(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0137355
(43) 공개일자 2013년12월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B09B 3/00 (2006.01) *F23G 7/12* (2006.01)
F23G 7/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0060861
(22) 출원일자 2012년06월07일
심사청구일자 2012년06월07일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
이환노
대전광역시 서구 둔산동 1809 국화아파트 304-1105
박동화
서울 서초구 잠원동 65-32 신반포7차아파트 303동 204호
박현서
전라북도 전주시 완산구 효자동3가 1200번지
(74) 대리인
이원희

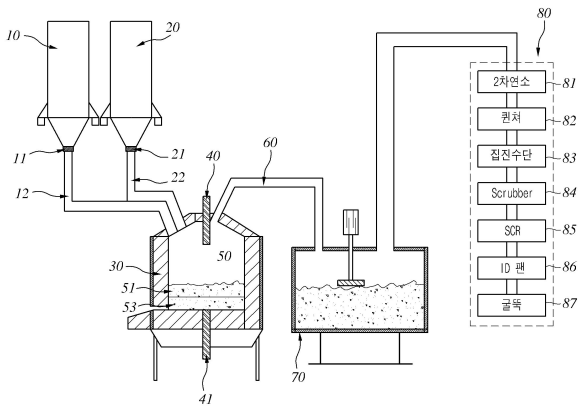
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치**

(57) 요 약

본 발명은 전기로분진으로부터 유가금속을 회수하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치에 관한 것으로, 공정 중에 환원제 및 보조열원으로 사용되는 탄소원료 대신에 폐합성수지를 사용하여 전기로 분진으로부터 유가금속의 회수뿐만 아니라 폐합성수지도 동시에 처리함으로써 유가금속 회수와 동시에 폐기물을 처리하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	44947-1
부처명	한국산업기술진흥원
연구사업명	지역혁신센터(RIC)
연구과제명	2012년도 열플라즈마환경기술연구센터 사업(정부 및 산업체지원금) 박동화
기 여 율	1/1
주관기관	준정부기관
연구기간	2012.03.01 ~ 2013.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

전기로분진 또는 열경화성수지 폐기물을 처리하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치에 있어서,

상기 전기로분진과 열경화성수지 폐기물을 투입하기위해 일시 저장하는 호퍼,

노내 온도를 고온으로 유지하고 상기 폐기물의 열분해 및 용융을 위한 플라즈마토치,

원료들에 대한 용융 반응이 일어나는 용융로,

상기 용융 반응의 처리에 의해 발생되는 금속과 슬래그를 배출과 수집을 위한 금속배출구 및 슬래그배출구,

상기 노의 후단부에 연속하여 배출가스를 청정할 수 있도록 하는 배출가스청정수단이 부착되는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 호퍼의 하부에 부착된 계량기(11, 21)에 의해 정량이 공급되도록 하고, 상기 호퍼 마다 별도의 운반통로(12, 22)가 설치되어 각 원료 별로 별도의 투입구를 통해 용융로(30)에 투입할 수 있도록 하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 배출가스청정수단은 상기 폐기물 처리시 발생한 배출가스 완전연소를 위한 2차연소실을 구비한 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

청구항 4

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 배출가스청정수단(80)은 2차연소실(81)에서 반응로(30)에서 완전히 연소되지 못한 미연소물질을 완전연소하며, 퀀처(82)에서 고온의 배출가스를 냉각시킨 후, 집진 수단(83)에서 미세 분진을 제거하고 배가스 중 유해성분을 scrubber(84)에서 제거한 다음, NOx를 SCR(85)에서 제거하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 호퍼는 분진저장용호퍼 또는 FRP저장용호퍼를 구비한 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 금속배출구 및 슬래그배출구는 다음의 공정으로

(MO) + C = [M] + CO

(MO) + CO = [M] + CO_2

CO_2 + C = 2CO

처리되는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

여기서, (MO)는 슬래그 내에 있는 금속산화물을 나타내며, [M]은 용융금속 내의 금속을 나타낸다.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 처리장치는 연소공기공급용 팬 또는 공기공급용 팬을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 처리장치는 ID 팬 또는 굴뚝을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 전기로 분진은 반응로로 공급되어 펠레트 형태로 응집시켜 투입되는 반응로를 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 전기로 분진을 구성하는 금속산화물들은 슬래그에 용해되고, 상기 용해된 산화물들은 슬래그가 유동, 순환하는 과정 중에 슬래그 표면에서 C나 CO가스에 의하여 금속상태로 환원되며, 탄소의 공급원으로 카본이 함유되어 있는 FRP를 사용하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 전기로 분진에 용제(Flux) 첨가를 위해 SiO_2성분이 다량 함유한 FRP를 사용하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 열경화성수지 폐기물은 파쇄기로 파쇄하여 별도의 투입구를 통해 노내에 투입할수 있도록 하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

청구항 13

제 8항 또는 제9항에 있어서,

상기 전기로분진과 열경화성수지폐기물은 노내 용융구역에서 용융하며, 열경화성수지폐기물 성분 중 카본성분이 전기로 분진 중 아연산화물과 철산화물을 환원시키고, 열경화성수지 폐기물중 산화규소성분은 슬래그를 만드는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본발명은 전기로를 이용한 제강 공정에서 발생하는 전기로 분진으로부터 유가금속을 회수하는 장치에 관한 것으로, 공정 중에 환원제 및 보조열원으로 사용되는 탄소원료 대신에 폐합성수지를 사용하여 전기로 분진으로부터 유가금속의 회수뿐만 아니라, 폐합성수지도 동시에 처리함으로써 유가금속 회수와 동시에 폐기물을 처리하는 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 한국에서의 전기로 제강은 1960년대 말부터 시작하여 1970년대에 본격적인 터전을 마련하고, 1980년대에 급격히 신장하여 왔으며, 현재는 제강 분진량이 1년에 10만톤 이상 발생되고 있는 실정이고, 한국 내 9개 전기로 제강사에서는 약 40만톤의 제강분진을 배출하고 있으며, 앞으로 전기로분진의 발생량은 더욱 증가할 추세이다. 제강과정에서 발생된 이 막대한 분진량을 아직까지 약 25년간을 해안에 투기하거나 매립하여 왔다.

[0003] 이 분진은 공해성 미세 분진(±1㎛)이며, 특히 Zn 20~35%, Pb 4~5%, Cd, Cr등도 소량 함유되어 있고, 염소(Cl_2)가 2~6.5% 함유되어 있기 때문에 이 염소는 주로 염화물($ZnCl_2$, $PbCl_2$, $CdCl_2$등)로 되어있어서 물에 잘 용해된다. 그러므로, 이들 분진을 바다에 투기하거나 노천에 쌓아 놓거나, 땅속에 매립하면 모두 빗물에 용해되어 하천이나 바다로 유입되어 생태계에 미치는 영향은 매우 치명적이므로 특정 폐기물로 규정되어 있다. 매년 제강분진 처리 비용으로 톤당 5내지 6만원씩 매년 180억원 이상의 매립 비용을 부담하고, 그 발생량도 점점 확대되어 민원 등으로 매립 또한 어려움에 처해있다. 만일 이 분진을 처리 한다면 년간 금속 아연은 2만~2만5천톤, 금속 Pb는 3천~5천톤 회수하여 자원이 부족한 우리나라 경제에 크게 보탬이 될 뿐 아니라 공해 장지에 크게 기여하므로 제강업이 유지 발전에도 이바지할 수 있다.

[0004] Zn의 비등점은 907이며, $ZnCl_2$, $PbCl_2$, $CdCl_2$ 등의 비등점도 아연의 증발 온도와 거의 비슷한 온도이다. 그러므로 먼저 환원로에 장입물(분진 또는 Cokes)이 장입되어 1200 정도에서 환원조업을 할 경우에는 비등점이 1200 이하에 있는 화합물이나 금속은 모두 휘발하여 노외로 배출된다.

[0005] 전기로분진을 처리하는 대표적인 방법인 회전 건조 소각로(Rotary-Kiln)에 의한 처리방법은 크게 두 가지 방법으로 대별 할 수 있다. Fe를 고상으로 회수하는 방법으로써 첫번째 방법은 제강 분진을 제강 공장에서 펠레트 상태로 공급 받은 것을 Rotary-Kiln에 코크스와 함께 직접 투입하는 방법이며, 두 번째 방법으로는 제강공장에서 공급받은 분진 펠레트를 분쇄하여 소정의 코크스와 용제를 혼합하고, 펠레트화 한 다음 건조로를 통해서 Rotary-Kiln에 장입하는 방법이다.

[0006] 그 외 다른 방법으로는 Fe를 액상으로 회수하는 처리방법으로 전기로분진에 C를 첨가하여 고온에서 처리하면 Zn 증기와 액상의 Fe를 얻을 수 있다. 고상환원에 비해서 액상으로 얻어지는 Fe는 슬래그와 분리가 용이하므로 만약에 Cu, S등의 분순물이 상당히 낮다면 회수되는 금속 Fe는 재활용이 가능하다. 이 처리방법의 대표적인 방법

으로는 Cupola법 및 플라즈마 법을 들 수 있다.

[0007] 용선로(Cupola)법은 타르를 섞은 분진을 브리켓으로 만들어 코크스 및 고철과 함께 Cupola에 장입하여 용융하는 방법이다. 코크스는 용융반응을 위하여 필요한 열의 공급원이며 타르 중의 C는 분진산화물의 환원제로 작용한다. Cupola를 사용하는 목적은 Fe를 회수하면서 Zn Smelter에 원료로 사용될 수 있는 정도의 Zn 함량을 갖는 분진을 만들기 위해서이다. 그러나 이 방법은 Dust-C 혼합물의 브리케팅 및 Cupola 장입물에 섞어 넣을 수 있는 브리켓 량의 제한 등이 문제점으로 남아 있다.

[0008] 플라즈마법은 전기로분진, 환원제(Coal), Flux(SiO_2)등이 적절량 혼합된 장입물은 플라즈마 토치에서 발생된 고온의 플라즈마 가스와 함께 코크스가 채워진 샤프트로 하부의 풍구를 통하여 노 안으로 투입되어 강력한 환원성 분위기 내에서 용융, 환원, 반응이 진행되어 분진중의 Fe성분은 액상금속으로 얻어지고 증기압이 큰 Zn 성분은 휘발 후 응축되어 금속아연으로 회수하는 방법이다.

[0009] 플라즈마를 이용한 액상 폐기물 처리방법은, 플라즈마를 이용하여 높은 에너지 효율로 액상 폐기물을 처리하기 위한 처리방법으로서,

[0010] 액상 폐기물을 기화시키는 단계; 고전압이 인가되는 양극과 음극이 마련된 플라즈마 토치의 플라즈마 발생실 내부에 반응가스와 기화된 상기 폐기물의 일부를 혼합 주입시켜 플라즈마를 발생시키는 단계와; 상기 플라즈마를 반응로의 주입구로 분사하여 반응로 내로 플라즈마를 주입하는 단계와; 기화된 상기 폐기물의 나머지를 상기 반응로의 주입구로 혼합 주입시켜 상기 플라즈마와 혼합 반응시키는 단계를 포함하므로써, 낮은 소모에너지를 액상 폐기물을 폐기할 수 있어서 소모 전력을 낮추며, 반응로 내부 온도를 낮추어 반응로의 냉각에 필요한 냉각 장치의 규모적 부담을 줄이는데 있다.

[0011] 이상에서 살펴본 바와 같이 전기로 분진을 처리하는 대표적인 공정들은 환원제로 Coal, Tar, Coke등의 탄소원들이 이용되고 있으며 이들 원료들을 적절히 사용하기 위해 중간 처리시설을 이용하여 용도에 맞도록 제조해야 하는 공정이 요구된다. 따라서 별도의 시설비가 추가적으로 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 목적은 공정 중에 환원제 및 보조열원으로 사용되는 탄소원료 대신에 폐합성수지를 사용하여 전기로 분진으로부터 유가금속의 회수뿐만 아니라 폐합성수지도 동시에 처리함으로써 유가금속 회수와 동시에 폐기물을 처리하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 전기로분진과 열경화성수지 폐기물을 투입하기위해 일시 저장하는 호퍼, 노내 온도를 고온으로 유지하고 상기 폐기물의 열분해 및 용융을 위한 플라즈마토치, 원료들에 대한 용융 반응이 일어나는 용융로,

[0014] 상기 용융 반응의 처리에 의해 발생되는 금속과 슬래그를 배출과 수집을 위한 금속배출구 및 슬래그배출구, 상기 노의 후단부에 연속하여 배출가스를 청정할 수 있도록 하는 배출가스청정수단을 부착한다.

[0015] 상기 호퍼의 하부에 부착된 계량기(11, 21)에 의해 정량이 공급되도록 하고, 상기 호퍼 마다 별도의 운반통로(12, 22)가 설치되어 각 원료 별로 별도의 투입구를 통해 용융로(30)에 투입할 수 있도록 한다.

[0016] 상기 배출가스청정수단은 상기 폐기물 처리시 발생한 배출가스 완전연소를 위한 2차연소실을 구비한다. 상기 호퍼는 분진저장용호퍼 또는 FRP저장용호퍼를 구비한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 설비와 처리방법에 따라 플라즈마의 고열을 이용하여 전기로분진과 열경화성수지 폐기물을 동시에 용융처리를 실시하여 두 종류의 폐기물을 처리하면서 유가금속들을 회수하고 원료비용을 절약할 수 있는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1 : 본원발명에서의 플라즈마로의 내부 형상도

도 2 : 본원발명에서의 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치의 구성도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 전기로분진과 열경화성수지 폐기물을 설비까지 이동한 후,

[0020] 이들 폐기물들을 투입하기위해 일시 저장하는 호퍼(10, 20),

[0021] 노내 온도를 고온으로 유지하고 폐기물의 열분해 및 용융을 위한 플라즈마토치(40),

[0022] 원료들에 대한 용융반응이 일어나는 용융로(30),

[0023] 용융처리에 의해 발생되는 금속과 슬래그를 배출을 위한 금속배출구(54) 및 슬래그배출구(52),

[0024] 폐기물처리시 발생한 배출가스 완전연소를 위한 2차연소실(81) 이외에도 연소공기공급을 위한 연소공기공급용 팬, 공기를 공급하기 위한 공기공급용 팬, ID 팬(86), 굴뚝(87) 등으로 이루어진 플라즈마를 이용한 폐기물 처리장치에 관한 것이다.

[0025] 상기 호퍼는 분진저장용호퍼 또는 FRP저장용호퍼를 구비한다.

[0026] 상기 전기로 분진은 반응로로 공급되어 펠레트 형태로 응집시켜 투입하는 반응로를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 상기 열경화성수지 폐기물은 파쇄기로 파쇄하여 별도의 투입구를 통해 노내에 투입할수 있도록 한다.

[0028] 상기 반응로에 투입된 전기로분진과 열경화성수지폐기물이 노내 용융구역에서 용융하며, 열경화성수지폐기물 성분중 카본성분이 전기로 분진 중 아연산화물과 철산화물을 환원시키고, 열경화성수지 폐기물중 산화규소성분은 슬래그를 만든다.

[0029] 상기 반응로의 후단부에 아연응축실을 부착하여 용융 후, 발생하는 아연증기가 응축 및 포집되도록 하며, 연속하여 배출가스를 청정할수 있도록 배출가스청정수단(80)이 부착되어 있다.

[0030] 상기 배출가스청정수단(80)은 2차연소실(81)에서 반응로(30)에서 완전히 연소되지 못한 미연소물질을 완전연소하며, 퀀처(82)에서 고온의 배출가스를 냉각시킨 후, 집진 수단(83)에서 미세 분진을 제거하고 배가스 중 유해

성분을 scrubber(84)에서 제거한 다음, NOx를 SCR(85)에서 제거하도록 한다. 이때 ID 팬(86)을 이용하여 배가스를 흡입하여 굴뚝(87)을 통해 외부 대기중으로 배출하도록 한다.

[0031] 전기로분진은 여러 종류의 산화물 훼라이트들로 구성되어 있는 물리적, 화학적으로 복잡한 미세한 입자들이 응집(Agglomeration)된 것으로 화학적 구성성분은 다음 표에 나타나 있다.

표 1

[0032]

성분	ZnO	Fe	Pb	CaO	Mn	Mg	Cl	F	Cd	Cr
무게 (w%)	18~26	28~38	1	4	4~5	2	2	1.3	0.004	<0.025

[0033] 이러한 분진들의 화학조성은 주원료인 고철의 조성에 주로 영향을 받으며 노의 크기, 화학반응, 집진시스템등과 같은 다른 요인들에는 거의 관계가 없다.

[0034] 분진 입자들은 일반적으로 구형이며 10~0.1 범위 정도의 크기를 갖으나 대부분이 1 이하이다. 이 분진 입자들 중 약 25% 정도(6~60% 까지 변할 수 있음)는 자성을 나타나며 이러한 자성물질은 격자상수가 Fe_3O_4 나 $ZnFe_2O_4$와 거의 유사한 스피넬 구조를 갖는다. 일반적으로 분진 입자 크기가 작아질수록 스피넬 구조보다는 ZnO의 량이 증가하는 것으로 보고되고 있다. Zn과 마찬가지로 Pb도 큰 입자내의 작은 구역 또는 응집된 입자들 내에 조그만 입자들로 존재하며 특히 Fe 함량이 높은 입자들의 표면에 주로 분포되나 Zn과는 달리 스피넬 구조 안으로 들어가지는 않는다.

[0035] 열경화성 수지중 하나인 불포화 폴리에스테르 (Fiber Reinforced Plastics : FRP)는 불포화 폴리에스테르 수지(Unsaturated)와 유리섬유(Fiber Glass)를 혼합하여 만들어진 복합재료로 철보다 가볍고 알루미늄보다 강한 내식, 내열 및 부식성이 우수한 재질로 다음 표와 같은 성분들로 구성되어져 있다.

표 2

[0036]

성분	C	H	O	N	S	SiO_2
수지	51.73	3.18	16.65	0.08	0.27	28.09

[0037] 이러한 FRP는 석유화학, 건축, 레저, 자동차산업, 환경산업 등 전 산업분야에서 광범위하게 사용되는 신소재 강화 플라스틱으로 다음과 같은 특성을 지닌다.

[0038] a) 내식성이 우수하다.

[0039] 내식용 FRP수지는 산(Acids), 알칼리(Alkalies), 염(Salts) 용제류 등에 대한 우수한 내식성을 갖추고 있다.

[0040] b) 가볍고 강하다.

[0041] 비중이 철에 비해 약1/5정도로 대단히 가벼운 반면 중량에 대한 강도비가 크기 때문에 수송이나 설치 부착공사가 용이하고 대형 조형물, 탱크, 파이프, 환경오염 방지시설, 화학 장치, 기타산업설비 제작도 가능하다.

[0042] c) 내열성이 우수하다.

[0043] 염화비닐, 폴리에틸렌과 같은 열가소성 수지와 다르며 열경화성 수지이므로 고온에서도 연화하거나 변형되지 않고 저온에서도 부서지거나 균열(Crack)이 생기지 않는다.

[0044] d) 단열성이 양호하다.

[0045] 열전도율이 철의 1/200정도로 적고 단열성이 양호하므로 보온, 보냉이 거의 필요 없다.

[0046] e)금속이온이 용출되지 않는다.

[0047] 금속을 이용하지 않으므로 내용물에 금속이온 용출이 없고 품질변동이 전혀 일어나지 않는다.

[0048] f) 성형작업이 양호하다.

[0049] 전기로분진을 처리하기 위한 플라즈마설비의 장입장치에는 외부에서 기져온 분진을 임시저장하기 위한 전기로분진 저장용호퍼(10)와 이를 혼합처리하는데 사용되는 폐합성수지중 FRP를 임시저장하는 FRP저장용호퍼(20)가 부착되어 있다. 원료가 이들 호퍼에 장입되면 호퍼하부에 부착된 계량기(11, 21)에 의해 정량이 공급되도록 하고 있으며 각 호퍼마다 별도의 운반통로(12, 22)가 설치되어 있어 각 원료 별로 별도의 투입구를 통해 용융로(30)에 투입할수 있도록 한다. 그러면 플라즈마토치(40)를 사용하여 노내(50)에 장입된 슬래그(51)로 열을 전달하면서 분진과 FRP를 슬래그(51) 위에 공급함으로써 분진중의 산화물을 고온에서 용융, 환원시켜 Zn등은 증기압이 크므로 증기상태로 슬래그 표면위로 휘발되어 가스통로(60)를 통하여 Zn응축실(70)으로 보내어지고, Fe는 비중차에 의해 슬래그 아래로 가라앉게 되므로 액체금속(53)으로 메탈배출구(54)를 통해 외부로 배출되어 회수된다. 이때 슬래그(51)는 슬래그배출구(52)를 통해 배출된다. 이러한 공정 중에 일어나는 반응들은 다음과 같이 표시할 수 있다.

[0050] $(MO) + C = [M] + CO$

[0051] $(MO) + CO = [M] + CO_2$

[0052] $CO_2 + C = 2CO$

[0053] 여기서, (MO)는 슬래그 내에 있는 금속산화물을 나타내며, [M]은 용융금속 내의 금속을 나타낸다.

[0054] 도 1에서 플라즈마 Flama(43)은 분진산화물의 용융환원, 휘발 및 금속의 용융에 필요한 열에너지를 공급하며 슬래그(51)를 유동, 순환시키는 역할을 한다. 분진과 FRP가 슬래그(51) 위로 공급되면 우선 전기로분진을 구성하는 금속산화물들은 슬래그(51)에 용해되고 이 용해된 산화물들은 슬래그가 유동, 순환하는 과정 중에 슬래그 표면에서 C나 CO가스에 의하여 금속상태로 환원된다. 이때 탄소의 공급원으로 일반적으로 코크스(coke)가 사용되는데 그 대신에 카본이 약 50%정도가 함유되어 있는 열경화성수지중 하나인 FRP를 사용하면 같은 효과를 얻을 수 있다.

[0055] 또한, 원활한 용융반응을 위해서는 염기도($CaO : SiO_2$)가 1.0~1.2 정도인 유동성이 좋은 슬래그를 만들 필요가 있으며 이를 위해 분진에 적당한 용제(Flux)를 첨가시켜야 한다. 이를 위해 열경화성수지의 하나인 FRP에는 SiO_2성분이 다량 함유되어 있으므로 이를 이용하면 적정 염기도조정이 가능해진다.

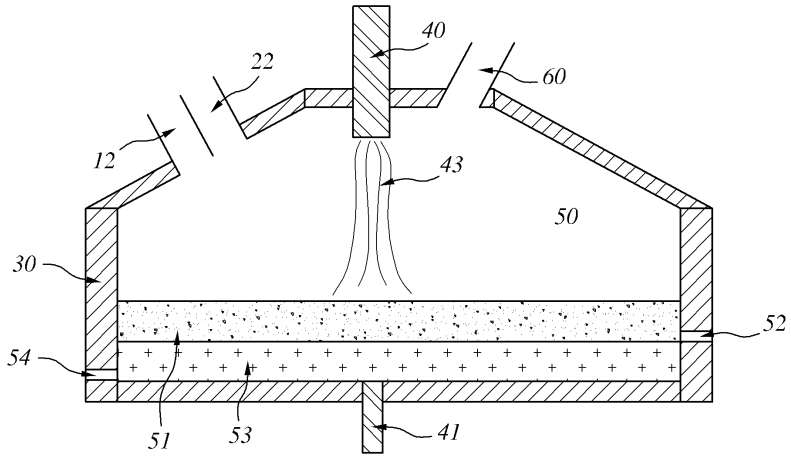
부호의 설명

[0056]

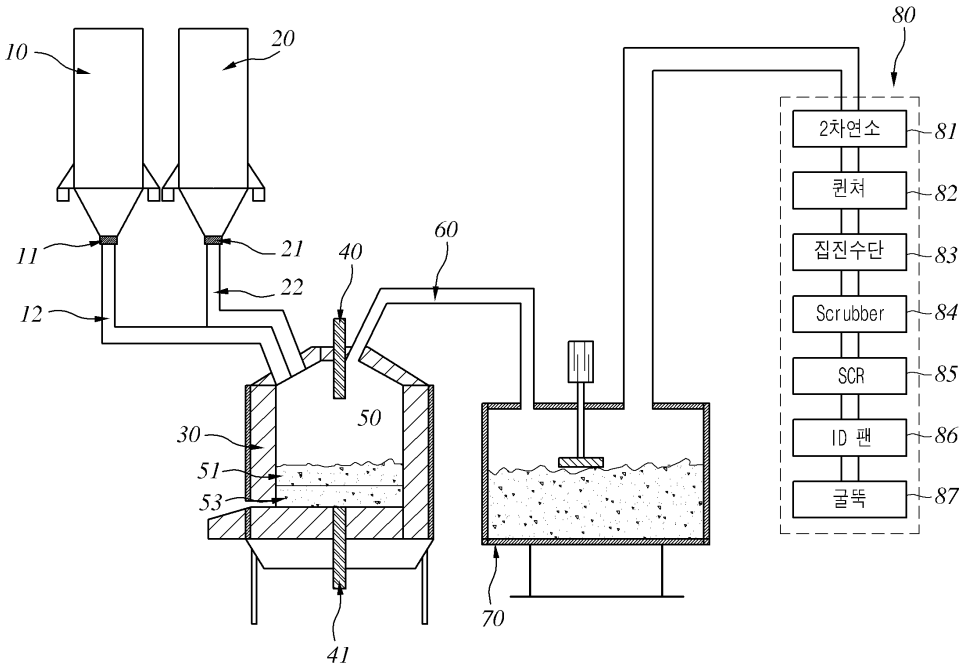
10 분진저장용호퍼	20 FRP저장용호퍼
30 용융로	40 플라즈마토치
50 노내	60 가스통로
70 Zn 응축실	80 배출가스청정수단

도면

도면1


40
22
60
12
43
50
30
52
54
51
53
41

도면2


80
10
20
2차연소
81
퀀쳐
82
집진수단
83
Scrubber
84
SCR
85
ID 팬
86
굴뚝
87
11
21
40
60
12
22
50
30
51
53
41
70