



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0023368
(43) 공개일자 2011년03월08일

(51) Int. Cl.

F28F 21/04 (2006.01) *F28F 3/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0081204

(22) 출원일자 2009년08월31일

심사청구일자 2009년08월31일

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경남 창원시 사림동 9 창원대학교내

(72) 발명자

송대권

경상남도 창원시 상남동 44-1번지 대동아파트
102-2104

이명환

경상남도 마산시 자산동 117-1번지

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김승욱, 이채형

전체 청구항 수 : 총 9 항

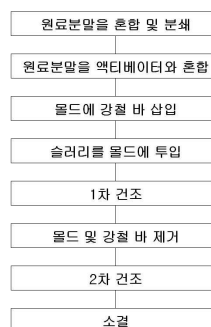
(54) 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판, 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판의 제조방법 및 상기 세라믹 전열판을 이용한 세라믹 열교환기

(57) 요약

본 발명에 따른 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판은 SiC, Al₂O₃ 및 SiO₂를 주성분으로 한다. 또한, 상기 세라믹 전열판은 (1) SiC 분말, Al₂O₃ 분말 및 SiO₂ 분말을 혼합한 후 분쇄하는 단계; (2) 상기 혼합 분말을 액티베이터(activator)와 혼합하여 슬러리(Slurry)를 형성하는 단계; (3) 소정의 열교환기용 전열판 형성 몰드에 강철 바를 삽입하는 단계; (4) 상기 강철 바가 삽입된 몰드에 단계 (2)에서 형성된 슬러리를 투입하는 단계; (5) 슬러리가 투입된 몰드를 1차 건조하여 중간체를 형성하는 단계; (6) 상기 강철 바가 삽입된 몰드와 상기 1차 건조된 중간체를 분리하는 단계; (7) 상기 몰드가 제거된 중간체를 열교환기에서 2차 건조하는 단계; 및 (8) 상기 2차 건조된 중간체를 소결하는 단계;를 포함한다.

상기 구성을 갖는 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판은 종래의 SiC를 주성분으로 하는 세라믹 열교환기에 있어서 세라믹 전열판의 취성 파괴가 잘 일어나는 단점을 해결할 수 있다. 또한, 인베스트먼트 공법을 이용한 세라믹 열교환기의 형성 시 강철 바를 이용함으로써 소결 후 균열이 발생하는 문제점도 해결할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이성찬

경상남도 마산시 회원2동 673-9번지

윤영환

경상남도 김해시 장유면 관동리 팔판마을 푸르지오
아파트 602-906호

강용식

경상남도 창원시 남양동 성원2차아파트 203동 409
호

김한수

경상남도 창원시 남양동 성원1차아파트 106동 501
호

특허청구의 범위

청구항 1

세라믹 열교환기용 세라믹 전열판으로서,

상기 세라믹 전열판은 SiC, Al₂O₃ 및 SiO₂를 주성분으로 하는 것을 특징으로 하는 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판.

청구항 2

- (1) SiC 분말, Al₂O₃ 분말 및 SiO₂ 분말을 혼합한 후 분쇄하는 단계;
- (2) 상기 혼합 분말을 액티베이터(activator)와 혼합하여 슬러리(Slurry)를 형성하는 단계;
- (3) 소정의 열교환기용 전열판 형성 몰드에 강철 바를 삽입하는 단계;
- (4) 상기 강철 바가 삽입된 몰드에 단계 (2)에서 형성된 슬러리를 투입하는 단계;
- (5) 슬러리가 투입된 몰드를 1차 건조하여 중간체를 형성하는 단계;
- (6) 상기 강철 바가 삽입된 몰드와 상기 1차 건조된 중간체를 분리하는 단계;
- (7) 상기 몰드가 제거된 중간체를 열교환기에서 2차 건조하는 단계; 및
- (8) 상기 2차 건조된 중간체를 소결하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 단계 (3)에서 상기 몰드에 삽입되는 상기 강철 바는 BN 스프레이로 도포된 것을 특징으로 하는 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판.

청구항 4

제 2항에 있어서, 상기 (1) 단계는 SiC 분말, Al₂O₃ 분말 및 SiO₂ 분말을 혼합한 후 에탄올 용액과 혼합하여 분쇄하고, 고온에서 에탄올을 증발시켜서 형성되는 것을 특징으로 하는 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판.

청구항 5

제 2항에 있어서, 상기 (4) 단계에 있어서, 상기 몰드 내부에 투입된 슬러리의 기포를 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판.

청구항 6

제 2항에 있어서, 상기 1차 건조는 상온에서 24시간 동안 제공되는 것을 특징으로 하는 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판.

청구항 7

제 2항에 있어서, 상기 2차 건조는 100℃에서 2시간 동안 제공되는 것을 특징으로 하는 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판.

청구항 8

제 2항에 있어서, 상기 소결은 900℃ 내지 1000℃에서 10시간 동안 제공되는 것을 특징으로 하는 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판.

청구항 9

SiC, Al₂O₃ 및 SiO₂를 주성분으로 하는 세라믹 전열판을 포함하는 것을 특징으로 하는 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 세라믹 열교환기, 더욱 상세하게는 고온에서 내구성이 우수하고, 고온에서 안정적으로 열류의 유동영역을 확보할 수 있는 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판, 세라믹 열교환기 및 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 열교환기란 고온의 유체가 가진 열에너지를 저온의 유체로 보내는 장치를 의미한다. 이러한 열교환기는 예컨대 산업용 가열로에서 발생하는 폐열을 이용하여 에너지 절감을 하기 위한 폐열회수장치 등에 사용가능하다.

[0003] 즉, 열교환기는 산업용 가열로에서 배출되는 고온의 배기가스를 유입하고, 외부 공기와 같이 상대적으로 차가운 냉각 공기를 동시에 유입하여 간접적으로 상호 열교환이 이루어지게 한 다음, 냉각공기와 열교환된 배기가스는 외부로 배출하고, 배기가스와 열교환된 공기는 버너와 같은 가열 장치의 연소용 공기로 제공하는 등의 용도로 사용된다. 이 경우, 가열장치의 연소용 공기가 예열된 상태로 제공되기 때문에 에너지 절감효과를 얻을 수 있다는 장점이 있다.

[0004] 또한, 열교환기에 사용되는 전열판의 재료로는 통상적으로 세라믹 재료가 주로 사용된다. 세라믹 재료의 주성분으로는 SiC(탄화규소)가 주로 이용되는데, 이러한 세라믹 재료는 1,000℃이상의 고온에서 장시간 사용하여도 재질의 변형이 없을 뿐만 아니라 유해물질 연소 시 발생하는 강한 부식성가스에도 거의 영향을 받지 않는 장점이 있어 소각로의 배열회수에도 유용하게 사용할 수 있다.

[0005] 하지만, 세라믹, 특히 SiC를 주성분으로 하는 세라믹 재료는 금속과 달리 성형이 힘들고 잘 부스러지는 성질이 있어서 제작이 어렵다는 단점이 있다. 즉, 탄화 규소는 취성파괴가 잘 일어나는 특징이 있어서, 대표적인 세라믹 캐스팅 공법인 인베스트먼트 공법을 사용할 경우 열 유로 형성 시 발생하는 내부의 압력을 버티지 못하고 내부 열 유로가 서로 관통하거나 부분적인 파손이 발생하게 되고, 이는 열손실을 불러 일으키게 된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 따라서, 본 발명은 SiC를 주성분으로 하는 세라믹 열교환기에 있어서 세라믹 전열판의 취성 파괴가 잘 일어나는 단점을 해결할 수 있는 세라믹 열교환기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 또한, 본 발명은 취성파괴에 강한 세라믹 열교환기용 조성물을 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명은 인베스트먼트 공법을 이용한 세라믹 열교환기의 형성 시 파괴된 바를 이용함으로써 균열이 발생하는 단점을 해결할 수 있는 세라믹 열교환기 형성방법을 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판으로서, 상기 세라믹 전열판은 SiC, Al₂O₃ 및 SiO₂를 주성분으로 하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명에 따른 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판의 제조방법은:

[0011] (1) SiC 분말, Al₂O₃ 분말 및 SiO₂ 분말을 혼합한 후 분쇄하는 단계;

- [0012] (2) 상기 혼합 분말을 액티베이터(activator)와 혼합하여 슬러리(Slurry)를 형성하는 단계;
- [0013] (3) 소정의 열교환기용 전열관 형성 몰드에 강철 바를 삽입하는 단계;
- [0014] (4) 상기 강철 바가 삽입된 몰드에 단계 (2)에서 형성된 슬러리를 투입하는 단계;
- [0015] (5) 슬러리가 투입된 몰드를 1차 건조하여 중간체를 형성하는 단계;
- [0016] (6) 상기 강철 바가 삽입된 몰드와 상기 1차 건조된 중간체를 분리하는 단계;
- [0017] (7) 상기 몰드가 제거된 중간체를 열교환기에서 2차 건조하는 단계; 및
- [0018] (8) 상기 2차 건조된 중간체를 소결하는 단계;
- [0019] 를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 단계 (3)에서 상기 몰드에 삽입되는 상기 강철 바는 BN 스프레이로 도포된 것이 바람직하다.
- [0021] 또한, 상기 (1) 단계는 SiC 분말, Al₂O₃ 분말 및 SiO₂ 분말을 혼합한 후 에탄올 용액과 혼합하여 분쇄하고, 고온에서 에탄올을 증발시켜서 형성되는 것이 바람직하다.
- [0022] 또한, 상기 (4) 단계에 이어서, 상기 몰드 내부에 투입된 슬러리의 기포를 제거하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0023] 또한, 상기 1차 건조는 상온에서 24시간 동안 제공되는 것이 바람직하다.
- [0024] 또한, 상기 2차 건조는 100℃에서 2시간 동안 제공되는 것이 바람직하다.
- [0025] 이 경우, 상기 소결은 950℃에서 10시간 동안 제공되는 것이 바람직하다.
- [0026] 또한, 본 발명에 따른 세라믹 열교환기는 SiC, Al₂O₃ 및 SiO₂를 주성분으로 하는 세라믹 전열관을 포함하는 것을 특징으로 한다.

효 과

- [0027] 본 발명에 따른 세라믹 열교환기용 세라믹 전열관은 SiC, Al₂O₃ 및 SiO₂를 주성분으로 하므로, 종래의 SiC를 주성분으로 하는 세라믹 열교환기에 있어서 세라믹 전열관의 취성 파괴가 잘 일어나는 단점을 해결할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명은 인베스트먼트 공법을 이용한 세라믹 열교환기의 형성 시 파리핀 바 대신 강철 바를 이용함으로써 소결 후 균열이 잘 발생한다는 문제점을 해결할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0029] 다음으로, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 세라믹 열교환기용 세라믹 전열관 및 그 제조방법을 첨부한 도면을 참고로 상세하게 설명한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 열교환기용 세라믹 전열관을 제조하는 방법을 개략적으로 도시하는 도면이다.
- [0031] 도 1에서 보듯이, 본 실시예에 따르면 먼저 원료 분말을 혼합한다. 본 실시예에서 열교환기용 세라믹 전열관의 주원료는 SiC, Al₂O₃ 및 SiO₂ 분말이 이용된다. 한편, 상기 원료 분말은 균질한 크기를 갖도록 하기 위하여, SiC, Al₂O₃ 및 SiO₂ 분말을 혼합한 후, 에탄올과 같은 혼합액과 혼합한 후 분쇄하는 절차를 더 갖는 것이 바람직하다. 상기 추가 분쇄 절차를 진행할 경우, 에탄올과 혼합 분말의 혼합액은 가열로에서 약 100℃ 정도로 가열

함으로써 에탄올을 모두 증발시키고, 균질하게 분쇄되고 혼합된 SiC, Al₂O₃ 및 SiO₂ 분말을 얻을 수 있다.

[0032] 다음으로, 분쇄된 원료 분말을 액티베이터(Activator)와 혼합하여 슬러리(Slurry)를 형성한다. 액티베이터는 세라믹 원료의 혼합 및 건조/소결에 통상적으로 이용되는 것이면 그 종류를 한정하지 않는다.

[0033] 다음으로, 형성하고자 하는 세라믹 전열판을 몰딩(molding) 법으로 형성하기 위한 몰드(mold)를 준비한다. 상기 몰드는 알루미늄, 강철과 같이 통상적인 몰드 재료라면 그 종류를 한정하지 않는다. 한편, 세라믹 전열판은 열 유로를 포함하므로, 본 실시예에 따른 몰드는 상기 열 유로 형성용 바(Bar)를 삽입하기 위한, 바 투입구를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0034] 이어서, 상기 바 투입구에 강철 바를 삽입한다. 이 경우, 상기 강철 바는 BN(Boron Nitride) 스프레이를 이용하여 Boron Nitride로 도포된 것이 바람직하다. 또는, 상기 강철 바는 BN 스프레이를 이용한 1차 도포 후 아크릴 비닐로 강철 바를 덮고 다시 BN 스프레이를 이용한 2차 도포를 시행할 수도 있다. 상기 BN 스프레이 및 아크릴 비닐을 이용하면, 뒤에서 설명하는 방식으로 슬러리를 건조한 후 형성된 중간체와 강철 바를 용이하게 분리할 수 있으므로 재료의 균열을 방지할 수 있다.

[0035] 도 2는 상기 방법에 따라 강철 바가 삽입된 몰드의 일례를 도시하는 도면으로서, 도 2(a)는 강철 바(200)가 몰드(100)에 삽입되는 방법을 예시하는 도면이고, 도 2(b)는 강철 바(200)가 몰드(100)에 삽입된 상태를 예시하는 도면이다. 도 2(a) 및 도 2(b)에서 보듯이, 몰드(100)는 형성하려는 세라믹 전열판의 크기에 맞게 형성되고, 상기 몰드(100) 중 적어도 일부에는 강철 바(200)가 삽입됨으로써 세라믹 전열판의 열 유로를 형성할 수 있다.

[0036] 이어서, 앞에서 설명한 슬러리를 강철 바가 삽입된 몰드에 투입한다. 이때 투입된 슬러리 내부에는 기공이 있을 수 있으므로 적절한 방법으로 흔들거나 젖는 등의 방법으로 내부의 기공을 제거하는 것이 바람직하다.

[0037] 이어서, 몰드에 삽입된 슬러리를 건조(1차 건조)시켜 액티베이터를 증발시키고 중간체를 형성한다. 상기 1차 건조는 상온에서 24시간 이상 충분한 시간을 갖고 제공되는 것이 바람직하다. 이어서, 1차 건조가 끝나면 중간체에서 몰드 및 강철 바를 제거한다.

[0038] 한편, 종래의 세라믹 전열판 형성 시에는 본 발명과 같은 강철 바를 이용하는 대신 파라핀 바(Paraffin Bar)를 이용하였다. 파라핀 바를 이용하는 종래의 방법에 따르면, 상기 1차 건조 시 파라핀이 녹으면서 제거되는데, 이때 파라핀이 전체적으로 동시에 녹는 것이 아니고 외측부터 순차적으로 녹게 됨으로써 하중의 차이가 발생하게 되고 그로 인하여 균열이 발생하거나 열 유로가 서로 관통하는 문제가 발생한다. 하지만, 본 발명에 따른 세라믹 전열판의 형성 시에는 파라핀 바 대신 BN 스프레이로 코팅된 강철 바를 이용함으로써 종래의 파라핀 바를 이용한 전열판 제작 시 문제점을 해결할 수 있다.

[0039] 이어서, 몰드 및 강철 바가 제거된 중간체를 2차 건조한다. 상기 2차 건조는 약 110℃ 정도의 저온에서 2시간 정도로 진행되는 것이 바람직하다. 상기 2차 건조에 의하여 중간체 내부에 포함된 불필요한 수분을 증발시키고, 장력을 높일 수 있다.

[0040] 마지막으로, 2차 건조된 중간체를 소결 처리하여 세라믹 전열판을 완성한다. 상기 소결 처리는 시간당 90℃ 내지 100℃의 비율로 약 950℃까지 온도를 상승시킨 후, 10시간 정도 산소 분위기에서 소결하고, 다시 시간당 90℃ 내지 100℃의 비율로 온도를 상온까지 하강시키는 방법으로 진행되는 것이 바람직하다.

[0041] 도 3은 상기 실시예에 따라서 완성된 세라믹 전열판(300)의 외형을 도시하는 도면이다. 도 3에서 보듯이, 세라믹 전열판(300)은 중간에 열 유로(400)가 복수로 형성된 직육면체 형상으로 구성된다. 하지만, 상기 전열판의 형상은 일례일 뿐 다양한 변형 및 수정이 가능하다는 것을 이해할 것이다.

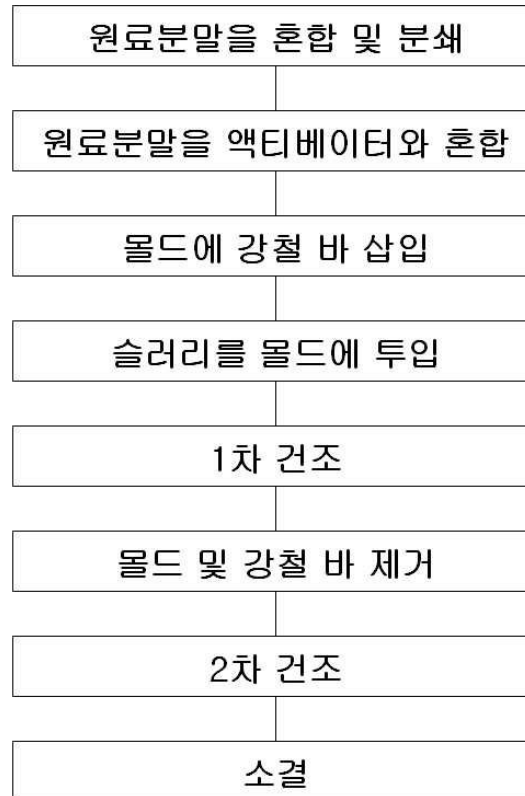
[0042] 실험예

[0043] 다음으로, 상기 실시예에 따라서 제작된 세라믹 전열판을 이하에서 설명한다.

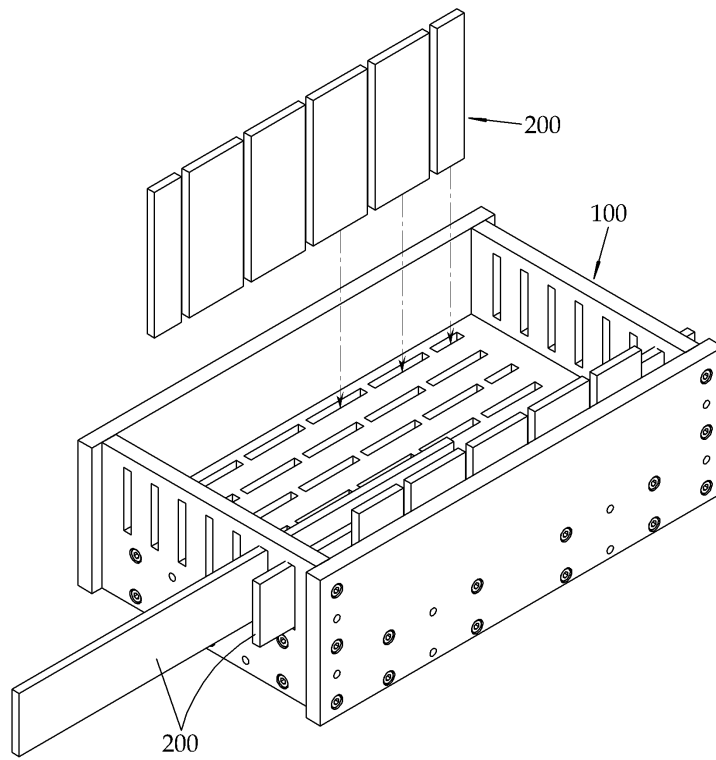
- [0044] 먼저, SiC 분말 6100g, Al₂O₃ 분말 1040g 및 SiO₂ 분말 18.3g을 서로 혼합한 후, 에탄올 용액과 섞고 24시간 동안 320rpm의 속도로 분쇄하였다. 이어서, 상기 용액을 가열로에 넣고 100℃로 가열하여 에탄올을 증발시켰다. 이어서, 상기 혼합 분말을 Contronics사의 Rescore 770 모델의 액티베이터 용액과 혼합하여 슬러리를 형성하였다.
- [0045] 이어서, 직육면체 형성의 몰드에 BN 스프레이로 도포한 강철 바를 삽입하고, 상기 슬러리를 투입하였다. 이어서, 상기 몰드를 손으로 2~10분 정도 흔들어 슬러리 내부의 기공을 제거하였다.
- [0046] 이어서, 상기 슬러리가 투입된 몰드를 상온에서 24시간 배치하여(1차 건조) 액티베이터를 증발시키고 중간체를 형성하였다. 이어서, 상기 중간체에서 몰드와 강철 바를 제거하였다. 이어서, 상기 중간체를 열교환기에 투입한 후 110℃에서 2시간 동안 건조하여 수분을 증발시켰다. 마지막으로, 상기 2차 건조된 중간체는 93℃의 비율로 약 950℃까지 온도를 상승시킨 후, 10시간 정도 산소 분위기에서 소결하고, 다시 시간당 93℃의 비율로 온도를 하강시켜서 세라믹 전열판을 완성하였다.
- [0047] 상기 방법에 의하여 제조된 열교환기용 세라믹 전열판의 외형이 도 4(a) 및 도 4(b)에 도시된다. 또한, 도 5는 종래의 파라핀 바를 이용하여 제조된 세라믹 전열판의 외형을 도시한다. 도 4 및 도 5에서 보듯이, 본 실시예에 따른 세라믹 전열판은 열 유로의 부분적인 균열이나 파단 현상을 발견할 수 없지만, 종래의 방법에 따라서 제조된 세라믹 전열판은 중앙부에 큰 균열이 있음을 볼 수 있다.
- [0048] 이상으로 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 세라믹 열교환기용 세라믹 전열판 및 그 제조방법을 상세하게 설명하였다. 하지만 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 실시예에 대한 다양한 변형 및 수정이 가능하다는 것을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 범위는 오직 특허청구범위에 의해서만 한정된다.
- 도면의 간단한 설명**
- [0049] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 열교환기용 세라믹 전열판의 제조방법을 개략적으로 도시하는 도면이다.
- [0050] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 열교환기용 세라믹 전열판의 제조용 몰드 및 강철 바의 구성을 도시하는 도면이다.
- [0051] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 열교환기용 세라믹 전열판의 외형을 도시하는 도면이다.
- [0052] 도 4는 종래의 방법에 따른 열교환기용 세라믹 전열판의 외형을 도시하는 도면이다.

도면

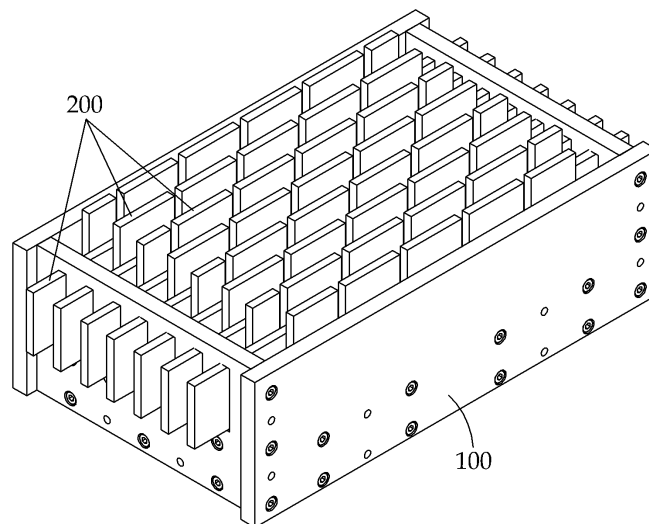
도면1



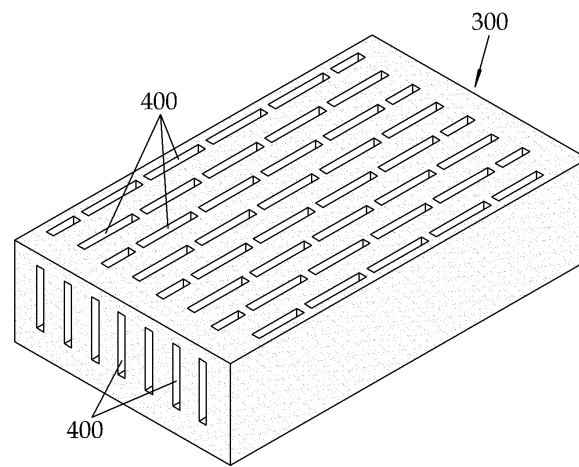
도면2a



도면2b



도면3



도면4a



도면4b



도면5

