



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년10월29일
(11) 등록번호 10-0770626
(24) 등록일자 2007년10월22일

(51) Int. Cl.

C02F 11/04(2006.01) B09B 3/00(2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0053177

(22) 출원일자 2007년05월31일

심사청구일자 2007년05월31일

(56) 선행기술조사문헌

JP2000005797 A

KR1020040028696 A

KR1020070048334 A

(73) 특허권자

한밭대학교 산학협력단

대전 유성구 덕명동 산16-1

(72) 발명자

오세은

대전 서구 둔산동 크로바아파트 117-903

고인범

대전 대덕구 법1동 284-1 주공아파트 202-301

(74) 대리인

권오식, 김종관, 박창희

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 박재우

(54) 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수장치

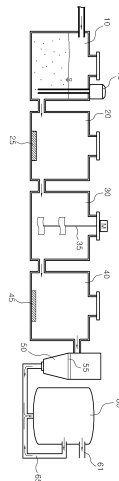
(57) 요약

본 발명은 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 유기성 폐기물을 분해가 용이한 용존성 물질로 변환시킨 후 혐기성 미생물과 반응시켜 생성된 바이오 가스를 회수하는 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수 장치에 관한 것이다.

이에 본 발명에 의한 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수 장치는 유기성 폐기물이 유입되는 pH조절조와; 상기 pH 조절조와 연결되며, 내부에 초음파 진동자가 구비된 가용화 처리조와; 상기 가용화 처리조와 연결되어, 음식물 쓰레기 침출수가 혼합되는 혼합저류조와; 상기 혼합저류조로부터 유입된 유기성 폐기물이 가열되는 산생성 반응조와; 상기 산생성 반응조에 연결되며, 내부에 구비된 분리막을 통해 고액분리가 이루어지는 고액분리장치; 및 상기 고액분리장치와 연결되며, 내부에 미생물이 충전된 바이오 가스 생성조; 로 이루어진 것을 특징으로 한다.

이에 본 발명의 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수 장치는 유기성 폐기물을 분해가 용이한 용존성 물질로 변환시켜 혐기성 소화공정의 처리시간의 단축과, 바이오 가스의 회수량 증가, 및 설비의 소형화가 가능하다는 특유의 작용효과가 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

유기성 폐기물로부터 바이오 가스를 회수하는 바이오 가스 회수 장치에 있어서,
 유기성 폐기물이 유입되는 pH조절조(10)와;
 상기 pH조절조(10)와 연결되며, 내부에 초음파 진동자(25)가 구비된 가용화 처리조(20)와;
 상기 가용화 처리조(20)와 연결되어, 음식물 쓰레기 침출수가 혼합되는 혼합저류조(30)와;
 상기 혼합저류조(30)로부터 유입된 유기성 폐기물이 가열되는 산생성 반응조(40)와;
 상기 산생성 반응조(40)에 연결되며, 내부에 구비된 분리막(55)을 통해 고액분리가 이루어지는 고액분리장치(50); 및
 상기 고액분리장치(50)와 연결되며, 내부에 미생물이 충전된 바이오 가스 생성조(60); 로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 분리막(55)에는 다수개의 공극(56)이 형성되며, 상기 공극(56)의 직경은 $10\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,
 상기 pH조절조(10)의 일측에는 pH조절제제가 충전된 pH조절장치(15)가 구비된 것을 특징으로 하는 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,
 상기 초음파 진동자(25)의 진동수는 $26\sim 30\text{kHz}$ 인 것을 특징으로 하는 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,
 상기 바이오 가스 생성조(60)는 상향류식 블랑켓 형태의 반응조인 것을 특징을 하는 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,
 상기 바이오 가스 생성조(60)에는 처리수 순환 유로(65)가 더 구비된 것을 특징으로 하는 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<17>

본 발명은 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 유기성 폐기물을 분해가 용

이한 용존성 물질로 변환시킨 후 혐기성 미생물과 반응시켜 생성된 바이오 가스를 회수하는 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수 장치에 관한 것이다.

- <18> 최근 음식물 쓰레기나 하수 슬러지등 유기성 폐기물의 증가에 따라 유기성 폐기물의 적절한 관리의 필요성이 대두되고 있다.
- <19> 현재 시행되고 있는 쓰레기 분리수거에 의해 생활 폐기물중 재활용이 가능한 것들은 분리되어 재활용 되고 있지만, 유기성 폐기물의 경우 아직도 매립되는 것이 대부분이다. 이렇게 유기성 폐기물을 매립 처분하게 되면 유기성 폐기물로부터 침출수가 발생되고 그에 따라 매립지 주변의 환경오염은 물론 지반 안정화에도 악영향을 끼친다.
- <20> 이에 따라 유기성 폐기물을 매립하지 않고 퇴비화, 사료화 그리고 건조나 탈수를 통한 감량화 방법 등이 사용되어지고 있는 추세이다.
- <21> 그러나 퇴비화의 경우 수요자에게 거부감이 있을 뿐만 아니라 상당기간 이 퇴비를 사용하였을 때 퇴비중의 염분이 토양에 미치는 효과가 아직 검증되지 않았으며, 사료화의 경우 사전 분리작업이 철저하게 이루어져야 하며, 그렇다 하여도 음식물 쓰레기로 만든 사료가 가축에게 좋은 먹이가 될 수 없다는 문제점이 있다. 또한 건조나 탈수에 의한 감량화 방법은 중량을 감소시킬 수는 있으나 분해 가능한 유기물의 최종적인 처리방법이 아니라는 문제점이 있다.
- <22> 이에 따라, 상기 유기성 폐기물을 처리함에 있어서 발생하는 슬러지의 양을 감소시키고 또한 메탄가스 및 탄산가스와 같은 바이오 가스를 추출할 수 있는 혐기소화 처리방법이 주목받고 있다.
- <23> 상기 혐기성 소화 처리방법은 혐기조건 하에서 유기성 폐기물을 처리하는 것으로 유기물의 소화효율이 우수하다는 장점이 있고, 거기에 부산물인 바이오 가스의 회수가 가능하다는 장점이 있다.
- <24> 이상과 같이, 혐기성 소화처리 방법은 고농도 유기성 폐기물처리 및 에너지회수에 적합한 기술로, 고온 소화 처리기술의 진보 및 전처리방법의 도입에 등에 따라 처리속도가 향상되고 있고, 바이오가스의 회수율도 증가하고 있으나, 기대에는 미치지 못하는 실정이다.
- <25> 이와 같은 문제를 해결하고자 한국 등록특허 제 10-0311987호(음식물 쓰레기와 하수슬러지의 병합처리 시스템)에서 음식물 쓰레기와 하수 슬러지를 혐기소화 하여 병합 처리하는 시스템을 제시한 바 있다.
- <26> 그런데, 상기 음식물 쓰레기와 하수 슬러지를 혐기소화 하여 병합 처리하는 시스템은 산발효균과 유기산이 서로 혼합되어 있어 이를 고액분리하기 어렵다는 문제점이 있다.
- <27> 또한, 유기성폐기물이 분해가 용이한 용존성 물질화되어 있지 않고 고형화되어 있어 혐기소화법으로 처리하는데 통상 10일 이상의 매우 긴 체류시간이 필요하다는 문제점이 있다.
- <28> 위의 문제를 극복하고자 한국 등록특허 제 10-0596303호(이상 고효율 상향류식 혐기성 폐수 처리장치 및 이를 이용한 폐수 처리방법)에서 이상 고효율 상향류식 혐기성 폐수 처리장치가 제시된 바 있다.
- <29> 그러나, 상기 이상 고효율 상향류식 혐기성 폐수처리 장치는 산생성조를 상향류식 반응조로 구성하고 있어 고형물농도가 높은 폐수 및 폐기물을 대상으로 한 운전이 어렵다는 문제점이 있고, 상기 공정을 원활히 수행하기 위하여 전처리 설비로 고액분리장치 도입이 필요하며, 이 경우 고형물 제거에 따른 유기성분의 감소로 메탄가스 다시 말하여 바이오가스 발생량이 감소한다는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <30> 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 유기성 폐기물에 pH를 조절하고, 초음파를 이용하여 분해가 용이한 용존성 물질로 변환시켜 처리시간을 단축시키고 처리효율이 증가된 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수장치를 제공하는 것이다.
- <31> 본 발명의 또 다른 목적은, 분리막을 통해 고형물이 제거된 액상의 처리수로부터 바이오 가스의 회수가 이루어지는 유기성 바이오 가스 회수 장치를 제공하는 것이다.
- <32> 본 발명의 또 다른 목적은, 환경을 보호하고 위생적으로 유기성 폐기물을 처리할 수 있는 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <33> 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수 장치는 유기성 폐기물로부터 바이오 가스를 회수하는 바이오 가스 회수 장치에 있어서, 유기성 폐기물이 유입되는 pH조절조와; 상기 pH조절조와 연결되며, 내부에 초음파 진동자가 구비된 가용화 처리조와; 상기 가용화 처리조와 연결되어, 음식물 쓰레기 침출수가 혼합되는 혼합저류조와; 상기 혼합저류조로부터 유입된 유기성 폐기물이 가열되는 산생성 반응조와; 상기 산생성 반응조에 연결되며, 내부에 구비된 분리막을 통해 고액분리가 이루어지는 고액분리장치; 및 상기 고액분리장치와 연결되며, 내부에 미생물이 충전된 바이오 가스 생성조; 로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <34> 또한, 상기 분리막에는 다수개의 공극이 형성되며, 상기 공극의 직경은 $10\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 한다.
- <35> 또한, 상기 pH조절조의 일측에는 pH조절제가 충전된 pH조절장치가 구비된 것을 특징으로 한다.
- <36> 또한, 상기 초음파 진동자의 진동수는 $26\sim 30\text{kHz}$ 인 것을 특징으로 한다.
- <37> 여기서, 상기 바이오 가스 생성조는 상향류식 블랑켓 형태의 반응조인 것을 특징을 한다.
- <38> 아울러, 상기 바이오 가스 생성조에는 처리수 순환 유로가 더 구비된 것을 특징으로 한다.
- <39> 이하, 상기한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수 장치에 대해서 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.
- <40> 도 2는 본 발명에 의한 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수 장치를 나타낸 구성도이고, 도 3은 분리막을 나타낸 사시도이다.
- <41> 도시된 바와 같이, 본 발명에 의한 유기성 폐기물 처리장치의 바이오 가스 회수 장치는 관로를 통해 유기성 폐기물이 최초로 유입되는 pH조절조(10)와, 관로를 통해 상기 pH조절조(10)와 연결되어 상기 pH조절조(10)로부터 유기성 폐기물이 유입되는 가용화 처리조(20)와, 상기 가용화 처리조(20)와 관로를 통해 연결되어 상기 가용화 처리조(20)로부터 유입된 유기성 폐기물과 음식물쓰레기 침출수가 혼합되는 혼합저류조(30)와, 관로를 통해 상기 혼합저류조(30)에 연결되며, 내부에 산생성 미생물이 충전된 산생성 반응조(40)와, 상기 산생성 반응조(40)로부터 유입된 유기성 폐기물로부터 고액분리가 이루어지는 고액분리장치(50) 및 상기 고액분리장치(50)로부터 유입된 액상의 처리수로부터 바이오 가스 회수가 이루어지는 바이오 가스 생성조(60)로 이루어진다.
- <42> 여기서 상기 pH조절조(10)에는 상기 pH조절조(10) 내부에 충전된 유기성 폐기물의 가용화를 위해 pH조절제가 충전된 pH조절장치(15)가 구비되며, 상기 가용화 처리조(20)의 내부에는 초음파조사를 위한 초음파 진동자(25)가 구비된다.
- <43> 또한, 상기 산생성 반응조(40)에는 내부의 상기 혼합저류조(30)로부터 유입된 유기성 폐기물을 적정온도로 가열하는 가열장치(45)가 구비되며, 상기 고액분리장치(50)에는 $10\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 크기의 직경을 갖는 공극(56)이 다수개 형성된 분리막(55)이 구비된다.
- <44> 이에 덧붙여 상기 바이오 가스 생성조(60) 내부에는 처리수를 분해하는 미생물이 충전되어 있고, 외부에는 처리수가 순환되는 처리수 순환 유로(65)가 형성된다.
- <45> 이와 같이 이루어진 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수장치의 유기성 폐기물의 처리 및 바이오 가스가 회수되는 과정에 대해 살펴보면, 먼저 유기성 폐기물은 상기 pH조절조(10)로 유입된다. 상기 pH조절조(10)는 내부에 충전된 유기성 폐기물의 가용화가 용이해지도록 유기성 폐기물의 pH 조절이 이루어지는 반응조로써, 일측에 구비된 pH조절장치(15)를 통해 pH조절제가 투입된다. 이때 상기 유기성 폐기물의 pH는 10~14로 조절되는 것이 적당하나, 보다 우수한 효율을 얻기 위해서는 아래 <표 1> 에서 참조되는 바와 같이 pH가 12인 것이 바람직하다.

<46> <표 1>

<47>

반응시간 (min)	pH9	pH10	pH11	pH12
0	2.1%	4.2%	9.3%	9.5%
30	12.2%	15.2%	20.7%	36.6%
60	18.4%	20.9%	30.2%	43.9%

90	20.3%	24.7%	32.7%	53.0%
120	22.2%	27.5%	36.5%	57.5%
150	23.5%	28.9%	37.4%	60.6%

<48> 상기 <표 1>은 유기성 폐기물의 pH별 반응시간에 따른 가용화율을 나타낸 것으로, <표 1>에서 참조되는 바와 같이 pH가 12일 경우 상기 유기성 폐기물의 가용화 효율이 향상됨을 알 수 있다.

<49> 상기 pH조절조(10)에서 pH조절된 유기성 폐기물은 관로를 통해 상기 pH조절조(10)와 연결된 가용화 처리조(20)로 이동된다. 상기 가용화 처리조(20)는 유기성 폐기물이 가용화되는 반응조로써, 초음파조사에 따른 공동현상에 의하여 유기성 폐기물내 미생물 등 생물학적으로 분해하기 어려운 물질을 산생성 반응조(40)에서 산생성 미생물에 의해 분해되기 쉬운 용존성 물질로 변화시킨다. 이때, 상기 초음파의 진동수는 26kHz~30kHz인 것이 적당하나, 가용화 효율을 감안하여 <표 2>에서 참조되는 바와 같이 진동수가 28kHz인 것이 바람직하다.

<50> 상기 가용화 처리조(20)에서 충분히 가용화된 유기성 폐기물은 관로를 통해 상기 혼합저류조(30)로 이동되어 외부로부터 유입되는 음식물쓰레기 침출수와 혼합된다. 이때 상기 혼합저류조(30)에는 상기 유기성 폐기물과 음식물쓰레기 침출수가 원활히 혼합되도록 혼합기(36)가 구비되는 것이 바람직하다.

<51> 이렇게 음식물쓰레기 침출수와 혼합된 유기성 폐기물은 관로를 거쳐 산생성 반응조(40)로 이동된다. 상기 산생성 반응조(40)는 내부에 충전된 산생성 미생물로 하여금 유기성 폐기물의 분해가 이루어지는 곳으로, 다량의 유기산이 생성된다.

<52> <표 2>

<53>

	Control	pH 12 28 kHz	pH12 40kHz
Ethanol	1,493	1,167	1,284
Acetic acid	2,019	4,367	3,184
Propionic acid	1,199	2,047	1,372
Isobutyric acid	119	232	149
Butyric acid	118	104	146
Isovaleric acid	57	117	0
Valeric acid	287	412	270
Total VFA	3,800	7,279	5,121
VFA+Ethanol	5,293	8,445	6,405

<54> 위의 <표 2>는 상기 산생성 반응조(40)에 유입된 pH12인 유기성 폐기물의 진동수별 산생량을 나타낸 것으로서, 상기 초음파 진동자(25)의 진동수가 28kHz일 경우 유기산(VFA) 생성량이 1.9배 증가되는 즉, 우수한 효과가 발생됨을 알 수 있다.

<55> 상기 산생성 반응조(40)는 가열장치(45)에 의해 33℃~37℃ 또는 53℃~57℃로 온도가 유지된다.

<56> 상기 산생성 반응조(40)로부터 배출되는 유기성 폐기물은 고액분리장치(50)를 거치는 과정에서 고형물과 액상의 처리수로 분리된다. 이때 고형물과 액상의 처리수는 다수의 공극(56)이 형성된 분리막(55)을 통해 분리되는데, 상기 분리막(55)에 형성된 공극(56)은 10~100 μ m 직경으로 이루어짐이 바람직하다.

<57> <표 3>

<58>

공극의 직경(μ m)	COD(mg/L)
Soluble COD	8,550
40 μ m ~ 100 μ m	8,700
16 μ m ~ 40 μ m	8,500
10 μ m ~ 16 μ m	8,400
0.45 μ m	6,100
0.22 μ m	5,750

- <59> 위의 <표 3>은 상기 분리막(55)에 형성된 공극(56)의 직경에 따른 분리막 투과수의 화학적 산소 요구량(COD)을 나타낸 것으로, 원심분리한 상등수의 COD값과 직경이 10 μ m - 100 μ m인 공극(56)이 형성된 분리막(55)을 통과한 투과수의 COD값이 큰 차이를 나타내지 않음을 알 수 있다. 기존의 고액분리에 사용되는 분리막(55)은 공극이 0.45 μ m 이하로 이루어져, 후단의 바이오가스 생성조(60)에서 바이오 가스생성에 이용되는 유기물, 즉 COD의 농도가 낮게되어 바이오 가스의 회수율이 감소된다는 문제점이 있다. 한편, 분리막(55)의 직경이 100 μ m를 초과할 경우, 후단의 바이오가스 생성조(60)의 특성상 슬러지 블랑켓의 막힘 현상에 의하여 슬러지 그래놀리 유출되어 바이오가스 회수가 어렵게 된다.
- <60> 따라서, 상기 산생성 반응조(40)에서 배출되는 유기성 폐기물의 고액분리에는 10 μ m ~ 100 μ m 크기의 직경을 갖는 공극(56)이 형성된 분리막(55)을 사용하는 것이 바람직하다.
- <61> 상기 고액분리장치(50)를 통과한 처리수는 관로를 통해 바이오 가스 생성조(60)로 이동된다. 상기 바이오 가스 생성조(60)는 상향류식 블랑켓 형태의 반응조로써, 내부에 충전된 미생물에 의해 처리수가 분해된다. 이 과정에서 처리수의 유기산 등은 미생물에 의해 바이오 가스로 변화된다. 이렇게 변화된 바이오 가스는 상기 바이오 가스 생성조에 연결된 바이오 가스 회수관(61)을 통해 회수되고, 남은 처리수는 외부로 유출된다. 이때 외부로 유출되는 처리수의 일부는 처리수 순환 유로(65)를 통해 다시금 바이오 가스 생성조(60)로 유입된다.
- <62> 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 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. 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 만족하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

발명의 효과

- <63> 이상에서와 같이 본 발명에 의하면, 유기성 폐기물을 분해기 용이한 용존성 물질로 변환시켜 혐기성 소화공정의 처리시간이 단축되고, 유기성 폐기물에 포함되어 있는 바이오가스 회수에 필요한 유기물을 최대한 활용할 수 있으므로 유기성 폐기물의 처리효율이 향상되어 최종적으로 발생하는 폐기물량을 상당량 저감시킬 수 있으며, 바이오 가스의 회수량이 증가된다는 작용효과가 있다.
- <64> 또한, 유기성 폐기물의 처리시간이 단축됨으로써, 설비의 소형화가 가능해지고 그로 인해 설치가 용이해지고, 비용이 감소된다는 특유의 작용효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 종래의 혐기소화 처리법에 의한 처리시스템을 나타낸 구성도.
- <2> 도 2는 본 발명에 의한 유기성 폐기물의 바이오 가스 회수 장치를 나타낸 구성도.
- <3> 도 3은 분리막을 나타낸 사시도.
- <4> **도면의 주요부분에 대한 부호의 설명**
- <5> 10: pH조절조 15: pH조절장치
- <6> 20: 가용화 처리조 25: 초음파 진동자
- <7> 30: 혼합저류조 35: 혼합기
- <8> 40: 산생성 반응조 45: 가열장치
- <9> 50: 고액 분리장치 55: 분리막
- <10> 56: 공극 60: 바이오 가스 생성조
- <11> 61: 바이오 가스 회수관 65: 처리수 순환유로
- <12> 101: 저장호퍼

- <13>

102: 이송컨베이어

110: 선별분쇄기
- <14>

120: 사이클론

130: 농축기
- <15>

140: 가수분해조

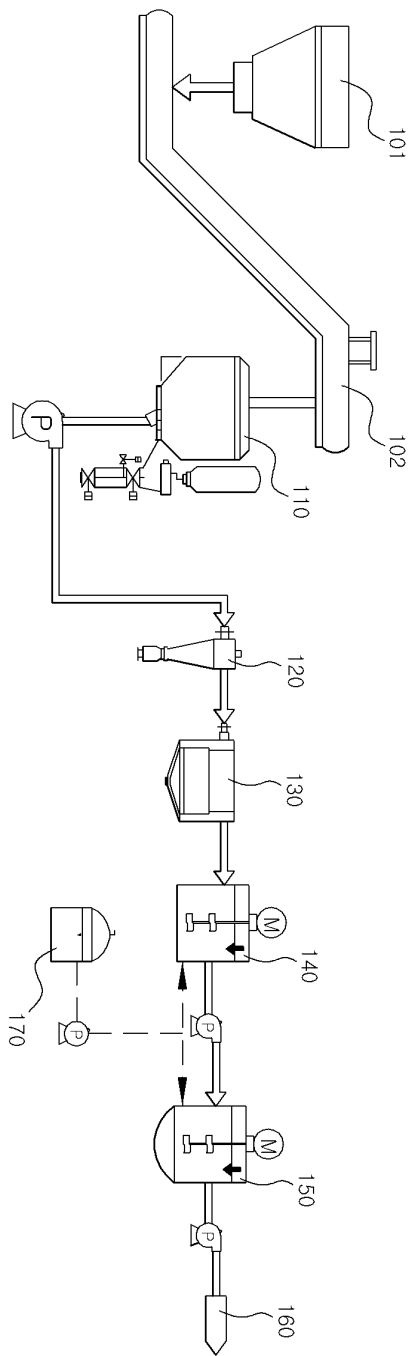
150: 산발효조
- <16>

160: 혐기소화조

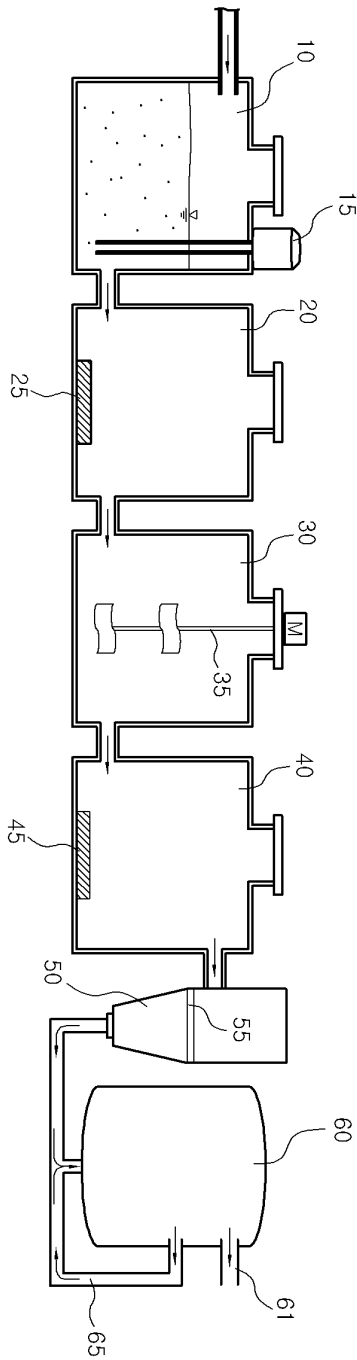
170: 수산화나트륨저장탱크

도면

도면1



도면2



도면3

