



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년01월21일
 (11) 등록번호 10-1353678
 (24) 등록일자 2014년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B01D 53/84 (2006.01) B01D 39/14 (2006.01)
 C12N 11/02 (2006.01) B01D 53/34 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0064661
 (22) 출원일자 2013년06월05일
 심사청구일자 2013년06월05일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP09313870 A
 KR1020050043490 A
 KR100608086 B1
 KR100636617 B1

(73) 특허권자
 경북대학교 산학협력단
 대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)
 (72) 발명자
 신원식
 대구광역시 수성구 달구벌대로496길 72 범어동 두
 레맨션 102동 1302호
 박혜옥
 대구광역시 수성구 파동로8길 17-3 (파동)
 (74) 대리인
 손민

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 성영환

(54) 발명의 명칭 **악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 바이오 필터 및 이를 포함하는 악취 처리 장치**

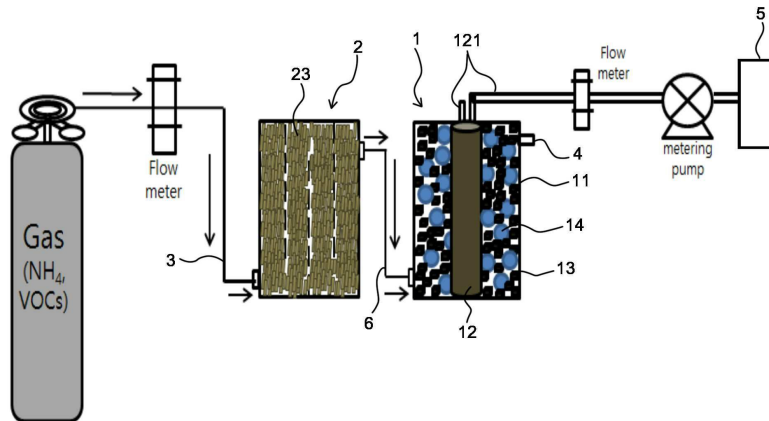
(57) 요약

본 발명은 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 바이오 필터 및 이를 포함하는 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 악취 처리 장치에 관한 것이다.

본 발명의 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 바이오 필터는 탄소원과 산소원 중 어느 하나 이상의 공급이 가능한 다공성 튜빙을 사용함으로써 미생물의 생장에 도움이 되는 영양원 및 서식환경을 효율적으로 제공할 수 있는 효과가 있다. 또한 폴리우레탄 폼 담체가 충전된 케이지를 이용함으로써, 미생물 부착량이 증대되고 담체의 눌림현상을 방지하여 악취 제거 성능 및 내구력이 향상된 효과가 있다.

본 발명의 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 악취 처리 장치는 상기 바이오 필터와 상기 천연 유기물 필터를 조합함으로써, 향상된 악취 제거 성능을 제공할 수 있다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

바이오 필터의 외형을 이루며 내부공간을 제공하는 바이오 필터 몸체(11);
 상기 내부공간에 위치하는 하나 이상의 지지체(12); 및
 상기 지지체(12)를 둘러싸며 상기 내부공간에 채워지는 폴리우레탄 폼 담체(13)와 케이지(14)를 포함하고,
 상기 지지체(12)는 다공성 물질로 이루어지며, 미생물의 생육에 필요한 탄소원과 산소원 중 어느 하나 이상의 공급이 가능한 다공성 튜빙(tubing)(121)을 하나 이상 포함하고,
 상기 다공성 튜빙(121)은 상기 지지체(12)의 내부에 함입되어 있거나, 상기 지지체(12)의 외부에 감겨져 있고,
 상기 폴리우레탄 폼 담체(13)는 미생물이 부착되어 있고,
 상기 케이지(14)는 내부에 상기 폴리우레탄 폼 담체(13)가 충전되는 것을 특징으로 하는 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 바이오 필터(1).

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 지지체(12)는 장방형이며, 상기 필터의 내부공간의 20 내지 50 부피%를 차지하는 것인 바이오 필터(1).

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 지지체의 다공성 물질은 폴리우레탄 폼, 폴리비닐아세탈 폼, 폴리스틸렌 폼 또는 폴리에틸렌 폼을 포함하며, 미생물이 부착되어 있는 것인 바이오 필터(1).

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 다공성 튜빙(121)은 실리콘으로 이루어진 것인 바이오 필터(1).

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 다공성 튜빙(121)은 산소 투과율이 4,000 내지 7,000 cc · mm/cm² · sec · cmHg · 10⁻¹⁰인 것인 바이오 필터(1).

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 폴리우레탄 폼 담체(13)는 활성탄, 숯, 바이오차(biochar), 유기성 슬러지 탄화물, 이온교환수지, 천연점토 및 제올라이트로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 조합이 담지된 것인 바이오 필터(1).

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 폴리우레탄 폼 담체(13)는 1 내지 10cm³의 부피를 갖는 것인 바이오 필터(1).

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 케이지(14)는 직경 12 내지 45mm인 구의 형태인 것인 바이오 필터(1).

청구항 10

제1항 내지 제3항 및 제5항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 바이오 필터(1);

천연 유기물 담체층(23)을 포함하는 천연 유기물 필터(2);

상기 천연 유기물에 연결되며, 악취물질 및 휘발성 유기화합물을 포함하는 가스가 유입되는 유입부(3);

상기 바이오 필터(1)에 연결되는 배출부(4); 및

상기 다공성 튜빙(121)과 연결되며, 상기 바이오 필터(1)에 탄소원과 산소원 중 어느 하나 이상을 공급해주는 저장조(5)를 포함하고,

상기 바이오 필터(1)와 상기 천연 유기물 필터(2)는 배관(6)을 통해 연결되어 1차 필터링된 가스가 이동할 수 있는 것을 특징으로 하는 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 악취 처리 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 천연 유기물 담체층(23)은 피트모스(peat-moss), 퇴비(compost), 토탄(peat) 및 나무껍질로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함하는 것인 악취 처리 장치.

청구항 12

제10항에 따른 악취 처리 장치를 이용하는 것을 특징으로 하는 악취물질 및 휘발성 유기화합물의 제거 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 바이오 필터 및 이를 포함하는 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 악취 처리 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 악취라 함은, 인간이 감지할 수 있는 불쾌한 냄새를 지칭하는 것으로, 통상 주위 환경에서 발생하고 있는 악취의 근원물질은 많은 종류가 있다. 악취는 여러 가지 악취물질의 복합작용에 의해 나타나며 각각의 발생원으로는 일반 공장을 제외하고도 하수처리장, 위생처리장, 분뇨처리장 및 석유화학관련공장에서 발생하는 복합악취와 휘발성 유기화합물과 같은 가스상 오염물질이 문제시되고 있으며, 또한 근래 들어 지속적으로 문제가 되고 있는 음식물류 폐기물 자원화 시설 등을 들 수 있다.

[0003] 상기와 같은 악취물질 및 휘발성 유기화합물(Volatile organic compounds: VOCs)은 암모니아와 메틸메르캅탄, 황화수소, 황화메틸, 이황화메틸, 트리메틸아민, 아세트알데히드, 프로피온알데히드, 부틸알데히드, 노르말 부틸 알데히드, 이소 부틸알데히드, 톨루엔, 자일렌, 스티렌 등으로 다양하다.

[0004] 악취물질 및 휘발성 유기화합물 처리 기술로는 물리적, 화학적, 생물학적 처리 방법이 있다. 물리·화학적 방법

은 응축, 흡착, 세정, 연소, 탈취 등으로 안정적인 처리 효율을 도출할 수 있으나 높은 운전비용과 2차 오염물질 발생 등의 문제가 있다. 생물학적 처리 방법은 악취 및 휘발성 유기화합물의 미생물 분해 작용을 이용하는 것으로 토양 미생물 처리법과 생물여과법 등이 있으며 생물학적 처리 방법의 경우 대부분의 악취 및 휘발성 유기화합물에 대한 처리가 용이하고 낮은 운전비용과 높은 처리 효율 도출이 가능하며 2차 오염이 발생되지 않기 때문에 그 사용이 점차 증가하고 있는 추세이다.

[0005] 특히, 생물 여과법은 다공성의 담체에 고농도의 미생물을 부착 성장시켜 악취 및 휘발성 유기화합물을 처리하는 기술로, 낮은 운전비용에 높은 처리효율을 도출이 가능하며 담체의 교체 주기도 긴, 경제적인 처리 방법이다. 상기 생물 여과법은 충전된 담체에 미생물 막을 형성시키고 부착된 미생물에 의해 처리하는 기술이 주를 이루고 있으나, 처리 대상 물질의 부하량에 따라 제거효율이 안정적이지 못하다는 단점을 가지고 있다. 이와 같은 단점을 보완하기 위하여 비표면적을 증가시키고, 담체 표면에 생물막 형성이 용이하도록 수분 및 영양원의 공급을 원활하게 해주는 다양한 연구와 기술 개발이 이루어지고 있다.

[0006] 기존의 악취 처리용 충전 담체는 퇴비(compost), 토탄(peat), 나무껍질 등의 천연 유기물질이나 세라믹, 플라스틱, 폴리우레탄 등을 이용한 인공 담체가 적용되어 지고 있다. 천연 유기물질을 이용한 담체의 경우 초기에는 높은 흡착과 안정적인 수분 함량 유지가 가능하여 높은 제거율을 도출할 수 있으나, 담체의 분해가 쉽고, 압력 손실에 따른 편류 현상 발생으로 인한 담체의 보수와 교체 주기가 짧다는 문제점을 가지고 있다. 또한 플라스틱과 같은 인공 담체의 경우 담체의 손실과 편류 현상에 대한 문제는 적으나, 생물막 형성과 유지를 위해 별도의 영양원 주입이 필요하다는 문제점을 가지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 폴리우레탄 폼 담체로의 영양원 공급을 원활히하여 악취물질 및 휘발성 유기화합물을 효율적이고 안정적으로 처리하는 바이오 필터를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 상기 바이오 필터와 천연 유기물 담체를 포함하는 천연 유기물 필터를 조합함으로써, 천연 유기물 담체의 편류현상 등의 문제점을 보완하고 악취물질 및 휘발성 유기화합물을 효율적이고 안정적으로 처리하는 악취 처리 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 제1양태는 바이오 필터의 외형을 이루며 내부공간을 제공하는 바이오 필터 몸체(11); 상기 내부공간에 위치하는 하나 이상의 지지체(12); 및 상기 지지체(12)를 둘러싸며 상기 내부공간에 채워지는 폴리우레탄 폼 담체(13)와 케이지(14)를 포함하고, 상기 지지체(12)는 다공성 물질로 이루어지며, 미생물의 생육에 필요한 탄소원과 산소원 중 어느 하나 이상의 공급이 가능한 다공성 튜빙(tubing)(121)을 하나 이상 포함하고, 상기 폴리우레탄 폼 담체(13)는 미생물이 부착되어 있고, 상기 케이지(14)는 내부에 상기 폴리우레탄 폼 담체(13)가 충전되는 것을 특징으로 하는 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 바이오 필터(1)를 제공한다.

[0010] 본 발명의 제2양태는 상기 바이오 필터(1); 천연 유기물 담체층(23)을 포함하는 천연 유기물 필터(2); 상기 천연 유기물에 연결되며, 악취물질 및 휘발성 유기화합물을 포함하는 가스가 유입되는 유입부(3); 상기 바이오 필터(1)에 연결되는 배출부(4); 및 상기 다공성 튜빙(121)과 연결되며, 상기 바이오 필터(1)에 탄소원과 산소원 중 어느 하나 이상을 공급해주는 저장조(5)를 포함하고, 상기 바이오 필터(1)와 상기 천연 유기물 필터(2)는 배관(6)을 통해 연결되어 1차 필터링된 가스가 이동할 수 있는 것을 특징으로 하는 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 악취 처리 장치를 제공한다.

[0011] 본 발명은 인공 담체인 폴리우레탄 폼 담체(13)로 이루어진 바이오 필터(1)에 있어서, 탄소원과 산소원 중 어느 하나 이상의 공급이 가능한 다공성 튜빙(121)을 사용함으로써 미생물의 생장에 도움이 되는 영양원 및 서식환경을 효율적으로 제공할 수 있는 특징이 있다. 나아가 상기 바이오 필터(1)는 폴리우레탄 폼 담체(13)가 충전된 케이지(14)를 포함함으로써, 미생물 부착량이 증대되고 담체의 눌림현상을 방지하여 악취 제거 성능 및 내구력

이 향상된 특징이 있다.

- [0012] 본 발명은 상기 바이오 필터(1)와 상기 천연 유기물 필터(2)를 조합함으로써, 종래 천연 유기물 필터(2)가 갖고 있던 편류 현상을 보완하고 필터 수명을 연장할 수 있다는 특징이 있다. 나아가, 상기 바이오 필터(1)와 상기 천연 유기물 필터(2)를 조합함으로써 향상된 악취 제거 성능을 제공할 수 있다.
- [0013] 이하 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0014] 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 바이오 필터(1)는 바이오 필터 몸체(11), 하나 이상의 지지체(12), 폴리우레탄 폼 담체(13) 및 케이지(14)를 포함한다.
- [0015] 상기 바이오 필터 몸체(11)는 바이오 필터의 외형을 이루며 내부공간을 제공할 수 있는 부재로써, 내부가 비어 있는 강체 용기가 포함될 수 있다. 상기 바이오 필터 몸체(11) 내부에는 상기 하나 이상의 지지체(12), 폴리우레탄 폼 담체(13) 및 케이지(14)가 위치할 수 있다.
- [0016] 상기 바이오 필터 몸체(11)는 원통형 또는 육면체의 형태를 포함하는 장방형 강체 용기일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0017] 상기 지지체(12)는 바이오 필터 몸체(11)의 내부공간에 위치하며, 하나 이상일 수 있다. 지지체(12)는 상기 내부공간에 채워지는 폴리우레탄 폼 담체(13) 및 케이지(14)가 고정될 수 있도록 지지해 주는 역할을 하며, 나아가 미생물에게 영양을 공급해주는 다공성 튜빙(121)이 필터 몸체(11)의 내부공간에 고정될 수 있도록 지지해 주는 역할을 할 수 있다.
- [0018] 상기 지지체(12)는 상기 필터의 내부공간의 20 내지 50 부피%를 차지할 수 있다. 만약 상기 지지체가 20 부피% 미만으로 내부공간을 차지하고 있는 경우엔 지지체의 역할을 충분히 수행하기 어려우며, 50 부피% 초과하여 내부공간을 차지하고 있는 경우엔 지지체 주변에 채워지는 폴리우레탄 담체 및 케이지가 충분히 채워지기 어려울 수 있다.
- [0019] 구체적으로, 상기 지지체(12)는 원통형 또는 육면체의 형태를 포함하는 장방형일 수 있으나, 특별히 그 형태에 제한되는 것은 아니다.
- [0020] 상기 지지체(12)는 다공성 물질로 이루어지며, 미생물의 생육에 필요한 탄소원과 산소원 중 어느 하나 이상의 공급이 가능한 다공성 튜빙(121)(tubing)을 하나 이상 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 다공성 물질이란, 다공성으로 넓은 비표면적을 가짐으로써 미생물이 부착되어 원활한 생장이 가능한 고분자 물질을 의미한다. 상기 다공성 물질의 비제한적인 예로는 폴리우레탄 폼, 폴리비닐아세탈 폼, 폴리스틸렌 폼 또는 폴리에틸렌 폼 등이 있으며, 바람직하기로 발포된 폴리우레탄(폴리우레탄 폼)일 수 있다. 상기 다공성 물질 표면에 형성된 수많은 공극에 호기성 미생물 또는 혐기성 미생물을 통상의 방법으로 부착시켜 미생물막을 형성시켜 사용할 수 있다.
- [0022] 상기 지지체(12)는 후술할 폴리우레탄 폼 담체(13)와 케이지(14)와 마찬가지로, 높은 비표면적과 표면에 존재하는 수많은 미생물들을 통하여 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거할 수 있다.
- [0023] 상기 다공성 튜빙(121)은 투과성을 갖는 원통형의 튜브로써, 외부 저장조(5)로부터 탄소원과 산소원 중 어느 하나 이상을 바이오 필터(1) 내부에 제공할 수 있다. 이로써 바이오 필터(1) 내부의 상기 다공성 물질 상 및 상기 폴리우레탄 폼 담체(13)와 케이지(14) 상의 미생물이 원활히 성장할 수 있다. 즉, 상기 다공성 튜빙(121)은 상기 지지체(12)에 부착되어 성장하는 미생물에게 탄소원 및/또는 산소원을 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 상기 지지체(12)를 둘러싸며 채워지는 폴리우레탄 폼 담체(13)와 케이지(14)에 부착되어 성장하는 미생물에게도 탄소원 및/또는 산소원을 제공할 수 있다.
- [0024] 상기 다공성 튜빙(121)은 상기 지지체(12)의 내부에 함입되어 있거나, 상기 지지체(12)의 외부에 감겨져 있을 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 나아가 상기 다공성 튜빙(121)은 상기 다공성 물질이 발포되어 제조될 때, 여기에 함께 포함시켜 다공성 물질을 발포시킴으로써, 자연스럽게 상기 지지체(12)의 내부에 함입되거나, 상기 지지체(12)의 외부에 감겨져 있을 수 있다(도 2 참조).

- [0025] 상기 다공성 튜빙(121)의 비제한적인 소재의 예로는 실리콘 등이 포함될 수 있고 이에 제한되는 것은 아니나, 상기 실리콘은 유연성(flexibility) 및 내구성이 좋고, 경제적이며, 다공성으로 물질 전달에 유리하다는 관점에서 바람직하다. 나아가, 상기 다공성 튜빙(121)은 산소 투과율이 4,000 내지 7,000 cc · mm/cm² · sec · cmHg · 10⁻¹⁰인 다공성 소재로 이루어질 수 있으며, 상기 높은 산소 투과율을 통해 호기성 미생물의 성장을 돕고 악취물질의 분해를 효율적으로 수행할 수 있다.
- [0026] 특히 상기 다공성 튜빙은 필터 내부 전체에 균일하게 탄소원 및/또는 산소원이 확산되어 전달될 수 있는 특징이 있으며, 이로써 미생물의 성장 및 활성이 용이할 수 있다. 반면 상기 다공성 튜빙을 사용하지 않는 경우, 예를 들어 탄소원을 단순히 바이오필터 상부의 노즐을 통해 분무하여 공급하는 경우, 필터 상부에는 과잉 탄소원 공급이 이루어지게 되며 필터 하부까지 탄소원 전달이 용이하게 이루어지기 어렵다는 문제가 있다. 즉, 탄소원의 균일한 전달을 달성하기 어려우며, 이는 산소원의 경우에도 마찬가지이다.
- [0027] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 다공성 튜빙을 이용하여 바이오 필터 내부에 탄소원 또는 산소원을 공급하는 경우, 그렇지 않은 경우와 비교하여 더 우수한 악취 처리 결과를 보이는 것을 확인하였다(실시예 6 및 7).
- [0028] 상기 폴리우레탄 폼 담체(13)와 케이지(14)는 상기 지지체(12)를 둘러싸며 상기 내부공간에 채워지는 것으로, 높은 비표면적과 표면에 존재하는 수많은 미생물들을 통하여 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거할 수 있다(도 3 참조).
- [0029] 본 발명에서 사용하는 용어 '폴리우레탄 폼 담체'란 발포된 폴리우레탄으로 이루어진 고분자 담체를 의미하며, 구체적으로 비중이 1.0 내지 1.3이고, 공극율이 0.7 내지 0.9이며, 활성탄, 숯, 바이오차(biochar), 유기성 슬러지 탄화물, 이온교환수지, 천연점토, 제올라이트로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 조합이 담지되어 있을 수 있다. 나아가 높은 비표면적(50 내지 60m²/g)을 가짐에 따라 미생물을 고농도로 부착하기 용이하며, 다양한 흡착제를 포함하고 있어 생물학적 처리와 더불어 물리화학적 흡착 처리도 가능한 발포된 폴리우레탄을 의미한다.
- [0030] 본 발명의 일 구현예에 있어서, 상기 폴리우레탄 폼 담체(13)는 1 내지 10cm³, 바람직하기로 1 내지 5cm³의 부피를 갖는 것으로, 구체적으로 가로 2cm, 세로 2cm, 높이 2cm의 작은 정육면체형일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0031] 또한 본 발명의 일 구현예에 있어서, 폴리우레탄 프리폴리머(Polyurethane prepolymer)와 비이온성 계면활성제가 혼합된 수용액에 활성탄 분말을 첨가하고, 이를 발포 팽창시켜 활성탄이 담지된 폴리우레탄 폼 담체(13)를 형성할 수 있다. 이를 적절한 크기와 형태로 잘라서 사용할 수 있다. 상기와 같이 활성탄 분말이 일정비율로 첨가됨으로써 공극율이 향상되고 악취물질이 활성탄에 흡착되어 제거되도록 할 수 있다. 나아가 앞서 설명한 바와 같이, 활성탄뿐만 아니라 숯, 유기성 슬러지 탄화물, 이온교환수지, 천연점토, 제올라이트 등을 첨가하여 폴리우레탄 폼 담체(13)를 제조할 수 있다.
- [0032] 상기 폴리우레탄 폼 담체(13)는 담체 표면에 형성된 수많은 공극에 호기성 미생물 또는 혐기성 미생물을 통상의 방법으로 부착시켜 미생물막을 형성한 상태로 상기 내부공간에 채워질 수 있다.
- [0033] 본 발명에 있어서, 상기 미생물은 악취물질 및 휘발성 유기화합물을 정화 또는 제거할 수 있는 유용미생물(EM)을 의미한다. 일반적으로, 수질을 정화하기 위해서는 호기성 미생물의 활동이 보다 도움이 되고, 가축분뇨 또는 폐기물에 의한 악취를 제거하기 위해서는 혐기성 미생물의 활동이 보다 도움이 된다. 그러나, 일반적인 악취물질 및 휘발성 유기화합물은 축사, 도축장 또는 음식물쓰레기 처리장과 같은 현장에서 다양한 물질들과 함께 복합적으로 발생되기 때문에, 호기성 미생물과 혐기성 미생물을 함께 사용하는 것이 바람직하다. 본 발명의 상기 미생물은 세균, 곰팡이균, 바이러스 등을 포함하며, 상기 세균에 대한 비제한적인 예로는 고초균, 유산균, 방선균, 광합성균 등이 있고, 상기 곰팡이균의 비제한적인 예로는 황국균, 효모 등이 있다. 바람직하기로, 본 발명의 상기 미생물은 세균, 곰팡이균, 바이러스 등을 혼합하여, 다양한 미생물이 부착된 미생물막을 형성할 수 있다. 상기 미생물의 종류 및 구체적인 종은 본 기술분야의 악취처리에 있어서 통상적으로 사용될 수 있는 미생물을 모두 포함할 수 있으며, 특별히 제한되는 것은 아니다. 그러나, 특정 악취물질 또는 휘발성 유기화합물을 보다 효율적으로 제거하기 위해서, 이에 대응하는 특정 미생물을 특별히 더 적용시킬 수 있으나, 이는 당업자가 적절히 선택할 수 있는 사항이다.

- [0034] 상기 케이지(14)는 내부가 비어있는 구 형태이며, 마치 새장과 같이 가로 세로로 교차하는 창살로 이루어진 형태일 수 있다. 상기 케이지(14)의 내부에는 상기 폴리우레탄 폼 담체(13)가 충전되어 있을 수 있다.
- [0035] 상기 케이지(14)를 이루는 소재는 일정한 외형을 유지시킬 수 있는 소재로, 금속, 세라믹, 고분자 및 플라스틱 등이 있을 수 있고, 특별히 제한되는 것은 아니다. 나아가 상기 플라스틱 소재의 비제한적인 예로는, 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리에스테르(polyester), 폴리카보네이트(polycarbonate), 아크릴(acrylic), 폴리에틸렌(polyethylene), 폴리스틸렌(polystyrene) 등이 있을 수 있다. 바람직하기로, 상기 케이지의 소재는 성형이 용이하고 경제적인 다공성 플라스틱으로 이루어질 수 있으며, 견고하게 그 외형을 유지할 수 있기 때문에, 내부에 충전된 폴리우레탄 폼 담체(13)를 외부의 압력 등으로부터 보호할 수 있다. 하지만, 케이지(14)의 창살 사이사이의 공간을 통하여 악취물질 및 휘발성 유기화합물이 포함된 가스가 내부의 폴리우레탄 폼 담체(13)와 반응할 수 있으며, 나아가 내부의 폴리우레탄 폼 담체(13)는 케이지(14) 외부 환경과 상호작용을 할 수 있다. 구체적으로, 상기 다공성 튜빙(121)을 통해 공급된 탄소원 및/또는 산소원이 케이지(14) 내부의 폴리우레탄 폼 담체(13)로 전달될 수 있다.
- [0036] 상기 케이지(14)는 내부에 충전된 폴리우레탄 폼 담체(13)를 보호하는 역할을 수행함으로써, 내부의 폴리우레탄 폼 담체(13)는 높은 미생물 농도를 확보할 수 있으며, 나아가 담체의 압밀현상이 방지되고, 편류 현상을 방지할 수 있는 특징이 있다.
- [0037] 상기 케이지(14)는 그 크기나 형태가 특별히 제한되는 것은 아니나, 직경 12 내지 45mm인 구의 형태일 수 있다. 이 경우 케이지(14) 내부에는 1 내지 2cm³의 부피를 갖는 폴리우레탄 폼 담체(13)가 채워질 수 있다.
- [0038] 본 발명에 따른 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 악취 처리 장치에 대하여 설명한다.
- [0039] 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 악취 처리 장치는 상기 바이오 필터(1), 천연 유기물 필터(2), 상기 천연 유기물 필터(2)에 연결되는 유입부(3), 상기 바이오 필터(1)에 연결되는 배출부(4) 및 상기 다공성 튜빙(121)과 연결되는 저장조(5)를 포함한다.
- [0040] 상기 유입부(3)는, 본 발명의 악취 처리 장치에 정화하고자 하는 악취물질 및 휘발성 유기화합물을 포함하는 가스를 유입한다. 상기 유입부(3)는 상기 천연 유기물 필터(2)와 연결되어 있어, 상기 가스는 천연 유기물 필터(2)로 먼저 유입된다.
- [0041] 상기 천연 유기물 필터(2)는 악취물질 및 휘발성 유기화합물을 포함하는 가스를 1차 필터링 하는 것으로, 천연 유기물 담체층(23)을 이용하여 1차적으로 악취물질 및 휘발성 유기화합물을 흡착 및 분해하여 제거할 수 있다.
- [0042] 상기 천연 유기물 필터(2)는 피트모스(peat-moss), 퇴비(compost), 토탄(peat) 및 나무껍질로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함하는 천연 유기물 담체층(23)을 포함하며, 통상 사용하는 천연 유기물 필터(2)를 사용할 수 있으며 특별히 제한되지 않는다.
- [0043] 상기 천연 유기물 담체층(23)은 미생물의 영양원을 풍부히 함유하며, 적절한 함수율과 공기 투과성을 갖는다. 이로써, 각종 미생물이 생육하면서, 악취물질의 분해 및 제거를 도울 수 있다.
- [0044] 상기 천연 유기물 필터(2)는 상기 바이오 필터(1)와 배관(6)을 통해 연결되어, 상기 1차 필터링된 가스가 바이오 필터(1)로 이동할 수 있다.
- [0045] 상기 바이오 필터를 통해 상기 1차 필터링된 가스가 2차적으로 정화되어 악취물질 및 휘발성 유기화합물을 상당 부분 제거할 수 있다.
- [0046] 상기 바이오 필터는 앞서 설명한 본 발명에 따른 바이오 필터를 사용할 수 있다. 여기서 상기 다공성 튜빙(121)은 탄소원과 산소원 중 어느 하나 이상을 공급해주는 저장조(5)와 연결되어, 상기 바이오 필터 내부에 탄소원 및/또는 산소원을 공급할 수 있다.

- [0047] 상기 배출부(4)는 상기 바이오 필터(1)와 연결되어, 2차 필터링된 가스를 외부로 배출시킨다. 상기 2차 필터링된 가스는, 천연 유기물 필터(1차 필터링) 및 바이오 필터(2차 필터링)를 거침으로써, 악취물질 및 휘발성 유기화합물이 상당히 제거된, 정화된 가스이다.
- [0048] 나아가 본 발명의 또 다른 양태로서, 상기 악취 처리 장치를 이용하여 악취물질 및 휘발성 유기화합물을 제거 방법을 제공한다.
- [0049] 악취물질 및 휘발성 유기화합물이 포함된 가스를, 상기 설명한 본 발명의 악취 처리 장치에 투입함으로써, 1차 및 2차 필터링된 가스를 수득할 수 있다. 이로써 처음 가스 내에 포함되어 있던 악취물질 및 휘발성 유기화합물이 포함된 가스를 제거할 수 있다.
- [0050] 상기 악취물질 및 휘발성 유기화합물을 제거 방법에 따른 구체적인 장치 및 과정은 앞서 설명한 바와 동일하다.

발명의 효과

- [0051] 본 발명의 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 바이오 필터는 탄소원과 산소원 중 어느 하나 이상의 공급이 가능한 다공성 튜빙을 사용함으로써 미생물의 생장에 도움이 되는 영양원 및 서식환경을 효율적으로 제공할 수 있는 효과가 있다. 또한 폴리우레탄 폼 담체가 충전된 케이지를 이용함으로써, 미생물 부착량이 증대되고 담체의 눌림현상을 방지하여 악취 제거 성능 및 내구력이 향상된 효과가 있다.
- [0052] 본 발명의 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 악취 처리 장치는 상기 바이오 필터와 상기 천연 유기물 필터를 조합함으로써, 향상된 악취 제거 성능을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0053] 도 1a는 본 발명에 따른 폴리우레탄 폼 담체(13)의 사진도이다.
- 도 1b는 본 발명에 따른 폴리우레탄 폼 담체가 충전된 케이지(14)의 사진도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 다공성 튜빙을 포함하는 폴리우레탄 폼 지지체(12)의 사진도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 폴리우레탄 폼 지지체(12), 폴리우레탄 폼 담체(13) 및 케이지(14)가 필터 몸체에 채워진 바이오 필터(1)의 사진도이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 악취물질 및 휘발성 유기화합물 제거용 악취 처리 장치를 나타낸 모식도이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 다공성 튜빙의 탄소원 투과능을 나타낸 그래프이다. 구체적으로, 도 5a는 다공성 튜빙에 에탄올을 공급하였을 때 튜빙 외부로 나오는 에탄올의 농도를 나타낸 그래프이며, 도 5b는 다공성 튜빙에 메탄올을 공급하였을 때 튜빙 외부로 나오는 메탄올의 농도를 나타낸 그래프이다.
- 도 6은 본 발명에 따른 폴리우레탄 폼 담체의 악취물질(암모니아) 처리 성능을 나타낸 그래프로서, 유입되는 가스(influent)와 처리되어 배출되는 가스(effluent)의 악취물질 농도를 나타내었다. 구체적으로, 도 6a는 본 발명에 따른 1 내지 2cm인 정육면체형의 폴리우레탄 폼 담체가 채워진 필터의 악취물질 처리 성능에 대한 그래프이며, 도 6b는 필터 크기에 맞도록 제작된 본 발명에 따른 폴리우레탄 폼 지지체로 채워진 필터의 악취물질 처리 성능에 대한 그래프이다.
- 도 7은 본 발명에 따른 악취 처리 장치의 탄소원 공급 유무에 따른 악취물질(암모니아) 처리 성능을 나타낸 그래프이다. 구체적으로, 도 7a는 다공성 튜빙을 이용해 탄소원을 공급해준 경우이며, 도 7b는 탄소원을 공급해주지 않은 경우이다.
- 도 8은 본 발명에 따른 악취 처리 장치의 산소원 공급 유무에 따른 악취물질(톨루엔: 휘발성 유기화합물) 처리 성능을 나타낸 그래프이다. 구체적으로, 도 8a는 다공성 튜빙을 이용해 산소원을 공급해준 경우이며, 도 8b는 산소원을 공급해주지 않은 경우이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0054] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명하기로 한다. 이들 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는다.
- [0055] **실시예 1: 폴리우레탄 폼 담체의 제조**
- [0056] 폴리우레탄 프리폴리머(Prepolymer)인 Hypol-3000(Dow Chemical Co. USA)와 비이온성 계면활성제인 Tween-85(Aldrich Chemical Co., Milwaukee, USA) 수용액을 30g/L로 제조하여 4℃ 냉장 보관하여 사용하였다.
- [0057] 상기 폴리우레탄 프리폴리머는 비스클로로포르메이트(bischloroformate) 화합물을 디아민 화합물과 반응시켜 제조하거나, 또는 폴리테트라메틸렌 글리콜, 폴리프로필렌 글리콜 등의 폴리올 화합물과 디아소시아네이트(diisocyanate) 화합물을 주성분으로 하여 얻을 수 있다. 이와 함께 개시제(initiator), 실리콘계 정포제, 주석 촉매, 아민촉매 및 물을 첨가하여 다공성 폴리우레탄 폼을 제조할 수 있다. 본 발명에서는 기 제조된 폴리우레탄 프리폴리머인 Hypol-3000(Dow Chemical Co.)를 사용하였다.
- [0058] 상기 프리폴리머 Hypol-3000(Dow Chemical Co. USA)은 55℃의 Water bath내에서 최소한 2시간 동안 가열시켜 준비하였다. 준비된 Tween-85 수용액 110g과 흡착제 5g(활성탄 분말)을 플라스틱 용기에 넣고 잘 섞어 준 다음 Hypol-3000 Prepolymer 113.2g을 넣고 플라스틱 막대를 이용하여 격렬히 반응시킨 후 원통형 틀에 부어 팽창시켜 폴리우레탄 폼을 제조하였다.
- [0059] 나아가 상기 제조된 폴리우레탄 폼에 미생물을 부착하고, 1 내지 2cm인 정육면체형으로 잘라 폴리우레탄 폼 담체(13)를 제조하였다.
- [0060] 도 1a는 상기 제조된 폴리우레탄 폼 담체(13)의 외형사진이다.
- [0061] 또한, 상기 제조된 폴리우레탄 폼 담체(13)를 직경 12mm 이상 45mm 이하인 플라스틱 케이지(14)(플라스틱 볼)에 충전하여, 케이지(14)를 제조하였다.
- [0062] 도 1b는 상기 제조된 케이지(14) 및 그 내부의 외형사진이다.
- [0063] **실시예 2: 폴리우레탄 폼 지지체의 제조 및 바이오 필터**
- [0064] 본 발명의 바이오 필터 내부에 위치하여 지지역할을 하는 지지체(12)를 아래와 같이 여러 가지 방법으로 제조하였다.
- [0065] 폴리우레탄의 발포 전까지, 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 준비하였다. 폴리우레탄을 발포함에 있어서, 다공성의 튜빙(121)을 원통형 틀에 놓고 위치를 잘 고정시킨 뒤, 폴리우레탄을 발포시켜 원통형의 지지체(12)를 제조하였다.
- [0066] 또는, 폴리우레탄을 1차적으로 발포시킨 후, 그 외부를 다공성 튜빙(121)으로 감았다. 그 뒤 외부를 다시 한번 더 2차적으로 발포시켜 지지체(12)를 제조하였다.
- [0067] 또는, 폴리우레탄을 발포시킨 후, 그 외부를 다공성 튜빙(121)으로 감아 지지체(12)를 제조하였다.
- [0068] 상기 폴리우레탄 폼 지지체(12)는 다공성 튜빙(121)을 포함하는 형태로 다양하게 제조될 수 있으며, 상기 여러 가지 제조방법에 특별히 제한되는 것은 아니다.
- [0069] 상기 제조된 폴리우레탄 폼 지지체(12)를 바이오 필터 몸체(11) 중앙에 고정시키고, 상기 지지체(12) 주변을 상기 실시예 1에서 제조된 폴리우레탄 폼 담체(13)와 케이지(14)로 채워, 바이오 필터 내부공간을 채워 바이오 필터를 준비하였다.
- [0070]
- [0071] **실시예 3: 다공성 튜빙의 탄소원 투과능**
- [0072] 상기 실시예 2에서 제조된 지지체에 있어서, 상기 지지체에 포함된 다공성 튜빙(121)의 탄소원 투과능을 확인하

였다.

[0073] 상기 실시예 2에서 사용된 다공성 튜빙을 준비하고, 여기에 에탄올과 메탄올을 각각 주입하여 탄소원이 바이오 필터 내부로 용이하게 전달될 수 있는지 확인하였다. 그 결과를 도 5에 나타내었다.

[0074] 도 5에 나타난 바와 같이 에탄올(도 5a)과 메탄올(도 5b)의 경우 튜빙 내부로 주입하게 되면 충분히 외부로 용이하게 유출될 수 있음을 확인할 수 있으며, 따라서 바이오 필터 내부로 탄소원이 고르게 전달 가능하다는 것을 알 수 있다. 본 실험의 다공성 튜빙은 산소 투과율이 4,000 내지 7,000 cc · mm/cm² · sec · cmHg · 10⁻¹⁰ 이상인 것을 사용하였다.

[0075] **실시예 4: 폴리우레탄 폼 담체의 악취물질 처리 성능**

[0076] 상기 실시예 1에서 제조된 1 내지 2cm인 정육면체형의 폴리우레탄 폼 담체(13)와, 상기 실시예 2에서 제조된 폴리우레탄 폼 지지체가 되, 필터 크기에 맞도록 제조된 직경 11cm, 높이 18cm인 지지체를 준비하고, 이들의 악취 물질 처리 성능을 비교하였다. 그 결과를 도 6에 나타내었다.

[0077] 도 6의 a 및 b에 나타난 바와 같이, 1 내지 2cm인 정육면체형의 폴리우레탄 폼 담체(13)를 이용한 경우가(도 6a), 반응조 크기에 맞도록 제조되고 별도로 자르지 않고 그대로 적용한 지지체의 경우(도 6b)에 비하여 보다 나은 악취물질 처리 성능을 보임을 확인할 수 있었다. 이는 폴리우레탄 폼 담체를 1 내지 2cm로 수개 잘라 적용함이, 그렇지 않은 경우(지지체)보다 비표면적이 크게 증가했기 때문으로 판단된다.

[0078] **실시예 5: 폴리우레탄 폼 담체(13) 및 케이지(14)의 미생물 부착**

[0079] 상기 실시예 1에서 제조된 폴리우레탄 폼 담체(13)에 2주간 미생물을 안정적으로 부착시킨 후, 이에 대한 바이오매스(biomass)를 분석하였다. 또한 상기 실시예 1에서 제조된 폴리우레탄 폼 담체로 충전된 플라스틱 케이지(14)에 2주간 미생물을 안정적으로 부착시킨 후, 이에 대한 바이오매스를 분석하였다. 그 결과를 아래 표 1에 나타내었다.

표 1

[0080]	폴리우레탄 폼 담체			폴리우레탄 폼 담체가 충전된 케이지		
	Biomass(g)	0.002	0.001	0.001	0.234	0.214
담체 무게 (g)	0.072	0.074	0.087	0.084	0.091	0.088
케이지 무게(g)				5.552	5.327	6.228
MLSS(mg/L)	3,000	2,400	2,600	5,800	5,300	5,200

[0081] 그 결과 폴리우레탄 폼 담체의 경우, 바이오매스 농도는 평균 0.001(g/g), MLSS는 평균 2,600(mg/L)로 나타났으며, 폴리우레탄 폼 담체가 충전된 케이지의 경우 바이오매스 농도는 평균 0.22(g/g), MLSS는 평균 5,500(mg/L)로서, 케이지의 경우 폴리우레탄 폼 담체만을 사용하여 미생물을 부착하였을 때보다 MLSS는 2배 이상 높은 것으로 나타났다.

[0082] 이와 같이 플라스틱 케이지에 폴리우레탄 폼 담체를 채워 적용할 경우, 높은 미생물 부착량을 확보할 수 있으며, 장시간 운전시 폴리우레탄 폼 담체의 압밀 현상으로 인한 플러깅 및 편류 현상을 방지할 수 있음을 확인하였다.

[0083] **실시예 6: 탄소원 공급 유무에 따른 악취 처리 장치의 악취물질 처리 성능**

[0084] 도 4에 나타난 바와 같이, 30 내지 50%의 부피비로 충전된 피트모스로 이루어진 천연 유기물 담체층(23)을 포함하는 천연 유기물 필터(2) 및 상기 실시예 2에서 제조된 바이오 필터(1)를 포함하는 악취 처리 장치를 구성하였다.

[0085] 악취물질 및 휘발성 유기화합물을 포함하는 가스가 유입부(3)를 통해 유입되고, 상기 가스는 천연 유기물 필터

(2)에서 1차 필터링 되며, 1차 필터링된 가스가 상기 바이오 필터로 유입되고, 바이오 필터에서 2차 필터링 되며, 배출부(4)를 통해 외부로 빠져나간다. 배출부(4)를 통해 외부로 빠져나오는 가스를 샘플로서 포집하였다.

[0086] 나아가 효율적인 탄소원 공급을 위해 다공성 튜빙(121)으로 메탄올을 주기적으로 공급해준 경우와, 아무것도 공급해 주지 않은 경우를 나누어, 상기 샘플 가스를 분석해 악취물질에 대한 처리 효율을 분석하였다.

[0087] 양자에 대한 분석 결과를 도 7a 및 7b에 나타내었다.

[0088] 상기 도 7a 및 7b에 나타난 바와 같이, 다공성 튜빙을 이용해 탄소원을 공급 한 경우(도 7a), 그렇지 않은 경우(도 7b)와 비교하여 확연히 더 뛰어난 악취 처리 결과를 보이는 것을 확인할 수 있었다.

[0089] **실시예 7: 산소원 공급 유무에 따른 악취 처리 장치의 악취물질 처리 성능**

[0090] 상기 실시예 6와 동일한 악취 처리 장치를 준비하였다.

[0091] 상기 악취 처리 장치에 있어서, 산소원 공급을 위해 다공성 튜빙(121)으로 산소 가스를 주기적으로 공급해준 경우와, 아무것도 공급해 주지 않은 경우를 나누어, 상기 샘플 가스를 분석해 악취물질에 대한 처리 효율을 분석하였다.

[0092] 양자에 대한 분석 결과를 도 8a 및 8b에 나타내었다.

[0093] 상기 도 8a 및 8b에 나타난 바와 같이, 다공성 튜빙(121)을 이용해 산소원을 공급 한 경우(도 8a), 그렇지 않은 경우(도 8b)와 비교하여 확연히 더 뛰어난 악취(톨루엔) 처리 결과를 보이는 것을 확인할 수 있었다.

부호의 설명

- [0094] 1: 바이오 필터 2: 천연 유기물 필터
 3: 유입부 4: 배출부
 5: 저장조 6: 배관
 12: 지지체 121: 다공성 튜빙
 13: 폴리우레탄 폼 담체
 14: 케이지
 23: 천연 유기물 담체층

도면

도면1a



도면1b



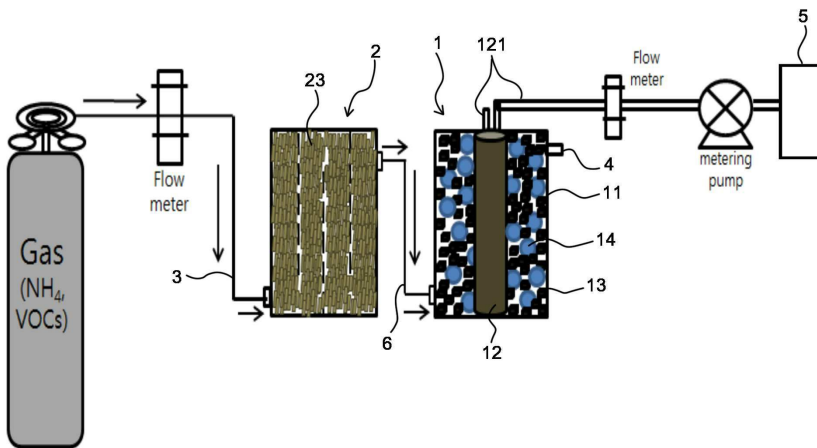
도면2



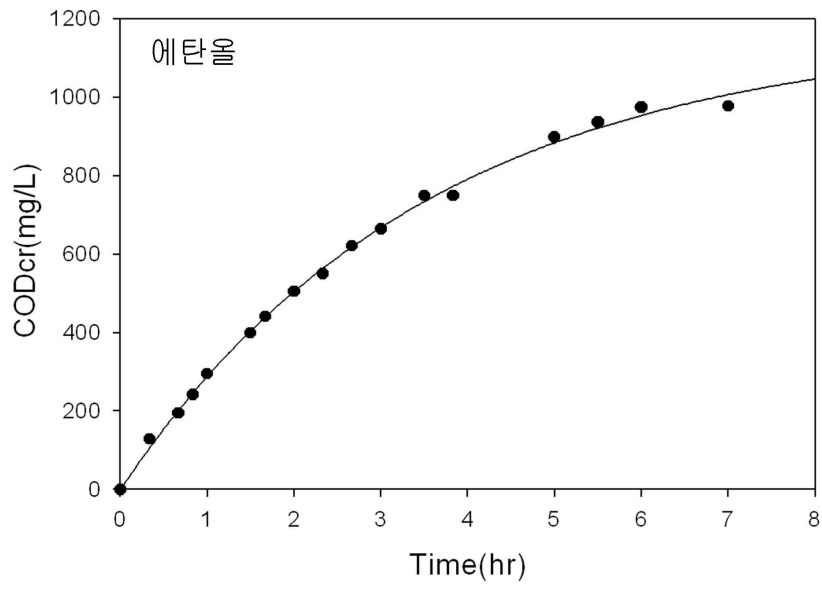
도면3



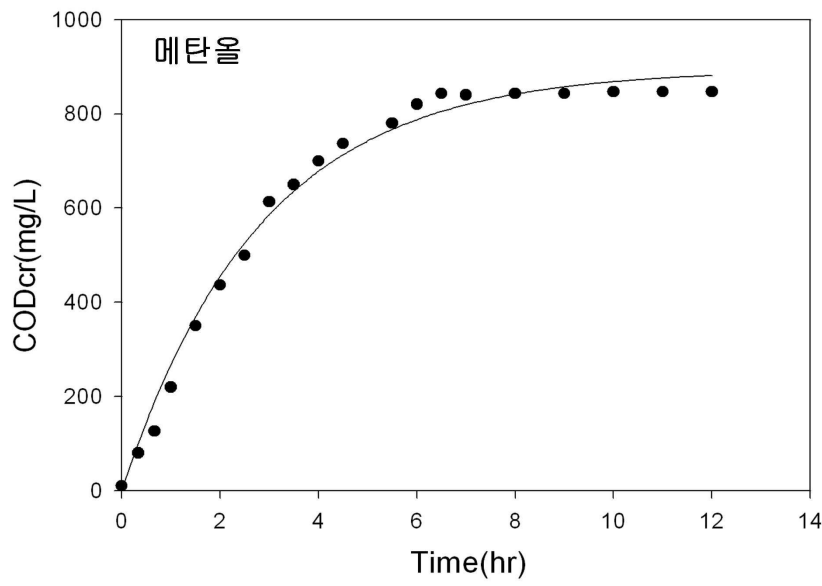
도면4



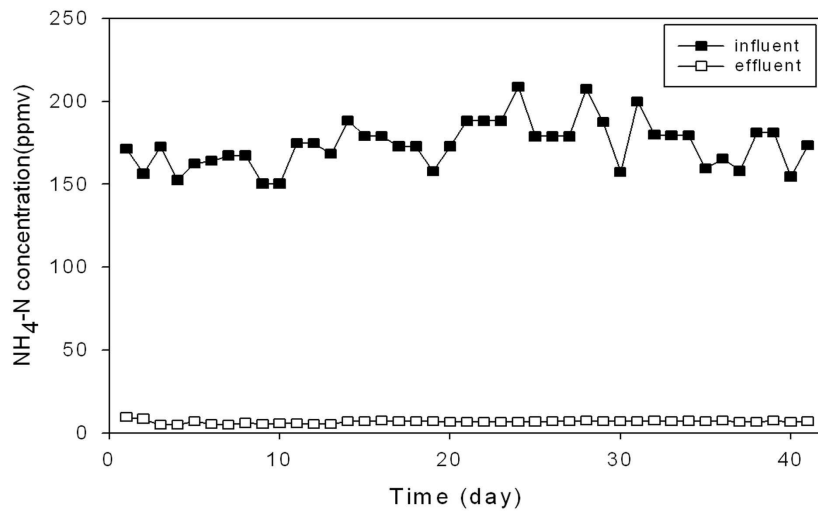
도면5a



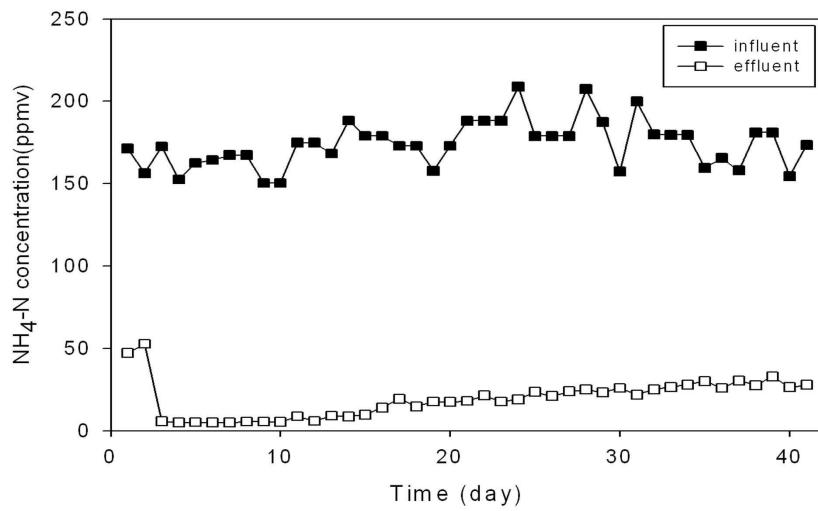
도면5b



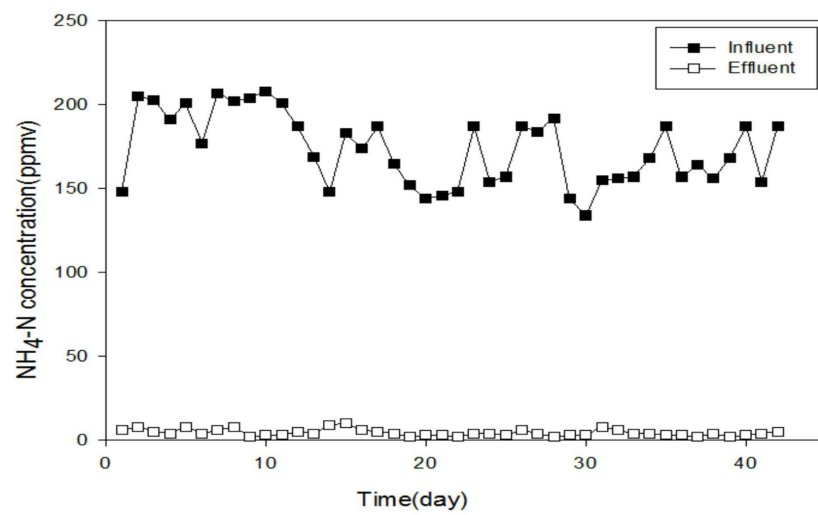
도면6a



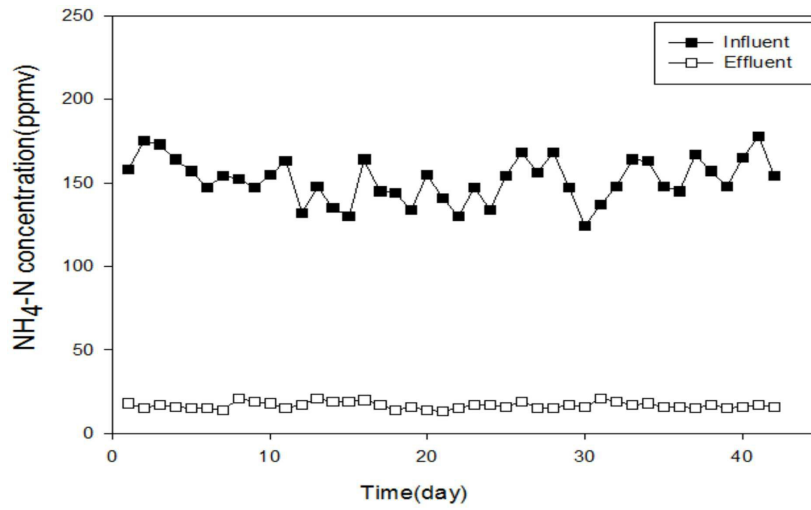
도면6b



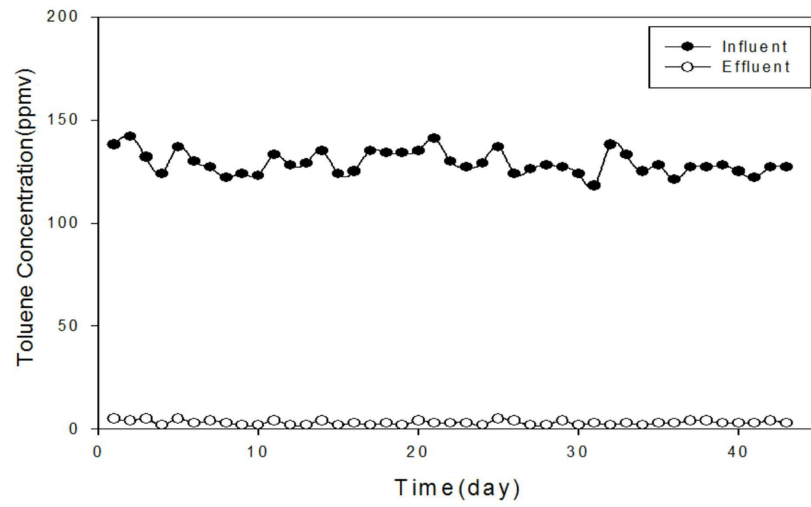
도면7a



도면7b



도면8a



도면8b

