



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0088145  
(43) 공개일자 2020년07월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B27K 3/32 (2006.01) B27D 1/00 (2006.01)  
B27N 1/02 (2006.01) B27N 3/02 (2006.01)  
C09K 21/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B27K 3/32 (2013.01)  
B27D 1/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0004782

(22) 출원일자 2019년01월14일

심사청구일자 2019년01월14일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)

(72) 발명자

이동호

경기도 고양시 일산동구 산두로 88, 111동 301호  
(마두동, 정발마을1단지건영빌라)

전관옥

충청남도 당진시 송악읍 북부산업로 1480

(74) 대리인

박상열, 최내윤

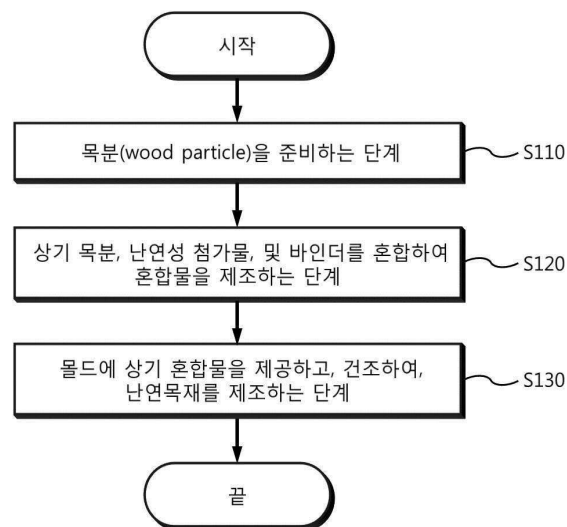
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 팽창흑연을 포함하는 난연목재 및 이의 제조방법

(57) 요약

목분(wood particle)을 준비하는 단계, 상기 목분, 난연성 첨가물, 및 바인더를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계, 및 몰드에 상기 혼합물을 제공하고, 건조하여, 난연목재를 제조하는 단계를 포함하는 난연목재의 제조 방법이 제공될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*B27N 1/0209* (2013.01)

*B27N 3/02* (2013.01)

*C09K 21/06* (2013.01)

*B27K 2240/30* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

목분(wood particle)을 준비하는 단계;

상기 목분, 난연성 첨가물, 및 바인더를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계; 및

몰드에 상기 혼합물을 제공하고, 건조하여, 난연목재를 제조하는 단계를 포함하는 난연목재의 제조 방법.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 난연성 첨가물은,

복수의 탄소 고리가 a 및 b축으로 연결된 복수의 층이 c축 방향으로 적층된 구조체에서, 이격된 상기 복수의 층간이 c축 방향으로 팽창한 것을 포함하는 난연목재의 제조 방법.

#### 청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 혼합물에 첨가되는 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록, 상기 난연목재의 난연성이 증가하는 것을 포함하는 난연목재의 제조 방법.

#### 청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물은 25 wt% 이상 첨가되는 것을 포함하는 난연목재의 제조 방법.

#### 청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 혼합물은, 무기질 물질, 또는 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나를 더 포함하는 난연목재의 제조 방법.

#### 청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 혼합물은  $Al_2O_3$  및  $SiO_2$ 를 포함하는 난연목재의 제조 방법.

#### 청구항 7

제5 항에 있어서,

상기 혼합물은  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , 및  $\text{MnO}$ 를 더 포함하는 난연목재의 제조 방법.

#### 청구항 8

목분; 및

상기 목분의 난연성을 향상시키는 난연성 첨가물이 바인더로 결합된 난연목재에 있어서,

상기 난연성 첨가물은, 복수의 탄소 고리가 a 및 b축으로 연결된 복수의 층이 c축 방향으로 적층된 구조체에서, 이격된 상기 복수의 층간이 c축 방향으로 팽창한 것을 포함하는 난연목재.

#### 청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물이 25 wt% 이상 첨가된 것을 포함하는 난연목재.

#### 청구항 10

제8 항에 있어서,

무기질 물질, 또는 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나를 더 포함하되,

$\text{Al}_2\text{O}_3$  및  $\text{SiO}_2$ 를 포함하고,

$\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , 및  $\text{MnO}$ 를 더 포함하는 난연목재.

#### 청구항 11

제1 난연목재로, 제8 항에 따른 난연목재를 준비하는 단계;

상기 목분보다 크기가 큰 목재 조각(wood piece), 상기 목분, 상기 난연성 첨가물, 및 상기 바인더를 혼합하여 제2 혼합물을 제조하는 단계;

물드에 상기 제2 혼합물을 제공하고, 건조하여, 제2 난연목재를 제조하는 단계; 및

복수의 상기 제1 난연목재 사이에 단일의 상기 제2 난연목재를 샌드위치 구조로 배치하고, 열압착하여, 난연성 목재보드를 제조하는 단계를 포함하는 난연성 목재보드의 제조 방법.

#### 청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 제2 혼합물은,

무기질 물질, 또는 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나를 더 포함하되,

$\text{Al}_2\text{O}_3$  및  $\text{SiO}_2$ 를 포함하고,

$\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , 및  $\text{MnO}$ 를 더 포함하는 난연성 목재보드의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 난연목재 및 이의 제조방법에 관련된 것으로, 상세하게는, 복수의 탄소 고리가 a 및 b축으로 연결된 복수의 층이 c축 방향으로 적층된 구조체에서, 이격된 상기 복수의 층간이 c축 방향으로 팽창하는 난연성 첨가물을 포함하는 난연목재, 그를 포함하는 난연목재 및 이의 제조방법에 관련된 것이다.

## 배경 기술

[0003] 인간의 주거와 관련된 건축 양식과 건축용 재료는, 과학 문명의 발전과 더불어 빠르게 변화하고 발전해 왔으며, 건축재료로 주로 사용되고 있는 목재도, 주거 환경의 개선에 따라 다양하게 개발되고 사용되어 왔다. 현재까지 화재 발생에 따른 인명과 재산의 피해를 최소화하고 보호하기 위한 수 많은 연구와 개선 활동이 지속되어 왔으나, 아직도 주거지와 산업 현장에서 다양한 화재 사고가 빈번하게 발생하고 있어, 사회적 및 인적 손실 또한 과거와 비교하여 크게 확대되어 나타나고 있는 실정이다.

[0004] 이러한 화재 사고의 피해를 최소화 하기 위해, 인간이 거주하고 이용하는 건축물의 실내 및 실외의 건축재료를 열과 연소에 강한 재료로 사용하는 것을 적극적으로 권장하며, 법적으로도 점차 의무화하고 있는 추세이다. 또한, 최근 탄소 나노물질과 같은 물질들을 이용한 난연제를 포함하는 복합재료의 연구 개발이 국내 및 해외에서 활발히 이루어지고 있다.

[0005] 하지만, 제작상의 경제성과 실용성 면에서 아직까지 해결해야 할 난제가 많은 상황에 놓여 있다. 더 나아가, 건축 구조물의 지하화 및 고층화가 가속 되어감에 따라, 화재 발생시 피해 규모도 더욱 대형화되는 추세로 나타나고 있다. 이에 따라, 보다 안전한 건축용 내장재에 대한 개발이 필요한 실정이다.

[0006] 특히, 건축용 내장재 가운데 다수는, 목재 또는 목분 재료가 이용되고 있다. 예를 들어, 국제특허 공개공보 W02016199969A1에는, 바닥에 설치되는 목재 마루용 적층블록 구조체에 있어서, 변부의 상부단턱과 하부단턱에 의해 중형으로 맞물리고, 내부에 위치 고정을 위한 고정단턱을 지니는 합판, 상기 합판의 저면에 점형패드와 선형패드 중 적어도 하나를 부착하여 충격을 흡수하는 완충재, 및 상기 합판의 고정단턱에 수용되어 바닥 상에서 위치를 유지하는 클립을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 목재 마루용 적층블록 구조체가 개시되어 있다.

[0007] 그러나, 건축용 내장재에 사용되고 있는 목재 또는 목분 재료가 다른 재료에 비교해 화재에 매우 취약한 특성을 가지고 있는 것에 따라, 목분 재료의 단점을 보완한 난연목재의 개발이 필요한 실정이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 복수의 탄소 고리가 a 및 b축으로 연결된 복수의 층이 c축 방향으로 적층된 구조체에서, 이격된 상기 복수의 층간이 c축 방향으로 팽창한 난연성 첨가물을 포함하는 난연목재의 제조 방법을 제공하는 데 있다.

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 목분 대비 난연성 첨가물이 25 wt% 이상 첨가되는 난연목재의 제조 방법을 제공하는 데 있다.

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 무기질 물질, 또는 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나를 더 포함하는 난연목재의 제조 방법을 제공하는 데 있다.

[0012] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 목분을 포함하는 복수의 제1 난연목재 사이에, 상기 목분보다 크기가 큰 목재 조각을 포함하는 단일의 제2 난연목재가 샌드위치 구조로 배치된 난연성 목재보드의 제조 방법을 제공하는 데 있다.

[0013] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 무기질 물질, 또는 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나를 더 포함하는 난연성 목재보드의 제조 방법을 제공하는 데 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0015] 상술된 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 난연목재의 제조 방법을 제공한다.
- [0016] 일 실시 예에 따르면, 상기 난연목재의 제조 방법은, 목분(wood particle)을 준비하는 단계, 상기 목분, 난연성 첨가물, 및 바인더를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계, 및 몰드에 상기 혼합물을 제공하고, 건조하여, 난연목재를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 일 실시 예에 따르면, 상기 난연성 첨가물은, 복수의 탄소 고리가 a 및 b축으로 연결된 복수의 층이 c축 방향으로 적층된 구조체에서, 이격된 상기 복수의 층간이 c축 방향으로 팽창한 것을 포함할 수 있다.
- [0018] 일 실시 예에 따르면, 상기 혼합물에 첨가되는 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록, 상기 난연목재의 난연성이 증가할 수 있다.
- [0019] 일 실시 예에 따르면, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물은 25 wt% 이상 첨가될 수 있다.
- [0020] 일 실시 예에 따르면, 상기 혼합물은, 무기질 물질, 또는 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 일 실시 예에 따르면, 상기 혼합물은  $Al_2O_3$  및  $SiO_2$ 를 포함할 수 있다.
- [0022] 일 실시 예에 따르면, 상기 혼합물은 CaO, MgO,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ , 및 MnO를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 상술된 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 난연목재를 제공한다.
- [0024] 일 실시 예에 따르면, 상기 난연목재는, 목분, 및 상기 목분의 난연성을 향상시키는 난연성 첨가물이 바인더로 결합된 난연목재에 있어서, 상기 난연성 첨가물은, 복수의 탄소 고리가 a 및 b축으로 연결된 복수의 층이 c축 방향으로 적층된 구조체에서, 이격된 상기 복수의 층간이 c축 방향으로 팽창한 것을 포함할 수 있다.
- [0025] 일 실시 예에 따르면, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물이 25 wt% 이상 첨가될 수 있다.
- [0026] 일 실시 예에 따르면, 무기질 물질, 또는 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나를 더 포함하되,  $Al_2O_3$  및  $SiO_2$ 를 포함하고, CaO, MgO,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ , 및 MnO를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 상술된 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 난연성 목재보드의 제조 방법을 제공한다.
- [0028] 일 실시 예에 따르면, 상기 난연성 목재보드의 제조 방법은, 제1 난연목재로, 본 발명에 따른 난연목재를 준비하는 단계, 상기 목분보다 크기가 큰 목재 조각(wood piece), 상기 목분, 상기 난연성 첨가물, 및 상기 바인더를 혼합하여 제2 혼합물을 제조하는 단계, 몰드에 상기 제2 혼합물을 제공하고, 건조하여, 제2 난연목재를 제조하는 단계, 및 복수의 상기 제1 난연목재 사이에 단일의 상기 제2 난연목재를 샌드위치 구조로 배치하고, 열압착하여, 난연성 목재보드를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0029] 일 실시 예에 따르면, 무기질 물질, 또는 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나를 더 포함하되,  $Al_2O_3$  및  $SiO_2$ 를 포함하고, CaO, MgO,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ , 및 MnO를 더 포함할 수 있다.

## 발명의 효과

- [0031] 본 발명의 실시 예에 따르면, 목분(wood particle)을 준비하는 단계, 상기 목분, 난연성 첨가물, 및 바인더를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계, 및 몰드에 상기 혼합물을 제공하고, 건조하여, 난연목재를 제조하는 단계를 포함하는 난연목재의 제조 방법이 제공될 수 있다. 상기 난연성 첨가물은, 복수의 탄소 고리가 a 및 b축으로 연결된 복수의 층이 c축 방향으로 적층된 구조체에서, 이격된 상기 복수의 층간이 c축 방향으로 팽창한 것을 포함할 수 있다. 또한, 상기 혼합물은, 무기질 물질, 또는 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0032] 이에 따라, ISO 난연목재의 기준(난연목재의 총 열방출률이  $8 \text{ MJ/m}^2$  이하)을 만족하며, 성형성, 내화성, 및 난연성이 향상된 난연목재를 제공할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0034]

도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 난연목재의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 난연성 첨가물을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 난연성 목재보드의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 난연성 목재보드를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실험 예에 따른 목분의 사진이다.

도 6은 본 발명의 실험 예에 따른 난연성 첨가물의 사진이다.

도 7 a는 본 발명의 실험 예 1-1에 따른 난연목재의 사진이다.

도 7 b는 본 발명의 실험 예 1-2에 따른 난연목재의 사진이다.

도 7 c는 본 발명의 실험 예 1-3에 따른 난연목재의 사진이다.

도 7 d는 본 발명의 실험 예 1-4에 따른 난연목재의 사진이다.

도 7 e는 본 발명의 실험 예 1-5에 따른 난연목재의 사진이다.

도 8 a는 본 발명의 실험 예 1-6에 따른 난연목재의 사진이다.

도 8 b는 본 발명의 실험 예 1-7에 따른 난연목재의 사진이다.

도 8 c는 본 발명의 실험 예 1-8에 따른 난연목재의 사진이다.

도 8 d는 본 발명의 실험 예 1-9에 따른 난연목재의 사진이다.

도 9는 본 발명의 실험 예 1-1(EG 0%) 내지 1-9(EG 50%)에 따른 난연목재의 열방출률(HRR; heat release rate)을 나타내는 그래프이다.

도 10은 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재의 총 열방출률(THR; total heat release rate)을 나타내는 그래프이다.

도 11은 본 발명의 실험 예 1-1에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터(cone calorimeter) 실험 수행 후의 사진이다.

도 12는 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 전의 질량(initial mass), 실험 수행 후의 질량(last mass), 및 질량 감소율(mass loss rate)을 나타내는 그래프이다.

도 13은 콘 칼로리미터 실험 수행 후에, 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재의 팽창률(expansion rate) 및 난연성 첨가물(mass of expanded layer)의 질량을 나타내는 그래프이다.

도 14는 연소되는 경우에, 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재의 온도 변화 특성을 나타내는 그래프이다.

도 15는 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재의 열전도율(thermal conductivity)을 나타내는 그래프이다.

도 16은 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재의 열저항(thermal resistance)을 나타내는 그래프이다.

도 17 a는 본 발명의 실험 예 2-1에 따른 난연목재의 사진이다.

도 17 b는 본 발명의 실험 예 2-2에 따른 난연목재의 사진이다.

도 17 c는 본 발명의 실험 예 2-3에 따른 난연목재의 사진이다.

도 17 d는 본 발명의 실험 예 2-4에 따른 난연목재의 사진이다.

도 18 a는 본 발명의 실험 예 3-1에 따른 난연목재의 사진이다.

도 18 b는 본 발명의 실험 예 3-2에 따른 난연목재의 사진이다.

도 18 c는 본 발명의 실험 예 3-3에 따른 난연목재의 사진이다.

도 18 d는 본 발명의 실험 예 3-4에 따른 난연목재의 사진이다.

- 도 19는 본 발명의 실험 예 2-1에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이다.
- 도 20은 본 발명의 실험 예 2-2에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이다.
- 도 21은 본 발명의 실험 예 2-3에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이다.
- 도 22는 본 발명의 실험 예 2-4에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이다.
- 도 23은 본 발명의 실험 예 2-1 내지 2-4에 따른 난연목재의 총 열방출률을 나타내는 그래프이다.
- 도 24는 본 발명의 실험 예 2-1 내지 2-4에 따른 난연목재의 질량 감소율을 나타내는 그래프이다.
- 도 25 a는 본 발명의 실험 예 2-1에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 25 b는 본 발명의 실험 예 2-2에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 25 c는 본 발명의 실험 예 2-3에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 25 d는 본 발명의 실험 예 2-4에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 26 a는 본 발명의 실험 예 2-1에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 26 b는 본 발명의 실험 예 2-2에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 26 c는 본 발명의 실험 예 2-3에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 26 d는 본 발명의 실험 예 2-4에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 27은 본 발명의 실험 예 3-1에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이다.
- 도 28은 본 발명의 실험 예 3-2에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이다.
- 도 29는 본 발명의 실험 예 3-3에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이다.
- 도 30은 본 발명의 실험 예 3-4에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이다.
- 도 31 a는 본 발명의 실험 예 3-1에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 31 b는 본 발명의 실험 예 3-2에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 31 c는 본 발명의 실험 예 3-3에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 31 d는 본 발명의 실험 예 3-4에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 32 a는 본 발명의 실험 예 3-1에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 32 b는 본 발명의 실험 예 3-2에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 32 c는 본 발명의 실험 예 3-3에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이다.
- 도 32 d는 본 발명의 실험 예 3-4에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035]

이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명할 것이다. 그러나 본 발명의 기술적 사상은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

- [0036] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0037] 또한, 본 명세서의 다양한 실시 예들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 따라서, 어느 한 실시 예에 제1 구성요소로 언급된 것이 다른 실시 예에서는 제2 구성요소로 언급될 수도 있다. 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시 예도 포함한다. 또한, 본 명세서에서 '및/또는'은 전후에 나열한 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용되었다.
- [0038] 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 또한, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.
- [0039] 또한, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.
- [0041] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 난연목재의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 난연성 첨가물을 설명하기 위한 도면이고, 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 난연성 목재보드의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 난연성 목재보드를 설명하기 위한 도면이다.
- [0042] 도 1을 참조하면, 목분(wood particle, 11)이 준비될 수 있다(S110). 일 실시 예에 따르면, 상기 목분(11)은 225~275 ° C 온도 범위에서 발열하는 다공성 가연 물질일 수 있다. 이에 따라, 화재 시에 상기 목분(11) 내부의 공극에 존재하는 산소원에 의해 소화(消火, fire extinguishing)가 어려울 수 있다. 예를 들어, 상기 목분(11)은 상용화된 합성 목재로부터 제조된 80~100 메쉬(mesh)의 나무 분말일 수 있다.
- [0043] 따라서, 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 목분(11)의 난연성을 향상시키기 위해, 상기 목분(11)에, 난연성 첨가물(12), 및 바인더가 혼합되어 혼합물이 제조될 수 있다(S120). 도 2를 참조하여 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 난연성 첨가물(12)은, 복수의 탄소 고리(13)가 a 및 b축으로 연결된 복수의 층이 c축 방향으로 적층된 구조체에서, 이격된 상기 복수의 층간이 c축 방향으로 팽창한 것을 포함할 수 있다. 이러한 상기 난연성 첨가물(12)의 구조적 특성으로 인해, 상기 목분(11) 및 상기 난연성 첨가물(12)이 혼합되는 경우, 상기 목분(11)의 가연성을 상기 난연성 첨가물(12)이 보완하여, 후술되는 단계에서 제조되는 난연목재(10)의 난연성이 향상될 수 있다. 예를 들어, 상기 난연성 첨가물(12)은 80 메쉬의 탄소 분말(탄소 93.8 % 포함)일 수 있다.
- [0044] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 목분(11)의 난연성을 향상시키기 위해, 상기 목분(11) 및 상기 난연성 첨가물(12)이 혼합되는 경우, 상기 바인더가 첨가될 수 있고, 이에 따라, 상기 목분(11) 및 상기 난연성 첨가물(12)이 용이하게 결합되어 상기 혼합물이 제조될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 바인더는 상용화된 접착제일 수 있다. 예를 들어, 상기 접착제는 풀(glue)일 수 있다.
- [0045] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 혼합물에 첨가되는 상기 난연성 첨가물(12)의 양이 증가할수록, 후술되는 단계에서 제조되는 난연목재(10)의 난연성이 향상될 수 있다. 예를 들어, 상기 목분(11) 대비 상기 난연성 첨가물(12)은 25 wt% 이상 첨가될 수 있다.
- [0046] 몰드에 상기 혼합물이 제공되고, 건조되어, 난연목재(10)가 제조될 수 있다(S130). 일 실시 예에 따르면, 가로 100 mm, 세로 100 mm, 및 높이 12 mm의 몰드에 상기 혼합물이 제공되고, 80 ° C에서 6 일 동안 건조되어, 상기 난연목재(10)가 제조될 수 있다.
- [0047] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 혼합물에, 무기질 물질, 또는 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나가 더 포함될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 혼합물에 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 SiO<sub>2</sub>가 포함될 수 있다. 또한, 상기 혼합물에 CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, 및 MnO가 더 포함될 수 있다. 상기 혼합물에, 상기 무기질 물질, 또는 상기 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나가 더 포함되는 것에 의해, 상기 난연목재(10)의 성형

성, 내화성, 및 난연성이 향상될 수 있다.

- [0048] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 난연성 목재보드(30)가 제공될 수 있다. 상기 난연성 목재보드(30)가 제공되기 위해, 제1 난연목재로, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 난연목재(10)가 준비될 수 있다(S210). 상술된 바와 같이, 상기 난연목재 즉, 상기 제1 난연목재(10)는, 상기 목분(11), 상기 난연성 첨가물(12), 및 상기 바인더가 혼합된 상기 혼합물이 몰드에 제공되고, 건조되는 공정을 통해 준비될 수 있다. 도 2를 참조하여 상술된 바와 같이, 상기 난연목재(10)는, 복수의 탄소 고리(13)가 a 및 b축으로 연결된 복수의 층이 c축 방향으로 적층된 구조체에서, 이격된 상기 복수의 층간이 c축 방향으로 팽창한 것을 포함할 수 있다. 이에 따라, 상기 제1 난연목재(10)의 난연성이 향상될 수 있다.
- [0049] 상기 목분(11)보다 크기가 큰 목재 조각(wood piece, 21), 상기 목분(11), 상기 난연성 첨가물(12), 및 상기 바인더가 혼합되어 제2 혼합물이 제조될 수 있다(S220). 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 혼합물에 상기 목분(11)보다 크기가 큰 상기 목재 조각(21)이 포함되는 것에 의해, 후술되는 단계에서 상기 제2 혼합물로부터 제조되는 제2 난연목재(20)의 밀도가 상기 제1 난연목재(10)보다 상대적으로 낮을 수 있다.
- [0050] S120 단계에서 상술된 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 목재 조각(21) 및 상기 목분(11)의 난연성을 향상시키기 위해, 상기 목재 조각(21), 상기 목분(11), 및 상기 난연성 첨가물(12)이 혼합되는 경우, 상기 바인더가 첨가될 수 있고, 이에 따라, 상기 목재 조각(21), 상기 목분(11), 및 상기 난연성 첨가물(12)이 용이하게 결합되어 상기 제2 혼합물이 제조될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 바인더는 상용화된 접착제일 수 있다.
- [0051] 몰드에 상기 제2 혼합물이 제공되고, 건조되어, 제2 난연목재(20)가 제조될 수 있다(S230). S130 단계에서 상술된 바와 같이, 기준 크기의 몰드에 상기 혼합물이 제공되고, 상온보다 높은 온도에서 건조되어, 상기 제2 난연목재(20)가 제조될 수 있다.
- [0052] 이후, 도 4에 도시된 바와 같은 샌드위치 구조로, 복수의 상기 제1 난연목재(10) 사이에 단일의 상기 제2 난연목재(20)가 배치될 수 있고, 이후, 열압착되어, 난연성 목재보드(30)가 제조될 수 있다(S240). 상술된 바와 같이, 상기 제2 난연목재(20)에 포함된 상기 목재 조각(21)은 상기 제1 및 제2 난연목재(10 및 20)에 포함된 목분(11)보다 크기가 클 수 있다. 따라서, 상기 제2 난연목재(20)의 밀도가 상기 제1 난연목재(10)보다 상대적으로 낮을 수 있다. 상기 제2 난연목재(20)가 상기 제1 난연목재(10)보다 밀도가 낮은 것에 의해, 상기 제2 난연목재(20)가 상기 제1 난연목재(10)보다 가벼울 수 있다. 따라서, 복수의 상기 제1 난연목재(10)를 표층에 포함하고, 단일의 상기 제2 난연목재(20)를 심층에 포함하는 상기 난연성 목재보드(30)가 경량화될 수 있다.
- [0053] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 제2 혼합물은, 무기질 물질, 또는 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나를 더 포함하되,  $Al_2O_3$  및  $SiO_2$ 를 포함하고,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ , 및  $MnO$ 를 더 포함할 수 있다. 상기 제2 혼합물에, 상기 무기질 물질, 또는 상기 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나가 더 포함되는 것에 의해, 상기 제2 난연목재(20)의 성형성, 내화성, 및 난연성이 향상될 수 있다. 또한 상술된 바와 같이, 상기 무기질 물질, 또는 상기 무기질 및 유기질의 혼합물질 중에서 적어도 어느 하나가 더 포함되어, 상기 제1 난연목재(10)가 제조될 수 있고, 이에 따라, 상기 제1 난연목재(10)의 성형성, 내화성, 및 난연성이 향상될 수 있다. 이에 따라, 상기 제1 및 제2 난연목재(10 및 20)를 포함하는 상기 난연성 목재보드(30)의 성형성, 내화성, 및 난연성이 더불어 향상될 수 있다.
- [0054] 이하, 본 발명의 변형 예가 설명된다.
- [0055] 본 발명의 제1 변형 예에 따르면, 상기 무기질 물질, 또는 상기 무기질 및 유기질의 혼합물질은, 과립화되어 제공될 수 있다. 구체적으로, 상기 혼합물 또는 상기 제2 혼합물을 제조하는 단계에서, 상기 무기질 물질, 또는 상기 무기질 및 유기질의 혼합물질이 후술되는 공정에 따라 제조되어 제공될 수 있다.
- [0056] 상기 제1 변형 예에 따르면, 씨드(seed)가 준비될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 씨드는 금속 또는 세라믹 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 상기 씨드에 용액이 제공될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 용액은 물(water)일 수 있다. 상기 씨드 및 상기 용액에, 상기 무기질 물질, 또는 상기 무기질 및 유기질의 혼합물질이 제공되고, 셰이킹(shaking)되어, 과립화된 상기 무기질 물질, 또는 상기 무기질 및 유기질의 혼합물질이 제조될 수 있다.
- [0057] 본 발명의 제2 변형 예에 따르면, 상기 무기질 물질, 또는 상기 무기질 및 유기질의 혼합물질을 과립화하여 제조된 과립상은, 서로 다른 크기로 제공될 수 있다. 구체적으로, 상술된 본 발명의 변형 예에 따른 상기 무기질

물질, 또는 상기 무기질 및 유기질의 혼합물질을 과립화하는 공정의 시간을 조절하여, 상기 과립상의 크기가 제어될 수 있다. 예를 들어, 상기 과립화하는 공정이 오랜 시간 동안 수행되는 경우, 상기 과립상의 크기가 커질 수 있다.

[0058] 상기 제2 변형 예에 따르면, 상기 과립상 중에서, 상대적으로 작은 과립상에는 상대적으로 큰 과립상보다 더 적은 수의 공극이 포함될 수 있다. 이에 따라, 상기 상대적으로 작은 과립상을 포함하는 상기 제1 또는 제2 난연목재는, 상기 상대적으로 큰 과립상을 포함하는 상기 제1 또는 제2 난연목재보다 난연성이 향상될 수 있다. 한편, 상기 상대적으로 큰 과립상을 포함하는 상기 제1 또는 제2 난연목재는, 더 많은 수의 공극을 포함하는 것에 따라, 경량화될 수 있다.

[0060] 이하, 본 발명의 구체적인 실험 예가 설명된다.

[0062] 실험 예 1-1에 따른 난연목재의 제조

[0063] 목분으로, 상용화된 합성 목재로부터 제조된 80~100 메쉬(mesh)의 나무 분말 33.3 g을 준비하였다.

[0064] 상기 목분 및 풀을 혼합하여 혼합물을 제조하였다.

[0065] 가로 100 mm, 세로 100 mm, 및 높이 12 mm의 몰드에 상기 혼합물을 제공하고, 80 ° C에서 6 일 동안 건조하여, 실험 예 1-1에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0067] 실험 예 1-2에 따른 난연목재의 제조

[0068] 상술된 실험 예 1-1에서, 난연성 첨가물로, 80 메쉬의 탄소 분말(탄소 93.8 % 포함)을 준비하였다.

[0069] 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물 5 wt%를 혼합하여, 실험 예 1-2에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0071] 실험 예 1-3에 따른 난연목재의 제조

[0072] 상술된 실험 예 1-2에서, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물 10 wt%를 혼합하여, 실험 예 1-3에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0074] 실험 예 1-4에 따른 난연목재의 제조

[0075] 상술된 실험 예 1-2에서, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물 15 wt%를 혼합하여, 실험 예 1-4에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0077] 실험 예 1-5에 따른 난연목재의 제조

[0078] 상술된 실험 예 1-2에서, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물 20 wt%를 혼합하여, 실험 예 1-5에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0080] 실험 예 1-6에 따른 난연목재의 제조

[0081] 상술된 실험 예 1-2에서, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물 25 wt%를 혼합하여, 실험 예 1-6에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0083] 실험 예 1-7에 따른 난연목재의 제조

[0084] 상술된 실험 예 1-2에서, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물 30 wt%를 혼합하여, 실험 예 1-7에 따른 난연목재

를 제조하였다.

[0086] 실험 예 1-8에 따른 난연목재의 제조

[0087] 상술된 실험 예 1-2에서, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물 40 wt%를 혼합하여, 실험 예 1-8에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0089] 실험 예 1-9에 따른 난연목재의 제조

[0090] 상술된 실험 예 1-2에서, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물 50 wt%를 혼합하여, 실험 예 1-9에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0092] 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재는 아래 [표 1]과 같이 정리될 수 있다.

표 1

| 난연목재     | 난연성 첨가물              | 목분     |
|----------|----------------------|--------|
| 실험 예 1-1 | 0.0 g(목분 대비 0 wt%)   | 33.3 g |
| 실험 예 1-2 | 1.7 g(목분 대비 5 wt%)   |        |
| 실험 예 1-3 | 3.3 g(목분 대비 10 wt%)  |        |
| 실험 예 1-4 | 5.0 g(목분 대비 15 wt%)  |        |
| 실험 예 1-5 | 6.7 g(목분 대비 20 wt%)  |        |
| 실험 예 1-6 | 8.3 g(목분 대비 25 wt%)  |        |
| 실험 예 1-7 | 10.0 g(목분 대비 30 wt%) |        |
| 실험 예 1-8 | 13.3 g(목분 대비 40 wt%) |        |
| 실험 예 1-9 | 16.7 g(목분 대비 50 wt%) |        |

[0095] 실험 예 2-1에 따른 난연목재의 제조

[0096] 상술된 실험 예 1-1에서, 상기 목분을 100 g 혼합하여, 실험 예 2-1에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0098] 실험 예 2-2에 따른 난연목재의 제조

[0099] 상술된 실험 예 2-1에서, 난연성 첨가물 10 g을 혼합하여, 실험 예 2-2에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0101] 실험 예 2-3에 따른 난연목재의 제조

[0102] 상술된 실험 예 2-1에서, 난연성 첨가물 20 g을 혼합하여, 실험 예 2-3에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0104] 실험 예 2-4에 따른 난연목재의 제조

[0105] 상술된 실험 예 2-1에서, 난연성 첨가물 30 g을 혼합하여, 실험 예 2-4에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0107] 본 발명의 실험 예 2-1 내지 2-4에 따른 난연목재는 아래 [표 2]와 같이 정리될 수 있다.

표 2

| 난연목재 | 난연성 첨가물 | 목분 |
|------|---------|----|
|------|---------|----|

|          |      |       |
|----------|------|-------|
| 실험 예 2-1 | 0 g  | 100 g |
| 실험 예 2-2 | 10 g |       |
| 실험 예 2-3 | 20 g |       |
| 실험 예 2-4 | 30 g |       |

[0110] 실험 예 3-1에 따른 난연목재의 제조

[0111] 상술된 실험 예 2-1에서, 무기질 물질로  $Al_2O_3$ 를 준비하였다.

[0112] 상기 무기질 물질을 0~10 wt% 혼합하여, 실험 예 3-1에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0114] 실험 예 3-2에 따른 난연목재의 제조

[0115] 상술된 실험 예 3-1에서, 난연성 첨가물 10 wt%을 혼합하여, 실험 예 3-2에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0117] 실험 예 3-3에 따른 난연목재의 제조

[0118] 상술된 실험 예 3-1에서, 난연성 첨가물 20 wt%을 혼합하여, 실험 예 3-3에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0120] 실험 예 3-4에 따른 난연목재의 제조

[0121] 상술된 실험 예 3-1에서, 난연성 첨가물 30 wt%을 혼합하여, 실험 예 3-4에 따른 난연목재를 제조하였다.

[0123] 본 발명의 실험 예 3-1 내지 3-4에 따른 난연목재는 아래 [표 3]과 같이 정리될 수 있다.

표 3

| 난연목재     | 난연성 첨가물 | 목분     | 무기질 물질   |
|----------|---------|--------|----------|
| 실험 예 3-1 | 0 wt%   | 90 wt% | 0~10 wt% |
| 실험 예 3-2 | 10 wt%  | 80 wt% |          |
| 실험 예 3-3 | 20 wt%  | 70 wt% |          |
| 실험 예 3-4 | 30 wt%  | 60 wt% |          |

[0126] 도 5는 본 발명의 실험 예에 따른 목분의 사진이고, 도 6은 본 발명의 실험 예에 따른 난연성 첨가물의 사진이다.

[0127] 도 5를 참조하면, 상기 목분으로, 상용화된 합성 목재로부터 제조된 80~100 메쉬의 나무 분말이 이용될 수 있다. 또한, 도 6을 참조하면, 상기 난연성 첨가물로, 탄소를 93.8 % 포함하는 80 메쉬의 탄소 분말이 이용될 수 있다.

[0129] 도 7 a는 본 발명의 실험 예 1-1에 따른 난연목재의 사진이고, 도 7 b는 본 발명의 실험 예 1-2에 따른 난연목재의 사진이고, 도 7 c는 본 발명의 실험 예 1-3에 따른 난연목재의 사진이고, 도 7 d는 본 발명의 실험 예 1-4에 따른 난연목재의 사진이고, 도 7 e는 본 발명의 실험 예 1-5에 따른 난연목재의 사진이고, 도 8 a는 본 발명의 실험 예 1-6에 따른 난연목재의 사진이고, 도 8 b는 본 발명의 실험 예 1-7에 따른 난연목재의 사진이고, 도 8 c는 본 발명의 실험 예 1-8에 따른 난연목재의 사진이고, 도 8 d는 본 발명의 실험 예 1-9에 따른 난연목재의 사진이다.

[0130] 도 7 a 내지 도 8 d를 참조하면, 상기 혼합물에 첨가되는 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수

록, 상기 난연목재의 색이 어두워지는 것을 확인할 수 있다. 이는, 도 5에 도시된 상기 목분은 밝은 색을 띠지만, 도 6에 도시된 상기 난연성 첨가물이 어두운 색을 띠는 것에 의해, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록, 제조되는 상기 난연목재의 색이 어두워지기 때문일 수 있다.

[0132] 도 9는 본 발명의 실험 예 1-1(EG 0%) 내지 1-9(EG 50%)에 따른 난연목재의 열방출률(HRR; heat release rate)을 나타내는 그래프이다.

[0133] 도 9를 참조하면, 본 발명의 실험 예 1-1에 따른 난연목재의 최대 열방출률은  $190.35 \text{ kW/m}^2$ , 실험 예 1-2에 따른 난연목재의 최대 열방출률은  $129.02 \text{ kW/m}^2$ , 실험 예 1-3에 따른 난연목재의 최대 열방출률은  $91.53 \text{ kW/m}^2$ , 실험 예 1-4에 따른 난연목재의 최대 열방출률은  $71.68 \text{ kW/m}^2$ , 실험 예 1-5에 따른 난연목재의 최대 열방출률은  $57.25 \text{ kW/m}^2$ , 실험 예 1-6에 따른 난연목재의 최대 열방출률은  $46.72 \text{ kW/m}^2$ , 실험 예 1-7에 따른 난연목재의 최대 열방출률은  $41.59 \text{ kW/m}^2$ , 실험 예 1-8에 따른 난연목재의 최대 열방출률은  $18.50 \text{ kW/m}^2$ , 및 실험 예 1-9에 따른 난연목재의 최대 열방출률은  $12.15 \text{ kW/m}^2$ 로 순차적으로 감소되는 것을 관찰할 수 있다. 이에 따라, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록, 제조되는 상기 난연목재의 난연성이 향상되는 것을 알 수 있다.

[0135] 도 10은 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재의 총 열방출률(THR; total heat release rate)을 나타내는 그래프이다.

[0136] 도 10을 참조하면, 본 발명의 실험 예 1-1에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $38.63 \text{ MJ/m}^2$ , 실험 예 1-2에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $21.94 \text{ MJ/m}^2$ , 실험 예 1-3에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $16.78 \text{ MJ/m}^2$ , 실험 예 1-4에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $13.14 \text{ MJ/m}^2$ , 실험 예 1-5에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $10.11 \text{ MJ/m}^2$ , 실험 예 1-6에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $7.76 \text{ MJ/m}^2$ , 실험 예 1-7에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $6.86 \text{ MJ/m}^2$ , 실험 예 1-8에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $3.80 \text{ MJ/m}^2$ , 및 실험 예 1-9에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $2.50 \text{ MJ/m}^2$ 로 순차적으로 감소되는 것을 관찰할 수 있다. 이에 따라, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록, 제조되는 상기 난연목재의 난연성이 향상되는 것을 알 수 있다.

[0137] ISO 1182 및 ISO 5660-1에 의하면, 건축 자재용 난연목재의 난연 기준은, 아래 [표 4]와 같이 나타낼 수 있다.

표 4

| Item                                                                          | Semi<br>-noncombustible<br>material           | Flame retarding<br>material |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|
| THR<br>(Total heat release)<br>( $\text{MJ/m}^2$ )                            | Below $8 \text{ MJ/m}^2$                      |                             |
| Time that heat releaserate is<br>exceeded 200<br>$\text{kW/m}^2$ continuously | Below 10 sec                                  |                             |
| All core melt,penetrating<br>cracks, slot<br>change, etc.                     | No core melt, penetrating cracks, slot change |                             |
| Toxicity                                                                      | Experimental mouse<br>Activity over 9 min     |                             |
| Test time                                                                     | 10 min<br>(600 sec)                           | 5 min<br>(300 sec)          |

- [0140] [표 4]를 참조하면, 난연목재의 총 열방출률이  $8 \text{ MJ/m}^2$  이하인 경우, ISO 난연목재의 기준을 만족하는 것을 확인할 수 있다. 본 발명의 실험 예에 따르면, 실험 예 1-6에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $7.76 \text{ MJ/m}^2$ , 실험 예 1-7에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $6.86 \text{ MJ/m}^2$ , 실험 예 1-8에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $3.80 \text{ MJ/m}^2$ , 및 실험 예 1-9에 따른 난연목재의 총 열방출률은  $2.50 \text{ MJ/m}^2$ 인 것에 의해, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물이 25 wt% 이상 첨가되는 경우, ISO 난연목재의 기준을 만족하는 것을 알 수 있다.
- [0142] 도 11은 본 발명의 실험 예 1-1에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터(cone calorimeter) 실험 수행 후의 사진이다.
- [0143] 도 11을 참조하면, 상기 난연성 첨가물이 첨가되지 않은 상기 난연목재의 경우, 완전 연소되어 균열이 발생하고, 재(char)의 형태로 존재하는 것을 확인할 수 있다. 또한, 상기 난연성 첨가물을 포함하지 않는 것에 따라, 상기 난연목재가 연소되는 경우에 팽창되지 않은 것을 확인할 수 있다.
- [0145] 도 12는 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 전의 질량(initial mass), 실험 수행 후의 질량(last mass), 및 질량 감소율(mass loss rate)을 나타내는 그래프이다.
- [0146] 도 12를 참조하면, 본 발명의 실험 예 1-1에 따른 난연목재의 질량 감소율은 약 86 %, 실험 예 1-2에 따른 난연목재의 질량 감소율은 약 67.5 %, 및 실험 예 1-9에 따른 난연목재의 질량 감소율은 약 12.4 %로 감소되는 것을 관찰할 수 있다. 상기 난연목재에 포함된 상기 난연성 첨가물은 연소되는 경우에 팽창될 수 있다. 이에 따라, 상기 난연목재에 포함된 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록, 상기 난연목재가 연소되는 경우 더 많이 팽창될 수 있다. 따라서, 상기 난연목재의 열 전달이 저하되어 연소가 지연될 수 있고, 이에 따라, 상기 난연목재의 질량 감소율이 감소될 수 있다.
- [0148] 도 13은 콘 칼로리미터 실험 수행 후에, 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재의 팽창률(expansion rate) 및 난연성 첨가물(mass of expanded layer)의 질량을 나타내는 그래프이다.
- [0149] 도 13을 참조하면, 콘 칼로리미터 실험 수행 후에, 본 발명의 실험 예 1-2에 따른 난연성 첨가물의 질량은 14.87 g, 및 실험 예 1-9에 따른 난연성 첨가물의 질량은 4.52 g으로 감소한 것을 확인할 수 있다. 반면, 대응하는 상기 난연목재의 팽창률은 증가한 것을 관찰할 수 있다. 이는, 상기 난연목재에 포함된 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록, 상기 난연목재가 연소되는 경우, 상기 난연성 첨가물이 더 많이 팽창되어 질량이 감소하기 때문일 수 있다.
- [0151] 도 14는 연소되는 경우에, 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재의 온도 변화 특성을 나타내는 그래프이다.
- [0152] 도 14를 참조하면, 상기 난연목재에 포함된 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록, 상기 난연목재가 연소되는 경우, 상기 난연성 첨가물(expanded graphite layer temperature(T/C2))의 온도 및 상기 난연목재 중에서 연소되지 않는 부분(specimen bottom temperature(T/C3))의 온도 차가 작아지는 것을 확인할 수 있다.
- [0153]
- [0154] 도 15는 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재의 열전도율(thermal conductivity)을 나타내는 그래프이다.
- [0155] 도 15를 참조하면, 본 발명의 실험 예에 따른 난연성 첨가물( $K_{eg}$ ) 및 상기 난연목재 중에서 연소되지 않는 부분( $K_{np}$ )의 열전도율을 관찰할 수 있다. 본 발명의 실험 예 1-2에 따른 난연성 첨가물의 열전도율은  $23.419 \text{ W/mK}$ ,

및 실험 예 1-9에 따른 난연목재의 질량 열전도율은 7.827 W/mK로 대폭 감소된 것을 관찰할 수 있다. 한편, 본 발명의 실험 예 1-2에 따른 난연목재 중에서 연소되지 않는 부분의 열전도율은 0.458 W/mK, 및 실험 예 1-9에 따른 난연목재 중에서 연소되지 않는 부분의 질량 열전도율은 1.222 W/mK로 소폭 증가된 것을 관찰할 수 있다. 이에 따라, 상기 난연목재에 포함된 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록 더 많은 열전달을 차단하는 한편, 상기 난연목재 중에서 연소되지 않는 부분으로 열전달을 최소화하는 것을 알 수 있다.

[0157] 도 16은 본 발명의 실험 예 1-1 내지 1-9에 따른 난연목재의 열저항(thermal resistance)을 나타내는 그래프이다.

[0158] 도 16을 참조하면, 본 발명의 실험 예에 따른 난연성 첨가물( $R_{eg}$ ) 및 상기 난연목재 중에서 연소되지 않는 부분( $R_{wp}$ )의 열저항을 관찰할 수 있다. 상기 난연목재에 포함된 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록, 열저항이 평균 37.11% 증가되는 것을 관찰할 수 있다. 이에 따라, 상기 난연목재에 포함된 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록 열저항이 증가해 더 많은 열전달을 차단하는 것을 알 수 있다.

[0160] 도 17 a는 본 발명의 실험 예 2-1에 따른 난연목재의 사진이고, 도 17 b는 본 발명의 실험 예 2-2에 따른 난연목재의 사진이고, 도 17 c는 본 발명의 실험 예 2-3에 따른 난연목재의 사진이고, 도 17 d는 본 발명의 실험 예 2-4에 따른 난연목재의 사진이다. 도 18 a는 본 발명의 실험 예 3-1에 따른 난연목재의 사진이고, 도 18 b는 본 발명의 실험 예 3-2에 따른 난연목재의 사진이고, 도 18 c는 본 발명의 실험 예 3-3에 따른 난연목재의 사진이고, 도 18 d는 본 발명의 실험 예 3-4에 따른 난연목재의 사진이다.

[0161] 도 17 a 내지 도 18d를 참조하면, 상기 혼합물에 첨가되는 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록, 상기 난연목재의 색이 어두워지는 것을 확인할 수 있다. 이는, 상술된 바와 같이, 도 5에 도시된 상기 목분은 밝은 색을 띠지만, 도 6에 도시된 상기 난연성 첨가물이 어두운 색을 띠는 것에 의해, 상기 목분 대비 상기 난연성 첨가물의 양이 증가할수록, 제조되는 상기 난연목재의 색이 어두워지기 때문일 수 있다.

[0163] 도 19는 본 발명의 실험 예 2-1에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이고, 도 20은 본 발명의 실험 예 2-2에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이고, 도 21은 본 발명의 실험 예 2-3에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이고, 도 22는 본 발명의 실험 예 2-4에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이고, 도 23은 본 발명의 실험 예 2-1 내지 2-4에 따른 난연목재의 총 열방출률을 나타내는 그래프이고, 도 24는 본 발명의 실험 예 2-1 내지 2-4에 따른 난연목재의 질량 감소율을 나타내는 그래프이다.

[0164] 도 19 내지 도 24를 참조하면, 아래 [표 5]와 같이 정리될 수 있다.

표 5

|                                          | 실험 예<br>2-1 | 실험 예<br>2-2 | 실험 예<br>2-3 | 실험 예<br>2-4 | 판정    | ISO<br>난연목재 기<br>준              |
|------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|---------------------------------|
| 총 열방출률( $\text{MJ/m}^2$ )                | 27.0        | 14.8        | 9.9         | 7.0         | 일부 적합 | $8 \text{ MJ/m}^2$ 이하           |
| 열방출률이 $200\text{kW/m}^2$ 을연속하여 초과한<br>시간 | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | 적합    | 10 s 이하                         |
| 심재의 전부 용융, 관통하는균열 및<br>구멍 등의 변화          | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A   | 심재의 균열,<br>구멍<br>및 용융이 없<br>을 것 |
| 발화시간(sec)                                | 4           | 10          | 9           | 16          |       |                                 |
| PHRR( $\text{kW/m}^2$ )                  | 197.6       | 96.0        | 61.0        | 41.0        |       |                                 |
| 질량<br>변화                                 | 시험 전        | 47.6        | 51.8        | 51.8        | 55.4  |                                 |
|                                          | 시험 후        | 4.6         | 18.0        | 25.0        | 37.4  |                                 |
|                                          | 질량감소율(%)    | 90.3        | 65.2        | 51.7        | 32.5  |                                 |

[0167] [표 5]를 참조하면, 본 발명의 실험 예 2-4에 따른 난연목재의 경우, 총 열방출률이  $7.0 \text{ MJ/m}^2$ 인 것에 따라, ISO 난연목재의 기준(난연목재의 총 열방출률이  $8 \text{ MJ/m}^2$  이하)을 만족하는 것을 확인할 수 있다. 다시 말해, 상기 목분 100g 대비 상기 난연성 첨가물이 30 g 즉, 25 wt% 이상 첨가되는 경우, 난연목재로써 적합한 것을 알 수 있다.

[0169] 도 25 a는 본 발명의 실험 예 2-1에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이고, 도 25 b는 본 발명의 실험 예 2-2에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이고, 도 25 c는 본 발명의 실험 예 2-3에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이고, 도 25 d는 본 발명의 실험 예 2-4에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이다. 도 26 a는 본 발명의 실험 예 2-1에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이고, 도 26 b는 본 발명의 실험 예 2-2에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이고, 도 26 c는 본 발명의 실험 예 2-3에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이고, 도 26 d는 본 발명의 실험 예 2-4에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이다.

[0170] 도 25 a 내지 도 26 d를 참조하면, 본 발명의 실험 예 2-1에 따른 난연목재는 팽창하지 않고, 완전 연소되어 균열이 발생하고, 재의 형태로 존재하는 것을 확인할 수 있다. 반면에, 본 발명의 실험 예 2-2에 따른 난연목재는 25 mm 두께, 실험 예 2-3 및 실험 예 2-4에 따른 난연목재는 40 mm 두께로 팽창한 것을 알 수 있다. 이에 따라, 상기 난연목재에 상기 난연성 첨가물이 포함되는 경우, 상기 난연성 첨가물에 의해 상기 난연목재가 연소되는 경우 팽창하고, 상기 난연목재의 난연성이 향상되는 것을 알 수 있다.

[0172] 도 27은 본 발명의 실험 예 3-1에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이고, 도 28은 본 발명의 실험 예 3-2에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이고, 도 29는 본 발명의 실험 예 3-3에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이고, 도 30은 본 발명의 실험 예 3-4에 따른 난연목재의 열방출률 및 총 열방출률을 나타내는 그래프이다.

[0173] 도 27 내지 도 30을 참조하면, 아래 [표 6]과 같이 정리될 수 있다.

표 6

|                                          |          | 실험 예<br>3-1 | 실험 예<br>3-2 | 실험 예<br>3-3 | 실험 예<br>3-4 | 판정    | ISO<br>난연목재 기<br>준              |
|------------------------------------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|---------------------------------|
| 총 열방출률( $\text{MJ/m}^2$ )                |          | 23.7        | 15.7        | 9.0         | 6.7         | 일부 적합 | $8 \text{ MJ/m}^2$ 이하           |
| 열방출률이 $200\text{kW/m}^2$ 을연속하여 초과한<br>시간 |          | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | 적합    | 10 s 이하                         |
| 심재의 전부 용융, 관통하는균열 및<br>구멍 등의 변화          |          | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A   | 심재의 균열,<br>구멍<br>및 용융이 없<br>을 것 |
| 발화시간(sec)                                |          | 16          | 8           | 17          | 10          |       |                                 |
| PHRR( $\text{kW/m}^2$ )                  |          | 158.5       | 98.8        | 26.2        | 38.4        |       |                                 |
| 질량<br>변화                                 | 시험 전     | 43.6        | 54.1        | 49.4        | 50.0        |       |                                 |
|                                          | 시험 후     | 4.9         | 22.0        | 26.9        | 35.3        |       |                                 |
|                                          | 질량감소율(%) | 88.8        | 59.3        | 45.5        | 29.4        |       |                                 |

[0176] [표 6]을 참조하면, 본 발명의 실험 예 3-4에 따른 난연목재의 경우, 총 열방출률이  $6.7 \text{ MJ/m}^2$ 인 것에 따라, ISO 난연목재의 기준을 만족하는 것을 확인할 수 있다. 다시 말해, 상기 목분 60 wt% 대비 상기 난연성 첨가물이 30 wt% 첨가되는 경우, 난연목재로써 적합한 것을 알 수 있다. 한편, [표 6]을 통해 상술되었던, 실험 예 2-4에 따른 난연목재보다 총 열방출률이 더 작은 것을 확인할 수 있다. 이에 따라, 상기 난연목재에 상기 무기질 물질이 포함되는 경우, 상기 난연목재의 내화성 및 난연성이 향상되는 것을 알 수 있다.

[0178] 도 31 a는 본 발명의 실험 예 3-1에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이고, 도 31 b는 본 발명의 실험 예 3-2에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이고, 도 31 c는 본 발명의 실험 예 3-3에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이고, 도 31 d는 본 발명의 실험 예 3-4에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 팽창 형상을 보여주는 사진이다. 도 32 a는 본 발명의 실험 예 3-1에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이고, 도 32 b는 본 발명의 실험 예 3-2에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이고, 도 32 c는 본 발명의 실험 예 3-3에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이고, 도 32 d는 본 발명의 실험 예 3-4에 따른 난연목재의 콘 칼로리미터 실험 수행 후의 형상을 보여주는 사진이다.

[0179] 도 31 a 내지 도 32 d를 참조하면, 본 발명의 실험 예 3-1에 따른 난연목재는 팽창하지 않고, 완전 연소되어 균열이 발생하고, 재의 형태로 존재하는 것을 확인할 수 있다. 반면에, 본 발명의 실험 예 3-2에 따른 난연목재는 15 mm 두께, 실험 예 3-3 및 실험 예 3-4에 따른 난연목재는 50 mm 두께로 팽창한 것을 알 수 있다. 이에 따라, 상기 난연목재에 상기 난연성 첨가물 및 상기 무기질 물질이 포함되는 경우, 상기 난연성 첨가물에 의해 상기 난연목재가 연소되는 경우 팽창하고, 상기 난연목재의 난연성이 향상되는 것을 알 수 있다.

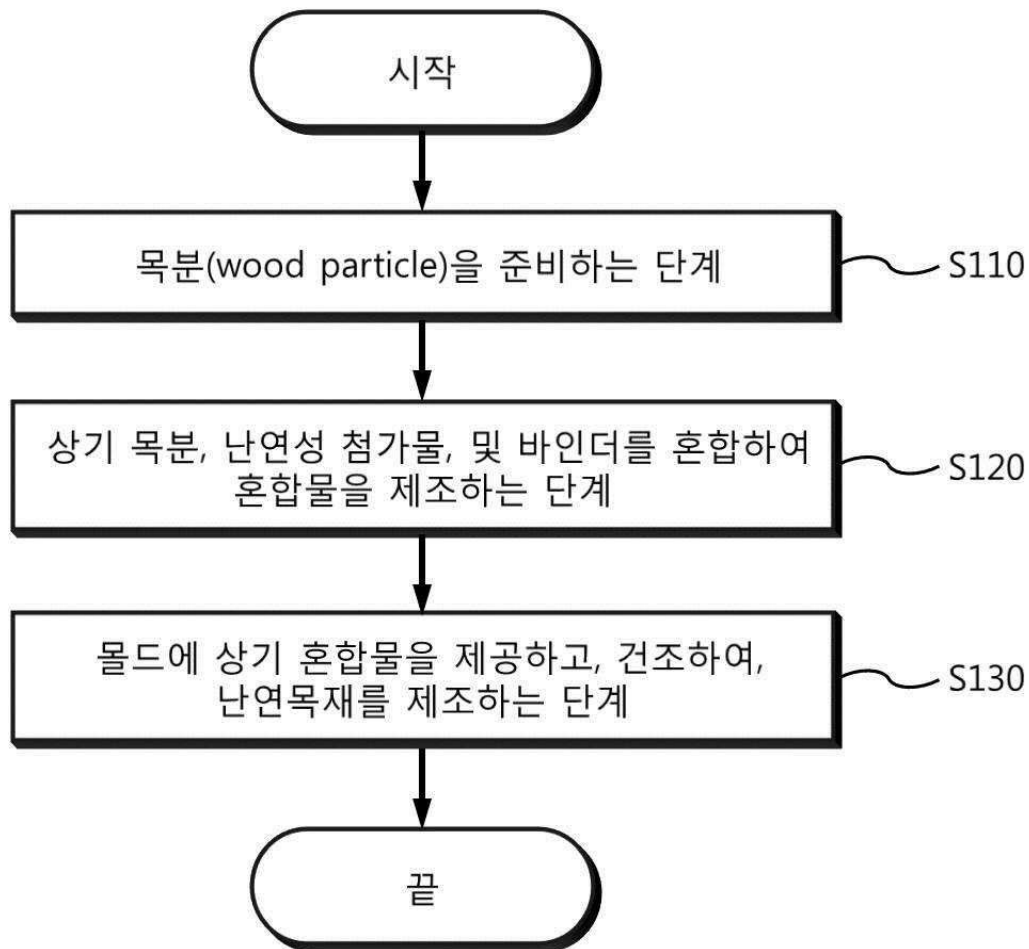
[0180] 이상, 본 발명의 실시 예에 따른 난연목재, 그를 포함하는 난연성 목재보드, 및 그들의 제조 방법에 대해 상세히 설명하였다. 본 발명을 바람직한 실시 예를 사용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

## 부호의 설명

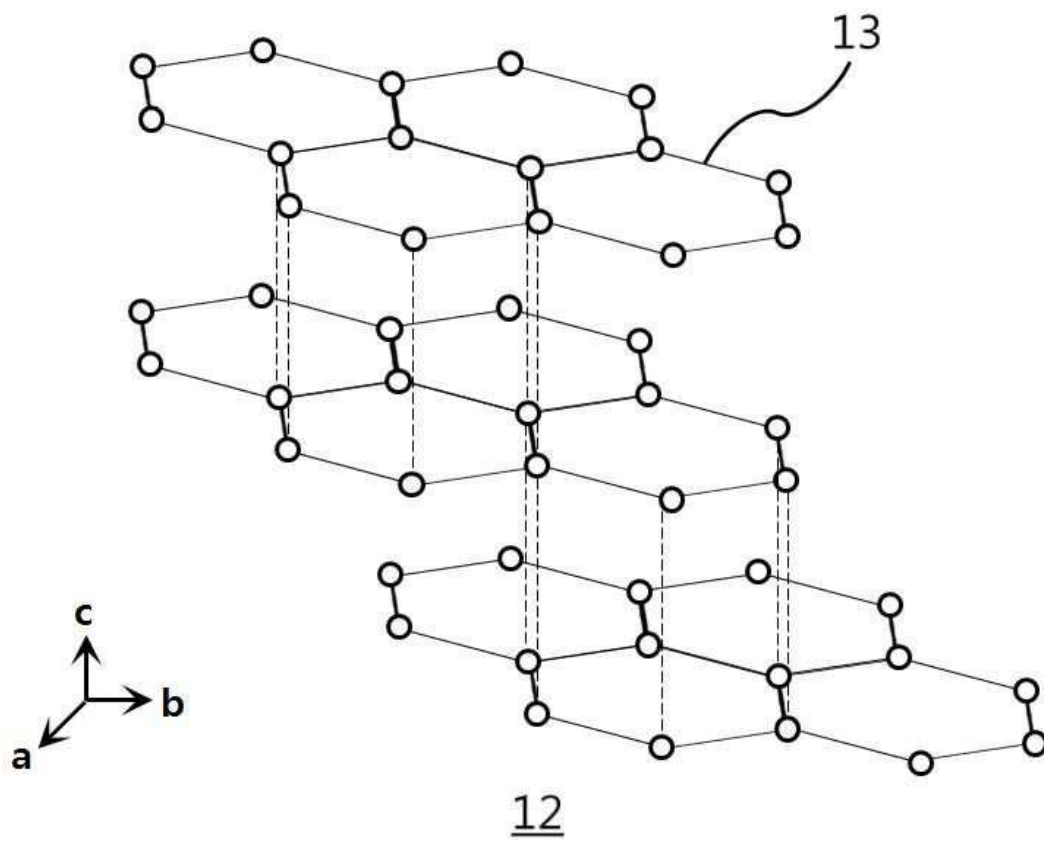
- [0182] 10: 난연목재(제1 난연목재)  
 11: 목분(wood particle)  
 12: 난연성 첨가물  
 13: 탄소 고리  
 20: 제2 난연목재  
 21: 목재 조각(wood piece)  
 30: 난연성 목재보드

도면

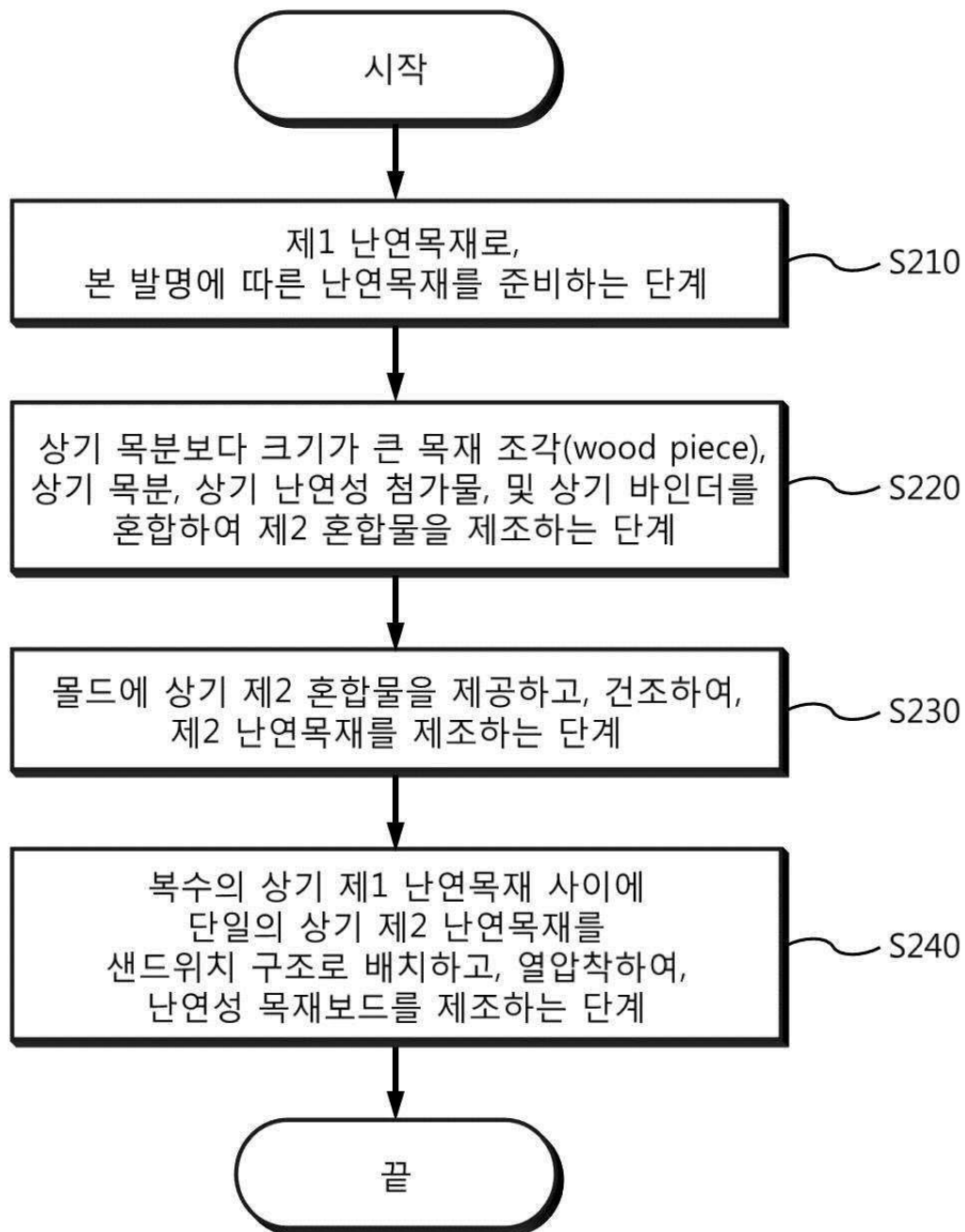
도면1



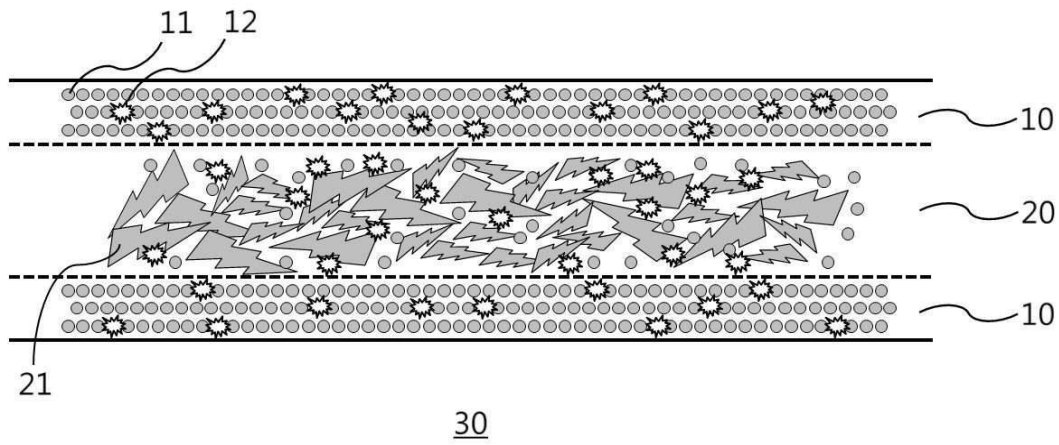
도면2



도면3



도면4



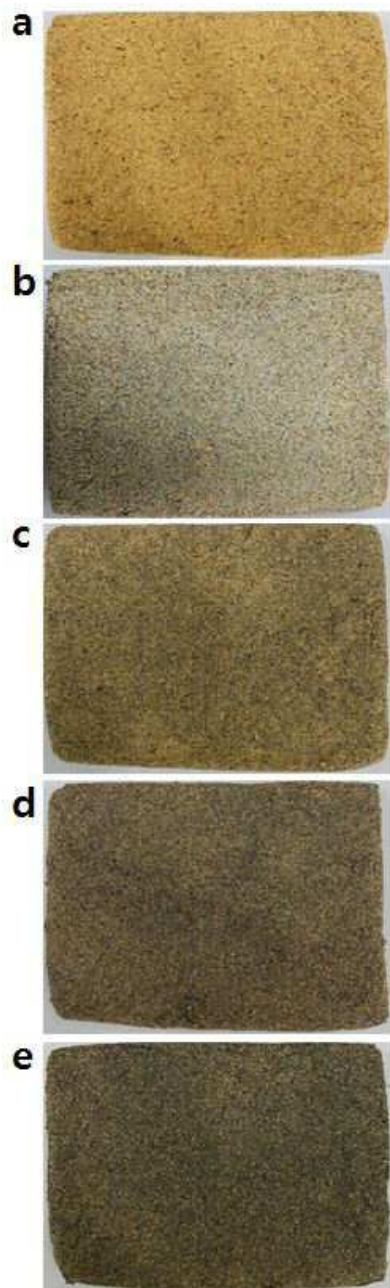
도면5



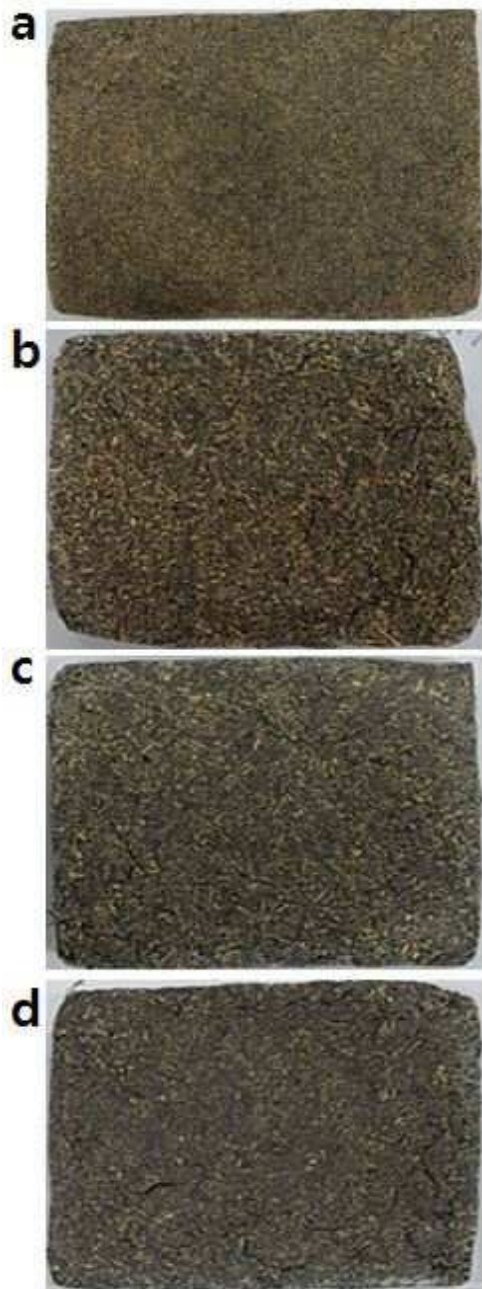
도면6



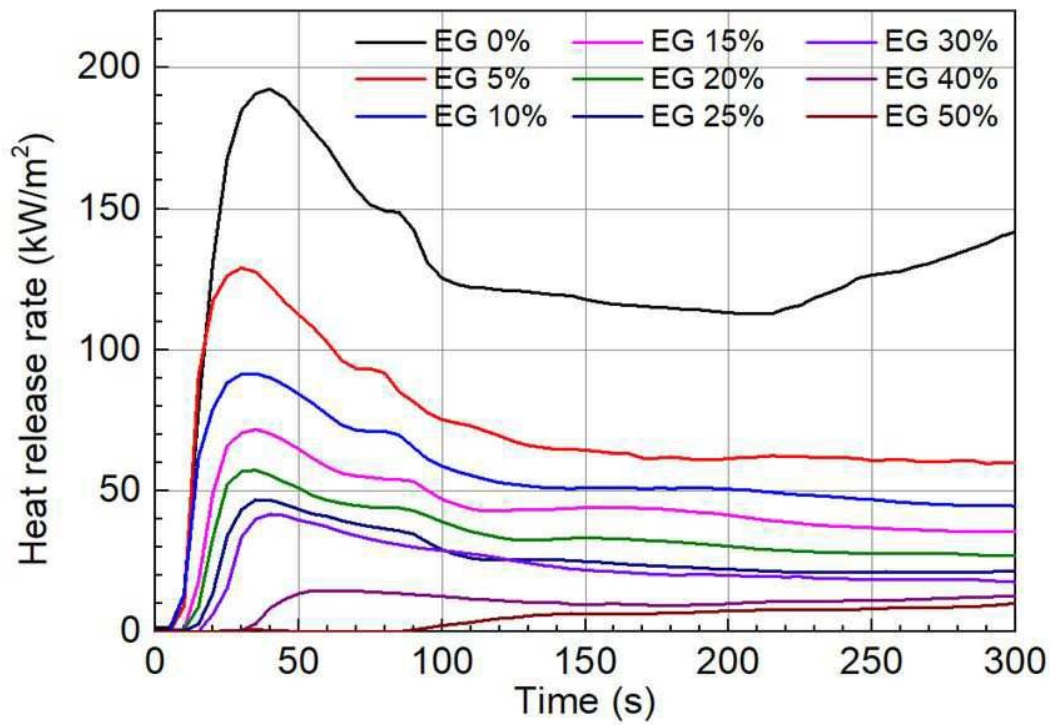
도면7



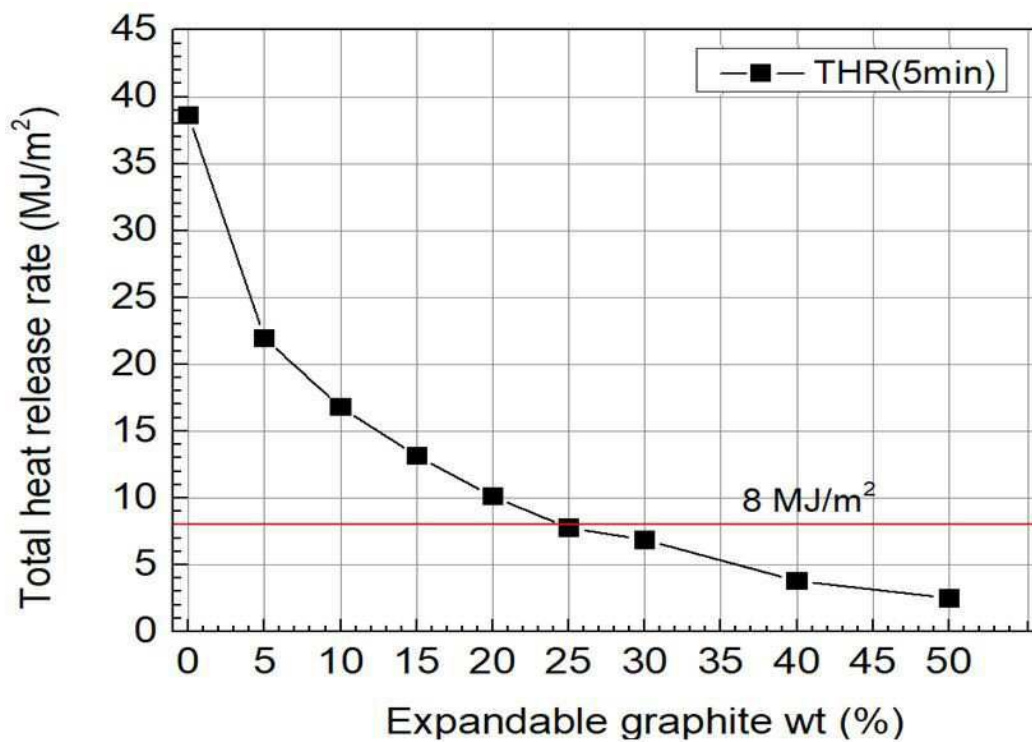
도면8



도면9



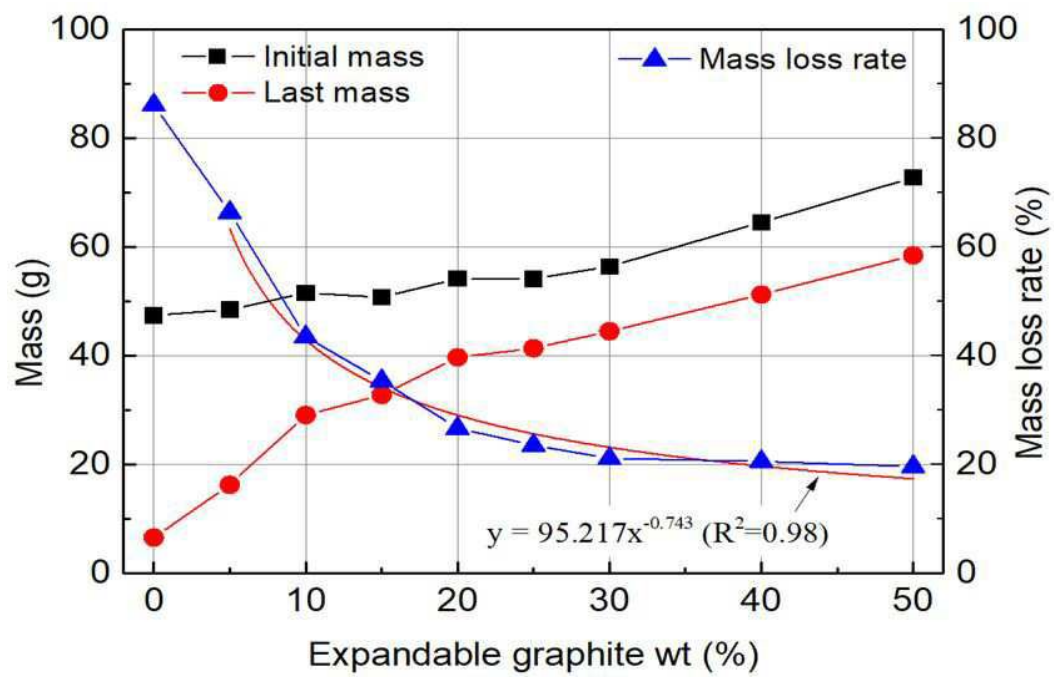
도면10



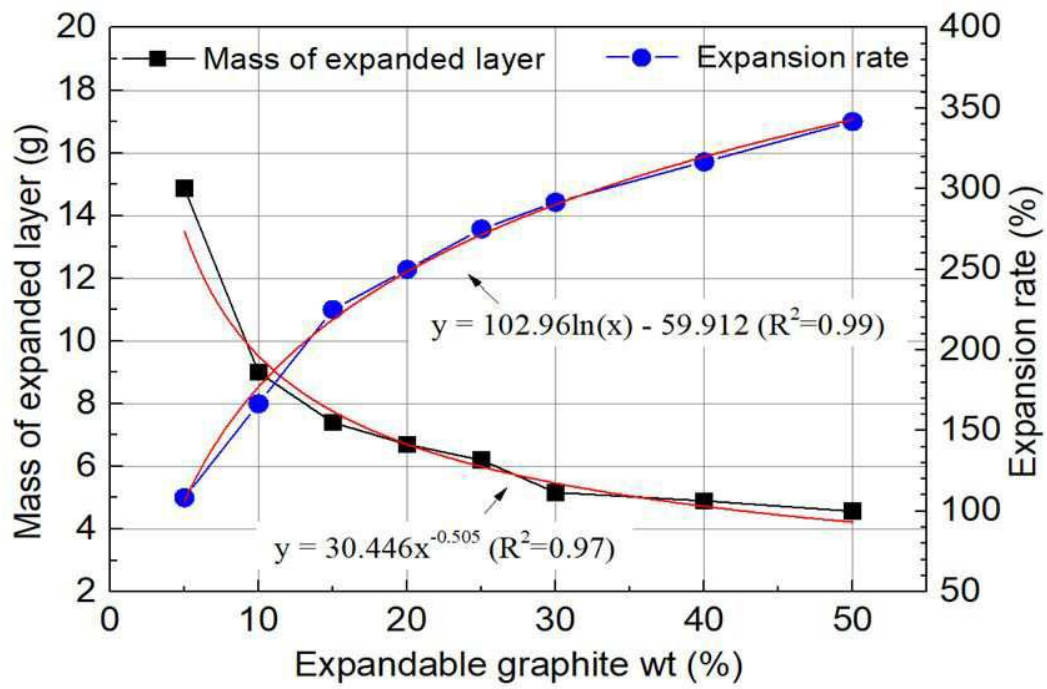
도면11



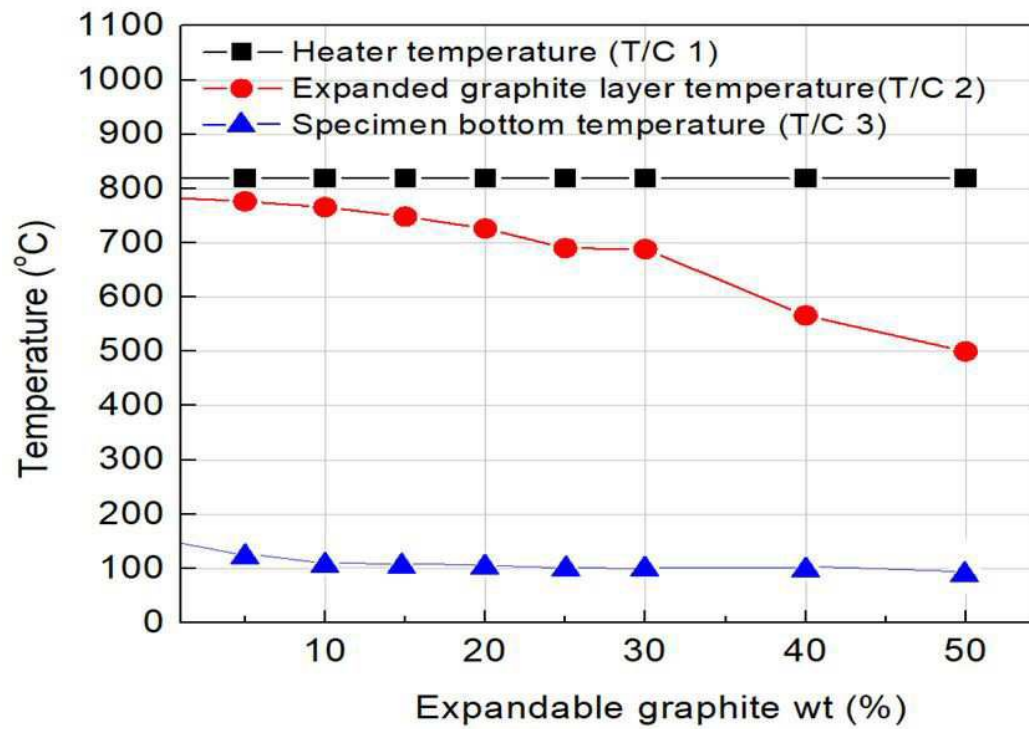
도면12



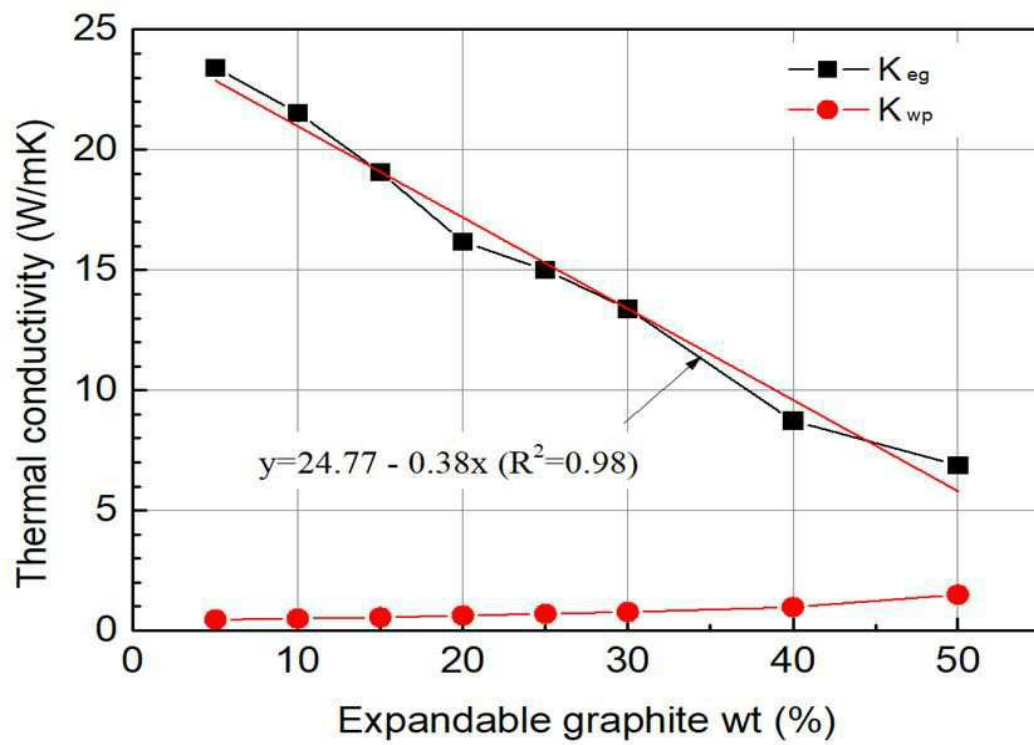
도면13



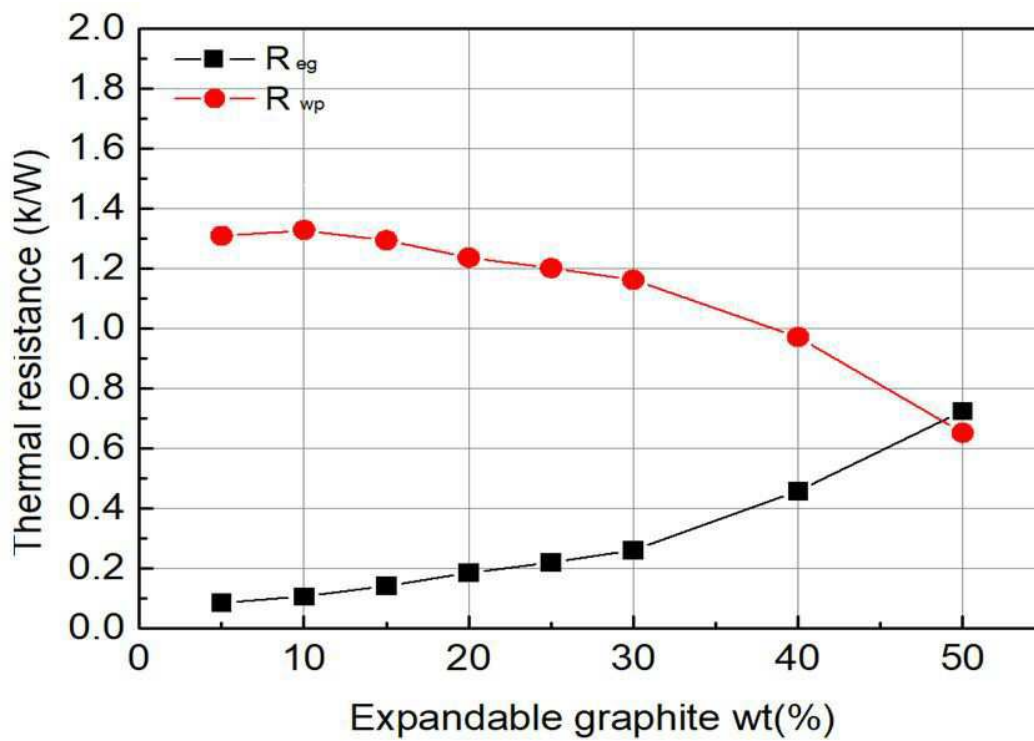
도면14



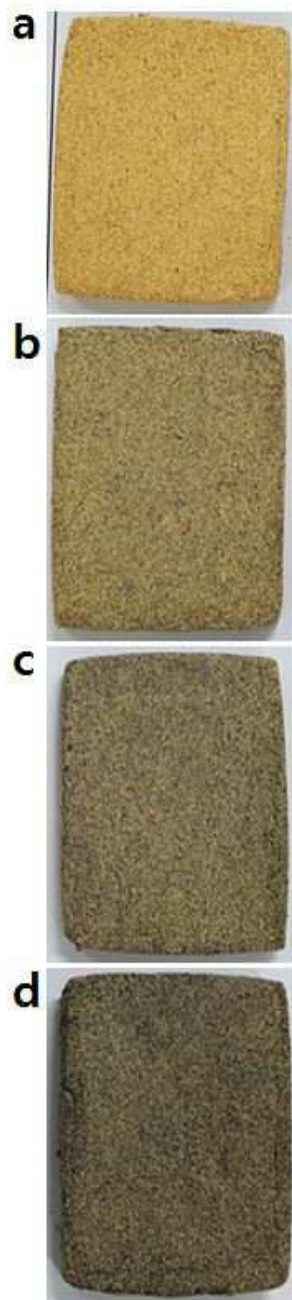
도면15



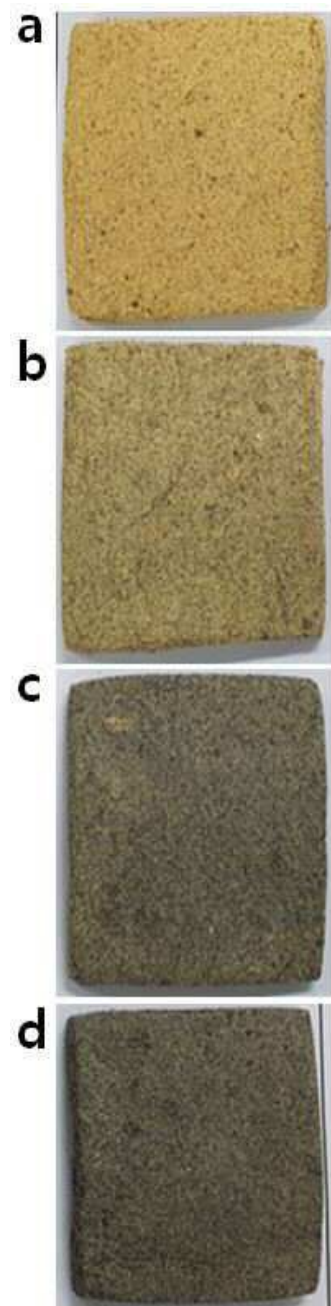
도면16



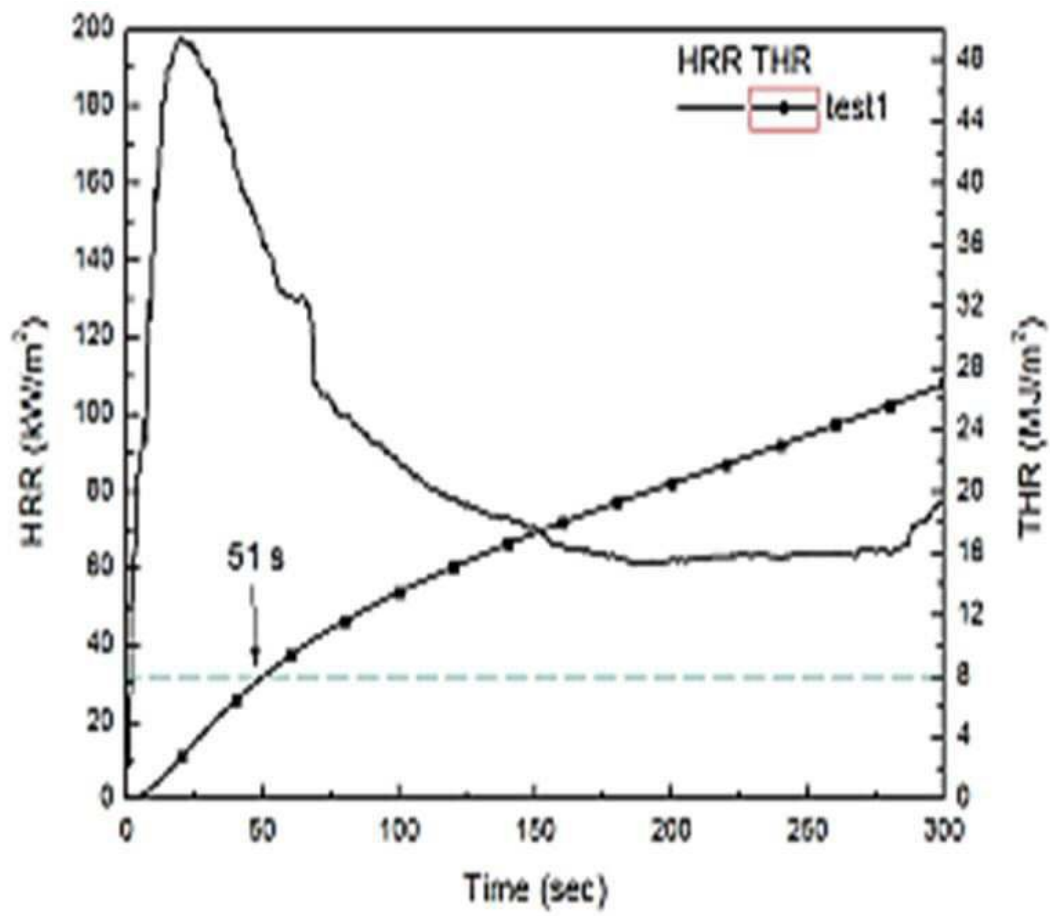
도면17



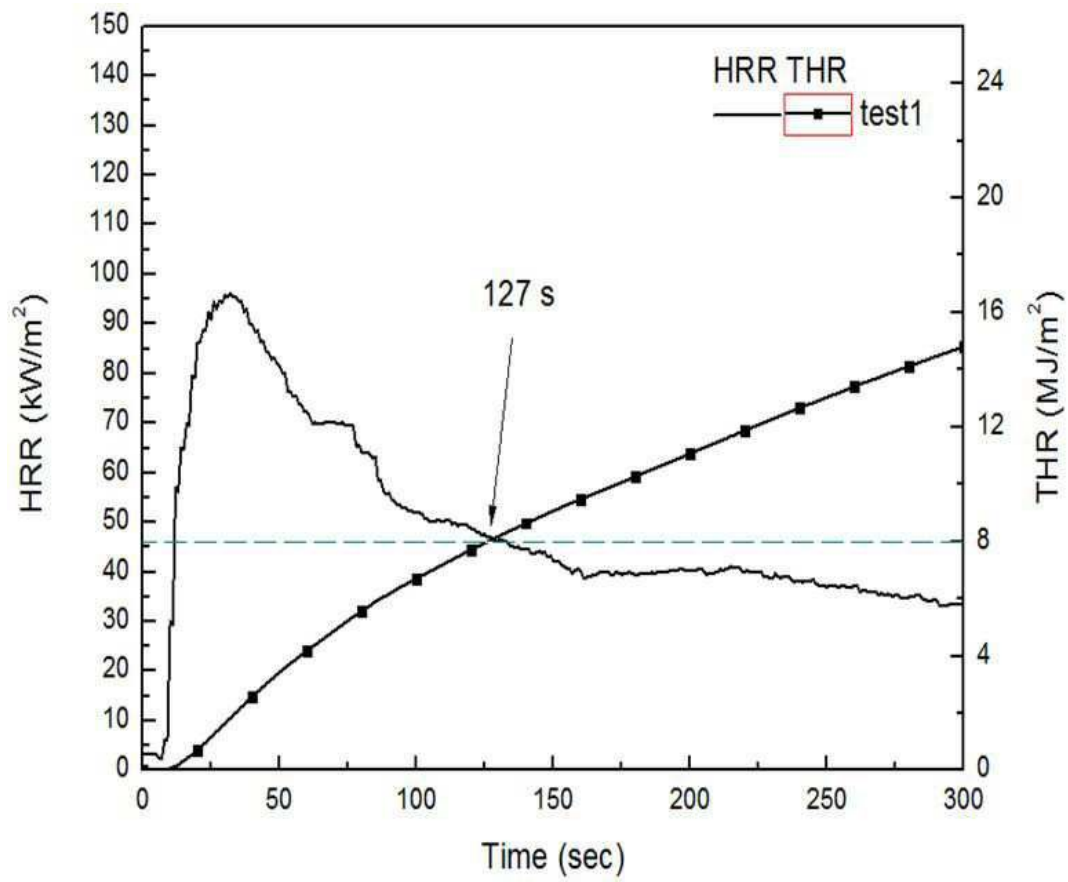
도면18



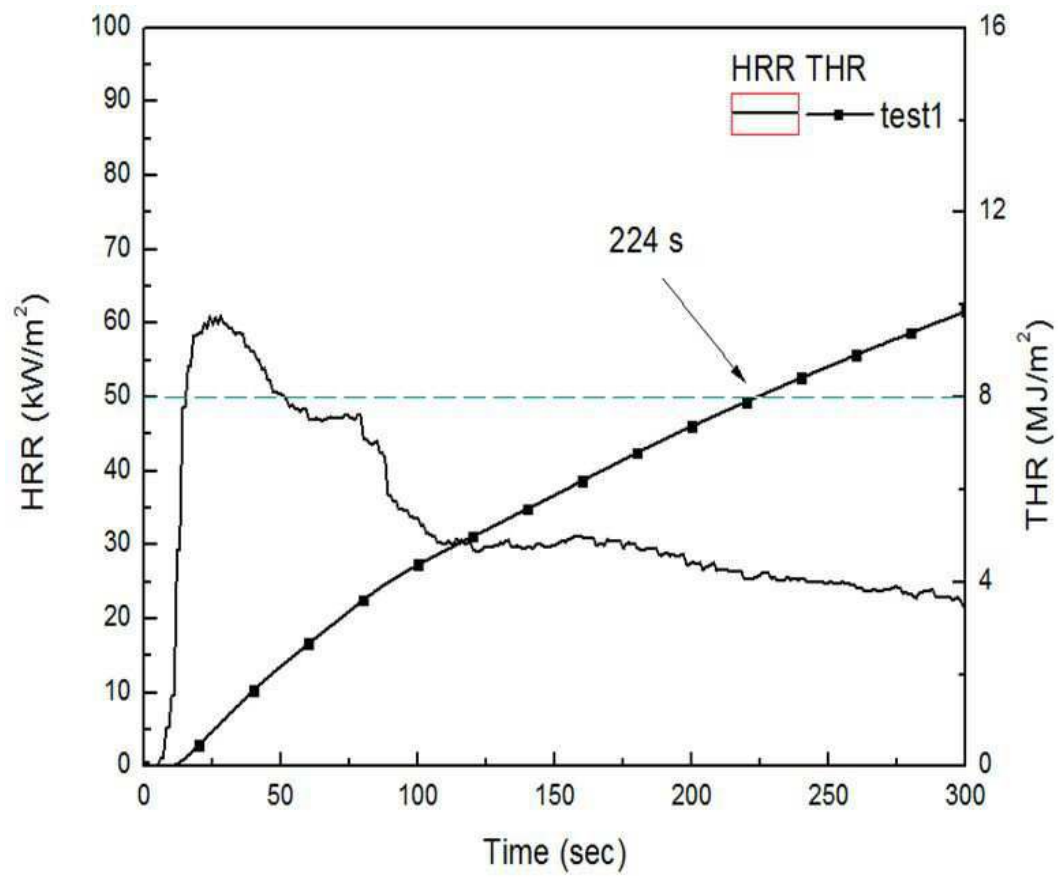
도면19



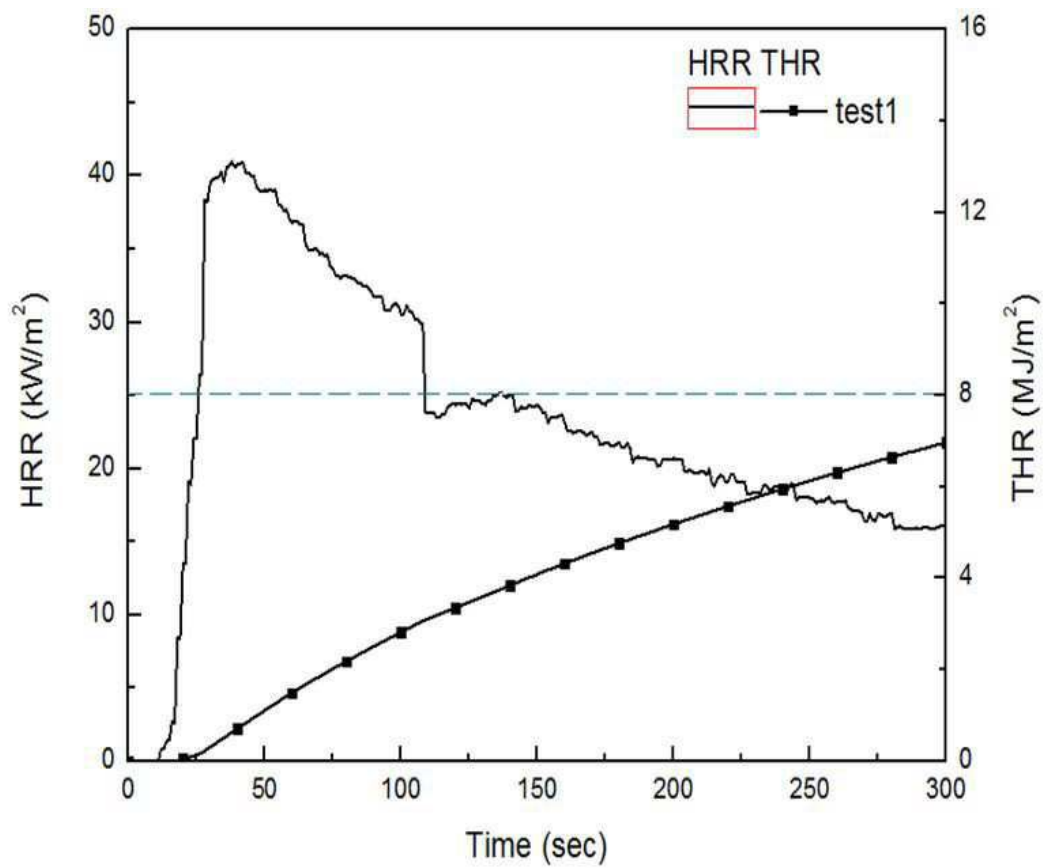
도면20



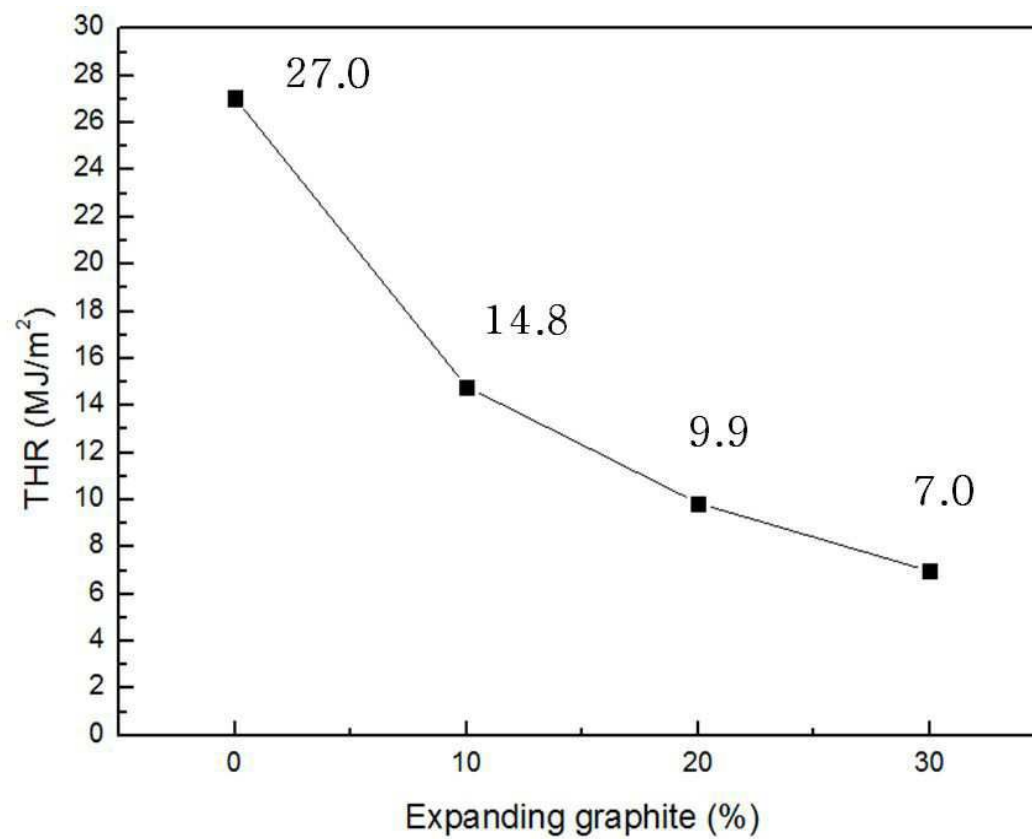
도면21



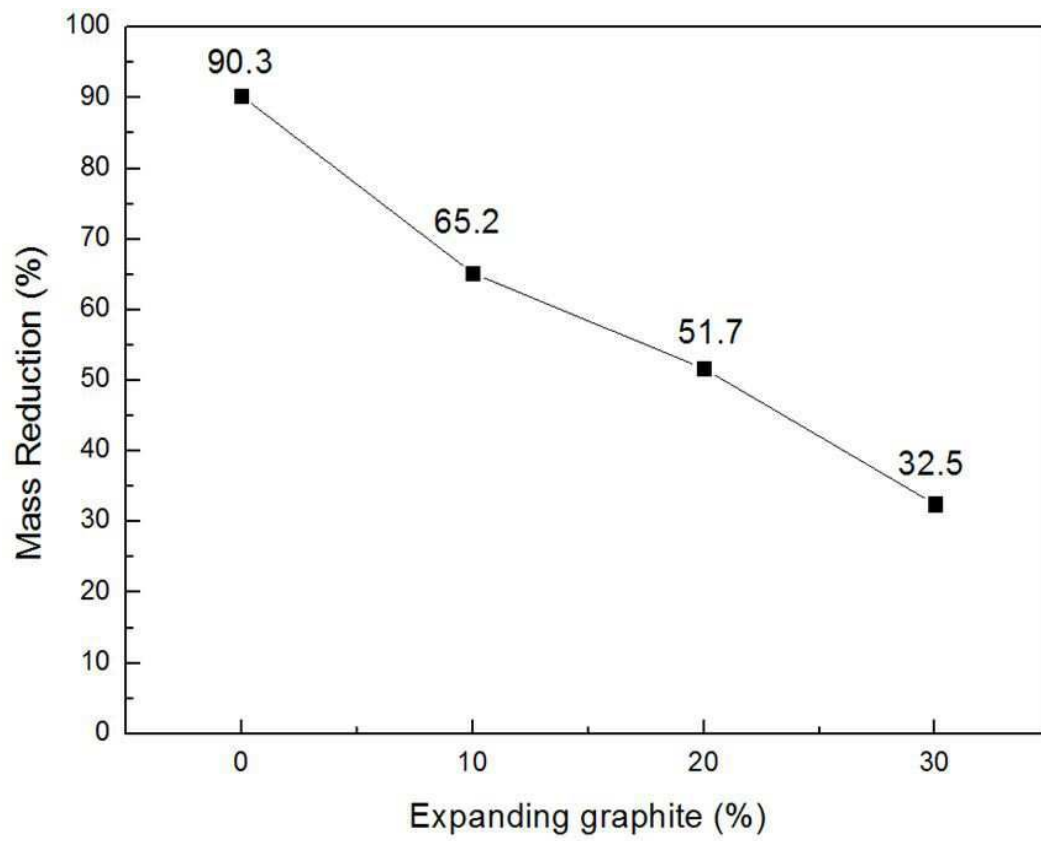
도면22



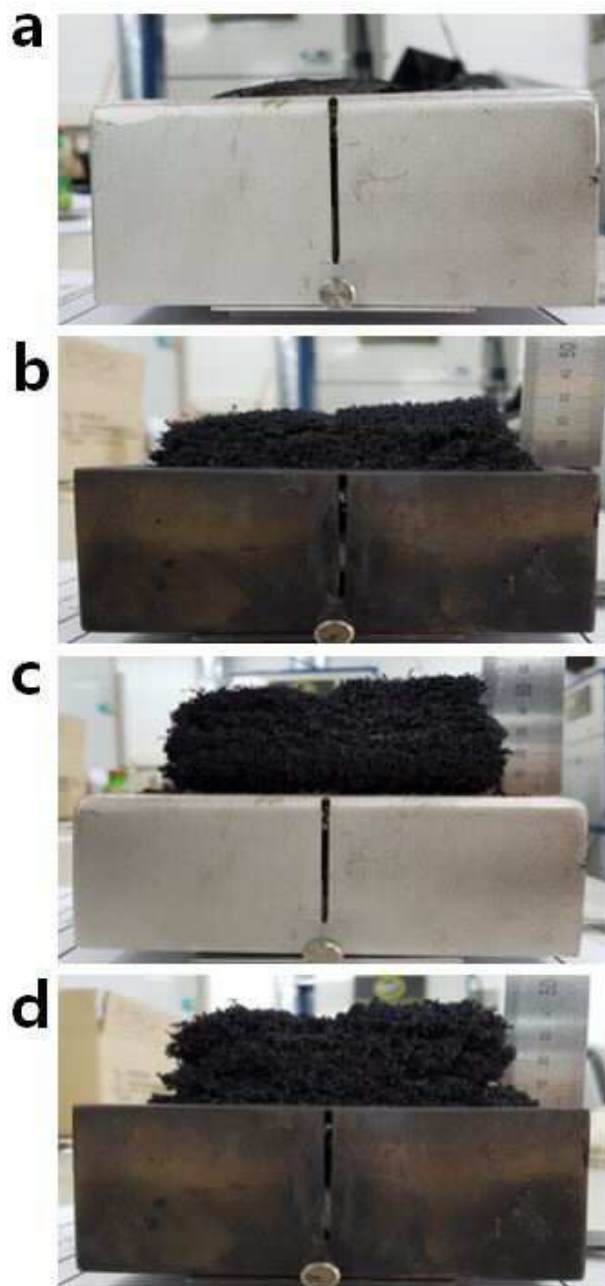
도면23



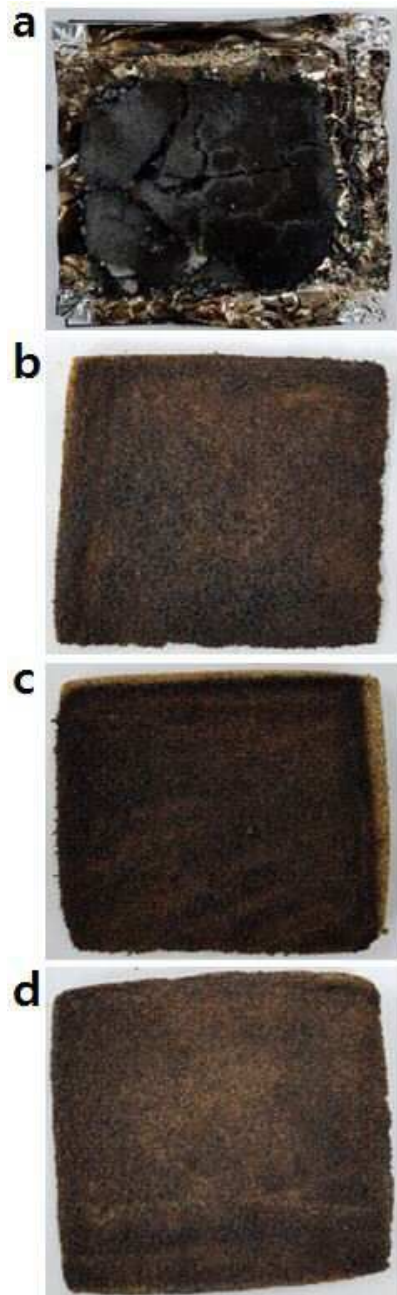
도면24



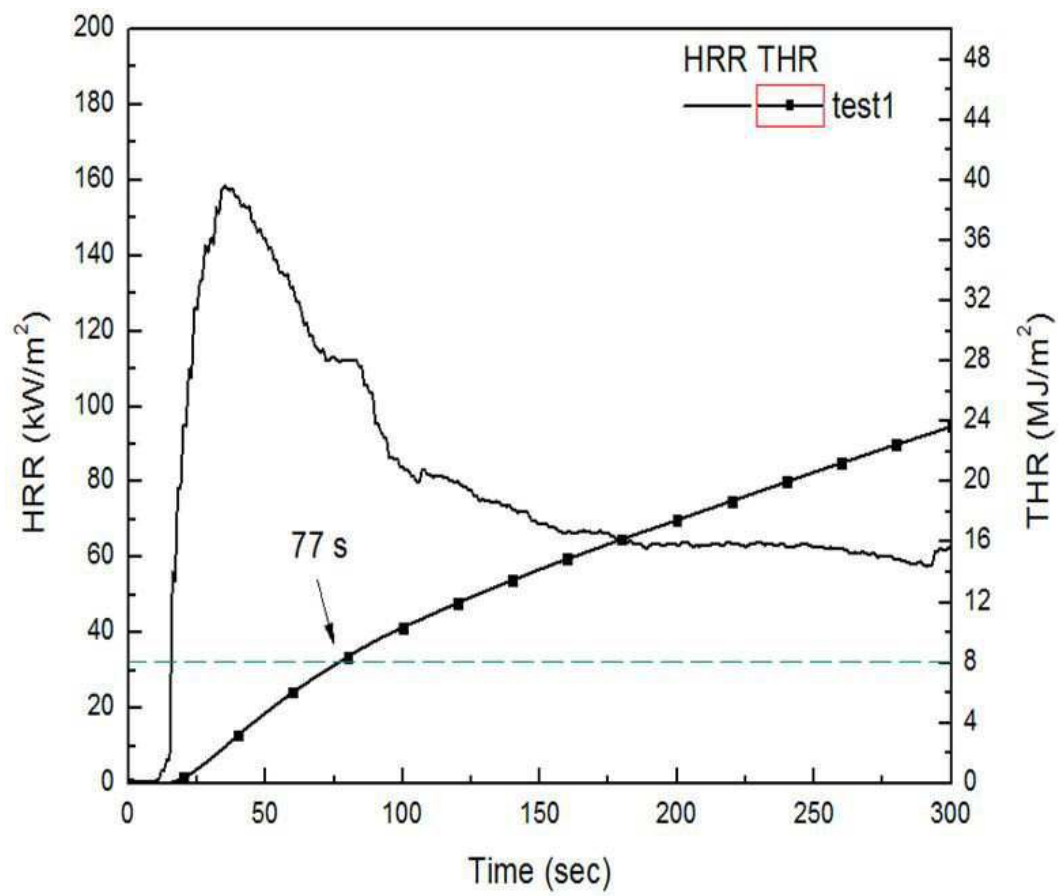
도면25



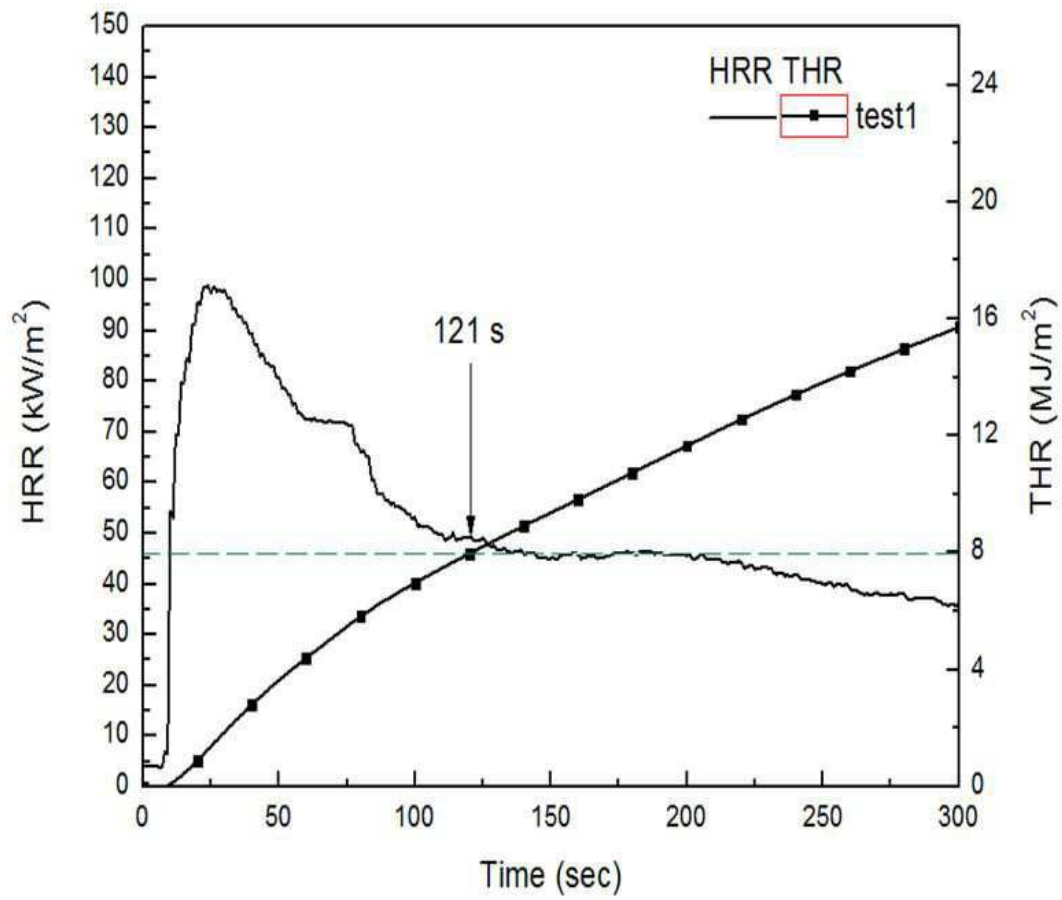
도면26



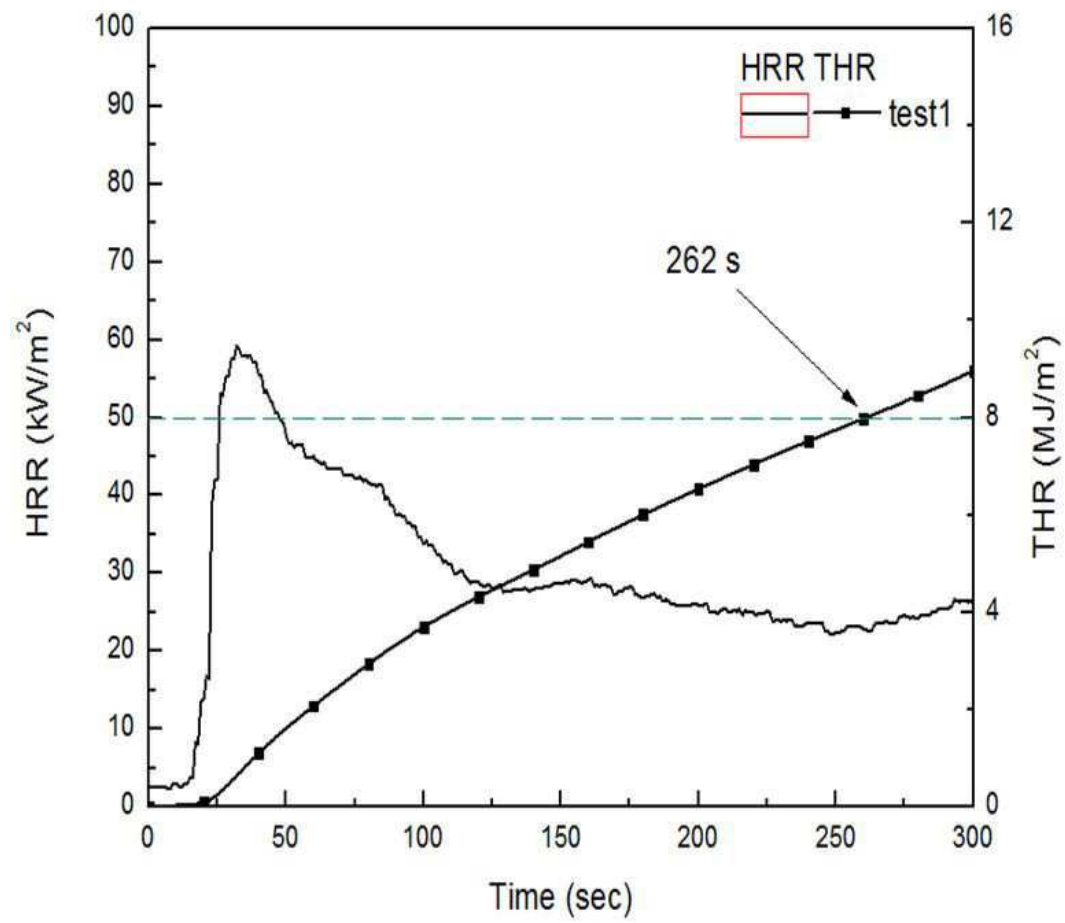
도면27



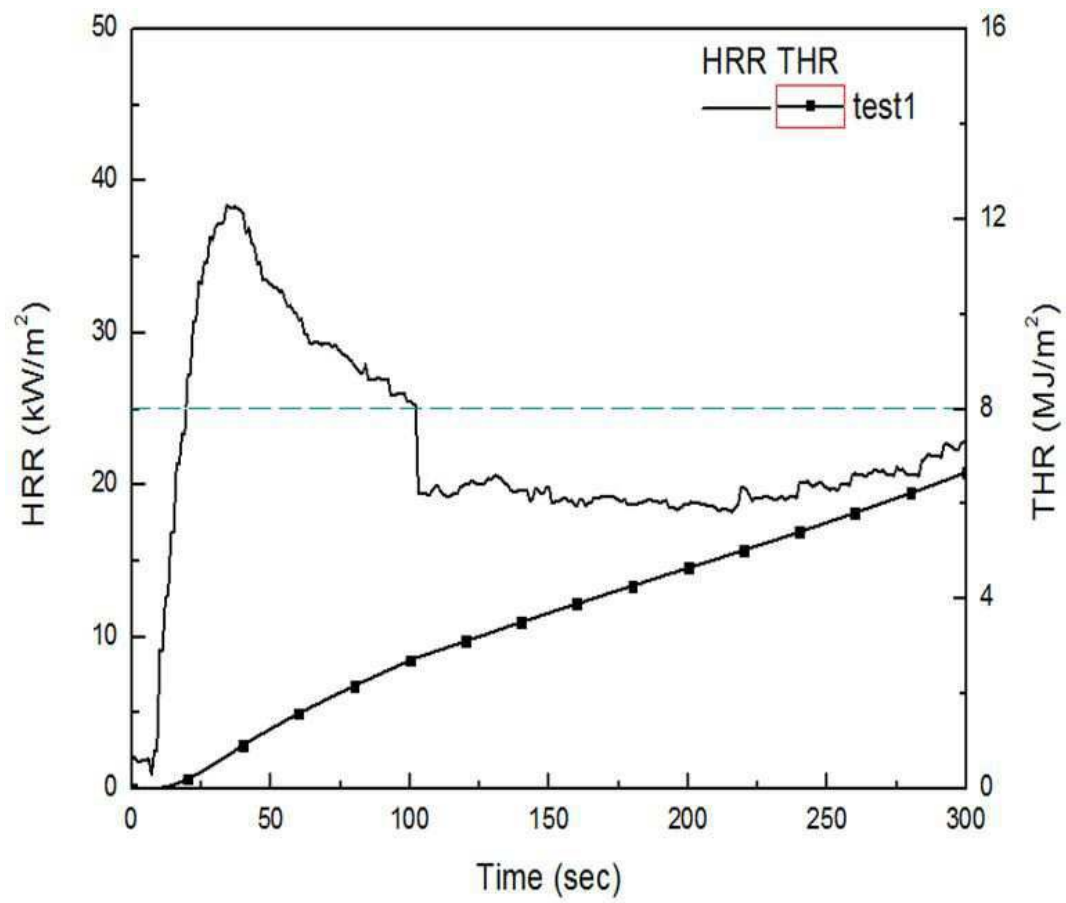
도면28



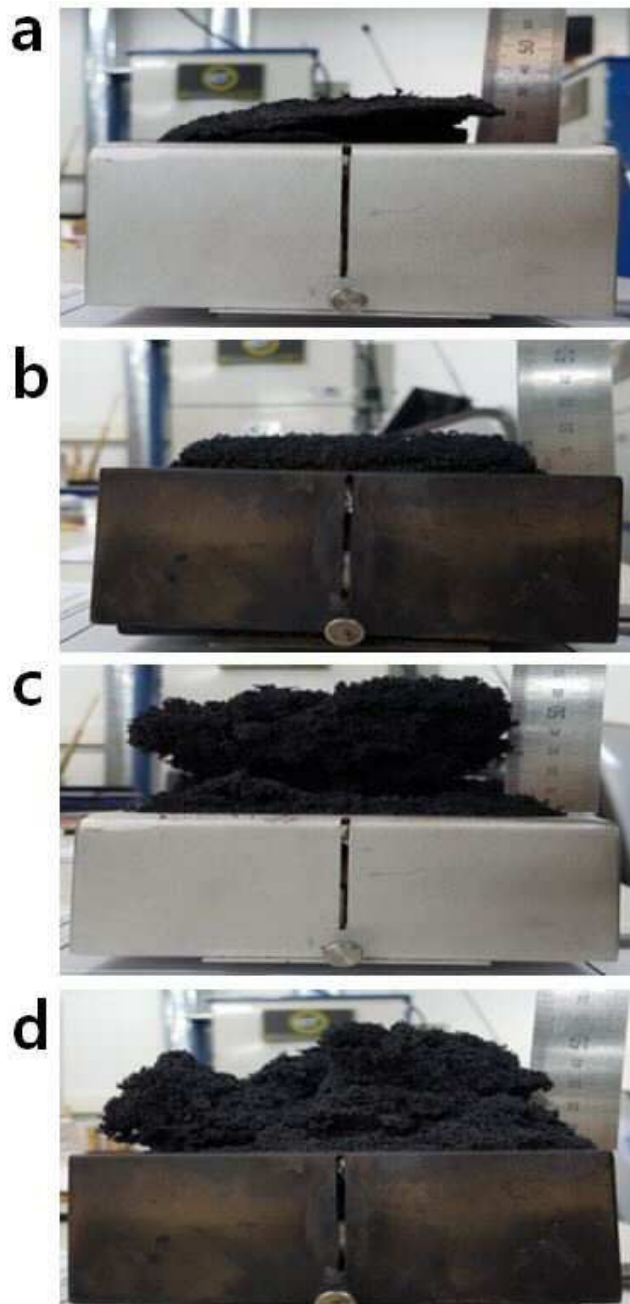
도면29



도면30



도면31



도면32

