(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0041024
(43) 공개일자 2025년03월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 9/08 (2006.01) *B22D 23/00* (2006.01)
B22D 25/02 (2006.01) *B22D 5/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B22F 9/08 (2013.01)
B22D 23/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7005755
(22) 출원일자(국제) 2023년06월15일
심사청구일자 2025년02월21일
(85) 번역문제출일자 2025년02월21일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/022236
(87) 국제공개번호 WO 2024/042824
국제공개일자 2024년02월29일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-132486 2022년08월23일 일본(JP)

(71) 출원인
제이에프이 스틸 가부시키가이샤
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고
(72) 발명자
마츠나가 아리히로
일본국 도쿄토 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 치테키자이산부 나이
츠치다 카즈히로
일본국 도쿄토 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 치테키자이산부 나이
모리 슌스케
일본국 도쿄토 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 치테키자이산부 나이
(74) 대리인
이철

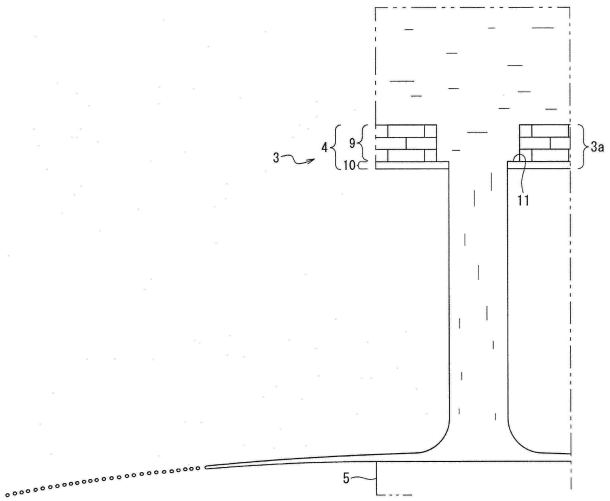
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **입자상 금속 제조 장치**

(57) 요 약

입자상 금속 제조 장치에 있어서, 높이가 규제되는 경우라도, 용융 금속을 소정 입경 이하의 입자상 금속으로 하는 것을 가능하게 한다. 용기(3)의 저부(3a)에 형성된 배출구(4) 내에 있어서, 상방의 제1 유로(9)로부터 하방의 제2 유로(10)에 용융 금속이 유입할 때, 제1 유로(9) 내의 용융 금속은 개구 면적차에 의해 생기는 제2 유로(10)의 입구의 단차(11)에 충돌하여 급속한 속도 변동이 생긴다. 이에 따라 제2 유로(10)로부터 유하하는 용융 금속의 단면 내에서 유속의 속도 분포가 발생하고, 이 속도 분포에 의해 충돌 구조체(5)에 충돌하여 비산하는 용융 금속을 확실하게 입자화시킬 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
B22D 25/02 (2013.01)
B22D 5/00 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

용기의 내부에 수용된 용융 금속을 상기 용기로부터 유하(流下)시키고, 그것을 충돌 구조체에 충돌시켜 입자화한 후, 응고시켜 입자상 금속을 제조하는 입자상 금속 제조 장치에 있어서, 상기 용융 금속을 상기 용기로부터 상기 충돌 구조체를 향하여 유하하기 위한 것인 제1 유로 및 제2 유로가 연속한 상태에서 상하의 위치에 형성되고, 상방에 위치하는 제1 유로의 하단 개구 면적보다도 하방에 위치하는 제2 유로의 상단 개구 면적이 작고 또한 제2 유로의 상단 개구 위치에서 제1 유로의 하단과 단차가 형성되어 있는 입자상 금속 제조 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 유로 및 제2 유로가 모두 상기 용기의 저부의 내부에 형성되어 있는 입자상 금속 제조 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단차는, 상기 제2 유로의 상단 개구 주연(周緣)에서 균등하게 형성되어 있는 입자상 금속 제조 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 유로의 상단 단면의 수력(水力) 직경이, 상기 제1 유로의 하단 단면의 수력 직경의 10%~80%의 크기인 입자상 금속 제조 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 유로의 유로 길이가 상기 제1 유로의 유로 길이보다 작은 입자상 금속 제조 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제2 유로의 유로 길이가 상기 제1 유로의 유로 길이의 50% 이하인 입자상 금속 제조 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 입자상 금속 제조 장치, 특히 용융 금속을 유하(流下)시켜 충돌 구조체에 충돌시킴으로써 입자화하고, 그 후에 응고시켜 입자상 금속을 제조하는 입자상 금속 제조 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 이러한 입자상 금속 제조 장치로서, 예를 들면 하기 특허문헌 1에 기재되는 것이 있다. 이 입자상 금속 제조 장치는, 고로 등에서 제조된 용선(溶銑)을 용기(통) 내에 유입한 후, 용기의 소정 개소로부터 흘러넘치는 소정 유량의 용선을 자유 낙하에 의해 유하시킨다. 이 용선의 흐름은 소정의 경사 각도로 경사된 제1 경사 정반(定盤)의 경사면에 충돌되고, 그의 일부가 공중에 비산하여 입자화한다. 비산하지 않고 제1 경사 정반의 경사면을 흘러 떨어지는 용선은, 제1 경사 정반의 하방에 배설(配設)되고 또한 소정의 경사 각도로 경사된 제2 경사 정반의 경사면에 충돌되어, 공중에 비산시켜 입자화한다. 입자화된 용선은, 하방의 수조에 저류되어 있는 냉각수에

낙하하고, 냉각되어 응고하여, 컨베이어에 의해 입자상 금속인 입선(粒銑)으로서 회수된다. 또한, 경사 정반을 3 이상 설치해도 좋다고 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 평 5-154607호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 이러한 입선 제조에서는, 후술과 같이, 용선이 소정 입경 이하의 입선이 되는 것, 특히, 입자화한 용선이 냉각수를 내포한 상태에서 서로 달라붙지 않는 것이 중요하다. 이 조건을 특허문헌 1에 기재되는 입자상 금속 제조 장치로 달성하기 위해서는, 경사 정반, 특히 최종단의 경사 정반에 충돌하는 용선의 유하 속도를 크게 유지할 필요가 있고, 그를 위해서는 경사 정반 간의 높이 방향의 거리를 크게 할 필요가 있다. 그러나, 경사 정반 간의 높이 방향의 거리를 확보하면, 입자상 금속 제조 장치 전체가 높이 방향으로 커져 버린다는 문제가 발생한다. 반대로 말하면, 입자상 금속 제조 장치의 높이가 규제되는 경우, 용선(용융 금속)을 소정 입경 이하의 입선(입자상 금속)으로 하는 것이 곤란해져 버린다.

[0005] 본 발명은, 상기 과제를 감안하여 이루어진 것으로, 그의 목적은, 높이가 규제되는 경우라도, 용융 금속을 소정 입경 이하의 입자상 금속으로 하는 것이 가능한 입자상 금속 제조 장치를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 이하의 (1)~(6)을 제공한다.

[0007] (1) 본 발명에 따른 입자상 금속 제조 장치는, 용기의 내부에 수용된 용융 금속을 상기 용기로부터 유하시키고, 그것을 충돌 구조체에 충돌시켜 입자화한 후, 응고시켜 입자상 금속을 제조하는 입자상 금속 제조 장치에 있어서, 상기 용융 금속을 상기 용기로부터 상기 충돌 구조체를 향하여 유하하기 위한 것인 제1 유로 및 제2 유로가 연속한 상태에서 상하의 위치에 형성되고, 상방에 위치하는 제1 유로의 하단 개구 면적보다도 하방에 위치하는 제2 유로의 상단 개구 면적이 작고 또한 제2 유로의 상단 개구 위치에서 제1 유로의 하단과 단차가 형성되어 있다.

[0008] (2) 또한, 본 발명에 따른 입자상 금속 제조 장치는, 상기 (1)에 따른 입자상 금속 제조 장치에 있어서, 상기 제1 유로 및 제2 유로가 모두 상기 용기의 저부의 내부에 형성되어 있다.

[0009] (3) 또한, 본 발명에 따른 입자상 금속 제조 장치는, 상기 (1) 또는 (2)에 따른 입자상 금속 제조 장치에 있어서, 상기 단차는, 상기 제2 유로의 상단 개구 주연(周緣)에서 균등하게 형성되어 있다.

[0010] (4) 또한, 본 발명에 따른 입자상 금속 제조 장치는, 상기 (1) 내지 (3)의 어느 1개에 따른 입자상 금속 제조 장치에 있어서, 상기 제2 유로의 상단 단면의 수력(水力) 직경이 상기 제1 유로의 하단 단면의 수력 직경의 10%~80%의 크기이다.

[0011] (5) 또한, 본 발명에 따른 입자상 금속 제조 장치는, 상기 (1) 내지 (4)의 어느 1개에 따른 입자상 금속 제조 장치에 있어서, 상기 제2 유로의 유로 길이가 상기 제1 유로의 유로 길이보다 작다.

[0012] (6) 또한, 본 발명에 따른 입자상 금속 제조 장치는, 상기 (5)에 따른 입자상 금속 제조 장치에 있어서, 상기 제2 유로의 유로 길이가 상기 제1 유로의 유로 길이의 50% 이하이다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 입자상 금속 제조 장치에 의하면, 상방의 제1 유로로부터 하방의 제2 유로에 용융 금속이 유입할 때, 제1 유로 내의 용융 금속은 개구 면적차에 의해 생기는 제2 유로의 입구의 단차에 충돌하여 급속한 속도 변동이 생긴다. 이에 따라 제2 유로로부터 유하하는 용융 금속의 단면 내에서 속도 분포가 발생하고, 이 속도 분포에 의해 충돌 구조체에 충돌하여 비산하는 용융 금속을 확실하게 입자화시킬 수 있다. 그 결과, 장치의 높이가 규

제되는 경우라도, 용융 금속을 소정 입경 이하의 입자상 금속으로 하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 입자상 금속 제조 장치의 일 실시 형태를 나타내는 개략 전체 구성도이다.

도 2는 도 1의 용기의 저부에 형성된 용선의 배출구의 상세도이다.

도 3은 도 2의 제2 유로로부터 유하하는 용융 금속의 속도 분포의 설명도이다.

도 4는 도 2의 제1 유로 및 제2 유로로부터 유하하는 용융 금속의 작용의 설명도이다.

도 5는 종래의 유로로부터 유하하는 용융 금속의 작용의 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] (발명을 실시하기 위한 형태)

[0016] 이하에, 본 발명의 입자상 금속 제조 장치의 일 실시 형태에 대해서 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 이하에 나타내는 실시 형태는, 본 발명의 기술적 사상을 구체화하기 위한 장치나 방법을 예시하는 것으로서, 본 발명의 기술적 사상은, 구성 부품의 재질, 형상, 구조, 배치 등을 하기의 실시 형태에 특정하는 것은 아니다. 또한, 도면은 개략적인 것이다. 그 때문에, 두께와 평면 치수와의 관계, 비율 등은 현실의 것과는 상이한 것에 유의해야 하고, 도면 상호 간에 있어서도 서로의 치수의 관계나 비율이 상이한 부분이 포함되어 있다.

[0017] 도 1은, 입자상 금속 제조 장치의 일 실시 형태를 나타내는 개략 전체 구성도이다. 이 실시 형태의 입자상 금속 제조 장치는, 상기 특허문헌 1과 마찬가지로, 용융 금속인 용선으로부터 입자상 금속으로서 입선을 제조하는 것으로, 이하에서는, 용선을 용융 금속, 입선을 입자상 금속으로서 취급한다. 이 입선 제조 장치는, 예를 들면 입경이 10㎜ 정도의 입선을 대량으로 제조하는 설비이다. 예를 들면 토페도 카(torpedo car;1)로 운반되어 온 용선은 용선통(2)에 유입되고, 추가로 수용 용기(3)에 유입되어 일시적으로 저류된다. 이 수용 용기(3) 내에 수용된 용선은, 수용 용기(3)의 저부(3a)에 형성된 배출구(4)로부터 소정 유량으로 곧장 하향으로 유하된다. 수용 용기(3)로부터 유하한 용선은 자유 낙하하여, 하방에 배설되어 있는 충돌 구조체(5)의 상면에 충돌한다. 이 충돌 구조체(5)의 상면은 평탄하기 때문에, 용선은, 충돌 구조체(5)의 상면으로부터 외주의 외방을 향하여 비산한다. 이 비산에 의해 용선을 입자화시키고, 그 후, 하방에 배설되어 있는 수조(6) 내의 냉각수 중에 낙하시킨다.

[0018] 냉각수 중에 낙하한 입자상 용선은, 냉각되어 응고하여 입자상 금속인 입선이 된다. 이 수조(6)의 내부에 있어서의 입자상 용선의 비산 범위의 하방에는, 응고한 입선을 집적하기 위한 입선 슛(chute)(7)이 형성되어 있다. 이 입선 슛(7)의 상단 개구부로부터 슛 내에 수중 낙하한 입선은 원뿔대의 뿔체면으로 이루어지는 깔때기 형상의 경사면을 따라 슛 중앙부에 집적되고, 하단 개구부로부터 다시 냉각수 중에 낙하된다. 그리고, 이 입선은 네트 컨베이어(8)의 네트 벨트의 상면에 수중 낙하하여, 네트 컨베이어(8)에서 수조(6)의 상방 외부까지 운반되어 나온다. 또한, 냉각수는, 고온의 용선에 의해 온도 상승하기 때문에, 저온의 냉각수를 받아들이도록 구성되어 있다. 이 외에, 냉각수를 냉각하는 구성으로 하거나, 쌍방을 병용하거나 하는 것도 가능하다.

[0019] 상기 특허문헌 1에도 기재되는 바와 같이, 입선은 용해하기 쉽기 때문에, 이용하기 쉽다. 이 입선의 제조 방법도, 여러 가지 개발되어 왔지만, 앞서도 설명한 바와 같이, 수용 용기(3)로부터 유하시킨 용선을 충돌 구조체(5)에 충돌시켜, 입자상으로 비산시킴으로써 입자화하고, 그것을 냉각수 중에 낙하시켜 냉각·응고시키는 방법이 보급되어 있다. 한편, 냉각수 중에 낙하할 때의 용선은 1200℃~1500℃ 정도의 고온이다. 이러한 고온(과열)의 용선이 물에 접촉하면, 물의 증발에 수반하여 용선의 열이 빼앗기기는 하지만, 그의 증기막이 용선의 외표면과 냉각수와의 사이에 개재하는 막 비등 상태가 된다. 막 비등에서는, 가열면으로부터 증기막을 통하여 전해지는 열에 의해 증기막에서 증발이 발생한다. 이 막 비등은 냉각 능력이 낮고, 예를 들면, 증기막이 생기지 않는 핵 비등의 수백분의 1 정도의 열 전달률밖에 없다. 이 때문에, 막 비등이 길게 이어지면, 입자화한 용선이 충분히 냉각되지 않고, 냉각수 내에서 입자화된 용선끼리 달라붙어 버리는 경우가 있다. 입선끼리가 달라붙으면(합체함), 반송하기 어려운 크기의 입선의 덩어리가 증가하여 반송이 곤란해진다. 또한, 합체된 입선의 내부에 냉각수가 내포되면, 그것이 증발하여 수증기 폭발을 일으킬 우려가 있다.

[0020] 이러한 문제를 회피하는 최량의 수법은, 냉각수 중을 수중 낙하할 때에 입자화된 용선이 합체하는 일 없이 그대로 확실하게 냉각·응고하여 소정 입경 이하로 입자화하는 것이다. 여기에서, 상기 특허문헌 1에서는, 유하하는 용선의 충돌 구조체(5)인 경사 정반을 2단 이상 설치함으로써, 용선을 소정 입경 이하로 입자화할 수 있도록

하고 있다. 그러나, 전술과 같이, 다단의 경사 정반을 형성하는 것은 장치(설비)가 높이 방향으로 커진다. 이는, 높이가 규제되는 경우의 문제 이외에도, 설비비나 공사비의 증대라는 불리함이 있다. 또한, 충돌 구조체(5)인 경사 정반은 고온의 용선에 노출되는 점에서 정기적인 메인터넌스를 필요로 하지만, 그 경사 정반이 증가할수록, 충돌 구조체(5)의 교환수가 증대하고, 동시에 메인터넌스비가 증대한다.

[0021] 이 실시 형태의 입선 제조 장치에서는, 수용 용기(3)의 저부(3a)에 형성된 용선의 배출구(4)를 연구함으로써, 충돌 구조체(5)에 충돌하여 비산하는 용선을 소정 입경 이하로 입자화할 수 있다. 도 2는, 수용 용기(3)의 저부(3a)에 형성된 용선의 배출구(4)의 상세도이다. 이 실시 형태의 수용 용기(3)는, 연속 주조에 이용되는 턴디쉬(tundish)와 마찬가지로, 상방 개방 케이스 형상의 철피(鐵皮)의 내측이 내화 연와로 덮인 구조로 되어 있고, 그의 저부(3a)에 용선의 배출구(4)가 형성되어 있다. 이 배출구(4)는, 수용 용기(3)의 저부(3a)의 내화 연와 부분에 형성된 상방의 제1 유로(9)와, 철피 부분에 형성된 하방의 제2 유로(10)가 서로 연속한 상태에서 상하로 배치되어 구성된다. 따라서, 수용 용기(3) 내의 용선은, 내화 연와 부분의 제1 유로(9)로부터 철피 부분의 제2 유로(10)의 순으로 배출구(4)를 통과하여 용기(3)의 하방에 유하한다. 제1 유로(9) 및 제2 유로(10)의 단면 형상은 어느것이나 원형이다.

[0022] 이 실시 형태에서는, 도 2로부터도 명백한 바와 같이, 상방에 위치하는 제1 유로(9)의 단면적보다도 하방에 위치하는 제2 유로(10)의 단면적이 작고 또한 제2 유로(10)의 상단 개구 위치에서 제1 유로(9)의 하단과 단차(11)가 형성되어 있다. 이 실시 형태에서는, 제1 유로(9)도 제2 유로(10)도 아래위 굵기가 같은 원기둥 형상이기 때문에, 제1 유로(9)의 단면적보다도 하방에 위치하는 제2 유로(10)의 단면적이 작으면, 제2 유로(10)의 상단 개구 위치에서 제1 유로(9)의 하단과 단차(11)가 형성된다. 이 실시 형태의 용선의 배출구(4)에서 중요한 것은, 후술하는 바와 같이, 제2 유로(10)의 상단 개구 위치에서 제1 유로(9)의 하단으로부터 돌출하는 단차(11)가 형성되어 있는 것이다. 그리고, 이 단차(11)가 형성되기 위해서는, 상방에 위치하는 제1 유로(9)의 하단 개구 면적보다도 하방에 위치하는 제2 유로(10)의 상단 개구 면적이 작으면 좋다.

[0023] 본건 발명자들은, 충돌 구조체(5)와의 충돌까지의 사이에 용선의 유하 거리를 그다지 필요로 하지 않고, 충돌 구조체(5)와 충돌한 후에 용선을 소정 입경 이하로 입자화하는데에 필요한 요건을 여러 가지로 검토했다. 충돌 구조체(5)는 내화물로 구성되어, 용선의 배출구(4)의 연직 방향 바로 아래에 충돌 구조체(5)의 상면(충돌면)이 위치하도록 배치된다. 충돌 구조체(5)의 상면에 충돌한 용선은, 충돌 구조체(5)의 외주로부터 외측으로 확산하도록 비산한다. 이 비산하는 용선의 확산을 충돌 구조체(5)의 외주 전역에 걸쳐 균등한 것으로 하기 위해서는, 충돌 구조체(5)의 충돌면은 원형인 것이 바람직하다. 마찬가지로, 비산하는 용선의 확산을 안정화하기 위해서는, 충돌 구조체(5)의 충돌면은 평탄(수평면)한 것이 바람직하다.

[0024] 이 충돌 구조체(5)의 원형이고 평탄한 상면(충돌면)으로부터 지름 방향 외방으로 비산하는 용선은, 우산과 같이 구면 형상으로 확산된다(도 4, 도 5 참조). 이 우산 형상으로 연속하여 확산되고 있는 영역의 외측에서 용선이 입자화하기 때문에, 이 우산 형상의 확산(영역)이 크면 용선이 막 형상으로 이어져, 입자화하기 어려워진다. 즉, 이 우산 형상의 확산(영역)을 작게 할 수 있으면, 용선을 입자화하기 쉬워지고, 그와 같이 함으로써 입경을 작게 하는 것도 가능한 것을 발견했다. 또한, 충돌 구조체(5)에 충돌하기 이전의 용선의 흐름이 안정되어 있을수록, 충돌 후의 우산 형상의 확산이 커지고, 따라서 우산 형상의 확산을 작게 하기 위해서는, 배출구(4)로부터 유하하는 용선의 흐름의 단면 내에서 유속에 속도 분포를 부여하면 좋은 것을 발견했다. 용선의 흐름의 단면 내에서 유속이 일정한 경우, 충돌 구조체에 용선이 충돌해도, 일정한 속도 분포가 유지되기 쉽고, 충돌 구조체에 충돌 후의 용선이 막 형상으로 확산되어, 큰 우산을 형성하여, 비교적 큰 입자를 형성하는 경우가 많다.

[0025] 이와 같이 용선의 흐름의 단면 내에서 유속에 속도 분포를 부여하기 위해서는, 예를 들면 배출구(4)의 출구에 장해물을 형성하는 것을 생각할 수 있다. 즉, 배출구(4)의 출구에 장해물을 형성함으로써, 장해물 부근의 속도가 저하하여, 용선의 흐름의 단면 내에서 유속에 속도 분포를 부여하는 것이 가능해진다. 그러나, 용선에는, 노로라고 불리는 고형에 가까운 물체(찌꺼기)가 흐르고 있는 경우도 있기 때문에, 배출구(4)의 출구에 장해물을 형성함으로써, 노로가 막혀 흐름을 저해하거나 배출구(4)를 폐색하거나 할 우려가 있어, 실용적이지 않다.

[0026] 그래서, 배출구(4)의 출구에 장해물을 형성하는 대신에, 배출구(4)의 출구 근방에 있어서의 주위로부터의 용선의 유입을 강조함으로써, 속도 분포를 형성하는 것에 주목했다. 용선의 흐름의 단면 내에서 유속의 속도 분포를 얻기 위해서는, 용선이 수용 용기(3)로부터 유하하기 이전에, 그의 용선의 흐름에 단면 내에서의 속도 분포가 생기는 요소를 부가하면 좋다. 이 실시 형태에서는, 상방의 제1 유로(9)로부터 하방의 제2 유로(10)에 용선이 유입될 때, 제2 유로(10)의 개구 상단 위치의 단차(11)에 용선이 충돌하여, 용선이 제1 유로(9)의 둘레벽측으로부터 중앙부로 유입하도록 했다. 전술과 같이 유체의 유로의 도중에 축경 단차(11)가 있는 경우, 단차(1

1)의 가장 외측의 부분에서는 웅덩이가 생기고, 그의 내측에서는, 유체가 둘레벽측으로부터 중앙부로 유입하도록 집중한다. 그 결과, 제2 유로(10) 내에서는, 단면의 중앙부의 유속이 둘레벽부의 유속보다 큰 속도 분포가 생긴다.

[0027] 도 3은, 충돌 후의 용선의 비산 상태를 시뮬레이트하기 위해, 용선의 흐름의 단면 내에서의 속도 분포가 있는 경우와 없는 경우의 유속을 개략적으로 나타낸다. 단면 내의 반경 방향 위치는, 단면의 직경에 대한 반경 방향 위치의 비로 나타낸다. 도면 중의 2점 쇄선은, 용선의 흐름의 단면 내에서 유속이 평균 속도(Ve) 일정했던 경우, 즉 속도 분포가 없는 상태를 나타낸다. 도면의 실선은, 충돌 이전의 용선의 흐름의 단면의 중앙부에 있어서의 유속을 평균 속도(Ve)의 2배 정도로 하고, 한편, 단면의 주변부에서는 유속이 거의 0인 것으로 했다. 즉, 후자가 이 실시 형태의 배출구(4)에 의한 용선의 유속이고, 전자가 단차가 없는 종래의 용선의 배출구(4)에 의한 유속이다.

[0028] 이 유하 용선의 단면 내에서의 유속에 따른 충돌 후의 용선의 비산 상태를 후술과 같이 하여 시뮬레이트해 보았다. 배출구(4)가 예를 들면 제2 유로(10)만으로 구성되고, 용선의 배출구(4)에 단차가 없는 경우, 즉 유하 용선의 단면 내에서 유속의 속도 변화가 없는 경우에는, 용선막이 우산 형상으로 확산되어, 그 외측에 있어서의 용선도 이어지기 쉬워져 소정 입경 이하로 입자화하기 어렵다(도 5 참조). 한편, 용선의 배출구(4)에 단차(11)가 있는 경우, 즉 유하 단면 내에서 용선의 유속에 속도 변화가 있는 경우에는, 우산 형상의 용선막이 작아지고, 그의 외측에서는 용선이 일정한 입경으로 입자화하고, 또한 그의 입경은 작다(도 4 참조). 이는, 충돌 구조체(5)의 상면(충돌면)에 충돌한 용선의 일부가 용선끼리 서로 충돌하는 것에 의한다고도 생각할 수 있다. 입자화한 용선의 입경이 일정하게 작으면, 냉각수 중에 낙하한 후, 그들의 입자화한 용선은 일정하게 냉각되어 응고하기 때문에, 냉각수 중에서 달라붙기 어렵다. 따라서, 냉각 후의 입선의 입경을 작게 할 수 있어, 수증기 폭발의 우려도 없다.

[0029] 이 실시 형태에서는, 제1 유로(9) 및 제2 유로(10)의 단면을 원형으로 했지만, 각각의 유로(9, 10)의 단면은 원형 이외의 형상이라도 좋다. 단면이 원형인 경우의 유로의 크기는 직경으로 나타낼 수 있는데 대하여, 단면이 원형이 아닌 경우의 유로의 크기는 수력 직경으로 나타낼 수 있다. 수력 직경(DH)은, 단면적(A), 주위 길이(P)를 이용하여 하기로 나타난다.

[0030] $DH=4A/P$

[0031] 제2 유로(10)의 개구 상단 위치에서 제1 유로(9)의 하단과 형성되는 단차(11)는 제2 유로(10)의 상단 개구 주연에서 균등한 것이 바람직하다. 이 단차 부분에서 제1 유로(9) 내를 흐르는 용선에 급속한 속도 변동을 일으켜 제2 유로(10)의 단면 내에서 용선의 속도 분포를 일으키게 하기 위해서는, 제2 유로(10)의 상단 단면의 수력 직경이 제1 유로(9)의 하단 단면의 수력 직경의 80% 이하일 필요가 있다. 한편, 제2 유로(10)의 상단 개구 면적이 지나치게 작으면, 반대로 제2 유로(10)의 단면 내에서 용선의 속도 분포가 생기기 어려워지기 때문에, 제2 유로(10)의 상단 단면의 수력 직경이 제1 유로(9)의 하단 단면의 수력 직경의 10% 이상으로 한다. 또한, 제1 유로(9)의 상단 개구 위치에 있어서 제1 유로(9)의 주연부에 모따기를 실시해도 좋다.

[0032] 또한, 제2 유로(10)의 유로 길이가 지나치게 크면, 제2 유로(10)를 통과하는 사이에 용선의 유속이 안정되어, 배출구(4)로부터 유하하는 용선의 단면 내에서 충분한 속도 분포가 얻어지지 않을 우려가 있다. 이 때문에, 제2 유로(10)의 유로 길이는 제1 유로(9)의 유로 길이보다 작고, 바람직하게는 제2 유로(10)의 유로 길이가 제1 유로(9)의 유로 길이의 50% 이하로 한다. 또한, 제2 유로(10)를 관로로서 생각한 경우, 관로 길이가 커지면, 관로 내벽에서 생기는 경계층이 발달하여, 단차 부분에서 생긴 단면 내에서의 용선의 속도 분포를 무시하게 된다. 이 현상은, 관로 길이가 관로 직경의 20배 정도에서 생긴다고 되어 있기 때문에, 제2 유로(10)의 유로 길이는 제2 유로(10)의 수력 직경의 20배보다 작은 것이 바람직하다. 또한, 제2 유로(10)의 유로 길이는, 제1 유로(9)의 50% 이하와 제2 유로(10)의 수력 직경의 20배 이하의 어느 쪽인가 작은 쪽으로 하면 좋다. 또한, 제2 유로(10)의 유로 길이가 0인 경우에는, 단차(11)에 의한 용선의 급속한 속도 변화의 효과가 얻어지지 않기 때문에, 제2 유로(10)의 유로 길이는 제2 유로(10)의 수력 직경의 1%보다 큰 것이 바람직하다.

[0033] (실시예)

[0034] 이하는, 상기 시뮬레이션에 이용한 용선 배출구 모델의 예이다. 이 모델에서는, 제2 유로(10)의 수력 직경의 크기를 제1 유로(9)의 수력 직경의 76%로 하고, 제2 유로(10)의 유로 길이를 제2 유로(10)의 수력 직경의 7%의 크기로 했다. 시뮬레이션에는, 유체 시뮬레이션의 어플리케이션 소프트웨어인 Ansys사의 Fluent(2021 R1)를 이용했다. 용선을 본뜬 유체의 물성은, 유체 밀도 8000kg/m³, 유체 연도 0.055Pa·s, 유체 표면 장력 0.9N/m로

했다. 가스는, 공기를 상정하여, Fluent에 형성되어 있는 물성값을 이용했다. 계산 조건은, 비정상 계산으로 행하고, 혼상류(混相流)는 VOF(Volume of Fluid)법으로 이용하여, 난류 모델은 고려하지 않고 계산했다. 또한, 수용 용기(3)로부터 배출구(4)로의 유입 조건으로서, 4m/s의 일정한 속도로 유체(용선)가 유입하는 것으로 했다.

[0035] 앞서도 설명한 바와 같이, 배출구(4)의 도중에 단차가 없는 종래의 입선 제조 장치에 의한 충돌 후의 용선의 비산 상태를 도 5에, 하방의 제2 유로(10)의 상단 개구 위치에서 축경 단차(11)가 있는 실시 형태의 입선 제조 장치에 의한 충돌 후의 용선의 비산 상태를 도 4에 나타낸다. 도 5로부터 명백한 바와 같이, 충돌 이전의 용선의 흐름의 단면 내에서 유속의 속도 분포가 없는, 또는 작은, 종래의 입선 제조 장치에서는, 충돌 후에 비산하는 용선막의 우산이 크고, 그 결과, 그의 외측에서는, 입자화한 용선이 이어져 버린다. 이와 같이 입자화한 용선이 이어진 상태에서는, 소정 입경 이하의 입선을 얻기 어렵고, 또한 냉각수 중에서의 냉각에 시간이 걸리기 때문에, 입선끼리가 서로 달라붙기 쉬워진다. 한편, 도 4에 나타내는 바와 같이, 충돌 이전의 용선의 흐름의 단면 내에서 유속의 속도 분포가 큰 실시 형태의 입선 제조 장치에서는, 충돌 후에 비산하는 용선막의 우산이 작다. 이 용선막의 우산이 작은 것은, 비산 상태의 용선이 서로 끊어지기 쉬운 상태에 있는 것을 나타내고 있고, 우산의 외측에서 생기는 용선의 입자는, 입경이 일정하고 또한 작다. 이와 같이 입경이 일정하게 작은 입선은, 냉각수 중에서 신속하게 또한 개개로 냉각되어 응고하기 때문에, 입선끼리 달라붙기 어렵다.

[0036] 이와 같이, 이 실시 형태의 입선 제조 장치에서는, 상방의 제1 유로(9)로부터 하방의 제2 유로(10)에 용선이 유입할 때, 제1 유로(9) 내의 용선은 개구 면적차에 의해 생기는 제2 유로(10)의 입구의 단차(11)에 충돌하여 급속한 속도 변동이 생긴다. 이에 따라 제2 유로(10)로부터 유하하는 용선의 단면 내에서 유속의 속도 분포가 발생하고, 이 속도 분포에 의해 충돌 구조체(5)에 충돌하여 비산하는 용선을 확실하게 입자화시킬 수 있다. 그 결과, 장치의 높이가 규제되는 경우라도, 용선을 소정 입경 이하의 입선으로 하는 것이 가능해진다.

[0037] 또한, 제1 유로(9) 및 제2 유로(10)가 모두 수용 용기(3)의 저부(3a)의 내부에 형성되어 있음으로써, 수용 용기(3)에서 충돌 구조체(5)까지의 용선의 유하 거리를 짧게 할 수 있는 점에서, 장치의 높이 방향의 치수를 작게 하는 것이 가능해진다.

[0038] 또한, 제2 유로(10)의 상단 개구 주연에 균등하게 단차(11)가 형성되어 있음으로써, 제1 유로(9)의 둘레벽부로부터 중앙부로의 용선의 유입량을 증대시켜 용선의 유하 단면 내의 유속의 속도 분포를 크게 하는 것이 가능해진다. 그리고, 이 결과, 충돌 구조체(5)와의 충돌 및 냉각 후의 용선을 확실하게 소정 입경 이하의 입선으로 할 수 있다.

[0039] 또한, 제2 유로(10)의 상단 단면의 수력 직경을 제1 유로(9)의 하단 단면의 수력 직경의 10%~80%의 크기로 함으로써, 제2 유로(10)로부터 유하하는 용선의 단면 내에서 확실하게 유속의 속도 분포를 발생시킬 수 있다.

[0040] 또한, 제2 유로(10)의 유로 길이를 제1 유로(9)의 유로 길이보다 작게 하고, 바람직하게는 제1 유로(9)의 유로 길이의 50% 이하로 함으로써, 제2 유로(10)로부터 유하하는 용선의 단면 내에서의 유속의 속도 분포를 유지할 수 있다.

[0041] 이상, 실시 형태에 따른 입자상 금속 제조 장치에 대해 설명했지만, 본건 발명은, 상기 실시 형태에서 서술한 구성에 한정되는 것이 아니고, 본건 발명의 요지의 범위 내에서 여러 가지 변경이 가능하다. 예를 들면, 상기 실시 형태에서는, 제1 유로(9) 및 제2 유로(10)를 수용 용기(3)의 저부(3a)의 내부에 형성했지만, 이들 유로(9, 10)는 수용 용기(3)의 내부로부터 충돌 구조체(5)를 향하여 용선이 유하할 때까지의 영역에 형성되어 있으면 좋다. 그러나, 제1 유로(9) 및 제2 유로(10)를 수용 용기(3)의 저부(3a)의 내부에 형성함으로써, 수용 용기(3)에서 충돌 구조체(5)까지의 높이 방향의 거리를 단축하여 장치를 소형화할 수 있다.

[0042] 또한, 상기 실시 형태에서는, 용선으로부터 입선을 제조하는 경우에 대해서만 상술했다. 그러나, 본 발명의 입자상 금속 제조 장치는, 용기(3) 내에 수용된 용융 금속을 유하하고, 그것을 충돌 구조체(5)에 충돌시켜 입자화한 후, 응고시켜 입자상 금속을 제조하는 것이면, 어떠한 금속이라도 마찬가지로 적용 가능하다.

부호의 설명

[0043] 3 : 수용 용기(용기)

3a : 저부

4 : 배출구

5 : 충돌 구조체

6 : 수조

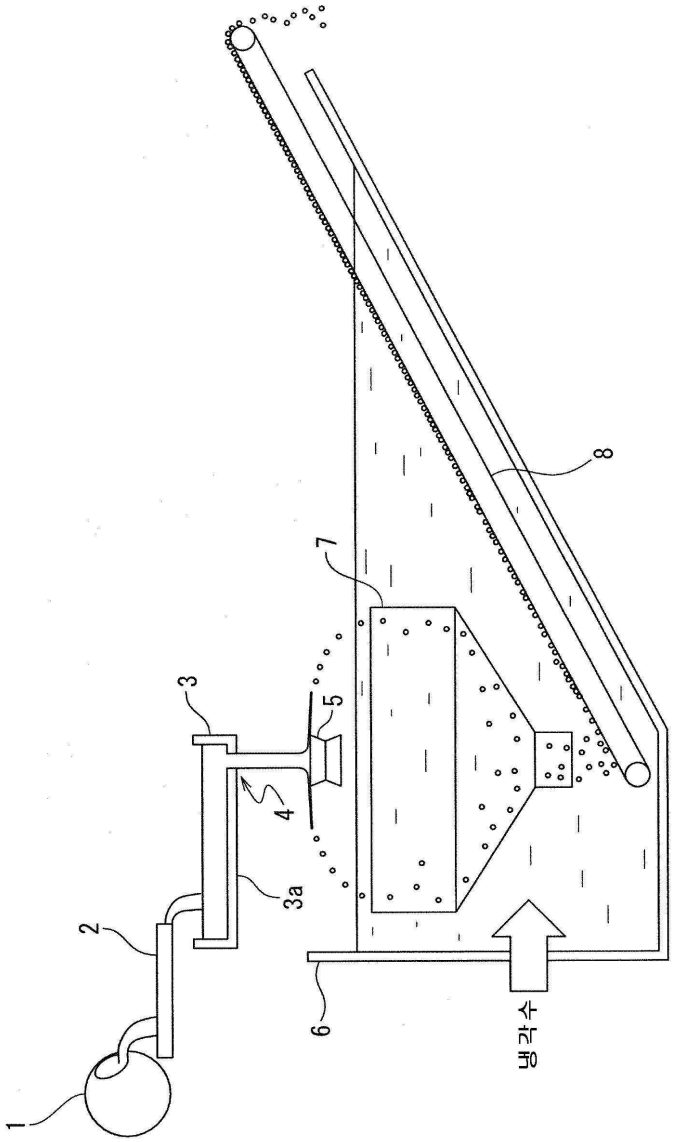
9 : 제1 유로

10 : 제2 유로

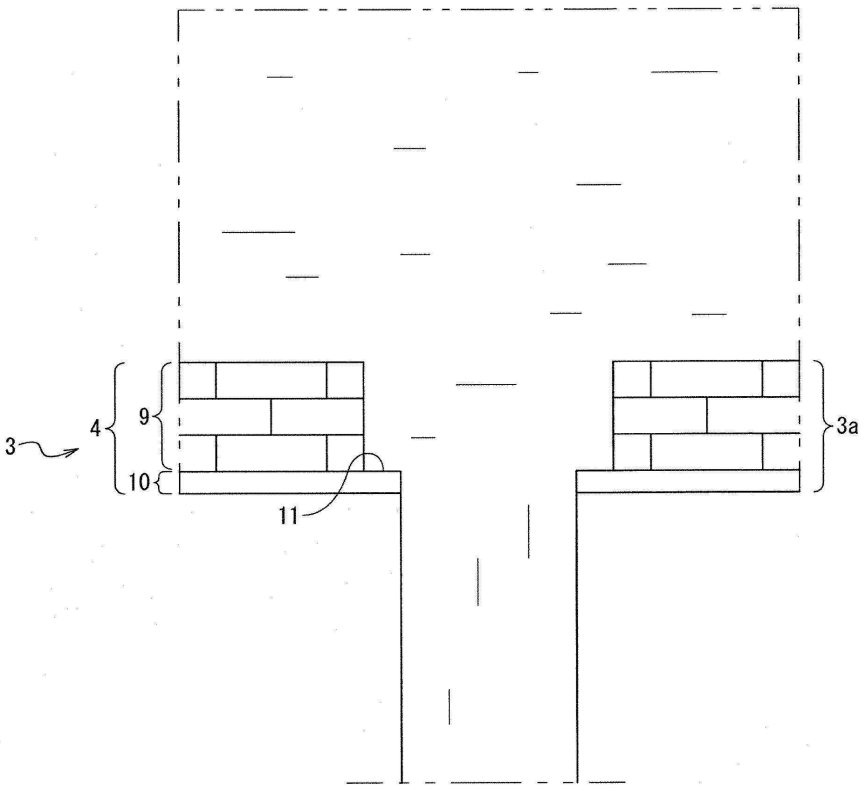
11 : 단차

도면

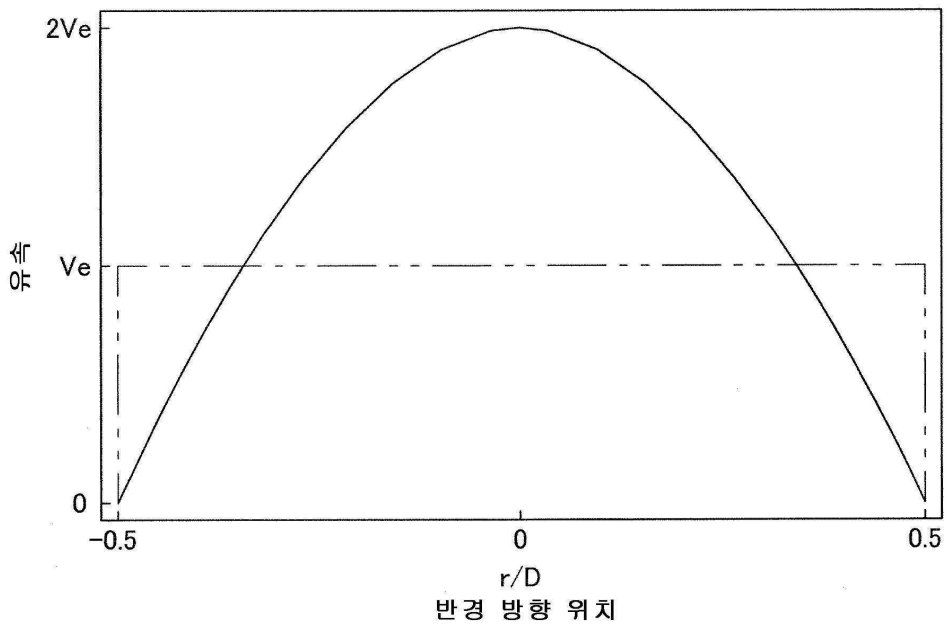
도면1



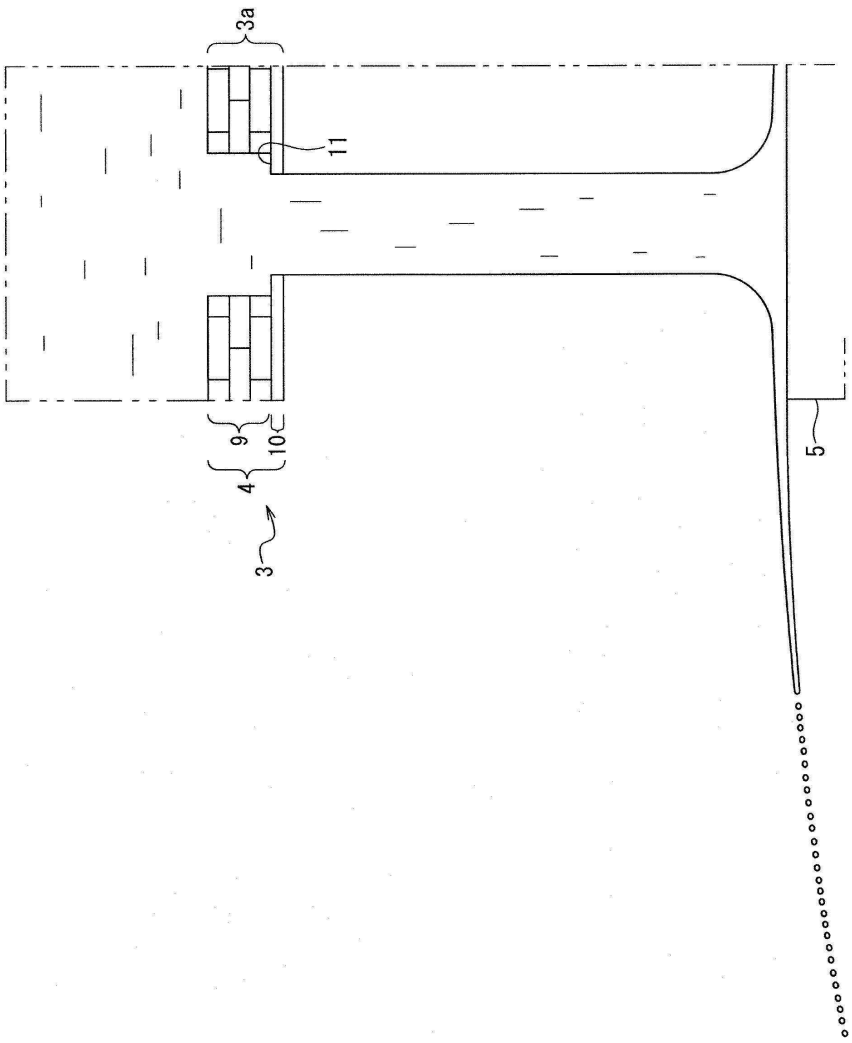
도면2



도면3



도면4



도면5

