



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0067886  
(43) 공개일자 2014년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B24B 9/10 (2006.01) B24B 21/16 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0065824  
(22) 출원일자 2013년06월10일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
JP-P-2012-258219 2012년11월27일 일본(JP)

(71) 출원인  
니혼 미크로 코팅 가부시끼 가이샤  
일본 196 도쿄도 아끼시마시 무사시노 3쥬메 4방 1고  
(72) 발명자  
시시도 미츠노부  
일본 도쿄 아끼시마시 무사시노 3쥬메 4방 1고 니  
혼 미크로 코팅 가부시끼 가이샤 내  
야마구치 나오히로  
일본 도쿄 아끼시마시 무사시노 3쥬메 4방 1고 니  
혼 미크로 코팅 가부시끼 가이샤 내  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
성재동, 장수길

전체 청구항 수 : 총 21 항

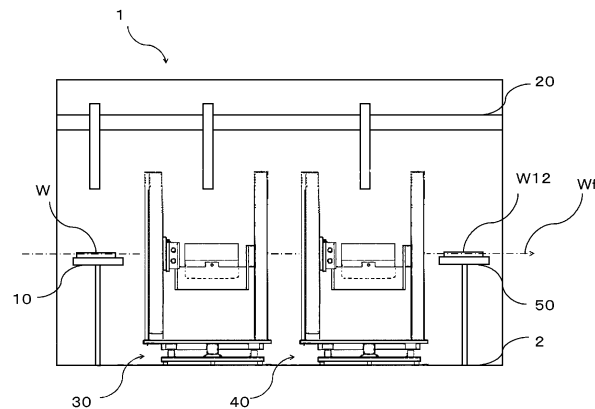
(54) 발명의 명칭 판유리 등 워크의 주연부를 연마 테이프에 의해 연마하는 연마 장치 및 연마 방법

### (57) 요약

본 발명의 과제는 판유리 등 워크의 주연부를 고정밀도로 연마하는 연마 장치, 연마 방법을 제공하는 것이다.

워크의 주연부의 직선적인 피연마 부분을 연마하는, 수평인 제1 연마 축선을 갖는 제1 연마부와, 워크의 주연부의 비직선적인 피연마 부분을 연마하는, 수평인 제2 연마 축선을 갖는 제2 연마부를 포함하고, 제1, 제2 연마부가 각각, 워크를 보유 지지하기 위한 워크 유닛과, 연마 축선을 사이에 두고, 워크 유닛에 대향하여 연마 테이프 중 적어도 일부의 표면을 배치하기 위한 연마 테이프 유닛을 포함하고, 배치된 연마 테이프의 표면이 각각의 연마면을 구획 형성하고, 직선적인 피연마 부분과 연마면이 접하여 연마 축선에 있어서 상대 이동함으로써, 비직선적인 피연마 부분과 연마면이 접하여 연마 축선에 있어서 상대 이동함으로써 연마가 행해지는, 연마 장치.

대표도 - 도3



(72) 발명자

**사토 사토루**

일본 도쿄 아끼시마시 무사시노 3쵸메 4방 1고 니  
혼 마이크로 코팅 가부시키 가이샤 내

**야마자키 도루**

일본 도쿄 아끼시마시 무사시노 3쵸메 4방 1고 니  
혼 마이크로 코팅 가부시키 가이샤 내

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

워크의 주연부를 연마 테이프를 사용하여 연마하기 위한 연마 장치이며,

상기 워크의 주연부의 직선적인 피연마 부분을 연마하는, 수평인 제1 연마 축선을 갖는 제1 연마부와,

상기 워크의 주연부의 비직선적인 피연마 부분을 연마하는, 수평인 제2 연마 축선을 갖는 제2 연마부를 포함하고,

상기 제1 연마부가 상기 워크를 보유 지지하기 위한 제1 워크 유닛과 상기 제1 연마 축선을 사이에 두고, 상기 제1 워크 유닛에 대향하여 제1 연마 테이프 중 적어도 일부의 표면을 배치하기 위한 제1 연마 테이프 유닛을 포함하고,

상기 제2 연마부가 상기 워크를 보유 지지하기 위한 제2 워크 유닛과 상기 제2 연마 축선을 사이에 두고, 상기 제2 워크 유닛에 대향하여 제2 연마 테이프 중 적어도 일부의 표면을 배치하기 위한 제2 연마 테이프 유닛을 포함하고,

상기 제1 연마부에 있어서, 상기 배치된 제1 연마 테이프의 표면이 제1 연마면을 구획 형성하고, 상기 직선적인 피연마 부분과 상기 제1 연마면이 접하여 상기 제1 연마 축선에 있어서 상대 이동함으로써 연마가 행해지고,

상기 제2 연마부에 있어서, 상기 배치된 제2 연마 테이프의 표면이 제2 연마면을 구획 형성하고, 상기 비직선적인 피연마 부분과 상기 제2 연마면이 접하여 상기 제2 연마 축선에 있어서 상대 이동함으로써 연마가 행해지는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 워크가 판유리를 포함하여 이루어지고,

상기 제1 연마부에 있어서, 상기 직선적인 피연마 부분과 상기 제1 연마면이 상기 판유리의 주연부의 직선적인 피연마 부분을, 평균 표면 조도(Ra)가 200nm 이하, 또한 최대 골 깊이(Rv)가 20nm 이하로 형성되도록 상대 이동하고,

상기 제2 연마부에 있어서, 상기 비직선적인 피연마 부분과 상기 제2 연마면이, 상기 판유리의 주연부의 비직선적인 피연마 부분을, 평균 표면 조도(Ra)가 20nm 이하, 또한 최대 골 깊이(Rv)가 200nm 이하로 형성되도록 상대 이동하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 워크 유닛이,

상기 워크를 보유 지지하기 위한 제1 워크 보유 지지대와,

상기 제1 워크 보유 지지대를 상기 제1 연마 축선을 따라 요동시키기 위한 요동 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제2 워크 유닛이 수평인 베이스 위에,

수평 방향 또한 상기 제2 연마 축선에 수직인 방향(X 방향)으로 이동 가능하게 설치된 X 방향 가동 스테이지와,

상기 제2 연마 축선에 평행한 방향(Y 방향)으로 이동 가능하게 설치된 Y 방향 가동 스테이지이며, X 방향으로 신장하는 홈부를 일체적으로 갖는 Y 방향 가동 스테이지와,

상기 X 방향 가동 스테이지에 일체적으로 설치된 제1 연직축에 의해 회전 가능하게 수평 지지된 제2 워크 보유 지지대를 포함하고,

상기 제2 워크 보유 지지대가 상기 제2 워크 보유 지지대의 표면으로부터 수직으로 신장하는 제2 연직축이며,

상기 Y 방향 가동 스테이지의 상기 홈부 내에 미끄럼 이동 가능하게 위치하는 제2 연직축을 갖고,  
상기 워크가 상기 제2 워크 보유 지지대에 보유 지지되고,  
상기 비직선적인 피연마부가 상기 제1 연직축 및 상기 제2 연직축의 이동에 의해, 요동 운동하면서 상기 제2 연마 축선을 따라 요동하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 연마 테이프 유닛이 상기 제1 연마면을 수평 방향 또한 상기 제1 연마 축선에 수직인 방향으로 이동시키기 위한 제1 연마 테이프 이동 수단을 갖고, 그에 의해, 상기 직선적인 피연마 부분과 상기 제1 연마면이 상기 제1 연마 축선에 있어서 접촉할 수 있고,

상기 제2 연마 테이프 유닛이 상기 제2 연마면을 수평 방향 또한 상기 제2 연마 축선에 수직인 방향으로 이동하기 위한 제2 연마 테이프 이동 수단을 갖고, 그에 의해, 상기 비직선적인 피연마 부분 중 적어도 일부와 상기 제2 연마면이 상기 제2 연마 축선에 있어서 접촉할 수 있는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 연마 테이프 유닛이 상기 제1 연마면의 길이 축선을, 상기 제1 연마 축선에 대하여 경사지게 하기 위한 제1 경사 수단을 포함하고,

상기 제2 연마 테이프 유닛이 상기 제2 연마면의 길이 축선을, 상기 제2 연마 축선에 대하여 경사지게 하기 위한 제2 경사 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 연마 테이프 유닛이 상기 제1 연마면을, 상기 제1 연마 축선을 중심으로 회동시키기 위한 제1 회동 수단을 포함하고,

상기 제2 연마 테이프 유닛이 상기 제2 연마면을, 상기 제2 연마 축선을 중심으로 회동시키기 위한 제2 회동 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 워크 유닛이 상기 워크를 수평 방향 또한 상기 제1 연마 축선에 수직인 방향으로 이동시키기 위한 워크 이동 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 워크 유닛이 상기 워크를 가압하여 고정하거나 및/또는 흡착하여 고정하기 위한 제1 워크 고정 수단을 포함하고,

상기 제2 워크 유닛이 상기 워크를, 가압하여 고정하거나 및/또는 흡착하여 고정하기 위한 제2 워크 고정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 연마 테이프 유닛이 상기 제1 연마 테이프를 주행시키기 위한 제1 연마 테이프 주행 수단을 포함하고,

상기 제2 연마 테이프 유닛이 상기 제2 연마 테이프를 주행시키기 위한 제2 연마 테이프 주행 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 11

워크의 주연부의 직선적인 피연마 부분을 연마 테이프를 사용하여 연마하기 위한, 수평인 연마 축선을 갖는 연마 장치이며,

상기 워크를 보유 지지하기 위한 워크 유닛과,

상기 연마 축선을 사이에 두고, 상기 워크 유닛에 대향하여 연마 테이프 중 적어도 일부의 표면을 배치하기 위

한 연마 테이프 유닛을 포함하고,

상기 배치된 연마 테이프의 표면이 연마면을 구획 형성하고, 상기 직선적인 피연마 부분과 상기 연마면이 접하여 상기 연마 축선에 있어서 상대 이동함으로써 연마가 행해지는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

## 청구항 12

제11항에 있어서, 상기 워크가 판유리를 포함하여 이루어지고,

상기 워크 유닛이,

상기 워크를 보유 지지하기 위한 워크 보유 지지대와,

상기 워크 보유 지지대를 상기 연마 축선을 따라 요동시키기 위한 요동 수단을 포함하고,

상기 직선적인 피연마 부분과 상기 연마면이, 상기 판유리의 주연부의 직선적인 피연마 부분을, 평균 표면 조도(Ra)가 20nm 이하, 또한 최대 골 깊이(Rv)가 200nm 이하로 형성되도록 상대 이동하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

## 청구항 13

제11항 또는 제12항에 있어서, 상기 연마 테이프 유닛이,

상기 연마면을 수평 방향 또한 상기 연마 축선에 수직인 방향으로 이동시키기 위한 연마 테이프 이동 수단이며, 그에 의해, 상기 직선적인 피연마 부분과 상기 연마면이 상기 연마 축선에 있어서 접촉할 수 있는 연마 테이프 이동 수단과,

상기 연마면의 길이 축선을, 상기 연마 축선에 대하여 경사지게 하기 위한 경사 수단과,

상기 연마면을, 상기 연마 축선을 중심으로 회동시키기 위한 회동 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

## 청구항 14

제11항 또는 제12항에 있어서, 상기 워크 유닛이 상기 워크를 수평 방향 또한 상기 연마 축선에 수직인 방향으로 이동시키기 위한 워크 이동 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

## 청구항 15

제11항 내지 제14항 중 어느 한 항에 기재된 연마 장치에 사용되는, 연마 테이프.

## 청구항 16

워크의 주연부의 비직선적인 피연마 부분을 연마 테이프를 사용하여 연마하기 위한, 수평인 연마 축선을 갖는 연마 장치이며,

상기 워크를 보유 지지하기 위한 워크 유닛과,

상기 연마 축선을 사이에 두고, 상기 워크 유닛에 대향하여 연마 테이프 중 적어도 일부의 표면을 배치하기 위한 연마 테이프 유닛을 포함하고,

상기 배치된 연마 테이프의 표면이 연마면을 구획 형성하고, 상기 비직선적인 피연마 부분과 상기 연마면이 접하여 상기 연마 축선에 있어서 상대 이동함으로써 연마가 행해지는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

## 청구항 17

제16항에 있어서, 상기 워크가 판유리를 포함하여 이루어지고,

상기 워크 유닛이, 수평인 베이스 위에

수평 방향 또한 상기 연마 축선에 수직인 방향(X 방향)으로 이동 가능하게 설치된 X 방향 가동 스테이지와,

상기 연마 축선에 평행한 방향(Y 방향)으로 이동 가능하게 설치된 Y 방향 가동 스테이지이며, X 방향으로 신장하는 홈부를 일체적으로 갖는 Y 방향 가동 스테이지와,

상기 X 방향 가동 스테이지에 일체적으로 설치된 제1 연직축에 의해 회전 가능하게 수평 지지된 워크 보유 지지대를 포함하고,

상기 워크 보유 지지대가 상기 워크 보유 지지대의 표면으로부터 수직으로 신장하는 제2 연직축이며, 상기 Y 방향 가동 스테이지의 상기 홈부 내에 미끄럼 이동 가능하게 위치하는 제2 연직축을 갖고,

상기 워크가 상기 워크 보유 지지대에 보유 지지되고,

상기 비직선적인 피연마부가 상기 제1 연직축 및 상기 제2 연직축의 이동에 의해, 요동 운동하면서 상기 연마축선을 따라 요동하고,

상기 비직선적인 피연마 부분과 상기 연마면이, 상기 판유리의 주연부의 비직선적인 피연마 부분을, 평균 표면 조도(Ra)가 20nm 이하, 또한 최대 골 깊이(Rv)가 200nm 이하로 형성되도록 상대 이동하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 18

제16항 또는 제17항에 기재된 연마 장치에 사용되는, 기재 필름에 수지 바인더에 의해 지립이 고정 부착되어 이루어지는 연마 테이프이며, 상기 지립의 입경이, 0.2 $\mu$ m 이상, 3 $\mu$ m 이하의 범위에 있는, 연마 테이프.

#### 청구항 19

제11항에 기재된 장치를 사용하여, 판유리를 포함하여 이루어지는 워크의 강도를 향상시키는 상기 워크의 주연부를 연마하는 방법이며,

상기 워크의 주연부의 직선적인 피연마 부분을 연마 테이프를 사용하여 연마하고, 상기 피연마 부분을, 평균 표면 조도(Ra)가 20nm 이하, 또한 최대 골 깊이(Rv)가 200nm 이하로 형성되는 연마 공정을 포함하여 이루어지고,

상기 연마 테이프가 기재 필름에 수지 바인더에 의해 지립이 고정 부착되어서 이루어지며,

상기 지립의 입경이 0.2 $\mu$ m 이상, 3 $\mu$ m 이하의 범위에 있는, 연마 방법.

#### 청구항 20

제16항에 기재된 장치를 사용하여, 판유리를 포함하여 이루어지는 워크의 강도를 향상시키는 상기 워크의 주연부를 연마하는 방법이며,

상기 워크의 주연부의 비직선적인 피연마 부분을 연마 테이프를 사용하여 연마하고, 상기 피연마 부분을, 평균 표면 조도(Ra)가 20nm 이하, 또한 최대 골 깊이(Rv)가 200nm 이하로 형성되는 연마 공정을 포함하여 이루어지고,

상기 연마 테이프가 기재 및 상기 기재에 결합제 수지에 의해 고정 부착된 지립을 포함하여 이루어지고,

상기 지립의 입경이 0.2 $\mu$ m 이상, 3 $\mu$ m 이하의 범위에 있는, 연마 방법.

#### 청구항 21

제19항 또는 제20항에 기재된 연마 방법에 의해 주연부의 적어도 일부가 연마된, 판유리.

### 명세서

### 기술분야

본 발명은, 휴대 전화 표시창, 액정 패널, 유기 EL 패널, 플라스마 패널, 태양 전지 패널 등의 평면 표시 장치나 전자 부품용의 커버 유리, 광학 필터 등에 사용되는 판유리 등의 워크를 연마하는 장치 및 연마 방법에 관한 것이다. 특히, 판유리 등의 워크의 주연부를, 연마 테이프를 사용하여 고정밀도로 연마하는 연마 장치 및 연마 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

[0001]

- [0002] 최근, 스마트 폰, 태블릿형 단말기 등의 시장이 확대되고 있다. 이들의 전자 기기는, 디스플레이가 노출되어 있는 경우가 많아, 낙하나 충격 시에 흠집이 생기기 쉽다. 디스플레이의 크기는, 예를 들어 스마트 폰이 5인치 전후, 태블릿형 단말기가 6인치 내지 10인치 전후, 피쳐 폰은 3인치 전후(종횡비는, 통상은 4 : 3의 가로 : 세로 비율이며, 와이드의 경우 16 : 9)이다. 이러한 전자 기기용의 디스플레이를 보호하기 위한 커버 부재의 수요가 증대하고 있다.
- [0003] 디스플레이(메인 디스플레이, 서브 디스플레이, 카메라의 디스플레이 등)의 커버 부재의 재료로서, 종래의 편면(또는 양면)에 하드 코트를 실시한 내손상성의 아크릴이나 폴리카르보네이트를 대신하여, 최근은 커버 유리의 채용이 증대되고 있으며, 이 커버 유리의 강도를 향상시키는 것이 과제가 되고 있다.
- [0004] 유리는, 이론적으로는 강도가 높은 재료이지만(1000 내지 2000kg/mm<sup>2</sup>), 실제 강도는 낮다(3 내지 20kg/mm<sup>2</sup>). 이것은, 유리의 표면 등에 눈에는 보이지 않는 미세한 흠집, 균열, 칩핑(chipping) 등(잠상)이 있어, 유리에 인장 응력이 작용했을 때에 응력 집중이 발생하여, 파손의 원인이 되는 경우가 많기 때문이다.
- [0005] 유리의 강도를 향상시키기 위해서, 다양한 물리적인 방법(표면 급랭법 등)이나 화학적인 방법(화학 에칭 처리, 이온 교환법 등)이 고안되어 있지만, 이들의 강화 방법을 채용하는 경우도, 파손의 원인이 되는 유리의 미세한 흠집을 제거하는 것이 중요하다.
- [0006] 커버 유리는, 대체로 재료인 유리 미가공판을 소정의 크기로 절단하고, 이에 다양한 가공을 실시함으로써 제조된다. 유리 미가공판의 절단면인 단부면에는, 미세한 흠집이나 균열 등이 형성되어 있다. 이러한 단부면에 형성되어 있는 미세한 흠집을 제거하기 위해서, 귀퉁이부나 코너부를 제거하는 모따기(실 모따기)가 행해진다.
- [0007] 모따기에서는, 소정 형상(직사각형 등)의 판유리의 변부(단부면과 상면 또는 하면과의 경계부)를 연마하는 소위 C 모따기, 또는 코너부(하나의 단부면과 인접하는 단부면과의 경계부)를 연마하는 소위 R 모따기 등이 행해진다.
- [0008] 종래, C 모따기나 R 모따기에는 지식 등의 연마 재료가 사용되고, 특히 R 모따기에서는 R 형상에 의해(예를 들어, R1, R10 등), 대응하는 형상의 연마 재료가 필요하며, 연마 재료의 형상을 고정밀도로 형성하는 것이 곤란하였다. 또한, 연마 프로그램의 작성이나 연마에 의해 형성되는 피연마면의 품질 유지, 향상이 곤란하였다.
- [0009] 종래, 대략 원반 형상의 연삭 지식(숫돌)의 원반면을 기울여서 판유리의 귀퉁이부에 압박함으로써 귀퉁이부만을 제거하는 C 모따기 가공이 행해지고 있었다(일본 특허 공개 제2000-233351호 공보 : 특허 문헌 1). 또한, 연삭 지식의 단부면에 경사면을 마련하고, 상기 경사면을 판유리의 귀퉁이부에 압박하여 귀퉁이부만을 제거하는 C 모따기 가공이 행해지고 있었다(일본 특허 공개 제2003-231046호 공보 : 특허 문헌 2, 일본 특허 공개 제2011-51068호 공보 : 특허 문헌 3).
- [0010] 또한, 연삭 지식의 단부면에 원호형의 오목부 또는 원하는 형상의 오목부를 형성하여, 판유리의 단부면을 연삭 지식의 단부면 형상을 따라서 제거하는, R 모따기 가공 또는 총형 가공이 행해지고 있었다(일본 특허 공개 제2002-59346호 공보 : 특허 문헌 4, 일본 특허 공개 제2001-85710호 공보 : 특허 문헌 5).
- [0011] 상기와 같은 종래의 모따기 가공에서는, 연삭 지식으로서, 금속 분말을 굳혀서 소결해 다이아몬드 지립을 고정된 메탈 본드의 다이아몬드 휠 등이 사용되고, 지립의 크기가 다른 휠(지식)을 사용하여, 1차 가공과 2차 가공이 행해졌다. 1차 가공에는, 메쉬 크기가 #325 내지 #600인 다이아몬드 입자를 사용한 휠이 사용되고, 가공한 판유리 단부 테두리부의 평균 표면 조도(Ra)는, 대략 0.5 $\mu$ m 내지 1.0 $\mu$ m인 범위에 있었다. 이 표면 조도를 작게 하기 위해서, 2차 가공에는 1차 가공용의 휠과 동일한 단면 형상으로 성형된, 메쉬 크기가 #1000 내지 #2000인 다이아몬드 입자를 사용한 마무리 가공용의 휠이 사용되었다.
- [0012] 또한, 상기와 같은 메탈 본드의 다이아몬드 휠 대신에, 섬유 사이가 수지로 충전된 섬유 구성체의 모따기 휠, 또는 메쉬 크기가 #500 내지 #2000인 탄화규소, 알루미늄 등의 연마 지립이 배치된 수지 구성체의 모따기 휠이 제안되었다(일본 특허 공개 제2002-160147호 공보 : 특허 문헌 6). 이 모따기 휠(지식)을 회전시키면서, 단면 오목 형상으로 형성된 휠의 주연부를 액정 디스플레이용 판유리 등의 단부면에 압박함으로써, 가공이 행해졌다. 가공 불균일을 없애 균일한 연마를 행하기 위해서, 모따기 휠은 회전축을 판유리의 표면에 세운 수선에 대하여 소정 각도 기울여서 사용되었다.

## 선행기술문헌

## 특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2000-233351호 공보  
(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2003-231046호 공보  
(특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2011-51068호 공보  
(특허문헌 0004) 일본 특허 공개 제2002-59346호 공보  
(특허문헌 0005) 일본 특허 공개 제2001-85710호 공보  
(특허문헌 0006) 일본 특허 공개 제2002-160147호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0014] 상기와 같은 지식(휠)을 판유리의 단부 테두리부에 압박하여 회전시키면서 모따기를 행하면, 지식의 막힘이나 지식의 마모가 서서히 진행된다고 하는 문제가 있었다. 막힘이나 마모에 의해 지식 가공부의 형상 등이 나빠지면, 판유리의 주연부에 연삭 흠집이 발생하게 되어, 지식이 판유리의 주연부의 일부에 접촉하지 않음으로써 미가공부(가공 불균일)를 발생하고, 또한 가공 압력의 불균일에 의해 소결 등을 발생하는 경우가 있었다.
- [0015] 지식 가공부의 형상 등이 나빠진 경우, 드레싱이나 트루잉이 행해지지만, 다이아몬드 휠에는 고도의 성형 정밀도가 불가결하게 되어, 드레싱 등이나 지식의 위치 조정에 시간을 필요로 하므로, 작업 효율이 저하되었다. 또한, 지식의 미사용 영역이 많이 남은 상태에서 가공부의 드레싱 등을 행하거나, 수명이 다되어 지식의 교환을 행하거나 할 필요가 있으므로, 비용이 증대한다는 문제가 있었다.
- [0016] 또한, 지식을 사용하여 판유리의 주연부의 모따기를 행하면, 지식을 가공물에 접촉할 때에 기계적 충격이 가해져, 그 충격으로 판유리가 파손되어, 가공 수율이 나빠진다는 문제가 있었다.
- [0017] 메탈 본드의 다이아몬드 휠과 비교하여 강성이 낮은 수지 구성체 등의 모따기 휠(특허 문헌 6)에서는, 판유리의 단부 테두리부에 충격이 감소되어, 절결이나 흠집의 발생은 감소하였다. 그러나 지식의 마모가 심하게 되어 가공부의 형상 변화가 빠르고, 막힘도 발생하므로, 지식의 드레싱(또는 트루잉)의 빈도가 높다는 문제가 있었다. 또한, 지식의 마모 찌꺼기가 판유리 등 워크에 부착되어 버려, 세정 장치나 세정 공정이 필요해지거나, 또는 장치 자체가 더러워지기 때문에, 장치 보수에 시간이 걸린다고 하는 문제가 있었다.
- [0018] 또한, 최근 수요가 확대되고 있는 디스플레이용의 커버 유리(판유리)는 두께가 얇아(예를 들어, 1mm 이하), 보다 고정밀도로 주연부(귀퉁이부나 코너부)가 모따기 가공되는 것이 요구되게 되었다. 종래의 연삭 지식을 사용하여 판유리의 주연부를 모따기한 경우, 연을 수 있는 가공면의 정밀도가 불충분하여, 주연부에 미세한 흠집 또는 치핑이 남아 버려, 연마에 의해 판유리의 강도를 향상시킬 수 없었다.
- [0019] 상기한 문제를 감안하여, 본 발명은 판유리 등의 워크의 주연부(변부, 코너부 등)를 연마 테이프를 사용하여 연마하고, 고정밀도로 가공할 수 있는 연마 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 연마 장치와 연마 테이프를 사용하여, 다양한 형상을 갖는 워크의 주연부를 연마할 수 있는 연마 장치를 제공한다.
- [0020] 또한, 판유리의 강도를 향상하도록, 판유리의 주연부를 고정밀도로 연마하는 연마 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 상기 방법에 의해 연마되어, 강도가 향상된 판유리를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0021] 상기 과제를 해결하는 본 발명의 하나의 형태에 관한 워크의 주연부를 연마 테이프를 사용하여 연마하기 위한 연마 장치는, 워크의 주연부의 직선적인 피연마 부분을 연마하는, 수평인 제1 연마 축선을 갖는 제1 연마부와, 워크의 주연부의 비직선적인 피연마 부분을 연마하는, 수평인 제2 연마 축선을 갖는 제2 연마부를 포함하고, 제1 연마부가 워크를 보유 지지하기 위한 제1 워크 유닛과, 제1 연마 축선을 사이에 두고, 제1 워크 유닛에 대향하여 제1 연마 테이프 중 적어도 일부의 표면을 배치하기 위한 제1 연마 테이프 유닛을 포함하고, 제2 연마부가 워크를 보유 지지하기 위한 제2 워크 유닛과, 제2 연마 축선을 사이에 두고, 제2 워크 유닛에 대향하여 제2 연마 테이프 중 적어도 일부의 표면을 배치하기 위한 제2 연마 테이프 유닛을 포함하고, 제1 연마부에 있어서, 배치된 제1 연마 테이프의 표면이 제1 연마면을 구획 형성하고, 직선적인 피연마 부분과 제1 연마면이 접하여 제1

연마 축선에 있어서 상대 이동함으로써 연마가 행해지고, 제2 연마부에 있어서, 배치된 제2 연마 테이프의 표면이 제2 연마면을 구획 형성하고, 비직선적인 피연마 부분과 제2 연마면이 접하여 제2 연마 축선에 있어서 상대 이동함으로써 연마가 행해지는 것을 특징으로 한다.

[0022] 이렇게 구성함으로써, 연마 테이프를 사용하여, 워크의 주연부의 직선적인 피연마 부분, 예를 들어 직사각형의 판유리의 변부(귀퉁이부)와, 워크의 주연부의 비직선적인 피연마 부분, 예를 들어 직사각형의 판유리의 코너부를 연마 장치로 연마할 수 있다. 또한, 상기와 같이 구성함으로써, 예를 들어 제1 연마 테이프와 제2 연마 테이프(동일한 것이라도 좋음)를 연마 장치에 배치함으로써, 다양한 형상(예를 들어, 직선적인 형상이나 소정의 곡률을 갖는 형상)의 피연마 부분을 연마할 수 있다. 본 발명에 따른 연마 장치는, 두께가 1mm 이하인 박판 워크의 주연부를 고정밀도로 연마할 수 있다. 워크는 판유리이든, 실리콘 등의 결정 재료를 포함하여 이루어지는 판이든 상관없다. 본 발명은 특히, 벽개성을 갖는 결정 재료를 포함하여 이루어지는 판의 강도를 향상하도록, 주연부를 연마하기 위하여 유효하다. 워크는, 벽개성을 갖지 않는 결정 재료를 포함하여 이루어지는 판이든, 스테인리스나 알루미늄 등의 금속 재료를 포함하여 이루어지는 판이든 상관없다.

[0023] 본 발명에 따른 연마 장치는, 적절하게, 제1 연마부로부터 제2 연마부에 걸쳐 자동적인 연속 연마를 행하기 위해, 워크 반송 유닛을 포함해도 좋다. 워크 반송 유닛은, 적절하게 워크의 상면을 흡착하여 반송하기 위한 아암 수단을 갖는다. 워크 반송 유닛의 아암 수단은, 또한 워크 유닛 위에서 워크를 회전하여 배치한다. 예를 들어, 도 15에 도시되어 있는 바와 같이, 직사각형의 워크(W)에 대하여, 워크의 대각선의 교점인 중심 C1 또는 워크의 짧은 변을 포함하는 정사각형의 대각선의 교점인 중심 C2를 중심으로 하여, 워크를 회전(90도씩, 또는 180도씩) 한다. 워크 반송 유닛을 가짐으로써, 예를 들어 직사각형 워크의 4개의 단부면(또는 상면, 하면에 따른 8면)이나 4개의 코너부를 포함하는 워크의 주연부 전체를, 연속하여 자동으로 연마할 수 있다.

[0024] 본 발명에 따른 연마 장치는, 적절하게, 판유리를 포함하여 이루어지는 워크의 주연부를 연마한다. 판유리를 포함하여 이루어지는 워크의 주연부를 연마할 때, 연마 장치의 제1 연마부에 있어서, 직선적인 피연마 부분과 제1 연마면이, 판유리의 주연부의 직선적인 피연마 부분을, 평균 표면 조도(Ra)가 20nm 이하, 또한 최대 골 깊이(Rv)가 200nm 이하로 형성되도록 상대 이동하고, 연마 장치의 제2 연마부에 있어서, 비직선적인 피연마 부분과 제2 연마면이, 판유리의 주연부의 비직선적인 피연마 부분을, 평균 표면 조도(Ra)가 20nm 이하, 또한 최대 골 깊이(Rv)가 200nm 이하로 형성되도록 상대 이동한다.

[0025] 본 발명에 따른 연마 장치는, 판유리의 주연부를 연마하여, 판유리의 기계적 강도를 향상하도록 구성된 것이다. 도 16에 도시되어 있는 바와 같이, 피연마물인 판유리(W)는, 주표면(상면, 하면)이나 단부면의 주연부(귀퉁이부, 코너부)에, 미가공면을 나누었을 때에 형성된 (A) 오목부나 볼록부 및 (B) 균열 등을 갖는다. 귀퉁이부에 형성된 예리한 볼록부는 치핑의 기점이 되고, 균열은 판유리의 파괴의 기점이 된다. 본 발명에 따른 연마 장치는, 판유리의 제조 시에 발생한 균열 등이 진반되지 않고 소멸하도록 주연부를 고정밀도로 연마하여, 판유리의 강도를 향상시키는 것이다. 판유리의 강도를 향상시킬 수 있는 고정밀도의 표면 성상을 형성하기 위해서, 연마면이 연마 테이프에 의해 구성되어, 피연마 부분에 흠집이나 치핑을 형성하지 않도록 연마면과 피연마 부분이 상대 이동한다.

[0026] 구체적으로, 제1 워크 유닛이, 워크를 보유 지지하기 위한 제1 워크 보유 지지대와, 제1 워크 보유 지지대를 상기 제1 연마 축선을 따라 요동시키기 위한 요동 수단을 포함한다.

[0027] 본 발명에 따른 연마 장치에 있어서는, 정지한 연마면에 대하여 직선적인 피연마 부분이 수평하게, 소정의 스트로크로 왕복 이동(요동)함으로써 연마가 행해진다. 워크 유닛은 소형화, 경량화되고, 또한 밸런서 등을 배치함으로써, 요동 시의 진동을 저감할 수 있다. 이에 의해, 진동에 기인하는 피연마면의 흠집 발생이 저감되어, 고정밀도로 평활한 피연마면으로 마무리할 수 있다. 연마면의 위치는 정지되고, 연마면을 형성하는 연마 테이프는 주행하고 있어도 된다.

[0028] 본 발명에 따른 연마 장치에 있어서, 워크 보유 지지 유닛에 의해 보유 지지된 판유리와, 연마 테이프 유닛의 연마면이 (상대적으로) 요동하는 범위(스트로크)는 적절하게 플러스 마이너스 1 내지 200mm인 범위에 있다. 이렇게 함으로써, 연마량의 편차(늘어짐)가 발생하기 어려워진다.

[0029] 또한, 제2 워크 유닛이, 수평인 베이스 위에, 수평 방향 또한 제2 연마 축선에 수직인 방향(X 방향)으로 이동 가능하게 설치된 X 방향 가동 스테이지와, 제2 연마 축선에 평행한 방향(Y 방향)으로 이동 가능하게 설치된 Y 방향 가동 스테이지이며, X 방향으로 신장하는 홈부를 일체적으로 갖는 Y 방향 가동 스테이지와, X 방향 가동 스테이지에 일체적으로 설치된 제1 연직축에 의해 회전 가능하게 수평 지지된 제2 워크 보유 지지대를

포함하고, 제2 워크 보유 지지대가 상기 제2 워크 보유 지지대의 표면으로부터 수직으로 신장하는 제2 연직축이며, 상기 Y 방향 가동 스테이지의 상기 홈부 내에 미끄럼 이동 가능하게 위치하는 제2 연직축을 갖고, 워크가 상기 제2 워크 보유 지지대에 보유 지지되어, 비직선적인 피연마부가 제1 연직축 및 상기 제2 연직축의 이동에 의해, 요동 운동하면서 상기 제2 연마 축선을 따라 요동하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 제2 연마부에 있어서도, 정지된 연마면에 대하여 비직선적인 피연마 부분이, 수평면 내에서 요동 운동하면서 소정의 스트로크로 왕복 이동함으로써 연마가 행해진다. 이때, 요동 운동은 피연마 부분의 곡률 등을 따라서(또는, 형성하고자 하는 곡률을 따라) 결정할 수 있고, 수평인 왕복 운동의 궤적은 연마 축선에 일치하므로, 비직선적인 피연마 부분이 평탄한 연마면에 순차적으로 접촉하면서 연마가 행해진다.

[0031] 2개의 연직축 위치는, 서보 모터 등에 의해 동기 제어되는 것이 바람직하다. 제1 연직축의 X 방향의 위치  $x$  및 제2 연직축의 X 방향의 위치  $x'$ , Y 방향의 위치  $y$ 가 동기하여 제어됨으로써, 판유리의 코너부 등의 비직선적인 피연마 부분을, 원하는 R 형상(예를 들어, R1, R10 등)으로 형성할 수 있다.

[0032] 적절하게, 1종류의 연마 테이프라도, 다양한 곡률을 갖는 피연마 부분을 연마할 수 있다. R 형상에 맞춰서 연마 재료(지식 등)를 제작할 필요가 없어, 비용을 삭감하면서 워크의 코너부에 고정밀도의 마무리면을 형성할 수 있다.

[0033] 또한, 제1 연마 테이프 유닛이 제1 연마면을 수평 방향 또한 제1 연마 축선에 수직인 방향으로 이동시키기 위한 제1 연마 테이프 이동 수단을 갖고, 그에 의해, 직선적인 피연마 부분과 제1 연마면이 상기 제1 연마 축선에 있어서 접촉할 수 있고, 제2 연마 테이프 유닛이, 제2 연마면을 수평 방향 또한 제2 연마 축선에 수직인 방향으로 이동하기 위한 제2 연마 테이프 이동 수단을 갖고, 그에 의해, 비직선적인 피연마 부분의 적어도 일부와 제2 연마면이 제2 연마 축선에 있어서 접촉할 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0034] 상기와 같은 위치 결정 기구를 가짐으로써, 예를 들어 직사각형 워크의 변부 전체가 연마 축선에 있어서 평탄한 연마면에 접촉할 수 있어, 치우침이 없는 균일한 연마를 행할 수 있다. 또한, 워크의 1점에의 기계적 충격이 억제되므로, 치핑의 발생과 워크에 존재하고 있던 균열의 전반도 억제되어, 워크의 파괴 강도를 향상시키는 고정밀도의 연마를 행할 수 있다. 또한, 워크마다 강도의 편차가 없어, 품질을 안정시킬 수 있다.

[0035] 또한, 제1 연마 테이프 유닛이 제1 연마면의 길이 축선을, 제1 연마 축선에 대하여 경사지게 하기 위한 제1 경사 수단을 포함하고, 제2 연마 테이프 유닛이 제2 연마면의 길이 축선을, 제2 연마 축선에 대하여 경사지게 하기 위한 제2 경사 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0036] 본 발명에 따른 연마 테이프 유닛은, 적절하게 워크 유닛에 대하여 위치하는, 연마 축선에 평행한 연마 패드를 갖고, 상기 연마 패드에(주행 가능하게) 배치된 연마 테이프의 표면이, 워크의 피연마 부분을 연마하기 위한 연마면을 구획 형성한다. 연마 패드에 배치된 연마 테이프는 소정의 폭과 길이를 갖고, 길이 방향의 축선(길이 축선)을 갖는다. 상기 길이 축선은, 연마 테이프가 주행될 경우, 주행 방향과 같다. 상기 길이 축선은 연마 축선과 일치해도 되고, 연마 축선에 대하여 경사져 있어도 된다.

[0037] 연마면의 길이 축선을, 예를 들어  $\theta$ 도만큼 기울어지게 할 수 있다. 연마면이 연직인 면일 경우,  $\theta$ 도는 수평면에 관한 경사 각도가 된다.

[0038] 연마면을 구획 형성하는 연마 테이프는, 소정의 폭을 갖는다. 또한 소정의 속도로 연속 주행되는 경우가 있다. 연마 테이프의 길이 축선을 수평하게 하면, 예를 들어 수평인 워크의 직선 형상의 변부에 접촉하는 연마면(연마 테이프)은 근소해져, 연마를 행하지 않고 사용 완료가 되어 권취되는 연마 테이프의 양이 많아진다. 본 발명에 따른 연마 장치는, 연마면의 길이 축선을 경사지게 하는 수단을 가지므로, 비용면에서도 이익이 많다. 즉, 연마면의 길이 축선(주행되는 경우는, 주행 방향)을 연마 축선에 대하여 기울어지게 함으로써, 연마 테이프의 넓은 범위(적절하게, 전체면)를 유효하게 사용할 수 있어, 유지 비용(연마 테이프의 비용)을 저감할 수 있다. 판유리 등의 워크 변부의 길이에 따라서, 경사지는 각도  $\theta$ 를, 예를 들어  $0^\circ < \theta \leq 90^\circ$ 의 범위에 있어서 결정할 수 있다. 일정한 폭의 연마 테이프로 크기가 다른 판유리 등 워크에 대응할 수 있어, 연마 테이프 유닛의 구조를 간소화할 수 있다. 복수의 테이프 유닛을 사용할 때도, 사양이 균일해져, 연마 테이프 유닛의 제조 비용을 저감할 수 있다. 또한, 1종류의 연마 테이프로 많은 종류의 워크(판유리 등)에 대응할 수 있으므로, 워크마다 테이프를 교환할 필요가 없어, 사이클 타임을 저감할 수 있다. 연마 테이프의 종류가 적어지므로, 재고 관리도 용이해진다(불량 재고의 저감, 동일한 종류의 테이프를 통합하여 구입하는 것에 의한 볼륨 디스카운트 등). 폭이 좁은 연마 테이프를 사용하여, 연마 테이프를 경량화할 수 있고, 테이프의 교환 작업이 간편해진다. 또한, 일정한 폭의 연마 테이프를 사용하여, 복수의 판유리를 동시에 연마할 수 있어, 사이클 타임의 저감을 한층 더

도모할 수 있다.

- [0039] 또한, 제1 연마 테이프 유닛이 제1 연마면을, 제1 연마 축선을 중심으로 회동시키기 위한 제1 회동 수단을 포함하고, 제2 연마 테이프 유닛이 제2 연마면을, 제2 연마 축선을 중심으로 회동시키기 위한 제2 회동 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0040] 본 발명에 따른 연마 장치는, 연마면을 연직으로 배치할 수 있고, 또한 연마면을, 연마 축선(또는, 연마 축선에 평행한 회동 축선)을 중심으로 회동시켜, 연직면에 대하여 경사지게 할 수 있다. 이렇게 함으로써, 워크의 직선적인 변부를 C면 연마할 수 있다. 연마 테이프 유닛이 회동하므로, 워크 유닛에 수평하게 고정된 워크의 상면 및 하면에 따른 변부에, 원하는 C면 연마를 행할 수 있다. 워크 유닛은 워크를 경사지게 할 필요가 없어, 구성을 간소화할 수 있다. 연마 테이프 유닛의 연마면이 연마 축선을 중심으로 회동하는 각도  $\alpha$ 의 범위는, 적절하게 연직면에 평행한 연마면을 0도로 하여 상하 방향으로 최대 90도(이때, 연마면은 수평)이다.
- [0041] 또는, 연마 테이프 유닛은 회동 기구를 가지고 있지 않아도 된다. 이 경우, 수평하게 놓인 판유리 등 워크의 상면(또는 하면)에 따른 하나의 변부(귀퉁이부)를 C면 연마하기 위해서, 연마 테이프 유닛의 연마면을, 연직면(또는 수평면)에 대하여, 예를 들어 45도 경사진 상태로 고정하여, 연마 테이프 유닛을 구성해도 된다.
- [0042] 또한, 제1 워크 유닛이, 워크를 수평 방향 또한 제1 연마 축선에 수직인 방향으로 이동시키기 위한 워크 이동 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다. 이렇게 함으로써, 직선적인 피연마 부분과 연마면이, 연마 축선에 있어서 확실하게 접촉할 수 있다.
- [0043] 또한, 본 발명에 따른 연마 장치는, 제1 워크 유닛이 워크를 가압하여 고정하거나 및/또는 흡착하여 고정하기 위한 제1 워크 고정 수단을 포함하고, 제2 워크 유닛이 워크를, 가압하여 고정하거나 및/또는 흡착하여 고정하기 위한 제2 워크 고정 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0044] 워크 유닛(제1, 제2)에 놓인 판유리 등의 워크는, 실제 연마 처리 전에 워크 유닛의 워크 보유 지지대에 고정된다. 고정 수단으로서, 적절하게 흡인력과 압박력이 사용된다. 판유리 등의 워크는, 고정판 등에 의해 상방으로부터 가압되어 고정되어도 되고, 진공 흡착법 등에 의해 보유 지지대에 고정되어도 된다. 보유 지지대의 표면 및 고정판의 이면에는, 판유리 등 워크의 상면 및 하면에 흠집이 발생하지 않도록, 천류나 고무 등의 탄성 시트가 부착되어도 좋다.
- [0045] 상면을 가압하고, 아울러 하면을 흡착함으로써, 워크 보유 지지대에 워크가 높은 보유 지지력으로 보유 지지된다. 연마 처리 중, 연마 테이프 유닛의 연마면에 의해 가압되었을 때에도 판유리의 이동이 없어, 효율적으로 연마를 행할 수 있다.
- [0046] 또한, 제1 연마 테이프 유닛이 제1 연마 테이프를 주행시키기 위한 제1 연마 테이프 주행 수단을 포함하고, 제2 연마 테이프 유닛이 제2 연마 테이프를 주행시키기 위한 제2 연마 테이프 주행 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0047] 본 발명의 다른 형태에 관한 연마 장치는, 워크의 주연부의 직선적인 피연마 부분을 연마 테이프를 사용하여 연마하기 위한, 수평인 연마 축선을 갖는 연마 장치이며, 워크를 보유 지지하기 위한 워크 유닛과, 연마 축선을 사이에 두고, 워크 유닛에 대향하여 연마 테이프 중 적어도 일부의 표면을 배치하기 위한 연마 테이프 유닛을 포함하고, 배치된 연마 테이프의 표면이 연마면을 구획 형성하고, 직선적인 피연마 부분과 연마면이 접하여 연마 축선에 있어서 상대 이동함으로써 연마가 행해지는 것을 특징으로 한다.
- [0048] 또한, 워크가 판유리를 포함하여 이루어지고, 워크 유닛이 워크를 보유 지지하기 위한 워크 보유 지지대와, 워크 보유 지지대를 연마 축선을 따라 요동시키기 위한 요동 수단을 포함하고, 직선적인 피연마 부분과 연마면이 판유리의 주연부의 직선적인 피연마 부분을, 평균 표면 조도(Ra)가 20nm 이하, 또한 최대 골 깊이(Rv)가 200nm 이하로 형성되도록 상대 이동하는 것을 특징으로 한다.
- [0049] 또한, 연마 테이프 유닛이 연마면을 수평 방향 또한 연마 축선에 수직인 방향으로 이동시키기 위한 연마 테이프 이동 수단이며, 그에 의해, 직선적인 피연마 부분과 상기 연마면이 연마 축선에 있어서 접촉할 수 있는, 연마 테이프 이동 수단과, 연마면의 길이 축선을, 연마 축선에 대하여 경사지게 하기 위한 경사 수단과, 연마면을, 연마 축선을 중심으로 회동시키기 위한 회동 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0050] 또한, 워크 유닛이 워크를 수평 방향 또한 연마 축선에 수직인 방향으로 이동시키기 위한 워크 이동 수단을 포함한다.

- [0051] 이렇게 구성함으로써, 연마 테이프를 사용하여, 직사각형의 판유리의 변부 등, 워크의 직선적인 피연마 부분을, 연마 테이프를 사용하여, 원하는 C면 연마를 행할 수 있는 연마 장치로 할 수 있다. 또한, 판유리의 변부 또는 단부면을, 판유리의 강도를 향상시키도록, 고정밀도로 연마할 수 있는 연마 장치로 할 수 있다.
- [0052] 본 발명에 따른 또 다른 형태의 연마 장치는, 워크의 주연부의 비직선적인 피연마 부분을 연마 테이프를 사용하여 연마하기 위한, 수평인 연마 축선을 갖는 연마 장치이며, 워크를 보유 지지하기 위한 워크 유닛과, 연마 축선을 사이에 두고, 워크 유닛에 대향하여 연마 테이프 중 적어도 일부의 표면을 배치하기 위한 연마 테이프 유닛을 포함하고, 배치된 연마 테이프의 표면이 연마면을 구획 형성하고, 비직선적인 피연마 부분과 연마면이 접하여 연마 축선에 있어서 상대 이동함으로써 연마가 행해지는 것을 특징으로 한다.
- [0053] 또한, 워크가 판유리를 포함하여 이루어지고, 워크 유닛이 수평인 베이스 위에 수평 방향 또한 연마 축선에 수직인 방향(X 방향)으로 이동 가능하게 설치된 X 방향 가동 스테이지와, 연마 축선에 평행한 방향(Y 방향)으로 이동 가능하게 설치된 Y 방향 가동 스테이지이며, X 방향으로 신장하는 홈부를 일체적으로 갖는 Y 방향 가동 스테이지와, X 방향 가동 스테이지에 일체적으로 설치된 제1 연직축에 의해 회전 가능하게 수평 지지된 워크 보유 지지대를 포함하고, 워크 보유 지지대가 상기 워크 보유 지지대의 표면으로부터 수직으로 신장하는 제2 연직축이며, Y 방향 가동 스테이지의 홈부 내에 미끄럼 이동 가능하게 위치하는 제2 연직축을 갖고, 워크가 워크 보유 지지대에 보유 지지되어, 비직선적인 피연마부가 제1 연직축 및 제2 연직축의 이동에 의해, 요동 운동하면서 상기 연마 축선을 따라 요동하고, 비직선적인 피연마 부분과 연마면이, 판유리의 주연부의 비직선적인 피연마 부분을, 평균 표면 조도(Ra)가 20nm 이하, 또한 최대 골 깊이(Rv)가 200nm 이하로 형성되도록 상대 이동하는 것을 특징으로 한다.
- [0054] 이렇게 구성함으로써, 연마 테이프를 사용하여, 판유리 등 워크의 비직선적인 피연마 부분의 연마(예를 들어, 코너부의 R면 연마)를 행하는 연마 장치라 할 수 있다. 곡률이 다른 R 형상을 갖는 피연마 부분을 연마할 때 (예를 들어, R1, R10 등), 워크 유닛이 상기 형상에 따라서 요동 운동하면서 연마 축선 위를 요동하므로, R 형상에 대응하여 연마 재료(지식 등)를 변경하는 것을 필요로 하지 않고, 고정밀도의 연마를 행할 수 있다.
- [0055] 상기의 본 발명에 따른 연마 장치에 사용되는 연마 테이프는, 플라스틱으로 된 기재 필름의 표면에 수지 바인더에 지립을 분산시킨 용액을 도포하고, 건조, 경화시킨 시트를 필요한 폭으로 슬릿하여, 릴에 감긴 것이다.
- [0056] 기재 필름으로서, 유연성을 갖는 합성 수지로 된 플라스틱 필름이 사용된다. 구체적으로는, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리부틸렌나프탈레이트 등의 폴리에스테르계 수지, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 등의 폴리올레핀계 수지, 폴리비닐알코올 또는 메타크릴알코올을 주성분으로 하는 아크릴계 수지 등을 포함하여 이루어지는 필름이 기재 필름으로서 사용된다.
- [0057] 지립(연마 입자)으로서, 알루미늄( $Al_2O_3$ ), 산화세륨( $CeO_2$ ), 실리카( $SiO_2$ ), 다이아몬드, 탄화규소( $SiC$ ), 산화크롬( $Cr_2O_3$ ), 지르코니아( $ZrO_2$ ), 입방정 질화붕소(cBN) 등 및 그의 혼합물을 사용할 수 있다.
- [0058] 지립의 평균 입경은, 적절하게  $0.2\mu m$  이상(#20000),  $3\mu m$  이하(#4000)의 범위에 있다. 평균 입경이  $3\mu m$ 를 초과하면, 연마 전의 단부면의 비교적 큰 흠집이나 절결은 제거할 수 있지만, 마무리면에 새롭게 미세한 흠집이나 절결이 발생하여, 판유리에 충분한 강도를 부여할 수 없어 바람직하지 않다. 평균 입경이  $0.2\mu m$  미만이면, 연마 효율이 극단적으로 내려가 생산성이 나빠지므로, 공업상 실용적이지 않다.
- [0059] 또한, 본 발명은 앞에서 설명한 연마 장치를 사용하여, 판유리를 포함하여 이루어지는 워크의 강도를 향상시키도록 상기 워크의 주연부를 연마하는 방법을 제공한다. 상기 방법은, 워크의 주연부의 직선적인 피연마 부분, 또는 비직선적인 피연마 부분을 연마 테이프를 사용하여 연마하고, 피연마 부분을, 평균 표면 조도(Ra)가 20nm 이하, 또한 최대 골 깊이(Rv)가 200nm 이하로 형성되는 연마 공정을 포함하여 이루어지고, 연마 테이프가 기재 필름에 수지 바인더에 의해 소정의 입경을 갖는 지립이 고정 부착되어 이루어진다.
- [0060] 판유리에 충분한 기계적 강도를 부여하기 위해서, 판유리의 주연부에, 상기한 표면 조도(Ra) 및 최대 골 깊이(Rv)의 마무리면을 형성하는 것이 유효하다. 주연부가 상기 표면 성상을 갖도록, 연마된 판유리는 주연부가 미세한 흠집이나 절결을 기점으로 한 균열의 발생을 방지하여, 기계적 응력이나 열 쇼크에 의한 파손을 방지할 수 있다. 또한, 후속 공정의 가공 수율을 개선하여, 판유리가 내장된 제품의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

## 발명의 효과

- [0061] 본 발명의 연마 장치 또는 연마 방법을 실시함으로써, 스마트 폰이나 태블릿형 단말기의 패널, 액정 패널, 유리

EL 패널, 플라스마 패널, 태양 전지 패널 등의 평면 표시 장치용의 커버 유리, 그 밖의 전자 부품용의 커버 유리 등의 제조에 사용되는 판유리의 변부 및/또는 코너부의 잡상을 제거해 고정밀도의 표면 성상을 형성하여, 판유리에 높은 기계적 강도를 부여할 수 있다. 본 발명에 따른 판유리를 사용하여 커버 유리를 제조하고, 휴대 단말기 등에 채용함으로써, 각종 제품의 제조 공정에서의 제조 수율을 개선할 수 있어, 상기 판유리가 내장된 제품의 품질을 향상시킬 수 있다.

[0062] 또한, 본 발명에 따른 연마 장치, 연마 방법에 의하면, 판유리 등 워크의 변부, 단부면, 코너부, 코너부의 귀퉁이부 등을 연마할 수 있어, 피연마물에 형상에 맞추어 연마 재료를 제작할 필요가 없다. 또한, 연마 테이프를 효율적으로 사용할 수 있으므로, 비용을 저감하면서, 품질을 향상할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0063] 도 1은 하나의 형태의 워크를 모식적으로 도시하는 도면이다.

도 2의 (A)는 워크의 부분 단면도이며, 도 2의 (B)는 워크의 평면도이다.

도 3은 본 발명에 따른 하나의 형태의 연마 장치(1)를 모식적으로 도시하는 생략된 정면도이다.

도 4a는 본 발명에 따른 하나의 형태의 연마부를 모식적으로 도시하는 평면도이다.

도 4b는 본 발명에 따른 하나의 형태의 연마 테이프 유닛의 위치 결정 기구를 모식적으로 도시하는 평면도이다.

도 5는 본 발명에 따른 하나의 형태의 연마 테이프 유닛의 회동 기구를 모식적으로 도시하는, 도 4a의 X-X' 선을 따른 일부를 생략한 대략적인 측면도이다.

도 6은 본 발명에 따른 하나의 형태의 연마 테이프 유닛의 경사 기구를 모식적으로 도시하는 일부를 생략한 정면도이다.

도 7은 본 발명에 따른 하나의 형태의 워크 유닛의 요동 기구를 모식적으로 도시하는 평면도이다.

도 8은 본 발명에 따른 하나의 형태의 워크 유닛의 워크 이동 기구를 모식적으로 도시하는 평면도이다.

도 9는 본 발명에 따른 다른 형태의 연마부를 모식적으로 도시하는 평면도이다.

도 10a는 본 발명에 따른 다른 형태의 워크 유닛을 모식적으로 도시하는 평면도이다.

도 10b는 본 발명에 따른 다른 형태의 워크 유닛을 모식적으로 도시하는 측면도이다.

도 11은 지식을 사용한 워크 변부(귀퉁이부)의 연마 방법을 모식적으로 도시하는 도면이다.

도 12는 실시예 및 비교예의 피연마면의 확대 사진이다.

도 13은 다른 비교예의 피연마면의 확대 사진이다.

도 14는 엿지 강도 시험의 방법을 모식적으로 도시하는 도면이다.

도 15는 직사각형의 판유리 등 워크의 중심 C1, C2를 도시하는 도면이다.

도 16은 워크인 판유리의 (A) 측면 관찰상 및 (B) 상면 관찰상이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0064] 이하, 도면을 참조하면서, 본 발명의 다양한 특징이, 본 발명의 한정을 의도하는 것이 아닌 적합한 실시예와 함께 설명된다. 도면은 설명의 목적에 의해 단순화되고, 척도도 반드시 일치하지 않는다.

[0065] 도 1에, 피연마물인 워크(W)가 모식적으로 도시되어 있다. 워크(W)는 유리판, 스테인리스판, 알루미늄판, 태양 전지 기관으로서 사용되는 실리콘판 등이라도 좋다. 워크는 직사각형이라도 좋고, 그 밖의 형상이라도 좋다. 워크(W)는, 상면 또는 하면(주표면)과 단부면과의 경계부에 변부(귀퉁이부)를 가지고, 또한 하나의 단부면과 인접하는 단부면과의 경계부에 코너부(코너부)를 갖는다. 단부면이나 코너부는, 미가공판으로부터 잘라낸 상태(아즈 슬라이스)라도 좋고, 조연마가 실시되어 있어도 좋다.

[0066] 도 2의 (A)에, 적어도 2개의 변부가 소위 C 모따기된 워크(W1)의 부분 단면이 도시되고, 도 2에, 4개의 코너부가 소위 R 모따기된 워크(W2)가 도시되고 있다. 변부 또는 코너부를 연마함으로써, 마무리면(S1, S1', 또는 S2, S2', S2'', S2''')을 갖는 워크(W1, W2)를 얻을 수 있다.

- [0067] 워크(W)는, 판유리를 포함하여 이루어져도 좋다. 판유리의 강도를 향상시키기 위해서, 주연부를 연마하여 흠집이나 치핑을 제거하여, 마무리면(S1 또는 S2)의 표면 조도나 최대 골 깊이를 작게 하는 것이 중요하다. 판유리(W)에 높은 기계적 강도를 부여하기 위해서, 마무리면(S1 또는 S2)은 평균 표면 조도(Ra)가 20nm 이하, 조도 곡선의 최대 골 깊이(Rv)가 200nm 이하로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0068] 도 3에, 본 발명에 따른 하나의 형태의 연마 장치(1)가 모식적으로 도시되어 있다. 연마 장치(1)는 베이스(2) 위에 배치된 워크(W)의 적재대(10), 워크(W)의 흐름 방향(Wf)을 따라서 워크(W)를 반송하는 워크 반송 유닛(20), 제1 연마부(30), 제2 연마부(40) 및 연마 처리가 종료된 워크(W12)가 놓이는 적재대(50)를 포함하여 구성된다. 제1 연마부(30)는 직선적인 피연마 부분을 연마하도록 구성되고, 제2 연마부(40)는 비직선적인 피연마 부분을 연마하도록 구성되어 있다. 이들 연마부의 수나 조합은 이에 한정되지 않아도 된다.
- [0069] 도 4a에, 제1 연마부(30)가 모식적으로 도시되어 있다. 제1 연마부(30)는 수평인 베이스(2) 위에 수평인 연마 축선(A)을 사이에 두고 대향하여 배치된 연마 테이프 유닛(300) 및 워크 유닛(350)을 포함하여 이루어진다.
- [0070] 연마 테이프 유닛(300)은, 수평 방향 또한 연마 축선(A)에 수직인 방향인 A1 방향으로 이동 가능하게 베이스(2) 위에 설치된 연마 테이프 유닛 스테이지(301)를 포함한다. 스테이지(301)는 스테이지(301)와 베이스(2) 사이에 설치된, 압출 제어를 위한 모터(302), LM 가이드(303, 304)에 의해, A1 방향으로 왕복 이동할 수 있다. 스테이지(301) 위에 지주(305, 306, 307)가 연직 방향으로 신장되어 있다. 연결 블록(311)은 지주(305)에 평행하게 설치된 LM 가이드(309) 및 단축 로봇(310)에 의해 지주(305)를 따라 연직 방향으로 이동 가능하다. 연결 블록(311)을, 적절하게 2개의 샤프트(312, 312')(도 5)가 수평 방향으로 미끄럼 이동 가능하게 관통하고 있다. 샤프트(312, 312')의 선단부에 연결 부재(313)가 부착되어 있다. 연결 부재(313)는 회동 아암(314)과 일체적인 연장 아암(314')에, 축지지 핀(316)에 의해 회전 가능하게 연결되어 있다. 회동 아암(314)[및 연장 아암(314')]과 회동 아암(315)은, 대략 좌우 대칭의 형상을 갖고, 접속 지그(330, 331), 플레이트(317) 및 경사 플레이트(318)를 거쳐, 연마 테이프(T)를 수용·배치하는 하우징인 연마 헤드(319)를 좌우로부터 보유 지지하고 있다. 회동 아암[314(314'), 315]은, 축 A2를 중심으로 회동 가능하게 지주(306, 307)에 부착되어 있다. 축 A2는 연마 축선(A)에 평행하다.
- [0071] 연마 헤드(319)는 저면과 측면을 갖는 하우징 중에 연마 테이프(T)를 배치하기 위한 롤이 회전 가능하게 배치되어 이루어진다. 적절하게 연마 헤드(319)의 정상면은 개폐 가능한 덮개를 포함하여 이루어진다. 연마 헤드(319)는 패드 부재(연마 패드)(324)를 구비하고, 롤에 의해 공급되는 연마 테이프가 패드 부재(324)에 배치된다. 연마 테이프(T)는, 공급 롤(321)로부터 공급되어, 권취 롤(322)에 의해 권취된다. 공급 롤(321)은 연마 테이프(T)에 적절한 장력을 부여하기 위해서, 토크 모터(도시하지 않음)에 접속되어 있다. 권취 롤(322)은 스테핑 모터(도시하지 않음)에 접속되어, 공급 롤(321)로부터 공급된 연마 테이프(T)를 권취한다. 연마 테이프(T)에 적절한 장력을 부여하기 위한 스톱퍼 롤러, 연마 테이프(T)를 패드 부재(324)에 적절하게 배치하기 위한 보조 롤러 등이 더 배치되어 있어도 된다. 연마 패드(324)에 배치된 연마 테이프(T)는, 연마 패드(324)의 표면 형상(예를 들어, 평탄한 직사각형)을 따라, 소정의 길이와 폭을 갖는 연마면(320)을 구획 형성한다.
- [0072] 패드 부재(324)는 워크(W)의 피연마 부분에 고정밀도의 표면 성상을 형성하기 위해서, 적절하게 선택되는 것이 바람직하다. 패드 부재(324)의 탄성이 지나치게 크면(예를 들어, 쇼어 A 경도가 20 미만), 워크(W)의 피연마 부분(예를 들어, 변부)의 마무리면이 늘어져 버려, 엷지부의 직선성이 상실되기 쉬워진다. 또한, 연마 테이프(T)의 표면에 포함되는 지립의 평균 입경이 1 $\mu$ m 이하(#8000)인 경우에는, 탄성이 큰 발포 수지판 등의 패드 부재에서는 연마 속도가 급격하게 느려져서 실용적이지 않다. 탄성이 작은 경우(예를 들어, 쇼어 A 경도가 90)을 초과함), 마무리면의 엷지부의 직선성은 충분하지만, 기계적 충격에 의해 워크에 발생하는 흠집이나 절결의 제거가 불충분해지기 쉽다.
- [0073] 예를 들어, 패드 부재(324)로서, 기계적 충격을 완화하기 위해서, 쇼어 A 경도가 20 내지 50인 범위의 발포 수지판을 사용할 수 있다. 탄성을 갖는 패드 부재(324)를 거쳐, 연마 테이프(T)에 의해 형성되는 연마면(320)을 워크에 접촉함으로써, 기계적 충격을 완화할 수 있어, 연마와 함께 피연마부의 형상이 변화되어도 추종하기 쉽다.
- [0074] 또는, 패드 부재(324)로서, 상기와 같은 발포 수지판과, 쇼어 A 경도가 80 내지 90의 범위에 있는 고무판을 조합한 것을 사용할 수도 있다. 이렇게 함으로써, 평균 입경이 매우 미세한(예를 들어, 1 $\mu$ m 이하) 지립의 연마 테이프를 사용해도, 연마 속도를 지나치게 느리게 하지 않고, 고정밀도의 표면 성상(Ra, Rv)을 갖는 엷지부의 직선성이 우수한 마무리면을 형성할 수 있다.

- [0075] 패드 부재(324)는 MC 나일론 등의 탄성을 갖지 않는 것이라도 된다. 패드 부재(324)가 탄성을 갖지 않을 경우, 기계적 충격이 발생하지 않도록, 가압 제어를 행하는 것이 바람직하다.
- [0076] 패드 부재(324)의 표면은, 평탄하지 않은 볼록 형상의 곡면이라도 된다. 피연마 부분의 단부(예를 들어, 변부의 양단부 등)의 연마 테이프(T)(연마면)에 대한 접촉을 제한하여, 연마 테이프(T)를 보호하면서 연마할 수 있기 때문이다.
- [0077] 유연성이 있는 연마 테이프와 탄성이 있는 패드 부재를 사용하여 워크(W)의 주연부의 C면 연마를 행함으로써, 마무리면(S1, 도 2)에 있어서, 대략 엣지부[상면 또는 하면과 마무리면(S1)의 경계부]가 단면 R 형상의 곡면으로 형성되어, 새로운 엣지부에 새로운 흠집이나 절결이 형성되는 일이 없다.
- [0078] 연마 처리 중, 연마 테이프(T)는 정지된 상태라도 되고, 연속적 또는 단속적으로 주행되어도 된다. 단시간에 연마가 종료될 경우에는 연마 테이프(T)를 주행시키지 않고 정지된 상태에서 사용하고, 연마 후에 다음 연마를 위하여 새로운 연마 테이프(T)의 표면을 연마면으로서 패드 부재에 공급하도록 해도 된다. 이와 같이 하면, 비용을 저감할 수 있기 때문이다. 연마가 장시간에 이를 경우에는, 계속하여 안정된 연마면, 즉 지립을 포함하는 연마 테이프의 표면을 공급하기 위해서, 연속적 또는 단속적으로 연마 테이프를 주행시키는 것이 바람직하다. 이와 같이 하면, 연마 효율을 높일 수 있기 때문이다.
- [0079] 패드 부재(324)에 배치된 연마 테이프(T)에 의해 구획 형성되는 연마면(320)을 판유리 등 워크(W)의 변부나 단부면에 가압하기 위한 가압력은, 워크(W)의 상태에 따라, 연마 초기는 작고, 연마의 진행과 함께 점차 크게 해도 좋다. 예를 들어, 판유리의 경우, 아즈글라이스의 코너부나 단부면에 예각인 부분이 있고, 연마 초기로부터 강한 가압력을 가하면, 예각인 부분에 의해 연마면(320)의 연마 테이프(T)에 흠집이 생기거나, 연마 테이프(T)가 파손되거나 하는 경우가 있다. 가압력을 조절함으로써, 연마 테이프 표면을 보호하면서 연마를 행할 수 있다.
- [0080] 워크 유닛(350)은, 워크(W)를 수평하게 보유 지지하기 위한 수평인 워크 보유 지지대(351)를 갖는다. 연마 처리 전에, 워크(W)는 적절하게[워크 반송 유닛(20)에 의해] 연마 축선(A)을 걸쳐서 워크 보유 지지대(351)에 배치된다.
- [0081] 도 4b에, 본 발명의 연마 장치의 제1 연마부에 있어서의 위치 결정 기구가 도시되어 있다. 연마 테이프 유닛 스테이지(301)가 모터(302)(도 4a)와 LM 가이드(303, 304)(동일)에 의해 A1 방향으로 이동하고, 워크 보유 지지대(351)에 놓인 워크(W)의 하나의 단부면(또는 변부) 중 적어도 일부가 연마면(320)에 접촉한다. 또한 연마면(320)에 눌림으로써, 하나의 단부면(변부) 전체가, 연마 축선(A)에 있어서 연마면(320)에 접촉한다. 이때 연마 축선(A)은 회동 축선(A2)에 일치해도 된다.
- [0082] 이렇게 위치 결정된 워크(W)가 워크 보유 지지대(351)에 고정되어, 연마 처리가 행해지므로, 직사각형 워크의 하나의 단부면(변부)에 대하여 치우침이 없는 균일한 연마를 행할 수 있다.
- [0083] 도 5에, 도 4a의 일부가 생략된 X-X'선 측면도가 도시되어 있다. 회동 아암(314)과 연장 아암(314')은 간략화를 위해 일체로 도시되고, 연마 헤드(319)는 파선으로 도시되어 있다. 연마 헤드(319)를 접촉 지그(330), 플레이트(317), 경사 플레이트(318)를 거쳐 보유 지지하는 회동 아암(314)(314')이 회동 축선(A2)[바람직하게, 연마면(320) 위에 위치함]을 중심으로 회동 가능하게, 지주(306)에 부착되어 있다. 연마 헤드(319)를 사이에 두고 반대측에, 아암(315)이 지주(307)에 부착되어 있다(도 4a). 회동 아암이나 접촉 지그의 형상은 특별히 한정되는 것은 아니며, 연마 헤드(319) 및 연마 헤드(319)와 일체적인 부재(플레이트, 모터 등)를 보유 지지하도록 적절하게 선택할 수 있다.
- [0084] 상기한 바와 같이, 회동 아암(314)(314')은 연결 부재(313)에 축지지 핀(316)에 의해 피벗 부착되고, 연결 부재(313)의 후단부에, 연결 블록(311)을 관통하는 샤프트(312, 312')가 고정 부착되고, 연결 블록(311)은 LM 가이드(309) 및 단축 로봇(310)에 의해, 지주(305)를 따라 연직 방향으로 이동 가능하다.
- [0085] 연결 블록(311)이 지주(305)를 따라 상방으로 이동하는 것에 따라서, 연결 부재(313)와 일체적인 샤프트(312, 312')가 도면의 우측 방향으로 인출되어, 회동 아암(314)(314')이 회동 축선(A2)의 주위를 회동하고, 회동 아암에 보유 지지되는 연마 헤드(319)가 회동 축선(A2)의 주위를 회동하여, 연마면(320)이 연직면에 대하여  $\alpha$ 도 기울어지게 할 수 있다. 각도  $\alpha$ 의 범위는, 도시한 예에 한정되지 않고, 연결 블록(311)의 연직 방향의 이동 거리나 샤프트(312, 312')의 길이 등에 의해 임의로 결정할 수 있다. 적절하게, 각도  $\alpha$ 의 범위는 회동 축선(A2)을 포함하는 연직면에 대하여  $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ 이다.

- [0086] 이와 같이, 연마 헤드(319)의 연마면(320)이 연직면에 대하여 각도  $\alpha$  만큼 경사짐으로써, 워크 유닛에 수평하게 보유 지지된 워크(W)(도시하지 않음)의 상면의 하나의 변부(귀퉁이부)에 원하는 C면 연마를 행할 수 있다.
- [0087] 마찬가지로, 연결 블록(311)이 지주(305)를 따라 하방으로 이동함으로써, 연마면(320)은 워크 유닛에 수평하게 보유 지지된 워크(W)(도시하지 않음)의 하면의 변부(귀퉁이부)에 접촉하여 원하는 C면 연마를 행할 수 있다.
- [0088] 도 6에, 본 발명에 따른 연마 테이프 유닛(300)의 경사 기구가 도시되어 있다. 상기한 바와 같이, 회동 아암(314, 314')(도 4a, 도 5)과 일체적인 접속 지그(330, 331)가 플레이트(317)를 일체적으로 보유 지지하고 있다. 경사 플레이트(318)가 축지지 핀(325)에 의해, 축지지 핀(325)을 관통하는 축선(A7)(도 5)의 주위를 회동 가능하게 플레이트(317)에 부착되어 있다. 연마 헤드(319)의 하면이, 경사 플레이트(318)의 평탄한 상단부(도 4a)에 일체적으로 연결되어 있다. 플레이트(317)에, 축지지 핀(325)[축선(A7)]을 중심으로 하는 원의 원호를 형성하는 안내 홈(326a, 326b, 326c, 326d)이 마련되어 있다. 경사 플레이트(318)에 일체적으로 설치된 고정 지그(327a, 327b, 327c, 327d)가 경사 플레이트(318)의 회동에 따라서, 각각 안내 홈(326a, 326b, 326c, 326d) 내를 미끄럼 이동하고, 임의의 위치에서 경사 플레이트(318)를 플레이트(317)에 대하여 고정할 수 있다.
- [0089] 경사 플레이트가 회동하지 않을 때, 연마 테이프(T)의 표면에 의해 형성된 연마면(320)의 길이 축선(A3)은, 연마 축선(A)(워크의 피연마 부분과 연마면이 접하여 연마를 위하여 상대 이동하는 궤적)과 일치한다. 경사 플레이트(318)가 회동하면, 연마면(320)의 길이 축선(A3)이, 예를 들어 길이 축선(A3')으로,  $\theta$ 만큼 경사진다. 각도  $\theta$ 의 범위는, 적절하게  $0^\circ < \theta \leq 90^\circ$ 이다.
- [0090] 도 7에, 본 발명에 따른 워크 유닛(350)에 있어서의, 워크(W)를 보유 지지하는 워크 보유 지지대(351)의 요동 기구가 도시되어 있다.
- [0091] 워크 보유 지지 유닛(350)은 베이스(2) 위에 연직 방향으로 신장하는 지주(도시하지 않음)의 정상부에 수평하게 적재된, 상면에 연마 축선(A)에 평행한 LM 레일(360a, 360b)을 갖는 고정 플레이트(359)를 갖는다. 고정 플레이트(359)의 하방에, 모터(352)와 타이밍 벨트(355)에 의해 연동하여 구동되는 타이밍 폴리(354a, 354b, 354c 및 353a, 353b, 353c, 353d)가 설치되어 있다. 고정 플레이트(359)의 상방에, LM 레일(360a, 360b) 위를 요동 가능한 LM 블록(361a, 361b, 361c, 361d)과 일체적으로 워크 보유 지지대(351)가 수평하게 적재되어 있다. 마찬가지로, 고정 플레이트(359)의 상방에, LM 레일(360a, 360b) 위를 요동 가능한 LM 블록(362a, 362b)과 일체적으로 밸런서(추)(358b)가 적재되고, LM 블록(363a, 363b)과 일체적으로 밸런서(추)(358c)가 적재되어 있다.
- [0092] 워크 보유 지지대(351)의 하면에 마련된 홈(357a)에, 타이밍 폴리(354a)의 상면으로부터 연직으로 신장하는 로드(356a)가 삽입되어 있다. 또한, 밸런서(358b)의 하면에 마련된 홈(357b)에, 타이밍 폴리(354b)의 상면으로부터 연직으로 신장하는 로드(356b)가 삽입되고, 밸런서(358c)의 하면에 마련된 홈(357c)에, 타이밍 폴리(354c)의 상면으로부터 연직으로 신장하는 로드(356c)가 삽입되어 있다.
- [0093] 모터(352)의 구동에 의해, 타이밍 폴리(354a, 354b, 354c)가 회전하고, 로드(356a, 356b, 356c)가 동기하여 회전함으로써, 워크 보유 지지대(351), 밸런서(358b, 358c)가 각각, 연마 축선(A)을 따라 요동한다.
- [0094] 여기서, 워크 보유 지지대(351)는 고정 수단(도시하지 않음)에 의해 수평하게 보유 지지한 워크(W)의 진동을 충분히 억제하도록 구성되어 있다. 워크 보유 지지대(351)가 도면의 좌측 방향으로 이동하면, 밸런서(358b, 358c)는 각각 우측 방향으로 이동한다. 워크 보유 지지대(351)가 도면의 우측 방향으로 이동하면, 밸런서(358b, 358c)는 각각 좌측 방향으로 이동한다. 이렇게 함으로써, 워크 보유 지지대(351)가 요동할 때의 진동이 상쇄되어, 고정밀도의 연마를 행할 수 있다.
- [0095] 요동 기구는, 진동을 억제하기 위해, 워크 보유 지지대(351)를 복수대(예를 들어, 2대) 인접하여 설치하고, 연마 축선(A)을 따라, 동기하여 반대 방향으로 요동하도록 구성되어도 된다. 이 경우, 복수대의 워크 보유 지지대에 의해 진동이 상쇄되므로, 밸런서는 불필요해진다.
- [0096] 연마면[연마 테이프(T)]을 가압하는 힘, 패드 부재의 유연성, 탄력성 및 판유리의 강도에 의해, 연마체(연마면)에 대하여 피연마체(판유리)를 이동시켜서 연마 처리를 행해도, 연마 중에 피연마체가 파손되는 일은 없다. 연마 시의 피연마 부분과 연마면(연마 테이프의 표면)과의 상대 이동이, 진동을 억제하여 연마 축선을 따라 행해지므로, 판유리의 강도를 향상하도록 고정밀도인 표면 성상을 피연마면(마무리면 S1 등, 도 2)에 제공할 수 있다.
- [0097] 도 8에, 본 발명의 연마 장치에 따른 다른 형태의 위치 결정 기구가 도시되어 있다. 워크 유닛(350)의 워크 보유 지지대(351')는, 상면에 홈(334)을 갖고, 상기 홈 내에, 모터(332)의 구동축 A1' 방향으로 이동 가능한 로드

(333)가 위치하고 있다.

- [0098] 도 8의 (A)와 같이, 워크(W)가 연마 축선(A)을 걸치지 않고 놓인 경우, 모터(332)에 의해 구동된 로드(333)가 워크(W)를 A1 방향으로, 연마 축선(A)을 향해 압출한다. 이렇게 함으로써, 연마 테이프 유닛의 연마면과 워크(W)의 피연마 부분이, 연마 축선(A)에 있어서 확실하게 접촉할 수 있다.
- [0099] 도 9에, 본 발명의 연마 장치(1)(도 3)에 관한 제2 연마부(40)가 도시되어 있다. 제2 연마부(40)는 연마 테이프 유닛(300')과, 연마 축선(A)을 사이에 두고 상기 연마 테이프 유닛(300')에 대향하여 배치되는, 워크(W)가 배치되는 워크 보유 지지대(401)를 갖는 워크 유닛(400)을 포함하여 이루어진다. 연마 테이프 유닛(300')은, 적절하게 연마 테이프 유닛(300)과 마찬가지로 구성을 갖는다. 연마 축선(A)은 제1 연마부와 일치하고 있어도 된다. 또한, 제1 연마 축선(A)과 일치하지 않는 수평인 연마 축선(A')을 가져도 된다.
- [0100] 도 10a, 도 10b에, 워크 유닛(400)이 도시되어 있다. 도 10a에 있어서, 워크(W) 및 워크 보유 지지대(401)는 파선으로 도시되어 있다.
- [0101] 워크 유닛(400)은, 수평인 베이스(2) 위로부터 연직 상방으로 신장하는 지주(402, 402') 위에 수평하게 적재된 고정 플레이트(403), 고정 플레이트(403)의 상면으로부터 연직 상방으로 신장하는 지주(404) 위에 수평하게 적재된 고정 플레이트(405)를 갖는다.
- [0102] 고정 플레이트(405) 위에, X 방향 가동 스테이지(413)가 서보 모터(414) 및 1축 가동 유닛(408)에 의해 X 방향으로 왕복 이동 가능하게 부착되어 있다. X 방향 가동 스테이지(413) 위에 X 방향 가동 플레이트(406)가 일체적으로 부착되어 있다. X 방향 가동 플레이트(406)의 상면으로부터 연직으로 축 부재를 포함하여 이루어지는 축(A4)이 신장하고, 워크 보유 지지대(401)를 회전 가능하게, 수평하게 지지하고 있다.
- [0103] 또한, 고정 플레이트(405) 위에 구멍(429)을 갖는 Y 방향 가동 스테이지(407)가 리니어 가이드(409)에 의해 Y 방향으로 왕복 이동 가능하게 부착되어 있다. Y 방향 가동 스테이지(407) 위에, Y 방향 가동 플레이트(410)가 일체적으로 설치되어 있고, 그 위에 안내 홈(412)을 갖는 가이드 부재(411)가 일체적으로 부착되어 있다. 워크 보유 지지대(401)의 하면으로부터 연직으로 신장하는 로드(또는 핀)를 포함하여 이루어지는 축(A5)이, X 방향으로 형성된 안내 홈(412) 내에 미끄럼 이동 가능하게 위치하고 있다.
- [0104] 플레이트(403)와 플레이트(405) 사이에, 모터(420) 및 타이밍 벨트(423)에 의해 연동하여 구동되는 타이밍 폴리(422, 424)가 설치되어 있고, 타이밍 폴리(422)와 Y 방향 가동 스테이지(407) 사이에, 타이밍 폴리(422)와 동기하여 회전 가능한 회전 부재(425)가 설치되어 있다. 회전 부재(425)의 상면으로부터 연직 상방으로 신장하는 로드(427)가 Y 방향 가동 스테이지(407)의 구멍(429) 내에 삽입되어 있다.
- [0105] 모터(420)의 구동에 의해, 타이밍 벨트(423)를 거쳐 타이밍 폴리(422)가 회전하면, 폴리(422)에 동기하여 회전 부재(425)가 회전한다. 회전 부재(425)가 회전하면, 일체적인 로드(427)가 회전하여 Y 방향 가동 스테이지(407)에 마련된 구멍(429) 내를 이동하면서, 가동 스테이지(407)를 Y 방향으로 일정한 스트로크로 왕복 이동시킨다. Y 방향 가동 스테이지(407)의 왕복 이동을 따라, 일체적인 플레이트(410) 및 가이드 부재(411)가 Y 방향으로 왕복 이동하고, 안내 홈(412) 내의 연직축(A5)이 Y 방향으로 이동한다. 연직축(A5)의 Y 방향으로의 이동에 대응하여, 연직축(A5)의 Y 방향의 위치 y가 시퀀서를 거쳐 서보 모터(414)로 전달되고, 서보 모터(414)에 의해, 연직축(A4)이 동기하여 워크(W)의 비직선적인 피연마 부분(소정의 곡률을 갖는 코너부)이 연마 축선(A) 위에 위치하는 연직축(A4)의 X 방향의 위치 x로 이동된다. 연직축(A4)의 X 방향으로의 이동에 의해, 상기 연직축(A4)에 회전 가능하게 수평 보유 지지된 워크 보유 지지대(401)가 X 방향으로 이동하고, 워크 보유 지지대(401)와 일체적인 연직축(A5)이 홈(412) 내를 미끄럼 이동하여 X 방향으로 이동한다. 연직축(A5)의 움직임은, X 방향과 Y 방향의 움직임을 조합한 것이 되어, 연직축(A4)의 주위를 회동하는 움직임이 된다. 예를 들어, 연직축(A5)은 요동 스트로크의 중심(C)을 중심으로 하여, 긴 지름을 2d로 하는 타원의 원주 위를 이동해도 된다.
- [0106] 이와 같이, 연직축(A4)이 X 방향으로 이동하고, 연직축(A5)이 X 방향 및 Y 방향으로 이동함으로써, 워크 보유 지지대(401)가 요동 운동하면서 연마 축선(A)을 따라 요동하고, 직사각형 워크의 코너부 등의 비직선적인 피연마 부분을 순차적으로 연마면에 접촉시키면서 연마할 수 있다.
- [0107] 서보 모터를 사용하여 위치 제어를 행함으로써, 연마 축선(A) 위의 비직선적인 피연마 부분의 요동, 요동의 스트로크를 쉽게 제어할 수 있어, 원하는 곡률의 R면 연마를 행할 수 있다. 워크의 피연마 부분의 형상을 따라서 워크가 요동하여 연마를 행할 수 있으므로, 워크의 피연마 부분의 형상에 따라서 연마물(지식 등)을 제작할 필요가 없다.

- [0108] 상기한 구성 대신에, X축과 Y축의 2축 제어를 서보 모터에 의해 행해도 된다. 또는, 서보 모터에 의한 제어 대신에, 캠 제어에 의해, 상기 2개의 연직축의 위치가 제어되어도 된다. 그 경우에는, 서보 모터 대신에 연직축(A4)을 X 방향으로 이동시키기 위한 타이밍 폴리 및 연직축(A5)의 Y 방향의 이동과 동기하는 캠을 사용하여, 장치를 구성할 수 있다.
- [0109] 연마 테이프 유닛(300')의 연마면(320')이, 연직면에 대하여  $\alpha$ 도 기울으로써, 워크(W)의 코너부의 상면(또는 하면)에 따른 귀퉁이부의 연마를 행할 수도 있다.
- [0110] 본 발명에 따른 연마 장치는, 적절하게 각 유닛을 제어하기 위한 제어 장치(도시하지 않음)를 포함한다.
- [0111] 본 발명에 따른 연마 장치는, 건식 또는 습식 모두 연마를 행할 수 있다. 적절하게, 습식으로 연마를 행하기 위해, 물이나 계면 활성제를 첨가한 수용액을 공급하기 위한 물 공급기나 물 파이프(도시하지 않음)를 갖는다. 연마면 또는 워크에 물 등을 공급함으로써, 연마 효율을 향상할 수 있거나, 또는 연마 찌꺼기를 씻어낼 수 있다. 연마 장치는, 에어를 분사하기 위한 에어 노즐을 구비하고 있어도 된다. 워크 유닛 등에 물이나 연마 먼지가 부착되는 것을 방지할 수 있기 때문이다. 또한, 적절하게 금속 재료를 포함하여 이루어지는 워크의 소결을 방지하기 위해, 가공유를 공급하는 공급기나 파이프(도시하지 않음)를 갖는다.
- [0112] 본 발명에 따른 연마 장치는, 상기한 워크의 직선적인 피연마 부분을 연마하는 제1 연마부 및 워크의 비직선적인 피연마 부분을 연마하는 제2 연마부를 포함하여 이루어져도 좋다. 이렇게 함으로써, 판유리의 주연부 전체를 1대의 연마 장치로 연마할 수 있다. 또한, 연마 테이프를 사용하여 연마하므로, 마무리면에 고정밀도의 표면 성상을 형성할 수 있어, 피연마물의 품질을 향상할 수 있다. 연마 테이프를 사용하여 다양한 형상의 워크를 연마할 수 있으므로, 비용을 저감할 수 있고, 연마 시의 연마 먼지의 발생도 적어, 장치의 유지 보수도 용이하다.
- [0113] 또한, 본 발명에 따른 연마 장치는, 상기한 제1 연마부 및 제2 연마부 중 어느 하나로 이루어져도 된다.
- [0114] 제1 실시예
- [0115] 본 발명에 따른 연마 장치를 사용하여, 워크의 변부(귀퉁이부)가 연마되었다. 워크로서, 길이 70mm, 폭 40mm, 두께 0.8mm인 직사각형의 소다석회 유리가 사용되었다. 이 판유리의 상면 및 하면에 따른 8변이 연마되어 마무리면(S1 등, 도 2)으로 형성되었다. 연마에 있어서, 연마 테이프 유닛의 연마면의 길이 축선은, 연마 축선에 대하여 10도 기울어지게 되었다( $\theta=10^\circ$ ). 또한, 연마면은 연직면에 대하여 45도 기울어지게 되었다( $\alpha=45^\circ$ ). 이와 같이 하여 판유리의 하나의 변부와 연마면이 접촉하고, 워크 유닛이 연마 축선을 따라 요동하여 판유리와 연마면이 상대 이동함으로써 연마가 행해졌다. C면 연마의 연마량은  $50\mu\text{m}$ 로 하고, 일정한 연마량으로 하기 위해, 연마 테이프의 표면에 포함되는 지립 지름에 의해, 판유리의 왕복 횟수(1 왕복=1 패스)가 조절되었다. 연마면은 연마 축선에 평행하며, 연마 테이프는 주행되지 않았다. 또한, 연마면에 소량의 물을 공급하면서 연마가 행해졌다.
- [0116] 그 밖의 제1 실시예의 연마 조건은, 이하와 같다.
- [0117] 연마 조건(1변)
- [0118] 판유리의 왕복 운동의 스트로크 길이(L) : 150mm
- [0119] 연마 테이프의 폭 : 30mm
- [0120] 연마 테이프의 가압력(추력) : 15N
- [0121] 연마 테이프로서, GC(그린 카보런덤) #4000(SiC : 평균 지립 지름  $3\mu\text{m}$ )이 사용되고, 패드 부재로서 쇼어 A 경도 30의 발포 수지 패드가 사용되었다. 판유리의 왕복 횟수는 21 패스였다.
- [0122] 제2 실시예
- [0123] 제2 실시예의 제조 방법에 있어서, 연마 테이프로서 GC#6000(평균 지립 지름  $2\mu\text{m}$ )이 사용되었다. 판유리의 왕복 횟수는 24 패스였다. 그 밖의 조건은 제1 실시예와 마찬가지로였다.
- [0124] 제3 실시예
- [0125] 제3 실시예의 제조 방법에 있어서, 연마 테이프로서 GC#10000(평균 지립 지름  $0.5\mu\text{m}$ )이 사용되었다. 패드 부재로서, 쇼어 A 경도 80의 고무판 및 쇼어 A 경도 30의 발포 수지판이 사용되었다. 판유리의 왕복 횟수는 31 패스였다.

스였다. 그 밖의 조건은 제1 실시예와 마찬가지로였다.

#### [0126] 제1 비교예

[0127] 제1 비교예의 제조 방법에 있어서, 연마 테이프로서 GC#1000(평균 지립 지름 16 $\mu$ m)이 사용되었다. 판유리의 왕복 횟수는 7 패스였다. 그 밖의 조건은 제1 실시예와 마찬가지로였다.

#### [0128] 제2 비교예

[0129] 제2 비교예의 제조 방법에 있어서, 연마 테이프로서 GC#2000(평균 지립 지름 9 $\mu$ m)이 사용되었다. 판유리의 왕복 횟수는 11 패스였다. 그 밖의 조건은 제1 실시예와 마찬가지로였다.

#### [0130] 제3 비교예

[0131] 제3 비교예의 제조 방법에 있어서, 연마 테이프로서 GC#3000(평균 지립 지름 5 $\mu$ m)이 사용되었다. 판유리의 왕복 횟수는 17 패스였다. 그 밖의 조건은 제1 실시예와 마찬가지로였다.

#### [0132] 제4 비교예

[0133] 제4 비교예의 제조 방법에 있어서, 메쉬 크기 #1000의 다이아몬드 지립(평균 입경 14 내지 22 $\mu$ m)을 메탈 본드한 지석 500이 사용되었다. 도 11에 도시한 바와 같이, 지석과 판유리의 주표면(상면 및 하면)의 귀퉁이부를 배치하고, 지석을 회전시킴으로써 귀퉁이부의 모따기 연마가 행해졌다.

[0134] 상기한 바와 같이 마무리 연마된 실시예, 비교예의 평균 표면 조도(Ra) 및 조도 곡선의 최대 골 깊이(Rv)가, 이하의 표 1에 나타내어져 있다. 평균 표면 조도(Ra) 및 최대 골 깊이(Rv)는 표면 조도계(제품명 NewView 5000 : Zygo사 제조)에 의해 측정되었다.

표 1

|        | 연마 테이프(지석)<br>(지립 지름)  | 평균 표면 조도<br>R a (nm) | 최대 골 깊이<br>R v (nm) | 엣지 강도 시험<br>(MP a) |
|--------|------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| 제1 실시예 | GC#4000 (3 $\mu$ m)    | 11.5                 | 162                 | 303                |
| 제2 실시예 | GC#6000 (2 $\mu$ m)    | 6.2                  | 105                 | 398                |
| 제3 실시예 | GC#10000 (0.5 $\mu$ m) | 1.7                  | 32                  | 421                |
| 제1 비교예 | GC#1000 (16 $\mu$ m)   | 41.5                 | 1400                | 202                |
| 제2 비교예 | GC#2000 (9 $\mu$ m)    | 26.4                 | 1180                | 251                |
| 제3 비교예 | GC#3000 (5 $\mu$ m)    | 20.5                 | 460                 | 277                |
| 제4 비교예 | 지석 D#1000              | 108.0                | 1140                | 100                |

[0135] 제1 내지 제3 실시예의 제조 방법에 의해, 피연마 부분이 고정밀도의 마무리면[평균 표면 조도(Ra) : 1.7nm 내지 11.5nm, 최대 골 깊이(Rv) : 32nm 내지 162nm]으로 형성된 판유리가 얻어졌다. 왕복 패스 횟수는 20회에서 30회 정도로, 연마 속도도 충분하였다. 비교예의 제조 방법에 의한 판유리의 마무리면은, 최대 골 깊이가 1000nm를 초과한 것이 많았다.

[0137] 실시예, 비교예의 마무리면의 확대 사진이 도 12에 도시되어 있다. 좌측은 디지털 현미경(제품명 VHX 500 : KEYENCE사 제조)에 의한 광학 사진이며, 우측은 표면 조도계(제품명 NewView 5000 : Zygo사 제조)에 의한 것이다. (A)는 제1 비교예, (B)는 제2 비교예, (C)는 제1 실시예, (D)는 제3 실시예에 의한 마무리면이다.

[0138] 비교예에 따른 (A), (B)는 표면의 요철이 많아 마무리면의 표면 성상으로서 불충분하였다. 실시예에 따른 (C), (D)는 요철이나 흠집이 없는 고정밀도의 마무리면으로 되어 있어, 엣지부의 직선성도 우수하였다. 연마 테이프를 사용함으로써, 마무리면이 곡면을 가지고 있었다.

[0139] 도 13은, 제4 비교예의 제조 방법에서 얻게 된 판유리의 마무리면의 확대 사진이다. 표면에 연마 자국(휠 마크)이 있어, 흠집이 많이 보였다. 지석으로 연마함으로써, 마무리면은 곡면으로 형성되어 있지 않았다.

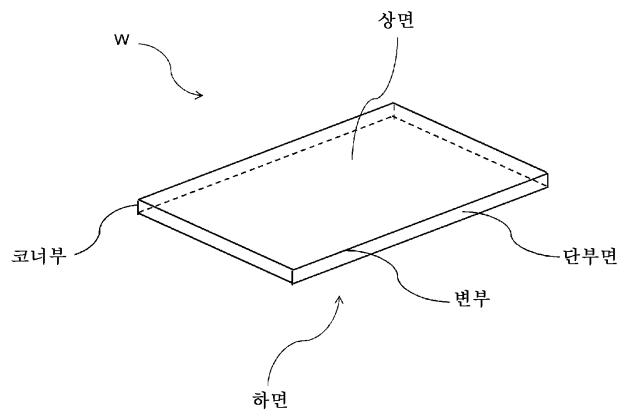
- [0140] 실시예, 비교예의 각 판유리의 엣지 강도(MPa)가 측정되었다. 엣지 강도라 함은 유리의 단부 테두리부의 강도를 가리키는 것이다. 엣지 강도는, 실온 굽힘 강도 시험 방법(JISR1601)을 기초로 하여, 시판되고 있는 4점 굽힘 시험기를 사용하여 측정되었다. 엣지 강도 시험(4점 굽힘)의 방법이 도 14에 모식적으로 도시되어 있다. 부하 지그 간격이 10mm, 지지 지그 간격이 30mm, 부하 속도가 5mm/분인 조건으로 시험이 행해졌다.
- [0141] 표 1에, 실시예, 비교예의 판유리를 각 10장 시험하고, 얻게 된 엣지 강도를 평균한 값이 기재되어 있다. 본 발명에 따른 연마 장치에 의해, 미세한 지립을 표면에 포함하는 연마 테이프를 사용하여 단부 테두리부가 연마되어 마무리면으로 형성된 판유리는, 마무리면의 평균 표면 조도(Ra) 및 최대 골 깊이(Rv) 값을 대폭으로 저감할 수 있는 결과, 종래의 지식에 의한 가공과 비교하여, 엣지 강도가 3배 이상으로 향상되었다. 이와 같이, 본 발명에 따른 판유리는, 엣지 강도가 현저하게 향상되고 있으므로, 해당 판유리를 사용하는 제품의 제조 공정에 의해, 판유리가 기계적 응력이나 열 쇼크에 의해 파손되는 것을 방지할 수 있는 것이다. 또한, 판유리가 제품에 내장된 후 파손되기 어려워, 제품의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 것이다.
- [0142] 제4 실시예
- [0143] 본 발명에 따른 연마 장치를 사용하여, 판유리의 코너부가 연마되었다. 상기 판유리는, 미리 지식에 의해 소정의 R 형상 가공(초벌 연마)을 실시한 것을 사용하였다. 제1 실시예와 동일한 연마 테이프가 사용되었다. 압력은 1N, 왕복 횟수는 5 패스였다.
- [0144] 제5 실시예
- [0145] 초벌 연마가 실시되고 있지 않은(아즈 슬라이스) 판유리의 코너부가 연마되었다. 연마 테이프는, D#600(30 $\mu$ m)으로 R 형상 가공(초벌 연마)을 실시한 후, 제1 실시예와 동일한 연마 테이프가 사용되었다.
- [0146] 제4, 제5 실시예에 있어서도, 고정밀도의 마무리면[평균 표면 조도(Ra) : 약 1.5nm 내지 12nm, 최대 골 깊이(Rv) : 약 30nm 내지 165nm]이 얻어졌다.
- [0147] 본 발명의 사상 및 형태로부터 벗어나는 일없이 다양한 수정이 가능한 것은 당업자가 알고 있는 바이다. 따라서, 어디까지나 본 발명의 형태는 예시에 지나지 않고, 본 발명의 범위를 한정하는 것은 아니다.

### 부호의 설명

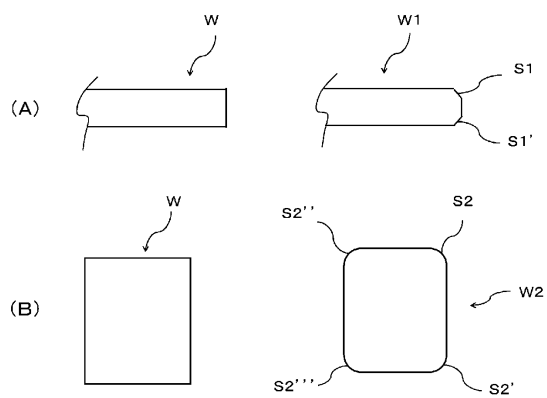
- [0148] W : 워크
- T : 연마 테이프
- A : 연마 축선
- 1 : 연마 장치
- 2 : 베이스
- 10 : 워크 적재대 1
- 20 : 워크 반송 유닛
- 30 : 제1 연마부
- 40 : 제2 연마부
- 50 : 워크 적재대 2
- 300 : 연마 테이프 유닛 1
- 300' : 연마 테이프 유닛 2
- 350 : 워크 유닛 1
- 400 : 워크 유닛 2

도면

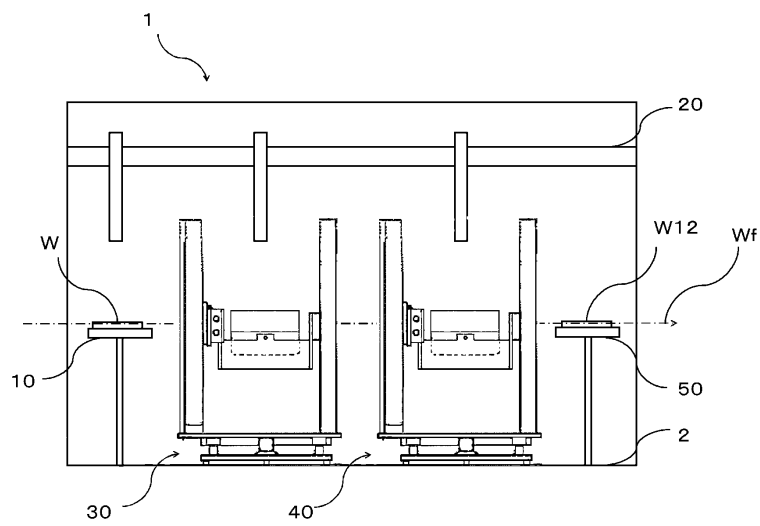
도면1



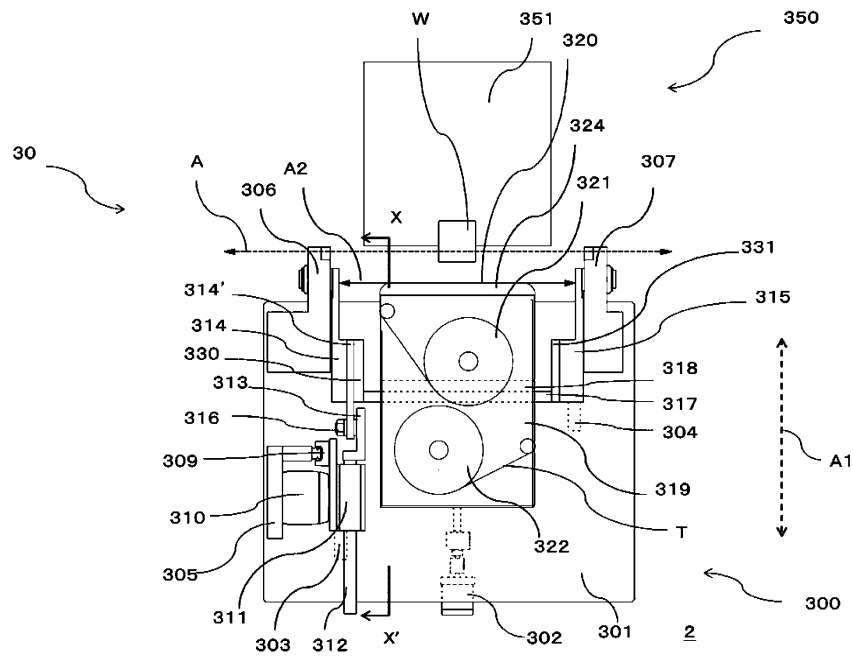
도면2



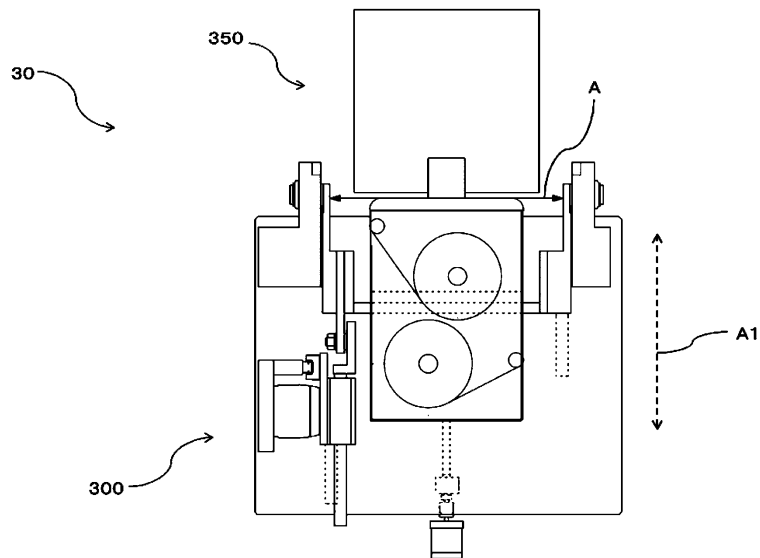
도면3



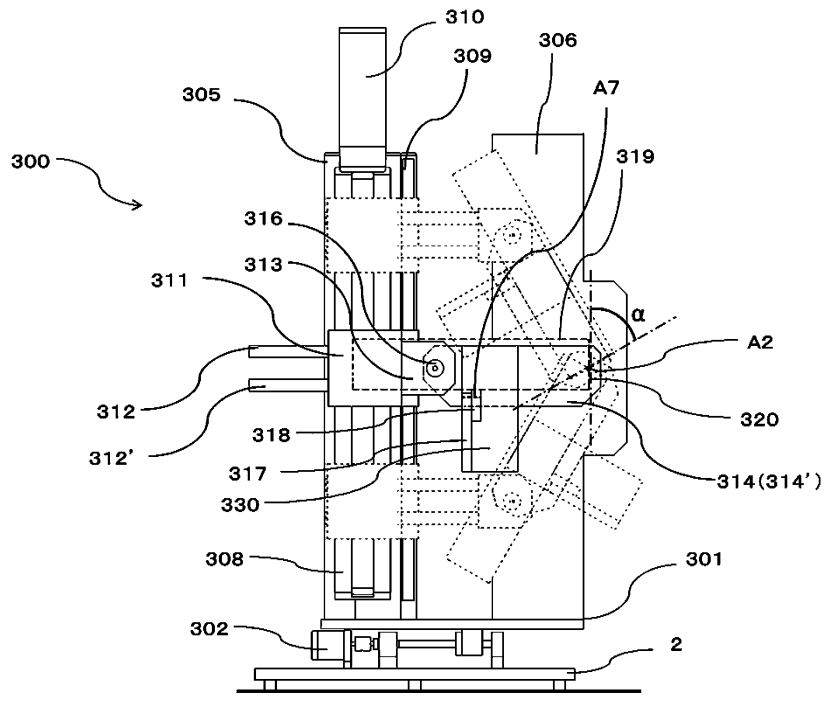
도면4a



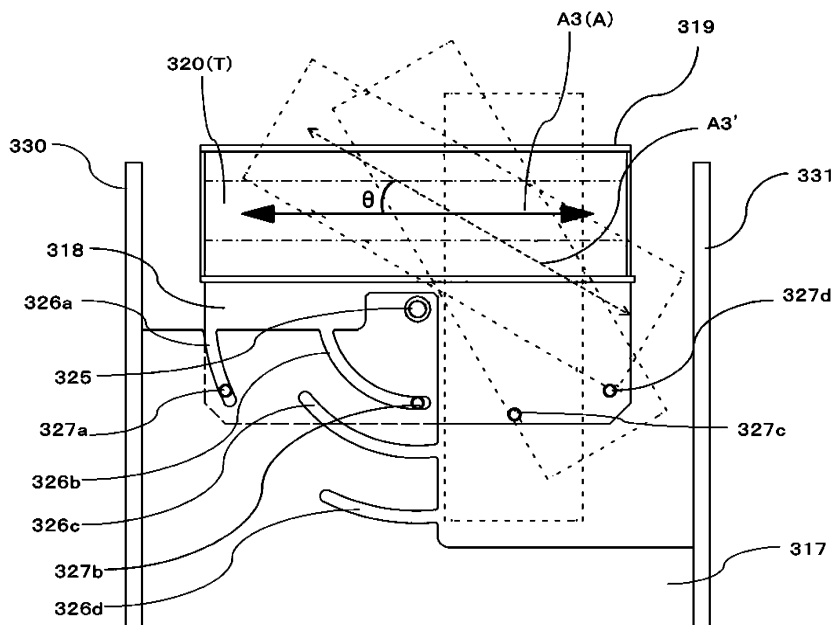
도면4b



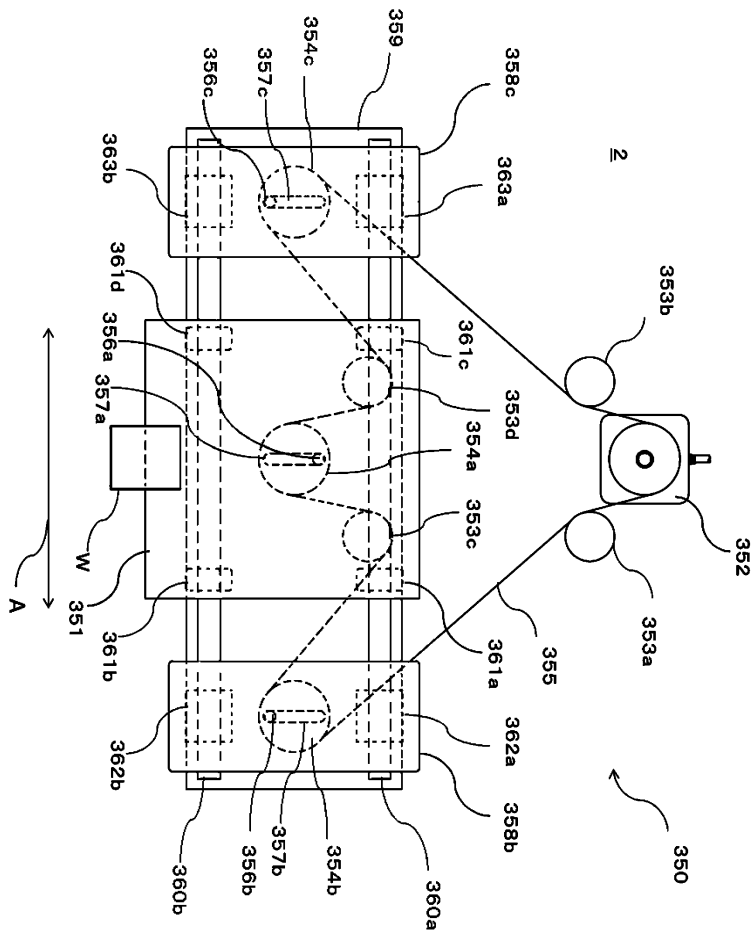
도면5



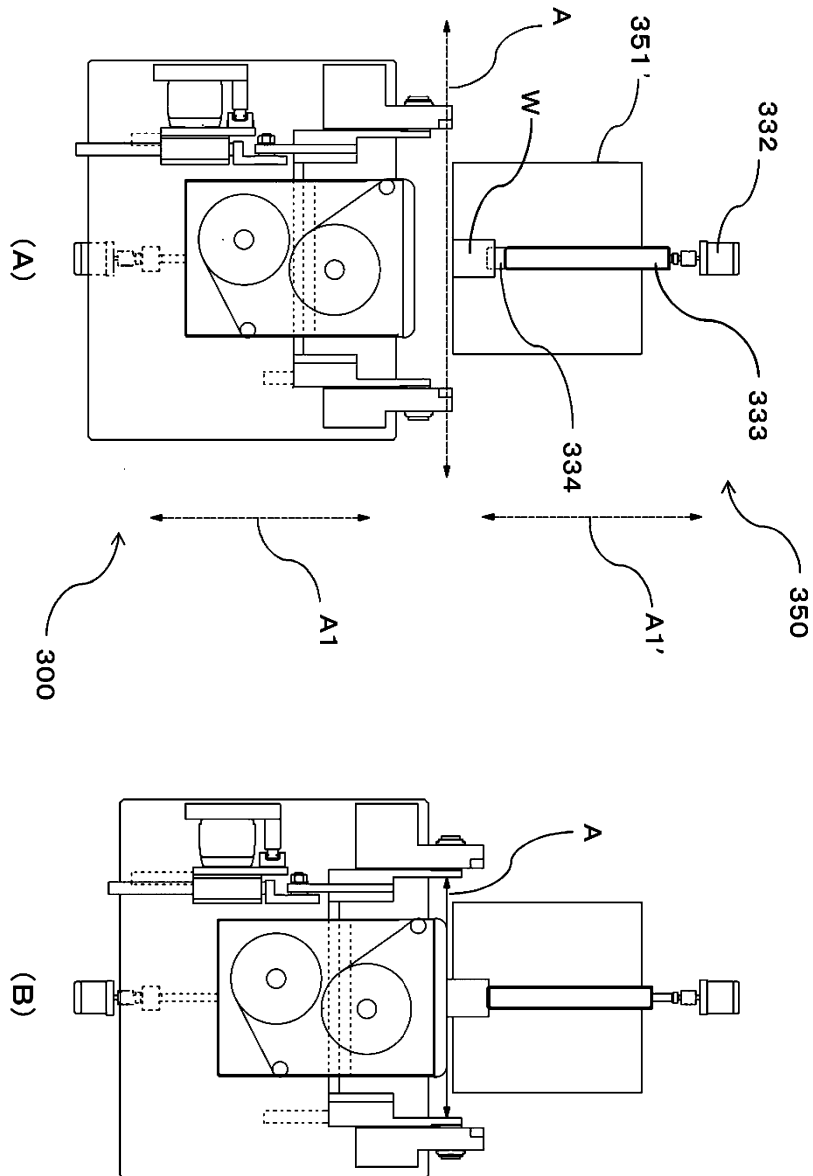
도면6



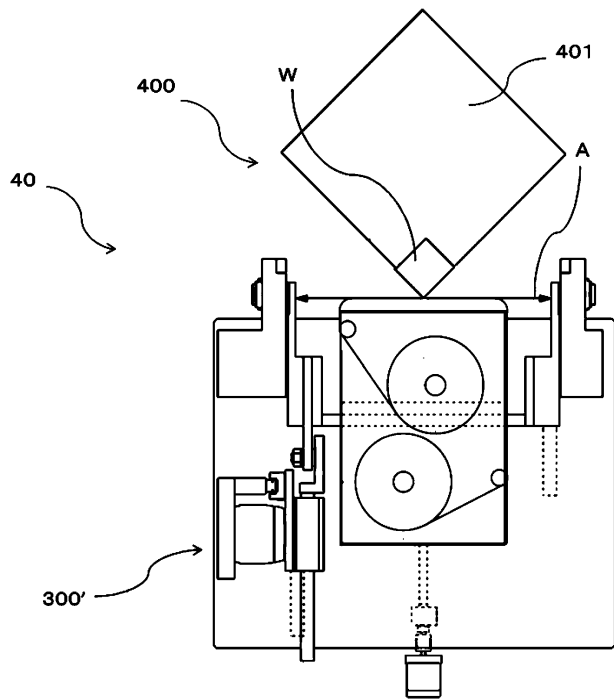
도면7



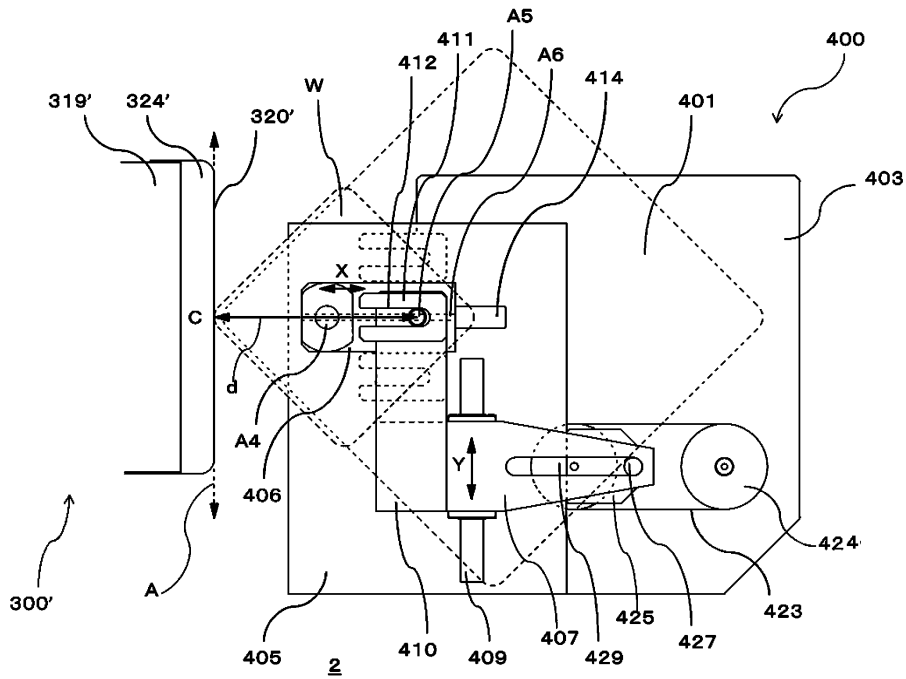
도면8



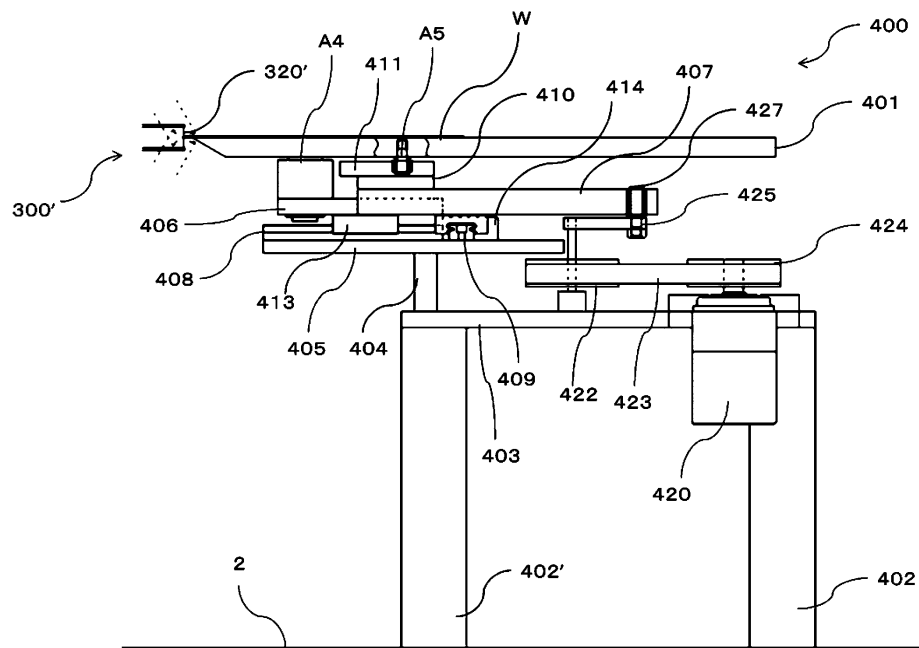
도면9



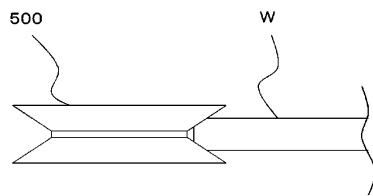
도면10a



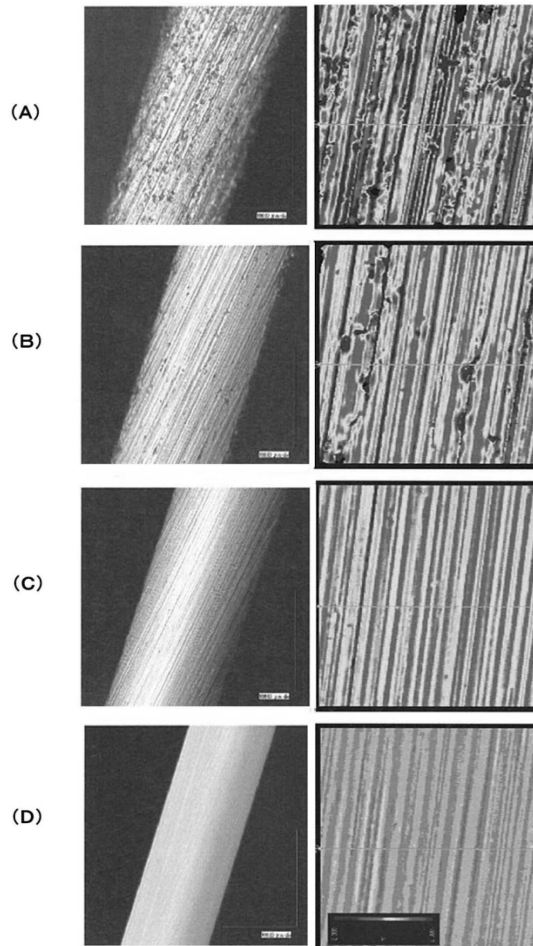
도면10b



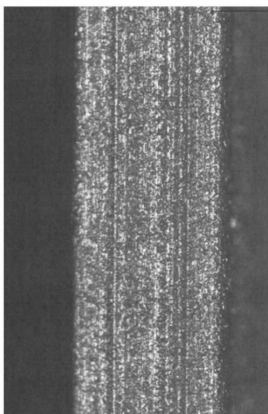
도면11



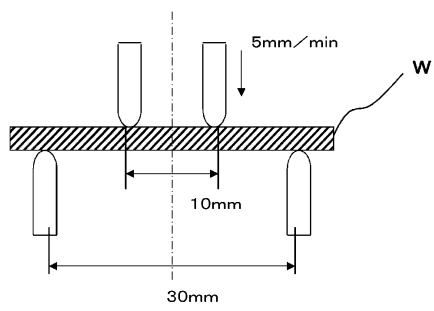
도면12



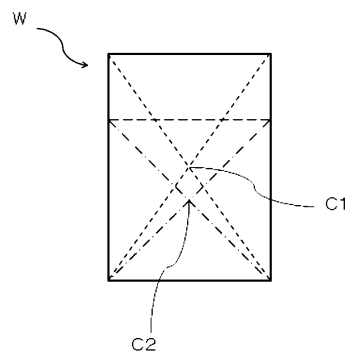
도면13



도면14



도면15



도면16

