



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년09월05일  
 (11) 등록번호 10-1654206  
 (24) 등록일자 2016년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 B22D 11/16 (2006.01) B22D 11/115 (2006.01)  
 B22D 11/20 (2006.01) B22D 41/52 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-0165215  
 (22) 출원일자 2014년11월25일  
 심사청구일자 2014년11월25일  
 (65) 공개번호 10-2016-0062460  
 (43) 공개일자 2016년06월02일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2003126945 A\*  
 KR1019960706383 A\*  
 JP06020628 B2  
 JP4380171 B2  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 주식회사 포스코  
 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)  
 (72) 발명자  
 한상우  
 경상북도 포항시 북구 천마로90번길 11 204-703(양덕동, 2차이편한세상아파트)  
 조현진  
 경상북도 포항시 남구 효성로 55 106-402(효자동, 효자풍림아이원아파트)  
 (74) 대리인  
 남승희

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 이정엽

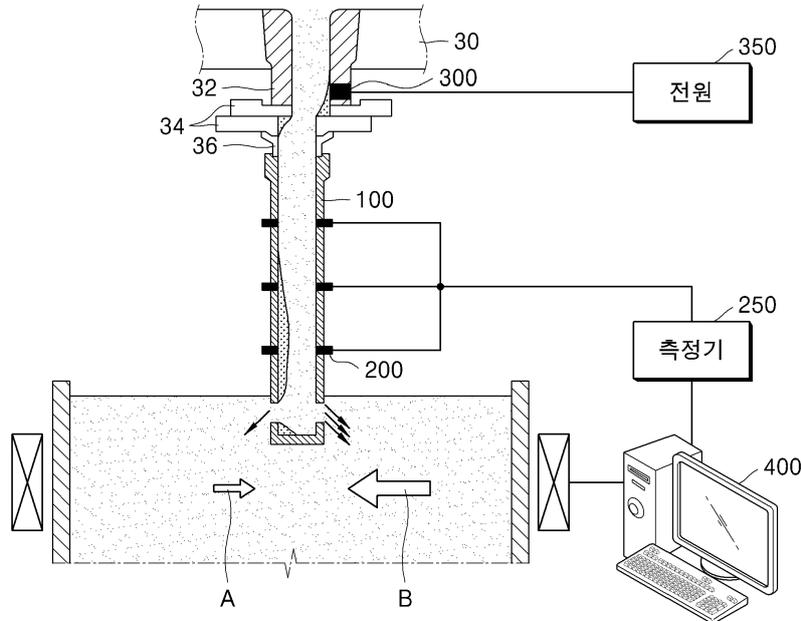
**(54) 발명의 명칭 노즐 막힘 측정 장치, 측정 방법 및 이를 이용한 용강 유동 제어 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 노즐 막힘 측정 장치, 막힘 측정 방법 및 이를 이용한 용강 유동 제어 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 연속 주조 공정 중에 노즐 내부에 부착되는 개재물의 위치 및 두께를 감지하여 상기 노즐로부터 토출되는 용강의 편류를 방지하기 위한 노즐 막힘 측정 장치, 막힘 측정 방법 및 이를 이용한 용강 유동 제어 방법에

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도4



관한 것이다.

본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 장치는, 상단에 유입구가 형성되고, 하단에 토출구가 형성되어 제 1 용기로부터 유입되는 용강을 제 2 용기로 공급하기 위한 노즐; 상기 용강에 외부로부터 전하를 공급하는 인가부; 상기 노즐의 벽면에 설치되어 상기 용강을 통하여 전도되는 전하로부터 저항값을 측정하는 측정부; 및 상기 측정부에 의하여 측정된 저항값으로부터 상기 노즐 내부의 개재물 부착 위치 및 두께를 결정하는 결정부;를 포함한다.

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

상단에 유입구가 형성되고, 하단에 토출구가 형성되어 제 1 용기로부터 유입되는 용강을 제 2 용기로 공급하기 위한 노즐;

상기 용강에 외부로부터 전하를 공급하는 인가부;

상기 노즐의 벽면에 설치되어 상기 용강을 통하여 전도되는 전하로부터 저항값을 측정하는 측정부; 및

상기 측정부에 의하여 측정된 저항값으로부터 상기 노즐 내부의 개재물 부착 위치 및 두께를 결정하는 결정부;를 포함하고,

상기 측정부는,

상기 노즐의 벽면을 관통하며, 상기 노즐의 둘레 및 길이 방향 중 적어도 어느 하나의 방향을 따라 다수 개가 설치되는 측정 전극; 및

상기 측정 전극과 각각 전기적으로 연결되어, 상기 노즐의 둘레 및 길이 방향 중 적어도 어느 하나의 방향을 따른 복수의 위치에서 상기 용강과 측정 전극 간의 저항값을 측정하는 측정기;를 포함하고,

상기 결정부는,

상기 다수 개의 측정 전극 중 개재물이 부착되지 않은 초기 상태의 저항값보다 증가된 저항값이 측정된 측정 전극이 설치된 위치를 상기 노즐의 개재물 부착 위치로 결정하고, 상기 측정된 저항값의 증가량에 따라 개재물의 부착 두께를 결정하는 노즐 막힘 측정 장치.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 토출구는 상기 노즐 하단의 둘레를 따라 적어도 2개 이상이 형성되는 노즐 막힘 측정 장치.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 측정 전극은 전도성을 갖는 내화물로 형성되는 노즐 막힘 측정 장치.

#### 청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 측정 전극은 탄탈늄, 텅스텐, 질화물 반도체 및 그래파이트 중 적어도 어느 하나의 재질로 형성되는 노즐 막힘 측정 장치.

**청구항 8**

제 1 용기로부터 유입되는 용강을 제 2 용기로 공급하는 노즐 내의 개재물 부착 위치 및 두께를 측정하는 방법으로서,

상기 용강에 전하를 공급하는 과정;

상기 용강을 통하여 상기 노즐로 전도되는 전하로부터 저항값을 측정하는 과정; 및

상기 측정된 저항값으로부터 상기 노즐 내부의 개재물 부착 위치 및 두께를 결정하는 과정;을 포함하고,

상기 저항값을 측정하는 과정은,

상기 노즐의 벽면을 관통하며, 상기 노즐의 둘레 및 길이 방향 중 적어도 어느 하나의 방향을 따라 다수 개가 설치되는 측정 전극에 의하여 복수의 위치에서 상기 용강과 측정 전극 간의 저항값을 측정하고,

상기 개재물 부착 위치 및 두께를 결정하는 과정은,

상기 다수 개의 측정 전극 중 개재물이 부착되지 않은 초기 상태의 저항값보다 증가된 저항값이 측정된 측정 전극이 설치된 위치를 상기 노즐의 개재물 부착 위치로 결정하고, 상기 측정된 저항값의 증가량에 따라 개재물의 부착 두께를 결정하는 노즐 막힘 측정 방법.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

청구항 8에 있어서,

상기 제 1 용기와 제 2 용기는 텀디쉬와 주형이고,

상기 노즐은 침지 노즐인 노즐 막힘 측정 방법.

**청구항 12**

노즐 내부의 막힘 정도를 측정하여 용기 내에 공급되는 용강의 편류를 방지하기 위한 용강 유동 제어 방법으로서,

청구항 8 및 청구항 11 중 어느 하나의 방법으로 노즐 내부의 개재물 부착 위치 및 두께를 측정하는 과정; 및

상기 측정된 개재물의 부착 위치 및 두께에 따라 공급되는 용강의 유동을 제어하는 과정;을 포함하는 용강 유동 제어 방법.

**청구항 13**

청구항 12에 있어서,

상기 용강의 유동을 제어하는 과정은, 상기 개재물의 부착 위치 및 두께에 따라 상기 노즐로부터 토출되는 용강

에 서로 다른 전자기력을 가하여 용강의 유동을 제어하는 용강 유동 제어 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 노즐 막힘 측정 장치, 측정 방법 및 이를 이용한 용강 유동 제어 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 연속 주조 공정 중에 노즐 내벽에 부착되는 개재물의 위치 및 두께를 감지하여 상기 노즐로부터 토출되는 용강의 편류를 방지하기 위한 노즐 막힘 측정 장치, 측정 방법 및 이를 이용한 용강 유동 제어 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적인 연속 주조 공정은 레이블에 수용된 용강을 턴디쉬로 주입하고, 턴디쉬에서 주입된 용강을 주형에 연속적으로 주입시켜 용강을 1차 냉각시킨 후 1차 냉각된 주편의 표면에 냉각수를 살수하여 2차 냉각시킴에 따라 용강을 응고시켜 주편을 제조하는 공정이다.

[0003] 연속 주조 공정에서 침지 노즐은 턴디쉬에 담겨진 용강을 주형으로 주입하는 노즐 구조체로서 슬래그 하단의 슬래그 라인 아래로 침지되어 있다. 침지 노즐은 주형 내부로 흐르는 용강의 보온과 주형 내의 용강 흐름의 안정 및 공기의 유입을 차단하는 역할을 하며 통상 내화물로 만들어진다.

[0004] 용강 중에는 알루미늄( $Al_2O_3$ )성 개재물들이 존재하는데, 부상 분리에 의하여 제거되지 않은 미세 개재물들은 턴디쉬와 주형을 연결하는 침지 노즐의 내벽에 부착되어 침지 노즐의 막힘 원인으로 작용한다. 그러나, 현재까지 침지 노즐의 막힘 현상을 완전히 방지한 기술은 나타나지 않은 실정이며, 제선 공정에서 탈산시 발생하는 용강 내의 개재물이 존재하는 한 침지 노즐 막힘의 완전한 제거는 어려운 것으로 알려져 있다.

[0005] 상기와 같은 침지 노즐의 막힘 현상은 조업에 상당히 부정적인 역할을 미치게 된다. 예를 들어, 노즐 막힘으로 인한 토출량 확보의 어려움, 노즐의 막힘과 뚫림이 반복되면서 나타나게 되는 주형 레벨의 헌팅(hunting) 현상 및 급속한 노즐 막힘으로 인한 주조 중단 등이 대표적인 문제점이다. 따라서, 이러한 침지 노즐 내벽에 부착되는 개재물의 부착 위치 및 두께를 감지하여 침지 노즐로부터 토출되는 용강의 편류를 방지하기 위한 방안이 요구된다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0006] (특허문헌 0001) KR 10-1998-0043983 A

(특허문헌 0002) KR 10-2011-0121041 A

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명은 노즐 내벽에 부착되는 개재물의 위치 및 두께를 정확하게 측정할 수 있는 노즐 막힘 측정 장치, 측정 방법 및 이를 이용한 용강 유동 제어 방법을 제공한다.

[0008] 또한, 본 발명은 측정된 개재물의 위치 및 두께에 의하여 노즐로부터 토출되는 용강의 유동량을 예측하고, 이를 제어하여 주형 내의 용강의 편류를 방지할 수 있는 노즐 막힘 측정 장치, 측정 방법 및 이를 이용한 용강 유동 제어 방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

- [0009] 본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 장치는, 상단에 유입구가 형성되고, 하단에 토출구가 형성되어 제 1 용기로부터 유입되는 용강을 제 2 용기로 공급하기 위한 노즐; 상기 용강에 외부로부터 전하를 공급하는 인가부; 상기 노즐의 벽면에 설치되어 상기 용강을 통하여 전도되는 전하로부터 저항값을 측정하는 측정부; 및 상기 측정부에 의하여 측정된 저항값으로부터 상기 노즐 내부의 개재물 부착 위치 및 두께를 결정하는 결정부;를 포함한다.
- [0010] 상기 토출구는 상기 노즐 하단의 둘레를 따라 적어도 2개 이상이 형성될 수 있다.
- [0011] 상기 측정부는, 상기 노즐의 벽면을 관통하여 설치되는 측정 전극; 및 상기 측정 전극과 전기적으로 연결되어 상기 용강과 상기 측정 전극 간의 저항값을 측정하는 측정기;를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 측정 전극은 상기 노즐의 둘레를 따라 다수 개가 설치될 수 있다.
- [0013] 상기 측정 전극은 상기 노즐의 길이 방향으로 다수 개가 설치될 수 있다.
- [0014] 상기 측정 전극은 전도성을 갖는 내화물로 형성될 수 있다.
- [0015] 상기 측정 전극은 탄탈늄, 텅스텐, 질화물 반도체 및 그래파이트 중 적어도 어느 하나의 재료로 형성될 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 방법은, 제 1 용기로부터 유입되는 용강을 제 2 용기로 공급하는 노즐 내의 개재물 부착 위치 및 두께를 측정하는 방법으로서, 상기 용강에 전하를 공급하는 과정; 상기 용강을 통하여 상기 노즐로 전도되는 전하로부터 저항값을 측정하는 과정; 및 상기 측정된 저항값으로부터 상기 노즐 내부의 개재물 부착 위치 및 두께를 결정하는 과정;을 포함한다.
- [0017] 상기 저항값을 측정하는 과정은, 상기 노즐의 둘레 및 길이 방향 중 적어도 어느 하나의 방향을 따라 복수의 위치에서 저항값을 측정할 수 있다.
- [0018] 상기 개재물 부착 위치 및 두께를 결정하는 과정은, 개재물이 부착되지 않은 초기 상태의 저항값과 상기 측정된 저항값을 비교하여 개재물의 부착 위치 및 두께를 결정할 수 있다.
- [0019] 상기 제 1 용기와 제 2 용기는 턴디쉬와 주형이고, 상기 노즐은 침지 노즐일 수 있다.
- [0020] 뿐만 아니라, 본 발명의 실시 예에 따른 용강 유동 제어 방법은, 노즐 내부의 막힘 정도를 측정하여 용기 내에 공급되는 용강의 편류를 방지하기 위한 용강 유동 제어 방법으로서, 전술한 어느 하나의 방법으로 노즐 내부의 개재물 부착 위치 및 두께를 측정하는 과정; 및 상기 측정된 개재물의 부착 위치 및 두께에 따라 공급되는 용강의 유동을 제어하는 과정;을 포함한다.
- [0021] 상기 용강의 유동을 제어하는 과정은, 상기 개재물의 부착 위치 및 두께에 따라 상기 노즐로부터 토출되는 용강에 서로 다른 전자기력을 가하여 용강의 유동을 제어할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0022] 본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 장치, 측정 방법 및 이를 이용한 용강 유동 제어 방법에 의하면, 저항값의 변화를 이용하여 노즐 내부의 막힘 정도를 정확하게 측정할 수 있다.
- [0023] 또한, 개재물이 부착되지 않은 상태의 저항값과 개재물의 부착으로 인한 저항값을 비교하여 개재물의 부착 위치 및 부착 두께를 용이하게 측정할 수 있다.
- [0024] 뿐만 아니라, 본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 장치, 측정 방법 및 이를 이용한 용강 유동 제어 방법에 의하면 용강에 전하를 공급하여 측정된 저항값으로부터 개재물의 부착 위치, 부착 두께 및 침지 노즐의 토출구로부터 공급되는 용강의 유동량을 예측할 수 있으며, 이를 주형 내의 유동 제어 방법과 연동하여, 탕면 불안정 및 슬래그 혼입의 원인이 되는 용강의 편류를 방지할 수 있게 되며, 주편 내의 슬래그 결합의 가능성을 현저

하게 낮출 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0025] 도 1은 일반적인 연속 주조 설비를 나타내는 개략도.
- 도 2는 노즐 내에 개재물이 부착되는 모습을 나타내는 단면도.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 노즐에 측정 전극이 설치되는 모습을 나타내는 도면.
- 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 장치를 개략적으로 나타내는 구성도.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 방법을 나타내는 흐름도.
- 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 측정부로부터 측정되는 저항값을 나타내는 그래프.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0026] 본 발명에 따른 노즐 막힘 측정 장치, 측정 방법 및 이를 이용한 용강 유동 제어 방법은 연속 주조 공정 중에 노즐 내부에 부착되는 개재물의 위치 및 두께를 감지하여 상기 노즐로부터 토출되는 용강의 편류를 방지할 수 있는 기술적 특징을 제시한다.
- [0027] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.
- [0028] 일반적으로 연속 주조 설비는 제강 공정에서 생산된 용강을 레이들에 담아 이송하여 연속 주조 공정에서 쉬라우드 노즐을 사용하여 턴디쉬에 받고, 이후 침지 노즐에 의하여 주형으로 공급하여 원하는 크기의 주편으로 연속 생산하는 설비이다.
- [0029] 도 1은 일반적인 연속 주조 설비를 보여주는 개략도이다. 도 1을 참조하여 연속 주조 설비를 보다 구체적으로 설명하면, 먼저 용강을 수송하는 레이들(10)이 레이들 터렛 유닛(20)에 안착되어 교대로 턴디쉬(30)의 상부에 위치된다. 이때, 레이들 터렛 유닛(20)은 회전 구동되는 스윙 타워(21)의 양측에 레이들(10)을 안착시킬 수 있도록 된 레이들 받침대(23)가 각각 구비됨으로써 레이들 받침대(13)에 적어도 2개 이상의 레이들(10)을 안착시키고, 스윙 타워(21)의 회전에 의해 레이들(10)을 교대로 턴디쉬(30)의 상부에 위치시키는 것이다. 그리고, 턴디쉬(30)의 하부에는 용강을 소정의 두께와 폭을 갖는 주편으로 생산하는 주형(40)이 설치되며, 주형(40)의 하부에는 주편을 안내하는 복수 개의 핀치 롤(41)이 설치된다. 이때, 레이들(10)의 저면에는 콜렉터 노즐(11, Collector Nozzle)이 구비되고, 상기 콜렉터 노즐(11)과 연결되어 레이들(10) 내부의 용강을 턴디쉬(30)로 포어링(Pouring)시키는 쉬라우드 노즐(51; Shroud Nozzle)이 설치되며, 턴디쉬(30)의 저면에는 용강을 주형(40)으로 유출시키는 통로인 침지 노즐(100)이 설치된다. 여기서 미설명 부호 50은 노즐 장착 유닛을 말한다.
- [0030] 이와 같은 연속 주조 설비에 대하여 본 발명의 실시 예에서는 제 1 용기 및 제 2 용기는 턴디쉬 및 주형에 각각 대응되며, 노즐은 침지 노즐을 의미하는 것으로 예를 들어 설명하나, 상기 용기 및 노즐은 이에 한정되는 것은 아니고 제 1 용기에 수용된 용강을 제 2 용기에 공급하며 내벽에 개재물이 부착될 수 있는 어떠한 종류의 용기 및 노즐에도 적용이 가능함은 물론이다.
- [0031] 도 2는 노즐 내에 개재물이 부착되는 모습을 나타내는 단면도이다.
- [0032] 일관 제철 공정 중 정련 공정에서는 용선 중의 산소를 제거하기 위한 방법으로 알루미늄을 투입하고 있다. 투입된 알루미늄( $Al_2O_3$ )은 산소와 반응하여 개재물 즉, 알루미늄산화물 형성하게 되는데, 이 중 대체로 크기가 큰 개재물은 부상 분리되어 제거되지만, 작은 크기를 갖는 개재물은 용강의 유동에 따라 이동하게 된다. 연속 주조 공정에서 이러한 개재물은 턴디쉬(30)에서 다시 부상 분리될 수도 있으나, 주형(40)으로 이동하는 과정에서 침지 노즐(100)의 내화물과 반응하여 노즐 내벽에 부착된다.

- [0033] 상기와 같은 과정에서 발생하는 침지 노즐(100) 내 개재물의 부착은 주형(40) 내의 용강의 유동을 변화시키게 되고, 이때 일반적으로 침지 노즐(100)의 양측에 형성되는 토출구(120)로부터 토출되는 용강의 양이 서로 달라지게 된다. 이러한 토출되는 용강량의 불균형은 주형(40) 내 탕면의 불안정을 야기하게 되고, 소용돌이(vortex) 현상 등으로 인하여 탕면의 슬래그가 혼입되어 주편의 응고층에 붙게 되면서 제품의 결함을 발생시키게 된다. 따라서, 이러한 침지 노즐(100) 내 개재물의 부착 위치 및 두께를 감지하여 침지 노즐(100)로부터 토출되는 용강의 편류를 방지하기 위한 방안이 요구된다.
- [0034] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 노즐에 측정 전극이 설치되는 모습을 나타내는 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 장치를 개략적으로 나타내는 구성도이다.
- [0035] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 장치는, 상단에 유입구(110)가 형성되고, 하단에 토출구(120)가 형성되어 제 1 용기로부터 유입되는 용강을 제 2 용기로 공급하기 위한 노즐(100); 상기 용강에 외부로부터 전하를 공급하는 인가부(300, 350); 상기 노즐(100)의 벽면에 설치되어 상기 용강을 용강을 통하여 전도되는 전하로부터 저항값을 측정하는 측정부(200, 250); 및 상기 측정부에 의하여 측정된 저항값으로부터 상기 노즐(100) 내부의 개재물 부착 위치 및 두께를 결정하는 결정부(400);를 포함한다.
- [0036] 노즐 즉, 침지 노즐(100)은 상단에 턴디쉬(30)로부터 용강이 유입되는 유입구(110)가 형성되고, 하단에 주형(40)으로 용강을 공급하기 위한 토출구(120)가 형성된다. 또한, 상기 토출구(120)는 상기 노즐 하단의 둘레를 따라 적어도 2개 이상이 형성될 수 있다. 침지 노즐(100)의 토출구(120)가 하단이 개구되어 형성되는 경우에도 노즐 내벽에 부착되는 개재물에 의하여 용강의 편류가 발생할 수도 있음은 물론이나, 토출구(120)가 침지 노즐(100)의 하단의 둘레를 따라 적어도 2개 이상이 형성되는 일반적인 침지 노즐(100)의 경우에 상기 노즐의 측면으로 토출되는 용강에 의하여 보다 큰 편류가 발생하게 된다. 이하에서는 토출구(120)가 침지 노즐(100)의 하단 양 측면에 형성되는 경우를 예로 들어 설명하기로 하나, 본 발명의 실시 예에 따른 침지 노즐(100)의 구조는 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0037] 인가부는 외부로부터 용강에 전하를 공급한다. 인가부는 용강에 접속되는 인가 전극(300) 및 외부로부터 상기 인가 전극(300)으로 전하를 공급하기 위한 전원(350)을 포함할 수 있다. 여기서, 인가 전극(300)이 설치되는 위치는 제한되지 않는다. 즉, 턴디쉬(30)의 상부 또는 측벽을 관통하여 설치되거나, 턴디쉬(30)의 하부에 장착되는 상부 노즐(32), 슬라이딩 게이트(34), 하부 노즐(36) 및 침지 노즐(100)의 각 벽면을 관통하여 설치되는 등 외부로부터 용강에 전하를 공급하기 위한 다양한 구성이 적용될 수 있음은 물론이다.
- [0038] 측정부는 침지 노즐(100)의 벽면에 설치되고, 인가부에 의하여 공급되어 용강을 통하여 전도되는 전하로부터 저항값을 측정한다. 여기서, 측정부는, 침지 노즐(100)의 벽면을 관통하여 설치되는 측정 전극(200); 및 상기 측정 전극(200)과 전기적으로 연결되어 상기 용강과 상기 측정 전극(200) 간의 저항값을 측정하는 측정기(250);를 포함할 수 있다.
- [0039] 측정 전극(200)은 침지 노즐(100)의 벽면을 관통하여 상기 침지 노즐(100)의 둘레를 따라 다수 개가 설치될 수 있다. 도 3에서는 침지 노즐(100)의 둘레를 따라 8개의 측정 전극(200)이 설치되는 모습을 도시하였으나, 측정 전극(200)의 수는 이에 제한되는 것은 아니며, 침지 노즐(100)의 내벽에 부착되는 개재물의 위치를 특정하기 위한 다양한 배치와 개수로 형성될 수 있음은 물론이다.
- [0040] 또한, 상기 측정 전극(200)은 침지 노즐(100)의 길이 방향을 따라 다양한 위치에 설치될 수 있으며, 노즐 내부의 막힘 여부를 보다 정밀하게 측정하기 위하여 상기 노즐의 길이 방향으로 다수 개가 설치될 수도 있다. 즉, 침지 노즐(100)의 둘레 및 길이 방향을 따라 다수 개의 측정 전극(200)을 노즐의 벽면에 설치하여 노즐 내부의 막힘이 발생하는 위치 및 부착되는 개재물의 두께를 더욱 정밀하게 측정할 수 있게 된다.
- [0041] 측정 전극(200)은 저항값을 측정하기 위하여 전도성을 갖는 금속으로 형성될 수 있으나, 약 1600℃를 갖는 용강의 온도를 고려할 때 상기 측정 전극(200)은 전도성을 갖는 내화물로 형성되는 것이 바람직하다. 따라서, 측정 전극(200)은 용강에 비해 상대적으로 높은 용융점을 갖는 금속인 탄탈늄 또는 텅스텐 등으로 형성되거나, 전도성을 갖는 질화알루미늄(AlN) 또는 질화붕소(BN) 등의 질화물 반도체 또는 그래파이트(C) 등으로 형성될 수 있다.
- [0042] 측정기(250)는 전술한 측정 전극(200)과 전기적으로 연결되어 용강과 측정 전극(200) 간의 저항값을 측정한다. 여기서 저항값은 용강을 통하여 측정 전극(200)으로 전도되는 전하의 흐름으로부터 측정되며, 전기 전도도, 전

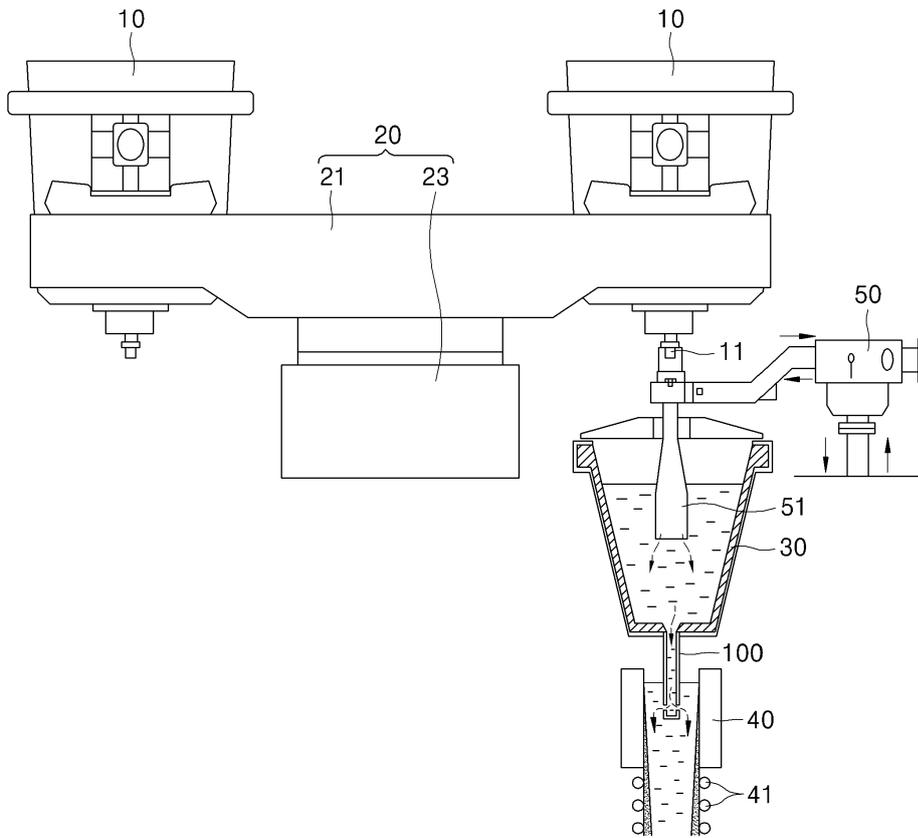
류량, 전압의 크기 등 상기 저항값으로부터 직접 산출될 수 있는 모든 수치에 대응될 수 있다. 또한, 상기 측정기(250)는 전류계, 전압계 등 인가부로부터 전하가 공급되는 용강과 측정 전극(200) 간의 저항값을 측정하기 위한 다양한 구성의 측정기(250)를 사용할 수 있음은 물론이다.

- [0043] 결정부(400)는 상기한 측정부에 의하여 측정된 저항값으로부터 침지 노즐(100) 내벽에 부착된 개재물의 부착 위치 및 두께를 결정한다. 침지 노즐(100)의 내벽에 부착되는 개재물 즉, 알루미늄이나 전도성 물질이 아니므로, 침지 노즐(100)의 내벽에 이러한 개재물이 부착되는 경우 상기 개재물은 저항으로 작용하게 된다. 따라서, 전하가 공급되는 용강과 개재물이 부착된 위치의 측정 전극(200) 사이의 저항값은 개재물에 의하여 그 값이 증가하게 되고, 이와 같은 저항의 유무와 저항값의 크기에 의하여 침지 노즐(100) 내벽의 개재물 부착 위치 및 부착 두께를 알 수 있게 된다. 결정부(400)에 의하여 침지 노즐(100) 내벽의 개재물 부착 위치 및 부착 두께를 결정하는 과정에 대하여는 노즐 막힘 측정 방법과 관련하여 후술하기로 한다.
- [0044] 이하에서, 본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 방법 및 이를 이용한 용강 유동 제어 방법에 대하여 상세히 설명한다. 이에 있어서 전술한 노즐 막힘 측정 장치와 중복되는 내용은 생략하기로 한다.
- [0045] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 방법을 나타내는 흐름도이고, 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 측정부로부터 측정되는 저항값을 나타내는 그래프이다.
- [0046] 도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 방법은 제 1 용기로부터 유입되는 용강을 제 2 용기로 공급하는 노즐 내의 개재물 부착 위치 및 두께를 측정하는 방법으로서, 상기 용강에 전하를 공급하는 과정(S100); 상기 용강을 통하여 상기 노즐로 전도되는 전하로부터 저항값을 측정하는 과정(S200); 및 상기 측정된 저항값으로부터 상기 노즐 내부의 개재물 부착 위치 및 두께를 결정하는 과정(S300);을 포함한다.
- [0047] 용강에 전기장을 인가하는 과정(S100)에서 인가부는 외부로부터 용강에 전하를 공급한다. 여기서, 인가부는 용강에 접속되기 위한 인가 전극(300) 및 외부로부터 상기 인가 전극(300)으로 전하를 공급하기 위한 다양한 구성의 전원(350)을 포함할 수 있음은 전술한 바와 같다.
- [0048] 전도성 물질인 용강을 통하여 침지 노즐(100)로 전도되는 전하로부터 저항값을 측정하는 과정(S200)에서 측정부는 침지 노즐(100)의 벽면에 설치되어 인가부에 의하여 공급되고, 용강을 통하여 전도되는 전하의 흐름에 의하여 저항값을 측정한다. 여기서, 측정부는 침지 노즐(100)의 벽면을 관통하여 설치되는 측정 전극(200); 및 상기 측정 전극(200)과 전기적으로 연결되어 상기 용강과 측정 전극(200) 간의 저항값을 측정하는 측정기(250);를 포함할 수 있음은 전술한 바와 같다.
- [0049] 저항값을 측정하는 과정(S200)은 침지 노즐(100)의 벽면을 관통하여 상기 침지 노즐(100)의 둘레 및 길이 방향 중 적어도 어느 하나의 방향을 따라 다수 개가 설치되는 측정 전극(200)에 의하여 복수의 위치에서 저항값을 측정할 수 있다. 상기와 같이 침지 노즐(100)의 둘레 및 길이 방향을 따라 설치된 다수 개의 측정 전극(200)으로부터 저항값을 측정하는 경우 노즐 내부의 막힘이 발생하는 위치 및 부착되는 개재물의 두께를 더욱 정밀하게 측정할 수 있게 된다.
- [0050] 전술한 과정에 의하여 측정된 저항값으로부터 침지 노즐(100) 내부의 개재물 부착 위치 및 두께를 결정하는 과정(S300)에서 결정부(400)는 측정부에 의하여 측정된 저항값으로부터 침지 노즐(100) 내벽에 부착된 개재물의 부착 위치 및 두께를 결정한다.
- [0051] 도 6에 도시된 바와 같이, 침지 노즐(100) 내벽에 개재물이 부착되어 노즐 내부의 막힘이 진행될수록 개재물이 부착된 위치의 측정 전극(200)으로부터 측정되는 저항값은 증가하게 된다. 이러한 저항값의 발생 여부 및 저항값의 크기에 의하여 침지 노즐(100) 내벽에 개재물이 부착되는 위치와 개재물이 부착되는 두께를 알 수 있다. 즉, 개재물이 부착되지 않아 노즐 막힘이 발생하지 않은 초기 상태의 저항값에서 저항값이 증가하기 시작하게 되면 해당 측정 전극(200)이 설치되는 위치에 대응하는 노즐 내벽에 개재물이 부착되고 있는 것을 알 수 있으며, 이러한 저항값의 증가량이 커질수록 개재물의 부착 두께는 점점 증가하고 있는 것으로 결정할 수 있다. 뿐만 아니라, 각 측정 전극(200)으로부터 측정되는 저항값을 상대적으로 비교하여 개재물의 부착 정도를 확인할 수도 있음은 물론이다.
- [0052] 이를 위하여, 본 발명의 실시 예에 따른 노즐 막힘 측정 방법은 개재물이 부착되지 않은 초기 상태의 용강과 측정 전극(200) 간의 저항값을 마련하는 과정을 더 포함할 수 있으며, 침지 노즐(100) 내부의 개재물 부착 위치 및 두께를 결정하는 과정(S300)에서 상기의 초기 상태의 저항값과 각 측정 전극(200)으로부터 측정된 저항값을

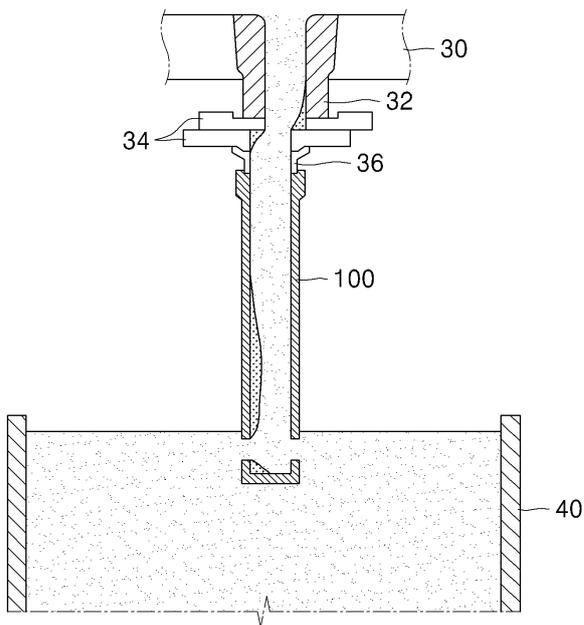


도면

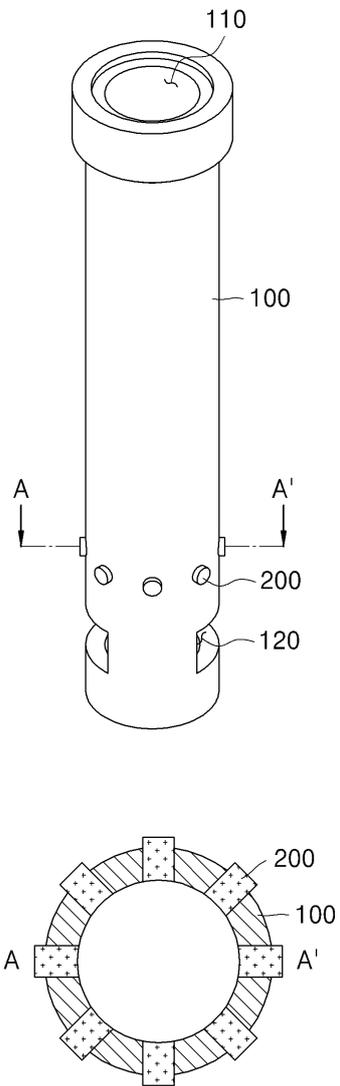
도면1



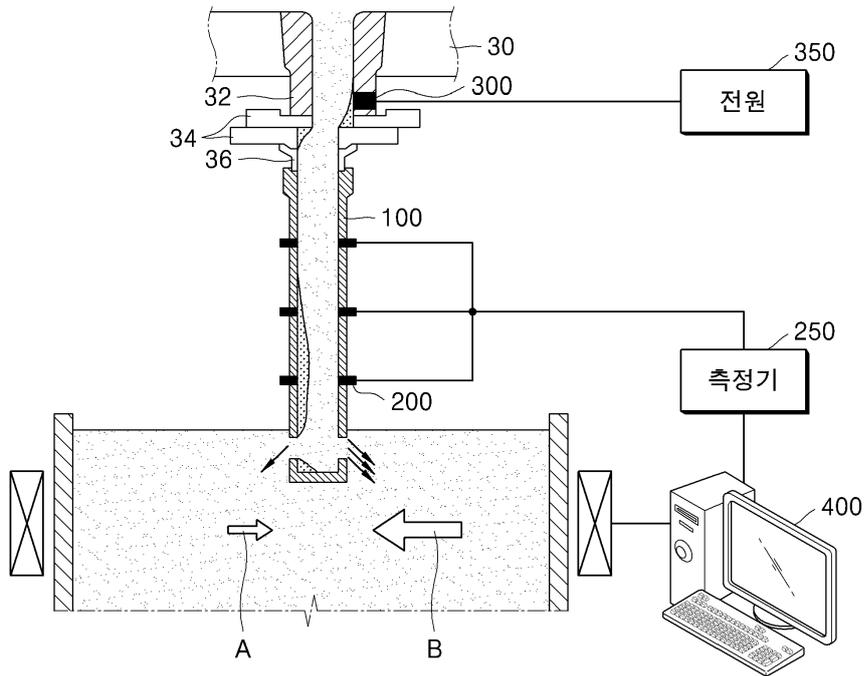
도면2



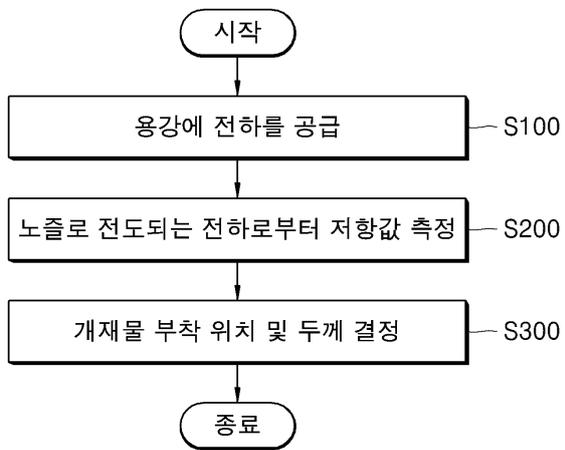
도면3



도면4



도면5



도면6

