기체를 특정 대상에 공급하는 경우, 기체 수용 설비의 내부 공간으로 의도치 않게 공기(즉, 산화제)가 유입(그에 따라, 기체 수용 설비의 내부 공간에 가연성 기체와 산화제가 혼합된 혼합 기체가 존재)되기 때문에, 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율(즉, 농도)을 일정 수준 이하로 유지할 필요가 있다.

[0005] 다른 예를 들어, 기체 공급 장치가 가연성 기체와 산화제가 혼합된 혼합 기체를 특정 대상에 공급하는 경우, 기체 수용 설비의 내부 공간으로 가연성 기체와 산화제를 의도된 비율로 주입하기 때문에, 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율(즉, 농도)을 정확하게 파악할 필요가 있다.

[0006] 이러한 이유로, 기체 수용 설비의 내부 공간에 전기에너지를 인가하여 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율을 검출하는 종래기술들이 제안되었으나, 전기에너지에 의해 혼합 기체 내 가연성 기체가 점화하여 폭발하는 위험성을 가진다는 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 목적은 기체 수용 설비의 내부 공간에서 가연성 기체(예를 들어, 수소 등)와 산화제(예를 들어, 산소 등)가 혼합된 혼합 기체가 점화되는 것을 방지(또한, 기체 수용 설비의 내부 공간에서 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율이 폭발 한계 체적분율까지 도달함에 따른 추가적인 폭발을 예방)하면서도 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율(즉, 농도)을 안전하고 정확하게 검출할 수 있는 기체 공급 장치를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 소정의 공간에서 가연성 기체(예를 들어, 수소 등)와 산화제(예를 들어, 산소 등)가 혼합된 혼합 기체가 점화되는 것을 방지하면서도 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율을 안전하고 정확하게 검출할 수 있는 기체 체적분율 검출 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 다만, 본 발명의 목적은 상술한 목적들로 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 따른 기체 공급 장치는 제1 기체와 제2 기체가 혼합된 혼합 기체가 존재하는 내부 공간을 정의하는 기체 수용 설비, 상기 내부 공간에 배치되고 제1 전압이 인가되는 제1 전극 및 상기 내부 공간에 배치되고 제2 전압이 인가되며 상기 제1 전극과 마주보는 제2 전극을 포함하는 전극 설비, 및 상기 혼합 기체 내 상기 제1 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하면 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 스파크가 발생하도록 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 상기 제1 전압과 상기 제2 전압 간의 차에 해당하는 항복 전압을 상시 인가하는 전압 인가 설비를 포함할 수 있다.

[0011] 일 실시예에 의하면, 상기 제1 기체는 가연성 기체이고, 상기 제2 기체는 산화제일 수 있다.

[0012] 일 실시예에 의하면, 상기 제1 기체는 수소이고, 상기 제2 기체는 산소일 수 있다.

[0013] 일 실시예에 의하면, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 간격은 소염 거리 이하로 결정될 수 있다.

[0014] 일 실시예에 의하면, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 간격은 상기 제1 기체, 상기 제2 기체 및 상기 타겟 체적분율에 따라 가변될 수 있다.

[0015] 일 실시예에 의하면, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 간격은 상기 제1 및 제2 전극들의 형상에 따라 가변될 수 있다.

[0016] 일 실시예에 의하면, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 간격은 상기 제1 및 제2 전극들의 면적에 따라 가변될 수 있다.

[0017] 일 실시예에 의하면, 상기 기체 공급 장치는 상기 제1 기체를 상기 내부 공간에 주입하는 제1 밸브 설비 및 상기 제1 밸브 설비의 개폐 동작을 제어하는 밸브 제어 설비를 더 포함할 수 있다.

[0018] 일 실시예에 의하면, 상기 밸브 제어 설비는 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 상기 스파크가 발생하면 상기 제1 기체가 상기 내부 공간에 주입되지 않도록 상기 제1 밸브 설비가 닫히도록 제어할 수 있다.

[0019] 일 실시예에 의하면, 상기 기체 공급 장치는 상기 제2 기체를 상기 내부 공간에 주입하는 제2 밸브 설비를 더 포함하고, 상기 밸브 제어 설비는 상기 제2 밸브 설비의 개폐 동작을 제어할 수 있다.

[0020] 일 실시예에 의하면, 상기 밸브 제어 설비는 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 상기 스파크가 발생하면 상기 제1 기체가 상기 내부 공간에 주입되지 않도록 상기 제1 밸브 설비가 닫히도록 제어할 수 있다.

[0021] 일 실시예에 의하면, 상기 밸브 제어 설비는 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 상기 스파크가 발생하면 상기 제2 기체가 상기 내부 공간에 주입되지 않도록 상기 제2 밸브 설비가 닫히도록 제어할 수 있다.

[0022] 일 실시예에 의하면, 상기 밸브 제어 설비는 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 상기 스파크가 발생하면 상기 제1 및 제2 기체들이 상기 내부 공간에 주입되지 않도록 상기 제1 및 제2 밸브 설비들이 닫히도록 제어할 수 있다.

[0023] 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 따른 기체 체적분율 검출 방법은 제1 기체와 제2 기체가 혼합된 혼합 기체가 존재하는 공간에서 상기 혼합 기체 내 상기 제1 기체의 체적분율을 검출할 수 있다. 상기 기체 체적분율 검출 방법은 상기 공간 내에서 서로 마주보도록 배치된 제1 전극과 제2 전극 사이에 스파크가 발생하는지 여부를 검출하는 단계, 상기 스파크가 발생하지 않으면 상기 혼합 기체 내 상기 제1 기체의 상기 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하지 않은 것으로 판단하는 단계, 및 상기 스파크가 발생하면 상기 혼합 기체 내 상기 제1 기체의 상기 체적분율이 상기 타겟 체적분율에 도달한 것으로 판단하는 단계를 포함할 수 있다. 이 때, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에는 상기 혼합 기체 내 상기 제1 기체의 상기 체적분율이 상기 타겟 체적분율에 도달하면 상기 스파크가 발생하도록 하는 항복 전압이 상기 인가될 수 있다.

[0024] 일 실시예에 의하면, 상기 제1 기체는 가연성 기체이고, 상기 제2 기체는 산화제일 수 있다.

[0025] 일 실시예에 의하면, 상기 제1 기체는 수소이고, 상기 제2 기체는 산소일 수 있다.

[0026] 일 실시예에 의하면, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 간격은 소염 거리 이하로 결정될 수 있다.

[0027] 일 실시예에 의하면, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 간격은 상기 제1 기체, 상기 제2 기체 및 상기 타겟 체적분율에 따라 가변될 수 있다.

[0028] 일 실시예에 의하면, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 간격은 상기 제1 및 제2 전극들의 형상에 따라 가변될 수 있다.

[0029] 일 실시예에 의하면, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 상기 간격은 상기 제1 및 제2 전극들의 면적에 따라 가변될 수 있다.

발명의 효과

[0030] 본 발명의 실시예들에 따른 기체 공급 장치는 제1 기체(예를 들어, 가연성 기체)와 제2 기체(예를 들어, 산화제)가 혼합된 혼합 기체가 존재하는 내부 공간을 정의하는 기체 수용 설비, 기체 수용 설비의 내부 공간에 배치되고 제1 전압이 인가되는 제1 전극 및 기체 수용 설비의 내부 공간에 배치되고 제2 전압이 인가되며 제1 전극과 마주보는 제2 전극(이 때, 제1 전극과 제2 전극 사이의 간격은 소염 거리 이하로 결정됨)을 포함하는 전극 설비, 및 기체 수용 설비의 내부 공간에서 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하면 제1 전극과 제2 전극 사이에 스파크가 발생하도록 제1 전극과 제2 전극 사이에 제1 전압과 제2 전압 간의 차에 해당하는 항복 전압을 상시 인가하는 전압 인가 설비를 포함함으로써, 기체 수용 설비의 내부 공간에서 가연성 기체(예를 들어, 수소 등)와 산화제(예를 들어, 산소 등)가 혼합된 혼합 기체가 점화되는 것을 방지하면서도 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율(즉, 농도)을 안전하고 정확하게 검출할 수 있다.

[0031] 또한, 상기 기체 공급 장치는 제1 기체를 기체 수용 설비의 내부 공간에 주입하는 제1 밸브 설비, 제2 기체를 기체 수용 설비의 내부 공간에 주입하는 제2 밸브 설비, 및 제1 및 제2 밸브 설비들의 개폐 동작을 제어하는 밸브 제어 설비를 더 포함함으로써, 기체 수용 설비의 내부 공간에서 가연성 기체(예를 들어, 수소 등)와 산화제(예를 들어, 산소 등)가 혼합된 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달(즉, 제1 전극과 제2 전극 사이에서 스파크가 발생)하는 경우 가연성 기체 및/또는 산화제가 기체 수용 설비의 내부 공간으로 추가적으로 유입되는 것을 방지하고, 그에 따라, 기체 수용 설비의 내부 공간에서 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율이 폭발 한계 체적분율까지 도달함에 따른 추가적인 폭발을 예방할 수 있다.

[0032] 본 발명의 실시예들에 따른 기체 체적분율 검출 방법은 제1 기체(예를 들어, 가연성 기체)와 제2 기체(예를 들어, 산화제)가 혼합된 혼합 기체가 존재하는 소정의 공간에서 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율을 검출함에 있어서, 상기 공간 내에서 서로 마주보도록 배치된 제1 전극과 제2 전극(이 때, 제1 전극과 제2 전극 사이의 간격은 소염 거리 이하로 결정됨) 사이에 스파크가 발생하는지 여부를 검출하고, 제1 전극과 제2 전극 사이에서 스파크가 발생하지 않으면 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하지 않은 것으로 판단하며, 제1 전극과 제2 전극 사이에서 스파크가 발생하면 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달한 것으로 판단함으로써, 상기 공간에서 가연성 기체와 산화제가 혼합된 혼합 기체가 점화되는 것을 방지하면서도 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율을 안전하고 정확하게 검출할 수 있다.

[0033] 다만, 본 발명의 효과는 상술한 효과들로 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 기체 공급 장치를 나타내는 도면이다.

도 2는 도 1의 기체 공급 장치에 포함된 전극 설비의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 3은 도 1의 기체 공급 장치에서 제1 전극과 제2 전극 사이에 상시 인가되는 항복 전압이 결정되는 일 예를 나타내는 도면이다.

도 4는 도 1의 기체 공급 장치에서 제1 전극과 제2 전극 사이에 상시 인가되는 항복 전압이 결정됨에 있어 고려되는 사항의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 5는 도 1의 기체 공급 장치에서 제1 전극과 제2 전극 사이에 상시 인가되는 항복 전압이 결정됨에 있어 고려되는 사항의 다른 예를 나타내는 도면이다.

도 6은 도 1의 기체 공급 장치에서 제1 전극과 제2 전극 사이의 간격이 소염 거리 이하로 결정되는 일 예를 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예들에 따른 기체 공급 장치를 나타내는 블록도이다.

도 8은 본 발명의 실시예들에 따른 기체 공급 장치를 나타내는 블록도이다.

도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 기체 체적분율 검출 방법을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

[0036] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0037] 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0038] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0039] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0040] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0041] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0042] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 기체 공급 장치를 나타내는 도면이고, 도 2는 도 1의 기체 공급 장치에 포함된 전극 설비의 일 예를 나타내는 도면이다.

[0043] 도 1 및 도 2를 참조하면, 기체 공급 장치(100-1)는 기체 수용 설비(110), 전극 설비(120) 및 전압 인가 설비(130)를 포함할 수 있다.

[0044] 기체 수용 설비(110)는 제1 기체(FG)와 제2 기체(SG)가 혼합된 혼합 기체(CG)가 존재하는 내부 공간을 정의할 수 있다.

[0045] 예를 들어, 기체 공급 장치(100-1)는 제1 기체(FG)를 특정 대상에 공급하기 위한 장치이고, 그에 따라, 제1 기체(FG)는 기체 수용 설비(110)의 내부 공간으로 의도적으로 주입되는 기체이고, 제2 기체(SG)는 기체 수용 설비(110)의 내부 공간으로 의도치 않게 유입되는 기체(예를 들어, 공기)일 수 있다.

[0046] 다른 예를 들어, 기체 공급 장치(100-1)는 제1 기체(FG)와 제2 기체(SG)가 혼합된 혼합 기체(CG)를 특정 대상에 공급하기 위한 장치이고, 그에 따라, 제1 기체(FG)와 제2 기체(SG)는 기체 수용 설비(110)의 내부 공간으로 의도적으로 주입되는 기체들일 수 있다.

[0047] 일 실시예에서, 제1 기체(FG)는 가연성 기체이고, 제2 기체(SG)는 산화제일 수 있다. 예를 들어, 제1 기체(FG)

는 수소이고, 제2 기체(SG)는 산소일 수 있다. 다만, 이것은 예시적인 것으로서, 제1 기체(FG)와 제2 기체(SG)가 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0048] 전극 설비(120)는 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 배치되는 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)을 포함할 수 있다. 제1 전극(121)에는 전압 인가 설비(130)로부터 제1 전압(PV)이 인가될 수 있다. 이 때, 제1 전압(PV)은 양의 전압일 수 있다. 제2 전극(122)에는 전압 인가 설비(130)로부터 제2 전압(NV)이 인가될 수 있다. 이 때, 제2 전압(NV)은 음의 전압 또는 접지 전압일 수 있다.

[0049] 제1 전극(121)과 제2 전극(122)은 소정의 간격(d)만큼 이격된 상태로 서로 마주볼 수 있다. 또한, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)은 소염 거리 이하로 결정될 수 있다. 이 때, 소염 거리는 제1 기체(FG)(예를 들어, 가연성 기체)와 제2 기체(SG)(예를 들어, 산화제)가 혼합된 혼합 기체(CG)에 아무리 큰 전기에너지가 가해지더라도 점화가 이루어지지 않는 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 최대 이격 거리로서 다양한 조건들을 고려하여 실험적으로 구해질 수 있다. 한편, 소염 거리는 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율 별로 다른 값을 갖기 때문에, 검출하고자 하는 타겟 체적분율(즉, 농도)에 따라 소염 거리가 적용되어야 한다.

[0050] 일 실시예에서, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)은 제1 기체(FG), 제2 기체(SG) 및 타겟 체적분율에 따라 가변될 수 있다. 즉, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)은 혼합 기체(CG)를 구성하는 기체 종류 및 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율이 도달하는지 여부를 확인하기 위해 설정된 목표값(즉, 타겟 체적분율)에 따라 달라질 수 있다.

[0051] 다른 실시예에서, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)은 제1 및 제2 전극들(121, 122)의 형상에 따라 가변될 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)은 제1 및 제2 전극들(121, 122)이 실린더(cylinder) 형상의 전극들인지 또는 플랜지(flange) 형상의 전극들인지에 따라 달라질 수 있다.

[0052] 또 다른 실시예에서, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)은 제1 및 제2 전극들(121, 122)의 면적에 따라 가변될 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 전극들(121, 122)의 면적이 클수록 제1 및 제2 전극들(121, 122)을 통한 방열(즉, 열손실)이 커지고, 제1 및 제2 전극들(121, 122)의 면적이 작을수록 제1 및 제2 전극들(121, 122)을 통한 방열이 작아지므로, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)은 이러한 원리를 고려하여 달라질 수 있다.

[0053] 전압 인가 설비(130)는 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하면 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하도록 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 항복 전압을 상시 인가할 수 있다. 이 때, 제1 전극(121)에 인가되는 제1 전압(PV)(즉, 양(positive)의 전압)과 제2 전극(121)에 인가되는 제2 전압(NV)(즉, 음(negative)의 전압 또는 접지(ground) 전압) 간의 차가 항복 전압에 해당할 수 있다.

[0054] 전압 인가 설비(130)에 의해 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 항복 전압이 상시 인가되어 있기 때문에, 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하게 되면, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생(또한, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 전도성 채널이 형성)한다. 따라서, 기체 공급 장치(100-1)는 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하는지 여부만을 검출하는 방식으로 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율을 쉽게 파악할 수 있다.

[0055] 이와 같이, 기체 공급 장치(100-1)는 제1 기체(FG)(예를 들어, 가연성 기체)와 제2 기체(SG)(예를 들어, 산화제)가 혼합된 혼합 기체(CG)가 존재하는 내부 공간을 정의하는 기체 수용 설비(110), 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 배치되고 제1 전압(PV)이 인가되는 제1 전극(121) 및 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 배치되고 제2 전압(NV)이 인가되며 제1 전극(121)과 마주보는 제2 전극(122)(이 때, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격은 소염 거리 이하로 결정됨)을 포함하는 전극 설비(120), 및 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하면 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하도록 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 제1 전압(PV)과 제2 전압(NV) 간의 차에 해당하는 항복 전압을 상시 인가하는 전압 인가 설비(130)를 포함함으로써, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 가연성 기체(예를 들어, 수소 등)와 산화제(예를 들어, 산소 등)가 혼합된 혼합 기체(CG)가 점화되는 것을 방지하면서도 혼합 기체(CG) 내 가연성 기체의 체적분율(즉, 농도)을 안전하고 정확하게 검출할 수 있다.

[0056] 도 3은 도 1의 기체 공급 장치에서 제1 전극과 제2 전극 사이에 상시 인가되는 항복 전압이 결정되는 일 예를 나타내는 도면이다.

[0057] 도 3을 참조하면, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 상시 인가되는

항복 전압은 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율이 도달하는지 여부를 확인하기 위해 설정된 목표값(즉, 타겟 체적분율)에 기초하여 결정될 수 있다. 다만, 설명의 편의를 위해, 제1 기체(FG)는 수소이고 제2 기체(SG)는 산소인 것으로 설명하기로 한다.

[0058] 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하는 항복 전압은 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율(즉, 농도)과의 관계에서 폭발 가능 범위(즉, 최저 폭발 한계(lower expolsive limit; LEL)와 최고 폭발 한계(upper explosive limit; UEL) 사이) 내에서 선형 관계를 가질 수 있다.

[0059] 도 3에 도시된 바와 같이, 예상된 항복 전압(즉, Breakdown Prediction으로 표시)이 수소의 체적분율과의 관계에서 폭발 가능 범위(즉, LEL과 UEL 사이) 내에서 선형 관계를 가질 뿐만 아니라, 실제 측정된 항복 전압(즉, Oscilloscope Breakdown Voltage로 표시)도 수소의 체적분율과의 관계에서 폭발 가능 범위(즉, LEL과 UEL 사이) 내에서 실질적으로 선형 관계를 갖는 것으로 확인되고 있다.

[0060] 예를 들어, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 산소만이 유입되어 혼합 기체(CG)에 산소만 존재하는 경우에는 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 4.5kV의 전압이 걸린 상태에서도 스파크가 발생하지 않으나, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 수소와 산소가 모두 유입되어 혼합 기체(CG) 내 수소의 체적분율이 40%에 도달하게 되면 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 4.5kV의 전압이 걸린 상태에서는 스파크가 발생할 수 있다.

[0061] 따라서, 혼합 기체(CG) 내 수소의 체적분율이 도달하는지 여부를 확인하기 위해 설정된 목표값(즉, 타겟 체적분율)(TV)을 40%로 설정하는 경우에는, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 상시 인가되는 항복 전압(VB)은 4.5kV로 결정될 수 있다. 다만, 이것은 예시적인 것으로서, 타겟 체적분율(TV)에 기초하여 항복 전압(VB)이 결정되는 방식이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0062] 한편, 상술한 바와 같이, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생할 때 가연성 기체와 산화제가 혼합된 혼합 기체(CG)가 점화되는 것을 방지하기 위해, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)은 소염 거리 이하로 결정될 수 있고, 제1 및 제2 전극들(121, 122)을 통한 방열(즉, 열손실)을 통한 화염 억제 차원에서 제1 및 제2 전극들(121, 122)이 충분한 면적을 가질 수 있다.

[0063] 이와 같이, 기체 공급 장치(100-1)는 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율이 도달하는지 여부를 확인하기 위해 설정된 목표값(즉, 타겟 체적분율)에 기초하여 결정되는 항복 전압을 이용하여 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 혼합 기체(CG) 내 가연성 기체(FG)의 체적분율이 폭발 한계 체적분율까지 도달함(예를 들어, 가연성 기체(예를 들어, 수소 등)를 공급하는 기체 공급 장치에 산화제(예를 들어, 산소 등)가 일정 수준 이상 유입됨)에 따른 폭발을 사전에 검출하여 예방할 수 있다.

[0064] 도 4는 도 1의 기체 공급 장치에서 제1 전극과 제2 전극 사이에 상시 인가되는 항복 전압이 결정됨에 있어 고려되는 사항의 일 예를 나타내는 도면이다.

[0065] 도 4를 참조하면, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 상시 인가되는 항복 전압은 타겟 체적분율에 기초하여 결정될 수 있다. 이 때, 상기 항복 전압은 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)을 고려하여 결정될 수 있다. 다만, 설명의 편의를 위해, 제1 기체(FG)는 수소이고 제2 기체(SG)는 산소인 것으로 설명하기로 한다.

[0066] 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하는 항복 전압은 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율(즉, 농도)과의 관계에서 폭발 가능 범위 내에서 선형 관계를 가질 수 있다. 이 때, 상기 항복 전압은 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)에 따라 달라질 수 있다.

[0067] 구체적으로, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하는 항복 전압은 동일 조건에서(즉, 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율(즉, 농도)이 동일할 때) 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)이 클수록 크게 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 항복 전압이 혼합 기체(CG) 내 수소의 체적분율이 동일하다고 가정할 때 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)이 커질수록(즉, 0.1㎜에서 0.7㎜로 갈수록) 커짐을 확인할 수 있다.

[0068] 이와 같이, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하는 항복 전압도 다양한 조건들(예를 들어, 혼합 기체(CG)를 구성하는 기체 종류, 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d) 등)을 고려하여 실험적으로 구해질 수 있다.

[0069] 도 5는 도 1의 기체 공급 장치에서 제1 전극과 제2 전극 사이에 상시 인가되는 항복 전압이 결정됨에 있어 고려

되는 사항의 다른 예를 나타내는 도면이다.

[0070] 도 5를 참조하면, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 상시 인가되는 항복 전압은 타겟 체적분율에 기초하여 결정될 수 있다. 이 때, 상기 항복 전압은 혼합 기체(CG)를 구성하는 기체 종류, 혼합 기체(CG)의 압력 등을 고려하여 결정될 수 있다.

[0071] 구체적으로, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하는 항복 전압은 동일 조건에서(즉, 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율(즉, 농도)이 동일할 때) 혼합 기체(CG)를 구성하는 기체 종류, 혼합 기체(CG)의 압력 등에 따라 다르게 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 항복 전압이 동일 조건에서 혼합 기체(CG)를 구성하는 기체 종류(예를 들어, 헬륨(He), 네온(Ne), 아르곤(Ar), 수소(H2), 질소(N2) 등) 및 혼합 기체(CG)의 압력에 따라 달라짐을 확인할 수 있다.

[0072] 이와 같이, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하는 항복 전압도 다양한 조건들(예를 들어, 혼합 기체(CG)를 구성하는 기체 종류, 혼합 기체(CG)의 압력 등)을 고려하여 실험적으로 구해질 수 있다.

[0073] 도 6은 도 1의 기체 공급 장치에서 제1 전극과 제2 전극 사이의 간격이 소염 거리 내에서 결정되는 일 예를 나타내는 도면이다.

[0074] 도 6을 참조하면, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 서로 마주보는 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 간격(d)이 소염 거리 이하로 결정될 수 있다. 이 때, 소염 거리는 제1 기체(FG)(예를 들어, 가연성 기체)와 제2 기체(SG)(예를 들어, 산화제)가 혼합된 혼합 기체(CG)에 아무리 큰 전기에너지가 가해지더라도 점화가 이루어지지 않는 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이의 최대 이격 거리를 의미한다. 다만, 설명의 편의를 위해, 제1 기체(FG)는 수소이고 제2 기체(SG)는 산소인 것으로 설명하기로 한다.

[0075] 도 6에 도시된 바와 같이, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 서로 마주보는 제1 전극(121)과 제2 전극(122)이 최대로 이격될 수 있는 이격 거리 즉, 소염 거리는 혼합 기체(CG) 내 수소의 체적분율이 도달하는지 여부를 확인하기 위해 설정된 목표값(즉, 타겟 체적분율)에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 서로 마주보는 제1 전극(121)과 제2 전극(122)이 최대로 이격될 수 있는 이격 거리 즉, 소염 거리는 타겟 체적분율이 10%에서 60%까지 증가함에 따라 0.3㎜에서 0.1㎜까지 감소하다가, 타겟 체적분율이 60%에서 90%까지 증가함에 따라 0.1㎜에서 0.7㎜까지 증가할 수 있다.

[0076] 이와 같이, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에서 서로 마주보는 제1 전극(121)과 제2 전극(122)이 최대로 이격될 수 있는 이격 거리 즉, 소염 거리는 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율 별로 다른 값을 가지므로, 상기 소염 거리는 다양한 조건들(예를 들어, 검출하고자 하는 타겟 체적분율(즉, 농도) 등)을 고려하여 실험적으로 구해질 수 있다.

[0077] 도 7은 본 발명의 실시예들에 따른 기체 공급 장치를 나타내는 블록도이다.

[0078] 도 7을 참조하면, 기체 공급 장치(100-2)는 기체 수용 설비(110), 전극 설비(120), 전압 인가 설비(130), 제1 밸브 설비(140) 및 밸브 제어 설비(160)를 포함할 수 있다. 다만, 기체 공급 장치(100-2)는 제1 밸브 설비(140) 및 밸브 제어 설비(160)를 더 포함하는 것을 제외하고는 도 1의 기체 공급 장치(100-1)와 실질적으로 동일하므로, 기체 공급 장치(100-2)를 설명함에 있어 도 1의 기체 공급 장치(100-1)와 중복되는 설명(즉, 기체 수용 설비(110), 전극 설비(120) 및 전압 인가 설비(130)에 관한 설명)은 생략하기로 한다.

[0079] 제1 밸브 설비(140)는 제1 기체(FG)를 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 주입할 수 있다. 예를 들어, 제1 밸브 설비(140)가 열리는 경우 제1 기체(FG)가 기체 수용 설비(110)의 내부 공간으로 유입될 수 있고, 제1 밸브 설비(140)가 닫히는 경우 제1 기체(FG)가 기체 수용 설비(110)의 내부 공간으로 유입되는 것이 차단될 수 있다.

[0080] 밸브 제어 설비(160)는 제1 밸브 설비(140)의 개폐 동작을 제어(즉, CTL1으로 표시)할 수 있다. 예를 들어, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간 내에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 발생한 스파크는 전도성 채널을 형성하므로, 밸브 제어 설비(160)는 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 흐르는 전류의 검출 여부(즉, PS로 표시)에 기초하여 제1 밸브 설비(140)의 개폐 동작을 제어(즉, CTL1으로 표시)할 수 있다.

[0081] 구체적으로, 밸브 제어 설비(160)는 기체 수용 설비(110)의 내부 공간 내에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하면(즉, 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하면), 제1 기체(FG)가 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 주입되지 않도록 제1 밸브 설비(140)가 닫히도록 제어할 수 있

다.

[0082] 반면에, 밸브 제어 설비(160)는 기체 수용 설비(110)의 내부 공간 내에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하지 않으면(즉, 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하지 않으면), 제1 기체(FG)가 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 주입되도록 제1 밸브 설비(140)가 열리도록 제어할 수 있다.

[0083] 한편, 상기에서는 기체 수용 설비(110)의 내부 공간 내에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 발생하는 스파크에 기초하여 제1 밸브 설비(140)가 개폐되는 작동 메커니즘을 설명하였으나, 이것은 예시적인 것으로서, 릴레이 회로, 모스펫 회로 등을 이용하여 스파크 방출이 종료될 때 제1 밸브 설비(140)가 개폐되는 작동 메커니즘도 가능함을 이해하여야 한다.

[0084] 도 8은 본 발명의 실시예들에 따른 기체 공급 장치를 나타내는 블록도이다.

[0085] 도 8을 참조하면, 기체 공급 장치(100-3)는 기체 수용 설비(110), 전극 설비(120), 전압 인가 설비(130), 제1 밸브 설비(140), 제2 밸브 설비(150) 및 밸브 제어 설비(160)를 포함할 수 있다. 다만, 기체 공급 장치(100-3)는 제1 밸브 설비(140), 제2 밸브 설비(150) 및 밸브 제어 설비(160)를 더 포함하는 것을 제외하고는 도 1의 기체 공급 장치(100-1)와 실질적으로 동일하므로, 기체 공급 장치(100-3)를 설명함에 있어 도 1의 기체 공급 장치(100-1)와 중복되는 설명(즉, 기체 수용 설비(110), 전극 설비(120) 및 전압 인가 설비(130)에 관한 설명)은 생략하기로 한다.

[0086] 제1 밸브 설비(140)는 제1 기체(FG)를 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 주입할 수 있다. 예를 들어, 제1 밸브 설비(140)가 열리는 경우 제1 기체(FG)가 기체 수용 설비(110)의 내부 공간으로 유입될 수 있고, 제1 밸브 설비(140)가 닫히는 경우 제1 기체(FG)가 기체 수용 설비(110)의 내부 공간으로 유입되는 것이 차단될 수 있다.

[0087] 제2 밸브 설비(150)는 제2 기체(SG)를 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 주입할 수 있다. 예를 들어, 제2 밸브 설비(150)가 열리는 경우 제2 기체(SG)가 기체 수용 설비(110)의 내부 공간으로 유입될 수 있고, 제2 밸브 설비(150)가 닫히는 경우 제2 기체(SG)가 기체 수용 설비(110)의 내부 공간으로 유입되는 것이 차단될 수 있다.

[0088] 밸브 제어 설비(160)는 제1 및 제2 밸브 설비들(140, 150)의 개폐 동작을 제어(즉, CTL1 및 CTL2로 표시)할 수 있다. 예를 들어, 기체 수용 설비(110)의 내부 공간 내에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 발생한 스파크는 전도성 채널을 형성하므로, 밸브 제어 설비(160)는 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 흐르는 전류의 검출 여부(즉, PS로 표시)에 기초하여 제1 및 제2 밸브 설비들(140, 150)의 개폐 동작을 제어(즉, CTL1 및 CTL2로 표시)할 수 있다.

[0089] 구체적으로, 밸브 제어 설비(160)는 기체 수용 설비(110)의 내부 공간 내에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하면(즉, 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하면), 제1 기체(FG)가 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 주입되지 않도록 제1 밸브 설비(140)가 닫히도록 제어하거나 및/또는 제2 기체(SG)가 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 주입되지 않도록 제2 밸브 설비(150)가 닫히도록 제어할 수 있다.

[0090] 반면에, 밸브 제어 설비(160)는 기체 수용 설비(110)의 내부 공간 내에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 스파크가 발생하지 않으면(즉, 혼합 기체(CG) 내 제1 기체(FG)의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하지 않으면), 제1 기체(FG)가 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 주입되도록 제1 밸브 설비(140)가 열리도록 제어함과 동시에 제2 기체(SG)가 기체 수용 설비(110)의 내부 공간에 주입되도록 제2 밸브 설비(150)가 열리도록 제어할 수 있다.

[0091] 한편, 상기에서는 기체 수용 설비(110)의 내부 공간 내에서 제1 전극(121)과 제2 전극(122) 사이에 발생하는 스파크에 기초하여 제1 및 제2 밸브 설비들(140, 150)이 개폐되는 작동 메커니즘을 설명하였으나, 이것은 예시적인 것으로서, 릴레이 회로, 모스펫 회로 등을 이용하여 스파크 방출이 종료될 때 제1 및 제2 밸브 설비들(140, 150)이 개폐되는 작동 메커니즘도 가능함을 이해하여야 한다.

[0092] 도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 기체 체적분율 검출 방법을 나타내는 순서도이다.

[0093] 도 9를 참조하면, 도 9의 기체 체적분율 검출 방법은 제1 기체와 제2 기체가 혼합된 혼합 기체가 존재하는 공간에서 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율을 검출할 수 있다.

[0094] 일 실시예에서, 제1 기체는 가연성 기체이고, 제2 기체는 산화제일 수 있다. 예를 들어, 제1 기체는 수소이고,

제2 기체는 산소일 수 있다. 다만, 이것은 예시적인 것으로서, 혼합 기체를 구성하는 제1 기체와 제2 기체가 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0095] 도 9의 기체 체적분율 검출 방법은 상기 공간 내에서 서로 마주보도록 배치된 제1 전극과 제2 전극 사이에 스파크가 발생하는지 여부를 모니터링(S110)할 수 있다. 이 때, 상기 공간 내에서 제1 전극과 상기 제2 전극 사이의 간격은 소염 거리 이하로 결정될 수 있다.

[0096] 일 실시예에서, 제1 전극과 제2 전극 사이의 간격은 제1 기체, 제2 기체 및 타겟 체적분율에 따라 가변될 수 있다. 즉, 제1 전극과 제2 전극 사이의 간격은 혼합 기체를 구성하는 기체 종류 및 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율이 도달하는지 여부를 확인하기 위해 설정된 목표값(즉, 타겟 체적분율)에 따라 달라질 수 있다.

[0097] 다른 실시예에서, 제1 전극과 제2 전극 사이의 간격은 제1 및 제2 전극들의 형상에 따라 가변될 수 있다. 예를 들어, 제1 전극과 제2 전극 사이의 간격은 제1 및 제2 전극들이 실린더 형상의 전극들인지 또는 플랜지 형상의 전극들인지에 따라 달라질 수 있다.

[0098] 또 다른 실시예에서, 제1 전극과 제2 전극 사이의 간격은 제1 및 제2 전극들의 면적에 따라 가변될 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 전극들의 면적이 클수록 제1 및 제2 전극들을 통한 방열(즉, 열손실)이 커지고, 제1 및 제2 전극들의 면적이 작을수록 제1 및 제2 전극들을 통한 방열이 작아지므로, 제1 전극과 제2 전극 사이의 간격은 이러한 원리를 고려하여 달라질 수 있다.

[0099] 이후, 도 9의 기체 체적분율 검출 방법은 상기 공간 내에서 서로 마주보도록 배치된 제1 전극과 제2 전극 사이에 스파크 발생 여부를 확인(S120)할 수 있다. 이 때, 제1 전극과 제2 전극 사이에는 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하면 스파크가 발생하도록 하는 항복 전압이 상기 인가될 수 있다.

[0100] 이 때, 상기 공간 내에서 서로 마주보도록 배치된 제1 전극과 제2 전극 사이에 스파크가 발생한 것으로 판단되면, 도 9의 기체 체적분율 검출 방법은 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달한 것으로 판단(S130)할 수 있다.

[0101] 반면에, 상기 공간 내에서 서로 마주보도록 배치된 제1 전극과 제2 전극 사이에 스파크가 발생하지 않은 것으로 판단되면, 도 9의 기체 체적분율 검출 방법은 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하지 않은 것으로 판단(S140)할 수 있다.

[0102] 이와 같이, 도 9의 기체 체적분율 검출 방법은 제1 기체(예를 들어, 가연성 기체)와 제2 기체(예를 들어, 산화제)가 혼합된 혼합 기체가 존재하는 소정의 공간에서 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율을 검출함에 있어서, 상기 공간 내에서 서로 마주보도록 배치된 제1 전극과 제2 전극(이 때, 제1 전극과 제2 전극 사이의 간격은 소염 거리 이하로 결정됨) 사이에 스파크가 발생하는지 여부를 검출하고, 제1 전극과 제2 전극 사이에서 스파크가 발생하지 않으면 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달하지 않은 것으로 판단하며, 제1 전극과 제2 전극 사이에서 스파크가 발생하면 혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달한 것으로 판단함으로써, 상기 공간에서 가연성 기체와 산화제가 혼합된 혼합 기체가 점화되는 것을 방지하면서도 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율(즉, 농도)을 안전하고 정확하게 검출할 수 있다.

산업상 이용가능성

[0103] 본 발명은 가연성 기체와 산화제가 혼합된 혼합 기체 내 가연성 기체의 체적분율 검출이 요구되는 다양한 기술 분야에 적용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명은 이동체(예를 들어, 자동차, 항공기, 로켓 등)의 엔진 등에 적용될 수 있다. 한편, 이상에서는 본 발명에 대하여 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 아래 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0104]

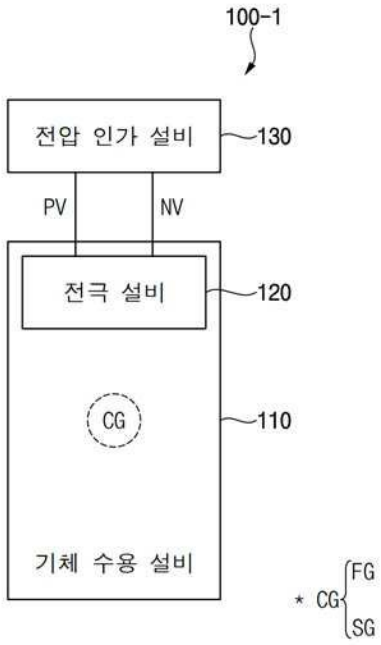
100-1: 기체 공급 장치	100-2: 기체 공급 장치
100-3: 기체 공급 장치	110: 기체 수용 설비
120: 전극 설비	121: 제1 전극
122: 제2 전극	130: 전압 인가 설비

140: 제1 밸브 설비 150: 제2 밸브 설비

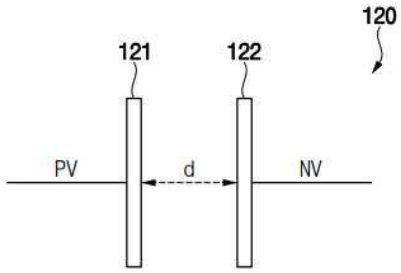
160: 밸브 제어 설비

도면

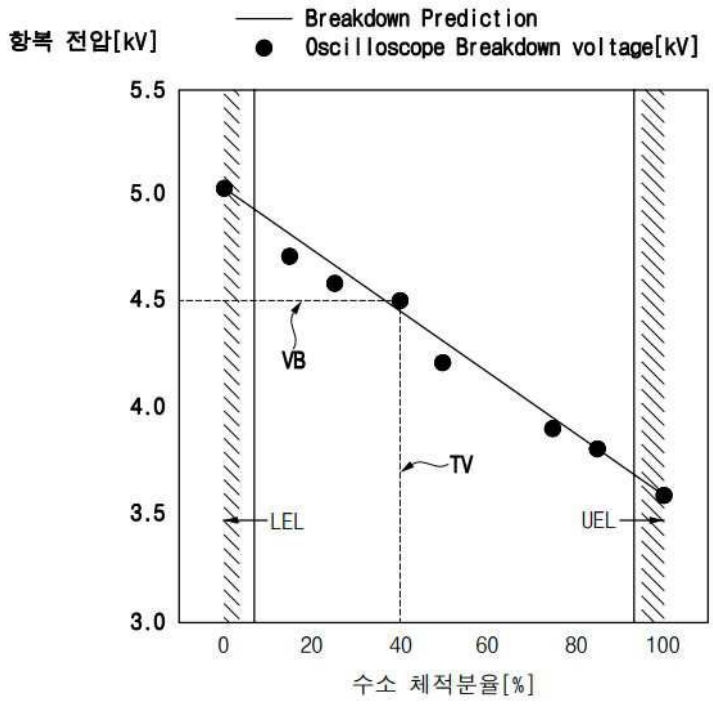
도면1



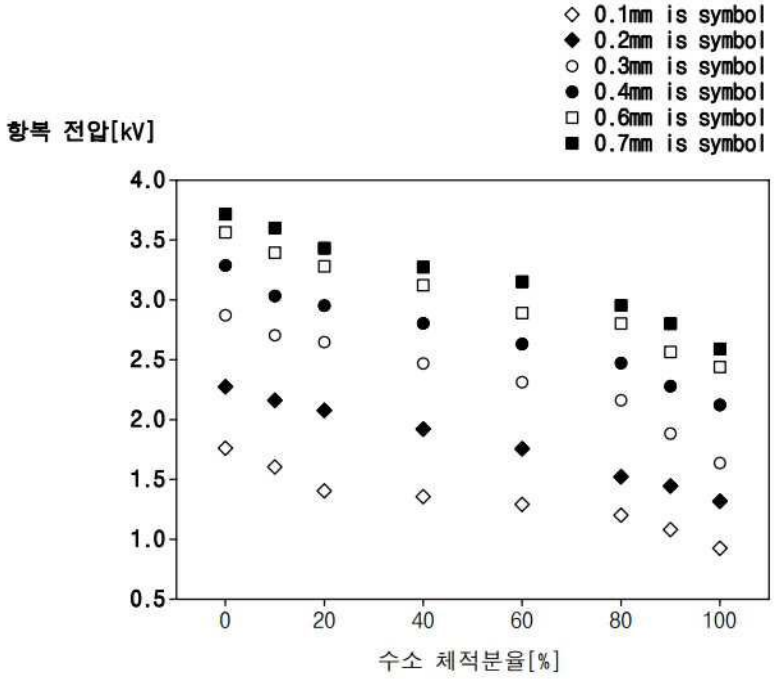
도면2



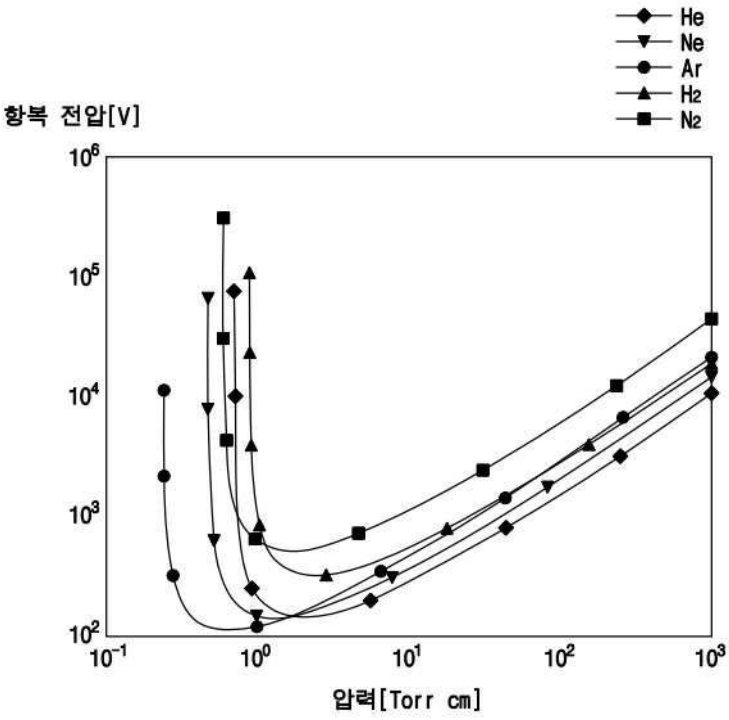
도면3


Breakdown Prediction
Oscilloscope Breakdown voltage[kV]
항복 전압[kV]
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
VB
TV
LEL
UEL
0
20
40
60
80
100
수소 체적분율[%]

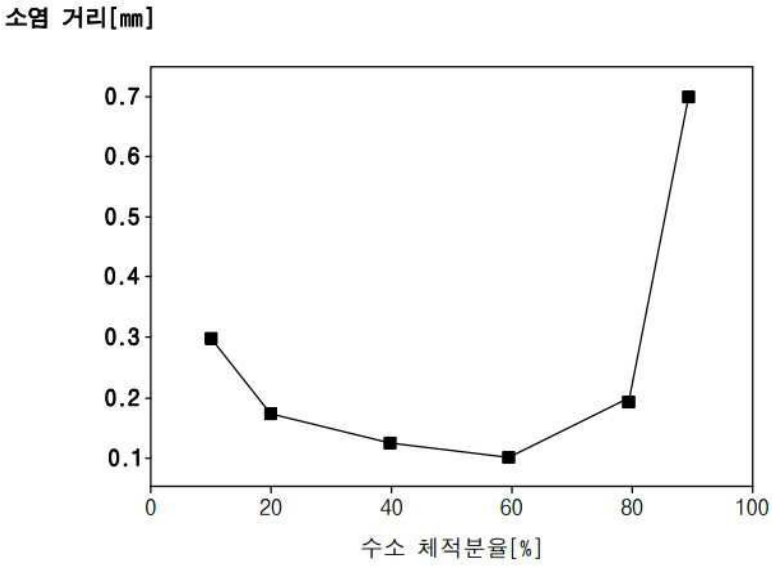
도면4


0.1mm is symbol
0.2mm is symbol
0.3mm is symbol
0.4mm is symbol
0.6mm is symbol
0.7mm is symbol
항복 전압[kV]
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0
20
40
60
80
100
수소 체적분율[%]

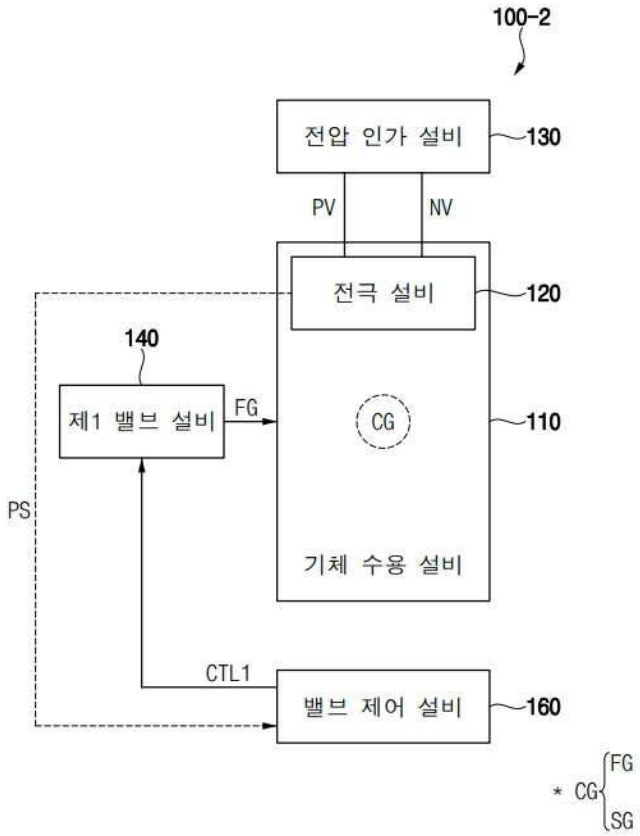
도면5


He
Ne
Ar
H2
N2
항복 전압[V]
10^6
10^5
10^4
10^3
10^2
10^-1
10^0
10^1
10^2
10^3
압력[Torr cm]

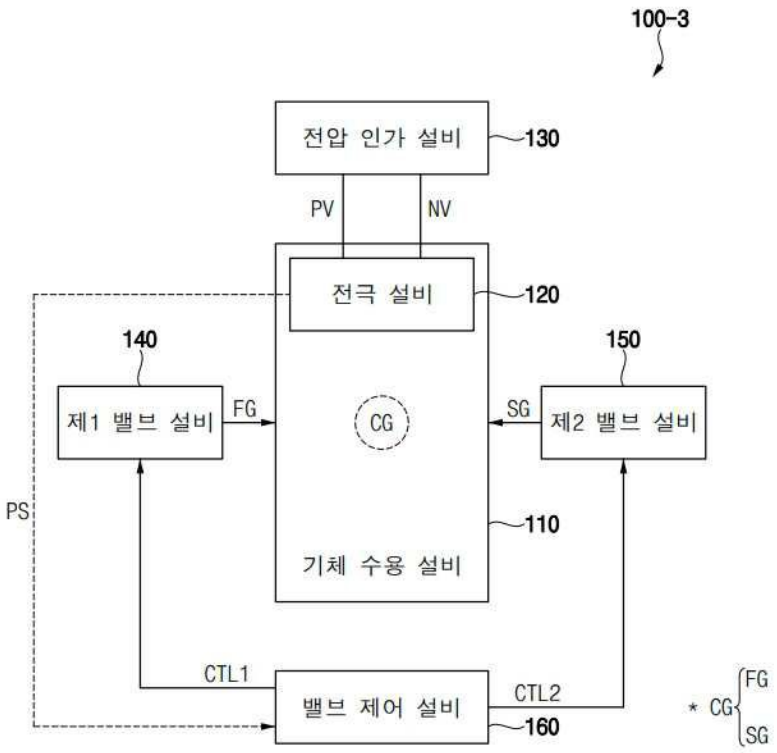
도면6


소염 거리[mm]
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
20
40
60
80
100
수소 체적분율[%]

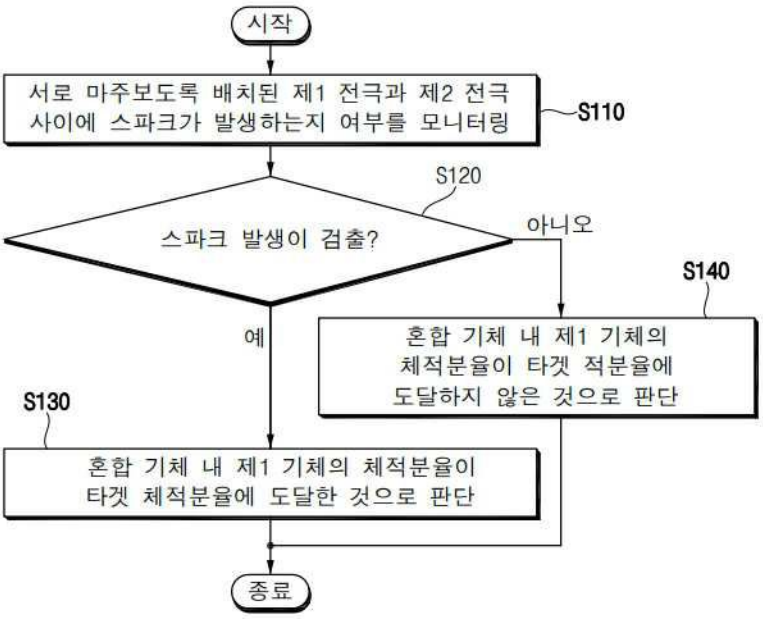
도면7


100-2
전압 인가 설비
130
PV
NV
전극 설비
120
140
제1 밸브 설비
FG
CG
110
PS
기체 수용 설비
CTL1
밸브 제어 설비
160
* CG
FG
SG

도면8


100-3
전압 인가 설비
130
PV
NV
전극 설비
120
140
150
제1 밸브 설비
FG
CG
SG
제2 밸브 설비
PS
110
기체 수용 설비
CTL1
CTL2
밸브 제어 설비
160
* CG
FG
SG

도면9


시작
서로 마주보도록 배치된 제1 전극과 제2 전극 사이에 스파크가 발생하는지 여부를 모니터링
S110
S120
스파크 발생이 검출?
아니오
예
S140
혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율이 타겟 적분율에 도달하지 않은 것으로 판단
S130
혼합 기체 내 제1 기체의 체적분율이 타겟 체적분율에 도달한 것으로 판단
종료