



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0076840  
(43) 공개일자 2020년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C04B 41/86 (2006.01) C03C 1/02 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
C04B 41/86 (2013.01)  
C03C 1/02 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0165734  
(22) 출원일자 2018년12월20일  
심사청구일자 2018년12월20일

(71) 출원인  
한국세라믹기술원  
경상남도 진주시 소호로 101 (충무공동, 부속건물 세라믹소재종합지원센터)  
(72) 발명자  
노형구  
경기도 남양주시 와부읍 덕소로97번길 34, 103동 1408호 (주공아파트)  
김응수  
경기도 용인시 수지구 성북1로 91, 105동 701호 (성북동, 버들치마을 성북 힐스테이트 1차)  
황광택  
서울특별시 송파구 양재대로 1218, 107동 1402호 (방이동, 올림픽선수촌아파트)  
(74) 대리인  
고길수

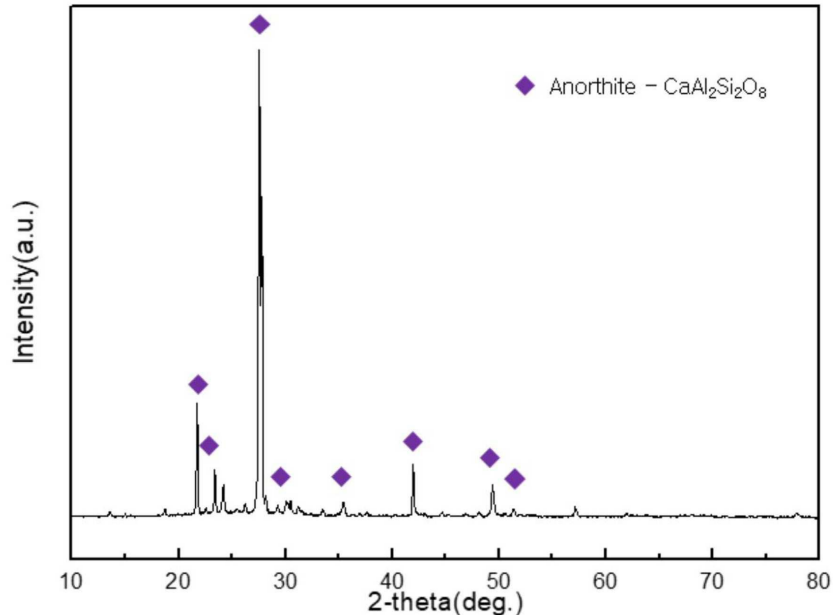
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 백옥 질감의 고경도 유약층 형성방법

(57) 요약

본 발명은, 장석, 소다회(soda ash), 석회석 및 알루미늄을 포함하는 유약 원료를 준비하는 단계와, 상기 유약 원료의 조성성분인 KNaO, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 SiO<sub>2</sub>가 x:1-x:0.2~0.6:1.5~4.5 (0.2≤x≤0.4)의 몰비를 이루도록 상기 장석, 상기 소다회, 상기 석회석 및 상기 알루미늄을 칭량하여 유약 원료로 준비하는 단계와, 칭량하여 준비된 (뒷면에 계속)

대표도 - 도4



유약 원료와 물(H<sub>2</sub>O)을 혼합하여 유약 조성물을 형성하는 단계와, 상기 유약 조성물을 시유 대상물에 시유하는 단계와, 상기 유약 조성물이 시유된 결과물을 소결온도까지 승온하고 소결하는 단계와, 소결된 결과물을 냉각하고 상기 소결온도보다 낮은 제1 온도에서 유지하여 아노사이트(Anorthite) 핵생성이 이루어지게 하는 단계와, 상기 제1 온도에서 유지된 결과물을 냉각하고 상기 제1 온도보다 낮은 제2 온도에서 유지하여 아노사이트(Anorthite) 핵성장과 결정화가 이루어지게 하는 단계 및 상기 제2 온도에서 유지된 결과물을 냉각하고 언로딩하는 단계를 포함하는 백옥 질감의 고경도 유약층 형성방법에 관한 것이다. 본 발명에 의하면, 전통 백자의 심미적 특성인 백색을 가지면서 백옥 질감의 반투명 결정화 유약층을 형성할 수 있고, 유약층 내에 아노사이트(Anorthite)(CaO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2SiO<sub>2</sub>) 결정이 형성되어 있으므로 기계적 강도가 높은 고경도 유약층을 형성할 수 있다.

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

장석, 소다회(soda ash), 석회석 및 알루미나를 포함하는 유약 원료를 준비하는 단계;

상기 유약 원료의 조성성분인  $\text{KNaO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  및  $\text{SiO}_2$ 가  $x:1-x:0.2\sim 0.6:1.5\sim 4.5$  ( $0.2\leq x\leq 0.4$ )의 몰비를 이루도록 상기 장석, 상기 소다회, 상기 석회석 및 상기 알루미나를 칭량하여 유약 원료로 준비하는 단계;

칭량하여 준비된 유약 원료와 물( $\text{H}_2\text{O}$ )을 혼합하여 유약 조성물을 형성하는 단계;

상기 유약 조성물을 시유 대상물에 시유하는 단계;

상기 유약 조성물이 시유된 결과물을 소결온도까지 승온하고 소결하는 단계;

소결된 결과물을 냉각하고 상기 소결온도보다 낮은 제1 온도에서 유지하여 아노싸이트(Anorthite) 핵생성이 이루어지게 하는 단계;

상기 제1 온도에서 유지된 결과물을 냉각하고 상기 제1 온도보다 낮은 제2 온도에서 유지하여 아노싸이트(Anorthite) 핵성장과 결정화가 이루어지게 하는 단계; 및

상기 제2 온도에서 유지된 결과물을 냉각하고 언로딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 백옥 질감의 고경도 유약층 형성방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 소결온도는  $1250\sim 1350^\circ\text{C}$ 인 것을 특징으로 하는 백옥 질감의 고경도 유약층 형성방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 온도는  $800\sim 1000^\circ\text{C}$ 인 것을 특징으로 하는 백옥 질감의 고경도 유약층 형성방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제2 온도는  $650\sim 900^\circ\text{C}$ 인 것을 특징으로 하는 백옥 질감의 고경도 유약층 형성방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 유약 조성물이 시유된 결과물을 소결온도까지 승온하기 전에,

$650\sim 950^\circ\text{C}$ 의 온도로 승온하고 유지하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백옥 질감의 고경도 유약층 형성방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 유약 조성물을 상기 시유 대상물에 시유하기 전에,

상기 유약 조성물에 함유된 유약 원료를 분쇄하는 단계를 더 포함하는 것을 백옥 질감의 고경도 유약층 형성방법.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 상기 알루미늄은 100~500nm의 평균입도를 갖는 것을 특징으로 하는 백옥 질감의 고경도 유약층 형성방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 고경도 유약층의 형성방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전통 백자의 심미적 특성인 백색을 가지면서 백옥 질감의 반투명 결정화 유약층을 형성할 수 있고, 유약층 내에 아노사이트(Anorthite)(CaO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2SiO<sub>2</sub>) 결정이 형성되어 있음으로써 기계적 강도가 높은 고경도 유약층을 형성하는 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0003] 도자기, 타일 등의 표면에 도포하여 광택을 주거나 아름답게 하고 강도를 증가시키는 용도로 유약을 사용하고 있다.
- [0004] 일반적으로, 유약은 도자기, 타일 등의 표면에 얇게 씌워서 광택과 색채 또는 무늬를 내어주는 유리질의 분말을 칭한다. 이러한 유약은 주성분이 SiO<sub>2</sub>(실리카)로 되어 있다.
- [0005] 전통 백자는 고온의 소결을 통해 태토 위에 백색의 유리질층인 유약층을 형성하여 제조하고 있다.
- [0006] 도자기, 타일 등의 제품은 세척시 제품들 간의 마찰이나 충돌로 쉽게 깨지지 않을 정도의 제품 강도를 가져야 하며, 스크래치가 발생하지 않는 고경도 유약을 필요로 한다. 유약의 표면에 발생하는 스크래치는 유약의 일부가 깨져서 떨어지는 파손 현상으로 오염이 발생할 수 있다.
- [0007] 그러므로, 마찰이나 충돌로부터 파손이 일어나지 않아 원형을 유지하면서 제품으로서의 심미적 특성(광택도, 표면조도, 색도)을 가지는 고경도 유약의 개발이 필요하다.
- [0008] 현재 시중에서 판매되고 있는 도자기 제품의 유약 경도는 4.6~5.5GPa 범위를 나타낸다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1865750호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 전통 백자의 심미적 특성인 백색을 가지면서 백옥 질감의 반투명 결정화 유약층을 형성할 수 있고, 유약층 내에 아노사이트(Anorthite)(CaO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2SiO<sub>2</sub>) 결정이 형성되어 있음으로써 기계적 강도가 높은 고경도 유약층을 형성하는 방법을 제공함에 있다.

**과제의 해결 수단**

[0013] 본 발명은, 장석, 소다회(soda ash), 석회석 및 알루미늄을 포함하는 유약 원료를 준비하는 단계와, 상기 유약 원료의 조성성분인 KNaO, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 SiO<sub>2</sub>가 x:1-x:0.2~0.6:1.5~4.5 (0.2≤x≤0.4)의 몰비를 이루도록 상

기 장석, 상기 소다회, 상기 석회석 및 상기 알루미늄을 칭량하여 유약 원료로 준비하는 단계와, 칭량하여 준비된 유약 원료와 물(H<sub>2</sub>O)을 혼합하여 유약 조성물을 형성하는 단계와, 상기 유약 조성물을 시유 대상물에 시유하는 단계와, 상기 유약 조성물이 시유된 결과물을 소결온도까지 승온하고 소결하는 단계와, 소결된 결과물을 냉각하고 상기 소결온도보다 낮은 제1 온도에서 유지하여 아노싸이트(Anorthite) 핵생성이 이루어지게 하는 단계와, 상기 제1 온도에서 유지된 결과물을 냉각하고 상기 제1 온도보다 낮은 제2 온도에서 유지하여 아노싸이트(Anorthite) 핵성장과 결정화가 이루어지게 하는 단계 및 상기 제2 온도에서 유지된 결과물을 냉각하고 언로딩하는 단계를 포함하는 백옥 질감의 고경도 유약층 형성방법을 제공한다.

- [0014] 상기 소결온도는 1250~1350℃의 온도인 것이 바람직하다.
- [0015] 상기 제1 온도는 800~1000℃인 것이 바람직하다.
- [0016] 상기 제2 온도는 650~900℃인 것이 바람직하다.
- [0017] 상기 유약 조성물이 시유된 결과물을 소결온도까지 승온하기 전에, 650~950℃의 온도로 승온하고 유지하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 유약 조성물을 상기 시유 대상물에 시유하기 전에, 상기 유약 조성물에 함유된 유약 원료를 분쇄하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 알루미늄은 100~500nm의 평균입도를 갖는 것이 바람직하다.

**발명의 효과**

- [0021] 본 발명에 의하면, 전통 백자의 심미적 특성인 백색을 가지면서 백옥 질감의 반투명 결정화 유약층을 형성할 수 있고, 유약층 내에 아노싸이트(Anorthite)(CaO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2SiO<sub>2</sub>) 결정이 형성되어 있음으로써 기계적 강도가 높은 고경도 유약층을 형성할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다. 그러나, 이하의 실시예는 이 기술분야에서 통상적인 지식을 가진 자에게 본 발명이 충분히 이해되도록 제공되는 것으로서 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 기술되는 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0025] 발명의 상세한 설명 또는 청구범위에서 어느 하나의 구성요소가 다른 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 당해 구성요소만으로 이루어지는 것으로 한정되어 해석되지 아니하며, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것으로 이해되어야 한다.
- [0026] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 백옥 질감의 고경도 유약층 형성방법은, 장석, 소다회(soda ash), 석회석 및 알루미늄을 포함하는 유약 원료를 준비하는 단계와, 상기 유약 원료의 조성성분인 KNaO, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 SiO<sub>2</sub>가 x:1-x:0.2~0.6:1.5~4.5 (0.2≤x≤0.4)의 몰비를 이루도록 상기 장석, 상기 소다회, 상기 석회석 및 상기 알루미늄을 칭량하여 유약 원료로 준비하는 단계와, 칭량하여 준비된 유약 원료와 물(H<sub>2</sub>O)을 혼합하여 유약 조성물을 형성하는 단계와, 상기 유약 조성물을 시유 대상물에 시유하는 단계와, 상기 유약 조성물이 시유된 결과물을 소결온도까지 승온하고 소결하는 단계와, 소결된 결과물을 냉각하고 상기 소결온도보다 낮은 제1 온도에서 유지하여 아노싸이트(Anorthite) 핵생성이 이루어지게 하는 단계와, 상기 제1 온도에서 유지된 결과물을 냉각하고 상기 제1 온도보다 낮은 제2 온도에서 유지하여 아노싸이트(Anorthite) 핵성장과 결정화가 이루어지게 하는 단계 및 상기 제2 온도에서 유지된 결과물을 냉각하고 언로딩하는 단계를 포함한다.
- [0027] 상기 소결온도는 1250~1350℃의 온도인 것이 바람직하다.
- [0028] 상기 제1 온도는 800~1000℃인 것이 바람직하다.

- [0029] 상기 제2 온도는 650~900℃인 것이 바람직하다.
- [0030] 상기 유약 조성물이 시유된 결과물을 소결온도까지 승온하기 전에, 650~950℃의 온도로 승온하고 유지하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 유약 조성물을 상기 시유 대상물에 시유하기 전에, 상기 유약 조성물에 함유된 유약 원료를 분쇄하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 알루미나는 100~500nm의 평균입도를 갖는 것이 바람직하다.
- [0033] 이하에서, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 백옥 질감의 고경도 유약층 형성방법을 더욱 구체적으로 설명한다.
- [0034] 전통 백자의 심미적 특성인 백색을 가지면서 현대 생활에 필요한 기계적 강도를 가지는 유약층을 형성하고자 한다. 본 발명에서는 전통 도자기의 문화 정서를 담은 백옥 질감의 반투명 결정화 유약층을 개발하고자 한다. 유약층 내에 아노사이트(Anorthite)(CaO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2SiO<sub>2</sub>) 결정을 형성시켜 기계적 강도가 높고 백색을 띠는 유약층이 형성되게 할 수 있다.
- [0035] 아노사이트(Anorthite) 결정화를 통한 백옥 질감의 고경도 유약층을 형성하기 위해 장석, 소다회(soda ash), 석회석 및 알루미나(Alumina)를 포함하는 유약 원료를 준비한다.
- [0036] 유약 원료의 조성성분인 KNaO, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 SiO<sub>2</sub>가 x:1-x:0.2~0.6:1.5~4.5 (0.2≤x≤0.4)의 몰비를 이루도록 상기 장석, 상기 소다회, 상기 석회석 및 상기 알루미나를 칭량하여 유약 원료로 준비한다. 더욱 구체적으로는 유약 원료의 조성성분으로 KNaO가 x(0.2≤x≤0.4) 몰을 이루고, CaO가 1-x(0.2≤x≤0.4) 몰을 이루며, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 0.2~0.6, 더욱 바람직하게는 0.25~0.4 몰을 이루고, SiO<sub>2</sub>가 1.5~4.5, 더욱 바람직하게는 1.8~2.7 몰을 이루도록 상기 장석, 상기 소다회, 상기 석회석 및 상기 알루미나를 칭량한다. 예컨대, 장석 54.7~69.5중량%, 소다회(soda ash) 2.1~6.1중량%, 석회석 20~33.4중량% 및 알루미나 2~10중량%를 준비한다. 알칼리 산화물 중 CaO 함량이 높을수록 아노사이트(Anorthite) 결정질 형성에 유리하나, KNaO에 비해 CaO 비율이 지나치게 높으면 표면의 광택도가 감소하는 원인이 될 수 있다.
- [0037] 유약 원료인 상기 알루미나는 100~500nm의 평균입도를 갖는 것이 바람직하며, 그 이상의 입자 크기를 가지는 알루미나 첨가 시에는 용해도가 너무 낮아 결정화가 거의 일어나지 않을 수 있다. 또한, 100nm 이하의 알루미나 첨가 시에는 유약 슬러리의 분산성에 문제가 생겨 균일한 시유가 어려울 수 있다.
- [0038] 칭량하여 준비된 유약 원료와 물(H<sub>2</sub>O)을 혼합하여 유약 조성물을 형성한다. 이때, 상기 유약 조성물에 고형분(유약 원료)이 40~60중량% 함유되게 상기 물(H<sub>2</sub>O)을 혼합하는 것이 바람직하다.
- [0039] 상기 유약 조성물에 함유된 유약 원료를 분쇄할 수도 있다. 상기 분쇄는 볼밀(ball mill), 유성밀(planetary mill), 어트리션밀(attrition mill) 등과 같은 방법을 사용할 수 있다.
- [0040] 이하, 볼밀법에 의한 분쇄 공정을 구체적으로 설명한다. 상기 칭량하여 준비된 유약 원료와 물(H<sub>2</sub>O)을 볼 밀링기(ball milling machine)에 장입한다. 볼 밀링기를 이용하여 일정 속도로 회전시켜 상기 유약 원료를 균일하게 혼합하면서 분쇄되게 한다. 볼 밀에 사용되는 볼은 알루미나, 지르코니아와 같은 세라믹으로 이루어진 볼을 사용할 수 있으며, 볼은 모두 같은 크기의 것일 수도 있고 2가지 이상의 크기를 갖는 볼을 함께 사용할 수도 있다. 볼의 크기, 밀링 시간, 볼 밀링기의 분당 회전속도 등을 조절하여 목표하는 입자의 크기로 분쇄되게 한다. 예를 들면, 입자의 크기를 고려하여 볼의 크기는 1mm~50mm 정도의 범위로 설정하고, 볼 밀링기의 회전속도는 100~500rpm 정도의 범위로 설정할 수 있다. 볼밀은 목표하는 입자의 크기 등을 고려하여 1~48시간 동안 실시하는 것이 바람직하다. 볼밀된 유약 조성물은 유약 원료가 물(H<sub>2</sub>O)에 분산되어 있는 슬러리(slurry) 상태를 이루며, 상기 유약 조성물을 볼밀링기에서 꺼낸다. 상기 알루미나로서 광물 상태의 원료를 사용하는 경우에는 상기 분쇄에 의해 알루미나의 평균입도가 100~500nm 정도를 이루도록 하는 것이 바람직하다.
- [0041] 상기 유약 조성물을 시유 대상물에 시유한다. 시유하는 방법은 다양한 방식으로 이루어질 수 있는데, 예컨대 시유 대상물을 유약 조성물에 담그거나, 유약 조성물을 붓과 같은 도구로 바르거나, 유약 조성물을 스프레이 장치로 뿌리는 방식 등을 이용할 수 있다. 상기 시유 대상물은 1차 소성된 도자기, 타일 등일 수 있다.
- [0042] 도 1 및 도 2는 소결 공정과 아노사이트(Anorthite) 결정화를 위한 공정을 설명하기 위하여 도시한 도면이다.

- [0043] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 유약 조성물이 시유된 결과물을 소결온도(T1)까지 승온하고 소결한다. 상기 소결온도(T1)는 1250~1350℃, 더욱 바람직하게는 1300~1330℃의 온도인 것이 바람직하다. 상기 소결은 공기 (air), 산소와 같은 산화 분위기에서 수행하는 것이 바람직하다.
- [0044] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 유약 조성물이 시유된 결과물을 소결온(T1)까지 승온하기 전에, 아노사이트 (Anorthite)의 핵생성 등을 위해 650~950℃, 더욱 바람직하게는 700~950℃의 온도(T4)로 승온하고 유지하는 단계가 더 포함될 수 있다.
- [0045] 소결된 결과물을 냉각하고 상기 소결온도(T1)보다 낮은 제1 온도(T2)에서 유지하여 아노사이트(Anorthite) 핵생성이 이루어지게 하고, 상기 제1 온도(T2)에서 유지된 결과물을 냉각하고 상기 제1 온도(T2)보다 낮은 제2 온도(T3)에서 유지하여 아노사이트(Anorthite) 핵성장과 결정화가 이루어지게 한다. 상기 제1 온도(T2)는 800~1000℃, 더욱 바람직하게는 850~950℃인 것이 바람직하다. 상기 제2 온도(T3)는 650~900℃, 더욱 바람직하게는 700~850℃인 것이 바람직하다.
- [0046] 상기 제2 온도(T2)에서 유지된 결과물을 냉각하고 언로딩한다.
- [0047] 이와 같은 과정을 통해 시유 대상물 표면에는 백옥 질감의 고경도 유약층이 형성되게 된다. 상기 유약층은 100~300 $\mu$ m의 두께를 갖는 것이 바람직하다.
- [0048] 이렇게 형성된 유약층은 전통 백자의 심미적 특성인 백색을 가지면서 현대 생활에 필요한 기계적 강도를 가진다. 전통 도자기의 문화 정서를 담은 백옥 질감의 반투명 결정화 유약층으로서, 유약층 내에 아노사이트 (Anorthite)(CaO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2SiO<sub>2</sub>) 결정이 형성되어 있음으로써 기계적 강도가 높고 백색을 띠게 된다.
- [0049] 이하에서, 본 발명에 따른 실험예를 구체적으로 제시하며, 다음에 제시하는 실험예에 본 발명이 한정되는 것은 아니다.
- [0050] 스틸(Stull)의 UMF(Unity Molecular Formula)를 이용하여 유약 조성의 경도와 상관계수를 분석하였다.
- [0051] UMF는 산화물을 역할에 따라 알칼리, 중성, 산성 산화물로 분류한다.
- [0052] 용제 역할을 하는 산화물은 Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Li<sub>2</sub>O 등의 알칼리 산화물(R<sub>2</sub>O)과, CaO, MgO, SrO, BaO, ZnO 등의 알칼리 토 산화물(RO)을 포함한다. 대표적인 중성산화물(R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)은 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 이며, 대표적인 산성산화물(RO<sub>2</sub>)은 SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> 이다. 모든 산화물을 몰(mole) 수로 전환하고, 이중 알칼리(알칼리토 포함) 산화물들의 합으로 중성과 산성 산화물을 나누게 되면 UMF를 얻게 된다.
- [0053] 본 실험예에서는 KNaO : CaO의 비율을 0.3 : 0.7의 몰비로 고정하였고, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.2~0.6과 SiO<sub>2</sub> 1.5~4.5 범위로 변화시켜 유약 원료의 최적 조성범위를 확인하였다. 이와 같은 조성비에 대하여 아래의 화학식 1로 나타내었다.
- [0054] [화학식 1]
- [0055] 0.3KNaO · 0.7CaO · 0.2~0.6Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 1.5~4.5SiO<sub>2</sub>
- [0056] 유약 원료의 조성성분으로 KNaO, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 SiO<sub>2</sub>가 위의 화학식 1과 같은 조성비를 이루도록 장석, 소다회 (soda ash), 석회석 및 알루미나(Alumina)를 준비하였다.
- [0057] 유약 원료의 조성성분인 KNaO, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 SiO<sub>2</sub>가 0.3:0.7:0.2~0.6:1.5~4.5의 몰비를 이루도록 상기 장석, 상기 소다회, 상기 석회석 및 상기 알루미나를 칭량하여 유약 원료로 준비하였다. 예컨대, 장석 54.7~69.5중량%, 소다회(soda ash) 2.1~6.1중량%, 석회석 20~33.4중량% 및 알루미나 2~10중량%를 준비하였다.
- [0058] 장석 64.8중량%, 소다회(soda ash) 2.1중량%, 석회석 27.2중량%, 알루미나 5.9중량%를 포함하는 유약 원료의 성분을 분석하여 아래의 표 1에 나타내었다.

**표 1**

화학생분	
SiO <sub>2</sub>	56.63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.39

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.28
CaO	19.88
MgO	1.28
K <sub>2</sub> O	3.08
Na <sub>2</sub> O	3.49
TiO <sub>2</sub>	0.09
MnO	0.17
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.16
ZrO <sub>2</sub>	0.16
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.13
SrO	0.17
ZnO	0.09

- [0060] 유약 원료와 물(H<sub>2</sub>O)을 배합하고 볼밀(ball milling)로 24시간 동안 균일하게 분쇄하는 과정을 수행하였다. 이렇게 형성된 유약 조성물은 고흥분 60%, 물 40% 를 이루었다.
- [0061] 시유 대상물(1차 소성된 타일)에 상기 유약 조성물을 시유하였다. 상기 시유는 시유 대상물을 유약 조성물에 담그는 방식을 이용하였다.
- [0062] 5.0℃/분 속도로 900℃까지 승온하고 900℃에서 1시간 동안 유지한 후, 5.0℃/분 속도로 1315℃까지 승온시키고 1315℃에서 1시간 동안 유지하여 소결하였다.
- [0063] 소결된 결과물을 냉각하고 900℃에서 1시간 동안 유지한 후, 750℃까지 냉각하고 750℃에서 1시간 동안 유지하였다. 이와 같이 소결 후 냉각 과정에서 900℃와 750℃에서 각각 1시간 동안 유지함으로써 아노사이트(Anorthite) 핵생성과 균일화가 이루어지게 함으로써 유약의 경도 및 백색도를 증가시켰다.
- [0064] 750℃에서 1시간 동안 유지된 결과물을 냉각하고 언로딩하였다.
- [0065] 이렇게 형성된 유약층을 X-선회절(X-ray diffraction) 등을 통해 분석하였다.
- [0066] 아노사이트(Anorthite) 결정의 반투명 백색 유약 조성은 염기성 산화물 KNaO : CaO의 비율을 0.3:0.7일 때, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.25~0.4, SiO<sub>2</sub> 1.8~2.7 범위에서 8.1 GPa의 값을 나타내었다. 도 3은 유약 원료로 장석 64.8중량%, 소다회(soda ash) 2.1중량%, 석회석 27.2중량%, 알루미늄 5.9중량%를 사용하여 유약층을 형성한 경우에 유약층의 경도 분포도이다.
- [0067] 유약 원료인 알루미늄의 함량이 2~10중량% 범위에서는 소결 후 냉각 공정 중 900~750℃ 범위에서 백옥 질감의 백색 아노사이트(Anorthite) 결정화 형성이 증가한다. 그러나 유약 원료인 알루미늄의 함량이 10중량%를 초과하는 경우에는 아노사이트(Anorthite) 결정의 성장이 과대해져 유면이 거칠어질 수 있다.
- [0068] 알카리 산화물 중 CaO 함량이 높을수록 아노사이트(Anorthite) 결정질 형성에 유리하나, KNaO에 비해 CaO 비율이 지나치게 높으면 표면의 광택도가 감소하는 원인이 될 수 있다.
- [0069] 도 4는 실험예에 따라 제조된 유약층의 X-선회절(XRD; X-ray diffraction) 패턴을 보여주는 도면이다.
- [0070] 도 4를 참조하면, 유약층에 아노사이트(Anorthite) 결정이 형성된 것을 확인하였다.
- [0071] 도 5는 실험예에 따라 제조된 유약층 표면을 보여주는 사진이다.
- [0072] 도 5를 참조하면, 유약층 표면은 매질에 아노사이트(Anorthite) 결정이 박혀있는 형태의 반투명 유약층을 형성하여 태토의 색상 또는 불순물이 투과되지 않아 백색도가 높은 것으로 나타났다.
- [0073] 도 6은 실험예에 따라 제조된 유약층을 화학적으로 에칭(etching) 하여 미세구조를 나타낸 주사전자현미경(scanning electron microscope; SEM) 사진이다.
- [0074] 도 6을 참조하면, 미세구조에서 유약 표면에 침상 형태의 안정적인 아노사이트(Anorthite) 결정이 형성되어 있음을 관찰할 수 있었다.



[0075] 실험예에 따라 제조된 유약층의 물성을 분석하여 아래의 표 2에 나타내었다.

표 2

[0076]

항목	광택도(GU)	표면조도(um)	비커스경도(Gpa)
유약	70.1	2.32	8.1

[0077] 반투명 백색 유약층은 70.1GU로 우수한 광택을 나타냈으며, 표면조도는 2.32 $\mu$ m로 부드러운 유약층 표면을 가진 것으로 나타났다.

[0078] 기존 유약의 경도가 ~5.5Gpa인 것을 고려할 때, 실험예에 따라 제조된 유약층의 경도값 8.1Gpa는 고경도 유약임을 확인하였다.

[0079] 실험예에 따라 제조된 유약층의 백색도를 아래의 표 3에 나타내었다.

표 3

[0080]

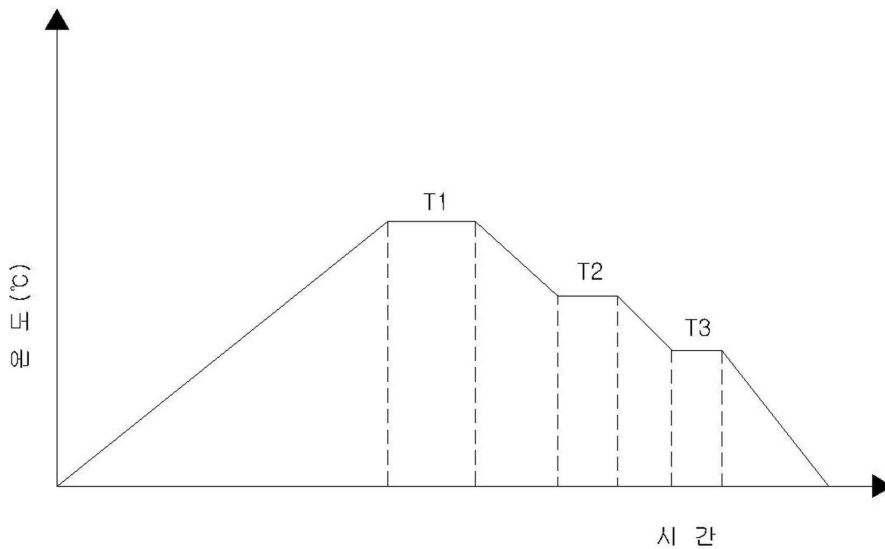
항목	CIEL (Value)	CIEa (Value)	CIEb (Value)
유약	94.5	-0.02	3.8

[0081] 기존 유약의 백색도 CIEL 값 90~91인 것을 고려할 때, 아노싸이트(Anorthite) 결정화 유약층의 백색도는 CIEL 값 94.5로 매우 높게 나타났다.

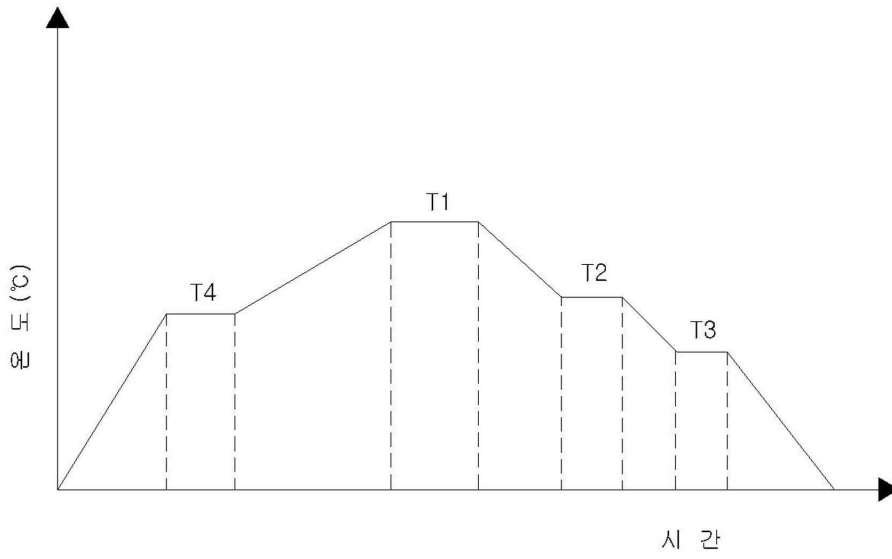
[0082] 이상, 본 발명의 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되는 것은 아니며, 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 변형이 가능하다.

도면

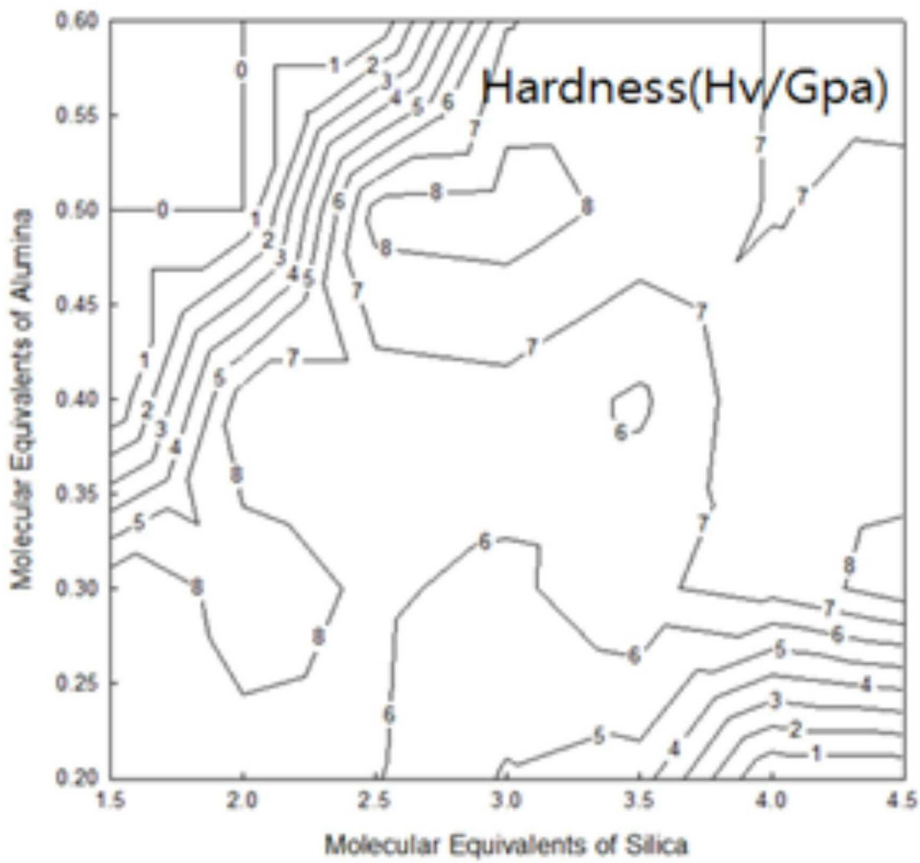
도면1



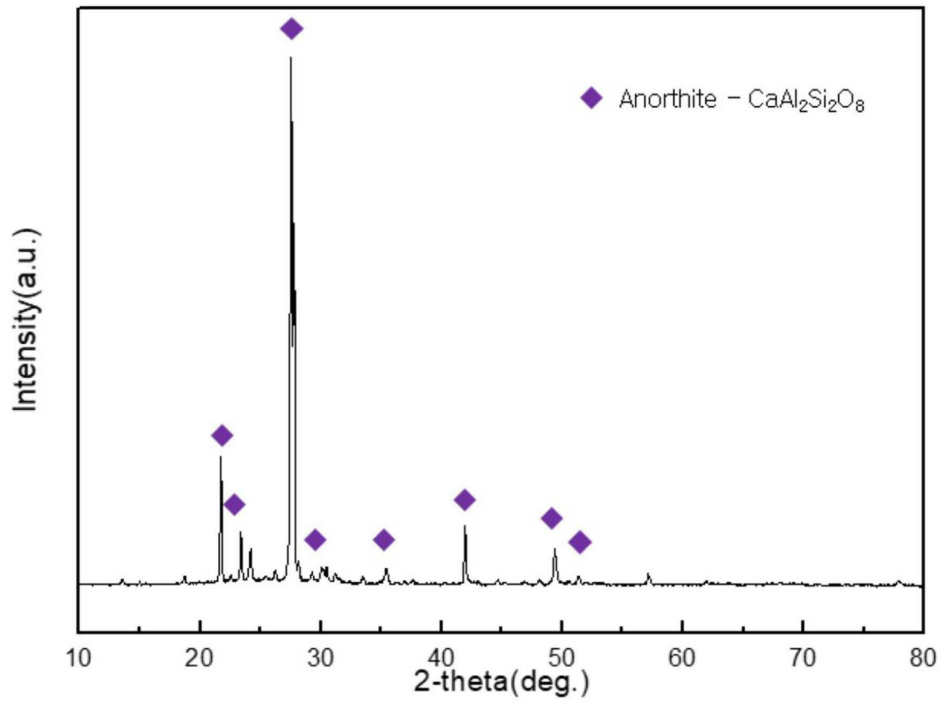
도면2



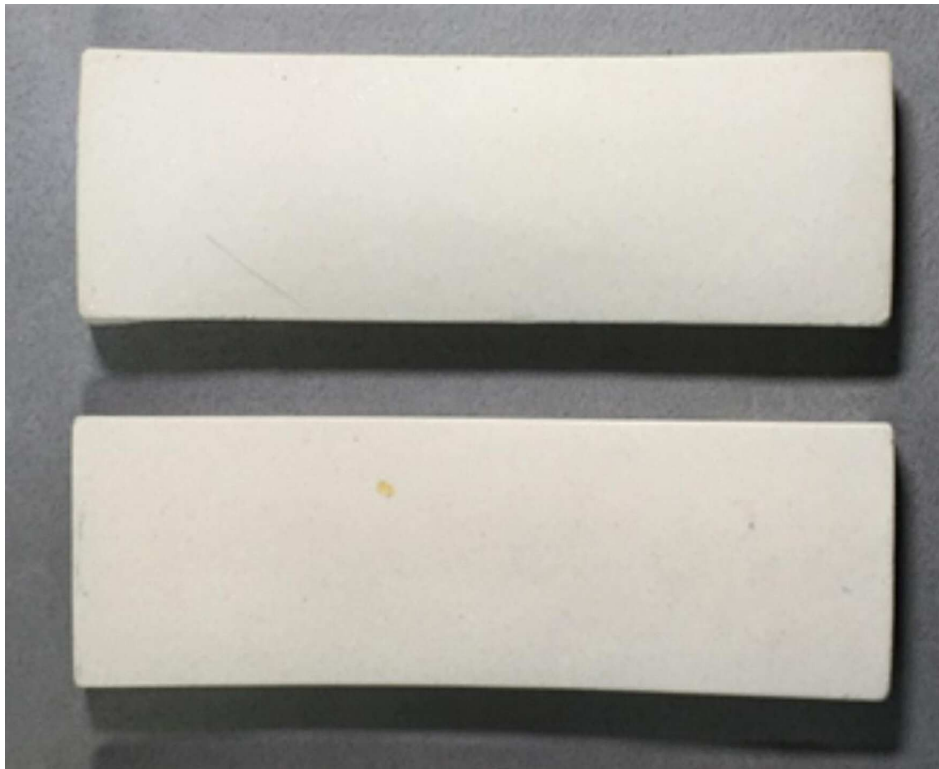
도면3



도면4



도면5



도면6

