(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0009517
(43) 공개일자 2012년01월31일

(51) Int. Cl.
C22B 34/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0002013(분할)
(22) 출원일자 2012년01월06일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2009-0042011
원출원일자 2009년05월14일
심사청구일자 2009년05월14일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
이동원
경상남도 창원시 성주동 프리빌리지 아파트 106-902
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 4 항

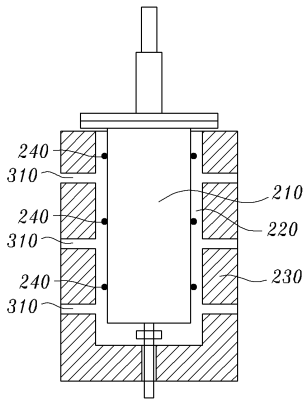
(54) 스폰지 티타늄 제조장치 및 이를 이용한 스폰지 티타늄 제조방법

(57) 요 약

본 발명은 스폰지 티타늄 제조장치 및 이를 이용한 스폰지 티타늄 제조방법에 관한 것으로, 해결하고자 하는 기술적 과제는 반응기의 온도를 부위별로 정밀하게 제어하여 스폰지 티타늄의 생산성과 순도를 향상시키는 스폰지 티타늄 제조장치 및 이를 이용한 스폰지 티타늄 제조방법을 제공하는데 있다.

이를 위해 본 발명에 따른 스폰지 티타늄 제조장치는 액상 마그네슘(Mg)이 저장되는 반응부가 포함된 스폰지 티타늄 제조장치에 있어서, 상기 반응부의 온도를 제어하는 온도조절가스를 상기 반응부의 각 부위로 개별적으로 공급하는 가스공급부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

액상 마그네슘(Mg)이 저장되는 반응부가 포함된 스폰지 티타늄 제조장치에 있어서,

상기 반응부에 연결되는 적어도 하나 이상의 가스공급관을 통해 상기 반응부로 온도조절가스를 공급하여 반응부를 냉각하는 가스공급부; 및

상기 반응부 내의 온도를 센싱하기 위해 상기 반응부의 상부와, 중앙부 및 하부에 각각 설치되는 적어도 하나 이상의 온도감지센서;를 포함하되,

상기 가스공급관은 상기 반응부의 상부와, 중앙부 및 하부에 각각 연결되고,

상기 가스공급부는 상기 반응부의 각 부위에 설치된 상기 온도감지센서의 온도제어신호에 의해 상기 반응부를 냉각하기 위한 온도조절가스의 공급량을 개별적으로 조절하며, 상기 스폰지 티타늄의 환원 반응 후 상기 반응부로 온도조절가스를 공급하여 반응부를 강제 냉각시키도록 구성되는 것을 특징으로 하는 스폰지 티타늄 제조장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 온도감지센서는,

상기 반응부의 상부의 온도가 600 ℃ 내지 700 ℃ 범위 이외에 있는 경우와, 중앙부의 온도가 820 ℃ 내지 860 ℃ 범위 이외에 있는 경우 및 하부의 온도가 750 ℃ 내지 850 ℃ 범위 이외에 있는 경우,

상기 온도제어신호를 각각 발생시키는 것을 특징으로 하는 스폰지 티타늄 제조장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 온도조절가스는 아르곤(Ar)가스이거나, 헬륨(He)가스 또는 공기 가스인 것을 특징으로 하는 스폰지 티타늄 제조장치.

청구항 4

액상 마그네슘(Mg)이 저장된 반응부에 액상 염화티타늄($TiCl_4$)을 공급하여 스폰지 티타늄으로 환원시키는 스폰지 티타늄 환원단계가 포함된 스폰지 티타늄 제조방법에 있어서,

상기 스폰지 티타늄 환원단계는,

액상 염화티타늄($TiCl_4$)을 반응부로 공급하여 액상 마그네슘(Mg)과 반응시키는 제 1공정;

상기 반응부를 상부와 중앙부 및 하부로 구분하되 각 부위의 온도를 적어도 하나 이상의 온도감지센서에 의해 개별적으로 센싱하는 제 2공정;

상기 각 온도감지센서의 온도제어신호에 의해 가스공급부로부터 상기 반응부의 각 부위로 온도조절가스를 개별적으로 공급하여 상기 반응부를 냉각하는 제 3공정; 및

환원 반응 후 상기 가스공급부로부터 상기 반응부로 상기 반응부의 온도를 냉각시키는 온도조절가스를 공급하는 제 4공정;을 포함하는 것을 특징으로 하는 스폰지 티타늄 제조방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 스폰지 티타늄 제조장치 및 이를 이용한 스폰지 티타늄 제조방법에 관한 것으로서 스폰지 티타늄의 생산성과 순도를 향상시키는 스폰지 티타늄 제조장치 및 이를 이용한 스폰지 티타늄 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 티타늄(Ti)은 지각을 구성하는 금속원소 중 알루미늄(Al)과 철(Fe) 및 마그네슘(Mg)에 이어 4번째로 많은 원소로서, 대부분 산화티타늄(TiO_2)의 형태로 존재하고 있다. 따라서, 티타늄을 제조하기 위해서는 산화티타늄을 50~90% 함유한 원광석을 염소가스(Cl_2)와 반응시켜 염화티타늄($TiCl_4$)을 만들고, 이것을 정제한 후 마그네슘이나 나트륨(Na)으로 환원하여 제조한다. 이렇게 만든 티타늄은 스폰지 형태로 되어 있으므로, 스폰지 티타늄이라 한다.

[0003] 통상적인 산업용 스폰지 티타늄 제조방법은 " $TiCl_4(g) + Mg(l) \rightarrow Ti(s) + MgCl_2(l)$ " 의 화학 반응을 기초로 하는 공정을 이용하고 있다. 즉, 850~900℃의 액상 마그네슘[Mg(l)] 내로 액상 염화티타늄[$TiCl_4(l)$]을 공급하면, 약 130℃에서 기화되는 액상 염화티타늄이 급격하게 기화되며, 기화된 염화티타늄[$TiCl_4(g)$]이 액상 마그네슘[Mg(l)]과 반응하여 고체 티타늄[Ti(s)]으로 환원된다. 이때, 티타늄은 잉여 액상 마그네슘과 액상 염화마그네슘[$MgCl_2(l)$]의 혼합물 속에 스폰지 형태로 존재하게 된다. 이후, 액상 마그네슘과 액상 염화마그네슘이 제거되며, 상기 티타늄의 표면 및 반응기의 내벽에 잔류한 액상 마그네슘과 액상 염화마그네슘은 905~1100℃에서 진공에 의해 기화 축출되며, 순수한 금속 티타늄만이 남게 되어 스폰지 티타늄의 제조가 완료된다.

[0004] 상기한 과정을 거쳐 제조되는 스폰지 티타늄에는 0.1~0.5wt%의 마그네슘(Mg 또는 MgO의 형태로 존재)과 0.3~0.7wt%의 염소가 주요 불순물로 포함되며, 기타 가능한 불순물로 철(Fe), 망간(Mn), 산소(O), 탄소(C) 등이 존재하게 되는데, 이들의 총합은 0.3~0.7wt% 수준이다. 즉, 통상적으로 제조되는 스폰지 티타늄의 순도는 98.5~99.5%의 범위이다.

[0005] 도 1은 종래의 스폰지 티타늄 제조방법을 개략적으로 나타낸 공정도이다.

[0006] 종래의 스폰지 티타늄 제조 방법은 도 1에 도시된 바와 같이, 반응기(51) 내로 염화티타늄($TiCl_4$)을 공급하여 액상 마그네슘과 반응시킴으로써 스폰지 티타늄(50)으로 환원시키는 제1공정(S1)과, 상기 반응기(51) 내의 액상 마그네슘 및 액상 염화마그네슘을 상향 또는 낙하형으로 제거하여 응고시키는 제2공정(S2)과, 상기 반응기(51)를 불활성 분위기 하에서 상온까지 냉각한 다음 분리시키는 제3공정(S3)과, 상기 반응기(51) 상단의 뚜껑을 제거하고 냉각수 장치(61)가 부착된 진공축출장치(60)를 설치한 다음 반응기(51)를 약 1000℃로 가열하여 진공처리에 의한 잔류 마그네슘 및 잔류 염화마그네슘을 제거하는 제4공정(S4)으로 이루어져 있다.

[0007] 850~900℃의 액상 마그네슘이 저장된 반응기(51) 내로 염화티타늄을 공급하여 액상 마그네슘과 반응시킴으로써 금속 티타늄과 염화마그네슘이 생성되도록 한다. 즉, 염화티타늄을 스폰지 형태의 금속 티타늄(50)으로 환원시키게 된다. 이때, 상기 반응기(51) 내에는 염화티타늄과 반응하지 않은 잉여의 액상 마그네슘 및 염화티타늄과의 반응을 통해 생성된 액상 염화마그네슘이 공존하게 된다. 따라서, 반응기(51) 내의 액상 마그네슘 및 액상 염화마그네슘을 상향 또는 낙하형으로 제거하게 되며, 상기 반응기(51)에서 제거된 액상 마그네슘 및 액상 염화마그네슘은 냉각되어 응고된다.

[0008] 한편, 상기 반응기(51)에 아르곤과 같은 불활성 가스를 주입하여 불활성 분위기 하에서 상온까지 냉각하고, 전체 장치에서 반응기(51) 부분만을 분리한다. 이어, 상기 반응기(51)의 상단 부분에 구비된 뚜껑을 제거하고 냉각수 장치(61)가 부착된 진공축출장치(60)를 상기 반응기(51)의 상단에 설치한다. 그리고, 상기 반응기(51)를 약 1000℃로 가열하여 금속 티타늄의 표면 및 상기 반응기(51)의 내벽에 잔류된 마그네슘 및 염화마그네슘을 기화시켜 제거함으로써 순수한 스폰지 티타늄(50)을 얻게 된다.

[0009] 한편, 기화된 마그네슘 및 염화마그네슘은 상기 진공축출장치(60)에 의해 제거되는데, 진공축출과정에서 상기

냉각수 장치(61)에 의하여 기화된 마그네슘 및 염화마그네슘이 냉각되어 상기 진공축출장치(60)의 내벽에 응축된다. 따라서, 응축된 분말 형태의 마그네슘 및 염화마그네슘을 회수하여 재활용하게 된다.

[0010] 한편, 반응기는 염화 티타늄을 스폰지 티타늄으로 환원시키는 과정에서 반응기 자체의 발열에 의해 반응기 내의 온도가 상승한다. 따라서, 반응기의 온도를 조절하기 위해 반응기 내로 염화티타늄($TiCl_4$)의 공급을 일시적으로 중단하여 반응기의 온도를 제어할 수 있다. 그러나, 이러한 방식은 스폰지 티타늄의 생산속도를 저하시키는 문제점이 있다.

[0011] 또한, 반응기의 온도가 880 ℃ 이상인 경우, 상기 반응기의 주성분인 철(Fe), 니켈(Ni), 크롬(Cr)은 반응기 내벽에 접촉하고 있는 스폰지 티타늄과 쉽게 반응하기 때문에 스폰지 티타늄을 오염시키는 문제점이 있고, 상기 온도에서는 스폰지 티타늄 상호간의 원자 확산으로 스폰지 티타늄 일부가 고착되어 스폰지 티타늄이 반응기 하단부로 낙하하지 못하는 문제점이 있다.

[0012] 더불어, 염화 티타늄을 스폰지 티타늄으로 환원시키는 과정이 종료된 후에 반응기를 상온으로 냉각하는 과정에서 공랭 또는 노랭 방식으로 반응기가 냉각되므로 많은 시간이 소요되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제를 해결하기 위해 안출된 것으로, 반응기의 온도를 부위별로 정밀하게 제어하여 스폰지 티타늄의 생산성과 순도를 향상시키는 스폰지 티타늄 제조장치 및 이를 이용한 스폰지 티타늄 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0014] 본 발명의 다른 목적은, 반응기와 스폰지 티타늄의 접촉 시간을 단축하여 오염도를 낮춤으로써 스폰지 티타늄의 순도를 향상시키는 스폰지 티타늄 제조장치 및 이를 이용한 스폰지 티타늄 제조방법을 제공하는 것이다.

[0015] 본 발명의 또 다른 목적은, 환원 반응 중 고가의 아르곤(Ar)이나 헬륨(He) 가스를 재활용하고, 환원 반응 후 반응기의 냉각 시간을 단축하여 경제성을 향상시키는 스폰지 티타늄 제조장치 및 이를 이용한 스폰지 티타늄 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 스폰지 티타늄 제조장치는 액상 마그네슘(Mg)이 저장되는 반응부가 포함된 스폰지 티타늄 제조장치에 있어서, 상기 반응부에 연결되는 적어도 하나 이상의 가스공급관을 통해 상기 반응부로 온도조절가스를 공급하는 가스공급부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 반응부는 반응부 내의 온도를 센싱하는 적어도 하나 이상의 온도감지센서를 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 온도감지센서는 상기 반응부의 상부와, 중앙부 및 하부에 각각 설치되고, 상기 가스공급관은 상기 반응부의 상부와, 중앙부 및 하부에 각각 연결될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 가스공급부는 상기 반응부의 각 부위에 설치된 상기 온도감지센서의 온도제어신호에 의해 상기 온도조절가스의 공급량을 개별적으로 조절할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 온도감지센서는 상기 반응부의 상부의 온도가 600 ℃ 내지 700 ℃ 범위 이외에 있는 경우와, 중앙부의 온도가 820 ℃ 내지 860 ℃ 범위 이외에 있는 경우 및 하부의 온도가 750 ℃ 내지 850 ℃ 범위 이외에 있는 경우, 상기 온도제어신호를 각각 발생시킬 수 있다.

[0021] 또한, 상기 온도조절가스는 아르곤(Ar)가스이거나, 헬륨(He)가스 또는 공기 가스일 수 있다.

[0022] 또한, 본 발명에 따른 스폰지 티타늄 제조방법은 액상 마그네슘(Mg)이 저장된 반응부에 액상 염화티타늄($TiCl_4$)을 공급하여 스폰지 티타늄으로 환원시키는 스폰지 티타늄 환원단계가 포함된 스폰지 티타늄 제조방법에 있어

서, 상기 스폰지 티타늄 환원단계는 액상 염화티타늄($TiCl_4$)을 반응부로 공급하여 액상 마그네슘(Mg)과 반응시키는 제 1공정과, 상기 반응부를 상부와 중앙부 및 하부로 구분하되 각 부위의 온도를 온도감지센서에 의해 개별적으로 센싱하는 제 2공정 및 상기 온도감지센서의 온도제어신호에 의해 가스공급부로부터 상기 반응부의 각 부위로 온도조절가스를 개별적으로 공급하는 제 3공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한, 상기 스폰지 티타늄 환원단계는 환원 반응 후 상기 가스공급부로부터 상기 반응부로 상기 반응부의 온도를 냉각시키는 온도조절가스를 공급하는 제 4공정을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 상기한 바와 같이 본 발명에 따른 스폰지 티타늄 제조장치 및 이를 이용한 스폰지 티타늄 제조방법에 의하면 반응기의 온도를 부위별로 정밀하게 제어하며 반응기 내에 염화티타늄을 중단없이 공급할 수 있으므로 스폰지 티타늄의 생산성을 향상시키는 효과가 있다.

[0025] 또한, 반응기의 온도가 860 ℃ 이하로 유지될 경우 반응기 내벽에 부착된 스폰지 티타늄은 자중에 의해 쉽게 분리되어 하단부로 쉽게 가라앉기 때문에 반응기와 스폰지 티타늄의 접촉 시간을 단축하여 오염도를 낮춤으로써 스폰지 티타늄의 순도를 향상시키는 효과가 있다.

[0026] 또한, 환원 반응 중 고가의 아르곤(Ar)이나 헬륨(He) 가스를 재활용하고, 환원 반응 후 반응기를 신속히 냉각하여 냉각 시간을 단축함으로써 경제성을 향상시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 종래의 스폰지 티타늄 제조방법을 개략적으로 나타낸 공정도.

도 2는 본 발명에 따른 스폰지 티타늄 제조장치의 구성도.

도 3은 본 발명에 따른 스폰지 티타늄 제조장치 중 반응부의 내부 구성도.

도 4a는 본 발명에 따른 스폰지 티타늄 제조방법 중 스폰지 티타늄 환원단계의 일 블록도.

도 4b는 본 발명에 따른 스폰지 티타늄 환원단계의 다른 블록도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 우선, 도면들 중 동일한 구성요소 또는 부품들은 가능한 한 동일한 참조부호를 나타내고 있음에 유의해야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하게 하지 않기 위해 생략한다.

[0029] 도 2는 본 발명에 따른 스폰지 티타늄 제조장치의 구성도이다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 스폰지 티타늄 제조장치는 도 2에 도시된 바와 같이, 저장부(100)와, 반응부(200)와, 상기 반응부(200)에 연결되어 상기 반응부(200)로 온도조절가스를 공급하는 가스공급부(300)와, 정제부(400)를 포함한다.

[0031] 상기 저장부(100)는 액상의 염화티타늄($TiCl_4$)이 저장되며, 상기 액상의 염화티타늄($TiCl_4$)을 상기 반응부(200)로 공급한다.

[0032] 상기 반응부(200)는 내부에 액상의 마그네슘(Mg)이 저장되며, 반응부(200) 내의 온도를 센싱하는 적어도 하나 이상의 온도감지센서를 포함한다.

[0033] 상기 반응부(200)에 저장된 액상의 마그네슘(Mg)은 저장부(100)로부터 공급되는 염화티타늄($TiCl_4$)과 반응함으로써 스폰지 티타늄을 환원시킨다.

[0034] 도 3은 본 발명에 따른 스폰지 티타늄 제조장치 중 반응부의 내부 구성도이다.

[0035] 상기 반응부(200)는 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 반응 챔버(210)와, 상기 반응 챔버(210)의 외부를 커버하는 가열로(230)와, 상기 반응 챔버(210)와 가열로(230) 사이에 위치하는 공기냉각부(220)를 포함한다.

[0036] 상기 반응 챔버(210)는 내부에 저장된 액상의 마그네슘(Mg)과 상기 저장부(100)로부터 공급되는 염화티타늄($TiCl_4$)이 반응함으로써 스폰지 티타늄이 환원되는 공간이다.

[0037] 상기 가열로(230)는 상기 반응 챔버(210)를 가열하여 마그네슘(Mg)과 염화티타늄($TiCl_4$)의 반응을 촉진하며, 상기 반응 챔버(210)와 가열로(230) 사이의 공기냉각부(220)를 밀폐한다.

[0038] 상기 공기냉각부(220)는 내 측에 상기 온도감지센서(240)가 설치되며, 상기 가스공급부(300)에 의해 온도조절가스가 공급되도록 적어도 하나 이상의 가스공급관(310)이 연결된다.

[0039] 상기 반응부(200)의 온도가 880 ℃ 이상인 경우, 스폰지 티타늄은 상기 반응부(200)의 주성분인 철(Fe), 니켈(Ni), 크롬(Cr) 등과 쉽게 반응하여 오염될 수 있고, 스폰지 티타늄 상호간의 원자 확산으로 고착되어 반응부(200) 하단으로 낙하하지 못할 수 있다.

[0040] 반면에, 상기 반응부(200)의 온도가 850 ℃ 이하로 유지될 경우, 스폰지 티타늄은 반응부(200) 하단으로 쉽게 낙하하기 때문에 반응부(200)와 스폰지 티타늄의 접촉 시간을 단축하여 오염도를 낮출 수 있고, 이로 인해 스폰지 티타늄의 순도를 향상시킬 수 있다.

[0041] 상기 온도감지센서(240)는 상기 반응부(200)의 상부와, 중앙부 및 하부에 각각 설치되어 환원 반응 중 상기 반응부(200)의 각 부위의 온도를 계속적으로 센싱하고, 상기 반응부(200)의 각 부위의 온도가 개개의 목표 범위 이내로 일정하게 유지될 수 있도록 설정값을 가지는 것이 바람직하다.

[0042] 구체적으로, 상기 반응부(200)의 상부에 설치되는 온도감지센서(240)는 상기 반응부(200)의 상부의 온도가 600 ℃ 내지 700 ℃ 범위 내에서 유지되도록 600 ℃ 내지 700 ℃ 범위의 설정값을 가지되, 상기 반응부(200) 상부의 온도가 상기 범위 이외에 있는 경우 상기 가스공급부(300)로부터 반응부(200)로 온도조절가스를 공급하도록 유도하는 온도제어신호를 발생시킬 수 있다.

[0043] 또한, 상기 반응부(200)의 중앙부에 설치되는 상기 온도감지센서(240)는 상기 반응부(200)의 중앙부의 온도가 820 ℃ 내지 860 ℃ 범위 내에서 유지되도록 820 ℃ 내지 860 ℃ 범위의 설정값을 가지되, 상기 반응부(200) 중앙부의 온도가 상기 범위 이외에 있는 경우 상기 온도제어신호를 발생시킬 수 있다.

[0044] 더불어, 상기 반응부(200)의 하부에 설치되는 상기 온도감지센서(240)는 상기 반응부(200)의 하부의 온도가 750 ℃ 내지 850 ℃ 범위 내에서 유지되도록 750 ℃ 내지 850 ℃ 범위의 설정값을 가지되, 상기 반응부(200) 하부의 온도가 상기 범위 외에 있는 경우 상기 온도제어신호를 발생시킬 수 있다.

[0045] 즉, 상기 반응부(200)의 각 부위에 설치되는 온도감지센서(240)는 각 부위의 온도가 설정값 이외에 있는 경우 온도제어신호를 개별적으로 발생시켜 온도조절가스의 공급을 유도한다. 이때, 상기 온도감지센서(240)에 설정되는 설정값은 임의로 변경될 수 있음은 물론이다.

[0046] 상기 가스공급부(300)는 내부에 온도조절가스가 저장되며, 환원 반응 중 상기 온도감지센서(240)의 온도제어신호에 의해 상기 온도조절가스의 공급량을 조절한다.

[0047] 구체적으로, 상기 가스공급부(300)는 상기 반응부(200)의 상부와, 중앙부 및 하부에 각각 연결되는 가스공급관(310)를 포함하며, 상기 반응부(200)의 각 부위에 설치된 상기 온도감지센서(240)의 온도제어신호에 의해 상기

온도조절가스의 공급량을 개별적으로 조절한다.

[0048] 예를 들어, 상기 반응부(200)의 각 부위에 설치된 온도감지센서(240) 중 상기 반응부(200)의 상부 온도가 설정값 이외의 범위에 있는 경우, 상기 반응부(200) 상부의 온도감지센서(240)는 온도제어신호를 발생시키고, 상기 온도제어신호에 의해 상기 가스공급부(300)는 상기 반응부(200)의 상부에 연결된 가스공급관(310)을 통해 온도조절가스를 공급한다.

[0049] 이때, 상기 온도조절가스는 아르곤(Ar)가스 또는 헬륨(He)가스 등의 불활성 가스일 수 있고, 내식성이 우수한 반응부를 사용할 경우 공기가스의 사용도 가능하다.

[0050] 한편, 상기 가스공급부(300)는 환원 반응이 종료된 후, 상기 가스공급관(310)을 통해 반응부(200)로 온도조절가스를 공급할 수 있고, 이로 인해 반응부(200)의 냉각 시간을 현저히 단축시킬 수 있다.

[0051] *상기 정제부(400)는 환원된 스폰지 티타늄의 표면에 존재하는 마그네슘(Mg)이나 염화마그네슘($MgCl_2$)을 제거하여 순수한 스폰지 티타늄을 형성한다.

[0052] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 스폰지 티타늄 제조방법을 상세히 설명한다.

[0053] 본 발명의 일 실시예에 따른 스폰지 티타늄 제조방법은 스폰지 티타늄 환원단계와 스폰지 티타늄 정제단계를 포함한다.

[0054] *도 4a 및 도 4b는 각각 본 발명에 따른 스폰지 티타늄 제조방법 중 스폰지 티타늄 환원단계의 일 블록도이다.

[0055] 상기 스폰지 티타늄 환원단계는 액상 마그네슘(Mg)이 저장된 반응부에 액상 염화티타늄($TiCl_4$)을 공급하여 스폰지 티타늄으로 환원시키는 단계로, 도 4a에 도시된 바와 같이, 제 1공정(S10)과, 제 2공정(S20) 및 제 3공정(S30)을 포함한다.

[0056] 상기 제 1공정(S10)은 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 저장부(100)의 액상 염화티타늄($TiCl_4$)을 반응부(200)로 공급하여 액상 마그네슘(Mg)과 반응시키는 공정이다.

[0057] 상기 제 2공정(S20)은 상기 반응부(200)의 온도를 온도감지센서(240)에 의해 센싱하는 공정이다.

[0058] 상기 온도감지센서(240)는 상기 염화티타늄($TiCl_4$)과 마그네슘(Mg)이 반응하는 동안 계속적으로 상기 반응부(200)의 온도를 센싱한다.

[0059] 이때, 상기 반응부(200)를 상부와 중앙부 및 하부로 구분하되, 각 부위의 온도를 각 부위에 설치된 온도감지센서(200)에 의해 개별적으로 센싱한다.

[0060] 상기 제 3공정(S30)은 상기 온도감지센서(240)의 온도제어신호에 의해 가스공급부(300)로부터 상기 반응부(200)로 온도조절가스를 공급하는 공정이다.

[0061] 즉, 상기 가스공급부(300)는 상기 반응부(200)의 상부와 중앙부 및 하부에 각각 설치된 상기 온도감지센서(240)의 온도제어신호에 의해 상기 반응부(200)의 각 부위로 온도조절가스를 개별적으로 공급한다.

[0062] 구체적으로, 상기 온도감지센서(240)로부터 센싱된 상기 반응부(200)의 각 부위의 센싱 온도가 상기 온도감지센서(240)에 개별적으로 설정된 설정값, 예를 들어 상기 반응부(200)의 중앙부의 온도가 그 부위에 설치된 온도감지센서(240)의 설정값인 820 ℃ 내지 860 ℃ 범위 이외에 있는 경우, 상기 온도감지센서(240)는 온도제어신호를 발생시키고, 상기 가스공급부(300)는 상기 온도제어신호에 의해 온도조절가스를 반응부(200)의 중앙부로 공급함으로써 상기 반응부(200)의 온도를 제어한다.

[0063] 한편, 상기 스폰지 티타늄 환원단계는 도 4b에 도시된 바와 같이, 상기 제 3공정(S30) 후, 제 4공정(S40)을 더 포함할 수 있다.

[0064] 상기 제 4공정(S40)은 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 환원 반응 후 상기 가스공급부(300)로부터 상기 반응부(200)로 상기 반응부(200)의 온도를 냉각시키는 온도조절가스를 공급하는 공정이다.

[0065] 상기와 같이, 온도조절가스를 반응부(200)로 강제로 공급하여 반응부(200)를 냉각시키는 방식은 종래의 공랭방식 또는 노랭방식보다 반응부(200)의 냉각 시간을 현저히 단축할 수 있다.

[0066] 상기 스폰지 티타늄 정제단계는 환원된 스폰지 티타늄의 표면에 존재하는 마그네슘(Mg)이나 염화마그네슘($MgCl_2$)을 제거하여 순수한 스폰지 티타늄을 형성하는 단계이다.

[0067] 이상과 같이 본 발명에 따른 스폰지 티타늄 제조장치 및 이를 이용한 스폰지 티타늄 제조방법을 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상 범위내에서 당업자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 물론이다.

부호의 설명

[0068] 100:저장부 200:반응부

210:반응 챔버 220:공기냉각부

230:가열로 240:온도감지센서

300:가스공급부 310:가스공급관

400:정제부

S10:염화티타늄($TiCl_4$)과 마그네슘(Mg)을 반응시키는 제 1공정

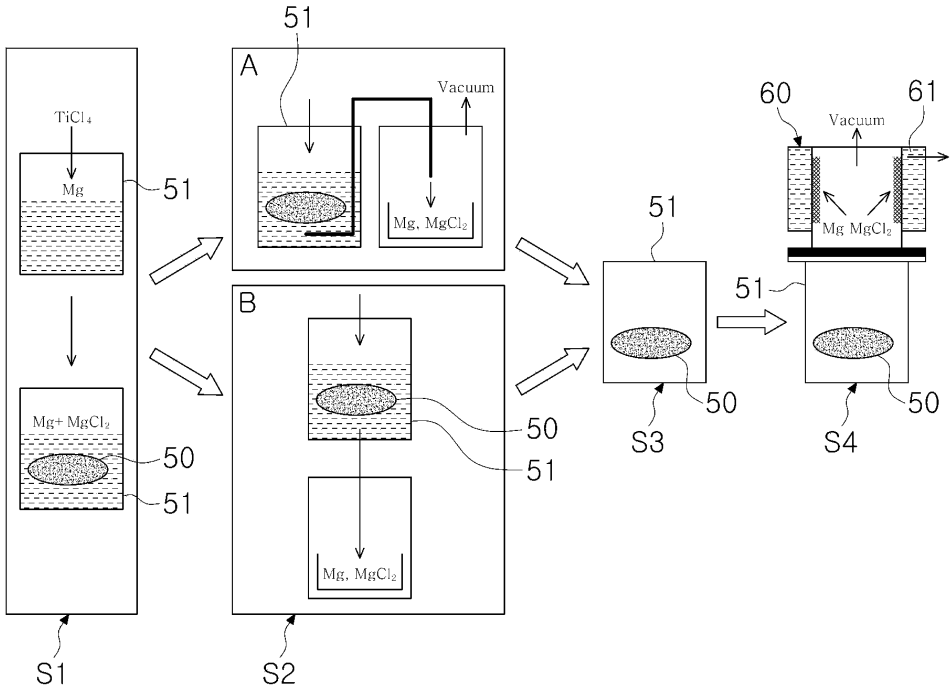
S20:반응부의 온도를 센싱하는 제 2공정

S30:반응부로 온도조절가스를 공급하는 제 3공정

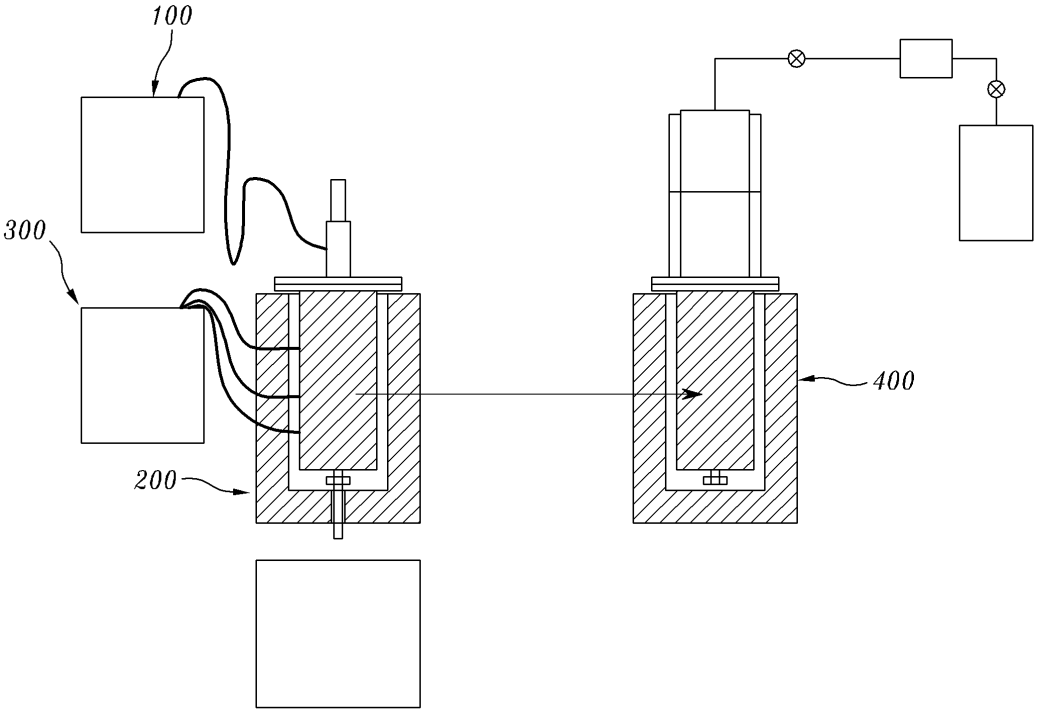
S40:환원 반응 후 반응부로 온도조절가스를 공급하는 제 4공정

도면

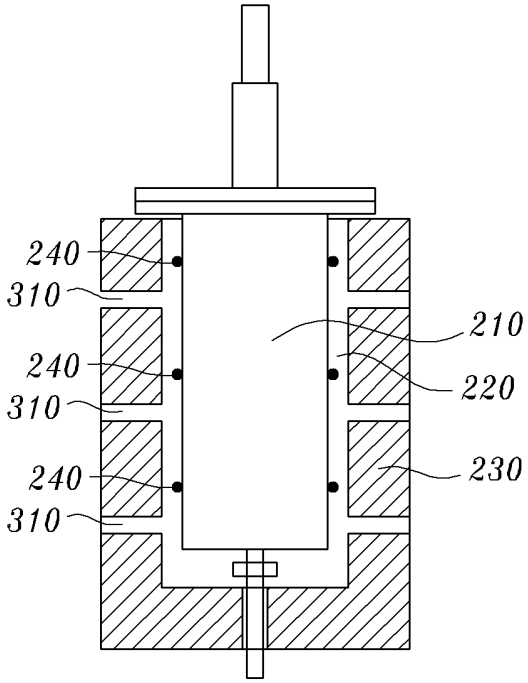
도면1


51
A
Vacuum
TiCl4
Mg
51
Mg, MgCl2
60
61
Vacuum
Mg MgCl2
51
B
Mg+ MgCl2
50
51
50
51
Mg, MgCl2
51
50
S3
51
50
S4
S1
S2

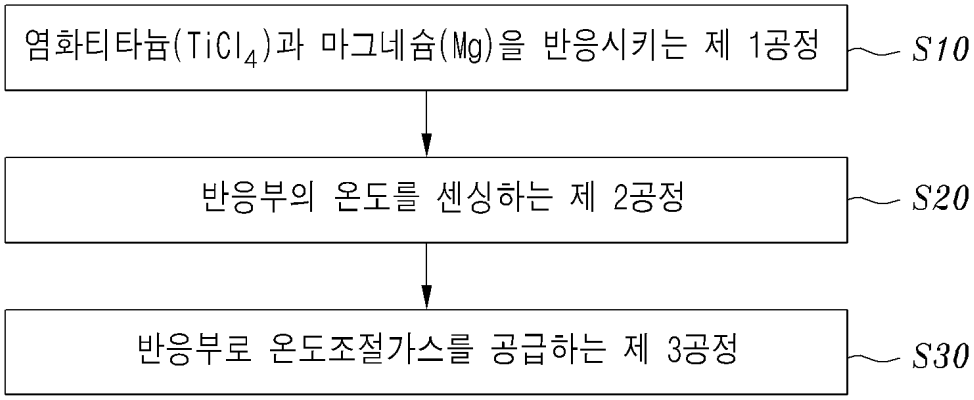
도면2


100
300
400
200

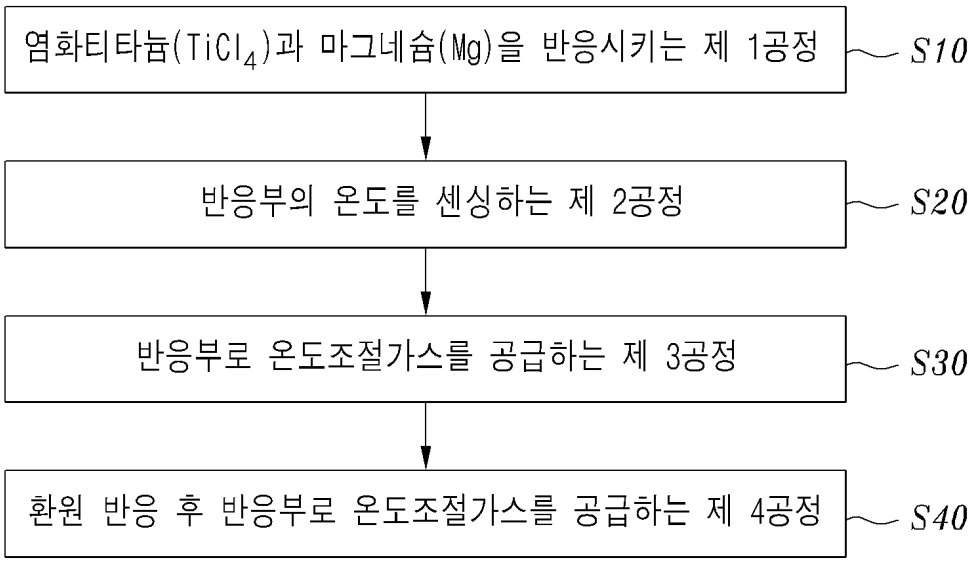
도면3


240
310
240
310
240
310
210
220
230

도면4a


염화티타늄($TiCl_4$)과 마그네슘(Mg)을 반응시키는 제 1공정
S10
반응부의 온도를 센싱하는 제 2공정
S20
반응부로 온도조절가스를 공급하는 제 3공정
S30

도면4b


염화티타늄($TiCl_4$)과 마그네슘(Mg)을 반응시키는 제 1공정
S10
반응부의 온도를 센싱하는 제 2공정
S20
반응부로 온도조절가스를 공급하는 제 3공정
S30
환원 반응 후 반응부로 온도조절가스를 공급하는 제 4공정
S40