(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0064255
(43) 공개일자 2019년06월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 33/497 (2006.01) *C12M 1/34* (2006.01)
G01N 33/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 33/497 (2019.01)
C12M 41/34 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0163672
(22) 출원일자 2017년11월30일
심사청구일자 2017년11월30일

(71) 출원인
한양대학교 산학협력단
서울특별시 성동구 왕십리로 222(행당동, 한양대학교내)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
상병인
서울특별시 노원구 노원로 62, 308동 904호
전병승
서울특별시 영등포구 신길로60나길 9, 103동 401호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정은열

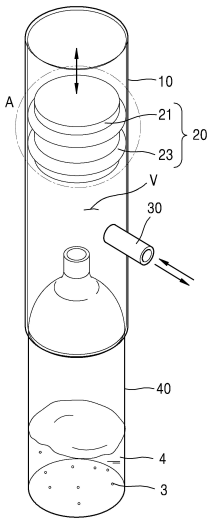
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **가스량 측정반응기 및 이를 이용한 가스량 측정방법**

(57) 요 약

본 발명은 가스량 측정반응기 및 이를 이용한 가스량 측정방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기는, 중공관 형상으로 형성되어, 내부에서 반응가스가 반응하여 생성가스를 생성하는 가스생성반응이 진행되는 반응본체부(10); 및 가장자리가 반응본체부(10)의 내면에 밀착되고, 가스생성반응이 진행될 때에 슬라이딩되는 피스톤부(20);를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01N 33/0027 (2013.01)
G01N 2033/4977 (2013.01)
(72) 발명자
최옥경
경기도 남양주시 순화궁로 18, 4109동 1501호
홍문기
경기도 평택시 세교3로 5, 105동 406호
오민규
경기도 성남시 분당구 정자일로 248, 602동 1601호
김덕균
서울특별시 구로구 금오로 865, 102동 403호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 20143030091040
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 에너지기술평가원
연구사업명 에너지기술개발사업
연구과제명 케톤-알코올 발효공정과 화학촉매공정을 융합한 고탄소 바이오연료 생산 기술
기 여 율 1/1
주관기관 고려대학교 산학협력단
연구기간 2014.12.01 ~ 2017.11.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

중공관 형상으로 형성되어, 내부에서 반응가스가 반응하여 생성가스를 생성하는 가스생성반응이 진행되는 반응본체부; 및

가장자리가 상기 반응본체부의 내면에 밀착되고, 상기 가스생성반응이 진행될 때에 슬라이딩되는 피스톤부;

를 포함하는 가스량 측정반응기.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 가스생성반응 전·후에, 상기 반응본체부의 내면과 상기 피스톤부에 의해 둘러싸인 반응공간의 부피를 각각 측정하여, 상기 반응공간의 부피변화량을 기반으로 상기 반응가스의 소비량 또는 상기 생성가스의 생성량을 산출하는 가스량 측정반응기.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 반응공간의 부피를 측정할 수 있도록, 상기 반응본체부의 외주면에, 상기 피스톤부가 슬라이딩되는 방향을 따라 눈금이 표시된 눈금자;

를 더 포함하는 가스량 측정반응기.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 반응본체부의 내부와 소통되도록 상기 반응본체부의 개방된 일단에 연결되고, 상기 반응가스를 이용해 상기 생성가스를 생성하는 미생물을 수용하는 용기부;

를 더 포함하는 가스량 측정반응기.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 용기부는

상기 반응본체부의 개방된 일단으로부터 연장되어 상기 반응본체부와 일체로 형성되는 가스량 측정반응기.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 반응본체부와 상기 용기부를 소통시키는 관통홀을 구비하고, 상기 반응본체부와 상기 용기부를 서로 연결하는 어댑터;

를 더 포함하는 가스량 측정반응기.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 어댑터는

일단이 상기 반응본체부의 개방된 일단에 삽입되고, 타단에 상기 용기부가 배치되면서 상기 용기부의 입구가 상기 관통홀에 삽입되는 가스량 측정반응기.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 피스톤부는

상기 반응본체부의 내부에 배치되고, 상기 반응본체부의 내면과 마주보는 외주면을 따라 오목하게 함몰된 적어도 하나 이상의 그루브(groove)가 형성된 피스톤본체; 및

고리 형상으로, 상기 그루브에 삽입되어 상기 반응본체부의 내면에 밀착되는 패킹부;

를 포함하는 가스량 측정반응기.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 피스톤부의 가장자리와 상기 반응본체부의 내면 사이에 형성되는 윤활막;

을 더 포함하는 가스량 측정반응기.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 반응본체부의 내부와 소통되도록 상기 반응본체부의 외면에 형성되어, 상기 반응가스를 주입하거나, 또는 상기 생성가스를 배출하는 가스출입구;

를 더 포함하는 가스량 측정반응기.

청구항 11

청구항 4에 있어서,

상기 반응본체부 내부에 배치되는 일단으로부터, 상기 피스톤부를 관통하고, 상기 용기부 내부에 배치되는 타단으로 연결되는 공급관로; 및

상기 공급관로를 통해 상기 반응가스 또는 상기 생성가스를 수송시키는 펌프;

를 더 포함하는 가스량 측정반응기.

청구항 12

(a) 청구항 1 내지 청구항 11 중 어느 한 항의 가스량 측정반응기를 이용하여, 반응본체부 내부에 반응가스를

주입하는 단계;

(b) 반응본체부의 내면과 피스톤부에 의해 둘러싸인 반응공간의 초기부피를 측정하는 단계;

(c) 상기 반응가스가 반응하여 생성가스를 생성하는 가스생성반응 후에, 상기 반응공간의 최종부피를 측정하는 단계;

(b) 상기 반응공간의 최초부피와 상기 반응공간의 최종부피의 차(差)로, 상기 반응공간의 부피변화량을 산출하는 단계; 및

(e) 상기 반응공간의 부피변화량을 소정의 산출계수를 나누어, 상기 생성가스 성분 중 피측정성분의 생성량을 산출하는 단계;

를 포함하는 가스량 측정방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 산출계수는

상기 가스생성반응의 반응식에서, 상기 생성가스의 총 몰량(molar amount)이 상기 반응가스의 총 몰량(molar amount)에 비해 상대적으로 감소하는 때에는, 상기 반응가스 성분 각각의 반응계수 합에서 상기 피측정성분의 반응계수를 뺀 값이고,

상기 생성가스의 총 몰량(molar amount)이 상기 반응가스의 총 몰량(molar amount)에 비해 상대적으로 증가하는 때에는, 상기 생성가스 성분 각각의 반응계수 합에 대한 상기 피측정성분의 반응계수의 비율(ratio)의 역수인 가스량 측정방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 가스량 측정반응기 및 이를 이용한 가스량 측정방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 반응기 내부에서 일정량의 반응가스가 소비되면서 생성가스를 생성할 때 생산 또는 소비되는 가스의 양을 직접적으로 확인하고 측정할 수 있는 가스량 측정반응기 및 이를 이용한 가스량 측정방법에 관한 것이다.

[0002]

배 경 기 술

[0003] 최근 들어 원료고갈 및 환경오염이 문제되면서, 화석연료를 대체할 수 있는 바이오에너지에 대한 관심이 증대되고 있다. 바이오에너지는 바이오매스를 원료로 만들어지는 에너지를 지칭한다. 바이오에너지의 생산 원료가 되는 바이오매스는 식물과 미생물의 광합성에 의하여 생성되는 식물체, 균체와 이를 먹고 살아가는 동물체를 포함하는 생물유기체로, 유기성 폐기물, 농임산 부산물 등과 같이 그 종류가 다양하다. 이러한 바이오매스를 에너지로 전환하는 기술은 직접연소법, 열화학적 변환법, 및 생물학적 변환법으로 구별되는데, 그 중에서 생물학적 변환법에 의해 바이오메탄, 바이오알코올, 바이오디젤, 바이오수소 등이 생산된다.

[0004] 이렇듯 미생물은 유기물을 분해하면서 생물학적으로 가스를 생산하기도 하지만, 반대로 가스를 소비하기도 한다. 생물학적 가스 소비의 대표적인 예로, 질산화 작용(nitrification)을 들 수 있다. 질산화 작용은 토양 중의 질소화합물이 미생물의 작용에 의해 여러 과정을 거쳐 질산으로 산화되는 과정을 말하는데, 이 과정에서 미생물은 산소를 소비하게 된다.

[0005] 이러한 생물학적 가스 생산 및 소비 기술을 대형화하여 실제 산업에 이용하기 위해서는, 우선 실험실 수준에서 가스의 생산 및 소비에 관한 연구가 진행되어야 한다. 이때, 가스 생성량 및 소비량, 가스의 생성 및 소비 속도를 분석할 필요가 있다.

[0006] 가스량을 측정하기 위해서는 일반적으로 가스량 측정장치를 사용한다. 그 예로서, 하기 선행기술문헌의 특허문

헌에 개시된 생물 호흡량 측정 장치를 들 수 있다. 하기의 특허문헌에 개시된 생물 호흡량 측정 장치는 서로 마주보는 한 쌍의 광센서를 상하로 설치하여 미생물의 산소 소모 또는 가스 발생에 의해 생성되는 버블(bubble)의 감지 시간과 버블의 상승 속도를 각각 측정한 후 이들을 연산함으로써 버블의 크기를 실시간으로 측정하여 산소 소모량 또는 가스발생량을 측정하도록 구성된다. 그러나 이러한 가스량 측정장치는 버블을 분석하여야 하므로 구성이 매우 복잡하고, 산소 소모 또는 가스 발생 과정을 육안으로 직접 확인하기 어려운 문제가 있다.

[0007] 이에 종래 가스량 측정장치의 문제점을 해결하기 위한 방안이 절실히 요구되고 있는 상황이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) KR 10-2012-0095120 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 일 측면은 중공관 형상의 반응본체부 내의 가스생성반응에 의해 슬라이딩되는 피스톤을 반응본체부 내부에 배치하여 가스생성반응을 관찰하고 가스 소모량 또는 생성량을 측정할 수 있는 가스량 측정반응기를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명에 따른 가스량 측정반응기는 중공관 형상으로 형성되어, 내부에서 반응가스가 반응하여 생성가스를 생성하는 가스생성반응이 진행되는 반응본체부; 및 가장자리가 상기 반응본체부의 내면에 밀착되고, 상기 가스생성반응이 진행될 때에 슬라이딩되는 피스톤부;를 포함한다.

[0013] 또한, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기에 있어서, 상기 가스생성반응 전·후에, 상기 반응본체부의 내면과 상기 피스톤부에 의해 둘러싸인 반응공간의 부피를 각각 측정하여, 상기 반응공간의 부피변화량을 기반으로 상기 반응가스의 소비량 또는 상기 생성가스의 생성량을 산출한다.

[0014] 또한, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기에 있어서, 상기 반응공간의 부피를 측정할 수 있도록, 상기 반응본체부의 외주면에, 상기 피스톤부가 슬라이딩되는 방향을 따라 눈금이 표시된 눈금자;를 더 포함한다.

[0015] 또한, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기에 있어서, 상기 반응본체부의 내부와 소통되도록 상기 반응본체부의 개방된 일단에 연결되고, 상기 반응가스를 이용해 상기 생성가스를 생성하는 미생물을 수용하는 용기부;를 더 포함한다.

[0016] 또한, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기에 있어서, 상기 용기부는 상기 반응본체부의 개방된 일단으로부터 연장되어 상기 반응본체부와 일체로 형성된다.

[0017] 또한, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기에 있어서, 상기 반응본체부와 상기 용기부를 소통시키는 관통홀을 구비하고, 상기 반응본체부와 상기 용기부를 서로 연결하는 어댑터;를 더 포함한다.

[0018] 또한, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기에 있어서, 상기 어댑터는 일단이 상기 반응본체부의 개방된 일단에 삽입되고, 타단에 상기 용기부가 배치되면서 상기 용기부의 입구가 상기 관통홀에 삽입된다.

[0019] 또한, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기에 있어서, 상기 피스톤부는 상기 반응본체부의 내부에 배치되고, 상기 반응본체부의 내면과 마주보는 외주면을 따라 오목하게 함몰된 적어도 하나 이상의 그루브(groove)가 형성된 피스톤본체; 및 고리 형상으로, 상기 그루브에 삽입되어 상기 반응본체부의 내면에 밀착되는 패킹부;를 포함한다.

[0020] 또한, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기에 있어서, 상기 피스톤부의 가장자리와 상기 반응본체부의 내면 사이에 형성되는 윤활막;을 더 포함한다.

[0021] 또한, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기에 있어서, 상기 반응본체부의 내부와 소통되도록 상기 반응본체부의 외면에 형성되어, 상기 반응가스를 주입하거나, 또는 상기 생성가스를 배출하는 가스출입구;를 더 포함한다.

[0022] 또한, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기에 있어서, 상기 반응본체부 내부에 배치되는 일단으로부터, 상기 피스톤부를 관통하고, 상기 용기부 내부에 배치되는 타단으로 연결되는 공급관로; 및 상기 공급관로를 통해 상기 반응가스 또는 상기 생성가스를 수송시키는 펌프;를 더 포함한다.

[0023] 한편, 본 발명에 따른 가스량 측정방법은 (a) 본 발명에 따른 가스량 측정반응기를 이용하여, 반응본체부 내부에 반응가스를 주입하는 단계; (b) 반응본체부의 내면과 피스톤부에 의해 둘러싸인 반응공간의 초기부피를 측정하는 단계; (c) 상기 반응가스가 반응하여 생성가스를 생성하는 가스생성반응 후에, 상기 반응공간의 최종부피를 측정하는 단계; (b) 상기 반응공간의 최초부피와 상기 반응공간의 최종부피의 차(差)로, 상기 반응공간의 부피변화량을 산출하는 단계; 및 (e) 상기 반응공간의 부피변화량을 소정의 산출계수를 나누어, 상기 생성가스 성분 중 피측정성분의 생성량을 산출하는 단계;를 포함한다.

[0024] 또한, 본 발명에 따른 가스량 측정방법에 있어서, 상기 산출계수는 상기 가스생성반응의 반응식에서, 상기 생성가스의 총 몰량(molar amount)이 상기 반응가스의 총 몰량(molar amount)에 비해 상대적으로 감소하는 때에는, 상기 반응가스 성분 각각의 반응계수 합에서 상기 피측정성분의 반응계수를 뺀 값이고, 상기 생성가스의 총 몰량(molar amount)이 상기 반응가스의 총 몰량(molar amount)에 비해 상대적으로 증가하는 때에는, 상기 생성가스 성분 각각의 반응계수 합에 대한 상기 피측정성분의 반응계수의 비율(ratio)의 역수이다.

[0026] 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다.

[0028] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

발명의 효과

[0030] 본 발명에 따르면, 중공관 형상의 반응본체부 내의 가스생성반응에 의해 슬라이딩되는 피스톤이 반응본체부 내부에 배치되어, 피스톤의 움직임에 따라 가스 소비 또는 생성 과정을 실시간으로 관찰할 수 있다.

[0032] 또한, 본 발명에 따르면, 가스생성반응 동안 반응본체부와 피스톤이 둘러싸는 내부 공간의 변화량을 측정하여 가스 소모량 또는 생성량을 용이하게 측정할 수 있다.

[0034] 나아가 구조가 단순하여 저비용으로 제작이 가능하고, 바이오가스 학습기자재로 활용할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 가스량 측정반응기의 사시도이다.

도 2는 도 1의 원 A 부분을 확대한 확대도이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 가스량 측정반응기의 사시도이다.

도 4는 도 3의 A-A' 라인에 따른 단면도이다.

도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 가스량 측정반응기의 사시도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 가스량 측정반응기를 이용하여 분석된 가스 조성을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0039] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.

[0041] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 가스량 측정반응기의 사시도이고, 도 2는 도 1의 원 A 부분을 확대한 확대도이다.

[0042] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기는, 중공관 형상으로 형성되어, 내부에서 반응가스가 반응하여 생성가스를 생성하는 가스생성반응이 진행되는 반응본체부(10); 및 가장자리가 반응본체부(10)의 내면에 밀착되고, 가스생성반응이 진행될 때에 슬라이딩되는 피스톤부(20);를 포함한다.

[0044] 본 발명은 반응기 내부에서 일정량의 반응가스가 소비되면서 생성가스를 생성할 때 생산 또는 소비되는 가스의 양을 직접적으로 확인하고 측정할 수 있는 가스량 측정반응기에 관한 것이다. 종래에 실험실에서 가스가 생산되거나 소비되는 연구를 수행할 때에 사용되는 가스량 측정장치는 구성이 매우 복잡하고, 가스 생산 또는 소비 과정을 직접 육안으로 관찰하기 어려운 문제가 있었는바, 이에 대한 해결방안으로 본 발명이 안출되었다.

[0046] 구체적으로, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기는, 반응본체부(10), 및 피스톤부(20)를 포함한다.

[0047] 반응본체부(10)는, 중공관 형상으로 형성되어, 내부에 소정의 공간을 제공한다. 여기서, 내부 공간은 반응가스가 주입되고, 반응가스가 반응하면서 소정의 가스를 생성하는 가스생성반응을 수행하는 공간이다. 이때, 반응가스는 적어도 하나 이상의 가스 성분으로 이루어질 수 있고, 반응가스의 반응은 화학반응 또는 생물학적 반응일 수 있다. 즉, 반응가스가 2 이상의 이종 가스 성분으로 화학반응을 일으키거나, 또는 하나 이상의 가스 성분으로 미생물(3)에 의한 생물학적 반응의 결과로서 가스가 생성될 수 있다. 이때, 생성되는 가스는 반응가스와 구별하기 위해 이하에서 생성가스로 지칭한다. 생물학적 반응의 일예로서는, 이산화탄소 및 수소를 미생물(3)을 이용하여 메탄을 만드는 반응을 들 수 있다. 이때, 이산화탄소 및 수소는 반응가스에, 메탄은 생성가스에 해당한다.

[0048] 여기서, 반응본체부(10)는, 육안으로 내부를 확인할 수 있도록, 즉 후술할 피스톤부(20)의 움직임을 확인할 수 있도록, 투명한 재질로 형성될 수 있다.

[0049] 한편, 반응가스를 주입하거나, 또는 생성가스를 배출하기 위해서, 반응본체부(10)의 외면에 가스출입구(30)가 형성될 수 있다. 가스출입구(30)는 반응본체부(10)의 내부와 소통되도록 형성되는바, 반응본체부(10)를 이루는 외벽에 형성된 개구부, 또는 중공관 형태로 형성될 수 있다.

[0051] 피스톤부(20)는 반응본체부(10)의 내부에 배치되어, 반응본체부(10) 내부의 압력 변화에 따라 슬라이딩된다. 이때, 반응본체부(10) 내부의 반응가스 또는 생성가스가 피스톤부(20)와 반응본체부(10) 사이의 유격을 통해 배출되지 않도록, 피스톤부(20)의 가장자리는 반응본체부(10)의 내면에 밀착되어 기밀을 유지한다.

[0052] 이러한 피스톤부(20)는, 피스톤본체(21), 및 패킹부(23)를 포함할 수 있다. 피스톤본체(21)는 피스톤부(20)의 전체적인 형상을 구성하는 부재로, 판(plate) 형태, 또는 기둥 형태 등으로 형성될 수 있는데, 반응본체부(10)의 내면과 마주보는 외주면에는 적어도 하나 이상의 그루브(groove, 21a)가 형성될 수 있다. 여기서, 그루브(21a)는 오목하게 함몰된 형태의 가느다란 홈으로, 외주면의 둘레를 따라 연속적으로 형성될 수 있다. 패킹부(23)는 폐루프를 이루는 고리 형상으로 형성되고, 그 내면이 그루브(21a)에 삽입되어, 피스톤본체(21)에 끼워진다. 이때, 패킹부(23)의 외면 가장자리가 반응본체부(10)의 내면에 밀착된다.

[0053] 한편, 피스톤부(20)의 가장자리와 반응본체부(10)의 내면 사이의 마찰로 인해, 피스톤부(20)의 슬라이딩 운동이

제한받을 수 있으므로, 피스톤부(20)의 가장자리와 반응본체부(10)의 내면 사이에, 윤활막(70)이 배치될 수 있다. 여기서, 윤활막(70)은 윤활제를 도포하여 형성되는 것으로, 윤활제에 특별한 제한은 없지만, 반응가스 및 생성가스와 반응하지 않는 윤활제를 사용하는 것이 바람직하다.

[0055] 종합적으로, 본 발명에 따르면, 반응본체부(10) 내부에서 일어나는 가스생성반응에 의해, 반응가스가 소비되고, 생성가스가 생성되어, 반응본체부(10) 내부의 가스량에 변화가 생긴다. 이때, 가스생성반응에 따라 반응본체부(10) 내부에 음압, 또는 양압이 걸릴 수 있다. 반응가스의 총량(총 몰량, molar amount)과 생성가스의 총량(총 몰량, molar amount)을 비교할 때에, 생성가스 총량이 상대적으로 감소하는 반응을 하게 되면 음압이 걸리고, 생성가스 총량이 상대적으로 증가하는 반응을 하게 되면 양압이 걸린다. 이렇게 음압이 걸리면 반응본체부(10) 내부의 반응공간(V)의 부피가 줄어들고, 양압이 걸리면 그 반응공간(V)의 부피가 증가하게 된다. 여기서, 반응공간(V)은 반응본체부(10)의 내면과 피스톤부(20)에 의해 둘러싸인 공간으로서, 가스생성반응이 일어나는 곳을 의미한다. 따라서, 피스톤부(20)의 움직임을 통해, 가스 소비 또는 생성 과정을 실시간으로 확인할 수 있다.

[0056] 또한, 가스생성반응 전·후에, 반응공간(V)의 부피를 각각 측정하여, 반응공간(V)의 부피변화량을 기반으로 반응가스의 소비량 또는 생성가스의 생성량을 산출할 수 있다. 그 구체적인 산출 방법에 대해서는 후술한다.

[0058] 한편, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기는, 반응공간(V)의 부피를 측정하기 위해서, 눈금자(50)를 더 포함할 수 있다.

[0059] 눈금자(50)는 반응본체부(10)의 외주면에, 피스톤부(20)가 슬라이딩되는 방향을 따라 눈금이 표시되어 형성될 수 있다. 따라서, 피스톤부(20)의 위치에서 눈금을 읽음으로써 용이하게 반응공간(V)의 부피를 측정할 수 있다.

[0061] 또한, 본 발명에 다른 가스량 측정반응기는, 반응가스를 이용해 생성가스를 생성하는 미생물(3)을 수용하기 위해, 용기부(40)를 더 포함할 수 있다.

[0062] 용기부(40)는 내부에 미생물(3)을 수용할 수 있도록 형성되고, 반응본체부(10)의 일단에 연결된다. 여기서, 반응본체부(10)의 일단은 용기부(40)의 내부와 반응본체부(10)의 내부가 서로 소통되도록 개방된다. 따라서, 반응본체부(10) 내부로 주입된 반응가스는 용기부(40) 내의 미생물(3)과 접촉하게 되고, 이때 생물학적 반응이 일어나면서 생성가스가 생성되며, 생성된 생성가스는 반응본체부(10) 내부로 유입된다. 한편, 용기부(40) 내에는 미생물(3)이 배양될 수 있는 슬러지(4)도 함께 수용될 수 있다.

[0064] 이러한 용기부(40)는, 반응본체부(10)의 개방된 일단으로부터 연장되어, 반응본체부(10)와 일체로 형성될 수 있다(도시되지 않음). 다만, 용기부(40)와 반응본체부(10)가 반드시 일체로 형성되어야 하는 것은 아니고, 개별적으로 제작되어 용기부(40)가 반응본체부(10)의 일단에 삽입되거나, 또는 다른 연결부재에 의해 서로 연결될 수도 있다. 연결부재와 관련해서는 이하에서 설명한다.

[0065] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 가스량 측정반응기의 사시도이고, 도 4는 도 3의 A-A' 라인에 따른 단면도이다.

[0066] 도 3과 같이, 본 발명에 따른 가스량 측정반응기는, 어댑터(60)를 더 포함할 수 있다.

[0067] 어댑터(60)는 반응본체부(10)와 용기부(40)를 서로 연결할 수 있도록 구조화되되, 두께방향을 따라 관통된 관통홀(61)을 구비하여, 반응본체부(10)의 내부와 용기부(40)의 내부를 서로 소통시킨다. 여기서, 어댑터(60)의 일단은 반응본체부(10)와, 반대쪽 타단은 용기부(40)와 각각 연결될 수 있는데, 이때 어댑터(60)의 일단과 타단의 외주면 사이에 단차가 형성되어, 그 일단은 반응본체부(10)의 개방된 일단에 삽입되고, 그 타단은 반응본체부(10)의 일단에 걸리도록 형성될 수 있다. 한편, 어댑터(60)의 타단에 배치되는 용기부(40)의 입구는 어댑터(60)의 관통홀(61)에 삽입되어 고정될 수 있는데, 이때 용기부(40)의 입구와 관통홀(61)의 내면이 나사결합될 수 있다. 또한, 어댑터(60)의 타단과 용기부(40)가 밀착되어 결합될 수 있도록, 용기부(40)의 입구에서부터 연장되는 용기부(40)의 외면 중 일부분의 형상과 대응되는 형상으로, 어댑터(60)의 타단에 오목하게 함몰된 함몰부가 형성될 수 있다.

[0068] 한편, 어댑터(60)의 일단에는 페루프 형태의 고리형 패킹(63)이 끼워져, 어댑터(60)의 일단과 반응본체부(10)의 일단 사이에 기밀을 유지할 수 있다.

[0070] 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 가스량 측정반응기의 사시도이다.

[0071] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 가스량 측정반응기는, 공급관로(80), 및 펌프(90)를 더 포함할 수 있다.

[0072] 공급관로(80)는 양단이 개방된 중공관 형태로 형성되고, 피스톤부(20)를 관통하여 배치된다. 이때, 일단은 반응본체부(10) 내부에, 반대쪽 타단은 용기부(40) 내부에 배치된다.

[0073] 여기서, 펌프(90)는 공급관로(80)를 통해, 반응본체부(10) 내부의 반응가스, 또는 생성가스를 용기부(40)로 이송시킨다. 이러한 펌프(90)는 소형으로 제작되어, 피스톤부(20), 또는 반응본체부(10)에 장착되거나, 별도의 위치에 분리되어 배치될 수 있다.

[0074] 이렇게 공급관로(80) 및 펌프(90)에 의해 용기부(40)로 이송되는 가스는 용기부(40) 내의 슬리지 내부에서 버블(bubble)을 발생시키므로, 생성가스의 생성속도를 향상시킬 수 있다. 이때, 이송된 가스는 슬러지(4) 내에 완전히 용해되지 않고, 용기부(40) 내로 누출되어 반응본체부(10) 내부로 유입된다.

[0076] 이하에서는 전술한 가스량 측정반응기를 이용하여 가스량을 측정하는 방법에 대해 설명한다. 가스량 측정반응기에 대해서는 상술하였는바, 중복되는 내용에 대해서는 설명을 생략하거나, 간단하게만 기술한다.

[0078] 본 발명에 따른 가스량 측정방법은, (a) 전술한 가스량 측정반응기를 이용하여, 반응본체부 내부에 반응가스를 주입하는 단계; (b) 반응본체부의 내면과 피스톤부에 의해 둘러싸인 반응공간의 초기부피를 측정하는 단계; (c) 반응가스가 반응하여 생성가스를 생성하는 가스생성반응 후에, 반응공간의 최종부피를 측정하는 단계; (b) 반응공간의 최초부피와 반응공간의 최종부피의 차(差)로, 반응공간의 부피변화량을 산출하는 단계; 및 (e) 반응공간의 부피변화량을 소정의 산출계수로 나누어, 상기 생성가스 중 피측정성분의 생성량을 산출하는 단계;를 포함한다.

[0080] 가스량을 측정하기 위해서는, 먼저 전술한 가스량 측정반응기의 반응본체부 내부에 소정의 반응가스를 주입한다. 이때, 반응본체부 내부의 이물질을 제거하기 위해서, 반응가스 주입 전에, 그 내부를 아르곤 등과 같은 불활성 가스로 치환할 수 있다. 또한, 미생물을 이용하여 생성가스를 생성하는 경우에는, 용기부 내부도 불활성 가스로 치환한 후, 용기부에 미생물 및 슬러지를 채워넣고, 용기부와 반응본체부를 연결한 상태에서, 반응가스를 주입할 수 있다. 이때, 반응가스는 가스출입구를 통해 주입될 수 있다.

[0082] 다음, 반응가스가 주입되면, 반응가스의 가스주입구를 폐쇄하는 방식 등으로, 반응본체부 내부를 밀폐한 후에, 반응공간의 초기부피를 측정한다. 여기서, 반응공간은 전술한 바와 같이, 반응본체부의 내면과 피스톤부에 의해 둘러싸인 공간으로서, 가스생성반응이 일어나는 곳을 의미하고, 반응공간의 부피는 반응본체부의 외주면에 표시된 눈금자의 눈금을 읽어서 간단하게 측정할 수 있다.

[0084] 반응공간의 초기부피를 측정한 후 시간이 경과함에 따라, 반응본체부 내부에서 가스생성반응이 일어나므로, 피스톤부가 슬라이딩되어 반응공간의 부피가 변하게 된다. 여기서, 소정의 측정시간이 경과한 후, 반응공간의 최종부피를 측정한다. 이때, 반응공간 내에는, 반응가스가 모두 소비되지 않고, 일부 잔존할 수 있는바, 생성가스뿐만 아니라 반응가스가 혼합된 형태의 가스가 존재할 수 있다. 한편, 부피 측정은 눈금자의 눈금을 이용할 수 있다.

[0086] 이와 같이, 반응공간의 최초부피와 최종부피를 얻은 후에는, 그 차(差)로, 반응공간의 부피변화량을 산출한다.

[0088] 마지막으로, 반응가스의 소비량, 또는 생성가스의 생성량을 부피단위로 산출한다. 이때, 생성가스 성분 중 생성량을 측정하고자 하는 피측정성분의 생성량은 반응공간의 부피변화량에 소정의 산출계수를 나눈 값으로 산출할 수 있다.

[0089] 산출계수는 가스생성반응의 반응식으로부터 정해지는데, 가스생성반응으로 인해 음압이 걸리는 경우와, 양압이 걸리는 경우로 나누어 정한다. 반응가스의 총량(총 몰량, molar amount)과 생성가스의 총량(총 몰량, molar amount)을 비교할 때에, 생성가스 총량이 상대적으로 감소하는 반응을 하게 되면 음압이 걸리고, 생성가스 총량이 상대적으로 증가하는 반응을 하게 되면 양압이 걸린다.

[0090] 먼저, 음압이 걸리는 경우를 살펴보면, 반응가스 성분 각각의 반응계수 합에서 피측정성분의 반응계수를 뺀 값을 구하여, 그 값을 산출계수로 한다.

[0091] 예를 들어, 이산화탄소와 수소가 반응하여, 메탄을 생성하는 경우는 하기 [반응식 1]에 의해, 음압이 걸리게 된다.

[0092] [반응식 1]

[0093] $$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$$

[0094] 이때, 이산화탄소의 반응계수는 1, 수소의 반응계수는 4이므로, 반응가스의 전체 반응계수는 5이고, 생성가스 중 피측정성분인 메탄의 반응계수는 1이므로, 산출계수는 4가 된다. 따라서, 반응공간의 부피변화량을 산출계수로 나눔으로써 생성가스의 생성량을 구할 수 있다.

[0096] 다음, 양압이 걸리는 경우에는, 생성가스 성분 각각의 반응계수 합에 대한, 피측정성분의 반응계수의 비(ratio)를 구하고, 그 비율의 역수를 산출계수로 한다.

[0097] 예를 들어, 아세테이트(CH_3COOH)로부터 메탄을 생성하는 경우는 하기 [반응식 2]에 의해, 양압이 걸리게 된다.

[0098] [반응식 2]

[0099] $$CH_3COOH_2 \rightarrow CH_4 + CO_2$$

[0100] 이때, 생성가스 메탄의 반응계수는 1이고, 이산화탄소의 반응계수도 1이므로, 피측정성분인 메탄의 반응계수 비는 1/2이 된다. 따라서, 그 비율의 역수인 2가 산출계수가 된다.

[0102] 반응공간의 부피변화량을, 이렇게 산출된 산출계수로 나누어, 생성가스의 생성량을 구하고, 반응공간의 부피변화량에서 생성가스의 생성량을 뺀 값으로 가스생성반응 후 남은 반응가스의 잔존량을 구할 수 있다. 따라서, 초기 주입된 반응가스의 양에서 반응가스의 잔존량을 뺀 값이 반응가스의 전체 소비량이 되며, 전체 소비량에 반응가스 성분의 반응계수의 비(ration)를 곱함으로써, 각각의 성분의 소비량을 구할 수 있다.

[0104] 이하에서는 구체적인 실시예를 들어 보다 상세하게 설명한다. 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 가스량 측정반응기를 이용하여 분석된 가스 조성을 나타내는 그래프이다.

[0106] 실시예 1: 반응공간의 부피변화량 산출

[0107] 반응본체부 및 용기부 내부를 아르곤 가스로 치환하고, 용기부에 미생물 및 슬러지를 채워넣은 후, 반응본체부와 용기부를 연결했다. 다음, 반응본체부 내부에 이산화탄소, 및 수소를 주입하고, 눈금자의 눈금을 읽어서 반

응공간의 최초부피를 측정하였다. 그 측정결과, 반응공간의 최초부피는 1100 ㎖이었다.

[0108] 한편, 반응본체부 내부에서는 하기의 [반응식]에 따라 메탄이 생성된다.

[0109] [반응식]

[0110] $$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$$

[0111] 이와 같은 가스생성반응이 일어나는 동안, 시간별로 반응공간의 부피를 측정하였는데, 500시간 후의 반응공간의 최종부피는 245 ㎖이었다.

[0112] 따라서, 500시간 동안의 가스생성반응 결과, 반응공간의 부피변화량은 855 ㎖가 된다.

[0114] 실시예 2: 메탄 생성량 산출

[0115] 실시예 1에 따른 가스생성반응은 음압이 걸리는 반응으로, 산출계수는 4이므로, 500시간 후의 반응공간의 부피변화량을 산출계수로 나누어, 메탄의 생성량을 계산하면 대략 213.75 ㎖이다.

[0116] 한편, 가스출입구를 통해 반응본체부 내부의 가스를 포집하고, 기체크로마토그래피(GC)를 적용하여, 그 가스의 조성을 분석한 결과, 메탄의 생성량은 202.0515 ㎖이었다.

[0117] 그 결과를 비교하면, 약 5% 정도의 오차를 보이는데, 이는 반응공간의 부피변화량 측정, 및 기체크로마토그래피에 의한 분석과정에서 발생하는 것으로 예측된다.

[0119] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.

[0121] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속한 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

부호의 설명

[0123] 3: 미생물 4: 슬러지

10: 반응본체부 20: 피스톤부

21: 피스톤본체 21a: 그루브

23: 패킹부 30: 가스출입구

40: 용기부 50: 눈금자

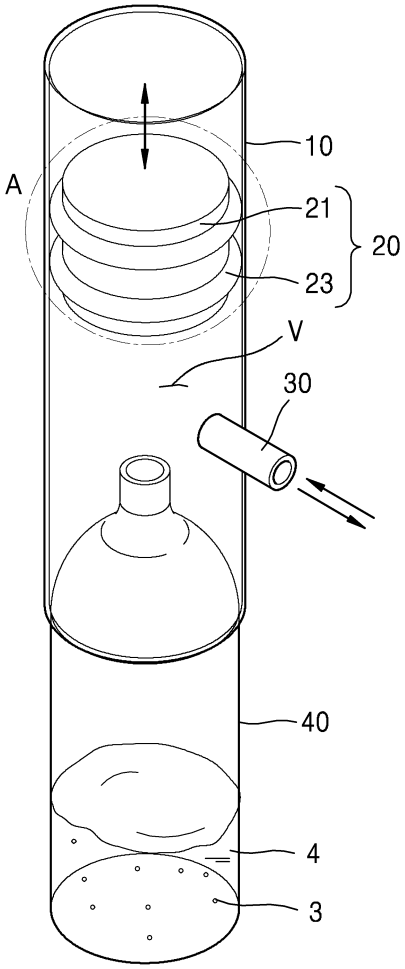
60: 어댑터 61: 관통홀

70: 윤활막 80: 공급관로

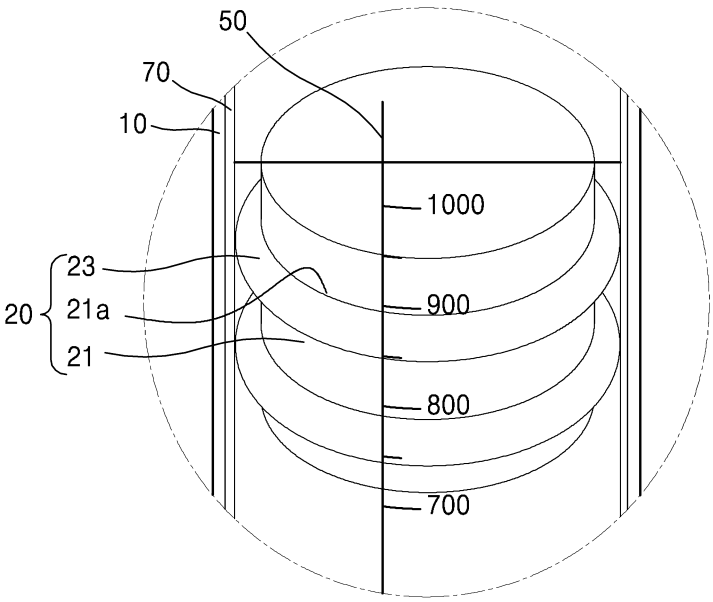
90: 펌프

도면

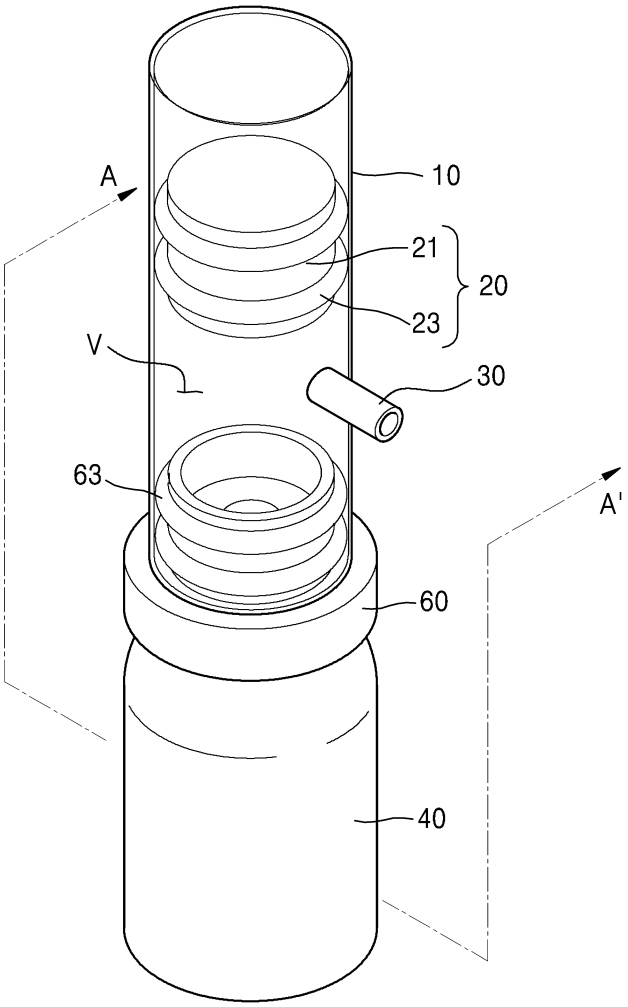
도면1



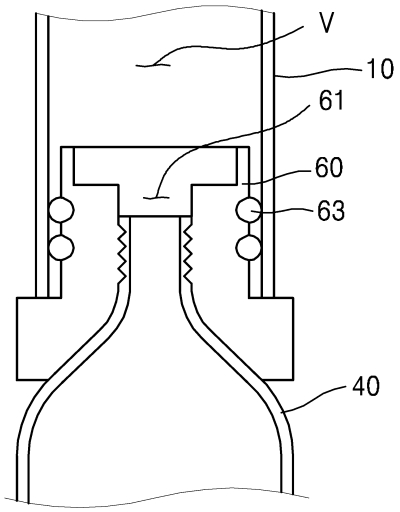
도면2



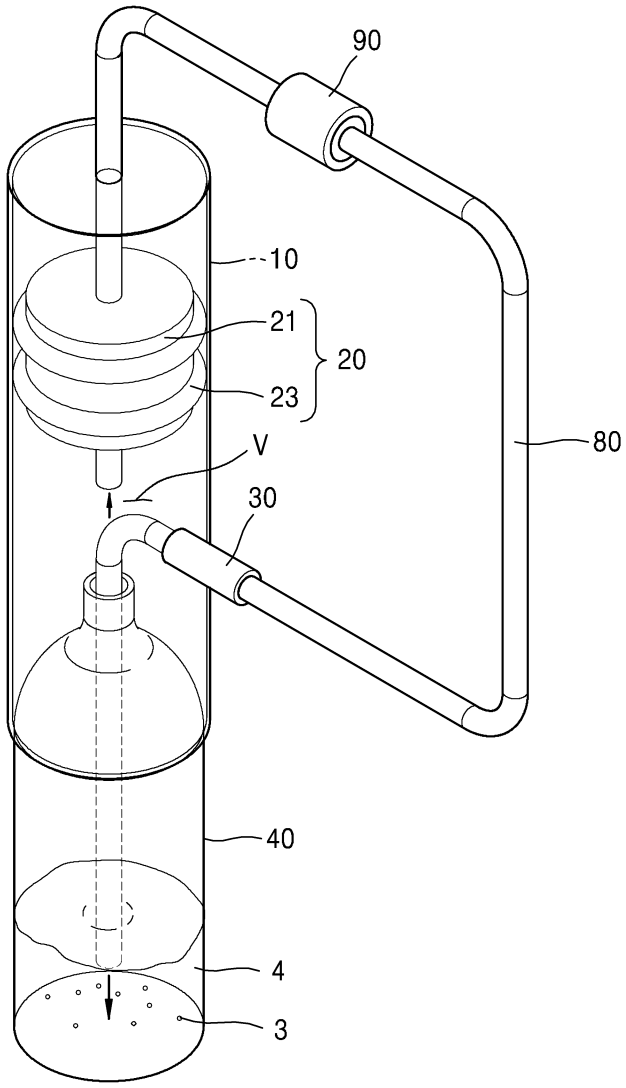
도면3



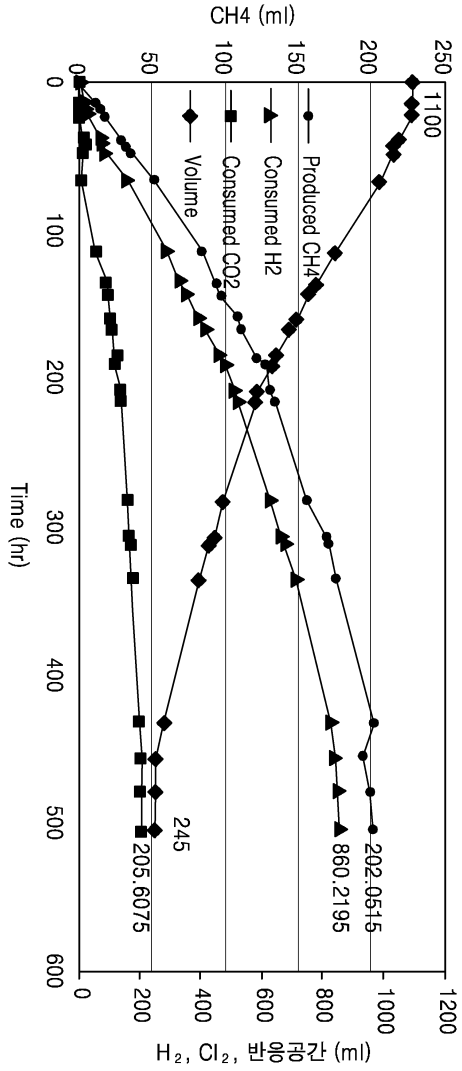
도면4



도면5



도면6


CH4 (ml)
0
50
100
150
200
250
1100
Volume
Consumed CO2
Consumed H2
Produced CH4
Time (hr)
0
100
200
300
400
500
600
245
205.6075
860.2195
202.0515
0
200
400
600
800
1000
1200
H2, Cl2, 반응공간 (ml)