(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
C02F 9/14

(45) 공고일자 2003년12월18일
(11) 등록번호 10-0410895
(24) 등록일자 2003년12월01일

(21) 출원번호 10-2003-0061195
(22) 출원일자 2003년09월02일

(65) 공개번호 특0000-0000000
(43) 공개일자 0000년00월00일

(73) 특허권자 삼정건설 주식회사
대전광역시 서구 변동 62-6

(72) 발명자 이기용
경기도용인시수지읍동천리135-9삼성쉐르빌101동104호

위은광
경기도수원시권선구당수동삼정아파트202동1001호

최연풍
인천광역시부평구십정2동607번지신동아아파트105동2102호

나진국
서울특별시동대문구전농동동아아파트102동304호

이영신
충청남도서산시읍내동624-1동신아파트204동403호

(74) 대리인 특허법인아주

심사관 : 홍순칠

(54) 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용한축산 폐수의 정화방법 및 그 장치

요약

본 발명은 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용한 축산 폐수의 정화방법 및 그 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 축산 농가에서 발생하는 축산 폐수를 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용하여 제한된 면적에서 낮은 비용으로 효율적으로 처리할 수 있는 축산 폐수의 정화방법 및 그 장치에 관한 것이다.
본 발명에 따른 축산 폐수의 처리방법 및 그 장치는 종래의 정화 처리시설의 문제점으로 지적되고 있는 폐수 유입 농도에 대한 처리시설의 대처 능력을 고온 호기성 산화반응을 이용함으로써 획기적으로 개선하였다. 또한, 본 발명에 따르면, 호기성 활성 슬러지법 보다 동력비용과 부지 면적이 월등히 절약되고 탈질산화도 가능한 팽창성 입상 슬러지층과 일부 잔여 오염물질까지 제거할 수 있는 간헐 폭기방법에 의해 축산 폐수를 처리하여 방류 기준 이하의 완벽한 수질 정화를 달성할 수 있다. 그리고, 생물학적 처리공정에서 발생한 잉여 슬러지는 고온 호기성 산화반응조에서 유입 폐수와 함께 처리되어 액비로 전환되거나 정화되므로 잉여 슬러지 처리로 인한 시설이나 비용이 절약될 수 있다.

대표도

도 1

색인어

고온 호기성 산화반응, 팽창성 입상 슬러지층, 축산 폐수

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용한 축산 폐수의 정화방법을 처리단계에 따라 간략하게 나타낸 공정도이고,
도 2는 본 발명에 따른 축산 폐수 정화장치 중 팽창성 입상 슬러지 반응조의 상세도이다.
도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명
1 --- 협잡물 제거장치 2 --- 유량 조정조
3 --- 고온 호기성 산화조 4 --- 탈수기
5 --- 팽창성 입상 슬러지 반응조 6 --- 가스 저장조
7 --- 간헐 폭기조 8 --- 침전조
51 --- 유입 수조 52 --- 유입수 분배조
53 --- 처리 수조 54 --- 내부 순환펌프
55 --- 바이오가스 분리장치 56 --- 유입수 분배관
57 --- 바이오가스 이송관

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용한 축산 폐수의 정화방법 및 그 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 축산 농가에서 발생하는 축산 폐수를 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용하여 제한된 면적에서 낮은 비용으로 효율적으로 처리할 수 있는 축산 폐수의 정화방법 및 그 장치에 관한 것이다.
축산 폐수를 처리하기 위하여 종래에 사용되어 왔던 방법으로는 퇴비화, 액비화, 활성 슬러지법 및 막여과 방법 등이 그 대표적인 방법이다.
상기한 퇴비화 방법은 축산 폐수를 톱밥과 섞어서 장기간 발효시켜서 자원화하는 방법으로, 장기간 발효를 위해서는 넓은 부지가 필요하고 저장 부지도 필요하다는 점에서 경제성이 떨어지는 방법이다.
액비화는 축산 폐수를 저장 용기에 장기간 단순 저장하는 방법, 저장 중에 산소를 공급하는 방법 그리고 저장 중 산소 공급과 더불어 미생물 제재를 투여하여 악취를 제거하는 방법 등이 있다. 종래에 사용되어 온 이 방법은 폐수의 정화 개념이 결여되어 있기 때문에 과량의 폭기를 유발하기 위해 이용되는 전력 소모가 크고 미생물 제재를 구입하는 비용 부담이 있으며 액비 소요시기의 한정성과 수급 불균형으로 인한 저장 시설의 대형화가 불가피하여 널리 보급되지 못하고 있는 실정이다.
활성 슬러지법은 축산 폐수를 활성 슬러지 내의 미생물과 접촉시켜 미생물이 축산 폐수 중의 유기물을 섭취 분해하므로써 축산 폐수를 처리하는 방법으로, 이러한 생물학적 정화 처리방법에 있어서는 유입 폐수의 농도변화가 심하면 부하변동에 대한 대응력이 떨어져서 고농도의 축산 폐수를 적정하게 처리할 수 없고 폐수 처리를 위해서 넓은 부지가 요구되는 단점이 있다.
막여과 방법은 활성 슬러지법의 한계를 극복하기 위해 활성 슬러지법으로 처리된 폐수를 막으로 여과하여 처리수 중의 고형물을 제거하는 방법인데, 막 투과수를 액비로 사용하는 등의 장점이 있는 반면 유지 관리가 어렵고 미분해 유기물에 의한 토양 오염 등의 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 바와 같은 종래의 축산 폐수 정화방법들이 현장 적용에 있어서 한계가 있고 고비용으로 인한 경제적 부담이 따르므로 이를 해소하고자 고안되었다.
본 발명은 축산 폐수를 전량 액비화하는 데 따른 문제점과 생물학적 정화처리의 기술적 한계를 극복할 수 있는 경제적이고 효율적인 축산 폐수의 정화방법과 그 장치를 제공하는데 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 축산 폐수를 정화처리하는 데 있어서,
1) 협잡물 제거장치에 의해 축산 폐수의 고형물을 분리하는 단계;
2) 상기에서 고액분리된 폐수를 고온 호기성 산화반응시키는 단계;
3) 상기한 고온 호기성 산화반응 처리수에 무기 응집제를 투여하고 응집/탈수하여 탈수 케익과 탈리 여액을 분리하는 단계;
4) 단계 3)으로부터 얻어진 탈리 여액을 팽창성 입상 슬러지층으로 처리하는 단계; 및
5) 상기한 팽창성 입상 슬러지층에서 얻어진 처리수를 간헐 폭기하고 침전조에서 침전시켜 상등수를 방류하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용한 축산 폐수의 정화방법 및 그 장치인 것이다.
이하, 본 발명을 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다.
본 발명에 있어서는, 고온 호기성 산화반응을 실시하여 유입 폐수의 유기물 농도를 줄이고 난분해성 물질, 독성 물질 및 부피를 감소시킴으로써 이후 실시하는 생물학적 처리를 원활히 한다. 게다가 반응에 따른 발열에 의해 병원균 사멸과 악취 저감 등의 효과가 있어서 고온 호기성 산화 처리수를 액비로서 사용이 가능하다.
상기 고온 호기성 산화 처리수에 무기 응집제를 투여하여 응집 및 탈수 반응에 의해 부유 물질과 인을 탈수케익 상태로 탈리여액과 분리하며, 얻어진 탈리 여 액은 팽창성 입상 슬러지 반응조로 이송된다. 한편 침전조에서 반송된 질산성 질소 상태의 처리수는 팽창성 입상 슬러지 반응조에서 탈리 여액의 유기물을 이용한 탈질산화 반응으로 질소 농도가 감소하고, 탈리 여액의 유기물은 혐기성 반응으로 바이오가스로 전환되어 발생되며, 발생된 유용한 바이오가스를 별도로 포집한다.
상기 팽창성 입상 슬러지 처리수의 잔여 유기물과 질산화/탈질산화 반응에 의한 질소 제거를 위해 간헐 폭기와 침전을 실시하고 질산화 상태의 처리수는 팽창성 입상 슬러지 반응조로 반송하여 재처리하므로써 최종적으로 방류 기준치 이하의 처리수를 배출한다.
이하, 첨부된 도면에 의하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다. 다만, 첨부된 도면은 본 발명의 이해를 돕기 위하여 예시된 가장 바람직한 구현예인 것으로 본 발명의 기술적 사상과 구현예가 반드시 이에 한정되거나 제한되는 것은 아니다.
도 1에는 본 발명에 따른 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용한 축산 폐수의 정화공정을 간략하게 나타내었다.
본 발명에 따르면, 축산 폐수는 협잡물 제거장치(1)를 거쳐 협잡물을 제거한 후 유량 조정조(2)에 저장된다. 상기 협잡물 제거장치(1)에서는 스크리닝이나 원심분리에 의해 고액 분리를 실시하며, 고온 호기성 산화반응에는 약 3일 정도의 반응시간이 필요하므로 고온 호기성 산화조(3)에서 처리될 폐수를 공급하는 유량 조정조(2)는 유입 유량을 고려하여 충분한 용량으로 설계한다.
유량 조정조(2)의 축산 폐수 그리고 팽창성 입상 슬러지 반응조(5)와 침전조(8)에서 반송된 잉여 슬러지를 고온 호기성 산화조(3)로 공급하고 여기에 과량의 산소를 주입하고 자체 발열반응을 유도하여 반응온도를 50 내지 60℃로 유지시켜서 유기물, 질소, 인 등의 오염물질과 병원균을 제거하고 악취를 저감시킨다. 일반적으로 축산 폐수 자체가 포함하고 있는 미생물만으로도 고온 호기성 산화반응이 충분하지만 유입 폐수 성상 등을 고려하여 발열이 부족한 경우 시판되는 미생물 제재를 보조적으로 사용할 수 있다.
본 발명에서 이용되는 고온 호기성 산화반응은 1969년에 캠부(Kambhu)와 앤드류(Andrews)에 의해 최초로 시도된 방법으로, 이 공정에서는 유입 폐수를 일정 용기에 넣은 후 호기성 미생물이 활동할 수 있도록 충분한 유기물과 과량의 산소를 공급하여 미생물 활성화로 인한 자체 발열 반응을 유도하므로써 폐수를 정화하는 방법이다. 특히 고온 호기성 산화된 처리수는 비료 성분을 함유하고 있고, 호기성 처리로 악취가 없고, 고온 발효되어 병원균 등이 사멸되며, 점도가 낮아 농지 살포가 용이하므로 액비로 활용이 가능하다.
참고로 액비의 정의는 다음과 같다. 가축분뇨 액비는 가축의 분, 뇨 및 사육과정에서 배출되는 청소수가 혼합된 수분함량 90% 이상의 액상물을 비료로 활용하기 위해 수집, 저장하여 일정기간 동안 부숙시켜 병원성 미생물, 충란, 잡초종자 등을 사멸시키고 난분해성 물질 등을 분해해 환경에 노출돼도 위해성이 없고 경종적으로도 안정화된 액을 말한다.
본 발명에서는 액비의 소요 시기인 봄, 가을철에 한하여 고온 호기성 산화 처리수를 소요처에 공급하므로써 축산 폐수의 자원화에 기여한다. 또한, 고온 호기 성 산화반응은 유기 물질을 충분히 제거하고 난분해성 물질과 독성 물질 및 악취를 감소하며, 고온 처리에 의한 수분 증발로 30% 이상의 부피 감량이 가능하므로 이후에 실시되는 생물학적 처리를 원활하게 하는 전처리로서의 효과를 기대할 수 있다.
고온 호기성 산화 처리수의 부유물질과 인 농도를 저감하고자 고온 호기성 산화반응 후기에 화학 응집을 실시한다. 즉, 고온 호기성 산화 처리수에 무기 응집제를 투여하고 탈수기(4)로 탈수하여 탈수 케익과 탈리 여액으로 분리한 다음, 분리된 탈수 케익은 탈수 슬러지로서 처분되거나 퇴비화 등에 이용될 수 있고, 탈리 여액은 팽창성 입상 슬러지 반응조(5)로 이송된다.
화학 응집 반응의 기작을 살펴보면, 부유물질은 상호간의 점착력과 가교작용에 의해 그리고, 콜로이드성 물질은 반대전하물질의 투입 또는 전기적 반발력의 감소에 의해 응집물이 생성되고 이러한 응집물은 부유물질과 인 등을 함유한 상태로 정화처리 공정에서 외부로 완전히 반출된다.
응집물의 분리 방법으로 본 발명에서는 탈수하여 탈수케익 형태로 분리하였으나, 침전시켜 침전물 형태로 분리하는 것도 가능하다. 그리고 무기 응집제로는 황산알루미늄, 황산제1철, 염화제2철, 폴리염화알루미늄 등을 사용할 수 있다.

본 발명에 따른 축산 폐수 처리 장치 중 팽창성 입상 슬러지 반응조(5)의 상세도를 도 2에 나타내었다. 팽창성 입상 슬러지 반응조(5)는 원통형 또는 사각형의 형태를 가질 수 있으며, 내부는 공기가 공급되지 않는 혐기성 상태를 유지한다.탈수기(4)에 의해 탈수케익과 분리된 탈리 여액은 팽창성 입상 슬러지 반응조(5)의 유입 수조(51)로 내부 순환수, 그리고 침전조(8)에서 반송된 처리수와 함께 유입된 다. 또한 유입 폐수를 상향류 방식으로 균일하게 유입시키기 위해서 유입 수조(51), 유입수 분배조(52), 유입수 분배관(56) 등의 장치를 이용한다. 탈리 여액과 내부순환수, 반송 처리수는 반응조 상부 중앙에 위치한 유입 수조(51)에서 완전 혼합된 후 측면에 있는 유입수 분배조(52)로 이송되고, 하부의 유입수 분배관 (56)을 통하여 반응조 전체에 균일하게 공급된다. 상기와 같이 폐수를 반응조 내의 미생물을 부착하고 있는 팽창된 입상 슬러지층 사이로 상향류 방식으로 유입시킴으로써 폐수와 입상 슬러지와의 반응을 활성화하여 오염물질의 정화가 이루어진다. 팽창성 입상 슬러지 처리수는 처리수조(53)에서 유입 유량의 4 내지 8배를 내부 순환펌프(54)를 통해 내부 순환시키고, 나머지는 간헐 폭기조(7)로 이송된다.

팽창성 입상 슬러지 반응조(5)에서는 내부 순환수의 상승 유속과 유기물 분해 산물인 바이오가스의 상승 유속에 의해 슬러지가 입자 형태를 갖추며, 또한 입상 슬러지를 충분히 팽창시켜줌으로써 입상 슬러지와 폐수의 접촉과 반응에 유리하다. 팽창성 입상 슬러지 처리수의 내부 순환은 상기와 같은 역할 외에 유입 폐수의 독성 물질 희석과 충격부하를 최소화하는 등의 이점이 있다.

팽창성 입상 슬러지 반응은 유입 폐수의 유기물과 반송 처리수의 질산성 질소를 제거하는 역할을 한다. 각각을 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

팽창성 입상 슬러지 반응은 혐기 조건에서 여러 종의 혐기성 미생물에 의해 폐수의 유기물을 단계적으로 분해하여 최종적으로는 메탄, 이산화탄소 등을 함유한 바이오가스로 전환하여 정화시키는 공정으로, 공정에 이용되는 대부분의 미생물은 통성 혐기성 균이며 메탄 생성균과 같이 일부는 절대 혐기성 균이다. 유기물의 분 해과정은 크게 산 생성과 메탄 생성의 2단계로 이루어지는데, 먼저 산 생성에서는 폐수에 포함되어 있는 기질 중 셀룰로오스나 전분 등 탄수화물은 당류로, 단백질과 지방산은 아미노산류와 글리세롤이나 지방산으로 가수분해되고 다시 혐기성 상태에서 유기산균에 의해 프로피온산, 부티르산 등과 같은 유기산을 생성한다. 생성된 유기산은 메탄 생성균에 의해 아세트산과 수소를 생성한 후 메탄, 이산화탄소와 같은 가스 상태의 최종 생성물로 전환된다. 다시 말해 팽창성 입상 슬러지 반응조(5) 내에서 폐수 중의 유기물 성분이 혐기성 반응을 통해 최종 생성물인 메탄을 주성분으로 하는 바이오가스로 전환된다.

메탄 생성반응을 통한 메탄 발생율은 이론적으로 1㎏의 COD나 BODu의 유기물이 분해 제거될 때 약 0.35 ㎥가 생성된다고 알려져 있다. 팽창성 입상 슬러지 반응조(5)에서 발생한 바이오가스는 상부로 이동하다가 바이오가스 분리장치(55)에서 폐수와 분리되어 포집되며, 포집된 가스는 바이오가스 이송관(57)을 통하여 가스 저장조(6)에 저장하였다가 처리장이나 축산 농가의 에너지원으로 사용할 수 있다.

생물학적 질소제거 반응기작은 크게 질산화와 탈질산화로 이루어진다. 질산화란 폐수에 있는 유기질소는 호기 조건에서 질산화 균인 니트로소모나스 (Nitrosomonas)에 의해 암모니아성 질소를 거쳐 아질산성 질소로 전환되고, 다시 니트로박터(Nitrobacter)에 의해 최종적으로는 질산성 질소로 전환되는 것을 말하며, 탈질산화란 혐기 조건에서 탈질균인 슈도모나스(Pseudomonas), 미크로코커스 (Micrococcus) 등에 의해 질산성 질소를 질소 가스 등의 형태로 수중에서 배출하는 것을 말한다. 특히 탈질산화 반응을 위해서는 유기물과 같은 탄소원이 필요하다. 일반적으로 질산화 과정에서 유기물의 제거가 이루어지기 때문에 탈질산화를 위하여 외부에서 메탄올 등의 유기물을 별도로 공급하여야 한다. 그러나 본 발명에 따르면 폐수를 간헐 폭기조(7)에서 완전히 질산화 시키고 침전조(8)에서 고액분리한 다음, 질산성 질소를 함유한 상등수인 처리수를 팽창성 입상 슬러지 반응조(5)로 반송하여 탈리 여액을 탄소원으로 탈질산화시킴으로써 상기와 같은 별도의 유기물 공급이 불필요하다.

유기물과 질소 제거를 위한 팽창성 입상 슬러지 반응은 일반적인 혐기성 처리에 비하여 처리속도가 현저히 빠르고, 게다가 호기 조건을 유지하기 위한 공기공급이 불필요하므로 호기성 반응에 비하여 에너지 소비가 적고 유입 수질 변화에 대한 대응이 용이하며 슬러지 발생량이 적다는 장점이 있다.

팽창성 입상 슬러지 처리수는 간헐 폭기조(7)에 이송된 다음, 호기-혐기 조건을 순차적으로 반복함으로써 유기물과 질소가 제거되며 침전조(8)에서 침전시켜 침전 슬러지와 상등수인 처리수로 분리한다. 간헐 폭기조(7)에서도 일부의 탈질산화 반응이 일어나지만, 질산화된 처리수를 팽창성 입상 슬러지 반응조(5)로 반송하여 탈질산화하는 것이 본 발명에 있어서의 주요 질소제거 방법이다.

상기와 같이 침전 분리된 처리수는 반송되는 량을 제외하고 최종 방류하는데, 최종 방류 전에 오존 살균이나 자외선 소독장치를 통과시켜서 방류수 중의 대장균과 일부 난분해성 물질을 제거할 수 있다.

발명의 효과

본 발명은 축산 폐수의 정화방법 초기에 고온 호기성 산화반응을 이용하므로써 유입 폐수의 극심한 변동에도 적응성이 뛰어나며, 생물학적 공정에서 발생하는 잉여 슬러지의 자체 처리가 가능하고, 탈질산화 과정에서 별도의 탄소원의 주입이 불필요한 경제적인 축산 폐수의 정화방법이다.

또한 본 발명은 정화방법에만 한정하지 않고 축산 폐수의 자원화에도 일익을 한다. 즉, 고온 호기성 산화반응을 통한 액비의 생산으로 환경친화적인 농업활동에 기여하고, 팽창성 입상 슬러지층에서 발생한 바이오가스를 실생활에 이용할 수 있다는 장점이 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

본 발명은 축산 폐수를 정화처리하는 데 있어서,
1) 협잡물 제거장치에 의해 축산 폐수의 고형물을 분리하는 단계;
2) 상기에서 고액분리된 폐수를 고온 호기성 산화반응시키는 단계;
3) 상기한 고온 호기성 산화반응 처리수에 무기 응집제를 투여하고 응집/탈수하여 탈수 케익과 탈리 여액을 분리하는 단계;
4) 단계 3)으로부터 얻어진 탈리 여액을 팽창성 입상 슬러지층으로 처리하는 단계; 및
5) 상기한 팽창성 입상 슬러지층에서 얻어진 처리수를 간헐 폭기하고 침전조에서 침전시켜 상등수를 방류하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용한 축산 폐수의 정화방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 단계 4)의 팽창성 입상 슬러지 반응 부산물로 바이오가스를 생산하여 포집하는 것을 특징으로 하는 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용한 축산 폐수의 정화방법.

청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 단계 5)에서 침전조 상등수 중 일부가 팽창성 입상 슬러지 반응조로 반송되는 것을 특징으로 하는 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용한 축산 폐수의 정화방법.

청구항 4.

제 1항에 있어서, 상기 단계 4)의 팽창성 입상 슬러지 반응과 단계 5)의 침전조에서 발생한 잉여 슬러지가 고온 호기성 산화 반응조로 이송되는 것을 특징으로 하는 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용한 축산 폐수의 정화방법.

청구항 5.

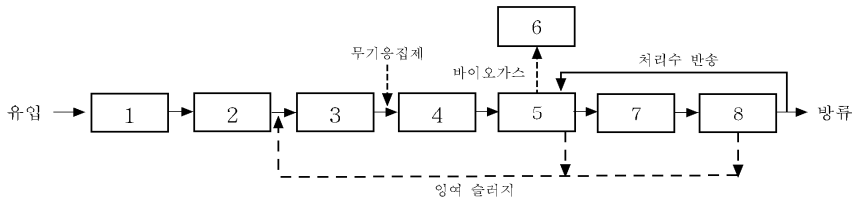
제 1항에 있어서, 상기 단계2) 고온 호기성 산화 반응을 거친 처리수를 액비로 사용하는 것을 특징으로 하는 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용한 축산 폐수의 정화방법.

청구항 6.

협잡물 제거장치(1); 유량 조정조(2); 고온 호기성 산화조(3); 탈수기(4); 팽창성 입상 슬러지 반응조(5); 가스 저장조(6); 간헐 폭기조(7); 및 침전조(8)를 포함하되, 상기에서 팽창성 입상 슬러지 반응조(5)에 있어서 탈수 처리된 탈리 여액, 내부 순환수 및 간헐 폭기/침전을 거친 반송 처리수의 균일한 유입을 위하여 상부 중앙에 유입 수조(51)와 팽창성 입상 슬러지 반응조(5) 상부 양측면에 유입수 분배조(52) 및 하부에는 유입수 분배관(56)이 설치되고 반응조(5)에서 발생한 바이오가스를 포집하는 분리장치(55)와 바이오가스 이송관(57), 팽창성 입상 슬러지 처리수조(53) 및 내부 순환펌프(54)가 설치되는 것을 특징으로 하는 고온 호기성 산화반응과 팽창성 입상 슬러지층을 이용한 축산 폐수의 정화장치.

도면

도면1



도면2

