



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0093739  
(43) 공개일자 2018년08월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C03C 17/36 (2006.01) B65G 49/06 (2014.01)  
C03C 23/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
C03C 17/366 (2013.01)  
B65G 49/064 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0020228  
(22) 출원일자 2017년02월14일  
심사청구일자 2017년02월14일

(71) 출원인  
주식회사 코원디에스티  
경기 안양시 동안구 동편로 77 (관양동)

(72) 발명자  
김선주  
경기도 의왕시 봇들2길 9-7, 203호  
김학범  
경기도 안양시 동안구 평촌대로 60-6, 가동 202호  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
김인한

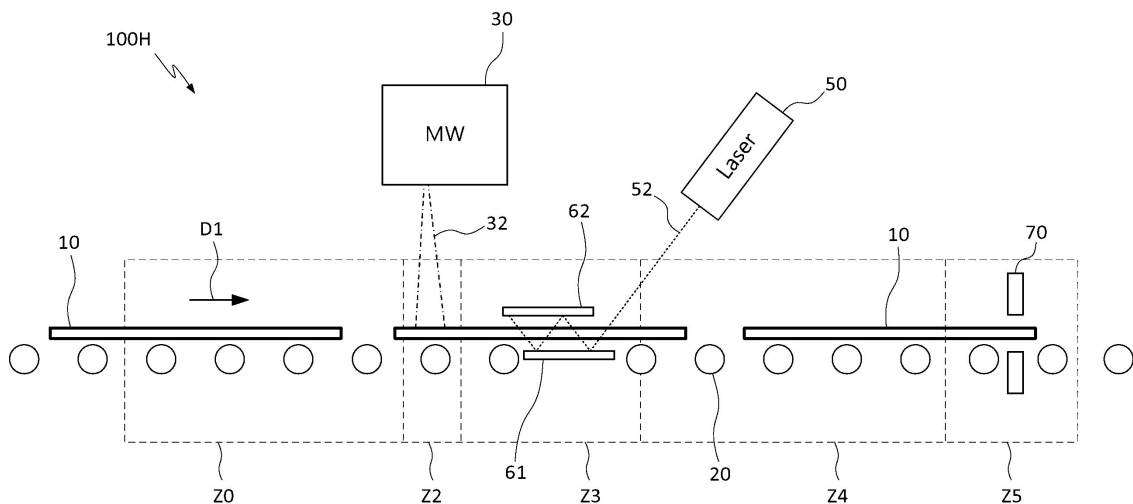
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 로이유리 열처리 방법 및 시스템

**(57) 요약**

로이유리 열처리 방법 및 시스템이 개시된다. 로이유리 열처리 방법은 일면에 금속막이 형성된 유리 플레이트를 이송 장치의 일측에 로딩하는 단계, 이송 장치의 일측에서 타측으로 향하는 이송 방향의 제1 영역에서 제1 온도의 마이크로파를 사용하여 금속막의 표면을 일정 깊이 이하로 선택적으로 1차 열처리하는 단계, 및 마이크로파를 사용하여 열처리하는 단계 이전 또는 이후에, 이송 방향에서 제1 영역의 전단 또는 후단에 위치하는 제2 영역에서 제2 온도의 레이저빔으로 금속막을 선택적으로 열처리하는 단계를 포함한다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*C03C 17/3644* (2013.01)  
*C03C 23/0065* (2013.01)  
*C03C 23/007* (2013.01)  
*B65G 2201/022* (2013.01)  
*Y02P 40/57* (2015.11)

**박재웅**

경기도 안양시 동안구 관악대로275번길 62-8 가든  
빌라 6동 302호

(72) 발명자

**오용수**

서울특별시 은평구 통일로57길 1, 궁전빌라 A동  
102호 (녹번동)

**김현태**

서울특별시 마포구 백범로37길 12 신공덕삼성래미  
안1차아파트 106동 903호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20162010104190
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지기술개발 사업
연구과제명	비강화 로이(Low-E)유리 & 고기밀·단열 창호시스템 개발
기여율	1/1
주관기관	(주)코윈디에스티
연구기간	2016.11.01 ~ 2019.09.30

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

일면에 금속막이 형성된 유리 플레이트를 이송 장치의 일측에 로딩하는 단계;

상기 이송 장치의 일측에서 타측으로 향하는 이송 방향의 제1 영역에서 제1 온도의 마이크로파를 사용하여 상기 금속막을 선택적으로 열처리하는 단계; 및

상기 마이크로파를 사용하여 열처리하는 단계 이전 또는 이후에, 상기 이송 방향에서 상기 제1 영역의 전단 또는 후단에 위치하는 제2 영역에서 제2 온도의 레이저빔으로 상기 금속막을 선택적으로 열처리하는 단계를 포함하는, 로이유리 열처리 방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 마이크로파를 사용하여 열처리하는 단계는, 상기 금속막 표면에서 깊이 1 $\mu$ m까지를 선택적으로 가열하는, 로이유리 열처리 방법.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 마이크로파를 사용하여 열처리하는 단계는, 200 $^{\circ}$ C 내지 500 $^{\circ}$ C의 온도 분위기에서 상기 금속막을 가열하는, 로이유리 열처리 방법.

#### 청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 마이크로파의 주파수는 수 GHz이고, 상기 마이크로파의 폭은 10cm 내지 15cm인, 로이유리 열처리 방법.

#### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 금속막은 은(Ag)을 주성분으로 포함하는, 로이유리 열처리 방법.

#### 청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 금속막의 전도율은 상기 제1 온도에서 구리(Cu)의 전도율보다 큰, 로이유리 열처리 방법.

#### 청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 레이저빔으로 열처리하는 단계는, 상기 이송 방향과 직교하는 라인빔으로 상기 금속막 표면에서 깊이 1 $\mu$ m까지를 선택적으로 가열하는, 로이유리 열처리 방법.

#### 청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 레이저빔으로 열처리하는 단계는, 500 $^{\circ}$ C 내지 650 $^{\circ}$ C의 온도 분위기에서 상기 금속막을 가열하는, 로이유리 열처리 방법.

#### 청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 마이크로파를 사용하거나 상기 레이저빔으로 열처리하는 단계 전에, 상기 이송 방향의 상기 제1 영역의 앞쪽에서 상기 제1 온도보다 낮은 예열 온도로 상기 유리 플레이트 또는 상기 금속막을 예열처리하는 단계를 더 포함하는, 로이유리 열처리 방법.

**청구항 10**

일면에 금속막이 형성된 유리 플레이트를 일측에서 로딩하는 이송 장치;

상기 이송 장치의 상기 일측에서 타측으로 향하는 이송 방향의 제1 영역에 설치되고 제1 온도의 마이크로파를 방출하는 마이크로파 모듈; 및

상기 마이크로파 모듈의 전단 또는 후단에 배치되는 레이저 모듈을 포함하며,

상기 마이크로파 모듈은 상기 금속막의 표면을 상기 마이크로파로 선택적으로 열처리하고,

상기 레이저 모듈은 상기 이송 방향에서 상기 제1 영역 앞단 또는 후단에 위치하는 제2 영역에서 제2 온도의 레이저빔으로 상기 금속막을 선택적으로 열처리하는, 로이유리 열처리 시스템.

**청구항 11**

청구항 10에 있어서,

상기 마이크로파 모듈은, 상기 금속막 표면에서 깊이 1 $\mu$ m까지를 선택적으로 가열하는, 로이유리 열처리 시스템.

**청구항 12**

청구항 11에 있어서,

상기 마이크로파 모듈은, 200 $^{\circ}$ C 내지 500 $^{\circ}$ C의 온도 분위기에서 상기 금속막을 가열하는, 로이유리 열처리 시스템.

**청구항 13**

청구항 12에 있어서,

상기 마이크로파의 주파수는 수 GHz이고, 상기 마이크로파의 폭은 10cm 내지 15cm인, 로이유리 열처리 시스템.

**청구항 14**

청구항 13에 있어서,

상기 금속막은 은(Ag)을 주성분으로 포함하는, 로이유리 열처리 시스템.

**청구항 15**

청구항 14에 있어서,

상기 금속막과 상기 유리 플레이트 사이에는 유전층이 구비되는, 로이유리 열처리 시스템.

**청구항 16**

청구항 10에 있어서,

상기 레이저 모듈은, 상기 이송 방향과 직교하거나 교차하는 방향으로 연장하고 빔폭 1mm 이하인 라인빔으로 상기 금속막을 가열하는, 로이유리 열처리 시스템.

**청구항 17**

청구항 16에 있어서,

상기 레이저 모듈은, 500 $^{\circ}$ C 내지 650 $^{\circ}$ C의 온도 분위기에서 상기 금속막을 가열하는, 로이유리 열처리 시스템.

**청구항 18**

청구항 17에 있어서,

상기 이송 방향을 기준으로 상기 마이크로파 모듈 및 상기 레이저 모듈의 전단에서 상기 제1 온도보다 낮은 예열 온도로 상기 유리 플레이트 또는 상기 금속막을 예열처리하는 예열장치를 더 포함하는, 로이유리 열처리 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명의 실시예들은 로이유리 열처리 방법 및 시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 오늘날 세계 각국은 고유가 시대를 맞아 에너지 문제 해결을 최우선 과제로 선정하고 그에 대한 대비책 마련을 서두르고 있다. 대비책 중 하나는 산업 현장이나 건축물 등 주요 에너지 사용 부문에서 에너지 소실을 줄이고 효율을 높일 수 있는 기술을 통해 에너지 사용량을 절감하는 것이다.

[0003] 건축물에 있어서, 창호(windows and doors)는 벽체에 비해 약 8배 내지 약 10배 이상의 낮은 단열 특성이 있기 때문에 창호를 통한 열손실은 건물 전체의 열손실의 약 25% 내지 약 45%를 차지할 정도로 심각하다.

[0004] 따라서 창호에서의 열손실을 줄이기 위해 로이유리(LOW-Emissivity Glass)가 사용되고 있다. 로이유리는 일반 유리의 일면에 적외선 반사율이 높은 금속막을 코팅한 구조를 가지며, 단층 또는 복층 구조를 가진다. 금속막은 가시광선을 투과시켜 실내의 채광성을 높여주고, 적외선을 반사하여 실내외에서의 열 이동을 감소시켜 실내의 온도 변화를 적게 만들어 준다.

[0005] 로이유리는 코팅 제조방법에 따라 파이롤리틱 방법(pyrolytic process)에 의한 하드로이(hard low-E)와 스퍼터링 공법(sputtering process)에 의한 소프트로이(soft low-E)로 구분할 수 있다.

[0006] 하드로이 제조방법은 플롯 판유리 제조 공정 시 금속용액이나 금속분말을 판유리 상에 분사하여 열적 코팅을 수행한다. 코팅 물질은 보통 금속산화물(예컨대, SnO<sub>2</sub>)의 단일물질이다. 기존의 하드로이 제조방법의 장점은 열적 코팅으로 코팅 경도 및 내구성이 강하여 강화 가공 등의 열처리가 가능하다. 그러나 여러 금속 사용이 제한되어 색상이 단순하고, 코팅막이 탁하다는 단점이 있다.

[0007] 한편, 소프트로이 제조방법은 이미 생산된 플롯 판유리를 별도의 진공 챔버의 금속 타겟판으로 설치하여 은(Ag), 티타늄(Titanium), 스테인리스 스틸(Stainless Steel) 등의 금속을 다층 박막 코팅하여 생산된다. 기존의 소프트로이 제조방법의 장점은 투명도가 높고, 여러 가지 금속 사용을 통해 다양한 색상 구현이 가능하며, 광학 성능 및 열적 성능이 우수한 장점이 있다. 그러나 하드로이와 대비할 때 코팅 경도 및 내구성이 약하고, 복층 유리 제작 시 별도의 에지 스트립핑 처리 설비가 필요한 단점이 있다.

[0008] 이와 같이, 현재 하드로이 제조방법이나 소프트로이 제조방법에 의한 단점을 보완하고 방사 성능이 향상된 로이유리에 대한 새로운 제조 기술이 요구되고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 상술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 창호 시스템에 사용되는 로이유리(low-emissivity glass)의 방사 성능을 효과적으로 향상시키면서 기존 제조방법에 의한 로이유리의 단점을 보완할 수 있는 로이유리 열처리 방법 및 시스템을 제공하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에서는, 일면에 금속막이 형성된 유리 플레이트를 이송 장치의 일측에 로딩하는 단계, 및 이송 장치의 일측에서 타측으로 향하는 이송 방향의 제1 영역에서 제1 온도의 마이크로파를 사용하여 상기 금속막을 선택적으로 열처리하는 단계를 포함하는, 로이유리 열처리 방법이 제공된다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 마이크로파를 사용하여 열처리하는 단계는, 상기 금속막 표면에서 깊이 1 $\mu$ m까지를 선택적으

로 가열할 수 있다.

- [0012] 일실시예에서, 상기 마이크로파를 사용하여 열처리하는 단계는, 200℃ 내지 500℃의 온도 분위기에서 상기 금속막을 가열할 수 있다.
- [0013] 일실시예에서, 상기 마이크로파의 주파수는 수 GHz이고, 상기 마이크로파의 폭은 10cm 내지 15cm일 수 있다.
- [0014] 일실시예에서, 상기 금속막은 은(Ag)을 주성분으로 포함할 수 있다.
- [0015] 일실시예에서, 상기 금속막의 전도율은 상기 제1 온도에서 구리(Cu)의 전도율보다 클 수 있다.
- [0016] 일실시예에서, 로이유리의 열처리 방법은, 상기 마이크로파를 사용하여 열처리하는 단계 이전 또는 이후에, 상기 이송 방향에서 상기 제1 영역 앞이나 뒤에 위치하는 제2 영역에서 상기 제1 온도와 다른 제2 온도의 레이저빔으로 상기 금속막을 선택적으로 열처리하는 단계를 더 포함할 수 있다. 제2 온도는 제1 온도보다 높을 수 있으나 이에 한정되지는 않으며, 배치 관계에 따라 변경될 수 있다.
- [0017] 일실시예에서, 상기 레이저빔으로 열처리하는 단계는, 상기 이송 방향과 직교하는 라인빔으로 상기 금속막 표면에서 깊이 1μm까지를 선택적으로 가열할 수 있다.
- [0018] 일실시예에서, 상기 레이저빔으로 열처리하는 단계는, 500℃ 내지 650℃의 온도 분위기에서 상기 금속막을 가열할 수 있다.
- [0019] 일실시예에서, 로이유리 열처리 방법은, 상기 마이크로파를 사용하거나 레이저빔으로 열처리하는 단계 전에, 상기 이송 방향의 상기 제1 영역의 앞쪽에서 상기 제1 온도보다 낮은 예열 온도로 상기 유리 플레이트 또는 상기 금속막을 예열처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에서는, 일면에 금속막이 형성된 유리 플레이트를 일측에서 로딩하는 이송 장치; 및 상기 이송 장치의 상기 일측에서 타측으로 향하는 이송 방향의 제1 영역에 설치되고 제1 온도의 마이크로파를 방출하는 마이크로파 모듈을 포함하고, 상기 마이크로파 모듈은 상기 마이크로파로 상기 금속막을 선택적으로 열처리하는, 로이유리 열처리 시스템이 제공된다.
- [0021] 일실시예에서, 상기 마이크로파 모듈은, 상기 금속막 표면에서 깊이 1μm까지를 선택적으로 가열할 수 있다. 상기 마이크로파 모듈은, 200℃ 내지 500℃의 온도 분위기에서 상기 금속막을 가열할 수 있다. 상기 마이크로파의 주파수는 수 GHz이고, 상기 마이크로파의 폭은 10cm 내지 15cm일 수 있다.
- [0022] 일실시예에서, 상기 금속막을 은(Ag)을 주성분으로 포함할 수 있다. 그리고 상기 금속막과 상기 유리 플레이트 사이에는 유전층이 구비될 수 있다.
- [0023] 일실시예에서, 로이유리의 열처리 시스템은, 상기 이송 방향에서 상기 제1 영역 앞이나 뒤에 위치하는 제2 영역에 설치되고 상기 제1 온도와 다른 제2 온도의 레이저빔으로 금속막을 선택적으로 열처리하는 레이저 모듈을 더 포함할 수 있다.
- [0024] 일실시예에서, 상기 레이저 모듈은, 상기 이송 방향과 직교하거나 교차하는 방향으로 연장하고 빔폭 1mm 이하인 라인빔으로 상기 금속막을 가열할 수 있다.
- [0025] 일실시예에서, 상기 레이저 모듈은, 500℃ 내지 650℃의 온도 분위기에서 상기 금속막을 가열할 수 있다.
- [0026] 일실시예에서, 로이유리 열처리 시스템은, 상기 이송 방향을 기준으로 상기 마이크로파 모듈 및 레이저 모듈의 전단에서 상기 제1 온도보다 낮은 예열 온도로 상기 유리 플레이트 또는 상기 금속막을 예열처리하는 예열장치를 더 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0027] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시예들에 의하면, 로이유리(low-emissivity glass)의 코팅막을 선택적으로 가열하여 열처리함으로써 로이유리의 방사 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0028] 또한, 유리가 깨지지 않는 조건에서 순간적인 고온 가열을 수행하여 금속막의 손상없이 금속막을 선택적으로 열처리할 수 있다. 아울러, 코팅막을 선택적으로 가열하므로 온도 제어가 용이하고 대면적 유리를 균일하게 열처리할 수 있는 장점이 있다.
- [0029] 또한, 마이크로파를 이용한 가열에 더하여 레이저빔 가열, 예열 또는 이들의 조합을 추가로 수행함으로써 마이

크로파를 이용한 표면 선택 가열을 효과적으로 적용하여 로이유리의 성능을 크게 개선하고 제조공정 상의 기존의 문제점을 해결할 수 있다.

[0030] 즉, 기존의 열풍에 의한 열처리시 제조된 로이유리의 절단 불가의 문제점을 해소할 수 있고, 방사 성능의 조절이 어려운 문제를 해결할 수 있다. 또한, 기존의 플래시 램프(flash lamp)를 이용할 때 발생하는 램프 교체 비용을 절감할 수 있고, 로이유리의 느린 택 타임(tact time) 또는 사이클 타임(cycle time)을 개선할 수 있다. 게다가, 기존의 전자빔(electron beam)을 사용할 때 발생하는 유리 변색 발생을 방지할 수 있고, 상대적으로 높은 에너지 소모량을 줄일 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0031] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 로이유리(Low-Emissivity Glass) 열처리 시스템에 대한 개략적인 구성도이다.

도 2는 도 1의 로이유리 열처리 시스템에 사용되는 마이크로파 모듈의 작동 원리를 설명하기 위한 그래프이다.

도 3은 도 2의 마이크로파 모듈의 열처리 성능을 설명하기 위한 로이유리 HR-TEM 이미지이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템에 채용할 수 있는 로이유리용 유리 플레이트를 설명하기 위한 단면도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템에 대한 개략적인 구성도이다.

도 6은 도 5의 로이유리 열처리 시스템의 일부 구성을 설명하기 위한 글래스 컨벡션 오븐의 예열 장치 부분에 대한 개략적인 횡단면도이다.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템에 채용할 수 있는 레이저 모듈의 작동 상태를 보여주는 도면이다.

도 8은 도 7의 로이유리 열처리 시스템에 채용되는 레이저 모듈의 구성 및 작동 원리를 설명하기 위한 레이저 모듈 부분에 대한 개략적인 횡단면도이다.

도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템에 채용할 수 있는 마이크로파 모듈과 레이저 모듈의 배치 형태를 나타낸 도면이다.

도 10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 로이유리 열처리 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 11은 도 10의 로이유리 열처리 방법에 의해 제조된 로이유리의 방사 성능을 설명하기 위한 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0032] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0033] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0034] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 아니하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0035] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함한다", "가진다" 등과 관련된 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는

이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0036] 또한, 본 명세서에서 오해의 소지가 없는 한 어떤 문자의 첨자가 다른 첨자를 가질 때, 표시의 편의를 위해 첨자의 다른 첨자는 첨자와 동일한 형태로 표시될 수 있다.
- [0037] 본 명세서에서 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 포함한다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 의미와 일치하는 의미로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0038] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0039] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 로이유리(Low-Emissivity Glass) 열처리 시스템에 대한 개략적인 구성도이다.
- [0040] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템(100)은, 이송 장치(20) 및 마이크로파 모듈(30)을 포함한다. 로이유리 열처리 시스템(100)은 마이크로파 모듈(30)이 설치되는 글래스 컨벡션 오븐이나 이에 대응하는 기능을 수행하는 챔버를 포함할 수 있다.
- [0041] 이송 장치(20)는 글래스 컨벡션 오븐이나 챔버에 결합하여 오븐이나 챔버 외부에서 내부로, 다시 내부에서 외부로 유리 플레이트(10)를 이송할 수 있다. 유리 플레이트(10)의 일면에는 금속막이 미리 형성되어 있을 수 있다.
- [0042] 금속막은 로이 코팅층으로 지칭될 수 있고, 금속막의 전도율(또는 도전율)은 마이크로파에 의해 금속막에 형성되는 온도(이하, 제1 온도)에서 구리(Cu)의 전도율보다 클 수 있다. 금속막은 은(Ag)이거나 은(Ag)을 주성분으로 포함할 수 있다.
- [0043] 유리 플레이트(10)는 이송 장치(20)의 일측에서 로딩(loading)되어 이송 장치(20)의 타측으로 예컨대, 제1 방향(D1)으로 이송될 수 있다. 이송 장치(20)는 컨베이어 벨트 형태를 구비할 수 있다.
- [0044] 본 실시예의 로이유리 열처리 시스템(100)에 있어서, 일면에 금속막이 형성되어 있는 유리 플레이트(10)가 이송 장치(20)에 로딩되는 부분은 로딩 존(loading zone, Z0), 마이크로파 모듈(30)이 설치된 부분은 마이크로파 존(microwave zone, Z2), 결정화된 금속막이 형성되어 있는 유리 플레이트(10)를 이송 장치(20)로부터 언로딩하는 부분은 언로딩 존(unloading zone, Z6)로 각각 지칭될 수 있다.
- [0045] 마이크로파 존(Z2)에서 유리 플레이트(10) 상의 금속막의 표면은 온도 분위기 200 ~ 500°C를 형성하는 마이크로파(32)에 의해 선택적으로 가열될 수 있다. 여기서, 마이크로파 모듈(30)은 금속막의 표면에서 깊이 1 $\mu$ m 이하로 금속막이 가열되도록 마이크로파(32)를 제어할 수 있다.
- [0046] 마이크로파(32)의 주파수는 수 GHz일 수 있고, 마이크로파(32)의 폭은 10cm 내지 15cm일 수 있다. 마이크로파(32)의 길이 방향은 제1 방향(D1)과 직교할 수 있고, 마이크로파(32)의 폭은 제1 방향(D1)에서의 웨이브폭(wave width)일 수 있다.
- [0047] 전술한 마이크로파(32)의 주파수나 폭은 금속막의 전도율에 따라 조정될 수 있다. 일례로, 금속막의 전도율이 높으면, 동일한 주파수와 온도에서 금속막의 표면에서의 전도율이 높아 상대적으로 얇은 깊이에서 가열될 수 있다. 즉, 본 실시예에서는 마이크로파 열처리가 금속막의 표면 전류가 급감하기 시작하는 임계치에 대응하는 일정 깊이 이하에서 금속막의 표면을 선택적으로 가열할 수 있도록 마이크로파의 세기나 주파수 혹은 조사폭 등을 결정할 수 있다.
- [0048] 도 2는 도 1의 로이유리 열처리 시스템에 사용되는 마이크로파 모듈의 작동 원리를 설명하기 위한 그래프이다.
- [0049] 도 2를 참조하면, 본 실시예에서 마이크로파 모듈에 의해 가열되는 유리 플레이트 상의 금속막은 공급되는 일정 세기(Pa) 이상의 마이크로파의 출력밀도(power) 또는 에너지에서 표면으로부터 소정 깊이(t1)까지 일정한 표면 전류(surface current)를 가진다.
- [0050] 이러한 특성은 대면적 유리 플레이트를 균일하게 열처리하여 금속막을 결정화하는데 있어서 중요한 인자가 될 수 있다. 즉, 유리 플레이트의 내부열응력이 유리의 파열계수를 초과하지 않도록 유리층의 손상이나 파손을 피



하기에 충분히 균일하면서 단시간에 급속 가열하기 위한 조건으로 사용될 수 있다. 본 실시예에서는 마이크로파 모듈을 사용하여 금속막의 표면에서 깊이 1 $\mu$ m 이하, 바람직하게는 깊이 1 $\mu$ m보다 얇은 깊이로 금속막의 표면을 선택 가열한다. 이때, 금속막은 은(Ag)이거나 은(Ag)을 주성분으로 포함하는 재료일 수 있다.

- [0051] 금속막은 구리(Copper), 금(Gold), 크롬(Chromium), 알루미늄(aluminum), 텅스텐(Tungsten), 아연(zinc), 황동(Brass), 니켈(Nickel), 철(iron), 청동(Bronze), 백금(platinum) 등에서 선택되는 적어도 하나의 물질을 더 함유할 수 있다. 그 경우, 통상 금속막의 전도율이 낮아지게 되어 동일한 마이크로파 표면 선택 가열 조건에서 금속막 표면의 가열 깊이가 깊어지므로, 대면적 유리 플레이트의 균일한 열처리를 위해, 마이크로파에 의한 표면 선택 가열 깊이가 1 $\mu$ m 이하가 되도록 마이크로파의 주파수나 웨이브폭 등의 마이크로파 조사 조건을 조정할 수 있다.
- [0052] 도 3은 도 2의 마이크로파 모듈의 열처리 성능을 설명하기 위한 로이유리 HR-TEM 이미지이다.
- [0053] 본 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템은 유리 표면 흡수율이 높은 마이크로파(microwave)의 특성을 이용하여 유리 플레이트 상의 금속막 표면을 선택적으로 가열한다.
- [0054] 로이유리로 사용하기 위한 유리 플레이트는, 도 3의 고해상도(high resolution, HR) 투과전자현미경(transmission electron microscopy, TEM) 영상으로 나타낸 바와 같이, 유리층(11), 로이층(low-emissivity layer, 12) 및 금속층(13)을 포함할 수 있다. 본 실시예에서 유리층(11)은 유리 기판(glass substrate)으로 지칭될 수 있고, 금속층(13)은 백금(Pt) 층일 수 있다.
- [0055] 이와 같이, 본 실시예에서는 유리 표면 흡수율이 높은 마이크로파의 특성을 이용하여 로이유리용 대면적 유리 플레이트 상의 금속막을 균일하게 결정화할 수 있다.
- [0056] 또한, 금속막의 전도도가 높을수록 표면 선택 가열에 의한 침투 깊이가 감소하므로, 본 실시예에서는 금속막으로서 은(Ag) 또는 은(Ag)을 주성분으로 포함하는 재료를 사용하여 금속막에 대한 마이크로파의 표면 침투깊이를 1 $\mu$ m 이하가 되도록 제어하고, 이를 통해 열처리 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0057] 또한, 로이유리의 제조에 레이저 가공/열처리를 수행하는 경우, 마이크로파 열처리를 레이저빔 열처리 이전에 수행하여 레이저 가공/열처리의 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0058] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템에 채용할 수 있는 로이유리용 유리 플레이트를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0059] 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 유리 플레이트(10)는 유리층(11), 유리층 상의 로이층(12), 및 로이층 상의 금속막(13)을 포함할 수 있다. 금속막(13)은 열처리 이후에 결정화될 수 있다. 로이층(12)은 산화아연 등으로 형성될 수 있고, 금속막(13)은 은(Ag)으로 형성될 수 있다.
- [0060] 또한, 유리 플레이트(10)는 유리층(11)과 로이층(12) 사이에 제1 유전체(14)를 더 포함할 수 있다. 제1 유전체(14)는 산화티타늄 등의 재료로 형성될 수 있고, 제1 유전체층으로 지칭될 수 있다.
- [0061] 또한, 유리 플레이트(10)는 유리층(11) 상부 측에서 금속층(13) 상에 다른 로이층(15)을 더 포함할 수 있고, 다른 로이층(15) 상에는 제2 유전체(16)가 적층될 수 있다. 제2 유전체(16)는 질화실리콘 등의 질화막으로 형성될 수 있다.
- [0062] 본 실시예에 의하면, 금속막(13)을 마이크로파 모듈을 사용하여 효과적으로 결정화할 수 있고, 그에 의해 로이유리의 제조 효율을 향상시키고, 제조된 로이유리의 성능을 높일 수 있다. 로이유리의 성능은 반사 성능을 포함한다.
- [0063] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템에 대한 개략적인 구성도이다.
- [0064] 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템(100A)은, 이송 장치(20), 마이크로파 모듈(30) 및 예열 장치(preheater, 40)를 포함한다. 로이유리 열처리 시스템(100A)은 예열 공정을 미리 수행함으로써 유리 플레이트(10) 상의 금속막을 마이크로파로 표면 선택 가열하는 효과를 높일 수 있다.
- [0065] 예열 장치(40)는 이송 장치(20)의 일측에 배치될 수 있다. 이송 장치(20) 상에서 예열 장치(40)가 배치되는 부분 또는 예열 공정이 수행되는 부분은 예열 존(preheater zone, Z1)으로 지칭될 수 있다. 예열 존(Z1)은 로딩 존 다음에 위치하거나 로딩 존의 대부분과 중첩되도록 배치될 수 있다.
- [0066] 예열 온도는 마이크로파 열처리의 온도(제1 온도)보다 낮은 온도일 수 있다. 예열 온도는 약 200 $^{\circ}$ C 이하일 수

있고, 금속막 상에서의 온도일 수 있다.

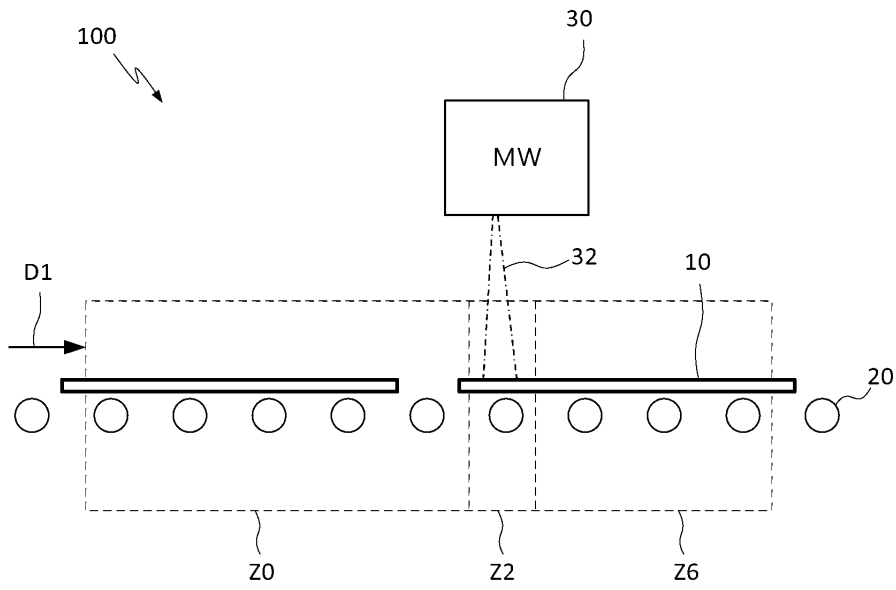
- [0067] 예열 장치(40)는 열풍 장치, 히터 등으로 설치될 수 있다. 예열 장치(40)를 이용하면, 표면에 금속막이 형성되어 있는 유리 플레이트(10) 전체를 가열할 수 있다. 예열은 유리 플레이트(10)가 깨지지 않는 조건에서 다양한 방법을 수행될 수 있다. 다만, 예열 분위기나 조건은 마이크로파 열처리 전에 금속막을 약 200℃ 정도로 예열한다면 특별히 한정되지 않는다.
- [0068] 예열 공정 후에 마이크로파 존(Z2)에서 마이크로파(32)로 유리 플레이트(10) 상의 금속막 표면을 선택적으로 가열한 후, 서냉 존(slow cooling zone, Z4)에서 유리 플레이트와 결정화된 금속막을 서서히 냉각시킬 수 있다.
- [0069] 도 6은 도 5의 로이유리 열처리 시스템의 일부 구성을 설명하기 위한 글래스 컨벡션 오븐의 예열 장치 부분에 대한 개략적인 횡단면도이다.
- [0070] 도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템은 글래스 컨벡션 오븐(glass convection oven)을 포함할 수 있다. 글래스 컨벡션 오븐은 프레임(80)과 프레임(80) 상에 고정되는 챔버(90)를 포함할 수 있다. 챔버(90)는 진공 챔버를 포함할 수 있다.
- [0071] 챔버(90)의 상부에는 열풍 장치가 설치될 수 있다. 열풍 장치는 히터(41), 송풍기(42) 및 히터(41)와 송풍기(42)를 챔버(90)의 내부 공간과 유체소통 가능하게 연결하는 배관(43)을 구비할 수 있다.
- [0072] 챔버(90)에는 이송 장치가 결합될 수 있다. 이송 장치는 유리 플레이트(10)의 이송 방향과 직교하는 방향으로 챔버(90)를 관통하는 회전축(22), 회전축(22)에 결합하여 회전하는 롤러(23), 및 회전축(22)에 구동력을 제공하는 모터(25)를 포함할 수 있다. 모터(25)는 챔버(90)의 외측 일면에 배치될 수 있다.
- [0073] 전술한 글래스 컨벡션 오븐은 하단에 설치된 바퀴에 의해 이동 가능하게 구성될 수 있다.
- [0074] 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 로이유리(Low-Emissivity Glass) 열처리 시스템에 대한 개략적인 구성도이다.
- [0075] 도 7을 참조하면, 본 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템(100H)은, 이송 장치(20), 마이크로파 모듈(30) 및 레이저 모듈(50), 미러(61, 62) 및 카메라(70)를 포함한다. 로이유리 열처리 시스템(100H)은 유리 플레이트(10) 상의 금속막을 마이크로파로 표면 선택 방식으로 열처리한 후 레이저빔으로 다시 표면 선택 방식으로 열처리하여 금속막을 효과적으로 결정화하고, 이를 통해 금속막 또는 금속막을 포함하는 로이유리의 방사 성능을 크게 향상시킨다.
- [0076] 레이저 모듈(50)은 금속막에서의 열처리 온도가 약 500℃ 내지 약 650℃가 되도록 작동할 수 있다. 레이저 모듈(50)은 유리 플레이트(10)의 이송 방향의 반대 방향으로 경사지게 레이저빔(52)를 조사할 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 이송 방향으로 경사지게 레이저빔을 조사하도록 배치될 수 있다. 물론, 구현에 따라서는 이송 방향과 이송 방향의 반대 방향으로 경사지게 레이저빔을 각각 방출하는 복수의 레이저 모듈들이 사용될 수 있다.
- [0077] 또한, 레이저빔(52)에 의한 열처리 효율을 높이기 위해, 레이저빔(52)을 다시 유리 플레이트(10) 상의 금속막으로 반사시키는 미러가 설치될 수 있다.
- [0078] 미러는 제1 미러(61)와 제2 미러(62)를 포함할 수 있다. 제1 미러(61)는 유리 플레이트(10)의 하부에 설치되고, 레이저 모듈(50)에서 유리 플레이트(10)를 통과하여 진행하는 레이저빔(52)을 반사할 수 있다. 제2 미러(62)는 제1 미러(61)에서 반사되는 레이저빔을 다시 유리 플레이트(10)로 반사할 수 있다. 이러한 반사 구조에 의하면, 레이저빔은 적어도 1회 이상의 지그재그 형상의 진행 경로를 갖고 유리 플레이트(10)를 복수회 관통할 수 있다.
- [0079] 레이저빔(52)은 유리 플레이트(10)의 주면 또는 상부면과 평행하고 유리 플레이트(10)의 이송 방향(D1)과 직교하는 방향으로 연장하는 라인빔 형태를 가질 수 있다. 고출력 대형 라인빔(레이저빔)을 사용하면, 대면적 유리 플레이트를 효과적으로 균일하게 열처리할 수 있다.
- [0080] 카메라(70)는 서냉 존(Z4)을 통과하여 나오는 유리 플레이트(10) 상의 결정화된 금속막을 모니터링하기 위한 것이다. 카메라(70)는 모니터링 시스템의 일부 구성으로서 모니터링 시스템의 모니터에 유선 또는 무선 네트워크를 통해 연결될 수 있다.
- [0081] 카메라(70)와 모니터는 모니터링 시스템의 일례로 결정화된 금속막의 상태나 유리 플레이트(10)의 열처리 상태를 확인할 수 있는 수단이나 이러한 수단에 상응하는 기능을 수행하는 구성이라면 특별히 한정되지 않는다.

- [0082] 이송 장치(20)의 타단측에서 모니터링 공정을 수행하는 부분을 모니터링 존(monitoring zone, Z5)으로 지칭할 수 있다. 모니터링 존(Z5)의 적어도 일부는 언로딩 존과 중첩될 수 있다.
- [0083] 도 8은 도 7의 로이유리 열처리 시스템에 채용되는 레이저 모듈의 구성 및 작동 원리를 설명하기 위한 레이저 모듈 부분에 대한 개략적인 횡단면도이다.
- [0084] 도 8을 참조하면, 본 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템에 채용되는 레이저 모듈(50)은 판유리 생산 라인의 속도를 고려하여 구성될 수 있다.
- [0085] 레이저 모듈(50)은 다수의 레이저 헤드를 포함하거나 레이저 다이오드 어레이를 포함할 수 있다. 레이저 모듈(50)은 유리 플레이트(10)에서 일정 거리(L1) 이격 배치될 수 있다. 이격 거리는 약 250mm 내지 약 300mm일 수 있다.
- [0086] 레이저빔(52)은 레이저 모듈(50)에서 유리 플레이트(10) 또는 제1 미러(61)로 가면서 라인빔의 길이 방향(D2)에서 전체적으로 빔폭이 증가되는 형태를 구비할 수 있다. 라인빔의 빔폭은 1mm일 수 있다.
- [0087] 진술한 빔폭의 라인빔을 이용하면, 일정 생산 속도 혹은 이송 속도를 가진 대형 유리 플레이트의 이송 장치상에서 레이저빔에 의한 금속막 표면의 선택 가열을 균일하게 수행할 수 있는 장점이 있다. 이송 속도는 50mm/s 내지 150mm/s일 수 있다.
- [0088] 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템에 채용할 수 있는 마이크로파 모듈과 레이저 모듈의 배치 형태의 변형예를 나타낸 도면이다.
- [0089] 도 9를 참조하면, 본 실시예에 따른 로이유리 열처리 시스템(100K)은, 이송 장치(20), 마이크로파 모듈(30) 및 레이저 모듈(50), 미러(61, 62) 및 카메라(70)를 포함한다. 로이유리 열처리 시스템(100K)은 유리 플레이트(10) 상의 금속막을 레이저 모듈(50)을 통해 표면 선택 방식으로 열처리하고 마이크로파 모듈(30)을 통해 표면 선택 방식으로 열처리하여 금속막을 효과적으로 결정화하고, 이를 통해 금속막 또는 금속막을 포함하는 로이유리의 방사 성능을 크게 향상시킨다.
- [0090] 레이저 모듈(50)은 금속막에서의 열처리 온도가 약 500℃ 내지 약 650℃가 되도록 작동할 수 있다. 레이저 모듈(50)은 유리 플레이트(10)의 이송 방향의 반대 방향으로 경사지게 레이저빔(52)을 조사할 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 이송 방향으로 경사지게 레이저빔을 조사하도록 배치될 수 있다. 물론, 구현에 따라서는 이송 방향과 이송 방향의 반대 방향으로 경사지게 레이저빔을 각각 방출하는 복수의 레이저 모듈들이 사용될 수 있다.
- [0091] 이와 같이, 본 실시예에 의하면, 적어도 하나 이상의 마이크로파 모듈(30)과 적어도 하나 이상의 레이저 모듈(50)을 조합하여 금속막의 열처리 온도를 제어할 수 있다. 이러한 방법에 의하면, 금속막을 표면 선택적으로 고온 열처리할 수 있어 금속막의 효과적인 결정화가 가능하다.
- [0092] 도 10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 로이유리 열처리 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0093] 도 10을 참조하면, 본 실시예에 따른 로이유리 열처리 방법은 마이크로파 모듈을 사용하여 유리 플레이트 상의 금속막의 표면에서 일정 두께 부분만을 선택적으로 가열하는 주요 공정에 더하여 열풍 장치, 히터 등을 사용한 예열 과정이나 레이저빔을 사용한 2차적인 선택 표면 열처리 공정을 추가로 포함할 수 있다.
- [0094] 본 실시예에서는 열풍에 의한 예열, 마이크로파에 의한 표면 선택 열처리 및 레이저빔에 의한 표면 선택 열처리를 기재된 순서대로 수행하는 경우를 중심으로 설명하기로 한다.
- [0095] 먼저, 유리 플레이트를 이송 장치의 일측에 로딩할 수 있다(S121). 유리 플레이트의 일면에는 금속막이 배치될 수 있다. 금속막은 분사, 도포, 스퍼터링 등의 방법을 통해 유리 플레이트 상에 미리 형성될 수 있다. 이송 장치는 50mm/s 내지 150mm/s의 이송 속도로 유리 플레이트를 이송할 수 있다.
- [0096] 다음, 마이크로파 존(microwave zone)에서 마이크로파를 이용하여 유리 플레이트 상의 금속막의 표면을 1 $\mu$ m 미만의 깊이로 선택적으로 가열할 수 있다(S123). 마이크로파에 의해 가열된 금속막은 결정화될 수 있다.
- [0097] 다음, 레이저 미러 존(laser mirror zone)에서 레이저빔을 이용하여 금속막의 표면을 2차로 선택적으로 가열할 수 있다(S124). 레이저빔에 의해 가열된 금속막은 결정화될 수 있다.
- [0098] 다음, 서냉 존(slow cooling zone)에서 열교환기를 통해 유리 플레이트 또는 금속막을 서서히 냉각할 수 있다(S125).

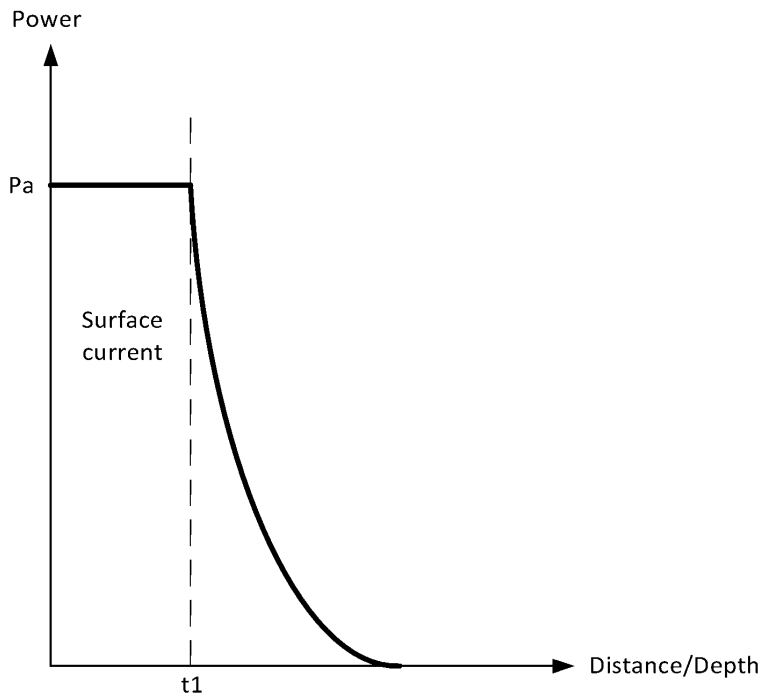
- [0099] 다음, 결정화된 금속막이 형성된 유리 플레이트(이하, 로이유리 또는 로이유리 반제품)를 이송 장치에서 언로딩할 수 있다(S126).
- [0100] 본 실시예에 의하면, 유리 플레이트 상의 금속막을 열풍 장치로 예열하고 마이크로파로 1차 가열하고, 레이저빔으로 2차 가열하여 방사 성능이 우수한 로이유리를 제조할 수 있다. 즉, 유리 플레이트 상의 금속막 표면에 대한 선택적 가열에 의해 로이 코팅층의 손상없이 로이 코팅층 상의 금속막을 결정화할 수 있다.
- [0101] 한편, 본 실시예에 있어서, 마이크로파를 이용하여 금속막 표면을 선택적으로 열처리하는 단계(S123)는 레이저빔으로 금속막 표면을 선택적으로 열처리하는 단계(S124) 이전에 수행되는 것으로 한정되지 않고, 레이저빔을 이용한 열처리 단계 이후에 수행될 수 있다. 그 경우, 마이크로파 모듈과 레이저 모듈의 배치 관계에 따라 마이크로파에 의한 금속막 표면의 온도(제1 온도)를 기준으로 하는 레이저빔에 의한 금속막 표면의 온도(제2 온도)는 제1 온도보다 높은 것이 바람직하다. 다만, 모듈들의 배치나, 금속막의 재료, 두께 등의 공정 조건에 따라 레이저 모듈에 의한 금속막 표면의 온도는 제1 온도보다 낮을 수 있다. 일례로, 복수의 레이저 모듈들이 마이크로파 모듈의 전후에 각각 설치될 수 있으며, 그 경우, 복수의 레이저 모듈들은 서로 다른 금속막 표면 온도에서 동작하도록 제어될 수 있다.
- [0102] 또한, 본 실시예에 있어서, 마이크로파를 사용하여 열처리하는 단계(S123) 및 레이저빔으로 열처리하는 단계(S124) 전단에는 예열 존(preheating zone)에서 열풍 장치를 통해 유리 플레이트, 금속막 또는 이들 모두를 예열하는 단계(S122)를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 마이크로파 모듈이나 레이저 모듈에 의한 상대적으로 높은 온도로 금속막을 급속 가열할 때, 예열처리를 통해 금속막의 열확산 또는 열분산을 효과적으로 도울 수 있는 장점이 있다.
- [0103] 도 11은 도 10의 로이유리 열처리 방법에 의해 제조된 로이유리의 방사 성능을 설명하기 위한 그래프이다.
- [0104] 본 실시예에 따른 로이유리 열처리 방법(G1)은 예열용 열풍, 마이크로파 및 레이저빔의 복합 에너지를 기재된 순서대로 일정 조건하에서 사용함으로써 로이유리의 금속막을 효과적으로 결정화하고 그에 의해 금속막을 방사 성능을 크게 향상시킬 수 있다.
- [0105] 도 11에 도시한 바와 같이, 본 실시예의 로이유리 열처리 방법(G1)은 기존의 레이저 가공에 의한 로이유리 열처리 방법(G2)에 비해 방사율을 500℃에서 약 28% 정도, 650℃에서 약 36% 정도를 향상시킬 수 있다.
- [0106] 한편, 기존의 다른 열처리 방법으로서, 레이저 가공에 적외선 램프나 열풍을 추가로 사용할 수 있으나, 그러한 경우에도 본 실시예의 경우와 같이 현저한 효과를 보기 어렵다.
- [0107] 이와 같이 열풍과 마이크로파 및 레이저빔을 이용한 복합 에너지를 사용하는 급속 선택형 열처리(rapid selective thermal processing, RSTP) 방법 및 시스템에 의하면, 로이유리의 금속막에 대한 열처리에서 온도 분위기 600℃ 내지 700℃를 효과적으로 실현할 수 있고, 그에 의해 로이유리의 열처리 공정에 대한 효율을 높이고, 유리층이나 로이층의 손상없이 초고효율 대면적 로이유리의 균일한 금속막 열처리를 손쉽게 달성할 수 있는 장점이 있다. 초고효율 대면적 로이유리는 250mm 단열, 사이즈 800mm×1600mm 이상의 유리 패넬을 포함할 수 있다.
- [0108] 한편, 전술한 실시예에서 마이크로파를 이용한 열처리는 유도 코일이나 가열체(mold insert)를 이용하는 인덕션 히터(induction heater)에 의한 열처리로 대체가능하다. 이러한 인덕션 히팅 방법은 전도율 대신에 재료의 전기저항률(electrical resistivity)이나 상대 투자율(relative magnetic permeability)에 따른 표면 선택 가열을 수행할 수 있다. 전기저항률은 단위 길이를 갖는 물체 또는 어떤 물체의 단위 용적의 전기저항을 지칭할 수 있다. 재료의 상대투자율은 순수 재료의 투자율을 진공의 투자율로 나눈 값으로, 구리의 상대투자율을 1로 기준으로 하여 계산될 수 있다.
- [0109] 즉, 인덕션 히팅은 금속막의 단위 면적을 수직으로 지나는 자기력선의 수로 표시되는 자력선속밀도(자속밀도)를 제어하여 금속막의 표면에서 1μm 이하로 선택 가열하도록 구현될 수 있다. 인덕션 히팅을 위한 인덕션 히터는 마이크로파 모듈에 비해 금속막에 근접하게 배치될 수 있다.
- [0110] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

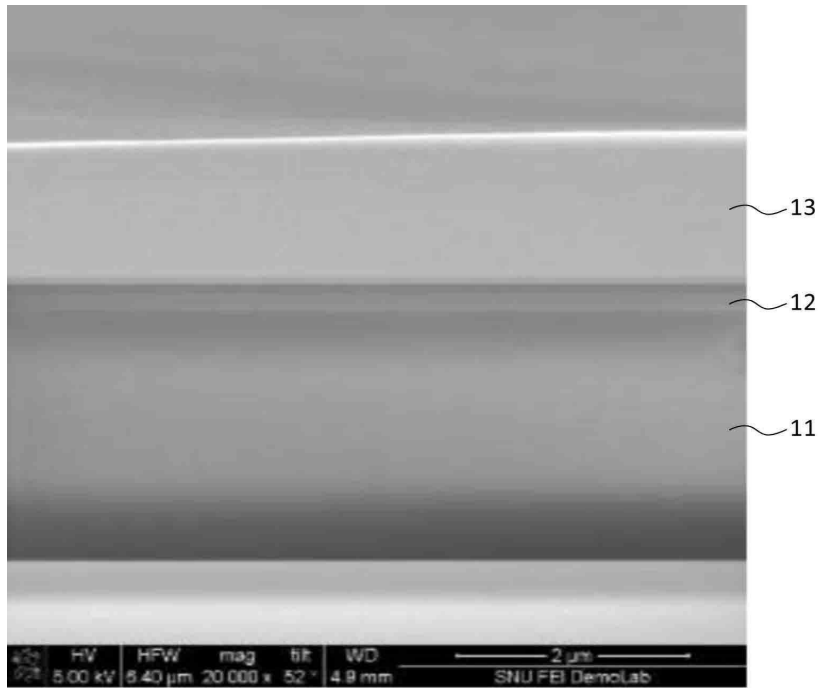
도면1



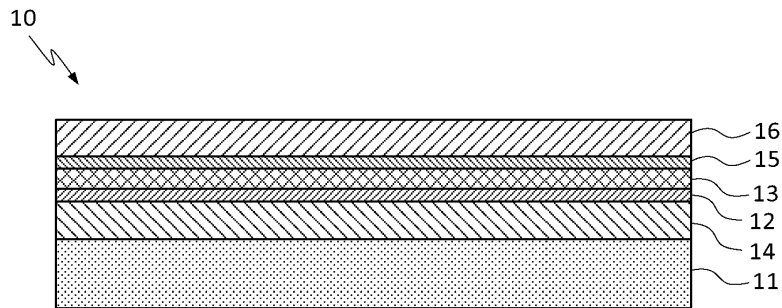
도면2



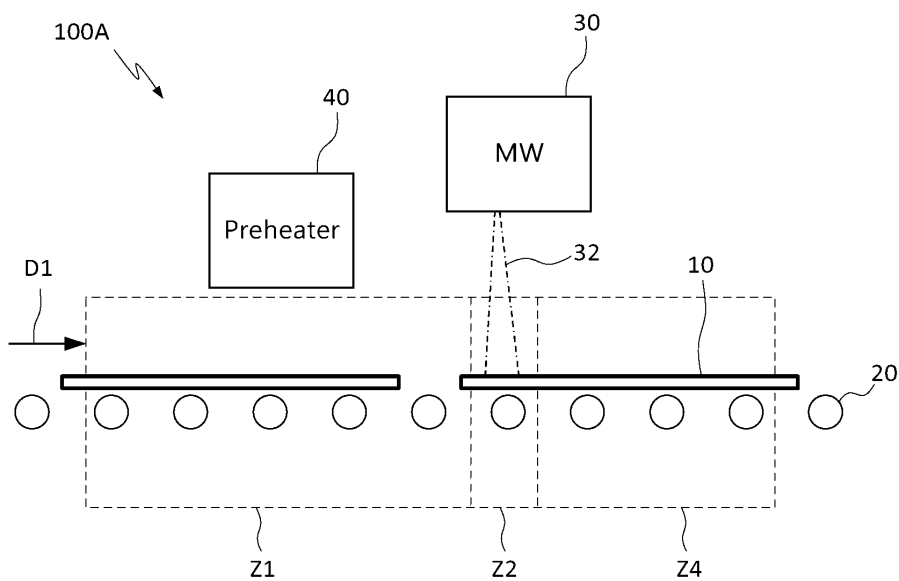
도면3



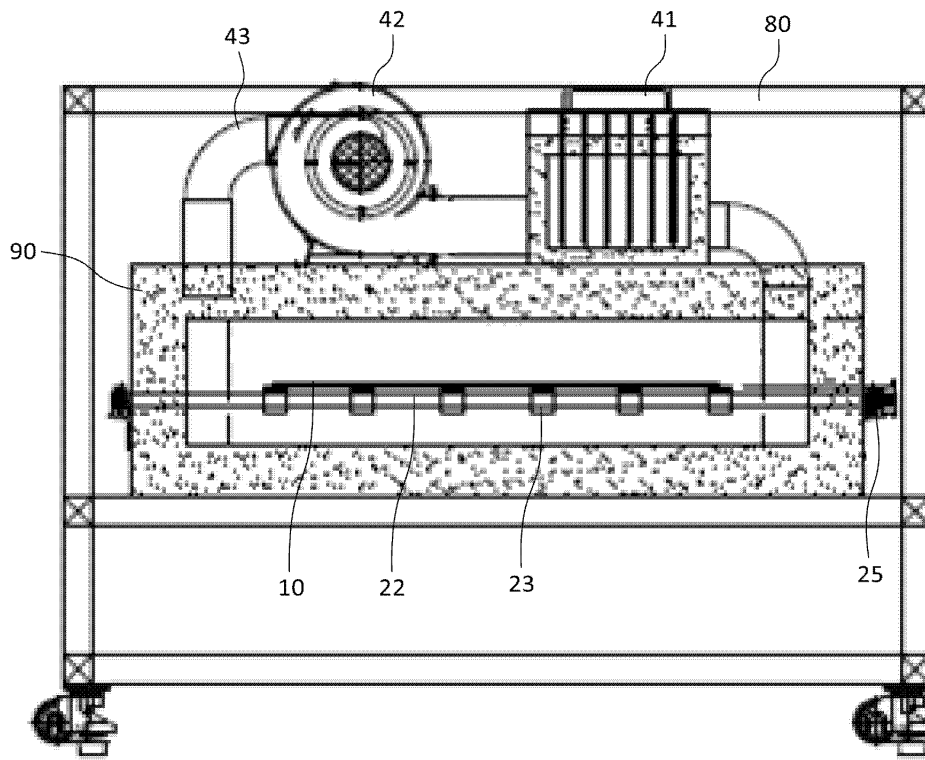
도면4



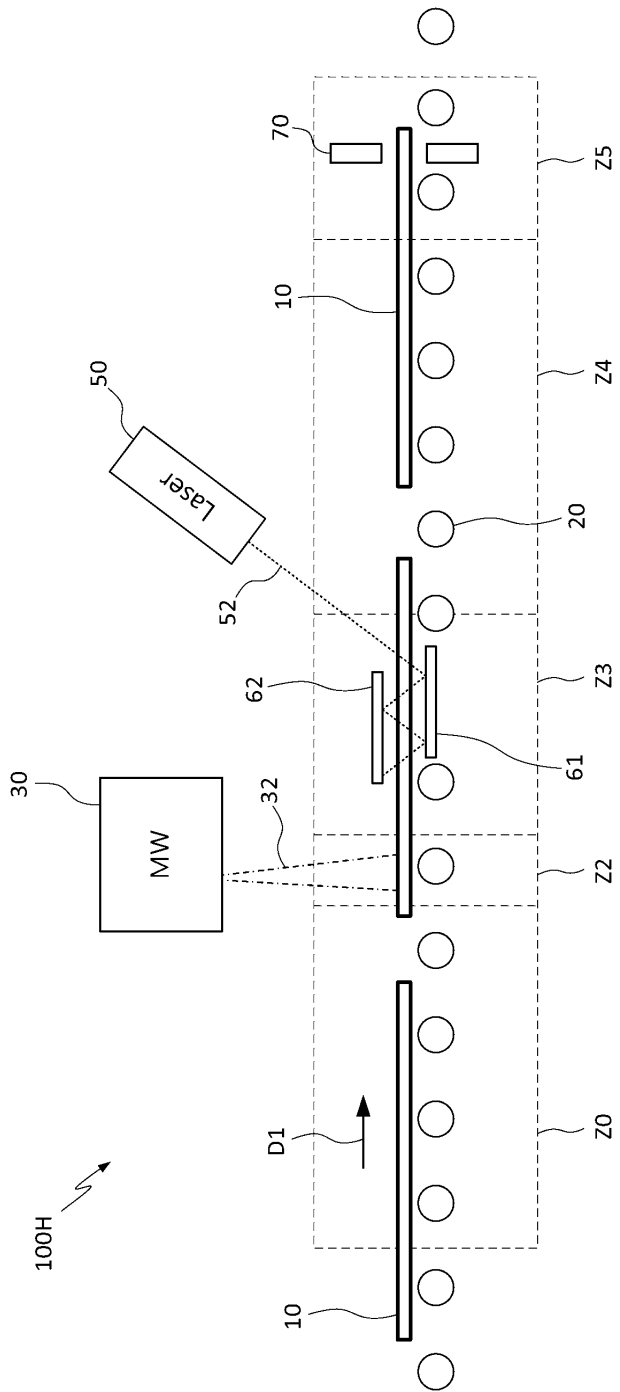
도면5



도면6

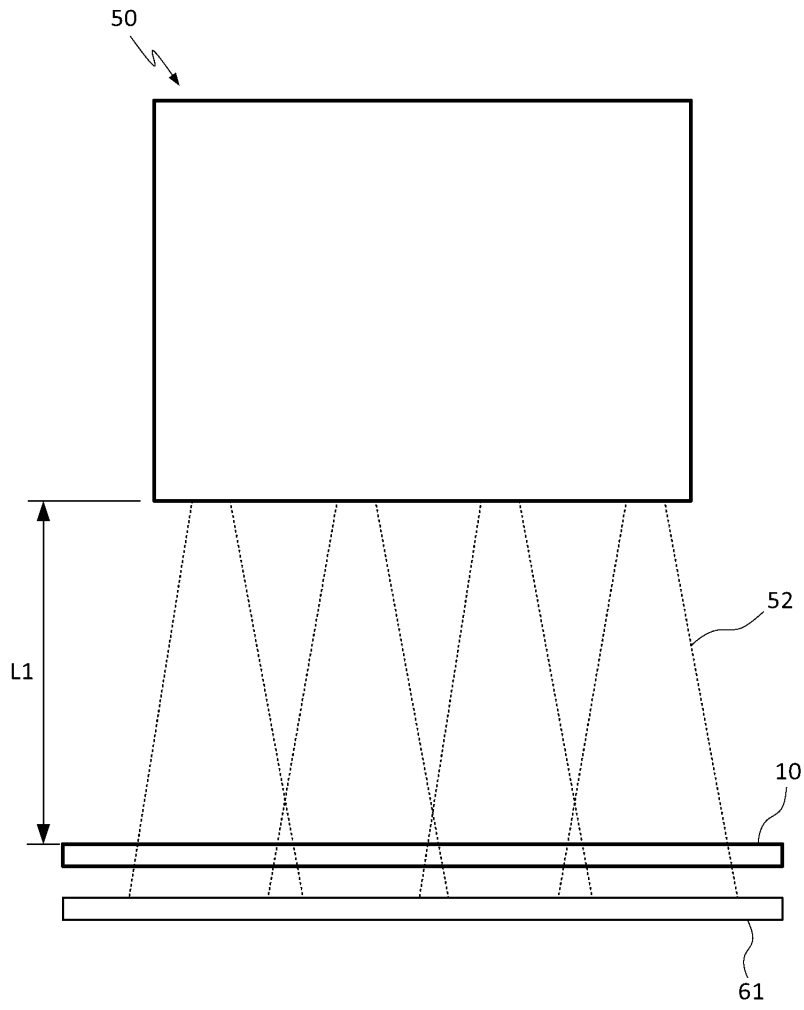


도면7

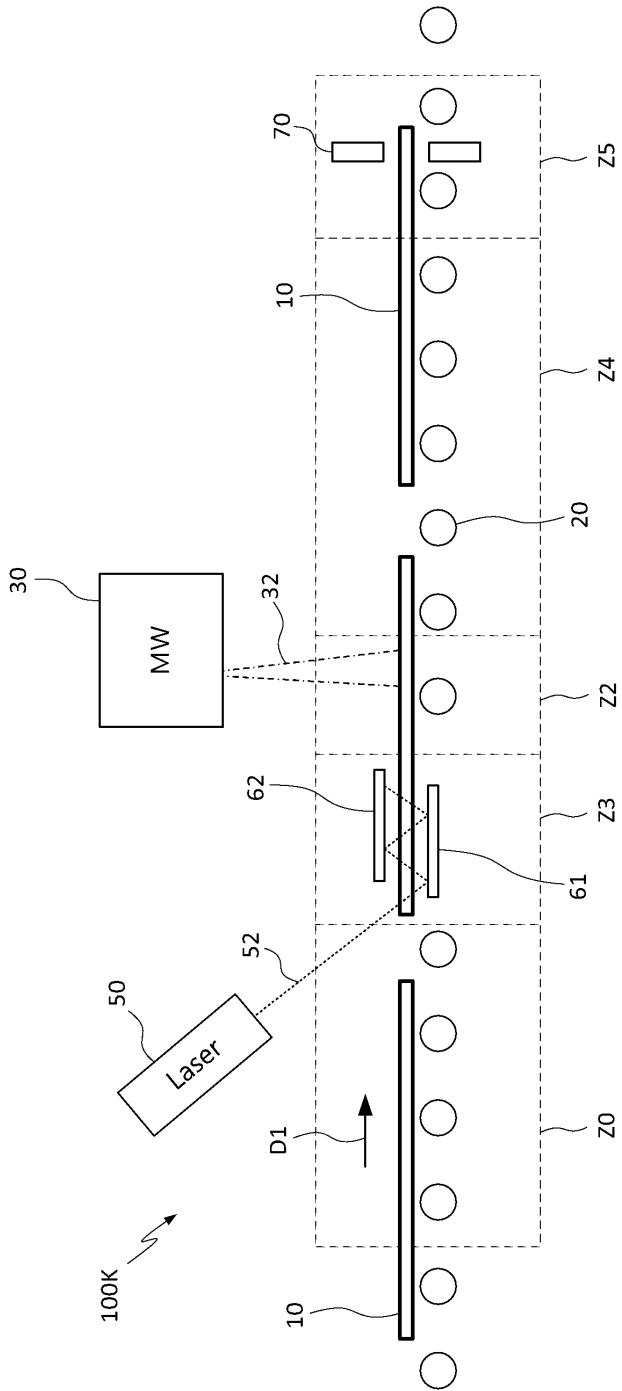




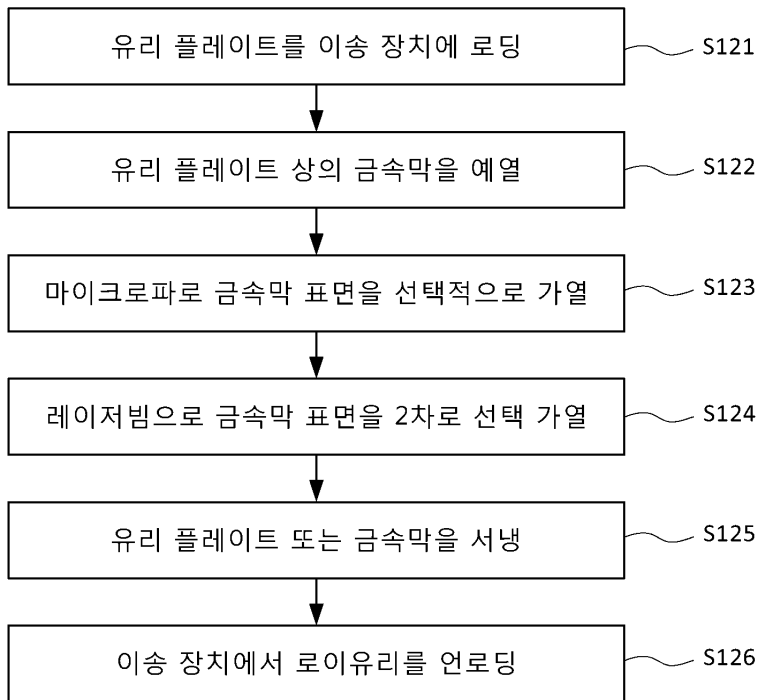
도면8



도면9



도면10



도면11

