(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월15일
(11) 등록번호 10-2240415
(24) 등록일자 2021년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03C 8/16 (2006.01) *C09D 1/00* (2020.01)
C09D 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C03C 8/16 (2013.01)
C09D 1/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0130867
(22) 출원일자 2019년10월21일
심사청구일자 2019년10월21일
(56) 선행기술조사문헌
JP09142954 A*
KR100944035 B1*
KR1020140095697 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
김순호
경상남도 창원시 마산합포구 3·15대로 154 벽산블루밍아파트 106동 2304호
최정민
서울특별시 서초구 서초대로65길 13-10 서초래미안아파트 109동 2004호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인남촌

전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 김준규

(54) 발명의 명칭 **건축용 나노코팅 세라믹 사이딩 및 그 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 고령토(Halloysite Kaolin)와, 펄라이트(Pearlite)와, 저융점의 결합제와, 납석과, 입경 0.1㎛ 이하의 나노고령토(Nano Kaolin)와, 점토(Clay)와, 붕사(Borax)를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2b

Table 4. Optimum mixing ration of ceramic siding

	Compounding ratio						
	HK	PL	FR	PP	NK	BO	CL
Compounding	15.0	10.0	30.0	15.0	10.0	5.0	15.0

HK : Halloysite Kaolin, PL : Pearlite, FR : Frit, PP : Pyrophyllite
NK : Nano Kaolin, CL : Clay powder

이와 같은 본 발명에 의하면, 환경 친화성, 탁월한 자연미, 긴 수명, 간편한 유지보수 등의 장점을 제공함과 아울러, 제조시의 소성 온도를 충분히 낮추어 저온 소성이 가능하도록 하고 경량화를 가능하게 하고 또한 높은 내구성을 구비토록 함으로써, 건축용 사이딩으로서의 요구 특성을 기존 사이딩의 문제점들을 해결하고 경제적·산업적 필요성 및 기술적 필요성에 부응할 수 있는 이점이 있다.

즉, 본 발명은 세라믹 재료에 나노 크기의 이종소재를 혼입시키고, 다양한 소재들의 형태를 제어하여 원하는 구조를 만들거나 표면에 막을 형성하는 나노복합소재 및 원자·분자 단위(0.1㎚~수㎚) 영역에서 구조를 제어하여 기존 복합소재의 특성을 강화한 완전히 차별화된 신소재 나노복합소재로 이루어져, 화재에 대한 안전성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 제조시에 저온 소성이 가능하고 경량화됨으로써, 제조 및 운반에 따른 경제성 및 시공 편의성 등을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류
C09D 5/00 (2019.08)

(72) 발명자
이용민
경상남도 산청군 산청읍 산수로 116-54

최평준
경상남도 산청군 산청읍 산수로 116-54

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425121764
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	산학연협력기술개발(R&D)
연구과제명	화재 안전성의 나노 코팅 건축용 세라믹 사이딩 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	낙우산업(주)
연구기간	2018.10.01 ~ 2020.09.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

고령토(Halloysite Kaolin)와, 펄라이트(Pearlite)와, 저융점의 결합제와, 납석과, 입경 0.1㎛ 이하의 나노고령토(Nano Kaolin)와, 점토(Clay)와, 붕사(Borax)를 포함하여 구성되고,

상기 저융점의 결합제로서 프리트(Frit)가 사용되며,

나노코팅 세라믹 사이딩의 배합 조성 범위는,

고령토 50~5중량%, 나노고령토 20~0.1중량%, 펄라이트 30~5중량%, 납석 50~5중량%, 프리트 50~10중량%, 붕사 10~0.1중량%, 점토 30~5중량% 내에서 결정되는 것을 특징으로 하는 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 나노코팅 세라믹 사이딩의 최적 배합 조성은,

고령토 15중량%, 나노고령토 10중량%, 펄라이트 10중량%, 납석 15중량%, 프리트 30중량%, 붕사 5중량%, 점토 15중량%임을 특징으로 하는 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩.

청구항 5

고령토 15중량% 및 납석 15중량%, 그리고 경량화를 위하여 펄라이트 10중량%, 프리트 30중량%, 나노고령토 10중량%, 점토 15중량%, 붕사 5중량%으로 원재료를 배합하는 단계와;

배합된 원재료에 대해 밀링을 실시하는 단계와;

밀링 후의 원재료에 대해 소정 입도의 체를 통과시키는 단계와;

체를 통과한 원재료를 건조시키는 단계와;

건조된 원재료를 가압하여 원하는 모양으로 성형하는 단계와;

성형된 원재료를 항량으로 건조한 후, 975℃ 조건에서 소결하는 단계;를 포함하여서 됨을 특징으로 하는 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 건축용 세라믹 사이딩에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 저가의 고령토를 활용하여 점성과 가소성이 부족한 성형성능을 개선하고 저온소성 및 경량화를 도모함으로써, 화재안전성 뿐만 아니라 경제성과 시공성 또한 향상시킬 수 있도록 한 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 건축물의 외벽을 마감하는데 사용되는 마감재를 사이딩(Siding)이라고 하는데, 이러한 사이딩(Siding)의 시공은 다양한 외부 요인(바람, 추위, 화염, 태양의 열기, 습기, 소음 등)으로 부터 건축물을 지켜내어 건축물의 수명

을 오랫동안 유지하도록 하기 위한 것으로, 최근 건축물의 신축공사나 리모델링 등에 주로 사용되고 있다.

[0003] 이러한 사이딩 시공 방법은 골조공사 후 외벽 마감재로 목재 또는 합성수지 혹은 천연자재로 만들어진 다양한 외부마감재나 혹은 시멘트 또는 세라믹으로 만들어진 시멘트 사이딩 및 세라믹 사이딩을 연접 배치하여 시공하는 것으로, 통상 여러 개의 사이딩 패널을 적층하여 시공하면서 그 사이딩 패널을 상기 복합 경량 패널의 외벽에 직결시공(즉, 못이나 앵커 또는 피스등을 이용하여 직접 체결)하게 된다.

[0004] 한편, 최근 초고층 빌딩 및 고층 아파트 등의 화재에 있어서, 저층에서 옥상까지 화재가 삽시간에 번져 화염과 유독가스로 인해 사람이 미처 대피하지 못하고 참변을 당하는 안타까운 사고 소식이 매스컴을 통해 알려진바 있다.

[0005] 이러한 고층 건물에서의 화재시의 문제점 중에는, 건축물의 외벽마감이 드라이비트 공법 또는 유기질 단열재의 사용으로 방화시 유독가스를 내뿜는 치명적인 건축자재에 기인한 점이 있다.

[0006] 따라서 이러한 문제점을 개선하기 위하여 많은 외벽마감 건축공법의 제안이 되어왔으나, 실제로는 여러가지 제약 요인으로 인하여, 화재시의 유독가스 발생, 중량 문제, 내구성 문제 등의 많은 단점이 존재함에도 불구하고 기존의 사이딩을 어쩔 수 없이 사용하고 있는 것이 현 추세이다.

[0007] 특히, 일본이나 독일 등의 경우, 세라믹 사이딩은 환경 친화성, 탁월한 자연미, 수명, 간편한 유지보수, 그리고 고급외장재로 자리매김하고 있으나, 1350℃ 이상의 높은 소성온도가 요구됨으로써 이에 따라 제조비용 또한 높다는 문제점이 있으며, 또한 기존 사이딩은 중량이 커서 운반 및 취급에 불편함이 수반되고 시공성이 저하되는 등의 문제점으로 인해 경량화가 지속적으로 요구되고 있는 실정이다.

[0008] 한편, 기존의 CRC, MgO, FRP등의 사이딩은 펄프, 유리섬유, 그리고 유기물로 구성된 복합체의 사이딩으로써 자외선에 의한 변형 및 변색, 부식과 비산, 그리고 표면 허물어짐과 들뜸과 박리에 대한 문제점이 있다.

[0009] 이에, 기존 건축용 사이딩 공법의 문제 해결을 통해, 삶의 질을 중시하고 건강과 생명을 중시하는 사회 분위기에 부응하여 원천적으로 화재로부터 소중한 인명 및 재산을 지킬 수 있도록 하는 함으로써, 경제·산업적 필요성 및 기술적 필요성에 부응할 수 있는 신기술의 개발이 절실한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 특허문헌1 : 한국공개특허 10-2004-0108496(2004년 12월 24일 공개)

(특허문헌 0002) 특허문헌2 : 미국공개특허 US2015-0018195(2015년 01월 15일 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 환경 친화성, 탁월한 자연미, 긴 수명, 간편한 유지보수 등의 장점을 제공함과 아울러, 제조시의 소성 온도를 충분히 낮추어 저온 소성이 가능하도록 하고 경량화를 가능하게 하고 또한 높은 내구성을 구비토록 함으로써, 건축용 사이딩으로서의 요구 특성을 기존 사이딩의 문제점들을 해결하고 경제적·산업적 필요성 및 기술적 필요성에 부응할 수 있는 수준으로 높일 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

[0012] 즉, 본 발명은 세라믹 재료에 나노 크기의 이종소재를 혼입시키고, 다양한 소재들의 형태를 제어하여 원하는 구조를 만들거나 표면에 막을 형성하는 나노복합소재(0.1㎚~수㎚) 영역에서 입도를 제어하여 기존 복합소재의 특성을 강화한 완전히 차별화된 신소재 나노복합소재로 이루어져, 화재에 대한 안전성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 제조시에 저온 소성이 가능하고 경량화됨으로써, 제조 및 운반에 따른 경제성 및 시공 편의성 등을 향상시킬 수 있도록 한 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명의 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩은, 고령토(Halloysite Kaolin)와, 펄라

이트(Pearlite)와, 저융점의 결합제와, 납석과, 입경 0.1㎛ 이하의 나노고령토(Nano Kaolin)와, 점토(Clay)와, 붕사(Borax)를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

[0014] 이때, 저융점의 결합제로는 프리트(Frit)가 사용됨을 특징으로 한다.

[0015] 그리고, 상기 나노코팅 세라믹 사이딩의 배합 조성은, 고령토 50~5중량%, 나노고령토 20~0.1중량%, 펄라이트 30~5중량%, 납석 50~5중량%, 점토 30~5중량%, 프리트 50~10중량%, 붕사 10~0.1중량% 내에서 정해지는 것을 특징으로 한다.

[0016] 그리고, 바람직하게는, 상기 나노코팅 세라믹 사이딩의 배합 조성은, 고령토 15중량% 및 납석 15중량%, 그리고 경량화를 위하여 펄라이트 10중량%, 프리트 30중량%, 나노고령토 10중량%, 붕사 5중량%임을 특징으로 한다.

[0017] 한편, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 형태에 따르면, 고령토 15중량% 및 납석 15중량%, 그리고 경량화를 위하여 펄라이트 10중량%, 프리트 30중량%, 나노고령토 10중량%, 붕사 5중량%, 점토 15중량%으로 원재료를 배합하는 단계와; 배합된 원재료에 대해 밀링을 실시하는 단계와; 밀링 후의 원재료에 대해 소정 입도의 체를 통과시키는 단계와; 체를 통과한 원재료를 건조시키는 단계와; 건조된 원재료를 가압하여 원하는 모양으로 성형하는 단계와; 성형된 원재료를 항량으로 건조한 후, 975℃ 조건에서 소결하는 단계;를 포함하여서 되는 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩 제조 방법이 제공된다.

[0018] 이와 같이 구성된 본 발명의 나노코팅 세라믹 사이딩은, 1,000℃ 이하의 저온소성 기술과 경량화 문제를 펄라이트 등의 경량화 재료를 사용하여 본 발명에서 요구되는 물성을 만족할 수 있으며, 건축용 외벽 마감재에 있어서의 안전성을 한층 더 높일 수 있을 뿐만 아니라 제조시에 저온 소성이 가능하고 경량화됨으로써, 제조 및 운반에 따른 경제성 및 시공 편의성 등의 향상을 도모할 수 있는 효과를 제공한다.

[0019] 또한, 천연광물인 저가의 고령토를 활용하여 점성과 가소성이 부족한 성형성능을 개선하여, 부가가치가 높은 건축용자재인 세라믹사이딩을 개발할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명은 고품질의 세라믹 사이딩 상용화를 통한 국산화 및 세계 시장에서의 기술 선점 및 수출이 가능해지는 등, 산업적·경제적 측면에서 효과적으로 이용 가능하다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 의한 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩 및 그 제조 방법은 다음과 같은 효과가 있다.

[0022] 환경 친화성, 탁월한 자연미, 긴 수명, 간편한 유지보수 등의 장점을 제공함과 아울러, 제조시의 소성 온도를 충분히 낮추어 저온 소성이 가능하도록 하고 경량화를 가능하게 하고 또한 높은 내구성을 구비토록 함으로써, 건축용 사이딩으로서의 요구 특성을 기존 사이딩의 문제점들을 해결하고 경제적·산업적 필요성 및 기술적 필요성에 부응할 수 있는 이점이 있다.

[0023] 즉, 본 발명은 세라믹 재료에 나노 크기의 이종소재를 혼입시키고, 다양한 소재들의 형태를 제어하여 원하는 구조를 만들거나 표면에 막을 형성하는 나노복합소재(0.1㎚~수㎚) 영역에서 입도를 제어하여 기존 복합소재의 특성을 강화한 완전히 차별화된 신소재 나노복합소재로 이루어져, 화재에 대한 안전성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 제조시에 저온 소성이 가능하고 경량화됨으로써, 제조 및 운반에 따른 경제성 및 시공 편의성 등을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명에 따른 나노코팅 세라믹 사이딩의 물리적 특성을 보여주는 테이블

도 2a는 본 발명의 나노코팅 세라믹 사이딩의 물성 시험을 위한 배합범위를 보여주는 테이블

도 2b는 본 발명의 나노코팅 세라믹 사이딩의 최적 배합을 보여주는 테이블

도 3은 고령토의 입도 분쇄 시험 결과를 보여주는 그래프

도 4a 내지 도 4d는 900 ~ 1050 ℃ 범위 내의 서로 다른 소결 온도에서 제조된 나노코팅 세라믹 사이딩의 물리적 특성을 보여주는 그래프

도 5는 900 ~ 1050 ℃ 범위 내의 온도에 따른 중량 감소율 및 전체 수축율을 보여주는 그래프

도 6는 본 발명에 따른 나노코팅 세라믹 사이딩의 나노코팅 결과에 따른 물방울의 접촉각을 보여주는 도면

도 7은 900 ~ 1,050 ℃ 범위 내의 서로 다른 온도에서 저온 소결된 다양한 세라믹 사이딩의 XRD(X-선 회절) 패턴을 비교하여 보여주는 도면

도 8a 내지 도 8e은 본 발명에 따른 나노코팅 세라믹 사이딩의 소성 온도별 SEM((Scanning Electron Microscopy) 분석 물방울의 접촉각을 보여주는 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 도 1 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0027] **본 발명의 나노코팅 세라믹 사이딩의 도출 프로세스**

[0028] 본 발명의 나노코팅 세라믹 사이딩의 도출은 다음과 같은 프로세스로 진행된다.

[0029] 첫째, 본 발명에서 도출하고자 하는 나노코팅 세라믹 사이딩은 점토광물로써, 고령토(Halloysite Kaolin)와 납석(Pyrophylite) 등을 사용하고 성형성 및 작업성, 수축율을 고려하여 1,000℃ 이하 소성조건에 대하여 원재료에 대한 일정한 조성 범위를 설정하며 이에 앞서 기존의 건축용 외장마감재인 세라믹 타일(Ceramic tile), 시멘트 사이딩(CRC siding), MgO 사이딩의 물리적 특성을 검토한다.

[0030] 둘째, 일정한 조성 범위에 따라 도출한 배합을 토대로 소성온도별 물리적 특성(KS L 3114:2010)을 분석하고, 이를 토대로 도출한 최적배합을 선정 후, 소성온도별 나노코팅 세라믹 사이딩을 제작한다.

[0031] 셋째, 소성온도별로 제작된 세라믹 사이딩의 물리적 특성을 알아보기 위해 겉보기 비중(Apparent specific gravity, 이하 AD), 부피비중(Bulk specific gravity, 이하 BD), 기공율(Apparent porosity, 이하 AP), 흡수율(Water absorption, 이하 WA)를 확인한다.

[0032] 넷째, KS L 1591의 기준에 따라 꺾임강도(Modulus of Rupture, 이하 MOR)를 측정하고, 표면경도와 내오염성을 분석한다.

[0033] 다섯째, 미시적 분석으로 X-선 형광분석 및 X-선 회절분석, SEM 분석을 실시하여 소성온도별 세라믹 사이딩의 특성을 파악한다.

[0034] 여섯째, 이상과 같이 물리적 특성을 파악하여 도 1에 제시된 물성값을 가지는 최적의 나노코팅 세라믹 사이딩의 조성비를 도출한다.

[0036] **본 발명의 나노코팅 세라믹 사이딩의 물리적 환산방법**

[0037] 상술한 본 발명의 나노코팅 세라믹 사이딩의 도출을 위한 시편의 물리적 특성 환산방법은 다음과 같다.

[0038] 물리적 특성은 KS L 3114:2010에 따른 내화물 겉보기, 기공률, 흡수율 및 비중 측정방법에 의하여 다음과 같이 산정된다.

[0039] ① 겉보기 비중(Apparent Density: AD): 겉보기 비중은 다공체에서 내부의 기공을 포함시킨 체적당의 비중을 말한다.

[0040] ② 부피비중(Bulk Density : BD): 부피에 대한 무게비중을 말한다.

[0041] ③ 겉보기 기공률(Apparent Porosity : AP): 겉보기 기공률(%)은 다공체의 총용적 중에서 개기공이 점하는 용적의 백분율로 나타낸다.

[0042] ④ 흡수율(Water Absorption : WA): 흡수율 단위 중량당의 흡수량을 백분율로 나타낸 값으로 한다.

[0044] **본 발명에 적용된 재료의 물리적 특성**

[0045] 본 발명에 적용된 재료의 물리적 특성은 다음과 같다.

[0046] 1) 나노고령토(Nano Kaolin)

[0047] 나노고령토는 산청지역의 광산원광을 건조(250℃)하여 분쇄 가공한 분말로 카올린족 할로이사이트 계통이 주광물(Kim, 2004)이며, α-Quartz가 2차상으로 존재하여 Fe_2O_3가 0.90% 이하로 함유한다. 출발 원재료의 평균입경은 20.92㎛이며, 나노고령토는 가공 분쇄후에 0.1㎛(100nm) 이하가 된다.

[0048] 나노고령토는 본 발명의 세라믹 사이딩에서 붕사, 프리트와 더불어 저온소결용 첨가재의 하나로서 사용된다.

[0049] 2) 펄라이트(Pearlite)

[0050] 펄라이트는 진주암(화성암의 일종)을 8~12mesh 이하로 분쇄하고, 예열 후 급속히 가열하면 함유하는 결정수는 발포하여 팽창한다. 이것을 냉각시켜 백색 진주 모양의 가벼운 미립자(겉보기 비중 0.38~0.60)가 얻어진다. 이는 내화 및 내열, 방음 등이 뛰어나기 때문에 시멘트 모르타르 단열재 이외에 여재 등으로 사용된다. 펄라이트는 본 발명의 세라믹 사이딩에서 경량화를 위한 재료로 사용된다.

[0051] 3) 납석(Pyrophyllite)

[0052] 납석은 화학식이 $Al_2Si_4O10(OH)_2$인 단사정계에 속하는 광물로서, 2:1 층상규산염광물로서 화성암과 변성암에 기원한다. 화학적 성질은 SiO_2는 66.7%, Al_2O_3는 28.3%이며, H_2O는 5.0%이다. 물리적 성질 중 색은 은색과 황색, 사과빛 녹색, 황색에 투명, 진주광택, 유리광택을 띠며 담갈색및 백색이다. 경도는 1.5이며 비중은 2.8이다. 납석은 세라믹 사이딩의 골격을 이루는 기본 재료로 사용된다.

[0053] 4) 점토(Clay)

[0054] 점토는 China Clay을 사용하여 원광을 분말상태로 가공된 공업용 제품으로, 주성분은 SiO_2이며 63.46%가 건축용 재료 및 내화물용으로 사용된다. 평균입경은 16.75㎛이다.

[0055] 5) 붕사(Borax)

[0056] 붕사 $Na_2B_2O_7 \cdot 10H_2O$를 878℃ 이상으로 가열하면 융해하여 유리상(狀)이 된다. 이 작은 구슬을 붕사구슬이라 하는데, 주체가 되는 것은 메타붕산나트륨 $NaBO_2$와 붕산무수물 B_2O_3이다.

[0057] 붕사는 본 발명의 세라믹 사이딩에서 저온소결용 첨가재의 하나로서 사용된다.

[0058] 6) 프리트(Frit)

[0059] 프리트(Frit)는 일반적으로 유리질의 분말을 이르며 도자기의 유약 배합성분 혹은 법랑의 유약 주성분으로 사용된다. 또한 색유리의 일부 원료에 가하는 경우도 있다. 조성은 용도에 따라 다르지만 일반적으로 녹는점이 낮은 것이 많고 안정화를 위해 사용한다. 따라서, 붕사는 본 발명의 세라믹 사이딩에서 저온소결용 첨가재의 하나로서 사용된다.

[0061] **<u>본 발명의 나노코팅 세라믹 사이딩의 배합 설계</u>**

[0062] 본 발명의 나노코팅 세라믹 사이딩의 원재료에 대한 배합 설계는 각 원재료의 물리적 특성과 화학성분을 고려하게 되며, 특히 1,000℃에서 소성하여 예상 배합을 설정하였으며, 소성온도별로 제조한 세라믹 사이딩의 물리적 특성을 알아보기 위해 비율을 변화시켜 실시하였다.

[0063] 1) 출발원료(starting material)의 조건 및 배합 범위

[0064] 출발원료의 사용은 본 발명의 설계 조건(도 1의 요구 특성 테이블 참조)을 만족하도록 1,000℃이하의 소성으로 부피비중 2.0 이하, 흡수율 10% 이하 등의 요구 특성을 만족하는 세라믹 사이딩을 위한 조건에서 각각의 원재료의 1000℃ 소성조건에 사전에 수축율 및 흡수율을 고려하여 배합조성을 달리하면서 반복적으로 진행한다.

[0065] 도 2a를 참조하면, 조성을 달리한 반복적 실험을 바탕으로 찾은 원재료의 배합 범위로는, 고령토 5.0 ~ 50.0중량%, 경량화를 위한 펄라이트 50 ~ 30.0중량%, 저융점의 결합제인 프리트 10.0 ~ 50.0중량%, 납석 5.0 ~ 50.0중량%, 나노고령토 0.1 ~ 20.0중량%로 설정되고, 붕사는 0.1 ~ 10.0중량%, 점토 30~5중량%를 첨가하는 것으로 설정된다.

[0066] 2) 세라믹 사이딩 최적 배합조건의 도출

[0067] 한편, 도 2b를 참조하면, 결합제의 종류 및 배합 비율에 따른 최적 배합은, 고령토 15중량% 및 납석 15중량%, 그리고 경량화를 위하여 펄라이트 10중량%, 프리트 30중량%, 나노고령토 10중량%, 붕사 5중량%, 점토 15중량%로 첨가되는 것이다. 특히 고령토의 총 함량이 25%(Halloysite Kaolin, 즉 HK 15.0중량% + Nano Kaolin 10.0중량%)임을 확인 후 점력 및 성형가소성을 위하여 점토 15중량%를 첨가하는 것을 최적 조건으로 도출 선정한다. 부언컨대, 총 고령토 함량 25%는 나노고령토10% 사용조건과 시험성형용 고령토 15중량% 사용조건이라는 것을 의미한다.

[0069] 3) 세라믹 사이딩의 최적 소성온도 도출

[0070] 고령토 5.0 ~ 50.0중량%, 경량화를 위한 펄라이트 50 ~ 30.0중량%, 저융점의 결합제인 프리트 10.0 ~ 50.0중량%, 납석 5.0 ~ 50.0중량%, 나노고령토 0.1 ~ 20.0중량%, 붕사 0.1 ~ 10.0중량%, 점토 30~5중량%의 배합 조성 범위에서 선택적으로 도출된 배합을 폿트밀(Pot mill)에서 밀링(milling)을 24시간 실시한 후, 표준체 44㎛를 통과하는 시료(실제품에서는 원재료)를 건조하고, 이후 시험편(실제품에 해당함)을 Φ30mm 원형 몰드로 100kgf/㎠압력으로 성형하고, 항량으로 건조하고, 소성온도는 900~1,050℃까지 각각 50℃간격으로 승온 후 1시간동안 유지하고, 이후 냉각한다.

[0071] 이러한 과정을 반복하면서 소성온도별 세라믹 사이딩을 제조한다.

[0072] 그 결과 도 1의 요구 특성 테이블을 만족하는 본 발명의 나노코팅 세라믹 사이딩의 최적 소성온도는 975℃임을 확인할 수 있다

[0074] **본 발명의 배합 설계 도출 실험 결과 분석 및 고찰**

[0075] 이러한 본 발명의 나노코팅 세라믹 사이딩에 대하여, 도 1에 도시한 테이블 상의 목표치를 만족하는지 여부를 확인하기 위해, 최적 소성온도의 소성시험의 결과를 물리적 특성에 대한 실험 분석과 세라믹 사이딩의 기능성 및 내구성 분석, 세라믹 사이딩의 미세구조 분석을 위해 X-선 회절분석과 소성온도별 전자주사현미경(SEM) 분석으로 구분하여 실시하였다.

[0076] 그 결과, 본 발명에 따른 나노코팅 세라믹 사이딩은 요구되는 목표 품질을 달성하는 것으로 확인되는바, 1,000℃이하의 소성으로 부피비중 2.0이하, 흡수율 10%이하 등, 도 1에 제시된 요구 특성을 만족하는 것을 확인할 수 있다.

[0077] 도 3을 참조하면, 고령토 고형분은 10 중량% 이상으로 세라믹 사이딩 배합조성에 첨가하여 소성온도 저하를 이루고자 하였으며, 0.1㎛(100nm)부근의 입자분포를 형성하는 80nm의 목표치에 근접하는 것을 확인할 수 있다.

[0078] 도 4의 (a)~(d)를 참조하면, 본 발명에 따른 나노코팅 세라믹 사이딩은 경량 다공재료의 함유와 기공의 분포 및 크기 제어로, 그리고 경량의 질석과 저온소결재의 소결과정으로 부피비중 2.0 이하 달성의 최적조건은 975℃로 최적 배합비율과 소성온도별 부피비중(BD)을 확인할 수 있다. 그러나 소성온도가 975℃이상으로 올라가면 부피비중은 2.0이상이 된다. 이는 펄라이트가 소결되고 저온소결재인 프리트로 인하여 액상이 증가하여 비중이 증가하는 것으로 보인다.

[0079] 도 5를 참조하면, 최적 소성온도 조건은 975℃이며, 수축율은 대략 7%로 나타난다.

[0081] **본 발명에 따른 나노코팅 세라믹 사이딩의 기능성 및 내구성 분석**

[0082] 최적 배합과 최적온도 975℃에서 소성한 본 발명에 따른 나노코팅 세라믹 사이딩의 기능성 및 내구성 분석은 시험편(실제품)의 꺽임강도와 표면경도 분석을 통해 실시한 결과는 다음과 같다.

[0083] 1) 꺾임강도의 특성분석 : 꺾임강도(modulus of rupture: MOR)는 KS L 1591 기준으로 측정결과는 $80kg_f/mm^2$으로 나타났다.

[0084] 2) 표면경도 분석 : 표면경도의 측정결과는 9H로 나타났다.

[0085] 3) 내오염성 분석 : ISO10545-14-/EN122기준으로 나노코팅의 결과 나노코팅 방수 및 발수특성은, 도 참조하면, 물방울의 접촉각이 측정결과 138℃로 세라믹 사이딩으로서의 기능성이 매우 우수하여 목표 품질에 해당하는 것으로 확인된다.

[0087] **본 발명에 따른 나노코팅 세라믹 사이딩의 X-선 회절분석**

[0088] 고령토 및 납석이 각각 15.0중량%, 경량화를 위한 펄라이트는 15.0중량%, 프리트는 30.0중량%, 나노고령토는 10.0중량%, 붕사는 5.0중량%, 점토 15중량%로 조성되는 최적배합에 따른 본 발명의 세라믹 사이딩의 시험편에 대한 900℃에서 1,050℃까지 각각의 소성온도별 결정상의 변화를 X-선회절분석(XRD)을 하면 그 결과가 도 7과 같이 나타난다.

[0089] 소성온도가 900℃에서 1,050℃까지 점차 온도가 높아짐에 따라 X-선의 회절분석의 결정상을 보면 900℃에서는 아노싸이트(Anothite) 결정상, 1,050℃에서는 재결정화로 이어져 점점 뮬라이트(Mullite)상이 증가되는 경향으로 볼 수 있다. 특히 975℃의 경우, 900℃와 950℃보다 급격하게 'A'로 표시된 아노싸이트 피크(Anothite pic

k)가 감소하는 것을 알 수 있다.

[0091] **본 발명의 세라믹 사이딩의 소성온도별 SEM 분석**

[0092] 고령토 및 납석이 각각 15.0중량%, 경량화를 위한 펄라이트는 10.0중량%, 프리트는 30.0중량%, 나노고령토는 10.0중량%, 붕사는 5.0중량%, 점토 15중량%로 조성되는 최적배합에 따른 본 발명의 세라믹 사이딩에 대한 900~1,050℃ 까지 각각의 소성온도별 결정상 미세구조의 변화를 SEM(Scanning Electron Microscopy)사진을 통해 분석한 결과는 도 8a 내지 도 8e와 같이 나타난다.

[0093] 도 8a를 참조하면 900℃의 미세구조 사진에서는 서서히 결정 성장의 SEED가 확인 가능한 상태로 나타나기 시작함을 알 수 있다.

[0094] 도 8b를 참조하면 950℃에서 결정 성장의 시드(seed)가 확인 가능한 상태로 나타나기 시작하였으며, 특히 뮬라이트(Mullite) 결정상이 선명하게 주상이 나타난다.

[0095] 도 8c를 참조하면 975℃ 경우, 950℃보다 점점 액상이 증가함을 확인하였으며, 이는 일부 결정이 석출되고 결정성장의 시드가 전체적으로 확인 가능한 상태로 되고 뮬라이트(Mullite) 결정상이 선명하게 주상 전체로 분포되어 나타남을 확인할 수 있다.

[0096] 도 8d를 참조하면 1,000℃에서는 975℃보다 점점 액상이 증가함을 확인하였으며, 일부 결정 석출 결정의 성장이후로 전체적으로 액상이 융착되는 것을 확인 가능한 상태로 나타난다. 특히 Mullite 결정상이 유리상으로 코팅되는 형태로 나타남을 확인할 수 있다.

[0097] 도 8e를 참조하면 1,050℃에서는 결정의 성장을 확인하기 어려웠으며, 특히 1,000℃보다는 점점 액상이 증가함을 확인하였다. 또한 1,050℃ 에서는 결정의 성장이후 전체적으로 유리액상이 융착되는 것을 확인 가능한 상태로 나타났으며 뮬라이트(Mullite) 결정상이 유리상으로 완전히 코팅되는 형태로 나타난다.

[0098] 이에 소성온도별 결정상의 미세구조 변화를 SEM사진으로 분석한 결과, 온도상승에 따라 결정상인 Mullite상의 석출과 액상이 증가되어 흡수율과 수축율이 증가하는 것을 알 수 있다.

[0100] 이상에서와 같이, 본 발명에 따른 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩은 최적의 배합 조건을 고령토 및 납석은 각각 15중량%, 그리고 경량화를 위하여 펄라이트 10중량%, 저융점의 결합제 프리트 30중량%, 납석 15중량%, 나노고령토 10중량%,_그리고 붕사 5중량%로 하며, 고령토의 총 함량이 25%임을 확인 후, 점력 및 성형가소성을 위하여 점토 15중량% 첨가를 최적 조건으로 도출한다.

[0101] 이러한 최적 배합조건에서 본 발명의 나노코팅 세라믹 사이딩은, 꺾임강도 80Mpa, 부피비중 2.0이하, 흡수율 8.20%로 세라믹 사이딩의 KS 규격인 KS F2701의 기준을 만족하는 외장용 건자재임을 확인할 수 있다.

[0102] 특히, 결합제로서 소성온도 1,000℃이하의 조건에서 세라믹 사이딩의 물성조건을 만족하는 최적 배합 범위를 도출하기 위하여, 경량화를 위해서는 펄라이트, 저온소성을 융점을 낮추기 위해서는 프리트와 붕사 및 나노고령토를 첨가하며, 프리트의 경우에는 첨가량을 증가시키면 저온소성 및 강도가 증가할 수 있으나 수축율 또한 증가하여 향후 생산을 위한 가소성과 금형설계에 문제점이 있을 수 있으므로, 본 발명에서는 이러한 점을 고려하였다.

[0103] 한편, X-선 회절(XRD) 특성에서는 900℃부근의 아노르다이트(Anorthite) 결정상은 1,050℃ 부근에서 재결정화로 이어져 점점 뮬라이트(Mullite)상이 증가되는 경향을 볼 수 있다. 특히, 975℃경우는 900℃, 950℃ 보다 급격하게 아노르다이트 피크(Anothite pick)가 감소하는 것을 알 수 있었으며, SEM 사진에서는 950℃에서 결정성장의 시드(Seed)가 확인 가능한 상태로 나타나기 시작하며 뮬라이트(Mullite) 결정상이 선명하게 주상이 나타나기 시작함을 확인할 수 있다.

[0104] 그리고, 최적의 배합 및 소성온도 조건에서 총 수축율의 변화는 7.0%정도로 나타나며, 나노코팅제를 적용한 접촉각에 대하여 한국건설생활환경시험연구원의 공인시험 결과에 따르면 138℃로서 발수 특성에 있어서 매우 우수한 기능성을 나타남을 확인할 수 있었다.

[0106] 이러한 본 발명에 따른 저온소성용 세라믹 사이딩은 나노고령토와 프리트 등을 활용하여 요구 품질특성을 만족하도록 한 것으로서, 건축용 외장 마감재로 훌륭하게 적용 가능한 것임을 알 수 있다.

[0107] 즉, 본 발명에 따르면, 고령토와 같은 천연광물질이 갖는 우수한 특성과 나노 입자제어, 조성·흡착·분쇄·분산을 통하여 나노코팅 세라믹 사이딩으로 제조함으로써, 흡수율 및 꺾임강도가 우수한 화재안전성을 확보한 세

라믹 건축자재를 제공할 수 있으며, 이에 건축용 건자재에 있어서의 새로운 시장 창출과 더불어 급격한 시장변화에 대응할 수 있다.

[0108] 또한, 본 발명의 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩은, 그 최적 조성을 타 기술분야에 응용할 경우, 기존의 유기물 재료에 의한 문제점을 기술적으로 해결하는데 도움을 줄 수 있어, 산업적 이용가능성이 매우 높다.

[0109] 또한, 본 발명은 기존 세라믹 사이딩의 제조온도인 1350 ℃보다 낮은, 1,000 ℃±20정도의 저온소를 가져 기존에 비해 300~350℃ 까지 소결온도를 낮출 수 있으므로, 제조 공정에서의 CO_2 감축에 따른 친환경제조 및 가격경쟁력 확보가 가능해짐으로써 시장 확보 및 시장 선점에 유리해지는 이점을 제공한다.

[0110] 또한, 본 발명에 따르면, 기존 사이딩이 펄프와 유리섬유의 프라스틱 복합체 몰딩으로서 부식에 의한 화학적 유해요인을 가지는 것을 억제할 수 있고, 기존 사이딩의 가연성과 굴뚝효과에 의한 화재 가속화 문제를 해결할 수 있으며, 그리고 경량으로 시공성 향상 및 자중에 의한 낙하사고 예방이 가능하므로, 안전사고를 줄이는 효과 또한 매우 크다.

[0111] 또한, 본 발명에 따르면, 세라믹 건자재 선진국인 독일과 일본 등에서도 개념 정립 정도인데 반하여, 본 발명을 통해 고품질의 세라믹 사이딩 상용화를 통한 국산화 및 세계 시장에서의 기술 선점 및 수출이 가능해지는 등, 산업적 · 경제적 측면에서 이용 가능성이 매우 높다.

도면

도면1

Table 1. Study results of ceramic siding test analysis

Key performance indicator	unit	Target quality	Result
1. Hardness(HD)	No	≥ 8H above	9H
2. Water absorption(%)	%	10 below	9.50
3. Bulk specific gravity	-	2.0 below	1.97
4. Antifouling performance	°	105 more than	108
5. Nano inorganic binder partical size	nm	80 below	80
6. Modulus of rupture (MOR)	MPa	35 more than	80

도면2a

Table 3. mixing ration of ceramic siding

	Compounding ratio						
	HK	PL	FR	PP	NK	BO	CL
Compounding	50.0 ~ 5.0	30.0 ~ 5.0	50.0 ~ 10.0	50.0 ~ 5.0	20.0 ~ 0.0	10.0 ~ 0.0	30.0 ~ 5.0

HK : Halloysite Kaolin, PL : Pearlite, FR : Frit, PP : Pyrophyllite
NK : Nano Kaolin, CL : Clay powder

도면2b

Table 4. Optimum mixing ration of ceramic siding

	Compounding ratio						
	HK	PL	FR	PP	NK	BO	CL
Compounding	15.0	10.0	30.0	15.0	10.0	5.0	15.0

HK : Halloysite Kaolin, PL : Pearlite, FR : Frit, PP : Pyrophyllite
NK : Nano Kaolin, CL : Clay powder

도면3

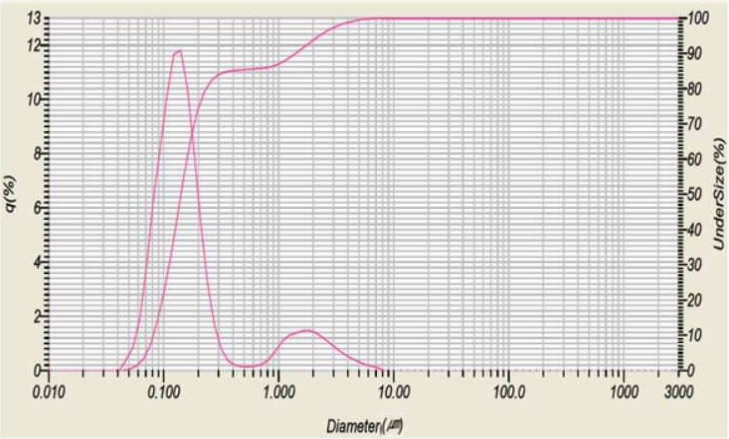
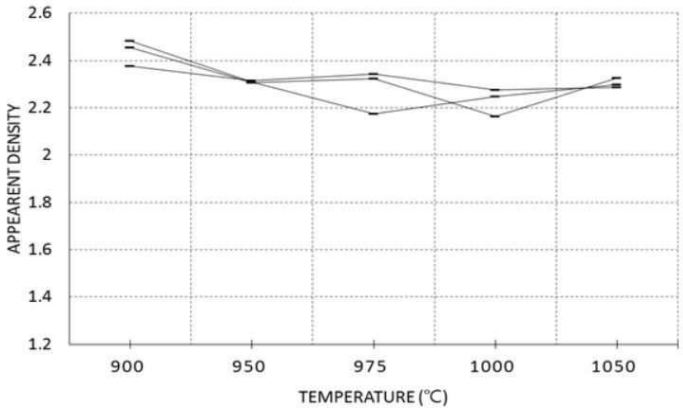


Figure 2. Grinding test results of particle size kaolin powder.

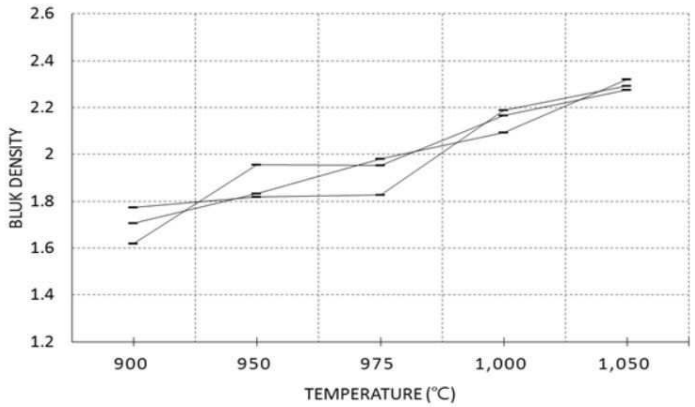
도면4a



(a) Apparent Specific Gravity

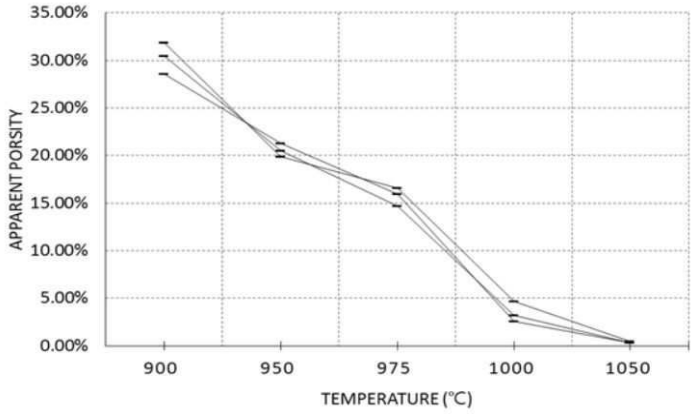
Figure 4. Physical properties of ceramic siding specimens prepared at different sintering temperatures at 900 ~ 1050 ℃

도면4b



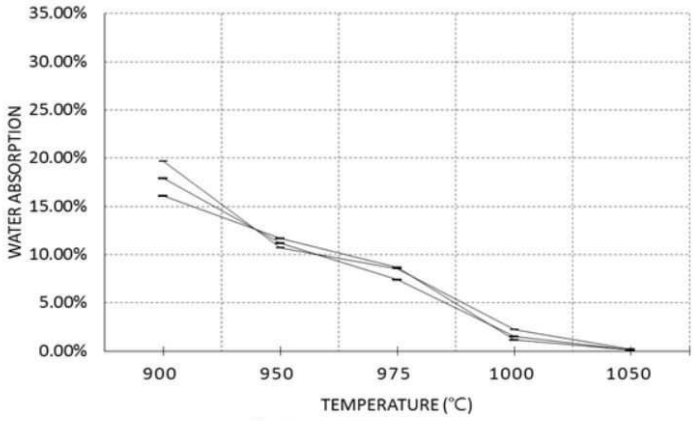
(b) Bulk Specific Gravity

도면4c



(b) Apparent Porosity

도면4d



(d) Water Absorption

Figure 4. Physical properties of ceramic siding specimens prepared at different sintering temperatures at 900 ~ 1050 ℃

도면5

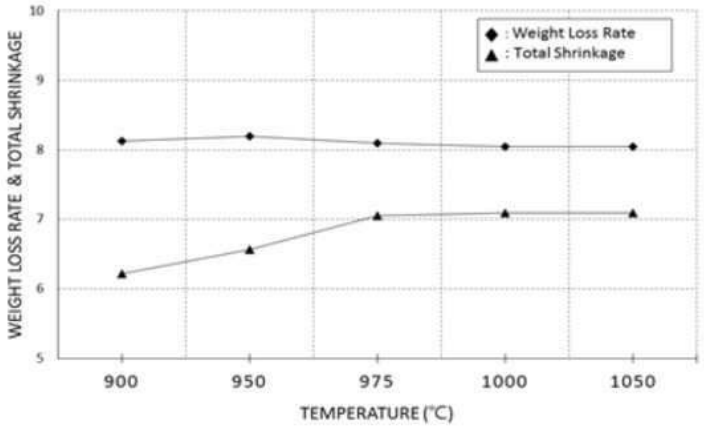


Figure 5. Results of weight loss rate and total shrinkage by temperature at 900 ~ 1050℃

도면6

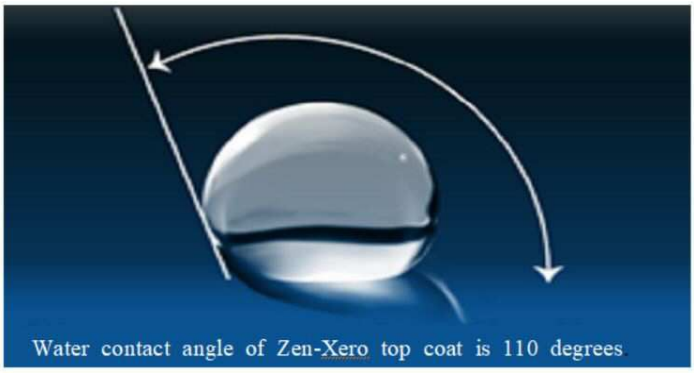


Figure 6. Principle of Nano Coating

도면7

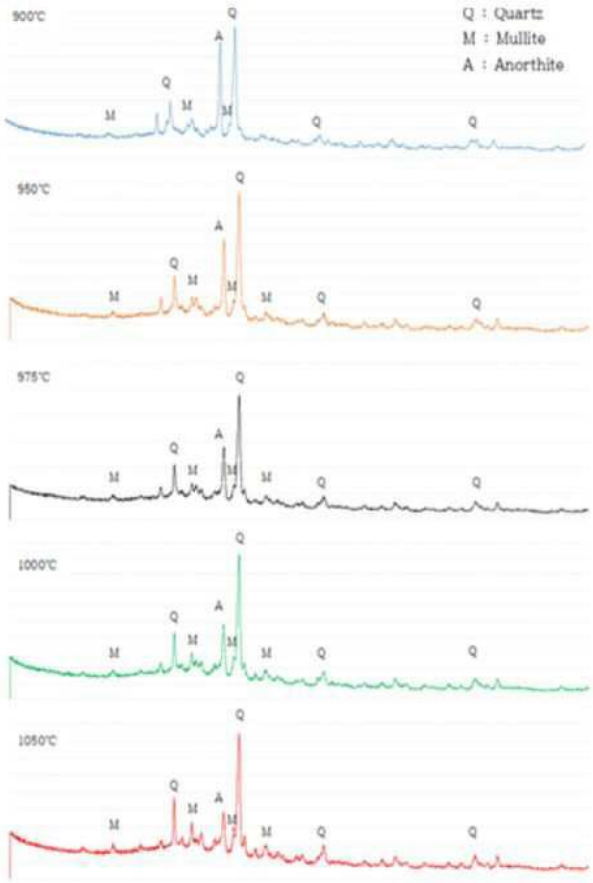
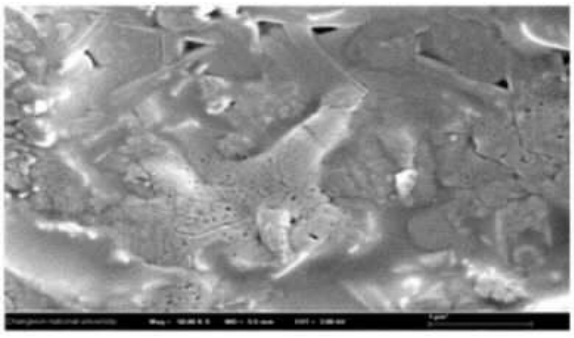


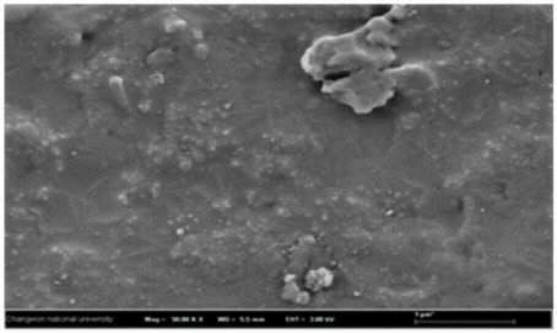
Figure 7. XRD pattern of various ceramic siding prepared with different of low temperature sintering at 900 ~ 1,050℃

도면8a



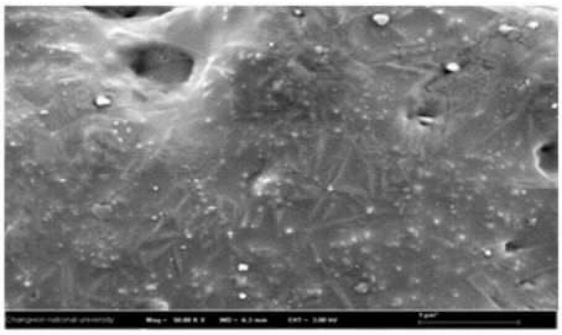
(a) 900℃

도면8b



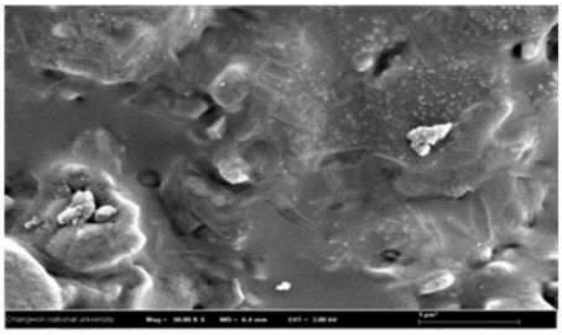
(b) 950℃

도면8c



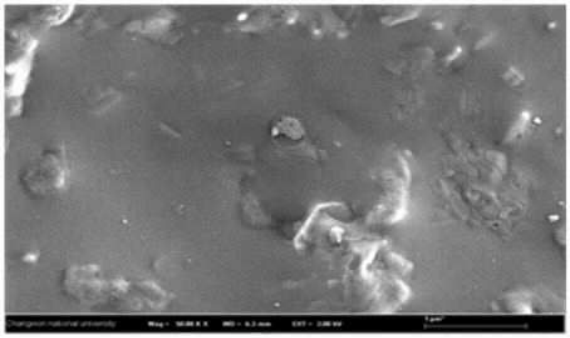
(c) 975℃

도면8d



(d) 1,000℃

도면8e



(e) 1,050℃

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

고령토(Halloysite Kaolin)와, 펄라이트(Pearlite)와, 저융점의 결합제와, 납석과, 입경 0.1㎛ 이하의 나노고령토(Nano Kaolin)와, 점토(Clay)와, 붕사(Borax)를 포함하여 구성되고,

상기 저융점의 결합제로서 프리트(Frit)가 사용되며,

상기 나노코팅 세라믹 사이딩의 배합 조성 범위는,

고령토 50~5중량%, 나노고령토 20~0.1중량%, 펄라이트 30~5중량%, 납석 50~5중량%, 프리트 50~10중량%, 붕사 10~0.1중량%, 점토 30~5중량% 내에서 결정되는 것을 특징으로 하는 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩.

【변경후】

고령토(Halloysite Kaolin)와, 펄라이트(Pearlite)와, 저융점의 결합제와, 납석과, 입경 0.1㎛ 이하의 나노고령토(Nano Kaolin)와, 점토(Clay)와, 붕사(Borax)를 포함하여 구성되고,

상기 저융점의 결합제로서 프리트(Frit)가 사용되며,

나노코팅 세라믹 사이딩의 배합 조성 범위는,

고령토 50~5중량%, 나노고령토 20~0.1중량%, 펄라이트 30~5중량%, 납석 50~5중량%, 프리트 50~10중량%, 붕사 10~0.1중량%, 점토 30~5중량% 내에서 결정되는 것을 특징으로 하는 건축용 나노코팅 세라믹 사이딩.