



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년02월10일
(11) 등록번호 10-0941214
(24) 등록일자 2010년02월01일

(51) Int. Cl.

C12M 1/36 (2006.01) *C12M 1/107* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0007965

(22) 출원일자 2009년02월02일

심사청구일자 2009년02월02일

(56) 선행기술조사문헌

JP20050287329 A

JP20050287314 A

JP20050287317 A

US20040050778 A

(73) 특허권자

현대자동차주식회사

서울 서초구 양재동 231

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

최휘문

경기도 용인시 기흥구 마북동 104 현대기아자동차 환경기술연구소

황선진

경기도 용인시 기흥구 서천동 현대홈타운 아파트 101-303

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

한라특허법인

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 정재철

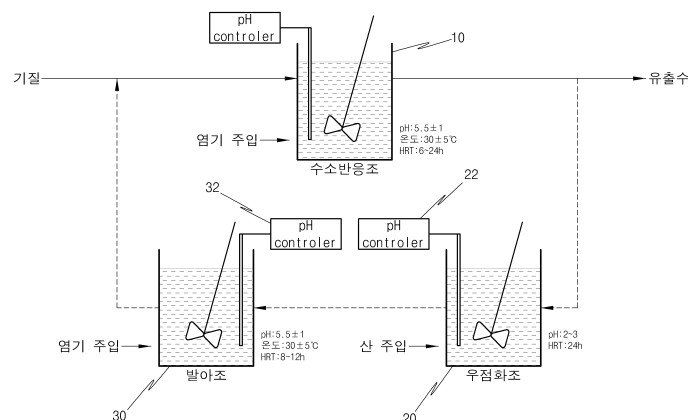
(54) 수소 생성 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 수소 생성 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 수소반응조 전후 위치에 우점화조와 발아조를 설치하여, 수소 생성 반응조에서의 수소 생성 미생물의 개체수를 높게 유지시켜 줌으로써, 수소의 생성 효율을 향상시킬 수 있도록 한 수소 생성 장치 및 방법에 관한 것이다.

이를 위해, 본 발명은 암발효 반응 상태에서 클로스트리듐을 포함하는 수소 생성 미생물을 이용하여 유기물로부터 수소를 생성하는 수소 생성 반응조와; 상기 수소 생성 반응조에서 일정한 시간 동안 유기물을 분해하여 발생된 유출수를 받아서 산처리하여 수소 생성 미생물 포자 형성 및 수소 소비 미생물의 활성을 억제시키는 우점화조와; 상기 우점화조에서 유출된 유출수를 받아서 약산성 상태(pH = 5.5±1)에서 수소 생성 미생물을 발아시켜 활성을 갖도록 하여 그 유출수를 상기 수소 생성 반응조에 재공급하는 발아조;를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 수소 생성 장치 및 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

김태형

경기도 용인시 기흥구 서천동 322-17번지 세인트빌
201호

최석진

경기도 용인시 수지구 풍덕천동 삼성4차 아파트
102-1408

특허청구의 범위

청구항 1

암발효 반응 상태에서 클로스트리듐을 포함하는 수소 생성 미생물에 의해 유기물로부터 수소를 생성하는 수소 생성 반응조와;

상기 수소 생성 반응조에서 일정한 시간 동안 유기물을 분해하여 발생된 유출수를 받아서 산처리하여 수소 생성 미생물 포자 형성 및 수소 소비 미생물의 활성을 억제시키는 우점화조와;

상기 우점화조에서 유출된 유출수를 받아서 약산성 상태에서 상기 수소 생성 미생물을 받아시켜 활성을 갖도록 하여 그 유출수를 상기 수소 생성 반응조에 재공급하는 발아조;

를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 수소 생성 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 우점화조에는 상기 수소 생성 반응조로부터의 유출수를 산처리하기 위해 산성 물질이 투입될 때, pH 2~3으로 조절하는 pH조절기가 연결된 것을 특징으로 하는 수소 생성 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 발아조에는 상기 우점화조의 유출수를 약산성으로 처리하기 위해 염기성 물질이 투입될 때, pH = 5.5 ± 1 , 중온($35 \pm 5^\circ\text{C}$) 조건으로 처리하기 위한 pH조절기 및 히팅수단이 연결된 것을 특징으로 하는 수소 생성 장치.

청구항 4

암발효 반응 상태에서 수소 생성 반응조에서 클로스트리듐을 포함하는 수소 생성 미생물에 의해 유기물을 분해하여 유기산과 수소를 생성하는 단계와;

우점화조에서 상기 수소 생성 반응조로부터 유출된 유출수를 산 처리하여 수소 생성 미생물 포자 형성 및 수소 소비 미생물의 활성을 억제시키는 단계와;

발아조에서 상기 우점화조로부터 유출된 유출수를 받아서 약산성 상태에서 상기 수소 생성 미생물을 받아시켜 활성을 갖도록 하는 단계와;

발아된 수소 생성 미생물을 포함하는 유출수를 상기 수소 생성 반응조에 재공급하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 수소 생성 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 수소 생성 미생물 포자 형성 및 수소 소비 미생물의 활성을 억제시키는 단계는 상기 우점화조로 유입된 유출수를 염산(HCl)을 이용하여 pH 2~3으로 산 처리하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 수소 생성 방법.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 수소 생성 미생물을 받아시켜 활성을 갖도록 하는 단계는 상기 발아조에서 유출수를 pH = 5.5 ± 1 , 중온($35 \pm 5^\circ\text{C}$) 조건으로 처리하여서 이루어지는 것을 특징으로 하는 수소 생성 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 수소 생성 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 수소반응조 전후 위치에 우점화조와 발아조를 설치하여, 수소 생성 반응조에서의 수소 생성 미생물의 개체수를 높게 유지시켜주고, 수소 소비 미생물의 활성을 억제 함으로써, 수소의 생성 효율을 향상시킬 수 있도록 한 수소 생성 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 유기물로부터 수소를 생성시킬 수 있는 방법은 광발효(Photo Fermentation)와 암 발효(Dark Fermentation) 방법이 있다.

[0003] 상기 수소 생성 방법중 암발효(Dark-fermentation) 방법은 빛이 없이도 지속적인 수소생성이 가능하다는 장점을 지니고 있으며, 이러한 암발효 방법은 혐기성 소화과정으로서, 도 1에 도시된 바와 같이 유기물이 가수분해단계, 산 생성단계 및 메탄 생성단계를 거치게 된다.

[0004] 보다 상세하게는, 상기 암발효 과정 중 유기물은 미생물에 의해 가수분해되고, 산 생성단계에서 수소 생성을 위한 미생물은 가수분해된 유기물을 이용하여 유기산(volatile Fatty Acids: VFAs) 및 수소(Bio-H₂)를 발생시키게 되며, 이때 발생된 수소의 일부는 수소 소비 미생물(HCB: Hydrogen Consuming Bacteria)에 의해 소비되어 유기산 합성에 이용되고, 이후 나머지의 수소는 메탄 생성 단계(Methanogenesis)에서 메탄 생성 미생물(MPB: Methane Producing Bacteria)에 의해 메탄생성에 이용된다.

[0005] 그리고, 상기 산 생성단계에서는 당, 메탄올, 이산화탄소, 수소, 일산화탄소 등이 아세트산 생성균(Acetoclastic)에 의해 아세트산으로 전환되며, 메탄 생성단계(Methanogenesis)에서 메탄생성 미생물(Methane Producing Bacteria : MPB)은 여러 발효균이 생산하는 발효산물인 수소, 아세테이트 등을 기질로 이용하여 메탄을 생성한다.

[0006] 한편, 상기 수소 생성을 위한 미생물(HPB)로는 바실러스(Bacillus), 클로스트리듐(Clostridium), 엔테로박터(Enterobacter) 등이 있으며, 이중 *Clostridium* sp.(*C. acetobutylicum*, *C. butyricum*, *C. tyrobutyricum*, *C. welchii*, *C.pasteurianum*, *C. acidisoli*, *C.beijerincki* 등)의 hydrogen yield는 1.4~3.3 mol/molmonosaccharide, 활성 pH는 5.5~7.4 이다.

그리고, 클로스트리듐(*Clostridium* sp.)은 환경이 불리해지면 "포자(spore)"를 형성하고, 적합한 환경에서는 발아(germination)되어 활성을 가지게 된다.

이에 반하여 상기 수소소비 미생물(HCB)의 일부 및 모든 메탄생성 미생물(MPB)들은 포자를 형성하지 못해 환경이 불리해지면 사멸하게 된다.

[0007] 따라서, 혐기성 소화에 있어 산 생성단계에서 발생하는 수소(Bio-H₂)를 다량 회수하기 위해서는 상기 수소 소비 미생물(HCB) 및 메탄생성 미생물(MPB)에 의한 수소 소비를 적극적으로 저해시키고, 상기 수소 생성 미생물(HPB)의 활성을 지속적으로 유지시키는 것이 중요하다.

[0008] 상기 수소 소비 미생물(HCB)의 일부 및 모든 메탄 생성 미생물의 수소 소비를 저해시키기 위한 방법으로는 열처리(Heat Treatment), 폭기(Aeration) 등이 이용되고 있지만, 열 처리 및 폭기에 의한 수소 소비 미생물 또는 메탄 생성 미생물의 수소 소비를 저해시키는 방법은 실험실 규모의 실험에서는 가능하나, 양산 규모에서는 경제성이 떨어지는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

[0009] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 수소 생성 반응조의 전후에 우점화조와 발아조를 설치하여, 수소 생성 반응조에서의 수소 생성 미생물(*Clostridium* sp. 등)의 개체수를 증가시키는 동시에 수소 소비 미생물의 개체수를 감소시켜 수소 생성 효율을 높일 수 있도록 한 수소 생성 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

- [0010] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 구현예는 암반응 상태에서 수소 생성 미생물(HPB)을 이용해 유기물로부터 수소를 생성하는 수소 생성 반응조와; 상기 수소 생성 반응조에서 일정한 시간 동안 유기물을 분해하여 발생된 유출수를 받아서 산처리하여 수소 생성 미생물 포자 형성 및 수소 소비 미생물의 활성을 억제시키는 우점화조와; 상기 우점화조에서 유출된 유출수를 받아서 약산성 상태에서 수소 생성 미생물을 발아시키고 그 유출수를 상기 수소 생성 반응조에 재공급하는 발아조; 를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 수소 생성 장치를 제공한다.
- [0011] 상기 우점화조에는 상기 수소 생성 반응조로부터의 유출수를 산처리하기 위해 산성 물질이 투입될 때, pH 2~3으로 조절하는 pH조절기가 연결된 것을 특징으로 한다.
- [0012] 상기 발아조에는 상기 우점화조의 유출수를 약산성으로 처리하기 위해 염기성 물질이 투입될 때, pH = 5.5±1, 중온(35±5℃) 조건으로 처리하기 위한 pH조절기 및 히팅수단이 연결된 것을 특징으로 한다.
- [0013] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 구현예는 암반응 상태의 수소 생성 반응조에서 수소 생성 미생물에 의해 유기물이 분해되어 유기산과 수소를 생성하는 단계와; 우점화조에서 상기 수소 생성 반응조로부터 유출된 유출수를 산 처리하여 수소 생성 미생물 포자 형성 및 수소 소비 미생물의 활성을 억제시키는 단계와; 발아조에서 상기 우점화조로부터 유출된 유출수를 받아서 약산성 상태에서 수소 생성 미생물을 발아시키는 단계와; 발아된 수소 생성 미생물을 포함하는 유출수를 상기 수소 생성 반응조에 재공급하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 수소 생성 방법을 제공한다.
- [0014] 상기 수소 소비 미생물의 활성 억제 및 수소 생성 미생물 포자 형성 단계는 상기 우점화조로 유입된 유출수를 염산(HCl)을 이용하여 pH 2~3으로 산 처리하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 상기 수소 생성 미생물을 발아시키는 단계는 상기 발아조에서 유출수를 pH = 5.5±1, 중온(35±5℃) 조건으로 처리하여서 이루어지는 것을 특징으로 한다.

효 과

- [0016] 상기한 과제 해결 수단을 통하여, 본 발명은 다음과 같은 효과를 제공할 수 있다.
- [0017] 본 발명에 따르면, 수소생성 반응조의 전후단부에 우점화조(Predomination Reactor)와 발화조(Germination Reactor)를 설치함으로써, 수소생성 반응조 내의 수소 소비 미생물(HCB)의 활성을 억제시키고, 동시에 수소 생성 미생물(HPB)의 우점도를 지속적으로 유지시켜 줌으로서, 수소 생성 반응조내에 수소 생성 미생물의 개체수가 증가함에 따라 수소 생성 효율이 크게 향상시킬 수 있고, 안정적인 수소(Bio-H₂) 생성이 가능한 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조로 상세하게 설명하기로 한다.
- [0019] 첨부한 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 생성 장치를 나타낸 개략도이다.
- [0020] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 생성 장치는 기질 저장조로부터 유입되는 유기물을 이용하여 암반응 상태에서 클로스트리듐을 포함하는 수소 생성 미생물에 의해 수소 및 유기산을 생성하는 수소 생성 반응조(10)와, 상기 수소 생성 반응조(10)에서 일정한 시간 동안 유기물을 분해하여 발생된 유출수를 받아 산처리하여 수소 생성 미생물 포자 형성 및 수소 소비 미생물의 활성을 억제시키는 우점화조(20), 및 상기 우점화조(20)로부터 유출된 유출수를 약산성 상태로 조절시키면서 유출수내의 수소 생성 미생물을 발아시키고 그 유출수를 상기 수소 생성 반응조(10)에 재공급하는 발아조(30)를 포함하여 구성된다.
- [0021] 본 발명의 수소 생성 장치는 상기 수소 생성 반응조(10)의 후단부에 상기 우점화조(20: Predomination Reactor)를 연결 배치하고, 전단부에 우점화조(20)와 유출수 흐름 가능하게 연결된 발화조(30: Germination Reactor)를 배치함으로써, 상기 수소 생성 반응조(10) 내의 수소 소비 미생물(HCB)의 활성을 억제시키고, 동시에 수소 생성 미생물(HPB)의 우점도를 지속적으로 유지시켜 줌으로서, 안정적인 수소(Bio-H₂) 생성이 가능하도록 한다.
- [0022] 상기 수소생성 반응조(10)는 유기물을 분해하여 아래와 같은 식(1) 및 식(2)와 같이 수소를 생성한다.
- [0023]
$$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O \rightarrow 2CH_3COO^- + 2H^+ + 2CO_2 + 4H_2 \text{ ---- 식(1)}$$

도면2

