



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0119302
(43) 공개일자 2016년10월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 11/04 (2006.01) B09B 1/00 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01) B09B 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C02F 11/04 (2013.01)
B09B 1/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0046700
(22) 출원일자 2015년04월02일
심사청구일자 2015년04월02일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
박홍석
울산광역시 남구 문수로314번길 11, 103동 1405호
(옥동, 서광아파트)
박준모
울산광역시 중구 약사동, 7B 1N
(74) 대리인
특허법인다나

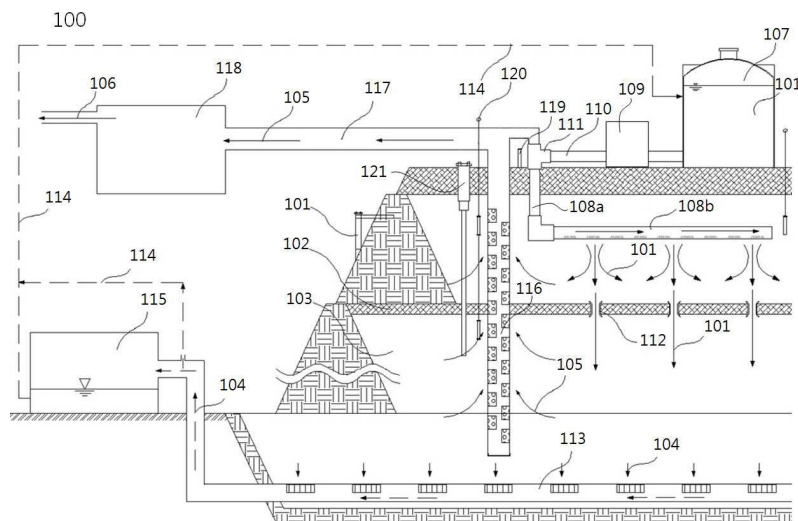
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 매립시설을 포함하는 바이오가스 생산 시스템 및 이를 이용한 바이오가스의 생산방법

(57) 요약

본 발명은 바이오가스 생산 시스템에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 바이오가스 생산 시스템은 폐액 주입 수평 지관, 폐액 주입 분배기 및 매립가스 분리 지관을 포함하는 폐액 주입부; 복토층에 형성된 폐액 이동로; 및 계측 부;를 포함함으로써 넓은 면적의 매립지 내부에 폐액을 균일하게 공급할 수 있으므로, 고농도 유기성 폐기물의 처리 시, 바이오가스 생산량을 향상시킬 수 있다. 또한, 매립지 내부를 실시간 모니터링함으로써 설비의 수명 및 운영기간을 개선할 수 있으므로, 경제적 효과가 우수한 이점이 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B09B 3/00 (2013.01)

B09B 5/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

폐액 저장부;

폐액 저장부와 유체 연결되어 폐액 저장부로부터 매립지 내부로 폐액을 주입하고, 폐액 주입 본관, 폐액 주입 지관, 매립가스 분리 지관 및 폐액 주입 분배기를 포함하는 폐액 주입부;

혐기성 미생물을 포함하여 폐액 주입부로부터 주입된 폐액을 혐기 조건에서 매립가스로 전환하는 매립지;

매립지 내부에 위치하여 내부에서 생산된 매립가스를 포집하는 매립가스 포집부;

매립가스 포집부와 유체연결되어 포집된 매립가스를 바이오가스로 정제하는 매립가스 처리부; 및

매립지로부터 발생하는 침출수를 수집하여 폐액 저장부로 운반하고, 침출수 추출 지관을 포함하는 침출수 처리부를 포함하는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

폐액 주입 지관은, 폐액 주입 수직지관 및 폐액 주입 수평지관을 포함하는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

폐액 주입 수직지관은, 5 내지 10 m 간격의 격자 형태를 이루고,

폐액 주입 수평지관은, 폐액 주입 수직지관의 상단, 중단 및 말단 중 어느 하나 이상의 위치에 연결되는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

폐액 주입 수평지관은, 폐액 주입 수직지관과 이루는 평균각이 $90 \pm 10^\circ$ 되도록 폐액 주입 수직지관에 하나 이상 연결되고,

폐액 주입 수평지관의 방향성은, 인접한 폐액 주입 수평지관의 방향성과 갖는 평균 편차가 $0 \pm 10^\circ$ 또는 $90 \pm 10^\circ$ 인 것을 특징으로 하는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서,

폐액 주입 수평지관은, 원주면에 평균 직경이 1 내지 50 cm인 폐액 주입구를 하나 이상 포함하며,

상기 폐액 주입구는, 폐액 주입 수직지관과 연결된 지점을 기준으로 폐액 주입 수평지관의 말단으로 갈수록 직경이 점층적으로 커지고, 폐액 주입구가 매립지 하부를 향하도록 폐액 주입 수직지관에 연결하는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

매립가스 분리 지관은, 폐액 주입 수직지관 상부에 위치되고, 매립가스 추출 지관 및 매립가스 추출 본관 중 어느 하나 이상에 연결되는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

폐액 주입 분배기는, 3 내지 9개의 폐액 분배구를 포함하는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

폐액 주입 분배기는, 선택적으로 가압 및 감압을 수행하는 압력조절기를 포함하는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

계측부를 더 포함하는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

계측부는, 폐액 주입 수직지관을 중심으로 반경 1 내지 10 m 이내; 인접한 2개의 폐액 주입 수직지관의 사이; 또는 인접한 2개의 폐액 주입 수직지관과 상기 2개의 폐액 주입 수직지관에 인접한 매립사면의 중앙에 위치하는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 11

제9항에 있어서,

계측부는, 함수율 측정장치; 전기비저항 장치; 지중변위계; 지표변위계; 경사계; 및 침하계로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

매립지는, 폐액 이동로가 형성된 복토층을 포함하는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

폐액 이동로의 평균 직경은, 1 내지 50 cm인 바이오가스 생산 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서,

폐액 저장부는, 분쇄기, 교반기, pH 측정기, 약품주입기 및 산화환원전위 측정기(oxidation-reduction potential meter, ORP meter) 중 어느 하나 이상을 포함하는 바이오가스 생산 시스템.

청구항 15

폐액 저장부에 저장된 폐액을 폐액 주입부를 통하여 매립지 내부로 주입하는 폐액 주입단계;

주입된 폐액에 함유된 유기물이 혐기 조건에서 매립가스 형태로 전환되고, 전환된 매립가스를 포집하는 가스 포집단계;

포집된 매립가스를 정제하여 바이오가스를 얻는 가스 정제단계; 및

매립지 내부에서 발생하는 침출수를 수집하고, 폐액 저장부로 운반하는 침출수 처리단계를 포함하고,

상기 폐액 주입부는 폐액 주입 본관, 폐액 주입 지관, 매립가스 분리 지관 및 폐액 주입 분배기를 포함하는 바이오가스의 생산방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

폐액 주입단계 이후에,

계측부를 이용하여 매립지 내부의 변화를 관측하는 단계; 및

폐액 주입 분배기를 이용하여 매립지 내부에 형성된 클로깅(clogging)을 제거하는 단계 중 어느 하나 이상을 더 포함하는 바이오가스의 생산방법.

청구항 17

제15항에 있어서,

폐액 주입단계는, 주기적으로 실시하고, 폐액이 투입되지 않는 기간 동안 침출수를 순화시켜 매립지 내부에 주입된 폐액에 함유된 유기물의 확산을 촉진시키는 바이오가스의 생산방법.

청구항 18

제15항에 있어서,

폐액은, 매립지 외부에서 발생된 하수처리장 슬러지, 산업용 공정 슬러지, 음식물 쓰레기, 농축산용 폐수 및 음식물 쓰레기 자원화 시설의 침출수로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상의 유기성 폐기물을 포함하는 바이오가스의 생산방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 매립시설을 포함하는 바이오가스 생산 시스템 및 이를 이용한 바이오가스의 생산방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 매립지를 혐기성 미생물을 포함하는 반응조로 사용하고, 폐액 주입 수평지관, 폐액 주입 분배

[0001]

기 및 매립가스 분리 지관을 포함하는 폐액 주입부; 복토층의 폐액 이동로; 및 계측부를 포함함으로써 고농도 유기성 폐기물의 처리 시, 바이오가스의 생산량이 증가되고, 설비 운영기간 및 설비수명이 개선된 바이오가스 생산 시스템 및 이를 이용한 바이오가스의 생산방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근 폐기물 처리 분야에서 많은 관심을 가지는 것 중 하나가 바로 생물학적 반응시스템 매립지(bioreactor landfill)이다. 생물학적 반응시스템은 위생매립의 하나로써, 미생물의 분해를 촉진하여 5 내지 10년 이내에 매립 폐기물을 분해 또는 분해가 쉬운 물질로 전환하거나 안정화시키는 것을 말한다. 현재, 국내 신재생 에너지원 중 폐기물이 차지하는 비중은 76% 이상으로, 이 중 매립가스 자원화 부분은 17%로 매우 높은 비중을 차지하고 있으며, 대체 에너지에 대한 관심이 높아짐에 따라 그 비중은 점차 커질 것으로 예상된다.
- [0003] 이에 따라, 생물학적 반응시스템 매립지, 특히 매립지 내부에서 일어나는 유기물의 분해와 전환비, 공정의 효율 향상 등을 통하여 경제성을 확보하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그 예로서, 특허문헌 1 및 2는 매립지 내부의 함수율 또는 온도를 제어함으로써 메탄가스의 발생량을 증가시키는 방법을 제시하였다. 그러나, 상기 기술들은 메탄가스의 초기 생산량을 증가시킬 수는 있으나, 반응시스템의 운영함에 따라 매립지 내부에 잔류하는 유기물의 함량이 현저히 감소되어 실질적으로 증가되는 메탄가스의 생산량은 미미하므로, 실효성이 낮은 한계가 있다.
- [0004] 한편, 유기성 폐기물의 무분별한 해양투기가 환경문제 중 하나로 인식되면서 유기성 폐기물의 해양투기를 금지하는 런던조약이 발효되었다. 이에 따라, 2013년도부터 유기성 폐기물의 해양투기가 원칙적으로 금지되면서, 해양투기되어오던 유기성 폐기물의 육상처리가 사회적 이슈가 되고 있다.
- [0005] 종래, 유기성 폐기물을 처리하는 가장 일반적인 방법으로, 혐기 조건에서 유기성 폐기물의 생물학적 반응을 통하여 메탄가스를 회수하는 방법을 들 수 있다. 상기 방법은 버려지는 유기성 폐기물로부터 상당한 양의 에너지를 회수할 수 있다는 점에서 그 가치가 높으므로, 이를 실용화하기 위한 움직임이 다각도로 이루어졌다. 그러나, 현재 국내 산업규모와 지금까지 개발된 기술로는 유기성 폐기물 처리에 따른 엄청난 규모의 시설부지와 막대한 투자비용 및 운영비용이 요구되는 등의 문제가 있어 실효성이 낮은 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-0223308호
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제10-2013-0003190호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 이러한 문제를 해결하기 위하여,
- [0008] 본 발명의 목적은 매립지를 혐기성 반응조로 활용하여 유기물을 함유하는 폐기물을 처리함과 동시에, 매립지에서 생산되는 바이오가스의 생산량을 향상시키고, 설비의 수명 및 운영기간을 개선할 수 있는 바이오가스 생산 시스템을 제공하는데 있다.
- [0009] 본 발명이 다른 목적은 상기 바이오가스 생산 시스템을 사용하여 수행되는 바이오가스의 생산방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위하여,
- [0011] 본 발명은 하나의 실시예에서, 폐액 저장부;
- [0012] 폐액 저장부와 유체연결되어 폐액 저장부로부터 매립지 내부로 폐액을 주입하고, 폐액 주입 본관, 폐액 주입 지관, 매립가스 분리 지관 및 폐액 주입 분배기를 포함하는 폐액 주입부;
- [0013] 혐기성 미생물을 포함하여 폐액 주입부로부터 주입된 폐액을 혐기 조건에서 매립가스로 전환하는 매립지;
- [0014] 매립지 내부에 위치하여 내부에서 생산된 매립가스를 포집하고, 매립가스 처리부와 유체연결되어 매립가스를 공급하는 매립가스 포집부;
- [0015] 공급된 매립가스를 바이오가스로 정제하는 매립가스 처리부; 및
- [0016] 매립지로부터 발생하는 침출수를 수집하여 폐액 저장부로 운반하고, 침출수 추출 지관을 포함하는 침출수 처리부를 포함하는 바이오가스 생산 시스템을 제공한다.
- [0017] 또한, 본 발명은 하나의 실시예에서, 폐액 저장부에 저장된 폐액을 폐액 주입부를 통하여 매립지 내부로 주입하는 폐액 주입단계;
- [0018] 주입된 폐액에 함유된 유기물이 혐기 조건에서 매립가스 형태로 전환되고, 전환된 매립가스를 포집하는 가스 포집단계;
- [0019] 포집된 매립가스를 정제하여 바이오가스를 얻는 가스 정제단계; 및
- [0020] 매립지 내부에서 발생하는 침출수를 수집하고, 폐액 저장부로 운반하는 침출수 처리단계를 포함하고,
- [0021] 상기 폐액 주입부는 폐액 주입 본관, 폐액 주입 지관, 매립가스 분리 지관 및 폐액 주입 분배기를 포함하는 바이오가스의 생산방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명에 따른 바이오가스 생산 시스템은, 매립지를 혐기성 반응조로 활용하여 유기성 폐기물을 처리할 수 있을 뿐만 아니라, 매립가스 분리 지관; 폐액 주입 수평지관 및 폐액 주입 분배기를 포함하는 폐액 주입부, 복토층에 형성된 폐액 이동로 및 계측부를 포함함으로써 넓은 면적의 매립지 내부에 고농도의 유기성 폐기물을 균일하게 공급할 수 있으므로, 매립지로부터 생산되는 바이오가스의 양을 증가시킬 수 있다. 또한, 매립지 내부를 실시간 모니터링함으로써 설비의 수명 및 운영기간을 개선할 수 있으므로, 경제적 효과가 우수한 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 바이오가스 생산 시스템을 도시한 구조도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 바이오가스 생산방법을 도시한 공정도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 바이오가스 생산 시스템의 단면구조를 도시한 구조도이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 폐액 주입 수직지관과 폐액 주입 수평지관의 연결형태를 나타낸 이미지이다: 여기서, A는 폐액 주입 수직지관만이; B는 폐액 주입 수직지관에 1개의 폐액 주입 수평지관이; C는 폐액 주입 수직지관의 동일 지점에 2개의 폐액 주입 수평지관이; D는 3개의 폐액 주입 수평지관이; 및 E는 4개의 폐액 주입 수평지관이 연결된 경우를 나타낸 것이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 폐액 주입 수평지관의 폐액 주입구 형태를 도시한 이미지이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 바이오가스 생산 시스템을 위에서 바라본 경우, 관찰되는 설비 위치를 도시한 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다.
- [0025] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0026] 본 발명에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0027] 또한, 본 발명에서 첨부된 도면은 설명의 편의를 위하여 확대 또는 축소하여 도시된 것으로 이해되어야 한다.
- [0028] 이하, 본 발명에 대하여 도면을 참고하여 상세하게 설명하고, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0029] 본 발명에 있어서, "바이오가스"란 유기성 폐기물을 포함하는 폐액으로부터 얻어지는 매립가스, 및 혐기 조건 하에서 미생물 분해하여 생산되는 매립가스로부터 얻어지는 메탄 등의 탄화수소 연료를 나타낸다. 이때, 상기 연료는 상태가 특별히 제한되는 것은 아니나, 기체 상태일 수 있다.
- [0030] 본 발명은 혐기성 미생물을 포함하는 매립지를 반응조로 사용하고, 매립가스 분리 지관, 폐액 주입 수평지관 및 폐액 주입 분배기를 포함하는 폐액 주입부, 복토층에 형성된 폐액 이동로 및 계측부를 포함하는 바이오가스 생산 시스템에 관한 것이다.
- [0031] 최근 대체 에너지에 대한 관심이 높아지면서, 생물학적 반응시스템 매립지(bioreactor landfill)를 이용하여 바이오가스를 생산하는 기술을 실용화하기 위하여 매립지 내부의 유기물 분해와 전환비, 및 공정효율 향상과 같은 연구가 활발히 이루어졌다. 그러나, 현재까지 진행된 연구들은 바이오가스의 초기 생산량은 증가시키나 반응시스템의 운영함에 따라 매립지 내부에 잔류하는 유기물의 함량이 현저히 감소되어 실질적으로 증가되는 메탄가스의 생산량은 미미하므로, 실효성이 낮은 한계가 있다.
- [0032] 한편, 2013년도부터 유기성 폐기물의 해양투기가 원칙적으로 금지되면서, 유기성 폐기물의 육상처리가 사회적 이슈가 되고 있다. 종래, 유기성 폐기물을 처리하는 가장 일반적인 방법으로, 혐기 조건에서 유기성 폐기물의 생물학적 반응을 통하여 메탄가스를 회수하는 방법을 들 수 있다. 상기 방법은 버려지는 유기성 폐기물로부터 상당한 양의 에너지를 회수할 수 있다는 점에서 그 가치가 높으므로, 이를 실용화하기 위한 움직임이 다각도로 이루어졌다. 그러나, 현재 국내 산업규모와 지금까지 개발된 기술로는 유기성 폐기물 처리에 따른 엄청난 규모의 시설부지와 막대한 투자비용 및 운영비용이 요구되는 등의 문제가 있어 실효성이 낮은 실정이다.
- [0033] 이에, 본 발명은 혐기성 미생물을 포함하는 매립지를 반응조로 사용하고, 폐액 주입 수평지관, 폐액 주입 분배기 및 매립가스 분리 지관을 포함하는 폐액 주입부; 복토층에 형성된 폐액 이동로; 및 계측부를 포함하는 바이오가스 생산 시스템 및 이를 이용한 바이오가스의 생산방법을 제안한다.
- [0034] 본 발명에 따른 바이오가스 생산 시스템은, 매립지를 혐기성 반응조로 활용하여 유기성 폐기물을 처리할 수 있을 뿐만 아니라, 매립가스 분리 지관, 폐액 주입 수평지관 및 폐액 주입 분배기를 포함하는 폐액 주입부; 복토층에 형성된 폐액 이동로; 및 계측부;를 포함함으로써, 고농도의 유기성 폐기물을 넓은 면적의 매립지 내부에 균일하게 공급할 수 있으므로, 매립지로부터 생산되는 바이오가스의 양을 증가시킬 수 있다. 또한, 매립지 내부를 실시간 모니터링함으로써 설비의 수명 및 운영기간을 개선할 수 있으므로, 경제적 효과가 우수한 이점이 있다.
- [0035] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

- [0036] 본 발명은 하나의 실시예에서, 폐액 저장부;
- [0037] 폐액 저장부와 유체연결되어 폐액 저장부로부터 매립지 내부로 폐액을 주입하고, 폐액 주입 본관, 폐액 주입 지관, 매립가스 분리 지관 및 폐액 주입 분배기를 포함하는 폐액 주입부;
- [0038] 혐기성 미생물을 포함하여 폐액 주입부로부터 주입된 폐액을 혐기 조건에서 매립가스로 전환하는 매립지;
- [0039] 매립지 내부에 위치하여 내부에서 생산된 매립가스를 포집하고, 매립가스 처리부와 유체연결되어 매립가스를 공급하는 매립가스 포집부;
- [0040] 공급된 매립가스를 바이오가스로 정제하는 매립가스 처리부; 및
- [0041] 매립지로부터 발생하는 침출수를 수집하여 폐액 저장부로 운반하고, 침출수 추출 지관을 포함하는 침출수 처리부를 포함하는 바이오가스 생산 시스템을 제공한다.
- [0042] 도 1은 본 발명에 따른 하나의 실시예에서, 바이오가스 생산 시스템을 도시한 구조도이다. 도 1에 나타난 바와 같이, 상기 바이오가스 생산 시스템(100)은 매립지(103), 폐액 저장부(107), 폐액 주입부(108a, 108b, 109, 110 및 111), 침출수 처리부(113, 114, 115), 매립가스 포집부(116, 117), 및 매립가스 처리부(118)를 포함할 수 있다.
- [0043] 이하, 본 발명에 따른 바이오가스 생산 시스템(100)을 도 1을 참조하여 보다 상세히 설명한다.
- [0044] 먼저, 본 발명에 따른 폐액 저장부(107)는 외부에서 공급되는 유기성 폐기물, 및 바이오가스 생산 시스템(100) 내에서 발생하는 침출수(104) 등을 혼합하여 유기물을 포함하는 폐액(101)을 제조하고, 저장하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0045] 이때, 상기 폐액 저장부(107)는 유기성 폐기물을 분쇄하는 분쇄기, 침출수(104)와 폐액(101)을 혼합하는 교반기, 폐액(101)의 pH를 측정하는 pH 측정기, 폐액(101)의 pH를 조절하는 약품주입기 및 산화환원전위를 측정하는 산화환원전위 측정기(oxidation-reduction potential meter, ORP meter) 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0046] 상기 분쇄기는 폐액(101)에 존재하는 고형 폐기물을 분쇄하는 역할을 수행한다. 일반적으로 혐기성 소화에서는 유기물의 입경 크기에 따라 산발효 단계를 포함한 전체 메탄 발효 속도에 큰 영향을 미치는데, 국내 거주지역에서 배출되는 음식물 쓰레기의 경우 60% 이상이 직경 50 mm 이상의 크기를 갖는다. 폐액(101)에 존재하는 고형 폐기물은 그 크기가 클수록 혐기성 분해속도가 감소될 수 있으므로, 상기 분쇄기에 의해 2 내지 4 mm의 크기로 분쇄될 수 있으며, 폐액(101) 주입을 용이성을 위하여 2 mm 이하의 크기로 분쇄될 수 있다.
- [0047] 또한, 상기 교반기는 침출수 수집조(115)로부터 유입된 침출수(104)와 유기성 폐기물의 성상을 균질하게 혼합하여 매립지(103) 내부에 분산이 용이하고, 유동성이 우수한 폐액(101)을 제조하는 역할을 수행한다.
- [0048] 나아가, 상기 약품 주입기는 매립지(103) 내부에 존재하는 혐기성 미생물은 중성 상태의 pH에서 활성이 우수하므로, 반응 진행 정도에 따라 매립지(103) 내부와 폐액(101)의 pH를 조절하는 역할을 수행한다. 여기서, 상기 약품 주입기는 pH 저하를 방지할 수 있도록, 탄산수소나트륨(NaHCO_3), 탄산수소칼슘($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) 등의 알칼리제를 포함할 수 있다.
- [0049] 다음으로, 본 발명에 따른 폐액 주입부는, 폐액 주입 지관(108a, 108b), 폐액 주입 분배기(109), 폐액 주입 본관(110) 및 매립가스 분리 지관(111)을 포함하며, 상기 폐액 저장부(107)와 유체연결되어 저장된 폐액(101)을 매립지(103) 내부에 균일하게 분산시키는 기능을 수행할 수 있다.
- [0050] 상기 폐액 주입부는 폐액 주입 지관(108a, 108b) 및 매립가스 분리 지관(111)을 포함함으로써, 펌프와 같은 가압기가 배제된 상태에서도 폐액(101)을 매립지(103) 내부에 균일하게 분산시킬 수 있으므로, 매립가스(105) 생산량을 향상시키고 동시에 가압으로 인한 설비의 충격을 최소화하여 설비의 수명 및 운영기간을 개선할 수 있다.

- [0051] 이때, 상기 폐액 주입 지관(108a, 108b)은 폐액(101)을 매립지(103) 내부로 균일하게 분산하는 폐액 주입 수직지관(108a) 및 폐액 주입 수평지관(108b)을 포함할 수 있다.
- [0052] 상기 폐액 주입 지관(108a, 108b)에 있어서, 상기 폐액 주입 수평지관(108b)은 도 3에 나타난 바와 같이, 매립지(103) 지면과 수평을 이루도록 내부에 위치하고, 폐액 주입 수직지관(108a)은 매립지(103) 지면 및 폐액 주입 수평지관(108b)과 수직을 이루도록 폐액 주입 수평지관(108b)에 연결될 수 있다.
- [0053] 보다 구체적으로, 상기 폐액 주입 수직지관(108a)은 5 내지 10 m 간격의 격자 형태로 매립지(103) 상부에서 하부 방향으로 수직으로 위치하고, 폐액 주입 수평지관(108b)은, 폐액 주입 수직지관(108a)의 상단, 중단 및 말단 중 어느 하나 이상의 위치에 연결될 수 있다.
- [0054] 또한, 상기 폐액 주입 수평지관(108b)은 매설된 폐액 주입 수직지관(108a)과 이루는 평균각이 $90 \pm 10^\circ$ 을 이루도록 폐액 주입 수직지관(108a)의 임의의 한 지점에 하나 이상 연결될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 구체적으로, 도 4를 참조하면, 폐액 주입 수직지관(108a)에 연결된 폐액 주입 수평지관(108b)을 위에서 바라보면, 폐액 주입 수평지관(108b)이 1개 연결된 경우 도 4의 B와 같은 형태를 가질 수 있고, 폐액 주입 수평지관(108b)이 2개 연결된 경우, 도 4의 C와 같은 형태를 가질 수 있다. 또한, 폐액 주입 수평지관(108b)이 3개 연결된 경우 도 4의 D와 같은 형태를 가질 수 있으며, 4개가 연결된 경우, 도 4의 E와 같은 형태를 가질 수 있다.
- [0055] 나아가, 상기 폐액 주입 수평지관(108b)의 방향성은 인접한 폐액 주입 수평지관(108b)의 방향성과 $0 \pm 10^\circ$ 또는 $90 \pm 10^\circ$ 의 평균 편차를 가질 수 있다. 구체적으로, 매립지(103) 내부에 매설된 폐액 주입 수평지관(108b)들은 서로 독립적으로 $90 \pm 10^\circ$ 의 평균 편차를 갖는 2개의 방향성을 갖도록 매설되어, 매설된 폐액 주입 수평지관(108b) 간의 방향성 평균 편차가 $0 \pm 10^\circ$ 또는 $90 \pm 10^\circ$ 를 이룰 수 있다. 이에 따라 상기 폐액 주입 수평지관(108b)의 매립 형태는 격자와 같은 형태를 가질 수 있으므로, 매립지(103) 내부에 폐액(101)을 균일하게 주입할 수 있다.
- [0056] 또한, 상기 폐액 주입 수평지관(108b)은 원주면에 직경이 1 내지 50 cm인 폐액 주입구를 하나 이상 포함하며, 상기 폐액 주입구는 폐액 주입 수직지관(108a)과 연결된 지점을 기준으로 폐액 주입 수평지관(108b)의 말단으로 갈수록 직경이 점층적으로 커지고, 폐액 주입구가 매립지(103) 하부를 향하도록 폐액 주입 수직지관(108a)에 연결될 수 있다.
- [0057] 예를 들면, 도 5에 나타난 바와 같이 상기 폐액 주입 수평지관(108b)은 매립지(103) 하부 방향으로 직경 1 내지 50 cm; 구체적으로는 1 내지 40 cm, 1 내지 30 cm, 1 내지 20 cm, 1 내지 15 cm, 1 내지 10 cm; 보다 구체적으로는 1 내지 10 cm의 폐액 주입구를 하나 이상 포함하고 있으며, 폐액 주입 수직지관(108a)이 연결된 지점을 기준으로 첫 번째 폐액 주입구의 직경(r_1)은 폐액 주입 수평지관(108b)의 말단에 위치하는 폐액 주입구의 직경(r_2)보다 작을 수 있다($r_1 \ll r_2$).
- [0058] 본 발명에 따르면, 폐액(101)은 폐액 주입 수직지관(108a)을 따라 이동하다가 폐액 주입 수평지관(108b)으로 분배되어 매립지(103) 내부로 주입되는데, 폐액(101)의 이동 및 분배는 폐액(101)이 주입되는 폐액 주입 수직지관(108a)에 가까울수록, 과량의 폐액(101)이 주입될 수 있다. 따라서, 매립지(103) 내부에 주입되는 폐액량을 균일하게 하기 위하여, 폐액(101)이 주입되는 폐액 주입 수직지관(108a)을 기준으로 거리가 멀어질수록 폐액 주입구의 직경을 증가시켜 제어할 수 있다. 나아가, 상기 폐액 주입 수직지관(108a)은 폐액(101) 내에 존재하는 매립가스(105)를 배출하는 매립가스 배출관을 폐액 주입 수직지관(108a) 중심에 포함하는 구조를 가질 수 있다.
- [0059] 매립지(103) 내부에 주입되기 전, 폐액(101)은 매립가스(105)를 함유하고 있을 수 있으며, 매립가스(105)를 함유한 폐액(101)은 폐액 주입 지관(108a, 108b)을 따라 매립지(103) 내부로 이동하면서 공기들을 더 포함할 수 있다. 본 발명에 따른 매립지(103)는 혐기성 미생물을 포함하여 혐기성 생물학적 반응시스템에 따라 운영되므로, 폐액(101) 내에 공기 및 매립가스(105)가 존재할 경우, 내부에 잔존하는 매립가스(105)로 인하여 폐액(101) 주입량 대비 분해 가능한 유기물의 함량이 감소할 뿐만 아니라, 공기에 포함된 산소로 인하여 일시적 또는 장기적으로 혐기성 미생물에 분해효율 감소가 초래될 수 있다. 그러나, 본 발명에 따른 상기 폐액 주입 수직지관(108a)은 폐액(101) 내에 존재하는 매립가스(105), 공기 등의 기체를 추출하는 매립가스 분리 지관(111)을 포함하는 구조를 가짐으로써, 산소로 인한 혐기성 미생물 분해효율 감소를 방지하여 폐액(101)의 분해효율 및 매립가스(105) 생산량을 향상시킬 수 있다. 즉, 상기 매립가스 분리 지관(111)은 폐액 주입 수직지관(108a)의 상부에 위치하고, 매립가스 추출 지관(116) 및 매립가스 추출 본관(117) 중 어느 하나 이상에 연결되어 매립가스(105) 및 공기를 폐액(101)으로부터 완전히 분리된 매립가스(105) 및 공기가 매립가스 추출 지관(116) 및 매

립가스 추출 본관(117) 중 어느 하나 이상으로 이동하도록 처리하는 역할을 수행할 수 있다.

- [0060] 한편, 상기 폐액 주입 본관(110)은 폐액 저장부(107)와 폐액 분배기; 및 폐액 분배기와 폐액 주입 수직지관(108a)을 유체연결하여 폐액 저장부(107)로부터 매립지(103) 내부까지 폐액(101)을 공급하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0061] 아울러, 상기 폐액 주입 분배기(109)는 넓은 영역의 매립지(103)에 매설되어 있는 폐액 주입 수직지관(108a)으로 일정량의 폐액(101)을 분배하는 역할을 수행하며, 매립지(103) 상에, 구체적으로는 폐액(101)의 자연유하를 유도할 수 있도록, 폐액 저장부(107)보다 낮은 지점에, 폐액 주입 수직지관(108a) 보다 높은 지점에 위치할 수 있다.
- [0062] 이때, 상기 폐액 주입 분배기(109)는 폐액 주입 수직지관(108a)으로 폐액(101)을 일정하게 분배하는 폐액 분배구를 가질 수 있다. 상기 폐액 주입구의 개수는 매립지(103)의 면적, 주입되는 폐액량 등에 따라 적절히 선택하여 사용할 수 있다. 구체적으로 예를 들면, 상기 폐액 분배구는 3 내지 9개를 가질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0063] 나아가, 상기 폐액 주입 분배기(109)는 선택적으로 가압 및 감압을 수행하는 압력조절기를 포함할 수 있다. 상기 압력조절기는 폐액 주입 분배기(109)와 폐액 주입 수직지관(108a)의 거리에 상관없이 넓은 영역에 폐액(101)을 균일하게 분배하기 위하여 폐액(101)의 이동에 필요한 최소한의 압력을 가하는데 사용될 수 있다. 또한, 폐액(101)의 균일 분산을 방해하는 클로깅(clogging)을 제거하기 위하여 가압 및 감압하는데 사용될 수 있다. 구체적으로, 일반적으로 매립지(103) 내부에 주입되는 폐액(101)은 금속 이온, 수산화물 및 미립의 점토와 같은 부유물질을 포함하고 있는데, 이들은 폐액(101)의 유동경로에서 응집되거나, 또는 점액성 세균 등이 균열 표면에 흡착하여 클로깅(clogging)을 형성할 수 있다. 상기 클로깅(clogging)은 폐액(101)이 매립지(103) 내부로 균일하게 분산되는 것을 방해할 수 있으므로, 가압 및 감압이 가능한 압력조절기를 사용하여 이를 제거할 수 있다.
- [0064] 다음으로, 본 발명에 따른 매립지(103)는 기 매립된 구역을 밀폐하여 생물학적 반응조로 활용한 것으로서, 혐기성 미생물이 다량 포함할 수 있다.
- [0065] 이때, 상기 매립지(103)의 함수율은 혐기성 미생물이 폐액(101)을 매립가스(105)로 분해할 수 있는 범위 내에 있다면 특별히 제한되는 것은 아니나, 구체적으로 예를 들면, 25 내지 75%일 수 있다. 보다 구체적으로는, 25 내지 75%; 30 내지 70%; 또는 35% 내지 65%일 수 있다.
- [0066] 또한, 상기 매립지(103)의 내부 온도는 구체적으로 예를 들면, 15 내지 50℃일 수 있다. 보다 구체적으로는 20 내지 50℃; 25 내지 45℃; 28 내지 43℃; 또는 30 내지 43℃일 수 있다.
- [0067] 나아가, 상기 매립지(103)는 내부가 다수의 복토층(102)으로 나뉜 다층 구조일 수 있으며, 상기 복토층(102)은 주입된 폐액(101)이 매립지(103) 내부에 균일하게 분산되도록 1 이상의 폐액 이동로(112)를 포함할 수 있다.
- [0068] 이때, 상기 폐액 이동로(112)의 평균 직경은 1 내지 50 cm; 구체적으로는 1 내지 40 cm, 또는 1 내지 30 cm일 수 있다. 본 발명에 따른 폐액 이동로(112)는 상기 직경 범위에서 폐액(101)을 매립지(103) 내부에 균일하게 분산시킬 수 있다.
- [0069] 다음으로, 본 발명에 따른 매립가스 포집부는 매립지(103) 내부에 위치하여 혐기성 미생물에 의해 생산된 매립가스(105)를 포집하고, 이를 유체연결된 매립가스 처리부(118)에 공급하는 기능을 수행할 수 있다. 이때, 상기 매립가스 포집부는 매립가스(106)를 포집 매립지(103)로부터 매립가스(105)를 추출하는 매립가스 추출 지관(116); 및 매립가스 추출 지관(116)과 매립가스 처리부(118)를 유체연결하여 매립가스(105)를 공급하는 경로인 매립가스 추출 본관(117)을 포함할 수 있다.
- [0070] 이때, 상기 매립가스 추출 지관(116)은 매립가스(105)에 수분 등의 액체가 혼합되는 것을 최소화하기 위하여, 폐액 주입 수직지관(108a) 및 폐액 주입 수평지관(108b)과 이격되는 지점에 위치할 수 있다.

- [0071] 구체적으로, 예를 들면 도 6에 나타난 바와 같이, 폐액 주입 수직지관(108a)이 10 m 내외 간격의 격자형태로 매설되는 경우, 폐액 주입 수직지관(108a)을 기준으로 5 m 내외로 상하좌우 방향으로 매립가스 추출 지관(116)이 위치할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0072] 또한, 상기 매립가스 추출 본관(117)은 매립가스 추출 지관(116)으로부터 매립가스 처리부(118)로 매립가스(105)를 이동시키기 위하여, 감압장치 또는 진공장치를 더 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0073] 다음으로, 본 발명에 따른 매립가스 처리부(118)는 매립가스 추출 본관(117)으로부터 유입되는 매립가스(105)를 메탄 가스(106)로 정제하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0074] 이때, 상기 매립가스 처리부(118)는 매립가스(105)의 정제를 위하여 수분제거기를 포함할 수 있고, 멤브레인이나, 활성탄 등을 이용하여 이산화탄소, 질소, 산소, 할로젠화 탄화수소, 황화수소 등의 기체를 제거하는 제거장치를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0075] 마지막으로, 본 발명에 따른 침출수 처리부는 바이오가스 생산 시스템(100)에서 발생하는 침출수(104)를 추출하여 외부로 유출되는 것을 방지하고, 이를 다시 매립지(103) 내부로 재주입되도록 폐액 저장부(107)로 침출수(104)를 이송함으로써 매립지(103) 내부의 함수율을 향상시키는 역할을 수행할 수 있다.
- [0076] 이때, 상기 침출수(104)는 유기성 폐기물 전처리 시 혼합되는 침출수, 유기성 폐액 자체의 침출수, 지하수, 우수 등에 의해 발생하는 용액을 포함할 수 있으며, 매립지(130)에 유기물이나 영양염류를 공급하거나, 고농도의 폐액(101)을 희석시키는 희석수로 사용될 수 있다.
- [0077] 또한, 상기 침출수 처리부는 침출수(104)를 추출하는 침출수 추출 지관(113), 추출된 침출수(104)가 모이는 침출수 수집조(115); 및 침출수 수집조(115)에 있는 침출수(104)를 폐액 저장부(107)로 순환시키는 순환장치(114)를 포함할 수 있다.
- [0078] 상기 침출수 추출 지관(113)은 매립지(103) 최하부에 위치하며, 구체적으로는, 0 내지 4°의 경사가 갖도록 매립지(103) 최하부에 위치할 수 있다. 아울러, 상기 침출수 추출 지관(113)은 하나 이상의 유공을 포함하는 구조를 가질 수 있으며, 상기 유공이 매립지(103) 상부를 향하도록 매설될 수 있다.
- [0079] 또한, 상기 순환장치(114)는, 침출수 수집조(115)가 매립지(103) 내부에 있거나, 폐액 저장부(107) 보다 저지대에 있는 경우, 매립지(103) 내부의 침출수(104)를 폐액 저장부(107)로 용이하게 순환시키기 위하여 펌프장치, 침출수 운반기 등을 더 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0080] 한편, 본 발명에 따른 바이오가스 생산 시스템(100)은 폐액(101) 주입에 따른 매립지(103) 내부 변화를 실시간으로 관측하기 위한 계측부를 더 포함할 수 있다.
- [0081] 이때, 본 발명에 따른 상기 계측부는 매립지(103) 내부에 주입되는 폐액(101)으로 인한 수리학적 및 지반학적 변화를 실시간으로 관측을 수행해야 하므로, 폐액(101)이 주입되는 폐액 주입 수직지관(108a) 인근에 설치될 수 있다. 구체적으로는 폐액 주입 수직지관(108a)을 중심으로 반경 1 내지 10 m 이내에 위치하거나; 인접한 2개의 폐액 주입 수직지관(108a)의 사이; 또는 인접한 2개의 폐액 주입 수직지관(108a)과 상기 2개의 폐액 주입 수직지관(108a)에 인접한 매립사면(미도시)의 중앙에 위치할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0082] 또한, 상기 계측부는 과량의 폐액(101) 주입, 및 이를 위한 가압으로 인한 침출수 누출, 클로킹 등에 의한 폐액(101)의 불균일 확산 등을 예방하기 위하여 매립지(103) 내부에서의 수분 확산, 이동, 함량 등 수리학적 변화를 관측할 수 있는 장치로서 함수율 측정장치, 전기비저항 장치(120) 등을 포함할 수 있다. 아울러, 매립지(103) 사면 파손 등을 예방하기 위하여, 사면의 경사도, 지반 및 지표의 균열, 침하, 변위 등 지반학적 변화를 관측할 수 있는 장치로서 경사계, 침하계, 지중변위계(121), 지표변위계(119) 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0083] 또한, 본 발명은 하나의 실시예에서,

- [0084] 폐액 저장부에 저장된 폐액을 폐액 주입부를 통하여 매립지 내부로 주입하는 폐액 주입단계;
- [0085] 주입된 폐액에 함유된 유기물이 혐기 조건에서 매립가스 형태로 전환되고, 전환된 매립가스를 포집하는 가스 포집단계;
- [0086] 포집된 매립가스를 정제하여 바이오가스를 얻는 가스 정제단계; 및
- [0087] 매립지 내부에서 발생하는 침출수를 수집하고, 폐액 저장부로 운반하는 침출수 처리단계를 포함하고,
- [0088] 상기 폐액 주입부는 폐액 주입 본관, 폐액 주입 지관, 매립가스 분리 지관 및 폐액 주입 분배기를 포함하는 바이오가스의 생산방법을 제공한다.
- [0089] 도 2는 본 발명에 따른 바이오가스의 생산방법을 도시한 공정도이다. 도 2에 나타난 바와 같이, 상기 바이오가스의 생산방법은 폐액 주입단계(S100); 가스 포집단계(S200); 가스 정제단계(S300); 및 침출수 처리단계(S400)를 포함할 수 있다.
- [0090] 이하, 본 발명에 따른 바이오가스의 생산방법을 도 2를 참조하여 보다 상세히 설명한다.
- [0091] 먼저, 본 발명에 따른 폐액 주입단계(S100)는 폐액 저장부에 저장된 폐액을 폐액 주입부를 통하여 매립지 내부로 주입하는 단계이다.
- [0092] 상기 폐액 주입단계(S100)는 유기성 폐기물과 침출수를 포함하는 폐액을 매립지 내부로 주입하는 단계로서, 폐액 저장부에 저장된 폐액을 매립지 내부로 자연유하시키거나, 가압기 등의 압력 조절기를 이용하여 폐액에 압력을 가함으로써 수행될 수 있다. 상기 압력 조절기를 사용하는 방법은 폐액의 농도가 높은 경우에도 매립지 내부에 균일하게 분산시킬 수 있는 장점이 있다. 또한, 상기 매립지 내부로 자연유하하는 방법은, 매립지 내부에 가해지는 압력을 최소화할 수 있으므로 설비의 파손을 방지할 수 있어 설비수명을 개선할 수 있을 뿐만 아니라, 폐액의 외부 누출로 인한 2차 환경오염을 방지할 수 있으며, 채널링 현상, 물 웅덩이 형성현상 등을 예방하여 보다 균일하게 폐액을 분산시키는 효과가 있다.
- [0093] 이때, 상기 폐액 주입단계(S100)에 있어서, 폐액은 유기물을 포함하고 있는 액상 또는 슬러리 형태의 폐기물이라면, 특별히 제한되지 않고 사용될 수 있다. 구체적으로 예를 들면, 매립지 외부에서 발생될 수 있는 하수처리장 슬러지, 산업용 공정 슬러지, 음식물 쓰레기, 농축산용 폐수 및 음식물 쓰레기 자원화 시설의 침출수로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상의 유기성 폐기물을 포함할 수 있으며, 매립지로부터 발생된 침출수를 포함할 수도 있다.
- [0094] 또한, 상기 폐액 주입단계(S100)는 주기적으로 실시하고, 폐액이 투입되지 않는 기간 동안 침출수를 순화시켜 매립지 내부에 주입된 폐액에 함유된 유기물의 확산을 촉진시킬 수 있다. 여기서, 침출수 순환주기는 매립시설의 규모 및 운영조건에 따라 선택적으로 적용될 수 있다. 구체적으로 예를 들면, 1일 3 내지 10회 수행될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0095] 나아가, 상기 폐액 주입단계(S100)에 있어서, 폐액 주입부는 폐액을 매립지 내부로 균일하게 분산하는 폐액 주입 본관, 폐액 주입 지관, 매립가스 분리 지관 및 폐액 주입 분배기를 의미하며, 상기 폐액 주입부에 의해 폐액 저장부의 폐액을 매립지 내부로 균일하게 주입할 수 있다.
- [0096] 여기서, 상기 폐액 주입 수평지관은 매립지 지면과 수평을 이루도록 내부에 위치하고, 폐액 주입 수직지관은 매립지 지면 및 폐액 주입 수평지관과 수직을 이루도록 폐액 주입 수평지관에 연결할 수 있다.
- [0097] 보다 구체적으로, 상기 폐액 주입 수직지관은 도 3에 나타난 바와 같이, 5 내지 10 m 간격의 격자 형태로 매립지 상부에서 하부 방향으로 수직 위치되고, 폐액 주입 수평지관은, 폐액 주입 수직지관의 상단, 중단 및 말단 중 어느 하나 이상의 위치에 연결될 수 있다.
- [0098] 또한, 상기 폐액 주입 수평지관은 폐액 주입 수직지관과의 평균각이 $90\pm 10^\circ$ 을 이루도록 폐액 주입 수직지관(108a)의 임의의 한 지점에 하나 이상 연결될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 상기 폐액 주입 수평지관의 방향성은 인접한 폐액 주입 수평지관(108b)의 방향성과 $0\pm 10^\circ$ 또는 $90\pm 10^\circ$ 의 평균 편차를 가질 수 있다. 구체적으로, 매립지(103) 내부에 매설된 폐액 주입 수평지관(108b)들은 서로 독립적으로 $90\pm 10^\circ$ 의 평균 편차를 갖는 2개의 방향성을 갖도록 매설되어, 매설된 폐액 주입 수평지관(108b) 간의 방향성 평균 편차가 $0\pm$

10° 또는 90±10° 를 이룰 수 있다. 이에 따라 상기 폐액 주입 수평지관(108b)의 매립 형태는 격자와 같은 형태를 가질 수 있으므로, 매립지(103) 내부에 폐액(101)을 균일하게 주입할 수 있다.

- [0099] 아울러, 상기 폐액 주입 수평지관은 원주면에 직경이 1 내지 50 cm인 폐액 주입구를 하나 이상 포함하며, 상기 폐액 주입구는 폐액 주입 수직지관과 연결된 지점을 기준으로 폐액 주입 수평지관의 말단으로 갈수록 직경이 점층적으로 커지고, 폐액 주입구가 매립지 하부를 향하도록 폐액 주입 수직지관에 연결될 수 있다.
- [0100] 나아가, 상기 매립가스 분리 지관은 폐액 주입 수직지관 상부에 위치하여 폐액 내에 존재하는 매립가스, 공기 등의 기체를 완전히 분리하고, 분리된 매립가스 및 공기만을 매립가스 추출 지관 및 매립가스 추출 본관 중 어느 하나 이상으로 이동시키는 역할을 수행할 수 있다.
- [0101] 이와 더불어, 본 발명에 따른 바이오가스의 생산방법은,
- [0102] 폐액 주입단계(S100) 이후에,
- [0103] 계측부를 이용하여 매립지 내부의 변화를 관측하는 단계; 및
- [0104] 폐액 주입 분배기를 이용하여 매립지 내부에 형성된 클로깅(clogging)을 제거하는 단계 중 어느 하나 이상을 더 포함할 수 있다.
- [0105] 일반적으로, 매립지 내부에 폐액이 주입되면, 매립지 내부 부피가 팽창되면서, 매립지 사면 파괴 등의 설비 파손이 발생될 수 있다. 그러나, 본 발명에 따른 바이오가스의 생산방법은 계측부를 이용하여 매립지 내부의 변화를 실시간으로 관측하는 단계를 수행함으로써, 바이오가스 생산 시스템이 받는 충격을 최소화함으로써, 설비 운영 기간 및 설비수명을 개선하는 효과가 우수하다. 또한, 매립지 내부에 클로깅(clogging)이 형성될 경우, 폐액 주입 분배기에 포함된 압력 조절기를 이용하여 클로깅(clogging)을 제거하는 단계를 수행함으로써 폐액을 매립지 내부에 지속적으로 균일 분산할 수 있다.
- [0106] 이때, 상기 계측부는 과량의 폐액 주입, 및 이를 위한 가압으로 인한 침출수 누출, 클로깅 등에 의한 폐액의 불균일 확산 등을 예방하기 위하여 매립지 내부에서의 수분 확산, 이동, 함량 등 수리학적 변화를 관측할 수 있는 장치로서, 함수율 측정장치, 전기비저항 장치 등을 포함할 수 있다. 아울러, 매립지 사면 파손 등을 예방하기 위하여, 사면의 경사도, 지반 및 지표의 균열, 침하, 변위 등 지반학적 변화를 관측할 수 있는 장치로서, 경사계, 침하계, 지중변위계, 지표변위계 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0107] 또한, 상기 계측부는 매립지 내부에 주입되는 폐액으로 인한 수리학적 및 지반학적 변화를 실시간으로 관측을 수행해야 하므로, 폐액이 주입되는 폐액 주입 수직지관 인근에 설치될 수 있다. 구체적으로는 폐액 주입 수직지관을 중심으로 반경 1 내지 10 m 이내에 위치하거나; 인접한 2개의 폐액 주입 수직지관의 사이; 또는 인접한 2개의 폐액 주입 수직지관과 상기 2개의 폐액 주입 수직지관에 인접한 매립사면의 중앙에 위치할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0108] 다음으로, 본 발명에 따른 가스 포집단계(S200)는 매립지 내부로 주입된 폐액에 함유된 유기물이 혐기 조건 하에서 매립가스 형태로 전환시키고, 발생된 매립가스를 추출하여 포집하는 단계이다.
- [0109] 상기 혐기 조건은 산소가 없는 조건으로서, 매립지 내부에 존재하는 혐기성 미생물을 이용하여 폐액에 함유된 유기물을 유기산, 메탄, 탄소산화물 등으로 전환시킬 수 있다. 이때, 상기 혐기성 미생물은 증식속도가 느리고, 환경변화에 민감하므로, 매립지 내부의 적절한 함수율 및 온도를 유지시키는 것이 중요하다.
- [0110] 혐기 조건에서 발생된 매립가스는 매립가스 포집부에 의해 포집되며, 상기 매립가스 포집부는 매립지 내부에서 발생되는 매립가스를 추출하는 매립가스 추출 지관과 매립가스 추출 지관과 매립가스 처리부를 연결하는 매립가스 추출 본관을 포함한다.
- [0111] 이때, 상기 매립가스 추출 지관은 도 6에 나타난 바와 같이, 매립가스에 수분 등의 액체가 혼합되는 것을 최소화하기 위하여, 폐액 주입 수직지관 및 폐액 주입 수평지관과 이격되는 지점에 위치할 수 있다. 구체적으로, 예를 들면 폐액 주입 수직지관이 10 m 내외 간격의 격자형태로 위치하는 경우, 폐액 주입 수직지관을 기준으로 5 m 내외로 상하좌우 방향으로 매립가스 추출 지관이 위치할 수 있다.
- [0112] 다음으로, 본 발명에 따른 가스 정제단계(S300)는 상기 단계(S200)에서 포집된 매립가스를 전처리하여 원료나

화석연료 대용으로 사용 가능한 고순도 메탄 가스 등의 바이오가스로 정제하는 단계이다.

[0113] 상기 가스 정제단계(S300)는 매립가스 처리부에서 수행되는데, 매립가스 처리부는 수분제거기와 더불어, 멤브레인이나, 활성탄 등을 포함하여 이산화탄소, 질소, 산소, 할로젠화 탄화수소, 황화수소 등의 기체를 제거할 수 있는 제거장치 등을 포함하므로, 고순도의 바이오가스를 얻을 수 있다.

[0114] 마지막으로, 본 발명에 따른 침출수 처리단계(S400)는 매립지 내부에서 발생하는 침출수를 수집하고, 이를 폐액 저장부로 운반하는 단계이다. 상기 침출수 처리단계(S400)는 매립지 내부에서 발생된 침출수를 폐액 저장부로 운반하여 매립지 외부에서 공급되는 유기성 폐기물과 혼합하여 폐액 형태로 매립지에 주입함으로써, 유기성 폐기물의 균일한 분산을 용이하게 하며 매립지 내부의 함수율을 향상시키는 효과가 있다.

[0115] 이때, 상기 단계(S400)는 침출수 추출 지관을 이용하여 매립지 내부에서 침출수를 수집할 수 있는데, 상기 침출수 추출 지관은 매립지 최하부에 위치하며, 유기성 폐기물 전처리 시 혼합되는 침출수, 유기성 폐액 자체의 침출수, 지하수, 우수 등에 의해 발생하는 침출수 등을 수집하기 위하여 0 내지 4°의 경사가 생기도록 위치할 수 있다. 또한, 상기 침출수 추출 지관은 하나 이상의 유공을 포함하는 구조를 가질 수 있으며, 상기 유공이 매립지 상부를 향하도록 위치할 수 있다.

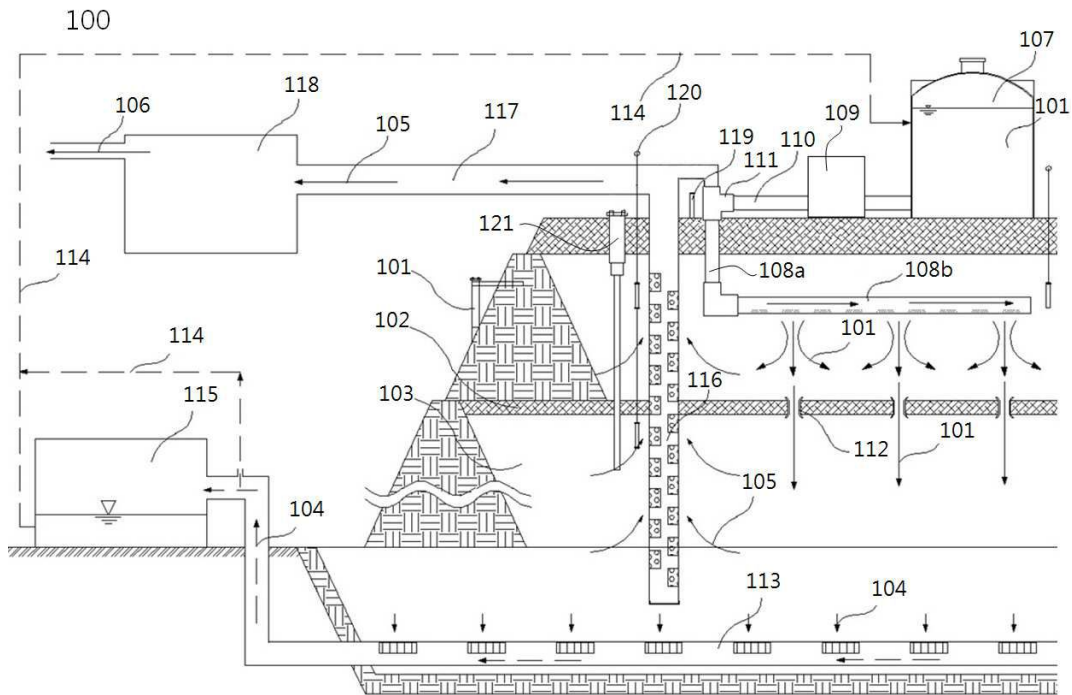
[0116] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 하나의 실시예에서, 생활폐기물 위생매립지에 폐액 주입 수평지관, 폐액 주입 분배기 및 매립가스 분리 지관을 포함하는 폐액 주입부; 복토층에 형성된 폐액 이동로; 및 계측부;를 포함하는 바이오가스 생산 시스템을 시공하여, 매립지 외부에서 발생될 수 있는 하수처리장 슬러지, 산업용 공정 슬러지, 음식물 쓰레기, 농축산용 폐수 및 음식물 쓰레기 자원화 시설의 침출수 등을 침출수와 혼합한 폐액을 주기적으로 주입하고, 매립지 내부의 혐기성 생분해 과정을 통하여 유기성 폐기물 처리와 함께 매립지로부터 생산되는 양보다 많은 양의 바이오가스를 생산할 수 있다.

부호의 설명

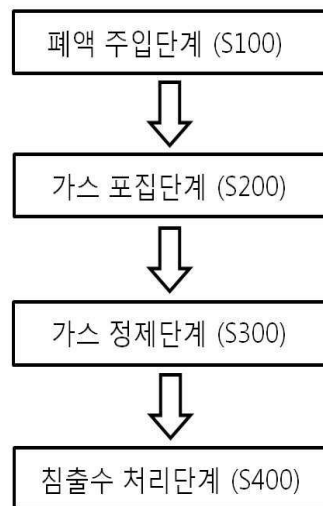
[0117] 100: 바이오가스 생산 시스템 111: 매립가스 분리 지관
101: 폐액 112: 폐액 이동로
102: 복토층 113: 침출수 추출 지관
103: 매립지 114: 순환장치
104: 침출수 115: 침출수 수집조
105: 매립가스 116: 매립가스 추출 지관
106: 메탄 가스 117: 매립가스 추출 본관
107: 폐액 저장부 118: 매립가스 처리부
108a: 폐액 주입 수직지관 119: 지표 변위계
108b: 폐액 주입 수평지관 120: 전기비저항 장치
109: 폐액 주입 분배기 121: 지중 변위계
110: 폐액 주입 본관

도면

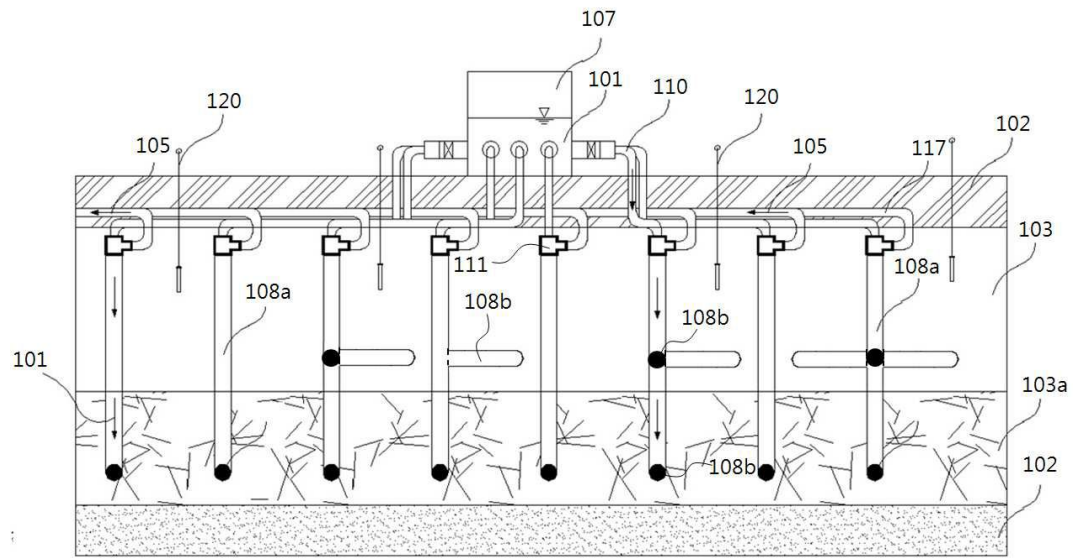
도면1



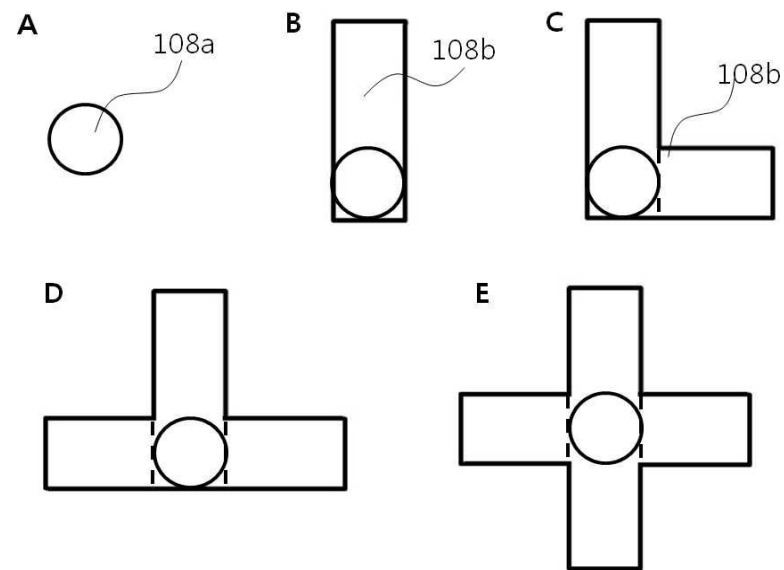
도면2



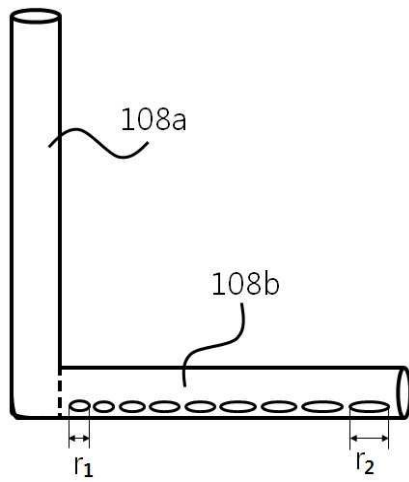
도면3



도면4



도면5



도면6

