



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0127050
(43) 공개일자 2022년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 19/08 (2015.01) B01J 8/00 (2018.01)
C01B 3/34 (2006.01) C01B 3/38 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01J 19/088 (2013.01)
B01J 8/008 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0031585
(22) 출원일자 2021년03월10일
심사청구일자 2021년03월10일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
이대훈
대전광역시 유성구 반석서로 98, 609동 1703호 (반석동, 반석마을6단지아파트)
강홍재
대전광역시 유성구 신성남로95번길 22-1, 101호 (신성동)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

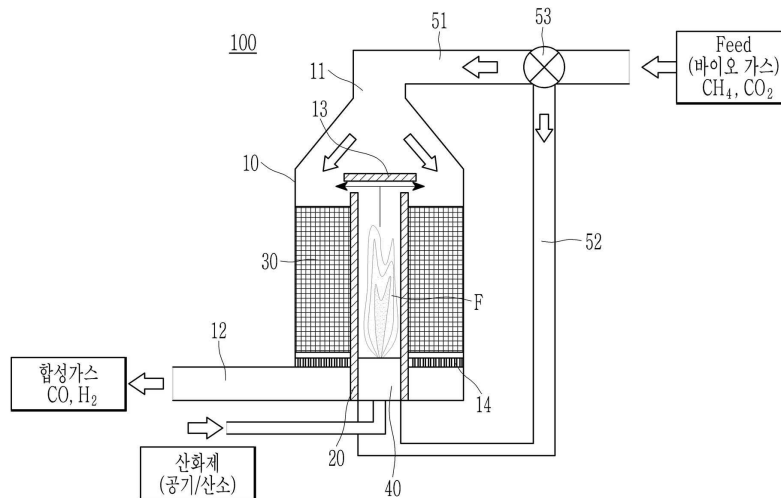
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 바이오 가스의 개질장치

(57) 요약

본 발명의 목적은 촉매 건식 개질 반응에서 외부 열원 및 CO₂:CH₄의 반응 당량비를 해결하는 바이오 가스의 개질 장치를 제공하는 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치는, 메탄과 이산화탄소를 주성분으로 하는 바이오 가스 피이드 중 제1분량을 유입구로 유입하여 일산화탄소와 수소를 주성분으로 개질된 합성가스를 토출구로 토출하는 외부 하우징, 상기 외부 하우징의 내측에 배치되고 상기 외부 하우징의 내부에서 일단이 개방되는 내부 하우징, 상기 내부 하우징과 상기 외부 하우징 사이에 구비되고 상기 토출구 측으로 연통되는 촉매 반응부, 및 상기 내부 하우징에 구비되어 산화제와 피이드 중 상기 제1분량을 제외한 나머지 제2분량에 의한 플라즈마 방전으로 화염을 형성하여 상기 내부 하우징을 가열하고 제2분량에서 메탄이 감소하고 이산화탄소가 증가된 연소 배출물을 상기 유입구 측으로 공급하는 플라즈마 버너를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C01B 3/342 (2013.01)

C01B 3/38 (2013.01)

C01B 2203/0238 (2013.01)

C01B 2203/0861 (2013.01)

C01B 2203/1241 (2013.01)

(72) 발명자

송호현

대전광역시 서구 만년남로 8(만년동,
상록수아파트)

송영훈

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 303동 1501호 (
전민동, 엑스포아파트)

김관태

세종특별자치시 반곡로 14, 101동 203호(반곡동,
수루배마을1단지)

김유나

서울특별시 강서구 금남화로24길 33, B동 202호 (
방화동)

이희수

경기도 과천시 장군마을길 56, 403호 (주암동)

명세서

청구범위

청구항 1

메탄과 이산화탄소를 주성분으로 하는 바이오 가스 피이드 중 제1분량을 유입구로 유입하여 일산화탄소와 수소를 주성분으로 개질된 합성가스를 토출구로 토출하는 외부 하우징;

상기 외부 하우징의 내측에 배치되고 상기 외부 하우징의 내부에서 일단이 개방되는 내부 하우징;

상기 내부 하우징과 상기 외부 하우징 사이에 구비되고 상기 토출구 측으로 연통되는 촉매 반응부; 및

상기 내부 하우징에 구비되어 산화제와 피이드 중 상기 제1분량을 제외한 나머지 제2분량에 의한 플라즈마 방전으로 화염을 형성하여 상기 내부 하우징을 가열하고 제2분량에서 메탄이 감소하고 이산화탄소가 증가된 연소 배출물을 상기 유입구 측으로 공급하는 플라즈마 버너

를 포함하는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1분량을 상기 외부 하우징의 유입구 측으로 공급하는 제1관로, 및

상기 제1관로의 분기점에 조절밸브를 개재하여 연결되어 상기 제2분량을 상기 플라즈마 버너로 공급하는 제2관로

를 더 포함하는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 촉매 반응부는

상기 내부 하우징의 외면과 상기 외부 하우징의 내면 사이에 채워져 위치하는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 내부 하우징은

상기 외부 하우징의 유입구 측 내부에서 개방단을 형성하는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 외부 하우징은

상기 유입구 측 내부에서 상기 내부 하우징의 개방단의 전방에 구비되어 연소 배출물의 진행 방향을 전환시키는 방향전환부재

를 더 포함하는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 유입구 측으로 유입되는 제1분량의 피이드는

상기 방향전환부재의 외곽으로 유입되면서 방향 전환된 연소 배출물과 혼합되어 상기 촉매 반응부에 공급되는

바이오 가스의 개질장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 촉매 반응부로 공급되는 피이드는

상기 제1분량에 연소 배출물이 더해지므로 이산화탄소(CO₂):메탄(CH₄)의 비가 1:1~2:1로 조정되는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 플라즈마 버너는,

상기 토출구 측에서 상기 내부 하우징에 결합되고 전기적으로 접지되는 버너 하우징, 및

상기 버너 하우징에 내장되어 고전압이 인가되며 방전궤를 형성하고, 상기 제2관로에 연결되는 피이드 통로를 형성하는 전극

을 포함하는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 전극은

상기 방전궤를 형성하는 볼록 형상의 방전부와 상기 방전부보다 작은 직경으로 형성되어 상기 방전부에 연결되는 기둥부를 포함하고,

상기 피이드 통로는

상기 제2관로에 연결되고 상기 기둥부에 형성되는 제1내부 통로, 및

상기 제1내부 통로에 연결되어 상기 버너 하우징을 향하여 상기 방전부에 형성되는 제2내부 통로

를 포함하는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1내부 통로는

상기 제2내부 통로를 지나서 상기 방전부의 끝까지 연장되어 상기 유입구 측으로 연소 배출물을 분출하는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 플라즈마 버너는,

상기 방전부의 후방에서 상기 기둥부와 상기 버너 하우징 사이에 구비되어 상기 방전궤으로 공급되는 산화제에 스웰을 발생시키는 스웰러

를 더 포함하는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 12

제2항에 있어서,

상기 외부 하우징의 상기 유입구 측에 구비되어 상기 내부 하우징을 향하여 제1분량의 피이드를 가열하는 플라

즈마 반응기

를 더 포함하는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 플라즈마 반응기는

아크제트 플라즈마, 고주파 유도 결합 플라즈마 및 마이크로 웨이브 플라즈마 중 하나의 반응기로 형성되는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 14

제4항에 있어서,

상기 내부 하우징은

연소 배출물을 상기 촉매 반응부에 공급하는 관통홀을 구비하는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 관통홀은

상기 개방단 측에 복수로 구비되는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 내부 하우징에 연결되어 상기 외부 하우징과 이격되어 연소 배출물이 순환하는 순환부를 형성하는 중간 하우징을 더 포함하며,

상기 촉매 반응부는

내부 하우징과 상기 중간 하우징 사이에 채워져 위치하는 바이오 가스의 개질장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 플라즈마 버너는,

상기 유입구 측에서 상기 내부 하우징에 결합되며,

상기 내부 하우징은

상기 토출구 측에서 폐쇄되어 상기 중간 하우징에 연결되며,

상기 외부 하우징은

상기 유입구 측에서 안내부를 형성하여 상기 순환부를 순환하는 연소 배출물을 상기 촉매 반응부로 안내하는 바이오 가스의 개질장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 바이오 가스의 개질장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 낮은 발열량과 변동이 심한 피이드(Feed) 공급 조건에서 바이오 가스의 점화 및 화염 유지를 가능하게 하는 바이오 가스의 개질장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 알려진 바에 따르면, 온실가스 감축이 중요한 이슈가 되면서, 온실가스로 이루어진 바이오 가스를 합성가스로 전환하여, 연료, 알코올, 수소 등으로 활용하려는 연구들이 활발해지고 있다.
- [0003] 한편, 바이오 가스는 주 성분이 CO₂와 CH₄로 CO₂와 CH₄는 건식 개질 공정, 즉 CO₂ + CH₄ → 2CO + 2H₂를 통해서 수소를 포함하는 합성가스로 전환될 수 있다. 그러나 통상의 바이오 가스에는 CH₄가 CO₂에 비해 양이 많아 직접 개질 공정을 진행할 경우 여분의 CH₄가 대기 중으로 배출된다.
- [0004] 또한, 건식 개질의 경우 강한 흡열 반응 특성으로 인하여 반응의 유지를 위해 반응기에 외부열이 지속적으로 공급되어야 한다. 이 과정에서 외부 열원을 공급하기 위해 CO₂ 발생을 초래한다면, 바이오 가스 개질의 탄소저감 효과가 낮아지는 결과를 초래한다.
- [0005] 일반적인 건식 개질 반응의 경우에는 외부 열원의 공급이 필요하다. 일반적인 촉매 건식 개질 반응의 경우, CO₂:CH₄ = 1:1 ~ 2:1 정도 범위로 CO₂의 양을 많이 해서 반응을 촉진하는 형태로 한다. 그러나 바이오 가스의 경우는 반대로 CH₄의 양이 CO₂ 보다 많아 이러한 반응상의 불리한 점이 발생한다.
- [0006] 대한민국 특허 공개번호 2018-0116952는 플라즈마 촉매 방식의 개질 개념을 제공하고 있으나, 플라즈마 버너에 의한 열이 촉매 반응기로 효과적으로 전달될 수 있는 방법을 개시하지 못하고 있다.
- [0007] 한편, 피이드(Feed)인 바이오 가스를 연소시켜 열을 공급할 경우, 바이오 가스의 조성에 따라 열량이 4,000~5,000kcal/m³ 정도로 발열량이 높지 않고, 조성의 변화 및 유량의 변화가 잦은 피이드(Feed)의 특성으로 인하여 연소가 불안정해진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 목적은 촉매 건식 개질 반응에서 외부 열원 및 CO₂:CH₄의 반응 당량비를 해결하는 바이오 가스의 개질 장치를 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 목적은 플라즈마 촉매 방식의 건식 개질 공정에서, 낮은 발열량과 변동이 심한 피이드(Feed) 공급 조건에서 바이오 가스의 점화 및 화염 유지를 가능하게 하고, 외부 열원의 공급없이 촉매 반응에 필요한 열량을 공급하는 바이오 가스의 개질장치를 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 목적은 화염을 유지하는 연소 과정에서 CH₄를 CO₂로 전환하여 피이드(Feed)의 CO₂:CH₄ 반응 당량비를 촉매 반응에 적절한 1:1~2:1 사이 값으로 조정하는 바이오 가스의 개질장치를 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명의 목적은 플라즈마 버너에서 촉매 반응부로 열이 전달될 때, 효과적으로 열이 전달될 수 있게 하는 바이오 가스의 개질장치를 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명의 목적은 촉매 반응부에 요구되는 열량이 변동될 때, 이를 감지하여 촉매 반응부에 열량을 변동하여 공급하는 바이오 가스의 개질장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치는, 메탄과 이산화탄소를 주성분으로 하는 바이오 가스 피이드 중 제1분량을 유입구로 유입하여 일산화탄소와 수소를 주성분으로 개질된 합성가스를 토출구로 토출하는 외부 하우징, 상기 외부 하우징의 내측에 배치되고 상기 외부 하우징의 내부에서 일단이 개방되는 내부 하우징, 상기 내부 하우징과 상기 외부 하우징 사이에 구비되고 상기 토출구 측으로 연통되는 촉매 반응부, 및 상기 내부 하우징에 구비되어 산화제와 피이드 중 상기 제1분량을 제외한 나머지 제2분량에 의한 플라즈마 방전으로 화염을 형성하여 상기 내부 하우징을 가열하고 제2분량에서 메탄이 감소하고 이산화탄소가 증가된 연소 배출물을 상기 유입구 측으로 공급하는 플라즈마 버너를 포함한다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치는, 상기 제1분량을 상기 외부 하우징의 유입구 측으로 공급하는 제1관로, 및 상기 제1관로의 분기점에 조절밸브를 개재하여 연결되어 상기 제2분량을 상기 플라즈마 버너로 공급하는 제2관로를 더 포함한다.

- [0015] 상기 촉매 반응부는 상기 내부 하우징의 외면과 상기 외부 하우징의 내면 사이에 채워져 위치할 수 있다.
- [0016] 상기 내부 하우징은 상기 외부 하우징의 유입측 내부에서 개방단을 형성할 수 있다.
- [0017] 상기 외부 하우징은 상기 유입구 측 내부에서 상기 내부 하우징의 개방단의 전방에 구비되어 연소 배출물의 진행 방향을 전환시키는 방향전환부재를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 유입구 측으로 유입되는 제1분량의 피이드는 상기 방향전환부재의 외곽으로 유입되면서 방향 전환된 연소 배출물과 혼합되어 상기 촉매 반응부에 공급될 수 있다.
- [0019] 상기 촉매 반응부로 공급되는 피이드는 상기 제1분량에 연소 배출물이 더해지므로 이산화탄소(CO₂):메탄(CH₄)의 비가 1:1~2:1로 조정될 수 있다.
- [0020] 상기 플라즈마 버너는, 상기 토출구 측에서 상기 내부 하우징에 결합되고 전기적으로 접지되는 버너 하우징, 및 상기 버너 하우징에 내장되어 고전압이 인가되며 방전궤를 형성하고, 상기 제2관로에 연결되는 피이드 통로를 형성하는 전극을 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 전극은 상기 방전궤를 형성하는 볼록 형상의 방전부와 상기 방전부보다 작은 직경으로 형성되어 상기 방전부에 연결되는 기둥부를 포함하고, 상기 피이드 통로는 상기 제2관로에 연결되고 상기 기둥부에 형성되는 제1내부 통로, 및 상기 제1내부 통로에 연결되어 상기 버너 하우징을 향하여 상기 방전부에 형성되는 제2내부 통로를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 제1내부 통로는 상기 제2내부 통로를 지나서 상기 방전부의 끝까지 연장되어 상기 유입구 측으로 연소 배출물을 분출할 수 있다.
- [0023] 상기 플라즈마 버너는, 상기 방전부의 후방에서 상기 기둥부와 상기 버너 하우징 사이에 구비되어 상기 방전궤으로 공급되는 산화제에 스웰을 발생시키는 스웰러를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치는, 상기 외부 하우징의 상기 유입구 측에 구비되어 상기 내부 하우징을 향하여 제1분량의 피이드를 가열하는 플라즈마 반응기를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 플라즈마 반응기는 아크제트 플라즈마, 고주파 유도 결합 플라즈마 및 마이크로 웨이브 플라즈마 중 하나의 반응기로 형성될 수 있다.
- [0026] 상기 내부 하우징은 연소 배출물을 상기 촉매 반응부에 공급하는 관통홀을 구비할 수 있다.
- [0027] 상기 관통홀은 상기 개방단 측에 복수로 구비될 수 있다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치는, 상기 내부 하우징에 연결되어 상기 외부 하우징과 이격되어 연소 배출물이 순환하는 순환부를 형성하는 중간 하우징을 더 포함하며, 상기 촉매 반응부는 내부 하우징과 상기 중간 하우징 사이에 채워져 위치할 수 있다.
- [0029] 상기 플라즈마 버너는, 상기 유입구 측에서 상기 내부 하우징에 결합되며, 상기 내부 하우징은 상기 토출구 측에서 폐쇄되어 상기 중간 하우징에 연결되며, 상기 외부 하우징은 상기 유입구 측에서 안내부를 형성하여 상기 순환부를 순환하는 연소 배출물을 상기 촉매 반응부로 안내할 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예는 바이오 가스를 연료로 하는 플라즈마 버너로 열량을 공급하면서 촉매 반응부에 원료를 더 공급하므로 외부 열원의 공급없이 촉매 반응부에 필요한 열량을 공급할 수 있고, 공급량 변동이 심한 바이오 가스에 대하여 CO₂:CH₄의 반응 당량비를 안정적으로 조절하여 바이오 가스의 개질 반응을 가능하게 한다. 따라서 일 실시예는 플라즈마 버너를 통하여 바이오 가스를 연료에서 원료로 전환하여 바이오 가스를 촉매 반응부에서 개질하므로 CO₂ 저감을 가능하게 한다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치의 구성도이다.
- 도 2는 도 1의 바이오 가스의 개질장치에 사용되는 플라즈마 버너의 구성도이다.

도 3은 도 1의 바이오 가스의 개질장치에 사용되는 다른 플라즈마 버너의 구성도이다.

도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치의 구성도이다.

도 5는 본 발명의 제3실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치의 구성도이다.

도 6은 본 발명의 제4실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치의 구성도이다. 도 1을 참조하면, 제1실시예의 바이오 가스의 개질장치(100)는 바이오 가스를 합성가스로 개질하도록 외부 하우징(10), 내부 하우징(20), 촉매 반응부(30) 및 플라즈마 버너(40)를 포함한다.
- [0034] 외부 하우징(10)은 내부 하우징(20)과 촉매 반응부(30)를 내장하는 공간을 형성하며, 공간의 일측에 연결되는 유입구(11)와 다른 일측에 연결되는 토출구(12)를 구비한다.
- [0035] 유입구(11)는 메탄(CH₄)과 이산화탄소(CO₂)를 주성분으로 하는 바이오 가스 피이드 중 제1분량을 유입한다. 제1분량을 제외한 나머지 제2분량은 플라즈마 버너(40)로 유입된다. 토출구(12)는 제1분량 및 제2분량의 피이드를 일산화탄소(CO)와 수소(H₂)를 주성분으로 하는 개질 합성가스를 토출한다.
- [0036] 이를 위하여, 바이오 가스의 개질장치(100)는 제1관로(51), 제2관로(52) 및 조절밸브(53)를 포함한다. 제1관로(51)는 외부 하우징(10)의 유입구(11)에 연결되어 전체 바이오 가스 피이드 중 제1분량을 유입구(11) 측으로 공급한다.
- [0037] 제2관로(52)는 조절밸브(53)를 개재하여 제1관로(51)의 분기점에 연결된다. 제2관로(52)는 조절밸브(53)와 플라즈마 버너(40)를 연결하여 피이드 중 제2분량을 플라즈마 버너(40)로 공급한다. 피이드 중 제2분량은 플라즈마 버너(40)에 연료로 작용하여 연소한 후, CO₂ + CH₄ -> 2CO + 2H₂와 같이 개질되어 촉매 반응부(30)의 원료로 작용한다.
- [0038] 일례를 들면, 제1관로(51)의 제1분량은 바이오 가스 피이드의 75~80%이고, 제2관로(52)의 제2분량은 바이오 가스 피이드의 나머지 10~25%로 조절밸브(53)에 의하여 조절될 수 있다.
- [0039] 바이오 가스는 CO₂와 CH₄가 주성분으로 이루어져 있으며, CO₂가 30~40% 전후 CH₄가 50~60%를 차지하고 있다. CO₂와 CH₄를 반응시켜 CO와 H₂를 얻는 건식 개질 반응의 경우, CO₂:CH₄ = 1:1~2:1 정도 범위로 산화제 역할 하는 CO₂가 CH₄보다 약간 더 많은 조건에서 반응을 하는 것이 유리하다. CO₂와 CH₄를 반응시켜 CO와 H₂를 얻는 건식 개질 반응은 강한 흡열 반응으로 외부의 열이 지속적으로 공급되어야 유지될 수 있다.
- [0040] 내부 하우징(20)은 외부 하우징(10)의 내측에 배치되고 외부 하우징(10)의 내부에서 일단이 개방된다. 제1실시예에서는 내부 하우징(20)의 개방단은 외부 하우징(10)의 유입구(11) 측 내부에서 개방 형성된다.
- [0041] 촉매 반응부(30)는 내부 하우징(20)과 외부 하우징(10) 사이에 구비되고 토출구(12) 측으로 연통된다. 제1실시예에서 촉매 반응부(30)는 내부 하우징(20)의 외면과 외부 하우징(10)의 내면 사이에 채워져 위치할 수 있다.
- [0042] 외부 하우징(10)은 내부 하우징(20)과의 사이에서 개재되는 지지 플레이트(14)를 그 하측에 더 포함한다. 지지 플레이트(14)는 다공판으로 형성되어 촉매 반응부(30)를 지지하면서 피이드의 메탄과 이산화탄소에서 개질된 일산화탄소와 수소를 포함하는 합성가스를 토출구(12)로 유통 가능하게 한다.
- [0043] 플라즈마 버너(40)는 내부 하우징(20)에 구비되어 산화제와 피이드 중 제2분량에 의한 플라즈마 방전으로 화염을 형성하여 내부 하우징(20)을 가열하고 제2분량에서 메탄이 감소하고 이산화탄소가 증가된 연소 배출물을 유입구(11) 측으로 공급하도록 구성된다.

- [0044] 바이오 가스를 연소시키게 될 경우, 바이오 가스가 가지고 있는 낮은 발열량, 유동적인 유량, 유동적인 조성 등으로 인하여 화염(F)이 불안정할 수 있다. 플라즈마 버너(40)는 이러한 화염의 불안정성을 해결할 수 있다.
- [0045] 외부 하우징(10)은 유입구(11) 측 내부에서 방향전환부재(13)를 더 포함한다. 방향전환부재(13)는 내부 하우징(20)의 개방단의 전방에 구비되어 유입구(11)를 향하여 진행되는 연소 배출물을 충돌시켜 연소 배출물의 진행 방향을 외부 하우징(10)의 내면을 향하도록 전환시킨다.
- [0046] 유입구(11) 측으로 유입되는 제1분량의 피이드는 방향전환부재(13)의 외곽으로 유입되면서 방향 전환된 연소 배출물과 혼합되어 촉매 반응부(30)에 공급된다. 즉 제2분량의 피이드에서 전환된 CO와 H₂를 포함하는 연소 배출물은 제1분량의 CO₂와 CH₄를 주성분으로 하는 바이오 가스에 혼합되어, 촉매 반응부(30)에 공급된다.
- [0047] 촉매 반응부(30)로 공급되는 피이드는 제1분량에 연소 배출물이 더해지므로_이산화탄소(CO₂):메탄(CH₄)의 비가 1:1~2:1로 조정된다. 이때, 플라즈마 버너(40)의 방열량이 내부 하우징(20) 및 촉매 반응부(30)를 가열하므로 CO₂와 CH₄를 반응시켜 CO와 H₂를 얻을 수 있게 한다.
- [0048] 흡열 반응의 특성으로 인하여 촉매 반응부(30) 후단, 즉 토출구(12) 측의 온도가 촉매 반응부(30) 전단, 즉 유입구(11) 측의 온도보다 낮아질 수 있다. 이러한 점을 고려하여, 촉매 반응부(30)의 후단 측에 설치된 플라즈마 버너(40)는 촉매 반응부(30)의 후단에서도 개질 반응의 효율을 높일 수 있게 한다.
- [0049] 도 2는 도 1의 바이오 가스의 개질장치에 사용되는 플라즈마 버너의 구성도이다. 도 2를 참조하면, 플라즈마 버너(40)는 버너 하우징(41)과 전극(42)을 포함한다. 버너 하우징(41)은 외부 하우징(10)의 토출구(12) 측에서 내부 하우징(20)에 결합되고 전기적으로 접지된다. 즉 버너 하우징(41)은 내부 하우징(20)의 개방단의 반대측에 설치되어 개방단을 향한다.
- [0050] 전극(42)은 버너 하우징(41)에 내장되어 고전압(HV)이 인가되며 방전갭(G)을 형성하고, 제2관로(52)에 연결되는 피이드 통로(43)를 형성한다. 또한 전극(42)은 방전갭(G)을 형성하는 볼록 형상의 방전부(421)와 방전부(421)보다 작은 직경으로 길게 형성되어 방전부(421)에 연결되는 기둥부(422)를 포함한다. 기둥부(422)는 고전압(HV)에 연결되고 절연부재(45)를 개재하여 버너 하우징(41)에 전기적인 절연 상태로 설치된다.
- [0051] 피이드 통로(43)는 제2관로(52)에 연결되고 기둥부(422)에 형성되는 제1내부 통로(431), 및 제1내부 통로(431)에 연결되어 버너 하우징(41)을 향하여 방전부(421)에 형성되는 제2내부 통로(432)를 포함한다.
- [0052] 플라즈마 버너(40)는 스윌러(swirler)(44)를 더 포함한다. 스윌러(44)는 방전부(421)의 후방에서 기둥부(422)와 버너 하우징(41) 사이에 구비되어 방전갭(G)으로 공급되는 공기 또는 산소의 산화제에 스윌을 발생시켜, 피이드 통로(43)로 공급되는 제2분량의 피이드와 산화제를 서로 혼합시킨다. 제2분량의 피이드는 플라즈마 버너(40)에서 연료(CO₂, CH₄)로 작용한 후, 개질되어 촉매 반응부(30)의 원료(CO, H₂)로 작용한다.
- [0053] 방전부(421)와 버너 하우징(41)의 최단거리로 방전갭(G)이 설정된다. 스윌러(44)와 방전갭(G) 사이에 혼합존(MZ; Mixing Zone)이 형성되어 스윌러(44)가 산화제를 유도하므로 바이오 가스와 산화제가 혼합존(MZ)에서 혼합된다. 스윌러(44)와 혼합존(MZ)은 낮은 발열량과 변동이 심한 피이드(Feed) 공급 조건에서 바이오 가스의 점화를 가능하게 한다.
- [0054] 방전갭(G)과 버너 하우징(41)의 끝 사이에 점화존(IZ; Ignition Zone)이 형성되어, 혼합된 바이오 가스와 산화제에 아크가 발생되고 발생된 아크가 발달되어 내부 하우징(20)의 개방단을 향하여 화염(F)이 분출된다. 스윌러(44)와 점화존(IZ)은 낮은 발열량과 변동이 심한 피이드(Feed) 공급 조건에서 바이오 가스의 점화 및 화염의 유지를 가능하게 한다.
- [0055] 즉 플라즈마 버너(40)는 혼합 이후에 착화 가능하게 한다. 전극(42)은 착화점 보다 먼저 선회 산화제에 공급되어 연료로 작용하는 바이오 가스 피이드와 산화제의 혼합을 원활하게 한다. 전극(42)은 열량이 낮은 바이오가스가 안정적으로 착화 및 화염 유지 가능하도록 아크를 착화 및 화염 안정용으로 활용할 수 있게 한다. 이를 위하여, 전극(42)은 혼합용 스윌러(44)의 후류에서 아크를 회전하는 형태로 발생시킨다.
- [0056] 도 1에 도시된 바와 같이, 플라즈마 버너(40)의 화염(F) 및 고온의 연소 배출물은 내부 하우징(20)을 가열하여 촉매 반응부(30)를 간접적으로 가열하고, 내부 하우징(20)의 개방단으로 진행되어, 방향전환부재(13)에 의하여 방향 전환되어 촉매 반응부(30)로 유도된다.
- [0057] 고온의 연소 배출물(CO, H₂)은 상대적으로 저온 원료인 제1분량의 피이드 바이오 가스(CH₄, CO₂)와 혼합되어 온

도를 상승시키고 CO₂:CH₄ 비가 1:1~2:1 사이 범위로 조정된다. 혼합된 피이드(CH₄, CO₂)는 촉매 반응부(30)에서 안정적으로 개질 반응된다. 이때, 바이오 가스가 플라즈마 버너(40)의 연료로 사용되어 촉매 반응부(30)의 원료(CO, H₂)로 전환되므로 바이오 가스 개질 시 CO₂ 저감이 가능하게 된다.

- [0058] 이때, 플라즈마 버너(40)가 촉매 반응부(30)의 내부에 설치되어 연소 배출물을 촉매 반응부(30)에 공급하는 과정 중 플라즈마 버너(40)에서 생산된 열은 손실없이 전체가 촉매 반응부(30)로 공급될 수 있다.
- [0059] 도 3은 도 1의 바이오 가스의 개질장치에 사용되는 다른 플라즈마 버너의 구성도이다. 도 2의 플라즈마 버너(40)와 도 3의 플라즈마 버너(240)를 비교하여 동일한 구성에 대한 설명을 생략하고 서로 다른 구성에 대하여 설명한다.
- [0060] 피이드 통로(243)에서 제1내부 통로(433)는 제2내부 통로(432)를 지나서 방전부(421)의 끝까지 연장 형성되므로 제1내부 통로(433)의 길이 방향으로 연소 배출물을 분출한다.
- [0061] 제1내부 통로(433)를 경유하여 공급되는 연료, 즉 제2분량의 바이오 가스 피이드는 도 2의 화염(F) 가운데 분사 되면서 길이 방향으로 확산 화염(F2)을 더 길게 유도한다. 제1내부 통로(433)가 끝까지 연장 형성되므로 길이 방향에서 내부 하우징(20) 및 촉매 반응부(30)에 대하여 균일한 열전달을 가능하게 한다.
- [0062] 또한, 제1내부 통로(433)가 끝까지 연장 형성되므로 촉매 반응부(30)의 길이 방향을 따라 지속적으로 열전달 가능하며, 촉매 반응부(30)의 길이 방향으로 제2분량의 바이오 가스 피이드와 산화제를 공급하여 길이가 긴 확산 화염(F2)을 더 형성할 수 있다. 이러한 연료 공급을 통하여 예혼합 화염(F)을 바탕으로 중심에서 확산 화염(F2)이 형성되어 화염의 안정화를 더욱 가능하게 한다.
- [0063] 이하 본 발명의 다양한 실시예들에 대하여 설명한다. 제1실시예 및 기 설명된 실시예와 비교하여, 동일한 구성에 대한 설명을 생략하고 서로 다른 구성에 대하여 설명한다.
- [0064] 도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치의 구성도이다. 도 4를 참조하면, 제2실시예의 바이오 가스의 개질장치(200)는 외부 하우징(10)의 유입구(11) 측에 구비되는 플라즈마 반응기(70)를 더 포함한다.
- [0065] 플라즈마 반응기(70)는 내부 하우징(20)을 향하여 제1분량의 피이드를 가열한다. 플라즈마 버너(40)로 공급되는 제2분량의 피이드 변동이 되거나, 열량이 부족할 경우, 플라즈마 반응기(70)는 제1분량의 피이드를 보조적으로 가열하여, 촉매 반응부(30)에서 원활한 개질을 가능하게 한다.
- [0066] 일례들로서, 플라즈마 반응기(70)는 아크제트 플라즈마, 고주파 유도 결합 플라즈마 및 마이크로 웨이브 플라즈마 중 하나의 반응기로 형성될 수 있다. 아크제트 플라즈마는 아크제트를 통하여 고온의 토출 가스로 제1분량의 피이드를 가열할 수 있다.
- [0067] 한편, 촉매 반응부(30)의 전단과 후단에 온도센서(미도시)를 설치할 수 있다. 온도센서의 감지신호는 촉매 반응부(30)의 촉매 반응에 필요한 열량의 부족 여부를 판단할 수 있게 한다. 이 판단에 따라 플라즈마 반응기(70)를 운전하거나 정지할 수 있다.
- [0068] 고주파 유도 결합 플라즈마는 라디오 주파수로 플라즈마를 발생시켜 고주파 유도 결합 플라즈마(ICP) 토출 후단에 제1분량의 피이드를 만나게 할 수 있다. 이로써, ICP 운전의 안정성을 확보할 수 있다. 마이크로 웨이브 플라즈마는 마이크로 웨이브 대역에서 플라즈마를 발생시켜 제1분량의 피이드를 만나게 할 수 있다.
- [0069] 도 5는 본 발명의 제3실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치의 구성도이다. 도 5를 참조하면, 제3실시예의 바이오 가스의 개질장치(300)에서, 내부 하우징(220)은 연소 배출물을 촉매 반응부(30)에 직접 공급하는 관통홀(221)을 구비한다. 관통홀(221)은 개방단 측에 복수로 구비될 수 있다. 관통홀들(221)은 고온의 연소 배출물을 촉매 반응부(30)에 보다 균일하게 공급하고, 촉매 반응부(30)에 혼합할 수 있게 한다.
- [0070] 도 6은 본 발명의 제4실시예에 따른 바이오 가스의 개질장치의 구성도이다. 도 6을 참조하면, 제4실시예의 바이오 가스의 개질장치(400)는 내부 하우징(320)에 연결되어 외부 하우징(10)과 이격되어 연소 배출물이 순환하는 순환부(16)를 형성하는 중간 하우징(330)을 더 포함한다.
- [0071] 촉매 반응부(430)는 내부 하우징(320)과 중간 하우징(330) 사이에 채워져 위치한다. 플라즈마 버너(40)는 유입구(11) 측에서 내부 하우징(320)에 결합되어 유입구(11) 측에서 토출구(12) 측을 향하여 화염(F)을 분출하게 된다.
- [0072] 내부 하우징(320)은 토출구(12) 측에서 폐쇄되어(321) 중간 하우징(330)에 연결되며, 중간 하우징(330)과 외부

하우징(10)은 토출구(12) 측에서 폐쇄되며(323), 내부 하우징(320)과 중간 하우징(330)은 토출구(12) 측에서 연통구조(324)를 형성하여 연소 배출물을 순환부(16)로 순환시킬 수 있다.

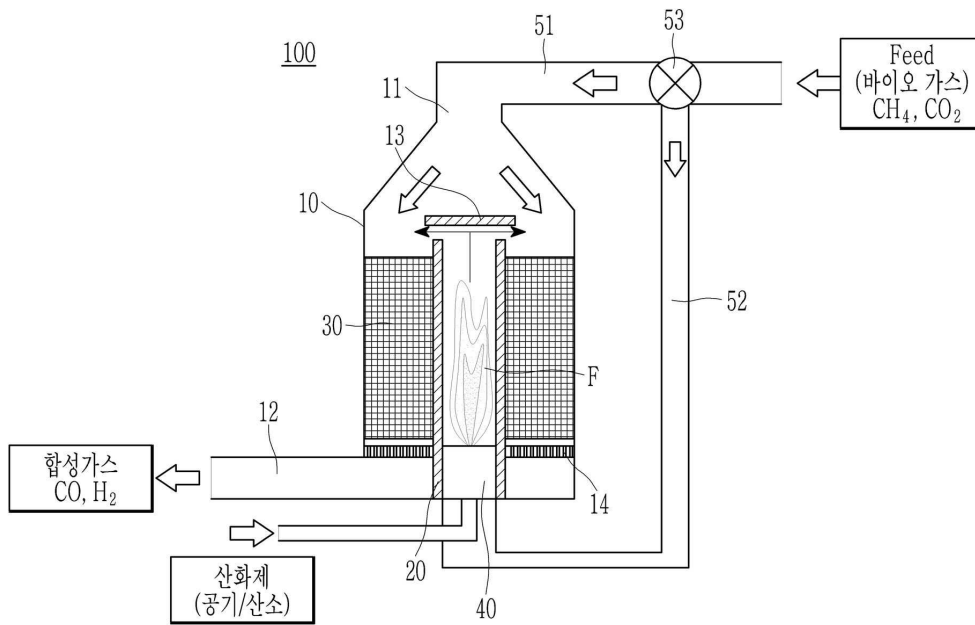
- [0073] 내부 하우징(320)과 중간 하우징(330) 사이에 채워진 촉매 반응부(430)는 개방구(322)를 통하여 토출구(12) 측으로 연통되어 있다. 외부 하우징(10)은 유입구(11) 측에서 내측으로 돌출되는 안내부(17)를 형성한다. 내부 하우징(320)에서 촉매 반응부(430)를 가열하고 순환부(16)를 순환하는 연소 배출물은 안내부(17)에 의하여 촉매 반응부(430)로 안내된다.
- [0074] 내부 하우징(320)과 중간 하우징(330) 및 외부 하우징(10)은 촉매 반응부(430)의 내측과 외측을 화염 및 연소 배출물로 둘러싸서 촉매 반응부(430)의 온도를 최적화할 수 있다. 안내부(17)는 순환부(16) 내의 연소 배출물을 유입구(11)로 나가지 않고 촉매 반응부(430)로 바로 유입될 수 있게 유도한다.
- [0075] 유입구(11) 측으로 유입되는 제1분량의 피이드는 안내부(17) 내측으로 유입되면서 순환부(16)로부터 유입되는 연소 배출물과 혼합되어 촉매 반응부(430)에 공급된다. 즉 제2분량의 전환된 CO와 H₂를 포함하는 연소 배출물은 제1분량의 CO₂와 CH₄를 주성분으로 하는 바이오 가스에 혼합되어, 촉매 반응부(430)에 공급된다.
- [0076] 촉매 반응부(430)로 공급되는 피이드는 제1분량에 연소 배출물이 더해지므로_이산화탄소(CO₂):메탄(CH₄)의 비가 1:1~2:1로 조정된다. 이때, 플라즈마 버너(40)의 방열량 및 순환부(16)로 순환하는 연소 배출물이 내부 하우징(320) 및 촉매 반응부(430)를 가열하므로 CO₂와 CH₄를 반응시켜 CO와 H₂를 얻을 수 있게 한다.
- [0077] 즉 플라즈마 버너(40)에서 배출되는 연소 배출물은 촉매 반응부(430)의 내부와 외부를 감싸는 이중벽의 내부에 촉매가 위치한다. 따라서 순환부(16)는 촉매 반응부(430)에서 외부로의 열손실을 방지하여 촉매 반응부(430)의 온도를 일정하게 유지할 수 있다.
- [0078] 이상을 통해 본 발명의 바람직한 실시예들에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이들에 한정되는 것이 아니고 청구범위와 발명의 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

부호의 설명

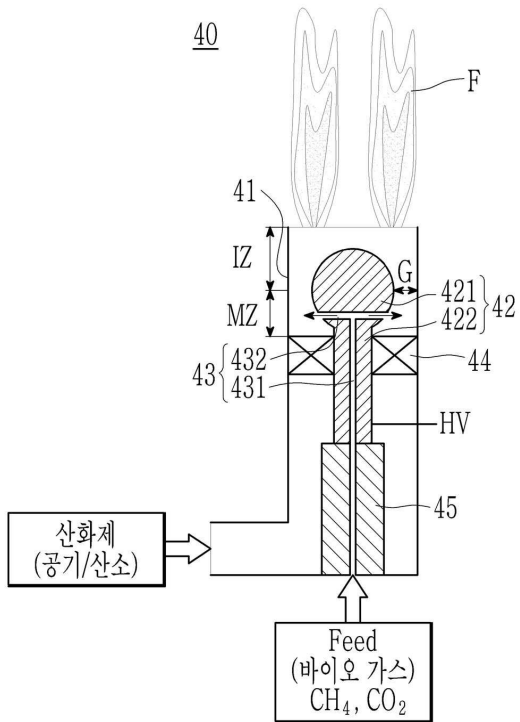
- [0079] 10: 외부 하우징 11: 유입구
- 12: 토출구 13: 방향전환부재
- 14: 지지 플레이트 16: 순환부
- 17: 안내부 20, 220, 320: 내부 하우징
- 30, 430: 촉매 반응부 40, 240: 플라즈마 버너
- 41: 버너 하우징 42: 전극
- 43, 243: 피이드 통로 44: 스윙러
- 45: 절연부재 51: 제1관로
- 52: 제2관로 53: 조절밸브
- 70: 플라즈마 반응기 100, 200: 바이오 가스의 개질장치
- 300, 400: 바이오 가스의 개질장치 221: 관통홀
- 330: 중간 하우징 321, 323: 폐쇄
- 322: 개방구 324: 연통구조
- 421: 방전부 422: 기둥부
- 431, 433: 제1내부 통로 432: 제2내부 통로
- F, F2: 화염, 확산 화염 G: 방전갭
- IZ: 점화존 MZ: 혼합존

도면

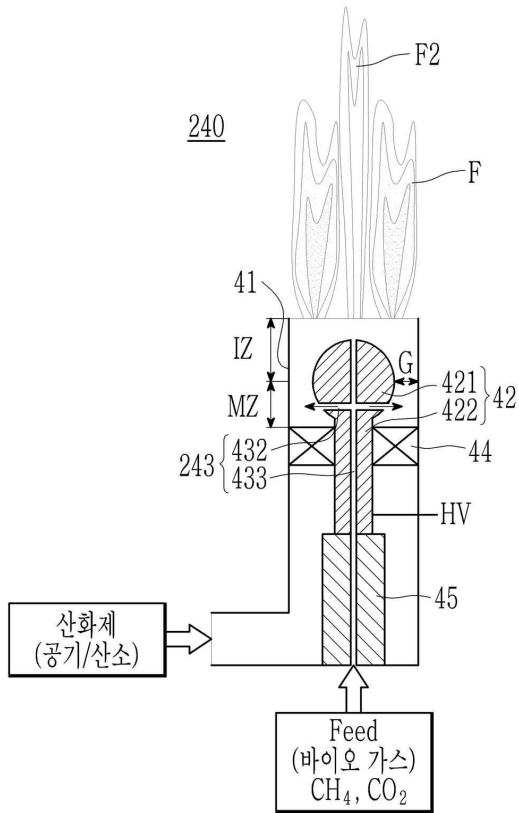
도면1



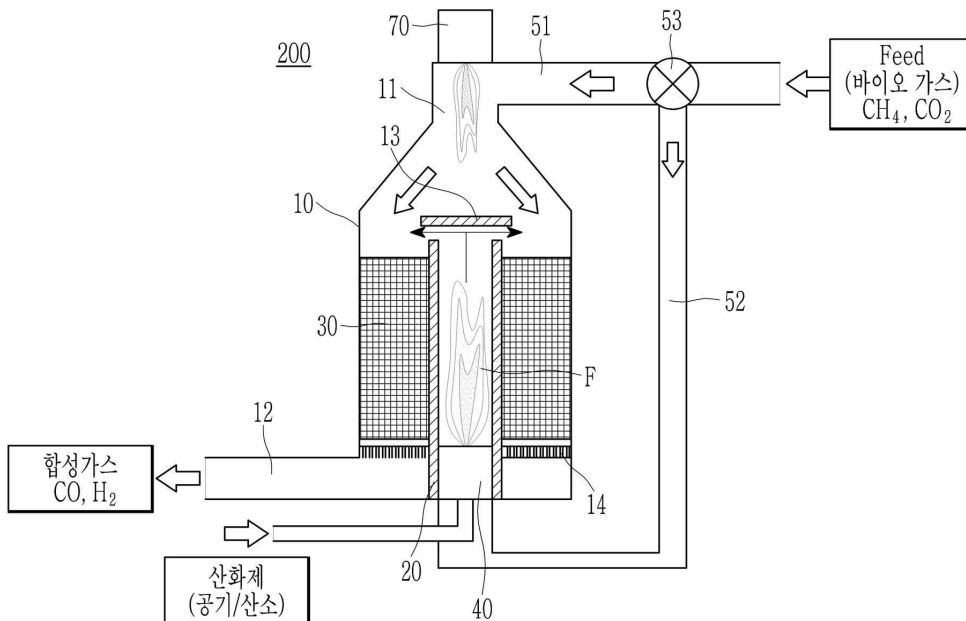
도면2



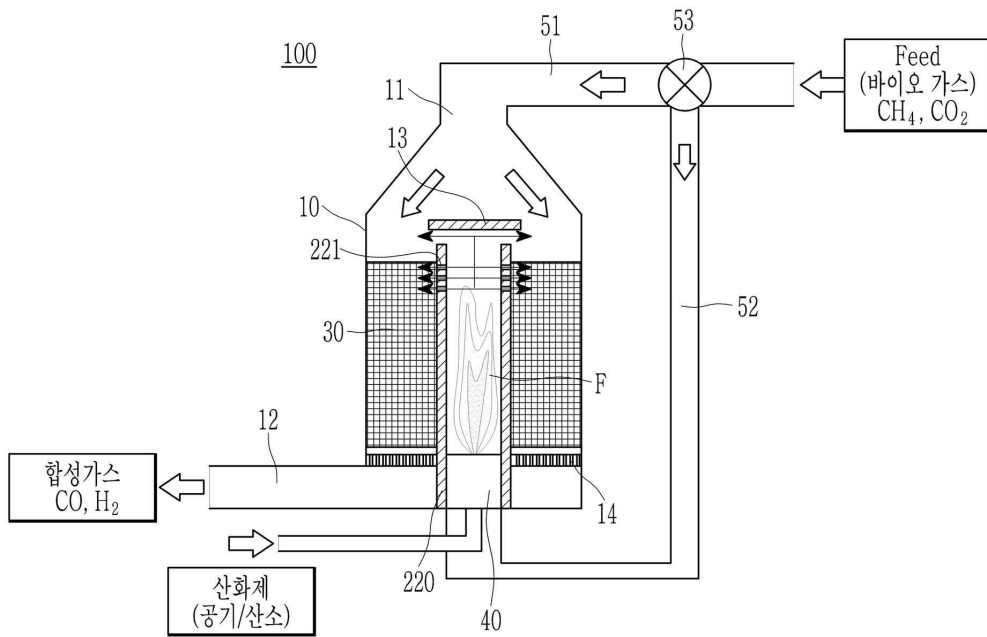
도면3



도면4



도면5



도면6

