



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0033792  
(43) 공개일자 2020년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B22C 1/18 (2006.01) B22C 3/00 (2006.01)  
B22C 9/10 (2006.01) B22D 29/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
B22C 1/188 (2013.01)  
B22C 3/00 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-7023602  
(22) 출원일자(국제) 2018년01월11일  
심사청구일자 2019년08월12일  
(85) 번역문제출일자 2019년08월12일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/013393  
(87) 국제공개번호 WO 2018/132616  
국제공개일자 2018년07월19일  
(30) 우선권주장  
62/445,140 2017년01월11일 미국(US)

(71) 출원인  
에이치에이 인터내셔널, 엘엘씨  
미국 일리노이주 60559 웨스트몬트 오크몬트 레인  
630  
지엠 글로벌 테크놀로지 오퍼레이션스 엘엘씨  
미국, 미시간 48265-3000, 디트로이트, 르네상스  
센터 300  
(72) 발명자  
트리노우스키 더글러스 엠.  
미국 미시간주 48306 로체스터 힐스 세비 서킷  
1547  
워커 마이클 제이.  
미국 미시간주 48316 셀비 타운십 우드미어 드라  
이브 5475  
(74) 대리인  
하영옥

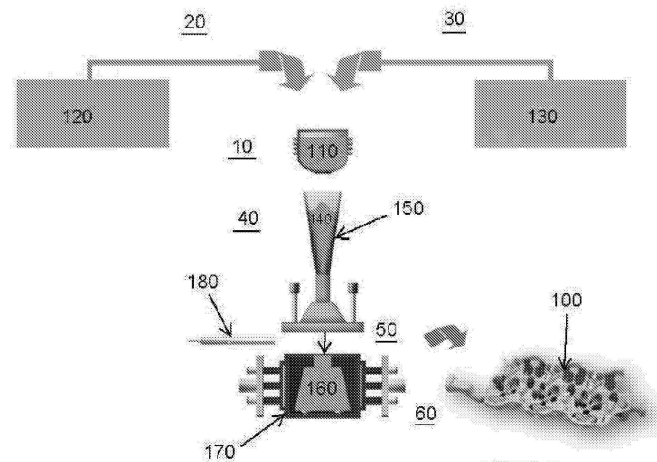
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 고압 다이 캐스팅에 있어서의 파운드리 코어를 위한 조성물 및 방법

(57) 요약

본 발명은 고압 다이 캐스팅에 사용하기 위한 "로스트" 코어에 관한 것이며, 상기 코어는 바람직하게는 다양한 캐스팅 압력 및 온도에 적합한 강도 및 내구성을 갖는 수용성 합성 세라믹 골재, 규산나트륨을 포함하는 무기 바인더, 입자상 비정질 이산화규소를 포함하는 첨가제, 및 내화 코팅을 포함하며, 상기 코어는 물로 용해되어 캐스팅으로부터 제거되는 능력을 갖는다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*B22C 9/10* (2013.01)

*B22D 29/002* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

합성 세라믹 골재;

규산나트륨을 포함하는 무기 바인더;

입자상 비정질 이산화규소를 포함하는 첨가제의 조합을 포함하는 파운드리 코어로서;

상기 무기 바인더와 첨가제는 첨가제에 대한 무기 바인더의 약 2:1의 중량비로 코어에 제공되고;

상기 코어에 제공된 무기 바인더의 양은 상기 합성 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 0.9~4.0중량%의 무기 바인더의 범위이고;

상기 코어에 제공된 첨가제의 양은 상기 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 0.5~2.0중량%의 첨가제의 범위인 고압 다이 캐스팅에 사용하기 위한 파운드리 코어.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 코어에 제공된 무기 바인더의 양은 상기 합성 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 2.0~2.8중량%의 무기 바인더의 범위인 파운드리 코어.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 코어에 제공된 첨가제의 양은 상기 합성 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 1.0~1.4중량%의 첨가제의 범위인 파운드리 코어.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 무기 바인더는 무기 개질제를 더 포함하는 파운드리 코어.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 무기 개질제는 수산화리튬인 파운드리 코어.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 무기 바인더는 계면활성제를 더 포함하는 파운드리 코어.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 합성 세라믹 골재는 약 30~70의 범위의 입도 지수를 포함하는 파운드리 코어.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 합성 세라믹 골재는 약 50~65의 범위의 입도 지수를 포함하는 파운드리 코어.

## 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 첨가제는 규산지르코늄의 열 분해에 의해 얻어지는 파운드리 코어.

## 청구항 10

제 1 항에 있어서,

고밀도의 평판상 산화알루미늄으로 형성된 내화 코팅을 더 포함하는 파운드리 코어.

## 청구항 11

합성 세라믹 골재를 제공하는 단계;

규산나트륨을 포함하는 무기 바인더를 제공하는 단계;

입자상 비정질 이산화규소를 포함하는 첨가제를 제공하는 단계;

상기 합성 세라믹 골재, 상기 무기 바인더, 및 상기 첨가제를 조합하여 혼합물을 형성하는 단계로서, 상기 무기 바인더와 첨가제는 첨가제에 대한 무기 바인더의 약 2:1의 중량비로 상기 혼합물에 제공되고, 상기 혼합물에 제공된 무기 바인더의 양은 상기 합성 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 0.9~4.0중량%의 무기 바인더의 범위이고, 상기 혼합물에 제공된 첨가제의 양은 상기 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 0.5~2.0중량%의 첨가제의 범위인, 단계;

상기 파운드리 코어를 소망의 형상으로 제공하는 가열된 틀 내에 상기 혼합물을 블로잉하는 단계; 및

상기 블로잉된 혼합물을 약 140~190℃의 범위의 고온에서 경화시키는 단계를 포함하는 고압 다이 캐스팅에 사용하기 위한 파운드리 코어의 형성 방법.

## 청구항 12

제 11 항에 있어서,

경화된 후 상기 파운드리 코어에 내화 코팅을 적용하는 단계; 및

상기 내화 코팅을 건조시키는 단계를 더 포함하는 방법.

## 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 내화 코팅은 고밀도의 평판상 산화알루미늄을 포함하는 방법.

## 청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 코팅은 총 습윤 두께가 약 10~20mil의 범위가 되도록 상기 파운드리 코어에 적용되는 방법.

## 청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 코어에 제공된 무기 바인더의 양은 상기 합성 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 2.0~2.8중량%의 무기 바인더의 범위인 방법.

## 청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 코어에 제공된 첨가제의 양은 상기 합성 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 1.0~1.4중량%의 첨가제의 범위인 방법.

#### 청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 합성 세라믹 골재는 약 30~70의 범위의 입도 지수를 포함하는 파운드리 코어.

#### 청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 합성 세라믹 골재는 약 50~65의 범위의 입도 지수를 포함하는 파운드리 코어.

#### 청구항 19

제 11 항에 있어서,

상기 무기 바인더는 무기 개질제를 더 포함하는 파운드리 코어.

#### 청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 무기 개질제는 수산화리튬인 파운드리 코어.

#### 청구항 21

(i) 합성 세라믹 골재를 제공하고, (ii) 규산나트륨을 포함하는 무기 바인더를 제공하고, (iii) 입자상 비정질 이산화규소를 포함하는 첨가제를 제공하고, (iv) 상기 합성 세라믹 골재, 상기 무기 바인더, 및 상기 첨가제를 조합하여 혼합물을 형성함에 있어서, 상기 무기 바인더와 첨가제는 첨가제에 대한 무기 바인더의 약 2:1의 중량 비로 상기 혼합물에 제공되고, 상기 혼합물에 제공된 무기 바인더의 양은 상기 합성 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 0.9~4.0중량%의 무기 바인더의 범위이고, 상기 혼합물에 제공된 첨가제의 양은 상기 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 0.5~2.0중량%의 첨가제의 범위이고, (v) 상기 파운드리 코어를 소망의 형상으로 제공하는 가열된 틀 내에 상기 혼합물을 블로잉하고, (vi) 상기 블로잉된 혼합물을 약 140~190℃의 범위의 고온에서 경화시키고, (vii) 경화된 후 상기 파운드리 코어에 내화 코팅을 적용하고, (viii) 상기 내화 코팅을 건조시킴으로써 파운드리 코어를 형성하는 단계;

상기 파운드리 코어 주위에서 고압 하에 용융 금속을 캐스팅하여 상기 금속을 고화시키는 단계; 및

상기 파운드리 코어를 수용액에 가용화시켜 상기 금속으로부터 상기 파운드리 코어를 용해시키는 단계를 포함하는 고압 다이 캐스팅에 있어서 파운드리 코어를 사용하는 방법.

#### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

제 2 파운드리 코어에 사용하기 위한 금속으로부터의 용해 후 상기 무기 바인더를 회수하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 수용액은 물인 방법.

#### 청구항 24

제 21 항에 있어서,

상기 무기 바인더는 무기 개질제를 더 포함하는 파운드리 코어.

#### 청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 무기 개질제는 수산화리튬인 파운드리 코어.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 미국특허·상표국에 있어서의 정규 출원

[0002] (관련 출원의 상호 참조)

[0003] 본 출원은 2017년 1월 11일자로 제출된 미국 가특허 출원 제62/445,140호의 우선권 및 그 이익을 주장한다.

[0004] 본 발명은 파운드리 산업의 고압 다이 캐스팅에 사용되는 캐스팅 코어에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 다양한 캐스팅 압력 및 온도에 적합한 강도 및 내구성을 갖는 수용성 입상 매체뿐만 아니라 캐스팅 후 용해에 의해 제거될 커패시터를 포함하는 고압 다이 캐스팅을 위한 "로스트" 코어에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0005] 캐스팅 코어의 설계 및 제조는 전세계의 파운드리 산업에 대해 끊임없는 도전 과제로 되어 왔다. 매우 복잡한 형태, 높은 강도 및 코어를 캐스팅으로부터 용이하게 제거할 수 있는 특성을 갖는 코어에 대한 수요의 증가는 코어 베이스, 바인더, 및 코팅을 위한 새로운 재료가 개발되어야 할 것을 요구한다. 동시에, 점점 더 엄격해지는 환경뿐만 아니라 건강 및 안전 규정에 따라 더 나은 코어를 개발해야 하는 압박감이 커지고 있다.

[0006] 일반적으로 알루미늄 또는 마그네슘 합금을 사용한 차량 경량화는 연비를 개선하고 배출물을 감소시키는 것으로 알려져 있다. 이것은 차량 성능, 특히 주행 거리를 증가시키기 위해 하이브리드 및 연료 전지 차량에 대한 상호 보완적인 접근법을 나타낸다. 특히 미국의 기업 평균 연비 규제 제도("CAFE") 준수 기준을 고려할 때, 전세계의 주문자 생산 방식(Original Equipment Manufacturers)에 대한 관심의 전략적 비전은 차량 중량을 최대 20퍼센트(%) 감소시키는 것이다. 그러나, 이러한 비전은 제조 기술의 장벽으로 인해 부분적으로는 현재까지 달성되지 못했다.

[0007] 소정의 자동차 부품의 복잡한 설계는 비용이 많이 드는 기계 가공을 피하기 위해 엔진 블록 내의 실린더와 같은 기능적 목적을 위한, 또는 다른 방식으로 구조적 이점을 제공하지 않는 과도한 질량을 회피하는 중량 감소를 위한 내부 캐비티 또는 통로를 필요로 한다. 캐스팅 공정 시 내부 캐비티를 갖는 부품을 제조하기 위해서는 금속을 주입하기 전에 코어를 설치해야 한다. 따라서, 코어는 캐스팅할 파트의 내부 피치의 복제품이고, 실제로는 그 반대의 것이다. 캐스팅 기술에 따라, 코어는 캐스팅 다이/몰드에 완전히 통합되거나 또는 그 안에 느슨하게 삽입될 수 있다. 금속의 고화 및 부품의 탈거 후, 코어는 파괴되어 제품으로부터 제거되어야 하고, 재사용가능한 코어의 일부 적용이 이루어졌음에도 불구하고 통상적으로는 폐기되어야 한다. 캐스팅 방법에 따라, 중력 캐스팅으로부터 저압 및 고압 다이 캐스팅("HPDC")으로 시프팅할 때, 코어에 대한 강도 요건은 각각의 기술에 의해 용융 압력이 증가함에 따라 달라진다.

[0008] 상술한 캐스팅 공정에 사용되는 코어의 하나의 특정 유형은 "로스트" 코어라고 한다. 로스트 코어에 대한 하나의 사용예에 있어서, 코어는 몰드의 몸체에 배치되고 이어서 용융, 세척 및/또는 캐스팅 후에 용해될 수 있는, 용융가능하고, 세척가능하고, 또는 용해가능한 조성물로 구성된다. 코어를 제거하면 캐스트 금속 물체에 소망의 보이드가 남게 된다.

[0009] 구조용 자동차 부품의 대규모 제조를 위해 선택되는 기술로서 여겨지는 HPDC에 대한 로스트 코어의 적용에는 상당한 기술 격차가 존재한다. 결과적으로, 다이 캐스팅에 의해 제조된 파트는 통상적으로 제거 전에 코어 파괴가 필요한 복잡한 내부 통로나 캐비티를 포함하지 않는다. 염화나트륨 또는 염화칼륨과 같은 무기염으로 구성된 수용성 코어를 적용하려는 시도가 이루어져 왔다. 이들 코어는 일부 용도에 적합한 강도를 가질 수 있고, 캐스팅 후에 용해될 수 있지만, 그 성공은 제한적이다. 예를 들면, 복합 혼합물로부터의 염계 수용성 스퀴즈드 코어는 제조 공정에 내재하는 상기 형성된 로스트 코어의 크기 및 형상이 제한된다. 염계 코어는 캐스팅 전의 균열 및 캐스팅 공정 시의 침식 결함으로 손상된다. 또한, 염계 코어는 고화 후에 캐스팅으로부터 쉽게 제거되지 않으며, 그 결과로 생긴 염수(brine)는 부식성이 있어 폐기 또는 회수하기가 어렵다. 따라서, 상기 기술에 있어서 특히 주목해야 할 점은 모래 또는 유사 물질과 같은 입상 매체로 구성된 코어에 맞춰져 있다. 크고, 얇은 벽의 중공형 금속 캐스트 형상을 만들기 위해 모래 코어 기술이 적용된다. 그러나, 어블레이션 캐스팅 공정

은 수용성의 개질된 규산염 수지만을 사용한다. 어블레이션에 최적이지만, 본 발명에 사용되는 마이크로실리카 첨가제는 사용하지 않는다. 그 결과, 얻어진 코어는 본 발명의 기계적 강도 및 내습성을 갖지 않는다.

[0010] 따라서, 종래 기술은 한편으로는 HPDC 공정, 특히 게이팅 영역에서 흔히 볼 수 있는 높은 주입 압력뿐만 아니라 유지 기간 동안의 압력 강화를 견디기에 충분히 강한 캐스팅 코어에 대해 당기술분야에 있어서의 오랫동안 충족되지 않은 요구를 다루지 못한다. 반면, 상기 코어는 캐스팅이 완료된 후 제거 과정에서 쉽게 파괴되어야 한다. 차세대 캐스팅 코어의 적용에 따른 대량의 저비용 캐스팅 공정의 개발은 완전한 열 처리 능력을 갖춘 높은 완전성의 부품을 생산할 수 있게 하는 제조가 진전될 것이다.

### 발명의 내용

[0011] 상술한 요구를 충족시키기 위해, 본 발명은 구조용 알루미늄 파트를 제조하기 위해 HPDC에 사용하는 로스트 코어 조성물을 제공하며, 여기서 로스트 코어는 물과 같은 용액에 침지하여 알루미늄 캐스팅의 열 처리 시에 동시에 제거될 수 있으므로 복잡하고, 완전성이 높고, 중공형의 구조용 캐스팅을 가능하게 한다.

[0012] 이러한 적용에 있어서 HPDC는 고압 다이 캐스팅 또는 진공 고압 다이 캐스팅 중 어느 하나를 나타낸다.

[0013] 본 발명의 바람직한 실시형태는 HPDC에 사용하기 위한 코어를 포함하는 조성물을 포함하고, 상기 코어는,

[0014] a) 바람직한 입자 크기 및 형상의 합성 세라믹 매체로 구성된 내화성 코어 베이스 매체;

[0015] b) 바람직하게는 규산나트륨( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) 또는 "물유리"), 다른 무기 개질제, 및 계면활성제로 구성된 무기 바인더;

[0016] c) 입자상 비정질 이산화규소( $\text{SiO}_2$ ) 또는 "실리카")를 포함하고, 바람직하게는 규산지르코늄( $\text{ZrSiO}_4$ )의 열 분해에 의해 얻어져 이산화지르코늄( $\text{ZrO}_2$ ) 또는 "지르코니아") 및  $\text{SiO}_2$ 를 형성하는 첨가제를 포함하고,

[0017] d) 상기 바인더와 첨가제는 상기 첨가제에 대한 무기 바인더의 비가 바람직하게는 약 2:1, 일반적으로는 약 0.5~2.0%의 마이크로실리카 첨가제(상기 세라믹 매체의 중량을 기준으로)에 대해 약 0.9~4.0%의 액상 바인더(상기 세라믹 매체의 중량을 기준으로)로 상기 합성 세라믹 매체와 조합되어 혼합물을 형성하고;

[0018] e) 상기 혼합물은 상기 코어를 소망의 형상으로 제공하는 코어 박스와 같은 가열된 틀 내에 블로잉되도록(바람직하게는 공기압을 사용) 구성되고;

[0019] f) 상기 혼합물은 바람직하게는 섭씨 약 140~190도( $^{\circ}\text{C}$ )의 고온에서 경화하여 완성된 코어를 형성한다.

[0020] 상기 얻어진 조성물은 일단 소망의 코어 형상으로 경화되면 상기 제조된 코어에 상호연결된 다공성(interconnected porosity)을 제공하여 물 등으로 구성된 용액이 캐스팅 후에 코어를 침투하고 용해할 수 있게 한다. 상기 조성물의 예상치 못한 이점은 (i) 로스트 코어 적용에 있어서 상술한 상기 얻어진 조성물의 높은 인장 강도; (ii) 높은 금속 압력 및 속도를 수반하여 향상된 품질의 금속 파트를 제조하는, HPDC 공정에 있어서의 용융 알루미늄에 대한 내성; 및 (iii) 열 처리 시에 물을 이용하여 캐스팅으로부터 상기 코어를 제거하는 능력을 포함한다. 후속하여 내화 코팅으로 코팅된 본 발명에 따라 제공된 코어는 내성 또는 경우에 따라서는 내화성이 있어서 HPDC 시 용융 알루미늄이 코어의 표면을 침투하는 것을 방지하는 것이 확인된다.

[0021] 본 발명의 대안적인 바람직한 실시형태는 HPDC에 사용하기 위한 코어의 형성 방법을 포함하고, 상기 방법은,

[0022] a) 바람직한 입자 크기 및 형상의 합성 세라믹 매체로 구성된 내화성 코어 베이스 매체를 제공하는 단계;

[0023] b) 바람직하게는  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , 무기 개질제, 및 계면활성제를 포함하는 무기 바인더를 제공하는 단계;

[0024] c) 바람직하게는 입자상 비정질  $\text{SiO}_2$ 로 이루어지고, 바람직하게는  $\text{ZrSiO}_4$ 의 열 분해에 의해 얻어져  $\text{ZrO}_2$  및  $\text{SiO}_2$ 를 형성하는 첨가제;

[0025] d) 상기 바인더와 첨가제를 첨가제에 대한 무기 바인더의 비가 바람직하게는 약 2:1, 일반적으로는 약 0.5~2.0%의 마이크로실리카 첨가제(상기 세라믹 매체의 중량을 기준으로)에 대해 약 0.9~4.0%의 액상 바인더(상기 세라믹 매체의 중량을 기준으로)로 상기 합성 세라믹 매체와 조합되어 혼합물을 형성하는 단계;

[0026] e) 상기 코어를 소망의 형상으로 제공하는 코어 박스와 같은 가열된 틀 내에 상기 혼합물을 블로잉(바람직하게는 공기압을 사용)하는 단계; 및

- [0027] f) 상기 블로잉된 혼합물을 바람직하게는 약 130~190℃의 고온에서 경화시켜 완성된 코어를 형성하는 단계를 포함한다.
- [0028] 본 발명의 다른 대안적인 바람직한 실시형태는 고압 다이 캐스팅에 사용하기 위한 파운드리 코어이고, 상기 파운드리 코어는,
- [0029] 합성 세라믹 골재;
- [0030] 규산나트륨을 포함하는 무기 바인더;
- [0031] 입자상 비정질 이산화규소를 포함하는 첨가제의 조합을 포함하고,
- [0032] 상기 무기 바인더와 첨가제는 첨가제에 대한 무기 바인더의 약 2:1의 중량비로 상기 코어에 제공되며;
- [0033] 상기 코어에 제공된 무기 바인더의 양은 상기 합성 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 0.9~4.0중량%의 무기 바인더의 범위이며;
- [0034] 상기 코어에 제공된 첨가제의 양은 상기 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 0.5~2.0중량%의 첨가제의 범위이다.
- [0035] 본 발명의 또 다른 대안적인 바람직한 실시형태는 고압 다이 캐스팅에 사용하기 위한 파운드리 코어를 형성하는 방법이고, 상기 방법은,
- [0036] 합성 세라믹 골재를 제공하는 단계;
- [0037] 규산나트륨을 포함하는 무기 바인더를 제공하는 단계;
- [0038] 입자상 비정질 이산화규소를 포함하는 첨가제를 제공하는 단계;
- [0039] 상기 합성 세라믹 골재, 상기 무기 바인더, 및 상기 첨가제를 조합하여 혼합물을 형성하는 단계로서, 상기 무기 바인더와 첨가제는 첨가제에 대한 무기 바인더의 약 2:1의 중량비로 상기 혼합물에 제공되고, 상기 혼합물에 제공된 무기 바인더의 양은 상기 합성 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 0.9~4.0중량%의 무기 바인더의 범위이고, 상기 혼합물에 제공된 첨가제의 양은 상기 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 0.5~2.0중량%의 첨가제의 범위인, 단계;
- [0040] 상기 파운드리 코어를 소망의 형상으로 제공하는 가열된 틀 내에 상기 혼합물을 블로잉하는 단계; 및
- [0041] 상기 블로잉된 혼합물을 약 140~190℃의 고온에서 경화시키는 단계를 포함한다.
- [0042] 본 발명의 또 다른 대안적인 바람직한 실시형태는 고압 다이 캐스팅에 파운드리 코어를 사용하는 방법이고, 상기 방법은,
- [0043] (i) 합성 세라믹 골재를 제공하고, (ii) 규산나트륨을 포함하는 무기 바인더를 제공하고, (iii) 입자상 비정질 이산화규소를 포함하는 첨가제를 제공하고, (iv) 상기 합성 세라믹 골재, 상기 무기 바인더, 및 상기 첨가제를 조합하여 혼합물을 형성함에 있어서, 상기 무기 바인더와 첨가제는 첨가제에 대한 무기 바인더의 약 2:1의 중량비로 제공되고, 상기 혼합물에 제공된 무기 바인더의 양은 상기 합성 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 0.9~4.0중량%의 무기 바인더의 범위이고, 상기 혼합물에 제공된 첨가제의 양은 상기 세라믹 골재의 중량을 기준으로 약 0.5~2.0중량%의 첨가제의 범위이고, (v) 상기 파운드리 코어를 소망의 형상으로 제공하는 가열된 틀 내에 상기 혼합물을 블로잉하고, (vi) 상기 블로잉된 혼합물을 약 140~190℃의 고온에서 경화시켜 완성된 코어를 형성하고; (vii) 경화된 후에 상기 파운드리 코어에 내화 코팅을 적용하고, (viii) 상기 내화 코팅을 건조시킴으로써 파운드리 코어를 형성하는 단계;
- [0044] 상기 파운드리 코어 주위에서 고압 하에 용융 금속을 캐스팅하여 상기 금속을 고화시키는 단계; 및
- [0045] 상기 파운드리 코어를 수용액에 가용화시켜 상기 금속으로부터 상기 파운드리 코어를 용해시키는 단계를 포함한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0046] 도 1은 본 발명에 따라 제공된 파운드리 코어를 제조하는 방법을 도시하는 그래픽 플로우 차트이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0047] 본 발명은 다른 형태의 실시형태가 가능할 수 있지만, 본 개시는 발명의 원리의 예시로서 간주되어야 한다는 이해와 함께 특정 바람직한 실시형태가 본원에 상세히 기재되어 있으며, 본 발명을 본원에 기재된 것에 한정시키기 위한 의도는 아니다.
- [0048] 본 발명의 바람직한 실시형태는 HPDC에 사용하기 위한 코어를 포함하며, 상기 코어는 입상 매체, 무기 바인더, 및 첨가제를 포함한다. 상기 입상 매체는 천연 규사일 수 있지만, 합성 세라믹 재료인 것이 바람직하다. 상기 바인더는 금속 캐스팅 온도를 견딜 수 있으면서 또한 캐스팅 후에 용해되어 제거될 수 있는 수용성 재료인 것이 바람직하다.
- [0049] 조합된 바인더와 첨가제는 매체에 대한 바인더와 첨가제를 기준으로 약 1.4~6중량%("wt%"), 바람직하게는 약 4.2중량%로 입상 매체와 혼합되어 혼합물을 형성하는 것이 바람직하다. 이어서, 상기 혼합물은 코어 박스 내에 블로잉되고, 가열된 툴링 및 가열된 공기를 사용하여 경화된다. 입상 매체에 대한 바인더와 첨가제의 비율은 상기 제조된 코어에 상호연결된 다공성이 잔존해 있는 비율이다. 이러한 다공성은 캐스팅 후에 수계 용액이 코어로 침투하여 용해되도록 한다.
- [0050] 보다 구체적으로, 본 발명의 바람직한 실시형태는 무기 바인더와 유동성 첨가제와 조합된 합성 세라믹 또는 물라이트 골재를 바람직하게 포함하는 입상 매체를 포함하여 혼합물을 형성한다. 무기 바인더는 개질된 규산나트륨액으로 구성되는 것이 바람직하고, 유동성 첨가제는 마이크로실리카 첨가제로 구성되는 것이 바람직하다. 상기 혼합물이 코어에 형성되면, 코어는 상기 얻어진 코어에 대해 소정의 습윤 및 건조 두께로 적용된 지르콘 및/또는 알루미늄으로 구성되는 내화 코팅으로 코팅된다.
- [0051] 본 발명의 바람직한 실시형태의 합성 세라믹 매체는 바람직하게는 물라이트 및 커런덤 결정으로 구성되는 소결 세라믹 매체이며, 이것은 입자 파괴에 견디는 높은 경도 및 내구성을 갖는 매체 특성을 부여하여 HPDC 공정 시에 세라믹 매체 소비를 감소시킨다. 합성 세라믹 매체의 사용은 HPDC 공정 조건에 영향을 받지 않은 채 남아 있는 열적으로 안정한 매체를 제공한다. 상기 매체는 코어 다공성을 최대화하고 투과성을 향상시키는 특정 균일한 크기 및 형상인 것이 바람직하다. 각 세라믹 매체 입자의 바람직한 크기는 미국 파운드리 협회에 의해 측정된 바와 같이 약 30~70의 입도 지수("GFN")의 범위이다. 매질의 벌크 밀도는 루즈한 경우 약 90~115파운드/입방피트("lbs/ft<sup>3</sup>"), 바람직하게는 약 113lbs/ft<sup>3</sup>의 범위이고, 패킹된 경우 약 105~130lbs/ft<sup>3</sup>, 바람직하게는 약 125lbs/ft<sup>3</sup>의 범위이다. 본 발명의 바람직한 실시형태에 사용하기에 적합한 합성 세라믹 골재의 일례는 Carbo Ceramics Inc.에 의해 제조 및 판매되는 Accucast® ID 50이다. 본 발명의 바람직한 실시형태에 사용하기 위한 합성 세라믹 매체 골재의 다른 예는 Bauxit W65 합성 세라믹 골재이다.
- [0052] 본 발명의 바람직한 실시형태에 가장 유용한 것으로 밝혀진 세라믹 매체의 바람직한 화학적 조성은 약 45~85중량%, 바람직하게는 약 75중량%의 산화알루미늄("Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>") 함량, 약 9~40중량%의 SiO<sub>2</sub> 함량, 약 2~4중량%, 바람직하게는 약 3중량%의 이산화티타늄("TiO<sub>2</sub>") 함량, 및 약 1~10중량%, 바람직하게는 약 9중량%의 산화철("Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>") 함량이다. 이들 바람직한 세라믹 매체 특성은 본 발명에 따라 형성된 코어를 포함하는 캐스팅 다이에 고속 용융된 알루미늄을 도입할 때에 파괴 및 침식에 견디기 위해 상기 얻어진 혼합물의 경화 강도를 개선시킨다. 또한, 일정 세라믹 매체 입자 크기와 조성물의 조합은 개질된 규산나트륨 액상 바인더 및 마이크로실리카 첨가제와 조합된 이러한 유형의 세라믹 매체를 사용하여 제조된 코어의 경화 횡방향 강도 및 경화 인장 강도를 제공하며, 그것은 각각 주로 규사로 구성된 골재 코어보다 적어도 50% 더 높고, 5~10% 더 높다.
- [0053] 또한, 본 발명의 바람직한 실시형태에 사용된 합성 세라믹 매체의 낮은 선 팽창 특성은 캐스팅의 치수 정밀도를 증가시킨다. 바람직한 세라믹 매체의 선 팽창값은 약 0.65~0.75(% 선형 변화, 실온으로부터 1,600℃까지 측정했을 때 바람직하게는 약 0.71%)의 범위인 반면, 규사의 기존 팽창값은 상당히 높고, 가장 일반적으로는 1.8% 선형 변화이다.
- [0054] 본 발명의 바람직한 실시형태에 있어서, 무기 바인더는 통상적으로 물유리라고 하는 규산나트륨으로 주로 구성된다. 본 발명에 따라 형성된 코어의 경화 특성을 최적화하기 위해 붕소, 나트륨, 칼륨, 및 수산화리튬을 포함하는 개질제가 무기 바인더에 첨가될 수 있다. 또한, 상기 얻어진 골재, 바인더, 및 첨가제 혼합물의 유동성을 향상시키기 위해 무기 바인더에 계면활성제와 같은 계면활성 물질이 첨가될 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시형태에 사용하기에 적합한 바인더의 일례는 Huettene-Albertus, GmbH에 의해 제조 및 판매되는 Cordis® 8511 바인더이다. 본 발명의 바람직한 실시형태에 사용하기에 적합한 첨가제의 일례는 Huettene-Albertus, GmbH에 의해 제조 및 판매되는 Anorgit™ 8396 바인더이다.

- [0055] 본 발명의 바람직한 실시형태의 첨가제는 마이크로실리카를 포함하는 것이 바람직하다. 본 발명과 함께 사용하기에 적합한 마이크로실리카 및 이를 제조하는 방법은 참조에 의해 그 전체가 본원에 원용되어 있는 미국특허 제7,770,629호에 기재되어 있다. 비정질 이산화규소 중에서 개질 규산나트륨 바인더에 대한 첨가제로서의 효과의 면에서 다른 것들과는 뚜렷하게 다른 유형이 있다는 것이 밝혀졌다. 첨가된 첨가제가  $ZrSiO_4$ 의 열 분해에 의해  $ZrO_2$  및  $SiO_2$ 를 형성하고, 이어서  $ZrO_2$ 를 본질적으로 완전히 또는 부분적으로 제거함으로써 생성되는 입자상 비정질  $SiO_2$ 인 경우, 놀라운 정도로 크게 향상된 코어 인장 강도가 얻어지고 및/또는 코어 중량은 다른 제조 공정으로부터 얻어진 입자상 비정질  $SiO_2$ 로 형성된 코어와 비교했을 때 본 발명에 따라 형성된 코어에 있어서 더 높다. 본 발명에 따라 형성된 코어의 코어 중량의 증가는 종래 기술의 코어와 동일한 외형 치수를 갖는 코어(즉, 본 발명의 코어는 보다 높은 밀도를 포함함)에서 확인되며, 증가된 코어 중량은 감소된 가스 투과성의 특성을 수반하며, 이는 코어 매체 입자의 보다 타이트한 패키징을 나타낸다. 특히, 고밀도로 조밀하게 패키징된 코어는 캐스팅 후 수분 제거를 허용하는 베이스 골재의 오픈 포트 간격을 여전히 유지하고 있다. 상기 방법에 따라 제조된 입자상 비정질  $SiO_2$ 는 합성 비정질  $SiO_2$ 로서도 알려져 있다.
- [0056] 본 발명에 따라 형성된 코어는,
- [0057] a) 바람직한 입자 크기 및 형상의 합성 세라믹 매체로 구성된 내화성 코어 베이스 매체;
- [0058] b) 바람직하게는  $Na_2SiO_3$ , 다른 무기 개질제, 및 계면활성제로 구성된 무기 바인더;
- [0059] c) 입자상 비정질  $SiO_2$ 로 이루어지고, 바람직하게는  $ZrSiO_4$ 의 열 분해에 의해 얻어져  $ZrO_2$  및  $SiO_2$ 를 형성하는 첨가제를 포함하고,
- [0060] d) 상기 바인더와 첨가제는 첨가제에 대한 무기 바인더의 비가 바람직하게는 약 2:1, 일반적으로는 약 0.5~2.0%의 마이크로실리카 첨가제(상기 세라믹 매체의 중량을 기준으로)에 대해 약 0.9~4.0%의 액상 바인더(상기 세라믹 매체의 중량을 기준으로)로 상기 합성 세라믹 매체와 함께 조합되어 혼합물을 형성하고;
- [0061] e) 상기 혼합물은 상기 코어를 소망의 형상으로 제공하는 코어 박스와 같은 가열된 틀 내에 블로잉되도록(바람직하게는 공기압을 사용) 구성되고;
- [0062] f) 상기 혼합물은 바람직하게는 섭씨 약 130~190도(°C)의 고온에서 경화하여 완성된 코어를 형성한다.
- [0063] 도 1에 나타내어진 바와 같이, 본 발명의 대안적인 바람직한 실시형태는 HPDC에 사용하기 위한 코어(100)를 형성하는 방법을 포함하고, 상기 방법은,
- [0064] a) (공정 단계(10)) 바람직한 입자 크기 및 형상의 합성 세라믹 매체로 구성된 내화성 코어 베이스 매체(110)를 제공하는 단계;
- [0065] b) (공정 단계(20)) 바람직하게는  $Na_2SiO_3$ , 무기 개질제, 및 계면활성제를 포함하는 무기 바인더(120)를 제공하는 단계;
- [0066] c) (공정 단계(30)) 바람직하게는 입자상 비정질  $SiO_2$ 로 이루어지고, 바람직하게는  $ZrSiO_4$ 의 열 분해에 의해 얻어져  $ZrO_2$  및  $SiO_2$ 를 형성하는 첨가제(130)를 제공하는 단계;
- [0067] d) (공정 단계(40)) 상기 바인더(120)와 첨가제(130)를 첨가제(130)에 대한 무기 바인더(120)의 비가 바람직하게는 약 2:1, 일반적으로는 약 0.5~2.0%의 마이크로실리카 첨가제(130)(상기 세라믹 매체(110)의 중량을 기준으로)에 대해 약 0.9~4.0%의 액상 바인더(120)(상기 세라믹 매체(110)의 중량을 기준으로)로 상기 합성 세라믹 매체(110)와 함께 믹서(150) 내에서 조합되어 혼합물(140)을 형성하는 단계;
- [0068] e) (공정 단계(50)) 상기 코어(100)를 소망의 형상으로 제공하는 코어 박스(170)와 같은 가열된 틀 내에 상기 혼합물(140)을 블로잉하는(바람직하게는 공기압을 사용) 단계;
- [0069] f) (공정 단계(60)) 상기 블로잉된 혼합물(160)을 코어 박스 내에서 바람직하게는 약 140~190°C의 고온에서 경화시키는 단계로서, 상기 경화 공정은 열풍 가스 처리(180)의 사용에 의해 촉진되어 완성된 코어(100)를 형성하는 단계를 포함한다.
- [0070] 바인더, 첨가제, 및 골재 재료는 본 발명에 따라 형성된 코어를 제조하기 위해 균질 혼합물을 필요로 한다. 혼합 시간은 믹서의 요건에 따라 달라진다. 일반적으로, 본 발명에 따라 형성된 코어는 먼저 골재, 이어서 마이크

로실리카 개질된 건조 분말 첨가제, 그 다음에는 개질된 규산염 액상 바인더의 순서로 조합함으로써 제조되는 것이 바람직하다. 일반적으로 건조된 첨가제 분말을 골재에 2분간 혼합한 다음, 개질된 규산염 액상 바인더에 2분간 혼합하면 충분할 것이지만, 채용되는 믹서의 종류에 따라 시간이 달라질 수 있다. 골재 혼합물은 임의의 시판의 배치 믹서에서 제조될 수 있다. 스테이터형 믹서 및 S 블레이드형 믹서와 같은 업계에 공지된 믹서가 효과적이다.

[0071] 골재에 첨가되는 개질된 규산염 액상 바인더의 양은 골재 매체의 평균 입자 크기 및 순도에 따라 달라지며, 바람직하게는 골재의 중량을 기준으로 약 0.9~4.0중량%이며, 보다 바람직하게는 2.0~2.8중량%이다. 사용된 마이크로실리카 첨가제 분말의 양은 바람직하게는 골재의 중량을 기준으로 약 0.5~2.0중량%이며, 보다 바람직하게는 1.0~1.4중량%이다.

[0072] 균질 혼합물이 얻어지면, 상기 혼합물은 코어 또는 몰드 제조를 위한 준비가 된다. 본 발명의 바람직한 실시형태에 있어서, 상기 골재 혼합물은 가열된 코어 박스 내에서 소망하는 파트의 형상으로 사출된다. 코어 형상에 따라 코어 박스 온도는 약 140℃(284°F)~190℃(374°F)의 범위이다. 코어 박스 내의 열은 균질하게 분포되어야 한다. 골재 혼합물(즉, 합성 물라이트, 수계 바인더, 및 첨가제)이 코어 박스에 도달한 후, 코어의 외곽 주위에 주변 셀이 형성된다. 이어지는 경화 공정은 상기 성형된 혼합물을 가열 공기를 이용하여 상기 틀링 내에 주입함으로써 지지되고 촉진된다. 바람직하게는 100~200℃ 범위의 온도에서 고온 가스를 코어 박스 내의 코어에 적용하는 것은 또한 경화 공정을 촉진하는 데에 도움이 된다. 채용된 마이크로실리카 첨가제 분말 및 개질된 규산염 액상 바인더의 양 및 골재에 따라, 약 1.5~3.5중량%의 바인더 첨가 속도로 cm<sup>3</sup>/당 약 350~100N("N/cm<sup>3</sup>")의 범위의 굽힘 강도 레벨이 달성될 수 있다. 미국의 경우, AFS 표준 인장 시편을 사용함으로써 평방인치당 약 300~800파운드("psi") 범위의 인장 강도가 약 1.5~6.0중량%의 바인더 첨가 속도에 의해 달성될 수 있다.

[0073] 이러한 무기 결합된 코어의 경화 시간은 그들의 체적 및 형상에 따라 크게 달라진다. 제안된 개시 파라미터는 사용된 특정 코어 장비에 따라 달라진다. 코어 형상을 제조하기 위해 업계에서 통상적으로 채용되고 본 발명의 무기 로스트 코어 형성 공정에 사용되는 코어 블로잉 머신의 일반적인 설정은 다음과 같다.

[0074] a) 사출 압력(bar): 약 3~5, 통상은 3.5bar

[0075] b) 사출 시간(초): 약 0.5~2

[0076] c) 퍼지 시간(초): 약 35~60

[0077] d) 퍼지 압력(bar): 약 2

[0078] e) 퍼지 히터 온도(℃): 약 100~240

[0079] f) 코어 박스 온도(℃): 약 120~150

[0080] 경화 후, 본 발명의 바람직한 실시형태에 따라 형성된 상기 얻어진 코어는 경화된 코어 형상을 용융 알루미늄으로부터 더 보호하기 위해 내화 코팅으로 덮여 있으며, 이는 고온(약 700~800℃)에서 높은 압력(약 250~400bar)과 속도(약 2.5m/초) 하에 HPDC 몰드에 주입된다.

[0081] 본원에 사용되며 본 발명에 따라 제공되는 코팅은 내화 시스템으로서의 고밀도의 평판상 산화알루미늄 및/또는 내화 시스템으로서의 고밀도의 평판상 산화알루미늄과 지르콘의 배합물을 함유하는 특수 제조된 재료인 것이 바람직하다. 사용된 내화 코팅은 약 75~100%의 평판상 산화알루미늄 및 약 0~25%의 지르콘으로 구성되는 것이 바람직하다. 두 가지 성분 재료는 미세 분말로서 존재하며, 평판상 알루미늄은 약 325메쉬이고 지르콘은 약 200메쉬이다. 두 가지 모두 내화 코팅에 있어서 약 0.5~0.9중량%로 사용되는 검 로진과 같은 경화된 골재 코어 형상의 표면에 내화 코팅을 부착하기 위해 특수한 내화 코팅 바인더의 사용을 필요로 한다.

[0082] 상술한 바와 같은 배합물로서 또는 평판상 산화알루미늄을 포함하는 단일 내화물로서 중 어느 하나의 내화 코팅은 코팅 혼합물의 약 60~65중량%만을 구성한다. 코팅의 나머지 부분은 용제로서 채용되는 물 또는 이소프로필알코올 중 어느 하나, 벤토나이트와 같은 점토, 계면활성제, 및 분산제이다. 물 및 알코올은 캐리어 용제로서 코팅의 약 20~25중량%를 포함한다. 코팅의 나머지 부분은 내화 코팅 설계에 통상적으로 채용되는 점토, 계면활성제, 및 습윤제로 구성된다.

[0083] 어느 하나의 내화 코팅은 이소프로필알코올로 더 희석될 수 있고, 그것의 각각의 유량은 선택되는 적용 방법에 맞춰 조정될 수 있다. 이들 유형의 코팅은 업계에서 일반적으로 사용되는 여러 가지 방법으로 본 발명에 따라 제공되는 경화된 골재 코어 표면의 표면에 적용될 수 있다. 이러한 방법은 손 또는 로봇식 조작기 중 어느 하나

에 의한 디핑, 플로우 코팅, 또는 플러딩을 포함한다.

[0084] 경화된 코어의 표면에 적용되는 이러한 코팅의 양은 특히 중요하다. 상기 코팅은 코어와의 접촉 시간에 따라 8~12mil의 습윤 두께가 적용될 것이다. mil은 1인치의 1/1000이다. 캐스팅 결과는 상기 명시된 코팅 중 2개의 코팅이 약 10~20mil의 총 습윤 두께 및 약 0.008~0.015인치의 건조 코팅 두께를 제공하는 코어에 적용될 때 가장 양호한 것이 확인된다.

[0085] 적용 후의 코팅을 건조시킨다. 건조는 공기 건조, 마이크로웨이브 경화, 또는 강제 공기 오븐에서의 건조에 의해 수행될 수 있다. 건조 시간은 채용된 방법에 따라 달라진다. 상기 언급한 코팅은 건조 후 매우 단단하고 내구성 있는 표면을 제공하고, 이를 "에그-셸" 코팅이라고 한다. 이러한 단단하고, 내구성 있는 표면은 캐스팅 공정에 이르기까지 상기 코팅된 골재 코어의 표면 완전성을 보장한다. 또한, 단단하고 내구성 있는 적절한 두께의 표면은 진공 HPDC 공정 시에 금속이 코어에 충돌하는 것을 방지한다.

[0086] 캐스팅이 추출되면, 본 발명에 따라 제공된 코어는 물에 가용화되고, 이는 캐스팅에 용액 열 처리를 제공하고 캐스팅으로부터 코어 재료를 용해시킨다. 무기 바인더 성분은 추가로 처리되고 회수될 수 있다

[0087] 실시예 #1 - 코어의 인장 강도

[0088] 하나는 표준 규사의 코어 베이스 매체를 포함하고, 다른 하나는 합성 세라믹 골재의 코어 베이스 매체를 포함하는 본 발명의 바람직한 실시형태에 따라 제공되는 코어의 시험용 시편은 AFS Mold and Core Test Handbook에 기재되어 있는, 즉 Test Procedure No. 3301-08-S, 5223-13-S, 3315-00-S, 1105-12-S, 1114-00-S, 5100-12-S, 및 1106-12-2에 기재되어 있는 주물사 공정에 따라 시험되었고, 이는 참조에 의해 그 전체가 본원에 포함되어 있다. 이 시험에 있어서, Huettene-Albertus, GmbH에 의해 제조 및 판매되는 Cordis® 9032 및 Anorgit™ 8396을 포함하는 무기 바인더 시스템을 사용하여 시험용 시편이 만들어졌다. 하나의 시편은 파운드리 산업에서 코어 제조에 통상적으로 사용되는 표준 규사의 코어 베이스 매체, 즉 Fairmount Santrol에 의해 제조 및 판매되는 Wedron™ 530이 포함되어었고, 다른 시편은 합성 세라믹 골재의 코어 베이스 매체, 즉 Carbo Ceramics Inc에 의해 제조 및 판매되는 Accucast® ID 50이 포함되었다. 5000g의 코어 베이스 매체는 통상적인 절차, 즉 AFS 3315-00-S에 따라 KitchenAid® 믹서를 사용하여 무기 바인더와 혼합되었다. 단일 바인더 시스템 레벨이 평가되었으며, Cordis 9032 바인더는 2.8%이었고 Anorgit 8396 첨가제는 1.4%(골재의 중량을 기준으로)이었다. 혼합 후, 골재/무기 바인더 혼합물은 Laempe L1-3 코어 블로어에 대해 인장 시편의 형태로 코어 박스에 블로잉(공기 압에 의해)되었다. 상기 시편을 준비하기 위한 경화 조건은 하기에 나타내어진다.

|          |        |
|----------|--------|
| 코어 박스 온도 | 150 °C |
| 경화 시간    | 60 초   |
| 블로잉 시간   | 0.5 초  |
| 고온 공기    | 100 °C |
| 사출 압력    | 4 bar  |
| 최종 퍼지 압력 | 2 bar  |

[0089]

[0090] 경화 후, 상기 시편은 Thwing-Albert 인장 시험기를 사용하여 최대 인장 강도에 대해 시험되었다. 경화 후 1시간 및 24시간의 인장 강도가 결정되었다. 또한, 상기 경화된 24시간 시편은 AFS 5223-13-S에 따라 투과성에 대해 시험되었다.

[0091] 결과는 다음과 같았다.

| 골재           |            |                |
|--------------|------------|----------------|
| 성분           | Wedron 530 | Accucast ID 50 |
| Cordis 9032  | 2.8%       | 2.8%           |
| Anorgit 8396 | 1.4%       | 1.4%           |
| 인장 강도, psi   |            |                |
| 1 시간         |            |                |
|              | 708        | 874            |
|              | 788        | 849            |
|              | 713        | 779            |
| 평균           | 729        | 834            |
| 24 시간        |            |                |
|              | 773        | 873            |
|              | 770        | 815            |
|              | 799        | 953            |
|              | 770        | 792            |
|              | 774        | 844            |
|              | 771        | 814            |
| 평균           | 776        | 832            |
| 투과성          |            |                |
| 투과성          | 150        | 240            |
| 24시간 시험편 사용  | 120        | 220            |
|              | 120        | 230            |
| 평균           | 130        | 230            |

[0092]

[0093] 실제 입자 크기 분석은 하기와 같이 Wedron™ 530 실리카 및 Accucast® ID 50 골재에 대해 AFS No. 1105-12-S 및 1106-12-2에 의해 이루어졌다. "ADV"는 AFS 1114-00-S에 대한 산성 요구치(Acid Demand Value)이고, "LOI"는 AFS 5100-12-S에 대한 강열 감량(Loss On Ignition)이다.

| AFS 채 분석 |       |            |        |       |                |        |       |
|----------|-------|------------|--------|-------|----------------|--------|-------|
| 샘플 :     |       | Wedron 530 |        |       | Accucast ID 50 |        |       |
| 체 No.    | 입도 계수 | 그램         | 유지율, % | 생성물   | 그램             | 유지율, % | 생성물   |
| 30       | 0.20  | 0.00       | 0.00   | 0.00  | 0.03           | 0.03   | 0.01  |
| 40       | 0.30  | 0.27       | 0.27   | 0.08  | 0.28           | 0.28   | 0.08  |
| 50       | 0.40  | 29.00      | 28.85  | 11.54 | 35.14          | 35.15  | 14.06 |
| 70       | 0.50  | 36.73      | 36.54  | 18.27 | 44.71          | 44.72  | 22.36 |
| 100      | 0.70  | 20.99      | 20.88  | 14.62 | 19.58          | 19.59  | 13.71 |
| 140      | 1.00  | 10.32      | 10.27  | 10.27 | 0.17           | 0.17   | 0.17  |
| 200      | 1.40  | 2.99       | 2.97   | 4.16  | 0.03           | 0.03   | 0.04  |
| 270      | 2.00  | 0.23       | 0.23   | 0.46  | 0.02           | 0.02   | 0.04  |
| Pan      | 3.00  | 0.00       | 0.00   | 0.00  | 0.01           | 0.01   | 0.03  |
| 합계 :     |       | 100.53     | 100.00 |       | 99.97          | 100.00 |       |
| 입도 지수    |       | 59.4       |        |       | 50.5           |        |       |
| pH       |       | 7.1        |        |       | 6.3            |        |       |
| ADV, mL  |       | 0.0        |        |       | -0.6           |        |       |
| LOI, %   |       | 0.07       |        |       | 0.03           |        |       |

[0094]

[0095] 실시예 #2A - 코어의 횡방향 강도

[0096] 통상적인 주물사 코어 시험 공정에 따라 코어의 몇몇 시험용 시편이 만들어졌고, 일부는 표준 규사의 코어 베이스 매체를 포함하고, 다른 것은 합성 세라믹 골재의 코어 베이스 매체, 즉 Accucast® ID 50을 포함하는 본 발명의 바람직한 실시형태에 따라 제공되었다. 코어의 횡방향 강도는 유기 콜드-박스 바인더 시스템, 즉 HA International에 의해 제조 및 판매되는 Sigma Cat 2185로 경화된 Sigma Cure 7211 Part 1 및 7706 Part 2, 또는 무기 바인더 시스템, 즉 Cordis® 8511 바인더 및 Anorgit™ 8396 첨가제 중 어느 하나를 사용하여 시험되었다. 코어는 당업자에 의해 이해되는 바와 같이 규사 또는 합성 세라믹 골재를 이용하여 시험용 시편 코어를 형성하기 위한 적절한 통상적인 방법으로 형성되었다.

[0097] 완전히 경화된 후, 시험용 코어는 고정 장치에 두고 Illinois Tool Works Inc에 의해 제조 및 판매되는 Instron® 시험 장치를 사용한 소위 3점 굽힘에 의해 파괴 하중에서의 횡방향 강도가 결정되었다. 그 결과는 다음과 같다.

| 3점 굽힘 시험용 코어 |          |                |                |        |                                              |                                         |
|--------------|----------|----------------|----------------|--------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 샘플           | 바인더      | Cordis/Anorgit | 입상 매체          | 중량 (g) | 속도<br>1mm/분<br>최대 하중<br>(N/cm <sup>2</sup> ) | 3개의 세트<br>평균 하중<br>(N/cm <sup>2</sup> ) |
| 1 org        | 유기 콜드-박스 |                | 규사             | 2063   | 1,978                                        | 1,642                                   |
| 2 org        | 유기 콜드-박스 |                | 규사             | 2055   | 1,979                                        |                                         |
| 3 org        | 유기 콜드-박스 |                | 규사             | 2052   | 968                                          |                                         |
| 2 IS         | 무기       | 2%/1%          | 규사             | 2148   | 1,467                                        | 1,465                                   |
| 3 IS         | 무기       | 2%/1%          | 규사             | 2153   | 1,442                                        |                                         |
| 4 IS         | 무기       | 2%/1%          | 규사             | 2157   | 1,487                                        |                                         |
| 21 IS        | 무기       | 3%/1.5%        | 규사             | 2160   | 2,002                                        | 2,154                                   |
| 25 IS        | 무기       | 3%/1.5%        | 규사             | 2161   | 1,946                                        |                                         |
| 29 IS        | 무기       | 3%/1.5%        | 규사             | 2160   | 2,514                                        |                                         |
| 40 IS        | 무기       | 4%/2%          | 규사             | 2202   | 1,607                                        | 2,410                                   |
| 43 IS        | 무기       | 4%/2%          | 규사             | 2196   | 3,783                                        |                                         |
| 44 IS        | 무기       | 4%/2%          | 규사             | 2199   | 1,840                                        |                                         |
| 4 IP         | 무기       | 2%/1%          | Accucast ID 50 | 2493   | 3,040                                        | 3,012                                   |
| 8 IP         | 무기       | 2%/1%          | Accucast ID 50 | 2487   | 3,074                                        |                                         |
| 13 IP        | 무기       | 2%/1%          | Accucast ID 50 | 2502   | 2,923                                        |                                         |
| 26 IP        | 무기       | 3%/1.5%        | Accucast ID 50 | 2521   | 3,713                                        | 4,104                                   |
| 29 IP        | 무기       | 3%/1.5%        | Accucast ID 50 | 2525   | 4,771                                        |                                         |
| 33 IP        | 무기       | 3%/1.5%        | Accucast ID 50 | 2511   | 3,828                                        |                                         |
| 36 IP        | 무기       | 4%/2%          | Accucast ID 50 | 2513   | 2,914                                        | 3,595                                   |
| 38 IP        | 무기       | 4%/2%          | Accucast ID 50 | 2529   | 4,060                                        |                                         |
| 39 IP        | 무기       | 4%/2%          | Accucast ID 50 | 2536   | 3,810                                        |                                         |

[0098]

[0099]

상기 나타내어진 바와 같이, 합성 세라믹 골재와 무기 바인더의 조합은 우수한 횡방향 강도 및 성능을 나타낸다.

[0100]

실시에 #2B - 코어의 횡방향 강도

[0101]

통상적인 주물사 코어 시험 공정에 따라 코어의 몇몇 시험용 시편이 만들어졌다. Cordis® 8511 바인더와 Anorgit™ 8396 첨가제는 Cordis®의 경우 2.0중량% 및 2.8중량%, Anorgit™의 경우는 1.0중량% 및 1.4중량%로 다른 골재와 혼합되었다. 이 실시예에서, 상기 골재 몰딩 재료는 Naigai Itochu에 의해 제조 및 판매되는 Accucast® ID 50, Cerabeads 400, Ziegler & Co. GmbH에 의해 제조 및 판매되는 Bauxit W65, 및 Quarzwerke에 의해 제조 및 판매되는 규사 F34로부터 선택되었다. 모든 강도는 유럽 연합의 통상적인 횡방향 또는 "굽힘" 시편이었다.

[0102]

경화 파라미터는 다음과 같다. (i) 경화 및 가스 처리 온도: 160°C; (ii) 경화 시간: 30초

[0103]

첫 번째 시험은 원래의 몰딩 재료 2.8% Cordis® 8511과 1.4% Anorgit™ 8396을 사용했고, Arkopal® 6804 개질물 및 Arkopal® EMS 97로 코팅되었으며, 이 두 재료는 코어에 매끄러운 표면을 제공하기 위해 코어에 적용된 수계 마감 코팅이다.

[0104]

횡방향 강도는 Morek Multiserv 횡방향 시험기를 사용하고 독일 절차서 *Merkblatt R 202 des Vereins Deutscher Gießereifachleute, Ausgabe Oktober 1976*에 따라 결정되었다. 보고된 모든 강도는 하기에 나타내어진 바와 같이 N/cm<sup>2</sup>이다.

| 모래             | 바인더  | 첨가율 [%] | 첨가제  | 첨가율 [%] | 코어 중량 [g] | 냉간 강도 [N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------|------|---------|------|---------|-----------|----------------------------|
| 규사 F34         | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 138.26    | 437                        |
| 규사 F34         | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 138.26    | 437                        |
| 규사 F34         | 8511 | 2.0     | 8396 | 1.0     | 137.69    | 287                        |
| 규사 F34         | 8511 | 2.0     | 8396 | 1.0     | 137.69    | 287                        |
| Accucast ID 50 | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 176.97    | 707                        |
| Accucast ID 50 | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 176.97    | 707                        |
| Bauxit W65     | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 196.38    | 1,706                      |
| Bauxit W65     | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 197.06    | 1,597                      |
| Bauxit W65     | 8511 | 2.0     | 8396 | 1.0     | 193.70    | 1,112                      |
| Bauxit W65     | 8593 | 2.0     | 8396 | 1.0     | 193.77    | 1,237                      |
| Bauxit W65     | 8511 | 2.0     | 8396 | 1.0     | 193.70    | 1,112                      |
| Bauxit W65     | 8593 | 2.0     | 8396 | 1.0     | 193.77    | 1,237                      |
| Cerabeads 400  | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 141.35    | 431                        |
| Cerabeads 400  | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 141.90    | 443                        |
| Cerabeads 400  | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 141.85    | 413                        |
| Cerabeads 400  | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 141.85    | 413                        |
| Cerabeads 400  | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 141.85    | 413                        |
| Cerabeads 400  | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 142.11    | 401                        |
| Cerabeads 400  | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 142.11    | 401                        |
| Cerabeads 400  | 8511 | 2.8     | 8396 | 1.4     | 142.11    | 401                        |

[0105]

[0106]

냉간 강도에 관해 사용된 다른 골재와 비교했을 때, Bauxit W65 합성 세라믹 재료는 낮은 바인더 레벨과 높은 바인더 레벨 모두에서 가장 높은 강도를 나타냈다. 모든 합성 세라믹 골재는 종래의 규사보다 상당히 높은 횡방향 강도를 나타낸다.

[0107]

실시에 #4 - 파운드리 코어의 코팅

[0108]

실시에 #2에서 사용된 공정에 따라 시험용 코어가 만들어졌다. 통상적인 파운드리 혼합 장비를 사용하여 2.0중량% 및 2.8중량%의 Cordis® 8511 바인더와 1.0중량% 및 1.4중량%의 Anorgit™ 8396 첨가제가 Accucast® ID 50 합성 세라믹 매체와 함께 혼합되었다. 그 후, 무기 코어를 경화시키기 위해 권장 방법에 따라 상기 혼합물이 블로잉되고 경화되었다.

[0109]

그 후, 코어는 HA International LLC에 의해 제조 및 판매되는 Mold Lite® Plus T and TZ로 코팅되었다. Mold Lite® PLUS T는 하이 솔리드 알코올계 내화 코팅이다. 이 제품은 바람직하게는 내화 시스템으로서 고밀도의 평판상 산화알루미늄을 사용한다. Mold Lite® PLUS TZ는 하이 솔리드 알코올계 내화물이다. 이 제품은 대부분 일부 지르콘과 배합된 산화알루미늄 내화 시스템이다. 이들 코팅에 사용된 유동학적 첨가제는 코팅이 건조되면 약 5~10mil의 건조 두께의 단단한 "에그 셸" 내화층이 남아 취급 시에 코어를 보호하고, 고압 다이 캐스팅 공정 시에 용융 알루미늄의 충격을 방지하는 보호 내화 장벽을 제공한다. 코어는 약 58° Baume 및 약 12.7~12.8lbs/gallon(내화 코팅을 조절하기 위해 파운드리 산업에서 사용되는 통상적인 방법)의 각각의 코팅에 디핑되었다. 이들 코팅은 100% 평판상 알루미늄(325메쉬) 또는 지르콘 분말(200메쉬)와 평판상 알루미늄(325메쉬)의 50:50 배합물 중 어느 하나를 사용한다. 코어는 코팅액에 한번 플로우 코팅되고 나서 공기 건조되도록 방치했다. 코어 중 일부는 각각의 코팅에서 재차 플로우 코팅되어 추가의 내화층을 제공한다. 습윤 두께는 약 10~15mil이었고, 건조 후의 두께는 약 5~10mil이었다.

도면

도면1

