



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월19일
(11) 등록번호 10-1376007
(24) 등록일자 2014년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21B 1/36 (2006.01) B21B 15/00 (2006.01)
B21B 37/18 (2006.01) B21B 37/38 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7014179
(22) 출원일자(국제) 2009년12월15일
심사청구일자 2012년05월31일
(85) 번역문제출일자 2012년05월31일
(65) 공개번호 10-2012-0076403
(43) 공개일자 2012년07월09일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2009/070926
(87) 국제공개번호 WO 2011/074080
국제공개일자 2011년06월23일
(56) 선행기술조사문헌
JP소화57039844 A
W02008062506 A1
JP평성06079303 A
JP2005193256 A
전체 청구항 수 : 총 24 항

(73) 특허권자
미쯔비시 히다찌 세이페쯔 기카이 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 미나토꾸 시바 5쥬메 34반 6고
(72) 발명자
가가 신이찌
일본 1080014 도쿄도 미나토꾸 시바 5쥬메 34반
6고 미쯔비시 히다찌 세이페쯔 기카이 가부시끼가
이샤 내
오노세 미쯔루
일본 1080014 도쿄도 미나토꾸 시바 5쥬메 34반
6고 미쯔비시 히다찌 세이페쯔 기카이 가부시끼가
이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
성재동, 장수길

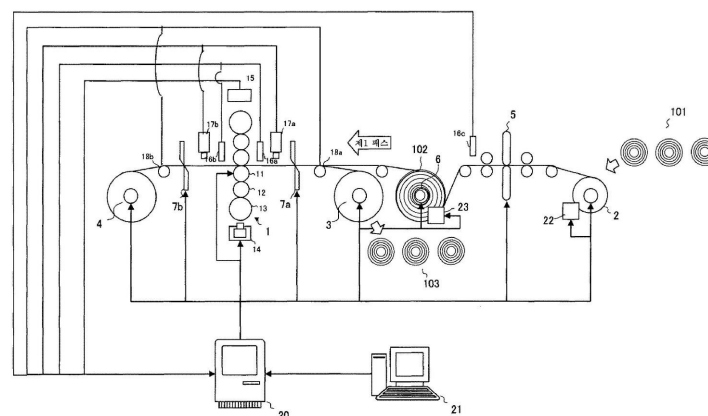
심사관 : 퇴-이성준

(54) 발명의 명칭 냉간 압연재 제조 설비 및 냉간 압연 방법

(57) 요약

냉간 압연재 설비 및 냉간 압연 방법에 있어서, 연간 생산량이 30만톤에서 60만톤 정도 중소규모의 생산 설비에 있어서, 고효율, 고수율을 유지하고, 또한 우수한 투자비용 대비 효과를 실현한다. 권취 장치(2)로부터 권취된 반입 코일(101a 내지 101c)은 접합 장치(5)에 의해 접합되고, 권취 권취 장치(6)에 있어서 외경이 $\phi 3000$ 이하의 빌드업 코일(102)이 형성되고, 빌드업 코일(102)은 원하는 제품의 판 두께가 될 때까지 권취 권취 장치(3, 4) 사이에서 냉간 압연기(1)에 의해 소정 횟수 가역 압연되고, 최종 패스에서 빌드업 코일(102)은 냉간 압연기(1)에 의해 저속 압연(예를 들어 2mpm)되면서, 절단 장치(7a 또는 7b)에 의해 분단되어, 복수개의 반출 코일(103a 내지 103c)이 형성되고, 권취 권취 장치(3, 4)로부터 뽑아내져 반출된다.

대표도



(72) 발명자

도미나가 노리아끼

일본 7338553 히로시마현 히로시마시 니시구 간온
신마찌 4쵸메 6반 22고 미쯔비시 히다찌 세이페쯔
기카이 가부시끼가이샤 히로시마 지교오쇼 내

사이또오 다케히코

일본 7338553 히로시마현 히로시마시 니시구 간온
신마찌 4쵸메 6반 22고 미쯔비시 히다찌 세이페쯔
기카이 가부시끼가이샤 히로시마 지교오쇼 내

요시무라 야스즈구

일본 1080014 도쿄도 미나토꾸 시바 5쵸메 34반 6
고 미쯔비시 히다찌 세이페쯔 기카이 가부시끼가이
샤 내

마스다 도요즈구

일본 1080014 도쿄도 미나토꾸 시바 5쵸메 34반 6
고 미쯔비시 히다찌 세이페쯔 기카이 가부시끼가이
샤 내

마에노 이찌로오

일본 1080014 도쿄도 미나토꾸 시바 5쵸메 34반 6
고 미쯔비시 히다찌 세이페쯔 기카이 가부시끼가이
샤 내

특허청구의 범위

청구항 1

압연 공정에 제공될 복수개의 코일(101)로부터 스트립을 순차 권출하고, 이 스트립을 용접 접합함으로써 코일을 빌드업하는 코일 빌드업 공정(S0201 내지 S0608)과, 이 빌드업 코일(102)로부터 권출된 스트립을 냉간 압연기(1, 1a, 1b)에서 소정 횟수 가역 압연하는 가역 압연 공정(S1101 내지 S4407)과, 상기 가역 압연 공정의 최종 패스에서 원하는 스트립 길이로 코일을 분단해서 복수개의 코일(103)을 형성하는 분단 공정(S4103, S4302 내지 S4304, S4701, S4105, S4307 내지 S4309, S4702, S4107, S4312 내지 S4314, S4703)을 압연 패스 라인상에서 행하는 가역식 냉간 압연 방법에 있어서,

상기 빌드업 코일(102)의 코일 외경을 $\phi 3000\text{mm}$ 이하로 하고,

상기 분단 공정(S4103, S4302 내지 S4304, S4701, S4105, S4307 내지 S4309, S4702, S4107, S4312 내지 S4314, S4703)에서, 냉간 압연기(1, 1a, 1b)의 압연 속도는 0mpm 초과, 50mpm 이하로 하고,

상기 가역 압연 공정의 최종 패스 및 상기 분단 공정에서, 상기 가역 압연 공정에서 사용한 권취 권출 장치(3, 4) 중 어느 1개의 권취 권출 장치를 사용하여, 상기 빌드업 코일(102)을 권취하고, 상기 분단 후의 코일(103)을 반출하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 빌드업 코일(102) 외경이 대경일 때의 스트립의 장력을 소경일 때의 스트립의 장력과 비교하여, 점차 낮게 설정하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 가역 압연 공정의 제1 패스 종료시(S1104)에, 상기 빌드업 코일(102)로부터 권출된 스트립의 꼬리 단부 굴곡부를 절단하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 분단 공정(S4103, S4302 내지 S4304, S4701, S4105, S4307 내지 S4309, S4702, S4107, S4312 내지 S4314, S4703)에서, 상기 냉간 압연기(1, 1a, 1b)의 입구측 압연 속도, 및 입구측 판 두께 및 출구측 압연 속도를 측정하고, 이들 측정값에 기초하여, 상기 냉간 압연기(1, 1a, 1b)의 작업 롤 직하의 판 두께를 연산하고, 상기 냉간 압연기(1, 1a, 1b)가 갖는 유압 압하 장치(14)로 원하는 판 두께가 되도록 판 두께를 제어하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 분단 공정(S4103, S4302 내지 S4304, S4701, S4105, S4307 내지 S4309, S4702, S4107, S4312 내지 S4314, S4703)에서, 상기 냉간 압연기(1, 1a, 1b)의 압연 하중의 변동에 의한 롤 처짐 연산 결과에 기초하여, 롤 벤더 제어 또는 쿨런트 제어 또는 이들 양쪽의 제어로 스트립 형상을 제어하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

판 두께계(16c)가 상기 코일 빌드업 공정(S0201 내지 S0608)에서 용접 접합하는 접합 장치(5)의 하류측에 설치되어 있고,

상기 코일 빌드업 공정(S0201 내지 S0608)에서, 판 두께계(16c)는 접합 후의 판 두께를 계측하고,
상기 가역 압연 공정의 제1 패스(S1101 내지 S1603)에서, 피드 포워드 판 두께 제어를 행하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

코일 빌드업용 권취 권출 장치(6)는, 상기 빌드업 코일(102)을 권취하고, 권출하는 것이며, 코일 센터링 기구(23)를 갖고,

상기 코일 빌드업 공정(S0201 내지 S0608)에서, 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6)는 빌드업 코일을 권취할 때에 상기 코일 센터링 기구(23)를 작동하고,

상기 가역 압연 공정의 제1 패스(S1101 내지 S1603)에서, 코일 빌드업용 권취 권출 장치는 빌드업 코일(102)을 권출할 때에 상기 코일 센터링 기구(23)를 작동하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 코일 빌드업 공정(S0201 내지 S0608) 전에, 선행 코일과 후행 코일의 판 두께차의 절대값을 1mm 이하로 하도록 반입하는 코일(101)의 순서를 사전에 조정하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 코일 빌드업 공정(S0201 내지 S0608)에서, 상기 접합은 매쉬 심 용접 방식으로 하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 매쉬 심 용접 방식에 의한 접합 직후에 크로스 스웨징 처리를 행하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

절단 장치(7, 7a, 7b)는 상기 분단 공정(S4103, S4302 내지 S4304, S4701, S4105, S4307 내지 S4309, S4702, S4107, S4312 내지 S4314, S4703)에서 코일을 분단하는 것이며,

상기 분단 공정(S4103, S4302 내지 S4304, S4701, S4105, S4307 내지 S4309, S4702, S4107, S4312 내지 S4314, S4703)에서, 코일을 분단하는 개소를 접합부가 상기 절단 장치(7, 7a, 7b)를 통과한 직후로 하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 분단 공정(S4103, S4302 내지 S4304, S4701, S4105, S4307 내지 S4309, S4702, S4107, S4312 내지 S4314, S4703)에서, 코일을 분단하는 개소를 접합부가 상기 절단 장치(7, 7a, 7b)를 통과하기 직전과, 접합부가 절단 장치(7, 7a, 7b)를 통과한 직후로 하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 접합 장치(5)는 스트립을 용접 접합하는 것이며, 스트립 가열 장치(19)를 갖고,

상기 코일 빌드업 공정(S0201 내지 S0608)에서, 상기 스트립 가열 장치(19)는 스트립을 100℃ 이상 400℃ 이하로 가열하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 냉간 압연기(1a, 1b)를 2 스탠드로 하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 가역 압연 공정의 최종 패스 개시 전(S4101)에, 스트립이 통관된 상태에서 작업 롤을 미세눈금 형성용 작업 롤로 다시 짜고, 최종 패스의 압연을 행하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 방법.

청구항 16

복수개의 반입 코일(101)로부터 스트립을 순차 권출하는 권출 장치(2)와, 이 스트립을 용접 접합함으로써 빌드업 코일(102)을 형성하고 이 빌드업 코일(102)의 스트립을 권취하고 권출하는 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6)와, 상기 권출 장치(2)와 상기 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6) 사이에 배치된 접합 장치(5)와, 적어도 1대의 가역식 냉간 압연기(1, 1a, 1b)와, 이 냉간 압연기(1, 1a, 1b)의 제1 패스의 입구측 및 출구측에 각각 배치된 제1 및 제2 권취 권출 장치(3, 4)와, 빌드업 코일(102)의 스트립을 분단하는 절단 장치(7, 7a, 7b)와, 권출 장치(2)와 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6)와 접합 장치(5)와 냉간 압연기(1, 1a, 1b)와 제1 및 제2 권취 권출 장치(3, 4)와 절단 장치(7, 7a, 7b)를 제어하는 제어 장치(20)를 사용하여, 압연 방향을 바꾸어서 복수 패스의 냉간 압연을 행하고, 복수개의 반출 코일(103)을 형성하는 가역식 냉간 압연 설비에 있어서,

상기 빌드업 코일(102)의 코일 외경을 $\phi 3000\text{mm}$ 이하로 하고,

상기 제어 장치(20)는, 빌드업 코일 분단 중의 상기 냉간 압연기(1, 1a, 1b)의 압연 속도를 0mpm 초과, 50mpm 이하로 제어하는 속도 제어 기능을 갖고,

상기 제1 및 제2 권취 권출 장치(3, 4)의 어느 한쪽은, 최종 패스에서, 상기 빌드업 코일(102)을 권취하고, 상기 반출 코일(103)을 반출하는 권취 권출 장치인 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 설비.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 절단 장치(7, 7a, 7b)는 압연 방향으로 요동하는 요동 기구를 갖는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 설비.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 제어 장치(20)는, 코일 빌드업시 및 가역 압연 중에, 코일 외경이 대경일 때의 스트립의 장력을 소경일 때의 스트립의 장력과 비교하여, 낮게 설정하는 장력 제어 기능을 갖는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 설비.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 제어 장치(20)는, 상기 절단 장치(7, 7a, 7b)에 의한 코일 분단 중에, 상기 냉간 압연기(1, 1a, 1b)의 입구측 압연 속도, 및 입구측 판 두께 및 출구측 압연 속도를 측정하고, 이들 측정값에 기초하여, 상기 냉간 압연기(1, 1a, 1b)의 작업 롤 직하의 판 두께를 연산하고, 상기 냉간 압연기(1, 1a, 1b)가 갖는 유압 압하 장치(14)에서 원하는 판 두께가 되도록 판 두께 제어하는 판 두께 제어 기능을 갖는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 설비.

청구항 20

제16항에 있어서,

상기 제어 장치(20)는, 상기 절단 장치(7, 7a, 7b)에 의한 코일 분단 중에, 상기 냉간 압연기(1, 1a, 1b)의 압연 하중의 변동에 의한 롤 처짐 연산 결과에 기초하여, 롤 벤더 제어 또는 쿨런트 제어 또는 이들 양쪽의 제어로 스트립 형상을 제어하는 형상 제어 기능을 갖는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 설비.

청구항 21

제16항에 있어서,

상기 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6)는, 코일 센터링 기구(23)를 갖고,

상기 제어 장치(20)는, 빌드업 코일(102)을 권취할 때에 상기 코일 센터링 기구(23)를 작동하고,

빌드업 코일(102)을 권출할 때에 상기 코일 센터링 기구(23)를 작동하도록 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6)를 제어하는 코일 센터링 기능을 갖는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 설비.

청구항 22

제16항에 있어서,

상기 접합 장치(5)를 매쉬 심 용접기로 하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 설비.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 접합 장치(5)의 매쉬 심 용접기는, 접합선 직각 방향의 수평면에 대하여, 스웨징 롤러 축심을 경사지게 하는 기구(60)를 갖는 스웨징 롤러를 구비하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 설비.

청구항 24

제16항에 있어서,

상기 냉간 압연기(1a, 1b)를 2 스탠드로 하는 것을 특징으로 하는, 가역식 냉간 압연 설비.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 냉간 압연재 제조 설비 및 냉간 압연 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 연간 생산량 30만톤 정도의 소량으로, 게다가 많은 강종 냉간 압연재를 생산하는 압연 설비로서, 1대의 냉간 압연기와, 상기 냉간 압연기의 입출구측 각각에 스트립의 권취와 권출을 겸용하는 스트립 권취·권출 장치를 배치하고, 상기 냉간 압연기의 입구측과 출구측의 권취·권출 장치 사이에서, 스트립을 가역 압연하고, 원하는 판 두께가 될 때까지 압연하는 가역 냉간 압연 설비(이하, RCM 설비라고 칭한다)가 실용화되어 있다.

[0003] 또한, RCM 설비의 연간 생산량을 50만톤에서 60만톤 정도로 증가시키는 것을 의도하여, 2대의 압연기를 구비한 설비(이하, 2 스탠드 리버스 설비라고 칭한다)가 있다(특허 문헌1 참조).

[0004] 이와 같은 RCM 설비에 있어서는, 압연의 제1 패스 및 제2 패스에서, 스트립의 휨을 피하기 위해서, 스트립의 선단을 미압연으로 통판시키고, 또한 제3 패스 이후의 패스에서도, 패스 전환부에서는 전 패스 압연부를 미압연 상태로 남기지 않을 수 없다. 이것 때문에 스트립 선단 및 꼬리 단부의 미압연부가 제품의 판 두께 범위를 벗어나고, 제품으로서 판매할 수 없는 문제가 있다. 이들 제품의 판 두께를 벗어난 스트립은, 오프 게이지라 칭한다. 오프 게이지의 비율은, 총 생산량에서 차지하는 오프 게이지량의 비율을 오프 게이지율로서 정의한다. 각 압연 설비에 있어서는 오프 게이지율은, RCM 설비에서 약 2.5% 정도, 2 스탠드 리버스 설비에서 약 6.0% 정도이다. 한편, 산세 공정과 냉간 탠덤 압연 공정이 연속화된 PL-TCM 설비의 오프 게이지율은 0.2% 정도에 머무른다. 가역 압연 방식의 설비에서는, PL-TCM 설비와 비교하여, 오프 게이지율이 약 2.5% 내지 6.0% 정도로 매우 높은 것이 과제이다.

[0005] 특허, 특허 문헌 1에 기재된 2 스탠드 리버스 설비에서는, 약 6.0% 정도의 오프 게이지를 발생시켜, 수율이 현저하게 낮고, 제조 비용이 대폭으로 증가한다.

[0006] 또한, 가역 압연 방식에서는, 전 패스에서, 코일 꼬리 단부에 가까이 가면 압연기를 감속하여, 압연을 정지한다. 다음 패스에서는, 전 패스의 역방향으로 압연하기 위해서, 새롭게 가속을 행한다. 이렇게 가역 압연 방식에서는, 가감속 및 압연 정지를 원하는 제품의 판 두께가 될 때까지의 패스 회수만큼 반복하기 때문에, 조업 시간에서 차지하는 실제 압연 시간이 짧고, 생산 효율이 나쁘다고 하는 과제가 있었다.

[0007] 이들 과제를 해결하기 위해서, 복수의 코일을 접합해 장대한 단일 코일을 형성하는 코일 빌드업 라인과, 빌드업한 장대 코일(빌드업 코일)을 냉간 압연기로 소정 횟수의 가역 압연을 행하는 가역 압연 라인을 갖고, 최종 패스에서 반송가능한 코일 길이로 분단하는 냉간 압연 설비가 제안되어 있다(특허 문헌 2 참조). 이 냉간 압연 설비에서는, 빌드업 코일의 스트립 길이를 접합한 복수 코일의 스트립 합계 길이에 상당하는 만큼 길게 할 수 있고, 코일 앞꼬리 단부의 미압연부는 빌드업한 코일의 최내주부와 최외주부에만 발생하기 때문에, 오프 게이지율을 대폭으로 저감시키는 것이 가능해진다. 또한, 압연 방향 전환에 수반하는 가감속 횟수를 접합한 코일수만큼 줄일 수 있기 때문에, 생산 효율이 향상한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1: 일본 특허 3322984호
(특허문헌 0002) 특허 문헌 2: 일본 특허 공고 소 57-039844호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 특허 문헌 2 기재의 종래 기술은, 특허 문헌 1 기재의 종래 기술의 과제를 해결하고, 고효율, 고수율을 가능하게 하는 것이지만, 이하의 과제가 있다.

[0010] 첫번째, 구성의 복잡화 및 장치의 대형화에 관한 과제이다.

[0011] 특허 문헌 2 기재의 종래 기술은, 복수의 코일을 빌드업하고, 장대화한 빌드업 코일을 형성하는 것이다. 장대화한 빌드업 코일을 압연할 때는 코일의 외경이 커지고, 코일에 작용하는 압연의 장력에 의해, 코일의 내경측에 수축시키려고 하는 코일 권취 체결력이 커진다. 이로 인해, 권취 권출 장치에 직경이 가변인 클래스프형 릴을 적용하면, 이 권취 체결력을 보유 지지하는 강도를 릴에 부여하는 것이 곤란해진다. 즉, 권취 권출 장치에 클래스프형 릴을 적용하는 것은 어렵고, 이 문제를 회피하기 위해서, 직경이 가변이 아닌 솔리드 블록형 릴을 적용할 필요가 있다. 한편, 압연 종료 후의 빌드업 코일을 분할해서 코일 뽑아내기 반출할 때는, 솔리드 블록형 릴은 직경을 수축시킬 수 없고 코일을 뽑아낼 수 없기 때문에, 클래스프형 릴의 권취 권출 장치가 필요해진다. 이렇게 특허 문헌 2 기재의 종래 기술은, 압연 시에는 솔리드 블록형 릴의 권취 권출 장치가, 반출 시에는 클래스프형 릴의 권출 장치가 필요해지고, 특허 문헌 1 기재의 종래 기술에 비해 권취 권출 장치의 수가 증가한다. 이렇게 구성이 복잡해지면, 초기 비용이 커진다.

[0012] 연간 생산량이 80만톤 이상의 비교적 대규모의 생산 설비이면, 오프 게이지율 저하, 생산 효율 향상이라고 하는 장점이, 초기 비용 증대라고 하는 단점을 상회하고, 초기 비용이 다소 커져도 문제가 안 된다. 그러나, 연간 생산량이 30만톤에서 60만톤 정도 중소규모의 생산 설비이면, 초기 비용의 문제는 무시할 수 없고, 이들 구성의 냉간 압연 설비의 보급을 방해하는 한가지 원인이 되어 왔다.

[0013] 또한, 일반적으로, 냉간 압연의 용도에 적용되는 접합 장치는, 맞대기 접합 방식인 레이저 빔 용접기 및 플래시 버트 용접기이다. 이들 용접기는 높은 맞대기 정밀도를 확보하기 위해서, 고강성 또한 고정밀도 부품을 다수 사용함으로써, 다른 접합 방식과 비교하여, 설비가 대형이고 또한 고가가 된다. PL-TCM 등의 연간 100만톤을 초과하는 대규모 생산 설비에 이들 용접기를 적용했을 경우에는, 전체의 설비투자 비용에 차지하는 용접기 비용의 비율이 상대적으로 낮아져, 그다지 문제가 되는 것이 아니지만, 연간 생산량이 30만톤에서 60만톤 정도 중소규모의 설비에 적용했을 경우에는, 그 비율이 커지고, 비용 대비 효과의 점에서 문제가 되고, 적용이 어렵다.

- [0014] 두번째, 코일의 장대화에 관한 과제가 있다.
- [0015] 특허 문헌 2 기재의 종래 기술은, 빌드업 코일을 형성하는 것이며, 빌드업 코일은 장대화한다. 코일이 장대화했을 경우, 릴로 압연에 필요한 장력을 작용시키기 위해서는, 릴에 필요하게 되는 토크는 코일 외경에 1차 비례하는 형식으로 커지고, 릴의 구동 장치가 대형화하는 과제가 있었다. 릴의 구동 장치가 대형화하면, 권취 권출 장치도 대형화하고, 제1 과제와 마찬가지로 초기 비용이 증대한다.
- [0016] 세번째, 코일 분단에 관한 과제가 있다.
- [0017] 또한, 특허 문헌 2에서는, 최종 패스에서 반송 가능한 코일의 크기로 분단하는 냉간 압연 설비가 제안되어 있다. 이 설비에 있어서, 분단한 코일을 권취하는 권취 장치가 1대의 경우에는, 분단할 때의 압연 속도가 0mpm 이 된다. 압연 속도가 0mpm이 되면, 압연이 정지하기 때문에, 작업 롤로 협지된 스트립의 표면에서, 작업 롤과 스트립간의 마찰 계수가 변화함으로써, 정지 마크가 생김과 동시에, 작업 롤에도 정지 마크가 전사해버리기 때문에, 사후의 압연 중에 작업 롤의 회전 피치로, 등간격으로 스트립 표면에 정지 마크가 전사될 경우도 있다. 이 정지 마크는, 제1 패스에서 발생한 경우에는, 복수회 압연을 계속함으로써, 상기 정지 마크는 육안으로는 보이지 않는 레벨로까지 눈에 띄이지 않게 될 경우가 있다. 그러나, 최종 패스에서 발생하면 표면 광택의 품질을 손상시키고, 품질이 엄격한 재료에서는, 불량 제품이 되어버리는 과제가 있었다.
- [0018] 네번째, 소위 텔레스코프 상태에 관한 과제가 있다.
- [0019] 권출 장치에 반입되는 코일은, 코일 단부면이 불일치가 되어 있을 경우가 있다. 즉, 코일 단부면이 망원경과 같은 형상(텔레스코프 상태)이 될 경우가 있다. 또한, 복수회, 권취 권출을 하면서 압연을 반복하는 과정에서, 압연 속도나 장력의 변동에 의해, 텔레스코프 상태로 될 경우가 있다. 텔레스코프 상태의 코일의 스트립을 권출하면, 스트립이 사행하게 되고, 원하는 스트립 형상이 얻어지지 않을 뿐만 아니라, 불균일하게 압연함으로써, 스트립 파단의 위험성도 있을 수 있다.
- [0020] 특허, 특허 문헌 2 기재의 종래 기술은, 장대화된 빌드업 코일을 형성하는 것이며, 스트립 폭에 대한 코일 외경의 비율이 커짐으로써, 텔레스코프 상태에 관한 과제는 현저해진다.
- [0021] 다섯번째, 빌드업 코일의 접합부에 관한 과제가 있다.
- [0022] 코일 빌드업 공정에서, 빌드업하는 각 코일은 두께 변화가 없는 것이 이상적이지만, 실제로는 제조 오차 등에 의해 선행 코일의 판 두께와 후행 코일의 판 두께가 약간 다른 경우도 있어, 접합부에 단차가 발생한다. 가파르고 험준한 단차를 갖는 접합부가 빌드업 코일의 내층부에 위치한 상태에서 코일에 장력이 작용하면, 접합부의 단차가 각층의 내측 및 외측에 전사하고, 흠집으로서 취급되는 제품 불량을 초래하는 과제가 있었다.
- [0023] 또한, 중첩 방식의 심 용접으로 접합했을 경우, 접합부에 단차가 발생하고, 마찬가지로 제품 불량을 초래하는 과제가 있었다.
- [0024] 또한, 냉간 압연재로 해서 냉간 압연 강판을 압연하는 것이 일반적이지만, 고품질의 전자기 강판이나 마그네슘 판을 압연할 경우도 있어, 안정된 접합이 요망되고 있다.
- [0025] 본 발명의 목적은, 연간 생산량이 30만톤에서 60만톤 정도 중소규모의 생산 설비에 있어서, 고효율, 고수율을 유지하고, 또한 투자비용 대비 효과가 우수한 냉간 압연재 설비 및 냉간 압연 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0026] 상술한 제1 내지 3의 과제를 해결하는 제1 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 압연 공정에 제공될 복수개의 코일로부터 스트립을 순차 권출하고, 이 스트립을 용접 접합함으로써 코일을 빌드업하는 코일 빌드업 공정과, 상기 빌드업 코일로부터 권출된 스트립을 압연기에서 소정 횟수 가역 압연하는 가역 압연 공정과, 상기 가역 압연 공정의 최종 패스에서 원하는 스트립 길이로 코일을 분단해서 복수개의 코일을 형성하는 분단 공정을 압연 패스 라인상에서 행하는 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 상기 빌드업 코일의 코일 외경을 $\phi 3000$ 이하로 하고, 상기 분단 공정에서, 압연기의 압연 속도는 0mpm 초과, 50mpm 이하로 하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 상술한 제2 과제를 해결하는 제2 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 상기 빌드업 코일 외경이 대경(大徑)일 때의 스트립의 장력을 소경(小徑)일 때의 스트립의 장력과 비교하여, 점차 낮게 설정하는 것을 특징으로 한다.

- [0028] 상술한 제1 과제를 해결하는 제3 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명 내지 제2 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 상기 가역 압연 공정의 제1 패스 종료시에, 상기 빌드업 코일로부터 권출된 스트립의 꼬리 단부 굴곡부를 절단하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 한편, 최종 패스에서 코일을 분단할 때의 압연 속도를, 0mpm 초과, 50mpm 이하로 저하시켰을 경우, 판 두께 제어 정밀도가 저하한다고 하는 과제가 새롭게 발생한다. 즉, 판 두께 제어에 사용하는 판 두께계는 압연기의 작업 롤로부터 이격된 거리에 설치되고, 압연 속도를 저하시켰을 경우에, 이 판 두께계의 계측값으로 판 두께의 피드백 제어를 행하면 시간 지연에 의해, 판 두께 제어 정밀도가 저하한다.
- [0030] 상술한 새롭게 발생하는 과제를 해결하는 제4 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명 내지 제3 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 상기 분단 공정에서, 상기 압연기의 입구측 압연 속도, 및 입구측 판 두께 및 출구측 압연 속도를 측정하고, 이들 측정값에 기초하여, 상기 압연기의 작업 롤 직하의 판 두께를 연산하고, 상기 압연기가 갖는 유압 압하 장치로 원하는 판 두께가 되도록 판 두께를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 마찬가지로, 최종 패스에서 코일을 분단할 때의 압연 속도를, 0mpm 초과, 50mpm 이하로 저하시켰을 경우, 형상 제어 정밀도가 저하한다고 하는 과제가 새롭게 발생한다. 즉, 스트립의 형상을 측정하는 형상 검출기도 판 두께계와 마찬가지로 하여, 압연기의 작업 롤로부터 이격된 위치에 배치되기 때문에, 압연 속도를 저하시켰을 경우에는, 형상 검출기에 의한 형상의 인식으로부터 액추에이터에 의한 형상의 수정까지 시간을 필요로 하고, 형상 제어 정밀도가 저하한다. 또한, 일반적으로 압연 속도를 저하시키면 작업 롤과 스트립간의 마찰 계수가 상승하고, 결과적으로 압연 하중이 상승하고, 형상이 흐트러진다.
- [0032] 상술한 새롭게 발생하는 과제를 해결하는 제5 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명 내지 제4 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 상기 분단 공정에서, 상기 압연기의 압연 하중의 변동에 의한 롤 처짐 연산 결과에 기초하여, 롤 벤더 제어 또는 쿨런트 제어 또는 이들 양쪽의 제어로 스트립 형상을 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 또한, 빌드업 코일을 압연할 때, 종래의 판 두께 제어에서는 정밀도가 불충분할 경우도 있다.
- [0034] 상술한 새롭게 발생하는 과제를 해결하는 제6 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명 내지 제5 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 판 두께계가 상기 코일 빌드업 공정에서 용접 접합하는 접합 장치의 하류측에 설치되고, 상기 코일 빌드업 공정에서, 판 두께계는 접합 후의 판 두께를 계측하고, 상기 가역 압연 공정의 제1 패스에서, 피드 포워드 판 두께 제어를 행하는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 상술한 제4 과제를 해결하는 제7 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명 내지 제6 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 코일 빌드업용 권취 권출 장치는, 상기 빌드업 코일을 권취하고, 권출하는 것이며, 코일 센터링 기구를 갖고, 상기 코일 빌드업 공정에서, 코일 빌드업용 권취 권출 장치는 빌드업 코일을 권취할 때에 상기 코일 센터링 기구를 작동하고, 상기 가역 압연 공정의 제1 패스에서, 코일 빌드업용 권취 권출 장치는 빌드업 코일을 권출할 때에 상기 코일 센터링 기구를 작동하는 것을 특징으로 한다.
- [0036] 상술한 제5 과제를 해결하는 제8 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명 내지 제7 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 상기 코일 빌드업 공정 전에, 선행 코일과 후행 코일의 판 두께차의 절대값을 1mm 이하로 하도록 반입하는 코일의 순서를 사전에 조정하는 것을 특징으로 한다.
- [0037] 상술한 제1 및 제5 과제를 해결하는 제9 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명 내지 제8 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 상기 코일 빌드업 공정에서, 상기 접합은 매쉬 심 용접 방식으로 하는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 한편, 매쉬 심 용접 방식의 접합 장치를 사용하면, 접합부에 관한 과제가 새롭게 발생한다. 즉, 매쉬 심 용접기는 접합할 재료를 포개 전극롤으로 협지시켜 통전하고, 재료의 접촉 저항 및 내부 저항 발열시켜, 접합하는 방식을 채용한 것이다. 이에 의해, 접합 종료 후의 접합부의 판 두께는, 1.2에서 1.5배 정도로 두께 증가한다. 두께 증가한 접합부는 단차가 되고, 압연기를 통과할 경우에는, 롤에 과대한 힘이 작용한다. 또한, 단차가 작업 롤에 마크로서 전사되는 경우가 있다. 즉, 제5 과제와 같은 과제가 발생한다.
- [0039] 상술한 새롭게 발생하는 제5 과제와 같은 과제를 해결하는 제10 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명 내지 제9 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 상기 매쉬 심 용접 방식에 의한 접합 직후에 크로스 스웨징 처리를 행하는 것을 특징으로 한다.

- [0040] 제11 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명 내지 제10 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 절단 장치는 상기 분단 공정에서 코일을 분단하는 것이며, 상기 분단 공정에서, 코일을 분단하는 개소를 접합부가 상기 절단 장치를 통과한 직후로 하는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 제12 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제11 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 상기 분단 공정에서, 코일을 분단하는 개소를 접합부가 상기 절단 장치를 통과하기 직전과, 접합부가 절단 장치를 통과한 직후로 하는 것을 특징으로 한다.
- [0042] 제13 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명 내지 제12 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 상기 접합 장치는 스트립을 용접 접합하는 것이며, 스트립 가열 장치를 갖고, 상기 코일 빌드업 공정에서, 상기 스트립 가열 장치는 스트립을 100℃ 이상 400℃ 이하로 가열하는 것을 특징으로 한다.
- [0043] 제14 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명 내지 제13 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 상기 압연기를 2 스탠드로 한 것을 특징으로 한다.
- [0044] 제15 발명에 관한 가역식 냉간 압연 방법은, 제1 발명 내지 제14 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 방법에 있어서, 상기 가역 압연 공정의 최종 패스 개시 전에, 스트립이 통관된 상태에서 작업 롤을 미세눈금 형성용 작업 롤로 다시 짜고, 최종 패스의 압연을 행하는 것을 특징으로 한다.
- [0045] 상술한 제1 내지 3의 과제를 해결하는 제16 발명에 관한 가역식 냉간 압연 설비는, 복수개의 반입 코일로부터 스트립을 순차 권출하는 권출 장치와, 이 스트립을 용접 접합함으로써 빌드업 코일을 형성하고 이 빌드업 코일의 스트립을 권취하고 권출하는 코일 빌드업용 권취 권출 장치와, 상기 권출 장치와 상기 코일 빌드업용 권취 권출 장치 사이에 배치된 접합 장치와, 적어도 1대의 가역식 압연기와, 이 압연기의 제1 패스의 입구측 및 출구측에 각각 배치된 제1 및 제2 권취 권출 장치와, 빌드업 코일의 스트립을 분단하는 절단 장치와, 권출 장치와 코일 빌드업용 권취 권출 장치와 접합 장치와 냉간 압연기와 제1 및 제2 권취 권출 장치와 절단 장치를 제어하는 제어 장치를 사용하여, 압연 방향을 바꾸어서 복수 패스의 냉간 압연을 행하고, 복수개의 반출 코일을 형성하는 가역식 냉간 압연 설비에 있어서, 상기 빌드업 코일의 코일 외경을 $\phi 3000$ 이하로 하고, 상기 제어 장치는, 빌드업 코일 분단 중의 상기 냉간 압연기의 압연 속도를 0mpm 초과, 50mpm 이하로 제어하는 속도 제어 기능을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0046] 상술한 제1 및 제3 과제를 해결하는 제17 발명에 관한 가역식 냉간 압연 설비는, 제16 발명에 관한 가역식 냉간 압연 설비에 있어서, 상기 절단 장치는 압연 방향으로 요동하는 요동 기구를 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0047] 상술한 제2 과제를 해결하는 제18 발명에 관한 가역식 냉간 압연 설비는, 제16 발명 내지 제17 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 설비에 있어서, 상기 제어 장치는, 코일 빌드업 시 및 가역 압연 중에, 코일 외경이 대경일 때의 스트립의 장력을 소경일 때의 스트립의 장력과 비교하여, 낮게 설정하는 장력 제어 기능을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0048] 상술한 제1 및 제3 과제에 부수되어 새롭게 발생하는 과제를 해결하는 제19 발명에 관한 가역식 냉간 압연 설비는, 제16 발명 내지 제18 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 설비에 있어서, 상기 제어 장치는, 상기 절단 장치에 의한 코일 분단 중에, 상기 압연기의 입구측 압연 속도, 및 입구측 판 두께 및 출구측 압연 속도를 측정하고, 이들 측정값에 기초하여, 상기 압연기의 작업 롤 직하의 판 두께를 연산하고, 상기 압연기가 갖는 유압 압하 장치로 원하는 판 두께가 되도록 판 두께를 제어하는 판 두께 제어 기능을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0049] 상술한 제1 및 제3 과제에 부수되어 새롭게 발생하는 과제를 해결하는 제20 발명에 관한 가역식 냉간 압연 설비는, 제16 발명 내지 제19 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 설비에 있어서, 상기 제어 장치는, 상기 절단 장치에 의한 코일 분단 중에, 상기 냉간 압연기의 압연 하중의 변동에 의한 롤 처짐 연산 결과에 기초하여, 롤 벤더 제어 또는 컬런트 제어 또는 이들 양쪽의 제어로 스트립 형상을 제어하는 형상 제어 기능을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0050] 상술한 제4 과제를 해결하는 제21 발명에 관한 가역식 냉간 압연 설비는, 제16 발명 내지 제20 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 설비에 있어서, 상기 코일 빌드업용 권취 권출 장치는, 코일 센터링 기구를 갖고, 상기 제어 장치는, 빌드업 코일을 권취할 때에 상기 코일 센터링 기구를 작동하고, 빌드업 코일을 권출할 때에 상기 코일 센터링 기구를 작동하도록 코일 빌드업용 권취 권출 장치를 제어하는 코일 센터링 기능을 갖는 것을 특징으로 한다.

- [0051] 상술한 제1 및 제5 과제를 해결하는 제22 발명에 관한 가역식 냉간 압연 설비는, 제16 발명 내지 제21 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 설비에 있어서, 상기 접합 장치를 매쉬 심 용접기로 하는 것을 특징으로 한다.
- [0052] 상술한 제5 과제를 해결하는 제23 발명에 관한 가역식 냉간 압연 설비는, 제22 발명에 관한 가역식 냉간 압연 설비에 있어서, 상기 접합 장치의 매쉬 심 용접기는, 접합선 직각 방향의 수평면에 대하여, 스웨이징 롤러 축심을 경사지게 하는 기구를 갖는 스웨이징 롤러를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0053] 제24 발명에 관한 가역식 냉간 압연 설비는, 제16 발명 내지 제23 발명 중 어느 하나에 관한 가역식 냉간 압연 설비에 있어서, 상기 압연기를 2 스탠드로 하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0054] 본 발명에 따르면 이하의 효과가 얻어진다.
- [0055] 제1 및 제16 발명에 있어서는, 코일 빌드업 공정에서 빌드업 코일을 형성하고, 가역 압연 공정에서 빌드업 코일을 소정 횟수 가역 압연함으로써, 특허 문헌 1 기재의 종래 기술에 비해, 압연하는 재료 길이가 길어지기 때문에, 정상 압연 속도로 압연하는 시간을 길게 할 수 있고, 생산 효율이 향상한다. 또한, 미압연부는 빌드업한 코일의 최내주부와 최외주부에만 발생하기 때문에, 오프 게이지율을 대폭으로 저감시키는 것이 가능해진다. 또한, 비정상 압연 속도 부분이 적어져 판 두께 정밀도가 향상한다. 즉, 특허 문헌 2 기재의 종래 기술과 동등한 고효율, 고수율을 유지할 수 있다.
- [0056] 빌드업 코일의 코일 외경을 $\phi 3000$ 이하로 함으로써, 빌드업 코일에 작용하는 권취 체결력을 제한하고, 빌드업 코일 외경이 장대화하는 것에 의한 권취 권출 장치의 대형화를 억제할 수 있다. 그 결과, 제2 종래 기술의 권취 권출 장치는 솔리드 블록형 릴을 적용할 필요가 있었지만, 권취 권출 장치는 클래스프형 릴을 적용할 수 있다. 클래스프형 릴을 적용한 권취 권출 장치는, 권취 권출과 반출 작업을 행할 수 있다.
- [0057] 이에 의해, 특허 문헌 2 기재의 종래 기술에서 필수적인 솔리드 블록형 릴의 권취 권출 장치 및 반출용 권취 장치가 불필요해진다. 이에 의해 설비 구성을 간소화할 수 있고, 그 결과, 초기 비용을 억제할 수 있다.
- [0058] 분단 공정에서, 압연기의 압연 속도는 0mpm 초과, 50mpm 이하로 함으로써, 코일 분단 후, 코일을 뽑아내서 반출하고, 그 후 계속해서 다음 코일을 권취하는 작업을 1대의 권취 권출 장치로 행하는 것이 가능하다.
- [0059] 적합하게는, 분단 공정에서의 압연기의 압연 속도를 0mpm 초과, 20mpm 이하, 더 적합하게는 0mpm 초과, 10mpm 이하, 또한 적합하게는 0mpm 초과, 5mpm 이하, 또한 적합하게는 0mpm 초과, 2mpm 이하로 함으로써, 절단 장치와 권취 권출 장치 간의 거리를 단축할 수 있고, 설비 길이를 단축할 수 있다. 그 결과, 초기 투자비용을 억제할 수 있다.
- [0060] 또한, 압연을 계속함으로써, 스트립에 작업 롤의 정지 마크가 생성되는 것을 방지할 수 있다.
- [0061] 제17 발명에 있어서는, 절단 장치는 압연 방향으로 요동하는 요동 기구를 갖는다. 분단 공정에서, 압연기의 압연 속도는 0mpm 초과, 50mpm 이하로 함으로써, 비교적 저렴한 요동 기구를 갖는 절단 장치를 적용할 수 있고, 초기 비용을 억제할 수 있다.
- [0062] 제2 및 제18 발명에 있어서는, 장력 제어를 행함으로써, 코일에 작용하는 권취 체결력을 제한하고, 코일 외경이 장대화하는 것에 의한 권취 권출 장치의 대형화를 억제할 수 있다.
- [0063] 제3 발명에 있어서는, 가역 압연 공정의 제1 패스 종료시에, 빌드업 코일로부터 권출된 스트립의 꼬리 단부 굴곡부를 절단하면, 기존 설비(특허 문헌 1 기재의 종래 기술)의 가역 압연 라인을 저렴하게 개량할 수 있다.
- [0064] 한편, 분단 공정에서의 압연 속도를, 0mpm 초과, 50mpm 이하로 저하시켰을 경우, 판 두께 제어 정밀도가 저하한다고 하는 과제가 새롭게 발생한다. 즉, 판 두께 제어에 사용하는 판 두께계는 압연기의 작업 롤로부터 이격된 거리에 설치되고, 압연 속도를 저하시켰을 경우에, 이 판 두께계의 측속값으로 판 두께의 피드백 제어를 행하면, 시간 지연에 의해 판 두께 제어 정밀도가 저하한다.
- [0065] 상기 새로운 과제를 해결하기 위해서, 제4 및 제19 발명에 있어서는, 분단 공정에서, 냉간 압연기의 입구측 압연 속도, 및 입구측 판 두께, 및 출구측 압연 속도를 측정하고, 이들 측정값에 기초하여, 냉간 압연기의 작업 롤 직하의 판 두께를 연산하고, 냉간 압연기가 갖는 유압 압하 장치로 원하는 판 두께가 되도록 판 두께 제어함으로써, 판 두께 정밀도를 유지할 수 있다.

- [0066] 마찬가지로, 분단 공정에서의 압연 속도를, 0mpm 초과, 50mpm 이하로 저하시켰을 경우, 형상 제어 정밀도가 저하한다고 하는 과제가 새롭게 발생한다. 즉, 스트립의 형상을 측정하는 형상 검출기도 판 두께제와 마찬가지로 하여, 압연기의 작업 롤로부터 이격된 위치에 배치되기 때문에, 압연 속도를 저하시켰을 경우에는, 형상 검출기에 의한 형상의 인식으로부터 액추에이터에 의한 형상의 수정까지 시간을 필요로 하고, 형상 제어 정밀도가 저하한다. 또한, 일반적으로 압연 속도를 저하시키면 작업 롤과 스트립간의 마찰 계수가 상승하고, 결과적으로 압연 하중이 상승하고, 작업 롤의 치짐이 변화되고, 스트립의 형상이 흐트러진다.
- [0067] 상기 새로운 과제를 해결하기 위해서, 제5 및 제20 발명에 있어서는, 최종 패스에서 코일을 분단할 때에, 압연기의 압연 하중의 변동에 의한 롤 치짐 연산 결과에 기초하여, 롤 벤티 제어 또는 쿨런트 제어 또는 이들 양쪽의 제어로 스트립 형상을 제어함으로써, 검출 지연을 보충하고, 스트립의 형상을 유지할 수 있다.
- [0068] 또한, 빌드업 코일을 압연할 때, 종래의 판 두께 제어로는 정밀도가 불충분할 경우도 있다.
- [0069] 상기의 새로운 과제를 해결하기 위해서, 제6 발명에 있어서는, 피드 포워드 판 두께 제어를 행함으로써, 가역 압연 공정에 앞서 압하 제어량을 예측해 조정함으로써, 판 두께 제어 정밀도를 유지할 수 있다.
- [0070] 제7 및 제21 발명에 있어서는, 코일 빌드업 공정에서, 코일 빌드업용 권취 권출 장치가 빌드업 코일을 권취할 때에 코일 센터링 기구를 작동함으로써, 빌드업 코일이 텔레스코프 상태로 형성되는 것을 방지할 수 있다.
- [0071] 가역 압연 공정의 제1 패스에서, 코일 빌드업용 권취 권출 장치는 빌드업 코일을 권출할 때에 코일 센터링 기구를 작동함으로써, 만약 가령 빌드업 코일이 텔레스코프 상태로 형성되었을 경우라도, 냉간 압연기와 스트립 중심을 일치시켜 압연을 계속하도록 제어할 수 있다.
- [0072] 이와 같이 코일 빌드업용 권취 권출 장치에 코일 센터링 기구(23)를 적용함으로써, 코일 단부면의 불일치가 없고, 빌드업 코일의 텔레스코프 상태에 관한 과제를 해결할 수 있다.
- [0073] 제8 발명에 있어서는, 미리, 선행 코일과 후행 코일의 판 두께차의 절대값을 1mm 이하, 더욱 바람직하게는 0.5mm 이하로 하도록 권출 장치에 반입하는 코일의 순서를 사전에 조정함으로써, 빌드업한 코일의 내층부에 위치하는 접합부의 단차에서 인접하는 코일층에 흠집이 전사되는 것을 억제할 수 있다.
- [0074] 제9 및 제22 발명에 있어서는, 저렴한 매쉬 심 용접 방식의 접합 장치를 사용해서 접합함으로써, 연간 생산량이 약 30만톤 내지 60만톤 중소규모의 생산 설비에 있어서, 비용 대비 효과의 과제를 해소할 수 있다.
- [0075] 한편, 매쉬 심 용접 방식의 접합 장치를 사용하면, 접합부에 관한 과제가 새롭게 발생한다. 즉, 매쉬 심 용접기는 접합할 재료를 포개어 전극륜으로 협지시켜 통전하고, 재료의 접촉 저항 및 내부 저항 발열시켜서, 접합하는 방식을 채용한 것이다. 이에 의해, 접합 종료 후의 접합부의 판 두께는, 1.2로부터 1.5배 정도로 두께 증가한다. 두께 증가한 접합부는 단차가 되고, 압연기를 통과할 경우에는, 롤에 과대한 힘이 작용한다. 또한, 단차가 작업 롤에 마크로서 전사되는 경우가 있다.
- [0076] 제10 및 제23 발명에 있어서는, 매쉬 심 용접 후에, 스웨징 롤러를 경사지게 해, 두께 증가한 접합부를 압연하는 크로스 스웨징 처리를 행함으로써, 단차를 평활화할 수 있다.
- [0077] 그런데, 상술한 바와 같이 접합부에 관한 과제는 해결되지만, 제품 코일은 또한 정밀도가 요구되는 경우도 있다.
- [0078] 제11 발명에 있어서는, 최종 패스에서의 코일 분단을 접합부가 절단 장치를 통과한 직후로 함으로써, 분단한 코일의 외표면에 접합부를 배치할 수 있고, 코일을 뽑아낸 후의 접합부의 처리를 용이하게 할 수 있다.
- [0079] 제12 발명에 있어서는, 최종 패스에서의 코일 분단을 접합부가 절단 장치를 통과하기 직전과, 접합부가 절단 장치를 통과한 직후에 함으로써, 제품 코일에 접합부가 휘감기지 않고, 접합부의 후처리를 불필요하게 할 수 있다.
- [0080] 제13 발명에 있어서는, 스트립 가열 장치가 스트립을 100℃ 이상 400℃ 이하로 가열함으로써, 고품질의 전자기 강판이나 마그네슘판을 안정적으로 압연할 수 있다.
- [0081] 그런데, 1 스탠드의 냉간 압연기를 사용해서 압연할 경우, 코일 빌드업 공정에 필요한 시간에 대하여, 가역 압연 공정에 필요한 시간은 압도적으로 길어지고, 팩트 밸런스가 나쁘다고 하는 과제가 있었다.
- [0082] 제14 및 제24 발명에 있어서는, 2 스탠드의 냉간 압연기를 사용해서 압연함으로써, 원하는 판 두께를 얻을 때까지의 압연 패스 횟수를 저감하는 것이 가능해지고, 가역 압연 공정에 필요한 시간을 짧게 해, 코일 빌드업 공정

과 가역 압연 공정과의 텍트 밸런스를 개선하고, 생산 효율을 향상할 수 있다.

[0083] 제15 발명에 있어서는, 최종 패스의 압연 개시 전에, 스트립이 통관된 상태에서 작업 롤을 미세눈금 형성용 작업 롤로 다시 짜고, 최종 패스의 압연을 행하는 냉간 압연 공정의 아래 공정에서 행해지는 덩드로잉 성형시의 굴림 연성, 또는, 도장의 밀착성·선형성을 향상시킬 수 있다.

[0084] 이상과 같이, 연간 생산량이 30만톤에서 60만톤 정도 중소규모의 생산 설비에 있어서, 고효율, 고수율을 유지하고, 또한 투자비용 대비 효과가 우수한 냉간 압연재 제조 설비 및 냉간 압연 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0085] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 관계되는 냉간 압연재 설비의 개략도이다.

도 2는 제어 장치가 행하는 처리 수순(코일 빌드업 공정)을 도시하는 제어 플로우이다.

도 3은 제어 장치가 행하는 처리 수순(가역 압연 공정 제1 내지 3 패스)을 도시하는 제어 플로우이다.

도 4는 제어 장치가 행하는 처리 수순(가역 압연 공정 제4 패스·분단 공정)을 도시하는 제어 플로우이다.

도 5는 각 장치의 타임테이블(코일 빌드업 공정)이다.

도 6은 각 장치의 타임테이블(가역 압연 공정 제1 내지 3 패스)이다.

도 7은 각 장치의 타임테이블(가역 압연 공정 제4 패스·분단 공정)이다.

도 8은 비교를 위해 사용한 제1 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비의 개략도이다.

도 9는 비교를 위해 사용한 제2 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비의 개략도이다.

도 10은 빌드업 코일 권취 시의 장력 제어를 도시하는 도면이다.

도 11은 권출 장치에 적용되는 코일 센터링 기구의 개략 사시도이다.

도 12는 매쉬 심 용접 방식의 개념도이다.

도 13은 매쉬 심 용접 방식의 접합 장치의 개략도이다.

도 14는 접합 장치에 설치된 경사 기구의 개략도인 도 15의 접합부의 메탈 플로우를 도시하는 도면이다.

도 16은 가압 롤러를 경사지게 하는 각도의 제1 설정 방법을 도시하는 도면이다.

도 17은 가압 롤러를 경사지게 하는 각도의 제2 설정 방법을 도시하는 도면이다.

도 18은 본 발명의 제2 실시 형태에 영향을 미치는 냉간 압연재 설비의 개략도이다.

도 19는 본 발명의 제3 실시 형태에 영향을 미치는 냉간 압연재 설비의 개략도이다.

도 20은 본 발명의 제4 실시 형태에 영향을 미치는 냉간 압연재 설비의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0086] <제1 실시 형태>

[0087] 다음에, 본 발명의 제1 실시 형태에 대해서 도면을 참조해서 설명한다. 본 실시 형태에 있어서의 냉간 압연재로 하고, 냉간 압연 강판을 예로 설명한다.

[0088] <주요 구성>

[0089] 도 1은, 본 발명의 제1 실시 형태에 관계되는 냉간 압연재 설비의 개략도이다.

[0090] 도 1에 있어서, 본 실시 형태에 관계되는 냉간 압연재 설비는, 주요 구성으로서, 가역식의 냉간 압연기(1)와, 반입 코일(101)의 스트립을 권출하는 권출 장치(2)와, 냉간 압연기(1)의 제1 패스의 입구측에 배치된 권취 권출 장치(3)(제1 권취 권출 장치)와, 냉간 압연기(1)의 제1 패스의 출구측에 배치된 권취 권출 장치(4; 제2 권취 권출 장치)와, 권출 장치(2)의 하류에 배치되고, 복수의 반입 코일(101)로부터 빌드업 코일(102)을 형성하는 접합 장치(5)와, 빌드업 코일(102)을 권취하고 권출하는 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6)와, 최종 패스에서 빌드업 코일(102)의 스트립을 중단해서 반출 코일(103)을 형성하는 절단 장치(7)와, 냉간 압연기(1), 권출 장치(2), 권

취 권출 장치(3, 4), 접합 장치(5), 권취 권출 장치(6)(코일 빌드업용) 및 절단 장치(7)를 제어하는 제어 장치(20)를 구비하고 있다.

- [0091] 가역식의 냉간 압연기(1)는, 예를 들어, 압연재에 직접 접촉해 압연하는 상하의 작업 롤(11, 11)과, 이들 작업 롤을 연직 방향으로 지지하는 상하의 중간 롤(12, 12)과, 이들 중간 롤(12, 12)을 연직 방향으로 지지하는 상하의 보강 롤(13, 13)을 구비한 6단 UC밀이다.
- [0092] 하측 보강 롤(13)의 하부에는 유압 압하 장치(14)가 설치되어 있고, 지시에 기초하여, 유압 압하 장치(14)가 하측 보강 롤(13)의 베어링을 상하 이동시킴으로써 소정의 압하량이 되도록 스트립을 압하한다. 상측 보강 롤(13)의 상부에는 하중계(15)가 설치되어 있고, 하중계(15)에 의해 검출된 하중 변화에 대응해서 롤의 압하량을 조정한다. 이 일련의 동작을 압하 제어라고 한다.
- [0093] 또한, 냉간 압연기(1)의 제1 패스의 입구측에는 판 두께계(16a), 판속계(17a), 형상계(18a)가, 냉간 압연기(1)의 제1 패스의 출구측에는 판 두께계(16b), 판속계(17b), 형상계(18b)가 설치되어, 판 두께 제어나 형상 제어에 사용되고, 이들의 제어의 결과에 기초하여 압하 제어가 된다.
- [0094] 권출 장치(2)는, 신축 기능을 갖는 클래스프형 띠를 갖고, 반입 코일(101)을 세트하고, 스트립을 권출한다. 또한, 권출 장치(2)는 코일 센터링 기구(22)(후술)를 갖고 있다.
- [0095] 권취 권출 장치(3)와 권취 권출 장치(4)는, 권취 권출 장치(3)와 권취 권출 장치(4) 사이에서 압연재의 권취와 권출을 반복함으로써, 압연 방향을 바꾸어서 복수 패스의 냉간 압연을 행한다. 또한, 권취 권출 장치(3)와 권취 권출 장치(4)는, 함께 신축 기능을 갖는 클래스프형 띠를 갖고, 분단에 의해 형성된 반출 코일(103)을 반출한다.
- [0096] 접합 장치(5)는, 이미 권출된 제1 반입 코일(101a)의 스트립 꼬리 단부와 권출 장치(2)로부터 계속해서 권출된 제2 반입 코일(101b)의 스트립 선단과를 접합하고, 계속해서 마찬가지로, 제2 반입 코일(101b)의 스트립 꼬리 단부와 제3 반입 코일(101c)의 스트립 선단을 접합하고, 빌드업 코일(102)을 형성한다.
- [0097] 권취 권출 장치(6)(코일 빌드업용)는, 접합 장치(5)에 의해 접합된 빌드업 코일(102)의 스트립을 순차 권취하고, 제1 패스에서 빌드업 코일(102)의 스트립을 권출한다. 권취 권출 장치(6)는 신축 기능이 없는 솔리드형 띠를 갖는다. 또한, 권취 권출 장치(6)가 반드시 솔리드형 띠를 가질 필요는 없고, 클래스프형 띠를 갖고 있어도 상관없다. 또한, 권취 권출 장치(6)는 코일 센터링 기구(23; 후술)를 갖고 있다.
- [0098] 절단 장치(7)는 절단 장치(7a)와 절단 장치(7b)로 구성된다. 절단 장치(7a)는 냉간 압연기(1)와 권취 권출 장치(3) 사이에 배치되고, 최종 패스가 권취 권출 장치(3)로 권취 완료하는 패스에서, 빌드업 코일(102)의 스트립을 분단한다. 또한, 절단 장치(7b)는 냉간 압연기(1)와 권취 권출 장치(4) 사이에 배치되고, 권취 권출 장치(4)로 권취 완료하는 패스에서, 빌드업 코일(102)의 스트립을 분단한다. 절단 장치(7a, 7b)는, 요동 기구(도시하지 않음)를 갖고 있다.
- [0099] <주요 제어>
- [0100] 도 2 내지 도 4는, 제어 장치(20)가 행하는 처리 수순을 도시하는 제어 플로우이다. 점선은, 각 장치(1 내지 7) 사이의 관계를 도시한다. 3개의 반입 코일(101)로부터 빌드업 코일(102)을 형성하고, 4 패스 압연 후, 3개의 반출 코일(103)을 형성하는 경우의 제어에 대해서 설명한다. 도 5 내지 도 7은, 제어 플로우에 대응하는 각 장치(1 내지 7)의 타임테이블이며, 제어 플로우의 처리 스텝에 상응하는 개소에, 같은 스텝 번호를 붙이고 있다.
- [0101] 도 2를 사용해서 코일 빌드업 공정에서의 주요 제어에 대해서 설명한다.
- [0102] 제어 장치(20)는 권출 장치(2)를 이하와 같이 제어한다. 권출 장치(2)는, 제1 반입 코일(101a)을 반입, 장착하면, 제1 반입 코일(101a)의 스트립을 통관 속도 정도의 속도(이하, 편의적으로 통관 속도라고 한다)로 권출하고(S0201), 제1 반입 코일(101a)의 스트립이 권취 권출 장치(6)에 그립되면, 권출 장치(2)는 제1 반입 코일(101a)의 스트립을 정상 속도로 권출한다(S0202). 여기서, 정상 속도란, 권출 장치(2)의 능력을 최대한으로 발휘할 수 있는 최고 속도이다(이하, 권취 권출 장치(3, 4, 6)에 있어서의 정상 속도와 같음). 권출 장치(2)는, 제1 반입 코일(101a)의 스트립 꼬리 단부를 권출하면 정지하고(S0203), 제2 반입 코일(101b)을 반입, 장착하면, 제2 반입 코일(101b)의 스트립을 통관 속도로 접합 장치(5)까지 권출하고, 제2 반입 코일(101b)의 스트립 선단이 접합 장치(5)의 접합 위치에 송출되면, 권출 장치(2)는 권출을 정지한다(S0204). 제1 반입 코일(101a)과 제2 반입 코일(101b)이 접합되면, 권출 장치(2)는 정상 속도로 나머지 제2 반입 코일(101b)의 스트립을 권출한다

(S0205). 권출 장치(2)는, 제2 반입 코일(101b)의 스트립 꼬리 단부를 권출하면 정지하고(S0206), 제3 반입 코일(101c)을 반입, 장착하면, 제3 반입 코일(101c)의 스트립을 통관 속도로 접합 장치(5)까지 권출하고, 제3 반입 코일(101c)의 스트립 선단이 접합 장치(5)의 접합 위치에 송출되면, 권출 장치(2)는 권출을 정지한다(S0207). 제2 반입 코일(101b)과 제3 반입 코일(101c)이 접합되면, 계속해서, 권출 장치(2)는 정상 속도로 나머지 제3 반입 코일(101c)의 스트립을 권출한다(S0208). 제3 반입 코일(101c)의 스트립 꼬리 단부가 권출 장치(2)로부터 권출되면, 권출 장치(2)는 정지한다(S0209).

[0103] 제어 장치(20)는 접합 장치(5)를 이하와 같이 제어한다. 제1 반입 코일(101a)의 스트립 꼬리 단부가 접합 위치에 도달해서 정지되고, 제2 반입 코일(101b)의 스트립 선단이 접합 위치에 송출되면, 접합 장치(5)는, 제1 반입 코일(101a)과 제2 반입 코일(101b)을 접합한다(S0501). 그 후, 제2 반입 코일(101b)의 스트립 꼬리 단부가 접합 위치에 도달해서 정지하고, 제3 반입 코일(101c)의 스트립 선단이 접합 장치(5)의 접합 위치에 송출되면, 접합 장치(5)는, 제2 반입 코일(101b)과 제3 반입 코일(101c)을 접합한다(S0502).

[0104] 제어 장치(20)는 권취 권출 장치(6)(코일 빌드업용)를 이하와 같이 제어한다. 제1 반입 코일(101a)의 스트립이 권출 장치(2)로부터 송출되고, 또한, 권취 권출 장치(6)까지 송출되면, 권취 권출 장치(6)는 제1 반입 코일(101a)의 스트립 선단을 그립한다(S0601). 권취 권출 장치(6)는 정상 속도로, 제1 반입 코일(101a)의 스트립을 권취하고(S0602), 제1 반입 코일(101a)의 스트립 꼬리 단부가 접합 장치(5)까지 도달하면, 권취 권출 장치(6)는 감속하고 권취를 정지한다(S0603). 제1 반입 코일(101a)과 제2 반입 코일(101b)이 접합되면, 권취 권출 장치(6)는 정상 속도로 나머지 제1 반입 코일(101a)의 스트립을 권취하고, 계속해서, 접합된 제2 반입 코일(101b)의 스트립을 권취한다(S0604). 제2 반입 코일(101b)의 스트립 꼬리 단부가 접합 장치(5)까지 도달하면, 권취 권출 장치(6)는 감속하고 권취를 정지한다(S0605). 제2 반입 코일(101b)과 제3 반입 코일(101c)이 접합되면, 권취 권출 장치(6)는 정상 속도로, 나머지 제2 반입 코일(101b)의 스트립을 권취하고, 계속해서, 접합된 제3 반입 코일의 스트립을 권취한다(S0606). 권취 권출 장치(6)는 제3 반입 코일(101c)의 스트립을 모두 권취하면 정지한다(S0607). 이 상태에 있어서, 3개의 코일(101a, 101b, 101c)로부터 빌드업 코일(102)이 형성된다(S0608). 또한, 빌드업 코일(102) 외경은 $\phi 3000$ 이하로 한다.

[0105] 도 3을 사용해서 가역 압연 공정의 제1 패스 내지 제3 패스에서의 주요 제어에 대해서 설명한다.

[0106] 제어 장치(20)는 냉간 압연기(1)를 이하와 같이 제어한다. 제1 패스의 압연 개시 전에, 빌드업 코일(102)의 스트립 선단이 권취 권출 장치(6)로부터 권취 권출 장치(4)까지 송출되어, 권취 권출 장치(4)에 그립되면, 냉간 압연기(1)는 압하 제어된다(S1101). 압연 준비가 완료하면, 냉간 압연기(1)는 정상 압연 속도까지 가속하고, 정상 압연 속도로 제1 패스의 압연을 행한다(S1102). 빌드업 코일(102)의 스트립 꼬리 단부가 권취 권출 장치(6)로부터 권출되어, 송출되면, 냉간 압연기(1)는 감속하고, 빌드업 코일(102)의 스트립 꼬리 단부가 냉간 압연기(1)의 직전에 왔을 때에, 냉간 압연기(1)는 압연을 정지하고(S1103), 제1 패스의 압연을 종료한다(S1104).

[0107] 제2 패스의 압연 개시 전에, 제1 패스 종료시에 냉간 압연기(1)의 직전에서 정지한 빌드업 코일(102)의 스트립 꼬리 단부가 제1 패스와 역방향으로 권취 권출 장치(3)까지 송출되어, 스트립 선단이 권취 권출 장치(3)에 그립되면, 냉간 압연기(1)는 압하 제어된다(S2101). 압연 준비가 완료하면, 냉간 압연기(1)는 제1 패스와 역방향으로 정상 압연 속도까지 가속하고, 정상 압연 속도로 제2 패스의 압연을 행한다(S2102). 빌드업 코일(102)의 스트립 단부가 권취 권출 장치(4)에 그립된 상태에서 권취 권출 장치(4)로부터 권출되면, 냉간 압연기(1)는 감속해 정지하고(S2103), 제2 패스의 압연을 종료한다(S2104).

[0108] 그 후, 제3 패스의 압연 개시 전에, 냉간 압연기(1)는 원하는 판 두께를 얻도록 압하 제어된다(S3101). 압연 준비가 완료하면, 냉간 압연기(1)는 제2 패스와 역방향으로 정상 압연 속도까지 가속하고, 정상 압연 속도로 제3 패스의 압연을 행한다(S3102). 빌드업 코일(102)의 스트립 단부가 권취 권출 장치(3)에 그립된 상태에서 권취 권출 장치(3)로부터 권출되면, 냉간 압연기(1)는 감속해 정지하고(S3103), 제3 패스의 압연을 종료한다(S3104). 여기서 정상 압연 속도란, 각 패스에서, 원하는 판 두께를 얻을 때에, 냉간 압연기의 능력을 최대한으로 발휘할 수 있는 최고 속도이다. 냉간의 가역 압연 설비에 있어서의 정상 압연 속도는, 400mpm 내지 1400mpm의 범위가 일반적이다.

[0109] 제어 장치(20)는 권취 권출 장치(6)(코일 빌드업용)를 이하와 같이 제어한다. 권취 권출 장치(6)는, 코일 빌드업 공정에서 형성된 빌드업 코일(102)의 스트립을 권취 권출 장치(4)까지 통관 속도로 권출하고(S1601), 제1 패스의 압연 준비가 완료하면, 정상 압연 속도로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(6)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권출하고(S1602), 모두 권출하면 정지한다(S1603).

- [0110] 제어 장치(20)는 권취 권출 장치(3)(제1 권취 권출 장치)를 이하와 같이 제어한다. 제1 패스 종료시에 냉간 압연기(1)의 직전에서 정지한 빌드업 코일(102)의 스트립 꼬리 단부가 제1 패스와 역방향으로 권취 권출 장치(3)까지 송출되면, 권취 권출 장치(3)는 스트립 단부를 그립한다(S2301). 정상 압연 속도로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(3)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권취하고(S2302), 제2 패스의 압연 종료에 맞춰서 감속해 정지한다(S2303). 그 후, 정상 압연 속도로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(3)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권출하고(S3301), 제3 패스의 압연 종료에 맞춰서 감속해 정지한다(S3302).
- [0111] 제어 장치(20)는 권취 권출 장치(4)(제2 권취 권출 장치)를 이하와 같이 제어한다. 빌드업 코일(102)의 스트립 선단이 권취 권출 장치(4)까지 송출되면, 권취 권출 장치(4)는 스트립 단부를 그립한다(S1401). 정상 압연 속도로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(4)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권취하고(S1402), 제1 패스의 압연 종료에 맞춰서 감속해 정지한다(S1403). 그리고, 권취 권출 장치(4)는, 빌드업 코일(102)의 스트립을 제1 패스와 역방향으로 권취 권출 장치(3)까지 통관 속도로 권출하고(S2401), 제2 패스의 압연 준비가 완료하면, 정상 압연 속도로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(4)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권출하고(S2402), 제2 패스의 압연 종료에 맞춰서 감속해 정지한다(S2403). 그 후, 제2 패스와 역방향으로 정상 압연 속도로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 제3 패스의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(4)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권취하고(S3401), 제3 패스의 압연 종료에 맞춰서 감속해 정지한다(S3402).
- [0112] 도 4를 사용해서 가역 압연 공정의 제4 패스(최종 패스)와 분단 공정에서의 주요 제어에 대해서 설명한다. 분단 공정에서, 빌드업 코일은 3개의 반출 코일(103a 내지 103c)로 분단한다. 상술한 코일 빌드업 공정 및 가역 압연 공정의 제1 패스 내지 제3 패스는, 제2 종래 기술(후술)과 거의 공통되는 공정인 한편, 가역 압연 공정의 제4 패스(최종 패스)와 분단 공정은 본 실시 형태의 특징적인 공정이다.
- [0113] 제어 장치(20)는 냉간 압연기(1)를 이하와 같이 제어한다. 제3 패스의 압연 종료 후, 제4 패스의 압연 개시 전에, 냉간 압연기(1)는 원하는 판 두께를 얻도록 압하 제어된다(S4101). 압연 준비가 완료하면, 냉간 압연기(1)는, 제3 패스와 역방향으로 정상 압연 속도까지 가속하고, 정상 압연 속도로 제4 패스(최종 패스)의 압연을 행한다(S4102). 빌드업 코일(102)의 스트립이 절단 장치(7a)로 분단되어 제1 반출 코일(103a)이 권취 권출 장치(3)로부터 반출되는 수순에 맞춰서, 냉간 압연기(1)는 감속하고, 저속(예를 들어 2mpm)으로 압연을 행한다(S4103). 나머지 스트립(제2 반출 코일(103b)에 상당)의 권취 준비가 완료하면, 냉간 압연기(1)는 다시 정상 압연 속도까지 가속하고, 빌드업 코일(102)의 최종 패스의 나머지 스트립에 대해서 정상 압연 속도로 압연을 행하고(S4104), 빌드업 코일(102)의 스트립이 절단 장치(7a)로 분단되어 제2 반출 코일(103b)이 권취 권출 장치(3)로부터 반출되는 수순에 맞춰서, 냉간 압연기(1)는 감속하고, 저속(예를 들어 2mpm)으로 압연을 행한다(S4105). 나머지 스트립(제3 반출 코일(103c)에 상당)의 권취 준비가 완료하면, 냉간 압연기(1)는 다시 정상 압연 속도까지 가속하고, 빌드업 코일(102)의 최종 패스의 나머지 스트립에 대해서 정상 압연 속도로 압연을 행하고(S4106), 빌드업 코일(102)의 스트립이 절단 장치(7a)로 분단되어 제3 반출 코일(103c)이 권취 권출 장치(3)에 의해 반출되는 수순에 맞춰서, 냉간 압연기(1)는 감속하고, 저속(예를 들어 2mpm)으로 압연을 행한다(S4107). 빌드업 코일(102)의 스트립으로부터 제3 반출 코일(103c)이 절단 장치(7a)로 분단되면, 냉간 압연기(1)는 압연을 정지하고(S4108), 제4 패스(최종 패스)의 압연을 종료한다(S4109).
- [0114] 제어 장치(20)는 권취 권출 장치(3)(제1 권취 권출 장치)를 이하와 같이 제어한다. 정상 압연 속도로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 제4 패스(최종 패스)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(3)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권취하고(S4301), 소정 길이 권취하면, 분단하는 수순에 맞춰서 저속(예를 들어 2mpm)으로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(3)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권취하고(S4302), 제1 반출 코일(103a) 분단 후, 권취 권출 장치(3)는 나머지 스트립을 고속으로 권취하고(S4303), 권취 완료 후, 권취 권출 장치(3)는 제1 반출 코일(103a)을 뽑아내 반출한다(S4304). 계속해서 송출되는 스트립의 선단(제2 반출 코일(103b) 선단)을 벨트 래퍼로 권취하고(S4305), 권취 준비가 완료하면, 정상 압연 속도로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 제4 패스(최종 패스)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(3)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권취하고(S4306), 소정 길이 권취하면, 분단하는 수순에 맞춰서 저속(예를 들어 2mpm)으로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(3)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권취하고(S4307), 제2 반출 코일(103b) 분단 후, 권취 권출 장치(3)는 나머지 스트립을 고속으로 권취하고(S4308), 권취 완료 후, 권취 권출 장치(3)는 제2 반출 코일(103b)을 뽑아내 반출한다(S4309). 계속해서 송출되는 스트립의 선단(제3 반출 코일(103c) 선단)을 벨트 래퍼로 권취하고(S4310), 권취 준비가 완료하면, 정상 압연 속도로

압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 제4 패스(최종 패스)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(3)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권취하고(S4311), 소정 길이 권취하면, 분단하는 수순에 맞춰서 저속(예를 들어 2mpm)으로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서 빌드업 코일(102)의 스트립을 권취하고(S4312), 제3 반출 코일(103c) 분단 후, 권취 권출 장치(3)는, 나머지 스트립을 고속으로 권취하고(S4313), 권취 완료 후, 권취 권출 장치(3)는 제3 반출 코일(103c)을 뽑아내 반출한다(S4314).

[0115] 또한, 본 실시 형태에서는, 제4 패스(최종 패스)와 분단 공정에서의 권취 권출 장치(3)에의 스트립 선단의 권취를 벨트 래퍼로 행하는 방식으로 했지만, 권취 권출 장치(3)에 벨트 래퍼(도시하지 않음)를 구비하고 있지 않은 경우에는, 스트립 선단을 그림하는 방식으로 한다.

[0116] 제어 장치(20)는 권취 권출 장치(4)(제2 권취 권출 장치)를 이하와 같이 제어한다. 정상 압연 속도로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 제4 패스(최종 패스)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(4)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권출하고(S4401), 소정 길이 권출하면, 분단하는 수순에 맞춰서 저속(예를 들어 2mpm)으로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(4)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권출한다(S4402). 그 후, 다시 정상 압연 속도로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(4)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권출하고(S4403), 소정 길이 권출하면, 분단하는 수순에 맞춰서 저속(예를 들어 2mpm)으로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(4)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권출한다(S4404). 그 후, 다시 정상 압연 속도로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(4)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권출하고(S4405), 소정 길이 권출하면, 분단하는 수순에 맞춰서 저속(예를 들어 2mpm)으로 압연을 행하는 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서, 권취 권출 장치(4)는 빌드업 코일(102)의 스트립을 권출한다(S4406). 제3 반출 코일(103c) 분단 후, 권취 권출 장치(4)는 나머지 스트립을 권취하고, 오프 게이지 코일(103d)을 뽑아내 반출한다(S4407).

[0117] 제어 장치(20)는 절단 장치(7a)를 이하와 같이 제어한다. 제어 장치(20)는 권취 권출 장치(3, 4)의 각각의 코일 외경 및 톨 회전수로부터 각 절단 위치를 연산하고, 절단 장치(7a)는 절단 위치에 있어서 빌드업 코일(102)의 스트립으로부터 제1 반출 코일(103a)을 분단하고(S4701), 다음 절단 위치에 있어서 나머지 스트립으로부터 제2 반출 코일(103b)을 분단하고(S4702), 또한 다음 절단 위치에 있어서 나머지 스트립으로부터 제3 반출 코일(103c)을 분단한다(S4703).

[0118] 본 실시 형태에서, 제어 장치(20)가 절단 위치를 코일 외경 및 톨 회전수에 기초하여 연산했지만, 절단 위치에 구멍 가공 등을 실시하고, 도시하지 않은 절단 위치 검출 장치 등이, 절단 위치를 검출하는 방법도 있다. 또 관속계의 거리 측정 기능을 사용하여, 절단 위치를 거리의 연산으로 파악하는 방법 등도 있다.

[0119] <주요 동작>

[0120] 본 실시 형태에 관계되는 냉간 압연재 설비의 동작에 대해서 설명한다. 3개의 반입 코일(101)로부터 빌드업 코일(102)을 형성하고, 4 패스 압연하고, 3개의 반출 코일(103)을 형성하는 경우의 동작에 대해서 설명한다.

[0121] (코일 빌드업 공정)

[0122] 제1 반입 코일(101a)이 권출 장치(2)에 반입, 장착되면, 제1 반입 코일(101a)의 스트립은 통관 속도 정도의 속도(이하, 편의적으로 통관 속도라고 한다)로 권출되어, 권취 권출 장치(6)에 그림되고, 수 두루마리 분량이 더 권취되어, 권취 준비가 완료하면, 제1 반입 코일(101a)의 스트립은 정상 속도로 권출 장치(2)로부터 권출되어 권취 권출 장치(6)에 권취된다(S0201→S0601→S0202→S0602). 여기서, 정상 속도란, 권출 장치(2)나 권취 권출 장치(6)의 능력을 최대한으로 발휘할 수 있는 최고 속도이다(이하, 권취 권출 장치(3, 4)에서의 정상 속도도 같음).

[0123] 제1 반입 코일(101a)의 스트립이 권출 장치(2)로부터 권출되어, 제1 반입 코일(101a)의 스트립 꼬리 단부가 접합 장치(5)의 접합 위치에 도달해서 정지하면, 권출 장치(2), 권취 권출 장치(6)는 정지하고, 권출 장치(2)에는 제2 반입 코일(101b)이 반입, 장착되고, 제2 반입 코일(101b)의 스트립은 통관 속도로 권출 장치(2)로부터 권출되어, 스트립 선단이 접합 장치(5)의 접합 위치까지 송출된다(S0203→S0603→S0204).

[0124] 권출 장치(2), 권취 권출 장치(6)가 정지한 상태에서, 접합 장치(5)에 의해 제1 반입 코일(101a)의 스트립 꼬리 단부와 제2 반입 코일(101b)의 스트립 선단이 접합된다(S0501).

[0125] 제1 반입 코일(101a)과 제2 반입 코일(101b)이 접합되면, 제1 반입 코일(101a)의 나머지 스트립은 권취 권출 장치(6)에 권취되고, 계속해서, 접합된 제2 반입 코일(101b)의 스트립은 정상 속도로, 권출 장치(2)로부터 권출되

어 권취 권출 장치(6)에 권취된다(S0205→S0604).

- [0126] 제2 반입 코일(101b)의 스트립이 권출 장치(2)로부터 권출되어, 제2 반입 코일(101b)의 스트립 꼬리 단부가 접합 장치(5)의 접합 위치에 도달해서 정지하면, 권출 장치(2), 권취 권출 장치(6)는 정지하고, 권출 장치(2)에는 제3 반입 코일(101c)이 반입, 장착되고, 제3 반입 코일(101c)의 스트립은 통관 속도로 권출 장치(2)로부터 권출되어, 스트립 선단이 접합 장치(5)의 접합 위치까지 송출된다(S0206→S0605→S0207).
- [0127] 권출 장치(2), 권취 권출 장치(6)가 정지한 상태에서, 접합 장치(5)에 의해 제2 반입 코일(101b)의 스트립 꼬리 단부와 제3 반입 코일(101c)의 스트립 선단이 접합된다(S0502).
- [0128] 제2 반입 코일(101b)과 제3 반입 코일(101c)이 접합되면, 제2 반입 코일(101b)의 나머지 스트립은 권취 권출 장치(6)에 권취되고, 계속해서, 접합된 제3 반입 코일(101c)의 스트립은 정상 속도로, 권출 장치(2)로부터 권출되어 권취 권출 장치(4)에 권취된다(S0208→S0606).
- [0129] 제3 반입 코일(101c)의 스트립이 모두 권출되면, 권출 장치(2)는 정지하고, 제3 반입 코일(101c)의 스트립이 모두 권취되면, 권취 권출 장치(4)는 정지한다(S0209→S0607).
- [0130] 이에 의해 권취 권출 장치(6)에 있어서 빌드업 코일(102)이 형성된다(S0608). 또한, 빌드업 코일(102) 외경은 $\phi 3000$ 이하로 한다.
- [0131] (가역 압연 공정 제1 내지 제3 패스)
- [0132] 코일 빌드업 공정 종료 후, 가역 압연 공정의 제1 패스를 개시한다.
- [0133] 빌드업 코일(102)의 스트립은 통관 속도로 권취 권출 장치(6)로부터 권출되어, 스트립 선단은 권취 권출 장치(4)에 그립되고, 수 두루마리 분량이 더 권취된다. 그 후, 냉간 압연기(1)는 압하 제어된다(S1601→S1401→S1101).
- [0134] 제1 패스 압연 준비가 완료하고, 제어 장치(20)가 냉간 압연기(1)의 압연 속도를 지시하면, 냉간 압연기(1)는 지시 압연 속도가 되도록 피드백 제어된다. 또한, 권취 권출 장치(6)는 권취 권출 장치(6) 냉간 압연기(1) 사이의 스트립 장력이 소정값이 되도록 장력 피드백 제어된다. 또한, 권취 권출 장치(4)도 권취 권출 장치(4) 냉간 압연기(1) 사이의 스트립 장력이 소정값이 되도록 장력 피드백 제어된다.
- [0135] 빌드업 코일(102)의 스트립은 냉간 압연기(1)에 의해 정상 압연 속도로 압연되고, 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서 권취 권출 장치(6)로부터 권출되어 권취 권출 장치(4)에 권취된다(S1602→S1102→S1402). 빌드업 코일(102)의 스트립이 소정 길이 권출되면, 냉간 압연기(1)는 정지해 제1 패스를 종료하고, 냉간 압연기(1)의 정지에 맞춰서 권취 권출 장치(4), 권취 권출 장치(6)는 정지한다(S1103→S1603→S1403→S1104).
- [0136] 제1 패스 종료 후, 압연 방향을 역방향으로 전환하고, 제2 패스를 개시한다.
- [0137] 빌드업 코일(102)의 스트립은 통관 속도로 권취 권출 장치(4)로부터 권출되고, 스트립 꼬리 단부(제2 패스 방향 스트립 선단)는 권취 권출 장치(3)에 그립되고, 수 두루마리 분량이 더 권취된다. 그 후, 냉간 압연기(1)는 압하 제어된다(S2401→S2301→S2101).
- [0138] 제2 패스 압연 준비가 완료하면, 빌드업 코일(102)의 스트립은 냉간 압연기(1)에 의해 정상 압연 속도로 압연되고, 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서 권취 권출 장치(4)로부터 권출되어 권취 권출 장치(3)에 권취된다(S2402→S2102→S2302). 빌드업 코일(102)의 스트립이 소정 길이 권출되면, 냉간 압연기(1)는 정지해 제2 패스를 종료하고, 냉간 압연기(1)의 정지에 맞춰서 권취 권출 장치(3), 권취 권출 장치(4)는 정지한다(S2103→S2403→S2303→S2104).
- [0139] 제2 패스 종료 후, 압연 방향을 역방향으로 전환하고, 제3 패스를 개시한다.
- [0140] 빌드업 코일(102)의 스트립이 권취 권출 장치(4)와 권취 권출 장치(3)에 그립된 상태에서, 냉간 압연기(1)는 압하 제어되고, 빌드업 코일(102)의 스트립은 냉간 압연기(1)에 의해 정상 압연 속도로 압연되고, 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서 권취 권출 장치(3)로부터 권출되어 권취 권출 장치(4)에 권취된다(S3101→S3102→S3301→S3401). 빌드업 코일(102)의 스트립이 소정 길이 권출되면, 냉간 압연기(1)는 정지해 제3 패스를 종료하고, 냉간 압연기(1)의 정지에 맞춰서 권취 권출 장치(3), 권취 권출 장치(4)는 정지한다(S3103→S3302→S3402→S3104).
- [0141] (가역 압연 공정 제4 패스와 분단 공정)

- [0142] 제3 패스 종료 후, 압연 방향을 역방향으로 전환하고, 제4 패스를 개시한다. 상술한 코일 빌드업 공정 및 가역 압연 공정의 제1 패스 내지 제3 패스에 관한 동작은, 제2 종래 기술(후술)의 동작과 거의 공통되는 한편, 가역 압연 공정의 제4 패스(최종 패스)와 분단 공정에 관한 동작은 본 실시 형태의 특징적인 동작이다.
- [0143] 빌드업 코일(102)의 스트립이 권취 권출 장치(4)와 권취 권출 장치(3)에 그립된 상태에서, 냉간 압연기(1)는 압하 제어되고, 빌드업 코일(102)의 스트립은 냉간 압연기(1)에 의해 정상 압연 속도로 압연되고, 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서 권취 권출 장치(4)로부터 권출되어 권취 권출 장치(3)에 권취된다(S4101→S4102→S4301→S4401).
- [0144] 제1 반출 코일(103a)에 해당하는 스트립이 권취 권출 장치(3)에 권취되기 직전에, 냉간 압연기(1)는 소정의 저속까지 감속하고, 빌드업 코일(102)의 스트립은 냉간 압연기(1)에 의해 저속(예를 들어 2mpm)으로 압연되고, 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서 권취 권출 장치(4)로부터 권출되어 권취 권출 장치(3)에 권취된다(S4103→S4302→S4402).
- [0145] 스트립이 저속으로 권취 권출 장치(3)에 권취되는 상태에서, 스트립 절단 위치에 있어서 빌드업 코일(102)의 스트립은 절단 장치(7a)에 의해 분단되고, 분단된 제1 반출 코일(103a)의 나머지 스트립은 권취 권출 장치(3)에 고속으로 권취된다. 스트립이 권취되면 권취 권출 장치(3)는 정지하고, 제1 반출 코일(103a)은 권취 권출 장치(3)로부터 뽑아내져 반출된다(S4701→S4303→S4304). 또한, 상술한 대로 권취 권출 장치(3)에는 클래스프형 릴이 적용되어 있다.
- [0146] 제1 반출 코일(103a)이 반출되는 사이에도, 분단된 빌드업 코일(102)의 나머지 스트립은 냉간 압연기(1)에 의해 저속으로 압연되고, 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서 권취 권출 장치(4)로부터 권출된다. 송출된 스트립(제2 반출 코일(103b)에 해당) 선단은 권취 권출 장치(3)의 벨트 래퍼에 의해 권취된다(S4305).
- [0147] 권취 권출 장치(3)의 권취 준비가 완료하면, 빌드업 코일(102)의 나머지 스트립은 냉간 압연기(1)에 의해 정상 압연 속도로 압연되고, 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서 권취 권출 장치(4)로부터 권출되어 권취 권출 장치(3)에 권취된다(S4104→S4403→S4306).
- [0148] 제2 반출 코일(103b)에 해당하는 스트립이 권취 권출 장치(3)에 권취되기 직전에, 냉간 압연기(1)는 소정의 저속까지 감속하고, 빌드업 코일(102)의 스트립은 냉간 압연기(1)에 의해 저속으로 압연되고, 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서 권취 권출 장치(4)로부터 권출되어 권취 권출 장치(3)에 권취된다(S4105→S4404→S4307).
- [0149] 스트립이 저속으로 권취 권출 장치(3)에 권취되는 상태에서, 스트립 절단 위치에 있어서 빌드업 코일(102)의 스트립은 절단 장치(7a)에 의해 분단되고, 분단된 제2 반출 코일(103b)의 나머지 스트립은 권취 권출 장치(3)에 고속으로 권취된다. 스트립이 권취되면 권취 권출 장치(3)는 정지하고, 제2 반출 코일(103b)은 권취 권출 장치(3)로부터 뽑아내져 반출된다(S4702→S4308→S4309).
- [0150] 제2 반출 코일(103b)이 반출되는 사이에도, 분단된 빌드업 코일(102)의 나머지 스트립은 냉간 압연기(1)에 의해 저속으로 압연되고, 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서 권취 권출 장치(4)로부터 권출된다. 송출된 스트립(제3 반출 코일(103c)에 해당) 선단은 권취 권출 장치(3)의 벨트 래퍼에 의해 권취된다(S4310).
- [0151] 권취 권출 장치(3)의 권취 준비가 완료하면, 빌드업 코일(102)의 나머지 스트립은 냉간 압연기(1)에 의해 정상 압연 속도로 압연되고, 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서 권취 권출 장치(4)로부터 권출되어 권취 권출 장치(3)에 권취된다(S4106→S4405→S4311).
- [0152] 제3 반출 코일(103c)에 해당하는 스트립이 권취 권출 장치(3)에 권취되기 직전에, 냉간 압연기(1)는 소정의 저속까지 감속하고, 빌드업 코일(102)의 스트립은 냉간 압연기(1)에 의해 저속으로 압연되고, 냉간 압연기(1)의 압연 속도에 맞춰서 권취 권출 장치(4)로부터 권출되어 권취 권출 장치(3)에 권취된다(S4107→S4406→S4312).
- [0153] 스트립이 저속으로 권취 권출 장치(3)에 권취되는 상태에서, 스트립 절단 위치에 있어서 빌드업 코일(102)의 스트립은 절단 장치(7a)에 의해 분단되고, 분단된 제3 반출 코일(103c)의 나머지 스트립은 권취 권출 장치(3)에 고속으로 권취된다. 스트립이 권취되면 권취 권출 장치(3)는 정지하고, 제3 반출 코일(103c)은 권취 권출 장치(3)로부터 뽑아내져 반출된다(S4703→S4313→S4314).
- [0154] 제3 반출 코일(103c)이 분단되면, 냉간 압연기(1)는 압연을 정지해 제4 패스를 종료하고, 분단된 빌드업 코일(102)의 나머지 스트립은 권취 권출 장치(4)에 권취되고, 권취된 오프 게이지 코일(103d)은 권취 권출 장치(4)

로부터 뽑아내져 반출된다(S4108→S4109→S4407). 또한, 상술한 대로, 권취 권출 장치(4)에는 클래스프형 릴이 적용되어 있다.

[0155] 이에 의해, 반출 코일(103a 내지 103c)은 권취 권출 장치(3)로부터 반출되고, 오프 게이지 코일(103d)은 권취 권출 장치(4)로부터 반출된다. 또한, 최종 패스가 홀수인 경우에는, 빌드업 코일(102)의 스트립은 절단 장치(7b)에 의해 분단되고, 반출 코일(103a 내지 103c)은 권취 권출 장치(4)로부터 뽑아내져 반출되고, 오프 게이지 코일(103d)은 권취 권출 장치(3)로부터 반출된다.

[0156] 또한, 설명의 편의상, 제1 내지 제4 패스에서 정상 압연 속도를 구별하지 않고 기재했지만, 도 5 내지 도 7 기재의 타임테이블대로, 압연을 반복하는 것에 따라서 스트립 관 두께는 얇아지기 때문에, 정상 압연 속도는 늘려 간다.

[0157] 또한, 본 실시 형태에서는, 제4 패스(최종 패스)와 분단 공정에서의 권취 권출 장치(3)에의 스트립 선단의 권취를 벨트 래퍼로 행하는 방식으로 했지만, 권취 권출 장치(3)에 벨트 래퍼(도시하지 않음)를 구비하고 있지 않은 경우에는, 스트립 선단을 그립하는 방식으로 한다.

[0158] <주요 효과>

[0159] 본 실시 형태의 효과를 제1 종래 기술, 제2 종래 기술과 비교함으로써 설명한다.

[0160] 도 8은 제1 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비의 개략도이다. 도 1과 동등한 구성에는 동일한 부호를 부여하고 있다.

[0161] 도 8에 있어서, 제1 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비(RCM 설비)는, 주요 구성으로서, 가역식의 냉간 압연기(1)와, 제1 패스에서 냉간 압연기(1)에 스트립을 권출하는 권출 장치(2)와, 냉간 압연기(1)의 제1 패스의 입구측에 배치된 권취 권출 장치(3)와, 냉간 압연기(1)의 제1 패스의 출구측에 배치된 권취 권출 장치(4)와, 냉간 압연기(1), 권출 장치(2), 권취 권출 장치(3, 4)를 제어하는 제어 장치(20)를 구비하고 있다.

[0162] 제1 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비에 의해, 3개의 반입 코일(101)을 각각 4 패스 압연할 경우의 동작에 대해서 설명한다.

[0163] 반입 코일(101a)은 권출 장치(2)에 반입되고, 스트립 선단은 통관되어, 권취 권출 장치(4)에 그립되고, 수 두루마리 분량이 더 권취되고, 장력 부여 및 압하 등의 압연 준비가 완료된 후, 냉간 압연기(1)에 의해, 제1 패스의 압연이 개시된다. 스트립 꼬리 단부가 냉간 압연기(1) 직전에 왔을 때에, 제1 패스의 압연을 종료한다.

[0164] 그 후, 제1 패스와 역방향으로 스트립 선단을 통관하고, 스트립 선단은 권취 권출 장치(3)에 그립되고, 수 두루마리 분량이 더 권취되고, 장력 부여 및 압하 등의 압연 준비가 완료된 후, 냉간 압연기(1)에 의해, 제2 패스의 압연이 개시된다. 권취 권출 장치(4)에 스트립 단부의 수 두루마리 분량을 그립한 상태에서, 제2 패스 압연을 종료한다.

[0165] 제3 패스의 장력 부여 및 압하 등의 압연 준비가 완료된 후, 냉간 압연기(1)에 의해, 제3 패스의 압연을 개시한다. 권취 권출 장치(3)에 스트립 단부의 수 두루마리 분량을 그립한 상태에서, 제3 패스 압연을 종료한다.

[0166] 제4 패스의 장력 부여 및 압하 등의 압연 준비가 완료된 후, 냉간 압연기(1)에 의해, 제4 패스의 압연을 개시한다. 제4 패스의 압연 후의 반출 코일(103a)은 권취 권출 장치(3)에 권취되고, 빼내져, 반출된다. 또한, 상술한 대로 권취 권출 장치(3)에는 클래스프형 릴이 적용되어 있다.

[0167] 마찬가지로, 반입 코일(101b)이 권출 장치(2)에 반입되고, 반출 코일(103b)이 권취 권출 장치(3)로부터 반출되고, 반입 코일(101c)이 권출 장치(2)에 반입되고, 반출 코일(103c)이 권취 권출 장치(3)로부터 반출된다.

[0168] 이때, 반출 코일(103a 내지 103c)의 스트립 선단 및 꼬리 단부는 미압연부가 되고, 오프 게이지율이 2.5% 정도로 높다고 하는 과제가 있었다. 또한, 3 코일로 누계 6회의 통관을 행하고, 누계 12회의 가역 압연을 행하게 되고, 조업 시간에서 차지하는 실제 압연 시간이 짧고, 생산 효율이 나쁘다고 하는 과제가 있었다. 제2 종래 기술은 제1 종래 기술의 과제를 해결하는 것이다.

[0169] 도 9는 제2 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비의 개략도이다. 도 1과 동등한 구성에는 동일한 부호를 부여하고 있다.

[0170] 도 9에 있어서, 제2 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비는, 주요 구성으로서, 가역식의 냉간 압연기(1)와, 반입 코일(101)의 스트립을 권출하는 권출 장치(2)와, 냉간 압연기(1)의 제1 패스의 입구측에 배치된 권취 권출

장치(3A)(제1 권취 권출 장치)와, 냉간 압연기(1)의 제1 패스의 출구측에 배치된 권취 권출 장치(4A)(제2 권취 권출 장치)와, 복수의 반입 코일(101)로부터 빌드업 코일(102)을 형성하는 접합 장치(5)와, 빌드업 코일을 형성하기 위한 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6A)와, 빌드업 코일(102)의 스트립을 분단해서 반출 코일(103)을 형성하는 절단 장치(7)와, 냉간 압연기(1)의 제1 패스의 입구측에 배치되고, 반출 코일(103)을 권취하는 권취 장치(112)와, 냉간 압연기(1)의 제1 패스의 출구측에 배치된 권취 장치(113)와, 냉간 압연기(1), 권출 장치(2), 권취 권출 장치(3A, 4A), 접합 장치(5), 절단 장치(7), 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6A), 권취 장치(112, 113)를 제어하는 제어 장치(20)를 구비하고 있다.

[0171] 또한, 권취 권출 장치(3A, 4A, 6A)에는 솔리드형 릴이 적용되고, 권출 장치(2), 권취 장치(112, 113)에는 클래스프형 릴이 적용된다.

[0172] 제2 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비에 의해, 3개의 반입 코일(101)을 각각 4 패스 압연할 경우의 동작에 대해서 설명한다. 반입 코일(101a)은 권출 장치(2)에 반입되어 권출되고, 스트립 선단은 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6A)에 그립되어 권취된다. 반입 코일(101a)의 스트립 꼬리 단부가 접합 장치(5)의 접합 위치에 도달해서 정지하면, 반입 코일(101b)은 권출 장치(2)에 반입되고, 스트립 선단이 접합 장치(5)의 접합 위치에 송출되기까지 권출되어 정지하고, 접합 장치(5)에 의해 제1 반입 코일(101a)의 스트립 꼬리 단부와 제2 반입 코일(101b)의 스트립 선단이 접합된다. 접합된 스트립은 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6A)에 권취된다. 마찬가지로, 접합 장치(5)에 의해 제2 반입 코일(101b)의 스트립 꼬리 단부와 제3 반입 코일(101c)의 스트립 선단이 접합되고, 접합된 스트립은 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6A)에 권취되고, 이에 의해 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6A)에 있어서 빌드업 코일(102)이 형성된다.

[0173] 빌드업 코일(102)의 스트립은 코일 빌드업용 권취 권출 장치(6A)로부터 권출되어 통관되고, 권취 권출 장치(4A)에 그립되고, 압하 제어 후, 냉간 압연기(1)에 의해 제1 패스의 압연이 행해진다. 그 후, 스트립은 권취 권출 장치(3A), 권취 권출 장치(4A) 사이에서, 제2 내지 제3 패스의 가역 압연이 행해진다.

[0174] 상술한 제2 종래 기술의 코일 빌드업 공정 및 가역 압연 공정의 제1 패스 내지 제3 패스에 관한 동작은, 본 실시 형태의 코일 빌드업 공정 및 가역 압연 공정의 제1 패스 내지 제3 패스에 관한 동작과 거의 공통된다.

[0175] 제2 종래 기술의 가역 압연 공정의 제4 패스에 관한 동작에 대해서 설명한다. 제3 패스 종료 후, 권취 권출 장치(3)의 그립은 해방되고, 권취 권출 장치(3)로부터 스트립 단부를 권출한다. 권출된 스트립 단부는 권취 장치(112)에 그립되고, 압하 제어 후, 제4 패스의 압연이 행해진다. 반출 코일(103a)에 상당하는 소정 길이의 스트립이 권취 장치(112)에 권취되면, 스트립 절단 위치에 있어서 빌드업 코일(102)의 스트립은 절단 장치(7a)에 의해 분단되고, 분단된 반출 코일(103a)은 권취 장치(112)로부터 뽑아내져 반출된다.

[0176] 마찬가지로, 나머지 스트립도 절단 장치(7a)에 의해 분단되고, 분단된 반출 코일(103b, 103c)은 권취 장치(112)로부터 순차 뽑아내져 반출된다. 또한, 상술한대로 권취 장치(112)에는 클래스프형 릴이 적용되어 있다.

[0177] 또한, 절단 장치(7b)는 냉간 압연기(1)와 권취 장치(113) 사이에 배치되고, 권취 장치(113)로 권취 완료하는 패스에서 빌드업 코일(102)의 스트립을 분단한다.

[0178] 이때, 미압연부는 반출 코일(103a)의 스트립 선단과 반출 코일(103c)의 스트립 꼬리 단부에만 발생하기 때문에, 오프 게이지율을 대폭으로 저감시키는 것이 가능해진다. 또한, 2회의 통관과, 4회의 가역 압연을 행하기 때문에, 조업 시간에서 차지하는 실제 압연 시간이 길어져, 제1 종래 기술에 비해 생산 효율이 향상한다.

[0179] 상기에서는, 편의상 3개의 반입 코일을 압연할 경우에 대해서 설명했지만, 제2 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비는, 연간 생산량을 80만톤 이상의 비교적 대규모의 생산 설비를 상정하고 있다. 제2 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비는, 제1 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비에 비해, 접합 장치(5), 절단 장치(7), 권취 권출 장치(6A)(코일 빌드업용), 권취 장치(112, 113)의 구성이 증가하여, 초기 비용이 증대한다. 또한, 다수의 반입 코일을 하나의 코일로 빌드업하고, 빌드업 코일은 장대화하기 때문에, 릴에 필요하게 되는 토크는 코일 외경에 1차 비례하는 형식으로 커지고, 릴의 구동 장치가 대형화함으로써, 권취 권출 장치(3A, 4A, 6A)는 대형화하기 때문에, 초기 비용이 증대한다.

[0180] 또한, 빌드업 코일(102)이 장대화하면, 권취 권출 장치(3A, 4A, 6A)에 클래스프형 릴을 적용하는 것은 어렵고, 솔리드 블럭형 릴을 적용할 필요가 있다. 그로 인해, 권취 권출 장치(3A, 4A, 6A)에 추가하여, 별도로 클래스프형 릴이 적용된 권취 장치(112, 113)가 필요해진다.

[0181] 제2 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비는, 연간 생산량을 80만톤 이상의 비교적 대규모의 생산 설비를 상

정하고 있고, 오프 게이지를 저하, 생산 효율 향상을 우선으로 하기 때문에, 초기 비용이 다소 커져도 문제가 안 된다. 그러나, 연간 생산량이 30만톤에서 60만톤 정도 중소규모의 생산 설비에 제2 종래 기술에 관한 냉간 압연재 설비를 적용하면, 초기 비용의 문제는 현저해지고, 비용 대비 효과의 면에서 과제가 있었다.

[0182] (제1 효과)

[0183] 본 실시 형태의 효과를 제1 종래 기술과 비교함으로써 설명한다. 본 실시 형태에 관계되는 냉간 압연재 설비에 서는, 제2 종래 기술과 마찬가지로, 2회의 통관과, 4회의 가역 압연을 행한다. 즉, 코일 빌드업 공정에서 빌드업 코일(102)을 형성하고, 가역 압연 공정에서 빌드업 코일(102)의 가역 압연을 행함으로써, 통관 횟수 및 가감속 횟수를 접합하는 코일수의 역수(본 실시 형태에서는 1/3)로 할 수 있고, 또한 압연하는 재료 길이가 길어지기 때문에, 정상 압연 속도로 압연하는 시간을 길게 할 수 있고, 제1 종래 기술에 비해 생산 효율이 향상한다. 또한, 미압연부는 반출 코일(103a)의 스트립 선단과 반출 코일(103c)의 스트립 꼬리 단부에만 발생하기 때문에, 오프 게이지를 대폭으로 저감시키는 것이 가능해진다. 또한, 비정상 압연 속도의 부분이 적어져 판 두께 정밀도가 향상한다. 즉, 제2 종래 기술과 동등한 고효율, 고수율을 유지할 수 있다.

[0184] 본 실시 형태의 다른 효과를 제2 종래 기술과 비교함으로써 설명한다.

[0185] 본 실시 형태에 있어서, 빌드업 코일(102)의 외경은 $\phi 3000$ 이하로 한다. 또한, 빌드업 코일(102) 외경이 대형일 때의 스트립 장력을 소경일 때와 비교하여, 점차 낮아지도록 설정되어 있다. 도 10은, 빌드업 코일(102) 권취 시의 장력 제어를 도시하는 도면이다. 빌드업 코일(102) 외경이 $\phi 1500$ 미만일 때는, 정상의 소경값의 장력이 주어지지만, 빌드업 코일(102) 외경이 $\phi 1500$ 이상이 되면 외경이 커지는 것에 따라서 점차 낮아지도록 설정되어 있다.

[0186] 이에 의해, 빌드업 코일(102)에 작용하는 권취 체결력을 제한하고, 빌드업 코일(102) 외경이 대형화하는 것에 의한 권취 권출 장치(3, 4, 6)의 대형화를 억제할 수 있다.

[0187] 그 결과, 제2 종래 기술의 권취 권출 장치(3A, 4A)는 솔리드 블록형 릴을 적용할 필요가 있었지만, 본 실시 형태의 권취 권출 장치(3, 4)는 클래스프형 릴을 적용할 수 있다.

[0188] 본 실시 형태에 있어서, 절단 장치(7a, 7b)는, 요동 기구(도시하지 않음)를 갖고 있다.

[0189] 연간 생산량이 100만톤 이상인 냉간 탠덤 압연 설비에 있어서의 절단 장치는 압연을 계속하면서 주행 중에 코일을 분단하는 것이 일반적이고, 분단 후는 캐러셀이라고 불리는 권취 장치 또는 2대의 권취 장치로 교대로 권취하였다. 연간 생산량의 저감 및 오프 게이지의 악화를 억제하기 위해서, 코일 분단 시의 속도는 100mpm 내지 300mpm 정도까지밖에 저하시키지 않기 때문에, 종래의 압연을 계속하면서 주행 중에 코일을 분단하는 절단 장치는 저렴하다고는 말할 수 없고, 연간 생산량이 30만톤에서 60만톤 정도 중소규모의 생산 설비에 있어서, 종래의 절단 장치를 채용하면 초기 비용이 증가한다고 하는 과제가 있었다.

[0190] 본 실시 형태에 있어서, 제4 패스(최종 패스)의 동작에서 서술한 대로, 빌드업 코일(102)을 분단할 때의 압연 속도를 저속(예를 들어 2mpm)으로 하고 있다. 따라서, 종래의 고가인 주행 중 절단 장치가 아닌, 비교적 저렴한 요동 기구를 갖는 절단 장치를 적용할 수 있고, 초기 비용을 억제할 수 있다.

[0191] 요동 기구를 갖는 절단 장치(7a)는, 제4 패스의 동작에서 서술한 대로, 압연을 정지시키는 일 없이, 스트립을 절단할 수 있다.

[0192] 본 실시 형태에 있어서, 제4 패스(최종 패스)의 동작에서 서술한 대로, 빌드업 코일(102)을 절단 장치(7a)로 분단할 때의 압연 속도를 저속(예를 들어 2mpm)으로 하고 있다. 냉간 압연기(1)에 의해 저속 압연되는 사이에, 반출 코일(103)은 절단 장치(7a)로 분단되고, 고속으로 권취 권출 장치(3)로 권취된 후에, 뽑아내져 반출된다. 이 일련의 동작은 예를 들어 약 150초 이하로 행해진다고 한다. 한편, 절단 장치(7a)의 절단 위치로부터 권취 권출 장치(3)까지의 거리를 5m라고 가정하고, 분단 후의 빌드업 코일(102) 스트립 선단이 절단 장치(7a)의 절단 위치로부터 권취 권출 장치(3)까지, 냉간 압연기(1)의 압연 속도(2mpm)에 맞춰서 송출되면, 도달 시간은 150초이다. 즉, 제2 반출 코일(103b)의 권취 준비 전에, 제1 반출 코일(103a)은 반출된다.

[0193] 이와 같이, 권취 권출 장치(3)에 클래스프형 릴을 적용하는 것과 맞춰서, 빌드업 코일(102) 분단 후, 반출 코일(103)을 뽑아내서 반출하고, 그 후 계속해서 다음 반출 코일(103)을 권취하는 작업을 1대의 권취 권출 장치(3)로 행함으로써, 대형의, 솔리드 블록형 릴을 적용한 권취 권출 장치(3A)를, 소형의, 클래스프형 릴을 적용한 권취 권출 장치(3)로 치환할 수 있고, 그 결과, 권취 장치(112)가 불필요해진다. 또한, 최종 패스가 홀수인 경우

에는, 권취 권출 장치(4A)를 권취 권출 장치(4)로 치환할 수 있고, 그 결과, 권취 장치(113)가 불필요해진다.

[0194] 이와 같이, 권취 권출 장치(3, 4, 6)의 대형화를 억제할 수 있고, 제2 종래 기술에서 필수적인 권취 장치(112, 113)가 불필요해지고, 이에 의해, 설비 구성을 간소화할 수 있고, 그 결과, 초기 비용을 억제할 수 있다.

[0195] 또한, 본 실시 형태에서는, 접합 장치(5)로서 비교적 저렴한 매쉬 심 용접 방식의 접합 장치를 사용하고 있다. 이에 의해, 초기 비용을 억제할 수 있다.

[0196] 이상과 같이, 연간 생산량이 30만톤에서 60만톤 정도 중소규모의 생산 설비에서, 고효율, 고수율을 유지하고, 또한 초기 비용을 억제해서 투자비용 대비 효과를 향상시킬 수 있다.

[0197] (제2 효과)

[0198] 또한, 제2 종래 기술에서는, 가역 압연 공정의 최종 패스에서, 스트립을 분단할 때, 압연을 정지하기 때문에, 작업 롤로 헐지시킨 스트립의 표면에서, 작업 롤과 스트립간의 마찰 계수가 변화함으로써, 정지 마크가 생김과 동시에, 작업 롤에도 정지 마크가 전사해버리기 때문에, 사후의 압연 중에 작업 롤의 회전 피치로, 등간격으로 스트립 표면에 정지 마크가 전사될 경우도 있다. 이 정지 마크는, 제1 패스에서 발생한 경우에는, 복수회 압연을 계속함으로써, 상기 정지 마크는 육안으로는 보이지 않는 레벨로까지 눈에 띄이지 않게 될 경우가 있다. 그러나, 정지 마크가 최종 패스에서 발생하면 표면 광택의 품질을 손상시키고, 품질이 엄격한 재료에서는, 불량 제품이 되어버리는 문제가 있었다.

[0199] 본 실시 형태에 있어서는, 분단시에 있어서 압연을 계속(저속 압연) 함으로써, 스트립에 작업 롤의 정지 마크가 생성되는 것을 방지할 수 있다.

[0200] (제3 효과)

[0201] 본 실시 형태에 관계되는 냉간 압연재 설비는, 제1 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비를 개량함으로써 실현할 수 있다. 제1 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비는, 가역 압연 공정에 필요한 구성(가역 압연 라인)을 구비하고 있고, 본 실시 형태에 관계되는 냉간 압연재 설비는, 가역 압연 라인의 구성에 코일 빌드업 공정에 필요한 구성(빌드업 라인) 등을 부가한 것이다.

[0202] 즉, 제1 종래 기술에 관계되는 냉간 압연재 설비는, 주요 구성으로서, 냉간 압연기(1)와, 권출 장치(2)와, 권취 권출 장치(3, 4)와, 이들을 제어하는 제어 장치(20)를 구비하고 있다. 본 실시 형태에서는, 상기에서 서술한 대로, 권취 권출 장치(3, 4)의 대형화를 억제할 수 있기 때문에, 제1 종래 기술의 권취 권출 장치(3, 4)를 이용할 수 있다. 또한, 본 실시 형태의 접합 장치(5)와 권취 권출 장치(코일 빌드업용; 6) 및 절단 장치(7a, 7b)를 새롭게 부가하면 좋다.

[0203] 이와 같이, 본 실시 형태에 관계되는 냉간 압연재 설비는, 기존의 설비(제1 종래 기술)를 유효 이용하면서 실현할 수 있기 때문에, 초기 비용을 억제할 수 있다.

[0204] (다른 효과)

[0205] 다음에, 권취 권출 장치에서 스트립을 맨드릴(드럼)에 감는 방식에 대해서 설명한다. 일반적으로, 감는 방식은 감는 스트립의 두께에 의해 이하와 같이 분류된다. 스트립의 두께가 4mm 이상인 경우에는, 그리퍼 방식이 적용되고, 스트립의 두께가 4mm미만인 경우에는, 벨트 래퍼 방식이 적용된다. 스트립의 두께가 광범위한(4mm을 넘는) 경우에는, 양쪽식이 병용될 경우도 있다. 단, 연간 생산량이 30만톤 이하의 소규모 생산 설비에 있어서는, 초기 비용 대비 효과의 관점으로부터, 스트립의 두께가 4mm미만인 경우에도 그리퍼 방식이 적용될 경우도 있다.

[0206] 코일 빌드업 공정에서, 권취 권출 장치(코일 빌드업용; 6)에는, 적합하게는보다 저렴한 그리퍼 릴이 적용된다. 권취 권출 장치(6)에 그리퍼 릴이 적용되면, 빌드업 코일(102)의 스트립 꼬리 단부(제1 패스 방향)에는, 굴곡부가 발생한다. 굴곡부가 있으면, 가역 압연 공정의 제2 패스에서 권취 권출 장치(3)가 스트립 단부를 그립(S2301)함에 있어서, 문제가 발생한다. 즉, 권취 권출 장치(3)는 스트립 단부를 그립(또는 벨트 랩)할 수 없다.

[0207] 이 문제를 해소하기 위해서, 가역 압연 공정의 제1 패스에서, 빌드업 코일(102)의 스트립 꼬리 단부가 냉간 압연기(1)의 직전에 도달하여, 냉간 압연기(1)가 압연 정지(S1103)함에 있어서, 절단 장치(7a)는 빌드업 코일(102)의 스트립 꼬리 단부에 발생한 굴곡부를 절단한다. 이에 의해, 문제를 해소할 수 있다.

- [0208] <관 두께 제어 및 형상 제어에 관한 구성과 그 효과>
- [0209] 본 실시 형태에서는, 코일 분단시에 저속 압연을 행하고 있지만, 이에 의해, 관 두께 제어 정밀도가 저하한다고 하는 새로운 과제나, 형상 제어 정밀도가 저하한다고 하는 새로운 과제가 발생한다. 즉, 정상 압연 속도에 있어서 관 두께 제어 및 형상 제어는 피드백 제어를 행하고 있지만, 저속에 있어서는 시간 지연이 현저해져 정밀도가 저하한다.
- [0210] 냉간 압연기(1)는, 예를 들어, 압연재에 직접 접촉해 압연하는 상하의 작업 롤(11, 11)과, 이들 작업 롤을 연직 방향으로 지지하는 상하의 중간 롤(12, 12)과, 이들 중간 롤(12, 12)을 연직 방향으로 지지하는 상하의 보강 롤(13, 13)을 구비한 6단 UC밀이다. 하측 보강 롤(13)의 하부에는 유압 압하 장치(14)가 설치되어 있고, 제어 장치(20)로부터의 지시에 기초하여, 유압 압하 장치(14)가 하측 보강 롤(13)의 베어링을 상하 이동시킴으로써 소정의 압하량이 되도록 스트립을 압하한다. 상측 보강 롤(13)의 상부에는 하중계(15)가 설치되어 있고, 하중계(15)로 검출된 정보는 제어 장치(20)로 출력된다.
- [0211] 냉간 압연기(1)의 제1 패스의 입구측에는 관 두께계(16a), 관속계(17a), 형상계(18a)가, 냉간 압연기(1)의 제1 패스의 출구측에는 관 두께계(16b), 관속계(17b), 형상계(18b)가 설치되고, 각각에서 검출된 정보는 제어 장치(20)로 출력된다. 관 두께계(16)는 레이저 도플러(Doppler)식 관속계라도 좋고, 디퍼렌셜 롤러 내지는 형상 검출기의 회전 속도에 의해 관속을 검출해도 좋다.
- [0212] 정상 압연 시에 있어서의 관 두께 제어에 대해서 설명한다. 정상 압연 시에는, BISRA-AGC 제어와 모니터 AGC 제어가, 적시 병용된다.
- [0213] BISRA-AGC 제어는, 냉간 압연기(1)의 입구측의 관 두께의 변화를 압연 하중의 변화로서 하중계(15)에 의해 검출하고, 이 검출된 하중 변화에 대응해서 롤의 압하량을 조정하는 것이다.
- [0214] 모니터 AGC 제어는, 냉간 압연기(1)의 출구측의 관 두께의 변화를 출구측의 관 두께계(16b)로부터 검출하고, 이 검출된 두께 변화를 피드백해서 비례 적분 제어에 의해 압하량을 조정하는 것이다.
- [0215] 관 두께계(16b)는 냉간 압연기(1)로부터 몇m 이격되어 설치되어 있고, 관 두께계(16b)에서의 검출값에는 시간 지연이 발생하지만, 정상 압연 시(예를 들어 1000mpm)이면, 거의 영향이 없다. 그러나, 저속 압연 시(예를 들어 2mpm)에 적용하면, 시간 지연의 영향에 의해, 적절한 정보가 얻어지지 않고, 관 두께 제어 정밀도가 저하한다.
- [0216] 저속 압연 시에 있어서의 관 두께 제어에 대해서 설명한다. 본 실시 형태에서는, 저속 압연에는, MF-AGC 제어가 적용된다.
- [0217] MF-AGC 제어는 이하와 같은 제어를 행한다. 입구측의 관 두께계(16a)의 검출값을 제어 대상의 압연 스탠드 직 하까지 트래킹한다. 입구측 및 출구측의 관 속도계(17a, 17b)를 사용해서 각각의 관속을 검출한다. 제어 장치(20)는, 입구측 관 두께에 입구측 출구측 관속비를 곱하고, 출구측 관 두께를 추정하고, 이 추정 관 두께와 목표 관 두께와의 편차가 0이 되도록 압하를 조정한다.
- [0218] 관 두께계(16b)에서의 검출값을 사용하지 않으므로, 저속 압연 시에도, 정상 압연 시의 관 두께 제어 정밀도와 동등한 관 두께 제어 정밀도를 유지할 수 있다.
- [0219] 정상 압연 시의 형상 제어에 대해서 설명한다. 정상 압연 시에는, 출구측의 형상계(18b)로 스트립의 형상을 검출하고, 형상 지시값과 실적 형상값의 편차에 기초하여 수정하는 피드백 제어가 적용된다.
- [0220] 형상계(18b)는 냉간 압연기(1)로부터 수 내지 십수m 이격되어 설치되어 있고, 형상계(18b)에서의 검출값에는 시간 지연이 발생하지만, 정상 압연 시(예를 들어 1000mpm)이면, 거의 영향이 없다. 그러나, 저속 압연 시(예를 들어 2mpm)에 적용하면, 시간 지연의 영향에 의해, 적절한 정보가 얻어지지 않고, 형상 제어 정밀도가 저하한다.
- [0221] 저속 압연 시에 있어서의 형상 제어에 대해서 설명한다. 본 실시 형태에서는, 롤 벤더 제어 또는 컬런트 제어 또는 이들을 병용한다.
- [0222] 롤 벤더 제어는 이하와 같은 제어를 행한다. 냉간 압연기(1)의 압연 하중의 변동을 하중계(15)에 의해 검출하고, 제어 장치(20)는 변동에 수반하는 롤 처짐을 연산하고, 연산 결과에 기초하여 작업 롤(11) 또는 중간 롤(12)의 단부에 힘을 가해 물을 강제적으로 굽혀서, 물의 처짐을 제어하는 것이다.

- [0223] 쿨런트 제어는 이하와 같은 제어를 행한다. 사전에 작업 물(11) 또는 중간 물(12)의 물면에서 소정 길이로 수회 분할한 블록을 설정해 둔다. 냉간 압연기(1)의 압연 하중의 변동을 하중계(15)에 의해 검출하고, 제어 장치(20)는 변동에 수반하는 물 처짐을 연산하고, 연산 결과에 기초하여 블록마다 쿨런트를 분사하는 양을 바꾸고, 압연의 가공 발열에 의한 물의 팽창량을 제어한다.
- [0224] 양쪽 제어 모두 형상계(18b)에서의 정보를 사용하지 않으므로, 저속 압연 시에도, 정상 압연 시의 형상 제어 정밀도와 동등한 형상 제어 정밀도를 유지할 수 있다.
- [0225] 본 실시 형태에서는, 빌드업 코일(102) 형성에 있어서, 두께가 균일한 제1 반입 코일(101a)과 제2 반입 코일(101b)을 접합하고, 또한, 두께가 균일한 제2 반입 코일(101b)과 제3 반입 코일(101c)을 접합한다. 따라서 빌드업 코일(102)의 두께 변화가 없는 것이 전제이다. 그러나, 실제로는 제조 오차 등에 의해 반입 코일(101a 내지 101c) 간에 판 두께가 약간 다른 경우가 있어서, 빌드업 코일(102)의 두께가 균일하지 않고, BISRA-AGC 제어와 모니터 AGC 제어를 적시 병용한 판 두께 제어만으로는, 충분한 판 두께 제어 정밀도를 유지할 수 없을 가능성이 있다는 과제가 있었다.
- [0226] 본 실시 형태에서는, 피드 포워드 제어를 병용함으로써 상기 과제를 해결할 수 있다. 코일 빌드업 공정에서 용접 접합하는 접합 장치(5)의 하류측에는 판 두께계(16c)가 설치되고, 판 두께계(16c)로 검출된 정보는 제어 장치(20)에 출력된다.
- [0227] 피드 포워드 제어는 이하와 같은 제어를 행한다. 코일 빌드업 시의 판 두께의 변화를 판 두께계(16c)에 의해 검출하고, 제어 장치(20)는 이 검출값에 기초하여 압하 제어량을 연산하고, 또한, 권취 권출 장치(6) 냉간 압연기(1) 사이 거리와 압연 속도에 기초하여 예상 도달 시간을 연산하고, 가역 압연 공정의 제1 패스에서 예상 도달 시간이 경과하면, 냉간 압연기(1)의 유압 압하 장치(14)는 압하 제어량을 조정하는 것이다.
- [0228] 피드 포워드 제어를 병용함으로써, 빌드업 코일(102)의 두께가 균일하지 않을 경우라도, 가역 압연 공정에 앞서 압하 제어량을 예측해 조정함으로써, 판 두께 제어 정밀도를 유지할 수 있다.
- [0229] <코일 센터링에 관한 구성과 그 효과>
- [0230] 권출 장치(2)에 반입되는 코일(101)은, 코일 단부면이 불일치가 되어 있을 경우가 있다. 즉, 코일 단부면이 망원경과 같은 형상(텔레스코프 상태)이 될 경우가 있다. 또한, 권취 권출 장치(6; 코일 빌드업용)는, 빌드업 코일(102)을 권취하고 권출하지만, 권취 권출을 반복하는 과정에서, 권취 권출이나 장력의 변동에 의해, 텔레스코프 상태로 될 경우가 있다. 텔레스코프 상태의 코일의 스트립을 권출하면, 냉간 압연기(1) 중심과 스트립 중심과의 위치가 어긋나고, 원하는 스트립 형상이 얻어지지 않을 뿐만 아니라, 압연시에 스트립이 사행되어 불균일하게 압연함으로써, 스트립 파단의 위험성도 있을 수 있다. 특히, 빌드업 코일(102)은 스트립 폭에 대한 코일 외경의 비율이 커짐으로써, 텔레스코프 상태에 관한 과제는 현저해진다.
- [0231] 코일 센터링 기구(22)의 구성에 대해서 설명한다. 권출 장치(2)는 코일 센터링 기구(22)를 갖고 있다. 도 11은 권출 장치(2)에 적용되는 코일 센터링 기구(22)의 개략 사시도이다.
- [0232] 코일 센터링 기구(22)는, 스트립의 폭 방향의 어긋남을 검출하는 검출기(24)(예를 들어 포토 센서)와, 권출 장치(2)를 폭 방향으로 구동하는 액추에이터 유닛(25)(예를 들어 유압 실린더), 권출 장치(2)를 폭 방향으로 이동 가능하게 하는 차륜(26)을 갖고, 제어 장치(20)에 의해 제어된다. 제어 장치(20)는, 검출기(24)로부터 검출값을 입력하고, 소정의 연산을 하고, 연산 결과를 액추에이터 유닛(25)으로 출력한다.
- [0233] 코일 센터링 기구(22)의 작용 효과에 대해서 설명한다.
- [0234] 권출 장치(2)에 반입되는 코일(101)이 텔레스코프 상태로 되고 있었다고 하자. 권출 장치(2)가 반입 코일(101)의 스트립을 권출할 때에, 검출기(24)로 검출된 스트립의 판 폭 방향의 어긋남은, 검출값(또는 화상)으로서 제어 장치(20)에 입력된다. 제어 장치(20)는 검출값에 기초하여 폭 방향의 어긋남량을 제로로 하도록, 권출 장치의 판 폭 방향으로의 이동량을 연산하고, 연산 결과가 액추에이터 유닛(25)으로 출력된다. 제어 장치(20)로부터의 지시에 기초하여, 액추에이터 유닛(25)은 권출 장치(2)를 폭 방향으로 구동함으로써, 스트립의 폭 방향의 어긋남량을 제로로 할 수 있다.
- [0235] 코일 센터링 기구(22)를 적용하고, 권출시의 스트립의 폭 방향 어긋남을 제로로 함으로써, 코일 단부면의 불일치가 없고, 권출 장치(2)에 반입되는 코일(101)이 텔레스코프 상태로 되어 있는 경우의 과제를 해결할 수 있다.

- [0236] 권취 권출 장치(6)도 코일 센터링 기구(22)와 동등한 구성을 갖는 코일 센터링 기구(23)을 갖고 있다. 코일 센터링 기구(23)는 제어 장치(20)에 의해 제어된다.
- [0237] 제어 장치(20)는, 권취 권출 장치(6)가 빌드업 코일(102)을 권취할 때(S0601 내지 S0608)에 코일 센터링 기구(23)를 작동하고, 권취 권출 장치(6)가 빌드업 코일(102)을 권출할 때(S1601 내지 S1603)에 코일 센터링 기구(23)를 작동하도록 제어한다.
- [0238] 이에 의해, 코일 빌드업 공정에서, 빌드업 코일(102)이 텔레스코프 상태로 형성되는 것을 방지할 수 있고, 만약 가령 빌드업 코일(102)이 텔레스코프 상태로 형성되었을 경우라도, 압연시에 스트립이 사행되는 것을 방지할 수 있다.
- [0239] 이와 같이 코일 센터링 기구(23)를 적용함으로써, 코일 단부면의 불일치가 없고, 빌드업 코일(102)의 텔레스코프 상태에 관한 과제를 해결할 수 있다.
- [0240] <접합에 관한 구성과 그 효과>
- [0241] 빌드업 코일(102) 형성에서, 두께가 균일한 제1 반입 코일(101a)과 제2 반입 코일(101b)을 접합하고, 또한, 두께가 균일한 제2 반입 코일(101b)과 제3 반입 코일(101c)을 접합하고, 빌드업 코일(102)의 두께 변화가 없는 것이 전제이다. 그러나, 실제로는 제조하는 코일의 압연 순서 등에 의해 반입 코일(101a 내지 101c) 간에 판 두께가 다른 경우에는, 접합부에 단차가 발생한다. 접합부는 빌드업 코일(102)의 내층부에 위치하고, 이 상태에서 코일에 장력이 작용하면, 접합부의 단차가 각층의 내측 및 외측에 전사되고, 흠집으로서 취급되는 제품 불량을 초래하는 과제가 있었다.
- [0242] 예를 들어, 제1 반입 코일(101a)의 판 두께가 3.2mm, 제2 반입 코일(101b)의 판 두께가 2.0mm, 제3 반입 코일(101c)의 판 두께가 2.6mm라고 가정하면, 제1 반입 코일(101a)과 제2 반입 코일(101b)의 접합부에는, 1.2mm의 단차가 발생한다.
- [0243] 이때, 제어 장치(20)의 상위 컴퓨터인 프로세스 컴퓨터(21; 도 1 참조)는, 각 반입 코일(101)의 판 두께를 관리해 두고, 예를 들어, 제2 반입 코일(101b)과 제3 반입 코일(101c)의 반입 순서를 교체하도록 제어를 행한다. 교체 후의 제1 반입 코일(101a)과 제2 반입 코일(101b)의 접합부의 단차는 0.6mm가 되고, 제2 반입 코일(101b)과 제3 반입 코일(101c)의 접합부의 단차는 0.6mm가 된다.
- [0244] 이와 같이, 판 두께차의 절대값을 1mm 이하로 하도록 권출 장치(2)에 반입하는 코일의 순서를 사전에 조정함으로써, 빌드업한 코일의 내층부에 위치하는 접합부의 단차에서 인접하는 코일층에 흠집이 전사되는 것을 억제할 수 있다. 또한 판 두께차의 절대값을 0.5mm 이하로 하면 더 좋다.
- [0245] 본 실시 형태에서는, 초기 비용을 억제하기 위해서, 접합 장치(5)로서 매쉬 심 용접 방식의 접합 장치를 사용하고 있다.
- [0246] 도 12는 매쉬 심 용접 방식의 개념도이다.
- [0247] 한편, 매쉬 심 용접 방식의 접합 장치를 사용하면, 접합부에 관한 과제가 새롭게 발생한다. 즉, 매쉬 심 용접기는 접합할 재료를 포개어 전극륜으로 협지시켜 통전하고, 재료의 접촉 저항 및 내부 저항 발열시키고, 너깃(N)이라고 칭해지는 용융 응고부를 생성하고, 접합하는 방식을 채용한 것이다. 이에 의해, 접합 종료 후의 접합부의 판 두께는, 1.2로부터 1.5배 정도로 두께 증가한다. 두께 증가한 접합부는 단차가 되고, 압연기(1)를 통과할 경우에는, 롤에 과대한 힘이 작용한다. 또한, 단차가 작업 롤에 마크로서 전사되는 경우가 있다. 또한, 접합부의 단차가 각층의 내측 및 외측에 전사할 경우도 있다. 이러한 제품 불량을 초래하는 과제가 있었다.
- [0248] 접합 장치(5)는, 매쉬 심 용접 후에, 스웨징 롤러를 경사지게 하여, 두께 증가한 접합부를 압연하는 크로스 스웨징 처리를 행한다. 이에 의해, 단차를 평활화할 수 있고, 접합부에 관한 과제를 해결할 수 있다. 이하, 접합 장치(5)의 구성과 동작을 설명한다.
- [0249] 도 13은 접합 장치(5)의 개략도이다. 접합 장치(5)는, 상하 한 쌍의 전극륜(51, 52), 상하 한 쌍의 가압 롤러(53, 54), 입구측 및 출구측 클램프 장치(55, 56), 캐리지 프레임(57), 전극륜 압박 장치(58) 및 가압 롤러 압박 장치(59)를 구비하고 있다. 위 전극륜(51)과 위 가압 롤러(53)는 각각 전극륜 압박 장치(58) 및 가압 롤러 압박 장치(59)를 통해서 캐리지 프레임(57) 위 수평 프레임에 지지되고, 하 전극륜(52)과 하 가압 롤러(54)는 각각 설치 블록을 통해서 캐리지 프레임(57) 아래 수평 프레임에 지지되어 있다. 상하 한 쌍의 가압 롤러(53,

54)는 캐리지 프레임(57) 내에서 상하 한 쌍의 전극륜(51, 52)에 인접해서 배치되어 있다.

[0250] 접합에 있어서는, 우선, 스트립의 양단부를 포개고, 그 상태에서 입구측 및 출구측 클램프 장치(55, 56)의 클램프 부재로 스트립을 파지해서 위치를 고정한다. 계속해서, 구동 장치에 의해 캐리지 프레임(57)을 용접 방향으로 이동시킴으로써, 캐리지 프레임(57)에 지지된 상하 한 쌍의 전극륜(51, 52)과 상하 한 쌍의 가압 롤러(53, 54)를 스트립에 대하여 상대적으로 이동시키고, 접합과 가압을 연속해서 실시한다. 이때, 스트립의 중첩 부분을 상하 한 쌍의 전극륜(51, 52)으로 협지시키고, 전극륜 압박 장치(58)에 의해 전극륜(51, 52)을 스트립의 중첩 부분으로 압박하고, 전동 모터로 전극륜(51, 52)을 적극적으로 회전 구동하면서, 전극륜(51, 52)에 용접 전류를 흘려 저항 발열시켜서, 용접(매쉬 심 용접)한다. 또한, 전극륜(51, 52)에 의해 중첩 부분을 용접한 직후, 그 접합부(용접부; J)를 상하 한 쌍의 가압 롤러(53, 54)로 협지시키고, 가압 롤러 압박 장치(59)에 의해 가압 롤러(53, 54)를 접합부에 압박하고, 전동 모터로 가압 롤러(53, 54)를 적극적으로 회전 구동하면서, 스트립의 접합부를 가압해서 압연한다.

[0251] 가압 롤러 압박 장치(59)에는 가압 롤러(53, 54)의 축심(61, 62)의 경사 각도를 조정하기 위한 경사 기구(60)가 설치되어 있다. 또한, 도시는 번거로움을 피하기 위해서, 가압 롤러를 회전 구동하는 전동 모터 및 체인 및 스프로킷 기구의 도시는 생략하고 있다.

[0252] 도 14는 경사 기구(60)의 개략도이다. 경사 기구(60)를 작동시킴으로써 가압 롤러(53)의 축심의 경사 각도는 수평면 내에서 임의의 각도로 설정 가능하다. 캐리지 프레임(56) 위 수평 프레임에 회전 가능하게 삽입된 회전축(71)과, 이 회전축(71)을 피니언(72, 73)을 통해서 회전 구동하는 전동 모터(74)를 구비하고, 전동 모터(74)는 경사 각도 제어 장치(75)에 의해 제어된다. 또한, 경사 기구(60)는, 가압 롤러(53)의 경사 각도를 검지하기 위한 각도 센서(76)를 구비하고, 경사 각도 제어 장치(75)는 접합 개시 전에 상위 제어 장치(77)로부터 스트립의 판 두께에 따라서 각도 정보를 입수해서 설정하고, 각도 센서(76)의 신호를 사용해서 가압 롤러(53)의 경사 각도가 설정 각도에 일치하도록 전동 모터(74)를 구동 제어한다.

[0253] 상하 한 쌍의 가압 롤러(53, 54)의 축심(61, 62)을 경사시킴으로써, 용접선 직각 방향의 소성 유동(메탈 플로우)이 촉진되는 작용의 상세를 도 15를 사용해서 설명한다.

[0254] 도 15는, 가압 롤러(53, 54)의 축심(61, 62)을 경사시켜 접합부(J)를 압연할 경우의 접촉 고장(孤長) 내에서의 메탈 플로우를 도시하는 도면이며, 일례로서, 위 가압 롤러(53)의 경우를 도시하고 있다. 도면 중, A는 가압 롤러(53)의 진행 방향(압연 방향)을 도시하는 화살표이며, X는 진행 A방향 위에 있는 접합부(J)의 용접선(접합선)을 가상적으로 도시하는 직선이며, Y는 용접선(X)에 직교하는 직선이다. 또한, 63은 가압 롤러(53)의 축심 직각 방향의 폭 방향 중앙부를 통과하는 직선이며, α 는 가압 롤러(53)의 경사 각도(용접선(X)과 위 가압 롤러(53)의 축심 직각 방향의 직선(63)이 이루는 각도)이다. 또한, 64는 가압 롤러(53)가 접합부(J)에 접촉하는 접촉 고장 부분이며, R은 접촉 고장 부분(64)에서의 가압 롤러(53)의 속도 벡터이며, R1은 속도 벡터(R)의 용접선(X) 방향의 성분이며, R2는 속도 벡터(R)의 용접선(X)에 직각 방향의 성분이다.

[0255] 가압 롤러(53)의 축심(61)을 용접선(X)에 직교하는 직선(Y)에 대하여 수평면 내에서 경사지게 해서 가압 롤러(53)를 접합부(J)에 압박하면서 적극적으로 회전 구동하면, 가압 롤러(53)와 접합부(J) 간의 압박력 및 마찰 계수에 의해, 접합부(J)와의 접촉 고장 부분(64)에 용접선(X)에 직각 방향의 속도 벡터 성분(R2)에 대응하는 마찰력이 작용하고, 접합부(J)에는 그 마찰력에 대응하는 용접선(X)에 직교하는 방향의 전단력(82)(도 16a 내지 17b 참조)이 작용하고, 접합부(J)에 속도 벡터 성분(R1)의 방향(용접선(X)에 평행한 방향)의 메탈 플로우 뿐만 아니라 속도 벡터 성분(R2)의 방향(용접선(X)에 직각 방향)의 메탈 플로우, 즉 전단력(82)에 의한 전단 변형에 의한 용접선(X)에 직각 방향의 소성 유동이 발생한다. 이 용접선(X)에 직각 방향의 전단 변형 또는 소성 유동에 의해 접합부(J)의 단차(S)를 평활화할 수 있다.

[0256] 상하 한 쌍의 가압 롤러(53, 54)를 경사지게 하는 각도 α 의 방향은 2종류 설정 가능하다. 제1 설정 방법은, 도 16a 및 도 16b에 도시한 바와 같이, 한 쌍의 가압 롤러(53, 54)의 진행 방향 부분(53A, 54A)이 수평면 내에서, 가압 롤러(53, 54)가 최초로 접촉하는 스트립이 존재하는 방향과 반대 방향을 향하도록, 한 쌍의 가압 롤러(53, 54)의 축심(61, 62)을 용접선(X)에 직교하는 직선(Y)에 대하여, 각각 경사시키는 경우이다. 바꿔 말하면, 스트립의 접합부(J) 중, 접합부(J)의 단차(S)를 기점으로 해서 두께가 두꺼운 측(접합부(J) 중 가압 롤러(53, 54)가 최초로 접촉하는 재료 부분)에 위치하는 가압 롤러(53, 54)의 축 단부가 접합부(J)의 압연 A방향을 향하도록, 가압 롤러(53, 54)의 축심(61, 62)을 경사지게 한다. 이 경우에는, 스트립 접합부(J)의 단차(S)로부터 가압 롤러(53, 54)가 최초로 접촉한 스트립이 존재하는 방향으로 상기 속도 벡터 성분(R2)에 대응한 전단력(82)이 작용하고, 동일 방향의 용접선 직각 방향으로 전단 변형을 부여하면서 단차부를 압연해 평활화한다. 또한, 이때,

접합부(J)로부터 가압 롤러(53, 54)에는 전단력(82)과 반대 방향의 힘이 스러스트력(81)으로서 작용한다. 바꿔 말하면, 접합부(J)에 스러스트력(81)의 반력이 전단력(82)으로서 작용한다.

[0257] 제2 설정 방법은, 도 17a 및 도 17b에 도시한 바와 같이, 제1 설정 방법과 비교하여, 가압 롤러(53, 54)를 역방향으로 경사지게 하는 것이다. 즉, 한 쌍의 가압 롤러(53, 54)의 진행 방향 부분(53A, 54A)이 수평면 내에서, 가압 롤러(53, 54)가 최초로 접촉하는 스트립이 존재하는 방향을 향하도록, 한 쌍의 가압 롤러(3, 4)의 축심(61, 62)을 용접선(X)에 직교하는 직선(Y)에 대하여, 각각 경사시키는 경우이다. 바꿔 말하면, 스트립의 접합부(매쉬 심 용접부; J) 중, 접합부(J)의 단차(S)를 기점으로 해서 두께가 얇은 측(접합부(J) 중 가압 롤러(53, 54)가 최초로 접촉하지 않는 재료 부분)에 위치하는 가압 롤러(53, 54)의 축 단부가 접합부(J)의 압연 A방향을 향하도록, 가압 롤러(53, 54)의 축심(61, 62)을 경사지게 한다. 이 경우에는, 스트립의 접합부(J)의 단차(S)로부터 가압 롤러(53, 54)가 최초로 접촉한 금속 재료가 관계된 스트립이 존재하는 방향과 반대 방향으로 상기 속도 벡터 성분(R2)에 대응하는 전단력(82)이 작용하고, 동일 방향의 용접선 직각 방향에 전단 변형을 부여하면서 단차부를 압연해 평활화한다. 이때도, 접합부(J)로부터 가압 롤러(53, 54)에는 전단력(82)과 반대 방향의 힘이 스러스트력(81)으로서 작용한다.

[0258] 본 실시 형태에서는 제1 설정 방법을 채용한다. 그 이유는 하기하는 대로이다. 상하 한 쌍의 가압 롤러(53, 54)를 제2 설정 방법에 의해 경사지게 해도 단차(S)는 전단력(82)에 의해 소성 유동을 받고, 평활화할 수 있다. 그러나, 이 경우에는, 도 17b에 도시한 바와 같이 단차(S)의 부분이 모재로 접혀 들어가, 단차(S)가 균열 형상으로 모재에 매몰하는 새로운 과제가 발생한다. 단순히 접합부(J)의 표면 성상이 평활한 것이 필요하고, 또한 강도를 필요로 하지 않는 부위에 적용하는 경우에는 문제없지만, 응력이 작용하는 부위에 적용할 경우 및 테일러드(tailored) 블랭크와 같이 프레스 성형되는 것 같은 소성 가공 용도에서는, 매몰한 단차의 선단부가 특이 응력장이 되어 파손의 원인이 된다. 따라서, 적합하게는 가압 롤러(53, 54)를 경사지게 하는 방향은, 도 16a 및 도 16b에 도시하는 대로, 한 쌍의 가압 롤러(53, 54)의 진행 방향 부분(53A, 54A)이 수평면 내에서, 가압 롤러(53, 54)가 최초에 접촉하는 스트립이 존재하는 방향과 반대 방향을 향하도록, 한 쌍의 가압 롤러(53, 54)의 축심(61, 62)을 용접선(X)에 직교하는 직선(Y)에 대하여, 각각 경사시키는 방향이며, 이 경우에는 도 16b에 도시한 바와 같이 단차(S)를 균열 형상으로 모재에 매몰시키는 일 없게 접합부 단차를 평활화할 수 있고, 접합부의 품질이 향상한다.

[0259] 그런데, 상술한 바와 같이 접합부에 관한 과제는 해결되지만, 제품 코일은 또한 정밀도가 요구될 경우도 있다.

[0260] 본 실시 형태에 있어서는, 최종 패스에서의 코일 분단을 접합부가 절단 장치를 통과한 직후로 한다. 즉, 절단 위치는 접합부의 직후가 된다. 절단 위치는, 제어 장치(20)에 의해, 권취 권출 장치(3, 4)의 각각의 코일 외경 및 릴 회전수로부터 연산된다.

[0261] 이에 의해, 반출 코일(103)의 외표면에 접합부를 배치할 수 있고, 반출 코일(103) 뽑아내기 후에 접합부의 처리를 용이하게 할 수 있다.

[0262] 또한, 최종 패스에서의 코일 분단을 접합부가 절단 장치를 통과하기 직전과, 접합부가 절단 장치를 통과한 직후로 해도 좋다. 즉, 접합부는 절단 장치(7a)에 의해 반출 코일(103)로부터 분단된다.

[0263] 이에 의해, 반출 코일(103)에 접합부가 휘감기지 않고, 접합부의 후처리를 불필요하게 할 수 있다.

[0264] <기타>

[0265] 또한, 압연 공정의 최종 패스 압연 개시 전에, 스트립이 통관된 상태에서, 작업 롤을 미세눈금 형성용 작업 롤로 다시 짜고, 최종 패스의 압연을 행해도 좋다.

[0266] 이에 의해, 냉간 압연 공정의 아래 공정에서 행해지는 딥드로잉 성형시의 굴림 연성, 또는 도장의 밀착성·선형성을 향상시킬 수 있다.

[0267] <제2 실시 형태>

[0268] 다음에, 본 발명의 제2 실시 형태에 대해서 도면을 참조해서 설명한다. 도 18은, 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 냉간 압연재 설비의 개략도이다. 제1 실시 형태의 냉간 압연기(1)가 1 스탠드이었던 것에 반해, 제2 실시 형태의 냉간 압연기(1a, 1b)는 2 스탠드로 되어 있다.

[0269] 제1 실시 형태에 관한 냉간 압연재 설비는, 빌드업 라인(권출 장치(2), 접합 장치(5)와 권취 권출 장치(6))과

가역 압연 라인(냉간 압연기(1), 권취 권출 장치(3, 4, 6))을 배열해서 배치하고, 코일 빌드업 공정과 가역 압연 공정을 동시에 병행해서 행할 수 있어서, 생산량을 증가시킬 수 있다. 즉, 코일 빌드업 공정 종료 후, 가역 압연 공정간에, 다음 빌드업 코일(102)에 대하여 코일 빌드업 공정을 행할 수 있다.

[0270] 그러나, 코일 빌드업 공정은 2회의 접합(S0501, S0502)을 거치고, 빌드업 코일(102)을 형성하는 것인 것에 반해, 가역 압연 공정은 빌드업 코일(102)의 스트립을 4 패스 압연하는 것이다. 압연을 반복할 때마다, 스트립 길이가 신장되기 때문에, 압연 시간은 길어진다. 즉, 코일 빌드업 공정에 필요한 시간에 대하여, 가역 압연 공정에 필요한 시간은 압도적으로 길어지고, 이들 두 공정의 생산량 밸런스(택트 밸런스)가 떨어지지 않는다. 즉, 가역 압연 공정에서는 항상 가역 압연 라인이 가동하고 있는 것에 반해, 코일 빌드업 공정은, 가역 압연 공정 중에 완료하고, 다음 가역 압연 공정이 개시할 때까지 대기 상태로 된다. 이렇게 제1 실시 형태에 관한 냉간 압연재 설비는 코일 빌드업 공정과 가역 압연 공정의 택트 밸런스가 나빠서, 생산 효율을 올릴 수 없고, 투자비용 대비 효과 면에서 과제가 있다.

[0271] 본 실시 형태에서는, 냉간 압연기(1a, 1b)를 2 스탠드로 함으로써, 가역 압연 공정에 필요한 시간을 짧게 하여, 코일 빌드업 공정과 가역 압연 공정의 택트 밸런스를 개선하고, 생산 효율을 향상할 수 있다.

[0272] 그 밖의 구성은, 제1 실시 형태와 같아서, 제어, 동작도 같고, 같은 효과가 얻어진다.

[0273] <제3 실시 형태>

[0274] 다음에, 본 발명의 제3 실시 형태에 대해서 도면을 참조해서 설명한다. 도 19는, 본 발명의 제3 실시 형태에 영향을 미치는 냉간 압연재 설비의 개략도이다. 제1 실시 형태, 제2 실시 형태에 있어서, 냉간 압연재로서 냉간 압연 강판을 압연할 경우를 설명했지만, 고품질의 전자기 강판이나 마그네슘판을 압연할 경우도 있다. 본 실시 형태는, 전자기 강판이나 마그네슘판을 대상으로 하는 것이다.

[0275] 본 실시 형태에 관한 냉간 압연재 설비는, 제1 실시 형태에 관한 냉간 압연재 설비의 구성에 더하여, 전자기 유도 가열 장치(19)를 구비하고 있다. 전자기 유도 가열 장치(19)는, 스트립을 가열하는 스트립 가열 장치이며, 접합 장치(5)의 상류 및 하류에 설치되어 있다.

[0276] 코일 빌드업 공정에서, 접합 장치(5)에 의해 선행 코일 꼬리 단부와 후행 코일 선단의 접합을 행할 때에, 전자기 유도 가열 장치(19)는 스트립을 100℃ 이상 400℃ 이하로 가열한다. 이에 의해 고품질의 전자기 강판이나 마그네슘판을 안정적으로 압연할 수 있다.

[0277] 또한, 스트립 가열 장치로서 전자기 유도 가열 장치를 적용했지만, 이것에 한정되지 않고, 오일배스 방식의 가열 장치, 가열로 방식의 가열 장치 등을 적용해도 좋다.

[0278] <제4 실시 형태>

[0279] 다음에, 본 발명의 제4 실시 형태에 대해서 도면을 참조해서 설명한다. 도 20은, 본 발명의 제4 실시 형태에 관한 냉간 압연재 설비의 개략도이다. 제3 실시 형태의 냉간 압연기(1)가 1 스탠드이었던 것에 반해, 제4 실시 형태의 냉간 압연기(1a, 1b)는 2 스탠드로 되어 있다. 바꾸어 말하면, 본 실시 형태는, 제2 실시 형태에 관한 냉간 압연재 설비의 구성에 전자기 유도 가열 장치(19)를 부가한 것이다.

[0280] 즉, 본 실시 형태는, 제2 실시 형태의 특징적 구성과 제3 실시 형태의 특징적 구성을 갖고, 제2 실시 형태의 효과와 제3 실시 형태의 효과를 갖는다.

부호의 설명

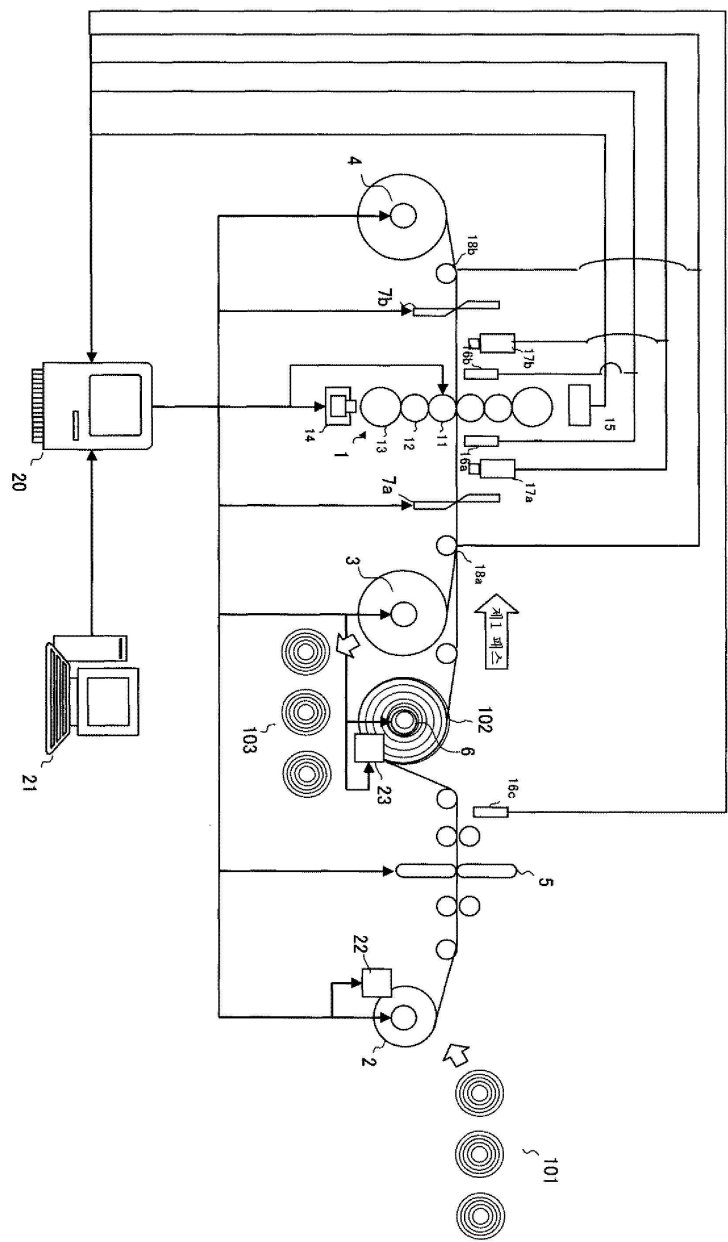
- [0281]
- 1, 1a, 1b 냉간 압연기
 - 2 권출 장치
 - 3 권취 권출 장치(제1 권취 권출 장치)
 - 3A 권취 권출 장치(제1 권취 권출 장치, 솔리드형)
 - 4 권취 권출 장치(제2 권취 권출 장치)
 - 4A 권취 권출 장치(제2 권취 권출 장치, 솔리드형)
 - 5 접합 장치

- 6 권취 권출 장치(코일 빌드업용 권취 권출 장치)
- 7, 7a, 7b 절단 장치
- 11 작업 롤
- 12 중간 롤
- 13 보강 롤
- 14 유압 압하 장치
- 15 하중계
- 16a, 16b, 16c 판 두께계
- 17a, 17b 판속계
- 18a, 18b 형상계
- 19 전자기 유도 가열 장치
- 20 제어 장치
- 21 프로세스 컴퓨터
- 22 코일 센터링 기구
- 23 코일 센터링 기구
- 24 검출기
- 25 액추에이터 유닛
- 26 차륜
- 51, 52 전극롤
- 53, 54 가압 롤러
- 55, 56 클램프 장치
- 57 캐리지 프레임,
- 58 전극롤 압박 장치
- 59 가압 롤러 압박 장치
- 60 경사 기구
- 61, 62 축심
- 63 가압 롤러의 축심 직각 방향의 폭 방향 중앙부를 통과하는 직선
- 64 접촉 고장 부분
- 71 회전축
- 72, 73 피니언
- 74 전동 모터
- 75 경사 각도 제어 장치
- 76 각도 센서
- 77 상위 제어 장치
- 81 스러스트력
- 82 전단력

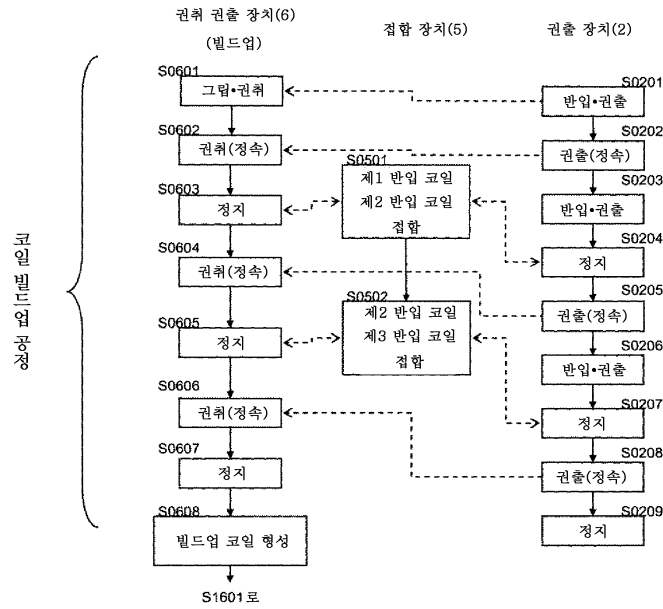
- 101, 101a 내지 101c 반입 코일
- 102 빌드업 코일
- 103, 103a 내지 103c 반출 코일
- 112, 113 권취 장치

도면

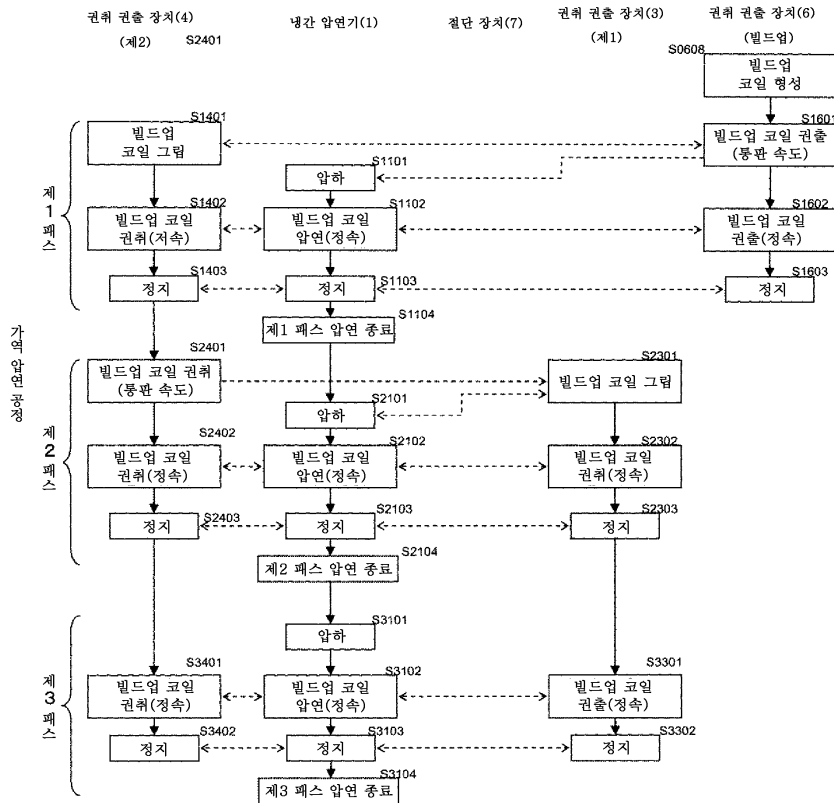
도면1



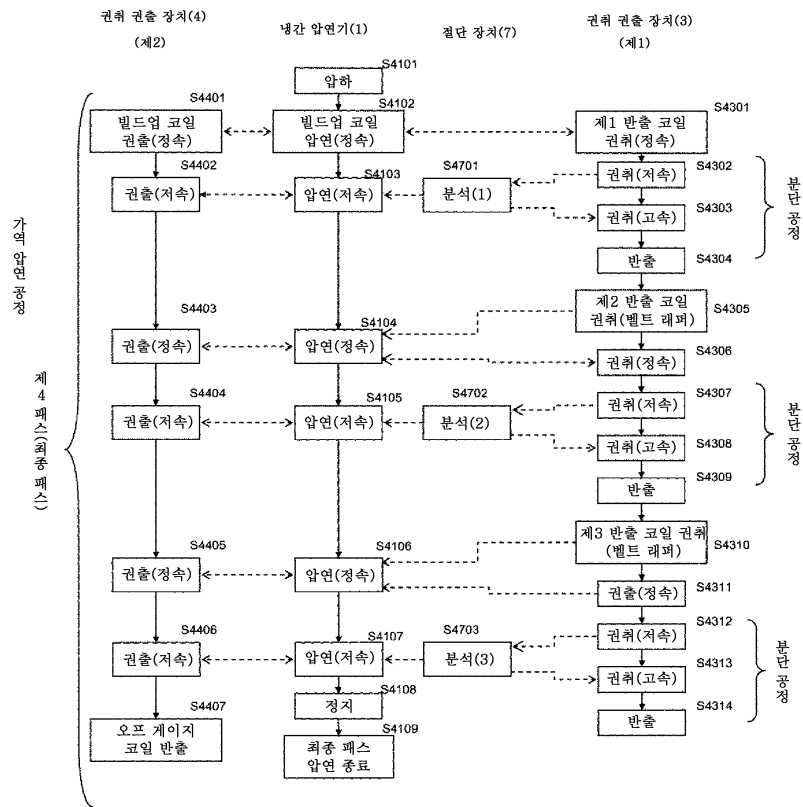
도면2



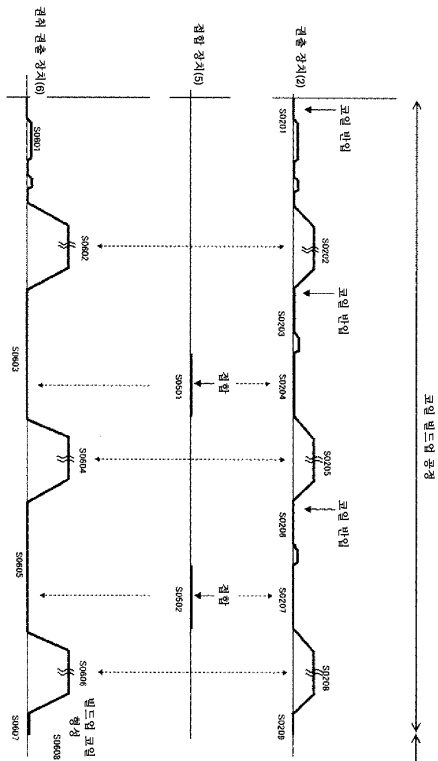
도면3



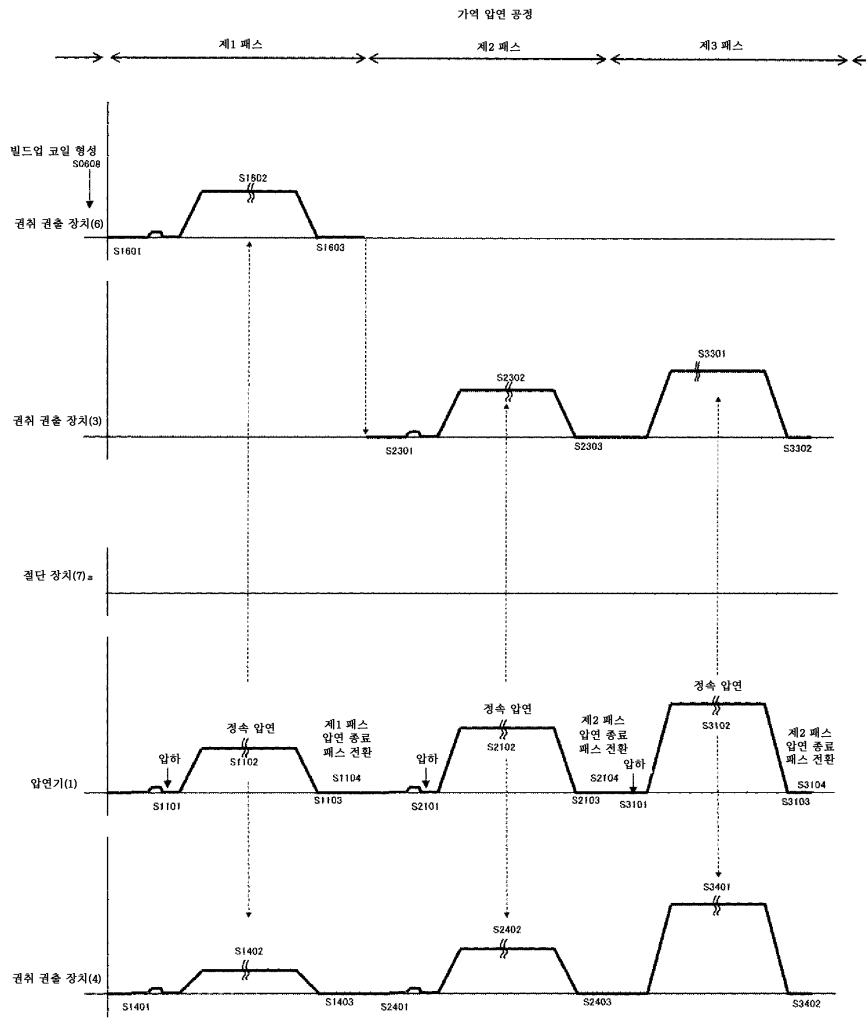
도면4



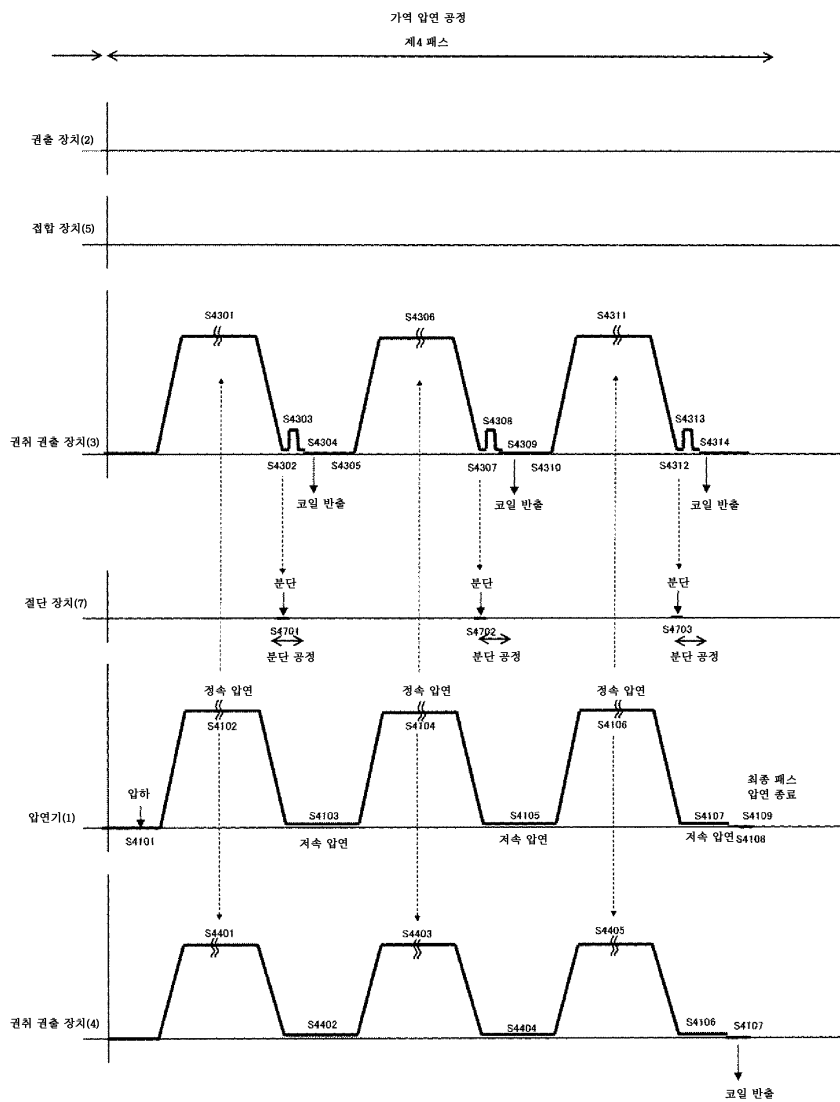
도면5



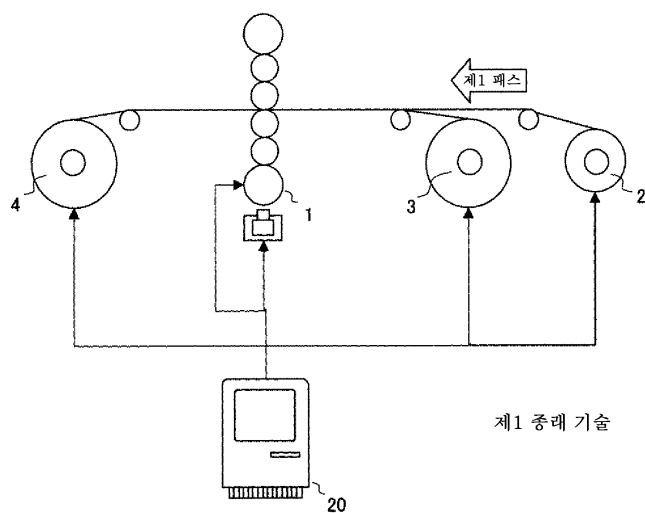
도면6



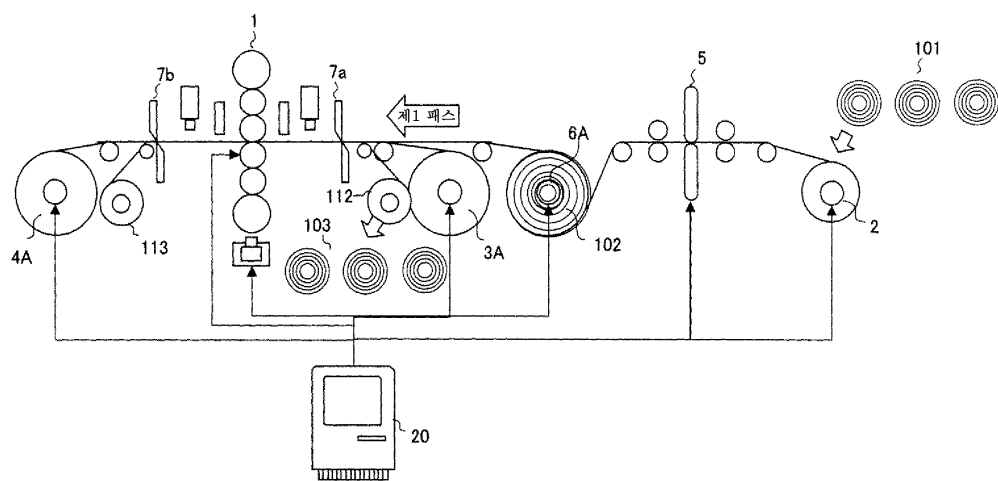
도면7



도면8

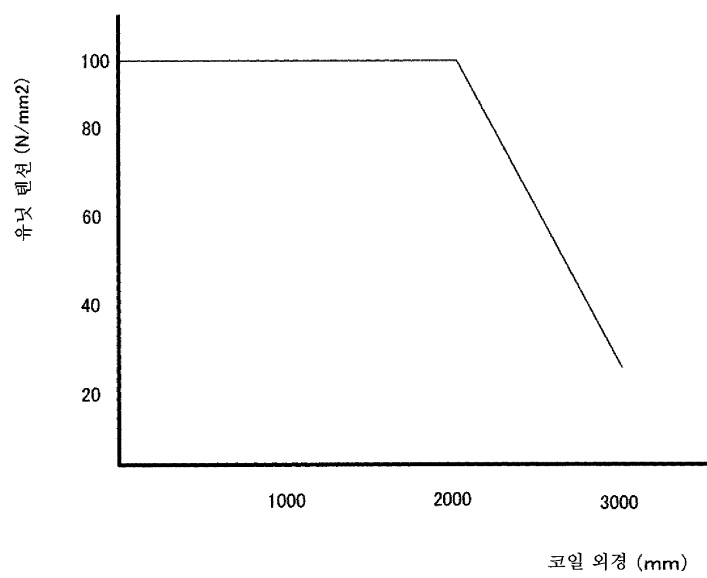


도면9

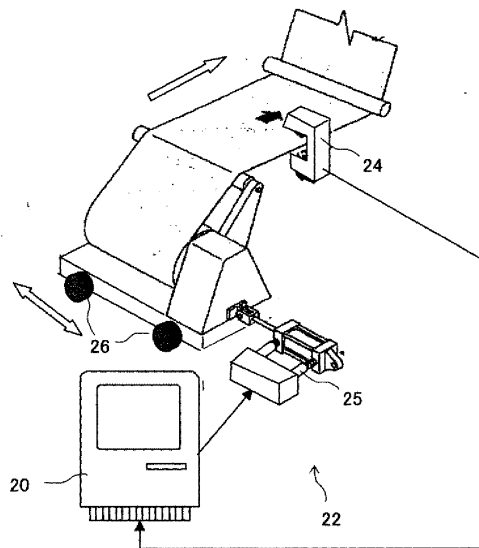


제2 종래 기술

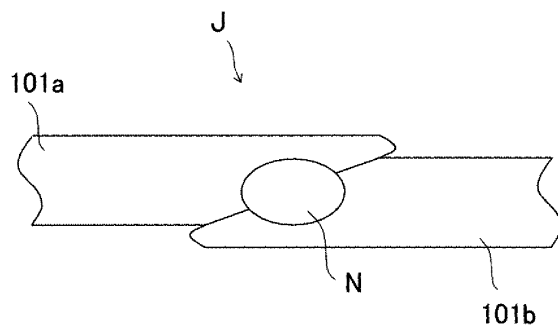
도면10



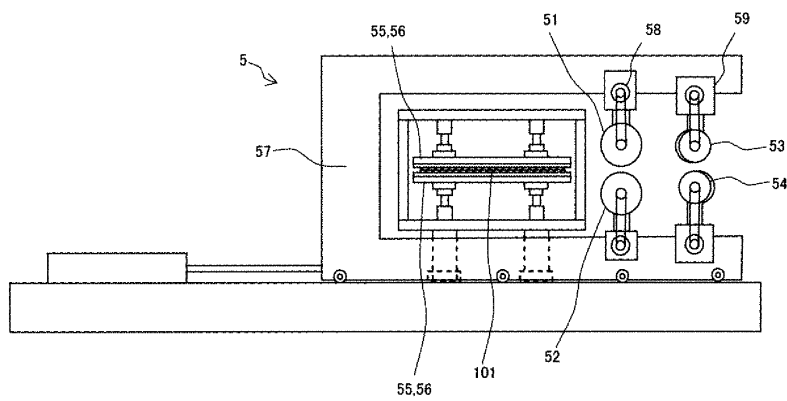
도면11



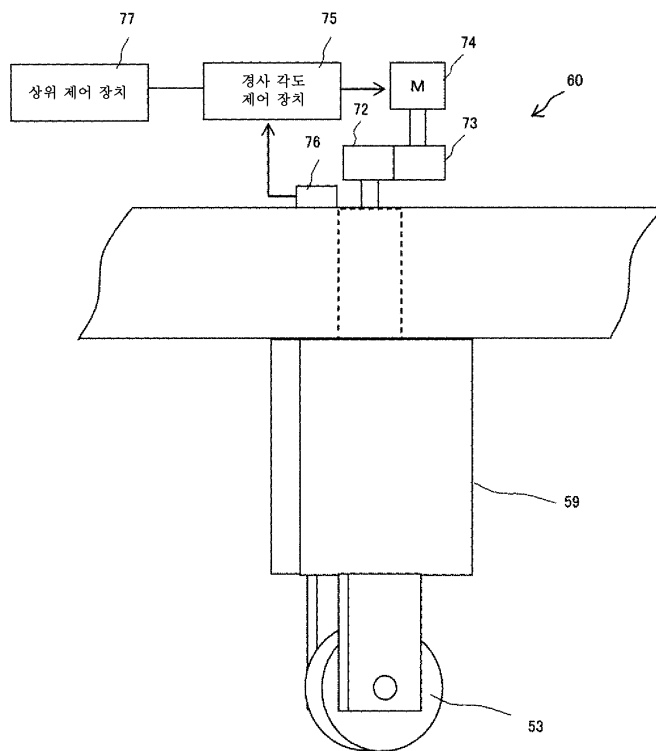
도면12



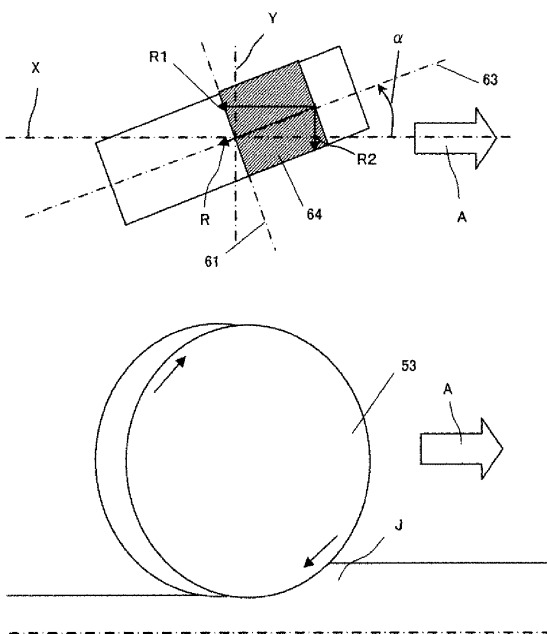
도면13



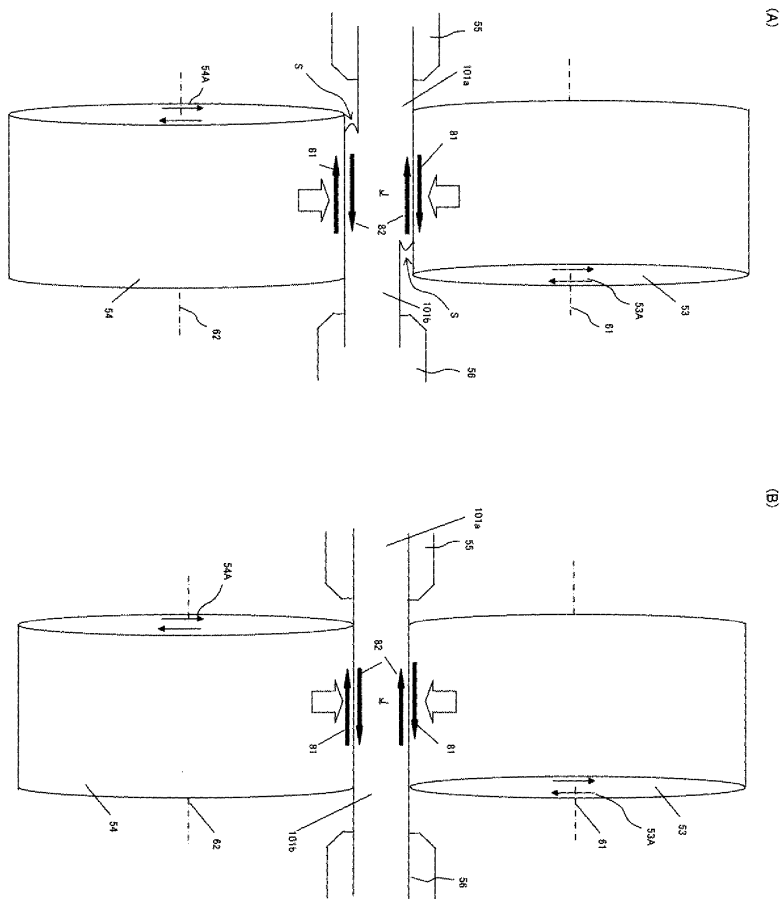
도면14



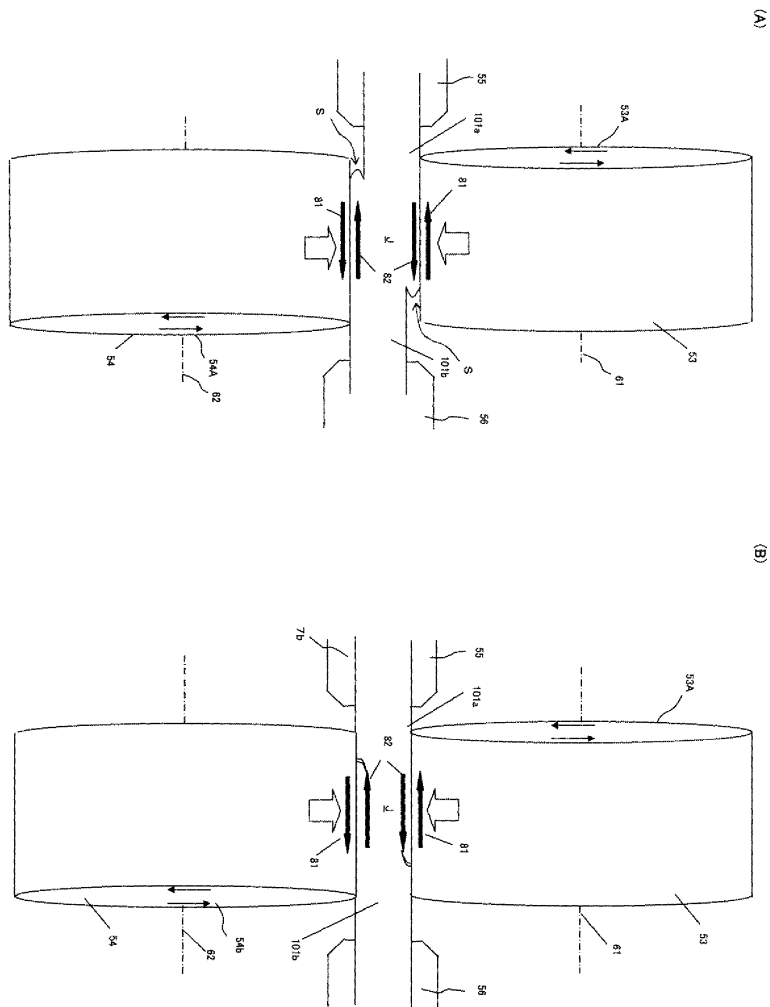
도면15



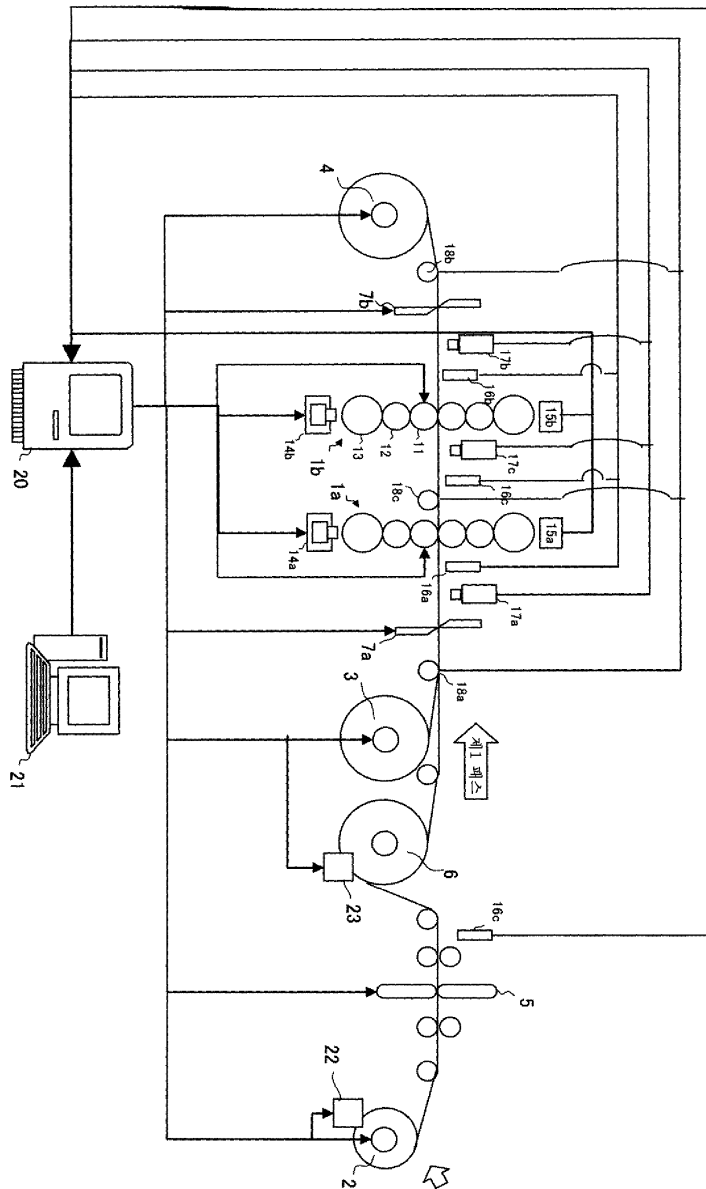
도면16



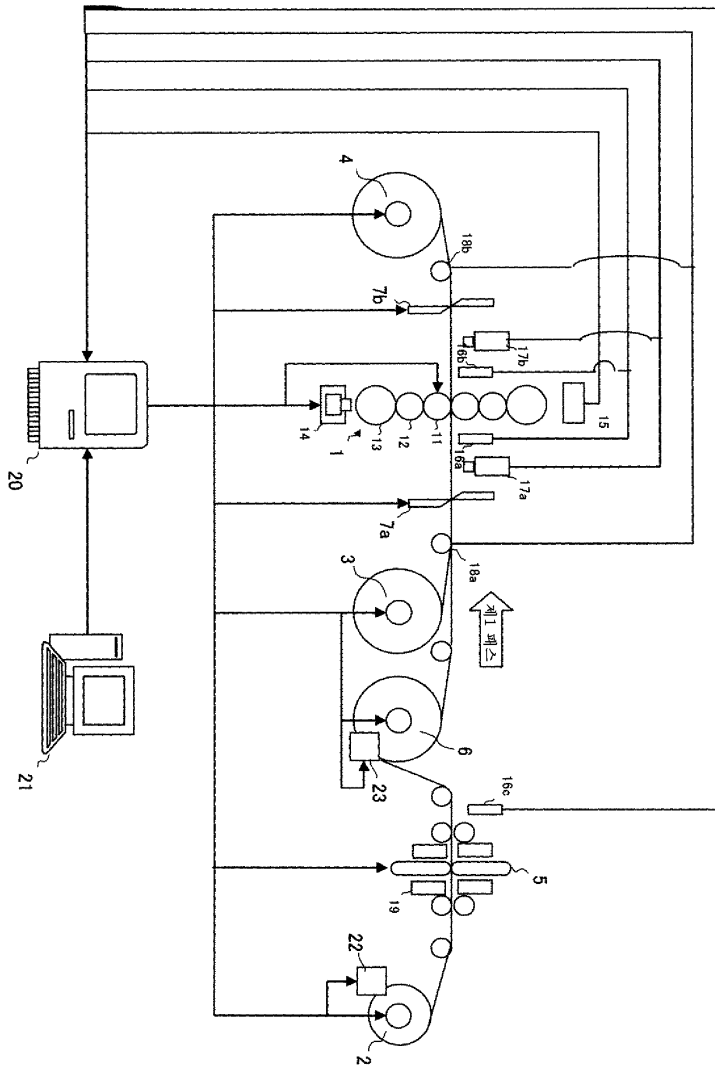
도면17



도면18



도면19



도면20

