

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
B21B 1/00

(45) 공고일자 1999년02월 18일

(11) 등록번호 특0179420

(24) 등록일자 1998년11월27일

(21) 출원번호	특1995-000373	(65) 공개번호	특1995-023454
(22) 출원일자	1995년01월 10일	(43) 공개일자	1995년08월 18일
(30) 우선권 주장	8/179,109 1994년01월 10일 미국(US)		
(73) 특허권자	티핀스 인코포레이티드 존 이. 토마스 미합중국 펜실바니아주 15223 피츠버그 버틀러 스트리트 435 피.오.박스 9547		
(72) 발명자	조지 더블유. 티핀스 미합중국 펜실바니아 15238 피츠버그 허크리 힐로드 110 존 이. 토마스		
(74) 대리인	미합중국 펜실바니아 15238 피츠버그 쉴 드라이브 12 전준항, 손원, 김중윤		

심사관 : 나동규

(54) 후판코일, 코일형태의 박판 또는 불연속 후판의 제조방법 및 이에 사용되는 장치

요약

본발명은 후판코일, 코일 형태의 박판 또는 불연속 후판을 제조하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 상기 장치는 중간두께 슬라브 연주기 및 인라인 열간스트립 및 후판 라인이다. 상기 장치는 3.5인치(8.9cm) 내지 5.5인치(14cm) 두께 범위, 바람직하게는 5인치(12.7cm)의 단일 또는 한쌍의 평행한 주편을 선택적으로 제조하는 연속 스트립 주조기;

각주편을 원하는 길이의 슬라브로 절단하기 위한 전단기;

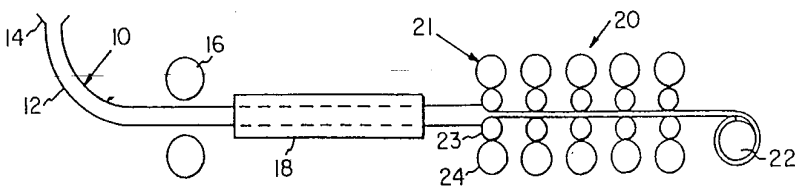
상기 이송테이블의 횡방향으로 이동되는 슬라브 대기소를 포함한 슬라브 테이블;

상기 슬라브 대기소로부터 슬라브를 수용하도록 한 슬라브 이송 테이블과 근접한 슬라브 적재 저장소;

양측으로부터 슬라브 인입을 위한 상기 슬라브 이송테이블과 상기 슬라브 적재 저장소 모두로부터 장입이 가능한 인라인된 가열로;

상기 가열로의 출구에서의 공급 및 반송테이블; 최소한의 수평 압연패스 횡으로 상기 슬라브를 권취두께로 줄이기 위한 한쌍의 텐덤 열간가역압연기; 상기 텐덤열간 가역압연기의 양쪽 대향 측에 위치한 한쌍의 권취가열로; 및 상기 한쌍의 권취 가열로에 후속되는 마무리 라인을 포함하여 구성된다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

후판코일, 코일형태의 박판 또는 불연속 후판의 제조방법 및 이에 사용되는 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 종래의 스트립 연주기와 연속열간압연기의 개략도.

제2도는 본발명에 따른 중간두께 스트립 연주기와 인라인 텐덤 열간가역압연기와 코일 가열로 설비.

제3도(a) 내지 (g)는 본발명에 부합되는 여러가지 실시예를 나타내는 공정흐름의 일례도 및 각 공정유니트의 공정변화를 나타내는 그래프.

제4도는 종래의 폭 60인치(152.4 cm) 단일슬라브 연주기에 대한 생산율 변화를 나타내는 그래프.

제5도는 동일한 폭을 갖는 슬라브 주조시 본발명에 따른 쌍 슬라브 연주기에 대한 생산율 변화를 나타내는 그래프.

프.

제6도는 본발명에 따른 쌍연주기에 대한 생산을 나타내는 그래프.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 슬라브 연주기	12, 32 : 주형
16, 34 : 토치절단기 또는 전단기	18 : 터널형 가열로
20 : 연속열간압연기	21 : 롤스탠드
22 : 하부권취기	23 : 작업롤
24 : 백업롤	25 : 스트립 및 후판 라인
26 : 전기용해로	28 : 레이들 퍼니스
30 : 쌍주조기	36 : 테이블 이송기
38 : 슬라브	40 : 슬라브 적재저장소
42 : 진동간형 가열로	44 : 장슬라브
46 : 단슬라브	48 : 슬라브 장입기
50 : 슬라브 추출기	52 : 공급반송테이블
53 : 스케일 제거기	54 : 수직날
56 : 한쌍의 탠덤열간가역 압연기	58, 60 : 전, 후단 권취가열로
62 : 냉각장	64 : 후판테이블
66 : 권취기	67 : 권취카
68 : 전단기	70 : 이송테이블
71 : 최종공정라인	72 : 후판측면전단기
73 : 스케일 제거기	74 : 후판후단전단기
76 : 후판적층기	

[발명의 상세한 설명]

본발명은 연속주조와 슬라브 압연에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 일관 중간두께 쌍연주기(an integrated intermediate thickness twin caster)와 열간가역 압연기(a hot reversing mills)에 관한 것이다.

철강산업에서 연속주조의 출현의 시작으로 철강업에서는 인라인 설비(inline arrangement)를 통해 열간 압연기를 연속주조에 결합시키므로써 생산능력을 최대화하고 설비 및 필요자본투자를 최소화하려는 시도가 진행되고 있다. 이러한 관점에서 초기에는 6인치(15.2cm) 내지 10인치(25.4 cm) 정도의 슬라브를 제조하는 연속주조기와 기존의 연속 또는 반연속 열간 압연기와 통합하는 것으로 구성되어 왔다. 이들 기존 열간압연기들은 연산 1.5 내지 5백만톤 정도의 생산능력이 갖는 재가열로(a reheat furnace), 조압연 대차(roughing train), 또는 가역조압연기(a reversing rougher)와 6 또는 7개 스탠드(stand)로 구성된 마루기 압연기를 포함하고 있다. 상기 압연기 배치는 오늘날 규모가 큰 철강회사의 설계이며, 상기 설계를 갖춘 새로운 열간 압연기는 그에 따른 비싼 자본으로 인해 만들어 질 것같지 않다. 그러나, 현재의 설계로는 저코스트 통합 연주기 열간압연기(integrated caster hot strip mills)에 대한 추구를 해결하지 못하고 있다. 더우기 압연기를 통합하는 상기 종래 기술은 혼류생산(produnt mix)과 그에 따른 시장 요구에 매우 경직되어 있다.

이러한 어려움 때문에 전문화된 제품으로서 연산 백만톤 이하의 강을 생산하는 소위 박슬라브 연속 열간 압연기가 개발되었다. 이들 압연기는 2인치(5.1cm) 이하의 종류의 슬라브를 생산하는 박 슬라브 연주기와 통합되어 왔다. 이들 통합박슬라브연주기(integrated thin slab caster)들은 커다란 호평을 받고 있지만 그 자체에 여러가지 결점이 없지는 않다. 중요한 결함은 소위 박슬라브 주조기와 관련된 품질과 양적 한계에 내재되어 있다. 상세하게는 박슬라브 제조시 금속을 공급하는데 필요한 트럼펫형 주형(trumpet type mold)로 인하여 박슬라브의 표면을 따라 큰 마찰력과 응력이 발생되어 최종 제품에 표면 품질을 저하시키는 것이다. 더우기, 상기 2인치(5.1cm) 스트립 주조기(strip caster)는 제한된 주형의 금속 용량 때문에 하나의 턴디쉬의 수명이 7회 정도의 차지(heat)로 제한된다.

가장 중요한 것은 박 슬라브 연주기는 현재의 레이들 설비에 금속이 응고되지 못하도록 필연적으로 고속으로 주조해야만 한다. 또한, 상기 필요용량강은 상대적으로 고속 주조속도를 필요로 한다. 상기 트럼펫 주조노즐과 상대적인 고속 주조속도는 모두 슬라브의 표면 품질에 문제를 야기시킬수 있다. 상기 상대적인 고속주조속도로 인하여 슬라브 연주기의 후속공정인 터널형 가열로(tunnel furnace)가 간혹 500피트(152.4m)정도로 매우 길게 되어 슬라브의 속도를 조절하고, 특히 매우 빠른 속도로 열이 방출되는 박슬라브(2인치 (5.1cm))에 인입되는 열을 제공할수 있도록 하는 것이 요구된다. 상기 긴 가열로는 결국 슬라브에 스케일유발을 증가시키고, 표면흠(surface flaw) 발생 위험도를 더크게 할 수 있다. 또한, 슬라브는 고속으로 가열로로부터 벗어난 후에는 빠르게 이송하는 스트립을 조절하고, 상기 스트립을 열연판 두께로 압연하는 다단 연속 열간압연기(multi-stand continuous hot strip mill)가 필요하다. 그러나, 연주기는 연산 약 80만톤의 생산능력을 갖고 있고 연속압연기는 연산 240만톤의 능력을 갖고 있기 때문에 상기한 시스템은 정상적인 간격에서는 각 요소의 능력으로 인하여 여전히 균형이 맞질 않는다. 따라서, 연간 톤

당 자본비용은 초기 대체하려고 했던 종래 시스템과 유사하다.

부가적으로 슬라브두께의 일부 스케일 손실은 상기 2인치(5.1cm) 박 주조슬라브에 치명적이다. 상기 극히 큰 가열로 때문에 긴 롤러 허스(roller hearth)를 제공해야하며 그 롤러 허스는 노출된 압연로롤러(rotating rollers)로 인하여 철저한 정비가 되어야 한다.

또한, 전형적인 다단 열간 압연기는 일부 경우, 특히 개도국(emerging countries)의 경우에는 소정의 영역의 에너지 용량을 초과할 수 있는 보다 큰 마력으로 압연 스탠드(rolling stands)에 공급되어야 하는 실질적인 작업량을 짧은 시간내에 처리됨이 요구된다. 또한, 박슬라브 연주기는 2인치(5.1cm) 슬라브에 수직날(vertical edgers)을 사용할수 없기 때문에 제품의 폭에 대하여 제한된다. 게다가 이러한 연주기들은 현재 하나의 폭으로 제한되고 있다. 박스트립 연주기와 관련된 또다른 문제는 제강과정중 형성된 여러 가지 개재물들이 노출되면 표면 결함을 일으킬수 있으므로 박슬라브의 표면으로부터 상기 개재물을 제거하는 것과 관련된 문제를 내재하고 있다. 또한, 종래의 시스템은 박슬라브가 급격히 열을 빼앗겨 통상 스케일을 제거하기 위해 사용되는 고압수에 의해 역으로 영향을 받기 때문에 스케일 제거에는 한계가 있다.

인라인공정(inline processing)을 갖춘 통상적인 연주기와 인라인 공정을 갖춘 공지의 박슬라브 연주기는 광범위한 혼류생산(broad product mix), 생산수준(production levels), 양질생산(quality product) 및 자본의 적절한 조화를 제공하지 못한다.

게다가 종래의 박스트립공정은 연속 방식에만 작업이 될 수 있는데, 이러한 연속방식은 공정의 어느 부분에서의 고장으로 인해 전라인이 정지되고 간혹 진행중인 전제품이 스크랩화되는 원인이 됨을 의미한다.

본발명의 목적은 쌍슬라브 연주기(the twin slab caster)를 연주공정라인에 통합함에 있다.

본발명의 또다른 목적은 상기 압연기의 속도에 대해 상기 연주기의 속도의 균형을 유지하는 시스템을 제공함에 있다.

본발명의 또다른 목적은 보다 적은 열량 및 전기적 에너지를 사용하는 시스템을 제공함에 있다.

본발명의 또다른 목적은 연간 200만톤 까지 생산능력이 있는 시스템을 제공함에 있다.

본발명의 또다른 목적은 소규모자본투자, 광범위한 혼류생산, 적정제품 및 질적수준, 적당한 필요부지(floor space), 효과적으로 동력이 공급되는 압연 설비와 저렴한 운전비를 갖춘 자동화시스템을 제공함에 있다.

이하, 본발명을 설명한다.

본발명은 거의 연산 200만톤정도의 최종제품을 생산할수 있는 다용도의 일관연주기(versatile integrated caster)와 미니 압연기(mini-mill)를 제공한다. 상기한 설비는 폭 24인치(61cm) 내지 120인치(305cm)슬라브를 생산할수 있으며 보통 800PIW(14.3 kg/mm) 내지 1000 PIW(17.9kg/mm)를 생산할수 있다. 이것은 트림펫 주형이 필요없이 단면이 사각형이고 고정 및 폭조절이 가능한 주형을 갖춘 쌍주조 설비를 사용하므로써 달성된다. 상기 연주기는 나란히 주편을 쌍주조(twin casting)하기 위하여 제공될수 있는 5인치(12.7 cm) 내화벽돌을 포함한 125 인치(318 cm)의 조정가능한 주형을 포함한다. 상기 연주기는 갑작스런 턴디쉬 교체에 따른 충분한 시간을 제공할 수 있을 만큼의 충분한 용강량을 수강한 주형이 마련되어 상기 연주기의 운전이 한개의 턴디쉬의 수명으로 인하여 제한받지 않는다.

본발명은 약 2 인치(5.1cm) 두께인 종래의 박슬라브 보다 약 2배와 1.5배 두께의 슬라브를 제공되며, 이로 인해 훨씬 적은 열이 손실되고 열에너지의 투입도 훨씬 덜 요구된다. 본발명에 의하면 부피당 표면적 감소로 인하여 스케일 손실이 줄어드는 슬라브가 제공되며 재가열 또는 균열로(equalizing furnace) 사용시 필요가열 시간을 최소화할수 있다. 게다가, 본발명은 종래의 연주속도 및 기존의 탈스케일 기술로도 작업할수 있는 연주기를 제공한다. 본발명은 균형이 맞는 생산능력이 제공될수 있도록 한쌍의 텐덤 열간 가역압연기(a pair of tandem hot reversing mills)과 함께 연결하여 사용되기 위하여 최적 두께를 갖는 연주 슬라브를 선택함이 제공된다. 본발명은 어느 한측에서 지연이 발생되면 주조와 압연을 분리할수 있다. 게다가 본발명은 연주기에서 용금의 화학 조성 변화나 폭 변화가 일어나면 원래 형성된 슬라브를 용이하게 이동시킬수 있다.

상기한 모두 장점들은 저중추헤드(low ferrostatic head), 슬라브의 무게 감량(low weight of slab), 직선형 주형(straight molds), 보다 짧은 주형(shorter length molds), 보다 적은 주형의 필요반경(smaller required mold radius), 저온냉각조건(low cooling requirement), 낮은 가열비용 또는 전단용량(low burning costs or shear capacity)과 단순화된 기계구조를 내재하고 있는 박슬라브 연주기의 장점들을 유지하면서 실현된다.

본발명은 상기 연주기로부터 직접, 또는 종래의 연주기에 있는 슬라브 이송테이블(slab conveyor table)에 인접하여 위치한 슬라브적재 저장소(slab collection and storage area)으로부터 혹은 다른 장소로부터 슬라브를 장입할 수 있는 재가열 또는 균열로(equalizing furnace)를 포함한 열연 스트립 및 후판라인(hot strip and plate line)과 연결된 중간두께 슬라브 주조기(intermediate thickness slab caster)를 제공한다. 공급반송테이블(feed and run-out table)은 재가열로의 출측에 위치되어 한쌍의 텐덤 열간 가역압연기(a pair of tandem hot reversing mills)와 인라인(in line)되어 있으며, 상기 가역압연기의 일측에는 권취로(coiler furnace)가 마련된다. 상기 압연기는 최소한의 수평패스(flat passes)횟수로 약 1 인치(2.54cm)두께 이하의 권취하기 충분한 두께로 연주주편의 단면을 줄일수 있다. 상기 콤비네이션 코일(combination coil), 후판 코일(coiled plate), 코일형태의 박판(sheet in coil form) 또는 불연속후판(discrete plate) 마무리 라인은 일관권취로(integral coiler furnaces)가 마련된 열간 가역압연기와 인라인되어 후공정으로 연장되어 있다. 상기 최종설비는 냉각장(cooling station), 하부 권취기(down coiler), 후판 측면 및 후단 전단기(plate side and end shear)와 적층기(piler)를 포함하여 구성된다.

상기 열간 가역압연기와 연주기 사이의 필수적인 균형을 이루기 위해서는 3.5인치(8.9cm) 내지 5.5 인치(14cm)의 범위의 두께, 바람직하게는 5인치(12.7cm) 두께를 갖는 슬라브를 생산할 필요가 있다. 상기 슬라브는 추가로 원하는 최종제품두께로 줄이는 경우에는 상기 권취 가열로 사이에서 중간제품

(intermediate produc)을 권취하기 전에 상기 열간 가역 압연기를 통해 4회의 수평 압연패스(flat pass)에 의해 약 1인치(2.54cm)이하로 줄인다. 상기 한쌍의 열간가역압연기의 경우 상기 슬라브는 두번의 패스를 취하게 되는데, 각 슬라브 패스는 일측의 권취가열로로부터 타측의 권취가열로로 지나게 된다.

1,000 PIW(17.9 kg/mm) 정도까지 후판코일(coiled plate), 불연속 후판(discrete plate) 및 코일형태의 박판(sheet in coil form)을 제조하는 능력을 제공하기 위해서 슬라브의 폭은 24인치(61 cm)내지 120 인치(305cm)의 범위로 변화될 수 있다. 보다 바람직한 작동방법은 상기 쌍주조기로부터 전단된 또는 토치로 절단된 슬라이드를 슬라브 테이블에 공급함을 포함하여 구성되며, 상기 슬라브테이블은 재가열 또는 균열로에 직접 공급하거나 상기 슬라브 테이블과 인접한 슬라브 적재 저장소에 공급된다.

더우기 상기 바람직한 방법은 상기 슬라브 테이블로부터 직접 상기 슬라브를 가열로에 공급함을 포함하여 구성된다. 그러나, 상기 방법은 또다른 공정을 위해 미리 적재보관된 슬라브를 상기 가열로에 공급되도록 할 수 있다.

이하, 본발명에 대하여 상세히 설명한다.

종래의 박슬라브 연주기와 인라인 연속열간압연기는 제1도에 나타나 있다. 슬라브 연주기(10)는 주입구(entry end)(14)를 통해 용금이 공급되는 만곡형 트럼펫 주형(curved trumpet mold)(12)로 구성된다. 또한, 연주기(10)에 마련되는 전기로, 레이들 스테이션, 및 턴디쉬(도면에 나타나 있지 않음)는 종래와 같다.

상기 슬라브 연주기(10)는 2인치(5.1cm)이하 정도의 주편(strand)을 주조하며, 그 주편들은 전단 또는 토치절단기(16)에 의해 적당한 길이 갖는 슬라브로 절단되고, 상기 절단기(16)는 절단에 앞서 적당한 응고가 되도록 만곡형 주형(12)으로부터 적절한 거리에 배치되어 있다. 그다음 상기 박슬라브는 연장된 터널형 가열로(18)로 들어가며, 터널형 가열로(18)의 후공정에 위치하고 있는 연속 열간 압연기(continuous hot strip)(20)을 통과하면서 슬라브가 적정온도로 유지될 수 있도록 적절한 열량이 공급된다. 전형적인 종래의 연속 열간압연기(20)는 5 또는 6개의 롤스탠드(roll stand)(21)를 포함하며 각 롤스탠드는 한쌍의 작업롤(work roll)(23)과 한쌍의 백업롤(backup roll)(24)로 구성된다. 보다 얇은 제품을 위해서 추가적인 스탠드를 구상할 수 있다. 롤스탠드(21)는 모두 5 내지 7개를 스탠드를 통해 동시에 상기 슬라브를 연속적으로 압연하도록 배치된다.

최종 목표두께의 스트립은 하부 권취기(down coiler)(22)로 권취되고 이후 원하는 최종최강압연제품으로 진행된다.

상기 박스트립 연주기 및 연속열간 압연기는 여러가지 잇점이 있지만, 열간 압연스트립과 연주기가 바로 연결되어 연주기 또는 열간압연기에서 작업과정중 생기는 문제를 보완할 수 있는 완충장치가 없이 고장에 대한 여지가 없다는 점에서 어떤 근본적인 단점을 가지고 있다.

게다가 열량감소가 본발명에서와 같은 5인치(12.7cm)슬라브에 비해 2인치(5.1cm)슬라브의 경우 대체로 더욱 크다. 따라서, 적정 압연온도를 유지하려면 2인치(5.1cm)슬라브의 경우 긴 터널형 가열로를 필요로 한다. 이러한 사실은 본출원인이 1992. 5. 12. 출원하여 동시계류출원된 미국특허 제07/881,615호 및 1993. 9. 20. 출원하여 동시계류 출원된 미국특허 08/123,149호에 예시되어 있는데, 이들은 중간두께 슬라브 연주기와 인라인 열간스트립 및 3.5인치(8.9cm)내지 5.5 인치(14cm)의 범위, 바람직하게는 4인치(10.2cm)의 후판라인 연주슬라브에 관한 것이다. 여기서는 상기 출원들을 참고적으로 반영된다.

2인치(5.1cm)두께의 연주 슬라브의 경우, 상기 주방상태의 슬라브(the as-cast slab)의 평균온도(mean body temperature)가 단지 1,750°F (954°C)로서, 이 정도의 온도는 열간압연을 하기에는 너무 낮다. 실제 상기 슬라브는 얇은 두께로 인해 중심부에서 열에너지를 저장할 수 없기 때문에, 열간압연을 위해 필요한 평균온도인 2,000°F (1,093°C)를 얻으려면 추가로 열에너지가 필요하다. 따라서, 상기 박 슬라브는 약 150 피트(45.7m)이므로 일반적으로 긴 터널형 가열로 속에서 가열된다. 이러한 가열로는 열간압연을 위한 평균 온도인 2000°F (1,093°C)로 강을 가열하기 위해 톤당 약 120,000Btu의 열에너지를 공급해야하며 추가로 상기 2인치(5.1cm)연주기/압연 공정에 의해 지시된 시간내에 상기 슬라브에 상기 열에너지를 공급하는데 필요한 필요열량 기울기(the necessary heat gradient)를 설정하기 위해 별도의 에너지를 제공해야만 한다.

또한, 상기 2인치(5.1cm)두께의 슬라브는 상기 터널형 가열로를 통해 이송되는 동안 상기 가열로의 분위기는 상기 박슬라브의 노출된 표면에 압연스케일을 형성한다. 상기 압연스케일은 최종 박판의 품질에 불리하며 압연후에는 제거하기가 매우 어렵다. 간혹 상기 압연스케일은 다만 연속압연기에 의해 상기 슬라브내로 압연된다. 보통 압연스케일은 격렬한 고압수 분사로 제거될 수 있다. 그러나, 상기 2인치(5.1cm)두께의 슬라브의 경우, 이러한 분사에 의해 강을 압연하기 부적합한 온도로 소입시켜 결국 상기 재가열 공정이 이루어지지 못한다. 다른 한편으로는 본발명에서와 같이 5인치(12.7cm)의 슬라브는 물론 길이가 절반이하이고, 노출된 표면이 절반이하이므로 그에 따라 스케일 적층(a buildup of scale)이 적다. 더욱이, 상기 스케일은 고압수에 의해 용이하게 제거될 수 있으며, 상술한 바와같이 상기 5인치(12.7cm) 슬라브내에는 열에너지 보존으로 인하여 상기 슬라브 온도에 영향을 주지 못한다. 상기 2인치(5.1cm) 두께의 슬라브 경우와 같이, 연주과정 동안 외부 냉각(external cooling)으로 용강(the liquid core)을 내재하고 있는 응고층(solid shell)이 형성되곤 하는데, 이것은 근본적으로 2,800°F (1,538°C)의 턴디쉬 온도에서 형성된다. 상기 응고층이 성장함에 따라 상기 용강은 없어지고 상기 슬라브는 응고되어 일정두께를 갖는다.

이러한 사실에 의해 상기 연주기의 금속학적인 길이가 설정된다. 5인치(12.7cm)의 슬라브의 경우, 상기 슬라브의 중앙부(2,600°F (1,426°C) 내지 2,800°F (1,538°C)에서 표면까지 어떤 온도 기울기가 있다. 만일 상기 슬라브가 현재 항온 밀폐기(isothermal enclosure)에 들어 있다면 상기 응고 엔탈피(the solidification enthalpy)를 제거하는데 필요한 내부 고온기울기는 충분한 열에너지를 공급하여 약 2,000°F (1,093°C)의 평균 슬라브 온도에 영향을 준다. 선택적으로 추가적인 열이 더 높은 압연온도를 얻기 위해 공급될 수 있다. 상기 항온 밀폐기에서 이러한 균열과정(equalization process)은 상기 연주슬라브가 막 응고된 직후 이루어지고 상기 가열로 입구앞에서 일정길이를 절단된다. 이를 실행하는데 필요한 시간은

상기 열이 확산되어야 하는 거리의 제곱(대체로 상기 슬라브 두께 1/2)과 그 응고체(solidified mass)의 열확산계수(thermal diffusivity)에 의해 결정된다. 균열전 상기 평균온도는 균열후의 평균온도보다도 크게 때문에 강에서는 과잉엔탈피(excess enthalpy)가 존재한다. 이 열에너지는 상기 항온 밀폐기의 온도를 유지하기 위해 이용되는데, 다시 말하면 상기 밀폐기내의 항온 분위기를 설정하는 것과 관련된 열손실을 보상하여 결국 상기 밀폐기에 거의 외적 가열이 요구되지 않는다.

본발명의 하나의 잇점은 상기한 유사공정과 같은 상기 2인치(5.1cm) 두께의 슬라브 연주기(/연속압연기에 비하여 본발명이 저렴한 전력비가 갖는다는 것이다. 상기 박슬라브 연주기의 다단 연속압연기의 피크파워 서지(peak power surges)(19,000 킬로와트)는 본발명에 따른 한쌍의 가역 압연기의 피크치보다도 매우 적다. 전력회사의 청구조건에 관한 계약서(bidding contract)는 2개의 부분- 수요(demand)와 소모 전력(consumed power)으로 구성되기 때문에 상기 공정이 단기간내에 높은 피크부하(high peak loads)가 요구될 때 가장 비싼 것은 수요전력부분이다.

부가적으로 더욱 중요한 것은 많은 전력회사들이 발전기의 한계 및 라인 용량의 제한으로 인하여 높은 피크부하(high peak load)를 제공할 수 없다는 사실일 것이다. 이러한 사실은 파워그리드(power grid)가 약하고 전송라인(transmission lines)이 긴 개도국의 경우 특히 중요하다. 본발명은 현재의 전력 시스템 및 기존의 기반에 적합한 저렴한 비용의 생산적인 미니 압연 제강공장을 개도국에 공급하므로써 상기 문제를 해결하고자 하는 것이다.

수요전력이 평균화를 넘는 경우 말하자면 15분 간격인 정교한 시스템에서 조차 2인치(5.1cm) 슬라브를 받는 4개 내지 6개 스탠드를 갖는 연속 마무리 압연기에 대한 수요전력은 5인치(12.7cm)슬라브를 받는 한쌍의 열간 가역압연기 보다도 훨씬 크다.

본발명에 따른 중간두께 슬라브연주기(the intermediate thickness slab caster)와 인라인 열간 스트립 및 후판 라인(inline hot strip and plate line)이 제2도에 나타나 있다. 한개이상의 전기 용해로(26)는 본발명의 콤비네이션 연주기(combination caster)의 주입구(entry end)와 스트립 및 후판라인(strip and plate line)(25)에 용금을 공급한다. 상기 용금은 레이들 퍼니스(ladle furnace)(28)에 이어 쌍주조기(twin caster)(30)에 공급된다. 상기 쌍주조기(30)는 단면이 사각형인 조정가능한 연주주형(만곡형 또는 직선형)(32)에 공급한다. 상기 연주주형(32)은 약 125 인치(318cm)의 주형관통구(mold opening)를 가지고 있으며, 2개의 평행한 주편(two parallel strands)을 주조하기 위한 5인치(12.7cm)의 수냉동판블럭(water cooled copper block)을 내장하여 구성되어 있다. 상기 블럭이 없으면, 상기 주형(32)은 상기 시스템의 다른 구성요소에 다른 폭제한으로 인하여 비록 120인치(305cm)가 상한으로 될수도 있으나, 폭24인치(61cm)와 125인치(318cm) 사이의 단일 주편(a single strand)을 주조할 수 있다. 이전의 종래 제품의 최소치가 35인치(88.9cm)정도이나, 상기 주형은 24인치(61cm)의 작은 폭을 주조할 수 있다. 상기 블럭은 주형(32)의 중심에 위치할 필요가 없고 상기 2개의 주편은 결국 전체 폭이 120인치(305cm) 까지의 범위내에서 동일하거나 동일하지 않은 폭이 될수 있다.

토치 절단기(또는 전단기)(torch cut off)(34)는 상기 주형(32)의 출측에 위치되어 상기 주편, 즉 막응고된 주편을 절단하여 3.5인치(8.9cm)내지 5.5 인치(14cm)두께, 또한 폭 24인치(61cm)내지 120인치(305cm)의 슬라브 원하는 길이대로 다양하게 만든다.

이후 상기 슬라브는 테이블 이송기(table conveyor)(36)에 실려 슬라브 대기장소(slab take off area)에 공급되어 바로 가열로(42)에 장입되거나 인라인 공정으로부터 이동되어 슬라브 적층 보관장(slab collection and storage area)(40)에 저장된다. 상기 가열로는 비록 특정출원에서는 롤러허스가열로(roller hearth furnace)도 실용화 될 수 있지만 진동간형(walking beam type)이 바람직하다.

특정후판 제품용도에 따른 장슬라브(full size slab)(44)와 단슬라브(discrete length slab)(46)이 상기 진동간형 가열로(42)내 나타나 있다. 상기 슬라브 적재 저장소(40)에 있는 슬라브(38)들은 또한 슬라브 장입기(slab pusher)(48)나 상기 슬라브(38)를 진동간형가열로(42)에 간접적으로 장입할수 있도록 마련된 장입장치(charging arm devieces)에 의해 상기 가열로(42)에 장입될 수 있다. 또한 다른 슬라브 적재 저장소로부터 슬라브를 장입할수도 있다. 중간두께 슬라브(intermediate thickness slabs)는 박슬라브 보다 훨씬 많은 열을 유지하기 때문에 온도 평형화(temperature equalization)는 모두 작업형태에 따라 요구되는 것이다. 물론 슬라브가 라인 밖으로 부터 인입되면 상기 가열로는 슬라브를 압연온도까지 올리기 위한 열을 가할수 있는 용량을 가져야 한다.

통상적인 방법으로 상기 가열로(42)를 거쳐 다양한 슬라브가 공급되고 슬라브 추출기(slab extractor)(50)에 의해 이동되어 공급반송테이블(feed and run back table(52)에 위치된다.

스케일제거기(descaler)(53) 및/또는 수직날(vertical edger)(54)를 상기 슬라브에 이용할 수 있다. 보통 수직날은 2인치(5.1cm)이하의 슬라브에는 이동될수 없기 때문에 이것은 본발명이 갖는 또다른 장점이다.

공급반송테이블(52)의 수직날(54)의 후속공정에는 한쌍의 텐덤 열간가역 압연기(a pair of tandem hot reversing mills)(56)이 있는데, 상기 한쌍의 압연기(56)의 일측에는 각각 전후단 권취가열로(upstream and down stream coiler furnace)(58)(60)가 마련된다. 냉각장(cooling station)(62)는 상기 권취가열로(60)의 후공정이다. 상기 냉각장(62)의 후단에는 권취카(coil car)(67)과 함께 작동되는 권취기(coiler)(66)이 있고, 바로 전단기(shear)(68)와 함께 작동되는 후판 테이블(plate table)(64)이 이어진다. 최종제품은 권취기(66)에 권취되어 스트립 또는 후판코일(coil plate)형태의 박판(sheet)으로 권취카(67)에 의해 이송되거나 또는 후속공정라인에 사용하기 위해 후판형태(plate form)로 전단된다. 후판제품(plate product)은 냉각 베드(cooling bed)를 포함한 이송테이블(transfer table)(70)에 의해 최종 공정라인(71)에 이송된다. 상기 최종공정라인(71)은 후판측면전단기(plate side shear)(72), 후판후단 전단기(plate end shear)(74)와 후판적층기(plate piler)(76)를 포함한다. 길이 절단라인은 불연속 후판(discreet plate)의 절단에 적용될수 있다.

본발명의 장점들은 작업변수(operating parameters)의 결과가 적용될때 생긴다. 선택적으로 주조된 하나의 주편 또는 여러 쌍의 주편들은 3.5인치(8.9cm) 내지 5.5인치(14cm)범위의 두께, 바람직하게는 약 5인치(12.7cm)두께를 갖어야 한다. 일반적으로 상기 폭은 1,000PIW(17.9kg/mm)이상의 제품을 생산하기 위하

여 24인치(61cm)와 120인치(305cm) 사이에서 변화시킬수 있다.

진동간헐가열로(42)를 벗어난 슬라브는 4회정도 만큼, 최소한의 패스(pass) 횟수로 텐덤에서 작업되는 한쌍의 열간 가역 압연기(56)를 통해 왕복하며 수평압연되어 권취하기에는 충분한 슬라브두께(예를들어, 약 1인치(2.5cm)이하)로 된다.

상기 한쌍의 압연기(56)의 경우, 권취가열로(58)과 (60) 사이에서 상기 슬라브의 각각 통과하는 결국 2회 패스를 초래했다. 그다음, 약 1인치(2.5 cm)이하의 중간제품은 적당한 권취가열로에서 권취되며, 4회의 수평압연을 하는 경우 전단 권취가열로(58)에서 권취될 수도 있다. 이후 상기 중간제품은 상기 한쌍의 열간가역 압연기(56)을 통해 왕복하며 상기 권취가열로(58)과 (60)사이에서 압연되어 코일 형태의 박판, 후판코일 또는 후판 제품을 위한 목표두께로 된다.

상기 최종 제품의 두께를 얻기 위한 압연패스 횟수는 다양하지만 보통 상기 초기 수평압연패스를 포함하여 10회로 수행될수 있다. 예를들면, 0.04인치(0.0102cm) 두께의 최종 제품이 약 14회 압연패스로 행해지는 반면 0.10 인치(0.254cm) 두께의 최종 제품은 10회의 압연패스로 실행될수 있다. 통상 상기 전단 권취가열로(58)로 부터 시작되는 최종 2패스도중 목표 두께의 스트립은 상기 한쌍의 열간가역압연기에서 아연되고 계속하여 상기 냉각장(62)을 통과하며 적당히 냉각되어 권취기(66)에 의해 권취되거나 또는 후판 테이블(64)에 들어 간다. 만일 상기 제품이 코일형태의 박판 또는 후판으로 되려면 권취기(66)에 의해 권취되고 권취카(67)에 의해 이송된다. 만일 상기 제품이 바로 후판형태로 가려면, 전단기(68)에 의해 적절한 길이로 전단되는 후판 테이블(64)로 들어간다. 이후 상기 후판은 스케일제거기(73), 측면전단기(72), 후단전단기(74)와 적층기(76)을 포함한 최종 라인(71)에서 마무리될수 있도록 냉각베드로서의 역할을 하는 이송테이블(70)으로 들어간다. 가속냉각시스템(accelerated cooling system)이 상기 냉각버튼에 대한 필요성을 최소화하건, 없애기 위하여 인라인화되거나 상기 표준라미라프로우냉각(the standard laminar flow cooling)의 일부로서 포함되어 구성될 수 있다.

다음의 실시예를 통하여 생산될수 있는 광범위한 제품이 예시된다. 보다 협폭의 제품(약 2,000°F(1,093°C))의 경우에 비하여 광폭의 슬라브의 경우 압연 인입온도가 필연적으로 더 높다. (2,300°F(1,260°C))는 사실을 주목해야 하는데, 대부분 설비에서는 보다 협폭이 대다수 제품의 필요조건을 나타내고 있다.

[실시예 1]

다음과 같은 압연계획에 따라 5인치(12.7cm) 저탄소강 슬라브로 부터 폭 60인치 (152.4 cm) × 두께 0.100 인치(0.254cm)의 코일형태의 박판을 제조한다.

[표 1]

이단 텐덤 가열 열간 압연기용 압연계획

제품 데이터
 폭 60"
 길이 100"
 무게 2944Pt
 코일중량 1000
 코일중량 30 본

슬라브 데이터
 폭 60"
 길이 58.9 Ft
 무게 2300Pt
 지단소

패스 번호	압연스탠드 명칭	치수 (in)	각속 (x)	바이트각도 (도)	치수 (in)	길이 (ft)	압연속도 (PPM) 스레드	압연시간 (초)	지연시간 (초)	경과시간 (초)	탈스케일 여부
0	FCE:	5.0000	.0	.00	.000	50.9	.0	.0	.00	.00	No
1	TF1:	3.7000	26.0	17.37	1.300	79.6	324.3*	518.9*	9.20	.00	Yes
2	TF2:	2.4000	35.1	17.37	1.300	122.7	300.0*	800.0*	9.20	3.50	No
3	TF2:	1.3750	42.7	15.41	1.025	214.1	300.0*	900.0*	24.00	.00	Yes
4	TF1:	.8250	40.0	11.26	.550	336.9	300.0*	1500.0	22.93	3.50	No
5	TF1:	.4580	44.5	9.21	.367	412.9	318.8*	1275.1*	43.34	.00	Yes
6	TF2:	.2020	36.2	6.19	.166	1000.4	300.0*	2000.0	41.36	3.50	No
7	TF2:	.2085	28.6	4.39	.083	1412.2	359.7*	1798.6	62.36	.00	No
8	TF1:	.1500	28.1	3.67	.058	1963.0	500.0*	2500.0	60.30	3.50	No
9	TF1:	.1176	21.6	2.73	.032	2303.8	425.2*	2125.9	72.64	.00	No
10	TF2:	.1000	15.0	2.01	.018	2944.3	500.0*	2500.0	70.67	.00	No
패스 번호	압연스탠드 명칭	치수 (in)	인입속도 (F)	출속속도 (F)	압하력 (lbfx10 ³)	토크 (lbfxtx10 ⁶)	마력	부하비	압연시간 (초)		
0	FCE:	5.0000	2300.0	2300.0	.0000	.0000	0.	.0000	.00		
1	TF1:	3.7000	2257.4	2245.5	2.6914	.9614	12731.	1.4293	15.91		
2	TF2:	2.4000	2240.9	2244.5	3.1851	1.1359	23190.	1.4888	24.32		
3	TF2:	1.3750	2150.3	2149.9	3.0551	1.2119	27633.	1.0017	74.11		
4	TF1:	.8250	2146.1	2156.4	3.2413	.7469	28591.	1.2764	35.96		
5	TF1:	.4580	2133.4	2040.0	3.9242	.7340	23446.	1.0912	56.44		
6	TF2:	.2020	2014.2	2000.4	3.1308	.3886	19835.	.0035	30.56		
7	TF2:	.2085	1857.0	1864.4	2.9516	.2559	11744.	.5243	14.49		
8	TF1:	.1500	1856.0	1865.1	2.8790	.2052	13091.	.5844	19.44		
9	TF1:	.1176	1790.0	1757.9	2.4673	.1368	7420.	.3313	7.43		
10	TF2:	.1000	1712.5	1677.2	2.2102	.0801	5110.	.2241	3.12		

가역텐덤압연 RMS 생산: 447.52 TPH
 가역텐덤압연 최대생산: 467.52 TPH
 권취시작팩수: 4. *TF1*
 # 1권취가열로와 압연기사이의 거리: 27.00 ft.
 압연기와 #2 권취가열로 사이의 거리: 27.00 ft
 권취가열로의 직경: 54.00 in
 권취 가열로 온도: 1750.00 °F
 가속/감속속도: 230.00
 TP에서의 최종온도: 1477.17°F

바이트 각도 후 *표시는 18도에서 또는 이사에서 바이트를 의미한다.
 18도이후* 표시는 속도가 기본속도이하임을 의미한다.
 선행시간 후 #표시는 수동으로 텐덤압연에 인입된 시간을 의미한다.

본발명에 따른 시스템은 초기 장입원료(the initial feed stock)(강스크랩 또는 용강)를 코일 형태의 박판 및 후판으로 효율적으로 만드는 일련의 공정단위로 구성된 광범위한 코일 형태의 열연박판과 후판 제품을 생산할 수 있다. 이들 공정단위 각각은 상기 공정의 전체 생산율에 영향을 미치는 여러 특징을 가지고 있다.

상기 최종 제품용량은 성공적인 시장전략을 위해 매우 중요한데, 각 제품에 대한 목표생산수준(혼류생산)과 각 공정단위의 개개의 특징에 의해 결정된다.

코일형태의 광범위한 열연박판과 후판제품을 생산하기 위한 본발명의 미니 열연 스트립 압연기 설비는 초기 장입원료(강스크랩 또는 용강)를 코일형태의 박판과 후판으로 바뀌는 일련의 공정단위로 구성된다. 이들 각 공정단위 각각은 상기 공정의 전체 생산율에 영향을 미치는 여러 특징을 가지고 있다.

제3도(a)-(c)는 본발명에 따른 여러가지 실시태양에 의한 공정흐름도를 개략적으로 예시하고 있으며, 제3도(d)-(g)는 각 공정 단위에 따른 추이변화(process variability)를 나타내는 그래프이다. 상기 최종 제품용량은 성공적인 시장전략을 위해 매우 중요한데, 각 제품에 대한 목표 생산수준(혼류생산)은 물론 각 공정단위의 개개의 특징에 의해 결정된다. 제3도(d)는 각각 다른 수준의 자본비를 나타내는 네가지 상이한 제강능력을 예시하고 있다. 제3도(e)는 상기 연주슬라브폭과 연주기 생산율 사이의 선형 관계를 예시하고 있다.

물론 상기 연주생산율은 그와 관련된 용강 생산량을 초과할 수 없다. 제3도(F)는 각각 다른 수준의 자본비를 나타내는 네가지 상이한 가열로 용량을 예시하고 있다.

제3도(d)에 나타난 용강 생산율과 같이, 상기 가열로 용량은 슬라브 폭에 대하여 변하지 않는다. 제3도(g)는 다양한 폭으로 다양한 두께의 제품을 제조하기 위한 제3도(a)의 쌍텐덤 압연기(the twin tandem mill)에 대한 압연생산율을 예시하고 있다. 상기한 제3도(a)-(g)의 목적중 하나는 스크랩으로 부터 최종 강으로 이어지는 물류흐름(the material flow)에서 다양한 공정단위의 상호의존성을 예시하지 위함이다.

전공정을 통해 가장 높은 실 생산수준에 모든 공정단위를 동등하게 맞추는 것이 제강공장을 운영하는 모든 기업가들의 이상적인 목표이다.

그러나, 상기 생산수준은 원료처리량의 한계, 기술 및 자본비용등으로 인해 한개 또는 2개의 공정단위로 설정되는 것 같다.

예를들면, 기존의 2개의 박슬라브(2인치 (5.1 cm)) 열연스트립 압연 설비중 폭 53인치(134.6cm) 압연기 하나는 연산 80만톤의 생산량으로 인디아나주 크로포즈빌(craw fordsville)에서 가동되고 있으며, 또다른 폭 61인치(154.9cm) 압연설비는 연산 약 100만톤의 생산량으로 아칸소주 히크만(Hickman)에서 가동되고 있다. 연산약 200만톤으로 각 공장의 생산을 증가시키기 위해서 각 공장에 제2도의 완전한 전기로, 레이들 퍼니스, 연주기, 터널형 가열로와 백 하우스 콤플렉스(bag house complex)를 설치해 왔다. 이러한 확장은 실제로 상기 압연기를 제외한 모든 설비를 포함하는 것이다. 분명히 상기 2인치(5.1 cm)두께의 슬라브 연주와 연속열연압연기술은 특히 연산 100만톤을 초과하는 생산이 요구될때 장착하기에 매우 비싼 것이다.

한편, 여기서 설명하게 될 본발명에 따른 기술은 상기 연주기의 낮은 원료처리속도 또는 어떤 다른 공정 단위에 의해 제한된다기 보다는 오히려 사업계획으로 시작하려고 하는 생산수준에 따른 미니 압연기를 설치할수 있는 기회를 제공한다. 따라서, 본발명의 기본 개념의 하나는 연탄 50만톤 만큼 낮은 초기 생산능력을 갖는 소규모 제강공장과 연산 200백 만톤 많거나 또는 그 이상의 소규모 제강공장에 적용될수 있다.

상기 연주 생산은 상기 최대 및 최소 연주 속도는 물론 상기 슬라브의 두께와 폭에 의해 결정된다. 제4도는 폭 60인치(152.4cm), 두께 5인치(12.7cm)까지의 슬라브를 생산하기 위해 연주가 영역(the caster domain)을 예시한 그래프이다. 상기 5인치(12.7cm)두께의 슬라브는 실제 상기 압연기에 의해 생산 손실이 없는 연주기로 부터 그 생산을 증가시키기 위해 4인치(10.2cm) 두께가 슬라브 대신 선택되었다. 상기 연주속도는 분당 32인치(81.3 cm/분)내지 분당 79인치(200.7cm/분)사이의 통상적인 수준에서 설정되었는데, 각각의 속도는 최적의 품질을 갖는 슬라브의 생산이 확실히 보장된다. 원하는 품질을 유지하면서 보다 빠른 주조속도를 가능하게 하는 생산은 연주속도 증가와 함께 증가될 것이라는 사실은 높이 평가받아야 한다.

제4도에 나타난 바와같이, 상기 연주 영역 차트위에 겹쳐진 평행한 수평선들은 다양한 제품 생산을 위한 연주기에 의해 조정될 수 있는 다양한 생산율을 예시하고 있다. 또한, 고탄소강과 스테인레스와 같은 합금강을 주조하기 위한 영역을 그리고 있는 제4도상의 어두운 부분이 주목되는데, 상기 강들은 보통강보다 더 느린 연주 속도가 요구되며 2인치(5.1m)의 고속연주기의 경우 적절하게 주조될수 없다.

제4도의 수평점선에 나타난 바와같이, 상기 연주기에는 시간당 150톤의 용강이 공급된다. 이러한 용강수준은 아마 상기 단일 연주 슬라브와 표준 혼류생산(standard product mix)을 위해서는 가장 실질적인 수준일 것이다. 36인치(91.4cm)폭의 슬라브를 주조할때 상기 연주 생산량은 시간당 125톤으로 제한될 것이다. 폭 60인치(152.4cm)슬라브를 주조하는 경우는, 상기 연주기가 고속화될 수 있다는 사실에도 불구하고 시간당 150톤으로 가동될 것이다.

그러나 상기한 시간당 150톤의 속도는 목표로 하는 시장전략과 사업목표에 대처하기에는 불충분할 수 있다. 이러한 문제를 해결하고 상기 연주설비의 탄력성을 증가시키기 위해서 동일한 5인치(12.7cm) 두께의 슬라브의 경우, 본발명에 따라 폭60인치(152.4cm)의 쌍연주 기계의 가공영역을 나타내는 제5도에 주목할 필요가 있다. 상기 쌍연주기계는 2개의 5인치(12.7cm) 두께의 슬라브를 주조하며 각각은 상기 쌍연주기를 통해 평행하게 폭60인치(152.4cm) 슬라브를 동시에 주조하는데, 상기 단일 연주생산속도의 2배임은 물론 가장 중요한 것은 상기 단일 주편 연주기와 같은 주조조직과 응고속도(금속학적인 길이)를 갖는다. 상기 쌍연주 방안은 현재 조그만한 비용증가로 더 많은 생산 목표에 대처하고 있다. 이를 위해 상술한 바와같이, 상기 연주기는 5인치(12.7cm)의 수냉된 동판분할블럭(water cooled copper dividing block)이 설계되어 제공되는데, 상기 블럭은 일반적으로 동일한 폭을 갖는 2개의 슬라브를 제공하기 위하여 상기 주형의 중앙에 위치되지만, 반드시 그럴 필요는 없다.

제5도는 2개의 동일한 폭의 슬라브를 생산하기 위해 상기 주형의 중앙선상에 위치한 상기 분할블럭을 갖춘 쌍연주설비의 제품영역을 나타낸다. 예를들면, 2개의 60인치(152.4cm)폭, 2개의 50인치(127cm)폭과 2개의 20인치(101.6cm)폭을 나타낸다. 그러나, 제5도에 나타난 바와 같이, 상기 폭에 대한 시간당톤을 기준으로 한 상기 연주속도는 상기 2개의 슬라브의 전체폭이 120인치(305cm)보다 적기 때문에 상기 슬라브가 협소한 경우 감소한다.

그러나, 만일 상기 분할블럭이 중심을 벗어나서 설치되어 전체 폭이 120인치(305cm)인 다양한 폭을 갖는 슬라브의 경우에는 도시된 바와 같이 상기 연주 생산속도가 시간당 400톤으로 가장 큰 수준에 머무르고 있다. 이러한 슬라브의 폭조합(width combination)은 다음과 같은 경우를 포함한다. 48인치(121.9cm)와 72인치(182.9cm); 40인치(101.6 cm)와 80인치(203.2cm); 36인치(91.4 cm)와 84인치(213.4cm); 그리고 24인치(61cm)와 96인치(244cm).

게다가, 상기 연주주형은 가변폭 조정장치(adjustable width mechanisms)를 구비하고 있기 때문에, 상기 주형의 폭은 120인치(305cm) 치수보다 적도록 설정될수 있어 상이한 폭(중심을 벗어난 블럭의 경우)을 갖는 2개의 슬라브는 제5도에 나타난 바와같이, 36인치(91.4cm)와 48인치(121.9cm)의 폭을 갖는 슬라브의 경우보다 고속도로 주조할수 있다.

상기 쌍연주방안은 대부분의 주조품에 대한 생산제한 문제를 해결하고 있음을 의심할 여지가 없다. 그러나, 물론 시간당 400톤의 용금공급을 마련될 것같지 않지만, 제5도에 나타난 바와같이, 상기 연주기는 다양한 수준으로, 말하자면 시간당 200, 250, 300및 350톤으로 가동될 수 있는데, 이와같이 하지 않으면 이들 제품을 생산하기 위해서는 훨씬 더 낮은 속도로 주조될 수 밖에 없다. 따라서, 본발명은 120 인치(305 cm) 폭의 슬라브(원하는 만큼의 1 개 또는 2개의 슬라브) 까지 주조할 수 있는 것보다 하나의 연주기를 제공하기 때문에 폭 60인치(152.4cm) 이하의 박판 제품의 경우 시간당 많은 양(the high tons)은 물론 보다 광폭한 박판 및 후판 제품을 위한 슬라브를 포함할 수 있도록 상기 연주기의 제품영역을 확장할수 있는 것이다.

제6도에 굵은 실선에 의해 도시된 상기 조합 연주기 영역(the combination caster domain)은 본발명에 따른 5인치(12.7cm) 두께의 슬라브에 대한 제품영역의 경계범위를 나타낸다. 다시 상기 다양한 생산수준은 제6도에 예시된 상기 영역에 적용하면 본발명에 따른 조합 연속주조기(the combination continuous casting machine)의 가능성(the opportunities)을 최종적으로 이해하고 이용할수 있다. 예를들어 시간당

200톤의 생산수준으로 상기 전기로 작업장 또는 BOF로 부터 용강을 상기조합연주기(the combination caster)에 공급할때, 상기 연주기는 35인치(88.9cm)에서 부터 60 인치(152.4cm)의 폭 범위에서 슬라브를 주조하기 위해 쌍연주 방식 (the twin cast mode)으로 가동될 것이다. 그다음 상기 연주기는 60인치 (152.4cm)에서 120인치 (305cm)폭을 갖는 슬라브를 주조하기 위하여 단일 연주방식(the single cast mode)으로 전환할 수 있다.

폭 120인치(305cm)로 주조할 수 있는 상기 광폭 연주기(the wide caster)에 대한 타당성은 35인치(88.9cm) 내지 60인치(152.4cm)의 폭 범위에서 상기 쌍주조방식의 높은 생산능력이라는 현격한 잇점에 의해 지지된다. 상기 압연기에 관련된 일부 추가 비용을 예외로 한다면, 120인치 까지의 광폭의 (예를들면 고강도 저합금강, ABS 조선급강(ABS ship grade steel), 강관 등과 같은)코일 후판제품을 포함하도록 설비의 제품 영역범위를 실질적으로 증가시키는 기회는 직접적으로 시장침투와 사업투자 이익에 영향을 줄것이다. 결국 상기 광폭의 후판코일의 장래성은 매우 무한할 정도로 유용하다.

제3도(a)-(c)는 상기 미니 압연설비에 적용될수 있는 선택적인 압연설계를 나타내고 있다. 제3도(b)에 도시된 압연기는 본발명에 다른 일단 가역열연 압연기(single stand reversing hot strip mill)이다. 제3도(a)에 도시된 압연기는 제2도와 관련하여 상술된 2단 텐덤가역열연 압연기(the two stand tandem reversing hot strip mill)이다. 제3도(a)의 쌍압연(the twin mill)은 제3도(b)의 일단 설비에 비하여 생산능력에서 실질적인 증가를 제공할 것이다. 상기 쌍연주설비는 또한 소위 박슬라브와 관련된 용도를, 제3도(c)에 도시된 바와같이, 다단연속열연 압연기와 함께 이용될 수 있다.

상기한 실시예에 첨부된 폭 60인치(152.4cm)에 두께 0.100 인치(0.254cm)의 박판을 제조하기 위한 이단 텐덤가역 열연 압연용 압연계획이 주목된다.

그 작업은 다음과 같이 진행된다:

5인치(12.7cm) × 60인치(152.4cm)폭을 갖는 한개의 슬라브는 상기 균열가열로로 부터 이송되어 수직에지 압연(vertical edging mill)(1 또는 3패스간)을 통해 압연되고, 고압수 스케일 제거 박스(high pressure water descale box)를 거쳐 상기 압연기의 No.1 스탠드를 통과하여 최초 패스로 상기 슬라브가 3, 7인치(9.40cm)로 감소된다. 상기 슬라브는 No.2 스탠드에 인입되어 2.63인치(6.68cm)로 압연되며 No.2 스탠드 로 부터 완전히 벗어나서 다음 압연테이블로 진행된다.

상기 슬라브는 반대로 두개의 압연 스탠드, No. 2 다음 No. 1를 통과해 반송되어 1.74 인치(4.42cm), 이어서 1.02인치(2.59cm)로 감소되어 전단 권취가열로로 들어가고 권취드럼에서 권취된다. 이 시점에서 상기 슬라이브는 4패스로 1.02인치(2.59cm)의 두께로 감소되는데, 이 두께는 상기 권취가열로의 드럼에 인입되기에 바람직한 두께 범위(1.2인치(3.05cm) 내지 0.5 인치(1.27cm))내이다. 더불어, 상기 박판바(the sheet bar)는 상기 가열로 내의 드럼에서 거의 완전히 권취되고 따라서 방출에 따른 연손실 속도는 극히 적어 상기 작업물(workpiece)은 열에너지를 보존할수 있어 계속하여 공정이 진행될수 있다. 상기 아연은 역진행되고, 상기 박판바는 No. 1과 No.2 스탠드를 지나 다시 압연되고, 동일한 방법의 후측의 권취기에서 권취된다. 상기 스트립의 끝단부(the tailing end)는 항상 압연기바이트(the mill bite)를 통과하며 상기 권취 가열로 속으로 빨려 들어가지 못하도록 압연기와 권취가열로 사이에 위치한 핀치를 유니트(pinch roll unit)(도시되어 있지 않음)에 의해 지탱된다. 더불어 상기 핀치를 또한 상기 압연과정 동안 다음 패스를 위해 상기 롤 바이트에 상기 스트립을 공급하기도 한다.

이러한 압연공정은 상기 스트립 제품이 마무리 되는데 필요한 만큼 많은 패스동안 계속될 수 있다. 텐덤에서의 이단 압연(the two stand)의 경우, 상기 압연생산속도는 실제로 시간당 417톤으로 2배이다. 상기 텐덤압연기 모터의 속도, 토크와 마력은 제안된 혼류생산의 분석에 의해 결정된다.

다음의 차트(A)와 (B)는 제2도와 제3도(a)의 이단 텐덤가역 열연 압연기(차트 A) 및 제3도(b)의 일단 가역열연 압연기의 두가지 경우 다양한 표준폭과 표준제품두께에 대한 전형적인 압연 조정속도(the typical adjusted rolling rate)를 나타낸다.

상기 차트는 어떤 특정 혼류생산의 경우 상기 전체 연주기/압연기 생산능력을 개발하는데 이용된다. 이들은 또한 혼합비(the mix) 및/또는 상기 용강공급의 변화에 의한 감도분석(sensitivity analysis)을 개발하는데 이용될 수 있다. 예를들어 차트(C)는 다음과 같은 혼류 생산에 따라 쌍연주기와 제2도 및 제3도(A)의 96인치(244cm)폭의 이단 텐덤 가역열연 압연기의 조합을 분석한 것을 나타낸다:

36인치 (91.4cm) 폭 - 150,000 톤

48인치 (121.9cm) 폭 - 250,000 톤

60인치 (152.4cm) 폭 - 450,000 톤

96인치 (244 cm) 폭 - 150,000 톤

총계 - 1,000,000 톤/년

차트(C)는 상기 혼합비(this mix)의 경우 최대 톤수를 구하기 위해 100만톤 생산에 적용되는 계수(factor)를 설정하는데 100만톤을 기본(the base)으로 사용한다. 제5도와 제6도에 예시된 바와같이, 폭 36인치(91.4cm)를 위한 최대 쌍연주속도는 시간당 236톤이고, 폭 48인치(121.9cm)의 경우 시간당 320톤이며, 폭 60인치(152.4cm)의 경우 상기 최대 속도는 시간당 400톤이다; 그러나, 이 경우 상기 용강 공급은 시간당 350톤으로 제한될 수 있다. 상술한 바와같이, 제5도와 제6도의 쌍연주영역은 2개의 동일한 폭을 갖는 슬라브를 구조하는 경우를 나타낸다. 물론 상기 분할블럭(the separating block)을 치우치게 하므로서, 상기 용강의 최대 공급 속도를 이용할때 상기 연주생산은 훨씬 클수 있다. 이러한 해결방안은 상기 압연기에서 광폭-협폭-광폭 순의 슬라브를 압연함이 요구되는데, 이것은 실제 압연을 교환사이에서 보다 더 장기간 압연하는 경우를 마모를 분산시킨다는 점에서 잇점이 될수 있다. 그러나, 본발명의 설명을 위해 본 실시예는 제5도 및 제6도의 동일한 폭을 갖는 영역에서 계속될 것이다.

이단 압연을 위해 생산차트(A)를 사용할 때, 연간 톤수는 각 특성제품에 대하여 상기 연주속도 또는 압연 속도중 낮은 값으로 나누어지며, 따라서 이들 제품을 생산하는데 요구되는 연간시간이 얻어질수 있습니다.

알수 있는 바와같이, 대부분의 경우 상기 압연속도는 상기 연주속도를 초과한다. 폭 96인치(244cm) 후판의 경우 두께 0.187인치(0.475cm)와 0.250 인치(0.635cm)에 대한 상기 압연 속도를 얻기 위해서 차트(B)를 사용하는 것이 주목해야 한다 차트(C)는 상기 100만톤은 3.235 시간에 생산될수 있음을 나타내고 있다. 여기서 다음과 같은 조정안이 적용될 수 있다;

$$\text{년간 총일수 (365)} \div \text{휴일(10)} = 355$$

$$\text{가동율(utilization rate)(80\%)} = \underline{x0.8}$$

$$\text{연간 작업시간} = 6,816$$

$$\text{계수} = \text{년간 유효작업시간} \quad \underline{6,816}$$

$$\text{100만톤당 필요시간} \quad 3.235$$

$$2.106$$

$$\text{연간총 생산톤수} = 2,030,000$$

$$\text{수율손실} = \underline{x0.96}$$

$$\text{연주기 } 2x$$

$$\text{압연기 } 2x$$

$$= 96x$$

$$\text{대략적인 EAF 생산(톤/시간)} = 2,021,760\text{톤/연}$$

검토하면, 상술한 바와같이, 상기 제조과정에서 각 공정단위는 그 제품영역은 물론 전체 공장생산수준을 설정하는 가동한계(operational limit)를 가지고 있다. 따라서 이들 한계는 공장효율, 시장위치, 이익, 자본비 및 제조비의 타요소등에 영향을 미친다.

그러나, 본발명에 따른 개념을 적용하면, 즉 제2도 및 제3도(A)의 상기 2단 가역 열간압연, 또는 제3도(B)의 일단 가역열간압연, 또는 제3도(C)에서 도시된 다단 연속 열간압연과 연결된 조합연주기를 가지고 각각을 적용할 때, 기업가는 생산흐름을 제한하는 다양한 공정단위의 불리한 영향을 받지 않고 원래 자신의 사업 목표를 기본으로 하여 설비를 선택할 기회를 갖는다.

게다가, 상기 미니 압연설비의 독특한 제품영역으로 인해, 기업가는 지금까지 현재 기술로는 제조가 극히 어렵고 비용이 비쌌던 (어떤 경우에는 불가능했던) 제품에 맞는 다양한 박판 및 후만코일에게 목표를 들 수 있다. 물론 이들 전문제품들은 더 비싼 가격을 얻지 않을수 없을 것이며, 세계적으로 제조업자에게 성공적으로 판매될 수 있다.

[표 2]

차 트 A

이단텐덤 가역 열간압연에서의 압연속도

표준제품 - 시간당 톤

두께	폭						
	36" 18 톤 코일	48" 24 톤 코일	60" 30 톤 코일	72" 36 톤 코일	84" 42 톤 코일	96" 45 톤 코일	120" 45 톤 코일
.070	204	271					
.090	224	298	373				
.100	277	336	420	508			
.120	285	373	467	486			
.187	318	424	532	603	676	768	
.250	360	479	599	720		831	1178
.375		714	701	841	706	993	1303
.500			707	848	990	1112	1350
.625							

[표 3]

차 트 B

일단 가역 열간압연에서의 압연속도

표준제품 - 시간당 톤

두께	폭							
		36"	48"	60"	72"	84"	96"	120"
	.070	97.2	130					
	.090	113	151	190				
	.100	121	161	201	245			
	.120	165	219	274	333	390		
	.187	209	279	348	418	413	462	
	.250	292	389	361	433	505	564	648
	.375		448	533	639	568	633	720
	.500		656	701	841	750	847	984
.625							1027	

[표 4]

차 트 C

선택된 혼류 생산을 위한 생산분석

쌍연주/단일연주-이단테덤 가역 열간압연 1,000,000톤/년의 기본 경우

	150,000 톤	250,000 톤	450,000 톤	150,000 톤
두께	36" 폭 18톤 코일	48" 폭 24톤 코일	60" 폭 30톤 코일	96" 폭 45톤 코일
.070	50,000톤 연주기 236, 압연기 204 $\frac{50,000}{204} = 245$ 시간	연주기 압연기	연주기 압연기	연주기 압연기
.090	50,000톤 연주기 236, 압연기 224 $\frac{50,000}{224} = 224$ 시간	100,000톤 연주기 320, 압연기 298 $\frac{100,000}{298} = 335$ 시간	125,000톤 연주기 350, 압연기 373 $\frac{125,000}{350} = 357$ 시간	
.100	50,000톤 연주기 236, 압연기 277 $\frac{50,000}{236} = 211$ 시간	150,000톤 연주기 320, 압연기 336 $\frac{150,000}{320} = 468$ 시간	200,000톤 연주기 350, 압연기 420 $\frac{200,000}{350} = 571$ 시간	
.120			125,000톤 연주기 350, 압연기 420 $\frac{125,000}{350} = 357$ 시간	
.187				단일 연주 75,000톤 연주기 320, 압연기 767 $\frac{75,000}{320} = 234$ 시간
.250				75,000톤 연주기 320, 압연기 831 $\frac{75,000}{320} = 234$ 시간
	679 시간	803 시간	1285 시간	468 시간 총시간 3235

주 점

. 작업일수 $\frac{365}{-10} = 355$
 . 계수 $= \frac{6816}{3235} = 2.106 \times 1,000,000 = 2,106,000 \times .96$
 . 가동율 80% $\times .8 = 284$ 및 $\times 24 = 6816$ 시간/년
 . 수율 = 연주기 98%, 압연기 98%, 총 계 = 96%

순생산
2,021,760톤/년

본발명에 따른 명백한 실시태양이 여기서 설명되는 동안, 이에 관한 참뜻과 영역(the spirit and scope)을 벗어나지 않고 본설계에 다양한 변경과 수정이 가해질 수 있다는 점이 이분야에서 통상의 지식을 가진 사람에게는 매우 분명할 것이다. 결론적으로 본발명의 영역은 첨부된 청구범위로만 제한하려고 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

(a) 중간두께와 125인치까지의 폭을 갖는 단일 주편 또는 중간두께와 전체폭이 약 120인치까지인 한쌍의 주편을 선택적으로 연속주조하는 단계; (b) 상기 주편 각각을 일정길이의 슬라브로 전단하는 단계; (c) 상기 슬라브를 권취하기 충분한 두께를 갖는 중간제품으로 제조하기 위해 전단과 후단측 각각에 권취가열로를 구비한 한쌍의 텐덤 열간 가역압연기에 통과시켜 왕복하며 상기 슬라브를 수평압연하는 단계; (d) 상기 권취가열로중 한곳에서 상기 중간제품을 권취하는 단계; (e) 상기 권취된 중간제품을 원하는 최종 제품 두께로 줄이기 위해 상기 한쌍의 텐덤 압연기를 통하여 상기 권취가열로 사이에서 적어도 한번 상기 권취중간제품을 압연하는 단계; 및 (f) 상기 최종 제품을 후판코일, 불연속후판 또는 코일형태의 박판으로 마무리하는 단계를 포함하여 구성되는 후판코일, 코일 형태의 박판 또는 불연속 후판의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 주편 각각의 두께가 3.5 내지 5.5 인치 사이임을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 주편 각각의 두께가 5인치임을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 주편 각각은 32인치/분 내지 79인치/분 속도로 주조되는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 열간가역압연기를 통해 10패스이하로 상기 슬라브는 최종 제품으로 줄이는 것을 포함하여 구성되는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 최종 제품의 마무리 단계에는 불연속적인 길이의 후판으로 전단하고, 상기 후판을

냉각한 후 적어도 하나의 측면 전단기와 후단 전단기와 적층기를 통해 상기 후판을 마무리함을 포함하여 구성되는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 가열로의 후공정에서 공정정체가 발생할때 상기 연주기의 후단에 위치되고 상기 가열로에 인접한 슬라브 대기소로부터 슬라브를 이송하는 단계와 상기 슬라브를 상기 가열로로 장입하기 앞서 상기 가열로의 전단에 위치한 저장소에 상기 슬라브를 저장하는 단계를 추가로 포함하여 구성되는 방법이다.

청구항 8

(a) 125인치까지의 폭을 갖는 단일 주편 또는 한쌍의 주편의 전체폭이 약120인치까지인 2개의 평행한 주편을 제조하기 위한 연속쌍스트립 연주기; (b) 상기 각주편을 원하는 길이의 슬라브로 절단하기 위한 인라인 전단수단; (c) 상기 전단수단과 인라인된 가열로; (d) 상기 가열로와 인라인되어 상기 가열로부터 나오는 상기 슬라브를 권취하기 충분한 중간두께의 제품으로 줄이기 위한 한쌍의 텐덤 열간 가역압연기; (e) 상기 텐덤 열간가역압연기의 전단에 한개가 위치되고, 후단에 다른 한개가 위치되어 상기 제품을 최종 제품 두께로 줄이는 경우 이를 사이에서 상기 텐덤 열간 가역압연기를 통해 상기 중간 두께의 제품을 수용하고 내보낼수 있는 권취가열로; 및 (f) 상기 한쌍의 권취가열로와 상기 텐덤 열간가역압연기의 후공정으로 인라인된 마무리 수단을 포함하여 구성되는 중간두께 슬라브 연주기와 인라인된 열간 스트립 및 후판 제조장치.

청구항 9

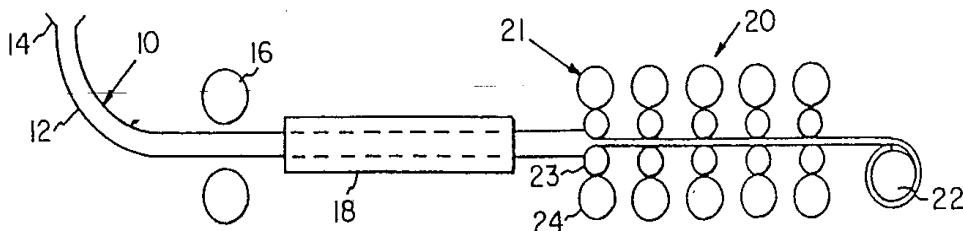
제8항에 있어서, 상기 마무리 수단은 냉각장, 하부 권취기, 후판 테이블, 전단기, 냉각베드 크로스오버와 후판 측면 및 후단 전단기와 적층기 순으로 포함하여 구성되는 제조장치.

청구항 10

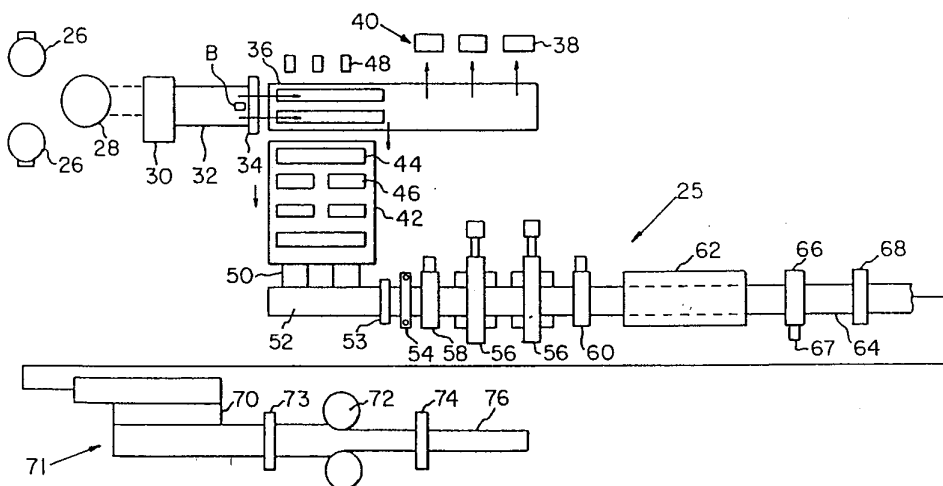
(a) 단일 주조기로부터 2개의 주편을 동시에 주조하는 단계; (b) 상기 주편각각을 다수개의 정해진 길이를 갖는 슬라브로 절단하는 단계; (c) 상기 슬라브들을 인라인 가열로 장입하는 단계; (d) 상기 슬라브들을 적어도 한개의 압연기를 포함하는 연속 공정라인으로 이송하는 단계; (e) 상기 슬라브들을 적어도 한개의 압연기에서 원하는 두께의 제품으로 줄이는 단계를 포함하여 구성되는 강슬라브를 주조하여 이들의 최종 스트립 또는 후판제품으로 전환하는 인라인 방법.

도면

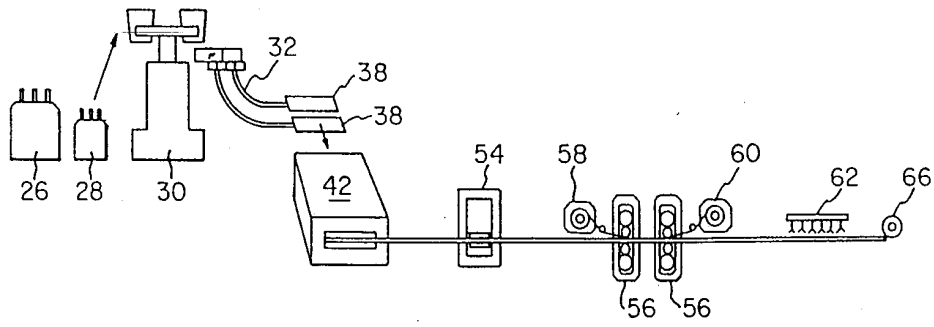
도면1



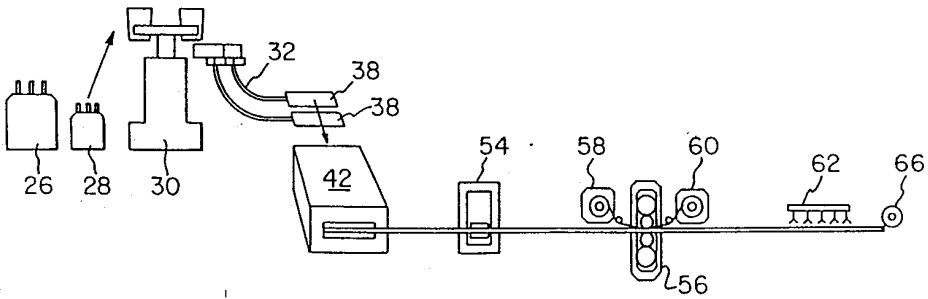
도면2



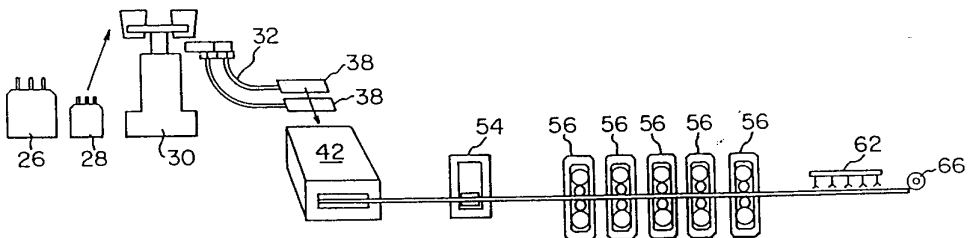
도면3a



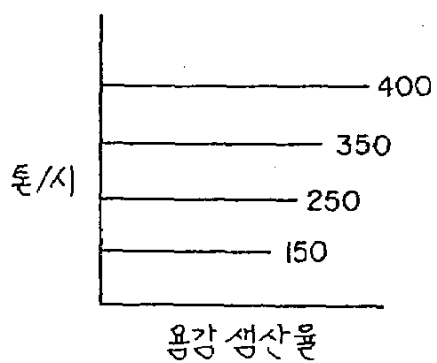
도면3b



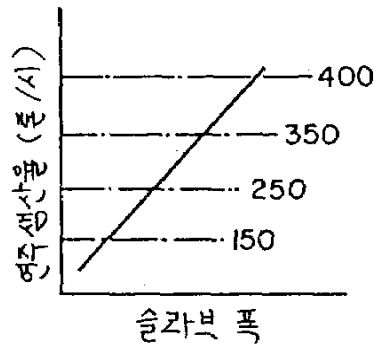
도면3c



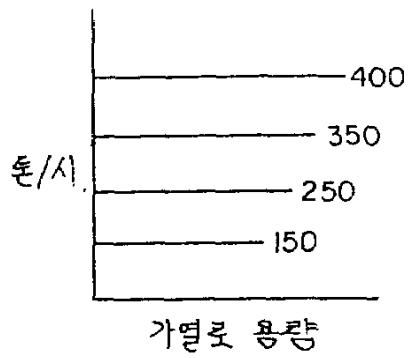
도면3d



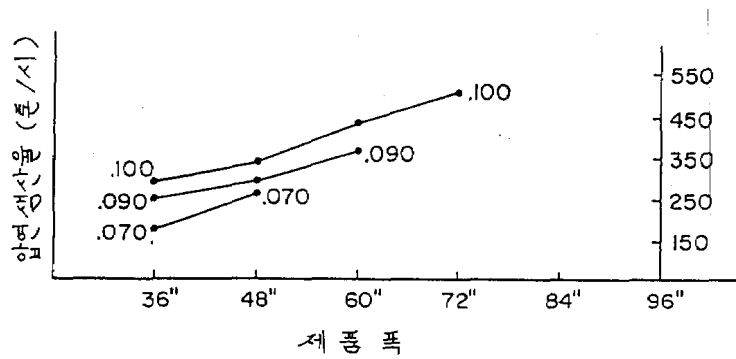
도면3e



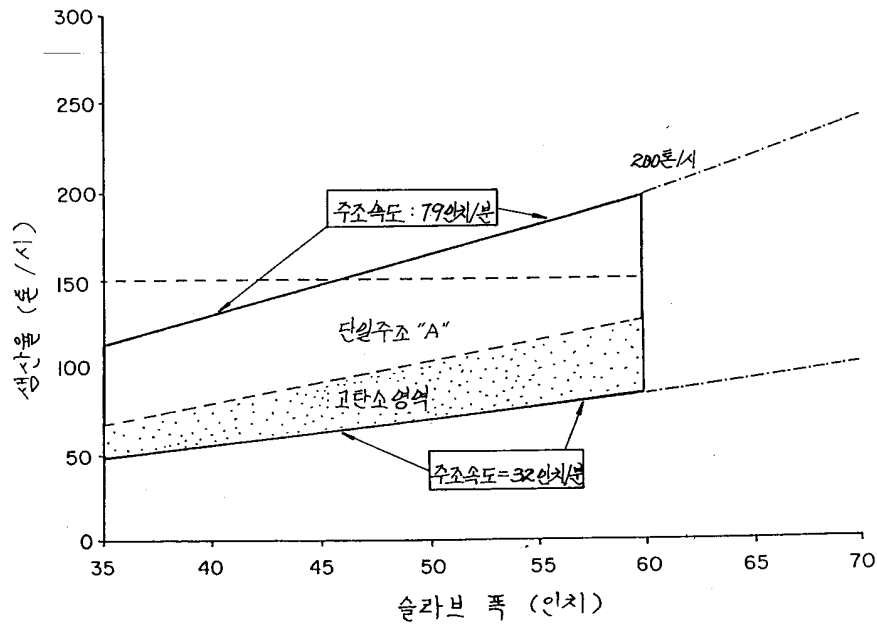
도면3f



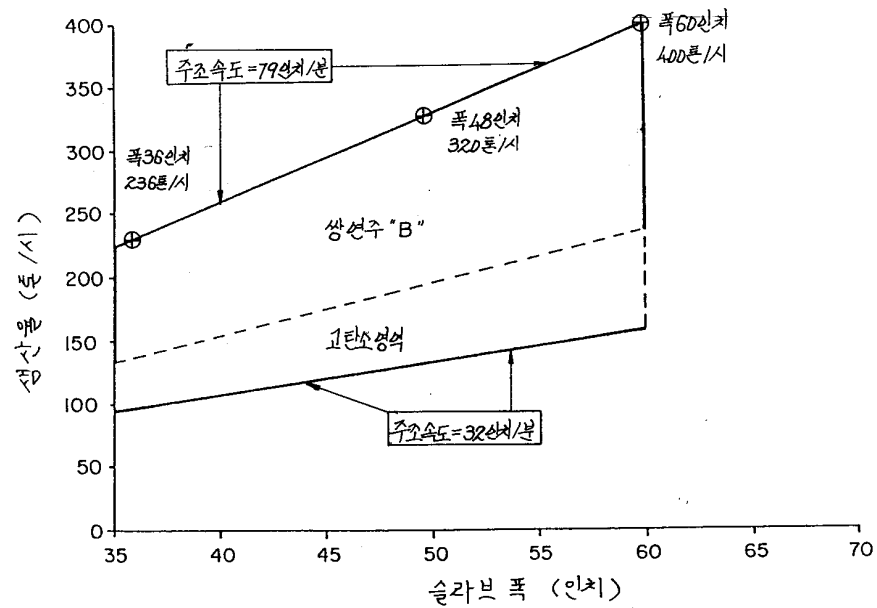
도면3g



도면4



도면5



도면6

