



- (51) 국제특허분류:
C04B 28/06 (2006.01) B28B 3/02 (2006.01)
C04B 22/00 (2006.01) F27D 1/12 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/005447
- (22) 국제출원일: 2013년 6월 20일 (20.06.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0087366 2012년 8월 9일 (09.08.2012) KR
- (71) 출원인: 한국수력원자력 주식회사 (KOREA HYDRO & NUCLEAR POWER CO., LTD.) [KR/KR]; 780-947 경상북도 경주시 화랑로 125, Gyeongsangbuk-do (KR). 한국전력기술 주식회사 (KEPCO ENGINEERING & CONSTRUCTION COMPANY, INC.) [KR/KR]; 446-713 경기도 용인시 기흥구 용구대로 2354, Gyeonggi-do (KR). 알렉산드로프 리서치 인스티튜트 오브 테크놀로지 (ALEXANDROV RESEARCH INSTITUTE OF

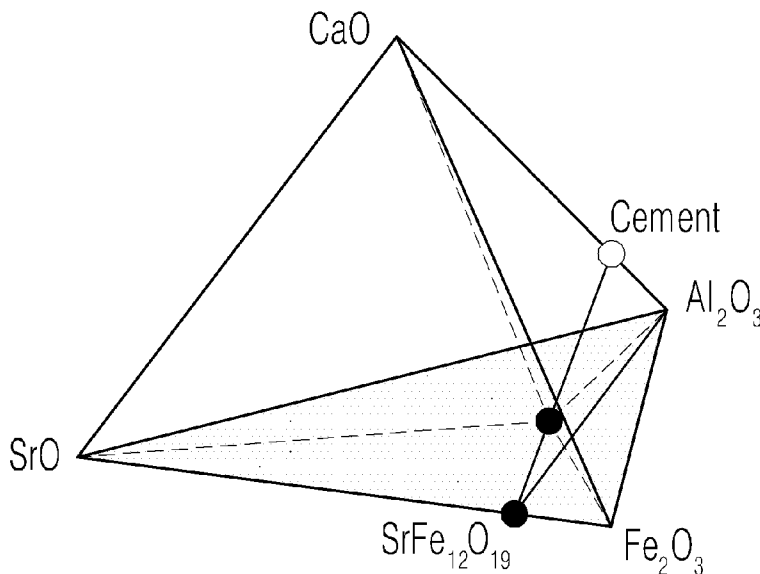
TECHNOLOGY) [RU/RU]; 188540 레닌그라드 리전 소스노비 보르 엔아이티아이, Leningrad Region (RU).

- (72) 발명자: 김병섭 (KIM, Byong Sup); 305-729 대전시 유성구 전민동 청구나래아파트 104동 902호, Daejeon (KR). 강용철 (KIM, Yong Chul); 305-509 대전시 유성구 관평동 대우푸르지오아파트 208동 504호, Daejeon (KR). 이종호 (LEE, Jong Ho); 137-074 서울시 서초구 서초4동 유원아파트 101동 1402호, Seoul (KR). 김용수 (KIM, Yong Soo); 305-509 대전시 유성구 관평동 테크노밸리 503동 802호, Daejeon (KR). 서정수 (SEO, Jung Soo); 305-755 대전시 유성구 어은동 한빛아파트 107동 803호, Daejeon (KR). 김문수 (KIM, Moon Soo); 305-762 대전시 유성구 전민동 엑스포아파트 410동 901호, Daejeon (KR). 송진호 (SONG, Jin Ho); 137-947 서울시 서초구 잠원동 대림아파트 1동 1108호, Seoul (KR). 김환열 (KIM, Hwan Yeol); 305-755 대전시 유성구 어은동 한빛아파트 122동 1401호, Daejeon (KR). 성호제 (SUNG, Ho Je); 446-913 경기도 용인시 기흥구 보정동 죽현마을 동원로얄듀크아파트 301동 1501호, Gyeonggi-do (KR). 윤선홍 (YOON, Sun Hong); 443-400

[다음 쪽 계속]

(54) Title: SACRIFICIAL CONCRETE COMPOSITION FOR EX-VESSEL MOLTEN CORE COOLING APPARATUS, AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 발명의 명칭: 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 및 이의 제조방법



(57) Abstract: The aim of the present invention is to provide a sacrificial concrete composition for an ex-vessel molten core cooling apparatus and a method for producing same, wherein temperature reduction and the spreadability of a molten core are improved, the heat concentrating effect threatening the structural integrity of a core catcher vessel is mitigated by inducing the layer inversion of a melt, and the amount of hydrogen generated is reduced by means of applying the sacrificial concrete composition onto the core catcher which receives and indirectly cools the melt immediately after the molten core is spewed out. To accomplish said aim, the sacrificial concrete composition for an ex-vessel molten core cooling apparatus according to the present invention is characterized by consisting of 68-82 wt% of strontium hexaferrite (SrCO_3) and 18-32 wt% of aluminous cement. Also, in order to accomplish said aim, the method for producing the sacrificial concrete composition for an ex-vessel molten core cooling apparatus according to the present invention comprises a step of preparing strontium iron oxide ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) using strontium ox-

ide (SrO) and iron sesquioxide (Fe_2O_3), and a step of combining the strontium iron oxide with a cement consisting of calcium oxide (CaO) and aluminum oxide (Al_2O_3). Specifically, the method is characterized in that the sacrificial concrete composition is produced by performing: a step of preparing strontium iron oxide ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) by mixing Fe_2O_3 and SrCO_3 at a ratio of 1:0.154 and subjecting the mixture to a sintering process; and a step of mixing, at a ratio of 1:0.327, the prepared strontium iron oxide and a commercially available cement consisting of 85 wt% of Fe_2O_3 and 15 wt% of CaO , and performing high-temperature compression molding on the resultant mixture.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



경기도 수원시 영통구 망포동 동수원 LG 자이 302 동
1703 호, Gyeonggi-do (KR).

(74) **대리인: 이은철 (LEE, Un Cheol)**; 135-748 서울시 강
남구 테헤란로 123, 11 층 5T 국제특허법률사무소,
Seoul (KR).

(81) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 노심용융물의 분출과 동시에 코어캐처 내에 용융물을 수용하여 간접 냉각을 수행하는 형태의 코어캐처 상
부에 희생 콘크리트 조성물을 도포함으로써, 노심용융물의 온도 감소 및 퍼짐을 향상시키고, 용융물의 증기현상을
발생시켜 코어캐처 용기의 구조건전성을 위협하는 열집중 현상을 제거하고, 수소발생량을 저감하는 기능을 수행하도
록 한 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 및 이의 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다. 상기한 목적
을 달성하기 위한 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물은 스트론튬 헥사퍼라이트 (Stronti-
um Hexaferrite, SrCO_3)가 68~82 중량%, 알루미늄 시멘트가 18~32 중량%로 구성됨을 특징으로 한다. 또한, 상기한 목적
을 달성하기 위한 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 제조방법은 산화스트론튬 (SrO)과
삼산화이철(Fe_2O_3)을 이용하여 스트론튬($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$)을 만들고, 산화칼슘(CaO)과 산화알루미늄(Al_2O_3)으로 구성된 시멘
트를 조합하여 제조하는 방법으로, 상기 삼산화이철(Fe_2O_3)과 스트론튬 헥사퍼라이트(Strontium Hexaferrite, SrCO_3)를
1:0.154의 비율로 섞어 스트론튬($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$)을 소성과정을 통해 제조한 후에, 삼산화이철(Fe_2O_3) 85 중량%, 산화칼슘
(CaO) 15 중량%로 구성된 상용시멘트와 1:0.327로 혼합하여 고온 압축성형을 통해 희생 콘크리트를 제조함을 특징으
로 한다.

명세서

발명의 명칭: 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 및 이의 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 특히 역지붕 형태의 노심용융물 수용공간을 갖추고 있는 APR1400 코어캐처의 상부에 설치되며, 노심용융물의 노외 분출과 동시에 코어캐처 내에 노심용융물을 수용하고, 노심용융물과의 혼합으로 노심용융물 온도 감소와 노심용융물을 잘 퍼지게 하여, 코어캐처 하부의 냉각유로와 코어캐처 상부에 수용된 노심용융물 간의 열교환에 의한 냉각수의 자연순환에 의한 노심용융물 냉각으로 노외 노심용융물 냉각설비를 장기적으로 구조건전성을 유지하기 위한 희생 콘크리트 조성물 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 러시아에서 개발한 VVER1000 코어캐처는 원자로 용기 하부 공동부분에 대용량 도가니 형태의 Core Catcher Vessel을 설치하여 노심용융물을 수용, 냉각하는 구조로 되어 있다.
- [3] 여기서, 희생물질의 설치형태는 Core Catcher Vessel 안에 세라믹 형태의 희생물질을 적층하는 방식이다.
- [4] 희생물질은 삼산화이철(Fe_2O_3) 68.96중량%, 산화알루미늄(Al_2O_3) 29중량%, 이산화규소(SiO_2) 1.9중량%, 가돌리늄(Gd_2O_3) 0.14중량%로 구성된 복합물질로 구성되어 있으며, 약 40-60톤 사용한다.
- [5] 희생물질의 복합물질 구성 목적은 금속 용융물층 하부에 형성되는 산화용융물의 밀도를 감소시켜 산화 용융물층이 금속 용융물층의 상부에 위치하게 하는 층역전 현상을 일으키기 위함이다.
- [6] 이를 통해 금속 용융물층에 의한 구조건전성을 위협할 수 있는 열집중(focusing effect)을 제거할 수 있다.
- [7] 그러나 코어캐처 도가니 안에 대량의 희생물질을 적층 설치에 따라 건설 편의성이 떨어지고, 지진과 같은 외부 충격으로 함몰 위험 등 구조건전성이 낮은 단점이 있다.
- [8] 또한, 프랑스 아레바에서 개발한 EPR 코어캐처는 원자로 용기 파손시 노심용융물을 초기에 가두는 역할을 수행하는 Pre-Catcher와 장기적인 냉각을 수행하는 퍼짐 공간을 따로 갖춘 구조로 되어 있다.
- [9] 여기서, 희생물질의 설치형태는 Pre-Catcher에 50cm 두께의 콘크리트 형태 희생물질과 그 외부에 지르코니아(ZrO_2) 성분의 보호물질을 사용하고 있고, 퍼짐 공간은 산화철(FeO)을 첨가한 콘크리트 형태의 희생물질을 사용하였다.

- [10] 산화철은 용융물 내의 금속 우라늄(U)과 지르코늄(Zr)을 산화시켜 수소생성량을 감소시키고, 용융물의 퍼짐이 잘 되도록 용융물의 고화 온도와 점도를 낮추게 한다.
- [11] 또한, 희생 콘크리트에서 이산화규소(SiO_2)의 농도를 높여 규산염(silicate) 형성률을 향상시키고, 용융물로부터 방사성 물질의 방출량을 감소시키도록 하였다.
- [12] 그러나 Pre-Catcher와 퍼짐 공간에 각각 다른 성분의 희생물질이 필요하고, 노심용융물을 여러 단계에 걸쳐 수용 및 냉각하는 과정이므로 노심용융물과 희생물질 반응의 불확실성이 다른 형태에 비해 비교적 높은 단점이 있다.
- [13] 그리고 미국 GE에서 개발한 ESBWR BiMAC 코어캐처는 냉각 유로가 방사형으로 배치된 고갈형태의 공간에 노심용융물을 수용하여 냉각 유로와의 열교환을 통해 냉각하는 구조로 되어있다.
- [14] 코어캐처에는 희생물질을 사용하지 않으며, 원자로 용기 하반구 파손시 용융물에 의한 Jet Impingement 대비를 위해 약 20cm의 세라믹 지르코니아(Zr_2) 층을 사용한다.
- [15] 상기 지르코니아(Zr_2) 층은 노심용융물로부터 하부의 냉각 유로 건전성을 유지시키게 하는 보호 내화(refractory)물질 역할만을 수행한다.
- [16] 노심용융물 온도 감소, 용융물 퍼짐 향상, 금속용융물층에 의한 열집중 현상을 방지하는 기능은 갖고 있지 않다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [17] 이에, 상기한 바와 같은 제문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 노심용융물의 분출과 동시에 코어캐처 내에 용융물을 수용하여 간접 냉각을 수행하는 형태의 코어캐처 상부에 희생 콘크리트 조성물을 도포함으로써, 노심용융물의 온도 감소 및 퍼짐을 향상시키고, 용융물의 층역전 현상을 발생시켜 코어캐처 용기의 구조건전성을 위협하는 열집중 현상을 제거하고, 수소발생량을 저감하는 기능을 수행하도록 한 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 및 이의 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [18] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물은 스트론튬 헥사페라이트(Strontium Hexaferrite, SrCO_3)가 68~82중량%, 알루미늄 시멘트가 18~32중량%로 구성됨을 특징으로 한다.
- [19] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 제조방법은 산화스트론튬(SrO)과 삼산화이철(Fe_2O_3)을 이용하여 스트론튬($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$)을 만들고, 산화칼슘(CaO)과 산화알루미늄(Al_2O_3)으로 구성된 시멘트를 조합하여 제조하는 방법으로, 상기 삼산화이철(Fe_2O_3)과 스트론튬 헥사페라이트(Strontium Hexaferrite, SrCO_3)를 1:0.154의 비율로 섞어

스트론튬($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$)를 소성과정을 통해 제조한 후에, 삼산화이철(Fe_2O_3) 85 중량%, 산화칼슘(CaO) 15 중량%로 구성된 상용시멘트와 1:0.327로 혼합하여 고온 압축성형을 통해 희생 콘크리트를 제조함을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [20] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 및 이의 제조방법은 다음과 같은 효과가 있다.
- [21] 첫째, 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 및 이의 제조방법은 상부에 재배치된 노심용융물과의 반응으로 노심용융물의 온도를 낮춰, 코어캐처의 열적 부하를 감소시켜 코어캐처 구조물의 장기적 구조건전성을 유지시킬 수 있다.
- [22] 둘째, 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 및 이의 제조방법은 노심용융물과의 반응으로 용융물의 고화온도와 점도를 감소시켜 노심용융물의 퍼짐(spreading)을 향상하여 코어캐처 내 국부적인 열부하 상승을 방지한다.
- [23] 셋째, 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 및 이의 제조방법은 노심용융물에 포함된 금속 지르코늄(Zr)을 반응시켜 증기와의 반응으로 생성되는 수소 생성량 또는 발생률을 감소시키도록 한다.
- [24] 이와 같은 희생콘크리트 조성물의 역할은 삼산화이철(Fe_2O_3)을 사용하여 다음과 같은 반응을 일으켜 가능하게 할 수 있다.
- [25]
$$2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{Zr} = 4\text{Fe} + 3\text{ZrO}_2$$
- [26] 넷째, 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 및 이의 제조방법은 노심용융물과의 반응으로 산화 용융물층과 금속 용융물층의 층역전 현상을 통해 재배치되어 코어캐처 구조물로 가해지는 열집중 현상을 방지한다.
- [27] 다섯째, 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 및 이의 제조방법은 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물에 가돌리늄(Gd_2O_3)을 소량 첨가함으로써 노심용융물의 재임계 가능성을 배제한다.

도면의 간단한 설명

- [28] 도 1은 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물이 산화스트론튬(SrO)과 삼산화이철(Fe_2O_3)을 이용하여 스트론튬($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$)을 만들고, 산화칼슘(CaO)과 산화알루미늄(Al_2O_3)으로 구성된 시멘트를 조합하여 만드는 것을 도시한 개념도,
- [29] 도 2는 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물에 따라 배제 슬래그를 처리하여 시멘트 혼화제 조성물을 제조하는 과정을 나타내는 플로우 차트.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [30] 이하, 본 발명을 첨부한 예시도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [31] 도 1은 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물이

산화스트론튬(SrO)과 삼산화이철(Fe_2O_3)을 이용하여 스트론튬($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$)을 만들고, 산화칼슘(CaO)과 산화알루미늄(Al_2O_3)으로 구성된 시멘트를 조합하여 만드는 것을 도시한 개념도이다.

[32] 이 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물은 스트론튬 헥사페라이트(Strontium Hexaferrite, SrCO_3)가 68~82중량%, 알루미늄 시멘트가 18~32중량%로 구성된다.

[33] 이때, 상기 스트론튬 헥사페라이트(Strontium Hexaferrite, SrCO_3)는 삼산화이철(Fe_2O_3) 88~94중량%, 산화스트론튬(SrO) 6~12중량%로 구성되며, 알루미늄 시멘트는 산화알루미늄(Al_2O_3) 76~93중량%, 산화칼슘(CaO) 7~24중량%로 구성된다.

[34] 그 밖에, 이산화규소(SiO_2), 이산화티탄(TiO_2), 산화마그네슘(MgO), 산화칼륨(K_2O), 산화나트륨(Na_2O)으로 구성된 시멘트 점성향상 물질을 희생 콘크리트 조성물 100% 대비 1~5중량% 이하로 소량 첨가한다.

[35] 또한, 노심용융물의 재임계를 막기 위해 가돌리늄(Gd_2O_3)을 희생 콘크리트 조성물 100% 대비 0.1~0.2중량%를 첨가한다.

[36] 특히, 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물의 가장 이상적인 구성은 삼산화이철(Fe_2O_3) 68중량%, 산화알루미늄(Al_2O_3) 21.1중량%, 산화스트론튬(SrO) 7.4중량%, 산화칼슘(CaO) 3.5중량%로 구성되며, 노심용융물의 재임계를 방지하기 위하여 가돌리늄(Gd_2O_3) 0.14중량%를 첨가하여 구성한다.

[37] 상기한 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물은 산화스트론튬(SrO)과 삼산화이철(Fe_2O_3)을 이용하여 스트론튬($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$)을 만들고, 이를 산화알루미늄(Al_2O_3)과 산화칼슘(CaO)으로 구성된 상용 시멘트를 조합하여 만든다.

[38] 완성된 희생 콘크리트 조성물은 수분(H_2O)을 약 2.5% 함유하고, 용융온도 $1610^\circ\text{C} \pm 20^\circ\text{C}$, 고화온도 = $1405^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ 그리고 밀도 $2,400\text{kg/m}^3$ 의 물리적 특성이 있다.

[39] 한편, 도 2는 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물에 따라 배제 슬래그를 처리하여 시멘트 혼화제 조성물을 제조하는 과정을 나타내는 플로우 차트이다.

[40] 이 도면은 APR1400 코어캐처에 설치하는 희생 콘크리트 조성물을 만드는 절차로서, 산화스트론튬(SrO)과 삼산화이철(Fe_2O_3)을 이용하여 스트론튬($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$)을 만들고, 이를 산화칼슘(CaO)과 삼산화이철(Fe_2O_3)로 구성된 시멘트를 조합하여 희생 콘크리트 조성물을 만드는 것을 보여준다.

[41] 즉, 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 제조방법은 산화스트론튬(SrO)과 삼산화이철(Fe_2O_3)을 이용하여 스트론튬($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$)을 만들고, 산화칼슘(CaO)과 산화알루미늄(Al_2O_3)으로 구성된 시멘트를 조합하여 제조하는 방법으로, 상기 삼산화이철(Fe_2O_3)과 스트론튬

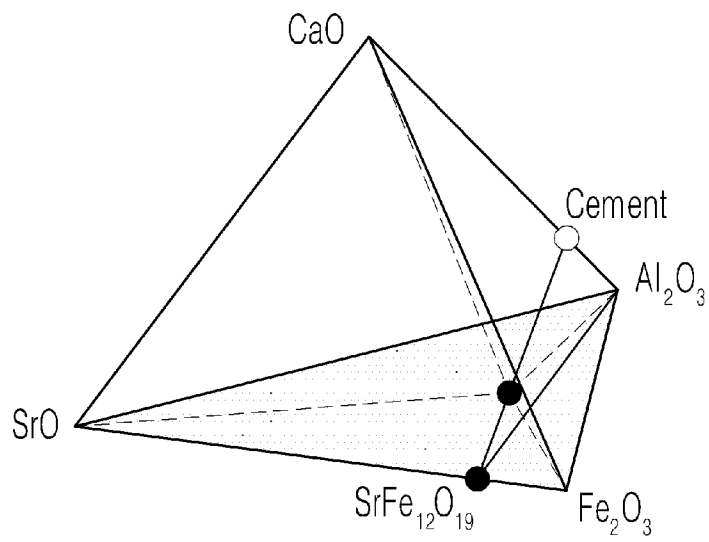
헥사페라이트(Strontium Hexaferrite, SrCO_3)를 1:0.154의 비율로 섞어 스트론튬($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$)을 소성과정을 통해 제조한 후에, 삼산화이철(Fe_2O_3) 85 중량%, 산화칼슘(CaO) 15 중량%로 구성된 상용시멘트와 1:0.327로 혼합하여 고온 압축성형을 통해 희생 콘크리트를 제조한다.

- [42] 상기한 바와 같은 구성 및 제조로 이루어진 본 발명에 따른 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물은 노심용융물과의 반응으로 노심용융물의 온도를 낮춰, 코어캐처 구조물의 열적 구조건전성을 유지시킬 수 있다.
- [43] 노심용융물과의 반응으로 용융물의 고화온도와 점도를 감소시켜 노심용융물의 퍼짐(spreading)을 향상시켜, 코어캐처 내 국부적인 열부하 상승 위험이 방지된다.
- [44] 노심용융물에 포함된 금속 지르코늄(Zr)을 반응시켜 증기와의 반응으로 생성되는 수소 생성량 또는 발생률을 감소시키도록 한다.
- [45] 이와 같은 희생콘크리트 조성물의 역할은 삼산화이철(Fe_2O_3)을 사용하여 다음과 같은 반응을 일으켜 가능하게 할 수 있다.
- [46]
$$2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{Zr} = 4\text{Fe} + 3\text{ZrO}_2$$
- [47] 노심용융물과의 반응으로 산화 용융물층과 금속 용융물층의 층역전 현상을 통해 재배치되어 코어캐처 구조물로 가해지는 열집중 현상이 감소된다.
- [48] 희생 콘크리트 조성물에 가돌리늄(Gd_2O_3)을 소량 첨가함으로써 노심용융물의 재임계 가능성을 배제할 수 있는 작용효과가 있다.

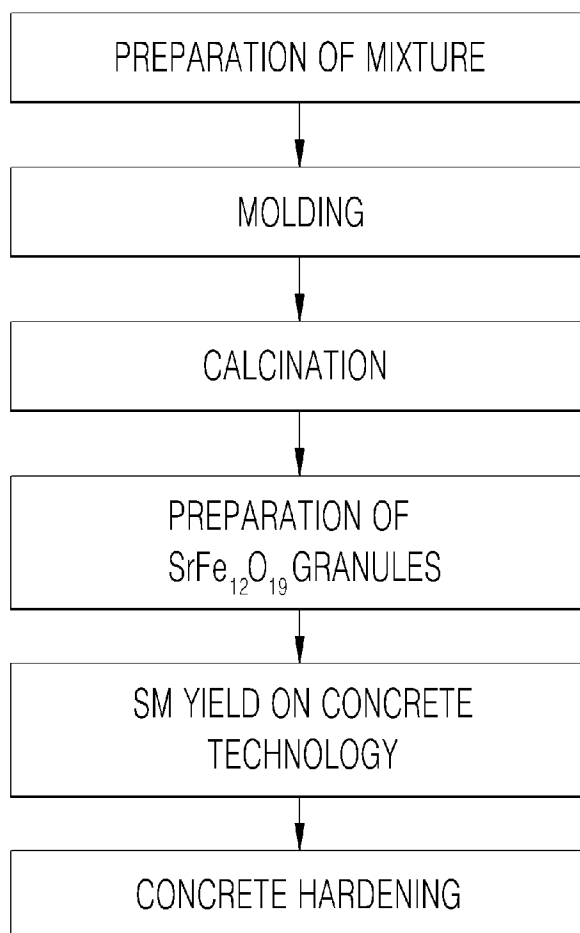
청구범위

- [청구항 1] 스트론튬 헥사페라이트($\text{Strontium Hexaferrite}$, SrCO_3)가 68~82중량%, 알루미늄 시멘트가 18~32중량%로 구성됨을 특징으로 하는 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 스트론튬 헥사페라이트($\text{Strontium Hexaferrite}$, SrCO_3)는 삼산화이철(Fe_2O_3) 88~94중량%, 산화스트론튬(SrO) 6~12중량%로 구성됨을 특징으로 하는 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 알루미늄 시멘트는 산화알루미늄(Al_2O_3) 76~93중량%, 산화칼슘(CaO) 7~24중량%로 구성됨을 특징으로 하는 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 희생 콘크리트 조성물 중량 100% 대비 이산화규소(SiO_2), 이산화티탄(TiO_2), 산화마그네슘(MgO), 산화칼륨(K_2O), 산화나트륨(Na_2O)으로 구성된 시멘트 점성향상 물질을 1~5중량% 첨가함을 특징으로 하는 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물.
- [청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 희생 콘크리트 조성물 중량 100% 대비 가돌리늄(Gd_2O_3)을 0.1~0.2중량%를 첨가함을 특징으로 하는 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물.
- [청구항 6] 산화스트론튬(SrO)과 삼산화이철(Fe_2O_3)을 이용하여 스트론튬($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$)을 만들고, 산화칼슘(CaO)과 산화알루미늄(Al_2O_3)으로 구성된 시멘트를 조합하여 제조하는 방법으로, 상기 삼산화이철(Fe_2O_3)과 스트론튬 헥사페라이트($\text{Strontium Hexaferrite}$, SrCO_3)를 1:0.154의 비율로 섞어 스트론튬($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$)를 소성과정을 통해 제조한 후에, 삼산화이철(Fe_2O_3) 85 중량%, 산화칼슘(CaO) 15 중량%로 구성된 상용시멘트와 1:0.327로 혼합하여 고온 압축성형을 통해 희생 콘크리트를 제조함을 특징으로 하는 노외 노심용융물 냉각설비 희생 콘크리트 조성물 제조방법.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/005447**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****C04B 28/06(2006.01)i, C04B 22/00(2006.01)i, B28B 3/02(2006.01)i, F27D 1/12(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C04B 28/06; C04B 28/02; C04B 9/04; C04B 9/06; B32B 3/24; C04B 18/14; H01F 41/14; C04B 7/28; C04B 20/00; H01F 1/057; E01F 11/00; C04B 22/00; B28B 3/02; F27D 1/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: concrete, strontium hexaperlite, strontium hexaferrite, SrCO₃**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010-0129540 A1 (SENKEL, Oliver) 27 May 2010 See abstract; paragraphs [0052], [0053].	1-6
A	US 5853846 A (CLARK et al.) 29 December 1998 See column 5, lines 29-30; column 10, lines 49-56.	1-6
A	JP 4057971 B2 (DENKI KAGAKU KOGYO CO., LTD.) 05 March 2008 See the entire document.	1-6
A	US 2010-0173846 A1 (ZIMMERMANN, Michael) 08 July 2010 See the entire document.	1-6
A	JP 2004-91305 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 25 March 2004 See the entire document.	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 OCTOBER 2013 (21.10.2013)

Date of mailing of the international search report

22 OCTOBER 2013 (22.10.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/005447

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2010-0129540 A1	27/05/2010	CN 101711418 A DE 102007026503 A1 DE 102007026503 B4 EP 2158595 A1 JP 2010-529661 A KR 10-2010-0018492 A MX 2009012852 A WO 2008-148467 A1	19/05/2010 11/12/2008 27/08/2009 03/03/2010 26/08/2010 17/02/2010 11/12/2009 11/12/2008
US 05853846 A	29/12/1998	NONE	
JP 4057971 B2	05/03/2008	JP 2005-035837 A	10/02/2005
US 2010-0173846 A1	08/07/2010	AT 328851 T AU 2001-79710 A1 AU 7971001 A CA 2383580 A1 CA 2383580 C CN 100396641 C0 CN 1383420 A0 DE 10032220 A1 DE 50110049 D1 EP 1296909 A1 EP 1296909 B1 EP 1707543 A1 EP 1707543 B1 ES 2266226 T3 ES 2397395 T3 HK 1051676 A1 JP 05153046 B2 JP 2004-502626 A US 2002-0166480 A1 US 2004-0173122 A1 US 2005-0246036 A1 US 2007-0022912 A1 US 2008-0020980 A1 US 2009-0221717 A1 US 6692563 B2 US 6908506 B2 US 7115163 B2 US 7431763 B2 US 7540914 B2 US 7942963 B2 WO 02-02478 A1	15/06/2006 14/01/2002 14/01/2002 10/01/2002 22/03/2011 25/06/2008 04/12/2002 24/01/2002 20/07/2006 02/04/2003 07/06/2006 04/10/2006 14/11/2012 01/03/2007 06/03/2013 05/06/2009 27/02/2013 29/01/2004 14/11/2002 09/09/2004 03/11/2005 01/02/2007 24/01/2008 03/09/2009 17/02/2004 21/06/2005 03/10/2006 07/10/2008 02/06/2009 17/05/2011 10/01/2002
JP 2004-091305 A	25/03/2004	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) C04B 28/06(2006.01)i, C04B 22/00(2006.01)i, B28B 3/02(2006.01)i, F27D 1/12(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) C04B 28/06; C04B 28/02; C04B 9/04; C04B 9/06; B32B 3/24; C04B 18/14; H01F 41/14; C04B 7/28; C04B 20/00; H01F 1/057; E01F 11/00; C04B 22/00; B28B 3/02; F27D 1/12 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 콘크리트, 스트론튬 헥사퍼라이트, strontium hexaferite, SrCO3		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 2010-0129540 A1 (SENKEL, OLIVER) 2010.05.27 요약; 단락 [0052], [0053] 참조.	1-6
A	US 5853846 A (CLARK 외 6명) 1998.12.29 컬럼 5, 라인 29-30; 컬럼 10, 라인 49-56.	1-6
A	JP 4057971 B2 (덴키화학공업 주식회사) 2008.3.5 문서 전체 참조.	1-6
A	US 2010-0173846 A1 (ZIMMERMANN, MICHAEL) 2010.7.8 문서 전체 참조.	1-6
A	JP 2004-91305 A (신일본제철주식회사) 2004.3.25 문서 전체 참조.	1-6
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2013년 10월 21일 (21.10.2013)		국제조사보고서 발송일 2013년 10월 22일 (22.10.2013)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140		심사관 홍성란 전화번호 +82-42-481-5405 

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2010-0129540 A1	2010/05/27	CN 101711418 A DE 102007026503 A1 DE 102007026503 B4 EP 2158595 A1 JP 2010-529661 A KR 10-2010-0018492 A MX 2009012852 A WO 2008-148467 A1	2010/05/19 2008/12/11 2009/08/27 2010/03/03 2010/08/26 2010/02/17 2009/12/11 2008/12/11
US 05853846 A	1998/12/29	없음	
JP 4057971 B2	2008/03/05	JP 2005-035837 A	2005/02/10
US 2010-0173846 A1	2010/07/08	AT 328851 T AU 2001-79710 A1 AU 7971001 A CA 2383580 A1 CA 2383580 C CN 100396641 C0 CN 1383420 A0 DE 10032220 A1 DE 50110049 D1 EP 1296909 A1 EP 1296909 B1 EP 1707543 A1 EP 1707543 B1 ES 2266226 T3 ES 2397395 T3 HK 1051676 A1 JP 05153046 B2 JP 2004-502626 A US 2002-0166480 A1 US 2004-0173122 A1 US 2005-0246036 A1 US 2007-0022912 A1 US 2008-0020980 A1 US 2009-0221717 A1 US 6692563 B2 US 6908506 B2 US 7115163 B2 US 7431763 B2 US 7540914 B2 US 7942963 B2 WO 02-02478 A1	2006/06/15 2002/01/14 2002/01/14 2002/01/10 2011/03/22 2008/06/25 2002/12/04 2002/01/24 2006/07/20 2003/04/02 2006/06/07 2006/10/04 2012/11/14 2007/03/01 2013/03/06 2009/06/05 2013/02/27 2004/01/29 2002/11/14 2004/09/09 2005/11/03 2007/02/01 2008/01/24 2009/09/03 2004/02/17 2005/06/21 2006/10/03 2008/10/07 2009/06/02 2011/05/17 2002/01/10
JP 2004-091305 A	2004/03/25	없음	