

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 11월 24일 (24.11.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/186242 A1

- (51) 국제특허분류:
B09C 1/06 (2006.01) *F26B 3/347* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/007043
- (22) 국제출원일: 2015년 7월 8일 (08.07.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0069069 2015년 5월 18일 (18.05.2015) KR
- (71) 출원인: 한국철도기술연구원 (KOREA RAILROAD RESEARCH INSTITUTE) [KR/KR]; 437-050 경기도 의왕시 철도박물관로 176 월암동, Gyeonggi-do (KR). 주식회사 진인 (JINYIN CO., LTD.) [KR/KR]; 135-996 서울시 강남구 언주로 647 4층 470호(논현동, 강남빌딩), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 고태훈 (KOH, Tae Hoon); 448-130 경기도 용인시 수지구 상현로 101 112동 1301호 (상현동, 상현마을수지센트럴아파트), Gyeonggi-do (KR). 황선근 (HWANG, Seon Keun); 448-533 경기도 용인시 수지구 신봉 2로 26 115동 1504호 (신봉동, LG신봉자이 1차

아파트), Gyeonggi-do (KR). 이동근 (LEE, Dong Geun); 435-825 경기도 군포시 군포로 719 번길 27 203호 (금정동), Gyeonggi-do (KR). 유정훈 (YOO, Jung Hoon); 157-753 서울시 강서구 강서로 532 106동 306호 (가양동, 대아아파트), Seoul (KR). 김귀환 (KIM, Gwi Hwan); 415-816 경기도 김포시 전호로 2 번길 19-21, Gyeonggi-do (KR). 유한주 (YOO, Han Ju); 441-884 경기도 수원시 권선구 호매실로 165 번길 70 1509동 1503호 (호매실동, 수원호매실휴먼시아 15단지아파트), Gyeonggi-do (KR).

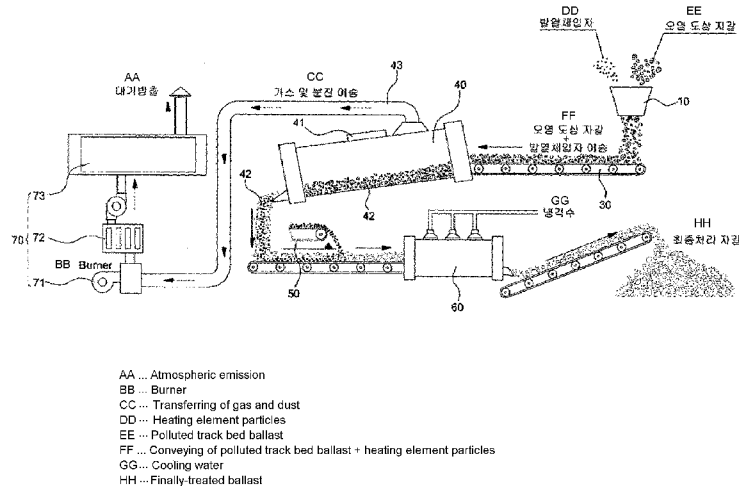
(74) 대리인: 장태화 (JANG, Tae Hwa); 137-883 서울시 서초구 서초중앙로 24 길 9 303 (서초동, 신우빌딩), Seoul (KR).

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, 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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: THERMAL DESORPTION SYSTEM FOR POLLUTED SOIL AND BALLAST, USING MICROWAVE INDIRECT-IRRADIATION METHOD, AND THERMAL DESORPTION METHOD FOR POLLUTED SOIL AND BALLAST, USING SYSTEM

(54) 발명의 명칭 : 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템 및 이를 이용한 오염 토양 및 자갈 열탈착 방법



(57) Abstract: The present invention relates to a thermal desorption system for polluted soil and ballast, using a microwave indirect-irradiation method, and a thermal desorption method for polluted soil and ballast, using the system. More specifically, provided are an apparatus and a method capable of economically purifying polluted soil and ballast, which are polluted by pollution sources such as various oils or organic wastes, by using a microwave indirect-irradiation method. The thermal desorption system, used in the present invention, for the polluted soil and ballast, using the microwave indirect-irradiation method, improves the structure of a contaminant desorption part, to which contaminants are thermally desorbed, such that the contaminant desorption part comprises an outer container and an inner container, is provided to allow the polluted soil and ballast to pass through the inside of the inner container, and has a microwave-absorbing and heating element provided on the outer peripheral surface of the inner container, so as to irradiate the microwave-absorbing and heating element with microwaves, thereby thermally desorbing the contaminants of the polluted soil and ballast

[다음 쪽 계속]



WO 2016/186242 A1



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 제 21 조(3))

inside the inner container. Economic efficiency is ensured by using, as the microwave-absorbing and heating element, a material having both relatively low costs and excellent heat-generation efficiency and, simultaneously, applicability at the actual site can be enhanced, by generating low-temperature and high-temperature heat so as to enable sufficient thermal desorption regardless of the types of oils.

(57) **요약서:** 본 발명은 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템 및 이를 이용한 오염 토양 및 자갈 열탈착 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 각종 유류나 유기 폐기물 등의 오염원에 의해 오염된 토양 및 자갈을 마이크로파 간접 조사 방식을 이용하여 경제적으로 정화할 수 있는 장치 및 그 방법을 제공한다. 본 발명에 사용되는 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템은 오염물질이 열탈착되는 오염물 탈착부의 구조를 개선하여 외통과 내통으로 구성하고 내통 내부로 오염 토양 및 자갈이 지나가도록 구성하며 내통의 외주면에 마이크로파 흡수 발열체를 구비하여 상기 마이크로파 흡수 발열체에 마이크로파를 조사함으로써 내통 내부의 오염 토양 및 자갈의 오염물질이 열탈착될 수 있도록 할 수 있으며 마이크로파 흡수 발열체로서 원가가 비교적 저렴한 동시에 열발생 효율이 우수한 재료를 사용함으로써 경제성을 확보하는 동시에 저온 및 고온의 열 발생이 이루어지도록 하여 유류의 종류에 상관없이 충분한 열탈착이 가능하도록 함으로써 실제 현장 활용 가능성을 높일 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템 및 이를 이용한 오염 토양 및 자갈 열탈착 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템 및 이를 이용한 오염 토양 및 자갈 열탈착 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 각종 유류나 유기 폐기물 등의 오염원에 의해 오염된 토양 및 자갈을 마이크로파 간접 조사 방식을 이용하여 경제적으로 정화할 수 있는 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 지구 환경과 인간의 생활 환경에 대한 관심이 높아지고 환경 오염에 따른 피해가 인식되면서 전세계적으로 환경 오염 복원 사업이 실시됨에 따라 복원 사업 시장이 급성장하고 있다.
- [3] 환경 복원은 자발적이기보다는 정부의 규제와 조정에 의해 실행되는 것이 일반적이며, 인간 건강과 환경 보호를 위한 환경법과 규제의 도입이 환경 복원 산업을 움직이는 원동력이 된다.
- [4] 최근, 철도 부지에 대한 복원 사업이 활발하게 이루어지면서 토양뿐만 아니라 도상 자갈에 대한 복원 기술에 대한 관심도 크게 증가하고 있다. 이는 최근 토양환경보전법이 강화됨에 따라 철도 부지의 오염 토양 및 자갈에 대한 규제가 구체화됨에 따른 결과이기도 하다.
- [5] 철도 부지의 토양과 도상 자갈의 주요 오염원은 지하나 지상에 위치한 유류 저장 탱크 및 기관차 급유 지역에서의 유류 유출, 철도 차량에서 발생하는 연료, 그리스, 윤활유 등의 누유와 낙유, 폐기물 적환장에서 배출되는 침출수, 차량의 정비 시에 발생하는 낙유 및 작업 시에 발생하는 각종 입자상 물질 등으로 그 오염원이 매우 다양하고 광범위하다. 이러한 철도 토양 및 자갈 오염의 확산 방지를 위하여, 일부 사업장에서는 디젤 기관차의 낙유 개소 정비, 철도 차량 정차장에 대한 롤패드 설치와 FRP 또는 철판 설치, 철도 차량 입출고선의 콘크리트 포장 등을 시행하고 있으나 이는 궁극적인 해결 방법이 아니라 임시 방편에 불과하다. 철도 작업장 및 오염 유발 시설물은 밀집해 있지 않고 넓은 지역에 분포되어 있으며, 철도 부지의 오염에 대한 기초 자료가 부족하여 오염도의 파악과 오염원의 관리 및 제어에 많은 어려움이 있기 때문에 철도의 토양 및 자갈 오염 문제를 해결하는 데에는 많은 시간과 비용이 소요되는 것이 현실이다.
- [6] 한편, 현재 국내외 철도 노선의 상당 구간에는 도상 자갈이 사용되고 있는데, 철도용 도상 자갈은 선로의 가장 상부에 부설되기 때문에 가장 먼저 오염이 된다. 특히 철도 분기기의 경우에는 상당량의 윤활유가 사용되어 도상 자갈을

오염시킨다. 이러한 도상 자갈 표면의 오염 물질은 중력 또는 우수 등에 의하여 지속적으로 선로 하단부로 이동하여 노반 및 노반 하부의 토양을 오염시킨다. 또한 토양 주위를 흐르는 지하수가 오염되면 주변 토양도 오염되어 점차 오염 지역이 확대된다.

- [7] 현재 오염된 철도 도상 자갈의 교체 작업 중에 수거된 오염 자갈은 매립 형태로 폐기되고 있다. 이 때 수거된 철도 도상 자갈은 대부분 표면이 심하게 오염되어 있기 때문에 일반 폐기물이 아니라 지정 폐기물로 지정되어 매립되고 있다. 그러나, 매립된 오염 물질은 침출수, 매립 가스, 악취 등의 형태로 계속해서 장기적으로 환경에 악영향을 미치게 되므로 매립보다는 오염 물질의 분리 및 처리가 필요하다.
- [8] 점차 매립장 부족 현상이 심화되고 있으며, 이에 따라 매립 비용 단가도 지속적으로 상승하고 있기 때문에 매립이 아닌 다른 처리 방법의 필요성이 더욱 커지고 있다. 아울러 도상 자갈의 교체를 위해서는 신자갈이 필요한데, 신자갈의 확보를 위해서 산림 및 생태계 파괴가 계속되고 있으나, 정부의 산림 파괴 관련 규제 강화와 환경 단체 및 국민들의 생태계 파괴에 대한 반대 여론 등으로 인하여 신자갈의 수급 또한 점차 어려워지고 있기 때문에 도상 자갈의 재활용 필요성이 더욱 대두되고 있는 상황이다.
- [9] 또한, 상기한 철도 도상 자갈 뿐만 아니라 유류나 유기물 등에 의해 오염된 타 지역의 자갈도 현재는 대부분 매립되고 있는 실정이므로 이를 정화하여 재사용할 필요가 큰 상황이다.
- [10] 현재, 도상 자갈 등 오염된 자갈을 정화 처리하는 기술로서, 열을 이용하여 오염물질을 분해 및 무해화시키는 열적 처리 방법, 토양 세균을 활성화시키거나 특별히 개발된 세균 균주를 투입하여 유기화합물의 생분해를 촉진하는 미생물학적 처리 방법, 오염된 토양이나 자갈 내의 공극을 통해 오염 공기를 뽑아내어 처리하는 토양내 통풍법(in-situ venting, ISV) 또는 토양증기 추출법(soil vapor extraction, SVE) 등과 같은 증기 추출 기술 등이 개발되어 활용되고 있으나 경제성과 효율성이 떨어지기 때문에 적용 범위가 확대되는 데는 한계가 있다.
- [11] 한편, 기 제안된 특허(대한민국 등록특허 제10-0614612호)에서는 선로 위를 주행할 수 있는 차량 내에 도상 자갈을 채취할 수 있는 설비와 채취된 도상 자갈에 모래 등의 미디어를 이용하여 블라스팅을 실시함에 의해 도상 자갈 표면의 오염물질을 제거하고, 오염 물질이 제거된 자갈을 다시 선로에 살포하는 설비를 갖추으로써 선로를 따라 이동해가며 도상 자갈의 오염물질을 제거하여 재활용할 수 있는 기술을 제안한 바 있다. 그러나 위 방법은 선로에서 이동식으로 도상 자갈의 정화가 가능하다는 장점은 있으나 블라스팅 방법을 사용하므로 오염 제거 효율이 높지 않기 때문에 경제성과 효율성이 미흡하므로 실제 현장에서 활용되기는 쉽지 않은 기술이다.
- [12]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [13] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 상황을 고려하여 새로이 개발된 것으로서, 마이크로파를 이용한 열탈착법에 의해 오염된 토양 및 자갈로부터 오염물질이 열탈착되는 오염물 탈착부의 구조를 개선하여 외통과 내통으로 구성하고 내통 내부로 오염된 토양 및 자갈이 지나가도록 구성하며 내통의 외주면에 마이크로파 흡수 발열체를 구비하여 상기 마이크로파 흡수 발열체에 마이크로파를 조사함으로써 내통 내 오염된 토양 및 자갈 표면의 오염물질이 열탈착될 수 있도록 하며 마이크로파 흡수 발열체로서 기존 물질의 가격에 비해 매우 저렴한 동시에 열발생 효율이 우수한 재료를 사용함으로써 경제성을 확보하는 동시에 저온 및 고온의 열 발생이 이루어지도록 하여 유류의 종류에 상관없이 단 1회의 통과만으로도 충분한 열탈착이 가능하도록 함으로써 실제 현장 활용 가능성을 높인 새로운 개념의 마이크로파를 이용한 오염 토양 및 자갈 정화 장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [14] 상기 과제를 달성하기 위하여 본 발명은
- [15] 오염 토양 및 자갈을 오염물 탈착부로 이송하기 위한 이송부;
- [16] 상기 이송부에서 이송되는 오염 토양 및 자갈이 열에 의해 오염물이 열탈착되는 오염물 탈착부로서, 상기 오염 토양 및 자갈이 투입되는 투입구, 상기 오염 토양 및 자갈이 열탈착 처리되는 열처리부 및 열탈착 처리된 토양 및 자갈이 배출되는 배출구를 포함하여 구성되며, 상기 열처리부 일측에는 마이크로파 발전부가 단수 또는 복수로 연결되고, 원통형의 고정된 컨테이너를 구성하는 외통 및 상기 외통 내에 상기 외통보다 직경이 작은 원통형으로 구비되며 회전축에 의해 상기 외통 내에서 회전 가능하게 설치되고 상기 투입구를 통해 오염 토양 및 자갈이 투입되는 내통이 구비되며, 상기 외통 외부에는 상기 회전축이 연장되어 연결되는 구동모터가 구비되고, 상기 내통의 외주면에는 마이크로파를 흡수하여 열을 발생시키는 마이크로파 흡수 발열체가 구비되며, 상기 외통 및 내통 사이에는 마이크로파가 반사되기 위한 캐비티 공간이 구비되어 상기 마이크로파 발전부에서 조사된 마이크로파가 상기 캐비티 공간에서 난반사를 일으켜 상기 내통의 외주면에 구비된 마이크로파 흡수 발열체에서 열을 발생시킴에 의해 상기 내통 내부의 오염 토양 및 자갈 표면의 오염물을 열탈착시키도록 구성된 오염물 탈착부; 및
- [17] 상기 오염물 탈착부를 거쳐 오염물이 제거된 토양 및 자갈을 회수하는 회수부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템을 제공한다.
- [18] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 오염물 탈착부에는 오염물 탈착에 의해 배출되는 가스와 분진을 이송하여 처리한 후 방출하기 위한 배출물 후처리부가

연결되는 것을 특징으로 한다.

- [19] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 마이크로파 흡수 발열체는 입자크기 5.0 mm 이하이고 구형률이 0.5 이상인 급냉 제강슬래그 입자로서 상기 급냉 제강슬래그 입자가 내통 외주면에 고정되도록 외피에 의해 둘러싸여 고정되는 것을 특징으로 한다.
- [20] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 마이크로파 흡수 발열체는 입자크기 5.0 mm 이하이고 구형률이 0.5 이상인 급냉 제강슬래그 입자에 바인더를 혼합하여 경화시킨 경화체로서 상기 내통 외주면에 균일 두께로 도포되어 고정되는 것을 특징으로 한다.
- [21] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 마이크로파 흡수 발열체의 외주면은 단열재로 둘러싸인 것을 특징으로 한다.

[22]

[23] 또한, 상기 과제를 달성하기 위하여 본 발명은

[24] (1) 오염 토양 및 자갈을 오염물 탈착부로 이송하는 단계;

[25] (2) 상기 이송되는 오염 토양 및 자갈을 이송하여 오염물 탈착부에서 열에 의해 오염물을 탈착하는 단계로서, 상기 오염물 탈착부는 상기 오염 토양 및 자갈이 투입되는 투입구, 상기 오염 토양 및 자갈이 열탈착 처리되는 열처리부 및 열탈착 처리된 토양 및 자갈이 배출되는 배출구를 포함하여 구성되며, 상기 열처리부 일측에는 마이크로파 발진부가 단수 또는 복수로 연결되고, 원통형의 고정된 컨테이너를 구성하는 외통 및 상기 외통 내에 상기 외통보다 직경이 작은 원통형으로 구비되며 회전축에 의해 상기 외통 내에서 회전 가능하게 설치되고 상기 투입구를 통해 오염 토양 및 자갈이 투입되는 내통이 구비되며, 상기 외통 외부에는 상기 회전축이 연장되어 연결되는 구동모터가 구비되고, 상기 내통의 외주면에는 마이크로파를 흡수하여 열을 발생시키는 마이크로파 흡수 발열체가 구비되며, 상기 외통 및 내통 사이에는 마이크로파가 반사되기 위한 캐비티 공간이 구비되어 상기 마이크로파 발진부에서 조사된 마이크로파가 상기 캐비티 공간에서 난반사를 일으켜 상기 내통의 외주면에 구비된 마이크로파 흡수 발열체에서 열을 발생시킴에 의해 상기 내통 내부의 오염 토양 및 자갈 표면의 오염물을 열탈착시키는 단계; 및

[26] (3) 상기 오염물 탈착부를 거쳐 오염물이 제거된 토양 및 자갈을 회수하는 단계;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 방법을 제공한다.

발명의 효과

[27] 본 발명에 따른 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템 및 이를 이용한 오염 토양 및 자갈 열탈착 방법의 특징 및 장점을 설명하면 다음과 같다.

[28] 1. 우선, 열에 의한 오염물 탈착 방법을 사용하므로 오염원에 관계없이 오염

물질의 제거가 가능하며 특히 유류 관련 오염 물질의 제거에 탁월한 효과가 있다.

- [29] 2. 또한, 기존의 마이크로파를 이용한 열탈착 방법에 사용되는 판상 또는 스틱형의 발열체와 같은 장치를 별도로 제조 장착할 필요가 없으므로 설비 제작 비용이 저렴하다.
- [30] 3. 또한, 외통 및 내통으로 구성된 오염물 탈착부를 이용하고 정화 대상물(오염 토양 및 자갈)을 내부에서 회전하는 내통에 투입하며 상기 내통 외주면에 마이크로파 흡수 발열체를 구비하여 상기 마이크로파 흡수 발열체에 마이크로파를 조사함으로써 간접 방식에 의해 오염된 토양 및 자갈에 열이 전달되도록 함에 의해 오염물질을 열탈착시키게 되므로 열탈착 효율이 기존의 방법보다 현저히 높다. 따라서 충분한 오염물질 제거 성능을 발휘하여 기존 방법에 비해 생산성이 현저히 높다.
- [31] 4. 또한, 마이크로파 흡수 발열체로서 사용되는 재료가 종래 기술의 고가의 재료에 비해 현저히 저렴한 재료를 사용하므로 경제성이 뛰어나다. 즉, 종래 기술에서 사용되는 탄화규소(SiC)의 경우 시중가가 650만원/톤 정도이고, 지르코니아(ZrO_2)의 경우에도 시중가가 220만원/톤 정도로 매우 고가이나, 본 발명에 따른 마이크로파 흡수 발열체는 제조비를 모두 포함할 경우에도 20만원/톤을 넘지 않는다. 따라서 경제성으로 인해 활용이 되지 않던 종래 기술에 비해 본 기술은 경제성을 확보할 수 있어 실제 현장 적용 가능성이 매우 높다.
- [32] 5. 또한, 마이크로파 흡수체가 종래 방식처럼 폐기하거나 그물망 등을 이용해 걸러내는 것이 아니라 마이크로파 흡수 발열체가 내통에 구비되어 반영구적으로 사용될 수 있으므로 별도의 후공정이 필요없고 공정 운용 비용이 현저히 감소될 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [33] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템을 이용한 오염 토양 및 자갈의 정화 과정을 전체적으로 나타낸 도면이다.
- [34] 도 2는 도 1에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템에서 오염물 탈착부를 구체적으로 나타낸 도면이다.
- [35] 도 3은 도 1에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템의 오염물 탈착부에서 열처리부를 더욱 구체적으로 나타낸 도면이다.
- [36] 도 4는 본 발명에 따른 열탈착 방법을 이용한 오염 토양 및 자갈 정화 시스템 중에서 열처리부에서의 발열 원리를 구체적으로 나타낸 도면이다.
- [37] 도 5는 도 1에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템에서 오염물 탈착부에 있어서 내통 외주면에 구비된 마이크로파 흡수 발열체가 단열체에 의해 감싸진 것을 나타내는 도면이다.
- [38] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 방법을 나타낸

공정도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [39] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 다만 이는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 기술자가 본 발명을 용이하게 이해하고 실시할 수 있도록 설명하는 것일 뿐이고 본 발명의 범위가 하기 실시예의 범위로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다.
- [40]
- [41] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템을 이용한 오염 토양 및 자갈 정화 과정을 전체적으로 나타낸 도면이고, 도 2는 도 1에 따른 오염 토양 및 자갈 시스템에서 오염물 탈착부를 구체적으로 나타낸 도면이며, 도 3은 도 1에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템의 오염물 탈착부에서 열처리부를 더욱 구체적으로 나타낸 도면이다.
- [42] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템은
- [43] 오염 토양 및 자갈을 오염물 탈착부로 이송하기 위한 이송부(30);
- [44] 상기 이송부에서 이송되는 오염 토양 및 자갈이 열에 의해 오염물이 열탈착되는 오염물 탈착부(40); 및
- [45] 상기 오염물 탈착부를 거쳐 오염물이 제거된 토양 및 자갈을 회수하는 회수부(50);를 포함하여 구성된다.
- [46] 먼저, 철도 등에서 오염된 토양 및 자갈은 컨베이어 벨트 등의 이송부(30)를 통해 오염물 탈착부(40)로 이송된다. 또한, 상기 이송부(30)에는 오염 토양 및 자갈에서 수분을 건조하기 위한 건조 수단이 추가로 구비될 수 있으며, 상기 건조 수단은 가열, 환풍 또는 열풍 건조 등과 같은 공지, 공용의 건조 수단이 적용될 수 있다. 이러한 건조 수단에 의해 수분이 제거됨으로써 오염물 탈착부(40)에서의 열기에 의한 오염 토양 및 자갈의 오염물 제거 효율이 증가할 수 있다.
- [47] 상기 오염물 탈착부(40)는 오염 토양 및 자갈(42)이 들어오는 입구와 배출되는 출구를 제외하고는 밀폐된 림 구조를 이루어 마이크로파 발진부(41)에서 조사되는 마이크로파를 난반사시키는 공진림 역할을 하며, 상기 오염물 탈착부의 열처리부가 한쪽으로 기울어진 상태로 자중에 의해, 또는 자중과 진동에 의해 아래쪽 방향으로 상기 오염 토양 및 자갈(42)이 이송된다. 이 때 상기 오염물 탈착부의 외통 일측, 예를 들어 상부 또는 측부에는 마이크로파 발진부(41)가 1개 이상 구비되며, 상기 마이크로파 발진부(41)는 마이크로파 발진기(마그네트론)와 고전압변압기를 포함하여 구성되고, 추가로 고전압 콘덴서, 고전압 다이오드 등을 포함한다. 상기 고전압변압기는 외부로부터 입력되는 상용교류전압을 고주파 발생에 적합한 고전압(예를 들면, 4 킬로볼트[kV] 정도)으로 변압하여 마그네트론으로 인가하며, 마그네트론은

고전압변압기로부터 인가되는 고전압에 의하여 고주파발진을 하여 마이크로파를 발생시킨다. 마이크로파 주파수는 ISM(Industrial, Scientific and Medical) 주파수를 사용하되, 부품 수급의 원활성 등 장점을 살려 주로 2,450MHz대역을 사용하는 것이 바람직하나, 이에 한정하는 것은 아니고, 용도에 따라 300MHz ~ 300GHz 영역의 주파수를 갖는 마이크로파를 다양하게 변형하여 사용할 수 있다. 상기 마그네트론이 구동될 때 마그네트론에서 발생하는 고열을 냉각시키기 위해 마그네트론의 일단에는 냉각팬이 설치되고, 냉각팬은 팬모터와 연결되며, 외부로부터 전압이 팬모터에 인가되면 팬모터가 가동되면서 팬모터에 의해 냉각팬이 구동되어 외부의 찬공기를 마그네트론에 송풍함으로써, 마그네트론에서 발생하는 고열을 냉각시킬 수 있다. 다만, 경우에 따라 마그네트론의 냉각을 위한 다른 장치를 사용할 경우나 외부에 노출되는 경우와 같이 개별 냉각 장치가 필요 없을 경우에는 냉각팬을 제외할 수 있다. 또한, 상기 마이크로파 발진부(41)를 상기 오염물 탈착부(40)에서 이격되게 설치할 필요가 있는 경우에는 도파관(미도시)을 이용하여 연결할 수 있다.

- [48] 상기 오염물 탈착부(40)에는 오염물의 열탈착에 의해 배출되는 가스와 분진을 이송하여 처리한 후 방출하기 위한 배출물 후처리부(70)가 추가로 연결될 수 있다. 상기 배출 가스와 분진은 이송관(43)을 통해 후연소기(71)로 이송된 후 버너에 의해 후연소되고, 이어서 냉각기(72)를 통해 냉각된 후 백필터(73)를 거쳐 대기 중에 방출될 수 있다. 이 때 분진 상태로서 후연소기에 의해 완전 연소되지 않고 대기 중에 방출되는 것이 바람직하지 않은 오염 물질은 별도의 집진 설비를 갖추어 수집될 수 있다. 또한 대기로의 배출이 제한되는 유해 가스와 같은 분제는 강제로 흡입 및 부착시켜 공기로부터 분리하기 위한 흡착기에 의해 걸러질 수 있다.
- [49] 상기 오염물 탈착부(40)를 거쳐 오염물이 제거된 토양 및 자갈(정화 토양 및 자갈, 42-1)을 회수하기 위한 회수부(50)가 구비된다.
- [50] 이어서 상기 회수부에서 회수된 토양 및 자갈은 고온 상태이므로 냉각수를 처리하여 회수하기 위한 냉각 처리부(60)가 추가로 포함하는 것이 바람직하다.
- [51] 도 2는 도 1에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템에서 오염물 탈착부를 구체적으로 나타낸 도면으로 (a)평면도, (b)정단면도 및 (c)측면도이고, 도 3은 도 1에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템의 오염물 탈착부에서 열처리부를 더욱 구체적으로 나타낸 도면이다.
- [52] 도 2 및 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템의 오염물 탈착부(40)를 더욱 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [53] 상기 오염된 토양 및 자갈(42)이 투입되는 투입구(410), 상기 오염 토양 및 자갈이 열탈착 처리되는 열처리부(420) 및 열탈착 처리된 토양 및 자갈이 배출되는 배출구(430)를 포함하여 구성되며, 상기 열처리부(420) 일측에는 마이크로파 발진부(41)가 단수 또는 복수로 연결되고, 원통형의 고정된 컨테이너를 구성하는 외통(421) 및 상기 외통 내에 상기 외통보다 직경이 작은

원통형으로 구비되며 회전축(423)에 의해 상기 외통(421) 내에서 회전 가능하게 설치되고 상기 투입구(410)를 통해 오염 토양 및 자갈이 투입되는 내통(422)이 구비되며, 상기 외통(421) 외부에는 상기 회전축(423)이 연장되어 연결되는 구동모터(424)가 구비되고, 상기 내통(422)의 외주면에는 마이크로파를 흡수하여 열을 발생시키는 마이크로파 흡수 발열체(426)가 구비되며, 상기 외통 및 내통 사이에는 마이크로파가 반사되기 위한 캐비티 공간(427)이 구비되어 상기 마이크로파 발진부(41)에서 조사된 마이크로파가 상기 캐비티 공간(427)에서 난반사를 일으켜 상기 내통(422)의 외주면에 구비된 마이크로파 흡수 발열체(426)에서 열을 발생시킴에 의해 상기 내통 내부의 오염 토양 및 자갈(42) 표면의 오염물을 열탈착시키도록 구성된다.

[54] 도 2에서는 구동모터(424)가 체인(425)에 의해 회전축(423)에 구동력이 전달되는 것으로 도시되었으나 반드시 이와 같이 되어야 하는 것은 아니고 기어 방식으로 전달되도록 할 수도 있으며, 회전축(423)에 구동모터(424)가 직접 연결되도록 할 수도 있다.

[55] 도 2를 참조하면, 상기 열처리부(420) 일측에는 마이크로파 발진부(41)가 단수 또는 복수로 연결되는데, 그 위치는 상부 또는 측부가 바람직하나 하부에 설치되는 것도 가능하다. 또한, 원통형의 고정된 컨테이너를 구성하는 외통(421) 및 상기 외통(421) 내에 상기 외통보다 직경이 작은 원통형으로 구비되고 회전축(423)에 의해 상기 외통(421) 내에서 회전 가능하게 설치되며 상기 투입구(410)를 통해 오염 토양 및 자갈이 투입되는 내통(422)이 구비되며, 상기 외통(421) 외부에는 상기 회전축(423)이 연장되어 연결되는 구동모터(424)가 구비되고, 상기 내통(422)의 외주면에는 마이크로파를 흡수하여 열을 발생시키는 마이크로파 흡수 발열체(426)가 구비되며, 상기 외통 및 내통 사이에는 마이크로파가 반사되기 위한 캐비티 공간(427)이 구비되어 상기 마이크로파 발진부(41)에서 조사된 마이크로파가 상기 캐비티 공간(427)에서 난반사를 일으켜 상기 내통(422)의 외주면에 구비된 마이크로파 흡수 발열체(426)에서 열을 발생시킴에 의해 상기 내통 내부의 오염 토양 및 자갈 표면의 오염물을 열탈착시키도록 구성된다.

[56] 도 3은 도 1에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템의 오염물 탈착부에서 열처리부를 더욱 구체적으로 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 열탈착 방법을 이용한 오염 토양 및 자갈 정화 시스템 중에서 열처리부에서의 발열 원리를 구체적으로 나타낸 도면이다.

[57] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 방법은 오염 토양 및 자갈을 열원(토치)에서 발생하는 고열을 이용하여 드럼 내의 오염 토양 및 자갈을 열탈착시키는 것이 아니라, 마이크로파 흡수 발열체에서 발생하는 열이 내통 내로 간접적으로 전달되고 이렇게 전달된 열이 직접 오염 토양 및 자갈과 접촉하기 때문에 열전달 효율이 높고 열원이 내통 전체적으로 고르게 작용하므로 전체적으로 균일한 가열이 가능하게 되어 균일한 열탈착이

이루어지는 장점이 있다. 또한, 단열재는 마이크로파 흡수 발열체의 외부에 형성되어 열이 외측으로 손실되는 것을 방지하기 때문에 오염 토양 및 자갈에 대한 열전달 효율이 더욱 향상되어 열탈착 효율을 극대화시킬 수 있는 것이다.

[58] 또한, 본 발명에서 내통(422)의 중심에는 봉 형상의 온도측정부(428)를 구비하여 내통 내부의 온도를 검측할 수 있다.

[59] 도 5는 도 1에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템에서 오염물 탈착부에 있어서 내통 외주면에 구비된 마이크로파 흡수 발열체가 단열재에 의해 감싸진 것을 나타내는 도면이다.

[60] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템에서 오염물 탈착부에 있어서 내통(422) 외주면에는 마이크로파 흡수 발열체(도 5에는 미도시됨)가 구비되는데, 이 때 상기 마이크로파 흡수 발열체는 입자크기 5.0 mm 이하이고 구형률이 0.5 이상인 급냉 제강슬래그 입자로서 상기 급냉 제강슬래그 입자가 내통 외주면에 고정되도록 외피(예를 들어 내열성 금속 망체)에 의해 둘러싸여 고정되도록 할 수 있다.

[61] 또한, 상기 마이크로파 흡수 발열체는 입자크기 5.0 mm 이하이고 구형률이 0.5 이상인 급냉 제강슬래그 입자에 바인더를 혼합하여 경화시킨 경화체로서 상기 내통 외주면에 균일 두께로 도포되어 고정될 수도 있다. 본 발명에서 상기 바인더는 시멘트와 물의 혼합물일 수 있고, 전용 접착제일 수도 있으며, 기타 일반적으로 무기물을 결합시킬 수 있는 바인더는 모두 사용될 수 있다.

[62] 또한, 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 마이크로파 흡수 발열체의 외주면은 단열재로 둘러싸서 상기 마이크로파 흡수 발열체에서 발생한 열이 외측 방향이 아니라 내측 방향으로 집중적으로 전달되도록 하는 것이 바람직하다. 본 발명에서 사용될 수 있는 단열재로는 글래스 울(glass wool), 석고, 내열 플라스틱, 내열 세라믹, 내열지 또는 돌가루 등을 사용할 수 있다.

[63] 본 발명에서 상기 오염된 토양 및 자갈은 철도 부지의 토양 및 자갈을 중심으로 설명되어 있으나, 이뿐만 아니라 오염 제거가 필요한 일반적인 토양 및 자갈을 모두 포함하는 것으로 해석되어야 한다. 또한, 토양과 자갈 중 한 가지만 대상으로 하거나 두 가지 모두를 대상으로 하는 것도 모두 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

[64]

[65] 이하에서는 상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 시스템에 사용되는 발열체의 재료로서, 오염물 탈착부(40)에서 조사된 마이크로파를 흡수하여 열을 발생시킬 수 있는 특징을 갖는 특수 세라믹 조성물에 관하여 상세하게 설명한다.

[66] 본 발명에서 “이상”의 의미는 해당 수치 이상으로서 일반적으로 본 기술이 속하는 분야에서 상식적, 합리적으로 이해될 수 있는 만큼의 상한치를 갖는다는 의미이며, “이하”의 의미는 해당 수치 이하로서 일반적으로 본 기술이 속하는 분야에서 상식적, 합리적으로 이해될 수 있는 만큼의 하한치를 갖는다는

의미로서, 이는 발명을 간단하고도 명료하게 나타내기 위한 표현으로 이해되어야 한다.

- [67] 본 발명에 따른 발열체는 특수 세라믹 조성물로서, 구체적인 예로서는 입자크기 5.0 mm 이하이고 구형률이 0.5 이상인 급냉 제강슬래그인 세라믹 조성물이다.
- [68] 본 발명에서 상기 급냉 제강 슬래그는 그 입자크기가 3.0mm 이하인 것이 더 바람직하고, 더더욱 바람직하게는 1.0mm 이하이다.
- [69] 종래 제강 공장에서 배출되는 슬래그는 전로 또는 전기로 하부에 배치된 슬래그 포트에 슬래그를 수용한 후 처리장에 배출시켜 처리하였는데, 종래의 처리법으로는 배출된 슬래그에 다량의 물을 살포하여 슬래그를 냉각시켜 고화시키며 이후 파쇄 과정을 거쳐 슬래그에 존재하는 철 성분은 자력 선별기를 통해 선별하여 다시 철원으로 사용하고 나머지 슬래그는 특별한 용도가 없어 매립하거나 도로 포장 등의 골재로서 사용되는 것이 대부분이었다. 그러나 이와 같이 폐 슬래그를 단순 매립할 경우 매립 비용이 부수적으로 발생하고 매립양이 많을 경우 그 비용이 상당히 부담이 되며 더불어 환경적인 문제가 발생하므로 별도의 용도로 활용할 수 있는 용처의 개발이 절실한 상황이었다.
- [70] 상기 냉각(서냉)에 의해 냉각된 제강 슬래그는 서냉 제강 슬래그로 불리는데, 내부에 다량의 프리 라임(유리된 CaO)을 포함하고 있고 이러한 프리 라임은 도로 포장시 물과 반응하여 수산화칼슘(Ca(OH)_2)을 형성한다. 상기 형성된 수산화칼슘은 프리 라임에 비하여 부피가 크고 분화되기 쉬운 성질을 가지기 때문에 도로 노반재료로 이용될 경우 도로가 들뜨는 문제가 있고 분화된 수산화칼슘이 대기 및 수질을 오염시키는 원인이 되기도 한다. 또한, 수산화칼슘이 알칼리성이므로 토양 오염의 원인이 되기도 하므로 도로 포장용 골재로의 사용도 매우 제한적이었다.
- [71] 이러한 서냉 제강 슬래그의 문제를 해결하기 위하여 급냉 제강 슬래그가 도입되었다. 급냉 제강 슬래그는 고온의 용융슬래그를 낙하시키며 고속기류를 분사하여 고온의 용융슬래그를 풍쇄함으로써 고속기류에 의해 급속하게 냉각시키고 미세 분말 형태로 제조하는 방법에 의해 제조될 수 있다. 이러한 방법을 사용할 경우 벌크 상태의 슬래그가 아닌 미세 분말 상태의 슬래그가 제조되어 별도의 파쇄 과정이 필요없고 프리 라임의 양도 줄어드는 효과가 있다. 그러나 종래의 급냉 제강 슬래그는 프리 라임의 양을 줄여 건설용 골재로서 사용하는 데만 주안점을 두었기 때문에 새로운 용처의 개발이 지지 부진한 상황이었다.
- [72] 본 발명은 이러한 급냉 제강 슬래그의 새로운 용처를 개발한 것으로서 급냉 제강 슬래그가 마이크로파를 흡수하여 발열이 이루어지는 성질을 발견하여 이를 발열 재료로서 이용하고자 한다.
- [73] 본 발명에서 사용되는 급냉 제강 슬래그는 종래부터 사용되던 일반적인 급냉 제강 슬래그를 그대로 사용하는 것이 아니라 특별한 선별 및 정제 방법을

이용하여 정제된 형태로 제조하여 사용하는 것이다.

- [74] 이하에서는 이러한 상기 선별/정제 방법에 대하여 더욱 구체적으로 설명한다.
- [75] 먼저, 본 발명에 따른 급냉 제강슬래그의 제조방법의 일 예는 하기와 같다. 즉, 제1단계로 시빙(sieving) 과정을 거쳐 5.0 mm 이하의 입경을 갖는 급냉 제강슬래그를 선별하고, 제2단계로 자력 세기 500가우스 이상, 바람직하게는 700~5,000 가우스의 자력 선별기를 사용하여 선별하여 본 발명에서 요구되는 마이크로파 흡수 효율을 갖는 입자만을 선별해 낸 후, 구형 선별기를 통하여 구형률 0.5 이상인 것만을 선별해 낸다. 이 때 상기 시빙과정과 구형선별 과정 및 자력선별 과정은 순서가 바뀌어도 되고 동시에 진행해도 되며, 이 모두 본 발명의 범위에 포함된다. 본 발명에서는 이러한 특별한 선별 및 정제 작업을 거쳐 얻어진 급냉 제강 슬래그를 간단히 “MIP(Microwave-irradiated pyrogen)”로 명명한다.
- [76] 본 발명에서 상기 급냉 제강 슬래그의 입자크기 5.0 mm 이하인 것이 바람직하고 구형률은 0.5 이상인 것이 요구된다. 상기 입자크기가 5.0 mm를 넘어서 너무 크게 되면 전체 단면적이 크지 않아 발열 효율 및 열 전달 효율이 떨어지므로 바람직하지 않다. 상기 구형률은 다른 말로 형상계수로서 입자의 가장 긴 쪽 지름에 대한 가장 작은 쪽 지름의 비율을 의미하는데, 만약 구형률이 0.5가 안 되는 급냉 제강 슬래그의 경우 찌그러진 모양을 갖게 되어 마이크로파가 뿔쭈한 부분으로 수렴할 수 있으며 이 경우에는 스파크가 발생할 수 있고 에너지가 뿔쭈한 부분이나 각진 부분으로만 집중되어 에너지 손실이 발생하기 때문에 입자 전체에서의 발열 효율이 떨어지는 문제가 발생하므로 구형률은 0.5 이상인 것을 선별해서 사용해야 한다. 이러한 급냉 제강 슬래그는 도체와 부도체의 중간적인 반도체의 성격을 가지기 때문에 흡수 가열과 유도 가열이 이뤄지며, 충전 상태에 따라 내부 마이크로파의 전달이 이루어진다. 즉, 연속되어 있는 구형의 급냉 제강 슬래그에 마이크로파가 인가될 경우 표면 효과에 의해 급냉 제강 슬래그를 따라 마이크로파가 전달되면서 인접한 급냉 제강 슬래그에도 이전과 마찬가지로 흡수 가열과 유도 가열이 이루어지는 것이다.
- [77] 본 발명에 있어서, 상기 마이크로파 흡수 발열체는 입자크기 5.0 mm 이하이고 구형률이 0.5 이상인 급냉 제강슬래그 입자로서 상기 급냉 제강슬래그 입자가 내통 외주면에 고정되도록 금속망체, 섬유망 등의 외피에 의해 둘러싸여 있도록 구성할 수 있다.
- [78] 또한, 본 발명에 있어서, 상기 마이크로파 흡수 발열체는 입자크기 5.0 mm 이하이고 구형률이 0.5 이상인 급냉 제강슬래그 입자에 바인더를 혼합하여 경화시킨 경화체일 수 있다. 본 발명에서 상기 바인더는 시멘트와 물의 혼합물, 또는 전용 접착제를 사용할 수 있다.
- [79] 본 발명에서는 상기 마이크로파 흡수 발열체로서 상기에서 설명된 “MIP”를 중심으로 설명하였으나, 반드시 이에 한정되어야 하는 것은 아니고, 기존의

마이크로파 흡수 발열체로서 알려진 재료들, 구체적으로는 SiC, ZrO₂, SiN₄, 탄소 등이 단독, 혼합 또는 상기 MIP와 혼합되어 사용될 수 있음은 물론이며, 이 또한 본 발명의 범위에 포함된다.

- [80] 본 발명에서 오염물 탈착부(40)의 외통 내주면은 마이크로파의 반사를 효과적으로 하기 위하여 반사판을 더 포함할 수 있다. 본 발명에서 상기 반사판으로 사용되는 재료는 마이크로파를 흡수하지 않고 반사하는 재료를 사용하는 것이 바람직하며, 예로서는 강재, 알루미늄재 또는 동재 등을 사용할 수 있다.
- [81] 또한, 본 발명에서 상기 반사판은 표면이 매끄러운 판형상이거나 표면에 요철된 판형상인 것이 바람직하다.
- [82] 본 발명은 상기와 같은 특징을 갖는 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템을 사용하여 오염 토양 및 자갈을 정화하는 방법도 포함한다.
- [83] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 방법을 나타낸 공정도이다.
- [84] 도 6을 참조하면, 본 발명에 따른 오염 토양 및 자갈 정화 방법은
- [85] (1) 오염 토양 및 자갈을 오염물 탈착부로 이송하는 단계(S11);
- [86] (3) 상기 이송되는 오염 토양 및 자갈을 이송받아 오염물 탈착부에서 열에 의해 오염물을 탈착하는 단계(S12); 및
- [87] (3) 상기 오염물 탈착부를 거쳐 오염물이 제거된 토양 및 자갈을 회수하는 단계(S13);를 포함하여 구성된다. 이 때, 상기 오염물 탈착부는 상기 오염 토양 및 자갈이 투입되는 투입구, 상기 오염 토양 및 자갈이 열탈착 처리되는 열처리부 및 열탈착 처리된 토양 및 자갈이 배출되는 배출구를 포함하여 구성되며, 상기 열처리부 일측에는 마이크로파 발진부가 단수 또는 복수로 연결되고, 원통형의 고정된 컨테이너를 구성하는 외통 및 상기 외통 내에 상기 외통보다 직경이 작은 원통형으로 구비되며 회전축에 의해 상기 외통 내에서 회전 가능하게 설치되는 내통이 구비되며, 상기 외통 외부에는 상기 회전축이 연장되어 구동모터에 연결되고, 상기 내통의 외주면에는 마이크로파를 흡수하여 열을 발생시키는 마이크로파 흡수 발열체가 구비되며, 상기 외통 및 내통 사이에는 마이크로파가 반사되기 위한 캐비티 공간이 구비되어 상기 마이크로파 발진부에서 조사된 마이크로파가 상기 캐비티 공간에서 난반사를 일으켜 상기 내통의 외주면에 구비된 마이크로파 흡수 발열체에서 열을 발생시킴에 의해 오염 토양 및 자갈 표면의 오염물을 열탈착시키도록 구성된다.
- [88] 본 발명에 따른 상기 오염 토양 및 자갈 정화 방법에서 구체적인 사항은 상기 본 발명에 따른 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템에 관한 부분에서 설명한 것과 같으므로 구체적인 설명은 생략한다.
- [89]
- [90] 이상, 본 발명에 따른 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈

열탈착 시스템 및 이를 이용한 오염 토양 및 자갈 열탈착 방법에 관하여 설명하였다. 본 발명의 새로운 오염 토양 및 자갈 정화 장치 및 그 방법을 이용하면 오염 토양 및 자갈을 1회 처리하는 것만으로도 정화 작업이 완료될 수 있으므로 높은 생산성을 확보할 수 있으며, 제철 공정 등에서 배출되는 폐재료를 발열체 입자의 원료로 사용하므로 종래의 고가의 재료를 사용하지 않더라도 목적을 달성할 수 있으므로 높은 경제성을 확보할 수 있어 실제 현장 적용 가능성을 획기적으로 높일 수 있다.

[91]

[92] 이상과 같이, 본 발명을 도면을 참조하여 그 특징에 관하여 구체적으로 설명하였으나, 본 발명은 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에 의하여 다양한 변형 및 변경이 가능하고 이러한 변형 및 변경은 본 발명의 보호범위에 속하는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[93]

[94] [부호의 설명]

[95] 30: 이송부 40: 오염물 탈착부

[96] 41: 마이크로파 발진부 42: 오염 토양 및 자갈

[97] 42-1: 정화 토양 및 자갈 43: 이송관

[98] 50: 발열체 입자 회수부 60: 냉각 처리부

[99] 70: 배출물 후처리부 71: 후연소기

[100] 72: 냉각기 73: 백필터

[101] 410: 투입구 420: 열처리부

[102] 421: 외통 422: 내통

[103] 423: 회전축 424: 구동모터

[104] 425: 체인 426: 마이크로파 흡수 발열체

[105] 427: 캐비티 공간 428: 온도측정부

[106] 429: 단열재 430: 배출구

[107] 440: 폐가스 및 분진 배출구

[108]

청구범위

[청구항 1]

오염 토양 및 자갈을 오염물 탈착부로 이송하기 위한 이송부;
상기 이송부에서 이송되는 오염 토양 및 자갈이 열에 의해
오염물이 열탈착되는 오염물 탈착부로서, 상기 오염 토양 및
자갈이 투입되는 투입구, 상기 오염 토양 및 자갈이 열탈착
처리되는 열처리부 및 열탈착 처리된 토양 및 자갈이 배출되는
배출구를 포함하여 구성되며, 상기 열처리부 일측에는 마이크로파
발전부가 단수 또는 복수로 연결되고, 원통형의 고정된
컨테이너를 구성하는 외통 및 상기 외통 내에 상기 외통보다
직경이 작은 원통형으로 구비되며 회전축에 의해 상기 외통
내에서 회전 가능하게 설치되고 상기 투입구를 통해 오염 토양 및
자갈이 투입되는 내통이 구비되며, 상기 외통 외부에는 상기
회전축이 연장되어 연결되는 구동모터가 구비되고, 상기 내통의
외주면에는 마이크로파를 흡수하여 열을 발생시키는 마이크로파
흡수 발열체가 구비되며, 상기 외통 및 내통 사이에는
마이크로파가 반사되기 위한 캐비티 공간이 구비되어 상기
마이크로파 발전부에서 조사된 마이크로파가 상기 캐비티
공간에서 난반사를 일으켜 상기 내통의 외주면에 구비된
마이크로파 흡수 발열체에서 열을 발생시킴에 의해 상기 내통
내부의 오염 토양 및 자갈 표면의 오염물을 열탈착시키도록
구성된 오염물 탈착부; 및
상기 오염물 탈착부를 거쳐 오염물이 제거된 토양 및 자갈을
회수하는 회수부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는
마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착
시스템.

[청구항 2]

청구항 1에 있어서, 상기 오염물 탈착부에는 오염물 탈착에 의해
배출되는 가스와 분진을 이송하여 처리한 후 방출하기 위한
배출물 후처리부가 연결되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 간접
조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템.

[청구항 3]

청구항 1에 있어서, 상기 마이크로파 흡수 발열체는 입자크기 5.0
mm 이하이고 구형률이 0.5 이상인 급냉 제강슬래그 입자로서
상기 급냉 제강슬래그 입자가 내통 외주면에 고정되도록 외피에
의해 둘러싸여 고정되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 간접
조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템.

[청구항 4]

청구항 1에 있어서, 상기 마이크로파 흡수 발열체는 입자크기 5.0
mm 이하이고 구형률이 0.5 이상인 급냉 제강슬래그 입자에
바인더를 혼합하여 경화시킨 경화체로서 상기 내통 외주면에 균일

두께로 도포되어 고정되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템.

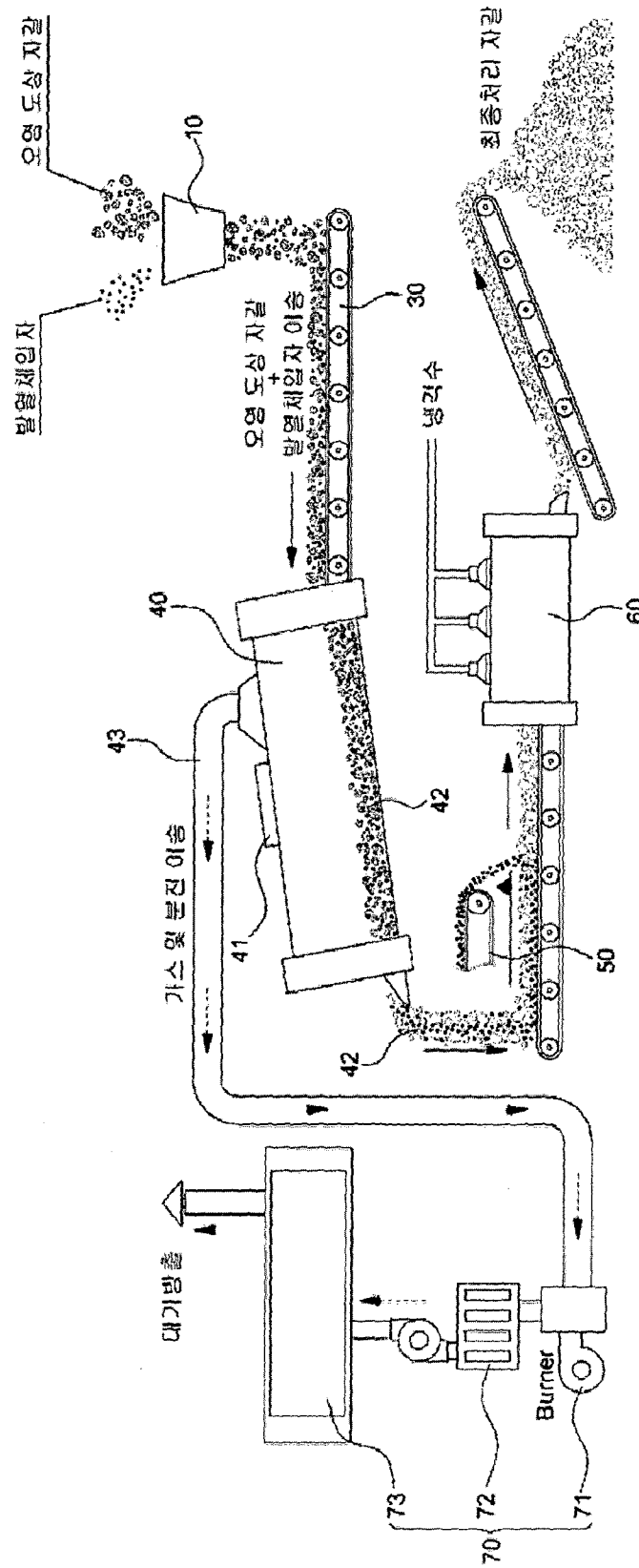
[청구항 5]

청구항 1에 있어서, 상기 마이크로파 흡수 발열체의 외주면은 단열재로 둘러싸인 것을 특징으로 하는 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 시스템.

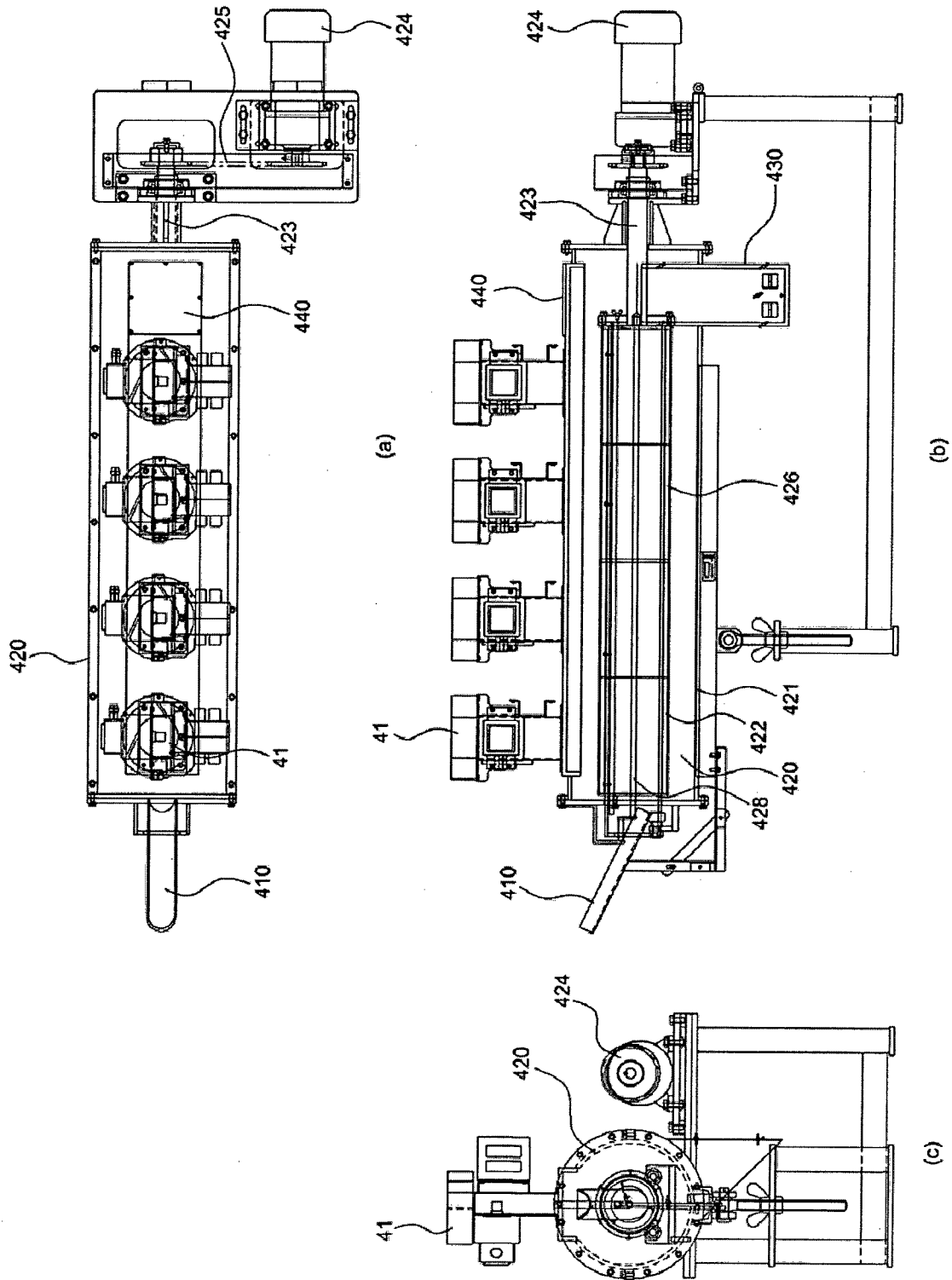
[청구항 6]

(1) 오염 토양 및 자갈을 오염물 탈착부로 이송하는 단계;
 (2) 상기 이송되는 오염 토양 및 자갈을 이송하여 오염물 탈착부에서 열에 의해 오염물을 탈착하는 단계로서, 상기 오염물 탈착부는 상기 오염 토양 및 자갈이 투입되는 투입구, 상기 오염 토양 및 자갈이 열탈착 처리되는 열처리부 및 열탈착 처리된 토양 및 자갈이 배출되는 배출구를 포함하여 구성되며, 상기 열처리부 일측에는 마이크로파 발진부가 단수 또는 복수로 연결되고, 원통형의 고정된 컨테이너를 구성하는 외통 및 상기 외통 내에 상기 외통보다 직경이 작은 원통형으로 구비되며 회전축에 의해 상기 외통 내에서 회전 가능하게 설치되고 상기 투입구를 통해 오염 토양 및 자갈이 투입되는 내통이 구비되며, 상기 외통 외부에는 상기 회전축이 연장되어 연결되는 구동모터가 구비되고, 상기 내통의 외주면에는 마이크로파를 흡수하여 열을 발생시키는 마이크로파 흡수 발열체가 구비되며, 상기 외통 및 내통 사이에는 마이크로파가 반사되기 위한 캐비티 공간이 구비되어 상기 마이크로파 발진부에서 조사된 마이크로파가 상기 캐비티 공간에서 난반사를 일으켜 상기 내통의 외주면에 구비된 마이크로파 흡수 발열체에서 열을 발생시킴에 의해 상기 내통 내부의 오염 토양 및 자갈 표면의 오염물을 열탈착시키는 단계; 및
 (3) 상기 오염물 탈착부를 거쳐 오염물이 제거된 토양 및 자갈을 회수하는 단계;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 간접 조사 방식에 의한 오염 토양 및 자갈 열탈착 방법.

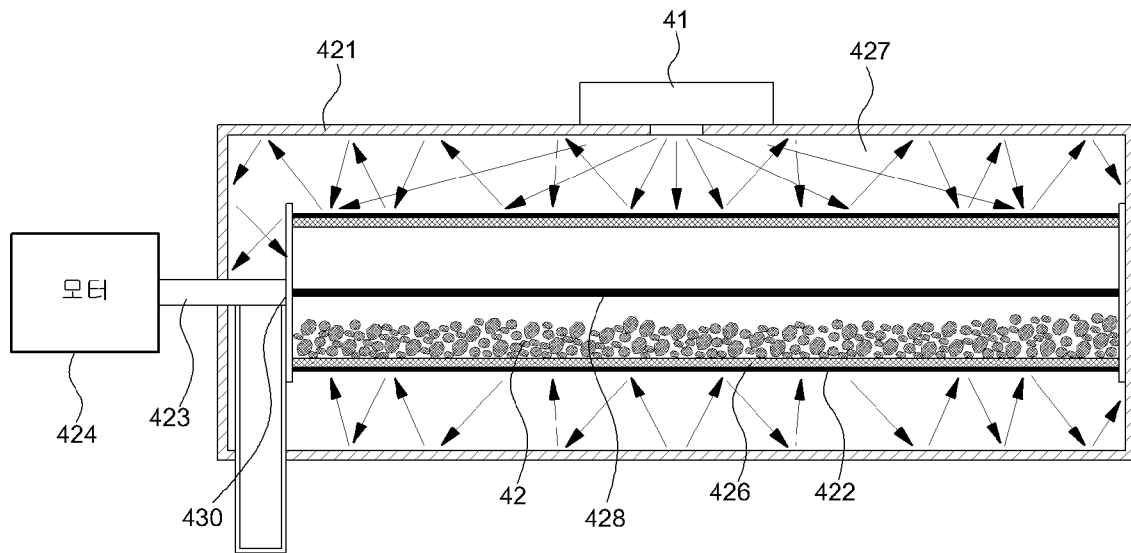
[도1]



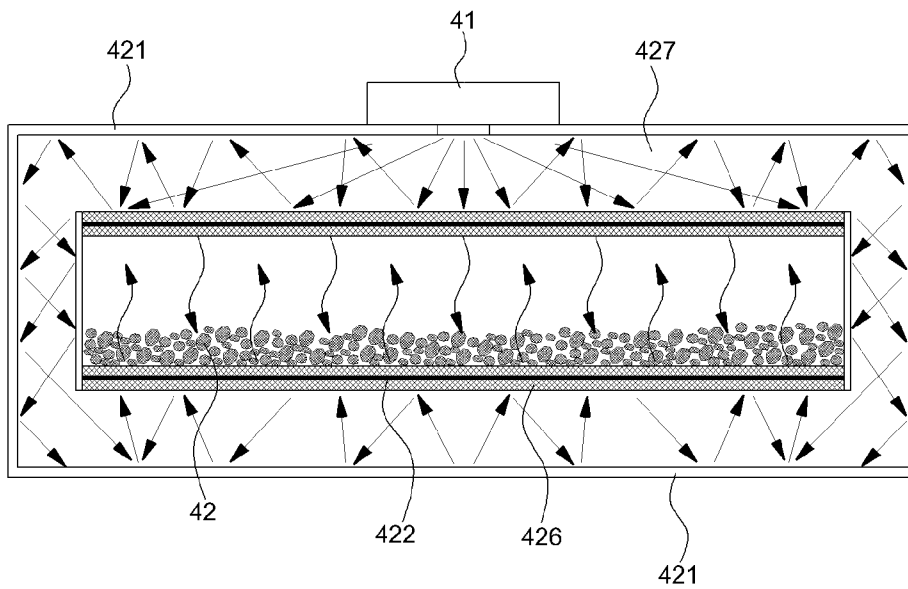
[도2]



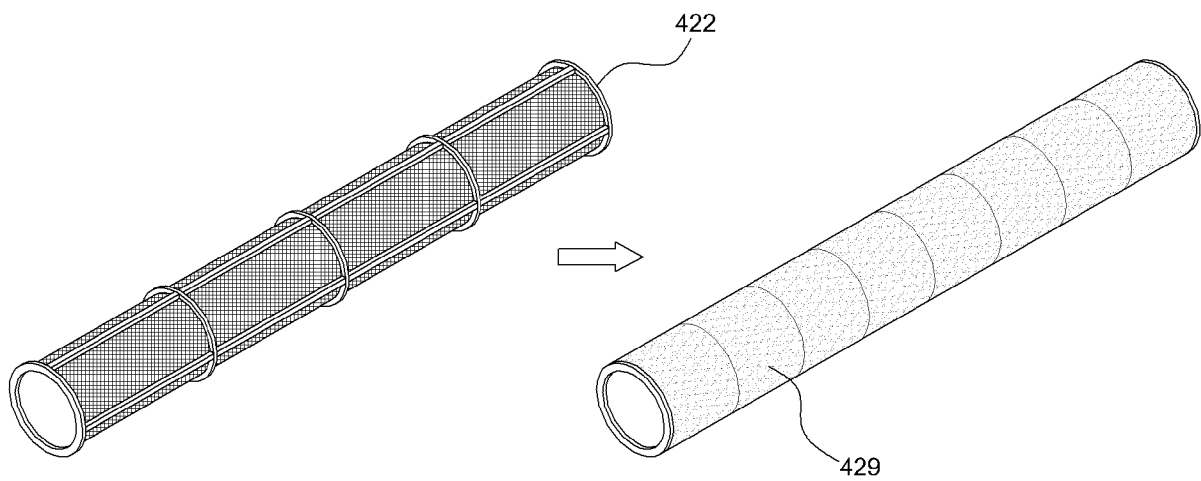
[도3]



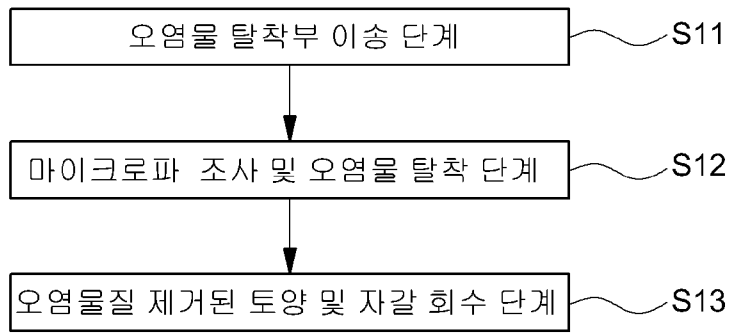
[도4]



[도5]



[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/007043**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****B09C 1/06(2006.01)i, F26B 3/347(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)

B09C 1/06; B01D 53/32; A62D 3/19; B01D 53/56; A62D 3/178; F26B 3/347

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: soil, gravel, microwave, heating, absorbing pyrogen, steel slag, binder, thermal detachment/attachment, thermal attachment/detachment

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 20-2009-0008960 U (HAN, Jin Young et al.) 08 September 2009 See abstract; claims 1-6; and figures 1-5.	1-6
A	KR 10-2010-0058025 A (KOREA ELECTROTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 03 June 2010 See abstract; claims 1-20; and figures 1-5.	1-6
A	KR 10-1354613 B1 (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) 22 January 2014 See abstract; claims 1, 6-7; and figures 1-4.	1-6
A	KR 10-2011-0025022 A (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) 09 March 2011 See abstract; claims 1-12; and figures 1-3.	1-6
A	KR 10-2012-0072678 A (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) 04 July 2012 See abstract; claims 15-20; and figures 1-3.	1-6

☐ 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

22 SEPTEMBER 2015 (22.09.2015)

Date of mailing of the international search report

22 SEPTEMBER 2015 (22.09.2015)

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. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/007043

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 20-2009-0008960 U	08/09/2009	NONE	
KR 10-2010-0058025 A	03/06/2010	NONE	
KR 10-1354613 B1	22/01/2014	NONE	
KR 10-2011-0025022 A	09/03/2011	NONE	
KR 10-2012-0072678 A	04/07/2012	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B09C 1/06(2006.01)i, F26B 3/347(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B09C 1/06; B01D 53/32; A62D 3/19; B01D 53/56; A62D 3/178; F26B 3/347

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: 토양, 자갈, 마이크로파, 가열, 흡수 발열체, 제강슬래그, 바인더, 열탈착, 열착탈

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 20-2009-0008960 U (한진영 등) 2009.09.08 요약; 청구항 1-6; 및 도면 1-5 참조.	1-6
A	KR 10-2010-0058025 A (한국전기연구원) 2010.06.03 요약; 청구항 1-20; 및 도면 1-5 참조.	1-6
A	KR 10-1354613 B1 (한국생산기술연구원) 2014.01.22 요약; 청구항 1, 6-7; 및 도면 1-4 참조.	1-6
A	KR 10-2011-0025022 A (한국기초과학지원연구원) 2011.03.09 요약; 청구항 1-12; 및 도면 1-3 참조.	1-6
A	KR 10-2012-0072678 A (한국전력공사) 2012.07.04 요약; 청구항 15-20; 및 도면 1-3 참조.	1-6

☐ 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

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

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

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

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 09월 22일 (22.09.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 09월 22일 (22.09.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

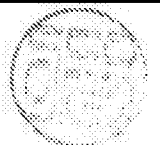
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

이동욱

전화번호 +82-42-481-8163



국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

KR 20-2009-0008960 U	2009/09/08	없음
KR 10-2010-0058025 A	2010/06/03	없음
KR 10-1354613 B1	2014/01/22	없음
KR 10-2011-0025022 A	2011/03/09	없음
KR 10-2012-0072678 A	2012/07/04	없음