(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년06월28일
(11) 등록번호 10-2679773
(24) 등록일자 2024년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21B 37/20 (2006.01) *B21B 37/24* (2006.01)
B21B 37/46 (2006.01) *B21B 37/72* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B21B 37/20 (2013.01)
B21B 37/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7010064
(22) 출원일자(국제) 2020년09월04일
심사청구일자 2022년03월25일
(85) 번역문제출일자 2022년03월25일
(65) 공개번호 10-2022-0051849
(43) 공개일자 2022년04월26일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2020/033656
(87) 국제공개번호 WO 2022/049739
국제공개일자 2022년03월10일
(56) 선행기술조사문헌
CN106424156 A*
JP2018005544 A*
JP59021423 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 티마이크
일본국 도쿄토 쥬오쿠 쿄바시 3-1-1
(72) 발명자
데즈카 도모유키
일본국 도쿄토 쥬오쿠 쿄바시 3-1-1 도시바 미쓰비시덴키 산교시스템 가부시키가이샤 나이
(74) 대리인
특허법인코리아나

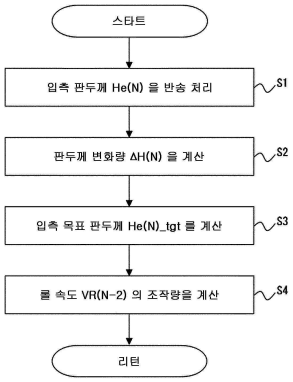
전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 정순오

(54) 발명의 명칭 **탠덤 냉간 압연기의 제어 시스템**

(57) 요 약

판두께 제어 처리에서는, 먼저, 입측 판두께 (He(N)) 의 반송 처리가 실시된다 (스텝 S1). 반송 처리에서는, 판두께계 (11) 가 계측한 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터가, 위치 P11 (입측 판두께계 (11) 의 설치 지점) 로부터 위치 P12 (출측 판두께계 (12) 의 설치 지점) 까지 피압연재 (M) 의 속도와 동일한 속도로 반송된다. 이어서, 판두께 변화량 (ΔH(N)) 이 계산된다 (스텝 S2). 판두께 변화량 (ΔH(N)) 은, 출측 판두께 (Hd(N)) 의 데이터와, 이 데이터가 계측된 타이밍에 있어서 위치 P12 로 반송되어 온 반송 판두께 (Hc(N)) 의 데이터에 기초하여 계산된다. 이어서, 입측 목표 판두께 (He(N)_tgt) 가 계산된다 (스텝 S3). 입측 목표 판두께 (He(N)_tgt) 는, 판두께 변화량 (ΔH(N)) 의 데이터와, 출측 목표 판두께 (Hd(N)_tgt) 의 데이터에 기초하여 계산된다. 이어서, 롤 속도 (VR(N-2) 및 VR(N-k)) 의 조작량이 계산된다 (스텝 S4).

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
B21B 37/46 (2013.01)
B21B 37/72 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

적어도 3 기의 스탠드를 구비하고, 최종 스탠드에서 덜 롤을 사용하여 피압연재의 표면에 대한 조도의 부여가 실시되는 탠덤 냉간 압연기의 제어 시스템으로서,

상기 최종 스탠드의 입측에서의 피압연재의 판두께를 나타내는 입측 판두께를 계측하는 입측 판두께계와,

상기 최종 스탠드의 출측에서의 상기 판두께를 나타내는 출측 판두께를 계측하는 출측 판두께계와,

상기 적어도 3 기의 스탠드에 의한 상기 피압연재의 판두께 제어를 실시하는 제어 장치,

를 구비하고,

상기 제어 장치는, 상기 판두께 제어에 있어서,

상기 최종 스탠드의 입측에서의 상기 피압연재의 속도를 나타내는 입측 속도와, 상기 최종 스탠드의 출측에서의 상기 속도를 나타내는 출측 속도, 에 기초하여, 상기 입측 판두께계의 설치 지점으로부터 상기 출측 판두께계의 설치 지점까지, 상기 입측 판두께의 계측 데이터를 상기 피압연재의 속도와 동일한 속도로 반송하고,

상기 출측 판두께의 계측 데이터와, 당해 출측 판두께의 계측 데이터가 얻어진 타이밍에 있어서 상기 출측 판두께계의 설치 지점으로 반송되어 온 상기 입측 판두께의 계측 데이터를 나타내는 반송 데이터, 에 기초하여, 상기 최종 스탠드에서의 판두께 변화량을 계산하고,

상기 판두께 변화량과, 상기 최종 스탠드의 출측에서의 상기 판두께의 목표값을 나타내는 출측 목표 판두께, 에 기초하여, 상기 최종 스탠드의 입측에서의 상기 판두께의 목표값을 나타내는 입측 목표 판두께를 계산하고,

상기 입측 판두께의 계측 데이터가 상기 입측 목표 판두께에 일치하도록, 상기 최종 스탠드보다 2 단 이상 상류에 위치하는 스탠드의 롤 속도의 조작량을 계산하는

것을 특징으로 하는 탠덤 냉간 압연기의 제어 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 최종 스탠드의 입측에 설치되어 상기 입측 속도를 계측하는 입측 속도계와,

상기 최종 스탠드의 출측에 설치되어 상기 출측 속도를 계측하는 출측 속도계

를 구비하는

것을 특징으로 하는 탠덤 냉간 압연기의 제어 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 최종 스탠드의 입측에 설치된 비압연 롤을 나타내는 입측 롤과,

상기 입측 롤의 회전 속도를 검출하는 입측 회전 속도계와,

상기 최종 스탠드의 출측에 설치된 비압연 롤을 나타내는 출측 롤과,

상기 출측 롤의 회전 속도를 검출하는 출측 회전 속도계,

를 구비하고,

상기 제어 장치는, 상기 판두께 제어에 있어서,

상기 입측 롤의 회전 속도 및 롤 지름에 기초하여, 상기 입측 속도를 추정하고,

상기 출측 롤의 회전 속도 및 롤 지름에 기초하여, 상기 출측 속도를 추정하는

것을 특징으로 하는 탠덤 냉간 압연기의 제어 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 판두께 제어에 있어서,

상기 최종 스탠드보다 1 단 상류에 위치하는 스탠드의 롤 속도와, 당해 스탠드의 전진 슬립에 기초하여 상기 입측 속도를 추정하고,

상기 최종 스탠드의 롤 속도와, 상기 최종 스탠드의 전진 슬립에 기초하여 상기 출측 속도를 추정하는

것을 특징으로 하는 탠덤 냉간 압연기의 제어 시스템.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 판두께 제어에 있어서,

상기 반송 데이터를 상기 출측 판두께의 계측 데이터로 나눈 비, 또는, 상기 반송 데이터로부터 상기 출측 판두께의 계측 데이터를 뺀 차에 기초하여, 상기 판두께 변화량을 계산하는

것을 특징으로 하는 탠덤 냉간 압연기의 제어 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 최종 스탠드에서 경 (輕) 압하 압연을 실시하는 탠덤 냉간 압연기의 제어 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 복수의 스탠드에 의해 금속 등의 재료 (이하, 「피압연재」 라고 칭한다.) 를 연속적으로 압연하는 냉간 압연이 알려져 있다. 일반적인 냉간 압연에서는, 판두께 제어 및 장력 제어가 실시된다. 판두께 제어에서는, 2 단째 이후에 위치하는 스탠드의 출측 판두께는, 당해 스탠드보다 상류에 위치하는 스탠드의 롤 속도에 의해 제어된다. 장력 제어에서는, 스탠드의 압하에 의해 당해 스탠드의 입측 장력이 제어된다.

[0003] 최종 스탠드에 표면 조도가 큰 롤 (이하, 「덜 롤 (dull roll)」 이라고 칭한다.) 을 사용하여, 하류 라인 처리를 위해서 피압연재의 표면에 적당한 조도를 부여하는 냉간 압연도 알려져 있다. 덜 롤을 사용하는 냉간 압연에서는, 표면 조도의 전사를 똑같게 하기 위해서, 통상적으로, 최종 스탠드의 압연 하중을 소정의 값으로 제어하거나, 또는, 허용 범위 내에 제어하는 하중 일정 제어가 실시된다. 이 경우, 최종 스탠드의 압하는 하중 일정 제어에 사용되고, 당해 최종 스탠드의 입측 장력은 이것보다 상류에 위치하는 스탠드의 롤 속도에 의해 제어된다. 요컨대, 최종 스탠드의 판두께 제어는, 최종 스탠드보다 2 단 상류에 위치하는 스탠드의 롤 속도에 의해 실시된다. 그 때문에, 낭비 시간이 크고, 최종 스탠드의 출측 판두께를 양호한 정밀도로 제어하는 것이 어렵다는 문제가 있었다.

[0004] 이러한 문제를 해결하기 위한 종래 기술로서, 특허문헌 1 및 2 에 개시된 기술이 예시된다. 이들 종래 기술에서는, 최종 스탠드의 입측 판두께 (즉, 최종 스탠드보다 1 단 상류에 위치하는 스탠드의 출측 판두께) 를 그 목표값으로 하기 위한 제 1 및 제 2 판두께 제어가 실시된다. 제 1 판두께 제어에서는, 최종 스탠드보다 1 단 상류에 위치하는 스탠드의 출측 판두께와 그 목표값의 편차에 기초하여, 최종 스탠드보다 2 단 이상 상류에 위치하는 스탠드의 롤 속도가 제어된다. 제 2 판두께 제어에서는, 최종 스탠드의 출측 판두께와 그 목표값의 편차에 기초하여, 제 1 판두께 제어에서 사용되는 출측 판두께의 목표값이 수정된다.

[0005] 특허문헌 3 에 개시된 기술에서는, 최종 스탠드의 출측 판두께를 계측하는 일 없이 최종 스탠드의 출측 판두께가 제어된다. 이 종래 기술에서는, 최종 스탠드의 출측 판두께의 미리 설정된 목표값과, 미리 설정된 최종 스탠드의 압하율을 사용하여, 최종 스탠드보다 1 단 상류에 위치하는 스탠드의 출측 판두께의 목표값이 계산된다. 그리고, 이 스탠드의 출측 판두께가, 계산된 목표값이 되도록, 최종 스탠드보다 2 단 이상 상류에 위치

하는 스탠드의 롤 속도가 제어된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 평7-68305호

(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 평11-342409호

(특허문헌 0003) 일본 공개특허공보 2018-122339호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 그러나, 특허문헌 1 또는 2 의 판두께 제어에서는, 제 1 판두께 제어에서 사용되는 출측 판두께의 목표값의 수정이, 최종 스탠드에서의 출측 판두께의 편차를 비례 적분기 등에 입력함으로써 실시되고 있다. 그 때문에, 이 목표값 수정에 의한 지연이 발생한다는 문제가 있다.

[0008] 또, 최종 스탠드에서의 출측 판두께의 편차의 입력이 실시된다라는 것은, 최종 스탠드의 입측 판두께의 상황 (즉, 최종 스탠드보다 1 단 상류에 위치하는 스탠드의 출측 판두께의 상황) 이 목표값 수정에 고려되지 않는 것을 의미한다. 그 때문에, 다음의 문제가 있다. 즉, 최종 스탠드보다 1 단 상류에 위치하는 스탠드의 출측 판두께가 목표값 부근에서 추이하고 있는 동안은, 목표값 수정이 양호하게 기능한다. 한편, 그렇지 않은 경우에는, 이 스탠드에서의 출측 판두께의 편차의 영향이 최종 스탠드의 출측 판두께에 미쳐, 목표값 수정이 안정되기까지 시간이 걸린다. 이러한 문제는, 특히, 압연기의 기동 시나 주간 (走間) 판두께 변경 시에 현저해진다.

[0009] 특허문헌 3 의 판두께 제어에서는, 다음의 문제가 있다. 즉, 최종 스탠드의 압하율은, 장력, 하중, 롤과 피압연재의 사이의 마찰 계수 등의 압연 상황에 따라 변화한다. 그런데, 특허문헌 3 의 판두께 제어에서는, 최종 스탠드보다 1 단 상류에 위치하는 스탠드의 출측 판두께의 목표값이 미리 설정된 압하율을 사용하여 계산된다. 또, 최종 스탠드의 출측 판두께의 계측값에 의한 피드백 제어가 실시되지 않는다. 그 때문에, 미리 설정된 압하율이 적절하지 않으면, 최종 스탠드의 출측 판두께를 그 목표값으로 하는 것이 어렵다.

[0010] 본 발명은, 상기 서술한 과제 중 적어도 하나를 해결하기 위해서 이루어진 것이다. 본 발명의 하나의 목적은, 최종 스탠드에서의 경압하 압연이 실시되는 냉간 압연에 있어서, 판두께 제어의 제어 응답성을 높일 수 있는 기술을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은, 적어도 3 기 이상의 스탠드를 구비하고, 최종 스탠드에서 덜 롤을 사용하여 피압연재의 표면에 대한 조도의 부여가 실시되는 탠덤 냉간 압연기의 제어 시스템이며, 다음의 특징을 갖는다.

[0012] 상기 제어 시스템은, 입측 판두께계와, 출측 판두께계와, 제어 장치를 구비한다.

[0013] 상기 입측 판두께계는, 상기 최종 스탠드의 입측에서의 피압연재의 판두께를 나타내는 입측 판두께를 계측한다.

[0014] 상기 출측 판두께계는, 상기 최종 스탠드의 출측에서의 상기 판두께를 나타내는 출측 판두께를 계측한다.

[0015] 상기 제어 장치는, 상기 적어도 3 기의 스탠드에 의한 상기 피압연재의 판두께 제어를 실시한다.

[0016] 상기 제어 장치는, 상기 판두께 제어에 있어서,

[0017] 상기 최종 스탠드의 입측에서의 상기 피압연재의 속도를 나타내는 입측 속도와, 상기 최종 스탠드의 출측에서의 상기 속도를 나타내는 출측 속도, 에 기초하여, 상기 입측 판두께계의 설치 지점으로부터 상기 출측 판두께계의 설치 지점까지, 상기 입측 판두께의 계측 데이터를 상기 피압연재의 속도와 동일한 속도로 반송하고,

[0018] 상기 출측 판두께의 계측 데이터와, 당해 출측 판두께의 계측 데이터가 계측된 타이밍에 있어서 상기 출측 판두께계의 설치 지점으로 반송되어 온 상기 입측 판두께의 계측 데이터를 나타내는 반송 데이터, 에 기초하여, 상

기 최종 스탠드에서의 판두께 변화량을 계산하고,

[0019] 상기 판두께 변화량과, 상기 최종 스탠드의 출측에서의 상기 판두께의 목표값을 나타내는 출측 목표 판두께, 에 기초하여, 상기 최종 스탠드의 입측에서의 상기 판두께의 목표값을 나타내는 입측 목표 판두께를 계산하고,

[0020] 상기 입측 판두께의 계측 데이터가 상기 입측 목표 판두께에 일치하도록, 상기 최종 스탠드보다 2 단 이상 상류에 위치하는 스탠드의 롤 속도의 조작량을 계산한다.

[0021] 상기 제어 시스템은, 입측 속도계와, 출측 속도계를 구비하고 있어도 된다.

[0022] 상기 입측 속도계는, 상기 최종 스탠드의 입측에 설치되어 상기 입측 속도를 계측한다.

[0023] 상기 출측 속도계는, 상기 최종 스탠드의 출측에 설치되어 상기 출측 속도를 계측한다.

[0024] 상기 제어 시스템은, 입측 롤과, 입측 회전 속도계와, 출측 롤과, 출측 회전 속도계를 구비하고 있어도 된다.

[0025] 상기 입측 롤은, 상기 최종 스탠드의 입측에 설치된 비압연 롤을 나타낸다.

[0026] 상기 입측 회전 속도계는, 상기 입측 롤의 회전 속도를 검출한다.

[0027] 상기 출측 롤은, 상기 최종 스탠드의 출측에 설치된 비압연 롤을 나타낸다.

[0028] 상기 출측 회전 속도계는, 상기 출측 롤의 회전 속도를 검출한다.

[0029] 상기 제어 장치는, 상기 판두께 제어에 있어서,

[0030] 상기 입측 롤의 회전 속도 및 롤 지름에 기초하여, 상기 입측 속도를 추정하고,

[0031] 상기 출측 롤의 회전 속도 및 롤 지름에 기초하여, 상기 출측 속도를 추정해도 된다.

[0032] 상기 제어 장치는, 상기 판두께 제어에 있어서,

[0033] 상기 최종 스탠드보다 1 단 상류에 위치하는 스탠드의 롤 속도와, 당해 스탠드의 전진 슬립에 기초하여 상기 입측 속도를 추정하고,

[0034] 상기 최종 스탠드의 롤 속도와, 상기 최종 스탠드의 전진 슬립에 기초하여 상기 출측 속도를 추정해도 된다.

[0035] 상기 제어 장치는, 상기 판두께 제어에 있어서,

[0036] 상기 반송 데이터를 상기 출측 판두께의 계측 데이터로 나눈 비, 또는, 상기 반송 데이터로부터 상기 출측 판두께의 계측 데이터를 뺀 차에 기초하여, 상기 판두께 변화량을 계산해도 된다.

발명의 효과

[0037] 본 발명에 의하면, 최종 스탠드의 입측에서의 피압연재의 판두께 (입측 판두께) 의 계측 데이터가 입측 판두께계의 설치 지점으로부터 출측 판두께계의 설치 지점까지, 피압연재의 속도와 동일한 속도로 반송된다. 그 때문에, 최종 스탠드의 출측에서의 피압연재의 판두께 (출측 판두께) 의 계측 데이터가 얻어진 직후에 최종 스탠드에서의 판두께 변화량을 계산하는 것이 가능해진다. 이 판두께 변화량은, 출측 판두께의 계측 데이터와, 당해 계측 데이터가 얻어진 타이밍에 있어서 출측 판두께계의 설치 지점으로 반송되어 온 입측 판두께의 계측 데이터 (반송 데이터) 에 기초하여 실시된다. 그 때문에, 판두께 변화량의 데이터는, 최종 스탠드에서의 압하의 상황을 정확하게 나타내고 있다.

[0038] 본 발명에 의하면, 이 판두께 변화량의 데이터에 기초하여, 최종 스탠드의 입측에서의 피압연재의 판두께의 목표값 (입측 목표 판두께) 이 계산되고, 나아가서는, 입측 판두께의 계측 데이터가 이 입측 목표 판두께에 일치하도록, 최종 스탠드보다 2 단 이상 상류에 위치하는 스탠드의 롤 속도의 조작량이 계산된다. 여기서, 입측 판두께는, 최종 스탠드보다 1 단 상류의 스탠드에서의 피압연재의 판두께와 동일한 의미이며, 입측 목표 판두께는, 당해 스탠드에서의 피압연재의 판두께의 목표값과 동일한 의미이다. 그 때문에, 본 발명에 의하면, 최종 스탠드보다 1 단 상류의 스탠드에서의 피압연재의 판두께의 여하에 관계없이, 출측 판두께 (즉, 최종 스탠드의 출측에서의 피압연재의 판두께) 를 출측 목표 판두께 (즉, 최종 스탠드의 출측에서의 판두께의 목표값) 에 재빠르게 일치시키는 것이 가능해진다. 요컨대, 판두께 제어의 제어 응답성을 높이는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1 은, 제 1 실시형태에 관련된 제어 시스템이 적용되는 탠덤 냉간 압연기의 전체 구성예를 나타내는 도면이다.

도 2 는, 입측 판두께 데이터 반송부에 의해 실시되는 반송 처리의 일례를 설명하는 도면이다.

도 3 은, 제어 장치에 의한 판두께 제어 처리의 흐름을 나타내는 플로 차트이다.

도 4 는, 제 2 실시형태에 관련된 제어 시스템이 적용되는 탠덤 냉간 압연기의 전체 구성예를 나타내는 도면이다.

도 5 은, 제 3 실시형태에 관련된 제어 시스템이 적용되는 탠덤 냉간 압연기의 전체 구성예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태에 대해서 상세하게 설명한다. 또한, 각 도면에 있어서 공통되는 요소에는, 동일한 부호를 붙여 중복하는 설명을 생략한다.

[0041] 1. 제 1 실시형태

[0042] 먼저, 도 1 내지 3 을 참조하면서, 본 발명의 제 1 실시형태에 관련된 탠덤 냉간 압연기의 제어 시스템에 대해서 설명한다.

[0043] 1-1. 제어 시스템의 구성예

[0044] 도 1 은, 제 1 실시형태에 관련된 제어 시스템이 적용되는 탠덤 냉간 압연기의 전체 구성예를 나타내는 도면이다. 도 1 에 나타나는 탠덤 냉간 압연기 (이하, 간단히 「압연기」 라고도 칭한다.) (1) 는, 적어도 3 기의 스탠드 (예를 들어, 5 ~ 6 기의 스탠드) 를 구비하고 있다. 도 1 에는 모식적으로 4 단 압연기가 도시되어 있지만, 6 단 압연기 등의 다른 압연기로 스탠드가 구성되어도 된다. 스탠드 S(N) 은, 적어도 3 기의 스탠드 중, 압연 방향의 가장 하류에 위치하는 스탠드 (즉, 최종 스탠드) 이다 (N 은, 스탠드의 총 수를 나타낸다). 스탠드 S(N-1) 은, 최종 스탠드보다 1 단 상류에 위치하는 스탠드이다. 스탠드 S(N-2) 는, 최종 스탠드보다 2 단 상류에 위치하는 스탠드이다.

[0045] 스탠드 (S(N)) 의 입측 (Entry side) 에는, 판두께계 (11) 가 형성되어 있다. 판두께계 (11) 는, 스탠드 (S(N)) 의 입측에 있어서의 피압연재 (M) 의 판두께 (이하, 「입측 판두께」 라고도 칭한다.) (He(N)) 를 계측한다. 스탠드 (S(N)) 의 출측 (Delivery side) 에는, 판두께계 (12) 가 형성되어 있다. 판두께계 (12) 는, 스탠드 (S(N)) 의 출측에 있어서의 피압연재 (M) 의 판두께 (이하, 「출측 판두께」 라고도 칭한다.) (Hd(N)) 를 계측한다.

[0046] 스탠드 (S(N)) 의 입측에는, 속도계 (13) 가 형성되어 있다. 속도계 (13) 는, 스탠드 (S(N)) 의 입측에 있어서의 피압연재 (M) 의 속도 (이하, 「입측 속도」 라고도 칭한다.) (VMe(N)) 를 계측한다. 스탠드 (S(N)) 의 출측에는, 속도계 (14) 가 형성되어 있다. 속도계 (14) 는, 스탠드 (S(N)) 의 출측에 있어서의 피압연재 (M) 의 속도 (이하, 「출측 속도」 라고도 칭한다.) (VMd(N)) 를 계측한다.

[0047] 압연기 (1) 는, 제어 장치 (15) 를 구비하고 있다. 제어 장치 (15) 는, 전형적으로는, 프로세서, 메모리 및 입출력 인터페이스를 구비하는 컴퓨터로 구성된다. 제어 장치 (15) 는, 제품 판두께 등의 압연에 관한 제원을 결정하는 상위 컴퓨터에 접속되어 있다. 이 상위 컴퓨터의 구성이 제어 장치 (15) 에 포함되어 있어도 된다. 제어 장치 (15) 는, 장력 제어 시스템, 하중 일정 제어 시스템 및 판두께 제어 시스템의 일부를 구성한다.

[0048] 제어 장치 (15) 가 장력 제어 시스템의 일부를 구성하는 경우, 제어 장치 (15) 는, 예를 들어, 상위 컴퓨터로부터의 제원 데이터 (예를 들어, 목표 장력 데이터) 와, 압연기 (1) 로부터의 계측 데이터 (예를 들어, 실장력 데이터) 에 기초하여, 스탠드 S(N-1) 과 스탠드 S(N) 의 사이의 장력을, 스탠드 S(N-1) 의 롤 속도의 조작에 의해 제어한다. 제어 장치 (15) 는, 또, 제원 데이터 (예를 들어, 목표 장력 데이터) 및 계측 데이터 (예를 들어, 실장력 데이터) 에 기초하여, 스탠드 S(N-2) 와 스탠드 S(N-1) 의 사이의 장력을, 스탠드 S(N-1) 의 압하 위치의 조작에 의해 제어한다. 장력 제어 시스템의 다른 예에서는, 제어 장치 (15) 가, 스탠드 S(N-1) 과 스탠드 S(N) 의 사이의 장력을 스탠드 S(N) 의 압하에 의해 제어한다.

[0049] 제어 장치 (15) 가 하중 일정 제어 시스템의 일부를 구성하는 경우, 제어 장치 (15) 는, 스탠드 (S(N)) 의 압연

하중을, 스탠드 (S(N)) 의 압하 위치의 조작에 의해 일정하게 제어하는 「경압하 압연」 을 실시한다. 예를 들어, 제어 장치 (15) 는, 스탠드 (S(N)) 에서의 계측 데이터 (예를 들어, 실하중 데이터) 가 제원 데이터 (예를 들어, 목표 하중 데이터) 와 일치하도록, 스탠드 (S(N)) 의 압하 장치의 압하 위치를 조작한다.

[0050] 도 1 에는, 제어 장치 (15) 가 판두께 제어 시스템의 일부를 구성하는 경우의 구성예가 그려져 있다. 제어 장치 (15) 가 판두께 제어 시스템의 일부를 구성하는 경우, 제어 장치 (15) 는, 계측 데이터 및 제원 데이터를 취득한다. 계측 데이터에는, 입측 판두께 (He(N)), 출측 판두께 (Hd(N)), 입측 속도 (VMe(N)) 및 출측 속도 (VMd(N)) 의 데이터가 포함된다. 제원 데이터에는, 출측 목표 판두께 (Hd(N)_tgt) 의 데이터가 포함된다.

출측 목표 판두께 (Hd(N)_tgt) 는, 스탠드 (S(N)) 의 출측에 있어서의 피압연재 (M) 의 판두께의 목표값을 나타낸다.

[0051] 제어 장치 (15) 는, 입측 판두께 (He(N)) 가 입측 목표 판두께 (He(N)_tgt) 에 일치하도록, 스탠드 (S(N-2)) 의 롤 속도를 조작한다. 입측 목표 판두께 (He(N)_tgt) 는, 스탠드 (S(N)) 의 입측에 있어서의 피압연재 (M) 의 판두께의 목표값을 나타낸다. 판두께 제어 시스템의 일부를 구성하는 경우의 기능 구성으로서, 제어 장치 (15) 는, 입측 판두께 데이터 반송부 (151) 와, 판두께 변화량 계산부 (152) 와, 입측 목표 판두께 계산부 (153) 와, 입측 판두께 제어부 (154) 를 구비하고 있다. 또한, 이들의 기능은, 제어 장치 (15) 의 프로세서가 메모리에 기억되어 있는 소정의 프로그램을 실행함으로써 실현된다.

[0052] 입측 판두께 데이터 반송부 (151) 는, 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터의 반송 처리를 실시한다. 반송 처리에서는, 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터가 판두께계 (11) 의 설치 지점으로부터 판두께계 (12) 의 그것까지 반송된다. 도 2 는, 입측 판두께 데이터 반송부 (151) 에 의해 실시되는 반송 처리의 일례를 설명하는 도면이다. 도 2 에 나타내는 피압연재 (M) 는, 스탠드 (S(N)) 에서의 경압하 압연에 의해 조도가 부여된다. 위치 P11 은, 판두께계 (11) 의 설치 지점을 나타내고 있다. 위치 P12 는, 판두께계 (12) 의 설치 지점을 나타내고 있다.

[0053] 반송 처리에서는, 판두께계 (11) 에 의해 시시각각 취득되는 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터가, 피압연재 (M) 의 속도와 동일한 속도로 위치 P11 로부터 위치 P12 까지 반송된다. 스탠드 (S(N)) 의 입측에 있어서의 데이터의 이동 속도는 입측 속도와 동일하고, 스탠드 (S(N)) 의 출측에 있어서의 그것은 출측 속도와 동일하다.

[0054] 데이터의 반송은, 예를 들어 다음과 같이 실시된다. 먼저, 위치 P11 로부터 스탠드 (S(N)) 까지의 입측 구간과, 스탠드 (S(N)) 로부터 위치 P12 까지의 출측 구간이 세밀하게 분할된다. 스캔 시간마다 피압연재 (M) 가 이동한 거리를 연산하고, 연산한 거리에 기초하여 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터를 이동시킨다.

[0055] 다른 반송 예에서는, 데이터 에어리어와 이동 거리 에어리어의 조합이 설정된다. 데이터 에어리어에는, 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터가 격납된다. 그리고, 입측 속도 및 출측 속도에 기초하여, 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터가 입력된 타이밍으로부터의 피압연재 (M) 의 이동량을 계산하여 이동 거리 에어리어를 갱신한다. 이 이동 거리 에어리어가 위치 P11 로부터 위치 P12 까지의 거리에 도달하면, 데이터 에어리어로부터 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터가 취출된다.

[0056] 반송 처리가 실시되면, 위치 P11 로부터 위치 P12 까지 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터가 피압연재 (M) 의 속도와 동일한 속도로 반송된다. 입측 판두께 데이터 반송부 (151) 는, 출측 판두께 (Hd(N)) 의 데이터가 계측된 타이밍에 있어서 위치 P12 로 반송되어 온 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터를, 「반송 판두께 (Hc(N)) 의 데이터」 로서 판두께 변화량 계산부 (152) 에 송신한다.

[0057] 판두께 변화량 계산부 (152) 는, 스탠드 (S(N)) 에서의 피압연재 (M) 의 판두께 변화량 (ΔH(N)) 을 계산한다.

판두께 변화량 (ΔH(N)) 은, 출측 판두께 (Hd(N)) 의 데이터와, 이 데이터가 계측된 타이밍에 있어서 위치 P12 로 반송되어 온 반송 판두께 (Hc(N)) 의 데이터에 기초하여 계산된다. 판두께 변화량 (ΔH(N)) 은, 예를 들어, 반송 판두께 (Hc(N)) 의 데이터를 출측 판두께 (Hd(N)) 의 데이터로 나눈 비 ΔHR (= Hc(N) / Hd(N)) 이다. 다른 예에서는, 판두께 변화량 (ΔH(N)) 은, 반송 판두께 (Hc(N)) 의 데이터로부터 출측 판두께 (Hd(N)) 의 데이터를 뺀 차 ΔHD (= Hc(N) − Hd(N)) 이다. 판두께 변화량 계산부 (152) 는, 판두께 변화량 (ΔH(N)) 의 데이터를 입측 목표 판두께 계산부 (153) 에 송신한다.

[0058] 입측 목표 판두께 계산부 (153) 는, 출측 목표 판두께 (Hd(N)_tgt) 와, 판두께 변화량 (ΔH(N)) 에 기초하여, 입측 목표 판두께 (He(N)_tgt) 를 계산한다. 판두께 변화량 (ΔH(N)) 이 비 (ΔHR) 인 경우, 입측 목표 판두께 계산부 (153) 는 하기 식 (2) 를 사용하여 입측 목표 판두께 (He(N)_tgt) 를 계산한다. 판두께 변화량 (ΔH(N)) 이 차 (ΔHD) 인 경우, 입측 목표 판두께 계산부 (153) 는 하기 식 (3) 을 사용하여 입측 목표 판

두께 (He(N)__tgt) 를 계산한다.

[0059] $He(N)__tgt = Hd(N)__tgt \times \Delta HR \quad \cdots \quad (2)$

[0060] $He(N)__tgt = Hd(N)__tgt + \Delta HD \quad \cdots \quad (3)$

[0061] 입측 목표 판두께 계산부 (153) 는, 입측 목표 판두께 (He(N)__tgt) 의 데이터를 입측 판두께 제어부 (154) 에 송신한다.

[0062] 입측 판두께 제어부 (154) 는, 입측 목표 판두께 (He(N)__tgt) 와 입측 판두께 (He(N)) 의 차 (ΔHe(N)) 에 기초하여, 스탠드 S(N-2) 의 롤 속도 (VR(N-2)) 의 조작량을 계산한다. 여기서, 스탠드 S(N) 의 입측은, 스탠드 S(N-1) 의 출측과 동일한 의미를 갖는다. 그 때문에, 입측 판두께 (He(N)) 는, 스탠드 S(N-1) 의 출측에 있어서의 피압연재 (M) 의 판두께 (즉, 출측 판두께) (Hd(N-1)) 와 동일한 의미이다. 또, 입측 목표 판두께 (He(N)__tgt) 는, 스탠드 S(N-1) 의 출측에 있어서의 피압연재 (M) 의 판두께의 목표값 (즉, 출측 목표 판두께) (Hd(N-1)__tgt) 과 동일한 의미이다.

[0063] 롤 속도 (VR(N-2)) 의 조작량의 계산 방법으로는, 공지된 비례 적분 제어에 의한 모니터 제어가 예시된다. 제어 응답성을 올리기 위해서, 피드백 제어계의 구성에 스미스 보상기를 추가해도 된다. 또한, 입측 판두께 차 (ΔHe(N)) 를 신속하게 줄일 수 있는 롤 속도 (VR(N-2)) 의 조작량을 계산하는 방법이면, 상기 서술한 계산 방법에 한정되는 일 없이 적용 가능하다. 입측 판두께 제어부 (154) 는, 롤 속도 (VR(N-2)) 의 조작량의 데이터를 속도 제어 장치 (16) 에 출력한다.

[0064] 입측 판두께 제어부 (154) 는, 또, 스탠드 (S(N-k)) 의 롤 속도 (VR(N-k)) 의 조작량을 계산한다 (단, $3 \leq k \leq N-1$). 요컨대, 입측 판두께 제어부 (154) 는, 스탠드 S(N) 보다 2 단 이상 상류에 위치하는 스탠드의 롤 속도의 조작량을 계산한다. 압연기 (1) 의 조업을 안정적으로 하기 위해서, 롤 속도 (VR(N-k)) 의 조작량은, 롤 속도 (VR(N-2)) 의 조작량과 동일한 비율로 설정된다. 롤 속도 (VR(N-k)) 의 조작량은, 소정의 비율로 설정되어도 된다.

[0065] 1-2. 제어 장치에 의한 판두께 제어예

[0066] 도 3 은, 제어 장치 (15) (프로세서) 에 의한 판두께 제어 처리의 흐름을 나타내는 플로 차트이다. 도 3 에 나타나는 예에서는, 먼저, 입측 판두께 (He(N)) 의 반송 처리가 실시된다 (스텝 S1). 반송 처리는, 입측 판두께 (He(N)) 가 판두께계 (11) 에 의해 계측될 때마다 실시된다. 반송 처리에서는, 판두께계 (11) 가 계측한 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터가, 위치 P11 로부터 위치 P12 까지 피압연재 (M) 의 속도와 동일한 속도로 반송된다.

[0067] 스텝 S1 에 이어서, 판두께 변화량 (ΔH(N)) 이 계산된다 (스텝 S2). 판두께 변화량 (ΔH(N)) 의 계산은, 출측 판두께 (Hd(N)) 가 판두께계 (12) 에 의해 계측될 때마다 실시된다. 판두께 변화량 (ΔH(N)) 은, 출측 판두께 (Hd(N)) 의 데이터와, 이 데이터가 계측된 타이밍에 있어서 위치 P12 로 반송되어 온 반송 판두께 (Hc(N)) 의 데이터에 기초하여 계산된다. 판두께 변화량 (ΔH(N)) 은, 비 (ΔHR) 또는 차 (ΔHD) 로서 얻어진다.

[0068] 스텝 S2 에 이어서, 입측 목표 판두께 (He(N)__tgt) 가 계산된다 (스텝 S3). 입측 목표 판두께 (He(N)__tgt) 는, 스텝 S2 에서 계산된 판두께 변화량 (ΔH(N)) 의 데이터와, 출측 목표 판두께 (Hd(N)__tgt) 의 데이터에 기초하여 계산된다. 출측 목표 판두께 (Hd(N)__tgt) 의 데이터가 상위 컴퓨터로부터의 제원 데이터에 포함되는 것은 이미 설명한 바와 같다.

[0069] 스텝 S3 에 이어서, 롤 속도 (VR(N-2) 및 VR(N-k)) 의 조작량이 계산된다 (스텝 S4). 롤 속도 (VR(N-2)) 의 조작량은, 스텝 S3 에서 계산된 입측 목표 판두께 (He(N)__tgt) 의 데이터와, 판두께계 (11) 가 계측한 입측 판두께 (He(N)) (즉, 출측 판두께 (Hd(N-1))) 의 최신 데이터와의 입측 판두께 차 (ΔHe(N)) 에 기초하여 계산된다. 롤 속도 VR(N-k) 의 조작량은, 롤 속도 VR(N-2) 의 조작량과 동일한 비율, 또는, 소정의 비율로 설정된다.

[0070] 1-3. 효과

[0071] 이상 설명한 제 1 실시형태에 의하면, 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터의 반송 처리가 실시되므로, 출측 판두께 (Hd(N)) 의 데이터가 계측된 직후에 판두께 변화량 (ΔH(N)) 을 계산하는 것이 가능해진다. 또, 판두께 변화량 (ΔH(N)) 의 계산은, 출측 판두께 (Hd(N)) 의 데이터와, 이 데이터가 계측된 타이밍에 있어서 위치 P12 로

반송되어 온 반송 판두께 (Hc(N)) 의 데이터에 기초하여 실시된다. 따라서, 판두께 변화량 (ΔH(N)) 의 데이터는, 스탠드 (S(N)) 에서의 압하의 상황을 정확하게 나타내고 있다.

[0072] 그리고, 제 1 실시형태에 의하면, 판두께 변화량 (ΔH(N)) 의 데이터에 기초하여 입측 목표 판두께 (He(N)__tgt) (즉, 출측 목표 판두께 (Hd(N-1)__tgt)) 가 계산되고, 나아가서는, 스탠드 (S(N)) 보다 2 단 이상 상류에 위치하는 스탠드의 롤 속도의 조작량이 계산된다. 그 때문에, 출측 판두께 (Hd(N-1)) 의 여하에 관계없이, 출측 판두께 (Hd(N-1)) 를 출측 목표 판두께 (Hd(N-1)__tgt) 에 재빠르게 일치시키는 것이 가능해진다. 요컨대, 판두께 제어의 제어 응답성을 높이는 것이 가능해진다. 또, 스탠드 (S(N)) 의 출측에 있어서의 출측 목표 판두께 (Hd(N)__tgt) 를 달성하는 것도 가능해진다.

[0073] 2. 제 2 실시형태

[0074] 다음으로, 도 4 를 참조하면서, 본 발명의 제 2 실시형태에 관련된 제어 시스템에 대해서 설명한다. 또한, 제 1 실시형태의 설명과 중복하는 설명에 대해서는 적절히 생략된다.

[0075] 2-1. 제어 시스템의 구성예

[0076] 도 4 는, 제 2 실시형태에 관련된 제어 시스템이 적용되는 탠덤 냉간 압연기의 전체 구성예를 나타내는 도면이다. 도 4 에 나타나는 압연기 (2) 는, 스탠드 (S(N)) 의 입측에 장력계 롤 (21) 을 구비하고 있다. 장력계 롤 (21) 은, 스탠드 S(N-1) 과 스탠드 S(N) 의 사이의 장력을 계측하기 위해서, 장력계 롤 (21) 아래에 설치되어 있는 장력계에, 피압연재 (M) 에 가해지는 힘을 전달한다. 장력계 롤 (21) 에는, 그 회전 속도를 검출하는 펄스 검출 장치 (22) 가 설치되어 있다. 장력계 롤 (21) 은, 본원에 있어서의 「입측 롤」 에 상당한다. 펄스 검출 장치 (22) 는, 본원에 있어서의 「입측 회전 속도계」 에 상당한다.

[0077] 압연기 (2) 는, 스탠드 (S(N)) 의 출측에 형상계 롤 (23) 을 구비하고 있다. 형상계 롤 (23) 은, 스탠드 (S(N)) 의 출측에 있어서의 피압연재 (M) 의 형상 (예를 들어, 평탄도) 을 계측한다. 형상계 롤 (23) 에는, 그 회전 속도를 검출하는 펄스 검출 장치 (24) 가 설치되어 있다. 형상계 롤 (23) 은, 본원에 있어서의 「출측 롤」 에 상당한다. 펄스 검출 장치 (24) 는, 본원에 있어서의 「출측 회전 속도계」 에 상당한다.

[0078] 제 1 실시형태에서는, 속도계 (13 및 14) 의 계측 데이터 (즉, 입측 속도 (VMe(N)) 및 출측 속도 (VMd(N)) 의 데이터) 를 사용하여 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터의 반송이 실시되었다. 이에 반해, 제 2 실시형태에서는, 장력계 롤 (21) 의 회전 속도 및 롤 지름 (이미 알려짐) 에 기초하여 입측 속도 (VMe(N)) 가 계산되고, 형상계 롤 (23) 의 회전 속도 및 롤 지름 (이미 알려짐) 에 기초하여 출측 속도 (VMd(N)) 가 계산된다. 요컨대, 제 2 실시형태에서는, 입측 속도 (VMe(N)) 및 출측 속도 (VMd(N)) 의 추정값에 기초하여, 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터의 반송이 실시된다.

[0079] 제 2 실시형태에 있어서, 스탠드 (S(N)) 의 출측에는, 장력계 롤 (21) 과는 다른 장력계 롤이 형성되어 있어도 된다. 이 경우, 출측 속도 (VMd(N)) 는, 다른 장력계 롤의 회전 속도 및 롤 지름에 기초하여 추정되어도 된다. 이 경우의 다른 장력계 롤은, 본원에 있어서의 「출측 롤」 에 상당한다. 피압연재 (M) 를 코일상으로 권취하는 권취 설비가 스탠드 (S(N)) 의 출측에 형성되어 있는 경우에는, 이 코일의 회전 속도 (권취 속도) 및 별도 연산되는 코일 직경에 기초하여, 출측 속도 (VMd(N)) 가 추정되어도 된다.

[0080] 또, 제 2 실시형태에 있어서, 스탠드 (S(N)) 의 입측에는, 형상계 롤 (23) 과는 다른 형상계 롤이 형성되어 있어도 된다. 이 경우, 입측 속도 (VMe(N)) 는, 다른 형상계 롤의 회전 속도 및 롤 지름에 기초하여 추정되어도 된다. 이 경우의 다른 형상계 롤은, 본원에 있어서의 「입측 롤」 에 상당한다.

[0081] 또, 제 2 실시형태에 있어서, 상기 서술한 출측 속도 (VMd(N)) 의 추정 데이터와, 속도계 (13) 의 계측 데이터 (즉, 입측 속도 (VMe(N))) 의 조합에 기초하여, 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터의 반송이 실시되어도 된다. 상기 서술한 입측 속도 (VMe(N)) 의 추정 데이터와, 속도계 (14) 의 계측 데이터 (즉, 출측 속도 (VMd(N))) 의 조합에 기초하여, 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터의 반송이 실시되어도 된다.

[0082] 2-2. 효과

[0083] 이상 설명한 제 2 실시형태에 의하면, 제 1 실시형태에 의한 효과와 동일한 효과를 얻을 수 있다.

[0084] 3. 제 3 실시형태

[0085] 다음으로, 도 5 를 참조하면서, 본 발명의 제 3 실시형태에 관련된 제어 시스템에 대해서 설명한다. 또한, 제 1 실시형태의 설명과 중복하는 설명에 대해서는 적절히 생략된다.

[0086] 3-1. 제어 시스템의 구성예

[0087] 도 5 는, 제 3 실시형태에 관련된 제어 시스템이 적용되는 탠덤 냉간 압연기의 전체 구성예를 나타내는 도면이다. 도 5 에 나타나는 압연기 (3) 에서는, 제어 장치 (15) 에 롤 속도 (VR(N-1) 및 VR(N)) 가 입력된다. 롤 속도 VR(N-1) 은, 스탠드 S(N-1) 의 롤 속도이다. 롤 속도 VR(N) 은, 스탠드 S(N) 의 롤 속도이다.

[0088] 제어 장치 (15) 에는, 또한, 상위 컴퓨터로부터의 제원 데이터로서, 전진 슬립 (f(N-1) 및 f(N)) 이 입력된다. 여기서, 전진 슬립 f(m) 은, 하기 식 (4) 로부터 계산된다 (단, m = N-1 또는 N).

[0089] $f(m) = \{VMd(m) - VR(m)\} / VR(m) \quad \cdots \quad (4)$

[0090] 그 때문에, 전진 슬립 f(N-1) 및 롤 속도 VR(N-1) 을 식 (4) 에 대입하면, 출측 속도 VMd(N-1) (즉, 입측 속도 (VMe(N))) 이 계산된다. 또, 전진 슬립 f(N) 및 롤 속도 VR(N) 을 식 (4) 에 대입하면, 출측 속도 VMd(N) 이 계산된다.

[0091] 제 1 실시형태에서는, 속도계 (13 및 14) 의 계측 데이터 (즉, 입측 속도 (VMe(N)) 및 출측 속도 (VMd(N)) 의 데이터) 를 사용하여 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터의 반송이 실시되었다. 이에 반해, 제 3 실시형태에서는, 입측 속도 (VMe(N)) 및 출측 속도 (VMd(N)) 의 추정값에 기초하여, 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터의 반송이 실시된다.

[0092] 또한, 제 3 실시형태에 있어서, 상기 서술한 출측 속도 (VMd(N)) 의 추정 데이터와, 속도계 (13) 의 계측 데이터 (즉, 입측 속도 (VMe(N))) 의 조합에 기초하여, 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터의 반송이 실시되어도 된다. 상기 서술한 입측 속도 (VMe(N)) 의 추정 데이터와, 속도계 (14) 의 계측 데이터 (즉, 출측 속도 (VMd(N))) 의 조합에 기초하여, 입측 판두께 (He(N)) 의 데이터의 반송이 실시되어도 된다.

[0093] 3-2. 효과

[0094] 이상 설명한 제 3 실시형태에 의하면, 제 1 실시형태에 의한 효과와 동일한 효과를 얻을 수 있다.

[0095] 4. 그 밖의 실시형태

[0096] 제 1 ~ 제 3 실시형태에서는, 스탠드 (S(N)) 의 압하가 하중 일정 제어에 사용되고, 롤 속도 (VR(N-1)) 가 장력 제어에 사용되었다. 그러나, 스탠드 (S(N)) 의 압하 위치를 소정의 위치에 제어하는 압하 위치 일정 제어가 실시되는 경우 등, 출측 판두께 (Hd(N)) 를 직접 제어할 수 없는 제어 시스템에 본 발명은 널리 적용이 가능하다.

부호의 설명

[0097] 1, 2, 3 : 압연기

11, 12 : 판두께계

13, 14 : 속도계

15 : 제어 장치

151 : 입측 판두께 데이터 반송부

152 : 판두께 변화량 계산부

153 : 입측 목표 판두께 계산부

154 : 입측 판두께 제어부

16 : 속도 제어 장치

21 : 장력계 롤

22, 24 : 펄스 검출 장치

23 : 형상계 롤

Hc(N) : 반송 판두께

Hd(N) : 출측 판두께

Hd(N)_tgt : 출측 목표 판두께

He(N) : 입측 판두께

He(N)_tgt : 입측 목표 판두께

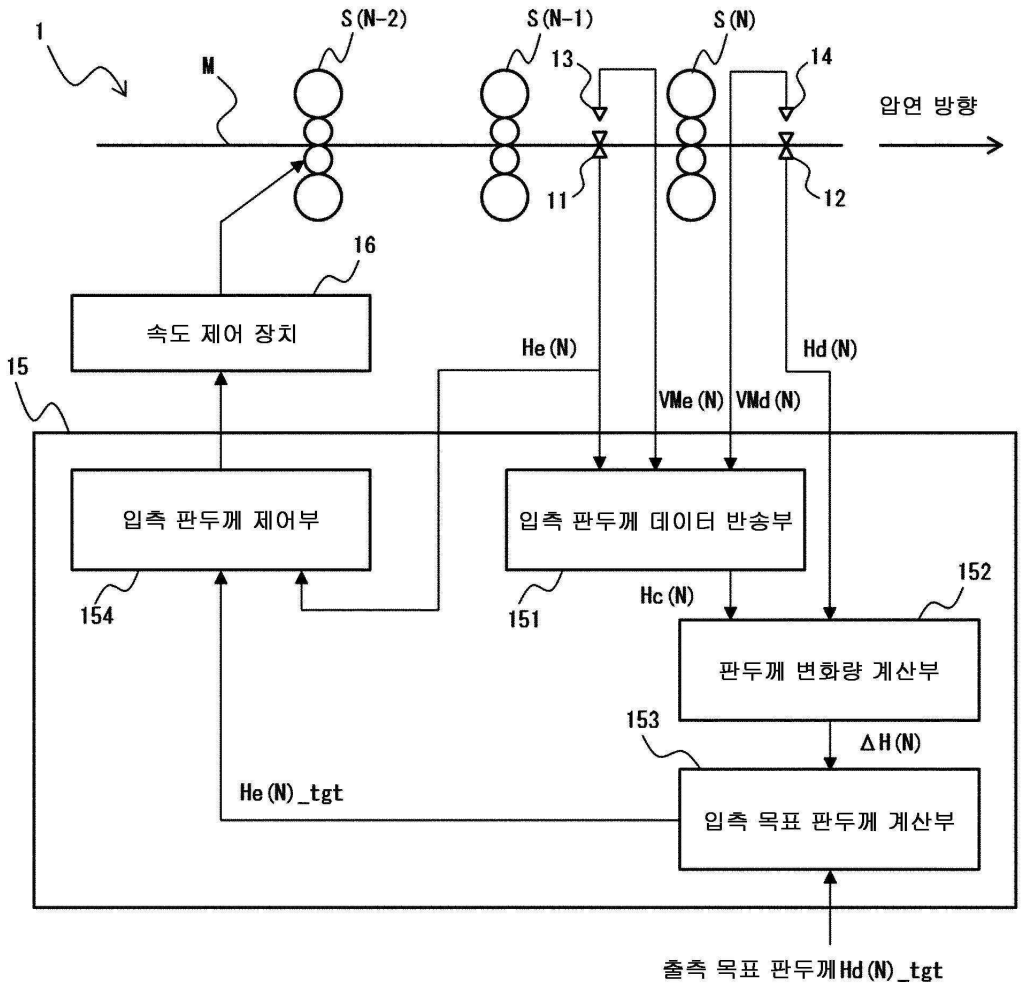
ΔH(N) : 판두께 변화량

M : 피압연재

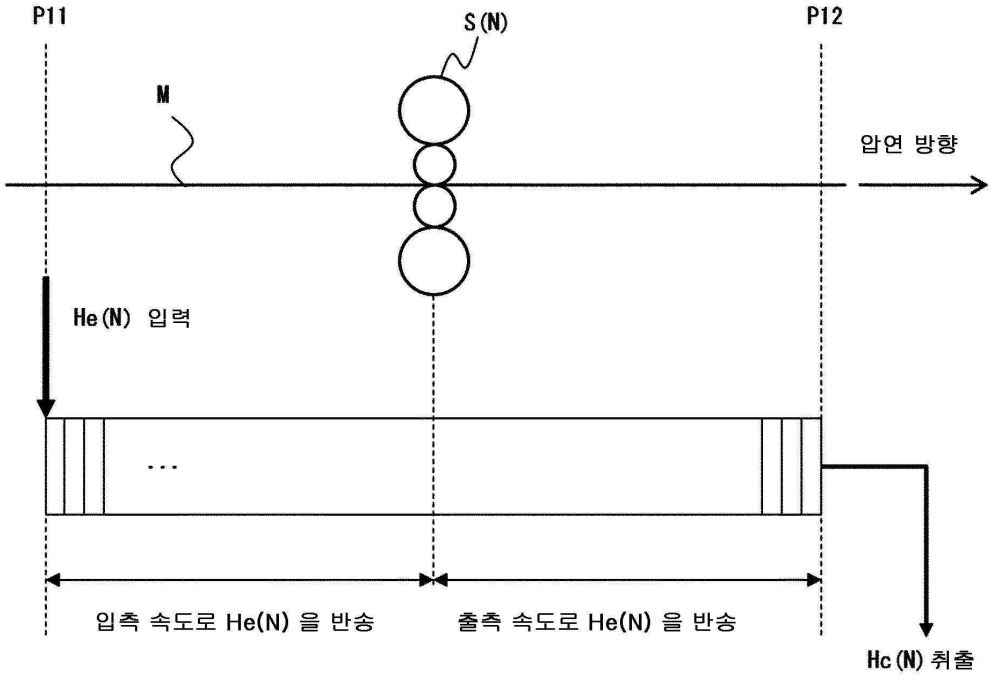
S(N-2), S(N-1), S(N) : 스탠드

도면

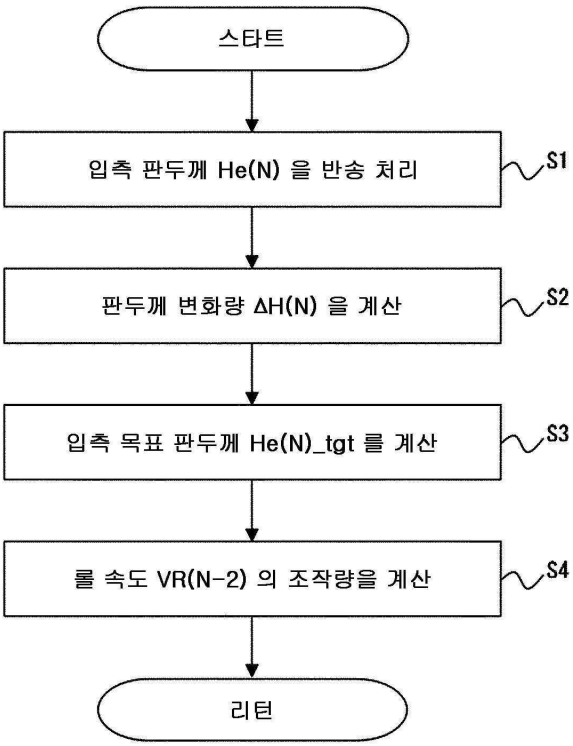
도면1



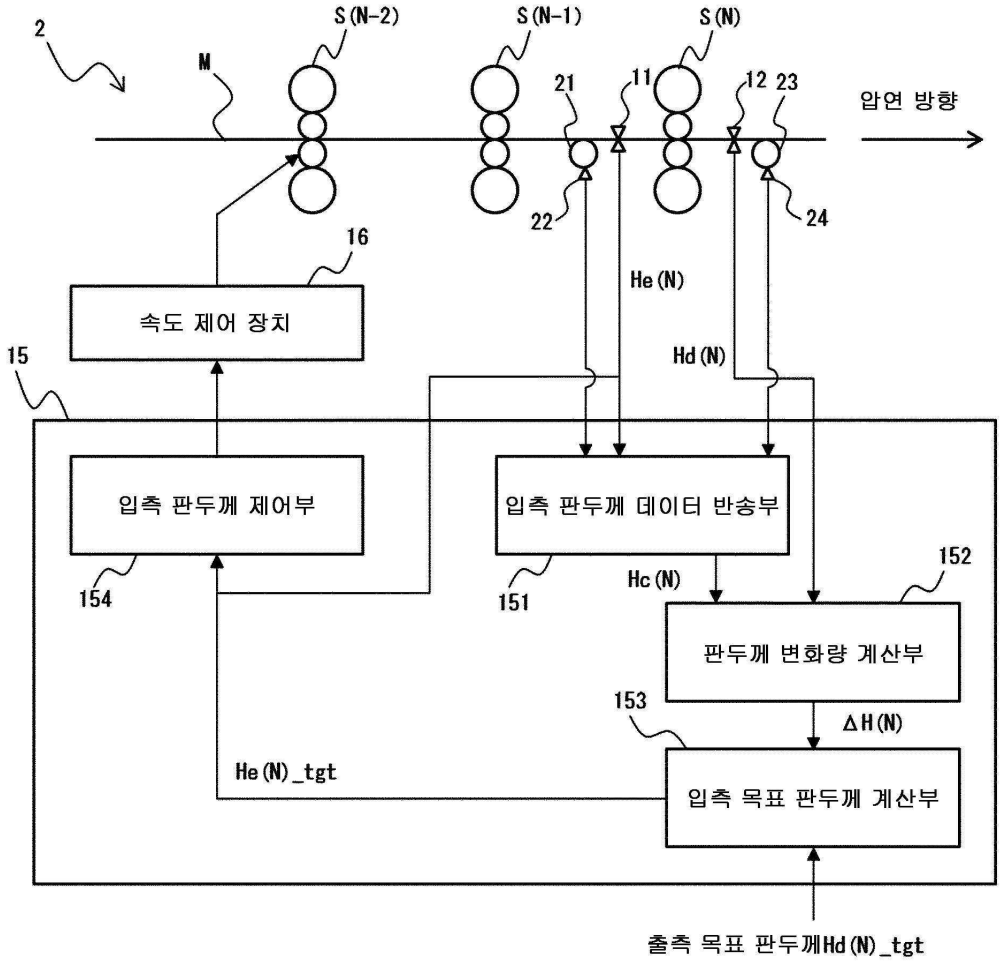
도면2


P11
S(N)
P12
M
압연 방향
He(N) 입력
...
입측 속도로 He(N) 을 반송
출측 속도로 He(N) 을 반송
Hc(N) 취출

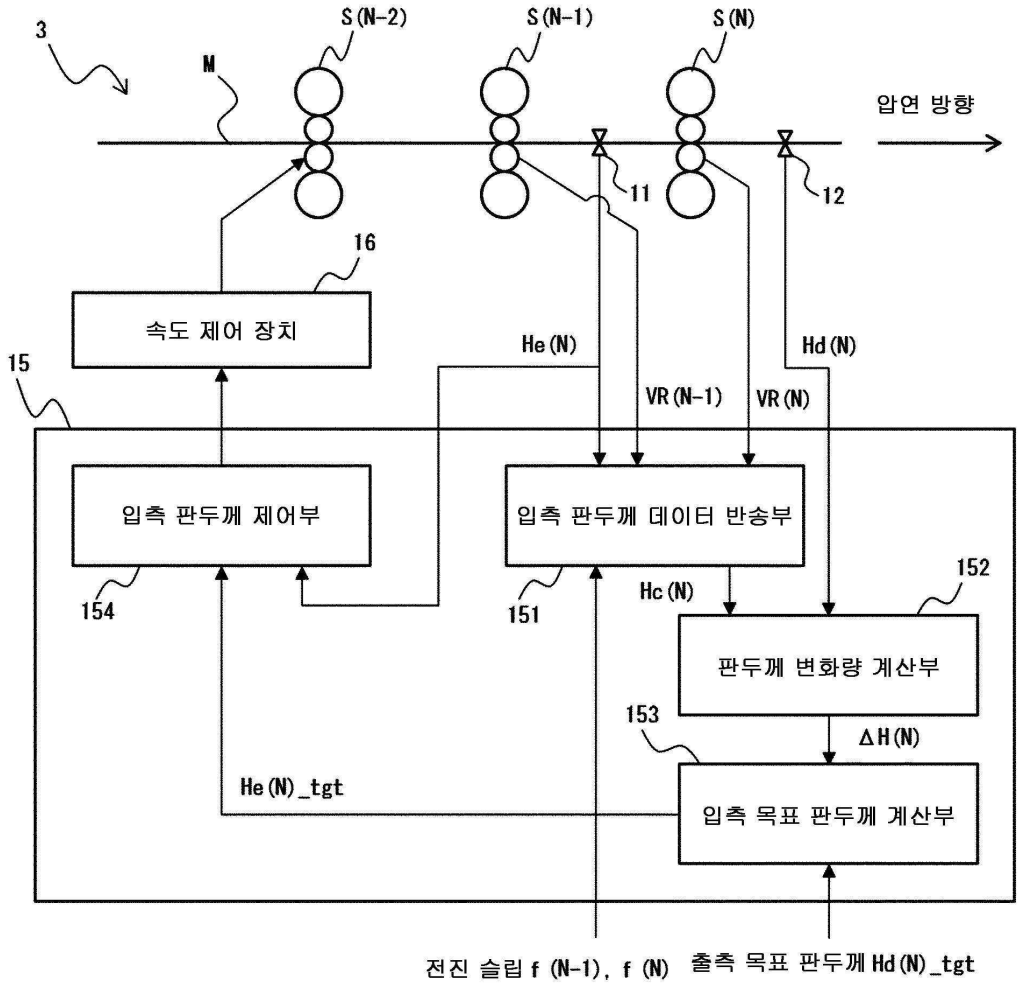
도면3


스타트
입측 판두께 He(N) 을 반송 처리
S1
판두께 변화량 ΔH(N) 을 계산
S2
입측 목표 판두께 He(N)_tgt 를 계산
S3
롤 속도 VR(N-2) 의 조작량을 계산
S4
리턴

도면4


2
M
S(N-2)
S(N-1)
S(N)
21
11
12
23
압연 방향
22
24
16
He(N)
속도 제어 장치
15
Hd(N)
입측 판두께 제어부
입측 판두께 데이터 반송부
154
151
Hc(N)
152
판두께 변화량 계산부
153
ΔH(N)
He(N)_tgt
입측 목표 판두께 계산부
출측 목표 판두께Hd(N)_tgt

도면5


3
M
S(N-2)
S(N-1)
S(N)
압연 방향
11
12
16
속도 제어 장치
15
He(N)
Hd(N)
VR(N-1)
VR(N)
입측 판두께 제어부
입측 판두께 데이터 반송부
154
151
Hc(N)
152
판두께 변화량 계산부
153
ΔH(N)
He(N)_tgt
입측 목표 판두께 계산부
전진 슬립 f(N-1), f(N)
출측 목표 판두께 Hd(N)_tgt