



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년04월19일
(11) 등록번호 10-2388115
(24) 등록일자 2022년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21B 37/58 (2006.01) B21B 1/00 (2006.01)
B22D 11/06 (2006.01) B22D 11/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B21B 37/58 (2013.01)
B21B 1/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7011179
(22) 출원일자(국제) 2019년10월21일
심사청구일자 2021년04월15일
(85) 번역문제출일자 2021년04월15일
(65) 공개번호 10-2021-0059753
(43) 공개일자 2021년05월25일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2019/041319
(87) 국제공개번호 WO 2020/085305
국제공개일자 2020년04월30일
(30) 우선권주장
JP-P-2018-198356 2018년10월22일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2000343183 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 6 항

(73) 특허권자
닛폰세이테츠 가부시카이가이샤
일본 도쿄도 치요다꾸 마루노우찌 2쵸메 6방 1고
(72) 발명자
닛쿠니 다이ске
일본 1008071 도쿄도 치요다꾸 마루노우찌 2쵸메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카이가이샤 내
시라이시 도시유키
일본 1008071 도쿄도 치요다꾸 마루노우찌 2쵸메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카이가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 최인호, 성재동

심사관 : 정순오

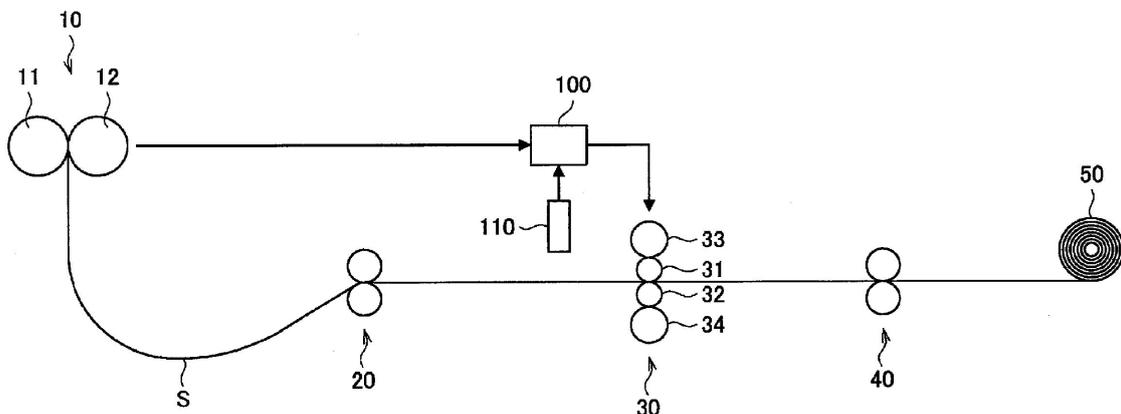
(54) 발명의 명칭 주편의 제조 방법 및 제어 장치

(57) 요약

본 발명에 따르면, 주편의 주조 개시 전에 취득된 주조 드럼을 지지하는 하우스의 변형 특성과 주조 드럼을 압하하는 압하계의 변형 특성을 나타내는 주조 드럼 하우스 압하계 변형 특성을 사용하여, 식 1((압연기 입측의 추정 판 두께)=(주조 실린더의 압하 위치)+(주조 드럼의 탄성 변형)+(주조 드럼 하우스 압하계 변형)+(주조 드럼의 드럼 프로파일)-(압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 주조 드럼의 탄성 변형))에 의해 주편의 폭 방향의 양단부의 추정 판 두께를 산출하고, 식 1에 의해 산출된 추정 판 두께에 기초하여, 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율을 산출하고, 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분이 소정의 범위가 되도록, 압연기의 압하 위치를 조정하는, 주편의 제조 방법이 제공된다.

대표도

1



(52) CPC특허분류

B22D 11/06 (2013.01)

B22D 11/12 (2013.01)

(72) 발명자

사다노 유타카

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카이가이샤 내

미야자키 마사후미

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카이가이샤 내

(56) 선행기술조사문헌

JP2003039108 A*

JP2009285694 A*

JP2013075326 A*

KR1020020050434 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

회전하는 한 쌍의 주조 드럼에 의해 금속 용탕을 응고시켜서 주편을 주조하는 쌍 드럼식 연속 주조 장치와, 주조된 상기 주편을 한 쌍의 워크 롤에 의해 압연하는 압연기를 사용하여 주편을 제조하는 주편의 제조 방법에 있어서,

상기 주편의 주조 개시 전에 취득된 상기 주조 드럼을 지지하는 하우징의 변형 특성과 상기 주조 드럼을 압하하는 압하계의 변형 특성을 나타내는 주조 드럼 하우징 압하계 변형 특성을 사용하여, 하기의 식 1에 의해 상기 주편의 폭 방향의 양단부의 추정 판 두께를 산출하고,

상기 식 1에 의해 산출된 상기 추정 판 두께에 기초하여, 상기 압연기의 입측에 있어서의 상기 양단부의 판 두께의 차인 입측 웨지와 상기 주편의 입측 판 두께의 비율을 나타내는 입측 웨지 비율을 산출하고,

상기 압연기의 출측에 있어서의 상기 양단부의 판 두께의 차인 출측 웨지와 상기 주편의 출측 판 두께의 비율을 나타내는 출측 웨지 비율을 산출하고,

상기 입측 웨지 비율과 상기 출측 웨지 비율의 차분이 소정의 범위가 되도록, 상기 압연기의 압하 위치를 조정하는, 주편의 제조 방법.

(압연기 입측의 추정 판 두께)=(주조 실린더의 압하 위치)

+ (주조 드럼의 탄성 변형)

+ (주조 드럼 하우징 압하계 변형)

+ (주조 드럼의 드럼 프로필)

- (압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 주조 드럼의 탄성 변형) ... 식 1

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 출측 웨지 비율의 산출에 사용되는 출측 판 두께는, 롤 바이트 바로 아래에서의 상기 주편의 폭 방향의 위치 정보를 사용하여, 하기의 식 2에 의해 추정되는, 주편의 제조 방법.

(압연기 출측의 추정 판 두께)=(압연 실린더의 압하 위치)

+ (워크 롤의 탄성 변형)

+ (압연기 하우징 압하계 변형)

+ (워크 롤의 롤 프로필)

- (압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 워크 롤의 탄성 변형) ... 식 2

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 출측 웨지 비율의 산출에 사용되는 출측 판 두께는, 상기 압연기의 출측에 있어서의 주편의 판 두께의 실측값인, 주편의 제조 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 주조 드럼 하우징 압하계 변형 특성은, 상기 주조 드럼의 폭 방향 단부에 마련된 한 쌍의 사이드 위어를 개방하고, 상기 주조 드럼 사이에 상기 주조 드럼의 드럼 길이보다도 판 폭이 길고 판 두께가 균일한 판을 끼운 상태에서 조임을 실시함으로써 얻어진 상기 주조 실린더의 압하 위치 및 하중에 기초하여 취득되는, 주편의 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 주조 드럼의 압하 위치 영점 조정은, 상기 주조 드럼의 폭 방향 단부에 마련된 한 쌍의 사이드 위어를 개방하여, 상기 주조 드럼 사이에 상기 주조 드럼의 드럼 길이보다도 관 폭이 길고 관 두께가 균일한 판을 끼운 상태에서 행하여지는, 주편의 제조 방법.

청구항 6

회전하는 한 쌍의 주조 드럼에 의해 금속 용탕을 응고시켜서 주편을 주조하는 쌍 드럼식 연속 주조 장치와, 주조된 상기 주편을 한 쌍의 워크 롤에 의해 압연하는 압연기를 갖는 주편의 제조 설비에 있어서의, 상기 압연기의 압하 위치를 조정하는 제어 장치이며,

상기 제어 장치는,

상기 주편의 주조 개시 전에 취득된 상기 주조 드럼을 지지하는 하우스의 변형 특성과 상기 주조 드럼을 압하하는 압하계의 변형 특성을 나타내는 주조 드럼 하우스 압하계 변형 특성을 사용하여, 하기의 식 1에 의해 상기 주편의 폭 방향의 양단부의 추정 판 두께를 산출하는 판 두께 산출부와, 상기 추정 판 두께를 사용하여, 상기 압연기의 입측에 있어서의 상기 양단부의 판 두께의 차인 입측 웨지와, 상기 주편의 입측 판 두께의 비율을 나타내는 입측 웨지 비율을 구하고,

상기 압연기의 출측에 있어서의 상기 양단부의 판 두께의 차인 출측 웨지와, 상기 주편의 출측 판 두께의 비율을 나타내는 출측 웨지 비율을 구하는 비율 산출부와,

상기 입측 웨지 비율과 상기 출측 웨지 비율의 차분이 소정의 범위가 되도록, 상기 압연기의 압하 위치를 조정하는 제어부를 구비하는, 제어 장치.

(압연기 입측의 추정 판 두께)=(주조 실린더의 압하 위치)

+ (주조 드럼의 탄성 변형)

+ (주조 드럼 하우스 압하계 변형)

+ (주조 드럼의 드럼 프로필)

- (압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 주조 드럼의 탄성 변형) ... 식 1

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 주편의 제조 방법 및 제어 장치에 관한 것이다.

[0002] 본원은, 2018년 10월 22일에 일본에 출원된 일본 특허 출원 제2018-198356호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경 기술

[0003] 금속 박대(이하, 주편이라고 한다.)의 제조는, 예를 들어 특허문헌 1에 개시되는 바와 같이, 쌍 드럼식 연속 주조 장치가 사용되고 있다. 쌍 드럼식 연속 주조 장치는, 한 쌍의 연속 주조용 주조 드럼(이하, 주조 드럼이라고 한다.)을 평행하게 배치하고, 대향하는 둘레면을 각각 상방으로부터 하방으로 회전시켜, 이들 주조 드럼의 둘레면에 의해 형성된 탕고입부에 금속 용탕을 주입하고, 금속 용탕을 주조 드럼의 둘레면 상에서 냉각, 응고시켜서, 금속 박대를 연속 주조한다. 한 쌍의 주조 드럼은, 주조 중에는 회전축의 평행을 유지한 채, 소정의 압박력으로 주편을 압박하고 있다. 주편으로부터 주조 드럼에 대한 반력은 응고 상태에 따라 변화하고, 폭 방향으로 불균일해지는 경우가 있고, 한 쌍의 주조 드럼의 회전축의 평행도를 엄밀하게 유지하는 것은 곤란하다. 이 때문에, 주편에는 폭 방향 양단부에 있어서의 판 두께의 차, 소위 웨지(wedge)가 발생하는 경우가 있다. 웨지가 발생하면, 주조 드럼의 주조 방향 하류에 배치되는 압연기에 있어서 사행이 발생하는 경우가 있고, 통판 트러블을 야기하는 경우가 있다.

[0004] 예를 들어, 압연기에 있어서의 사행을 억제하는 방법으로서, 특허문헌 1에는, 한 쌍의 주조 드럼이 서로 평행한 상태를 유지한 채, 주조 드럼의 개폐, 교차각 및 오프셋 양을 제어하고, 주편의 크라운 및 웨지를 조정하는 기술이 개시되어 있다.

- [0005] 특허문헌 2에는, 평행한 회전축을 갖고 임의의 간극을 유지하여 서로 역방향으로 회전하는 2개의 드럼의 표면 간극에 금속의 용탕을 주입하고, 박판을 주조하는 쌍 드럼식 연속주조기의 압하 제어 방법이 개시되어 있다. 이러한 방법에서는, 한쪽의 드럼의 양단부의 압박력을 검출·가산하고, 이것에 기초하는 신호에 의해, 한쪽의 드럼의 양단의 압박력의 합이 소정의 값이 되도록 다른 쪽의 드럼의 양단을 유압 실린더에 의해 평행하게 이동 시킴으로써, 웨지를 저감하고 있다.
- [0006] 특허문헌 3에는, 쌍 드럼으로부터 송출되는 주편의 선단에 설치된 더미 시트의 통과를 밀출측 판 두께계로 검출 후, 인라인 밀의 롤 간격을 압연 시의 목표 위치까지 좁히는 압연 개시 방법이 개시되어 있다. 이러한 방법에서는, 압연기의 롤 크로스 각 또는 롤 벤딩력을 변경하여, 주편의 사행을 억제한다.
- [0007] 특허문헌 4에는 쌍 드럼식 연속 주조기로 제조한 박대 주편의 사행을 제어하는 사행 제어 방법에 관한 기술이 개시되어 있다. 이러한 방법에서는, 압연기 입측에 2군데 이상에서 검출한 주편 사행량의 차에 기초하여, 열간 압연기에 있어서의 좌우의 갭 차를 조정하여, 박대 주편의 사행을 억제한다.
- [0008] 또한 특허문헌 5에는, 압연기에 있어서의 사행의 제어를 목적으로 하는 제어 방법에 관한 기술이 개시되어 있다. 이 문헌의 방법에서는, 압연 스탠드 사이에 마련된 센서에 의해 검출된 판 두께에 기초하는, 입측과 출측의 웨지 비율을 제어하는 기술이 개시되어 있다.
- [0009] 또한 특허문헌 6에는, 압연기의 압하 설정 제어 방법에 있어서, 판 두께계가 설치되어 있지 않은 경우 등에서 판 두께를 구할 때에, 밀 스트레치를 각 워크 롤 변형의 기여분과 워크 롤 이외의 변형의 기여분으로 분리하여 판 두께를 추정하는 것이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 2017-196636호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 평01-166863호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 2000-343103호 공보
- (특허문헌 0004) 일본 특허 공개 2003-039108호 공보
- (특허문헌 0005) 일본 특허 공개 평09-168810호 공보
- (특허문헌 0006) 일본 특허 공개 소60-030508호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 사행을 야기할 수 있는 웨지를 고정밀도로 제어하고 억제하기 위해서는, 특허문헌 1에 기재된 기술과 같이, 주조 드럼의 주조 방향 하류에 판 두께를 측정하는 두께 분포계 등을 설치하고, 두께 분포계에 의한 측정 결과를 사용하여 판 두께를 제어하는 피드백 제어를 실시하는 것을 생각할 수 있다. 이때, 두께의 측정값이 웨지의 제어에 반영될 때까지의 낭비 시간을 작게 하기 위해서, 두께 분포계는 가능한 한 주조 장치의 가까이에 설치되는 것이 바람직하다. 그러나, 주조 장치 바로 아래에 두께 분포계를 설치하면, 용융 금속의 인발에 실패한 경우에 용융 금속이 두께 분포계에 쏟아져서, 두께 분포계를 파손시켜 버릴 가능성이 있다. 이 때문에, 두께 분포계는, 주조 드럼으로부터 어느 정도의 거리를 두고 떨어진 위치에 설치 할 필요가 있다. 두께 분포계가 주조 드럼으로부터 이격될수록, 두께 분포계의 측정값을 웨지 제어에 반영시킬 때까지의 낭비 시간이 커지기 때문에, 웨지를 고정밀도로 피드백 제어하여 억제하는 것은 어렵다.
- [0012] 또한, 특허문헌 2에 기재된 기술에서는, 주조 드럼의 강성은 양단부에서 동등하다고는 할 수 없고, 압박력의 합을 목표로 하도록 유압 실린더에 의해 평행하게 이동시켰다고 해도, 웨지가 저감하고 사행을 억제할 수 있다고는 할 수 없다.
- [0013] 특허문헌 3에는, 웨지의 저감에 관한 기제는 없고, 특허문헌 3에 기재된 기술에 의해 웨지를 억제하려고 해도,

웨지가 큰 경우에는, 사행 또는 조임에 의한 통관 트러블이 발생할 가능성이 있다.

[0014] 특허문헌 4 또는 특허문헌 5에 기재된 기술에서는, 워크 롤의 좌우의 압하 위치를 적절하게 설정할 수 없기 때문에, 압연기의 좌우에서 선진율 및 후진율의 불균일이 발생하고, 압연기 입측의 재료 속도가 좌우에서 불균일해진다. 이 재료 속도 차에 의해 압연기 입측에서의 사행량을 결정하지만, 워크 롤의 압하 위치를 설정하고 나서 당해 압하 위치에 의해 발생한 재료 속도 차가 사행량에 나타날 때까지는 시간이 걸린다. 이 때문에, 사행 제어를 행하여도 제어가 제때에 되지 않고, 통관 트러블에 이르는 가능성이 있었다.

[0015] 그래서, 본 발명은, 상기 문제를 감안하여 이루어진 것이고, 본 발명의 목적으로 하는 점은, 쌍 드럼식 연속 주조 장치와 압연기를 갖는 연속 주조 설비에 있어서 주편을 제조할 때에, 압연기에 있어서의 사행을 보다 저감하고, 통관 트러블을 저감하는 것이 가능한, 신규이면서도 개량된 주편의 주조 방법 및 제어 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0016] (1) 본 발명의 일 형태에 관한 주편의 제조 방법에서는, 회전하는 한 쌍의 주조 드럼에 의해 금속 용탕을 응고시켜서 주편을 주조하는 쌍 드럼식 연속 주조 장치와, 주조된 주편을 한 쌍의 워크 롤에 의해 압연하는 압연기를 사용하여 주편을 제조하는 주편의 제조 방법에 있어서, 주편의 주조 개시 전에 취득된 주조 드럼을 지지하는 하우징의 변형 특성과 주조 드럼을 압하하는 압하계의 변형 특성을 나타내는 주조 드럼 하우징 압하계 변형 특성을 사용하여, 하기의 식 1에 의해 주편의 폭 방향의 양단부의 추정 판 두께를 산출하고, 식 1에 의해 산출된 추정 판 두께에 기초하여, 압연기의 입측에 있어서의 양단부의 판 두께의 차인 입측 웨지와 주편의 입측 판 두께의 비율을 나타내는 입측 웨지 비율을 산출하고, 압연기의 출측에 있어서의 양단부의 판 두께의 차인 출측 웨지와 주편의 출측 판 두께의 비율을 나타내는 출측 웨지 비율을 산출하고, 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분이 소정의 범위가 되도록, 압연기의 압하 위치를 조정한다.

[0017] (압연기 입측의 추정 판 두께)=(주조 실린더의 압하 위치)

[0018] +(주조 드럼의 탄성 변형)

[0019] +(주조 드럼 하우징 압하계 변형)

[0020] +(주조 드럼의 드럼 프로필)

[0021] -(압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 주조 드럼의 탄성 변형)… 식 1

[0022] (2) 상기 (1)에 기재된 주편의 제조 방법에서는, 출측 웨지 비율의 산출에 사용되는 출측 판 두께는, 롤 바이트 바로 아래에서의 주편의 폭 방향의 위치 정보를 사용하여, 하기의 식 2에 의해 추정되어도 된다.

[0023] (압연기 출측의 추정 판 두께)=(압연 실린더의 압하 위치)

[0024] +(워크 롤의 탄성 변형)

[0025] +(압연기 하우징 압하계 변형)

[0026] +(워크 롤의 롤 프로필)

[0027] -(압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 워크 롤의 탄성 변형)… 식 2

[0028] (3) 상기 (1)에 기재된 주편의 제조 방법에서는, 출측 웨지 비율의 산출에 사용되는 출측 판 두께는, 압연기의 출측에 있어서의 주편의 판 두께의 실측값이어도 된다.

[0029] (4) 상기 (1)로부터 (3) 중 어느 하나에 기재된 주편의 제조 방법에서는, 주조 드럼 하우징 압하계 변형 특성은, 주조 드럼의 폭 방향 단부에 마련된 한 쌍의 사이드 위어를 개방하고, 주조 드럼 사이에 주조 드럼의 드럼 길이보다도 판 폭이 길고 판 두께가 균일한 판을 끼운 상태에서 조임을 실시함으로써 얻어진 주조 실린더의 압하 위치 및 하중에 기초하여 취득되어도 된다.

[0030] (5) 상기 (1)로부터 (4) 중 어느 하나에 기재된 주편의 제조 방법에서는, 주조 드럼의 압하 위치 영점 조정은, 주조 드럼의 폭 방향 단부에 마련된 한 쌍의 사이드 위어를 개방하여, 주조 드럼 사이에 주조 드럼의 드럼 길이보다도 판 폭이 길고 판 두께가 균일한 판을 끼운 상태에서 행하여도 된다.

[0031] (6) 본 발명의 일 형태에 관한 제어 장치에서는, 회전하는 한 쌍의 주조 드럼에 의해 금속 용탕을 응고시켜서

주편을 주조하는 쌍 드럼식 연속 주조 장치와, 주조된 주편을 한 쌍의 워크 롤에 의해 압연하는 압연기를 갖는 주편의 제조 설비에 있어서의, 압연기의 압하 위치를 조정하는 제어 장치이며, 제어 장치는, 주편의 주조 개시 전에 취득된 주조 드럼을 지지하는 하우스의 변형 특성과 주조 드럼을 압하하는 압하계의 변형 특성을 나타내는 주조 드럼 하우스 압하계 변형 특성을 사용하여, 하기의 식 1에 의해 주편의 폭 방향의 양단부의 추정 판 두께를 산출하는 판 두께 산출부와, 추정 판 두께를 사용하여, 압연기의 입측에 있어서의 양단부의 판 두께의 차인 입측 웨지와, 주편의 입측 판 두께의 비율을 나타내는 입측 웨지 비율을 구하고, 압연기의 출측에 있어서의 양단부의 판 두께의 차인 출측 웨지와, 주편의 출측 판 두께의 비율을 나타내는 출측 웨지 비율을 구하는 비율 산출부와, 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분이 소정의 범위가 되도록, 압연기의 압하 위치를 조정하는 제어부를 구비한다.

- [0032] (압연기 입측의 추정 판 두께)=(주조 실린더의 압하 위치)
- [0033] + (주조 드럼의 탄성 변형)
- [0034] + (주조 드럼 하우스 압하계 변형)
- [0035] + (주조 드럼의 드럼 프로필)
- [0036] - (압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 주조 드럼의 탄성 변형) ... 식 1

발명의 효과

- [0037] 본 발명에 따르면, 쌍 드럼식 연속 주조 장치와 압연기를 갖는 연속 주조 설비에 있어서 주편을 제조할 때에, 압연기에 있어서의 사행을 보다 저감하고, 통관 트러블을 저감하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 주편의 제조 설비를 도시하는 개략적인 단면도이다.
- 도 2는, 주조 드럼의 구성 일례를 도시한 개략적인 도면이다.
- 도 3은, 압연기에 있어서의 사행의 모습을 도시한 개략적인 도면이다.
- 도 4는, 주조 드럼에서 웨지가 발생하는 일례를 도시한 개략적인 도면이다.
- 도 5는, 압연기에 있어서 사행을 저감하는 압연의 모습을 도시한 모식도이다.
- 도 6은, 압연기에 있어서 주편의 위치 정보를 취득하는 일례를 도시한 개략적인 도면이다.
- 도 7은, 주조 드럼 하우스 압하계 변형 특성을 취득하는 일례를 도시한 개략적인 도면이다.
- 도 8은, 주조 드럼의 압하 위치 영점 조정의 일례를 도시한 개략적인 도면이다.
- 도 9는, 주조 드럼의 압하 위치 영점 조정의 일례를 도시한 개략적인 도면이다.
- 도 10은, 주조 드럼의 압하 위치 영점 조정의 일례를 도시한 개략적인 도면이다.
- 도 11은, 동 실시 형태에 따른 주편의 제조 설비의 변형예의 일례를 도시한 개략적인 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하에 첨부 도면을 참조하면서, 본 발명의 적합한 실시 형태에 대하여 상세하게 설명한다. 또한, 본 명세서 및 도면에 있어서, 실질적으로 동일한 기능 구성을 갖는 구성 요소에 대해서는, 동일한 번호를 붙임으로써 중복 설명을 생략한다.
- [0040] 또한, 본 명세서 중에 있어서, 「~」를 사용하여 표시되는 수치 범위는, 「~」의 전후에 기재되는 수치를 하한값 및 상한값으로서 포함하는 범위를 의미한다. 본 명세서 중에 있어서, 「공정」이라는 용어는, 독립된 공정뿐만 아니라, 다른 공정과 명확하게 구별할 수 없는 경우라도 그 공정의 소기의 목적이 달성되면, 본 용어에 포함된다. 또한, 이하의 실시 형태의 각 요소는, 각각의 조합이 가능한 것은 자명하다.
- [0041] (1. 연속 주조 설비)
- [0042] 도 1 및 도 2를 참조하여, 주편을 제조하는 연속 주조 설비의 구성의 일례를 설명한다. 도 1은, 주편을 제조하는 연속 주조 설비(1)를 도시한 도면이다. 도 2는, 연속 주조 장치(10)를 주조 방향의 바로 위에서 본 구성의

일례를 도시하는 평면도이다.

- [0043] 도 1을 참조하면, 연속 주조 설비(1)는, 쌍 드럼식 연속 주조 장치(10)(이하, 연속 주조 장치(10)라고 칭한다.)와, 제1 핀치롤(20)과, 압연기(30)와, 제어 장치(100)와, 사행계(110)와, 제2 핀치롤(40)과, 권취 장치(50)를 구비한다.
- [0044] 연속 주조 장치(10)는, 제1 주조 드럼(11)과 제2 주조 드럼(12)으로 이루어지는 한 쌍의 주조 드럼을 갖는다. 한 쌍의 주조 드럼은, 수평 방향으로 대향하여 배치되어 있다. 연속 주조 장치(10)는, 한 쌍의 주조 드럼이 대향하는 면끼리가 하방으로 조출되도록, 제1 주조 드럼(11)과 제2 주조 드럼(12)을 서로 다른 둘레 방향으로 회전시켜, 이들 주조 드럼의 둘레면에 의해 형성된 탕고임부에 주입된 금속 용탕을, 주조 드럼의 둘레면 상에서 냉각, 응고시켜서, 주편 S를 연속 주조한다.
- [0045] 여기서, 도 2를 참조하여, 연속 주조 장치(10)의 구성을 설명한다. 도 2를 참조하면, 연속 주조 장치(10)에서는, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)이, 수평 방향으로 대향하여 배치되고, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12) 사이에서 주편이 주조된다. 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)은, 모터 M의 구동에 의해 회전하고, 주편 S를 주조 방향 하류로 송출한다.
- [0046] 연속 주조 장치(10)에는, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)의 폭 방향의 양단에, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)이 대향하여 발생하는 간극을 둘러싸도록, 사이드 워어(15d) 및 사이드 워어(15w)가 마련된다. 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)과, 사이드 워어(15d) 및 사이드 워어(15w)에 의해 둘러싸인 영역에 금속 용탕이 모여져, 순차 주편 S가 주조된다.
- [0047] 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)의 폭 방향의 축의 양단은, 각각 하우징(13d) 및 하우징(13w)에 지지된다. 제2 주조 드럼(12)의 축의 양단은, 주조 드럼이 대향하는 수평 방향으로, 제1 주조 드럼(11)이 배치되는 측과는 반대측에서, 제2 주조 드럼(12)의 축의 양단을 연결하는 연결부(19)가 마련된다. 연결부(19)는, 제2 주조 드럼(12)이 배치되는 측과는 반대측에서, 실린더(17)와 접속된다. 실린더(17)는, 주조 드럼을 주조 드럼이 대향하는 수평 방향으로 압하할 수 있다. 실린더(17)가 연결부(19)를 압하함으로써, 제2 주조 드럼(12)은, 주조 드럼이 대향하는 수평 방향으로 이동 가능하게 된다. 제2 주조 드럼(12)이 이동함으로써, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)에 의해 주편 S의 압하가 가능하게 된다.
- [0048] 제1 주조 드럼(11)의 축의 양단에는, 실린더(17)가 배치되는 측과는 반대측에, 제1 주조 드럼(11)에 가해지는 하중을 측정하는 로드셀(14d) 및 로드셀(14w)이 각각 마련된다. 이에 의해, 실린더(17)의 압하에 의한 하중을 측정할 수 있다.
- [0049] 연속 주조 장치(10)에 의해 주조된 주편 S는, 제1 핀치롤(20)에 의해 압연기(30)에 송출된다.
- [0050] 압연기(30)는, 주편 S를 원하는 판 두께로 압연한다. 압연기(30)는, 상부 워크 롤(31) 및 하부 워크 롤(32)과, 상부 워크 롤(31) 및 하부 워크 롤(32)을 지지하는 상부 백업 롤(33) 및 하부 백업 롤(34)을 구비한다. 압연기(30)는, 상부 워크 롤(31)과 하부 워크 롤(32)에 의해, 주편 S를 끼워서 압하한다.
- [0051] 도 1에 도시하는 압연기(30)의 압연 방향 상류에는, 제어 장치(100)와 사행계(110)가 구비된다. 사행계(110)는, 압연기(30)의 워크 롤에 대한 주편 S의 위치 정보를 취득하는 기능을 갖는다. 사행계(110)는, 또한, 취득한 위치 정보를 제어 장치(100)에 출력하는 기능도 갖는다.
- [0052] 사행계(110)는, 예를 들어 카메라 등의 촬상 장치여도 된다. 이 경우, 촬상 화상을 화상 처리함으로써, 주편 S의 위치 정보를 취득할 수 있다. 또한, 본 실시 형태에서는, 위치 정보 취득을 위해서, 사행계(110)를 일례로 했지만, 위치 정보를 취득할 수 있으면 형태는 한정되지 않는다. 예를 들어, 사행계(110) 대신에 폭 방향의 온도계를 사용하여, 주편 S의 위치 정보를 취득해도 되고, 주편 S의 패스 라인에 분할식의 루퍼를 설치하여, 루퍼로부터 얻어지는 장력을 사용하여, 주편 S의 위치 정보를 취득해도 된다.
- [0053] 또한, 본 실시 형태에서는, 압연기(30)의 압연 방향 상류에 사행계(110)를 설치했지만, 압연 방향 하류에 사행계(110)를 설치해도 된다. 사행계(110)의 설치 장소는, 압연기(30)의 압연 방향 상류 또는 하류에서, 압연기(30)에 가까울수록, 주편 S의 위치 정보를 신속하게 취득 가능하다.
- [0054] 제어 장치(100)는, 판 두께 산출부와, 비율 산출부와, 제어부를 구비한다. 제어 장치(100)는, 사행계(110)로부터 주편 S의 폭 방향에 있어서의 위치 정보를 취득하고, 위치 정보에 기초하여 압연기(30)를 제어하는 기능을 갖는다. 제어 장치(100)의 동작의 상세는 후술한다.

- [0055] 압연기(30)는, 제어 장치(100)에 의해 제어된다. 제어 장치(100)는, 예를 들어 주편 S를 압연할 때에, 사행계(110)의 계측 결과에 기초하여 상부 워크 롤(31) 및 하부 워크 롤(32)의 압하 위치를 제어한다.
- [0056] 압연기(30)에 의해 원하는 판 두께로 압연된 주편 S는, 제2 펀치롤(40)에 의해 권취 장치(50)에 송출되고, 권취 장치(50)에서 코일형으로 권취된다.
- [0057] (2. 주편의 압연 방법)
- [0058] 이하에 기재하는 주편의 압연 방법은, 쌍 드럼식 연속 주조 장치와 압연기를 갖는 연속 주조 설비에 있어서, 압연기에 의해 주편의 사행을 보다 저감하고, 통판 트러블을 저감하는 기술에 관한 것이다.
- [0059] 도 3 및 도 4를 참조하여, 압연기(30)에 있어서의 사행을 설명한다. 도 3은, 압연기(30)에 있어서의 주편 S의 사행의 모습을 도시한 개략 평면도이고, 상부 워크 롤(31)측으로부터 주편 S의 판면을 본 도면이다. 도 4는, 웨지가 발생한 주편을 주조하는 모습을 도시한 개략 평면도이다.
- [0060] 도 3을 참조하면, 상부 워크 롤(31)과 하부 워크 롤(32)에 의해 압연된 주편 S는, 압연 방향에 대하여 평행하게 진행하고 있지 않고, 주편의 통판 위치가 압연 방향에 대하여 직각 방향으로 이동하는 사행이 발생하고 있다. 사행은, 상부 워크 롤(31) 및 하부 워크 롤(32)의 일단과 타단, 즉 좌우가 비대칭으로 압연됨으로써 야기된다. 이러한 주편 S의 사행은, 압연기(30)로 압연되기 전, 즉 주조 시의 주편 S의 판 두께의 형상에 기인하여 발생할 수 있다.
- [0061] 예를 들어 도 4에 도시한 바와 같이, 연속 주조 장치(10)에 의해, 폭 방향의 한쪽의 단부로부터 다른 쪽의 단부를 향하여 점차 판 두께가 변화하고 있는 주편 S가 주조되는 경우가 있다. 도 4의 주편 S는, 한쪽의 단부의 판 두께 t_1 이 다른 쪽의 단부의 판 두께 t_2 보다도 두꺼워지고 있다.
- [0062] 이렇게 판 두께가 균일하지 않고, 웨지가 발생하고 있는 주편 S가 압연기(30)로 압연되면, 판 두께가 두꺼운 부분이 판 두께가 얇은 부분보다도 크게 연신된다. 압연기(30)에 있어서의 압하율은, 압연기(30) 입측에 있어서 판 두께 t_2 측보다도 판 두께 t_1 측의 단부쪽이 커진다. 이 경우, 압연 시의 주편 S의 압연기(30) 입측에 있어서의 재료 속도는, 입측 판 두께 t_2 측보다도 t_1 측의 단부가 작아진다. 이와 같이, 주편 S의 일단과 타단의 재료 속도의 차, 즉 주편 S의 면 내에서 회전이 발생함으로써, 사행이 발생한다. 사행의 발생을 저감하기 위해서는, 상술한 바와 같은 주편 S의 일단과 타단의 재료 속도의 차를 억제하여, 원하는 출측 판 두께가 되도록 압연하는 것이 유효하다.
- [0063] 본 발명자들은, 주편 S의 일단과 타단의 재료 속도의 차를 억제하여, 원하는 출측 판 두께가 되도록 압연하기 위한 압연 방법을 예의 검토하고, 압연기(30)에서의 사행을 억제하고 통판 트러블을 억제하는 압연 방법을 발견하였다. 도 5를 참조하여 설명한다.
- [0064] 도 5의 (a)에, 압연기(30)에 있어서 웨지가 발생하고 있는 주편 S를 압연하고 있는 상태와, 압연기(30) 입측 및 출측에서의 주편 S의 폭 방향 단면을 도시한다. 도 5는, 사행을 발생시키는 주편을 긴 변 방향(반송 방향)으로 단면으로 본 단면도의 일례이다. 도 5의 (b)에 도시한 바와 같이, 압연 전, 즉 압연기(30)의 입측에서는, 주편 S는, 일단의 판 두께 H_0 가 타단의 판 두께 H_1 보다도 얇고, 폭 방향으로 한쪽으로부터 다른 쪽을 향하여 점차 판 두께가 변화한 형상이다. 이러한 주편 S를 압연기(30)로 압연했을 때, 도 5의 (c)에 도시한 바와 같이, 압연기(30)의 출측에서의 주편 S가, 예를 들어 일단이 판 두께 h_0 이고 타단이 판 두께 h_1 인 형상이 된 것으로 한다.
- [0065] 본 실시 형태에 따른 압연기(30)에서는, 압연기(30)에서의 압연 시에 발생하는 주편 S의 폭 방향에 있어서의 재료 속도 차를 억제하기 위해서, 주편 S의 폭 방향에 있어서의 압하율이 대략 동일해지도록 웨지가 발생하고 있는 주편 S를 압연한다. 이때에, 입측 웨지 비율((판 두께 H_0 -판 두께 H_1)/입측 판 두께)과 출측 웨지 비율((판 두께 h_0 -판 두께 h_1)/출측 판 두께)을 구하고, 이들의 차분으로부터, 주편 S의 폭 방향에 있어서의 압하율이 대략 동일해지고 있는지를 판단하여, 압연기(30)의 압하 위치를 제어한다. 주편 S의 폭 방향의 압하율이 대략 동일하면, 주편 S의 폭 방향에 있어서 재료 속도 차가 발생하지 않고, 주편 S의 면 내에서 회전이 발생하지 않기 때문에, 압연기에 있어서의 사행의 발생을 억제할 수 있다.
- [0066] 이러한 압연 방법을 실현하기 위해서, 제어 장치(100)의 판 두께 산출부는, 먼저, 압연기의 입측에 있어서의 주편 S의 양단부의 판 두께의 차인 입측 웨지(판 두께 H_0 -판 두께 H_1)와 주편의 입측 판 두께의 비율을 나타내는

입측 웨지 비율(%)을 산출한다. 주편 S의 입측 판 두께란, 주편 S의 폭 방향 중앙의 판 두께 h_0 여도 된다.

[0067] 이어서, 판 두께 산출부는, 압연기의 출측에 있어서의 양단부의 판 두께의 차인 출측 웨지(판 두께 h_b -판 두께 h_w)와 주편의 출측 판 두께의 비율을 나타내는 출측 웨지 비율(%)을 산출한다. 주편 S의 출측 판 두께란, 주편 S의 폭 방향 중앙의 판 두께 h_c 여도 된다.

[0068] 또한, 제어 장치(100)의 비율 산출부는, 입측 웨지 비율(%)과 출측 웨지 비율(%)의 차분을 구한다.

[0069] 그 후, 제어 장치(100)의 제어부는, 해당 차분이 소정의 범위가 되도록, 압연기의 압하 위치를 조정한다. 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분의 소정의 범위는, 예를 들어 실제 조업에서 허용할 수 있는 사행량으로부터 경험적으로 구해도 된다. 또한, 0% 이상 2% 이하의 값이어도 된다. 차분의 크기 상한이 2%임으로써, 압연기(30)에 있어서의 사행을 보다 확실하게 저감할 수 있다. 이에 의해, 주편 S의 일단과 타단의 재료 속도 차를 억제하고, 사행을 억제할 수 있다.

[0070] 이하, 각 처리에 대하여 상세하게 설명한다.

[0071] (압연기 입측 웨지 비율의 산출 방법)

[0072] 먼저, 판 두께 산출부에 있어서의 입측 웨지 비율의 산출 방법을 설명한다. 압연기(30)로 압연되는 주편 S는 압연기(30)보다도 압연 방향 상류에 배치되는 연속 주조 장치(10)에서 주조된다. 본 실시 형태에서는, 연속 주조 장치(10)에서 주조되는 주편 S의 판 두께를 산출하고, 압연기(30)의 입측 판 두께로서 압연기 입측 웨지 비율의 산출에 사용한다. 이에 의해, 압연기(30)의 입측에 판 두께계 등을 설치하지 않아도, 압연기(30)의 입측에서의 주편 S의 판 두께를 취득할 수 있다.

[0073] 압연기(30)의 입측에서의 주편 S의 판 두께는, 주조 드럼의 드럼 간극으로부터 추정된다. 주조 드럼의 드럼 간극은, 실린더 압하 위치에 의한 변화 외에, 주조 드럼에 가해지는 하중, 주편과의 접촉 등에 따라 변화가 발생한다. 주조 드럼에 가해지는 하중, 주편과의 접촉 등에 의한 드럼 간극의 변화는, 주조 드럼의 탄성 변형 기여분과 드럼 이외의 탄성 변형의 기여분, 및 주조 드럼의 드럼 프로필의 변화의 기여분으로 분리하여 생각할 수 있다. 주조 드럼 이외의 탄성 변형 기여분을, 주조 드럼 하우스징 압하계 변형이라고 칭한다. 이것으로부터, 압연기(30)의 입측 판 두께는, 주조 드럼의 각종 조건을 사용하여, 하기의 식 1에 의해 추정할 수 있다.

[0074] (압연기 입측의 추정 판 두께)=(주조 실린더의 압하 위치)

[0075] + (주조 드럼의 탄성 변형)

[0076] + (주조 드럼 하우스징 압하계 변형)

[0077] + (주조 드럼의 드럼 프로필)

[0078] - (압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 주조 드럼의 탄성 변형)… 식 1

[0079] 단, 식 1에 있어서, 주조 실린더의 압하 위치, 주조 드럼 하우스징 압하계 변형은, 각각, 압하 위치 영점 조정 시로부터의 차분을 나타낸다. 차분은, 압하 위치 영점 조정 시의 실린더 압하 위치, 주조 드럼 하우스징 변형에 대한 차분이어도 된다.

[0080] (실린더의 압하 위치)

[0081] 실린더의 압하 위치란, 도 2에 도시한 연속 주조 장치(10)의 실린더(17)의 압박 방향에 있어서의 실린더(17)의 압하 위치를 나타낸다. 예를 들어, 실린더의 압하 위치란, 실린더의 위치가 영점 조정된 영점인 초깃값으로부터의 차분에 의한 위치를 나타낸다. 실린더의 압하 위치는, 도 2 또는 도 7의 화살표 a를 따른 방향의 변위로부터 구할 수 있다. 실린더의 압하 위치는, 실린더(17)의 이동량을 계측 가능한 위치 센서 등(도시하지 않음)에 의해 적시 측정할 수 있다.

[0082] (주조 드럼의 탄성 변형)

[0083] 주조 시에 있어서의 주조 드럼의 탄성 변형이란, 주조를 개시하고 나서 주조를 종료할 때까지의 임의의 시점에 있어서의 주조 드럼의 탄성 변형을 나타낸다. 주조 드럼은, 주조 드럼과 접촉하는 주편으로부터의 반력이나, 주조 드럼에 가해지는 외력의 영향에 의해, 주조 드럼의 축에 휨이 발생하거나, 주조 드럼에 편평 변형이 발생하거나 한다. 이들 변형을 주조 시에 있어서의 주조 드럼의 탄성 변형이라고 한다. 주조 드럼의 탄성 변형은,

탄성 이론을 사용한 해석 등의 수단에 의해, 구할 수 있다.

- [0084] 예를 들어, 주조 드럼의 드럼 변형의 기여분의 주조 드럼의 축의 휨에 대해서는, 주조 드럼을 양단 지지 빔으로 간주하여, 재료 역학의 빔의 휨 계산으로부터 산출할 수 있다. 휨 계산 시에 사용할 수 있는 폭 방향의 하중 분포에 대해서는, 주조 드럼의 축의 양단에 마련되는 로드셀 값에 기초하여 폭 방향에 대하여 선형의 분포를 가정하여 문제없다.
- [0085] (주조 드럼 하우스징 압하게 변형)
- [0086] 주조 드럼 하우스징 압하게 변형 특성이란, 주조 드럼에 가하는 압하 하중의 영향을 받아, 하우스징(13d) 및 하우스징(13w)이 변형되는 특성과, 실린더(17)를 포함하는 주조 드럼을 압하하는 구성이 변형하는 특성을 포함한 변형 특성을 나타낸다. 상기 식 1의 주조 드럼 하우스징 압하게 변형은, 주조 드럼 하우스징 압하게 변형 특성을 사용하여 산출된 주조 드럼 하우스징의 변형량을 나타낸다. 예를 들어, 주조 드럼 하우스징 압하게 변형 특성은, 특허문헌 6에 기재된 방법을 사용하여 구할 수 있다. 주조 드럼 하우스징 압하게 변형은, 후술하는 바와 같이, 로드셀(14d)(또는 로드셀(14w))이 측정된 하중 등에 기초하여 산출할 수 있다.
- [0087] (주조 드럼의 드럼 프로파일)
- [0088] 주조 드럼의 드럼 프로파일이란, 주조 드럼의 열팽창량 또는, 주조 드럼의 마모량을 나타내는 지표이다. 주조 드럼의 드럼 프로파일에서는, 열팽창량은, 주조 드럼에 가하는 열을 근거로 하여, 주조 드럼 표면 형상의 변형량을 산출한다. 마모량은, 주조 전의 드럼 프로파일을 실측해도 되고, 주조 조건으로부터 추정해도 된다. 예를 들어, 주조 드럼 설계 시의 표면 형상은 기지이기 때문에, 그 표면 형상에 열팽창 및 마모에 의한 형상 변형을 가산함으로써, 드럼 프로파일의 변형량을 구할 수 있다.
- [0089] (압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 주조 드럼의 탄성 변형)
- [0090] 압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 주조 드럼의 탄성 변형이란, 주조 개시 전에 주조 드럼의 압하 위치의 초깃값을 결정하는 압하 위치 영점 조정 시의 주조 드럼의 탄성 변형을 나타낸다. 압하 위치 영점 조정은, 주조 드럼에 대하여 하중을 가한 상태에서 행하기 때문에, 주조 드럼에 탄성 변형이 발생한다. 그때의 탄성 변형량을 압하 위치 영점 조정 시의 주조 드럼의 탄성 변형으로 하고 있다. 이 탄성 변형량은, 주조 시의 주조 드럼의 탄성 변형과 마찬가지로, 드럼을 양단 지지 빔으로 간주한 재료 역학의 빔의 휨 계산으로부터 산출할 수 있다.
- [0091] 추정 판 두께는, 상술한 바와 같이, 「주조 실린더의 압하 위치」와 「주조 드럼의 탄성 변형」과 「주조 드럼 하우스징 압하게 변형」과 「주조 드럼의 드럼 프로파일」의 값의 합으로부터, 「주조 드럼의 압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 주조 드럼의 탄성 변형」의 값을 감함으로써 구해진다.
- [0092] 상기 식 1에서 구한 주조 드럼 사이의 갭에 의한 연속 주조 장치(10)의 출측 판 두께는, 압연기(30)의 입측에 있어서의 주편의 판 두께와 동등하기 때문에, 이 연속 주조 장치(10)의 출측 판 두께로부터 주편 S의 양단부의 판 두께를 구할 수 있다. 그리고, 해당 양단부의 판 두께 차와 주편 S의 폭 방향 중앙의 판 두께로부터 입측 웨지 비율을 산출할 수 있다.
- [0093] (압연기 출측 웨지 비율의 산출 방법)
- [0094] 이어서, 압연기(30)의 출측 웨지 비율의 산출 방법을 설명한다. 출측 판 두께는, 예를 들어 상부 워크 롤(31)과 하부 워크 롤(32) 사이의 갭을 산출하는 하기의 식 2를 사용하여 추정할 수 있다. 폭 방향에 있어서의 상부 워크 롤(31)과 하부 워크 롤(32) 사이의 갭의 분포를 알면, 상부 워크 롤(31) 및 하부 워크 롤(32)로 압연되는 주편 S의 프로파일도 추정할 수 있다.
- [0095] (압연기 출측의 추정 판 두께)=(압연 실린더의 압하 위치)
- [0096] +(워크 롤의 탄성 변형)
- [0097] +(압연기 하우스징 압하게 변형)
- [0098] +(워크 롤의 롤 프로파일)
- [0099] -(압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 워크 롤의 탄성 변형)… 식 2
- [0100] 압연 실린더의 압하 위치란, 압연기의 워크 롤을 압하하는 실린더가 압하하는 방향에 있어서의 실린더의 위치를 나타낸다. 예를 들어, 실린더의 압하 위치란, 실린더의 위치가 영점 조정된 영점인 초깃값으로부터의 차분을

의한 위치를 나타낸다.

- [0101] 워크 롤의 탄성 변형이란, 압연을 개시하고 나서 압연을 종료할 때까지의 임의인 시점에 있어서의 워크 롤의 탄성 변형을 나타낸다. 워크 롤에서는, 워크 롤과 접촉하는 주편이나 백업 롤로부터의 반력이나, 워크 롤에 가해지는 외력의 영향에 의해, 워크 롤의 축에 힘이 발생하거나, 워크 롤에 편평 변형이 발생하거나 한다. 이들 변형을 워크 롤의 탄성 변형이라고 한다. 워크 롤의 탄성 변형인 워크 롤의 축의 힘이나 워크 롤의 편평 변형에 대해서는, 예를 들어 특허문헌 6에 기재된 방법을 사용하여 구할 수 있다.
- [0102] 압연기 하우징 압하게 변형 특성이란, 워크 롤에 가하는 압연 하중의 영향을 받아, 워크 롤 등을 지지하는 하우징이 변형하는 특성과, 실린더를 포함하는 워크 롤을 압하하는 구성이 변형되는 특성을 포함한 변형 특성을 나타낸다. 예를 들어, 특허문헌 6에 기재된 방법을 사용하여, 압연기 하우징 압하게 변형 특성을 구할 수 있다.
- [0103] 워크 롤의 롤 프로파일이란, 워크 롤의 열팽창량 또는 주조 드럼의 마모량을 나타내는 지표이다. 워크 롤의 롤 프로파일에서는, 열팽창량은, 워크 롤에 가하는 열을 근거로 하여, 워크 롤의 표면 형상의 변형량을 산출한다. 마모량은, 압연 전의 롤 프로파일을 실측해도 되고, 압연 조건으로부터 추정해도 된다. 예를 들어, 압연기 설계시의 워크 롤의 표면 형상은 기지이기 때문에, 그 표면 형상에 열팽창에 의한 형상 변형을 가산함으로써, 롤 프로파일의 변형량을 구할 수 있다.
- [0104] 압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 워크 롤의 탄성 변형이란, 압연 개시 전에 압연기의 압하 위치의 조깃값을 결정하는 압하 위치 영점 조정 시의 워크 롤의 탄성 변형을 나타낸다. 압하 위치 영점 조정은, 워크 롤에 대하여 하중을 가한 상태에서 행하기 때문에, 워크 롤에 탄성 변형이 발생한다. 그때의 탄성 변형량을 압하 위치 영점 조정 시의 워크 롤의 탄성 변형이라고 하고 있다. 이 탄성 변형량은, 압연 시의 워크 롤의 탄성 변형과 마찬가지로 산출할 수 있다.
- [0105] 압연기 출측의 워크 롤 사이의 갭은, 상술한 바와 같이, 「압연 실린더의 압하 위치」와 「워크 롤의 탄성 변형」과 「압연기 하우징 압하게 변형」과 「워크 롤의 롤 프로파일」의 값의 합으로부터, 「압하 위치 영점 조정 시에 있어서의 워크 롤의 탄성 변형」의 값을 감함으로써 구해진다.
- [0106] 여기서, 압연기(30)의 출측에 있어서의 주편의 웨지를 산출하기 위해서는, 상기 식 2에 있어서 압연기(30)의 상부 워크 롤(31) 및 하부 워크 롤(32)에 대한 주편 S의 폭 방향의 위치의 특징이 필요하다. 주편 S의 위치에 의해, 워크 롤과 접촉하는 주편으로부터의 반력의 작용점 위치가 바뀌거나, 주편 S나 백업 롤부터 워크 롤에 미치는 반력의 폭 방향 분포가 바뀌거나 함으로써, 워크 롤의 탄성 변형이 변화하고, 상부 워크 롤(31)과 하부 워크 롤(32) 사이의 갭의 폭 방향 분포가 변화하기 때문이다.
- [0107] 그래서, 판 두께 산출부는, 사행계(110)로부터 주편 S의 위치 정보를 취득하고, 압연기(30)에 대한 주편 S의 폭 방향의 위치를 특정한다. 그리고, 판 두께 산출부는, 상기 식 2에서 구한 워크 롤 사이의 갭의 분포로부터, 주편 S의 폭 방향의 위치에 대응하는 워크 롤 사이의 갭을 주편 S의 출측 판 두께로 한다. 이것으로부터, 주편 S의 양단부에 상당하는 판 두께가 구해진다. 판 두께 산출부는, 주편 S의 양단부의 판 두께 차와 주편의 폭 방향 중앙의 판 두께에 기초하여 출측 웨지 비율을 산출한다.
- [0108] 도 6을 참조하여 주편 S의 위치 정보를 설명한다. 도 6은, 압연 방향으로부터 본 압연기(30)를 모식적으로 도시한 도면이다.
- [0109] 위치 정보는, 워크 롤에 대한 주편 S의 위치 정보이다. 위치 정보는, 워크 롤에 주편 S가 접하고 있는 개소의 위치를 나타내는 정보여도 된다. 구체적으로는, 위치 정보는, 주편 S의 폭 방향의 중앙점 Sc로부터, 상부 워크 롤(31)의 폭 방향의 중앙점(31c) 및 하부 워크 롤(32)의 폭 방향의 중앙점(32c)을 연결한 직선의 중점 Wc까지의 거리 Y여도 된다.
- [0110] 이와 같이, 판 두께 산출부와 비율 산출부에 의해, 압연기(30)의 입측 웨지 비율 및 출측 웨지 비율이 산출된다. 비율 산출부는, 산출한 입측 웨지 비율 및 출측 웨지 비율을 제어부에 출력한다.
- [0111] (압연기의 제어)
- [0112] 제어부는, 비율 산출부로부터 입측 웨지 비율 및 출측 웨지 비율을 취득하고, 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분을 구한다. 제어부는, 이 차분이, 소정의 범위가 되도록, 압연기(30)의 압하 위치를 조정한다. 압연기(30)의 조정은, 압연기(30)에 마련된 실린더에 의해 행하여진다. 소정의 범위(즉, 허용할 수 있는 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분의 크기)는, 주편의 재질, 압연기(30)의 상태 등에 따라서 적절히 결정할 수 있다.

만, 예를 들어 0% 이상 2% 이하여도 된다. 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분의 크기를 2% 이하로 함으로써, 보다 확실하게 압연기(30)의 사행 발생을 억제할 수 있다.

- [0113] (3. 주편의 제조 방법)
- [0114] 이하, 상기 실시 형태에 따른 주편의 제조 방법에 대해서, 구체적인 전체의 수순에 대해서, 설명한다.
- [0115] 먼저, 제어 장치(100)의 판 두께 산출부는, 압연기(30) 입측에 있어서의 입측 판 두께를 산출한다. 입측 판 두께는, 상기 식 1에 기초하여 산출된다. 연속 주조 장치(10)에는, 예를 들어 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)의 온도 측정기, 하중을 측정하는 로드셀(14d) 및 로드셀(14w) 등의 각종 계측기가 배치되어 있다. 판 두께 산출부는, 이들 각종 계측기로부터 각종 값을 취득하여, 상기 식 1에 의해, 주편의 양단부의 추정 판 두께를 산출한다. 판 두께 산출부는, 상기 식 1에 의해 산출된 입측 판 두께의 주편 S의 양단부의 판 두께를 사용하여, 입측 웨지를 산출한다.
- [0116] 이어서, 판 두께 산출부는, 압연기(30) 출측에 있어서의 출측 판 두께를 산출한다. 출측 판 두께는 상기 식 2에 기초하여 산출된다. 압연기(30)에는, 예를 들어 상부 워크 롤(31) 및 하부 워크 롤(32)의 온도 측정기, 하중을 측정하는 하중 측정기 등의 각종 계측기가 배치되어 있다. 판 두께 산출부는, 이들 각종 계측기로부터 각종 값을 취득하여, 상기 식 2에 의해, 출측 판 두께를 산출한다.
- [0117] 여기서, 판 두께 산출부는, 사행계(110)로부터 주편 S의 위치 정보를 취득한다. 판 두께 산출부는, 해당 위치 정보를 사용하여, 워크 롤에 대한 주편 S의 위치를 특정한다. 판 두께 산출부는, 특정한 주편 S의 위치와 상기 식 2에 의해 산출된 출측 판 두께로부터, 주편 S의 양단부에 대응하는 판 두께를 추정하고, 출측 웨지를 산출한다.
- [0118] 이어서, 비율 산출부는, 판 두께 산출부에서 산출된, 압연기(30) 입측 및 출측의 주편 S의 웨지와 압연기(30) 입측 및 출측의 주편의 판 두께로부터, 웨지 비율을 산출한다. 구체적으로는, 비율 산출부는, 입측 웨지와, 입측의 주편의 폭 방향 중앙의 판 두께 또는 입측의 주편의 평균 판 두께를 사용하여, 입측 웨지 비율을 산출하고, 출측 웨지와, 출측의 주편의 폭 방향 중앙의 판 두께 또는 출측의 주편의 평균 판 두께를 사용하여 출측 웨지 비율을 산출한다.
- [0119] 이어서, 제어부는, 비율 산출부에 의해 산출된 입측 웨지 비율 및 출측 웨지 비율의 차분을 산출하여, 해당 차분이 소정의 범위가 되도록, 압연기(30)의 실린더(도시하지 않음)의 압하 위치를 조정한다.
- [0120] 이상, 본 실시 형태에 있어서의 주편의 제조 방법 상세에 대하여 설명을 행하였다.
- [0121] (4. 압연기 입측 판 두께 산출의 정밀도 향상)
- [0122] 본 실시 형태에 있어서, 압연기(30)의 입측에서의 주편 S의 판 두께는, 상기 식 1에 기초하여, 주조 드럼의 각종 조건을 사용하여 추정한다. 상기 식 1에 의한 판 두께의 추정 정밀도가 높을수록, 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분의 정밀도가 높아지고, 그 결과, 압연기(30)의 사행도 더 억제할 수 있다.
- [0123] 여기서, 상기 식 1의 각 항 중, 드럼 이외의 구성의 변형 특성을 나타내는 주조 드럼 하우스링 압하게 변형 특성은, 특히 저하중 영역에서 접촉면의 미묘한 형상에 크게 의존하고, 특성이 변화하기 쉽고, 공지된 물리 모델을 사용해도 기하학 형상을 엄밀하게 파악하는 것이 곤란하다. 그래서, 본 발명자들은, 주조 드럼 하우스링 압하게 변형 특성을 취득하기 위한 방법을 검토하고, 이하에 나타내는 방법에 상도하였다.
- [0124] (주조 드럼 하우스링 압하게 변형 특성의 취득)
- [0125] 도 7을 참조하여 주조 드럼 하우스링 압하게 변형 특성의 취득 방법을 설명한다. 도 7은, 주조 드럼 하우스링 압하게 변형 특성의 취득 방법의 일례를 도시한 도면이다.
- [0126] 도 7에 도시된 바와 같이, 주조 드럼 하우스링 압하게 변형 특성의 취득은, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)에 시험판(16)을 끼워서 행할 수 있다. 시험판(16)은, 긴 변 방향의 길이가 주조 드럼의 폭 방향의 배럴 길이보다도 길고, 판 두께가 균일하다. 이 상태로부터, 실린더(17)에 의해 시험판(16)을 압박하여 조임으로써, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)에 의해 시험판(16)을 압박한다. 시험판(16)의 긴 변 방향에 수직인 방향의 길이는, 한정되지 않지만, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)에 충분히 접할 수 있도록, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)의 드럼 직경의 2배 정도인, 50~100cm 정도의 길이인 것이 보다 바람직하다.
- [0127] 이렇게 배럴 길이보다도 긴 시험판(16)을 사용함으로써, 주조 드럼의 양단부에 균등한 하중을 부여할 수 있고,

고정밀도로 주조 드럼 하우스 압하게 변형을 취득할 수 있다. 주조 드럼 하우스 압하게 변형은, 하중 변화와 주조 드럼 하우스 압하계의 변형량의 관계를 나타낸다.

- [0128] 구체적으로는, 시험관(16)을 주조 드럼에 끼운 상태에서, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)을 회전시키지 않는 상태에서, 시험관(16)에 대하여 영점 조정 시의 하중보다도 큰 소정의 하중으로 주조 드럼을 조여 가고, 주조 드럼의 압하 위치와 로드셀(14d, 14w)이 측정된 하중을 취득하여, 각 하중에서의 주조 드럼의 변형량을 계산한다. 그리고, 주조 드럼의 압하 위치로부터 주조 드럼의 변형량을 감함으로써, 각 하중에 대한 주조 드럼 하우스 압하게 변형량을 취득한다. 이에 의해, 주편 S를 주조할 때에 주편 S에 대하여 부하하는 하중에 따른 주조 드럼 하우스 압하게 변형량을 나타내는 주조 드럼 하우스 압하게 변형 특성을 취득할 수 있다. 또한, 다른 방법으로서, 시험관(16)을 끼운 상태에서, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)을 회전시켜, 상기 소정의 하중으로, 주조 드럼을 조여 가고, 소정의 시간만큼 해당 하중을 보유 지지하여, 해당 하중과 주조 드럼의 압하 위치의 평균값을 취득해도 된다. 그 후, 추가로, 주조 드럼의 하중을 변화시키고, 변화시킨 하중을 소정의 시간만큼 보유 지지하여, 다른 수준의 하중과 주조 드럼의 압하 위치의 평균값을 취득해도 된다. 여기서, 각 하중을 보유 지지하는 시간은, 주조 드럼 2회전분이어도 된다. 또한, 이 평균값은, 하중과 압하 위치의 시계열 데이터를 취득하고, 이들 시간 평균으로부터 산출해도 된다. 이와 같이 하여, 각 하중에서의 주조 드럼의 변형량이 계산되고, 주조 드럼의 압하 위치로부터 주조 드럼의 변형량을 감함으로써, 각 하중에 대한 주조 드럼 하우스 압하게 변형량이 취득된다. 이와 같이, 주조 드럼의 폭 방향의 배럴 길이보다도 길고, 판 두께가 균일한 시험관(16)을 사용하여 주조 드럼 하우스 압하게 변형 특성을 취득함으로써, 주조 시에 주조 드럼에 가해지는 하중에 의한 주조 드럼 하우스 및 실린더 등을 포함하는 압하계의 변형량을 구하여, 식 1에 반영할 수 있다. 그 결과, 식 1에 의해 얻어지는 추정 판 두께의 정밀도를 높일 수 있다.
- [0129] 주조 드럼 하우스 압하게 변형 특성의 취득은, 일련의 주조 작업 개시 전에 한번 행하여 두면 된다. 또한, 하우스 또는 압하계의 구성의 일부가 교환된 경우에 행함으로써, 설비 상황에 따른 주조 드럼 하우스 압하게 변형 특성의 취득이 가능하다.
- [0130] 시험관(16)은, 예를 들어 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)의 표면에 형성된 딥플 등을 찌부러 뜨리지 않도록, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)보다도 유연한 재료로 형성되는 것이 보다 바람직하다. 시험관(16)은, 한정되지 않지만, 예를 들어 알루미늄 합금으로 형성되는 것이 보다 바람직하다.
- [0131] (압하 위치 영점 조정으로의 적용)
- [0132] 또한, 주조 드럼의 압하 위치 영점 조정에 있어서, 도 7과 같이, 주조 드럼의 폭 방향 단부에 마련되는 한 쌍의 사이드 위어를 개방하여, 주조 드럼 사이에, 주조 드럼의 드럼 길이보다도 길고 판 두께가 균일한 판을 끼우고, 주조 드럼을 조여도 된다. 이에 의해, 주조 드럼의 회전축이 평행한 상태가 유지된 상태에서 주편 드럼이 조여 지므로, 주조 드럼의 양단에 균등한 부하를 부여 할 수 있고, 압하 위치 영점 조정의 정밀도를 높임으로써 압연기의 입축의 추정 판 두께의 정밀도를 높일 수 있다.
- [0133] 연속 주조 장치(10)에서는, 가동을 개시하기 전에 주조 드럼의 압하 위치 영점 조정을 행하고 있다. 압연기(30)로 압연하는 주편의 판 두께를 추정함에 있어서, 드럼 갭을 추정하기 위해서, 주조 드럼에 있어서의 영점 조정은 고정밀도로 행하여지는 것이 요구된다.
- [0134] 먼저, 압하 위치 영점 조정에 대하여 도 8~도 10을 참조하여 설명한다. 도 8~도 10은, 주조 개시 전의 압하 위치 영점 조정 시의 주조 드럼을 모식적으로 도시한 도면이다. 도 8~도 10에서는, 설명을 위하여 프로파일의 오목 형상을 강조하여 도시하고 있다.
- [0135] 도 8~도 10에 도시된 바와 같이, 주조 개시 전의 주조 드럼의 드럼 프로파일은, 판 폭 방향으로 오목 형상을 갖는다. 이것은, 제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)이 주조를 개시하고 나서 정상 주조 시에 도달할 때까지, 경과 시간과 함께 열팽창하여 변화하는 것에 기인한다. 주조 드럼은, 열팽창이 보이는 정상 주조 시에 있어서의 주편의 판 프로파일(크라운)이 원하는 판 프로파일 되도록, 주조 드럼의 초기 프로파일 설정되어 있다. 즉, 주조 드럼의 초기 프로파일은, 주조 드럼의 폭 중앙부의 드럼 직경이 주조 드럼의 양단부 드럼 직경보다도 작게 된 오목 크라운으로 설정되어 있다.
- [0136] 이러한 오목 크라운이 부여된 주조 드럼은, 한 쌍의 주조 드럼끼리를 접촉(키스)시켜서, 소정의 하중 F를 부여했을 때의 압하 위치(압박 위치)를 영으로 하여, 압하 위치 영점 조정이 행하여진다. 이 압하 위치 영점 조정에 의해, 주조 드럼을 압박하는 실린더의 압하 위치의 초깃값 등이 설정될 수 있다.
- [0137] 그런데, 주조 드럼에는, 상술한 바와 같이 오목 크라운이 부여되어 있다. 이 때문에, 주조 드럼끼리를 접촉(키

스)시켜서, 주조 드럼에 대하여 소정의 하중 F가 부여된 경우에는, 주조 드럼의 양단부끼리만이 접촉한다. 이 때문에, 예를 들어 도 8에 도시한 바와 같이, 주조 드럼의 폭 방향의 위치가 완전히 일치하지 않고, 주조 드럼에 대하여 소정의 하중 F를 가했을 때, 제1 주조 드럼(11)의 양단부와 제2 주조 드럼(12)의 양단부의 접촉점이 어긋나고, 어긋남 양 x가 발생하여 불안정한 상태가 된다. 이 때문에, 압하 위치 영점 조정의 정밀도가 저하된다.

[0138] 이것을 피하기 위해서, 오목 크라운을 부여한 주조 드럼을 사용한 압하 위치 영점 조정 시에는, 도 9에 도시한 바와 같이, 주조 드럼 사이에 박판(18)을 끼워 압하 위치 영점 조정이 행하여진다. 도 9에서는, 박판(18)의 폭 방향의 길이의 중간점(18C)이, 제1 주조 드럼(11)의 폭 방향의 길이의 중간점(11C) 및 제2 주조 드럼(12)의 폭 방향의 길이의 중간점(12C)을 연결하는 직선 상에 배치되어 있기 때문에, 주조 드럼의 양단부에 어긋남은 발생하지 않는다. 어긋남이 발생하고 있지 않으면, 제1 주조 드럼(11)의 회전축 Ar1 및 제2 주조 드럼(12)의 회전축 Ar2는 평행하기 때문에, 압하 위치 영점 조정을 안정되게 실시할 수 있다.

[0139] 그러나, 어긋남을 억제하기 위해 박판(18)을 주조 드럼에 끼워서 압하 위치 영점 조정을 행하는 경우에도, 도 10에 도시한 바와 같이, 박판(18)의 폭 방향의 길이의 중간점(18C)이, 제1 주조 드럼(11)의 폭 방향의 길이의 중간점(11C) 및 제2 주조 드럼(12)의 폭 방향의 길이의 중간점(12C)을 연결하는 직선 상에 배치되지 않고, 박판(18)이 주조 드럼의 폭 방향의 어느 쪽인가 한쪽의 단부에 치우쳐 배치되는 경우가 있다. 이 경우, 도 10에 도시한 바와 같이, 제1 주조 드럼(11)의 회전축 Ar1과 제2 주조 드럼(12)의 회전축 Ar2가 평행하지 않게 되기 때문에, 압하 위치 영점 조정을 행하여도 주조 드럼의 좌우(제1 주조 드럼(11) 및 제2 주조 드럼(12)의 폭 방향의 양단)에서 오차를 포함하는 상태로 된다. 압하 위치 영점 조정에 오차가 포함되어 버리면, 주조 중의 주조 드럼의 압하 위치 등이 오차를 포함하기 때문에, 압연기(30)의 판 두께를 추정할 때에 정확성이 저하된다. 따라서, 압하 위치 영점 조정의 정밀도를 향상할 수 있으면, 압연기(30)에 있어서의 사행을 더 저감할 수 있다.

[0140] 그래서, 도 7에 도시한 바와 같이, 주조 드럼 하우징 압하계 변형 특성의 취득과 마찬가지로, 주조 드럼의 폭 방향 단부에 마련된 한 쌍의 사이드 위어를 개방하여, 주조 드럼 사이에 주조 드럼의 드럼 길이보다도 판 폭이 길고 판 두께가 균일한 시험판(16)을 끼운 상태에서 압하 위치 영점 조정을 행한다. 이에 의해, 압하 위치 영점 조정을 고정밀도로 실시할 수 있다. 또한, 이러한 방법에 의해 압하 위치 영점 조정을 행하는 경우에는, 압하 위치 영점 조정에 있어서 주조 드럼 하우징 압하계 변형 특성을 취득해도 된다.

[0141] (5. 변형예)

[0142] 이어서, 도 11을 참조하여, 상기 실시 형태에 따른 주편의 제조 방법의 변형예의 일례에 대하여 설명한다. 도 11은, 상기 실시 형태에 따른 주편의 제조 방법의 변형예의 일례를 도시한 도면이다.

[0143] 도 11에 도시하는 주편의 연속 주조 설비(1)를 사용한 주편의 제조 방법은, 도 1에 도시하는 사행계(110) 대신에, 판 두께계(210)로부터 취득되는 실측 판 두께를, 제어 장치(200)가 출측 웨지 산출 시에 사용하는 점이 다르다.

[0144] 도 11에서는, 주편의 연속 주조 설비(1)의 압연기(30)의 압연 방향 하류에 판 두께계(210)가 설치되어 있다. 판 두께계(210)는, 예를 들어 주편 S의 폭 방향의 판 두께를 측정 가능한 두께 분포계여도 된다. 본 변형예에서는, 출측 웨지 비율의 산출에 사용되는 출측 판 두께는, 압연기(30)의 출측에 있어서의 주편의 판 두께계(210)의 실측값이다. 제어 장치(200)는, 판 두께계(210)로부터 주편 S의 양단부의 판 두께의 실측값을 취득하여, 출측 웨지 비율을 구한다. 입측 웨지 비율은, 상술한 실시 형태와 마찬가지로 구해진다. 제어 장치(200)는, 구해진 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분을 추가로 구한다. 제어 장치(200)는, 구한 차분이 소정의 범위로 되도록, 압연기(30)의 압하 위치를 조정한다. 이에 의해, 산출 과정의 오차를 억제하여, 출측 웨지를 산출하고, 정밀도 높게 압연기(30)를 제어할 수 있다. 또한, 판 두께계(210)는, 적어도 압연기(30)의 압연 방향 하류에 설치되면 된다.

[0145] 실시예

[0146] 본 실시예에서는, 본 발명의 효과를 확인하기 위해서, 상기 실시 형태에 나타난 연속 주조 설비(1)를 사용하여, 주편을 제조하였다. 본 실시예에서 사용한 주조 드럼은, 드럼 배럴 길이 1000mm였다. 압연기에 있어서의 실린더 위치, 압력, 판 두께에 대해서는, 정상부의 값을 사용하였다. 여기서 정상부란, 피압연재에 대해서, 압연기의 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분이 작아지도록 실시되는, 압연기 좌우의 실린더의 압하 위치 제어에 의한 압하 위치 변화가 작아진 개소를 의미한다. 본 실시예에서는, 압연 개시 후 1분 30초 경과 후 ~1분 40초 경과까지의 시간에 있어서의, 각 값의 평균값을 사용하였다.

- [0147] 각 실시예 및 비교예에 있어서의 각종 조건 및 값, 통관성의 평가는, 하기 표 1에 통합하여 기재하였다. 통관성의 평가는, 최대의 사행량이 30mm 미만을 ◎(양호), 80mm 미만을 ○(합격), 그 이상을 ×(불합격)로 하였다.
- [0148] 실시예 1에서는, 주조 드럼의 압하 위치 영점 조정 방법으로서, 도 7에 도시한 바와 같이, 주조 드럼의 폭 방향 단부에 마련된 한 쌍의 사이드 웨어를 개방하여, 주조 드럼 사이에 주조 드럼의 드럼 길이보다도 길고 판 두께가 균일한 판을 끼운 상태에서 압하 위치 영점 조정을 행하였다. 표 1 중에는, 이 압하 위치 영점 조정 방법을 A라고 기재하였다. 압연기의 제어는, 압연기 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분이 작아지도록 압연기 좌우의 실린더 압하 위치 제어를 행하였다.
- [0149] 실시예 2에서는, 주조 드럼의 압하 위치 영점 조정 방법으로서, 도 9에 도시된 바와 같은, 주조 드럼의 드럼 베럴 길이보다도 짧은 판을, 한 쌍의 주조 드럼에 끼워서 압하 위치 영점 조정을 행하였다. 표 1 중에는, 이 압하 위치 영점 조정 방법을 B라고 기재하였다. 압연기의 제어는, 압연기 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분이 작아지도록 압연기 좌우의 실린더의 압하 위치 제어를 행하였다.
- [0150] 실시예 3에서는, 주조 드럼의 압하 위치 영점 조정 방법으로서, 도 9에 도시된 바와 같은, 주조 드럼의 드럼 베럴 길이보다도 짧은 판을, 한 쌍의 주조 드럼에 끼워서 압하 위치 영점 조정을 행하였다. 표 1 중에는, 이 압하 위치 영점 조정 방법을 B라고 기재하였다. 압연기의 출측에 판 두께계를 설치하였다. 압연기의 제어는, 입측 웨지 비율과 출측 웨지 비율의 차분이 0이 되도록 압연기의 양단부에 마련되는 좌우의 실린더의 압하 위치 제어를 행하였다.
- [0151] 비교예 1에서는, 주조 드럼의 압하 위치 영점 조정 방법으로서, 실시예 2와 마찬가지로, 도 9에 도시한 바와 같은, 주조 드럼의 드럼 베럴 길이보다도 짧은 판을, 한 쌍의 주조 드럼에 끼워서 압하 위치 영점 조정을 행하였다. 표 1 중에는, 이 압하 위치 영점조정 방법을 B라고 기재하였다. 압연기의 제어는, 압연기의 압하력이 좌우에서 동일해지도록 압연기 좌우의 실린더의 압하 위치 제어를 행하였다.
- [0152] 비교예 2에서는, 주조 드럼의 압하 위치 영점 조정 방법으로서, 실시예 2와 마찬가지로, 도 9에 도시된 바와 같은, 주조 드럼의 드럼 베럴 길이보다도 짧은 판을, 한 쌍의 주조 드럼에 끼워서 압하 위치 영점 조정을 행하였다. 표 1 중에는, 이 압하 위치 영점 조정 방법을 B라고 기재하였다. 압연기의 제어는, 압연기의 압하 위치가 좌우에서 동일해지도록 압연기 좌우의 실린더의 압하 위치 제어를 행하였다.
- [0153] 본 실시예 1~3 및 비교예 1~2에 관한 주편은, 압연기 입측의 정상부에 있어서의 실제로 측정된 판 두께는, 드라이브 사이드 DS의 단부의 판 두께가 1.760mm이고, 워크 사이드 WS의 단부의 판 두께가 1.820mm이고, 웨지(웨지양)은 -60 μ m였다. 또한, 입측의 주편의 판 두께에 대한 웨지 비율은, -3.35%였다. 이하, 각 제어 방법을 사용하여 주편의 제조를 행한 결과를 설명한다.
- [0154] 실시예 1은, 압연기 입측의 양단부의 판 두께는 상기 식 1을 사용하여 추정하고, 압연기 출측의 양단부의 판 두께는 상기 식 2를 사용하여 추정하였다. 추정된 이들 판 두께에 기초하여, 압연기의 제어가 행하여졌다. 압연기 출측의 주편의 실측값은, 압연기 출측의 드라이브 사이드 DS의 단부의 판 두께가 1.232mm이고, 워크 사이드 WS의 단부의 판 두께가 1.287mm이고, 웨지는 -55 μ m였다. 또한, 출측의 주편의 판 두께에 대한 웨지 비율은, -4.35%였다. 이에 의해, 웨지 비율의 차분은, 0.99%였다. 압연기에 있어서의 사행량은 최대로 20mm 정도이고, 주편 S의 선단부로부터 미단부까지 문제없이 압연 실시할 수 있었다.
- [0155] 실시예 2는, 압연기 입측의 양단부의 판 두께는 상기 식 1을 사용하여 추정하고, 압연기 출측의 양단부의 판 두께는 상기 식 2를 사용하여 추정하였다. 추정된 이들 판 두께에 기초하여, 압연기의 제어가 행하여졌다. 압연기 출측의 주편의 실측값은, 압연기 출측의 드라이브 사이드 DS의 단부의 판 두께가 1.243mm이고, 워크 사이드 WS의 단부의 판 두께가 1.259mm이고, 웨지는 -17 μ m였다. 또한, 출측의 주편의 판 두께에 대한 웨지 비율은, -1.35%였다. 이에 의해, 웨지 비율의 차분은, 2.00%였다. 압연기에 있어서의 사행량은 최대로 70mm 정도이고, 주편 S의 선단부로부터 미단부까지 문제없이 압연 실시할 수 있었다.
- [0156] 실시예 3은, 압연기 입측의 양단부의 판 두께는 상기 식 1을 사용하여 추정하고, 압연기 출측의 양단부의 판 두께는, 판 두께계에 의해 실측되고, 추정된 판 두께와 실측된 판 두께에 기초하여, 압연기의 제어가 행하여졌다. 압연기 출측의 주편의 실측값은, 압연기 출측의 드라이브 사이드 DS의 단부의 판 두께가 1.232mm이고, 워크 사이드 WS의 단부의 판 두께가 1.284mm이고, 웨지는 -52 μ m였다. 또한, 출측의 주편의 판 두께에 대한 웨지 비율은, -4.13%였다. 이에 의해, 웨지 비율의 차분은, 0.78%였다. 압연기에 있어서의 사행량은 최대로 15mm 정도이고, 주편 S의 선단부로부터 미단부까지 문제없이 압연 실시할 수 있었다.

[0157] 비교예 1에서는, 압연기 출측의 주편의 실측값은, 압연기 출측의 드라이브 사이드 DS의 단부의 판 두께가 1.285mm이고, 워크 사이드 WS의 단부의 판 두께가 1.238mm이고, 웨지는 47 μ m였다. 또한, 출측의 주편의 판 두께에 대한 웨지 비율은, 3.74%였다. 이에 의해, 웨지 비율의 차분은, 7.09%였다. 압연기에 있어서의 사행량은 최대로 200mm 정도이고, 주편 S의 미단부에서 조임이 발생하였다.

[0158] 비교예 2에서는, 압연기 출측의 주편의 실측값은, 압연기 출측의 드라이브 사이드 DS의 단부의 판 두께가 1.285mm이고, 워크 사이드 WS의 단부의 판 두께가 1.219mm이고, 웨지는 65 μ m였다. 또한, 출측의 주편의 판 두께에 대한 웨지 비율은, 5.22%였다. 이에 의해, 웨지 비율의 차분은, 8.58%였다. 압연기에 있어서의 사행량은 최대로 250mm 정도이고, 주편이 압연기 입측의 사이드 가이드에 접촉 및 접혀 들어감이 발생하고, 파단에 이르렀다.

[0159] 이상에서, 상술한 바와 같은 주편 제조 설비를 사용한 주편의 제조에 있어서, 주편의 주조 개시 전에 취득된 주조 드럼을 지지하는 하우징의 변형 특성과 주조 드럼을 압하하는 압하계의 변형 특성을 나타내는 주조 드럼 하우징 압하계 변형 특성을 사용하여, 주편 S의 판 두께를 추정하고, 압연기의 입측 웨지 비율 및 출측 웨지 비율의 차분을 소정의 범위가 되도록 압연기의 압하 위치를 조정함으로써, 압연기에 있어서의 사행을 저감하고, 통판 트러블을 저감할 수 있다.

표 1

비교예	영점 조정 방법	압연기 제어 방법	압연기 입측 실측 판 두께 [mm]		입측 웨지 [μm]	입측 웨지 비율 [%]	압연기 출측 실측 판 두께 [mm]		출측 웨지 [μm]	출측 웨지 비율 [%]	웨지 비율 차분 [%]	불판장 평가
			DS	WS			DS	WS				
실시예 1	A	입출측 웨지 비율 차분 일정 제어	1.760	1.820	-60	-3.35	1.232	1.287	-55	-4.35	0.99	◎
실시예 2	B	입출측 웨지 비율 차분 일정 제어	1.760	1.820	-60	-3.35	1.243	1.259	-17	-1.35	2.00	○
실시예 3	B	입출측 웨지 비율 차분 일정 제어	1.760	1.820	-60	-3.35	1.232	1.284	-52	-4.13	0.78	◎
비교예 1	B	압하력 좌우 동일	1.760	1.820	-60	-3.35	1.285	1.238	47	3.74	7.09	×
비교예 2	B	압하 위치 좌우 동일	1.760	1.820	-60	-3.35	1.285	1.219	65	5.22	8.58	×

[0160]

[0161] 이상, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명의 적합한 실시 형태에 대하여 상세하게 설명했지만, 본 발명은 이러한 예에 한정되지 않는다. 본 발명이 속하는 기술의 분야에 있어서의 통상의 지식을 갖는 사람이라면, 특히 청구 범위에 기재된 기술적 사상의 범주 내에서, 각종 변경예 또는 수정예에 상도할 수 있는 것은 명확하고, 이들에 대해서도, 당연히 본 발명의 기술적 범위에 속하는 것이라고 이해되어야 한다.

산업상 이용가능성

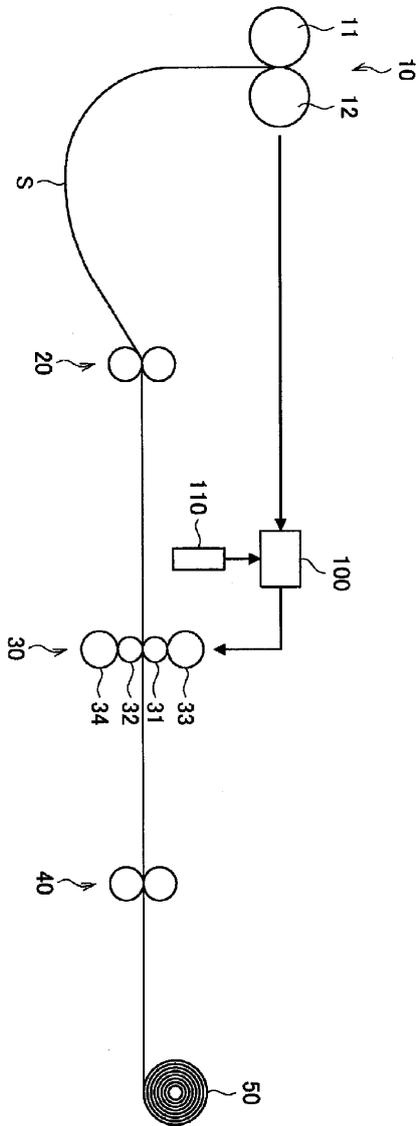
[0162] 본 발명은, 쌍 드럼식 연속 주조 장치와 압연기를 갖는 연속 주조 설비에 있어서 주편을 제조할 때에, 압연기에 있어서의 사행을 보다 저감하고, 통관 트러블을 저감하는 것이 가능하기 때문에, 산업상 이용 가능성이 높다.

부호의 설명

- [0163] 10: 연속 주조 장치
- 11: 제1 주조 드럼
- 12: 제2 주조 드럼
- 20: 제1 핀치롤
- 30: 압연기
- 40: 제2 핀치롤
- 50: 권취 장치
- 100: 제어 장치
- 110: 사행계
- 200: 제어 장치
- 210: 판 두께계
- 111, 112: 베어링 상자(또는 초크)

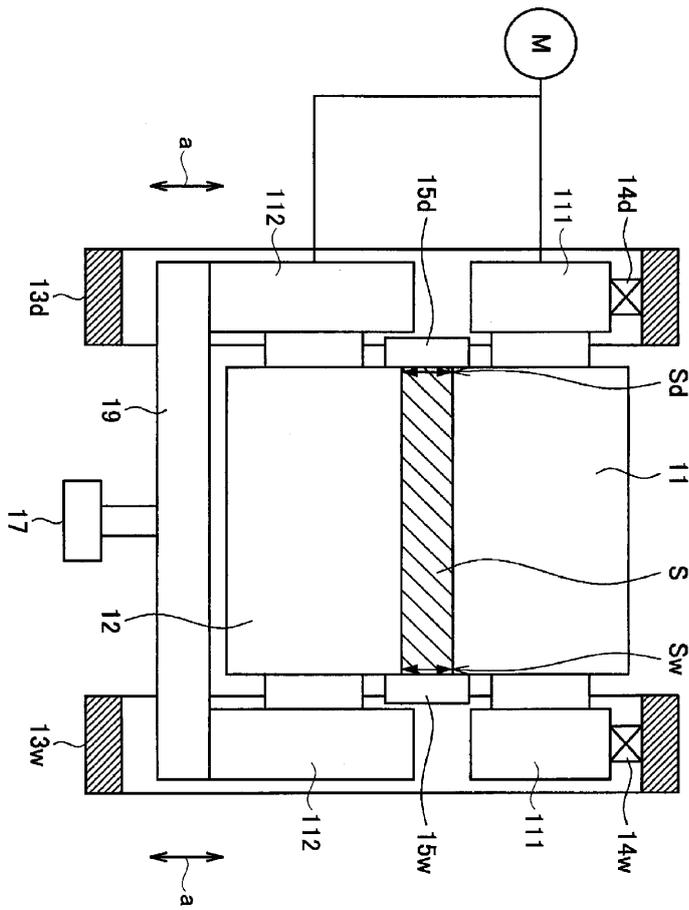
도면

도면1



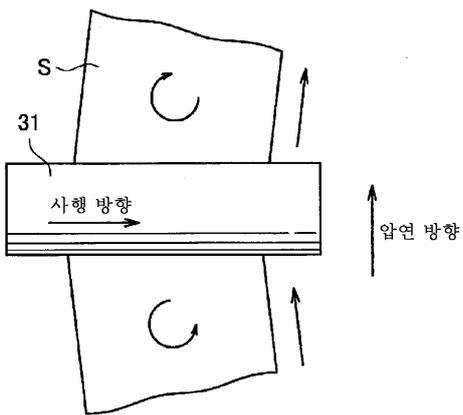
1

도면2

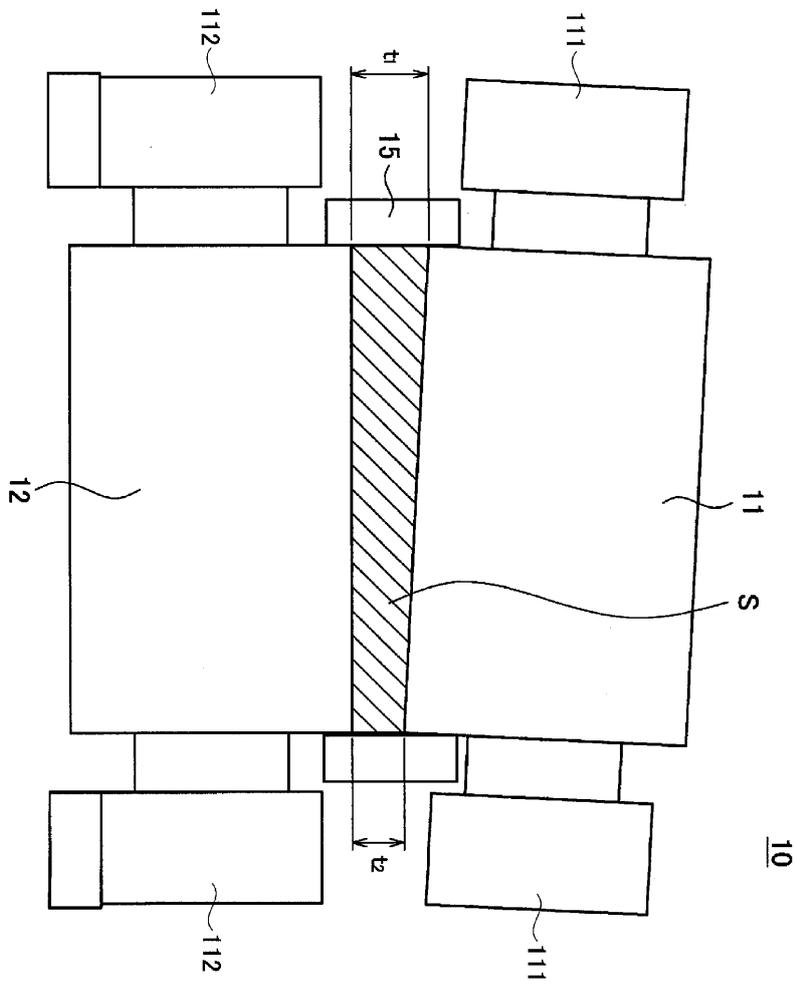


10

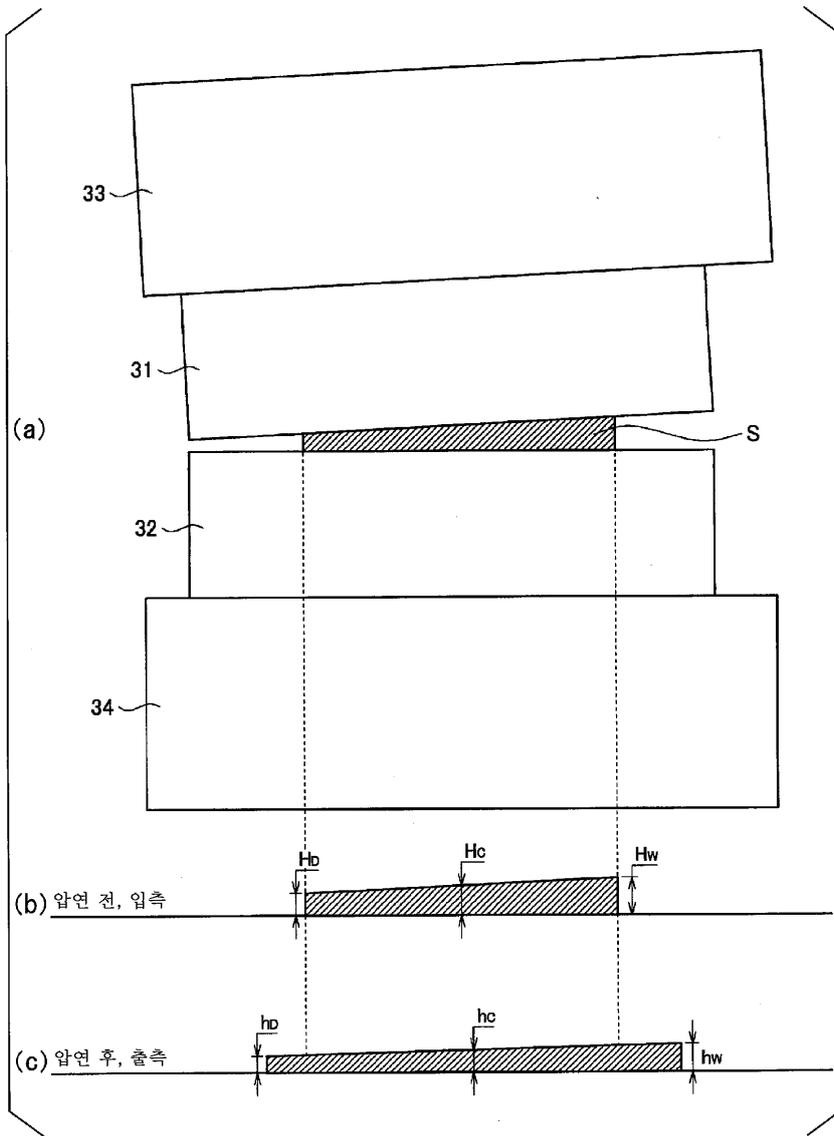
도면3



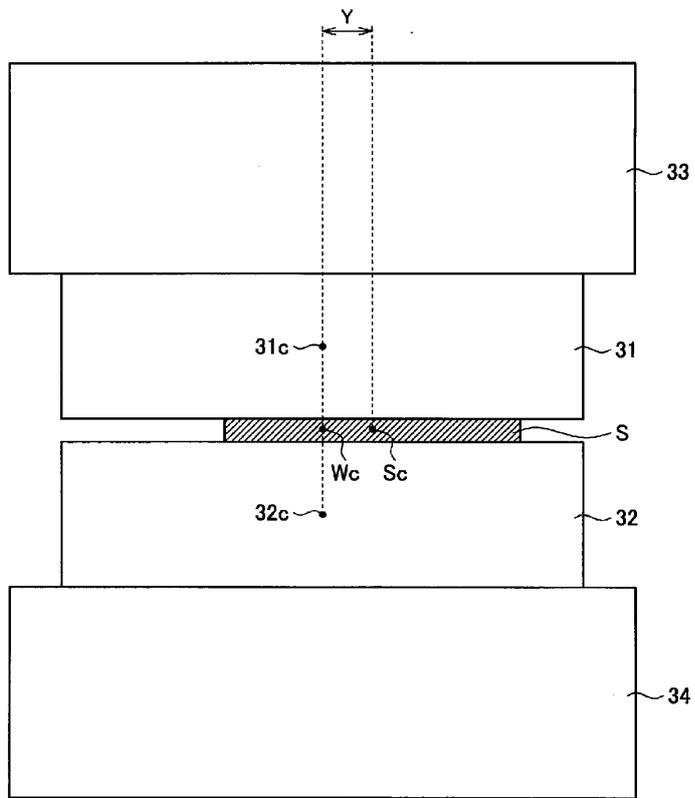
도면4



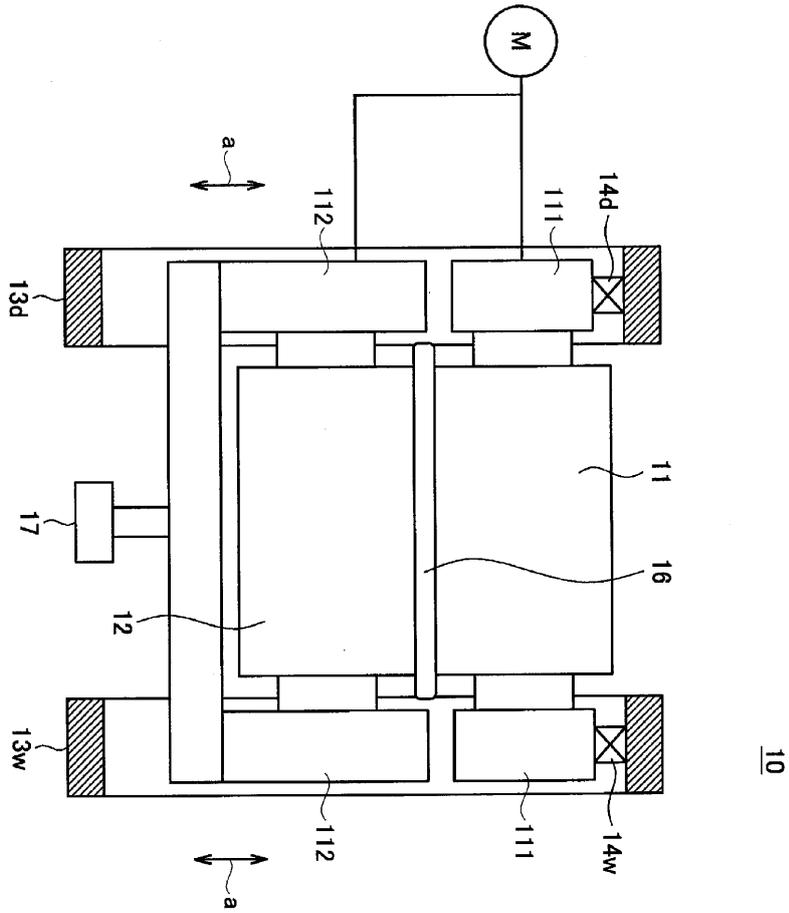
도면5



도면6

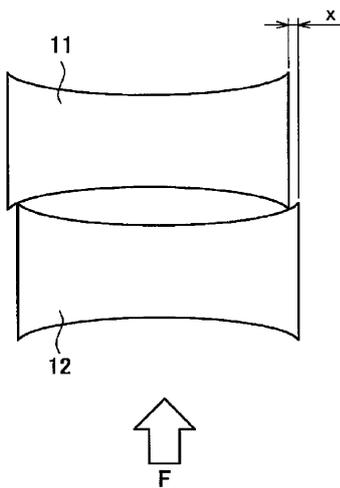


도면7

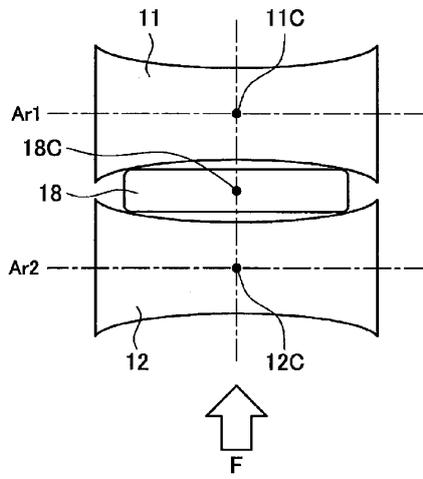


10

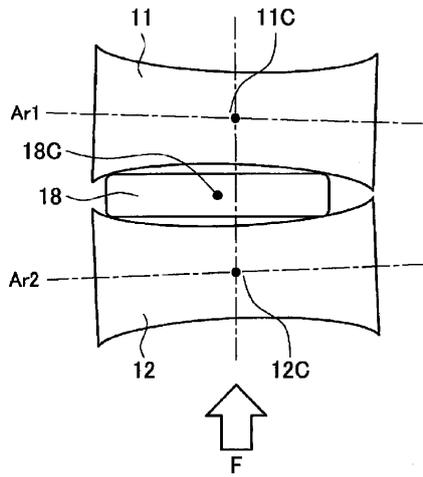
도면8



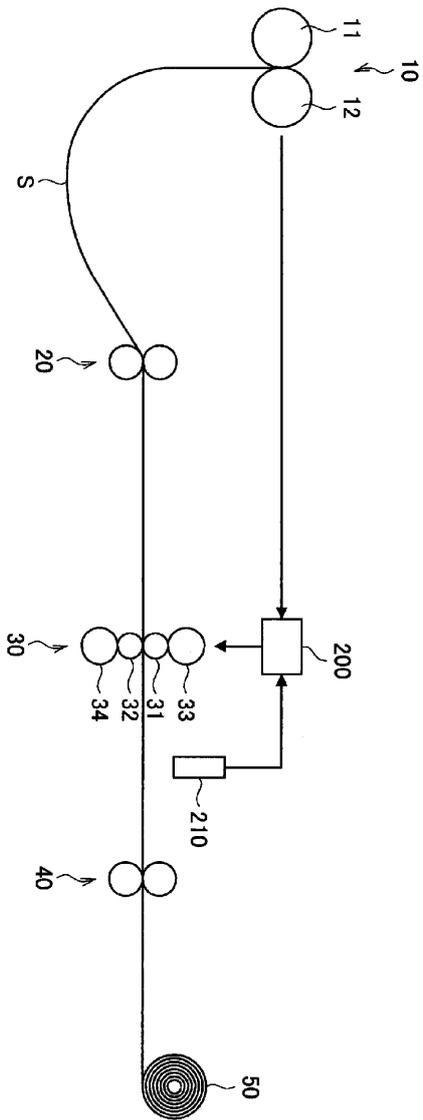
도면9



도면10



도면11



1