



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월30일

(11) 등록번호 10-1530259

(24) 등록일자 2015년06월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21C 9/06 (2006.01) G21D 3/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0109833

(22) 출원일자 2013년09월12일

심사청구일자 2013년09월12일

(65) 공개번호 10-2015-0030825

(43) 공개일자 2015년03월23일

(56) 선행기술조사문헌

JP2001056391 A*

KR1020020001814 A*

JP2009066574 A

조성권, "다공성 촉매지지체를 이용한 수소제거 반응기의 성능향상", 한국과학기술원 석사학위논문 (2008.05.20.)

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국원자력연구원

대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)

(72) 발명자

김종태

대전 유성구 배울2로 61, 1010동 901호 (관평동, 대덕테크노밸리10단지아파트)

강형석

대전 유성구 은구비남로 56, 904동 405호 (노은동, 열매마을9단지)

홍성완

대전 유성구 배울2로 61, APT 1012동 101호 (관평동, 대덕테크노밸리10단지아파트)

(74) 대리인

이원희

전체 청구항 수 : 총 4 항

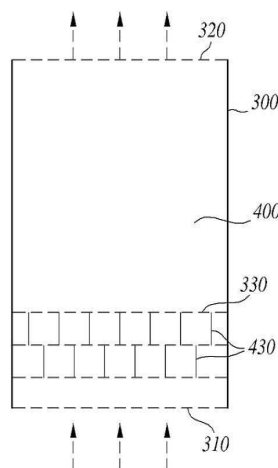
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 **피동형 촉매 재결합기 및 이를 위한 제조방법 및 이를 이용한 원자로 내의 수소 처리방법**

(57) 요약

본 발명은 동일한 크기 및 촉매판(430)의 길이를 갖는 피동형 촉매결합기를 통해 밀폐된 격납용기 내부에 축적된 수소의 제거율을 향상시킬 수 있도록 하고, 보다 효율적인 설치 및 유지/보수가 가능한 특징이 있는 피동형 촉매 재결합기를 제공하기 위한 것으로, 유입부(310)와, 배출부(320)와, 유로(400)가 형성된 챔버(300) 및 상기 챔버(300)의 내부에 상기 혼합기체의 통과 방향으로 수직하게 형성되는 다수의 촉매판(430)이 수평하게 이격 배치되고, 상기 배치된 다수의 촉매판(430)이 상기 혼합기체의 통과 방향으로 연속하는 복수의 열을 이루도록 구비되는 촉매반응부(330)를 포함하고, 상기 촉매반응부(330)는 상기 복수의 열에서 상기 혼합기체의 통과 방향으로 위치되는 상기 촉매판(430)이 서로 엇갈리게 배치된 것을 특징으로 하는 피동형 촉매 재결합기 및 이를 위한 제조방법 및 이를 이용한 원자로 격납용기의 수소 처리방법을 제공한다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 53222-13
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 원자력연구개발사업
연구과제명 격납건물 장기 건전성 확보 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 한국원자력연구원
연구기간 2012.03.01 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

수소 혼합기체가 유입될 수 있는 유입부와, 수소와 재결합된 고온의 혼합기체를 통과시킬 수 있도록 배출부를 포함하고, 상기 유입부와 상기 배출부를 연결하는 유로가 형성된 챔버; 및

상기 유입부측에서 열을 이루는 다수의 관상의 하단 촉매판을 장착하여 상기 챔버에 결합하는 제1촉매판 카트리지와, 상기 배출부측에서 열을 이루는 다수의 관상의 상단 촉매판을 장착하여 상기 챔버에 결합하는 제2촉매판 카트리지를 포함하는 촉매반응부를 포함하며,

상기 제1촉매판 카트리지와 상기제2촉매판 카트리지는 상기 혼합기체의 통과 방향으로 겹층 구조로 형성되며,

상기 다수의 관상의 하단 촉매판과 상기 다수의 관상의 상단 촉매판은, 상기 챔버의 내부에서 상기 혼합기체의 통과 방향으로 길이를 갖도록 수평하게 이격 배치되고,

상기 배치된 다수의 관상의 하단 촉매판과 다수의 관상의 상단 촉매판은 상기 다수의 관상의 하단 촉매판의 선단부와 충돌하여 형성된 경계층 밖의 혼합기체가 상기 다수의 관상의 상단 촉매판의 선단부에 충돌하여 새로운 경계층을 형성할 수 있도록 서로 엇갈리게 배치되는 것을 특징으로 하는 피동형 촉매 재결합기.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제1촉매판 카트리지와, 상기 제2촉매판 카트리지는 상기 챔버에 분리 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 피동형 촉매 재결합기.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 촉매반응부는 상기 유입부에 인접하는 하부에 형성된 것을 특징으로 하는 피동형 촉매 재결합기.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

원자로의 격납용기에 축적된 수소를 처리하기 위한 방법에 있어서,

상기 청구항 1, 청구항 5, 청구항 6 중 어느 한 항에 기재된 피동형 촉매 재결합기를 원자로의 격납용기에 축적된 혼합기체가 통과되도록 설치하여, 상기 격납용기 내부에 축적된 수소의 농도를 저감시키는 것을 특징으로 하는 원자로 격납용기의 수소 처리방법.

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 원자로 내에 축적되는 수소농도를 줄이기 위한 피동형 촉매 재결합기 및 이를 위한 제조방법 및 이를 이용한 원자로 내의 수소 처리방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 원자력 발전시설의 운영 중 발생할 수 있는 중대 사고로서, 원자로를 포함하고 있는 1차 계통의 냉각수 유출로 인한 원자로 냉각재 상실사고(LOCA; Loss Of Coolant Accident), 노심용융사고, 격납용기의 파손 및 지진 사고 등을 들 수 있다.

[0003] 이러한 중대 사고 발생 시에는 핵연료에 대한 냉각기능을 할 수가 없게 되어 원자로 내부 온도가 급격히 상승하게 되고, 이때, 원자로를 구성하고 있는 금속들은 주위의 수증기(물)와 반응하면서 여러 가지 독성가스를 방출하게 된다.

[0004] 그 중 수증기와 지르코늄(Zr)이 반응하면서 다량의 수소가 발생되고, 다량의 수소가 원자로를 보호하는 격납용기 내부에 축적될 경우 작은 점화원에도 폭발에 이를 수 있다.

[0005] 뿐만 아니라, 이러한 수소는 낮은 밀도를 갖게 되는데, 수소가 원자력발전소 격납용기 상부에 축적되어 농도가 증가하고 발화점 이상의 온도에 노출될 경우 폭발할 수 있으며, 이러한 폭발로 격납용기가 붕괴될 뿐 아니라, 최악의 경우에는 방사능 유출로 이어져 치명적인 문제를 야기하게 된다.

[0006] 현재, 원자력발전 관련 법규에서는 상기한 중대 사고시에도 격실에서 수소의 순간 농도가 10%를 넘지 못하도록 규정하고 있다.

[0007] 따라서, 이러한 수소 축적에 의한 사고를 방지하는 동시에 관련 법규를 만족시키기 위해, 원자력 발전 시설의 격납용기 내부에 점화기를 설치하여 방출되는 수소를 직접 연소시켜 제거하는 방법, 공기 중에 수소의 농도가 증가하면 수소-공기 혼합가스를 일정량을 모아 강제로 방출시키는 방법(filtered vent system), 격납용기 내부에 피동형 촉매 재결합기를 다수 설치하여 수소촉매 연소를 기반으로 수소를 제거하는 방법이 주로 사용되고 있다.

[0008] 이 중 피동형 촉매 재결합기는 촉매판에 수소가 접촉하면 자동적으로 수소의 산화반응이 일어나 수소를 제거하기 때문에 운전원의 작동이 필요치 않으므로, 운전원의 작동이 요구되는 점화기와는 달리 전원이 상실된 경우에도 작동이 가능한 장점이 있어, 현재 원자력 발전시설에서 가장 널리 사용되고 있다.

- [0009] 도 1은 일반적인 피동형 촉매 재결합기의 구조를 나타낸다.
- [0010] 도 1에서 보는 바와 같이, 피동형 촉매 재결합기는 챔버(100)와, 챔버(100)의 내부에 설치되는 촉매판(130)과, 챔버(100)의 일측에 형성되어 공급유체를 챔버(100)로 유입시키는 유입부(110) 및 챔버(100)를 통과한 배출기체를 배출시키는 배출부(120)로 구성된다.
- [0011] 유입부(110)로 유입되는 혼합기체 중에 포함된 수소가 촉매판(130)과 접촉하여 산화반응을 일으켜 수증기로 배출시킴으로써, 격납용기 내부의 수소 농도를 감소시키도록 한다.
- [0012] 촉매판(130)은 굴뚝효과(chimney effect)에 의해 유입되는 유체의 흐름을 원활하게 하여 많은 양의 혼합기체가 통과될 수 있도록 통과 방향에 대해 수직하게 다수 이격 설치되어 혼합기체의 압력손실이 방지되도록 구성된다.
- [0013] 그러나, 촉매판(130)은 혼합기체가 통과하는 선단부에서는 수소의 농도가 가파르게 감소하지만, 후단부로 갈수록 점점 수소 농도의 감소가 점점 줄어드는 경향을 갖는다.
- [0014] 도 2는 도 1에 도시된 일반적인 피동형 촉매 재결합기에 의해 발생하는 유동의 형상 및 촉매판(130)의 길이에 따른 수소농도의 변화를 나타낸다.
- [0015] 수소와 공기의 혼합기체는 피동형 촉매 재결합기의 챔버 내부(200)에 설치되는 촉매판(130) 위를 층류유동 형태로 흐르게 되며 촉매판과 접촉하는 수소 분자만이 산소와 결합하게 된다. 기체가 촉매판을 흐르면서 수소농도 차에 의한 확산에 의하여 지속적으로 촉매판과 수소가 접촉하게 되며 이로 인해 지속적으로 수소의 산화반응이 일어나게 된다. 그러나 층류유동의 분자확산 속도는 매우 느리기 때문에 촉매판의 상부로 갈수록 수소제거율은 낮아지게 된다.
- [0016] 또한 도 2의 우측에 도시된 바와 같이, 촉매판(130)의 길이를 길게 형성하여 수소와 접촉되는 면적을 증가시키는 경우에는 마찰저항이 증가하여 굴뚝효과에 의한 챔버로의 혼합기체 유입량이 줄어들 수 있으며, 촉매판의 표면적 증가로 인해 촉매로 사용되는 백금의 사용량이 늘어나게 되어 제작비용이 상승할 수 있다.
- [0017] 따라서, 기존의 일반적인 피동형 촉매 재결합기는 단위 시간당 제거할 수 있는 수소량에 한계를 가질 수 밖에 없고, 더 많은 수소를 제거하기 위하여 격납건물에 과다하게 많은 수를 설치하거나, 길이 또는 부피가 큰 대용량의 촉매판(130)이 적용되도록 설계가 이루어져야 하는 문제점이 있다.
- [0018] 한편, 최근 들어 피동형 촉매 재결합기의 구조를 개선하여 수소 제거의 성능을 높이기 위한 기술의 개발이 활발히 진행되어, 다수의 특허문헌에 공개가 된 바 있다.
- [0019] 예컨대, 국내등록 제10-0309061호 '수소가스를 함유한 공기의 처리장치'는 수소를 함유한 가스 혼합물 내의 수소를 확실하고 안전하게 처리할 수 있는 장치를 제공하기 위한 것으로서, 흡기구와 배기구를 포함하는 하우스형 가스통로 상에 히터로 부분적으로 가열된 촉매베드에 의해 촉진된 수소의 재결합 반응으로 인해 발생된 열이 재결합 반응이 발생하는 영역에 인접하는 촉매로 전파되어 촉매베드 전체가 활성화됨으로써, 수소를 신속하게 처리할 수 있도록 된 구성이 기재되어 있다.
- [0020] 또한, 국내등록실용신안 20-0464123호 '피동형 자동촉매 재결합기'는 원자로의 격납용기에서 발생된 물방울이 장치 내부로 유입되지 않도록 하여 격납용기 내에서 발생된 수소를 효과적으로 제거할 수 있는 장치를 제공하기 위한 것으로서, 유입구와 배출구를 포함하는 커버체의 하단에 장착되는 허니컴 타입의 촉매체와, 상기 촉매체가 안착되고, 상기 촉매체를 상기 커버체의 하단에 착탈 가능하게 장착하는 촉매체 하우스형 조립체를 포함하여 구성된 기술이 기재되어 있다.
- [0021] 그러나, 상기 특허문헌들은 챔버로 통과하는 혼합기체의 방향으로 단순한 배열을 가지는 촉매판 구조가 적용되어, 상기한 종래기술의 문제점을 그대로 가지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0023] (특허문헌 0001) 국내등록 제10-0309061호
- (특허문헌 0002) 국내등록실용신안 20-0464123호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0024] 이에 상기와 같은 점을 감안하여 발명된 본 발명은 동일한 크기 및 촉매판의 길이를 갖는 피동형 촉매결합기를 통해 밀폐된 격납용기 내부에 축적된 수소의 제거율을 향상시킬 수 있도록 하고, 보다 효율적인 설치 및 유지/보수가 가능한 특징이 있는 피동형 촉매 재결합기 및 이를 위한 제조방법 및 이를 이용한 원자로 격납용기의 수소 처리방법을 제공함을 목적으로 한다.

[0025]

과제의 해결 수단

- [0026] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따르면, 수소와 재결합된 고온의 혼합기체를 통과시킬 수 있도록 유입부와, 배출부를 포함하고, 상기 유입부와 상기 배출부를 연결하는 유로가 형성된 챔버 및 상기 챔버의 내부에 상기 혼합기체의 통과 방향으로 수직하게 형성되는 다수의 촉매판이 수평하게 이격 배치되고, 상기 배치된 다수의 촉매판이 상기 혼합기체의 통과 방향으로 연속하는 복수의 열을 이루도록 구비되는 촉매반응부를 포함하고, 상기 촉매반응부는 상기 복수의 열에서 상기 혼합기체의 통과 방향으로 위치되는 상기 촉매판이 서로 엇갈리게 배치된 것을 특징으로 하는 피동형 촉매 재결합기가 제공된다.

- [0027] 또한, 본 발명의 다른 일측면에 따르면, 수소와 재결합된 고온의 혼합기체를 통과시킬 수 있도록 유입부와, 배출부를 형성하고, 상기 유입부와 상기 배출부를 연결하는 유로가 형성된 챔버를 제작하는 단계와, 상기 챔버의 내부에서 상기 혼합기체의 통과 방향으로 수직하게 형성되는 다수의 제1촉매판이 수평하게 이격되도록 장착한 제1촉매판 카트리지를 상기 챔버 내부에 장착하는 단계 및 상기 혼합기체의 통과 방향으로 수직하게 형성되는 제2촉매판이 수평하게 이격되도록 장착한 제2촉매판 카트리지를 상기 제1촉매판 카트리지의 상기 배출부를 향하는 방향으로 인접하게 설치하는 단계를 포함하되, 상기 제1촉매판과 상기 제2촉매판 서로 엇갈리게 배치되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 피동형 촉매 재결합기 제조방법이 제공된다.

- [0028] 또한, 본 발명의 다른 일측면에 따르면, 원자로의 격납용기에 축적된 수소를 처리하기 위한 방법에 있어서, 상기 피동형 촉매 재결합기를 원자로의 격납용기에 축적된 혼합가스가 통과되도록 설치하여, 상기 격납용기 내부에 축적된 수소의 농도를 저감시키는 것을 특징으로 하는 원자로 격납용기의 수소 처리방법 제공된다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명에 따른 피동형 촉매 재결합기 및 이를 이용한 원자로 격납용기의 수소 처리방법에 따르면, 혼합기체가 2 열의 촉매판이 서로 엇갈려 배치되는 촉매반응부를 통과 시 층류 경계층이 발생되어, 수소가 촉매판에 접촉되는 가능성을 높임으로써, 수소 제거율을 높여 원자력시설의 사고 시 치명적인 피해를 방지할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명에 따른 피동형 촉매 재결합기 및 이를 이용한 원자로 격납용기의 수소 처리방법에 따르면, 수소 제거율 향상을 통해 피동형 촉매 재결합기의 크기 및 촉매판의 길이를 줄여, 원자로 격납용기에 설치시 공간상의 제약을 줄이고, 제작 원가를 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 일반적인 피동형 촉매 재결합기의 내부 구조를 나타낸 단면도.
- 도 2는 일반적인 피동형 촉매 재결합기에 의해 발생하는 유동의 형상 및 촉매관의 길이에 따른 수소농도의 변화를 나타낸 개념도.
- 도 3은 본 실시예에 따른 피동형 촉매 재결합기의 외부 형상을 나타낸 사시도.
- 도 4는 도 3에 도시된 피동형 촉매 재결합기의 내부 구조 나타낸 단면도.
- 도 5는 본 실시예에 따른 피동형 촉매 재결합기에 의해 발생하는 유동의 형상 및 촉매관의 길이에 따른 수소농도의 변화를 나타낸 개념도.
- 도 6은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 피동형 촉매 재결합기의 외부 형상을 나타낸 사시도.
- 도 7은 도 6에 도시된 피동형 촉매 재결합기의 외부 형상을 나타낸 단면도.
- 도 8은 본 실시예에 따른 피동형 촉매 재결합기의 촉매관 길이에 따른 수소농도 제거율을 나타낸 그래프.
- 도 9는 본 실시예에 따른 피동형 촉매 재결합기와 기존 기술의 촉매 재결합기에 의해 배출되는 수소농도 분포를 비교한 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 본 발명은 원자로의 격납용기 내부에 축적되는 수소를 제거하기 위한 피동형 촉매 재결합기에 관한 것으로, 기존의 단일 카트리지 방식의 피동형 촉매 재결합기의 촉매관의 배치를 복수 열로 서로 엇갈리게 함으로써, 수소 제거율을 높일 수 있도록 한 것이다.
- [0033] 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 예시도면을 참조로 상세히 설명하며, 이러한 실시예는 일례로서 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으므로, 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0034] 도 3은 본 실시예에 따른 피동형 촉매 재결합기의 외부 형상을 나타낸다.
- [0035] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 피동형 촉매 재결합기는 외부 형상을 나타낸 것으로서, 챔버(300)와, 유입부(310) 및 배출부(320)가 포함된다.
- [0036] 챔버(300)는 내부 공간을 가지는 하우징의 형태로 구성되어 일측이 격납용기에 연결되고, 연결된 일측으로 원자로의 격납용기 내부에 축적된 혼합기체를 유입시킬 수 있도록 하는 유입부(310)를 형성한다.
- [0037] 유입부(310)는 챔버(300) 내부의 고온 기체에 의해 형성된 부력에 의해 수소가 포함된 기체가 자연 유입(굴뚝 효과)되어 챔버(300)를 통과시키도록 하고, 챔버(300)를 통과한 배출기체는 배출부(320)를 통해 외부로 배출될 수 있도록 구성된다.
- [0038] 이때, 유입부(310)는 챔버(300)의 하부에 형성되고, 챔버(300)를 내부를 통과한 혼합기체를 상부 일측으로 배출할 수 있도록 배출할 수 있도록 챔버(300)의 상부에 배출부(320)를 형성하는 것이 바람직하나, 이에 한정되지 않고 챔버(300) 내부로 혼합기체를 유입하여 배출할 수 있는 특정 방향을 선택하여 다양하게 형성 및 실시가 가능하다.
- [0039] 그리고, 챔버(300)의 내부에는 촉매반응부(330)가 형성된다.
- [0040] 상기와 같이 구성된 본 발명의 피동형 촉매 재결합기는 챔버(300)의 하부에 있는 유입부(310)를 통하여 수소가 포함된 혼합기체가 유입되면 챔버(300)의 내부에 형성된 촉매반응부(330)로 수소가 접촉하여 산화반응이 일어남으로써, 수증기가 되어 배출구를 통해 배출되도록 구성된다.
- [0041] 도 4는 도 3에 도시된 피동형 촉매 재결합기의 내부 형상을 나타낸 것으로 이를 통해 본 발명의 구성을 보다 상

세하게 설명하도록 한다.

- [0042] 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 피동형 촉매 재결합기는 챔버(300) 내부에 유입부(310)와 배출부(320)를 연결하는 유로(400)를 포함한다.
- [0043] 촉매반응부(330)는 챔버(300)의 내부로 혼합기체가 통과하는 방향을 따라 연장되어 접촉면을 형성하는 관상의 촉매관(430)이 수평하게 다수 이격 배치되어, 각각의 촉매관(430)의 이격된 공간에 형성되는 접촉면으로 혼합기체가 통과하는 동안 수소의 산화반응이 이루어지도록 구성된다.
- [0044] 이때, 상기 촉매관(430)은 관상으로 백금을 코팅하여 생성될 수 있고, 수소와 반응하여 수소를 제거할 수만 있다면 그 재료 및 제작방법에는 특별한 한정이 없다.
- [0045] 이때, 촉매관(430)은 챔버(300)의 내부로 혼합기체가 원활하게 유입되어 압력 손실을 발생시키지 않도록 적절한 간격을 가지도록 이격되는 것이 바람직하다.
- [0046] 촉매반응부(330)는 챔버(300) 내부로 혼합기체가 통과하는 방향을 가로지르는 방향으로 수평하게 이격 배치되는 다수의 촉매관(430)이 1 개의 열을 이루어, 혼합기체의 통과 방향으로 연속하여 겹층되도록 복수의 열로 형성된다.
- [0047] 이로써, 챔버(300) 내부를 통과하는 혼합기체가 복수의 열로 이루어진 촉매관(430) 사이를 순차로 통과하도록 구성된다.
- [0048] 특히, 촉매반응부(330)는 혼합기체의 통과 방향으로 연속하는 촉매관(430)이 서로 엇갈리도록 배치하여, 하단의 촉매관(430)에서 형성된 경계층 밖의 혼합기체는 상단의 촉매관(430)의 선단부에 충돌하여 새로이 경계층을 형성할 수 있도록 함으로써 하단 촉매관(430) 사이로 빠져나가는 수소를 상단 촉매관(430)에서 제거할 수 있다.
- [0049] 따라서, 본 발명의 피동형 촉매 재결합기는 복수의 열을 이루어 서로 엇갈리게 배치된 다수의 촉매관(430)을 통과하여 다중의 경계층을 발생시킴으로써, 수소가 상기 촉매관(430)에 접촉하는 확률을 높여 수소 제거율을 향상될 수 있도록 한다.
- [0050] 특히, 복수의 열로 형성된 촉매관(430)은 기존의 피동형 촉매 재결합기의 촉매관(130: 도 1 참조)과 같이 길이를 길게 형성할 필요가 없고, 복수의 열로 연속하는 총 길이가 일반적인 촉매관(130)과 동일한 길이를 가지도록 형성되는 것이 바람직하다.
- [0051] 이러한 촉매반응부(330)는 챔버(300)의 유입부(310)에 인접하는 하부에 형성될 수 있으나, 이에 한정되지 않고, 유입부(310)와 배출부(320) 사이의 유로 상의 임의의 위치에 형성될 수 있다.
- [0052] 도 5는 본 실시예에 따른 피동형 촉매 재결합기에 의해 발생하는 유동의 형상 및 촉매관의 길이에 따른 수소농도의 변화를 나타낸다.
- [0053] 도 5를 참조하면 수소가 포함된 혼합기체는 챔버(300) 내부에 설치되는 촉매반응부(330)를 층류 유동 형태로 통과하여, 촉매관(430)과 접촉하는 수소 분자만이 산소와 결합하여 산화반응이 이루어진다.
- [0054] 이때, 혼합기체가 촉매관(430)을 흐르면서 수소농도 차에 의한 확산에 의해 지속적으로 촉매관(430)과 수소가 접촉하게 되며, 이로 인해 지속적으로 수소의 산화 반응이 일어나게 된다.
- [0055] 그러나, 층류 유동의 분자확산 속도는 매우 느리기 때문에 촉매관(430)의 후단부로 갈수록 수소 제거율이 낮아지므로, 촉매관(430)을 복수 열로 서로 엇갈리게 배치하여 수소 제거율의 저하를 방지할 수 있다.
- [0056] 또한, 도 5에서 보는 바와 같이, 유입부(310)를 통해 유입된 혼합기체가 먼저 통과하는 열에 형성된 촉매관(430)을 통해 재결합이 되지 않은 수소가 다음 열에 형성된 촉매관(430)을 통과하며 접촉할 수 있는 확률을 높일 수 있도록 함으로써, 피동형 촉매 재결합기의 크기와 촉매관(430)의 길이를 기존과 동일하게 유지하면서도 수소 제거율을 높일 수 있도록 한다.
- [0057] 도 8은 일반적인 촉매관의 혼합기체의 통과 방향의 길이에 따른 수소 제거율을 나타내는 그래프이다.
- [0058] 도 8에서 보는 바와 같이, 혼합기체가 통과하는 촉매관(430)의 유입부(310)측의 선단부에서는 수소의 농도가 가파르게 감소하지만 배출부(320)측의 후단부 측으로 갈수록 수소농도 감소율이 점점 줄어드는 것을 나타낸다.

- [0059] 본 발명에 따른 피동형 촉매 재결합기 및 이를 이용한 수소 처리방법에 따르면, 기존의 하나의 열을 이루어 길에 형성되는 촉매관(430)을 짧은 길이를 갖는 촉매관(430)을 2 열로 엇갈리게 배치되도록 함으로써, 촉매관(430)의 길이 증가에 따른 수소 제거율 저감 방식을 개선할 수 있고, 층류 경계층의 작용에 의한 유동의 발생으로 촉매관(430)에 접촉되는 수소의 양을 증가시켜 수소 제거율을 향상시킬 수 있도록 한다.
- [0060] 도 9는 본 실시예에 따른 피동형 촉매 재결합기와 기존의 피동형 촉매 재결합기를 통해 배출되는 배출기체의 수소농도 분포를 비교한 그래프이다.
- [0061] 특히, 도 9는 1 열로 배치된 기존 기술의 촉매관(130; 도 2 참조)과, 2 열로 배치된 본 발명의 촉매관(430)의 전체 길이가 동일한 조건에서 수소농도가 8% 인 혼합기체를 투입하여 각각 배출되는 수소농도의 분포와 평균 농도를 비교한 결과를 나타낸다.
- [0062] 도 9를 참조하면, 본 발명은 기존 기술의 수소 농도보다 약 14% 줄어드는 효과를 확인할 수 있고, 평균 농도는 본 발명은 1.57%, 기존 기술은 1.83%를 각각 나타내는 것으로 나타났다.
- [0063] 도 6은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 피동형 촉매 재결합기의 외부 형상을 나타내고, 도 7은 도 5에 도시된 피동형 촉매 재결합기의 내부 형상을 나타낸다.
- [0064] 도 6 및 도 7에 도시된 실시예는 앞서 살펴본 촉매반응부(330)가 2 열을 이루도록 다수 배열된 촉매관(430)을 각 열 별로 챔버(300)에 장착하도록 구성된다.
- [0065] 도 6 및 도 7을 참조하면, 본 실시예의 피동형 촉매 재결합기의 촉매반응부(330)를 이루는 2 열로 배열된 다수의 제1촉매관(430a) 및 제2촉매관(430b)이 카트리지 방식에 의해 각각 챔버(300)에 장착되어 유지 및 보수가 용이하도록 구성될 수 있다.
- [0066] 바람직하게는 촉매반응부(330)는 촉매관(430)이 2열로 이루어져, 챔버(300)의 유입부(310)측에서 열을 이루는 다수의 제1촉매관(430a)을 장착하여 챔버(300)에 결합하는 제1촉매관 카트리지(630)와, 배출부(320)측에서 열을 이루는 다수의 제2촉매관(430b)을 장착하여 챔버(300)에 결합하는 제2촉매관 카트리지(640)를 포함하도록 구성될 수 있다.
- [0067] 이를 위해 챔버(300)는 도 6에서 보는바와 같이, 촉매반응부(330)가 형성되는 위치의 측부로 외부와 연통되는 개구부(631, 641)를 형성하여, 제1촉매관 카트리지(630)와, 제2촉매관 카트리지(640)를 각각 분리 가능하게 결합하도록 구성될 수 있다.
- [0068] 바람직하게는 제1촉매관 카트리지(630)와 제2촉매관 카트리지(640)는 챔버(300)에 슬라이드 방식으로 삽입 및 해체가 가능하게 구성되어 내부에 장착되는 제1촉매관(430a) 및 제2촉매관(430b)을 교체 또는 수리한 후 챔버(300)의 내부로 삽입하도록 구성될 수 있으며, 그 외 챔버(300)의 내부에 삽입 및 해체를 가능케 하는 다양한 수단의 적용이 가능할 것이다.
- [0069] 이러한, 구성을 통해 챔버(300) 내부에 설치된 제1촉매관(430a) 및 제2촉매관(430b)의 수명이 다한 경우, 제1촉매관 카트리지(630) 및 제2촉매관 카트리지(640)를 분리시켜 제1촉매관(430a) 및 제2촉매관(430b)를 신속하게 새 것으로 교체한 후 챔버(300)에 재장착시킬 수 있다.
- [0070] 한편, 제1촉매관 카트리지(630)와, 제2촉매관 카트리지(640)에 장착되는 제1촉매관(430a)과, 제2촉매관(430b)의 개수는 바람직하게는 챔버(300)의 유입부(310)측에 형성되는 열을 이루는 제1촉매관(430a)의 개수를 n개로 할 때, 챔버(300)의 배출부(320)측에 형성되는 열을 이루는 제2촉매관(430b)이 n+1개의 개수를 갖도록 구성될 수 있다.
- [0071] 본 실시예의 피동형 촉매 재결합기에 따르면, 챔버(300)의 내부로 유입된 혼합기체가 유입부(310)측에 형성된 제1촉매관(430a)의 선단부에 충돌하여 형성된 층류 경계층에 의해 분리된 각각의 기체 유동이 제1촉매관(430a)이 서로 이격된 공간의 끝단부로부터 엇갈리도록 연속하는 제2촉매관(430b)의 선단부에 의해 또 다시 충돌하여 층류 경계층을 형성하는 작용을 하므로, 앞서 설명한 실시예와 작용효과는 동일하다.
- [0072] 한편, 본 발명의 다른 일 측면에 의하면, 챔버와, 촉매반응부를 포함하는 피동형 촉매 재결합기를 제조하는 방

법이 제공될 수 있다.

- [0073] 본 실시예를 통한 제조방법을 통해 제조된 피동형 촉매 재결합기는 앞서 설명한 피동형 촉매 재결합기일 수 있다.
- [0074] 이에, 앞서 피동형 촉매 재결합기의 설명에 사용된 도면번호를 사용하여 설명한다.
- [0075] 본 실시예에 따른 피동형 촉매 재결합기의 제조방법은 챔버(300)를 제작하는 단계와, 챔버(300)에 촉매반응부(330)를 설치하는 단계를 포함하며, 촉매반응부(330)를 설치하는 단계는 혼합기체의 통과 방향으로 연속하는 2열을 이루도록 제1촉매관 카트리지(630)를 설치하는 단계와, 제2촉매관 카트리지(640)를 설치하는 단계로 이루어진다.
- [0076] 챔버(300)를 제작하는 단계는 수소와 재결합된 고온의 혼합기체를 통과시킬 수 있도록 유입부(310)와, 배출부(320)를 형성하고, 유입부(310)와 배출부(320)를 연결하는 유로(400)가 형성되도록 챔버(300)를 제작하는 단계이다.
- [0077] 그리고, 제1촉매관 카트리지(630)를 설치하는 단계는 챔버(300)의 내부에서 혼합기체의 통과 방향으로 수직하게 형성되는 다수의 제1촉매관(430a)을 수평하게 이격되도록 장착한 제1촉매관 카트리지(630)를 챔버(300) 내부에 장착하는 단계이다.
- [0078] 그리고, 제2촉매관 카트리지(640)를 설치하는 단계는 혼합기체의 통과 방향으로 수직하게 형성되는 제2촉매관(430b)을 수평하게 이격되도록 장착한 제2촉매관 카트리지(640)를 제1촉매관 카트리지(630)의 배출부(320)를 향하는 방향으로 인접하게 설치하는 단계이다.
- [0079] 그리고, 제1촉매관 카트리지(630)를 설치하는 단계와, 제2촉매관 카트리지(640)를 설치하는 단계에서는 제1촉매관(430a)과 제2촉매관(430b)이 서로 엇갈리게 배치되도록 설치되도록 한다.
- [0080] 또한, 본 발명의 또 다른 일 측면에 의하면, 앞서 설명한 피동형 촉매 재결합기를 원자로의 격납용기에 설치하여, 격납용기 내부에 축적된 수소의 농도를 저감시키도록 하는 원자로 격납용기의 수소 처리방법이 제공된다.
- [0081] 본 실시예에 의한 방법은 앞서 설명한 피동형 촉매 재결합기를 원자로 격납용기의 내부 또는 일측에 설치하여 수소의 농도를 저감시키도록 하는 방법일 수 있다.
- [0082] 본 실시예에 따른 방법에서는 앞서 설명한 피동형 촉매 재결합기의 내부에 원자로 격납용기의 내부에 축적된 수소가 포함된 혼합가스를 통과시켜, 2열로 서로 엇갈리게 배치되는 촉매반응부(330)의 층류 경계층을 발생시킴으로써, 제1촉매관(430a)과 제2촉매관(430b)에 접촉되는 수소의 양을 증가시켜 수소 제거율을 높일 수 있도록 한다.
- [0083] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 특허청구범위의 균등범위 내에서 다양한 수정 및 변형 가능함은 물론이다.

부호의 설명

- [0084] 300: 챔버
- 310: 유입부
- 320: 배출부
- 330: 촉매반응부
- 400: 유로
- 430: 촉매관
- 430a: 제1촉매관

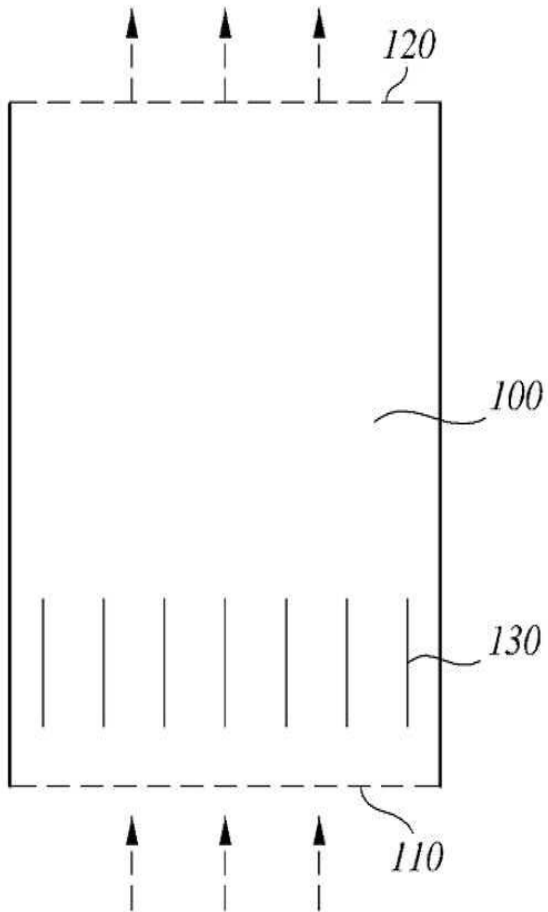
430b: 제2촉매판

630: 제1촉매판 카트리지

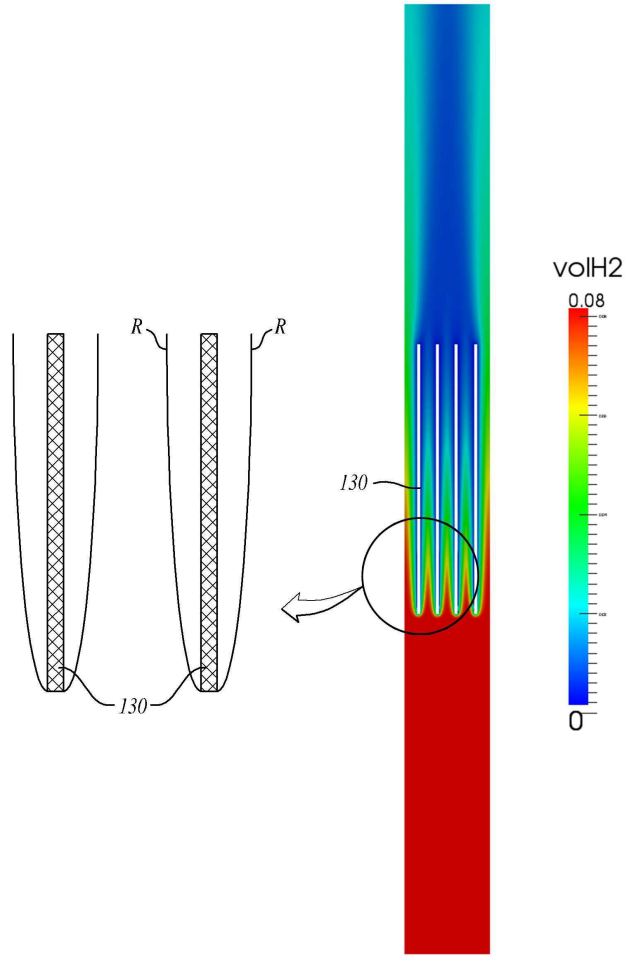
640: 제2촉매판 카트리지

도면

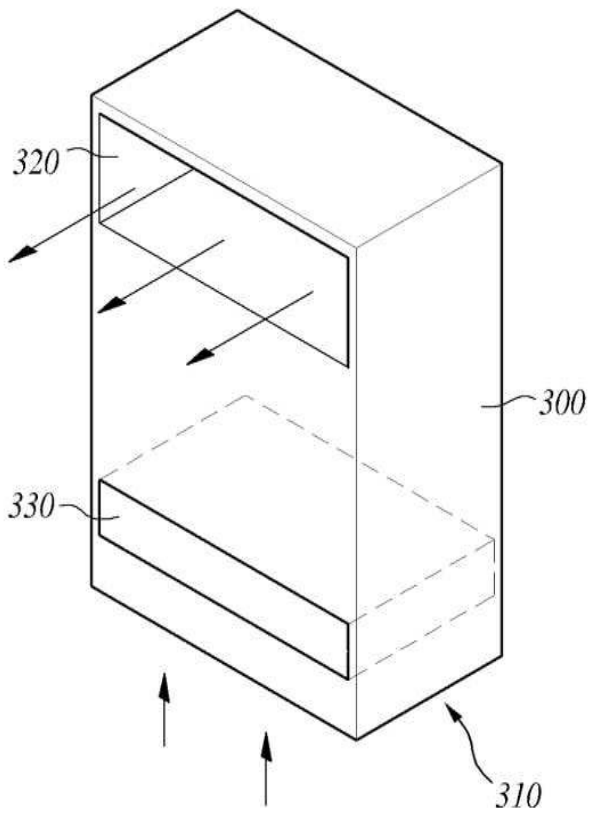
도면1



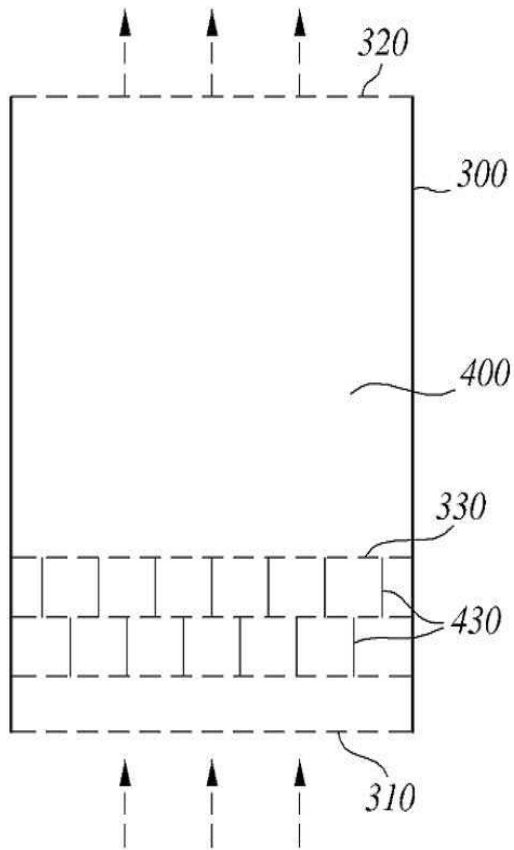
도면2



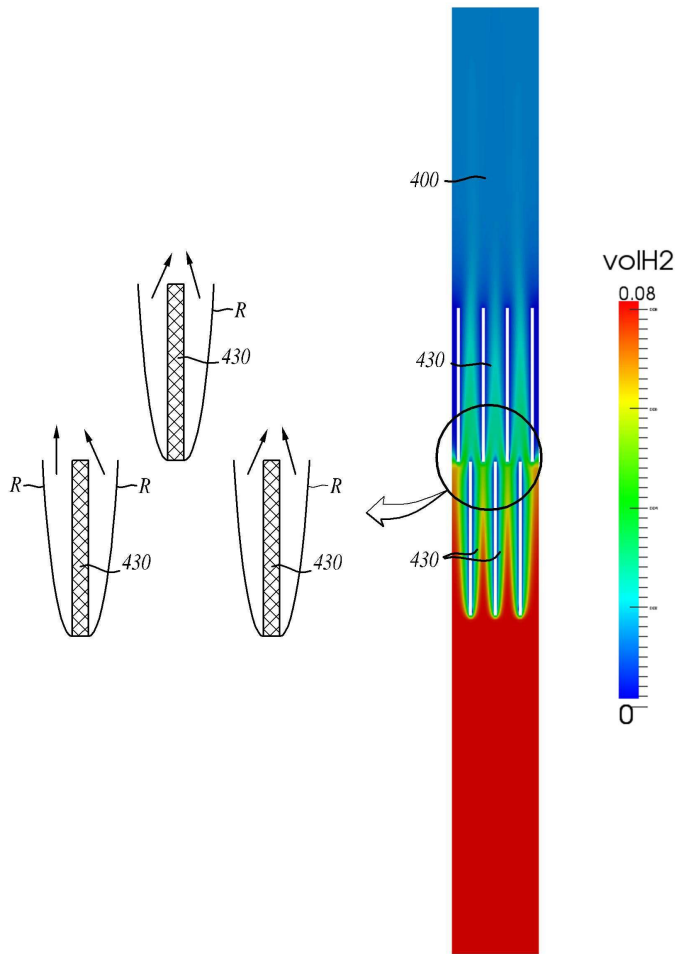
도면3



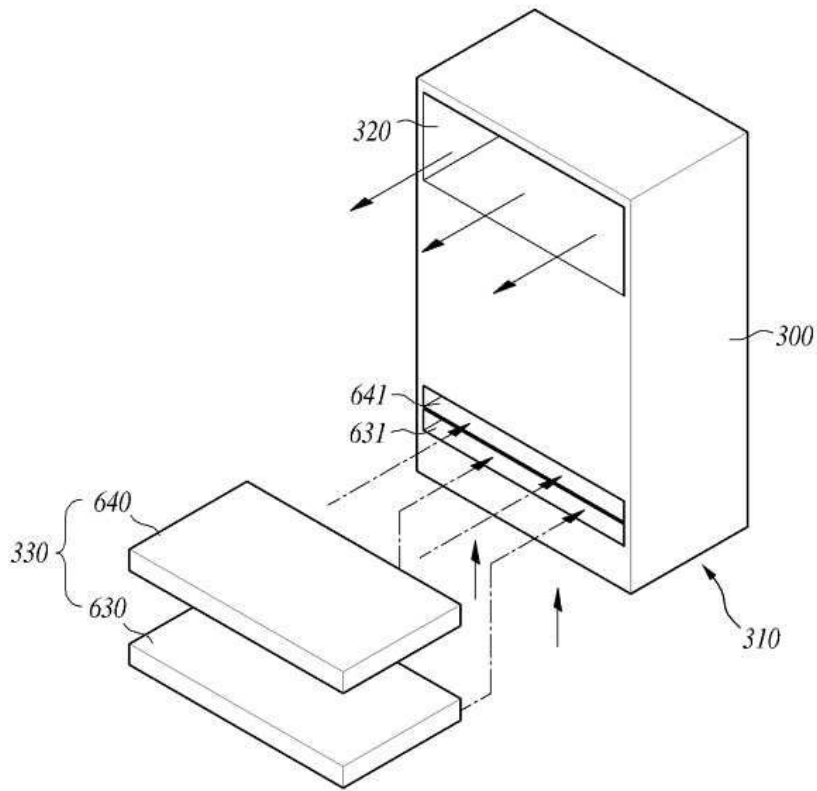
도면4



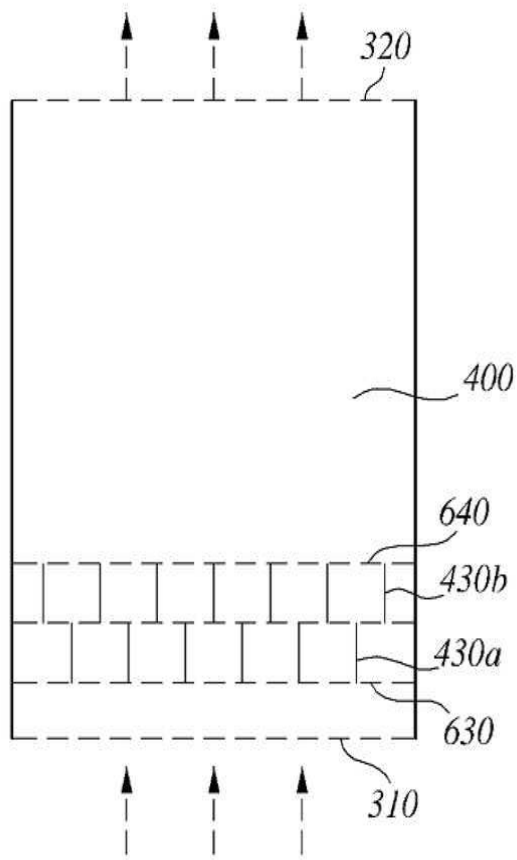
도면5



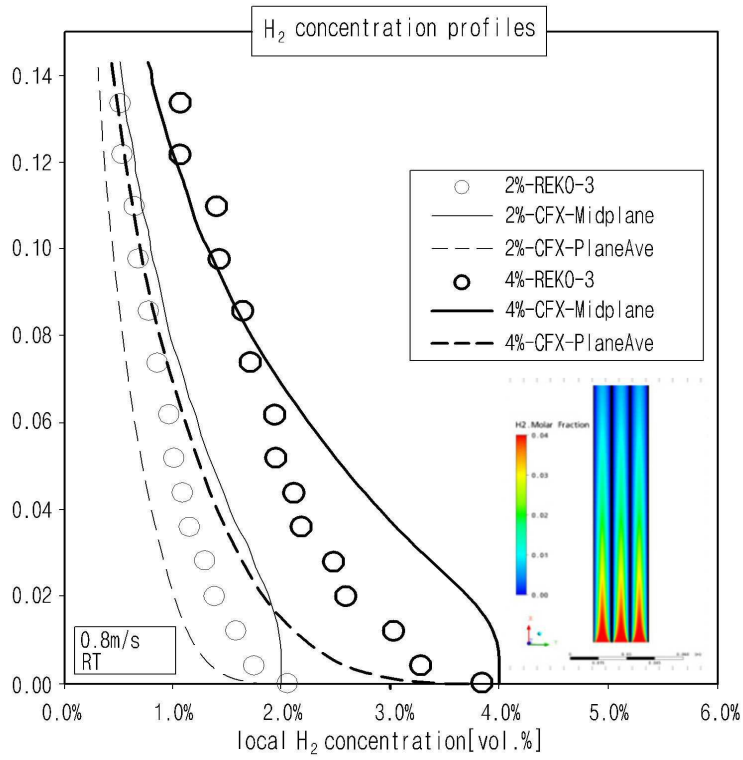
도면6



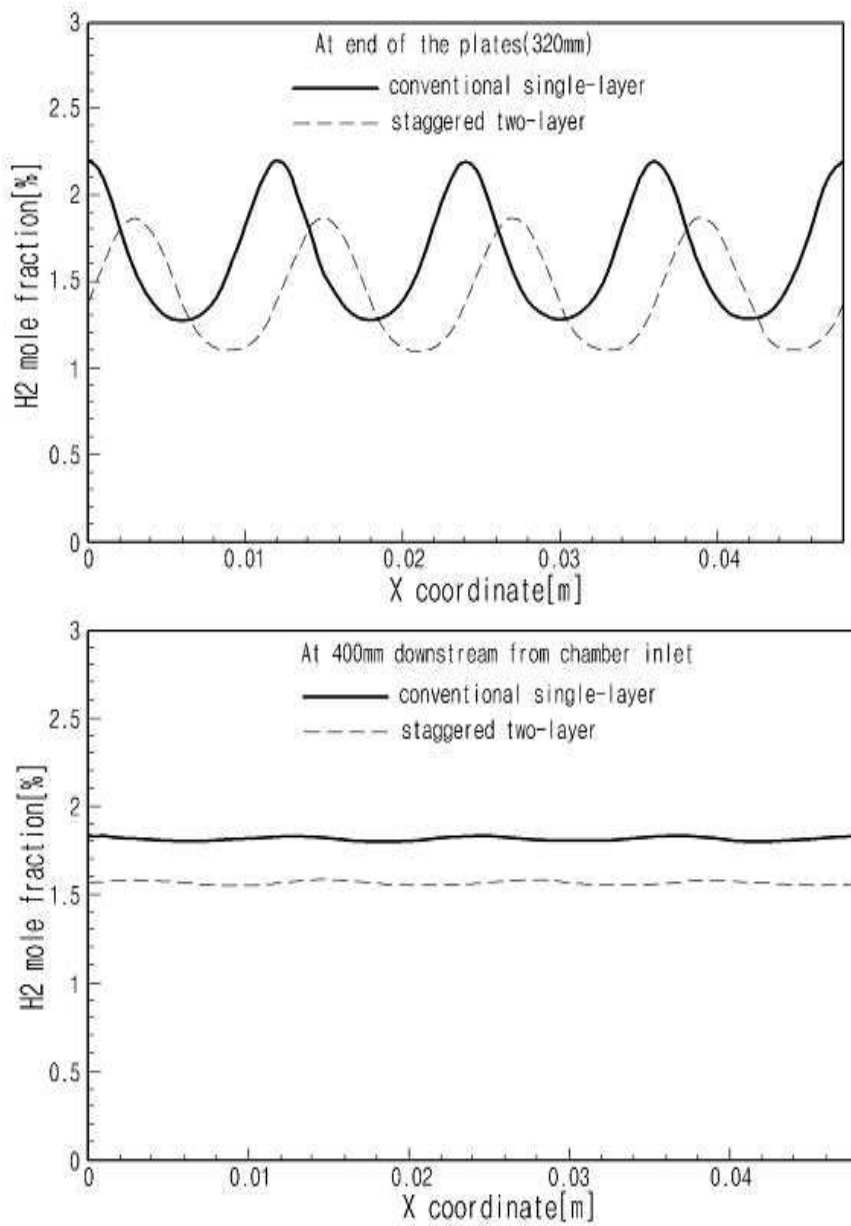
도면7



도면8



도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경진】

피동형 촉매 재결합기

【변경후】

피동형 촉매 재결합기