



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년04월29일
(11) 등록번호 10-1389675
(24) 등록일자 2014년04월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10J 3/46 (2006.01) C10B 53/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7025775
(22) 출원일자(국제) 2011년03월01일
심사청구일자 2013년05월20일
(85) 번역문제출일자 2012년09월28일
(65) 공개번호 10-2012-0137399
(43) 공개일자 2012년12월20일
(86) 국제출원번호 PCT/CA2011/050123
(87) 국제공개번호 WO 2011/106895
국제공개일자 2011년09월09일
(30) 우선권주장
61/309,092 2010년03월01일 미국(US)
61/309,175 2010년03월01일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090032034 A
W02008104058 A1
전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자
플라스코에너지 아이피 홀딩스, 에스.엘.,
빌바오, 샤프하우젠 브랜치
스위스 체하-8200 샤프하우젠 포터가쎄 3
(72) 발명자
베이컨 마크
캐나다 온타리오 케이2에스 2비7 스티츠빌 하츠미
어 드라이브 72
생애리스 안드레아
캐나다 온타리오 케이2씨 4제이3 오타와 매드허
크레센트 248
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이재민

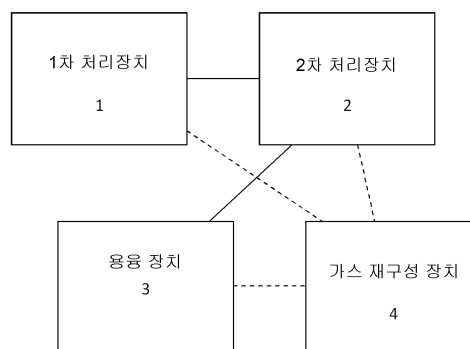
심사관 : 김광철

(54) 발명의 명칭 통합 처리 구역이 있는 탄소 변환 장치

(57) 요약

각각 1개 이상의 구역이 포함된 4개의 기능부가 있고, 이 4개의 기능부가 통합되어 탄소질 공급원료의 합성가스 및 슬래그로의 전반적 변환 공정을 최적화하는 탄소 변환 장치. 장치의 각 구역 내에서 발생하는 공정은 예를 들어 각 기능부를 설정하고, 각 구역 내에서 발생하는 상태를 통합 제어 장치로 제어함으로써 최적화할 수 있다.

대표도 - 도1a



(72) 발명자

피스비 더글라스 마이클

캐나다 앨버타 티8에이 5케이8 셔우드 파크 하이뷰
코드 5

그라벨 로버트 에이

캐나다 온타리오 케이6제이 5씨8 콘월 알마 스트리
트 701

특허청구의 범위

청구항 1

탄소질 공급원료를 합성가스 및 슬래그 생성물로 변환하며 다음이 포함된 탄소 변환 장치:

- (1) 2개 이상의 처리 구역, 황이송 장치, 1개 이상의 공급원료 투입구를 포함하고, 열을 처리 구역으로 공급하는 가열 장치와 작동 연결되어 있으며, 탄소질 공급원료를 1차 배출 가스 및 탄화물이 함유된 가공 공급원료로 변환하는 1차 처리 장치,
 - (2) 1차 처리 장치로부터 탄화물이 함유된 가공 공급원료를 수취하여 가공 공급원료를 고체 잔류물 및 2차 배출 가스로 변환하도록 조정된 2차 처리 장치,
 - (3) 2차 처리 장치와 작동 연결되어 있고, 1개 이상의 플라즈마원이 포함되어 있으며, 고체 잔류물을 유리화하는 용융 장치,
 - (4) 투입 가스에 함유된 입자상 물질을 줄이도록 조정된 사이클론 분리기, 그리고 적어도 가스 재구성 장치의 일부에 에너지를 공급하도록 설정된 1개 이상의 플라즈마 토치가 포함되어 있으며 배출 가스를 합성가스로 재구성하는 가스 재구성 장치,
- 상기 1개 이상의 플라즈마 토치는 사이클론 분리기 내부에서 사이클론 분리기 투입구의 스로트 또는 사이클론 분리기의 배출구에 위치되며,
- (5) 탄소 변환 장치의 1개 이상의 운전인자를 제어하도록 설정된 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

황이송 장치가 이동식 그레이트인 것을 특징으로 하는 탄소 변환 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

가스 재구성 장치는 직렬 또는 병렬로 배열된 2개 이상의 사이클론 분리기를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소 변환 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

1차 처리 장치에 1개 이상의 공정 첨가물 투입구가 추가적으로 포함된 것을 특징으로 하는 탄소 변환 장치.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

황이송 장치는 1차 처리 장치에 재료가 1차 처리 장치를 통과하게 하고 처리 가스를 공급하는 모듈형 황이송 장치인 것을 특징으로 하는 탄소 변환 장치.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

2차 처리 장치와 용융 장치가 구역간 구역을 통해 연결되어 있고, 2차 처리 장치와 용융 장치 사이의 재료의 유동을 제한하는 방해 장치가 구역간 구역에 포함되는 것을 특징으로 하는 탄소 변환 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

방해 장치가 구역간 구역의 세로축과 평행으로 배열되는 것을 특징으로 하는 탄소 변환 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

방해 장치가 구역간 구역의 세로축과 수직으로 배열되는 것을 특징으로 하는 탄소 변환 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 방해 장치는 내화 라이닝이 있는 수냉 구리관을 상단 또는 하단에 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소 변환 장치.

청구항 10

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

가스 재구성 장치와 작동 연결된 열교환기 또는 열회수기를 부가하여 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소 변환 장치.

청구항 11

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

가스 재구성 장치는 촉매를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소 변환 장치.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 탄소질 공급원료 가스화 분야에 관한 것으로서, 특히 탄소질 공급원료를 합성가스 및 슬래그 생성물로 변환하는 통합 처리 구역이 있는 2차 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가스화는 도시 고형 폐기물(MSW), 석탄 등 탄소질 공급원료가 가연성 가스로 변환되게 하는 공정이다. 이 가스는 발전 또는 증기 생성에 사용되거나 각종 화학품 및 액체연료 생산의 기본 원료로 사용될 수 있다.

[0003] 일반적으로, 가스화 공정은 제어 및 제한된 양의 산소 및 증기(선택적으로)와 함께 탄소질 공급원료를 가열된 챔버(가스화기)에 투입하는 것으로 이루어진다.

[0004] 공급원료가 가열될 때 가장 먼저 방출되는 성분은 수분이다. 건조된 공급원료의 온도가 상승하면서 열분해가 발생한다. 열분해가 진행되면 공급원료가 탄화물(char)로 변환되면서 공급원료가 열분해되어 수소, 일산화탄소, 메탄, 타르, 페놀, 가벼운 휘발성 탄화수소 가스가 방출된다.

[0005] 탄화물에는 각종 유기물 및 무기물로 구성된 고체 잔류물이 함유되어 있다. 열분해가 끝나면 탄화물에는 건조된 공급원료보다 더 높은 농도의 탄소가 함유되어 있기 때문에 활성탄소 공급원으로 쓰일 수 있다. 고온(> 1,200 °C)에서 작동하는 가스화기와 고온 구역이 있는 장치에서는 무기 광물질이 용융되거나 유리화되어 ‘슬래그’라는 유리 같은 물질이 생성된다.

[0006] 이 배경 정보는 출원인이 본 발명과 연관이 있을 수 있다고 생각하는 정보를 알릴 목적으로 제공하는 것이다. 그러나 전술한 정보 중 현재의 발명에 반하여 선행 기술에 속하는 부분이 있다고 인정하는 것은 아니며 그렇게 해석되어서도 안된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적의 하나는 탄소질 공급원료를 합성가스 및 슬래그 생성물로 변환하는 탄소 변환 장치를 제공하는 것이다. 본 발명의 한 측면에 따라 탄소 변환 장치가 제공되며 그 구성은 다음과 같다: 1) 2개 이상의 처리 구

역, 형이송 장치, 1개 이상의 공급원료 투입구 등이 포함되어 있고, 열을 처리 구역으로 공급하는 가열 장치와 작동 연결되어 있으며, 탄소질 공급원료를 탄화물이 함유된 가공 공급원료 및 1차 배출 가스로 변환하는 1차 처리 장치, 2) 1차 처리 장치로부터 탄화물이 함유된 가공 공급원료를 수취하여 가공 공급원료를 고체 잔류물 및 2차 배출 가스로 변환하도록 조정된 2차 처리 장치, 3) 2차 처리 장치와 작동 연결되어 있고, 1개 이상의 플라즈마원이 포함되어 있으며, 고체 잔류물을 유리화하고, 선택적으로는 용융 가스를 발생시키는 용융 장치, 4) 투입 가스에 함유된 입자상 물질을 줄이도록 조정된 1개 이상의 입자분리기, 그리고 적어도 재구성 장치의 일부에 에너지를 공급하도록 설정된 1종 이상의 에너지원이 포함되어 있으며 배출 가스를 합성가스로 재구성하는 재구성 장치, 5) 탄소 변환 장치의 1개 이상의 운전인자를 제어하도록 설정된 제어 장치.

도면의 간단한 설명

[0008]

위에 기술한 본 발명의 특징 및 기타 특징은 첨부된 도면에 대한 참조가 달린 하기의 상세한 설명에서 보다 명확하게 나타난다.

도 1A는 탄소 변환 장치의 한 예시적 구현으로서 동 장치에는 1차 처리 장치(1), 2차 처리 장치(2), 용융 장치(3), 가스 재구성 장치(4) 등 4종의 기능 장치가 포함되어 있다. 도면에 나타냈듯이, 1차 처리 장치(1)는 2차 처리 장치(2)와 연결되어 있으며, 2차 처리 장치(2)는 용융 장치(3)와 연결되어 있다. 가스 재구성 장치(4)는 1차 처리 장치(1), 2차 처리 장치(2) 및 용융 장치(3)와 각각 작동 연결되어 있다. 도 1B는 공급원료 투입구(1001)가 있는 1차 처리 장치(1000), 플라즈마원(1301)이 있는 2차 처리 장치(1201) 및 용융 장치(1250), 사이클론 분리기 장치(1400)가 있는 가스 재구성 장치(1300), 플라즈마원(도면에 나타내지 않음) 등의 한 구현을 나타낸 블록 공정도이다. 도 1B-1J는 본 발명의 다양한 구현에서의 가스 재구성 장치(1300)의 사이클론 분리기 장치(1400)에 대한 플라즈마원(1301)의 상대적 위치를 세부적으로 나타낸 블록 공정도이다. 선택적인 슬래그 입자화 장치(1251), 열회수기(1500) 및 입자상 물질 재순환 장치(1202)도 나타냈다.

도 2는 탄소 변환 장치의 한 구현의 단면을 나타낸 계통도로서 이동식 그레이트(1003) 및 공급원료 투입구(1001)가 있는 1차 처리 장치(1000), 슬래그 배출구(1252)가 있는 통합형 수직향 2차 처리 및 용융 장치(1200), 가스 재구성 장치의 구심 사이클론 분리기 장치(1401)등을 세부적으로 보여준다. 플라즈마원은 본 계통도에 나타내지 않았다.

도 3A 및 3B는 탄소 변환 장치의 한 구현을 나타낸 계통도로서, 사이클론 분리기 장치(1401)가 포함된 가스 재구성 장치(1300)에서 배출된 뜨거운 합성가스(1501)로부터 감지 가능한 열을 회수하여 주변 공기(1502)로 전도함으로써 1차 처리 장치(1000), 통합형 수직향 2차 처리 및 용융 장치(1200)의 공기통(1503), 구심 사이클론 분리기 장치(1401)가 있는 가스 재구성 장치(1300) 등에 열풍(1503)을 공급하는 합성가스-공기 열교환기(1500)('열회수기'라고도 칭함)에서 유입되는 열풍(1503)을 구성하는 가스 및 재순환된 열의 유동과 여러 가지 기능 장치를 세부적으로 보여준다. 도 3A는 열회수기(1500)가 가스 재구성 장치(1300)와 직접 연결되지 않은 한 구현을 나타낸 것이다. 도 3B는 열회수기(1500)가 가스 재구성 장치(1300)와 직접 연결된 한 구현을 나타낸 것이다.

도 4는 탄소 변환 장치 및 열회수기(1500) 등의 각종 하위 장치의 한 구현에서의 재료 및 가스의 이동을 세부적으로 나타낸 블록 공정도이다. 탄소질 공급원료(1002)가 1차 처리 장치(1000)에 투입되면, 열풍(1505)을 이용한 가열에 의해 탄소질 공급원료의 수분이 제거되고 공급원료의 휘발성 성분이 휘발되어 탄화물이 함유된 가공 공급원료(1003)가 생성된다. 2차 처리 장치(1201)는 1차 처리 장치(1000)에서 유입된 가공 공급원료를 잔류물(1206) 및 배출 가스(1205)로 변환한다. 선택적으로, 열풍은 열회수기(1500)나 주변 공기 또는 찬 공기(1502 및 1504)를 가열하는 다중연료 버너(1253)에 의해 공급된다. 1차 처리 장치(1000) 및 2차 처리 장치(1201)에서 유입된 가스(1204 / 1205)가 가스 재구성 장치의 사이클론 분리기(1400)에 들어가서 플라즈마 처리(1301)에 앞서 배출 가스에 함유된 입자상 물질을 제거한다. 입자상 물질이 줄어든 배출 가스(1403)는 플라즈마 처리(1301)를 거친다. 플라즈마 처리를 거친 뜨거운 합성가스(1501)는 선택적 재사용을 위해 감지 가능한 열이 회수되는 열회수기(1500)를 통과한다. 선택적으로, 냉각된 합성가스(1501)는 하위의 가스 조절 장치(1600)에서 정련 또는 정화된다. 정련 또는 정화된 가스는 엔진(1602)에 사용하기 전에 적합한 탱크(1601)에 저장할 수 있다. 이 블록 공정도는 입자상 물질(1402)이 장치로 재순환되는 과정을 보여준다.

도 5는 탄소 변환 장치 및 각종 하위 장치의 한 구현에서의 재료 및 가스의 이동을 세부적으로 나타낸 블록 공정도이다. 이 블록 공정도는 입자상 물질(1402)이 또 다른 방식으로 장치로 재순환되는 과정을 보여준다.

도 6은 탄소 변환 장치의 한 구현을 나타낸 블록 공정도로서 증기, 공기, O₂, N₂, 오존, 촉매, 용제, 물, 흡착제, 고탄소 투입물 등의 선택적 투입 첨가물(1004)을 세부적으로 보여준다. 각각의 첨가물 화살표는 단일 또는

다중 종류의 첨가물을 나타낼 수 있다. 첨가물은 혼합된 형태로 투입되거나 별도의 첨가물 투입 장치를 통해(그리고 주어진 특정 기능 장치 내의 여러 위치에서) 투입될 수 있다. 1차 처리 장치(1000), 사이클론 분리기(1400)가 있는 가스 재구성 장치(1300), 2차 처리 장치(1201) 등을 세부적으로 나타냈다. 공급원료(1002) 투입구, 가공 공급원료(1003), 입자상 물질이 감소된 배출 가스(1403) 등도 나타냈다.

도 7A-7F는 변환 장치의 여러 가지 구현의 상면을 나타낸 계통도이다. 각각의 도면은 사이클론 분리기(1400)가 포함된 가스 재구성 장치(1300) 내의 플라스마 토치(1301)의 또 다른 방향을 보여준다. 열교환기(1500)는 뜨거운 합성가스(1501)로부터 감지 가능한 열을 회수하여 주변 공기(1502)로 전도함으로써 변환 장치의 각종 기능 장치에 열풍(1505)을 공급한다. 도 7A는 순차적으로 배치되어 흐름과 병류하는 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것이다. 도 7B는 가스 재구성 장치의 직선 연장선 상에 결합 배치되어 가스 흐름을 촉진하는 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것이다. 도 7C는 가스 재구성 장치의 첫 번째 굴절부에 배치되어 하나는 가스 흐름을 지원하고 다른 하나는 가스 흐름과 역류하는 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것이다. 도 7D는 순차적으로 배치되어 흐름과 역류하는 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것이다. 도 7E는 가스 재구성 장치의 직선 연장선 상에 결합 배치되어 가스 흐름과 역류하는 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것이다. 도 7F는 가스 재구성 장치의 마지막 굴절부에 배치되어 하나는 가스 흐름을 지원하고 다른 하나는 가스 흐름과 역류하는 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것이다.

도 8A-8G는 변환 장치의 여러 가지 구현의 상면을 나타낸 계통도이다. 각각의 도면은 가스 재구성 장치 내의 플라스마 토치의 또 다른 방향을 보여준다. 도 8A는 가스 재구성 장치의 플라스마 처리 구역이 수직형인 구현을 나타낸 것이다. (i)은 플라스마 토치가 각종 가스의 와류를 촉진하도록 배치된 설정을 나타낸 것이다. (ii)는 플라스마 토치가 각종 가스의 혼합을 촉진하도록 배치된(가스의 선회와 반대 각도) 설정을 나타낸 것이다. 도 8B는 순차적으로 배치된 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것으로서, 첫 번째 플라스마 토치는 흐름과 역류하고 두 번째 플라스마 토치는 흐름과 병류하는 것을 보여준다. 도 8C는 순차적으로 배치된 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것으로서, 첫 번째 플라스마 토치는 합성가스 흐름과 병류하고 두 번째 플라스마 토치는 합성가스 흐름과 역류하는 것을 보여준다. 도 8D는 가스 재구성 장치 내에 서로 인접하도록 배치된 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것으로서, 첫 번째 플라스마 토치는 합성가스 흐름과 병류하고 두 번째 플라스마 토치는 합성가스 흐름과 역류하도록 순차적으로 배치된 것을 보여준다. 도 8E는 가스 재구성 장치 내에 서로 인접하도록 배치된 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것으로서, 첫 번째 플라스마 토치는 합성가스 흐름과 역류하고 두 번째 플라스마 토치는 합성가스 흐름과 병류하도록 순차적으로 배치된 것을 보여준다. 도 8F는 플라스마와 합성가스의 혼합을 최대화하기 위해 가스 재구성 장치 내에 서로 인접하도록 배치된 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것으로서, 첫 번째 플라스마 토치는 합성가스 흐름과 역류하고 두 번째 플라스마 토치는 합성가스 흐름과 병류하도록 순차적으로 배치된 것을 보여준다. 도 8G는 플라스마와 합성가스의 혼합을 최대화하기 위해 가스 재구성 장치 내에 서로 인접하도록 배치된 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것으로서, 2개의 플라스마 토치가 합성가스 흐름과 직각을 이루며 인접 배치된 것을 보여준다.

도 9A-9I는 변환 장치의 여러 가지 구현의 상면을 나타낸 계통도이다. 각각의 도면은 가스 재구성 장치 내의 플라스마 토치의 또 다른 방향을 보여준다. 이 도면들은 플라스마 토치, 촉매(1302), 수소 액티베이터, 역류관 등의 정련 기술의 응용에 있어서 사용할 수 있는 여러 가지 예시적 결합을 보여준다. 어느 한 가지 장치에 대해 하나의 방향이 예시되어 있을 경우, 또 다른 장치로 대체될 수 있다. 도 9A는 플라스마와 합성가스의 혼합을 최대화하기 위해 가스 재구성 장치 내에 서로 인접하도록 배치된 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것으로서, 첫 번째 플라스마 토치는 합성가스 흐름과 병류하고 두 번째 플라스마 토치는 합성가스 흐름과 역류하도록 인접 배치된 것을 보여준다. 도 9B는 플라스마와 가스의 혼합을 최대화하기 위해 가스 재구성 장치 내에 서로 인접하도록 배치된 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것으로서, 2개의 플라스마 토치가 서로 직각을 이루고 둘 다 가스 흐름과 병류하도록 배치된 것을 보여준다. 도 9C는 플라스마와 합성가스의 혼합을 최대화하기 위해 가스 재구성 장치 내에 서로 인접하도록 배치된 2개의 플라스마 토치를 나타낸 것으로서, 2개의 플라스마 토치가 서로 직각을 이루고 둘 다 합성가스 흐름과 역류하도록 배치된 것을 보여준다. 도 9D는 수소 액티베이터가 장치된 가스 재구성 장치를 나타낸 것이다. 도 9E는 수소 액티베이터와 플라스마 토치가 장치된 가스 재구성 장치를 나타낸 것이다. 도 9F는 플라스마 토치와 플라스마 토치 사이에 촉매 장치가 장치된 가스 재구성 장치를 나타낸 것이다. 도 9G는 촉매 장치, 수소 액티베이터 및 플라스마 토치가 장치된 가스 재구성 장치를 나타낸 것이다. 도 9H는 사이클론 분리기에 가스가 유입되기 전에 플라스마 플룸이 생성되는 구현을 나타낸 것이다. 도 9I는 혼합을 촉진하기 위해 역류관이 장치된 가스 재구성 장치를 나타낸 것이다.

도 10은 변환 장치의 한 구현의 평면도를 나타낸 것이다. 이 도면은 플라스마 토치가 들어 있는 확장 구역과 사이클론 분리기가 장치된 가스 재구성 장치를 보여준다. 2개의 토치가 서로 마주보도록 배치되어 있지만 혼합을

촉진하고 불필요한 마모를 방지하기 위해 서로 상쇄한다.

도 11A-11F는 탄소 변환 장치의 여러 가지 구현의 상면을 나타낸 것으로서 가스 재구성 장치의 플라즈마 배치를 세부적으로 보여준다. 도 11A는 사이클론 분리기의 배출구에 배치된 플라즈마 토치를 보여준다. 사이클론 분리기에 의해 수집된 입자상 물질은 탄소 회수 장치로 이송되어 추가적으로 처리된다. 도 11B는 사이클론 분리기 내에 배치된 플라즈마 토치를 보여준다. 점선은 수집된 입자상 물질에 대한 선택적 처리 경로를 나타낸다. 도 11C는 사이클론 분리기 하단에 배치되어, 입자상 물질이 최소화된 가스를 향해 촉매 플라즈마를 분사하도록 와류의 중심부로 상향하고 있는 플라즈마 토치를 보여준다. 도 11D는 사이클론 분리기 내에 배치되어 있지만, 무거운 바깥쪽 입자 가스 와류가 가벼운 안쪽 입자 가스 와류와 과도하게 섞이지 않도록 강하관 하단의 위쪽에 배치된 플라즈마 토치를 보여준다. 도 11E는 사이클론 분리기 하단에 배치되어, 입자상 물질이 최소화된 가스를 향해 촉매 플라즈마를 분사하도록 와류의 중심부로 상향하고 있는 플라즈마 토치를 보여준다. 플라즈마 토치 주변의 추가적 공간은 사이클론 분리기에 포착된 입자상 물질이 보다 원활하게 배출되게 해준다. 도 11F는 사이클론 분리기 하단에 배치되어, 입자상 물질이 최소화된 가스를 향해 촉매 플라즈마를 분사하도록 와류의 중심부로 상향하고 있는 플라즈마 토치를 보여준다. 플라즈마 토치 주변의 추가적 공간은 사이클론 분리기에 포착된 입자상 물질이 보다 원활하게 배출되게 해주지만, 토치의 방해로 최소화하면서 보다 쉽게 토치를 장치할 수 있도록 수집 호퍼가 옆으로 틀어져 있다.

도 12는 사이클론 분리기의 배출구에 플라즈마가 장치된 탄소 변환 장치의 한 구현을 나타낸 것이다.

도 13A-13D는 변환 장치의 외피에 사이클론 분리기가 외장된 변환 장치의 한 구현의 여러 가지 도면을 나타낸 것이다. 도 13A는 수평형 가스 재구성 장치(1300)와 주변 공기(1502)를 가열하는 수직형 열회수기(1500)가 장치된 수직형 사이클론 분리기(1506)를 나타낸 것이다. 이 도면에서는 가스 재구성 장치(1300)가 1차 처리 장치(1000) 및 통합형 수직향 2차 처리 및 용융 장치(1200) 위쪽에 배치되어 있지만, 1차 처리 장치 옆에 배치하거나 수직향으로 배치할 수도 있다. 본 구현에서의 열회수기의 배치는 특수한 형태의 열회수기를 사용하지 않고도 1차 처리 장치(1000) 및 통합형 수직향 2차 처리 및 용융 장치(1200)와 연결되는 열풍 공급관을 최소화할 수 있게 해준다. 도 13B는 다양한 사이클론 분리기에서 유입된 배출 가스가 플라즈마 또는 플라즈마열 대체물 및 열풍(1505)과 혼합되는 도 13A의 구현의 상면을 나타낸 것이다. 도 13C는 배출 가스가 1차 처리 장치 및 2차 처리 장치에서 배출되어 외장 사이클론 분리기로 이송되는 도 13A의 구현의 중간 상면을 나타낸 것이다. 도 13D는 고체 잔류물이 용융 장치로 이송되어 최종 처리에 의해 슬래그로 변환되는 도 13A의 구현의 중간 상면을 나타낸 것이다. 또한 이 구현은 열풍이 1차 처리 장치의 바닥식 그레이트와 2차 처리 장치의 공기통에 첨가되는 과정을 보여준다.

도 14는 탄소 변환 장치의 한 구현의 상면을 나타낸 계통도로서 이동식 그레이트(1003), 그리고 2개의 플라즈마 토치(1301)와 사이클론 분리기(1401)가 장치된 수평형 가스 재구성 장치를 세부적으로 보여준다. 또한 도 14는 가스 재구성 장치와 작동 연결된 선택적 열교환기 또는 열회수기(1500)를 세부적으로 보여준다.

도 15-19는 탄소 변환 장치의 다양한 설정을 나타낸 것으로서 다양한 구역을 세부적으로 보여준다.

도 20은 변환 장치의 한 구현의 1차 처리 장치를 세부적으로 나타낸 계통도로서 내화 라이닝 챔버(일부), 공급원료 투입구, 황이송 장치, 선택적 배플(1010) 등을 보여준다. 또한 투입된 공급원료를 분쇄하는 선택적 분쇄기(1006), 선택적 절단기(1008), 유압식 열회수기(1012), 용수철 작동식 스크레이퍼 플레이트(1011), 브러시(1014) 등도 보여준다. A, B, 및 C는 공정 첨가물 투입구를 나타낸다.

도 21은 수평형 공기 주입구가 장치된 탄소 변환 장치의 한 구현의 1차 처리 장치를 세부적으로 나타낸 계통도이다.

도 22는 변환 장치의 한 구현의 1차 처리 장치를 세부적으로 나타낸 계통도로서 내화 라이닝 챔버(일부), 공급원료 투입구, 황이송 장치, 선택적 배플(1010) 등을 보여준다. 또한 투입된 공급원료를 분쇄하는 선택적 분쇄기(1006), 선택적 절단기(1008), 유압식 열회수기(1012), 용수철 작동식 스크레이퍼 플레이트(1011), 브러시(1014) 등도 보여준다. 천공 배플(1022), 공급원료의 높이(1017), 반응물질의 높이(1002) 등도 나타냈다.

도 23은 변환 장치의 한 구현의 1차 처리 장치를 세부적으로 나타낸 계통도로서 내화 라이닝 챔버(일부), 공급원료 투입구(1007), 황이송 장치, 선택적 배플(1010) 등을 보여준다. 또한 투입된 공급원료를 분쇄하는 선택적 분쇄기(1006), 선택적 절단기(1008), 유압식 열회수기(1012), 용수철 작동식 스크레이퍼 플레이트(1011), 브러시(1014) 등도 보여준다. 1개 이상의 천공 배플(1022)이 장치되어 있다. 본 구현에서 천공 배플(1022)은 배플이 움직일 수 있도록 체인에 의해 매달려 있다. 공급원료의 높이(1017), 반응물질의 높이(1002) 등도 나타냈다.

도 24는 계단식 1차 처리 장치가 장치된 탄소 변환 장치의 한 구현의 계단의 구조를 세부적으로 나타낸 계통도이다. 번갈아 겹겹으로 배열된 두꺼운 금속판(1019)과 세라믹 블랭크(1020)를 보여준다. 공기 및 증기의 유입을 위한 폴리넴은 점선(A, B, C)으로 나타냈다. 공기는 헤더 공간에서 폴리넴으로 공급된다. 각 폴리넴에는 노즐(1021)이 장치되어 있다. 계단은 내화재(1018)로 싸여 있다.

도 25는 탄소 변환 장치의 1차 처리 장치(1000)의 한 구현을 세부적으로 나타낸 계통도로서 내화 라이닝 챔버(일부), 공급원료 투입구, 황이송 장치, 선택적 배플(1010) 등을 보여준다. 또한 투입된 공급원료를 분쇄하는 선택적 분쇄기(1006), 선택적 절단기(1008), 유압식 열회수기(1012), 용수철 작동식 스크레이퍼 플레이트(1011), 브러시(1014) 등도 보여준다.

도 26은 시계 방향으로 작동하는 황이송 장치의 한 구현의 상세 측면도이다. 1차 처리 장치의 바닥(1029)을 나타냈다.

도 27은 시계 방향으로 작동하는 황이송 장치의 한 구현의 상세도이다. 구동 장치(1031)의 한 구현을 세부적으로 나타냈다.

도 28은 도 26 및 27에 나타낸 황이송 장치의 상면을 나타낸 것이다.

도 29A-29B는 1차 처리 장치 내에 생성될 수 있는 클링커를 처리하기 위한 스크레이퍼 장치(1037)의 한 구현을 나타낸 것이다. 도 29A는 공정 첨가물 투입구 A, B 및 C, 스크랩 절단기(1036), 측벽의 스크레이퍼 슬릿(1038), 유압식 왕복기관(1034) 등을 세부적으로 나타낸 측면도이다. 도 29B는 첨가물 매니폴드(1032), 왕복운동 램(1035), 스크레이퍼 궤도(1039) 등을 세부적으로 나타낸 정면도이다. 선택적으로, 스크레이퍼(1037)가 가열된다.

도 30은 1차 처리 장치 내에 생성될 수 있는 클링커(1046)와 점착성 공급원료(1047)를 처리하기 위한 스크레이퍼 장치의 한 구현을 나타낸 것이다. 도 30은 유압식 푸셔 장치(1044) 및 가이드(1042)를 보여준다. 또한 상위 단계(1049)와 현재 단계(1041)도 보여준다. 선택적으로, 스크레이퍼가 가열된다. 맨 위 도면은 '홈(home)' 위치에 있는 램을 나타낸 것이다. 가운데 도면은 제거된 점착성 공급원료와 정지된 콜드 스크레이퍼를 나타낸 것이다. 맨 아래 도면은 클링커를 제거하는 핫 스크레이퍼를 나타낸 것이다.

도 31은 첨가물이 재송된 1차 처리 장치의 경사진 단계들을 나타낸 것이다. 위 도면은 약 20-30도의 경사를 나타낸 것이다. 아래 도면은 20도 미만의 경사, 그리고 선택적으로 램 위의 공기통에서 분사되어 상면을 씻어내는 증기를 나타낸 것이다.

도 32는 1차 처리 장치의 한 구현의 계단의 구조를 나타낸 것이다. 번갈아 겹겹이 배열된 두꺼운 금속판(1019)과 세라믹 블랭크(1020)를 보여준다. 공기 및 증기의 유입을 위한 폴리넴은 점선(A, B, C)으로 나타냈다. 공기는 헤더 공간에서 폴리넴으로 공급된다. 각 폴리넴에는 노즐(1021)이 장치되어 있다. 계단은 내화재(1018)로 싸여 있다. 1개 층의 노즐의 위치는 그 밑 또는 위의 층의 노즐의 위치와 엇갈리게 배열될 수 있다. 1개 층에는 공기 및 증기 투입구가 포함될 수 있다. 각각의 층은 통짜로 된 단일 단계(1055), 서로 분리된 복수의 바(bar)의 조합(1054), 또는 서로 분리되어 있고 사이마다 단열층이 있는 복수의 바의 조합(1053)으로 제작될 수 있다.

도 33은 중앙 헤더와 연결된 가느다란 벽관을 통해 공기가 주입되는 주조 내화 블록(1810)이 포함된 황이송 장치의 한 구현을 나타낸 것이다. 신축적인 스테인리스 스틸 호스와 플랜지형 이음이 있는 블록으로 공기가 통하게 되어 있다. 각각의 블록은 단일 자유 회전축(1815) 위에 장착되어 있으며 각각 별개의 유압식 축에 의해 구동된다. 각각의 블록에 수냉 장치를 장치할 수 있다.

도 34는 황이송 장치의 한 구현을 나타낸 것이다.

도 35는 황이송 장치 및 공기 주입 장치의 한 구현을 나타낸 것이다. 본 구현에서는 램(1048)보다 약간 위에 공기주입구(1052)가 배치되어 있다. 이는 부분 연소가 발생하는 '고온 구역'을 상향 배치하기 위한 것이다. 램(1048)은 내화 구조물(1018) 위에 장치되어 있으며 열풍의 유입으로부터 단절되어 있다. 공기 주입 헤더(1055)와 고체 잔류물의 최상층(1056)도 도면에 나타났다.

도 36은 1차 처리 장치의 통합형 공기 공급 및 황이송 장치의 다양한 구현을 나타낸 것으로서 공기통(1057), 공기 통로(1058), 단열재(1059) 등을 세부적으로 보여준다.

도 37은 1차 처리 장치의 통합형 공기 공급 및 황이송 장치의 한 구현을 나타낸 것이다. 드럼이 지속적으로 회전하면서 그레이트를 따라 재료를 이송한다. 각 드럼 내의 회전날개(1510)는 표적 구역으로의 공기 유입을 제한

한다. 드럼의 양단에는 개스킷이 삽입된 두꺼운 세라믹판(1512)이 씌워져 있으며, 이 세라믹판은 드럼의 압력 경계를 유지함으로써 차등팽창이 이루어지도록 바깥쪽 드럼과 연결되어 있다. 드럼은 회전날개에 의해 드럼의 기타 부분과 연결된 중앙 구동축에 의해 구동된다. 용이한 교체를 위해 드럼별로 개별 구동 장치를 장치할 수도 있다. 통풍관(1516)도 도면에 나타났다. 공기는 드럼 표면의 천공을 통해 1차 처리 장치에 유입된다. 2개 1조로 연속적으로 배치된 드럼 사이에 형성된 계단은 반응물질이 잘 구르도록 촉진한다.

도 38은 1차 처리 장치의 공기 공급 및 황이송 장치의 한 구현을 나타낸 것으로서 공기통(1057) 바로 위에 장치된 램(1048)을 세부적으로 보여준다. 점선은 공기통의 천공 표면을 나타낸다.

도 39는 1차 처리 장치의 통합형 공기 공급 및 램 황이송 장치의 한 구현을 나타낸 것이다. 본 구현에서는 변형을 억제하기 위해 공기통(1030)이 각각 분리된 초고강도의 강철통으로 만들어져 있으며, 유동이 중단되거나 방해되지 않는 구역에서만 열풍을 주입한다. 공기주입구는 램(1048)보다 약간 위에 위치하며, 공간이 허락할 경우 1개 이상의 분사구에 의해 공기통의 공기구(1060)를 통해 공기가 주입된다. 램(1048)은 내화 구조물(1018) 위에 장치되어 있다. 공기통과 내화 구조물 사이에는 패킹 단열재(1062)가 삽입되어 있다. 공기통에는 추가적으로 단열재(1059)가 설치되어 있다. 공기주입 헤더(1055)와 밀폐재(1064)도 도면에 나타났다.

도 40은 공기 주입 장치 상부 설계의 다양한 구현을 나타낸 것이다. 변형을 억제하기 위해 공기통은 각각 분리된 초고강도의 강철통으로 만들어져 있으며, 유동이 중단되거나 방해되지 않는 구역에서만 열풍을 주입한다. 공기주입구는 램(1048)보다 약간 위에 위치하며, 공간이 허락할 경우 1개 이상의 분사구에 의해 돌출된 상부를 통해 공기가 주입된다. 램(1048)은 내화 구조물(1018) 위에 장치되어 있다. 공기통과 내화 구조물 사이에는 패킹 단열재(1062)가 삽입되어 있다. 공기통에는 추가적으로 단열재(1059)가 설치되어 있다. 공기주입 헤더(1055), 밀폐재(1064) 및 간격(1066)도 도면에 나타났다. 반응물질의 최상층은 실선(1056)으로 나타났다.

도 41은 1차 처리 장치(1000)의 램 황이송 장치의 한 구현을 나타낸 것으로서 공기(1502) 및 증기(1067) 주입 장치를 세부적으로 보여준다. 증기의 첨가는 온도를 제어하고 증기 가스화를 촉진하기 위해 사용할 수 있다. 본 구현에서는, 램을 뜨거운 구역으로부터 추가적으로 차단하기 위해 증기가 공기 밑으로 유입된다. 반응물질의 최상층은 실선(1056)으로 나타났다.

도 42는 1차 처리 장치(1000)의 램 황이송 장치의 한 구현을 나타낸 것으로서 공기(1502) 및 증기(1067) 주입 장치, 공기주입 헤더(1055) 등을 세부적으로 보여준다. 증기의 첨가는 온도를 제어하고 증기 가스화를 촉진하기 위해 사용할 수 있다. 본 구현에서는, 증기가 공기와 미리 혼합된 후에 반응물질층에 유입된다. 반응물질의 최상층은 실선(1056)으로 나타났다.

도 43은 1차 처리 장치의 한 구현의 다단 램 장치를 나타낸 것이다.

도 44는 도 43의 완전한 그레이트의 등각투상도이다.

도 45는 도 43에 나타난 완전한 그레이트의 한 단계를 나타낸 것이다.

도 46은 도 45에 나타난 단일 단계의 측면도이다.

도 47은 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치의 일부를 나타낸 것으로서 보조 버너(138 및 139), 슬래그 배출구(130), 그리고 공기통(135)과 플라즈마 토치(140)가 장치된 구역별 가열 장치(2개 온도 구역을 설정할 수 있는 장치) 등을 세부적으로 보여준다. 본 구현에서 방해 장치는 켜기형 장작 벽돌(150)에 의해 복수의 도관(151)이 구역간 구역에 장치된 일체형 내화 돔(145)이다. 이 일체형 내화 돔은 돔의 바깥쪽 모서리와 챔버 내벽 사이에 간격이 생기도록 그 크기가 설정되어 있다. 선택적으로 이 내화 돔에는 다수의 구멍(160)이 추가로 포함될 수 있다. 내화 돔 상부에 장치된 직경 20?100mm의 복수의 알루미늄 또는 세라믹 볼(165)이 하나의 층을 형성하여 열풍이 분산되게 하는 한편 플라즈마열이 재에 전도되는 것을 촉진하여 1차적으로 재를 슬래그로 용융시킨다. 도 47A는 부분적 종단면도이다. 도 47B는 도 47A에 나타난 구현의 A-A 지점의 횡단면도이다. 도 47C는 방해 장치 및 지지 켜기의 평면도이다.

도 48은 탄소 변환 장치의 한 구현의 구역간 구역에 장치된 방해 장치를 세부적으로 나타낸 여러 가지 도면이다. 이 방해 장치에는 상호연결된 일련의 내화 벽돌(245)이 포함되어 있다. 내화 벽돌은 서로 인접한 벽돌 사이에 간격(255)이 있도록 장작부(250) 위에 장착되어 있다. 슬래그 배출구(230), 플라즈마 토치(240), 보조 버너 포트(239) 등도 도면에 나타났다.

도 49는 그레이트가 포함된 탄소 변환 장치의 한 구현의 구역간 구역에 장치된 방해 장치를 나타낸 것이다. 동 그레이트에는 장작 링(350) 내에 장착된, 실질적으로 서로 평행인 일련의 내화 라이닝 도관(345)이 포함되어 있

다. 내화 라이닝 도판은 서로 인접한 도판 사이에 간격(355)이 있도록 장착되어 있다. 선택적으로, 방해 장치 상부에 장치된 직경 20?100mm의 복수의 알루미늄 또는 세라믹 볼이 하나의 층을 형성하여 열풍이 분산되게 하는 한편 플라스마열이 재에 전도되는 것을 촉진하여 1차적으로 구역간 구역에서 재를 슬래그로 용융시킨다. 몇몇 구현에서는 실질적으로 서로 평행인 내화 라이닝 도판(345)의 위쪽 표면의 천공을 통해 열풍이 2차 처리 구역으로 유입된다.

도 50은 통합형 2차 처리 및 용융 장치의 한 구현을 부분적으로 나타낸 것이다. 열풍은 공기통(135)을 통해 2차 처리 장치로 유입된다. 공기통에 공기를 주입하는 장치를 제어할 수 있기 때문에 변환 공정의 조절이 가능하다. 선택적으로, 증기 주입 포트(도면에 나타내지 않음)를 통해 2차 처리 장치에 증기를 주입할 수 있다. 구역간 구역에는 재료의 유동을 2차 처리 장치에서 용융 장치로 유도하는 물리적 방해 장치(145)가 포함되어 있다. 내화 돔 상부에 장치된 직경 20?100mm의 복수의 알루미늄 또는 세라믹 볼(165)이 하나의 층을 형성하여 열풍이 분산되게 하는 한편 플라스마열이 재에 전도되는 것을 촉진하여 1차적으로 구역간 구역에서 재를 슬래그로 용융시킨다. 용융 장치에는 플라스마 토치 포트, 챔버 예열용 버너(139)의 장착을 위한 버너 포트, 열풍/탄소/소각재 등 다양한 공정 첨가물의 투입을 위한 포트 등 다양한 포트가 포함되어 있다. 용융 장치에는 서로 엇갈리게 장착된 공기 노즐(141)과 플라스마 토치(140)가 장치되어 있다. 슬래그 배출구(130)도 도면에 나타났다.

도 51A는 산소 및 공기 투입구(O), 탄소 투입구(C), 플라스마 토치 포트(P), 가스 버너 포트(G) 등, 탄소 변환 장치의 한 구현의 탄소 회수 구역의 용융 장치에 장치된 다양한 포트를 세부적으로 나타낸 횡단면도이다. 도 51B는 도 51A에 나타낸 구현의 부분적 종단면도이다. 슬래그 유출 방지 장치(weir)(33)와 냉각수통(78)도 도면에 나타났다.

도 52는 탄소 변환 장치의 한 구현의 부분적 종단면도로서 플라스마열 편향기(61)가 장치된 용융 장치를 세부적으로 보여준다. 냉각수통(78)도 도면에 나타났다.

도 53은 슬래그 풀을 형성하여 슬래그의 혼합을 촉진하는 유출 방지 장치(33)가 용융 장치에 추가적으로 포함된 탄소 변환 장치의 한 구현을 나타낸 것이다. 플라스마열 편향기(61)도 도면에 나타났다.

도 54는 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치(일부)의 부분적 종단면도로서 냉각수 분무기와 드래그 체인이 포함된 슬래그 냉각 장치(114)를 세부적으로 보여준다. 열풍은 공기통(135)을 통해 2차 처리 장치로 유입된다. 구역간 구역에는 재료의 유동을 2차 처리 장치에서 용융 장치로 유도하는 물리적 방해 장치(145)가 포함되어 있다. 용융 장치에는 서로 엇갈리게 장착된 공기 노즐(141)과 플라스마 토치(140)가 장치되어 있다. 슬래그 배출구(130)도 도면에 나타났다.

도 55는 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치(일부)의 부분적 종단면도로서 공기통을 세부적으로 보여준다(135). 구역간 구역에는 재료의 유동을 2차 처리 장치에서 용융 장치로 유도하는 물리적 방해 장치(145)가 포함되어 있다. 용융 장치에는 플라스마 토치 포트, 챔버 예열용 버너(139)의 장착을 위한 버너 포트, 열풍/탄소/소각재 등 다양한 공정 첨가물의 투입을 위한 포트 등 다양한 포트가 포함되어 있다. 용융 장치에는 서로 엇갈리게 장착된 공기 노즐(141)과 플라스마 토치(140)가 장치되어 있다. 슬래그 배출구(130)와 복수의 알루미늄 또는 세라믹 볼(165)도 도면에 나타났다.

도 56은 도 55에 나타낸 구현의 공기통의 횡단면도이다.

도 57은 도 55에 나타낸 구현의 서로 엇갈리게 배치된 공기 주입구와 플라스마 토치의 횡단면도이다.

도 58은 도 55에 나타낸 구현의 버너 지점의 횡단면도이다.

도 59는 도 55-58에 나타낸 통합형 2차 처리 및 용융 장치의 또 다른 여러 가지 도면을 나타낸 것이다. 냉각수 분무기와 드래그 체인이 포함된 슬래그 냉각 장치(114)도 도면에 나타났다.

도 60은 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치(일부)의 여러 가지 도면을 나타낸 것으로서 슬래그 배출구(430), 공기주입구와 플라스마 토치(440)가 장치된 구역별 가열 장치(2개 온도 구역을 설정할 수 있는 장치), 선택적인 출강구(446) 등을 세부적으로 보여준다. 본 구현에서는 2차 처리 구역이 중앙에 배치되어 있고, 슬래그 또는 용융 구역은 챔버 주변을 향해 배치되어 있다. 2차 처리 구역이 슬래그 구역의 상위가 됨으로써 두 구역 간의 재료의 단일방향 이동이 촉진되도록, 챔버 바닥이 경사져 있다. 이 두 구역은 구역간 구역에 의해 분리되어 있다. 구역간 구역에는 2차 처리 구역에서 슬래그 구역으로의 재료의 유동을 제어하는 물리적 방해 장치가 포함되어 있다. 본 구현에서는 물리적 방해 장치에 실질적으로 수직항이며 실질적으로 서로 평행인 내화 일련의 내화 라이닝 천공 배관(445)이 포함되어 있다. 열풍은 이 배관의 천공을 통해 2차 처리 구역으로

유입되어 가공 공급원료 더미의 중심부에 집중됨으로써 가공 공급원료에 함유된 탄소를 변환 및 가열한다. 바닥에서 올라오는 공기가 배관을 냉각하면서 약간 가열된다. 슬래그 구역의 공기주입구(441)를 통해 공기가 배관 외부로 분사되어, 슬래그가 굳지 않도록 배관 외면을 매우 뜨겁게 유지한다. 슬래그 구역의 경사진 바닥은 잔류물이 용융 슬래그로 용융되도록 하기 위해 플라즈마 토치가 위치한 챔버 측면 쪽으로 잔류물을 배출하는 기능을 한다.

도 61은 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치(일부)의 여러 가지 도면을 나타낸 것으로서 슬래그 배출구(430), 그리고 공기주입구(도면에 나타내지 않음)와 플라즈마 토치(540)가 장치된 구역별 가열 장치(2개 온도 구역을 설정할 수 있는 장치)를 세부적으로 보여준다. 구역간 구역에는 재료의 유동을 제어하는 물리적 방해 장치가 포함되어 있다. 본 구현에서는 물리적 방해 장치에 톱니바퀴 형태의 돔(545)이 포함되어 있다.

도 62는 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치(일부)의 여러 가지 도면을 세부적으로 나타낸 것이다. 슬래그 구역의 바닥에는 경사진 회전식 내화 테이블이 포함되어 있다. 테이블 상면의 회전은 용융 슬래그의 배출을 촉진한다. 선택적으로, 돔 테이블에는 플라즈마열의 전도를 촉진하는 복수의 세라믹 볼이 포함될 수 있다. 슬래그 구역의 바닥은 처리 구역으로부터 위쪽으로 올려져 후퇴될 수 있다. 내화 라이닝 처리된 테이블 상면은 외장 모터(847)와 작동 연결된 구동축(846) 위에 장치되어 있다. 청소가 용이하도록 슬래그 바닥 어셈블리는 구역간 구역 및 탄소변환기 구역으로부터 손쉽게 분리할 수 있으며 레일 위에 장치된 승강 테이블 위에 장치되어 있다. 복수의 세라믹 볼(848)은 플라즈마열의 전도를 촉진한다. 선택적으로, 용융 슬래그는 슬래그 배출구(830)에서 배출되는 즉시 냉각수 분무기에 의해 냉각되며, 고형화된 슬래그는 드레그 체인 위에 투하되어 제거된다. 슬래그 배출구(830), 플라즈마 토치(840) 및 방해 장치(845)도 세부적으로 나타냈다.

도 63은 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치(일부)의 여러 가지 도면을 세부적으로 나타낸 것이다. 방해 장치에는 회전식 원뿔형 내화 구조물(921)이 포함되어 있으며, 이 내화 구조물은 외장형 모터(942)와 연결된 구동축(933)이 장치된 구동기 받침부 위에 장치되어 있다. 회전식 내화 구조물의 하부에는 슬래그가 챔버에서 배출되기 전에 축적되는 저장조(978)가 포함되어 있다. 방해 장치/슬래그 바닥 어셈블리는 청소가 용이하도록 구역간 구역 및 탄소 변환 구역으로부터 쉽게 분리할 수 있으며 레일 위에 장치된 승강 테이블 위에 장치되어 있다. 선택적으로, 용융 슬래그는 슬래그 배출구에서 배출되는 즉시 냉각수 분무기에 의해 냉각되며, 고형화된 슬래그는 드레그 체인 위에 투하되어 제거된다. 플라즈마 토치(840) 및 프로판가스/천연가스 버너(937)도 세부적으로 나타냈다.

도 64는 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치(일부)의 여러 가지 도면을 나타낸 것으로서 플라즈마 토치(640), 탄소 및 소각재 투입구(642), 열풍 주입구(641) 등을 세부적으로 보여준다

도 65A-65C는 챔버 내의 온도 분포를 균일하게 유지함으로써 슬래그가 고형화될 수 있는 저온 지점이 발생하지 않도록 하는 복수의 고온 가스 발생기(HGG)가 장치된 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치(일부)의 여러 가지 도면을 세부적으로 나타낸 것이다. 이 도면들은 HGG/토치가 용융 장치 내의 고온 가스에 와류를 일으키거나 용융이 중심부에서 집중적으로 이루어지게 하도록 설정하는 방법을 보여준다. 또한 도 65A는 용융 슬래그가 냉각수 분무기를 통과하는 과정을 보여준다.

도 66A-66C는 고온 가스 발생기(HGG)가 장치된 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치(일부)의 여러 가지 도면을 나타낸 것이다. 도 66A는 토치(1303)를 사용하는 고온 가스 발생기(1262)가 장치되어 있고 선택적인 각종 고체 및 기체 투입구가 있는 용융 장치를 나타낸 입체 도면이다. HGG 자체에 각종 기체 및 고체 투입구가 있다. 도 66B 및 66C는 GGG를 보여주는, 챔버 하부의 측면도이다. 슬래그 냉각 장치(1259)와 플라즈마 토치 지지대(1305)도 도면에 나타냈다.

도 67 및 68은 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치에 사용될 수 있는 HGG 장치를 나타낸 것이다. 돔 HGG는 공압식 고형물 투입구(1264)에 둘러싸인 플라즈마 토치(1303)를 사용하며, 돔 고형물 투입구는 더운 주입 가스(1266) 및 뜨거운 배출 가스(1263)에 둘러싸여 있다. 선택적으로, 주입 가스는 공기 및 질소를 비롯하여 CO₂, O₃, 합성가스, 산소가 함유된 가스, 또는 이러한 각종 가스가 혼합된 것 등, 가스화 장치에 사용될 수 있는 각종 가스이다. 한 구현에서, 더운 가스의 온도는 약 ~600° C이다. 선택적으로, 더운 가스 배출구에는 가스에 와류를 일으키는 회전날개(1207)가 있을 수 있다. 플라즈마 토치 지지대(1305) 및 슬래그 냉각기(1259)도 도면에 나타냈다.

도 69A는 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치에 사용된 내화 구조물 및 HGG(1262)의 설

정을 나타낸 것이다. 본 구현에서 외벽(1272)은 일반적으로 금속, 또는 건축에 사용되는 합성재(시멘트)로 제작된 것이다. 단열재(1059)는 내화 구조물 및 외벽을 온도팽창 변화로부터 차단하도록 설계되어 있다. 저온 내화 구조물(1270)은 외벽과 슬래그화 챔버 환경 사이의 온도 차이를 억제하도록 설계되어 있다. 고온 내화 구조물(1269)은 용융 구역(1271)의 초고온 및 슬래그와의 접촉에 의한 열화를 견디도록 설계되어 있다. 도 69B는 선택적인 가스 우회로(1268)가 있는 쪽으로 도 69A의 횡단면도를 돌린 것이다. 슬래그 배출구(1260)도 도면에 나타났다. 또한 방해 장치 또는 재료층 지지물(1265) 및 재료층 지지구(1267)도 도면에 나타났다.

도 70A 및 70B는 탄소 변환 장치의 한 구현에서 변환 장치 외피 내에 내장된 사이클론 분리기를 나타낸 것이다. 도면에 나타난 구현에서, 가스 흐름 화살표가 표시된 사이클론 분리기는 1차 처리 장치 및 2차 처리 장치에서 나오는 가스의 각도에서 본 것이다. 도면에 나타난 이 첫 번째 사이클론 분리기 관 세트의 단면은 장치를 통과하는 가스 흐름의 방향과 재가 축적되는 곳을 보여준다. 도 70B는 도 70A를 입체적으로 나타낸 것이다. 입자상 물질이 함유된 가스(1409)가 사이클론 분리기에 유입되어 입자상 물질이 줄어드는 가스(1300)가 배출된다. 입자상 물질(1402)은 선택적인 추가적 처리를 위해 수집된다. 버터플라이 밸브(1408)도 도면에 나타났다.

도 71은 가스 재구성 장치 내의 다양한 상층 플라스마 설정을 나타낸 것이다. A) 플라스마 발생기(1308)가 모두 중심을 향하도록 배열되어 있다. B) 효과적인 혼합을 촉진하도록 플라스마 발생기(1308)가 불규칙적 방향으로 배열되어 있다. C) 난류를 촉진하도록 플라스마 발생기(1308)가 서로 마주보며 약간 상쇄되도록 배열되어 있다. 화살표는 공정 첨가물 및 배출 가스를 나타낸다. 정련관(1309)도 도면에 나타났다.

도 72A 및 72C는 가스 재구성 장치의 한 구현에서 가스 재구성의 촉진을 위해 난류 구역(1316)을 설치한 것을 나타낸 것이다. 도 72C는 수동적 그리드(1313), 회전축(1314) 및 고정축(1311)이 있는 능동적 그리드(1310), 선행 가변 유동 장애(1312)가 있는 편향발생기(1315) 등, 난류발생기의 몇몇 예를 보여준다.

도 73은 가스 재구성 장치에 직각으로 유입되어 와류를 일으키는, 재구성될 가스(1317)를 나타낸 것으로서 동 가스는 가스 재구성 장치의 한 구현의 플라스마 토치 및 가스조절기에 의해 처리된다. 잔류물(1318)도 도면에 나타났다.

도 74는 난류 발생을 위해 사용되는 예시적 장치를 나타낸 것이다. 능동적 그리드(1310)에는 모터(1320)와 개방 구역(1321)이 포함되어 있다. 편향 발생을 위한 가변 장애가 있는편향발생기(1323)에는 폐쇄 구역(1319) 및 개방 구역(1321)이 포함되어 있다.

도 75는 A형 노즐에서 분사되는 기류를 나타낸 것이다.

도 76은 B형 노즐에서 분사되는 기류를 나타낸 것이다.

도 77은 난류발생기(1324)가 장치된 탄소 변환 장치의 한 구현을 나타낸 흐름도로서 증기, 공기, O₂, N₂, 오존, 촉매, 용제, 물, 흡착제, 고탄소 투입물 등의 선택적 투입 첨가물(1004)을 세부적으로 보여준다. 각각의 첨가물 화살표는 단일 또는 다중 종류의 첨가물을 나타낼 수 있다. 첨가물은 혼합된 형태로 투입되거나 별도의 첨가물 투입 장치를 통해(그리고 주어진 특정 기능 장치 내의 여러 위치에서) 투입될 수 있다. 1차 처리 장치(1000), 사이클론 분리기(1400)가 있는 가스 재구성 장치(1300), 2차 처리 장치(1201) 등을 세부적으로 나타냈다. 공급 원료(1002) 투입구, 가공 공급원료(1003), 입자상 물질이 감소된 배출 가스(1403) 등도 나타났다.

도 78은 난류발생기(1324)가 장치된 탄소 변환 장치의 다양한 구현을 나타낸 흐름도이다.

도 79는 제/슬래그/탄화물이 탄소 변환 장치의 한 구현의 용융 장치를 드나드는, 2차 처리 장치의 하부를 나타낸 계통도이다. 고형 잔류물(1206)이 굴곡진 경사를 따라 용융 장치로 투하된다. 이행식 토치(1277), 전극(1274), 버너(1273), 게이트(1276), 금속 제거 장치(1275) 등을 나타냈다.

도 80은 제/슬래그/탄화물이 탄소 변환 장치의 한 구현의 용융 장치를 드나드는, 2차 처리 장치의 하부를 나타낸 계통도이다. 이 변조된 용융 장치는 용융 장치가 차지하는 공간이 2차 처리 장치의 둘레보다 코드로 설계되어 있다. 본 구현에서, 바닥의 슬래그 배출구는 대체 가능한 것으로 표시되어 있으며, 슬래그가 용융 장치의 벽을 따라 감소된 유속으로 흐르도록 하기 위한 슬래그 유속 제어를 지원하는 환형 고리(금속 또는 내화재로 제작된 것)가 둘에 장치되어 있다. 이행식 아크 토치(1277)도 도에 나타났다.

도 81A 및 81B는 제/슬래그/탄화물이 탄소 변환 장치의 한 구현의 용융 장치를 드나드는, 2차 처리 장치의 하부를 나타낸 계통도로서 측면 출강구를 세부적으로 보여준다. 잠재적 랜스 위치(1279)가 있는 굴곡진 경사를 따라 고형 잔류물(1206)이 용융 장치로 투하된다. 이행식 토치(1277), 전극(1274), 버너(1273), 배플(1010), 공기통(1502), 금속 제거 장치(1275) 등을 나타냈다. (1278)은 대체 TAT 진입점을 나타낸다. 배플(1010)은 재료의 유

동을 제어하며, 배플 높이 및 배플 지지 링크(1061)를 조절하는 축(1280)이 포함되어 있다. 도 81B는 슬래그 폴(1258)과 연결된 배관의 평면도를 나타낸 것이다.

도 82는 탄소 변환 장치의 한 구현의 용융 장치 내의 측면 출강구를 구성하는 블록들을 세부적으로 나타낸 것이다. 주요 기능부는 랜싱된 슬래그 배출구(1287)가 있는 플라스틱 내화 벽, 그리고 슬래그 유동 간격(1286)이 있는 유출 방지 장치(1290)이다. 그 나머지 플러그 블록들은 지지 및 접근을 위한 것으로서 지지부(1291) 및 패킹 플러그(1289)가 포함되어 있다. 가운데 도면은 용융 장치 벽의 블록 플러그 장치의 방향을 나타낸다.

도 83은 도 84에 나타낸 측면 출강구의 유지보수에 필요한 여러 가지 도구를 세부적으로 나타낸 것이다. 플러그 가이드(1296)는 내열 금속 또는 내화재로 제작된 것이며, 기타 도구는 내열 금속으로 제작된 것으로서 녹지 않도록 내화 코팅 또는 단열 처리가 되어 있을 수도 있다. 지지 블록 집게(1297), 플라스틱 내화 꼬챙이(1294), 랜스 배출구(1293)가 있는 굴곡 산소 랜스(1292), 유출 방지 장치 집게(1299), 트레이 가이드(1298) 등을 도면에 나타냈다.

도 84는 체리 피커(cherry picker) 또는 extended sunken walk way연장 침강 플랫폼에서 랜싱(lancing)으로 정비할 수 있는 측면 출강 장치를 나타낸 것이다. 트레이(1142), 트레이 가이드(1298), 경첩 달린 개방 플러그 도어(1103), 한쪽에 치워져 있는 지지 블록(1106), 랜스 가이드(1296), 동결 슬래그 구역 B(1101) 및 A(1100) 등을 나타냈다. 빗금친 부분(1143)은 슬래그 또는 랜싱이 들어갈 수 있는 중심선 구멍이 있는 내화 블록을 나타낸다. 빗금친 부분(1018)은 단면부가 완전히 통짜인 내화 블록을 나타낸다.

도 85는 여러 가지 크기의 플러그의 구현을 세부적으로 나타낸 것이다. 잉여 공간은 영구적인 플라스틱 내화재로 충전되어 있다. (1109)는 뜨거운 면만의 돌출을 나타낸다.

도 86은 용융 장치의 한 구현의 내벽을 어떻게 수리할 수 있는지 보여준다. 선택적으로, 수리 패치는 완전히 마모될 때까지 ‘영구적’이다. 수리 패치는 플라스틱 내화재(1112)를 압착하는 2개의 알루미늄 판(1110)을 사용하여 제작한다. 플런저(1115)는 플라스틱 내화재를 압착한다. 용융 장치에 내관이 삽입되어(슬래그/금속 풀에서 용융됨) 측면 배출을 위한 새로운 출강구를 형성한다. 알루미늄 판 및 도관이 용융 장치 내부로 삽입되어 슬래그가 유동하게 할 수 있도록 플러그(1113)가 풀린다. 랜싱된 슬래그 배출구(1289)가 있는 플라스틱 내화벽도 도면에 나타냈다.

도 87은 슬래그가 동결되지 않도록 유출 방지 장치의 온도를 유지하기 위해 버너(1117)를 사용하는 구현을 나타낸 것이다. 이 도면의 구현에서, 버너는 휴대식이며 압축 가스(1118)에 의해 작동한다. 선택적으로, 동 버너는 용융 장치의 측면에 장착되며, 선택적으로 합성가스에 의해 작동하는 소형 다중연료 버너이다. 동 버너는 버너 구멍(1119)이 있는 내화 블록에 삽입된다. 버너 구멍에는 고무 마개(1120)이 포함되어 있다. 배출 가스(1116)는 장치로 되돌아간다.

도 88은 출강구 및 유출 방지 장치의 수명을 연장하기 위해 냉매를 사용할 수 있도록 용융 장치의 측면 출강구 플러그에 도관(1134)이 설치된 구현을 나타낸 것이다. 냉매는 공기, 물, 증기, 열유체 등이 될 수 있다. 유출 방지 장치에 연속급수관(1124)이 장착되어 있다. 내화 블록의 홈과 도관 사이에 보호 단열 담요가 설치되어 있다(도면에 나타내지 않음). 선택적인 우회 배수로가 있는 재순환 수냉 장치(1123)를 도면에 나타냈다. (1121)은 플러그를 통과하는 급수관을 보여준다(착탈식 유출 방지 장치에 장착된 일체형 구조물). 플러그의 바닥(1122)은 슬래그 유체가 급수관으로부터 격리되게 하도록 설정되어 있다.

도 89는 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치의 일부를 나타낸 것으로서 이행식 아크 토치(1277)를 세부적으로 보여준다.

도 90은 탄소 변환 장치의 한 구현의 1차 처리 장치 내의 이동식 그레이트 횡이송 장치 설계를 나타낸 것이다. 도면에 나타낸 이동식 그레이트는 서로 겹치는 복수의 카트리지(2000)에 의해 형성된다.

도 91은 도 90의 이동식 그레이트의 또 다른 도면이다.

도 92는 도 90 및 91의 이동식 그레이트의 개별 카트리지(2000)를 나타낸 것이다. 여러 부분으로 이루어진 카트리지 틀(2010)은 카트리지의 구조를 형성하고 그 내부의 구성요소들을 지지한다. 동 카트리지는 연결판(2005)에 의해 1차 처리 장치의 벽에 장착되어 있다. 동 카트리지는 카트리지가 챔버 벽에 올바르게 삽입되도록 하는 정렬 가이드(2015)와, 카트리지의 삽입 및 제거를 용이하게 하기 위해 공구를 삽입할 수 있도록 하는 설치 노치(2020)가 포함되어 있다. 카트리지의 공기통은 상면에 공기구(2030)가 있는 두꺼운 탄소강으로 제작된 복수의 작은 공기통(2025)으로 이루어져 있다. 공기는 연결판에서 열풍 연결 플랜지(2045)와 연결되는 공기관(2040)과

연결된 단일 공기 매니폴드(2035)를 통해 각각의 공기통으로 공급된다. 카트리지의 횡이송 구성요소에는 멀티핑거 캐리어 램(2050)이 포함되어 있다. 각 램 핑거에는 각 공기통 사이에 위치한 I형 연결부(2075), 또는 공기통과 공기통 사이, 그리고 바깥쪽 공기통과 카트리지 틀 사이에 위치한 C형 연결부(2078)와 맞물리도록 설정된 홈이 있으며, 램은 상응하는 앵커 하단에 의해 공기통 상부에 고정되어 있다.

도 93은 도 92의 개별 카트리지의 또 다른 도면을 나타낸 것으로서 공기관(2040)과 연결된 단일 공기 매니폴드(2035)를 통해 공기가 각 공기통으로 공급되는 것을 보여준다.

도 94는 도 92의 개별 카트리지의 또 다른 도면을 나타낸 것이다.

도 95는 도 92의 개별 카트리지의 또 다른 도면을 나타낸 것이다.

도 96은 도 92의 개별 카트리지의 또 다른 도면을 나타낸 것이다.

도 97은 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치의 일부를 나타낸 것으로서 보조 버너(139), 슬래그 배출구(130), 플라즈마 토치 주입구(141) 등을 세부적으로 보여준다. 본 구현에서 방해 장치는 켜기형 장착 벽돌에 의해 복수의 도관(151)이 구역간 구역에 장치된 일체형 내화 돔(145)이다.

도 98-100은 도 97의 통합형 2차 처리 및 용융 장치의 방해 장치를 세부적으로 나타낸 것이다.

도 101은 1차 처리 장치의 바닥의 구조를 세부적으로 나타낸 것이다.

도 102A는 2개의 내화 구조물(점선)로 이루어진 용융 장치의 측면 출강구의 한 구현을 나타낸 것이다. 세라믹 페이퍼 및 세라믹 블랭킷(1020)을 도면에 나타냈다. 도 102B는 측면 출강구 내화 플러그 부품을 챔버 내에 배치하는 방법의 다양한 구현을 보여준다. I은 롤러가 달린 이동식 지지물 위에 배치하는 것을 보여준다. II는 레일 장치로 들어올려 옮기는 것을 보여준다. III은 기계적 리프트로 옮기는 것을 보여준다.

도 103은 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치의 일부를 나타낸 것으로서 재/슬래그/탄화물이 용융 장치(1250)를 드나드는 것을 세부적으로 보여준다.

도 104A 및 104B는 재/슬래그/탄화물이 탄소 변환 장치의 한 구현의 용융 장치를 드나드는, 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치의 하부를 나타낸 계통도로서 측면 출강구를 세부적으로 보여준다. 잠재적 랜스 위치(1279)가 있는 굴곡진 경사를 따라 고정 잔류물(1206)이 용융 장치로 투하된다. 이행식 토치(1277), 전극(1274), 버너(1273), 배플(1010), 공기통(1502), 금속 제거 장치(1275) 등을 나타냈다. 대체 TAT 진입점은 (1278)에 있다. 배플(1010)은 재료의 유동을 제어한다. 도어(1128)가 열리면 내화 슬래브(1018)가 슬라이딩되어 배플의 높이를 조절할 수 있다. 상단 슬래브(1130)가 더 얇다. 블록(1018)은 배플을 지지한다. 내화 블록 또는 슬래브를 지지하는 지지 홈(1029)이 있다. 도 104B는 슬래그 풀과 연결된 배관의 평면도를 나타낸 것이다.

도 105는 용융 장치(1250)의 한 구현에서의 버너를 나타낸 평면도로서 버너의 위치를 보여준다. 내화 구조물(1018), 슬래그 풀(1258), 전극(1274) 및 버너(1273)를 나타냈다.

도 106은 용융 장치의 한 구현을 나타낸 것이다. 투입구(1252), 플라즈마 토치(1303), 고온면(1131), 관찰 포트 및 스크레이퍼(1135), 선택적 버너 배기구(1145), IFB(1138), 강철 외피(1134), 산소 랜스(1133), 슬래그의 끝부분을 뜨겁게 유지해주는 선택적 소형 버너(1273), 수냉 장치(1136) 등을 나타냈다.

도 107은 용융 장치의 한 구현을 나타낸 것이다. 투입구(1252), 플라즈마 토치(1303), 고온면(1131), 관찰 포트 및 스크레이퍼(1135), 수동적 그레이트(1313), 선택적 버너 배기구(1145), IFB(1138), 강철 외피(1134), 산소 랜스(1133), 슬래그의 끝부분을 뜨겁게 유지해주는 선택적 소형 버너(1273), 수냉 장치(1136) 등을 나타냈다.

도 108은 용융 장치의 한 구현을 나타낸 것이다.

도 109는 출강구 콘셉트의 다양한 구현을 나타낸 것이다. A) 내장형 유도가열기(1137)가 내화 구조물에서 나오는 ‘도관’을 에워싸고 주변의 내화 구조물의 온도를 높인다. 이는 슬래그(1139)가 도관을 통해 용융 장치(1250) 밖으로 배출(1140)되게 한다. 슬래그가 충분히 제거되면 유도가열기가 꺼지고, 이에 따라 슬래그가 ‘도관’ 속에서 고형화된다. 슬래그가 배출될 때, 챔버 내의 각종 가스가 대기와 섞이지 않도록 용융 슬래그의 높이가 도관 상단에 도달하지 않게 한다. B) 산소 랜스(1133)로 말랑말랑한 내화 페이스트(1141)에 구멍을 내서 용융 슬래그(1139)가 배출(1140)되게 한다. 이 유동은 약간의 내화 파우더 또는 세라믹 블랭킷 조각을 구멍에 집어넣어 중지시킬 수 있다. 슬래그가 배출될 때, 챔버 내의 각종 가스가 대기와 섞이지 않도록 용융 슬래그의

수준이 도관 상단에 도달하지 않게 한다. C) 수냉식 플러그(1142)가 밖으로 빠져나와(부분적으로) 출강구가 노출된다. 구멍 때문에 챔버 내부가 대기에 노출되기 전에(챔버가 비워지기 전에) 플러그가 안으로 다시 들어가 유동을 중지시킨다. 재료는 표면이 매끄럽고 차가우므로 플러그에 ‘달라붙지’ 않는다. D) 금속 ‘췌기’(1138)가 출강구를 드나들면서 슬래그의 유동을 제어한다. 용융 슬래그의 높이가 지나치게 낮아지는 것을 방지하기 위해, 췌기를 신속하게 챔버 안으로 다시 삽입할 수 있다. E) 슬래그가 중력에 의해 출강구를 통해 배출되면서 슬래그 풀의 깊이가 출강구의 높이쯤에 유지된다. F) 슬래그가 내화 구조물에 만들어진 수직 구멍을 통해 밑으로 배출되고, 출강구가 막힐 경우 렌스로 뚫는다는 것을 제외하고 E의 방법과 동일하다. G) 챔버의 측면 내화 구조물의 온도 제어(가열 또는 냉각) 삽입물을 통해 슬래그가 배출되고, 배출구에 스톱퍼(일반적으로 원뿔형)가 삽입되어 챔버에서 배출되는 슬래그의 유동을 제어/중지시킨다. H) 슬래그가 중력에 의해 배출되지만, 최종 배출구는 교체가 가능한 유출 방지 블록이다. 필요에 따라 가열 또는 냉각할 수 있다(도면에 나타내지 않음).

도 110A-110G는 탄소 변환 장치의 한 구현의 다양한 등각투상도로서 이동식 그레이트(4002)가 있는 수평향 1차 처리 장치(4000), 구역간 구역 및 플라즈마 토치(4301)가 있는 통합형 수직향 2차 처리(4201) 및 용융 장치(4250), 그리고 사이클론 분리기(4400), 정련 챔버(4302) 및 2개의 플라즈마 토치(4301)가 있는 가스 재구성 장치를 세부적으로 보여준다.

도 111A 및 111B는 재구성된 합성가스가 사이클론 분리기로 재순환되어 혼합 및 사이클론 효과를 촉진하는 가스 재구성 장치의 사이클론 분리기의 다양한 구현을 나타낸 것이다. 사이클론 도관(1406), 사이클론 도관 삽입물(1407), 소량 유출(1411), 재순환 가스 배출구(1412), 내관 지지물(1413), 삽입물 지지물(1414), 합성가스 배출구(1507) 등을 나타냈다.

도 112는 탄소 변환 장치의 한 구현의 측면도로서 이동식 그레이트(4002)와 공급 장치(4001)가 있는 수평향 1차 처리 장치(4000), 구역간 구역 및 플라즈마 토치(도면에 나타내지 않음)가 있는 통합형 수직향 2차 처리(4201) 및 용융 장치(4250), 그리고 사이클론 분리기(4400), 정련 챔버(도면에 나타내지 않음) 및 플라즈마 토치(4301)가 있는 가스 재구성 장치를 세부적으로 보여준다. 가스 재구성 장치에는 사이클론 분리기 투입구의 스로트 및 그 대체적 위치(사이클론 챔버 내부)에 플라즈마 토치가 장치된 사이클론 분리기가 포함되어 있다.

도 113은 도 112에 나타낸 구현의 등각투상도이다.

도 114는 도 112에 나타낸 구현의 측면도로서 단면부는 챔버 내부를 보여준다.

도 115A 및 115B는 가스 재구성 장치의 사이클론 분리기의 한 구현을 나타낸 것이다. 도 115A는 사이클론 분리기의 유입 스로트에 장착된 토치의 정면도이다. 도 115B는 뚜껑과 토치가 제거된 사이클론 분리기의 상면도이다.

도 116A-116D는 도 115에 나타낸 구현의 또 다른 도면으로서 내부를 세부적으로 보여준다. 도 116A는 측면도이다. 도 116B는 등각투상도이다. 도 116C는 배출구에 정련(재구성) 챔버와 열회수기 연결관이 있는 구조를 나타낸, 축을 중심으로 한 측면도이다. 도 116D는 사이클론 분리기의 투입구와 평행 상태의 측면도이다.

도 117은 탄소 변환 장치의 한 구현의 수평향 1차 처리 장치의 측면도로서 각 카트리지(2000)의 바닥식 그레이트의 배치를 세부적으로 보여준다.

도 118은 도 117에 나타낸 수평향 1차 처리 장치의 등각투상도이다. 사이클론 분리기 스로트의 투입구를 볼 수 있다.

도 119A 및 119B는 도 117의 탄소 변환 장치의 한 구현의 수평향 1차 처리 장치의 또 다른 등각투상도 2개이다. 도 119A는 재료 공급이 이루어지는 챔버의 시작 부분을 보여준다. 도 119B는 투입구 벽의 단면을 나타낸 것으로서 챔버의 내부를 부분적으로 보여준다.

도 120은 시선각 상의 단면을 통해 이동식 그레이트 장치, 가스 흐름 제어 배플 등의 내부 장치를 볼 수 있는 도 117의 수평향 1차 처리 장치의 측면도이다.

도 121은 챔버 내부를 보여주는 단면이 있는 도 117의 수평향 1차 처리 장치의 정면도로서 챔버 상단의 가스 구역이 챔버 하단의 여러 층 및 낙하부와 분리되어 있는 것을 보여준다.

도 122는 탄소 변환 장치의 한 구현의 통합형 2차 처리 및 용융 장치의 일부를 나타낸 것으로서 톱니바퀴 형태의 돔과 세라믹 불을 세부적으로 보여준다. 또한 이 단면은 챔버로부터의 슬래그의 제거를 위한 측면 배출 및

하단 배출 옵션을 보여준다.

도 123은 탄소 변환 장치의 한 구현을 나타낸 것으로서 공급원료 투입구(1001), 배플(1010) 및 이동식 그레이트(1003)가 있는 1차 처리 장치(1000), 플라즈마원(1303), 버너(1273) 및 슬래그 배출구(1252)가 있는 통합형 2차 처리 및 용융 장치(1200), 그리고 사이클론 분리기 장치(1401), 플라즈마원(1303) 및 입자상 물질 회수 장치(1402)가 있는 가스 재구성 장치(1300)를 세부적으로 보여준다.

도 124는 유동 제어 밸브(1700)에 의해 공기 유량이 제어되고 감지부(1703)(압력 감지기 등)에 의해 공정의 압력이 감지되어 처리 공기 송풍기(4033)가 제어되는 도 123의 탄소 변환 장치의 제어 장치를 나타낸 것이다.

도 125는 유압식 공정(1704)에 의해 랙-피니언 장치(1151)에 가해지는 압력에 의해 램의 위치가 결정되는, 도 123의 탄소 변환 장치의 제어 장치의 한 구현을 나타낸 것이다. 모든 램의 전반적 제어는 제어 장치에 의해 이루어지며, 일반적으로 다른 램과의 고정된 주기에 따라 이루어진다. 그러나 각각의 램(1035)은 필요할 경우 램 위쪽의 레벨 스위치(1701)(랙-피니언 장치의 이동 거리 내에서 램이 잠길 때에는 전진하고 풀릴 때에는 후진해야 함을 나타냄), 또는 공기통이 너무 뜨거워서 원료가 가스화되지 않고 연소되고 있으므로 램이 해당 레벨에서 풀려나야 한다고(그리고 해당 공기통(1150)으로의 공기의 유입을 억제해야 한다고) 표시해줄 수 있는 열전대(1702)(온도감지기) 등의 다양한 감지부를 사용하여 독립적으로 작동할 수도 있다.

도 126은 도 123의 탄소 변환 장치의 제어 장치의 한 구현을 나타낸 것으로서 변환 공정의 최적화를 위해 제어 변수를 조절하는 제어 프로그램에 의해 사용될 수 있는 가스상 온도감지기(1702)의 배치를 세부적으로 보여준다.

도 127은 냉각 기술을 채택한 탄소 변환 장치의 한 구현의 돔 및 용융 장치의 상면도이다. 본 예에서 돔은 6개의 수냉 구리판으로 제작된 핵심부, 상단에 씌워진 내화 덮개(도면에 나타내지 않음), 내화 코팅 처리된 노출된 측면 및 하단 등으로 이루어져 있다.

도 128은 냉각 기술을 채택한 탄소 변환 장치의 한 구현의 원형 벽 용융 장치의 측면도이다. 이 장치에서 챔버는 챔버 외부에 에워싼, 슬래그 풀이 형성되는 높이에서 내화 구조물(도면에 나타내지 않음)의 바깥층을 관통하는 수냉식 구리 삽입물에 의해 부분적으로 냉각된다.

도 129는 냉각 삽입물(투명하지 않음)이 장치된 도 128의 원형 벽 슬래그 용융 챔버의 부분적으로 투명한 등각투상도이다. 버너 포트(5005), 플라즈마 토치 포트(5010), 돔의 냉각을 위한 수냉식 구리 삽입물(5015), 주물화된 슬래그를 구리 삽입물에 고정하는 홈(5020), 냉각수 투입/배출구(5025), 슬래그 출강구의 냉각을 위한 수냉식 구리 삽입물(5030), 슬래그 풀의 내화 벽의 냉각을 위한 수냉식 삽입물(5035), 여러 부분으로 이루어졌고 도관(5072)이 있는 내화 돔(5070) 등을 도면에 나타냈다.

도 130A-130C 도 130B는 냉각 기술을 채택한 탄소 변환 장치의 한 구현의 원형 벽 용융 장치의 등각투상도에서의 구리 냉각 장치를 나타낸 것이다. 도 130A는 돔형 수냉식 구리 부품의 상단을 등각투상도로 나타낸 것이다. 도 130B는 돔형 수냉식 구리 부품의 하단을 등각투상도로 나타낸 것이다. 도 130C는 슬래그 풀 주변의 벽을 냉각하도록 설계된 돔형 수냉식 구리 부품의 상단을 등각투상도로 나타낸 것이다.

도 131A-131C는 냉각 기술을 채택한 탄소 변환 장치의 한 구현의 원형 벽 용융 장치의 등각투상도에서의 구리 냉각 장치를 나타낸 것이다. 도 131A는 냉각수가 구리 냉각 장치를 통과하는 내부 구조를 투명하게 나타낸 것이다. 도 131B는 앵커를 사용하여 내화 구조물에 고정할 수 있는(벽돌 내화 구조물 대신 주조 내화 구조물을 선택할 경우) 디보트를 불투명하게 나타낸 것이다. 도 131C는 수냉식 구리 삽입물의 단면을 나타낸 것이다.

도 132는 슬래그 용융 구역의 벽이 직사각형인, 냉각 기술을 채택한 탄소 변환 장치의 한 구현의 용융 장치의 측면도이다. 내화 벽의 냉각을 위한 수냉식 구리 삽입물(5035), 버너 포트(5045), 2차 처리 장치 연결부(5050), 플라즈마 토치 포트(5045), 내부 및 외부로 이루어진 슬래그 출강구의 냉각을 위한 수냉식 구리 삽입물(5030), 수냉식 통로(5040) 등을 도면에 나타냈다.

도 133A-133E는 도 132의 용융 장치의 여러 가지 도면을 나타낸 것이다. 도 133A는 챔버를 에워싸고 있는 수냉식 구리 삽입물의 가능한 설정의 하나를 나타낸 것이다(챔버 외피 및 내화 구조물은 도면에 나타내지 않음). 홈은 주조 내화 구조물을 구리 삽입물에 고정한다. 냉각수 투입구 및 배출구(5025)와 열전대(5026)를 도면에 나타냈다. 도 133B는 또 다른 구현으로서 수냉식 반돔을 나타낸 것이다(6개로 이루어진 파이 형태의 삽입물의 대체물). 도 133C는 일체형 구현의 등각투상도이다. 도 133D는 돔 구현을 투명하게 나타낸 등각투상도로서 냉각수가 통과하는 구리 삽입물의 가능한 도관을 보여준다. 깊은 냉각 통로(5080), 얇은 냉각 통로(5082), 열전대(5026),

냉각수 투입/배출구(5025) 등을 도면에 나타냈다. 저온에서는 깊은 냉각 통로 대신에 얇은 냉각 통로가 사용된다. 어느 냉각 통로를 사용하느냐는 열전대 및 내부 공정 온도에 따라 결정된다. 도 133E는 직사각형 슬래그 용융 구역을 위한 수냉식 측벽 구리 삽입물을 투명하게 나타낸 등각투상도이다.

도 134A 및 134B는 탄소 변환 장치의 다양한 구현을 나타낸 것이다.

도 134A는 플라즈마 토치가 사이클론 분리기의 스톱에 장치되어 있지만 부분적으로 흐름과 병류하도록 설정된 구현을 나타낸 것이다. 도 134B는 플라즈마 토치가 사이클론 분리기의 스톱에 장치되어 있지만 흐름과 직각을 이루도록 설정된 구현을 나타낸 것이다.

도 135A 및 135B는 탄소 변환 장치의 다양한 구현을 나타낸 것이다. 도 135A는 탄소 변환 장치에 내장된 사이클론 분리기와 1차 처리 장치 및 2차 처리 장치 사이에 플라즈마 토치가 배치된 구현을 나타낸 것이다. 도 135B는 탄소 변환 장치 내장된 사이클론 분리기의 내부에 플라즈마 토치가 배치된 본 발명의 한 구현을 나타낸 것이다.

도 136은 1차 처리 장치(1000) 및 2차 처리 장치(1201)와 사이클론 분리기 사이에 2개의 플라즈마 토치가 배치된 탄소 변환 장치의 한 구현을 나타낸 것이다. 이 2개의 플라즈마 토치는 서로 마주보고 있지만, 불꽃이 서로 파손하지 않도록 충분한 거리를 두고 엇갈려 있다(일반적으로 몇 인치 이상). 이와 같은 배치는 사이클론 분리기에 가스가 유입되기 전에 플라즈마가 부분적으로 병류 및 역류를 촉진하게 한다.

도 137A 및 137B는 플라즈마 토치(1303)가 가스 재구성 챔버(1300) 내에 배치된 탄소 변환 장치의 구현(일부)을 나타낸 것으로서 137A에서는 사이클론 분리기(1400)에서 가스가 배출될 때 토치가 흐름과 병류하고 137B에서는 흐름과 역류한다(사이클론 분리기에 불꽃이 들어가지는 않음). 열회수기(1500)로의 배출을 도면에 나타냈다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 정의
- [0010] 여기서 사용된 ‘약’은 주어진 값에서 약 $\pm 10\%$ 의 편차를 뜻한다. 이 편차는 구체적으로 명시되었건 안 되었건 여기 제시된 주어진 값에 항상 내포되어 있는 것으로 이해되어야 한다.
- [0011] 여기서 사용된 ‘배출 가스’란 일반적으로 가스화 공정에서 냉각, 정화 또는 정련 전에 생성된 가스를 뜻한다.
- [0012] 여기서 사용된 ‘합성가스’란 재구성된 배출 가스를 뜻한다.
- [0013] 여기서 상호호환적으로 사용된 ‘사이클론’, ‘사이클론 분리기’ 및 ‘사이클론 분리기 장치’에는 사이클론, 사이클론 세트, 사이클론 분리기, 사이클론 반응기 및 와류관, 또는 가스의 관성 및 와류의 원심력과 입자상 물질 사이에 발생하는 작용의 원리를 바탕으로 한 기타 가스 정화 기술이 포함된다.
- [0014] 여기서 사용된 모든 기술용어 및 과학용어는 달리 정의되지 않은 한 본 발명이 속하는 기술분야의 일반적 기술인에 의해 통상적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다.
- [0015] 탄소 변환 장치 개요
- [0016] 본 발명은 탄소질 공급원료를 합성가스 및 슬래그로 변환하는 공정의 전반을 최적화하며 각각 1개 이상의 구역으로 이루어진 4개의 기능 장치가 통합된 탄소 변환 장치를 제공한다. 본 장치의 각 구역에서 발생하는 공정은 예를 들어 각 장치를 설정하고, 제어 장치를 사용하여 각 구역에서 발생하는 조건을 조절함으로써 최적화할 수 있다. 본 발명에 있어서 변환 또는 공정은 예를 들어 변환/공정의 효율이 사전 설정된 한도 내에 있거나, 변환/공정과 관련된 비용이 사전 설정된 기준에 부합되거나, 생성된 합성가스의 내용물이 사전 설정된 한도 내에 있거나, 이러한 조건이 결합되었을 때 ‘최적화’된다. 탄소 변환 장치에서 생성된 합성가스는 예를 들어 가스 엔진, 가스 터빈, 화학품 생산, 연료전지 등에 이용될 수 있다.
- [0017] 본 탄소 변환 장치에 포함된 4개의 기능 장치는 1차 처리 장치, 2차 처리 장치, 용융 장치, 가스 재구성 장치 등이다. 선택적으로 본 장치에는 예를 들어 탄소 변환 공정 전반을 지원하거나 합성가스의 하위 처리를 촉진하는 기타 장치가 포함될 수 있다.
- [0018] 1차 처리 장치는 적어도 탄소질 공급원료에서 수분을 제거하는 건조 구역과, 공급원료의 탄소질 성분을 휘발시킴으로써 가공 공급원료 및 1차 배출 가스를 발생시키는 휘발 구역을 제공하도록 설정되어 있다. 선택적으로 1차 처리 장치에는 1차 공급원료의 탄소 함량을 조절하기 위한 직접 또는 간접 2차 공급원료 첨가 기능이 포함된다. 2차 처리 장치에는 가공된 공급원료를 수용하여 고형 잔류물 및 2차 배출 가스로 변환하도록 설정된 1개 이상의 구역이 포함되어 있다. 용융 장치는 고형 잔류물을 효율적으로 유리화하고 선택적으로는 용융 장치 가스를

발생시키도록 설정되어 있다. 가스 재구성 장치에는 1개 이상의 기타 기능 장치 내에서 생성된 가스를 재구성하는 1개 이상의 구역이 포함되어 있다.

[0019] 제어 시스템에는 장치 내의 각종 운전인자에 관한 데이터를 감시 및 취득하는 복수의 감지부와, 장치 내의 운전 조건을 조절하는 복수의 감응부가 포함되어 있다. 제어 장치는 생성된 합성가스의 가변성을 특정 범위 내에 유지하는 기능을 한다.

[0020] 탄소 변환 장치에 포함된 4개의 기능 장치는 상호연결된 각각 별개의 구성 단위로 제공되거나, 2개 이상의 장치가 단일 구성 단위로 제공될 수 있다. 본 발명의 다양한 구현은 4개의 기능 장치가 상호연결된 각각 별개의 구성 단위인 탄소 변환 장치, 기능 장치가 일부는 상호연결된 각각 별개의 구성 단위이고 일부는 단일 구성 단위로 제공되는 탄소 변환 장치, 4개의 기능 장치가 단일 구성 단위로 제공되는 탄소 변환 장치 등이 될 수 있다. 또한 주어진 특정 장치에 1개 이상의 구성 단위가 포함되어 있는 것도 가능하다.

[0021] 기능 장치들이 각각 별개의 구성 단위로 제공될 경우, 장치들이 하나의 통합 장치로 작동하도록 하기 위해 서로 인접한 장치들 사이의 장치간 연결부는 각 장치의 운전 조건 및 구조의 차이를 상쇄하도록 설정된다. 예를 들어, 장치간 연결부는 각 장치의 열팽창 계수를 상쇄하거나 장치 내 재료의 연속적 유동을 유지하도록 설정될 수 있다. 본 발명은 또한 필요할 경우 각 장치를 손쉽게 분리 및 대체하거나 각 장치에 접근할 수 있도록 설정된 장치간 연결부를 제공한다. 본 발명의 한 구현에서, 탄소 변환 장치에 포함된 1개 이상의 기능 장치가 각각 별개의 구성 단위로 제공되어 있다.

[0022] 1개 이상의 기능 장치가 단일 구성 단위로 제공될 경우, 이 단일 구성 단위는 각각 다른 형태 및 방향을 취하고 있으면서 각각 하나의 기능 장치와 상응하는 각각 별개의 섹션들을 제공하도록 설정될 수 있다. 또는, 1개 이상의 장치가 실질적으로 균일하게 설정된 단일 구성 단위로 제공될 수도 있다. 본 발명의 한 구현에서, 2차 처리 장치 및 용융 장치가 단일 구성 단위로 제공되어 있다. 본 발명의 한 구현에서, 2차 처리 장치 및 용융 장치가 단일 구성 단위로 제공되어 있으며, 이 단일 구성 단위가 각각 2차 처리 장치 및 용융 장치와 상응하는 각각 별개의 섹션을 제공하도록 설정되어 있다.

[0023] 탄소 변환 장치에 포함된 각 기능 장치에는 1개 이상의 구역이 포함되어 있다. 본 발명에 있어서 구역이란 특정 공정이 지배적으로 발생하는 구역을 말한다. 예를 들어, 1차 처리 장치 내의 휘발 구역은 휘발 공정이 지배적으로 발생하는 구역이다. 명료성을 기하기 위해, 본 장치에 포함된 다양한 구역을 따로 설명한다. 그러나 이 구역들은 탄소 변환 장치 내에서 일반적으로 상호연결되어 있으며, 하나의 대안적 옵션이 될 수는 있으나 본 장치는 물리적으로 서로 분리된 각각 별개의 구역들의 조합에 한정된 것이 아님을 이해해야 한다. 따라서, 본 발명의 다양한 구현에서 다양한 구역이 다소 분리되어 있되 연속적일 수도 있고, 다양한 정도로 서로 겹칠 수도 있고, 동연적일 수도 있고, 각각 별개일 수도 있다. 주어진 특정 장치에 2개 이상의 구역이 있을 경우, 이 구역들은 장치의 세로축과 실질적으로 평행하게 배치되거나, 장치의 세로축과 실질적으로 직각을 이루도록 배치되거나, 이 두 가지가 결합된 방식으로 배치될 수 있다. 여기 설명된 다양한 구역은 해당 구역에서 지배적으로 발생하는 공정에 따라 설명되어 있지만 이는 제한적인 것이 아니며, 탄소 변환 공정 전반의 성격 상 해당 구역에서 그 정도가 더 약한 다른 공정이 발생할 수도 있음을 이해해야 한다.

[0024] 탄소 변환 장치에 포함된 각 구역의 조건은 제어 장치에 의해 조절된다. 특정 구역 내에서 발생하는 공정은 제어 장치를 통한 조건의 제어뿐만 아니라 해당 구역이 위치한 장치의 설정에 의해 최적화된다. 예를 들어, 열원 또는 에너지원, 첨가물 투입구 등의 장치 내 배치가 해당 장치의 특정 구역에서 발생하는 지배적 공정의 최적화를 지원할 수 있다.

[0025] 일반적으로, 탄소 변환 공정은 다음과 같이 탄소 변환 장치에 의해 이루어진다. 공급원료가 1차 처리 장치에서 일반적으로 약 800℃ 이하의 온도에서 가열되며, 이때의 주 공정은 공급원료에서 잔류 수분을 제거하고 탄소질 성분을 신속하고 효율적으로 휘발시키는 것이다. 이 공정을 거친 가공된 공급원료에는 탄화물이 함유되어 있으며, 2차 처리 장치에서 더 높은 온도(예를 들어 약 1000℃ - 약 1200℃)로 가열되어 배출 가스 및 재 또는 고형 잔류물로 완전히 변환된다. 2차 처리 장치에서 배출된 재 또는 고형 잔류물은 용융 장치에서 슬래그로 유리화된다. 1차 처리 장치, 2차 처리 장치 및 용융 장치에서 생성된 가스는 가스 재구성 장치에서 재구성된다. 가스 재구성 장치에는 최소 1종 이상의 에너지원(플라즈마원 또는 플라즈마열 등)이 포함되어 있으며, 선택적으로는 1개 이상의 입자분리기(사이클론 분리기 등)가 포함되어 있다. 이 재구성 장치에 사용하기에 적합한 기타 에너지원은 열역학적 가열, 플라즈마 제트, 수소 버너, 전자빔, 레이저, 방사선 등이다.

[0026] 선택적으로, 탄소 변환 장치에서 생성된 고온 합성가스는 냉각 단계를 거쳐 추가 정화 및 조절 공정에 투입될

수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 탄소 변환 공정에서 생성된 고온 합성가스를 냉각하는 열회수 장치가 탄소 변환 장치에 포함되어 있다. 본 발명의 한 구현에서, 이 열회수 장치는 열회수기이다. 이와 같은 구현에서는 장치 내 다른 구역에서 사용할 수 있도록 현열을 유체로 전도하는 열교환기가 열회수기에 포함될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 이 열회수 장치는 고온 합성가스로부터 현열을 회수하여 주변 공기로 전도함으로써 열풍을 제공하는 합성가스-공기 열교환기(일반적으로 열회수기라고도 함)이다. 이와 같은 구현에서는 열풍이 1차 처리 장치 및 2차 처리 장치로 선택적으로 이송된다. 선택적으로, 열회수기에는 예를 들어 증기 터빈의 구동에 사용되거나 탄소 변환 장치에서 공정 첨가물로 사용될 수 있는 열회수 증기발생기가 포함될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 고온 합성가스로부터 현열을 회수하여 1차 처리 장치 및 2차 처리 장치로 재순환시키는 합성가스-공기 열교환기가 탄소 변환 장치에 포함되어 있다.

[0027] 탄소 변환 장치의 한 예시적 구현을 제시한 도 1A에 나타냈듯, 본 장치에는 1차 처리 장치(1), 2차 처리 장치(2), 용융 장치(3), 가스 재구성 장치(4) 등 4개의 기능 장치가 포함되어 있다. 도면에 나타냈듯, 1차 처리 장치(1)는 2차 처리 장치(2)와 연결되어 있고, 2차 처리 장치(2)는 용융 장치(3)와 연결되어 있다. 가스 재구성 장치(4)는 1차 처리 장치(1), 2차 처리 장치(2) 및 용융 장치(3)와 각각 작동 연결되어 있다. 탄소 변환 장치의 구현 방식에 따라, 가스 재구성 장치와 탄소 변환 장치의 기타 3개 기능 장치 사이의 작동 연결은 간접 작동 연결 또는 직접 작동 연결이 될 수 있다.

[0028] 도 1B는 탄소 변환 장치의 한 구현을 나타낸 것이다. 본 구현에서는, 탄소질 공급원료가 투입되는 1개 이상의 투입구(1001), 합성가스 배출구, 슬래그 배출구, 열풍 주입구, 선택적 입자분리기(사이클론 분리기(1400) 등), 고형 잔류물을 슬래그로 용융하고 배출 가스를 재구성하는 플라즈마원 또는 플라즈마 대체물 등이 장치된 다중 구역 내화 라이닝 챔버가 탄소 변환 장치에 포함되어 있다.

[0029] 도 1C에 나타낸 탄소 변환 장치의 한 구현에는 수평향 1차 처리 장치(1000), 용융 장치(1250)와 연결된 수직향 2차 처리 장치(1201), 가스 재구성 장치(1300), 선택적 열회수기(1500) 등이 포함되어 있다. 가스 재구성 장치에는 플라즈마원 또는 그와 동등한 것과 선택적인 사이클론 분리기(1400)가 포함되어 있다. 사이클론 분리가 장치되어 있을 경우, 가스 재구성 장치 내의 가스는 사이클론 분리 공정 전, 후 또는 중에 재구성 또는 그와 동등한 공정에 투입될 수 있다. 몇몇 구현에서의 슬래그 배출구(1252)는 슬래그 입자화 장치(1251)와 작동 연결되어 있다.

[0030] 일반적으로, 탄소 변환 장치에 의해 수행되는 탄소 변환 공정(여기서는 ‘가스화’라고도 함)은 건조, 휘발, 탄화물-재(또는 탄소) 변환 등의 3단계로 세분될 수 있다.

[0031] 제1단계: 재료의 건조

[0032] 탄소 변환 공정의 첫 번째 단계는 주로 25-400℃에서 발생하는 건조이다. 이러한 저온에서 약간의 휘발과 약간의 탄소-재 변환이 발생할 수도 있다.

[0033] 제2단계: 재료의 휘발

[0034] 탄소 변환 공정의 두 번째 단계는 주로 400-700℃에서 발생하는 휘발이다. 이 온도에서 약간의 건조(잔여 건조) 및 약간의 2차 처리(탄화물-배출 가스 변환)도 발생한다.

[0035] 제3단계: 탄소 변환

[0036] 탄소 변환 공정의 세 번째 단계는 600-1000℃의 온도범위에서 발생하는 탄소 변환이다. 이 온도에서 약간의 휘발(잔여 휘발)도 발생한다. 이 단계 이후의 주요 생성물은 사실상의 실질적으로 탄소가 없는 고형 잔류물(재)와 합성가스이다.

[0037] 위에 기술한 공정에서 목표 합성가스 생성물의 생산량을 증가시키려면 탄소질 공급원료의 목표 가스 생성물로의 변환을 극대화해야 한다. 따라서 탄소 변환 장치는 공급원료에 함유된 탄소가 합성가스로 사실상 완전히 변환되도록 하는 한편 합성가스 및 슬래그 생성물을 회수하는 시스템을 제공한다. 다양한 구현에서 동 탄소 변환 장치는 또한 열풍을 비롯하여 증기, 고탄소 가스, 탄소 등의 공정 첨가물을 첨가함으로써 탄소의 목표 합성가스 생성물로의 변환을 촉진할 수도 있다. 동 탄소 변환 장치는 또한 플라즈마 또는 그와 동등한 것을 사용하여 잔류 무기물(재)의 유리화 물질 또는 슬래그로의 완전 변환을 촉진하고, 배출 가스를 정련 또는 재구성하여 목표 합성가스를 생산할 수도 있다.

[0038] 동 탄소 변환 장치는 통합 시스템에서 공급원료 건조, 휘발, 탄소 변환 및 배출 가스 재구성을 순차적으로 촉진

함으로써 합성가스 생산을 촉진한다.

- [0039] 특히 1차 처리 장치는 주로 공급원료를 건조하고 공급원료의 탄소질 성분을 휘발시키도록 설계되어 있다. 2차 처리 장치는 예를 들어 추가적 공기, 연결된 용융 장치에서 발생하는 고열, 탄소 회수를 촉진하는 체류 시간 등을 제공함으로써 가공된 공급원료에서 잔류 휘발성 물질을 제거하고 탄화물의 잔류 탄소로부터 가치를 추출하도록 설계되어 있다.
- [0040] 이에 따라 이 2개의 처리 장치는 서로 다른 2가지 배출 가스를 생산한다. 1차 처리 장치는 휘발성 물질, 수증기 및 기타 수소화합물로 가득 찬 발열량 높은 가스를 제공하며, 2차 처리 장치는 주로 CO 및 CO₂로 구성되어 있고 약간의 H₂, 중탄소화합물 및 탄소검정이 함유된 배출 가스를 생산한다.
- [0041] 선택적인 입자분리기가 있는 가스 재구성 장치는 가스에 함유된 입자상 물질을 제거 또는 감소시키며 가스를 합성가스로 재구성한다. 입자분리기를 추가하면 하위 설비의 막힘과 마모를 줄이고, 입자상 물질의 부정적 영향을 줄이며, 응결될 수 있는 타르가 있을 수 있는 곳에서 하위의 입자상 물질을 정화해야 할 필요를 줄일 수 있다.
- [0042] 탄소 변환 장치의 한 구현과 열회수기(1500) 등의 하위 장치를 통과하는 재료 및 가스의 이동을 세부적으로 나타낸 도 4 및 5의 블록 흐름도를 참조하여, 탄소질 공급원료(1002)가 탄소 변환 장치의 1차 처리 장치(1000)에 투입되어, 주변 공기 또는 차가운 공기(1502 및 1504)를 가열하는 열회수기(1500) 또는 다중연료 버너(1253)에 의해 공급될 수 있는 열풍(1505)을 통한 가열에 의해 탄소질 공급원료에 함유된 수분이 제거되고 휘발성 성분이 휘발됨으로써 탄화물이 함유된 가공 공급원료(1003)가 된다. 2차 처리 장치(1201)는 1차 처리 장치(1000)로부터 유입된 가공 공급원료를 잔류물(1206) 및 배출 가스(1205)로 변환한다. 도면에 나타난 구현에서, 1차 처리 장치(1000) 및 2차 처리 장치(1201)에서 생성된 가스(1204 / 1205)가 가스 재구성 장치의 사이클론 분리기(1400)에 유입되어 재구성 공정(1301)에 선행하여 배출 가스에 함유된 입자상 물질이 감소된다. 입자상 물질(1403)이 감소된 배출 가스는 재구성 공정에 투입된다. 재구성 구역에서 배출된 고온 합성가스(1501)는 선택적 재사용을 위해 현열이 회수되는 열회수기(1500)를 통과한다. 선택적으로, 냉각된 합성가스(1501)는 하위의 가스 조절 공정(1600)에서 정련 또는 정화된다. 정화 또는 정련된 가스는 각종 엔진(1602)에서 재사용하기 전에 적절한 탱크(1601)에 저장할 수 있다.
- [0043] 2차 처리 장치에서 배출된 잔류물(1206)과 선택적으로는 사이클론 분리기(1400)에서 배출된 입자상 물질(1402)은 용융 장치에서 플라스마원(1301) 또는 그와 동등한 것에 의한 가열에 의해 용융되어 고온 슬래그 생성물(1255)을 생산한다. 선택적으로, 고온 슬래그 생성물(1255)은 슬래그 처리 장치(1256)에 의해 입자화되거나 다른 방식으로 처리되어 냉각 슬래그 생성물(1257)이 된다. 열은 플라스마원(1301), 그리고 선택적으로 합성가스 또는 대체 연료(1254)를 사용할 수 있는 보조적 다중연료 버너(1253)에 의해 슬래그 구역에 공급된다.
- [0044] 도 6을 참조하여, 탄소 변환 장치 내에서 발생하는 다양한 공정을 촉진하고 공급원료(1002)에 함유된 탄소의 목표 합성가스 생성물로의 변환을 촉진하기 위해, 선택적으로 다양한 단계에서 각종 공정 첨가물이 장치에 첨가된다. 공정이 시작되기 전이나, 공정의 특정 단계가 진행되는 중(특정 장치에의 추가에 의해)이나, 장치와 장치 사이의 접점에서 보조적인 고탄소 공급원료, 증기, 고탄소 가스, 탄소 등의 공정 첨가물(1004)을 공급원료에 첨가하거나 특정 장치의 생성물에 첨가할 수도 있다.
- [0045] 탄소 변환 장치에는 또한 탄소 변환 장치의 작동을 제어하는 1개 이상의 제어 장치가 포함되어 있으며 슬래그 입자화 장치, 합성가스로부터 열을 회수하는 열 재순환 장치 등의 선택적 연결 장치도 포함되어 있다.
- [0046] 공급원료
- [0047] 본 탄소 변환 장치에 사용하기에 적합한 공급원료는 다양한 탄소 함유 물질이다. 적합한 공급원료의 예는 도시 고형 폐기물(MSW) 등의 유해 및 비유해 폐기물, 산업 활동에 의해 발생한 폐기물, 생물학적 폐기물, 재활용이 불가능한 합성수지 등 재활용에 부적합한 탄소질 물질, 하수 오니, 석탄, 중유, 석유코크스, 역청, 중잔유, 정유 폐기물, 탄화수소 오염토, 바이오매스, 농업 폐기물, 도시 고형 폐기물, 유해 폐기물, 산업 폐기물 등이다. 가스화에 적합한 바이오매스의 예는 폐목재, 생목재, 과일/채소/곡물 가공 잔류물, 제지 잔류물, 짚, 풀, 거름 등이다.
- [0048] 본 장치는 활용되는 공급원료의 요건에 따라 조정할 수 있다. 예를 들어, 탄소 함량이 비교적 많은 공급원료를 활용할 경우, 탄소 함량이 비교적 적은 공급원료의 활용에 사용되는 장치에 필요한 것보다 크기가 더 큰 2차 처리 장치가 포함되도록 탄소 변환 장치를 설정할 수 있다. 또는, 휘발성 혼합물의 함량이 많은 공급원료를 활용할 경우, 휘발성 성분 함량이 비교적 적은 공급원료의 휘발에 필요한 것보다 크기가 더 큰 1차 처리 장치가 포

함되도록 탄소 변환 장치를 설정할 수 있다.

- [0049] 본 탄소 변환 장치는 또한 1차 공급원료가 1종 이상의 2차 공급원료와 다양한 혼합비로 혼합된 것을 활용할 수 있도록 조정할 수 있다. 이 경우 2차 공급원료는 1차 공급원료의 탄소 함량을 조절함으로써 최종 합성가스 생성물의 균일성을 유지하기 위한 공정 첨가물 역할을 한다. 예를 들어, 바이오매스 또는 MSW 등 탄소 함량이 비교적 적은 1차 공급원료를 활용하는 장치의 경우, 공급원료의 탄소 함량을 높이기 위해 석탄 또는 합성수지 등 탄소 함량이 많은 2차 공급원료를 고탄소 공정 첨가물로 사용할 수 있다. 또는, 탄소 함량이 많은 고탄소 공급원료(석탄 등)를 1차 공급원료로 사용할 경우, 필요에 따라 높은 탄소 함량을 상쇄하기 위해 탄소 함량이 비교적 적은 2차 공급원료(바이오매스 등)를 사용할 수도 있다.
- [0050] 1종 이상의 공급원료를 활용할 경우, 공급원료를 미리 혼합한 다음 공용 공급원료 투입구를 통해 1차 처리 장치에 투입하거나, 전용 공급원료 투입구를 통해 각각 따로 1차 처리 장치에 투입할 수도 있다.
- [0051] 필요할 경우, 공급원료를 사전 가공할 수도 있다. 예를 들어, 공급원료가 예를 들어 파쇄기 또는 기타 절단기를 통과하도록 함으로써(1회 또는 2회 이상) 공급원료를 작은 조각으로 파쇄하거나, 공급원료가 예를 들어 자기분리기, 와전류분리기, 진동 체, 에어나이프 등을 통과하도록 함으로써 공급원료에서 금속 또는 기타 재활용 가능 물질을 제거할 수 있다.
- [0052] 1차 공급원료가 MSW인 구현에서, 분류 작업을 통해 백색 가전제품, 매트리스, 프로판 가스통, 기타 유해하거나 에너지 퍼텐셜이 거의 없는 재료를 제거하거나, 파쇄 작업을 통해 재료의 크기를 줄이거나, 철금속을 분리하거나, 비철 물질을 제거하거나, 무기물 및 합성수지를 제거하거나, 이러한 방법들을 다양한 방식으로 결합함으로써 공급원료를 처리할 수 있다.
- [0053] 탄소 변환 장치의 1차 처리 장치
- [0054] 탄소 변환 장치의 1차 처리 장치는 최소한 탄소질 공급원료를 건조하고 공급원료에 함유된 탄소질 성분을 휘발시켜 탄화물이 함유된 가공 공급원료를 생산하며, 이 가공 공급원료는 2차 처리 장치에서 추가적으로 처리된다.
- [0055] 1차 처리 장치에는 1개 이상의 공급원료 투입구가 포함되어 있으며, 동 처리 장치는 1개 이상의 열원 및 2차 처리 장치와 작동 연결되어 있다. 1차 처리 장치에는 또한 장치 내에서 재료를 이송하는 횡이송 장치도 포함되어 있다. 탄소질 공급원료가 1개 이상의 공급원료 투입구를 통해 1차 처리 장치에 투입되고, 공정이 진행되면서 횡이송 장치에 의해 2차 처리 장치로 이송된다.
- [0056] 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치에는 모듈형 횡이송 장치가 포함되어 있다. 이 모듈형 횡이송 장치에는 1개 이상의 모듈이 포함되어 있으며, 각 모듈은 1차 처리 장치 내에서 재료를 이송할 뿐만 아니라 공기 또는 공정 첨가물(집합적으로 ‘처리 가스’로 칭함)을 공급하는 기능이 있다.
- [0057] 탄소 변환 장치의 전반에서 건조, 휘발 및 탄소 변환이 순차적으로 촉진됨으로써 가스화 공정이 촉진된다. 이는 재료를 다른 구역으로 이송시켜 다른 온도 범위에서 휘발이 발생하게 하기 전에 특정 온도에서 건조가 발생하도록 가스화 공정을 공간적으로 확장함으로써 가능하다. 처리된 가공 공급원료는 2차 처리 장치로 이송되어 다른 온도 범위에서 탄화물-재 변환이 발생한다.
- [0058] 1차 처리 장치에는 2개 이상의 구역이 포함되어 있으며, 이 구역들에서는 온도 및 공정 첨가물이 독립적으로 제어될 수 있으며 선택적으로는 건조 및 휘발을 촉진하도록 최적화될 수도 있다. 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치에 3개 이상의 처리 구역이 있다.
- [0059] 공정이 진행되면, 공급원료가 공급원료 투입구를 통해 제1단부(이하 ‘공급원료 투입 단부’로 칭함)와 인접한 1차 처리 장치에 투입되어 공급원료 투입 단부에서 2차 처리 장치와의 연결부 쪽으로 이송된다. 공급원료는 1차 처리 장치를 통과하면서 휘발성 성분이 휘발되어 질량 및 높이가 감소되고, 이때 생성된 탄화물이 함유된 고형물은 2차 처리 장치로 이송되어 추가적으로 처리된다.
- [0060] 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치에 복수의 층 또는 계단으로 이루어진 계단식 바닥이 있다. 선택적으로, 각각의 층은 경사져 있다. 본 발명의 한 구현에서, 각 층의 경사도는 약 5도에서 약 10도 사이이다.
- [0061] 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치에 복수의 층 또는 계단으로 이루어진 계단식 바닥이 있다. 도 20에 나타냈듯, 계단의 수직면의 높이는 배출구 쪽으로 갈수록 점점 감소한다.
- [0062] 선택적으로, 경사진 바닥 부분은 1차 처리 장치를 ‘연장’하기 위해 공기를 차단할 수 있도록 활용할 수 있다.

- [0063] 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치의 바닥은 2차 처리 장치 또는 공급원료 투입 단부 쪽으로 전체적으로 경사져 있다.
- [0064] 선택적으로, 각각의 계단은 일체형 건조물, 박스형 건조물 또는 층형 건조물로 제작된 것일 수 있다. 예를 들어, 각각의 계단은 주조 건조물 또는 층형 건조물이 될 수 있다. 층형 건조물 구현에서, 각각의 계단은 번갈아 겹겹으로 배열된 금속판과 세라믹 블랭크로 제작된 것일 수 있다.
- [0065] 도 24에 나타낸 본 발명의 한 구현에서, 각각의 계단은 번갈아 겹겹으로 배열된 금속판과 세라믹 블랭크로 이루어진 층형 건조물이다. 계단의 디딤면은 내화재로 싸여 있다. 각각의 금속판에는 공기 및 증기가 챔버로 수평으로 주입될 수 있는 노즐이 장치된 일련의 폴리넘이 포함되어 있다. 공기는 사전 설정된 유속 및 분사 투과심도에 따라 주입된다. 균일한 공기 주입을 위해 노즐의 직경은 저투과, 중투과 또는 고투과가 가능하도록 다양하게 설정되어 있다.
- [0066] 공기 및 증기의 유입을 위한 폴리넘은 점선(A, B, C)으로 나타냈다. 공기는 헤더 공간에서 폴리넘으로 공급된다. 각 폴리넘에는 노즐(1021)이 장치되어 있다. 계단은 내화재(1018)로 싸여 있다.
- [0067] 본 발명의 한 구현에서, 계단을 넘어가는 이송은 횡이송 장치에 의해 촉진되며, 선택적으로 각 계단은 독립적으로 제어되는 횡이송 장치에 의해 작동된다.
- [0068] 계단식 바닥의 구현에서, 길이 및 체류 시간 요건을 충족할 수 있도록 계단의 수와 치수를 선택할 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 처음에는 계단의 강하 높이는 크게, 왕복운동 거리는 비교적 짧게 하고, 점진적으로 강하 높이가 작아지면서 왕복운동 거리가 동일해지게 할 수 있다(재료 상면이 처음에는 수평선과 60도 가까이, 마지막에는 30도가 됨). 강하 높이는 제어되지 않은 재료의 텀블링 없이 적절한 혼합이 이루어질 수 있도록 선택할 수 있다.
- [0069] 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치에 경사진 바닥이 있다.
- [0070] 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치에 내장형 배플이 있다.
- [0071] 1차 처리 장치의 횡이송 장치
- [0072] 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치에 횡이송 장치가 포함되어 있다. 동 구현에서, 횡이송 장치에 1개 이상의 횡이송부가 있다. 각각의 횡이송부에는 가동부와 유도부 또는 정렬부(또는 정렬 장치)가 포함되어 있다. 당해 기술분야의 기술인은 적합한 유도연결부를 가동부에 장착할 수 있음을 쉽게 이해할 것이다.
- [0073] 가동부는 선반/플랫폼, 푸셔 램 또는 캐리어 램, 플라우, 나사부, 그레이트, 컨베이어, 벨트 등의 다양한 설정을 취할 수 있다. 램에는 단일 램 또는 멀티핑거 램이 포함될 수 있다.
- [0074] 본 발명의 한 구현에서, 램은 매 스트로크마다 완전히 후퇴할 수 있는 쇼트 램이다.
- [0075] 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치는 단일 램 또는 멀티핑거 램을 사용할 수 있도록 설정되어 있다.
- [0076] 본 발명의 한 구현에서, 램이 작동할 때 가스 흐름에의 간섭이 최소화되어야 할 경우 멀티핑거 램이 사용된다.
- [0077] 멀티핑거 램 설계에서, 멀티핑거 램은 일체형 구조가 될 수도 있고 램 핑거가 램 보디에 부착된 구조가 될 수도 있으며, 선택적으로 각각의 램 핑거는 그 위치에 따라 폭이 서로 다르다. 멀티핑거 램 설계에서 핑거와 핑거 사이의 간격은 반응물질의 입자상 물질이 끼지 않도록 정한다.
- [0078] 본 발명의 한 구현에서, 각 핑거의 폭은 약 2인치-약 3인치, 두께는 약 0.5인치-약 1인치이며 핑거와 핑거 사이의 간격은 약 0.5인치-약 2인치이다.
- [0079] 본 발명의 한 구현에서, 가동부는 'T자형'이다.
- [0080] 장치가 고온에서 작동하는 몇몇 구현에서, 선택적으로 가동부에 냉각 장치를 장착할 수 있다. 냉각 장치는 외장형일 수도 있고 가동부 내에 내장될 수도 있다. 램 또는 선반이 사용되는 한 구현에서, 램 또는 선반 내에 냉각 장치를 장치할 수 있다. 이러한 냉각 장치는 챔버 외부에서 램 또는 선반 내부로 순환되는 유체(공기 또는 냉각수)에 의해 작동할 수 있다.
- [0081] 본 발명의 한 구현에서, 가동부에는 플라우가 후퇴할 때 접힐 수 있는 폴딩 암(folding arm)이 있는 플라우가 포함되어 있다.
- [0082] 본 발명의 한 구현에서, 가동부에는 컨베이어가 포함되어 있다. 본 발명의 한 구현에서, 가동부에는 벨트 또는

날개 달린 체인 컨베이어가 포함되어 있다.

- [0083] 본 발명의 한 구현에서, 일련의 기어가 사용된다. 도 25, 26, 27 및 28에 나타냈듯, 기어식 횡이송 장치는 고온의 반응 구역으로부터의 단열재 역할을 하는 얇은 고형 잔류물 층 위로 재료가 이송되게 한다. 기어가 시계 방향으로 작동할 경우, 재료가 전방으로 추진된다. 기어가 시계 반대 방향으로 작동할 경우에는 재료가 후방으로 추진되어 챔버 바닥에서 낙하하고, 중력 및 관성에 의해 전방 및 후방으로 이송된다.
- [0084] 소량의 재/탄화물이 밑으로 낙하할 수 있다(슬롯 주변의 바닥을 약간 높임으로써 최소화됨). 선택적으로, 이 재/탄화물을 수집하여 1차 처리 장치에 재투입함으로써(예를 들어 나사를 사용하여) 재층의 단열을 유지할 수 있다(재가 뜨거울 경우에는 공기와의 접촉을 피해야 함).
- [0085] 본 발명의 한 구현에서, 가동부의 구동 구성요소는 외장되어 있으며, 선택적으로 그리스 없는 베어링을 사용할 수 있다.
- [0086] 가동부는 고온에서의 사용에 적합한 재료로 제작되어 있다. 이러한 재료는 당해 기술 분야의 기술인에게 잘 알려져 있으며 스테인리스 스틸, 연강, 부분적 또는 전체적으로 내화재로 보강된 연강 등이 이에 포함될 수 있다. 가동부는 선택적으로 주조 또는 일체형 건조물이 될 수 있다. 선택적으로, 가동부는 다양한 크기 및 형태의 응집물이 효과적으로 이송될 수 있도록 그 크기가 설정된다.
- [0087] 가동부의 유도부는 1차 처리 장치의 내부에 장착되거나 내장될 수 있다. 또는, 유도부는 1차 처리 장치 외부에 장착되거나 외장될 수도 있다.
- [0088] 유도부가 내부에 장착되어 있거나 내장되어 있는 구현에서, 횡이송 장치는 재밍 또는 파편 걸림이 방지되도록 설계할 수 있다.
- [0089] 유도부가 1차 처리 장치의 외부에 장착되어 있거나 외장되어 있는 구현에서, 1차 처리 장치에는 가동부가 1차 처리 장치에 들어갈 수 있는 최소 1개의 밀폐 가능한 구멍이 포함되어 있다.
- [0090] 유도부에는 1차 처리 장치의 측벽에 위치한 1개 이상의 유도 통로, 유도 트랙 또는 레일, 유도 홈통, 유도 체인 등이 포함될 수 있다.
- [0091] 선택적으로, 유도결합부에는 유도부와 결합되어 가동할 수 있는 크기의 1개 이상의 휠 또는 롤러가 포함될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 유도결합부는 유도 트랙을 따라 슬라이딩하도록 조정된 슈가 포함된 슬라이딩부이다. 선택적으로, 이 슈에는 최소 1개의 교체 가능한 마모 패드가 포함되어 있다.
- [0092] 본 발명의 한 구현에서, 유도결합부는 가동부의 일부일 수 있다. 예를 들어, 가동부의 표면을 유도부와 연결되도록 특징적으로 조정할 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치의 바닥에는 트랙이 포함되어 있으며, 1차 처리 장치의 바닥에 접한 가동부는 트랙과 맞물리도록 특정 형태를 취하고 있다.
- [0093] 본 발명의 한 구현에서, 가동부의 횡적 위치는 가동부가 1차 처리 장치에 들어가는 지점에만 설정되며, 정렬부는 가동부가 항상 각을 이루고 정렬되어 있게 함으로써 복잡하고 정확한 유도 장치의 필요를 없앤다.
- [0094] 본 발명의 한 구현에서, 정렬부는 공통 축에 의해 동시에 작동하는 2개의 체인이다. 선택적으로, 이 2개의 체인은 적절한 정렬을 위해 각각 개별적으로 조정할 수 있다.
- [0095] 본 발명의 한 구현에서, 횡이송 장치는 재료의 대부분이 선반/플랫폼 위에 얹혀 1차 처리 장치를 통과하는 이동 선반/플랫폼이 될 수 있다. 재료의 일부는 이동 선반/플랫폼의 가장자리에 의해 추진될 수도 있다.
- [0096] 본 발명의 한 구현에서, 횡이송 장치는 재료의 대부분이 캐리어 램 위에 얹혀 1차 처리 장치를 통과하는 캐리어 램이 될 수 있다. 재료의 일부는 캐리어 램의 가장자리에 의해 추진될 수도 있다.
- [0097] 본 발명의 한 구현에서, 횡이송 장치는 재료의 대부분이 1차 처리 장치를 통과하는 푸셔 램이 될 수 있다. 선택적으로, 램 높이는 이송되는 재료의 깊이와 사실상 동일하다.
- [0098] 본 발명의 한 구현에서, 횡이송 장치는 일련의 컨베이어 나사가 될 수 있다. 선택적으로, 컨베이어 나사는 1차 처리 장치의 바닥에 배치하여 재료가 공기 유입을 방해하지 않고 이송되도록 설정할 수 있다.
- [0099] 본 발명의 한 구현에서, 횡이송 장치는 이동식 그레이트이다.
- [0100] 횡이송 장치를 추진하는 동력은 1개 이상의 모터 및 구동 장치에 의해 공급될 수 있으며 1개 이상의 액추에이터에 의해 제어된다.

- [0101] 선택적으로, 각각의 횡이송부는 전용 모터에 의해 동력을 공급받고 각각 별도의 액추에이터가 있을 수 있으며, 1개 이상의 횡이송부가 단일 모터 및 공용 액추에이터에 의해 동력을 공급받을 수도 있다.
- [0102] 횡이송 장치의 추진에는 횡이송 장치를 정확하게 제어할 수 있는, 당해 기술분야에 알려져 있는 다양한 제어 가능 모터 또는 기계적 회전 장치를 사용할 수 있다. 그 예는 전동기, 합성가스 또는 기타 가스로 작동하는 모터, 증기 모터, 휘발유 모터, 디젤 모터, 마이크로 터빈 등이다.
- [0103] 본 발명의 한 구현에서, 모터는 출력축이 순회전 및 역회전하는 가변속 전동기이다. 선택적으로, 모터와 모터 출력축 사이에 슬립 클러치를 장치할 수 있다. 모터에는 추가적으로 기어박스가 포함되어 있다.
- [0104] 횡이송 장치의 가동은 예를 들어 유압식 장치, 유압식 램, 체인 및 스프로킷 구동기, 랙-피니언 구동기 등의 적합한 구동 장치에 의해 이루어질 수 있다. 모터의 회전 운동을 직선 운동으로 전환하는 이러한 방법은 장치의 양 측면에서 동시에 사용함으로써 장치의 정렬을 유지하여 장치의 재밍 가능성을 최소화할 수 있다는 장점이 있다.
- [0105] 본 발명의 한 구현에서, 램당 2개의 체인을 사용함으로써 정밀한 유도부를 사용하지 않고도 램의 각도를 유지할 수 있다.
- [0106] 본 발명의 한 구현에서, 횡이송 장치에 1개 이상의 공압식 피스톤이 포함되어 있다.
- [0107] 본 발명의 한 구현에서, 횡이송 장치에 1개 이상의 유압식 피스톤이 포함되어 있다
- [0108] 선택적으로, 횡이송부의 외장 부분 또는 구성요소는 밀폐되지 않았거나, 부분적으로 밀폐되었거나, 완전히 밀폐된 인클로저 또는 케이싱에 들어 있다. 인클로저에는 추가적으로 유지관리가 가능한 착탈식 뚜껑이 포함될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 인클로저는 내부 압력이 1차 처리 장치의 내부보다 더 높을 수 있다. 예를 들어, 질소를 사용하여 내부 압력을 더 높일 수 있다.
- [0109] 1차 처리 장치의 가열 장치
- [0110] 가스화 공정에는 열이 필요하다. 가열은 공급원료의 부분적 산화에 의해 직접적으로, 또는 당해 기술분야에 알려져 있는 1종 이상의 열원을 사용하여 간접적으로 발생할 수 있다.
- [0111] 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치는 1종 이상의 열원이 포함되어 있거나 1종 이상의 열원과 작동 연결되어 있다. 당해 기술분야에는 열풍원, 증기원, 플라즈마원, 전열기 등 여러 가지 적합한 열원이 알려져 있다. 열은 예를 들어 1차 처리 장치의 바닥 또는 하부 등 1개 이상의 규정된 구역이나 1차 처리 장치 전체에 공급될 수 있다. 열원의 위치 설정은 1차 처리 장치 내에서 발생하는 공정의 최적화를 지원할 수 있다. 예를 들어, 건조 구역에 열이 공급되도록 열원의 위치를 설정함으로써 건조 공정의 최적화를 지원할 수 있다.
- [0112] 본 발명의 한 구현에서, 열원은 순환 열풍이 될 수 있다. 열풍은 예를 들어 공기통, 공기 가열기, 열교환기 또는 열회수기 등, 당해 기술분야에 알려져 있는 장치로부터 공급될 수 있다.
- [0113] 본 발명의 한 구현에서, 독립적인 공기 공급 및 분산 장치에 의해 각 층에 열풍이 공급된다. 선택적으로, 열풍은 수평적으로, 수직적으로, 또는 이 둘이 결합된 방식으로 공급될 수 있다. 적합한 공기 공급 및 분산 장치는 각 계단층 바닥의 천공을 통하거나 각 계단층에 배치된 독립 제어 분사기를 통해 열풍을 공급하는 각각 별개의 공기통 등으로서 당해 기술분야에 알려져 있다.
- [0114] 본 발명의 한 구현에서, 각 바닥층에는 각 계단의 길이와 일치하는 1개 이상의 홈이 있다. 이 홈은 열풍관 또는 증기관이 수용될 수 있는 크기이다. 선택적으로, 이 열풍관 또는 증기관은 열풍 또는 증기가 계단을 따라 균일하게 배급되도록 하기 위해 아래쪽의 3분의 1 내지 절반이 천공되어 있다. 또는, 공기분사기 도관의 위쪽을 천공할 수도 있다.
- [0115] 본 발명의 한 구현에서, 천공 구멍의 수는 재료 내의 열순환을 촉진하도록 설정되어 있다.
- [0116] 본 발명의 한 구현에서, 구조성형 삽입물에 공기 유동 장치가 내장되어 있다.
- [0117] 각 계단이 구조성형물인 몇몇 구현에서, 계단에 플리넘이 내장될 수 있다. 플리넘에 공급되는 공기는 헤더 공간에 열풍을 공급하는 열풍 공급 장치에 의해 공급될 수 있다.
- [0118] 선택적으로, 공기 공급에 복수의 플리넘을 사용하여 여러 위치를 통해 서로 다른 양의 공기가 주입되게 함으로써 균일하고 제어된 공기 배급을 이룰 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 각 계단마다 최소 3개 이상의 플리넘이

장치되어 있다.

- [0119] 본 발명의 한 구현에서, 사전 설정된(그리고 다양한) 유속에 따라, 그리고 램의 운동 거리로부터 충분히 떨어져 있고 기타 물체에 의한 방해가 발생하지 않는 분사 투과심도에 따라 공기를 주입함으로써 유동화 현상 없이 균일한/중단되지 않는/방해되지 않는 공기 배급이 이루어진다.
- [0120] 직경이 다양한 노즐을 통한 저유동, 중유동 및 고유동은 저투과, 중투과 및 고투과가 이루어지게 함으로써 공기가 폐기물 구역에 보다 균일하게 공급되도록 한다.
- [0121] 본 발명의 한 구현에서, 열풍은 습한 열풍일 수 있다.
- [0122] 본 발명의 한 구현에서, 열원은 순환 열사(熱沙)일 수 있다.
- [0123] 본 발명의 한 구현에서, 열원은 전열기 또는 전열부일 수 있다.
- [0124] 본 발명의 한 구현에서, 열풍은 공기통을 통해 공급된다. 본 발명의 한 구현에서, 재순환된 고온 합성가스는 공기통을 통해 공급된다. 선택적으로, 공기통은 일체형 구조성형물이다.
- [0125] 본 발명의 한 구현에서, 공기통은 변형을 억제하기 위해 각각 분리된 초고강도의 강철통으로 만들어져 있으며, 유동이 중단되거나 방해되지 않는 구역에서만 열풍을 주입한다.
- [0126] 본 발명의 한 구현에서, 열풍 주입구는 돌출 주입 포트를 사용하여 챔버 바닥에서 약간 위쪽에 장치되어 있다.
- [0127] 1차 처리 장치의 공정 첨가물 투입구
- [0128] 선택적으로, 1차 처리 장치에 각종 공정 첨가물을 첨가하여 공급원료의 배출 가스로의 효율적인 전환을 촉진할 수 있다. 첨가물 투입구의 배치는 1차 처리 장치 내에서 발생하는 공정의 최적화를 지원할 수 있다. 예를 들어, 휘발 구역에 증기 또는 공기가 공급되도록 첨가물 투입구를 배치함으로써 휘발 공정의 최적화를 지원할 수 있다.
- [0129] 예를 들어, 증기 주입구를 사용하여 유리 산소 및 수소가 충분히 공급되도록 함으로써 투입 공급원료 중의 분해된 성분이 배출 가스 및 비유해 화합물로 전환되는 것을 극대화할 수 있다. 예를 들어, 공기 주입구를 사용하여 처리 화학 작용의 균형을 지원함으로써 연료 가스로의 2차 처리를 극대화(유리 탄소의 최소화)하고 처리 온도를 유지하는 한편 열 공급 비용을 최소화할 수 있다.
- [0130] 선택적으로, 기타 각종 첨가물을 사용하여 가스 배출을 개선할 수 있다.
- [0131] 본 발명의 한 구현에서, 장치 내에 존재하는 산소의 양이 제한되도록 하기 위해 공정 첨가물의 첨가가 제어된다. 산소가 희박한 환경을 조성함으로써 바람직하지 않은 디옥신 및 푸란의 형성을 방지할 수 있다.
- [0132] 따라서 1차 처리 장치에는 1개 이상의 공정 첨가물 투입구가 포함될 수 있다. 여기에는 증기 주입구 및 공기 주입구가 포함된다. 예를 들어, 증기 주입구는 고온 구역에 증기가 주입되도록 배치할 수 있다. 예를 들어, 공기 주입구는 공정 첨가물이 처리 구역에 전면적으로 투입되도록 1차 처리 장치 내부 및 주변에 배치할 수 있다.
- [0133] 본 발명의 한 구현에서, 공정 첨가물 투입구는 1차 처리 장치의 바닥 가까이 배치되어 있다.
- [0134] 본 발명의 한 구현에서, 바닥 가까이 배치된 공정 첨가물 투입구는 내화 바닥에 장치된 하프파이프 공기분사기이다. 이러한 공기분사기는 교체, 수리 또는 개조를 용이하게 하는 한편 반응물질의 황이송에 대한 간섭을 최소화하도록 설계할 수 있다. 공기분사기의 공기 구멍의 수, 직경 및 위치는 장치의 요건 또는 황이송 장치의 설계에 따라 달라질 수 있다.
- [0135] 본 발명의 한 구현에서, 공정 첨가물 투입구는 1차 처리 장치의 바닥에 배치되어 있다. 이러한 공정 첨가물 투입구는 미세한 입자상 물질에 의한 막힘이 최소화되도록 설계되어 있거나 막힘을 방지하는 장치가 장착되어 있다. 선택적으로, 공정 첨가물 투입구에는 공정 첨가물이 유입될 수 있는 복수의 일정 유형의 구멍이 포함될 수 있다. 장치의 요건 또는 황이송 장치의 설계에 따라 다양한 유형의 구멍이 사용될 수 있다. 공기 구멍의 유형을 선택할 때, 재료의 층을 유동화할 수 있는 고유속을 피하고, 공기가 내화 벽을 따라 유동하지 않도록 공기 구멍이 1차 처리 장치의 벽과 단부에 너무 근접하지 않게 하고, 적절한 유동이 이루어지도록 구멍 간 간격이 공급원료 입자의 명목 치수(2")를 초과하지 않게 하는 등의 요소를 고려해야 한다.
- [0136] 본 발명의 한 구현에서, 공기 구멍의 유형은 황이송 장치의 작동이 공기 구멍을 통한 공기의 유동을 방해하지 않도록 설정되어 있다.

- [0137] 멀티펍거 램이 사용되는 본 발명의 한 구현에서, 공기 구멍의 유형은 구멍이 가열되었을 때 펍거와 펍거 사이 (간격)에 위치하여 서로 편차를 두고 화살표 형태로 배열되어 있다. 또는, 공기의 균일한 배급이 최대화되도록 (즉, 바닥에서 공기가 전혀 유입되지 않는 부분이 최소화되도록) 하기 위해 일부 구멍은 열려 있고 일부 구멍은 닫혀 있는 절충형이 될 수도 있다.
- [0138] 본 발명의 한 구현에서, 공기 구멍의 유형은 재료의 형이송에 대한 저항 또는 방해가 최소한으로 유지되면서 넓은 표면적 위로 공정 첨가물이 균일하게 배급되도록 촉진한다.
- [0139] 본 발명의 한 구현에서, 공정 첨가물 투입구는 분산된 저유속 첨가물을 공급한다.
- [0140] 열풍을 사용하여 챔버를 가열하는 구현에서, 선택적으로 추가적인 공기/산소 주입구가 장치될 수 있다.
- [0141] 모듈형 형이송 장치
- [0142] 모듈형 형이송 장치에는 1개 이상의 모듈이 포함되어 있으며, 각 모듈은 반응물질이 1차 처리 장치를 통과하도록 이송할 뿐만 아니라 처리 가스를 공급하는 기능을 가지고 있다. 이 모듈형 설계는 운전자가 장치에 속한 모듈을 제거 및 교체할 수 있도록 하므로, 챔버를 수리하는 동안의 불가피한 다운타임을 실질적으로 최소화해준다.
- [0143] 각 모듈은 1차 처리 장치와 호환되도록 설정되어 있다. 따라서 동 장치에는 모듈의 배치를 위한 1개 이상의 삽입 지점이 포함되어 있으며, 각 삽입 지점은 모듈이 소기의 기능을 수행하게 하는 장치 및 공급 장치와의 작동 연결을 모듈에 제공하도록 설정된 작동 결합 장치와 맞물려 있다. 예를 들어, 동 작동 결합 장치에는 동력 공급 연결부, 공정 첨가물 공급 연결부, 공기 공급 연결부, 증기 공급 연결부, 제어 장치 연결부, 합성가스 공급 연결부 등 중 1개 또는 복수의 연결부가 조합된 것이 포함될 수 있다. 본 발명의 구현에서, 1차 처리 장치의 각 삽입 지점은 특정 방식의 연결부 조합을 제공하도록 설정할 수 있으며, 이는 해당 삽입 지점에 삽입되는 장치 및 모듈의 작동 방식에 따라 결정될 수 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 1개의 삽입 지점에 각종 연결부가 모두 제공되며, 각 연결부의 사용은 해당 삽입 위치에 삽입되는 모듈의 설정에 따라 결정될 수 있다.
- [0144] 전술한 바와 같이, 각 모듈은 1차 처리 장치를 통해 반응물질을 이송시키는 동시에 처리 가스를 공급하도록 설정되어 있다. 따라서 각 모듈에는 1차 위치에서 2차 위치로(또는 2차 위치를 향해) 반응물질을 이송하도록 설정된 모듈형 형이송 장치가 포함되어 있다. 또한 각 모듈에는 1개 이상의 모듈형 처리 가스 공급 장치가 포함되어 있으며, 동 처리 가스 공급 장치는 적어도 부분적으로 처리 가스를 재료에 공급하도록 설정되어 있다. 처리 가스는 예를 들어 공기, 공정 첨가물 가스, 증기, 합성가스 등이 될 수 있다.
- [0145] 본 발명의 구현에서, 각 모듈에는 또한 모듈형 형이송 장치 및 모듈형 처리 가스 공급 장치를 지원하도록 설정된 모듈 지원 장치가 포함되어 있다. 동 지원 장치에는 모듈과 작동 연결되는 1차 처리 장치와의 상호연결을 위한 장치가 추가적으로 포함될 수 있다. 예를 들어, 상호연결을 위한 장치는 구조적 형태에 따라 설정할 수 있으며, 이때 동 장치는 1차 처리 장치의 삽입 지점의 설정과 실질적으로 일치하도록 설정된다. 또 다른 예에서, 동 상호연결 장치는 삽입 지점과 관련하여 해당 지점에 설치될 경우 모듈의 위치를 강제로 유지시키도록 설정된 차단 또는 보류 장치를 제공하도록 설정할 수 있다.
- [0146] 본 발명의 몇몇 구현에서는 1차 처리 장치의 특정 삽입 지점에 모듈이 삽입되면 장치와 연결된 작동 결합 장치와 모듈이 실질적으로 자동으로 상호연결된다. 예를 들어, 동 작동 결합 장치는 모듈이 삽입되면 1개 이상의 동력 공급 장치, 처리 가스 공급 장치 또는 기타 장치가 실질적으로 자동으로 정렬되도록 설정할 수 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 장치의 작동 결합 장치와 모듈 사이의 상호연결에 능동적인 결합이 필요하다. 예를 들어, 능동적 결합은 서로 맞물리는 파이프 또는 전기 연결 장치의 연결에 의해 이루어질 수 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 1차 처리 장치의 작동 결합 장치와 모듈 사이의 상호연결이 자동 결합 및 능동 결합에 의해 이루어진다.
- [0147] 본 발명의 구현에서, 1차 처리 장치 내에서의 반응물질의 형이송과 공기 및 기타 공정 첨가물의 공급이 이루어지도록 모듈이 설정된다. 본 발명의 구현에서, 모듈이 1차 처리 장치의 벽에 삽입되도록 특정적으로 설정된 다기능 ‘카트리지’로 설정된다. 선택적으로는, 동 카트리지가 신속하게 교체될 수 있도록 설정되며 열풍 공급 장치, 공정 첨가물 공급 장치, 동력 공급 장치, 제어 장치 등의 장치 또는 시스템 구성요소에 카트리지 구성요소가 신속하게 연결되도록 하는 장치가 포함된다.
- [0148] 본 발명의 몇몇 구현에서는 모듈형 형이송 장치와 더불어 공기를 공급하도록 설정된 1개 이상의 처리 가스 공급 장치가 모듈에 포함되어 있다. 이 구현에서는 처리 가스 공급 장치가 1개 이상의 공기통으로 설정된다. 본 발명

의 몇몇 구현에서는 모듈형 황이송 장치와 더불어 1종 이상의 공정 첨가물을 공급하도록 설정된 처리 가스 공급 장치가 모듈에 포함되어 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 모듈형 황이송 장치와 더불어 1종 이상의 공정 첨가물 및 공기를 공급하도록 설정된 처리 가스 공급 장치가 모듈에 포함되어 있다.

- [0149] 본 발명의 구현에서, 1차 처리 장치의 벽은 모듈의 삽입을 위해 장치의 벽에 설치된 슬롯 또는 구멍으로 설정된 삽입 지점에서 각 모듈을 수용하도록 개조된다. 본 발명의 구현에서, 2개 이상의 모듈이 삽입되어야 할 경우, 1차 처리 장치의 벽에 복수의 슬롯 또는 구멍이 포함될 수 있다. 선택적으로, 처리 장치의 벽의 각 슬롯 또는 구멍은 2개 이상의 모듈을 수용하도록 설정할 수도 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서, 인접한 카트리지가 장치의 반대편에 삽입되도록 1차 처리 장치가 설정되어 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 장치의 벽 내의 슬롯 또는 구멍에 모듈이 삽입되어야 할 필요가 없을 경우, 장치의 벽 내의 해당 슬롯을 밀폐하는 마개 또는 기타 수단이 사용될 수 있다.
- [0150] 본 발명의 구현에서, 1개 이상의 모듈은 설치와 동시에 적어도 1차 처리 장치의 바닥의 일부를 형성한다. 바닥이 계단식 바닥으로 설정된 본 발명의 몇몇 구현에서는 각 모듈이 계단식 바닥의 1개 계단이 되도록 설정되고 방향이 조정된다.
- [0151] 본 발명의 몇몇 구현에서는 카트리지로 설정된 각 모듈이 설치되면 각 카트리지의 일부만 1차 처리 장치 내부에 노출되도록 바로 위에 있는 카트리지에 의해 부분적으로 가려진다. 맨 위의 카트리가 삽입되는 슬롯은 카트리지의 일부만 장치 내부에 노출되도록 특징적으로 설정된다. 카트리가 설치되면 계단식 바닥을 형성하며, 선택적으로는 경사진 계단식 바닥을 형성하여 반응물질의 이동을 촉진하는 한편 처리되지 않은 물질이 이리저리 굴러다니는 것을 적어도 부분적으로 억제한다.
- [0152] 본 발명의 구현에서, 모듈과 모듈 사이 또는 모듈과 1차 처리 장치 사이에 밀폐 장치가 장치될 수 있으며, 이 밀폐 장치는 물질 및 가스가 장치에 유입되거나, 장치 밖으로 배출되거나, 모듈에서 모듈로 유입되는 것을 방지하도록 설정된다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 내열 실리콘, 내열 개스킷, 기타 적합한 밀폐 장치 등의 내열 밀폐재를 사용하여 모듈을 밀폐할 수 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 모듈을 제거하거나 새 모듈 또는 수리된 모듈을 삽입하는 것을 용이하게 하기 위해 1가지 이상의 모듈 밀폐 방법이 선택된다.
- [0153] 본 발명의 몇몇 구현에서는 모듈이 볼트, 나사 등 1개 이상의 다양한 파스너에 의해 가역적으로 고정된다. 선택적으로는, 마찰로 인하여 모듈을 1차 처리 장치의 벽 내의 원하는 지점에 고정할 수도 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 1차 처리 장치의 벽과 연결된 삽입 지점에 1개 이상의 삽입/위치 조정 수단, 연결판 및 밀폐재가 포함될 수 있다.
- [0154] 본 발명의 몇몇 구현에서는 1차 처리 장치가 단일 형태의 모듈 또는 다양한 형태의 복수의 모듈을 수용하도록 설정할 수 있다. 모듈은 크기와 설정이 다양할 수 있으며, 1차 처리 장치 내에서의 소기의 용도 및 위치, 또는 장치 자체의 설정에 적합하도록 조정할 수 있다.
- [0155] 본 발명의 구현에서, 1차 처리 장치 내에서 재료의 황이송이 이루어지도록 하고 공기 및 1종 이상의 기타 공정 첨가물을 공급하도록 모듈을 설정할 수 있다. 이러한 구현에서는 모듈의 구조를 형성하는 동시에 황이송 장치와 공기 및 공정 첨가물 공급 장치를 지지하도록 설정된 지지 틀 또는 장치가 추가적으로 포함되어 있다. 모듈에는 카트리지를 장치의 벽에 설치하여 고정하거나 단열부를 설치하는 것을 용이하게 하는 밀폐 장치 및 연결 장치가 추가적으로 포함될 수도 있다.
- [0156] 본 발명의 구현에서, 모듈의 지지 틀은 연강, 고탄소강, 열처리강, 합금, 기타 작동 환경에 대해 적어도 부분적으로 내성이 있는 재료 등 다양한 재료로 제작할 수 있다. 또한 지지 틀은 설치 및 제거 과정에서 사용되는 도구를 위한 노치 또는 장착부를 갖게 함으로써 설치 및 제거를 용이하게 하도록 설정할 수도 있다.
- [0157] 본 발명의 몇몇 구현에서는 모듈과 연결된 황이송 장치가 모듈 기반부의 상단 위로 움직이도록 설정되어 있다. 이 구현에서는 공기 및 공정 첨가물이 모듈의 기반부에서 유입되거나, 모듈의 기반부가 처리 가스 공급 장치의 일부가 되는 재료 더미의 하단에서 유입될 수 있다. 따라서 처리 가스 공급 장치는 처리 가스 공급 장치의 기능을 할 뿐만 아니라, 장치 내부에 노출된 처리 가스 공급 장치의 표면(즉 공급 표면)을 따라 황이송 장치에 의해 반응물질이 이동하는 반응물질 더미 지지물 또는 장치 바닥의 기능을 한다. 본 발명의 몇몇 구현에서, 처리 가스 공급 표면은 처리 가스 공급 장치의 상단면이며, 처리 가스 공급 장치의 공급 표면은 측면, 단면, 경사단면 등이 될 수 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서, 처리 가스 공급 장치의 설정은 적어도 부분적으로 모듈의 황이송 장치의 설정에 의해 결정된다.
- [0158] 본 발명의 몇몇 구현에서, 각 카트리지에 지지부/연결부 및 기능부가 포함되어 있다. 지지부/연결부에는 1차 처

리 장치 외피와 밀폐 연결되도록 특정적으로 설정된 1개 이상의 연결판과 모듈 구조물이 포함되어 있다. 열손실과 연결판으로의 열전달을 억제하기 위해 모듈 구조물과 연결판 사이에 내화 구조물을 설치할 수도 있다. 모듈을 삽입하고 나면 적합한 파스너를 사용하여 고정할 수 있다. 모듈 구조물에는 모듈이 1차 처리 장치의 벽에 정확히 삽입되도록 하는 정렬 가이드와 모듈의 삽입 및 제거를 용이하게 하기 위해 도구를 삽입할 수 있는 노치가 포함되어 있다.

[0159] 모듈형 횡이송 장치

[0160] 각 모듈에는 반응물질을 1차 위치에서 2차 위치로 이송하도록 설정된 모듈형 횡이송 장치가 포함되어 있다. 본 발명의 구현에서, 모듈형 횡이송 장치에는 1개 이상의 가동부와 1개 이상의 구동부가 포함되어 있다. 횡이송 장치에는 선택적으로 1개 이상의 가동부의 가동을 유도하는 유도부 또는 정렬부가 포함되어 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 유도부와 맞물리도록 설정되어 실질적으로 유도부와 가동 가능한 상호연결을 제공하고, 그럼으로써 1개 이상의 가동부가 원하는 방향으로 유지되도록 하는 한편 원하는 가동 각도를 가능하게 하는 2개 이상의 유도결합부가 모듈형 횡이송 장치에 포함되어 있다.

[0161] 본 발명의 몇몇 구현에서는 횡이송 장치의 1개 이상의 가동부가 처리 가스 공급 장치의 공급 표면을 따라 이동하도록 횡이송 장치와 처리 가스 공급 장치가 설정되어 있다. 이러한 구현에서는 1개 이상의 가동부에 선반/플랫폼, 푸셔 램, 캐리어 램, 플라우 등이 포함될 수 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 1개 이상의 가동부가 단일 램 또는 멀티핑거 램으로 설정될 수 있다.

[0162] 본 발명의 몇몇 구현에서, 가동부는 램으로 설정되며, 더 나아가 매 스트로크마다 완전히 후퇴하도록 설정될 수 있는 쇼트 램으로 설정된다. 멀티핑거 램 설계로 설정된 1개 이상의 가동부가 포함된 본 발명의 몇몇 구현에서, 멀티핑거 램은 통합적 구조물이 되거나, 램 핑거가 램 보디에 부착되어 있고 선택적으로 각각의 램 핑거가 위치에 따라 그 폭이 서로 다른 구조물이 될 수 있다.

[0163] 멀티핑거 램으로 설정된 가동부가 포함된 본 발명의 몇몇 구현에서는 멀티핑거 램의 각 멀티핑거 사이에 분리 간격이 있다. 이 분리 간격은 1차 처리 장치가 작동하는 중에 각각의 멀티핑거가 확장될 수 있도록 설정할 수 있다. 예를 들어, 적어도 부분적으로 1차 처리 장치의 최고 가동 온도에 따라 분리 간격이 결정될 수 있다.

[0164] 본 발명의 몇몇 구현에서, 가동부는 ‘T형’ 가동부로 설정되어 있다.

[0165] 본 발명의 몇몇 구현에서, 모듈의 횡이송 장치와 처리 가스 공급 장치는 가동부가 처리 가스 공급 장치의 공급 표면 내에 삽입 또는 내장되도록 설정되어 있다. 이러한 구현에서, 1개 이상의 가동부는 나사부, 1개 이상의 휠부, 컨베이어부 등으로 설정될 수 있다.

[0166] 본 발명의 구현에서, 1개 이상의 가동부는 고온에서의 사용에 적합한 재료로 제작되어 있다. 이러한 재료는 당해 기술 분야의 기술인에게 잘 알려져 있으며 스테인리스 스틸, 연강, 부분적 또는 전체적으로 내화재로 보강된 연강 등이 이에 포함될 수 있다. 1개 이상의 가동부는 선택적으로 주물 또는 일체형 건조물이 될 수 있다. 선택적으로, 1개 이상의 가동부는 다양한 크기 및 형태의 응집물이 효과적으로 이동될 수 있도록 그 크기가 조정되고 설정된다. 예를 들어, 반응물질의 형태 및 성질이 변할 경우, 1개 이상의 가동부는 그러한 변화와 상관 없이 반응물질을 이송하도록 설정된다.

[0167] 본 발명의 몇몇 구현에서는 모듈형 횡이송 장치에 1차 처리 장치 내부에 노출되도록 위치가 설정된 1개 이상의 유도부가 포함되어 있다. 이러한 구현에서, 1개 이상의 유도부는 적어도 부분적으로 1차 처리 장치의 내부로부터 단절되어 있도록 위치가 설정되어 있다.

[0168] 유도부가 1차 처리 장치 내부에 노출되어 있는 구현에서, 횡이송 장치는 제밍 또는 파편 걸림이 방지되도록 설계할 수 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서, 유도부는 카트리지 측면에 위치한 1개 이상의 유도 통로, 1개 이상의 유도 트랙 또는 1개 이상의 레일, 1개 이상의 유도 홈통, 1개 이상의 유도 체인 등으로 설정될 수 있다.

[0169] 본 발명의 몇몇 구현에서는 1개 이상의 유도부와 결합되어 가동하도록 설정된 1개 이상의 유도결합부가 모듈형 횡이송 장치에 포함되어 있다. 1개 이상의 유도결합부에는 선택적으로 유도부와 결합되어 가동할 수 있는 크기의 1개 이상의 휠 또는 물러가 포함되어 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서, 유도결합부는 유도 트랙을 따라 슬라이딩하도록 조정된 슈가 포함된 슬라이딩부이다.

[0170] 본 발명의 몇몇 구현에서, 1개 이상의 유도결합부는 가동부의 일부가 되거나 가동부와 일체가 될 수 있다. 예를 들어, 가동부의 표면을 1개 이상의 유도부와 맞물리도록 특정적으로 조정할 수 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 처리 가스 공급 장치의 공급 표면에 트랙이 포함되어 있으며, 공급 표면과 접촉하는 1개 이상의 가동부가 트

랙과 맞물리도록 특징적인 형태를 하고 있다.

- [0171] 본 발명의 구현에서, 모듈의 횡이송 장치에는 멀티핑거 캐리어 램, 연결부 및 구동 장치가 포함되어 있다. 각각의 램 핑거는 핀 볼트 또는 솔더 볼트에 의해 램 보디에 부착되어 있으며, 핀 볼트 또는 솔더 볼트는 실질적으로 각 핑거를 조이지 않도록 설정되어 있다. 램 보디는 가동을 위한 피니언과의 작동 결합을 이루어주는 평행 랙이 포함된 구동연결판과 연결되어 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 왕복운동 중에 랙이 공기통 표면을 실질적으로 급도록 함으로써 클링커의 생성을 억제하기 위해 인접한 램 핑거를 눌러 공기통 표면과 접촉하게 하는 T형 또는 I형 연결부와 각각의 램 핑거가 맞물리도록 설정되어 있다.
- [0172] 본 발명의 몇몇 구현에서는 램 핑거의 단부가 아래쪽으로 구부러져서, 예를 들어 1개 이상의 구성요소의 열팽창 또는 열수축으로 인하여 램과 공기통의 상대적 위치가 바뀔 경우 램 핑거의 단부가 공기통 상단에 닿도록 되어 있다. 램 핑거의 이러한 설정은 공기구가 램에 가려져서 공정에 미치는 악영향을 줄여줄 수도 있다. 이렇게 할 경우 램과 공기통 사이의 간격을 통해 공기가 계속해서 흐르게 된다.
- [0173] 본 발명의 구현에서, 각각의 모듈에는 모듈형 횡이송 장치와 연결된 1개 이상의 가동부의 가동에 필요한 구동 구성요소가 포함되어 있다. 예를 들어, 구동 구성요소에는 체인 구동, 스프로킷 구동, 랙-피니언 구동, 또는 일반적으로 이해할 수 있는 기타 구동 구성요소 설정이 포함될 수 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 구동 구성요소에 1개 이상의 액추에이터, 펌프, 전동기, 또는 구동 구성요소의 작동에 사용되는 기타 장치가 추가적으로 포함되어 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 각 구동 구성요소를 위한 동력이 1차 처리 장치 자체에 의해 공급되며, 이 경우 작동에 필요한 동력은 모듈과 1차 처리 장치의 상호연결 작동이 이루어질 때 공급된다. 선택적으로, 복수의 모듈이 포함되어 있는 설정에서는 각각의 모듈형 횡이송 장치에 필요한 동력이 1개 이상의 선별된 모듈에 의해 공급될 수 있다. 이 방식을 사용할 경우, 작동을 위한 구성요소를 따로 설치할 필요가 없으므로 몇몇 모듈과 관련된 비용이 절감될 수 있다.
- [0174] 본 발명의 구현에서, 1개 이상의 가동부의 가동에 필요한 동력은 유압식 피스톤에 의해 공급된다. 예를 들어, 1개 이상의 가동부를 추진하는 데 필요한 동력은 순방향 또는 역방향을 선택함으로써 1개 이상의 가동부가 원하는 속도로 전진 및 후진할 수 있도록 하는 로터리 액추에이터를 통해 샤프트 상에서 1개 이상의 피니언을 구동시키는 유압식 피스톤에 의해 공급된다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 2개의 피니언이 사용되며, 1개 이상의 가동부와 작동 연결된 평행 랙과 각각 맞물려 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 센서가 1개 이상의 가동부에 관한 위치 정보를 제어 장치에 전송하도록 센서의 위치를 조정할 수 있다.
- [0175] 모듈형 처리 가스 공급 장치
- [0176] 각 모듈은 추가적으로 1개 이상의 모듈형 처리 가스 공급 장치가 포함되어 있으며, 이 처리 가스 공급 장치는 적어도 부분적으로 1차 처리 장치 내의 반응물질에 처리 가스를 공급하도록 설정되어 있다. 예를 들어, 처리 가스는 공기, 공정 첨가 가스, 증기, 합성가스 등이 될 수 있다.
- [0177] 본 발명의 구현에서, 처리 가스는 모듈을 통해, 또는 모듈에 접한 공급 표면에서 1차 처리 장치 내부로 공급된다. 처리 가스 공급 장치는 공용 주입구 또는 전용 주입구를 통해 공기만 공급하거나 공기 및 1종 이상의 공정 첨가물이 배합된 것을 공급하도록 설정할 수 있다.
- [0178] 본 발명의 구현에서, 처리 가스 공급 장치에는 운반 장치가 포함되어 있으며, 이 운반 장치는 공기 및 1종 이상의 공정 첨가물을 분산 공급하거나 보다 집중적으로 공급하도록 설정할 수 있다. 예를 들어, 분산 공급 설정에는 천공되어 있거나 일련의 구멍이 있는 공급 표면이 포함될 수 있다. 공기 및 1종 이상의 공정 첨가물의 보다 집중적인 공급은 1개 이상의 노즐을 사용함으로써 가능하다. 본 발명의 몇몇 구현에서, 공기 및 1종 이상의 공정 첨가물의 주입은 공급 표면에서 약간 위에서 이루어진다. 이러한 공기 및 1종 이상의 공정 첨가물의 공급 위치 설정은 돌출형 주입구를 사용함으로써 가능하다.
- [0179] 본 발명의 몇몇 구현에서, 처리 가스 공급 장치에 접한 공급 표면에는 다수의 구멍이 포함되어 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서, 이 구멍의 수는 재료에 속속들이 열풍이 공급되도록 최적화할 수 있다.
- [0180] 본 발명의 몇몇 구현에서, 단일 모듈에의 공기 공급은 독립적으로 제어하거나, 2개 이상의 모듈과 연결된 공기관을 단일 매니폴드와 연결하여 2개 이상의 모듈에 대한 공기 공급을 의존적으로 제어할 수 있다.
- [0181] 처리 가스 공급 장치에 1개 이상의 노즐이 포함되어 있는 본 발명의 몇몇 구현에서, 노즐은 저유동, 중유동 또는 고유동 노즐로 설정할 수 있다. 이는 노즐의 직경을 조정함으로써 가능하며 공급되는 처리 가스의 저투과, 중투과 또는 고투과가 가능하게 해준다. 이러한 처리 가스 공급 장치 설정은 처리 가스가 반응물질에 보다 균일

하게 공급되도록 할 수 있다.

- [0182] 본 발명의 몇몇 구현에서, 처리 가스 공급 장치와 관련된 구멍은 횡이송 장치의 작동이 구멍을 통과하는 처리 가스에 방해가 되지 않도록 배열되어 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서, 구멍의 유형은 1종 이상의 공정 첨가물 또는 공기가 횡이송 장치에 방해 또는 장애가 되지 않으면서 넓은 표면적 위로 균일하게 배급되도록 촉진한다.
- [0183] 멀티펑거 램이 가동부로 사용되는 본 발명의 몇몇 구현에서, 구멍은 가열되었을 때 구멍이 펑거와 펑거 사이(간격)에 위치하도록 설정되어 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서, 구멍은 구멍과 구멍 사이에 편차를 두고 화살표 형태로 배열할 수 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는, 처리 가스의 균일한 배급이 실질적으로 최대화되도록(즉, 바닥에서 처리 가스가 실질적으로 유입되지 않는 부분이 실질적으로 최소화되도록) 몇몇 구멍은 폐쇄되지 않고 나머지 구멍은 폐쇄되는 식으로, 구멍의 유형이 절충형이 될 수도 있다.
- [0184] 본 발명의 몇몇 구현에서, 처리 가스 주입구는 분산된 저유속 처리 가스를 공급한다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 공정 첨가물 공급을 위한 분산 저유속 주입구가 장치되어 있다.
- [0185] 본 발명의 몇몇 구현에서는 처리 가스 공급 장치에 공기통, 매니폴드 및 배관이 추가적으로 포함되어 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 공기통을 통해 재순환된 고온 합성가스가 공급된다. 선택적으로, 공기통은 일체형 주물 및 성형 삽입물이다. 기능부에는 1개 이상의 공기통 구성요소와 1개 이상의 횡이송 장치 구성요소가 포함되어 있다.
- [0186] 본 발명의 몇몇 구현에서, 공기통 구성요소에는 복수의 소형 공기통 또는 단일 대형 공기통이 포함될 수 있다. 선택적으로, 공기통은 왜곡을 억제하거나, 응력으로 인한 공기통의 고장 또는 좌굴의 위험을 줄이도록 특징적으로 설정된다. 본 발명의 몇몇 구현에서, 각 공기통은 두꺼운 탄소강으로 제작되어 있다. 본 발명의 몇몇 구현에서는 변형을 억제하기 위해 공기통을 각각 분리된 초고강도의 강철통으로 만들 수 있으며, 이 공기통은 유동이 중단되거나 방해되지 않는 구역에서만 열풍을 주입한다.
- [0187] 본 발명의 몇몇 구현에서, 공기통의 천공 상판의 재료는 전체 장치의 내부식 요건을 충족하는 합금이다. 천공된 상판이 비교적 얇을 경우, 예를 들어 휨 또는 좌굴을 방지하기 위해 보강 리브 및 구조적 지지부를 장치할 수 있다.
- [0188] 본 발명의 몇몇 구현에서는 각 공기통의 공기구 또는 천공을 통해 처리 챔버 내 반응물질 더미의 하단으로 공기가 유입된다. 각 모듈에 복수의 공기통이 포함되어 있을 경우, 공기는 연결관의 열풍 연결 플랜지와 연결되는 공기관과 연결된 단일 공기 매니폴드를 통해 각각의 공기통으로 공급된다. 선택적으로, 열풍 연결 플랜지는 열풍 공급과의 신속한 연결을 촉진하도록 조정할 수 있다.
- [0189] 본 발명의 몇몇 구현에서는, 처리 중에 공기구가 막히는 것을 방지하기 위해, 공기구가 제한을 설정함으로써 구멍에서 압력 강하가 발생하도록 공기통의 천공 상판의 공기구 크기가 선택된다. 이 압력 강하는 입자가 구멍을 통과하는 것을 방지하기에 충분할 수 있다. 입자가 구멍에 끼는 것을 방지하기 위해, 구멍이 상면을 향해 바깥쪽으로 점점 가늘어지도록 만들 수 있다. 또한 횡이송 장치의 운동이 구멍을 막는 물질을 배출할 수도 있다.
- [0190] 본 발명의 한 구현에서, 도 93-98에 나타냈듯 설치된 각 카트리지는 각 카트리지의 일부만 챔버 내부에 노출되도록 그 위의 카트리지에 의해 부분적으로 가려진다. 맨 위의 카트리지가 삽입되는 슬롯은 카트리지의 일부만 챔버 내부에 노출되도록 특징적으로 설정된다. 카트리지가 설치되면 계단식 바닥을 형성하며, 선택적으로는 이 바닥이 경사지게 하여 재료의 이동을 촉진하는 한편 처리되지 않은 재료가 이리저리 굴러다니는 것을 억제한다.
- [0191] 도 97에 나타냈듯, 본 발명의 한 구현에서 각 개별 카트리지(2000)에는 지지부/연결부 및 기능부가 포함되어 있다. 지지부/연결부에는 챔버 외피와 밀폐 연결되도록 특징적으로 설정된 연결관(2005)과 카트리지 구조물이 포함되어 있다. 열손실과 연결관으로의 열전달을 억제하기 위해 카트리지 구조물과 연결관(2005) 사이에 내화 구조물(도면에 나타내지 않음)을 설치할 수도 있다. 삽입된 카트리지는 적합한 파스너를 사용하여 고정할 수 있다. 도면에 나타낸 구현의 카트리지 구조물에는 카트리지가 챔버 벽에 정확히 삽입되도록 하는 정렬 가이드(2015)와 카트리지의 삽입 및 제거를 용이하게 하기 위해 도구를 삽입할 수 있는 노치(2020)가 포함되어 있다. 기능부에는 1개 이상의 공기통 구성요소와 1개 이상의 횡이송 장치 구성요소가 포함되어 있다.
- [0192] 1차 처리 장치의 공급원료 투입구
- [0193] 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치에는 물리적 특성이 서로 다른 다양한 공급원료를 수취하여 직접적 또는 간접적으로 1차 처리 장치에 공급하도록 설정된 1개 이상의 공급원료 투입구가 포함되어 있다. 선택적으로, 이 공급원료 투입구는 공급원료를 공급원료 투입구와 1차 처리 장치에 공급하는 다양한 공급 장치와 작동 연결될

수 있다. 1차 처리 장치에 2개 이상의 공급원료 투입구가 포함되어 있을 경우, 각 공급원료 투입구는 동일한 공급 장치와 작동 연결될 수 있으며, 동일한 형태의 공급 장치일 수도 있고 다른 형태의 공급 장치일 수도 있는 복수의 공급 장치와 작동 연결될 수도 있다.

- [0194] 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치는 장방형의 공급 호퍼 및 유압보조식 램과 작동 연결될 수 있다. 동 구현에서, 선택적으로 공급 슈트에 게이트를 설치하여 1차 처리 장치와 공급 호퍼 사이의 열장벽 기능을 하도록 할 수 있다. 공급 장치의 리밋 스위치는 매 스트로크마다 1차 처리 장치에 유입되는 재료의 양이 제어될 수 있도록 램 스트로크의 길이를 제어한다.
- [0195] 본 발명의 또 다른 구현에서, 1차 처리 장치는 상자의 공급을 수용할 수 있도록 설계할 수 있으며, 이는 병원의 생물의학적 폐기물을 처리하는 방식이다. 장방형의 이중 도어 포트는 상자가 1차 공급 호퍼에 투입되게 하며, 1차 공급 호퍼에 투입된 공급원료는 유압식 램에 의해 1차 처리 장치에 투입된다.
- [0196] 본 발명의 또 다른 구현에서, 1차 처리 장치에 오거를 작동 연결하여 과립형 폐기물 공급 장치로 사용할 수 있다. 예를 들어, 오거를 1차 처리 장치에 유압식으로 삽입할 수 있다.
- [0197] 1차 처리 장치와 작동 연결될 수 있는 기타 공급 장치로는 로터리 밸브, 중력 공급 장치 등이 있다. 또한 각종 액체 및 기체를 전용 포트를 통해 동시에 1차 처리 장치에 공급할 수도 있다.
- [0198] 1차 처리 장치에 폐기물이 투입되기 전에 공급 장치의 폐기물 조절 공정을 이용할 수도 있다.
- [0199] 본 발명의 한 구현에서, 공급원료를 실질적으로 압축하여 압축된 공급원료가 과도한 공기 누출을 막는 효과적이고 지속적인 플러그 구실을 하게 함으로써 제어되지 않은 공기의 누출(폐기물 공급 장치를 통한)을 최소화하거나 방지할 수 있다. 기요틴 밀폐를 사용할 수도 있다. 공급 재료가 1차 처리 장치에 수직으로 낙하하는 구현에서, 단단하게 압축된 재료를 부스러뜨리기 위해 이 장치가 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명의 한 구현에서 1차 처리 장치에 압축 장치가 포함되어 있다.
- [0200] 2차 처리 장치 & 용융 장치
- [0201] 탄소 변환 장치의 2차 처리 장치는 1차 처리 장치에서 유입된 가공 공급원료에 잔류하는 휘발성 물질을 제거하며 탄화물을 배출 가스로 변환한다. 2차 처리 장치는 1차 처리 장치와 소통하며 용융 장치와 작동 연결되어 있다.
- [0202] 본 발명의 한 구현에서, 2차 처리 장치는 용융 장치와 인접하여 용융 장치 위쪽에 위치한다. 이 구현에서, 2차 처리 장치와 용융 장치 사이의 장치간 연결부는 재 등의 고형물이 용융 챔버에 유입되는 것을 방지하는 방벽 구실을 한다.
- [0203] 본 발명의 한 구현에서, 2차 처리 장치는 그 세로축이 1차 처리 장치의 세로축과 사실상 수직을 이루는 방향으로 장치되어 있다. 예를 들어, 1차 처리 장치는 지면과 사실상 수평을 이루고 있으며, 2차 처리 장치는 지면과 사실상 수직을 이루고 있다. 동 구현에서, 용융 장치는 2차 처리 장치 하부에 위치할 수 있다.
- [0204] 본 발명의 한 구현에서, 2차 처리 장치는 구역간 구역에 의해 용융부와 분리되어 있으며, 선택적으로 이 구역간 구역에는 두 장치 사이의 재료의 이동을 제한 또는 억제하고 몇몇 구현에서는 실질적으로 탄소가 없는 고형 잔류물(재)이 용융 슬래그로 1차적으로 용융되게 하기도 하는 방해 장치가 포함되어 있다.
- [0205] 2차 처리 장치는 또한 열풍 및 선택적으로는 증기, 고탄소 가스, 탄소 등의 공정 첨가물을 투입함으로써 잔류 휘발성 물질의 제거와 탄소의 배출 가스로의 변환을 촉진하게 할 수도 있다. 용융 장치는 또한 플라스마열 또는 이와 동등한 것 등의 열을 사용하여 잔류 무기물(재 등)의 유리화 물질 또는 슬래그로의 완전 변환을 촉진하게 할 수도 있다.
- [0206] 구역간 구역에는 효율적인 열전달을 위한 열전달부가 추가적으로 포함될 수 있다. 용융 슬래그 물질은 용융 장치의 용융부에서 선택적인 슬래그 냉각 서브시스템으로 배출되어 냉각된다.
- [0207] 2차 처리 장치와 용융 장치는 실질적으로 탄소가 없는 잔류 고형물의 2차 처리 및 용융을 순차적으로 촉진함으로써 상호협력적으로 배출 가스 및 슬래그의 생산을 촉진한다. 이는 실질적으로 탄소가 없는 잔류 고형물이 더 높은 온도범위에 노출되기 전에 특정 온도범위에서 2차 처리가 발생하도록 함으로써 이루어진다. 따라서 2차 처리 장치와 용융 장치는 용융물에 잔류하는 탄소의 양을 최소화하거나 제거한다.
- [0208] 본 발명의 한 구현에서, 탄소 변환 공정은 탄화물이 함유된 고형 잔류물에 적정 수준의 산소를 공급하고, 고형

잔류물을 2차 처리 장치의 특정 환경에 노출시켜 고형 잔류물의 온도를 고형 잔류물에 함유된 탄소가 배출 가스로 변환되는 데 필요한 수준으로 높임으로써 이루어진다.

- [0209] 용융 슬래그는 예를 들어 약 1200℃ - 약 1800℃의 온도에서 용융 장치로부터 지속적으로 배출된 후 냉각에 의해 고형 슬래그 물질을 형성할 수 있다. 이러한 슬래그 물질은 매립 처분하거나 추가적으로 분쇄하여 일반적 용도의 골재로 만들 수 있다. 또는, 용융 슬래그는 여러 가지 용기에 부어 괴(ingot), 벽돌, 타일, 또는 기타 유사한 건축재료로 성형할 수도 있다. 또한 공정에서 생성된 슬래그 물질은 경량 골재 또는 광물면 생산, 발포 유리 제조, 포장재 개발 등에서 콘크리트 보조 접합제로 사용할 수도 있다.
- [0210] 따라서 용융 장치에 용융 슬래그를 고형물로 냉각하는 냉각 장치가 포함되거나 용융 장치가 동 냉각 장치와 작동 결합될 수 있다. 냉각 장치는 냉각된 슬래그 생성물을 원하는 형태로 만드는 데 적합하도록 설정된다.
- [0211] 2차 처리 장치
- [0212] 탄소 변환 공정은 가공 공급원료를 2차 처리 장치의 특정 환경(적정 수준의 열, 공기, 산소 또는 증기가 포함될 수 있음)에 노출시켜 탄화물이 함유된 가공 공급원료의 온도를 가공 공급원료에 함유된 탄소가 배출 가스로 변환되는 데 필요한 수준으로 높임으로써 이루어진다.
- [0213] 2차 처리 장치는 1차 처리 장치로부터 탄화물이 함유된 가공 공급원료를 수취하며 용융 장치와 소통한다. 본 발명의 한 구현에서, 2차 처리 장치는 구역간 구역을 통해 용융 장치와 소통한다.
- [0214] 2차 처리 장치에는 잔류 휘발성 물질 및 탄소가 배출 가스로 변환되는 데 필요한 온도를 공급하는 적절한 열원에서 발생한 열이 공급된다. 2차 처리 장치는 또한 배출 가스를 통해 손실되는 현열의 양을 최소화하기 위해 잔류물이 열에 고효율적으로 노출되도록 설계되어 있다. 따라서, 열원의 위치 및 방향은 2차 처리 장치의 설계에서 고려해야 할 추가적 요소이다.
- [0215] 2차 처리 장치의 가열 장치
- [0216] 탄소 변환 공정에는 열이 필요하다. 열 첨가는 탄화물이 함유된 고형 잔류물의 부분적 산화에 의해 직접적으로(즉, 공급 공기 중의 산소가 고형 잔류물에 함유된 탄소 및 휘발성 물질과 결합되어 발생하는 발열 반응에 의해), 또는 당해 기술분야에 알려져 있는 1개 이상의 열원의 사용에 의해 간접적으로 이루어질 수 있다.
- [0217] 본 발명의 한 구현에서, 가공 공급원료에 함유된 미반응 탄소의 변환에 필요한 열은 예를 들어 열풍 주입구의 사용에 의해 2차 처리 장치로 공급될 수 있는 열풍에 의해 공급된다(적어도 부분적으로).
- [0218] 열풍은 예를 들어 당해 기술분야에 알려져 있는 공기통, 공기가열기 또는 열교환기에 의해 공급될 수 있다.
- [0219] 본 발명의 한 구현에서, 열풍은 용융 장치와의 연결부와 인접한(예를 들어 몇몇 구현에서는 구역간 구역과 인접한) 투입구가 장치된 공기 공급 및 배급 장치에 의해 2차 처리 장치로 투입된다. 적합한 공기 공급 및 배급 시스템은 당해 기술분야에 알려져 있으며, 처리 장치 내벽의 타공구를 통하거나 공기 노즐 또는 분사기를 통해 열풍이 통과할 수 있는 공기통이 포함된다.
- [0220] 경우에 따라 필요할 수 있는 추가적 또는 보조적 가열은 가스 버너, 순환 열사(熱沙), 전열기, 전열부 등, 당해 기술분야에 알려져 있는 1개 이상의 가열 장치에 의해 제공될 수 있다.
- [0221] 본 발명의 한 구현에서, 추가적 열원은 순환 열사일 수 있다.
- [0222] 본 발명의 한 구현에서, 추가적 열원은 전열기 또는 전열부일 수 있다.
- [0223] 2차 처리 장치의 공정 첨가물 투입구
- [0224] 탄화물이 함유된 가공 공급원료의 배출 가스로의 효율적 변환을 촉진하기 위해, 선택적으로 공정 첨가물을 2차 처리 장치에 첨가할 수 있다. 탄화물이 함유된 가공 공급원료 중의 분해된 성분이 배출 가스 및 비유해 합성물로 변환되는 것을 극대화하는 데 충분한 유리산소 및 유리수소를 공급하기 위해, 예를 들어 증기 주입구를 사용할 수 있다. 연료 가스로의 2차 처리 과정을 극대화(유리탄소의 최소화)하고 최적의 처리 온도를 유지하는 한편 열 공급 비용을 최소화하는 처리 화학 작용의 균형을 지원하기 위해, 예를 들어 공기 주입구를 사용할 수 있다. 또한 선택적으로는 공정 첨가물 포트를 통해 산소 및 오존을 2차 처리 장치에 투입할 수도 있다.
- [0225] 선택적으로, 탄소 변환 공정을 최적화하고, 그럼으로써 배출가스의 질을 향상시키기 위해 기타 첨가물을 사용할 수도 있다.

- [0226] 선택적으로, 고탄소 가스를 공정 첨가물로 사용할 수 있다.
- [0227] 따라서, 2차 처리 장치에는 1개 이상의 공정 첨가물 투입구가 포함될 수 있다. 여기에는 증기, 공기 또는 고탄소 가스 투입구가 포함된다. 증기 투입구는 증기가 1차 처리 장치에서 배출되기 전에 고온 구역 및 배출 가스군에 투입되도록 배치할 수 있다. 공기 투입구는 공정 첨가물이 2차 처리 장치 전역에 고루 공급되도록 2차 처리 장치의 내부 및 주변에 배치할 수 있다.
- [0228] 본 발명의 한 구현에서, 공정 첨가물 투입구는 구역간 구역에 인접한 지점에 배치되어 있다.
- [0229] 본 발명의 한 구현에서, 공정 첨가물 투입구는 첨가물이 저유속으로 분산 공급되도록 한다.
- [0230] 열풍을 사용하여 2차 처리 장치를 가열하는 구현에서는, 추가적 공기/산소 주입구가 선택적으로 장치될 수 있다.
- [0231] 구역간 구역
- [0232] 본 발명의 한 구현에서, 2차 처리 장치와 용융 장치 사이의 연결부는 구역간 구역을 제공하도록 설정된다. 이 구현에서 구역간 구역은 2차 처리 장치와 용융 장치를 실질적으로 공간적으로 분리하는 기능을 하며, 선택적으로는 열이 고형 잔류물에 효과적으로 전도되게 하고 2차 처리 장치 내의 반응물질 더미를 지지함으로써 2차 처리 공정의 고형 잔류물(재)의 1차적 용융을 발생시킨다. 또한 구역간 구역은 두 장치 사이의 통로 또는 연결 역할을 한다. 선택적으로, 구역간 구역에는 예를 들어 구역간 구역을 부분적 또는 간헐적으로 차단하여 미변환 탄소의 용융 장치로의 과잉 유입을 저지함으로써 2차 처리 장치와 용융 장치 사이의 재료의 유동을 제한 또는 조절하는 방해 장치가 포함된다. 선택적으로, 방해 장치에는 열전도부가 추가적으로 포함될 수 있다.
- [0233] 본 발명의 한 구현에서, 구역간 구역은 실질적으로 용융 장치와 인접할 수 있다. 본 발명의 또 다른 구현에서, 구역간 구역은 두 장치 사이 또는 한 장치 내의 감쇠 또는 제한 장치에 의해 설정될 수 있다. 이러한 구현에서는 엉겨붙은 재료에 의해 형성된 ‘덤’을 사용하여 2차 처리 장치의 재료층이 용융 장치로 낙하하는 것을 방지할 수 있다. 또는, 배플을 사용하여 재료가 용융 장치로 재유입되는 것을 방지할 수도 있다.
- [0234] 본 발명의 한 구현에서, 탄소 변환 장치의 구역간 구역에 단일 플레이트로 된 배플이 사용된다. 이 구현에서는 선택적으로 배플이 이동식일 수 있다.
- [0235] 본 발명의 한 구현에서, 탄소 변환 장치의 구역간 구역에 내화재 슬래브가 포함된 배플이 사용된다.
- [0236] 본 발명의 한 구현에서, 용융 장치는 따로 떨어져 있다.
- [0237] 구역간 구역에 방해 장치가 포함되어 있는 본 발명의 구현에서, 방해 장치는 예를 들어 구역간 구역을 부분적 또는 간헐적으로 차단함으로써 2차 처리 장치와 용융 장치 사이의 재료의 유동을 제한 또는 조절하도록 설정되어 있다.
- [0238] 방해 장치는 구역간 구역 내에 장착되어 있으며 그 형태 및 디자인이 다양할 수 있다. 예를 들어, 방해 장치는 평평한 구조물이 될 수도 있고 돔형, 피라미드형, 튼니형 등이 될 수도 있다. 또는, 방해 장치에 예를 들어 그레이트, 복수의 구(球), 복수의 관이 포함되거나 이러한 것들이 혼합되어 있을 수도 있다. 이동식 그레이트, 벽돌형 그레이트, 다수의 세라믹 볼, 다수의 관 등, 다양한 형태 또는 디자인이 있을 수 있다. 방해 장치의 형태 및 크기는 부분적으로 챔버의 형태 및 방향에 의해 결정될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 방해 장치는 2차 처리 구역과 슬래그 구역 사이의 재료의 유동을 제한할 수 있는 크기의 1개 이상의 통로를 제공하도록 설정되어 있다.
- [0239] 본 발명의 한 구현에서, 서로 인접한 벽돌과 벽돌 사이에 통로가 형성되도록 배열된, 서로 맞물린 일련의 벽돌이 방해 장치에 포함되어 있다. 본 발명의 또 다른 구현에서, 서로 인접한 관 사이에 통로가 형성되도록 배열된 복수의 관이 방해 장치에 포함되어 있다. 이 구현에서 복수의 관은 구역간 구역의 세로축과 사실상 수직을 이루거나 구역간 구역의 세로축과 사실상 수평을 이루도록 그 방향이 설정될 수 있다.
- [0240] 방해 장치 및 그와 관련된 장착 장치는 탄소 회수 구역 내의 혹독한 조건에서 효과적으로 작동할 수 있어야 하며, 특히 고온에서 작동할 수 있어야 한다. 따라서 방해 장치는 고온을 견딜 수 있도록 설계된 재료로 제작된다. 선택적으로는, 방해 장치에 내화 라이닝 처리를 하거나 일체형 내화 구조물로 방해 장치를 제작할 수도 있다.
- [0241] 본 발명의 한 구현에서, 방해 장치 내에 수냉 등의 냉각 장치가 사용될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 내화

라이닝이 있는 수냉 구리판이 방해 장치의 상단 및 하단에 포함되어 있다(예: 도 127, 129, 130 및 133A에 나타난 설정과 같음).

[0242] 본 발명의 한 구현에서, 방해 장치에는 예를 들어 세라믹 볼 등의 복수의 구가 포함되어 있다.

[0243] 동 구현에서, 방해 장치에는 튕니형 내화 돔이 포함되어 있다.

[0244] 본 발명의 한 구현에서, 방해 장치는 썰기형 장착 벽돌에 의해 구역간 구역에 장착되는 일체형 내화 돔이다. 이 일체형 내화 돔은 돔의 바깥쪽 모서리와 챔버 내벽 사이에 간격이 생기도록 그 크기가 설정되어 있다. 선택적으로, 이 내화 돔에는 복수의 구멍이 추가로 포함된다. 이 구멍은 수직향이 될 수 있다.

[0245] 본 발명의 한 구현에서, 선택적으로 내화 돔 상단에 장착된 직경 20 - 100mm의 복수의 알루미늄 볼 또는 세라믹 볼이 하나의 층을 형성하여 열풍을 분산시키는 한편, 재가 슬래그로 1차적으로 용융되도록 플라스마열이 재에 전도되는 것을 촉진한다. 이 구현에서, 재가 용융되면 방해 장치에 의해 형성된 통로를 통해 구역간 구역을 통과하여 용융 장치로 유입된다.

[0246] 본 발명의 한 구현에서, 일체형 내화벽돌 그레이트가 방해 장치에 포함되어 있다. 구역간 구역을 통한 2차 처리 장치와 용융 장치 사이의 소통을 위해, 내화벽돌 그레이트는 벽돌과 벽돌 사이에 간격이 설정되어 있다.

[0247] 본 발명의 한 구현에서, 장착 링 내부에 장치된 내화 라이닝 관으로 제작한 그레이트 구조물이 방해 장치에 포함되어 있다.

[0248] 본 발명의 한 구현에서, 회전 이동식 그레이트가 방해 장치에 포함되어 있다.

[0249] 선택적으로, 구역간 구역에는 열이 재로 전도되는 것을 촉진하는 열전도부 또는 열분산부가 추가로 포함될 수 있다. 열전도부는 당해 기술분야에 알려져 있는 것으로서 볼, 자갈, 벽돌, 그리고 세라믹, 알루미늄, 내화재 등의 적합한 재료로 제작된 유사한 구조물이 이에 포함된다.

[0250] 본 발명의 한 구현에서, 본 발명의 한 구현에서, 내화 돔 상단에 장착되어 하나의 층을 형성하여 열풍을 분산시키는 한편, 재가 슬래그로 1차적으로 용융되도록 플라스마열이 재에 전도되는 것을 촉진하는, 직경 20 - 100mm의 다수의 알루미늄 볼 또는 세라믹 볼이 열전도부에 포함되어 있다.

[0251] 선택적으로, 열전도부가 방해 장치가 되거나 방해 장치에 포함될 수 있다.

[0252] 선택적으로, 구역간 구역에 열원이 장치될 수 있다. 적합한 열원으로는 송풍구, 전열기, 전열부, 외장형 가스/합성가스 버너 등의 버너, 플라스마 토치 등의 플라스마원 등이 있다.

[0253] 가열원은 구역간 구역 내, 2차 처리 장치와 구역간 구역의 접점, 또는 구역간 구역과 용융 장치의 접점에 배치될 수 있다.

[0254] 선택적으로, 재에 잔류하는 탄소는 구역간 구역의 플라스마열에 의해 배출 가스로 변환된다.

[0255] 따라서, 다양한 열원을 수용할 수 있는 크기의 접근 포트가 구역간 구역에 포함될 수 있다.

[0256] 용융 장치

[0257] 용융 공정은 잔류물이 용융되는 데 필요한 수준으로 사실상의 무탄소 고형 잔류물의 온도를 높임으로써 이루어지며, 용융 장치, 2차 처리 장치/용융 장치 연결부, 장치에 구역간 구역이 있는 구현에서는 구역간 구역, 또는 이러한 장치의 다양한 결합 내에서 발생한다.

[0258] 용융 공정에 필요한 열은 1개 이상의 열원에 의해 공급된다. 이 열은 직접적으로 가해질 수도 있고 열전도부에 의해 간접적으로 가해질 수도 있다. 본 발명의 한 구현에서, 이 열은 1개 이상의 플라스마원에 의해 공급된다. 이 열은 또한 열풍 공급에 의한 2차 처리 후 잔류물에 잔류하는 미량의 탄소를 변환하는 데 사용되기도 한다. 1차적 열원이 1개 이상의 플라스마원인 구현에서는, 필요할 경우 유도 가열 또는 줄(Joule) 가열 등, 당해 기술분야에 알려져 있는 1개 이상의 가열 장치에 의해 추가적 또는 보조적 가열이 제공될 수 있다.

[0259] 용융 장치에는 고형 잔류물을 용융 및 균질화함으로써 용융 슬래그가 흘러 나올 수 있는 온도로 유지하는 데 필요한 수준으로 재를 가열하는(직접적 또는 간접적으로) 데 필요한 온도를 충족하는 열원이 장치되어 있다. 선택적으로, 재에 잔류하는 탄소는 배출 가스('용융 장치 가스')로 변환된다. 용융 장치는 또한 예를 들어 플라스마 가스 등의 열원과 잔류물 또는 슬래그 사이의 열전도가 고효율적으로 이루어지고 손실되는 현열이 최소화되도록 설계되어 있다. 따라서, 열원의 종류와 열원의 위치 및 방향은 용융 장치의 설계에서 고려해야 할 추가적

요소이다. 적합한 용융 장치의 설계의 예를 도면에 나타냈으나, 당해 기술분야의 기술인은 상기한 요건을 충족하는 기타 설계도 가능하며 본 발명에 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

- [0260] 동 용융 장치는 또한 무기성 잔류물이 완전히 용융 및 균질화되기에 적합한 수준으로 잔류물의 온도가 높아질 수 있을 만큼 잔류물 체류 시간이 충분하도록 설계되어 있다.
- [0261] 선택적으로, 용융 장치에는 잔류물이 열원에 의해 가열되면서 축적되는 저장통이 장치된다. 본 발명의 한 구현에서, 용융 장치에 저장통이 포함되어 있으며, 이 저장통도 용융 공정 중에 고형물 및 용융물이 혼합되도록 한다. 충분한 체류 시간과 적절한 혼합은 용융이 완전하게 이루어지게 하며 슬래그 생성물이 소기의 구성을 갖도록 한다.
- [0262] 몇몇 구현에서, 용융 장치는 용융 슬래그의 배출을 촉진하기 위해 슬래그 배출구 쪽으로 점점 좁아지거나 바닥이 경사를 이루도록 설정된다.
- [0263] 본 발명의 한 구현에서, 용융 장치는 용융 슬래그 물질이 지속적으로 배출되도록 설계되어 있다. 지속적인 슬래그 제거는 조절 공정이 지속적으로 이루어지도록, 즉 용융될 잔류물이 중단 없이 지속적으로 투입되어 처리되도록 한다. 지속적인 슬래그 배출은 당해 기술분야에 알려져 있는 다양한 설정 또는 장치를 사용하여 이루어질 수 있다. 예를 들어, 용융 장치로부터의 용융 슬래그의 배출을 방해하는 방해 장치를 사용함으로써 용융 슬래그가 특정 수준에 이를 경우 배출이 중단되도록 용융 장치를 설정할 수 있다.
- [0264] 본 발명의 한 구현에서, 용융 슬래그가 유출 방지 장치 위로 넘쳐 챔버 밖으로 흘러 나오는 수준에 도달할 때까지 슬래그 풀이 축적되도록 하는 유출 방지 장치와 한쪽 면이 연결된 저장통을 사용함으로써 지속적인 슬래그 배출이 이루어진다. 본 발명의 한 구현에서, 장치의 측면 내화 구조물에 장치된 온도 제어(가열 또는 냉각) 삽입물을 통해 지속적인 슬래그 배출이 이루어진다. 이 구현에서, 삽입물을 통한 슬래그의 유출을 방지하는 마개 또는 플러그를 사용하여 장치로부터의 슬래그의 유출을 제어 및 저지한다.
- [0265] 재의 상태를 조절하고, 특히 챔버 내에 있을 수 있는 금속 물질을 용융하는 데 필요한 초고온으로 인하여, 선택적으로 용융 장치의 내벽과 바닥은 매우 혹독한 운전 요건에 노출되는 내화재로 라이닝 처리할 수도 있다. 용융 장치의 설계에 적합한 재료의 선택은 전형적인 잔류물 상태 조절 공정에 적용되는 운전 온도, 열충격에 대한 내성, 용융 공정에서 생성되는 용융 슬래그 및/또는 고온 가스로 인한 마식 및 침식/부식에 대한 내성 등 여러 가지 기준에 따라 이루어진다. 용융 장치에 사용할 재료를 선택할 때 재료의 다공성을 고려할 수도 있다. 현재 당해 기술분야에는 다양한 적합한 재료가 알려져 있다.
- [0266] 용융 장치에는 또한 선택적으로 필요할 수 있는 추가적 구조 요소 또는 기구를 수용하는 1개 이상의 포트가 포함될 수도 있다. 본 발명의 한 구현에서, 슬래그 배출구를 감시하여 폐색이 발생하지 않는지 관찰하는 등, 운전자가 재 처리의 여러 측면을 자세히 관찰할 수 있도록 하기 위한 폐쇄회로 텔레비전이 선택적으로 포함된 관찰창이 그러한 포트가 될 수 있다. 또한 챔버에는 유지관리 및 수리를 위해 챔버에 진입하거나 접근할 수 있는 정비 포트가 포함될 수도 있다. 이러한 포트는 당해 기술분야에 알려져 있으며, 다양한 크기의 밀폐형 포트홀이 포함될 수 있다.
- [0267] 본 발명의 한 구현에서, 용융 장치는 위쪽으로 커브를 이룬 경사와 하부(‘이글루’ 부로 칭함)를 갖도록 설정되어 있다. 이 커브 경사는 고형물이 용융 장치의 이글루부로 흘러 내려가게 한다. 이 부분에서는 2차 처리 장치에서 배출되는 재와 슬래그에 가해지는 1개 이상의 열원(플라즈마 토치 등)의 작용에 의해 고온이 발생한다. 이글루부에서는 고온 가스도 생성되며, 이 고온 가스는 몇몇 구현에서 2차 처리 장치에서의 변환 공정을 촉진하는데 사용될 수 있다. 플라즈마 토치를 사용할 경우, 예를 들어 이송식 아크 토치 및 비이송식 아크 토치, 또는 기타 고엔탈피 플라즈마 제트 발생기를 사용할 수 있다. 이송식 아크 플라즈마 토치를 사용할 경우, 슬래그 풀 내(또는 하단)에 전극을 장치할 수 있다. 이 전극은 예를 들어 흑연 등의 다양한 적합한 재료로 제작할 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 당해 기술분야에 알려져 있는 다양한 적합한 종류의 버너(고체 탄소 연료, 탄화물, 그을음, 카본 블랙 등)에 의해 이글루부에 추가적 열이 공급된다. 본 발명의 한 구현에서, 일반적으로 공기/합성가스로 작동하도록 설계된 다중연료 버너가 2차 열원으로 사용된다. 이글루부 하단에 슬래그 풀이 축적되게 함으로써 슬래그 구성 성분의 균질화와 슬래그 풀 하단에서의 금속물질층의 형성을 촉진할 수 있다. 슬래그는 예를 들어 용융 장치의 측면 또는 하단을 통해 배출됨으로써 이글루부에서 제거된다. 장치의 하단부는 풀 내에 형성된 금속물질층의 제거에 사용될 수 있는 슬래그 출장구를 갖도록 설정될 수 있다. 용융된 금속 물질은 예를 들어 재활용업체 또는 정련업체에 판매할 수 있다. 열원으로부터의 거리 때문에 풀 하단이 충분히 용융되지 않을 경우, 출장구를 통해 랜싱을 하거나 버너를 사용하여 금속 물질 추출 공정을 지원할 수 있다. 또는, 통

상적인 온도보다 높은 플라즈마열을 사용하여 금속 물질 추출 공정을 촉진할 수도 있다.

- [0268] 본 발명의 한 구현에서, 용융 장치는 위쪽으로 커브를 이룬 경사와 아래쪽의 ‘이글루’ 부를 갖도록 설정되어 있으며, 추가적으로 경사부와 이글루부 사이에 고온 가스의 2차 처리 장치로의 유입(및 압력)을 제어하는 게이트가 포함되어 있다.
- [0269] 선택적으로, 2차 처리 장치 또는 구역간 구역(있을 경우)의 하단은 2차 처리 장치의 재료층이 용융 장치로 낙하하는 것을 방지하는 ‘돔’ 을 갖도록 설정된다. 또는, 엉겨붙은 재료에 의해 형성된 ‘돔’ 을 사용할 수도 있다.
- [0270] 선택적으로, 용융 장치를 수냉하여 내화 구조물을 냉각함으로써 내화 구조물의 수명을 연장하고, 그에 따라 챔버 전체의 수명을 연장할 수 있다. 즉, 이 개념은 내화 구조물이 슬래그 용융 온도 이하로 냉각됨으로써 챔버 내부가 접이 얇은 슬래그로 코팅될 수 있다는 것이다. 아울러 내화 구조물에 크랙이 있거나 그 일부가 깨질 경우, 유입되는 슬래그가 더 낮은 온도로 냉각되어 내화 구조물의 마모가 억제되거나 중지된다.
- [0271] 본 발명의 한 구현에서, 용융 장치의 외부에 삽입되어 냉각 기능을 하는 수냉식 구리 삽입물이 용융 장치에 포함되어 있다. 이 구현에서, 선택적으로 이 구리 삽입물에는 기정된 통로(통로, 파이프 등)가 있으며 송수관과 접한 커넥터가 있다. 구리 삽입물을 통해 물이 공급되며, 물의 유량과 온도를 조절하는 제어 소프트웨어에 의해 금속부 내의 열전대(용융 장치 내의 열전대와 함께)가 사용된다.
- [0272] 용융 장치의 슬래그 배출구 주변을 추가적으로 냉각함으로써 슬래그의 유출을 통제하거나 방지할 수 있다. 예를 들어, 물이 냉각될 수 있는 통로가 슬래그 배출구에 포함될 수 있다. 이렇게 하면 구리 삽입물의 온도에 의해 슬래그의 유동이 제어된다. 또는, 수냉식 플런저를 슬래그 배출구에 삽입할 수도 있다.
- [0273] 용융 장치의 열원
- [0274] 용융 장치에는 2차 처리 공정에 의해 생성된 재 물질을 변환하는 1개 이상의 열원이 사용된다. 열원은 이동형, 고정형 또는 절충형일 수 있다.
- [0275] 본 발명의 한 구현에서, 열원은 플라즈마원이다. 이 구현에서, 플라즈마원에는 장시간 동안 적용점에 충분히 높은 온도를 공급하는 다양한 상용화된 플라즈마 토치가 포함될 수 있다. 일반적으로, 그러한 플라즈마 토치의 출력은 약 100 kW에서 6 MW 이상까지 다양하다. 플라즈마 토치에는 1종의 적합한 동작 가스 또는 복수의 적합한 동작 가스가 결합된 것이 사용될 수 있다. 적합한 동작 가스에는 공기, 아르곤, 헬륨, 네온, 수소, 메탄, 암모니아, 일산화탄소, 산소, 질소, 이산화탄소 등이 포함된다. 본 발명의 한 구현에서, 플라즈마 가열 장치는 잔류물이 비활성 슬래그 생성물로 변환되는 데 필요한 약 900℃ - 약 1800℃의 온도를 낼 수 있도록 지속적으로 작동한다.
- [0276] 이 점에서, 다양한 대안적 플라즈마 기술이 슬래그 구역에 사용되기에 적합하다. 예를 들어, 적절하게 선정된 전극 재료를 사용하는 이송식 아크 토치(AC 및 DC) 및 비이송식 아크 토치가 사용될 수 있다. 또한 유도결합 플라즈마(ICP)도 사용될 수 있다. 적합한 플라즈마원의 선택은 당해 기술분야의 기술인의 일반적 기술력 내에 있다.
- [0277] 이송식 아크 토치는 전기-열 변환 효율이 더 높을 뿐만 아니라 아크가 용융물을 직접 통과하기 때문에 고온의 플라즈마 가스와 용융되는 재료 사이의 열전도율이 더 높으므로, 비이송식 아크 토치 대신 이송식 아크 토치를 사용하면 잔류물 상태 조절 공정의 효율이 제고될 수 있다. 이송식 아크 토치를 사용할 경우, 용융 장치의 외벽은 동력원과 전기적으로 연결되므로 용융 장치를 전기적으로 절연해야 한다.
- [0278] 본 발명의 한 구현에서, 아크가 토치에서 가스 간격을 통과하여 슬래그 풀과 풀 하단의 전극으로 이동할 때의 에너지(열) 전달 효율을 높이기 위해 이송식 아크 토치가 용융 장치에 포함되어 있다. 전기 아크가 가스를 통과할 때 플라즈마 제트가 발생하며(비이송식 아크와 유사함), 아크가 슬래그 풀을 통과할 때에는 풀의 전기저항에 의해 슬래그 풀이 가열된다.
- [0279] 본 발명의 한 구현에서, 1종 이상의 열원에는 이송식 아크 플라즈마 토치가 포함되어 있으며, 이 토치는 용융 장치 내, 슬래그 풀 위쪽에 배치되어 있고 풀/전극을 향하고 있다. 선택적으로, 이 토치의 각도는 수직 방향에서 15°를 초과하지 않는다. 용융 장치가 장방형으로 설정된 구현에서, 이 토치는 보다 수직적인 작동 위치를 위해 용융 장치 상단에 장치되어 있다.
- [0280] 본 발명의 한 구현에서, 1종 이상의 열원에는 비이송식 DC 아크 플라즈마 토치가 포함되어 있다.

- [0281] 본 발명의 한 구현에서, 1종 이상의 열원에는 비이송식 흑연 플라즈마 토치가 포함되어 있다.
- [0282] 본 발명의 한 구현에서, 잔류물의 비활성 슬래그로의 변환이 최적화될 수 있는 위치에 1종 이상의 열원이 배치되어 있다. 플라즈마원의 위치는 용융 장치의 구조에 따라 결정된다. 예를 들어 단일 플라즈마원을 사용할 경우, 장치 상단에 플라즈마원을 장착하고, 잔류물을 용융하는 한편 슬래그가 흘러 나가게 하는 데 충분한 열을 공급할 수 있도록, 장치 바닥에 고이는 슬래그 풀과 상대되는 위치에 배치할 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 플라즈마원은 장치 상단에 수직으로 장착된 플라즈마 토치이다.
- [0283] 모든 플라즈마원은 출력을 조절할 수 있으며, 선택적으로는(이동식 열원이 사용될 경우) 위치도 조절할 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 플라즈마 열량은 잔류물 공급 속도에 따라 조절된다. 플라즈마 열량은 또한 잔류물 용융 온도 특성에 따라 조절될 수도 있다.
- [0284] 플라즈마원은 운전자의 재량에 의해 잔류물 공급 속도 및 용융 온도 특성에 따라 지속적 또는 비지속적으로 작동될 수 있다.
- [0285] 선택적으로, 플라즈마열을 편향시키거나 유도하는 편향기가 용융 장치에 장치될 수 있다.
- [0286] 용융 장치의 공정 첨가물
- [0287] 선택적으로, 재의 슬래그로의 변환을 촉진하기 위해 각종 공정 첨가물이 용융 장치에 첨가될 수 있다. 공정 첨가물의 예는 증기, 공기, 탄소 및/또는 고탄소 가스, 고산소 가스, 소각재 등이다. 따라서, 용융 장치에는 각종 투입구가 장치되거나, 이러한 첨가물을 위한 복수의 포트가 용융 장치에 추가적으로 포함될 수 있다.
- [0288] 용융 장치의 슬래그 배출구
- [0289] 용융 장치에는 1개 이상의 슬래그 배출구가 포함되어 있다. 슬래그 배출구에는 용융 슬래그가 배출되는 배출구가 포함되어 있다. 용융 슬래그 풀이 중력에 의해 장치에서 흘러 나오는 것을 촉진하기 위해, 슬래그 배출구는 일반적으로 용융 장치의 바닥 또는 그 부근에 설치된다. 슬래그 배출구에는 또한 아래 기술한 바와 같이 용융 슬래그가 냉각되어 고형화되는 것을 촉진하는 슬래그 냉각 서브시스템이 선택적으로 포함될 수 있다.
- [0290] 용융 슬래그는 처리 공정이 완전히 끝날 때까지 지속적으로 배출될 수 있다. 용융 슬래그는 당해 기술분야의 기술인이 쉽게 이해할 수 있는 다양한 방식으로 냉각 및 수거되어 밀도 높은 비가용성 고형 슬래그를 형성할 수 있다. 지속 추출 구현은 지속적으로 작동하도록 설계된 시스템에 특히 적합하다.
- [0291] 본 발명의 한 구현에서, 슬래그 배출 장치에는 또한 용융 슬래그를 냉각하여 고형 슬래그 생성물을 생성시키는 슬래그 냉각 서브시스템이 포함되어 있다. 본 발명의 한 구현에서, 용융 슬래그는 냉각수조로 투입된다. 냉각수조는 슬래그를 냉각하여 슬래그가 콘크리트 제조 또는 도로공사 등의 상업적 용도에 적합한 알갱이로 부서지게 하는 효율적인 시스템을 제공한다. 또한 냉각수조는 슬래그 챔버 하단으로부터 아래쪽의 냉각수조 속으로 연장되어 각종 외부 가스가 잔류물 상태 조절 챔버에 유입되는 것을 방지하는 방벽 구실을 하는 차열판의 형태로 주변환경에 대한 밀폐 장치가 될 수도 있다. 고형 슬래그 생성물은 컨베이어 장치에 의해 냉각수조로부터 제거될 수 있다. 또는, 슬래그 냉각 서브시스템에 냉각수 분무기가 포함될 수도 있다.
- [0292] 슬래그 냉각 서브시스템의 한 구현에서, 용융 슬래그는 벽이 두꺼운 강철 수거 용기에 투하되어 냉각된다. 본 발명의 한 구현에서, 용융 슬래그는 주변환경에 대해 밀폐된 규사층 또는 주형에 의해 수취되어 소규모 처리 공정 또는 특정 인자의 시험(그러한 시험이 실시될 경우)에 적합한 고형 슬래그로 성형된다. 소형 주형은 예열된 오븐에서 제어 냉각할 수 있다.
- [0293] 슬래그 냉각 서브시스템의 한 구현에서, 용융 슬래그는 유리솜 등의 상업적 제품으로 변환된다.
- [0294] 재구성 장치
- [0295] 재구성 장치에는 1개 이상의 기타 기능 장치 내에서 생성된 가스를 재구성하는 1개 이상의 구역, 재구성 공정을 촉진하는 1종 이상의 에너지원, 그리고 선택적으로 1개 이상의 입자분리기와 1개 이상의 공정 첨가물 투입구가 포함되어 있다. 재구성 장치에 1개 이상의 입자분리기가 포함되어 있는 본 발명의 구현에서, 입자분리기는 재구성 구역의 일부를 구성할 수 있다. 재구성 장치에서 배출되는 합성가스에는 전형적으로 주로 질소, 일산화탄소 및 수소를 비롯하여 이보다 훨씬 적은 양의 메탄 및 기타 연료 가스, 미량의 산소(있을 경우), 극소량의 타르 및 입자상 물질 등이 함유되어 있다.
- [0296] 선택적으로, 재구성 장치는 열교환기 또는 열회수기와 작동 연결될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 재구성 장

치는 재구성 구역의 일부를 구성하는 도관을 통해 열교환기 또는 열회수기와 작동 연결되어 있다. 이 도관은 도관의 모든 부속품의 방향이 수평선과 비스듬한 각도를 이루므로써 도관 내벽에 잔류 입자상 물질이 쌓이는 것이 방지되도록 설정할 수 있다.

[0297] 입자분리기

[0298] 본 발명의 한 구현에서, 배출 가스에 함유되어 있는 입자상 물질은 입자분리기의 사용에 의해 제거/최소화된다. 본 발명의 한 구현에서, 탄소 회수 구역에서 배출된 배출 가스와 1차 처리 장치에서 배출된 배출 가스가 사이클론 분리기를 통과하면서 입자상 물질이 감소된다. 몇몇 구현에서, 사이클론 분리기는 또한 1차 처리 장치 및 탄소 회수 구역에서 배출된 배출 가스의 혼합을 촉진함으로써 가스의 균질성을 향상시킨다.

[0299] 배출 가스에 함유된 입자상 물질에는 입자상 물질이 함유된 탄소가 포함되어 있을 수 있으며, 선택적으로 이 입자상 물질은 2차 처리 장치/용융 장치에서 추가적으로 처리하거나 수거하여 처리 또는 폐기할 수 있다.

[0300] 가스 흐름이 재구성 구역에 유입되기 전에 가스 흐름에 함유된 입자상 물질을 제거하거나 감소시키기 위한 입자분리기의 사용은 예를 들어 재구성 공정에서의 입자상 물질에 의한 방해줄이고, 재구성 장치의 내벽 및 기구의 마모를 줄이고, 재구성 공정 중 가스 흐름에 함유된 고형 입자의 슬래그화를 줄이고, 재구성 공정에서의 촉매의 사용을 촉진하고(사용될 경우), 1차 및 2차 처리 장치를 통한 가스의 유동을 촉진하고, 2차 처리 장치에 용제를 첨가하는 것을 가능하게 함으로써 더 낮은 용융점에서 슬래그가 생성되도록 촉진하며 입자가 작은 촉매 또는 완충제(합성가스에 함유된 H^+2S 를 줄여주는 석회 등)를 첨가할 수 있게 해줄 수 있다.

[0301] 당해 기술분야에는 여러 가지 적합한 입자분리기가 알려져 있다. 사이클론 분리기의 예는 단일관 사이클론 분리기 및 다중관 사이클론 분리기 등이다. 당해 기술분야의 기술인은 적합한 입자분리기를 선택할 때 고려해야 할 요소를 이해할 것이다. 이 요소는 포획 효율, 압력 강하, 가용성, 장치의 복잡성, 가외성 및 열손실의 필요 등이다. 입자분리기의 크기와 수는 시스템에 따라 결정되며, 일반적으로 입자상 물질의 평균 입자 크기, 소기의 제거 효율, 압력 강하 및 설비 비용 등이 절충되어야 한다.

[0302] 본 발명의 한 구현에서, 일련의 입자분리기 또는 다중 독립형 입자분리기 중 개별 입자분리기에 균일하지 않은 투입 및 초기 마모가 발생할 위험을 줄이기 위해, 탄소 변환 장치는 유입 가스가 잘 혼합되어 입자상 물질이 사이클론마다 되도록 균일하게 공급되도록 설계되어 있다.

[0303] 본 발명의 한 구현에서, 탄소 변환 장치에 일련의 사이클론 분리기가 사용되며, 여기에는 각 사이클론 사이의 균일한 가스 배급을 위해 가스가 사이클론통에 유입되기 전에 가스에 함유된 입자상 물질의 배급을 균일화하는, 크기가 더 큰 유입 플리넘이 포함되어 있다.

[0304] 몇몇 구현에서, 탄소 변환 장치에는 예를 들어 일련의 사이클론 분리기 또는 복수의 개별 사이클론 분리기 등의 복수의 사이클론 분리기가 포함되어 있다. 이 구현에서, 탄소 변환 장치는 각각의 사이클론 분리기를 개별적으로 끄거나 가스 흐름이 사이클론 분리기로부터 전향될 수 있도록 설정할 수 있다.

[0305] 입자분리기는 내장형 입자분리기 또는 외장형 입자분리기가 될 수 있다. 내장형 또는 외장형 입자분리기를 선택할 때 고려해야 할 주요 요소는 비용, 유지관리의 용이성, 추가적 외피 표면을 통한 열손실 등이다.

[0306] 입자분리기가 외장형인 몇몇 구현에서, 탄소 변환 장치의 내화재 또는 단열재는 표면적의 증가로 인한 열손실이 감소될 수 있도록 특정적으로 개조되어 있다. 선택적으로, 외벽이 파손되어 고온 가스/공기의 상호작용이 발생할 위험을 줄이기 위해 외장형 사이클론 분리기를 사용할 경우, 탄소 변환 장치에 추가적 안전 및 고장 방지 장치가 포함될 수 있다.

[0307] 탄소 변환 장치에 복수의 입자분리기가 포함되어 있을 경우 입자분리기는 직렬 또는 병렬로 배열될 수 있으며, 2개 이상의 입자분리기가 사용될 경우 직렬로 배열된 입자분리기와 병렬로 배열된 입자분리기가 함께 탄소 변환 장치에 포함될 수 있다.

[0308] 본 발명의 한 구현에서, 직렬로 배열되어 순차적으로 입자상 물질을 제거하는 1차 및 2차 입자분리기가 탄소 변환 장치에 포함되어 있다. 본 발명의 한 구현에서, 직렬로 배열된 1차 및 2차 입자분리기가 탄소 변환 장치에 포함되어 있다. 직렬로 배열될 경우, 1차 입자분리기는 비교적 크기가 큰 입자상 물질을 제거하고 2차 입자분리기는 비교적 크기가 작은 입자상 물질을 제거한다. 이러한 구현에서, 1차 입자분리기에 배출된 입자상 물질은 선택적으로 2차 처리 장치/용융 장치로 재순환되며 2차 입자분리기에 배출된 입자상 물질은 선택적으로 추가 처리되지 않고 수거된다.

- [0309] 몇몇 구현에서, 탄소 변환 장치에는 직렬로 배열된 2개 이상의 사이클론 분리가 포함되어 있다.
- [0310] 몇몇 구현에서, 탄소 변환 장치에는 병렬로 배열된 2개 이상의 사이클론 분리가 포함되어 있다.
- [0311] 선택적으로, 1차 및 2차 입자분리기가 장치된 구현에서 1차 입자분리기는 내장형이고 2차 입자분리기는 외장형일 수 있다.
- [0312] 본 발명의 한 구현에서, 탄소 변환 장치는 1차 처리 장치와 2차 처리 장치 및 용융 장치에서 배출된 배출 가스를 입자분리기에 공급하도록 설정되어 있다.
- [0313] 본 발명의 한 구현에서, 1차 입자분리기 또는 일련의 입자분리기는 1차 처리 장치와 작동 연결되고 2차 입자분리기 또는 일련의 입자분리기는 2차 처리 장치 및 용융 장치와 작동 연결되며, 이 두 배출 가스 흐름이 각각의 입자분리기를 통과한 후 혼합되도록 탄소 변환 장치가 설정되어 있다. 문제가 되는 입자상 물질의 대부분이 2차 처리 장치/용융 장치에서 생성되므로, 개별 입자분리기 또는 일련의 입자분리기는 입자상 물질의 예상 유입량과 각각의 배출 가스 흐름의 특성에 따라 그 크기가 결정될 수 있다.
- [0314] 본 발명의 한 구현에서, 탄소 변환 장치에는 입자상 물질의 전반적 제거를 향상시키기 위한, 직렬로 배열된 복수의 사이클론 분리기(병렬로 배열된 사이클론 분리기와 병용되거나 병용되지 않을 수 있음)가 포함되어 있다.
- [0315] 본 발명의 한 구현에서, 1차 처리 장치 및 2차 처리 장치/용융 장치가 각각 별도의 사이클론 분리기와 작동 연결되어, 각각의 사이클론 분리기에서 배출된 미가공 배출 가스가 가스 재구성 구역에 유입되기 전에 최종 사이클론 분리기에서 혼합되도록 탄소 변환 장치가 설정되어 있다.
- [0316] 본 발명의 한 구현에서, 탄소 변환 장치에는 1쌍 이상의 사이클론 분리가 포함되어 있으며, 각 쌍의 사이클론 분리기에는 가스를 2차 사이클론 분리기로 배출하는 1차 사이클론 분리가 있다. 이 구현에서, 배출 가스가 1차 사이클론 분리기에 유입되어 가스에 함유된 입자상 물질이 포획된다. 1차 사이클론 분리기의 배출구는 1차 사이클론 분리기에서 포획되지 않은 가장 미세한 입자상 물질을 2차 사이클론 분리기로 배출한다. 선택적으로, 포획된 입자상 물질은 중력 및 저유속 가스 흐름에 의해 2차 처리 장치/용융 장치로 이송되어 추가 처리될 수 있다.
- [0317] 사이클론 분리가 외장형인 한 구현에서, 사이클론 분리기에서 배출된 입자상 물질이 도관을 통해 2차 처리 장치/용융 장치로 돌아가고, 입자상 물질이 감소된 배출 가스가 별도의 도관을 통해 재구성 구역으로 유입되도록 탄소 변환 장치가 설정되어 있다.
- [0318] 재구성 구역
- [0319] 재구성 장치에는 가스 재구성 공정이 발생하는 단일 구역 또는 복수의 구역이 포함되어 있다. 재구성 구역은 챔버, 관, 파이프, 또는 1종 이상의 에너지원이 배출 가스에 적용되어 재구성 공정을 촉진하기에 적합한 구역이 되는, 기타 적합하게 설정된 격실의 형태로 제공될 수 있다. 재구성 구역은 재구성 장치에 포함된 2개 이상의 격실에 분포될 수 있으며, 본 발명의 몇몇 구현에서는 1개 이상의 입자분리기가 포함될 수 있다. 재구성 구역은 1차 및 2차 처리 장치와 용융 장치에서 배출된 배출 가스, 1종 이상의 에너지원에서 발생한 에너지(열 등), 그리고 선택적으로는 1개 이상의 공정 첨가물 투입구에서 유입되는 공정 첨가물을 수취한다. 적합한 에너지원은 플라즈마원, 열역학적 가열, 플라즈마 제트, 수소 버너, 전자빔, 레이저, 방사선 등이다.
- [0320] 몇몇 구현에서, 재구성은 입자상 물질의 감소와 동시에 이루어진다. 그러한 구현에서, 재구성 구역에는 입자분리기가 포함되어 있으며 입자분리기의 투입구 또는 배출구 근처, 또는 입자분리기 내에 플라즈마 토치 등의 에너지원이 배치되어 있다. 선택적으로, 재구성 장치에는 1종 이상의 에너지원과의 접촉이 이루어지기 전에 재구성 구역에 유입되는 배출 가스에 열을 공급하는 추가적 열원이 포함될 수 있다.
- [0321] 선택적으로, 재구성 구역은 와류, 혼합 및 선회를 촉진하도록 조정되며, 선택적으로는 혼합 및 와류를 촉진하는 장치가 포함될 수 있다.
- [0322] 재구성 구역은 적절한 혼합 또는 와류가 발생하고 소기의 체류 시간이 유지되는 한 다양하게 설정될 수 있다. 예를 들어, 재구성 구역은 사실상 수직을 이루거나, 사실상 수평을 이루거나, 각을 이루도록 그 방향이 설정될 수 있으며 광범위한 길이 대 직경 비율을 갖는다.
- [0323] 본 발명의 한 구현에서, 재구성 구역은 제1단부(상위) 및 제2단부(하위)가 포함된 일자관형 또는 벤투리관형 구역이며, 사실상 수직향 또는 사실상 수평향으로 배치되어 있다.

- [0324] 본 발명의 한 구현에서, 재구성 구역은 길이 대 직경 비율이 크도록 설정되어 있다. 이 구현에서, 에너지원의 영향이 미치는 면적에 재구성 구역의 단면 면적의 상당 부분이 포함되기 때문에 재구성 공정이 최대화된다. 가스 유동 통로의 여러 지점에 토치가 배치될 수 있다.
- [0325] 본 발명의 한 구현에서, 재구성 구역은 탄소 변환 장치 내에 다양한 방향으로 장치될 수 있는 파이프로 제공되어 있다.
- [0326] 본 발명의 한 구현에서, 재구성 구역은 선택적으로 1개 이상의 굴곡부가 포함될 수 있는 관형 격실로 제공되어 있다.
- [0327] 선택적으로, 재구성 구역을 제공하는 격실에는 재구성 구역에서의 가스의 역혼합 및 와류를 촉진하는 배플 등의 내장 구성요소가 포함될 수 있다.
- [0328] 재구성 구역은 열회수기 또는 열교환기와 작동 연결될 수 있다. 이러한 구현에서, 열풍이 필요한 곳과 인접한 곳에 열회수기가 배치되어 가스가 열회수기에 유입되게 하는 단열 배관과 열풍이 2차 처리/용융 장치에 유입되게 하는 단열 배관에 소요되는 비용이 절감될 수 있도록 재구성 구역이 설정되어 있다.
- [0329] 본 발명의 한 구현에서, 탄소 변환 장치는 재구성 구역으로의 우회 경로를 제공하도록 설정되어 있다.
- [0330] 본 발명의 한 구현에서, 재구성 구역은 제거 또는 분리가 가능한 격실 내에 제공되어 있다.
- [0331] 에너지원
- [0332] 재구성 장치에는 재구성 구역에 에너지를 공급하여 재구성 공정을 촉진하는 1종 이상의 에너지원이 포함되어 있다.
- [0333] 본 발명의 한 구현에서, 재구성 구역에는 1개 이상의 플라즈마원이 포함되어 있다.
- [0334] 비이송식 및 이송식 아크, 교류(AC) 및 직류(DC), 플라즈마 토치, 고주파 유도 플라즈마 장치, 유도결합 플라즈마 토치(ICP) 등 다양한 종류의 플라즈마원에서 1개 이상을 선택할 수 있다. 모든 아크 발생 장치에서, 양극과 음극 사이에서 아크가 발생한다. 적합한 플라즈마원의 선택은 당해 기술분야의 기술인의 일반적 기술력 내에 있다.
- [0335] 이송식 아크 및 비이송식 아크(AC 및 DC) 토치에는 적절하게 선정된 전극 재료가 사용될 수 있다. 당해 기술분야에 알려져 있는 적합한 전극 재료는 구리, 텅스텐 합금, 하프늄 등이다. 전극의 수명은 전극에서 아크가 작용하는 면적 등 여러 가지 요소에 달려 있으며, 아크 작용 면적은 플라즈마 토치의 설계 및 전극의 공간적 배열에 달려 있다. 일반적으로, 작은 아크 작용 면적은 전극이 열이온 방출에 의해 냉각되도록 설계되어 있지 않은 한 더 짧은 기간에 마모된다. 전극은 전극이 마모되면서 발생하는 그 간격의 변동을 줄이기 위해 공간적으로 조정할 수 있다.
- [0336] 공기, 헬륨, 네온, 수소, 메탄, 암모니아, 일산화탄소, 산소, 질소, 이산화탄소, C₂H₂, C₃H₆. 등 다양한 가스가 플라즈마 토치의 운반 가스로 사용될 수 있다. 운반 가스는 중성, 환원성 또는 산화성일 수 있으며 가스 재구성 공정의 조건과 가스의 이온화 퍼텐셜에 따라 선택된다. 적합한 운반 가스를 선택하는 것, 그리고 운반 가스를 플라즈마 토치에 주입하는 장치가 가스의 효율에 영향을 끼친다는 것을 이해하는 것은 당해 기술분야의 기술인의 일반적 기술 범위 내에 있다. 특히, 열악하게 설계된 운반 가스 주입 장치는 균일하지 않은 플라즈마 제트를 만들어내기 때문에 뜨거운 구역과 차가운 구역이 생기게 된다.
- [0337] 본 발명의 한 구현에서, 가스 재구성 장치에는 1개 이상의 비이송식 역극성 DC 플라즈마 토치가 포함되어 있다. 본 발명의 한 구현에서, 가스 재구성 장치에는 1개 이상의 수냉식 구리 전극 NTAT DC 플라즈마 토치가 포함되어 있다. 본 발명의 한 구현에서, 가스 재구성 장치에는 1개 이상의 AC 플라즈마 토치가 포함되어 있다.
- [0338] AC 플라즈마 토치는 단상 또는 다상(3상 등)일 수 있으며, 이에 따라 아크 안정성이 다르다. 3상 AC 플라즈마 토치는 일반적인 전력 공급망 또는 발전 장치로부터 직접 동력을 공급받을 수 있다. 상이 더 높은 AC 장치(6상 등)가 사용될 수도 있으며, 혼합형 AC/DC 토치, 또는 수소 버너, 레이저, 전자빔 건, 기타 이온화 가스원을 사용하는 기타 혼합형 장치도 사용될 수 있다.
- [0339] 다상 AC 플라즈마 토치는 일반적으로 동력 손실율이 낮다. 또한, 아크가 레일건 효과로 인하여 전극을 따라 고속으로 움직임으로써 전극 사이의 열부하의 재분배가 향상될 수 있다. 전극 냉각 장치를 따라 이루어지는 이 열부하의 재분배는 구리 합금처럼 비교적 용융점이 낮으나 열전도율이 높은 전극 재료의 사용을 가능하게 한다.

- [0340] 플라즈마 토치에는 적용점에서 장시간 동안 충분히 높은 불꽃 온도를 발생시키는, 상용화된 다양한 플라즈마 토치가 포함될 수 있다. 일반적으로, 이러한 상용화된 플라즈마 토치는 출력이 약 100kW에서 6MW 이상에 이르기까지 다양하다. 본 발명의 한 구현에서, 플라즈마 토치는 각각 필요되는 (부분적) 용량으로 작동하는 2개의 300kW 플라즈마 토치이다.
- [0341] 본 발명의 한 구현에서, 재구성 구역의 에너지원에는 산소 및 수소가 반응하여 초고온 증기(>1200℃)가 생성되는 수소 버너가 포함되어 있다. 이러한 고온에서 증기는 가스 재구성 공정을 촉진하는 이온화된 형태로 존재할 수 있다. 수소 버너는 플라즈마 토치 등 다른 에너지원과 병용될 수 있다. 활성수소 종류는 반응종이 급속 분산되고 증기에 의한 열분해가 광범위하게 이루어지는 장점이 있으며, 이러한 장점은 최초 가스가 플라즈마보다 더 낮은 온도에서 고효율적으로 변환되게 한다.
- [0342] 수소 버너에 사용되는 수소는 전기분해로 얻을 수 있다. 산소 공급원은 순수 산소 또는 공기가 될 수 있다. 당해 기술분야의 기술인이 잘 알고 있는 기타 수소 및 산소 공급원도 사용될 수 있다. 버너의 설계에서는 전산유체역학(CFD) 기반 도구 등의 표준 모델링 도구가 사용될 수 있다. 버너는 또한 재구성 가스의 양, 챔버의 구조 등, 가스 재구성 장치의 요건에 부합되도록 개조되고 크기가 조정될 수 있다.
- [0343] 본 발명의 한 구현에서, 수소 버너에는 원통형 노즐 본체가 포함되어 있다. 이 노즐 보디는 상하의 뚜껑이 각각 상단부 및 하단부와 연결되어 있으며, 보디 내의 사전 설정된 고리형 공간 S를 형성하고 있다. 가스 공급관이 보디의 측벽과 연결되어 있으며 아래쪽으로 기울어져 있다. 상단 뚜껑은 보디와 일체화되어 일체형 구조물이 될 수 있으며, 열이 쉽게 방산되기에 충분한 두께의 열전달부가 있다. 수소를 대기로 방출하는 복수의 노즐 구멍이 열전달부를 통해 형성되며, 열전달부의 위쪽 표면에 형성된 노출 함몰부가 각각의 노즐 구멍과 소통한다. 공기가 챔버를 통과하도록 보디 내에는 기류 챔버도 설정되어 있다. 이 공간의 안쪽 표면에는 유도 돌출부가 형성되어 있어서 수소의 흐름을 공간 내 소기의 방향으로 유도한다. 또한, 노즐 구멍의 하단부와 소통하는 고리형 공간 S의 상단부는 돔형으로 설정되어 수소를 노즐 구멍으로 유도하는 아치형 유도부를 형성한다.
- [0344] 수소 버너는 저온에서 작동하며, 일반적으로 수소를 공기와 혼합한다. 수소 버너에는 훨씬 더 높은 온도에서 작용하는 산소-수소 혼합물이 사용될 수도 있다. 이러한 고온은 기(radical)와 이온을 더 많이 방출할 수 있으며, 탄화수소 및 메탄과의 반응성을 높이기도 한다.
- [0345] 본 발명의 한 구현에서, 수소 버너는 기상 탄화수소물의 합성가스로의 재구성을 촉진할 수 있는 고온 화학기의 공급원이 된다. 수소 버너는 산화제로 작동되며, 공기와 산소는 가장 일반적인 산화제이다. 당해 기술분야의 기술인은 필요한 수소와 산화제의 상대적 비율을 알 것이다. 수소 버너는 고온의 기를 발생시킬 뿐만 아니라 제어 가능한 양의 증기를 발생시킨다. 일반적으로, 수소 버너는 플라즈마 토치와 유사한 효율로 작동할 수 있다.
- [0346] 전자빔 건도 재구성 구역의 에너지원이 될 수 있다. 전자빔 건은 열이온 방사, 광전 음극 방사, 냉음극 방출 등의 방사 메커니즘에 의하거나 순수 정전장 또는 자기장을 사용한 집중에 의해, 또는 복수의 전극에 의해 매우 정밀한 운동 에너지를 지닌 전자빔을 만들어낸다.
- [0347] 전자빔 건은 원자에 전자를 첨가하거나 원자로부터 전자를 제거함으로써 입자를 이온화하는 데 사용될 수 있다. 당해 기술분야의 기술인은 기상 입자를 이온화하기 위한 질량분석에 이러한 전자 이온화 공정이 사용되어 왔다는 것을 잘 알 것이다.
- [0348] 전자빔 건의 설계는 당해 기술분야에 잘 알려져 있다. 예를 들어, DC 정전 열이온 전자 건은 가열되면 열이온 방사를 통해 전자 흐름을 만들어내는 열음극, 빔을 집중하는 전기장을 발생시키는 웨넬트 실린더 등의 전극, 그리고 전자를 가속하고 추가적으로 집중시키는 1개 이상의 양극 등 여러 부분으로 구성되어 있다. 양극과 음극 사이의 전압차를 크게 하기 위해 전자는 더 높은 속도로 가속된다. 양극과 음극 사이에 위치한 반발 링이 양극 상의 작은 점에 전자를 집중한다. 이 작은 점은 구멍으로 설계될 수 있으며, 이 경우 전자빔은 집전자라고 불리는 두 번째 양극에 도달하기 전에 시준된다.
- [0349] 전리방사선도 재구성 구역의 에너지원이 될 수 있다. 전리방사선은 원자 또는 분자를 이온화할 수 있는 고에너지 입자 또는 파장을 말한다. 이온화 능력은 방사선의 개별 패킷(전자기 방사를 위한 광자)의 에너지의 작용이다. 전리방사선의 예는 에너지 베타 입자, 중성자, 알파 입자 등이다.
- [0350] 원자 또는 분자를 이온화하는 전자기방사선의 능력은 전자장 스펙트럼의 각 선마다 다르다. 엑스선과 감마선은 거의 모든 분자 및 원자를 이온화하고, 원자외선은 여러 원자 및 분자를 이온화하며, 근자외선 및 가시광선은 극소수의 분자를 이온화한다. 적합한 전리방사선원은 당해 기술분야에 알려져 있다.

- [0351] 재구성 공정을 지속시키는 데 필요한 외부 에너지는 공정에서 발생하는 열을 이용함으로써 줄일 수 있다. 재구성 구역에서 배출되는 가스에 있는 현열은 열교환기로 포획하여 재순환시킴으로써 공정의 외부 효율을 높일 수 있다.
- [0352] 당해 기술분야의 기술인이 쉽게 이해할 수 있듯, 열에너지 또는 레이저에 기반한 기타 에너지원도 사용될 수 있다.
- [0353] 재구성 구역의 혼합 및 와류 촉진
- [0354] 몇몇 구현에서, 재구성 장치에는 재구성 구역에 유입되는 각종 가스의 혼합 및 와류를 크게 촉진하도록 설계 및 설정된 장치가 추가적으로 포함되어 있다.
- [0355] 본 발명의 한 구현에서, 재구성 장치에는 각종 공정 첨가물 투입구가 포함되어 있으며, 투입구의 노즐은 재구성 구역 내의 와류 및 혼합이 촉진되도록 배열되어 있다.
- [0356] 본 발명의 한 구현에서, 재구성 장치에는 재구성 구역 내에 와류를 일으켜 혼합을 촉진하는 1개 이상의 배플이 포함되어 있다. 당해 기술분야에는 다양한 배플 배열이 알려져 있으며 크로스 바(cross bar) 배플 배열, 브리지 월(bridge wall) 배플 배열, 초크 링(choke ring) 배플 배열 등이 포함된다. 최초 가스의 성분 구성과 온도가 보다 균일하게 유지되어 공정 첨가물과 잘 혼합될 수 있도록, 최초 가스 주입구 또는 그 부근에 배플을 배치할 수도 있다.
- [0357] 도 77A-B에 나타냈듯, 에너지원의 전 또는 후에 와류를 발생시킬 수 있다. 도 78C는 (1) 수동적 그리드, (2) 회전축을 사용하는 능동적 그리드, (3) 편향발생기 등 3종의 와류 발생 장치의 예시적 구현을 나타낸 것이다. 도 79 및 80은 와류 발생 장치의 추가적 구현을 나타낸 것이다.
- [0358] 본 발명의 한 구현에서, 에너지원의 위치 설정은 재구성 구역 전 또는 내의 혼합을 촉진한다. 본 발명의 한 구현에서, 공기 및 산소 주입구와 같은 선회 방향을 만들도록 2개의 플라즈마 토치가 서로 엇갈리게 배치되어 있다. 본 발명의 한 구현에서, 재구성 구역 챔버의 둘레에서 서로 반대되는 지점에 2개의 플라즈마 토치가 배치되어 있다.
- [0359] 공정 첨가물 투입구의 배열은 재구성 구역 챔버의 설계, 소기의 유량, 분사 속도, 투과, 혼합 등 다양한 요소에 따라 이루어진다. 여기에서는 공정 첨가물 포트 및 에너지원 포트의 다양한 배열이 고려된다.
- [0360] 예를 들어, 산소 주입구 또는 포트, 증기 주입구 또는 포트, 에너지원 포트 등을 재구성 구역 챔버의 둘레를 따라 층층이 배열함으로써 접선 방향의 다층 주입이 이루어지게 할 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 재구성 구역 챔버의 둘레를 따라 9개의 산소원 포트가 3층으로 배열되어 있다. 본 발명의 한 구현에서, 재구성 구역 챔버의 둘레를 따라 2개의 증기 주입 포트가 서로 반대되는 지점에 2층으로 배열되어 있다. 공기 및 산소 주입 포트가 다층으로 배열된 구현에서, 공기 및 산소 주입 포트는 혼합 효과가 극대화되도록 배열될 수 있다.
- [0361] 본 발명의 한 구현에서, 공기 및 산소 주입 포트는 서로 엇갈리게 접선 방향으로 배치되어, 아래쪽 주입 포트가 가스를 예비 혼합하고 토치로 가열하여 가스의 선회 운동을 일으키도록 되어 있다. 위쪽 공기 주입 포트는 선회 운동을 가속함으로써 재순환 소용돌이 패턴이 형성되어 지속되도록 할 수 있다.
- [0362] 본 발명의 한 구현에서, 처리될 가스가 재구성 구역에 비스듬히 유입되어 선회를 일으킨다. 이 구현은 또한 에너지원에 의해 가스 흐름의 노출을 촉진할 수 있는 형태와 위치를 취하고 있는 가스조종기의 예를 보여준다.
- [0363] 본 발명의 한 구현에서, 가장 아래쪽에 있는 공기 주입 포트는 재구성 구역에 유입되는 각종 가스를 예비 혼합하는 4개의 분사구로 이루어져 있다. 위쪽의 다른 2개층의 공기 노즐은 가스를 혼합하고 필요한 온도로 가열하는 데 필요한 주 운동량과 산소를 공급한다. 증기 주입구 또는 포트의 배열은 그 수, 높이, 방향 및 각도가 신축적이다.
- [0364] 산소 및 증기 주입 포트도 재구성 구역 챔버 내벽과 각을 이루는 방향으로 재구성 구역 챔버에 산소 및 증기를 주입함으로써 가스의 와류 또는 선회를 촉진하도록 배치될 수 있다. 이때의 각도는 챔버의 직경과 소기의 공기 주입 포트 유량 및 유속에 입각하여 충분한 분사 투과가 이루어지도록 선택된다. 각도는 약 50°에서 70° 사이가 될 수 있다.
- [0365] 공기 주입 포트는 여러 개가 동일한 면에 배열되거나 다수의 순차적 면에 배열될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 공기 주입 포트는 상하 두 줄로 배열되어 있다. 본 발명의 한 구현에서, 아래쪽 줄에는 4개의 공기 주입 포트가 있고 위쪽 줄에는 6개의 공기 주입 포트가 있으며, 위쪽 줄의 6개 중 3개는 다른 3개보다 약간 위쪽에 배

치되어 교차분사 혼합 효과를 내도록 되어 있다.

- [0366] 선택적으로, 재구성 구역 챔버를 통과하는 가스의 회전 또는 사이클론 운동을 일으키도록, 공기는 재구성 구역 챔버에 각을 이루며 공급될 수 있다. 가스의 에너지원(플라즈마 토치 등)은 유동의 추가적 회전을 촉진하도록 각을 이룰 수 있다.
- [0367] 본 발명의 한 구현에서, 공기, 산소 및 증기 주입구에는 내열 분무 노즐 또는 분사구가 포함되어 있다. 적합한 공기 노즐은 당해 기술분야에 알려져 있으며 도 81에 나타난 A형 노즐, B형 노즐 등의 상용화된 종류가 이에 포함될 수 있다. 노즐은 단일 종류일 수도 있고 여러 종류일 수도 있다. 노즐의 종류는 기능적 요건에 따라 선택할 수 있다. 예를 들어, A형 노즐은 공기 흐름의 방향을 바꿈으로써 소기의 선회를 일으키는 데 적합하고, B형 노즐은 공기 흐름의 고유속을 일으킴으로써 투과가 확실하게 이루어지고 혼합이 최대화되도록 하는 데 적합하다.
- [0368] 노즐은 공기의 방향을 소기의 각도로 공급하도록 설계될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 공기분사구는 서로 엇갈리게 배치되어 있다. 본 발명의 한 구현에서, 노즐 끝에 편류기를 장착하여 주입관 및 플랜지가 챔버와 직각을 이루게 함으로써 직각 주입이 이루어진다.
- [0369] 본 발명의 한 구현에서, 최초 가스 주입구 또는 그 부근에 1개 이상의 공기분사구(공기 선회분사구 등)가 배치되어, 소량의 공기가 최초 가스에 주입되고, 주입된 공기의 유속에 의해 최초 가스 흐름에 선회 운동이 발생하도록 되어 있다. 분사된 공기가 재구성 구역 챔버의 중심부에 침투할 수 있도록, 공기 선회분사구의 수는 소기의 공기 유량 및 배출 유속에 입각하여 사실상 최대한의 선회를 일으키도록 설정할 수 있다.
- [0370] 선택적 공정 첨가물
- [0371] 선택적으로, 재구성 장치에는 산소원, 이산화탄소, 기타 탄화수소 또는 추가적 가스 등의 공정 첨가물을 재구성 구역에 공급하도록 설정된 1개 이상의 공정 첨가물 포트가 포함될 수 있다. 당해 기술분야에는 다양한 산소원이 알려져 있으며 산소, 고산소 공기, 공기, 산화제, 증기, 기타 산소원 등, 당해 기술분야의 기술인이 쉽게 알 수 있는 다양한 산소원이 이에 포함된다. 본 발명의 한 구현에서, 재구성 장치에는 1개 이상의 공기 및 산소 주입 포트가 포함되어 있으며, 선택적으로 1 개이상의 증기 주입 포트가 포함되어 있다.
- [0372] 공기, 증기, 기타 가스 등 공정 첨가물의 선택적 첨가는 전용 주입구 없이도 가능하다. 본 발명의 한 구현에서, 공정 첨가물은 배출가스원에 첨가될 수 있다. 또한 공정 첨가물은 예를 들어 플라즈마 토치가 에너지원으로 사용될 경우 에너지원을 통해 재구성 구역에 첨가될 수도 있다.
- [0373] 선택적으로, 품질 기준에 부합되지 않는 합성가스가 재구성 구역으로 재순환되어 추가 처리될 수 있도록 포트 또는 투입구가 제공될 수도 있다. 이러한 포트 또는 투입구는 재구성 구역 내의 재료의 와류 혼합이 촉진되도록 다양한 각도 및 위치에 배치될 수 있다.
- [0374] 공정 온도, 압력, 가스 구성 및 기타 관련 조건을 측정할 수 있도록, 1개 이상의 포트가 포함될 수 있다.
- [0375] 선택적으로, 재구성 장치 내의 1개 이상의 포트 또는 투입구를 밀폐하는 데 마개, 뚜껑, 밸브 및 게이트가 제공된다. 적합한 마개, 뚜껑, 밸브 및 게이트는 당해 기술분야에 알려져 있으며 수동식 또는 자동식이 이에 포함될 수 있다. 포트에는 또한 밀폐 마개(gland) 등의 적합한 밀폐물이 포함될 수 있다.
- [0376] 선택적 촉매
- [0377] 재구성 구역에는 선택적으로 1개 이상의 촉매가 포함될 수 있다. 당해 기술분야에 알려져 있는 바와 같이, 촉매는 평형이 이루어지는 데 필요한 시간을 줄임으로써 화학반응 속도를 높인다. 재구성 구역에 적합한 촉매를 사용하면 대체적 반응 경로를 제공함으로써 재구성 공정에 필요한 에너지의 양을 줄일 수 있다. 촉매에 의한 정확한 경로는 사용되는 촉매의 종류에 의해 결정된다. 일반적으로, 재구성 구역에서의 촉매 사용의 타당성은 그 수명에 의해 결정된다. 촉매의 수명은 ‘포이즈닝(poisoning)’, 즉 ‘가스에 함유된 불순물로 인한 촉매 능력의 저하’에 의해 단축될 수 있다.
- [0378] 본 발명의 한 구현에서, 본 발명의 한 구현에서, 재구성 구역에는 재구성에 필요한 에너지의 양을 효과적으로 줄여주는 촉매가 포함되어 있다. 동 촉매는 에너지원의 상위 또는 하위에 배치되거나, 에너지원의 통로에 배치될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 에너지원의 전후에 배치된 촉매가 포함되어 있다.
- [0379] 재구성 장치는 재구성 구역 내에 촉매를 용이하게 배치할 수 있도록 설정될 수 있다. 예를 들어, 촉매는 슬라이딩 장치 위에 장착된 베드의 형태로 제공될 수 있다. 슬라이딩 장치는 촉매 베드의 제거 및 교체를 용이하게 해

준다.

- [0380] 선정된 촉매의 촉매 능력은 작동온도에 의해 결정되기도 한다. 다양한 촉매에 적합한 작동온도는 당해 기술분야에 알려져 있다. 촉매가 최적 작동온도 범위 내에 유지될 수 있도록, 재구성 장치에는 적합한 냉각 장치가 장치될 수도 있다. 증기, 물, 공기, 산소, 재순환 및 재구성된 가스 등의 첨가물을 첨가하여 촉매 부근의 온도를 높이거나 낮출 수도 있다. 당해 기술분야의 기술인은 온도 제어를 위해 선택된 특정 첨가물이 촉매의 위치와 해당 구역의 가스 온도에 의해 결정된다는 것을 이해할 것이다.
- [0381] 촉매 표면의 불균일성, 그리고 크기가 큰 유기성 분자와 촉매 표면 사이의 원활한 접촉은 H₂, CO 등의 크기가 작은 분자로의 재구성을 촉진한다.
- [0382] 사용될 수 있는 촉매에는 감람석, 하소 감람석, 백운석, 산화니켈, 산화아연, 탄화물 등이 있다. 감람석에 함유된 산화철 및 산화마그네슘은 길이가 더 긴 탄화수소 분자를 재구성하는 능력을 가지고 있다. 당해 기술분야의 기술인은 본 장치의 가스 환경 내에서 그 능력이 빨리 저하되지 않는 촉매를 선정해야 한다는 것을 알 것이다.
- [0383] 재구성 공정의 촉진을 위해 비금속 및 금속 촉매가 사용될 수 있다. 바이오매스 가스화 공정에서 배출되는 가스의 재구성에는 하소된 백운석이 가장 널리 사용되는 비금속 촉매이다. 백운석은 비교적 저렴하며 소모성이다. 백운석을 증기와 함께 사용할 경우 촉매효율이 뛰어나다. 또한 최적 온도 범위는 약 800℃ - 약 900℃이다. 백운석의 촉매 능력과 물리적 성질은 고온에서 저하된다.
- [0384] 백운석은 칼슘 마그네슘 광석으로서 화학식은 CaMg(CO₃)₂이고 중량을 기준으로 20% 이하의 MgO, 30% 이하의 CaO, 45% 이하의 CO₂로 이루어져 있으며, 기타 소량의 광물 불순물이 함유되어 있다. 백운석을 하소하면 탄산염 광물이 분해되어 MgO-CaO에서 CO₂가 제거된다. 완전한 하소는 매우 높은 온도에서 발생하며, 일반적으로 800℃-900℃에서 이루어진다. 이러한 백운석 하소 온도 때문에 이 촉매의 효과적 사용은 이러한 비교적 높은 온도에 제한된다.
- [0385] 자연적으로 생성되는 또다른 광물인 감람석도 하소 백운석과 비슷한 촉매 능력을 나타냈다. 감람석은 전형적으로 하소 백운석보다 강건하다.
- [0386] 사용될 수 있는 기타 촉매로는 탄산염암, 백운석회암, 탄화규소(SiC) 등이 있다.
- [0387] 탄화물은 저온에서 촉매 기능을 할 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 재구성 구역은 1차 처리 장치와 작동 연결되어 있으며, 적어도 생성된 탄화물의 일부가 재구성 구역으로 이송되어 촉매로 사용된다. 탄화물이 촉매로 사용되는 구현에서는 촉매 베드가 전형적으로 에너지원 앞에 배치되어 있다.
- [0388] 합성가스 배출구
- [0389] 재구성 장치에는 합성가스를 재구성 구역에서 하위 처리 공정 또는 저장 장치로 이송하는 1개 이상의 합성가스 배출구 또는 포트가 포함되어 있다.
- [0390] 본 발명의 한 구현에서, 재구성 장치에는 재구성 구역의 하위 단부 또는 그 부근에 배치된 1개 이상의 합성가스 배출구가 포함되어 있다. 동 배출구에는 구멍이 포함될 수 있으며, 선택적으로는 재구성 구역에서 배출되는 합성가스의 유동을 제어하는 장치가 포함될 수도 있다.
- [0391] 본 발명의 한 구현에서, 동 배출구에는 재구성 구역의 개방형 제2 단부(하위)가 포함되어 있다.
- [0392] 본 발명의 한 구현에서, 동 배출구에는 재구성 구역의 폐쇄형 제2 단부(하위)에 배치된 1개 이상의 구멍이 포함되어 있다.
- [0393] 본 발명의 한 구현에서, 동 배출구에는 재구성 구역 내벽, 제2 단부(하위) 부근에 위치한 구멍이 포함되어 있다.
- [0394] 선택적 열 재순환 장치
- [0395] 합성가스로부터 열이 회수되어 공정 첨가물(공기, 증기 등)의 가열, 복합 사이클 장치에서의 발전 등 다양한 용도로 사용될 수 있다. 회수된 전력은 가스 재구성 공정을 추진함으로써 지역 전력 소비 비용을 절감을 위해 사용될 수 있다.
- [0396] 본 발명의 한 구현에서, 합성가스에서 회수된 열은 2차 처리 장치 및 용융 장치에 공급된다. 열교환기는 에너지 소비를 최소화하고 에너지 생산/회수를 최대화함으로써 효율을 높이도록 선택적으로 설정된 제어 장치와 연결되

어 작동될 수 있다.

- [0397] 본 발명의 한 구현에서, 가스-유체 열교환기는 합성가스의 열을 유체로 전달하여 유체를 가열하고 가스를 냉각하는 작용을 한다. 동 열교환기에는 열교환기로(또는 열교환기로부터) 합성가스 및 유체를 이송하는 장치(도관 장치 등)가 포함되어 있다. 적합한 유체로는 공기, 물, 오일, 또는 질소, 이산화탄소 등의 기타 가스가 있다.
- [0398] 선택적으로, 도관 장치에는 합성가스 및 유체의 유량을 조절할 수 있도록 적절하게 배치된 1개 이상의 조절기(송풍기 등)가 사용될 수 있다. 이러한 도관 장치는 열손실을 최소화함으로써 합성가스에서 회수될 수 있는 현열의 양이 증가하도록 설계될 수 있다. 열 손실은 예를 들어 도관 주변에 당해 기술분야에 알려져 있는 단열재를 사용한 단열 격벽을 도관 주변에 설치하거나 도관 표면 면적을 줄임으로써 최소화할 수 있다.
- [0399] 본 발명의 한 구현에서, 가스-유체 열교환기는 합성가스로부터 공기로 열이 전달되어 공기가 가열되는 가스-공기 열교환기이다. 본 발명의 한 구현에서, 가스-유체 열교환기는 열이 물로 전달되어 물이 가열되거나 증기가 발생하는 열회수 증기발생기이다.
- [0400] 원통다관식 열교환기(단일통과 직관형 및 다중통과 U관형), 플레이트형 열교환기 등 다양한 열교환기가 사용될 수 있다. 적합한 열교환기의 선택은 당해 기술분야의 일반적 기술인의 지식 범위 내에 있다.
- [0401] 주입 공기와 합성가스 사이의 현저한 온도차로 인하여, 선택적으로 가스-공기 열교환기의 각 관에는 관이 파열되는 것을 방지하는 팽창주름통이 각각 장치되어 있다. 어느 한 개의 관이 막혀서 다른 관들과 함께 팽창/수축하지 않게 되면 관이 파열될 수 있다. 공기의 압력이 합성가스의 압력보다 높은 구현에서, 관의 파열은 가스 혼합물에 유입되는 공기로 인하여 여러 가지 문제가 발생할 수 있기 때문에 매우 위험하다.
- [0402] 가스-유체 열교환기에서 열이 회수된 후에도 하위 공정에 필요한 이상으로 지나치게 많은 열이 냉각된 합성가스에 함유되어 있을 수 있다. 합성가스의 조절 전의 추가적 냉각에 적합한 장치의 선택은 당해 기술분야의 기술인의 지식 범위 내에 있다.
- [0403] 본 발명의 한 구현에서, 고온 합성가스가 가스-공기 열교환기를 통과하면서 부분적으로 냉각된 합성가스와 가열된 교환공기가 발생된다. 열교환기에 대한 공기 공급은 공정 송풍기에 의해 이루어질 수 있다. 부분적으로 냉각된 합성가스는 제어된 양의 분무 냉각수가 첨가되어 합성가스를 추가적으로 냉각하는 건식 냉각 단계를 거친다.
- [0404] 합성가스의 냉각은 또한 습식, 건식 또는 절충형 냉각 장치를 사용하여 이루어질 수도 있다. 습식 및 건식 냉각 장치는 직접식 또는 간접식일 수 있다. 적합한 냉각 장치는 당해 기술분야에 알려져 있으며, 따라서 장치의 요건에 관한 기술이 있는 당해 기술분야의 기술인은 적합한 장치를 선정할 수 있다.
- [0405] 본 발명의 한 구현에서, 냉각 장치는 습식 냉각 장치이다. 이 습식 냉각 장치는 직접식 또는 간접식일 수 있다. 간접 습식 냉각법이 사용되는 냉각 장치에는 합성가스로부터 열을 흡수하는 냉각수 순환 장치가 있다. 1개 이상의 냉각탑을 통한 증발에 의해 열이 대기로 방출된다. 또는, 냉각수의 보존을 위해 폐회로 내에서 수증기가 응결되어 장치로 재순환될 수도 있다.
- [0406] 본 발명의 한 구현에서, 냉각 장치는 건식 냉각 장치이다. 이 건식 냉각 장치는 직접식 또는 간접식일 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 건식 냉각 장치는 건식 송풍 냉각 장치이다. 그러나 건식 냉각은 시설비를 증가시킬 수 있으므로 물 공급이 제한된 곳에서 사용하는 것이 바람직하다.
- [0407] 본 발명의 한 구현에서, 합성가스 냉각기는 복사 가스 냉각기이다. 당해 기술분야에는 다양한 복사 가스 냉각기가 알려져 있으며 미국 특허원 No. 20070119577 및 미국 특허 5,233,943에 제시된 장치들이 이에 포함된다.
- [0408] 합성가스는 또한 켄처(quencher) 등의 증발기에 의한 직접적 수분 증발에 의해 냉각될 수도 있다.
- [0409] 합성가스의 배출온도는 적절하게 배치된 주입구를 통해 냉각된 합성가스를 가스 재구성 장치로 재순환시켜 새로 생성된 합성가스와 혼합되도록 함으로써 낮출 수도 있다.
- [0410] 제어 장치
- [0411] 여기 기술된 장치 또는 1개 이상의 기능부에서(또는 그에 의해) 실행되는 1개 이상의 공정을 제어하거나, 이러한 공정에 영향을 줄 목적으로 고안된 1개 이상의 공정 장치를 제어하는 제어 장치가 장치될 수 있다. 일반적으로, 이 제어 시스템은 주어진 시스템, 서브시스템 또는 그 구성요소와 관련되거나, 그 내부에서(또는 그와의 공조에 의해) 본 발명의 다양한 구현이 작동할 수 있는 가스와 시스템 등의 시스템 내에서 실행되는 1개 이상의 전반적 공정과 관련된 다양한 국소적 또는 구역적 공정을 효과적으로 제어할 수 있으며, 이에 따라 소기의 성과

를 위해 이러한 공정들에 영향을 주도록 조정된 다양한 제어인자를 조정한다. 따라서 제어된 시스템 또는 1개 이상의 제어된 기능부의 전역, 또는 1개 이상의 그 구성요소와 관련하여 다양한 감지부 및 감응부를 배치하여 다양한 공정 특성, 반응 특성 및 생성물 특성을 취득하고, 필요할 경우 소기의 성과를 얻기 위한 한 가지 이상의 조정을 실행 또는 결정하고, 1개 이상의 제어가능 공정 장치를 통해 1개 이상의 지속적 공정에서 변화를 실행함으로써 대응하도록 할 수 있다.

[0412] 일반적으로, 제어 장치에는 장치 전반 또는 1개 이상의 부속 기능부에 관한 특성을 나타내는 1개 이상의 신호를 수취하도록 설정된 1개 이상의 전산 플랫폼이 포함되어 있다. 하나의 특성은 1) 장치, 1개 이상의 기능부 또는 이 둘 모두에서 실행되는 1개 이상의 공정, 2) 장치, 1개 이상의 기능부 또는 이 둘 모두로 유입되는 1종 이상의 투입, 3) 장치, 1개 이상의 기능부 또는 이 둘 모두에 의해 발생하는 1종 이상의 배출을 나타낼 수 있다. 쉽게 이해할 수 있듯, 투입은 장치 전반의 차원 또는 특정 기능부의 차원으로 간주될 수 있다. 또한 배출은 예를 들어 가스, 고형물, 반고형물, 액체, 기타 생성물 또는 그 혼합물 등이 장치 전반의 각 기능부 사이에서 이동하는 것을 나타낼 수 있으며, 예를 들어 장치에서 배출되는 것을 나타낼 수도 있다. 제어 장치는 또한 1개 이상의 제어 루프 또는 제어 회로와 관련하여 적어도 부분적으로 1개 이상의 투입 신호에서 도출된 1개 이상의 공정 제어인자를 결정하도록 설정되어 있다. 각각의 제어 루프 또는 제어 회로는 장치 또는 1개 이상의 기능부에 대한 소기의 운전 수준의 일정 매개변수화를 제공한다. 제어 장치에 의해 발생된 공정 제어인자는 적어도 부분적으로 장치 또는 1개 이상의 기능부의 운전에 관한 1개 이상의 측면을 조정하도록 설정된 1개 이상의 감응부를 제어하는 데 사용될 수 있다.

[0413] 몇몇 구현에서, 제어 시스템에는 일반적으로 장치 자체, 1개 이상의 기능부, 장치 및 기능부에서 실행되는 공정, 장치에 공급되는 투입물 및 장치에 의해 생성되는 배출물 관련된 1종 이상의 특성을 감지하는 1개 이상의 감지부가 포함되어 있다. 동 감지부는 감지된 특성을 나타내는 특성값에의 접근을 위한 1개 이상의 전산 플랫폼과 통신적으로 연결되어 있으며, 전산 플랫폼은 선정된 운전 성과 및 하위 성과에 적합한 특성의 기준을 정한, 사전설정된 값의 범위를 기준으로 당해 특성값을 비교하고, 특성값이 사전설정된 범위 내로 유지되도록 하는 1개 이상의 공정 제어인자를 계산하도록 설정되어 있다. 따라서, 장치 및 1개 이상의 기능부, 공정, 투입 및 배출에 영향을 줌으로써 감지된 특성을 조절할 수 있는 1개 이상의 공정 장치에 다수의 감응부가 작동 연결되고, 전산 플랫폼과 통신적으로 연결되어 계산된 공정 제어인자에 접근하고 그에 따라 공정 장치를 작동시킬 수 있다.

[0414] 몇몇 구현에서, 장치 전반에는 각각 1개 이상의 구역이 포함된 4개 이상의 기능부가 포함되어 있다. 동 구현에서 제어 장치는 장치 전반과 관련된 1개 이상의 특성에 관한 정보를 포착하고, 필요할 경우 장치 전반의 운전조건에 대한 1가지 이상의 조정을 결정함으로써 각각의 기능부의 1개 이상의 구역에서 소기의 성과가 수립되도록 설정되어 있다. 이와 같이 제어 장치는 운전조건을 수립, 형성, 유지 또는 조정함으로써 각각의 기능부에 필요한 1개 이상의 구역이 제공되도록 할 수 있다. 예를 들어, 장치 전반 및 4개 이상의 기능부의 운전조건은 예를 들어 첨가물 투입구의 위치 등의 그 구조적 설정과 결합되어 각각의 기능부 내의 소기의 구역의 형성, 유지 및 조정을 가능하게 한다.

[0415] 몇몇 구현에서, 4개 이상의 기능부의 각 부에는 관련 제어 서브시스템이 포함되어 있으며, 이 제어 서브시스템은 각 제어 서브시스템의 개별적 작동이 적어도 부분적으로 전반 제어 장치에 의해 제어됨으로써, 적어도 부분적으로 다른 기능부와 관련하여 결정된 특성에 입각하여 제1 기능부의 운전 특성을 조정하는 장치가 제공되도록 통신적으로 연결되어 있다. 이와 같이 전반 제어 장치는 장치 전반의 소기의 기능성과의 정렬을 가능하게 할 수 있다.

[0416] 몇몇 구현에서, 제어 장치는 가스화 장치 전체의 운전조건을 실시간 제어하도록 설정되어 있다. 몇몇 구현에서, 제어 장치는 가스화 장치 전체의 운전조건을 적시에 제어하도록 설정되어 있다.

[0417] 몇몇 구현에서, 제어 장치는 가스화 장치 전체의 운전조건에 대한 적시 제어 및 실시간 제어를 제공하도록 설정되어 있다. 예를 들어, 제어 장치의 설정에는 전반 제어 장치와 1개 이상의 제어 서브시스템이 포함되며, 각 제어 서브시스템은 예를 들어 특정 기능부 또는 특정 기능부 내의 특정 구역 등, 가스화 장치 전체의 일부를 제어하도록 설정되어 있다. 동 예에서, 1개 이상의 제어 서브시스템은 각 기능부 또는 특정 기능부의 특정 구역에 대한 사실상의 실시간 제어를 제공하도록 설정될 수 있으며, 전체 제어 장치는 가스화 장치 전체에 대한 적시 전반 제어를 제공하도록 설정되어 있다. 제어 장치의 설정 및 작동 타이밍은 복수의 설정으로 제공될 수 있으며, 이 복수의 설정은 예를 들어 소기의 제어의 복잡성, 소기의 제어의 수준, 가스화 장치에 의해 실행되는 1개 이상의 공정의 용인성 범위, 1개 이상의 공정의 조정에 대한 민감성 등에 의해 결정될 수 있다는 것을 쉽게

이해할 수 있을 것이다.

- [0418] 본 발명의 한 구현에서, 제어 시스템은 탄소질 공급원료의 가스로의 변환과 관련된 장치, 1개 이상의 기능부, 공정, 투입 및 배출에 대한 피드백, 피드포워드 및 예측 제어를 제공함으로써 그와 관련되어 실행되는 1개 이상의 공정의 효율을 제고한다. 예를 들어, 공급원료의 발열량 및 구성, 합성가스의 특성(발열량, 온도, 압력, 유량, 구성, 탄소 함량 등), 이러한 특성에 대해 허용되는 편차의 정도, 원료 투입 비용 대비 생산물의 가치 등 다양한 공정 특성을 평가하여 이들 공정에 영향을 주도록 조절할 수 있다.
- [0419] 몇몇 구현에서, 열원의 출력, 첨가물 공급 속도(산소, 산화제, 증기 등), 공급원료 공급 속도(1종 이상의 단일 및 혼합 공급), 가스 및 장치 압력/유량 조절기(송풍기, 방출 및 제어 밸브, 플레어 등) 등 다양한 제어인자에 대해, 설계 및 하위 공정 사양에 따라 1개 이상의 공정 관련 특성을 평가 및 조정하는 식의 지속적 및 실시간 조정이 실행될 수 있다.
- [0420] 순수 피드포워드 제어를 사용하는 장치 및 1개 이상의 기능부에서, 장치 및 1개 이상의 기능부와 관련된, 측정된 외란 형태의 환경의 변화는 사전 설정된 반응을 일으킨다. 그 반면, 피드백 제어를 사용하는 장치 및 1개 이상의 기능부에서는 장치 및 1개 이상의 기능부의 소기의 상태가 유지될 수 있다. 따라서, 장치 및 1개 이상의 기능부의 작동의 모델링 또는 매개변수화의 정확도에 따라, 피드백 제어는 피드포워드 제어와 같은 수준의 안정성 문제가 없을 수 있다.
- [0421] 몇몇 구현에서, 피드포워드 제어는 다음과 같은 전제 조건이 충족될 경우에 시간적으로 유효할 수 있다: 1) 외란은 측정될 수 있어야 한다, 2) 장치의 배출에 대한 외란의 영향은 알려져 있는 것이어야 한다, 3) 외란이 배출에 영향을 주는 데 걸리는 시간은 피드포워드 제어가 배출에 영향을 주는 데 걸리는 시간보다 길어야 한다.
- [0422] 피드포워드 제어는 이미 알려져 있고 측정이 가능한 종류의 외란에 대한 반응 속도가 더 빠를 수 있지만, 알려지지 않은 새로운 외란이 지속될 경우에는 부적합한 제어 장치일 수 있다. 그 반면, 피드백 제어는 소기의 장치 및 기능부의 작동으로부터의 1종 이상의 편차를 제어할 수 있다. 그러나 피드백 제어는 편차를 확인하기 위해 외란에 반응하는 데 장치 또는 1개 이상의 기능부로부터 1종 이상의 측정된 변수(배출)를 요한다. 편차를 확인한 후, 피드백 제어 장치는 장치 및 1개 이상의 기능부의 작동의 1개 이상의 특성을 수정하여 장치 및 1개 이상의 기능부의 작동을 소기의 수준으로 복귀시킬 수 있다.
- [0423] 피드포워드 제어와 피드백 제어는 상호배타적이지 않다. 몇몇 구현에서, 제어 장치에는 피드포워드 제어 및 피드백 제어 설정이 포함되어 있다. 예를 들어, 피드포워드 제어는 특정 입력값에 입각하여 필요한 조절 반응을 비교적 신속하게 제공하는 데 사용될 수 있으며, 추가적인 피드백 제어 장치는 피드포워드 제어 장치에 의한 사전 설정된 조절에 입각하여 시스템 작동의 재조정 또는 오류 수정 장치를 제공할 수 있다. 몇몇 구현에서, 피드포워드 제어 및 피드백 제어의 통합은 비교적 신속한 초기 반응을 통해 작동 오류를 현저하게 감소시키는 장치를 제공할 수 있다.
- [0424] 몇몇 구현에서, 장치 전반은 피드백 제어를 사용하여 제어될 수 있으며, 1개 이상의 기능부는 피드백 또는 피드포워드 제어를 사용하여 제어될 수 있다. 예를 들어, 각 기능부에 대한 피드백 또는 피드포워드 제어의 선택은 해당 기능부의 기능 작동의 모델링 또는 매개변수화의 복잡성에 따라 결정될 수 있다. 모델링이 완전할수록 해당 기능부에 대한 피드포워드 제어의 적합성이 높아진다. 몇몇 구현에서, 1개 이상의 기능부의 작동 제어는 피드백 및 피드포워드 제어에 의해 이루어진다.
- [0425] 본 발명의 몇몇 구현에서, 장치 및 1개 이상의 기능부에 모델 예측 제어가 사용될 수 있다.
- [0426] 보정 제어 또는 피드백 제어에서, 적합한 감지부에 의해 측정된 제어인자 또는 제어변수의 값이 규정값 또는 규정 범위와 비교된다. 이 두 값의 편차에 입각하여 제어 신호가 결정되고, 이 제어 신호는 그 편차를 줄이기 위해 제어부로 전달된다. 주어진 조건에 대한 반응이 모델화된 반응 또는 과거에 제어된 반응에 따라 조절되어, 감지된 특성에 대한 대응적 반응을 제공하는 한편 보상 작용에서 발생할 수 있는 과잉 반응을 제한하는 조정 또는 예측 구성요소가 포함되도록, 재래식 피드백 제어 또는 감응 제어 장치를 조정할 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 주어진 장치 설정을 위해 취득된 데이터 및 과거의 데이터는 감지된 장치 및 공정 특성에 대한 반응이 과거에 소기의 성과를 달성하기 위한 반응의 감시 및 조정의 기준이 되었던 최적값으로부터 주어진 범위 내에 속하도록 조정하는 데 협력적으로 사용될 수 있다. 이와 같은 조정 및 예측 제어 방식은 당해 기술분야에 잘 알려져 있으며, 따라서 본 발명의 일반적 범위 및 성격에서 벗어나지 않는 것으로 간주된다.
- [0427] 대안적 또는 추가적으로, 제어 장치는 장치 및 1개 이상의 기능부의 다양한 구성요소의 작동을 감시하여 적절한 작동이 이루어지도록 하고, 선택적으로는 그에 의해 실행되는 공정이 규제 기준(그러한 기준이 적용될 경우)에

부합되게 하도록 설정될 수 있다.

- [0428] 본 발명의 한 구현에서, 장치 및 1개 이상의 기능부의 총 에너지 충격을 감시 및 제어하는 데에도 제어 장치가 사용될 수 있다. 예를 들어, 장치 및 1개 이상의 기능부에서 실행되는 1개 이상의 공정을 최적화하거나 이러한 공정에 의해 발생하는 에너지(폐열 등)의 회수를 증가시킴으로써 장치 및 1개 이상의 기능부의 에너지 충격이 감소되거나 최소화될 수 있도록 장치 및 1개 이상의 기능부가 작동할 수 있다. 대안적 또는 추가적으로, 제어된 공정에 의해 발생한 합성가스의 구성 및 기타 특성(온도, 압력, 유량 등)이 하위 공정에 사용되기에 적합할 뿐 아니라 효율적 또는 최적의 사용을 위해 실질적으로 최적화되도록 하기 위해, 제어 장치는 합성가스의 구성 및 특성을 조절하게 설정될 수도 있다. 예를 들어, 주어진 종류의 발전용 가스 엔진의 구동에 합성가스가 사용되는 본 발명의 한 구현에서, 합성가스의 특성은 그러한 엔진에 대한 최적의 공급물 특성에 부합되도록 조절될 수 있다.
- [0429] 본 발명의 한 구현에서, 주어진 공정이 다양한 구성요소에서의 반응물질 또는 생성물의 체류 시간에 관한, 또는 공정 전반의 다양한 공정에 관한 제한 또는 작동 지침에 부합되거나 최적화되도록 하기 위해, 제어 장치는 주어진 공정을 조절하도록 설정될 수 있다. 예를 들어, 1개 이상의 후속 하위 공정에 맞추어 상위 공정의 속도가 조절될 수 있다.
- [0430] 또한, 다양한 구현에서 제어 장치는 주어진 공정의 다양한 측면이 지속적 또는 실시간으로, 연속적 또는 동시에 제어되도록 설정될 수도 있다.
- [0431] 몇몇 구현에서, 소기의 성과 중 한 가지 또는 여러 가지 성과의 달성을 위한 장치 및 1개 이상의 기능부의 작동에 대한 1종 이상의 조절을 가능하게 하는 1개 이상의 제어 루프가 제어 장치에 포함되어 있다. 제어 루프는 장치의 전반적 기능성, 특정 기능부의 전반적 기능성, 특정 기능부의 하위 구성요소의 기능성, 또는 이들의 조합 또는 그 하위 구성요소의 전반적 기능성을 나타낼 수 있다.
- [0432] 몇몇 구현에서, 제어 장치에는 복수의 제어 루프가 포함되어 있으며, 각각의 제어 루프는 장치, 1개 이상의 기능부, 또는 그 하위 구성요소의 소기의 수준의 기능성과 관련되어 있다. 특정 요건의 충족을 위해 어느 제어 루프가 우선적으로 고려되거나 평가되어야 할지, 또는 가장 중요한 것으로 고려되어야 할지 제어 장치가 결정할 수 있도록, 각 제어 루프에는 우선 순위가 부여될 수 있다. 따라서, 2개 이상의 제어 루프와 연결된 장치 및 1개 이상의 기능부의 1개 이상의 공정의 성과에 차이가 있을 경우, 복수의 제어 루프의 우선 순위는 제어 장치가 복수의 제어 루프 중 어느 것을 선택해야 할지 결정할 수 있는 수단을 제공한다.
- [0433] 본 기술의 몇몇 구현에서, 제어 루프는 복수의 중첩 루프로 설정될 수 있으며, 특정 제어 루프군의 각 제어 루프에는 가중치가 부여될 수 있다. 예를 들어, 높은 가중치는 해당 제어 루프와 관련된 매개변수화에 충족에 대한 중요도가 높음을 나타낼 수 있다. 또한, 예를 들어 특정 제어 루프의 가중합수는 장치 및 기능부와 관련된 1개 이상의 조건에 의해 결정될 수 있으며, 이에 따라 해당 제어 루프의 중요도가 조정 또는 수정됨으로써 제어 루프의 우선 순위가 조정될 수 있다.
- [0434] 일반적으로, 제어 시스템에는 즉각적 응용에 적합한 모든 종류의 제어 장치 설계가 포함될 수 있다. 예를 들어, 제어 장치에는 중앙집중형 제어 장치, 분산형 제어 장치, 또는 이 두 가지가 절충된 것이 포함될 수 있다. 일반적으로 중앙집중형 제어 장치에는 제어되는 공정과 관련된 다양한 특성을 각각 감지하고, 제어되는 공정에 직접적 또는 간접적 영향을 주도록 조절된 1개 이상의 제어 가능 공정 장치를 통해 그에 대해 반응하도록 설정된 다양한 국소/원격 감지부 및 감응부와 교신하도록 설정된 중앙제어기가 포함된다. 중앙집중형 설계를 사용할 경우, 공정 제어에 필요한 하드웨어 및 소프트웨어가 동일한 위치에 배치되도록, 대부분의 계산이 중앙 처리장치(들)에 의해 실행된다.
- [0435] 일반적으로 분산형 제어 장치에는 각각 감지부 및 감응부와 교신하여 국소적 또는 구역적 특성을 감시하고, 국소적 공정 또는 하위 공정에 영향을 주도록 설정된 국소적 또는 구역적 공정 장치를 통해 그에 대해 반응할 수 있는 2개 이상의 분산형 제어기가 포함된다. 1차 제어기에 의해 감지된 특성이 2차 제어기로 전달되어 그에 대한 반응을 일으키고, 그러한 원위 반응이 1차 제어기에서 감지된 특성에 영향을 줄 수 있는 다양한 네트워크 설정에 의해 분산형 제어기 간에도 교신이 이루어질 수 있다. 예를 들어, 하위 공정 감시 장치가 하위 합성가스의 특성을 감지하여, 상위 제어기에 의해 제어되는 건조/휘발 장치와 관련된 제어인자의 조절에 의해 동 특성을 조절할 수 있다. 분산형 설계에서는 제어 하드웨어 및 소프트웨어가 제어기 간에 분산 배치되어 있기 때문에, 동일하지만 모듈화 설정이 된 단일 제어 시스템이 각각의 제어기에서 실행되거나, 상호협력적인 다양한 모듈형 제어 시스템이 각각의 제어기에서 실행될 수 있다.

- [0436] 또는, 제어 장치는 각각 별개이지만 상호 교신하도록 연결된 국소, 구역 또는 전반 제어 서브시스템으로 세분될 수도 있다. 이와 같은 설계는 다른 국소 제어 서브시스템과의 상호작용이 최소한으로 억제되면서 주어진 특정 공정 또는 일련의 상호작용 공정이 국소적으로 발생하고 제어되도록 할 수 있다. 이에 따라 마스터 전반 제어 장치는 각각의 국소 제어 서브시스템과 교신하여 국소적 공정에 필요한 조정을 지시함으로써 전반적 성과가 실현되게 할 수 있다.
- [0437] 몇몇 구현에서, 국소 제어 장치는 각 기능부와 연결되어 있으며, 해당 기능부 내외부로부터 입력되는 정보에 반응하여 동 기능부에서 실행되는 공정을 제어하도록 설정되어 있다. 전반 제어 장치는 각 기능부 제어기와 작동 연결되어 시스템 작동을 전반적으로 관리하는 장치를 제공한다.
- [0438] 본 발명의 제어 장치에는 상기의 설계 중 어느 것이라도 사용될 수 있으며, 본 발명의 일반적 범위 및 성격에 부합되는 것이라면 당해 기술분야에 일반적으로 알려져 있는 기타 설계도 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 맥락 내에서 제어 및 실행되는 공정은 전용 국소 환경에서 제어될 수 있으며, 선택적으로는 관련 상위 또는 하위 공정에 사용되는 중앙 또는 원격제어 장치와의 외부적 소통이 가능하다(해당될 경우). 또는, 본 제어 장치에는 구역적 또는 전반적 공정을 협력 제어하도록 설계된 구역 또는 전반 제어 장치의 하위 구성요소가 포함될 수도 있다. 예를 들어, 복수의 제어 모듈이 상호작용하여 장치의 각종 하위 구성요소를 제어하는 한편 구역 또는 전반 제어에 필요한 모듈간 교신을 제공하는 모듈형 제어 장치가 설계될 수 있다.
- [0439] 일반적으로, 제어 장치에는 1개 이상의 중앙처리 장치, 네트워크형 또는 분산형 처리 장치, 각종 감지부로부터 감지된 특성을 수신하는 1개 이상의 입력 장치, 각종 감응부에 새로운 또는 업데이트된 제어인자를 송신하는 1개 이상의 출력 장치 등이 포함되어 있다. 1개 이상의 제어 장치 전산 플랫폼에는 또한 사전 설정 및 재조정된 각종 제어인자, 설정된 또는 선회되는 시스템 및 공정 특성 작동 범위, 시스템 감시 및 제어 소프트웨어, 운전 데이터 등을 저장하는 1종 이상의 국소 또는 원격 컴퓨터 판독 가능 매체(ROM, RAM, 이동식 매체, 로컬 및 네트워크 접근 매체 등)가 포함될 수 있다. 선택적으로는, 직접적으로, 또는 각종 데이터 저장 장치를 통해 시뮬레이션 데이터 및 시스템 인자 최적화 및 모델링 장치를 작동시키는 장치를 전산 플랫폼에 장치될 수도 있다. 또한, 제어 장치를 관리하는 1개 이상의 선택적 그래픽 사용자 인터페이스 및 입력 주변장치(시스템 업그레이드, 유지관리, 수정, 새로운 시스템 모듈 및 장비에 맞춘 조정 등)를 비롯하여, 외부 소스(모뎀, 네트워크 연결, 프린터 등)와 데이터 및 정보를 송수신하는 각종 선택적 출력 주변장치가 전산 플랫폼에 장착될 수도 있다.
- [0440] 처리 장치 및 모든 하위 처리 장치는 하드웨어로만 구성되거나 하드웨어, 펌웨어 및 소프트웨어로 구성될 수 있다. 모든 하위 처리 장치에는 1개 이상의 비례(P), 적분(I) 또는 미분(D) 제어가 조합된 것이 포함될 수 있다(예: 비례(P) 제어기, 적분(I) 제어기, 비례적분(PID) 제어기, 비례미분(PD) 제어기, 비례적분미분(PID) 제어기 등). 당해 기술분야의 기술인은 P, I 및 D의 조합의 이상적인 선택은 해당 조합이 제어할 가스화 장치의 반응 공정의 역학적 구조 및 지연시간과 운전조건의 범위, 그리고 해당 혼합식 제어기의 역학적 구조 및 지연시간에 의해 결정된다는 것을 이해할 것이다. 또한, 감지부를 통해 특성값을 지속적으로 감시하고 특성값을 규정값과 비교하여 해당 제어부에 영향을 줌으로써 감응부를 통해 관찰값과 규정값 사이의 차이를 줄이기 위한 적절한 조절이 가능한 아날로그 고정배선식으로 이와 같은 조합이 실행될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 당해 기술분야의 기술인은 또한 이와 같은 조합이 하드웨어 및 소프트웨어가 결합된 디지털 환경에서 실행될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 추가적인 임의적 표본 추출, 데이터 취득 및 디지털 처리의 관련 효과는 당해 기술분야의 기술인에게 잘 알려져 있다. P-I-D 조합 제어는 피드포워드 및 피드백 제어 장치에서 실행될 수 있다.
- [0441] 제어부
- [0442] 본 발명에 사용될 수 있는 위에 기술한 바와 같은 감지부에는 합성가스의 화학적 구성, 유량 및 온도를 감시하고, 압력을 감시하고, 가스의 불투명도를 감시하고, 에너지원과 관련된 다양한 매개변수(출력, 위치 등)를 감시하는 구성요소 등이 포함될 수 있다.
- [0443] 몇몇 구현에서, 합성가스의 결과적 H₂:CO 비율은 운전 방식(열분해 또는 적합한 O₂/공기 사용 방식), 처리 온도, 수분 함량, 최초 가스의 H₂:CO 비율 등 다양한 요소에 의해 결정된다. 일반적으로, 가스화 기술은 H₂:CO 비율이 높게는 약 6:1, 낮게는 약 1:1이고 하위 공정에서 최적화되는 합성가스를 생산한다. 본 발명의 한 구현에서, 결과적 H₂:CO 비율은 약 1.1에서 약 1.2 사이이다. 본 발명의 한 구현에서, 결과적 H₂:CO 비율은 1.1:1이다.
- [0444] 몇몇 구현에서, 위 요소들 중 한 가지 이상을 고려하여, 제어 장치는 적용된 가스 활성화장(플라즈마 토치 열)과 공정 첨가물(공기, 산소, 탄소, 증기 등) 사이의 균형을 조절하여 합성가스의 구성이 특정 하위 공정에 최적

화되도록 함으로써 합성가스의 구성을 가능한 H₂:CO 비율 범위 내로 조절한다.

- [0445] 몇몇 구현에서, 가스 재구성 장치가 최적 설정점 내에서 작동하고 있는지 확인하기 위해, 여러 가지 운전인자가 주기적 또는 지속적으로 감시될 수 있다. 감시되는 인자에는 화학적 구성, 합성가스의 유량 및 온도, 장치 내 다양한 지점의 온도, 장치의 압력, 가스 활성화원과 관련된 다양한 인자(플라즈마 토치의 출력 및 위치 등) 등이 포함될 수 있으며, 취득된 데이터는 장치의 여러 가지 인자를 조정할 필요가 있는지 결정하는 데 사용된다.
- [0446] 합성가스의 구성 및 불투명도
- [0447] 합성가스는 당해 기술분야의 기술인에게 잘 알려져 있는 방법을 사용하여 시료를 채취하여 분석할 수 있다. 합성가스의 화학적 구성을 분석하는 데 사용될 수 있는 한 가지 방법은 기체 크로마토그래피(GC) 분석이다. 이러한 분석을 위한 표본점은 장치 내 전역에 배치될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 가스의 적외선 스펙트럼을 측정하는 적외선 분광(Fourier Transform Infrared - FTIR) 분석기에 의해 가스 구성이 측정된다.
- [0448] 몇몇 구현에서, 제어 장치는 합성가스 유동에 너무 많거나 너무 적은 산소가 함유되어 있는지 판단하여 그 결과에 따라 공정을 조정하도록 설정될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 일산화탄소 흐름 내의 분석기 또는 감지기는 일산화탄소 또는 기타 적합한 고산소 표준물질의 존재 및 농도를 감지한다. 본 발명의 한 구현에서, 산소는 직접적으로 측정된다.
- [0449] 본 발명의 한 구현에서, 열중량분석기(TGA)가 사용될 수 있다.
- [0450] 본 발명의 한 구현에서, 감지기는 합성가스의 구성을 분석하여 그에 함유되어 있는 일산화탄소, 수소, 탄화수소 및 이산화탄소의 구성비를 판독한다. 제어기는 분석 데이터에 입각하여 산소 또는 증기 주입구에 신호를 전송하여 챔버에 유입되는 산소 또는 증기의 양을 제어하는 한편 가스 활성화원에 신호를 전송한다.
- [0451] 본 발명의 한 구현에서, 1개 이상의 선택적 불투명도 감시기가 장치 내에 설치되어 불투명도에 대한 실시간 정보를 제공하며, 그럼으로써 공정 첨가물(주로 증기)의 공급 속도가 자동으로 조정되게 하여 입상상 물질의 수준이 허용가능한 최대 농도 이하로 유지되도록 하는 선택적 장치를 제공한다.
- [0452] 장치 내 여러 지점의 온도
- [0453] 본 발명의 한 구현에서, 합성가스의 온도와 장치 내 전역의 다양한 지점의 온도를 감시하는 장치가 장치되어 있으며, 이 데이터는 지속적으로 취득된다. 예를 들어, 챔버 외벽, 상부의 내화 구조물의 내부, 챔버 중앙부 및 하단에 챔버 내부 온도를 감시하는 장치가 배치될 수 있다. 추가적으로, 합성가스의 배출 온도를 감시하는 감지기도 장치되어 있다.
- [0454] 본 발명의 한 구현에서, 필요에 따라 장치 내 특정 지점에 설치되는 열전대에 의해 온도 감시 장치가 제공된다.
- [0455] 장치의 압력
- [0456] 본 발명의 한 구현에서, 챔버 내부 압력을 감시하는 장치가 장치되어 있으며, 이 데이터는 지속적으로 실시간 취득된다. 본 발명의 또 다른 구현에서, 이러한 압력 감시 장치에는 건조/휘발 장치 내(예를 들어 건조/휘발 장치의 수직벽) 특정 지점에 장치된 압력변환기, 압력공 등의 압력 감지기가 포함되어 있다.
- [0457] 가스 유량
- [0458] 본 발명의 한 구현에서, 장치 내 여러 지점에서 합성가스의 유량을 감시하는 장치가 장치되어 있으며, 이 데이터는 지속적으로 취득된다.
- [0459] 가스 유량의 변동은 일정하지 않은 조건(토치 고장, 전극 교체를 위한 운전 중단, 기타 지원 장비의 고장 등)에 의해 발생할 수 있다. 일시적인 가스 유량의 변동은 송풍 속도, 재료, 2차 공급원료, 공기, 증기의 공급 속도, 토치 출력 등의 피드백 제어에 의해 수정될 수 있다. 가스 유량의 변동이 지속될 경우에는 문제가 해결될 때까지 장치의 가동을 중단할 수 있다.
- [0460] 공정 첨가물의 첨가
- [0461] 본 발명의 한 구현에서, 제어 장치에는 각종 공정 첨가물 등의 반응물질을 조절하여 최초 가스의 합성가스로의 화학적 재구성을 제어하는 감응부가 포함되어 있다. 예를 들어, 특정한 화학적 구성을 가진 최초 가스가 소기의 다른 화학적 구성을 가진 합성가스로 효율적으로 재구성되는 것을 촉진하기 위해 공정 첨가물을 챔버에 공급할 수 있다.

- [0462] 본 발명의 한 구현에서, 감지기가 합성가스에서 과다한 이산화탄소를 감지할 경우, 증기 또는 산소 주입이 감소된다.
- [0463] 본 발명에 사용될 수 있는 위에 기술한 바와 같은 감응부에는 관련된 특정 제어인자를 조정함으로써 특정 공정에 영향을 주도록 설정된 공정 관련 장치와 작동 연결된 다양한 제어부가 포함될 수 있다. 예를 들어, 1개 이상의 감응부를 통해 본 발명에 사용될 수 있는 공정 장치에는 산소원 투입 및 가스 활성화원을 조절하는 장치가 포함될 수 있다.
- [0464] 가스 활성화장(토치 출력 등)의 조정
- [0465] 가스 활성화장은 조정될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 반응의 추진을 위해 플라즈마 토치 열이 제어된다. 챔버에 공기를 첨가하는 것도 합성가스의 연소로 토치 열에너지가 방출되므로 토치 열부하의 일부가 된다. 토치의 출력을 적정 작동 범위 내에 유지하기 위해 처리 공기의 유량이 조절된다.
- [0466] 본 발명의 한 구현에서, 합성가스 배출 온도를 설계 설정점에 안정시키기 위해 플라즈마 토치 출력이 조절된다. 본 발명의 한 구현에서, 가스에 함유된 탄화물 및 그을음의 완전 분해를 촉진하기 위해, 설계 설정점은 1000℃ 이상이다.
- [0467] 장치 내 압력의 조절
- [0468] 본 발명의 한 구현에서, 제어 장치에는 챔버 내부 압력을 제어하는 감응부가 포함되어 있다. 본 발명의 한 구현에서, 내부 압력은 마이너스 압력, 즉 대기압보다 약간 낮은 압력으로 유지된다. 예를 들어, 챔버의 압력은 약 1-3밀리바 진공으로 유지될 수 있다. 본 발명의 한 구현에서, 장치의 압력은 플러스 압력으로 유지된다.
- [0469] 내부 압력을 제어하는 장치의 대표적 구현은 가스 재구성 장치와 소통하는 유도송풍기에 의해 제공된다. 유도송풍기는 장치를 마이너스 압력으로 유지한다. 플러스 압력이 유지되는 장치에서, 송풍기는 마이너스 압력의 경우보다 낮은 RPM으로 작동하도록 설정되며, 압축기가 사용될 수도 있다.
- [0470] 몇몇 구현에서, 장치 내 전역에 설치된 압력감지기에 의해 취득된 데이터에 반응하여, 유도송풍기의 속도는 장치 내 압력의 증가 또는 감소에 따라 조절된다(압력이 증가하면 팬의 속도가 빨라지고 압력이 감소하면 팬의 속도가 느려짐).
- [0471] 몇몇 구현에서, 각종 가스가 환경에 방출되는 것을 방지하기 위해, 장치의 압력은 대기압에 비해 약간 마이너스 이하로 유지될 수 있다.
- [0472] 몇몇 구현에서, 압력은 합성가스 송풍기의 속도를 조절함으로써 안정될 수 있다. 선택적으로, 송풍기의 최소 동작주파수 이하의 속도에서는 제2의 제어 장치가 우선권을 가지고 재순환 밸브를 조절한다. 재순환 밸브가 완전히 닫히면 제1 제어 장치가 다시 작동한다.
- [0473] Example Control Concepts
- [0474] 몇몇 구현에서, 복수의 제어 루프는 합성가스 저발열량(LHV) 유량(MJ/hr), LHV(MJ/m³), 합성가스 유량(m³/hr), 규정된 처리량을 목표일 경우 고려될 수 있는 공급 속도(kg/hr), 합성가스 구성(CO:CO₂ 비율, CH₄, H₂), 슬래그 유량(kg/hr) 등에서 선택된 1종 이상의 제어변수를 나타내도록 설정될 수 있다. 또한 복수의 제어 루프는 램 주기시간(초), 램 이동속도, CRV 공기(m³/hr) / 바닥식 그레이트 공기 구역(m³/hr) / 정련 챔버 공기(m³/hr) 중 한 가지 이상이 포함될 수 있는 처리 공기 유량, 공기 송풍기 배출압력(mBar), 정련 챔버 토치 출력(kWelectrical), 고형 잔류물 용융 토치 출력(kWelectrical), 고형 잔류물 용융 버너 출력(kWthermal) 등에서 선택된 1종 이상의 조작변수를 나타내도록 설정될 수 있다. 몇몇 구현에서, 시험을 통해 최적 램 운동 순서가 선택되며, 이는 제어 장치에 의해 조정되지 않는다. 또한 복수의 제어 루프는 공기통 온도(℃), 변환기 가스상 온도(℃), 정련 챔버 가스 온도(℃), 장치 압력 강하(합성가스 송풍기 모터 전류, 챔버 설계압력), 공기 유량 제어 밸브(FCV) 위치(%) (CRV, 바닥식 그레이트 공기 구역 및 정련 챔버), 용융 챔버 온도(℃), 제1 변환기 수준(cm), CRV 상챔버 수준(cm), 고형 잔류물 용융 수준(cm) 등에서 선택된 1종 이상의 제한 조건을 나타내도록 설정될 수 있다.
- [0475] 몇몇 구현에서, 동 설비의 궁극적인 목표는 전력 생산의 최대화이며, 이는 합성가스가 공급되는 각 엔진에 유입되는 에너지의 유량이 각 엔진의 전부하 작동에 충분하도록 함으로써 달성될 수 있다. 합성가스 에너지 유량은 합성가스의 발열량에 의해 증폭되는 합성가스 유량이다. 변환효율을 높이고 처리량을 증가시키면 유량이 사실상 극대화되며, 그에 따라 각 엔진이 전부하 작동할 수 있다.

- [0476] 몇몇 구현에서, 공기 유량을 증가시키고 공급 속도를 높이는 등, 합성가스 유량을 증가시키는 두 가지 방법이 있다. 공기 유량을 특정 최적값 이상으로 증가시키면 발열량이 감소되어 전반적인 LHV 유량에 부정적인 영향이 미칠 수 있다. 따라서, 고유량 및 고LHV를 달성하기에 최적의 공기 유량이 있다. 제어 장치는 LHV 및 합성가스 유량을 평가하고, 장치 및 공기 유량의 최적화와 관련된 1개 이상의 기능부를 조작하도록 설정될 수 있다.
- [0477] 몇몇 구현에서, 공급물 에너지의 질의 저하, 공급물의 수분 과다, 주위 조건의 변동(바람/공기에 의한 외피의 손상) 등으로 인하여 변환율이 저조할 경우, 공급 속도를 조절함으로써 모든 엔진이 항상 전부하 작동하도록 제어 장치를 설정할 수 있다. 공급 속도가 조절되면, 공기 유량을 조절함으로써 변환율이 최적으로 유지되도록(그에 따라 LHV 유량이 최적으로 유지되도록) 제어 장치를 추가적으로 설정할 수 있다. 또한, 램 주기시간 또는 램 운동속도를 조절함으로써 공급 속도를 조절할 수도 있으며, 이에 따라 재료의 이동이 촉진되어 처리량 및 합성가스 생성이 증가한다.
- [0478] 몇몇 구현에서, 일부 조작변수를 조정하는 능력을 제한하는 조건이 있다. 예를 들어, 바닥식 그레이트에는 각 카트리지에 열전대가 설치되어 있을 수 있으며, 이 열전대에서 취득된 정보는 그레이트의 다양한 단계에서의 반응 수준을 나타내는 한편, 잠재적 고온 지점 또는 잠재적 과도변환이 발생할 수 있는 지점을 알려거나 찾아내는 수단으로 사용될 수 있다. 이러한 열전대의 1차적 목적은 바닥식 그레이트의 설계온도의 초과를 방지하는 것이지만, 제어 장치가 가능한 변환율을 확인하는 데 사용되기도 한다.
- [0479] 몇몇 구현에서, 바닥식 그레이트와 변환 재료 더미의 위에 위치한 가스상 온도는 연소실에서 국소화된 고온 지점을 나타내는 데 사용될 수 있다. 공기통 온도 및 가스상 온도는 제어 장치가 각 바닥식 그레이트 공기 구역에 유입되는 공기 유량을 조절하는 데 사용되며, 이는 변환율에 영향을 줌으로써 합성가스 유량에 사실상 직접적인 영향을 줄 수 있다.
- [0480] 몇몇 구현에서, 정련 챔버 전역에서 온도 측정이 이루어지며, 이 측정은 공기 유량을 조절하는 데 사용될 수 있다. 몇몇 구현에서, 이 온도 측정은 정련 챔버의 공기 유량에서 저유량을 조절하는 데에만 사용될 수 있다. 정련 공기의 유량에 대한 반응은 온도에 나타나지만, 이 온도는 합성가스 유량 및 LHV를 제어하는 데 사용될 수도 있다. 몇몇 구현에서, 정련 챔버 온도는 내화 구조물 설계온도의 초과를 방지하는 데 사용될 수 있지만, 제어 장치가 정련 공기 유량을 조절하는 데 사용될 수도 있다.
- [0481] 몇몇 구현에서, 정련 챔버 온도는 토치의 하위 공정의 여러 지점에서 측정되며, 이 정보는 제어 장치가 토치 출력을 조절하는 데 사용될 수 있다. 이 시점에서의 합성가스 온도 제어는 정련 공기 유량과 토치 출력 사이의 최적화이다. 몇몇 구현에서, 토치 출력과 관련한 제어 장치의 목표는 전력 소비를 최소화하는 한편 변환과 탄화물 분해를 최적화하는 것이다. 따라서, 합성가스 구성(CO:CO₂ 비율, CH₄, H₂) 모델 및 온도 모델은 제어 장치가 토치 출력을 실질적으로 최적화하는 데 사용되기도 한다.
- [0482] 몇몇 구현에서, 공기 유량 및 공급 속도(램 주기시간 또는 운동속도 등)에 대한 또 다른 제한은 챔버 압력 강하와 관련되어 있다. 예를 들어, 합성가스 흐름 생성이 증가하면 공정의 압력 강하도 증가한다. 이러한 압력 강하가 너무 심할 경우, 챔버가 그 압력 또는 진공 설계값에 도달하거나, 합성가스를 주로 이동시키는 합성가스 송풍기의 설계용량이 초과되어 모터의 전류가 높아지거나 최고 속도에 도달할 수 있다. 따라서, 몇몇 구현에서 이러한 압력 강하 제한은 공급 속도 및 공기유량을 제한할 수 있다.
- [0483] 몇몇 구현에서, 합성가스 유량 최적화 제어기와 별도로 작동하는 전기식 기생전력 최적화 제어 장치가 있다. 이 기생전력 최적화 제어 장치는 처리 공기 송풍기 배출압력을 최소한으로 줄임으로써 공기 송풍기 마력을 최소화하고, 그에 따라 기생전력을 감소시키도록 설정될 수 있다. 몇몇 구현에서, 공기 송풍기 배출압력의 감소 한계가 있으며, 이 제한에는 예를 들어 바닥식 그레이트, 정련 챔버, CRV 등에 장치된 공기 유량 제어 밸브의 배치가 포함될 수 있다. 몇몇 구현에서, FCV(유량 제어 밸브)는 전형적으로 소기의 유량 제어를 가능하게 하는 사전 설정된 밸브 개구도를 유지한다.
- [0484] 몇몇 구현에서, CRV 내의 주 제어 루프는 재료층 높이 수준 제어 장치이다. 재료층 높이는 CRV 처리 공기 유량 및 SRM 버너 발화율을 조절함으로써 유지된다. CRV에 재료가 점점 쌓이면 전형적으로 공기 유량은 재료를 변환하기 위해 증가한다. 몇몇 구현에서, 버너 발화율은 재료층 높이를 제어하는 데 사용되는 2차적 제어 장치로서 하위 SRM으로부터 열유량을 공급하고 CRV 재료층 높이의 하부의 가열/변환을 지원한다.
- [0485] 몇몇 구현에서, 공기 유량 및 버너 발화율 조절에 대한 반응은 합성가스 분석기에 의해 감시된다. 예를 들어, 합성가스 유동 시간 및 합성가스 발열량을 나타내는 합성가스 유량의 최적화가 한 목표이다. 예를 들어, 재료층 높이 수준 제어는 공기 유량의 증가를 요할 수 있지만, 과도한 공기가 첨가될 경우 LHV 또는 기타 합성가스 매

개변수(CO:CO₂ 비율, 탄소 비율, H₂, CH₄)가 최적 수준 또는 소기의 수준을 초과할 수 있다. 이럴 경우, 재료층 높이가 유지되어야 하므로 항상 공기를 감소시킬 수는 없지만, 공급 속도를 감소시킴으로써 보완할 수 있다.

[0486] 선택적 추가 처리

[0487] 합성가스 흐름은 하위 공정에서 사용되거나, 저장 또는 연소되기 전에 추가적 처리를 거칠 수 있다. 예를 들어, 재구성된 가스는 냉각되거나, 상태가 조절되거나, 보류 탱크에 보류될 수 있다.

[0488] 전형적으로, 합성가스는 예를 들어 약 1050℃의 고온 상태로 재구성 장치에서 배출된다. 본 발명의 한 구현에서, 합성가스는 추가 처리 공정에 투입되기 전에 냉각된다.

[0489] 본 발명의 한 구현에서, 합성가스는 추가적 불순물의 제거를 위해 그 상태가 조절된다. 예를 들어, 합성가스가 가스 조절 장치를 통과하면서 잔류 입자상 물질, 산성 가스(HCl, H₂S), 중금속 등이 제거된다. 적합한 처리 장치로는 벤투리 정화기, 산성 가스를 제거하는 HCl 정화기, 황화수소를 제거하는 H₂S 정화기, 최종적으로 입자상 물질을 제거하는 전자 필터 및 섬유 집진 필터, 잔류 탄화물 및 중금속을 제거하는 탄소층 등이 있다.

[0490] 합성가스가 균질화 챔버를 통과하게 할 수도 있으며, 균질화 챔버 체류시간 및 형태는 재구성된 가스의 혼합을 촉진함으로써 그 특성의 변동을 억제하도록 설정되어 있다.

[0491] 탄소 변환 장치의 각 구성부의 구조

[0492] 전형적으로, 본 탄소 변환 장치에는 각각 1개 이상의 기능부가 포함된 1개 이상의 격실이 포함되어 있다. 예를 들어, 탄소 변환 장치에 포함된 4개의 기능부는 상호연결된 각각 별개의 격실로 제공되거나, 2개 이상의 장치가 단일 격실로 제공될 수 있다. 2개 이상의 기능부가 단일 격실로 제공될 경우, 이 격실에는 각각 별개의 섹션들이 포함되거나 그 그조가 사실상 일정할 수 있다. 몇몇 구현에서, 이 격실은 ‘챔버’라고 불릴 수 있다. 다양한 격실은 공급원료를 합성가스로 가공하기 위한 밀폐 단열 공간을 제공하는 한편, 합성가스가 냉각, 정련 등의 하위 공정으로 유입되게 하고 재를 슬래그로 가공하도록 설계되어 있다. 격실의 설계는 기능부에서 이루어지는 공정의 특정 요건을 반영한다. 선택적으로, 격실의 설계는 검사, 유지관리 및 보수를 위한 탄소 변환 장치의 내부에의 접근을 제공할 수도 있다. 선택적으로, 각 격실은 각 기능부 또는 구역의 교체가 용이하도록 플랜지로 연결될 수 있다.

[0493] 탄소 변환 장치에 사용할 수 있도록, 격실은 내화 라이닝 처리가 되었거나 공정에 적합한 정도의 다중 재료층으로 제작된다. 예를 들어, 외벽 또는 외피는 일반적으로 강철이다. 또한, 강철 외피의 온도를 낮추기 위해, 안쪽의 내화층과 바깥쪽 강철 외피 사이에 1개 이상의 단열층을 설치하는 것이 유용할 수 있다. 또한, 외면에 단열판을 설치하여 강철 외피의 온도를 낮출 수도 있다. 선택적으로, 세라믹 블랭킷을 단열재로 사용할 수도 있다. 내화 구조물이 깨지지 않고 팽창할 수 있는 여유가 필요할 경우에는 강철 외피 대신 세라믹 블랭킷 등의 압축성 재료를 사용할 수 있다. 단열재로는 산성 가스의 응축을 방지할 수 있을 정도로(그러한 문제가 발생할 수 있을 경우) 높은 외피 온도를 제공하는 것을 선택해야 하나, 외피의 성능을 저해할 만큼 높은 온도는 허용될 수 없다.

[0494] 내화 구조물은 고온 및 부식성 가스로부터 격실을 보호하며 불필요한 열손실을 최소화한다. 내화재로는 당해 기술분야의 기술인에게 잘 알려져 있고 약 1100℃-1800℃의 고온 비가압식 반응에 사용하기 적합한 재래식 내화재를 사용할 수 있다. 내화 장치를 선택할 때 고려해야 할 요소는 내부 온도, 마식, 침식 및 부식, 목표 열보존/외피 온도 제한, 내화 구조물의 목표 수명 등이다. 적합한 내화재는 고온 가공 세라믹 물질(산화알루미늄, 질화알루미늄, 규산알루미늄, 질화붕소, 인산지르코늄 등), 유리세라믹 물질, 그리고 실리카, 알루미늄 및 티타니아가 주 성분인 고알루미나 벽돌 등이다. 선택적으로, 격실을 부식성 가스로부터 추가적으로 보호하기 위해 격실은 부분적 또는 전체적으로 보호 피막으로 라이닝 처리될 수 있다. 이와 같은 피막은 당해 기술분야에 잘 알려져 있으므로 당해 기술분야의 기술인은 시스템의 요건에 입각하여 적합한 피막이 어떤 것인지 쉽게 판단할 수 있으며, 예를 들어 사우라이센(Sauereisen) 고온 피막 #49가 이에 포함된다.

[0495] 본 발명의 한 구현에서, 탄소 변환 장치에 사용된 내화 구조물은 고온, 마식, 침식 및 부식에 저항하는 고밀도 층이 내벽을 이루고 있는 다층 구조이다. 이 고밀도 재료층의 바깥쪽에는 저항 특성은 더 약하지만 절연성이 더 강한 저밀도 재료층이 있다. 선택적으로, 이 층의 바깥쪽은 마식 및 부식에 노출되지 않으므로 단열성이 매우 높은 초저밀도 폼보드 재료가 사용된다. 다층 내화 구조물에 사용하기에 적합한 재료는 당해 기술분야에 잘 알려져 있다.

- [0496] 본 발명의 한 구현에서, 다층 내화 구조물은 내향 크롬층, 중간층의 알루미늄층, 바깥쪽의 단열판층 등으로 구성되어 있다.
- [0497] 선택적으로, 각 개별적 구역의 내화 구조물은 격실 내 해당 구역 내의 환경에 적합하도록 특정적으로 개조될 수 있다. 예를 들어, 가공 온도가 다른 곳보다 더 높은 용융 장치에는 더 두꺼운 내화 구조물이 사용될 수 있다. 또한, 용융 장치의 내화 구조물은 더 높은 온도에 견디도록 개조될 수 있으며, 슬래그가 내화 구조물에 침투하는 것을 억제함으로써 내화 구조물의 부식을 억제하도록 설계될 수 있다.
- [0498] 선택적으로, 격실의 내벽에는 내화 라이닝 또는 내화 앵커를 지지하는 지지물이 사용될 수 있다. 적합한 내화 지지물 및 내화 앵커는 당해 기술분야에 잘 알려져 있다.
- [0499] 혹독한 운전 조건으로 인하여, 내화 구조물은 정기적인 유지보수를 요할 수 있다. 따라서, 본 발명의 한 구현에서, 탄소 변환 장치 내에 플랜지로 연결된 복수의 챔버가 사용된다. 본 발명의 한 구현에서, 유지관리의 용이성을 위해 챔버의 하부가 상부로부터 떨어질 수 있도록 챔버가 지지 구조물에 매달려 있다. 이 구현에서는 챔버 상부와 장치의 상위/하위 구성요소 사이의 연결을 저해하지 않고 챔버 하부를 제거할 수 있다.
- [0500] 여기 기술한 본 발명을 더 잘 이해할 수 있도록 다음과 같은 예를 들었다. 이 예들은 본 발명의 여러 가지 예시적 구현을 설명하기 위한 것이며, 어떤 식으로든지 본 발명의 범위를 제한하지 않는다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [0501] 예
- [0502] 예 1
- [0503] 도 110A-110G에 나타냈듯, 본 발명의 한 구현에서 탄소 변환 장치에는 이동식 그레이트(4002)가 있는 수평향 1차 처리 장치(4000), 구역간 구역 및 플라스마 토치(4301)가 있는 통합형 수직향 2차 처리(4201) 및 용융 장치(4250), 그리고 사이클론 분리기(4400), 정련 챔버(4302) 및 2개의 플라스마 토치(4301)가 있는 가스 재구성 장치가 포함되어 있다.
- [0504] 수평향 1차 처리 장치
- [0505] 수평향 1차 처리 장치는 내화 라이닝 처리되어 있으며 유압식 펌프와 에어록이 장착된 공급원료 투입구가 있다. 다양한 서비스 포트 및 접근 포트도 있다. 도 117-120에 나타냈듯, 수평향 1차 처리 장치는 복수의 층으로 이루어진 계단식 바닥이 있다. 처리되지 않은 공급원료가 이리저리 굴러다니지 않으면서 반응물질이 장치 내에서 원활하게 이동될 수 있도록, 각 층은 경사져 있다. 각 층은 통합형 형이송 및 공기 주입 카트리지와 상응하여, 이 복수의 카트리지(2000)가 이동식 그레이트를 형성하게 한다.
- [0506] 1차 처리 장치의 측벽에는 각 카트리지를 삽입할 수 있는 구멍이 있다. 인접한 카트리는 장치의 반대편에서 삽입된다. 삽입된 카트리는 각 카트리의 일부만 장치 내부에 노출되도록 그 위의 카트리에 의해 부분적으로 가려져 있다.
- [0507] 도 90-96에 나타냈듯, 각각의 정위치에 설치된 일련의 개별 카트리는 이동식 그레이트(4002)를 형성한다. 각 개별 카트리지(2000)에는 지지부/연결부 및 기능부가 포함되어 있다. 지지부/연결부에는 1차 처리 장치의 외피와 밀폐 연결되도록 특정적으로 설정된 연결관(2005)과 카트리지 틀(2010)이 포함되어 있다. 열손실과 연결관으로의 열전달을 억제하기 위해 카트리지 구조물과 연결관(2005) 사이에 내화 구조물(도면에 나타내지 않음)이 설치되어 있다. 삽입된 카트리는 적합한 파스너를 사용하여 고정할 수 있다. 카트리지에는 카트리가 챔버 벽에 정확히 삽입되도록 하는 정렬 가이드(2015)와 1차 처리 장치에 카트리를 삽입하거나 제거하는 것을 용이하게 하기 위해 도구를 삽입할 수 있는 설치 노치(2020)가 포함되어 있다.
- [0508] 카트리의 기능부에는 공기통 구성요소 및 형이송 장치 구성요소가 포함되어 있다. 카트리의 공기통은 두꺼운 탄소강으로 제작한 복수의 소형 공기통(2025)으로 이루어져 있다.
- [0509] 공기는 각 공기통(2025) 상면의 공기구(2030) 또는 천공을 통해 1차 처리 장치 내 반응물질 더미의 하단으로 유입된다. 공기는 연결관의 열풍 연결 플랜지(2045)와 연결되는 공기관(2040)과 연결된 단일 공기 매니폴드(2035)를 통해 각각의 공기통으로 공급된다. 연결관에는 열전대(2046) 삽입구가 추가적으로 포함되어 있다.
- [0510] 카트리의 형이송 장치 구성요소에는 멀티핑거 캐리어 램(2050), 연결부 및 구동 장치가 포함되어 있다. 각각의 램 핑거(2051)는 핀 볼트 또는 슀더 볼트(2060)에 의해 램 보디(2055)에 부착되어 있으며, 핀 볼트 또는 슀더 볼트는 실질적으로 각 핑거를 조이지 않는다. 램 보디는 2개의 평행 랙(2070)이 포함된 구동연결관(2065)과

연결되어 있다.

- [0511] 각 램 핑거(2051)에는 각 공기통 사이에 위치한 T형 연결부(2075), 또는 공기통과 공기통 사이, 바깥쪽 공기통과 카트리지를 사이에 각각 위치한 반T형 연결부(2078)와 맞물리도록 설정된 홈이 있다. 왕복운동 중에 램이 공기통 표면을 긁게 함으로써 클링커의 생성을 억제하기 위해, 연결부는 인접한 램을 내리눌러 공기통 표면에 닿게 한다.
- [0512] 멀티핑거 램의 가동에 필요한 동력은 유압식 피스톤(2080)에 의해 공급된다. 간단히 설명하자면, 도면에 나타난 구현에서, 램을 추진하는 데 필요한 동력은 순방향 또는 역방향을 선택함으로써 램이 원하는 속도로 전진 및 후진할 수 있도록 하는 로터리 액추에이터(2090)를 통해 샤프트(2086) 상에서 2개의 피니언(2085)을 구동시키는 유압식 피스톤(2080)에 의해 공급된다. 위치 센서는 제어 장치에 램 위치 정보를 전송한다. 구동연결관(2065) 상에서 2개의 피니언(2085)이 평행 랙(2070)과 맞물려 있다.
- [0513] 통합형 수직향 2차 처리 및 용융 장치
- [0514] 도 114에 나타냈듯, 통합형 수직향 2차 처리 및 용융 장치는 1차 처리 장치의 수직 연장으로서 1차 처리 장치로부터 직접 가공된 공급원료를 수취한다. 통합형 수직향 2차 처리 및 용융 장치는 구역간 또는 기능부간 구역에 의해 위쪽의 2차 처리 장치와 아래쪽의 용융 장치로 분리되어 있다. 2차 처리 장치는 약 950℃-약 1100℃의 온도로 유지되며, 용융 장치는 약 1350℃-약 1600℃의 온도로 유지된다.
- [0515] 통합형 수직향 변환 및 용융 장치에는 슬래그 배출구가 있는 내화 라이닝 수직향 챔버, 그리고 공기통 및 플라즈마 토치가 포함된 가열 장치가 포함되어 있다.
- [0516] 도 114에 나타냈듯, 이 장치의 하단에 인접한 지점에 위치한 8개의 공기통(4402)을 통해 2차 처리 장치에 열풍이 공급된다. 공기통에 공급되는 공기의 공급량은 변환 공정의 조절을 위해 제어될 수 있다. 공기 유량은 공급량:공기 비율 및 운전온도 변화에 의해 제어된다. 선택적으로, 증기 주입 포트를 통해 2차 처리 장치에 증기가 주입될 수 있다.
- [0517] 도 114 및 129에 나타냈듯, 2차 처리 장치는 좁아진 구역간 또는 기능부간 구역 쪽으로 내려가면서 점점 더 좁아진다. 구역간 또는 기능부간 구역에는 2차 처리 장치 내의 반응물질 더미를 지지하고 2차 처리 장치로부터 용융 장치로의 재료의 유동을 유도하기 위한 물리적 방해 장치가 포함되어 있다. 도 129 및 130에 나타냈듯, 물리적 방해 장치의 핵심부는 6개의 수냉 구리관으로 이루어져 있다. 구리 삽입물(5015)에는 주물 제작된 내화 덮개를 고정하기 위한 홈(5020)이 나 있다. 노출된 측면 및 하단도 내화 코팅 처리되어 하나의 완전한 돔을 형성한다. 방해 장치는 구역간 구역 내에 장치되어 있으며, 방해 장치에 포함된 복수의 구멍은 2차 처리 장치와 용융 장치 사이의 재료 및 각종 가스의 이동 통로가 된다.
- [0518] 내화 돔 상단에는 직경 20-100mm의 다수의 알루미늄 또는 세라믹 볼이 장착되어 하나의 층을 형성한다. 이 알루미늄 또는 세라믹 볼은 열풍을 분산시키는 한편, 구역간 또는 기능부간 구역에서 재가 슬래그로 1차적으로 용융되도록 열이 재에 전도되는 것을 촉진한다.
- [0519] 도 128 및 129에 나타냈듯, 용융 장치는 구역간 구역의 하위에 위치한다. 용융 장치는 내화 라이닝 처리된 구조물로서 출강구가 있다. 하부/출강구 부분의 용이한 교체를 위해, 용융 장치는 두 부분(상용융기 및 하용융기)이 플랜지로 연결되어 있다. 용융 장치에는 또한 이송식 아크 플라즈마 토치, 주 처리 버너, 선택적인 2차 버너, 랜싱 포트, 관찰 포트, 각종 계측기 등이 포함되어 있다.
- [0520] 플라즈마 토치와 프로판 가스 버너는 방해 장치 위의 재료를 슬래그로 용융하는 고온 가스를 제공한다. 슬래그는 용융 장치 하단에 수집되어 출강구를 통해 제거된다. 출강구가 냉각된 슬래그로 막힐 경우에는 산소 랜스를 사용하여 뚫는다. 슬래그 입자화 및 냉각 장치는 출강구와 작동 연결되어 있다.
- [0521] 용융 장치 외부의 둘레에는 내화 구조물을 냉각함으로써 내화 구조물의 수명을 연장하고, 그에 따라 장치 전체의 수명을 연장하기 위한 수냉식 구리 삽입물이 장착되어 있다. 동 구리 삽입물은 기정된 통로(통로, 파이프 등)가 있으며 송수관에 접한 커넥터가 있다. 구리 삽입물을 통해 물이 공급되며, 금속부 내의 열전대(용융 장치 내의 열전대와 함께)는 물의 유량과 온도를 조절하는 제어 장치에 의해 사용된다.
- [0522] 구리로 제작되었고 냉각수 냉각관이 장치된 슬래그 출강구의 배출구 주변에도 추가적 냉각이 제공되며, 슬래그의 유동은 구리 삽입물의 온도에 의해 제어된다. 출강구에 삽입되는 원뿔형의 수냉식 플랜저는 슬래그 배출 유량을 조절하거나 중지시키는 데 사용된다.

- [0523] 가스 재구성 장치
- [0524] 도 114-116에 나타냈듯, 가스 재구성 장치는 1차 처리 장치와 연결되어 있으며 1차 처리 장치 및 통합형 2차 처리 및 용융 장치로부터 가스를 수취한다. 가스 재구성 장치에는 2개의 플라즈마 토치, 사이클론 분리기 및 연장형 재구성 챔버가 포함되어 있다. 2개의 플라즈마 토치는 입자상 물질의 제거 전, 사이클론 분리기의 스톱트에 장치되어 있다.
- [0525] 가스 재구성 장치의 플라즈마 토치는 일반적으로 100kw-1MW 범위인 이송식 아크 토치이다. 각 플라즈마 토치는 토치를 가스 재구성 장치를 드나들 수 있는 슬라이딩 장치 위에 장착되어 있다. 토치는 밀폐 마개에 의해 가스 재구성 장치와 밀폐 연결되어 있다. 이 마개는 게이트 밸브와 밀폐 연결되어 있으며, 게이트 밸브는 챔버 상부에 장착되고 밀폐 연결된다. 토치를 제거하려면 슬라이딩 장치를 사용하여 가스 재구성 챔버에서 빼내면 된다. 안전을 위해, 슬라이드의 초기 운동에 의해 고전압의 토치 전원이 차단된다. 게이트 밸브는 토치가 게이트 밸브 뒤로 후퇴하여 냉각제의 순환이 중단되면 자동으로 닫힌다. 토치에서 호스 및 케이블을 분리하고 게이트 밸브에서 마개를 제거한 다음, 호이스트를 사용하여 토치를 들어낸다.
- [0526] 토치의 교체는 위 절차의 역순으로 이루어진다. 슬라이딩 장치는 토치 삽입 깊이의 변경이 허용되도록 조절할 수 있다. 작동이 자동으로 이루어지도록, 게이트 밸브는 기계적으로 작동된다. 냉각 장치가 고장날 경우 토치가 자동으로 철회되도록 하는 데에는 공압식 액추에이터가 사용된다. 전력 공급이 중단될 경우에도 동력이 공급되도록 하기 위해 공압식 액추에이터의 작동을 위한 압축공기는 전용 공기저장통으로부터 공급된다. 이 공기저장통은 게이트 밸브용 공기도 공급한다. 고전압의 토치 연결부와의 접근을 방지하는 추가 안전장치로서 전기적으로 연동된 덮개가 사용된다.
- [0527] 예 2
- [0528] 슬래그 배출 공정의 시작(작동 시작 및 막힘 이후)
- [0529] 통상적으로, 슬래그 배출이 자동으로 시작되려면 용융온도로부터 100℃ 이상의 온도차가 적합하다(유동이 시작되면 더 낮을 수도 있음). 도 87에 나타냈듯, 다음의 절차는 비정상적이거나 변동된 상태에 대한 것이다:
- [0530] i) 개구부 밑에 방화 담요를 깔고 금속 트레이를 올려놓는다.
- [0531] ii) 이중 경첩 장치를 사용하여 패킹 마개를 연다. 집게로 지지 블록을 제거하여 트레이에 올려놓는다. 랜스 가이드를 마개 입구 가장자리(가이드 슬릿 하단)에 올려놓는다. 배출이 시작될 때까지 A 구역의 얼어붙은 슬래그와 유출 방지 장치를 랜싱한다.
- [0532] iii) 용융 장치 B가 완전히 유동 상태인지 확인한다(6단계가 끝나면 자동으로 비워짐). B 구역에 얼어붙은 슬래그가 있을 경우, 구부러진 랜스를 사용하여 유출 방지 장치의 상단 및 후부의 슬래그를 제거한다.
- [0533] iv) 랜스 및 랜스 가이드를 제거하여 트레이에 내려놓는다.
- [0534] v) 막대형 플러그에 플라스틱 내화재를 사용하여 랜싱으로 유출 방지 장치 하단에 구멍을 뚫는다. 슬래그가 유출 방지 장치 위로 넘치지 않을 경우, 4-9단계를 반복한다.
- [0535] vi) 이 방법이 효과가 없을 경우, 유출 방지 장치 집게로 낚은 유출 방지 장치를 제거하고 새 것으로 교체한다.
- [0536] vii) 지지 블록을 교체한다.
- [0537] viii) 패킹 마개를 닫는다.
- [0538] 예 3
- [0539] 본 예는 탄소 변환 장치와 도시 고형 폐기물(MSW)을 다음과 같은 물질로 변환하는 데 사용되는 공정의 한 구현을 제시한다:
- [0540] 1) 정화 및 냉각된 후 내연기관 발전기의 연료로 사용되는 에너지성 합성가스
- [0541] 2) 탄소가 추출되고 나면 근본적으로 비용해성인 골재로 유리화되는 바닥재
- [0542] 이와 관련된 장치 공정은 재료 준비, MSW의 에너지성 합성가스 및 골재로의 변환, 합성가스를 내연기관 연료로 사용하기에 적합한 상태로 만드는 합성가스의 정화 및 냉각 등이다.

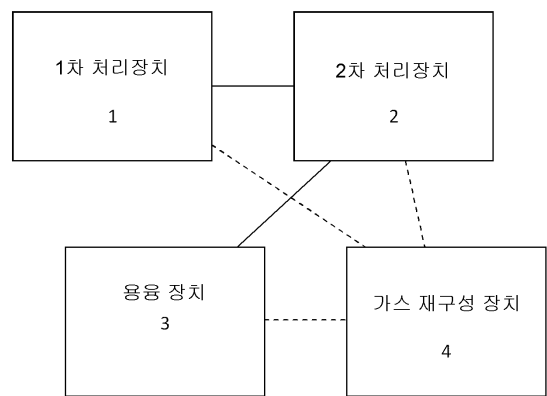
- [0543] 재료 준비
- [0544] MSW는 쓰레기차로부터 직접 수취된다. 백색 가전제품, 매트리스, 프로판 가스통, 기타 유해하거나 에너지 퍼텐셜이 거의 없는 물품이 제거될 뿐, 분류되지는 않는다. 본 구현에서, 변환 장치는 수분 함량이 25% - 45%인 11000 MJ/tonne 이상의 MSW를 처리할 수 있다.
- [0545] 재료 준비는 재료를 2" 이하의 크기로 줄이기 위한 2단계 파쇄로 이루어진다. 이후에는 상용화된 자기분리기를 사용한 철금속 분리 작업이 이루어진다. 폐기물의 성분 및 경제적 효과가 타당할 경우, 비철금속은 상용화된 와전류분리기를 사용하여 제거할 수 있고, 무기물 및 합성수지는 진동 체, 에어나이프, 기타 기계 장치 등을 사용하여 제거할 수 있다.
- [0546] 변환 공정에 재료가 안정적으로 공급될 수 있도록, 분류 및 크기 조절 과정을 거친 MSW는 환경 관련 허가에 규정된 한도를 초과하지 않는 범위 내에서 공급원료 준비 구역에 충분한 양을 저장한다. 재료의 구성을 균일화하고 공정 제어를 용이하게 하기 위해, 준비된 재료의 재고는 정기적으로 혼합한다.
- [0547] 악취가 발생하는 것을 방지하기 위해, 재료 준비 구역의 기압은 마이너스로 유지된다.
- [0548] MSW의 에너지성 합성가스 및 골재로의 변환
- [0549] MSW의 공급
- [0550] 준비된 MSW는 재료 준비 구역에서 재료 공급 장치로 운반된다. 재료 공급 장치의 기능은 밀폐 상태를 유지하면서 계량된 MSW를 탄소 변환 장치에 공급하는 것이다. 탄소 변환 재료 공급 장치는 밀폐 상태가 잘 유지될 만큼 작은 통로를 통해 1차 처리 장치에 MSW를 투입하는 유압식 왕복운동 램으로 이루어져 있다. 이 램은 단면이 삼각형이며, 점성이 높은 재료가 포함되어 있더라도 재료가 엉겨붙지 않도록 하는 절단 장치가 장착되어 있다.
- [0551] 탄소 변환 장치는 다음과 같이 다수의 세부공정으로 나뉘어 있다:
- [0552] 초기 건조 및 휘발
- [0553] 이 공정은 예열된 공기를 사용하여 1차 처리 장치에서 최고 800℃의 온도에서 이루어진다. 예열된 공기는 다수의 계단부로 이루어진 왕복운동식 수평 그레이트의 작은 구멍들을 통해 MSW 밑으로 투입된다. MSW 더미 밑에서 제한된 산화가 발생하고 MSW 더미 위의 대기가 아산화탄소 수준이 되도록, 공기의 양이 제어된다. 처리 온도, 공급 속도, 재료 더미 높이, 공기 유량, 공기 온도, 배출구의 수/위치/직경 등 모든 것이 공정에 영향을 끼친다. 수평 그레이트부는 랙-피니언 장치를 사용하여 유압식으로 작동되며, 각 부에 독립적 제어 장치가 있다.
- [0554] 1차 처리 장치에서 MSW가 건조 및 휘발되면 생합성가스가 발생하면서 탄화물/재 혼합물로 변환된다. 산소가 희박한 환경은 소각로의 일반적 문제인 디옥신 및 푸란의 생성을 방지한다. 수평 그레이트의 냉각은 예열된 처리 공기를 사용하여 이루어진다. 냉각 공기의 온도는 약 600℃이므로, 그레이트의 설계는 왜곡이 최소화되도록 특수하게 설정되어 있다. 유지관리에 소요되는 시간을 최소화하기 위해, 각 그레이트부는 모듈형이다.
- [0555] 탄소 회수
- [0556] 1차 처리 장치에서 생성된 바닥재는 바닥식 그레이트에 의해 1차 처리 장치의 단부로 이송되어 2차 처리 장치로 낙하한다. 2차 처리 장치와 용융 장치 사이의 냉각된 내화 방벽 상에 재가 수직 더미로 쌓인다. 약 600℃로 예열된 공기가 재료 더미 하단 부근에서 위쪽으로 상승하면서 재료 더미를 통과한다. 탄소와의 반응은 발열성이며, 이에 의해 재가 그 용융점(1200-1400℃)으로 가열되면서 일산화탄소가 발생한다. 재료 더미 높이, 직경, 공기 유량, 온도, 공기 노출 수, 크기 및 위치 등이 변환율에 영향을 끼친다. 재가 방벽 하단에 도달할 때에는 탄소가 고갈되고 용융된 상태가 된다.
- [0557] 용융된 재는 2차 처리 장치와 용융 장치를 분리하는 수냉식 내화 방벽의 구멍들을 통해 중력에 의해 재료 더미 하단에서 흘러 내린다. 일산화탄소는 2차 처리 장치 상단에서 배출되어 약 800℃의 온도로 1차 처리 장치로 유입된다.
- [0558] 고형 잔류물의 유리화
- [0559] 2차 처리 장치에서 배출된 용융재는 용융풀에 분사되는 고온 플라즈마 제트와 연료가스에서 발생하는 열을 사용하여 용융 장치 내에서 초고온으로 유지된다. 용융 장치의 구조는 내화 구조물의 침식이 최소화되도록 설계되어 있으며, 그 하단 및 수준선(tide line)은 내장된 구리 블록에 의해 활발하게 수냉된다. 용융재는 용융 장치 측

면의 출강구를 통해 근본적으로 비용해성인 비결정성 물질로 배출되며, 이는 건축용 골재로 사용하기에 적합하다. 출강구는 용융 장치를 외부로부터 분리하는 압력경계 구실을 한다.

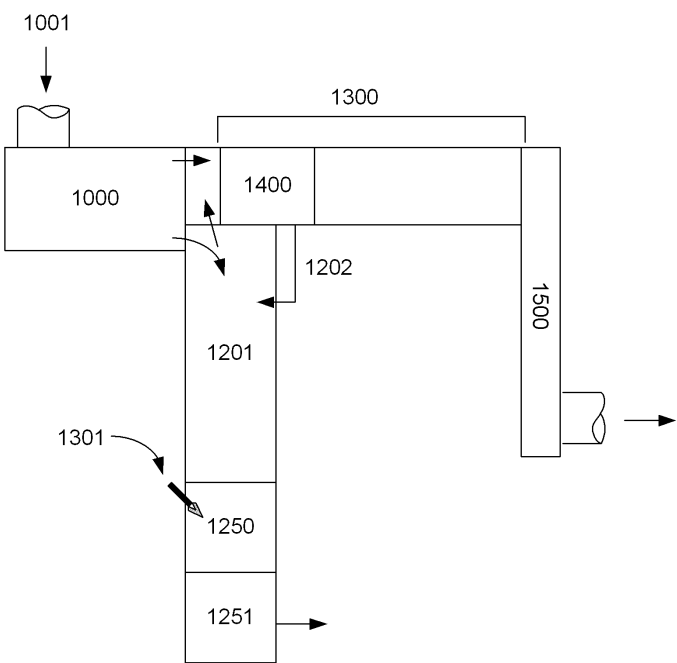
- [0560] 용융제는 고압 워터 제트를 사용한 파쇄각에 의해 작은 입자로 분쇄되거나 공냉된 후 기계적 분쇄 및 크기 분류 공정을 거치게 된다.
- [0561] 합성가스의 재구성
- [0562] 1차 처리 장치 및 2차 처리 장치에서 생성된 합성가스는 아연소를 일으키는 지향성 와류 제트에 의해 재구성 구역 입구에서 가열된다. 여기에서 가열된 합성가스는 2개의 플라즈마 토치의 제트를 통과한다. 토치는 합성가스의 온도를 약 1100 ℃로 추가 가열하는 한편, 플라즈마 제트의 활성종에서 비롯되는 전자에 의한 화학 작용에 의해 긴사슬 탄화수소를 그 구성 원소들로 분해하는 역할을 한다. 이후 합성가스는 통로를 통해 1차 처리 장치에서 배출되어 다음과 같은 2개의 직렬 챔버로 유입된다:
- [0563] 1) 입자상 물질을 제거하는 데 사용되는 고온 가스 사이클론 분리기
- [0564] 2) 합성가스를 열회수기로 이송하는 데 사용되는 고온 가스관
- [0565] 고온 가스 사이클론 분리기와 고온 가스관의 용적은 가산적이며, 합성가스의 정련에 필요한 화학반응이 완성되기에 충분한 체류 시간을 제공한다. 고온 가스 사이클론 분리기는 내화 라이닝 처리가 된 구조물로서, 공정효율이 유지되면서 내벽에 상당한 양의 입자상 물질이 쌓일 수 있을 만큼 그 크기가 충분하다. 입자상 물질의 축적을 방지하기 위해, 고온 가스관은 수평으로 된 부분이 없다.
- [0566] 고온 가스관에서 배출되는 합성가스는 주로 질소, 일산화탄소 및 수소로 이루어져 있으며, 이보다 훨씬 적은 양의 메탄 및 기타 연료가스, 극소량의 탄화물 및 입자상 물질 등이 함유되어 있다. 산소는 함유되어 있지 않다.
- [0567] 합성가스의 정화 및 냉각
- [0568] 합성가스는 약 1050℃의 온도로 고온 가스관에서 배출된다. 그리고 공기/가스 열회수기에서 냉각된 다음 가스 품질 조절 장치(GQCS)로 이송되어 추가 냉각 및 정화된다. 열회수기에서 합성가스로부터 제거된 열은 1차 처리 장치, 2차 처리 장치 및 가스 재구성 장치에서 사용되는 처리 공기를 가열하는 데 사용된다.
- [0569] GQCS는 냉각 및 정화를 위한 벤투리 정화기, 산성 가스를 제거하는 HCl 정화기, 황화수소를 제거하는 H₂S 정화기, 최종적으로 입자상 물질을 제거하는 집진기, 그리고 잔류 탄화물 및 중금속을 제거하는 탄소층 등으로 이루어져 있다. 각종 가스에서 제거된 입자상 물질 및 탄화물은 1차 처리 장치로 재순환된다.
- [0570] 정화 공정에서 생긴 폐수는 균등화 챔버, 에어 스트리퍼(air stripper), 고도 산화, 탄소층, 수지층 등의 상용화된 기술을 사용하여 표면방출 기준에 따라 정화된다.
- [0571] 본 발명은 여러 가지 특정 구현을 예시하며 기술되었으나, 본 발명의 취지와 범위에서 벗어나지 않는 다양한 응용이 가능함을 당해 기술분야의 기술인은 쉽게 이해할 것이다. 당해 기술분야의 기술인이 쉽게 이해할 수 있는 그러한 응용들은 다음과 같은 청구의 범위 내에 속한다.

도면

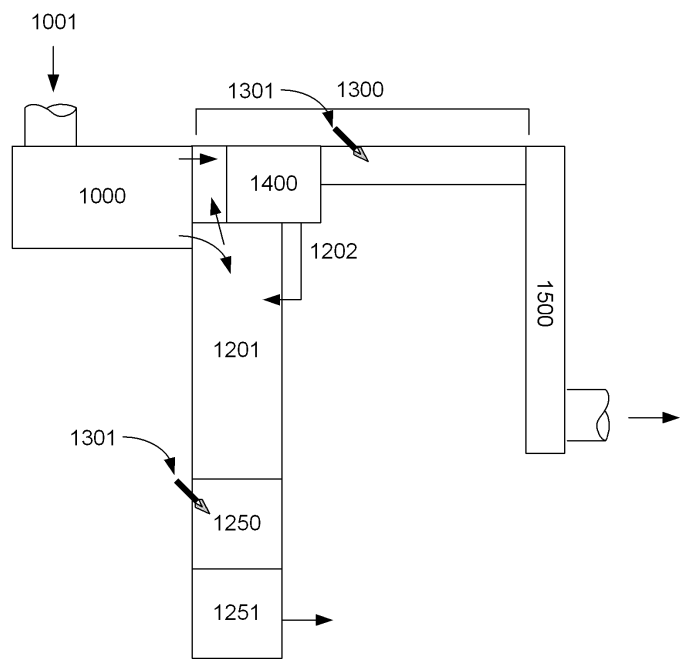
도면1a



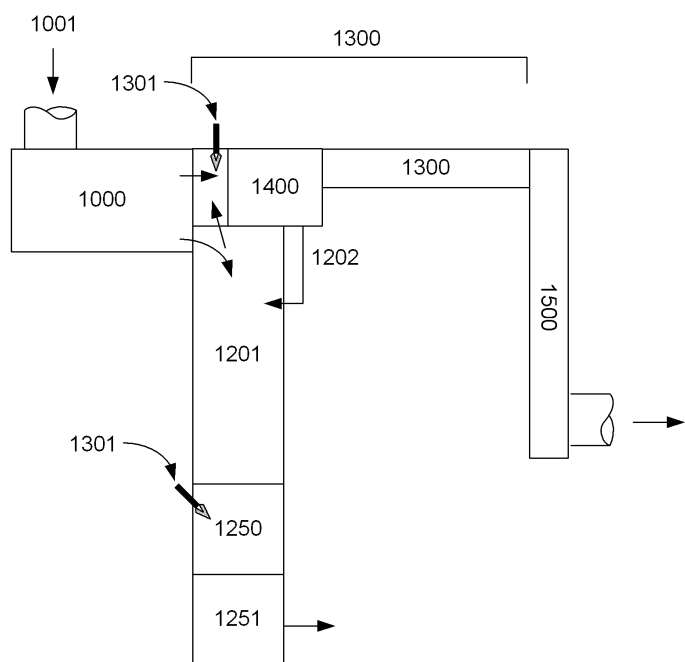
도면1b



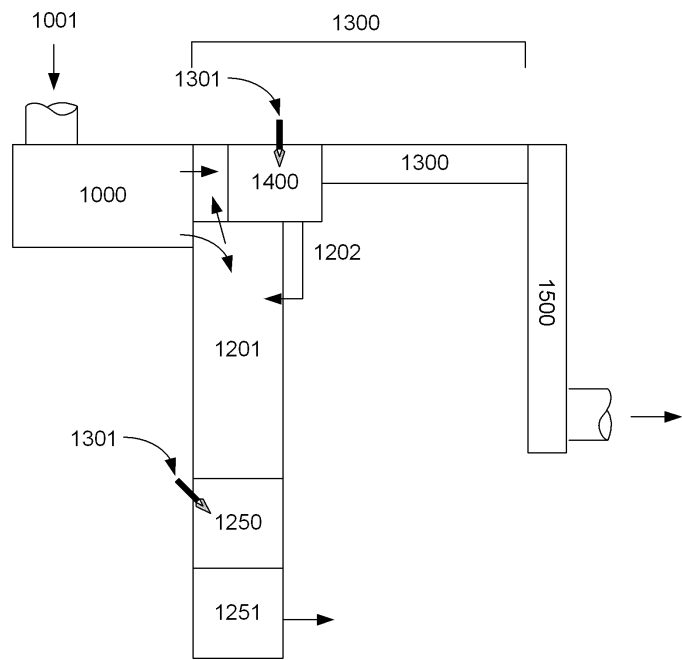
도면1c



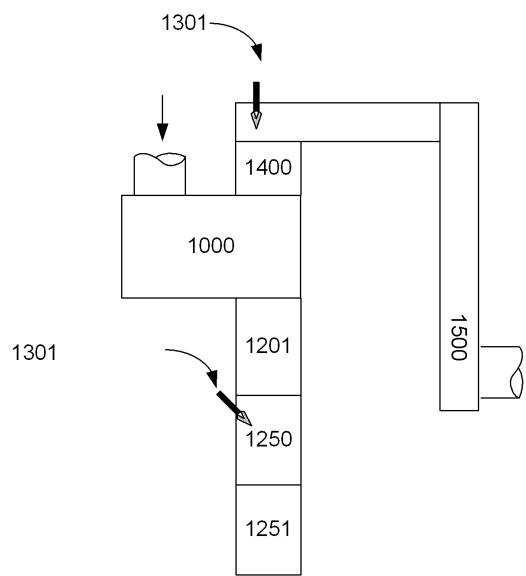
도면1d



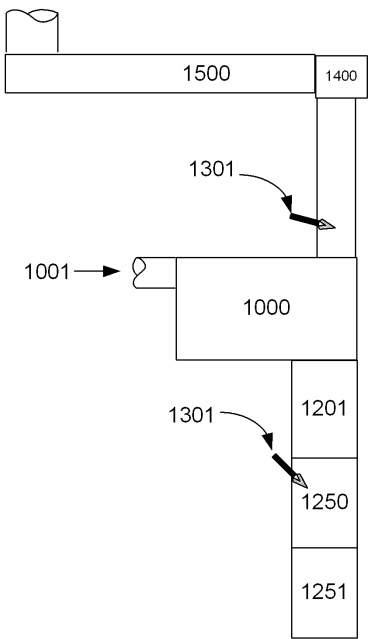
도면1e



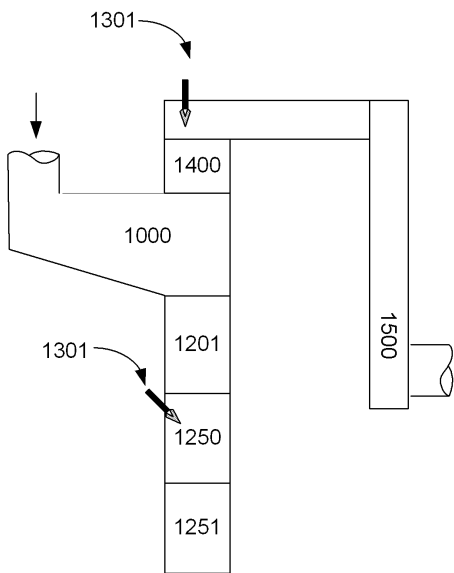
도면1f



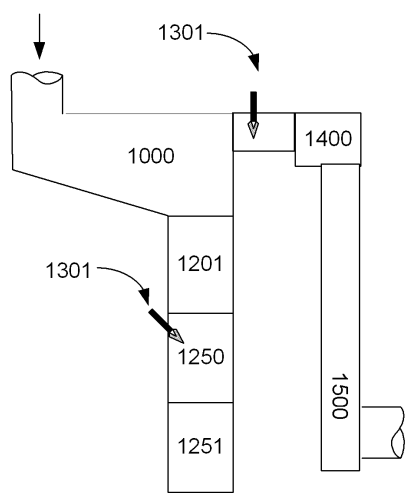
도면1g



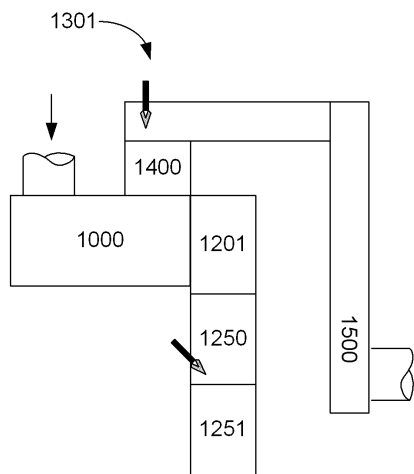
도면1h



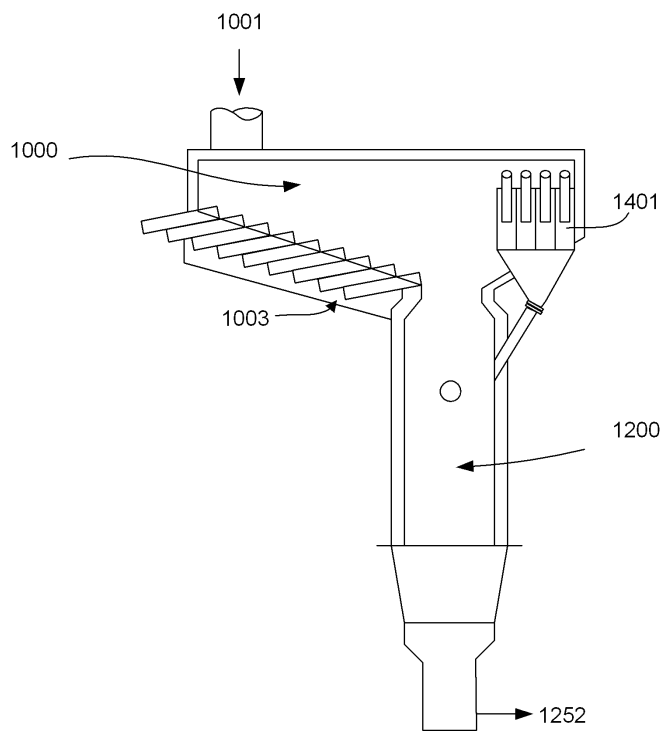
도면1i



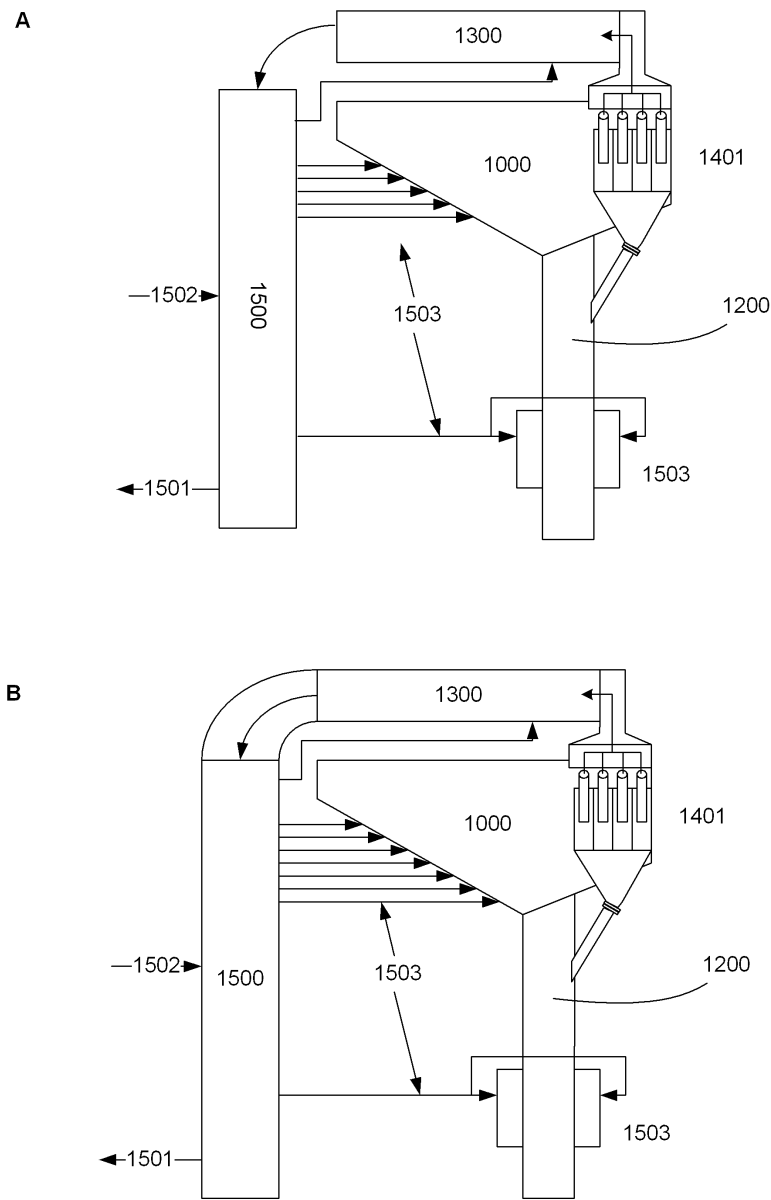
도면1j



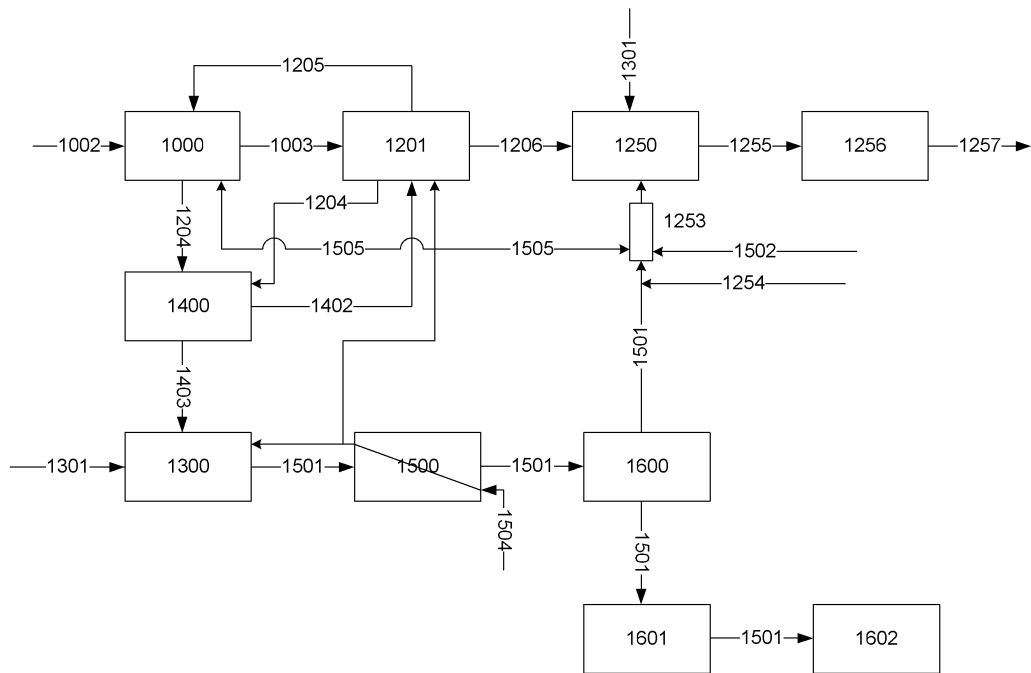
도면2



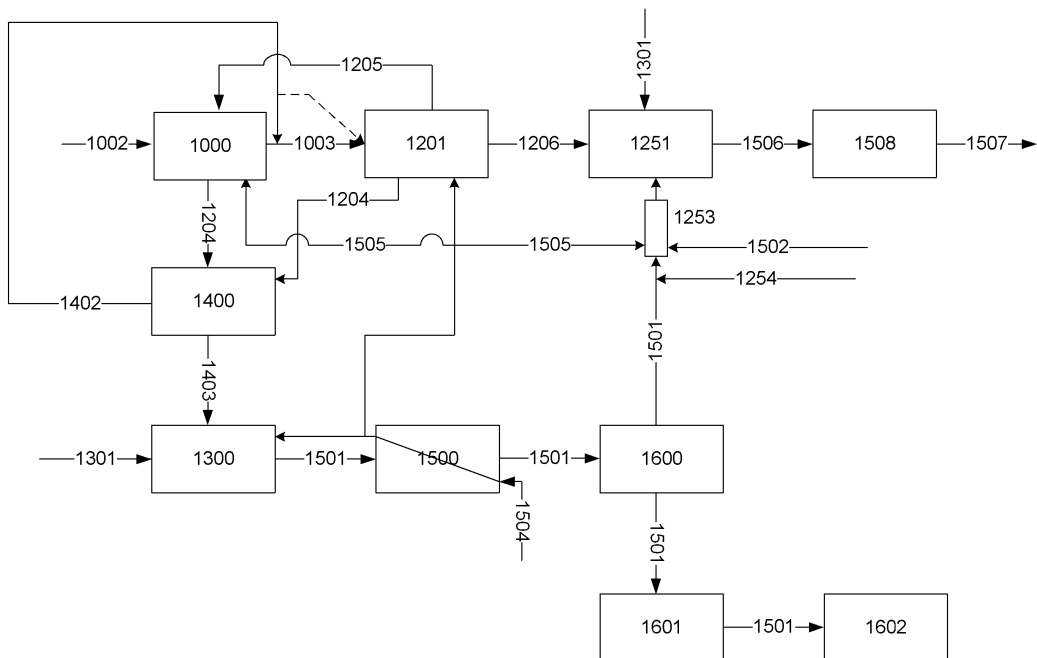
도면3



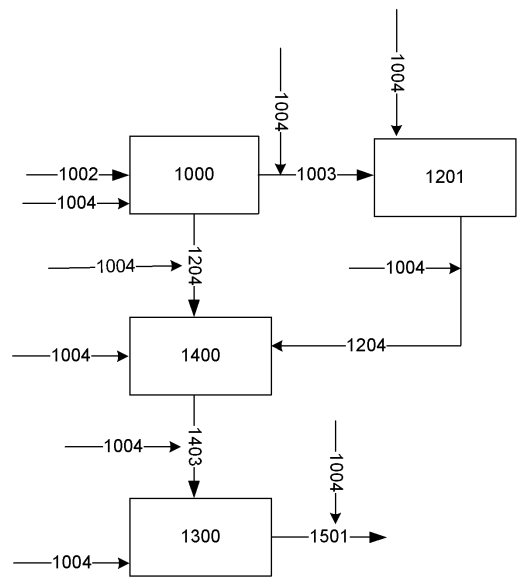
도면4



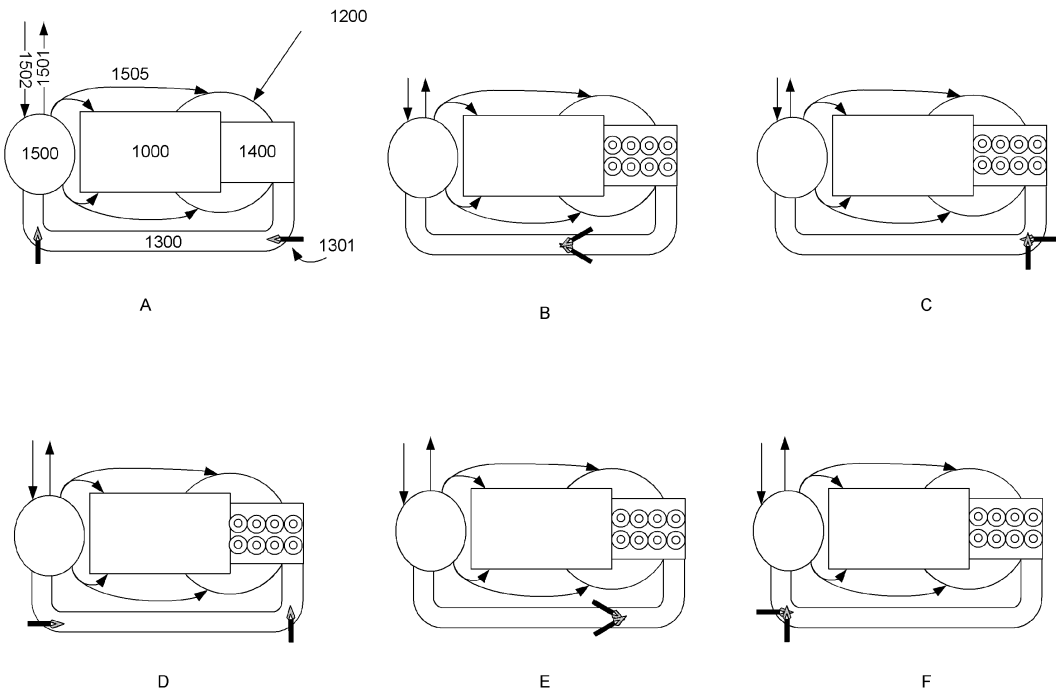
도면5



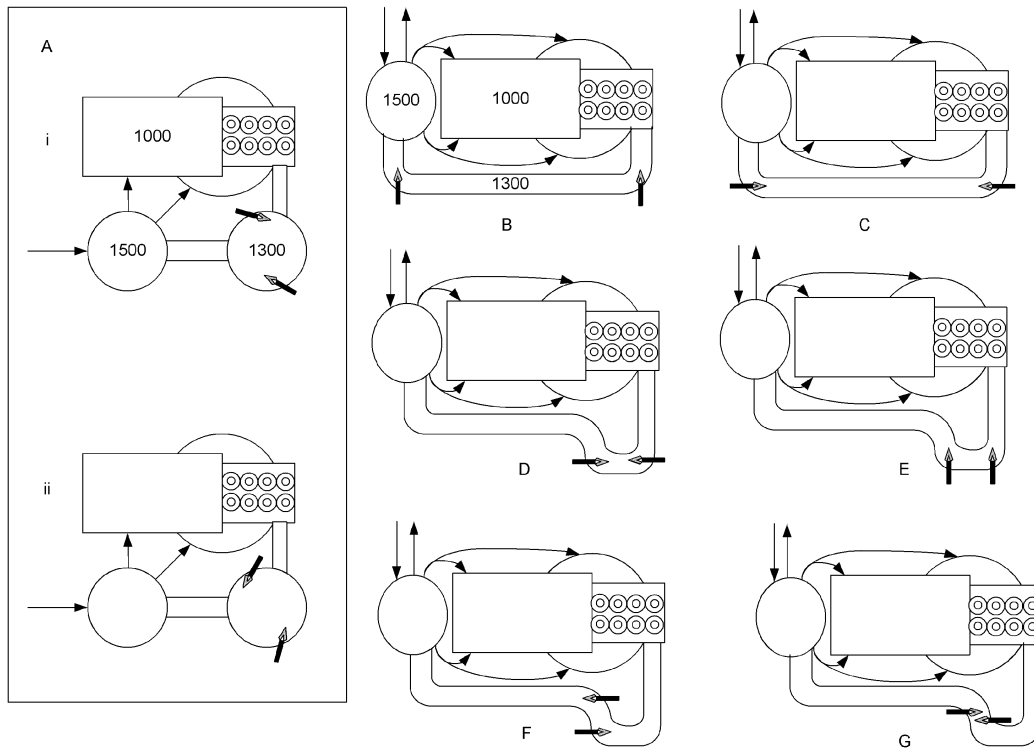
도면6



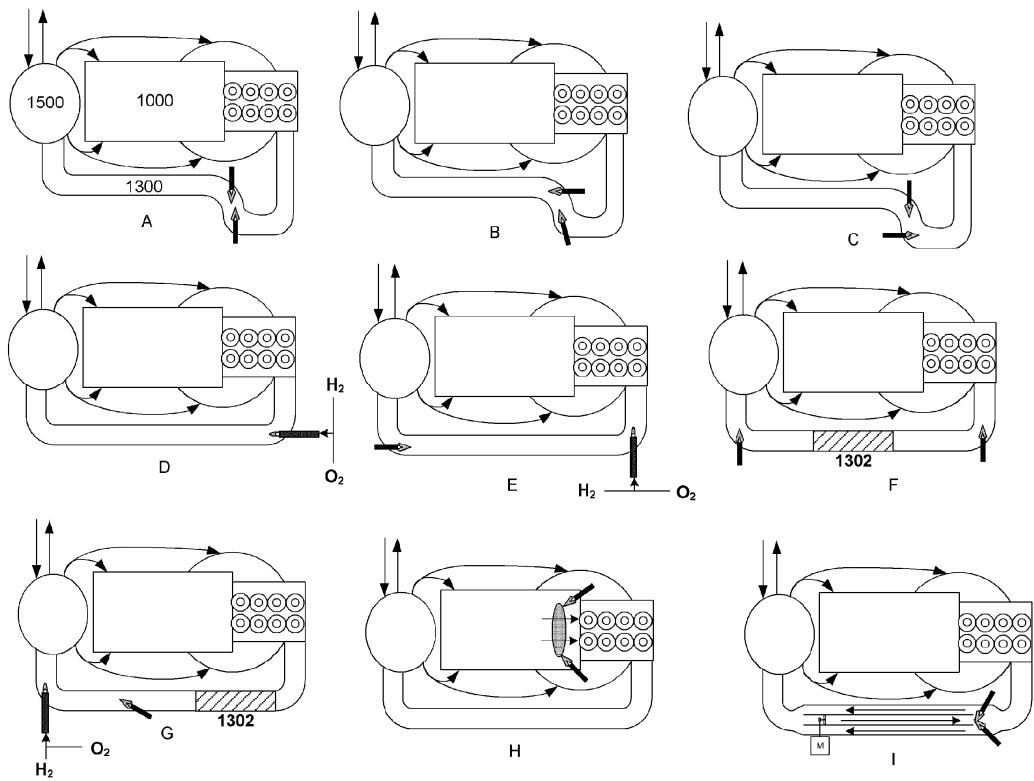
도면7



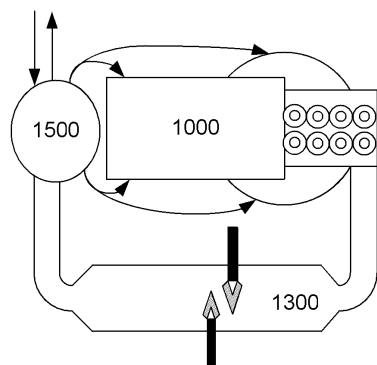
도면8



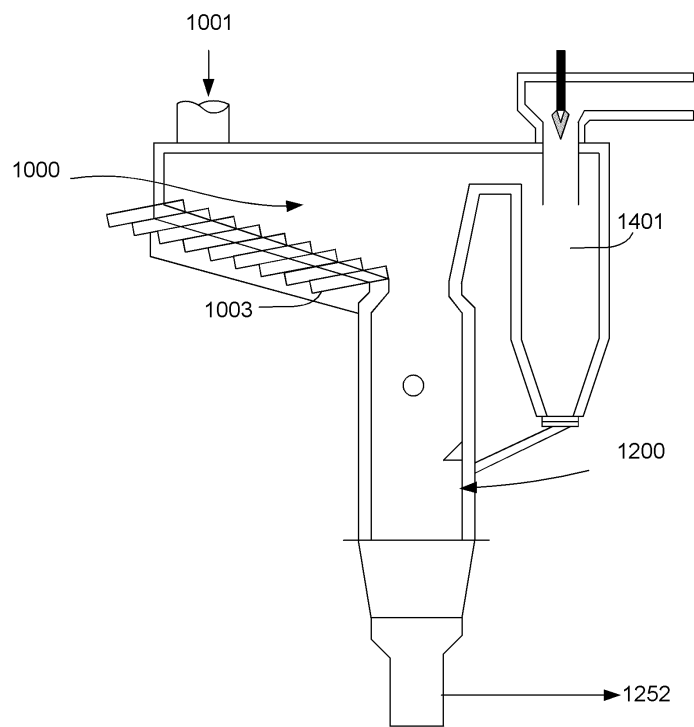
도면9



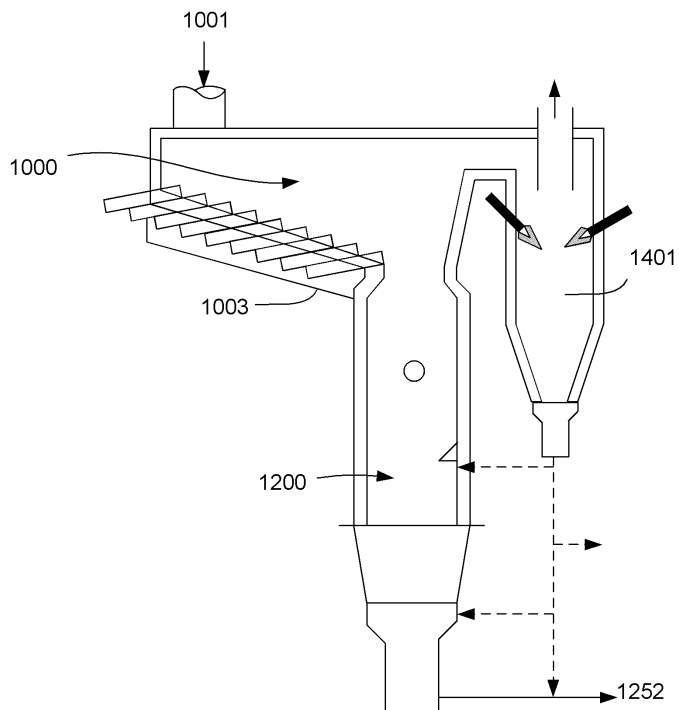
도면10



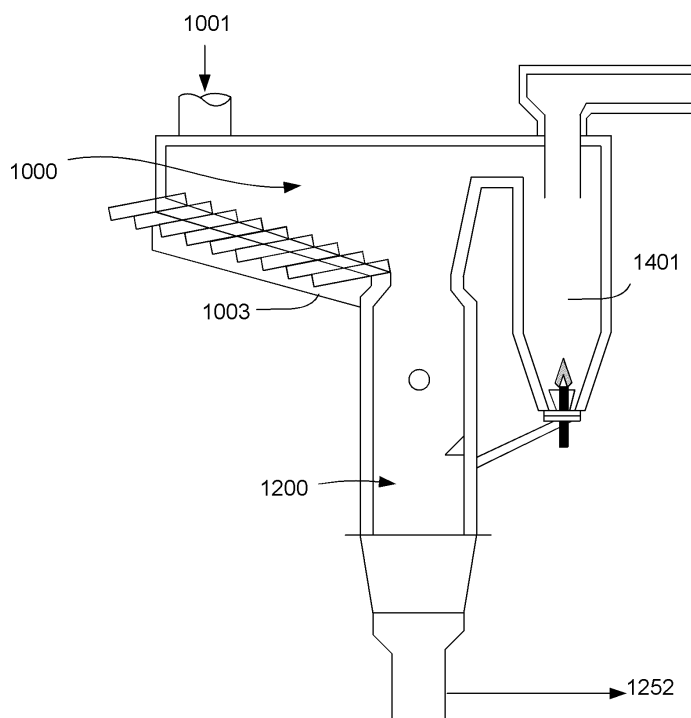
도면11a



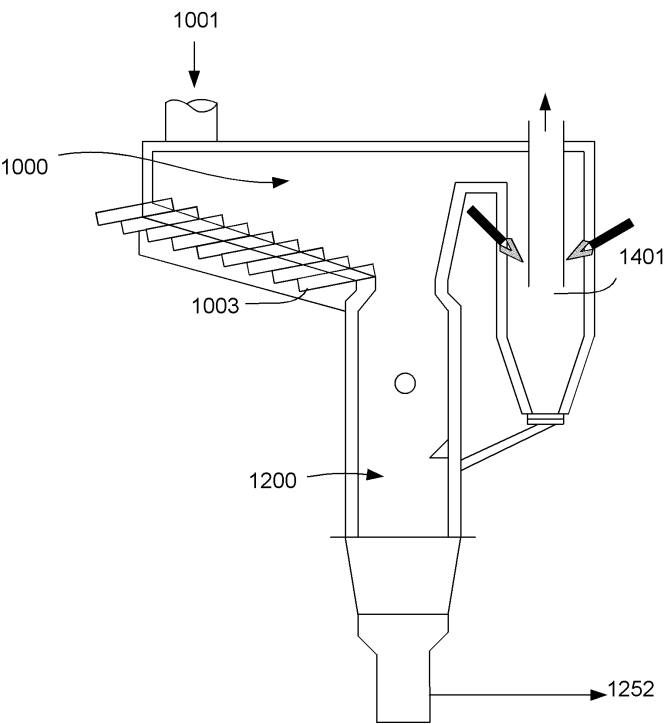
도면11b



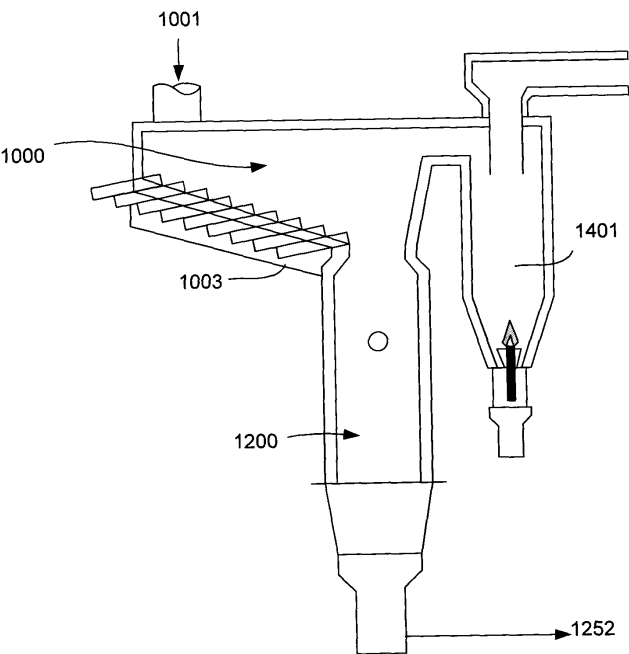
도면11c



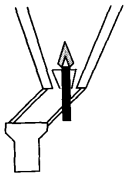
도면11d



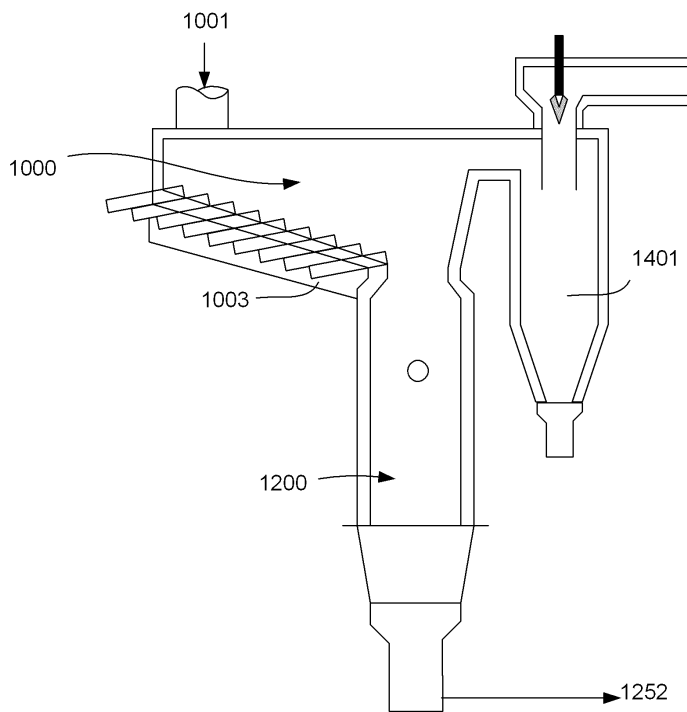
도면11e



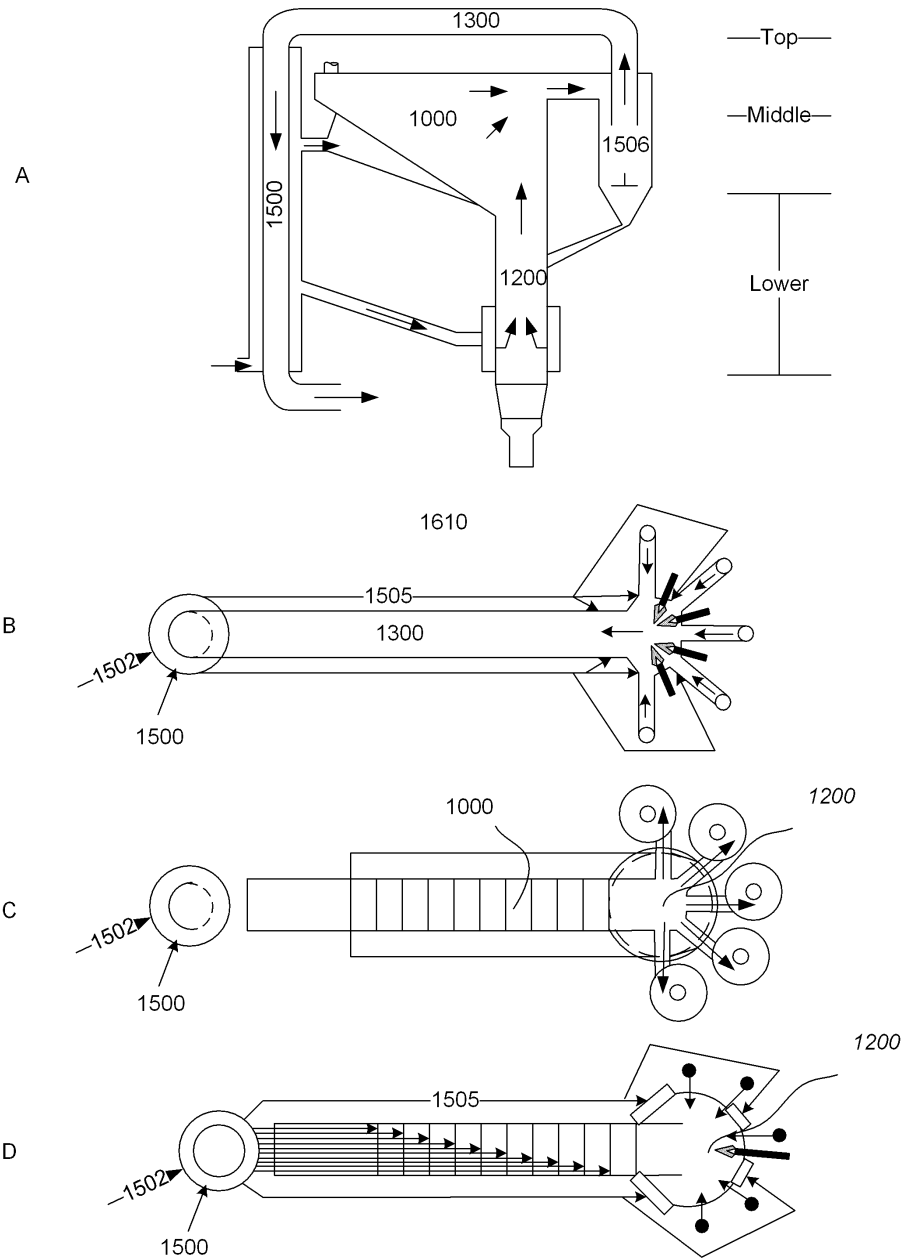
도면11f



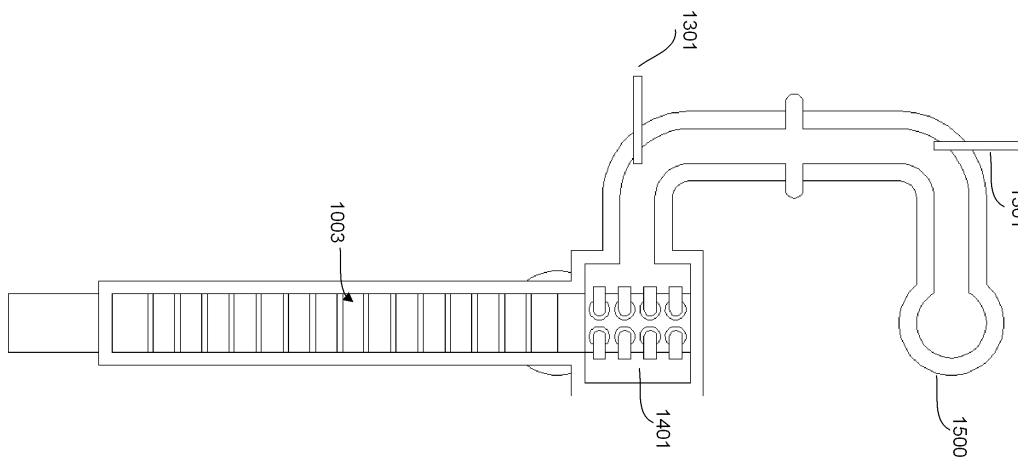
도면12



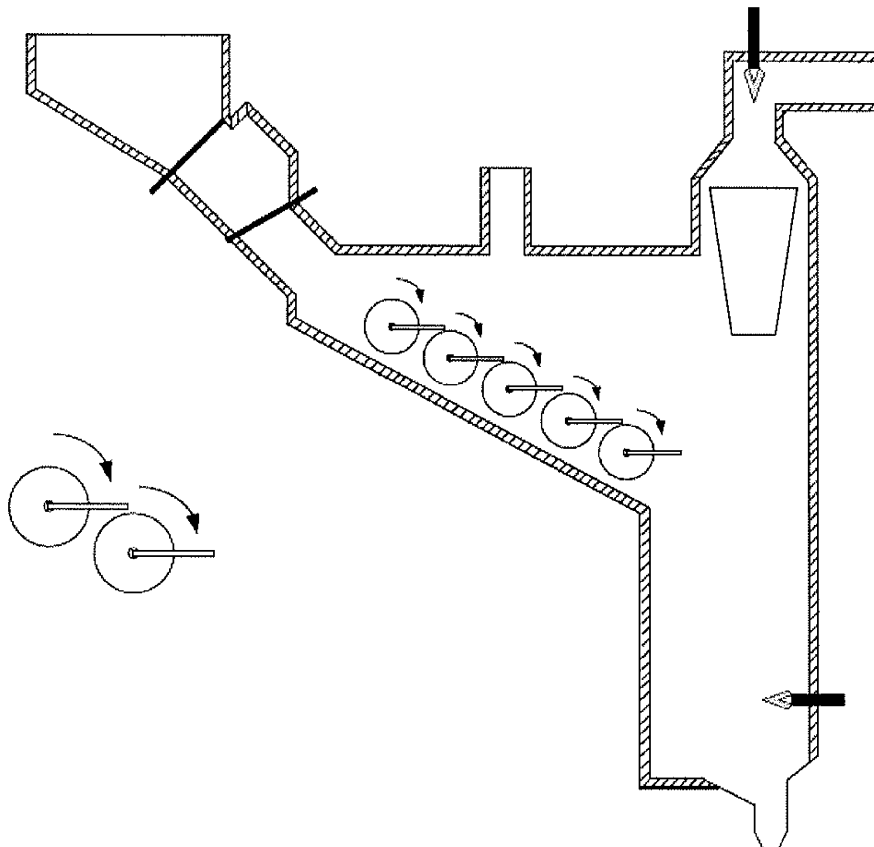
도면13



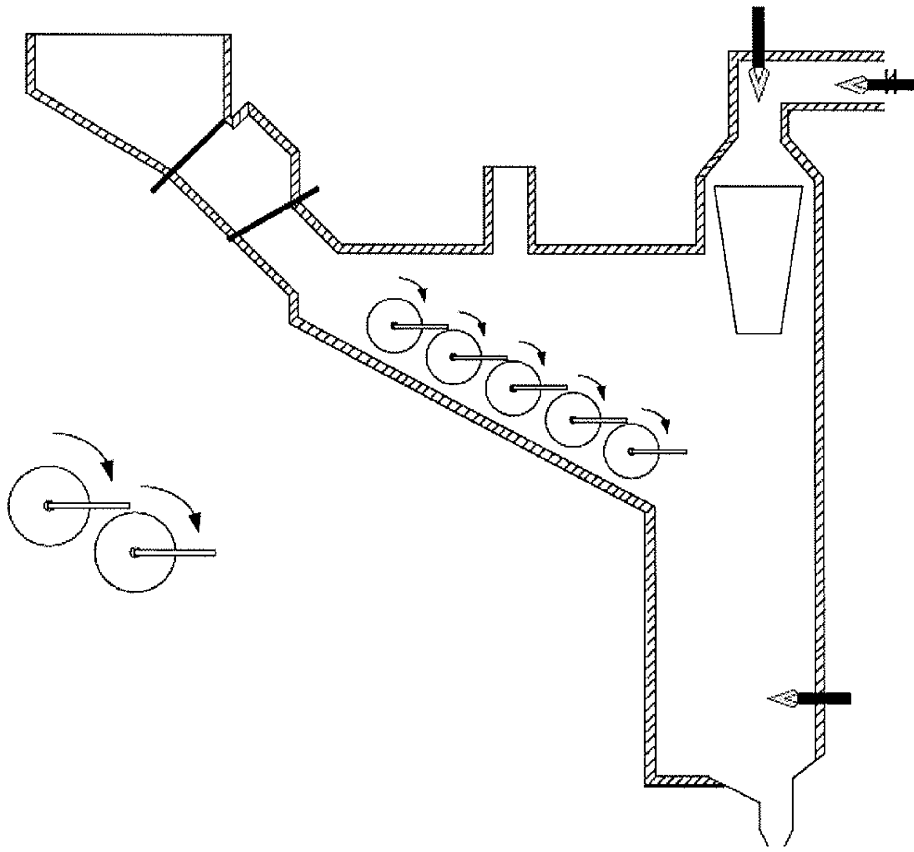
도면14



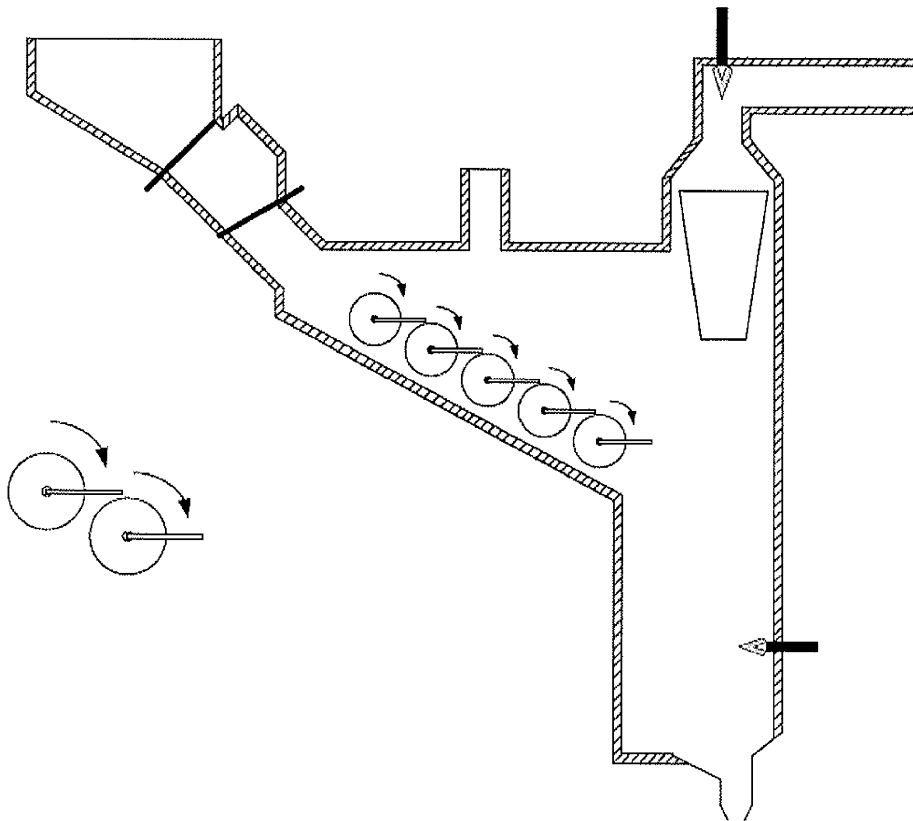
도면15



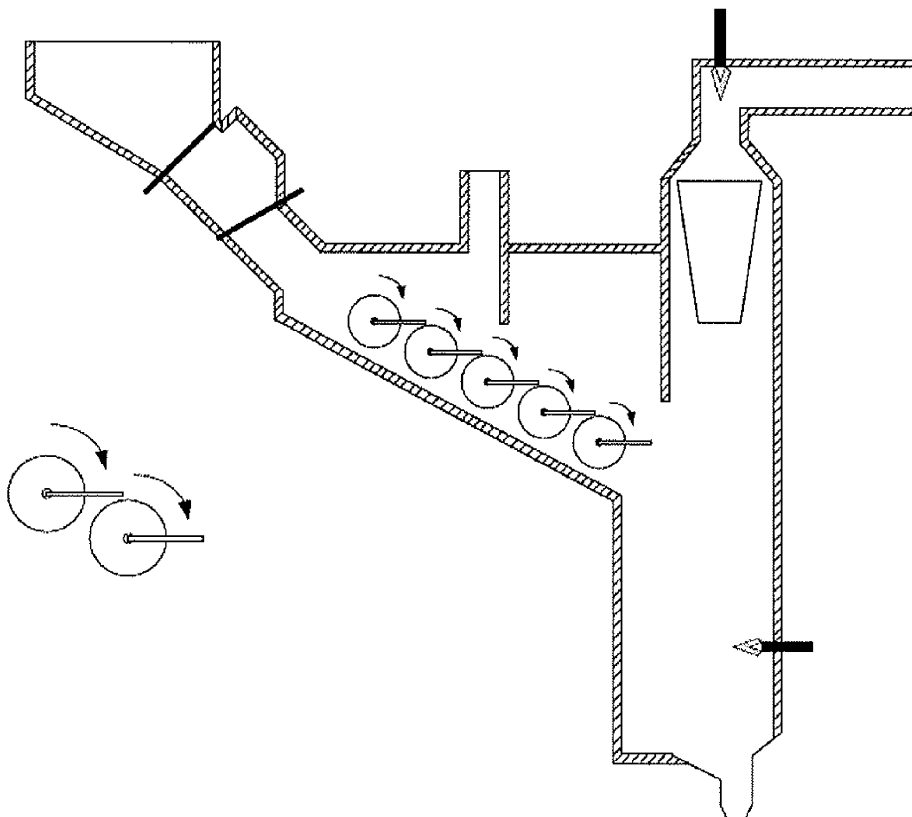
도면16



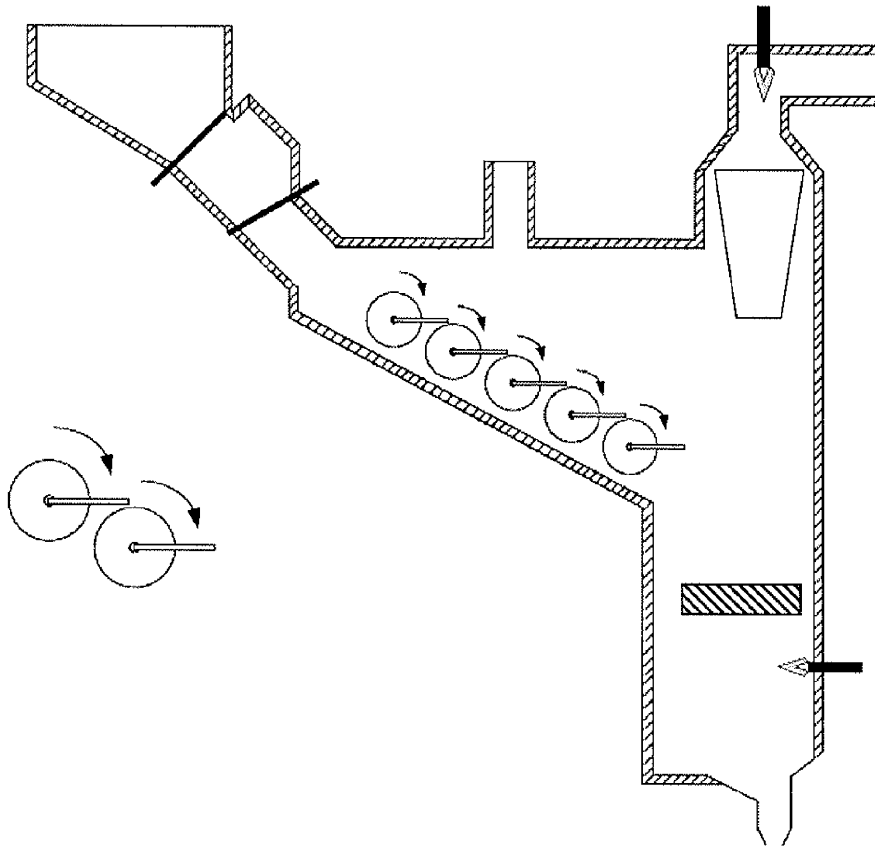
도면17



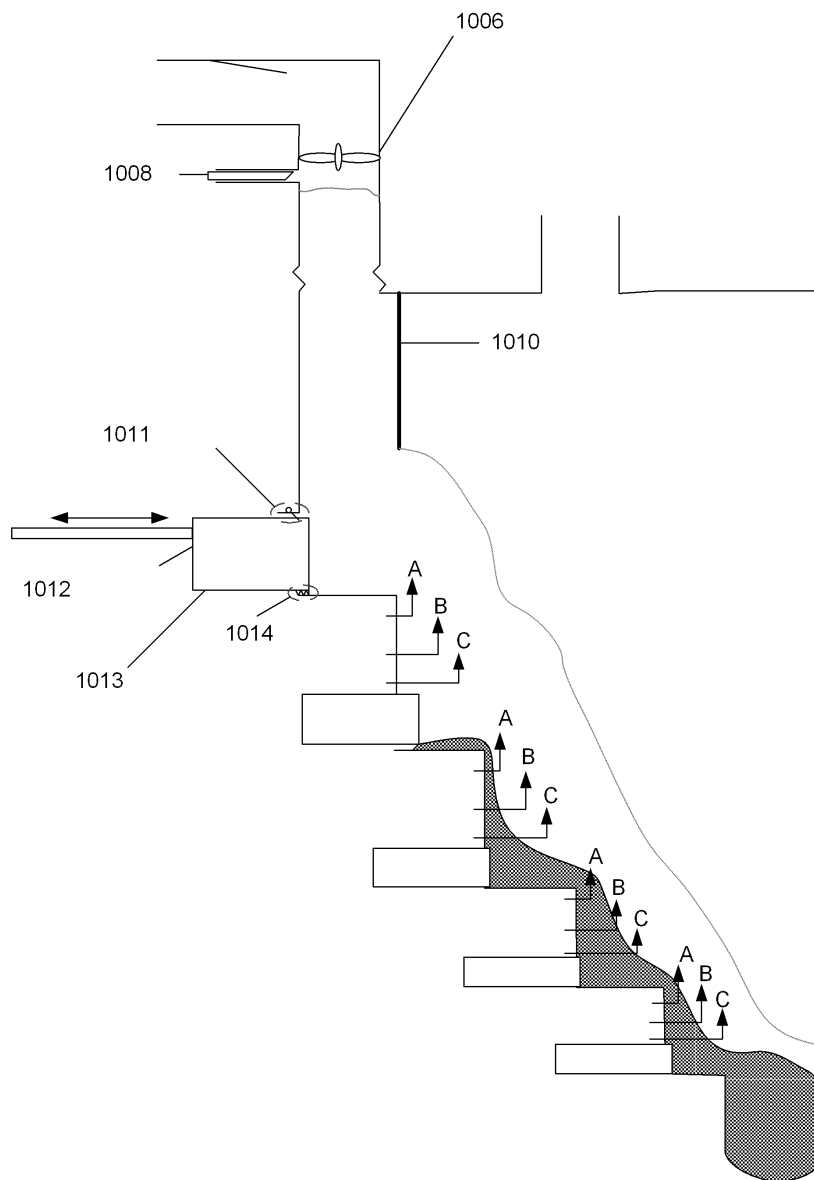
도면18



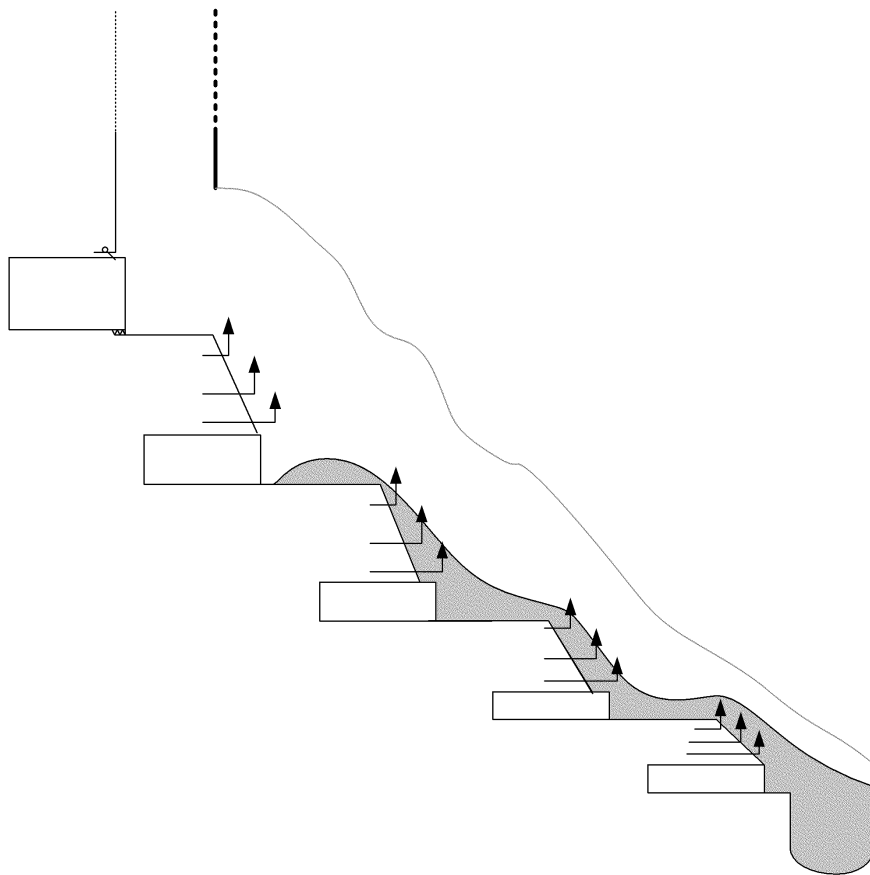
도면19



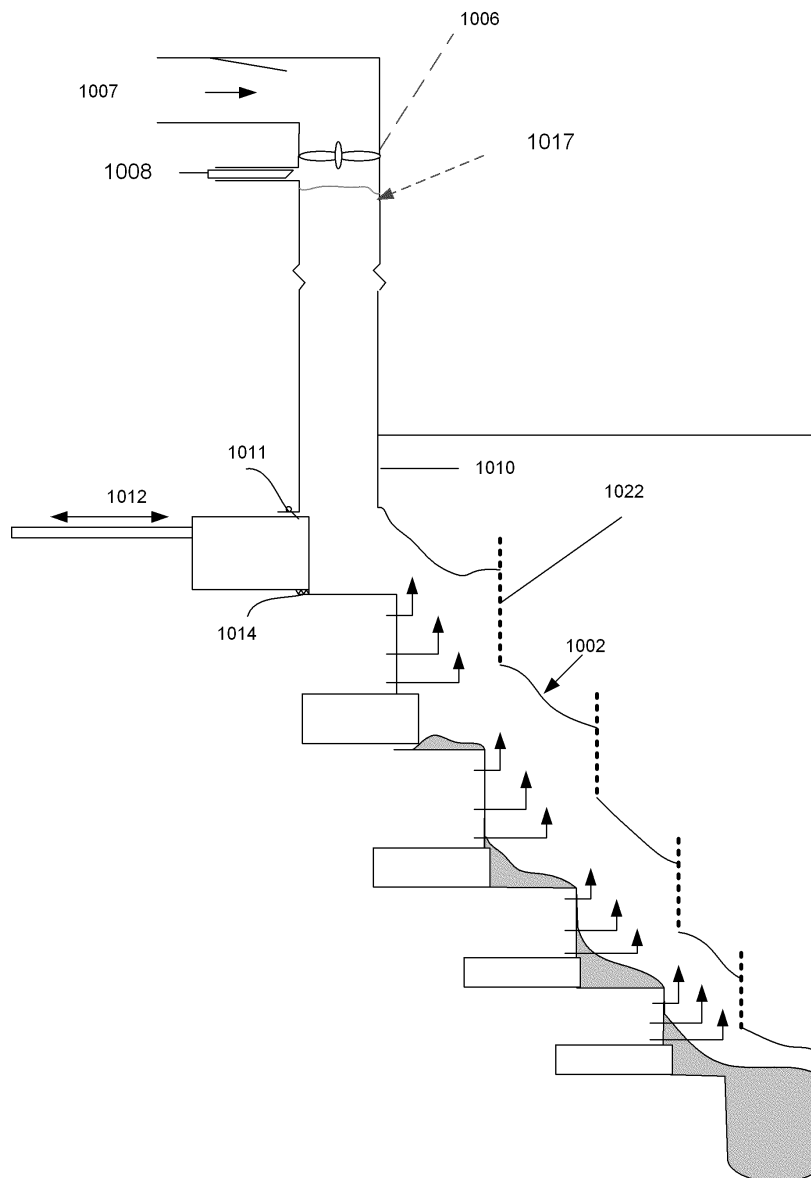
도면20



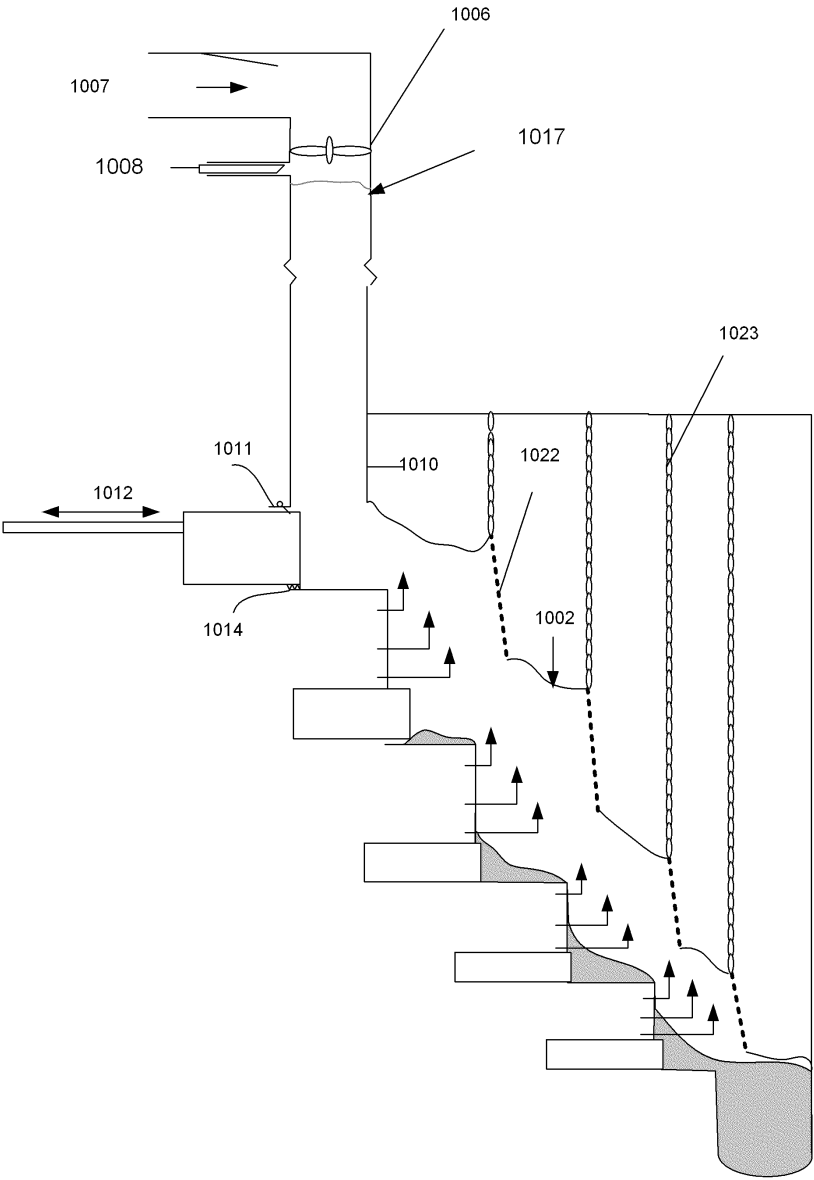
도면21



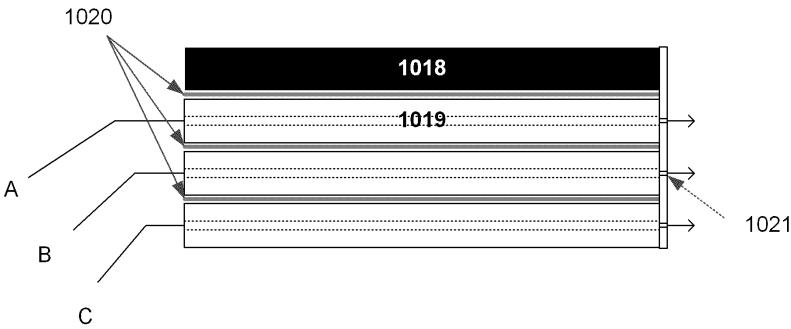
도면22



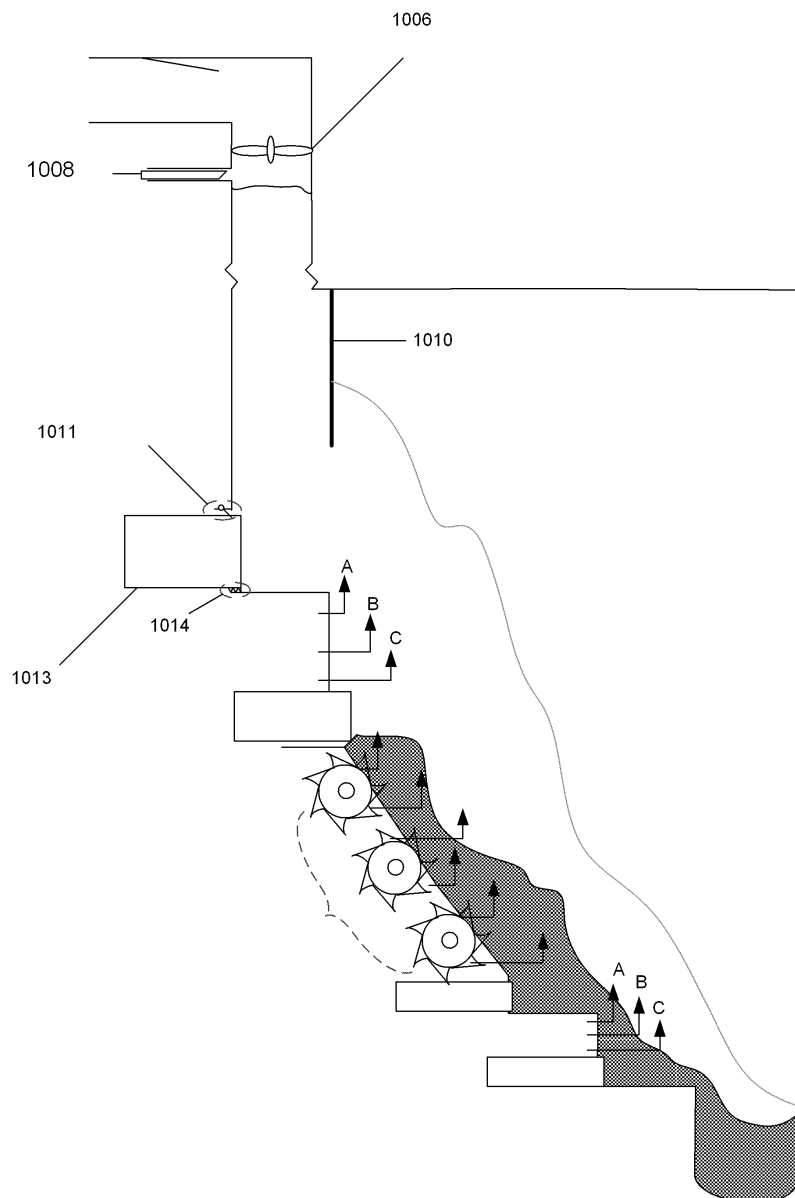
도면23



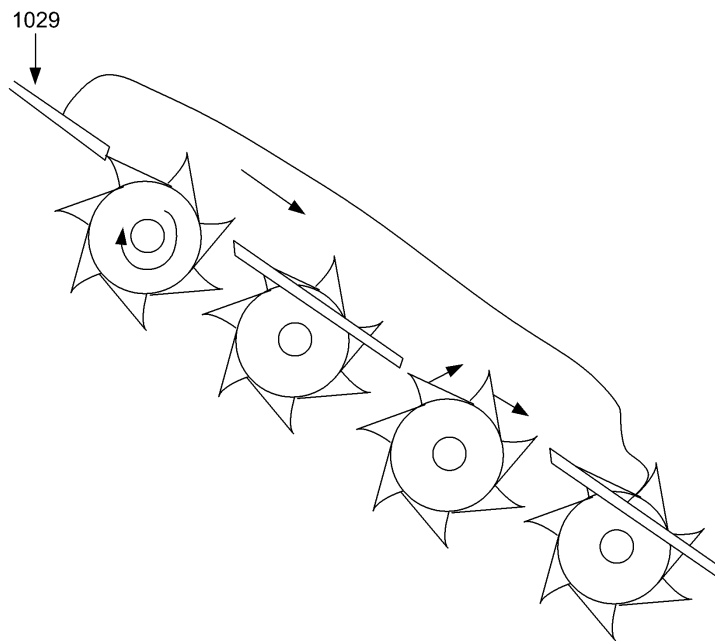
도면24



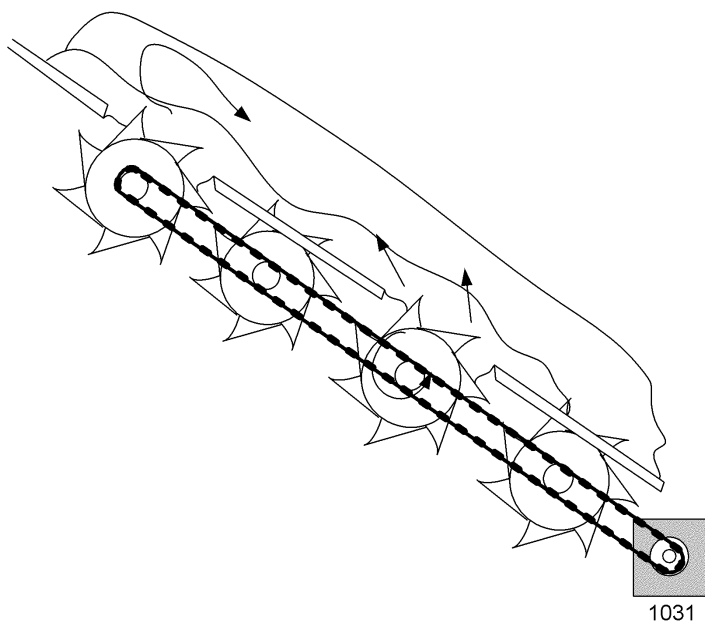
도면25



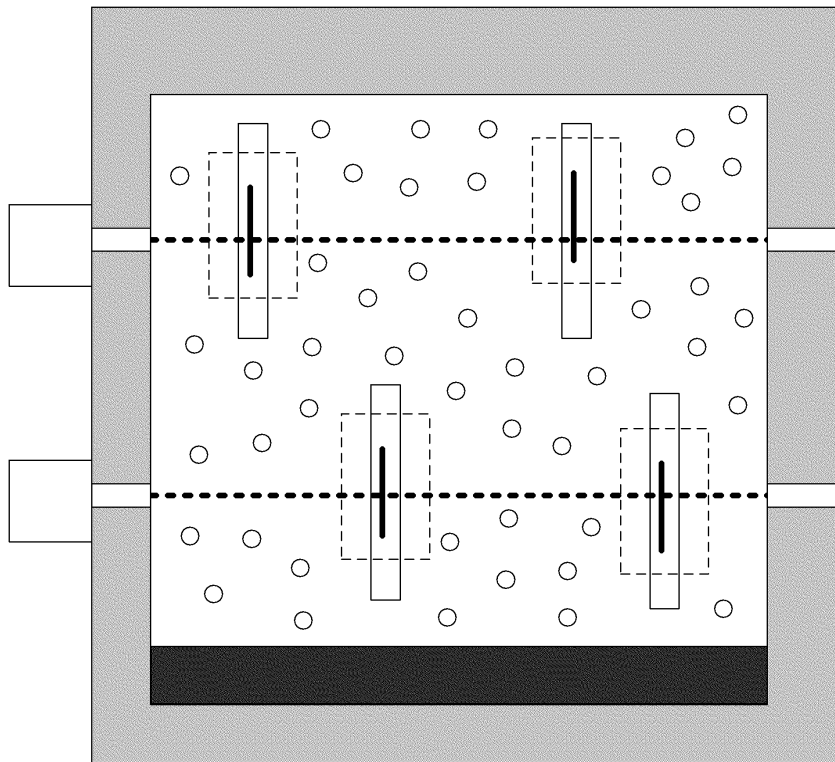
도면26



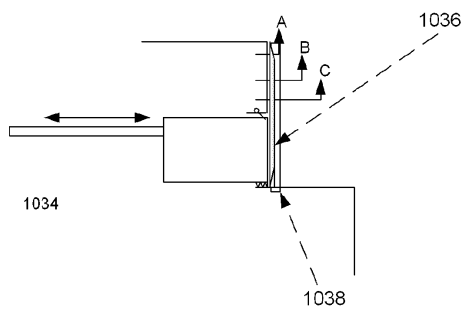
도면27



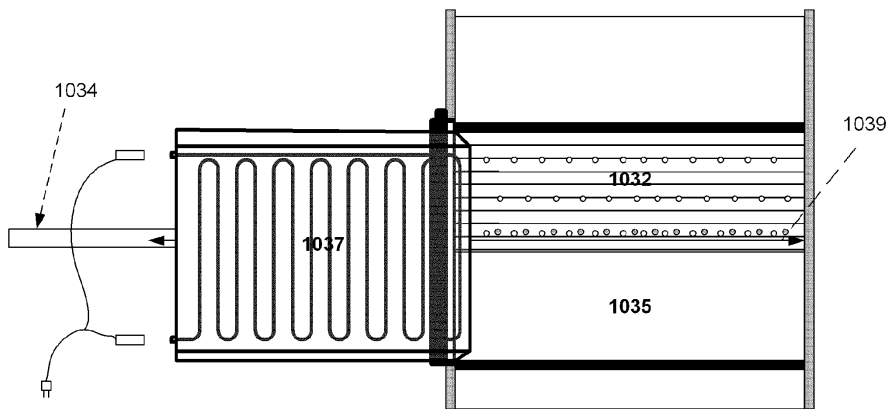
도면28



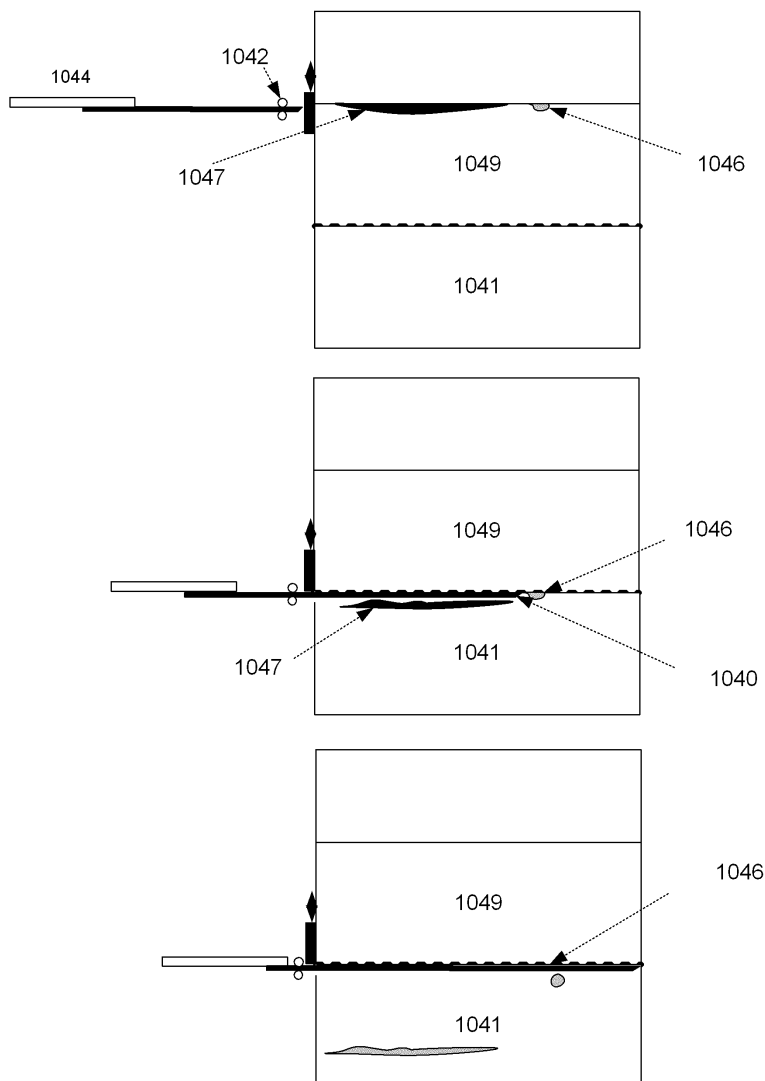
도면29a



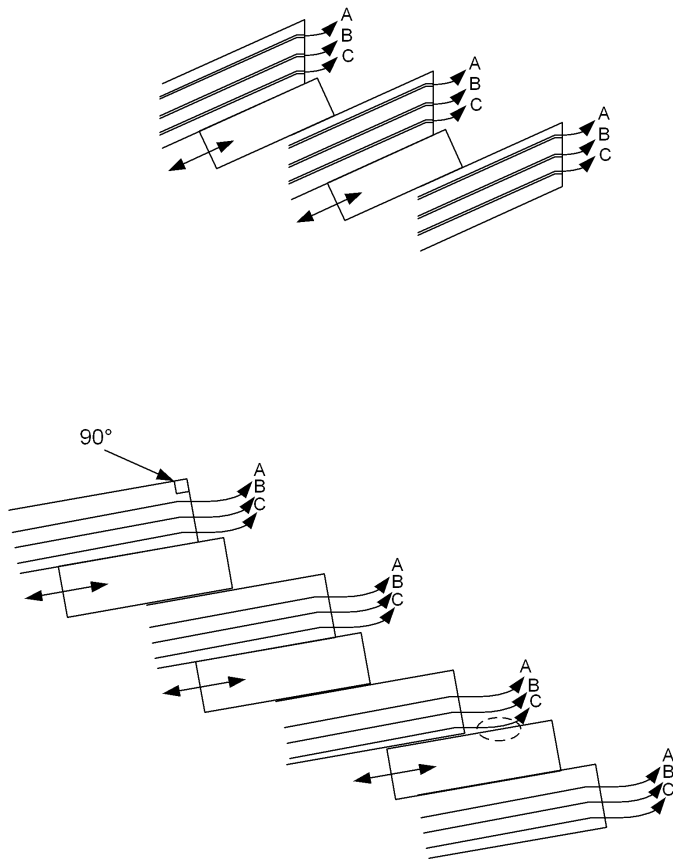
도면29b



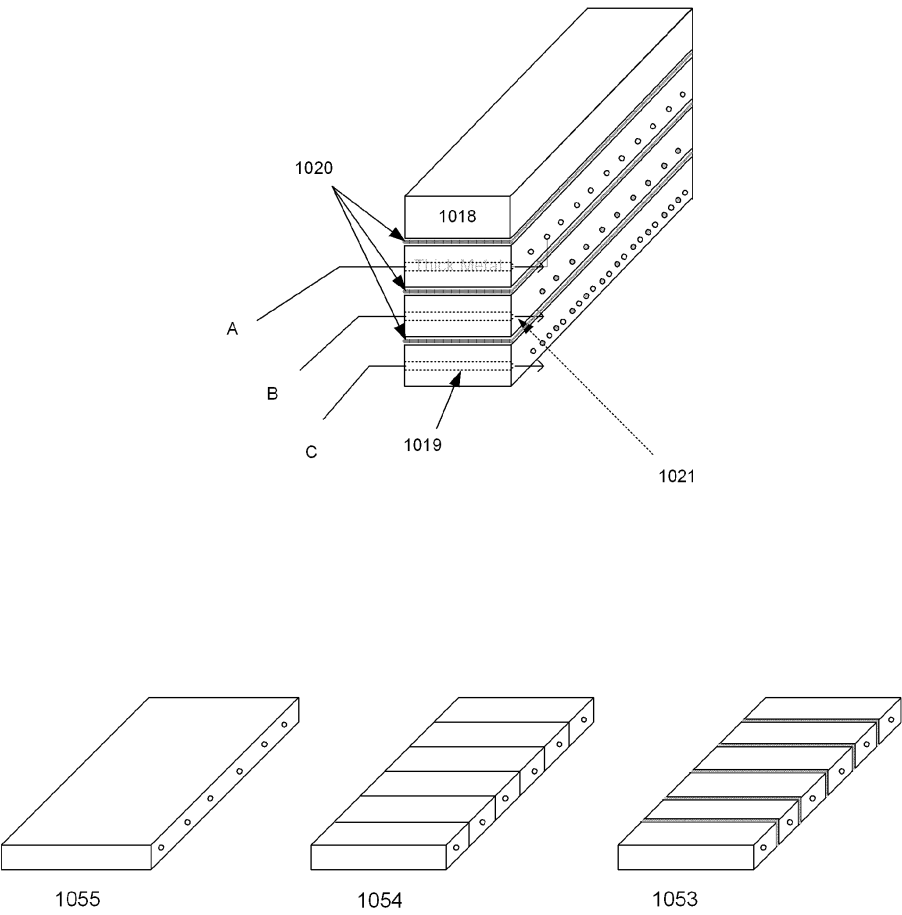
도면30



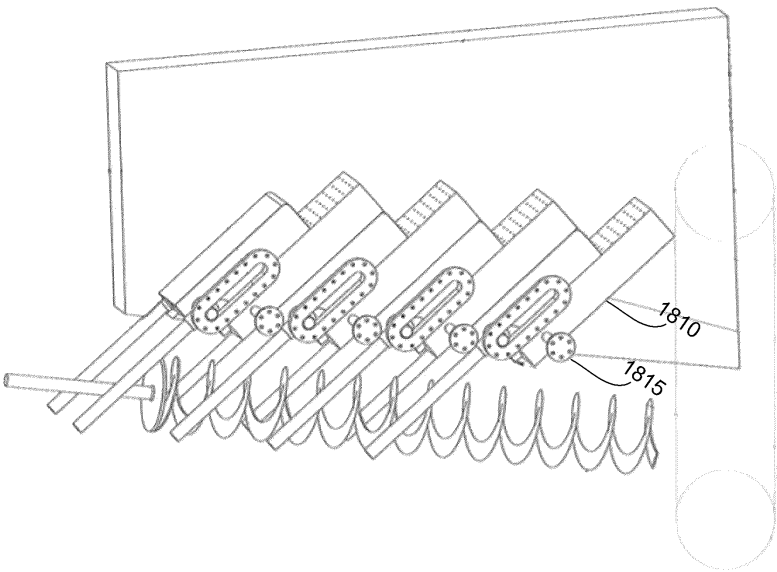
도면31



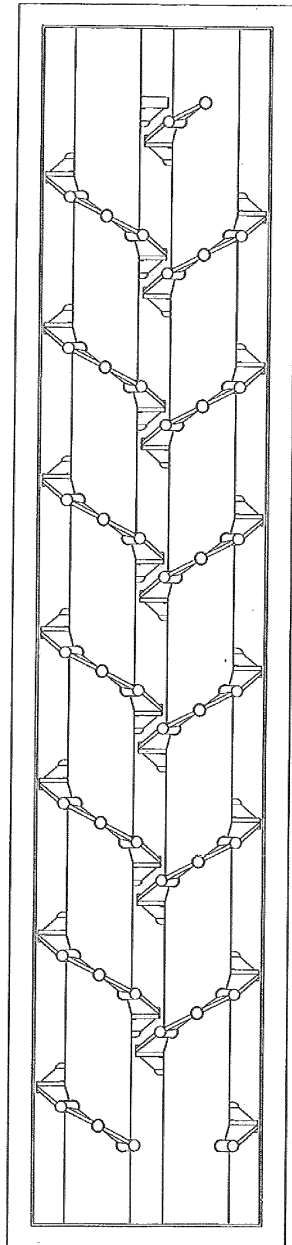
도면32



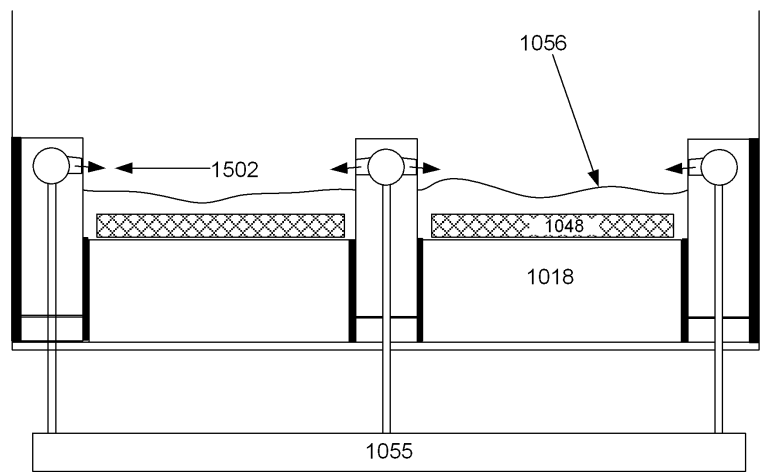
도면33



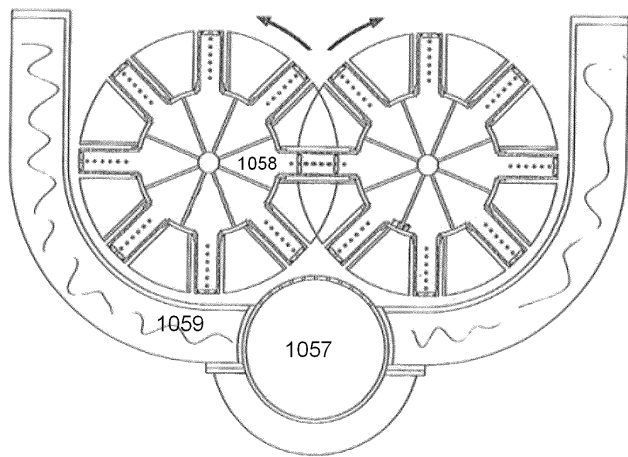
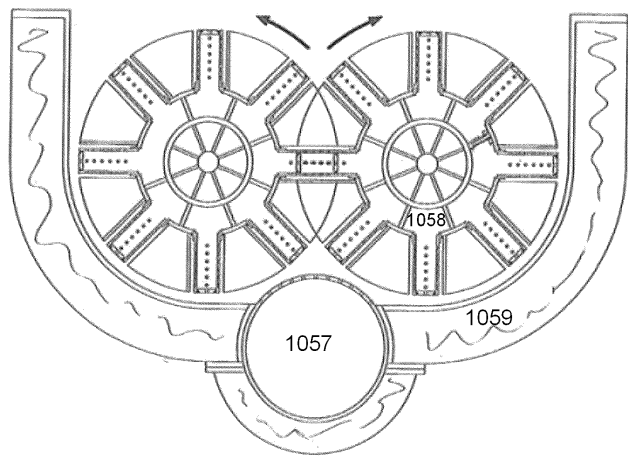
도면34



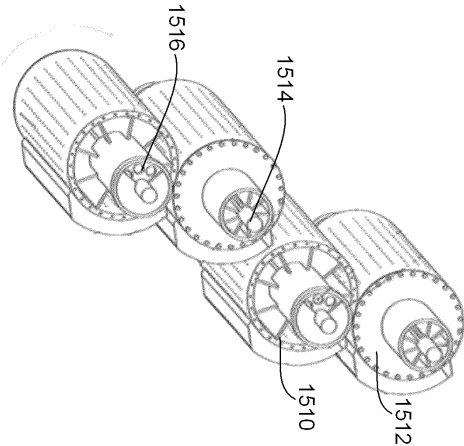
도면35



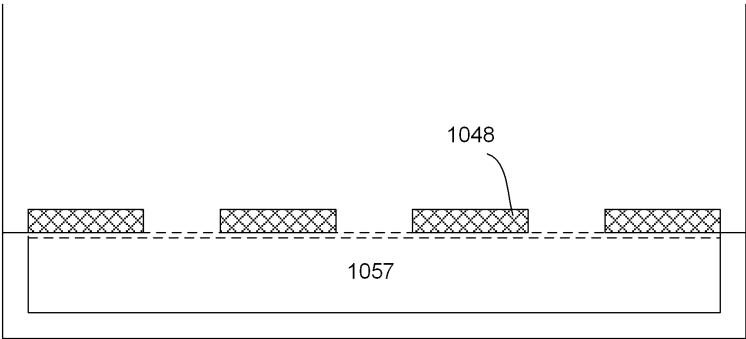
도면36



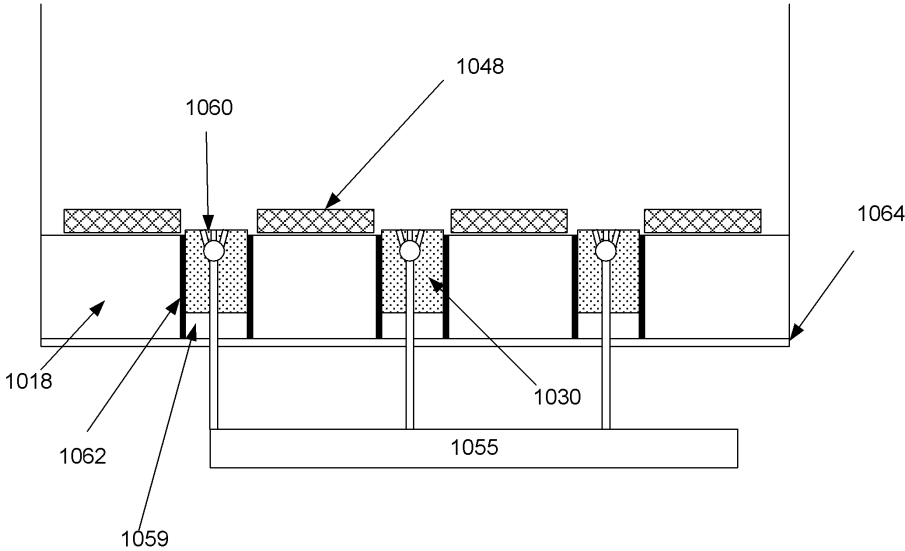
도면37



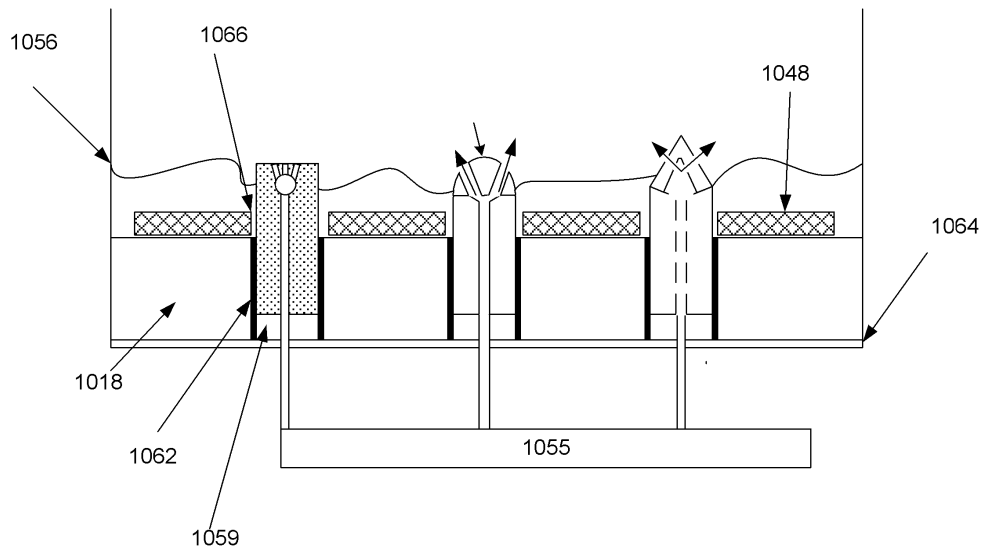
도면38



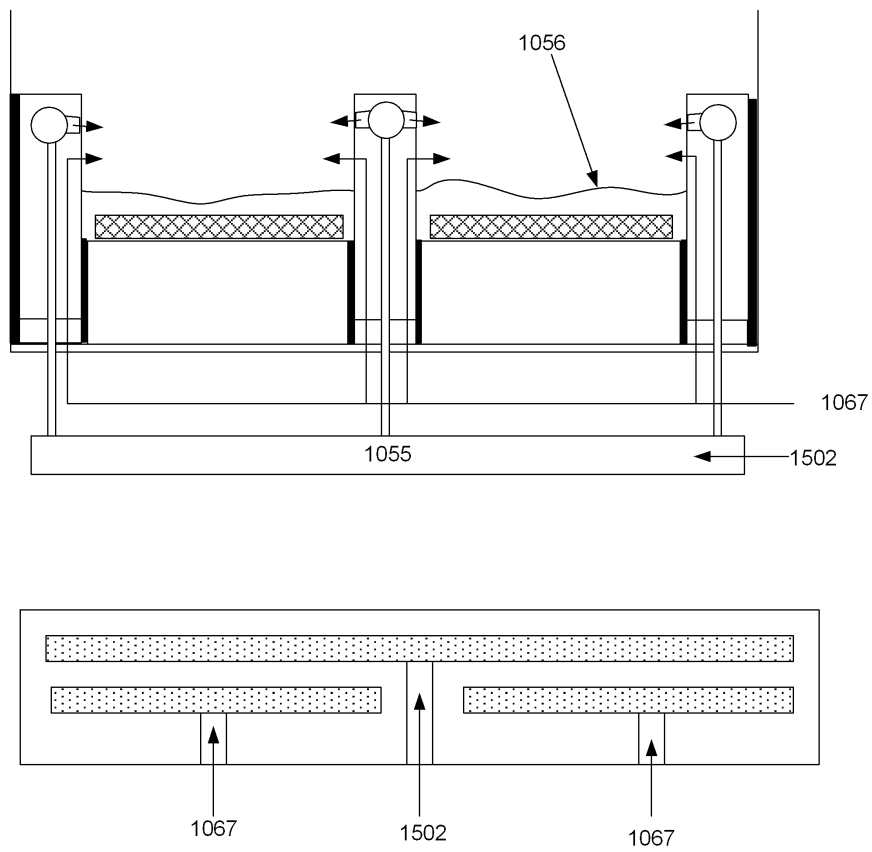
도면39



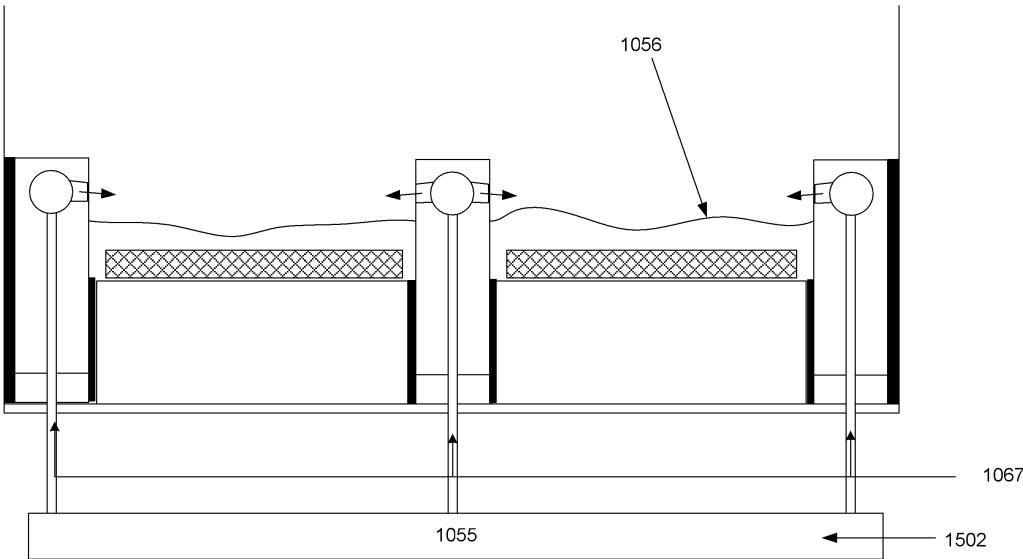
도면40



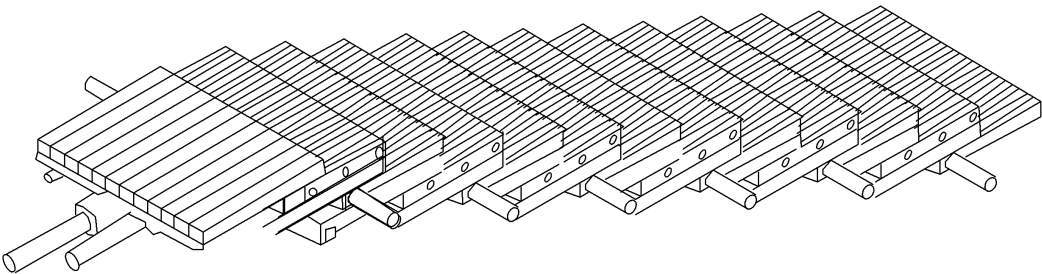
도면41



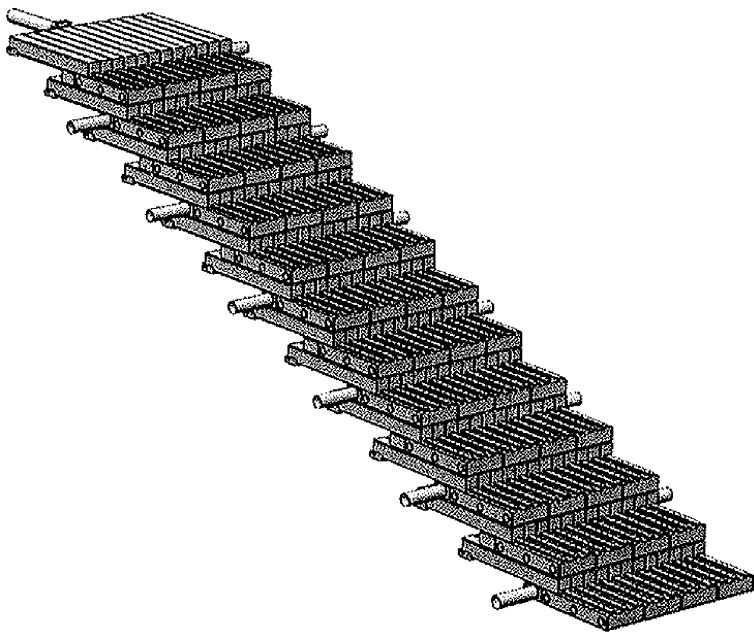
도면42



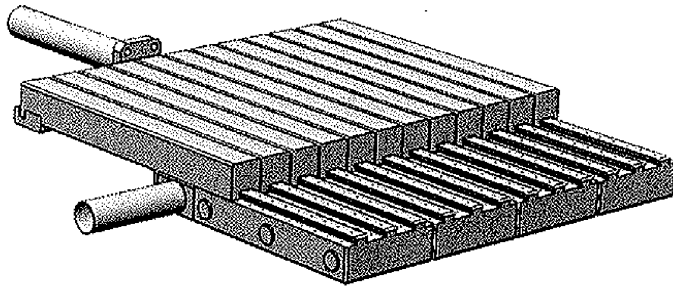
도면43



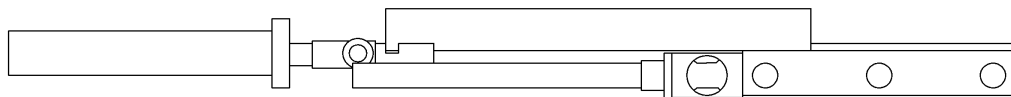
도면44



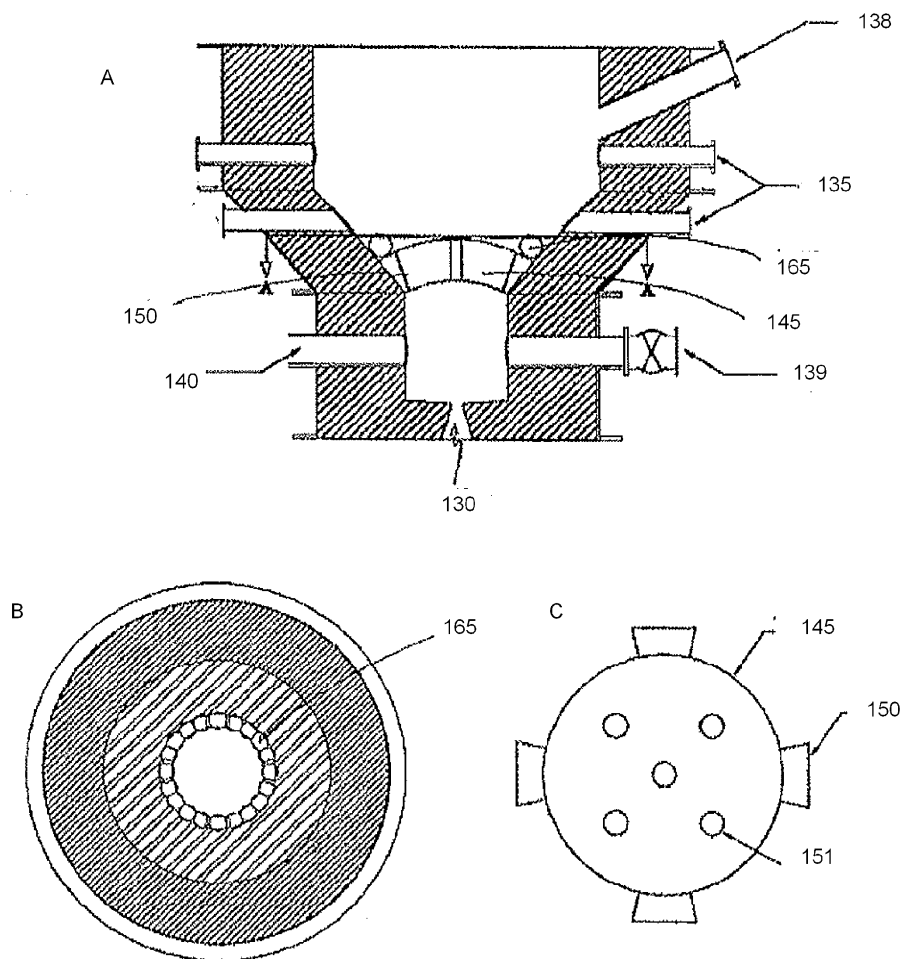
도면45



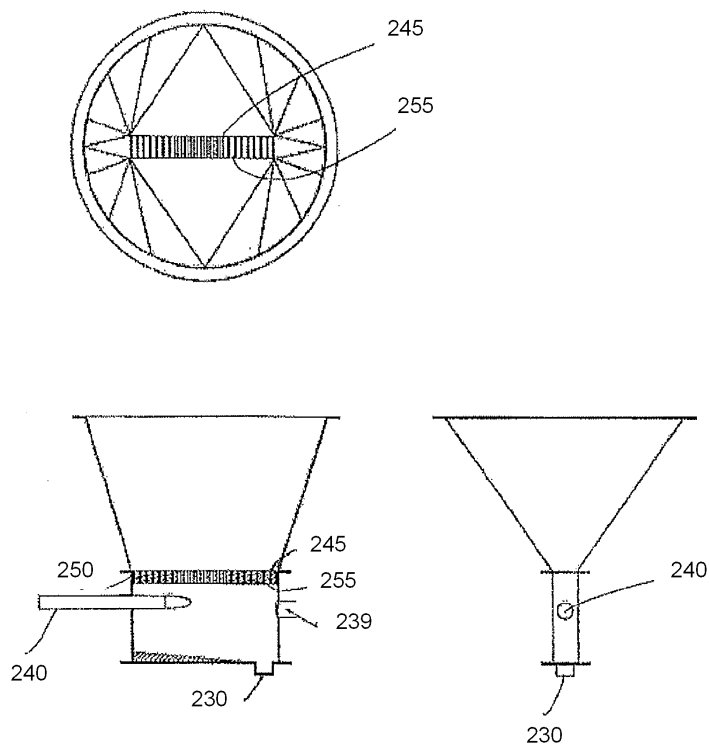
도면46



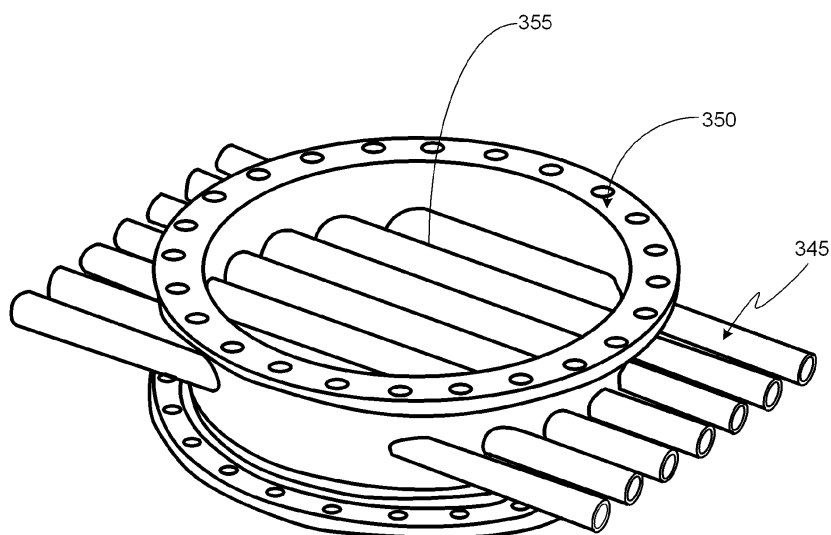
도면47



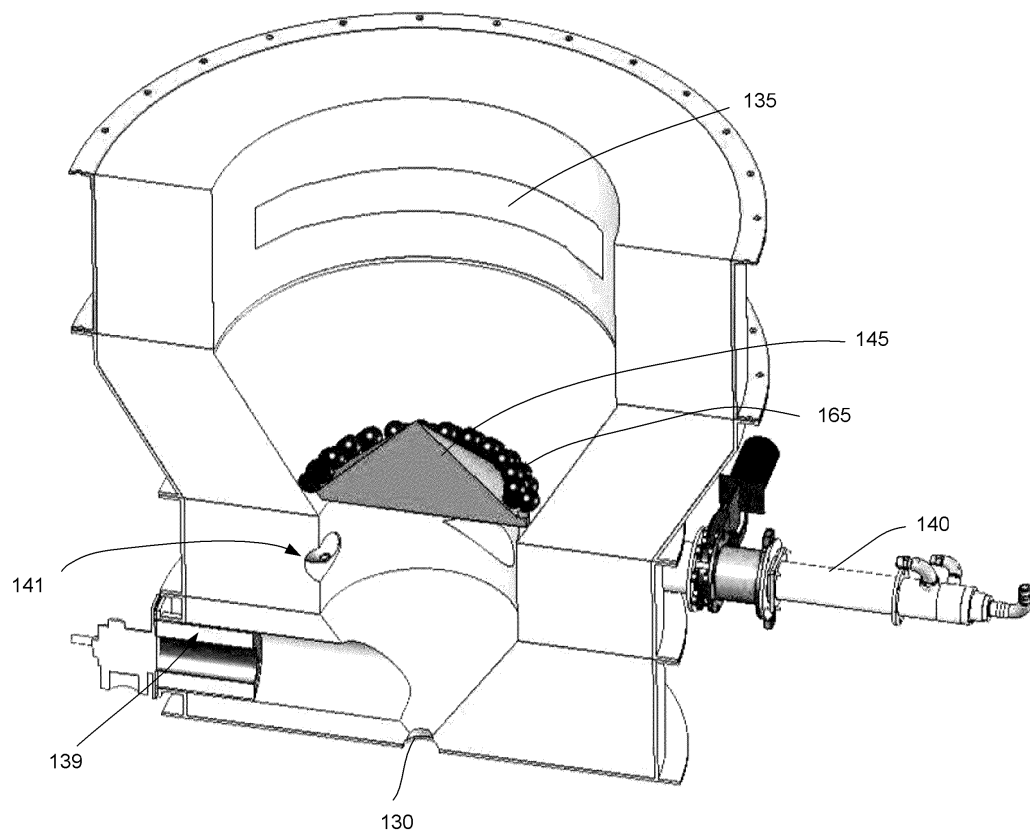
도면48



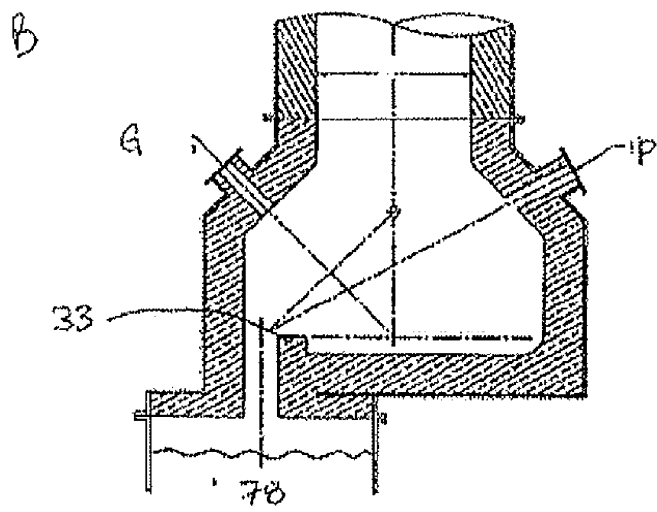
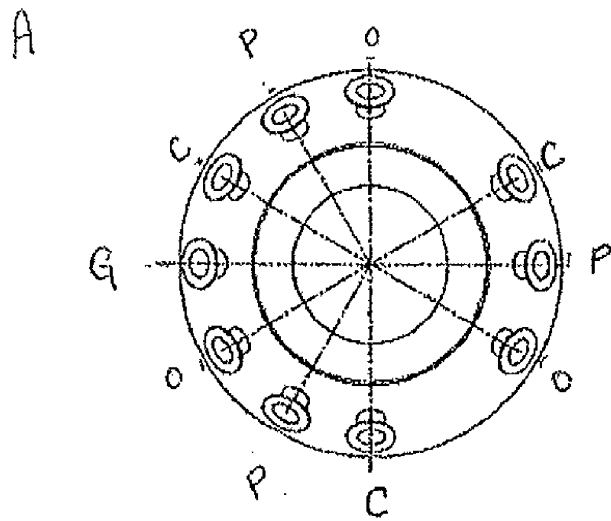
도면49



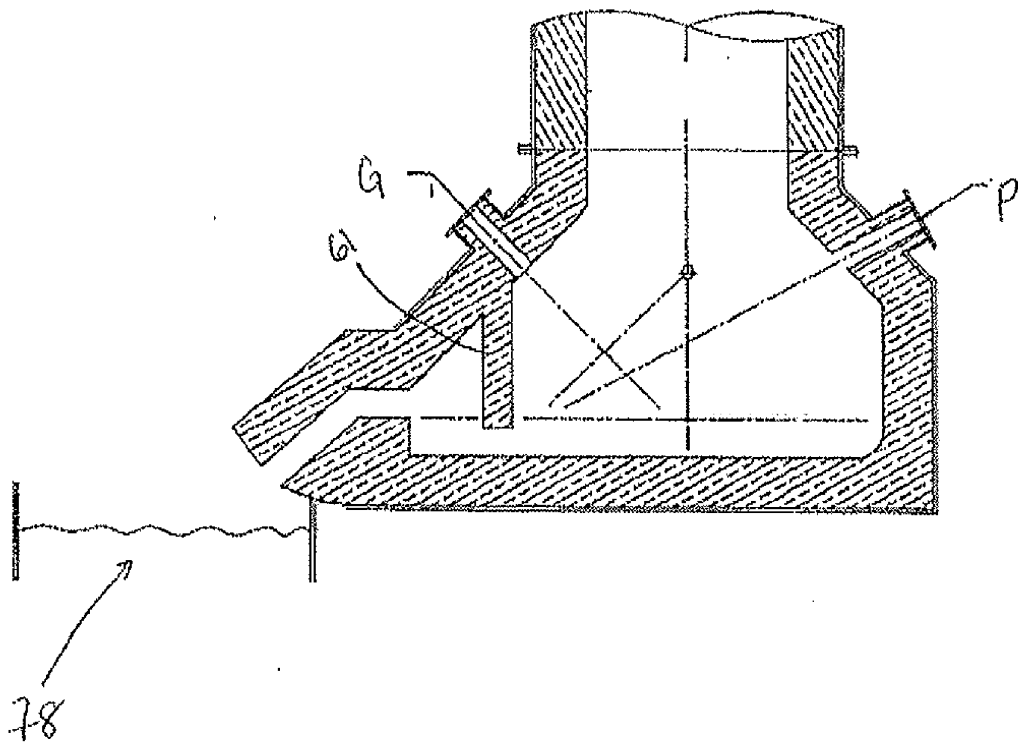
도면50



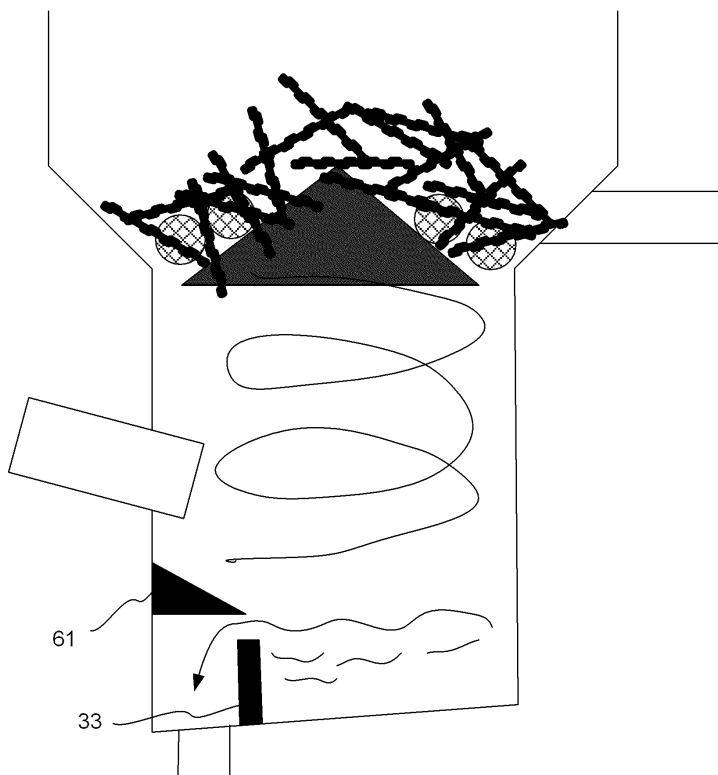
도면51



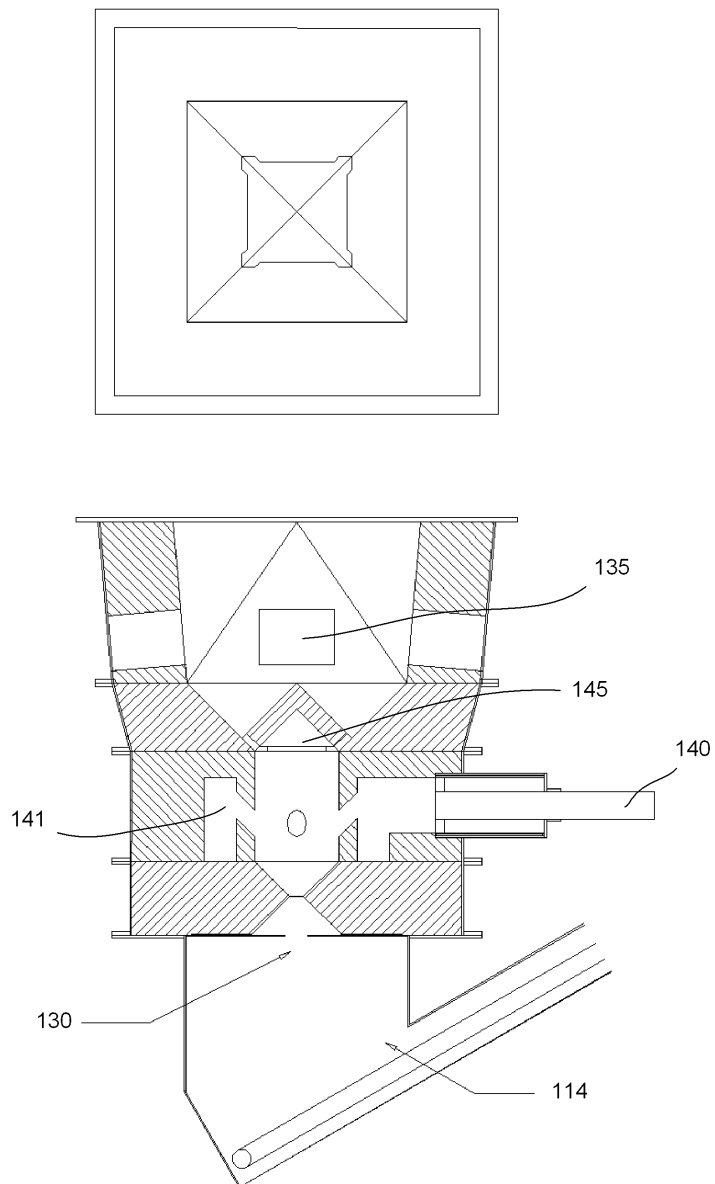
도면52



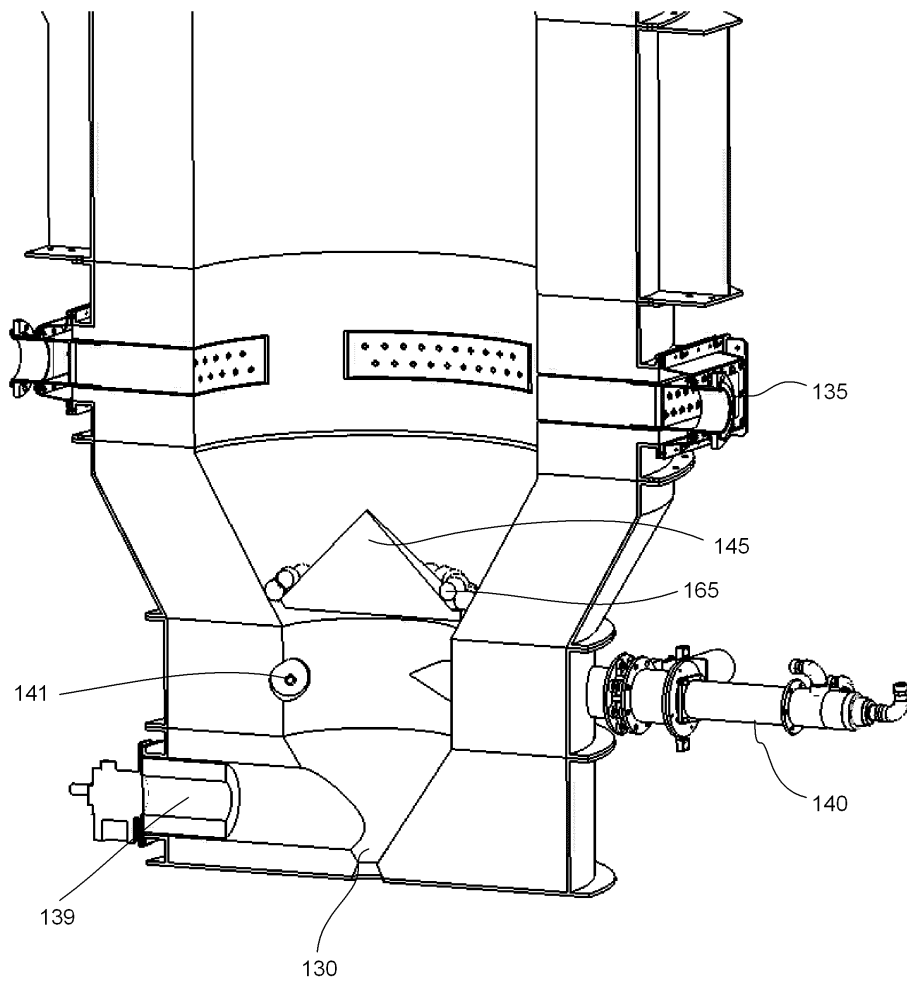
도면53



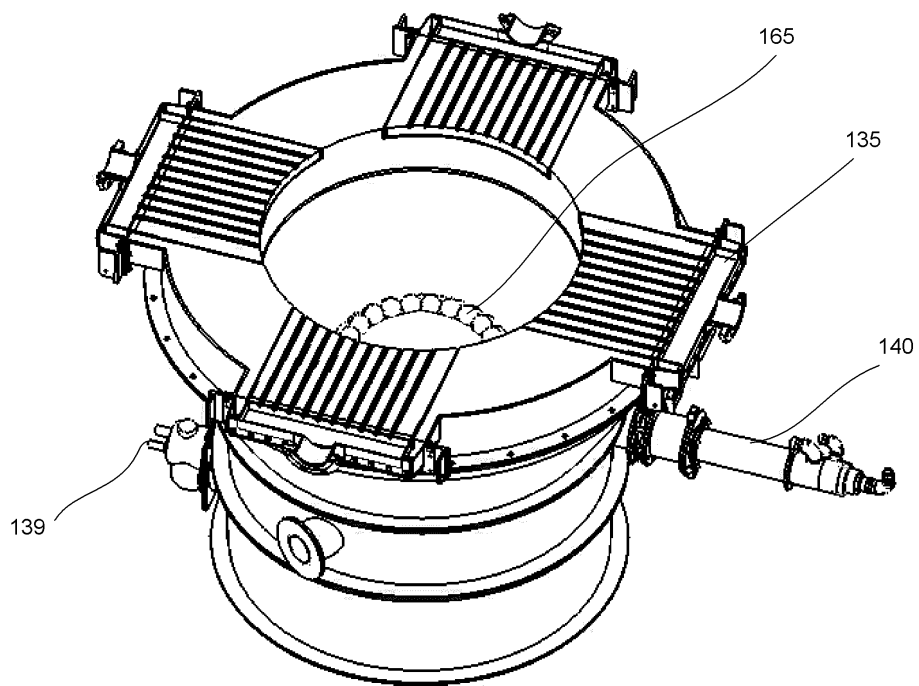
도면54



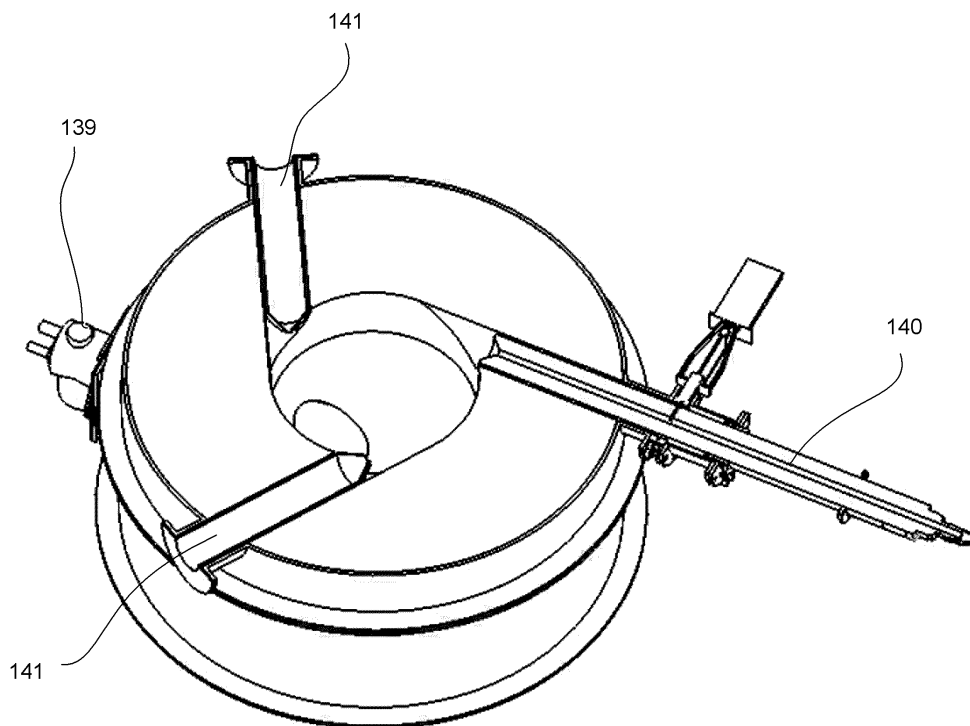
도면55



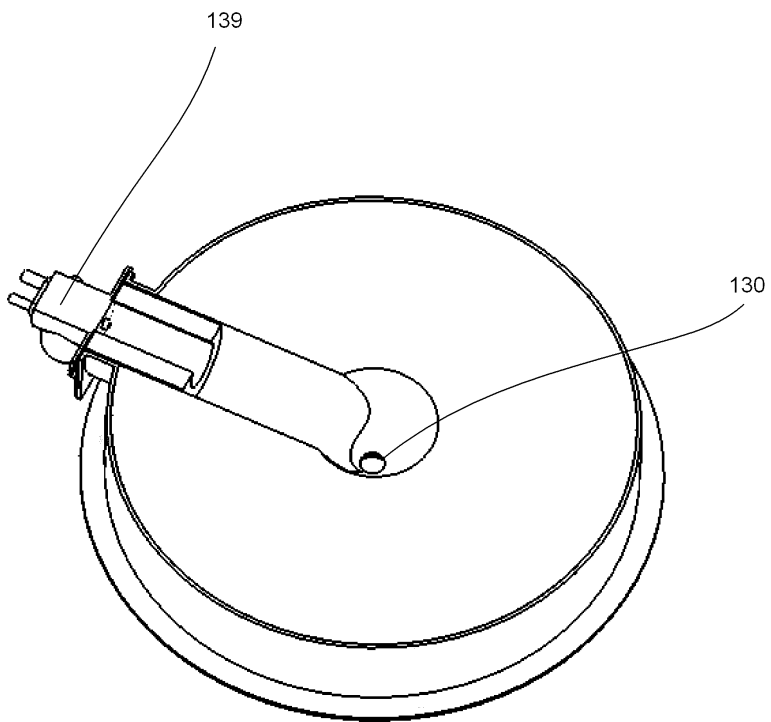
도면56



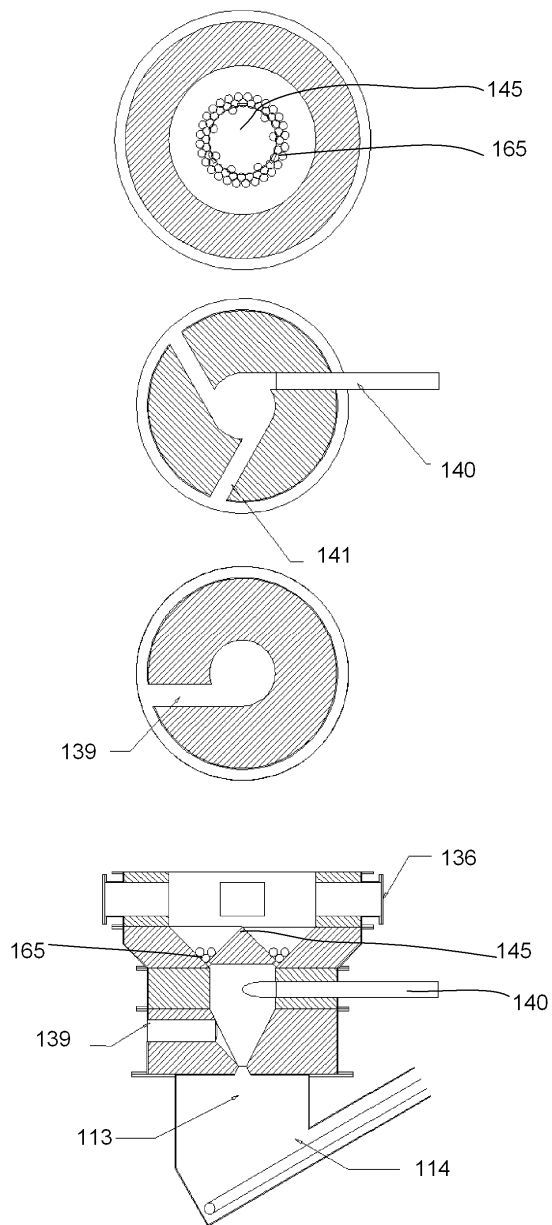
도면57



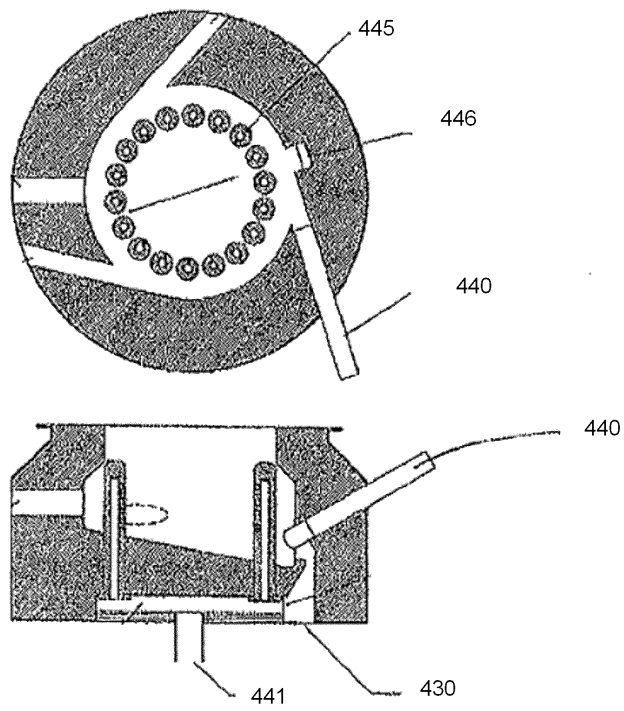
도면58



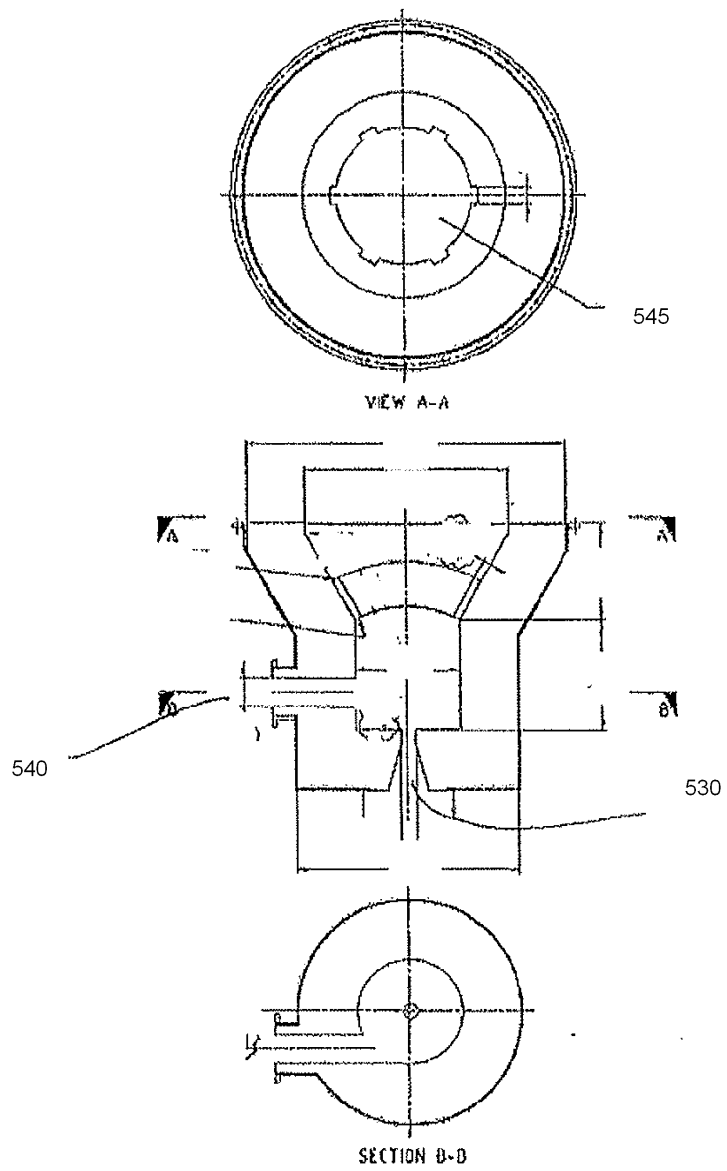
도면59



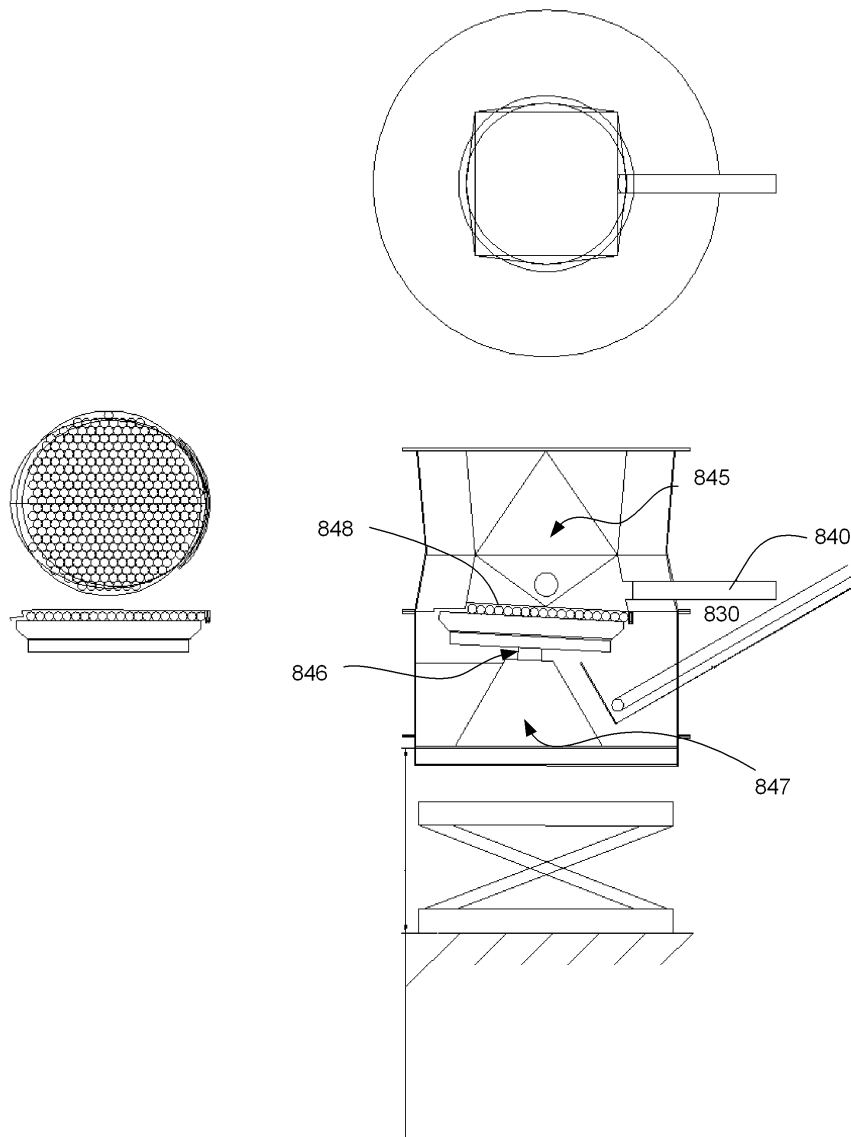
도면60



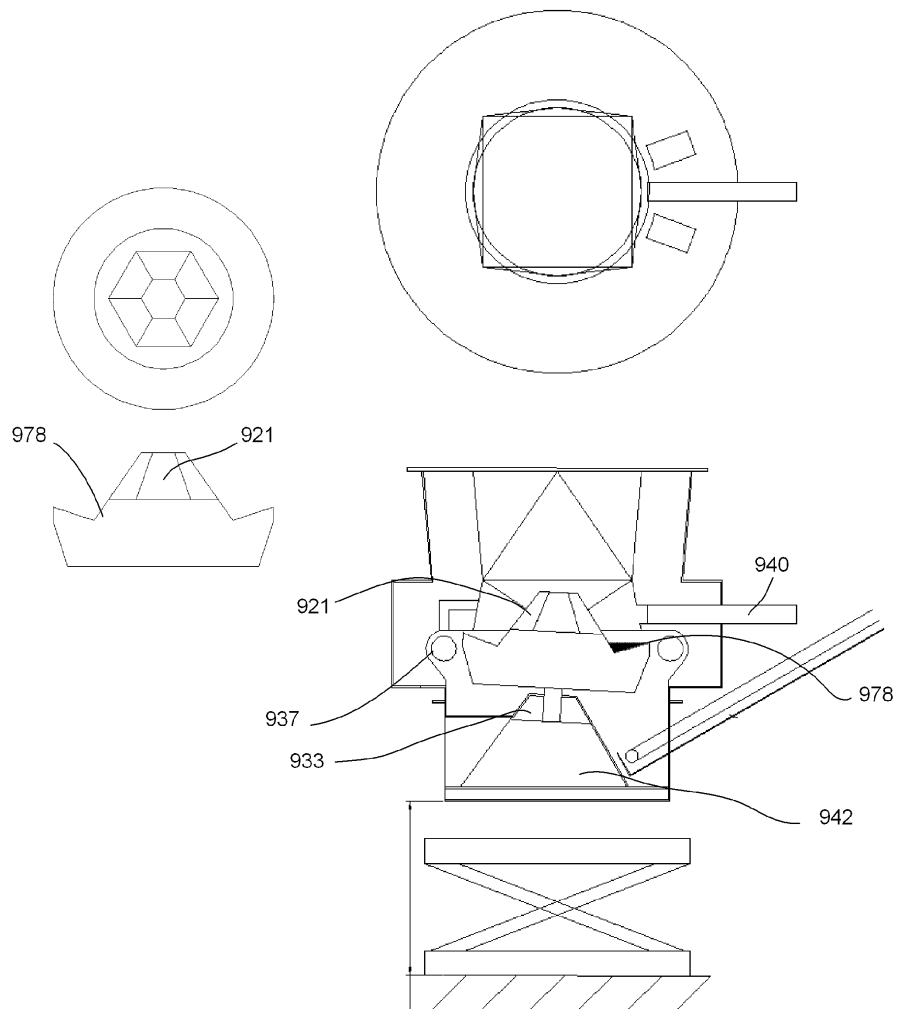
도면61



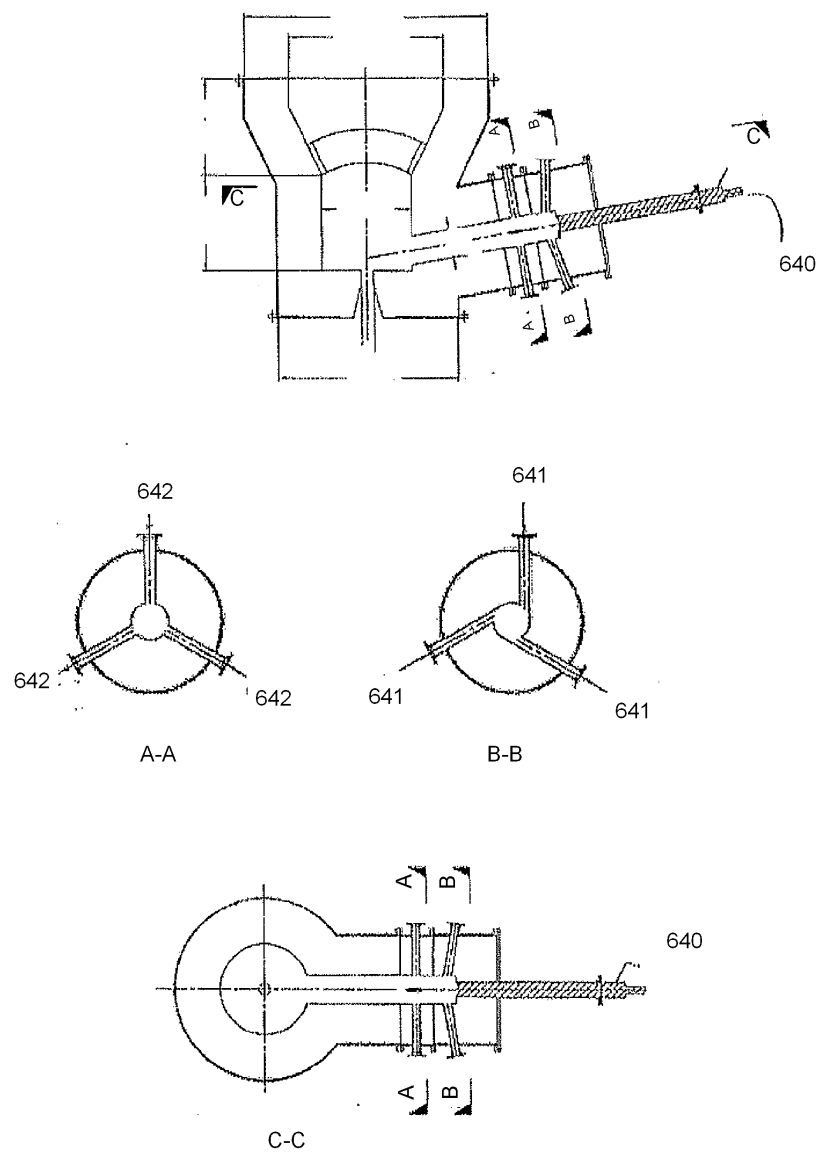
도면62



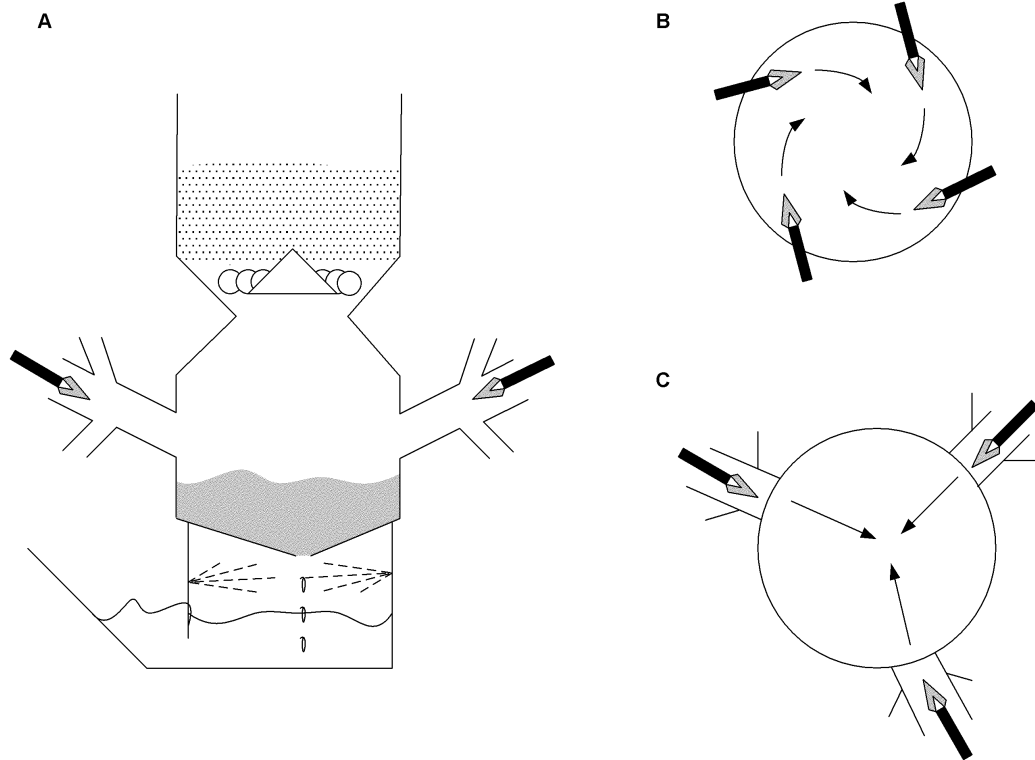
도면63



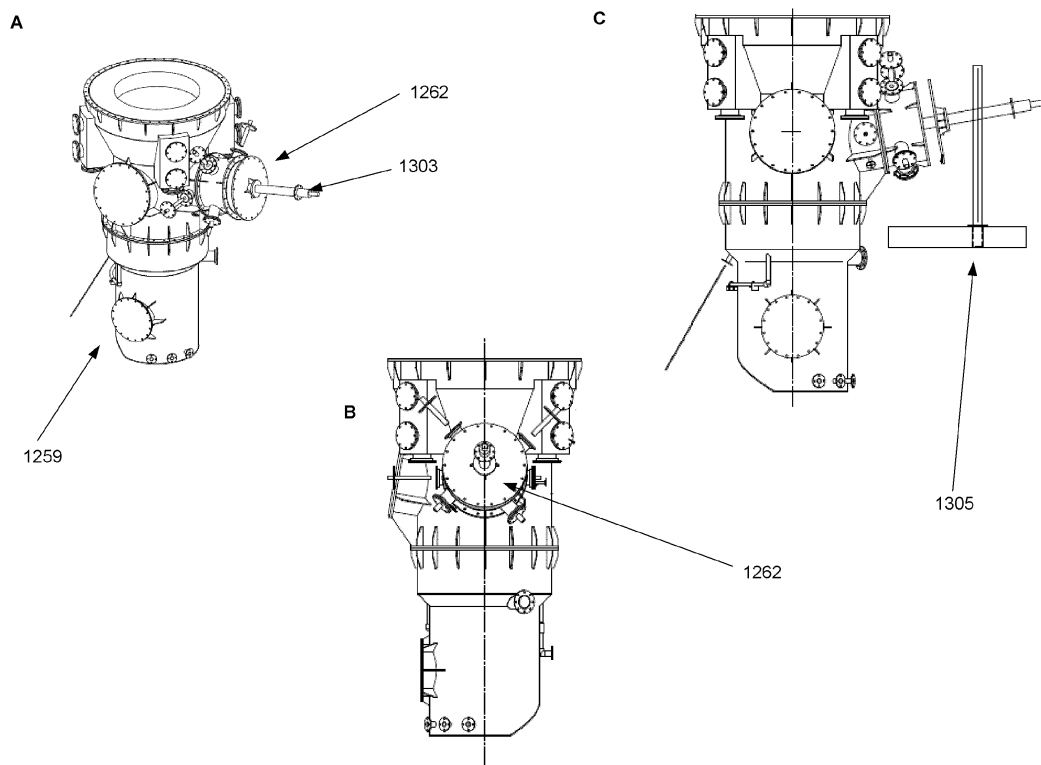
도면64



도면65



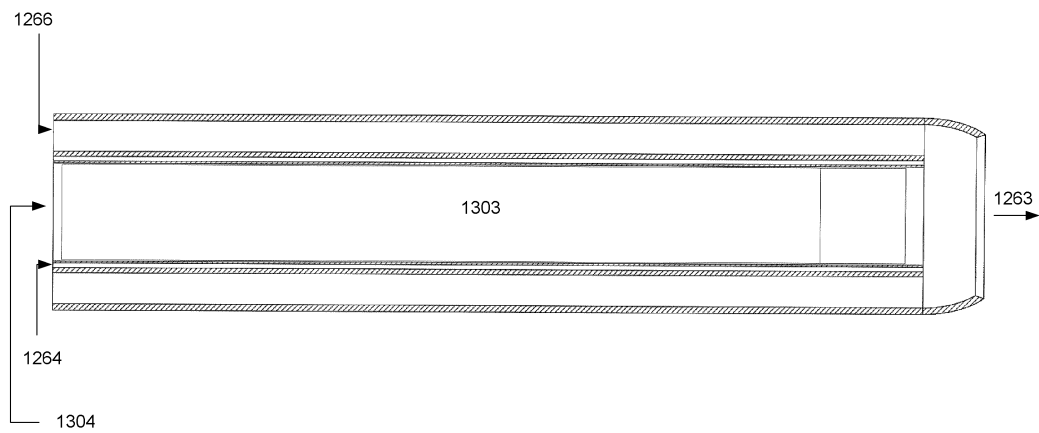
도면66



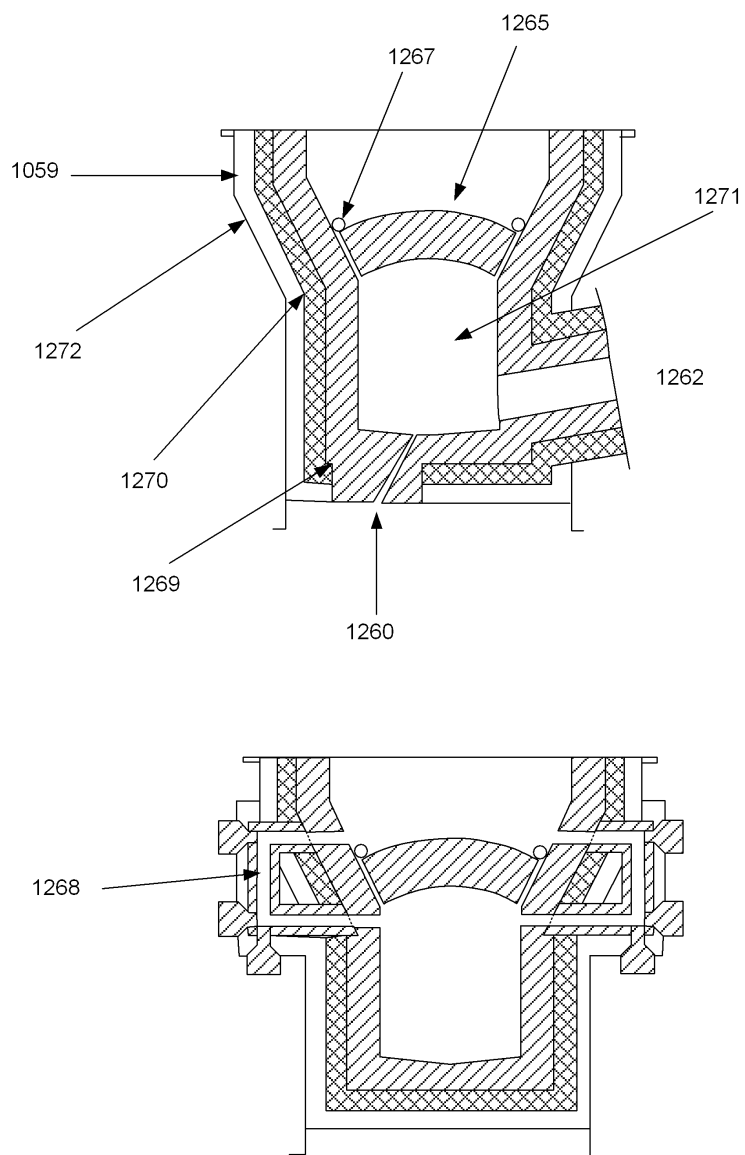
도면67



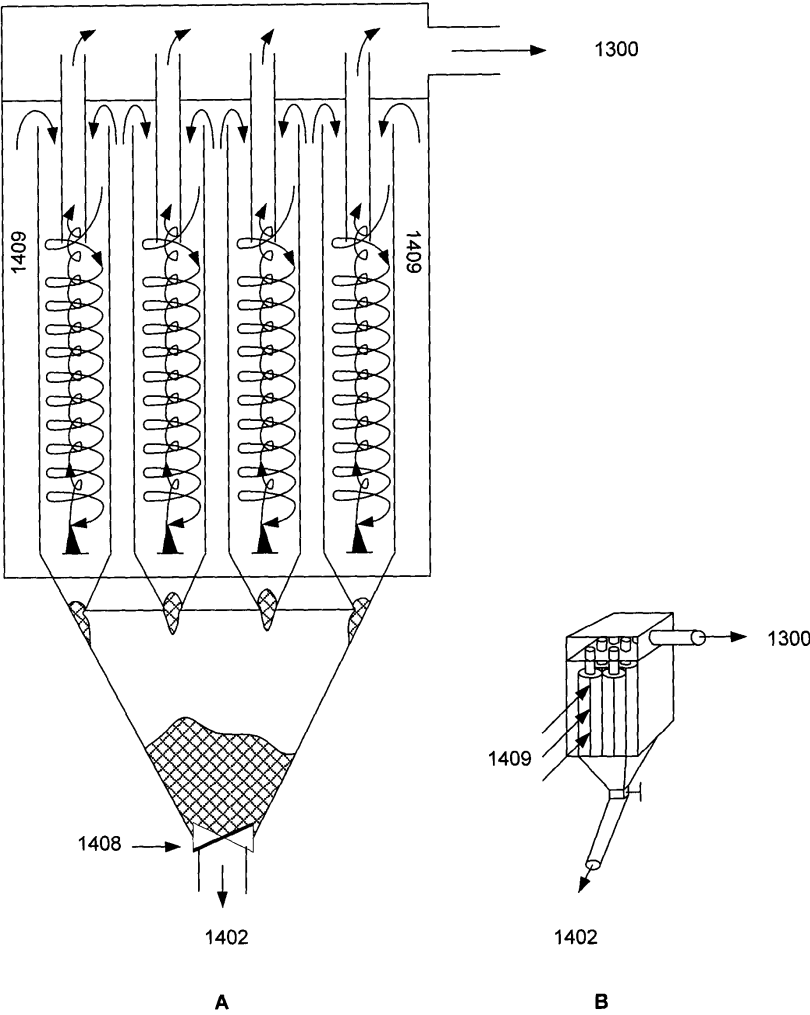
도면68



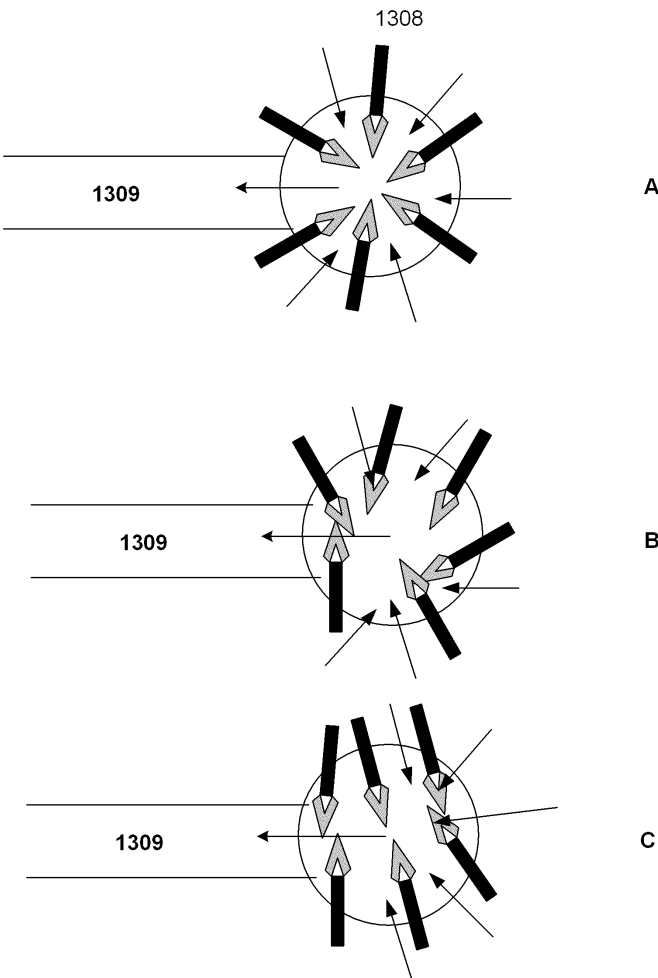
도면69



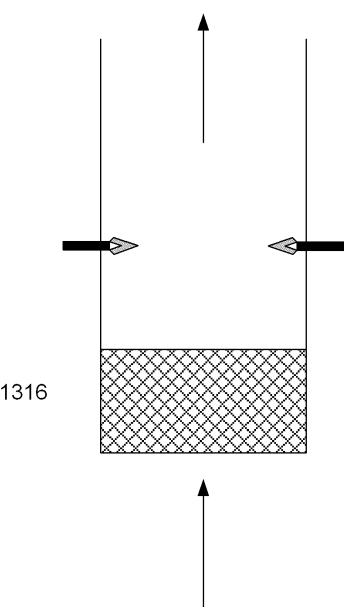
도면70



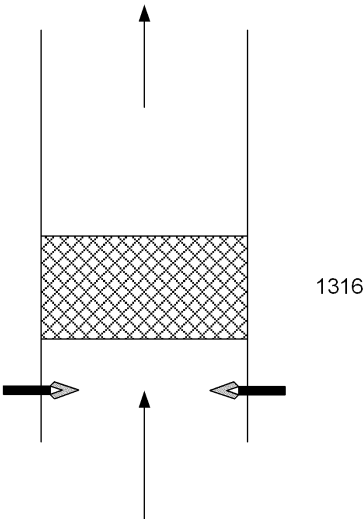
도면71



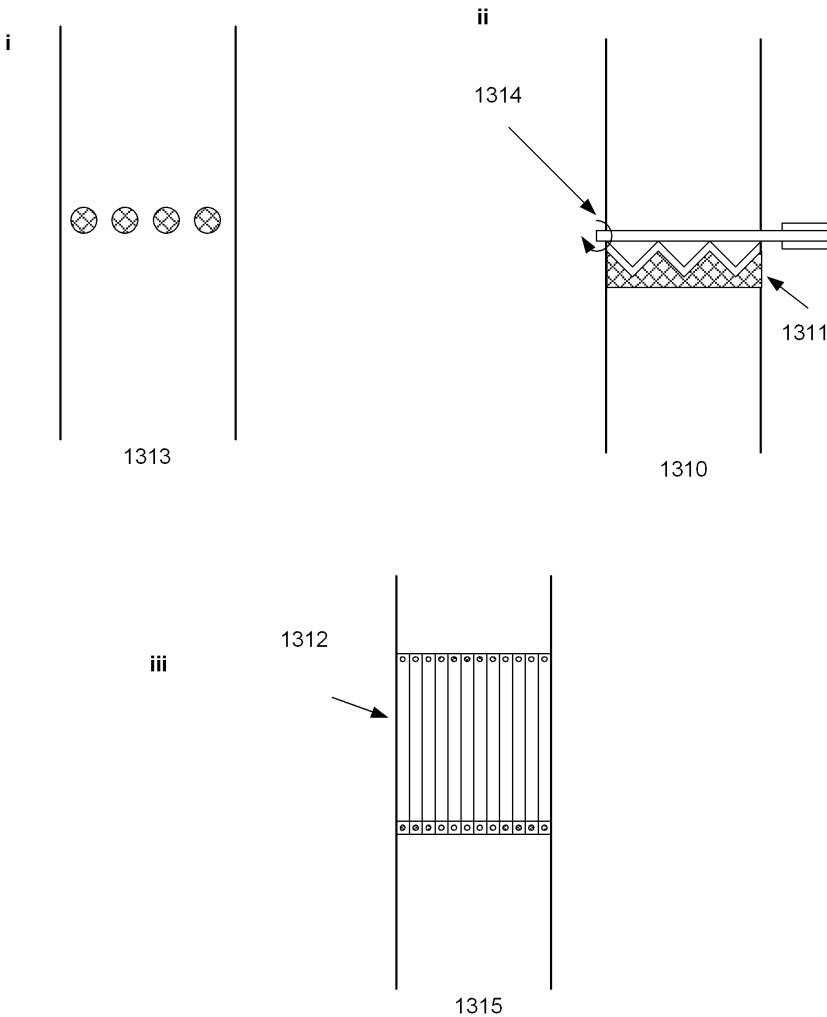
도면72a



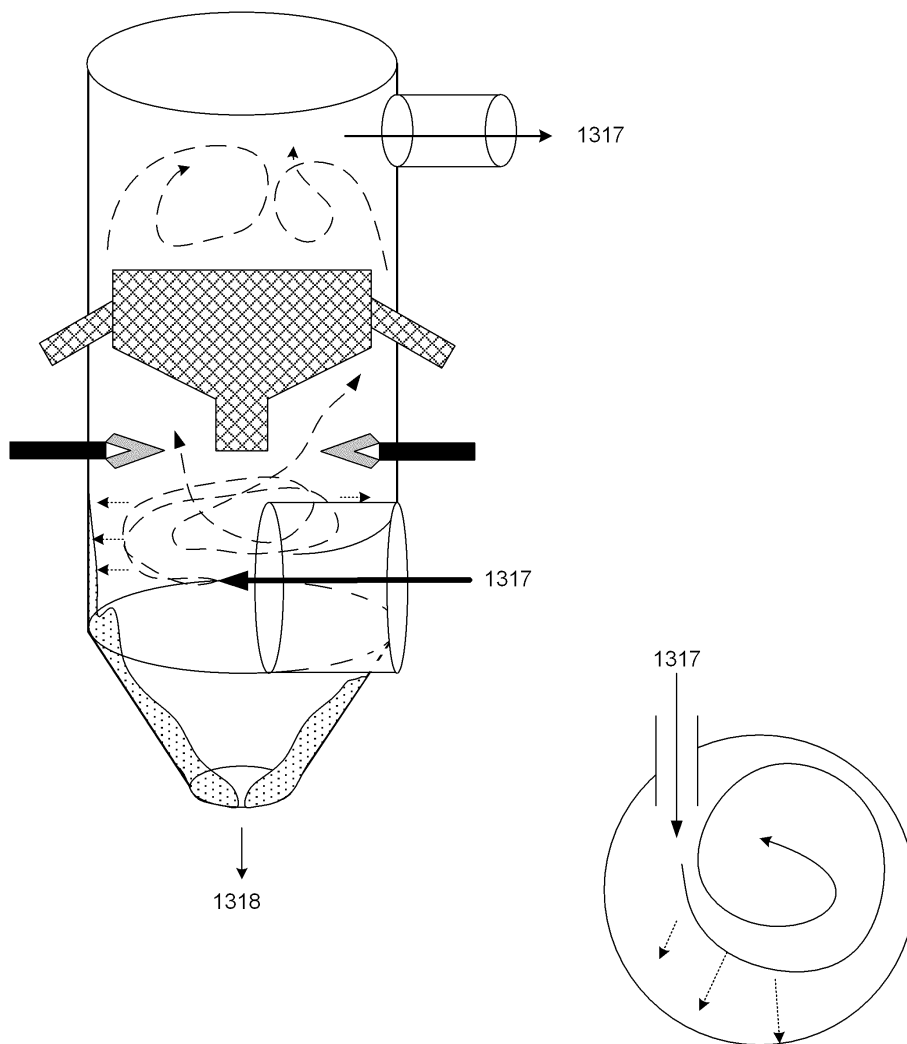
도면72b



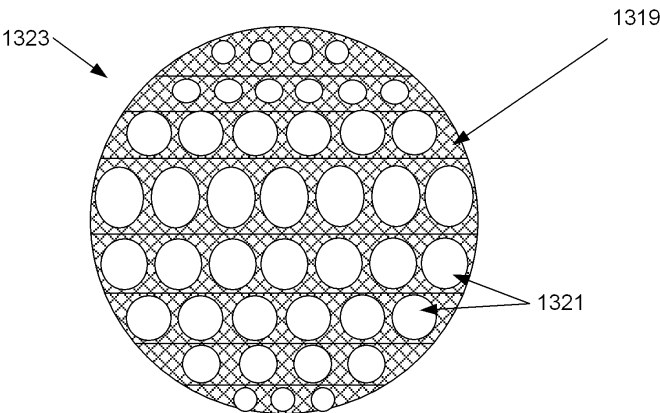
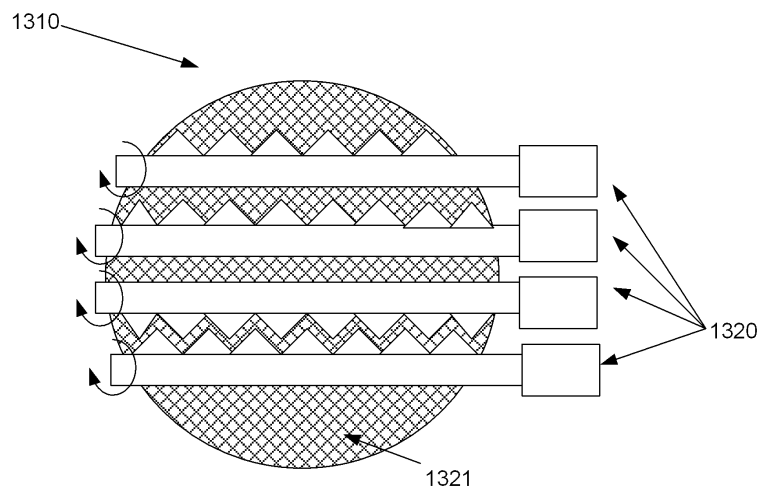
도면72c



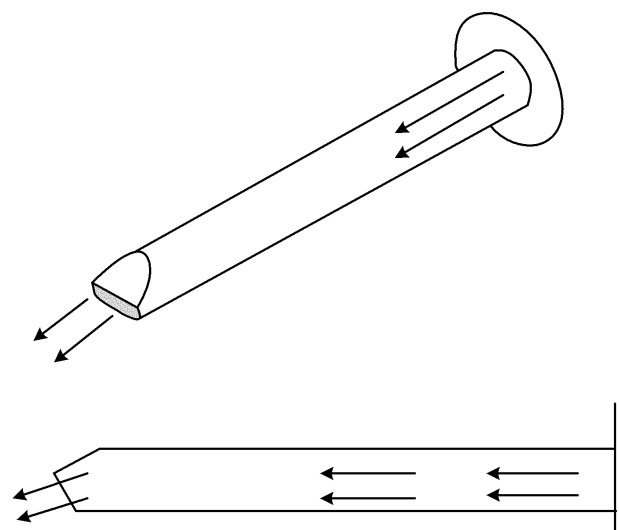
도면73



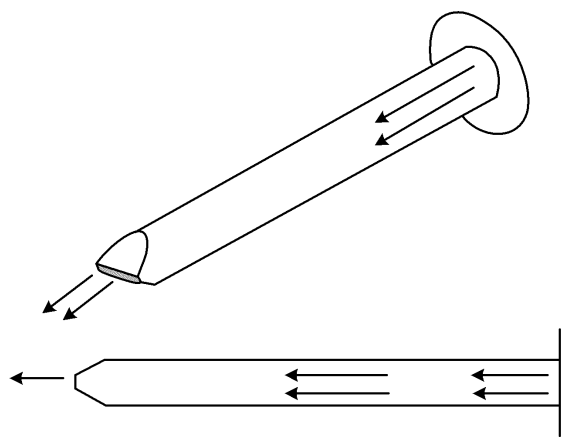
도면74



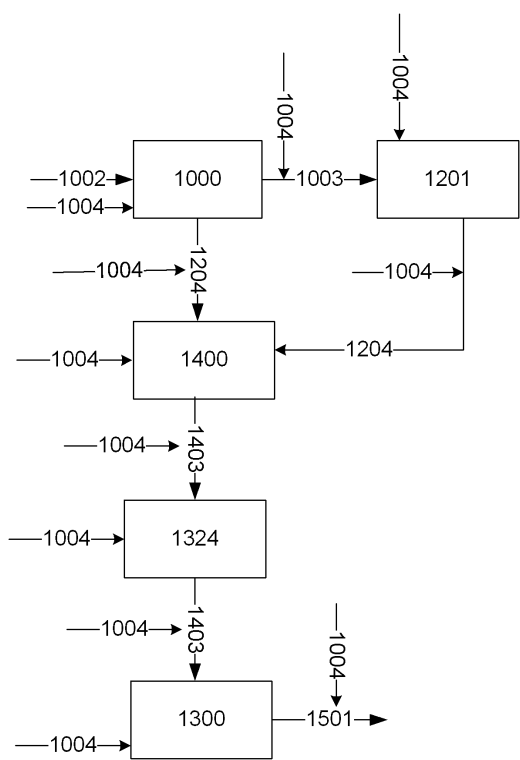
도면75



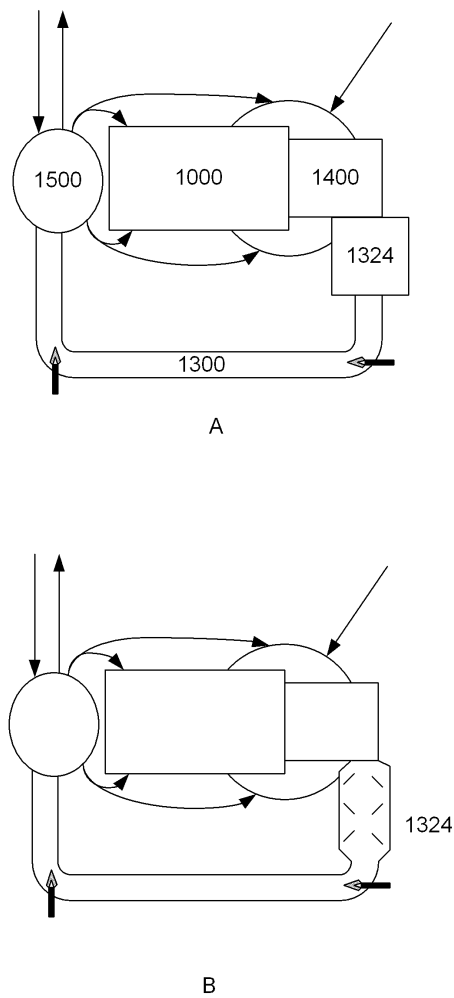
도면76



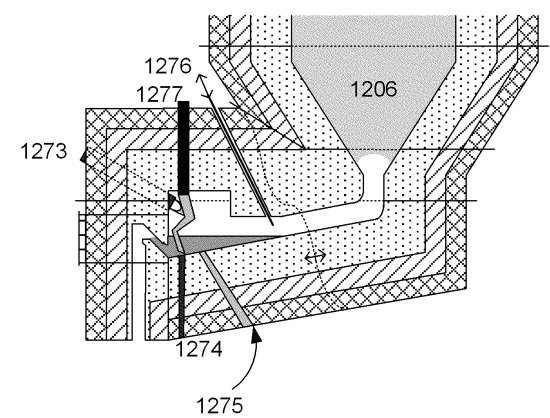
도면77



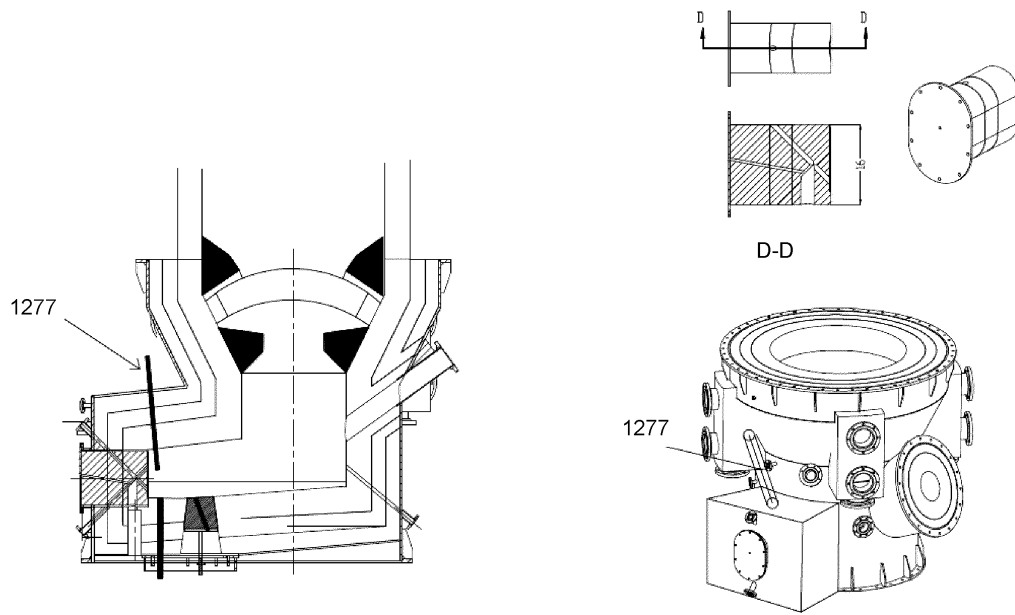
도면78



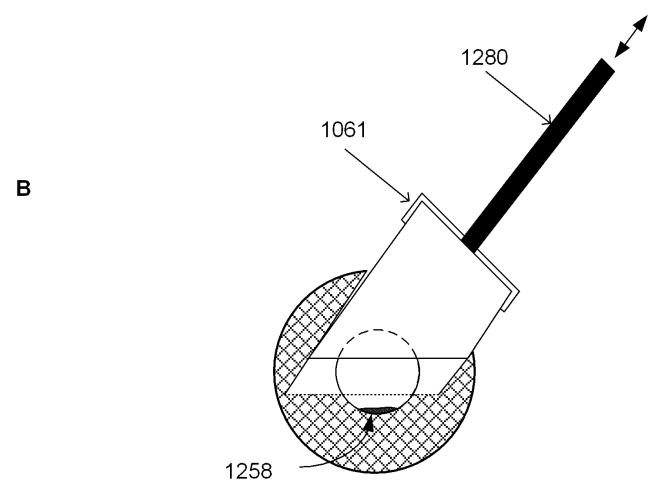
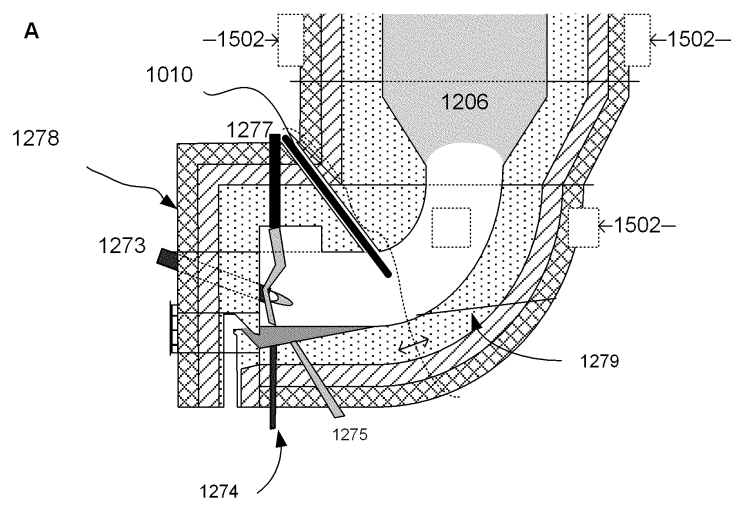
도면79



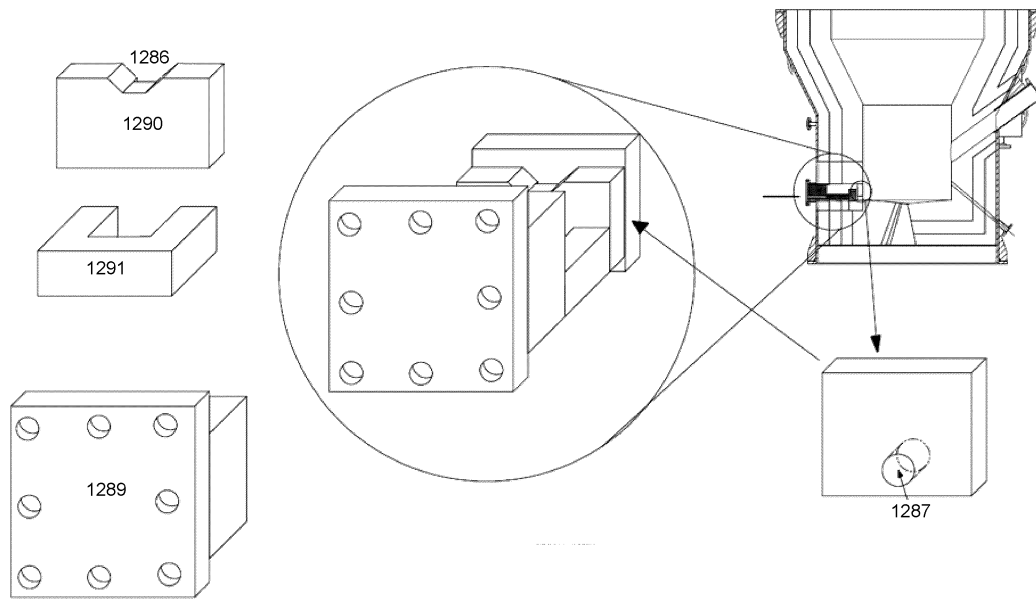
도면80



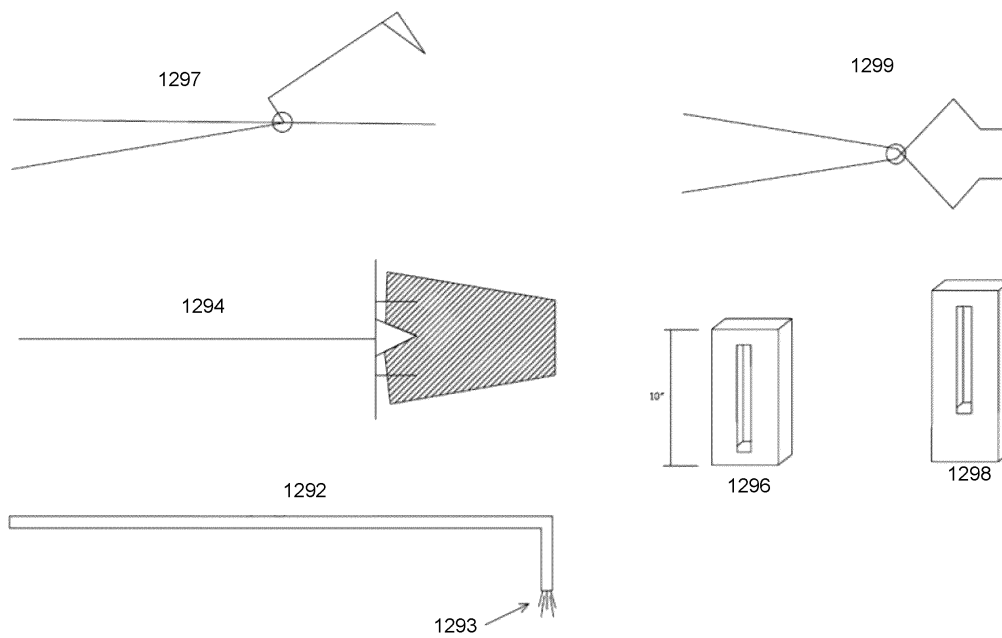
도면81



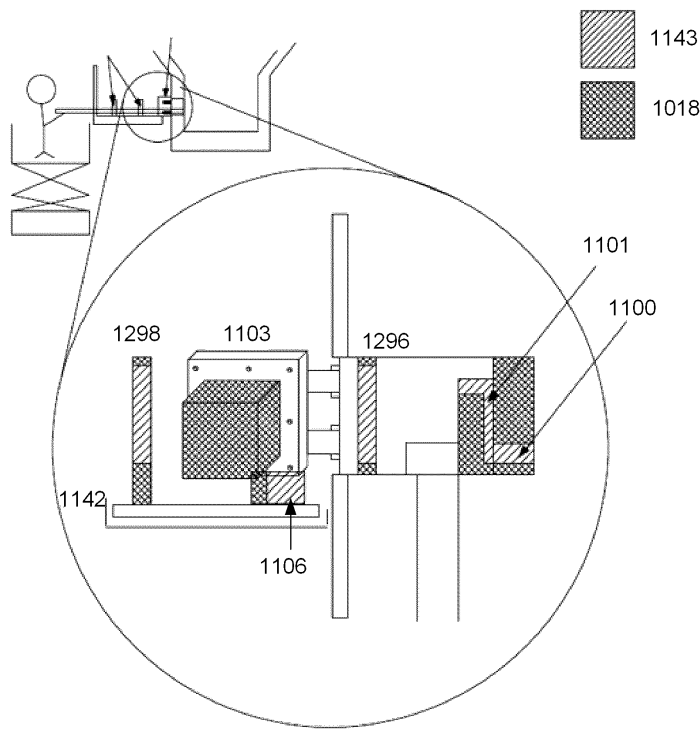
도면82



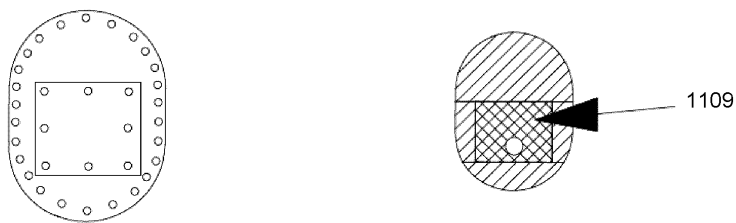
도면83



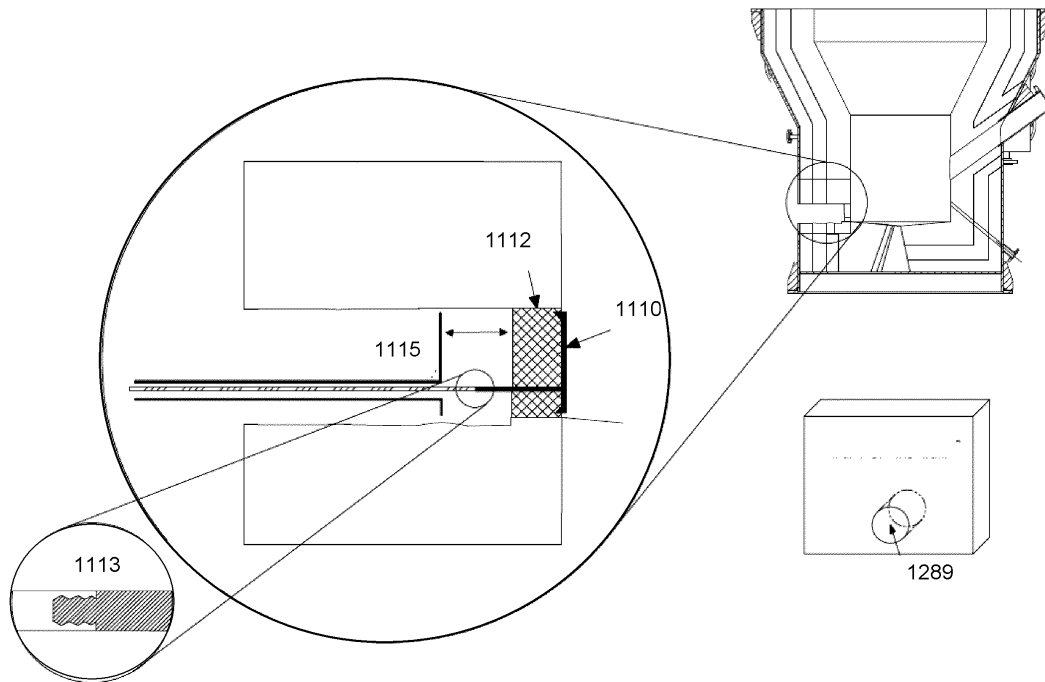
도면84



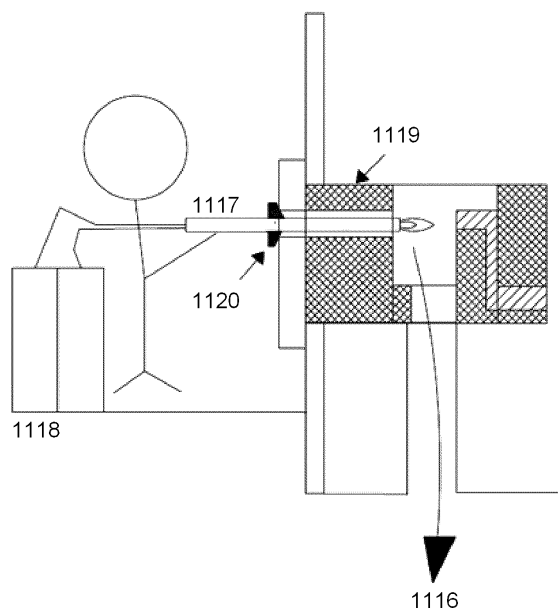
도면85



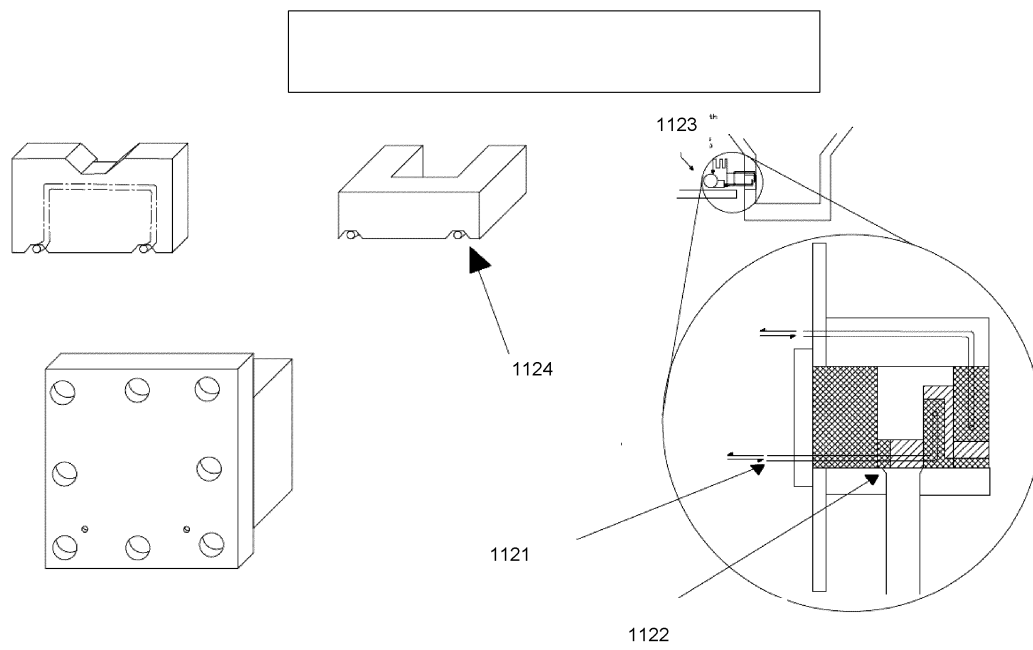
도면86



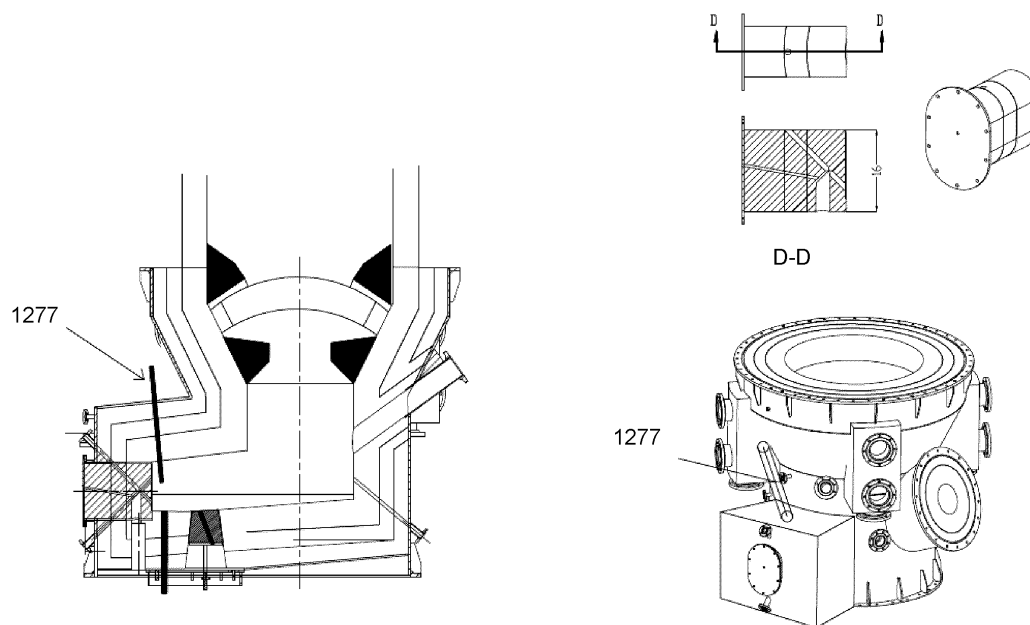
도면87



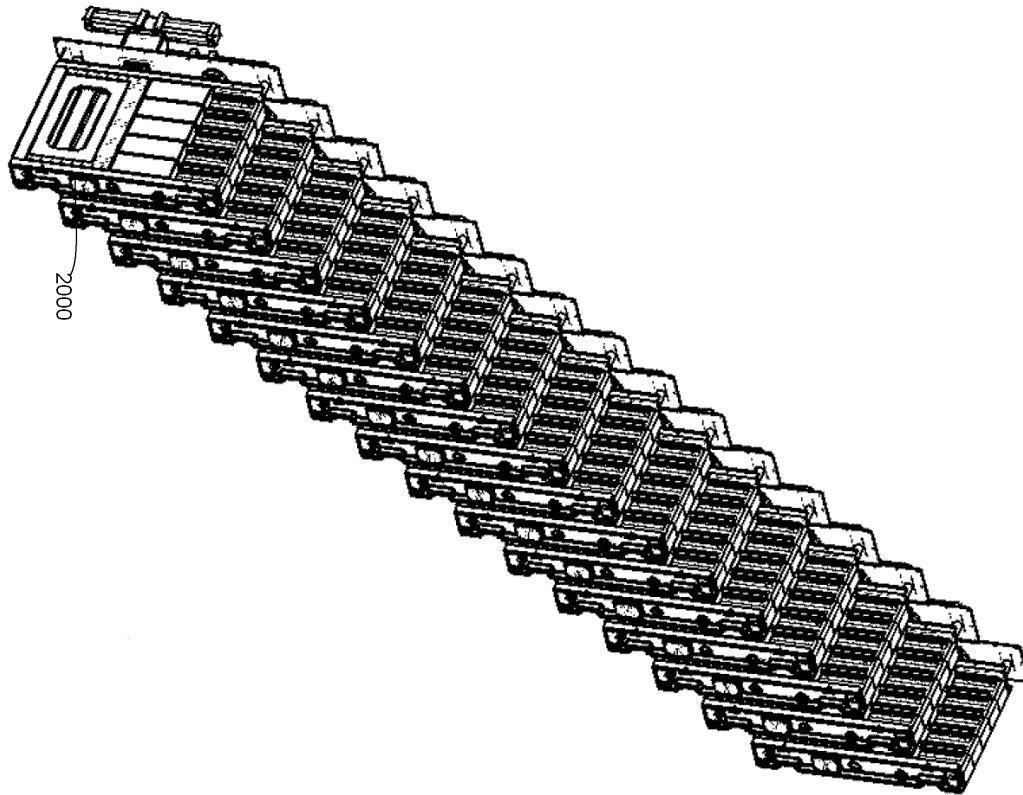
도면88



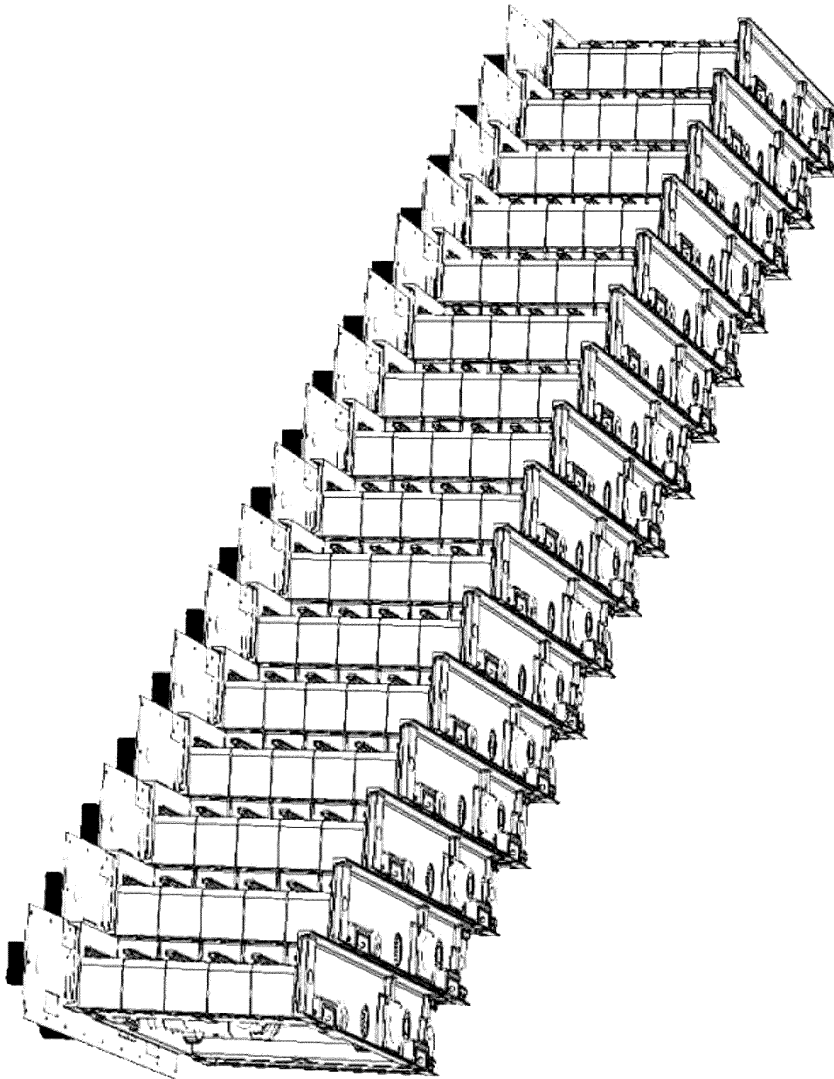
도면89



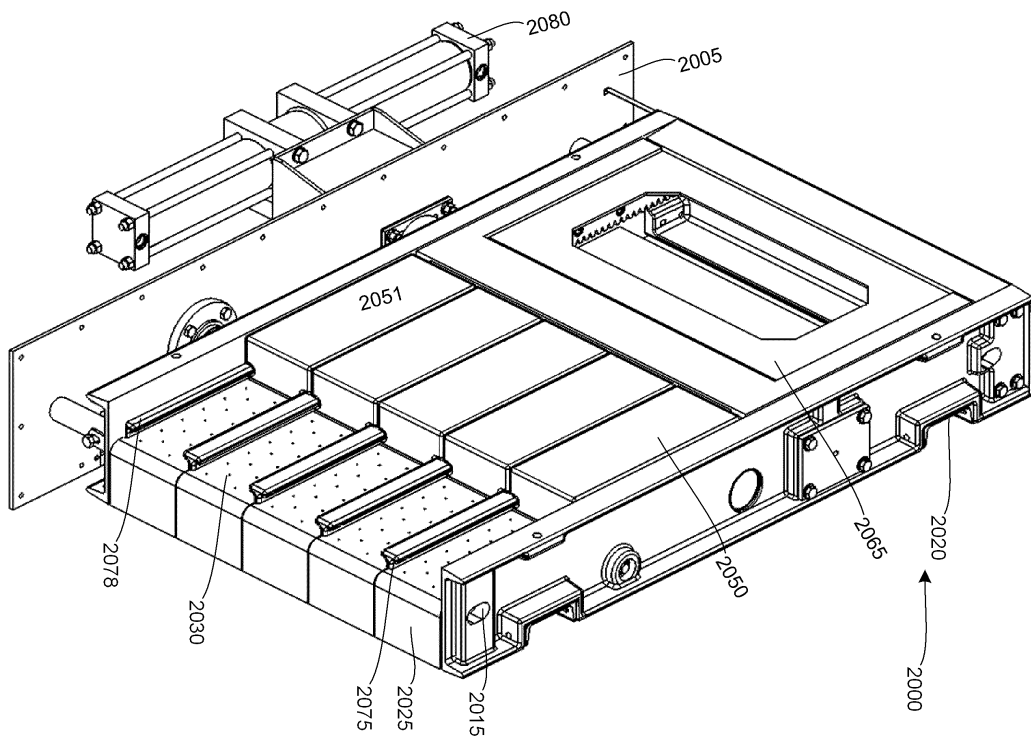
도면90



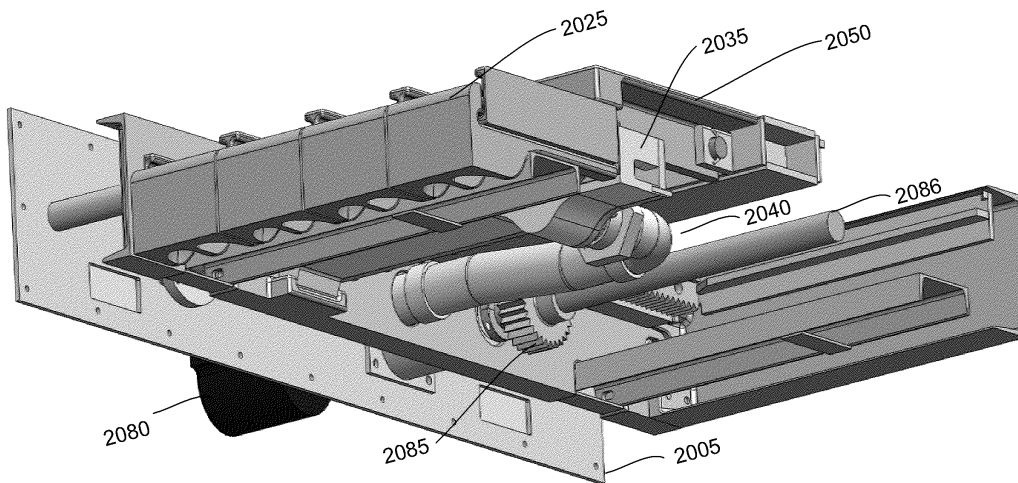
도면91



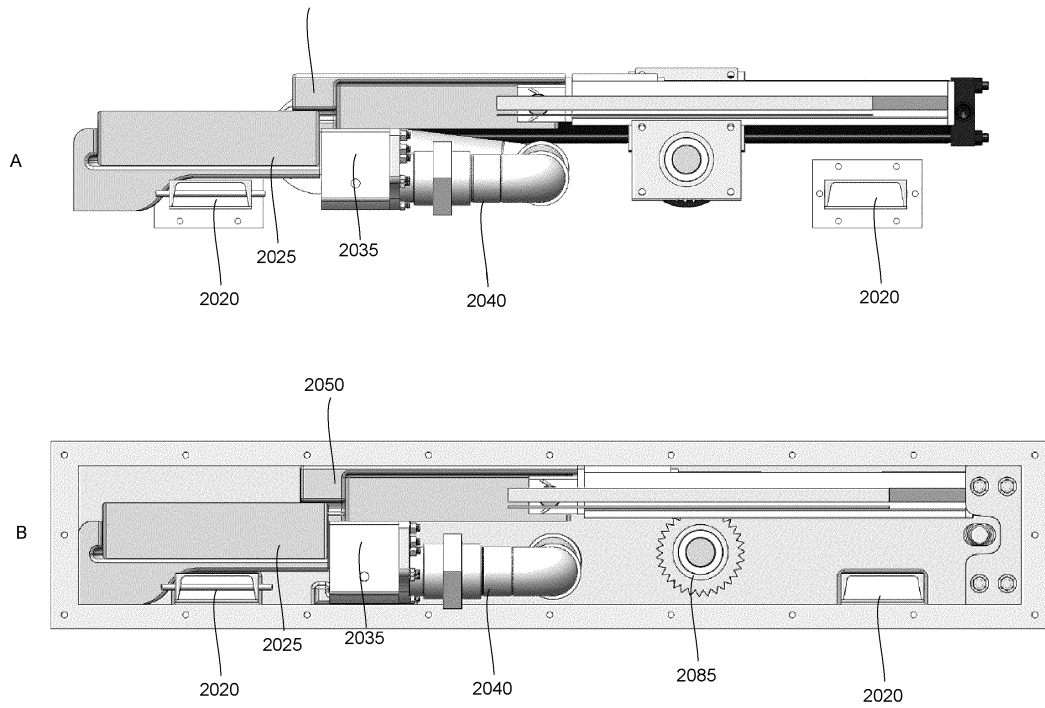
도면92



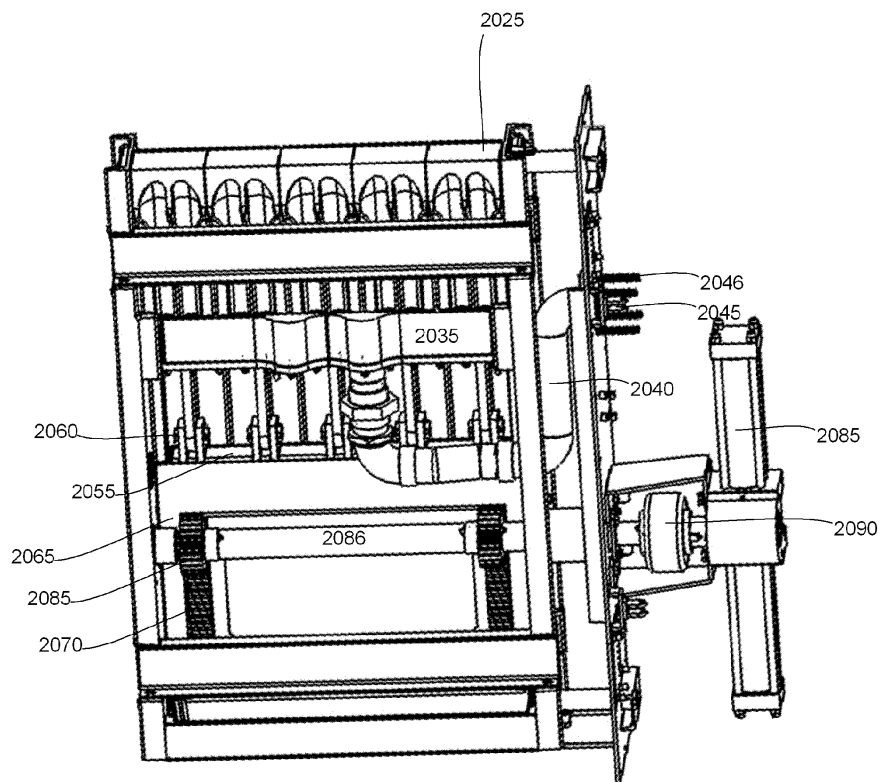
도면93



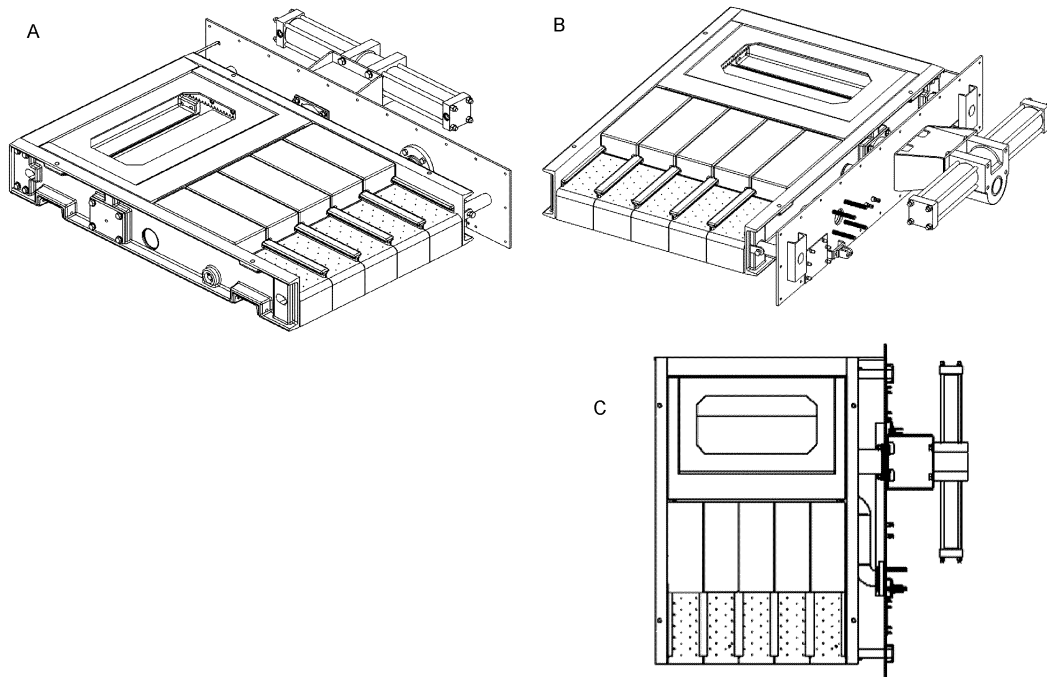
도면94



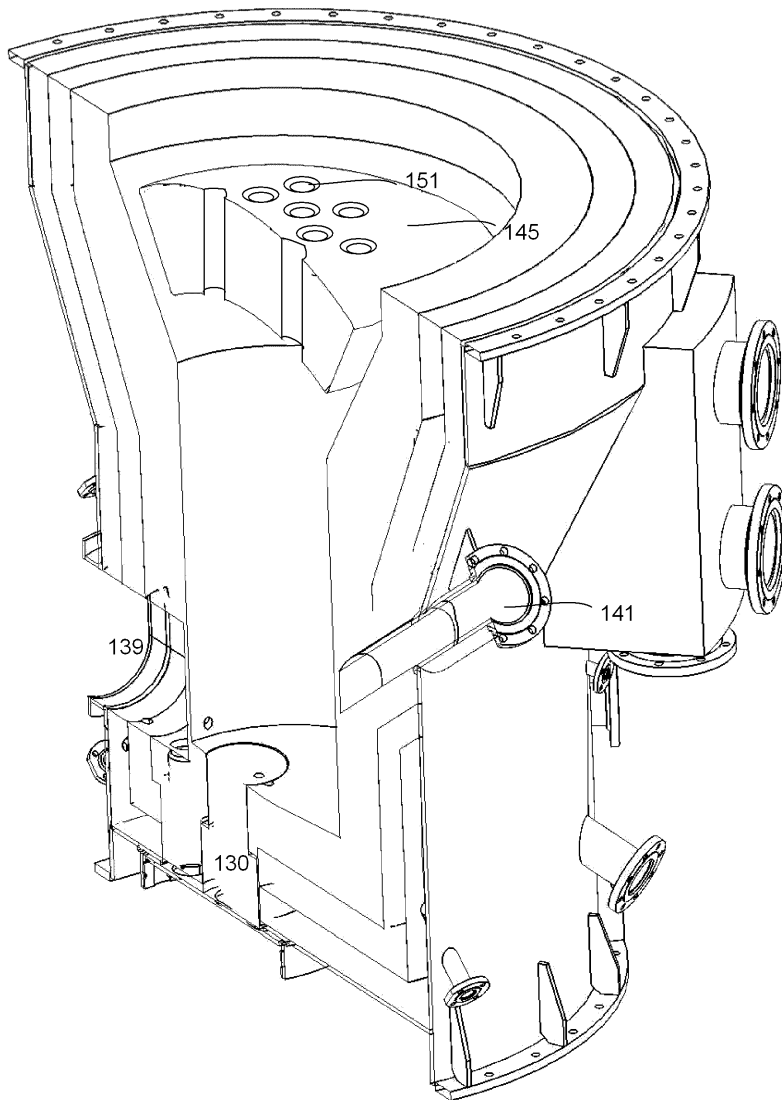
도면95



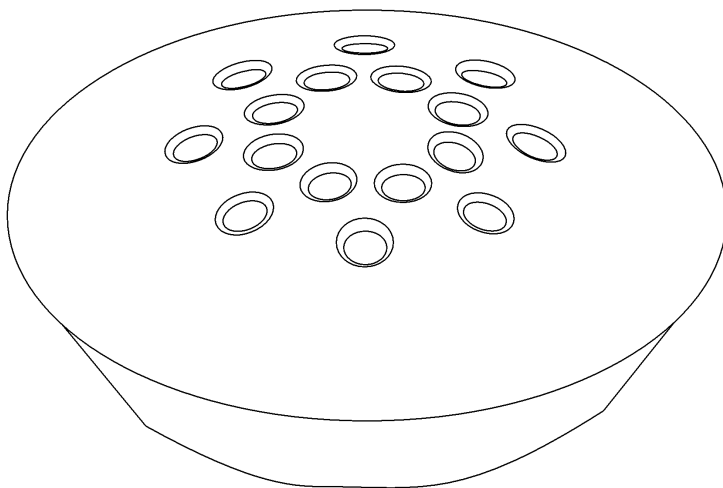
도면96



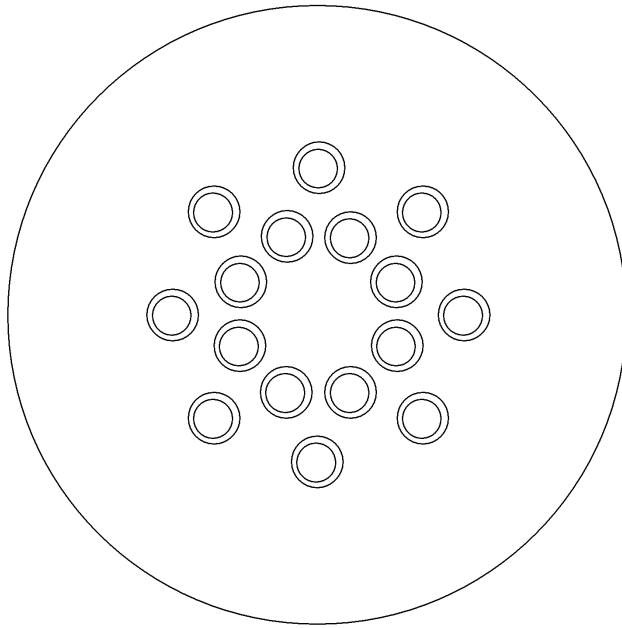
도면97



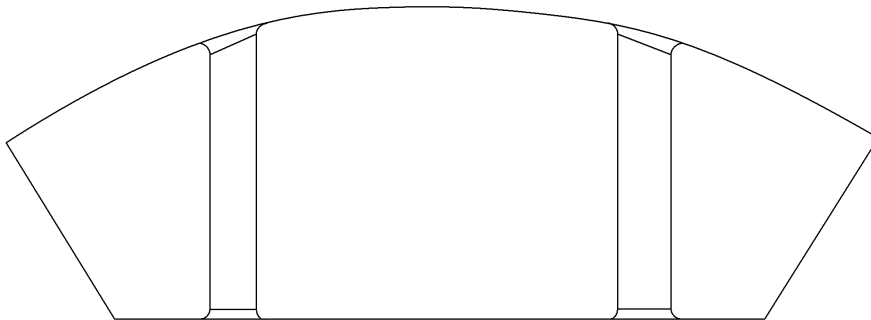
도면98



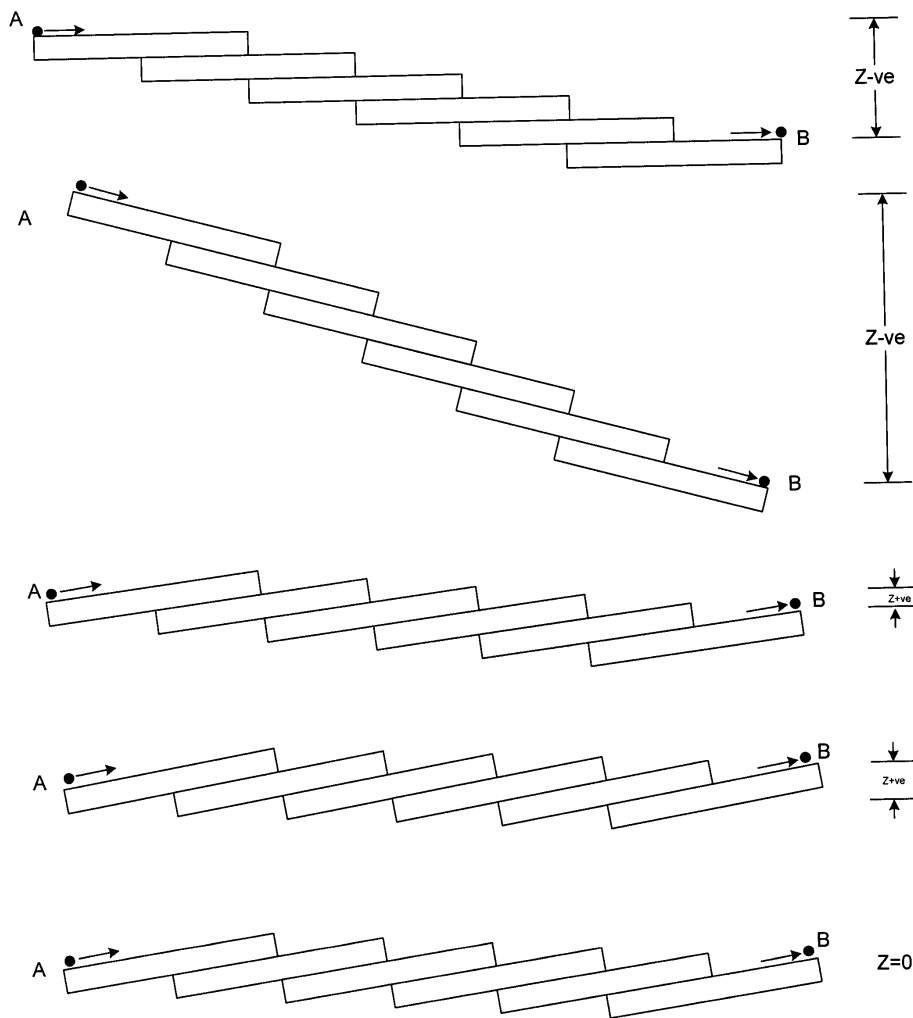
도면99



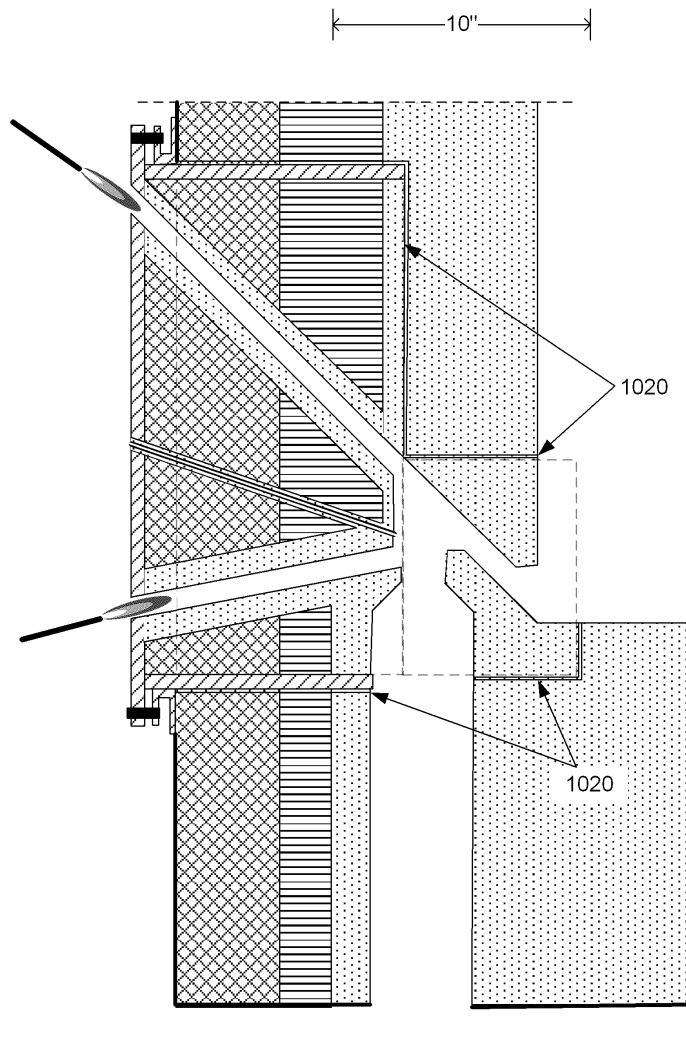
도면100



도면101

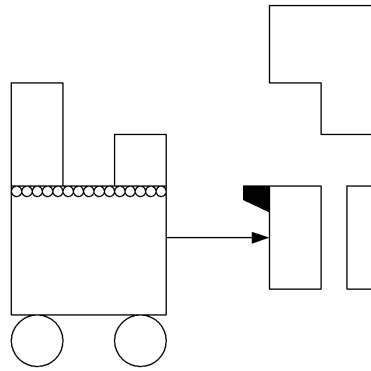


도면102a

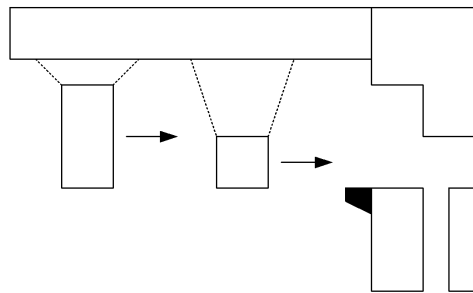


도면102b

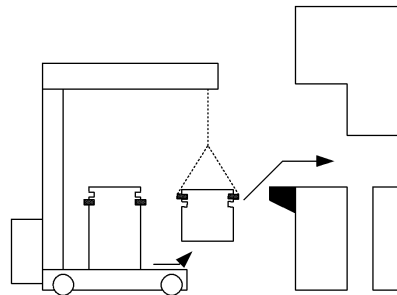
I



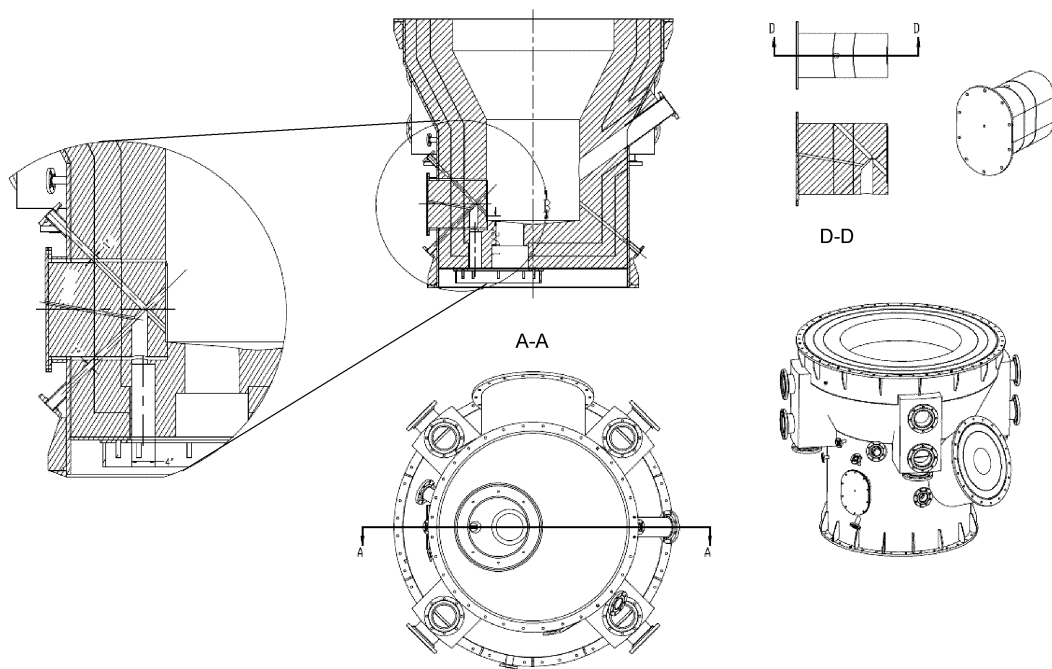
II



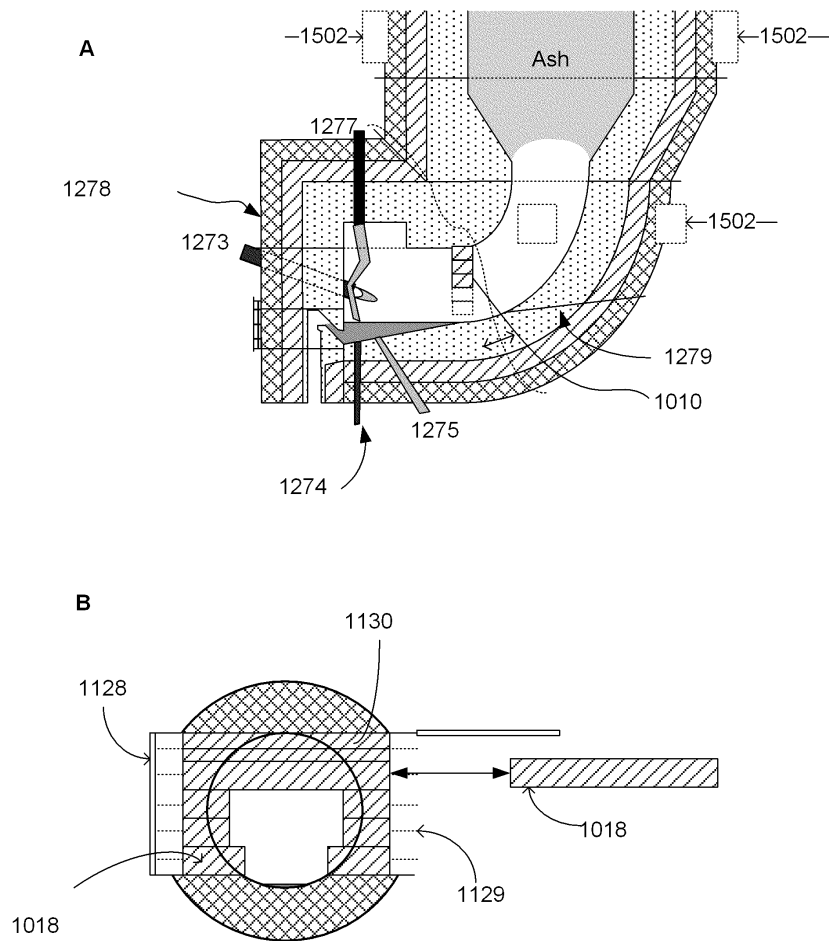
III



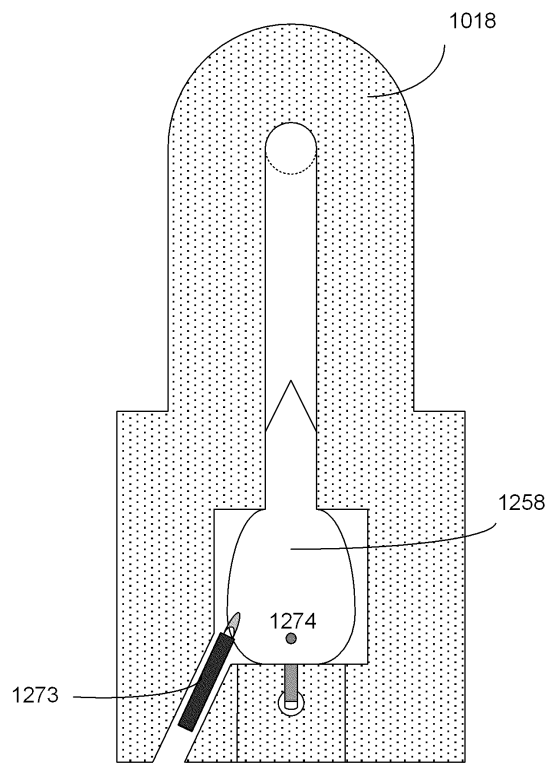
도면103



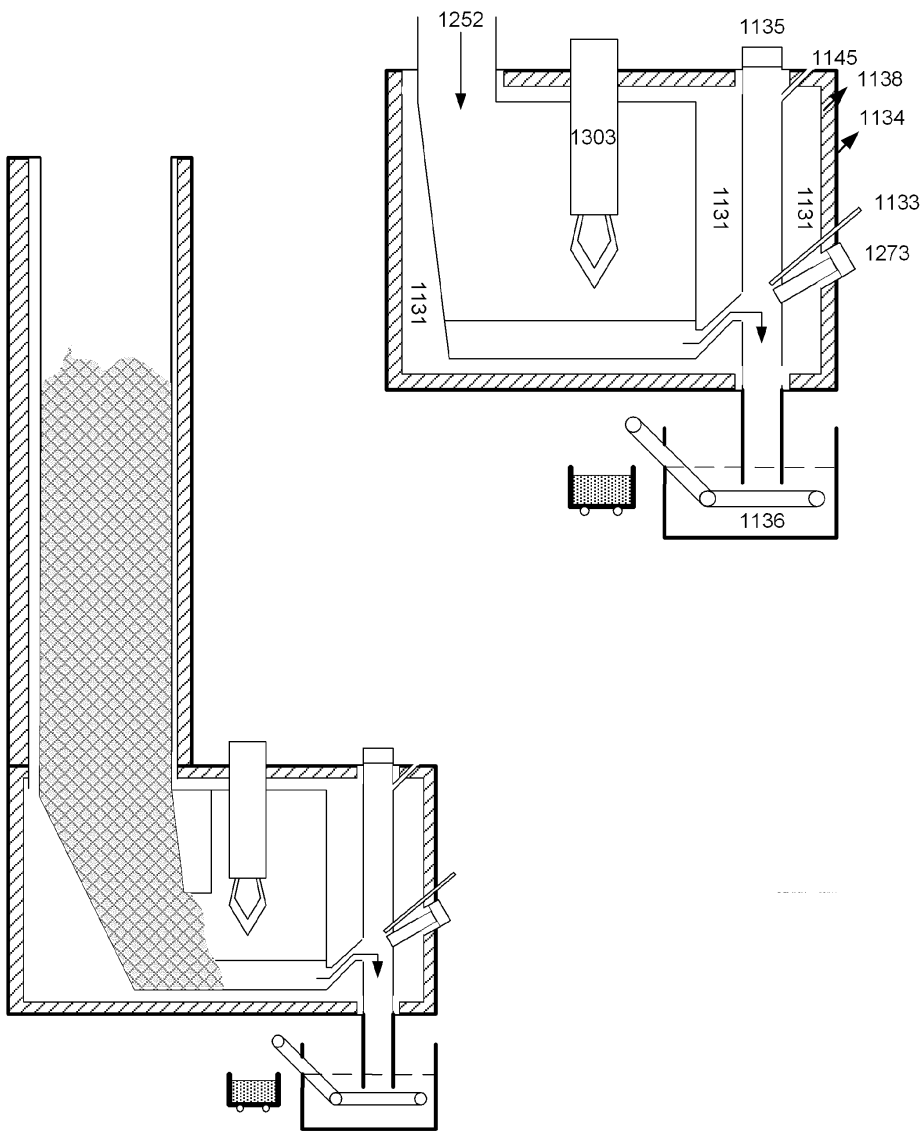
도면104



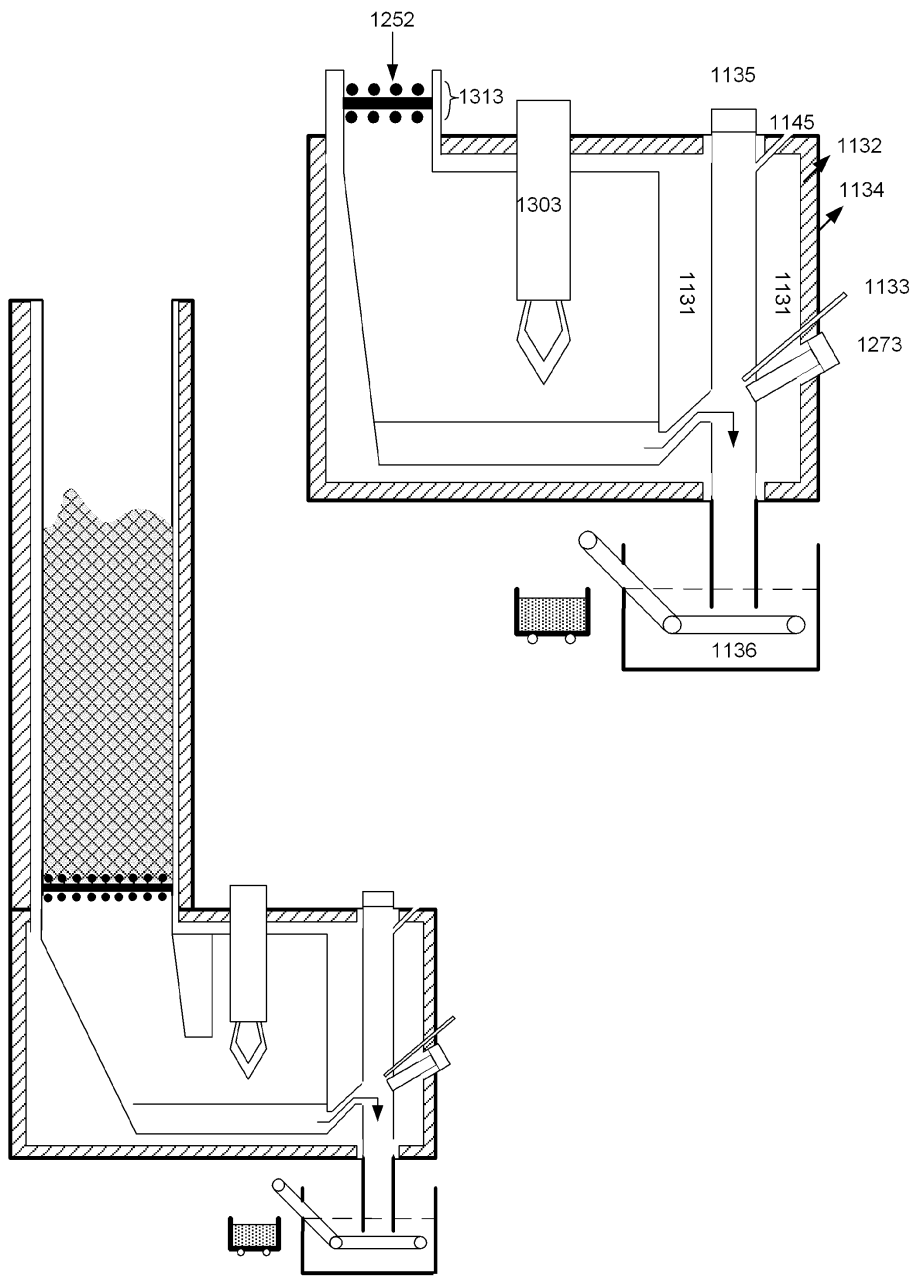
도면105



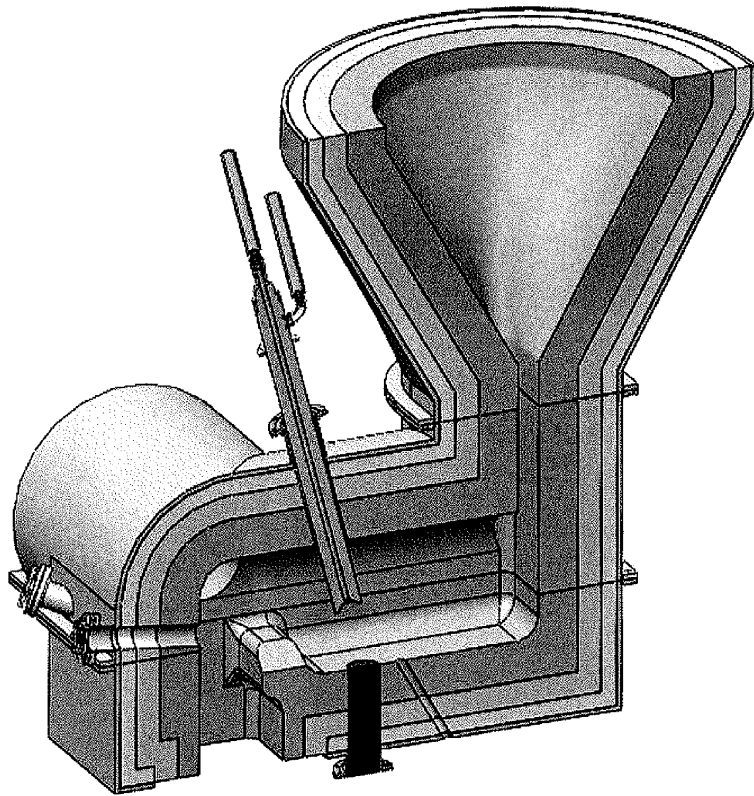
도면106



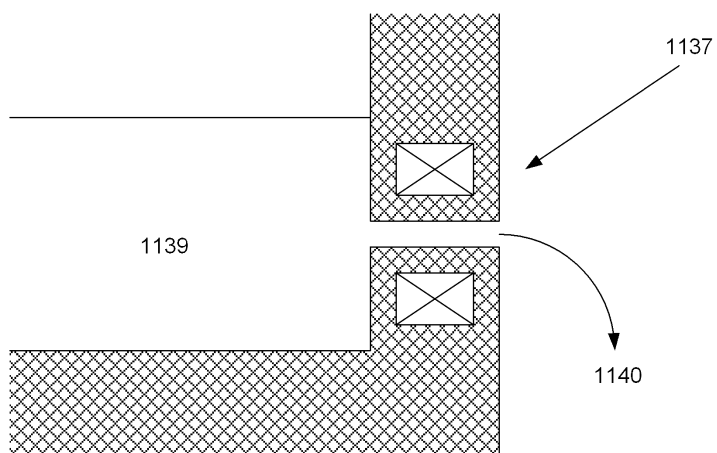
도면107



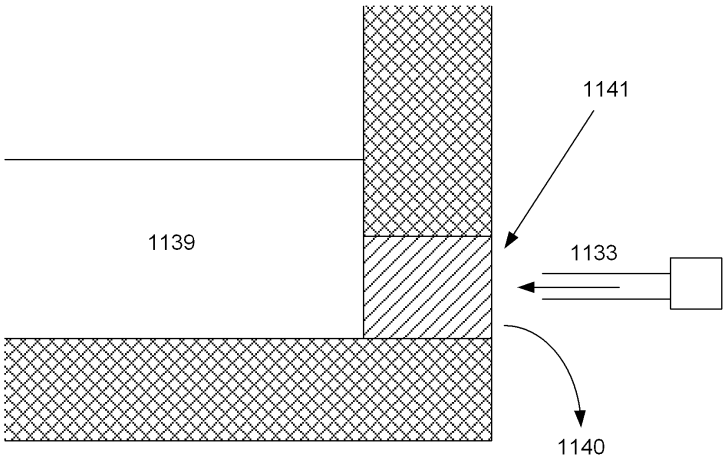
도면108



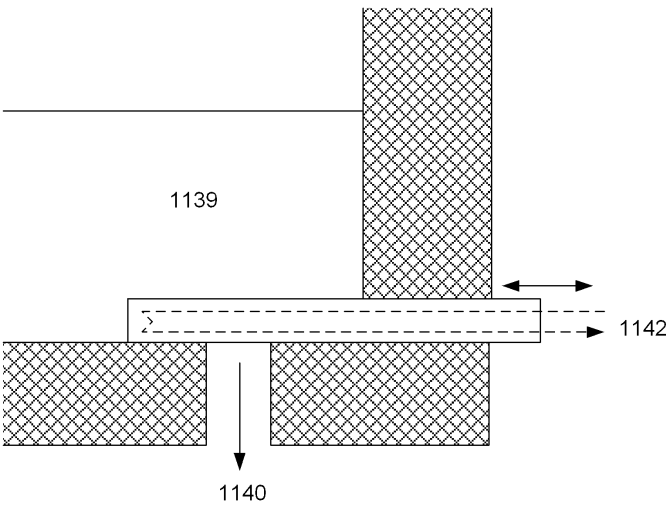
도면109a



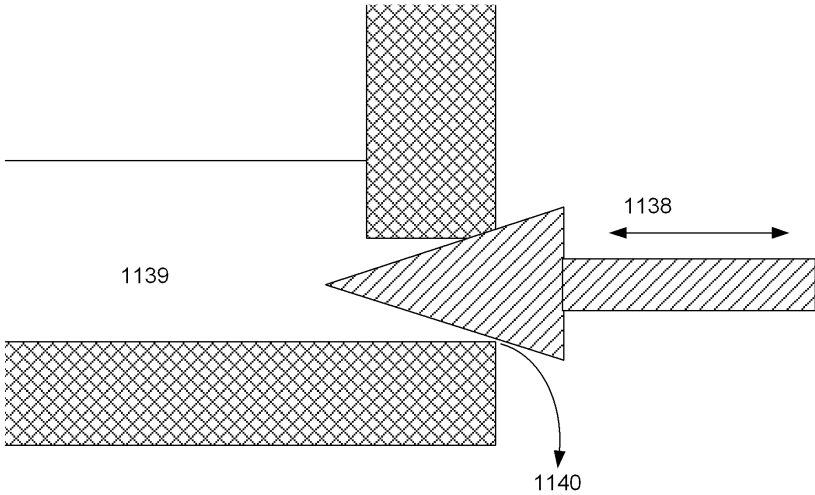
도면109b



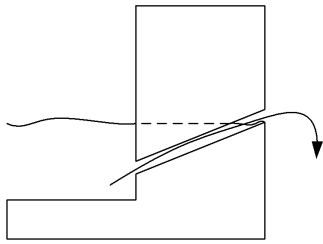
도면109c



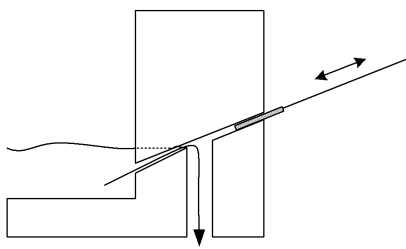
도면109d



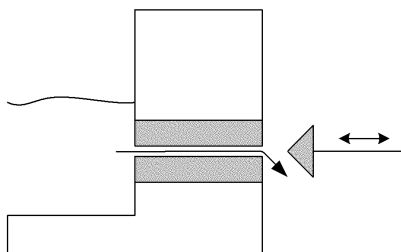
도면109e



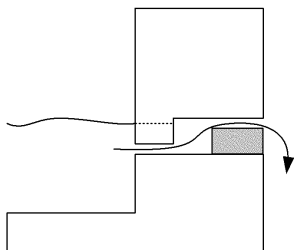
도면109f



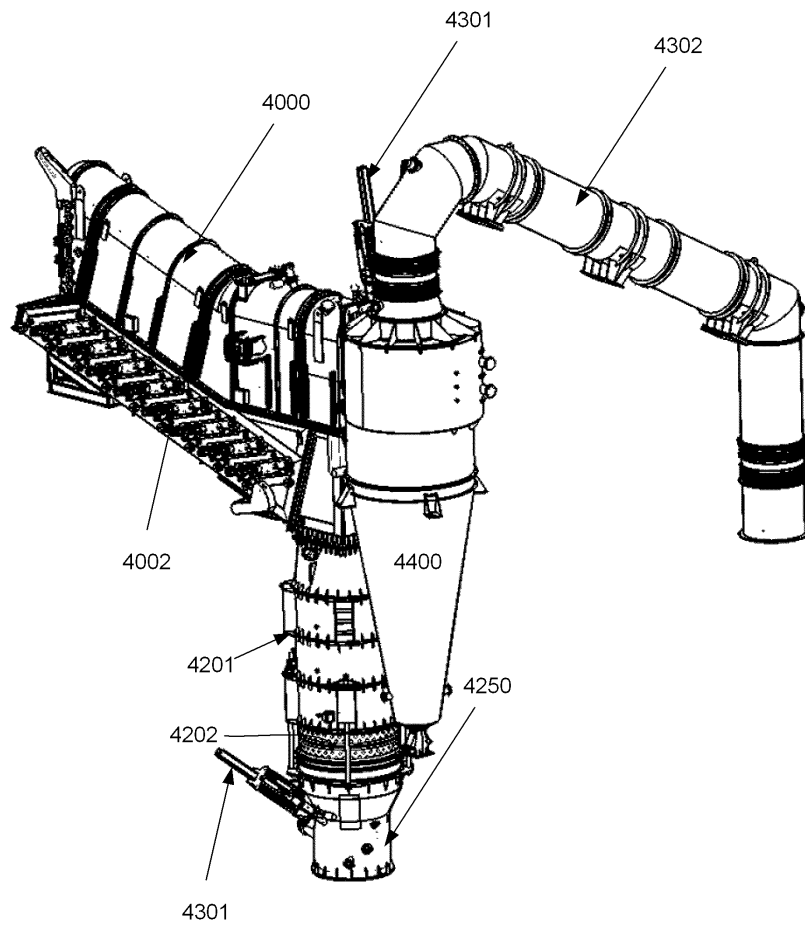
도면109g



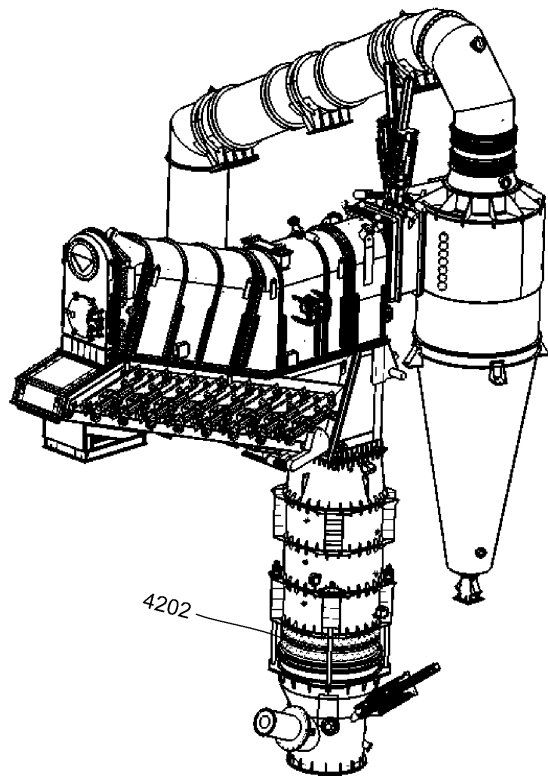
도면109h



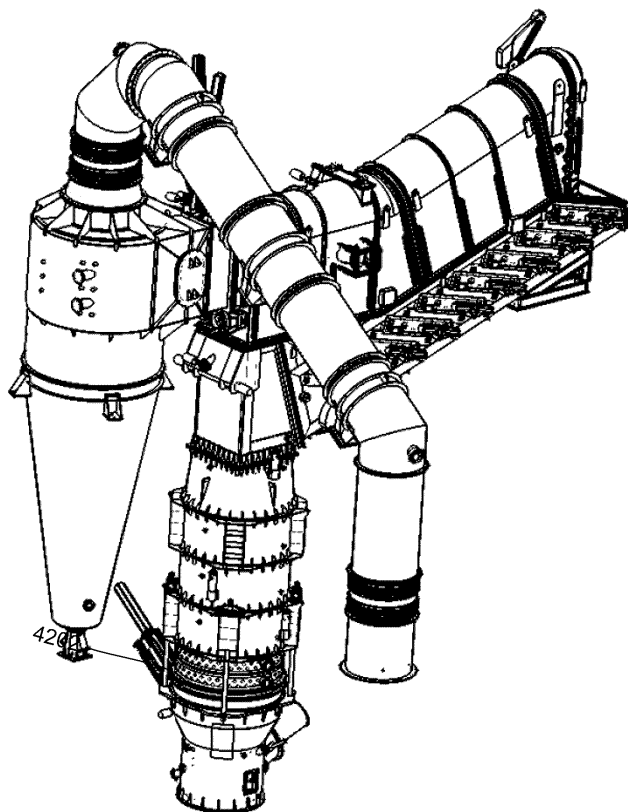
도면110a



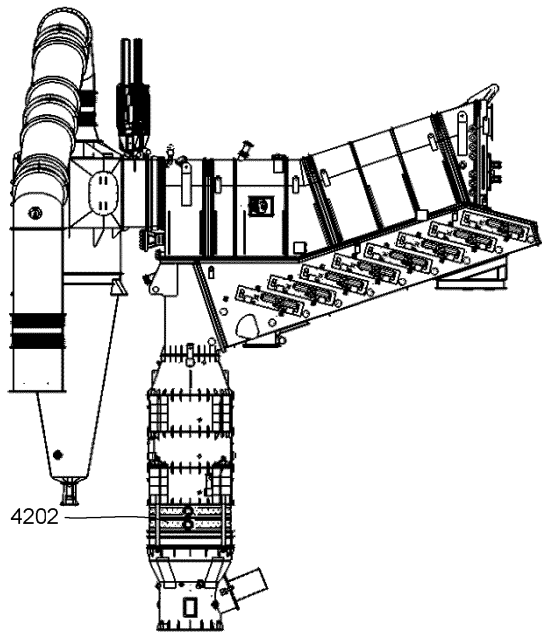
도면110b



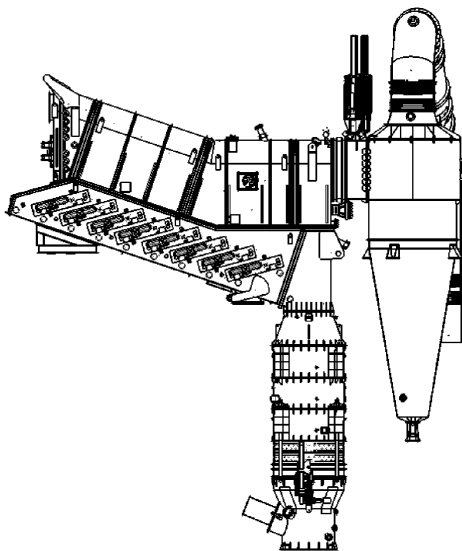
도면110c



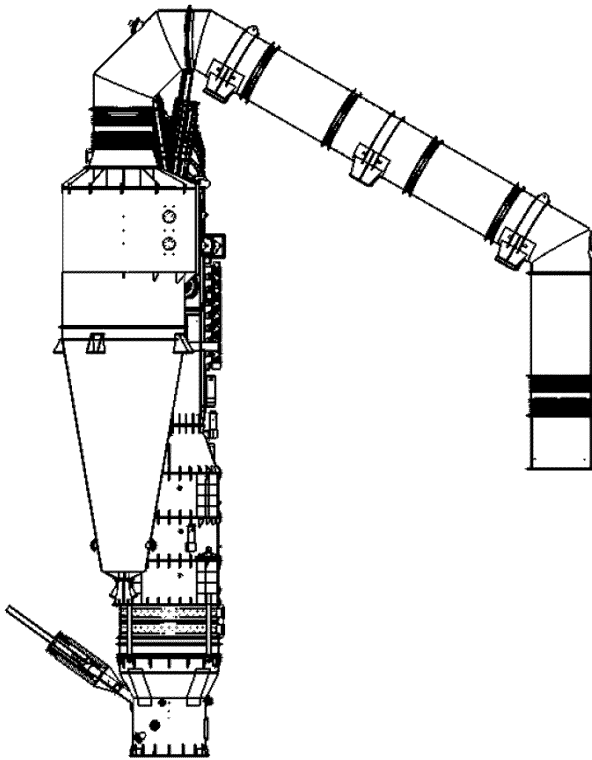
도면110d



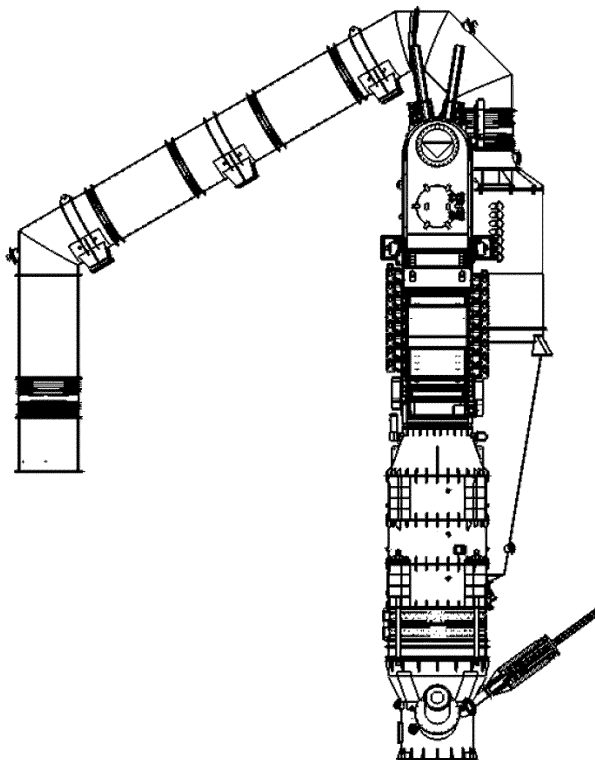
도면110e



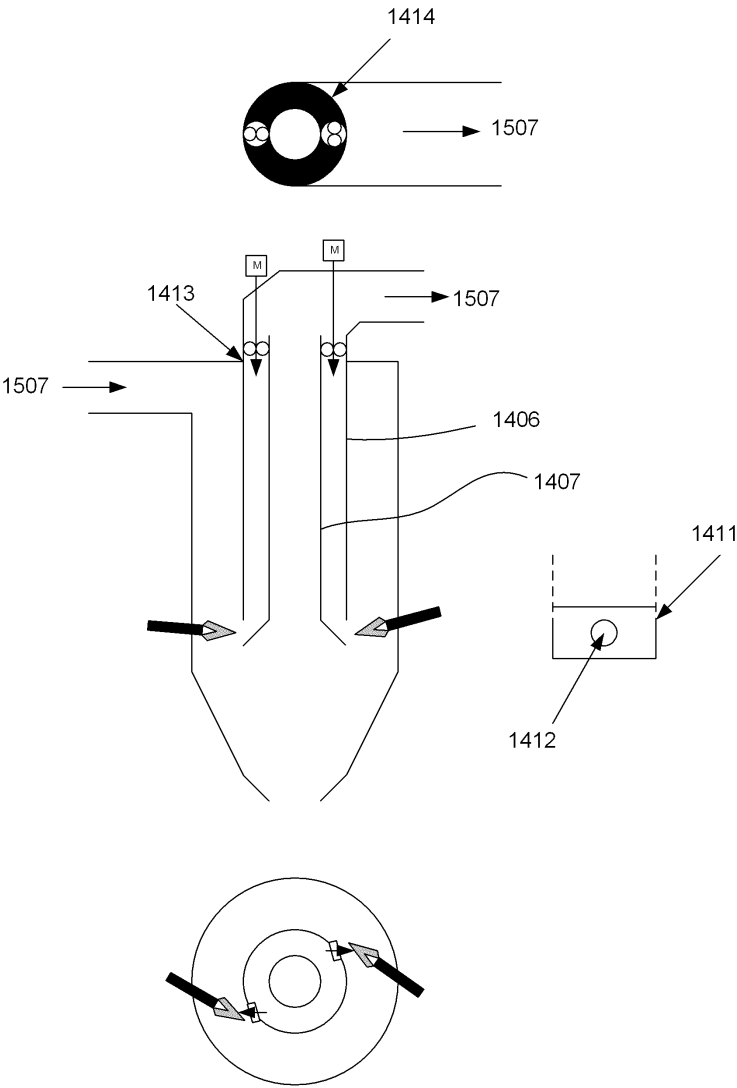
도면110f



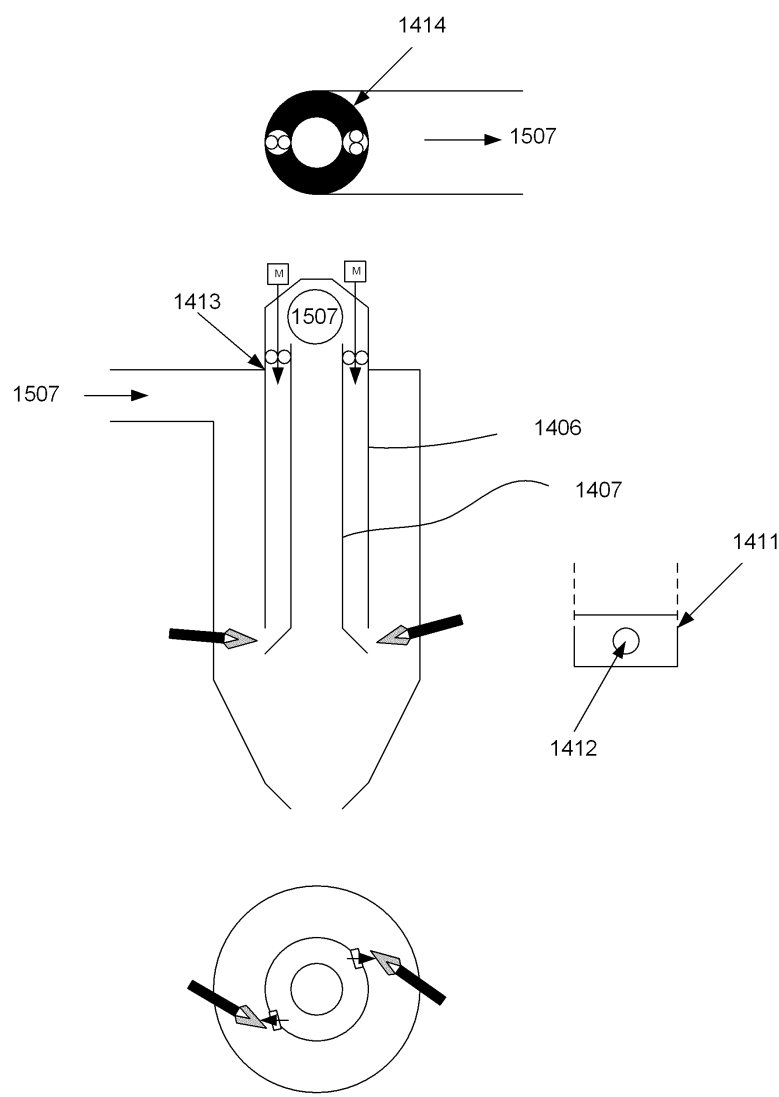
도면110g



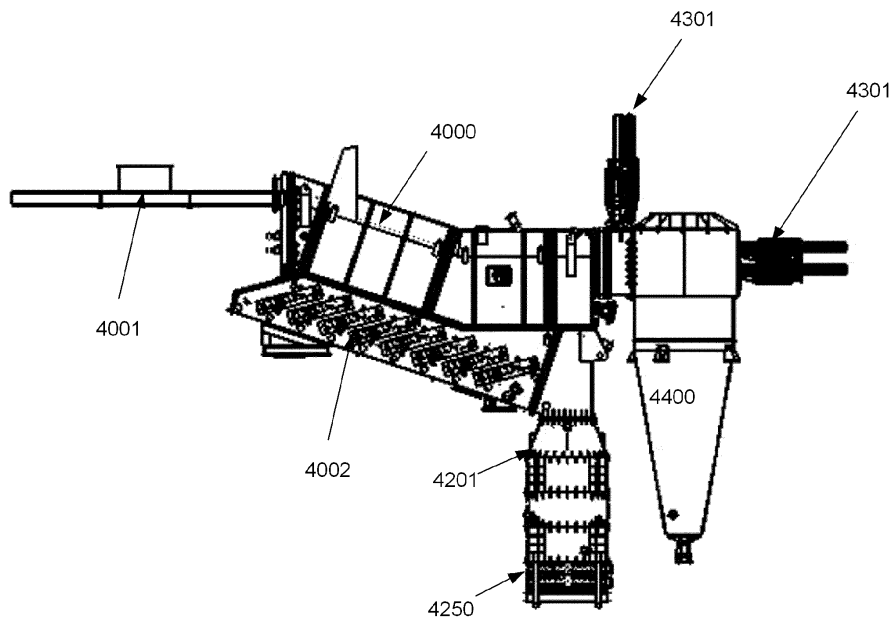
도면111a



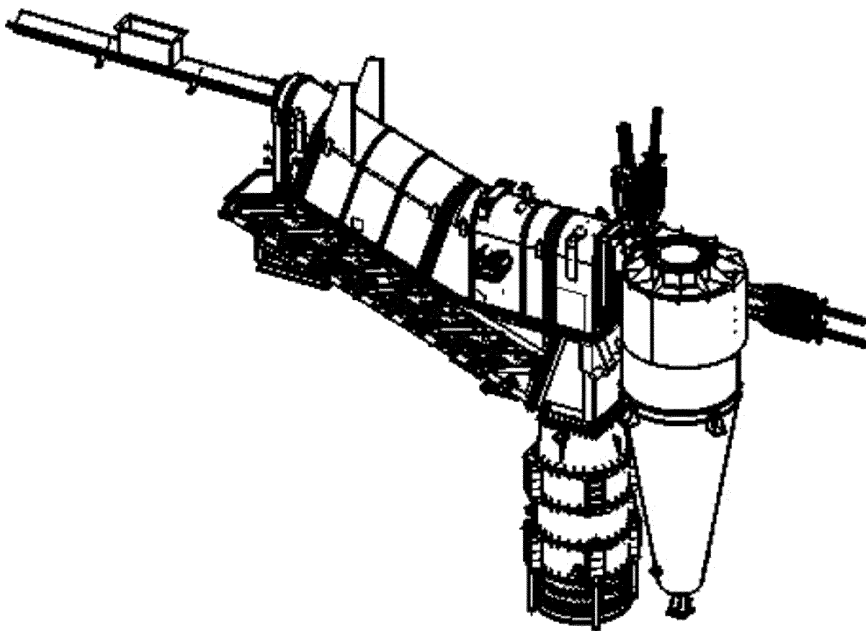
도면111b



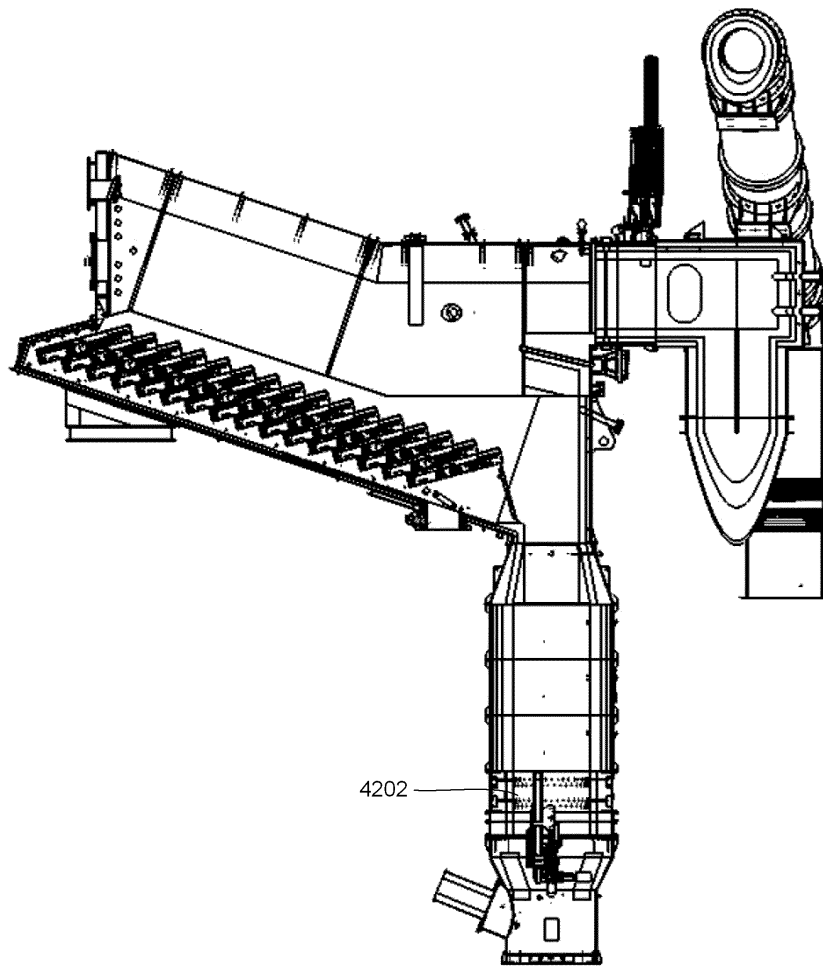
도면112



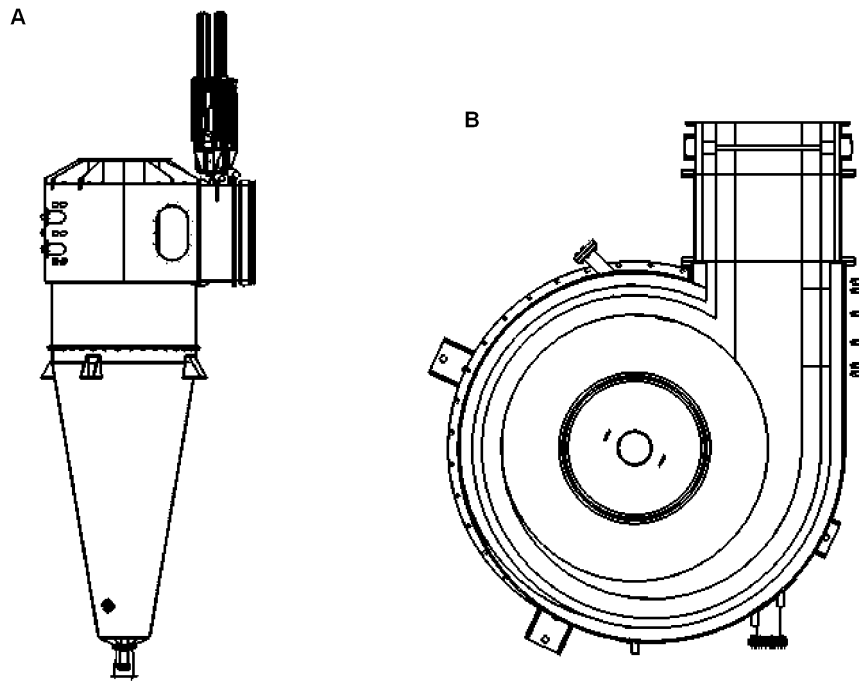
도면113



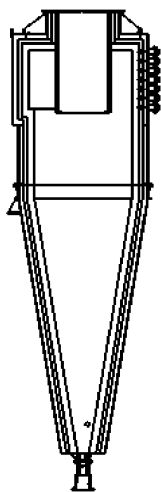
도면114



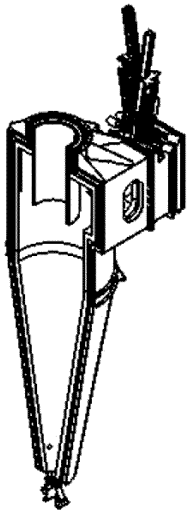
도면115



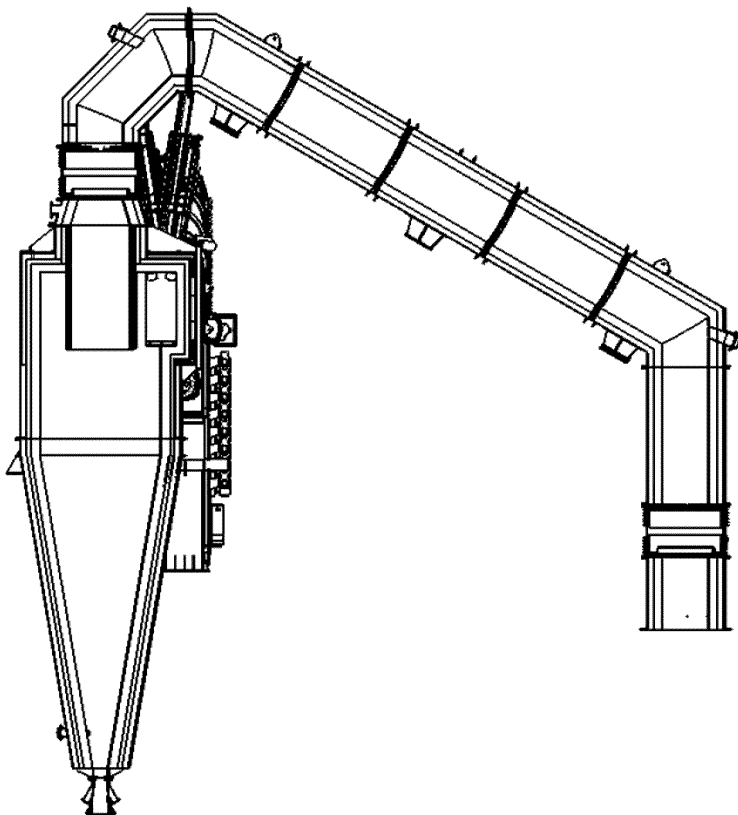
도면116a



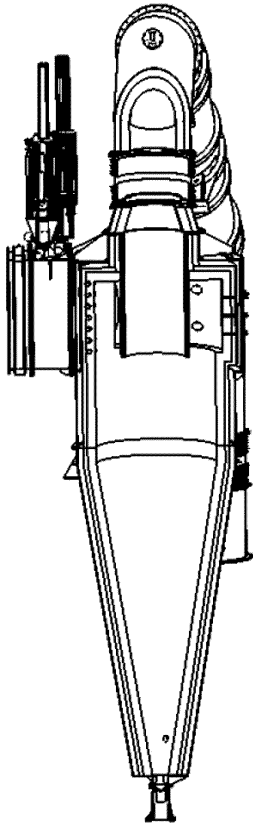
도면116b



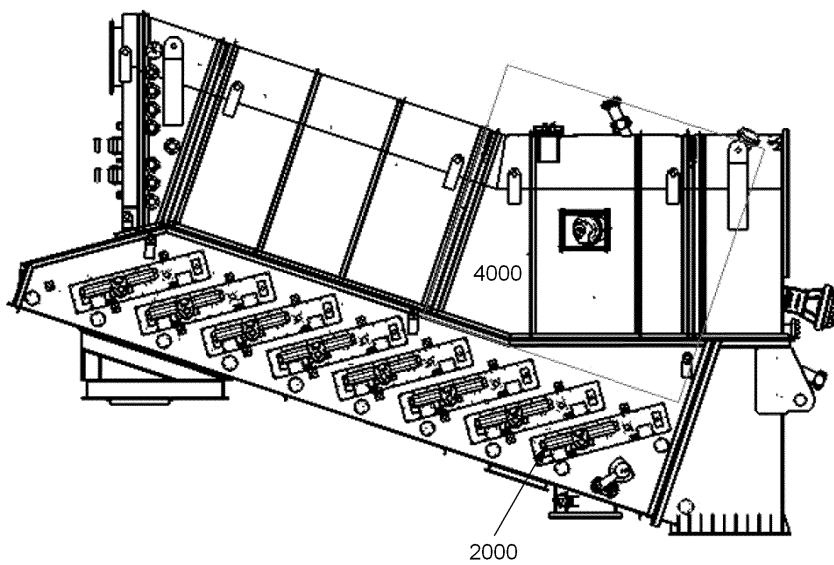
도면116c



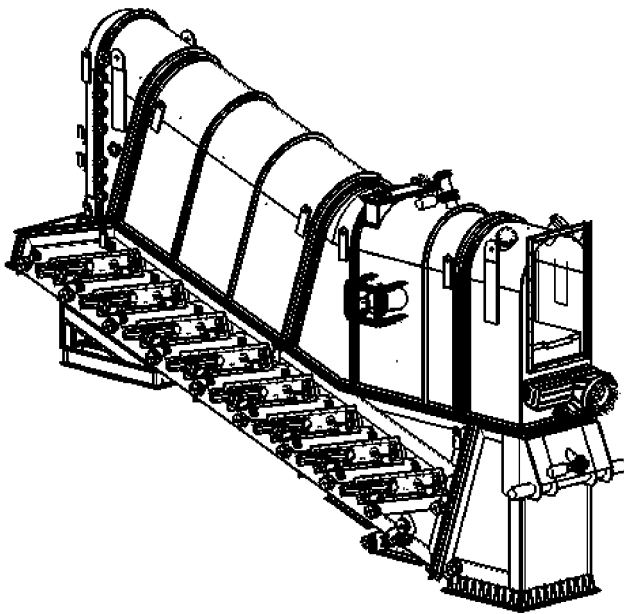
도면116d



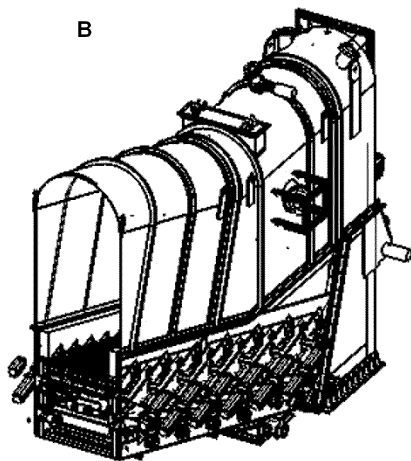
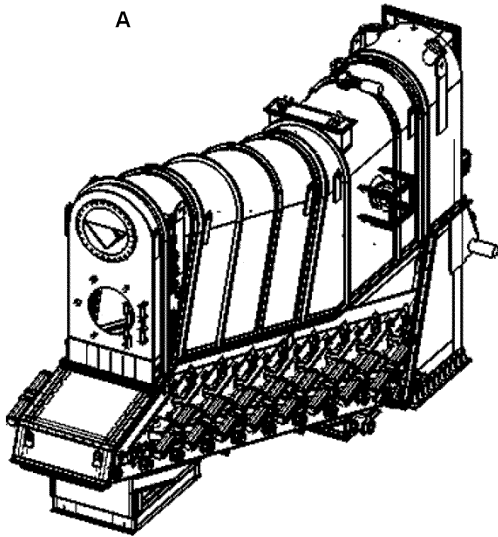
도면117



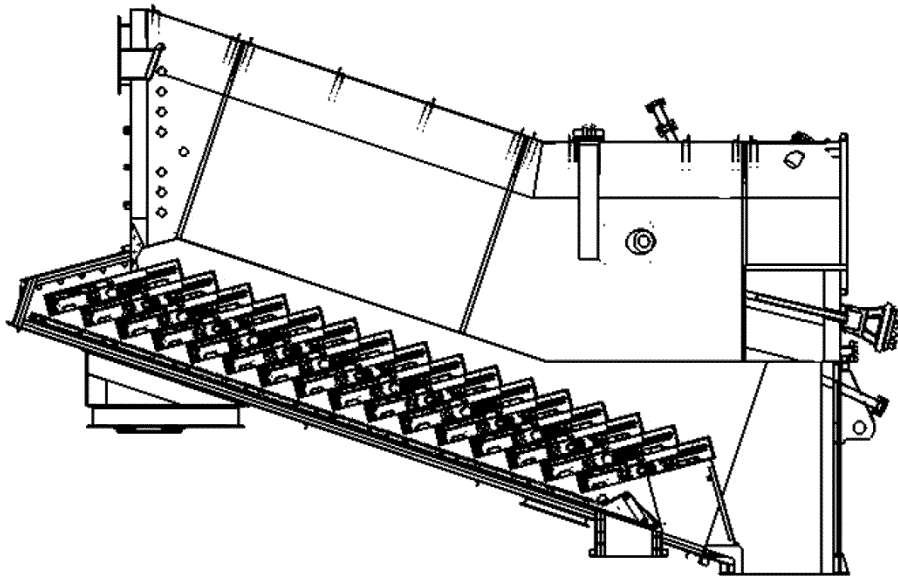
도면118



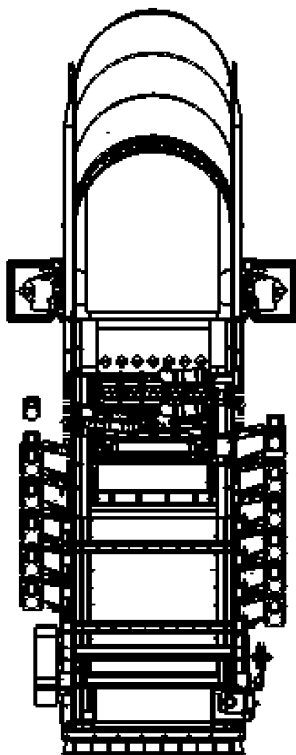
도면119



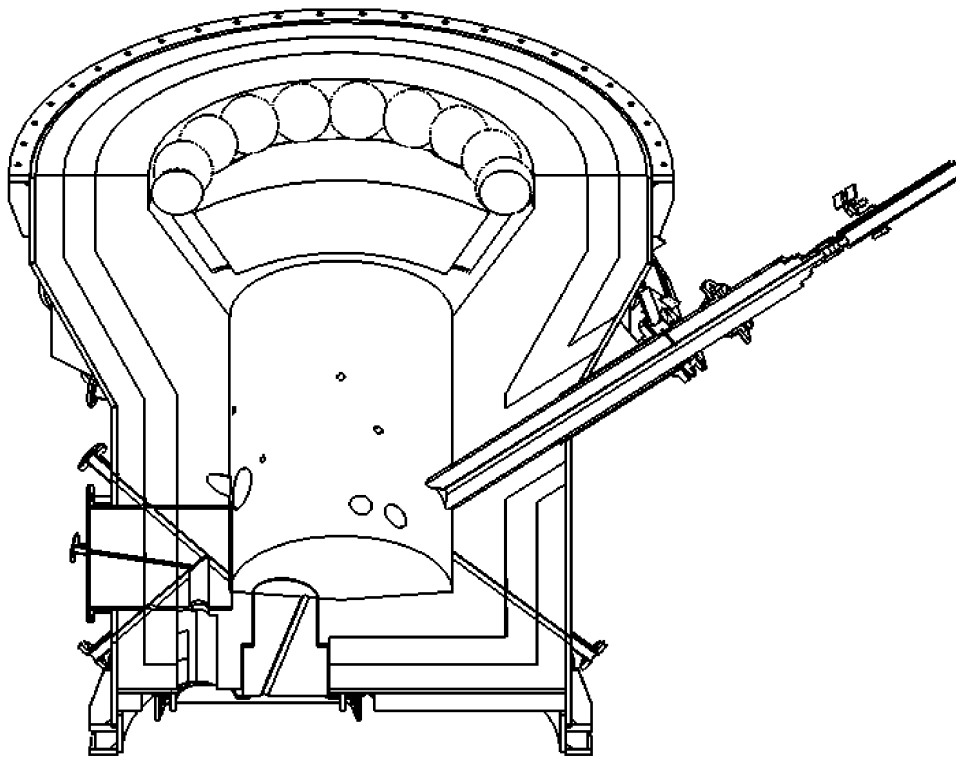
도면120



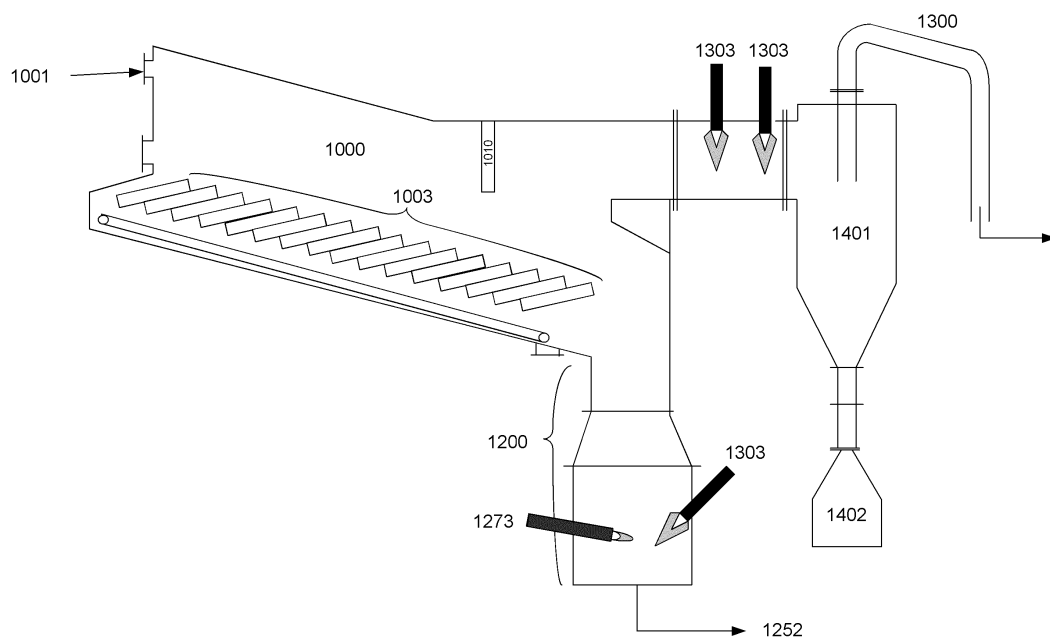
도면121



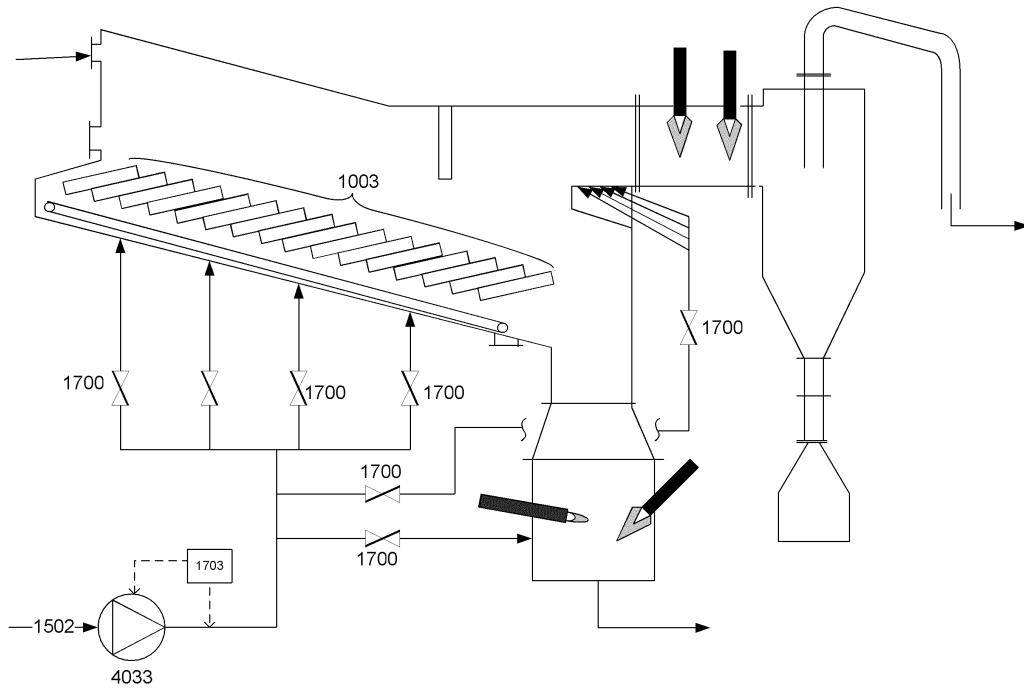
도면122



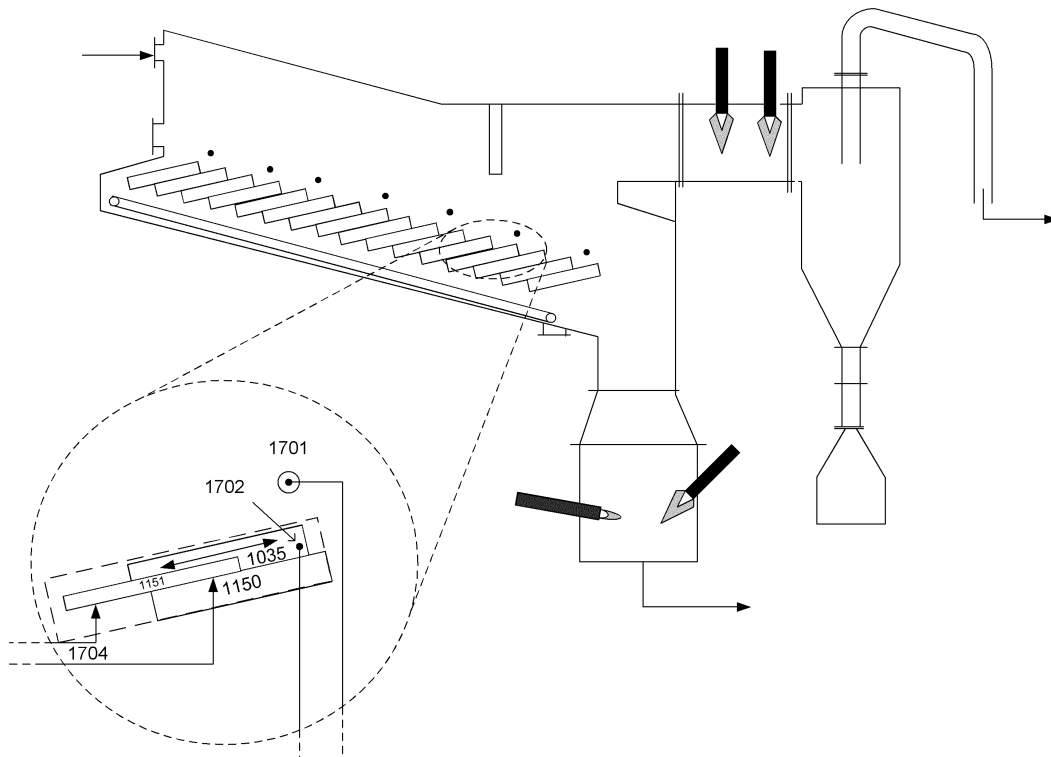
도면123



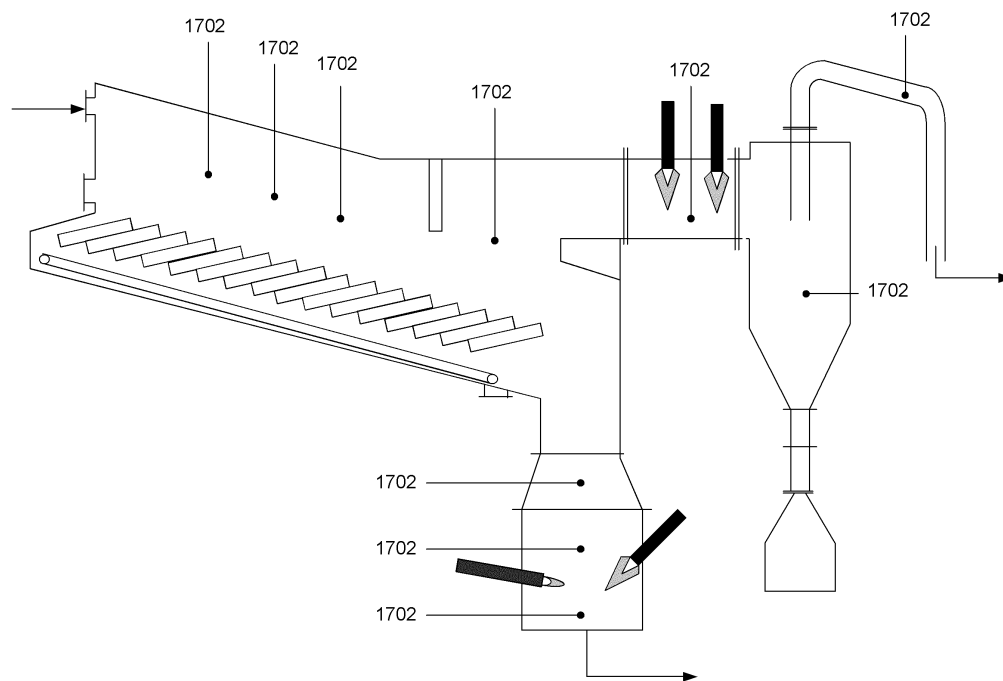
도면124



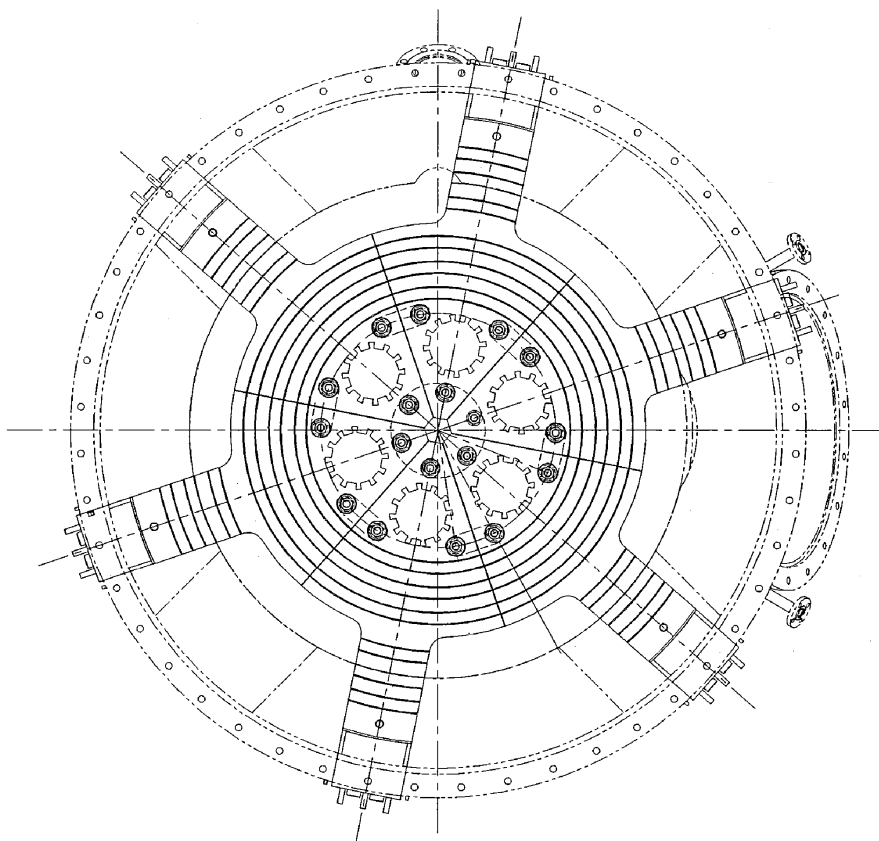
도면125



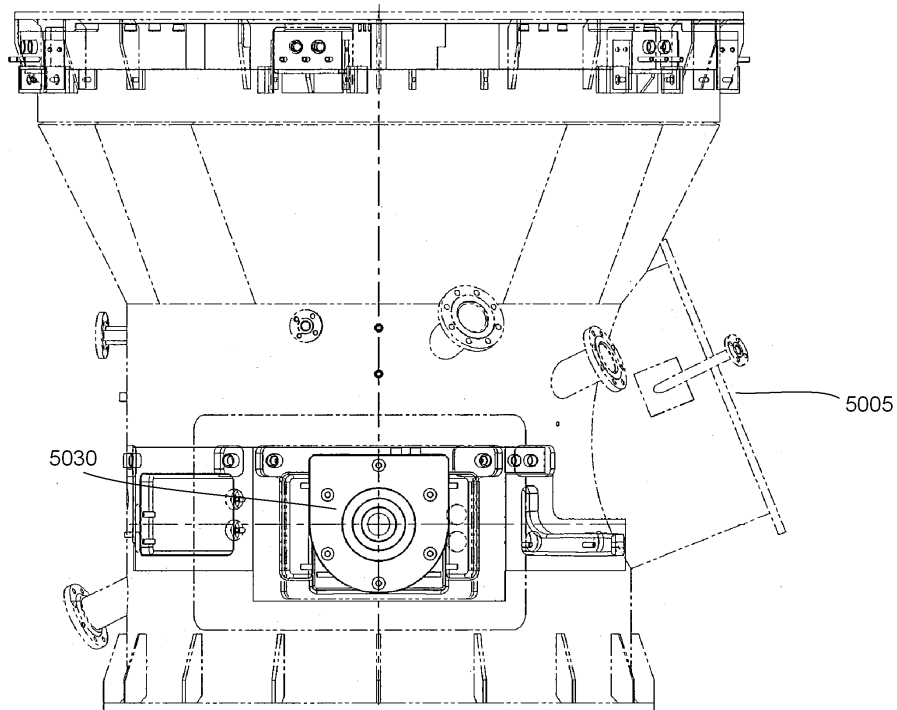
도면126



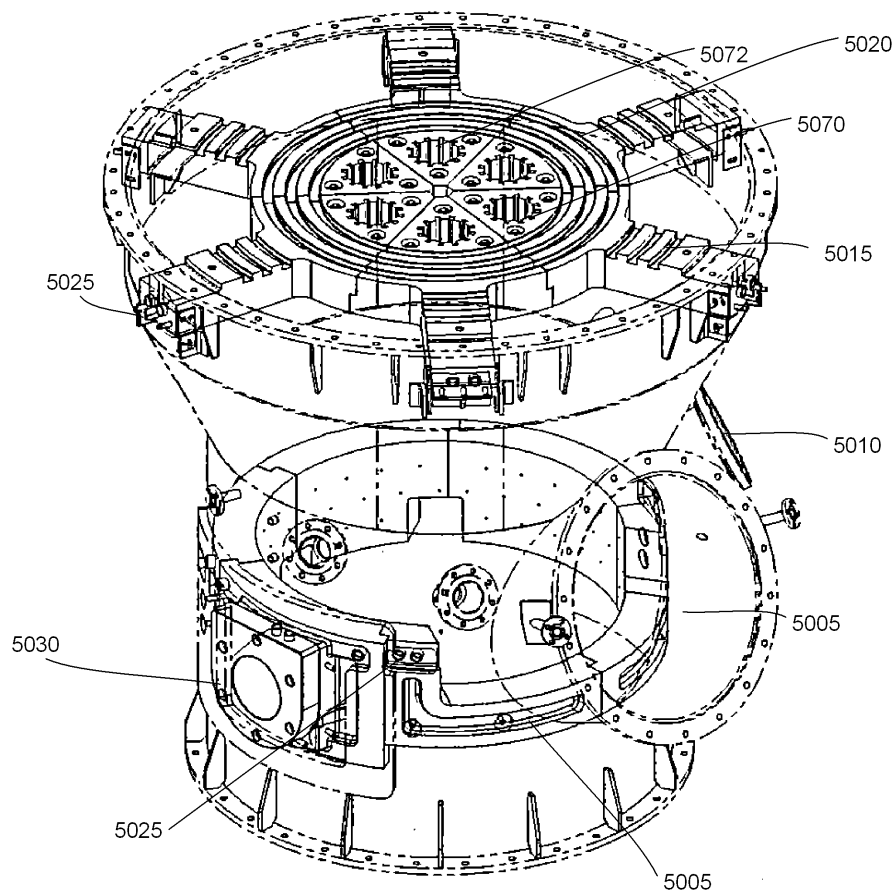
도면127



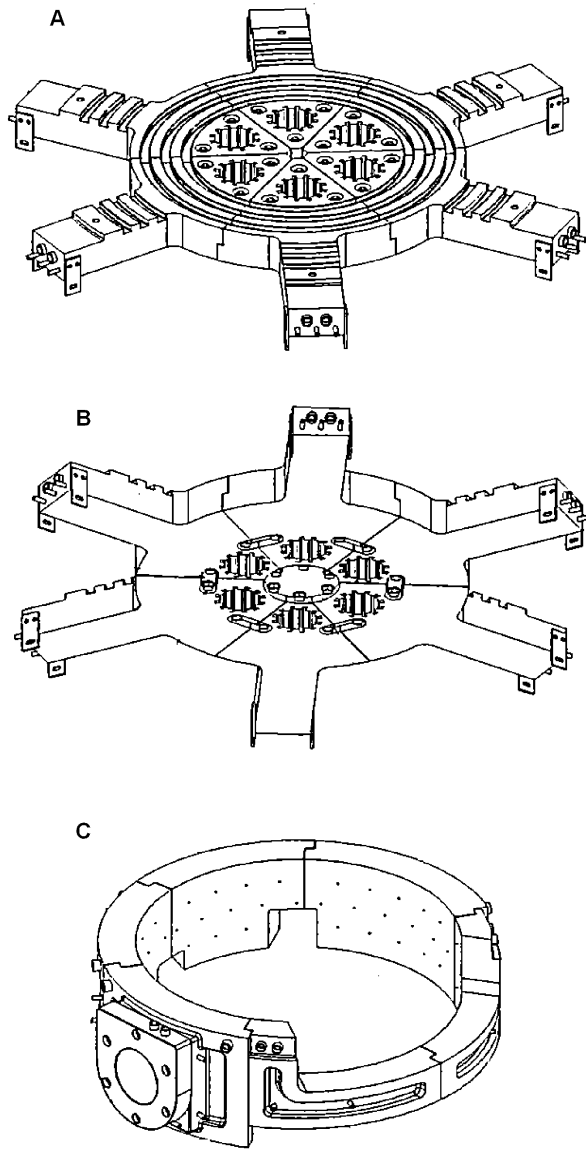
도면128



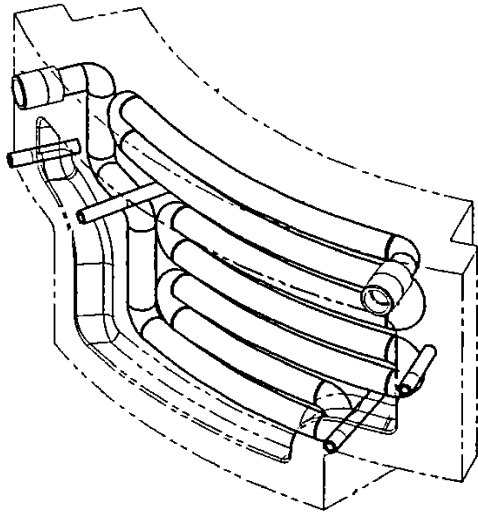
도면129



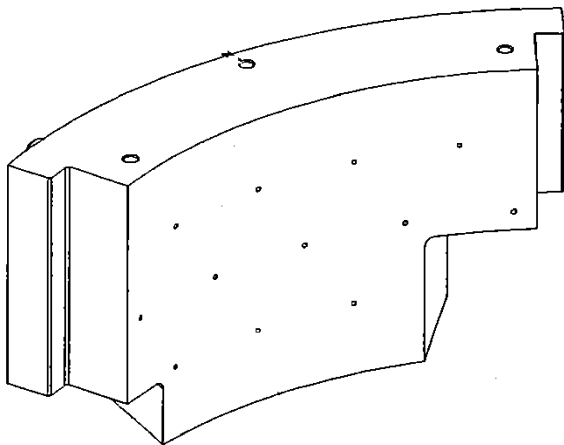
도면130



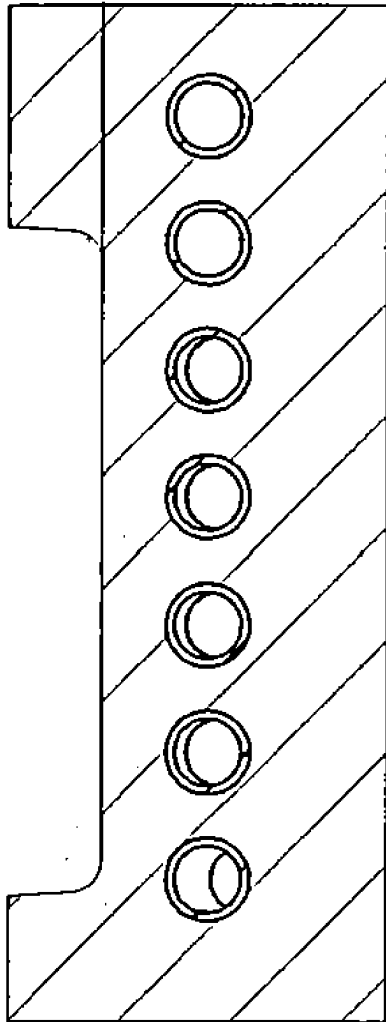
도면131a



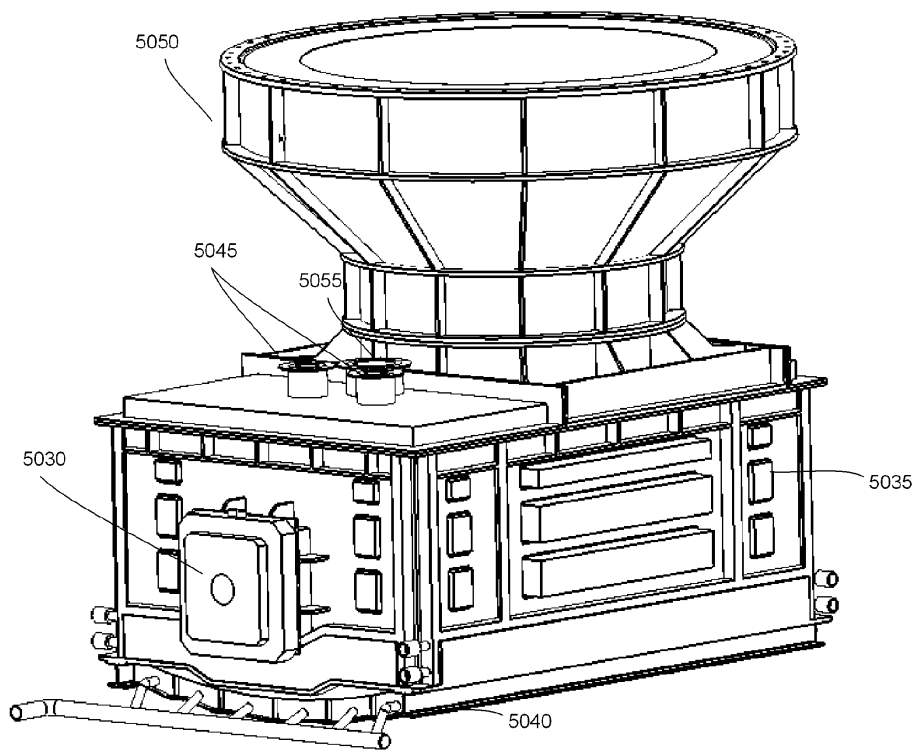
도면131b



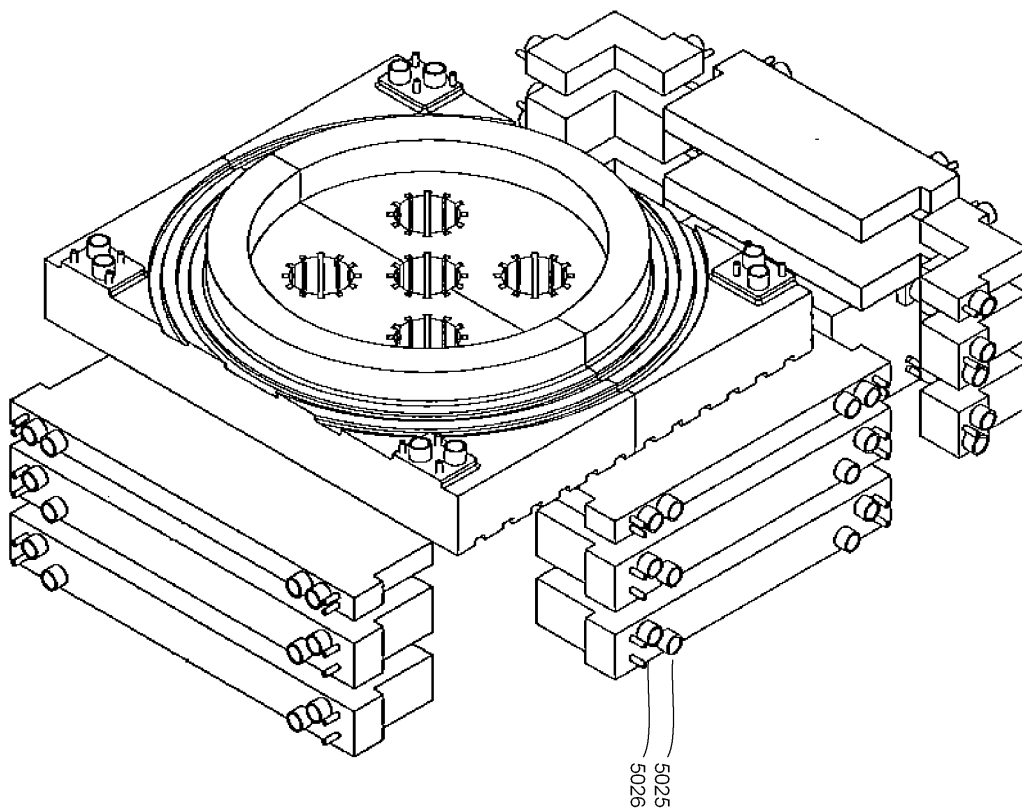
도면131c



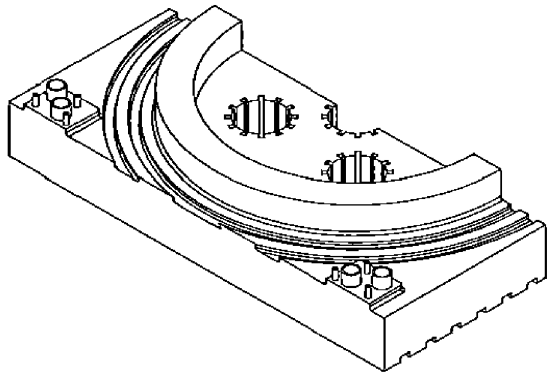
도면132



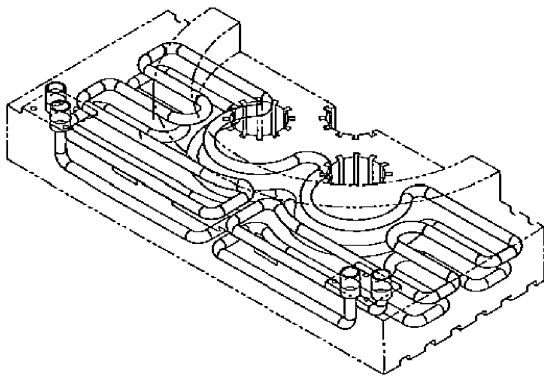
도면133a



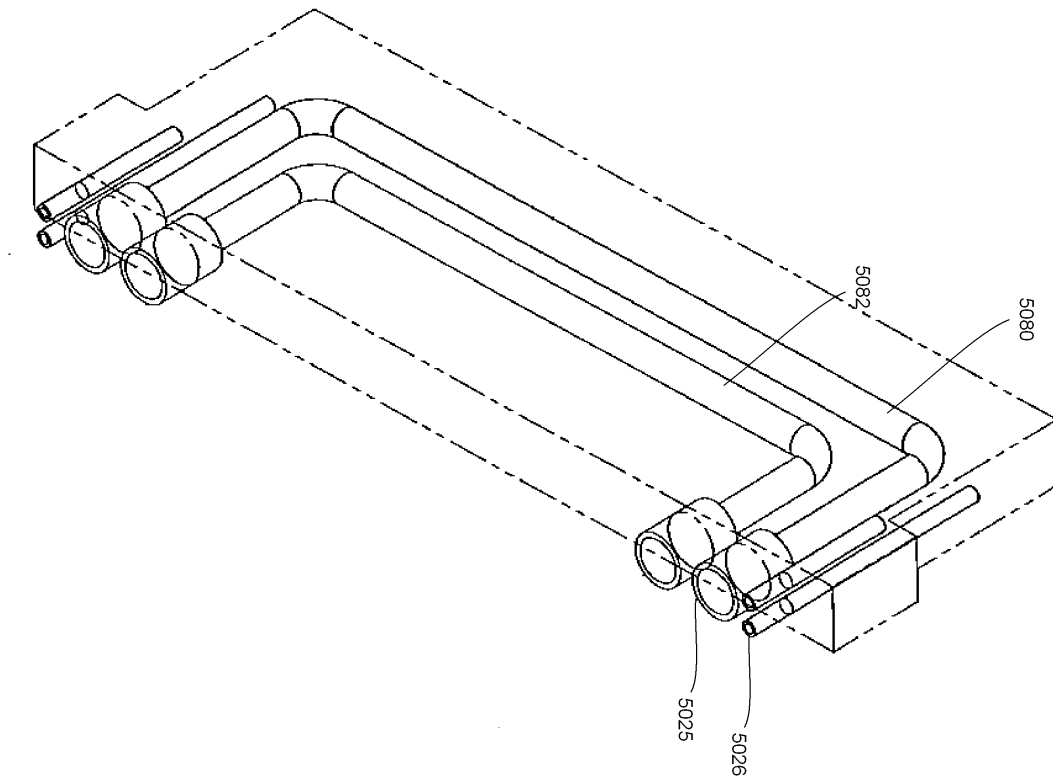
도면133b



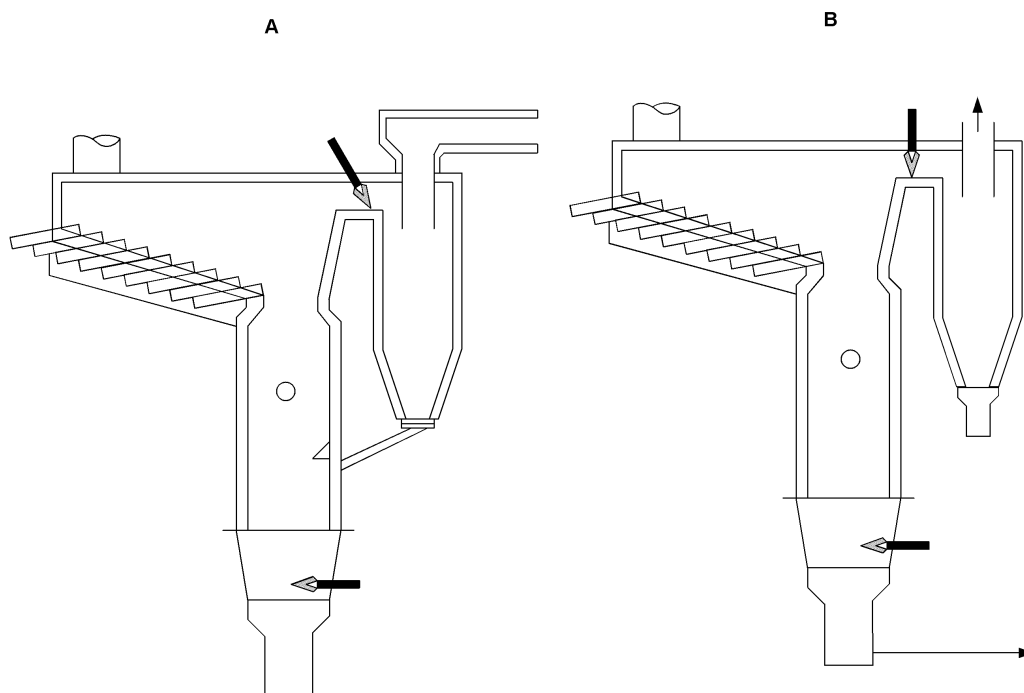
도면133c



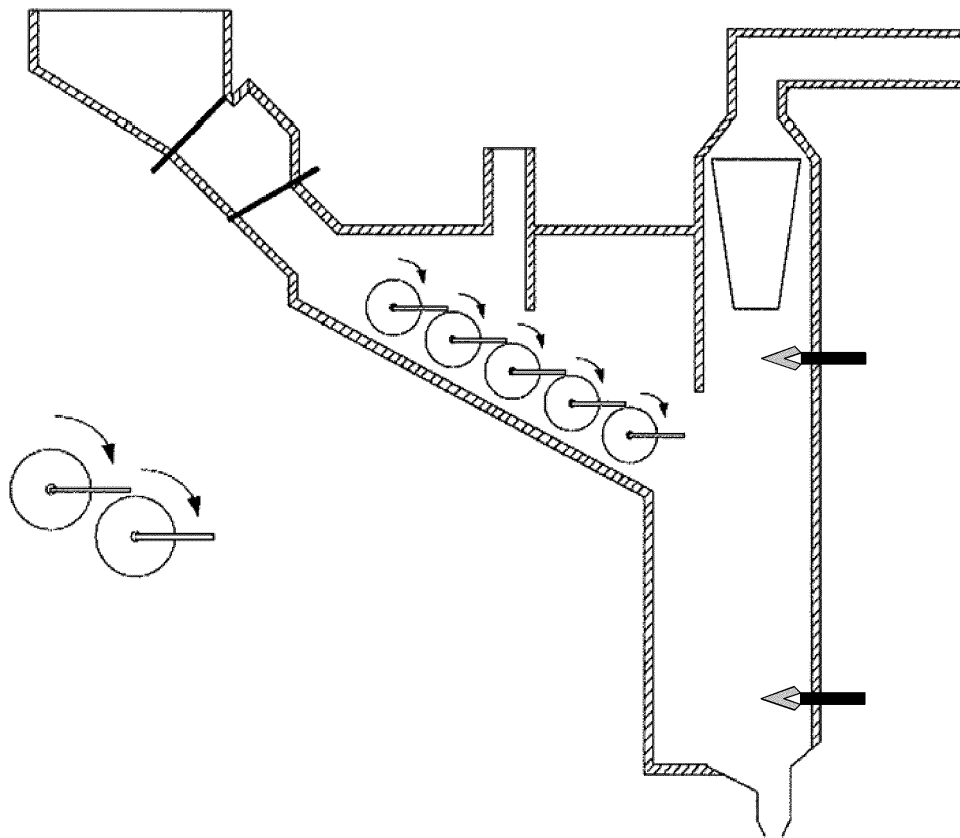
도면133d



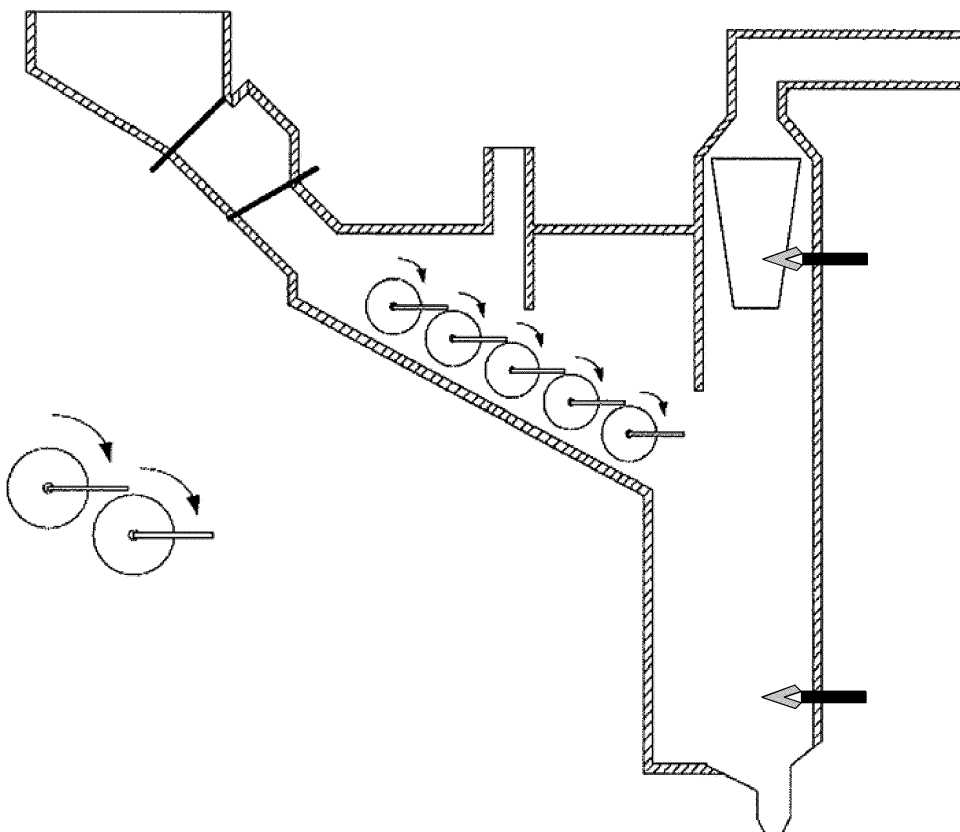
도면134



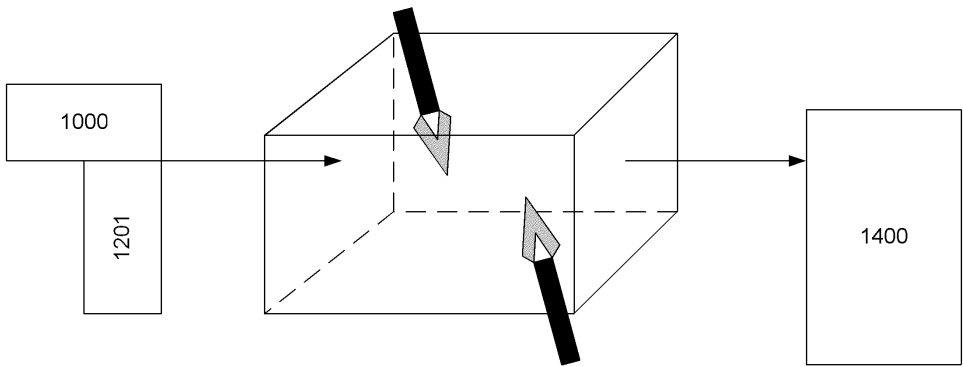
도면135a



도면135b



도면136



도면137

