



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년11월06일  
(11) 등록번호 10-1196805  
(24) 등록일자 2012년10월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
COIF 11/18 (2006.01) BOID 53/62 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-0092300  
(22) 출원일자 2010년09월20일  
심사청구일자 2010년09월20일  
(65) 공개번호 10-2012-0030656  
(43) 공개일자 2012년03월29일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR100401986 B1\*  
KR100891551 B1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
한국지질자원연구원  
대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)  
(72) 발명자  
김병수  
전라북도 군산시 상신3길 19-6 (나운동)  
채수천  
서울특별시 송파구 올림픽로 135, 241동 1801호  
(잠실동, 리센즈)  
장영남  
대전광역시 유성구 대덕대로541번길 68, 102동  
801호 (도룡동, 현대아파트)  
(74) 대리인  
박명식, 채희각

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 임도경

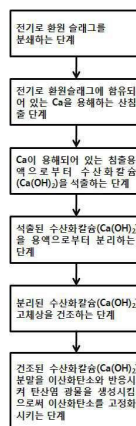
(54) 발명의 명칭 전기로 환원슬래그를 이용한 고-기 반응 공정으로써 이산화탄소 고정화 방법

**(57) 요약**

본 발명은 전기로 환원슬래그를 이용한 이산화탄소 고정화 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전기로 이용한 철강제조 공정에서 철강 생산 후 버려지는 전기로 환원슬래그를 이산화탄소와 반응시켜 탄산염 광물로 고정화시키는 전기로 환원슬래그를 이용한 고-기 반응 공정으로써 이산화탄소 고정화 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 전기로 환원슬래그를 분말로 분쇄하여 전기로 환원슬래그에 함유되어 있는 칼슘(Ca)을 산침출함과 동시에 정제공정 없이 석출하여 고-기 반응 공정으로 이산화탄소를 고정화하는 경우, 칼슘(Ca)성분의 침출율과 이산화탄소의 고정화율을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 이산화탄소를 안정적으로 처리할 수 있고, 그 결과물을 토건재료로 재활용함으로써 환경보호 및 자원재활용 효과를 나타낼 수 있으므로 경제적이다.

**대표도 - 도1**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

- (a) 전기로 환원 슬래그를 분쇄하는 단계;
- (b) 상기 전기로 환원슬래그에 함유되어 있는 칼슘(Ca)을 산을 이용하여 침출하는 단계;
- (c) 상기 칼슘(Ca)이 포함된 침출 용액으로부터 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)을 석출하는 단계;
- (d) 상기 석출된 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)을 용액으로부터 분리하는 단계;
- (e) 상기 분리된 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)을 건조하는 단계; 및
- (f) 상기 건조 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)을 400~600℃에서 450~550ml/min CO<sub>2</sub> 유속으로 30~90분간 이산화탄소와 반응시키는 단계를 포함하는 전기로 환원슬래그를 이용한 고-기 반응 공정으로써 이산화탄소 고정화 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 (a)단계의 분쇄는 볼밀을 사용하여 150 μm이하의 크기로 분쇄하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 고정화 방법.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 (b)단계의 침출은 산용액 100중량부에 대하여 전기로 환원슬래그를 12.5~25중량부로 혼합하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 고정화 방법.

**청구항 4**

제1항에 있어서, 상기 (c)단계의 석출은 NaOH를 이용하여 pH를 10~14로 설정하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 고정화 방법.

**청구항 5**

제1항에 있어서, 상기 (e)단계의 건조는 70~90℃에서 수행되는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 고정화 방법.

**청구항 6**

삭제

**명세서**

**기술분야**

본 발명은 전기로 환원슬래그를 이용한 이산화탄소 고정화 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전기로를 이용한 철강제조 공정에서 철강 생산 후 버려지는 전기로 환원슬래그를 이산화탄소와 반응시켜 탄산염 광물로 고정화시키는 전기로 환원슬래그를 이용한 고-기 반응 공정으로써 이산화탄소 고정화 방법에 관한 것이다.

[0001]

**배경 기술**

- [0002] 온실가스 감축의무를 부과한 교토의정서가 발효됨으로써 향후 온실가스 배출에 따른 범세계적 규제가 강화될 예정이므로 국내에서도 이에 대응하는 범 정부적 조치가 필요하다. 특히 온실가스 중 가장 많은 부분을 차지하고 있는 이산화탄소를 고정화시키기 위해서는 포집, 액화 및 지하(석유시추공 등)에 매립하는 기술(지중처분) 등이 알려져 있다. 그러나 우리나라에는 다른 나라와는 달리 지중처분 공간, 예를 들어 석유 또는 천연가스 시추공이 한정되어 있으며, 또한 또 다른 처분 공간인 경우, 적절한 지질구조를 가지고 있는 지역의 선정이 매우 어려운 형편이다. 이러한 공간을 찾기 위해서는 새로운 처분 부지를 찾기 위해 막대한 비용과 시간이 소요된다.
- [0003] 이러한 지중처분 상의 문제점을 대신할 수 있는 대안으로, 광물 또는 산업폐기물 및 부산물 내에 함유된 산화칼슘(CaO)를 이용하여 이산화탄소를 고정화시키는 광물탄산화법은 이산화탄소를 칼슘(Ca) 등과 더불어 광물 결정 구조상의 한 성분으로 고정화시키는 방법이다. 이 방법은 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 가시적으로 고정화시킬 수 있다는 장점과 더불어, 저장 시 부가적인 모니터링이 거의 필요하지 않다는 탁월한 장점을 가지고 있다.
- [0004] 상기와 같은 공정으로, 최근에는 철강부산물인 고로 슬래그, 전로 슬래그, 전기로 산화슬래그, 전기로 환원슬래그 등 다양한 철강슬래그로부터 칼슘(Ca)성분을 산침출 후 침출용액에 이산화탄소를 주입하여 이산화탄소를 고정화시키는 수열 탄산염 광물화법이 제안되고 있다. 그러나 상기와 같은 공정은 철강부산물인 고로슬래그, 전로 슬래그, 전기로 산화슬래그, 전기로 환원슬래그 등 다양한 철강슬래그에 함유된 칼슘(Ca)과 마그네슘(Mg) 성분의 침출율과 이산화탄소의 고정화율이 매우 낮은 단점이 있다.
- [0005] 이에 본 발명자들은 상기 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 예의 노력한 결과, 전기로 환원슬래그를 분말로 분쇄하여 전기로 환원슬래그에 함유되어 있는 칼슘(Ca)을 산침출함과 동시에 정제공정 없이 석출하여 고-기 반응 공정으로 이산화탄소를 고정화하는 경우, 칼슘(Ca)성분의 침출율과 이산화탄소의 고정화율을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 이산화탄소를 안정적으로 처리할 수 있고, 그 결과물을 토건재료로 재활용함으로써 환경보호 및 자원재활용 효과를 나타낼 수 있는 것을 확인하고 본 발명을 완성하게 되었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0006] 본 발명의 목적은 전기로 환원슬래그에 함유된 칼슘(Ca)성분을 이산화탄소와 반응성이 우수한 물질인 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)으로 변환한 후, 이산화탄소와 반응시켜 탄산염 광물을 제조함으로써 이산화탄소를 고정화시키고 그 결과물을 토건재료로서 활용할 수 있게 하는 방법을 제공하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 (a) 전기로 환원 슬래그를 분쇄하는 단계; (b) 상기 전기로 환원슬래그에 함유되어 있는 칼슘(Ca)을 산을 이용하여 침출하는 단계; (c) 상기 칼슘(Ca)이 포함된 침출 용액으로부터 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)을 석출하는 단계; (d) 상기 석출된 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)을 용액으로부터 분리하는 단계; (e) 상기 분리된 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)을 건조하는 단계; 및 (f) 상기 건조 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)을 이산화탄소와 반응시키는 단계를 포함하는 전기로 환원슬래그를 이용한 고-기 반응 공정으로써 이산화탄소 고정화 방법을 제공한다.

**발명의 효과**

- [0008] 본 발명에 따르면, 전기로 환원슬래그를 분말로 분쇄하여 전기로 환원슬래그에 함유되어 있는 칼슘(Ca)을 산침출함과 동시에 정제공정 없이 석출하여 고-기 반응 공정으로 이산화탄소를 고정화하는 경우, 칼슘(Ca)성분의 침출율과 이산화탄소의 고정화율을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 이산화탄소를 안정적으로 처리할 수 있고, 그 결과물을 토건재료로 재활용함으로써 환경보호 및 자원재활용 효과를 나타낼 수 있으므로 경제적이다.

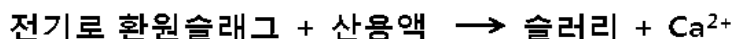
**도면의 간단한 설명**

- [0009] 도 1은 본 발명에 따른 전기로 환원슬래그를 이용한 이산화탄소의 고정화 방법을 설명하기 위한 공정도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 전기로 환원슬래그의 산침출 후 석출된 산물의 XRD 분석 결과도이다.
- 도 3는 본 발명에 따른 광물탄산화 결과에 대한 XRD 분석 결과도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0010] 달리 정의되지 않는 한, 본 명세서에서 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 숙련된 전문가에 의해서 통상적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 일반적으로, 본 명세서에서 사용된 명명법 및 이하에 기술하는 실험 방법은 본 기술 분야에서 잘 알려져 있고 통상적으로 사용되는 것이다.
- [0011] 본 발명에서는 전기로 환원슬래그에서 칼슘(Ca)을 침출하여 고-기 반응 공정으로 이산화탄소를 고정화하는 경우, 칼슘(Ca)성분의 침출율과 이산화탄소의 고정화율을 향상시킬 수 있고, 그 결과물을 토건재료로 재활용할 수 있음을 확인하고자 하였다.
- [0012] 본 발명에서는, 전기로 환원슬래그에서 칼슘(Ca)을 산침출한 뒤 석출하여 이산화탄소를 고정화하는 실험을 수행하였다. 그 결과 이산화탄소의 고정화율이 향상되고 그 결과물의 체적팽창이 없는 것을 확인할 수 있었다.
- [0013] 즉, 본 발명의 일 실시예에서는 전기로 환원슬래그에서 침출된 칼슘(Ca)을 고-기 반응공정으로 이산화탄소를 고정화하는 과정에 활용하는 경우 그 결과물은 토건재료로 재활용할 수 있음을 확인할 수 있었다.
- [0014] 따라서, 본 발명은 일 관점에서, (a) 전기로 환원 슬래그를 분쇄하는 단계; (b) 상기 전기로 환원슬래그에 함유되어 있는 Ca을 산을 이용하여 침출하는 단계; (c) 상기 칼슘(Ca)이 포함된 침출 용액으로부터 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)을 석출하는 단계; (d) 상기 석출된 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)을 용액으로부터 분리하는 단계; (e) 상기 분리된 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)을 건조하는 단계; 및 (f) 상기 건조된 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)을 이산화탄소와 반응시키는 단계를 포함하는 전기로 환원슬래그를 이용한 고-기 반응 공정으로써 이산화탄소 고정화 방법에 관한 것이다.
- [0015] 본 발명에 있어서, 전기로 슬래그는 고철을 원료로 철강을 생산하는 공장에서 발생되는데 정련 환경에 따라 산화슬래그와 환원슬래그로 분류되며, 이중 전기로 환원슬래그는 현재 국내에서는 매년 약 80만 톤이 발생되고 있고, 전량 매립 처분되고 있어, 향후 매립지 부족현상에 따른 환경오염 문제로 인해 이들에 대한 처리문제가 대두되고 있다. 전기로 환원슬래그는 칼슘(Ca)을 28~40 중량퍼센트 정도 그리고 마그네슘(Mg)을 6~9 중량퍼센트 정도 함유하고 있어 광물탄산화 반응에 의한 이산화탄소의 고정화 초기물질로 적합한 원료이다. 폐기물로 버려지는 전기로 환원슬래그는 칼슘(Ca)성분이 산화물 형태로 존재하기 때문에 이산화탄소와의 반응성이 매우 낮지만, Ca(OH)<sub>2</sub> 상태로 변환시키면 반응성이 증가하므로 광물탄산화 반응에 의한 이산화탄소의 고정화 재료로서 사용이 가능하다.
- [0016] 또한, 전기로 슬래그는 부산물화 과정에서 혼입되는 자유로운 산화칼슘(CaO) 및 산화마그네슘(MgO) 등의 성분에 의해 화학적으로 팽창하는 특성을 갖고 있으며, 이러한 반응 특성은 건설자재로서 구조적 안정을 저해하는 요인으로 작용하기 때문에 전기로 슬래그의 재활용을 위해서는 전기로 슬래그의 반응성을 억제시키는 기술이 자원화의 핵심이다.
- [0017] 본 발명에 있어서, 상기 (a)단계의 분쇄는 전기로 환원 슬래그를 분체 공정에서 널리 사용되는 볼밀을 사용하여 150 μm이하의 크기로 분쇄하는 것을 특징으로 한다. 상기 전기로 환원 슬래그의 입도가 150 μm를 초과하면 상기 (b)단계에서 Ca의 Ca<sup>+2</sup>로 침출율이 감소하여 침출공정 시간이 길어지는 문제점이 있다.
- [0018] 본 발명에 있어서, 상기 (b)단계에서 산용액과 전기로 환원슬래그를 반응시켜 포함된 Ca를 Ca<sup>+2</sup>로 침출하는 단계는 다음과 같은 반응식에 의해 표현될 수 있다.

[0019] 반응식



[0020]

- [0021] 상기 침출 단계는 반응식 1과 같이 전기로 환원슬래그를 산용액인 HCl, HNO<sub>3</sub> 또는 NH<sub>4</sub>Cl 과 반응시켜, Ca-Si 산화물, Ca-Al 산화물 등을 분해 침출함으로써 Ca<sup>+2</sup>로 이온화 시키는 단계이다. 상기 전기로 환원슬래그는 고철을 원료로 철강을 생산하는 공장에서 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 등을 포함하는 산업폐기물로서 상당량의 Ca과 Mg을 포함하고 있다.
- [0022] 상기 주요 반응과정은 산용액 100중량부에 대하여 전기로 환원슬래그 12.5~25중량부를 혼합하여 수행된다. 이때 반응은 25℃~90℃ 더 바람직하게는 30℃~70℃에서 교반함으로써 이루어진다. 본 발명에 있어서, 상기 산용액과 전기로 환원슬래그의 중량비율이 12.5중량부 미만이면 Ca의 Ca<sup>+2</sup>로 침출율은 증가되나 산용액의 소모량이 증가되는 문제점이 있고, 산용액과 전기로 환원슬래그의 중량비율이 25중량부 초과이면 산용액의 소모량은 절약되나 Ca의 Ca<sup>+2</sup>로 침출율이 감소되는 문제점이 있다. 또한, 반응 온도가 25℃미만이면 Ca의 Ca<sup>+2</sup>로의 침출 시간이 증가하는 문제점이 있고, 상기 반응 온도가 90℃를 초과하면 Ca의 Ca<sup>+2</sup>로의 침출 시간은 단축되나 침출 시간의 단축율이 5% 이내로 크지 않아 반응 온도 증가에 따른 이익이 없다.
- [0023] 본 발명에 있어서, 상기 (c)단계의 석출은 상기 (b)단계에서 얻어진 침출액으로부터 중화제인 NaOH를 투입하여 산도를 10~14의 범위로 유지하면서 Ca(OH)<sub>2</sub>를 석출시키는 단계이다. 상기 pH가 10 미만이면 Ca<sup>+2</sup>의 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)으로의 석출율이 감소하는 문제점이 있으며, 상기 pH가 14를 초과하면 Ca<sup>+2</sup>의 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)으로의 석출율은 좋아지나 NaOH의 소모량이 증가되는 문제점이 있다. 이때 반응은 10℃~50℃ 더 바람직하게는 20℃~35℃에서 교반함으로써 이루어지며, 반응 온도가 10℃ 미만이면 Ca<sup>+2</sup>의 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)으로의 석출 시간이 증가하는 문제점이 있고, 상기 반응 온도가 50℃를 초과하면 Ca<sup>+2</sup>의 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)로의 석출 시간은 단축되나 석출 시간의 단축율이 5% 이내로 크지 않아 반응 온도 증가에 따른 이익이 없다.
- [0024] 본 발명에 있어서, 상기 (d)단계의 분리는 상기 (c)단계의 석출 단계에서 얻어진 석출물을 포함한 불용성 고체상을 원심분리기 또는 프레스 필터 등을 이용하여 분리하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 본 발명에 있어서, 상기 (e)단계의 건조는 상기 (d)단계에서 분리된 고체상 산물을 일반적인 수분 제거기인 건조기에서 건조하여 분말을 제조한다. 건조 온도는 크게 제한받지는 않지만 70℃~90℃에서 건조하여 분말을 얻는 것이 좋다. 상기 건조 온도가 70℃ 미만이면 건조시간이 길어지는 문제점이 있고, 상기 건조 온도가 90℃를 초과하면 건조시간은 단축되나 건조 온도 증가에 따른 에너지 소비가 과다하여 이익이 크지 않다.
- [0026] 본 발명에 있어서, 상기 (f)단계에서는 상기 건조 단계에서 수득한 고체상을 이산화탄소와 반응시켜 이산화탄소를 고정화시키는 단계이다.
- [0027] 본 발명에 있어서, 이산화탄소 고정화란 이산화탄소를 칼슘(Ca) 또는 마그네슘(Mg)을 함유하는 광물질과 반응시켜서 광물의 격자 내에 안정하게 존재하도록 하는 이산화탄소 격리법(sequestration)의 하나로써 일반적으로 탄산염 광물화 혹은 고정화라고 부르는 방법이다. 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 철(Fe), 망간(Mn) 등 많은 원소들이 탄산염 광물화가 가능하지만 철(Fe) 및 망간(Mn) 등을 포함한 광물질은 열역학적으로 매우 안정하기 때문에 반응성이 떨어지므로, 실질적으로는 칼슘(Ca) 및 마그네슘(Mg)만이 탄산염 광물화에 사용될 수 있다. 폐기물로 버려지는 전기로 환원슬래그는 칼슘(Ca)성분이 Ca-Si 산화물, Ca-Al 산화물 등으로 구성되어 있기 때문에 이산화탄소와의 반응성이 매우 낮다. 그러나 산용액으로 분해시켜 Ca 성분을 이산화탄소와 반응성이 우수한 수산화칼슘(Ca(OH)<sub>2</sub>)상태로 변환시키면 광물탄산화 반응에 의한 이산화탄소의 고정화 재료로서 사용이 가능하다.
- [0028] 본 발명에 있어서, 상기 이산화탄소의 고정화 과정은 건조 단계에서 얻어진 고체분말을 400~600℃의 분위기에서 450~550ml/min.인 유속으로 30~90분 동안 CO<sub>2</sub> 가스를 흘려주어 수행되는 것을 특징으로 한다. 상기 반응 온도가 400℃미만이면 이산화탄소의 고정화 속도가 매우 느려 반응 시간이 길어질 수 있으며, 상기 반응 온도가 600℃를 초과하면 이산화탄소의 고정화 속도가 빨라지는 반면 탄산염 광물(CaCO<sub>3</sub>)의 분해반응이 일어나 이산화탄소의 고정화율이 감소하는 문제점이 있다. 또한, 상기 가스 유속이 450ml/min 미만이면 이산화탄소의 고정화 속도가 매우 느려 반응 시간이 길어지는 문제점이 있으며, 상기 가스 유속이 550ml/min를 초과하면 이산화탄소의 고정화 속도는 빨라지나 고정화 시간의 단축율이 거의 없어 가스 유속 증가에 따른 이익이 없다. 또한, 상기 반응 시간이 30분 미만이면 이산화탄소의 고정화율이 감소할 수 있고, 반응 시간이 90분을 초과하면 이산화탄소의 고

정화율은 증가하나 고정화율의 증가율이 매우 작아 반응 시간 증가에 따른 이익이 없다.

- [0029] 이론적으로 80만톤/년의 전기로 환원슬래그는 이산화탄소 47만톤/년을 고정화시킬 수 있으며, 얻어진 결과물을 토건재료로 100만톤/년을 생산함으로써 부가가치가 크고 파급효과도 크다.
- [0030] 한편, 우리나라는 온실가스 감축의무에 의하여 연간 약 수천만 톤의 이산화탄소를 처분하여야 하지만, 현재 우리나라에 보유하고 있는 처분가능 부지는 제한된 양의 이산화탄소만이 처분가능한 수준이다. 이에 비해 이산화탄소를 광물의 격자 내에 안정하게 존재하도록 하는 방법 즉, 상기 광물탄산화법은 다음과 같은 장점이 있다.
- [0031] 첫째, 상기 이산화탄소 고정화 방법은 지중처분에 비해 장소의 구애를 받지 않고 영구적으로 처분할 수 있다. 또한, 이산화탄소의 발생현장에서 처분이 가능하므로(in-situ) 이산화탄소를 포집, 액화 및 운송 등의 비용이 절감될 수 있다.
- [0032] 둘째, 지중처분의 경우, 이산화탄소가 누출되는지를 확인해야만 하는데 비해 상기 이산화탄소 고정화 방법은 이산화탄소 유출의 가능성이 없으므로 안정적이고 추가적인 관찰이 불필요하다.
- [0033] 셋째, 상기 이산화탄소 고정화 방법은 매년 수십만 톤씩 발생하는 전기로 환원슬래그를 원료로 이용하므로 환경 보호와 동시에 폐자원 재활용 효과가 있으며 환경오염문제를 근본적으로 해결할 수 있다.
- [0034] 넷째, 상기 광물탄산화법에 의해 이산화탄소를 안전한 광물로 고정화(solidification) 시키고 또한 결과물에 대한 토건재료 등 유용 재료로서 활용할 수 있다.
- [0035] 이하 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다. 이들 실시예는 본발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것이 아니라는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

**실시예 1**

- [0036] 7.3mol/L인 HCl용액 80ml에 볼밀(분쇄기, 한양과학기술기)을 사용하여 분쇄한 입도 150 μm이하의 입자로 구성된 전기로 환원슬래그 10g을 넣어 혼합하고 상온에서 교반하였다.
- [0037] 상기 반응이 끝난 후, 침출액 80ml에 NaOH를 첨가하여 pH 13 ~ 14가 되도록 교반하여, 침출액 내에 존재하는 Ca 성분을 Ca(OH)<sub>2</sub>로 석출시켰다. 이때 과량의 염을 제거하기 위하여 3회에 걸친 세척과정을 수행한 후, 원심분리기 (Union32R, Hanil)를 이용하여 3000rpm 속도로 15분간 원심분리를 한 뒤, 80℃에서 24시간 건조하여 Ca(OH)<sub>2</sub> 분말시료를 제조하였다. 분말시료에 대하여 X-선 회절분석기 (X'pert MPD, Phillips Co., 네덜란드)를 이용하여 X-선 회절분석한 결과 Ca(OH)<sub>2</sub>은 d=3.03Å (104), 2.285Å (113), 2.09Å (202)로 나타났고, 그밖의 부수적인 산물로는 CaO와 더불어 대기 중의 CO<sub>2</sub>와의 반응에 따른 소량의 CaCO<sub>3</sub>가 관찰되었다.
- [0038] 상기 건조된 분말시료를 알루미늄 도가니에 5g을 넣고 500ml/min.인 유속으로 30분 동안 CO<sub>2</sub> 가스를 흘려주며 반응시켜, 이산화탄소를 포집율을 95% 달성하였다. 이때 반응은 600℃에서 수행되었다. 얻어진 산물의 분말시료에 대한 X-선 회절분석 결과, 거의 순수한 CaCO<sub>3</sub>가 형성되었음을 확인하였다.
- [0039] 따라서 상기 반응이 끝난 후, 얻어진 고체 시료는 X-선 회절분석 결과, 거의 순수한 CaCO<sub>3</sub>인 것으로 분석되었기에 체적팽창이 없어 토건재료로 활용할 수 있는 것으로 확인되었다.

**실시예 2**

- [0040] 7.0mol/L인 HCl용액 80ml에 볼밀(분쇄기, 한양과학기술기)을 사용하여 분쇄한 입도 150 μm이하의 입자로 구성된 전기로 환원슬래그 20g을 넣어 혼합하고 상온에서 교반하였다.
- [0041] 상기 반응이 끝난 후, 침출액 80ml에 NaOH를 첨가하여 pH 13 ~ 14가 되도록 교반하여, 침출액 내에 존재하는 Ca 성분을 Ca(OH)<sub>2</sub>로 석출시켰다. 이때 과량의 염을 제거하기 위하여 3회에 걸친 세척과정을 수행한 후, 원심분리

기 (Union32R, Hanil)를 이용하여 3000rpm 속도로 15분간 원심분리를 한 뒤, 80℃에서 24시간 건조하여  $\text{Ca(OH)}_2$  분말시료를 제조하였다. 분말시료에 대하여 X-선 회절분석기 (X'pert MPD, Phillips Co., 네덜란드)를 이용하여 X-선 회절분석한 결과,  $\text{Ca(OH)}_2$ 은 d=3.03Å (104), 2.285Å (113), 2.09Å (202)로 나타났고, 그밖의 부수적인 산물로는 대기 중의  $\text{CO}_2$ 와의 반응에 따른 소량의  $\text{CaCO}_3$ 가 관찰되었다.

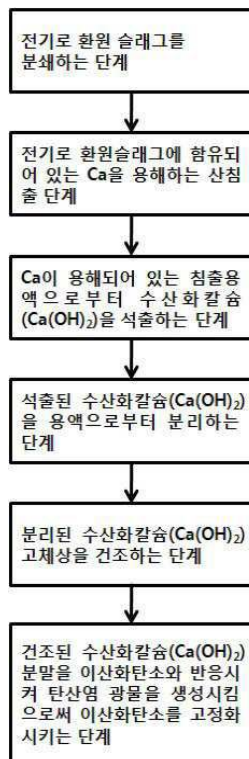
[0042] 상기 건조된 분말시료를 알루미늄 도가니에 5g을 넣고 500ml/min.인 유속으로 90분 동안  $\text{CO}_2$  가스를 흘려주며 반응시켜, 이산화탄소를 포집율을 97% 달성하였다. 이때 반응은 400℃에서 수행되었다. 얻어진 산물의 분말시료에 대한 X-선 회절분석 결과, 거의 순수한  $\text{CaCO}_3$ 가 형성되었음을 확인하였다.

[0043] 따라서 상기 반응이 끝난 후, 얻어진 고체 시료는 X-선 회절분석 결과, 거의 순수한  $\text{CaCO}_3$ 인 것으로 분석되었기에 체적팽창이 없어 토건재료로 활용할 수 있는 것으로 확인되었다.

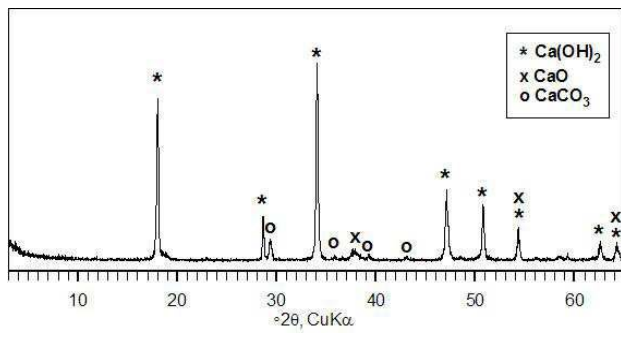
[0044] 이상으로 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시 양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 첨가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

**도면**

**도면1**



도면2



도면3

