



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0012301
(43) 공개일자 2011년02월09일

(51) Int. Cl.

B09B 3/00 (2006.01) B01J 19/08 (2006.01)

A62D 3/19 (2007.01)

(21) 출원번호 10-2009-0069971

(22) 출원일자 2009년07월30일

심사청구일자 2009년07월30일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

박동화

서울특별시 서초구 잠원동 65-32 한신7차 303동 204호

박현서

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 206동 106호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이원희

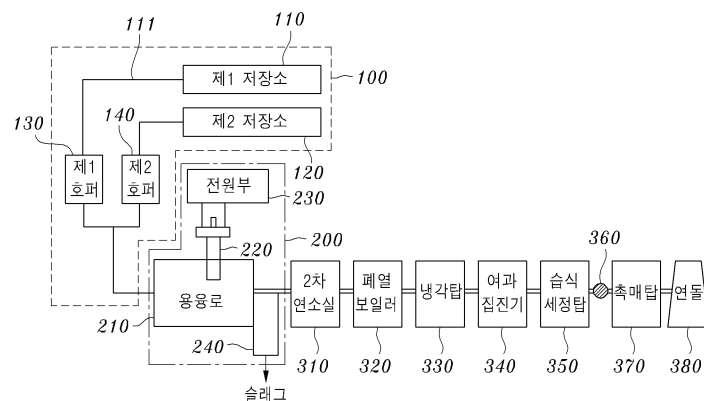
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 석면 폐기물 용융 처리 장치

(57) 요약

석면 폐기물 용융 처리 장치가 개시된다. 본 발명에 따른 석면 폐기물 용융 처리 장치는, 폐석면, 비산재 및 바닥재로 이루어진 폐기물이 장입되는 폐기물 장입부 및 폐기물 장입부로부터 유입된 폐기물을 플라즈마 용융 처리하여 슬래그를 형성하는 플라즈마 용융 처리부를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이환노

대전광역시 서구 둔산동 국화아파트 304동 1105호

홍영기

서울특별시 마포구 합정동 381-16 KCC

엠펙이어리버-2103

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 39090-01

부처명 한국산업기술진흥원

연구관리전문기관

연구사업명 지역혁신센터(RIC) 사업

연구과제명 열플라즈마를 이용한 환경오염물질 처리공정

기여율

주관기관 지식경제부

연구기간 2009년 03월 01일 ~ 2010년 02월 28일

특허청구의 범위

청구항 1

폐석면, 비산재 및 바닥재로 이루어진 폐기물이 장입되는 폐기물 장입부; 및,

상기 폐기물 장입부로부터 유입된 상기 폐기물을 플라즈마 용융 처리하여 슬래그를 형성하는 플라즈마 용융 처리부;를 포함하는 석면 폐기물 용융 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 용융 처리부의 용융 처리 과정에서 배출되는 배기가스를 연소하는 2차 연소실;

상기 2차 연소실에서 연소된 배기가스의 폐열을 회수하는 폐열 보일러;

상기 폐열 보일러를 통해 전달되는 배기가스를 냉각시키는 냉각탑;

상기 냉각탑에서 냉각된 배기가스에 포함된 미세 분진을 제거하는 여과 집진기;

상기 여과집진기를 통해 상기 미세 분진이 제거된 배기가스에 가성 소다액을 분사하여 상기 배기가스에 포함된 산성 성분을 제거하는 습식 세정탑;

상기 습식 세정탑에서 상기 산성 성분이 제거된 배기가스를 250~300℃의 온도로 승온시키는 덕트 버너;

상기 덕트 버너를 통해 승온된 배기가스에서 질소산화물을 제거하여 정화된 배기가스를 형성하는 촉매탑; 및

상기 촉매탑을 통해 정화된 배기가스를 대기로 배출하는 연돌;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 석면 폐기물 용융 처리 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 용융 처리부는,

상기 폐기물 장입부를 통해 유입되는 상기 폐기물을 수용하여 용융하는 용융로;

상기 용융로의 상부에 관통되는 형태로 연결되어, 상기 용융로가 용융 운전을 할 수 있도록 열 에너지를 형성하는 플라즈마 토치; 및,

상기 플라즈마 토치에 전기적으로 연결되어 전원을 공급하는 전원부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 석면 폐기물 용융 처리 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 용융로는,

용융을 위한 폐기물 수용 공간을 제공하는 본체;

상기 본체의 바닥 외면에 형성되며, 상기 열 에너지 형성을 위해 상기 플라즈마 토치와 한 쌍으로 동작하는 바닥 전극;

상기 본체의 일 측에 형성되어 상기 폐기물 장입부를 통해 상기 폐기물을 유입하는 유입구;

상기 본체에 연결되며 상기 유입구를 통해 유입된 상기 폐기물이 상기 열 에너지에 의해 용융 처리되어 슬래그가 형성되면, 상기 슬래그를 배출하는 슬래그 배출구; 및,

상기 본체에 형성되며, 상기 폐기물이 상기 열 에너지에 의해 용융 처리되는 과정에서 형성된 배기가스를 배출하는 배기가스 배출구;를 포함하는 것을 특징으로 하는 석면 폐기물 용융 처리 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 폐기물 장입부는,

상기 비산재를 저장하는 제1 저장소;

상기 바닥재를 저장하는 제2 저장소;

일부에 형성된 투입구를 통해 폐석면을 투입받으며, 상기 제1 저장소에 저장된 비산재를 이송받아 상기 폐석면과 비산재를 배출구를 통해 배출시키는 제1 호퍼;

굴절식 크레인에 의해 상기 제2 저장소에 저장된 바닥재가 이동되면, 진동 동작을 통해 상기 바닥재 중 50mm 이하의 크기를 갖는 바닥재를 선별하는 진동 스크린;

상기 선별된 바닥재를 기 설정된 양 단위로 건조시키는 건조기;

상기 건조기에서 건조된 바닥재가 이동되면, 상기 바닥재를 배출구를 통해 배출시키는 제2 호퍼; 및,

상기 제1 및 제2 호퍼 각각의 배출구를 통해 배출된 상기 폐석면, 비산재 및 바닥재를 혼합하는 혼합기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 석면 폐기물 용융 처리 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 폐기물에서 상기 폐석면, 비산재 및 바닥재는,

5:25:70의 비율로 혼합된 것을 특징으로 하는 석면 폐기물 용융 처리 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 폐석면은 10mm 이하의 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 석면 폐기물 용융 처리 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 석면 폐기물 용융 처리 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 폐석면, 비산재 및 바닥재로 이루어진 폐기물을 플라즈마 용융 방식으로 처리하는 석면 폐기물 용융 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 폐기물 소각시, 최종 부산물로써 발생하는 소각 잔재는 폐기물 전체 소각량의 10~15% 정도가 배출되고 있다. 이 소각 잔재는 비산재 및 바닥재 등으로 이루어질 수 있다. 이 중 바닥재는 냉각수를 이용하여 냉각 과정을 거친 후, 저장소로 배출시켜 매립하는 방법으로 처리되거나, 또는 금속성 성분을 회수하여 비산재와 혼합할 수 있다. 혹은, 바닥재 또는 비산재를 단독으로 고형화 및 안정화 처리하여 골재를 제조하는 방법으로 처리될 수 있다. 이 같이 처리되는 바닥재 및 비산재와는 달리, 폐석면은 단순히 매립되고 있는 실정이다. 따라서, 바닥재 및 비산재 등과 같이 폐석면을 처리하기 위한 방안이 요구된다.

[0003]

[0004] 한편, 최근에는 소각 잔재의 효율적인 처리를 위해, 철강 산업에서 이용하고 있는 용융 기술을 도입하여 소각 잔재를 슬래그화시켜 재활용하는 기술이 개발되고 있다. 용융 기술에서, 용융로의 운전은 소각 잔재 입자의 크기, 용융 온도에 영향을 미치는 염기도, 수분 함량 및 철분 함량 등의 조건들에 직접적인 영향을 받는다.

[0005] 종래 용융 기술에서는 탄소를 열원으로 사용하는 용융로를 이용하여 소각 잔재를 슬래그화시키는 방안이 이용되고 있다. 하지만, 탄소를 이용하는 용융로는 열원으로써 탄소를 이용하게 되므로, 배기가스의 양이 증가하게 되어 에너지 효율이 낮아지는 단점이 있다.

[0006] 또한, 종래 용융 기술에서는, 소각로의 후처리 시스템을 이용하여 소각 과정에서 형성되는 배기가스를 반건식 배가스 처리 방식을 이용하여 후처리하는 과정을 거친다. 구체적으로, 이 배기가스에 소석회(Ca(OH)_2)를 첨가시켜 여과 집진기를 통해 탈염과 집진을 동시에 수행한다. 이에 따라, 소각 과정에서 발생하는 비산재는 소석회 첨가에 의해 CaO 함량이 매우 높아져 용점이 $1,500^\circ\text{C}$ 이상으로 상승하므로 비산재의 단독 용융이 불가능하게 된다. 이를 해결하기 위해, 염기도 하강용 플럭스(flux)로서 Na_2CO_3 를 사용하여 비산재의 용융온도를 $1,300^\circ\text{C}$ 까지 낮추었으나, 플럭스의 첨가량이 비산재의 1배 이상 첨가되어야 하기 때문에 그에 따른 비용 증가 및 슬래그 과다 발생에 따른 문제점이 있었다.

[0007] 또한, 비산재에 함유되어 있는 PbCl_2 등의 중금속 염화물이 비산되면서 연도 내화물에 심각한 침식 현상을 유발시켜 장시간의 연속 운전이 어렵다. 결과적으로, 비산재는 높은 용점으로 인해 단독으로 용융되는 것이 불가능하며, 중금속 염화물에 의한 내화물 침식이라는 문제점을 갖는다.

[0008] 한편, 바닥재를 단독으로 처리하는 경우에는, 바닥재에 함유된 미연소 입자의 연소에 따른 배기가스 발생량이 증가하여 설비에 따른 과다한 투자가 예상된다. 또한, 용융로 운전시에도 큰 전력이 소모되어 처리 비용의 측면에서 비효율적인 문제점이 있었다. 따라서, 비산재 및 바닥재 용융 처리와 관련된 문제점들을 보완하기 위한 기술이 요구되는 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0009] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은, 전기를 열원으로 이용하는 플라즈마 용융 방식을 통해 폐석면, 비산재 및 바닥재로 이루어진 폐기물을 용융함으로써, 폐석면의 용융 처리가 가능하며 폐기물 용융에 따른 비용을 감소시킬 수 있는 석면 폐기물 용융 처리 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제 해결수단

[0010] 이상과 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 석면 폐기물 용융 처리 장치는, 폐석면, 비산재 및 바닥재로 이루어진 폐기물이 장입되는 폐기물 장입부 및 상기 폐기물 장입부로부터 유입된 상기 폐기물을 플라즈마 용융 처리하여 슬래그를 형성하는 플라즈마 용융 처리부를 포함한다.

[0011] 또한, 석면 폐기물 용융 처리 장치는, 상기 플라즈마 용융 처리부의 용융 처리 과정에서 배출되는 배기가스를 연소하는 2차 연소실, 상기 2차 연소실에서 연소된 배기가스의 폐열을 회수하는 폐열 보일러, 상기 폐열 보일러를 통해 전달되는 배기가스를 냉각시키는 냉각탑, 상기 냉각탑에서 냉각된 배기가스에 포함된 미세 분진을 제거하는 여과 집진기, 상기 여과집진기를 통해 상기 미세 분진이 제거된 배기가스에 가성 소다액을 분사하여 상기 배기가스에 포함된 산성 성분을 제거하는 습식 세정탑, 상기 습식 세정탑에서 상기 산성 성분이 제거된 배기가스를 $250\sim 300^\circ\text{C}$ 의 온도로 승온시키는 덱트 버너, 상기 덱트 버너를 통해 승온된 배기가스에서 질소산화물을 제거하여 정화된 배기가스를 형성하는 촉매탑 및 상기 촉매탑을 통해 정화된 배기가스를 대기로 배출하는 연돌을 더 포함할 수 있다.

[0012] 한편, 상기 플라즈마 용융 처리부는 상기 폐기물 장입부를 통해 유입되는 상기 폐기물을 수용하여 용융하는 용융로, 상기 용융로의 상부에 관통되는 형태로 연결되어, 상기 용융로가 용융 운전을 할 수 있도록 열 에너지를 형성하는 플라즈마 토치 및 상기 플라즈마 토치에 전기적으로 연결되어 전원을 공급하는 전원부를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 용융로는 용융을 위한 폐기물 수용 공간을 제공하는 본체, 상기 본체의 바닥 외면에 형성되며, 상기 열 에너지 형성을 위해 상기 플라즈마 토치와 한 쌍으로 동작하는 바닥 전극, 상기 본체의 일 측에 형성되어 상

기 폐기물 장입부를 통해 상기 폐기물을 유입하는 유입구, 상기 본체에 연결되며 상기 유입구를 통해 유입된 상기 폐기물이 상기 열 에너지에 의해 용융 처리되어 슬래그가 형성되면, 상기 슬래그를 배출하는 슬래그 배출구 및 상기 본체에 형성되며, 상기 폐기물이 상기 열 에너지에 의해 용융 처리되는 과정에서 형성된 배기가스를 배출하는 배기가스 배출구를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 폐기물 장입부는 상기 비산재를 저장하는 제1 저장소, 상기 바닥재를 저장하는 제2 저장소, 일부에 형성된 투입구를 통해 폐석면을 투입받으며 상기 제1 저장소에 저장된 비산재를 이송받아 상기 폐석면과 비산재를 배출구를 통해 배출시키는 제1 호퍼, 굴절식 크레인에 의해 상기 제2 저장소에 저장된 바닥재가 이동되면, 진동 동작을 통해 상기 바닥재 중 50mm 이하의 크기를 갖는 바닥재를 선별하는 진동 스크린, 상기 선별된 바닥재를 기 설정된 양 단위로 건조시키는 건조기, 상기 건조기에서 건조된 바닥재가 이동되면, 상기 바닥재를 배출구를 통해 배출시키는 제2 호퍼 및 상기 제1 및 제2 호퍼 각각의 배출구를 통해 배출된 상기 폐석면, 비산재 및 바닥재를 혼합하는 혼합기를 포함할 수 있다.

[0015] 이 경우, 상기 폐기물에서 상기 폐석면, 비산재 및 바닥재는 5:25:70의 비율로 혼합되는 것이 바람직하다. 또한, 상기 폐석면은 10mm 이하의 크기를 갖는 것이 바람직하다.

효 과

[0016] 본 발명에 따르면, 전기 에너지를 열 에너지로 변환시키는 플라즈마 토치를 이용함으로써, 폐석면, 비산재 및 바닥재로 이루어진 폐기물을 용융 처리할 수 있게 된다.

[0017] 또한, 전기 에너지를 이용함으로써, 장치의 에너지 효율을 향상시킬 수 있게 된다. 그리고, 비산재 용융시 염기도 하강용 플럭스를 첨가할 필요가 없게 되며, 폐기물 용융시 배기가스 양을 감소시킬 수 있게 되어 플럭스 첨가에 따른 비용 및 배기가스 조절에 따른 비용을 감소시킬 수 있게 되어 비용 효율이 향상된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0018] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 자세하게 설명한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 석면 폐기물 용융 처리 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하면, 폐기물 용융 처리 장치는 폐기물 장입부(100), 플라즈마 용융 처리부(200), 2차 연소실(310), 폐열 보일러(320), 냉각탑(330), 여과 집진기(340), 습식 세정탑(350), 덕트 버너(360), 촉매탑(370) 및 연돌(380)을 포함한다.

[0020] 폐기물 장입부(100)는 폐석면, 비산재 및 바닥재로 이루어진 폐기물이 장입되는 영역을 제공하며, 장입된 폐기물을 플라즈마 용융 처리부(200)로 유입시킨다. 구체적으로, 폐기물 장입부(100)는 비산재를 저장하는 제1 저장소(110)와 이를 이송받아 용융로(210)에 유입시키는 제1 호퍼(130), 바닥재를 저장하는 제2 저장소(120)와 이를 이송받아 용융로(210)에 유입시키는 제2 호퍼(140)를 포함한다. 이와 관련한 보다 구체적인 설명은 후술한다.

[0021]

[0022] 플라즈마 용융 처리부(200)는 폐기물 장입부(100)로부터 유입된 폐기물을 플라즈마 용융 처리하여 슬래그를 형성한다. 그리고, 플라즈마 용융 처리부(200)는 용융 처리 과정에서 형성된 배기가스를 후속되는 장치들(2차 연소실(310), 폐열 보일러(320), 냉각탑(330), 여과 집진기(340), 습식 세정탑(350), 덕트 버너(360), 촉매탑(370) 및 연돌(380) 등)에 제공한다. 이 경우, 플라즈마 용융 처리부(200)에서 배출되는 배기가스는 중금속과 Cl 성분 등이 다량 함유된 비산재 특성상, 산성가스와 중금속 염화물의 함량이 높다. 따라서, 플라즈마 용융 처리부(200)에 후속되는 장치들을 이용하여 배기가스 정화를 위한 처리를 거쳐야 한다.

- [0023] 구체적으로, 2차 연소실(310)은 플라즈마 용융 처리부(200)의 용융 처리 과정에서 배출되는 배기가스를 연소한다. 이 경우, 2차 연소실(310)은 배기가스에 포함된 미연소 입자들을 연소시키기 위해 900℃ 이상의 온도를 약 2초간 유지할 수 있다.
- [0024] 폐열 보일러(320)는 2차 연소실(310)에서 연소된 배기가스의 폐열을 회수한다. 구체적으로, 폐열 보일러(320)는 2차 연소실(310)에서 900℃ 이상의 고온으로 상승된 배기가스를 500℃ 이하로 냉각시키고, 이 과정에서 회수된 폐열을 증기로 변환시킨다. 그리고, 이 증기를 폐기물 장입부(100)에 제공한다.
- [0025] 냉각탑(330)은 폐열 보일러(320)를 통해 전달되는 배기가스를 냉각시킨다. 이 경우, 폐열 보일러(320)에서 500℃ 이하로 냉각된 배기가스를 여과 집진기(340)의 입구 온도인 170℃로 2차 냉각시킨다.
- [0026] 여과 집진기(340)는 냉각탑(330)에서 냉각된 배기가스에 포함된 미세 분진을 제거한다. 그리고, 습식 세정탑(350)은 여과 집진기(340)를 통해 미세 분진이 제거된 배기가스에 가성 소다액을 분사하여 배기가스에 포함된 HCl 또는 SO_x 등의 산성 성분을 제거한다.
- [0027] 덱트 버너(360)는 250~300℃로 내부 온도를 유지하여 습식 세정탑(350)을 통과한 배기가스를 승온시킨다.
- [0028] 촉매탑(370)은 덱트 버너(360)를 통해 승온된 배기가스에서 질소 산화물을 제거하여 정화된 배기가스를 형성한다. 소각 잔재인 폐기물 용융시, 용융로(210)에 적용되는 고온의 에너지는 공기 중의 질소를 산화시킨다. 따라서, 폐기물에 함유된 질소 성분과 함께 질소 산화물을 발생시킨다. 이 질소 산화물을 제거하기 위해 촉매탑(370)은 배기가스에 암모니아를 분사할 수 있다. 또한, 촉매탑(370)은 산화티타늄(TiO₂) 및 산화바나듐(V₂O₅)로 이루어진 것일 수 있다.
- [0029] 연돌(380)은 촉매탑(370)을 통해 정화된 배기가스를 대기로 배출한다.
- [0030] 도 2는 도 1에 도시된 석면 폐기물 용융 처리 장치에서 폐기물 장입부의 구성을 나타내는 도면이다. 도 2를 참조하면, 폐기물 장입부(100)는 제2 저장소(120), 굴절식 크레인(121), 진동 스크린(122), 제1 마그네틱 피더(123), 건조기(124), 폐기물 운송장치(125), 제2 마그네틱 피더(127), 제1 호퍼(130), 제2 호퍼(140), 로터리 밸브(131), 제1 계량 호퍼(132), 제2 계량 호퍼(128) 및 혼합기(150)를 포함한다.
- [0031] 도 2에는 도시되어 있지 않으나, 폐기물 장입부(100)에는 도 1에 도시된 제1 저장소(110) 및 공압식 콘베잉 시스템(미도시)의 구성이 더 포함된다. 이 경우, 제1 저장소는 소각로에서 발생된 비산재를 일시적으로 저장하는 영역이며, 공압식 콘베잉 시스템은 제1 저장소(110)에 저장된 비산재를 제1 호퍼(130)로 이송하는 기능을 한다.
- [0032] 제1 호퍼(130)는 공압식 콘베잉 시스템을 통해 이송된 비산재 외에, 폐석면을 저장한다. 이 경우, 폐석면은 제1 호퍼(130)의 일부에 형성된 투입구를 통해 투입될 수 있다. 또한, 폐석면은 상기 투입구로의 투입이 용이하고, 플라즈마 용융 처리부(200)에서 용융이 용이하도록 10mm 이하의 크기를 갖는 것이 좋다. 제1 호퍼(130)는 하부 방향에 배출구 형성되어 있으며, 이 배출구는 로터리 밸브(131)와 연결되어 있다.
- [0033] 로터리 밸브(131)는 제1 호퍼(130)의 배출구를 통해 전달되는 폐기물, 즉, 비산재 및 폐석면을 제1 계량 호퍼(132)로 보낸다. 그리고, 제1 계량 호퍼(132)는 비산재 및 폐석면이 기 설정된 양만큼 이송되면, 하부 덤퍼를 개방하여 혼합기(150)로 보낸다. 이 경우, 제1 계량 호퍼(132)는 로드셀을 통해 비산재 및 폐석면의 이송량을 측정할 수 있다.
- [0034] 한편, 제2 저장소(120)는 소각로에서 발생된 바닥재를 일시적으로 저장한다. 굴절식 크레인(121)을 이용하여 제2 저장소(120)에 저장된 바닥재를 진동 스크린(122)으로 이송시킨다.
- [0035] 진동 스크린(122)은 바닥재가 이송되면, 진동 동작을 통해 바닥재 중 그 크기가 50mm 이하인 바닥재만을 선별한다. 진동 스크린(122) 하부의 배출구를 통해 선별된 바닥재가 배출되면, 제1 마그네틱 피더(123)는 진동하여 기 설정된 양 단위로 선별된 바닥재를 건조기(124)에 운반한다.
- [0036] 건조기(124)는 운반된 바닥재를 건조시킨다. 이 경우, 건조기(124)는 건조기(124) 케이스 내부에 스팀 튜브(미도시)의 구성을 포함하는 것으로, 스팀을 통해 바닥재를 가열하여 건조시킨다. 또는, 건조기(124)는 도 1에 도

시된 폐열 보일러(320)에서 변환된 증기를 제공받아 바닥재를 가열하여 건조시킬 수도 있다.

- [0037] 바닥재의 건조가 완료되면, 건조된 바닥재는 폐기물 운송장치(125)를 통해 제2 호퍼(140)에 이송하여 저장된다. 이렇게 저장된 바닥재는 제2 호퍼(140)의 하부에 형성된 배출구를 통해 배출된다. 그리고, 배출된 바닥재는 제2 마이크로 피더(127)의 진동을 통해 기 설정된 양 단위로 제2 계량 호퍼(128)에 보낸다.
- [0038] 제2 계량 호퍼(128)는 바닥재가 기 설정된 양만큼 이송되면, 하부 덤퍼를 개방하여 혼합기(150)로 보낸다. 이 경우, 제2 계량 호퍼(128)는 제1 계량 호퍼(132)와 마찬가지로, 로드셀을 통해 바닥재의 이송량을 측정할 수 있다.
- [0039] 혼합기(150)는 제1 계량 호퍼(132) 및 제2 계량 호퍼(128)와 연결되어, 제1 계량 호퍼(132)를 통해 이송되는 비산재 및 폐석면과, 제2 계량 호퍼(128)를 통해 이송되는 바닥재를 혼합하여 폐기물을 형성한다. 이 경우, 혼합기(150)는 리본형 혼합 방식을 이용하는 것일 수 있다. 그리고, 혼합기(150)를 통해 혼합된, 비산재, 폐석면 및 바닥재로 이루어진 폐기물은 플라즈마 용융 처리부(200)의 용융로(210)에 유입될 수 있다.
- [0040] 도 3은 도 1에 도시된 석면 폐기물 용융 처리 장치에서 플라즈마 용융 처리부의 구성을 나타내는 도면이다. 도 3을 참조하면, 플라즈마 용융 처리부(200)는 용융로(210), 플라즈마 토치(220) 및 물탱크(240)를 포함한다.
- [0041] 용융부(210)는 폐기물 장입부(100)를 통해 유입되는 폐기물을 수용하여, 폐기물을 용융한다. 이러한 용융부(210)는 푸셔(160), 본체(218), 유입구(211), 바닥 전극(250), LPG 투입구(212) 및 복수의 관찰창(213, 214)을 포함한다.
- [0042] 유입구(211)는 본체(218)의 일 측에 형성되며, 도 2에 도시된 폐기물 장입부(100)의 혼합기(150)와 연결되어 혼합기(150)에서 혼합된 폐기물의 유입 통로로 이용된다. 이 경우, 유입구(211)에 폐기물이 유입되는 경우, 푸셔(160)를 유입구(211)의 양 방향으로 이동시키면서 폐기물의 유입을 원활히 할 수 있다.
- [0043] 본체(218)는 유입구(211)를 통해 유입된 폐기물의 수용 공간을 제공하며, 용융 처리를 한다. 이 폐기물 수용 공간은 타원형 구조를 갖는다. 또한, 본체(218)는 내구 수명을 증가시키기 위하여, 용융로(210) 내에 형성되는 슬래그에 대한 내침식성, 내부식성 및 내폭열성이 우수한 $MgO-Cr_2O_3$ 내화물로 이루어져 있을 수 있다.
- [0044] 또한, 본체(218)의 상부면에는 용융시 LPG를 투입시키기 위한 LPG 투입구(212)가 마련되어 있으며, 운전시 로내 상황을 관찰하기 위한 관찰창(213, 214)이 설치되어 있다. 그리고, 본체(218)의 바닥 외면에는 플라즈마 토치(220)의 플라즈마 불꽃 형성을 위해 플라즈마 토치(220)와 한 쌍으로 동작하는 바닥 전극(250)이 형성되어 있다.
- [0045] 플라즈마 토치(220)는 본체(218)의 상부에 관통되는 형태로 연결된다. 또한, 플라즈마 토치(220)는 전기적으로 연결된 전원부(230)로부터 전원을 공급받으며, 전원 공급에 의해 전기적 에너지를 열 에너지로 변환시켜 플라즈마 불꽃을 형성한다. 그리고, 이 플라즈마 불꽃을 이용하여 본체(218) 내에 수용된 폐기물을 용융시킨다. 이 같이, 플라즈마 토치(220)는 전기적 에너지를 열원으로 사용함으로써 종래 탄소를 이용하는 것과 비교할 때, 에너지 효율이 향상될 수 있다.
- [0046] 플라즈마 불꽃을 형성하기 위해 본체(218) 내부에는 플라즈마 가스와 보호가스가 주입된다. 이 경우, 플라즈마 가스로는 공기가 이용될 수 있으며, 보호가스로는 질소가 이용될 수 있다. 또한, 플라즈마 토치(220)로써 메가와트(MW)급 토치를 장착하여 용융로(210)의 화상 면적을 증가시킴으로써, 폐기물을 시간당 800kg까지 용융 처리할 수 있도록 설계할 수 있다.

[0047] 플라즈마 토치(220)는 토치 내에 설치된 음극과 양극 사이에서 아크가 발생하며 이 때, 플라즈마 가스로 주입된 공기에 의해 불꽃이 형성되면서 토치 외부로 크게 도출되어 대상물들을 연소 및 용융할 수 있다. 특히, 소각재의 경우 토치 불꽃에 의해 용융되면 로바닥에 설치된 바닥전극(250)으로 통전되어 불꽃이 더욱 커지게 되어 소각재 등의 무기물들을 용융하는데 더욱 용이해진다. 로내부에는 용융풀(melting pool)을 만들기 위해 미리 장입된 선철 등의 메탈이 LD 슬래그 같은 무기물들이 이와 같은 용융과정을 통해서 용융실 내부에 슬래그층(216)과 메탈층(217)으로 형성된다. 이와 같이 용융풀이 형성되면, 투입구를 통해 처리대상물을 투입함으로써 로내에서 소각재 및 폐석면이 용융 처리되어 용융된 슬래그가 외부로 배출된다.

[0048] 슬래그 배출구(260)는 본체(218)에 연결되어 있어, 본체(218)로부터 이동된 슬래그를 배출하게 된다. 이때, 배출이 원활하게 진행되는지를 관찰창(215)을 통해 확인할 수 있다. 슬래그 배출구(260)를 통해 배출된 슬래그는 배출구 하부에 위치한 물탱크(240)에 떨어짐으로써 수냉각 방식으로 신속하게 냉각된다. 이때, 슬래그 배출구(260)에 적용되는 재질은 내침식성이 우수한 고 알루미늄 내화물로 이루어질 수 있다.

[0049]

[0050] 본체(218)에 연결된 배기가스 배출구(270)는 폐기물이 플라즈마 불꽃에 의해 용융 처리되는 과정에서 형성된 배기가스를 배출한다. 배출된 배기가스는 도 1에서 도시 및 설명한 장치(310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380)들을 거치면서 청정화되어 대기 중으로 배출된다.

[0051] 한편, 다음과 같은 실험을 통해 폐기물을 용융하여 슬래그를 형성하였다.

[0052] 용융로(210)의 본체(218) 바닥 내면에 선철을 배치시키고, Fe-Si 합금철과 전로슬래그를 장입시킨 후 용해 과정을 통해 초기 슬래그를 제조하였다. 이 경우, 선철의 산화 방지와 열원 확보를 하기 위해 본체(218)에 코크스를 장입시켰다.

[0053] 슬래그의 용융 온도는 $1400 \pm 50^{\circ}\text{C}$ 범위를 가지며, 플라즈마 토치(220)에서 발생하는 고온의 열 에너지에 의해 초기 용융풀(melting pool)이 형성되며 슬래그 염기도에 따라 바닥재 또는 전로 슬래그를 투입하여 용융풀을 확대시켰다. 이와 같이 형성된 용융풀에 바닥재와 비산재의 혼합 비율을 각각 9:1, 8:2, 7:3, 6:4로 하여 용융 처리한 결과, 7:3의 혼합 비율이 최적의 혼합 비율로 나타났다. 또한, 이러한 조건 하에서 비산재의 30% 중 일부를 10mm 이하의 크기를 갖는 폐석면으로 3%, 5%, 7%, 10 %씩 교체 투입한 혼합 폐기물을 용융 처리한 결과, 폐석면이 5% 투입되었을 때 완전한 용융 상태를 나타냈다. 이 결과, 폐석면, 비산재 및 바닥재로 이루어진 폐기물의 최적 혼합 비율은 5:25:70이 되는 것을 알 수 있다. 이 때 용융풀의 염기도 CaO/SiO_2 의 비는 1.0이 목표치이며, 슬래그를 건축자재로 사용하기 위한 슬래그의 강도를 나타내는 지수 $\text{CaO}+\text{MgO}/\text{SiO}_2$ 의 비는 0.8~1.2가 목표치가 된다.

[0054] 또한, 이 같은 실험을 통해 형성된 슬래그를 슬래그 배출구(260)를 통해 배출시키고, 배출가스는 배기가스 배출구(270)를 통해 배출시킨다.

[0055] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만 본 발명은 상술한 특성의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0056] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 석면 폐기물 용융 처리 장치를 개략적으로 나타낸 도면,

[0057] 도 2는 도 1에 도시된 석면 폐기물 용융 처리 장치에서 폐기물 장입부의 구성을 나타내는 도면, 그리고,

[0058] 도 3은 도 1에 도시된 석면 폐기물 용융 처리 장치에서 플라즈마 용융 처리부의 구성을 나타내는 도면이다.

[0059] * 도면의 주요 부분에 대한 부호 설명 *

[0060] 100 : 폐기물 장입부

160 : 푸셔

[0061] 210 : 용융로

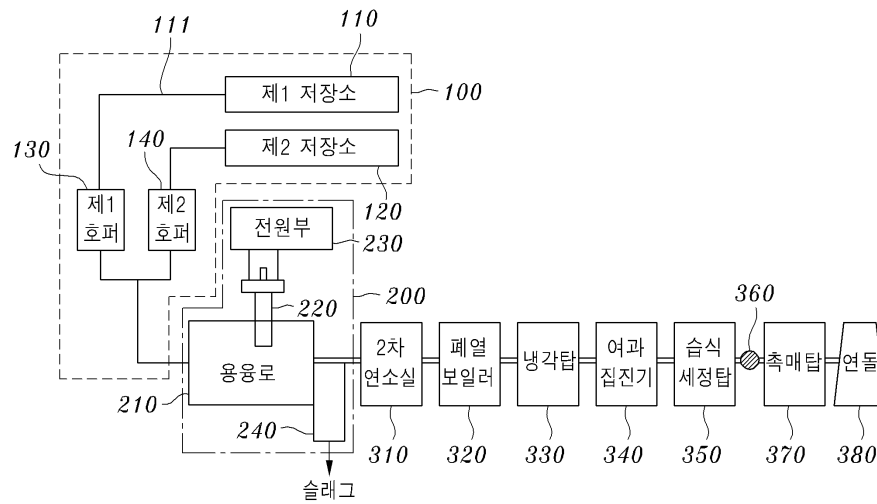
220 : 플라즈마 토치

[0062] 230 : 전원부

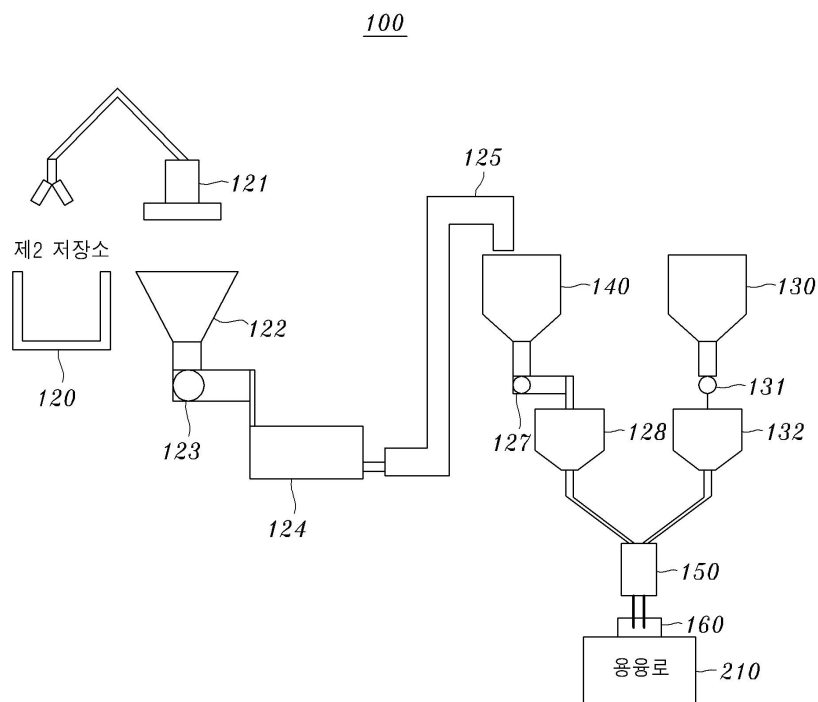
240 : 바닥 전극

도면

도면1



도면2



도면3

