



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0071024
(43) 공개일자 2011년06월27일

(51) Int. Cl.

B21B 35/04 (2006.01) *B21B 37/46* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-7012136

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년10월22일

심사청구일자 2011년06월15일

(85) 번역문제출일자 2011년05월27일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2009/063859

(87) 국제공개번호 WO 2010/049338

국제공개일자 2010년05월06일

(30) 우선권주장

08018950.9 2008년10월30일

유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인

지멘스 악티엔게젤샤프트

독일 뮌헨 80333 비텔스파허프라췌 2

(72) 발명자

그뤼쓰 안스가

독일 91054 에얼랑엔 쿠틀러슈트라췌 19

자일링어 알로이스

오스트리아 아-4040 린츠 그리스마이트슈트라췌 16아

린저 베르트

오스트리아 아-4020 린츠 람자우어슈트라췌 52

(74) 대리인

양영준, 안국찬

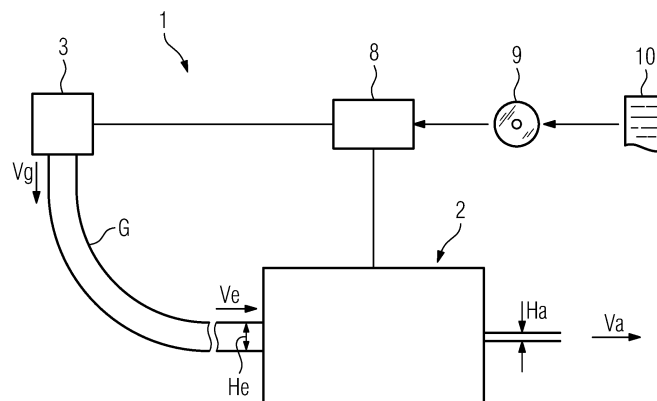
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 압연 재료를 압연하기 위한 압연 트레인의 복수의 구동부를 위한 구동 부하를 조정하는 방법, 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치, 저장 매체, 프로그램 코드 및 압연 설비

(57) 요약

본 발명은, 압연 설비와, 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치와, 프로그램 코드와, 저장 매체와, 압연 재료(G)를 압연하기 위한 압연 트레인(2)의 복수의 구동부(20, 21, 22, 23)를 위한 구동 부하를 조정하는 방법에 관한 것이며, 상기 압연 트레인(2)은 복수의 롤 스탠드(4, 5, 6, 7)를 포함하고, 각각의 롤 스탠드(4, 5, 6, 7)에는 각각의 롤 스탠드(4, 5, 6, 7)로 둘러싸인 압연 롤들의 구동을 위한 하나 이상의 구동부(20, 21, 22, 23)가 할당되며, 이때 구동 부하는 제1 패스 스케줄에 따른 압연 트레인(2)의 구동에 기초하여 실질적으로 제1 설정값으로 조정된다. 압연 중에 구동 부하가 제1 패스 스케줄과 상이한 제2 패스 스케줄에 따른 압연 트레인(2)의 작동에 기초한 제2 설정값의 방향으로 조정되고, 적어도 상기 제2 설정값의 조정 중에 압연 트레인(2)으로 압연 재료(G)가 진입되는 속도(V_e)는 매스 플로우 방향으로 압연 트레인(2)의 상류에 배치된 유닛(3)의 압연 재료(G) 배출 속도(V_g)에 따라 조정되며, 그럼으로써 압연 트레인 내 구동 부하의 재분배를 개선하는 압연 설비와, 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치와, 프로그램 코드와, 저장 매체 및 프로세스가 제공될 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

압연 재료(G)를 압연하기 위한 압연 트레인(2)의 복수의 구동부(20, 21, 22, 23)를 위한 구동 부하를 조정하는 방법이며, 여기서 압연 트레인(2)은 복수의 롤 스탠드(4, 5, 6, 7)를 포함하고, 각각의 롤 스탠드(4, 5, 6, 7)에는 각각의 롤 스탠드(4, 5, 6, 7)로 둘러싸인 압연 롤들의 구동을 위한 하나 이상의 구동부(20, 21, 22, 23)가 할당되며, 이때 구동 부하는 제1 패스 스케줄에 따른 압연 트레인(2)의 구동에 기초하여 실질적으로 제1 설정값으로 조정되는, 구동 부하 조정 방법에 있어서,

압연 중에 구동 부하는 제1 패스 스케줄과 상이한 제2 패스 스케줄에 기초한 제2 설정값의 방향으로 조정되며, 적어도 상기 제2 설정값의 조정 중에 압연 트레인(2)으로 압연 재료(G)가 진입되는 속도(Ve)는 매스 플로우 방향으로 압연 트레인(2)의 상류에 배치된 유닛(3)의 압연 재료(G) 배출 속도(Vg)에 따라 조정되는 것을 특징으로 하는, 구동 부하 조정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 압연 트레인(2)이 제1 패스 스케줄에 따라 작동될 때와, 제2 패스 스케줄에 따라 작동될 때 모두 동일한 출력 두께(Ha)로 압연 재료(G)가 압연되는 것을 특징으로 하는, 구동 부하 조정 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 구동 부하 조정 방법은 시간상, 압연 재료(G)의 압연 중에 압연 트레인(2)에서 압연 트레인(2)의 제1 출력 두께(Ha)로부터 상기 제1 출력 두께와 상이한 제2 출력 두께(Ha)로 전환된 이후에 실행되는 것을 특징으로 하는, 구동 부하 조정 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 압연 트레인(2)과, 매스 플로우 방향으로 상기 압연 트레인(2)의 상류에 배치된 하나 이상의 유닛(3)이 압연 재료(G)에 의해 제조 기술적으로 연결되는 것을 특징으로 하는, 구동 부하 조정 방법.

청구항 5

다중 스탠드형 압연 트레인(2)을 포함하는 압연 설비(1)의 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치(8)이며, 상기 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치(8)가 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하도록 하는 제어 명령을 포함하는 기계 판독 가능한 프로그램 코드(10)를 갖는, 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치(8).

청구항 6

압연 설비(1)의 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치(8)를 위한 기계 판독 가능한 프로그램 코드(10)이며, 상기 프로그램 코드는 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치(8)가 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하도록 하는 제어 명령을 포함하는, 기계 판독 가능한 프로그램 코드(10).

청구항 7

제6항에 따른 기계 판독 가능한 프로그램 코드(10)가 저장된 저장 매체(9).

청구항 8

특히 금속 소재의 압연 재료(G)를 압연하기 위한 다중 스탠드형 압연 트레인(2)과, 제5항에 따른 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치(8)와, 매스 플로우 방향으로 압연 트레인(2)의 상류에 배치된 유닛(3)의 압연 재료(G) 배출 속도(Va)를 제5항에 따른 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치(8)에 공급하기 위한 장치를 포함하는 압연 설비이며, 여기서 압연 트레인(2)의 롤 스탠드들(4, 5, 6, 7)이 상기 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치(8)와 상호작용하는, 압연 설비(1).

청구항 9

제8항에 있어서, 압연 트레인(2)은, 매스 플로우 방향으로 주조 유닛(3)의 하류에 배치되는 하이 리덕션 밀 및/또는 사상 압연 트레인으로서 형성되는 것을 특징으로 하는, 압연 설비(1).

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서, 상류에 배치된 유닛(3)은 2롤 주조기(3')로서 또는 잉곳 몰드로서 형성된 주조 유닛(3)인 것을 특징으로 하는, 압연 설비(1).

명세서

기술 분야

- [0001] 본 발명은 압연 재료를 압연하기 위한 압연 트레인의 복수의 구동부의 구동 부하를 조정하는 방법에 관한 것으로, 여기서 압연 트레인은 복수의 롤 스탠드를 포함하고, 각각의 롤 스탠드에는 각각의 롤 스탠드로 둘러싸인 압연 롤들의 구동을 위한 하나 이상의 구동부가 할당되며, 이때 구동 부하는 제1 패스 스케줄에 따른 압연 트레인의 작동에 기초하여 제1 설정값으로 조정된다. 본 발명은 또한 압연 설비용 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치와 압연 설비, 저장 매체 그리고 기계 관독 가능한 프로그램 코드에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 본 발명은 압연 설비 기술 분야에 기초한다. 금속 제품의 압연은 일반적으로, 예컨대 자동차 산업과 같은 금속 가공 산업에서 추후 사용될 반제품의 제조 시 이용된다.
- [0003] 일반적으로 압연 설비는, 예컨대 가공될 금속에 있어서 가공될 강의 접합 특성 및 입체적 치수, 특히 두께가 상이한 매우 다양한 금속 반제품들을 제조할 수 있어야 한다.
- [0004] 이와 관련하여, 예컨대 상이한 특성들을 갖는 스트립들이 최대한 빠르게 연속 제조될 수 있도록 압연 설비의 작동 모드가 리세팅됨으로써 높은 설비 능률이 달성되어야 한다. 이는 열간 압연과 냉간 압연 모두를 위해 요구된다.
- [0005] 이러한 압연 작동 모드의 리세팅은 특히 압연 트레인 구동부들의 구동 부하 분배에도 영향을 미친다. 구동 부하는 롤 스탠드들에서 수행되는 압연 재료의 압하량(thickness reduction)과, 압연될 압연 재료의 온도와, 압연 재료의 유형(예: 강, 구리 등)에 좌우된다.
- [0006] 한국 공개공보 KR 2003004835-A호에는 연속식 압연기의 부하 분배량 자동 조정 방법이 공개되어 있다. 여기서는 원하는 출력 두께의 달성을 위해 도달되어야 하는 부하 분배 설정값이 사전 설정된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 과제는, 압연 트레인 내 구동 부하의 재분배를 수행하기 위한 개선된 방법과 이를 수행하기 위한 관련 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치, 프로그램 코드, 저장 매체 및 압연 설비를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 방법과 관련한 과제는 도입부에 언급한 유형의 방법을 통해 해결되며, 상기 방법에서는 압연 중에 구동 부하가 제1 패스 스케줄과 상이한 제2 패스 스케줄에 기초한 제2 설정값의 방향으로 조정되며, 적어도 제2 설정값의 조정 중에 압연 트레인으로 압연 재료가 진입되는 속도는 매스 플로우(mass flow) 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛의 압연 재료 배출 속도에 따라 조정된다.
- [0009] 일반적으로 각각의 구동부를 위한 구동 부하의 제2 설정값은 상기 구동부의 구동 부하의 제1 설정값과 상이하다. 그러나 경우에 따라 압연 트레인의 구동부들 중 일부에는 제2 패스 스케줄에 기초하면서 제1 설정값의 수치와 큰 차이가 나지 않는 제2 설정값이 부여되기도 한다. 이는 특히, 압연 트레인의 시작 부분에 위치하며, 경우에 따라 구동 부하의 변동을 겪지 않는 롤 스탠드에 할당된 구동부의 경우에 해당된다.
- [0010] 조정되는 진입 속도는, 특히 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 제1 롤 스탠드의 하류에 배치된 프로세스에

의해 영향을 받지 않는 압연 트레인을 위한, 임의로 조정될 수 없는 고정 입력 변수로서 사용된다. 압연 재료가 압연 트레인 내로 진입되는 속도는 바람직하게는 오직 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 하나 이상의 유닛의 압연 재료 배출 속도에만 좌우된다.

[0011] 배출 속도로는 바람직하게 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛의 압연 재료의 실제 배출 속도가 사용된다. 그 대안으로, 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛의 압연 재료의 설정 배출 속도가 사용될 수 있다. 바람직하게는 압연 설비의 유닛들 중 시간에 따른 동적 거동이 가장 적은 유닛, 그래서 그 유닛의 프로세스의 변동 시 다른 유닛들이 그들의 프로세스의 변동 시 반응하는 것보다 더 느리게 반응하는 유닛의 배출 속도가 사용된다. 시간에 따른 동적 거동이 가장 적은 상기 유닛은 일반적으로 압연 트레인의 진입 속도의 변동과 관련한 제한을 의미한다. 왜냐하면, 상기 유닛은 프로세스 기술적인 관점에서, 상황에 따라 비교적 빠르게 실시되는 압연 트레인의 진입 속도의 변화를 더 이상 따라갈 수 없기 때문이다.

[0012] 유닛은 압연 설비에서 압연 트레인과 직간접적으로 상호작용하며 압연 재료를 가공 또는 제작하는 장치이다. 그 예로서, 코일러, 노(furnace), 롤 스탠드, 주조기, 재단기, 디스케일러(descaler), 냉각 구역 등이 있다.

[0013] 기존에 사용되어온 압연 트레인 내 부하 분배 방법에서 진입 속도는 일반적으로 가변 제어 변수이며, 이 가변 제어 변수를 이용하여 예컨대 압연 트레인의 작동 모드가 리세팅됨으로써 유발되는 압연 트레인에서의 매스 플로우 변동 또는 스트립 장력 변동에 대해 반응된다. 그럼으로써 구동 부하의 변동에 의해 유발되는 프로세스 변수들(예: 매스 플로우)에서의 편차가 보정될 수 있다.

[0014] 그런데 진입 속도의 변동은 경우에 따라 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛으로 전이된다. 이는 압연기의 구조에 따라서는, 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛들에서 진행되는 프로세스의 프로세스 제어 시 중대한 문제를 야기할 수 있다. 예컨대 "일괄 처리 모드"에서 압연 재료 부식 방지 목적으로, 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛의 프로세스가 중단될 때까지의 대기 시간을 벌기 위해, 의도치 않은 프로세스 지연이 야기될 수 있다.

[0015] 이러한 문제는 본 발명에 의해, 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛의 압연 재료 배출 속도가 압연 트레인의 진입 속도에 맞추어 조정될 필요가 전혀 없거나 비교적 약간만 조정되면 되는 방식으로 압연 트레인으로의 압연 재료 진입 속도가 결정, 조정 및 유지됨으로써 해결된다. 여기서 "비교적 약간"이라 함은, 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛의 프로세스가 진입 속도의 변동에 의해 영향을 받더라도, 상기 유닛이 그러한 프로세스의 영향을 극복함으로써 상기 유닛에서 진행되는 프로세스의 중단 또는 에러가 발생하지 않을 정도로만 영향을 받게 됨을 의미한다.

[0016] 특히 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛은 그의 설정값에 따라 구동될 수 있으며, 이때 매스 플로우 방향으로 하류에 배치된 프로세스들(예: 압연 트레인 내 부하 분배)에 기초하여 설정값이 보정될 필요는 없다.

[0017] 다시 말해, 본 발명을 통해 압연 트레인 내에서 구동 부하 분배에 의해 유발되는 불규칙한 매스 플로우가 매스 플로우 방향으로 완전히 계층화(cascading)된다. 즉, 계층화는 현재 통상적인 것처럼 반드시 매스 플로우 방향에 반하여 실행될 필요는 없다.

[0018] 또는, 매스 플로우 방향으로의 전환 및 매스 플로우의 반대 반향으로의 전환 중에는 압연 트레인에서의 매스 플로우 변동들의 혼합된 계층화가 사용될 수도 있다. 예를 들어, 구동 부하의 변동 중에 압연 트레인으로 압연 재료가 진입되는 속도는, 매스 플로우 방향으로 상류에 배치된 프로세스가 제어 기술적 관점에서 압연 트레인으로의 진입 속도의 변동을 계속 충분히 신속하게 따라갈 수 있도록, 다시 말해 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛들에서 비가역적인 프로세스 에러가 일어나지 않도록 상기 프로세스에 반응하면서 변동된다. 이를 위해, 배출 속도에 추가하여, 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된, 반응이 가장 느린 유닛의 시간에 따른 동적 거동, 즉 상기 유닛이 프로세스 변동에 대해 비가역적인 프로세스 에러를 발생시키지 않으면서 얼마나 신속하게 어떠한 정도로 반응할 수 있는지가 고려된다.

[0019] 그 외에 더 필요한 매스 플로우의 보정은 이어서 매스 플로우 방향으로 계층화된다. 이 경우, 압연 트레인에서의 프로세스 에러의 순방향 계층화와 역방향 계층화가 혼합되어 실시될 경우 후방의 롤 스탠드들에서의 구동 부하 재분배 시 구동 부하가 부하를 덜 받게 되는 장점이 얻어지는데, 이것이 가능한 이유는 압연 트레인으로의 압연 재료 진입 속도가 저하되면 압연 트레인의, 후방에 놓인 롤 스탠드들에서의 압연 속도도 감소하기 때문이다. 이는 특히 개별 롤 스탠드에서의 조정 트래블(travel) 및 가속도와 관련해서도 중요한 의미를 가질 수 있다.

- [0020] 본 발명은 금속 스트립의 열간 압연과 냉간 압연 모두에 적용될 수 있다.
- [0021] 특히, 본 발명에 따른 방법을 실행하는 중에는 압연 재료의 구동 부하 재분배 시 부적절한 제어 간섭을 방지하기 위해 압연 트레인의 각각의 롤 스탠드를 위한 자동 두께 제어(Automatic Gauge Control, AGC)를 잠시 정지하는 것이 바람직하다.
- [0022] 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛의 압연 재료 배출 속도에 따라 진입 속도를 실질적으로 일정하게 세팅하는 것도 바람직하다. 그렇게 함으로써, 특히 압연 트레인의 상류에 배치된, 서서히 변동하는 프로세스들의 경우, 본 발명에 따른 장점들을 매우 간단하게 얻을 수 있다. 이는 특히 주조 압연 설비의 경우에 유리한데, 그 이유는 일반적으로 주조 속도는 일정하고, 주조 유닛은 시간에 따른 동적 거동이 가장 적은 유닛이기 때문이다. 이는 또한, 그 유닛들이 압연 재료에 의해 제조 기술적으로 서로 연결되는, 즉 예컨대 주조 유닛에서부터 열연 스트립을 와인딩하는 코일러까지 압연 재료가 일체형으로 연장되는 압연 설비의 경우에도 유리하다.
- [0023] 특히, 본 발명은 유입측에서 압연 설비로의 일정한 매스 플로우가 보장되도록 한다. 이로써 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 프로세스들의 원활한 진행 및 상응하는 스케줄 신뢰성이 제공된다.
- [0024] 패스 스케줄은 일반적으로 작업 롤들의 각각의 롤 스탠드와 관련한 작업 롤 원주 속도 및 압하량을 제시한다. 하나의 롤 스탠드에 대한 압하량이 리세팅되면, 필연적으로 압연 트레인의 전체 패스 스케줄이 변경된다. 압연 트레인으로부터의 출측 두께가 일정하게 제공되도록 하기 위해, 하나의 롤 스탠드에서의 압하량의 변동이 상기 롤 스탠드의 하류에 배치된 롤 스탠드들에 의해 고려되어야 하거나, 패스 스케줄의 변경을 통해 압연 트레인으로부터의 출측 두께가 선택적으로 변동된다. 두 경우 모두, 각각의 롤 스탠드에 할당된 구동부의 구동 부하에 직접적인 영향을 미친다.
- [0025] 본 발명의 한 바람직한 실시예에서는, 압연 트레인이 제1 패스 스케줄에 따라 구동될 때와, 제2 패스 스케줄에 따라 구동될 때 모두 동일한 출측 두께로 압연 재료가 압연된다. 이것이 의미하는 바는, 압연 프로세스의 진행 중에 본 발명에 따른 방법을 사용하여 압연 트레인으로부터의 압연 재료 출측 두께가 유지되는 동시에, 압연 트레인의 롤 스탠드들을 위한 구동부들의 부하 분배가 -매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛들에 의도치 않은 영향을 미치지 않으면서- 최적화될 수 있다는 점이다.
- [0026] 상기 구동 부하 조정 방법은 시간상, 압연 재료의 압연 중에 압연 트레인에서 압연 트레인의 제1 출측 두께로부터 상기 제1 출측 두께와 상이한 제2 출측 두께로의 전환이 실시된 이후에 실행되는 것이 특히 바람직하다.
- [0027] 출측 두께는 압연 트레인의 최종 롤 스탠드 이후의 압연 재료의 두께를 의미하며, 입측 두께는 압연 트레인의 첫 번째 롤 스탠드 이전의 압연 재료의 두께를 의미한다. 본 발명에 따른 방법은 상대적으로 더 얇은 출측 두께를 더 두꺼운 출측 두께로 전환하는 경우와 그 반대의 경우 모두에 적합하다.
- [0028] 일반적으로, 압연 재료가 압연 트레인의 제1 출측 두께로부터 상기 제1 출측 두께와 상이한 제2 출측 두께로 전환되면, 예컨대 구동부의 지속적인 과부하의 방지와 같은 설비 기술적인 제한을 감안한 패스 스케줄 변경이 실시된다. 압연 중에 제1 패스 스케줄에 따른 압연 트레인의 작동 모드가 제2 패스 스케줄에 따른 압연 트레인의 작동 모드로 변경되면, 압연 트레인에서의 매스 플로우가 단속됨으로 인해 경계 조건들이 압연 트레인의 정적 작동 모드의 경우와 상이하게 정의된다.
- [0029] 말하자면 본 발명은, 먼저 제1 패스 스케줄에 따른 출측 두께가 사용되고 나서, 압연 진행 중에 제2 패스 스케줄에 따라 압연 트레인의 출측 두께가 변경되는 경우에 특히 바람직하게 이용될 수 있다. 제2 패스 스케줄은, 제1 출측 두께가 제2 출측 두께로 문제 없이 전환될 수 있도록 계산된다. 제2 출측 두께가 세팅되면 바람직하게는, 제2 패스 스케줄에 따른 출측 두께에서의 압연 트레인의 정적 작동 모드를 위해 압연 트레인 구동부들의 구동 부하가 최적화되도록 곧바로 추가의 패스 스케줄 변경이 실시된다. 이를 위해 제2 패스 스케줄이 제3 패스 스케줄로 전환된다. 본 실시예에서 제2 패스 스케줄은 청구항 제3항에 언급된 제1 패스 스케줄에 상응하며, 제3 패스 스케줄은 청구항 제3항에 언급된 제2 패스 스케줄에 상응한다.
- [0030] 특히, "압연 중에 압연 트레인으로부터의 출측 두께를 변경"하는 방법과, 그에 후속하여 실시되는, "일정한 출측 두께로 압연이 진행되는 동안 구동 부하와 관련한 패스 스케줄의 최적화"의 조합은 설비의 작동 신뢰성을 증대시키고 구동부들의 수명에 긍정적인 영향을 미친다.
- [0031] 압연 트레인과, 매스 플로우 방향으로 상기 압연 트레인의 상류에 배치된 하나 이상의 유닛이 압연 재료에 의해 제조 기술적으로 연결되는 경우, 본 발명은 특히 바람직하게 적용될 수 있다. 이 경우, 구동부들의 부하 재분

배로 인해 압연 트레인 내로의 진입 속도가 변동할 때의 반응은 매우 급격하게 일어난다. 진입 속도의 변동은 압연 재료에 의해 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛으로 직접 전달되며, 그럼으로써 상기 유닛에서 진행되고 있던 프로세스에 방해가 된다.

[0032] 특히, 매스 플로우 방향으로 상류에 배치된 유닛이 주조 유닛일 경우, 압연 트레인으로의 진입 속도가 너무 과도하게 또는 너무 빠르게 변동하게 되면 주조가 중단될 정도까지 주조 프로세스에 방해가 될 수 있다. 따라서 본 발명은, 바람직하게 "무한" 작동 모드로, 즉 연속으로 주조 및 압연이 실시되도록 작동되는 주조 압연 설비에 특히 바람직하게 적용될 수 있다.

[0033] 장치와 관련한 본 발명의 과제는, 다중 스탠드형 압연 트레인을 포함하는 압연 설비의 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치에 의해 해결되며, 상기 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치는 상기 장치로 하여금 청구항 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하도록 하는 제어 명령을 포함하는 기계 판독 가능한 프로그램 코드를 구비한다.

[0034] 상기 과제는 또한, 압연 설비의 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치를 위한 기계 판독 가능한 프로그램 코드에 의해 해결되며, 상기 프로그램 코드는 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치가 청구항 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하도록 하는 제어 명령을 포함한다.

[0035] 또한, 상기 과제는 청구항 제6항에 따른 기계 판독 가능한 프로그램 코드가 저장된 저장 매체에 의해서도 해결된다.

[0036] 마지막으로 상기 과제는, 금속 소재의 압연 재료를 압연하기 위한 다중 스탠드형 압연 트레인과, 청구항 제5항에 따른 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치와, 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛의 압연 재료 배출 속도를 청구항 제5항에 따른 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치에 공급하기 위한 장치를 포함하는 압연 설비에 의해서도 해결되며, 이때 압연 트레인의 롤 스탠드들은 상기 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치와 상호작용한다. 여기서 압연 설비는, 바람직하게 금속 소재의 압연 재료를 가공하기 위한 압연 트레인을 포함하는 모든 설비, 특히 주조 압연 설비를 의미한다.

[0037] 압연 설비의 또 다른 한 바람직한 실시예에서, 압연 트레인은 매스 플로우 방향으로 주조 유닛의 하류에 배치된 하이 리덕션 밀(high reduction mill) 및/또는 사상 압연 트레인(finishing mill train)이다. 여기서 하이 리덕션 밀은, 압연 재료가 아직 매우 뜨거운 상태인 동안에 강한 압하력으로 압연 재료를 압연하는, 복수의 롤 스탠드로 구성된 압연 트레인이다. 이 경우, 미응고 압하(Liquid Core Reduction)와 경압하(Soft Reduction)로 구분될 수 있다. 일반적으로 하이 리덕션 밀에서 압연 재료의 미응고 압하는 사용되지 않지만, 경압하는 확실히 사용된다. 경압하 시, 재료 코어부는 이미 응고되어 있지만, 예컨대 1200℃ 내지 1300℃의 고온으로 인해 여전히 매우 연성이다. 하이 리덕션 밀 내에서 압연 재료가 여전히 미응고 코어부를 포함한다면, 하이 리덕션 밀에서의 강한 힘으로 인해 상당한 프로세스 에러가 예상될 수 있다. 하이 리덕션 밀에 의해, 경압하 시 비교적 적은 압하력으로 압연 재료의 높은 압하량이 달성될 수 있다. 이러한 방식의 다중 스탠드형 하이 리덕션 밀을 위해 본 발명에 따른 방법이 바람직하게 적용될 수 있다. 또한, 압연 트레인은 선택적으로 또는 추가적으로, 압연 재료를 원하는 최종 치수로 압연하는 다중 스탠드형 사상 압연 트레인으로서 형성될 수 있다.

[0038] 본 발명의 그 밖의 장점들은, 하기에 개략적으로 도시된 도면들을 토대로 더 상세히 설명되는 실시예들에 제시된다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 잉곳 몰드 작동식 주조 압연 설비의 개략도이다.

도 2는 제1 패스 스케줄에 따라 작동되는 4개의 롤 스탠드를 갖는 압연 트레인의 개략도이다.

도 3은 제2 패스 스케줄에 따라 작동되는, 도 2의 압연 트레인의 개략도이다.

도 4는 2롤 주조기를 포함하는 주조 압연 설비의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 도 1에는 주조 압연 설비(1)의 개략도가 도시되어 있다. 상기 주조 압연 설비는 개략적으로 도시된 압연 트레인(2)을 포함하고, 상기 압연 트레인은 복수의 롤 스탠드를 포함한다.

[0041] 본 발명에 따른 방법은 임의의 다중 스탠드형 압연 트레인, 특히 3-스탠드형, 4-스탠드형, 5-스탠드형, 6-스탠

드형 및 7-스탠드형 압연 트레인에 사용될 수 있으며, 특히 그 사용이 주조 압연 설비로 제한되지도 않는다.

- [0042] 도 1에는 (여기서는 잉곳 몰드로서 형성된) 주조 유닛(3)도 도시되어 있으며, 상기 주조 유닛은 (V_g)의 주조 속도로 압연 재료(G)를 주조하며, 주조된 압연 재료는 이어서 압연 트레인(2)에서 압연된다. 상기 압연 재료(G)는 연속으로, 말하자면 슬래브 등의 절단 없이 가공된다. 압연 재료(G)에 영향을 주는 압연 설비(1)의 부품들 또는 유닛들은 상기 압연 재료(G)에 의해 제조 기술적으로 상호 연결된다. 즉, 상기 부품들 또는 유닛들은 더 이상 서로 독립적으로 작동될 수 없고, 통상 매스 플로우 방향으로 압연 설비(1)의 상류 및 하류에 배치된 유닛들, 특히 시간에 따른 동적 거동이 가장 적거나 프로세스 변동 시 반응 타성이 가장 높은 유닛을 고려하여 작동되어야 한다.
- [0043] 주조 유닛(3)과 압연 트레인(2), 경우에 따라서는 그 밖에 도 1에는 도시되지 않은, 주조 압연 설비(1)의 추가의 유닛이 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치(8)와 상호작용한다.
- [0044] 상기 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치(8)는 본 발명에 따른 방법의 일 실시예를 수행하도록 채비되어 있다. 이를 위해 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치는 예컨대 저장 매체(9)에 기계 관독이 가능한 프로그램 코드(10)를 제공한다. 프로그램 코드(10)는 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치가 본 발명에 따른 방법의 실시예를 수행하게 하는 제어 명령을 포함하고 있다. 바람직하게 상기 프로그램 코드는, 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치(8)가 지체 없이 호출될 수 있도록 상기 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치에 프로그램 내장(stored program) 방식으로 저장된다.
- [0045] 특히 상기 개회로 제어 및/또는 폐회로 제어 장치(8)에는 매스 플로우 방향으로 압연 트레인의 상류에 배치된 유닛, 예컨대 주조 유닛(3)으로부터 압연 재료(G)가 배출되는 속도의 기준치가 공급될 수 있다. 본 실시예에서 배출 속도에 대한 기준치는 주조 속도(V_g)이다.
- [0046] 도 1에는 작동 중인 압연 트레인(2)의 개략도가 도시되어 있으며, 여기서 주조 유닛(3)에 의해 주조 속도(V_g)로 주조된 압연 재료(G)는 입측 두께(H_e)로부터 출측 두께(H_a)로 압연된다. 이때, 압연 재료(G)는 압연 트레인(2)으로 진입 속도(V_e)로 진입되고, 압연 트레인(2)으로부터 배출 속도(V_a)로 배출된다.
- [0047] 이제 본 발명에 따른 방법을 이용하여, 압연 재료(G)가 압연되는 동안 진입 속도(V_e)와 배출 속도(V_a)가 일정하게 유지되면서 구동 부하의 재분배로 인해 압연 재료 불량 발생이 발생하지 않도록 하는 방식으로, 압연 트레인(2)의 롤 스탠드들(4, 5, 6, 7)(도 2 및 도 3 참조)을 구동하는 구동부들(20, 21, 22, 23)(도 2 및 도 3 참조)의 부하 재분배가 수행될 수 있다.
- [0048] 압연 트레인(2)의 작동 모드가 제1 출측 두께(H_a)로부터 상기 제1 출측 두께와 상이한 제2 출측 두께(H_a)로 리세팅되면, 제1 압연 트레인 출측 두께(H_a)로부터 그와 상이한 제2 압연 트레인 출측 두께(H_a)로 압연 모드가 문제 없이 전환될 수 있도록 구동부들의 부하 분배가 최적화된다.
- [0049] 그러나 이러한 경우, 압연 트레인(2)의 구동부들(20, 21, 22, 23)의 구동 부하는 새로운 제2 압연 트레인 출측 두께를 위한 압연 트레인의 정적 작동 모드에 맞추어 최적화되지 않고, 압연 트레인(2)의 출측 두께(H_a)가 가급적 문제 없이 변경되도록 최적화된다.
- [0050] 바로 직전에 출측 두께의 "압연 중 변경(on-the-fly change)"이 수행된 이후에 압연 트레인(2)의 구동부들의 부하 분배가 압연 트레인(2)의 정적 작동 모드를 위해서 우선적으로 최적화되지는 않는다. 그러므로 압연 트레인(2)의 출측 두께(H_a)의 리세팅이 완료된 후에, 원하는 출측 두께가 균일하게 달성됨으로써 압연 트레인(2)의 정적 작동 모드가 최적화되는 동시에 과부하 또는 다른 제한의 가능성은 희박하도록, 압연 트레인(2)의 구동부들의 구동 부하가 재분배되는 것이 바람직하다.
- [0051] 이를 위해 우선 압연 트레인(2)의 정적 작동 모드를 위해 최적화된 새로운 패스 스케줄이 결정된다. 패스 스케줄 계산과 관련한 제반 사항은 예컨대 DE 37 21 744 A1호 또는 DE 44 21 005 B4호에 공지되어 있다. 하기에서는 새로운 패스 스케줄을 제2 패스 스케줄이라 지칭한다. 출측 두께(H_a)의 "압연 중 변경" 직후에 새로운 출측 두께(H_a)를 생성하도록 압연 트레인(2)을 작동하는 데 사용되는 패스 스케줄을 하기에서는 제1 패스 스케줄이라 지칭한다.
- [0052] 제2 패스 스케줄의 결정과 더불어, 롤 스탠드들(4, 5, 6, 7)의 작업 롤들의 구동부들(20, 21, 22, 23)의 구동 부하 설정값들이 결정된다. 제2 패스 스케줄은, 원하는 출측 두께(H_a)가 달성되는 동시에 압연 트레인(2)의 구동부들(20, 21, 22, 23)의 구동 부하가 최적화되도록, 다시 말해 특히 임계적 한계치로부터 최대한 큰 차이를 두고 작동되도록 결정된다.

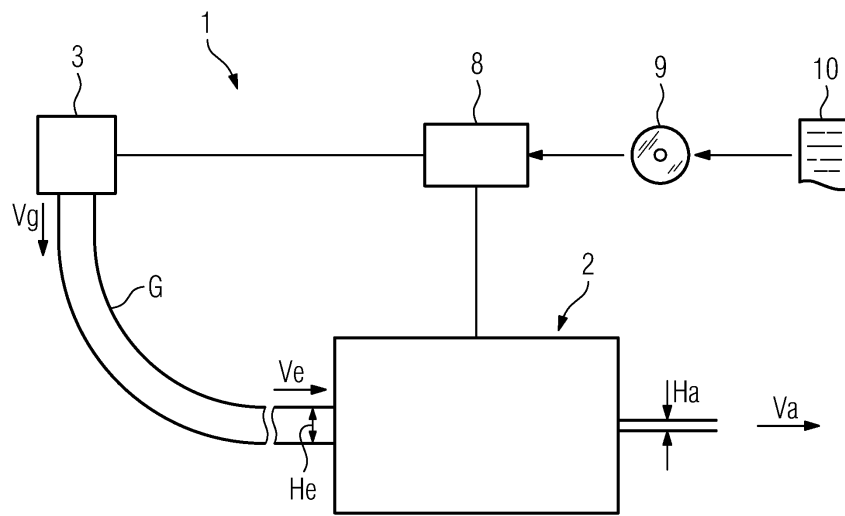
- [0053] 이 경우, 제1 패스 스케줄에 따른 작동 모드와 제2 패스 스케줄에 따른 작동 모드에서 압연 트레인(2)의 출측 두께(Ha)는 일정하게 유지된다. 다시 말해, 압연 트레인(2)의 구동부들(20, 21, 22, 23)의 구동 부하의 재분배 직전, 재분배 동안 및 재분배 직후에 압연 트레인(2)으로부터 동일한 출측 두께가 압연된다.
- [0054] 본 발명에 따르면, 구동부들(20, 21, 22, 23)의 구동 부하의 조정 시 압연 트레인(2)으로의 압연 재료(G) 진입 속도(Ve)는 매스 플로우 방향으로 압연 트레인(2)의 상류에 배치된 유닛(3)의 압연 재료(G) 배출 속도(Vg)에 따라 조정된다. 그로 인해, 압연 트레인(2)의 구동부들(20, 21, 22, 23)의 구동 부하의 재분배 중에 매스 플로우 방향으로 압연 트레인(2)의 상류에 배치된 유닛, 예컨대 주조 유닛(3)의 프로세스에 방해가 되지 않는 점이 보장된다.
- [0055] 바람직하게는 압연 트레인(2)에서 구동부들(20, 21, 22, 23)의 구동 부하가 재분배되는 동안 압연 트레인(2)으로의 진입 속도(Ve)는 일정하게 유지된다. 일반적으로 주조 압연 설비(1)를 통과하는 매스 플로우는 일정한데, 그 이유는 주조 유닛(3)의 주조 속도(Vg)를 일정하게 유지하려는 시도가 행해지기 때문이다. 이러한 이유에서 진술한 유형의 해결책을 구현하는 것은 기술적으로 간단하다.
- [0056] 이러한 장점을 이용하기 위해서, 압연 트레인(2)으로의 압연 재료(G) 진입 속도(Ve)를 주조 유닛(3)의 주조 속도(Vg)에 따라 결정되는 상수값으로 세팅하는 것도 매우 바람직하다. 그럼으로써, 매스 플로우 방향으로 압연 트레인(2)의 상류에 배치된 프로세스들에 방해가 되지 않도록 하는 점이 간단하게 보장된다.
- [0057] 압연 트레인(2)의 구동부들(20, 21, 22, 23)의 구동 부하 재분배 시, 일반적으로 압연 트레인(2)의 각각의 롤 스탠드(4, 5, 6, 7)에서의 압하량 재분배도 실시된다.
- [0058] 그와 더불어 일반적으로, 압연 중에 출측 두께(H1, H2, H3)의 변동(도 2 및 도 3 참조)으로 인해 웨지형 두께(thickness wedge)가 형성된다.
- [0059] 따라서 구동부(20, 21, 22, 23)의 구동 부하의 재분배가 수행되기 전에 압연 재료(G)의 재분배 섹션이 결정되며, 상기 재분배 섹션이 각각의 롤 스탠드(4, 5, 6, 7)에서 압연될 때 압연 트레인(2)의 각각의 구동부(20, 21, 22, 23)의 구동 부하의 재분배가 실시된다. 구동 부하는 상기 재분배 섹션의 압연 중에 상기 구동 부하의 실제값으로부터 제2 패스 스케줄에 따른 새로운 설정값의 방향으로 변동된다. 이는 바람직하게 재분배 섹션이 각각의 롤 스탠드(4, 5, 6, 7)에 진입하는 즉시 실시된다. 재분배 섹션이 각각의 롤 스탠드(4, 5, 6, 7)로부터 배출될 때 구동 부하의 관련 설정값에 도달된다.
- [0060] 재분배 섹션은 압연 트레인(2)의 구동부들(20, 21, 22, 23)의 전체 구동 부하 재분배 프로세스 동안 바람직하게 압연 트레인(2)의 2개의 롤 스탠드 상호간의 간격보다 크지 않은 길이를 갖는다. 그럼으로써, 재분배 동안 존재하는 압연 재료(G)의 웨지형 두께가 2개의 롤 스탠드(4, 5, 6, 7)에서 동시에 압연되지 않기 때문에, 구동 부하의 재분배가 매우 간단하게 구현될 수 있다.
- [0061] 구동부들(20, 21, 22, 23)의 전체 구동 부하 재분배 동안 출측 두께(Ha)는 일정하게 유지된다. 즉, 구동 부하의 재분배에 의해 야기되는 매스 플로우 중단은 하나 이상의 후속 롤 스탠드(4, 5 또는 7)에 의해 원하는 출측 두께(Ha)가 유지되는 방식으로 보상된다.
- [0062] 도 2와 도 3에는 구동부들(20, 21, 22, 23)이 할당되어 있는 롤 스탠드들(4, 5, 6, 7)을 포함하는 동일한 압연 트레인(2)이 도시되어 있다.
- [0063] 구동부들(20, 21, 22, 23)은 압연 트레인(2)의 롤 스탠드들(4, 5, 6, 7)의 (상세히 언급되지 않은) 작업 롤들을 구동하는 데 이용된다. 구동부들(20, 21, 22, 23)에는, 각각의 롤 스탠드(4, 5, 6, 7)에서 원하는 압하량 또는 원하는 압연 성과가 달성되도록 하기 위해 상응하는 구동 부하가 공급된다.
- [0064] 도 2에서는 압연 트레인(2)이 제1 패스 스케줄에 따라 작동된다. 도 3에서는 동일한 압연 트레인(2)이 제2 패스 스케줄에 따라 작동된다. 압연 트레인(2)의 출측 두께(Ha)는 두 경우 모두 동일하다.
- [0065] 도 2와 도 3에 따른 압연 트레인(2)의 작동은, 압연 트레인(2)이 제1 패스 스케줄에 따라 작동될 때와 제2 패스 스케줄에 따라 작동될 때 롤 스탠드들(4, 5, 6)에서 상이한 압하가 실시된다는 점에서만 차이가 있다.
- [0066] 제1 패스 스케줄, 즉 도 2에 따른 작동 모드에서는 롤 스탠드(4)가 압연 재료(G)를 압연 재료 두께 (He)로부터 압연 재료 두께 (H1)으로 압연하는 반면, 제2 패스 스케줄에 따른 압연 트레인(2)의 작동 모드에서는 동일한 롤 스탠드가 압연 재료(G)를 두께 (He)로부터 두께 (H1')로 압연한다. 이 경우, 두께 (H1')은 두께 (H1)과 같지 않다. 두께 (H1')은 롤 스탠드(4)에 할당된 구동부(20)의 구동 부하가 제1 패스 스케줄에 따른 작동 모드에 비

해 더 개선되도록 선택된다.

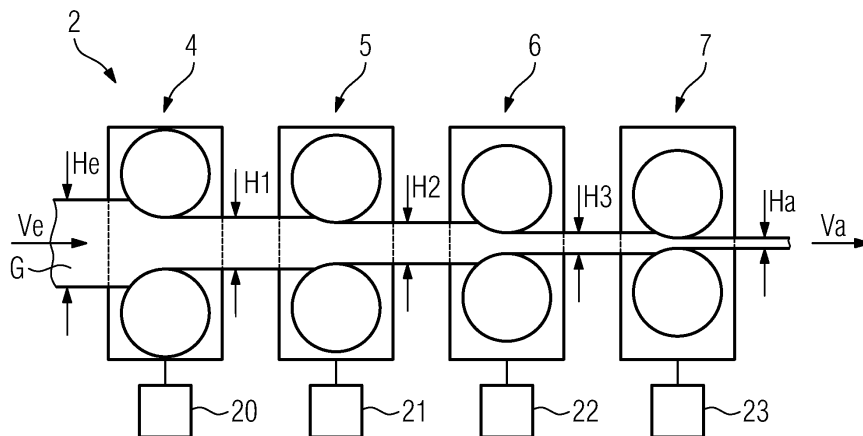
- [0067] 유사한 과정이 롤 스탠드(5)에서도 실시되며, 롤 스탠드(5)는 제1 패스 스케줄, 즉 도 2에 따라 압연 재료를 압연 재료 두께 (H1)으로부터 압연 재료 두께 (H2)로 압연한다. 제2 패스 스케줄에 따라서는 동일한 롤 스탠드(5)가 입측 압연 재료 두께(H1')로부터 제2 롤 스탠드(5)의 출측 두께(H2')로 압연한다. 이 경우에도 두께(H2')는 롤 스탠드(4)에 할당된 구동부(20)의 구동 부하가 제1 패스 스케줄에 따른 작동 모드에 비해 개선되도록 결정된다.
- [0068] 롤 스탠드(6)에서도 역시 동일한 과정이 실시되며, 롤 스탠드(6)는 제1 패스 스케줄, 즉 도 2에 따라 압연 재료를 압연 재료 두께 (H2)으로부터 압연 재료 두께 (H3)로 압연한다. 제2 패스 스케줄에 따라서는 동일한 롤 스탠드(6)가 입측 압연 재료 두께(H2')로부터 압연 트레인(2)의 제3 롤 스탠드(6)의 출측 두께(H3')로 압연한다.
- [0069] 예컨대, 임계적 한계치들에 대한 압연 트레인 구동부들의 편차들의 합이 압연 트레인(2) 구동부들의 구동 부하의 최적화 기준으로서 최소화될 수 있으며, 이때 압연 트레인(2)으로부터의 상응하는 출측 두께(Ha)가 달성된다.
- [0070] 모든 롤 스탠드에서 반드시 구동 부하의 재분배 및 그에 수반하여 압하량의 변동이 실시되어야 하는 것은 아니다. 롤 스탠드들 중 일부 또는 롤 스탠드들에 할당된 구동부들 중 일부에 대해서만 구동 부하의 재분배가 실시될 수도 있다.
- [0071] 각각의 롤 스탠드는 제2 패스 스케줄에 따라 순차적으로, 즉 재분배 섹션이 각각의 롤 스탠드를 통과할 때마다 리세팅된다.
- [0072] 도 3에서는, 출측 두께(Ha)가 달성되는 동시에, 정적 작동 모드에서 초과되거나 미달되지 않을 한계치들로부터 개별 구동부의 구동 부하 설정값들의 편차가 최대가 되도록 롤 스탠드들에서의 압하량이 세팅된다.
- [0073] 도 4에는 2롤 주조기(3')를 포함하는 주조 압연 설비(1)를 위한 본 발명의 또 다른 구현 가능성이 도시되어 있으며, 여기서는 주조된 압연 재료(G)가 이어서 다중 스탠드형, 즉 최소한 2개의 스탠드를 구비한 압연 트레인(2)을 통과한다.
- [0074] 2롤 주조기(3')를 이용할 경우 일반적으로 압연 재료(G)는 무한 작동 모드에서 제작된다. 이러한 설비 유형에서 바람직한 점은, 상기 설비가 잉곳 몰드를 이용하여 주조하는 무한 작업 설비보다 훨씬 더 컴팩트하다는 점이다. 또한, 에너지 및 자원 소비량이 더욱 절감된다.
- [0075] 이러한 컴팩트성 및 자원 사용량 절감은 2롤 주조기(3')를 이용하여 원하는 최종 제품의 최종 치수에 훨씬 더 근접하게 주조할 수 있게 됨으로써 얻어진 결과이다. 즉, 2롤 주조기(G')로부터 배출되는 압연 재료는 일반적으로 잉곳 몰드(도 1 참조)로부터 배출되는 압연 재료(G)에 비해 훨씬 더 얇다. 그로 인해, 예컨대 조압연기(roughing mill) 또는, 통상 잉곳 몰드 구동식 주조기의 하류에 배치되는 하이 리덕션 밀(high reduction mill)이 생략될 수 있다. 하이 리덕션 밀은 잉곳 몰드로부터 주조된 압연 재료의 사상 압연을 준비하는 데 사용된다. 그에 반해 2롤 주조기의 경우, 항상 그러한 예비 성형을 실시할 필요가 없으며, 압연 트레인(2)에서 압연 재료(G)의 사상 압연만 실시되면 된다.
- [0076] 이 경우에도, 압연 트레인의 (도 4에는 도시되지 않은) 롤 스탠드들에 대한 부하 재분배를 수행하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0077] 이를 구현하기 위해, 2롤 주조기(6')를 포함하는 압연 설비(1)에 도 1 내지 도 3에 관련된 실시예들이 유사하게 적용된다.

도면

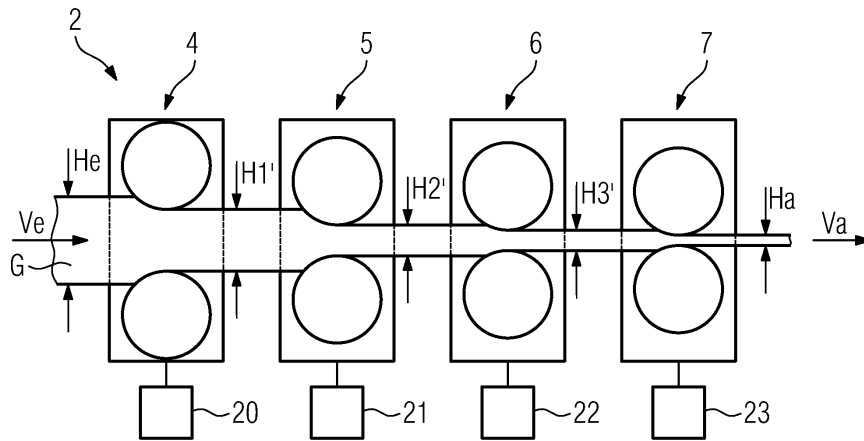
도면1



도면2



도면3



도면4

