



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

(11) 공개번호 10-2014-0131520  
(43) 공개일자 2014년11월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C03B 33/02 (2006.01) C03B 33/09 (2006.01)  
C03B 33/037 (2006.01) B23K 26/38 (2014.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7023835
- (22) 출원일자(국제) 2013년02월27일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2014년08월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/028022
- (87) 국제공개번호 WO 2013/130608  
국제공개일자 2013년09월06일
- (30) 우선권주장  
61/604,544 2012년02월29일 미국(US)

- (71) 출원인  
일렉트로 싸이언티픽 인더스트리이즈 인코포레이티드  
미국, 오리건 97229, 포트랜드, 노스웨스트 싸이언스 파크 드라이브13900
- (72) 발명자  
마츠모토 히사쉬  
미국, 오리건 97124, 힐스보로, 엔더블유 오버룩디알. 에이피티. #824 2599  
창 하이빈  
미국, 오리건 97229, 포트랜드, 엔더블유 그래프 스트리트 15536  
시멘슨 글렌  
미국, 오리건 97225, 포트랜드, 에스터블유 78번 애비뉴 3925
- (74) 대리인  
문경진, 김학수

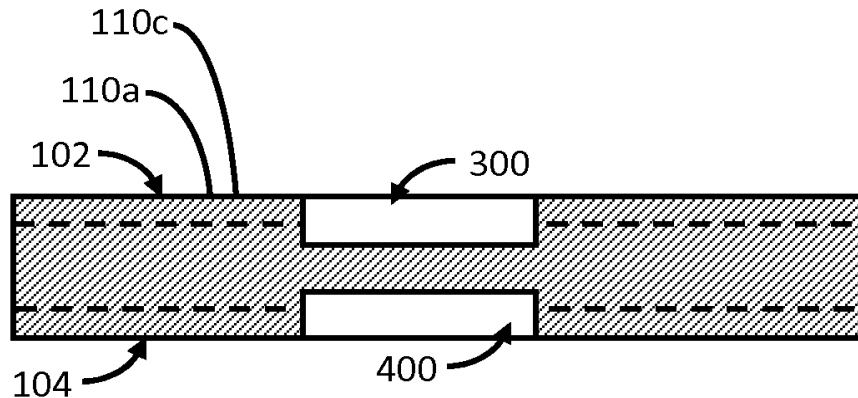
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 강화 유리를 기계가공하기 위한 방법과 장치, 및 이에 의해 제조된 물품

**(57) 요약**

개별 기관들로부터 형성된 물품으로서, 기관들을 기계가공하기 위한 방법들과 장치가 개시된다. 제1 표면과, 제1 표면에 대향하는 제2 표면을 갖는 기관을 기계가공하는 방법은, 제1 표면으로부터 제2 표면으로 연장하는 기관에 제1 리세스를 형성하는 단계와; 제2 표면으로부터 제1 표면으로 연장하는 기관에 제2 리세스를 형성하는 단계와; 제1 리세스로부터 제2 리세스로 연장하는 기관의 일부를 제거하여 상기 기관에 개구부를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

**대표도** - 도10



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

방법으로서,

제1 표면과, 상기 제1 표면에 대향하는 제2 표면을 갖는 기관을 제공하는 단계;

상기 기관에, 상기 제1 표면으로부터 상기 제2 표면으로 연장하는 제1 리세스를 형성하는 단계;

상기 기관에, 상기 제2 표면으로부터 상기 제1 표면으로 연장하는 제2 리세스를 형성하는 단계;

상기 제1 리세스로부터 상기 제2 리세스로 연장하는 상기 기관의 일부를 제거하여 상기 기관에, 상기 제1 표면으로부터 상기 제2 표면으로 연장하는 개구부를 형성하기 위한 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 기관은 상기 제1 표면 및 제2 표면 중 적어도 하나로부터 상기 기관의 내부로 연장하는 적어도 하나의 압축 영역을 포함하고, 상기 적어도 하나의 압축 영역 내의 응력은 600 MPa를 초과하는, 방법.

### 청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 제1 리세스, 상기 제2 리세스 및 상기 개구부로 구성하는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 형성하는 단계는:

레이저광의 광원을 제공하는 단계;

상기 레이저광의 광원으로 레이저광의 빔을 생성하는 단계;

상기 레이저광의 빔을 상기 기관 상에 광로를 따라 유도하는(directing) 단계; 및

상기 레이저광의 유도된 빔으로 상기 기관의 일부를 제거하는 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 4

청구항 3에 있어서, 상기 레이저광의 빔을 유도하는 단계는, 10펨토초(fs)를 초과하는 펄스 폭을 갖는 상기 레이저 광의 적어도 하나의 펄스를 유도하는 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 5

청구항 3에 있어서, 상기 레이저광의 빔을 유도하는 단계는, 100나노초(ns) 미만의 펄스 폭을 갖는 상기 레이저 광의 적어도 하나의 펄스를 유도하는 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 6

청구항 3에 있어서, 상기 레이저광의 빔을 유도하는 단계는, 상기 레이저광의 빔을 초점조절하여 상기 기관의 외측에 또는 상기 제1 표면 또는 상기 제2 표면에 위치된 빔 웨이스트(beam waist)를 생성하도록 하는 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 7

청구항 3에 있어서, 상기 레이저광의 유도된 빔으로 기관의 일부를 제거하는 단계는, 상기 기관의 일부를 절제하는 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 8

청구항 3에 있어서, 상기 레이저광의 유도된 빔으로 기관의 일부를 제거하는 단계는, 상기 기관의 일부에서 광의 다광자 흡수를 촉진하는 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 9

청구항 3에 있어서,

상기 기관의 가공 영역 내의 복수의 제거 경로들을 따라 상기 광로를 이동시키는 단계;

상기 이동하는 광로에 기초하여 상기 가공 영역 내의 상기 기관의 일부들을 제거하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

**청구항 10**

청구항 9에 있어서, 상기 복수의 제거 경로들 중 적어도 하나는 상기 복수의 제거 경로들 중 다른 것과 동심인 것인, 방법.

**청구항 11**

청구항 9에 있어서, 상기 복수의 제거 경로들 중 적어도 하나는 상기 복수의 제거 경로들 중 다른 것과 평행한 것인, 방법.

**청구항 12**

청구항 3에 있어서, 상기 제1 리세스를 형성하는 단계는, 상기 레이저광의 빔이 상기 제1 표면을 통과하고, 상기 제1 표면을 통과한 후에 상기 제2 표면을 통과하도록 유도하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 13**

청구항 3에 있어서, 상기 제2 리세스를 형성하는 단계는, 상기 레이저광의 빔이 상기 제1 표면을 통과하고, 상기 제1 표면을 통과한 후에 상기 제2 표면을 통과하도록 유도하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 14**

청구항 3에 있어서, 상기 제1 리세스 및 상기 제2 리세스의 형성 단계 사이에서 상기 기관에 따른 광축을 따라 빔 웨이스트의 위치를 변경하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

**청구항 15**

청구항 3에 있어서, 상기 제1 리세스로부터 상기 제2 리세스로 연장한 상기 기관의 일부를 제거하는 단계는, 상기 제1 리세스를 통과하고, 상기 제1 리세스를 통과한 후에 상기 제2 리세스를 통과하도록 레이저광의 빔을 유도하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 16**

청구항 1에 있어서, 상기 제1 표면 및 상기 제2 표면 중 적어도 하나는 에지에 의해 경계를 이루고, 상기 제1 표면 및 상기 제2 표면 중 적어도 하나 내에 한정된 개구부의 주변부는 상기 에지로부터 이격되어 있는, 방법.

**청구항 17**

청구항 16에 있어서, 상기 주변부에 의해 에워싸는 면적은  $0.7 \text{ mm}^2$  초과이고,  $50 \text{ mm}^2$  미만인, 방법.

**청구항 18**

청구항 16에 있어서, 상기 주변부는  $0.25\text{mm}^{-1}$  초과이고  $2\text{mm}^{-1}$  미만의 곡률 반경을 갖는 곡면 영역을 포함하는, 방법.

**청구항 19**

청구항 16에 있어서, 상기 주변부는, 제1 선형 영역과 제2 선형 영역을 포함하고, 상기 제2 선형 영역은  $0.5\text{mm}$  초과  $8\text{mm}$  미만의 최소 이격 거리만큼 상기 제1 선형 영역으로부터 이격되어 있는, 방법.

**청구항 20**

제1 압축 영역, 제2 압축 영역 및 상기 제1 압축 영역과 제2 압축 영역 사이에 배열된 장력 영역을 갖는 강화

유리 기판에 개구부를 형성하는 방법으로서, 상기 방법은:

상기 제1 압축 영역 내에 배치된 상기 기판의 제1 부분을 제거하는 단계;

상기 제2 압축 영역 내에 배치된 상기 기판의 제2 부분을 제거하는 단계;

상기 제1 부분 및 상기 제2 부분을 제거한 후, 상기 장력 영역 내에 배치된 상기 기판의 제3 부분을 제거하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 21**

강화 유리 물품으로서,

물품의 표면으로부터 물품 내로 40 μm 이상의 층의 깊이(DOL)까지 연장하는 외부 영역으로서, 600MPa 이상의 압축 응력과 동일한 압축 응력 하에 있는 외부 영역;

물품 내에 있고, 상기 외부 영역에 인접한 내부 영역으로서, 장력 하에 있는 내부 영역; 및

상기 외부 영역과 상기 내부 영역을 통해 연장하는 개구부를 포함하는, 강화 유리 물품.

**청구항 22**

제1 표면과, 상기 제1 표면에 대향하는 제2 표면을 갖는 기판에 개구부를 형성하는 장치로서, 상기 장치는:

빔 웨이스트를 갖는 레이저광의 초점조절된 빔을 광로를 따라 유도하도록 배치된 레이저 시스템;

상기 강화 유리 기판을 지지하도록 배치된 가공소재 지지 시스템; 및

적어도 상기 레이저 시스템과 가공소재 지지 시스템에 결합된 제어기를 포함하며,

상기 제어기는 프로세서와 메모리를 포함하는데:

상기 프로세서는 적어도 상기 레이저 시스템과 상기 가공소재 지지 시스템을 제어하기 위한 지령들을 실행하도록 배치된 프로세서로서:

상기 기판에, 상기 제1 표면으로부터 상기 제2 표면으로 연장하는 제1 리세스를 형성하고;

상기 기판에, 상기 제2 표면으로부터 상기 제1 표면으로 연장하는 제2 리세스를 형성하고; 그리고

상기 제1 리세스로부터 상기 제2 리세스까지 연장하는 상기 기판의 일부를 제거하여 상기 기판에, 상기 제1 표면으로부터 상기 제2 표면으로 연장하는 개구부를 형성하기 위한 프로세서이며; 그리고

상기 메모리는 상기 지령들을 저장하도록 배치된 것인, 장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명의 실시예들은 일반적으로 유리의 기판들을 기계가공하기 위한 방법들에 관한 것이며, 보다 구체적으로는, 강화 유리 기판들에 특징부들(예를 들어, 관통 홀들, 구멍들, 개구부들(openings) 등)을 기계가공하기 위한 방법에 관한 것이다. 본 발명의 실시예들은 또한 유리의 기판들을 기계가공하기 위한 장치들 및 강화 유리 물품들에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 화학적 또는 열적으로 강화된 기판들과 같은 얇은 강화 유리 기판들은 그의 우수한 강도와 내손상성 때문에 소비자용 전자제품들에서 광범위한 적용분야를 발견하였다. 예를 들어, 이러한 유리 기판들은 휴대 전화들, 텔레비전, 컴퓨터 모니터와 같은 표시 장치 및 다양한 다른 전자 장치들에 포함된 LCD 및 LED 디스플레이들과 터치 응용제품들의 커버 기판들로서 사용될 수 있다. 제조 비용을 감소시키기 위해, 소비자용 전자제품들에 사용되는 이러한 유리 기판들은 하나의 큰 유리 기판 상에 다수의 장치들용으로 박막 패터닝을 행하고, 다양한 절단 기술을 사용하여 큰 유리 기판을 복수의 작은 유리 기판들로 섹션화 또는 분리함으로써 형성하는 것이 바람직할 것이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0003] 그러나, 중앙 장력 영역 내에 저장된 압축 응력과 탄성 에너지의 크기는 화학적 또는 열적 강화유리 기관의 기계가공을 어렵게 할 수 있다. 높은 표면 압축 및 깊은 압축층들은 종래의 기술을 사용하여 유리 기관을 (예를 들어, 소잉, 드릴링 등에 의해) 기계적으로 기계가공하는 것을 어렵게 한다. 또한, 중앙 장력 영역 내에 저장된 탄성 에너지가 충분히 크면, 유리는 표면 압축층이 관통될 때 조각조각 깎아지거나(chip) 또는 산산조각 날 수 있다. 다른 예에서, 탄성 에너지의 방출은 기관 내에서 크랙을 생성시킬 수 있고, 기계가공된 물품의 강도를 극단적으로 감소시킬 수 있다. 따라서, 강화 유리 기관들에 특징부들을 기계가공하기 위한 대안적인 방법들에 대한 요구가 존재한다.

**과제의 해결 수단**

- [0004] (요약)
- [0005] 본원에 개시된 일 실시예는, 제1 표면 및 제1 표면에 대향한 제2 표면을 갖는 기관을 제공하는 단계와; 기관에 제1 표면으로부터 제2 표면까지 연장하는, 제1 리세스를 형성하는 단계와; 기관 상에 제2 표면으로부터 제1 표면까지 연장하는, 제2 리세스를 형성하는 단계와; 제1 리세스로부터 제2 리세스로 연장하는 기관의 일부를 제거하여 기관 상에, 제1 표면으로부터 제2 표면까지 연장하는 개구부를 형성하는 단계를 포함하는, 방법이 예시적인 특징일 수 있다.
- [0006] 본원에 개시된 다른 실시예는, 제1 압축 영역, 제2 압축 영역 및 제1 압축 영역과 제2 압축 영역사이에 배열된 장력 영역을 갖는 강화 유리 기관에 개구부를 형성하는 방법이 예시적인 특징일 수 있다. 이러한 방법은, 제1 압축 영역 내에 배치된 기관의 제1 부분을 제거하는 단계와; 제2 압축 영역에 배치된 기관의 제2 부분을 제거하는 단계와, 제1 및 제2 부분을 제거한 후, 장력 영역 내에 배치된 기관의 제3 부분을 제거하는 단계를 포함한다.
- [0007] 본원에 개시된 또 다른 실시예는, 물품의 표면으로부터 물품 내에 40µm 이상의 층의 깊이(depth of layer: DOL)까지 연장하는 외부 영역으로서, 상기 외부 영역은 600MPa 이상의 압축 응력과 동일한 압축 응력 하에 있는 외부 영역과; 물품 내에 있고 외부 영역에 인접한 내부 영역으로서, 상기 내부 영역은 장력 하에 있는 내부 영역과; 외부 영역과 내부 영역을 통해 연장하는 개구부를 포함하는 강화 유리 물품이 예시적인 특징일 수 있다.
- [0008] 본원에 개시된 또 다른 실시예는, 제1 표면과, 제1 표면에 대향하는 제2 표면을 갖는 기관에 개구부를 형성하기 위한 장치가 예시적인 특징일 수 있다. 이러한 장치는, 빔 웨이트를 갖는 레이저광의 초점조절된(focused) 빔을 광로를 따라 유도하도록(to direct) 배치된 레이저 시스템과; 강화 유리 기관을 지지하도록 배치된 가공소재(workpiece) 지지 시스템과; 적어도 레이저 시스템과 가공소재 지지 시스템에 결합되는 제어기를 포함할 수 있다. 제어기는 적어도 레이저 시스템과 가공소재 지지 시스템을 제어하기 위한 지시를 실행하도록 배치된 프로세서를 포함할 수 있으며, 여기서 제어기는, 기관 상에 제1 표면으로부터 제2 표면쪽으로 연장된 제1 리세스를 형성하도록; 기관 상에 제2 표면으로부터 제1 표면쪽으로 연장된 제2 리세스를 형성하도록; 그리고 기관 상에 제1 표면으로부터 제2 표면으로 연장된, 개구부를 형성하도록 제1 리세스로부터 제2 리세스로 연장하는 기관의 일부분을 제거하도록 하기 위한 것이다. 제어기는 또한 지령들을 저장하도록 배치된 메모리를 포함할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0009] 도 1a 및 1b는 각각 본 발명의 실시예들에 따라 기계가공 가능한 강화 유리 기관을 도시하는 평면도 및 단면도이다.
- 도 2a는 도 1a 및 1b에 대해 예시적으로 설명된 기관의 가공 영역의 일 실시예를 도시하는 평면도이다.
- 도 2b 및 도 3 내지 5는 도 2a의 선 IIB-IIB를 따라 절취한, 강화 유리 기관에 특징부를 기계가공하는 공정의 일 실시예를 도시하는 단면도들이다.
- 도 6 및 7은 강화 유리 기관에 특징부를 기계가공하기 위해 레이저광의 빔이 이동될 수 있는 제거 경로들의 소

정의 실시예들을 개략적으로 도시하는 도면이다.

도 8 내지 10은, 도 2a의 선 IIB-IIB를 따라 절취한, 강화 유리 기관에 특징부를 기계가공하는 공정의 다른 실시예를 도시하는 단면도들이다.

도 11 및 12는 도 2a의 선 IIB-IIB를 따라 절취한 것이며, 강화 유리 기관의 특징부를 기계가공하는 공정의 또 다른 실시예를 도시하는 단면도들이다.

도 13은 도 2a 내지 12에 대해 예시적으로 설명된 공정들을 실행하도록 배치된 장치의 일 실시예를 개략적으로 도시하는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0010] 본 발명의 실시예들은 첨부 도면을 참조하여 이하에서 보다 구체적으로 설명된다. 그러나, 본 발명의 실시예들은 다수의 상이한 형태로 실시될 수 있고, 본원에서 설명하는 실시예들로 제한되도록 해석되어서는 안된다. 오히려, 이들 실시예들은, 본 명세서가 철저하고 완전하게 되도록 제공되고, 해당 기술 분야의 종사자들에게 본 발명의 범주를 완전히 전달할 수 있도록 제공된다. 도면들에서, 층들 및 영역들의 크기들과 상대 크기들은 명확하게 하기 위해 과장될 수 있다.

[0011] 이하의 설명에서, 유사한 도면부호들은 도면들에서 도시된 몇몇 보기들을 통해 유사하거나 대응되는 부분들을 지시한다. 본원에서 사용된 단수형 “a”, “an” 및 “the”는 달리 그 내용을 명확하게 나타내지 않은 한, 또한 복수형을 포함하도록 의도된다. 또한, 달리 특정되지 않는 한, “상부”, “저부”, “외향”, “내향” 등은 편의상의 용어이며, 제한하기 위한 용어로서 의도되어서는 안된다는 것이 이해될 것이다. 또한, 그룹이, 요소들과 이들의 조합들의 그룹 중 적어도 하나를 “포함하는” 것으로서 기재되는 경우, 그 그룹은 개별적으로 또는 서로 조합하여, 인용되는 임의의 이들 요소들을 포함하거나, 필수적으로 구성되거나, 또는 그들만으로 구성될 수 있다는 점이 이해될 것이다. 유사하게, 그룹이 요소들 또는 이들의 조합들의 그룹 중 적어도 하나로 “구성되는” 것으로서 기재되는 경우, 그룹은 개별적으로 또는 서로 조합하여, 인용되는 임의의 이들 요소들로 구성될 수 있다는 점이 이해될 것이다. 달리 특정하지 않는 한, 인용될 때의 값의 범위는 범위의 상한 및 하한을 포함할 뿐 아니라 그 사이의 임의의 보조 범위를 포함한다.

[0012] 일반적으로 도면들을 참조하면, 도면들은 특정 실시예들을 기재하기 위한 것이며, 명세서 또는 첨부된 청구범위를 제한하도록 의도되지 않는다는 것이 이해될 것이다. 도면들은 축척에 맞출 필요는 없고, 도면들에서 소정의 특징부들과 소정의 보기들은 일정한 비율로 과장되거나 또는 명확하고 간결하게 하기 위해 개략적으로 도시될 수 있다.

[0013] 도 1a 및 1b는 각각 본 발명의 실시예들에 따라 기계가공 가능한 강화 유리 기관을 도시하는 평면도 및 단면도이다.

[0014] 도 1a 및 1b를 참조하면, 강화 유리 기관(100)(또한 본원에서 간단히 “기관”으로 지칭됨)은 제1 표면(102), 제1 표면에 대향된 제2 표면(104) 및 예지(106a, 106b, 108a, 108b)를 포함한다. 일반적으로, 예지(106a, 106b, 108a, 108b)는 제1 표면(102)으로부터 제2 표면(104)으로 연장한다. 따라서, 제1 표면(102)과 제2 표면(104)은 예지(106a, 106b, 108a, 108b)에 의해 경계지어진다. 기관(100)은 평면도에서 볼 때, 기본적으로 사각형으로 도시되지만, 기관(100)이 평면도에서 보았을 때 임의의 형상을 가질 수 있음은 명백할 것이다. 기관(100)은 보로실리케이트 유리, 소다라임 유리, 알루미늄보로실리케이트 유리, 알루미늄보로실리케이트 유리 등 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 임의의 유리 조성물로부터 형성될 수 있다. 본원에 개시된 실시예들에 따라 기계가공되는 기관(100)은 이온 교환 화학 강화 공정, 열 템퍼링 등 또는 이들의 조합과 같은 강화 공정에 의해 강화될 수 있다. 비록 본원의 실시예들은 화학적으로 강화된 유리 기관들의 맥락에서 설명하였지만, 다른 종류의 강화 유리 기관들이 본원에 예시적으로 기재된 실시예들에 따라 기계가공될 수 있음을 이해할 것이다. 일반적으로, 기관(100)은 200 μm보다 크고 10 mm 미만인 두께 t를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 두께 t는 500 μm 내지 2mm의 범위일 수 있다. 다른 실시예에서, 두께 t는 600 μm 내지 1mm의 범위일 수 있다. 그러나, 두께 t는 10mm 보다 크거나 200 μm 미만일 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0015] 도 1b를 참조하면, 기관(100)의 내부(110)는 압축 영역(예를 들어 제1 압축 영역(110a)과 제2 압축 영역(110b))과 장력 영역(110c)을 포함한다. 압축 영역(110a, 110b) 내의 기관(100)의 일부들은 유리 기관(100)에 자체 강도를 제공하는 압축 응력 상태로 유지된다. 장력 영역(110c)의 기관(100)의 일부는 압축 영역(110a, 110b)들에서의 압축 응력들을 보상하도록 인장 응력 하에 있다. 일반적으로, 내부(110) 내의 압축력 및 인장력은 서로



균형을 이루어 기관(100)의 순 응력(net stress)은 0이 된다.

[0016] 예시적으로 도시한 바와 같이, 제1 압축 영역(110a)은 거리(또는 깊이) d1만큼 제1 주표면(102)으로부터 제2 주표면(104)까지 연장하고, 따라서 d1의 두께(또는 “층의 깊이”, DOL)를 갖는다. 일반적으로, d1은 기관(100)의 물리적 표면에서 응력이 0이 되는 내부(100) 내의 지점까지의 거리로서 한정할 수 있다. 제2 압축 영역(110b)의 DOL은 또한 d1일 수 있다.

[0017] 해당 기술 분야의 종사자들에게 모두 알려진 해당 기관(100)의 조성과 기관(100)을 강화하는 화학적 및/또는 열적 처리와 같은 공정 인자들에 따라, d1은 일반적으로 10 μm보다 클 수 있다. 일 실시예에서 d1은 20 μm보다 크다. 일 실시예에서, d1은 40 μm보다 크다. 다른 실시예에서, d1은 50 μm보다 크다. 다른 실시예에서, d1은 100 μm보다 클 수도 있다. 기관(100)은 10 μm 미만의 d1을 갖는 압축 영역을 생성하도록 임의의 방식으로 제조될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 도시된 실시예에서, 장력 영역(110c)은 (단부 표면(108a, 108b)들 뿐만 아니라) 예지 표면(106a, 106b)들로 연장된다. 그러나, 다른 실시예에서, 추가적인 압축 영역들이 예지 표면(106a, 106b, 108a, 108b)들을 따라 연장될 수 있다. 따라서, 집합적으로, 압축 영역들은 기관(100)의 표면들로부터 기관(100)의 내부로 압축식으로 응력을 받는 외부 영역을 형성하고, 장력 상태 하의 장력 영역(110c)은 압축식으로 응력을 받는 외부 영역에 의해 둘러싸인다.

[0018] 전문한 공정 인자들에 따라, 압축 영역(110a, 110b)들의 압축 응력의 크기는 각각 제1 표면(102) 및 제2 표면(104)에서 또는 그 부근(즉, 100 μm 내)에서 측정되고, 69 MPa보다 클 수 있다. 예를 들어, 소정의 실시예들에서, 압축 영역(110a, 110b)들의 압축 응력의 크기는 100 MPa보다 크고, 200 MPa보다 크고, 300 MPa보다 크고, 400 MPa보다 크고, 500 MPa보다 크고, 600 MPa보다 크고, 700 MPa보다 크고, 800 MPa보다 크고, 900 MPa보다 크고, 1 GPa보다도 클 수 있다. 인장 영역(110c)에서의 인장 응력의 크기는 하기식에 의해 얻어질 수 있다:

$$CT = \frac{CS \times DOL}{t - 2 \times DOL}$$

[0019]

[0020] 여기서, CT는 기관(100) 내의 중심 장력이고, CS는 MPa로 표현되는 압축 영역(들)의 최대 압축 응력이고, t는 mm로 표현되는 기관(100)의 두께이고, DOL은 mm로 표현되는 압축 영역(들)의 층의 깊이이다.

[0021] 본 발명의 실시예들에 따라 기계가공될 수 있는 기관(100)을 예시적으로 기재하기 위하여, 기관(100)을 기계가공하는 예시적인 실시예들이 이제 설명될 것이다. 이들 방법들을 실행할 때, 관통 홀들(through-holes), 구멍들(apertures), 개구부들(openings) 등(집합적으로, “개구부들”로 본원에서 지칭됨)과 같은 특징부들이 기관(100) 내에 형성될 수 있다.

[0022] 도 2a 내지 12는 기관(100)과 같은 강화 유리 기관을 기계가공하는 공정들의 다양한 실시예들을 도시하며, 이는 제1 표면(102)으로부터 제2 표면(104)쪽으로 연장하는 기관(100)의 제1 리세스를 형성하도록 제1 압축 영역(110a)에서 기관(100)의 제1 부분을 제거하는 단계와, 제2 표면(104)으로부터 제1 표면(102)쪽으로 연장하는 기관(100)의 제2 리세스를 형성하도록 제2 압축 영역(110b)에서 기관(100)의 제2 부분을 제거하는 단계와, 그 다음에, 제1 표면(102)으로부터 제2 표면(104)으로 연장하는 기관(100)에 개구부를 형성하도록 장력 영역(110c)에서 기관(100)의 제3 부분을 제거하는 (예를 들어, 제1 리세스로부터 제2 리세스로 연장하는) 단계를 포함한다.

[0023] 도 2a를 참조하면, 레이저광의 빔(202)은 기관(100)의 가공 영역(200) 상으로 유도될 수 있다. 빔(202)은 제1 압축 영역(110a) 내의 기관(100)의 부분들을 제거하기 위해, 기관(100)에 따라 이동되도록 할 수 있다. 도 2b는 빔(202)이 제1 압축 영역(110a)의 일부를 제거한 상태의 기관(100)을 도시한다. 일반적으로, 레이저광의 빔(202)은 기관 상으로 광로를 따라 유도되어, 빔(202)은 제1 표면(102)을 통과한 후에 제2 표면(104)을 통과한다. 일 실시예에서, 빔(202) 내의 광은 일련의 레이저광의 펄스들로서 제공되고, 빔(202)은 레이저광의 빔을 우선 생성하고 이어서 빔 웨이스트(204)를 생성하도록 레이저광의 빔을 순차적으로 초점조절함(focusing)으로써 광로를 따라 유도될 수 있다. 도시된 실시예에서, 빔 웨이스트(204)는 (제1 표면(102) 상에 있도록) 제1 표면(102)과 교차할 수 있거나, 또는 (예를 들어, 제1 표면(102)에 인접하거나 또는 제2 표면(104)에 인접하여) 기관(100) 내에 위치될 수 있거나, 또는 (예를 들어, 빔 웨이스트(204)가 제2 표면(104)보다 제1 표면(102)에 근접하도록, 또는 빔 웨이스트(204)가 제1 표면(102)보다 제2 표면(104)에 근접하도록) 기관(100)의 외측에 있을 수 있다. 빔(202)이 초점조절되는 방식을 변경함으로써 기관(100)에 대한 광로를 따른 빔 웨이스트(204)의 위치가 변할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또 다른 실시예에서, 빔 웨이스트(204)는 (제2 표면(104)에 있도록) 제2 표면(104)과 교차할 수 있다.

- [0024] 기관(100)의 외측에 위치할 때, 빔 웨이스트(204)는 (예를 들어 광로를 따라 측정할 때) 기관으로부터 0.5 mm를 초과한 거리만큼 이격될 수 있다. 일 실시예에서, 빔 웨이스트(204)는 3 mm 미만의 거리만큼 기관(100)으로부터 이격될 수 있다. 일 실시예에서, 빔 웨이스트(204)는 1.5 mm의 거리만큼 기관(100)으로부터 이격될 수 있다. 그러나, 빔 웨이스트(204)는 3 mm 초과 또는 0.5 mm 미만의 거리만큼 기관(100)으로부터 이격될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0025] 일반적으로, 레이저광의 빔(202) 내의 광은 100 nm를 초과하는 적어도 하나의 파장을 갖는다. 일 실시예에서, 레이저광의 빔(202) 내의 광은 3000 nm 미만의 적어도 하나의 파장을 가질 수 있다. 예를 들어, 레이저광의 빔(202) 내의 광은 523nm, 532nm, 543nm의 파장 등 또는 이들의 조합의 파장을 가질 수 있다. 전술한 바와 같이, 빔(202) 내의 광은 레이저광의 일련의 펄스들로서 제공된다. 일 실시예에서, 적어도 하나의 펄스들은 10 펨토초(fs)를 초과하는 펄스 폭(pulse duration)을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 적어도 하나의 펄스들은 500 나노초(ns) 미만의 펄스 폭을 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 적어도 하나의 펄스는 약 10 피코초(ps)의 펄스 폭을 가질 수 있다. 일반적으로, 펄스 폭은, 상대적으로 짧은 펄스 폭을 사용할 때의 비교적 낮은 열 손상과 함께, 요구되는 시간과 비용에 대해 상대적으로 긴 펄스 폭에 의해 유도되는 높은 처리량이지만 잠재적인 열 손상에 대하여 균형을 이룸으로써 선택될 수 있다. 게다가, 빔(202)은 10 Hz를 초과하는 반복률로 광로를 따라 유도될 수 있다. 일 실시예에서, 빔(202)은 100 MHz 미만의 반복률로 광로를 따라 유도될 수 있다. 다른 실시예에서, 빔(202)은 약 400 kHz 내지 약 2MHz의 범위의 반복률로 광로를 따라 유도될 수 있다. 빔(202)의 출력은 다른 인자들 중에서 빔(202) 내의 광의 파장과 펄스 폭에 기초하여 선택될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 빔(202)이 녹색 파장(예를 들어, 523nm, 532nm, 543nm, 등)을 갖고, 약 10 ps의 펄스 폭을 가지면, 빔(202)의 출력은 20W (또는 약 20W)의 출력을 가질 수 있다. 다른 예에서, 빔(202)이 UV 파장(예를 들어, 355 nm 등)을 갖고 약 10 ns 미만(예를 들어 1 ns)의 펄스 폭을 가지면, 빔(202)의 출력은 10W 내지 20W(또는 약 10W 내지 약 20W)의 범위의 출력을 가질 수 있다. 그러나, 빔(202)의 출력은 원하는대로 선택될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0026] 일반적으로, 전술한 파장, 펄스 폭, 반복률 및 출력과 같은 빔(202)의 인자들(또한 “빔 인자들”로도 지칭됨)은, 스팟 크기, 스팟 강도, 플루언스(fluence) 등 또는 이들의 조합과 같은 다른 인자들에 추가하여 선택될 수 있으며, 이 경우, 빔(202)은 스팟(206)에 의해 조사되는 기관(100)의 일부를 절제하거나, 스팟(206)에 의해 조사되는 제1 표면(102)의 일부에 의해 빔(202) 내의 광의 다광자 흡수를 유도하는데 충분한, 제1 표면(102)에서 스팟(206)에서 강도와 플루언스를 갖도록 하여야 할 것이다. 그러나, 예를 들어 빔(202)이 초점조절되는 방식을 변경함으로써, 스팟(206)은 제2 표면(104)으로 이동될 수 있다. 따라서, 제1 표면(102) 또는 제2 표면(104)에서 기관(100)의 일부는 스팟(206)에 의해 그 부분에 조사될 때 제거될 수 있다. 일 실시예에서, 스팟(206)은 1  $\mu$ m를 초과하는 직경의 원형 형상을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 스팟(206)의 직경은 100  $\mu$ m 미만일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 스팟(206)의 직경은 약 30  $\mu$ m 일 수 있다. 그러나, 직경은 100  $\mu$ m 초과 또는 1  $\mu$ m 미만일 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 스팟(206)은 임의의 형상(예를 들어, 타원형, 선형, 사각형, 사다리꼴 등 또는 이들의 조합)을 가질 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0027] 일반적으로, 빔(202)은 기관(100)의 일부를 제거하고 제1 압축 영역(110a) 내에 제1 리세스(예를 들어 도 3에서 300으로 지시된 바와 같은)를 형성하기 위해, 가공 영역(200) 내에서 하나 이상의 제거 경로를 따라 주사될 수 있다. 빔(202)이 가공 영역(200) 내에서 주사되는 주사율과 횡수는 전술한 빔 인자들 뿐만 아니라 제1 리세스(300)의 원하는 깊이, 기관의 조성물, 기관(100) 내의 기계가공된 개구부의 원하는 에지 품질 등에 기초하여 선택될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0028] 도 3을 참조하면, 제1 리세스(300)의 깊이 d2는 그가 형성되는 기관(100)의 물리적인 표면(예를 들어, 예시적으로 도시된 바와 같이 제1 표면(102))으로부터 제1 리세스(300)의 하부 표면(302)까지의 거리로서 한정될 수 있다. 전술한 빔 인자들, 주사 인자들 등에 따라, d2는 d1보다 클 수 있고, d1과 동일할 수 있고, 또는 d1보다 작을 수 있다. d2가 d1보다 크면, d2는 d1 보다 5%(또는 5% 미만) 내지 100%(또는 100% 초과) 더 큰 범위일 수 있다. d2가 d1보다 작으면, d2는 d1 보다 1% (또는 1% 미만) 내지 90% (또는 90% 초과) 더 작은 범위일 수 있다. 일 실시예에서, 전술한 빔 인자들, 주사 인자들 등은, d2가 적어도 10  $\mu$ m, 적어도 20  $\mu$ m, 적어도 30  $\mu$ m, 적어도 40  $\mu$ m, 적어도 50  $\mu$ m, 또는 50  $\mu$ m 초과 또는 10  $\mu$ m 미만일 수 있도록 선택될 수 있다.
- [0029] 도 4를 참조하면, 제1 리세스(300)가 형성된 후, 기관(100)이 이동되고(예를 들어, 뒤집어지고(flipped)), 빔(202)은 제2 압축 영역(110b) 내의 기관(100)의 일부들을 제거하도록 기관(100)에 따라 이동하도록 함으로써, 제2 리세스(400)를 형성한다. 일반적으로, 레이저광의 빔(202)은 기관 상으로 광로를 따라 유도되어, 빔(202)이 제2 표면(104)을 통과한 후에 제1 표면(102)을 통과한다. 제2 리세스(400)를 형성할 때, 빔(202)의 빔 웨이스트



(204)는 (제2 표면(104)에 있도록) 제2 표면(104)과 교차할 수 있거나, 또는 (예를 들어, 제2 표면(104)에 인접하거나 또는 제1 표면(102)에 인접하여) 기관(100) 내에 위치될 수 있거나, (예를 들어 빔 웨이스트(204)가 제1 표면(102)보다 제2 표면(104)에 근접하거나, 또는 빔 웨이스트(204)가 제2 표면(104)보다 제2 표면(104)에 근접하도록) 기관(100)의 외측에 있을 수 있다. 또 다른 실시예에서, 빔 웨이스트(204)는 (제1 표면(102)에 있도록) 제1 표면(102)과 교차할 수 있다. 빔(202)의 다른 인자들은 제1 리세스(300)의 형성과 관련하여 전술한 빔 인자들과 동일하거나 상이할 수 있다.

[0030] 도 4를 참조하면, 제2 리세스(400)의 깊이  $d3$ 는 기관(100)의 물리적인 표면(예를 들어, 예시적으로 도시된 바와 같이 제2 표면(104))으로부터 제2 리세스(400)의 하부 표면(402)까지의 거리로서 한정될 수 있다. 전술한 빔 인자들, 주사 인자들 등에 따르면,  $d3$ 은  $d1$ 보다 크거나,  $d1$ 과 동일하거나 또는  $d1$ 보다 작을 수 있다.  $d3$ 가  $d1$ 보다 크면,  $d3$ 은  $d1$ 보다 큰, 5%(또는 5% 미만) 내지 100%(또는 100% 초과)의 범위일 수 있다.  $d3$ 이  $d1$ 보다 작으면,  $d3$ 은  $d1$ 보다 작은, 1% (또는 1% 미만) 내지 90%(또는 90% 초과)의 범위일 수 있다. 일 실시예에서, 전술한 빔 인자들, 주사 인자들 등은,  $d3$ 가 적어도 10  $\mu\text{m}$ , 적어도 20  $\mu\text{m}$ , 적어도 30  $\mu\text{m}$ , 적어도 40  $\mu\text{m}$ , 적어도 50  $\mu\text{m}$  또는 50  $\mu\text{m}$  초과 또는 10  $\mu\text{m}$  미만일 수 있도록 선택될 수 있다.

[0031] 도 5를 참조하면, 제2 리세스(400)가 형성된 후에, 빔(202)은 제2 리세스(400)로부터 제1 리세스(300)으로 연장하는 장력 영역(110c) 내의 기관(100)의 제3 부분을 제거시키도록 기관(100)에 따라 이동되도록 한다. 일반적으로, 레이저광의 빔(202)은 기관 상으로 광로를 따라 유도되어, 빔(202)이 제2 표면(104)을 통과한 후에 제1 표면(102)을 통과한다. 그러나, 다른 실시예들에서, 기관(100)은 뒤집어질 수 있어서, 빔(202)은 제1 표면(102)을 통과하고, 그 다음에 제2 표면(104)을 통과한다. 기관에 따른 빔 웨이스트(204)의 배치는, 기관(100)의 제3 부분의 바람직한 제거를 용이하게 하기 위해 상술한 바와 같이 선택될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 기관(100)의 제3 부분의 제거시에, 제1 표면(102)으로부터 제2 표면(104)으로 연장하는 개구부(500)가 기관(100)에 형성된다. 일 실시예에서, 기관(100)의 제3 부분의 제거 공정은, 제2 리세스(400)가 형성된 직후에 개시된다. 따라서, 제2 리세스(400)의 형성은 개구부(500)의 형성 공정의 중간 단계로서 고려될 수 있다. 비록 기관의 제3 부분은 빔(202)을 이용하여 제거되는 것으로 전술되었지만, 제3 부분은 임의의 적절한 방식(예를 들어, 기계 드릴링, 기계 소잉, 화학적 에칭 등 또는 이들의 조합)으로 제거될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0032] 상기에서 예시적으로 설명한 바와 같이 형성된, 개구부(500)는 에지(106a, 106b, 108a 및 108b)로부터 이격된 제1 표면(102)에 한정된 제1 주위부를 갖는다. 마찬가지로, 개구부(500)는 에지(106a, 106b, 108a 및 108b)로부터 또한 이격된 제2 표면(104)에 한정된 제2 주위부를 갖는다. 개구부(500)의 제1 및 제2 주위부들은 임의의 바람직한 방식으로 크기 및 형상이 정해질 수 있다는 것을 이해할 것이다. 일 실시예에서, 제1 주위부 및/또는 제2 주위부의 크기 및 형상은 가공 영역의 크기 및/또는 형상(예를 들어, 도 2a에 도시됨)에 상응할 수 있다.

[0033] 소정의 실시예에서, 빔(202)이 주사되는 하나의 제거 경로 또는 제거 경로들은, 기관(100)에 형성되는 것이 바람직한 개구부(500)의 크기 및 기하학적 형상, 기관의 조성물, 기계가공되는 압축 영역의 DOL, 기계가공되는 압축 영역의 압축 응력, 빔(202)에 의해 기관(100) 내에 발생하는 열의 양, 또는 기타 또는 이들의 조합에 기초하여 배치될 수 있다. 일 실시예에서, 하나 이상의 경로들의 적절한 선택은, 기관(100) 내에서의 개구부(500)의 효율적인 형성을 용이하게 할 수 있고, 또한 개구부(500)의 형성 동안 기관(100)의 크랙의 형성을 감소시키거나 방지할 수 있다. 예를 들어, 그리고 도 6을 참조하면, 제거 경로 패턴(600)은 제거 경로(600a, 600b, 600c, 600d)와 같은 복수의 동심 제거 경로들을 갖는다. 다른 실시예에서, 그리고 도 7을 참조하면, 패턴(700)과 같은 제거 패턴은 선형 가로줄무늬(raster) 주사 경로(704)와 중첩되는 경로(702a, 702b, 702c)와 같은 복수의 동심 제거 경로들을 포함할 수 있다. 패턴(600)은, 기계가공되는 기관이 비교적 얇은(예를 들어, 최대 약 10  $\mu\text{m}$ , 약 15  $\mu\text{m}$ , 약 20  $\mu\text{m}$  의 DOL) 그리고/또는 비교적 약한(예를 들어, 약 100MPa 이하의 CS) 압축 영역을 가질 때 사용될 수 있다. 패턴(700)은 기계가공되는 기관이 비교적 두껍고(예를 들어, 최대 약 20  $\mu\text{m}$ , 약 30  $\mu\text{m}$ , 약 40  $\mu\text{m}$  또는 이를 초과하는 DOL) 그리고/또는 비교적 강한(예를 들어, 약 600MPa 이상의 CS) 압축 영역을 가질 때 사용될 수 있다.

[0034] 도 8 내지 10은, 도 2a의 선 IIB-IIB를 따라 절취한, 강화 유리 기관에 특징부를 기계가공하는 공정의 다른 실시예를 도시하는 단면도들이다.

[0035] 도 8을 참조하면, 레이저광의 빔(202)은 기관(100)의 가공 영역(200) 상으로 (예를 들어, 도 2a에 도시된 바와 같이) 유도될 수 있고, 빔(202)은 제2 압축 영역(110b) 내의 기관(100)의 부분들을 제거하기 위해 기관(100)에 따라 이동될 수 있다. 도 8은 빔(202)이 제2 압축 영역(110b)의 일부를 제거한 상태의 기관(100)을 도시한다. 일반적으로, 레이저광의 빔(202)은 기관 상으로 광로를 따라 유도되어, 빔(202)은 제1 표면(102)을 통과한 후에

제2 표면(104)을 통과한다. 기관(100)에 따른 빔(202)의 주사 및 빔 웨이스트(204)의 배치는 기관(100)의 제2 부분의 바람직한 제거를 용이하게 하기 위해 전술한 바와 같이 선택될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 기관(100)의 제2 부분을 제거하면, 도 9에 도시된 바와 같이 전술한 제2 리세스(400)가 제2 압축 영역(110b)에 형성된다.

[0036] 도 9를 참조하면, 제2 리세스(400)가 형성된 후에, 빔(202)의 빔 웨이스트(204)의 위치는, 제1 압축 영역(110a) 내의 기관(100)의 부분들을 제거하도록 기관(100)에 따라 (예를 들어 화살표(900)의 방향을 따라) 조정될 수 있어서, 도 10에 도시된 바와 같이 전술한 제1 리세스(300)을 형성한다. 일반적으로, 레이저광의 빔(202)은 기관 상으로 광로를 따라 유도되어, 빔(202)이 제2 표면(104)을 통과한 후에 제1 표면(102)을 통과한다. 빔 웨이스트 배치와 같은 인자들 및 빔(202)의 다른 인자들은 기관(100)의 제1 부분의 원하는 제거를 용이하게 하도록 전술한 바와 같이 선택될 수 있다.

[0037] 제1 리세스(300)가 형성된 후, 제2 리세스(400)로부터 제1 리세스(300)로 연장하는 장력 영역(110c) 내의 기관(100)의 제3 부분은 도 5에 대해 예시적으로 설명한 바와 같이 제거될 수 있어서, 도 5에 도시된 개구부(500)를 형성한다. 일 실시예에서, 기관(100)의 제3 부분의 제거 공정은 제1 리세스(300)가 형성된 직후에 개시된다. 따라서, 제1 리세스(300)의 형성은 개구부(500)의 형성 공정의 중간 단계로서 고려될 수 있다.

[0038] 도 11 및 12는 도 2a의 선IIB-IIB를 따라 절취한 것이며, 강화 유리 기관의 특징부를 기계가공하는 공정의 또 다른 실시예를 도시하는 단면도들이다.

[0039] 도 11을 참조하면, 레이저광의 빔(202)은 (예를 들어 도 2a에 도시된 바와 같이) 기관(100)의 가공 영역(200) 상으로 유도될 수 있고, 빔(202)은 제1 압축 영역(110a)과 제2 압축 영역(110b) 내의 기관(100)의 부분들을 제거하기 위해 기관(100)에 따라 이동될 수 있다. 도 11은 빔(202)이 제2 압축 영역(110b)의 일부를 제거한 상태에서 기관(100)을 도시한다. 일반적으로, 레이저광의 빔(202)은 기관 상으로 광로를 따라 유도되어, 빔(202)은 제1 표면(102)을 통과한 후에 제2 표면(104)을 통과한다. 기관(100)에 따른 빔(202)의 주사와 빔 웨이스트(204)의 배치는 기관(100)의 제1 및 제2 부분들의 바람직한 제거를 용이하게 하기 위해 전술한 바와 같이 선택될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 기관(100)의 제1 및 제2 부분들을 제거한 후, 제1 리세스(300)가 형성되면서 제2 리세스(400)가 형성된다. 일 실시예에서, 제1 리세스(300)와 제2 리세스(400)는 도 12에 도시된 바와 같이 동시에 형성된다.

[0040] 제1 리세스(300)와 제2 리세스(400)가 형성된 후, 제2 리세스(400)으로부터 제1 리세스(300)로 연장하는 장력 영역(110c) 내의 기관(100)의 제3 부분은 도 5에 대해 예시적으로 설명한 바와 같이 제거될 수 있어서, 도 5에 도시된 바와 같이 개구부(500)를 형성한다.

[0041] 전술한 바와 같이, 개구부(500)는 제1 표면(102)에 한정된 제1 주변부와 제2 표면(104)에 한정된 제2 주변부를 갖는다. 본원에서 예시적으로 설명된 공정들은 종래의 기술에 의해 형성하는 것이 어려운 개구부들을 형성하기 위해, 강화 유리 기관들에 기계가공을 허용할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 일 실시예에서, 제1 주변부 및/또는 제2 주변부에 의해 에워싸인 면적은  $0.7\text{mm}^2$ 를 초과한다. 다른 실시예에서, 제1 주변부 및/또는 제2 주변부에 의해 에워싸인 면적은  $50\text{mm}^2$  미만이다. 예를 들어, 제1 주변부 및/또는 제2 주변부에 의해 에워싸인 면적은  $28\text{mm}^2$  미만,  $12\text{mm}^2$  미만, 또는  $3\text{mm}^2$  미만일 수 있다. 본 발명의 실시예들은 제1 주변부 및/또는 제2 주변부에 의해 에워싸인 면적이  $50\text{mm}^2$  초과인 개구부들을 형성하도록 보완될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 일 실시예에서, 제1 주변부 및/또는 제2 주변부는  $0.25\text{mm}^{-1}$  초과인 곡률 반경을 갖는 곡면 영역을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 제1 주변부 및/또는 제2 주변부는  $2\text{mm}^{-1}$  미만의 곡률 반경을 갖는 곡면 영역을 포함할 수 있다. 예를 들어, 곡률 반경은  $1\text{mm}^{-1}$  미만,  $0.5\text{mm}^{-1}$  미만, 또는  $0.3\text{mm}^{-1}$  미만일 수 있다. 일 실시예에서, 제1 주변부 및/또는 제2 주변부는 제1 선형 영역 및,  $0.5\text{mm}$ 를 초과하는 최소 분리 거리만큼 제1 선형 영역으로부터 이격된 제2 선형 영역을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 최소 분리 거리는  $8\text{mm}$  미만일 수 있다. 예를 들어, 최소 분리 거리는  $6\text{mm}$  미만,  $4\text{mm}$  미만,  $2\text{mm}$  미만, 또는  $1\text{mm}$  미만일 수 있다. 본 발명의 실시예들은 제1 및 제2 선형 영역들이  $8\text{mm}$  초과인 최소 분리 거리만큼 서로 이격된 개구부들을 형성하도록 보완될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 전술한 제1 선형 영역은 제2 선형 영역에 대해 평행, 직각 또는 경사질 수 있다. 또한, 제1 선형 영역 및/또는 제2 선형 영역의 길이는  $1\text{mm}$ 를 초과하는 길이를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 길이는  $20\text{mm}$  미만,  $15\text{mm}$  미만, 또는  $10\text{mm}$  미만일 수 있다. 본 발명의 실시예들은 길이가  $20\text{mm}$ 를 초과할 수 있도록 보완될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 일 실시예에서, 제1 주변부 및/또는 제2 주변부는 1 이하, 0.5 미만, 0.1 미만, 0.08 미만

또는 0.05 미만의 애스펙트비(aspect ration)(최대 직경에 대해 직교하는 최대 직경에 대한 최소 직경의 비로서 계산됨)를 갖는 적어도 하나의 가늘고 긴 영역을 갖는 형상을 한정할 수 있다. 일 실시예에서, 제1 주변부 및/또는 제2 주변부는 1 이하, 0.7 미만, 0.5 미만, 0.2 미만 또는 0.05초과의 원형도(주변부의 길이(L)와 주변부에 의해 한정된 면적(A)의 함수로서 계산됨; 구체적으로는  $4\pi A/L^2$ )를 갖는 적어도 하나의 가늘고 긴 영역을 갖는 형상을 한정할 수 있다.

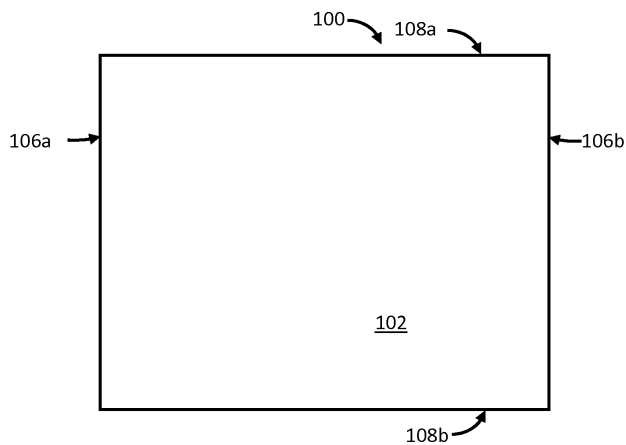
- [0042] 개구부(500)과 같은 개구부의 형성시에, 기관은 강화 유리 물품(또는 본원에서는 "물품"으로서 지칭함)으로 특 징지워질 수 있다. 강화 유리 물품들은, 한정되지 않지만, 전화기들, 음악 플레이어어들, 비디오 플레이어들 등과 같은 휴대용 통신 및 엔터테인먼트 장치들과 같은, 표시 및 터치 스크린 응용제품들의 보호 커버 플레이트 (본원에서 사용된 바와 같이, 용어 "커버 플레이트"는 윈도우 등을 포함함)들로서; 그리고 정보 관련 단말기 (IT) 장치들(예를 들어, 휴대용 컴퓨터, 노트북 컴퓨터 등)의 표시 스크린으로서; 그 뿐만 아니라 다른 응용제 품들에서 사용될 수 있다. 예시적으로 전술한 강화 유리 물품들은 임의의 바람직한 장치를 이용하여 형성될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 도 13은 도 2a 내지 12에 대해 예시적으로 설명한 공정들을 행하도록 배치된 장치 의 일 실시예를 개략적으로 도시한다.
- [0043] 도 13을 참조하면, 장치(1300)와 같은 장치는 기관(100)과 같은 강화 유리 기관을 분리할 수 있다. 장치(1300) 는 가공소재 위치 설정 시스템 및 레이저 시스템을 포함할 수 있다.
- [0044] 일반적으로, 가공소재 지지 시스템은 제1 표면(102)이 레이저 시스템을 향해 대면하고, 빔 웨이스트(204)가 예 를 들어 도 2b에 대해 전술한 바와 같이 기관(100)에 따라 위치 가능하도록 기관(100)을 지지하도록 배치된다. 예시적으로 도시된 바와 같이, 가공소재 지지 시스템은 기관(100)을 지지하도록 배치된 척(chuck)(1302)과 같은 척과, 척(1302)을 이동시키도록 배치된 이동식 스테이지(1304)를 포함할 수 있다. 척(1302)은 (도시된 바와 같 이) 기관(100)의 제2 표면(104)의 일부만 접촉하도록 배치될 수 있거나, 또는 제2 표면(104) 전체와 접촉할 수 있다. 일반적으로, 이동식 스테이지(1304)는 레이저 시스템에 따라 측방향으로 척(1302)을 이동시키도록 배치된 다. 따라서, 이동식 스테이지(1304)는 빔 웨이스트가 기관(100)에 따라 주사되도록 만들면서 작동될 수 있다.
- [0045] 일반적으로, 레이저 시스템은 광로를 따라 전술한 빔(202)과 같은 빔을 유도하도록 배치된다(빔(202)은 빔 웨이 스트(204)에 대해 예시적으로 전술한 바와 같이 빔 웨이스트를 갖는다). 예시적으로 도시된 바와 같이, 레이저 시스템은, 레이저광의 빔(1302a)을 생성하도록 배치된 레이저(1306)와, 빔(1302a)을 초점조절하여 빔 웨이스트 (204)를 생성하도록 배치된 광학 조립체(1308)를 포함할 수 있다. 광학 조립체(1308)는 렌즈를 포함할 수 있고, 기관(100)에 따른 빔(202)의 빔 웨이스트의 위치를 (예를 들어, z축을 따라) 변경하도록 화살표(1308a)로 나타 낸 방향을 따라 이동 가능할 수 있다. 레이저 시스템은 또한 기관(100)과 가공소재 지지 시스템에 따라 측방향 으로는 빔(202)의 빔 웨이스트를 이동시키도록 배치된 빔 조향 시스템(1310)을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 빔 조향 시스템(1310)은 검류계, 고속 조향 미러, 음향 광학 편향기, 전자 광학 편향기 등 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 따라서, 빔 조향 시스템(1310)은 기관(100)에 따라 빔 웨이스트가 주사되도록 만들면서 작동될 수 있다.
- [0046] 장치(1300)는 또한 레이저 시스템의 하나 이상의 구성요소들에, 가공소재 지지 시스템의 하나 이상의 구성요소 들에, 또는 이들의 조합에 대해 통신 가능하게 결합된 제어기(1312)를 포함할 수 있다. 제어기는 프로세서 (1314) 및 메모리(1316)를 포함할 수 있다. 프로세서(1314)는 레이저 시스템, 가공소재 지지 시스템 또는 이들 의 조합 중 적어도 하나의 구성요소의 동작을 제어하기 위해 메모리(1316)에 의해 저장된 지시들을 실행하도록 구성될 수 있어서, 이로써 도 1 내지 12에 대해 예시적으로 전술한 실시예들이 행해질 수 있다.
- [0047] 일반적으로, 프로세서(1314)는 다양한 제어 기능들을 한정하는 동작 로직(도시 안함)을 포함할 수 있고, 고정 배선 내장 기계와 같은 전용 하드웨어, 프로세서 실행 프로그래밍 지령들 및/또는 해당 기술 분야의 종사자들에 게 일어날 수 있는 상이한 형태일 수 있다. 동작 로직은 디지털 회로, 아날로그 회로, 소프트웨어 또는 임의의 이들 종류들의 하이브리드 조합을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 프로세서(1314)는 프로그램가능한 마이크로 제어기 마이크로프로세서, 또는 동작 로직에 따라 메모리(1316)에 저장된 지령들을 수행하도록 배열된 하나 이 상의 조작 단위들을 포함할 수 있는 다른 프로세서를 포함할 수 있다. 메모리(1316)는 반도체, 자석 및/또는 광 학 물품들을 포함하는 하나 이상의 형태들을 포함할 수 있고, 그리고/또는 휘발성 및/또는 비휘발성 물품일 수 있다. 일 실시예에서, 메모리(1316)는 동작 로직에 의해 실행 가능한 지령들을 저장한다. 대안적으로 또는 추가 적으로, 메모리(1316)는 동작 로직에 의해 조작되는 데이터를 저장할 수 있다. 일 구성에서, 동작 로직 및 메모 리는 장치(1300)의 임의의 구성요소의 동작 형태들을 관리하고 제어하는 동작 로직의 제어기/프로세서 형태로 포함되지만, 다른 배열들에서는 이들은 분리될 수 있다.

[0048]

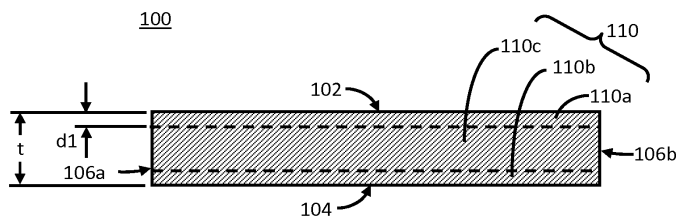
전술한 것은 본 발명의 실시예들을 기재하기 위한 것이며, 이를 제한하도록 해석되어서는 안된다. 비록 본 발명의 몇몇 예시적인 실시예들이 개시되었지만, 해당 기술 분야의 종사자들에게는, 본 발명의 신규한 교시들 및 장점들로부터 실질적으로 벗어남없이 예시적인 실시예들에서 다수의 변경들이 가능하다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 이러한 모든 변경들은 청구범위에서 한정된 바와 같은 본 발명의 범주 내에 포함되는 것으로 의도된다. 따라서, 전술한 것은 본 발명의 예시이며, 개시된 본 발명의 특정 예의 실시예들로 제한하는 것으로 해석되지 않으며, 개시된 예의 실시예들에 대한 변경들 뿐만 아니라 다른 실시예들은 첨부된 청구범위의 범주 내에 포함되는 것으로 의도된다는 것을 이해해야 할 것이다. 본 발명은 첨부된 청구범위의 등가물들과 함께, 첨부된 청구범위에 의해 한정된다.

**도면**

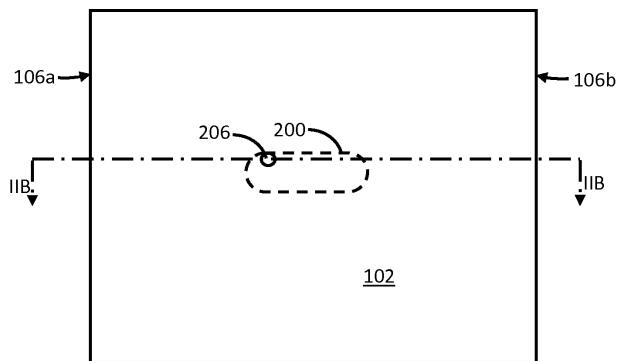
**도면1a**



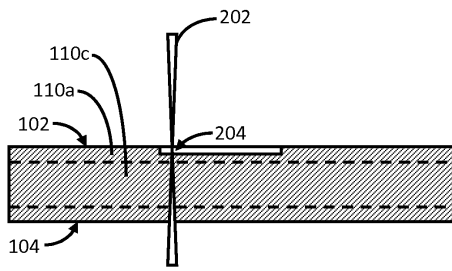
**도면1b**



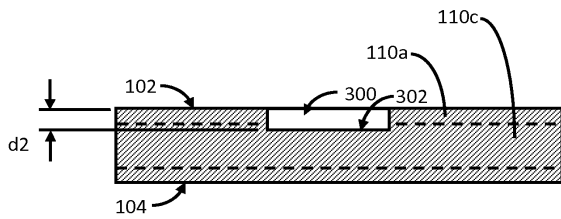
**도면2a**



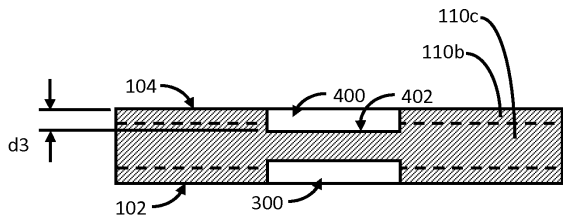
도면2b



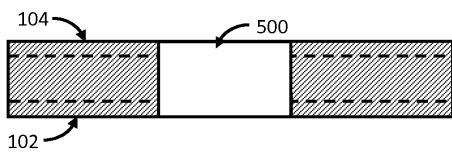
도면3



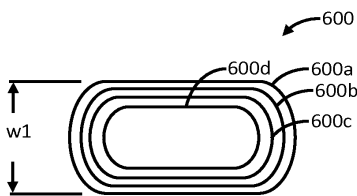
도면4



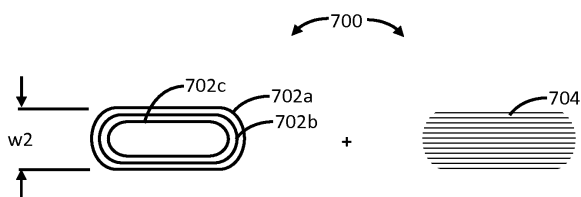
도면5



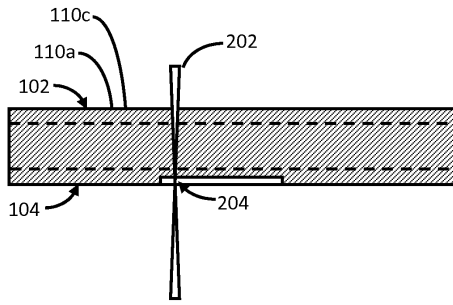
도면6



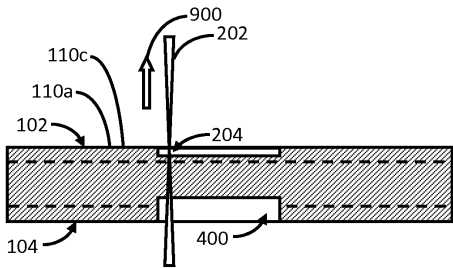
도면7



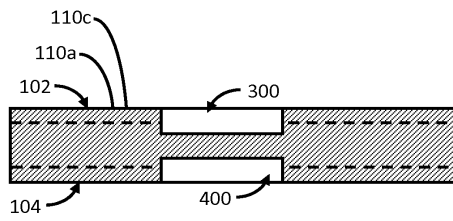
도면8



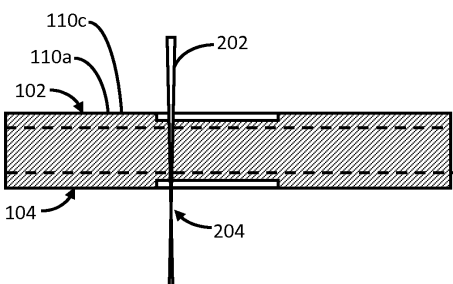
도면9



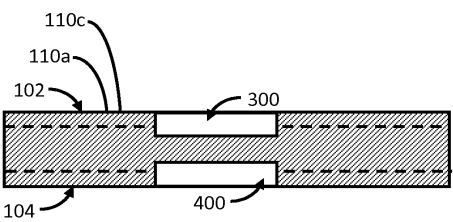
도면10



도면11



도면12





도면13

