(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018 년 9 월 7 일 (07.09.2018)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2018/159905 A1

(51) 국제특허분류:
B01D 53/84 (2006.01) *B01D 53/02* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/007885

(22) 국제출원일: 2017 년 7 월 21 일 (21.07.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2017-0026020 2017 년 2 월 28 일 (28.02.2017) KR

(71) 출원인: 이화여자대학교 산학협력단 **(EWHA UNIVERSITY-INDUSTRY COLLABORATION FOUNDATION)** [KR/KR]; 03760 서울시 서대문구 이화여대길 52, Seoul (KR).

(72) 발명자: **조경숙 (CHO, Kyung Suk)**; 06554 서울시 서초구 동광로 1길 87, 501호, Seoul (KR). **정혜경 (JUNG, Hye Kyeng)**; 07981 서울시 양천구 목동서로 70, 229동 401호, Seoul (KR).

(74) 대리인: **김순웅 (KIM, Soon Woong)**; 08380 서울시 구로구 디지털로 31길 20 (구로동) 601호, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

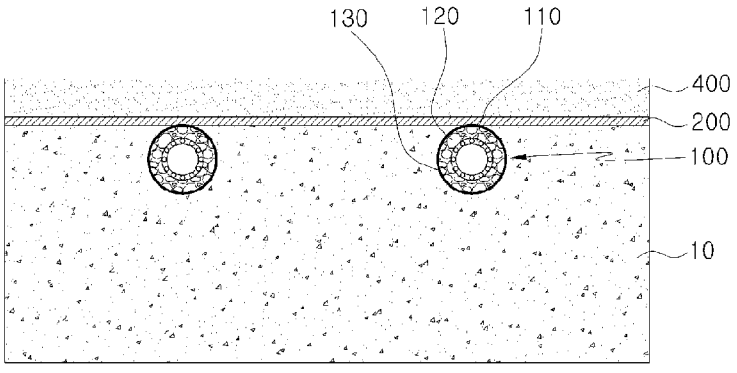
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: HIGHLY INTENSIVE LANDFILL GAS TREATMENT SYSTEM FOR REDUCING METHANE AND ODOR

(54) 발명의 명칭: 메탄과 악취 동시 저감용 고집약 매립가스 처리시스템



(57) Abstract: A landfill gas treatment system of the present invention comprises: a gas collecting pipe embedded in a landfill; a barrier layer having an opening and covering the landfill; a bio-cover installed in the opening; and a landfill cover soil for covering the barrier layer, except for the bio-cover. Accordingly, since the barrier layer directly covers a landfill from which both methane and odor are emitted, and the bio-cover is installed in a partially open end portion of the barrier layer, the methane and odor emissions can be removed while the bio-cover is installed over only a part of the area of the landfill.

(57) 요약서: 본 발명의 매립지의 가스 처리 시스템은, 매립지에 매립되는 가스 포집관; 개구부가 형성되며 상기 매립지를 덮는 차폐막; 상기 개구부에 설치되는 바이오커버; 및 상기 바이오커버를 제외한 차폐막을 덮는 복토가 포함되는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 메탄과 악취가 동시에 배출되는 매립지를 직접 덮는 차폐막과 차폐막의 개방된 일부 단부에 설치된 바이오커버에 의해 매립지의 설치 면적 중 일부에만 바이오커버를 설치하면서도 메탄과 악취를 제거하는 효과가 있다.

WO 2018/159905 A1

명세서

발명의 명칭: 메탄과 악취 동시 저감용 고집약 매립가스 처리시스템

기술분야

[1] 본 발명은 매립지의 가스 처리 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 메탄과 악취를 제거하는 바이오커버의 설치면적을 최소화하는 매립지의 가스 처리 시스템 및 이를 이용한 매립지 가스 분해 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

[3] 혐기성 조건하에서 유기물은 미생물에 의해 분해되어 메탄과 이산화탄소로 최종 분해되며, 이러한 분해과정에서 황화수소, 메틸메르캅탄, 황화메틸, 암모니아, 아민, 지방산 등의 악취물질이 발생한다.

[4] 매립지, 음식물 쓰레기 처리시설, 혐기성 소화조 등과 같은 유기성 폐기물 처리시설 및 공정, 축사 등이 메탄과 악취를 동시에 배출하는 대표적인 시설로 알려져 있다.

[5] 특히, 매립지는 메탄과 악취가 동시에 배출되는 가장 대표적인 시설로서 전국에 227개소(환경부 자원순환국, 2007)가 있으며 총 매립가능 면적과 매립용량은 각각 29,213,000 및 379,416,000이다.

[6] 이들 매립지의 매립가스 처리현황을 살펴보면, 매립가스를 포집하여 고농도 메탄을 자원화할 수 있는 설비를 갖춘 매립지는 전체의 4%(10개소)에 불과하고, 대부분의 매립지(199개소, 89%)에서 매립가스는 대기 중으로 배출되고 있다.

[7] 국내의 매립장 악취 현황 조사에 따르면, 고농도의 악취를 수반한 매립가스가 매립층과 복토층의 크랙(crack)이나 홀(hole)이 발생한 부위를 통해 대기 중으로 배출되어 심각한 악취문제를 유발하는 것으로 알려지고 있으며, 크랙이 발생한 복토 표면의 매립가스 중 악취농도는 희석배수로 약 17,000이었고, 황화수소 농도는 400,000ppb 이상인 것으로 조사되었다.

[8] 매립지 등과 같은 유기성 폐기물 처리시설(공정)에 대한 악취 관리는 악취 측정과 모니터링 중심으로 수행되었고, 악취제어대책으로는 탈취제 살포 등 소극적인 대응만 이루어지고 있었다. 향후 매립지, 분뇨/가축분뇨 처리시설, 기타 유기성 폐기물 처리시설 등과 같은 공공환경시설에 대한 악취배출시설 설치 신고가 의무화될 예정이다.

[9] 이에 따라, 매립지와 같은 폐기물 처리시설(공정)에서 발생하는 메탄과 악취를 제거하는 기술 개발의 필요성이 높아지고 있는 실정이다.

[10] 메탄과 악취를 제거하는 기술의 일 예로 메탄과 악취가 동시에 배출되는 매립지 전지역에 면오염원 대응 바이오커버를 설치하는 방법이 제안되었으나, 매립지 전지역에 바이오커버를 설치하기에는 초기 시공비와 운전관리비가

지나치게 많이 소요되는 문제점이 있게 된다.

[11] 즉, 바이오커버의 시공 면적이 늘어남에 다른 경제성이 낮아지게 된다.

[12] 이외에도 메탄과 악취가 동시에 배출되는 매립지에 면오염원 대상 바이오커버와 점오염원 대상 바이오필터를 별도로 설치하는 방법도 제안되었으나, 이 또한 초기 투자비와 운전관리비가 많이 소요되는 문제점이 있었다.

[13] 따라서, 바이오커버의 설치면적을 최소화하면서도 메탄과 악취를 제거하는 매립지의 가스 처리 시스템의 개발이 요구되고 있는 실정이다.

[14]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[15] 본 발명은 전술한 종래의 제반 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 메탄과 악취가 동시에 배출되는 매립지의 설치 면적 중 일부에만 바이오커버를 설치하면서도 메탄과 악취를 제거하는 매립지의 가스 처리 시스템을 제공하는 데 있다.

[16] 또한 본 발명의 다른 목적은 매립지의 면 오염원과 점 오염원에서 발생된 메탄과 악취를 동시에 처리 가능한 매립지의 가스 처리 시스템 및 이를 이용한 매립지 가스 분해 방법을 제공하는 데 있다.

[17]

과제 해결 수단

[18] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 매립지의 가스 처리 시스템은, 매립지에 매립되는 가스 포집관; 개구부가 형성되며 상기 매립지를 덮는 차폐막; 상기 개구부에 설치되는 바이오커버; 및 상기 바이오커버를 제외한 차폐막을 덮는 복토가 포함되는 것을 특징으로 한다.

[19] 또한, 상기 개구부는 차폐막의 장변과 단변의 중앙에 형성되며, 상기 가스 포집관은 개구부를 중심으로 인접하는 상기 차폐막의 테두리를 향해 뻗어나가며 배치된 것을 특징으로 한다.

[20] 또한, 상기 가스 포집관은 상기 개구부를 가로지르도록 상기 차폐막의 장변과 평행하게 형성된 메인관과, 상기 차폐막의 테두리를 향하도록 상기 메인관과 예각을 이루며 분기된 제1분기관 및 상기 제1분기관에서 분기된 제2분기관으로 구성된 것을 특징으로 한다.

[21] 또한, 상기 가스 포집관은, 유공관과, 상기 유공관의 둘레를 감싸는 자갈 및 상기 자갈과 유공관의 외부를 마감하는 부직포로 구성된 것을 특징으로 한다.

[22] 또한, 상기 바이오커버는, 4각 틀의 형태를 가지며 상기 개구부에 설치된 거푸집과, 상기 거푸집의 하부부터 순차적으로 적층되는 자갈층, 파렛트, 부직포, 펄라이트 및 바이오커버 합성물로 구성된 것을 특징으로 한다.

[23] 또한, 상기 거푸집으로 산소를 공급하는 에어컴퓨레셔가 더 구비된 것을

특징으로 한다.

[24] 또한, 상기 복토와 차폐막 및 매립지를 관통하여 설치된 가스 플레어가 더 구비된 것을 특징으로 한다.

[25] 또한 본 발명은 상기 시스템을 이용한 매립지 가스 분해 방법은, 가스 포집관에서 가스를 포집하는 단계; 포집된 가스를 바이오커버로 이송하는 단계; 바이오커버를 통해 가스를 분해하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 매립지 가스 분해 방법인 것을 특징으로 한다.

[26] 또한, 상기 가스는 메탄 또는 악취 유발 화합물인 것을 특징으로 한다.

[27]

발명의 효과

[28] 본 발명에 따른 매립지의 가스 처리 시스템에 따르면, 메탄과 악취가 동시에 배출되는 매립지를 직접 덮는 차폐막과 차폐막의 개방된 일부 단부에 설치된 바이오커버에 의해 매립지의 설치 면적 중 일부에만 바이오커버를 설치하면서도 메탄과 악취를 장기간 동안 효과적으로 제거하는 효과가 있다.

[29] 즉, 종래에는 매립지의 전역에 바이오커버를 덮었지만 본 발명은 설치 면적 중 일부에만 바이오커버를 설치하여 바이오커버의 시공 면적 최소화를 꾀할 수 있으며, 동시에 장기간 메탄 및 악취의 제거 효율을 유지할 수 있으므로 경제성이 매우 향상된다.

[30] 또한, 매립지를 덮는 차폐막에 의해 면 오염원과 점 오염원을 구분하지 않으면서 메탄과 악취를 제거한다.

[31]

도면의 간단한 설명

[32] 도 1은 본 발명에 따른 매립지의 가스 처리 시스템을 도시한 평면도이다.

[33] 도 2는 도 1의 'a-a'부를 도시한 단면도이다.

[34] 도 3은 도 1의 'b-b'부를 도시한 단면도이다.

[35] 도 4a와 4b는 도 1의 바이오커버를 도시한 도면이다.

[36] 도 5는 본 발명의 가스 처리 시스템의 메탄 제거 효율을 확인한 결과를 나타낸 도이다.

[37] 도 6은 본 발명의 가스 처리 시스템의 복합 악취 제거 효율을 SOAV (Sum of Odor Activity Value) 지표를 통해 확인한 결과를 나타낸 도이다.

[38] 도 7은 본 발명의 가스 처리 시스템의 복합 악취 제거 효율을 공기희석배수지표 (Odor dilution ratio) 를 통해 확인한 결과를 나타낸 도이다.

[39]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[40] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[41] 본 발명에 따른 가스 처리 시스템의 부호에 대한 설명은 다음과 같다.

[42] S - 매립지의 가스 처리 시스템

[43] 10 - 매립지

[44] 100 - 가스 포집관

[45] 200 - 차폐막

[46] 300 - 바이오커버

[47] 400 - 복토

[48] 500 - 가스 플레어

[49] 600 - 센서

[50]

[51] 도 1은 본 발명에 따른 매립지의 가스 처리 시스템을 도시한 평면도이고, 도 2는 도 1의 'a-a'부를 도시한 단면도이며, 도 3은 도 1의 'b-b'부를 도시한 단면도이고, 도 4a와 4b는 도 1의 바이오커버를 도시한 도면이다.

[52] 도 1 내지 도 4b에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 매립지의 가스 처리 시스템(S)은, 매립지(10)에 매립되는 가스 포집관(100)과, 중앙으로 개구부(210)가 형성되며 매립지(10)를 덮는 차폐막(200)과, 개구부(210)에 설치되는 바이오커버(300) 및 바이오커버(300)를 제외한 차폐막(200)을 덮는 복토(400)로 구성된다.

[53] 매립지(10)는 일정한 크기 및 형태로 설정되며, 설정된 매립지(10)에 메탄 과 악취를 포집하여 제거하도록 본 발명의 가스 처리 시스템(S)이 설치된다.

[54] 가스 포집관(100)은 매립지(10)의 메탄과 악취를 포집하도록 매립지(10)에 설정 깊이로 매립한다.

[55] 차폐막(200)은 매립지에서 발생한 메탄과 악취가 대기중으로 배출되지 않도록 설정된 크기의 매립지(10)를 전부 덮도록 구성되며, 차폐막(200)은 일정 크기의 비닐시트로 매립지(10)를 분할하여 덮는 것이 바람직하다.

[56] 즉, 차폐막(200)은 매립지에서 발생한 메탄과 악취가 대기중으로의 배출을 방지하며 가스 포집관(100)으로 안내하게 된다.

[57] 바이오커버(300)는 설정된 매립지(10) 전부를 덮지 않도록 개구부(210)에만 설치되어 가스 포집관(100)과 차폐막(200)을 통해 유도된 메탄과 악취를 제거하게 된다.

[58] 바이오커버(300)는 그 하부로 가스 포집관(100)이 가로지름과 동시에 그 하부 매립지(10)와는 직접 연결됨에 따라 바이오커버(300)가 설치되지 않은 매립지(10)와 바이오커버(300)가 설치된 매립지(10)에서 발생된 메탄과 악취를 모두 제거 가능하다.

[59] 복토(400)는 바이오커버(300)를 제외한 설정 크기의 매립지(10)를 모두 덮어 본 발명의 매립지의 가스 처리 시스템(S)의 구성이 외부로 노출되지 않도록 마감하게 된다.

[60] 이하, 본 발명의 기술적인 특징을 설명한다.

[61] 도 1에 도시한 바와 같이, 개구부(210)는 차폐막(200)의 장변과 단변의 중앙에

형성되며, 가스 포집관(100)은 개구부(210)를 중심으로 인접하는 차폐막(200)의 테두리를 향해 뻗어나가며 배치된다.

[62] 즉, 매립지(10)에서 발생된 메탄과 악취를 개구부(210)와 바이오커버(300)로 집중시키게 된다.

[63] 구체적으로, 가스 포집관(100)은 개구부(210)를 가로지르도록 차폐막(200)의 장변과 평행하게 형성된 메인관(100a)과, 인접하는 차폐막(200)의 테두리를 향하도록 메인관(100a)과 예각을 이루며 분기된 제1분기관(100b) 및 제1분기관(100b)에서 분기된 제2분기관(100c)으로 구성된다.

[64] 이때, 서로 대면하는 제1분기관들(100b)들의 사이 간격 및 제1분기관(100b)과 대면하는 제2분기관(100c)의 사이 간격은 동일 또는 유사하게 유지한다.

[65] 이에 따라, 설정된 매립지(10)에 균등하게 배치된 가스 포집관(100)에 의해 매립지(10)에서 발생하는 메탄과 악취를 고르게 포집할 수 있게 된다.

[66] 도 2에 도시한 바와 같이, 가스 포집관(100)은 외주면을 따라 관통공이 형성된 유공관(110)과, 유공관(110)의 둘레를 감싸는 자갈(120) 및 자갈(120)과 유공관(110)의 외부를 마감하는 부직포(130)로 구성된다.

[67] 즉, 자갈(120)과 부직포(130)에 의해 유공관(110)의 관통공은 이물질로 인한 막힘이 방지되어 가스와 악취를 안정적으로 포집하게 된다.

[68] 도 4a와 도 4b에 도시한 바와 같이, 바이오커버(300)는 4각 틀의 형태를 가지며 개구부(210)에 설치된 거푸집(310)과, 거푸집(310)의 하부부터 순차적으로 적층되는 자갈층(320), 파렛트(330), 부직포(340), 펄라이트(350) 및 바이오커버 합성물(360)로 구성된다.

[69]

[70] 한편, 거푸집(310)으로 산소를 공급하는 에어컴퓨레서(370)가 더 구비된다. 이에 따라, 에어컴퓨레서(370)를 통해 바이오커버(300)의 내부로 산소를 추가 공급하여 바이오커버(300) 내부의 호기성 세포의 활성을 유도하게 된다.

[71] 또한, 복토(400)와 차폐막(200) 및 매립지(10)를 관통하여 설치된 가스 플레어(500) 더 구비된다.

[72] 마지막으로, 설정된 매립지(10) 또는 바이오커버(300)에는 습도와 온도를 측정하는 센서(600)가 구비되어 매립지(10)와 바이오커버(300) 내부의 습도와 온도를 모니터링하게 된다

[73] 본 발명에 따르면, 매립지(10)에서 발생된 메탄과 악취는 차폐막(200)에 의해 대기중으로 배출되지 않으며 가스 포집관(200)을 통해 바이오커버(300)로 안내되어 메탄과 악취는 제거된다.

[74] 뿐만 아니라, 메탄과 악취가 동시에 배출되는 매립지(10)를 직접 덮는 차폐막(200)과 차폐막(200)의 개구부(210)에 설치된 바이오커버(300)에 의해 매립지(10)의 설치 면적 중 일부에만 바이오커버(300)를 설치하면서도 메탄과 악취를 제거하게 된다.

[75] 즉, 종래에는 매립지의 전역에 바이오커버를 덮었지만 본 발명은 설치 면적 중

일부에만 바이오커버(300)를 설치하여 바이오커버(300)의 시공 면적 최소화를 통해 경제성이 향상된다.

[76] 또한, 매립지(10)를 덮는 차폐막(200)에 의해 면 오염원과 점 오염원을 구분하지 않으면서 메탄과 악취를 제거한다.

[77] 또한 본 발명은, 본 발명에 따른 시스템을 이용하는 매립지 가스 분해 방법으로, 가스 포집관에서 가스를 포집하는 단계; 포집된 가스를 바이오커버로 이송하는 단계; 바이오커버를 통해 가스를 분해하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 매립지 가스 분해 방법을 제공하며, 상기 가스는 메탄 또는 악취 유발 화합물일 수 있다.

[78] 본 발명의 가스 처리 시스템 및 이를 이용한 매립지 가스 분해 방법은 기존의 가스 처리 시스템과 비교하여 설치 면적 중 일부에만 바이오커버(300)를 설치하여 바이오커버(300)의 시공 면적 최소화할 수 있음과 동시에, 장기간, 예컨대 약 100일 내지 150일 이상의 운전 기간 동안 메탄 제거 효율과 개별 및 복합 악취 제거 효율을 지속적으로 높게 유지할 수 있는 장점이 있다. 이러한 장점은 본 발명의 가스 처리 시스템이 도 1에 나타낸 바와 같이, 바이오커버(300) 하부로 가스 포집관(100)이 가로지름과 동시에 그 하부 매립지(10)와는 직접 연결되고, 개구부(210)는 차폐막(200)의 장변과 단변의 중앙에 형성되며, 가스 포집관(100)이 개구부(210)를 중심으로 인접하는 차폐막(200)의 테두리를 향해 뻗어나가며 배치되는 본 발명의 특이적 구조에 의하여 매립지(10)에서 발생된 메탄과 악취가 개구부(210)와 바이오커버(300)로 집중됨으로써 달성될 수 있다.

[79] 본 발명에 있어 바이오커버란 메탄 또는 악취유발 화합물 분해용 조성물을 함유하는 바이오 메디아층을 포함할 수 있으며, 상기 바이오 메디아층은 메탄 및 악취유발 화합물을 생물학적으로 분해할 수 있는 메탄 및 악취 유발 화합물을 동시에 분해할 수 있는 스핑고모나스 속(Sphingomonas sp.) MD2 균주(KCTC 11845BP)를 포함할 수 있다.

[80] 상기 악취유발 화합물은 복합악취, 질소화합물, 황화합물, 알데히드류, 악취성 VOCs, 유기산일 수 있으며, 바람직하게는 암모니아, 메틸메르캅탄, 황화수소, 다이메틸설파이드, 다이메틸다이설파이드, 트라이메틸아민, 아세트알데하이드, 스타이렌, 프로피온알데하이드, 뷰티르알데하이드, n-발레르알데하이드, i-발레르알데하이드, 톨루엔, 벤젠, 자일렌, 메틸에틸케톤, 메틸아이소뷰티르케톤 및 뷰티르아세테이트로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 화합물일 수 있고, 더욱 바람직하게는 황화수소, 메틸메르캅탄, 황화메틸, 벤젠 및 톨루엔으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 화합물일 수 있다. 본 발명에 있어 한국 등록특허 10-1241546 호가 본원 발명에 참조로서 포함될 수 있다.

[81]

[82] 본 발명의 가스 처리 시스템(S)을 이용하여 메탄 및 악취 제거 성능을 확인한 결과를 이하, 실시예를 통해 설명한다.

[83]

발명의 실시를 위한 형태

[84] **실시예**. 가스 처리 시스템을 통한 메탄 및 악취 제거 효과 확인

[85] **1. 가스 처리 시스템의 설치**

[86] 본 발명의 가스 처리 시스템(S)을 파일럿 규모로 가동하여 성능을 평가하기 위하여 광양시 생활 쓰레기 안정화 단계 매립부지 15 x 30 m^2에 본 발명에 따른 가스 처리 시스템(S)을 설치하고 가스(악취, 메탄, 산소) flux 및 농도를 측정하였다. 구체적으로 매립부지에 유공관을 도 1에 도시한 바와 같이 설치하고, 유공관 주변에 자갈을 깐 후, 유공관이 덮일 정도의 두께로 복토 처리하였다. 복토 후 차폐막을 시공한 후, 그 위에 다시 복토 처리 하였으며, 매립 부지 가운데에 바이오커버 (표면적 3x3m^2)을 시공하였다. 바이오커버 층의 pH, 수분함량, 온도 및 바이오커버 소재의 물성 변화를 모니터링 하였으며, 측정한 결과값을 해석하여 악취 및 메탄 제거효율을 계산하였다.

[87]

[88] **2. 메탄 제거 성능 평가**

[89] 메탄 제거 성능을 확인하기 위하여, 약 150 일 동안 장기간 평가를 수행하였다. 메탄 제거 효율 측정은 가스 시료를 포집하여 가스크로마토그래피로 분석하는 방법을 이용하여 분석하였으며, 그 결과를 도 5에 나타내었다.

[90] 도 5에 나타낸 바와 같이, 약 150 일간 진행된 장기간 평가에서 메탄 제거 효율은 지속적으로 높게 유지되었으며, 평균 제거 효율은 93.4% 로 나타났다. 이러한 결과는 본 발명의 가스 처리 시스템이 매립지의 메탄 가스를 장기간 효과적으로 제거할 수 있음을 나타내는 것이다.

[91]

[92] **3. 악취 제거 성능 평가**

[93] 악취 제거 성능은 악취 가스 물질별 제거 효율 및 복합 악취 제거 효율에 의해 평가하였다.

[94] 악취 가스 물질별 제거 효율은 다음과 같은 방법으로 평가하였다. 먼저 우리나라의 공정시험방법에 준해 가스 시료를 샘플링하고, VOC 및 S계 악취 분석을 위한 canister 또는 Tenax-TA를 이용하여 대기 시료를 채취하여 측정하였다. N계 악취는 임핀저, 알데히드류 냄새 물질은 DNPH cartridge를 이용하여 가스 시료를 채취하였고 채취한 대기 시료를 저온 농축/고온 증발 등 전처리 후, GC/MSD, GC/FID/FPD 및 HPLC를 이용하여 분석하였다. 그 결과를 표 1에 나타내었다.

[95]

[96] [표 1]

[97]

(악취물질 단위:ppb)										
바이오커버 운전 경과일수(일)		6			50			100		
		입구	출구	제거율(%)	입구	출구	제거율(%)	입구	출구	제거율(%)
복합악취	공기희석배수(배)	30,000	100	99.7	10,000	100	99.0	30,000	30	99.9
질소화합물	암모니아	419.29	179.31	57.2	264.50	29.88	88.7	520.12	165.55	68.2
	트리메틸아민	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
황화합물	황화수소	28,173.84	17.99	99.9	11,787.38	102.41	99.1	8,133.76	58.63	99.3
	메틸머캅탄	59.61	17.68	70.3	179.62	24.09	86.6	210.67	82.48	60.8
	황화메틸	28.90	5.13	82.2	58.86	5.34	90.9	122.42	13.97	88.6
	이황화메틸	13.12	8.16	37.8	2.37	0.17	92.8	15.28	8.19	46.4
알데히드류	포름알데하이드	0.42	0.32	23.0	3.53	0.50	85.8	1.67	1.56	6.7
	아세트알데하이드	2.06	0.58	71.9	2.13	0.37	82.6	0.91	0.35	61.7
	아세톤	193.24	13.11	93.2	46.68	35.92	23.0	13.58	5.86	56.9
	아크롤레인	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
	프로피온알데하이드	0.00	0.00	-	0.40	0.00	100.0	0.00	0.00	-
	2-부타논	70.74	3.05	95.7	6.88	1.34	80.6	7.65	0.00	100.0
	뷰티르알데하이드	0.23	0.07	69.6	0.64	0.00	100.0	0.91	0.00	100.0
	벤즈알데하이드	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
	i-발레르알데하이드	0.88	0.00	100.0	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
	n-발레르알데하이드	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
악취성 VOCs	스타이렌	105.61	6.20	94.1	14.58	10.65	26.9	14.65	0.00	100.0
	톨루엔	3,732.51	163.37	95.6	320.26	17.36	94.6	684.24	0.00	100.0
	자일렌(m+p+o)	2,811.18	449.90	84.0	439.23	28.01	93.6	674.47	0.00	100.0
	메틸에틸케톤	111.85	12.04	89.2	5.06	1.10	78.2	0.00	0.00	-
	메틸이소부틸케톤	62.04	10.48	83.1	3.64	3.35	8.0	5.62	0.00	100.0
	부틸아세테이트	0.00	0.00	-	31.86	8.89	72.1	0.00	0.00	-
	i-부틸알콜	0.00	0.00	-	49.20	5.58	88.7	0.00	0.00	-
유기산	아세트산	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
	프로피온산	38.24	0.00	100.0	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
	i-뷰틸산	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
	n-뷰틸산	52.68	0.00	100.0	36.47	18.73	48.6	48.00	5.28	89.0
	i-발레르산	0.00	0.00	-	0.00	13.94	-	0.00	0.00	-
	n-발레르산	0.00	0.00	-	17.19	2.22	87.1	0.00	0.00	-
	이소카프로산	50.64	0.00	100.0	0.00	32.48	-	32.38	5.79	82.1
	헥사노익산	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
	하드로신남산	0.00	0.00	-	24.85	0.00	100.0	0.00	0.00	-
	로르산	39.91	18.25	54.3	24.36	23.58	3.2	18.65	0.00	100.0

[98] 상기 표 1의 결과에 따르면 본 발명의 가스 처리 시스템은 100 일에 걸친 운전 경과일수 동안 개별 악취 물질을 모두 높은 효율로 제거할 수 있음을 알 수 있다.

[99]

[100] 또한, 악취는 다양한 악취 물질이 복합적으로 상호작용하여 감지되는 것임을 고려하여 복합 악취 제거 효율을 평가하였다. 복합 악취 제거 효율은 총 악취 물질이 후각에 의해 감지되는 정도를 비교하는 복합 악취 지표인 SOAV (Sum of Odor Activity Value) 값 및 Odor dilution ratio (악취희석배수, 악취방지법에 의한 복합악취 평가법) 값을 계산하여 평가하였으며, 그 결과를 각각 도 6 및 도 7에 나타내었다.

[101] 도 6에 나타낸 바와 같이, 복합 악취 지표인 SOAV 기준 제거 효율을 약 150일

동안 장기 평가한 결과, 복합 악취 제거 효율은 운전 경과 일수 전체에 걸쳐 모두 약 70% 이상인 것을 확인하였으며, 평균 제거 효율도 83.9% 로 매우 높은 악취제거 활성을 나타냄을 확인하였다.

[102] 또한 도 7에 나타낸 바와 같이, Odor dilution ratio 결과에서도 공기 희석 배스 기준 평균 복합 악취 제거 효율이 약 97.2% 로 매우 높은 제거 효율을 나타냄을 확인하였다.

[103] 이와 같은 결과는 본 발명의 가스 처리 시스템(S)이 장기간 동안 악취를 효과적으로 제거할 수 있음을 뒷받침하는 결과이다.

[104]

[105] 상기 결과를 통해 확인할 수 있는 바와 같이, 본 발명의 가스 처리 시스템(S)을 이용하는 경우 기존 바이오커버 설치 면적의 1/50 수준만으로도 악취 및 메탄을 효과적으로 제거할 수 있음을 확인하였다.

[106] 이상, 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 기술적 범위는 전술한 실시 예에 한정되지 않고 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 이때, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 고려해야 할 것이다.

[107] 발명의 상세한 설명에서는 쓰레기 매립지를 예로 하여 설명하였지만 이를 특별히 한정하는 것은 아니며 음식물 쓰레기 처리시설, 혐기성 소화조, 유기성 폐기물 처리시설, 축사 및 가축 매몰지에도 적용 가능하다.

청구범위

[청구항 1] 매립지에 매립되는 가스 포집관;
개구부가 형성되며 상기 매립지를 덮는 차폐막;
상기 개구부에 설치되는 바이오커버; 및
상기 바이오커버를 제외한 차폐막을 덮는 복토가 포함되는 것을 특징으로 하는 매립지의 가스 처리 시스템.

[청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 개구부는 차폐막의 장변과 단변의 중앙에 형성되며,
상기 가스 포집관은 개구부를 중심으로 인접하는 상기 차폐막의 테두리를 향해 뻗어나가며 배치된 것을 특징으로 하는 매립지의 가스 처리 시스템.

[청구항 3] 제 2항에 있어서,
상기 가스 포집관은
상기 개구부를 가로지르도록 상기 차폐막의 장변과 평행하게 형성된 메인관과, 상기 차폐막의 테두리를 향하도록 상기 메인관과 예각을 이루며 분기된 제1분기관 및 상기 제1분기관에서 분기된 제2분기관으로 구성된 것을 특징으로 하는 매립지의 가스 처리 시스템.

[청구항 4] 제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 가스 포집관은,
유공관과, 상기 유공관의 둘레를 감싸는 자갈 및 상기 자갈과 유공관의 외부를 마감하는 부직포로 구성된 것을 특징으로 하는 매립지의 가스 처리 시스템.

[청구항 5] 제 1항에 있어서,
상기 바이오커버는,
4각 틀의 형태를 가지며 상기 개구부에 설치된 거푸집과, 상기 거푸집의 하부부터 순차적으로 적층되는 자갈층, 파렛트, 부직포, 펄라이트 및 바이오커버 합성물로 구성된 것을 특징으로 하는 매립지의 가스 처리 시스템.

[청구항 6] 제 5항에 있어서,
상기 거푸집으로 산소를 공급하는 에어컴퓨레서가 더 구비된 것을 특징으로 하는 매립지의 가스 처리 시스템.

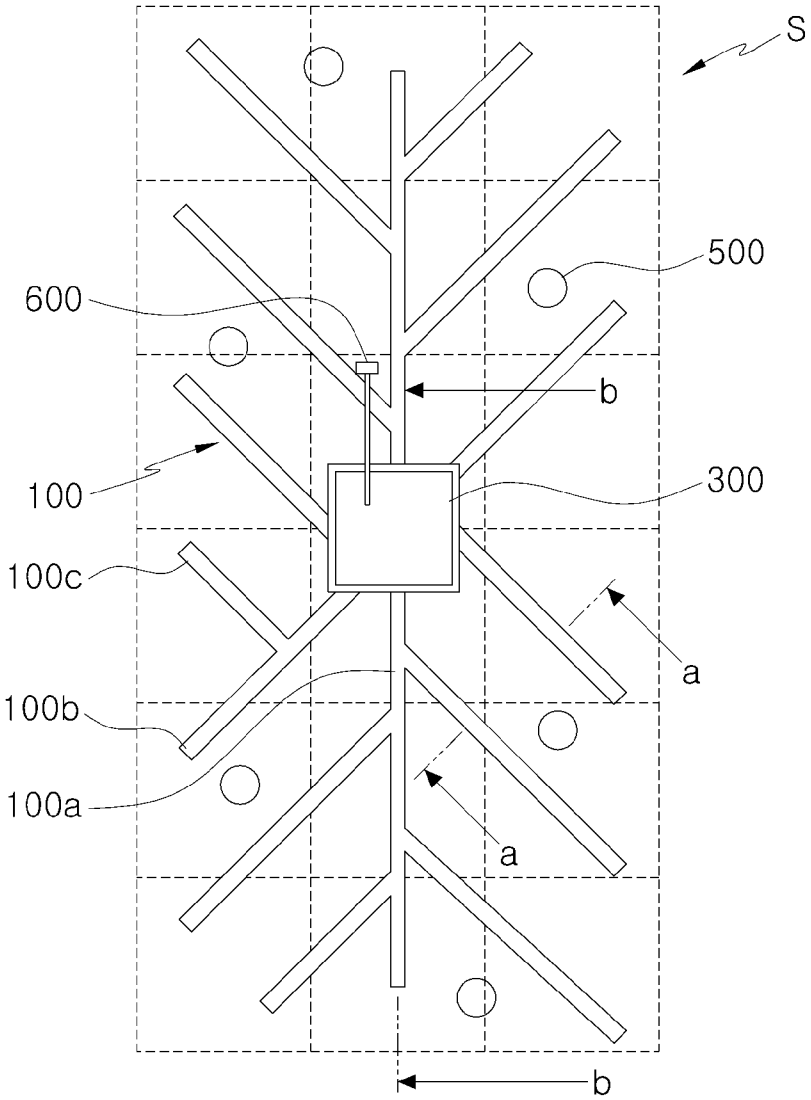
[청구항 7] 제 1항에 있어서,
상기 복토와 차폐막 및 매립지를 관통하여 설치된 가스 플레어가 더 구비된 것을 특징으로 하는 매립지의 가스 처리 시스템.

[청구항 8] 제1항의 시스템을 이용한 매립지 가스 분해 방법으로,
가스 포집관에서 가스를 포집하는 단계;
포집된 가스를 바이오커버로 이송하는 단계;

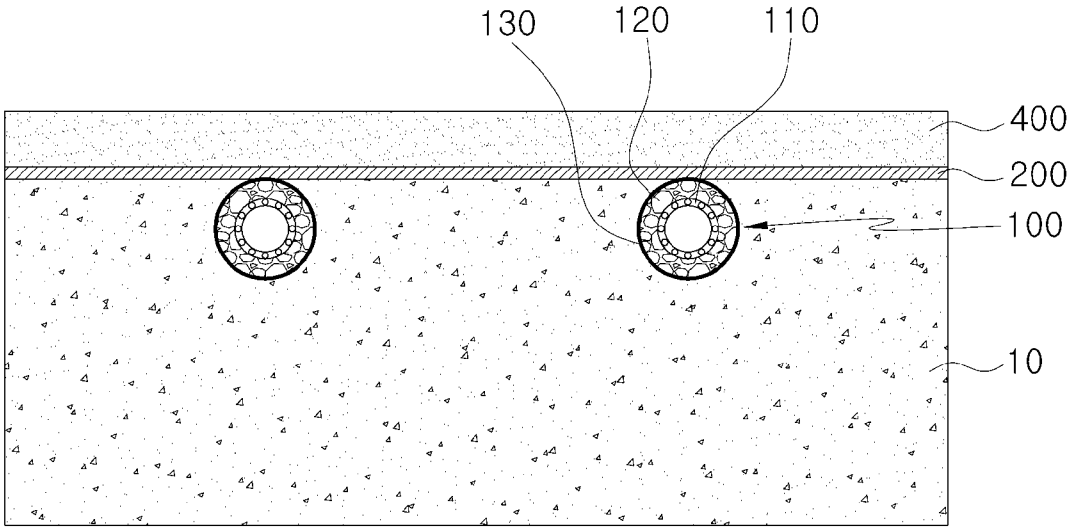
바이오커버를 통해 가스를 분해하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 매립지 가스 분해 방법.

[청구항 9] 제8항에 있어서, 상기 가스는 메탄 또는 악취 유발 화합물인 것을 특징으로 하는, 매립지 가스 분해 방법.

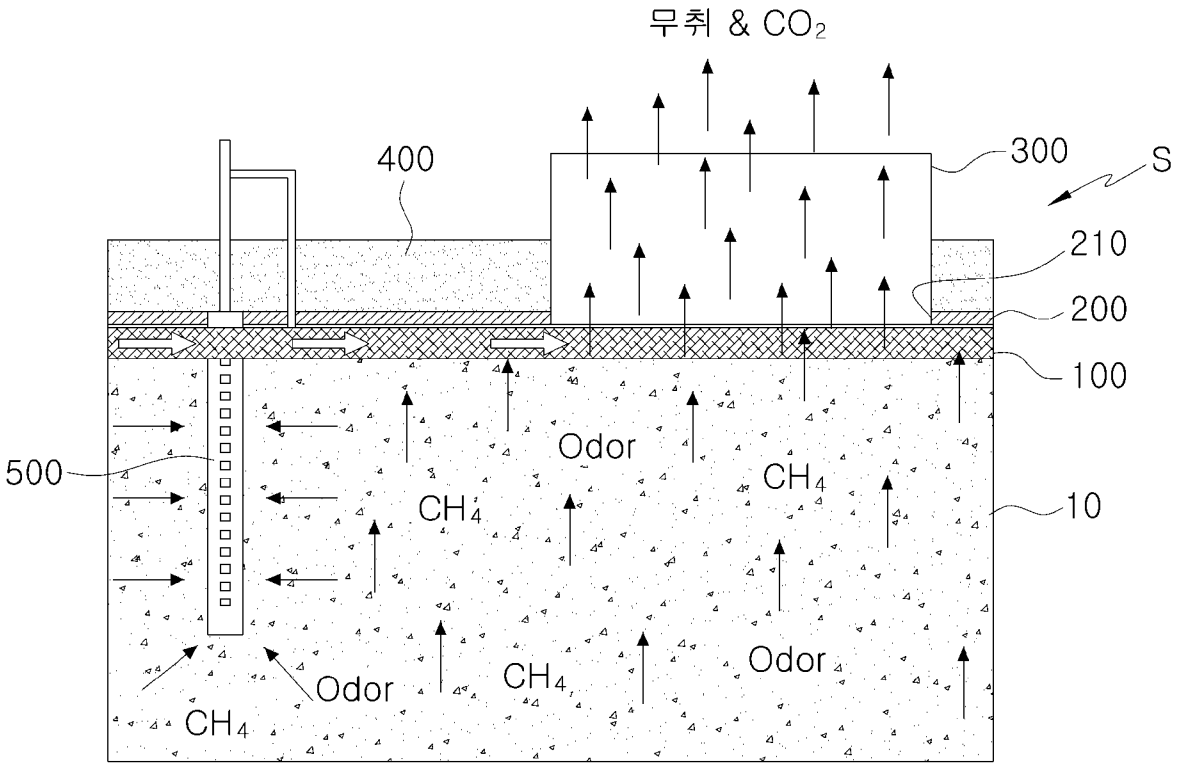
[도1]



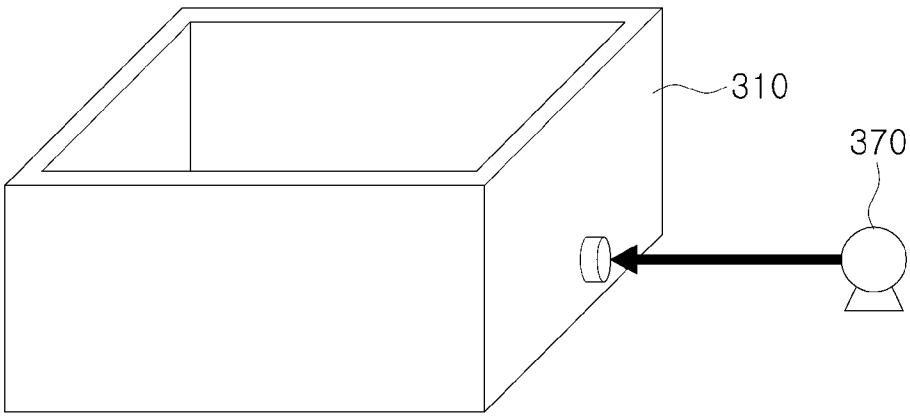
[도2]



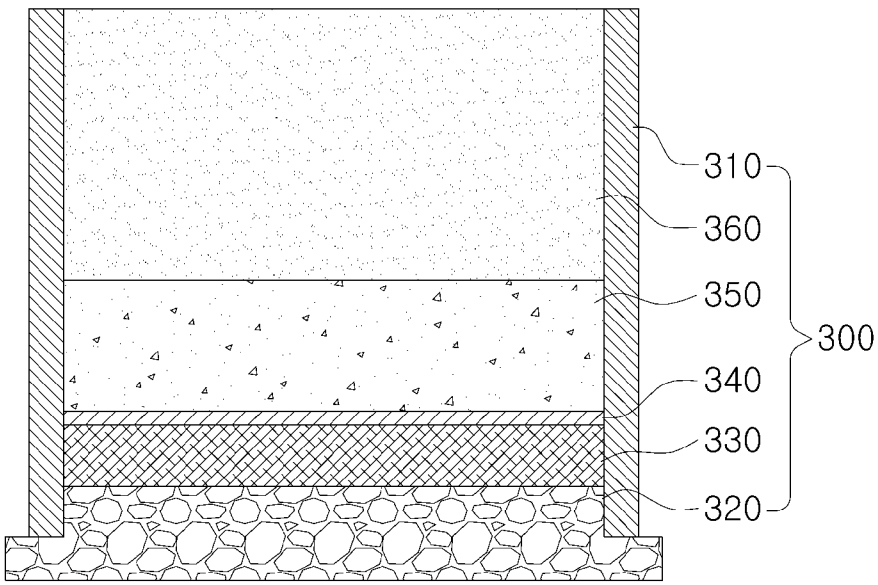
[도3]


무취 & CO_2
400
300
S
210
200
100
500
Odor
CH_4
CH_4
10
Odor
CH_4
Odor
CH_4

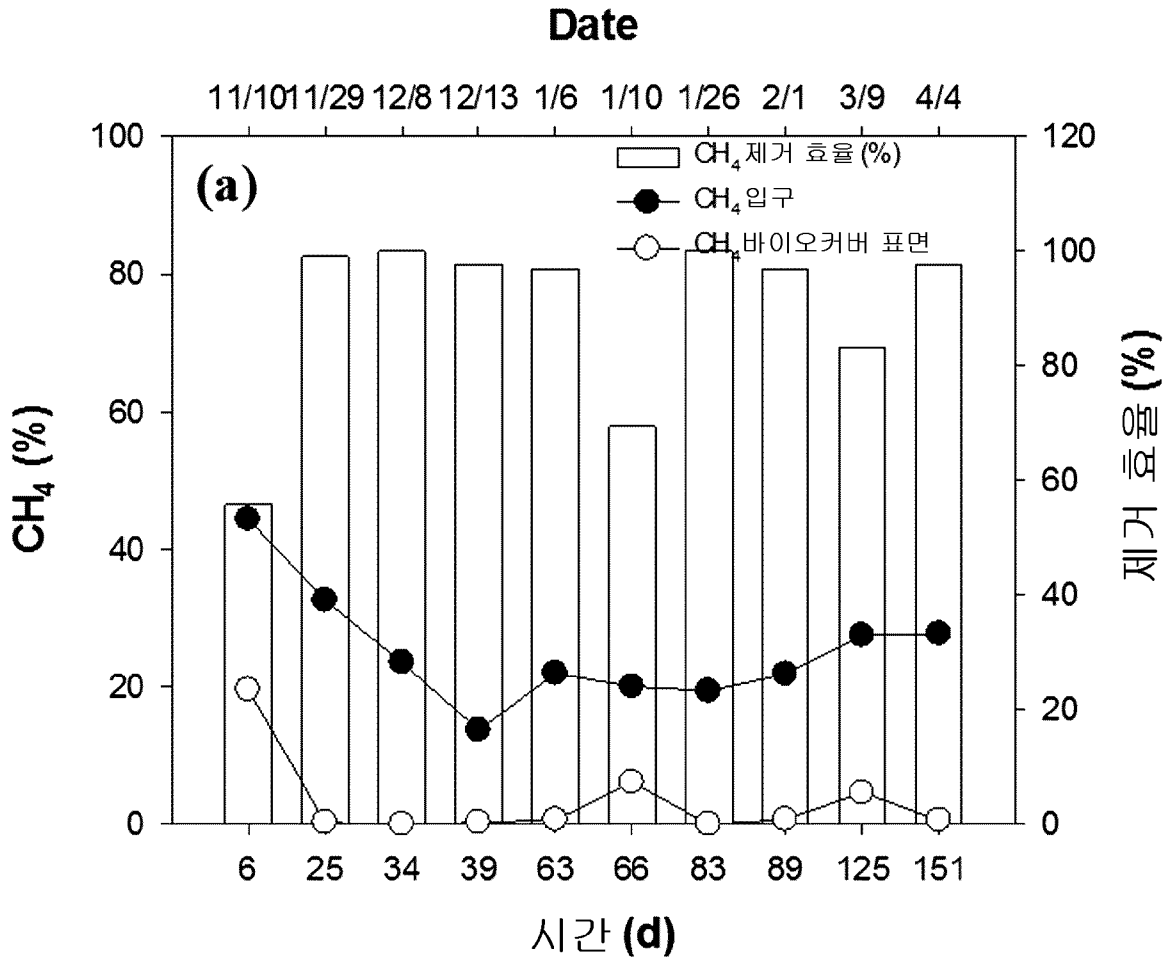
[도4a]


310
370

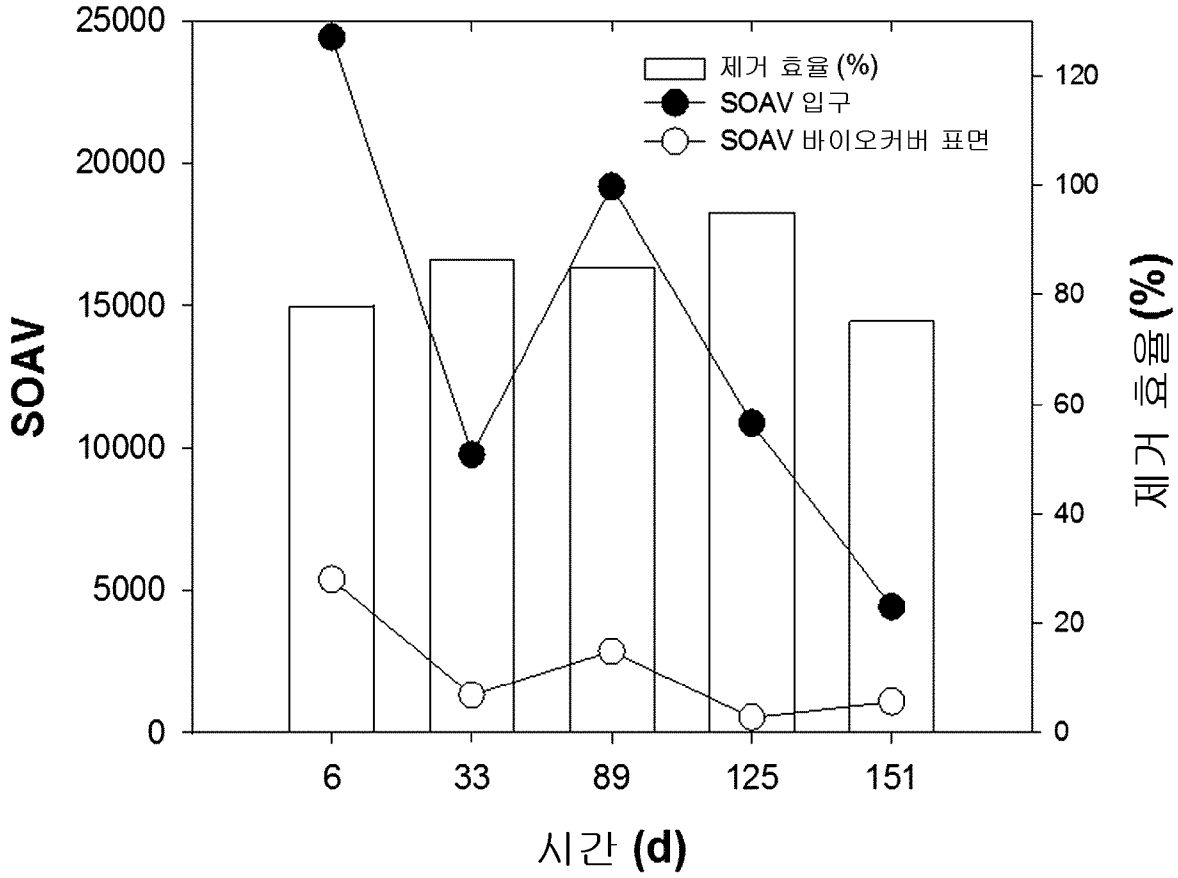
[도4b]


310
360
350
300
340
330
320

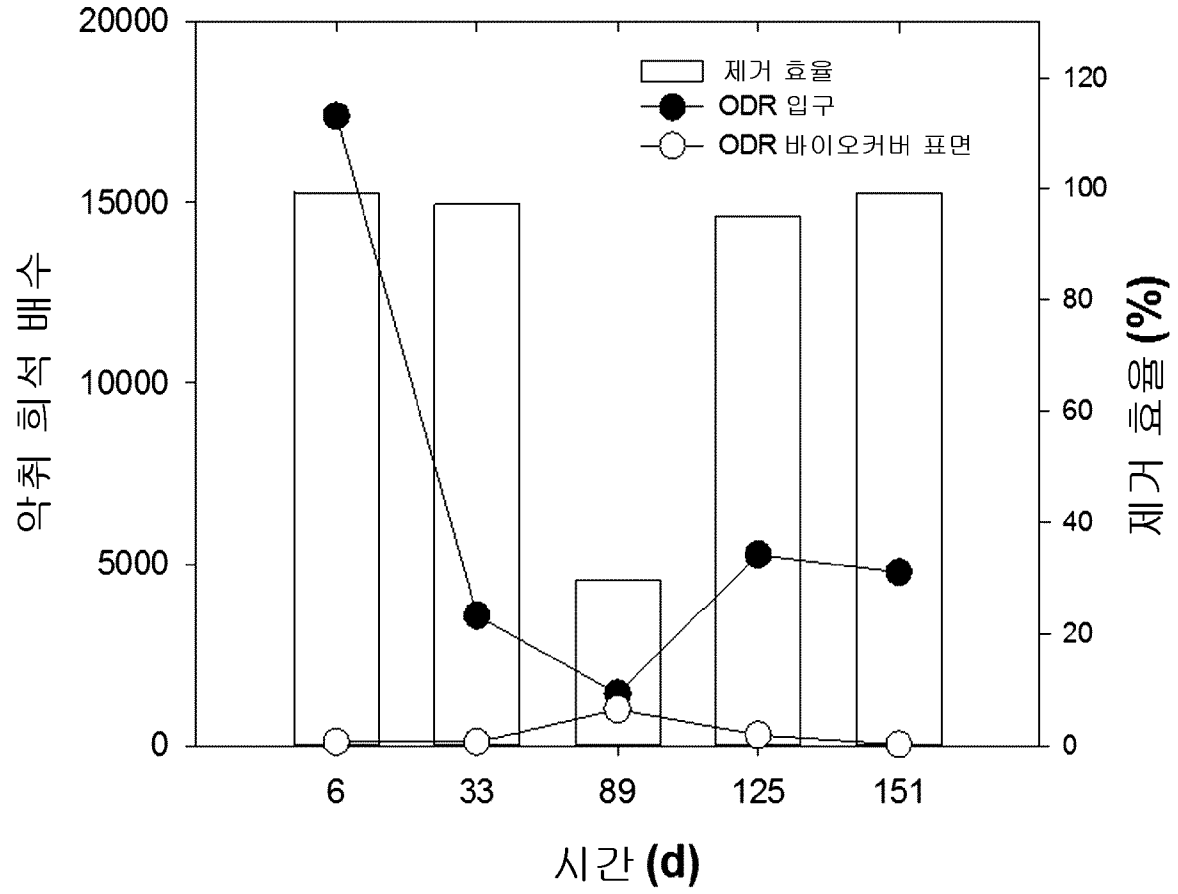
[도5]


Date
11/10 11/29 12/8 12/13 1/6 1/10 1/26 2/1 3/9 4/4
(a)
CH4 제거 효율 (%)
CH4 입구
CH4 바이오커버 표면
CH4 (%)
제거 효율 (%)
0 20 40 60 80 100
0 20 40 60 80 100 120
6 25 34 39 63 66 83 89 125 151
시간 (d)

[도6]


제거 효율 (%)
SOAV 입구
SOAV 바이오커버 표면
SOAV
제거 효율 (%)
시간 (d)
25000
20000
15000
10000
5000
0
120
100
80
60
40
20
0
6
33
89
125
151

[도7]


제거 효율
ODR 입구
ODR 바이오커버 표면
악취 희석 배수
제거 효율 (%)
시간 (d)
20000
15000
10000
5000
0
120
100
80
60
40
20
0
6
33
89
125
151

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2017/007885

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D 53/84(2006.01)i, B01D 53/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D 53/84; E02D 31/00; E02D 29/05; C10L 3/06; B09B 3/00; B09B 1/00; B01D 53/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: landfill, covering with soil, gas collection, shielding, bio cover, flare

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	HUBER-HUMER, Marion et al., Biotic Systems to Mitigate Landfill Methane Emissions, Waste Management & Research, 2008, vol. 26, pages 33-46 See page 34, left column, lines 6-7; page 35, right column, line 17; page 38, left column, line 9-right column, line 23; and figure 3.	1-9
Y	KR 10-2003-0047497 A (SANGWON ENC CO., LTD.) 18 June 2003 See abstract; page 2, line 7; page 3, lines 13-29; claims 1, 2; and figures 2, 6.	1-9
A	KR 10-2014-0093013 A (E.N.V.21 CO., LTD. et al.) 25 July 2014 See the entire document.	1-9
A	KR 10-2012-0098411 A (EWHA UNIVERSITY-INDUSTRY COLLABORATION FOUNDATION et al.) 05 September 2012 See the entire document.	1-9
A	JP 2004-237260 A (EBARA CORP.) 26 August 2004 See the entire document.	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 NOVEMBER 2017 (17.11.2017)	**20 NOVEMBER 2017 (20.11.2017)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2017/007885

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2003-0047497 A	18/06/2003	KR 10-0418635 B1	14/02/2004
KR 10-2014-0093013 A	25/07/2014	KR 10-1515945 B1	04/05/2015
KR 10-2012-0098411 A	05/09/2012	KR 10-1324359 B1	01/11/2013
JP 2004-237260 A	26/08/2004	NONE	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2017/007885

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B01D 53/84(2006.01)i, B01D 53/02(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B01D 53/84; E02D 31/00; E02D 29/05; C10L 3/06; B09B 3/00; B09B 1/00; B01D 53/02

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 매립, 복토, 가스 포집, 차폐, 바이오커버, 플레어

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	HUBER-HUMER, MARION et al. Biotic systems to mitigate landfill methane emissions. Waste Management & Research, 2008, 26권, 페이지 33-46 페이지 34, 좌측 컬럼, 라인 6-7; 페이지 35, 우측 컬럼, 라인 17; 페이지 38, 좌측 컬럼, 라인 9 - 우측 컬럼, 라인 23; 및 도면 3 참조.	1-9
Y	KR 10-2003-0047497 A ((주) 상원이엔씨) 2003.06.18 요약; 페이지 2, 라인 7; 페이지 3, 라인 13-29; 청구항 1, 2; 및 도면 2, 6 참조.	1-9
A	KR 10-2014-0093013 A (이엔브이이십일(주) 등) 2014.07.25 전체 문헌 참조.	1-9
A	KR 10-2012-0098411 A (이화여자대학교 산학협력단 등) 2012.09.05 전체 문헌 참조.	1-9
A	JP 2004-237260 A (EBARA CORP.) 2004.08.26 전체 문헌 참조.	1-9

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2017년 11월 17일 (17.11.2017)	2017년 11월 20일 (20.11.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
민인규
전화번호 +82-42-481-3326

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2017/007885

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2003-0047497 A	2003/06/18	KR 10-0418635 B1	2004/02/14
KR 10-2014-0093013 A	2014/07/25	KR 10-1515945 B1	2015/05/04
KR 10-2012-0098411 A	2012/09/05	KR 10-1324359 B1	2013/11/01
JP 2004-237260 A	2004/08/26	없음	