



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년06월22일
(11) 등록번호 10-1157909
(24) 등록일자 2012년06월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01F 11/18 (2006.01) C01B 35/10 (2006.01)
C04B 2/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0035813
(22) 출원일자 2012년04월06일
심사청구일자 2012년04월06일
(56) 선행기술조사문헌
US5019160 A1
KR100958593 B1
KR1020120030656 A
KR1020120008304 A

(73) 특허권자
한국지질자원연구원
대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)
(72) 발명자
방준환
대전광역시 유성구 송강동 한마을아파트 112동 1005호
장영남
대전광역시 유성구 도룡동 현대아파트 102동 801호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박종수

전체 청구항 수 : 총 6 항

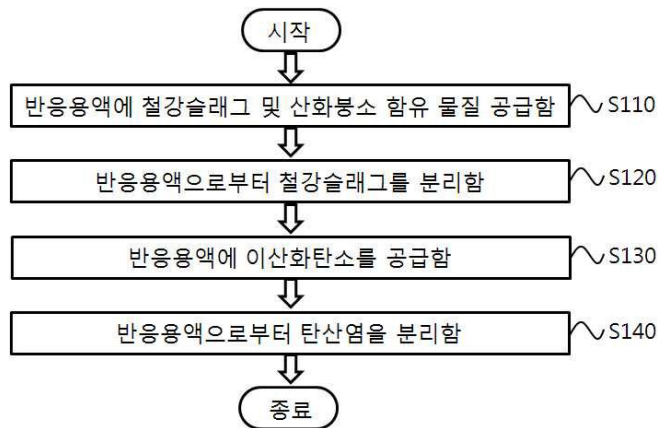
심사관 : 나수연

(54) 발명의 명칭 **철강슬래그를 이용한 탄산염 제조방법**

(57) 요약

철강슬래그를 이용한 탄산염의 제조방법이 개시된다. 철강슬래그를 이용하여 탄산염을 형성하기 위하여, 우선 반응용액에 철강슬래그 및 산화붕소 함유 물질을 공급할 수 있다. 이어서, 반응용액으로부터 철강슬래그를 분리할 수 있다. 그 후, 철강슬래그가 분리된 반응용액에 이산화탄소를 공급한 후, 철강슬래그로부터 용출된 칼슘 이온과 이산화탄소에 의해 형성된 탄산 이온의 반응에 통해 형성된 탄산염을 분리할 수 있다. 이러한 탄산염의 제조방법에 따르면, 철강슬래그로부터 용출되는 칼슘 성분의 양을 증대시켜 탄산염의 제조 효율을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자
송경선
대전광역시 서구 둔산동 현대아이텔 1107호
채수천
서울특별시 송파구 가락동 금호아파트 101동 130
6호

이승우
대전광역시 중구 태평2동 삼부아파트4단지 410동
82호
전치완
대전광역시 서구 도마2동 경남아파트 110동 803호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415110373
부처명	지식경제부
연구사업명	한국지질자원연구원연구운영비지원
연구과제명	산업부산물을 이용한 CO2 저감 및 자원실용화 기술개발
주관기관	한국지질자원연구원
연구기간	2010.01.01 ~ 2014.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

반응용액에 철강슬래그 및 산화붕소 함유 물질을 공급하는 단계;

상기 반응용액으로부터 상기 철강슬래그를 분리하는 단계;

상기 철강슬래그가 분리된 상기 반응용액에 이산화탄소를 공급하는 단계; 및

상기 철강슬래그로부터 용출된 칼슘 이온과 상기 이산화탄소에 의해 형성된 탄산 이온의 반응에 의해 형성된 탄산염을 분리하는 단계를 포함하는 탄산염의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 산화붕소 함유 물질은 삼산화이붕소(B_2O_3)를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄산염의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 철강슬래그 및 상기 산화붕소 함유 물질이 공급된 상기 반응용액을 교반하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 탄산염의 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 철강슬래그 및 상기 산화붕소 함유 물질이 공급된 상기 반응용액을 9시간 이상 교반하는 것을 특징으로 하는 탄산염의 제조방법.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 철강슬래그 및 상기 산화붕소 함유 물질이 공급된 상기 반응용액을 65시간 이상 교반하는 것을 특징으로 하는 탄산염의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 철강슬래그는 제강슬래그인 것을 특징으로 하는 탄산염의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 철강슬래그를 이용한 탄산염의 제조방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 본 발명은 철강슬래그로부터 용출된 금속이온과 이산화탄소로부터 형성된 탄산이온을 반응시켜 탄산염을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 이산화탄소에 의한 지구 온난화와 같은 환경 문제가 제기되면서, 광물 탄산화를 통하여 이산화탄소를 고정하는 방법에 대해 많은 연구가 수행되고 있다.

[0003] 광물 탄산화에는 이산화탄소로부터 유래된 탄산이온과 반응할 수 있는 금속이온을 제공하는 원료물질이 필요한데, 일반적으로 이러한 원료물질로서 천연광물과 산업 폐기물이 사용되고 있다. 초기에는 천연 광물을 이용한 탄산화 연구가 주로 이루어졌으나, 최근 일본, 유럽을 중심으로 산업 폐기물을 이용한 탄산화 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0004] 산업 폐기물 중 제강슬래그의 경우 그 산업적 활용도가 낮고 환경적인 문제를 야기하므로 그 처리가 어려운 문제점이 있다. 제강슬래그의 산업적 활용도 및 환경 문제는 주로 제강슬래그 내에 존재하는 산화칼슘(CaO) 성분으로부터 발생되는데, 이러한 제강슬래그를 광물 탄산화의 원료물질로 이용한다면 이산화탄소 고정화와 폐기물 처리의 효과를 동시에 달성할 수 있을 것이다. 우리나라의 경우 포스코, 현대제철 등으로부터 매년 광

대한 양의 산업 폐기물인 제강슬래그가 생성되므로, 이를 이용한 광물 탄산화 기술이 절실히 요구되는 실정이다.

[0005] 이러한 제강슬래그를 이용한 광물탄산화를 위해서는 고속으로 광물탄산화를 수행할 수 있는 기술의 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 산화붕소 함유 물질을 이용하여 철강슬래그로부터 칼슘 성분의 용출을 증대시킨 탄산염의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 탄산염의 제조방법은 반응용액에 철강슬래그 및 산화붕소 함유 물질을 공급하는 단계; 상기 반응용액으로부터 상기 철강슬래그를 분리하는 단계; 상기 철강슬래그가 분리된 상기 반응용액에 이산화탄소를 공급하는 단계; 및 상기 철강슬래그로부터 용출된 칼슘 이온과 상기 이산화탄소에 의해 형성된 탄산 이온의 반응에 의해 형성된 탄산염을 분리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 산화붕소 함유 물질은 삼산화이붕소(B₂O₃)를 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 철강슬래그 및 상기 산화붕소 함유 물질이 공급된 상기 반응용액을 교반하는 단계를 더 포함할 수 있다. 일례로, 상기 철강슬래그 및 상기 산화붕소 함유 물질이 공급된 상기 반응용액은 9시간 이상 교반될 수 있다. 바람직하게는, 상기 철강슬래그 및 상기 산화붕소 함유 물질이 공급된 상기 반응용액은 65시간 이상 교반될 수 있다. 상기 철강슬래그는 제강슬래그일 수 있다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 실시예에 따른 탄산염의 제조방법은 철강슬래그와 함께 산화붕소 함유 물질을 반응용액에 공급하여 철강슬래그와 산화붕소 사이의 반응을 유도함으로써 철강슬래그로부터 용출되는 칼슘 성분의 양을 증가시킬 수 있고, 그 결과 탄산염인 탄산칼슘의 생성 효율 및 속도를 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라 탄산염을 형성하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 2는 표 2 및 표 3의 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[0013] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0014] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0015] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0016] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라 탄산염을 형성하는 방법을 설명하는 순서도이다.

[0017] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따라 탄산염을 형성하기 위하여, 우선 반응용액에 철강 슬래그와 산화붕소 함유 물질을 공급할 수 있다.(S110)

[0018] 반응용액은 수용액일 수 있다. 일례로, 반응용액은 알칼리성 수용액일 수 있다. 구체적으로, 반응용액은 암모니아 또는 수산화나트륨 등에 의해 pH가 약 8 내지 13의 범위 내에 있도록 조정된 수용액일 수 있다.

[0019] 철강슬래그는 최종 생성물인 탄산염의 성분 중 금속성분을 제공하는 원료물질로 사용된다. 예를 들면, 본 발명에 있어서 탄산염은 탄산칼슘(CaCO₃)일 수 있고, 철강슬래그는 칼슘(Ca) 성분을 제공하는 원료물질로 사용될 수 있다. 철강슬래그는 일반적으로 선철 제조공정에서 생성되는 고로 슬래그와 제강공정에서 생성되는 제강 슬래그로 구분될 수 있다. 본 발명에서는 금속성분을 제공하는 원료물질로 고로 슬래그와 제강 슬래그가 모두 사용될 수 있으나, 바람직하게는 제강 슬래그가 사용된다. 제강슬래그는 고로슬래그에 비해 산화칼슘 성분의 함량이 높아서, 산업적 활용도가 낮고 환경문제를 야기할 가능성이 높다. 제강슬래그는 주로 산화칼슘(CaO), 철산화물(T-Fe: FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄ 등), 이산화규소(SiO₂) 등으로 이루어져 있다. 하기 '표 1'은 제강슬래그의 '시료 1' 및 '시료 2'의 화학 성분을 분석한 결과이다. 제강슬래그를 구성하는 주 광물상은 C₂S(dicalciumsilicate, Ca₂SiO₄), C₃S(tricalciumsilicate, Ca₃SiO₅), wustite{(Fe, Mg, Ca, Mn)O}, C₂F(dicalcium ferrite, Ca₂Fe₂O₅), lime{(Ca, Mg, Mn, Fe)O} 등이다.

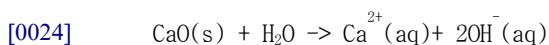
표 1

	T-Fe	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	TiO ₂	P ₂ O ₅
시료 1	33.22	22.61	19.61	13.06	6.34	6.12	0.77	0.31
시료 2	23.83	23.81	21.76	14.42	6.54	6.47	0.81	0.321

[0021] [단위: wt.%]

[0022] 산화붕소 함유 물질은 삼산화이붕소(B₂O₃)를 함유할 수 있다. 산화붕소 함유 물질은 철강슬래그로부터 용출되는 칼슘(Ca) 성분의 양을 증가시킬 수 있다. 산화붕소 함유 물질과 철강슬래그가 반응용액에 공급되면, 산화붕소 함유 물질의 삼산화이붕소(B₂O₃)와 철강슬래그를 구성하는 성분들이 서로 반응하게 되는데, 이 과정에서 철강슬래그의 성분 중 반응용액과 접촉하는 산화칼슘(CaO)의 양이 증가하게 된다. 반응용액과 접촉한 산화칼슘(CaO) 성분은 하기 '반응식 1'에 따라 용이하게 이온화될 수 있고, 그 결과 철강슬래그로부터 용출되는 칼슘 성분의 양이 증가될 수 있는 것이다. 용융 철강슬래그에 삼산화이붕소(B₂O₃)를 공급하면, 용융 슬래그의 점성이 낮아지는 것을 확인할 수 있는데, 이에 비추어, 산화붕소 함유 물질의 삼산화이붕소(B₂O₃)는 철강슬래그를 구성하는 성분들 사이의 결합, 구체적으로, '산화칼슘 성분(CaO)과 이산화규소(SiO₂) 성분 사이의 결합' 및 '산화칼슘(CaO) 성분과 철산화물(T-Fe) 성분 사이의 결합'을 약화 또는 파괴할 수 있을 것으로 판단된다. 그 결과, 산화붕소 함유 물질은 반응용액과 접촉하는 산화칼슘(CaO)의 양을 증가시켜 철강슬래그로부터 용출되는 칼슘 성분의 양을 증가시킬 수 있는 것으로 판단된다.

[0023] [반응식 1]



[0025] 철강슬래그와 산화붕소 함유 물질은 동시에 반응용액에 공급될 수 있다. 이와 달리, 산화붕소 함유 물질을 먼

저 반응용액에 용해시킨 후 철강슬래그를 반응용액에 공급하는 것도 가능하다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 산화붕소 함유 물질을 용해시키고 위에서 설명한 칼슘 용출 반응을 촉진시키기 위하여, 철강슬래그와 산화붕소 함유 물질이 공급된 반응용액을 교반할 수 있다. 칼슘 성분의 용출량을 증가시키기 위하여 반응용액에 철강슬래그를 공급한 후 반응용액을 약 9시간 이상, 바람직하게는 약 65시간 이상 동안 교반하는 것이 바람직하다. 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 산화붕소 함유 물질을 용해시키고 위에서 설명한 칼슘 용출 반응을 촉진시키기 위하여, 철강슬래그와 산화붕소 함유 물질이 공급된 반응용액을 교반하는 외에 추가적으로 반응용액에 열에너지를 인가할 수도 있다.

[0027] 이어서, 철강슬래그로부터 용출된 칼슘 이온(Ca^{2+})을 함유하는 반응용액으로부터 철강슬래그를 분리할 수 있다. (S120) 반응용액으로부터 철강슬래그를 분리하는 것은 반응용액은 투과시키나 철강슬래그는 투과시키지 않는 여과기를 이용하여 수행할 수 있다. 이는 최종 생성물인 탄산염을 산업적으로 활용하기 위한 단계로서, 철강슬래그가 존재하는 반응용액 내에서 탄산염이 형성된다면, 철강슬래그와 탄산염을 분리하는 것이 용이하지 않다. 따라서 탄산염이 형성되기 전에 미리 철강슬래그를 분리함으로써, 탄산염의 산업적 활용을 용이하게 할 수 있다.

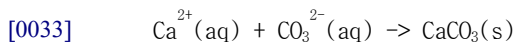
[0028] 이어서, 철강슬래그로부터 용출된 칼슘 이온(Ca^{2+})을 함유하고 철강슬래그가 제거된 반응용액에 이산화탄소를 공급할 수 있다. (S130) 이산화탄소는 단독으로 또는 다른 가스와 혼합되어 공급될 수 있다. 반응용액에 공급되는 이산화탄소의 형태는 제한되지 않는다. 본 발명의 일 실시예에 있어서, 이산화탄소는 마이크로 버블 형태로 반응용액에 공급될 수 있다. 이러한 이산화탄소 마이크로 버블은 공지의 방법에 따라 형성될 수 있고, 약 $50\mu m$ 이하의 크기를 가질 수 있다.

[0029] 반응용액에 공급된 이산화탄소는 하기 '반응식 2'에 따라 이온화되어 탄산이온(CO_3^{2-})을 생성할 수 있다. 이와 같이 형성된 탄산이온(CO_3^{2-})은 하기 '반응식 3'에 따라 반응용액 내에 존재하는 칼슘 이온(Ca^{2+})과 반응하여 탄산칼슘($CaCO_3$)을 형성할 수 있다.

[0030] [반응식 2]



[0032] [반응식 3]



[0034] 이어서 생성된 탄산칼슘($CaCO_3$)을 반응용액으로부터 분리할 수 있다. (S140) 이와 같이 분리된 탄산칼슘은 다양한 산업적 원료로 사용가능하다.

[0035] 본 발명자는 철강슬래그로부터 칼슘성분을 용출하는데 있어서, 산화붕소 함유 물질이 기여하는 정도를 파악하기 위하여 하기와 같은 실험을 실시하였다. 하기의 기재 중 '실험예'는 삼산화이붕소(B_2O_3)가 용해된 물에 철강슬래그를 공급하는 경우에 있어서의 칼슘 성분 용출과 관련된 것이고, '비교 실험예'는 삼산화이붕소(B_2O_3)가 존재하지 않는 물에 철강슬래그를 공급하는 경우에 있어서의 칼슘 성분 용출과 관련된 것이다.

[0036] [실험예]

[0037] 제1 내지 제5 용기 각각에 물(H_2O) 1L 및 삼산화이붕소(B_2O_3) 20g을 넣고, 300rpm의 속도로 소정시간 동안 교반하여 삼산화이붕소(B_2O_3)를 모두 용해시켰다. 그 후, 상기 제1 내지 제5 용기 각각에 철강슬래그 50g을 넣었다. 이어서, 제1 내지 제5 용기 내의 시료를 300rpm의 속도로 서로 다른 시간 동안 교반하였다. 구체적으로, 제1 내지 제5 용기의 시료들(B1, B2, B3, B4, B5)은 각각 6시간, 9시간, 65시간, 89시간 및 117시간 동안 교반되었다. 그 후, 각각의 시료에 용출된 칼슘 이온(Ca^{2+}), 철 이온(Fe^{2+} , Fe^{3+}) 및 규소 이온(Si^{4+})의 농도를 측

정하였고, 그 결과를 표 2에 나타내었다.

표 2

시료	교반시간(h)	칼슘 이온 농도 (mg/L)	철 이온 농도 (mg/L)	규소 이온 농도 (mg/L)
B1	6	426	29.6	45.4
B2	9	447	17.2	40.5
B3	65	485	1.01	27.9
B4	89	481	0.71	29.2
B5	117	498	0.26	28.4

[0039] [비교 실험예]

[0040] 제6 내지 제10 용기 각각에 물(H₂O) 1L만 넣고, 300rpm의 속도로 상기 실험예와 동일한 시간 동안 교반하였다. 그 후, 상기 제6 내지 제10 용기 각각에 철강슬래그 50g을 넣었다. 이어서, 제6 내지 제10 용기 내의 시료를 300rpm의 속도로 서로 다른 시간 동안 교반하였다. 구체적으로, 제6 내지 제10 용기의 시료들(H1, H2, H3, H4, H5)은 각각 6시간, 9시간, 65시간, 89시간 및 117시간 동안 교반되었다. 그 후, 각각의 시료에 용출된 칼슘 이온(Ca²⁺), 철 이온(Fe²⁺, Fe³⁺) 및 규소 이온(Si⁴⁺)의 농도를 측정하였고, 그 결과를 표 3에 나타내었다.

표 3

시료	교반시간(h)	칼슘 이온 농도 (mg/L)	철 이온 농도 (mg/L)	규소 이온 농도 (mg/L)
H1	6	34.6	< 0.02	8.48
H2	9	34.3	< 0.02	9.19
H3	65	25.9	< 0.02	27.9
H4	89	44.4	< 0.02	35.1
H5	117	48.8	< 0.02	36.4

[0042] [삼산화이붕소의 효과 분석]

[0043] 도 2는 표 2 및 표 3의 결과를 나타낸 그래프이다. 도 2에 있어서, 'X-축'은 교반 시간(h)을 나타내고, 'Y-축'은 각 이온의 농도(mg/L)를 나타낸다.

[0044] 도 2, 표 2 및 표 3을 참조하면, 삼산화이붕소가 용해된 시료들(B1, B2, B3, B4, B5)의 경우 삼산화이붕소가 용해되지 않은 시료들(H1, H2, H3, H4, H5)에 비해 현저하게 높은 칼슘 이온(Ca²⁺) 농도를 가짐을 알 수 있다. 즉, 삼산화이붕소를 철강슬래그와 함께 반응용액에 공급하는 경우, 삼산화이붕소를 공급하지 않는 경우에 비해 철강슬래그로부터 현저하게 증가된 양의 칼슘 성분을 용출시킬 수 있다.

[0045] 그리고 시료의 교반 시간에 따라 각 이온의 농도가 변함을 알 수 있다. 예를 들면, 삼산화이붕소를 용해한 시료에 있어서 칼슘 이온(Ca²⁺)은 교반시간이 증가함에 따라 그 농도가 전체적으로 증가함을 알 수 있다. 구체적으로, 삼산화이붕소를 용해한 시료의 교반시간이 9시간에 도달할 때까지는 칼슘 이온의 농도가 급격하게 증가함으로 알 수 있고, 교반시간이 65시간을 초과하면 칼슘 이온 농도의 변화속도가 급격히 감소함을 알 수 있다. 이에 반해, 삼산화이붕소를 용해한 시료에 있어서 철 이온(Fe²⁺, Fe³⁺)과 규소 이온(Si⁴⁺)은 교반시간이 증가함에 따라 그 농도가 전체적으로 감소함을 알 수 있다. 구체적으로, 철 이온(Fe²⁺, Fe³⁺)과 규소 이온(Si⁴⁺) 모두 교반시간이 9시간에 도달할 때까지는 그 농도가 급격히 감소하고, 교반시간이 65시간에 도달하면 거의 최소 농도에 도달함을 알 수 있다. 특히, 철 이온(Fe²⁺, Fe³⁺)의 경우 교반시간이 65시간을 초과하면 그 농도가 거의 무시할 수 있을 정도의 수준까지 감소함을 알 수 있다.

[0046] 이러한 사항에 비추어, 탄산칼슘의 생성 효율을 향상시키기 위해서는 반응용액에 철강슬래그를 공급한 후 약 9시간 이상 동안 교반하는 것이 바람직하다. 더욱 바람직하게는 반응용액에 철강슬래그를 공급한 후 약 65시

간 이상 동안 교반하는 것이 바람직하다.

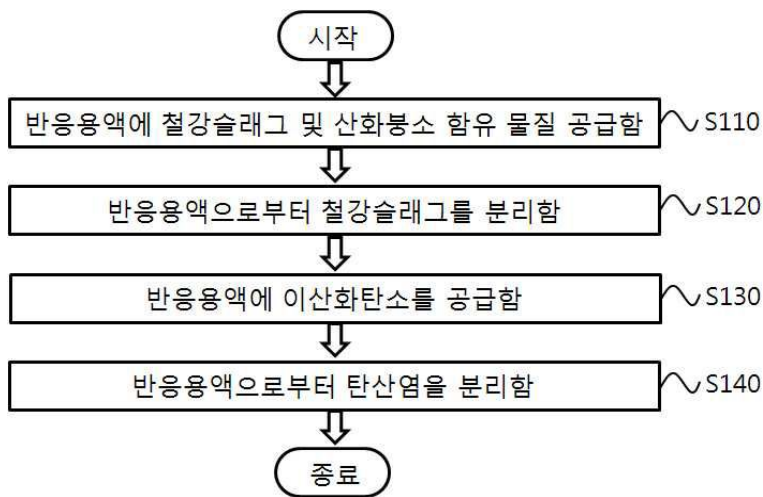
산업상 이용가능성

[0047] 상술한 본 발명에 따르면, 철강슬래그와 함께 산화붕소 함유 물질을 반응용액에 공급하여 철강슬래그와 산화붕소 사이의 반응을 유도함으로써 철강슬래그로부터 용출되는 칼슘 성분의 양을 증가시킬 수 있고, 그 결과 탄산염인 탄산칼슘의 생성 효율 및 속도를 증가시킬 수 있다.

[0048] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

도면1



도면2

