



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0051757
(43) 공개일자 2016년05월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01N 3/28 (2006.01) *F23G 7/06* (2006.01)
F23G 7/07 (2006.01) *F23L 15/02* (2006.01)
F28D 17/02 (2006.01) *F28D 17/04* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F01N 3/2803 (2013.01)
F23G 7/068 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7005016
- (22) 출원일자(국제) 2014년08월28일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2016년02월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/053204
- (87) 국제공개번호 WO 2015/031642
 국제공개일자 2015년03월05일
- (30) 우선권주장
 14/015,544 2013년08월30일 미국(US)

- (71) 출원인
듀르 시스템스 게엠베하
 독일, 비티그하임-비신겐 74321, 칼-벤츠-슈트라
 세 34
- (72) 발명자
위드함, 다니엘
 미국, 미시간 48168, 노스필, 레이크 뷰 씨클
 17468
- (74) 대리인
박경재

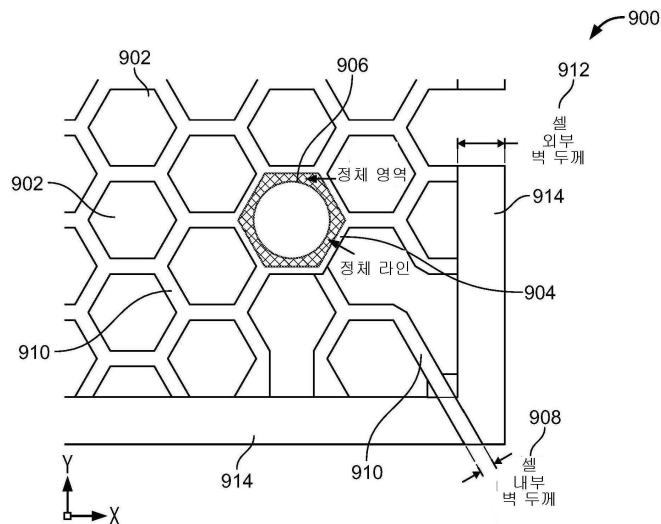
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **열 산화장치 재생기의 개선된 블록 채널 기하학적 구조 및 배치**

(57) 요약

열 산화장치, 선택적 촉매 환원장치 또는 여과 응용장치에 사용하기 위한 열 재생기 블록(900). 상기 블록은 하나 이상의 중심 채널(902) 및 5개 내지 12개 주변 채널(902)로 이루어진 규칙적인 서브-패턴을 포함하는 셀룰러 패턴으로 다수의 채널(902)을 갖는다. 각각의 채널(902)은 가열 챔버의 개구와 유체 소통 상태에 있고 유체와 블록(900) 간의 열을 교환한다. 상기 주변 채널(902)은 각각의 중심 채널(902)의 중앙에 대해 실질적으로 동등한 거리에 있다. 상기 채널 프로필은 원형 프로필, 타원형 프로필, 다수의 스플라인을 갖는 프로필 또는 타원곡선 프로필 중 하나이고, 바람직하게 중심 채널(902) 각각은 실질적으로 6각형, 8각형 또는 원형이다. 채널(902) 사이의 내부 벽(910)은 채널(902)의 일부 간에 유체 소통을 가능하게 하는 슬릿을 가질 수 있다.

대표도 - 도9



(52) CPC특허분류

- F23G 7/07* (2013.01)
 - F23L 15/02* (2013.01)
 - F28D 17/02* (2013.01)
 - F28D 17/04* (2013.01)
 - F23J 2219/10* (2013.01)
-

명세서

청구범위

청구항 1

블록의 횡단면에서 셀룰러 패턴(cellular pattern)을 한정하는 내부 벽을 형성하는 다수의 채널을 갖는 컨버터 블록을 포함하는 장치로서, 상기 패턴이 하나 이상의 중심 채널 및 다수의 주변 채널로 이루어진 규칙적인 서브-패턴을 포함하는, 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 다수의 주변 채널이 상기 블록의 깊이를 따라 연장하여 유체가 이를 통류하도록 하고, 여기서, 상기 블록의 내부에 인접한 각각의 중심 채널이 5개 내지 12개 주변 채널로 둘러싸여 있고 각각의 중심 채널이 4개 측면보다 큰 형태를 갖는 프로필을 갖고 각각의 주변 채널이 이의 각각의 중심 채널의 중앙에 대해 실질적으로 동등한 거리에 있는, 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 다수의 주변 채널이 상기 블록을 통해 연장하여 유체가 이를 통류하도록 하고, 각각의 채널이 가열 챔버의 개구와 유체 소통(fluid communication)하도록 하고, 블록의 내부에서 각각의 중심 채널이 5개 내지 12개 주변 채널에 의해 둘러싸여 있고, 각각의 주변 채널이 각각의 중심 채널의 중앙에 대해 실질적으로 동등한 거리에 있고 각각의 채널이 유체와 블록 간에 열을 교환하는, 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 컨버터가 열 산화장치 및/또는 촉매를 포함하는, 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 각각의 주변 채널이 각각의 중심 채널의 중앙에 대해 실질적으로 동등한 각의 방사 패턴으로 정렬되어 있는, 장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 프로필이 원형 프로필, 타원형 프로필, 다수의 스플라인을 갖는 프로필, 또는 타원곡선 프로필을 포함하여 바람직하게 상기 중심 채널 각각이 실질적으로 6각형, 8각형 또는 원형인, 장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 채널 사이의 내부 벽 두께에 대한 중심 채널의 수력학적 직경의 비율이 0.58 내지 19.48 범위의 값과 대략적으로 동일하고, 바람직하게는, 3.47 내지 6.53 범위인, 장치.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 블록의 외부 벽이 상기 내부 벽의 두께보다 크거나 동일한 두께를 갖는, 장치.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 외부 벽이 분할되어 있는, 장치.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 채널 사이의 하나 이상의 내부 벽이 채널 일부 간에 유체 소통을 가능하게 하는 슬릿을 갖고, 상기 슬릿이 바람직하게 내부 벽 두께의 대략적으로 3분의 1 이상인 최소 폭을 갖는, 장치.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 채널의 일부 간에 유체 소통을 가능하도록 상기 블록에서 그루브(groove) 또는 개구를 추가로 포함하고, 상기 블록에서 상기 그루브 또는 개구가 바람직하게 내부 벽 두께의 대략적으로 3분의 1 이상인 최소 폭을 갖는, 장치.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 내부 벽이 초기 입자 성장을 감소시키도록 상기 블록의 하나 이상의 말단에 인접한, 뿔족한(tapered) 엷지를 갖는, 장치.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 채널에 도포된 귀소 내성 코팅물을 추가로 포함하는, 장치.

청구항 14

재생 열 공정을 수행하는 응용장치에서 회수되거나 저장된 열 또는 열 에너지를 회수하고, 저장하고/하거나 방출시키기 위한, 제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 따른 장치의 용도.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 재생 열 공정이 재생 열 배기 가스 정제, 장치와 기류 또는 유류 간의 재생 열 교환, 통기 메탄, 광산 또는 질식성 가스(choke damp)의 재생 열 소각, VOC-로딩된 기류 및/또는 다른 가연성 물질 또는 열 해독되기 쉬운 다른 성분들에 의해 오염된 기류로 이루어진 그룹 중 하나인, 용도.

청구항 16

열 산화장치, 선택적 촉매 환원장치 또는 여과 응용장치에서 제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 따른 장치의 용도.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 관련 출원
- [0002] 본 출원은 2013년 8월 30일자로 출원된 미국 특허 출원 번호 제14/015,544호에 대한 우선권을 주장한다. 이전의 미국 특허 출원은 이의 전문이 본원에 참조로 인용된다.
- [0003] 기술 분야
- [0004] 본 발명은 일반적으로 열 산화장치를 포함하는 컨버터, 및 보다 특히, 개선된 블록 채널 기하학적 구조 및 배치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0005] 열 산화장치는 블록과 기류 또는 유류 간에 열을 교환하기 위해, 내화 물질을 갖는 블록(예를 들어, 내화 요소들)을 갖는다. 전형적으로, 열 효율 및 플러그 저항은 블록과 관련된 문제점이다.

도면의 간단한 설명

- [0006] 도 1은 타워 세트틀을 갖는 예시적 산화 시스템을 보여준다.
- 도 2는 예시적 블록의 표준 블록 프로필을 도시한다.
- 도 3은 채널의 축을 따르는 방향으로 투시된 또 다른 예시적 블록을 도시한다.
- 도 4는 상이한 효과적 폭을 갖는 또 다른 예시적 블록을 도시한다.
- 도 5는 예시적 불규칙 형태의 블록을 도시하고 효과적인 블록 높이를 도해한다.

- 도 6은 4개 측면 다각형 채널 형태를 갖는 또 다른 예시적 블록의 확대된 횡단면도이다.
 - 도 7은 또 다른 예시적 블록에서 4개 측면 채널의 확대된 횡단면도이다.
 - 도 8은 6각형 채널을 함유하는 또 다른 예시적 블록의 확대된 횡단면도이다.
 - 도 9는 6각형 채널을 함유하는 또 다른 예시적 블록의 확대된 횡단면도이다.
 - 도 10a는 원형 채널을 갖는 또 다른 예시적 블록의 확대된 횡단면도이다.
 - 도 10b는 본 발명의 교시에 따른 원형 채널을 갖는 또 다른 예시적 블록의 확대된 횡단면도이다.
 - 도 11은 시스템의 대표적 영역 한정을 묘사하는 도 1의 산화 시스템을 도시한다.
 - 도 12는 유동 전환 타워(flow switching tower)를 묘사하는 또 다른 예시적 산화 시스템을 도시한다.
 - 도 13은 시간의 함수로서 교호하는 주입구를 갖는 유동 전환 타워를 묘사하는 또 다른 예시적 산화 시스템을 도시한다.
 - 도 14는 시간과 관련하여 일반적인 입자 형성을 묘사하는 그래프이다.
 - 도 15는 쿼텀 라이스-램스퍼거-카셀(Quantum Rice-Ramsperger-Kassel)("QRRK") 이론을 사용하여 시간과 관련된 일반 입자 형성을 묘사하는 또 다른 그래프이다.
 - 도 16은 입자 형성의 제2 상태의 규소 형성을 묘사하는 그래프이다.
 - 도 17은 정체점(stagnation)을 묘사하는 또 다른 예시적 블록의 또 다른 예시적 채널의 확대된 횡단면도이다.
 - 도 18은 또 다른 예시적 블록의 확대된 횡단면도이다.
 - 도 19는 6각형 구조의 예시적 채널의 확대된 횡단면도이다.
 - 도 20은 블록의 주입구 및/또는 배출구에서 채널을 둘러싸는 벽에 대한 가능한 변형을 도해하는 또 다른 예시적 블록을 도시한다.
 - 도 21은 150mm의 폭을 갖는 또 다른 예시적 블록에서 발견되는 생성가능한 디자인 파라미터를 나타내는 표이다.
 - 도 22는 도 21의 예시적 블록의 시스템 수행능에 대해 수득한 블록 데이터를 나타내는 표이다.
 - 도 23은 플러그 저항에 대한 값을 계산하기 위해 수행될 수 있는 예시적 공정을 도시하는 흐름도이다.
 - 도 24는 열 효율에 대한 값을 계산하기 위해 수행될 수 있는 또 다른 예시적 공정을 묘사하는 또 다른 흐름도이다.
 - 도 25는 도 23 및 24의 공정을 수행하기 위한 예시적 시스템을 도해한다.
 - 도 26은 도 23 및/또는 24의 예시적 공정을 수행하는 도 25의 예시적 프로세서 플랫폼의 산출 장치 상에 나타낸 산출 데이터를 나타내는 표를 도해한다.
 - 도 27a 내지 27i는 블록 채널의 예시적 패턴의 횡단면도이다.
- 다중 층 및 영역을 명백하기 위해, 층의 두께를 도면에서 확대한다. 가능한 경우, 동일하거나 유사 부분들을 언급하기 위해 도면(들) 및 수반하여 기입된 기재 전반에 걸쳐 동일한 참조 번호를 사용한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007]

열 산화장치의 블록에 대한 플러그 저항 및/또는 열 효율을 개선시키기 위한 장치 및 방법이 본원에 기재된다. 열 산화장치가 기재되지만, 기재된 방법 및 장치는 선택적 촉매 환원장치("SCR"), 촉매 등을 포함하는 다른 컨버터 블록에 적용할 수 있다. 하나의 기재된 예시적 장치는 블록의 횡단면에서 셀룰러 패턴을 한정하는 내부 벽을 한정하는 다수의 채널을 갖는 컨버터 블록을 포함한다. 상기 패턴은 블록의 내부에 인접한 하나 이상의 중심 채널 및 다수의 주변 채널로 이루어진 규칙적인 서브-패턴을 포함한다. 추가로 또는 대안적으로, 규칙적인 서브-패턴은 또한 2개 이상의 중심 채널(즉, 상기 서브-패턴의 중심 영역에 위치하고 다수의 주변 채널에 의해 둘러싸여진 채널)을 가질 수 있다. 우선적으로 적어도 2개 또는 3개 이상의 서브-패턴은 다른 서브 패턴의 이웃하는 배치와 상기 패턴을 형성한다. 추가로, 상기 패턴은 또한 일부 기형 또는 고갈된 서브-패턴(즉, 패턴을 형성하는 대다수의 규칙적 서브-패턴으로부터 어느 정도 이탈한 서브-패턴, 여기서, 상기 이탈은 상이한 수의 주변 채널

널, 및/또는 상이한 차원 및/또는 형태 등을 갖는 하나 이상의 주변 채널로 구성될 수 있다)을 포함할 수 있다.

[0008] 또 다른 예시적 장치는 상기 블록의 횡단면에서 셀룰러 패턴을 한정하는 내부 벽을 한정하는 다수의 채널을 갖는 컨버터 블록을 포함한다. 상기 패턴은 블록의 내부 상의 하나 이상의 중심 채널 및 블록의 내부에 인접한 다수의 주변 채널로 이루어진 규칙적인 서브-패턴을 포함한다. 각각의 중심 채널은 5개 이상의 주변 채널에 의해 둘러싸여 있고 상기 내부 벽은 각각의 중심 채널의 둘레를 따라 다양한 두께를 갖는다. 추가로 또는 대안적으로, 규칙적인 서브-패턴은 또한 2개 이상의 중심 채널(즉, 상기 서브-패턴의 중심 영역에 위치하고 다수의 주변 채널에 의해 둘러싸여 있는 채널)을 가질 수 있다. 바람직하게, 적어도 2개 또는 3개 이상의 서브-패턴은 다른 서브-패턴의 이웃하는 배치와 상기 패턴을 형성한다. 추가로, 상기 패턴은 또한 일부 기형 또는 고갈된 서브-패턴(즉, 패턴을 형성하는 대다수의 규칙적 서브-패턴으로부터 어느 정도 이탈한 서브-패턴으로, 상기 이탈은 상이한 수의 주변 채널, 및/또는 상이한 차원 및/또는 형태 등을 갖는 하나 이상의 주변 채널로 구성될 수 있다)을 포함할 수 있다.

[0009] 또 다른 예시적 장치는 컨버터 블록 및 내부 벽을 한정하고 블록의 깊이를 따라 연장하여 유체가 이를 통류하도록 하는 다수의 채널을 포함한다. 블록의 내부에 인접한 중심 채널 각각은 5개 내지 12개의 주변 채널에 의해 둘러싸여 있고 각각의 중심 채널은 4개 측면보다 큰 형태를 갖는 프로필을 갖는다. 각각의 둘러싸인 채널은 이의 각각의 중심 채널의 중앙에 대해 실질적으로 동일한 거리에 있다. 일부 예에서, 각각의 채널은 유체와 블록 간의 열을 교환한다. 추가로 또는 대안적으로, 규칙적인 서브-패턴은 또한 2개 이상의 중심 채널(즉, 상기 서브-패턴의 중심 영역에 위치하고 다수의 주변 채널에 의해 둘러싸여 있는 채널)을 가질 수 있다. 바람직하게, 다른 서브-패턴의 이웃하는 배치와 상기 패턴을 형성하는 적어도 2개 또는 3개 이상의 서브-패턴이 있다. 추가로, 상기 패턴은 또한 일부 기형 또는 고갈된 서브-패턴(즉, 패턴을 형성하는 대다수의 규칙적 서브-패턴으로부터 어느 정도 이탈한 서브-패턴으로, 상기 이탈은 상이한 수의 주변 채널, 및/또는 상이한 차원 및/또는 형태 등을 갖는 하나 이상의 주변 채널로 구성될 수 있다)을 포함할 수 있다.

[0010] 또 다른 기재된 예시적 장치는 컨버터 블록, 및 상기 블록을 통해 연장하여 유체가 이를 통류하도록 하는 다수의 채널을 포함한다. 각각의 채널은 가열 챔버의 개구와 유체 소통(fluid communication)하고, 블록의 내부에서 각각의 중심 채널은 5개 내지 12개 주변 채널에 의해 둘러싸여 있다. 각각의 주변 채널은 이의 각각의 중심 채널 또는 각각의 패턴 또는 서브-패턴의 이의 각각의 중심 영역의 중앙에 대해 실질적으로 동일한 거리에 있고 각각의 채널은 유체와 블록 간에 열을 교환한다.

[0011] 또 다른 기재된 장치는 컨버터 블록을 통해 연장하여 유체가 이를 통류하도록 하는 다수의 채널을 포함한다. 블록의 내부에서 각각의 중심 채널은 4개 측면보다 큰 형태를 갖고 5개 이상의 주변 채널에 의해 둘러싸여 있다. 각각의 주변 채널은 이의 각각의 중심 채널의 중앙에 대해 실질적으로 동일한 거리에 있고 채널간의 내부 벽 두께에 대한 중심 채널의 수력학적 직경의 비율은 0.58 내지 6.53 범위의 값과 대략적으로 동일한 것이다.

[0012] 바람직한 예시적 장치는 점토로 구성되고, 여기서, 다양한 첨가제가 점토와 상대적으로 적당한 농도로 부가되거나 혼합될 수 있다. 이들 첨가제는 카바이드, 예를 들어, C, SiC, TaC, TiC, ZrC, 및/또는 WC, 및/또는 산화물, 예를 들어, Al₂O₃, MgO, BaO, TiO₂, BeO, CoO, FeO, Fe₂O₃, MgO, SiO₂, ZnO, ZrO₂, Na₂O, 및/또는 K₂O, 및/또는 칼코겐, 예를 들어, CdS, PbS, ZnS, 및/또는 PbTe, 및/또는 불화물, 예를 들어, BaF₂, CaF₂, SrF₂, LiF, 및/또는 NaF, 및/또는 세라믹에 대한 다른 부가 물질, 예를 들어, CsBr, CsCl, KCl, NaBr, NaCl, NaI, RbCl, TiB₂, ZrB₂, 및/또는 Si₃N₄를 포함하거나 이들로 이루어질 수 있다. 제1 측면에서, 첨가제의 혼합물은 원료로서 사용되는 점토의 종류에 의존하는 반면, 다른 측면은 예시적 장치, 바람직하게 내화 요소 또는 블록을 형성하고 제조하기 위해 사용되는 제조 공정의 종류 또는 유형에 의존한다. 상기 제조 공정은 첨가제의 적당한 혼합물과 점토를 혼합하고, 점토-첨가제-혼합물로부터 녹색 부분(part)을 형성하고, 상기 녹색 부분을 건조시키고 최종적으로 최종 세라믹 제품을 수용하도록 녹색 부분을 경화시키거나 점화시키는 단계를 포함한다. 상기 형성 공정은 바람직하게, 압출, 스탬핑 또는 결합 공정일 수 있다. 상기 압출 공정에서, 상기 점토-첨가제-혼합물은 스탬핑 하면서 녹색 부분을 형성하기 위해 다이를 통과하도록 밀어넣고, 다이 도구 또는 스탬핑 도구는 미리 형성되고 방사상으로 안정하게 스택된 점토-첨가제-혼합물로 압착시켜 녹색 부분을 형성한다. 예시적 장치의 일부 특정 디자인을 위해, 일부 서브-성분들을 예비 성형하고(예를 들어, 스탬핑 또는 주사 형성 기술에 의해) 이후에 결합 공정에서 함께 결합시킨다(즉, 상기 서브-성분들은 최종 녹색 부분을 형성하기 위해 결합되거나 접촉된다).

[0013] 형성 공정 및/또는 경화 공정을 위한 공정 파라미터 뿐만 아니라 점토-첨가제-혼합물의 조성물에 영향을 주는 또 다른 측면은 장치의 바람직한 사용으로부터 기원한다. 열 산화장치에서 내화 요소 또는 블록으로서 사용하기

위해, 점토-첨가제-혼합물로 구성된 경화된 세라믹 부분은 하기의 물리적 성질을 포함해야만 한다:

[0014]

· 벌크 밀도: $1.5 - 3.5 \text{ [g/cm}^3\text{]}$

[0015]

· 열 확장 @ 800C: $1.8 - 13 \cdot 10^{-6} \text{ [1/K]}$

[0016]

· 열 전기용량: $600 - 1400 \text{ [J/kg/K]}$

[0017]

· {유체 정역학 방법 DIN VDE 0335/2}에 의한 물 흡수: $0 - 10 \%$

[0018]

· 열 전도도: $1.0 - 2.5 \text{ [W/m/K]}$

[0019]

하나의 기재된 방법은 컨버터에서 채널의 플러그 저항을 증가시키는 적절한 수학적식을 결정하고, 프로세서를 사용하여, 이론적 입자 형성을 활용하는 입자 형성을 계산하고, 용합 시간 동안 일반 형태를 사용한 플러그에 대한 시간을 계산하고, 각각 카파 인자를 반복적으로 계산하고, 채널의 플러그 저항 결과를 결정하기 위한 2차 인자를 계산하고, 플러그 저항 결과 및 2차 결과를 산출함을 포함한다.

[0020]

또 다른 기재된 예시적 방법은 컨버터에서 채널의 열 효율을 증가시키기 위한 관련 수학적식을 결정하고, 일시적 열 대류 수학적식을 사용하여 시스템의 일시적 효과를 계산하고, 프로세서를 사용하여, 채널 형태 인자를 사용한 대류 계수를 계산하고, 채널에 대해 습윤화되고 점령된 영역을 계산하고, 채널의 열 효율 결과를 결정하기 위한 2차 파라미터를 계산하고, 열 효율 결과 및 2차 결과를 산출함을 포함한다.

[0021]

기재된 일부 예는 열 산화 시스템 내에서 발견되는 내화 물질 또는 다른 유사 물질을 함유하는 블록에 관한 것이다. 내화 물질은 고온에서 이의 형태 및 구조를 유지하고, 세라믹, 점토 물질, 실리카, 지르코니아, 알루미늄 및/또는 라임 및 마그네시아와 같은 산화물을 포함할 수 있다. 내화 물질의 주요 분류는 점토 기반, 알루미늄 기반, 마그네시아, 돌로미트, 카보네이트, 실리카, 지르콘 등을 포함할 수 있다. 귀금속 및 철 기반 내화 물질이 또한 존재한다.

[0022]

열 산화 블록은 블록과, 상기 블록을 통과하는 스트림의 기류 또는 유류 간의 열을 교환한다. 상기 스트림은 챔버에서 가열하고, 여기서, 상기 유체는 발열 반응(예를 들어, 발열적으로 산화하는)에서 화학적으로 전환된다. 본원에 기재된 실시예는 블록(예를 들어, 내화 요소들)의 횡단면 디자인에 관한 것이다. 본원에 기재된 실시예는 또한 채널(예를 들어, 셀, 통로)에 대한 차원적 특성 또는 임의의 다른 관련 중요한 특징을 계산하는 것을 기재하고 있다. 상기 블록을 통한 기류 또는 유류를 한정하기 위한 파라미터는 채널 수력학적 직경, 내부 벽 폭 및 외부 벽 폭을 포함할 수 있다. 이들 파라미터는 상기 시스템의 유동물의 유체 성질 및 열 특성과 관련되고 또한 블록의 상기 실제 플러깅에 영향을 준다. 상기 수력학적 직경은 횡단 면적을 이의 각각의 둘레에 관련시키고 통상적으로 파이프 유동물에 대한 레이놀드 수(Reynolds number)를 계산하기 위해 사용된다. 플러깅은 불순물을 함유하는 기체 또는 액체가, 채널의 표면 벽에 부착할 수 있는 입자를 채널 상에 부여함에 따라 일어날 수 있고, 궁극적으로 이들 입자는 채널을 플러그(예를 들어, 클로깅)할 수 있다. 플러깅은 항-접착 코팅물(예를 들어, 규소 저항 코팅물) 또는 촉매 코팅물을 사용하여 감소시킬 수 있다. 촉매를 함유하는 촉매 코팅물은 존재하는 해로운 화합물을 추가로 중화시키기 위해 SCR 공정에서 적용될 수 있다.

[0023]

열 산화장치 블록은 일반적으로 정사각형 채널 디자인을 갖는 블록을 사용한다. 정사각형 채널의 엣지들은 일반적으로 정렬된다(즉, 줄(row) 세트는 서로로부터 오프셋(offset)이 아니다). 하기된 수학적식 및 비율은 공지된 수력학적 직경 및 정사각형 채널 디자인과 비교하여 개선된 채널(예를 들어, 셀) 디자인과 관련된다. 기재된 실시예에 의해 나타난 상기 시스템 수행능 개선은 효율, 플러깅(예를 들어, 클로깅)에 대한 스트림라이닝(streamlining) 또는 저항, 열 대류, 유동 침체, 압력 차이 및 파괴 제거 효율("DRE")의 하나 이상의 조합일 수 있다. 상기 DRE는 해로운 기체(예를 들어, 휘발성 유기 화합물("VOC"))의 파괴의 척도이다. VOC의 파괴는 VOC가 이들이 가열되어 산화되는 경우(예를 들어, 다른 화합물이 되는 경우)에 발생한다. 상기 DRE는 배출하는 VOC의 매스 또는 용적을 산화장치에 진입하는 VOC의 매스 또는 용적으로 나누어 계산한다(예를 들어, 10 lbs의 VOC가 진입하고, 1 lb의 VOC가 배출되면 상응하는 90% DRE를 유도한다). 상기 블록의 중요한 특징은 현재 제조 기술에 의해 제한될 수 있고, 이는 압출 및 스탬핑을 포함할 수 있다(예를 들어, 상기 제한은 채널의 배치, 채널의 크기, 한정된 영역에서 채널의 양 등을 포함할 수 있다).

[0024]

본원에 기재된 예는 하나 이상의 다른 시스템 수행능 인자와 연계하여 시스템 효율 및/또는 플러깅에 대한 저항을 개선시킨다(예를 들어, 블록이 클로깅되거나 플러깅될 때까지의 시간을 증가시킨다). 하나의 기재된 예시적 블록은 열 전달 재생 매스를 사용하고 유체와 블록 간의 열의 교환을 위해 다수의 채널을 갖는다. 상기 블록 채

널의 기하학적 구조는 효율 및/또는 플러깅에 대한 저항이 증가하도록 디자인하고 시스템 수행능 인자를 개선하기 위해 횡단 구조를 제공하도록 제조한다. 블록의 내부 채널 벽 두께는 공지된 제조 한계 내에서 블록의 수행능을 증진시키기 위한 다수의 인자에 의해 한정될 수 있다. 추가로, 블록 자체의 경계선(예를 들어, 외부 벽)의 기하학적 구조는 블록의 전체 수행능을 추가로 개선시키기 위해 조정될 수 있다.

[0025] 채널, 및 상기 채널 간의 공간의 기하학적 구조의 디자인은 블록의 전체 수행능 및 따라서 열 산화장치에 상당한 효과를 미칠 수 있다. 추가로, 채널의 형태(예를 들어, 원형, 6각형, 8각형, 정사각형, 평행사변형, 타원곡선형 또는 타원형 등)는 또한 열 효율, 플러그 저항 및 수행능의 수많은 다른 척도에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 적어도 6개의 다른 주변 채널에 의해 둘러싸여진 원형 프로파일 채널을 사용하여 다른 채널 배치보다 열 효율을 상당히 개선시킬 수 있다. 일부 예에서, 중심 채널 각각이 실질적으로 6각형, 8각형 또는 원형인 것이 바람직할 수 있다.

[0026] 또한, 6개의 다른 주변 채널에 의해 둘러싸인 6각형 또는 8각형 프로파일 플러깅에 대한 저항을 상당히 개선시킬 수 있다. 플러깅에 대한 시간은 가변적으로 열 효율과 연계하여 고려해야 할 필요가 있다. 입자 성장 모델은 입자 융합 및 이에 따른 플러깅을 해소하는 능력을 제공한다. 본원 개시의 교시에 따라 기재된 예는 열 효율 및/또는 플러그 저항을 상당히 개선시키는 채널 기하학적 구조 및 배치를 보여준다.

[0027] 채널의 특정 기하학적 구조가 기재되었지만 상기 채널의 기하학적 구조는 다양할 수 있고 예리하고/하거나 둥근 엷지를 함유할 수 있는 4개 측면보다 큰 형태와 같은 형태를 포함할 수 있다. 다른 채널 기하학적 구조는 항상 90도 미만인 교차 점선각을 함유할 수 있는 형태, 직선 또는 스플라인 분절로 이루어진 형태, 스플라인이 조합된 다각형을 함유하는 형태 및/또는 유체가 채널을 통류하도록 하는 임의의 다른 적당한 형태를 포함할 수 있다.

[0028] 본원에 기재된 임의의 예시는 열 산화장치, 컨버터, 선택적 촉매 환원장치, 촉매 또는 여과 응용장치에 사용될 수 있다. 일부 예시적인 장치는 재생 열 공정을 수행하는 응용장치에서 회수되거나 저장된 열 또는 열 에너지를 회수하고, 저장하고/하거나 방출하기 위해 사용될 수 있다. 재생 열 공정은 재생 열 연소 기체 정제, 장치와 기류 또는 유류 간의 재생 열 교환, 통기 메탄, 광산 또는 질식성 가스(choke damp)의 재생 열 소각, VOC-로딩된 기류 및/또는 다른 연소물질 또는 열 해독되기 쉬운 다른 성분들에 의해 오염된 기류로 이루어진 그룹 중 하나로 이루어질 수 있다.

[0029] 일부 산화장치 시스템은 연소 챔버와 유체 소통하는 블록의 스택킹된(예를 들어, 타워) 간에 전환 또는 역전(reversing)을 포함할 수 있다. 유체 또는 기체가 연소 챔버에 제공되기 때문에 비교적 승온에서 유체 또는 기체를 유지하는 것이 바람직할 수 있는 상황에서, 상기 블록 자체는 방향이 역전된 후 제2 사이클 상에서 유체 또는 기체를 가열시킬 수 있다(예를 들어, 이전의 사이클 상의 배출구는 다음 사이클의 입구가 된다). 일부 예시에서, 상기 블록은 블록의 플러그 저항을 추가로 개선시키기 위해 블록의 입구 및/또는 배출구에 인접한 예리한(예를 들어, "칼날형") 엷지를 가질 수 있다.

[0030] 도 1은 타워 세트를 갖는 예시적 산화 시스템(110)을 보여준다. 상기 시스템(100)은 또한 회전 또는 원형 시스템으로서 또는 임의의 다른 구조 또는 구조 유형의 적당한 조합으로 나타낼 수 있다. 임의의 경우에, 베드(101)는 실질적으로 동일하거나 상이할 수 있는 블록(102) 및 블록(104) 세트로 구성된다. 블록(102)은 주입구(106)에 인접해 있고 블록(104)은 배출구(108)에 인접해 있다. 블록(102) 및 (104)은 단일방향 열 전달 경로를 사용하고(예를 들어, 유체는 또 다른 유동물을 사용하는 것 없이 블록(102) 및 (104)에서 가열하고 냉각시키고 내화 물질을 가질 수 있고 세라믹 물질, 브릭, 금속, 귀금속, 실리카, 점토, 카바이드, 흑연을 포함할 수 있거나, 고온에서 안정한 임의의 적당한 물질로 구성될 수 있다. 상이한 유형의 블록(102) 및 (104)은 산화 시스템(100)에 사용될 수 있다. 추가로, 블록(102) 및 (104)는 스텝핑, 압출, 주조 또는 임의의 다른 적당한 제조 공정으로부터 제조될 수 있다. 블록(102) 및 (104)와는 대조적으로, 열 교환체는 쌍방향(bi-directional) 유동물(예를 들어, 역류 배치에서 2개 이상의 유체 교차 경로)을 활용한다.

[0031] 작동에 있어서, 유체는 주입구(106)로부터 블록(102)으로 유동한다. 유체가 블록(102)을 통해 이동함에 따라 열은 블록(102)으로부터 유체로 전달된다. 유체가 블록(102)을 통과한 후, 상기 유체는 연소 챔버(110)로 유동하고, 여기서, 상기 유체는 가열된다. 연소 챔버(110)를 나타내었지만 임의의 적당한 유형의 가열 챔버가 사용될 수 있다. 유체의 가열은 유체를 산화시키고 일부 불순물(예를 들어, VOC)이 제거(예를 들어, 연소 제거)되게 한다. 가열된 후, 유체는 이어서 블록(104)으로 유동한다. 유체가 블록(104)을 통해 이동함에 따라 열은 유체로부터 블록(104)으로 전달된다. 최종적으로, 상기 유체는 배출구(108)를 통해 산화 시스템(100)으로부터 유동 제거된다.

- [0032] 도 2는 본원에서 수많은 상이한 블록 프로필을 나타내기 위해 사용되는 블록(200)의 표준 블록 프로필을 도시한다. 블록 높이(202)(예를 들어, "Z" 또는 "H-블록")는 블록의 효과적인 높이이고, 블록 폭(204)(예를 들어, "X")은 블록의 효과적인 폭이고 깊이와 동일하다(예를 들어, "Y", 이는 나타내지 않음). 절단부 또는 개구가 블록(200)에 존재하는 상황에서 또는 블록(200)이 불규칙한 형태를 갖는 경우, 변형된 중력 매스 중심은 유동 파라미터와 관련하여 고려되어야만 할 것이다. 주요 유동 방향(예를 들어, "Z")은 화살표(206)에 의해 지적된다.
- [0033] 도 3은 채널(302)의 축에 따른 방향에서 투시된 블록(300)을 도시한다. 블록은 제조 실행가능성 및/또는 고객 및/또는 관련 단체에 의해 한정되는 시스템 요건으로 인해 다양할 수 있고, 요구되는 열 효율, 플러깅에 대한 시간, 제조능, 비용, 공간-제한 등을 포함하는 인자를 근거로 다양할 수 있다. 블록(300)은 도 2와 연계하여 상기 기재된 X 및 Y와 일치하는 폭을 갖는다. 블록(300)은 또한 채널(302)을 내포하는 주위 벽(304)을 가질 수 있고, 채널(302)에 의해 한정된 내부 벽 두께 이상의 두께를 가질 수 있다. 블록(300)은 정사각형 형태를 갖는 것으로서 도시되고, 이것은 원형, 타원형, 6각형, 8각형, 쉐기형, 직사각형, 평행사변형 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는 임의의 적당한 형태를 가질 수 있다. 블록(300)은 또한 채널(302)의 부분을 유동적으로 커플링하기 위해 블록(300)의 외부 또는 내부 상에 슬릿(306) 및/또는 그루브(groove)(307)를 가질 수 있다. 슬릿(306)은 대략 0.25 밀리미터(mm)의 최소 폭 및 0.1mm의 최소 깊이를 가질 수 있다. 슬릿(306)에 대해 추천된 차원은 채널(302) 간의 유체 소통을 적당히 가능하게 하기 위해 대략 0.5mm 미만의 폭 및 50mm 미만의 길이 또는 임의의 적당한 크기이다. 슬릿(306) 및/또는 그루브(307)의 폭은 슬릿(306) 간의 적당한 유체 유동을 가능하게 하기 위해 내부 벽 두께의 대략적으로 3분의 1 이상일 수 있다. 이들 차원은 공구 세공 및 유체 동력학적 분석 결과이다. 수력학적 직경이 내부 벽 두께 정도인 예시에서, 비교적 큰 압력이 정상 경로를 통한 유동을 구동할 수 있지만, 정상적인 경로를 통한 유동이 막히는 경우, 상기 유동은 슬릿(306)을 통해서 그리고 채널(302) 사이를 이동할 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 규소-내성 코팅물(예를 들어, 파라핀 등)은 플러깅에 추가로 저항하기 위해 채널(302)에 적용될 수 있다.
- [0034] 도 4는 Z(페이지로의 방향)에서 일관된 매스 및 유동 분포를 갖고 방향(402) 및 방향(404)에서 오프셋인 블록(400)을 도시한다. 이들 오프셋은 방향(402) 및 (404)에서 상이한 효과적인 폭을 갖는 블록(400)에 상응한다. 블록 다양성은 내화 채널의 매스 내 임의의 지점에 존재할 수 있고 스플라인, 라인 및/또는 곡선을 포함하는 임의의 형태일 수 있다. 블록 형태의 기하학적 구조 변화 및 불규칙성은 하기된 예시로 설명될 수 있다.
- [0035] 도 5는 불규칙 형태의 블록(502) 및 (504)를 도시하고 효과적인 블록 높이를 도시한다. 화살표(506)는 유체 유동의 방향을 지적한다. 블록(502) 및 (504) 각각에 대한 효과적인 블록 높이(508) 및 (510)은 둥근 외곽(512) 및 노치(514)와 같은 불규칙성이 어떻게 설명될 수 있는지를 도시한다. 도 4와 연계하여 상기 언급된 바와 같이, 블록 변화는 내화 매스 내 임의의 지점에 존재할 수 있고 스플라인, 라인 및/또는 곡선의 임의의 조합에 의해 나타낼 수 있는 임의의 형태일 수 있다.
- [0036] 도 6은 비교를 위한 기준선으로서 사용되는, 4개 측면 다각형을 나타내는 채널(602)을 함유하는 블록(600)의 확대된 횡단면도이다. 상기 유동 방향은 페이지에 정상이다. 차원(604)은 수력학적 직경(예를 들어, "D_h")을 지적한다. 정체(606) 라인은 유동에서 정체 지점(들)을 유발하는 인접 채널 또는 다른 특징들을 도시하고, 채널(602)의 기하학적 구조의 기능이다. 정체(608) 영역은 주요 유동 영역을 지적하는, 정체(606)와 수력학적 유동(610)의 라인 간의 구역이고, 유체가 채널(602)의 표면과 접촉하는 경계선에 의해 영향받지 않는다.
- [0037] 도 7은 통상적으로 정사각형 채널로서 언급되고 실질적으로 정사각형(즉, "X"로 나타내는 차원(704)은 실질적으로 "Y"에 나타낸 차원(706)과 동일하다)을 갖는 블록(702)에서 4개 측면 다각형 채널(700)의 확대된 횡단면도이다. 차원(708)은 채널(700)에 의해 한정된 내부 벽의 두께를 지적하고, 차원(710)은 블록(702)의 외부 벽의 두께를 지적한다.
- [0038] 도 8은 6각형 채널(802)을 함유하는 블록(800)의 확대된 횡단면도이다. 수력학적 유동(804)은 채널(802)을 통해 통과하는 비교적 낮은 평균 속도를 나타낸다. 비교적 낮은 평균 속도는 $300 \frac{SCFM}{ft^2}$ 또는 $5100 \frac{Nm^3}{hr m^2}$ 에 상응한다. 수학적 4를 통해 밝혀진 이의 둘레로의 가능한 유동과 관련된 수력학적 직경 D_h는 도 23과 관련하여 하기에 기재된다. 상기 계산은 초당 0.1미터 $\left(\frac{m}{s}\right)$ 와 $100 \frac{m}{s}$ 사이의 채널 속도에 적용될 수 있다. 수력학적 유동(806)은 불규칙한 채널(808)에서 나타난다. 불규칙한 채널(808)은 외부 엷지(810) 근처의 엷지 효과로부터 비롯될 수 있다. 이들 엷지 효과/불규칙성은 제조 공정(예를 들어, 압출 또는 스탬핑 등) 또는 외부 엷지(810)에서

일정한 벽 두께를 유지하기 위해 의도된 디자인(즉, 또 다른 불규칙한 채널(812)에서 보여지는 바와 같이)으로부터 비롯될 수 있다.

[0039] 도 9는 6각형 채널(902)을 갖는 블록(900)의 확대된 횡단면도이다. 정체 라인(904)은 유동의 2개 이상의 구역 간의 평균 값을 기재한다. 정체 영역(906)은 채널(902)의 총 점령된 영역으로부터 생(live) 또는 수력학적 유동 구역을 공제함에 의해 결정한다. 도 23 및 24와 관련하여 보다 상세하게 하기에 기재되는 계산을 위해, 채널 내부 벽 두께(908)는 내부 벽(910)의 모든 두께의 평균 값이고 채널 유동과 관련하여 적당히 칭량한다. 유사하게, 외부 벽 두께(912)는 블록-엣지 유동과 관련하여 적당히 칭량된 모든 외부 벽(914)의 평균 값이다. 도 8 및 9와 관련하여 삽화로 나타난 파라미터는 도 23 및 24와 관련하여 기재된 계산에 적용될 수 있다.

[0040] 도 10a는 원형 채널(1002)을 갖는 블록(1000)의 확대된 횡단면도이다. 정의에 의한 원형 채널(1002)의 수력학적 유동 영역(1004)은 원형 채널(1002) 각각의 영역과 동등하다. 원형 채널(1002)은 도 8과 관련하여 상기된 엣지 효과 때문에 불규칙한 채널(1006)에 의해 둘러싸일 수 있다.

[0041] 도 10b는 본원의 교시에 따른 원형 채널(1012)을 갖는 블록(1010)의 확대된 횡단면도이다. 중심 원형 채널(1014)은 6개의 셀룰러 패턴으로 6개의 주변 채널(1016)에 의해 둘러싸여 있다. 상기 주변 블록(1016)은 중심 채널(1014)에 대해 실질적으로 동일한 거리에 있을 수 있다. 주변 블록(1016)은 실질적으로 동일한 각 배치로 나타나지만, 이들은 필수적으로 동일한 각 배치로 배열될 수 없다. 6개의 다른 채널(1016)이 중심 채널(1014)을 둘러싸서 도 24와 관련하여 하기에 추가로 기재된 바와 같이 가장 큰 열 효율을 유도할 수 있다. 블록(1010)은 또한 블록(1010) 및/또는 상기 블록(1010)의 주변 근처의 불규칙한 채널(1020)의 외부 또는 내부 상에 노치(1018)를 포함할 수 있다. 채널(1012)의 배치 패턴은 주변 채널(1016)에 의해 둘러싸인 중심 채널(1014)의 서브 패턴을 포함할 수 있다. 중심 채널(1014) 각각은 중심 채널(1014)의 둘레 주변에 다양한(예를 들어, 실질적으로 일정하지 않은) 내부 벽 두께를 가질 수 있다.

[0042] 도 11은 시스템(100)의 대표적인 구역 한정을 묘사하는 또 다른 산화 시스템(100)을 도시한다. 상기 예시에서 타워(1100) 및 (1101)은 도 12 및 13과 관련하여 나타난 바와 같이 다르게 기능하지 않는다. 주입 구역(1102)은 입수 폐기 유체(예를 들어, 원료 폐기 기체 또는 스트림)가 시스템(100)으로 진입하는 곳이다. 부분(1104)(예를 들어, "구역 1")은 폐기 유체가 블록 또는 매질 베드의 면(face)을 통과하도록 지시한다. 부분(1106)(예를 들어, "구역 2")은 부분(1104)과 부분(1108) 사이(예를 들어, "구역 3")에 있고 폐기 유체는 단순히 부분(1106)을 통과한다. 부분(1108)은 폐기 유체를 연소 구역(1110)으로 배출한다. 연소 구역(1110)은 1차 산화 구역이다. 부분(1112)(예를 들어, "구역 4")은 연소 구역(1110)으로부터 산화된 유동물을 수용한다. 부분(1114)(예를 들어, "구역 5")은 부분(1112)과 부분(1116) 사이(예를 들어, "구역 6")에 있다. 부분(1116)은 산화된 유체를 배출면(1118)을 통과하도록 지시한다. 출구 구역(1120)은 시스템(100)으로부터 산화된 유체가 나오도록 지시한다. 입구(1102)의 특징 및 디자인은 공정에 의존하고 시스템 요건에 따라 다양할 수 있다. 부분(1104), (1106), (1108),

(1112), (1114), (1116)은 높이와 관련된 이들의 각각의 온도 기울기(즉, $\frac{\partial T}{\partial z}$)에 의해 설명된다. 도 24와 관련하여 하기에 하기에 기재된 기본 수학적 식 16에 의해 나타난 바와 같이, 상기 기울기는 연소 구역(1110) 및 입구 구역(1102) 또는 출구 구역(1120)과의 관계에서 다양할 것이다. 여기에 기재된 구역은 다양할 수 있지만, 부분을 통해 일어나는 기본 조건은 특정 시스템에 제공된 변수와 관련하여 일관성을 유지한다. 추가로, 상기 시스템(100)은 또한 유동물을 상이한 부분 사이 및 상이한 타워 사이로 지시하는 밸브를 가질 수 있다.

[0043] 도 12는 시간의 함수로서 입구 또는 출구 사이에서 사이클링(예를 들어, 교호하는)하는 유동 전환 타워(1202)(1204)를 묘사하는 산화 시스템(1200)을 도시한다. 상기 교호는 이전의 사이클 상에서 챔버(1206)를 빠져 나오는 가열된 유체로부터 현재 입구(예를 들어, 이전 사이클 상의 출구)로 부가되는 열을 사용함에 의해 연소 챔버(1206)에 진입하기 전 유체를 예열한다. 이러한 전이는 주기적으로 일어날 수 있거나 특정 조건(예를 들어, 목적하는 DRE, 환경의 온도 조건 또는 산화 시스템(1200) 등)에 의존할 수 있고 기계적으로 전환 밸브를 통해 일어날 수 있다. 상기 밸브 전이는 또한 임의의 다른 기계적 장치, 또는 전기 및 기계적 장치의 적당한 조합체를 통해 일어날 수 있다. 상기 밸브 전이 동안에, DRE에서 스파이크가 일어날 수 있다. DRE에 기여하는 "죽은(dead)" 용적은 전이 기간 동안에 휴면 용적이다.

[0044] 도 13은 입구로서 교호하는(예를 들어, 전이) 전환 타워(1302)(1304)를 갖는 산화 시스템(1300)을 나타낸다. 상기 예에서, 타워(1306)는 출구 타워를 유지한다. 산화 시스템(1200)과 유사하게, 전환 타워(1302)(1304) 사이의 상기 전이는 주기적으로 일어날 수 있거나 특정 조건(예를 들어, 목적하는 DRE, 환경의 온도 조건 또는 산화 시스템(1300) 등)에 의존할 수 있고 기계적 전환 밸브를 통해 일어날 수 있다. 상기 밸브 전이는 또한 임의의

다른 기계적 장치 또는 전기 및 기계 장치의 임의의 적당한 조합체를 통해 일어날 수 있다. 산화 시스템(1200)과 유사하게, 상기 밸브 전이 동안에, DRE에서 스파이크가 일어날 수 있다. 전환 타워(1302) (1304)에 부착되지 않은 타워(1306)는 산화된 기체를 출구 스트림(1308)으로 배출한다.

[0045] 도 14는 시간과 관련하여 일반 입자 형성을 도시하는 그래프이다. 체류 챔버에서 시간이 증가함에 따라, 입자 크기는 증가한다. 다양한 연구 및 이론적 수학적식을 통해, 입자 형성이 온도를 저하시키고, 압력을 저하시키고/시키거나 체류 시간을 감소시킴에 의해 억제될 수 있는 것으로 입증될 수 있다.

[0046] 도 15는 101.3 Pa의 압력 및 500°C의 온도에서 퀴텀 라이스-램스퍼거-카젤("QRRK")을 사용하여 시간에 대한 분자의 조성을 도시하는 그래프이다.

[0047] 도 16은 제2 상태의 입자 형성의 규소 형성, 입자 성장을 도시하는 그래프이다. 상기 그래프와 도 14 및 15와

nm

관련된 상기 수득된 결정값을 조합하여 규소 입자는 초당 대략적으로 10나노미터(s)의 속도로 성장할 수 있다.

[0048] 도 17은 정체 지점(1702)을 갖는 블록(1701)의 채널(1700)의 확대된 횡단면도이다. 이들 지점(1702)은 입수 유동물(여기서, 성장 입자의 농도는 최고이다)을 가로지른다.

[0049] 도 18은 채널(1802)을 함유하는 블록(1800)의 확대된 횡단면도이다. 정체(1804)에 대한 길이는 유동 영역(1806)으로부터 정체 라인(1808)까지의 거리로서 정의된다.

[0050] 도 19는 측면 길이(1902)(예를 들어, "b"), 중심(1903)에 대한 거리(예를 들어, "h") 및 내부 벽 두께(1904)(예를 들어, "t")를 갖는 6각형 구조의 채널(1900)의 확대된 횡단면도이다.

[0051] 도 20은 블록(2000)의 입구 및/또는 출구 벽에서 정사각형 채널(2002)을 둘러싸는 벽(2001)에 대한 가능한 변형을 도시하는 블록(2000)을 도시한다. 2차 제조 작업을 사용하여 입자 성장에 저항하는(예를 들어, 초기 입자 성장을 감소시키는) 실질적으로 날카로운(예를 들어, 칼날형) 뾰족한(tapered) 엣지(2004)를 형성할 수 있다. 블록(2000)이 정사각형 채널 기하학적 구조를 갖는 것으로 도시되지만 임의의 다른 적당한 기하학적 구조는 날카로운 뾰족한 엣지(2004)와 함께 사용될 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 실질적으로 날카로운 뾰족한 엣지(2004)는 단일 단계(예를 들어, 스탬핑 공정 동안에 등)에서 블록(2000)으로 제조될 수 있다.

[0052] 도 21은 150mm의 폭(X 및 Y)을 갖는 예시적 블록(2101)(나타내지 않음) 내에서 발견되는 생산가능한 디자인 파라미터를 나타내는 테이블(2100)이다. 칼럼(2102)은 채널 기하학적 구조를 나타낸다. 칼럼(2104)은 블록(2101)의 내부 벽 두께를 나타낸다. 칼럼(2106)은 블록(2101)의 외부 벽 두께를 나타내고 칼럼(2108)은 칼럼(2102)에 나타낸 채널의 형태를 기초로 블록(2101) 내에 위치할 수 있는 다수의 채널을 나타낸다. 정사각형 채널 구조는 블록(2101)으로 위치하는 최소수의 채널을 유도한다.

[0053] 도 22는 도 21의 블록(2101)의 시스템 수행능에 대해 수득한 블록 데이터를 나타내는 테이블(2200)이다. 칼럼(2202)은 채널 기하학적 구조를 나타낸다. 칼럼(2204)은 상응하는 유동 영역을 나타내고, 칼럼(2206)은 상응하는 기하학적 구조의 죽은 영역(즉, 블록(2101) 내 모든 개구의 총 횡단 영역)을 나타내고, 칼럼(2208)은 횡단 영역(즉, 열을 전달하기 위해 효과적인 영역을 유도하는 효율 효과를 고려한 칼럼(2206)의 총 횡단 영역 부분)의 열 효과를 나타낸다. 도 23과 관련하여 이후에 논의된 수학적 12 및 테이블(2200)의 결과를 조합하여, 6각형 및 원형 구조의 압력 강하는 상대적으로 정사각형 구조 미만이다. 따라서, 정사각형 채널 기하학적 구조의 DRE는 6각형 또는 원형 기하학적 구조에서의 DRE 초과이다.

[0054] 플러그 저항성과 열 효율에 대한 관련 파라미터 값을 계산하기 위한 대표적인 예시적 기계 관독 지침의 흐름도는 도 23 및 24에 나타낸다. 각각의 예에서, 기계 관독 지침은 도 25와 관련하여 하기에 논의된 예시적 프로세서 플랫폼(2500)에서 보여지는 프로세서(2512)와 같은 프로세서에 의해 실행하기 위한 프로그램을 포함한다. 상기 프로그램은 CD-ROM, 플로피 디스크, 하드 드라이브, 디지털 다용도 디스크(DVD), 블루-레이 디스크 또는 프로세서(2512)와 관련된 메모리와 같은 실제 컴퓨터 관독 저장 매체 상에 저장된 소프트웨어에서 구현될 수 있지만, 전체 프로그램 및/또는 이의 일부는 대안적으로 프로세서(2512) 이외의 장치에 의해 실행되고/되거나 펌웨어(firmware) 또는 전용 하드웨어에서 구현된다. 추가로, 상기 예시적 프로그램은 도 23 또는 24에 도시된 흐름도를 참조로 기재되지만, 계산을 수행하는 많은 다른 방법이 대안적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 블록의 실행 정도는 변화될 수 있고/있거나 기재된 블록의 일부는 변화되거나, 제거되거나, 조합될 수 있다.

[0055] 상기 언급된 바와 같이, 도 23 및 24의 예시적 압력은 하드 디스크 드라이브, 플래쉬 메모리, 관독 전용 메모리

(ROM), 콤팩트 디스크(CD), 디지털 다용도 디스크(DVD), 캐쉬, 랜덤-액세스 메모리(RAM) 및/또는 임의의 다른 저장 장치 또는 저장 디스크(여기서, 정보는 임의의 지속 기간 동안(예를 들어, 연장된 시간 동안, 영구적으로, 간략한 경우를 위해, 일시적 버퍼링을 위해 및/또는 정보의 캐싱을 위해) 저장된다)와 같은 실제 컴퓨터 판독가능한 저장 매체 상에 저장된 코드화된 지침(예를 들어, 컴퓨터 및/또는 기계 판독가능한 지침)을 사용하여 수행될 수 있다. 본원에 사용된 바와 같이, 용어 실제 컴퓨터 판독가능한 저장 매체는 명확하게 임의의 유형의 컴퓨터 판독가능한 저장 장치 및/또는 저장 디스크를 포함하고 전파 시그널 및 전송 매체를 배제하도록 한정된다. 본원에 사용된 바와 같은 "실제 컴퓨터 판독가능한 저장 매체" 및 "실제 기계 판독가능한 저장 매체"는 상호교환적으로 사용된다. 추가로 또는 대안적으로, 도 23 및 24의 예시적 공정은 비-전이 컴퓨터 및/또는 하드 디스크 드라이브, 플래쉬 메모리, 판독 전용 메모리, 콤팩트 디스크, 디지털 다용도 디스크, 캐쉬, 랜덤-액세스 메모리 및/또는 임의의 다른 저장 장치 또는 저장 디스크(여기서, 정보는 임의의 지속 기간 동안(예를 들어, 연장된 시간 동안, 영구적으로, 간략한 경우를 위해, 일시적 버퍼링을 위해 및/또는 정보의 캐싱을 위해) 저장된다)와 같은 기계 판독가능한 매체 상에 저장된 코드화된 지침(예를 들어, 컴퓨터 및/또는 기계 판독가능한 지침)을 사용하여 수행될 수 있다. 본원에 사용된 바와 같이, 용어 비-전이 컴퓨터 판독가능한 매체는 명확하게 임의의 유형의 컴퓨터 판독가능한 저장 장치 및/또는 저장 디스크를 포함하고 전파 시그널 및 전송 매체를 배제하도록 한정된다. 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "적어도"가 청구항의 서두에 전이 용어로서 사용되는 경우, 용어 "포함하는"이 개방형(open ended)인 경우와 동일한 방식으로 개방형이다.

[0056] 도 23은 플러그 저항성에 대한 관련 파라미터 값을 계산하기 위해 수행될 수 있는 예시적 공정을 도시하는 흐름도이다. 상기 분석 개시에서, 플러그 저항성은 본 예시의 주요 관심 대상(블록 2300)이다. 그러나, 플러그 저항을 증가시키는 것은 도 24와 관련하여 기재된 열 효율을 증가시키는 방법을 필연적으로 배제하지는 않는다(즉, 2개의 예시적 공정에서 제공된 분석에 의해 생성된 중첩된 결과일 수 있다). 플러그 저항성 목표는 유동 정체 및 압력 차등의 2차 요건에 상응한다. 상기 분석에서 제1 단계는 시스템을 한정하고 관련 수학적 동정함을 포함한다(블록 2302). 본 예시에서, 규소로 과중된 오염 유동물은 연소 챔버 내에서 산화하고 이산화규소, SiO₂를

침전시킨다. 챔버를 통한 평균 유동 속도는 $1.5 \frac{m}{s}$ 이다. 상기 규소 매쓰 유동 속도는 시간당 0.1킬로그램($\frac{kg}{hr}$) 이거나 m³ 시간당 0.9킬로그램의 챔버 농도($\frac{kg}{m^3 hr}$)를 함유한다. 공명 시간은 850°C의 온도에서 1.5초이다.

[0057] 제2 단계는 입자 형성을 계산함을 포함한다(블록 2304). 에어로졸 역동학에 의해 정의된 바와 같은 이론적 입자 형성을 사용하여 시스템을 클로그/플러그하는 시간을 평가하기 위한 기반을 제공한다. 정체 영역 및 정체 지점의 수는 플러그에 대한 시간을 결정하는데 중요하다. 수학적 8, 9 및 11은 미리 한정된 시스템 파라미터 내에서 수행할 채널 구조를 발견하기 위해 사용될 수 있다. 이들 계산은 실질적으로 얇은 벽 및 비교적 높은 유동 영역이 입자 성장을 예방함을 입증한다. 이것은 주로 유동물 내에 존재하는 열 역동학적 부하물로 인한 것이다. 일부 예시에서, 내부 벽 두께는 대략 0.5mm로 제한될 수 있다. 상기 값이 제한 인자로서 추정하는 경우, 외부 벽 및 수력학적 직경은 특정 시스템과 관련하여 한정될 수 있다. 추가로, 입자 성장은 온도와 관련된다. 상기 제시된 바와 같은 시스템 요건 내에서, 온도의 30% 감소는 입자 크기의 10% 감소에 상응할 수 있고, 이는 시스템에 대한 플러그에 저항하기에 충분할 수 있다. 6각형 또는 원형 채널 구조는 유체를 보다 신속하게 냉각시킬 수 있고 이로써 플러그에 대한 이의 저항을 증가시킨다. 개선된 디자인 블록에 대해, 온도의 30% 감소는 도 11의 부분(1108), (1112)(예를 들어, 구역 3 및 4)의 처음 300m 이내에서 일어나야만 한다.

[0058] 수학적 1은 통상적으로 시스템 효율 또는 효과로서 언급된다. T_{Comb}는 연소 챔버 온도이다. T_{입구}는 산화장치에 대한 입구에서의 온도이다. T_{출구}는 산화장치의 출구에서의 온도이다.

[0059] [수학적 1]

$$\varepsilon = \frac{E_{Out}}{E_{In}} = \frac{T_{Comb}-T_{Outlet}}{T_{Comb}-T_{Inlet}} \quad (1) \quad \text{out: 아웃, In: 인, Comb: 조합, Outlet: 출구, Inlet: 입구}$$

[0061] 수학적 2는 시스템이 공칭 상태에서 작동하는데 실패하는 상태에서 플러그의 이론적 개시이다. 유동은, 유동이 이의 공칭 디자인 유동의 50 내지 100% 미만인 경우에 막히는 것으로 고려된다: 수학적 2는 50% 초크 인자(choke factor)를 갖는다. Q_{공칭}은 공칭 디자인 유동이고, m은 매쓰 유동 속도이고, p는 평균 스트림 밀도이다.

[0062] [수학적 2]

[0063] 초크/플러그 = $Q_{\text{공칭}} \leq \frac{Q_{\text{Nominal}}}{2}$ (2) Nominal 공칭

[0064] $Q_{\text{Nominal}} = \dot{m} p U_{\text{Ave}}$ Nominal 공칭

[0065] 수학적 3에 대해, U_{Ave} 는 평균 스트림 속도이고, 여기서, $N_{\text{셀}}$ 은 채널의 수이다.

[0066] [수학적 3]

[0067] $U_{\text{Ave}} = \frac{Q_{\text{Nominal}}}{N_{\text{Cells}} \frac{\pi}{4} D_h^2}$ (3) Nominal: 공칭, Cell: 셀

[0068] 수학적 4는 수력학적 직경, D_h 를 계산한다. 상기 수력학적 직경은 흔히 파이프 또는 도관 유동과 관련하여 사용되고, 여기서, 수력학적 직경과 관련된 레이놀드 수인 레이놀드- D_h 가 계산된다. 이의 기하학적 등가는 튜브 또는 원형 횡단부를 통한 유동을 기초로 한다. 영역_{횡단부}는 횡단 개방 영역이다.

[0069] 둘레_{습윤화된}는 유동물에 노출된 채널의 주변이다.

[0070] [수학적 4]

[0071] $D_h = \frac{4(\text{Area}_{\text{cross-section}})}{\text{Perimeter}_{\text{wetted}}} \Leftrightarrow \bar{D}_h = \sqrt{\frac{4(\text{Area}_{\text{flow}})}{\pi}}$ (4)

[0072] Area_{cross-section}: 영역_{횡단부}, Perimeter_{wetted}: 둘레_{습윤화된}, Area_{flow}: 영역_{유동}

[0073] 수학적 5는 입자 분산성의 기본 형태를 나타내고, 여기서, $E_a [\frac{J}{\text{mol}}]$ 은 활성화 에너지이고, P 는 압력 [Pa]이고, $V_a [\frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}]$ 은 확산을 위한 활성화 용적이다. 기하급수적 증가는 상기 수학적에서 나타낸 바와 같은 압력 및 온도에 의존한다.

[0074] [수학적 5]

[0075] $D_f = D_o e^{\frac{-E_a - PV_a}{RT}}$ (5)

[0076] 수학적 6은 원자 규모 상의 융합의 기본 형태를 나타내고, 여기서, v_p 는 입자 용적이고, σ 는 표면 장력이고, D_f 는 고체 상태 확산성이고, v_0 은 확산 종의 용적이다.

[0077] [수학적 6]

[0078] $\tau_c = \frac{3kTv_p}{64\pi D_f \sigma v_0}$ (6)

[0079] 수학적 7은 나노입자가 라플라스 수학적(Laplace equation)으로부터 경험할 압력 차이를 나타내고, σ 는 표면 장력이고, d_p 는 입자 직경이고, P_i 는 입자의 내부 압력이고, P_a 는 입자의 주위 압력이다.

[0080] [수학적 7]

[0081] $P_i - P_a = \frac{4\sigma}{d_p}$ (7)

[0082] 수학적 5, 6 및 7을 조합하여, 융합 시간에 대한 일반 형태가 취득된다. 수학적 8은 입자 성장/형성을 위한 근

거이다. d_p 는 입자 직경[m]이다. k_0 는 산소 대 식염수 몰비 $\frac{J}{mol K}$]이다. T 는 대기 온도[K]이다. D_0 은 에어로

졸 확산성 상수 $\frac{cm^2}{s}$]의 영역이다. v_0 은 산소 기반의 용적[cm^3]이다. λ 는 산소 음이온 용적[cm^3]이다. Σ 는 표

면 장력 $\frac{J}{m^2}$]이다. E_a 는 활성화 에너지 $\frac{J}{molecule}$ molecule: 분자]이다. V_a 는 몰 용적 $\frac{cm^3}{mol}$]이다. P_a 는

대기 압력이다. 발생하는 반응과 관련된 활성화 에너지 뿐만 아니라 공급원에 의존하여 λ 및 k_0 에 대해 다양한 값이 있다. 본 예시에서의 분석으로부터, 0.03nm의 입자 크기에 대한 용합 시간은 1.5초이고, 이것은 상기 시스템 사이클 시간 내에 입자가 평균 직경 0.03nm로 스트림 내에 형성될 수 있음을 의미한다. 상기 데이터는 전형적인 산화장치가 입자 성장을 증식시키기에 충분한 공명 시간을 가질 것임을 시사한다. 입자가 용합한 후, 이것은 기하급수적으로 성장한다. 상기 용합 지점은 도 17에 나타난 정체 지점과 서로 관련된다. $t_f=0.5$ 초 및 $t_r=1.5$ 초에서 정체 영역 또는 동력학적 힘을 고려하는 것 없이 QRRK 이론과 선형 내삽법을 조합하여, 평균 폭이 1.9mm인 채널이 플러그를 형성하는데 대략적으로 하루 걸린다.

[0083] [수학식 8]

$$\tau_c = \frac{d_p^3 k_0 T}{128 D_0 \lambda \sigma v_0} e^{\left[\frac{E_a + V_a \left(P_a + \frac{4\sigma}{d_p} \right)}{k_0 T} \right]} \quad (8)$$

[0084]

[0085] 수학식 9는 정체 영역 A_{stag} 을 나타내고, 이는 채널/구조가 차지하는 전체 영역 $A_{전체}$ 및 채널을 통해 이동하는 유동물의 영역 A_{hyd} 과 관련된다.

[0086] [수학식 9]

$$A_{stag} = A_{Total} - A_{Hyd} \quad (9)$$

[0087]

[0088] 수학식 10은 수력학적 유동물의 옛지로부터 정체 라인까지의 평균 길이를 나타낸다. 상기 값은 상이한 디자인과 함께 다양하다. 수학적 배치 최적화는 6개 측면과 접촉하는 원형의 배치를 선호한다. 이러한 배치는 6개 접촉 지점을 갖는 원형 구조에 상응한다.

[0089] [수학식 10]

$$\bar{L}_{stag} = \frac{1}{b-a} \int_a^b y(x) dx \quad (10)$$

[0090]

[0091] 제3 단계는 플러그에 대한 시간을 계산함을 포함한다(블록 2306). 수학식 11은 시스템에 대한 플러그 시간을 평가하기 위한 한가지 형태를 나타내고, k 는 플러그에 대한 사전 데이터를 맵핑하기 위한 시스템 상호관련 인자이다. P_{stag} 는 정체 지점에 대한 값이다. $\rho_{공기}$ 는 공기 밀도이다. μ 는 공기의 동력학적 속도이다. V 는 연소 베드 속도이다. t_r 은 체류 시간이다. ρ_{si} 는 챔버 내 규소 밀도이다. 상기 수학식을 유효하게 하기 위해, A_{stag} 는 $A_{수력학적}$ 미만이어야 한다. 정체 A_{stag} 영역은 채널에 대한 유동물의 영역 미만이다.

[0092] [수학식 11]

$$\bar{t}_{플러그} = \kappa \frac{\pi D_h^2}{4 A_{stag}} \left(\frac{\rho_{Air} V^2}{\mu} \right) e^{\frac{-100 t_f^2 \rho_{Si}}{\kappa P_{stag} \rho_{Air}}} \quad (11)$$

[0093]

[0094] $k=30s^2$, $L(\text{정사각형})=0.48\text{mm}$, $L(\text{hex})=0.34\text{mm}$, $L(\text{원형})=0.34\text{mm}$, $A_{\text{stag}}(\text{정사각형})=3.15\text{mm}^2$, $A_{\text{stag}}(\text{hex})=2.73\text{mm}^2$, $A_{\text{stag}}(\text{cir})=2.73\text{mm}^2$, $D_h=2.9\text{mm}$, 내부 벽 두께 $=0.5\text{mm}$, $P_{\text{stag}}(\text{정사각형})=4$, $P_{\text{stag}}(\text{hex})=6$, $P_{\text{stag}}(\text{원형 시나리오 1})=8$, $P_{\text{stag}}(\text{원형 시나리오 2})=5$, 동력학적 인자(m) $=0.221$, 원형에 대한 $L_{\text{ave}}=0.385\text{mm}$ 및 다른 것에 대한 $L_{\text{ave}}=0.5\text{mm}$ 인 예시에 대해, 정사각형 구조에 대한 플러깅 시간은 5.2개월이다. 6각형 구조에 대한 플러깅 시간, 원형 시나리오 1 및 원형 시나리오 2는 각각 6.0, 6.1 및 5.98 개월이다.

[0095] 8각형 구조는 6각형 구조보다 오랜 시간 동안 플러깅에 저항할 수 있고 또한 스트림으로의 증가된 열 전달을 가질 수 있다. 8각형 구조에 대한 제조 비용은 6각형 블록보다 클 수 있다. 그러나, 8각형 블록은 여전히 바람직한 구조일 수 있다. 무한-단서로서 언급되는 인자는, 원형 시나리오 2에서 나타난 바와 같이, 6각형 구조보다 일찍이 실패할 원형 구조를 유발할 수 있다. 다각형 측면이 내부 벽 두께 정도상에 있는 경우, 오염물 농도가 시스템 관용성 수준 이상인 경우, 무한 단서가 적용될 것이다. 상기 조건은 무한 지점의 수에서 입자 성장을 촉진하고 각각은 기하급수적 성장 속도를 갖는다.

[0096] 수학식 11은 상기 정사각형 구조가 6각형 또는 원형 구조보다 비교적 일찍이 플러깅할 수 있음을 설명한다. 일부 원형 구조는 원형 돌레와 유동물의 경계 층 사이의 무한한 유니온 세트가 있기 때문에 6각형 구조와 비교하여 비교적 짧은 시간에 클로그를 형성할 수 있다. 동력학적 부하가 충분하고 무한 단서가 기울기로부터 벗어나는 경우, 시나리오 1에서 원형 구조는 최대양의 시간 동안 플러깅이 일어나지 않은 채로 있다. 블록(2308), (2310), (2312), (2314)은 수학식 11의 k 인자가 어떻게 반복적으로 해결되어야만 하는지를 설명한다.

[0097] 제4 단계는 2차 파라미터를 계산함을 포함한다(블록 2316). 2차 파라미터는 열 대류, 유동 정체, 압력 차등 및/또는 파괴 제거 효율(DRE)을 포함한다. 수학식 10으로부터 정체 길이 또는 영역이 너무 크다면, 2차 파라미터 일부 또는 전부는 덜-선호적인 값을 가질 수 있다. L_{stag} 가 초기 입자 크기에 근접할 수록, 상기 시스템은 플러깅 없이 보다 오래 수행한다. 상기 내부 벽 두께의 감소는 압력 차등 및 정체 영역을 감소시킬 것이다. 블록을 제조할 공정 도구 및 제조 공정이 올바르게 디자인되는 경우, 상기 DRE는 또한 감소될 수 있다. 정체 평균 길이는 내부 벽 두께와 관련될 수 있고, 이는 이어서 수력학적 직경에 관련될 수 있다. 상기 내부 벽과 수력학적 직경 간의 비율은 시스템의 압력 상실에 영향을 미친다.

[0098] 압력 차등은 베르누이 수학식(Bernoulli's equation) 12를 사용하여 계산될 수 있다. 압력 상실과 열 전도 사이의 균형은 부분적으로 수학식 24로 실현될 수 있다.

[0099] [수학식 24]

[0100]
$$\frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{u^2}{2} + \frac{P}{\rho} + gz = f(t) \quad (12)$$

[0101] 현재 제조 기술을 사용하여, 예시적인 디자인 파라미터는 도 22의 테이블 2200에서 나타난 것들과 유사하다. 이들 예시적 디자인 파라미터는 도 22의 테이블 2200에 나타난 값을 산출한다. 도 22의 테이블 2200에 나타난 바와 같이 정상 상태에서 수학식 12를 사용하여, 압력 강하는 유동 영역이 보다 크기 때문에 바람직한 어느 하나의 디자인에서 도 6의 기준선 예시와 관련하여 감소된다. 유사한 시스템 효율을 동일시하여, DRE는 또한 6각형 또는 원형 구조에서는 덜할 것이다.

[0102] 도 2, 5 및 19와 관련하여 나타내고 기재된 것들과 같지만 이에 제한되지 않는 다른 구조적 변형을 또한 사용하여 플러그 저항성을 개선시킬 수 있다. 상기 언급된 바와 같이, 수학식 11에서 카파 인자, κ 는 반복에 의해 밝혀졌다(블록 2308-2314). 상기 인자는 의존적 시스템이고 온도, 압력, 미립자 농도 및 다른 변수와 같은 시스템 공정 변수와 관련하여 다양할 것이다.

[0103] 상기 인자, 비율 및 구조적 디자인은 시스템 파라미터 및/또는 현재 생산 능력에 의존한다. 고려하기 위한 한가지 추가의 인자는 제조 비용이다. 물질 및 다이 비용 등은 다른 것에 비해 한가지 유형의 구조가 이룰 수 있다. 이들 인자를 고려하여, 6각형 구조는 바람직한 디자인일 수 있다. 따라서, 다수의 채널 구조는 외형이 6각형이다. 상기 예시에서 블록 구조는 플러깅 저항에 충족하고 DRE 및 압력 강하 둘다를 감소시킨다. 이들 인자 및 결과가 결정되면, 새로운 파라미터 및/또는 변수로 또 다른 분석을 진행할지 여부를 결정할 수 있다(블록

2318).

[0104] 도 24는 개선된 열 효율을 달성하기 위한 관련 값을 계산하기 위해 수행될 수 있는 또 다른 예시적 공정을 도시하는 또 다른 흐름도이다(블록 2400). 시스템 효율은 상기 예시 또는 시스템 요건의 1차 목표이다. 도 23과 함께 언급된 바와 같이, 상기 분석 목표 및 결과는 플러그 저항의 목표를 반드시 배제하지는 않는다(예를 들어, 분석 둘다는 중첩된 결과를 가질 수 있다).

[0105] 시스템 복잡성의 양분은 수학적 식 5에 의해 예시된다. 시스템의 효율을 개선시키기 위해, 에너지 아웃(energy out), E_{out} 은 최대화되어야만 하고, 상기 시스템의 전체 에너지, E_{in} 은 최소화된다. 어느 경우에서도 매체로부터 공기 스트림으로의 열 전달은 중요하다. 예를 들어, 매체와 공기 스트림 간에 어떠한 열 전달이 없는 경우, 목적하는 온도로 스트림을 상승 가열하도록 버너가 보충해야만 한다. 따라서, 스트림으로부터 출입하는 에너지를 최대화하는 것은 버너의 사용을 덜어주도록 하고 따라서 시스템 효율을 증가시킨다. 이러한 고려를 근거로 하여, 수학적 식의 제1 세트가 정의되어야만 한다(블록 2402).

[0106] 수학적 식 13은 블록으로 전달되고 이로부터 전달되는 에너지를 포함하는 공기 스트림 내에 함유된 에너지를 나타낸다.

[0107] [수학적 식 13]

[0108]
$$\bar{q}_{Air} = \dot{m}_{Air} C_p (T_{Air} - T_{\infty})$$
 Air: 공기

[0109] 수학적 식 14는 블록에서의 에너지를 나타낸다. 블록 온도가 공기 온도에 도달하는 경우, 어떠한 에너지도 전달되지 않음을 주지한다. 900°C 주변의 고온 연소 구역은 블록의 상부 750mm에 영향을 미치고, 공칭 열 전도도 값은

대략적으로 $2 \frac{W}{mK}$ 이고 사이클 시간은 60초이다. 이것은 스트림에 가용한 열이 블록의 상부 600mm 이내의 챔버 온도와 관련하여 상대적으로 일치함을 의미한다.

[0110] [수학적 식 14]

[0111]
$$\bar{q}_{Block} = k_{Block} L (T_{Air} - T_{Block})$$
 (14) Block 블록, Air 공기,

[0112] 수학적 식 15는 블록으로의 열 전달 또는 이로부터의 열 전달을 나타낸다. 블록으로 또는 이로부터의 평균 열 전달은 평균 열 대류 계수, "접촉" 표면적, 블록 온도 및 유체 온도에 의해 계산된다. 접촉 표면적, A_{Surf} 은 실제 습윤화된 표면적이다.

[0113] [수학적 식 15]

[0114]
$$q_{Trans} = h_{Ave} A_{Surf} (T_{Wall} - T_{Fluid})$$
 (15) wall: 벽, Fluid: 유체

[0115] 공기로의 에너지가 최대화될 수 있는 많은 시나리오가 있지만, 본 예시는 블록의 매쓰에 중점된다. 본 예시는 사이클 시간 60초 및 D_h 2.9mm를 고려하고 벽의 평균 두께는 0.5mm이다. 본 예시를 위해, 베드 높이는 1.2m 및 1.5m이다. 초기 조건은 시스템 작동 조건에 대한 평균 값을 한정하는 것을 도와줄 수 있다. 상기 블록 디자인은 시스템 및/또는 작동 고려 사항에 따라 조정될 수 있다. 본 예시는 정사각형, 6각형 및 원형을 포함하는 3개의 채널 형태를 고려한다.

[0116] 일시적 열적 대류 열 전달 수학적 식인 수학적 식 16은 사이클 시간이 증가함에 따라 보다 많은 열이 공급원에 흡수되거나 주어짐을 입증하고 이는 보다 낮은 시스템 효율을 유도한다(블록 2404). 상기 수학적 식을 풀이하는데 있어서의 어려움으로 인해, 본 예시는 최적화를 위한 단순한 대략값을 고려한다.

[0117] [수학적 식 16]

[0118]
$$\nabla^2 T + \frac{\dot{q}}{k} = \frac{\rho c_p}{k} \frac{\partial T}{\partial t}$$
 (16)

[0119] 이어서, 안정 상태의 열 대류 계수 \bar{h} 가 계산되어야만 한다(블록 2406). 수학식 17은 전형적인 산화 시스템을 해결하기 위한 실제 열적 대류 열 전달 수학적식을 나타낸다. 하기된 일정한 열 플럭스 시나리오는 일반적으로 전형적인 열 산화장치(여기서 일정한 열 공급원은 버너이다)에 존재하지 않음을 주지한다. 그러나, 상기 수학적식은 다양한 디자인의 단순한 비교에 유용하다.

[0120] [수학적식 17]

$$\bar{h} = \frac{1}{4l} \frac{c_a N u k_f}{\sqrt{1-\rho_{Cell}}} \left(1 - \frac{c_n c_w t}{l} + 2c_n n \sqrt{\frac{2k_{st}\sqrt{1-\rho_{Cell}}}{c_a N u k_f l}} \operatorname{Tanh} \left[\frac{c_H H}{2l} \sqrt{\frac{c_a N u k_f l}{2k_{st}\sqrt{1-\rho_{Cell}}}} \right] \right) \quad (17)$$

[0121]

[0122] Cell: 셀

[0123] 평균 열 대류 계수는 c_a , c_n , c_w , N , l , 및 ρ_{Cell} 을 포함하는 채널 형태 인자를 함유한다. 이것은 또한 유체 및 고체의 누슬트 수(Nussult's number), Nu 및 열 전도도에 의존한다. 3개의 채널 형태에 대한 상기 수학적식을 풀어서 원형 구조가 최고 열 전달을 가짐을 입증한다. 베드 높이는 0.6m 초과이고 열 전달은 보다 크기 때문에, 블록은 스트림으로 또는 이로부터의 보다 많은 열을 전달한다. 상기 열 전달은 출구 온도를 감소시켜 전체 시스템 효율을 증가시킨다. 잘 배치된 원형 채널 구조는 보다 많은 매스를 갖는다.

[0124] 다음 단계는 채널(블록 2408)에 대한 습윤화된 그리고 점령된 영역을 계산함을 포함한다. 수학식 18, 19 및 20은 수력학적 직경과 관련하여 채널 구조의 습윤화된 영역에 대한 계산을 나타낸다. 상기 습윤화된 영역은 채널의 표면적(즉, 전체 개방 영역)이다.

[0125] [수학적식 18]

$$A_{\text{습윤화된 정사각형}} = D_h^2 \quad (18)$$

[0126]

[0127] [수학적식 19]

$$A_{\text{습윤화된 6각형}} = \frac{\sqrt{3}}{2} D_h^2 \quad (19)$$

[0128]

[0129] [수학적식 20]

$$A_{\text{습윤화된 원형}} = \frac{\pi}{4} D_h^2 \quad (20)$$

[0130]

[0131] 수학식 21, 22 및 23은 채널 구조가 수력학적 직경과 관련하여 점령한 영역(채널의 점령된 영역)을 나타낸다.

[0132] [수학적식 21]

$$A_{\text{점령된 정사각형}} = (D_h + t)^2 \quad (21)$$

[0133]

[0134] [수학적식 22]

$$A_{\text{점령된 6각형}} = \frac{\sqrt{3}}{2} (D_h + t)^2 \quad (22)$$

[0135]

[0136] [수학적식 23]

$$A_{\text{점령된 원형}} = \frac{\pi}{4} (D_h + t)^2 \quad (23)$$

[0137]

[0138] 원형 채널 구조에 대해 고도로 효율적인 배치는 6개 측면에 접촉하여, 원형 구조의 점령된 영역이 실질적으로 6

$$\frac{D_H}{t_{innerwall}} \sim 3.47 - 19.48$$

(innerwall: 내부 벽)의 비율로 상당히 우수하게 수행한다. 플러그 저항을 위 한 상기 비율은 6.47 내지 16.48인 것이 추가로 바람직하고, 9.58 내지 13.83인 것이 특히 바람직하다. 오염물 의 밀도가 증가함에 따라, 수력학적 직경이 또한 증가한다. 수력학적 직경은 $t_{벽}$ 보다 훨씬 크기 때문에, 어떠한 정제 효과가 만연되어 있지 않다. 개방 영역이 비교적 크게되는 경우, 블록은 열 효과를 감소시킬 수 있다. 2차 시스템 요건은 시스템 요건에 의해 요구되는 만큼 적용될 수 있다. 2개 비율의 내성 범위는 현재 제조 기술 및 물질 선택으로부터 비롯된다.

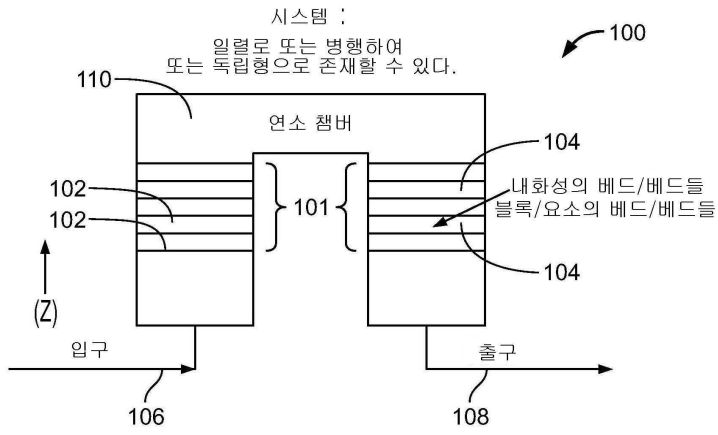
- [0149] 도 25는 도 23 및 24의 지시를 수행할 수 있는 예시적 프로세서 플랫폼(2500)의 블록 다이어그램이다. 상기 프 로세서 플랫폼(2500)은, 예를 들어, 서버, 퍼스널 컴퓨터, 이동 장치(예를 들어, 셀 폰, 스마트 폰, 태블릿, 예 를 들어, iPad™), 퍼스널 디지털 보조장치(PDA), 인터넷 응용장치, DVD 플레이어, CD 플레이어, 디지털 비디오 레코더, 블루-레이 플레이어, 게이밍 콘솔, 퍼스널 비디오 레코더, 셋 톱 박스, 또는 임의의 다른 유형의 컴퓨 터 사용 장치일 수 있다.
- [0150] 도해된 예시의 프로세서 플랫폼(2500)은 프로세서(2512)를 포함한다. 도해된 예시의 프로세서(2512)는 하드웨어 이다. 예를 들어, 프로세서(2512)는 하나 이상의 통합 회로, 논리 회로, 마이크로프로세서 또는 임의의 목적하 는 계열 또는 제조업체로부터 기원하는 컨트롤러에 의해 수행될 수 있다.
- [0151] 도해된 예시의 프로세서(2512)는 국소 메모리(2513)(예를 들어, 캐쉬)를 포함한다. 도해된 예시의 프로세서 (2512)는 휘발성 메모리(2514) 및 버스(2518)를 통한 비-휘발성 메모리(2516)를 포함하는 메인 메모리와 소통한 다. 휘발성 메모리(2514)는 동조 동력학적 랜덤 액세스 메모리(Synchronous Dynamic Random Access Memory)(SDRAM), 동력학적 랜덤 액세스 메모리(DRAM), RAMBUS 동력학적 랜덤 액세스 메모리(RDRAM) 및/또는 임 의의 다른 유형의 랜덤 액세스 메모리 장치에 의해 수행될 수 있다. 비-휘발성 메모리(2516)는 플래쉬 메모리 및/또는 임의의 다른 목적하는 유형의 메모리 장치에 의해 수행될 수 있다. 메인 메모리(2514)(2516)에 대한 액 세스는 메모리 컨트롤러에 의해 통제된다.
- [0152] 도해된 예시의 프로세서 플랫폼(2500)은 또한 인터페이스 회로(2520)를 포함한다. 상기 인터페이스 회로(2520) 는 에터넷 인터페이스(Ethernet interface), 유니버설 시리얼 버스(universal serial bus)(USB), 및/또는 PCI 익스프레스 인터페이스와 같은 임의의 유형의 인터페이스 표준에 의해 수행될 수 있다.
- [0153] 도해된 예시에서, 하나 이상의 입력 장치(2522)는 인터페이스 회로(2520)에 연결된다. 입력 장치(들)(2522)는 사용자가 데이터 및 명령을 프로세서(2512)에 입력하도록 한다. 상기 입력 장치(들)는 예를 들어, 오디오 센서 (audio sensor), 마이크로폰, 카메라(스틸 또는 비디오), 키보드, 버튼, 마우스, 터치스크린, 트랙-패드, 트랙 볼, 이소포인트(isopoint) 및/또는 음성 인지 시스템에 의해 수행될 수 있다.
- [0154] 하나 이상의 출력 장치(2524)는 또한 도해된 예시의 인터페이스 회로(2520)에 연결된다. 출력 장치(2524)는 예 를 들어, 디스플레이 장치(예를 들어, 발광 다이오드(LED), 유기 발광 다이오드(OLED), 액정 디스플레이, 캐소 드 레이 튜브 디스플레이(CRT), 터치스크린, 촉각 출력 장치, 발광 다이오드(LED), 프린터 및/또는 스피커)에 의해 수행될 수 있다. 따라서, 도해된 예시의 인터페이스 회로(2520)는 전형적으로 그래픽 드라이버 카드를 포 함한다.
- [0155] 도해된 예시의 인터페이스 회로(2520)는 또한 네트워크(2526)(예를 들어, 에터넷 연결, 디지털 가입자 라인 (DSL), 전화선, 동축 케이블, 셀룰러 텔리폰 시스템 등)을 통한 외부 기기(예를 들어, 임의의 종류의 컴퓨터 사 용 장치)와 데이터의 교환을 촉진시키기 위해 또한 트랜스미터, 리시버, 트랜스시버, 모뎀 및/또는 네트워크 인 터페이스 카드와 같은 교통 장치를 포함한다.
- [0156] 도해된 예시의 프로세서 플랫폼(2500)은 또한 소프트웨어 및/또는 데이터를 저장하기 위한 하나 이상의 매쓰 저 장 장치(2528)를 포함한다. 상기 매쓰 저장 장치(2528)의 예는 플로피 디스크 드라이브, 하드 드라이브 디스크, 콤팩트 디스크 드라이브, 블루-레이 디스크 드라이브, RAID 시스템 및 디지털 다용도 디스크(DVD) 드라이브를 포함한다.
- [0157] 도 23 및 24의 코드화된 지침(2532)은 매쓰 저장 장치(2528)에서, 다용도 메모리(2514)에서, 비-휘발성 메모리 (2516)에서 및/또는 CD 또는 DVD와 같은 제거가능한 감지가능한 컴퓨터 관독가능한 저장 매체 상에 저장될 수 있다.
- [0158] 도 26은 도 23 및/또는 24의 예시적 프로세스를 수행하는 도 25의 예시적 프로세서 플랫폼(2500)의 출력 장치

상에 나타낸 출력 데이터를 나타내는 테이블(2600)을 도시한다. 출력 테이블(2600)은 칼럼(2602) 또는 임의의 다른 관련 파라미터에서 다수의 다양한 Dh/t 비율을 나타낼 수 있다. 칼럼(2604)은 각각의 구성에 대해 상응하는 열 효율을 나타낼 수 있다. 칼럼(2606)은 플러깅에 대한 계산된 시간과 같은 또 다른 파라미터를 나타낼 수 있다. 또 다른 칼럼(2608)은 블록의 중량을 나타낼 수 있다. 상기 출력 테이블(2600)은 블록 파라미터의 다수의 결과를 동시에 나타낼 수 있다.

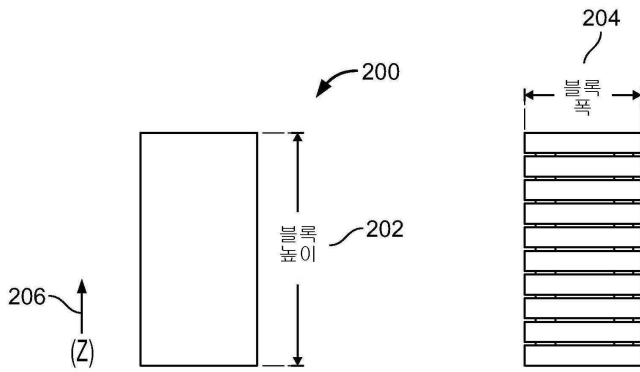
- [0159] 테이블(2600)의 출력 데이터 또는 출력 파라미터는 Dh/t 비율, 열 효율, 플러그 저항 및 블록의 중량을 포함하지만 이에 제한되지 않는 인자들을 고려하는 응용장치에 대한 블록을 제조하기 위해 사용될 수 있다. 이들 인자가 고려되면, 테이블(2600), 테이블(2100) 및/또는 테이블(2200)의 출력을 사용하여 상응하는 차원을 갖는 블록을 제조할 수 있다. 일부 예시에서, 블록의 제조는 목적하는 공기 유동, 외부 차원, 허용가능한 직경 차원 범위 등과 같은 다양한 입력 파라미터가 수용된 후 일어난다. 일부 예시에서, 출력 테이블(2600)로부터 비롯되는 출력 파라미터를 사용하여(예를 들어, 입력 파라미터와 연계하여) 응용장치의 기능을 위해 적당한 기하학적 차원을 갖는 압출 기구를 위한 압형을 생성시킬 수 있다. 특히, 테이블(2600)로부터 산출 파라미터(예를 들어, 최적 세트의 파라미터)는 압형을 생성하고/하거나 블록을 연마하기 위해 컴퓨터 수치 조절(CNC) 연마 장치에 제공될 수 있다. 다른 예시에서, 산출 파라미터는 자동화 공정을 통해 3-D 프린팅 기기에 제공하여 블록 또는 상기 블록을 제조하기 위해 필요한 압형을 생성하기 위해 필요한 도구 및/또는 부품을 만들 수 있다. 다른 예시에서, 산출 파라미터는 부가적 제조 기구에 제공하여 블록 및/또는 블록을 제조하기 위한 압형을 만든다. 다른 예시에서, 산출 파라미터는 블록을 생성하기 위해 기계 제작 기술자에게 제공된다.
- [0160] 특정 예시적 제조 방법, 장치 및 제품이 본원에 기재되었지만, 상기 특허의 보호 범위는 이에 제한되지 않는다. 반대로, 상기 특허는 본 특허청구범위 내에 속하는 모든 제조 방법, 장치 및 제품을 포괄한다.
- [0161] 실시예
- [0162] 도 27a는 Dh가 2.5 내지 2.8mm 범위이고 평균 최소 거리가 0.3 내지 1.0mm인 또 다른 예시적 블록의 횡단면도이다.
- [0163] 도 27b는 Dh가 2.8 내지 3.0mm 범위이고 평균 최소 거리가 0.3 내지 1.0mm인 또 다른 예시적 블록의 횡단면도이다.
- [0164] 도 27c는 Dh가 2.2 내지 2.5mm 범위이고 평균 최소 거리가 0.3 내지 1.0mm인 또 다른 예시적 블록의 횡단면도이다.
- [0165] 도 27d는 Dh가 1.1 내지 2.2mm 범위이고 평균 최소 거리가 0.3 내지 1.0mm인 또 다른 예시적 블록의 횡단면도이다.
- [0166] 도 27e는 Dh가 0.5 내지 1.1mm 범위이고 평균 최소 거리가 0.3 내지 1.0mm인 또 다른 예시적 블록의 횡단면도이다.
- [0167] 도 27f는 Dh가 3.0 내지 6.0mm 범위이고 평균 최소 거리가 0.3 내지 2.0mm인 또 다른 예시적 블록의 횡단면도이다.
- [0168] 도 27g는 Dh가 2.6 내지 3.4mm 범위이고 평균 최소 거리가 0.3 내지 1.0mm인 또 다른 예시적 블록의 횡단면도이다.
- [0169] 도 27h는 Dh가 2.1 내지 2.6mm 범위이고 평균 최소 거리가 0.3 내지 1.0mm인 또 다른 예시적 블록의 횡단면도이다.
- [0170] 도 27i는 Dh가 3.4 내지 6.0mm 범위이고 평균 최소 거리가 0.3 내지 2.0mm인 또 다른 예시적 블록의 횡단면도이다.

도면

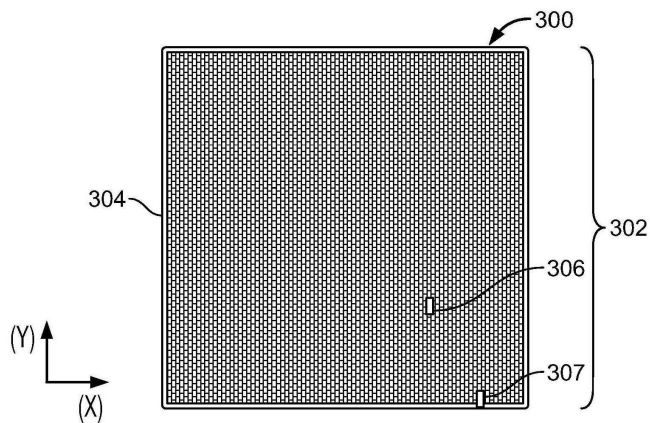
도면1



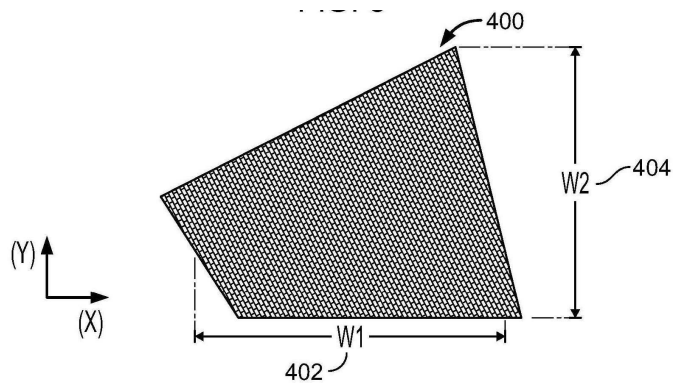
도면2



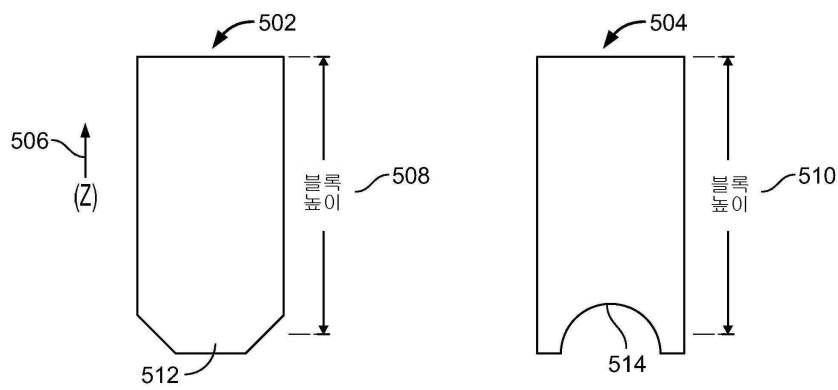
도면3



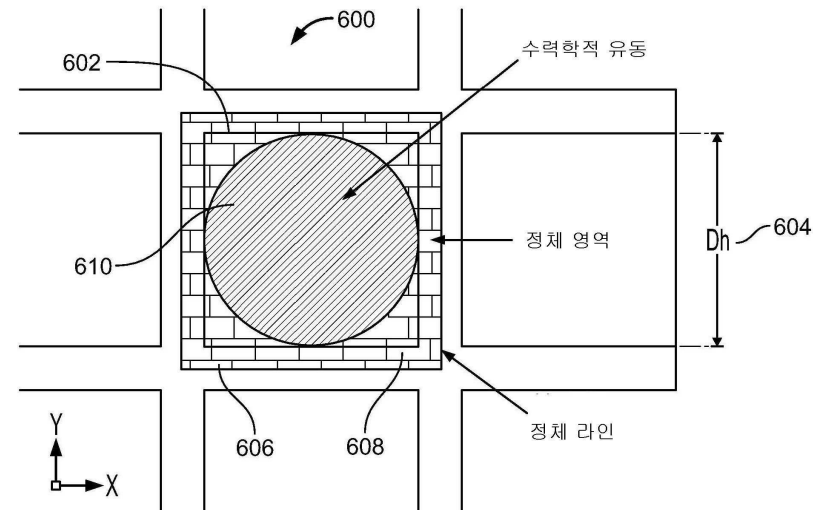
도면4



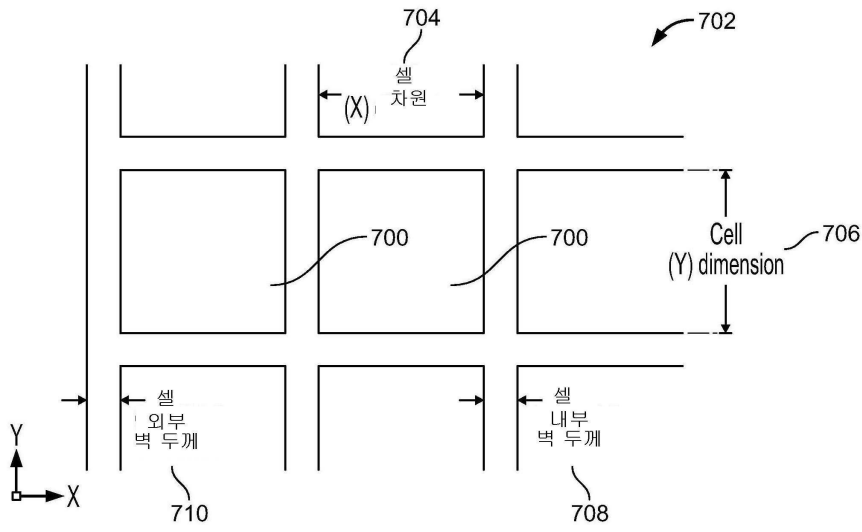
도면5



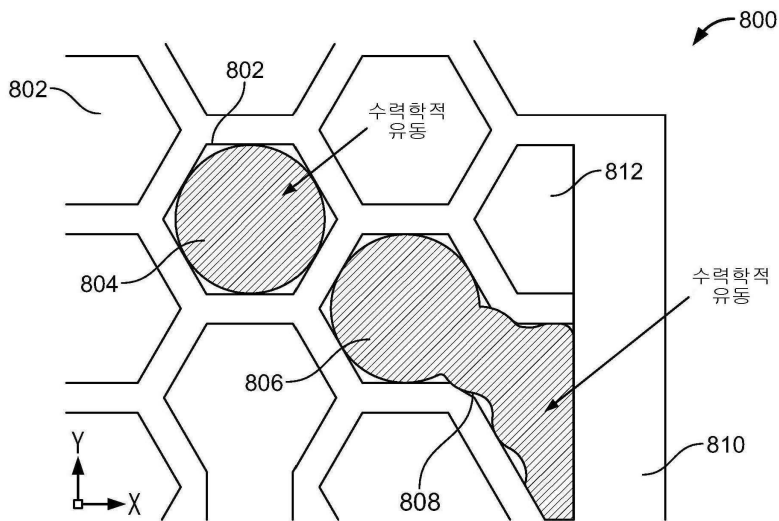
도면6



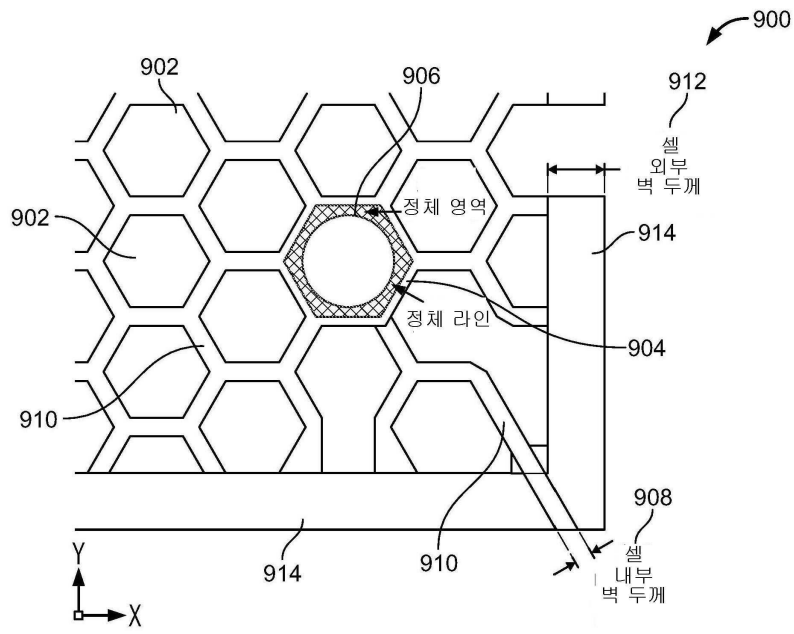
도면7



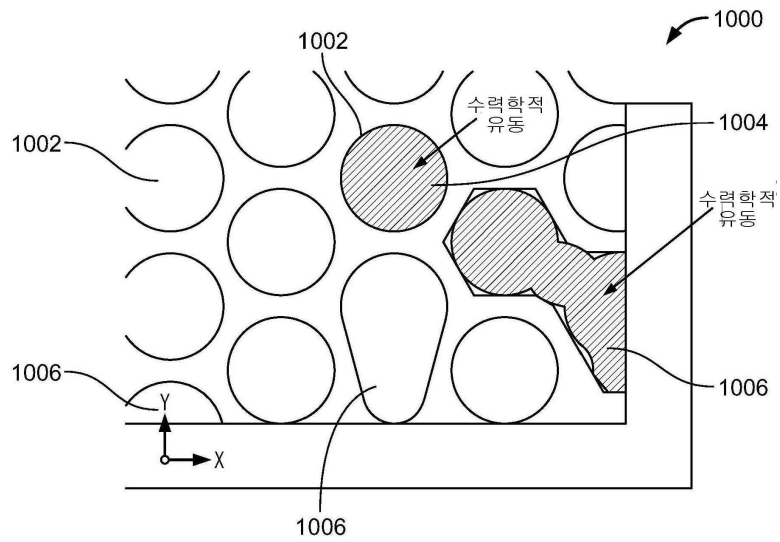
도면8



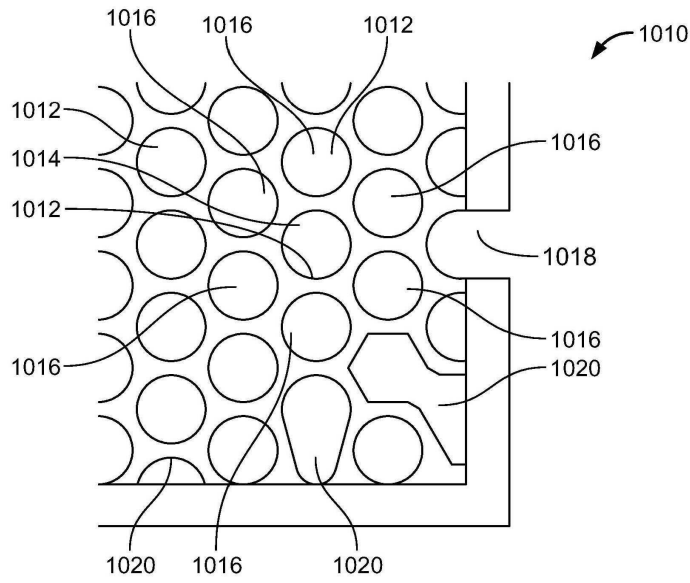
도면9



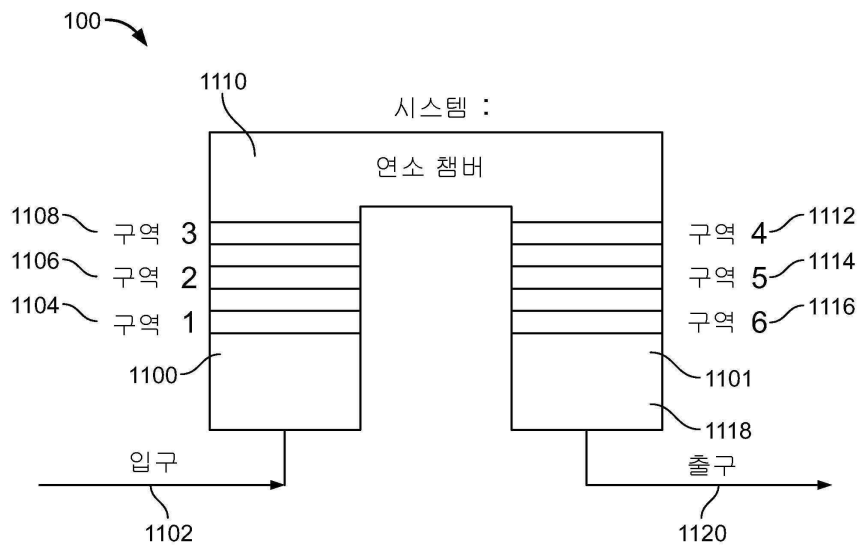
도면10a



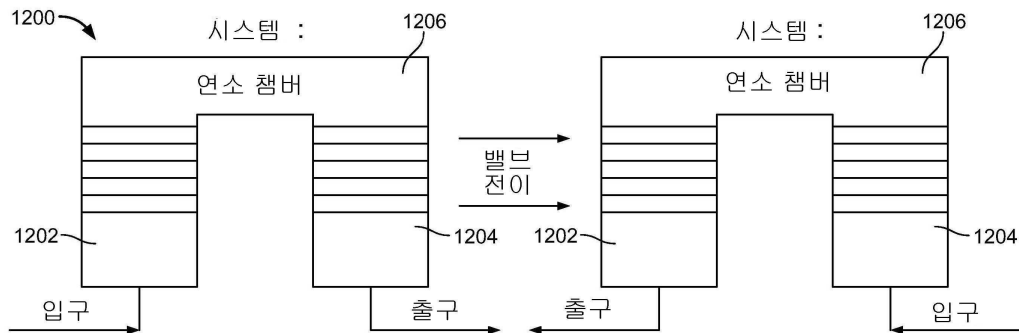
도면10b



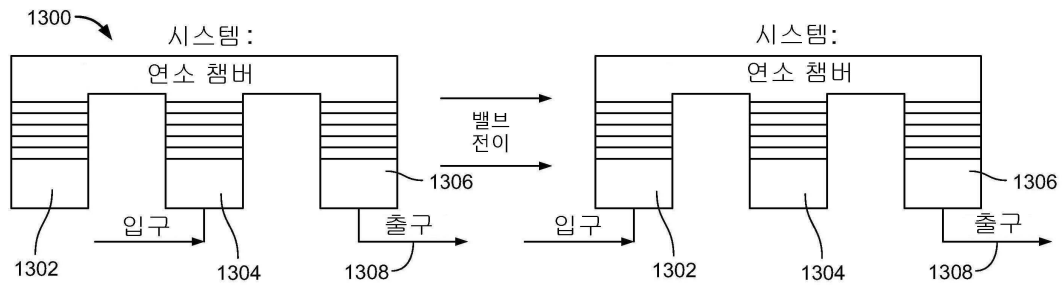
도면11



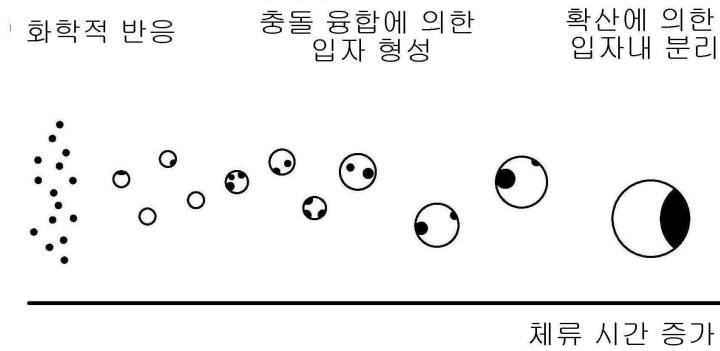
도면12



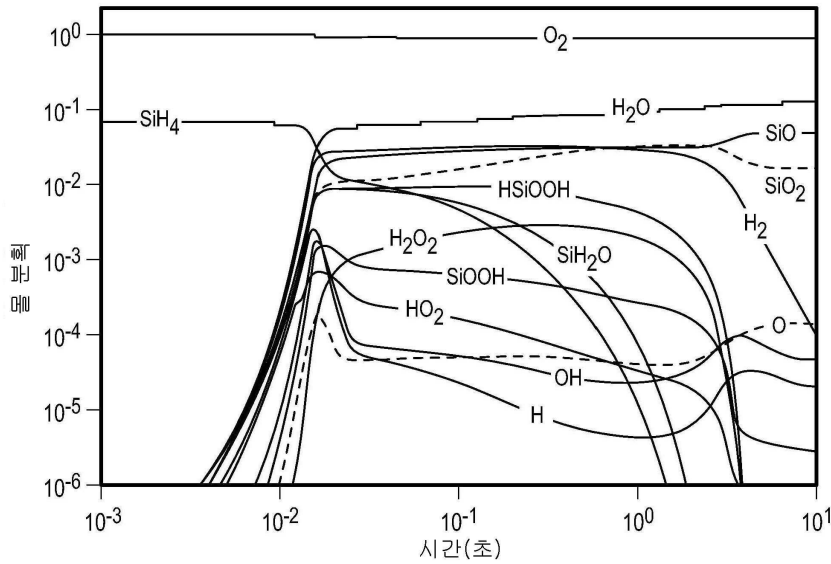
도면13



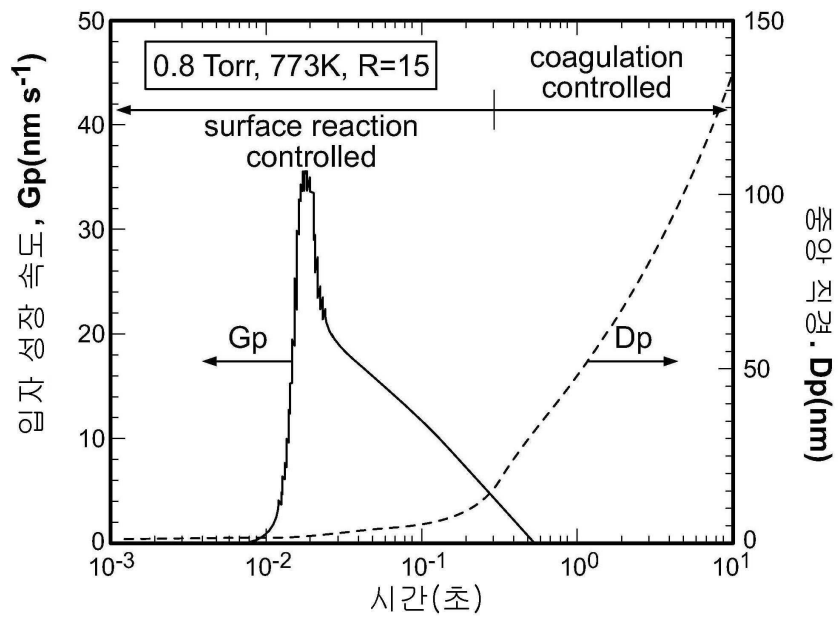
도면14



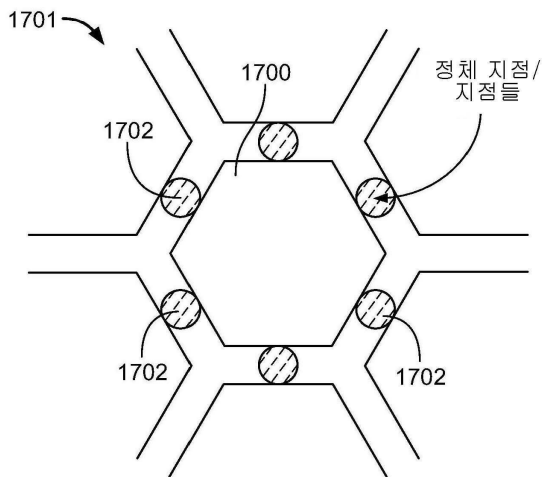
도면15



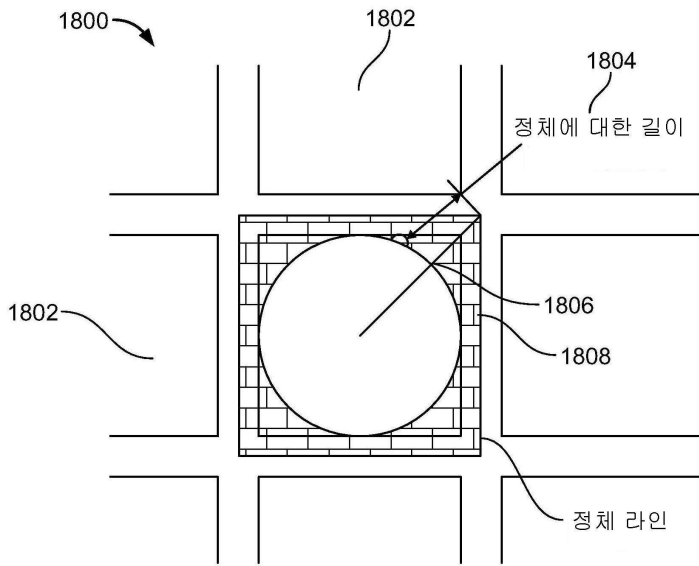
도면16



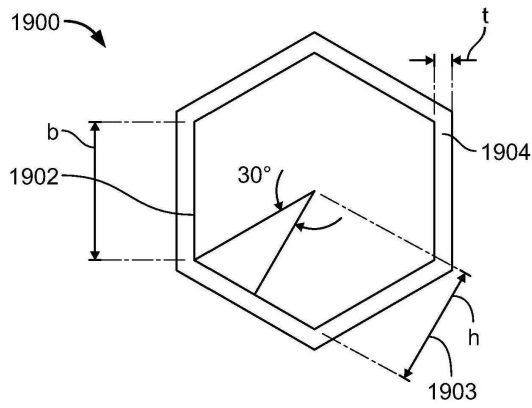
도면17



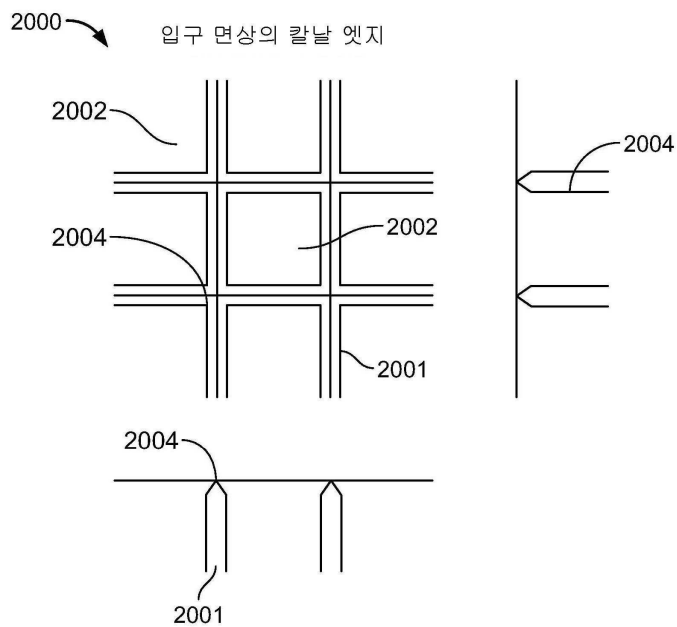
도면18



도면19



도면20



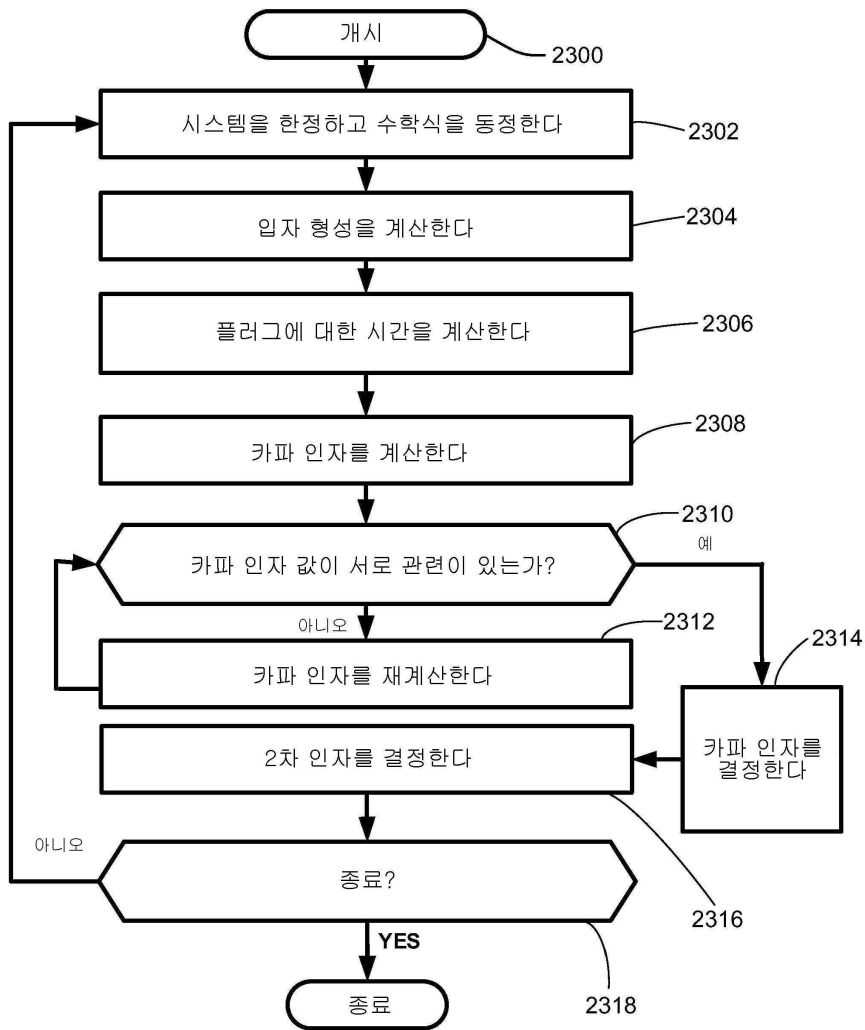
도면21

셀 구조	내부 벽 두께 [mm]	외부 벽 두께 [mm]	셀 수
정사각형	0.5	1.5	1849
6각형	0.5	1.5	2134
원형	0.5	1.5	2134

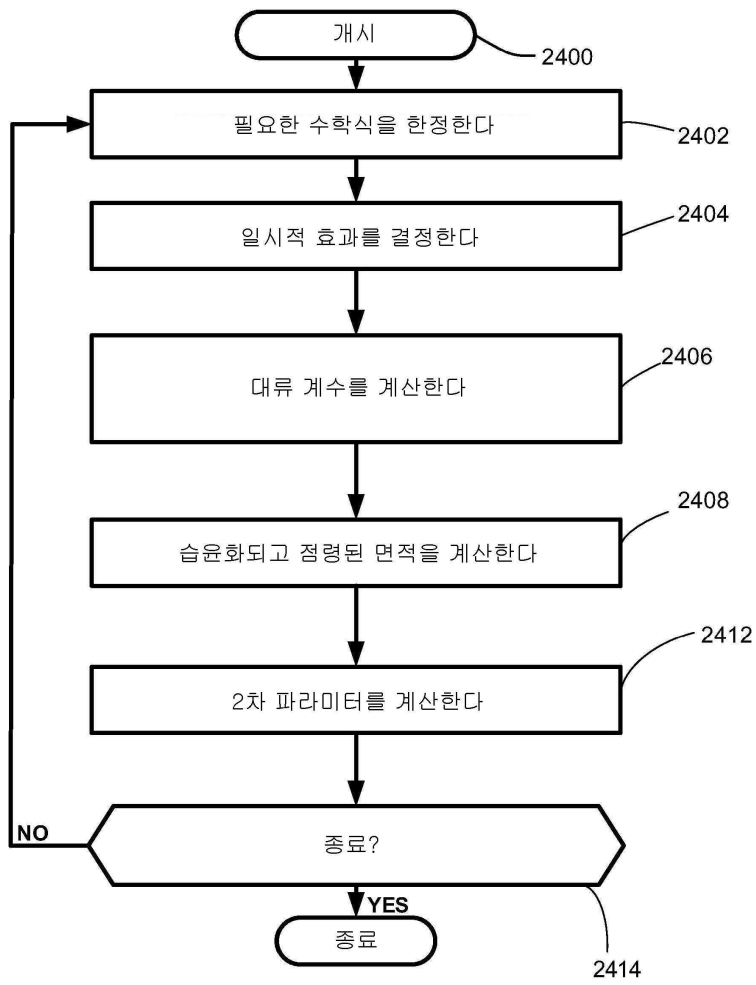
도면22

셀 구조	유동 면적 [mm ²]	측은 면적 [mm ²]	죽은 면적 [mm ²]
정사각형	12,213	15,550	15,550
6각형	14,095	15,543	12,434
원형	14,095	14,095	11,276

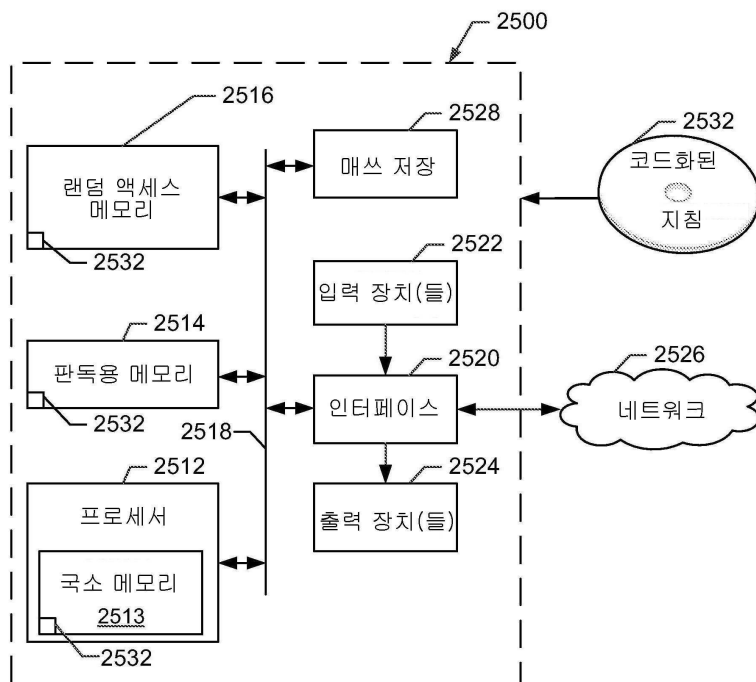
도면23



도면24



도면25

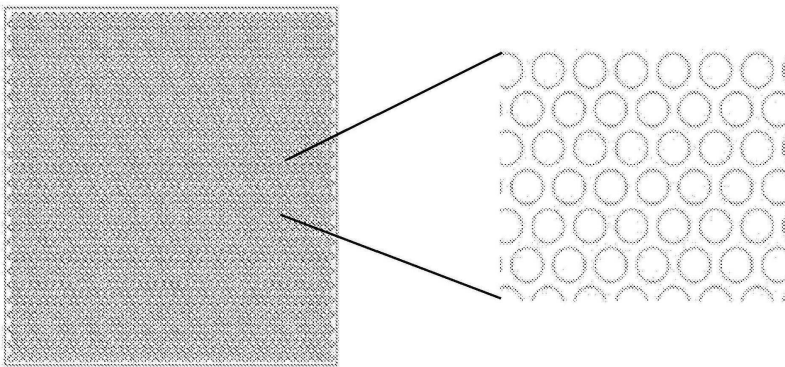


도면26

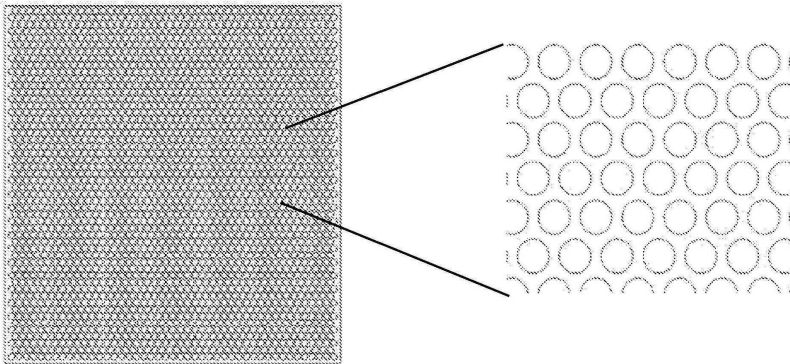
2600

2602	2604	2606	2608
Dryt	일 효율 (%)	플러그 저항(months)	블록 용량 (kg)
1	1	6.3	10
1.2	1.2	5.8	8
1.4	1.5	5.5	7
2	2.6	5.2	6
5	2	5	5

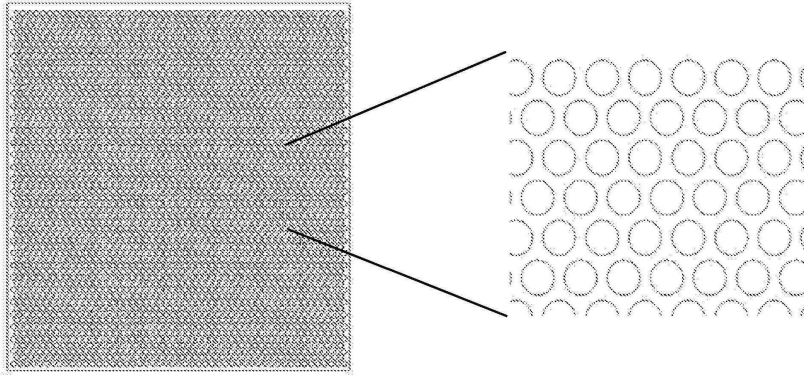
도면27a



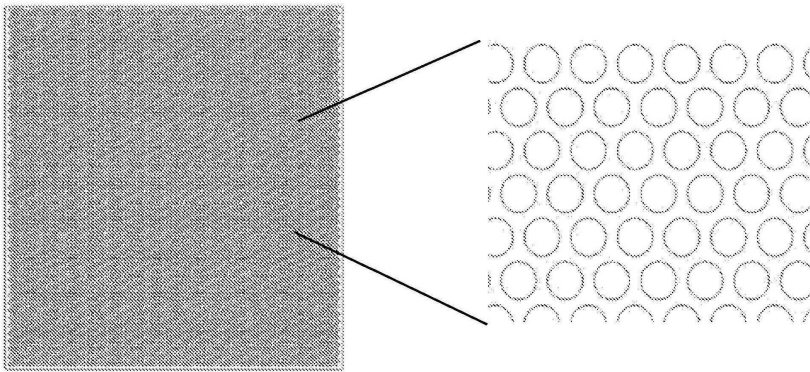
도면27b



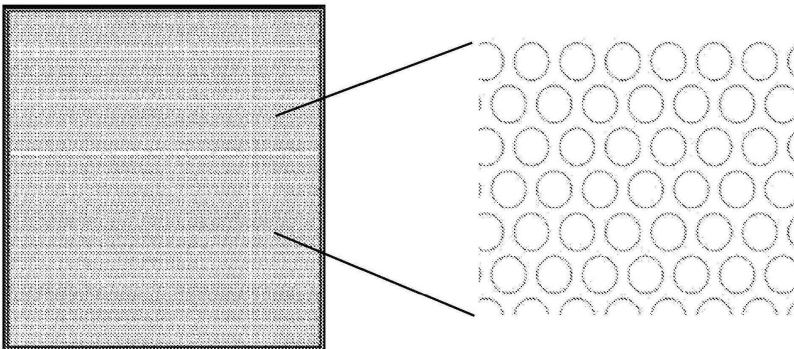
도면27c



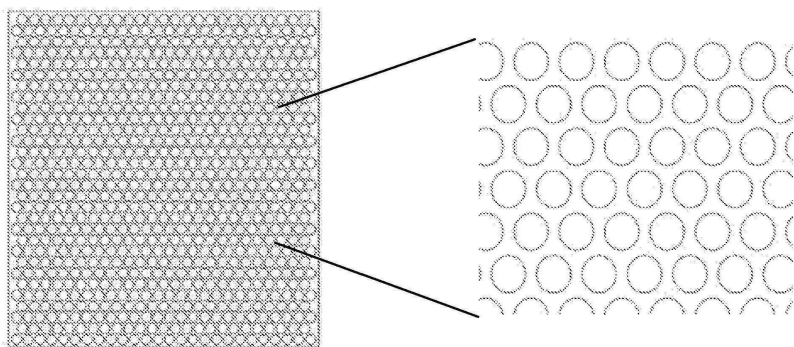
도면27d



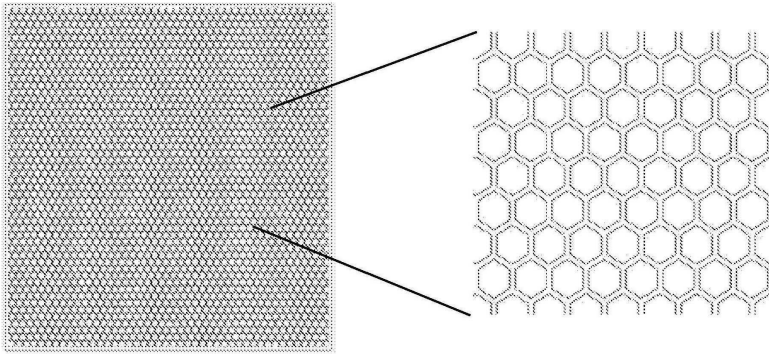
도면27e



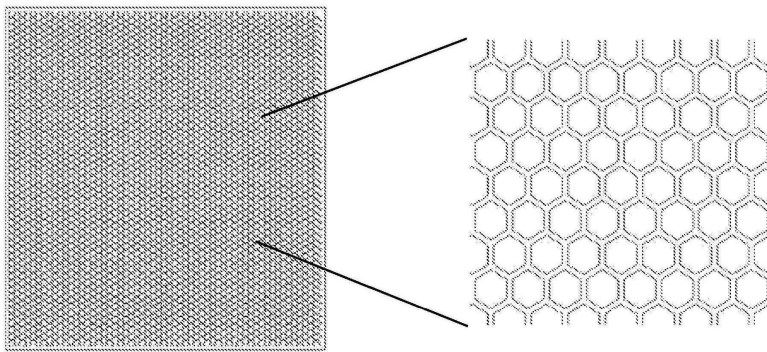
도면27f



도면27g



도면27h



도면27i

