(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0024647
(43) 공개일자 2025년02월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 3/56 (2006.01) *B01D 53/04* (2006.01)
C01B 3/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C01B 3/56 (2013.01)
B01D 53/0407 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0105266
(22) 출원일자 2023년08월11일
심사청구일자 2023년08월11일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
이찬현
대전광역시 서구 청사서로 11, 102동 303호 (월평동, 무지개아파트)
김현욱
경상남도 김해시 금관대로 1407, 104동 1103호 (내동, 연지공원푸르지오)
박재현
대구광역시 북구 태암남로 60, 105동 403호 (태전동, 협성휴포레강북아파트)
(74) 대리인
특허법인태백

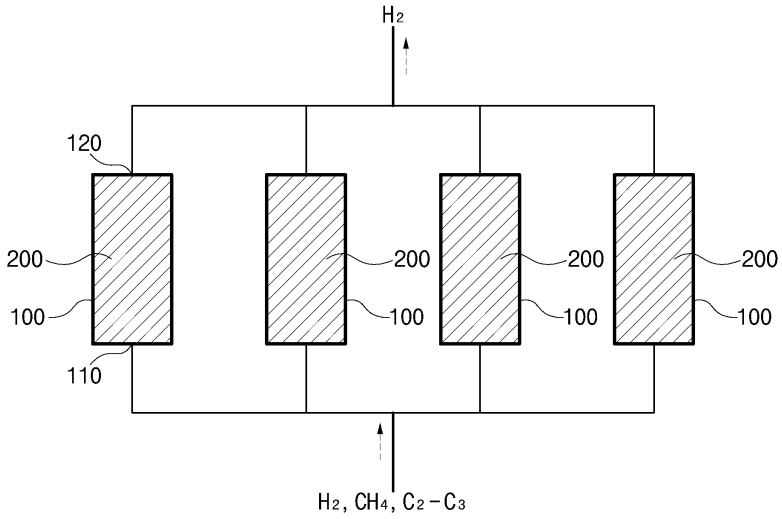
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **고순도 수소 생산용 흡착장치**

(57) 요 약

본 발명은, 메탄 분해 반응으로 발생된 배가스에서 잔여의 메탄과, 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착하는 고순도 수소 생산용 흡착장치에 있어서, 입구와 출구를 가지는 내부공간이 구비되는 흡착본체, 흡착본체의 내부공간에 배치되어, 입구를 통해 유입되는 배가스에서 메탄과, 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착하는 흡착부를 포함하고, 흡착부는 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착하는 제1흡착부와, 제1흡착부와 연결되며 메탄을 흡착하는 제2흡착부를 포함하며, 제1흡착부는 다공성 제올라이트 흡착제이며, 제2흡착부는 다공성 탄소 흡착제인 고순도 수소 생산용 흡착장치를 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C01B 3/24 (2013.01)
B01D 2253/102 (2013.01)
B01D 2253/108 (2013.01)
B01D 2253/308 (2013.01)
B01D 2257/702 (2013.01)
C01B 2203/048 (2013.01)
C01B 2203/1241 (2013.01)
C01B 2210/0017 (2013.01)
C01B 2210/0018 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345370810
과제번호 2021RIS-003
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 울산경남지역혁신플랫폼 저탄소그린에너지 사업단 기술개발과제
연구과제명 온사이트(on-site) 수소 생산 촉매 기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 울산대학교
연구기간 2023.04.01 ~ 2024.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711198674
과제번호 00217778
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 집단연구지원(R&D)
연구과제명 친환경 수소산업 전주기 연구센터
기 여 율 1/2
과제수행기관명 울산대학교 산학협력단
연구기간 2023.07.01 ~ 2024.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

메탄 분해 반응으로 발생된 배가스에서 잔여의 메탄과, 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착하는 고순도 수소 생산용 흡착장치에 있어서,

입구와 출구를 가지는 내부공간이 구비되는 흡착본체와;

상기 흡착본체의 내부공간에 배치되어, 상기 입구를 통해 유입되는 배가스에서 메탄과, 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착하는 흡착부;를 포함하고,

상기 흡착부는 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착하는 제1흡착부와, 상기 제1흡착부와 연결되며 메탄을 흡착하는 제2흡착부를 포함하며,

상기 제1흡착부는 다공성 제올라이트 흡착제이며, 상기 제2흡착부는 다공성 탄소 흡착제인 고순도 수소 생산용 흡착장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 흡착본체에서 상기 배가스의 이동방향을 기준으로 상기 제1흡착부와 제2흡착부가 순차적으로 배치되며,

상기 제1흡착부와 제2흡착부 충진길이 비율은 1:9 ~ 9:1 로 이루어진 고순도 수소 생산용 흡착장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 다공성 탄소 흡착제는 폴리염화비닐로 이루어진 전구체를 탄화시켜 이루어진 고순도 수소 생산용 흡착장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1흡착부는 2 ~ 10㎚ 의 기공크기를 가지며, 상기 제2흡착부는 0.9㎚ 이하의 기공크기를 가지는 고순도 수소 생산용 흡착장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 청록 수소 생산방식을 통해 수소의 생산시 미반응 메탄과 올레핀/파라핀을 동시에 제거하는 고순도 수소 생산용 흡착장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 산업적으로 대량의 수소를 생산하기 위해서는 화석연료를 반응물로 하는 촉매 반응이 널리 이용되고 있으나 반응부산물로 이산화탄소가 발생하므로 최근에는 수전해 기반의 그린(Green) 수소 생산 기술에 대한 수요가 높은

실정이다.

[0003] 그런데, 그린 수소는 생산단가가 높아 산업적 수소 수요를 대체하는데 한계가 있는 바, 화석연료로부터 이산화탄소 발생없이 대용량의 수소를 생산할 수 있는 청록(Turquoise) 수소 생산 기술이 주목받고 있다.

[0004] 이러한, 청록 수소 생산 기술은 메탄을 구성하는 C-H 결합을 열 또는 전기화학적 에너지를 이용해 분해하여 고체 탄소와 수소 기체를 생산하는 방식이다.

[0005] 그러나, 청록 수소 생산방식의 경우, 메탄 분해 반응 배가스에 20% 이상의 미반응 메탄과 함께 ppm 수준의 올레핀/파라핀 성분이 포함된 바, 추가적인 분리 정제 공정을 필요로 하는 문제점이 있다.

[0006] 이러한, 수소 생산에 대한 관련기술은, 대한민국 등록특허공보 제10-2159237호(2020.09.23)에 제시된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 청록 수소 생산시 배가스에서 미반응 메탄과 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착시키는 고순도 수소 생산용 흡착장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은, 메탄 분해 반응으로 발생된 배가스에서 잔여의 메탄과, 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착하는 고순도 수소 생산용 흡착장치에 있어서, 입구와 출구를 가지는 내부공간이 구비되는 흡착본체, 상기 흡착본체의 내부공간에 배치되어, 상기 입구를 통해 유입되는 배가스에서 메탄과, 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착하는 흡착부를 포함하고, 상기 흡착부는 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착하는 제1흡착부와, 상기 제1흡착부와 연결되며 메탄을 흡착하는 제2흡착부를 포함하며, 상기 제1흡착부는 다공성 제올라이트 흡착제이며, 상기 제2흡착부는 다공성 탄소 흡착제인 고순도 수소 생산용 흡착장치를 제공한다.

[0009] 또한, 상기 흡착본체에서 상기 배가스의 이동방향을 기준으로 상기 제1흡착부와 제2흡착부가 순차적으로 배치되며, 상기 제1흡착부와 제2흡착부 충진길이 비율은 1:9 ~ 9:1 로 이루어질 수 있다.

[0010] 또한, 상기 다공성 탄소 흡착제는 폴리염화비닐로 이루어진 전구체를 탄화시켜 이루어질 수 있다.

[0011] 또한, 상기 제1흡착부는 2 ~ 10nm 의 기공크기를 가지며, 상기 제2흡착부는 0.9nm 이하의 기공크기를 가질 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따른 고순도 수소 생산용 흡착장치는, 다공성 제올라이트 흡착제인 제1흡착부와, 다공성 탄소 흡착제인 제2흡착부로 구성된 흡착부를 흡착본체의 내부공간에 배치한 바, 메탄 분해 반응으로 발생된 배가스를 흡착본체의 내부공간으로 유입시 배가스 내 올레핀 및 파라핀 성분은 제1흡착부에서 흡착되고, 메탄은 제2흡착부에서 흡착됨으로써, 메탄 분해 반응으로 생산되는 수소를 고순도상태가 되게 할 수 있다.

[0013] 또한, 고순도 수소 생산용 흡착장치는 연속 운전 구현에 따른 포집된 메탄과 올레핀 및 파라핀 성분을 출구부에서 분리하여 회수할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고순도 수소 생산용 흡착장치의 구성도이다.

도 2는 도 1에 도시된 흡착부의 구성단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고순도 수소 생산용 흡착장치의 구동상태도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙

에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0016] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 고순도 수소 생산용 흡착장치는, 흡착본체(100)와, 흡착부(200)를 포함할 수 있으며, 메탄 분해 반응으로 발생된 배가스를 공급받은 후 배가스에서 잔여의 메탄과, 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착하여 메탄과, 올레핀 및 파라핀 성분이 제거된 배가스(수소)를 다시 배출되게 한다.

[0017] 상기 흡착본체(100)는 이후 설명될 흡착부(200)를 통한 배가스 내 메탄과, 올레핀 및 파라핀의 흡착이 이루어지는 공간을 제공한다.

[0018] 이러한, 상기 흡착본체(100)는 배가스를 유입시키는 입구(110)와, 입구(110)를 통해 유입된 배가스를 배출시키는 출구(120)가 구비되며, 내측에는 상기 흡착부(200)를 수용할 수 있도록 내부공간(100a)이 마련된 통 형태를 가진다. 여기서, 상기 흡착본체(100)의 내부공간(100a)은 입구(110) 및 출구(120)와 연통될 수 있다.

[0019] 상기 흡착부(200)는 상기 흡착본체(100)의 내부에 배치되어, 상기 흡착본체(100)의 내부공간(100a)으로 유입된 상기 배가스 내 메탄과, 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착한다. 이러한, 상기 흡착부(200)는 상기 흡착본체(100)의 내부공간(100a) 전체 영역에 들어차도록 배치되는 것이 바람직하다.

[0020] 여기서, 상기 흡착부(200)는 제1흡착부(210)와, 제2흡착부(220)를 포함할 수 있다. 상기 제1흡착부(210)는 상기 흡착본체(100)로 유입된 상기 배가스에서 탄소수 2 내지 3으로 구성된 올레핀 및 파라핀 성분을 흡착하고, 상기 제2흡착부(220)는 상기 배가스에서 메탄을 흡착한다. 이때, 상기 제1흡착부(210)와 상기 제2흡착부(220)는 서로 연결되며, 상기 흡착본체(100)의 내부공간(100a)에 배치시 상기 배가스의 이동방향으로 기준으로 상기 제1흡착부(210)와 상기 제2흡착부(220)는 순차적으로 배치될 수 있다.

[0021] 이러한, 상기 흡착부(200)의 제1흡착부(210)는 탄소수 2 내지 3의 올레핀 및 파라핀 성분을 선택적으로 제거할 수 있는 제올라이트 계열의 고체 흡착제가 충진될 수 있으며, 제2흡착부(220)는 메탄 흡착이 안정적으로 이루어질 수 있도록 다공성의 탄소 흡착제가 충진될 수 있다. 이때, 상기 제1흡착부(210)에 적용되는 제올라이트계열의 흡착제의 경우, X 내지 Y타입의 프레임웍(Framework) 구조체에서 양이온 자리에 나트륨(Na), 칼륨(K), 암모늄(NH_4)이온이 결합되어 있는 것일 수 있으며, 올레핀 및 파라핀의 포집 성능을 제어하기 위해 제일 구리염이 양이온 자리에 치환된 것일 수 있으나 이에 한정하지 않음은 물론이다.

[0022] 그리고, 상기 제2흡착부(220)에 적용되는 다공성 탄소 흡착제의 경우, 염소화 폴리염화비닐(Chlorinated CPV;cPVC)로 이루어진 전구체를 탄화시켜 제조한 바, 균일한 기공구조를 가지면서 메탄의 흡착효율을 최대화할 수 있음과 더불어 폐플라스틱 재활용을 통해 제조비용 및 유지비용을 최소화할 수 있게 된다. 이때, 상기 폴리염화비닐의 전구체를 탄화시키는 소재는 활성탄일 수 있으나, 이에 한정하지 않음은 물론이다.

[0023] 또한, 상기 흡착부(200)의 제1흡착부(210)는 2 ~ 10nm의 기공크기를 가지며 제2흡착부(220)는 0.9nm 이하의 기공크기를 가지는 것이 바람직하다. 그리고, 상기 흡착부(200)의 제1흡착부(210)와 제2흡착부(220)의 충진길이 비율은 1:9에서 9:1사이가 될 수 있다.

[0024] 도 3과 같이 일 실시예에 따른 고순도 수소 생산용 흡착장치에서 상기 흡착본체(100)는 복수로 구비될 수 있다. 복수의 흡착본체(100)로 구성된 흡착장치에서 한 개의 흡착본체(100)는 상기 입구(110)를 통해 상기 배가스의 유입후 상기 출구(120)로 배출되게 하면서 상기 배가스 내 메탄과 올레핀 및 파라핀을 흡착시킬 수 있다. 그리고, 일정시간이 경과하기 이전에 상기 흡착본체(100) 중 하나는 충진 흡착제의 재생을 위해 유입 방향의 반대의 방향으로 유체 흐름을 부여하여 테일가스(Tail-gas)를 생산할 수 있다. 동시 다른 흡착 본체는 압력 부하변동(Pressure swing) 운전의 연속성을 부여하기 위해 균압 내지 승압의 과정을 통해 운전될 수 있다.

[0025] 또한, 복수의 상기 흡착본체(100) 중 적어도 하나만 상기 배가스를 상기 입구(110)로 유입시킨 후 상기 출구(120)로 배출하며, 나머지 상기 흡착본체(100)는 외부에서 공급되는 기체를 상기 출구(120)로 유입시킨 후 상기 입구(110)로 배출되게 할 수도 있다. 이를 통해 상기 흡착부(200)에 흡착된 메탄과 올레핀 및 파라핀을 제거하여 상기 흡착본체(100)에 배치된 상기 흡착부(200)의 교체가 필요없이 재사용 가능하게 함과 더불어 상기 흡착부(200)에서 이탈된 메탄과 올레핀 및 파라핀도 재사용 가능하게 할 수 있다.

[0026] 이와 같이, 일 실시예의 고순도 수소 생산용 흡착장치는, 다공성 제올라이트 흡착제인 제1흡착부(210)와, 다공성 탄소 흡착제인 제2흡착부(220)로 구성된 상기 흡착부(200)를 상기 흡착본체(100)의 내부공간(100a)에 배치한 바, 상기 메탄 분해 반응으로 발생된 배가스를 상기 흡착본체(100)의 내부공간(100a)으로 유입시 상기 배가스 내 올레핀 및 파라핀은 상기 제1흡착부(210)에서 흡착되고, 메탄은 상기 제2흡착부(220)에서 흡착됨으로써, 메탄 분해 반응으로 생산되는 수소를 고순도상태가 되게 할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 고순도 수소 생산용 흡착장치는 연속 운전 구현에 따른 포집된 메탄과 올레핀 및 파라핀 성분을 출구부에서 분리하여 회수할 수 있다.

[0028] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0029] 100: 흡착본체 100a: 내부공간

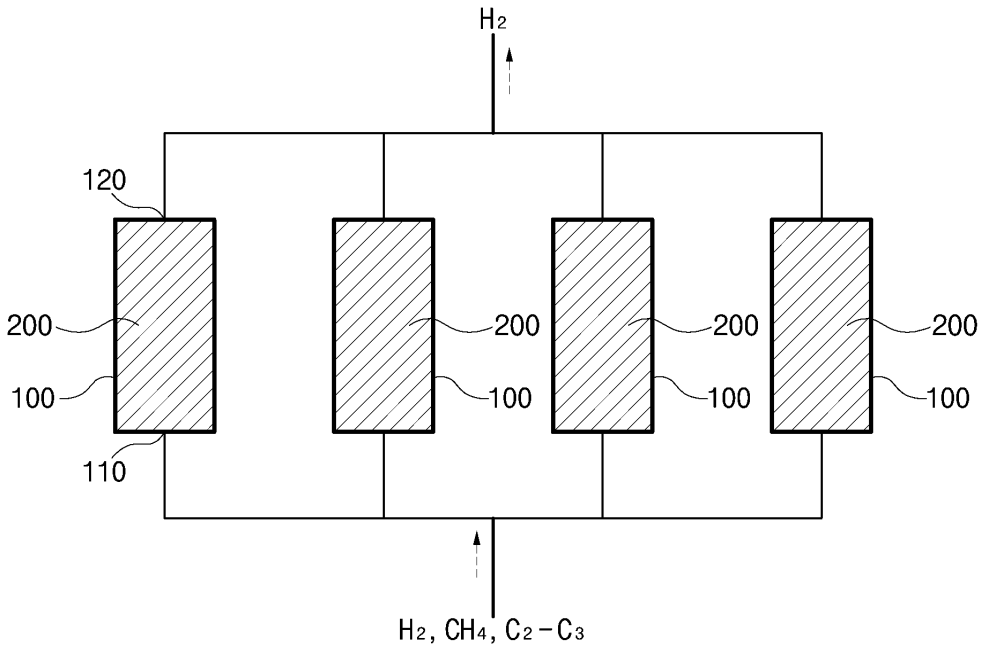
110: 입구 120: 출구

200: 흡착부 210: 제1흡착부

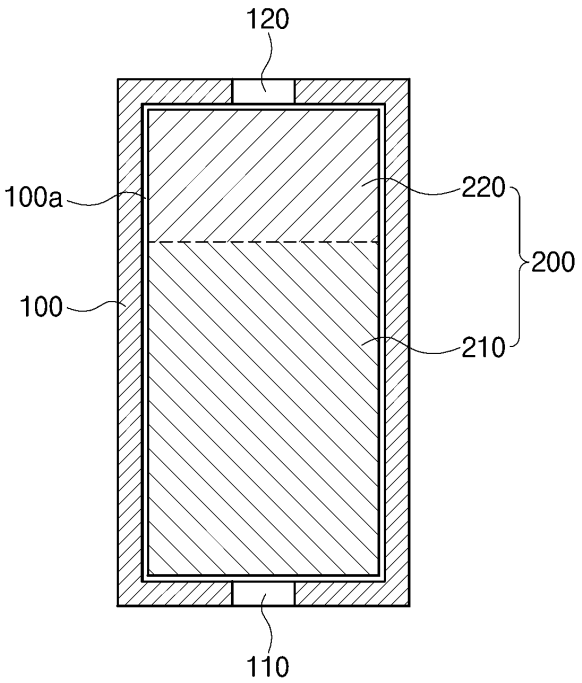
220: 제2흡착부

도면

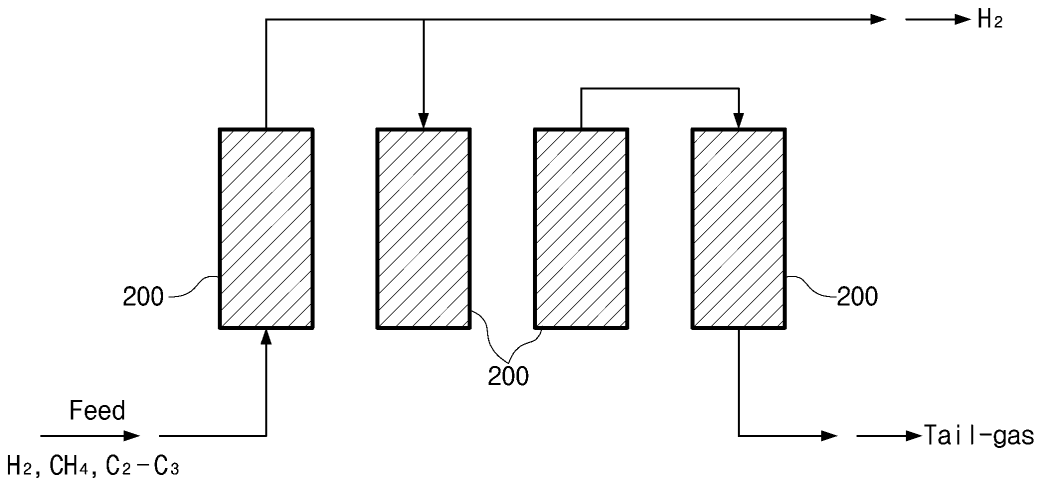
도면1



도면2


120
100a
220
200
100
210
110

도면3


H2
200
200
200
Feed
H2, CH4, C2-C3
Tail-gas