



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월11일
(11) 등록번호 10-2249919
(24) 등록일자 2021년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22C 1/08 (2006.01) B22C 1/18 (2006.01)
B22C 9/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B22C 1/08 (2013.01)
B22C 1/186 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0058150
(22) 출원일자 2015년04월24일
심사청구일자 2020년03월18일
(65) 공개번호 10-2015-0124899
(43) 공개일자 2015년11월06일
(30) 우선권주장
201410175419.0 2014년04월29일 중국(CN)
(56) 선행기술조사문헌
EP00590186 A1*
JP05360633 B2
JP06039483 A
KR1020030057134 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
중국과학원금속연구소
중국, 랴오닝 110016, 쉘양, 쉘헤 디스트릭트, 쉘 후아로드72
(72) 발명자
린 관홍
중국, 랴오닝 110016, 쉘양, 쉘헤 디스트릭트, 쉘 후아로드72
장찬
중국, 랴오닝 110016, 쉘양, 쉘헤 디스트릭트, 쉘 후아로드72
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 최진환

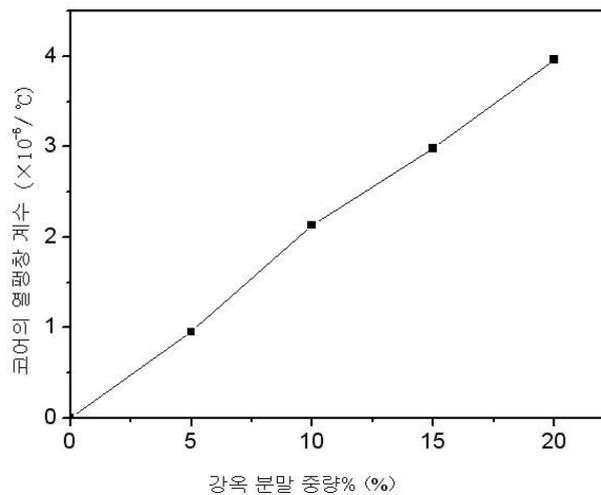
(54) 발명의 명칭 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 세라믹 코어 분야에 관한 것으로, 구체적으로 실리카계 세라믹 코어의 열팽창 특성을 조절하기 위한 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법에 관한 것이다. 실리카계 세라믹 코어 중의 산화알루미늄의 함량을 조절하여 코어의 열팽창 계수를 제어하며, 실리카계 세라믹 코어 슬러리를 준비하는 과정에서

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



산화알루미늄의 함량을 엄격히 제어해야 하며, 그 다음 상기 슬러리를 이용하여 가압 주입 성형 및 고온 소결을 통해 실리카계 세라믹 코어를 제조한다. 실리카계 세라믹 코어는 정밀 구조 부품에서 복잡한 중공부 구조를 형성하는 관건적인 형판으로 셀과의 매치성은 사용과정에서 매우 중요하다. 그리고 양자(孔隙)의 매치성을 결정하는 관건은 양자의 열팽창 계수가 반드시 비슷해야 하는 것이다. 상기 방법은 실리카계 세라믹 코어 중의 산화알루미늄의 함량을 변경하여 코어 자체의 열팽창 특성을 조절하는 목적에 도달함으로써, 셀의 실제 필요에 따라 서로 다른 열팽창 특성의 코어를 제조하여 구조과정에서 양자의 크기가 매칭되게 하는 최종 목적에 도달하는 것이다.

(52) CPC특허분류

B22C 9/10 (2013.01)

(72) 발명자

량 징징

중국, 랴오닝 110016, 쉘양, 셴헤 디스트릭트, 웬 후아로드72

저우 이저우

중국, 랴오닝 110016, 쉘양, 셴헤 디스트릭트, 웬 후아로드72

진 타오

중국, 랴오닝 110016, 쉘양, 셴헤 디스트릭트, 웬 후아로드72

순 샤오핑

중국, 랴오닝 110016, 쉘양, 셴헤 디스트릭트, 웬 후아로드72

조창용

경상남도 창원시 성산구 반송로 106, 117동 1602호 (반림동, 노블파크아파트)

최백규

경상남도 창원시 성산구 원이대로 774, 508동 1906호 (상남동, 성원아파트)

김인수

경상남도 창원시 마산합포구 진북면 지산2길 31, 308동 1001호 (성원아파트)

도정현

경상남도 진주시 진주대로 859, 12동 1004호 (주약동, 한주럭키아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

실리카계 세라믹 코어 중의 산화알루미늄의 함량을 조절하여 코어의 열팽창 계수를 제어하며, 실리카계 세라믹 코어 슬러리 준비과정에서 산화알루미늄의 함량을 엄격히 제어해야 하며, 그 다음 상기 슬러리를 이용하여 가압 주입 성형 및 고온 소결을 통해 실리카계 세라믹 코어를 제조하는 것을 특징으로 하고,

실리카계 세라믹 코어 슬러리의 성분 및 함량은 중량%로 세라믹 분말 80~85wt%, 왁스계 가소제 15~20wt%이고, 세라믹 분말 재료는 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말이며, 석영유리 분말 또는 산화알루미늄 분말의 입도 요구 및 중량%는 모두 $0\mu\text{m} < \text{입도} \leq 10\mu\text{m}$ 범위 내에서 15~25%이고, $10\mu\text{m} < \text{입도} \leq 40\mu\text{m}$ 범위 내에서 50~70%이며, $40\mu\text{m} < \text{입도} \leq 70\mu\text{m}$ 범위 내에서 15~25%인 것을 특징으로 하는 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

실리카계 세라믹 코어 슬러리 중 산화알루미늄 분말의 함량이 $0 < \text{산화알루미늄 분말} \leq 20\text{wt}\%$ 범위에 있을 경우, 얻어진 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 열팽창 계수는 $0 < \text{열팽창 계수} \leq 3.96 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 범위 내에서 조절되는 것을 특징으로 하는 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

실리카계 세라믹 코어 슬러리 중 산화알루미늄 분말의 함량이 $5 \leq \text{산화알루미늄 분말} \leq 15\text{wt}\%$ 범위에 있을 경우, 얻어진 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 열팽창 계수는 $1 \times 10^{-6}/^\circ\text{C} \leq \text{열팽창 계수} \leq 3 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 범위 내에서 조절되는 것을 특징으로 하는 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

왁스계 가소제의 성분 및 함량은 중량%로 파라핀 65~75wt%, 밀랍 20~30wt%, 폴리에틸렌 1~3wt%, 스테아린산 2~4wt%인 것을 특징으로 하는 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

입도 요구에 부합하는 세라믹 분말 재료인 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말의 무게를 측정 후, 송풍건조기에 넣고, 120℃에서 3~5시간 동안 온도를 유지하고 분말이 균일하게 가열되면, 교반하는 조건에서 용융된 왁스계 가소제에 추가하고, 세라믹 분말 재료를 첨가 완료한 후, 왁스계 가소제와 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말이 완전히 균일하게 혼합될 때까지 계속 교반하여 실리카계 세라믹 코어 슬러리를 형성하는 단계; 교반과정에서 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 온도는 130~140℃로 제어하고 실리카계 세라믹 슬러리를 균일하게 교반한 후 가압 주입용 잉곳으로 주조하는 단계; 가압 주입 시, 실리카계 세라믹 코어 슬러리 잉곳을 120℃까지 가열한 후 3~5시간 동안 온도를 유지하되, 슬러리 온도는 $120 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 유지하고, 세라믹 코어 가압성형기에서 가압 주입 성형하여 실리카계 세라믹 코어 성형체를 형성하는 단계;

충진재로서 공업용 산화알루미늄 분말을 선택하여, 실리카계 세라믹 코어의 조형을 진행하는 단계를 포함하며,

실리카계 세라믹 코어의 조형을 진행하는 단계의 구체적인 과정은 가압 주입 성형된 실리카계 세라믹 코어 성형체에서 표면 결함을 제거한 후, 강옥 도가니 속에 이미 놓여진 공업용 산화알루미늄 충전재 분말에 묻은 다음, 실리카계 세라믹 코어 성형체가 담겨 있는 도가니를 배소로에 넣고; 실리카계 세라믹 코어의 배소단계는 탈랍 및 소결 두 단계로 나뉘며, 80~100℃/h 승온속도로 400~500℃까지 승온한 다음, 2~4시간 동한 온도를 유지하여 탈랍을 진행하며, 탈랍과정에서 공기를 건조하게 유지하며; 온도가 500℃ 이상이면 소결단계에 진입하고, 이 단계의 승온속도는 100~120℃/h까지 높이고 최고 배소 온도 1150~1200℃가 될 때까지 높이며, 3~4시간 배소 후 노내 냉각하여 실리카계 세라믹 코어를 형성하는 것을 특징으로 하는 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

배소 완료된 실리카계 세라믹 코어에 대해 강화를 진행하며, 처리방법은 실리카계 세라믹 코어를 에틸 실리케이트 가수 분해물에 넣고 실리카계 세라믹 코어 표면에서 기포가 방출되지 않으면 꺼내서 12시간 이상 자연 건조시키는 것을 특징으로 하는 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

가압 주입 시, 금형의 온도는 30~50℃를 유지하는 것을 특징으로 하는 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

공업용 산화알루미늄은 1150~1200℃를 거쳐 공기 중에서 3~4시간 소성하는 것을 특징으로 하는 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 세라믹 코어 분야에 관한 것으로, 구체적으로 실리카계 세라믹 코어의 열팽창 특성을 조절하기 위한 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 세라믹 코어는 정밀 주조업에서 날로 광범위하게 응용되고 있으며, 특히 방향성, 단결정 중공형 블레이드의 주조에 응용되며, 이러한 중공형 블레이드의 복잡한 중공부 구조는 주로 세라믹 코어 기술에 의해 보장된다. 세라믹 코어는 부품에 필요한 구멍 또는 중공부에 따라 코어 금형을 제조하여 코어를 생산하며, 왁스 패턴 제조 시 코어를 왁스 패턴 내에 함께 주입하여, 주물을 주조 성형한 후 제거하며, 세라믹 코어는 중공형 블레이드의 중공부를 형성하는데 사용된다.

[0003] 현재 연구제작 및 응용되는 세라믹 코어는 주로 실리카계 및 알루미늄계 두 가지가 있다.

[0004] 알루미늄계 코어의 기본소재는 알루미늄(Al₂O₃)이며, 고온 특성이 우수하고, 열팽창 계수가 작고, 고온 주조 후 코어 변형이 적고 내화도가 높으며, 알루미늄계 코어는 1600℃ 이상의 고온 조건에서 사용될 수 있다. 그러나, 알루미늄계 코어는 코어 제거가 어렵고, 고온, 고압 설비 및 이와 매칭되는 코어 제거 공정이 결합되어야 하나, 이러한 조건과 기술은 단기간 내에 해결될 수 없으므로 알루미늄계 코어는 제한적으로 응용되고 있다.

[0005] 실리카계 세라믹 코어는 열팽창 계수가 작고, 열 안정성이 우수하고, 기계적 강도가 높고, 화학적 안정성이 좋고, 코어 제거가 쉬운 등 장점이 있고, 중공형 터빈 블레이드 제조 분야에 광범위하게 응용되며, 국제적으로 해

당 계열의 실리카계 세라믹 코어에 대해 많은 연구를 진행했다.

[0006] 기존의 세라믹 코어는 엔진 블레이드 주조 시, 웰폴드와의 열팽창 계수 차이가 크므로 변형이 자주 발생하며 심지어 파열되어, 블레이드의 수율에 심각한 영향을 미친다. 따라서, 우수한 종합 성능, 특히 웰과 비슷한 열팽창 계수를 갖는 실리카계 세라믹 코어를 개발하는 것은 엔진 중공형 블레이드의 생산에 중대한 의미가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 실리카계 세라믹 코어의 열팽창 특성 조절에 대한 실행 가능성이 높고 수율이 높으며 실리카계 세라믹 코어에 적용되는 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법은, 실리카계 세라믹 코어 중의 산화알루미늄의 함량을 조절하여 코어의 열팽창 계수를 제어하며, 실리카계 세라믹 코어 슬러리를 준비하는 과정에서 산화알루미늄의 함량을 엄격히 조절해야 하며, 그 다음 상기 슬러리를 이용하여 가압 주입 성형 및 고온소결을 통해 실리카계 세라믹 코어를 제조한다.

[0009] 상기 열팽창 계수의 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법에 있어서, 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 성분 및 함량은 중량%로 세라믹 분말 재료 80~85wt%, 왁스계(Wax-based) 가소제 15~20wt%이고; 세라믹 분말 재료는 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말이며, 석영유리 분말 또는 산화알루미늄 분말의 입도 요구 및 중량%는 모두 $0\mu\text{m} < \text{입도} \leq 10\mu\text{m}$ 범위 내에서 15~25%이고, $10\mu\text{m} < \text{입도} \leq 40\mu\text{m}$ 범위 내에서 50~70%이며, $40\mu\text{m} < \text{입도} \leq 70\mu\text{m}$ 범위 내에서 15~25%이다.

[0010] 상기 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법에 있어서, 실리카계 세라믹 코어 슬러리 중 산화알루미늄 분말의 함량이 $0 < \text{산화 알루미늄 분말} = 20\text{wt}\%$ 범위에 있을 경우, 얻어진 실리카계 세라믹 코어의 열팽창 계수는 $0 < \text{열팽창 계수} = 3.96 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 범위 내에서 조절된다.

[0011] 상기 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법에 있어서, 바람직하게는, 실리카계 세라믹 코어 슬러리 중 산화알루미늄 분말의 함량이 $5 = \text{산화 알루미늄 분말} = 15\text{wt}\%$ 범위에 있을 경우, 얻어진 실리카계 세라믹 코어의 열팽창 계수는 $1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C} \leq \text{열팽창 계수} \leq 3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 범위에서 조절된다.

[0012] 상기 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법에 있어서, 왁스계 가소제의 성분 및 함량은 중량%로 파라핀 65~75wt%, 밀랍(Beeswax) 20~30wt%, 폴리에틸렌 1~3wt%, 스테아린산 2~4wt%이다.

[0013] 상기 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법은,

[0014] 입도 요구에 부합하는 세라믹 분말 재료인 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말의 무게를 측정 후, 송풍건조기(air dry oven)에 넣고, 120℃에서 3~5시간 동안 온도를 유지하고 분말이 균일하게 가열되면, 교반하는 조건에서 용융된 왁스계 가소제에 추가하고 세라믹 분말 재료를 첨가완료 후, 왁스계 가소제와 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말이 완전히 균일하게 혼합될 때까지 계속하여 교반하여 실리카계 세라믹 코어 슬러리를 형성하는 단계; 교반과정에서 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 온도는 130~140℃로 제어하고, 실리카계 세라믹 슬러리를 균일하게 교반한 후 가압 주입용 잉곳으로 주조하는 단계; 가압 주입 시, 실리카계 세라믹 코어 슬러리 잉곳을 120℃까지 가열한 후 3~5시간 동안 온도를 유지하되, 슬러리 온도를 $120 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 유지하고, 세라믹 코어 가압성형기에서 가압 주입 성형하여 실리카계 세라믹 코어 성형체를 형성하는 단계;

[0015] 충전재로서 공업용 산화알루미늄 분말을 선택하여, 실리카계 세라믹 코어의 조형을 진행하는 단계를 포함하며, 실리카계 세라믹 코어의 조형을 진행하는 단계의 구체적인 과정은 가압 주입 성형된 실리카계 세라믹 코어 성형체에서 표면 결함을 제거한 후, 알루미늄이나 도가니에 놓여진 공업용 산화알루미늄 충전재 분말 속에 묻은 다음, 실리카계 세라믹 코어 성형체가 담겨 있는 도가니를 배소로에 넣고; 실리카계 세라믹 코어의 배소단계는 탈랍(Dewaxing) 및 소결 두 단계로 나뉘며, 80~100℃/h의 승온속도로 400~500℃까지 승온한 다음, 2~4시간 동안 온도를 유지하여 탈랍을 진행하며, 탈랍과정에서 공기를 건조하게 유지하며; 온도가 500℃ 이상이면 소결단계에 진입하고, 이 단계는 100~120℃/h의 승온속도로 최고 배소 온도 1150~1200℃까지 높이고, 3~4시간 배소 후 노내 냉각하여 실리카계 세라믹 코어를 형성한다.

[0016] 상기 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법에 있어서, 배소 완료된 실리카계 세라믹 코어에 대해 강화를 진행하며, 처리방법은 실리카계 세라믹 코어를 에틸 실리케이트 가수 분해물에 넣고 실리카계 세라믹 코어 표면에서 기포가 방출되지 않으면 꺼내서 12시간 이상 자연 건조시킨다.

[0017] 상기 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법에 있어서, 가압 주입 시, 금형의 온도는 30~50℃를 유지한다.

[0018] 상기 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법에 있어서, 공업용 산화알루미늄은 1150~1200℃ 대기 분위기에서 3~4시간 소성한다.

[0019] 본 발명의 설계 개념:

[0020] 실리카계 세라믹 코어는 정밀주조부품 중 복잡한 중공부 구조를 형성하는 중요한 역할을 하며, 셀몰드와의 매칭성은 사용과정에서 매우 중요하다. 그리고 양자의 매칭성을 결정하는 관건은 양자의 열팽창 계수가 반드시 비슷해야 하는 것이다. 본 발명의 방법은 실리카계 세라믹 코어 중 산화알루미늄 미세분말의 함량을 변경하여 코어 자체의 열팽창 특성을 조절하는 목적에 도달함으로써, 셀의 종류 및 실제 필요에 따라 서로 다른 열팽창 특성의 코어를 제조하여 주조과정에서 양자의 크기가 매칭되게 하는 최종 목적에 도달하는 것이다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 장점 및 유익한 효과:

[0022] 1. 본 발명은 실리카계 세라믹 코어 중의 산화알루미늄 분말의 함량을 조절하여 코어의 열팽창 계수를 제어하며, 조작이 간단하고 열팽창 계수가 쉽게 정확하게 제어된다.

[0023] 2. 본 발명에 따라 제조되는 실리카계 세라믹 코어는 다결정 니켈기 초내열합금 및 산화알루미늄계 세라믹 셀에 적용된다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 실리카계 세라믹 코어의 1300℃일 때의 열팽창 계수와 산화알루미늄 분말 함량의 관계도이다.

도 2a 내지 도2b는 모두 본 발명에 따라 제조된 실리카계 세라믹 코어의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 발명은 석영유리 분말, 산화알루미늄 분말(강옥 분말) 및 왁스계(Wax-based) 가소제를 사용하여 실리카계 세라믹 코어 슬러리를 제조한다. 세라믹 코어 가압성형기를 사용하여 특정 구조를 갖는 실리카계 세라믹 코어를 가압 성형하고, 그 다음 상기 슬러리를 이용하여 가압 주입 성형 후 고온 소결을 통해 실리카계 세라믹 코어를 제조한다. 특히, 실리카계 세라믹 코어 중 산화알루미늄 분말(강옥 분말)의 함량을 조절하여 코어의 열팽창 계수를 조절하며, 실리카계 세라믹 코어 슬러리를 준비하는 과정에서 산화알루미늄의 함량을 엄격히 제어해야 한다.

[0026] 종래 기술에서, 에틸 실리케이트 가수 분해물은 에틸 실리케이트가 가수 분해되어 얻어진 것이며, 주로 실리카 졸 정밀 주조에서의 바인더로 작용한다. 본 발명에서는, 특정 에틸 실리케이트 가수 분해물을 사용하여 실리카 세라믹 코어에 대해 강화처리하며, 에틸 실리케이트 가수 분해물의 성분 및 함량이 에틸 실리케이트 80%, 알코올 12%, 증류수 5%, 염산 3% 일 때 강화효과가 가장 우수하다.

[0027] 실시예 1

[0028] 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 성분 및 함량은 중량%로 세라믹 분말 재료 82wt%, 왁스 가소제 18wt%이다. 세라믹 분말 재료는 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말이며, 석영유리 분말 또는 산화알루미늄 분말의 입도 요구 및 중량%는 모두 0μm<입도≤10μm 범위 내에서 20%이고, 10μm<입도≤40μm 범위 내에서 60%이며, 40μm<입도≤70μm 범위 내에서 20%이다. 왁스계 가소제의 성분 및 함량은 중량%로 파라핀 70wt%, 밀랍 25wt%, 폴리에틸렌 2wt%, 스테아린산 3wt%이다.

[0029] 상기 실리카계 세라믹 코어 슬러리 중의 산화알루미늄 분말의 함량이 0<산화알루미늄 분말=20wt% 범위에 있을 경우, 얻어진 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 열팽창 계수는 0<열팽창 계수≤3.96 X 10⁻⁶/℃ 범위 내에서 조절된다. 본 실시예의 세라믹 분말 재료 중, 산화알루미늄 분말은 5wt%를 차지하고, 나머지는 석영유리 분말이고, 세

라믹 분말 재료의 열팽창 계수는 $1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 이다. 세라믹 분말 재료는 특정 배합비율의 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말을 사용하고, 또한 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말은 각각 특정 입도 및 함량을 사용하며 그 장점은 가압 주입 시의 성형성을 향상시키고 코어의 사용성능을 개선하는 것이다.

[0030] 왁스계 가소제는 파라핀(점도 저감), 밀랍(가소성 향상), 폴리에틸렌(슬러리 안정성 및 성형체 강도 향상) 및 스테아린산(가소제 및 분말 재료의 습윤성 향상) 이 4가지 물질을 사용하여 특정 배합비율에 따라 조성되며, 그 장점은 성형체의 가소성을 향상시키고 슬러리의 안정성 및 코어 성형체의 강도를 보장하는 것이다.

[0031] 본 실시예에서, 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법은 다음과 같다.

[0032] 입도 요구에 부합하는 세라믹 분말 재료(석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말)의 무게를 측정된 후, 송풍건조기 (air dry oven)에 넣고, 세라믹 분말 재료는 사용 전에 가열처리를 하며, 120°C 에서 4시간 동안 온도를 유지하고 분말이 균일하게 가열된 후, 교반하는 조건에서 용융된 왁스계 가소제에 추가하고 세라믹 분말을 첨가 완료한 후, 왁스계 가소제와 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말이 완전히 균일하게 혼합될 때까지 계속하여 교반하여 실리카계 세라믹 코어 슬러리를 형성한다. 교반과정에서, 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 온도는 135°C 로 제어하고, 실리카계 세라믹 슬러리를 균일하게 교반한 후 가압 주입용 잉곳으로 주조한다. 가압 주입 시, 실리카계 세라믹 코어 슬러리 잉곳을 120°C 까지 가열 후 4시간 동안 온도를 유지하되, 슬러리 온도를 $120 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 유지하고, 세라믹 코어 가압성형기에서 가압 주입 성형하여 실리카계 세라믹 코어 성형체를 형성한다. 가압 주입 시, 금형의 온도는 40°C 좌우로 유지한다.

[0033] 충전제로서 공업용 산화알루미늄 분말(1200°C , 공기 중에서 3시간 소성)을 선택하여, 실리카계 세라믹 코어의 조형을 진행하며, 구체적인 과정은 다음과 같다: 가압 주입 성형된 실리카계 세라믹 코어 성형체에서 핀(fin), 버(burr) 등 결함을 제거한 후, 강옥 도가니에 이미 놓여진 공업용 산화알루미늄 충전재 분말 속에 묻은 다음, 실리카계 세라믹 코어 성형체가 담겨 있는 도가니를 배소로에 넣는다. 실리카계 세라믹 코어의 배소단계는 탈랍 및 소결 두 단계로 나뉘며, $80^\circ\text{C}/\text{h}$ 의 승온속도로 450°C 까지 승온한 다음, 3시간 동안 온도를 유지하여 탈랍을 진행하며, 탈랍과정에서 공기를 건조하게 유지해야 한다. 온도가 500°C 이상이면 소결단계에 진입하며, 이 단계의 승온속도는 $100^\circ\text{C}/\text{h}$ 까지 높일 수 있으며, 최고 배소 온도가 1200°C 가 될 때까지 높여, 3시간 동안 배소 후 노냉한다.

[0034] 이에 따라, 상술한 특정 공정 단계 및 공정 파라미터를 통해 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어를 형성한다.

[0035] 더 나아가, 배소 완료된 실리카계 세라믹 코어에 대해 강화를 진행하며, 처리방법은 실리카계 세라믹 코어를 에틸 실리케이트 가수 분해물에 넣고 실리카계 세라믹 코어 표면에서 기포가 방출되지 않으면 꺼내서 12시간 이상 자연 건조시킨다. 본 실시예에서는, 특정 에틸 실리케이트 가수 분해물을 사용하여 실리카 세라믹 코어를 강화 처리하며, 에틸 실리케이트 가수 분해물의 성분 및 함량은 에틸 실리케이트 80%, 알코올 12%, 증류수 5%, 염산 3%이다.

[0036] 도1에서 도시한 바와 같은 실리카계 세라믹 코어의 1300°C 일 때의 열팽창 계수와 알루미나 분말 함량의 관계도로부터 알 수 있듯이, 열팽창 계수와 알루미나 분말 함량은 정비례관계를 나타낸다.

[0037] 도2a-도2b에서 도시한 바와 같은 본 발명에 따라 제조된 실리카계 세라믹 코어로부터 알 수 있듯이, 상기 방법에 따르면 요구를 충족하는 코어를 제조해낼 수 있다.

[0038] 실시예2

[0039] 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 성분 및 함량은 중량%로 세라믹 분말 재료 80wt%, 왁스계 가소제 20wt%이다. 세라믹 분말 재료는 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말이며, 석영유리 분말 또는 산화알루미늄 분말의 입도 요구 및 중량%는 모두 $0\mu\text{m} < \text{입도} \leq 10\mu\text{m}$ 범위 내에서 25%이고, $10\mu\text{m} < \text{입도} \leq 40\mu\text{m}$ 범위 내에서 50%이며, $40\mu\text{m} < \text{입도} \leq 70\mu\text{m}$ 범위 내에서 25%이다. 왁스계 가소제의 성분 및 함량은 중량%로 파라핀 65wt%, 밀랍 30wt%, 폴리에틸렌 1wt%, 스테아린산 4wt%이다.

[0040] 상기 실리카계 세라믹 코어 슬러리 중의 산화알루미늄 분말의 함량이 $0 < \text{산화알루미늄 분말} \leq 20\text{wt\%}$ 범위에 있을 경우, 얻어진 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 열팽창 계수는 $0 < \text{열팽창 계수} \leq 3.96 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 범위 내에서 조절된다. 본 실시예의 세라믹 분말 재료 중 산화알루미늄 분말은 15wt%를 차지하고, 나머지는 석영유리 분말이고, 세라믹 분말 재료의 열팽창 계수는 $3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 이다. 세라믹 분말 재료는 특정 배합비율의 석영유리 분말 및 산화

알루미늄 분말을 사용하고, 또한 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말은 각각 특정 입도 및 함량을 사용하며 그 장점은 가압 주입 시의 성형성을 향상시키고 코어의 사용성능을 개선하는 것이다.

[0041] 왁스계 가소제는 파라핀(점도 저감), 밀랍(가소성 향상), 폴리에틸렌(슬러리 안정성 및 성형체 강도 향상) 및 스테아린산(가소제 및 분말 재료의 습윤성 향상) 이 4가지 물질을 사용하여 특정 배합비율에 따라 조성되며, 그 장점은 성형체의 가소성을 향상시키고 슬러리의 안정성 및 코어 성형체의 강도를 보장하는 것이다.

[0042] 본 실시예에서, 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법은 다음과 같다.

[0043] 입도 요구에 부합하는 세라믹 분말 재료(석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말)의 무게를 측정 후, 송풍건조기 (air dry oven)에 넣고, 세라믹 분말 재료는 사용 전에 가열처리를 하며, 120℃에서 3시간 동안 온도를 유지하고 분말이 균일하게 가열된 후, 교반하는 조건하에서 용융된 왁스계 가소제에 추가하고 세라믹 분말을 첨가 완료한 후, 왁스계 가소제와 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말이 완전히 균일하게 혼합될 때까지 계속하여 교반하여 실리카계 세라믹 코어 슬러리를 형성한다. 교반과정에서, 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 온도는 130℃로 제어하고, 실리카계 세라믹 슬러리를 균일하게 교반한 후 가압 주입용 잉곳으로 주조한다. 가압 주입 시, 실리카계 세라믹 코어 슬러리 잉곳을 120℃까지 가열 후 3시간 동안 온도를 유지하되, 슬러리 온도를 120±1℃로 유지하고, 세라믹 코어 가압성형기에서 가압 주입 성형하여 실리카계 세라믹 코어 성형체를 형성한다. 가압 주입 시, 금형의 온도는 40℃좌우로 유지한다.

[0044] 충전재로서 공업용 산화알루미늄 분말(1150℃, 공기 중에서 4시간 소성)을 선택하여, 실리카계 세라믹 코어의 조형을 진행하며, 구체적인 과정은 다음과 같다: 가압 주입 성형된 실리카계 세라믹 코어 성형체에서 핀(fin), 버(burr) 등 결함을 제거한 후, 강옥 도가니에 이미 놓여진 공업용 산화알루미늄 충전재 분말 속에 묻은 다음, 실리카계 세라믹 코어 성형체가 담겨 있는 도가니를 배소로에 넣는다. 실리카계 세라믹 코어의 배소단계는 탈랍 및 소결 두 단계로 나뉘며, 100℃/h 의 승온속도로 500℃까지 승온한 다음, 2시간 동안 온도를 유지하여 탈랍을 진행하며, 탈랍과정에서 공기를 건조하게 유지해야 한다. 온도가 500℃ 이상이면 소결단계에 진입하며, 이 단계의 승온속도는 120℃/h까지 높일 수 있으며, 최고 배소 온도가 1150℃가 될 때까지 높여, 4시간 동안 배소 후 노냉한다.

[0045] 이에 따라, 상술한 특정 공정 단계 및 공정 파라미터를 통해 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어를 형성한다.

[0046] 더 나아가, 배소 완료된 실리카계 세라믹 코어를 강화하며, 처리방법은 실리카계 세라믹 코어를 에틸 실리케이트 가수 분해물에 넣고 실리카계 세라믹 코어 표면에서 기포가 방출되지 않으면 꺼내서 12시간 이상 자연 건조시킨다. 본 실시예에서는, 특정 에틸 실리케이트 가수 분해물을 사용하여 실리카 세라믹 코어를 강화처리하며, 에틸 실리케이트 가수 분해물의 성분과 함량은 에틸 실리케이트 80%, 알코올 12%, 증류수 5%, 염산 3%이다.

[0047] 실시예3

[0048] 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 성분 및 함량은 중량%로 세라믹 분말 재료 85wt%, 왁스계 가소제 15wt%이다. 세라믹 분말 재료는 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말이며, 석영유리 분말 또는 산화알루미늄 분말의 입도 요구 및 중량%는 모두 0μm<입도≤10μm 범위 내에서 15%이고, 10μm<입도≤40μm 범위 내에서 70%이며, 40μm<입도≤70μm 범위 내에서 15%이다. 왁스계 가소제의 성분 및 함량은 중량%로 파라핀 75wt%, 밀랍 20wt%, 폴리에틸렌 3wt%, 스테아린산 2wt%이다.

[0049] 상기 실리카계 세라믹 코어 슬러리 중 산화알루미늄 분말의 함량이 0<산화알루미늄 분말≤20wt% 범위인 경우, 얻어진 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 열팽창 계수는 0<열팽창 계수≤3.96 X 10⁻⁶/℃ 범위에서 조절된다. 본 실시예의 세라믹 분말 재료 중, 산화알루미늄 분말은 20wt%를 차지하고, 나머지는 석영유리 분말이고, 세라믹 분말의 열팽창 계수는 3.96 X 10⁻⁶/℃이다. 세라믹 분말 재료는 특정 배합비율의 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말을 사용하고, 또한 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말은 각각 특정 입도 및 함량을 사용하며 그 장점은 가압 주입 시의 성형성을 향상시키고 코어의 사용성능을 개선하는 것이다.

[0050] 왁스계 가소제는 파라핀(점도 저감), 밀랍(가소성 향상), 폴리에틸렌(슬러리 안정성 및 성형체 강도 향상) 및 스테아린산(가소제 및 분말 재료의 습윤성 향상) 이 4가지 물질을 사용하여 특정 배합비율에 따라 조성되며, 그 장점은 성형체의 가소성을 향상시키고 슬러리의 안정성 및 코어 성형체의 강도를 보장하는 것이다.

[0051] 본 실시예에서, 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법은 다음과 같다.

- [0052] 입도 요구에 부합하는 세라믹 분말 재료(석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말)의 무게를 측정된 후, 송풍건조기 (air dry oven)에 넣고, 세라믹 분말 재료는 사용 전에 가열처리를 하며, 120℃에서 5시간 동안 온도를 유지하고 분말이 균일하게 가열된 후, 교반하는 조건에서 용융된 왁스계 가스체에 추가하고 세라믹 분말을 첨가 완료한 후, 왁스계 가스체와 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말이 완전히 균일하게 혼합될 때까지 계속하여 교반하여 실리카계 세라믹 코어 슬러리를 형성한다. 교반과정에서, 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 온도는 140℃로 제어하고, 실리카계 세라믹 슬러리를 균일하게 교반한 후 가압 주입용 잉곳으로 주조한다. 가압 주입 시, 실리카계 세라믹 코어 슬러리 잉곳을 120℃까지 가열 후 5시간 동안 온도를 유지하되, 슬러리 온도를 120±1℃로 유지하고, 세라믹 코어 가압성형기에서 가압 주입 성형하여 실리카계 세라믹 코어 성형체를 형성한다. 가압 주입 시, 금형의 온도는 40℃좌우로 유지한다.
- [0053] 충전제로서 공업용 산화알루미늄 분말(1180℃, 공기 중에서 3.5시간 소성)을 선택하여, 실리카계 세라믹 코어의 조형을 진행하며, 구체적인 과정은 다음과 같다: 가압 주입 성형된 실리카계 세라믹 코어 성형체에서 핀(fin), 버(burr) 등 결함을 제거한 후, 강옥 도가니에 이미 놓여진 공업용 산화알루미늄 충전재 분말 속에 묻은 다음, 실리카계 세라믹 코어 성형체가 담겨 있는 도가니를 배소로에 넣는다. 실리카계 세라믹 코어의 배소단계는 탈랍 및 소결 두 단계로 나뉘며, 90℃/h 의 승온속도로 450℃까지 승온한 다음, 4시간 동안 온도를 유지하여 탈랍을 진행하며, 탈랍과정에서는 공기를 건조하게 유지해야 한다. 온도가 500℃ 이상이면 소결단계에 진입하며, 상기 단계의 승온속도는 110℃/h까지 높일 수 있으며, 최고 배소 온도가 1180℃가 될 때까지 높여, 3.5시간 동안 배소 후 노냉한다.
- [0054] 이에 따라, 상술한 특정 공정 단계 및 공정 파라미터를 통해 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어를 형성한다.
- [0055] 더 나아가, 배소 완료된 실리카계 세라믹 코어를 강화하며, 처리방법은 실리카계 세라믹 코어를 에틸 실리케이트 가수 분해물에 넣고 실리카계 세라믹 코어 표면에서 기포가 방출되지 않으면 꺼내서 12시간 이상 자연 건조시킨다. 본 실시예에서는, 특정 에틸 실리케이트 가수 분해물을 사용하여 실리카 세라믹 코어를 강화처리하며, 에틸 실리케이트 가수 분해물의 성분과 함량은 에틸 실리케이트 80%, 알코올 12%, 증류수 5%, 염산 3%이다.
- [0056] 실시예4
- [0057] 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 성분 및 함량은 중량%로 세라믹 분말 재료 84wt%, 왁스계 가스체 16wt%이다. 세라믹 분말 재료는 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말이며, 석영유리 분말 또는 산화알루미늄 분말의 입도 요구 및 중량%는 모두 0µm<입도≤10µm 범위 내에서 18%이고, 10µm<입도≤40µm 범위 내에서 64%이며, 40µm<입도≤70µm 범위 내에서 18%이다. 왁스계 가스체의 성분 및 함량은 중량%로 파라핀 72wt%, 밀랍 22wt%, 폴리에틸렌 2wt%, 스테아린산 4wt%이다.
- [0058] 상기 실리카계 세라믹 코어 슬러리 중 산화알루미늄 분말의 함량이 0<산화알루미늄 분말≤20wt% 범위인 경우, 얻어진 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 열팽창 계수는 0<열팽창 계수≤3.96 X 10⁻⁶/℃ 범위에서 조절된다. 본 실시예의 세라믹 분말 재료 중, 산화알루미늄 분말은 10wt%를 차지하고, 나머지는 석영유리 분말이고, 세라믹 분말의 열팽창 계수는 2 X 10⁻⁶/℃이다. 세라믹 분말 재료는 특정 배합비율의 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말을 사용하고, 또한 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말은 각각 특정 입도 및 함량을 사용하며, 그 장점은 가압 주입 시의 성형성을 향상시키고 코어의 사용성능을 개선하는 것이다.
- [0059] 왁스계 가스체는 파라핀(점도 저감), 밀랍(가소성 향상), 폴리에틸렌(슬러리 안정성 및 성형체 강도 향상) 및 스테아린산(가소제 및 분말 재료의 습윤성 향상) 이 4가지 물질을 사용하여 특정 배합비율에 따라 조성되며, 그 장점은 성형체의 가소성을 향상시키고 슬러리의 안정성 및 코어 성형체의 강도를 보장하는 것이다.
- [0060] 본 실시예에서, 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어의 제조방법은 다음과 같다.
- [0061] 입도 요구에 부합하는 세라믹 분말 재료(석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말)의 무게를 측정된 후, 송풍건조기 (air dry oven)에 넣고, 세라믹 분말 재료는 사용 전에 가열처리를 하며, 120℃에서 4시간 동안 온도를 유지하고 분말이 균일하게 가열된 후, 교반하는 조건에서 용융된 왁스계 가스체에 추가하고 세라믹 분말을 첨가 완료한 후, 왁스계 가스체와 석영유리 분말 및 산화알루미늄 분말이 완전히 균일하게 혼합될 때까지 계속하여 교반하여 실리카계 세라믹 코어 슬러리를 형성한다. 교반과정에서, 실리카계 세라믹 코어 슬러리의 온도는 135℃로 제어하고, 실리카계 세라믹 슬러리를 균일하게 교반한 후 가압 주입용 잉곳으로 주조한다. 가압 주입 시, 실리카계 세라믹 코어 슬러리 잉곳을 120℃까지 가열 후 4시간 동안 온도를 유지하되, 슬러리 온도를 120±1℃로 유

지하고, 세라믹 코어 가압성형기에서 가압 주입 성형하여 실리카계 세라믹 코어 성형체를 형성한다. 가압 주입 시, 금형의 온도는 40℃ 좌우로 유지한다.

[0062] 충전재로서 산업용 산화알루미늄 분말(1160℃, 공기 중에서 3.5시간 소성)을 선택하여, 실리카계 세라믹 코어의 조형을 진행하며, 구체적인 과정은 다음과 같다: 가압 주입 성형된 실리카계 세라믹 코어 성형체에서 핀(fin), 버(burr) 등 결함을 제거한 후, 강옥 도가니속에 이미 놓여진 산업용 산화알루미늄 충전재 분말 속에 묻은 다음, 실리카계 세라믹 코어 성형체가 담겨 있는 도가니를 배소로에 넣는다. 실리카계 세라믹 코어의 배소단계는 탈랍 및 소결 두 단계로 나뉘며, 80℃/h 의 승온속도로 400℃까지 승온한 다음, 3시간 동안 온도를 유지하여 탈랍을 진행하며, 탈랍과정에서는 공기를 건조하게 유지해야 한다. 온도가 500℃ 이상이면 소결단계에 진입하며, 상기 단계의 승온속도는 115℃/h까지 높일 수 있으며, 최고 배소 온도가 1160℃가 될 때까지 높여, 3시간 동안 배소 후 냉냉한다.

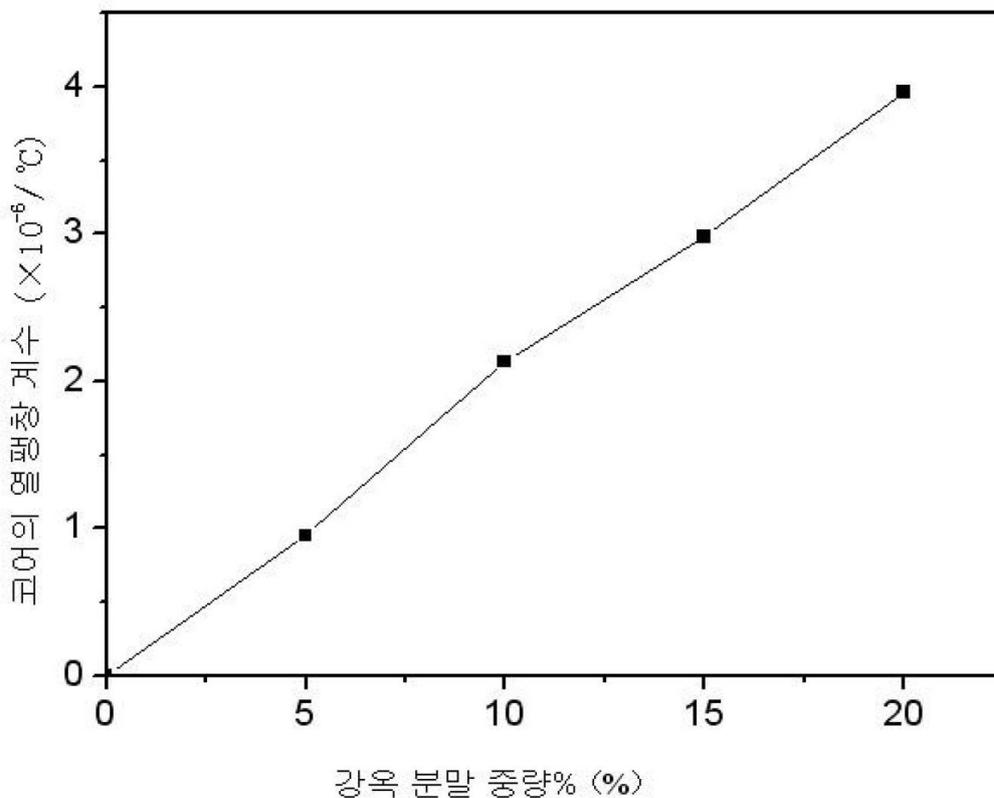
[0063] 이에 따라, 상술한 특정 공정 단계 및 공정 파라미터를 통해 열팽창 계수 조절이 가능한 실리카계 세라믹 코어를 형성한다.

[0064] 더 나아가, 배소 완료된 실리카계 세라믹 코어를 강화하며, 처리방법은 실리카계 세라믹 코어를 에틸 실리케이트 가수 분해물에 넣고 실리카계 세라믹 코어 표면에서 기포가 방출되지 않으면 꺼내서 12시간 이상 자연 건조시킨다. 본 실시예에서는, 특정 에틸 실리케이트 가수 분해물을 사용하여 실리카 세라믹 코어를 강화처리하며, 에틸 실리케이트 가수 분해물의 성분과 함량은 에틸 실리케이트 80%, 알코올 12%, 증류수 5%, 염산 3%이다.

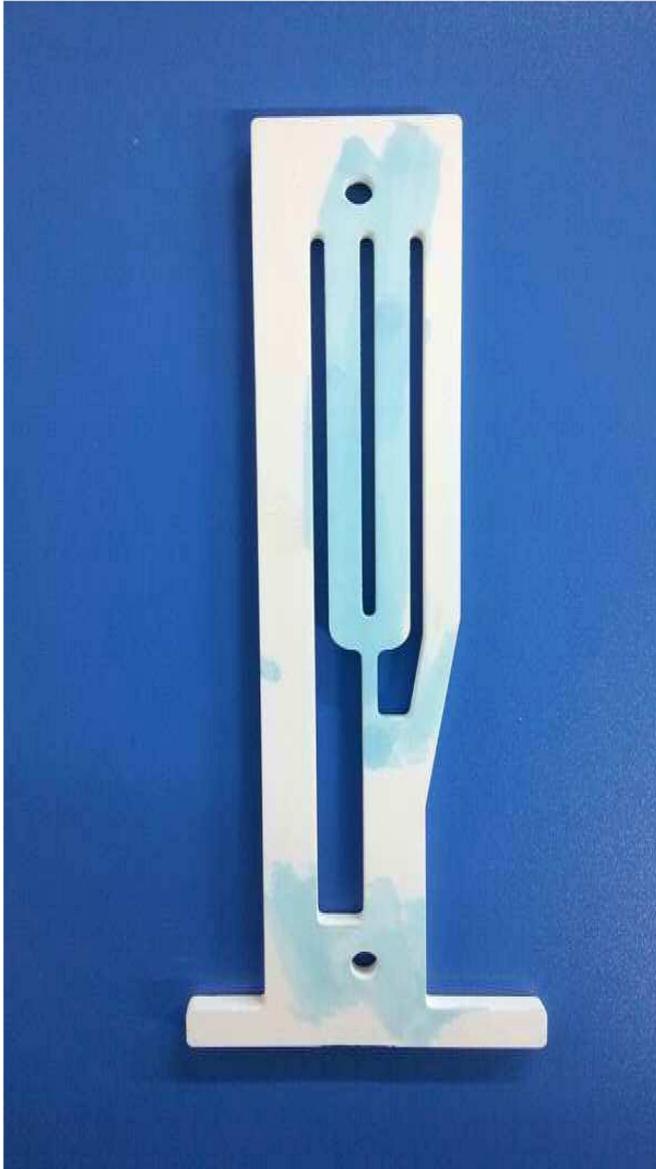
[0065] 실시예 결과에서 보여주듯이, 본 발명의 방법은 실리카계 세라믹 코어 중 산화알루미늄 분말의 함량을 변경하여 코어 자체의 열팽창 특성을 조절하는 목적에 도달하여, 셀의 종류 및 실제 수요에 따라 서로 다른 열팽창 특성의 코어를 제조한다.

도면

도면1



도면2a



도면2b

