



등록특허 10-2159713



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년09월24일  
(11) 등록번호 10-2159713  
(24) 등록일자 2020년09월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H05B 3/03* (2006.01) *C21D 1/40* (2006.01)  
*C21D 9/00* (2014.01) *H05B 3/00* (2006.01)  
*H05B 3/02* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*H05B 3/03* (2018.08)  
*C21D 1/40* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7000378
- (22) 출원일자(국제) 2013년07월05일  
심사청구일자 2018년06월25일
- (85) 번역문제출일자 2015년01월07일
- (65) 공개번호 10-2015-0036019
- (43) 공개일자 2015년04월07일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/069076
- (87) 국제공개번호 WO 2014/010712  
국제공개일자 2014년01월16일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2012-153149 2012년07월07일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문현  
JP2003290810 A\*

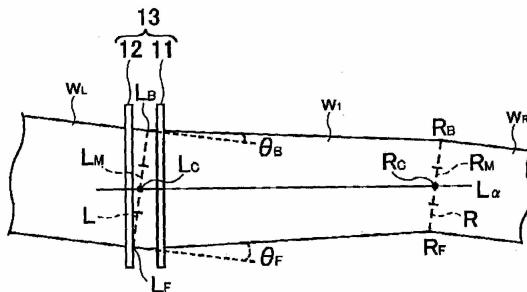
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 장경태

(54) 발명의 명칭 **직접 저항 가열 방법****(57) 요약**

직접 저항 가열 방법(direct resistance heating method)은, 제1 전극과 제2 전극이 작업편(workpiece)의 가열 대상영역의 중심선에 실질적으로 직교하는 방향으로 상기 작업편을 가로질러 연장하도록 상기 제1 전극과 상기 제2 전극을 판형(plate-shaped) 작업편 상에 위치시키는 단계로서, 상기 중심선은 상기 가열 대상영역의 일 측의 중간부와 상기 가열 대상영역의 다른 측의 중간부를 연결하는, 상기 위치시키는 단계; 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 전류를 인가하면서 상기 중심선을 따라 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 중 적어도 하나를 이동시키는 단계를 포함한다.

**대 표 도** - 도3a

(52) CPC특허분류

*C21D 9/0068* (2013.01)

*H05B 3/0004* (2018.08)

*H05B 3/0095* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

직접 저항 가열 방법(direct resistance heating method)으로서,

제1 전극과 제2 전극이 작업편(workpiece)의 가열 대상영역의 중심선에 실질적으로 직교하는 방향으로 상기 작업편을 가로질러 연장하도록 상기 제1 전극과 상기 제2 전극을 판형(plate-shaped) 작업편 상에 위치시키는 단계로서, 상기 중심선은 상기 가열 대상영역의 일 측의 중간부와 상기 가열 대상영역의 타 측의 중간부를 연결하는, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극을 위치시키는 단계; 및

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 전류를 인가하면서 상기 중심선을 따라 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 중 적어도 하나를 이동시키는 단계를 포함하고,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극을 위치시키는 단계는 상기 중심선이 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극에 실질적으로 직교하도록 수평면에서 상기 작업편을 회전 시키거나 수평면에서 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극의 각각을 회전시키는 단계를 포함하는, 직접 저항 가열 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 중 하나는 상기 작업편의 미세 길이(minute length) 당 저항이 증가하는 방향으로 상기 중심선을 따라 이동되어, 상기 전류가 상기 가열 대상영역의 각 부분에 대해 인가되는 시간을 조정하는, 직접 저항 가열 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전류가 인가되기 시작하는 상태로부터 상기 전류가 인가되는 것이 정지되는 상태까지, 상기 전류가 상기 제1 및 제2 전극들에 의해 인가된 상기 작업편의 일부의 단위 체적당 전체 열량이 상기 작업편의 위치와 무관하게 소정의 범위 내에 들어가는, 직접 저항 가열 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 전류가 판형 작업편(plate-shaped workpiece)에 인가되는 직접 저항 가열(direct resistance heating) 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 열 처리는, 예를 들어 강도를 보장하기 위한 센터 필라(center pillar)와 보강재(reinforcement)와 같은 차량 구조물들에 적용된다. 열 처리는 두 가지 타입들, 즉, 간접 가열과 직접 가열로 분류될 수 있다. 간접 가열의 예는, 작업편(workpiece)이 노(furnace) 내부에 위치하여 상기 노의 온도가 상기 작업편을 가열하도록 제어되는 노 가열(furnace heating)이다. 직접 가열의 예들은, 작업편을 가열하도록 와전류(eddy current)가 상기 작업편에 적용되는 유도가열(induction heating)과, 작업편을 가열하도록 상기 작업편에 전류가 직접적으로 적용되는 직접 저항 가열(직접 통전 가열(direct electric conduction heating)이라고도 불림)을 포함한다.

[0003] 제1 관련 기술에 따르면, 금속 판재(metal blank)는 가공 수단에 의해 소성 가공(plastic working)되기에 앞서 유도가열 또는 직접 저항 가열에 의해 가열된다. 예를 들어, 전극 롤러들(electrode rollers) 또는 유도 코일(induction coil)을 갖는 가열 수단은 커터 기계(cutter machine)를 갖는 상기 가공 수단의 상류(upstream)에

배치되고, 상기 금속 판재는 연속적으로 운반되면서 가열된다(예컨대, JP06-079389A 참조).

[0004] 제2 관련 기술에 따르면, 실질적으로 일정한 폭을 갖는 상기 강판을 직접 저항 가열에 의해 강판의 길이 방향을 따라 가열하도록, 전극들이 상기 강판의 각각의 종단부들에 상기 길이 방향으로 배열되고, 상기 전극들 사이에 전압이 적용된다. 이 경우에, 전류가 상기 강판을 통해 균일하게 흐르기 때문에, 발열량이 전체 강판에 걸쳐 균일하다. 한편, 강판의 상기 길이 방향을 따라 다양한 폭을 갖는 상기 강판을 가열하도록, 다수의 전극들 집합이 가로방향으로 상기 강판의 일 측 상에 나란히 배치되고, 다수의 전극들의 다른 집합이 상기 가로방향으로 상기 강판의 다른 측 상에서 나란히 배치되어, 그 결과, 상기 가로방향으로 상기 강판의 각각의 측들에 배치된 상기 전극들이 다수의 전극들 쌍을 형성한다. 이 경우에, 동일한 전류가 각각의 상기 전극들의 쌍들 사이에 인가되고, 그 결과 상기 강판이 균일한 온도로 가열된다(예컨대, JP4604364B2와 JP358750B2 참조).

[0005] 제3 관련 기술에 따르면, 제1 전극은 강봉(steel rod)의 한 쪽 종단에 고정되고, 체결형(clamping-type) 제2 전극은 가열될 상기 강봉의 일부와 가열되지 않을 상기 강봉의 일부 사이에서의 경계를 지지하도록 제공되어, 그 결과 상기 강봉이 부분적으로 가열된다(예컨대, JP53-007517A 참조).

[0006] 제4 관련 기술에 따르면, 직접 저항 가열 방법이 직사각형이 아닌 작업편에 사용된다. 구체적으로, 직접 저항 가열은 상기 작업편의 각각의 직사각형 부분에 대해 수행된다. 상기 작업편의 가열된 부분을 냉각하는 동안, 직접 저항 가열이 상기 작업편의 비가열된 부분에 수행된다(예컨대, 일본 발명협회, 기술공개 저널의 2011년 11월 1일에 발행된 기술공개 번호 2011-504351 참조).

[0007] 작업편, 특히, 상기 작업편의 길이 방향을 따라 다양한 폭을 갖는 작업편을 가열할 때, 단위 체적별로 적용된 가열량은 상기 노 가열에서와 같이, 전체 작업편에 걸쳐 동일한 것이 바람직하다. 그러나, 가열로는 대규모 장비를 요구하며, 상기 노의 온도 제어는 어렵다.

[0008] 따라서, 생산 비용 면에서, 직접 저항 가열이 바람직하다. 그러나, 복수의 전극들 쌍이 상기 제2 관련 기술에서와 같이 제공될 때, 인가될 전류량은 각각의 전극들 쌍에 대해 제어되어, 설치 비용을 증가시킨다. 또한, 하나의 작업편에 대한 복수의 전극들 쌍의 배열은 생산성을 감소시킨다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) JP 06-079389 A

(특허문헌 0002) JP 4604364 B2

(특허문헌 0003) JP 3587501 B2

(특허문헌 0004) JP 53-007517 A

### 비특허문헌

[0010] (비)특허문헌 0001) 일본 발명협회의 기술공개 저널의 2011년 11월 1일에 발행된 기술공개 번호 2011-504351

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0011] 본 발명의 목적은, 작업편(workpiece)의 길이 방향을 따라 다양한 폭을 갖는 관형 작업편의 일부를 실질적으로 균일하게 가열할 수 있는 직접 저항 가열 방법(direct resistance heating method)을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 양상에 따르면, 직접 저항 가열 방법은, 제1 전극들과 제2 전극이 관형 작업편(workpiece)의 가열 대상영역의 중심선에 실질적으로 직교하는 방향으로 상기 작업편을 가로질러 연장하도록 상기 작업편 상에 상기 제1 전극과 상기 제2 전극을 위치시키는 것으로서, 상기 중심선은 상기 가열 대상영역의 일 측의 중간부와 상기

가열 대상영역의 다른 측의 중간부를 연결하는, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극을 위치시키는 것, 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 전류를 인가하는 동안 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 중 적어도 하나를 상기 중심선을 따라 이동시키는 것을 포함한다.

[0013] 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 중 하나는 상기 중심선을 따라 상기 작업편의 미세 길이당 저항이 증가하는 방향으로 이동되어, 상기 전류가 상기 가열 대상영역의 각 부분에 대해 인가되는 시간을 조정할 수 있다.

### 발명의 효과

[0014] 본 발명에 따르면, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극이 상기 작업편의 가열 대상영역의 상기 중심선에 실질적으로 직교하는 방향으로 상기 판형 작업편을 가로질러 연장하도록 상기 제1 전극과 상기 제2 전극이 위치되고, 상기 중심선은 상기 가열 대상영역의 일 측의 중간부와 상기 가열 대상영역의 다른 측의 중간부를 연결한다. 따라서, 상기 제1 전극과 접촉하는 상기 작업편의 일부와 상기 제2 전극과 접촉하는 상기 작업편의 일부 사이에서 상기 작업편의 길이 방향에 따른 간격은, 상기 작업편의 가로방향으로의 상기 작업편의 위치와 무관하게 동일한 범위에 들어간다. 즉, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 인가되는 전류량은, 상기 가로방향으로의 상기 작업편의 위치와 무관하게 동일한 범위에 들어가도록 정해질 수 있다. 따라서, 상기 작업편의 기결정된 영역을 실질적으로 균일하게 가열하는 것이 가능하다.

[0015] 상기 작업편의 미세 길이당 저항이 상기 중심선을 따라 증가할 때, 상기 전류가 인가되는 시간은 상기 저항이 증가하는 방향으로 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 중 하나를 이동시킴으로써 상기 가열 대상영역의 각 부분에 대해 조정될 수 있다. 이러한 방식으로, 상기 가열 대상영역을 실질적으로 균일하게 가열하는 것이 가능하다.

### 도면의 간단한 설명

[0016] 도 1a 내지 1D는 본 발명의 실시예에 따른 직접 저항 가열 방법(direct resistance heating method)을 도시하고, 도 1a는 직접 저항 가열 전 상태를 도시하는 평면도이고, 도 1b는 상기 직접 저항 가열 전 상태를 도시하는 전면도이고, 도 1c는 상기 직접 저항 가열 후 상태를 도시하는 평면도이고, 도 1d는 상기 직접 저항 가열 후 상태를 도시하는 전면도이다.

도 2는 상기 실시예에 따른 상기 직접 저항 가열 방법에 의해 가열될 작업편(workpiece)의 형태의 예를 도시하는 평면도이다.

도 3a 및 3B는 전극들에 대한 작업편의 배열을 도시하는 다이어그램이고, 도 3a는 직접 저항 가열 전 상태를 도시하는 평면도이고, 도 3b는 상기 적접 저항 가열 후 상태를 도시하는 평면도이다.

도 4는 직접 저항 가열에 관한 기본 관계식을 설명하는 다이어그램이다.

도 5a 및 5B는 상기 작업편이 수평면에서 회전되지 않고 배치된, 상기 전극들에 대한 상기 작업편의 또 다른 배열을 도시하는 다이어그램들이고, 도 5a는 직접 저항 가열 전 상태를 도시하는 평면도이고, 도 5b는 상기 직접 저항 가열 후 상태를 도시하는 평면도이다.

도 6은 직접 저항 가열 장치의 전면도이다.

도 7은 상기 직접 저항 가열 장치의 좌측면도이다.

도 8은 상기 직접 저항 가열 장치의 일부의 평면도이다.

도 9는 상기 직접 저항 가열 장치의 우측면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명의 실시예들이 상기 도면들을 참조하여 상세히 설명될 것이다. 다음 실시예들에서, 직접 저항 가열(direct resistance heating)은 평판 형상을 갖는 작업편(workpiece) 상에 수행된다. 상기 작업편의 예시들은, 두께가 일정하고 폭이 작업편의 길이방향을 따라 변화하지 않는 상기 작업편을 포함하고, 작업편은 단면적이 감소하거나 증가하도록 폭이나 두께가 상기 가열 대상영역의 한쪽 중단에서 다른쪽 중단까지의 방향을 따라 변화하는 가열될 영역(이하, "가열 대상영역")을 갖고, 작업편에는 상기 가열 대상영역 내에 개구(opening)나 컷아웃(cut-out) 영역이 제공되고, 상기 작업편의 길이방향으로, 상기 길이방향에 직교하는 단면의 치수(dimension)가 감소하거나 증가한다. 상기 작업편의 재료는, 예를 들어, 전류를 공급하여 직접 저항 가열될 수 있는 강재(steel material)일 수 있다. 상기 작업편은 단일 조각으로 구성되거나, 상이한 저항률을 갖는 재료들

을 용접 처리 등을 하여 결합함으로써 획득되는 일체형 몸체로 구성될 수 있다. 또한, 상기 작업편에는 하나의 가열 대상영역 또는 복수의 가열 대상영역들이 제공될 수 있다. 상기 작업편에 복수의 가열 대상영역들이 제공되면, 상기 가열 대상영역들은 서로 인접하거나 서로 떨어져 있을 수 있다.

[0018] 도 1a 내지 1D에 나타나는 것처럼, 본 발명의 실시예에 따른 직접 저항 가열 방법을 위한 직접 저항 가열 장치(10)는 한 쌍의 전극들(13)을 형성하는 제1 전극(11)과 제2 전극(12)을 포함한다. 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)은 상기 작업편(w)을 따라 동일한 방향으로 연장하는 롤 형상(roll shape) 또는 사변형 형상(quadrilateral shape)을 갖는다. 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)은 급전부(power feeding unit, 1)에 전기적으로 연결되고, 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12) 사이에 위치한 상기 작업편(w)의 일부가 직접 저항 가열된다.

[0019] 도 1에 나타나는 상기 직접 저항 가열 장치(10)에서, 상기 제1 전극(11)은 롤-형상의 이동 전극이다. 상기 제1 전극(11)은 상기 작업편(w)에 접촉하면서 상기 작업편(w)의 길이방향을 따라 이동 기구(moving mechanism, 15)에 의해 이동되도록 구성된다.

[0020] 즉, 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)이 상기 작업편(w)과 접촉하면서 전류가 상기 한 쌍의 전극들(13)을 통해 상기 급전부(1)로부터 상기 작업편(w)에 공급되는 상태에서, 상기 이동 기구(15)는 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12) 사이의 간격을 변경하도록 상기 제1 전극(11)을 이동시킬 수 있다.

[0021] 상기 이동 기구(15)는 상기 제1 전극(11)의 이동 속도를 제어하도록 구성된 조정부(adjustment unit, 15a)와, 상기 조정부(15a)에 의해 상기 제1 전극(11)을 이동시키도록 구성된 구동 기구(drive mechanism, 15b)를 포함한다. 상기 조정부(15a)는 상기 작업편(w), 특히 가열 대상영역( $w_1$ )의 형상과 치수에 대한 데이터로부터 상기 제1 전극(11)의 이동 속도를 획득하고, 상기 구동 기구(15b)는 상기 획득된 이동 속도에 의해 상기 제1 전극(11)을 이동시키게 된다.

[0022] 상기 제2 전극(12)은 고정 전극일 수 있고, 또는 별도의 유사한 이동 기구에 의해 이동되는 이동 전극일 수 있다. 아래 설명에서, 제1 전극(11)은 상기 이동 기구(15)에 의해 이동될 수 있는 것으로 한다. 물론, 상기 제1 전극(11)은 상기 작업편(w) 등의 형상에 따라 고정된 상태일 수 있다.

[0023] 도 1a에 나타나는 것처럼, 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)은, 길이 방향으로의 상기 작업편(w)의 위치와 무관하게, 평면도에서 나타나는 것처럼 상기 작업편의 전단(front end)과 후단(rear end)을 가로지르는 길이를 갖는다.

[0024] 상기 작업편(w)은, 예를 들어, 실질적으로 상기 작업편(w)의 길이 방향을 따라 일 측으로부터 다른 측까지 연장하는 평판 형상을 갖는다. 도 1a 및 1C에 나타나는 것처럼, 상기 작업편(w)은 그 폭이 상기 작업편(w)의 길이 방향을 따라 변화하는 비정형 형상(irregular shape)을 갖는다. 게다가, 상기 작업편(w)은 상기 작업편(w)의 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 한 쪽 종단과 다른 쪽 종단이 실질적으로 서로 평행한 사다리꼴 형상을 나타낸다. 좌측 영역( $w_L$ )은 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 좌측에 제공된다. 우측 영역( $w_R$ )은 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 우측에 제공된다. 도 1에 나타나는 실시예에서, 상기 작업편(w)은 제각기 연속적인 형태로 제공되는 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 좌측 상의 좌측 영역( $w_L$ )과, 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 우측 상의 우측 영역( $w_R$ )을 포함한다. 그러나, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 작업편(w)은 상기 좌측 영역( $w_L$ )과 상기 우측 영역( $w_R$ ) 중 오직 하나만 포함하거나, 그들 모두를 포함하지 않을 수 있다.

[0025] 상기 관형 작업편(w) 상에서 상기 작업편(w)을 가로질러 동일한 방향으로 연장하는 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)을 배열할 때, 상기 작업편(w)이 상기 수평면에서 회전되는 상태로 상기 전극들(11, 12) 각각이 상기 작업편(w) 상에 위치되거나, 상기 전극들(11, 12) 각각이 상기 수평면에서 회전되어 그 결과, 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 일 측(L)의 중간부( $L_M$ )와 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 다른 측(R)의 중간부( $R_M$ )를 연결하는 중심선( $L_a$ )이 도 3a 및 3B에 나타나는 것처럼 상기 전극들(11, 12)에 실질적으로 직교한다. 예를 들어, 상기 한 쌍의 전극들(13)이 상기 작업편(w)을 가로질러 연장하는 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)에 의해 구성되는 경우에, 실질적으로 상기 길이방향으로 연장하는 상기 작업편(w)이 수평면에서 기울어지고, 상기 한 쌍의 전극들(13)이 상기 작업편(w) 상에 위치된다.

[0026] 이하, 상기 작업편(w)을 상기 한 쌍의 전극들(13)에 어떻게 위치시키는지 상세히 설명될 것이다.

[0027] 도 2는 본 발명의 도시된 실시예에서 채용된 상기 작업편(w)의 형상의 예시를 나타내는 평면도이다. 본 발명의

도시된 실시예에서 채용된 상기 작업편(w)은, 도 2에서 나타나는 것처럼, 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 좌측 상의 상기 좌측 영역( $w_L$ )과 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 우측 상의 상기 우측 영역( $w_R$ )을 포함한다. 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 상기 좌측(일 측)(L)은 평면도에서 보여지듯이, 전단 상의 전점(front point,  $L_F$ )과 후단 상의 후점(rear point,  $L_B$ )을 포함한다. 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 우측(다른 측)(R)은 평면도에 보여지듯이, 전단 상의 전점( $R_F$ )과 후단 상의 후점( $R_B$ )을 포함한다.

[0028] 또한, 도 2에 나타나는 것처럼, 평면도에서 보여지듯이, 상기 좌측 영역( $w_L$ )의 상기 전점( $L_F$ )의 우측으로 연장된 선과 직선( $R_F L_F$ ) 사이의 각도가  $\Theta_F$ 로 정의되고, 상기 좌측 영역( $w_L$ )의 상기 후점( $L_B$ )의 우측으로 연장된 선과 직선( $R_B L_B$ ) 사이의 각도가  $\Theta_B$ 로 정의될 때, 상기 각도들( $\Theta_F, \Theta_B$ ) 모두는, 제각각 상기 전점( $L_F$ )과 상기 후점( $L_B$ ) 주위의 평면도에서 보여지는 것처럼, 반시계 방향으로 양의 값을 가진다. 한편, 상기 각도들( $\Theta_F, \Theta_B$ ) 모두는, 제각각 상기 전점( $L_F$ )과 상기 후점( $L_B$ ) 주위의 평면도에서 보여지는 것처럼, 시계 방향으로 음의 값을 가진다.

[0029] 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)은 상기 작업편(w)이 수평면 상에서 약간 회전하는 상태로 상기 작업편(w) 상에 위치되고, 그 결과 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 좌측 종단(L)의 중간부( $L_M$ )와 그 우측 종단(R)의 중간부( $R_M$ )를 연결하는 상기 중심선( $L_a$ )이 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)의 각각의 연장하는 방향에 실질적으로 직교한다. 도 3a 및 도 3b에서 나타나는 도시된 실시예에서, 상기 좌측(L)의 중간점( $L_C$ )과 상기 우측(R)의 중간점( $R_C$ )을 연결하는 중심선( $L_a$ )이 고려되고, 상기 중심선( $L_a$ )이 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)에 실질적으로 직교하도록 상기 작업편(w)이 위치된다. 즉, 상기 중심선( $L_a$ )은 상기 작업편(w)을 가로방향에 관하여 둘로 분할한다.

[0030] 도 2 내지 3B에 나타나는 상기 작업편(w)의 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 폭은 상기 우측 영역( $w_R$ )을 향하여 점점 좁아지게 된다. 따라서, 도 3a에 나타나는 것처럼, 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)이 서로 실질적으로 평행하게 배치된 상태에서 상기 중심선( $L_a$ )이 상기 전극들(11, 12)에 실질적으로 직교하도록 상기 작업편(w)을 수평면 상에서 회전시킴으로써, 상기 제2 전극(12)이 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 상기 좌측과 접촉하게 되고, 상기 제1 전극(11)이 상기 제2 전극(12)과 간격을 가지고 평행하게 위치된다.

[0031] 그 후, 전력이 상기 급전부(11)로부터 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12) 사이에 공급되면서 상기 제1 전극(11)이 상기 이동 기구(15)에 의해 상기 제2 전극(12)으로부터 멀어진다. 도 1c, 1D, 및 3B에 나타나는 것처럼, 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 다른 쪽 종단(R)을 완전히 넘게 이동될 때까지 상기 제1 전극(11)이 이동되고, 상기 급전부(1)로부터의 상기 전력 공급이 정지된다.

[0032] 본 발명의 도시된 실시예에서, 상기 작업편(w)을 수평면으로 회전시키거나 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)을 수평면으로 회전시키는 것에 의해, 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)이 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 상기 좌측 종단(L)과 상기 우측 종단(R)에 평행하지 않도록, 즉, 상기 전극들(11, 12)이 상기 작업편(w)의 길이 방향에 실질적으로 교차하도록 상기 전극들(11, 12)이 위치된다. 상기 전극들(11, 12)을 이와 같이 위치시키는 이유는 다음과 같다.

[0033] 전력이 상기 급전부(11)로부터 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12) 사이에 공급될 때, 상기 제1 전극(11)과 접촉하는 상기 작업편(w)의 일부와 상기 제2 전극(12)과 접촉하는 상기 작업편(w)의 일부 사이에 전류가 흐른다. 상기 전류는 상기 제1 전극(11)과의 상기 접촉부와 상기 제2 전극(12)과의 상기 접촉부 사이에 상기 작업편(w)의 가장 낮은 저항부를 통해 흐른다. 상기 제1 전극(11)과의 상기 접촉부와 상기 제2 전극(12)과의 상기 접촉부 사이의 상기 작업편(w)의 일부에서, 상기 전극들(11, 12)의 연장하는 방향으로의 각각의 세그먼트(segment)가 균질하면, 상기 전류가 최단경로를 통해 흐른다. 따라서, 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12) 사이의 상기 작업편(w)의 일부에서, 상기 전극들(11, 12)의 상기 연장하는 방향으로의 각 세그먼트의 상기 중심선( $L_a$ )을 따른 치수가 동일한 범위에 들어간다. 그 후, 실질적으로 동일한 전류가 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12) 사이의 상기 작업편(w)의 일부를 통해 흐르고, 상기 전류에 의해 발생된 줄 열(Joule heat)은 균일하다.

[0034] 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12) 사이의 상기 작업편(w)의 일부에서의 온도는 상기 직접 저항 가열에 의

해 증가한다. 그러나, 상기 작업편(w)의 일부에서의 상기 온도 상승의 정도가 상기 전극들(11, 12)의 상기 연장 방향에 대해 변화되지 않으면, 상기 작업편(w)의 일부가 상기 전극들(11, 12)의 상기 연장 방향으로 가상적으로 더 구분될 때조차 상기 전류가 균일하게 흐른다. 그러므로, 각 세그먼트의 저항은 상기 전극들(11, 12)의 상기 연장 방향에서 서로 크게 차이나지 않고, 단위 시간당 상기 온도 상승의 정도는 대략적으로 동일하다.

[0035] 다음으로, 도 1에 나타나는 것처럼 상기 이동 기구(15)에 의해 상기 제1 전극(11)을 이동시키는 이유가 설명될 것이다. 상기 작업편(w)의 두께가 일정하다고 하면, 상기 중심선( $L_a$ )에 직교하는 상기 작업편(w)의 단면적이 도 3에 확대되어 나타나는 것처럼 오른쪽 방향을 따라 감소된다. 따라서, 상기 단면적이 상기 중심선( $L_a$ )을 따라 감소되는 방향으로 상기 제1 전극(11)이 이동된다. 이러한 방식으로, 상기 전류가 인가되기 시작하는 도 3a에 나타나는 상태로부터 상기 전류가 인가되는 것이 멈추는 도 3b에 나타나는 상태까지, 상기 전류가 상기 제1 및 제2 전극들(11, 12)에 의해 인가되는 상기 작업편(w)의 일부의 단위 체적당 전체 열량이 상기 작업편(w)의 위치와 무관하게 소정의 범위 안에 들어간다.

[0036] 이와 같이, 상기 급전부(1)에 의해 상기 한 쌍의 전극들(13)의 상기 직접 저항 가열 시작 상태로부터 상기 직접 저항 가열 종료 상태까지 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)에 의해 상기 전류가 인가되는 상기 작업편(w)의 영역에 대해 상기 제1 전극(11)을 이동시키는 것에 의해, 상기 가열 대상영역( $w_1$ )이 줄무늬 패턴(stripe pattern)으로 상기 제1 전극(11)의 이동 방향을 따라 가상으로 나누어지는 각각의 서브-영역에 대한 열량을 제어하는 것이 가능하다. 상기 서브-영역들은 줄무늬 패턴으로 상기 제1 전극(11)의 이동 방향을 따라 배열된다.

[0037] 이하, 상기 이동 기구(15)의 조정부(15a)에 의해 획득되는 상기 이동 속도가 설명될 것이다. 도 4에 나타나는 것처럼, 전류 I가  $t_0$ 초 동안 상기 미세 길이의 단면적  $A_0$ 에 공급될 때의 온도 상승  $\theta_0$ 는 다음 식으로부터 획득된다.

### 수학식 1

$$\theta_0 (\text{ }^{\circ}\text{C}) = \rho e / (\rho \cdot c) \times (I^2 \times t_0) / A_0^2$$

[0038]

[0039] 여기서,  $pe$ 는 저항( $\Omega \cdot m$ ),  $\rho$ 는 밀도( $\text{kg}/\text{m}^3$ ),  $c$ 는 비열( $\text{J}/\text{kg} \cdot \text{ }^{\circ}\text{C}$ )이다.

[0040] 전류 I가  $t_n$ 초 동안 상기 미세 길이의 단면적  $A_n$ 에 공급될 때의 온도 상승  $\theta_n$ 는 다음 식으로부터 획득된다.

### 수학식 2

$$\theta_n (\text{ }^{\circ}\text{C}) = \rho e / (\rho \cdot c) \times (I^2 \times t_n) / A_n^2$$

[0041]

[0042] 여기서, 상기 전류 I가 상수이고, 상기 온도 상승  $\theta_0$ 가 상기 온도 상승  $\theta_n$ 과 동일할 때, 다음 식이 성립된다.

### 수학식 3

$$t_0 / A_0^2 = t_n / A_n^2$$

[0043]

[0044] 따라서, 정전류가 공급됨으로써 상기 동일한 온도로 다른 단면에 가열하는 시간은 단면적 비율의 제곱에 비례한다.

[0045] 상기 이동 전극의 속도  $\Delta V$ 는 다음과 같이 설정될 수 있다.

## 수학식 4

$$\Delta V = \Delta L / (t_0 - t_n)$$

[0046]

[0047] 여기서,  $\Delta L$ 은 길이 방향으로의 상기 작업편의 길이이다.

[0048] 따라서, 상기 이동 속도는 강재 등의 작업편( $w$ )과 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 형상 및 치수 데이터, 상기 급전부(1)로부터 공급된 전류량, 및 기결정된 가열 온도에 기초하여 상기 조정부(15a)에 의해 획득될 수 있다.

[0049]

예를 들어, 상기 작업편( $w$ )의 두께가 일정하다고 하면, 도 3에 나타나는 것처럼, 상기 전류 인가의 종료 직전에 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12) 사이에 정의된 영역( $w_2$ ), 즉, 상기 전류가 인가되는 영역( $w_2$ )(이하, "전류 인가영역")은 거의 사다리꼴 형상을 갖는다. 즉, 그 폭이 길이 방향을 따라 단조롭게 변화되는 것과 비슷해질 수 있다. 상기 전류 인가영역( $w_2$ )을 거의 균일하게 가열하기 위해서, 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)은 서로 떨어져서 상기 전류 인가영역( $w_2$ )을 가로질러 연장하도록 위치될 수 있다. 예를 들어, 도 3b에 나타나는 것처럼, 상기 제2 전극(12)은 상기 전류 인가영역( $w_2$ )의 한 쪽 종단에 인접한 위치에 위치되고, 상기 제1 전극(11)은 상기 제2 전극(12)의 우측에 위치된다. 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)은 상기 작업편( $w$ )을 가로질러 연장하기에 충분한 길이를 갖는다. 상기 제2 전극(12)은, 상기 제2 전극(12)이 상기 중심선( $L_a$ )에 실질적으로 직교하여 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 상기 좌측 종단( $L$ )의 전단과 후단 중 어느 쪽과 접촉하도록 상기 작업편( $w$ ) 상에 위치된다. 또한, 상기 제1 전극(11)은 상기 제2 전극(12)에 실질적으로 평행하도록 상기 작업편( $w$ ) 상에 위치된다. 이 때, 상기 제1 전극(11)은 상기 가열 대상영역( $w_1$ )에 최소한 부분적으로 접촉한다. 그 후, 전력이 상기 급전부(1)로부터 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)에 공급되는 동안 상기 제1 전극(11)이 상기 중심선( $L_a$ )을 따라 이동된다. 도 3b에 나타나는 것처럼, 상기 제1 전극(11)이 상기 전체 가열 대상영역( $w_1$ )을 통과할 때, 상기 전류 인가가 정지된다. 그 후, 상기 작업편( $w$ )의 폭이 상기 전극의 이동 방향을 따라 변화될 때조차, 단위 길이당 저항의 변화에 따라 상기 제1 전극(11)의 이동 속도가 조정될 수 있다. 이 경우에, 상기 전류가 상기 가열 대상영역의 각 부분에 인가되는 시간이 상기 폭의 변화에 따라 조정될 수 있다.

[0050]

이러한 방식으로, 상기 작업편( $w$ )이 상기 전극의 이동 방향을 따라 가로방향 줄무늬 패턴의 서브-영역들로 가상적으로 분할되었다고 하면, 상기 설명된 것처럼 상기 전류 인가시간을 조정함으로써, 상기 서브-영역들 각각의 저항에 적합한 인가 전류량을 보장하는 것이 가능하고, 상기 작업편( $w$ )의 상기 전류 인가영역( $w_2$ )을 일정한 폭의 온도 범위로 가열하는 것이 가능하다.

[0051]

예를 들어, 도 3에 나타나는 것처럼 상기 전류 인가영역( $w_2$ )의 폭이 우측 방향으로 더 좁아질 때, 하나의 전극의 이동 속도는 상기 전류 인가영역( $w_2$ )과 접촉하는 상기 제1 전극(11)의 폭 변화에 기초하여 조정된다. 상기 수학식 4로부터, 상기 이동 속도는 상기 단면적의 변화 비율의 제곱에 비례하는 함수로 정의된다.

[0052]

여기서, 상기 급전부(1)는 직류(DC) 전원 뿐 아니라 교류(AC) 전원일 수도 있다. 일정 주기의 평균 전류가 상기 AC 전원의 경우에서 조차 변화되지 않는다면, 상기 전류 인가시간을 조정함으로써, 상기 작업편( $w$ )의 상기 가열 대상영역 상의 위치와 무관하게 상기 전류로 인한 온도 상승이 동일한 범위 내에서 이루어질 수 있다.

[0053]

여기서, 도 1 및 도 3에 나타나는 실시예와 달리, 상기 작업편( $w$ )을 수평면 상에서 약간 회전시키지 않고 상기 한 쪽의 전극들(13) 상에 위치되는 경우가 예로써 설명될 것이다.

[0054]

도 5a에 나타나는 것처럼, 상기 제2 전극(12)은 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 상기 좌측 종단( $L$ )을 따라 평행하게 위치되고, 상기 제1 전극(11)은 상기 제2 전극(12)으로부터 약간 오프셋(offset)되어 평행하게 위치된다. 그 후, 상기 제1 전극(11)은 상기 이동 기구(15)에 의해 이동되는 것으로 한다.

[0055]

그 후, 도 5b에 나타나는 것처럼, 상기 전류 인가의 종료 직전의 상태에서, 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 전단 측에서는  $i_F$  방향으로 전류가 흐르는 반면, 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 후단 측에서는 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 좌측( $L$ )과 우측( $R$ )에 직교하는  $i_B$  방향으로 전류가 흐른다. 그러나, 이는 전류가 도 5b에 나타나는 영역 A로 흐르

기 어렵게 한다. 따라서, 상기 작업면(w)의 상기 가열 대상영역( $w_1$ )을 균일하게 가열하기가 어렵다.

[0056] 이와 같이, 본 발명의 도시된 실시예에서, 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)은 상기 판형 작업면(w)을 가로질러 연장하고, 상기 작업면(w)의 상기 가열 대상영역( $w_1$ ) 내의 상기 좌측(L)의 중간부( $L_M$ )와 상기 우측(R)의 중간부( $R_M$ )를 연결하는 중심선( $L_a$ )에 실질적으로 직교하도록 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)이 상기 작업면(w) 상에 위치된다. 본 발명의 도시된 실시예에서, 도 3b의 해치된(hatched) 영역은 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)에 의해 정의된 상기 작업면(w) 상의 영역, 즉, 상기 전류 인가영역( $w_2$ )이다. 상기 전류 인가영역( $w_2$ )은 상기 가열 대상영역( $w_1$ )과 구별된다. 도 3b에 나타나는 것처럼, 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)이 가장 분리되어 있는 상태에서, 상기 가열 대상영역( $w_1$ ), 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 상기 좌측(L)에 의해 정의된 일 측을 갖는 상기 좌측 영역( $w_L$ )의 일부인 삼각형 영역( $\triangle L$ ), 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 상기 우측(R)에 의해 정의된 일 측을 갖는 상기 우측 영역( $w_R$ )의 일부인 삼각형 영역( $\triangle R$ )에 의해 상기 전류 인가영역( $w_2$ )이 형성된다.

[0057] 따라서, 상기 제1 전극(11)과 접촉하는 상기 작업면(w)의 일부와 상기 제2 전극(12)과 접촉하는 상기 작업면(w)의 일부 사이의 간격은 가로 방향으로의 상기 작업면의 위치와 무관하게 동일한 범위 내에 들어가기 쉽다. 즉, 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12) 사이의 상기 작업면(w)의 일부에 공급되는 전류는 상기 가로 방향으로의 상기 작업면(w)의 위치와 무관하게 동일한 범위 내에 들어갈 수 있다. 따라서, 상기 판형 작업면(w)을 실질적으로 균일하게 가열하는 것이 가능하다.

[0058] 또한, 상기 작업면(w)의 미세 길이당 저항이 상기 중심선( $L_a$ )을 따라 증가될 때, 즉, 상기 중심선( $L_a$ )에 직교하는 단면에서 상기 작업면(w)이 구분될 때의 각 구분된 영역의 저항이 상기 중심선( $L_a$ )을 따라 증가될 때, 상기 저항이 증가되는 방향으로 상기 제1 전극(11)을 이동시킴으로써 상기 전류가 인가되는 시간이 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 각 부분에 대해 조정될 수 있다. 이러한 방식으로, 열 처리될 영역( $w_1$ )을 실질적으로 균일하게 가열하는 것이 가능하다. 여기서, "미세 길이"는 "단위 길이"일 수 있고, 예를 들어, 상기 중심선( $L_a$ )을 따르는 방향으로 1cm의 거리이다. 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 폭은 상기 가열 대상영역( $w_1$ )의 길이 방향으로의 중간부에서 가장 넓고, 각각의 측들을 향한 상기 길이 방향을 따라 감소되며, 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)은 상기 중심선( $L_a$ )에 실질적으로 직교하도록 상기 중간부에 위치될 수 있고, 상기 제1 전극(11)과 상기 제2 전극(12)은 상기 전극들 사이의 간격이 넓어지도록 대립되는 방향으로 이동될 수 있다.

[0059] 도 6 내지 9에 나타나는 것처럼, 직접 저항 가열 장치(20)의 상기 전극들(21, 22) 각각은 전극부들(21a, 22a)과, 수직 방향으로부터 상기 작업면(w)을 개재(sandwich)하는 보조 전극부들(21b, 22b)에 의해 구성된다.

[0060] 도 6에서, 전면으로부터 보여지는 것처럼, 이동 전극(21)은 상기 좌측 상에 배치되고, 고정 전극(22)은 상기 좌측 상에 배치된다. 상기 이동 전극(21)과 상기 고정 전극(22) 각각은 쌍을 이룬 리드부들(lead parts, 21c, 22c), 상기 작업면(w)과 접촉하는 상기 전극부들(21a, 22a), 및 상기 전극부들(21a, 22a)을 향하여 상기 작업면(w)을 압축하기 위한 보조 전극부들(21b, 22b)을 포함한다.

[0061] 도 6에 나타나는 것처럼, 이동 기구(25)는 다음과 같이 구성된다. 가이드 레일(guide rail, 25a)은 길이 방향으로 연장한다. 나사 축(screw shaft)에 의해 구성된 이동 제어봉(movement control rod, 25b)은 길이 방향으로 연장하도록 상기 가이드 레일(25a) 위에 배치된다. 상기 이동 제어봉(25b)은 상기 가이드 레일(25a) 상에서 미끄러지듯이 움직이는 슬라이더(slider, 25c)에 나사로 조여진다. 상기 슬라이더(25c)는 스텝 모터(step motor, 25d)에 의해 그 속도를 조정하면서 상기 이동 제어봉(25b)을 회전시킴으로써 상기 길이 방향으로 이동된다.

[0062] 상기 이동 전극용 리드부(21c)는 그 사이에 절연판(insulation plate, 21d)을 개재하여 상기 슬라이더(25c) 상에 배치된다. 배선(wiring, 2a)은 상기 급전부(1)에 전기적으로 연결되고, 상기 이동 전극용 리드부(21c)의 한쪽 종단에 고정된다. 상기 전극부(21a)는 상기 리드부(21c)의 다른 쪽 종단에 고정된다. 행잉 기구(hanging mechanism, 26)는 상기 보조 전극부(21b)가 수직 방향으로 이동 가능하도록 배치되어 제공된다.

[0063] 상기 행잉 기구(26)는, 스테이지(stage, 26a), 벽부들(26b, 26c), 및 브릿지부(26d) 등에 의해 구성된 마운트(mount) 상에 제공된다. 즉, 상기 행잉 기구(26)는, 서로 가로 방향으로 이격되어 상기 스테이지(26a)의 다른 쪽 종단에 제공되는 쌍을 이룬 벽부들(26b, 26c), 상기 벽부들(26b, 26c)의 상단들 위에 가교된 상기 브릿지부(26d), 상기 브릿지부(26d)의 축 상에 설치된 실린더봉(cylinder rod, 26e), 상기 실린더봉(26e)의 선단에 설

치된 체결부(clamping part, 26f)(고정물), 및 상기 보조 전극부(21b)를 절연 방식으로 지지하는 지지판(holding plate, 26g)을 포함한다. 상기 실린더봉(26e)의 선단은 상기 체결부(26f)의 상단에 고정되고, 지지부들(support parts, 26i)은 상기 벽부들(26b, 26c)의 대립되는 면들에 각각 제공되어, 그 결과 상기 지지판(26g)이 연결축(connecting shaft, 26h)에 의해 요동 가능하게(swingably) 안내될 수 있다. 상기 실린더봉(26e)이 수직 방향으로 이동함에 따라, 상기 지지부(26f), 상기 연결축(26h), 상기 지지판(26g), 및 상기 보조 전극부(21b)가 수직 방향으로 이동된다. 상기 전극부(21a)와 상기 보조 전극부(21b)는 상기 작업편(w)의 상기 가열 대상영역을 가로질러 연장한다. 따라서, 상기 연결축(26h)에 의해 요동됨으로써 상기 전극부(21a)의 상면과 상기 보조 전극부(21b)의 하면이 상기 작업편(w)에 대해 완전히 압축될 수 있다.

[0064] 상기 행잉 기구(26)와 상기 이동 전극용 리드부(21c)가 상기 이동 기구(25)에 의해 길이 방향으로 이동될 때조차 상기 전극부(21a)와 상기 보조 전극부(21b)를 상기 판형 작업편에 접촉하도록 지지하기 위해서, 상기 작업편(w)의 가로 방향으로 상기 작업편(w)을 가로질러 연장하도록 상기 전극부(21a)와 상기 보조 전극부(21b) 모두에 압연 률러들(rolling rollers, 27a, 27b)이 배치된다. 상기 압연 률러들(27a, 27b)은 한 쌍의 베어링들(28a, 28b)에 의해 자유롭게 압연될 수 있다. 상기 전극부(21a)와 상기 보조 전극부(21b)가 상기 이동 기구(25)에 의해 길이 방향으로 이동될 때조차, 한 쌍의 베어링들(28a, 28b)과 상기 압연 률러(27a)를 통해 전력이 상기 작업편(w)에 공급되는 상태를 유지하는 것이 가능하다.

[0065] 상기 고정 전극(22)은 상기 직접 저항 가열 장치(20)의 다른 측에 제공된다. 도 6에 나타나는 것처럼, 상기 고정 전극용 텐션 수단(tension means, 29)이 스테이지(29a) 상에 배치된다. 상기 고정 전극용 리드부(22c)는 그 사이에 절연판(29b)을 개재하여 상기 고정 전극용 텐션 수단(29) 상에 배치된다. 상기 급전부(1)에 전기적으로 연결된 상기 배선(2b)은 상기 고정 전극용 상기 리드부(22c)의 한 쪽 종단에 고정된다. 고정용 전극부(22a)는 상기 고정 전극용 리드부(22c)의 다른 쪽 종단에 고정된다. 상기 보조 전극부(22b)가 수직 방향으로 이동 가능하게 배치되는 행잉 기구(31)는 상기 고정용 전극부(22a)를 감싸도록 배열된다.

[0066] 상기 고정 전극용 텐션 수단(29)은 길이 방향으로 상기 스테이지(29a)를 이동시키기 위해 상기 절연판(29b)의 하면에 연결된 이동 수단(29c), 길이 방향으로 상기 절연판(26b)을 직접적으로 미끄러지도록 움직이기 위한 슬라이더들(29d, 29e), 및 상기 슬라이더들(29d, 29e)을 안내하기 위한 가이드 레일(29f)을 포함한다. 상기 텐션 수단(29)의 위치는 상기 이동 수단(29c)에 의해 길이 방향으로 상기 보조 전극부(22b), 상기 전극부(22a), 및 상기 고정 전극용 리드부(22c)를 미끄러지듯이 움직임으로써 조정된다. 이러한 방식으로 상기 직접 저항 가열 장치(20)에 상기 텐션 수단(29)을 제공함으로써, 상기 직접 저항 가열로 인해 상기 작업편(w)이 확장될 때조차 상기 작업편(w)을 평평하게 하는 것이 가능하다.

[0067] 상기 행잉 기구(31)는, 서로 가로 방향으로 이격되어 스테이지(31a)의 다른 쪽 종단 상에서 세워져 제공되는 한 쌍의 벽부들(31b, 31c), 상기 벽부들(31b, 31c)의 상단들 위를 가교하는 브릿지부(31d), 상기 브릿지부(31d)의 축 상에 설치되는 실린더봉(31e), 상기 실린더봉(31e)의 선단에 설치되는 체결부(31f), 및 상기 보조 전극부(22b)를 절연 방식으로 지지하는 지지판(31g)을 포함한다. 상기 지지판(31g)은 연결축(connecting shaft, 31h)을 통하여 상기 체결부(31f)에 의해 체결된다. 상기 실린더봉(31e)의 선단은 상기 체결부(31f)의 상단에 고정된다. 상기 행잉 기구(26)와 유사하게, 상기 벽부들(31b, 31c)의 대립하는 면들에 각각 제공되는 지지부들에 의해 상기 지지판(31g)이 요동 가능하게 지지된다. 상기 실린더봉(31e)이 수직 방향으로 이동됨에 따라, 상기 체결부(31f), 상기 연결축(31h), 상기 지지판(31g), 및 상기 보조 전극부(22b)가 수직 방향으로 이동된다. 상기 전극부(22a)와 상기 보조 전극부(22b)는 상기 작업편(w)의 가열 대상영역을 가로질러 연장한다. 따라서, 상기 전극부(22a)의 상면과 상기 보조 전극부(22b)의 하면은 상기 연결축(31h)에 의해 요동되는 것에 의해 상기 작업편(w)에 대해 전체적으로 압축될 수 있다.

[0068] 비록 도 6 내지 9에서 나타나지는 않지만, 상기 작업편(w)은 수평 지지수단에 의해 수평하게 지지된다. 상기 작업편(w)은 상기 전극(21)과 상기 보조 전극(22)에 의해 개재되어 고정된다. 상기 작업편(w)은 상기 전극(21)과 상기 보조 전극(22)에 의해 개재된다. 상기 전극과 상기 보조 전극(22)은 상기 이동 기구(25)에 의해 이동된다. 상기 전극(21)은 그 이동 속도가 상기 속도 조정부(15a)에 의해 제어되면서 상기 이동 기구(25)에 의해 이동된다. 따라서, 상기 작업편(w)의 형상에 따라 상기 전극(21)과 상기 보조 전극(22)의 이동 속도를 상기 속도 조정부(15a)에 의해 조정함으로써, 상기 작업편(w)의 상기 가열 대상영역을 균일하게 가열하는 것이 가능하거나, 고온 영역으로부터 저온 영역으로 완만하게 변화되도록 분포된 상기 작업편(w)의 상기 가열 대상영역을 가열하는 것이 가능하다.

[0069] 이러한 방식으로, 상기 직접 저항 가열 장치(20)에서, 상기 전극부(21a)와 상기 보조 전극부(21b)는 상하로 상

기 작업면( $w$ )을 개재하도록 위치된다. 상기 전극부(21a)는 견고한 구조로서 상기 작업면( $w$ )의 상기 가열 대상영역을 가로질러 연장한다. 상기 전극부(21a)는 전극 이동 방향을 따라 배열된 한 쌍의 리드부들(21c)(버스바들)을 가로질러 연장하도록 제공된다. 상기 전극부(21a), 상기 보조 전극부(21b), 및 한 쌍의 리드부들(21c)은 상기 이동 기구(25)에 의해 상기 전극 이동 방향을 따라 이동되는 수단에 부착된다. 상기 전극부(21a)와 상기 보조 전극부(21b) 중 적어도 하나는 압축 수단으로서 상기 실린더봉(26e)에 의해 수직으로 이동되고, 따라서, 상기 전극부(21a)와 상기 보조 전극부(21b)에 의해 상기 작업면( $w$ )을 개재한 채로 상기 작업면( $w$ ) 상에서 주행한다. 이러한 방식으로, 상기 버스바(21c)를 통해 상기 전극부(21b)로부터 상기 작업면( $w$ )에 전력을 공급하면서 상기 전극부가 이동된다.

[0070] 도 6 내지 9에 나타나는 실시예에 더해서, 다음의 구성이 채용될 수 있다. 즉, 상기 전극부(21a)와 상기 보조 전극부(21b) 중 적어도 하나가 압축 수단으로서 상기 실린더봉(26e)에 의해 수직으로 이동되어 상기 작업면( $w$ )이 상기 전극부(21a)와 상기 보조 전극부(21b)에 의해 개재된 상태에서, 상기 전극부(21a)는 한 쌍의 버스바들 상을 주행하고, 따라서, 상기 버스바들(21c)을 통해 상기 전극부(21b)로부터 상기 작업면( $w$ )에 전력을 공급하면서 이동될 수 있다.

[0071] 본 발명이 임의의 실시예들과 관련되어 설명되었지만, 예를 들어, 작업면( $w$ )의 형상과 치수에 따라 다양한 변경 및 수정이 행해질 수 있다. 예를 들어, 단면적이 하나의 방향을 따라 감소되는 영역을 상기 작업면( $w$ )이 포함하고, 이에 따라 단위 길이당 저항이 증가될 때, 상기 하나의 방향으로 상기 전극을 이동시킴으로써 상기 영역을 균일하게 가열하는 것이 가능하다. 상기 작업면( $w$ )의 외주의 양 쪽 종단들을 연결하는 상기 작업면( $w$ )의 외주의 길이 측은 직선일 필요는 없고 곡선일 수 있으며, 복수의 직선 및/또는 상이한 곡률을 갖는 곡선을 연결하는 것에 의해 구성될 수 있다.

[0072] 또한, 상기 작업면( $w$ )의 일부에 하나의 가열 대상영역을 제공하는 경우가 앞선 실시예에서 설명되었지만, 본 발명은 각각이 가열 대상영역인 다수의 영역들로 상기 작업면이 분할된 경우에 적용될 수 있다.

[0073] 또한, 본 발명은 상기 작업면이 단일 재료로 이루어지지 않고, 예를 들어 용접에 의해 두 개의 판 재료들을 연결하여 구성된 경우에 적용될 수 있다. 이 경우에, 상기 가열 대상영역은 상기 용접 라인을 따라 연장할 수 있다.

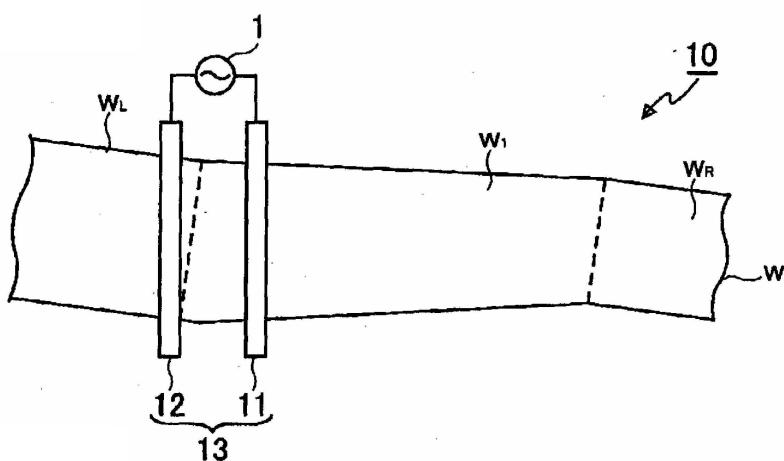
### 산업상 이용가능성

[0074] 본 발명의 하나 이상의 실시예들은 작업면의 길이 방향을 따라 다양한 폭을 갖는 편형 작업면의 일부를 실질적으로 균일하게 가열할 수 있는 직접 저항 가열 방법을 제공한다.

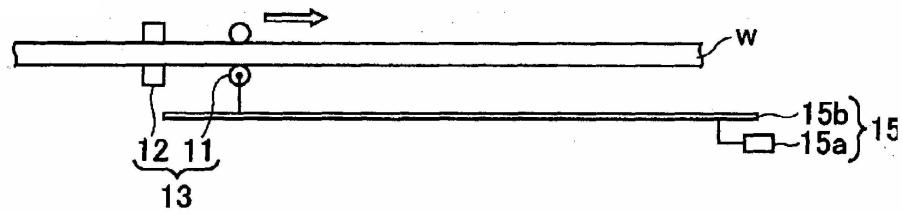
[0075] 삭제

### 도면

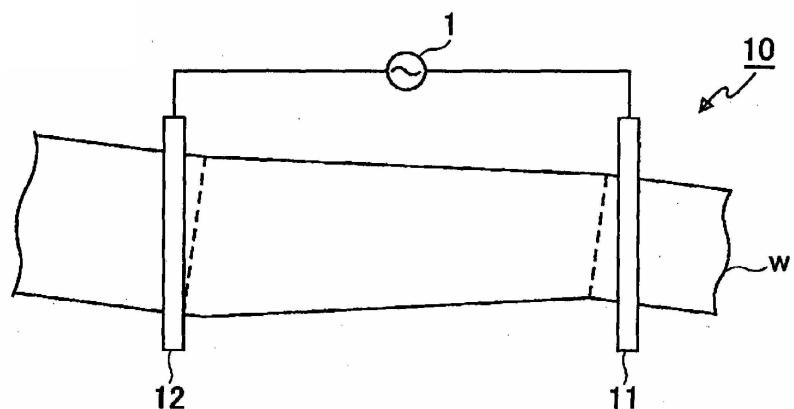
#### 도면 1a



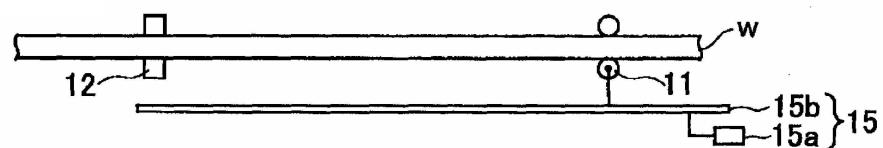
도면 1b



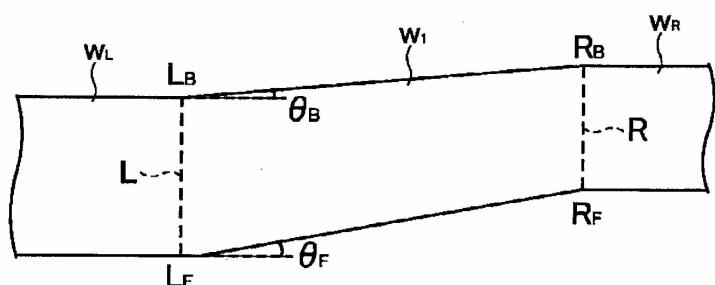
도면 1c



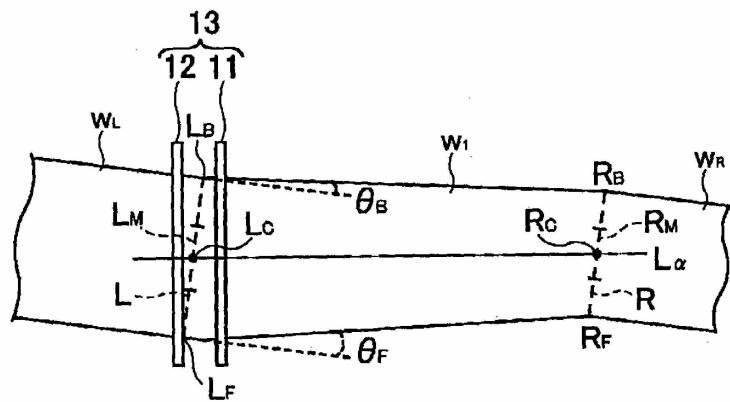
도면 1d



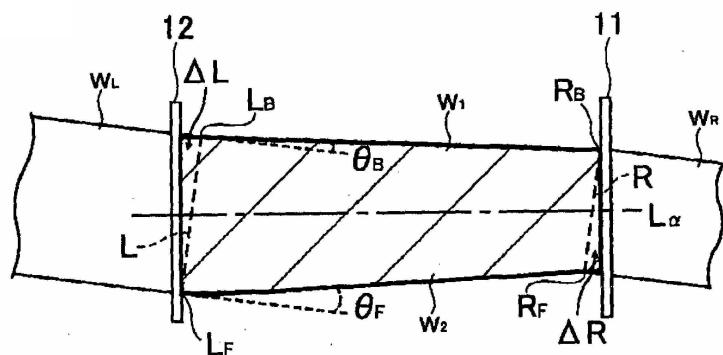
도면 2



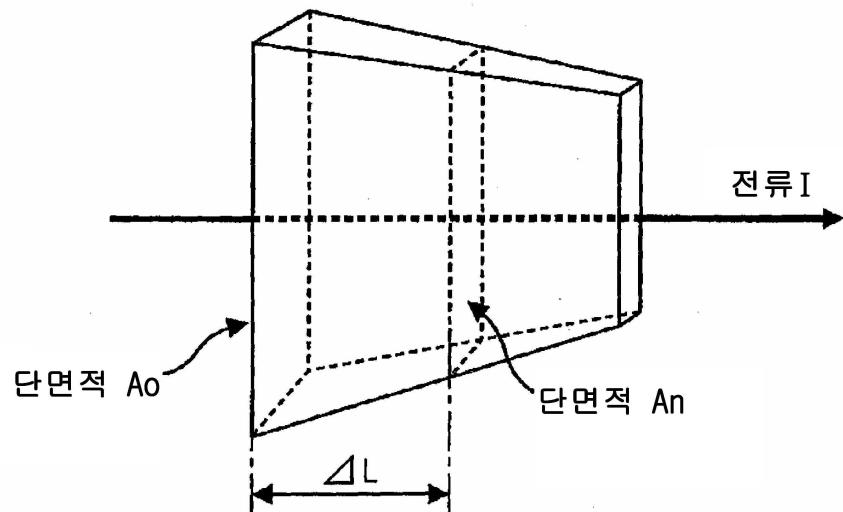
도면3a



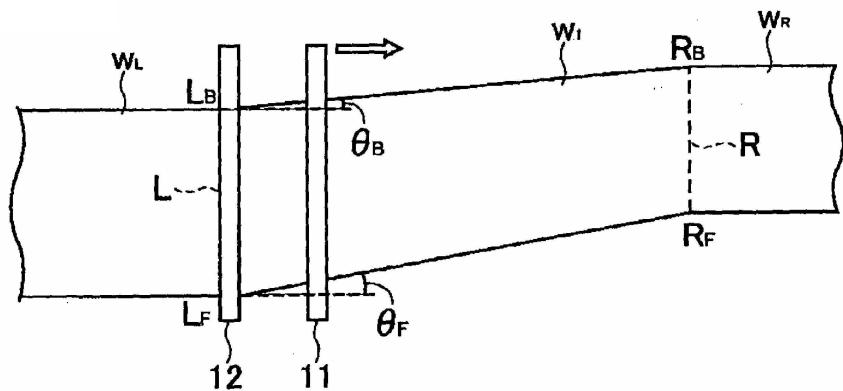
도면3b



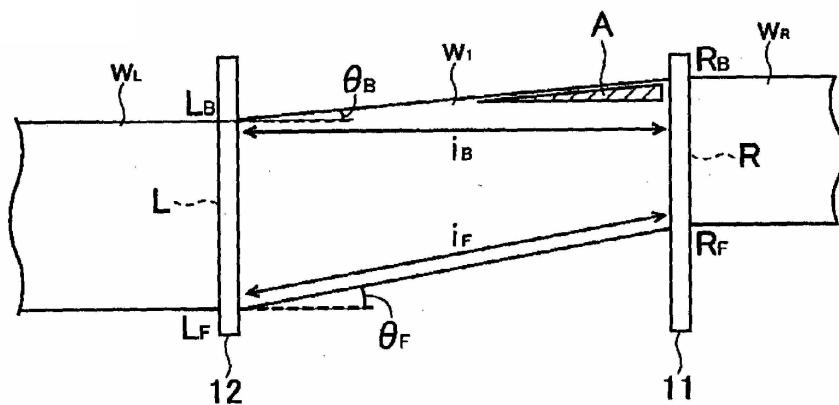
도면4



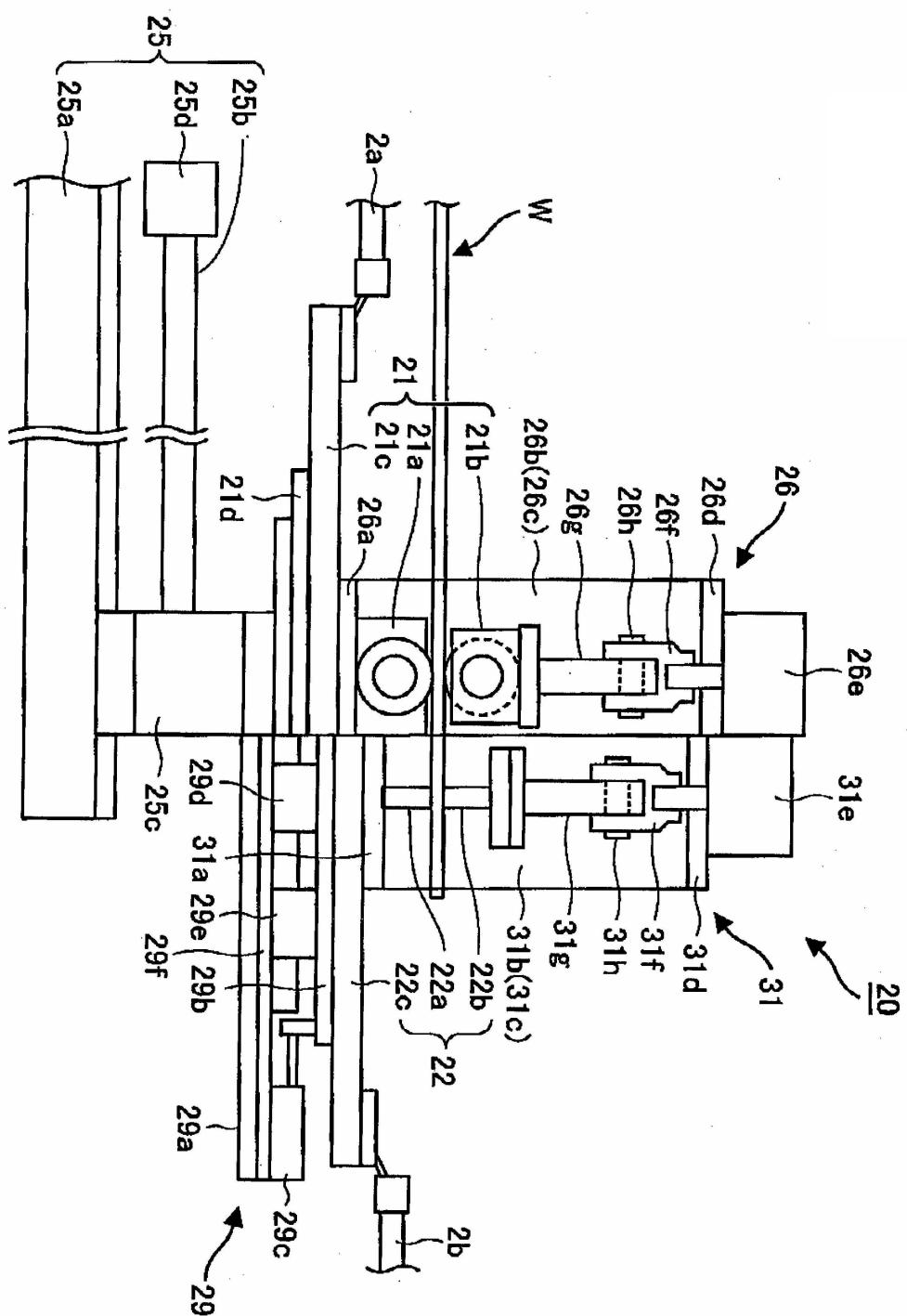
도면5a



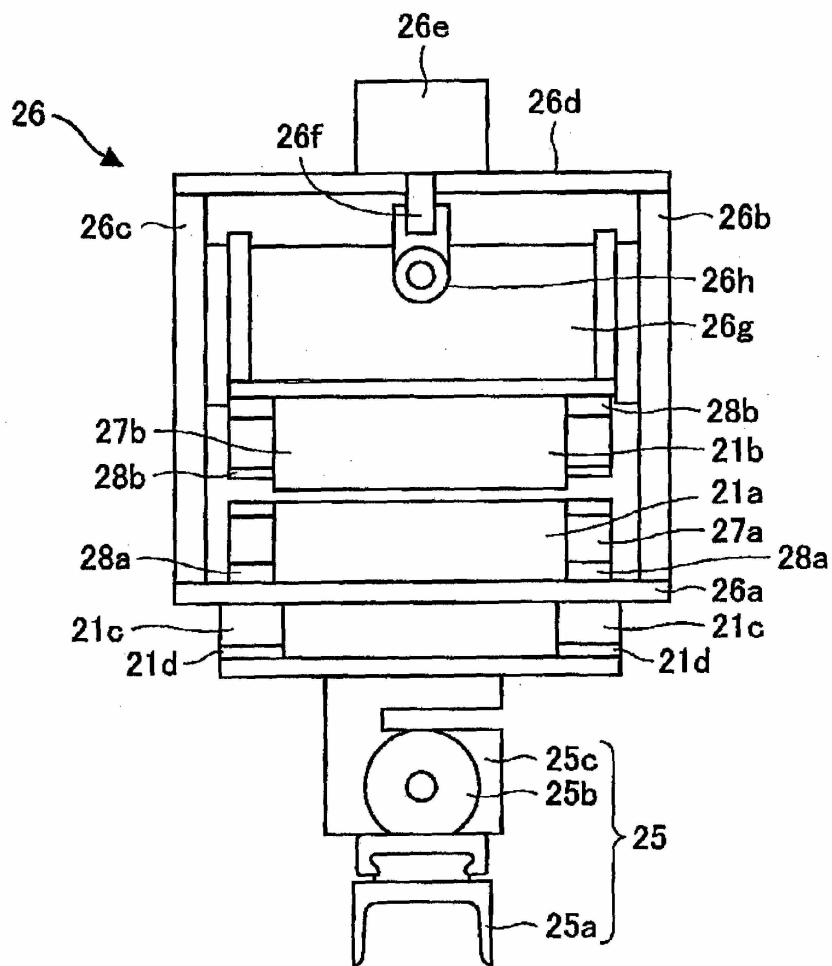
도면5b



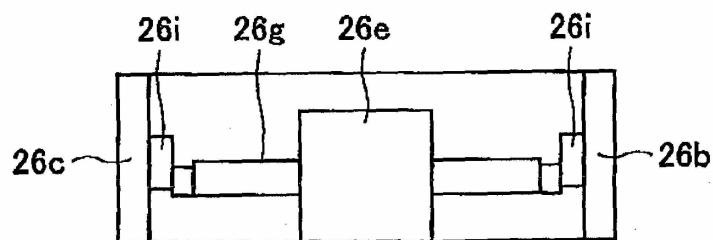
도면6



도면7



도면8



도면9

