(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0077467
(43) 공개일자 2022년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16L 55/07 (2019.01)
(52) CPC특허분류
F16L 55/07 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2020-0166436
(22) 출원일자 2020년12월02일
심사청구일자 2020년12월02일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
이형진
인천광역시 연수구 컨벤시아대로 42번길 95 (송도동, 더샵엑스포) 1002동 603호
차승원
경기도 수원시 영통구 영통로 111(망포동, 엘지동수원자이아파트)302동 1904호
(74) 대리인
특허법인아이더스

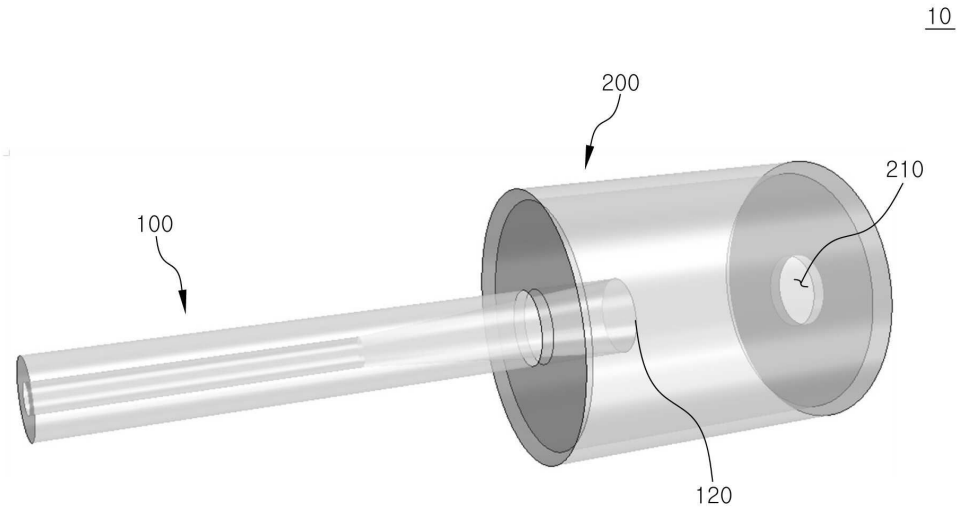
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **고압 수소 배관용 안전장치**

(57) 요 약

본 발명은 고압 수소 배관용 안전장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고압의 수소를 저장하는 용기 등에 구비되는 벤트관에 자발점화에 의해 생성되는 화염 파편을 포착하고, 화염 유지 현상을 억제시킬 수 있도록 하는 화염억제부가 구비되도록 하여 고압 수소의 벤트 과정에서 발생되는 자발점화 또는 화염 방사로 인한 화재사고를 미연에 방지할 수 있도록 하는 고압 수소 배관용 안전장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711117986
과제번호	2020R1F1A1075671
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	대기조건을 고려한 누출 액체 수소의 가연영역 예측 모델링 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2020.06.01 ~ 2021.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

고압 수소를 배출하기 위한 벤트관과,

일측 단부가 상기 벤트관의 단부를 감싸도록 결합되고, 타측 단부에는 고압 수소가 배출되는 벤트홀이 형성된 중공 형상의 화염억제부를 포함하는 것을 특징으로 하는 고압 수소 배관용 안전장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 벤트관의 내부에는 고압 수소가 통과하는 통로의 단면적이 넓어지도록 하는 확관부가 형성된 것을 특징으로 하는 고압 수소 배관용 안전장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 확관부는 5도 이하의 기울기를 갖도록 하여 화염억제부의 내측으로 삽입되는 벤트관의 단부까지 형성된 것을 특징으로 하는 고압 수소 배관용 안전장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 벤트홀의 면적은 벤트관의 단부 내경에 의해 형성되는 면적 이하인 것을 특징으로 하는 고압 수소 배관용 안전장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 화염억제부는 원통 형상으로 이루어지고, 화염억제부의 길이는 벤트관의 단부 내경의 3배 이상인 것을 특징으로 하는 고압 수소 배관용 안전장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 고압 수소 배관용 안전장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고압의 수소를 저장하는 용기 등에 구비되는 벤트관에 자발점화에 의해 생성되는 화염 파편을 포착하고, 화염 유지 현상을 억제시킬 수 있도록 하는 화염억제부가 구비되도록 하여 고압 수소의 벤트 과정에서 발생되는 자발점화 또는 화염 방사로 인한 화재사고를 미연에 방지할 수 있도록 하는 고압 수소 배관용 안전장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 수소는 환경 친화적이면서도 에너지 밀도가 높기 때문에 미래의 에너지원으로 각광받고 있으며, 최근 들어 수소를 에너지원으로 활용할 수 있도록 하는 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0004] 액체 수소의 경우, 극저온 상태이므로 저장 및 운송 비용이 많이 소요되므로, 수소연료는 일반적으로 저장의 용이성과 효율을 고려하여 약 700bar 수준의 고압 가스 형태로 사용된다.

[0005] 고압의 수소 가스를 저장하기 위한 장치에는 안전상의 이유로 벤트(vent) 장치가 필수적으로 설치되는데, 도 1에 나타낸 바와 같이, 고압 수소가 대기중으로 방출되는 경우 상압과의 압력차이로 인한 충격파 발생 및 수소의 낮은 발화점으로 인해 점화원이 없는 상태에서도 자발 점화에 의해 화염 방사가 이루어지고, 그에 따라 화재 사고가 발생할 수 있다.

[0006] 최근 들어, 이러한 고압 수소의 자발점화와 관련된 연구가 전세계적으로 진행되고 있는데, 그 주요 내용은 고압 수소의 기본적인 누출 및 공급 상황에서 자발점화의 발생 가능성에 관한 것이다.

[0007] 그에 따라, 배관, 즉 고압 수소를 누출시키기 위한 벤트관의 길이가 길수록, 벤트관의 직경이 작을수록, 또한 벤트관에 구비되는 격막 또는 밸브가 빠르게 개방될수록 자발점화의 가능성이 높아진다는 연구결과가 발표되기도 했다.

[0008] 또한, 자발점화 현상의 발생에 따른 화염 방사 현상에 대한 연구를 통해 화염 구조와 화염 전파 속도에 대한 파악도 이루어지고 있는데, 대부분의 연구들이 기초적인 현상 분석에만 국한되어 있고, 자발점화에 의한 화염 방사를 억제하기 위한 장치 또는 방법에 대한 내용은 아직까지 개발되고 있지 않은 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 1. 대한민국 등록특허공보 제10-1134876호(2012. 04. 13. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점들을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 고압의 수소를 저장하는 용기 등에 구비되는 벤트관에 화염억제부를 설치함으로써 고압 수소의 벤트 과정에서 발생되는 자발점화에 의해 생성되는 화염 파편을 포착하고, 화염 유지 현상을 억제시킬 수 있도록 하는 고압 수소 배관용 안전장치를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은,

[0014] 고압 수소를 배출하기 위한 벤트관과, 일측 단부가 상기 벤트관의 단부를 감싸도록 결합되고, 타측 단부에는 고압 수소가 배출되는 벤트홀이 형성된 중공 형상의 화염억제부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 이때, 상기 벤트관의 내부에는 고압 수소가 통과하는 통로의 단면적이 넓어지도록 하는 확관부가 형성된 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 확관부는 5도 이하의 기울기를 갖도록 하여 화염억제부의 내측으로 삽입되는 벤트관의 단부까지 형성된 것을 특징으로 한다.

[0017] 그리고, 상기 벤트홀의 면적은 벤트관의 단부 내경에 의해 형성되는 면적 이하인 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 화염억제부는 원통 형상으로 이루어지고, 화염억제부의 길이는 벤트관의 단부 내경의 3배 이상인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따르면, 비교적 단순한 구성에 의해 고압 수소의 벤트 과정에서 발생되는 자발점화에 의해 생성되는 화염 파편을 포착하고, 화염 유지 현상을 억제시킬 수 있도록 함으로써 자발점화의 발생에 따른 화염 방사로 인한 화재사고를 미연에 방지할 수 있도록 하는 뛰어난 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 고압 수소의 벤트 과정에서 발생되는 자발점화에 의한 화염 방사 모습을 나타낸 도면.

도 2는 본 발명에 따른 고압 수소 배관용 안전장치의 사시도.

도 3은 도 2에 나타낸 본 발명의 단면도.

도 4는 본 발명에 따른 고압 수소 배관용 안전장치에 의한 화염 포착 및 소염 과정을 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면들을 참고로 하여 본 발명에 따른 고압 수소 배관용 안전장치의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[0024] 도 2는 본 발명에 따른 고압 수소 배관용 안전장치의 사시도이고, 도 3은 도 2에 나타낸 본 발명의 단면도이며, 도 4는 본 발명에 따른 고압 수소 배관용 안전장치에 의한 화염 포착 및 소염 과정을 나타낸 도면이다.

[0026] 본 발명은 고압의 수소를 저장하는 용기 등에 구비되는 벤트관에 자발점화에 의해 생성되는 화염 파편을 포착하고, 화염 유지 현상을 억제시킬 수 있도록 하는 화염억제부가 구비되도록 하여 고압 수소의 벤트 과정에서 발생되는 자발점화 또는 화염 방사로 인한 화재사고를 미연에 방지할 수 있도록 하는 고압 수소 배관용 안전장치(10)(이하, '안전장치(10)'라 한다)에 관한 것으로, 그 구성은 도 2에 나타낸 바와 같이, 크게 벤트관(100)과 화염억제부(200)를 포함할 수 있다.

[0027] 보다 상세히 설명하면, 상기 벤트관(100)은 고압 수소를 저장하기 위한 용기 등에 구비되어 고압 수소의 압력 유지 등을 이유로 하여 외부로 배출시킬 수 있도록 하는 역할을 하는 것으로, 내측에는 고압 수소가 이동하는 통로(110)가 형성되어 있다.

[0028] 상기 벤트관(100)의 단부(120)는 후술할 화염억제부(200)의 내측으로 삽입되고, 화염억제부(200) 내측으로 삽입된 벤트관(100)의 내부 통로(110)에는 단부(120)로 갈수록 통로(110)의 단면적이 넓어지도록 하는 확관부(112)가 형성될 수 있다.

[0029] 이때, 상기 확관부(112)는 화염억제부(200)의 내측으로 삽입되기 이전 위치의 벤트관(100)으로부터 화염억제부(200)의 내측으로 삽입된 벤트관(100)의 단부(120)에 이르기까지 형성되는데, 확관부(112)의 시점으로부터 화염억제부(200)의 일측 단부 사이의 거리는 화염억제부(200) 내측으로 삽입된 벤트관(100) 길이의 약 2배 정도가 되도록 하는 것이 바람직하다.

[0030] 상기와 같은 확관부(112)는 고압 수소를 배출하는 과정에서 벤트관(100)의 통로(110) 내부에서 수소의 자발점화로 인해 화염이 발생된 경우 화염이 하류로 흘러가지 않고 상부로 다시 되돌아오도록 하는 역할을 하는 것으로, 이에 대한 보다 상세한 설명은 후술하기로 한다.

[0031] 또한, 상기 확관부(112)의 각도, 즉 확관부(112)의 시점으로부터 종점, 즉 벤트관(100)의 단부(120)까지의 기울기는 5도 이하로 형성되는 것이 바람직한데, 이는 수소의 자발점화로 인해 발생된 화염이 분리되는 것을 방지하기 위함이다.

[0032] 즉, 상기 확관부(112)의 각도가 5도를 초과하는 경우, 통로(110)를 통과하는 고압 수소의 유동이 과팽창하면서 유동 박리 현상이 발생되고, 그에 따라 화염이 분리되어 하류로 흘러나가게 되므로 화염 포착이 제대로 이루어지지 않는 문제가 발생될 수 있기 때문이다.

[0033] 다음, 상기 화염억제부(200)는 벤트관(100)의 단부(120)를 감싸도록 결합되어 벤트관(100)의 내부에서 고압 수소의 자발점화에 의해 생성되는 화염을 포착하고, 화염이 유지되는 것을 억제시키는 역할을 하는 것으로, 벤트관(100)의 외경보다 직경이 큰 중공의 원통 형상으로 이루어질 수 있다.

[0034] 즉, 도 3에 나타낸 바와 같이, 상기 화염억제부(200)의 일측 단부는 벤트관(100)의 단부(120)가 화염억제부(200)의 내측으로 수용될 수 있도록 벤트관(100)을 감싸는 형태로 결합되거나, 벤트관(100)의 외주면에 일체로 형성될 수 있고, 화염억제부(200)의 타측 단부에는 벤트관(100)을 통해 배출되는 고압 수소를 외부로 배출시킬 수 있도록 하는 벤트홀(210)이 형성되어 있다.

[0035] 이때, 상기 벤트홀(210)은 벤트관(100)의 단부(120)로부터 고압 수소의 흐름방향으로 일정거리 이격되도록 하여 전방에 위치되는 화염억제부(200)의 타측 단부 중심부에 형성될 수 있으며, 벤트홀(210)의 면적은 벤트관(100) 단부(120)의 면적, 즉 벤트관(100) 단부(120)의 내경에 의해 형성되는 면적 이하가 되도록 하여 벤트관(100) 단부(120)를 통해 1차적으로 배출되는 고압 수소가 벤트홀(210)을 통해 보다 원활히 배출될 수 있도록 구성되어 있다.

[0036] 또한, 상기 벤트홀(210)의 면적이 너무 넓을 경우 벤트관(100)의 내부에서 고압 수소의 자발점화에 의해 생성되는 화염이 화염억제부(200)의 내부에서 포착되지 못하고 벤트홀(210)을 통해 빠져나가게 될 우려도 있으므로, 가급적 벤트홀(210)의 면적을 좁게 형성시키는 것이 바람직하다.

[0037] 그리고, 상기 화염억제부(200)의 길이, 즉 고압 수소의 흐름방향으로의 길이는 확관부(112) 내경의 최대값, 즉 벤트관(100)의 단부(120) 내경에 비해 적어도 3배 이상이 되는 것이 바람직한데, 그 이유는 화염억제부(200)의 길이가 벤트관(100) 단부(120) 내경의 3배 미만이 될 경우, 화염억제부(200)의 전체 길이가 너무 짧아지게 되어 벤트관(100)의 내부에서 고압 수소의 자발점화에 의해 생성되는 화염이 확관부(112)에 의해 발생되는 역방향 회전 와류에 의해 포집되기 전에 화염억제부(200)의 타측 단부 내측벽과 충돌하여 분리됨으로써 고압 수소의 흐름에 의해 벤트홀(210)을 통해 빠져나가게 될 우려가 있기 때문이다.

[0038] 도 4는 전술한 바와 같은 본 발명에 따른 안전장치(10)에 의한 화염 포착 및 소염 과정을 전산유동해석을 통해 테스트한 결과를 나타낸 것으로, 벤트관(100)의 내부에 형성되는 확관부(112)의 각도는 5도로 하였고, 화염억제부(200)의 내측으로 삽입된 벤트관(100)의 길이는 15㎜로 하였으며, 벤트관(100)의 단부(120) 내경과 화염억제부(200)에 형성된 벤트홀(210)의 직경은 13㎜로 동일하게 하였고, 화염억제부(200)의 길이는 50㎜로 한 상태에서 벤트관(100)의 내부에서 고압 수소의 자발점화에 의한 화염이 형성되도록 하였다.

[0039] 또한, 벤트관(100) 내부 통로(110)의 내경은 5㎜로 하였고, 수소의 공급압력은 145bar로 하였다.

[0040] 확관부(112) 및 화염억제부(200)가 형성되지 않은 종래의 벤트관(100)의 경우 도 1에 나타낸 바와 같이, 고압 수소의 벤트 과정에서 화염 전파로 인해 화염 방사가 일어나는 것임에 비해, 본 발명에 따른 안전장치(10)의 경우, 도 4에서 확인할 수 있는 바와 같이, 화염 팽창, 화염 포착, 연소 지속 및 산소 소진, 소염의 네 단계를 거치면서 화염 방사가 발생되는 것을 방지할 수 있게 된다.

[0041] 보다 상세히 설명하면, 먼저 상기 화염 팽창 단계는 벤트관(100) 내부에서 발생된 화염이 확관부(112) 내부에서 팽창하는 단계로, 확관부(112)의 각도가 5도로 크지 않으므로 작은 각도로 팽창이 이루어지고, 그에 따라 화염이 하류로 흘러가지 않고 역방향 회전 와류에 의해 상류로 다시 되돌아오는 흐름이 생성된다.

[0042] 이때, 상기 역방향 회전 와류란 정적 유동에 고압 가스가 분출될 때 점성 마찰에 의해 만들어지는 분출 반대 방향으로의 소용돌이를 의미하는 것으로, 전술한 바와 같이, 확관부(112)의 각도가 5도를 초과하는 경우, 확관부(112)를 통과하는 고압 수소의 유동이 과팽창하면서 유동 박리 현상이 발생되고, 그에 따라 화염이 분리되어 하류로 흘러나가게 되므로 화염 포착이 제대로 이루어지지 않을 수 있다.

[0043] 다음, 상기 화염 포착 단계는 역방향 회전 와류에 의해 상류로 다시 되돌아오는 화염을 벤트관(100)의 단부(120)를 감싸는 화염억제부(200)에 의해 포착하는 단계로, 화염억제부(200)의 길이를 벤트관(100) 단부(120) 내경의 3배 이상으로 하고, 벤트홀(210)의 면적을 벤트관(100) 단부(120) 내경에 의해 형성되는 면적 이하로 할 경우, 도 4의 ②번 그림에서 확인할 수 있듯이, 역방향 회전 와류에 의해 상류로 다시 되돌아오는 화염이 벤트홀(210)을 통해 빠져나기지 못하고 화염억제부(200) 내부에 포착된다.

[0044] 다음, 상기 연소 지속 및 산소 소진 단계는 화염억제부(200) 내부에 포착된 화염이 화염억제부(200) 내부에서 연소하면서 산소를 소진시키는 단계로, 지속적인 연소에 의해 화염억제부(200) 내부 산소가 모두 소진이 되면 소염 단계로 이어지게 된다.

[0045] 따라서, 전술한 바와 같은 본 발명에 따른 안전장치(10)에 의하면, 비교적 단순한 구성에 의해 고압 수소의 벤트 과정에서 발생되는 자발점화에 의해 생성되는 화염 파편을 포착하고, 화염 유지 현상을 억제시킬 수 있도록 함으로써 자발점화의 발생에 따른 화염 방사로 인한 화재사고를 미연에 방지할 수 있도록 하는 등의 다양한 장점을 갖는 것이다.

[0047] 전술한 실시예들은 본 발명의 가장 바람직한 예에 대하여 설명한 것이지만, 상기 실시예에만 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변형이 가능하다는 것은 당업자에게 있어서 명백한 것이다.

산업상 이용가능성

[0049] 본 발명은 고압 수소 배관용 안전장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고압의 수소를 저장하는 용기 등에 구비되는 벤트관에 자발점화에 의해 생성되는 화염 파편을 포착하고, 화염 유지 현상을 억제시킬 수 있도록 하는 화염억제부가 구비되도록 하여 고압 수소의 벤트 과정에서 발생되는 자발점화 또는 화염 방사로 인한 화재사고를 미연에 방지할 수 있도록 하는 고압 수소 배관용 안전장치에 관한 것이다.

부호의 설명

[0051] 10 : (고압 수소 배관용) 안전장치 100 : 벤트관

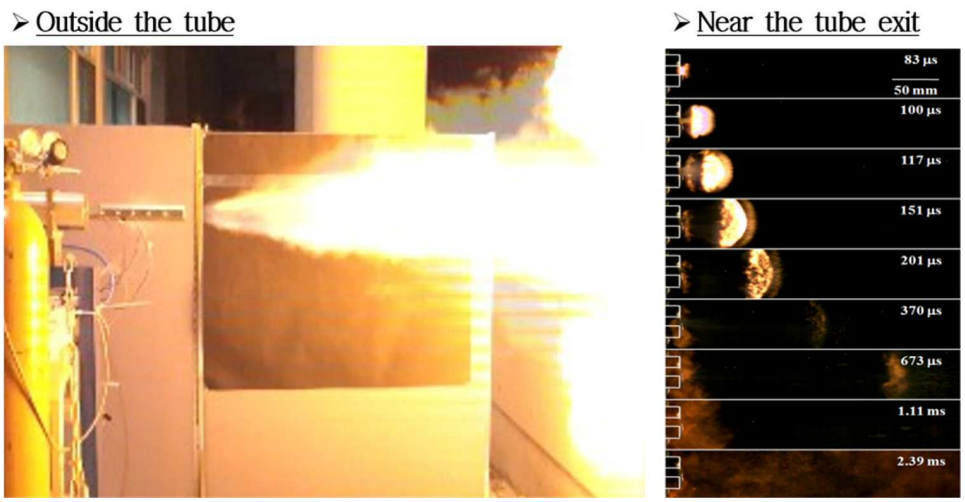
110 : 통로 112 : 확관부

120 : 단부 200 : 화염억제부

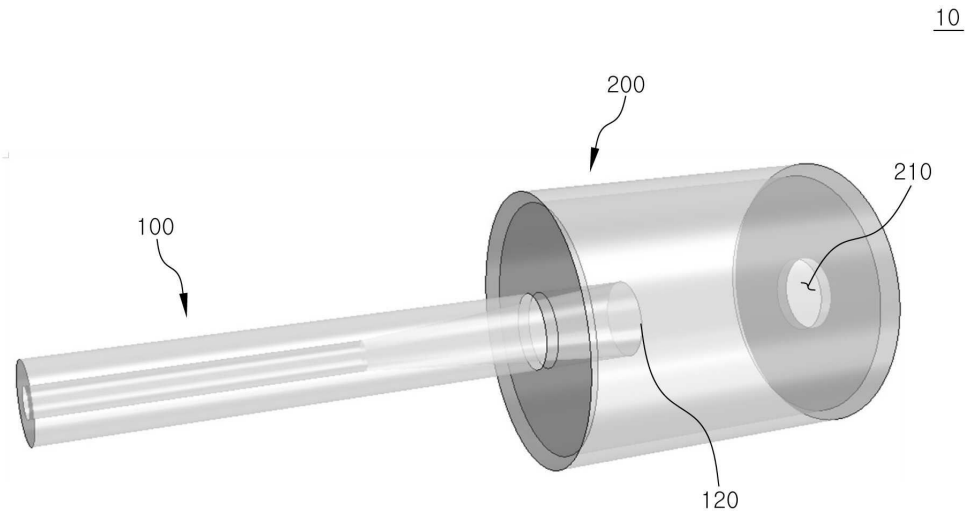
210 : 벤트홀

도면

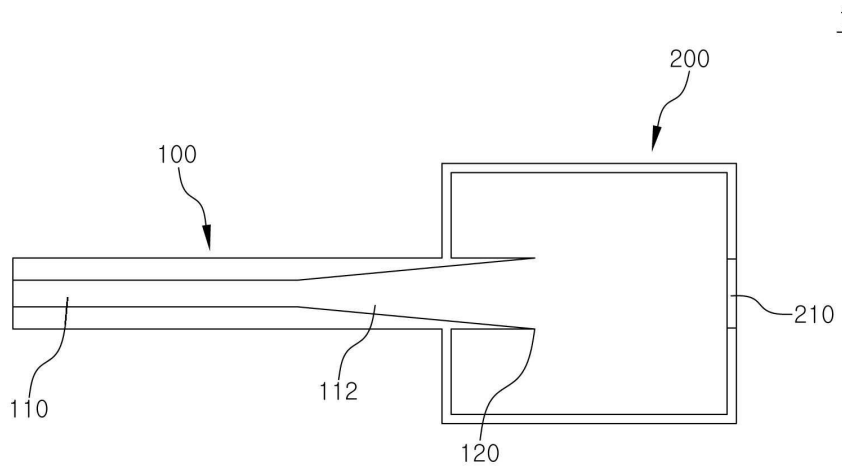
도면1



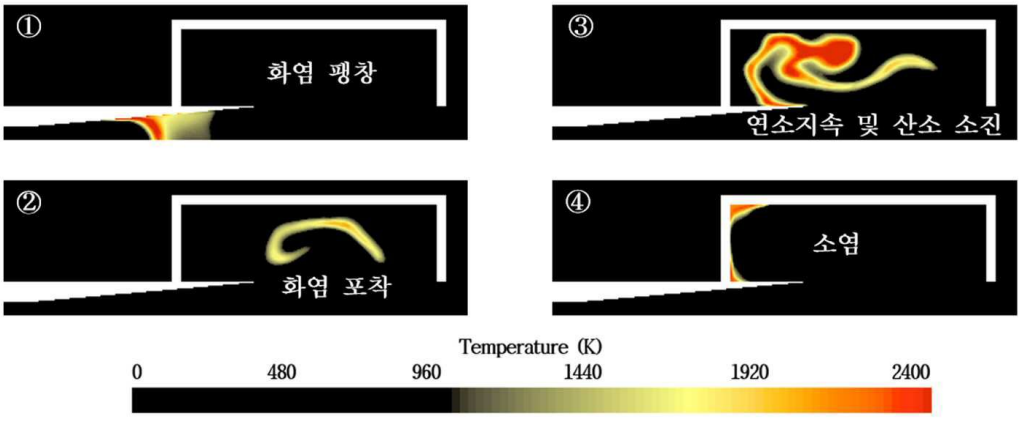
도면2


10
200
210
100
120

도면3


10
200
100
210
110
112
120

도면4


①
화염 팽창
③
연소지속 및 산소 소진
②
화염 포착
④
소염
Temperature (K)
0
480
960
1440
1920
2400