



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월01일  
(11) 등록번호 10-1324879  
(24) 등록일자 2013년10월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C01B 17/16 (2006.01) C01B 17/50 (2006.01)

C02F 1/58 (2006.01) B01D 3/34 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7020595

(22) 출원일자(국제) 2006년02월13일

심사청구일자 2011년02월09일

(85) 번역문제출일자 2007년09월07일

(65) 공개번호 10-2007-0112788

(43) 공개일자 2007년11월27일

(86) 국제출원번호 PCT/NL2006/000075

(87) 국제공개번호 WO 2006/085764

국제공개일자 2006년08월17일

(30) 우선권주장

05075351.6 2005년02월11일

유럽특허청(EPO)(EP)

(56) 선행기술조사문헌

DE000004304143 A

DE000000376633 A

US4241040 A

(73) 특허권자

테크노 인벤트 잉게니위르스브라우 포오르 밀리우 테크니크 비.브이.

네덜란드 엔엘-2723 비지 조에테르미어 미스펠가 르데 12

네덜란드 오르가니자티에 포오르 토에게파스트-나 투우르베텐샤펠리즈크 온데르조에크 테엔오

네덜란드 엔엘-2628 베케 델프트 쇼에마케르쉬트 라아트- 97

(72) 발명자

하제원켈, 자콥, 헨트릭, 오보

네덜란드 엔엘-2723 비지 조에테르미어 미스펠가 르데 12

판 그루네스테인, 요하네스, 와우테루스

네덜란드 엔엘-7325 브이에이치 아펠도른 데 호펜 란 94

마스터스, 코엔, 피터, 헨리

네덜란드 엔엘-3811 이에이취 아메르스포르트 뮤 어휘젠

(74) 대리인

강철중, 김윤배

전체 청구항 수 : 총 16 항

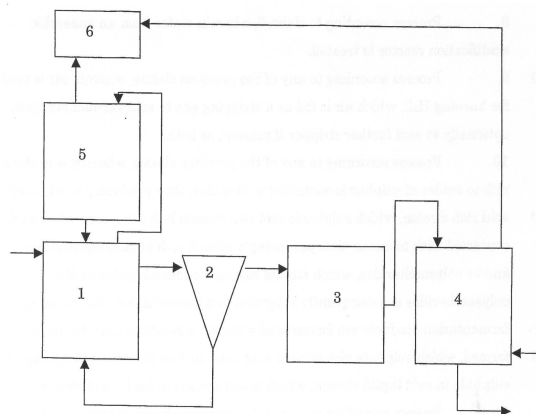
심사관 : 강민구

(54) 발명의 명칭 황산화물 생산을 위한 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 황화수소를 함유한 스트림으로부터, 특히 폐수 스트림으로부터, 황화수소를 제거하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따라서, 공정 액체로부터 황화수소가 진공 스트립퍼에 의해 스트립된다. 그에 의해 생산된 상기 가스는 높은 H<sub>2</sub>S 용량을 가지고, 이것은 추가 가공을 용이하게 한다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

황화수소를 포함하는 액체 스트림으로부터 황산화물을 생성하는 방법으로, 상기 방법은,

- 상기 액체 스트림을 진공 스트리퍼에 공급하고;
- 감소된 기압하에서 상기 스트리퍼 안의 상기 액체 스트림과 상기 스트리퍼에서 발생한 스트림을 포함하는 스트리핑 가스를 접촉시켜서, 상기 황화수소의 적어도 일부가 상기 스트리핑 가스로 전달되어서, 충전된 스트리핑 가스가 얻어지고;
- 상기 진공 스트리퍼로부터의 상기 충전된 스트리핑 가스를, 물이 응축되어서  $H_2S$  풍부 스트림을 생성하게 하는 단계를 거치게 하고; 그리고
- 상기  $H_2S$  풍부 스트림에서  $H_2S$ 를 연소하여 황산화물이 풍부한 스트림을 생성하는 단계들을 포함하는 방법.

### 청구항 2

제 1항에 있어서, 대기압 조건하에서 운용될 수 있는 추가 스트리퍼를 포함하는 것인 방법.

### 청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 스트리핑 가스가 추가로, 상기 진공 스트리퍼 및 상기 추가 스트리퍼로부터 선택되는 하나 이상에, 공급되는 공기 및  $CO_2$ 로부터 선택되는 하나 이상을 포함하는 방법.

### 청구항 4

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 진공 스트리퍼로부터의 상기 충전된 스트리핑 가스가 건조 가스를 기준으로 5-40중량%  $H_2S$ 를 포함하는 것인 방법.

### 청구항 5

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 진공 스트리퍼로부터의 상기 충전된 스트리핑 가스가 건조 가스를 기준으로 95-60중량%의  $CO_2$ 를 포함하는 것인 방법.

### 청구항 6

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 폐수 처리 방법의; 발효 생산물을 생산 방법의; 또는 클라우스 방법의 일부를 구성하는 것인 방법.

### 청구항 7

제 6항에 있어서, 혐기성 생물학적 폐수 처리 반응기로부터의 물을 처리하는 것인 방법.

### 청구항 8

제 6항에 있어서, 혐기성 산성화 반응기로부터의 물을 처리하는 것인 방법.

### 청구항 9

제 2항에 있어서, 공기가  $H_2S$ 를 연소하기 위해 사용되고, 공기가 상기 진공 스트리퍼 및 상기 추가 스트리퍼로부터 선택되는 하나 이상에, 스트리핑 가스로서 공급되는 것인 방법.

### 청구항 10

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 황산화물이 풍부한 스트림은 물과 접촉되어 황산 풍부 스트림을 생산하고, 상기 황산 풍부 스트림은 바이오매스(biomass)와 접촉되는 단계에 공급되어서, 모노사카라이드 및 폴리사카라이드로부터 선택되는 하나 이상이 풍부한 스트림을 생산하고, 상기 모노사카라이드 및 폴리사카라이드로부터 선택되는 하나 이상이 풍부한 스트림은 이어서 발효 생산물이 형성되고 황산염 풍부 스트림이 형성되는, 발효 단계를 거

치게 되고, 상기 황산염 풍부 스트림은 상기 액체 스트림에서 적어도 부분적으로 황화수소로 변환되고, 상기 액체 스트림이 상기 스트리퍼에 공급되는 것인 방법.

#### 청구항 11

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 스트리퍼가 패킹으로 채워진 것인 방법.

#### 청구항 12

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 스트리핑 가스의 평균 체류 시간이 1 내지 100초인 것인 방법.

#### 청구항 13

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 스트리퍼 안의 기압이 0.01 내지 0.2bara인 것인 방법.

#### 청구항 14

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 알칼리 물질이 진공 스트리핑 단계 전에 첨가되고 알칼리 물질이  $Mg(OH)_2$ 인 것인 방법.

#### 청구항 15

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 맑은, 산성 폐수 스트림이 진공 스트리퍼로 공급되는 것인 방법.

#### 청구항 16

제 1항에 있어서, 상기  $H_2S$  풍부 스트림에서  $H_2S$ 의 연소는 공기를 사용하여 연소하는 것인 방법.

### 명세서

#### 기술분야

[0001] 본 발명은 황화수소를 함유한 스트림(stream)로부터, 특히 폐수 스트림으로부터, 황화수소를 제거하기 위한 방법 및 장치 그리고 상기 제거된 황화수소로부터 황산화물을 생산하는 것에 관한 것이다.

#### 배경기술

[0002] 많은 산업적인 생산 방법들에서, 특히 유기 물질 및 황산이 사용되는 생산 방법들에서, 유기 물질 및 황산염을 함유한 스트림이 생산된다. 예시적인 방법으로 목질섬유소(lignocellulose)의 방출 및 가수분해를 위한 황산 사용이 수반된 방법이 있고, 이와 같이 생산된 당 함유 그룹들이 에탄올, 락트산, 시트르산 등의 생산을 위한 발효 방법에 이용될 수 있다. 특히 혐기성 처리 방법을 이용하여, 이런 스트림 안의 황산염은 통상적으로 황화수소로 변환되고 그 후에 황화수소 제거를 위한 단계가 수행된다.

[0003] 공정(process)의 가스로부터 황화수소를 제거하는 몇몇의 방법이 이 분야에 알려져 있다. 예를 들면 US-A-5 928 620에  $H_2S$ 가 원소 황으로 변환되는 방법이 개시되어 있다.

[0004] 본 발명은 공정의 스트림으로부터  $H_2S$ 를 제거하는 효율적인 방법을 제공하기 위해 모색하였다. 동시에, 본 방법은 제거된  $H_2S$ 가 유용한 황산화물로 변환 가능하게 한다.

#### 발명의 상세한 설명

[0005] 공정의 스트림으로부터, 특히 액체 공정의 스트림으로부터, 더 특히 수성 공정의 스트림으로부터, 진공 스트리퍼(stripper)에 의하여  $H_2S$ 를 제거하여, 이어서 제거된  $H_2S$ 를 연소함에 의해, 이 목적이 달성될 수 있다는 것이 발견되었다. 따라서 하나의 구현예에서, 본 발명은 액체 스트림으로부터 황화수소를 제거하는 방법에 관한 것으로, 상기 방법은,

[0006] - 상기 액체 스트림을 스트리퍼에 공급하고;

[0007] - 감소된 기압하에서 상기 스트리퍼 안의 상기 액체 스트림과 상기 스트리퍼에서 발생한 스트림을 포함하는 스

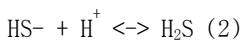
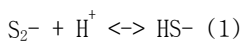
트립핑 가스를 접촉시켜서, 상기 황화수소의 적어도 일부분이 상기 스트립핑 가스로 전달되어서, 충전된 스트립핑 가스가 얻어지고;

[0008] - 상기 진공 스트리퍼로부터의 상기 충전된 스트립핑 가스를, 물이 응축되어서  $H_2S$  풍부 스트림을 생성하게 하는 단계를 거치게 하고; 그리고

[0009] - 상기  $H_2S$  풍부 스트림에서  $H_2S$ 를 바람직하게는 공기를 사용하여 연소하여서 황산화물이 풍부한 스트림을 생성하는 단계들을 포함한다.

[0010] 본 발명에 따라서, 황화물 수용액이 이용될 수 있다. 예를 들면, 유기 화합물이 전자 도너(donor)로 이용되어 황 화합물(예를 들면 황산염, 아황산염, 티오황산염, 특정 아미노산 등)이 황화물로 변환되는 혐기성 생물반응기로부터, 수성 황화수소를 함유하는 용액이 생길 수 있다.  $H_2$ , 전기 및 레독스 매디에이터도 전자 도너로 이용될 수 있다. 본 발명에 따라서 수성 황화물을 함유한 스트림의 이용은, 진공 스트리퍼 안에서 생산된 가스가 수증기 및 황화수소를 포함하고 있기 때문에, 특히 유익하다. 이 가스 스트림 안의 증기는 비교적 쉽게 응축될 수 있고, 그로 인해 높은 황화수소 농도의 가스 스트림이 얻어진다는 것이 발견되었다.

[0011] 바이오프로세스의 특정한 한 유형은 유기 물질들이 대부분 지방산으로 변환되나, 지방산이 다시 메탄 및  $CO_2$ 로 변환되지 않는, 혐기성 생물학적 산성화 방법이다. 결과적으로, 지방산은 축적되고 pH는 떨어진다. 낮은 pH가 연이은 황화물 제거에 바람직한데, 다음 반응식으로 설명될 수 있다:



[0014] 증가된  $H^+$  농도에서, (2)의 평형은 오른쪽 방향으로 바뀌고  $H_2S$ 의 농도가 증가한다. 결과적으로,  $H_2S$ 는 스트립핑 가스로 더 쉽게 전달된다. 따라서 산성화 바이오프로세스는 본 발명에 따라서 바람직하다. 이런 유형의 방법에서는 적당한 pH는 6 내지 6.9, 특히 약 6.5이라는 것이 확인되었다.

[0015] 스트립핑 가스와  $H_2S$  함유 액체의 접촉은 여러가지 다른 방법으로 수행될 수 있다. 스트립핑 가스는 버블 형태로 액체에 보내질 수 있다. 가스 상(phase)을 연속적인 상으로 만들어, 예를 들면 스트리핑 컬럼 상단으로부터 액체를 분사하여, 액체를 정교하게 분할하는 것이 가능하다. 근래의 경우에는, 스트립핑 가스와 액체 사이의 접촉 면적을 증가시키기 위해, 스트리퍼 안에 컬럼 패키징을 가지게 하는 것이 대개 바람직하다. 바람직한 패키징은 폴(Pall) 링 및/또는 샌들(saddle) 링이다. 대개, 스트리퍼에 스트립핑 가스가 첨가되면, 가스는 하단에 그리고 액체는 상단에 공급된다.

[0016] DE-A-376 633은 진공 하에서 가열이 수반된 진공 스트리핑 방법을 기재하고 있다. 더 많은 에너지를 필요로 하기 때문에 이런 방법은 불리하다. 또, 이런 방법은 생물반응기로부터 생기고 살아 있는 박테리아를 포함하고 있는 액체 공급 스트림을 처리하는데 적당하지 않고, 이들 박테리아는 그런 높은 온도에서 일반적으로 살아남지 못할 것이다.

[0017] 본 발명에 따라서, 스트리핑은 진공에서, 즉 감압 하에서, 즉 대기압보다 낮은 기압, 전형적으로 0.5bara보다 이하에서, 수행된다. 스트리퍼 안의 바람직한 기압은 0.01 내지 0.2bara, 더 바람직하기는 0.05 내지 0.1bara이다. 스트리퍼 하류에 놓인 진공 펌프와 낮은 기압 구역의 상류의 적당한 제약을 조합하여 이용하여, 이들 낮은 기압이 쉽게 적용될 수 있다. 이들 낮은 기압의 결과로, 황화물을 함유하고 있는 물은 매우 낮은 온도에서, 이를테면 약 30℃에서 끓기 시작한다. 매우 낮은 기압을 이용함에 의해, 가열 없이  $H_2S$ 가 제거될 수 있고 진공 스트리핑 단계에서 박테리아가 살아남을 수 있다는 것이 확인되었다.

[0018] 낮은 기압의 사용으로 인해, 액체로부터 물이 증발하여 형성된 증기가 가스 상으로 들어가고, 그것을 스트립핑 가스로 (공동-)작용할 것이다. 액체 상으로부터 물을 제거하는 다른 유익한 점은 액체 상 안의  $H_2S$ 의 농도가 증가하고 그 결과로 가스 상으로의  $H_2S$ 의 전달이 더 향상된다는 것이다. 스트리퍼를 운용하는 바람직한 온도는 20℃ 내지 80℃, 더 바람직하게는 25 내지 35℃, 전형적으로 약 30℃이다.

[0019] 스트리퍼 안에서 스트립핑 가스의 평균 체류 시간은 전형적으로 1 내지 100초이다.

- [0020] 본 발명의 유익한 점의 하나는 충전된 스트립핑 가스의, 즉 액체 상으로부터 스트립핑된  $H_2S$ 를 함유하고 있는 가스의 농도가 상대적으로 높을 수 있다는 것이다. 전형적으로 충전된 스트립핑 가스는 건조 가스 기준으로 5-40중량%  $H_2S$ , 바람직하게는 25-35중량%  $H_2S$ 를 포함한다. 여기 이하에 더 자세히 설명되지만,  $H_2S$ 는 연소될 것이기 때문에,  $H_2S$ 의 높은 농도는 특히 바람직하다.  $H_2S$ 의 연소가 발열성이기 하지만, 낮은  $H_2S$  농도에서 생산되는 열의 양은 너무 낮기 때문에, 경제적인 관점에서 바람직하지 않은, 추가 연료의 첨가가 요구된다. 따라서 가능한 한 높은  $H_2S$  농축의 운용이 바람직하다. 공기 중 4.5중량% 이상의 농도인  $H_2S$ 은 불꽃을 유지하면서 자발 연소될 수 있다.
- [0021] 스트립퍼 안에서 생성된 증기에 더하여, 추가 스트립핑 가스가 스트립퍼 하단에 첨가될 수 있다. 스트립핑 가스의 이 추가 스트림은, 예를 들면 어떤 상황에서는 부가적으로 유익한 점을 지니는 공기일 수 있고, 여기 이하에서 더 자세히 설명될 것이다. 진공 스트립퍼와 조화된, 반드시 진공 스트립퍼일 필요는 없는, 별도의 스트립퍼 안에 이 공기 스트림을 적용하는 것도 가능하다.
- [0022] 다음의 단계에서, 충전된 스트립핑 가스는 예를 들면 응축기에 의해, 가스의 물 함량이 감소되는 단계를 거치게 된다. 이 방식에서 건조한  $H_2S$  풍부 스트림이 생산된다.  $H_2S$ 으로부터 개별적으로 그리고 상류(upstream) 공정에 따라서, 건조한  $H_2S$  풍부 가스는 다른 가스들, 이를테면  $CO_2$ 를 함유할 수 있다. 전형적으로 건조한 가스는 건조 가스를 기준으로 하여 95-60중량%  $CO_2$ , 바람직하게는 65-75중량%  $CO_2$ 를 추가로 포함한다.
- [0023] 본 발명에 따라서 회수된 황화물로부터의 황화물을 함유한 액체는 다양한 공급원들로부터, 이를테면 폐수 처리 공정(이를테면 피혁 폐수)으로부터; 또는 발효 생산물을(이를테면 에탄올, 락트산, 시트로산 등) 생산하는 공정으로부터 생긴 것일 수 있다.
- [0024] 본 발명에 따라서 생산된 (건조한)  $H_2S$  풍부 스트림은 더 가공될 수 있다, 예를 들면 잘 알려진 클라우스 공정을 통해  $H_2S$ 으로부터 원소 황( $S_x$ )을 생산할 수 있다.
- [0025] 그러나 바람직한 구현예에서,  $H_2S$  풍부 가스 스트림은 황산화물이, 이를테면  $SO_2$  및/또는  $SO_3$ 이, 풍부한 스트림으로 변환된다. 대개 이것은  $H_2S$ 와 산소의 반응으로 이루어지는데, 여기서  $H_2S$ 가 효율적으로 연소되어 대개  $SO_2$ 가 형성된다. 적당한 촉매에 의해  $SO_2$ 는 더 산화되어  $SO_3$ 가 될 수 있다. 다음 단계에서  $SO_3$ 는 물에 용해되어  $H_2SO_4$ 를 형성할 수 있다.  $H_2S$ 의 연소는 바람직하게는 공기를 이용하여 수행된다. 여기 위에 나타냈듯이, 진공 스트립퍼 및/또는 두번째 또는 그 이상의 별개의 스트립퍼에 공기가 들어가면, 스트리핑 작용에 기여하기 위해 더욱 바람직하다.
- [0026] 본 발명의 바람직한 구현예에서, 액체 공급 스트림은 혐기성 생물학적 폐수 처리 반응기로부터 생긴다. 이런 시스템은 폐수에 용해되어 있는 낮은 값의 에너지의 유기 화합물을 높은 값의 에너지로, 이를테면 연소된  $H_2S$ 으로부터 나온 열도 효율적으로 변환한다. 이 높은 값의 에너지는 여러 목적에, 예를 들면 비용을 감소시키기 위해, 사용될 수 있다. 따라서 본 발명의 이 구현예는 효율적으로 생물학적 열 펌프를 제공하는데, 여기서 낮은 값의 에너지는 기계적인 에너지를(압축기) 이용하여 높은 값의 에너지로 변환된다.
- [0027] 도 1의 구현예에서 폐수는 산성화 및 황산염 환원이 일어나는 장소인 혐기성 반응기 (1)에 들어간다. 액체 유출물(effluent)은 분리기 (2)를 통과하고 이로부터의 슬러지(sludge)는 반응기 (1)로 되돌려진다. 액체 유출물은 반응기 (3)에서 수행되는 혐기성 후처리 공정을 통과하게 된다. 반응기 (3)의 액체 유출물은 하단에 공기가 공급되는 스트립퍼 (4)를 통과하게 된다. 스트립퍼 (4)를 떠나는 가스성 스트림은 공기(산소)가 풍부하고 상당한 양의  $H_2S$ 도 함유하며, 이어서 이 가스 스트림을 산소 공급원으로 이용하는  $H_2S$  연소기 (6)로 공급된다. 반응기 (1)로부터의 또 다른 액체 유출물은, 연소기에 공급되는  $H_2S$  풍부 스트림을 생산하는 진공 스트립퍼 (5)에 직접적으로 공급되는데, 여기서 그것은 스트립퍼 (4)로부터 나온 산소의 적어도 일부분 이상을 이용하여 연소된다. 만약 필요하다면, 선택적으로 추가의 공기가 연소기 (4)에 공급될 수 있다. 스트립퍼 (4)를 후처리 반응기 (3) 전에 위치시키는 것도 가능하다.
- [0028] 본 발명의 특이적 구현예에서, 황화물의 산화로 생산된 황산화물이 풍부한 스트림은 물과 접촉하여서, 황산 풍부 스트림을 생산하고, 상기 황산 풍부 스트림이 바이오매스(biomass)와 접촉되는 단계에 공급되어서, 모노사카라이드 및/또는 폴리사카라이드가 풍부한 스트림을 생산하고, 상기 모노사카라이드 및/또는 폴리사카라이드가



풍부한 스트림은 이어서 발효 생산물이 형성되고 황산염 풍부 스트림이 형성되는, 발효 단계를 거치게 되고, 상기 황산염 풍부 스트림은 적어도 부분적으로 상기 액체 스트림에서 황화수소로 변환되고, 상기 액체 스트림이 상기 스트리퍼에 공급된다.

[0029] 폐수 처리 공정에서, 발효 생산 공정과 더불어, 이런 공정들에서 몇몇 단계에서 형성된 산을 중성화하기 위해, 대개 하나 이상의 알칼리 물질이 공정의 스트림에 첨가된다. 본 발명은 이들 알칼리 물질이, 사용될때, 바람직하게는  $Mg(OH)_2$ ,  $NaOH$ ,  $KOH$ 로부터 선택된다는 것을 확인하였다. 스트리핑 컬럼 안에서 원치 않는 침강을 이끌기 때문에  $Ca(OH)_2$ 는 덜 바람직하다.  $Na^+$  및  $K^+$ 에 더 민감하기 때문에 (베이커의) 효모가 이용된다면,  $Mg(OH)_2$ 가 특히 바람직하다.

[0030] 본 발명의 다른 응용은 클라우스 식물로부터의 테일 가스의 처리이다. 클라우스 공정에서 황산화물 ( $SO_x$ )가 생산된다. 이  $SO_x$ 는 물에 흡수될 수 있고, 그로 인해 얻어진 수성 스트림은, 위에서 기재된 바와 같은 황 화합물을 함유한 폐수 스트림과 같은 방식으로 처리될 수 있다. 황 화합물은 황화물로 변환되어 이어서 본 발명에 따라 진공 스트리퍼 안에서 스트리핑된다. 황화물은 클라우스 공정 안의 연소기에 공급될 수 있다.

[0031] 본 발명의 방법이 목질섬유소에서 발효 생산물을(예를 들면 에탄올) 생산하는데 이용될때, (막 추출에 의한) 가수분해 단계, 황산을 이용하여 수행되고 발효 반응기를 우회하는,에서 얻어진 산성 공급 스트림을 취하는 것이 유용할 수 있다. 그리고 나서 이 황산 스트림은 직접적으로 산성화 반응기로 또는 심지어 직접적으로 진공 스트리퍼로 넘겨지는데, 이것은 위에서 설명한대로, 스트리핑 작용에 바람직한 스트리퍼 안의 pH를 낮추는 결과를 초래하기 때문이다. 황산은 액체 유출물 안에 유지되고, 황화물로 변환될 수 있는, 생물반응기에 되돌려진다. 따라서 바람직한 구현예에 따라서, 비교적으로 맑은, 산성 폐수 스트림이 진공 스트리퍼로, 바람직하게는 진공 스트리퍼 상단으로 공급된다.

## 실시예

### 실시예 1

[0034]  $5dm^3$ 의 생물학적 산성화 반응기에 수크로스, 효모 추출물 및 황산나트륨을 함유한 합성 폐수 스트림을 첨가하였다. 황산염으로부터의 황의 양은  $460mg\ S/dm^3$ 이었고 수크로스 양은  $3200mg/dm^3$ 이었다. pH-stat를 이용하여  $NaOH$  용액을 공급하여 생물반응기의 pH를 일정하게 유지하였다. 반응기의 유출물이 침강 탱크( $5dm^3$ )로 흐르도록 하여 슬러지가 침강 되도록 하고 액체는 제거하였다. 슬러지는 반응기로 되돌려졌다.  $0.08bara$  기압과  $30^\circ C$  온도에서 운용된, 스트리핑 컬럼( $1.5dm^3$ )에 액체 유출물을 공급하였다. 액체 유출물은 단지  $10mg$  황화물/ $dm^3$ 를 함유하고 있었다. 멤브레인 펌프를 이용하여 가스를 제거하였다. 추가의 스트리핑 가스를 사용하지 않았다.

[0035] 수크로스는 대부분 아세트산으로 변환되었고 황산염은 소진되었다. 액체 내의 낮은  $H_2S$  농도에도 불구하고, 황산염으로부터 형성된 황화물은 진공 스트리퍼에서 98중량%까지 제거될 수 있었다. 이어서 스트리퍼로부터의 가스는 물 응축에 의해서 건조되었다. 건조 후의 그것은 30중량%  $H_2S$  및 70중량%  $CO_2$ 를 함유하고 있었다.

[0036] 생물반응기의 pH 6.5가 최적이라는 것이 확인되었다. 더 낮은 pH는 생물학적 작용을 더 낮추는 결과를 초래하고 더 높은 pH는 스트리핑 효율성을 낮추는 결과를 초래하였다.

[0037] 공기와 혼합한 후에, 가스는 결과적으로 9중량%  $H_2S$  및 14중량%  $O_2$ 를 함유하였다.

### 실시예 2 (참조)

[0039] 예 1이 반복되었다. 다시, 스트리퍼에 공급된 액체 유출물은  $dm^3$  당  $10mg$  황화수소이고 pH는 6.5 이었다. 그러나 이번에는, 스트리핑 가스로서  $N_2$ 를 사용하여 통상적인(대기압) 스트리퍼를 이용하였다. 생산된 건조 가스는 단지 0.25중량%  $H_2S$ 를 함유하고 있었다.

## 도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명에 따라서 두 스트리퍼가 이용되는 구현예를 도식적으로 예시한다. 본 발명은 이제 뒤따르는 실시예에 의해 예시되나, 이것으로 제한되는 것은 아니다.

도면

도면1

