



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2014-0136447  
 (43) 공개일자 2014년11월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B24B 9/10* (2006.01) *B24B 1/00* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7025582
- (22) 출원일자(국제) 2013년02월28일  
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2014년09월12일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/028129
- (87) 국제공개번호 WO 2013/130688  
 국제공개일자 2013년09월06일
- (30) 우선권주장  
 13/721,557 2012년12월20일 미국(US)  
 61/604,863 2012년02월29일 미국(US)

- (71) 출원인  
**코닝 인코포레이티드**  
 미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자
- (72) 발명자  
**쇼레이, 에릭 브루스**  
 미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 웨스트 힐 테라스 125  
**스트롱, 다니엘 듀안**  
 미국, 뉴욕 14841, 헥터, 5785 카운티 로드 4  
**타마로, 데이비드 에이.**  
 미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 해밀턴 씨클 181
- (74) 대리인  
**청운특허법인**

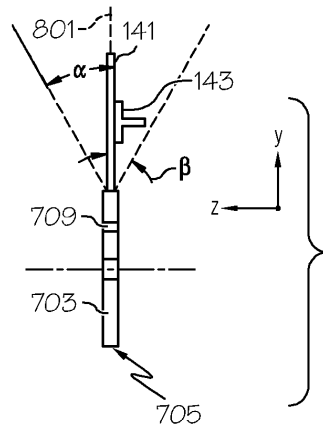
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **자기유변 연마에 의한 재료 시트의 연마 방법**

**(57) 요약**

유리 시트와 같은 재료 시트를 연마하는 방법은 자기유변 연마에 의해 재료 시트의 에지부를 연마하는 단계를 포함한다. 일 예에 있어서, 제1면과 제2면간 재료 시트의 평균 두께는 50 μm 내지 약 500 μm이다. 다른 예에 있어서, 상기 방법은 본질적으로 단일의 자기유변 연마 단계 동안 전체 에지부가 제1면과 제2면간 형성되도록 자기유변 연마에 의해 유리 시트의 에지부를 연마하는 단일의 단계로 이루어진다.

**대표도** - 도8



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

(I) 제1면 및 제2면을 구비하고, 상기 제1면과 제2면간 평균 두께가 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$ 인 재료 시트를 제공하는 단계; 및

(II) 자기유변 연마에 의해 상기 재료 시트의 에지부를 연마하는 단계를 포함하는, 재료 시트 연마 방법.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

단계 (I)는 유리 시트로서 재료 시트를 제공하는, 재료 시트 연마 방법.

### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

단계 (I)는 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 300  $\mu\text{m}$ 의 재료 시트의 평균 두께를 제공하는, 재료 시트 연마 방법.

### 청구항 4

청구항 3에 있어서,

단계 (I)는 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 200  $\mu\text{m}$ 의 재료 시트의 평균 두께를 제공하는, 재료 시트 연마 방법.

### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

단계 (I)는 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 150  $\mu\text{m}$ 의 재료 시트의 평균 두께를 제공하는, 재료 시트 연마 방법.

### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

단계 (I)는 수직 축에 대해 약 + 45° 에서 약 - 45° 까지의 각도 범위 내에서 미리 결정된 방위로 평면을 따라 위치된 재료 시트를 제공하는, 재료 시트 연마 방법.

### 청구항 7

청구항 6에 있어서,

재료 시트의 미리 결정된 방위는 단계 (II) 동안 유지되는, 재료 시트 연마 방법.

### 청구항 8

청구항 1에 있어서,

단계 (I)는 제1면과 제2면간 재료 시트의 주변부를 따라 확장하는 에지부를 제공하는, 재료 시트 연마 방법.

### 청구항 9

청구항 1에 있어서,

단계 (II) 전에 에지부를 강화하는 단계를 더 포함하는, 재료 시트 연마 방법.

### 청구항 10

청구항 1에 있어서,

단계 (II) 전에 에지부를 제공하기 위해 재료 시트를 분리하는 단계를 더 포함하는, 재료 시트 연마 방법.

**청구항 11**

청구항 10에 있어서,  
분리의 단계는 단계 (I) 후에 수행되는, 재료 시트 연마 방법.

**청구항 12**

청구항 10에 있어서,  
분리의 단계 후 및 단계 (II) 전에 에지부를 강화하는 단계를 더 포함하는, 재료 시트 연마 방법.

**청구항 13**

청구항 1에 있어서,  
단계 (II) 전에 에지부를 제공하기 위해 재료 시트를 에징하는 단계를 더 포함하는, 재료 시트 연마 방법.

**청구항 14**

청구항 13에 있어서,  
에징의 단계는 단계 (I) 후에 수행되는, 재료 시트 연마 방법.

**청구항 15**

청구항 13에 있어서,  
재료 시트의 에징의 단계 전에 재료 시트를 분리하는 단계를 더 포함하는, 재료 시트 연마 방법.

**청구항 16**

청구항 13에 있어서,  
에징의 단계 후 및 단계 (II) 전에 에지부를 강화하는 단계를 더 포함하는, 재료 시트 연마 방법.

**청구항 17**

제1면과 제2면간 유리 시트의 주변부를 따라 확장하는 에지부를 구비한 제1면 및 제2면을 갖춘 유리 시트의 에지부를 연마하는 방법으로서,  
상기 방법은, 본질적으로 단일의 자기유변 연마 단계 동안 전체 에지부가 상기 제1면과 제2면간에 형성되도록 자기유변 연마에 따라 상기 유리 시트의 에지부를 연마하는 단일의 단계로 이루어지는, 유리 시트의 에지부 연마 방법.

**청구항 18**

유리 시트의 에지부를 연마하는 방법으로서,  
상기 방법은, 본질적으로 (I) 제1면 및 제2면을 구비하고, 상기 제1면과 제2면간 평균 두께가 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$ 인 유리 시트를 제공하는 단계; 및 (II) 자기유변 연마에 의해 상기 유리 시트의 에지부를 연마하는 단계로 이루어지는, 유리 시트의 에지부 연마 방법.

**청구항 19**

청구항 18에 있어서,  
단계 (II) 중에, 그 전체 에지부는 단일의 자기유변 연마 단계 동안 제1면과 제2면간 형성되는, 유리 시트의 에지부 연마 방법.

**청구항 20**

청구항 18에 있어서,

단계 (I)는 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 150  $\mu\text{m}$ 의 유리 시트의 평균 두께를 제공하는, 유리 시트의 에지부 연마 방법.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 출원은 35 U.S.C. § 119 하에 2012년 2월 29일 출원된 미국 가출원 제61/604,863호, 및 35 U.S.C. § 120 하에 2012년 12월 20일 출원된 미국 출원 제13/721,557호를 우선권 주장하고 있으며, 상기 특허 문헌들의 내용은 참조를 위해 본 발명에 모두 포함된다.

[0002] 본 발명은 통상 재료 시트를 연마하는 방법에 관한 것으로, 특히 자기유변 연마(magnetorheological finishing)에 의해 재료 시트의 에지부를 연마하는 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

[0003] 다양한 기술들에 의해 표시-양호 유리 시트와 같은 재료 시트를 생산하는 것은 공지되어 있다. 일단 형성되면, 유리 시트는 통상 그 유리 시트로부터 에지부를 다듬기 위해 그리고/또 특정 애플리케이션에 채용하기 위해 유리 시트의 크기를 재조정하기 위해 분리된다. 통상 분리 공정은 크래킹(cracking)에 취약한 원하지 않는 거칠고/날카로운 에지부를 야기할 수 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 자기유변 연마에 의해 재료 시트의 에지부를 연마하는 방법을 제공하기 위한 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0005] 이제 예시의 실시예들이 나타난 수반된 도면들을 참조하여, 이하 예들을 좀더 충분히 기술할 것이다. 가능하면, 도면 전체 걸쳐 동일한 또는 유사한 부품들에는 동일한 참조부호가 사용된다. 그러나, 형태들은 많은 다른 형태로 실시되며, 본원에 기술된 실시예들로 한정하지는 않는다.

[0006] 일 형태에 있어서, 재료 시트를 연마하는 방법은 제1면 및 제2면을 구비하고, 상기 제1면과 제2면간 평균 두께가 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$ 인 재료 시트를 제공하는 단계 (I)를 포함한다. 상기 방법은 자기유변 연마에 의해 상기 재료 시트의 에지부를 연마하는 단계 (II)를 더 포함한다.

[0007] 상기 형태의 일 예에 있어서, 단계 (I)는 유리 시트로서 재료 시트를 제공한다.

[0008] 상기 형태의 다른 예에 있어서, 단계 (I)는 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 300  $\mu\text{m}$ 의 재료 시트의 평균 두께를 제공한다.

[0009] 상기 형태의 다른 예에 있어서, 단계 (I)는 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 200  $\mu\text{m}$ 의 재료 시트의 평균 두께를 제공한다.

[0010] 상기 형태의 또 다른 예에 있어서, 단계 (I)는 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 150  $\mu\text{m}$ 의 재료 시트의 평균 두께를 제공한다.

[0011] 상기 형태의 또 다른 예에 있어서, 단계 (I)는 수직 축에 대해 약 + 45° 에서 약 - 45° 까지의 각도 범위 내에서 미리 결정된 방위로 평면을 따라 위치된 재료 시트를 제공한다.

[0012] 상기 형태의 다른 예에 있어서, 재료 시트의 미리 결정된 방위는 단계 (II) 동안 유지된다.

[0013] 상기 형태의 다른 예에 있어서, 단계 (I)는 제1면과 제2면간 재료 시트의 주변부를 따라 확장하는 에지부를 제공한다.

[0014] 상기 형태의 다른 예에 있어서, 단계 (II) 전에 에지부를 강화하는 단계를 포함한다.

[0015] 상기 형태의 다른 예에 있어서, 단계 (II) 전에 에지부를 제공하기 위해 재료 시트를 분리하는 단계를 포함한다.

[0016] 상기 형태의 또 다른 예에 있어서, 분리의 단계는 단계 (I) 후에 수행된다.

[0017] 상기 형태의 또 다른 예에 있어서, 분리의 단계 후 및 단계 (II) 전에 에지부를 강화하는 단계를 더 포함한다.

[0018] 상기 형태의 또 다른 예에 있어서, 단계 (II) 전에 에지부를 제공하기 위해 재료 시트를 에칭하는 단계를 더 포

함한다.

- [0019] 상기 형태의 다른 예에 있어서, 예징의 단계는 단계 (I) 후에 수행된다.
- [0020] 상기 형태의 또 다른 예에 있어서, 재료 시트의 예징의 단계 전에 재료 시트를 분리하는 단계를 포함한다.
- [0021] 상기 형태의 또 다른 예에 있어서, 예징의 단계 후 및 단계 (II) 전에 에지부를 강화하는 단계를 포함한다.
- [0022] 다른 형태에 있어서, 제1면과 제2면간 유리 시트의 주변부를 따라 확장하는 에지부를 구비한 제1면 및 제2면을 갖춘 유리 시트의 에지부를 연마하기 위한 방법이 제공된다. 상기 방법은, 본질적으로 단일의 자기유변 연마 단계 동안 전체 에지부가 상기 제1면과 제2면간에 형성되도록 자기유변 연마에 따라 상기 유리 시트의 에지부를 연마하는 단일의 단계로 이루어진다.
- [0023] 또 다른 형태에 있어서, 유리 시트의 에지부를 연마하는 방법은, 본질적으로 (I) 제1면 및 제2면을 구비하고, 상기 제1면과 제2면간 평균 두께가 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$ 인 유리 시트를 제공하는 단계; 및 (II) 자기유변 연마에 의해 상기 유리 시트의 에지부를 연마하는 단계로 이루어진다.
- [0024] 상기 형태의 일 예에 있어서, 단계 (II) 동안, 그 전체 에지부는 단일의 자기유변 연마 단계 동안 제1면과 제2면간 형성된다.
- [0025] 상기 형태의 다른 예에 있어서, 단계 (I)는 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 150  $\mu\text{m}$ 의 유리 시트의 평균 두께를 제공한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0026] 상기 형태 및 다른 형태들은 이하의 상세한 설명 및 수반되는 도면을 참조하면 보다 더 잘 이해될 수 있을 것이다:  
 도 1은 본 발명 개시에 따른 방법들에 사용되는 유리 시트를 제조하도록 구성된 유리 제조 장치를 나타내고;  
 도 2는 본 발명 개시에 따른 분리된 유리 시트를 지지하면서 제1분리 장치 및 제2분리 장치에 의해 그 분리된 유리 시트로부터 에지 부재들을 분리하는 방법을 나타내고;  
 도 3은 도 2에 나타낸 분리 방법에 의해 유리 시트의 나머지 부분으로부터 분리된 후의 에지 부재들을 나타내며,  
 도 4는 도 2의 제1분리 장치의 측면도를 나타내고;  
 도 5는 도 2의 제2분리 장치의 측면도를 나타내고;  
 도 6은 도 5의 제2분리 장치에 의해 스코어링(scoring)한 후 에지 부재를 절단하는 방법 단계를 나타내고;  
 도 7은 그 분리된 유리 시트 및 자기유변 연마 장치의 측면도를 나타내며, 자기유변 연마에 의해 상기 분리된 유리 시트의 에지부를 연마하는 방법 단계를 더 나타낸다.  
 도 8은 도 7의 분리된 유리 시트 및 자기유변 연마 장치의 정면도이고,  
 도 9는 본 발명 개시의 예시의 방법을 나타내는 제1예시의 순서도이고;  
 도 10은 본 발명 개시의 다른 예시의 방법을 나타낸 제2예시의 순서도이고;  
 도 11은 분리 후 그리고 연마 전의 유리 시트의 에지부의 확대도이고, 그 유리 시트는 유리 시트의 제1면 및 제2면간 약 100  $\mu\text{m}$ 의 두께를 가지며;  
 도 12는 자기유변 연마 후 도 11의 에지부의 확대도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0027] 이제 예시의 실시예들이 나타난 수반된 도면들을 참조하여, 이하 예들을 좀더 충분히 기술할 것이다. 가능한 면, 도면 전체 걸쳐 동일한 또는 유사한 부품들에는 동일한 참조부호가 사용된다. 그러나, 형태들은 많은 다른 형태로 실시되며, 본원에 기술된 실시예들로 한정하지는 않는다.
- [0028] 재료 시트를 연마하기 위한 방법들이 제공된다. 본 발명의 재료 시트들은 유리, 유리-세라믹, 세라믹, 실리콘, 반도체 재료, 및 이러한 선행 재료들의 조합물과 같은 다양한 재료들을 포함한다. 하나의 특정 예에 있어서, 그러한 재료 시트는 표시-양호 유리 시트와 같은 유리 시트를 포함한다. 그와 같은 표시-양호 유리

시트는 액정표시장치 및/또는 다른 전자 장치들로 전송되어 통합될 수 있다. 본 발명의 예시의 방법들은 그러한 재료 시트가 다른 유리 시트들 및/또는 상술한 대안의 재료들과 같은 다른 재료들을 포함하는 것으로 평가될 지라도 표시-양호 유리 시트를 포함하는 재료 시트를 참조하여 기술될 것이다.

- [0029] 상기 유리 시트는 폭넓은 범위의 기술들에 의해 형성될 것이다. 도 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명 개시의 형태들에 따라 사용되는 예시의 유리 제조 장치(101)의 개략도가 나타나 있다. 그러한 예시의 유리 제조 장치(101)는 다른 형성 장치들이 다른 예들에서 사용될 지라도 다운 드로우 퓨전(down draw fusion) 장치로서 기술된다.
- [0030] 상기 유리 제조 장치(101)는 용융 용기(103), 정제 용기(105), 혼합 용기(107), 전달 용기(109), 성형 장치(111), 풀 롤 장치(113; pull roll device) 및 분리 장치(115)를 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 용융 용기(103)는 용융 유리(119)를 형성하기 위해 화살표 117로 나타낸 바와 같이 유리 배치 재료가 도입되어 용융되는 곳이다. 상기 정제 용기(105)는 상기 용융 용기(103)로부터 그 용융 유리(119; 이 지점에는 나타내지 않음)를 수용하여 용융 유리(119)로부터 버블이 제거되는 고온 처리 영역을 갖는다. 상기 정제 용기(105)는 정제기-교반 챔버 연결 튜브(121)에 의해 혼합 용기(107)에 연결된다. 상기 혼합 용기(107)는 교반 챔버-보울(bowl) 연결 튜브(123)에 의해 전달 용기(109)에 연결된다. 상기 전달 용기(109)는 상기 용융 유리(119)를 다운커머(125)를 통해 입구(127)로 상기 성형 장치(111) 내로 전달한다.
- [0032] 본 발명 개시의 형태들에 따라 다양한 성형 장치들이 사용될 수 있다. 예컨대, 도 1에 나타낸 바와 같이, 상기 성형 장치(111)는 트로프(131; trough) 내로 유동되는 용융 유리(119)를 수용하는 개구(129)를 포함한다. 다음에, 상기 트로프(131)로부터의 용융 유리(119)는 상기 성형 장치(111)의 루트(133)에서 함께 융합되기 전에 2개의 측벽(132; 도 1에 나타낸 하나의 측벽)을 넘쳐흘러 아래로 이동한다. 상기 루트(133)는 2개의 측벽(132)들이 합쳐지는 곳이고 유리 리본(106)이 루트(133) 아래로 하향 드로우됨에 따라 상기 각각의 2개의 측벽(132)을 넘쳐흐르는 용융 유리(119)의 2개의 오버플로우 벽들이 함께 융합되는 곳이다.
- [0033] 상기 유리 리본(106)의 일부는 상기 루트(133)에서 상기 유리 리본(106)이 최종 두께로 얇아지기 시작하는 점성 영역(135)으로 드로우된다. 다음에, 상기 유리 리본(106)의 일부는 상기 점성 영역(135)에서 셋팅 영역(137; setting zone)으로 드로우된다. 상기 셋팅 영역(137)에서, 상기 유리 리본(106)의 일부는 점성 상태에서 원하는 프로파일의 탄성 상태로 셋팅된다. 다음에, 상기 유리 리본(106)의 일부는 상기 셋팅 영역(137)에서 탄성 영역(139)으로 드로우된다. 일단 그 탄성 영역(139)에서, 상기 유리 리본(106)은 그 유리 리본(106)의 프로파일을 영구히 변경하지 않고 한계 내에서 변형될 것이다.
- [0034] 상기 유리 리본(106)의 일부가 탄성 영역(139)으로 들어간 후, 일정 시간 동안 상기 유리 리본(106)으로부터 다수의 분리된 유리 시트(141)를 순차적으로 분리하기 위해 분리 장치(115)가 제공될 것이다. 상기 분리 장치(115)는 다른 분리 장치들이 다른 예들에 제공될 지라도 기술된 이동식 앤빌 머신을 포함할 것이다.
- [0035] 도 1에 더 나타낸 바와 같이, 상기 유리 제조 장치(101)에는 상기 유리 리본(106)과 같은 유리 시트 및/또는 분리된 유리 시트(141)를 지지하는 것을 돕기 위해 흡입 컵 장치와 같은 지지 장치(143), 공기 베어링, 또는 다른 지지 장치가 제공될 것이다. 이러한 응용의 목적을 위해, "유리 시트"는 유리 리본 및/또는 그 유리 리본으로부터 분리된 유리 시트를 포함하도록 고려될 수 있다. 그와 같이, 그러한 유리 시트에 의한 본 발명 개시의 응용성 및 방법들을 논의할 경우, 그러한 방법들은 다양한 형태의 유리 시트(예컨대, 유리 리본(106), 이 유리 리본으로부터 분리된 유리 시트(141), 또는 다른 기술들에 의해 형성된 유리 시트들)에 의해 수행되는 것으로 해석될 수 있다는 것을 알아야 한다.
- [0036] 그와 같이, 본 발명 개시의 다양한 방법들이 그 분리된 유리 시트(141)와 연관되어 기술되지만, 이는 그러한 개시의 방법들이 또 다른 형태의 유리 시트들(예컨대, 유리 리본(106) 또는 다른 기술들에 의해 형성된 유리 시트들)에 의해 수행될 수 있다는 것을 알아야 한다.
- [0037] 상술한 바와 같이, 그러한 유리 시트는, 유리 시트가 다른 기술들에 의해 형성될 지라도, 예시의 유리 제조 장치에 의해 유리 리본(106)으로 초기에 형성될 수 있다. 기술된 이동식 앤빌 머신과 같은 분리 장치(115)는 상기 유리 리본(106)을 분리된 유리 시트(141)로 분리하는데 사용될 수 있다. 그와 같이, 그러한 이동식 앤빌 머신은 제1에지부(141a) 및 제2에지부(142b)를 생성하며, 상기 분리된 유리 리본(141; 즉, 유리 시트)의 길이는 상기 제1에지부(141a)와 제2에지부(141b)간 규정된다. 다른 예들에서, 상기 분리된 유리 리본(141)의 폭은 상기 제1에지부(141a)와 제2에지부(141b)간 규정될 수 있다. 도 1에 더 나타낸 바와 같이, 유리 제조 장치(101)는, 자기유변 연마 장치(145)가 다른 예들에서 그 유리 제조 장치(101)로부터 하류의 처리 위치에 제공될 지

라도, 상기 유리 제조 장치(101)의 일부분인 자기유변 연마 장치(145)를 포함할 것이다. 그와 같은 예들에 있어서, 상기 지지 장치(143)는 제1 및/또는 제2에지부(141a, 141b)가 자기유변 연마 장치(145)에 의해 연마되도록 상기 분리된 유리 시트(141)를 전송하도록 동작된다. 몇몇 예들에 있어서, 상기 지지 장치(143)는 이하 충분히 더 기술된 도 2-8에 나타난 전체 분리 및 연마 공정 기술들에 걸쳐 상기 유리 리본(106)을 지지한 후 계속해서 그 분리된 유리 시트(141)를 지지할 수 있다.

[0038] 도 2 및 3에 나타난 바와 같이, 제1 및 제2에지 부재(201, 203)들은 다양한 기술들에 의해 더 제거될 것이다. 상기 제2에지 부재의 제거는 상기 유리 제조 장치(101)에 의한 유리 리본의 형성으로부터 야기되는 그 에지 부재들에서의 두께 불일치를 없애기 위한 것이다. 선택적으로, 유사한 분리 기술들이 특정 애플리케이션에 따라 상기 분리된 유리 시트를 다수의 보다 작은 유리 시트로 더 분할하기 위해 채용될 수 있다. 비록 도 2 및 3에 나타내진 않았지만, 그러한 에지 부재들이 제거되는 스테이션에 자기유변 연마 장치(145)가 제공될 것이다. 예컨대, 상기 자기유변 연마 장치(145)는 에지 부재들이 도 2에 나타난 바와 같이 제거되는 동안 제1 및 제2에지부(141a, 141b)의 어느 하나 또는 그 모두를 연마하는데 사용될 것이다. 추가로 또는 대안적으로, 상기 자기유변 연마 장치(145)는 도 3에 나타난 제2 및 제3에지부(301a, 301b)의 어느 하나 또는 그 모두를 연마하는데 사용될 것이다.

[0039] 분리된 유리 시트(141)의 나머지 부분으로부터 제1 및 제2에지 부재를 분리하기 위해 본 발명 개시의 형태들에 따라 다양한 유리 분리 장치들이 사용될 것이다. 도 2 및 4는 분리된 유리 시트(141)의 표면을 가열하도록 구성된 레이저(401) 및 그 분리된 유리 시트(141)의 나머지 부분으로부터 제1에지 부재(201)를 분리하기 위해 크랙을 전파하도록 구성된 액체 냉각 장치(403)를 포함할 수 있는 제1분리 장치(205)의 사용을 포함하는 오직 하나의 유리 분리 기술을 나타낸다.

[0040] 도 2, 5 및 6은 분리 경로를 따라 스코어 라인(209; score line)을 생성할 수 있는 스코어링 장치(501; scoring device)를 포함하는 제2분리 장치(207)의 또 다른 예를 나타낸다. 일단 그러한 스코어 라인이 형성된 후, 피봇 부재(601)가 그 스코어 라인(209)의 대향 측벽에 적용될 수 있고 힘(603)이 그 분리된 유리 시트(141)의 나머지 부분으로부터 제2에지 부재(203)를 절단하기 위해 인가될 수 있다.

[0041] 도 3에 나타난 바와 같이, 일단 제1 및 제2에지 부재(201, 203)가 제거되면, 상기 분리된 유리 시트(141)는 제3에지부(301a) 및 제4에지부(301b)를 포함하며, 상기 분리된 유리 리본(141)의 폭은 상기 제3에지부(301a)와 제4에지부(301b)간 규정된다. 다른 예들에 있어서, 그러한 분리된 유리 리본(141)의 길이가 상기 제3에지부(301a)와 제4에지부(301b)간 규정될 수 있다는 것을 알아야 할 것이다.

[0042] 이동식 엔빌 머신(예컨대, 도 1에 나타난 분리 장치(115) 참조), 제1분리 장치(205) 및 제2분리 장치(207)는 단지 유리 시트를 분리하기 위해 사용되는 다양한 가능한 분리 장치들의 예일 뿐이다. 그러한 사용된 기술들과 상관없이, 각각의 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)는 유리 시트의 크래킹에 취약한 원하지 않는 거칠고/날카로운 에지부들을 포함할 것이다.

[0043] 본 발명 개시의 방법들은 50  $\mu\text{m}$  이상의 평균 두께와 같이 넓은 범위의 평균 두께를 갖는 재료 시트(예컨대, 유리 리본, 분리된 유리 시트 등을 포함하는 유리 시트)가 사용될 수 있다. 예컨대, 그러한 평균 두께는 500  $\mu\text{m}$  내지 약 2 mm, 바람직하게 약 700  $\mu\text{m}$  내지 약 1.5 mm, 보다 바람직하게 약 900  $\mu\text{m}$  내지 약 1.2 mm, 보다 더 바람직하게 약 900  $\mu\text{m}$  내지 약 1.1 mm가 될 수 있다.

[0044] 원하지 않는 거칠고/날카로운 에지부들의 제거는 부서지기 쉬운 그리고/또 비교적 깨지기 쉬운 비교적 얇은 유리 시트에서 곤란해질 수 있다. 특정 성능 특성을 갖는 비교적 얇은 유리 시트에서 필요 요구사항이 증가한다. 예컨대, 도 4에 나타난 바와 같이, 비교적 얇은 분리된 유리 시트(141)는 제1면(405)과 제2면(407)간 평균 두께 "T"를 가질 수 있으며, 상기 제1면(405)과 제2면(407)간 유리 시트의 평균 두께는 약 500  $\mu\text{m}$  또는 그 이하, 바람직하게 약 400  $\mu\text{m}$  또는 그 이하, 보다 바람직하게 약 300  $\mu\text{m}$  또는 그 이하, 보다 더 바람직하게 약 200  $\mu\text{m}$  또는 그 이하, 보다 더 훨씬 바람직하게 약 100  $\mu\text{m}$  또는 그 이하, 보다 좀더 훨씬 바람직하게 약 75  $\mu\text{m}$  또는 그 이하이다. 일 예에 있어서, 제1면(405)과 제2면(407)간 평균 두께 "T"는 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$ , 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 400  $\mu\text{m}$ , 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 300  $\mu\text{m}$ , 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 200  $\mu\text{m}$ , 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 100  $\mu\text{m}$ , 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 75  $\mu\text{m}$ , 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$ , 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 400  $\mu\text{m}$ , 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 300  $\mu\text{m}$ , 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 200  $\mu\text{m}$ , 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 150  $\mu\text{m}$ , 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 100  $\mu\text{m}$ , 약 100  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$ , 약 100  $\mu\text{m}$  내지 약 400  $\mu\text{m}$ , 약 100  $\mu\text{m}$  내지 약 300  $\mu\text{m}$ , 약 100  $\mu\text{m}$  내지 약 200  $\mu\text{m}$ 이다. 얇은 평균 두께 "T"를 갖는 유리 시트들을 제공하는 것은 성능 특성을 향상시키는데 바람직할 수 있다.

- [0045] 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)들의 연마는 자기유변 연마(MRF) 기술에 의해 그러한 에지부를 연마하는 단계를 포함할 수 있다. 예컨대, 2011년 5월 20일자 출원된 미국 특허출원 제13/112,498호 및/또는 2011년 6월 27일자 출원된 미국 특허출원 제13/169,499호에 기술된 MRF 장치 및/또는 방법들은 본 발명 개시의 형태에 따라 포함될 것이다. 2011년 5월 20일자 출원된 미국 특허출원 제13/112,498호 및 2011년 6월 27일자 출원된 미국 특허출원 제13/169,499호는 각각 참조를 위해 본원에 그 전체 내용이 포함된다.
- [0046] MRF는 유리를 분리할 때 생성된 원하지 않는 거칠고/날카로운 에지부들과 같은 손상 및/또는 결함물들을 제거한다. 또한, MRF는 비교적 얇은 유리 시트의 에지부들의 연마시에 야기되는 처리 시간을 감소 및/또는 복잡한 처리를 극복할 수 있다. 예컨대, MRF는 원하는 연마된 에지 프로파일을 달성하기 위해 비교적 작은 재료를 제거할 수 있다. 더욱이, MRF는 비교적 얇은 유리 시트의 비교적 깨지기 쉬운 에지부들을 기계가공하는데 사용될 수 있다. 더욱이, MRF는 분리된 유리 시트(141)의 평균 두께와 상관없이 처리 시간을 감소시키는데 사용될 수 있다.
- [0047] MRF는 연마를 위한 자기유변 유체(magnetorheological fluid; 이후 'MR 유체')라고 부르는 유체-기반 정합성 툴(conformable tool)을 이용한다. MR 유체는 액체 운반체에 부유 유지된 마이크론-크기 내지 나노-크기 연마 입자 및 마이크론-크기 자화성 입자들을 포함할 수 있다. 예컨대, 그러한 자화성 입자들의 크기는 1  $\mu\text{m}$  내지 100  $\mu\text{m}$  또는 그 이상, 예컨대 1  $\mu\text{m}$  내지 150  $\mu\text{m}$ , 예컨대 5  $\mu\text{m}$  내지 150  $\mu\text{m}$ , 예컨대 5  $\mu\text{m}$  내지 100  $\mu\text{m}$ , 예컨대 5  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ , 예컨대 5  $\mu\text{m}$  내지 25  $\mu\text{m}$ , 예컨대 10  $\mu\text{m}$  내지 25  $\mu\text{m}$ 의 범위가 되고, 연마 입자들의 크기는 15 nm 내지 10  $\mu\text{m}$ 의 범위가 될 것이다. 상기 자화성 입자들은 균일한 또는 불균일한 입자 크기 분포, 동일한 또는 다른 형태들, 그리고 규칙적인 또는 불규칙한 형태들을 가질 것이다. 또한, 상기 자화성 입자들은 단일의 자화성 재료 또는 각기 다른 자화성 재료들의 조합으로 이루어질 것이다. 자화성 재료들의 예는 철, 산화철, 질화철, 탄화철, 카보닐철, 이산화 크롬, 저탄소강, 규소강, 니켈, 코발트, 및 그러한 처리 재료들의 조합물을 포함한다. 또한 상기 자화성 입자들은 예컨대 보호 재료에 의해 코팅되거나 또는 보호 재료 내에 캡슐화될 것이다. 일 실시예에 있어서, 그러한 보호 재료는 액체 운반체에서 화학적으로 그리고 물리적으로 안정함과 더불어 상기 자화성 재료와 화학적으로 반응하지 않는 재료이다. 적절한 보호 재료들의 예는 지르코니아, 알루미늄, 및 실리카를 포함한다. 유사하게, 그러한 연마 입자들은 균일한 또는 불균일한 입자 크기 분포, 동일한 또는 다른 형태들, 및 규칙적인 또는 불규칙한 형태들을 가질 수 있다. 또한, 상기 연마 입자들은 단일의 비자화성 재료 또는 각기 다른 비자화성 재료들의 조합으로 이루어질 것이다. 연마 입자들의 예는 산화 세륨, 다이아몬드, 실리콘 카바이드, 알루미늄, 지르코니아, 및 그러한 처리 재료들의 조합물을 포함한다. 특히 이러한 리스트에 포함되지 않은 표면을 연마하는데 유용한 것으로 알려진 다른 연마 재료들이 사용될 수도 있다. MR 유체에 포함된 액체 운반체는 수성(aqueous) 또는 비수성일 수 있다. 그러한 운반체들의 예는 미네랄 오일, 합성 오일, 물, 및 에틸렌 글리콜을 포함한다. 상기 운반체들은 안정제, 예컨대 자화성 입자들의 부식을 방지하기 위한 안정제, 및 계면 활성제들을 더 포함할 것이다.
- [0048] 다른 실시예에 있어서, 연마하면서 에칭할 수 있는 MR 유체가 제공된다. 그러한 에칭 MR 유체는 에칭제를 포함하는 액체 운반체에 부유 유지된 연마 입자 및 자화성 입자들을 포함한다. 그러한 에칭제는 재료 시트의 재료를 에칭할 수 있는 것이며, 재료 시트의 재료에 기초하여 선택될 수 있다. 상기 액체 운반체는 에칭제를 위한 용제를 더 포함할 것이다. 상기 액체 운반체는 안정제 및 계면 활성제를 더 포함할 것이다. 상기 액체 운반체는 상술한 바와 같이 수성 또는 비수성일 수 있다. 상기 자화성 입자 및 연마 입자들은 비에칭 MR 유체에 있어 상기 기술한 바와 같다. 상술한 바와 같이, 상기 자화성 입자들은 예컨대 보호 재료에 의해 코팅되거나 또는 보호 재료 내에 캡슐화될 수 있다. 사용할 경우, 상기 보호 재료는 액체 운반체에 에칭제 및 다른 재료의 존재시 화학적으로 그리고 물리적으로 안정한 재료이다. 상기 보호 재료는 또한 상기 자화성 입자들과 반응하지 않는 재료이다. 그러한 보호 재료들의 적절한 예는 지르코니아 및 실리카가 있다.
- [0049] 일 실시예에 있어서, 에칭 MR 유체에 포함된 에칭제는 pH 5 또는 그 이하이다. 일 실시예에 있어서, pH 5 또는 그 이하를 갖는 에칭제는 산을 포함한다. 일 실시예에 있어서, 그러한 에칭제는 산이다. 그러한 산은 액체 형태로 존재하거나 또는 적절한 용제에 용해될 것이다. 상기 적절한 산들의 예는 불화 수소산 및 황산을 포함하나, 이들로 한정되지는 않는다. 상기 액체 운반체는 하나 또는 그 이상의 안정제, 예컨대 자화성 입자들의 부식을 방지하기 위한 안정제를 더 포함할 수 있다. 상기 액체 운반체에 사용된 안정제는 산의 존재시 또는 특히 에칭제의 존재시 안정화될 수 있다.
- [0050] 다른 실시예에 있어서, 에칭 MR 유체에 포함된 에칭제는 pH 10 또는 그 이상을 갖는다. 일 실시예에 있어서, pH 10 또는 그 이상을 갖는 에칭제는 알칼리염을 포함한다. 일 실시예에 있어서, 상기 에칭제는 알칼리염이다. 그와 같은 알칼리염들의 예는 수산화 알칼리, 예컨대 수산화 칼륨, 수산화 나트륨, 및 수산화



알칼리를 함유하는 화합물을 포함하나, 이들로 한정하진 않는다. 수산화 알칼리를 함유하는 합성 세제는 예컨대 액체 운반체에서 알칼리염으로 사용될 수 있다. 상기 액체 운반체는 계면 활성제와 같은 알칼리염 외의 다른 재료들 그리고 합성 세제들에서 찾을 수 있는 다른 재료들을 포함할 것이다.

[0051] 도 7은 본원발명 개시에 따라 MRF를 수행하도록 구성된 자기유변 연마 장치(145)의 측면 개략도를 나타낸다. 나타낸 바와 같이, MR 유체는 MR 리본(701)의 형태로 지지 표면 상에 퇴적된다. 통상, 그러한 지지 표면은 이동 표면이나, 고정 표면일 수도 있다. 상기 지지 표면은 다양한 형태, 예컨대 구형, 원통형, 또는 평탄형을 가질 수 있다. 설명의 목적을 위해, 도 7은 회전 휠(703; rotating wheel) 상의 MRF 리본(701)의 측면도를 나타낸다. 이러한 경우, 그러한 회전 휠(703)의 원주면(705)은 MRF 리본(701)에 대한 이동의 원통형 지지 표면을 제공한다. 노즐(707)은 지지 표면(705)의 세그먼트의 일단부에 MRF 리본(701)을 전달하는데 사용되며, 노즐(709)은 지지 표면(705)의 세그먼트의 또 다른 단부로부터 MRF 리본(701)을 수집하는데 사용된다. MRF 동안, 자석(711)은 MRF 리본(701)에 자기장을 인가한다.

[0052] 그러한 인가된 자기장은 자화성 입자들에 자화를 유도하여, 그러한 자화성 입자들이 흐름을 제한하는 체인 또는 원주형 구조를 형성하게 한다. 이는 MRF 리본(701)의 걸보기 점도를 증가시켜, 상기 MRF 리본(701)을 액체 상태에서 고체 상태로 변경한다. 분리된 유리 시트(141)의 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)들이 그 경화된 MRF 리본(701)과 접촉하고 상기 경화된 MRF 리본(701)에 대해 방향 713을 따라 상기 분리된 유리 시트(141)의 에지부가 이동하면서 연마될 수 있다. 상기 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)와 MRF 리본(701)간 상대적 운동은 연마될 에지부의 그 모든 부분들이 상기 경화된 MRF 리본(701)과 접촉하게 하기 위한 것이다. 상술한 범위의 비교적 얇은 평균 두께를 갖는 유리 시트의 경우에 있어서, 상기 유리 시트(141)의 제1면(405)과 제2면(407)간 확장하는 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)의 세그먼트의 모든 부분들은 동시에 연마될 수 있고 경화된 MRF 리본(701)과 접촉될 수 있다. 그와 같이, 그러한 전체 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)들은 단일의 자기유변 연마 단계 동안 제1면(405)과 제2면(407) 사이에 형성될 수 있다. 하나의 특정 예에 있어서, 그러한 단일의 자기유변 연마 단계는 그 경화된 MRF 리본(701)을 통해 연마될 각각의 에지부들의 단일 통과를 포함할 수 있다. 예컨대, 도 7에 나타낸 바와 같이, 제2에지부(141b)의 연마는 자기유변 연마 장치(145)에 대한 그 분리된 유리 시트(141)의 한번의 통과에 의해 수행될 것이다. 왕복 운동이 필요치 않기 때문에, 유리 시트(141)의 각 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)의 연마가 감소된 처리 시간에 의해 수행될 수 있다.

[0053] 일 실시예에 있어서, 유리 시트(141)의 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)들 중 어느 하나 또는 그 모두는 경화된 MRF 리본(701)에 그 각각의 에지부를 침지(immersing)시킴으로써 연마될 수 있다. 비록 그러한 연마 공정이 MRF를 이용하여 단일의 유리 시트를 연마하는 것에 대해 기술했을 지라도, 이는 다수의 유리 시트가 단일의 연마 공정에서 동시에 연마될 수 있다는 것을 알아야 할 것이다.

[0054] 도 8에 나타낸 바와 같이, 유리 시트는 수직 축에 대해 약 + 45° 에서 약 - 45° 까지의 각도 범위 내에서 소정의 방위로 평면을 따라 위치될 수 있다. 덧붙여, 나타낸 바와 같이, 유리 시트(141)는 수직 축(801)과 평행한 평면을 따라 위치된다. 다른 예들에 있어서, 상기 유리 시트는 약 45° 의 각도 α와 각도 β간 소정의 방위로 지향될 수 있다.

[0055] MRF는 전단(shearing)에 의해 그 연마되는 표면으로부터 재료를 제거한다. 이는 기계적인 그라인딩(grinding)과 같은 기계적 공정과 연관된 파단 메카니즘(fracturing mechanism)과 반대이다. 이러한 메카니즘의 경우, MRF는 에지부의 강도를 더 낮추는 에지부의 새로운 파단 장소를 도입하지 않고 그 에지부로부터 재료를 제거할 기회를 갖는다. 동시에, MRF는 즉 제1에지 강도에서 제2에지 강도로 그 에지부의 강도의 증가를 야기하는 에지부로부터의 결함들을 제거한다. 더욱이, 유체-기반의 MRF 리본(701)은 에지부의 굴곡 또는 윤곽에 대한 복잡성과 상관없이 그 에지부의 형태에 들어맞는 능력을 가지며, 이는 에지부의 완전한 고품질 연마를 이끈다. MRF는 몇가지 파라미터, 예컨대 MR 유체의 점도, MR 유체가 이동 표면으로 전달되는 비율, 이동 표면의 속도, 자기장의 강도, MRF 리본의 높이, 에지부가 MRF 리본으로 침지되는 깊이, 및 재료가 에지로부터 제거되는 비율에 의해 좌우된다.

[0056] 도 9는 본 발명 개시의 예시 방법들을 기술하는 제1예시의 순서도이다. 도 9의 모든 여러 방법들은 제1면과 제2면을 갖는 재료 시트를 제공하는 단계(903)에 의해 시작 위치(901)에서 시작한다. 상술한 바와 같이, 일 예에 있어서, 상기 재료 시트는 유리 리본(106)과 같은 유리 시트 또는 제1면(405) 및 제2면(407)을 갖는 그 분리된 유리 시트(141)를 포함할 수 있다. 본 발명 개시의 방법들은 500 μm 이상의 평균 두께와 같은 넓은 범위의 평균 두께를 갖는 재료 시트(예컨대, 유리 리본, 분리된 유리 시트 등을 포함하는 유리 시트)가 사용될 수 있다. 예컨대, 그러한 평균 두께는 500 μm 내지 약 2mm, 바람직하게 약 700 μm 내지 약 1.5mm, 보다 바람직하

게 약 900  $\mu\text{m}$  내지 약 1.2 mm, 보다 더 바람직하게 약 900  $\mu\text{m}$  내지 약 1.1 mm가 될 수 있다. 다른 예들에 있어서, 본 발명 개시의 방법들은 제1면(405)과 제2면(407)간 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$ , 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 300  $\mu\text{m}$ , 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 200  $\mu\text{m}$ , 약 75  $\mu\text{m}$  내지 약 150  $\mu\text{m}$ 의 평균 두께 "T"를 포함하는 재료 시트가 사용될 수 있다.

[0057] 제조 공정에서 여러 상대적 시간에 따라 제공 단계(903)가 행해질 수 있다. 예컨대, 도 1에 나타난 바와 같이, 제공 단계(903)는 그 분리된 유리 시트(141)의 형성 후 곧바로 행해질 수 있다. 다른 예들에 있어서, 그러한 제공 단계(903)는 후속 시간에 행해질 수 있다. 예컨대, 상기 분리된 유리 시트(141)는 단계(903) 동안 그 유리 시트가 나중에 제공되는 다른 위치로 전달될 것이다. 다른 예들에 있어서, 상기 유리 리본(106)은 저장 롤 상에 감겨질(coil) 것이다. 그와 같은 상황에서, 그러한 제공 단계는 유리 리본(106)을 저장 롤에 감기 전에 행해질 것이다. 그와 같은 예들에 있어서, 그러한 유리 리본의 에지들은 상기 저장 롤에 감기 전에 MRF에 의해 연마될 것이다. 추가로 또는 대안적으로, 그러한 유리 리본의 코일은 원하는 분리된 유리 리본(141)으로 다음 분리를 위해 다른 위치로 전달될 것이다. 그와 같은 예들에 있어서, 제공 단계(903)는 그 유리 리본이 이후 그 분리된 유리 시트(141)를 처리하기 위해 폴립에 따라 행해질 것이다.

[0058] 화살표 905로 나타난 바와 같이, 상기 방법은 이후 MRF에 의해 재료 시트의 에지부를 연마하는 단계(919) 전에 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)를 제공하기 위해 제공 단계(903)에서 재료 시트를 분리하는 단계(907)로 선택적으로 처리할 수 있다. 그와 같이, 비록 요구하지 않았을 지라도, 도 9에 나타난 바와 같이, 분리의 단계(907)는 제공 단계(903) 후에 행해질 수 있다.

[0059] 그러한 분리 단계(907)는 폭넓은 다양한 방식으로 수행될 수 있다. 예컨대, 기계적 분리, 레이저 분리, 초음파 분리 또는 다른 분리 기술들에 의해 분리가 수행될 수 있다. 도 2 및 4에 나타난 제1분리 장치(205)는 레이저(401)를 이용하여 제품을 열적으로 가로질러 이동하여 에지 근처에 기계적인 흠을 생성한 후, 물 분사와 같은 액체 냉각 장치(403)에 의해 도입된 응력 구배를 이용하여 분리시키는 것을 포함하는 단지 일 예의 레이저 분리 장치를 나타낸다. 도 2 및 5에 나타난 제2분리 장치(207)는 예시의 기계적 분리 장치를 나타낸다. 상기 제2분리 장치(207)는 스코어링 휠, 워터 제트(water jet), 또는 연마 워터 제트를 포함하는 스코어링 장치(501)를 포함할 수 있다. 다음에, 도 6에 나타난 바와 같이, 재료 시트는 예컨대 스코어 라인을 따라 에지 부재를 절단하기 위해 힘(603)을 인가함으로써 스코어 라인을 따라 분리될 수 있다. 일단 분리되면, 단일의 재료 시트 또는 다수의 재료 시트가 될 것이다. 만약 다수의 재료 시트가 생성되면, 그 재료 시트들 중 어느 하나 또는 그 모두가 처리될 것이다.

[0060] 화살표 909에 의해 나타난 바와 같이, 상기 방법은 다음에 상기 분리 단계(907)에서 재료 시트를 에징(edging)하는 단계(911)로 선택적으로 처리될 수 있다. 제공될 경우, 재료 시트를 에징하는 단계(911)는 그 에지로부터 재료를 제거함으로써 재료 시트의 에지의 형태 및/또는 구조를 변경할 수 있다. 소정 다수의 공정이 에징 단계(911)에 채용될 것이다. 그러한 예들은 연마 가공, 연마 제트 가공, 화학적 에칭, 초음파 연마, 초음파 그라인딩, 화학-기계적 연마를 포함하나 이들로 한정하진 않는다. 상기 에징 단계(911)는 단일의 재료 제거 공정 또는 일련의 또는 재료 제거 공정의 조합을 포함할 것이다. 예컨대, 일 예의 에징 단계(911)는 그라인딩 재료의 그리트 크기( grit size)와 같은 그라인딩 파라미터가 각 단계의 끝에서 각기 다른 에징 결과를 달성하도록 연속하는 각 단계에서 변경되는 일련의 그라인딩 단계들을 포함할 것이다.

[0061] 상기 에징 단계(911)는 기계적 그라인딩, 랩핑(lapping), 및 연마들 중 하나 또는 그 이상 그리고 그들의 조합을 포함하는 연마 가공을 포함할 것이다. 이들 공정은 고체 톨과 처리되는 표면간 접촉을 포함하는 기계적인 감각이다. 각각의 그라인딩, 랩핑 및 연마는 하나 또는 그 이상의 단계에서 달성될 것이다. 그라인딩은 고정-연마 공정이고, 반면 랩핑 및 연마는 비고정-연마 공정이다. 그라인딩은 금속 휠에 분당된 금속 또는 폴리머에 매립된 연마 입자들을 이용하여 달성될 것이다. 선택적으로, 그라인딩은 연마 화합물로 이루어진 소모용 휠을 이용하여 달성될 것이다. 랩핑에 있어서, 통상 액체 매질에 부유 유지된 연마 입자들은 재료 시트의 에지와 랩(lap) 사이에 배치된다. 재료 시트의 에지와 랩상 상대적 운동은 에지로부터 재료를 비벼 연마시킨다. 연마에 있어서, 통상 액체 매질에 부유 유지된 연마 입자들은 정합성 소프트 패드 또는 휠을 이용하여 재료 시트의 에지에 적용된다. 그러한 정합성 소프트 패드 또는 휠은 폴리머 재료, 예컨대 부틸 고무, 실리콘, 폴리우레탄, 및 천연 고무로 이루어질 것이다. 연마 가공에 사용된 연마제들은 예컨대, 알루미나, 탄화 규소, 다이아몬드, 입방정계 질화붕소, 및 부석(pumice)으로부터 선택될 것이다.

[0062] 화살표 913에 의해 나타난 바와 같이, 상기 방법은 다음에 상기 에징 단계(911)에서 재료 시트(예컨대, 유리 시트)의 에지부의 화학적 강화 단계(915)로 선택적으로 진행할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 그러한 화학적-강

화 공정은 이온-교환 공정이다. 이온-교환 공정을 실시하기 위해, 제공 단계(903)에서 제공된 제품은 이온-교환 재료로 이루어져야만 한다. 통상, 이온-교환가능 재료는 이온-교환 공정 동안 좀더 큰 알칼리 이온, 예컨대  $K^+$ 로 교환될 수 있는  $Li^+$  및/또는  $Na^+$ 와 같은 좀더 작은 알칼리 이온을 갖는 알칼리-함유 유리이다. 적절한 이온-교환가능 유리의 예들은 일련의 미국 특허출원 제11/888,213호, 제12/277,573호, 제12/392,577호, 제12/393,241호, 및 제12/537,393호, 미국 가출원 제61/235,767호 및 제61/235,762호(모두 코닝 인코포레이티드로 양도된)에 기술되어 있으며, 그 모든 내용은 참조를 위해 본원에 포함된다. 이들 유리는 비교적 낮은 온도에서 그리고 적어도 30  $\mu m$ 의 깊이로 이온-교환될 수 있다.

[0063] 이온-교환 공정은 예컨대 미국 특허 제5,674,790호(Araujo, Roger J.)에 기술되어 있다. 통상 그러한 공정은 유리의 전이 온도를 초과하지 않는 상승 온도에서 행해진다. 상기 공정은 유리에서의 호스트 알칼리 이온(host alkali ion)의 것보다 큰 이온을 갖는 알칼리염(통상 질산염)을 포함하는 용융조(molten bath) 내에 유리를 침지함으로써 수행된다. 상기 호스트 알칼리 이온은 보다 큰 알칼리 이온으로 교환된다. 예컨대,  $Na^+$  함유 유리는 용융 질산칼륨( $KNO_3$ )의 용융조 내에 침지될 것이다. 용융조 내에 제공된 좀더 큰  $K^+$ 는 유리에서의 보다 작은  $Na^+$ 를 교체할 것이다. 작은 알칼리 이온들이 이전에 차지했던 위치에서의 좀더 큰 알칼리 이온들의 존재는 유리의 표면에 또는 그 유리의 표면 근처의 압축 응력 및 상기 유리 내부에서의 응력을 생성한다. 상기 유리는 이온-교환 공정 후 용융조로부터 제거되어 냉각된다. 그러한 이온-교환 깊이, 즉 유리 내로 침입되는 보다 큰 알칼리 이온들의 침투 깊이는 통상 20  $\mu m$  내지 300  $\mu m$ , 예컨대 40  $\mu m$  내지 300  $\mu m$  정도이고 유리 조성 및 침지 시간에 따라 콘트롤된다.

[0064] 화살표 917로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 다음에 재료 시트(예컨대, 유리 시트)의 에지부의 화학적 강화 단계(915)에서 자기유변 연마(MRF)에 의해 재료 시트의 에지부를 연마하는 단계(919)로 선택적으로 진행될 수 있다. 예컨대, 도 7에 나타낸 바와 같이, 분리된 유리 시트(141)는 각 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)를 위한 상기 자기유변 연마 장치(145)를 가로지르는 상기 분리된 유리 시트(141)의 단일 통과 동안 방향 713을 따라 이동될 것이다.

[0065] 도 8에 나타낸 바와 같이, 제공 단계(903)는 중력 방향을 따라 확장할 수 있는 수직 축(801)에 대해 약 + 45°에서 약 - 45°까지의 각도 범위 내에서 소정의 방위가 위치되도록 각도  $\alpha$  및  $\beta$ 가 각각 45°인 소정 방위에 평면을 따라 재료 시트를 위치시킬 수 있다. 도 8에 나타낸 예에 있어서, 분리된 유리 시트(141)는 이 분리된 유리 시트(141)의 평면과 수직 축(801)간 각도가 0°이도록 상기 수직 축(801)을 포함하는 평면을 따라 수직으로 위치된다. 다른 예에 있어서, 상기 재료 시트의 소정 방위는 MRF에 의해 재료 시트의 에지부를 연마하는 단계(919) 동안 유지될 수 있다.

[0066] 도 9의 몇몇 예에 나타낸 바와 같이, 분리, 에징 및/또는 화학적 강화의 여러 단계(907, 911, 915)들은 소정의 순서로 행해질 수 있고, 그 단계들 중 어느 하나 또는 그 모두가 생략될 수 있다. 예컨대, 화살표 921로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 제공 단계(903)에서 에징 단계(911)로 진행될 것이다. 이에 따라 분리 단계(907)를 생략한다. 선택적으로, 화살표 923으로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 제공 단계(903)에서 재료 시트(예컨대, 유리 시트)의 에지부의 화학적 강화 단계(915)로 진행될 것이다. 이에 따라 분리 및 에징의 단계(907, 911)들을 생략한다. 또한, 화살표 925로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 제공 단계(903)에서 MRF에 따라 재료 시트의 에지부를 연마하는 단계(919)로 곧바로 진행될 것이다. 이에 따라 분리, 에징 및 화학적 강화의 단계(907, 911, 915)들을 생략한다. 그와 같이, 상기 방법은 본질적으로 제공 단계(903) 및 MRF에 따라 재료 시트의 에지부를 연마하는 단계(919)로 이루어질 수 있다.

[0067] 도 9에 더 나타낸 바와 같이, 제공될 경우, 분리의 단계(907)를 수행한 후, 상기 방법은 이후의 에징 및/또는 화학적 강화의 단계(911, 915) 중 어느 하나 또는 그 모두를 선택적으로 생략할 수 있다. 예컨대, 화살표 927로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 분리의 단계(907)에서 화학적 강화의 단계(915)로 진행될 것이다. 이에 따라 에징의 단계(911)를 생략한다. 다른 예에 있어서, 화살표 929로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 분리의 단계(907)에서 MRF에 따라 시트 재료의 에지부를 연마하는 단계(919)로 진행될 것이다. 이에 따라 에징 및 화학적 강화의 단계(911, 915) 모두를 생략한다.

[0068] 도 10은 본 발명 개시의 다른 예시의 방법을 나타내는 제2예시의 순서도를 나타낸다. 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 다시 시작 위치(1001)에서 시작되어 폭넓은 다양한 경로들로 진행될 것이다. 도 10의 몇몇 예들로 나타내고 이하 기술하는 바와 같이, 분리, 에징 및/또는 화학적 강화의 여러 단계(1005, 1009, 1013)들이 소정의

순서로 수행될 수 있고 그 단계들 중 어느 하나 또는 그 모두가 생략될 수 있다.

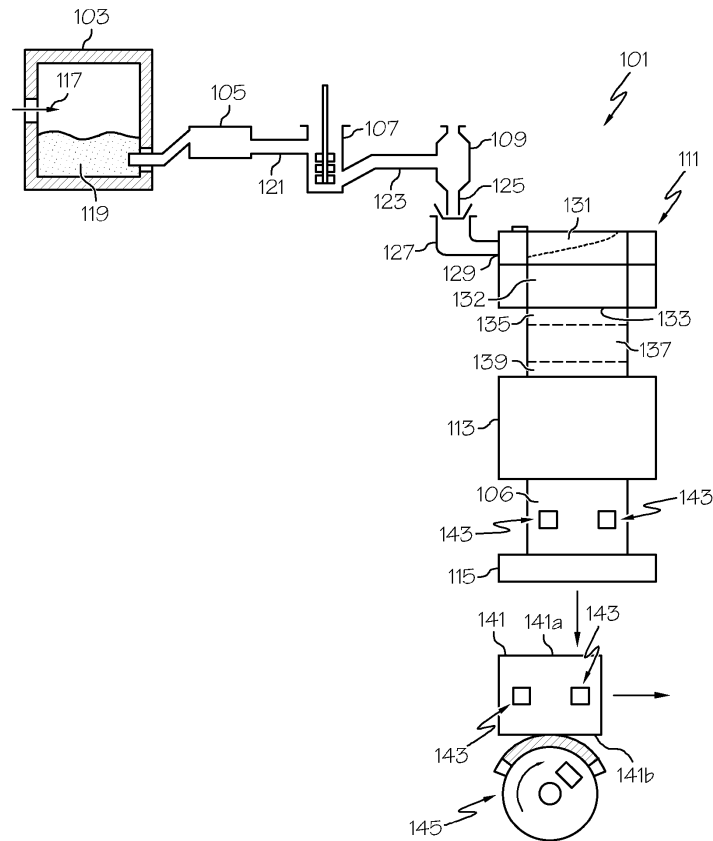
- [0069] 예컨대, 화살표 1003으로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 시작 위치(1001)에서 분리의 단계(1005)로 진행될 것이다. 선택적으로 화살표 1007로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 시작 위치(1001)에서 예징의 단계(1009)로 진행될 것이다. 이에 따라 분리의 단계(1005)를 생략한다. 또한, 화살표 1011로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 시작 위치(1001)에서 화학적 강화의 단계(1013)로 진행될 것이다. 이에 따라 분리 및 예징의 단계(1005, 1009)들을 생략한다. 또 다른 예에 있어서, 화살표 1015로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 시작 위치(1001)에서 제공의 단계(1017)로 진행될 것이다. 이에 따라 분리, 예징 및 화학적 강화의 모든 3개의 단계(1005, 1009, 1013)들을 생략한다. 다른 예들에 있어서, 화살표 1008, 1012, 1016으로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 순차적으로 분리의 단계(1005)에서, 예징의 단계(1009)로 진행하고, 화학적 강화의 단계(1013)로 진행한 다음, 제공의 단계(1017)로 진행될 것이다. 그와 같이, 분리, 예징, 및/또는 화학적 강화의 소정의 단계가 제공의 단계 전에 수행될 것이다. 화살표 1025로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 다음에 제공의 단계(1017)에서 MRF에 따라 시트 재료의 에지부를 연마하는 단계(1027)로 곧바로 진행될 수 있다.
- [0070] 또한, 상기 분리의 단계(1005)는 예징 및/또는 화학적 강화의 단계(1009, 1013)들 없이 제공될 수 있다. 덧붙여, 화살표 1019로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 분리의 단계(1005)에서 화학적 강화의 단계(1013)로 진행될 것이다. 이에 따라 예징의 단계(1009)를 생략한다. 화살표 1021로 더 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 분리의 단계(1005)에서 제공의 단계(1017)로 진행될 것이다. 이에 따라 예징 및 화학적 강화의 단계(1009, 1013)들을 생략한다.
- [0071] 더욱이, 상기 예징의 단계(1009)는 화학적 강화의 단계(1013) 없이 제공될 것이다. 예컨대, 화살표 1023으로 나타낸 바와 같이, 상기 방법은 예징의 단계(1009)에서 제공의 단계(1017)로 곧바로 진행될 것이다. 이에 따라 화학적 강화의 단계(1013)를 생략한다.
- [0072] 도 9에 나타낸 바와 같이, 분리, 예징 및/또는 화학적 강화의 단계(907, 911, 915)들 중 일부 또는 그 모두는 제공의 단계(903) 이후 수행될 것이다. 다른 예에 있어서, 상기 단계(907, 911, 915)들 중 일부 또는 그 모두는 제공의 단계 전에 수행될 수 있다. 예컨대, 도 10은 분리, 예징 및 화학적 강화의 모든 단계(1005, 1009, 1013)가 제공의 단계(1017) 이전에 수행된다는 것을 보여주고 있다. 비록 나타내진 않았지만, 다른 예들에 있어서, 단계(1005, 1009, 1013)들의 소정 조합이 상기 제공의 단계 전 및/또는 후에 수행될 수 있다. 예컨대, 분리, 예징 및 화학적 강화의 단계들중 하나 또는 둘의 단계가 제공의 단계 전에 수행되는 한편 나머지 단계(들)가 제공의 단계 후에 수행될 수 있다.
- [0073] 일예에 있어서, 유리 시트(예컨대, 유리 리본, 분리된 유리 시트 등)의 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)를 연마하는 방법이 제공된다. 상기 유리 시트(141)는 제1면(405) 및 제2면(407)을 포함할 수 있다. 상기 에지부는 상기 제1면과 제2면간 유리 시트의 주변부를 따라 확장할 수 있다. 상기 방법은 본질적으로 MRF에 따라 유리 시트의 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)를 연마하는 단일의 단계(919, 1027)로 이루어질 수 있다. 그와 같은 예들에 있어서, 그 전체 에지부는 단일의 MRF 단계 동안 제1면(405)과 제2면(407)간 형성될 것이다.
- [0074] 또 다른 예에 있어서, 유리 시트(예컨대, 유리 리본, 분리된 유리 시트 등)의 에지부(141a, 141b, 301a, 301b)를 연마하는 방법은 본질적으로 제공의 단계(903, 1017) 및 MRF에 따라 유리 시트의 에지부를 연마하는 단계(919, 1027)로 이루어진다. 예컨대, 상기 제공의 단계(903, 1017)는 제1면(405)과 제2면(407)을 갖는 유리 시트를 제공할 수 있으며, 상기 제1면과 제2면간 유리 시트의 평균 두께는 약 50  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$ 이다. 일예에 있어서, 단계 919, 1027 동안, 그 전체 에지부는 단일의 자기유변 연마 단계 동안 상기 제1면과 제2면간 형성된다.
- [0075] 도 11은 유리 시트를 분리한 후에, 그러나 에지부의 MRF 전에 관찰된 제1면(405)과 제2면(407)간 약 100  $\mu\text{m}$ 의 두께 "T"를 갖는 분리된 유리 시트(141)의 에지부(1101)의 확대도를 나타낸다. 나타낸 바와 같이, 상기 에지부(1101)는 유리 시트의 크랙킹에 취약한 원하지 않는 날카로운 에지부(1103)를 포함한다. 도 12는 본 발명 개시에 의해 기술된 바와 같이 MRF 단계 6분 후 에지부(1101)의 상기 동일한 관찰된 확대도를 나타낸다. 나타낸 바와 같이, 그러한 원하지 않는 날카로운 에지부(1103)는 제거되고 제1면(405)에서 제2면(407)으로 그 전체 에지부를 따라 평탄한 형태를 갖는 평탄 표면(1201)이 남는다. 덧붙여, 나타낸 바와 같이, 그러한 평탄 표면(1201)은 비교적 작은 재료가 제거된 상기 제1면(405)에서 제2면(407)으로 확장하는 둥근 그리고 불룩한 형태를 갖는다.
- [0076] 도 12에 기술된 박막 유리(예컨대, 100  $\mu\text{m}$ )의 둥근 에지 프로파일은 경량 및 휴대성을 위한 박막 유리를 포함하

는 다양한 제품들의 제조를 용이하게 할 수 있다. MRF를 포함하는 연마 단계의 이용은 레이저 및 기계적 분리의 박막 유리에 대한 단일의 단계로 형성된 에지를 제공할 수 있다. 연마 단계로서 MRF의 이용은 도 11 및 12로부터 약간 다른 길이들을 비교하여 나타낸 에지들로부터의 낮은 볼륨의 제거가 합리적인 사이클 타임에 의해 달성되기 때문에 박막 유리에 대한 특유의 이점을 제공할 수 있다.

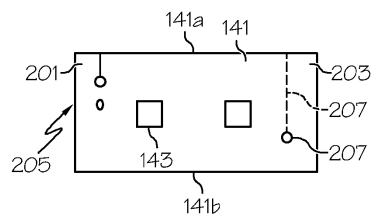
[0077] 통상의 기술자라면 청구된 발명의 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고 다양한 변형 및 변경들이 이루어질 수 있다는 명확히 알 수 있을 것이다.

**도면**

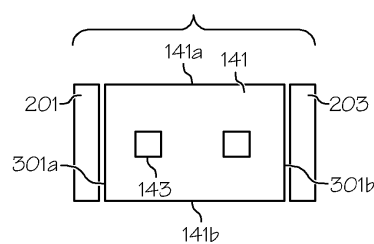
**도면1**



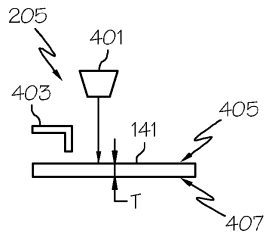
**도면2**



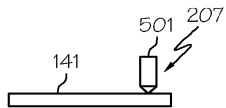
**도면3**



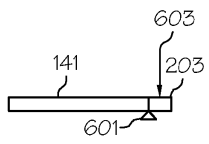
도면4



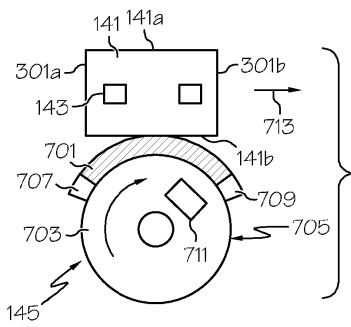
도면5



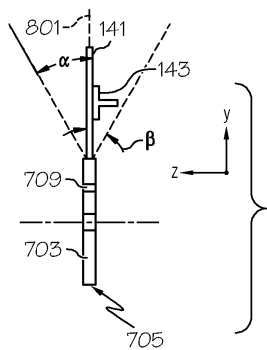
도면6



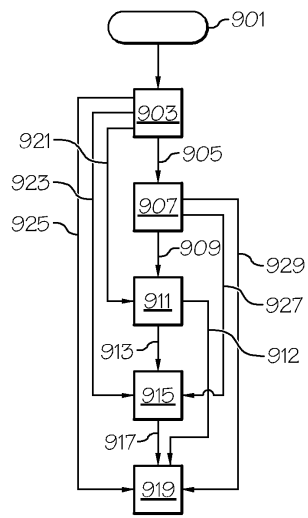
도면7



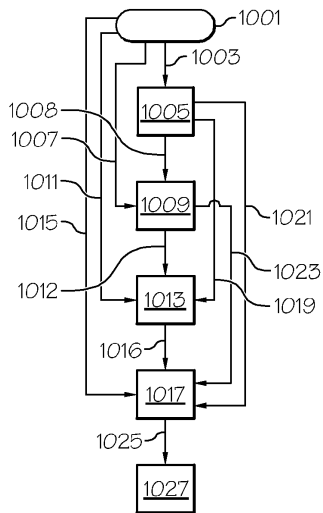
도면8



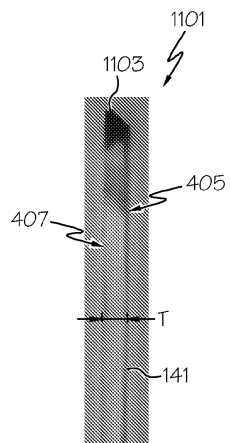
도면9



도면10



도면11



도면12

