

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. (45) 공고일자 2006년11월13일
C12M 1/107 (2006.01) (11) 등록번호 10-0646076
 (24) 등록일자 2006년11월07일

(21) 출원번호 10-2002-7001026 (65) 공개번호 10-2002-0038701
 (22) 출원일자 2002년01월24일 (43) 공개일자 2002년05월23일
 번역문 제출일자 2002년01월24일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2000/004989 (87) 국제공개번호 WO 2001/09280
 국제출원일자 2000년07월26일 국제공개일자 2001년02월08일

(81) 지정국 국내특허 : 오스트레일리아, 브라질, 캐나다, 중국, 일본, 대한민국, 뉴질랜드, 미국, 싱가포르,
 EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드,
 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

(30) 우선권주장 JP-P-1999-00218051 1999년07월30일 일본(JP)

(73) 특허권자 다이신셋케이 가부시키가이샤
 일본국 홋카이도 삿포로시 추오쿠 키타고쥬니시 6쥬메 1반쥬 23

(72) 발명자 마에카와타카야키
 일본국 이바라키켄 이나시키군 에도사키마찌 에도사키오츠 802-36

(74) 대리인 신중훈
 임옥순

심사관 : 정재철

(54) 2상형 메탄발효반응장치

요약

본 발명에 의하면, 장기간 안정적으로 운전가능한, 가축배설물과 같은 유기폐기물의 2상형 메탄발효반응장치가 제공된다. 이 반응장치는, 공급조에 연결된 산발효조(1)와, 게이트밸브(4A)를 지닌 칸막이벽(4)에 의해 상기 산발효조(1)로부터 칸막이되어 있는 메탄발효조(2)와, 게이트밸브(5A)를 지닌 칸막이벽(5)에 의해 상기 메탄발효조(2)로부터 칸막이되어 있는 침강조(3)를 구비하고, 상기 메탄발효조(2)의 상부공간은 가스보유기(6)로서 작용한다. 또, 메탄발효조(2)내에서 발생되어 가스보유기(6)내에 모인 메탄가스는, 가스보유기(6)의 천개에 개구되어 있는 메탄출구도관(10)으로부터 배출된다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은, 가축의 배설물 등의 유기폐기물을 발효처리함으로써 유용한 연료가스로서 메탄가스를 발생시키기 위한 메탄발효반응장치, 특히, 2상형 메탄발효반응장치에 관한 것이다.

배경기술

가축의 배설물을 포함한 각종 유기폐기물의 메탄발효에 의해 메탄계 연료가스를 생산하는 것은, 확립된 공업적 방법이다. 메탄가스의 수용량에 따라 가스보유기의 용량을 변화시키기 위한 상하가동형 천개(天蓋: canopy)를 지닌 가스보유기를 내장한 용량가변 가스보유기형 반응장치, 가스보유기가 발효조의 상부에 고정된 보유기 고정형 반응장치, 하수처리장에서 혐기성 처리를 행하기 위해 관용되고 있던 하수 소화(digestion)조, 산발효조 및 메탄발효조를 지닌 2상형 반응장치를 포함한 수종의 가축배설물의 발효처리용의 메탄발효반응장치가 개발되어, 실용화되고 있다.

EP-A-0 335 825호 공보에는, 칸막이벽에 의해 분리된 2개의 구획(산가스분해용 제 1구획과 메탄발효용의 제 2구획)을 지닌 조(槽)를 구비한 2상형 메탄발효용 바이오리액터가 개시되어 있으며, 또, 상기 두 구획은, 영구적으로 개방된 채널에 의해 액체전달되고 있다.

또, FR-A-2 510-605호 공보에는, 칸막이벽에 의해 분리된 2개의 구획을 구비한, 혐기성 발효에 의해 유기폐기물로부터 메탄을 생산하기 위한 바이오리액터가 개시되어 있다. 상기 두 구획은 서로 영구적으로 액체전달가능하게 되어 있으나, 액체의 역류는, 해당 두 구획을 연결하는 채널에 배치된 일련의 사슬에 의해 방지되고 있다.

또한, FR-A-2 305 113호 공보에는, 칸막이벽에 의해 분리된 2개의 구획을 구비한 혐기성 발효용의 바이오리액터가 개시되어 있다. 상기 두 구획은, 서로 영구적으로 액체전달가능하게 되어 있으나, 액체의 역류는, 특정한 모양의 칸막이벽에 의해 방지되고 있다.

또, DE-A-197 15 646호에는, 발효조를 칸막이하지 않고, 혐기성 발효에 의해 유기폐기물로부터 메탄을 생산하는 바이오리액터가 개시되어 있다.

이들 종래의 발효반응장치는, 그들 각각의 문제점과 결점을 지닌다. 예를 들면, 가스보유기를 내장한 메탄발효반응장치에 있어서는, 내부에 함유된 액체, 즉, 소화액이, 가스보유기의 내부압력의 변동에 의해, 메탄발효조로부터 산발효조 혹은 원료 폐수 수용조로, 또는 침강조로부터 메탄발효조로 역류하는 일이 발생할 경우가 종종 있다. 메탄발효는, 150mV 내지 400mV의 산화-환원전위를 필요로 하는 절대혐기성 미생물의 증식에 의해 진행가능하므로, 메탄발효조로부터 산발효조로의 액체의 역류는, 자연적으로 메탄발효조내의 메탄균 농도를 감소시켜, 메탄발효 효율을 저하시킨다. 또, 침강조로부터 메탄발효조로의 액체의 역류는, 침강조내의 액체에 함유된 용존산소가 메탄발효조내로 유입되는 것을 의미하며, 메탄균 미생물의 부분적인 활성의 감소 또는 사멸을 일으킨다. 이와 같이, 발효조의 용적이 액체의 역류에 대응하도록 크게 할 필요가 있으므로, 반응장치를 충분히 소형할 수 없다고 하는 문제가 있음은 말할 것도 없고, 구성조간의 액체의 역류는, 반응장치의 메탄발효능력의 현저한 저하와 공정의 불안정성의 원인으로 되고 있다.

상기 결점이 가스보유기를 내장한 메탄발효반응장치의 사용의 장애로 되어, 이러한 유형의 반응장치는 가격면에서 저렴하다고 하는 이점에도 불구하고, 현저하게 보급되고 있지는 않다.

발명의 상세한 설명

발명의 개시

따라서, 본 발명은, 종래의 가스보유기내장형의 메탄발효반응장치의 상기 문제점 및 결점을 극복해서, 장기간에 걸쳐 안정적으로 높은 능력을 유지하면서 작동하는 것이 가능한, 고효율의 메탄발효반응장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 발명자들은, 고효율의 2상형 메탄발효반응장치를 개발하기 위한 목적으로 예의 연구를 행한 결과, 산발효조로부터 메탄발효조로, 그리고 메탄발효조로부터 침강조로 액체를 1방향으로 흐를 수 있도록, 산발효조와 메탄발효조사이, 그리고 메탄발효조와 침강조사이 에 게이트밸브를 설치해서, 가스보유기내의 수면의 상하 움직임과 압력 변화를 이용해서 해당 게이트밸브를 제어해서, 공급액이 산발효조, 메탄발효조 및 침강조를 통해 순차 배출되도록 함으로써, 상기 각 조(槽)간의 액의 역류를 효과적으로 방지할 수 있다는 예상밖의 지견을 발견하고, 이 지견에 의거해서 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

즉, 본 발명에 의해 제공되는 2상형 메탄발효반응장치는,

(a) 발효처리용 공급액을 수용하는 산발효조;

- (b) 상기 산발효조와 나란히 배치되어 상부공간이 메탄가스보유기로서 작용하는 가스보유기형의 메탄발효조;
- (c) 상기 산발효조와 메탄발효조를 칸막이하는 제 1수직칸막이벽;
- (d) 상기 메탄발효조와 나란히 배치되어 소화액을 배출하는 침강조;
- (e) 상기 메탄발효조와 침강조를 칸막이하는 제 2수직칸막이벽;
- (f) 상기 제 1칸막이벽상에 설치되어, 상기 산발효조와 메탄발효조사이의 액체흐름을 조절하기 위한 제 1게이트밸브;
- (g) 상기 제 2칸막이벽상에 설치되어, 상기 메탄발효조와 침강조사이의 액체흐름을 조절하기 위한 제 2게이트밸브; 및
- (h) 상기 메탄가스보유기에 연결된 조절판(stopcock)밸브를 지닌 메탄가스유출관을 구비한 일체형 장치이다.

상기 정의된 본 발명의 반응장치는, 발효조의 단열성을 개량할 수 있도록 반지하설비 혹은 완전지하설비로서 구축해도 되는 것은, 마음대로이지만 유리하다. 또한, 효율성을 더욱 높일 필요가 있다면, 산발효조에 도입된 공급액의 온도를, 예를 들면, 공급액수용조에 공기를 공급함으로써 열의 발생을 수반하는 폐기물의 호기분해를 일으킴으로써, 20 내지 30℃로 완만하게 상승시킨다.

발명을 수행하기 위한 최량의 형태

이하, 첨부도면을 참조해서 본 발명의 반응장치에 대해 상세히 설명한다.

도 1은, 기본적으로 산발효조(1), 메탄발효조(2) 및 침강조(3)를 포함하는 3구획으로 이루어지고, 상기 산발효조(1)와 메탄발효조(2)사이에는 제 1수직칸막이벽(4)으로, 메탄발효조(2)와 침강조(3)사이에는 제 2수직칸막이벽(5)으로 칸막이되어 있는 일체형 장치로서의 본 발명의 반응장치의 대표적인 예의 개략단면도이다. 공급액은, 공급액수용조(도시생략)에 연결된 공급액유입관(7)을 통해 산발효조(1)에 도입된다. 메탄발효조(2)의 내부에 체류하는 액체의 위쪽의 상부공간(6)은 메탄가스보유기로서 기능한다. 또, 침강조(3)에서 형성된 소화액은 소화액수용조(9)에 연결된 액체유출관(8)을 통해 배출된다. 조절판 밸브(10A)를 지닌 메탄가스출구도관(10)은, 메탄발효조(2)의 천개(2A)의 정점에 연결되어, 메탄가스보유기(6)와 연통되어 있다.

상기 본 발명의 반응장치에 있어서는, 휘발성 유기산의 산출량을 높이기 위해 산발효조(1)와 메탄발효조(2)의 용적비가 1:5 내지 1:10의 범위인 것이 중요하다. 산발효조(1)에의 공급에 있어서 특히 가축배설물과 같이 불용성 고형물의 함유량이 많을 경우, 이 비를 1:5부근에 설정하고, 산발효조(1)에의 공급액이 생활 폐수 배출물과 같이 불용성 고형물과 조합되어 대량의 용해물을 함유할 경우에는, 이 비를 1:8부근에 설정함으로써, 원활하고 효과적인 메탄발효의 진행을 확보하는 것이 바람직하다. 공급액이 음식물 처리공장으로부터의 폐수와 같이 다량의 가용성 고형물을 함유할 경우, 이 비를 1:10부근에 설정하는 것이 바람직하다. 한편, 침강조(3)는, 그 단면이, 부유성 고체입자(SS)가 스톡스의 법칙(Stoke's law)에 따라 계산된 정지수에 있어서의 직경 10 내지 20 μ m인 입자의 침강속도를 초과하지 않는 상승속도를 확보하도록 설계되어 있다.

산발효조(1)와 메탄발효조(2)를 칸막이하는 칸막이벽(4)에는, 그 하부에, 산발효조(1)에서 메탄발효조(2)로의 액체의 원활한 유출을 위한 제어수단으로서 기능하는 제 1게이트밸브(4A)가 설치되어 있고, 한편, 메탄발효조(2)와 침강조(3)사이를 칸막이하는 칸막이벽(5)에는, 그 하부에, 메탄발효조(2)로부터 침강조(3)로의 액체의 원활한 유출을 위한 제어수단으로서 기능하는 제 2게이트밸브(5A)가 설치되어 있다. 예를 들면, 산발효조(1)내의 수위에 의한 압력과 가스보유기(6)내의 기체압력을 가한 메탄발효조(2)내의 수위에 의한 압력간의 압력차를 고려하는 동시에, 가스보유기(6)내의 기체압력을 가한 메탄발효조(2)내의 수위에 의한 압력과 침강조(3)내의 수위에 의한 압력간의 압력차를 고려해서, 각 게이트밸브(4A), (5A)는 무게를 지니도록 설계된다. 각 게이트밸브(4A), (5A)는 각각, 전형적으로는, 그 상부가 칸막이벽(4), (5)에 힌지(hinge)된 플랩판의 구조를 지니고, 그 하부가 메탄발효조(2) 및 침강조(3)내의 수면상에서 부유하는 부표(4B), (5B)에 대해 실(4C), (5C)로 연결되어 있다(도 2 참조).

이점에 관해서, 메탄발효조(2)는, 그 필요한 용량이 비교적 낮은 수위에 대해서도 얻어지도록 구축하는 것이 중요하다. 한편, 산발효조(1)내의 수위의 높이는, 액체의 흐름이, 개방된 게이트밸브(4A)를 통해서 산발효조(1)로부터 메탄발효조(2)

로, 그리고 개방된 게이트밸브(5A)를 통해서 메탄발효조(2)로부터 침강조(3)로, 나아가서는 흘러넘침에 의해 소화액수용조(9)로 흐르도록 설계되어, 제어되고 있다. 가스보유기(6)내의 내부압력을 200mmH₂O이상으로 유지하지 않으면 안되므로, 메탄발효조(2)내의 수위의 높이는 제한된다.

가스보유기(6)중의 메탄가스가 소비되어, 산발효조(1)내의 액체가 메탄발효조(2)내로 도입됨으로써, 메탄발효조(2)의 수면의 상승운동을 일으키는 동안, 메탄발효조(2)내에서 메탄발효는 진행하지만, 이 경우, 산발효조(1)내의 수위에 의거한 압력이, 메탄발효조(2)내의 수위에 의거한 압력과 가스보유기(6)내의 내부압력과 총합을 초과하는 것이 조건이다. 메탄발효조(2)내에서 진행되는 메탄발효는, 메탄가스의 소비를 보상하기 위해 가스보유기(6)의 내부압력을 증가시키는 작용을 한다.

이와 같이 해서, 가스보유기(6)내의 내부압력이 메탄발효조(2)내의 메탄발효에 의해 상승해서, 메탄발효조(2)내의 수위에 의한 압력과 가스보유기(6)내의 내부압력과 총합이 침강조(3)내의 수위에 의한 압력과 게이트밸브(5A)에 의한 자체중량환산압력과 총합을 초과할 정도로 되면, 게이트밸브(5A)가 열려서 메탄발효조(2)로부터 액체가 침강조(3)로 유입가능하게 되어, 침강조(3)내의 수위가 흘러넘침도관(즉, 액체유출관)(8)의 높이에 이르면 흘러넘침에 의해 소화액수용조(9)에 도입한다.

메탄발효조(2)내의 액체의 평균체류시간은, 그 내부의 수위가 하한에 있을 때 가장 짧으므로, 이 시간인자를, 메탄발효조(2)에 대한 유기물 부하의 산정 기준으로 취하는 것이 좋다.

생활폐수 및 가축배설물과 같은 폐액의 일상적인 배출과정에 있어서는, 통상 1일당 1 내지 4회의 피크를 지나는 것은 공지되어 있다. 그 배출피크사이에 반연속적인 메탄발효공정을 행하기 위해, 본 발명의 장치는 유리하게 작동시키는 것이 가능하다. 즉, 본 장치의 운전모드를, 2회의 폐수발생피크의 간격동안 가스보유기(6)의 내부압력을 저하시키도록 스케줄을 작성하면, 플러그플로(plug flow)조건이 매우 효율적으로 성립되어, 어떠한 역류도 없는 2상 메탄발효장치를 확보할 수 있다. 산발효조(1)의 필요한 용량은, 메탄발효조(2)내의 수위의 하한치와 산발효조(1)내의 수위의 상한치와 게이트밸브(4A)에 의한 자체중량환산압력에 기인한 수두차와의 총합치로부터 산출할 수 있다.

도 2는 도 1에 표시한 반응장치에 있어서의 게이트밸브(4A), (5A)의 개폐기구의 개략도이다. 즉, 게이트밸브(4A), (5A)는 각각, 메탄발효조(2)내 혹은 침강조(3)내의 액면에 떠있는 부표(4B), (5B)에 견인되어어나 로프(4C), (5C)에 의해 연결된다. 이 기구는, 메탄발효조(2)로부터 산발효조(1)로의 역류와 침강조(3)로부터 메탄발효조(2)로의 역류를 방지하여, 산발효액의 메탄발효조(2)에의 가스보유기(6)로부터의 메탄가스의 소비상황에 따른 적절한 유입을 확보하는 작용을 한다.

가스보유기(6)의 내부압력이 높아져 메탄발효조(2)내의 수위가 설정 하한치에 도달한 때에는, 침강조(3)로부터 액체의 유출이 진행된다. 이 경우, 산발효조(1)내의 수위에 기인한 수두가, 매우 약간이라도, 메탄발효조(2) 위쪽의 가스보유기(6)의 내부압력으로부터 환산된 수두와 메탄발효조(2) 자체에 기인한 수두와 게이트밸브(4A)에 의한 자체중량환산 수두와의 총합보다도 크게 되도록 반응장치를 설계하면, 공급된 폐수의 유입에 대한 메탄발효를 유기물 부하의 설정치 이하로 진행시키는 것이 가능하다. 메탄발효조(2)내의 수위가 상승해서 상한치에 도달하기까지는, 실제의 유기물 부하는, 유기물 부하의 설정치보다도 항상 낮게 유지되므로, 반응장치를 안전하고 원활하게 작동시키는 것이 가능하다.

도 3에 개략적으로 표시한 바와 같이, 2개의 산발효조(1), (1'), 2개의 메탄발효조(2), (2') 및 1개의 침강조(3)를 구비하여, 침강조(3)의 양쪽에 각각 게이트밸브(5A), (5A')를 지닌 칸막이벽(5), (5')에 의해 칸막이되어 있는 2개의 메탄발효조(2), (2')가 연결되어 있는 한편, 메탄발효조(2), (2')에는 게이트밸브(4A), (4A')를 지닌 칸막이벽(4), (4')에 의해 칸막이된 산발효조(1), (1')가 연결되도록 본 발명의 장치를 구축하는 설계도 가능하다. 각각의 메탄발효조(2), (2') 위쪽의 가스보유기(6), (6')는, 메탄가스출구도관(10), (10')에 연결되어, 필요에 따라서 그들은 합해져서 조절판 밸브(10A)를 개재해서 압력계 또는 압력조정밸브(도시생략)에 통하게 된다.

임의이지만, 각 메탄발효조(2), (2')는, 예를 들면, 암면의 덩어리 혹은 판인 "담체"(carrier)(c)를 수용한다. 가스보유기(6), (6')의 내부압력이 특정의 설정치에 이르러 그 값을 초과한 때에는, 밸브(10A)를 수동으로 혹은 자동으로 개방하여 열-전 공발전기엔진(도시생략)에 메탄가스를 공급하여, 국소용의 전력 및 온수를 발생시킨다. 가스보유기(6), (6')의 내부압력이 감소되어 상기 설정치의 하한치에 도달한 때에는, 상기 엔진을 수동으로 혹은 자동으로 정지시켜, 산발효조(1), (1')내의 액체를 메탄발효조(2), (2')내로 지체없이 도입해서, 침강조(3)로부터 흘러넘침에 의해 배출되도록 한다.

또, 침강조(3)내의 수위의 상하한치를 설정하고, 침강조(3)내에 설치된 배출펌프에 의해, 침강조(3)로부터 흘러넘친 액체를 배출시키는 것도 가능하다. 이와 같이 해서, 산발효조(1), (1')내의 액을 메탄발효조(2), (2')로 원활하게 이송하는 것이 가능해진다.

필요에 따라, 본 발명의 반응장치의 산발효조(1), 메탄발효조(2) 및 침강조(3)의 적어도 1개에, 처리중인 액체의 온도를 조절하기 위해, 온도조절수단 혹은 특히 가열수단을 설치하는 것은 임의이다. 예를 들면, 각각의 조의 외표면 혹은 바닥부분에, 압면 등의 단열재료를 이용해서 단열한 가열매체, 즉 온수 혹은 온풍용의 배관 혹은 도관을 설치한다. 가열매체로서 작용하는 온풍을 생산하기 위해서는, 퇴비발효에 의해 생긴 폐열을 이용하는 것이 가능하다. 또한, 가열매체로서 작용하는 온수를 생산하기 위해서는, 메탄발효에 의해 발생된 메탄가스의 연소열을 이용하는 것이 가능하다.

이 플러그플로방식의 완전 2상형 메탄발효반응장치를 한냉지에서 사용할 경우에는, 가스보유기(6)의 천개의 높이를, 그 지역의 겨울철에 있어서의 동결깊이와 동일 혹은 약간 낮은 높이로 되는 바와 같은 깊이의 지하에 상기 반응장치를 매설하는 것이 가능하다. 겨울철의 야간의 기온이 -20 내지 -30℃까지 내려가더라도, 1m이상의 깊이에서의 지하온도는 거의 10℃보다 낮아지지 않는 것은 공지되어 있는 바, 본 발명의 반응장치는 15 내지 20℃의 온도에서 저온메탄발효를 행하는 것이 가능하다. 가열매체로서 온풍 혹은 온수를 이용하지 않고도, 산발효조(1)내로 도입되기 전의 폐액의 온도는, 공급폐액수용조에 있어서의 폭기에 의해 조절되므로, 그 내부의 온도는 25 내지 27℃로 상승하여, 메탄발효조(2)내의 액체온도를 20 내지 22℃로 유지하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

도 1은 대표적인 예로서의 본 발명의 반응장치의 개략 단면도

도 2는 부표의 부력을 이용해서 게이트밸브를 작동시키는 기구의 개략도

도 3은 2개의 산발효조와 2개의 메탄발효조를 지닌 본 발명의 반응장치의 개략 단면도

도 4는 본 발명의 메탄발효반응장치를 내장한 돼지배설물의 처리시스템의 블록도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

- 1, 1': 산발효조 2, 2': 메탄발효조
- 3: 침강조 4: 제 1수직칸막이벽
- 4A: 제 1게이트밸브 4B, 5B: 부표
- 5: 제 2수직칸막이벽 5A: 제 2게이트밸브
- 6, 6': 상부공간(메탄가스보유기) 7: 공급액유입관
- 8: 액체유출관 9: 소화액수용조
- 10: 메탄가스출구도관 10A: 조절판 밸브

실시예

이하, 실시예를 통해 본 발명의 반응장치에 대해서 더욱 상세히 설명한다.

실시예 1

여기서 사용된 플러그플로방식의 완전 2상형 메탄발효반응장치는, 도 2에 표시한 구조를 지닌 23ℓ용량의 벤치스케일장치였다. 20℃의 일정 온도로 조절된 항온조 내에서, 평균체류시간을 20일로, 유기물 부하를 3 kg-vs/m³/일(유기물 부하의 단위 "kg-vs/m³/일"는 당업계에 공지된 바와 같이 "kg of volatile solids per m³ of vessel volume per day"의 약칭으로, 1

일당의 휘발성 고형분의 양(즉, 투입유기물의 양) kg을 용기(즉, 메탄발효조)의 용적 m³당으로 환산한 값을 의미함)로 설정해서, 돼지배설물을 공급폐수로 해서 상기 반응장치의 시험운전을 행한 바, 1일당 25 내지 26ℓ의 NTP의 메탄가스를 원활하게 얻었다.

설정치를 변경해서, 평균체류시간을 상기의 절반인 10일로, 유기물 부하를 상기의 2배인 6kg-vs/m³/일로 설정한 경우에는, 메탄가스의 1일수량은, 앞서의 운전에서의 수량의 절반정도인 12 내지 14ℓ/일이었다.

소화액중의 아세트산 및 프로피온산의 농도는, 평균체류시간을 20일로 한 운전에서는 각각 5500mg/ℓ 및 2357mg/ℓ였고, 평균체류시간을 10일로 한 운전에서는 각각 2500mg/ℓ 및 1965mg/ℓ였고, 현저한 아세트산의 자화 및 프로피온산의 축적, 그리고 유기물 부하가 높은 경우에는, 유기산의 분해불량을 나타내었다.

상기 반응장치의 제 3시험운전은, 최소액체용적의 20%에 상당하는 체적의 암면판을 담체로서 메탄발효조(2)에 유지한 상태에서 2단계로 행하였다. 제 1단계는, 평균체류시간 20일, 유기물 부하 3kg-vs/m³/일에서 20일간 행한 반면, 제 2단계는, 평균체류시간 10일, 유기물 부하 6kg-vs/m³/일에서 30일간 행하여, 1일당 23 내지 28ℓ의 메탄가스를 얻었다.

실시예 2

도 3에 표시한 바와 같은 총용적 50ℓ용량의 반응장치를 이용해서, 액체온도 20 내지 22℃, 평균체류시간 10일, 유기물 부하 3kg-vs/m³/일의 운전조건하에 돼지배설물 처리의 시험운전을 행하였다. 메탄가스의 1일당 수량은 50 내지 65ℓ/일이었다.

실시예 3

도 4의 블록도에 표시한 시스템에서, 유기물 부하 4kg-vs/m³/일, 평균체류시간 10일에서 돼지배설물 처리용의 시험운전을 행하였다. 메탄발효조는, 해당 조의 용적의 10%에 상당하는 용적의 암면으로 이루어진 원통모양의 관형 담체를 지니고 있었다.

시험운전절차의 개요는 다음과 같다.

돼지우리(101)의 바닥에 설치된 격자를 통해 떨어진 돼지소변은, 아래쪽의 소변받이통(102)에 수집되었다. 이 소변은 그곳으로부터 공급조(105)로 8톤/일의 속도로 이송되었다. 한편, 고체 배설물은 분리용 오거(auger)(103)에 의해 운반차(104)에 실려서, 1.5톤/일의 속도로 공급조(105)에 도입되었다. 이와 같이 해서, 21톤의 용량을 지닌 공급조에 1일 9.5톤의 속도로 액체 및 고체 배설물이 입수되었다. 공급조(105)에는 교반펌프(도시생략)가 설치되고, 해당 펌프에 의해서 배설물을 균일하게 교반하였다.

이와 같이 해서 혼합된 배설물은 펌프(105A)에 의해 스크루 프레스(106)에 이송되어, 해당 배설물을 고체배설물과 액체 배설물로 분리되었다. 액체 배설물은 폭기조(108)로 이송되어, 액체의 온도가 20 내지 25℃에 이를 때까지 조절된 속도로 액체에 공기를 불어 넣는 폭기송풍기(109)를 작동시킴으로써, 폭기처리되었다.

스크루 프레스(106)에서 분리된 고체 배설물은, 퇴비발효조(107)에 이송되어서, 송풍기(110)에 의한 통풍하에 5일간 그곳에 유지되어, 해당 고체의 온도가 60 내지 75℃로 올라간 후, 퇴비실(115)로 이송되고, 거기에서 퇴비덩어리는 무통풍으로 2 내지 3개월간 숙성발효처리되어서, 일반적으로는 농장에서의 유기질 비료로서 유용한 숙성퇴비로 되었다.

폭기조(108)내에 유지된 퇴비액체는, 20 내지 25℃의 온도에서 산발효구획(111)으로 이송된 후, 게이트밸브(111A)를 통해서 유효용적이 130톤인 메탄발효조(112)로 이송되고, 그곳에서, 해당 액체는, 공급조(105)에 정기적으로 도입되는 희석수의 양에 따라 다르지만, 약 10 내지 13일간 혐기성 발효처리시켰다. 메탄발효조(112)의 상부 공간은, 액체배설물의 혐기성 발효에 의해 발생된 소위 바이오가스용의 가스보유기로서 기능하였다. 여기서 가스보유기내에 모인 바이오가스는, 메탄이 65 내지 70용적%, 이산화탄소가 30 내지 35용적%, 황화수소가 0.2 내지 0.4용적%였다.

메탄가스의 수율은 80 내지 130m³/일에 달하였고, 예를 들면, 실내 난방용의 연료가스로서 이용할 수 있었다. 메탄발효조로부터 게이트밸브(112A)를 통해 배출된 액체는, 조정조(113)내에 설치된 펌프(113A)에 의해 조정조(113) 및 침강조(114)를 통과함으로써 농장의 유기질 액체비료로서 이용할 수 있다.

2월과 3월에 행한 2회의 시험운전에서 얻어진 결과를 하기 표 1에 표시한다.

[표 1]

	2월	3월
외기온도(℃)	-15±3	-8±3
메탄발효조내의 액체온도(℃)	8±3	20±4
소화가스의 수량(m ³ /일)	120±10	140±8
메탄의 농도(용적%)	60±3	62±2
유기산(mg/ℓ)	2000±200	1800±300
NH ₃ -N(mg/ℓ)	2400±300	2500±300

산업상 이용 가능성

본 발명에 의하면, 돼지배설물 및 부엽쓰레기와 같은 각종 유기폐기물을 이용해서 효율 좋은 메탄발효용 반응장치가 제공된다. 이 반응장치는, 산발효조, 메탄발효조 및 침강조가 연속해서 함께 연결되어, 처리중인 액체의 역류로 인한 문제를 완전히 방지하여 장기간에 걸쳐 메탄발효공정을 안정적으로 지속할 수 있도록 하고 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

- (a) 발효처리용 공급액을 수용하는 산발효조;
- (b) 상기 산발효조와 나란히 배치되어, 상부공간이 메탄가스보유기로서 작용하는 가스보유기형의 메탄발효조;
- (c) 상기 산발효조와 메탄발효조를 칸막이하는 제 1수직칸막이벽;
- (d) 상기 메탄발효조와 나란히 배치되어 소화액을 배출하는 침강조;
- (e) 상기 메탄발효조와 침강조를 칸막이하는 제 2수직칸막이벽;
- (f) 상기 제 1칸막이벽상에 설치되어, 상기 산발효조와 메탄발효조사이의 액체흐름을 조절하기 위한 제 1게이트밸브;
- (g) 상기 제 2칸막이벽상에 설치되어, 상기 메탄발효조와 침강조사이의 액체흐름을 조절하기 위한 제 2게이트밸브; 및
- (h) 상기 메탄가스보유기에 연결된 조절판 밸브를 지닌 메탄가스유출관을 구비한 것을 특징으로 하는 유기폐기물의 2상형 메탄발효반응장치.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 산발효조와 메탄발효조를 칸막이하는 제 1칸막이벽에 있어서의 게이트밸브가, 메탄발효조내의 액체상에 떠있는 부표에 연결되어, 해당 부표의 움직임에 의해 작동되는 것을 특징으로 하는 유기폐기물의 2상형 메탄발효반응장치.

청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 메탄발효조와 침강조를 칸막이하는 제 2칸막이벽에 있어서의 게이트밸브가, 침강조내의 액체상에 떠있는 부표에 연결되어, 해당 부표의 움직임에 의해 작동되는 것을 특징으로 하는 유기폐기물의 2상형 메탄발효반응장치.

청구항 4.

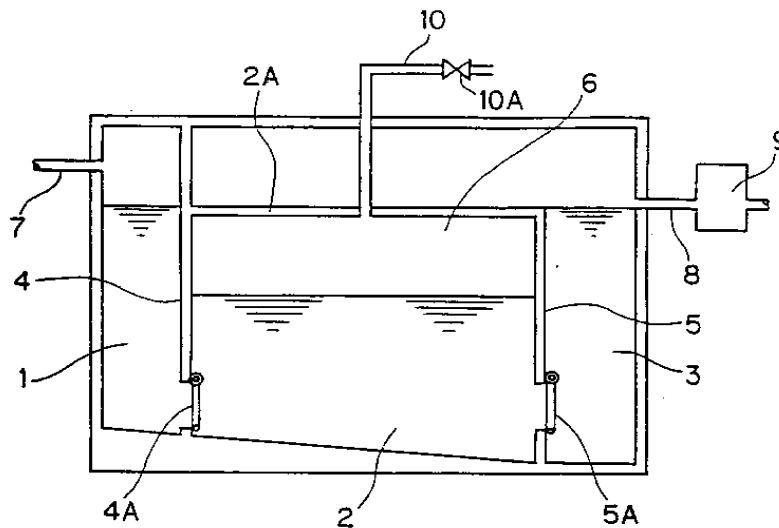
제 1항에 있어서, 상기 산발효조, 메탄발효조 및 침강조 중의 어느 하나는 그 내부의 액체의 온도를 조절하기 위한 수단을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 유기폐기물의 2상형 메탄발효반응장치.

청구항 5.

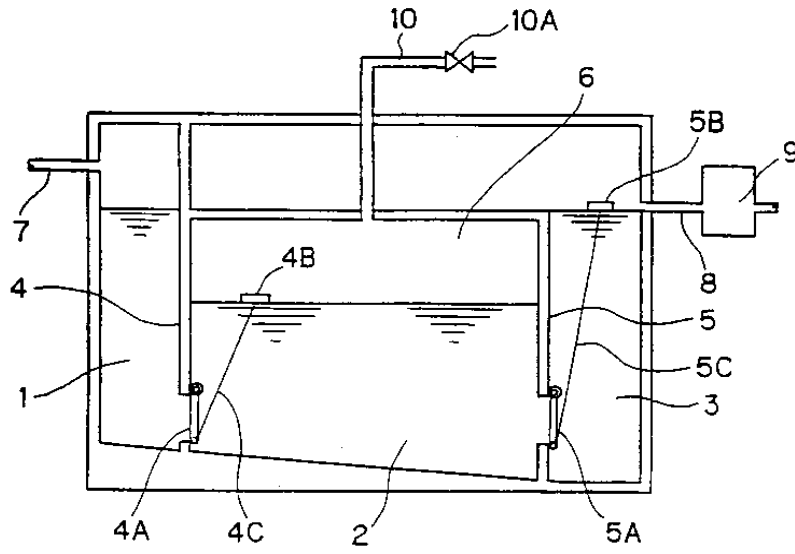
제 1항에 있어서, 상기 산발효조와 메탄발효조의 용적비가 1:5 내지 1:10의 범위인 것을 특징으로 하는 유기폐기물의 2상형 메탄발효반응장치.

도면

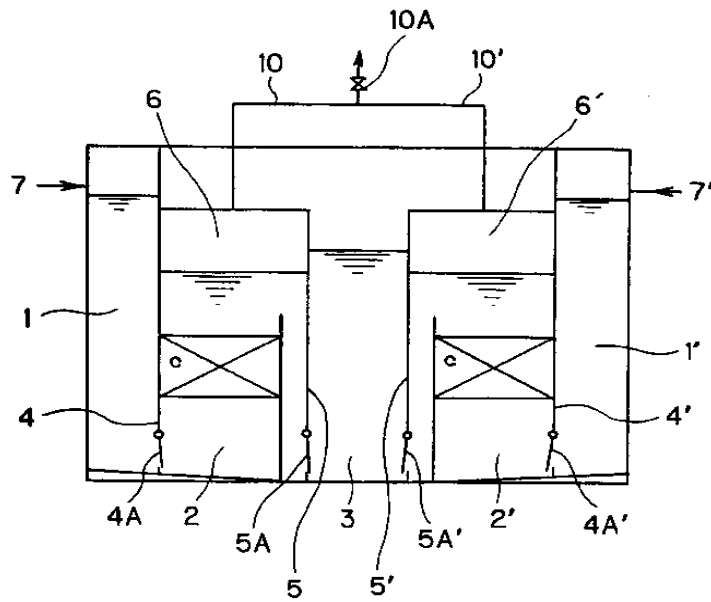
도면1



도면2



도면3



도면4

