(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0028346
(43) 공개일자 2024년03월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 3/04 (2006.01) *B01D 53/047* (2006.01)
C01B 3/54 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C01B 3/047 (2013.01)
B01D 53/047 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7043581
(22) 출원일자(국제) 2022년06월01일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년12월18일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2022/025256
(87) 국제공개번호 WO 2023/274573
국제공개일자 2023년01월05일
(30) 우선권주장
21020334.5 2021년06월30일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
린데 게엠베하
디알.-칼-폰-린데-슈트라세 6-14, 82049 풀라흐, 독일
(72) 발명자
슈바르츠후버, 요제프
독일, 풀라흐 82049, 디알.-칼-폰-린데-슈트라세 6-14, 아이피 이엠이에이, 씨/오 린데 게엠베하
하인젤, 알브레히
독일, 풀라흐 82049, 디알.-칼-폰-린데-슈트라세 6-14, 아이피 이엠이에이, 씨/오 린데 게엠베하
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 조윤성

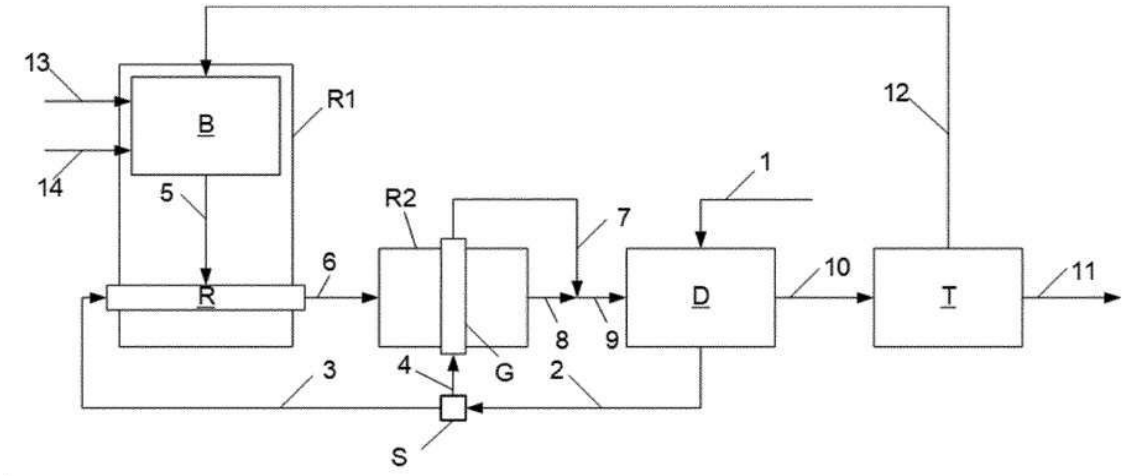
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **암모니아로부터 수소를 생산하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명은 수소를 생산하는 방법 및 장치에 관한 것으로서, 제1 암모니아를 함유한 공급 재료(3, 3')는 유입된 에너지 담체(13)에 의해 가열된 제1 분해 반응기(R1)로 공급되고, 촉매 지원을 이용하여 암모니아는 수소와 질소로 분해되고 수소와 질소를 함유한 뜨거운 제1 분해 가스(6, 6')를 얻는, 수소를 생산하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명은, 제2 암모니아를 함유한 공급 재료(4, 2)가 제2 분해 반응기(R2)에서 수소와 질소를 함유한 제2 분해 가스(7, 3')로 변환되고, 상기 뜨거운 제1 분해 가스(6, 6')는 상기 제2 분해 반응기(R2)를 가열하는데 사용되고 이 과정에서 냉각되는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C01B 3/54 (2013.01)
C01B 2203/02 (2013.01)
C01B 2203/0227 (2013.01)
C01B 2203/0233 (2013.01)
(72) 발명자
레인케, 마이클
독일, 풀라흐 82049, 디알.-칼-폰-린데-슈트라세 6-14, 아이피 이엠이에이, 씨/오 린데 게엠베하
페셸, 안드레아스
독일, 풀라흐 82049, 디알.-칼-폰-린데-슈트라세 6-14, 아이피 이엠이에이, 씨/오 린데 게엠베하

명 세 서

청구범위

청구항 1

수소를 생산하는 방법으로서, 제1 암모니아를 함유한 공급 재료(3, 3')는 유입된 에너지 담체(13)에 의해 가열된 제1 분해 반응기(R1)로 공급되고, 촉매 지원을 이용하여 암모니아는 수소와 질소로 분해되고 수소와 질소를 함유한 뜨거운 제1 분해 가스(6, 6')를 얻는 수소를 생산하는 방법에 있어서, 제2 암모니아를 함유한 공급 재료(4, 2)는 제2 분해 반응기(R2)에서 수소와 질소를 함유한 제2 분해 가스(7, 3')로 변환되고, 상기 뜨거운 제1 분해 가스(6, 6')는 상기 제2 분해 반응기(R2)를 가열하는 데 사용되어 냉각되는 것을 **특징으로 하는**, 수소를 생산하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제2 암모니아를 함유한 공급 재료(4, 2)를 상기 제2 분해 반응기(R2)에서 변환하는 데 촉매가 사용되는 것을 특징으로 하는, 수소를 생산하는 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 암모니아를 함유한 공급 재료(3) 및 상기 제2 암모니아를 함유한 공급 재료(4)는 공통의 암모니아 공급원에서 취해지는 것을 특징으로 하는, 수소를 생산하는 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 분해 반응기(R2)에서 획득된 상기 제2 분해 가스(3')는 상기 제1 암모니아를 함유한 공급 재료를 형성하는 데 사용되는 것을 특징으로 하는, 수소를 생산하는 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 상기 냉각된 제1 분해 가스(8, 8')는 분리(T)를 거치고, 여기서 수소가 풍부한 생성물 가스(11)와 질소가 풍부하고 가연성 물질을 함유한 잔류 가스(12)로 구성되는 것을 특징으로 하는, 수소를 생산하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 잔류 가스(12)는 연소되어 상기 제1 분해 반응기(R1)를 작동시키는 열(5)을 제공하는 것을 특징으로 하는, 수소를 생산하는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 잔류 가스(12)에서 생성물 순도를 갖는 질소 분획이 분리되는 것을 특징으로 하는, 수소를 생산하는 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 산소 공급원으로부터 산소가 풍부한 물질 흐름이 공급되어 바로 사용되거나 또는 공기가 혼합된 후 상기 잔류 가스의 연소 시에 산화제(14)로 사용되는 것을 특징으로 하는, 수소를 생산하는 방법.

청구항 9

암모니아로부터 수소를 생산하는 장치로서, 암모니아를 촉매 지원되는 방식으로 분해하고 수소와 질소를 함유한 뜨거운 제1 분해 가스(6, 6')를 얻기 위해 제1 암모니아를 함유한 공급 재료(4, 3')가 공급될 수 있고 유입된 에너지 담체(13)를 통해 가열될 수 있는 제1 분해 반응기(R1)를 포함하는, 수소를 생산하는 장치에 있어서, 상기 장치는 상기 제1 분해 반응기(R1)와 연결된 제2 분해 반응기(R2)를 포함하고, 여기에 제2 암모니아를 함유한 공급 재료(4, 2)가 공급될 수 있어서, 암모니아를 분해하고 수소와 질소를 함유한 제2 분해 가스(7, 3')를 얻고, 상기 뜨거운 제1 분해 가스(6, 6')를 이용하여 상기 제2 분해 반응기를 가열하면서 냉각된 제1 분해 가스

(8, 8')를 형성하는 것을 **특징으로 하는**, 수소를 생산하는 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 제1 분해 반응기(R2)는 암모니아 분해를 지원하는 촉매를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수소를 생산하는 장치.

청구항 11

제9항 또는 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 장치는 상기 제1 분해 반응기(R1) 및 상기 제2 분해 반응기(R2) 그리고 암모니아 공급원과 연결된 흐름 분배기(S)를 포함하여 상기 제1 암모니아를 함유한 공급 재료(3)와 상기 제2 암모니아를 함유한 공급 재료(4)를 형성하는 것을 특징으로 하는, 수소를 생산하는 장치.

청구항 12

제9항 또는 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 분해 반응기(R2)에서 얻을 수 있는 상기 제2 분해 가스(3')는 상기 제1 암모니아를 함유한 공급 재료를 형성하는 데 사용될 수 있도록 상기 제1 분해 반응기(R1)가 상기 제2 분해 반응기(R2)와 연결되는 것을 특징으로 하는, 수소를 만드는 장치.

청구항 13

제9항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 장치는 내부에서 적어도 상기 냉각된 제1 분해 가스(8, 8'), 수소가 풍부한 생성물 가스(11) 그리고 질소가 풍부한 가연성 물질을 함유한 잔류 가스(12)가 생성될 수 있는 분리 장치(T)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수소를 생산하는 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 장치는 상기 분리 장치(T) 및 제1 분해 반응기(R1)와 연결된 연소 장치(B)를 포함하고, 이를 통해 상기 잔류 가스(12)가 연소될 수 있어서 상기 제1 분해 반응기(R1)를 작동시키는 열(5)을 제공하는 것을 특징으로 하는, 수소를 만드는 장치.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 장치는 상기 연소 장치(B) 연결된 산소 공급원을 포함하고, 이로부터 상기 산소가 풍부한 물질 흐름이 취해져 바로 이용되거나 또는 공기가 혼합된 후 상기 잔류 가스가 연소될 때 산화제(14)로 이용될 수 있는 것을 특징으로 하는, 수소를 생산하는 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 수소를 생산하는 방법에 관한 것으로서, 제1 암모니아를 함유한 공급 재료는 유입된 에너지 담체에 의해 가열된 제1 분해 반응기로 공급되고, 촉매 지원을 이용하여 암모니아는 수소와 질소로 분해되고 수소와 질소를 함유한 뜨거운 제1 분해 가스를 얻는, 수소를 생산하는 방법에 관한 것이다.

[0002] 또한 본 발명은 본 발명에 따른 방법을 수행하는 장치에 관한 것이다.

[0003] 촉매를 이용해 암모니아를 분해하여 수소를 생산하는 것은 알려져 있고 수 년 전부터 선행 기술이다. 이때 생성되는 반응

[0004] $2NH_3 \leftrightarrow N_2 + 3H_2$

[0005] 은 흡열성이다($\Delta H = 46{,}2$ kJ/mol). 평형 위치와 반응 속도는 압력과 온도에 크게 좌우되고 사용된 촉매 유형에도 좌우된다.

[0006] 예를 들어 금속 열처리와 같이, 수소 요구량이 1000 m_n^3/h 미만으로 비교적 낮은 산업 응용 분야의 경우, 분해 반응기에서 암모니아 분해가 수행되고, 이를 가열하기 위해 다른 곳에서 생성된 전기 전류가 유입된다. 원칙적으로 수소는 이산화탄소를 방출하지 않도록 제공될 수 있다.

[0007] 더 높은 속도로 암모니아로부터 수소를 생산하기 위해, 오늘날 탄소 수소의 증기 개질을 통한 대규모 합성 가스

생산에 사용되는 것과 유사한 시스템이 사용될 수 있다. 이러한 시스템은 촉매 물질로 채워진 분해 튜브가 배치된 연소실이 있는, 수증기 개질기라고도 하는 분해로와 폐열 시스템을 포함한다. 연소실은 유입된 연료로 작동되는 하나 이상의 버너로 가열되어, 분해 튜브를 통해 안내된 암모니아를 흡열 분해하는 데 필요한 에너지를 공급한다.

[0008] 생산된 수소가 압축 노력 없이 또는 적은 압축 노력으로 생성물로 방출될 수 있도록, 암모니아 분해는 적절하게 20 내지 30 bar의 압력에서 수행된다. 분해하도록 정해진 암모니아는 일반적으로 액상으로 이용되고, 액체의 압력은 에너지를 적게 사용하고도 높일 수 있기 때문에, 이는 더 쉽게 가능하다. 이런 조건에서, 사용된 암모니아의 충분히 높고 경제적으로 합리적인 변환율을 달성하려면, 500 내지 1000° C의 높은 온도에서 분해가 수행되어야 한다.

[0009] 분해 가스는 대부분 수소와 질소로 구성되며, 그 외에 미변환 암모니아와, 경우에 따라 암모니아를 함유한 공급 물질에 이미 존재하거나 추가적으로 온도 조절제로서 분해 반응기로 유도되나 분해 반응에는 참여하지 않는 물을 함유한다.

[0010] 수소를 얻기 위해, 분해 가스가 냉각되고, 미변환 암모니아의 대부분이 제거된 후 바람직하게는 압력 변동 흡착에 의해 처리되는 분리 장치로 분해 가스가 공급되고, 대체로 질소가 없는 수소 분획과, 주로 질소로 구성되고 암모니아를 함유한 잔류 가스가 생성된다. 수소 분획은 생성물로 방출될 수 있는 반면, 잔류 가스는 예를 들어 분해 반응기를 가열하기 위해 연소된다.

[0011] 분해 반응기의 버너에 의해 형성된 연도 가스와 마찬가지로, 이의 열도 일정 부분만 분해 반응에 사용될 수 있기 때문에, 분해 가스는 높은 온도와 큰 잔열 함량을 지닌 상태로 분해 반응기를 떠난다. 암모니아 분해에 투입되는 에너지를 가능한 한 완전히 사용하고 효율적으로 수소 생산을 수행할 수 있기 위해, 가스의 잔열을 프로세스 내에서 예를 들어 암모니아와 같은 공급 재료 및 버너 공기를 예열하는 데 사용하거나 수증기 생산에 사용하는 것이 시도된다. 암모니아 분해 시 공정 수증기는 필요하지 않거나 매우 소량만 필요하므로, 잔열을 이용하여 생산된 수증기는 내보내지거나 또는 예를 들어 "유기 랭킨 사이클(Organic Rankine Cycle)"을 통해 전기 생산에 사용된다.

[0012] 그러나 전기 생산은 상당한 기술적 노력과 결부되어 있고, 내보낸 수증기를 경제적으로 소비할 소비 장치가 항상 있는 것이 아니다.

[0013] 따라서, 본 발명의 목적은, 암모니아로부터 수소를 생산할 때 선행 기술에 따라 가능한 것보다 부산물인 수증기를 덜 생성하는 것을 허용하는, 일반적인 유형의 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

[0014] 방법 측면에서, 이러한 목적은, 본 발명에 따라 제2 암모니아를 함유한 공급 재료가 제2 분해 반응기에서 수소와 질소를 함유한 제2 분해 가스로 변환되고, 뜨거운 제1 분해 가스는 제2 분해 반응기를 가열하는 데 사용되고 이 과정에서 냉각됨으로써 달성된다.

[0015] 본 발명에 따른 방법에 의해, 제1 분해 반응기를 가열하기 위해 유입된 가열 에너지의 더 많은 부분이 암모니아 분해에 사용되어, 선행 기술에 비해 수소 수율이 더 높고/높거나 에너지 소모량이 더 낮다. 또한 잔열 이용 시 발생하는 수증기량이 줄어든다.

[0016] 암모니아 분해를 지원하기 위해 제1 분해 반응기는 촉매 물질을 포함하고, 이를 거쳐 제1 암모니아를 함유한 공급 재료가 안내된다. 바람직하게는 제2 분해 반응기에서의 암모니아 분해 역시 촉매로 지원되고, 이를 위해 제2 분해 반응기는 제1 분해 반응기와 같이 동일한 촉매 물질을 구비하여 구성될 수 있다. 그러나, 제1 분해 반응기에 사용된 촉매 물질과 유사한 활성을 더 낮은 온도에서 이미 갖는 다른 촉매 물질이 제2 분해 반응기에 사용되는 것도 가능하다.

[0017] 본 발명에 따른 방법의 바람직한 변형예는, 제1 및 제2 암모니아를 함유한 공급 재료가 예를 들어 암모니아 저장소와 같은 외부 암모니아 공급원에서 취해지고, 두 암모니아 공급원은 서로 다르거나 동일할 수 있는 것을 제공한다. 이때 목적에 부합하게, 수소와 질소를 함유한 제1 분해 가스가 제2 분해 반응기의 상류 또는 하류에서 수소와 질소를 함유한 제2 분해 가스와 하나의 분해 가스 흐름으로 결합되고, 이어서 계속 처리되어 예를 들어 수소 생성물이 획득된다. 그러나 제1 분해 가스와 제2 분해 가스가 독립적으로 계속 안내 및 처리되는 것도 배제되지 않는다.

[0018] 본 발명에 따른 방법의 다른 바람직한 변형예에서, 제2 암모니아를 함유한 공급 재료를 외부 암모니아 공급원에서 가져오고, 제2 분해 반응기에서 획득된 제2 분해 가스를 사용하여 제1 암모니아를 함유한 공급 재료를 형성

하는 것이 제공된다. 목적에 부합하게, 제2 분해 가스의 총량은 제1 암모니아를 함유한 공급 재료를 형성하는 데 사용되고, 변경되지 않은 상태로 또는 예를 들어 외부 암모니아 공급원에서 취해진 암모니아를 함유한 물질 흐름이 혼합된 후 제1 암모니아를 함유한 공급 재료로 제1 분해 반응기에 공급되어 제1 분해 가스로 변환된다.

[0019] 본 발명에 따른 방법은 더욱 개선하면, 제2 분해 반응기를 가열할 때 냉각된 분해 가스는 경우에 따라 제2 분해 가스가 혼합된 후 분리하는 것이 제안되며, 이때 수소가 풍부한 생성물 가스와 질소가 풍부한 가연성 물질을 포함하는 잔류 가스가 형성된다. 이를 위해 분해 가스는 추가로 냉각된 후 압력 변동 흡착에 의해 처리되고, 이때 대체로 질소가 없는 수소 분획과, 대부분 질소로 구성되고 가연성 물질을 함유한 잔류 가스가 형성된다. 목적에 부합하게, 예를 들어 제어 가능한 공기 냉각기가 사용되는 추가의 냉각은 이슬점 바로 위까지만 이루어져서, 물 외에 미변환된 암모니아도 포함하는 응축수가 형성되지 않는다. 추가 냉각 중에 응축수가 형성되는 것을 피할 수 없는 경우, 응축수를 완전히 또는 부분적으로 복귀시켜 두 분해 반응기 중 하나에 삽입물로 제공하는 것이 가능하다. 수소 분획은 생성물로 방출될 수 있는 반면, 잔류 가스는 예를 들어 제1 분해 반응기를 가열하기 위해 연소되거나 또는 추가로 분리되며, 이때 추가적인 생성물 수소 및/또는 생성물 순도를 갖고 상업적으로 이용 가능한 질소 분획과, 공급 재료로 사용될 수 있는 암모니아 분획이 생성된다.

[0020] 높은 질소 함량으로 인해 잔류 가스의 발열량은 비교적 낮다. 그럼에도 불구하고 제1 분해 반응기가 가열될 때, 충분한 온도와, 연도 가스 잔열 사용 시 소형의 저렴한 열 교환기를 사용해도 되는 양의 연도 가스를 생성할 수 있기 위해, 산소 공급원에서 산소가 풍부한 산소 흐름이 공급되고, 바로 또는 공기가 혼합된 후 잔류 가스의 연소 시에 산화제로 사용되는 것이 제안된다.

[0021] 본 발명의 범위에서 25%를 초과하는 산소로 구성된 물질 흐름은 산소가 풍부한 것으로 간주된다. 그러나 바람직하게는 예를 들어 99%를 초과하는 더 높은 산소 함량을 갖는다.

[0022] 산소 공급원은 예를 들어 극저온 공기 분리기일 수 있다. 물을 전기화학적으로 분해하여 수소와 산소가 풍부한 물질 흐름을 생성하는 전해조를 산소 공급원으로 사용하는 것도 생각할 수 있다. 산소가 풍부한 물질 흐름의 적어도 일부는 바로 사용되거나 또는 공기가 혼합된 후 산화제로 잔류 가스 연소 시에 사용되는 반면, 수소가 풍부한 물질 흐름은 연료로서 제1 분해 반응기를 가열하고/가열하거나 암모니아 분해로 생산된 수소량을 보충하는 데 사용될 수 있다. 전해조는 두 물질 흐름을 동일한 압력으로 또는 서로 다른 압력으로 생성할 수 있다. 산소가 풍부한 물질 흐름과 수소가 풍부한 물질 흐름 모두, 두 물질 흐름 각각을 압축기를 사용하지 않고 추가 사용을 위해 공급하기에 충분히 높은 하나의 압력으로 생성되는 것이 바람직하다.

[0023] 과열을 방지하기 위해, 셧다운 작동 중에 분해 반응기들이 수증기 및/또는 질소 및/또는 암모니아로 냉각되는 것이 제공된다.

[0024] 또한, 본 발명은 암모니아로부터 수소를 생산하는 장치로서, 암모니아를 촉매 지원되는 방식으로 분해하고 수소와 질소를 함유한 뜨거운 제1 분해 가스를 얻기 위해 제1 암모니아를 함유한 공급 재료가 공급될 수 있고 유입된 에너지 담체를 통해 가열될 수 있는 제1 분해 반응기를 포함하는, 수소를 생산하는 장치에 관한 것이다.

[0025] 장치 측면에서, 제시된 목적은, 본원의 장치가 제1 분해 반응기와 연결된 제2 분해 반응기를 포함하고, 이 제2 분해 반응기에 제2 암모니아를 함유한 공급 재료가 공급될 수 있어서, 암모니아를 분해하고 수소와 질소를 함유한 제2 분해 가스를 얻고, 뜨거운 제1 분해 가스를 이용하여 제2 분해 반응기를 가열하면서 냉각된 제1 분해 가스를 형성함으로써 달성된다.

[0026] 본 발명의 바람직한 변형예는, 목적에 부합하게, 제1 분해 반응기는 대규모 합성 가스 생산에 이용되는 전기 전류로 그리고/또는 버너로 가열될 수 있는 수증기 개질기 또는 자열 개질기와 유사하게 구성되는 반면, 제2 분해 반응기는 역시 합성 가스 생산에 이용될 수 있고 당업계에 가스 가열 개질기(gas-heated reformer, GHR)로 알려진 반응기와 동일하게 구성된다. GHR은 뜨거운 가열 가스가 관류할 수 있고, 변환될 공급 재료가 안내될 수 있는 반응기 튜브를 포함한다. 목적에 부합하게 예를 들어 베이요넷 튜브(bayonet tube)로 설계된, 제2 분해 반응기의 반응기 튜브는 암모니아 분해를 지원하는 촉매 물질을 함유한다.

[0027] 본 발명에 따른 장치는 더욱 개선하면, 제1 분해 반응기와 동일한 또는 다른 촉매 물질을 구비하여 제2 분해 반응기를 설계하는 것이 제안된다.

[0028] 또한, 본 발명의 변형예는, 제1 또는 제2 분해 반응기 및 외부 암모니아 공급원과 연결된 분배 장치를 제공하며, 이를 통해 암모니아를 함유한 물질 흐름이 외부 암모니아 공급원에서 취해져 제1 및 제2 암모니아를 함유한 공급 재료로서 두 분해 반응기에 분배될 수 있다. 바람직하게는 두 분해 반응기 중 어느 것도 추가적인

외부 암모니아 공급원과 연결되지 않는다.

[0029] 본 발명의 다른 변형예는, 제2 분해 반응기에서 얻을 수 있는 분해 가스가 제1 암모니아를 함유한 공급 재료를 형성하는 데 사용될 수 있도록 제1 분해 반응기가 제2 분해 반응기와 연결되는 것을 제공한다. 바람직하게는, 이 변형예에서 제2 분해 반응기만 제2 암모니아를 함유한 공급 재료를 공급할 수 있는 외부 암모니아 공급원과 공급 라인을 통해 연결된다. 그러나 제1 분해 반응기가 동일한 또는 다른 외부 암모니아 공급원과 연결되는 것을 배제하면 안 되며, 제1 암모니아를 함유한 공급 재료를 형성하기 위해 암모니아를 함유한 물질 흐름이 유입되고 제2 분해 반응기에서 얻을 수 있는 제2 분해 가스와 혼합될 수 있다.

[0030] 목적에 부합하게, 본 발명에 따른 장치는 분해 가스로부터 수소를 분리하면서, 질소가 풍부하고 가연성 물질을 포함하는 잔류 가스를 획득하는 분리 장치를 포함한다. 바람직하게는, 분리 장치는 분해 가스로부터 순도 및 압력을 기초로 생성물로 방출될 수 있는 수소 분획을 분리하고 생성물 가스 라인을 통해 소비 장치에 공급할 수 있는 압력 변동 흡착기를 포함한다. 질소 및 분해 가스에도 존재하는 암모니아는 압력 변동 흡착기에서 잔류 가스로서 취해질 수 있다.

[0031] 분리 장치는, 수소 분획을 생산할 때 발생하는 잔류 가스로부터 생성물 순도를 갖는 질소 분획을 분리하도록 구성된 제2 압력 변동 흡착기를 포함할 수 있다. 대안적으로, 분리 장치는, 연소되어 예를 들어 제1 분해 반응기를 가열하도록 열을 공급하는 잔류 가스가 유입될 수 있는 연소 장치와 연결될 수 있다.

[0032] 잔류 가스를 효과적으로 연소할 수 있기 위해, 바람직한 변형예에서 본 발명에 따른 장치는 연소 장치와 연결된 산소 공급원을 가지며, 이로부터 산소가 풍부한 물질 흐름이 취해져 바로 이용되거나 또는 공기가 혼합된 후 잔류 가스 연소 시 산화제로 사용된다. 특히 바람직하게는 산소 공급원은 물을 전기 화학적으로 분해하고 수소 및 산소가 풍부한 물질 흐름을 생성할 수 있는 전해조이다. 예를 들어 전해조는 500° C 내지 850° C 작동 온도에서 수증기를 분해하고 산소가 풍부한 뜨거운 물질 흐름을 생성할 수 있는 고체 산화물 전해셀을 포함할 수 있다.

[0033] 목적에 부합하게, 산소 공급원으로 이용되는 전해조는 연소 장치뿐만 아니라 분리 장치와도 연결되어, 전해조에 의해 생산될 수 있는 수소가 풍부한 물질 흐름은, 암모니아 분해에 의해 생산되고 생성물로서 방출될 수 있는 수소 분획의 양을 보충하는 데 사용될 수 있다. 수소가 풍부한 물질 흐름의 조성이 수소 생성물에 제시된 요구 조건을 충족하지 못하는 경우, 불순물을 분리하기 위해 전해조와 분리 장치 사이에 세척 장치가 배치될 수 있다. 대안적으로, 전해조는 수소 분획을 생산하는 데 사용되는 압력 변동 흡착기 상류에서 분리 장치와 연결될 수 있어서, 수소가 풍부한 물질 흐름에 함유된 불순물이 이 압력 변동 흡착기에 의해 제거된다.

[0034] 이하에서 본 발명은 **도 1** 및 **도 2**에 개략적으로 도시된 두 가지 실시예를 기초로 더욱 자세하게 설명된다.

[0035] 도 1은 분해 반응기로 공급된 암모니아를 함유한 공급 재료가 동일한 조성을 갖는, 본 발명의 바람직한 구성을 도시한다.

[0036] 도 2는 분해 반응기로 공급된 암모니아를 함유한 공급 재료가 상이한 조성을 갖는, 본 발명의 다른 바람직한 실시예를 도시한다.

[0037] 두 도면에서 동일한 구성 요소는 동일한 도면 부호로 표시된다.

[0038] 도 1의 실시예에서 라인(1)을 통해 암모니아를 함유한 물질 흐름이 외부 암모니아 공급원(미도시됨)에서 취해져 열 회수 장치(D)로 공급되고, 이 물질 흐름은 가온되어 라인(2)을 통해 열 회수 장치를 떠나 흐름 분배기(S)에서 제1 암모니아를 함유한 공급 재료(3)와 제2 암모니아를 함유한 공급 재료(4)로 분리된다.

[0039] 제1 암모니아를 함유한 공급 재료는 수증기 개질기처럼 구성된 제1 분해 반응기(R1)로 공급되어 이의 분해 튜브(R)로 유입되며, 분해 튜브는 연소 장치(B)에서 생성된 열(5)로 가열된다. 공급된 암모니아의 대부분이 500 내지 1000° C의 온도와 5 내지 50 barg 압력에서 촉매 지원으로 분해됨으로써, 대체로 질소와 산소로 구성되고 미변환된 암모니아를 함유한 뜨거운 제1 분해 가스(6)가 분해 반응기(R1)에서 취해질 수 있다.

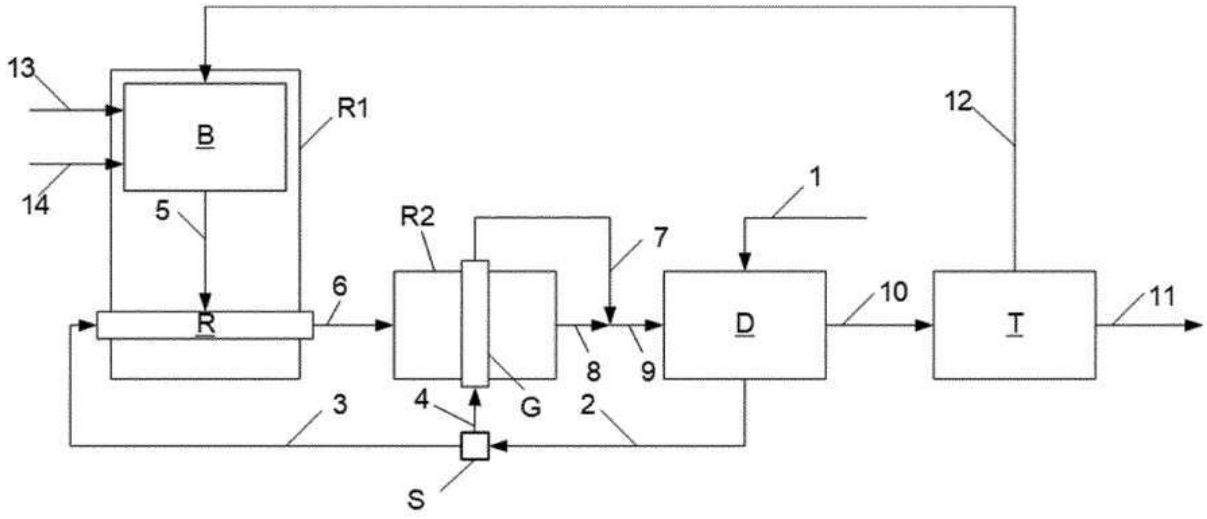
[0040] 제1 공급 재료(3)와 동일한 구성을 갖는, 제2 암모니아를 함유한 공급 재료(4)는 가스 가열 개질기처럼 구성된 제2 분해 반응기(R2)로 공급되어 이의 분해 튜브(G)로 유입되며, 분해 튜브는 뜨거운 제1 분해 가스(6)에 의해 가열된다. 공급된 암모니아의 상당 부분이 촉매 지원으로 분해되어, 대체로 질소와 수소로 구성되고 미변환된 암모니아를 함유한 제2 분해 가스(7)와 냉각된 제1 분해 가스(8)가 제2 분해 반응기(R2)에서 취해질 수 있다. 이어서 두 분해 가스(7 및 8)가 분해 가스 흐름(9)으로 결합되고, 열 회수 장치(D)에서 외부 암모니아 공급원으로부터 공급된 암모니아를 함유한 물질 흐름(1)에 대해 냉각된 후, 라인(10)을 통해 분리 장치(T)에 도달하고,

그 곳에서 예를 들어 압력 변동 흡착에 의해 처리되어, 생성물 순도를 갖는 수소 분획(11)과 잔류 가스(12)를 얻는다. 주로 질소로 구성되고, 그 외 암모니아 및 수소와 같은 가연성 성분도 포함하는 잔류 가스(12)는 도시되지 않은 외부 공급원에서 유입된 연료(13)와 함께 연소 장치(B)에 공급되고, 공기, 산소가 풍부해진 공기 또는 기술적으로 순수한 산소인 산화제(14)와 함께 연소되어 제1 분해 반응기(R1)를 가열한다.

[0041] 도 1의 실시예와 달리, 도 2의 실시예에서는 가온된 암모니아를 함유한 물질 흐름(2)이 분리되지 않고, 전체로 통합되어 제2 암모니아를 함유한 공급 재료로서 제2 분해 반응기(R2)로 공급된 후 제2 분해 가스로 변환된다. 라인(3')을 통해 제2 분해 가스가 제1 암모니아를 함유한 공급 재료로서 제1 분해 반응기(G1)의 분해 튜브(R)로 안내되고, 이로부터 대체로 질소와 수소로 구성되고 미변환된 암모니아를 함유한 뜨거운 제1 분해 가스(6')가 취해진 후 계속 안내되어 제2 분해 반응기(R2)를 가열한다. 가열 시 냉각된 제1 분해 가스(8')는 이어서 열 회수 장치(D)로 공급되어 도 1의 분해 가스 흐름(9)에 따라 추가로 처리된다.

도면

도면1



도면2

