



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0098189  
(43) 공개일자 2016년08월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B01J 19/10* (2006.01) *B63B 13/00* (2006.01)  
*F04F 1/18* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*B01J 19/10* (2013.01)  
*B63B 13/00* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7012727
- (22) 출원일자(국제) 2014년10월14일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2016년05월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/GB2014/053089
- (87) 국제공개번호 WO 2015/056003  
국제공개일자 2015년04월23일
- (30) 우선권주장  
1318187.0 2013년10월14일 영국(GB)  
1416538.5 2014년09월18일 영국(GB)

- (71) 출원인  
콜드하버 마린 리미티드  
영국 디이55 2디에스 더비셔 알프레顿 사우스 노만톤 메이지즈 웨이 더 빌리지 24
- (72) 발명자  
웰스 마크  
영국 디이55 2디에스 더비셔 사우스 노만톤 메이지즈 웨이 더 빌리지 24  
마샬 앤드류
- (74) 대리인  
박장원

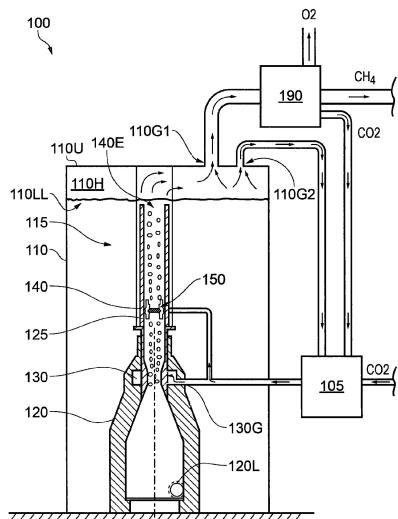
전체 청구항 수 : 총 67 항

(54) 발명의 명칭 초음파를 사용하는 가스 변환 장치 및 방법

### (57) 요약

공정 가스를 하나 이상의 다른 가스로 변환하기 위한 가스 변환 장치(100)는, 공정 가스를 칼럼(125) 내의 액상매체 내로 도입하는 수단(105), 및 초음파 에너지를 발생시키도록 배치되어 있는 초음파 에너지 발생기(140)를 포함하며, 이 장치(100)는 초음파 에너지 발생기(140)에 의해 발생된 초음파 에너지를 액체 매체 내로 분출시켜 공정 가스가 초음파 에너지에 노출되도록 구성되어 있고, 이 장치(100)는 초음파 에너지에 노출된 공정 가스를 수집할 수 있도록 배치되어 있다. 이 장치(100)는 또한 초음파 에너지에 노출시키기 위해 공정 가스의 마이크로버블을 발생시키는 마이크로버블 발생기(120)를 포함하는 것이 바람직하다. 초음파 에너지 발생기(140)는 구동 가스가 초음파 에너지 발생기를 관통하여 유동함에 따라 초음파 에너지를 발생시키도록 구성되는 것이 바람직하다.

**대 표 도** - 도1



(52) CPC특허분류

*B63J 4/002* (2013.01)

*F04F 1/18* (2013.01)

*B01J 2219/0884* (2013.01)

*B01J 2219/0892* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

공정 가스 내에 포함되어 있는 하나 이상의 반응물질 화학종들을 하나 이상의 생성물질 화학종들로 변환시키는 가스 변환 장치로, 이 가스 변환 장치는,

공정 가스를 액상 매체 내로 도입하기 위한 수단; 및

초음파 에너지를 발생시키도록 배치되어 있는 초음파 에너지 발생기를 포함하고,

공정 가스가 초음파 에너지에 노출되어, 하나 이상의 반응물질 화학종들을 하나 이상의 생성물질 화학종들로 변환시키기 위해, 상기 가스 변환 장치는 상기 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 액상 매체 내로 분출시키도록 구성되어 있으며,

상기 가스 변환 장치는 하나 이상의 생성물질 화학종들을 수집할 수 있도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

초음파 에너지 발생기가 해당 초음파 에너지 발생기를 관류하는 구동 가스의 유동에 의해 초음파 에너지를 발생시키도록 구성되는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

초음파 에너지 발생기가 휘슬 장치를 포함하되, 상기 휘슬 장치는, 구동 가스가 해당 휘슬 장치를 통해 구동 가스가 유동될 때 초음파 에너지를 발생시키도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

#### 청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

구동 가스가 초음파 에너지 발생기를 통해 이동한 후, 구동 가스가 액체 매체 내로 공급되도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

#### 청구항 5

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

공정 가스가 상기 구동 가스를 제공하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

#### 청구항 6

선행하는 청구항들 중 어느 한 항에 있어서,

가스 리프트 칼럼으로, 액상 매체가 가스 리프트에 의해 상기 가스 리프트 칼럼을 통해 펌핑될 수 있는 가스 리프트 칼럼을 추가로 포함하고,

액상 매체 내로 공정 가스를 도입하는 수단은 공정 가스를 칼럼 내로 도입하기 위한 수단을 포함하며,

상기 장치는, 가스 리프트에 의해 칼럼을 통과하는 공정 가스가 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지에 노출되도록, 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지가 칼럼 내의 액상 매체 내로 분출되도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

#### 청구항 7

선행하는 청구항들 중 어느 한 항에 있어서,

액상 매체 내로 공정 가스를 도입하는 수단은 마이크로버블 발생기를 포함하고, 상기 장치는 액상 매체 내에서 공정 가스의 마이크로버블이 발생되도록 하고, 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지에 방사되도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 8

제6항을 인용하는 제7항에 있어서,

마이크로버블 발생기가 초음파 에너지 발생기의 칼럼 상류에 있는 액상 매체 내로 공정 가스의 마이크로버블들이 도입되도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 9

제6항을 인용하는 제7항 또는 제8항에 있어서,

가스 리프트 칼럼이 종 방향 축을 획정하고, 마이크로버블 발생기가 상기 칼럼의 종 방향 축과 거의 동축으로 위치하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 10

선행 청구항들 중 어느 한 항에 있어서,

화학종들에 따라 가스 분자들을 분리하기 위해, 초음파 에너지에 노출된 가스가 가스 분리기를 통과하도록 작동하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 11

선행 청구항들 중 어느 한 항에 있어서,

유체로부터 하나 이상의 생성물질 화학종들을 분리하기 위해, 초음파 에너지에 노출된 유체가 가스 분리기를 통과하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 12

제10항 또는 제11항에 있어서,

하나 이상의 다른 가스들로부터 탄화수소 가스를 분리하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 13

제12항에 있어서,

공정 가스가 포함되어 있는 하나 이상의 화학종들로부터 탄화수소 가스 화학종들을 분리하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 14

제13항에 있어서,

공정 가스가 포함되어 있는 하나 이상의 분리된 화학종들이 추가로 초음파 에너지에 노출되도록 하기 위해 액상 매체로 복귀하도록 작동되는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 15

제6항 또는 제6항을 인용하는 선행하는 청구항, 제2항을 인용하는 선행하는 청구항들 중 어느 한 항에 있어서,

칼럼 내에서 구동 가스가 초음파 에너지에 노출되도록, 가스 리프트 장치의 칼럼 내의 액상 매체 내로 구동 가스가 공급되도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 16

선행 청구항들 중 어느 한 항에 있어서,  
공정 가스가 이산화탄소를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 17

선행 청구항들 중 어느 한 항에 있어서,  
공정 가스가 적어도 10부피%의 이산화탄소를, 필요에 따라서는 적어도 14부피%의 이산화탄소를, 더 필요에 따라서는 적어도 20부피%의 이산화탄소를, 더 필요에 따라서는 적어도 40부피%의 이산화탄소를, 더 필요에 따라서는 적어도 50부피%의 이산화탄소를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 18

선행 청구항들 중 어느 한 항에 있어서,  
공정 가스가 실질적으로 이산화탄소로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 19

제6항 또는 제6항을 인용하는 선행하는 청구항들 중 어느 한 항에 있어서,  
칼럼을 통과한 가스로부터 탄화수소를 분리하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 20

선행 청구항들 중 어느 한 항에 있어서,  
장치가 액체 저장 탱크 내에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 21

제20항에 있어서,  
액체 저장 탱크가 액체를 저장하고 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 22

제21항에 있어서,  
액체 내에 분산 혹은 혼탁되어 있는 촉매 물질 입자들이 액체에 제공되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 23

제22항에 있어서,  
촉매 입자들이 철과 헤마타이트-함유 화합물 중에서 선택된 적어도 하나를 포함하고, 촉매 입자들이 실질적으로 헤마타이트로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 24

선행 청구항들 중 어느 한 항에 있어서,  
발전소 혹은 선행하는 청구항들 중 어느 한 항에 따른 장치가 조합되어 있는 발전소에 결합되어 있으며, 상기 발전소에서 발생된 연소 가스가 본 장치의 공정 가스의 적어도 일부분 혹은 필요에 따라서는 공정 가스의 전체 부분을 제공하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 장치.

### 청구항 25

제1항 내지 제23항 중 어느 한 항에 따른 장치와 조합되어 있는 연료 연소 엔진으로,  
상기 엔진에서 발생된 연소 가스가 본 장치의 공정 가스의 적어도 일부분 혹은 필요에 따라서는 전체 부분을 제공하는 것을 특징으로 하는 연료 연소 엔진.

### 청구항 26

제25항에 따른 엔진을 포함하는 선박.

### 청구항 27

공정 가스 내에 포함되어 있는 하나 이상의 반응물질 화학종들을 하나 이상의 생성물질 화학종들로 변환시키는 방법으로, 이 방법은,

공정 가스를 액상 매체 내로 도입하는 단계; 및

초음파 에너지 발생기에 의해 초음파 에너지를 발생시키는 단계를 포함하고,

상기 방법은, 공정 가스가 초음파 에너지에 노출되어, 하나 이상의 반응물질 화학종들을 하나 이상의 생성물질 화학종들로 변환시키기 위해, 상기 가스 변환 장치는 상기 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 액상 매체 내로 분출시키는 단계를 포함하며,

상기 방법은 하나 이상의 생성물질 화학종들을 수집하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 28

제27항에 있어서,

초음파 에너지 발생기에 의해 초음파 에너지를 발생시키는 단계는, 구동 가스가 초음파 에너지 발생기를 통과하는 것에 의해 초음파 에너지를 발생시키는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 29

제28항에 있어서,

구동 가스가 초음파 에너지 발생기를 통해 이동함으로써, 초음파 에너지 발생기의 휘슬 장치에 의해 초음파 에너지를 발생시키는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 30

제28항 또는 제29항에 있어서,

구동 가스가 휘슬 장치를 통과한 후에, 구동 가스가 액상 매체 내로 공급되는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 31

제28항 내지 제30항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공정 가스가 구동 가스를 제공하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 32

제27항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서,

액상 매체 내에 마이크로버블들이 발생되도록 하고, 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지에 의해 방사되도록 하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 33

제27항 내지 제32항 중 어느 한 항에 있어서,

초음파 에너지에 노출된 가스가 가스 분리기에 의해 화학종들에 따라 분리되도록 하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 34

제33항에 있어서,

가스를 분리하는 것이 가스가 하나 이상의 다른 가스로부터 탄화수소를 분리하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 35

제34항에 있어서,

가스를 분리하는 것이 공정 가스로부터 탄화수소를 분리하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 36

제35항에 있어서,

분리된 가스를 액상 매체로 복귀시키고, 분리된 공정 가스가 액상 매체 내에서 초음파 에너지를 받도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 37

제27항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서,

공정 가스를 액상 매체 내로 도입하는 단계는 공정 가스를 가스 리프트 펌프 장치의 칼럼 내로 도입하는 단계와 가스 리프트에 의해 칼럼을 통해 액상 매체를 펌핑하는 단계를 포함하고, 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 액상 매체 내로 방출시키는 단계는 칼럼 내의 액상 매체 내로 초음파 에너지를 방출하여 칼럼을 통과하는 공정 가스가 초음파 에너지에 노출되도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 38

제27항 내지 제37항 중 어느 한 항에 있어서,

공정 가스가 이산화탄소를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 39

제27항 내지 제38항 중 어느 한 항에 있어서,

공정 가스가 적어도 10부피%의 이산화탄소를, 필요에 따라서는 적어도 14부피%의 이산화탄소를, 더 필요에 따라서는 적어도 20부피%의 이산화탄소를, 더 필요에 따라서는 적어도 40부피%의 이산화탄소를, 더 필요에 따라서는 적어도 50부피%의 이산화탄소를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 40

제27항 내지 제39항 중 어느 한 항에 있어서,

공정 가스가 실질적으로 이산화탄소로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 41

제37항 또는 제37항을 인용하는 제38항 내지 제40항 중 어느 한 항에 있어서,

칼럼을 통과하는 다른 가스로부터 메탄을 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 42

제37항 또는 제37항을 인용하는 제38항 내지 제41항 중 어느 한 항에 있어서,

액체 저장 탱크로부터 액상 매체를 칼럼 내로 유입시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

### 청구항 43

제27항 내지 제42항 중 어느 한 항에 있어서,

액체 내에 분산되거나 혼탁되어 있는 촉매 물질의 입자들이 액체에 제공되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

#### 청구항 44

제43항에 있어서,

촉매 입자들이 철, 철산화물 및 헤마타이트-함유 화합물로부터 선택되는 적어도 하나를 포함하고, 또는 촉매 입자들이 실질적으로 헤마타이트로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 가스 변환 방법.

#### 청구항 45

처리 장치 내의 액상 매체 내에서 가스 버블을 발생시키기 위한 버블 발생기로, 상기 버블 발생기는,

소용돌이-유도 부분;

가스의 유입 유동을 소용돌이-유도 부분으로 이동시키기 위한 입력 부분; 및

가스 버블의 출력 유동을 방출시키기 위한 배출 부분을 포함하고,

상기 소용돌이-유도 부분은 관통하는 가스 유동 내에서 소용돌이를 유도하도록 구성된 하나 이상의 소용돌이-유도 요소들을 포함하는 것을 특징으로 하는 버블 발생기.

#### 청구항 46

제45항에 있어서,

하나 이상의 소용돌이-유도 요소들이 입력 부분과 배출 부분 사이의 가스 유로 내에 위치하는 하나 이상의 소용돌이-유도 블레이드 요소들을 포함하는 것을 특징으로 하는 버블 발생기.

#### 청구항 47

제46항에 있어서,

상기 소용돌이-유도 블레이드 요소들 혹은 이들 요소들 중 각각이 입력 부분 내에서의 입력 가스 유동 방향과 평행하지 않은 방향을 지향하는 것을 특징으로 하는 버블 발생기.

#### 청구항 48

제45항 내지 제47항 중 어느 한 항에 있어서,

복수의 블레이드 요소들이 제공되어 있고, 이들 블레이드 요소들은 입력 부분에서의 입력 가스 유동 방향과 직교하는 종 방향 측 주위에 바람직하기로는 원형으로 서로에 대해 등 간격으로 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 버블 발생기.

#### 청구항 49

제45항 내지 제48항 중 어느 한 항에 있어서,

소용돌이-유도 부분은 가스가 상기 소용돌이-유도 요소들을 통해 소용돌이-유도 부분 내로 가스를 채널링시키는 둠 부재를 포함하는 있는 것을 특징으로 하는 버블 발생기.

#### 청구항 50

제49항에 있어서,

둠 부재는 가스가 가스 유로 내에서 유동할 때 와류의 발생을 줄이도록 구성된 반경형 내부 형상을 구비하는 있는 것을 특징으로 하는 버블 발생기.

#### 청구항 51

제45항 내지 제50항 중 어느 한 항에 있어서,

가스 베블의 출력 유동을 배출 부분을 향해 가속시키기 위해, 하나 이상의 소용돌이-유도 요소들의 하류에 가속 부분을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 베블 발생기.

#### 청구항 52

제51항에 있어서,

가속 부분이 내부 형상이 배출구를 향해 반경방향 안쪽으로 테이퍼져 있는 원추형 유로를 포함하는 가스 유동경로 부분을 확장하는 것을 특징으로 하는 베블 발생기.

#### 청구항 53

제45항 내지 제52항 중 어느 한 항에 있어서,

가스의 입력 유동을 소용돌이-유도 부분으로 이동시키기 위한 입력 부분이, 입력 부분의 근위단부에서 장치 내에 장착되어 있으며, 소용돌이-유도 부분을 입력 부분의 원위단부에 지지하기 위한 도관을 포함하는 것을 특징으로 하는 베블 발생기.

#### 청구항 54

제53항에 있어서,

하나 이상의 지지 부재 혹은 웨에 의해, 장치 내에 도관의 장착이 개선되는 것을 특징으로 하는 베블 발생기.

#### 청구항 55

제53항 또는 제54항에 있어서,

도관 내에서의 가스 유동의 종 방향과 소용돌이-유도 부분 내에서의 가스 유동의 종 방향이 서로에 대해 거의 직교하는 것을 특징으로 하는 베블 발생기.

#### 청구항 56

제45항 또는 제55항 중 어느 한 항에 있어서,

베블 발생기가 마이크로베블 발생기인 것을 특징으로 하는 베블 발생기.

#### 청구항 57

제56항에 있어서,

직경이 50미크론 이하인 가스 베블을 발생시키도록 구성 및 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 베블 발생기.

#### 청구항 58

제45항 또는 제57항 중 어느 한 항에 있어서,

처리 장치가 가스 변환 장치이고, 가스는 상기 장치에 의해 하나 이상의 다른 가스로 변환하기 위한 공정 가스인 것을 특징으로 하는 베블 발생기.

#### 청구항 59

제45항 또는 제58항 중 어느 한 항에 있어서,

처리 장치가 가스 리프트 펌프 장치인 것을 특징으로 하는 베블 발생기.

#### 청구항 60

가스 리프트 펌프 장치로,

칼럼으로, 실제 사용 시에 거의 직립되어 있는 부분을 구비하며, 가스 리프트에 의해 상기 직립 부분을 관류하여 액상 매체가 펌핑될 수 있는 칼럼;

가스 운송 장치로, 상기 칼럼의 제1 지점에서 가스 유동을 칼럼 내로 운송하여 가스 리프트에 의해 액상 매체가

펌핑되도록 하는, 가스 운송 장치; 및

액상 매체 내에서 가스 버블들을 발생시키기 위한 제45항 내지 제59항 중 어느 한 항에 따른 버블 발생기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 리프트 펌프 장치.

### 청구항 61

제60항에 있어서,

버블 발생기에 의해 형성된 가스 버블들에 초음파 에너지를 가하도록 구성되어 있는 하나 이상의 초음파 에너지 발생기를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 리프트 펌프 장치.

### 청구항 62

제60항 또는 제61항에 있어서,

버블 발생기의 버블 형성 부분이 칼럼 내에 거의 동축으로 위치하는 것을 특징으로 하는 가스 리프트 펌프 장치.

### 청구항 63

제60항 내지 제62항 중 어느 한 항에 따른 가스 리프트 펌프 장치를 포함하거나 함유하는 액체 저장 탱크.

### 청구항 64

제60항 내지 제62항 중 어느 한 항에 따른 가스 리프트 펌프 장치를 포함하거나 함유하는 선박의 액체 저장 탱크 또는 밸러스트 탱크.

### 청구항 65

제64항에 따른 액체 저장 탱크 또는 밸러스트 탱크를 포함하는 선박.

### 청구항 66

첨부된 도면들을 참고로 하여 기재되어 있는 바와 거의 동일한 장치, 발전소, 연료 연소 엔진 또는 방법.

### 청구항 67

첨부된 도면들을 참고로 하여 기재되어 있는 바와 거의 동일한 마이크로버블 발생기, 가스 리프트 펌프 장치, 선박의 액체 저장 탱크 또는 밸러스트 탱크, 또는 선박.

## 발명의 설명

### 기술 분야

참고로 통합

[0001] 국제공개공보 WO2013/093527호의 내용이 본 명세서에 참고로 통합된다. 왕(Wang) 등이 저술한 J. Phys. Chem. Lett. 2010, 1, 48-53의 내용이 본 명세서에 참고로 통합된다.

[0002] 본 발명은 온실 가스의 취급 및 처리에 관한 것이다. 특히, 본 발명이 석탄, 오일 혹은 가스-연소 발전소 같은 산업용 소스 혹은 내연 기관 같은 하나 이상의 다른 소스로부터 방출되는 연소 가스와 같은 온실 가스의 취급 및 처리에 관한 것이기는 하지만, 전적으로 이에 한정되는 것은 아니다.

## 배경 기술

[0003] 석탄, 오일 혹은 가스-연소 발전소 같은 산업용 설비 및 내연 기관을 포함하는 다른 소스에서 발생되는 연소 가스들이 환경에 유해한 것으로 이해되고 있다. 특히 이산화탄소의 방출에 관심이 쏠려 있으며, 대기로 방출되는 이산화탄소의 양을 줄이는 데에 실질적인 관심이 있다.

[0004] 방출되는 이산화탄소의 양을 줄이는 한 가지 방법은 이산화탄소를 포집하여, 저장한 후 덜 유해한 가스 혹은 탄소 및 산소( $O_2$ ) 같이 오히려 이로운 형태의 가스로 변환하는 것이다. 그러나 이산화탄소를 저장하기 위해서는 비

용이 많이 들고, 가스의 변환 문제의 해결을 단지 미룰 뿐이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 종래 기술이 갖고 있는 단점을 해결하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 첨부된 특허청구범위를 참고하면, 본 발명의 실시형태들이 이해될 수 있을 것이다.

[0008] 본 발명의 양태들이 장치와 방법을 제공한다.

[0009] 본 발명이 보호받고자 하는 범위에 속하는 일 측면에서, 공정 가스 내에 포함되어 있는 하나 이상의 반응물질 화학종들을 하나 이상의 생성물질 화학종들로 변환시키는 가스 변환 장치로, 이 가스 변환 장치는,

[0010] 공정 가스를 캐리어 액상 매체 내로 도입하기 위한 수단; 및

[0011] 초음파 에너지를 발생시키도록 배치되어 있는 초음파 에너지 발생기를 포함하고,

[0012] 공정 가스가 초음파 에너지에 노출되도록, 상기 가스 변환 장치는 상기 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 액상 매체 내로 분출(launching)시키도록 구성되어 있으며,

[0013] 상기 가스 변환 장치는 하나 이상의 생성물질 화학종들을 수집할 수 있도록 배치되어 있는 것, 가스 변환 장치가 제공된다.

[0014] 본 발명의 실시형태들은, 공정 가스가 초음파 에너지를 받아 공정 가스 혹은 공정 가스의 하나 이상의 화학종들이 하나 이상의 다른 가스와 같은 하나 이상의 다른 화학종들로 변환될 수 있다는 것을 특징으로 한다.

[0015] 공정 가스가 도입되어 있는 액상 매체 내로 초음파 에너지를 분출함으로써, 공정 가스가 캐비테이션되어 버블들이 붕괴되며, 이에 의해 예컨대 이산화탄소인 하나의 화학종으로 된 공정 가스가 하나 이상의 탄화수소 및/또는 필요에 따라서는 하나 이상의 다른 종들 같이 하나 이상의 다른 화학종들로 변환되게 된다. 예를 들면, 일부 실시형태에서, 공정 가스는 반응물질 화학종으로 이산화탄소이거나 혹은 이산화탄소를 포함할 수 있으며, 이 이산화탄소가 메탄 및 산소의 생성물질 화학종으로 변환된다. 다른 변환 반응도 또한 유용하다. 예를 들면, 일부 실시형태에서, 이산화탄소가 메탄에 부가하여 아니면 메탄이 아닌 다른 탄화수소 예컨대 에탄, 프로판 또는 다른 적당한 탄화수소로 변환될 수 있다. 일부 실시형태에서, 이산화탄소가 비-탄화수소 물질로 변환될 수 있다. 일부 실시형태에서, 이산화탄소가 아닌 다른 하나 이상의 화합물들이, 기본적인 형태, 화합물 형태 혹은 기타의 다른 형태의 하나 이상의 다른 형태로 변환될 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일부 실시형태는 예를 들어 공급원료 물질로 사용하기 위한 화합물을 같이 산업에서 사용하기 위한 화학 화합물을 생산하는 데에 재생 에너지원 같은 다른 에너지원 또는 예컨대 산화 반응 같이 화학 에너지원 필요에 따라서는 산소-함유 대기에서의 연소에 의한 에너지원을 채용할 수 있는 기회를 제공한다. 이에 따라, 본 발명의 일부 실시형태는 태양열, 풍력, 파랑 및/또는 조석 에너지 같은 재생 에너지원들에 의해 생성된 에너지를 저장하는 수단을 제공하는 데에 유용할 수 있다. 이 재생 에너지는 예컨대 초음파 에너지 발생기를 구동시키기 위한 압축기를 구동하는 데에 및/또는 공정 가스를 초음파 에너지에 노출시킨 후 화학종들을 분리하는 분리기를 구동하는 데에 사용될 수 있다.

[0017] 일부 실시형태에서, 공정 가스는 초음파 에너지에 노출되어 하나 이상의 탄화수소로 변환되는 이산화탄소를 포함할 수 있다. 후속해서, 탄화수소(들)는 공급원료 물질로 사용되거나 혹은 필요한 경우에는 연료로 연소될 수 있다. 일부 실시형태에서, 하나 이상의 탄화수소가, 하나 이상의 탄소수가 큰 알칸, 하나 이상의 알켄, 알콜 혹은 다른 적당한 화합물 같은 하나 이상의 다른 화합물로 변환될 수 있다.

[0018] 일부 실시형태에서, 하나 이상의 반응물질 화학종들이 하나 이상의 생성물질 화학종들로 변환되는 것을 촉진시키기 위해 구리, 아연산화물, 알루미늄산화물(알루미나,  $Al_2O_3$ ) 같은 하나 이상의 촉매 물질이 사용될 수 있다.

일부 실시형태에서, 이들 하나 이상의 촉매들이 메탄올의 합성을 촉진하는 데에 사용될 수 있다. 일부 실시형태에서, 이산화탄소 공정 가스가 에틸렌 및 프로필렌 같이 짧은 사슬의 올레핀으로 직접 변환되거나 또는 메탄을 같이 하나 이상의 중간 화합물을 거쳐 변환될 수 있다.

- [0019] C-체인 길이가 짧은 알칸 탄화수소(1-4)(메탄, 에탄, 프로판, 부탄)들이 실온 및 압력에서 가스 상태로 존재하며, 그 정도의 실온 및 압력에서는 C-4(펜탄) 혹은 C 수가 그 보다 큰 알칸만이 액체 상태로 된다는 것을 이해할 것이다. C-16 혹은 그 이상인 알칸의 경우, 이러한 상태에서 고체 상태에 있게 된다. 본 발명의 일부 실시형태는 C-n에서 n이 1보다 큰 알칸을 생성할 수 있다. 이때 필요에 따라서는 적당한 촉매를 사용할 수도 있다. 액체 또는 고체 상태의 하나 이상의 탄화수소가 생산되는 경우, 액상 매체 또는 다른 가스 혹은 고상 매체에서 탄화수소를 분리하기 위한 적당한 수단이 사용될 수 있다.
- [0020] 유리하기로는, 초음파 발생기는 그 초음파 발생기를 관통하는 구동 가스 유동에 의해 초음파 에너지를 발생시키도록 구성될 수 있다.
- [0021] 이는, 공정 가스가 매우 효율적인 방식으로 초음파 에너지를 받을 수 있다는 이점이 있다. 구동 가스가 적당한 발생기를 통과함으로써, 상대적으로 높은 강도(intensity)의 초음파 에너지가 발생될 수 있다는 점을 이해해야 한다. 발생기는 예컨대 휘슬 장치를 포함할 수 있다. 상대적으로 높은 강도의 초음파 에너지를 발생시키기 위해, 발생기에 투입되어야 하는 에너지의 양은, 압전기 장치 기술에 기초하는 초음파 발생 기술 같은 전기 발생 기술과 같이 다른 초음파 에너지 발생 기술에서 필요로 하는 에너지의 양에 비해 적을 수 있다.
- [0022] 장치는 공정 가스가 도관을 통해 캐리어 액상 매체 내에서 유동하도록 하고, 공정 가스가 도관 내에서 초음파 에너지에 노출되도록 구성될 수 있다. 일부 실시형태에서, 이 도관은 예컨대 거의 수평 방향과 같이 필요로 하는 방위로 배치될 수 있다. 장치는, 공정 가스가 도관을 통해 거의 수평 방향을 이동할 때에 초음파 방사(radiation)에 노출되도록 구성될 수 있다. 도관이 거의 수직 방향으로 장착되어 있는 경우, 공정 가스는 필요에 따라 상향 또는 하향 이동하게 할 수 있다. 일부 실시형태에서, 도관이 수직 방향도 아니며 수평 방향도 아닌 다른 방향으로 배치될 수도 있다. 일부 실시형태에서는 다른 장치도 유용할 수 있다.
- [0023] 유리하기로는, 초음파 에너지 발생기는 휘슬 장치를 포함할 수 있다. 휘슬 장치는, 구동 가스가 휘슬 장치를 통해 이동할 때 초음파 에너지를 발생시키도록 배치되어 있다.
- [0024] 장치는, 구동 가스가 초음파 에너지 발생기를 구동한 후에, 구동 가스를 액상 매체 내로 공급하도록 배치될 수 있다.
- [0025] 장치는, 공정 가스가 구동 가스를 제공하거나 또는 구동 가스를 구성하도록 배치될 수 있다.
- [0026] 즉, 공정 가스가 초음파 에너지 발생기를 통과하여 초음파 에너지를 발생시킬 수 있으며, 이에 의해 공정 가스가 구동 가스를 공급하거나 구동 가스를 구성하게 되며, 후속하여 액상 매체 내로 통과하여 공정 가스가 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 받게 된다.
- [0027] 일부 다른 실시형태에서, 구동 가스와 공정 가스는 다를 수 있으며, 또는 그 공급원이 다를 수 있다. 예를 들면, 일부 실시형태에서, 구동 가스는 폐쇄 루프 장치 내에서 공급되어, 휘슬 장치를 통과하여 가압된 구동 가스가 재압축되고 다시 한번 휘슬 장치를 가압 통과하는 것과 같이, 실질적으로 연속된 루프로 순환될 수 있다.
- [0028] 구동 가스는 예컨대 공기, 질소, 이산화탄소, 아르곤 또는 다른 적당한 가스 혹은 이를 가스들의 혼합물 같은 적당한 가스일 수 있다.
- [0029] 장치는 마이크로버블 발생기를 포함할 수 있다. 장치는 액상 매체 내에서 공정 가스의 마이크로버블들이 발생되어 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지의 방사를 받게 하도록 구성될 수 있다.
- [0030] 이러한 기술적 특징은, 공정 가스의 마이크로버블들의 캐비테이션(cavitation)이 야기될 수 있다는 이점을 갖는다. 공정 가스가 이산화탄소를 함유하는 마이크로버블 형태인 경우, 이산화탄소가 초음파 에너지의 방사를 받아 매우 효율적으로 탄화수소와 산소로 변환될 수 있다는 것을 알 수 있었다.
- [0031] 장치는, 초음파 에너지에 노출되었던 가스가, 화학종들에 따른 가스 분자들로 분리되도록 하기 위해 가스 분리기 같은 분리기를 통과하도록 작동될 수 있다. 분리기는 중공형 섬유 막 분리기(hollow fibre membrane separator) 같은 적당한 분리기일 수 있다.
- [0032] 전술한 방식으로 초음파 에너지에 노출된 공정 가스는, 초음파 에너지에 노출되기 전의 공정 가스와 동일한 화학종 혹은 성분이 아닐 수 있다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 그러나, 공정 가스로 도입된 가스와 하나 이상의 생성물질 화학종들이 후속하여 가스 분리기를 통과하여 화학종들에 따라 가스 분리들을 분리시킬 수 있다는 점을 이해해야 한다. 일부 실시형태에서, 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지에 노출된 가스가 해당 가스로부터 생성물질 화학종들을 분리시키기 위해 분리기로 도입된다. 일부 실시형태에서, 초음파 에너지

에 노출된 가스와 액체가 분리기로 도입된다. 분리기는 다른 액체로부터 하나 이상의 탄화수소 종들과 같은 액상 화학종들을 분리시키도록 구성될 수 있다. 필요에 따라서는 액체로부터 가스를 분리할 수도 있다. 이에 따라, 일부 실시형태에서, 생성물질 화학종들이 문자체 산소 같은 가스 및 액상 탄화수소 예컨대 에탄을 혹은 다른 액상 탄화수소 같은 액체를 포함하는 경우, 분리기는 예컨대 물을 포함할 수 있는 장치의 액상 매체로부터 문자체 산소와 생성물질 액체를 분리시킬 수 있다.

[0033] 장치는 하나 이상의 다른 가스로부터 탄화수소 가스를 분리시키도록 구성될 수 있다.

[0034] 장치는 공정 가스의 화학종들로부터 탄화수소 가스와 같은 탄화수소 화학종들 같은 생성물질 화학종들을 분리시키도록 작동될 수 있다. 이에 따라, 장치는 초음파 에너지에 의해 조사되기 전에 공정 가스로 포함되어 있는 하나 이상의 반응물질 화학종들 같은 하나 이상의 화학종들로부터 탄화수소 가스와 같은 생성물질 화학종들을 분리시키게 된다. 하나 이상의 반응물질 화학종들은 생성물질 화학종들을 형성하도록 반응하지 않는다.

[0035] 장치는 공정 가스 내에 존재하는 분리된 화학종들이 추가로 초음파 에너지에 노출되도록 하기 위해 액상 매체로 복귀되도록 작동할 수 있다. 이에 따라, 초음파 에너지로 조사되기 전에 이산화탄소와 같은 공정 가스가 포함되어 있는 하나 이상의 화학종들이 다시 한번 초음파 에너지의 조사를 받을 수 있게 된다.

[0036] 장치는,

[0037] 가스 리프트 칼럼으로, 이를 관류하여 액상 매체가 가스 리프트(gas lift)에 의해 펌핑될 수 있는 가스 리프트 칼럼과,

[0038] 가스 리프트에 의해 액상 매체가 칼럼 내로 펌핑되도록 공정 가스를 칼럼 내로 도입하는 수단을 추가로 포함하고,

[0039] 이 장치는 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 칼럼 내의 액상 매체 내로 분출시켜, 칼럼을 통과하는 공정 가스가 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지에 노출되도록 한다.

[0040] 상기 장치는,

[0041] 가스 리프트 칼럼, 및

[0042] 액상 매체를 가스 리프트에 의해 칼럼 내에서 펌핑하는 수단을 포함하고,

[0043] 상기 장치는 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 칼럼 내의 액상 매체 내로 분출시켜, 액상 매체 및 임의의 고체, 액체 및/또는 공정 가스 같은 기체가 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지에 노출되도록 한다.

[0044] 필요에 따라서는, 칼럼 내에서 액상 매체를 가스 리프트에 의해 펌핑하는 수단은 가스를 칼럼 내로 도입하는 수단을 포함한다. 액상 매체를 가스 리프트로 펌핑하기 위해 가스를 칼럼 내로 도입하는 수단은 공정 가스를 도입하는 수단을 포함할 수 있다.

[0045] 장치는, 칼럼 내로 도입된 공정 가스가 펌핑되고, 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지에 노출되도록 구성될 수 있다.

[0046] 일부 실시형태에서, 초음파 에너지 발생기는 구동 가스에 의해 작동된다. 일부 실시형태에서, 초음파 에너지 발생기는 하나 이상의 휘슬 장치를 포함할 수 있다. 구동 가스는 실질적으로 공정 가스의 화학 성분과 동일할 수 있다. 구동 가스는 장치에 사용되는 공정 가스를 제공할 수 있다. 일부 실시형태에서, 초음파 에너지 발생기를 구동시키는 공정 가스의 적어도 일부분이 칼럼 내로 도입될 수 있다. 이는, 칼럼 내에서 가스 리프트에 의해 액상 매체를 펌핑하기 위한 수단의 적어도 일부를 제공할 수 있다. 필요에 따라서는, 칼럼 내로의 공정 가스의 도입이 칼럼을 통하는 액체의 펌핑을 제공하는 가스 리프트의 거의 전부를 제공할 수 있다. 일부 실시형태에서, 초음파 에너지에 노출되도록, 공정 가스가 칼럼 내로 도입될 수 있다.

[0047] 칼럼은 액상 매체 내에 잠겨 있을 수 있다. 필요에 따라서는, 액상 매체가 담겨 있는 탱크 내에 잠겨 있을 수 있다. 또는, 칼럼이 탱크 외부에 제공될 수 있다.

[0048] 본 출원인은, 가스 리프트 펌프 장치의 칼럼이 공정 가스가 초음파 에너지를 받기에 유리한 환경을 제공한다는 것을 알 수 있었다. 이것의 적어도 일부분은, 칼럼 내에 있는 액상 매체 내로 도입된 공정 가스의 적어도 일부가 초음파 에너지에 노출되는 중에 칼럼에 구속되어 있을 수 있기 때문이다. 이에 의해, 공정 가스가 구속되지 않은 탱크 내로 도입되는 경우에 비해 좀 더 제어 가능한 방식으로 초음파 에너지에 노출될 수 있게 된다. 공정

가스에 조사되는 초음파 에너지의 강도는, 공정 가스가 발생기를 통과하거나 지날 때 예를 들어 초음파 에너지 발생기에 의해 제공되는 초음파 에너지 공급원과 액상 매체 내의 공정 가스의 벼를 사이의 거리에 따라 어느 정도 영향을 받을 수 있다. 초음파 에너지 발생기에 의해 제공되는 초음파 에너지 공급원과 공정 가스 사이의 거리에 따라 어느 정도 영향을 받을 수 있다. 일부 실시형태에서, 거리가 클수록, 초음파 에너지의 강도가 작아지게 된다. 이에 따라, 가능하면 공정 가스를 초음파 에너지 공급원에 대해 근접시켜 노출시키는 것이 일반적으로 유리하다. 공정 가스가 통과하며, 안쪽에서 공정 가스가 초음파 에너지에 노출되는 도관을 설치함으로써, 공정 가스를 공급원에 근접하게 초음파 에너지에 노출시키는 것을 촉진할 수 있다.

- [0049] 장치는, 구동 가스가 칼럼 내에서 초음파 에너지에 노출되도록, 구동 가스를 가스 리프트 장치의 칼럼 내의 액상 매체 내로 공급하도록 구성될 수 있다.
- [0050] 이에 부가하거나 이를 대신하여, 장치는 마이크로버블 발생기에 의해 발생된 마이크로버블들이 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지에 의한 조사를 받도록 구성될 수 있다.
- [0051] 장치는, 공정 가스가 이산화탄소를 포함하게 배치될 수 있다.
- [0052] 장치는, 공정 가스가 적어도 약 50부피%의 이산화탄소를 포함하도록 배치될 수 있다.
- [0053] 장치는, 공정 가스가 실질적으로 이산화탄소로 구성되도록 배치될 수 있다.
- [0054] 장치는 칼럼을 통과하는 가스로부터 탄화수소 가스를 분리하도록 구성될 수 있다. 일부 실시형태에서, 장치는 칼럼을 통과하는 가스로부터 메탄을 분리하도록 구성될 수 있다.
- [0055] 본 발명이 청구하는 보호 범위의 다른 측면에서는, 본 발명의 이전 측면에 따른 장치 혹은 액체 탱크 필요에 따라서는 액체 보유 탱크 내에 이를 장치가 설치되어 있는 장치가 제공된다.
- [0056] 필요에 따라서는, 탱크는 액체를 보유하고 있다.
- [0057] 필요에 따라서는, 액체에는 그 액체 내에 분산, 용해 혹은 혼탁되어 있는 촉매 물질 입자들이 제공되어 있다.
- [0058] 촉매 입자들은 철을 포함할 수 있으며, 선택적으로는 철산화물을, 선택적으로 헤마타이트-함유 화합물을 포함할 수 있으며, 선택적으로 촉매 입자들은 실질적으로 헤마타이트로 이루어질 수 있다.
- [0059] 본 발명이 청구하는 보호 범위의 일 측면에서는, 본 발명의 이전 측면에 따르는 장치 또는 이들의 실시형태가 설치되어 있는, 인-라인 공정 설비, 필요에 따라서는 액상 공정 설비, 필요에 따라서는 폐기물 액상 공정 설비가 제공된다. 장치는 공정 가스 및 초음파 에너지로 폐기액 같은 액체를 처리하도록 구성될 수 있다. 필요에 따라서는 폐수, 필요에 따라서는 하수를 처리하도록 구성될 수 있다. 장치는, 하나 이상의 생물학적 종들을 죽이기 위해, 박테리아나 바이러스 유기물 혹은 다른 생물학적 종들 같은 유기물 같은 하나 이상의 생물학적 종들을 파괴하도록 구성될 수 있다. 일부 실시형태에서, 장치는 액체 내의 하나 이상의 화학종들을 하나 이상의 다른 화학종들로 변환시키도록 구성될 수 있다.
- [0060] 본 발명이 청구하는 보호 범위의 다른 측면에서, 공정 가스 내에 포함되어 있는 하나 이상의 반응물질 화학종들을 하나 이상의 생성물질 화학종들로 변환시키는 방법으로, 이 방법은,
- [0061] 공정 가스를 액상 매체 내로 도입하는 단계; 및
- [0062] 초음파 에너지 발생기에 의해 초음파 에너지를 발생시키는 단계를 포함하고,
- [0063] 이 방법은, 공정 가스가 초음파 에너지에 노출되도록, 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 액상 매체 내로 방출시키는 단계를 포함하는, 방법이 제공된다.
- [0064] 초음파 에너지는 구동 가스가 초음파 에너지 발생기를 통과하며 유동함에 따라 발생될 수 있다.
- [0065] 이러한 기술적 특징은, 압전식 발생기와 같이 전기적으로 초음파 에너지를 발생시키는 수단에 비해, 상대적으로 효율적으로 초음파 에너지를 발생시킬 수 있다는 이점이 있다.
- [0066] 본 방법은 초음파 에너지에 노출된 공정 가스를 수집하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0067] 본 방법은 구동 가스가 장치를 구동시킴에 따라 초음파 에너지 발생기의 휘슬 장치에 의해 초음파 에너지를 발생시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0068] 본 방법은 구동 가스가 휘슬 장치를 통과한 후, 액상 매체 내로 공급되는 단계를 포함할 수 있다.

- [0069] 필요에 따라서는, 공정 가스가 구동 가스를 제공하거나 구동 가스를 구성한다.
- [0070] 본 방법은 액상 매체 내에서 마이크로버블들이 생성되도록 하고, 생성된 버블들이 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지에 의한 조사를 받도록 하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0071] 이러한 기술적 특징은 공정 가스의 마이크로버블들에 캐비테이션이 발생될 수 있다는 이점을 갖는다. 공정 가스가 이산화탄소를 포함한다면, 초음파 에너지의 조사에 의해 이산화탄소가 탄화수소와 산소로 변환될 수 있다는 것을 알 수 있었다.
- [0072] 본 방법은 초음파 에너지를 받은 가스들이 가스 분리기에 의해 화학종들로 분리되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0073] 필요에 따라서는, 가스를 분리하는 단계는 하나 이상의 다른 가스로부터 탄화수소 가스를 분리하는 단계를 포함한다.
- [0074] 필요에 따라서는, 가스를 분리하는 단계는 공정 가스가 포함되어 있는 하나 이상의 가스로부터 탄화수소 가스를 분리하는 단계를 포함한다. 예를 들면, 가스를 분리하는 단계는 탄화수소 가스가 아닌 가스로부터 탄화수소 가스를 분리하는 단계를 포함한다. 비-탄화수소 가스는 공정 가스가 포함되어 있는 하나 이상의 화학 화합물들 또는 화학종들 같은 공정 가스의 적어도 일부가 탄화수소로 변환하는, 하나 이상의 다른 반응 생성물을 포함할 수 있다. 이에 부가하여, 또는 이 대신에, 비-탄화수소 가스는 원래 공정 가스가 포함되어 있거나 혹은 실질적으로 변하지 않는 하나 이상의 화학 복합물들 또는 화학종들을 포함할 수 있다.
- [0075] 본 방법은 분리된 본래 공정 가스가 포함되어 있는 하나 이상의 화학종들을 액상 매체로 복귀시켜, 분리된 화학종들이 액상 매체 내에서 초음파 에너지를 받게 하는 단계를 포함할 수 있다. 또는, 이에 부가하여, 본 방법은 장치로부터 추출할 필요가 없는 모든 가스들 및/또는 액체들을 액상 매체로 복귀시켜, 이들이 액상 매체 내에서 초음파 에너지에 노출되게 하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0076] 필요에 따라서는, 공정 가스를 액상 매체 내로 도입하는 단계는, 공정 가스를 가스 리프트 펌프 장치의 칼럼 내로 도입하고, 가스 리프트에 의해 칼럼을 통해 액상 매체가 펌핑되도록 하는 단계를 포함한다. 그런 다음, 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 칼럼 내의 액상 매체 내로 분출하는 단계는 초음파 에너지를 액상 매체 내로 분출하여 칼럼을 통과하는 공정 가스가 초음파 에너지에 노출되도록 하는 단계를 포함한다.
- [0077] 공정 가스는 이산화탄소를 포함할 수 있다.
- [0078] 공정 가스는 적어도 약 10부피%의 이산화탄소를 포함할 수 있다.
- [0079] 필요에 따라서는, 공정 가스는 적어도 약 14부피%의 이산화탄소를 포함하고, 또 필요에 따라서는 적어도 약 20부피%의 이산화탄소를 포함하며, 필요에 따라서는 적어도 약 40부피%의 이산화탄소를, 또한 필요에 따라서는 적어도 약 50부피%의 이산화탄소를 포함할 수 있다.
- [0080] 공정 가스는 실질적으로 이산화탄소로 구성될 수 있다.
- [0081] 본 방법은 칼럼을 통과한 다른 가스로부터 탄화수소를 분리하는 단계를 포함할 수 있다. 필요에 따라서는, 본 방법은 칼럼을 통과한 다른 가스로부터 메탄 가스를 분리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0082] 본 방법은 칼럼을 통과한 다른 가스 및 액체로부터 산소 가스 같은 하나 이상의 다른 화학종들을 분리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0083] 본 방법은 액체 저장 탱크로부터 칼럼 내로 액상 매체를 뽑아내는 단계를 포함할 수 있다.
- [0084] 액체에는 그 액체에 혼탁, 용해 또는 분산되어 있는 촉매 물질 입자들이 제공될 수 있다.
- [0085] 필요에 따라서는, 본 방법은 액체 내에 혼탁되어 있는, 용해되어 있는 혹은 분산되어 있는 촉매 물질 입자들을 제공하는 단계를 포함하며, 상기 촉매 입자들은 철, 선택적으로는 철산화물, 선택적으로는 헤마타이트-함유 화합물, 선택적으로는 촉매 입자는 실질적으로 헤마타이트로 구성되어 있다.
- [0086] 일부 실시형태에서, 촉매 물질은 CdSe를 포함할 수 있다. 이산화탄소가 하나 이상의 탄화수소 화합물로 변환되는 것을 촉진하기 위해, 본 장치는 촉매 물질을 가시 광에 노출시키는 수단을 포함할 수 있으며, 필요에 따라서는 파장이 약 420nm를 상회하는 광에 노출시키는 수단을 포함할 수 있다. CdSe는 CO<sub>2</sub>의 변환을 촉진시키는 광촉매로 기능할 수 있다. CdSe는 캐비테이션과 조합되어 버블을 붕괴(collapsing)시켜 이산화탄소가 하나 이상의 탄화수소로 변환하는 것을 촉진하는 기능을 할 수 있다. 일부 실시형태에서, 촉매 물질은, Wang 등이 저술한 J.

Phys. Chem. Lett. 2010, 1, 48-53에 기재되어 있는 것과 같은 CdSe/Pt/TiO<sub>2</sub> 혼합구조 촉매 형태일 수 있다. 상기 기재 내용은 본 명세서에 참고로 통합된다. 이에 부가하여 혹은 이를 대신하여, 다른 촉매 물질도 유용할 수 있다.

- [0087] 본 발명이 보호범위로 청구하는 다른 측면에서는, 공정 가스 내에 포함되어 있는 하나 이상의 반응물질 화학종들을 하나 이상의 생성물질 화학종들로 변환시키는 가스 변환 장치로, 이 가스 변환 장치는,
- [0088] 공정 가스를 가스 리프트 장치의 칼럼 내로 도입하기 위한 수단; 및
- [0089] 초음파 에너지 발생기로, 그 초음파 에너지 발생기를 통과하는 구동 가스의 유동에 의해 초음파 에너지를 발생시키도록 배치되어 있는 초음파 에너지 발생기를 포함하고,
- [0090] 공정 가스가 초음파 에너지에 노출되도록, 상기 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 액상 매체 내로 분출시키도록 구성되어 있으며,
- [0091] 이 장치는 초음파 에너지에 노출된 공정 가스를 수집할 수 있도록 배치되어 있다.
- [0092] 본 발명이 보호범위로 청구하는 다른 측면에서는, 이산화탄소를 포함하는 공정 가스를 필요에 따라서는 메탄을 포함하는 하나 이상의 탄화수소로 변환시키는 방법으로, 이 방법은,
- [0093] 공정 가스를 가스 리프트 펌프의 칼럼 내로 도입하고, 가스 리프트에 의해 칼럼 내의 액상 매체가 펌핑되도록 하는 단계; 및
- [0094] 초음파 에너지 발생기를 관통하여 구동 가스를 전달함으로써 초음파 에너지 발생기에 의해 초음파 에너지를 발생시키는 단계를 포함하고,
- [0095] 상기 방법은, 칼럼을 따라 통과하는 공정 가스가 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지에 노출되도록, 상기 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 칼럼 내의 액상 매체 내로 분출시키는 단계를 포함하며,
- [0096] 상기 방법은 칼럼을 통과한 가스를 포집하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0097] 본 방법은 하나 이상의 탄화수소 외에 산소 가스를 발생시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0098] 칼럼을 통과한 가스는 분리 공정을 거쳐, 공정 가스의 초음파 조사에 의해 적어도 일부가 발생된 하나 이상의 생성물질 화학종들이 칼럼을 통과한 가스로부터 분리된다. 하나 이상의 생성물질 화학종들은 메탄과 같은 탄화수소를 포함할 수 있다.
- [0099] 본 발명이 보호범위로 청구하는 다른 측면에서, 이산화탄소를 예컨대 메탄 같은 하나 이상의 탄화수소 및/또는 산소로 변환하는 장치로,
- [0100] 액상 매체 내에서 혹은 액상 매체를 통해 이산화탄소 버블을 발생시키는 수단, 및
- [0101] 액상 매체 내에서 이산화탄소 버블들을 초음파 에너지에 노출시키는 수단을 포함하고,
- [0102] 초음파 에너지에 노출된 가스를 포집할 수 있도록 배치되어 있는 장치가 제공된다.
- [0103] 이 장치는 가스가 통과함에 따라 초음파 에너지를 발생시키도록 작동할 수 있는 휘슬 장치를 포함할 수 있다. 이 장치는 초음파 에너지를 발생시키기 위해, 이산화탄소를 휘슬 장치를 통해 지나가게 하도록 배치될 수 있다.
- [0104] 가스가 휘슬 장치를 통과한 후, 액상 매체 내로 배출될 수 있다. 또는, 휘슬 장치를 통해 가스가 재순환될 수 있다. 또는, 가스가 대기로 배출될 수 있다. 필요에 따라서는, 가스가 저장 용기와 같은 저장 수단에 저장될 수도 있다.
- [0105] 이 장치는 마이크로버블 발생기에 의해 액상 매체 내에서 이산화탄소의 마이크로버블을 발생시키고, 발생된 마이크로버블이 초음파 에너지에 노출되도록 배치될 수 있다. 마이크로버블들이 초음파 에너지에 노출되어, 이산화탄소가 적어도 메탄과 산소로 변환될 수 있다.
- [0106] 그 반응은 아래의 화학식으로 나타낼 수 있다.
- [0107]  $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{O}_2$
- [0108] 또는,

[0109]  $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_4 + 2\text{O}_2$

[0110] 본 발명이 보호범위로 청구하는 일 측면에서, 이산화탄소를 예컨대 메탄 같은 하나 이상의 탄화수소 및/또는 산소로 변환하는 장치로,

[0111] 액상 매체를 통해 이산화탄소 버블을 발생시키는 수단, 및

[0112] 액상 매체 내에서 이산화탄소 버블들을 초음파 에너지에 노출시키는 수단을 포함하고,

[0113] 초음파 에너지에 노출된 화학종들을 포집할 수 있도록 배치되어 있는 장치가 제공된다. 화학종들은 액상(들) 및/또는 가스(들)의 형태일 수 있다.

[0114] 본 발명이 보호범위로 청구하는 다른 측면에서, 이산화탄소를 (예컨대 메탄을 포함하는) 하나 이상의 탄화수소 및/또는 산소로 변환하는 장치로,

[0115] 이산화탄소를 포함하는 가스를 초음파 에너지에 노출시키는 단계, 및

[0116] 초음파 에너지에 노출된 가스를 수집하는 수단을 포함하는 장치가 제공된다.

[0117] 초음파 에너지는 초음파 휘슬 장치에 의해 발생될 수 있다.

[0118] 본 발명이 보호범위로 청구하는 다른 측면에서, 이산화탄소를 (예컨대 메탄을 포함하는) 하나 이상의 탄화수소 및/또는 산소로 변환하는 장치로,

[0119] 가스 리프트 칼럼으로, 이를 통해 액상 매체가 가스 리프트에 의해 펌핑될 수 있는 가스 리프트 칼럼, 및

[0120] 이산화탄소 유체 유동을 칼럼 내로 전달하는 유체 전달 장치를 포함하고,

[0121] 이산화탄소 유동이 초음파 에너지 발생기를 관통하여 초음파 에너지를 발생시키는 장치를 포함하며, 초음파 에너지를 액상 칼럼 내로 분출하여 이산화탄소가 초음파 에너지에 노출되도록 작동되며,

[0122] 칼럼을 통과한 가스를 포획하는 수단을 추가로 포함하는 장치가 제공된다.

[0123] 초음파 에너지를 발생시키는 장치는 가스가 관통하며 통과함에 따라 초음파 에너지를 발생시키도록 작동될 수 있는 휘슬 장치를 포함할 수 있다. 이 장치는 이산화탄소가 휘슬 장치를 통과하여 초음파 에너지를 발생시키도록 배치될 수 있다. 가스가 휘슬 장치를 통과한 후, 그 가사가 액상 매체 내로 배출될 수 있다.

[0124] 또는 휘슬 장치를 통과한 가스가 재가압되고 다시 휘슬 장치를 통하여 가압될 수 있다. 일부 실시형태에서, 이산화탄소 이외의 다른 가스가 이산화탄소에 부가하여 혹은 이산화탄소를 대신하여 휘슬 장치를 통과할 수 있다는 점을 이해해야 할 것이다.

[0125] 이 장치는 마이크로버블 발생기에 의해 액상 매체 내에서 이산화탄소를 함유하거나 혹은 실질적으로 이산화탄소로 이루어진 가스의 마이크로버블을 발생시키고, 이를 초음파 에너지에 노출시키도록 배치될 수 있다. 적당한 조건 하에서, 이산화탄소를 함유하는 마이크로버블을 초음파 에너지에 노출시키면, 이산화탄소가 메탄과 산소로 변환된다는 것을 실험을 통해 알 수 있었다.

[0126] 마이크로버블의 직경은 50 마이크론 이하인 것이 유리할 수 있다. 마이크로버블의 직경은 약 1 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터일 수 있다.

[0127] 본 발명이 보호범위로 청구하는 다른 측면에서, 공정 가스를 하나 이상의 다른 가스로 변환하는 장치로,

[0128] 공정 가스를 액상 매체 내로 도입하는 수단, 및

[0129] 초음파 에너지를 발생시키도록 배치되어 있는 초음파 에너지 발생기를 포함하고,

[0130] 이 장치는 공정 가스가 초음파 에너지에 노출되도록, 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 액상 매체 내로 분출시키도록 구성되어 있으며,

[0131] 초음파 에너지에 노출된 공정 가스를 수집할 수 있도록 배치되어 있는 장치가 제공된다.

[0132] 본 발명이 보호범위로 청구하는 다른 측면에서, 이산화탄소를 (예컨대 메탄을 포함하는) 하나 이상의 탄화수소 및/또는 산소로 변환하는 장치로,

[0133] 가스 리프트 칼럼으로, 이를 통해 액상 매체가 가스 리프트에 의해 펌핑될 수 있는 가스 리프트 칼럼, 및

- [0134] 이산화탄소 유체 유동을 칼럼 내로 전달하는 유체 전달 장치를 포함하고,
- [0135] 초음파 에너지를 발생하기 위한 장치를 포함하되, 이 장치는 초음파 에너지를 칼럼 내의 액상 매체 내로 분출하여 이산화탄소가 초음파 에너지를 받도록 하며,
- [0136] 칼럼을 통과한 가스를 포획 및/또는 함유하는 수단을 추가로 포함하는 장치가 제공된다.
- [0137] 일부 실시형태에서, 칼럼을 통과한 후 적어도 초기에는 가스가 액상 탱크의 열리지 공간에 수용될 수 있다. 또는 이에 부가하여, 가스가 칼럼으로부터 별도의 저장 혹은 처리 공간으로 직접 안내되거나, 선택적으로는 분리기를 경유하여 저장 혹은 처리 공간으로 안내될 수 있다. 일부 실시형태에서, 칼럼이 결합되거나 혹은 연장되어 도관을 형성할 수 있으며, 도관을 따라 가스가 통과하여 저장 혹은 처리 공간으로 운송된다.
- [0138] 필요에 따라서는, 초음파 에너지를 발생하기 위한 장치가 이를 관류하는 가스 유동에 의해 초음파 에너지를 발생시키도록 구성되어 있다.
- [0139] 본 발명이 보호범위로 청구하는 다른 측면은, 본 발명의 전술한 측면들 중 어느 한 측면의 가스 변환 장치의 실시형태에 또는 예컨대 선박의 밸러스트 탱크 혹은 액체 저장 탱크의 순환을 위한 다양한 가스 리프트 펌프 장치 같은 다른 처리 장치에 그 자체로 사용되는 버블 발생기이다.
- [0140] 이에 따라, 본 발명이 보호범위로 청구하는 다른 측면에서, 처리 장치 내에서 액상 매체 내의 가스의 버블 바람직하기로는 마이크로버블을 발생시키는 버블 발생기로,
- [0141] 액상 매체 내에 위치하며 그 안에서 버블을 형성하도록 구성되어 있는 버블 형성 부분,
- [0142] 가스의 입력 유동을 버블 형성 부분으로 운송하는 입력 부분, 및
- [0143] 버블 형성 부분으로부터 형성된 가스 버블의 배출 유동을 방출하는 배출 부분을 포함하며,
- [0144] 상기 버블 형성 부분은 가스 유동이 관류하여 소용돌이를 유도하도록 구성되어 있는 하나 이상의 소용돌이-유도 요소를 포함하는 버블 발생기가 제공된다.
- [0145] 본 발명이 보호범위로 청구하는 다른 측면에서, 처리 장치 내에서 액상 매체 내의 가스의 버블, 바람직하기로는 마이크로버블을 발생시키는 버블 발생기로,
- [0146] 소용돌이-유도 부분,
- [0147] 가스의 입력 유동을 소용돌이-유도 부분으로 운송하는 입력 부분, 및
- [0148] 가스 버블의 출력 유동을 방출하는 배출 부분을 포함하며,
- [0149] 상기 소용돌이-유도 부분은 가스 유동이 관류하여 소용돌이를 유도하도록 구성되어 있는 하나 이상의 소용돌이-유도 요소를 포함하는 버블 발생기가 제공된다.
- [0150] 전술한 버블 발생기의 일부 실시형태에서, 하나 이상의 소용돌이-유도 요소는, 상기 입력 부분과 배출 부분 사이에서 가스 유동경로 내에 위치하는 하나 이상 바람직하기로는 다수의 소용돌이-유도 블레이드 요소를 포함할 수 있다. 블레이드 요소 혹은 각 블레이드 요소는 충돌면을 포함하는 것이 바람직하고, 블레이드 요소 혹은 각 블레이드 요소의 충돌면은 입력 부분 내에서 입력 가스 유동의 방향과 평행하지 않도록 배향되는 것이 바람직하다. 이러한 방식으로, 입력 가스 유동이 블레이드 요소(들) 위로 그리고 이들 요소를 지나면서 충돌면(들) 위에 충돌되어 강제로 방향이 전환되어, 스월(swirling) 혹은 소용돌이(vortex)가 발생하여 가스가 입력 부분에서부터 배출 부분으로 유동함에 따른 가스 유동경로에 영향을 미치게 된다.
- [0151] 전술한 버블 발생기의 일부 실시형태에서, 다수의 블레이드 요소들이 제공될 수 있으며, 이들은 서로에 대해 등간격으로 특히 입력 부분 내에서 입력 가스 유동 방향에 직교하는 종 방향 축 주위에 원형으로 이격되는 것이 바람직하다.
- [0152] 전술한 버블 발생기의 일부 실시형태에서, 소용돌이-유도 부분은 소용돌이-유도 요소(들)을 향해 소용돌이-유도 부분 내로 가스가 채널링되도록 하는 돔(dome) 부재를 포함할 수 있다. 바람직한 형태에서, 돔 부재는 가스가 가스 유동경로에서 유동할 때 와류의 발생을 줄일 수 있도록 구성된 반경을 이루는 내부 형상을 구비한다.
- [0153] 전술한 버블 발생기의 일부 실시형태에서, 버블 발생기 내부에는 가스의 출력 유동을 가속시키기 위한 하나 이상의 소용돌이-유도 요소의 하류에, 특히 장치 내에서 가스 유동이 액상 매체로 유입되는 배출 부분의 출구를 향하는 방향으로 가속 부분이 추가로 제공되어 있다. 가속 부분은 예를 들어 안쪽이 배출구를 향해 반경방향 안

쪽으로 테이퍼져 있는 원추형 경로를 포함하는 가스 유동경로의 일부분을 획정할 수 있다. 이러한 방식으로, 가스의 소용돌이 혹은 스월 유동이 개선되어, 액상 매체 내에서 가스 버블들의 캐비테이션 정도를 개선하게 된다. 특히, 바람직한 실용적인 실시형태에서, 가스 버블들이 조제하는 하나 이상의 초음파 에너지 발생기(들)에 의해 제공되는 초음파 에너지에 노출될 때 캐비테이션 정도가 개선된다.

[0154] 전술한 버블 발생기의 일부 실용적인 실시형태에서, 가스의 입력 유동을 소용돌이-유도 부분으로 전달하는 입력 부분은, 예컨대 외팔보 방식으로 고정된 도관의 근위단부를 통해 장치 내에 장착되어 있는 도관을 포함하며, 소용돌이-유도 부분을 도관의 원위단부에 지지한다. 도관은 소용돌이-유도 부분을 액상 매체 내에서 저장 탱크, 파이프라인 또는 가스 리프트 펌프 장치의 칼럼, 선택적으로는 가스 리프트 펌프 장치의 칼럼의 측벽과 같이, 장치의 측벽에서 면 쪽에서 유지한다. 도관의 지지를 보조하기 위해, 특히 장치 내에서 또는 장치를 따라 액상 매체의 유동이 도관의 외부에 비교적 큰 힘을 가한다는 점을 고려하면, 하나 이상의 지지 부재들 혹은 웹들 예컨대 하나 이상의 보강 웹들, 브래킷들, 지지대들 혹은 이와 유사한 부재들이 도관과 장치 위 혹은 장치 안의 고정 지점 사이에 제공됨으로써, 장치 내에 도관의 장착이 개선될 수 있다. 일부 실시형태에서, 도관 내에서의 가스 유동 방향과 입력 부분을 지나는 액체의 유동 방향이 서로에 대해 거의 직교하게 배향될 수 있다.

[0155] 전술한 버블 발생기 자체의 바람직한 실시형태에서, 버블 발생기는 마이크로버블 발생기인 것이 바람직하다. 이는 버블 발생기가 직경이 약 50마이크론 이하의 가스 버블을 발생시키도록 구성 및 배치되는 것이 바람직하다는 것을 의미한다. 버블 발생기는 직경이 약 1마이크론 내지 약 50마이크론, 선택적으로는 약 10마이크론 내지 약 50마이크론, 더 필요에 따라서는 약 20마이크론 내지 약 50마이크론의 버블을 발생시키도록 구성될 수 있다.

[0156] 본 발명의 다른 측면에 따른 버블 발생기의 실시형태들의 다른 유리한 특징을 본 발명의 다른 측면들의 실시형태에 대해 기재한 것을 참고로 하여, 아래에서 상세하게 설명한다.

[0157] 본 발명의 다른 측면의 전술한 버블 발생기의 실시형태들은 다양한 처리 장치들에서 다양하게 사용될 수 있다. 일부 바람직한 적용 분야에서, 처리 장치는 가스 변환 장치이며, 가스는 그 장치에 의해 하나 이상의 다른 가스로 변환되는 공정 가스이다. 이러한 가스 변환 장치는 본 명세서에 기재되어 있는 다양한 측면에서 본 발명의 다양한 실시형태들에 따른 가스 변환 장치일 수 있다.

[0158] 그러나, 다른 적용분야에서, 처리 장치는 예를 들면, 배 또는 다른 수상-운행 또는 워터본 크래프트 같은 선박의 액체 저장 탱크 혹은 밸러스트 탱크 내에서, 박테리아 혹은 비-박테리아성 수성 유해 종(ANS: aquatic nuisance species)을 죽이기 위한 공정에 사용되는 물 또는 다른 액체를 순환시키기 위한 가스 리프트 펌프 장치일 수 있다.

[0159] 이에 따라, 본 발명이 보호범위로 청구하는 다른 측면에 따르면,

[0160] 실제 사용 시에, 칼럼으로, 액상 매체가 가스 리프트에 의해 칼럼을 관류하게 거의 직립되어 있는 부분을 구비하는 칼럼, 및

[0161] 액상 매체 내에서 가스의 버블을 발생시키기 위해 본 발명의 다른 측면에 따른 버블 발생기를 포함하는 가스 리프트 펌프 장치가 제공된다.

[0162] 필요에 따라서는, 이 장치는 가스 유동을 칼럼의 제1 지점에서 칼럼으로 운송하여, 가스 리프트에 의해 액상 매체가 펌핑될 수 있도록 하는 가스 운송 장치를 포함할 수 있다.

[0163] 버블 발생기는 액상 매체가 칼럼을 통과함에 따라 액상 매체 내에 버블들이 형성되도록 배치될 수 있다. 이와는 다르게, 버블 발생기는 액상 매체가 칼럼에 공급된 후 액상 매체 내에 버블이 형성되도록 배치될 수 있다.

[0164] 전술한 가스 리프트 펌프 장치의 바람직한 실시형태에서, 버블 발생기에 의해 발생된 버블들에 초음파 에너지를 가하기 위한 하나 이상의 초음파 에너지 발생기가 추가로 제공될 수 있다. 이러한 하나 이상의 초음파 에너지 발생기는 가스 변환 장치에 적용될 수 있는, 본 발명의 다른 측면의 실시형태와 관련하여 설명되어 있는 것들 중 하나 일 수 있다.

[0165] 가스 리프트 펌프 장치에는 밸러스트수 처리 장치가 포함되거나 밸러스트수 처리 장치가 적어도 일부분을 구성 할 수 있다. 이 장치는 하나 이상의 밸러스트 탱크의 밸러스트수를 처리하도록 구성될 수 있다. 이 장치는 밸러스트수 내에서 마이크로버블을 발생시키도록 구성될 수 있다. 필요에 따라서는, 밸러스트수 내의 마이크로버블들이 초음파 에너지에 노출될 수 있다. 마이크로버블들은 선박 플루가스, 선택적으로 연소가스를 포함할 수 있고, 이산화탄소를 포함할 수 있다. 마이크로버블들을 발생시키기 위한 마이크로버블 발생기에 의해 사용되는 가스는 산소 농도가 2% 미만, 선택적으로는 1.5% 미만, 더 선택적으로는 1% 미만일 수 있다. 산소 농도는 0.1% 상

회할 수 있으며, 일부 실시형태에서, 산소 농도는 약 0.5% 혹은 약 0.6%일 수 있다.

[0166] 전술한 가스 리프트 펌프 장치의 바람직한 실시형태에서, 버블 발생기의 버블 형성 부분은 칼럼 내에서 칼럼과 거의 동축으로 배치되는 것이 유리하다.

[0167] 전술한 가스 리프트 펌프 장치의 실시형태들은 다양한 형태를 취할 수 있다. 일부 특정하게 유용한 형태가 국제 공개공보 WO2013/093527호에 개시되어 있으며, 이 문헌에 기재되어 있는 사항들은 전부가 참고로 본 명세서에 통합된다.

[0168] 본 출원 명세서의 범위 내에서, 위의 명세서 부분, 청구범위 및/또는 아래의 발명의 상세한 설명 그리고 도면들에 다양한 측면들, 실시형태들, 실시예들 그리고 변형예들을 명백하게 기재하였다. 특히 이들의 개별 특징들은 독립적으로 실시되거나 서로 조합되어 실시될 수 있다. 일 실시형태와 관련하여 기재한 특징들은, 그러한 특징들이 양립될 수 없는 특별한 상황이 있거나 특별히 언급하지 않는 한은 모든 실시형태들에 적용될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0169] 아래에서 첨부된 도면들을 참고하여, 본 발명의 다양한 측면에서의 다양한 실시형태를 예시적인 형태로 설명한다.

도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 장치의 개략적인 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 장치의 개략적인 도면으로, (a)는 실질적으로 수평 축선을 따르는 단면도이고, (b)는 본 발명의 장치의 칼럼을 아래쪽으로 바라 본 도면이다.

도 3은 도 1에 도시되어 있는 장치에서 채용하고 있는 초음파 발생기의 어레이를 설명하는 개략적인 도면으로, (a)는 측면도이고, (b)는 본 발명 장치의 칼럼을 따라 유동하는 유체의 유동 방향을 따라 바라 본 도면이다.

도 4의 (a)는 본 발명의 일 실시형태에 따른 장치에 사용되기에 적합한 휘슬 장치의 측면도이고, (b)는 (a)에서의 방향과 동일한 방향을 따라 바라 본 단면도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시형태에 따른 변환기 부분을 도시하는 도면으로, (a)는 단면도이고, (b)는 평면도이다.

도 6은 도 5에 도시되어 있는 실시형태의 마이크로버블 발생기를 나타내는 도면이다.

도 7은 도 5에 도시되어 있는 실시형태의 초음파 발생기를 나타내는 도면이다.

도 8은 도 7의 실시형태의 노즐 부재를 개략적으로 설명하는 도면으로, (a)는 측면도이고, (b)는 (a)의 방향 V1을 따라 바라 본 도면이고, (c)는 (b)에서 라인 B-B를 따르는 단면도이다.

도 9는 발전소 보일러 배기가스를 처리하도록 배치되어 있는 본 발명의 일 실시형태에 따른 보일러 배기가스 처리 시스템의 개략적인 도면이다.

도 10은 내부에 도 6의 실시형태의 마이크로버블 발생기가 제공되어 있는 가스 리프트 펌프 장치의 다른 실시형태의 개략적인 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0170] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 가스 변환 장치(100)를 개략적으로 설명하는 도면이다. 도 1에 도시되어 있는 장치(100)는 이산화탄소 공정 가스를 메탄 가스와 산소 가스로 변환하도록 구성되어 있다.

[0171] 장치(100)는 외부 공급원으로부터 장치(100)로 공급되는 이산화탄소 공정 가스를 압축하기 위한 압축기(105)를 구비한다. 압축기(105)에 의해 압축된 공정 가스는, 액체 보유 탱크(110) 내에 위치하는 장치(100)의 변환부(115)로 공급된다. 탱크(110)는 변환부(115)를 거의 침지하기에 충분한 양의 물을 저장한다. 물 외에 다른 액체도 유용될 수 있다. 가스 변환을 촉진하고, 부식을 억제하며 및/또는 박테리아의 성장을 억제하기 위해, 액체는 하나 혹은 그 이상의 첨가제를 함유할 수 있다.

[0172] 변환부(115)는 직립 도관 혹은 칼럼(125)에 연결되어 있는 마이크로버블 발생부(120)를 구비한다. 마이크로버블 발생부(120)는 가스 유입구(130G)에서 이산화탄소 공정 가스를 유입하고, 액체 유입구(120L)에서 탱크(110)로부터 액체를 유입하도록 구성되어 있다. 아래에서 보다 자세하게 설명하는 바와 같이, 마이크로버블 발생부(120)는 마이크로버블을 발생시키고, 발생된 마이크로버블이 칼럼(125) 내로 상승하게 할 수 있다.

- [0173] 칼럼부(125)의 하부에 초음파 발생부(140)가 제공되어 있다. 초음파 발생부(140)는 휘슬 장치(150) 어레이를 구비하며, 휘슬 장치는 압축된 가스가 휘슬 장치를 통해 가압될 때 초음파 에너지를 발생시킨다. 초음파 에너지는 칼럼부(125)를 통해 상승하는 마이크로버블의 캐비테이션을 야기하고, 결과적으로 이산화탄소의 적어도 일부가 메탄 및 산소로 변환되게 된다.
- [0174] 칼럼 내에서 초음파 발생부(140)를 통해 상승하는 가스는, 칼럼(140)의 자유 단부(140E)에서 배출되어, 탱크(110) 내의 액체의 액위(110LL) 위쪽의 텡크(11)의 헤드 공간(110H)으로 상승한다. 이에 따라, 메탄, 산소 그리고 변환되지 않은 이산화탄소의 혼합물이 헤드 공간(110H) 내에 수집된다. 일부 실시형태에서, 하나 이상의 탄화수소가 이를 가스에 부가하여 혹은 이를 가스 대신 헤드 공간(110H) 내에 수집될 수 있다.
- [0175] 탱크(110)는, 실제 운용할 때에 탱크(110) 내에서 예상되는 액체의 최대 액위(level)보다 높은 레벨에서, 탱크(110)의 상부 벽(110U)을 통해 탱크(110)에 연결되어 있는 제1 및 제2 가스 유출부(110G1, 110G2)를 구비한다.
- [0176] 제1 가스 유출부(110G1)는 가스 분리부(190)에 결합되어 있는 반면, 제2 가스 유출부(110G2)는 압축기(105)의 유입구에 결합되어 있다. 이에 따라, 제2 가스 유출부(110G2)를 통해 탱크(110)로부터 빠져 나가는 가스는 변환부(115)를 통해 재순환하게 된다. 이러한 기술적 특징은 헤드 공간(110H) 내에서의 이산화탄소의 농도를 낮춰줄 수 있게 하며, 이에 따라 지정된 양의 메탄을 얻기 위해, 헤드 공간(110H)에서 나와 분리기(190)에 의해 처리되어야 하는 가스의 양을 줄여주게 된다. 헤드 공간(110H) 내에서의 이산화탄소와 하나 이상의 다른 가스의 농도를 조절하기 위해, 헤드 공간(110H)으로부터 압축기(105)와 분리기(190)로 흐르는 가스의 상대적인 양이 조절될 수 있다.
- [0177] 마이크로버블 발생기(Microbubble generator)
- [0178] 도 1의 장치의 마이크로버블 발생부는 사이클론(혹은 '사이클론식') 마이크로버블 발생기(120)이다. 마이크로버블 발생기(120)는 해당 발생기(120)의 버블 전단부(130) 내로 유입되는 액체 내에 스월(swirl)을 유도하도록 배치되어 있다. 버블 전단부(shear portion)(130)를 지나가는 액체 내에서 마이크로버블의 형성을 촉진하기 위해, 스월이 유도된다.
- [0179] 도 2에 마이크로버블 발생부(120)가 보다 상세하게 도시되어 있다. 도 2a는 마이크로버블 발생부(120)의 실린더 측(A)과 직교하는 방향에서 바라본 발생부(120)의 단면도이다. 도 2b는 화살표 B를 따라 바라본, 실린더 측(A)을 따라 바라본 도면이다.
- [0180] 발생부(120)에는, 탱크 내의 액체가 변환부(115) 내로 유입될 수 있도록 하기 위한 액체 유입구(120L)가 형성되어 있다. 도 2(a)로부터 알 수 있는 바와 같이, 유입구(120L)를 통해 발생부(120)로 유입되는 액체는 발생부(120)의 내벽에 대해 거의 접선 방향으로 유입된다. 이러한 기술적 특징은 발생부(120)를 통하는 액체의 유동에 스월이 발생되는 것을 촉진하게 한다.
- [0181] 마이크로버블 발생부(120)를 통해 유동하는 액체는 초크 혹은 벤투리부(121)를 통해 유동하도록 가압된다. 벤투리부(121)는, 액체 유입구(120L)로부터 멀어짐에 따라 단면적이 감소하는 발생부(120) 부분의 위쪽에 해당하는 수렴부(converging portion)(C)와, 상기 수렴부(C)의 바로 하류에서 단면적이 거의 일정한 목부(throat portion)(T), 그리고 상기 수렴부(C)의 바로 하류에서 단면적이 증가하는 발산부(diverging portion)(D)를 구비한다.
- [0182] 가스 유입구(123)는 벤투리부(121)의 목부(T) 내에 제공되며, 목부(T)를 통과하는 액체 내로 공정 가스가 분출될 수 있도록 배치되어 있다. 가스 유입구(123)는 목부(T) 둘레 주위에 이격된 위치에 제공되어 있으며, 이웃하는 가스 유입구는 서로가 거의 균일한 간격으로 위치하고 있다. 도시되어 있는 실시형태에서는 12개의 가스 유입구(123)가 제공되어 있다. 다른 수량의 가스 유입구(123)와 다른 배치의 가스 유입구(123)도 유용하다.
- [0183] 실제 사용 시에, 벤투리부(121)를 통과하는 액체는 발생부(120)를 통과하는 액체 내에 형성되는 가스 버블을 전단(shear) 시키도록 배치되어 있다. 가스 유입구(123)를 통해 가스가 분사됨에 따라, 버블이 형성된다. 버블들이 전단됨에 따라, 이를 버블들의 크기는 정체된 상태의 액체에 형성되는 평형 상태에서의 가스 버블의 크기에 비해 작아지게 된다. 도 2에 도시되어 있는 형식의 마이크로버블 발생부(120)가 변환부(115) 내에서 마이크로버블이 안정적으로 유동할 수 있도록 하는 데에 매우 효과적이라는 것을 알 수 있었다.
- [0184] 초음파 에너지 발생기(Ultrasonic energy generator)
- [0185] 변환부(115)는, 실제 사용 시에, 액체 내에 공정 가스의 마이크로버블이 혼입된(entrained) 액체 유동을 마이크

로버블 발생부(120)로부터 초음파 발생부(140)로 운송하도록 구성되어 있다.

[0186] 초음파 발생부(140)가 도 3에 상세하게 도시되어 있다. 도 3a는 초음파 발생부(140)의 측면도이고, 도 3b는 초음파 발생부(140)를 위로부터 축 A를 따라 바라본 도면이다. 초음파 발생부(140)는 각각이 휘슬 장치(141AA, 141AB)의 2개의 리니어 어레이를 포함한다. 각 어레이에는 4쌍의 휘슬 장치(141)를 구비한다. 각 쌍의 휘슬 장치 중 하나는 실질적으로 수평 방향의 가스 공급 라인(GA, GB) 위쪽에 장착되어 있는 반면, 나머지는 가스 공급 라인 아래쪽에 장착되어 있다. 각 공급 라인(GA, GB)을 따르는 가스 유동은 휘슬 장치들(141)을 통해 흐르도록 가압되고, 가스는 칼럼(125) 내의 액체로 소진된다.

[0187] 도 4를 참조하면, 각 휘슬 장치(141)는 휘슬 바디를 제공하는 챔버(141C) 형태의 부분을 구비한다. 노즐 부재(141N)와 리셉터 부재(141R)는 휘슬 바디(141C)에 결합되어 있다. 휘슬 바디(141C)는, 리셉터 부재(141R)를 노즐 부재(141N)와의 관계에 있어서 거의 고정된 간격으로 그리고 거의 동축으로 지지하도록 배치되어 있다. 노즐 부재(141N)는, 각각 가스 공급 라인(GA, GB) 부분을 형성하는 가스 공급 헤드(141GH)에 결합되어 있는 것으로 도시되어 있다.

[0188] 노즐 부재(141N)는, 공정 가스 흐름이 리셉터 부재(141R)의 개구부(141RO)를 통해 리셉터 부재(141R)에 의해 획정되는 개방된 캐비티(141RC) 내로 지향되도록 배치되어 있다. 리셉터 부재(141R)는, 휘슬 바디(141C) 내에 텁이 형성되어 있는 구멍 내로 나사 체결되어 리셉터 부재(141R)가 휘슬 바디(141C)에 결합되도록 배치되어 있다. 이에 따라, 리셉터 부재(141R)는 챔버(141C)의 일 단부에 근접하여 배치되어 있다. 노즐 부재(141N)로부터 나와 캐비티(141RC)를 향하는 가스 유동은, 하트만-타입(Hartmann-type) 휘슬 장치 방식으로 초음파 에너지를 발생시키게 된다. 다른 휘슬 장치도 유용할 수 있다.

[0189] 리셉터 부재(141R)의 개구부(141RO)와 노즐 부재(141N) 사이의 거리는, 리셉터 부재(141R)의 회전에 의한 나사에 의해 조절될 수 있다.

[0190] 일부 장치에서, 리셉터 부재(141R)에 의해 획정되는 캐비티(141RC)의 깊이 D가 조절될 수 있다. 일부 장치에서, 이러한 깊이의 조절은 추가의 나사 조절에 의해 이루어질 수 있다. 예컨대, 캐비티(141RC)의 내부 기저면의 일 단부에 있는 나사의 위치를 조절함으로써 깊이 조절이 이루어질 수 있다. 이러한 기술적 특징은, 장치(141)에 의해 발생되는 음파 에너지의 양이 최적화될 수 있다는 이점이 있다. 일부 실시형태에서, 음파 에너지의 주파수(즉, 장치(141)에 의해 발생되는 음파(sound wave)의 주파수)는 깊이 D를 조절함으로써 조절될 수 있다.

[0191] 휘슬 바디(141C)는 노즐 부재(141N) 및 리셉터 부재(141R)와 동축인 실질적으로 관상의 슬리브(tubular sleeve)이다. 상기 슬리브는 그 안쪽에 휘슬 바디(141C)로부터 나와 있는 노즐 부재(141N)로부터 칼럼(125) 내의 액체 내로 흐르는 가스 유동을 수용하기 위한 한 쌍의 구멍(141A)을 구비한다. 이에 따라, 휘슬 장치(141)는, 칼럼 내에 있는 액체 내로 가스 유동을 전달하는 가스 전달 장치로 기능한다. 액체 내에서 가스가 상승하고, 이러한 가스 리프트에 의해 변환부(115)를 통한 액체 펌핑이 이루어진다.

[0192] 초음파 발생기를 구동하기 위해 사용되는 가스는 구동 가스(drive gas)라고 호칭될 수 있다. 구동 가스는 공정 가스와 동일한 타입의 가스일 수 있고, 필요에 따라서는 동일한 공급원을 사용할 수도 있다. 또는, 구동 가스는 공정 가스와 다른 종류의 가스일 수도 있다.

[0193] 일부 실시형태에서, 공정 가스는 연소 반응의 산물일 수 있다. 공정 가스는 약 13-14%의 이산화탄소 혹은 연소 조건에 따라서는 이와 다른 함량의 이산화탄소와, 잔부는 질소, 황산화물( $\text{SO}_x$ ) 및 질소 산화물( $\text{NO}_x$ )로 구성될 수 있다. 예를 들면, 공정 가스는 석탄, 오일 혹은 가스-연소 발전소에서 운송될 수 있다. 일부 실시형태에서, 공정 가스는 선박의 플루 가스(flue gas)일 수 있다. 내연 기관에서 발생하는 배기 가스와 같이 이산화탄소를 함유하는 다른 공급원도 유용하다.

[0194] 일부 다른 실시형태에서, 구동 가스가 칼럼 내의 액체 내로 소진되지 않도록, 장치가 배치된다. 일부 실시형태에서, 구동 가스는 재가압되고 휘슬 장치(141)를 통해 재순환한다.

#### 변환 반응

[0196] 이산화탄소 마이크로버블이 변환부(110)의 칼럼(125) 내에 있는 초음파 에너지에 노출되면, 마이크로버블이 붕괴되어 가스가 급속히 그리고 극심하게 가열되며, 자유 라디칼이 발생하게 되는 것으로 이해된다. 아래의 화학식에 따라 이산화탄소가 메탄과 산소로 변환하게 되는 것으로 믿어진다.

[0197] 반응식은 다음의 화학식으로 표현될 수 있다.

[0198]  $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{O}_2$

[0199] 또는,

[0200]  $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_4 + 2\text{O}_2$

[0201] 일부 실시형태에서, 반응을 촉진시키기 위해 촉매가 사용될 수 있다. 촉매는 특히 탱크(110) 내에 있는 액상 매체 내에 부유(suspended)되는 촉매 입자 형태로 제공될 수 있다. 일부 실시형태에서, 촉매 입자들은 철 혹은 철 산화물을 함유한다. 일부 실시형태에서, 헤마타이트(hematite) 입자 혹은 헤마타이트-함유 입자들이 유용하다.

[0202] 본 발명의 실시형태들은, 이산화탄소와 같이 환경에 유해할 수 있는 하나 이상의 가스가, 상대적으로 간단한 방식으로 그리고 에너지 효율적인 공정으로 유용한 형태의 가스로 변환될 수 있다는 특징을 갖는다. 가압된 가스 유동에 의해 초음파 에너지가 발생함으로써, 전기식 변환 장치와 같이 다른 방식으로 초음파 에너지를 발생시키는 공정에 비해 상대적으로 견고(robust)하면서도 탄성(resilient) 있는 장치가 제공될 수 있게 된다.

[0203] 본 발명의 실시형태들은, 발전소에서 방출되는 연소 가스 내에 존재하는 이산화탄소를 산소 및 메탄 가스로 변환하는 데에 유용하다. 본 발명의 일부 실시형태에서 발생되는 산소 가스는 주위 환경으로 방출되거나 산소 가스 용기에 저장되어 예컨대 산업용 공정 가스로 사용되거나 판매될 수 있다.

[0204] 발생된 메탄 가스는 연료로 사용되거나 혹은 화학물 처리와 같이 다른 적당한 목적을 위해 사용될 수 있다.

[0205] 일부 실시형태에서, 칼럼(125)을 통과하는 가스의 재순환이 수행되지 않는 것으로 이해된다. 일부 실시형태에서, 가스가 재순환되지 않고 분리기(190)로 공급된다. 일부 실시형태에서, 칼럼(125)을 따라 통과하는 가스가 분리기(190)로 운송되지 않는다. 일부 실시형태에서, 가스가 저장 탱크 내에 저장된다.

[0206] 본 발명의 일부 실시형태에 따른 가스 변환 장치는 태양 에너지와 같은 재생 에너지원에 의해 생성되는 전기 에너지로 작동될 수 있는 것으로 이해된다. 일부 실시형태에서, 초음파 에너지 발생기의 휘슬 장치가 압축기(105)를 필요하지 않게 공정 가스를 압축하지 않고서도 작동될 수 있을 정도로 공정 가스가 충분히 높은 압력으로 장치에 공급될 수 있는 것으로 이해된다. 또한, 헤드 공간(110H)에서 인출된 후 칼럼(125)을 통해 재순환하는 가스를 압축하기 위한 압축기에 동력을 공급할 수 있을 정도로, 공정 가스가 충분히 높은 압력으로 공급될 수 있다. 이에 의해, 압축기(105)를 작동하는 데에 소량의 추가 동력만이 필요하거나 혹은 전혀 필요하지 않게 된다.

[0207] 일부 실시형태에서, 헤드 공간(110H) 내에 수집된 가스는, 일부 실시형태에서 적어도 메탄과 산소의 혼합물일 수 있고, 이 혼합물은 연료로 사용되거나 혹은 메탄과 산소를 분리하지 않은 상태로 산업용 공정에 사용될 수 있는 형태일 수 있다. 헤드 공간(110H) 내에 잔류 이산화탄소 공정 가스가 존재하는 실시형태에서, 압축기(105)를 통해 가스가 재순환함에 따라, 가스가 연료 혹은 특정 산업용 공정에 사용될 수 있을 정도로 이산화탄소의 농도가 감소될 수 있다. 다른 장치도 또한 유용하다.

[0208] 본 발명의 일부 다른 실시형태에서, 다른 마이크로버블 발생기 및/또는 다른 초음파 에너지 발생기가 채용될 수 있다.

[0209] 변환부에 대한 하나의 다른 실시형태가 도 5에서 도면번호 215로 도시되어 있다. 도 5의 변환부(215)는 다른 마이크로버블 발생기(220)와 다른 초음파 에너지 발생기(240)를 구비한다. 도 5의 실시형태에서, 도 1의 실시형태에서의 구성과 유사한 구성에 대해서는 도면번호에 100을 더하여 표기하였다.

[0210] 도 5는 도 5b의 단면 A-A에서 바라본 변환부(215)를 도시하고 있다. 도 5b는 변환부(215)의 평면도이다. 변환부(215)는 칼럼(225)을 구비하고, 칼럼의 베이스에는 칼럼의 하단부로부터 칼럼 내로 액체를 뽑아 올리거나 펌핑 될 수 있도록 액체 유입구(220L)를 구비한다.

[0211] 도 5a의 실시형태는, 길이 L1이 약 160mm, 길이 L2가 약 1100mm의 크기이다. 다만, 다른 크기도 유용할 수 있다.

[0212] 마이크로버블 발생기(220)는 액체 유입구(220L) 위쪽에 제공되어 있으며, 마이크로버블 발생기(220)를 칼럼(225)에서 대응 플랜지(225F1)에 결합시키도록 배치되어 있는 플랜지(220F1)를 포함한다. 칼럼(225)이 바람직한 다른 방위로 배치될 수 있다는 점을 이해해야 한다. 본 실시형태에서, 칼럼(225)은 거의 직립 형태로 위치하고 있으며, 수직 방향으로 칼럼(225)의 실린더 축 A를 구비한다. 도 5의 실시형태에서, 마이크로버블 발생기(220)의 플랜지(220F1)는 거의 수직 평면 내에 자리하고 있다.

[0213]

도 6a에 도시되어 있는 바와 같이, 마이크로버블 발생기(220)는 발생기를 관통하는 가스 도관(230GB)을 구비하며, 플랜지(220F1)에 고정방식으로 결합되어 있다. 가스 도관(230GB)은 플랜지(220F1)와 거의 수직으로 그리고 플랜지(220F1)와 동축으로 플랜지(220F1)로부터 연장하고 있으며, 봄-유사 구조물을 확정한다. 봄-유사 구조물은 봄의 자유 단부에서 가스 베블러 장치(221)를 지지한다. 한 쌍의 강직한 웨b 부분(230W)이 플랜지(220F1)의 일 단부에 부착되어 있으며, 가스 도관(230GB)의 거의 전장을 따라 연장하고 가스 도관(230GB)에 결합되어 있다. 웨b 부분(230W)은 가스 도관(230GB)의 바로 위 그리고 아래에 위치하고 있고, 가스 도관(230GB)을 보강 및 강화하는 기능을 한다. 칼럼(225) 내의 가스 도관(230GB)을 통과하는 액체 유동이 가스 도관(230GB)에 큰 힘을 가할 수 있다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 이에 따라, 웨b 부분(230W)이 가스 도관(230GB)이 벤딩되는 것을 적어도 어느 정도 방지할 수 있는 기능을 수행하게 된다. 웨b 부분(230W)은 칼럼(225)의 실린더 축 A와 평행한 방향을 따라 액체 유동이 거의 평행하게 되도록 배치되어 있다.

[0214]

베블러 장치(221)는 아래쪽이 개방되어 있는 캐비티를 확정하는 하우징(221H)을 구비한다. 캐비티 내에는 내부 형상이 반경이 있는 돔-형 혹은 컵-형 부재인 중공형 돔 부재(221D)가 제공되어 있다. 돔 부재(221D)는 베블러 장치(221)로 유입되는 공정 가스 유동 위에 위치하며, 아래에 설명되어 있는 바와 같이, 베블러 장치(221) 내로 유동하는 채널링 가스가 삽입 부재(221I)를 향해 아래쪽으로 유동하도록 보조하게 배치되어 있다. 돔 부재(221D)의 반경형태의 내부 형상은, 돔 부재(221D) 내로 공정 가스가 유동할 때, 하우징(221H) 내에서 와류가 발생하는 것을 줄여주게 된다.

[0215]

베블러(221)로 유입되는 공정 가스는 거의 원통형이며, 베블러(221)의 하우징(221H) 내에 슬라이딩 조립되게 배치되어 있는 중공형 삽입 부재(221I)를 통해 아래쪽으로 유동하게 된다. 중공형 삽입 부재(221I)는 (도시되어 있는 방위와 관련하여) 아래쪽으로부터 도입되어 조립된다. 삽입 부재(221I)에는, 삽입 부재의 상부 둘레 림 주위에 균일한 간격으로 배치되어 있는 5개의 스월 혹은 소용돌이-유도 강직성 블레이드 요소(221IB)가 제공되어 있다. 5개 이외의 다른 수량의 블레이드 요소(221IB)도 유용할 수 있다. 블레이드 요소(221IB)는, 블레이드 요소(221IB)의 충돌 면들이 도관(230GB)으로부터 하우징(221H) 내로 통과하는 공정 가스의 유로 내에 바로 위치하도록 가스 도관(230GB)의 종 방향 실린더 축에 정렬되어 있다. 이에 따라, 베블러(221)로 유입되는 공정 가스는 블레이드 요소(221IB)의 면들 바로 위에서 충돌하여, 베블러(221) 내에서 공정 가스가 스월을 형성하기 시작한다. 즉, 공정 가스가 소용돌이-유사 유로를 거치게 된다. 공정 가스는, 삽입 부재(221I)에 의해 확정되는 유체 통로를 통해 아래쪽으로 유동하도록 가압된다. 유체 통로는 통로의 위쪽에서부터 아래쪽으로 통로가 좁아지게 안쪽으로 테이퍼져 있는 원추형(cone)이다. 그 결과, 블레이드 요소(221IB)로부터 멀어지며 아래쪽으로 유동하는 공정 가스의 속도가, 블레이드 요소(221IB)로부터의 거리에 따라 증가한다.

[0216]

삽입 부재(221I)의 하단부에서, 원통형의 구멍 캡 부재(221AP)가 제공되어 하우징(221H)의 자유 단부 위에 나사 고정되어, 삽입 부재(221I)를 하우징(221H) 내에 유지시키게 된다. 구멍 캡 부재(221AP)는 해당 구멍 캡 부재(221AP)의 헤드부(221APH) 내에 형성되어 있는 구멍(221APA)을 구비한다. 구멍(221APA)은 하우징(221H)과 동축이다. 구멍(221APA)은, 공정 가스가 베블러(221)로부터 빠져나와 베블러(221)가 침지되어 있는 액체 내로 유입되도록 배치되어 있다. 공정 가스가 소용돌이 유동을 하고, 삽입 부재(221I)를 따라 가속되도록 실질적으로 가압되게 하는 이러한 구성은, 공정 가스가 칼럼(225) 내의 액체 내로 비교적 고속으로 그리고 고강도의 스월 혹은 스핀을 가진 상태로 분출될 수 있도록 하는 특징을 갖는다. 본 출원인은, 이러한 방식으로 액체 내로 가스가 분출되어 형성되는 가스 베블들이 특히 작은 크기, 일부 실시형태에서는 직경이 50 마이크로미터 미만의 작은 크기로 되도록 하여, 칼럼(225) 내의 액체와 가스가 잘 혼합될 수 있게 한다는 것을 알 수 있었다. 또한, 칼럼(225)을 통해 위쪽으로 유동하는 액체 유동 내에서, 가스 베블들이 초음파 에너지 발생기(240)를 향해 위쪽으로 뿐아 올려지거나 혹은 가압됨에 따라, 가스 베블들이 안정적인 상태를 유지하고, 거의 동일한 크기를 유지한다는 것을 알 수 있었다.

[0217]

도 6의 실시형태에서, 베블러(221)의 실린더 축(이는 삽입 부재(221I)와 구멍 캡(221AP)의 실린더 축과 거의 일치함)이 칼럼(225)의 실린더 축과 거의 일치하도록, 베블러(221)가 칼럼(225)과 거의 동축으로 제공된다. 다른 장치도 유용할 수 있다. 그러나, 베블러(221)를 칼럼(225)에 대해 거의 중앙부에 위치하도록 베블러를 배치하면, 칼럼의 단면적에 대해서 마이크로베블이 비교적 균질하게 유동할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

[0218]

도 7은 초음파 에너지 발생기(240)를 좀 더 상세하게 도시하고 있다. 도 7a는 초음파 에너지 발생기(240)의 3차원 도면이고, 도 7b는, 초음파 에너지 발생기(240)의 일부를 형성하는 19개의 휘슬 장치(241) 중 하나의 외형도이다. 도 7c는 도 7b의 섹션 B-B를 따라 바라본 휘슬 장치(241)를 나타내고, 도 7d는 휘슬 장치(241)의 3차원 도면이다. 도 7의 장치에서 도 4의 장치와 유사한 구성요소에 대해서는 도면부호 100을 더한 유사한 도면부호로

표기하였다.

[0219] 도 7a로부터 알 수 있는 바와 같이, 16개의 휘슬 장치가 변환부(215)의 칼럼(225) 주위에 원주방향으로 배치되어 있고, 3개의 휘슬 장치가 칼럼(225)의 직경을 따라 이격되는 위치에 배치되어 있으며, 이들은 실제 사용 시에 칼럼(225)을 통과하는 액체 유동 방향의 상류를 향하고 있다. 다른 수량의 휘슬 장치와, 휘슬 장치의 다른 배치도 유용할 수 있다. 도시되어 있는 실시형태에서, 휘슬 장치(241)는, 거의 모든 유체가 적어도 하나의 휘슬 장치(241)의 바디 부분의 50mm 내에서 칼럼(225)을 따라 통과하도록, 배치되어 있다. 이렇게 함으로써, 유체 내에 동반되어 있는 마이크로버블들이 충분히 높은 강도의 초음파 방사에 노출될 수 있게 된다. 이와 다른 거리도 물론 유용할 수 있다.

[0220] 도 4에 도시되어 있는 실시형태에서의 휘슬 장치(141)에서와 같이, 도 7의 휘슬 장치(141)는 텁이 형성되어 있는 휘슬 바디를 확정하는 챔버(241C)를 구비한다. 노즐 부재(241N)와 리셉터 부재(241R)들이 각각 나사에 의해 휘슬 장치 바디(241C)에 결합되어 있다. 도시되어 있는 실시형태에서, 리셉터 부재(241R)의 거의 전부가 휘슬 바디(241C) 내에 수용되어 있으며, 노즐 부재(241N)에 대해 거의 동축 방향으로, 실질적으로 이격되어 간격이 고정되어 있다. 도시되어 있는 실시형태에서, 노즐 부재(241N)는, 가스 공급 헤드 커플링(241GHC)과 동일한 부품과 일체로 형성되어 있다. 커플링(241GHC)에는, 노즐 부재(241N)가 가스 공급 헤드에 결합될 수 있도록 암나사가 형성되어 있다. 슛나사는 노즐 부재(241N)가 휘슬 바디(241C)에 결합될 수 있게 한다.

[0221] 도 8은 하우징(241C)으로부터 분리되어 있는 노즐 부재(241N)와 가스 공급 헤드 커플링(241GHC)을 도시하고 있다. 도 8은 거의 축척에 맞추어 도시되었고, 본 실시형태에서 길이 L1은 40mm이고, 직경 DGHC는 약 31mm이다. 다른 치수도 물론 유용하다.

[0222] 도 8에 도시되어 있는 바와 같이, 노즐 부재(241N)는 와류발생기(tubulator)(241NT)로 표기될 수 있는, 유동-분할 베인 요소를 구비한다. 와류발생기(241NT)는 실질적으로 평탄형의 직사각 요소로, 노즐 부재(241N)로부터 나오는 가스 유동을 두 분류로 분할하도록 배치되어 있다. 와류발생기(241NT)를 설치함으로써, 휘슬 장치(241)에 의해 발생되는 초음파 에너지의 주파수를 거의 일정하면서도 재현가능한 주파수로 튜닝할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 일부 실시형태에서, 초음파 에너지의 주파수는 약 20kHz 내지 약 30kHz이고, 필요에 따라서는 약 20kHz 내지 약 26kHz일 수 있다. 30kHz보다 크거나 및/또는 20kHz보다 작은 주파수도 유용할 수 있다. (실제 사용 시에 칼럼(225)와 거의 일치하는) 노즐 부재(241N)의 종 방향 축 A에 대한, 와류발생기(241NT)의 길이 LNT는 약 1mm이다. 이와 다른 크기도 유용할 수 있으며, 통상의 기술자라면 실험적으로 와류발생기(241NT)의 적정 길이를 결정할 수 있을 것이다.

[0223] 노즐 부재(241N)는 가스 유동이 노즐 부재(241N)를 통과하여 리셉터 부재(241R)에 의해 확정되는 개방 캐비티(241RC) 내로 유입되도록 지향하고 있다. 가스 유동이 노즐 부재(241N)로부터 개방 캐비티(241RC) 내로 유입됨에 따라, 하트만-타입 휘슬 장치 방식으로 초음파 에너지가 발생되게 된다. 휘슬 장치(241)를 통해 유동하는 가스가 휘슬 바디(241C) 내의 구멍(241A)을 통해 장치로부터 유출됨에 따라, 칼럼(225) 내에서 가스를 리프트 시킨다.

[0224] 도시되어 있는 실시형태에서, 휘슬 장치(241)는 약 20 내지 약 26kHz 사이의 주파수를 갖는 초음파 에너지를 발생시키도록 튜닝될 수 있다. 전술한 바와 같이, 일부 실시형태에서 주파수가 높을수록 유용할 수 있다. 통상의 기술자라면 휘슬 장치들을 구동하기에 최적의 가스 압력과, 적당한 주파수와 진폭의 초음파 에너지를 발생시키기 위한 노즐 부재(241N)와 리셉터 부재(241R) 사이의 최적 거리를 결정할 수 있다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 본 출원인은, 휘슬 장치(241)에 있어서, 신선한 물 표면으로부터 깊이가 2m 혹은 이보다 다소 낮은 깊이에서, 공정 가스 압력이 1-4바, 필요에 따라서는 1-5바 사이에서, 노즐 부재(241N)와 캐비티(241RC) 사이의 거리를 적당하게 조절함으로써 적당한 진폭과 주파수의 초음파 에너지가 발생될 수 있다는 것을 알 수 있었다. 리셉터 부재(241R)와 노즐 부재(241N) 사이의 거리는 리셉터 부재(241R)의 회전에 따른 나사 회전에 의해 조절될 수 있다. 일부 실시형태에서, 휘슬 장치(241)를 구동하기 위한 구동 가스가 약 1.5바의 압력으로 액체 저장 탱크(110) 내의 액위의 2m 아래 깊이에 있는 휘슬 장치(241)에 공급된다. 일부 실시형태에서는, 5바 보다 큰 압력이 유용할 수 있다.

[0225] 본 발명의 실시형태들은 변환부(115, 215)의 칼럼 내의 액체 내에서 매우 효율적으로 마이크로버블을 발생시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다. 마이크로버블들이 초음파 에너지 발생기에 의해 발생된 초음파 에너지를 받으면, 마이크로버블들의 캐비테이션이 일어난다. 마이크로버블들이 이산화탄소를 함유하는 경우, 캐비테이션이 마이크로버블을 붕괴시키고, 이에 의해서 위에서 설명한 바와 같이 이산화탄소가 탄화수소 가스와 산소로 변환되는 것으로 생각된다.

- [0226] 일부 실시형태들에서, 메탄 가스가 발생될 수 있다. 일부 실시형태들에서, 메탄 가스에 부가하여 혹은 메탄 대신에 하나 이상의 다른 탄화수소 화합물이 발생될 수 있다. 예를 들면, 일부 실시형태에서, 메탄에 부가하여 혹은 메탄 대신에 메탄올 및/또는 에탄올이 생성될 수 있다. 일부 실시형태에서, 에탄, 프로판 및 하나 이상의 다른 알칸 물질이 생성될 수 있다. 특정 생성물의 형성을 촉진하기 위해, 하나 이상의 촉매 소재들이 액체 보유 탱크(110, 210) 내에 제공될 수 있다.
- [0227] 일부 실시형태에서, 비-탄화수소 가스만이 생성될 수도 있다.
- [0228] 도 9는 이산화탄소를 포함하는 공정 가스를 메탄 가스와 산소 가스로 변환하도록 구성되어 있는 보일러 배기 가스 변환 장치(300)에 연결되어 있는 석탄, 오일 혹은 가스-점화 발전소를 개략적으로 나타내는 도면이다. 장치(300)는 액체 보유 탱크(310)를 구비하며, 액체 보유 탱크 내에는 도 5a 내지 도 8을 참고로 하여 위에서 설명한 변환부(215) 세 개가 제공되어 있다. 변환부(215)는 1, 2, 4, 5, 10 또는 다른 적당한 수량으로 이루어질 수 있다.
- [0229] 장치(300)는 발전소 보일러 배기 가스 형태의 공정 가스를 받아들이고, 공정 가스가 초기에 가스 냉각 스크러버(381)를 통과하도록 구성되어 있다. 스크러버(381)는 수냉 시스템으로 가스를 냉각시키며, 더불어서 가스 내에 혼탁되어 있는 그을음 입자와 같은 입상 물질들을 제거한다. 일부 실시형태에서, 가스를 구성하는 하나 이상의 다른 성분들 예컨대  $\text{SO}_x$  및/또는  $\text{NO}_x$  같은 성분들이 제거될 수 있다.
- [0230] 그런 다음, 공정 가스는 가스 압축 시스템(382)을 통과하고, 그런 다음 변환부(215)로 바로 들어가거나 아니면 질소 분리 시스템(383)을 지나 변환부(215)로 들어간다. 질소 분리 시스템(383)은 공정 가스에서 질소 가스를 분리하도록 배치되어 있다. 질소 분리 시스템(383)은 질소를 분리시키도록 구성된 막 분리 시스템을 포함할 수 있으며, 필요에 따라서는 중공형 섬유 막 분리(HFMS) 시스템을 포함할 수 있다. 분리된 질소는 질소 가스 배출 취급 시스템(384)을 통과하며, 이 질소 가스 배출 취급 시스템에 의해 질소가 대기로 배출되거나, 저장되고 혹은 하나 이상의 다른 목적을 위해 사용된다. 나머지 가스는 변환부(215)로 안내된다.
- [0231] 위에서 설명한 바와 같이, 액체 보유 탱크는 3개의 변환부(215)를 구비하며, 각 변환부는 액체 보유 탱크(310) 내의 액체 내에 침지되어 있는 칼럼(225) 내에서 공정 가스 마이크로버블을 발생시키도록 배치되어 있다. 변환부(215)는 마이크로버블들이 고 강도의 초음파 방사를 받도록 배치되어 있다. 적어도 하나 이상의 변환부(215)의 칼럼(225)을 통과한 가스는 액체 보유 탱크(310)로부터 취출되어 가스 압축 시스템(388)으로 안내된다. 장치(300)는, 공급되는 가스가 바로 가스 압축 시스템(388)으로 안내되도록 하거나 혹은 질소 분리 시스템(386)을 경유하여 가스 압축 시스템(388)으로 안내되도록 배치되어 있다. 가스가 질소 분리 시스템(386)을 경유하여 가스 압축 시스템(388)으로 안내되도록 장치(300)가 작동하는 경우, 질소 분리 시스템(386)에 의해 가스에서 분리된 질소는 질소 가스 배출 취급 시스템(387)으로 안내되어, 질소가 대기로 배출되거나 저장되며 혹은 하나 이상의 다른 목적을 위해 사용된다.
- [0232] 일부 사용 시나리오에서, 보일러 배기 가스 변환 장치(300)는, 해당 시스템을 통과하여 가스 압축 시스템(388)으로 유동하는 가스가 2개의 가스 분리 시스템(383, 386) 중 하나의 가스 분리 시스템만을 통과하도록 배치되어 있다. 일부 다른 시나리오에서는, 장치(300)는 가스가 2개의 가스 분리 시스템(383, 386) 모두를 통과하도록 배치되어 있다.
- [0233] 일부 실시형태에서, 장치(300)는 2개의 가스 분리 시스템(383, 386) 중 하나의 가스 분리 시스템만을 구비한다. 일부 실시형태에서, 장치(300)는, 가스가 어떠한 가스 분리 시스템(383, 386)도 통과하지 않도록 배치되어 있다.
- [0234] 가스 압축 시스템(388)을 통과한 가스는 계속해서 메탄 분리기(389)로 안내되어, 분리기(389)로 유입되는 가스에서 메탄을 분리한다. 분리된 메탄은 메탄 저장 탱크(390) 내에 저장된다.
- [0235] 메탄이 분리된 가스는 분리기(389)로부터 산소 분리기(391)로 안내되어, 가스로부터 산소가 분리된다. 분리된 산소는 산소 저장 탱크(392) 내에 저장된다. 산소 분리기(391)에서 산소가 분리된 가스는 배출되기 전에 추가로 처리될 수 있다.
- [0236] 이에 따라, 장치(300)는 발전소 보일러 배기 가스, 특히 이산화탄소가 함유되어 있는 발전소 보일러 배기 가스로부터 탄화수소와 산소를 발생 및 분리시키는 데에 사용될 수 있다.
- [0237] 질소 분리 시스템(383, 386) 각각은 가스가 막 분리기 같은 분리기 부분을 통과하기 위해, 가스를 압축하기 위한 압축기를 구비할 수 있다는 점을 이해해야 한다.

- [0238] 본 발명의 실시형태들에서, 가스의 분리는 막 분리기(membrane separator), 예컨대 중공형 섬유 막 분리기 HFMS 혹은 임의의 다른 적당한 분리기에 의해 수행될 수 있다.
- [0239] 일부 실시형태에서, 이산화탄소를 탄화수소 연료로 변환시키기 위해 장치가 제공된다. 그 장치는 전기 에너지로 구동된다. 전기 에너지를 주로 소모하는 장치는 가스 압축기, 가스 분리 장치 및 장치를 제어하기도록 배치되어 있는 제어 모듈이다. 이산화탄소를 탄화수소 가스, 액체 혹은 고체로 변환하기 위해 장치가 사용될 수 있다. 장치는 태양열 에너지, 지열 에너지, 풍력 에너지, 파도 혹은 조수 에너지 같은 재생 에너지원에서 생성되는 전기 에너지를 사용한다. 본 실시형태에서, 장치는 이산화탄소를 메탄으로 변환하도록 배치되어 있다. 일부 실시형태에서, 장치는 지역에 혹은 상업용 빌딩에 설치되기에 적당할 수 있으며, 예컨대 셧거나 요리하기 위해 필요한 경우 물을 데우거나 다른 물질을 데우는 데에 메탄이 사용된다. 일부 실시형태에서, 발생된 이산화탄소가 다시 장치로 회수되어 다시 메탄으로 변환될 수 있다. 다른 장치도 또한 유용할 수 있다.
- [0240] 일부 실시형태에서, 장치는, 재생 에너지 포획 기기 혹은 솔라 패널, 파워 컨버터 및 제어 전자부품을 구비하는 솔라 광전지 에너지 발생기 같은 장치와 조합되어 제공될 수 있다.
- [0241] 도 10은, 예컨대 배 혹은 다른 수상-주행 선박 같은 선박의 액체 저장 혹은 밸러스트 탱크 내에서 액체를 순환시키기 위해, 수행의 유해한 종(ANS)을 죽일 목적으로 사용되는, 가스 리프트 펌프 장치(450)의 일예로 도 5 및 도 6에 도시되어 있는 실시형태의 신규의 마이크로버블 발생기(200)의 용도를 보여주는 개략적인 도면이다. 마이크로버블 발생기(220) 혹은, 본 명세서에 정의되어 있는 본 발명의 범위 내에 속하는 다른 실시형태들이, WO2013/093527호(해당 문헌은 참고로 본 명세서에 통합됨)에 개시되어 있는 장치를 포함하여, 다른 실시형태들 및 가스 리프트 장치를 구성하는 데에 사용될 수 있다.
- [0242] 도 10에 도시되어 있는 바와 같이, 가스 리프트 펌프 장치(450)는 도 5에 도시되어 있고 도 6에 상세하게 확대되어 도시되어 있는 바와 같은 신규한 마이크로버블 발생기(220)와, 일반적으로 (실제 사용 시에) 수직 가스 리프트 칼럼(460) 내에 제공되는 음파 에너지 발생기(400)를 포함한다. 음파 에너지 발생기(400)는 본 발명의 다른 실시형태와 본 발명의 다른 양태에서 사용되는 것과 같은 임의의 음향 에너지 발생기일 수 있으며, WO2013/093527의 실시형태에 도시 및 설명되어 있는 것과 같은 유체 전달 장치/음파 에너지 발생기와 조합될 수 있다. 칼럼(460)에는 예컨대 (안에 장치가 제공되는 선박의 밸러스트 탱크 내의 물과 같은) 물인 액체로 채워지며, 액체는 가스 리프트에 의해 유동 L로 펌핑된다.
- [0243] 마이크로버블 발생기(220)는 베블러(221)를 통해 칼럼(460) 내로 이산화탄소 같은 가스 P가 분출되도록 작동된다. 배출되는 가스 유동은 음파 에너지 발생기(400)를 향해 상승한다. 가스가 베블러(221)를 빠져나와 칼럼(460) 내에서 음파 에너지 발생기(400)를 향해 상승함에 따라, (칼럼(460)의 단면적 D1에 대해) 가스 마이크로버블 유동의 균질성(homogeneity)을 향상시키기 위해, 베블러(221)는 칼럼(460) 내에서 칼럼과 거의 동축으로 위치하는 것이 바람직하다(즉 공통의 종 방향 축 X를 따라 정렬). 장치(450)는, 음파 에너지 발생기(400)와 베블러(221)에 의해 칼럼 내로 분출되는 가스로 인한 가스 리프트 효과에 의해, 흡입 튜브(460H)로부터 물 혹은 다른 액체 L을 칼럼(460)을 통해 펌핑하도록 작동한다. 위에서 설명한 바와 같이, 일부 실시형태에서, 음파 에너지 발생기(400)가 음파 에너지를 발생하도록 하는 데에 사용되는 구동 가스는 가스 리프트 칼럼(460) 내로 소진되기 보다는 장치(450)에 의해 재순환될 수 있다.
- [0244] 도 6과 관련하여 위에서 설명한 바와 같은 동일한 방식으로, 베블러 발생기(220)의 베블러(221)에서 가스 베블들이 생성되어 방출된다. 가스 P가 베블러(221)를 통해 도관(230GB)을 경유하여 분출되어 바닥(출구)에서 배출될 때, 전단력을 받아 베블들의 크기가 미크론-단위 레벨로 감소된다.
- [0245] WO2013/093527호에 개시되어 있는 바와 같이, 도 10에 도시되어 있는 가스 리프트 펌프 장치의 이 예시적 장치는 신규한 마이크로버블 발생기(220)(혹은 본 명세서에 기재되어 있는 다른 신규의 실시형태의 발생기)를 사용하며, 이러한 장치는 예컨대 수송 선박의 밸러스트수를 처리하는 데에 유용하다. 특히 예컨대 박테리아성 ANS와 비-박테리아성 ANS를 죽이는 데에 유용하다.
- [0246] 도 10의 실시형태에서 마이크로버블 발생기(220)가 유입 튜브(460H)로부터 유입되는 액체의 유동 스트림 L 내에 위치하는 것으로 도시되어 있지만, WO2013/093527호에 예시적으로 기재되어 있는 바와 같이, 다른 다양한 장치들이 채용될 수도 있다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들면, 마이크로버블 발생기(220)가 하단부가 막혀 있는 칼럼의 베이스에 제공될 수 있다. 이 경우 예컨대 도 1의 장치의 액체 유입부(120C)와 유사한 방식으로 물 혹은 다른 액체를 장치에 의해 펌핑하기 위해 물 혹은 다른 액체를 공급하는 별개의 전용 유입장치가 제공되어 있다.

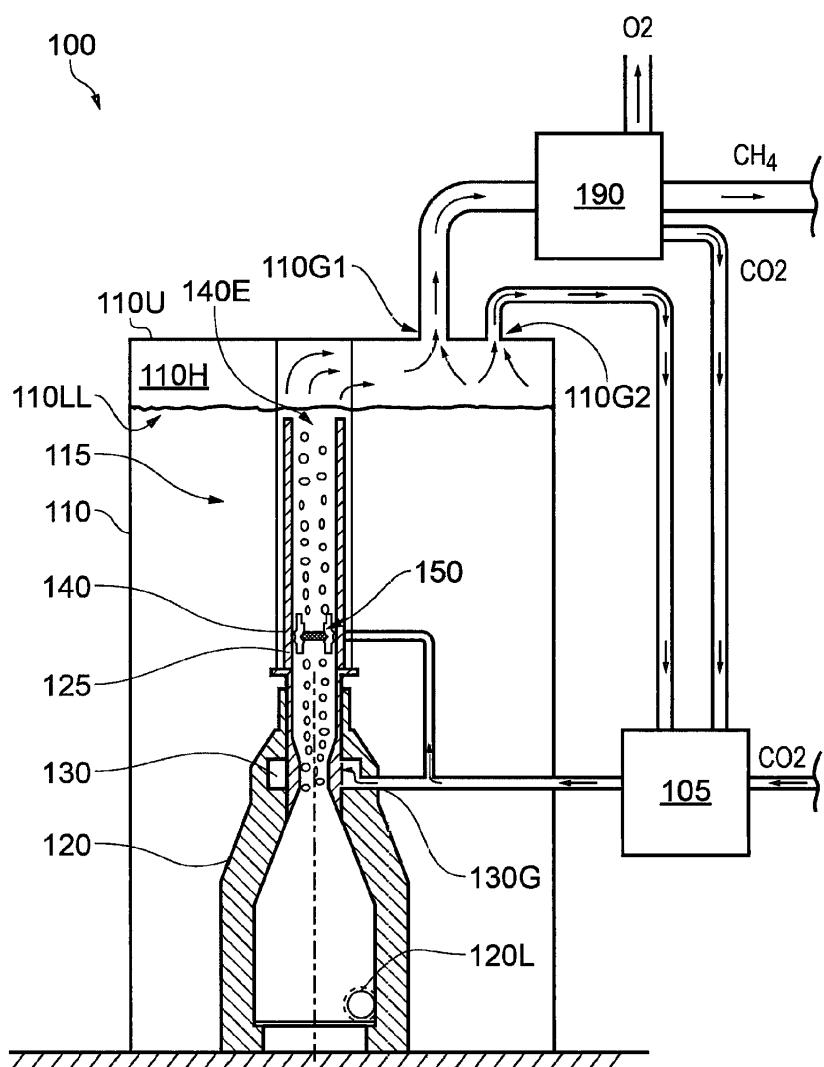
[0247] 본 명세서의 발명의 상세한 설명과 청구범위에서, "포함하다(comprise)", 그리고 "함유하다(contain)"라는 단어 와, 이들 단어의 다른 형태 예컨대 "포함하는(comprising)" 및 "포함하다(comprises)"는, "포함하지만 이에 한정되는 것이 아닌" 것을 의미하며, 다른 반족(moiety), 첨가물(additive), 구성성분(component), 정수(integer) 또는 단계(step)를 제외하려는 의도가 아니다.

[0248] 본 명세서의 발명의 상세한 설명과 청구범위에서, 단수 형태는 특별히 필요로 하지 않는 경우를 제외하면 복수를 포함한다. 특히, 부정관사가 사용되어 있는 경우, 특별히 필요로 하지 않는 경우를 제외하면 본 명세서는 단수뿐만 아니라 복수도 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

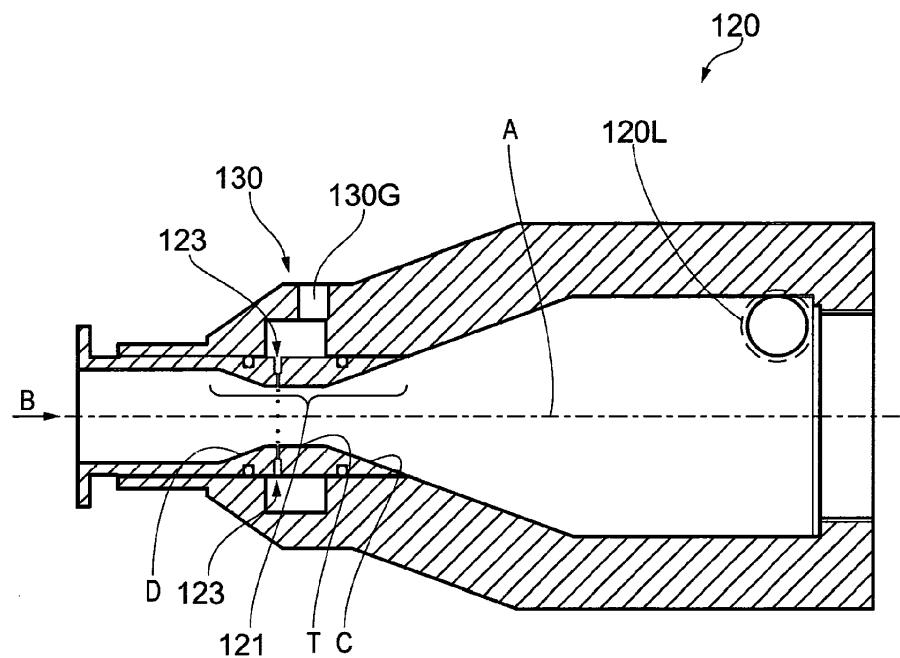
[0249] 본 발명의 실시예 혹은 실시형태 혹은 특정 양태와 관련하여 기재되어 있는 피쳐들, 정수, 특징들, 화합물들, 화학 반족 또는 그룹들은, 양립될 수 없는 경우를 제외하면, 다른 실시예 혹은 실시형태 혹은 양태에 적용될 수 있는 것으로 이해되어야 한다.

## 도면

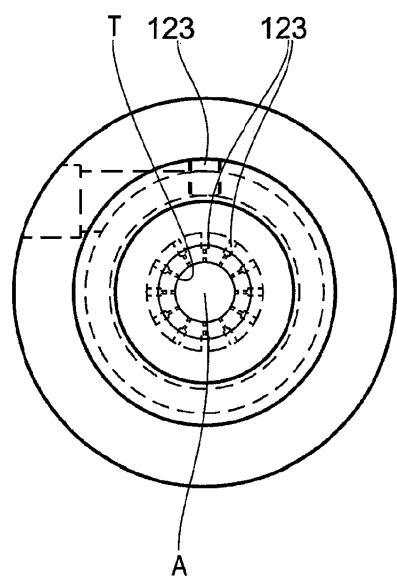
### 도면1



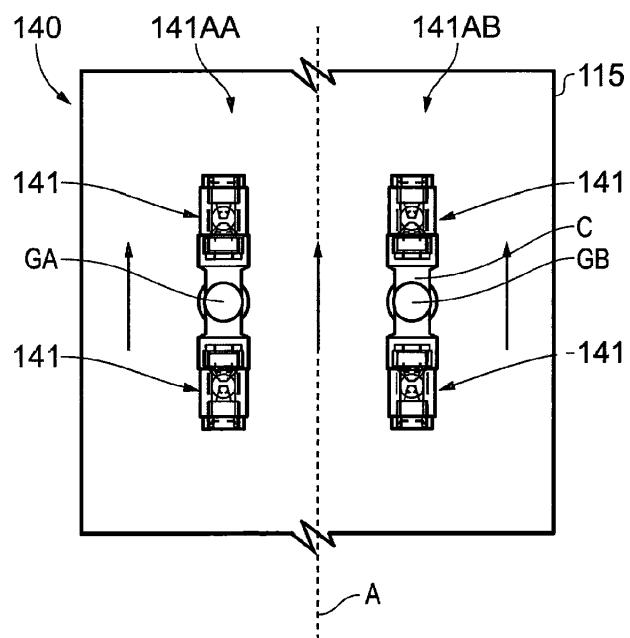
도면2a



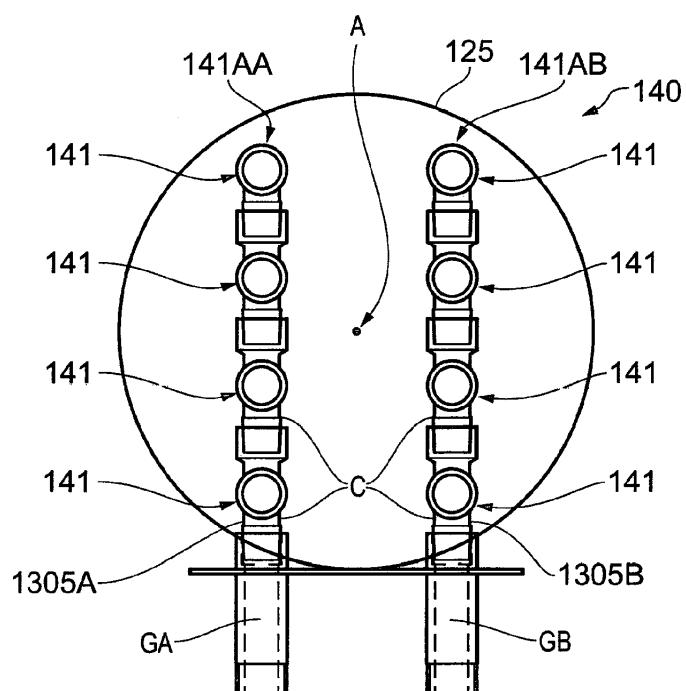
도면2b



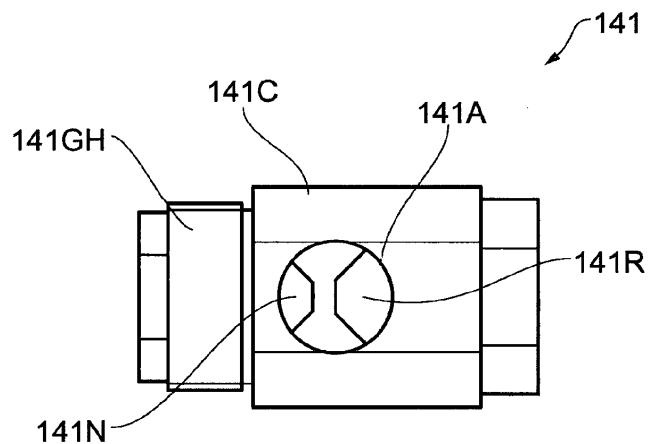
도면3a



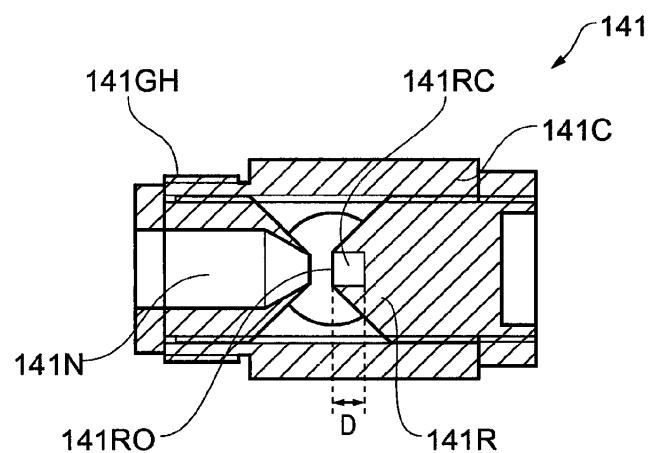
도면3b



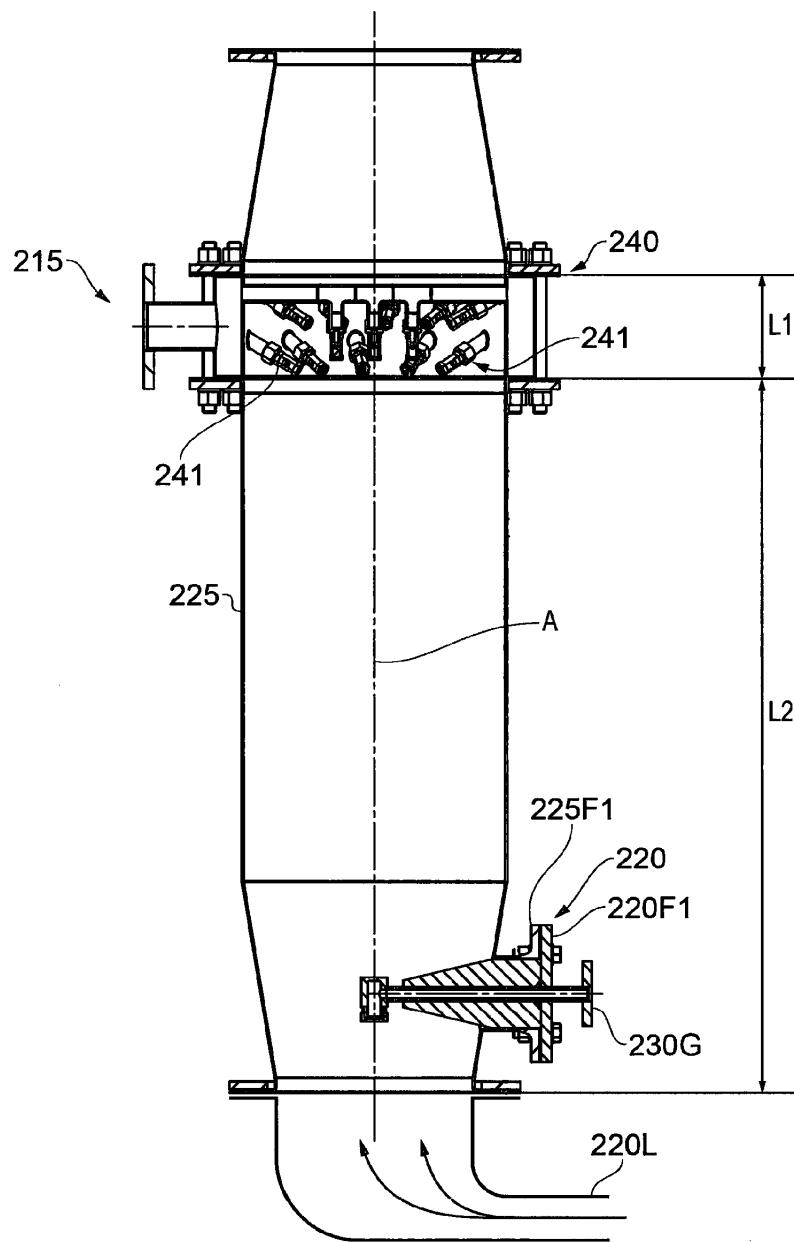
도면4a



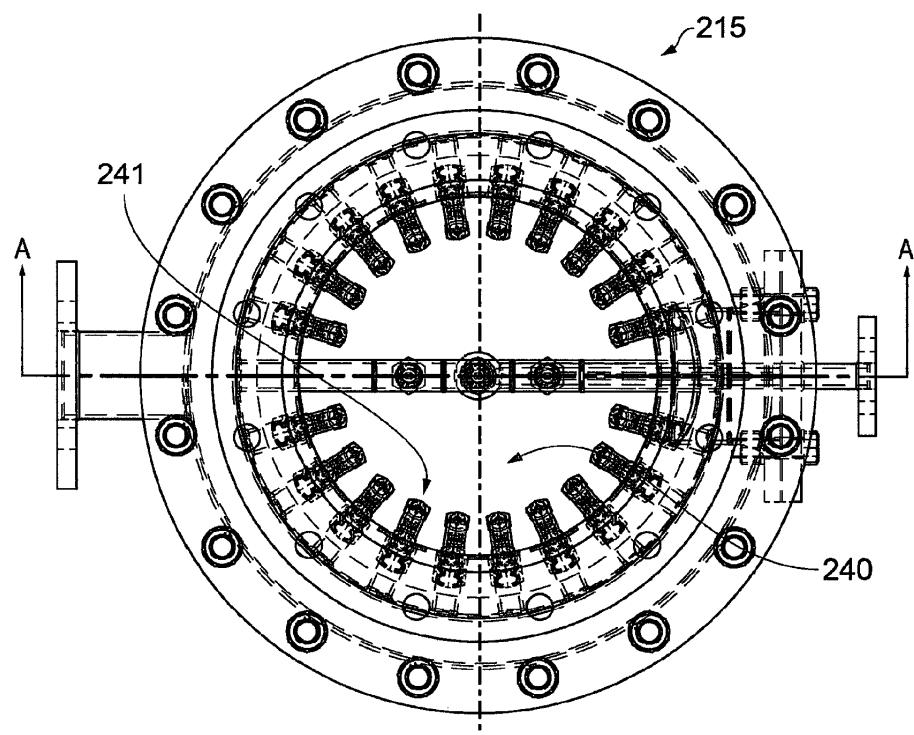
도면4b



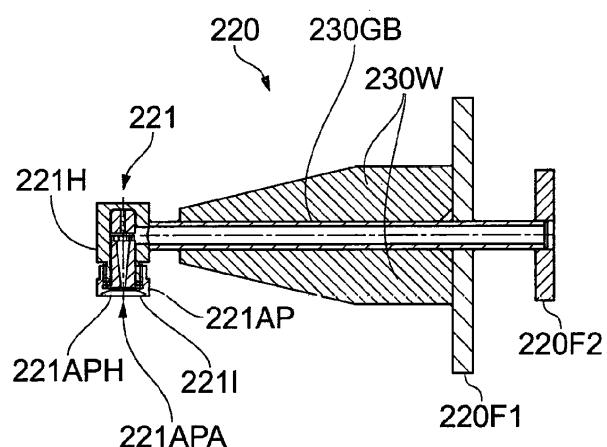
도면5a



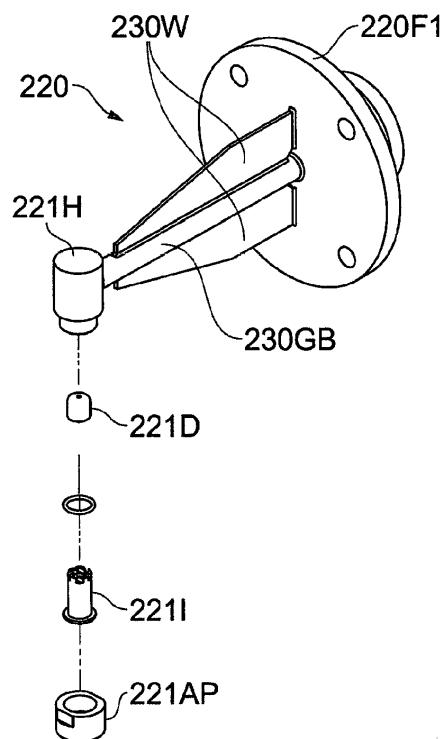
도면5b



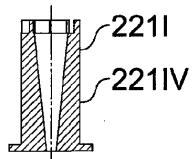
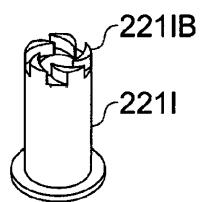
도면6a



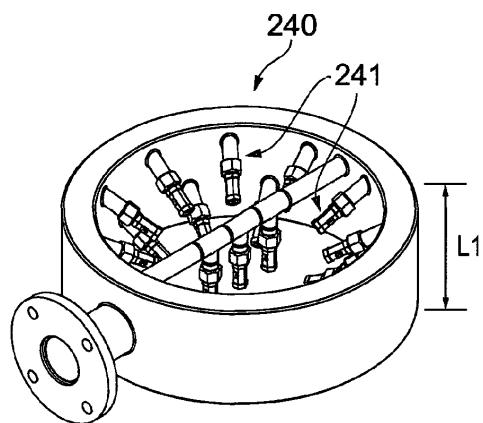
도면6b



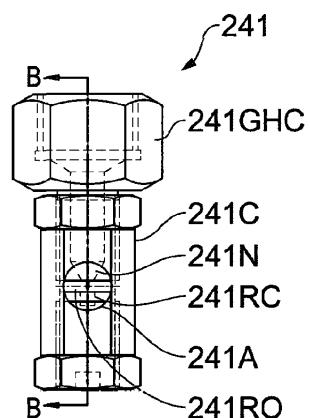
도면6c



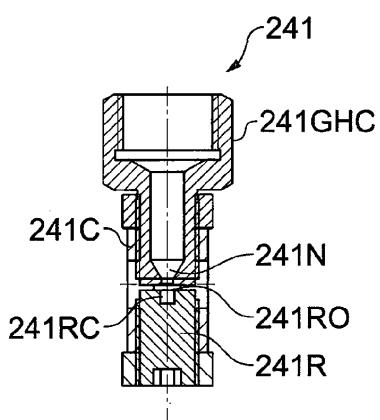
도면7a



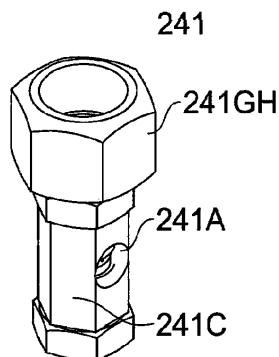
도면7b



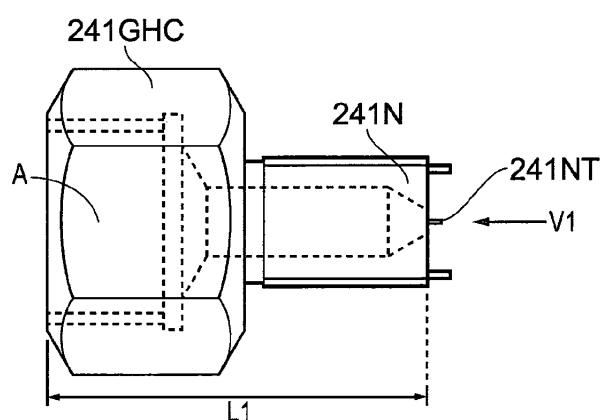
도면7c



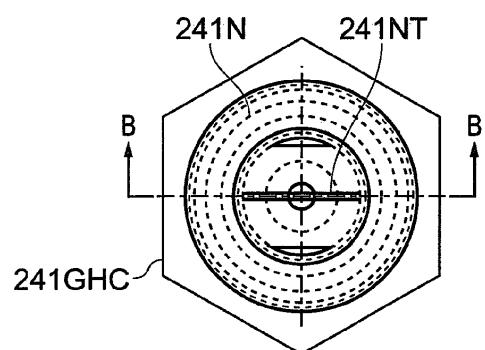
도면7d



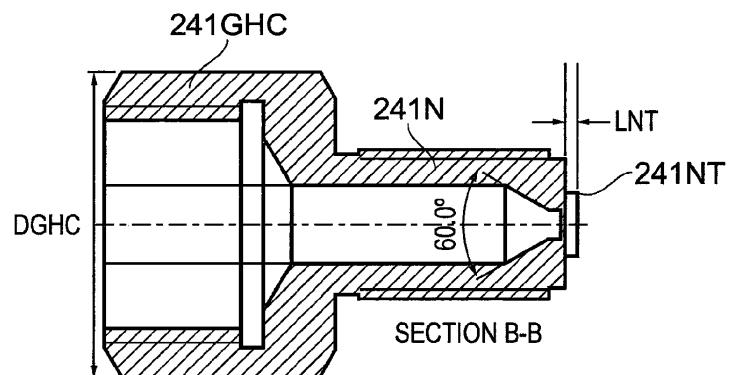
도면8a



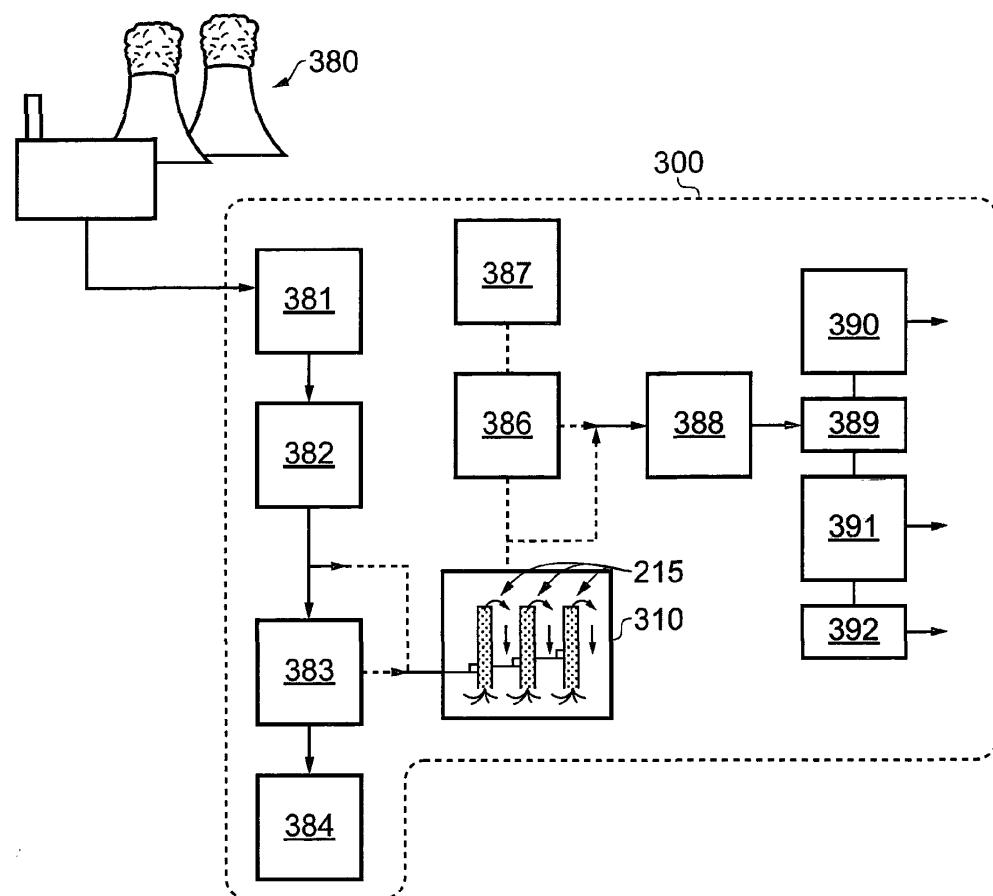
도면8b



도면8c



도면9



도면10

