

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0077304 (43) 공개일자 2016년07월04일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C22B 7/02 (2006.01) C22B 19/34 (2006.01)		(71) 출원인 재단법인 포항산업과학연구원 경북 포항시 남구 효자동 산-32번지
(21) 출원번호 10-2014-0186133		(72) 발명자 정용수 경북 포항시 남구 중흥로70번길 14, 양지마을 20 2호 (상도동) 김형석 경북 포항시 남구 연일읍 유강길10번길 42, 205동 2003호 (유강코아루2단지) 안선형 경상북도 포항시 남구 지곡로 278, 아이아파트 217-1001
(22) 출원일자 2014년12월22일 심사청구일자 2014년12월22일		(74) 대리인 특허법인씨엔에스

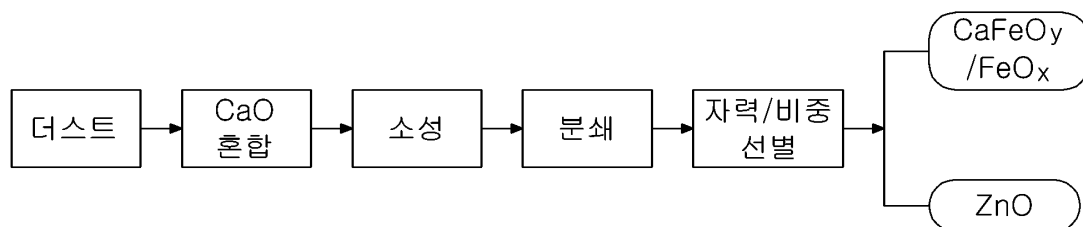
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **더스트로부터 자원을 회수하는 방법**

(57) 요약

본 발명은 더스트로부터 자원을 회수하는 방법에 관한 것으로, 구체적으로 철강 산업에서 발생하는 더스트를 회수하는 단계, 상기 더스트를 CaO와 혼합하고, 소성하여 소성된 더스트를 형성시키는 단계, 상기 소성된 더스트를 분쇄하는 단계 및 상기 분쇄된 더스트로부터 자원을 회수하는 단계를 포함하는, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

철강 산업에서 발생하는 ZnO 및 FeO_x 중 어느 하나 이상을 포함하는 더스트를 회수하는 단계;

상기 더스트를 CaO 와 혼합하고, 소성하여 ZnO , FeO_x 및 $CaFeO_y$ 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 소성된 더스트를 형성시키는 단계;

상기 소성된 더스트를 0 초과 $100\mu m$ 이하로 분쇄하는 단계; 및

상기 분쇄된 더스트로부터 ZnO , FeO_x 및 $CaFeO_y$ 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 회수하는 단계를 포함하는, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 FeO_x 는 Fe , FeO , Fe_2O_3 및 Fe_3O_4 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상인, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 소성된 더스트를 분쇄하는 단계는, 분쇄 전 소성된 더스트 입자 및 분쇄 후 더스트 입자의 평균 입경의 비율을 4:1 내지 10:1로 분쇄하는 단계인, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 더스트는 Fe_2O_3 를 포함하고, 상기 Fe_2O_3 는 더스트 총 중량에 대하여 20 내지 70중량%로 포함되는, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 더스트는 ZnO 를 포함하고, 상기 ZnO 는 더스트 총 중량에 대하여 5 내지 40중량%로 포함되는, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 더스트는 SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , Cl , PbO , K_2O 및 Na_2O 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 더 포함하는 것인, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 더스트와 혼합되는 CaO 는 더스트 총 중량에 대하여 50 내지 200중량%로 더스트와 혼합되는 것인, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 소성은 900 내지 1300℃의 온도범위에서 소성되는 것인, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서, 상기 분쇄하는 단계는 압축, 충격, 마모, 볼밀 및 컴프레션밀으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 방법으로 분쇄하는 단계인, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 철강 산업에서 발생하는 더스트로부터 부가가치가 높은 자원을 회수하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 철강 산업에서 발생하는 더스트는 입자가 작고 Pb, Cl 등 유해성분이 함유되어 재활용 되지 못하고 대부분 매립으로 처리한다. 한편, 철강 산업에서 발생하는 더스트를 처리하는 방법으로 상용화된 방법은 크게 두가지로 나눌 수 있다.

[0003] 첫째는, Waelz 공정으로, 상기 공정은 더스트로부터 Zn을 회수하는 공정으로 가장 일반화된 공정이다. 상기 공정은 더스트의 Zn 농도가 상대적으로 높은 경우에 한하여만 가능한 공정으로, 단점으로는 온실가스 중 하나인 CO₂를 다량 발생하는 문제점이 있다. 또한, 제강 공정으로부터 발생하는 더스트 중 Zn의 농도가 높은 전기로 더스트에서 적용되는 것으로, 적용 범위에 한계가 있다.

[0004] 둘째는, FASTMET 공정으로, 상기 공정은 더스트로부터 Fe를 회수하는 공정이다. 그러나, 상기 FASTMET 공정은 Waelz 공정과 마찬가지로 다량의 온실가스를 발생시킬 수 있으며, 더스트의 Fe 농도가 상대적으로 높은 경우에만 적용이 가능하여, 주로 고로 더스트에서만 적용이 가능하여, 적용 범위가 제한적이다.

[0005] 나아가, 상기 두 가지 공정은, 적용 가능한 더스트의 제한, 환경적 문제, 나아가 1000℃ 이상의 고온 처리에 따른 비용 발생 등, 여러 문제점을 나타내고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 산업에서 발생하는 더스트, 특히 철강 산업에서 발생하는 더스트로부터 효율적으로 유해성분을 제거하고, 부가 가치가 높은 자원을 회수하는 방법을 제공하고자 한다.

[0007] 또한, 본 발명은 Fe 및 Zn의 함량이 낮은 더스트의 경우라도, 이를 효율적으로 수득할 수 있으며, 경제적으로 비용 절감이 가능한, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 구현예는, 철강 산업에서 발생하는 ZnO 및 FeO_x 중 어느 하나 이상을 포함하는 더스트를 회수하는 단계; 상기 더스트를 CaO 와 혼합하고, 소성하여 ZnO , FeO_x 및 $CaFeO_y$ 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 소성된 더스트를 형성시키는 단계; 상기 소성된 더스트를 0 초과 $100\mu m$ 이하로 분쇄하는 단계; 및 상기 분쇄된 더스트로부터 ZnO , FeO_x 및 $CaFeO_y$ 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 회수하는 단계를 포함하는, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법을 제공한다.
- [0009] 상기 FeO_x 는 Fe , FeO , Fe_2O_3 및 Fe_3O_4 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상인 것이 바람직하다.
- [0010] 상기 소성된 더스트를 분쇄하는 단계는, 분쇄 전 소성된 더스트 입자 및 분쇄 후 더스트 입자의 평균 입경의 비율을 4:1 내지 10:1로 분쇄하는 단계인 것이 바람직하다.
- [0011] 상기 더스트는 Fe_2O_3 를 포함하고, 상기 Fe_2O_3 는 더스트 총 중량에 대하여 20 내지 70중량%로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0012] 상기 더스트는 ZnO 를 포함하고, 상기 ZnO 는 더스트 총 중량에 대하여 5 내지 40중량%로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0013] 상기 더스트는 SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , Cl , PbO , K_2O 및 Na_2O 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0014] 상기 더스트와 혼합되는 CaO 는 더스트 총 중량에 대하여 50 내지 200중량%로 더스트와 혼합되는 것인, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법.
- [0015] 상기 소성은 900 내지 $1300^{\circ}C$ 의 온도범위에서 소성되는 것이 바람직하다.
- [0016] 상기 분쇄하는 단계는 압축, 충격, 마모, 볼밀 및 컴프레션밀로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 방법으로 분쇄하는 단계인 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명은 철강 산업에서 발생되는 더스트를 분쇄, 선별 단계를 포함함으로써, 상기 더스트에 포함되어 있는 자원을 효율적으로 수득할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 자원 수득 방법은, 상기 더스트에 포함되어 있는 자원의 함량이 상대적으로 낮은 경우라도, 부가 가치가 높은 여러 자원을 동시에 수득할 수 있으며, 경제적으로 비용을 절감시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 더스트로부터 자원을 회수하는 방법에 관한 단계별 순서를 나타내는 모식도이다.
- 도 2는 전기로로부터 회수된 더스트 A의 분쇄 전과 후의 결정상 분석을 나타내는 사진이다.
- 도 3 내지 5는 전로제강으로부터 회수된 더스트 B 내지 D의 분쇄 전과 후의 결정상 분석을 나타내는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태들을 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 실시형태는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다.

- [0021] 도 1은 본 발명의 더스트로부터 자원을 회수하는 방법에 관한 단계별 순서를 나타내는 모식도이다.
- [0022] 본 발명의 일 구현예는, 철강 산업에서 발생하는 ZnO 및 FeO_x 중 어느 하나 이상을 포함하는 더스트를 회수하는 단계; 상기 더스트를 CaO 와 혼합하고, 소성하여 ZnO , FeO_x 및 $CaFeO_y$ 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 소성된 더스트를 형성시키는 단계; 상기 소성된 더스트를 0 초과 $100\mu m$ 이하로 분쇄하는 단계; 및 상기 분쇄된 더스트로부터 ZnO , FeO_x 및 $CaFeO_y$ 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 회수하는 단계를 포함하는, 더스트로부터 자원을 회수하는 방법을 제공한다.
- [0023] 상기 더스트는, 산업 현장에서 발생하는 것으로, 철강 산업에서 발생하는 더스트인 것이 바람직하다. 이때, 상기 더스트는 ZnO 및 FeO_x 중 어느 하나 이상을 포함하는 것이 바람직하며, 구체적으로 상기 FeO_x 는 Fe , FeO , Fe_2O_3 및 Fe_3O_4 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상인 것이 바람직하다. 즉, 상기 x 는 0, 1, $3/2$ 또는 $4/3$ 일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0024] 한편, 본 발명의 더스트로부터 자원을 회수하는 방법은, 상기 더스트에 포함되어 있는 ZnO , FeO_x 및 $CaFeO_y$ 등을 회수하는 방법에 관한 것으로, 상기 철강 산업에서 발생하는 더스트를 CaO 와 혼합하여, 소성하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다. 구체적으로 상기 CaO 는 상기 더스트 총 중량에 대하여, 50 내지 200중량%로 혼합되는 것이 바람직하다. 이때, 상기 CaO 의 함량이 50중량% 미만인 경우 CaO 양이 부족하여 100% $CaFeO_y$ 으로 상변화가 일어나지 않아, ZnO 및 FeO_x 회수 효율이 떨어지는 문제가 있으며, 상기 CaO 의 함량이 200중량%를 초과하는 경우, CaO 상이 단독으로 존재하게 되어 CaO 단독상만을 회수해야 하는 공정이 추가적으로 발생하는 문제가 있다. 가장 이상적인 것은 molar 비율에 의해 $ZnFe_2O_4$ 와 CaO 비가 1:1 내지 1:3일 수 있으며, 보다 바람직하게는 1:2인 것이 좋다.
- [0025] 한편, 상기 소성하는 단계에서, 소성되는 온도는 900 내지 $1300^{\circ}C$ 로 소성되는 것이 바람직하다. 이때, 상기 온도가 $900^{\circ}C$ 미만인 경우, 소성에 의한 결정상 변화가 되지 않는다. 더스트와 CaO 혼합체를 단광하여 소성 온도가 $1300^{\circ}C$ 를 초과하는 경우 단광체 내부 혹은 외부에서 용융될 수 있다. 소성체가 용융되어 새로운 상이 생길 수 있으며, ZnO 와 $CaFeO_y$ 를 분리 회수에 어려움이 있다. 분리 회수를 위해 분쇄를 해야 하는데 용융체의 경우 분리가 어려워 지며 ZnO 와 $CaFeO_y$ 상의 구분이 어려워 회수가 어려워 진다. 소성 시간은 1시간 이내로 단광의 크기에 의해 소성 시간이 제어된다. 일반적으로 단광 크기가 $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}$ 이내의 경우 1시간 이내로 소성하는 것이 바람직하다.
- [0026] 상기 더스트 및 CaO 를 혼합하여 소성함으로써, 소성된 더스트를 형성시킬 수 있으며, 이때, 상기 소성된 더스트는 FeO_x , ZnO 뿐만 아니라, $CaFeO_y$ 를 형성시킬 수 있다. 상기 $CaFeO_y$ 는 예를 들어 $Ca_2Fe_2O_5$, $Ca_2Fe_2O_4$ 등일 수 있으나, 더스트의 소성에 의해 형성되는 Ca , Fe 및 O 를 포함하는 화합물이라면 특별히 제한되는 것은 아니다.
- [0027] 이후, 상기 소성된 더스트를 회수하여, 상기 소성된 더스트의 평균 입경을 0 초과 내지 $100\mu m$ 이하로 분쇄하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다. 이때, 상기 더스트의 평균 입경이 $100\mu m$ 를 초과하는 경우 Fe , Zn 및 Ca 를 포함하는 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 둘 이상이 결합된 입자로부터 Fe , Zn 및 Ca 를 포함하는 화합물을 각각 회수할 수 없으며, 별도의 분리, 회수 기술이 적용되어야 하는 문제점이 있다.
- [0028] 나아가, 상기 소성된 더스트를 분쇄함에 있어서, 분쇄 전 소성된 더스트 입자 및 분쇄 후 더스트 입자의 평균 입경의 비율은, 4:1 내지 10:1로 분쇄하는 것이 바람직하다. 구체적으로, 소성된 더스트를 분쇄하여 Zn , Fe 및 Ca 를 포함하는 화합물을 회수함에 있어서, 상기 Zn , Fe 및 Ca 를 포함하는 화합물로 이루어진 군에서 선택되는

둘 이상이 결합된 형태의 더스트 입자를 분쇄하여, 상기 Zn, Fe 및 Ca를 포함하는 화합물이 각각 분리 회수되는 것으로, 상기 입경의 비율이 4:1을 벗어나는 경우, 즉 분쇄 전 더스트 입자의 평균 입경에 대하여 1/4를 초과하는 크기로 분쇄하는 경우 Zn, Fe 및 Ca를 포함하는 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 둘 이상이 결합된 형태로 잔존하게 되어 이후 이를 분리하기 위한 별도의 공정이 필요하게 된다. 또한, 상기 입경의 비율이 10:1을 벗어나는 경우, 즉 분쇄 전 더스트 입자의 평균 입경에 대하여 1/10 미만의 크기로 분쇄하는 경우 Zn, Fe 및 Ca를 포함하는 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 둘 이상이 결합된 입자를 분리하는데 필요한 크기에 비하여 미세하게 분쇄가 이루어지게 되어 추가적인 비용이 발생될 수 있는 문제가 있다.

[0029] 한편, 본 발명은 ZnO 및 FeO_x를 포함하는 더스트로부터, 상기 화합물을 각각 분리 회수할 수 있는 방법에 관한 것으로, 상기 FeO_x는 Fe₂O₃를 포함하는 경우, 상기 Fe₂O₃는 더스트 총 중량에 대하여 50 내지 70중량%로 포함되는 것이 바람직하다. 또한, 상기 더스트에 포함되는 ZnO는 더스트 총 중량에 대하여 5 내지 20중량%로 포함되는 것이 바람직하다.

[0030] 구체적으로, 본 발명은 산업 현장에서 발생하는 다양한 더스트로부터 ZnO, FeO_x 등을 분리 회수할 수 있는 방법에 관한 것으로, 상기 ZnO, FeO_x 등은 상대적으로 함량이 낮은 경우라도 본 발명의 자원을 회수하는 방법에 의하여 회수가 가능하다.

[0031] 한편, 상기 더스트는 ZnO 및 FeO_x 이외에 SiO₂, CaO, Al₂O₃, Cl, PbO, K₂O 및 Na₂O로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 더 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0033] 나아가, 상기 더스트를 분쇄하는 단계는, 압축, 충격, 마모, 볼밀(ball mill) 및 컴프레션밀(compression mill)로 이루어진 군에서 선택되는 하나의 방법으로 분쇄할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 미세 크기의 입자를 목표로 하는 크기로 균일하게 분쇄 가능한 방법이라면 적용될 수 있다.

[0034] 한편, 상기 분쇄하는 단계 이후, ZnO, FeO_x, CaFeO_y 중 어느 하나를 수득함에 있어서, 다양한 방법으로 화합물을 수득할 수 있으며, 예를 들어 자력선별, 비중선별, 풍쇄선별 등이 적용될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0035] 이하, 본 발명을 실시예에 의거하여 구체적으로 설명하는 바, 본 발명이 다음 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

[0036] <실시예>

[0037] 철강 산업에서 발생하는 더스트를 회수하여, 더스트에 포함되어 있는 성분을 분석하여, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다. 이때, 하기 표에서 각 성분의 함량의 단위는 중량%를 나타낸다.

표 1

[0038]

구분		SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	ZnO	Cl	PbO	K ₂ O	Na ₂ O
전기로 전로제강	A	3.5	10.1	0.8	52.3	16.5	1.7	0.3	1.5	3.9
	B	4.3	6.3	3.5	55.4	16.4	2.2	0.2	0.9	7.3
	C	1.8	9.5	0.9	56.6	12.3	2.8	0.4	1.5	9.8
	D	22.2	12.6	1.8	66.5	6.3	0.9	0.1	0.8	3.8

[0039] <실시예 1>

[0040] 전기로로부터 회수된 더스트 A의 평균 입도는 400 μ m로 측정되었다. 이후, 상기 더스트 50g 및 CaO 75g을 혼합하고, 이를 1100℃에서 1 시간 동안 소성시켰다. 소성 이후, 상기 소성된 더스트의 평균 입도는 50 내지 150 μ m로 측정되었으며, 볼밀 방법으로 상기 더스트의 평균 입도를 50 μ m이하가 되도록 분쇄하였다. 소성 후 더스트의 ZnO 결정상과 Ca₂Fe₂O₅ 상의 크기가 평균 입도가 50 내지 150 μ m 범위로 형성된다. 따라서 ZnO와 Ca₂Fe₂O₅ 분리 효과를 증대하기 위해서는 분쇄 크기를 최소 50 μ m이하가 되도록 하는 것이 좋다. 물론 소성 조건에 따른 입자 크기가 달라질 수 있다. 따라서 소성에 의해 생성되는 ZnO 결정상과 Ca₂Fe₂O₅ 상 크기의 4/1내지 10/1 크기로 분쇄하는 것이 좋다.

[0041] <실시예 2>

[0042] 전로제강으로부터 회수된 더스트 B의 평균 입도는 190 μ m로 측정되었다. 이후, 상기 더스트 50g 및 CaO 75g을 혼합하고, 이를 1100℃에서 1시간 동안 소성시켰다. 소성 이후, 상기 소성된 더스트의 평균 입도는 50 내지 150 μ m로 측정되었으며, 볼밀 방법으로 상기 더스트의 평균 입도를 50 μ m이하가 되도록 분쇄하였다.

[0043] <실시예 3>

[0044] 전로제강으로부터 회수된 더스트 C의 평균 입도는 200 μ m로 측정되었다. 이후, 상기 더스트 50g 및 CaO 75g을 혼합하고, 이를 1100℃에서 1시간 동안 소성시켰다. 소성 이후, 상기 소성된 더스트의 평균 입도는 50 내지 150 μ m로 측정되었으며, 볼밀 방법으로 상기 더스트의 평균 입도를 50 μ m이하가 되도록 분쇄하였다.

[0045] <실시예 4>

[0046] 전로제강으로부터 회수된 더스트 D의 평균 입도는 100 μ m로 측정되었다. 이후, 상기 더스트 50g 및 CaO 75g을 혼합하고, 이를 1100℃에서 1시간 동안 소성시켰다. 소성 이후, 상기 소성된 더스트의 평균 입도는 50 내지 150 μ m로 측정되었으며, 볼밀 방법으로 상기 더스트의 평균 입도를 50 μ m이하가 되도록 분쇄하였다.

[0047] <실험예>

[0048] 상기 실시예 1 내지 4로부터 수득된 분쇄된 더스트를 자력 선별을 통하여, 상기 분쇄된 더스트에 포함되어 있는 Ca₂Fe₂O₅ 및 ZnO를 각각 분리하였으며, 이때 수득된 FeO_x 및 ZnO의 함량을 하기 표 2에 나타내었다. 자력 선별은 드럼형, 스크류형 및 벨트형 등 다양한 방법이 있으며, 본 발명은 강자성체인 FeO_x와 약자성체인 ZnO를 자력 세기를 제어하여 분리한다. 따라서, 모든 자력 선별 방법이 적용이 가능하다. 본 발명을 위해 벨트형 자력 선별을 이용하여 Ca₂Fe₂O₅와 ZnO를 분리 회수 하였다.

표 2

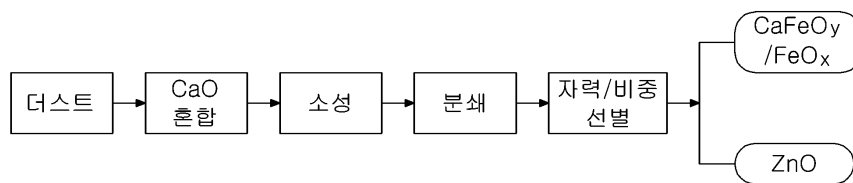
구분	선별 방법	ZnO(중량%)	CaFeO _y (중량%)
실시예 1	자작	4	82
	비자작	92	2
실시예 2	자작	4	83
	비자작	92	2
실시예 3	자작	3	81
	비자작	89	3
실시예 4	자작	2	79
	비자작	85	2

[0050] 구체적으로, 상기 표 2는, 더스트 총 중량에 대하여 수득된 ZnO 및 CaFeO_y 의 중량%를 나타낸 것으로, 상기 실시예 1 내지 4에 의하여 수득된, ZnO 및 CaFeO_y 의 함량을 살펴보면, 산업 현장에서 발생하는 더스트의 초기 ZnO 및 CaFeO_y 함량에 비하여, 자력 선별 또는 비중 선별에 의하여 각각 향상된 함량을 나타내고 있음을 알 수 있다.

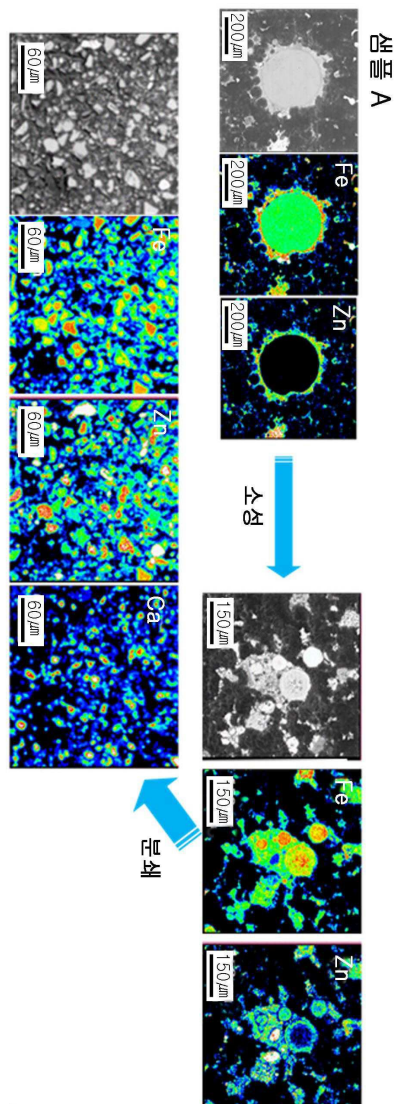
[0051] 즉, 본 발명의 더스트를 분쇄함으로써 더스트에 포함되어 있는 Fe 및 Zn의 결합을 분쇄할 수 있으며, 이로부터 FeO_x , ZnO, CaFeO_y 등의 분리 및 회수가 가능함을 알 수 있다.

도면

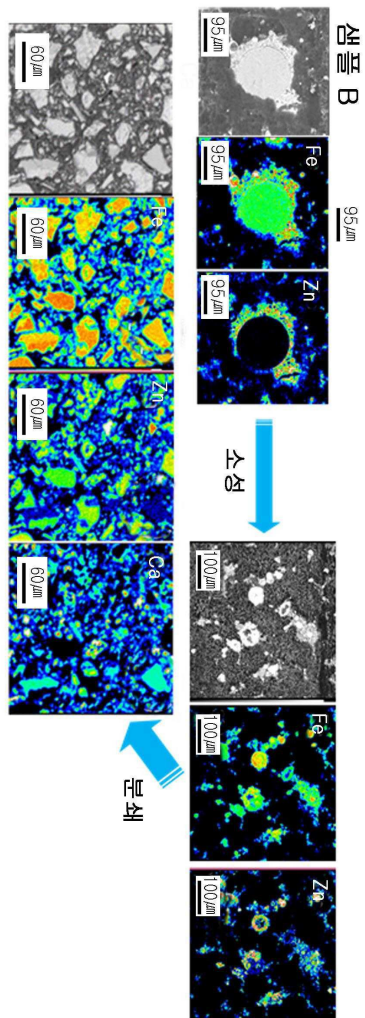
도면1



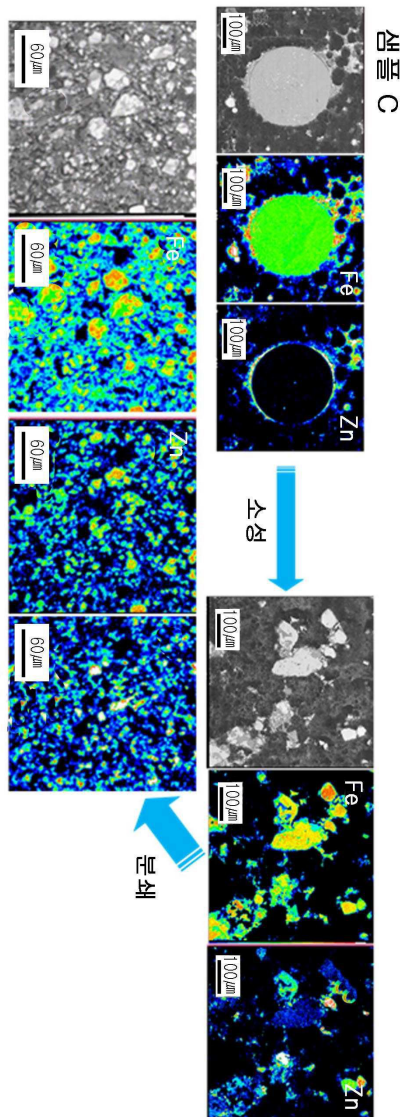
도면2



도면3



도면4



도면5

