



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0123769
(43) 공개일자 2018년11월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B09B 3/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B09B 3/0091 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0057863

(22) 출원일자 2017년05월10일

심사청구일자 2017년05월10일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

권일한

서울특별시 송파구 잠실로 62 트리지움 334동 101호

이제찬

서울특별시 서초구 나루터로4길 28 신반포8차 310동 304호

(74) 대리인

특허법인임앤정

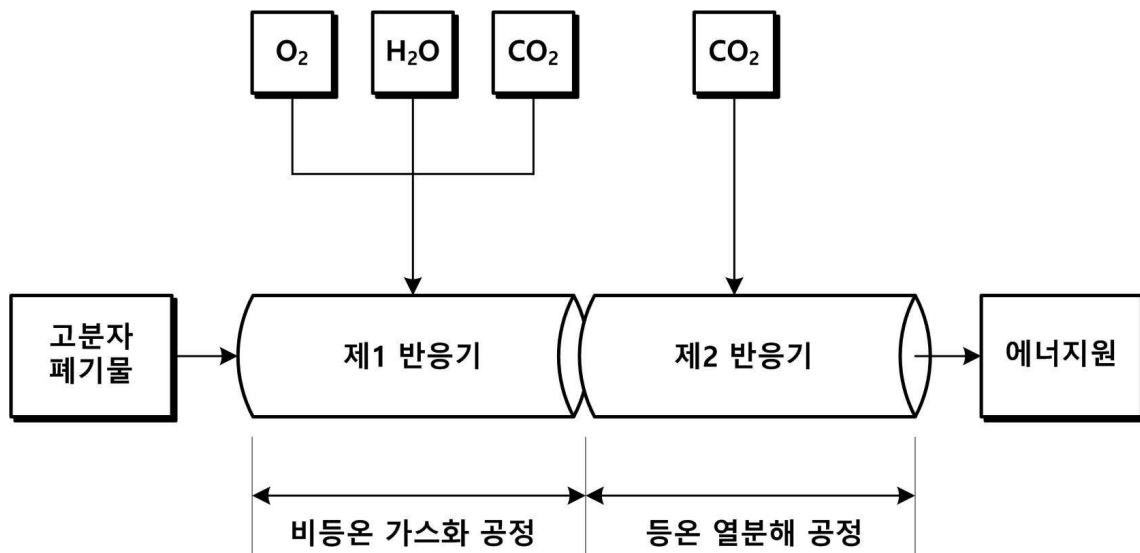
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 고분자폐기물의 처리방법

(57) 요약

고체 잔여물을 남기지 않고 고분자폐기물을 완전히 처리하는 동안 독성오염물질이 발생하는 것을 최소화하고 나아가 에너지원 회수율을 높일 수 있는 고분자폐기물의 처리방법이 제공된다. 이 고분자폐기물의 처리방법은, 고체 잔여물을 남기지 않고 고분자폐기물을 완전히 처리하는 방법으로서: 제1 반응기 내에 고분자폐기물을 투입하고, 제1 반응기에 이산화탄소와 함께 수증기 또는 산소를 공급하면서 제1 온도에서 제2 온도로 승온하면서 고분자폐기물을 가스화하는 단계; 및 제1 반응기에서 발생한 모든 기체생성물이 유입되는 제2 반응기를 이산화탄소 분위기에서 제2 온도로 유지하여 기체생성물을 열분해하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

고체 잔여물을 남기지 않고 고분자폐기물을 완전히 처리하는 방법으로서:

제1 반응기 내에 고분자폐기물을 투입하고, 상기 제1 반응기에 이산화탄소와 함께 수증기 또는 산소를 공급하면서 제1 온도에서 제2 온도로 승온하면서 상기 고분자폐기물을 가스화하는 단계; 및

상기 제1 반응기에서 발생한 모든 기체생성물이 유입되는 제2 반응기를 이산화탄소 분위기에서 상기 제2 온도로 유지하여 상기 기체생성물을 열분해하는 단계를 포함하는 고분자폐기물의 처리방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 반응기의 온도 변화에 따라 서로 다른 종류의 기체생성물이 생성되고, 이러한 기체생성물은 모두 상기 제2 반응기로 유입되어 열분해되는 것을 특징으로 하는 고분자폐기물의 처리방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 온도는 20 내지 200도이고, 상기 제2 온도는 700 내지 800도인 것을 특징으로 하는 고분자폐기물의 처리방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 가스화하는 단계에서, 상기 수증기 또는 산소의 양은 상기 고분자폐기물의 탄소 무게의 36 내지 90%인 것을 특징으로 하는 고분자폐기물의 처리방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 고분자폐기물은 폐회로기관 또는 도시고형폐기물인 것을 특징으로 하는 고분자폐기물의 처리방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고분자폐기물의 처리방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 고체 잔여물을 남기지 않고 고분자폐기물을 완전히 처리하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 산업화와 도시화가 발달하면서 생활 속에 발생하는 폐기물은 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 이러한 폐기물 중에서 폐회로기관(waste printed circuit boards) 또는 도시고형폐기물(municipal solid wastes) 등에 포함된 고분자폐기물의 처리가 문제되고 있다. 국내에는 매립지를 충분히 확보하기 어렵고 매립에 따른 토양 오염이 심각하기 때문에 일반적으로 고분자폐기물을 소각처리하고 있다. 하지만, 소각공정은 800 내지 1100도의 고온에서 운전되는 에너지 집약적인 공정이기 때문에 대량으로 고분자폐기물을 처리하기에는 한계가 있다. 또한 고분자폐기물을 소각처리할 때 다양한 종류의 가스와 타르(tar), 애쉬(ash), 찌(char) 등의 잔여물이 발생하는데, 이들 가스와 잔여물은 다이옥신, PAHs(Polynuclear Aromatic Hydrocarbons), 벤젠 등의 발암물질을 포함한다. 특히, 일부 발암물질은 상대적으로 낮은 온도(100 내지 200도)에서 생성되는데, 소각처리를 위해 반응기를

승온하는 과정에서 발생하는 독성오염물질들은 완전히 분해되지 못하고 외부로 배출되는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 고체 잔여물을 남기지 않고 고분자폐기물을 완전히 처리하는 동안 독성오염 물질이 발생하는 것을 최소화하고 나아가 에너지원 회수율을 높일 수 있는 고분자폐기물의 처리방법을 제공하고 자 하는 것이다.

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제 들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자폐기물의 처리방법은, 고체 잔여물을 남기지 않고 고분자폐기물을 완전히 처리하는 방법으로서: 제1 반응기 내에 고분자폐기물을 투입하고, 상기 제1 반응기에 이산화탄소와 함께 수증기 또는 산소를 공급하면서 제1 온도에서 제2 온도로 승온하면서 상기 고분자폐기물을 가스화하는 단계; 및 상기 제1 반응기에서 발생한 모든 기체생성물이 유입되는 제2 반응기를 이산화탄소 분위기 에서 상기 제2 온도로 유지하여 상기 기체생성물을 열분해하는 단계를 포함한다.

[0006] 상기 제1 반응기의 온도 변화에 따라 서로 다른 종류의 기체생성물이 생성되고, 이러한 기체생성물은 모두 상기 제2 반응기로 유입되어 열분해될 수 있다.

[0007] 상기 제1 온도는 20 내지 200도이고, 상기 제2 온도는 700 내지 800도일 수 있다.

[0008] 상기 가스화하는 단계에서, 상기 수증기 또는 산소의 양은 상기 고분자폐기물 내에 포함된 탄소 무게의 36 내지 90%일 수 있다.

[0009] 상기 고분자폐기물은 폐회로기관 또는 도시고형폐기물일 수 있다.

[0010] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 구체적인 내용 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0011] 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 고분자폐기물의 처리방법에 의하면, 고분자폐기물에 대하여 비등온 가스화 공정 및 등온 열분해 공정을 순차적으로 진행함으로써 다음과 같은 효과가 있다. 하게 된다.

[0012] 첫째, 비등온 가스화 공정을 통하여 고분자폐기물에 대한 고체 잔여물을 전혀 남기지 않고 100% 가스(이를 '기 체생성물'이라 함)로 전환할 수 있으며, 후속하는 등온 열분해 공정을 통하여 기체생성물에 포함된 독성유해물 질을 최소화할 수 있다. 특히, 본 발명에서는 기본적으로 이산화탄소 분위기에서 가스화 공정 및 열분해 공정을 수행함으로써, 질소나 아르곤 분위기에 비해 폐놀계 물질, 벤젠계 물질, 브롬계 물질, PAHs 등의 발암물질이 발 생하는 것을 효과적으로 억제할 수 있다.

[0013] 둘째, 이산화탄소 분위기에서 열분해 공정을 수행함으로써, 에너지원(특히, 일산화탄소 가스)의 회수율을 높일 수 있다.

[0014] 셋째, 가스화 공정에서 발생하는 모든 기체생성물이 고온의 열분해 공정을 거치기 때문에, 가스화 공정의 승온 과정에서 생성되는, 특히 상대적으로 낮은 온도(100 내지 400도)에서 생성되는 기체생성물에 대해서도 외부로 배출되기 전에 완전히 열분해를 하여 독성오염물질이 발생하는 것을 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자폐기물 처리장치를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 처리방법에 따라 폐회로기관을 처리하여 얻은 에너지원을 측정한 그래프이다.

도 3은 본 발명의 처리방법에 따라 도시고형폐기물을 처리하여 얻은 에너지원을 측정한 그래프이다.

도 4는 본 발명의 처리방법에 따라 도시고형폐기물을 처리한 후 독성물질의 농도를 측정한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0017] 본 발명에서 고분자폐기물은 폐회로기관 또는 도시고형폐기물 등과 같이 탄소를 함유한 고체상 물질을 의미한다.
- [0018] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 자세히 설명한다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자폐기물 처리장치를 개략적으로 나타낸 것이다. 고분자폐기물 처리장치는 비등온 가스화 공정을 수행하는 제1 반응기와, 등온 열분해 공정을 수행하는 제2 반응기를 포함한다.
- [0020] 폐기물 처리를 위해 고분자폐기물은 먼저 제1 반응기로 투입되는데, 제1 반응기는 기본적으로 이산화탄소 분위기를 가지며, 수증기 또는 산소가 추가로 공급된다. 공급되는 수증기 또는 산소의 양(무게 또는 질량)은 고분자 폐기물에 포함된 탄소 무게의 36 내지 90%인 것이 바람직하다. 본 발명의 반응기는 대기압을 상태에 있으며 MFC(mass flow controller)를 통하여 가스가 공급되는데, 반응기 내의 압력, 온도 및 무게가 정해지면 공급되는 가스의 부피를 역산할 수 있다. 수증기 또는 산소의 양이 36%보다 작은 경우 가스화 반응에 필요한 수증기 또는 산소가 부족하여 액체나 고체 등의 잔여물이 남을 수 있다. 또한, 수증기 또는 산소의 양이 90%보다 큰 경우 가스화 반응에서 수증기 또는 산소의 분압이 너무 높아져 반응이 일어나지 않는 문제가 있다.
- [0021] 제1 반응기는 제1 온도에서 제2 온도로 승온될 수 있다. 제1 온도는 20 내지 200도이고, 제2 온도는 700 내지 800도이다. 예컨대, 제1 반응기는 200도에서 700도로 분당 10도씩 승온될 수 있다.
- [0022] 이와 같이 제1 반응기로 투입된 고분자폐기물은 제1 온도에서 제2 온도를 승온되는 과정에서, 각 온도 구간별로 다양한 종류의 가스를 발생한다. 그리고, 제1 반응기에서 비등온 가스화 공정을 거친 고분자폐기물은 고체 잔여물을 남기지 않고 모두 가스로 전환되는데, 이를 '기체생성물'이라 한다.
- [0023] 제1 반응기에서 발생한 모든 기체생성물은 제2 반응기로 유입된다. 제2 반응기는 이산화탄소 분위기에서 등온 열분해 공정을 수행한다. 제2 반응기는 제1 반응기의 승온 과정과 상관없이 항상 제2 온도를 유지하는 것이 바람직하다. 따라서, 제1 반응기에서 승온 과정에서 생성되는, 특히 상대적으로 낮은 온도인 100 내지 400도에서 생성되는 기체생성물(예컨대, 벤젠 및 페놀 유래 물질, 다환방향족탄화수소, 할로겐함유물질 등의 독성오염물질)도 고온의 제2 반응기로 유입되기 때문에, 외부로 배출되기 전에 완전히 열분해공정을 거치게 된다. 따라서, 제1 및 제2 반응기를 거쳐 외부로 배출되는 독성오염물질을 최소화할 수 있다.
- [0024] 나아가, 제2 반응기의 열분해 공정은 이산화탄소 분위기에서 일어나기 때문에, 종래 질소나 아르곤 분위기와 비교하여 일산화탄소 가스 등의 에너지원에 대한 회수율이 높다.
- [0025] 도 2는 본 발명의 처리방법에 따라 폐회로기관을 처리하여 얻은 에너지원을 측정한 그래프이다. 회수된 에너지원으로는 수소(H_2) 가스, 메탄(CH_4) 가스, 및 일산화탄소(CO) 가스를 측정하였으며, 비교실험군으로 질소(N_2) 분위기에서 열분해한 경우를 함께 표시하였다.
- [0026] 수소 가스 및 메탄 가스의 경우 이산화탄소 분위기와 질소 분위기에서 비슷한 양상을 보였다. 일산화탄소 가스의 경우, 이산화탄소 분위기에서는 800도에서 약 4 mole%까지 증가하였으나, 질소 분위기에서는 0.5 mole%로 측정되었다. 따라서 이산화탄소 분위기에서 일산화탄소 가스의 회수율이 높은 것을 확인하였다.
- [0027] 도 3은 본 발명의 처리방법에 따라 도시고형폐기물을 처리하여 얻은 에너지원을 측정한 그래프이다. 회수된 에너지원과 비교실험군은 도 2와 동일하다.
- [0028] 도시고형폐기물에서도 도 2의 폐회로기관과 비슷한 양상을 보였다. 즉, 수소 가스 및 메탄 가스에 대해서는 이산화탄소 분위기와 질소 분위기가 비슷한 결과를 얻었으나, 일산화탄소 가스의 경우 이산화탄소 분위기에서는 약 700도에서 1.5 mole%까지 증가하였으나, 질소 분위기에서는 거의 측정되지 않았다.
- [0029] 아래 표 1은 본 발명의 처리방법에 따라 폐회로기관을 처리한 후 독성물질의 농도를 측정한 것이다.

표 1

물질	온도 (℃)	질소 분위기 (ppm/mg of PCBs)	이산화탄소 분위기 (ppm/mg of PCBs)
페놀계	400	3121.2	1097.8
	500	2492.6	796.1
	600	2164.8	804.6
	700	0	0
벤젠계	400	38.8	0
	500	654.8	94.1
	600	809.7	225.1
	700	367.6	117.8
PAHs	400	132.0	18.2
	500	221.4	45.3
	600	364.0	98.0
	700	2726.3	759.6
브롬계	400	0	0
	500	70.1	20.9
	600	4.2	0
	700	0	0

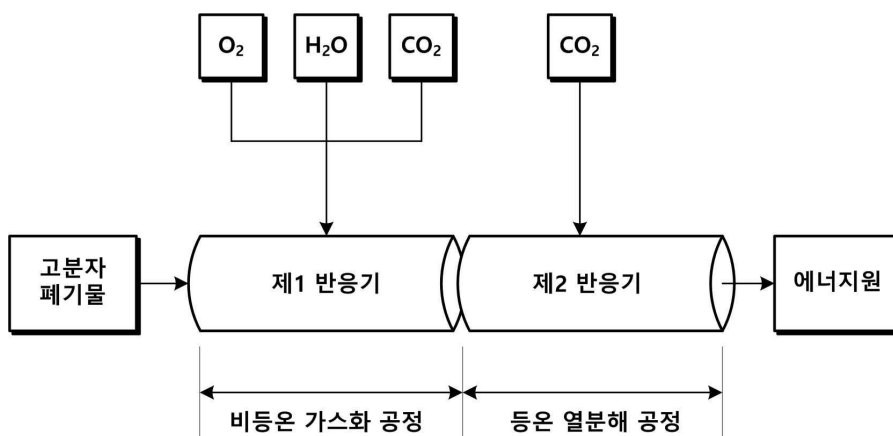
[0031] 표 1에 나타난 바와 같이, 질소 분위기에서보다 이산화탄소 분위기에서 페놀, 벤젠 등의 발암물질, PAHs, 브롬계 난연제 등의 독성물질의 농도가 훨씬 낮은 것을 확인하였다. 예컨대, PAHs의 경우, 700도에서 질소 분위기에서는 약 2700 ppm으로 측정되었으나, 이산화탄소 분위기에서는 약 760ppm으로 낮게 측정되었다. 페놀의 경우, 400도에서 질소 분위기에서는 약 3100ppm으로 측정되었으나, 이산화탄소 분위기에서는 약 1100ppm으로 낮게 측정되었다. 이와 같이 전체적으로 이산화탄소 분위기에서 폐회로기관을 처리함으로써 최종 생성물 내에 독성오염물질의 농도를 최소화할 수 있었다.

[0032] 도 4는 본 발명의 처리방법에 따라 도시고형폐기물을 처리한 후 독성물질의 농도를 측정한 그래프이다. 네 가지 샘플로 테스트를 하였으며, 전체적으로 벤젠계 물질과 PAHs의 농도가 질소 분위기에 비해 이산화탄소 분위기에서 줄어든 것을 확인할 수 있다.

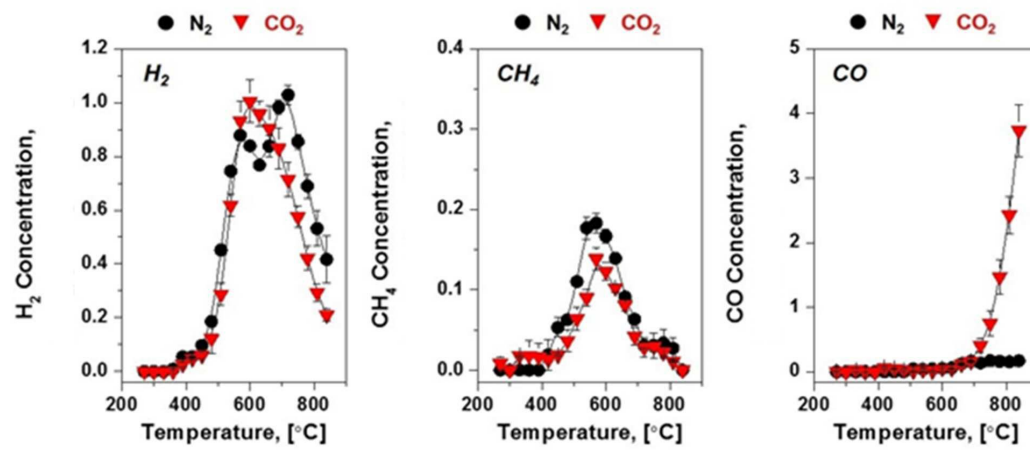
[0033] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

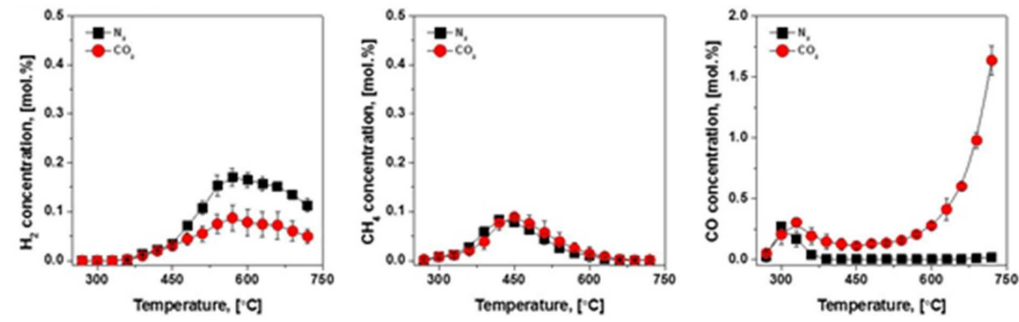
도면1



도면2



도면3



도면4

