(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월17일
(11) 등록번호 10-1439079
(24) 등록일자 2014년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 7/147 (2006.01) *C04B 5/00* (2006.01)
C04B 18/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0022008
(22) 출원일자 2013년02월28일
심사청구일자 2013년02월28일
(56) 선행기술조사문헌
JP2009507636 A*
US20030000427 A1*
JP2002348153 A
KR1020120075069 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
강릉원주대학교산학협력단
강원도 강릉시 죽헌길 7(지변동)
(72) 발명자
박상엽
강원도 강릉시 지변동 산 1번지 강릉대학교 공학 2호관 208호
정준기
강원 강릉시 원대로128번길 14, 101동 701호 (교동, 하이빌현대아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이인행, 양기혁, 김남식, 한윤호

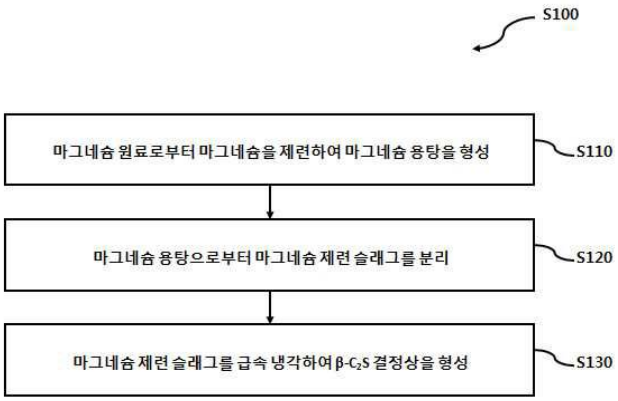
전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 김란

(54) 발명의 명칭 **마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재, 그 제조 방법, 및 그를 포함하는 시멘트**

(57) 요 약

본 발명은, 마그네슘 제련 슬래그의 자원 재활용을 달성할 수 있는 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 제조 방법을 제공한다. 본 발명의 일실시예에 따른 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 제조 방법은, 마그네슘 원료로부터 마그네슘을 제련하여 마그네슘 용탕을 형성하는 단계; 상기 마그네슘 용탕으로부터 마그네슘 제련 슬래그를 분리하는 단계; 및 상기 마그네슘 제련 슬래그를 급속 냉각하여 β-C_2S 결정상을 형성하는 단계;를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

방희곤

강원 강릉시 가작로 71, 604동 1101호 (교동, 교동부영6단지아파트)

김성진

강원 강릉시 교동광장로 138-12, 303동 301호 (교동, 교동주공3단지아파트)

온진호

강원도 강릉시 노암동 노가니남길 13번길 2호 2층

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2012-0220
부처명	지식경제부
연구사업명	광역경제권 연계협력사업
연구과제명	마그네슘 제련 환원슬래그의 고품위 시멘트 원료화 (1세부 참여)
기 여 율	1/1
주관기관	강원산업기술연구소
연구기간	2012.05.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

마그네슘 원료로부터 마그네슘을 제련하여 마그네슘 용탕을 형성하는 단계;

상기 마그네슘 용탕으로부터 마그네슘 제련 슬래그를 분리하는 단계; 및

상기 마그네슘 제련 슬래그를 급속 냉각하여 β-C_2S 결정상을 형성하는 단계;

를 포함하고,

상기 마그네슘 원료로부터 마그네슘을 제련하여 마그네슘 용탕을 형성하는 단계는, 1 Torr 내지 10 Torr 범위의 진공 하에서 1180℃ 내지 1230℃ 범위의 온도에서 수행되고,

상기 마그네슘 제련 슬래그를 급속 냉각하여 β-C_2S 결정상을 형성하는 단계는, 상기 마그네슘 제련 슬래그를 0℃ 내지 100℃ 범위의 온도를 가지는 냉각 공기 또는 냉각수를 직접 분사함으로써 급속 냉각하여 수행되고,

상기 마그네슘 제련 슬래그는 50 wt% 내지 60 wt%의 CaO, 30 wt% 내지 40 wt%의 SiO_2, 1 wt% 내지 5 wt%의 Al_2O_3, 1 wt% 내지 5 wt%의 Fe_2O_3, 및 2 wt% 내지 6 wt%의 MgO 를 포함하는, 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 제조 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항의 방법을 이용하여 제조한 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재.

청구항 6

제 5 항의 시멘트 혼화재로서, 1 wt% 내지 50 wt% 범위로 포함되는 상기 시멘트 혼화재;

석고; 및

클링커;

를 포함하는, 시멘트.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 기술적 사상은 시멘트 혼화재에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재, 그 제조 방법, 및 그를 포함하는 시멘트에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 산업에서 마그네슘은 알루미늄과 합금화하여 이용하고 있으며, 순수 마그네슘을 얻기 위한 마그네슘 제련 공정은 일반적으로 피젼(Pidgeon) 공정을 통하여 수행된다. 상기 피젼 공정은 돌로마이트(Dolomite, (Ca, Mg)CO_3)

를 주 원료로 페로 실리콘(FeSi) 또는 형석(CaF_2) 등과 같은 환원제를 첨가하고, 약 1200℃ 온도에서 환원 처리하여 순수 마그네슘을 얻는다. 기타 잔류 성분은 슬래그(slag)로 남게 된다. 이러한 슬래그는 원료 투입량의 90% 이상을 차지하여 폐기물로 처리하기에 막대한 비용이 소비된다. 따라서, 상기 슬래그를 산업용 원료로서 재사용하는 방법이 요구된다.

[0003] 마그네슘 제련 슬래그의 조성은 시멘트 회사에서 사용되는 출발원료 조성과 매우 유사하여 시멘트 원료로서 사용할 수 있다. 그러나, 더 경제적인 방법으로, 시멘트 원료인 클링커에 혼합하는 시멘트 혼화재로서 사용하는 것이다. 이와 같이 슬래그를 시멘트 혼화재로서 사용하는 방법은 주로 철을 생산하는 제선 및 제강 공정에서 발생한 철강 슬래그를 이용하여 왔다. 그러나, 마그네슘 제련 후 발생한 슬래그를 이용하여 시멘트 혼화재를 제조하는 기술은 개발되어 있지 않다.

[0004] 마그네슘 제련이 완료된 후 생성된 마그네슘 제련 슬래그를 전기로에서 서냉하면, 상기 마그네슘 제련 슬래그는 물과 반응성이 없는 결정상을 형성하게 되므로, 그 자체로는 시멘트 혼화재로서 사용할 수 없는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 1. 한국등록특허 제10-1116346호

(특허문헌 0002) 2. 한국등록특허 제10-1129393호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 기술적 과제는 마그네슘 제련 슬래그의 자원 재활용을 달성할 수 있는 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 상기 제조 방법에 따라 형성된 마그네슘 제련 슬래그로 구성된 시멘트 혼화재를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 상기 마그네슘 제련 슬래그로 구성된 시멘트 혼화재를 포함하는 시멘트를 제공하는 것이다.

[0009] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 제조 방법은, 마그네슘 원료로부터 마그네슘을 제련하여 마그네슘 용탕을 형성하는 단계; 상기 마그네슘 용탕으로부터 마그네슘 제련 슬래그를 분리하는 단계; 및 상기 마그네슘 제련 슬래그를 급속 냉각하여 β-C_2S 결정상을 형성하는 단계;를 포함한다.

[0011] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 마그네슘 원료로부터 마그네슘을 제련하여 마그네슘 용탕을 형성하는 단계는, 1 Torr 내지 10 Torr 범위의 진공 하에서 1180℃ 내지 1230℃ 범위의 온도에서 수행되는, 마그네슘 제련 슬래그를 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 마그네슘 제련 슬래그를 급속 냉각하여 β-C_2S 결정상을 형성하는 단계는, 상기 마그네슘 제련 슬래그를 냉각 공기 또는 냉각수를 이용하여 급속 냉각하여 수행될 수 있다.

[0013] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 마그네슘 제련 슬래그는 50 wt% 내지 60 wt%의 CaO, 30 wt% 내지 40 wt%의 SiO_2, 1 wt% 내지 5 wt%의 Al_2O_3, 1 wt% 내지 5 wt%의 Fe_2O_3, 및 2 wt% 내지 6 wt%의 MgO 를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재는 상술한 방법을 이용하여 제조된다.

[0015] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 시멘트는, 상술한 시멘트 혼화재로서, 1 wt% 내지 50 wt% 범위로 포함되는 상기 시멘트 혼화재; 석고; 및 클링커;를 포함한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명의 기술적 사상에 따른 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 제조 방법은 마그네슘 제련 공정에서 발생되는 마그네슘 제련 슬래그를 급속 냉각하여 수화 반응성이 없는 γ-C_2S 결정상을 대신하여, 수화 반응성을 가지는 β-C_2S 결정상을 형성함으로써, 산업 폐기물인 마그네슘 제련 슬래그를 시멘트 혼합재로 사용할 수 있다. 이에 따라, 자원의 재활용 및 고부가가치화를 구현할 수 있다.

[0017] 상술한 본 발명의 효과들은 예시적으로 기재되었고, 이러한 효과들에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 제조 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따라 제조된 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 X-선 회절 패턴들이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따라 제조된 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 수화 반응성을 나타내는 X-선 회절 패턴이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 제조된 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 수화 반응 후의 미세구조를 나타내는 주사전자현미경 사진이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 제조된 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재를 포함하는 시멘트의 초기 응결 시간을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 기술적 사상을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 기술적 사상의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 기술적 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 동일한 부호는 시종 동일한 요소를 의미한다. 나아가, 도면에서의 다양한 요소와 영역은 개략적으로 그려진 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상은 첨부한 도면에 그려진 상대적인 크기나 간격에 의해 제한되지 않는다.

[0020] 본 명세서에서, C_2S는 "규산이석회($2CaOSiO_2$)"를 지칭하고, C_3S는 "규산삼석회($3CaOSiO_2$)"를 지칭하며, 상기 표기 방법은 시멘트 기술 분야에서는 통상적임에 유의한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 제조 방법(S100)을 도시하는 흐름도이다.

[0022] 도 1을 참조하면, 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 제조 방법(S100)은, 마그네슘 원료로부터 마그네슘을 제련하여 마그네슘 용탕을 형성하는 단계(S110), 상기 마그네슘 용탕으로부터 마그네슘 제련 슬래그를 분리하는 단계(S120), 및 상기 마그네슘 제련 슬래그를 급속 냉각하여 β-C_2S 결정상을 형성하는 단계(S130)를 포함한다.

[0023] 상기 마그네슘 원료로부터 마그네슘을 제련하여 마그네슘 용탕을 형성하는 단계(S110)에서는, 돌로마이트와 같은 마그네슘 광석 또는 마그네슘 스크랩 등의 마그네슘 원료를 전기로에서 투입한 후 가열 및 환원 처리하여 상기 마그네슘 용탕을 형성한다. 상기 마그네슘 용탕을 형성하는 단계(S110)는 예를 들어 약 1 Torr 내지 약 10 Torr 범위의 진공 하에서 수행될 수 있고, 예를 들어 약 1150℃ 내지 약 1250℃ 범위의 온도에서 수행될 수 있다. 마그네슘의 환원을 위하여 페로 실리콘(FeSi) 또는 형석(CaF_2)과 같은 환원제가 상기 전기로에 투입될 수

있다.

[0024] 상기 마그네슘 원료는 상기 전기로에 투입된 후 상기 환원제와 환원 반응하여 상기 마그네슘 용탕을 형성한다. 상기 마그네슘 용탕은 순수 마그네슘과 마그네슘 제련 슬래그를 포함한다. 상기 전기로는 수직형일 수 있고, 이러한 경우에는 상기 순수 마그네슘은 상기 전기로의 상부로 부유하여 크라운을 형성하고, 상기 마그네슘 제련 슬래그는 상기 전기로의 하측에 가라앉는다.

[0025] 상기 마그네슘 용탕으로부터 마그네슘 제련 슬래그를 분리하는 단계(S120)에서는, 상기 전기로의 하측에 가라앉은 상기 마그네슘 제련 슬래그를 상기 전기로에서 출탕하여 상기 용탕으로부터 상기 마그네슘 제련 슬래그를 분리한다.

[0026] 상기 마그네슘 제련 슬래그를 급속 냉각하여 β-C_2S 결정상을 형성하는 단계(S130)는, 상기 용탕으로부터 분리된 상기 마그네슘 제련 슬래그를 냉각 공기 또는 냉각수를 이용하여 급속 냉각한다.

[0027] 상기 냉각 공기 또는 냉각수는 약 0℃ 내지 약 100℃ 범위의 온도를 가질 수 있다. 상기 냉각 공기 또는 냉각수는 상기 용탕으로부터 출탕되는 상기 마그네슘 제련 슬래그에 직접 분사하여 상기 마그네슘 제련 슬래그를 냉각시킬 수 있다. 이러한 냉각에 의하여, 수화 반응성을 가지는 β-C_2S 결정상을 형성할 수 있다. 반면, 상기 마그네슘 제련 슬래그를 노냉하거나 서냉하는 경우에는, 수화 반응성이 없는 γ-C_2S 결정상이 형성됨에 유의한다.

[0028] 상기 마그네슘 제련 슬래그는 칼슘 산화물(CaO) 및 실리콘 산화물(SiO_2)를 주로 포함하고 있고, 예를 들어 약 50 wt% 내지 약 60 wt%의 CaO, 약 30 wt% 내지 약 40 wt%의 SiO_2, 약 1 wt% 내지 약 5 wt%의 Al_2O_3, 약 1 wt% 내지 약 5 wt%의 Fe_2O_3, 및 약 2 wt% 내지 약 6 wt%의 MgO를 포함할 수 있다. 상술한 방법에 따라 상기 마그네슘 제련 슬래그는 수화 반응성을 가지는 β-C_2S 결정상을 가질 수 있다. 상기 마그네슘 제련 슬래그는 분말, 펠렛 등의 형상을 가질 수 있다.

[0029] 상기 마그네슘 제련 슬래그는 시멘트 원료로서 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 β-C_2S 결정상을 가지는 상기 마그네슘 제련 슬래그로 구성된 시멘트 혼화재, 석고 및 클링커(clinker)를 혼합하여 미세 분쇄함으로써 시멘트를 제조할 수 있다. 상기 마그네슘 제련 슬래그는 상기 시멘트에 약 1 wt% 내지 약 50 wt% 범위로 포함될 수 있다. 상기 석고는 상기 시멘트에 약 1 wt% 내지 약 5 wt% 범위로 포함될 수 있다. 상기 클링커는 상기 시멘트의 잔부를 구성할 수 있다. 또는 상기 시멘트는, 필요한 경우 통상적인 첨가제(admixture)를 더 포함할 수 있다.

[0030] 상기 시멘트는 다양한 성분 및 조성을 가지도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 상기 시멘트는 포틀랜드 시멘트를 구성하는 성분 및 조성을 가지는 클링커, 석고, 및/또는 첨가제의 비율을 가질 수 있다. 예를 들어, 포틀랜드 시멘트는 주성분으로서, CaO, SiO_2, Al_2O_3, 및 Fe_2O_3 등을 포함한다. 이러한 포틀랜드 시멘트를 형성하기 위한 클링커는규산삼석회($3CaOSiO_2$), 규산이석회($2CaOSiO_2$), 알루민산삼석회($3CaOAl_2O_3$) 및 철화합물($4CaOAl_2O_3Fe_2O_3$) 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 규산삼석회($3CaOSiO_2$)를 주로 포함하는 고용체를 앨라이트(alite)로 지칭하고, 규산이석회($2CaOSiO_2$) 중 β 결정상을 주로 포함하는 고용체를 벨라이트(belite)라 지칭한다. 이러한 포틀랜드 시멘트는, 1종 보통 시멘트, 2종 중용열 시멘트, 3종 조강 시멘트, 4종 저열 시멘트, 및 5종 내황산염시멘트 등을 포함할 수 있다.

[0031] 그러나 이는 예시적이며 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 시멘트는 하기와 같은 시멘트를 구성하는 성분 및 조성을 가지는 클링커, 석고, 및/또는 첨가제의 비율을 가질 수 있다. 예를 들어, 고로 슬래그 시멘트, 플라이애쉬 시멘트, 및 포틀랜드 포졸란 시멘트 등과 같은 혼합 시멘트, 또는, 백색 포틀랜드 시멘트, 단열 시멘트, 팽창성 수경 시멘트, 메이슨리 시멘트, 초조강 시멘트, 초속경 시멘트, 알루미나 시멘트, 방통 시멘트, 유정 시멘트 등과 같은 특수 시멘트가 적용될 수 있다.

[0032] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따라 제조된 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 X-선 회절 패턴들이다. 도 2에서 (a)는 비교예로서 서냉 처리한 마그네슘 제련 슬래그의 X-선 회절 패턴이고, (b)는 실시예로서 1200℃에서 제련한 후 급냉 처리한 마그네슘 제련 슬래그의 X-선 회절 패턴이다.

[0033] 도 2를 참조하면, 서냉된 마그네슘 제련 슬래그는 수화 반응하지 않는 γ-C_2S 결정상을 포함하고, 수화 반응성을

가지는 β-C_2S 결정상은 포함하지 않는다. 상기 서냉된 마그네슘 제련 슬래그의 화학 조성은 급냉 처리한 마그네슘 제련 슬래그와 동일할 수 있다. 반면, 급냉 처리한 마그네슘 제련 슬래그는 수화 반응성을 가지는 β-C_2S 결정상을 포함한다.

[0034] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따라 제조된 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 수화 반응성을 나타내는 X-선 회절 패턴이다.

[0035] 도 3을 참조하면, 상기 시멘트 혼화재를 클링커 및 석고와 혼합한 혼합물을 형성한 후 물과 반응하였다. 상기 혼합물은 수화반응에 의하여 형성되는 $Ca(OH)_2$ 결정상 피크를 나타내었다. 따라서, 상기 시멘트 혼화재는 수화 반응성을 가짐을 확인할 수 있다.

[0036] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 제조된 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 수화 반응 후의 미세구조를 나타내는 주사전자현미경 사진이다.

[0037] 도 4를 참조하면, 수화 반응 처리 후 3일 후의 미세 구조 사진으로서, 수화 반응에 의하여 형성된 침상 구조의 반응물이 발견되었다. 상기 침상 구조의 반응물은 통상적인 시멘트 수화반응에서 나타나는 반응물과 동일하였다.

[0038] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 제조된 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재를 포함하는 시멘트의 초기 응결 시간을 나타내는 그래프이다.

[0039] 도 5를 참조하면, 상기 시멘트는 본 발명의 실시예에 따른 시멘트 혼화재와 클링커, 석고를 혼합하여 제조하였다. 상기 시멘트는 0 wt%, 10 wt%, 20 wt%, 30 wt%, 40 wt%, 및 50 wt%로 상기 시멘트 혼화재의 함량을 변화시켰고, 석고는 3 wt%, 잔부는 클링커를 포함하도록 구성하였다. 상기 시멘트 혼화재의 함량이 증가됨에 따라 초기 응결 시간(initial setting time)은 증가하였다. 이는 상기 시멘트 혼화재의 함량이 증가됨에 따라 C_3S에 비하여 느린 응결시간을 가지는 β-C_2S 결정상의 양이 증가되기 때문이다.

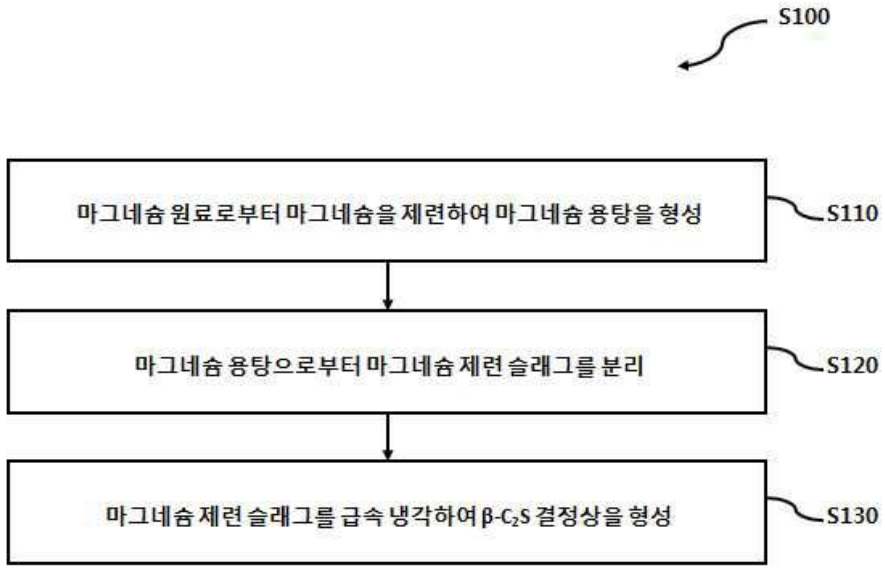
[0040] 상술한 바와 같이, 급냉 처리된 마그네슘 제련 슬래그를 시멘트 혼화재로서 사용하는 것은 예시적이며, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 급냉 처리된 마그네슘 제련 슬래그를 시멘트 원료로서 사용하는 경우, 예를 들어 클링커를 제조하는 원료로서 사용하는 경우도 본 발명의 기술적 사상에 포함된다. 또한, 노냉 처리되거나 서냉 처리된 마그네슘 제련 슬래그를 시멘트 원료로서 사용하는 경우, 예를 들어 클링커를 제조하는 원료로서 사용하는 경우도 본 발명의 기술적 사상에 포함된다.

[0041] 본 발명의 기술적 사상에 따른 마그네슘 제련 슬래그를 포함하는 시멘트 혼화재의 제조 방법은 마그네슘 제련 공정에서 발생되는 마그네슘 제련 슬래그를 급속 냉각하여 수화 반응성이 없는 γ-C_2S 결정상을 대신하여, 수화 반응성을 가지는 β-C_2S 결정상을 형성함으로써, 산업 폐기물인 마그네슘 제련 슬래그를 시멘트 혼합재로 사용할 수 있다. 이에 따라, 자원의 재활용 및 고부가가치화를 구현할 수 있다.

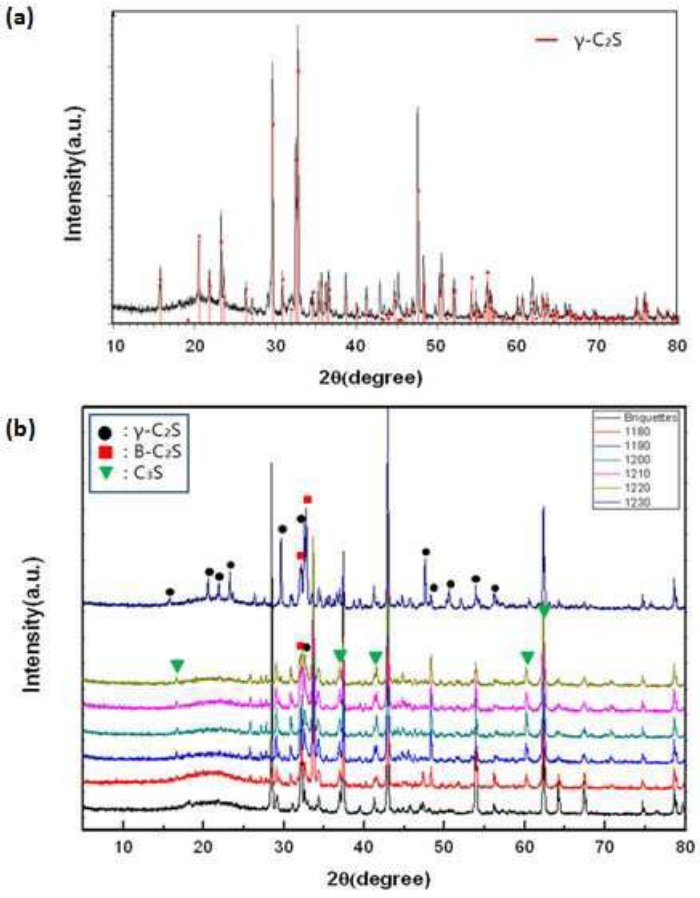
[0042] 이상에서 설명한 본 발명의 기술적 사상이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명의 기술적 사상이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

도면

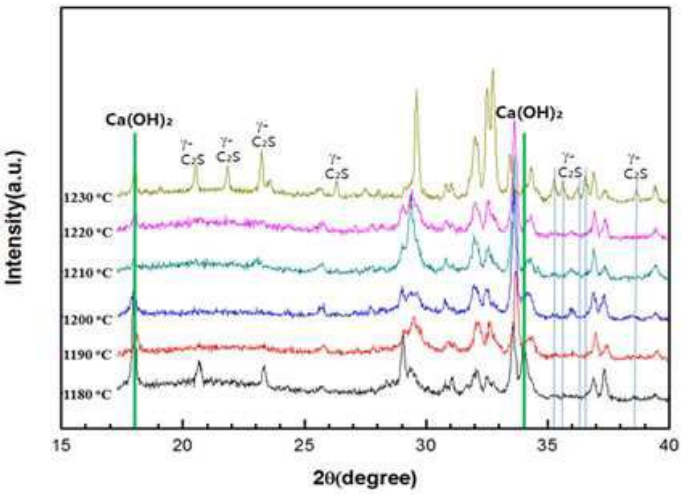
도면1


S100
마그네슘 원료로부터 마그네슘을 제련하여 마그네슘 용탕을 형성
S110
마그네슘 용탕으로부터 마그네슘 제련 슬래그를 분리
S120
마그네슘 제련 슬래그를 급속 냉각하여 β-C2S 결정상을 형성
S130

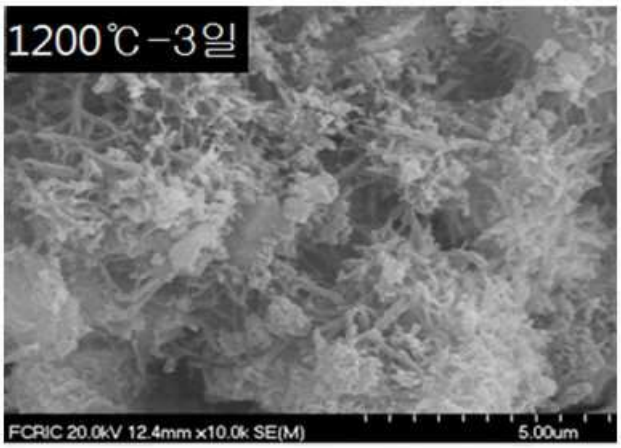
도면2


(a)
γ-C2S
Intensity(a.u.)
10
20
30
40
50
60
70
80
2θ(degree)
(b)
: γ-C2S
: B-C2S
: C3S
Briquettes
1180
1190
1200
1210
1220
1230
Intensity(a.u.)
10
20
30
40
50
60
70
80
2θ(degree)

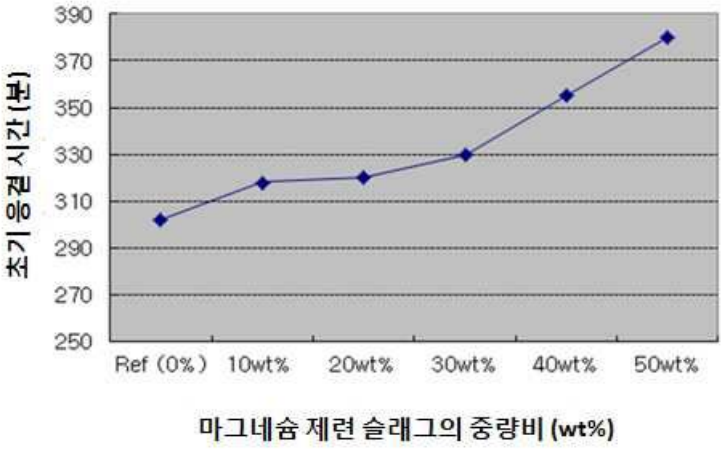
도면3


Ca(OH)2
γ-C2S
Ca(OH)2
1230 °C
1220 °C
1210 °C
1200 °C
1190 °C
1180 °C
Intensity(a.u.)
15
20
25
30
35
40
2θ(degree)

도면4


1200℃-3일
FCRIC 20.0kV 12.4mm x10.0k SE(M)
5.00um

도면5


390
370
350
330
310
290
270
250
초기 응결 시간 (분)
Ref (0%)
10wt%
20wt%
30wt%
40wt%
50wt%
마그네슘 제련 슬래그의 중량비 (wt%)