



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년02월15일  
 (11) 등록번호 10-1707365  
 (24) 등록일자 2017년02월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B22C 9/02* (2006.01) *B22C 7/02* (2006.01)  
*B22C 9/04* (2006.01) *B22D 18/04* (2006.01)  
*B22D 18/06* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*B22C 9/02* (2013.01)  
*B22C 7/02* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7026475
- (22) 출원일자(국제) 2014년02월07일  
 심사청구일자 2015년09월24일
- (85) 번역문제출일자 2015년09월24일
- (65) 공개번호 10-2015-0123876
- (43) 공개일자 2015년11월04일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/015259
- (87) 국제공개번호 WO 2014/149217  
 국제공개일자 2014년09월25일
- (30) 우선권주장  
 13/835,340 2013년03월15일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
 US5069271 A  
 JP평성07314117 A  
 US20040045692 A1  
 US20010009185 A1

- (73) 특허권자  
**메탈 캐스팅 테크놀로지, 인코포레이티드**  
 미국 뉴햄프셔 03055 밀포드 올드 윌턴 로드 127
- (72) 발명자  
**파카스 아틸라 피.**  
 미국 뉴햄프셔 03055 밀포드 새비지 로드 421
- (74) 대리인  
**한양특허법인**

전체 청구항 수 : 총 21 항

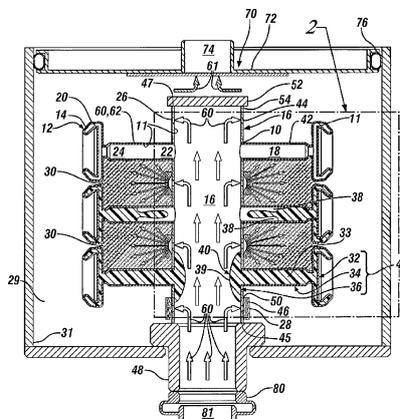
심사관 : 최영준

(54) 발명의 명칭 **내화 몰드**

**(57) 요약**

접합식 내화 몰드가 제공된다. 상기 몰드는 몰드 벽을 포함하고, 상기 몰드 벽은 접합된 내화 자재로 이루어진 것으로서, 탕구, 게이트, 및 몰드 공동을 포함하며, 상기 게이트는 탕구로 개방된 게이트 입구와 몰드 공동으로 개방된 게이트 출구를 구비한다. 또한, 상기 몰드는 몰드 벽을 통하여 연장된 가스 벤트를 포함한다. 또한 상기 몰드는 상기 가스 벤트를 덮은 가스투과성 커버를 포함한다.

**대표도 - 도1**



(52) CPC특허분류

*B22C 9/04* (2013.01)

*B22C 9/043* (2013.01)

*B22D 18/04* (2013.01)

*B22D 18/06* (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

몰드 벽(mold wall)을 포함하는 몰드(mold)로서, 상기 몰드 벽은 접합된 내화 자재(refractory material)로 이루어지며 탕구(sprue), 게이트, 및 몰드 공동(mold cavity)을 한정하며, 상기 탕구의 단부에는 탕구 출구(sprue outlet)가 구비되고, 상기 게이트는 상기 탕구로 개방된 게이트 입구(gate inlet)와 상기 몰드 공동으로 개방된 게이트 출구(gate outlet)를 구비한, 몰드;

상기 탕구 출구가 아닌 별도의 통공(aperture)을 포함하는 가스 벤트(gas vent)로서, 상기 통공은 상기 게이트 또는 탕구 중 적어도 하나에서 상기 몰드 벽을 통하여 연장된, 가스 벤트; 및

상기 몰드 벽의 외측 표면 상에 배치되고 상기 가스 벤트의 통공을 덮는 가스투과성 커버(gas permeable cover)로서, 상기 몰드를 둘러싸는 지지 매개물(support medium)이 상기 통공을 통하여 몰드 안으로 통과함을 배제하도록 구성된, 가스투과성 커버;를 포함하는, 접합식 내화 몰드(bonded refractory mold).

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 탕구는 상기 몰드의 저부 표면에 입구를 구비하고, 상기 몰드는 반중력 인베스트먼트 주조 몰드(countergravity investment casting mold)로 이루어진, 접합식 내화 몰드.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 몰드 벽은 무기질 바인더(inorganic binder) 안에 넣어진 복수의 세라믹 입자들을 포함하는 접합 세라믹(bonded ceramic)으로 이루어진, 접합식 내화 몰드.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 복수의 세라믹 입자들과 무기질 바인더는 복수의 층들로 이루어진 몰드 벽을 형성하는, 접합식 내화 몰드.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 가스투과성 커버는 금속 스크린(metal screen) 또는 내화 자재로 이루어진, 접합식 내화 몰드.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 가스투과성 내화 자재는 다공성 내화 직물(porous refractory fabric) 또는 다공성 내화 세라믹(porous refractory ceramic)으로 이루어진, 접합식 내화 몰드.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 다공성 내화 직물은 펠트(felt)로 이루어진, 접합식 내화 몰드.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 가스투과성 커버는 상기 몰드 벽의 외측 표면 상에 배치된, 접합식 내화 몰드.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 가스투과성 커버는 내화성 접착 재료(refractory bonding material)에 의하여 상기 외측 표면 상에 배치된, 접합식 내화 몰드.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 접합식 내화 몰드는, 상기 커버의 외측 표면에 대해 배치된 상기 지지 매개물을 상기 탕구로부터 배제하도록 구성되고 상기 탕구 출구를 덮는 탕구 출구 커버(sprue outlet cover)와, 상기 몰드 공동 안에 배치되어 몰드 공동의 형상을 한정하는 임시 패턴(fugitive pattern)을 더 포함하고,

상기 탕구 안에 배치된 상기 임시 패턴의 일부분은, 탕구 입구로부터 탕구 출구를 향하여 내향으로 연장되고 함께 유체 소통되는 탕구 채널(sprue channel)을 갖는, 접합식 내화 몰드.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 탕구 출구 커버는 내화 자재로 이루어진, 접합식 내화 몰드.

**청구항 12**

제10항에 있어서,

상기 탕구 출구 커버는 가스투과성 커버로 이루어진, 접합식 내화 몰드.

**청구항 13**

제10항에 있어서,

상기 탕구 출구 커버는 가스불투과성 커버(gas impermeable cover)로 이루어지고, 상기 임시 패턴에 벤트 채널(vent channel)이 더 포함되며, 상기 벤트 채널은 상기 탕구 채널로부터 가스 벤트까지 연장되고 함께 유체소통되는, 접합식 내화 몰드.

**청구항 14**

제1항에 있어서,

상기 가스 벤트는 상기 게이트 및 탕구 안에 배치되는, 접합식 내화 몰드.

**청구항 15**

제1항에 있어서,

상기 가스 벤트는 복수의 가스 벤트들을 포함하는, 접합식 내화 몰드.

**청구항 16**

제15항에 있어서,

상기 복수의 가스 벤트들은 상기 게이트, 탕구, 또는 게이트와 탕구에 배치된, 접합식 내화 몰드.

**청구항 17**

제15항에 있어서,

상기 복수의 가스 벤트들은 복수의 구멍들로 이루어진, 접합식 내화 몰드.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

상기 복수의 구멍들은 미리 정해진 개수의 구멍들로 이루어지고, 각각의 구멍은 미리 정해진 구멍 위치와 미리 정해진 구멍 크기를 갖는, 접합식 내화 몰드.

**청구항 19**

제18항에 있어서,

상기 구멍들의 미리 정해진 개수, 미리 정해진 위치, 및 미리 정해진 크기는 상기 몰드 안에 균일한 패턴을 갖는 열 응답 특성이 제공되도록 결정되는, 접합식 내화 몰드.

**청구항 20**

제19항에 있어서,

상기 균일한 패턴을 갖는 열 응답 특성은, 열 공급부로부터 탕구의 입구 안으로 가해지는 열에 응답하여 상기 몰드 공동에 걸쳐서 얻어지는 균일한 온도인, 접합식 내화 몰드.

**청구항 21**

제1항에 있어서,

상기 몰드 공동에서 몰드 벽을 통하여 연장된 별도의 통공을 포함하는 가스 벤트를 더 포함하는, 접합식 내화 몰드.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 일반적으로 내화 몰드에 관한 것이고, 보다 구체적으로는 벤트(vent)가 형성된 내화 몰드에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 통상적으로 인베스트먼트 주조 공정에서는, 왁스, 플라스틱과 같은 소모성 패턴 자재(expendable pattern material) 주위에 무기질 바인더로 접합된 세라믹 입자들의 연속적인 층들이 적층되어 구성된 내화 몰드가 사용된다. 완성된 내화 몰드는 임시적(소모적이고 제거가능한) 패턴 주위에 셸 몰드(shell mold)로서 형성되는 것이 일반적이다. 내화 셸 몰드는, 1) 증기 오토클레이브(steam autoclave)의 응력 또는 돌발성 발화 패턴 제거, 2) 연소 오븐(burnout oven)을 통한 통과, 3) 용융 금속의 주조 동안의 열 압력 및 금속 내부 압력, 및 4) 공정 단계들 사이에서 수행되는 물리적 취급을 견디기에 충분하도록 강하고 두껍게 제작된다. 이와 같은 강도를 갖는 셸 몰드의 제작은 적어도 5겹의 내화성 슬러리(slurry) 및 내화성 회반죽(stucco)을 필요로 하여 몰드 벽이 통상적으로 4 내지 10mm 사이의 두께를 가지게 되어서, 상당한 양의 내화 자재를 필요로 하게 된다. 또한 상기 층들은 바인더의 건조 및 경화를 위하여 오랜 시간을 필요로 하여서, 공정 확인에 있어서의 상당한 업무량과 지연된 공정을 초래한다.

[0003] 통상적으로 접합된 내화 셸 몰드들은 가스 또는 오일의 연소에 의하여 가열되는 연속적 오븐 또는 배치(batch) 안에 놓여져서, 1600°F 내지 2000°F 의 온도로 가열된다. 내화 셸 몰드(refractory shell mold)들의 외측 표면에 대한 방사(radiation) 및 전도에 의하여 내화 셸 몰드들이 가열된다. 통상적으로 오븐에 의하여 발생된 열의 5% 미만이 상기 내화 몰드에 의하여 흡수되고, 오븐에 의하여 발생된 열의 95% 이상은 오븐 배출 시스템을 통해 나오는 통로에서 소비된다.

[0004] 상기 가열된 내화 몰드는 오븐으로부터 꺼내어지고, 그 안에서 용융 금속 또는 합금이 주조된다. 철 합금(ferrous alloy)과 같은 고온 용융 합금의 주조시에는, 주탕 불량(misrun), 가스 포집(gas entrapment), 고온 찢어짐 및 수축 결함(hot tear and shrinkage defects)을 방지하기 위하여, 상승된 몰드 온도가 바람직하다.

[0005] 인베스트먼트 주조에서의 트렌드는 상기 내화 셸 몰드를 가능한 얇게 만들어서 전술된 몰드의 제작비용을 낮추

는 것이다. 얇은 셀 몰드를 이용하기 위해서는, 찬들리(Chandley) 등에 의한 미국특허 제5,069,271호에 기재된 바와 같이, 몰드 파손을 방지하기 위하여 지지 매개물(support medium)을 이용함이 필요하다. 미국특허 제 5,069,271호에는 예를 들어 0.12 인치 미만의 두께인, 가능한 얇게 만들어진 접합 세라믹 셀 몰드가 개시되어 있다. 예열 오븐으로부터 꺼내진 얇고 고온인 내화 셀 몰드 주위에, 접합되지 않은 지지 입자 매개물이 밀집된다(compacted). 상기 접합되지 않은 지지 매개물은 몰드 파손을 방지하기 위하여, 주조 동안에 상기 셀 몰드에 가해지는 응력을 견디는 작용을 한다.

[0006] 그러나, 몰드 예열 오븐으로부터 꺼내어지고 상기 셀이 지지 매개물에 의하여 둘러싸여진 후, 상기 셀 몰드는 두꺼운 몰드보다 더 신속히 냉각된다. 이와 같은 신속한 냉각은 주조시 더 낮은 몰드 온도로 귀결된다. 낮은 몰드 온도는, 특히 얇은 주조물에서 주탕 불량, 수축, 가스 포집, 및 고온 찢어짐과 같은 결함의 원인이 될 수 있다.

[0007] 레드스케(Redemske)의 미국특허 제6,889,745호에는 접합식 내화 몰드의 가스투과성 벽을 가열하기 위한 열 효율이 우수한 방법이 개시되어 있는데, 여기에서는 용융 금속 또는 합금이 주조되는 몰드 공동이 몰드 벽에 의하여 한정된다. 상기 몰드 벽은, 몰드 공동 내부에서 유동하는 고온 가스로부터 몰드 벽으로의 열전달에 의하여 가열된다. 고온 가스는 몰드 외부의 고온 가스 공급부로부터 몰드 공동 및 가스투과성 몰드 벽을 통하여 몰드 외부의 저압 영역으로 유동하여서, 상기 몰드 벽의 내부 표면의 온도를 통제한다. 미국특허 제6,889,745호에 개시된 몰드 가열 방법이 유용하기는 하지만 불균일한 패턴 제거 및 불균일한 몰드 가열이 관찰되었는데, 상기 몰드의 상부가 저부보다 훨씬 더 신속히 가열되어서 상부에서의 셀 균열과 저부에서의 불완전한 패턴 제거가 초래될 수 있다. 이와 같은 문제는 얇은 셀 내화 몰드를 지속적으로 가열하여 온도 균일성을 증진시킴으로써 해결될 수 있지만, 연소 사이클이 매우 길게, 예를 들어 7시간 정도로 길게 되는 결과를 초래한다. 또한, 바인더가 몰드 벽 밖에서 타서 초기의 가스투과성이 낮기 때문에, 열악한 가스투과성에 의해 지배받는 낮은 연소 속도에서 버너를 작동시킴이 어려우며, 이로 인하여 신뢰성있는 화염을 익기 위하여는 버너를 여러번 다시 켜야 할 필요가 생겨서, 패턴 제거에 문제가 있을 수 있다. 또한, 미국특허 제6,889,745호에 개시된 몰드 가열 방법은 전술된 바와 같이 몰드 벽에 대하여 상대적으로 높은 가스투과성을 갖는 얇은 셀 내화 몰드에서는 유용할 수 있어도, 가스투과성이 없거나 상대적으로 낮은 가스투과성을 갖는 두꺼운 셀 내화 몰드에서는 유용하지 못하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 따라서, 몰드 전반에 걸쳐서 균일한 몰드 온도를 유지할 수 있고 또한 몰드 벽의 두께 가스투과성에 무관하게 모든 유형의 내화 몰드에 대해 사용될 수 있는 구성을 갖는 내화 몰드, 상기 내화 몰드를 제작하는 방법, 및 상기 내화 몰드를 이용하는 방법을 제공하는 것이 바람직하다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 예시적인 일 실시예에 따른 접합식 내화 몰드가 제공된다. 상기 몰드는 몰드 벽을 포함하고, 상기 몰드 벽은 접합된 내화 자재를 포함하는 것으로서 탕구(湯口; sprue), 게이트(gate), 및 몰드 공동(mold cavity)을 한정한다. 상기 게이트는 상기 탕구 안으로 개방된 게이트 입구 및 몰드 공동 안으로 개방된 게이트 출구를 구비한다. 상기 몰드는 상기 몰드 벽을 통하여 연장된 가스 벤트를 포함한다. 또한 상기 몰드는 상기 가스 벤트를 덮는 가스투과성 커버를 포함한다.

[0010] 본 발명의 상기 특징 및 장점과 다른 특징 및 장점은 하기의 첨부 도면들을 참조로 하는 아래의 상세한 설명으로부터 쉽게 이해될 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0011] 하기의 첨부 도면들을 참조로 하는 본 발명의 실시예들에 관한 아래의 상세한 설명에서 제시되는 다른 목적, 특징, 장점, 및 세부사항들은 예시적인 것일 뿐이다.

도 1 은 여기에서 제시되는 내화 몰드, 지지 매개물, 및 주조 플라스크(casting flask)의 예시적인 실시예의 부분 단면도이고;

도 2 는 도 1 의 일부분을 보다 상세하게 도시하는 확대도로서, 여기에는 탕구 벤트들을 구비한 내화 몰드의 예시적인 실시예가 도시되어 있으며;

도 3 은 여기에서 제시되는 내화 몰드의 예시적인 제2 실시예의 측부 사시도이고;

도 4 는 여기에서 제시되는 벤트 채널들 및 탕구 채널을 포함하는 패턴 부분과 내화 몰드의 일 실시예의 사시도이고;

도 5 는 관련 기술의 내화 몰드에 있어서의 몰드 공동 온도를 시간의 함수로서 작성한 그래프이며;

도 6 은 여기에서 제시되는 예시적인 실시예에 따른 내화 몰드에 있어서의 몰드 공동 온도를 시간의 함수로서 작성한 그래프이고;

도 7 은 여기에서 제시되는 내화 몰드를 제작하는 방법의 예시적인 실시예를 나타내는 흐름도이고;

도 8 은 여기에서 제시되는 내화 몰드를 이용하는 방법의 예시적인 실시예를 나타내는 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0012] 본 발명은 일반적으로 내화 몰드, 내화 몰드의 제작 방법, 및 내화 몰드의 이용 방법에 관한 것이다. 상기 몰드는 고온 가스의 유동에 의하여 가열되도록 구성된 것인데, 상기 고온 가스는 고온 가스 공급부로부터 나와서, 하나 이상의 내화 도관(들) 및 관련된 가스 벤트들, 특히 탕구 또는 게이트에 있는 가스 벤트들, 또는 이들의 조합된 구성을 통해 유동하여, 상기 몰드 외부의 공간 또는 영역, 특히 상기 몰드를 둘러싸는 지지 매개물로 향한다. 몰드 벽 외부에 위치한 영역, 보다 구체적으로는 지지 매개물의 가열은 상기 몰드의 가열을 현저히 향상시키고, 상기 몰드 내부로부터의 패턴 조립체(pattern assembly)의 제거를 향상시킨다.

[0013] 도면들, 특히 도 1 및 도 2 에는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 접합식 내화 몰드(10)가 도시되어 있다. 저부로부터 시작하여 상부까지 이어지는 패턴 제거의 3 단계들 - 패턴 제거(pattern elimination)의 시작, 패턴 제거의 초기 단계(early stage), 및 패턴 제거 완료 후 몰드 가열(mold heating)이 도시되어 있다. 상기 접합식 내화 몰드(10)는 몰드 벽(12)을 포함한다. 상기 몰드 벽(12)은 접합된 내화 자재(14)를 포함하고 내화 도관(refractory conduit; 11)을 한정하는바, 상기 내화 도관은 탕구(16), 적어도 하나의 게이트(18), 및 몰드 공동(20)을 포함한다. 상기 게이트(18)는 탕구(16) 안으로 개방된 게이트 입구(22)와, 몰드 공동(20) 안으로 개방된 게이트 출구(24)를 구비한다. 상기 접합식 내화 몰드(10)는 몰드 벽(12)을 통하는 가스 벤트(26)를 포함하며, 보다 구체적으로는 복수의 가스 벤트(26)를 포함할 수 있다. 또한 상기 접합식 내화 몰드(10)는 가스 벤트(26) 또는 복수의 가스 벤트(26)를 덮는 가스투과성 내화 커버(28)를 포함한다. 도 1 내지 도 4 에서는 상기 접합식 내화 몰드(10)의 다른 사항들을 명확히 도시하기 위하여 게이트(18)들 및 몰드 공동(20)들 중 일부가 생략되어 있다.

[0014] 도 1 및 도 2 에 도시된 바와 같이, 일 실시예에 따른 접합식 내화 몰드(10)는 주조 챔버(29)를 한정하는 주조 플라스크(31) 안에 배치되고, 또한 지지 매개물(30)에 의하여 지지 매개물(30) 안에 포위되도록 구성되는데, 상기 지지 매개물은 예를 들어 다양한 유형의 주조 모래와 같은 지지 입자들이 밀집된 것일 수 있다. 예시를 위하여 지지 매개물(30)은 게이트(18)들 사이에서 접합식 내화 몰드(10)를 둘러싸는 것처럼 도시되어 있으나, 지지 매개물(30)이 존재할 때에는 지지 매개물(30)이 주조 챔버(31) 안의 공간을 전체적으로 완전히 채워서 접합식 내화 몰드(10)를 둘러싼다는 것이 이해될 것이다. 상기 주조 플라스크(31)와 접합식 내화 몰드(10)는 인베스트먼트 주조 공정에서의 사용을 위하여 구성된 것이며, 특히 반중력 인베스트먼트 주조 방법에서의 이용에 적합하다. 상기 접합식 내화 몰드(10), 접합식 내화 몰드(10)의 제작 방법(100), 및 다양한 주조 공정들에서 접합식 내화 몰드(10)를 이용하는 방법(200)은 아래에서 상세히 설명된다.

[0015] 상기 접합식 내화 몰드(10)는 가스투과성이거나 가스불투과성인 몰드 벽(12)을 포함할 수 있다. 상기 접합식 내화 몰드(10)는 예를 들어, 잘 알려진 로스트 왁스 인베스트먼트 몰드 제작 방법(lost wax investment mold-making process)과 같은, 인베스트먼트 주조 업계에 잘 알려진 방법에 의하여 제작될 수 있는 접합식 가스투과성 내화 셀 몰드(10)를 포함할 수 있다. 예를 들어 통상적으로 왁스, 플라스틱 발포체, 또는 다른 소모성 패턴 자재(33)로 만들어지는 임시적인 (소모성인) 패턴 조립체(40)가 제공되어 상기 몰드(10)가 형성되며, 상기 패턴 조립체(40)는 주조될 물품의 형상을 갖는 임시적인 (즉, 제거가능한) 패턴(32)을 하나 이상 포함한다. 상기 패턴(들)(32)은, 게이트(18)들과 탕구(16)(들)을 각각 형성하기 위하여 사용되는 소모성 게이트 부분(34)들과 탕구 부분(36)(들)을 구비하고, 그들과 연결된다. 상기 패턴(32)들, 게이트 부분들, 및 탕구 부분들은 완전한 패턴 조립체(40)를 형성한다. 상기 패턴 조립체(40)를 세라믹/무기질 바인더 슬러리 안에 넣고, 패턴 조립체(40)로부터 과잉의 슬러리를 제거하고, 패턴 조립체(40)에 내화 또는 세라믹 입자들(회반죽)을 도포하고, 패턴 조립체(40)를 통제된 건조 조건이나 공기 중에서 건조하기를 반복적으로 수행함으로써, 패턴 조립체(40) 상에 셀

몰드(10)의 접합된 내화성 셸 벽(12)이 적층된다. 상기 슬러리는 내화 세라믹 재료들과 바인더 재료들을 다양한 조합과 양(amount)으로 포함할 수 있고, 임의의 갯수의 코팅 층으로서 가해질 수 있다. 소정 실시예에서는, 상기 접합된 내화성 셸 벽(12)이 몇 개(예를 들어 2 내지 4개)의 슬러리 층들을 이용함으로써 형성될 수 있는바, 그것은 상대적으로 얇으며 가스투과성을 가진 것일 수 있고, 대략 1mm 내지 대략 4mm 의 두께, 보다 구체적으로는 대략 1mm 내지 대략 2mm 의 두께를 가질 수 있으며, 다층 인베스트먼트 주조 몰드(several layer investment casting (SLIC) mold; 10)를 이룰 수 있다. 다른 소정 실시예에서는, 상기 접합된 내화성 셸 벽(12)이 복수(예를 들어 6 내지 10개 이상)의 슬러리 층들을 이용함으로써 형성될 수 있는바, 그것은 상대적으로 두껍고 가스불투과성(즉, 낮은 투과율)을 가진 것일 수 있고, 대략 10mm 이상의 두께를 가질 수 있으며, 종래의 인베스트먼트 주조 몰드 벽(12)을 이룰 수 있다. 상기 패턴 조립체(40) 상에 원하는 셸 몰드 벽(12)의 두께가 적층된 다음에는, 상기 패턴 조립체(40)가 증기 오토클레이브 또는 돌발성 발화 패턴(32) 제거와 같은 잘 알려진 제거 기술에 의하여 선택적으로 제거되어서, 하나 이상의 몰드 공동(20)을 갖는 그린 셸 몰드(green shell mold)가 남겨지는데, 상기 몰드 공동(20)은 몰드 공동(20)의 형상을 갖는 주조 물품을 형성하기 위하여 그 안에 용융 금속 또는 합금을 채우고 그 안에서 고화시키는 용도의 것이다. 대안적으로는, 패턴(32)이 접합식 내화 몰드 안에 남겨지되 추후에 몰드 가열 동안에 제거될 수 있다. 상기 패턴 조립체(40)는 하나 이상의 미리 형성된 내화 도관(11)을 포함할 수 있는데, 상기 내화 도관(11)에는 셸 몰드(10)의 일부로서의 통합을 위한 탕구(16) 및 게이트(18)들이 포함될 수 있다. 상기 내화 도관(11)은 본 발명에 따라서 몰드 예열 동안 고온 가스의 유동을 위하여 제공될 뿐만 아니라, 용융 금속 또는 합금이 몰드 공동(20) 안으로 들어가도록 하기 위하여도 제공된다. 상기 내화 도관(11)은 패턴 조립체(40)에 부착되는 대신에, 셸 몰드(10)가 형성된 후에, 또는 금속성 주조 플라스크(31) 또는 하우징의 주조 챔버(29) 안에 셸 몰드(10)를 조립하는 동안에, 셸 몰드(10)에 부착될 수 있다. 반중력 주조를 위하여, 상기 내화 도관(11)은 통상적으로 도 3 에 도시된 바와 같이 몰드(10)의 저부에 배치되고 개방된 긴 튜브형 형상을 가진 세라믹 탕구(16)를 구비하고, 용융 금속 또는 합금의 탕(pool) 안에 잠겨지며, 용융 금속 또는 합금은 연계된 복수의 게이트(18)들을 통해서 몰드 공동(20)들로 공급된다. 상기 셸 몰드(10)는 예를 들어 도 1 내지 도 4 에 도시된 바와 같이, 중앙 탕구(16)의 길이를 따라서 그리고 중앙 탕구(16) 주위에 배치된 복수의 몰드 공동(20)을 포함할 수 있는데, 이 도면들에서 유사한 참조 번호는 유사한 구성 요소를 지칭한다. 유사하게, 중력 주조(미도시)를 위하여도, 셸 몰드(10)가 하나 이상의 몰드 공동(20)을 포함할 수 있다. 중력 주조를 위하여는, 내화 도관(11)이 셸 몰드(10)의 조립체의 상부에 배치되고, 통상적으로 내화 도관(11)은 예를 들어 종래의 도가니(미도시)와 같은 부음용 용기로부터 용융 금속 또는 합금을 수용하도록 깔대기 형상을 갖는다.

[0016] 몰드 벽이 투과성인 경우 상기 접합된 내화 셸 몰드 벽(12)의 투과율(permeability)은, 몰드 벽(12) 및/또는 몰드 벽을 통하여 주위의 지지 매개물(30)로 열을 전달하는 가스 유량이 상기 몰드 벽(12)의 내부 표면의 온도를 통제하기에 충분한 유량이 되도록 선택될 수 있다. 상기 몰드 벽(12)의 가열 속도는 상기 몰드 벽(12)을 통하여 지지 매개물(30) 안으로 향하는 가스의 유량에 비례한다. 임의의 적합한 가스 유량이 이용될 수 있다. 일 실시예에서는, 최대로 대략 60 scfm(standard cubic feet per minute)의 가스 유량, 보다 구체적으로는 대략 50scfm 내지 대략 60scfm 사이의 가스 유량이 유용하다. 몰드가 더 크거나 가열 속도가 더 빠르다면, 고온 가스의 유량이 더 높을 필요가 있다. 접합식 내화 몰드 벽을 통하는 고온 가스의 유량은, 사용되는 내화 자재(14)(들), 상기 몰드를 제작함에 있어서 사용된 내화성 분말의 입자 형상 및 크기 분포, 건조된 셸(shell) 층들 또는 코팅들 안의 공극률(void fraction), 바인더의 함량, 및 몰드 벽의 두께에 의해 영향을 받는다. 상기 접합식 내화 몰드 벽(12)의 두께는 1.0 mm 내지 10 mm 사이의 범위 내에 있거나, 또는 몰드의 크기 및 다른 요인들로 인하여 그보다 더 클 수 있다. 본 발명의 예시적이고 실제적인 실시예에서, 지지 매개물(30)보다 낮은 가스 투과율을 갖는 접합식 내화 몰드 벽(12)을 이용하면 상기 몰드 벽에 걸쳐서 통상적으로 0.9 기압 낮은 압력 차이가 유발될 수 있다. 상기 몰드(10)의 외측 표면(42)은 주조 챔버(29) 내의 지지 매개물(30), 즉 찬들리(Chandley) 등에 의한 미국특허 제5,069,271호에 개시된 비접합식 입자 지지 매개물(30)(예를 들어 접합되지 않은 건조 주물사(foundry sand))와 같은 지지 매개물 안에 넣어지는 것이 일반적이다. 미국특허 제5,069,271호는 참조로서 여기에 포함된다. 위와 같은 압력 차이는 고온 가스가 상기 몰드 벽(12)의 모든 영역들을 실질적으로 균일하게 통하는 방식으로 유동하도록 강제할 수 있다.

[0017] 셸 몰드(10)를 위해 선택된 내화제의 유형은 주조되는 금속 또는 합금에 적합한 것이어야 한다. 만일 셸 몰드(10) 주위에 지지 매개물(30)이 제공된다면, 접합식 내화 몰드(10)의 열팽창 차이로 인한 균열을 방지하기 위하여 셸 몰드 벽(12)의 열팽창 계수가 지지 매개물(30)의 열팽창 계수와 유사해야 한다. 또한, 보다 큰 부분에 있어서는, 몰드 공동 벽(12)의 열팽창으로 인한 굴곡발생(buckling)을 방지하기 위하여, 용융 실리카(fused silica)와 같은 열팽창 계수가 낮은 내화제가 상기 접합된 내화 셸 몰드(10)와 지지 매개물(30)에 대해 사용될

수 있다.

[0018]

도 1 내지 도 4 를 참조하면, 상기 몰드 벽(12)의 투과율을 통제하기 위하여, 보다 구체적으로는 몰드 벽(12)의 투과율을 증가시키기 위하여 그리고 상기 몰드(10)의 외측 표면(42)과 지지 매개물(30)의 가열을 증진시키기 위하여, 몰드 벽(12)은 하나 이상의 가스 벤트(26)를 포함한다. 상기 가스 벤트(26)(들)은 몰드 벽(12) 중에서 임의의 적합한 부분에 위치될 수 있으며, 그 위치에는 탕구 또는 게이트도 포함된다. 복수의 가스 벤트(26)가 활용되는 때에는, 가스 벤트(26)들이 게이트(18)들이나 탕구(16), 또는 이들 모두에 배치될 수 있다. 예를 들어, 게이트(18)들 및 관련된 몰드 공동(20)들이 탕구(16)의 원주 또는 주변부 주위에서 링(ring) 또는 링과 유사한 형태로 이격되어 배치된 경우, 가스 벤트(26)들은 도 1 에 도시된 바와 같이 탕구(16)에서 게이트(18)들/몰드 공동(20)들이 이루는 링들 사이의 축방향으로 이격된 위치에 배치될 수 있다. 이와 같은 반중력 몰드 구성에서는, 패턴 조립체(40)를 제거하기 위하여 사용되는 고온 연소 가스가 가스 벤트(26)들을 통과하여서, 축방향으로 인접한 (즉, 개별의 가스 벤트 위와 아래에 있는) 게이트(18)들/몰드 공동(20)들의 링들을 가열한다. 상기 게이트(18)들 및 관련된 몰드 공동(20)들이 탕구(16)의 원주 또는 주변부 주위에서 링 또는 링과 유사한 형태로 이격되어 있는 다른 예에서는, 가스 벤트(26)들이 도 3 에 도시된 바와 같이 이격되어 인접한 게이트(18)들/몰드 공동(20)들 사이의 탕구(16)에 배치될 수도 있다. 이와 같은 반중력 몰드 구성에서, 패턴 조립체(40)를 제거하기 위하여 사용되는 고온 연소 가스는 가스 벤트(26)들을 통해 지나가서 상기 인접한 게이트(18)들/몰드 공동(20)들을 가열한다. 가스 벤트(26)들의 상기 구성 또는 형태가 조합될 수도 있다는 것이 이해될 것이다. 예를 들어, 하나의 링에 있는 구멍들과 다른 링에 있는 구멍들의 배치는, 탕구(16) 주위에서 나선형 패턴을 형성하도록 오프셋되거나 또는 정렬될 수 있다. 복수의 가스 벤트(26)들이 사용되는 경우, 가스 벤트(26)들은 원통형 구멍 또는 보어(bore; 44)의 형상을 포함하여 임의의 적합한 형상 또는 크기를 가질 수 있고, 여기에 개시된 것을 포함하여 임의의 갯수와 패턴 형태로 배치될 수 있다. 구멍들 또는 보어(44)들은, 지지 매개물(30) 안에서 몰드(10)의 인베스트먼트 전에 드릴링(drilling)하는 등, 몰드 벽(12)을 관통하여 드릴링함으로써 쉽게 형성될 수 있기 때문에 특히 유용하다. 구멍들 또는 보어(44)들은 미리 정해진 갯수로 형성되되 각각의 구멍이 미리 정해진 구멍 위치와 미리 정해진 구멍 크기를 갖도록 형성될 수 있으며, 그 구멍 크기들은 동일하거나 상이할 수 있다. 구멍들의 미리 정해진 갯수, 구멍들의 미리 정해진 위치들, 및 구멍들의 미리 정해진 크기들은, 몰드(10) 안에 실질적으로 균일한 열 응답 특성(thermal response characteristic)이 제공되도록 구성될 수 있다. 상기 균일한 열 응답 특성으로서, 탕구 입구(48) 안으로 지향된 버너(81)와 같은 고온 가스 공급부(80)로부터의 열 적용에 응답하여, 몰드 공동(20)(들) 전반에 걸쳐 실질적으로 균일한 온도가 얻어질 수 있다. 상기 구멍들의 미리 정해진 갯수, 구멍들의 미리 정해진 위치들, 및 구멍들의 미리 정해진 크기들은, 몰드(10) 내부에 실질적으로 균일한 열 응답 특성을 제공하기 위하여, 열 모델(thermal model)을 이용하여 모델링되거나 또는 수작업에 의해 선택될 수 있다. 일반적으로, 적고 큰 구멍들보다는 많고 작은 구멍들이 보다 균일한 가열 및 패턴(32)의 제거를 제공한다. 그러나, 상기 구멍들의 갯수는 몰드의 부분들에 드릴링을 하기 위한 접근성으로 인하여 제한받을 수 있다. 일 예에서는, 26인치 높이의 몰드로서 대략 3인치 직경의 탕구를 갖는 몰드가 제작되었고, 여기에 0.125인치 직경을 갖는 18 내지 36개의 탕구 구멍들이 형성되었는데, 이 몰드는 여기에서 설명한 바와 같은 균일한 온도 분포와 패턴(32)의 제거 특성을 제공하였다.

[0019]

상기 가스 벤트(26)들(예를 들어, 구멍들)은 가스투과성 내화 커버(28)에 의하여 덮인다. 상기 가스투과성 내화 커버(28)는 몰드 벽(12)의 외측 표면(42) 상에 배치된다. 상기 가스투과성 내화 커버(28)는 내화성 접착 재료(50)를 이용하는 방법을 포함하여 임의의 적합한 방법으로 외측 표면(42) 상에 배치될 수 있다. 주물사와 같은 지지 매개물(30)을 몰드 밖에 유지하면서도 몰드(10)의 외측 표면(42)과 지지 매개물을 가열하기 위하여 고온 가스가 몰드(10)로부터 지지 매개물(30) 안으로 통과함을 허용하기 위해서 임의의 적합한 가스투과성 내화 커버(28)가 사용될 수 있는데, 예를 들어 내화 금속 스크린을 포함하는 금속 스크린 또는 다공성 내화 자재를 포함하는 내화 자재가 여기에 포함될 수 있으며, 보다 구체적으로는 다공성 내화 직물(46) 또는 다공성 내화 세라믹이 여기에 포함될 수 있다. 적합한 다공성 내화 직물의 예에는 다공성 내화 펠트(porous refractory felt)가 포함된다. 다공성 내화 펠트의 예에는 리텀(Lytherm) 또는 카오울(Kaowool)와 같은 상업적으로 입수가능한 내화 펠트가 포함된다. 일 실시예에서, 상기 가스투과성 내화 커버(28)는 가스투과성 내화 직물(46)의 스트립(strip)을 포함할 수 있다. 내화 직물(46)의 스트립들의 가장자리들은 내화 패칭 컴파운드(refractory patching compound)와 같은 내화성 접착 재료(50)에 의하여 고정될 수 있다. 상기 가스 벤트(26)들 및 관련된 가스투과성 내화 커버(28)들의 배치를 용이하게 하기 위하여, 게이트(18)들/몰드 공동(20)들로 이루어진 각각의 링에서 패턴(32)의 소정 부분들이 생략될 수 있다. 생략된 패턴(32)들은 축방향으로 칼럼(column)(도 3 참조)을 이루어 연장되거나, 원주방향으로 연장되거나(도 1 내지 도 3 참조), 또는 나선 형태로 축방향 및 원주방향으로 연장될 수 있다. 대안적인 방안으로서, 상기 링을 패턴(32)으로 채워진 인접한 링들 사이에, 또는 2개 또

는 3개의 링들 마다 하나의 링에서 충분한 폭의 간격을 남겨서, 내화 직물(46)의 스트립들의 배치가 허용되도록 하는 방안이 있다.

[0020] 상기 몰드(10)는 탱구 출구(54)를 에워싸기 위하여, 샌드 플러그(sand plug)와 같은 탱구 출구 커버(52)를 포함할 수도 있다. 탱구 출구 커버(52)는 탱구 출구(54)를 덮는 것으로서, 상기 커버의 외측 표면에 맞닿아 배치된 지지 매개물(30)을 탱구(16)로부터 배제시키도록 구성된다. 또한 상기 탱구 출구 커버(52)는, 과잉의 배압(backpressure)을 방지하고 버너(81)가 적절한 작용을 수행할 수 있도록 하기 위해서, 상기 탱구 및 상기 몰드(10)의 다른 부분들을 통한 고온 연소 가스의 유동을 통제함에 있어서 사용될 수 있다. 상기 탱구 출구 커버(52)는 임의의 적합한 재료로 형성될 수 있는데, 구체적으로는 다양한 내화 자재로 형성될 수 있다. 상기 탱구 출구 커버(52)는 가스투과성 커버 또는 가스불투과성 커버를 포함할 수 있다. 몰드 공동(20)들, 게이트(18)의 공동들, 및 탱구(16)의 공동으로부터 임시 패턴 조립체(40)를 제거함을 용이하게 하기 위하여, 보다 구체적으로는 상기 버너(81)에서의 연소와 탱구(16) 공동을 통한 고온 가스(60)의 유동을 증진시키기 위하여, 상기 탱구(16) 안에 배치되고 상기 탱구(16)의 형상을 한정하는 임시 패턴(32)의 부분은 도 4 에 도시된 바와 같은 탱구 채널(56)을 구비할 수 있는데, 상기 탱구 채널(56)은 탱구 입구(48)로부터 탱구 출구(54)를 향하여 내향으로 연장되어 함께 유체 소통된다. 탱구 출구 커버(52)가 가스불투과성 커버를 포함하는 경우, 상기 패턴 조립체(40)는 도 4 에 도시된 바와 같이 임시 패턴(32)에 벤트 채널(58)을 포함할 수도 있는데, 상기 벤트 채널(58)은 탱구 채널(56)로부터 가스 벤트(26)로 연장되어 함께 소통된다. 이와 같은 구성은 연소를 지원하는 필요한 유동과, 예를 들어 가스불투과성인 탱구 출구 커버(52)를 이용함으로써 인하여 탱구(16)를 통하여 그와 같은 유동이 불가능한 때에 필요한 고온 가스(60)의 생성이 용이하게 이루어지도록 한다.

[0021] 여기에 참조로서 포함되는 레템스케(Redemske)의 미국특허 제6,889,745호에 개시되고 여기에서 설명된 바와 같이, 내화 직물 스트립(46)과 같은 내화 커버들 및 가스 벤트(26)들의 배치 및 형성을 포함하여 패턴 조립체(40)에 몰드(10)가 형성된 다음에는, 고온 가스(60)가 도 4 에 도시된 탱구 채널(56)을 포함하는 중앙 탱구(16)를 통과하여, 도 1 에 도시된 상기 탱구의 임시 재료의 무너짐(collapse; 39)을 초래하는바, 이것은 예를 들어 상기 임시 재료의 용융 및/또는 연소를 포함하는 열분해(pyrolysis)에 의하여 초래될 수 있고, 이로써 상기 임시 재료가 상기 탱구(16)의 공동으로부터, 게이트(18)의 공동들 및 몰드 공동(20)들을 포함하는 몰드의 다른 부분들을 통해서 점진적으로 제거된다. 이론에만 국한되는 것이 아니라, 상기 고온 가스(60)는 주위 압력(ambient pressure)보다 높은 압력으로 상기 가스 벤트(26)들, 즉 노출된 가스 벤트(26)들을 통과하고, 내화 직물(46)을 지지 매개물(30)에 대해 압착시켜서 상기 직물과 상기 셸의 벽 사이에 얇은 채널(channel)이 생성되게 한다. 또한, 상기 내화 직물(46)이 가스투과성을 갖기 때문에, 그것이 고온 가스(60)를 위한 주변 채널로서 작용할 수도 있다. 예를 들어, 고온 가스(60)는 내화 직물(46)을 통해서 확산되기 전에 내화 직물(46) 아래로 퍼져 나갈 수 있는데, 이로써 상기 직물을 통하여 지지 매개물(30) 안으로 향하는 보다 분산된 유동이 생성된다. 이 채널(들)을 통해서 상기 고온 가스(60)는 탱구의 주변부 둘레로 균일하게 퍼뜨려진다. 상기 고온 가스(60)는 상기 직물 및 지지 매개물(30)을 통과하여 확산된다. 도 1 내지 도 4 에 도시된 바와 같이 원주상으로 분포된 가스 벤트(26)들의 경우에는, 상기 고온 가스(60)의 확산 및 지지 매개물의 가열로 인하여, 파이(pie) 형상의 단면을 구비하고 대략적으로 환상(toroid) 형상을 갖는 지지 매개물(30) 안에 온도 분포부(temperature distribution; 62)(대략적으로 등온인 영역)이 생성되게 한다. 주물사와 같은 입자 매개물이 사용되는 경우, 상기 지지 매개물(30)의 알갱이들의 높은 체적-대비-표면적 비율로 인하여, 상기 고온 가스(60)로부터의 열이 효율적으로 몰드(10)의 외측 표면과 지지 매개물(30)로 전달된다. 열이 퍼뜨려짐에 따라서 게이트(18)들이 가열되고, 궁극적으로는 게이트들 안의 패턴(32) 부분들이 가열되는바, 그 가열은 외측 표면으로부터 몰드 벽(12)을 통하여 패턴 재료(33)를 향해 이루어진다. 이와 같은 가열은 상기 게이트(18)들 안에 있는 임시 패턴 재료(33)가 위축 및 열분해됨을 초래하여서, 게이트(18)들 안에 채널(38)들이 열리게 하고, 이로써 고온 가스(60)가 탱구(16)로부터 몰드 공동(20)들 안으로 진행할 수 있게 된다. 이와 같은 과정은 임시 패턴(33) 모두가 제거되고, 상기 몰드(10)가 예를 들어 미리 정해진 구조 온도와 같은 요망되는 온도에 도달할 때까지 계속된다.

[0022] 도 3 에 대안적인 벤팅(venting; 가스 소통) 방안이 도시되어 있다. 가스 벤트(26)들은 칼럼(column)을 이루어 배치될 수 있고, 또한 몰드(10)의 종축(64)을 기준으로 하여 수직으로 또는 축방향으로 연장된 내화 커버(28)들로 덮일 수 있다. 이와 같은 방안은, 더 많은 게이트(18)들/몰드 공동(20)들이 생략되어야 하고 또한 가스 벤트(26)들을 통한 지지 매개물(30) 안으로의 열 배분이 덜 균일하기 때문에, 일반적으로 덜 효과적이다. 가스 벤트(26)들을 형성하는 구멍들은 게이트(18)들이 탱구(16)에 부착되는 곳에서 게이트(18)들의 베이스(66)에 인접하여, 예를 들어 인접한 게이트(18)들의 베이스(66)들 사이에서 탱구(16)에 드릴링될 수 있고, 수직으로 또는 축방향으로 지향될 수도 있는 내화 직물(46)의 스트립들에 의하여 덮일 수 있다. 구멍들은 탱구(16)의 몰드 벽(12)에(예를 들어, 몰드의 중간 및 상부에) 드릴링되거나, 또는 게이트들의 하방향으로 대면하는 베이스에(예를

들어, 몰드의 저부에) 드릴링될 수 있다.

[0023] 초경 팁 석재용 드릴(carbide tipped masonry drill) 또는 다이아몬드 그릿 팁 드릴(diamond grit tipped drill)이 사용될 수 있다. 이 방안에서는, 전술된 채널(들)의 형성 및 고온 가스(60) 유동의 배분이 직물 또는 패치(patch)의 작은 영역에 의하여 제한되어서, 게이트(18)들 및 몰드 공동(20)들에 있는 임시 패턴 재료(33)를 열분해 및 제거하고 게이트(18)들 고온 가스(60)가 유동할 가스 벤트들이 열리도록 하기에 충분하게 상기 몰드 벽(12)의 외측 표면(42)과 지지 매개물(30)을 가열하는데에 더 오랜 시간이 걸리는 것이 일반적이다.

[0024] 여기에서 설명된 가스투과성 내화 커버(28)들 및 가스 벤트(26)들의 사용은 패턴(32) 제거 과정을 현저히 향상시키고, 그렇기 때문에 이와 같은 몰드를 사용하는 주조 공정 및 관련 몰드 제작과정을 크게 개선시키는데, 이로써 몰드 가열 사이클 시간이 감소되고, 더 높은 생산성이 얻어지며, 찌꺼기 발생율(scrap rate)이 감소되고, 패턴(32)의 연소가 개선됨과 연계되어 제품 품질이 향상되며, 몰드 내에서 균일한 온도가 얻어진다. 가스의 통과를 허용하되 지지 매개물(30)이 상기 몰드 안으로 들어가거나 또는 용융 금속이 몰드로부터 이탈함을 허용하지 않는 가스 벤트(26)들은 몰드 벽들에 만들어짐으로써, 주조 플라스크 안에 놓여져 있는 몰드(10) 주위에서 고온 연소 가스(60)가 지지 매개물(30) 안으로 진행함이 용이하게 된다. 연소 생성물이 일단 몰드 벽(12)을 통과하면, 연소 생성물은 매우 적은 저항을 받으면서(즉, 높은 투과율로) 지지 매개물(30)을 통해 확산되어, 지지 매개물, 게이트(18)들의 몰드 벽(12), 및 몰드 공동(20)들을 가열한다. 몰드 벽(12)은 열을 임시 패턴 재료(33)로 전달하여 도 1 에 도시되고 여기에 설명된 바와 같이 임시 패턴 재료가 채널(38)이 열리는 벽들로부터 수축됨을 유발한다. 이와 같이 열린 통로는 몰드(10) 내부에서 고온 가스(60)의 유동을 증가시킨다. 내부와 외부로부터 조합된 가열을 받음으로써, 패턴(32)의 제거가 효과적으로 균일하게 이루어진다. 이와 같은 향상의 현저함은, 여기에서 설명된 가스투과성 내화 커버(28)들 또는 가스 벤트(26)들을 포함하지 않는, 예를 들어 미국특허 제6,889,745호에 개시된 몰드 및 그 몰드의 사용방법과, 여기에서 설명된 몰드 및 그 몰드의 사용방법을 비교함으로써 이해될 수 있다. 가스 벤트(26)들을 포함하지 않는 몰드는 상대적으로 덜 균일한 온도 분포를 제공하며, 패턴(32)의 제거에 더 많은 시간을 필요로 한다. 이것은, 게이트들에서 임시 재료의 적은 영역만이 고온 가스에 노출되고 또한 가스 유동이 몰드 벽 투과율에 의해 제한받기 때문이다. 도 5 및 도 6 에는 탱구 벤팅이 있는 몰드(도 6)와 탱구 벤팅만이 없는 동일한 몰드(도 5)의 상부 공동, 중간 공동, 및 저부 공동에서 실제 측정된 온도가 도시되어 있다. 벤팅되는 몰드(10)의 몰드 공동들이 더 균일하게 가열되고 패턴(32)의 제거가 더 신속하다는 점을 명확히 알 수 있다.

[0025] 도 1 내지 도 4 를 참조하면, 접합된 내화 셸 몰드(10)가 주조 플라스크(31)의 주조 챔버(29) 안에 배치되어 있고, 내화 도관(11)(들), 특히 탱구 입구(48)가 주조 플라스크(31)의 외측으로 연장되어 있다. 내화 몰드(10)는 여기에서 설명된 바와 같이 지지 매개물(30), 특히 접합되지 않은 채로 밀집된 내화 입자 매개물에 의하여 둘러싸인다. 상기 지지 매개물(30)이 상기 접합된 내화 셸 몰드(10)를 덮고 주조 챔버(29)를 채운 다음에는, 상기 주조 플라스크(31)의 상측 단부를 예를 들어 움직여질 수 있는 상부 커버(72) 또는 다이어프램(미도시)와 같은 폐쇄부(70)를 사용하여 폐쇄하되, 상기 지지 매개물(30)이 밀집된 채로 확고히 유지되도록 입자성 지지 매개물(30)에 압착력이 가해지도록 폐쇄하는 것이 일반적이다. 오링 밀봉재(o-ring seal; 76)와 함께 통상적으로 폐쇄부(70)의 일부분에 해당되는 스크린 포트(screened port; 74)(들)은, 주조 챔버(29) 안에 지지 매개물(30)을 유지하면서도, 냉각된 연소 가스(61)가 주조 챔버(29) 밖으로 유동함을 허용하기 위하여 제공된다. 찬들리(Chandley) 등에 의한 미국특허 제5,069,271호에는 얇은 셸 몰드(10) 주위에 입자성 지지 매개물(30)을 이용함이 개시되어 있는바, 해당 문헌은 참조로서 여기에 포함된다.

[0026] 일 실시예에 따르면, 상기 주조 플라스크(31)와 몰드는 고온 가스 공급부(80)로 이동되고 탱구 입구(48)가 도 1 에 도시된 바와 같이 고온 가스(60) 유동 경로에 위치되도록 하강되어서, 고온 가스(60)는 탱구 채널(56) 및 벤트 채널(58)을 포함하는 도관(11)을 통해, 그리고 가스 벤트(26)들을 통해 유동하여 지지 매개물(30) 안으로 진행한다. 패턴 조립체(40) 및 지지 매개물(30)이 가열됨에 따라서, 전술된 바와 같이 임시 패턴 재료(33)가 몰드 벽(12)으로부터 당겨짐으로써 패턴 재료(33)의 가열 및 열분해와 제거가 쉽게 이루어진다. 상기 가스는 예를 들어 전기적인 방식으로 가열되거나 바람직하게는 가스 연소에 의하여 가열되는 임의의 수단에 의해서 가열될 수 있다. 상기 고온 가스의 온도는 주조될 금속 또는 합금, 그리고 몰드(10)의 필요한 가열량에 따라서 대략 427°C(800°F) 내지 대략 1204°C(2200°F) 사이에서 달리 정해질 수 있다.

[0027] 고온 가스(60)는, 주조 챔버(29) 안에 있는 입자성 지지 매개물(30)이 점유하고 있는 영역과 몰드 공동(20) 사이에서 작용하는 압력 차이가 생성됨에 의하여, 내화 도관(11)들을 통해서 몰드 공동(20) 안으로 그리고 가스투과성 접합식 내화 몰드의 벽(12)을 통하여 유동하게 된다. 본 발명의 제한이 아닌 예시를 위하여 제시하건데, 상기 몰드 벽(12)에 걸쳐서 0.5 내지 0.9 기압의 압력 차이가 형성되는 것이 일반적이다. 본 발명의 일 실시예

에 따르면, 이와 같은 압력 차이는 스크린 챔버 포트(screened chamber port; 74)에 대기압 미만의 압력(진공)을 가함으로써 수립될 수 있는데, 상기 스크린 챔버 포트(74)에 가해진 진공은 주조 챔버(29) 내부의 접합식 내화 셀 몰드(10) 주위에 배치된 접합되지 않은 입자성 지지 매개물(30)로 소통된다. 상기 포트(74)에서 주위보다 낮은 압력을 이용함으로써, 고온 가스(60)가 내화 도관(11)으로 전달될 수 있게 되고, 또한 (몰드 공동(20)을 포함하는) 몰드의 내부가 대기압 하에 있을 수 있게 된다. 몰드 공동(20)들, 몰드 벽(12), 및 가스 벤트(26)들을 통해 유동하는 고온 가스(60)의 유량을 증가시키기 위하여는 더 높은 진공이 포트(74)에 가해질 수 있다. 대안적으로는, 고온 가스(60)가 몰드 공동(20)들을 통하여 셀 몰드(10) 안으로 유동하고, 대기압보다 높은 고온 가스(60)의 압력을 내화 도관(11)들 안으로, 즉 몰드 안으로 가함으로써 가스투과성 몰드 벽(12)이 구현될 수 있는데, 이 때 셀 몰드(10)의 외부(예를 들어, 주조 플라스크(31) 내부의 입자성 지지 매개물(30))은 주위와 가까운 압력으로 유지된다. 예를 들어, 북아메리카 엠에프지(North American Mfg. Co) 사로부터 입수가 가능한 고압 버너(81)를 이용하여 상기 내화 도관(11)에 주위보다 높은 압력(예를 들어, 14 psig)의 고온 가스(60)가 제공될 수 있다. 이 실시예는 더 많은 양의 고온 가스(60)를 셀 몰드(10)를 통과하도록 강제할 수 있어서, 몰드 가열 시간이 짧아지는 결과를 낳는다. 전술된 진공 및 압력 모두를 조합한 방안도 여기에서 설명되는 본 발명의 실시예에 사용될 수 있다.

[0028] 몰드 공동(20)들을 한정하는 몰드 벽(12)은, 가스투과성 접합식 내화 몰드 벽(12)이 가스투과성인 경우에 상기 가스 벤트들을 통하여 그리고 상기 벽을 통하여 지지 매개물(30) 안으로 고온 가스(60)의 유동이 계속됨으로써, 용융 금속 또는 합금의 상기 몰드 공동(20)들 안에서의 주조를 위하여 요망되는 온도까지 가열된다. 상기 고온 가스 온도, 가열 시간, 및 상기 가스 벤트(26)들을 통하여 가스투과성 접합식 내화 몰드 벽(12)에 걸친 유량이 몰드 공동(20)들 안에서 몰드 벽(12)의 내부 표면의 최종 온도를 통제한다. 상기 몰드(10), 특히 몰드 공동들이 주조를 위하여 요망되는 온도에 도달한 후에는, 고온 가스 공급부(80)로부터의 고온 가스(60)의 유동이 끊기고, 가열된 몰드 공동(20)들 안에 용융 금속 또는 합금이 부어진다. 셀 몰드(10) 주위에 비접합식 입자 지지 매개물(30)이 배치된 때에는, 몰드 벽(12)뿐만 아니라 비접합식 지지 매개물(30) 안으로 소정 거리까지가 상기 가스 벤트(26)들 및 몰드 벽(12)을 통하는 고온 가스(60)의 유동 동안에 가열된다. 상기 입자성 지지 매개물(30) 안에는 바람직하게는 작은 온도 구배가 수립되는데, 이것은 예를 들어 도 6 에 도시된 바와 같이 몰드(10)에서 주조가 수행되는 때와 상기 고온 가스(60)의 유동이 끊긴 때 사이 동안에, 몰드 벽(12), 특히 몰드 공동(20)들 안의 표면 온도를 유지하는데 도움이 된다. 이것은 인베스트먼트 주조 몰드의 종래의 가열방법에 비하여 특히 유리한데, 종래의 몰드는 통상적으로 패턴(32)의 제거를 위하여 오븐에서 가열된 다음에 예열시킨 후, 몰드를 둘러싸기 위하여 지지 매개물이 추가되는 주조 챔버 안으로 이동된 다음에 주조가 수행되었다. 그 이유는 상기 지지 매개물의 추가가 주조 전에 몰드의 온도를 바람직스럽지 못하게 실질적으로 낮추는 것으로 알려져 있기 때문이다. 패턴 조립체(40)의 제거 동안에 몰드(10), 몰드 벽(12), 및 몰드 공동(20)들을 가열하기 위하여 지지 매개물(30)이 존재하도록 하는 것은, 전술된 바와 같이 모든 유형의 몰드(10)들에 대해 매우 유리하다. 여기에서 설명된 몰드 공동(20)의 가열 방법의 에너지 효율은 매우 높다. 지지 매개물(30)이 사용되는 경우, 접합식 내화 셀 몰드(10)와 비접합식 지지 매개물(30)이 상기 몰드로 들어오는 고온 가스(60)로부터의 거의 모든 열을 흡수한다. 이것은, 인베스트먼트 주조에서 전형적으로 사용되어온 몰드 가열 화로 안에 있는 몰드에 의하여 흡수되는, 예를 들어 5% 미만의 열과 대비되는 것이다. 전형적인 인베스트먼트 주조 화로에서는, 고온 가스가 화로의 배출 스택(exhaust stack)까지 이동하는 동안에 에너지의 95% 이상이 낭비된다.

[0029] 전술된 바와 같이 몰드 가열 동안에 상기 임시 패턴 조립체(40)가 제거된다. 고온 가스(60)의 유동은 처음에는 주로 패턴 조립체(40)로 향하게 되어서, 패턴 조립체(40)의 열분해, 용융, 및 증발을 유발한다. 고온 가스(60)를 전술된 바와 같이 상기 접합식 내화 몰드 벽(12) 및 가스 벤트(26)들을 통해 유동하도록 강제함으로써, 가스 벤트(26)들을 사용하지 않는 경우에 일어나는 것보다 더 신속한 패턴(32)의 제거가 일어나게 된다.

[0030] 고온 가스 공급부(80)로부터의 고온 가스(60)는, 몰드 공동(20)들로부터 탄소질의 패턴 재료(33) 잔류물을 제거할 필요에 따라서, 강한 산성, 중성, 또는 환원성 포텐셜(neutral)을 가질 수 있다. 상기 몰드 공동(20)들의 모든 영역들을 통하는 그리고 상기 접합식 내화 몰드 벽(12)을 통하는 산화 가스의 강제 유동에 의해서, 탄소질 패턴 재료(33) 잔류물을 산화시킬 수 있는 능력이 크게 향상된다는 점에 유의하여야 한다. 상기 패턴 재료(33) 잔류물의 산화는, 접합식 내화 몰드(10)의 온도를 증가시키기 위하여 사용될 수 있는 열을 발생시킬 수도 있다.

[0031] 전형적으로는, 패턴 재료(33)의 완전한 제거를 보장하기 위하여 1,100°F 내지 1,400°F의 몰드 온도가 필요하다. 알루미늄과 마그네슘 등과 같은 낮은 용융 온도의 합금에 있어서는 그와 같은 몰드 온도가 주조를 위한 목적으로는 너무 높다. 상기 몰드는 버너(81)를 이용하되 연료 대비 공기의 비율을 증가(공기 과잉)시킴으로써 냉각될 수 있다. 예를 들어 400% 과잉의 공기는 15분만에 몰드(20)를 700°F 미만으로 냉각시킬 것이다.

- [0032] 본 발명의 다른 일 실시예는 셸 몰드(10)가 지지 매개물(30) 안에 배치된 다음에 가스 벤트(26)들 및 가스투과성 커버(28)들을 포함하는 예열된 셸 몰드(10)의 온도를 조절하기 위한 몰드의 가열을 포함한다. 이 실시예에서, 접합식 내화 몰드(10)는 먼저, 패턴 재료(33) 잔류물을 제거하기에 충분히 높은 온도를 갖는 오븐(미도시) 안에서 가열된다. 그 다음, 고온의 접합식 내화 몰드(10)가 오븐으로부터 꺼내어져서 주조 플라스크(31)의 주조 챔버(29) 안에 배치되고, 몰드(10) 주위에 입자성 지지 매개물(30)이 밀집되게 넣어진다. 통상적으로 이와 같은 몰드(10)는 감소된 두께의 몰드 벽을 가질 것이고, 따라서 몰드의 파손을 방지하기 위하여 주조 동안에 상기 입자성 지지 매개물(30)를 이용함이 필요하다. 그러나 이와 같은 얇은 셸 몰드는 상기 몰드의 예열 오븐으로부터 꺼내어진 후 지지 매개물(30)에 의하여 둘러싸인 다음에 상대적으로 두꺼운 벽을 갖는 셸 몰드보다 더 신속히 냉각된다. 이와 같은 신속한 냉각은 주조할 때의 낮은 몰드 온도로 귀결된다. 몰드 벽의 낮은 온도는, 특히 얇은 주조물의 경우에, 주탕 불량, 수축, 가스 포집, 및 고온 찢어짐과 같은 결함의 원인이 된다. 그러므로, 고온 가스 공급원(80)으로부터 내화 도관(11)을 통하여 몰드 공동(20) 안으로, 그리고 가스투과성 몰드 벽을 통하여 지지 매개물(30) 안으로, 그리고 가스 벤트(26)들을 통하여 지지 매개물(30) 안으로 상기 고온 가스(60)를 유동시킴으로써, 상기 몰드 벽(12)의 온도가 요망되는 범위의 온도로 복귀하게끔 증가된다. 이와 같은 고온 가스의 유동은 전술된 바와 같이 몰드 벽(12) 외부의 압력보다 몰드 공동(20) 내의 압력이 더 높게 되도록 형성함으로써 유발된다. 상기 셸 몰드(10)가 요망되는 온도에 도달한 다음에는, 상기 고온 가스(60)의 유동이 끊기고, 재가열된 몰드 공동(20) 안으로 용융 금속이 부어진다.
- [0033] 도 1 내지 도 7 을 참조하면, 일 실시예에 따른 접합식 내화 몰드(10)의 제작 방법(100)이 개시되어 있다. 상기 방법은, 전술된 바와 같이 임시 재료 또는 열적으로 제거가능한 재료를 포함하는 임시 패턴 조립체(40)와 같은, 임시 패턴(32)을 형성하는 단계(110)를 포함한다. 또한, 상기 방법(100)은 전술된 바와 같이 몰드 벽(12)을 포함하는 내화 몰드(10)를 형성하는 단계(110)를 포함한다. 상기 몰드 벽(12)은 내화 자재(14)를 포함하여 형성된 것으로서, 여기에는 전술된 바와 같이 탕구(16), 게이트(18), 및 몰드 공동(20)이 형성된다. 상기 셸 몰드(10)는 예를 들어 패턴 조립체(40)와 같은 임시 패턴(32)에 의하여 한정된다. 게이트(18)는 탕구(16) 안으로 개방된 게이트 입구(22)와, 몰드 공동(20) 안으로 개방된 게이트 출구(24)를 구비한다. 상기 방법(100)은 몰드 벽(12)을 통하여 연장된 가스 벤트(26)를 형성하는 단계(130)를 더 포함한다. 나아가, 상기 방법(100)은, 전술된 바와 같이 가스 투과성 내화 커버(28)로 가스 벤트(26)를 덮는 단계(140)를 포함한다.
- [0034] 상기 임시 패턴(32)을 형성하는 단계(110)는 전술된 바와 같이 복수의 패턴 부분들을 패턴 조립체(40)로 조립함을 포함할 수 있다. 상기 임시 패턴(32)의 열적으로 제거가능하거나 임시적인 재료(33)는 왁스 또는 폴리머, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 패턴 부분들은 패턴제작에서 흔히 사용되는 접착제 및 용융 왁스의 사용을 포함하는, 임의의 적합한 조립 방법에 의해서 조립될 수 있다. 상기 임시 패턴(32)을 형성하는 단계(110)는 탕구(16)에 배치된 임시 패턴(32)의 일부분에 탕구 채널(56)을 형성함을 포함할 수 있는데, 그것은 탕구 입구(48)로부터 탕구 출구를 향하여 내향으로 연장되고 그와 함께 유체 소통된다. 탕구 출구(54)를 탕구 출구 커버(52)로 덮음이 더 포함될 수 있는바, 상기 탕구 출구 커버는 탕구 출구(54)를 덮는 것으로서, 상기 커버의 외측 표면에 맞닿도록 배치된 지지 매개물(30)을 탕구(16)로부터 배제시키도록 구성된다. 여기에서 설명된 바와 같이, 상기 탕구 출구 커버(52)는 가스투과성 커버 또는 가스불투과성 커버를 포함할 수 있다. 상기 탕구 출구 커버(52)가 가스불투과성 커버를 포함하는 경우, 상기 방법(100)은, 패턴 조립체(40)와 같은 임시 패턴(32) 안에 벤트 채널(56)을 형성하는 단계와, 탕구 채널(56)로부터 가스 벤트(26)까지 연장되고 함께 유체 소통되는 벤트 채널(58)을 형성하는 단계를 포함할 수도 있다. 일 실시예에서, 벤트 채널(58)을 형성하는 단계(110) 및 가스 벤트(26)를 형성하는 단계(130)는 탕구 채널(56) 안으로 개방되는 패턴(32)과 몰드 벽(12)을 통하여 구멍을 드릴링함을 포함할 수 있다.
- [0035] 내화 몰드(10)를 형성하는 단계(120)는 임의의 적합한 방식과 임의의 적합한 방법으로 수행될 수 있는바, 여기에는 전술된 패턴 조립체(40)와 같은 임시 패턴(32) 상에 접합 세라믹을 배치시킴이 포함된다. 접합 세라믹을 배치시킴은 임의의 적합한 방식과 임의의 적합한 방법으로 수행될 수 있는데, 여기에는 무기질 바인더 안에 배치된 복수의 세라믹 입자들을 예를 들어 슬러리와 같은 형태로서 담금(dipping) 등의 방식으로 임시 패턴(32) 상에 적용함을 포함한다. 이해되는 바와 같이, 무기질 바인더 안에 배치된 복수의 세라믹 입자들을 상기 임시 패턴(32) 상에 적용함에는, 전술된 바와 같이 패턴 조립체(40)와 같은 임시 패턴(32) 상에 세라믹 입자들과 무기질 바인더의 층을 연속적으로 복수회 적용함이 포함될 수 있다. 여기에는 전술된 바와 같이 예를 들어, 무기질 바인더 안에 배치된 세라믹 입자들의 슬러리 안에 패턴 조립체(40)를 담궈서 하나의 층을 형성 한 후에 그 층을 건조시키는 작업을 그 층의 미리 정해진 갯수만큼 반복함이 포함될 수 있다.
- [0036] 몰드 벽(12)을 통하여 연장되는 가스 벤트(26)를 형성하는 단계는 임의의 적합한 방식으로 임의의 적합한 방법

에 의해 수행될 수 있는바, 여기에는 몰드 벽(12)에 구멍을 형성함이 포함된다. 상기 몰드 벽(12)을 통하는 구멍을 형성함은 임의의 적합한 방법에 의하여 임의의 적합한 방식으로 수행될 수 있는바, 여기에는 전술된 바와 같이 몰드 벽(12)을 통하여 구멍을 드릴링함이 포함되고, 여기에는 상기 게이트 또는 탕구에 구멍을 드릴링함이 포함된다. 또한, 여기에는 복수의 가스 벤트(26)들을 형성하는 단계(130)가 포함될 수 있는데, 여기에는 몰드 벽(12)을 통하여 복수의 구멍을 드릴링함으로써 탕구(16) 또는 게이트(18) 또는 이들 모두에 복수의 가스 벤트(26)들을 형성함이 포함될 수 있다. 상기 몰드 벽(12)을 통하여 복수의 구멍들을 드릴링함에는 미리 정해진 갯수의 구멍들을 드릴링함이 포함될 수 있는바, 여기에서 그 각각의 구멍은 전술된 바와 같이 미리 정해진 구멍 위치와 미리 정해진 구멍 크기를 갖는다. 드릴링에는, 상기 몰드 내에 실질적으로 균일한 열 응답 특성을 제공하기 위하여, 구멍들의 미리 정해진 갯수, 미리 정해진 구멍 위치들, 및 미리 정해진 구멍 크기들을 결정함이 포함될 수도 있다. 상기 미리 정해진 열 응답 특성을 제공함에는, 패턴(32)의 열적으로 제거가능한 재료(33)를 제거하기 위하여, 고온 가스 공급부(80)와 같은 열 공급부로부터 고온 가스(60)와 같은 열을 탕구(16)의 탕구 입구(48) 안으로 적용함으로써 몰드(10)를 가열함이 포함될 수 있는데, 여기에서 실질적으로 균일한 열 응답 특성은 도 6 에 도시된 바와 같이 몰드 공동(20)들의 실질적인 균일한 온도를 포함한다.

[0037] 가스 벤트(26)를 가스 투과성 내화 커버(28)로 덮는 단계(140)에는 몰드(10)의 외측 표면(42) 상에 내화성 금속 스크린 또는 다공성 내화 자재를 배치시켜서 가스 벤트(26)를 덮음이 포함될 수 있다. 다공성 내화 자재를 배치시킴에는 전술된 바와 같이 몰드의 외측 표면(42) 상에 다공성 내화 직물(46)을 배치시킴이 포함될 수 있다.

[0038] 도 1 내지 도 6 및 도 8 을 참조하면, 여기에는 접합식 내화 몰드(10)를 이용하는 방법(200)이 개시되어 있다. 상기 몰드를 이용하는 방법(200)은 전술된 바와 같이 내화 몰드(10)를 형성함(210)을 포함한다. 상기 몰드(10)는 열적으로 제거가능한 재료(33)를 포함하는 임시 패턴(32) 상에 배치된 몰드 벽(12)을 포함하고, 상기 몰드 벽(12)은 내화 자재(14)를 포함하는 것으로서 탕구(16), 게이트(18), 및 몰드 공동(20)을 형성하고, 게이트(18)는 탕구(16) 안으로 개방된 게이트 입구(22)와 몰드 공동(20) 안으로 개방된 게이트 출구(24)를 구비하며, 가스 벤트(26)는 몰드 벽(12)을 통해 연장되고, 가스투과성 내화 자재(46)는 가스 벤트(26)를 덮으며, 상기 임시 패턴(32)에 구비된 탕구 부분은 탕구 입구(48)와 유체 소통되고 탕구 출구(54)를 향하여 연장된 탕구 채널(56)을 구비한다. 상기 방법(200)은 상기 열적으로 제거가능한 재료(33)를 제거하기 위하여 고온 가스(60)로 내화 몰드(10)를 가열하는 단계(220)을 더 포함하는데, 상기 고온 가스(60)의 일부분은 가스 벤트(26)를 통하여 내화 몰드(10)로부터 배출된다.

[0039] 상기 가열 단계(220)는 임의의 적합한 가열 방법 또는 가열 장치에 의하여 수행될 수 있는바, 구체적으로는 전술된 버너(81)와 같은 고온 가스 공급원(80)을 이용함으로써 수행될 수 있다. 일 실시예에서는, 상기 가열 단계(220)가 내측 표면(43) - 구체적으로는 몰드 공동(20)을 포함하는 내측 표면(43)의 부분 - 과, 몰드(10)의 외측 표면(42)을 가열함을 포함할 수 있고, 이것은 상기 가스투과성 몰드 벽(12)과 가스 벤트(26)를 통하여 고온 가스(60)가 지나가게 유발함으로써 수행될 수 있다. 상기 몰드(10)의 내측 표면(43)은 탕구 입구(48)로 향하는 버너(81)의 배출 유동을 포함하는 고온 가스(60)에 의하여 가열될 수 있다. 몰드(10)가 반중력 구조에 의하여 채워지는 소정 실시예에서는, 탕구 입구(48)가 몰드(10)의 저부 표면(45) 상에 배치된다. 상기 몰드(10)가 중력 구조에 의하여 채워지는 다른 소정의 실시예에서는, 탕구 입구(48)가 몰드(10)의 상부 표면(47) 상에 배치된다. 일 실시예에서, 상기 내화 몰드(10)는 탕구 출구(54)를 덮은 가스투과성 탕구 출구 커버(52)를 더 포함하고, 상기 고온 가스(60) 유동의 제1 부분은 상기 커버를 통해 진행하고, 제2 부분은 (몰드 벽(12)이 가스투과성인 경우) 상기 가스 벤트(26)(들)과 몰드 벽(12)을 포함하는 상기 시스템의 나머지 부분을 통하여 유동한다. 상기 고온 가스(60)(예를 들어, 고온 배출 가스)의 제1 부분과 제2 부분의 비율은 임의의 적합한 방식으로 결정될 수 있다. 예를 들어, 어느 하나가 다른 하나보다 더 많을 수 있다. 가스 벤트(26)가 복수의 가스 벤트(26)를 포함하는 경우, 상기 배출 유동의 제2 부분은 상기 복수의 가스 벤트(26)를 통하여 지나간다. 상기 복수의 가스 벤트(26)들에는 미리 정해진 갯수의 구멍들이 포함될 수 있는바, 그 각각의 구멍은 미리 정해진 구멍 위치와 미리 정해진 구멍 크기를 가질 수 있으며, 상기 방법(200) 및 가열 단계(220)에는, 가열 단계(220) 동안에 몰드(10) 안에 실질적으로 균일한 열 응답 특성을 제공하기 위하여 구멍들의 미리 정해진 갯수, 미리 정해진 구멍 위치들, 및 미리 정해진 구멍 크기들을 결정함과, 상기 실질적으로 균일한 열 응답 특성이 상기 가열 단계(220) 동안에 몰드 공동(20) 내의 복수의 위치들에서 실질적으로 균일한 온도가 유지됨을 포함하도록 상기 구멍들의 위치 및 크기들을 결정함이 포함될 수도 있다. 일 실시예에서는 복수의 위치들에서 실질적으로 균일한 온도를 유지하는 것에, 몰드 공동(20)의 저부 부분과 몰드 공동(20)의 상부 부분에서 실질적으로 균일한 온도를 유지함 - 축방향으로 이격된 복수 층의 몰드 공동(20)들이 구비된 경우에는 저부(또는 하측) 층에 위치한 몰드 공동(20)과 상부(또는 상측) 층에 위치한 몰드 공동(20)에서 실질적으로 균일한 온도를 유지함이 포함된다. 다른 실시예에서는, 복수의 위치들에서 실질적으로 균일한 온도를 유지하는 것에, 방사상으로 이격된 몰드 공동들

의 한 층에서 실질적으로 균일한 온도를 유지함, 구체적으로는 몰드(10)의 주변부 둘레에 있는 방사상으로 이격된 복수의 위치들에 있는 몰드 공동(20)들에서 실질적으로 균일한 온도를 유지함이 포함된다. 대안적으로는, 복수의 위치들에서 실질적으로 균일한 온도를 유지하는 것에, 축방향 그리고 방사상으로 이격된 몰드 공동(20)들에서 실질적으로 균일한 온도를 유지함이 포함될 수 있다.

[0040] 탕구 출구(54)를 덮는 가스불투과성 탕구 출구 커버(52)가 내화 몰드(10)에 구비된 다른 일 실시예에서는 상기 패턴 조립체(40)가 벤트 채널(58)을 포함할 수 있는데, 상기 벤트 채널(58)은 탕구 채널(56)로부터 가스 벤트(26)로 연장되고 함께 유체 소통된 것이며, 이 경우 배출 유동의 일부분은 벤트 채널(58)과 가스 벤트(26)를 통해 지나간다.

[0041] 상기 방법은 주조 플라스크(31) 안에 상기 몰드를 배치시키고, 몰드 공동(20) 안으로 용융 금속을 부을 수 있도록 충분히 내화 몰드(10)를 지지하게끔 주조 플라스크(31) 안에의 내화 몰드(10) 주위에 지지 매개물(30)를 넣는 단계(230)도 포함할 수 있다. 상기 몰드는 상기 열로 제거가능한 재료(33)를 제거하기 위하여 가열하는 단계(220) 이전에 지지 매개물 안에 놓여질 수 있다. 여기에서 설명된 바와 같이, 상기 지지 매개물(30)은 가열 단계(220) 동안의 열 균일성과 같은 열 응답 특성을 제공하기 위하여 사용되거나, 특히 상기 몰드(10)가 패턴 제거 및 주조 동안에 자체적인 지지력이 부족한 얇은 몰드 벽으로 이루어지고, 그리고/또는 지지 매개물(30) 없는 열 손실이 높게 되는 경우에 사용되는 것이 바람직하다.

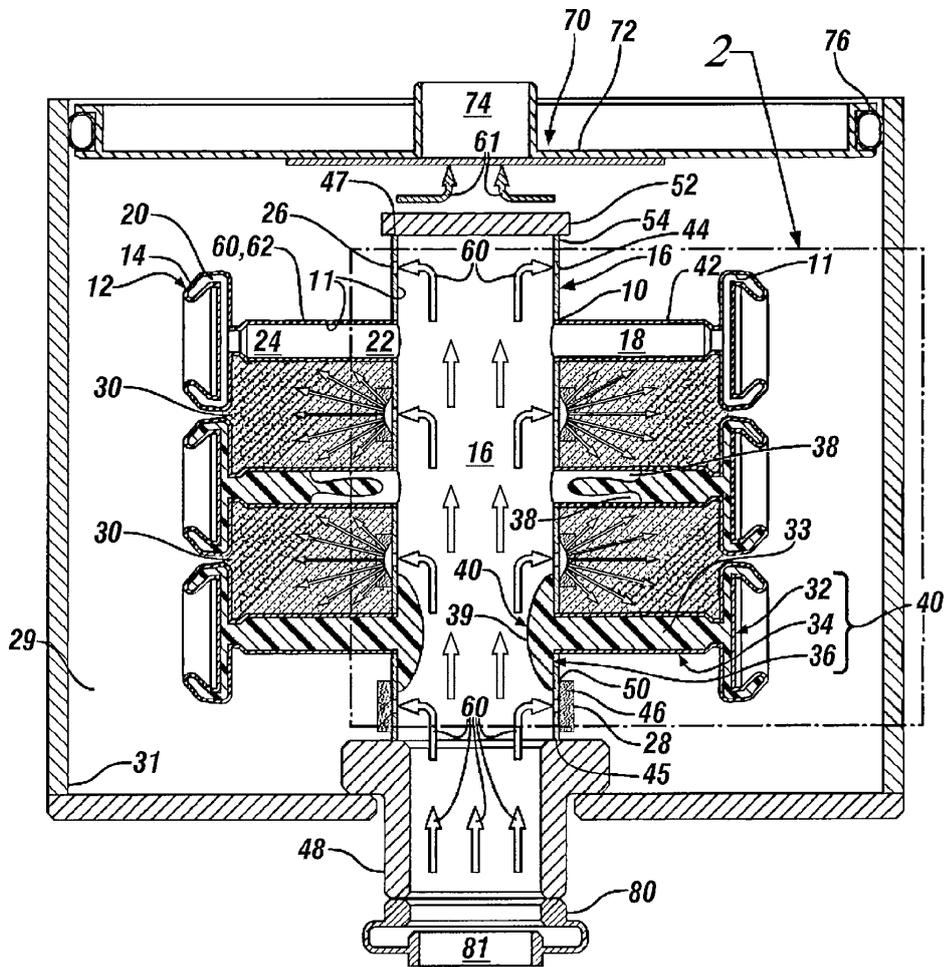
[0042] 상기 접합식 내화 몰드(10)를 이용하는 방법(200)은 전술된 바와 같이 상기 몰드 공동(20) 안으로 용융된 재료를 부어넣는 단계(240)를 포함할 수도 있다. 이와 같은 주조 단계(240)는 통상적인 중력 주조이거나, 반중력 주조일 수도 있다. 여기에는 모든 종류의 중력 주조 또는 반중력 주조가 포함되는바, 특히 주조 동안에 몰드(10)와 주조 플라스크(31)가 회전되는 원심 주조 방법도 포함된다.

[0043] 여기에서 어떤 구성요소가 단수형으로 기재되었다고 해서 그 구성요소가 반드시 하나만 존재하는 것은 아니며, 적어도 한 개가 존재하는 것을 의미하는 것이다. 여기에서 양(quantity)과 관련하여 사용되는 수식어 "대략"은 그 다음에 기재된 값을 포함하는 단어로써 사용된 것이며, 해당 문맥에 의하여 정해지는 의미를 갖는다 (예를 들어, 특정 양의 측정과 관련된 오차가 포함된다). 또한, 따로 기재되지 않았다면, 여기에 기재된 모든 수치 범위는 포괄적이고 조합하는 것이다 (예를 들어, "최대 대략 25, 보다 구체적으로는 대략 5 내지 대략 20, 더 구체적으로는 대략 10 내지 대략 15"인 범위는 그 범위의 상한 및 하한을 포함하는 것으로서, 그 범위의 중간값 (예를 들어, "대략 5 내지 대략 25, 대략 5 내지 대략 15" 등) 모두를 포함한다. 합금 조성의 성분들의 목록과 관련하여 기재된 "대략"이라는 단어는 기재된 성분들 모두에 대해서, 그리고 해당 성분의 함량의 양측 한계들에 대해 적용되는 것이다. 마지막으로, 달리 기재되지 않았다면, 여기에서 기재된 과학 기술 용어들은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 같은 의미로 사용된 것이다. 여기에서 사용된 복수형태인 "들"은 그 앞의 단어가 복수인 경우뿐만 아니라 단수인 경우의 의미도 포함하도록 의도된 것이다 (예를 들어, "금속(들)"이라 함은 한 가지 이상의 금속을 의미한다). 본 명세서 전반에 걸쳐서 "일 실시예", "다른 실시예", "실시예" 등과 같은 표현은, 해당 실시예와 관련하여 설명된 특정 기술요소(예를 들어, 특징, 구조, 및/또는 특성)가 여기에서 설명된 적어도 하나의 실시예에 포함되되, 다른 실시예에서는 포함되거나 포함되지 않을 수도 있다는 점을 의미한다.

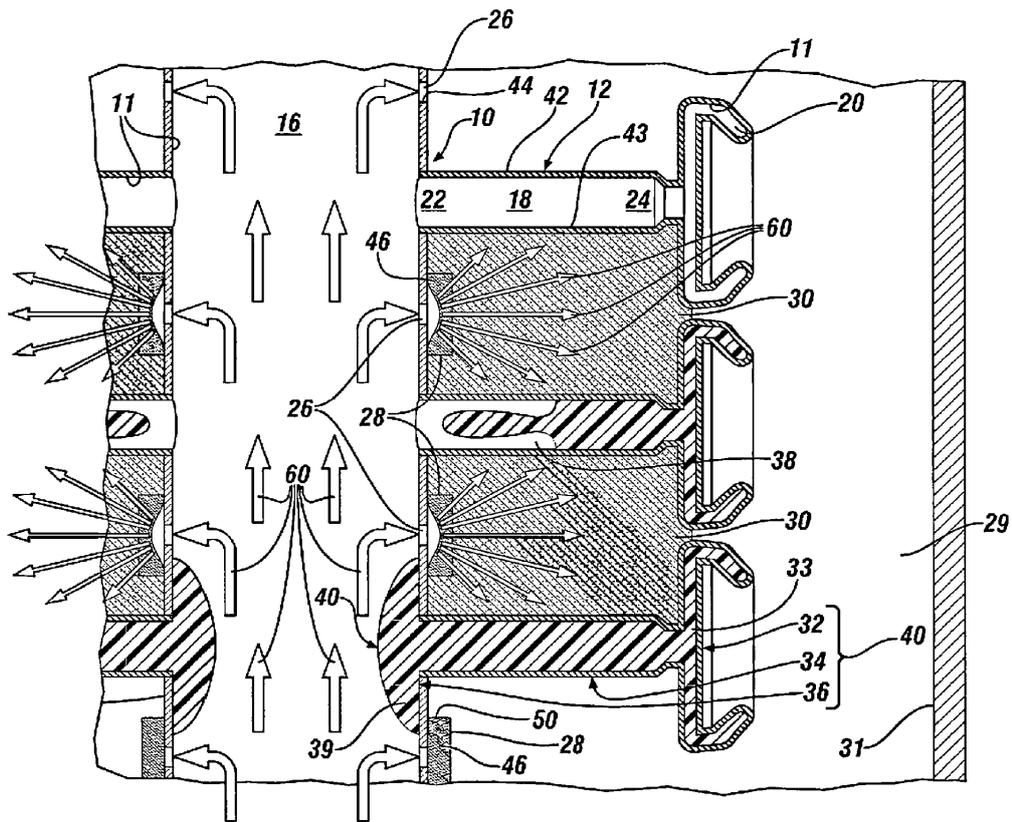
[0044] 본 발명은 제한된 개수의 실시예들에 대하여 상세히 설명되었으나, 본 발명이 위에서 설명된 실시예들에만 국한되는 것이 아니라는 점이 이해될 것이다. 그보다는, 본 발명은 본 발명의 범위와 취지에 부합되지만 한다면, 임의의 개수의 변형예, 변화예, 대체예, 또는 여기에서 설명되지 않은 동등한 구성형태를 포괄하도록 변형될 수 있다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예들이 설명되었는데, 본 발명의 특정 형태는 여기에서 설명된 실시예들 중 일부만을 포함할 수 있다는 것이 이해될 것이다. 따라서, 본 발명은 위에서 설명된 상세한 설명에만 국한되는 것이 아니라, 첨부된 청구범위의 범위에 의하여 한정될 뿐이다.

도면

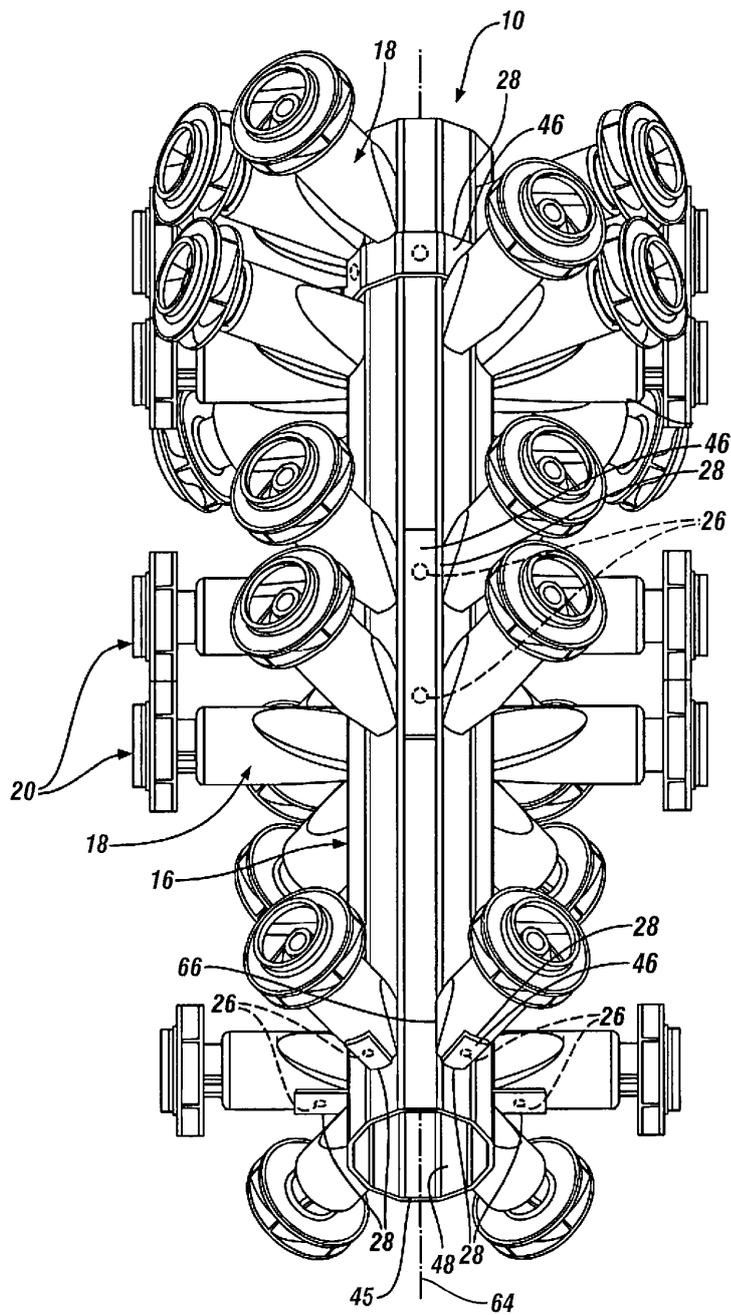
도면1



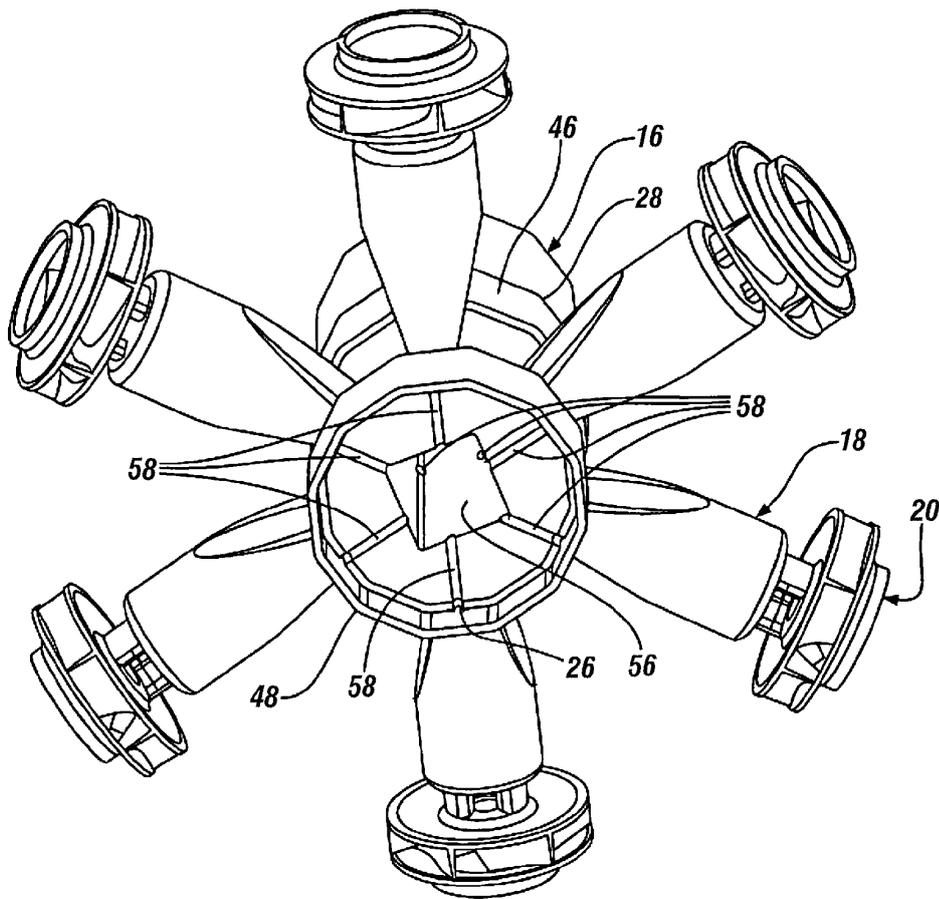
도면2



도면3

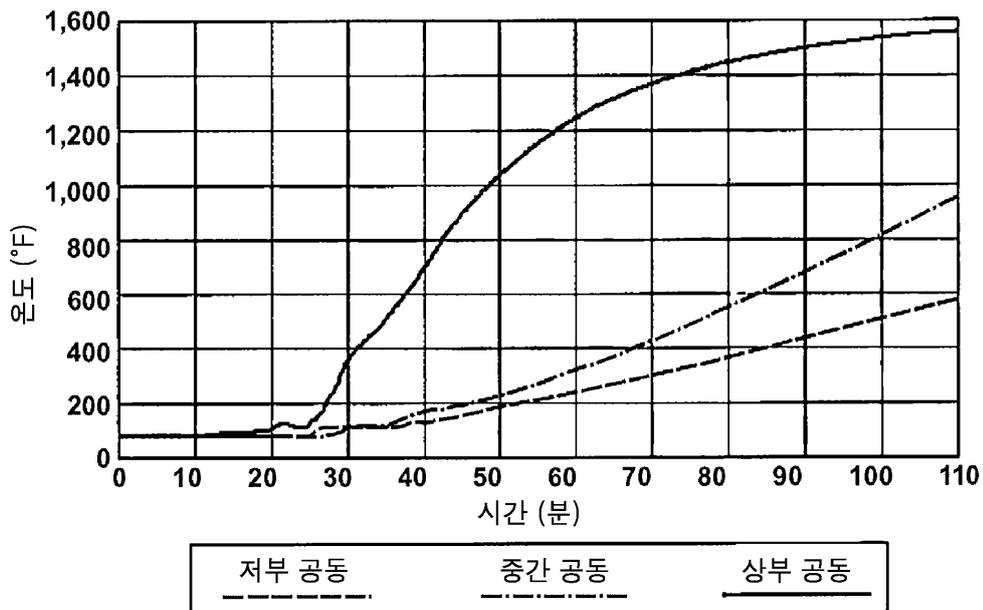


도면4

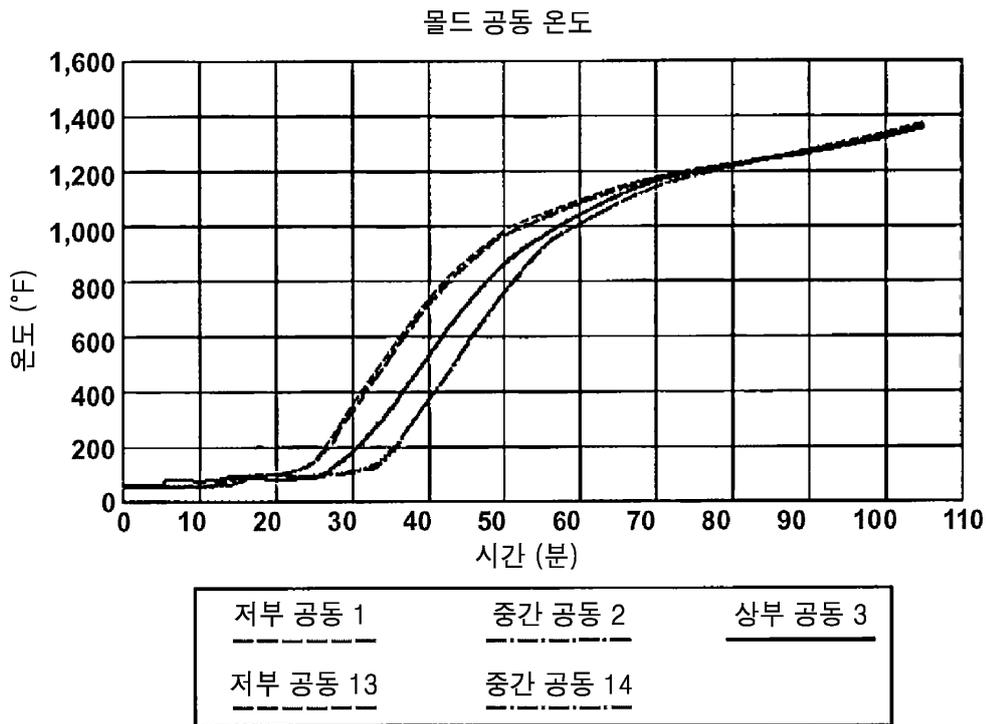


도면5

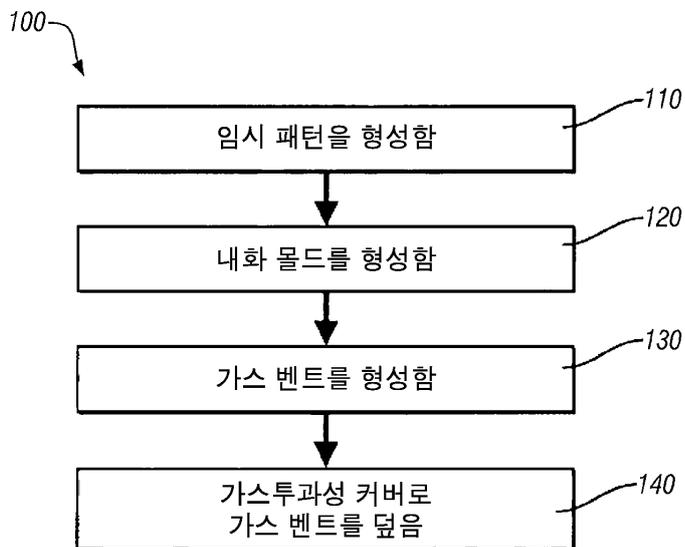
몰드 공동 온도



도면6



도면7



도면8

