

- 1 -

(52) CPC특허분류

F27D 7/06 (2013.01)

F27D 2007/063 (2013.01)

(72) 발명자

조종오

인천광역시 동구 중봉대로 63 현대제철(주)

신대훈

인천광역시 동구 중봉대로 63 현대제철(주)

이재민

인천광역시 동구 중봉대로 63 현대제철(주)

신명철

인천광역시 동구 중봉대로 63 현대제철(주)

박영주

인천광역시 동구 중봉대로 63 현대제철(주)

엄준용

인천광역시 동구 중봉대로 63 현대제철(주)

김균태

인천광역시 동구 중봉대로 63 현대제철(주)

이재량

인천광역시 동구 중봉대로 63 현대제철(주)

이상혁

인천광역시 동구 중봉대로 63 현대제철(주)

김용희

인천광역시 동구 중봉대로 63 현대제철(주)

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 용해로;

적어도 일부가 상기 용해로 내에 배치되며, 적어도 어느 하나가 제1 방향으로 연장되는 제1 교류 전극봉, 제2 교류 전극봉 및 제3 교류 전극봉을 포함하는 교류 전극 부재; 및

상기 제1 방향과 교차하는 평면을 기준으로 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉 사이에 배치되는 원료 투입 부재를 포함하는 전기로.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 원료 투입 부재는 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉과 동일한 물질로 이루어지는 전기로.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 원료 투입 부재는 카본(carbon) 재질로 이루어지는 전기로.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 원료 투입 부재는 가스 취입부를 더 포함하는 전기로.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 가스 취입부는 상기 원료 투입 부재가 원료를 배출하는 동안 가스를 취입하는 전기로.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 가스는 아르곤(Ar) 가스, 메탄(CH₄) 가스, 질소(N₂) 가스, 이산화탄소(CO₂) 가스 및 산소(O₂) 가스 중 선택된 적어도 어느 하나인 전기로.

청구항 7

제5 항에 있어서,

상기 가스 취입부는 배출하는 상기 가스를 통해 상기 원료에 운동에너지를 가하는 전기로.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 원료 투입 부재는 상기 평면을 기준으로 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉 사이에 원료를 투입하는 전기로.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 원료는 직접 환원철(DRI) 및 핫 브리켓 철(HBI) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 전기로.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 제1 방향과 상기 평면은 서로 직교하는 전기로.

청구항 11

적어도 하나의 용해로;

적어도 일부가 상기 용해로 내에 배치되며, 적어도 어느 하나가 제1 방향으로 연장되는 제1 교류 전극봉, 제2 교류 전극봉 및 제3 교류 전극봉을 포함하는 교류 전극 부재; 및

원료 투입 부재를 포함하되,

상기 원료 투입 부재는 상기 제1 방향과 교차하는 평면을 기준으로 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉 사이에 원료를 투입하는 전기로.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 원료 투입 부재는 가스 취입부를 더 포함하는 전기로.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 가스 취입부는 상기 원료 투입 부재가 원료를 배출하는 동안 가스를 취입하는 전기로.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 가스 취입부는 배출하는 상기 가스를 통해 상기 원료에 운동에너지를 가하는 전기로.

청구항 15

제11 항에 있어서,

상기 원료 투입 부재는 상기 평면을 기준으로 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉 사이에 배치되는 전기로.

청구항 16

용해로, 교류 전극 부재, 및 원료 투입 부재를 포함하는 전기로의 조업 방법으로서,

상기 용해로 내부에 용강 및 슬래그를 수납하는 단계;

상기 원료 투입 부재가 상기 용강 및/또는 상기 슬래그를 향해 원료를 투입하는 단계; 및

상기 원료를 투입하는 동안 상기 원료 투입 부재가 상기 용강 및/또는 상기 슬래그를 향해 제1 가스를 취입하는 단계를 포함하되,

상기 원료는 상기 제1 가스에 의해 운동에너지가 증가하는 전기로 조업 방법.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 원료를 투입하는 단계 전에 상기 원료 투입 부재가 상기 슬래그를 향해 제2 가스를 취입하는 단계를 더 포함하되,

상기 슬래그는 상기 제2 가스가 도달한 제1 영역 및 상기 제2 가스가 도달하지 않은 제2 영역을 포함하고,
상기 제1 영역의 평균 두께는 상기 제2 영역의 평균 두께보다 작은 전기로 조업 방법.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 원료를 투입하는 단계에서, 상기 원료 투입 부재는 상기 원료를 상기 슬래그의 상기 제1 영역에 투입하는 전기로 조업 방법.

청구항 19

제16 항에 있어서,

상기 교류 전극 부재는 제1 방향으로 연장되는 제1 교류 전극봉, 제2 교류 전극봉, 및 제3 교류 전극봉을 포함하고,

상기 원료를 투입하는 단계에서, 상기 원료 투입 부재는 상기 제1 방향과 교차하는 평면을 기준으로 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉 사이에 상기 원료를 투입하는 전기로 조업 방법.

청구항 20

제16 항에 있어서,

상기 교류 전극 부재는 제1 방향으로 연장되는 제1 교류 전극봉, 제2 교류 전극봉, 및 제3 교류 전극봉을 포함하고,

상기 원료 투입 부재는 상기 제1 방향과 교차하는 평면을 기준으로 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉 사이에 배치되는 전기로 조업 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전기로 및 전기로의 조업 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 제철 산업의 철강 소재 생산 공정은 크게 광석을 주원료로 사용하는 고로-전로 생산 체계와, 생산된 철강소재를 활용하여 제품화한 후 회수/재활용되는 스크랩(Scrap)을 주원료로 사용하는 전기로 생산 체계로 구분할 수 있다.

[0003] 그리고 최근에는 탄소 중립이 세계적인 이슈가 됨에 따라, 전로 공정에 비해 CO₂ 발생량이 ≤20% 수준인 전기로 공정이 미래 철강생산의 대안으로 부각되고 있다.

[0004] 이와 같은 전기로는 광석 기반 철원(OBM's, Ore Based Materials)을 다량 활용하여 고급 판재를 생산하는 단계로 진입하였으며, 최근에는 단일의 용해로에서 조업을 수행하는 현재까지의 전기로에서 더욱 개선된 전기로로서, DRI의 연속 투입, 다량/고속 용해를 위한 로에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0005] 전기로에 원료를 투입하는 경우, 전기로 내의 용강 및 슬래그 내에서 원료가 원활히 용해되지 않고, 뭉침 현상이 발생할 수 있다. 이에 따라, 전체 조업시간이 증가하는 문제가 초래될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 원료의 용해성을 향상시키며, 조업 시간을 단축시킬 수 있는 전기로 및 전기로의 조업 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 과제 해결을 위한 일 실시예에 따른 전기로는 적어도 하나의 용해로, 적어도 일부가 상기 용해로 내에 배치되며, 적어도 어느 하나가 제1 방향으로 연장되는 제1 교류 전극봉, 제2 교류 전극봉 및 제3 교류 전극봉을 포함하는 교류 전극 부재, 및 상기 제1 방향과 교차하는 평면을 기준으로 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉 사이에 배치되는 원료 투입 부재를 포함한다.
- [0009] 상기 원료 투입 부재는 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉과 동일한 물질로 이루어질 수 있다.
- [0010] 상기 원료 투입 부재는 카본(carbon) 재질로 이루어질 수 있다.
- [0011] 상기 원료 투입 부재는 가스 취입부를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 가스 취입부는 상기 원료 투입 부재가 원료를 배출하는 동안 가스를 취입할 수 있다.
- [0013] 상기 가스는 아르곤(Ar) 가스, 메탄(CH₄) 가스, 질소(N₂) 가스, 이산화탄소(CO₂) 가스 및 산소(O₂) 가스 중 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [0014] 상기 가스 취입부는 배출하는 상기 가스를 통해 상기 원료에 운동에너지를 가할 수 있다.
- [0015] 상기 원료 투입 부재는 상기 평면을 기준으로 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉 사이에 원료를 투입할 수 있다.
- [0016] 상기 원료는 직접 환원철(DRI) 및 핫 브리켓 철(HBI) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 제1 방향과 상기 평면은 서로 직교할 수 있다.
- [0018] 상기 과제 해결을 위한 일 실시예에 따른 전기로는 적어도 하나의 용해로, 적어도 일부가 상기 용해로 내에 배치되며, 적어도 어느 하나가 제1 방향으로 연장되는 제1 교류 전극봉, 제2 교류 전극봉 및 제3 교류 전극봉을 포함하는 교류 전극 부재, 및 원료 투입 부재를 포함하되, 상기 원료 투입 부재는 상기 제1 방향과 교차하는 평면을 기준으로 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉 사이에 원료를 투입한다.
- [0019] 상기 원료 투입 부재는 가스 취입부를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 가스 취입부는 상기 원료 투입 부재가 원료를 배출하는 동안 가스를 취입할 수 있다.
- [0021] 상기 가스 취입부는 배출하는 상기 가스를 통해 상기 원료에 운동에너지를 가할 수 있다.
- [0022] 상기 원료 투입 부재는 상기 평면을 기준으로 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉 사이에 배치될 수 있다.
- [0023] 상기 과제 해결을 위한 일 실시예에 따른 전기로의 조업 방법은 용해로, 교류 전극 부재, 및 원료 투입 부재를 포함하는 전기로의 조업 방법으로서, 상기 용해로 내부에 용강 및 슬래그를 수납하는 단계, 상기 원료 투입 부재가 상기 용강 및/또는 상기 슬래그를 향해 원료를 투입하는 단계, 및 상기 원료를 투입하는 동안 상기 원료 투입 부재가 상기 용강 및/또는 상기 슬래그를 향해 제1 가스를 취입하는 단계를 포함하되, 상기 원료는 상기 제1 가스에 의해 운동에너지가 증가한다.
- [0024] 상기 원료를 투입하는 단계 전에 상기 원료 투입 부재가 상기 슬래그를 향해 제2 가스를 취입하는 단계를 더 포함하되, 상기 슬래그는 상기 제2 가스가 도달한 제1 영역 및 상기 제2 가스가 도달하지 않은 제2 영역을 포함하고, 상기 제1 영역의 평균 두께는 상기 제2 영역의 평균 두께보다 작을 수 있다.
- [0025] 상기 원료를 투입하는 단계에서, 상기 원료 투입 부재는 상기 원료를 상기 슬래그의 상기 제1 영역에 투입할 수 있다.
- [0026] 상기 교류 전극 부재는 제1 방향으로 연장되는 제1 교류 전극봉, 제2 교류 전극봉, 및 제3 교류 전극봉을 포함하고, 상기 원료를 투입하는 단계에서, 상기 원료 투입 부재는 상기 제1 방향과 교차하는 평면을 기준으로 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉 사이에 상기 원료를 투입할 수 있다.

[0027] 상기 교류 전극 부재는 제1 방향으로 연장되는 제1 교류 전극봉, 제2 교류 전극봉, 및 제3 교류 전극봉을 포함하고, 상기 원료 투입 부재는 상기 제1 방향과 교차하는 평면을 기준으로 상기 제1 교류 전극봉, 상기 제2 교류 전극봉 및 상기 제3 교류 전극봉 사이에 배치될 수 있다.

[0028] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0029] 상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 전기로 및 전기로의 조업 방법은 원료를 다량 및 고속으로 투입할 수 있으며, 투입된 원료의 용해성을 향상시킬 수 있다. 이에 따라, 전체 조업시간이 단축될 수 있으며, 생산성이 향상되고, 에너지 사용량이 감소할 수 있다.

[0030] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 일 실시예에 따른 전기로의 단면을 나타내는 도면이다.

도 2는 도 1에서 II-II' 선을 따라 자른 단면을 나타내는 도면이다.

도 3은 도 1에서 원료 투입 부재의 타측 끝단 주변을 확대한 확대 단면도이다.

도 4는 일 실시예에 따른 전기로의 조업 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 5 및 도 6은 일 실시예에 따른 전기로의 조업 방법을 설명하기 위한 확대 단면도들이다.

도 7 및 도 8은 다른 실시예에 따른 전기로의 조업 방법을 설명하기 위한 확대 단면도들이다.

도 9는 또 다른 실시예에 따른 전기로의 단면도이다.

도 10은 도 9에서 원료 투입 부재의 끝단 주변을 확대한 확대 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 명세서에서, 어떤 구성요소(또는 영역, 층, 부분 등)가 다른 구성요소 "상에 있다", "연결된다", 또는 "결합된다"고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 배치/연결/결합될 수 있거나 또는 그들 사이에 제3의 구성요소가 배치될 수도 있다는 것을 의미한다.

[0033] 동일한 도면부호는 동일한 구성요소를 지칭한다. 또한, 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께, 비율, 및 치수는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0034] "및/또는"은 연관된 구성들이 정의할 수 있는 하나 이상의 조합을 모두 포함한다.

[0035] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0036] 또한, "아래에", "하측에", "위에", "상측에" 등의 용어는 도면에 도시된 구성들의 연관관계를 설명하기 위해 사용된다. 상기 용어들은 상대적인 개념으로, 도면에 표시된 방향을 기준으로 설명된다.

[0037] 다르게 정의되지 않는 한, 본 명세서에서 사용된 모든 용어 (기술 용어 및 과학 용어 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에서 정의된 용어와 같은 용어는 관련 기술의 맥락에서 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하고, 이상적인 또는 지나치게 형식적인 의미로 해석되지 않는 한, 명시적으로 여기에서 정의된다.

[0038] "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0039] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하도록 한다.
- [0040] 실시예들에서, 제1 방향(DR1)과 제2 방향(DR2)은 서로 다른 방향으로 상호 교차하는 방향으로, 예컨대 단면도상 수직으로 교차하는 방향을 나타낸다. 제3 방향(DR3)은 제1 방향(DR1)과 제2 방향(DR2)이 놓이는 평면에 교차하는 방향으로, 예컨대 제1 방향(DR1)과 제2 방향(DR2)에 모두 수직으로 교차하는 방향을 나타낸다. 제3 방향(DR3) 일측은 단면도상 상측 방향을, 제3 방향(DR3) 타측은 단면도상 하측 방향을 각각 지칭하는 것으로 한다. 다만, 실시예에서 언급하는 방향은 상대적인 방향을 언급한 것으로 이해되어야 하며, 실시예는 언급한 방향에 한정되지 않는다.
- [0041] 도 1은 일 실시예에 따른 전기로의 단면을 나타내는 도면이다. 도 2는 도 1에서 II-II' 선을 따라 자른 단면을 나타내는 도면이다.
- [0042] 도 1 및 도 2를 참조하면, 전기로(10)는 내부에 금속이나 합금, 직접환원철, 광석 기반 철원(OBM's : Ore Based Materials), 및 저입도 스크랩(Scrap) 등의 원료를 수납하고, 전기에너지를 이용하여 원료를 가열, 용해할 수 있다. 이하에서, 원료는 DRI(Direct reduction iron), HBI(핫 브리켓 철, Hot briquetted iron) 및 아이언 카바이드(iron carbide) 등을 포함하는 직접환원철인 것으로 설명하나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0043] 전기로(10)는 용해로(100), 교류 전극 부재(200), 원료 저장 부재(300), 원료 공급관(400) 및 원료 투입 부재(500)를 포함할 수 있다. 원료 저장 부재(300), 원료 공급관(400) 및 원료 투입 부재(500) 각각은 하나씩 구비된 것으로 표현하였으나, 이에 제한되는 것은 아니고, 각각은 2개 이상으로 구비될 수도 있다.
- [0044] 용해로(100)는 수납 부재(110) 및 덮개 부재(120)를 포함할 수 있다. 수납 부재(110)는 원료를 수용하며, 수용된 원료는 수납 부재(110) 내에서 가열될 수 있다. 수납 부재(110)는 고온 환경에서도 파손되지 않도록 내열, 내화 소재의 금속 재질을 포함하여 이루어질 수 있다. 수납 부재(110)는 원료가 수납 부재(110) 내부로 장입 가능하게 하는 개구부(111)를 마련할 수 있다.
- [0045] 도 1은 수납 부재(110) 내부에 용강(20) 및 슬래그(30)가 수용된 경우를 도시한다. 수납 부재(110) 내부에는 용강(20) 및 슬래그(30)가 수용될 수 있다. 용강(20)은 원료가 용융되어 제조될 수 있으며, 슬래그(30)는 용강(20) 상층에 형성될 수 있다. 용강(20)과 슬래그(30)는 각각 하부와 상부로 층을 이루어 용융된 상태를 가질 수 있다.
- [0046] 덮개 부재(120)는 개구부(111)를 개폐한다. 덮개 부재(120)는 수납 부재(110)의 상층에서 위치하며, 개구부(111)를 덮는 형상으로 구비될 수 있다. 덮개 부재(120)는 고온 환경에서도 파손되지 않도록 내열, 내화 소재의 금속 재질을 포함하여 이루어질 수 있다. 덮개 부재(120)는 수납 부재(110)와 동일한 소재로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0047] 교류 전극 부재(200)는 전기로(10)의 상부에 배치될 수 있다. 교류 전극 부재(200)는 덮개 부재(120)에 구비될 수 있다. 교류 전극 부재(200)는 일측이 용해로(100)의 외측에 배치되며, 타측이 용해로(100)의 내측에 배치될 수 있다.
- [0048] 교류 전극 부재(200)는 수납 부재(110) 내에 장입된 원료에 전기에너지를 가할 수 있다. 교류 전극 부재(200)에 의해 가해진 전기에너지를 통해, 수납 부재(110) 내의 원료가 용융될 수 있다. 이에 제한되는 것은 아니지만, 예를 들어, 교류 전극 부재(200)는 교류 전극 부재(200)와 장입된 원료 사이에 아크가 발생되도록 하여, 장입된 원료를 용해시킬 수 있다.
- [0049] 교류 전극 부재(200)는 제1 교류 전극봉(210), 제2 교류 전극봉(220) 및 제3 교류 전극봉(230)을 포함할 수 있다. 제1 교류 전극봉(210), 제2 교류 전극봉(220) 및 제3 교류 전극봉(230)을 통해, 교류 전극 부재(200)에는 3상 교류가 인가될 수 있다. 제1 교류 전극봉(210), 제2 교류 전극봉(220) 및 제3 교류 전극봉(230) 각각은 3상 교류를 제공할 수 있는 전원(미도시)과 연결될 수 있다.
- [0050] 제1 교류 전극봉(210), 제2 교류 전극봉(220) 및 제3 교류 전극봉(230)은 실질적으로 동일한 방향으로 연장될 수 있다. 제1 교류 전극봉(210), 제2 교류 전극봉(220) 및 제3 교류 전극봉(230) 각각은 제3 방향(DR3)으로 연장될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0051] 원료 저장 부재(300)는 전기로(10)의 내부 측, 수납 부재(110)의 내부로 장입시키고자 하는 원료를 저장할 수 있는 저장 공간을 제공하며, 상기 원료를 저장할 수 있다. 원료 저장 부재(300)는 덮개 부재(120)의 상측(제3 방향(DR3) 일측)에 위치할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0052] 원료 공급관(400)은 일측이 원료 저장 부재(300)와 연결되며, 원료 저장 부재(300)의 하부로부터 연장되어, 타측이 원료 투입 부재(500)와 연결될 수 있다. 원료 공급관(400)은 원료 저장 부재(300)에 저장된 원료를 원료 투입 부재(500)로 전달할 수 있다.
- [0053] 원료 투입 부재(500)는 수납 부재(110) 내부에 원료를 전달하는 역할을 수행할 수 있다. 원료 투입 부재(500)는 일측이 용해로(100)의 외측에 배치되며, 타측이 용해로(100)의 내측에 배치될 수 있다. 원료 투입 부재(500)는 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230)과 실질적으로 동일한 방향으로 연장될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 원료 투입 부재(500)는 제3 방향(DR3)으로 연장될 수 있다.
- [0054] 원료 투입 부재(500)는 원료의 장입 속도를 향상시킬 수 있는 별도의 구성을 포함할 수 있다. 예를 들어, 원료 투입 부재(500)는 가스 취입부(510)를 포함할 수 있다. 가스 취입부(510)는 원료 투입 부재(500)와 연결되어, 원료 투입 부재(500) 내부로 취입 가스(G, 도 3 참조)를 취입할 수 있다. 또는, 가스 취입부(510)는 원료 투입 부재(500)에서 취입 가스(G, 도 3 참조)를 분사하도록 취입 가스(G, 도 3 참조)를 제공할 수 있다. 가스 취입부(510)는 원료 투입 부재(500)에 의해 용해로(100)에 장입되는 원료의 운동에너지를 증가시킬 수 있다.
- [0055] 원료 투입 부재(500)는 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230) 사이에 배치될 수 있다. 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230)은 원료 투입 부재(500)를 기준으로, 원료 투입 부재(500)의 주변에 배치될 수 있다. 원료 투입 부재(500)와 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230) 사이의 직선 거리 각각은 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230)간의 직선 거리보다 크지 않을 수 있다. 여기서, 직선 거리란 서로 인접한 원료 투입 부재(500)와 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230) 사이의 직선 거리를 지칭할 수 있다.
- [0056] 구체적으로 설명하면, 원료 투입 부재(500)는 제3 방향(DR3)과 교차하는 평면에 의해 절단된 단면도상에서, 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230)을 지나는 원형 또는 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230)을 꼭지점으로 하는 다각형 내에 배치될 수 있다.
- [0057] 예를 들어, 도 2와 같이 제3 방향(DR3)과 교차하며 제1 방향(DR1) 및 제2 방향(DR2)을 포함하는 평면에 의해 잘린 단면 상에서, 제1 교류 전극봉(210)은 제1 중심(211)을 포함하고, 제2 교류 전극봉(220)은 제2 중심(221)을 포함하고, 제3 교류 전극봉(230)은 제3 중심(231)을 포함할 수 있다. 단면도상 제1 중심(211), 제2 중심(221) 및 제3 중심(231)을 각각 연결한 가상의 선에 의해, 중심 영역(CA)이 정의될 수 있다. 도면상에서 중심 영역(CA)은 원형인 것으로 표현하였으나, 이에 제한되는 것은 아니고, 중심 영역(CA)은 제1 중심(211), 제2 중심(221) 및 제3 중심(231)을 꼭지점으로 하는 다각형 형상을 가질 수도 있다.
- [0058] 단면도상 원료 투입 부재(500)는 적어도 일부 영역이 중심 영역(CA) 내에 배치될 수 있다. 원료 투입 부재(500)는 제1 중심(211), 제2 중심(221) 및 제3 중심(231) 각각과 동일한 거리에 배치될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0059] 중심 영역(CA) 주변에는 주변 영역(SA)이 형성될 수 있다. 다시 말해서, 주변 영역(SA)은 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230)에 의해 정의된 중심 영역(CA) 외의 영역이다. 중심 영역(CA)은 주변 영역(SA)보다 평균 온도가 높다.
- [0060] 원료 투입 부재(500)의 일측(제3 방향(DR3) 일측) 끝단은 원료 공급관(400)과 연결되며, 타측(제3 방향(DR3) 타측) 끝단은 용해로(100) 내에 배치될 수 있다. 원료 투입 부재(500)가 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230)이 연장된 방향(제3 방향(DR3))으로 연장되는 경우, 원료 투입 부재(500)의 제3 방향(DR3) 타측 끝단은 중심 영역(CA) 내에 배치될 수 있다.
- [0061] 원료 투입 부재(500)를 통해 장입되는 원료는 주변보다 상대적으로 높은 온도를 갖는 영역에 장입될 수 있다. 원료(40, 도 3 참조)는 평면상 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230) 사이에 장입될 수 있다. 다시 말해서, 원료는 평면상 중심 영역(CA)에 장입될 수 있다. 용해로(100) 내에 용강(20) 및 슬래그(30)가 수용된 경우, 원료는 평면상 중심 영역(CA)에 위치하는 슬래그(30) 상에 장입될 수 있다.
- [0062] 원료 투입 부재(500)가 중심 영역(CA)에 배치됨에 따라, 원료 투입 부재(500)를 통해 장입되는 원료는 보다 원활하게 중심 영역(CA)에 장입될 수 있다.
- [0063] 원료가 평면상 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230) 사이에 장입됨에 따라, 원료는 보다 빠르게 용해될 수 있다. 다시 말해서, 원료는 상대적으로 온도가 높은 중심 영역(CA)에 장입될 수 있고, 이에 따라, 보다 빠르게 용해될 수 있다. 또한, 원료가 빠른 속도로 연속 장입되더라도, 원료 뭉침 현상(Ferrobergs, Icebergs 등)을 억제 및 방지할 수 있다. 따라서, 전체 조업 시간을 단축할 수 있으며, 생산성을 향상시킬 수 있다.

- [0064] 아울러, 원료 투입 부재(500)는 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230)과 실질적으로 동일한 재료로 구성될 수 있다. 예를 들어, 원료 투입 부재(500)는 탄소(carbon)를 주 원료로 구성될 수 있다. 이에 따라, 원료 투입 부재(500)는 내화성 및 내열성이 향상될 수 있고, 조업의 안전성이 향상될 수 있다.
- [0065] 도 3은 도 1에서 원료 투입 부재의 타측 끝단 주변을 확대한 확대 단면도이다. 도 3에서 제1 교류 전극봉(210)의 제1 중심(211) 및 제2 교류 전극봉(220)의 제2 중심(221)을 표시하였으나, 제3 교류 전극봉(230)의 제3 중심(231)은 생략하였다. 또한, 제1 중심(211)과 제2 중심(221) 사이를 중심 영역(CA)으로 표현하고, 이 외의 영역을 주변 영역(SA)으로 표현하였다.
- [0066] 도 3을 더 참조하면, 가스 취입부(510)는 취입 가스(G)를 취입할 수 있다. 취입 가스(G)는 원료(40)가 장입되는 동안 취입될 수 있다. 취입 가스(G)에 의해, 원료(40)에는 위치에너지가 전환된 운동에너지 뿐만 아니라 추가적인 운동에너지가 가해질 수 있다.
- [0067] 구체적으로, 원료(40)는 원료 저장 부재(300)에 저장되어 위치에너지를 가질 수 있다. 원료(40)는 원료 공급관(400) 및 원료 투입 부재(500)를 통과하면서, 상기 위치에너지가 운동에너지로 변환될 수 있다. 원료(40)는 원료 투입 부재(500)를 통과하는 동안, 원료 투입 부재(500)에 취입된 취입 가스(G)에 의해 추가적인 운동에너지를 가질 수 있다. 또한, 원료(40)가 원료 투입 부재(500)로부터 분출되더라도, 원료 투입 부재(500)에서 분사된 취입 가스(G)에 의해 추가적인 운동에너지를 가질 수 있다.
- [0068] 취입 가스(G)는 아르곤(Ar) 가스(Gas), 메탄(CH₄) 가스, 질소(N₂) 가스, 이산화탄소(CO₂) 가스 및 산소(O₂) 가스 등에서 선택된 적어도 어느 하나의 가스를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 취입 가스(G)는 전기로(10)에서 사용될 수 있는 다양한 가스를 포함할 수 있다.
- [0069] 원료(40)가 제3 방향(DR3)으로 추가적인 운동에너지를 가질 수 있다. 이에 따라, 원료(40)는 중심 영역(CA)에 장입되면서, 보다 짧은 시간 내에 슬래그(30)를 지나 용강(20)에 진입할 수 있다. 이에 따라, 원료(40)가 용해되는 시간을 단축시킬 수 있다.
- [0070] 가스 취입부(510)에서 취입된 취입 가스(G)에 의해 원료(40)에 추가적인 운동에너지가 가해짐에 따라, 보다 다량의 원료를 짧은 시간 내에 장입시킬 수 있다. 즉, 원료(40)의 다량 투입 및 고속 투입이 가능하다. 이에 따라, 조업 시간이 단축되며, 생산 효율이 향상될 수 있다. 또한, 취입 가스(G)에 의해, 원료(40)는 보다 넓은 범위에 장입될 수 있어, 원료들의 뭉침 현상을 억제 또는 방지할 수 있다.
- [0071] 이하에서, 도 4 내지 도 6을 참조하여, 일 실시예에 따른 전기로의 조업 방법에 대해 설명한다.
- [0072] 도 4는 일 실시예에 따른 전기로의 조업 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0073] 도 5 및 도 6은 일 실시예에 따른 전기로의 조업 방법을 설명하기 위한 확대 단면도들이다.
- [0074] 도 4 및 도 5를 참조하면, 우선, 전기로(10, 도 1 참조)의 용해로(100, 도 1 참조) 내에 용강(20) 및 슬래그(30)를 수용한다(S1). 이어, 제1 취입 가스(G1)를 슬래그(30)를 향해 취입한다(S2).
- [0075] 구체적으로, 원료(40, 도 6 참조)를 장입하기 전, 원료 투입 부재(500)에 의해 우선적으로 제1 취입 가스(G1)가 제3 방향(DR3)으로 분사될 수 있다. 원료 투입 부재(500)에 의해 분사된 취입 가스(G)는 대부분 중심 영역(CA)에 위치하는 슬래그(30)에 도달할 수 있다.
- [0076] 원료 투입 부재(500)는 가스 취입부(510, 도 1 참조)를 제어하는 제어부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 제어부(미도시)에 의해, 제1 취입 가스(G1)는 슬래그(30)의 일부 깊이까지 도달할 수 있는 운동에너지를 가지도록 제어될 수 있다.
- [0077] 이 경우, 슬래그(30)는 제1 취입 가스(G1)가 도달한 일부 영역에서 그 두께(제3 방향(DR3)의 폭)가 감소할 수 있다. 구체적으로, 슬래그(30)는 제1 영역(AR1) 및 제2 영역(AR2)을 포함할 수 있다. 제1 영역(AR1)은 제1 취입 가스(G1)가 도달한 영역이며, 제2 영역(AR2)은 제1 취입 가스(G1)가 도달하지 않은 영역이다.
- [0078] 제1 취입 가스(G1)는 도달한 영역의 슬래그(30)를 주변으로 밀어낼 수 있고, 이에 따라, 해당 영역의 슬래그(30)는 두께가 감소할 수 있다. 슬래그(30)는 제1 영역(AR1)에서 제2 영역(AR2)보다 작은 두께를 가질 수 있다. 즉, 슬래그(30)의 제1 영역(AR1)의 평균 두께는 슬래그(30)의 제2 영역(AR2)의 평균 두께보다 작을 수 있다.
- [0079] 제1 영역(AR1)은 중심 영역(CA) 내에 위치하며, 제2 영역(AR2)은 중심 영역(CA) 및 주변 영역(SA)에 걸쳐 위치할 수 있다. 다만, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0080] 도 4 및 도 6을 참조하면, 원료 투입 부재(500)를 통해 원료(40)를 장입한다(S3). 원료(40)가 장입되는 동안, 원료(40)를 향해 제2 취입 가스(G2)를 취입한다(S4).
- [0081] 구체적으로, 원료 투입 부재(500)는 제2 취입 가스(G2)를 분사하여 제1 영역(AR1)의 감소된 두께를 유지하면서, 원료(40)를 장입시킬 수 있다. 이 때, 원료(40)는 슬래그(30)의 제1 영역(AR1)에 장입될 수 있다. 제2 취입 가스(G2)는 제1 취입 가스(G1, 도 5 참조)와 실질적으로 동일할 수 있다. 제1 취입 가스(G1, 도 5 참조)와 제2 취입 가스(G2)는 연속적으로 분사되며, 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0082] 원료(40)는 제2 취입 가스(G2)에 의해 추가적인 운동에너지를 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 제2 취입 가스(G2)에 의해 두께가 감소된 슬래그(30) 상에 장입될 수 있다. 즉, 추가적인 운동에너지를 얻은 원료(40)가 보다 두께가 작은 슬래그(30)의 제1 영역(AR1) 상에 장입됨에 따라, 원료(40)는 보다 신속하게 용강(20) 내로 투입될 수 있다. 결과적으로, 원료(40)가 용해되는 시간을 더욱 단축시킬 수 있다.
- [0083] 이하에서, 다른 실시예들에 대해 설명한다. 이하의 실시예에서, 이미 설명한 실시예와 동일한 구성에 대해서는 그 설명을 생략하거나 간략화하며, 차이점을 위주로 설명하기로 한다.
- [0084] 도 7 및 도 8은 다른 실시예에 따른 전기로의 조업 방법을 설명하기 위한 확대 단면도들이다.
- [0085] 도 7 및 도 8을 참조하면, 본 실시예에 따른 슬래그(30)의 제1 영역(AR1_1)은 용강(20)을 노출한다는 점에서 도 5 및 도 6의 실시예와 차이가 있다.
- [0086] 구체적으로 설명하면, 원료 투입 부재(500)로부터 분사된 제1 취입 가스(G1)는 슬래그(30)가 이루는 층을 통과하여 용강(20)의 일부 깊이까지 도달할 수 있다. 이에 따라, 제1 취입 가스(G1)에 의해, 슬래그(30)는 일부 영역에서 용강(20)을 노출할 수 있다. 다시 말해서, 슬래그(30)는 용강(20)을 노출하는 제1 영역(AR1_1), 및 용강(20)과 중첩하여 용강(20)을 커버하는 제2 영역(AR2_1)을 포함할 수 있다.
- [0087] 원료(40)는 제2 취입 가스(G2)에 의해 추가적인 운동에너지를 얻으면서 제1 영역(AR1_1)에 장입될 수 있다. 이 경우, 원료(40)는 슬래그(30)를 거치지 않고, 바로 용강(20)에 투입될 수 있다. 이에 따라, 원료(40)가 용해되는 시간을 더욱 단축시킬 수 있다.
- [0088] 도 9는 또 다른 실시예에 따른 전기로의 단면도이다. 도 10은 도 9에서 원료 투입 부재의 끝단 주변을 확대한 확대 단면도이다.
- [0089] 도 9 및 도 10을 참조하면, 본 실시예에 따른 전기로(10_2)는 원료 투입 부재(500_2)를 포함하고, 원료(40)는 중심 영역(CA)에 장입되나, 원료 투입 부재(500_2)는 제1 내지 제3 교류 전극봉(210, 220, 230) 사이에 배치되지 않는다는 점에서 도 1 내지 도 3의 실시예와 차이가 있다.
- [0090] 구체적으로 설명하면, 원료 투입 부재(500_2)는 주변 영역(SA)에 배치될 수 있다. 나아가, 원료 투입 부재(500_2)의 타측 끝단은 주변 영역(SA)에 배치될 수 있다. 원료 투입 부재(500_2)는 취입 가스(G)를 분사할 수 있고, 원료(40)는 취입 가스(G)에 의해 제1 방향(DR1) 및 제2 방향(DR2)으로 운동에너지를 얻을 수 있다. 이에 따라, 원료 투입 부재(500_2)의 타측 끝단이 주변 영역(SA)에 배치되더라도, 원료(40)는 중심 영역(CA)에 장입될 수 있다.
- [0091] 원료 투입 부재(500_2)는 원료 투입 부재(500_2)의 타측 끝단의 위치, 중심 영역(CA)의 위치, 슬래그(30)와 용강(20)의 수위 및 원료(40)의 무게 등을 고려하여, 취입 가스(G)의 분사 강도를 조절할 수 있는 제어부(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [0092] 이 경우에도, 원료(40)가 중심 영역(CA)에 장입됨에 따라, 원료(40)의 용해 속도가 향상될 수 있다. 아울러, 원료 투입 부재(500_2)를 주변 영역(SA)에 배치하는 경우, 보다 넓은 공간에 원료 투입 부재(500_2)를 배치할 수 있어, 전기로(10_2)의 조립이 보다 용이할 수 있다.
- [0093] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명은 상술한 설명에 한정되지 않고 첨부된 청구항의 범주 및 그 동등 범위 내에서 변경될 수도 있다.

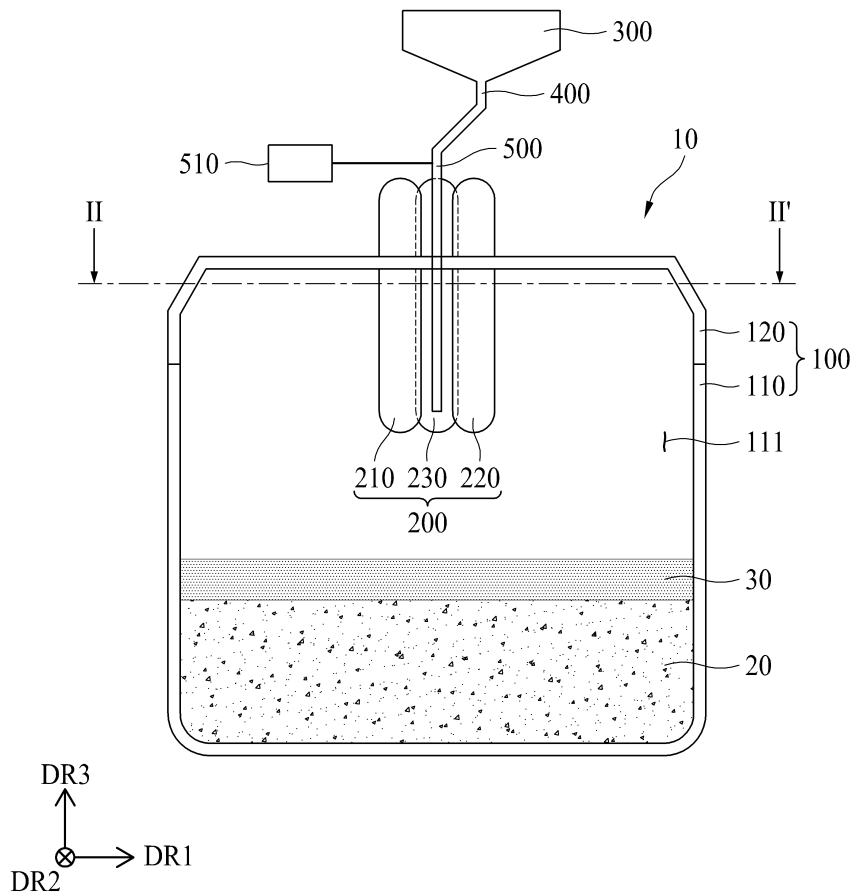
부호의 설명

[0094]

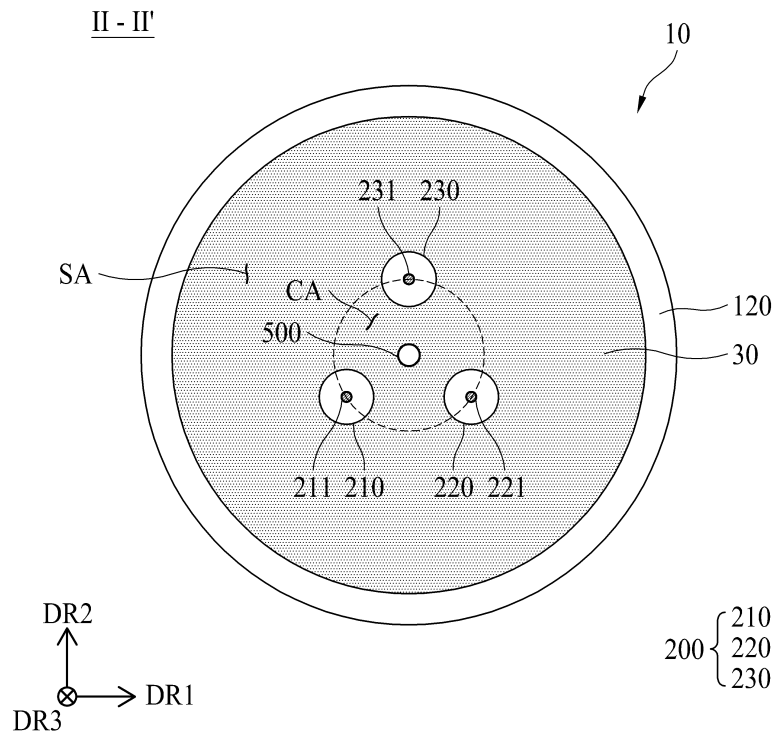
10: 전기로 20: 용강
 30: 슬래그 100: 용해로
 110: 수납 부재 120: 덮개 부재
 200: 교류 전극 부재 210: 제1 교류 전극봉
 220: 제2 교류 전극봉 230: 제3 교류 전극봉
 300: 원료 저장 부재 400: 원료 공급관
 500: 원료 투입 부재 510: 가스 취입부
 CA: 중심 영역 SA: 주변 영역
 AR1: 제1 영역 AR2: 제2 영역

도면

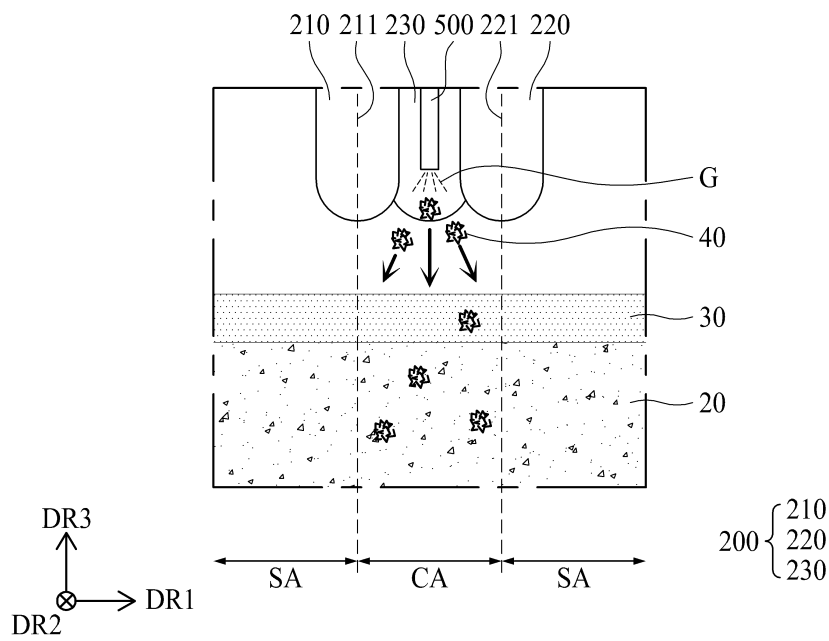
도면1



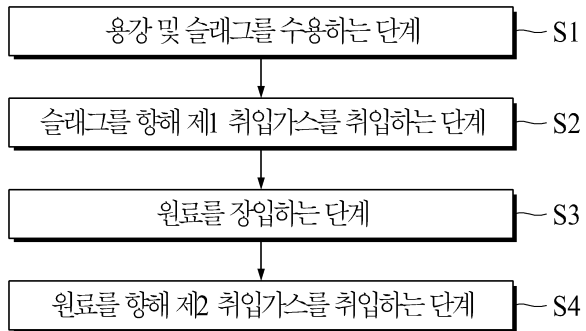
도면2



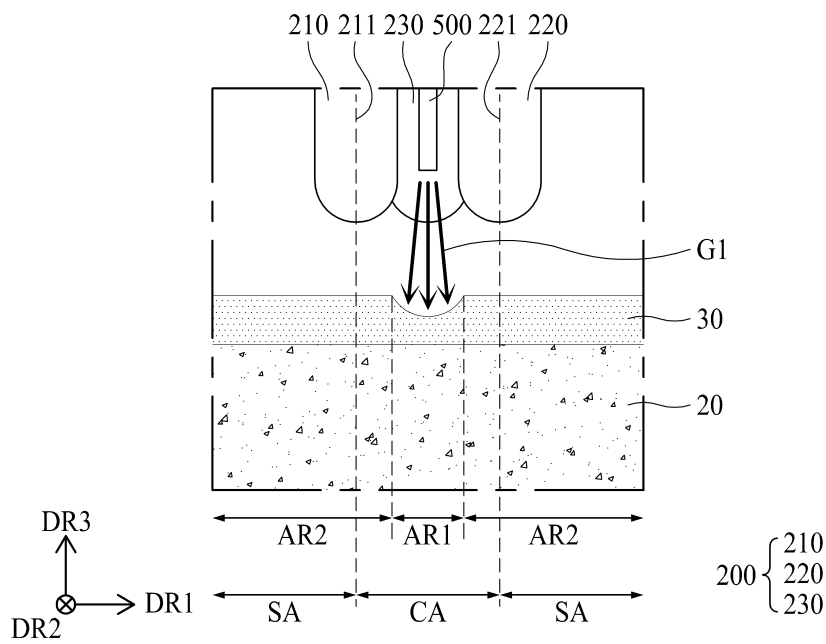
도면3



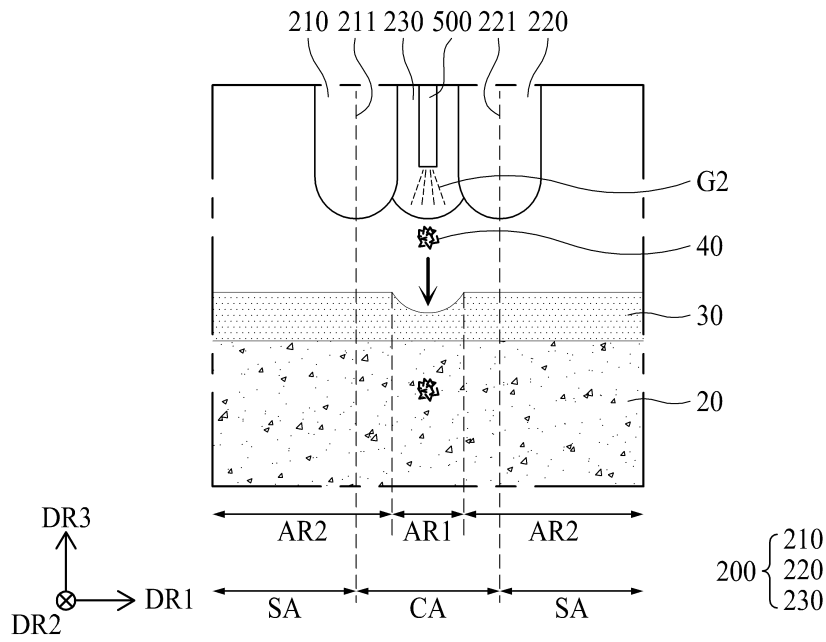
도면4



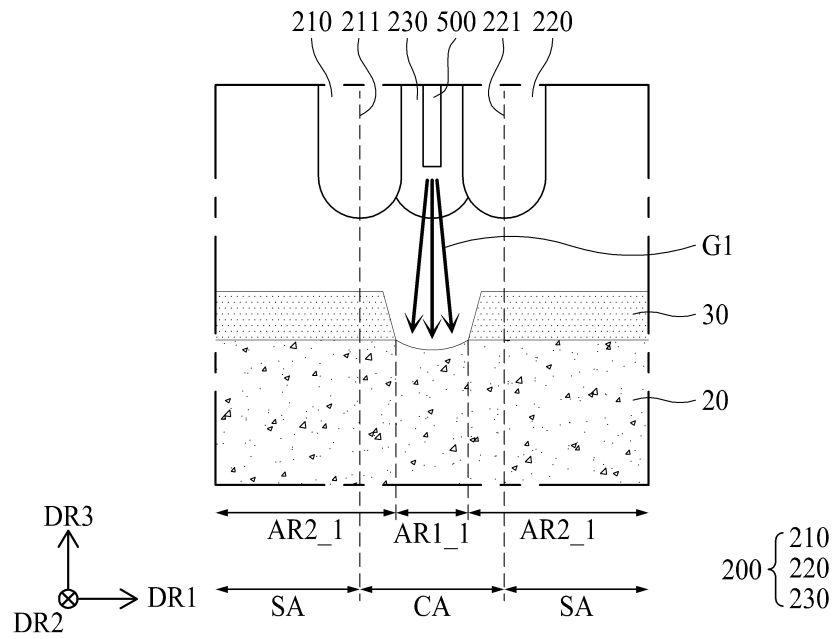
도면5



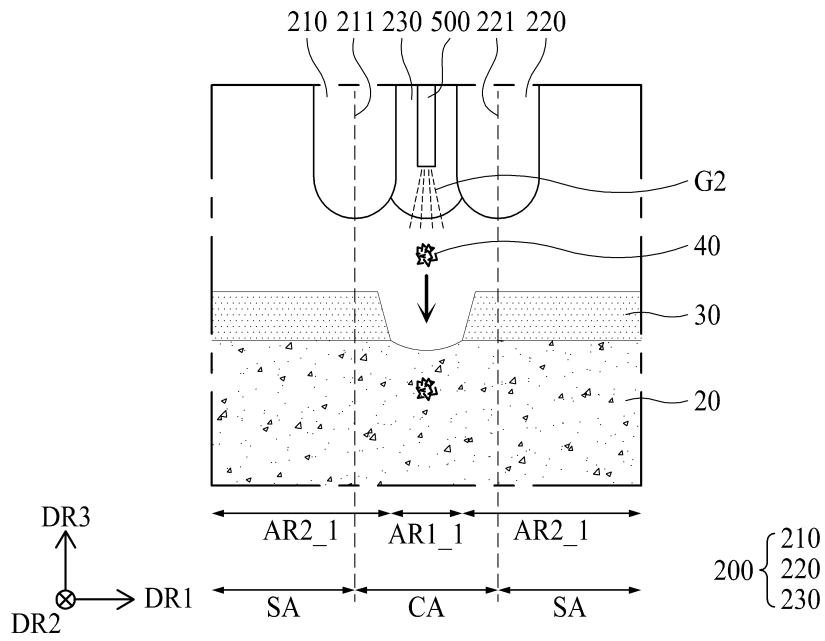
도면6



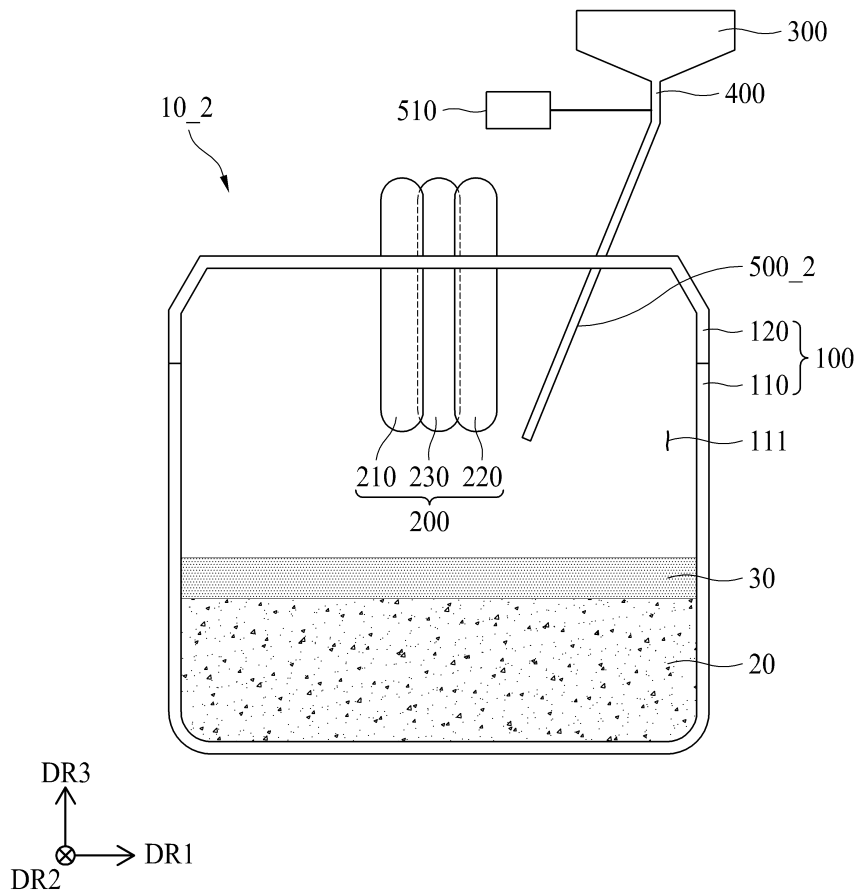
도면7



도면8



도면9



도면10

