



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년04월29일  
(11) 등록번호 10-2661650  
(24) 등록일자 2024년04월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 3/40 (2006.01) G01N 3/04 (2006.01)  
G01N 3/06 (2006.01) G01N 3/20 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01N 3/40 (2013.01)  
G01N 3/04 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2023-0082485  
(22) 출원일자 2023년06월27일  
심사청구일자 2023년06월27일  
(56) 선행기술조사문헌  
CN218629359 U\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
(주)진우알테크  
광주광역시 북구 첨단벤처로28번길 10 (대촌동)  
(72) 발명자  
김진우  
광주광역시 북구 첨단벤처로28번길 10(대촌동)  
(74) 대리인  
박상열, 최내윤, 정우상

전체 청구항 수 : 총 5 항

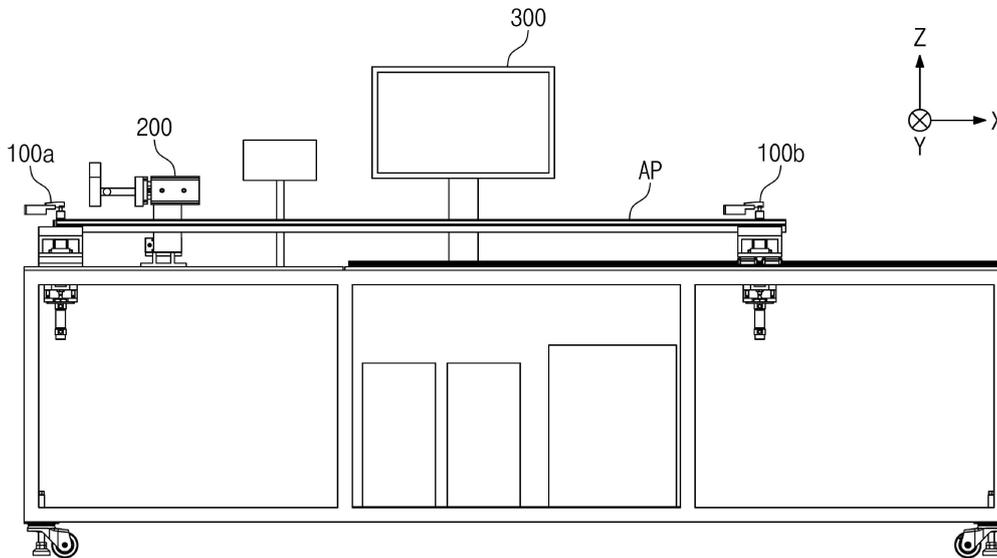
심사관 : 한별

(54) 발명의 명칭 차량용 루프레일 제조 및 검사 시스템

(57) 요약

알루미늄 파이프의 경도 측정 장치가 제공된다. 상기 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치는, 상기 알루미늄 파이프를 고정시킨 후, 상기 알루미늄 파이프에 압력을 인가하여 상기 알루미늄 파이프의 경도를 측정하는 경도 측정부, 상기 알루미늄 파이프에 문자를 삽입하는 레터링부, 및 상기 경도 측정부를 통해 측정된 상기 알루미늄 파이프의 경도 값을 제공받아, 상기 알루미늄 파이프의 경도 값을 표시하는 모니터링부를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01N 3/062 (2013.01)  
 G01N 3/20 (2013.01)  
 G01N 2203/0023 (2013.01)  
 G01N 2203/0076 (2013.01)  
 G01N 2203/0274 (2013.01)  
 G01N 2203/0435 (2013.01)  
 G01N 2203/0605 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2003337093 A\*  
 KR100740868 B1\*  
 CN215727447 U  
 CN114910374 A  
 CN215004793 U  
 KR100941172 B1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425167427
과제번호	S3316793
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	지역특화산업육성+(R&D)
연구과제명	자동 경도 측정 및 가상 벤딩 시뮬레이션을 활용한 일체형 알루미늄 루프랙 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)진우알테크
연구기간	2022.07.01 ~ 2023.06.30

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

차량용 루프레이일 제조 방법 및 차량용 루프레이일 검사 방법을 포함하는 차량용 루프레이일 제조 및 검사 시스템에 관한 것으로서,

상기 차량용 루프레이일 제조 방법은,

내부에 빈 공간이 형성되고 일 방향으로 연장되는 베이스 튜브를 준비하는 단계;

상기 베이스 튜브가 길이 방향으로 연장되도록 상기 베이스 튜브를 스트레칭시키는 단계;

길이가 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간 내에 유체를 주입하는 단계; 및

유체가 주입된 상기 베이스 튜브를, 외곽부에서 중앙부로 갈수록 볼록해지도록 만곡된 형태를 갖고 복수의 관통홀들이 형성된 몰드와 접촉시킨 후, 상기 베이스 튜브의 양단에 압력을 인가하며 상기 복수의 관통홀들을 통해 상기 베이스 튜브를 흡입하는 방법으로 상기 베이스 튜브를 벤딩하여 차량용 루프레이일을 제조하는 단계를 포함하고,

상기 차량용 루프레이일 검사 방법은,

상기 차량용 루프레이일 제조 방법을 통해 제조된 상기 차량용 루프레이일을 고정시킨 후, 상기 차량용 루프레이일에 압력을 인가하여 상기 차량용 루프레이일의 경도를 측정하는 경도 측정부;

상기 차량용 루프레이일에 문자를 삽입하는 레터링부; 및

상기 경도 측정부를 통해 측정된 상기 차량용 루프레이일의 경도 값을 제공받아, 상기 차량용 루프레이일의 경도 값을 표시하는 모니터링부를 포함하는 경도 측정 장치를 통해 이루어지는 것을 포함하는,

차량용 루프레이일 제조 및 검사 시스템.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 베이스 튜브의 내부 빈 공간 중 가장자리 부분에 열선이 배치되며,

상기 베이스 튜브가 상기 몰드와 접촉되는 영역과 반대 방향에 배치되는 제1 내측면 및 상기 몰드와 접촉되는 영역과 인접하게 배치되는 제2 내측면 중 상기 제1 내측면과 인접하도록 상기 열선이 배치되는 것을 포함하는,

차량용 루프레이일 제조 및 검사 시스템.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 경도 측정부는, 상기 차량용 루프레이일의 일단에 배치되는 제1 경도 측정 모듈, 및 상기 차량용 루프레이일의 타단에 배치되는 제2 경도 측정 모듈을 포함하되,

상기 제1 경도 측정 모듈 및 상기 제2 경도 측정 모듈은,

중앙부에 안착홈이 형성되고, 상기 안착홈에 상기 차량용 루프레이일이 안착되는 홀더;

상이 안착홈에 안착된 상기 차량용 루프레이일의 상부면에 압력을 인가하여 상기 차량용 루프레이일을 상기 홀더에 고정시키는 지그; 및

상기 홀더에 고정된 상기 차량용 루프레이일의 하부면에 압력을 인가하여 상기 차량용 루프레이일의 경도를 측정하

는 경도 측정기를 포함하고,

상기 지그는, 상기 홀더와 인접하도록 배치되는 지지체, 및 상기 지지체와 결합되고 상기 차량용 루프레일의 상부면에 압력을 인가하는 고정체를 포함하되,

상기 고정체는 상기 지지체에 대해 상기 차량용 루프레일의 상부면과 하부면 사이의 방향을 따라 직선 이동되고, 직선 이동되는 방향을 축으로 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전되는 것을 포함하고,

상기 고정체를 통해 상기 차량용 루프레일의 상부면에 압력이 인가된 상태에서, 상기 경도 측정기를 통해 상기 차량용 루프레일의 하부면에 압력을 인가하여 상기 차량용 루프레일의 경도를 측정하는 것을 포함하고,

상기 레터링부는,

상기 차량용 루프레일의 길이 방향인 제1 방향, 및 상기 제1 방향과 직각 방향인 제2 방향을 따라 직선 이동되는 제1 레터링 스테이지;

상기 제1 레터링 스테이지와 결합되고, 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향과 직각 방향인 제3 방향을 따라 직선 이동되는 제2 레터링 스테이지; 및

상기 제2 레터링 스테이지와 결합되고, 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향을 축으로 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전되는 레터링기를 포함하는,

차량용 루프레일 제조 및 검사 시스템.

#### 청구항 4

차량용 루프레일 제조 방법 및 차량용 루프레일 검사 방법을 포함하는 차량용 루프레일 제조 및 검사 시스템에 관한 것으로서,

상기 차량용 루프레일 제조 방법은,

내부에 빈 공간이 형성되고 일 방향으로 연장되는 베이스 튜브를 준비하는 단계;

상기 베이스 튜브가 길이 방향으로 연장되도록 상기 베이스 튜브를 스트레칭시키는 단계;

길이가 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간 내에 유체를 주입하는 단계; 및

유체가 주입된 상기 베이스 튜브를 벤딩하여 차량용 루프레일을 제조하는 단계를 포함하고,

유체가 주입된 상기 베이스 튜브는, 외곽부에서 중앙부로 갈수록 오목해지는 형태를 갖는 하부면을 포함하는 성형부재 및 상기 성형부재의 주위에 배치되어 상기 성형부재를 고정시키는 지지부재를 포함하는 상부 몰드 및 상부면에 유체 수용 홈이 형성된 하부 몰드를 통해 벤딩되되,

상기 성형부재의 하부면과 상기 하부 몰드의 상부면 사이에 상기 베이스 튜브를 배치한 상태에서 상기 상부 몰드 및 상기 하부 몰드를 접촉시키고, 상기 하부 몰드의 상기 유체 수용 홈 내에 유체를 공급하여, 상기 유체 수용 홈으로 공급된 유체에 의해 상기 베이스 튜브에 압력을 인가함으로써 상기 베이스 튜브를 벤딩하는 것을 포함하고,

상기 차량용 루프레일 검사 방법은,

상기 차량용 루프레일 제조 방법을 통해 제조된 상기 차량용 루프레일을 고정시킨 후, 상기 차량용 루프레일에 압력을 인가하여 상기 차량용 루프레일의 경도를 측정하는 경도 측정부;

상기 차량용 루프레일에 문자를 삽입하는 레터링부; 및

상기 경도 측정부를 통해 측정된 상기 차량용 루프레일의 경도 값을 제공받아, 상기 차량용 루프레일의 경도 값을 표시하는 모니터링부를 포함하는 경도 측정 장치를 통해 이루어지는 것을 포함하는,

차량용 루프레일 제조 및 검사 시스템.

**청구항 5**

차량용 루프레일 제조 방법 및 차량용 루프레일 검사 방법을 포함하는 차량용 루프레일 제조 및 검사 시스템에 관한 것으로서,

상기 차량용 루프레일 제조 방법은,

내부에 빈 공간이 형성되고 일 방향으로 연장되는 베이스 튜브를 준비하는 단계;

상기 베이스 튜브가 길이 방향으로 연장되도록 상기 베이스 튜브를 스트레칭시키는 단계;

길이가 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간 내에 유체를 주입하는 단계; 및

유체가 주입된 상기 베이스 튜브를 벤딩하여 차량용 루프레일을 제조하는 단계를 포함하고,

유체가 주입된 상기 베이스 튜브는, 상기 베이스 튜브의 중앙부를 감싸도록 배치되는 제1 몰드 및 상기 베이스 튜브의 외곽부 하부면과 접촉되도록 배치되는 제2 몰드를 통해 벤딩되며,

상기 베이스 튜브의 중앙부에 상기 제1 몰드가 배치되고 상기 베이스 튜브의 외곽부 하부면에 상기 제2 몰드가 배치된 상태에서 상기 베이스 튜브의 양단에 상기 베이스 튜브의 상부면으로부터 하부면 방향으로 압력이 인가됨에 따라 상기 베이스 튜브가 벤딩되고,

상기 베이스 튜브가 벤딩되는 동안 상기 제2 몰드는 상기 베이스 튜브가 벤딩되는 방향과 같은 방향으로 회전되어 상기 베이스 튜브가 벤딩되는 과정에서 형성되는 좌굴(buckling)을 감소시키는 것을 포함하고,

상기 차량용 루프레일 검사 방법은,

상기 차량용 루프레일 제조 방법을 통해 제조된 상기 차량용 루프레일을 고정시킨 후, 상기 차량용 루프레일에 압력을 인가하여 상기 차량용 루프레일의 경도를 측정하는 경도 측정부;

상기 차량용 루프레일에 문자를 삽입하는 레터링부; 및

상기 경도 측정부를 통해 측정된 상기 차량용 루프레일의 경도 값을 제공받아, 상기 차량용 루프레일의 경도 값을 표시하는 모니터링부를 포함하는 경도 측정 장치를 통해 이루어지는 것을 포함하는,

차량용 루프레일 제조 및 검사 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 차량용 루프레일 제조 및 검사 시스템에 관련된 것이다.

**배경 기술**

[0002] 루프랙(roof rack)은 차량의 지붕에 짐을 싣거나 고정하기 위한 용도로 사용되며 차량의 지붕 양측에 세로로 설치된 봉 또는 바 형태의 거치대이다.

[0003] 이 루프랙은 루프레일이라고도 하며 별도의 캐리어를 장착해 자전거, 스노우 보드, 스키와 같은 레저 스포츠 용품을 싣거나 짐을 고정할 수 있어 최근 출시되는 스포츠형 다목적 차량(SUV:sport utility vehicle)의 경우 거의 대부분이 장착되는 추세이다.

[0004] 기존 차량용 루프레일은 알루미늄 압출 파이프에 사출물을 결합한 3 Piece 방식이 사용되었으나 1 Piece 방식의 일체형 루프레일 개발로 분리형 루프레일에서 일체형 루프레일로 가고 있는 추세이다. 1 Piece 방식의 루프레일 제조 공정 중 핵심 기술은 벤딩 공정 기술이며, 물림 치구의 Tension, Twist, 3차원 벤딩이 복합적으로 수행되어야 하는 소성가공으로 스프링 백 및 네킹 현상 등으로 인한 불량 발생 가능성이 높다.

[0005] 특히, 제품 좌우 미단부의 곡률이 크게 변하는 영역에서 생산 불량 발생 빈도가 높으며, 이는 소재 물성(항복강도)에 따라 품질 변동이 심하다. 따라서 소재의 물성차이, 공정 조건 및 생산 장비의 조건들을 고려하여 공정 전반에 대한 변수들을 관리하고 제어할 수 있는 벤딩 공정 기술의 최적화를 통한 일체형 알루미늄 루프레일을

개발하고자 한다.

- [0006] 한편, 루프레일에 대한 기존 품질 측정 시, 초중중물 검사로 진행하고 있으며 현실적으로 불량 발생 시에만 소재 품질을 전수 조사하고 있는 실정이다. 현장에서 실시간 데이터 수집은 작업자가 수동으로 진행해야 하므로 생산성 저하가 발생하여 현실적으로 적용하기 어려워, 경도별 생산 품질 및 측정 포인트의 영향 또는 경향 파악이 정확지 않다.
- [0007] 품질 검사는 벤딩 공정 후 작업자가 검사 치구 위에 제품을 올려 측정공구(꺾자)로 육안 검사하고 있으며, 검사 치구와 제품이 목표 위치에 정확히 안착되지 않아 데이터 신뢰성이 떨어지는 등의 문제가 있다. 따라서, 공정 수율을 개선하면서 누적 데이터 정량화 및 신뢰성 확보 위해서는, 품질 측정 자동화 장치 및 모듈 개발이 매우 필요하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 알루미늄 파이프의 경도를 측정할 수 있는 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.
- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 알루미늄 파이프의 경도 측정이 자동화될 수 있는 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.
- [0010] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 알루미늄 파이프의 경도 측정이 안정적으로 이루어질 수 있는 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.
- [0011] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 알루미늄 파이프의 경도 측정 신뢰성이 향상될 수 있는 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.
- [0012] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 차량용 루프레일 제조 방법 및 장치와 연계될 수 있는 경도 측정 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.
- [0013] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 상술된 것에 제한되지 않는다.

**과제의 해결 수단**

- [0014] 상기 기술적 과제들을 해결하기 위하여, 본 발명은 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치를 제공한다.
- [0015] 일 실시 예에 따르면, 상기 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치는 상기 알루미늄 파이프를 고정시킨 후, 상기 알루미늄 파이프에 압력을 인가하여 상기 알루미늄 파이프의 경도를 측정하는 경도 측정부, 상기 알루미늄 파이프에 문자를 삽입하는 레터링부, 및 상기 경도 측정부를 통해 측정된 상기 알루미늄 파이프의 경도 값을 제공받아, 상기 알루미늄 파이프의 경도 값을 표시하는 모니터링부를 포함할 수 있다.
- [0016] 일 실시 예에 따르면, 상기 경도 측정부는, 상기 알루미늄 파이프의 일단에 배치되는 제1 경도 측정 모듈, 및 상기 알루미늄 파이프의 타단에 배치되는 제2 경도 측정 모듈을 포함하되, 상기 제1 경도 측정 모듈 및 상기 제2 경도 측정 모듈은, 중앙부에 안착홈이 형성되고, 상기 안착홈에 상기 알루미늄 파이프가 안착되는 홀더, 상기 안착홈에 안착된 상기 알루미늄 파이프의 상부면에 압력을 인가하여 상기 알루미늄 파이프를 상기 홀더에 고정시키는 지그, 및 상기 홀더에 고정된 상기 알루미늄 파이프의 하부면에 압력을 인가하여 상기 알루미늄 파이프의 경도를 측정하는 경도 측정기를 포함할 수 있다.
- [0017] 일 실시 예에 따르면, 상기 지그는, 상기 홀더와 인접하도록 배치되는 지지체, 및 상기 지지체와 결합되고 상기 알루미늄 파이프의 상부면에 압력을 인가하는 고정체를 포함하되, 상기 고정체는 상기 지지체에 대해 상기 알루미늄 파이프의 상부면과 하부면 사이의 방향을 따라 직선 이동되고, 직선 이동되는 방향을 축으로 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전되는 것을 포함할 수 있다.
- [0018] 일 실시 예에 따르면, 상기 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치는 상기 고정체를 통해 상기 알루미늄 파이프의 상부면에 압력이 인가된 상태에서, 상기 경도 측정기를 통해 상기 알루미늄 파이프의 하부면에 압력을 인가하여 상기 알루미늄 파이프의 경도를 측정하는 것을 포함할 수 있다.
- [0019] 일 실시 예에 따르면, 상기 레터링부는, 상기 알루미늄 파이프의 길이 방향인 제1 방향, 및 상기 제1 방향과 직각 방향인 제2 방향을 따라 직선 이동되는 제1 레터링 스테이지, 상기 제1 레터링 스테이지와 결합되고, 상기

제1 방향 및 상기 제2 방향과 직각 방향인 제3 방향을 따라 직선 이동되는 제2 레터링 스테이지, 및 상기 제2 레터링 스테이지와 결합되고, 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향을 축으로 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전되는 레터링기를 포함하는 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치.

**발명의 효과**

[0020] 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치는, 상기 알루미늄 파이프를 고정시킨 후, 상기 알루미늄 파이프에 압력을 인가하여 상기 알루미늄 파이프의 경도를 측정하는 경도 측정부, 상기 알루미늄 파이프에 문자를 삽입하는 레터링부, 및 상기 경도 측정부를 통해 측정된 상기 알루미늄 파이프의 경도 값을 제공받아, 상기 알루미늄 파이프의 경도 값을 표시하는 모니터링부를 포함할 수 있다. 이에 따라, 품질 측정의 자동화 및 실시간 측정이 이루어질 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0021] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치가 포함하는 경도 측정부를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치가 포함하는 홀더를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치가 포함하는 지그를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치가 포함하는 경도 측정기를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치가 포함하는 레터링부를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.  
 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S110 단계 및 S120 단계를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S120 단계 및 S130 단계를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S140 단계를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 12는 본 발명의 제1 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.  
 도 13은 본 발명의 제2 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S140 단계를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 14는 본 발명의 제3 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S140 단계에서 사용되는 몰드를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 15는 본 발명의 제3 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S140 단계에서 베이스 튜브를 벤딩하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.  
 도 16은 본 발명의 제4 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S125 단계에서 베이스 튜브 내 열선이 배치된 상태를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 17은 본 발명의 제5 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S125 단계에서 베이스 튜브 내 열선이 배치된 상태를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 18은 본 발명의 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S140 단계에서 사용되는 몰드를 설명하기 위한 도면이다.  
 도 19는 본 발명의 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S140 단계에서 사용되는 상부 몰드를 설명하기 위한 도면이다.

도 20은 본 발명의 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S140 단계에서 사용되는 하부 몰드를 설명하기 위한 도면이다.

도 21은 본 발명의 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S140 단계에서 베이스 튜브를 벤딩하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 22는 본 발명의 제7 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S140 단계에서 사용되는 몰드 및 베이스 튜브 벤딩 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 23은 본 발명의 제8 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S140 단계에서 사용되는 몰드 및 베이스 튜브 벤딩 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 24는 본 발명의 실험 예 1에 따른 루프레일 제조 과정 중 베이스 튜브가 벤딩된 상태를 촬영한 사진이다.

도 25는 본 발명의 실험 예 2에 따른 루프레일 제조 과정 중 베이스 튜브가 벤딩된 상태를 촬영한 사진이다.

도 26은 본 발명의 실험 예 3에 따른 루프레일 제조 방법으로 제조된 루프레일을 촬영한 사진이다.

도 27은 본 발명의 실험 예 4에 따른 루프레일 제조 과정 중 베이스 튜브가 벤딩된 상태를 촬영한 사진이다.

도 28은 본 발명의 실험 예 5에 따른 루프레일 제조 과정 중 베이스 튜브가 벤딩된 상태를 촬영한 사진이다.

도 29는 루프레일 제조 과정에서 발생된 불량품들을 추가적으로 촬영한 사진들이다.

도 30은 루프레일의 양품을 추가적으로 촬영한 사진들이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0022] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명할 것이다. 그러나 본 발명의 기술적 사상은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0023] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0024] 또한, 본 명세서의 다양한 실시 예 들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 따라서, 어느 한 실시 예에 제 1 구성요소로 언급된 것이 다른 실시 예에서는 제 2 구성요소로 언급될 수도 있다.

[0025] 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시 예도 포함한다. 또한, 본 명세서에서 '및/또는'은 전후에 나열한 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용되었다.

[0026] 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 또한, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

[0027] 또한, 하기에 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.

**[0029] 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치**

[0030] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치를 설명하기 위한 도면이고, 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치가 포함하는 경도 측정부를 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치가 포함하는 홀더를 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치가 포함하는 지그를 설명하기 위한 도면이고, 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치가 포함하는 경도 측정기를 설명하기 위한 도면이고, 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치가 포함하는 레터링부를 설명하기 위한 도면이다.

- [0031] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치는 경도 측정부(100a, 100b), 레터링부(200), 및 모니터링부(300)를 포함할 수 있다. 이하, 각 구성에 대해 설명된다.
- [0032] 도 3을 참조하면, 상기 경도 측정부(100a, 100b)는 제1 경도 측정 모듈(100a), 및 제2 경도 측정 모듈(100b)을 포함할 수 있다. 상기 제1 경도 측정 모듈(100a)은 상기 알루미늄 파이프(AP)의 일단에 배치될 수 있다. 이와 달리, 상기 제2 경도 측정 모듈(100b)은 상기 알루미늄 파이프(AP)의 타단에 배치될 수 있다.
- [0033] 상기 제1 경도 측정 모듈(100a)은 제1 홀더(110a), 제1 지그(120a), 및 제1 경도 측정기(130a)를 포함할 수 있다. 상기 제1 홀더(110a)는 중앙부에 제1 안착홈(111a)이 형성될 수 있다. 또한, 상기 제1 홀더(110a)는 외곽부에 측벽이 형성될 수 있다. 즉, 상기 제1 홀더(110a)는 외곽부에 측벽이 형성되고 중앙부에 상기 제1 안착홈(111a)이 형성된 형상을 가질 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 홀더(110a)의 외곽부에 형성된 측벽들은 중앙부에 형성된 상기 제1 안착홈(110a)으로부터 돌출된 형상을 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 제1 홀더(110a)는 'U' 형태를 가질 수 있다. 상기 제1 안착홈(110a)에는 상기 알루미늄 파이프(AP)의 일단이 안착될 수 있다.
- [0034] 상기 제1 지그(120a)는 상기 제1 안착홈(110a)에 안착된 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면에 압력을 인가하여 상기 알루미늄 파이프(AP)를 상기 제1 홀더(110a)에 고정시킬 수 있다.
- [0035] 도 5를 참조하면, 상기 제1 지그(120a)는 상기 제1 홀더(110a)와 인접하도록 배치되는 제1 지지체(121a), 및 상기 제1 지지체(121a)와 결합되고 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면에 압력을 인가하는 제1 고정체(122a)를 포함할 수 있다.
- [0036] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 고정체(122a)는 상기 제1 지지체(121a)에 대해 직선 이동될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 제1 고정체(122a)는 상기 제1 지지체(121a)에 대해 상기 제1 지지체(121a)의 길이 방향을 따라 직선 이동될 수 있다. 상기 제1 지지체(121a)의 길이 방향은, 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면과 하부면 사이의 방향과 같을 수 있다. 예를 들어, 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면과 하부면 사이의 방향은, 도 1 및 도 5에 도시된 Z축 방향일 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 제1 고정체(122a)는 상기 제1 지지체(121a)에 대해 회전될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 제1 고정체(122a)는 상기 직선 이동되는 방향을 축으로 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전될 수 있다. 즉, 상기 제1 고정체(122a)는 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면과 하부면 사이의 방향(예를 들어, Z축 방향)을 축으로 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전될 수 있다.
- [0038] 상술된 바와 같이, 상기 제1 고정체(122a)가 상기 제1 지지체(121a)에 대해 직선 이동 및 회전될 수 있으므로, 상기 제1 고정체(122a)는 상기 제1 홀더(110a)에 안착된 상기 알루미늄 파이프(AP)를 용이하게 고정할 수 있다.
- [0039] 도 3 및 도 6을 참조하면, 상기 제1 경도 측정기(130a)는 상기 알루미늄 파이프(AP)를 사이에 두고 상기 제1 지그(120a)의 상기 제1 고정체(122a)와 대향하도록 배치될 수 있다. 즉, 상기 제1 고정체(122a)는 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면과 인접하도록 배치되는 반면, 상기 제1 경도 측정기(130a)는 상기 알루미늄 파이프(AP)의 하부면과 인접하도록 배치될 수 있다. 상기 제1 경도 측정기(130a)는 상기 제1 고정체(122a)를 통해 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면에 압력이 인가된 상태에서, 상기 알루미늄 파이프(AP)의 하부면에 압력을 인가하여 상기 알루미늄 파이프(AP)의 경도를 측정할 수 있다.
- [0040] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 경도 측정기(130a)는 제1 홀더 지지체(131a) 및 제1 측정기(132a)를 포함할 수 있다. 상기 제1 홀더 지지체(131a)는 상기 제1 홀더(110a)를 지지하고, 상기 제1 측정기(132a)는 상기 알루미늄 파이프(AP)의 하부면에 압력을 인가하여 상기 알루미늄 파이프(AP)의 경도를 측정할 수 있다.
- [0041] 상기 제2 경도 측정 모듈(100b)은 제2 홀더(110b), 제2 지그(120b), 및 제2 경도 측정기(130b)를 포함할 수 있다. 상기 제2 홀더(110b)는 중앙부에 제2 안착홈(미표시)이 형성될 수 있다. 또한, 상기 제2 홀더(110b)는 외곽부에 측벽이 형성될 수 있다. 즉, 상기 제2 홀더(110b)는 외곽부에 측벽이 형성되고 중앙부에 상기 제2 안착홈이 형성된 형상을 가질 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 홀더(110b)의 외곽부에 형성된 측벽들은 중앙부에 형성된 상기 제2 안착홈으로부터 돌출된 형상을 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 제2 홀더(110b)는 'U' 형태를 가질 수 있다. 상기 제2 안착홈에는 상기 알루미늄 파이프(AP)의 타단이 안착될 수 있다.
- [0042] 상기 제2 지그(120b)는 상기 제2 안착홈에 안착된 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면에 압력을 인가하여 상기 알루미늄 파이프(AP)를 상기 제2 홀더(110b)에 고정시킬 수 있다.
- [0043] 도 5를 참조하면, 상기 제2 지그(120b)는 상기 제2 홀더(110b)와 인접하도록 배치되는 제2 지지체(121b), 및 상

기 제2 지지체(121b)와 결합되고 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면에 압력을 인가하는 제2 고정체(122b)를 포함할 수 있다.

- [0044] 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 고정체(122b)는 상기 제2 지지체(121b)에 대해 직선 이동될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 제2 고정체(122b)는 상기 제2 지지체(121b)에 대해 상기 제2 지지체(121b)의 길이 방향을 따라 직선 이동될 수 있다. 상기 제2 지지체(121b)의 길이 방향은, 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면과 하부면 사이의 방향과 같을 수 있다. 예를 들어, 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면과 하부면 사이의 방향은, 도 1 및 도 5에 도시된 Z축 방향일 수 있다.
- [0045] 또한, 상기 제2 고정체(122b)는 상기 제2 지지체(121b)에 대해 회전될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 제2 고정체(122b)는 상기 직선 이동되는 방향을 축으로 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전될 수 있다. 즉, 상기 제2 고정체(122b)는 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면과 하부면 사이의 방향(예를 들어, Z축 방향)을 축으로 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전될 수 있다.
- [0046] 상술된 바와 같이, 상기 제2 고정체(122b)가 상기 제2 지지체(121b)에 대해 직선 이동 및 회전될 수 있으므로, 상기 제2 고정체(122b)는 상기 제2 홀더(110b)에 안착된 상기 알루미늄 파이프(AP)를 용이하게 고정할 수 있다.
- [0047] 도 3 및 도 6을 참조하면, 상기 제2 경도 측정기(130b)는 상기 알루미늄 파이프(AP)를 사이에 두고 상기 제2 지그(120b)의 상기 제2 고정체(122b)와 대향하도록 배치될 수 있다. 즉, 상기 제2 고정체(122b)는 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면과 인접하도록 배치되는 반면, 상기 제2 경도 측정기(130b)는 상기 알루미늄 파이프(AP)의 하부면과 인접하도록 배치될 수 있다. 상기 제2 경도 측정기(130b)는 상기 제2 고정체(122b)를 통해 상기 알루미늄 파이프(AP)의 상부면에 압력이 인가된 상태에서, 상기 알루미늄 파이프(AP)의 하부면에 압력을 인가하여 상기 알루미늄 파이프(AP)의 경도를 측정할 수 있다.
- [0048] 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 경도 측정기(130b)는 제2 홀더 지지체(131b) 및 제2 측정기(132b)를 포함할 수 있다. 상기 제2 홀더 지지체(131b)는 상기 제2 홀더(110b)를 지지하고, 상기 제2 측정기(132b)는 상기 알루미늄 파이프(AP)의 하부면에 압력을 인가하여 상기 알루미늄 파이프(AP)의 경도를 측정할 수 있다.
- [0049] 상기 레터링부(200)는 상기 알루미늄 파이프(AP)에 문자를 삽입할 수 있다.
- [0050] 도 7을 참조하면, 상기 레터링부(200)는 제1 레터링 스테이지(210), 제2 레터링 스테이지(220), 및 레터링기(230)를 포함할 수 있다.
- [0051] 상기 제1 레터링 스테이지(210)는 제1 방향, 및 제2 방향을 따라 직선 이동될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 방향은 상기 알루미늄 파이프(AP)의 길이 방향과 같을 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 방향은 도 1 및 도 7에 도시된 X축 방향일 수 있다. 이와 달리, 상기 제1 방향은 상기 제1 방향의 직각 방향일 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 방향은 도 1 및 도 7에 도시된 Y축 방향일 수 있다.
- [0052] 상기 제2 레터링 스테이지(220)는 상기 제1 레터링 스테이지(210)와 결합될 수 있다. 또한, 상기 제2 레터링 스테이지(220)는 상기 제1 레터링 스테이지(210)에 대해 제3 방향을 따라 직선 이동될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제3 방향은 상기 제1 방향(예를 들어, X축 방향) 및 상기 제2 방향(예를 들어, Y축 방향)의 직각 방향일 수 있다. 예를 들어, 상기 제3 방향은 도 1 및 도 7에 도시된 Z축 방향일 수 있다.
- [0053] 상기 레터링기(230)는 상기 제2 레터링 스테이지(220)와 결합될 수 있다. 또한, 상기 레터링기(230)는 상기 제2 레터링 스테이지(220)에 대해 상기 제1 방향(예를 들어, X축 방향)을 축으로 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전될 수 있다. 또한, 상기 측정 모듈(230)은 상기 제2 레터링 스테이지(220)에 대해 상기 제2 방향(예를 들어, Y축 방향)을 축으로 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전될 수 있다. 상기 레터링기(230)는 상기 알루미늄 파이프(AP)에 압력을 인가하여, 상기 알루미늄 파이프에 문자를 삽입할 수 있다.
- [0054] 상기 모니터링부(300)는 상기 경도 측정부(200)를 통해 측정된 상기 알루미늄 파이프(AP)의 경도 값을 제공받아, 상기 알루미늄 파이프(AP)의 경도 값을 시각적으로 표시할 수 있다.
- [0056] 이상, 본 발명의 실시 예에 따른 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치가 설명되었다. 이하, 본 발명의 실시 예 및 변형 예들에 따른 차량용 루프레일 제조 방법이 설명된다.
- [0057] 상기 실시 예 및 변형 예들에 따른 차량용 루프레일 제조 방법을 통해 제조된 루프레일은, 상기 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치를 통해 경도가 측정될 수 있다. 또한, 이와 달리, 상기 실시 예에 및 변형 예들에 따른 차량용 루프레일 제조 방법이 적용되기 전, 차량용 루프레일 제조에 사용되는 소재가 상기 알루미늄 파이프의 경

도 측정 장치를 통해 경도가 측정될 수 있다. 즉, 상기 실시 예 및 변형 예들에 따른 차량용 루프레이 제조 방법과 상기 알루미늄 파이프의 경도 측정 장치는 차량용 루프레이 제조 및 검사 시스템을 이룰 수 있다. 이로 인해, 제조된 루프레이 또는 루프레이 제조에 사용되는 소재에 대한 빠른 피드백이 이루어질 수 있으므로 제조 현장에서 불량 루프레이에 대한 대처가 보다 신속하게 이루어질 수 있다.

**[0058] 실시 예에 따른 차량용 루프레이 제조 방법**

[0059] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 루프레이 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 루프레이 제조 방법 중 S110 단계 및 S120 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 루프레이 제조 방법 중 S120 단계 및 S130 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 루프레이 제조 방법 중 S140 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0060] 도 8 내지 도 11을 참조하면, 베이스 튜브(BT)가 준비될 수 있다(S110). 일 실시 예에 따르면, 상기 베이스 튜브(BT)는 내부에 빈 공간이 형성된 구조를 가질 수 있다. 또한, 상기 베이스 튜브(BT)는 알루미늄을 포함할 수 있다. 즉, 상기 베이스 튜브(BT)는 내부에 빈 공간이 형성된 알루미늄 튜브일 수 있다. 또한, 상기 베이스 튜브(BT)는 상기 알루미늄 압출 소재의 곡률 측정 장치를 통해 곡률을 측정하고자 하는 알루미늄 압출 소재와 같을 수 있다.

[0061] 상기 베이스 튜브(BT)가 길이 방향으로 연장되도록 상기 베이스 튜브(BT)를 스트레칭(stretching)시킬 수 있다(S120). 일 실시 예에 따르면, 상기 베이스 튜브(BT)는 초기 길이 대비 1.3% 초과 2.2% 미만 더 길어지도록 연장될 수 있다.

[0062] 연장된 상기 베이스 튜브(BT) 내부의 빈 공간 내에 유체(F)가 주입될 수 있다(S130). 일 실시 예에 따르면, 연장된 상기 베이스 튜브(BT) 내부의 빈 공간이 모두 채워지도록 상기 유체(F)가 주입될 수 있다. 예를 들어, 상기 유체(F)는 액체일 수 있다.

[0063] 상기 베이스 튜브(BT) 내부에 유체(F)가 채워짐에 따라, 상기 베이스 튜브(BT)에는 내부로부터 외부 방향으로 향하는 압력이 인가될 수 있다. 즉, 상기 유체(F)에 의해 상기 베이스 튜브(BT)의 내부로부터 외부 방향으로 액압이 인가될 수 있다. 이에 따라, 상기 베이스 튜브(BT)는 팽창된 상태를 유지할 수 있다.

[0064] 상기 베이스 튜브(BT) 내부에 유체(F)가 채워진 후, 상기 베이스 튜브(BT)의 일측 및 타측에는 각각 홀더(L)가 장착될 수 있다. 상기 홀더(L)는 상기 베이스 튜브(BT) 내부에 채워진 유체(F)가 상기 베이스 튜브(BT)의 내부로부터 외부로 유출되는 것을 방지할 수 있다.

[0065] 유체가 주입된 상기 베이스 튜브(BT)를 몰드(M)와 접촉시킨 후, 상기 베이스 튜브(BT)의 양단에 압력을 인가하여 상기 베이스 튜브(BT)를 벤딩(bending)할 수 있다(S140). 이에 따라, 차량용 루프레이가 제조될 수 있다.

[0066] 일 실시 예에 따르면, 상기 몰드(M)는 상부면이 만곡된 형태를 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 몰드(M)의 상부면은 외곽부에서 중앙부로 갈수록 볼록해지는 형태를 가질 수 있다.

[0067] 상기 베이스 튜브(BT)는 상기 몰드(M)의 상부면과 접촉된 상태에서 양단에 압력이 인가될 수 있다. 이에 따라, 상기 베이스 튜브(BT)는 상기 몰드(M)의 상부면과 같은 형상을 갖도록 벤딩될 수 있다.

[0068] 상술된 바와 같이, 상기 베이스 튜브(BT)의 내부에 상기 유체(F)가 주입된 상태에서 상기 베이스 튜브(BT)의 벤딩이 이루어짐에 따라, 상기 베이스 튜브(BT)에 발생하는 좌굴(buckling) 및 크랙(crack)이 감소될 수 있다. 이와 달리, 상기 베이스 튜브(BT) 내부에 상기 유체(F)가 주입되지 않은 상태에서 상기 베이스 튜브(BT)의 벤딩이 이루어지는 경우, 상기 베이스 튜브(BT)가 굴곡된 부분의 내측에는 좌굴이 발생되고 외측에는 크랙이 발생할 수 있다. 이에 따라, 상기 차량용 루프레이의 불량률이 증가할 수 있다.

[0069] 하지만, 상기 베이스 튜브(BT)의 내부에 상기 유체(F)가 주입된 상태에서 상기 베이스 튜브(BT)에 벤딩이 이루어지는 경우, 벤딩 과정에서 상기 유체(F)에 의해 상기 베이스 튜브(BT)의 내부로부터 외부 방향으로 액압이 인가됨으로 상기 베이스 튜브(BT)가 팽창된 상태를 유지할 수 있어 좌굴 및 크랙 발생이 감소할 수 있다. 이로 인해, 상기 차량용 루프레이의 불량률이 감소될 수 있다.

[0070] 또한, 상기 베이스 튜브(BT)를 스트레칭시키는 단계에서 상기 베이스 튜브(BT)가 연장되는 길이를 제어함으로써, 상기 베이스 튜브(BT)가 벤딩되는 과정에서 상기 베이스 튜브(BT)에 발생하는 좌굴 및 크랙이 제어될 수 있다. 구체적으로, 상술된 바와 같이, 상기 베이스 튜브(BT)의 길이가 초기 길이 대비 1.3 % 초과 2.2 % 미만 더 길어지도록 연장됨으로써, 상기 베이스 튜브(BT)가 벤딩되는 과정에서 상기 베이스 튜브(BT)에 발생

되는 좌굴 및 크랙이 감소될 수 있다. 이와 달리, 상기 베이스 튜브(BT)의 길이가 초기 길이 대비 1.3 % 이하 더 길어지도록 연장되거나 2.2% 이상 더 길어지도록 연장되는 경우, 상기 베이스 튜브(BT)에 발생하는 좌굴 및 크랙이 증가할 수 있다. 이에 따라, 상기 차량용 루프레일의 불량률이 증가할 수 있다.

[0071] 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은, 내부에 빈 공간이 형성된 베이스 튜브(BT)를 준비하는 단계, 상기 베이스 튜브(BT)가 길이 방향으로 연장되도록 상기 베이스 튜브(BT)를 스트레칭 시키는 단계, 연장된 상기 베이스 튜브(BT) 내부의 빈 공간 내에 유체(F)를 주입하는 단계, 및 유체(F)가 주입된 상기 베이스 튜브(BT)를 몰드(M)와 접촉시킨 후, 상기 베이스 튜브(BT)의 양단에 압력을 인가하여 상기 베이스 튜브(BT)를 벤딩(bending)하는 단계를 포함할 수 있다. 이에 따라, 벤딩 과정에서 발생하는 좌굴(buckling) 및 크랙(crack)이 감소될 수 있다. 이로 인해, 불량률이 감소되어 신뢰성이 향상된 차량용 루프레일이 제공될 수 있다.

[0072] **제1 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법**

[0073] 도 12는 본 발명의 제1 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0074] 도 12를 참조하면, 본 발명의 제1 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은, 베이스 튜브를 준비하는 단계(S110), 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간에 유체를 1차 주입하는 단계(S115), 상기 베이스 튜브를 스트레칭 시키는 단계(S120), 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간에 유체를 2차 주입하는 단계(S130), 및 유체가 주입된 상기 베이스 튜브를 벤딩하는 단계(S140)를 포함할 수 있다.

[0075] 상기 제1 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, S130 단계, 및 S140 단계는, 도 8 내지 도 11을 참조하여 설명된 상기 실시 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, S130 단계, 및 S140 단계와 같을 수 있다.

[0076] 즉, 상기 제1 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은, 상기 실시 예에 따른 루프레일 제조 방법과 비교하여, 상기 S110 단계와 상기 S120 단계 사이에 S115 단계가 수행되는 차이점이 있다.

[0077] 또한, 상기 제1 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은, 상기 S115 단계에서 유체의 1차 주입을 통해 상기 베이스 튜브(BT)에 인가되는 액압과, 상기 S130 단계에서 유체의 2차 주입을 통해 상기 베이스 튜브(BT)에 인가되는 액압이 서로 다를 수 있다.

[0078] 구체적으로, 상기 S115 단계에서 유체의 1차 주입을 통해 상기 베이스 튜브(BT)에 인가되는 액압은, 상기 S130 단계에서 유체의 2차 주입을 통해 상기 베이스 튜브(BT)에 인가되는 액압 보다 작을 수 있다. 예를 들어, 상기 S115 단계에 유체의 1차 주입을 통해 상기 베이스 튜브(BT)에 인가되는 액압은 115 MPa일 수 있다. 이와 달리, 상기 S130 단계에서 유체의 2차 주입을 통해 상기 베이스 튜브(BT)에 인가되는 액압은 200 내지 600 MPa일 수 있다.

[0079] 상술된 바와 같이, 상기 베이스 튜브가 연장되기 전 상태에서도 유체의 주입을 통해 상기 베이스 튜브에 액압이 인가됨으로, 상기 베이스 튜브가 스트레칭되는 과정에서 발생하는 불량률이 감소될 수 있다.

[0080] **제2 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법**

[0081] 본 발명의 제2 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은, 베이스 튜브를 준비하는 단계(S110), 상기 베이스 튜브를 스트레칭 시키는 단계(S120), 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간에 유체를 주입하는 단계(S130), 및 유체가 주입된 상기 베이스 튜브를 몰드와 접촉시킨 후, 몰드에 형성된 복수의 홀을 통해 상기 몰드와 접촉된 상기 베이스 튜브를 흡입하여, 상기 베이스 튜브를 벤딩하는 단계(S140)를 포함할 수 있다.

[0082] 상기 제2 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, 및 S130 단계는 도 8 내지 도 11을 참조하여 설명된 상기 실시 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, 및 S130 단계와 같을 수 있다.

[0083] 즉, 상기 제2 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은, 상기 실시 예에 따른 루프레일 제조 방법과 비교하여, 상기 S140 단계가 다른 차이점이 있다. 이하, 상기 제2 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은 S140 단계에 대해 구체적으로 설명된다.

[0084] 도 13은 본 발명의 제2 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S140 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0085] 도 13을 참조하면, 상기 S140 단계에서 사용되는 몰드(M)는 상부면이 만곡된 형태를 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 몰드(M)의 상부면은 외곽부에서 중앙부로 갈수록 볼록해지는 형태를 가질 수 있다.

- [0086] 또한, 상기 몰드(M)의 내부에는 복수의 관통홀(h)이 형성될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 관통홀(h)은 상기 몰드(M)의 하부면과 상부면을 관통하도록 형성될 수 있다. 상기 복수의 관통홀(h)들은 상기 몰드(M)의 길이 방향을 따라 일정한 간격으로 이격되어 배치될 수 있다. 상기 몰드(M)의 길이 방향은, 상기 몰드(M)의 하부면으로부터 상부면으로 향하는 방향의 직각 방향일 수 있다.
- [0087] 상기 몰드(M)의 상부면과 상기 베이스 튜브(BT)가 접촉된 상태에서, 상기 몰드(M)의 상기 복수의 관통홀(h)을 통해 상기 베이스 튜브(BT)가 흡입될 수 있다. 이에 따라, 상기 베이스 튜브(BT)는 상기 몰드(M)의 상부면 형상을 따라 벤딩될 수 있다.
- [0088] 일 실시 예에 따르면, 상기 복수의 관통홀(h)중 상기 몰드(M)의 중앙부에 배치된 관통홀(h)과 외곽부에 배치된 관통홀(h)에는 서로 다른 흡입력이 작용될 수 있다. 구체적으로, 상기 몰드(M)의 중앙부에 배치된 관통홀(h)에는 상대적으로 약한 흡입력이 작용될 수 있다. 이와 달리, 상기 몰드(M)의 외곽부에 배치된 관통홀(h)에는 상대적으로 강한 흡입력이 작용될 수 있다. 이에 따라, 상대적으로 많은 변형이 요구되는 상기 베이스 튜브(BT)의 양단에는 상대적으로 강한 흡입력이 작용되고, 상대적으로 적은 변형이 요구되는 상기 베이스 튜브(BT)의 중앙에는 상대적으로 약한 흡입력이 작용됨으로 상기 베이스 튜브(BT)의 벤딩이 효율적으로 이루어질 수 있다.
- [0089] **제3 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법**
- [0090] 본 발명의 제3 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법은, 베이스 튜브를 준비하는 단계(S110), 상기 베이스 튜브를 스트레칭 시키는 단계(S120), 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간에 유체를 주입하는 단계(S130), 및 유체가 주입된 상기 베이스 튜브를 몰드와 접촉시킨 후, 상기 몰드에 형성된 복수의 홀을 통해 상기 몰드와 상기 베이스 튜브 사이에 진공을 형성함으로써, 상기 베이스 튜브를 벤딩하는 단계(S140)를 포함할 수 있다.
- [0091] 상기 제3 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, 및 S130 단계는 도 8 내지 도 11을 참조하여 설명된 상기 실시 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, 및 S130 단계와 같을 수 있다.
- [0092] 즉, 상기 제3 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법은, 상기 실시 예에 따른 루프레이일 제조 방법과 비교하여, 상기 S140 단계가 다른 차이점이 있다. 이하, 상기 제3 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법은 S140 단계에 대해 구체적으로 설명된다.
- [0093] 도 14는 본 발명의 제3 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법 중 S140 단계에서 사용되는 몰드를 설명하기 위한 도면이고, 도 15는 본 발명의 제3 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법 중 S140 단계에서 베이스 튜브를 벤딩하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0094] 도 14의 (a)는 상기 S140 단계에서 사용되는 몰드(M)의 평면도를 나타내고, 도 12의 (b)는 상기 S140 단계에서 사용되는 몰드(M)의 단면 개략도를 나타낸다.
- [0095] 도 14의 (a) 및 (b)를 참조하면, 상기 S140 단계에서 사용되는 몰드(M)는 상부면에 상기 베이스 튜브(BT)의 형상과 같은 형상을 갖는 그루브(GV)가 형성될 수 있다. 상기 그루브(GV)는 만곡된 형태를 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 그루브(GV)는 외곽부에서 중앙부로 갈수록 오목해지는 형태를 가질 수 있다.
- [0096] 또한, 상기 몰드(M)의 내부에는 복수의 관통홀(h)이 형성될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 관통홀(h)은 상기 몰드(M)의 하부면과 상부면을 관통하도록 형성될 수 있다. 상기 복수의 관통홀(h)들은 상기 몰드(M)의 길이 방향을 따라 일정한 간격으로 이격되어 배치될 수 있다. 상기 몰드(M)의 길이 방향은, 상기 몰드(M)의 하부면으로부터 상부면으로 향하는 방향의 직각 방향일 수 있다.
- [0097] 도 15를 참조하면, 상기 몰드(M)의 상부면 상에 상기 베이스 튜브(BT)가 배치되되, 상기 몰드(M)의 상부면과 상기 베이스 튜브(BT) 사이에 상기 그루브(GV)가 빈 공간으로 잔존되도록 배치될 수 있다.
- [0098] 상술된 상태에서, 상기 몰드(M)의 상기 복수의 관통홀(h)을 통해 상기 베이스 튜브(BT)가 흡입될 수 있다. 이에 따라, 상기 베이스 튜브(BT)와 상기 몰드(M)사이에는 진공이 형성될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 그루브(GV)의 외곽부에는 고무 패킹(PC)이 배치될 수 있다. 이에 따라, 상기 몰드(M)와 상기 베이스 튜브(BT) 사이에 진공이 용이하게 형성될 수 있다. 상기 베이스 튜브(BT)와 상기 몰드(M) 사이에 진공이 형성됨에 따라, 상기 베이스 튜브(BT)는 상기 몰드(M)의 상부면 형상을 따라 벤딩될 수 있다.
- [0099] **제4 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법**
- [0100] 본 발명의 제4 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법은, 베이스 튜브를 준비하는 단계(S110), 상기 베이스

튜브를 스트레칭 시키는 단계(S120), 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간에 열선을 배치하는 단계(S125), 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간에 유체를 주입하는 단계(S130), 및 유체가 주입된 상기 베이스 튜브를 몰드와 접촉시킨 후, 상기 열선을 통해 상기 유체를 가열시키며 상기 베이스 튜브의 양단에 압력을 인가하여 상기 베이스 튜브를 벤딩(bending)하는 단계(S140)를 포함할 수 있다.

[0101] 상기 제4 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, S130 단계, 및 S140 단계는, 도 8 내지 도 11을 참조하여 설명된 상기 실시 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, S130 단계, 및 S140 단계와 같을 수 있다.

[0102] 즉, 상기 제4 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은, 상기 실시 예에 따른 루프레일 제조 방법과 비교하여, 상기 S120 단계와 상기 S130 단계 사이에 S125 단계가 수행되는 차이점이 있다. 또한, 상기 S140 단계에서 열선을 통해 유체를 가열시키며 상기 베이스 튜브를 벤딩하는 차이점이 있다. 이하, 상기 S125 단계 및 S140 단계에 대해 구체적으로 설명된다.

[0103] 도 14는 본 발명의 제4 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S125 단계에서 베이스 튜브 내 열선이 배치된 상태를 설명하기 위한 도면이다.

[0104] 도 14를 참조하면, 상기 S125 단계에서는, 상기 베이스 튜브(BT)의 내부 빈 공간에 열선(HL)이 배치되되, 상기 베이스 튜브(BT)의 가장자리 부분에 각각 열선(HL)이 배치될 수 있다. 상기 베이스 튜브(BT)의 가장자리 부분은, 상기 몰드(M)의 가장자리와 대응되어, 상기 베이스 튜브(BT)가 벤딩되는 경우 곡률이 가장 크게 발생하는 영역일 수 있다.

[0105] 상기 S140 단계에서는, 상기 열선(HL)을 통해 상기 유체를 가열시키며 상기 베이스 튜브(BT)의 양단에 압력을 인가하여 상기 베이스 튜브(BT)를 벤딩할 수 있다. 상기 베이스 튜브(BT)는 가열된 유체에 의해 보다 효율적인 벤딩이 이루어질 수 있다. 또한, 상기 베이스 튜브(BT)가 벤딩되는 과정에서 곡률이 가장 크게 발생하는 가장자리 부분에 선택적인 가열이 이루어질 수 있으므로, 벤딩 과정에서 발생하는 좌굴 및 크랙과 같은 불량률이 현저하게 감소될 수 있다.

[0106] **제5 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법**

[0107] 본 발명의 제5 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은, 베이스 튜브를 준비하는 단계(S110), 상기 베이스 튜브를 스트레칭 시키는 단계(S120), 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간에 열선을 배치하는 단계(S125), 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간에 유체를 주입하는 단계(S130), 및 유체가 주입된 상기 베이스 튜브를 몰드와 접촉시킨 후, 상기 열선을 통해 상기 유체를 가열시키며 상기 베이스 튜브의 양단에 압력을 인가하여 상기 베이스 튜브를 벤딩(bending)하는 단계(S140)를 포함할 수 있다.

[0108] 즉, 상기 제5 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은, 상기 제4 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법과 같을 수 있다. 다만, 상기 제5 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은, 상기 S125 단계에서 상기 베이스 튜브 내에 배치되는 열선의 위치가 상기 제4 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법과 다를 수 있다. 이하, 상기 S125 단계에 대해 구체적으로 설명된다.

[0109] 도 17은 본 발명의 제5 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S125 단계에서 베이스 튜브 내 열선이 배치된 상태를 설명하기 위한 도면이다.

[0110] 도 17을 참조하면, 상기 S125 단계에서는, 상기 베이스 튜브(BT)의 내부 빈 공간에 열선(HL)이 배치되되, 상기 베이스 튜브(BT)의 가장자리 부분에 각각 열선(HL)이 배치될 수 있다. 상기 베이스 튜브(BT)의 가장자리 부분은, 상기 몰드(M)의 가장자리와 대응되어, 상기 베이스 튜브(BT)가 벤딩되는 경우 곡률이 가장 크게 발생하는 영역일 수 있다.

[0111] 또한, 상기 열선(HL)은 상기 베이스 튜브(BT)의 제1 내측면(I<sub>1</sub>)과 제2 내측면(I<sub>2</sub>) 중 제1 내측면(I<sub>1</sub>)과 인접하도록 배치될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 내측면(I<sub>1</sub>)은 상기 베이스 튜브(BT)가 상기 몰드(M)와 접촉되는 영역과 반대 방향에 배치된 내측면으로 정의될 수 있다. 이와 달리, 상기 제2 내측면(I<sub>2</sub>)은 상기 베이스 튜브(BT)가 상기 몰드(M)와 접촉되는 영역과 인접한 내측면으로 정의될 수 있다.

[0112] 상기 베이스 튜브(BT)가 벤딩되는 과정에서 상기 베이스 튜브(BT)의 제1 외측면(O<sub>1</sub>)에는 제2 외측면(O<sub>2</sub>)보다 높은 스트레칭이 발생될 수 있다. 이에 따라, 상기 제1 외측면(O<sub>1</sub>)에는 상기 제2 외측면(O<sub>2</sub>)보다 좌굴 및 크랙이

용이하게 발생될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 외측면(O<sub>1</sub>)은 상기 베이스 튜브(BT)가 상기 몰드(M)와 접촉되는 영역과 반대 방향에 배치된 외측면으로 정의될 수 있다. 이와 달리, 상기 제2 외측면(O<sub>2</sub>)은 상기 베이스 튜브(BT)가 상기 몰드(M)와 접촉되는 영역과 인접한 외측면으로 정의될 수 있다.

[0113] 이로 인해, 상기 열선(HL)으로부터 발생된 열이 상기 제1 외측면(O<sub>1</sub>)으로 보다 용이하게 전달될 수 있도록, 상기 열선(HL)이 상기 제1 내측면(I<sub>1</sub>)과 인접하도록 배치될 수 있다.

[0114] **제6 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법**

[0115] 본 발명의 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법은, 베이스 튜브를 준비하는 단계(S110), 상기 베이스 튜브를 스트레칭 시키는 단계(S120), 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간에 유체를 주입하는 단계(S130), 및 유체가 주입된 상기 베이스 튜브를 하부 몰드와 상부 몰드 사이에 배치한 후, 하부 몰드에 유체를 공급하여 상기 베이스 튜브에 액압을 인가함으로써, 상기 베이스 튜브를 벤딩하는 단계(S140)를 포함할 수 있다.

[0116] 상기 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, 및 S130 단계는 도 8 내지 도 11을 참조하여 설명된 상기 실시 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, 및 S130 단계와 같을 수 있다.

[0117] 즉, 상기 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법은, 상기 실시 예에 따른 루프레이일 제조 방법과 비교하여, 상기 S140 단계가 다른 차이점이 있다. 이하, 상기 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법은 S140 단계에 대해 구체적으로 설명된다.

[0118] 도 18은 본 발명의 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법 중 S140 단계에서 사용되는 몰드를 설명하기 위한 도면이고, 도 19는 본 발명의 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법 중 S140 단계에서 사용되는 상부 몰드를 설명하기 위한 도면이고, 도 20은 본 발명의 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법 중 S140 단계에서 사용되는 하부 몰드를 설명하기 위한 도면이고, 도 21은 본 발명의 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법 중 S140 단계에서 베이스 튜브를 벤딩하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0119] 도 18 내지 도 21을 참조하면, 상기 S140 단계에서 사용되는 몰드(400)는 상부 몰드(410) 및 하부 몰드(420)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 상부 몰드(410) 및 상기 하부 몰드(420)는 서로 대향하도록 배치되며, 상기 상부 몰드(410) 및 상기 하부 몰드(420) 사이에 상기 베이스 튜브(BT)가 배치된 후 벤딩될 수 있다.

[0120] 상기 상부 몰드(410)는 상기 베이스 튜브(BT)와 접촉되어 상기 베이스 튜브(BT)를 벤딩하는 성형부재(412), 및 상기 성형부재(412)의 주위에 배치되어 상기 성형부재(412)를 고정시키는 지지부재(411)를 포함할 수 있다.

[0121] 일 실시 예에 따르면, 상기 성형부재(412)의 하부면은 만곡된 형태를 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 성형부재(412)의 하부면은 외곽부에서 중앙부로 갈수록 오목해지는 형태를 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 베이스 튜브(BT)가 상기 성형부재(412)를 통해 벤딩되는 경우, 상기 베이스 튜브(BT)는 외곽부에서 중앙부로 갈수록 볼록해지는 형태를 가질 수 있다.

[0122] 상기 하부 몰드(420)는 상부면에 유체 수용 홈(FV)이 형성될 수 있다. 상기 유체 수용 홈(FV)에는 유체가 수용될 수 있다. 예를 들어, 상기 유체는 액체일 수 있다. 또한, 상기 하부 몰드(420)는 일측에 유체 유입구(420a)가 형성될 수 있다. 상기 유체 유입구(420a)와 상기 유체 수용 홈(FV)은 유체 유로(FL)를 통해 연결될 수 있다. 이에 따라, 상기 유체 유입구(420a)를 통해 유입된 유체는 상기 유체 유로(FL)를 통해 상기 유체 수용 홈(FV)으로 공급될 수 있다.

[0123] 상기 하부 몰드(420) 상에 상기 베이스 튜브(BT)가 배치될 수 있다. 구체적으로, 상기 베이스 튜브(BT)는 상기 하부 몰드(420)의 상기 유체 수용 홈(FV)을 모두 덮도록, 상기 베이스 튜브(BT)의 상부면 상에 배치될 수 있다. 또한, 상기 하부 몰드(420) 상에 상기 베이스 튜브(BT)가 배치된 상태에서, 상기 베이스 튜브(BT)는 상기 하부 몰드(420)에 고정될 수 있다.

[0124] 상기 하부 몰드(420) 상에 상기 베이스 튜브(BT)가 배치된 후, 상기 상부 몰드(410) 및 상기 하부 몰드(420)가 접촉될 수 있다. 구체적으로, 상기 상부 몰드(410)의 상기 성형부재(412) 하부면과 상기 하부 몰드(420)의 상기 유체 수용 홈(FV)이 마주보도록 접촉될 수 있다. 이에 따라, 상기 성형부재(412)와 상기 유체 수용 홈(FV) 사이에 상기 베이스 튜브(BT)가 배치될 수 있다.

[0125] 상기 상부 몰드(410) 및 상기 하부 몰드(420)가 접촉된 상태에서, 상기 상부 몰드(410) 및 상기 하부 몰드(420)

0)에 각각 압력이 인가될 수 있다. 예를 들어, 상기 상부 몰드(410)는 상기 하부 몰드(420) 방향으로 압력이 인가될 수 있다. 반면, 상기 하부 몰드(420)는 상기 상부 몰드(410) 방향으로 압력이 인가될 수 있다.

[0126] 이에 따라, 상기 상부 몰드(410)와 상기 하부 몰드(420) 사이에 배치된 상기 베이스 튜브(BT)는 상기 상부 몰드(410)와 상기 하부 몰드(420)에 의해 더욱 단단하게 고정될 수 있다. 또한, 상기 유체 수용 홈(GV)은 상기 베이스 튜브(BT)에 의해 밀봉될 수 있다.

[0127] 상기 상부 몰드(410) 및 상기 하부 몰드(420)가 접촉된 상태에서, 상기 하부 몰드(420)의 상기 유체 유입구(420a)를 통해 유체(F)가 공급될 수 있다. 상기 유체 유입구(420a)를 통해 공급된 유체(F)는 상기 유체 유로(FL)를 통해 상기 유체 수용 홈(GV)으로 공급될 수 있다. 상기 유체 수용 홈(GV)으로 공급된 유체(F)는 상기 베이스 튜브(BT)에 압력을 인가할 수 있다. 구체적으로, 상기 유체 수용 홈(GV)으로 공급된 유체(F)는 상기 상부 몰드(410)의 상기 성형부재(412) 방향으로 상기 베이스 튜브(BT)에 압력을 인가할 수 있다. 이에 따라, 상기 베이스 튜브(BT)는 상기 성형부재(412)와 접촉된 후 상기 성형부재(412)의 형상을 따라 벤딩될 수 있다.

[0128] **제7 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법**

[0129] 본 발명의 제7 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법은, 베이스 튜브를 준비하는 단계(S110), 상기 베이스 튜브를 스트레칭 시키는 단계(S120), 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간에 유체를 주입하는 단계(S130), 및 유체가 주입된 상기 베이스 튜브를 하부 몰드와 상부 몰드 사이에 배치한 후, 상기 하부 몰드와 상기 상부 몰드에 압력을 인가함으로써, 상기 베이스 튜브를 벤딩하는 단계(S140)를 포함할 수 있다.

[0130] 상기 제7 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, 및 S130 단계는 도 8 내지 도 11을 참조하여 설명된 상기 실시 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, 및 S130 단계와 같을 수 있다.

[0131] 즉, 상기 제7 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법은, 상기 실시 예에 따른 루프레이일 제조 방법과 비교하여, 상기 S140 단계가 다른 차이점이 있다. 이하, 상기 제7 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법은 S140 단계에 대해 구체적으로 설명된다.

[0132] 도 22는 본 발명의 제7 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법 중 S140 단계에서 사용되는 몰드 및 베이스 튜브 벤딩 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0133] 도 22를 참조하면, 상기 S140 단계에서 사용되는 몰드(400)는 상부 몰드(410) 및 하부 몰드(420)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 상부 몰드(410) 및 상기 하부 몰드(420)는 서로 대향하도록 배치되며, 상기 상부 몰드(410) 및 상기 하부 몰드(420) 사이에 상기 베이스 튜브(BT)가 배치된 후 벤딩될 수 있다.

[0134] 상기 상부 몰드(410)는 하부면이 만곡된 형태를 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 상부 몰드(410)의 하부면은 외곽부에서 중앙부로 갈수록 오목해지는 형태를 가질 수 있다.

[0135] 이와 달리, 상기 하부 몰드(420)는 상부면이 만곡된 형태를 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 하부 몰드(420)의 상부면은 외곽부에서 중앙부로 갈수록 볼록해지는 형태를 가질 수 있다.

[0136] 상기 상부 몰드(410)의 하부면과 상기 하부 몰드(420)의 상부면이 마주보도록 배치된 상태에서, 상기 상부 몰드(410)의 하부면과 상기 하부 몰드(420)의 상부면 사이에 상기 베이스 튜브(BT)가 배치될 수 있다.

[0137] 이후, 상기 상부 몰드(410) 및 상기 하부 몰드(420)에 각각 압력이 인가될 수 있다. 구체적으로, 상기 상부 몰드(410)에는 상기 하부 몰드(420) 방향으로 압력이 인가될 수 있다. 이와 달리, 상기 하부 몰드(420)에는 상기 상부 몰드(410) 방향으로 압력이 인가될 수 있다.

[0138] 이에 따라, 상기 상부 몰드(410) 및 상기 하부 몰드(420) 사이에 배치된 상기 베이스 튜브(BT)는 상기 상부 몰드(410) 및 상기 하부 몰드(420)에 의해 벤딩될 수 있다.

[0139] **제8 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법**

[0140] 본 발명의 제8 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법은, 베이스 튜브를 준비하는 단계(S110), 상기 베이스 튜브를 스트레칭 시키는 단계(S120), 연장된 상기 베이스 튜브 내부의 빈 공간에 유체를 주입하는 단계(S130), 및 유체가 주입된 상기 베이스 튜브를 고정 몰드 및 회전 몰드를 이용하여 벤딩하는 단계(S140)를 포함할 수 있다.

[0141] 상기 제8 변형 예에 따른 차량용 루프레이일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, 및 S130 단계는

도 8 내지 도 11을 참조하여 설명된 상기 실시 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법이 포함하는 상기 S110 단계, S120 단계, 및 S130 단계와 같을 수 있다.

- [0142] 즉, 상기 제8 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은, 상기 실시 예에 따른 루프레일 제조 방법과 비교하여, 상기 S140 단계가 다른 차이점이 있다. 이하, 상기 제6 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법은 S140 단계에 대해 구체적으로 설명된다.
- [0143] 도 23은 본 발명의 제8 변형 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법 중 S140 단계에서 사용되는 몰드 및 베이스 튜브 벤딩 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0144] 도 23을 참조하면, 상기 S140 단계에서 사용되는 몰드는 제1 몰드(510) 및 제2 몰드(520)를 포함할 수 있다.
- [0145] 상기 제1 몰드(510)는 상기 베이스 튜브(BT)의 중앙부를 감싸도록 배치되고, 상기 베이스 튜브(BT)의 위치를 고정할 수 있다. 이와 달리, 상기 제2 몰드(520)는 상기 베이스 튜브(BT)의 외곽부에 배치되고, 상기 베이스 튜브(BT)의 하부면과 접촉되도록 배치될 수 있다.
- [0146] 상기 베이스 튜브(BT)의 중앙부에 상기 제1 몰드(510)가 배치되고 상기 베이스 튜브(BT)의 외곽부 하부면에 상기 제2 몰드(520)가 배치된 상태에서, 상기 베이스 튜브(BT)의 양단에 압력이 인가될 수 있다. 구체적으로, 상기 베이스 튜브(BT)의 상부면으로부터 하부면 방향으로 압력이 인가될 수 있다. 이에 따라, 상기 베이스 튜브(BT)의 양단은 상기 제2 몰드(520)에 의해 벤딩될 수 있다.
- [0147] 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 몰드(520)는 상기 베이스 튜브(BT)의 단부와 중앙부 사이에서 이동될 수 있다. 상기 제2 몰드(520)의 이동에 의해, 상기 베이스 튜브(BT)의 벤딩 형상이 달라질 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 몰드(520)가 상기 베이스 튜브(BT)의 단부와 인접하도록 배치된 경우, 상기 베이스 튜브(BT)의 끝부분만 살짝 벤딩될 수 있다. 이와 달리, 상기 제2 몰드(520)가 상기 베이스 튜브(BT)의 중앙부와 인접하도록 배치된 경우, 상기 베이스 튜브(BT)가 전체적으로 벤딩될 수 있다.
- [0148] 또한, 상기 제2 몰드(520)는 상기 베이스 튜브(BT)가 벤딩되는 과정에서 회전될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 몰드(520)는 상기 베이스 튜브(BT)가 벤딩되는 방향과 같은 방향으로 회전될 수 있다. 즉, 상기 제2 몰드(520)는 도 18의 Z축 방향을 회전축으로 반시계 방향으로 회전될 수 있다. 이에 따라, 상기 베이스 튜브(BT)의 벤딩 과정에서 형성되는 좌굴(buckling)이 감소될 수 있다. 구체적으로, 상기 베이스 튜브(BT)의 벤딩 과정에서, 곡률이 형성되는 안쪽 부분에는 좌굴이 용이하게 형성될 수 있다. 하지만, 상술된 바와 같이, 곡률이 형성되는 안쪽 부분에서 상기 제2 몰드(520)가 회전되는 경우, 상기 베이스 튜브(BT)의 표면이 상기 제2 몰드(520)에 의해 밀리게 됨으로 좌굴이 발생되더라도 다시 퍼질 수 있어 좌굴 형성이 현저하게 감소될 수 있다.
- [0150] 이상, 본 발명의 실시 예 및 변형 예들에 따른 차량용 루프레일 제조 방법이 설명되었다. 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 루프레일 제조 방법의 구체적인 실험 예 및 특성 평가 결과가 설명된다.
- [0151] 실험 예 1에 따른 루프레일 제조
- [0152] 도 8 내지 도 11을 참조하여 설명된 방법으로 루프레일을 제조하되, 베이스 튜브를 스트레칭하는 과정에서, 베이스 튜브의 길이가 초기 길이 대비 0.9% 더 길어지도록 연장시켰다. 또한, 베이스 튜브로서 2.5 mm의 두께를 갖는 알루미늄 튜브를 사용하였다.
- [0154] 실험 예 2에 따른 루프레일 제조
- [0155] 도 8 내지 도 11을 참조하여 설명된 방법으로 루프레일을 제조하되, 베이스 튜브를 스트레칭하는 과정에서, 베이스 튜브의 길이가 초기 길이 대비 1.3% 더 길어지도록 연장시켰다. 또한, 베이스 튜브로서 2.5 mm의 두께를 갖는 알루미늄 튜브를 사용하였다.
- [0157] 실험 예 3에 따른 루프레일 제조
- [0158] 도 8 내지 도 11을 참조하여 설명된 방법으로 루프레일을 제조하되, 베이스 튜브를 스트레칭하는 과정에서, 베이스 튜브의 길이가 초기 길이 대비 1.54% 더 길어지도록 연장시켰다. 또한, 베이스 튜브로서 2.5 mm의 두께를 갖는 알루미늄 튜브를 사용하였다.
- [0160] 실험 예 4에 따른 루프레일 제조
- [0161] 도 8 내지 도 11을 참조하여 설명된 방법으로 루프레일을 제조하되, 베이스 튜브를 스트레칭하는 과정에서, 베이스 튜브의 길이가 초기 길이 대비 2.2% 더 길어지도록 연장시켰다. 또한, 베이스 튜브로서 2.5 mm의 두께를

갖는 알루미늄 튜브를 사용하였다.

[0163] 실험 예 5에 따른 루프레이일 제조

[0164] 도 8 내지 도 11을 참조하여 설명된 방법으로 루프레이일을 제조하되, 베이스 튜브를 스트레칭하는 과정에서, 베이스 튜브의 길이가 초기 길이 대비 2.52% 더 길어지도록 연장시켰다. 또한, 베이스 튜브로서 2.5 mm의 두께를 갖는 알루미늄 튜브를 사용하였다.

표 1

구분	베이스 튜브가 연장된 길이 (초기 길이 대비 늘어난 길이 %)
실험 예 1	0.9
실험 예 2	1.3
실험 예 3	1.54
실험 예 4	2.2
실험 예 5	2.52

[0167] 도 24는 본 발명의 실험 예 1에 따른 루프레이일 제조 과정 중 베이스 튜브가 벤딩된 상태를 촬영한 사진이고, 도 25는 본 발명의 실험 예 2에 따른 루프레이일 제조 과정 중 베이스 튜브가 벤딩된 상태를 촬영한 사진이고, 도 26은 본 발명의 실험 예 3에 따른 루프레이일 제조 방법으로 제조된 루프레이일을 촬영한 사진이고, 도 27은 본 발명의 실험 예 4에 따른 루프레이일 제조 과정 중 베이스 튜브가 벤딩된 상태를 촬영한 사진이고, 도 28은 본 발명의 실험 예 5에 따른 루프레이일 제조 과정 중 베이스 튜브가 벤딩된 상태를 촬영한 사진이고, 도 29는 루프레이일 제조 과정에서 발생된 불량품들을 추가적으로 촬영한 사진들이고, 도 30은 루프레이일의 양품을 추가적으로 촬영한 사진들이다.

[0169] 도 24 내지 도 30에서 확인할 수 있듯이, 베이스 튜브가 연장된 길이에 따라 베이스 튜브에 발생하는 불량(좌굴 및 크랙)이 제어되는 것을 확인할 수 있었다. 구체적으로, 상기 실험 예 1, 실험 예 2, 실험 예 4, 및 실험 예 5의 경우 베이스 튜브에 현저한 좌굴 및 크랙이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 반면, 상기 실험 예 3의 경우 베이스 튜브에 좌굴 및 크랙이 발생되지 않으므로 온전한 루프레이일이 제조된 것을 확인할 수 있었다.

[0170] 결과적으로, 베이스 튜브에 좌굴 및 크랙이 발생되지 않기 위해 베이스 튜브가 연장되는 길이를 제어하되, 초기 길이 대비 늘어난 길이가 1.3%의 하한값과 2.2%의 상한값을 갖는 것을 알 수 있다.

[0172] 이상, 본 발명을 바람직한 실시 예를 사용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

부호의 설명

- [0173] 100a, 100b: 제1 경도 측정 모듈, 제2 경도 측정 모듈
- 110a, 110b: 제1 홀더, 제2 홀더
- 120a, 120b: 제1 지그, 제2 지그
- 130a, 130b: 제1 경도 측정기, 제2 경도 측정기
- 121a, 121b: 제1 지지체, 제2 지지체
- 122a, 122b: 제1 고정체, 제2 고정체
- 200: 레터링부
- 210, 220, 230: 제1 레터링 스테이지, 제2 레터링 스테이지, 레터링기
- 300: 모니터링부
- AP: 알루미늄 파이프
- BT: 알루미늄 압출 소재, 베이스 튜브

F: 유체

L: 홀더

M: 모듈

h: 관통홀

GV: 그루브

PC: 고무 패킹

HL: 열선

410: 상부 모듈

420: 하부 모듈

FV: 유체 수용 홈

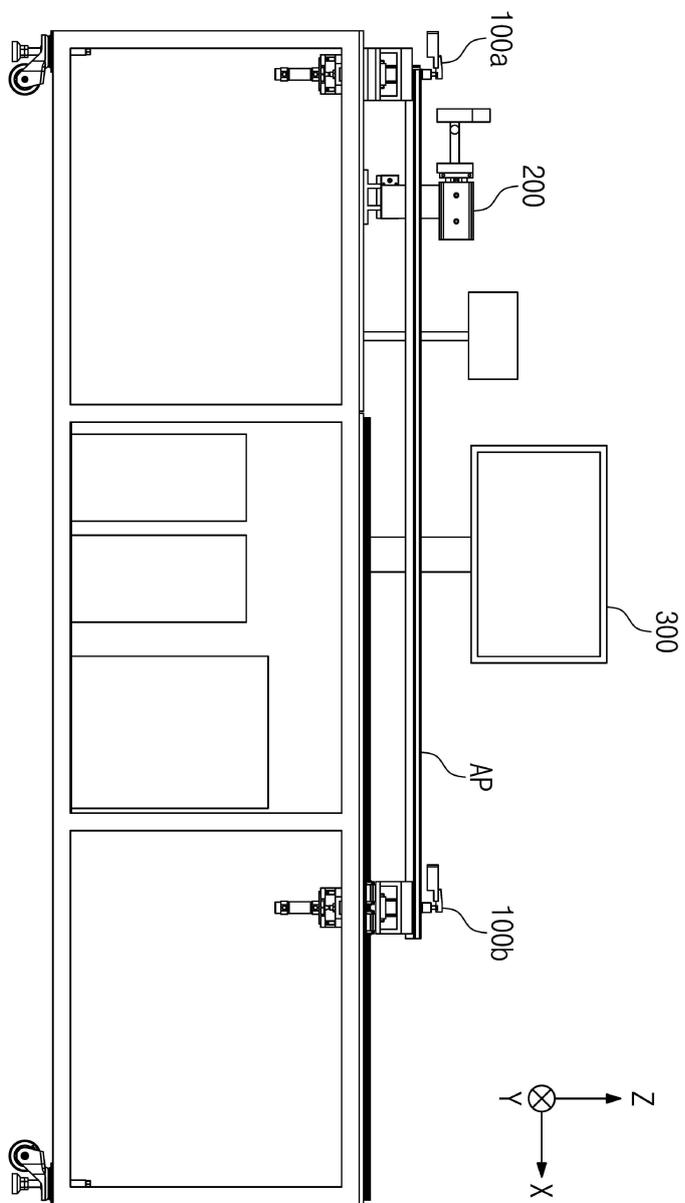
FL: 유체 유로

510: 제1 모듈

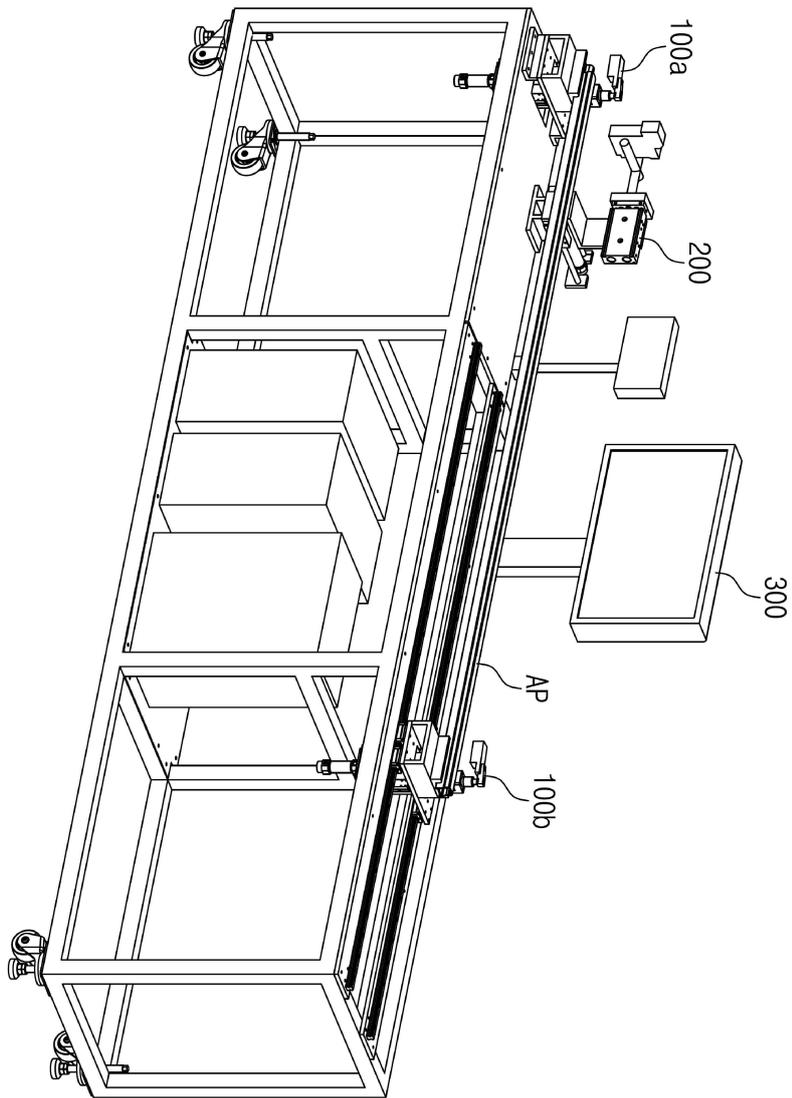
520: 제2 모듈

도면

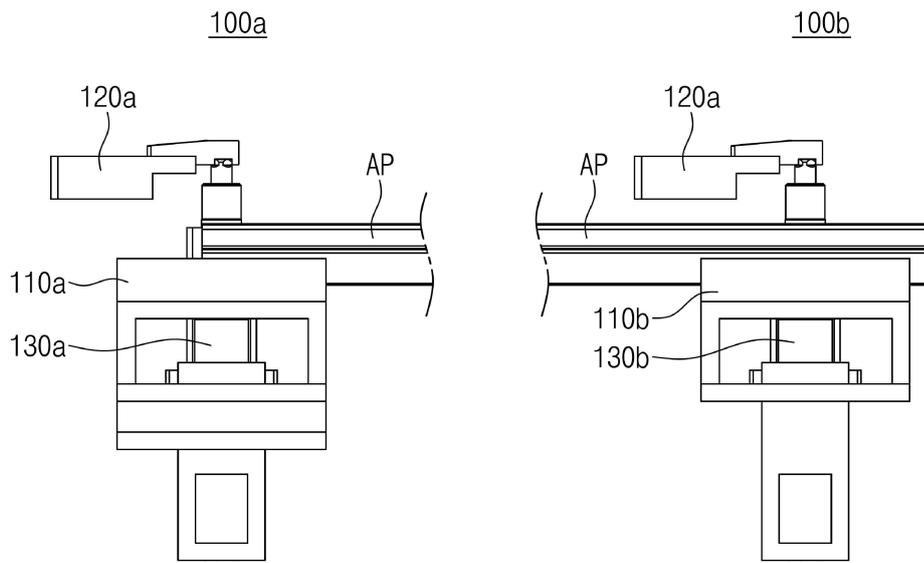
도면1



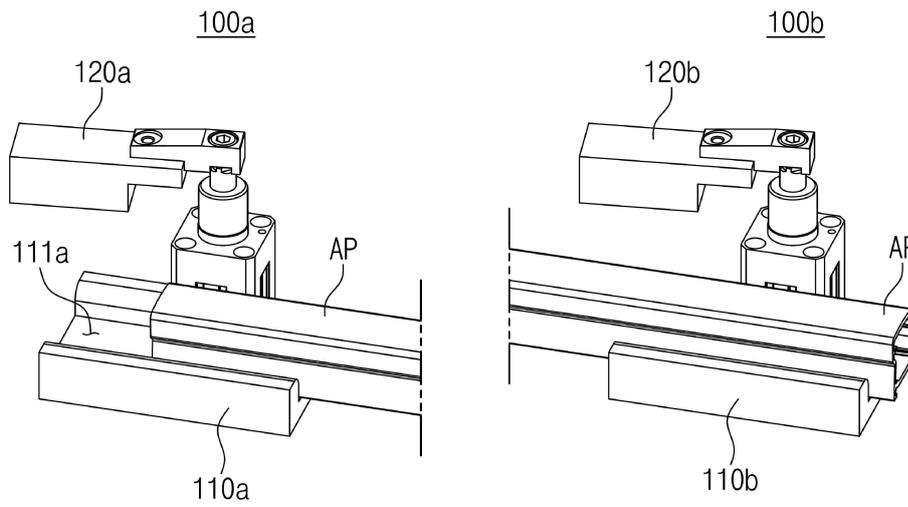
도면2



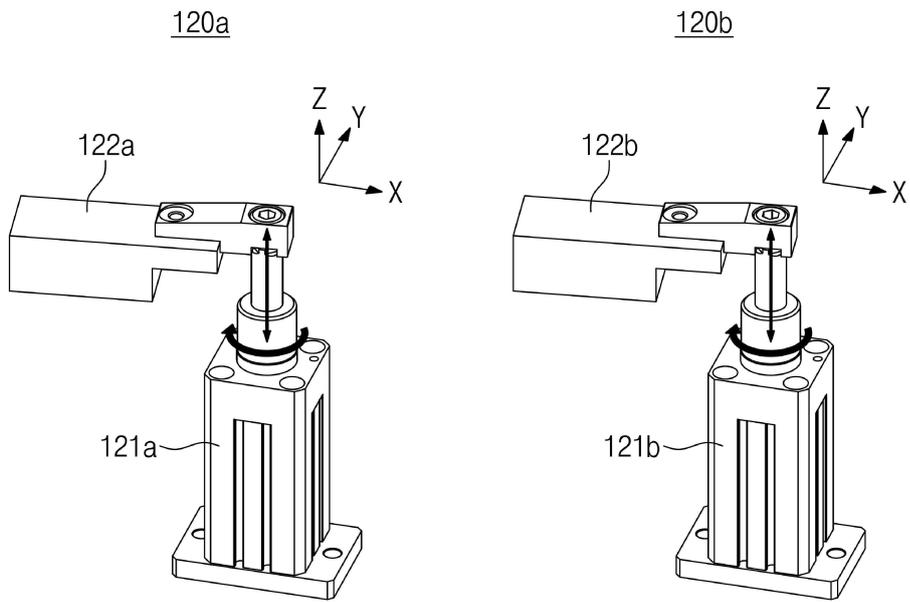
도면3



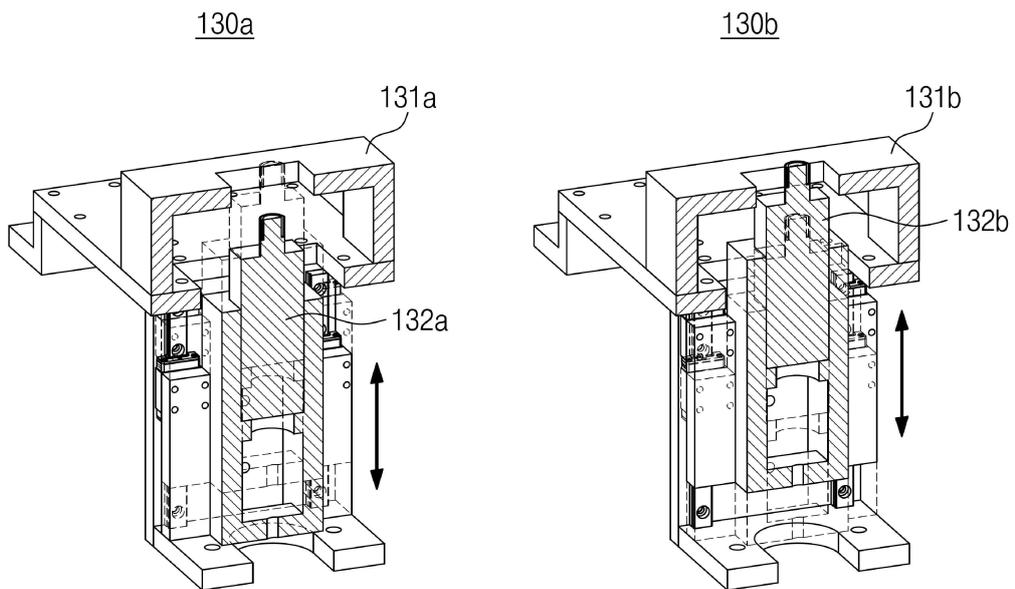
도면4



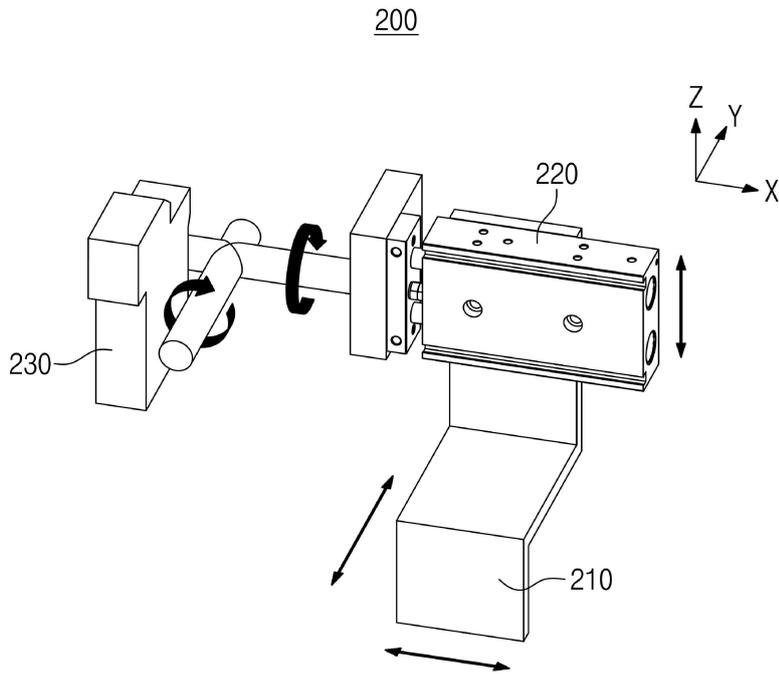
도면5



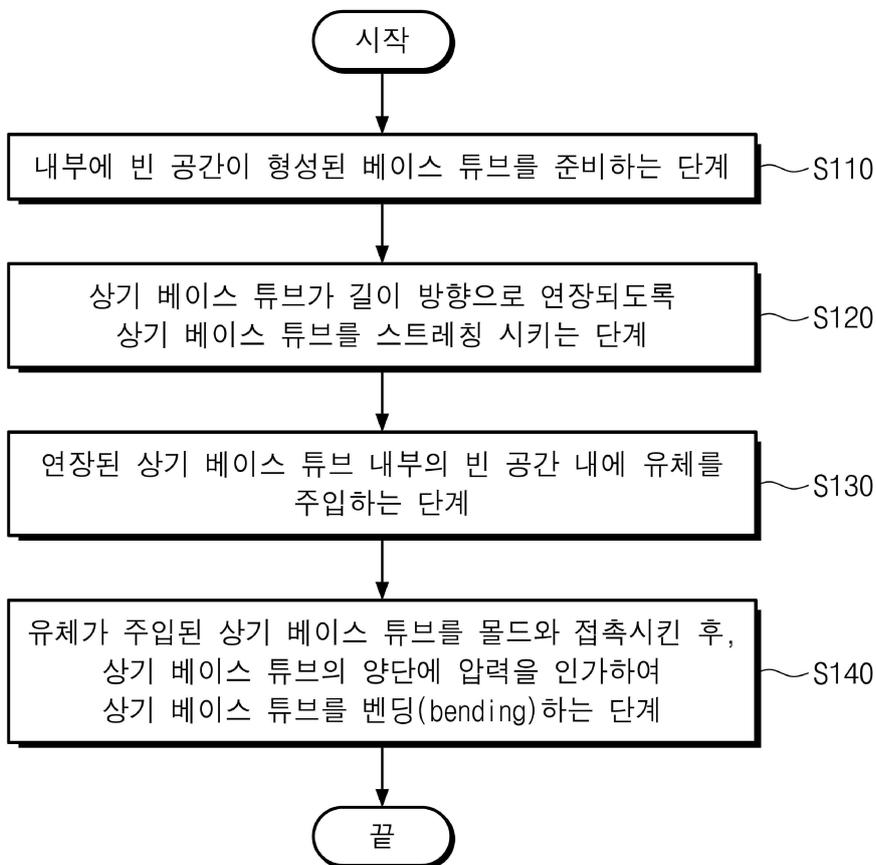
도면6



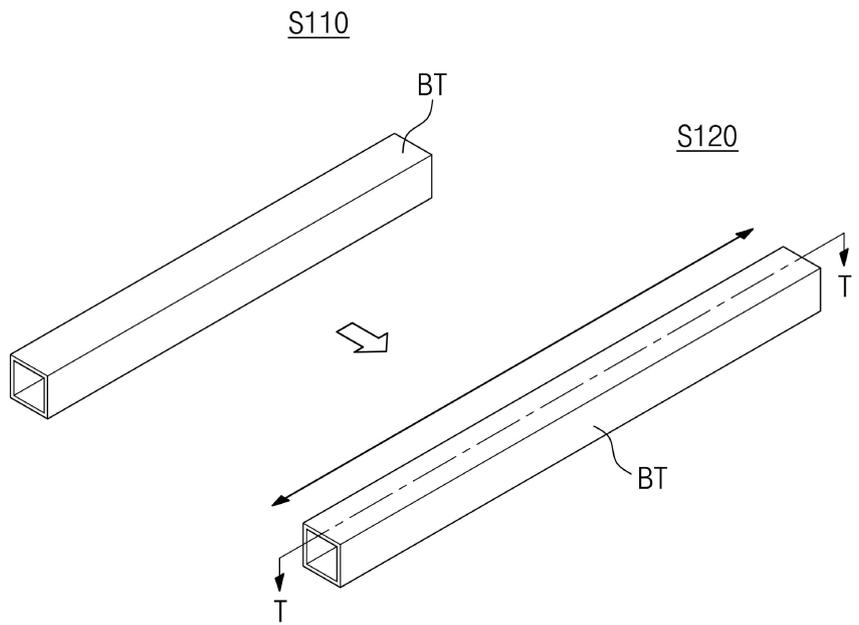
도면7



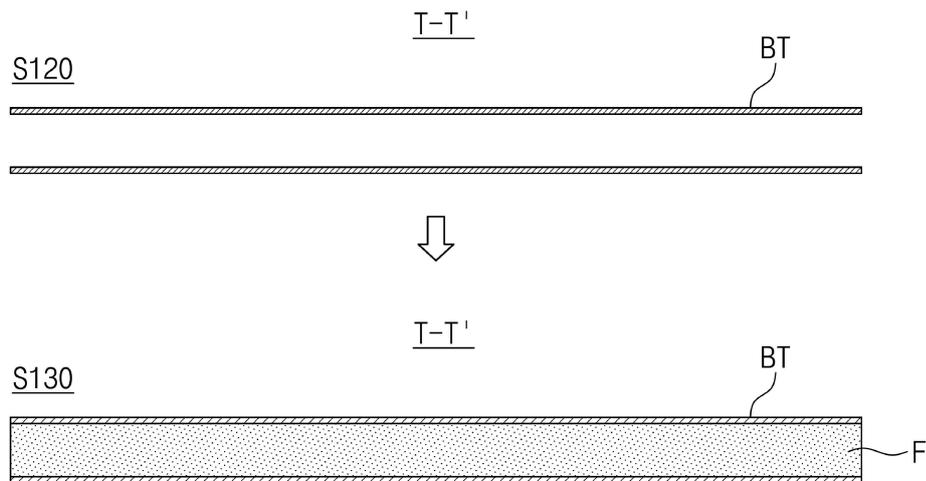
도면8



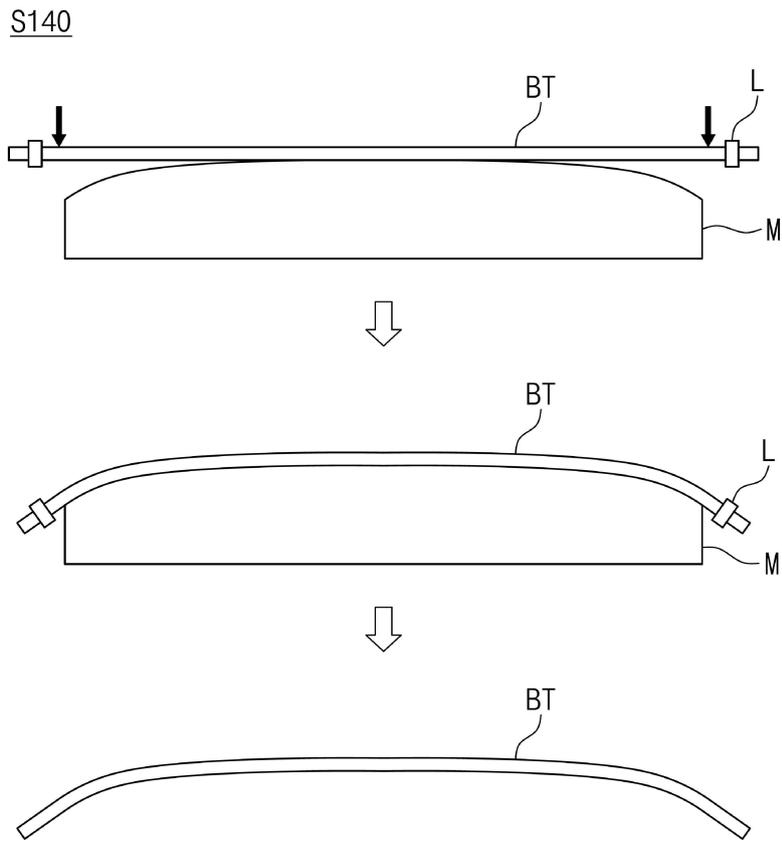
도면9



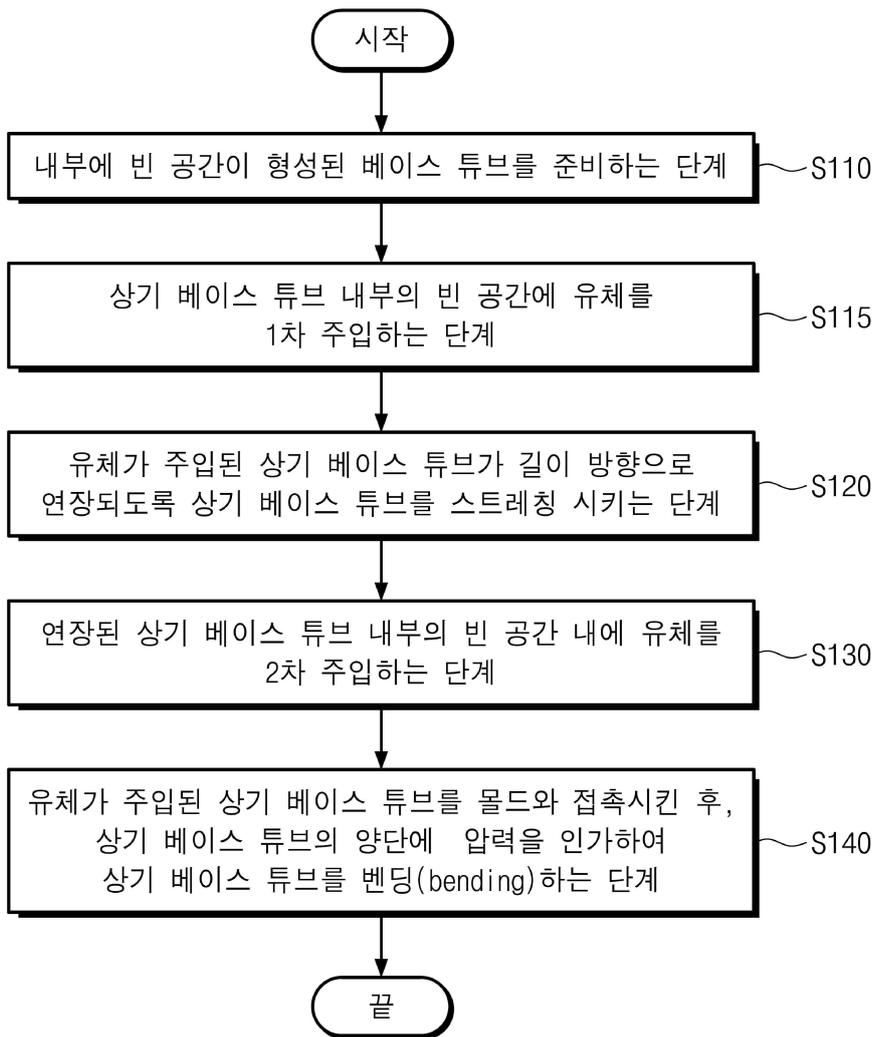
도면10



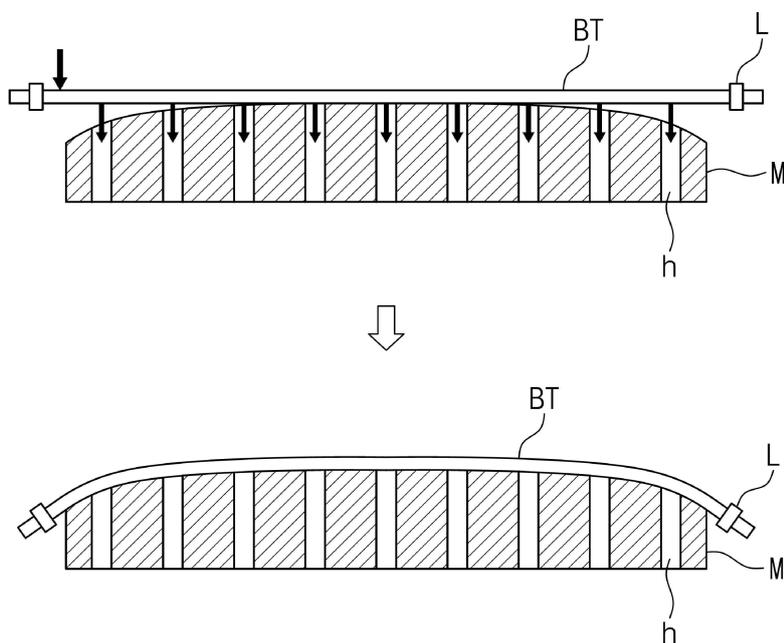
도면11



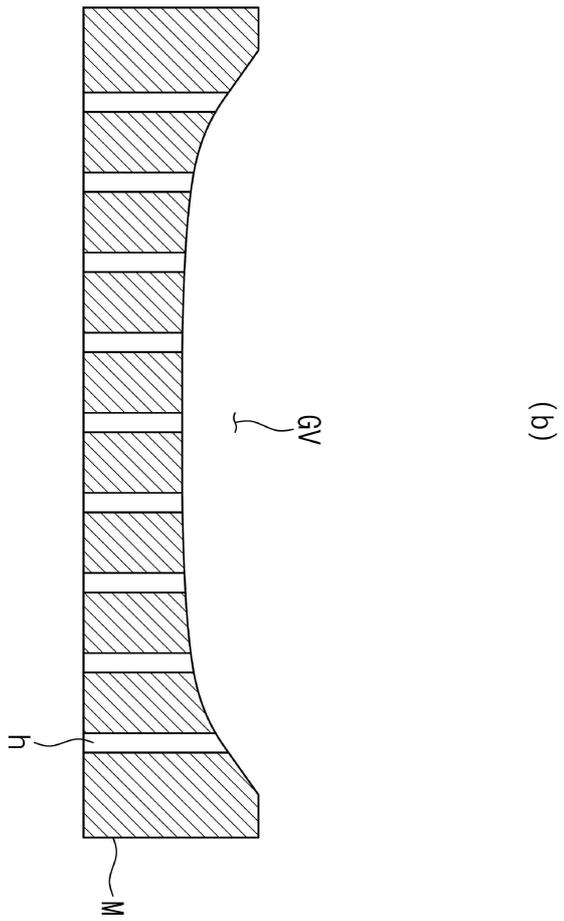
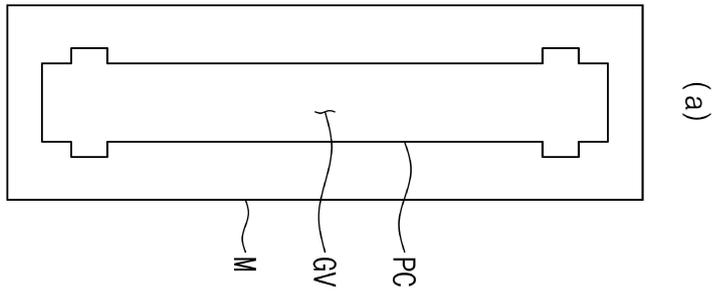
도면12



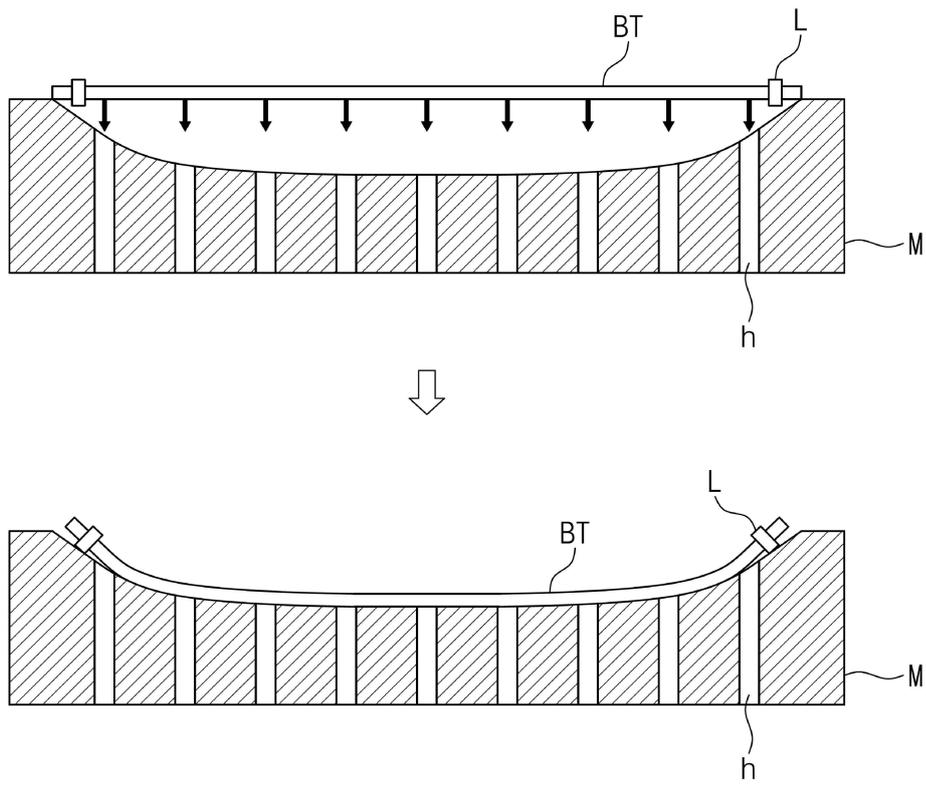
도면13



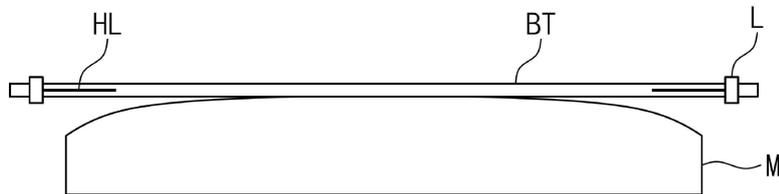
도면14



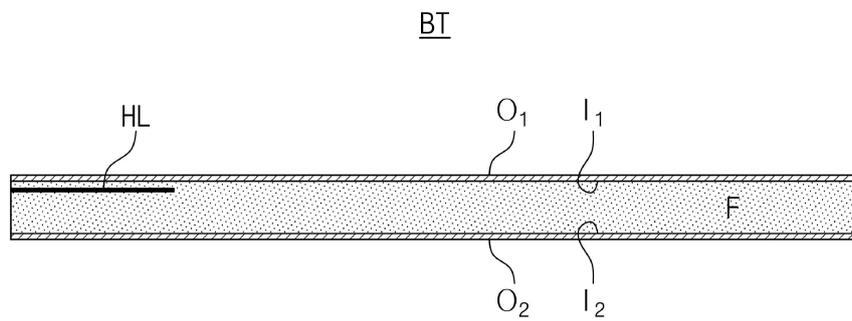
도면15



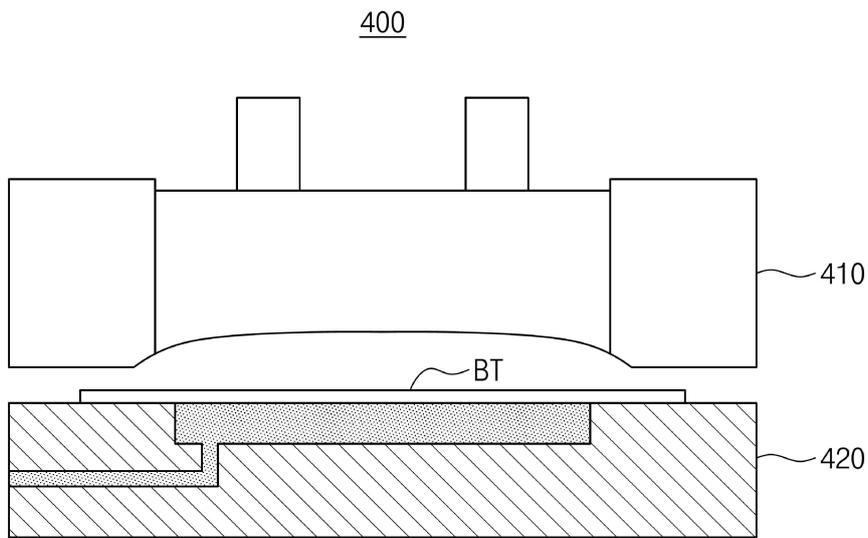
도면16



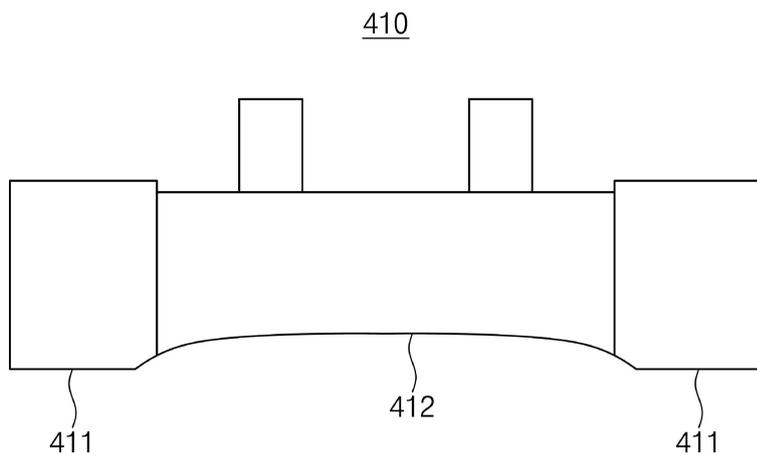
도면17



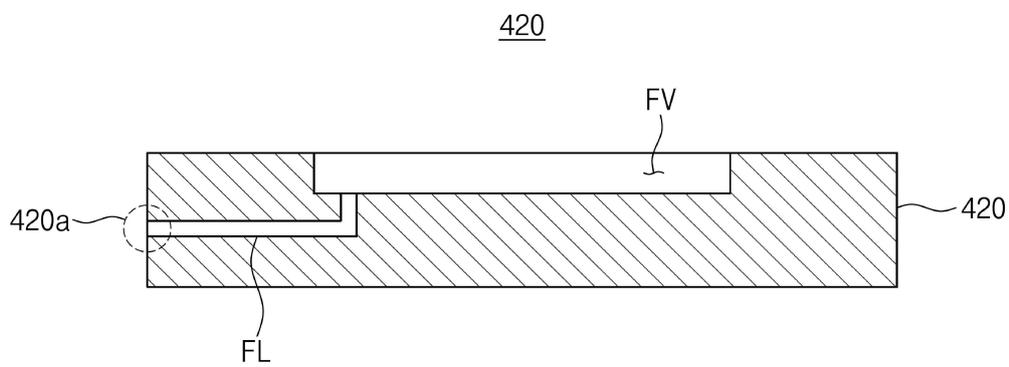
도면18



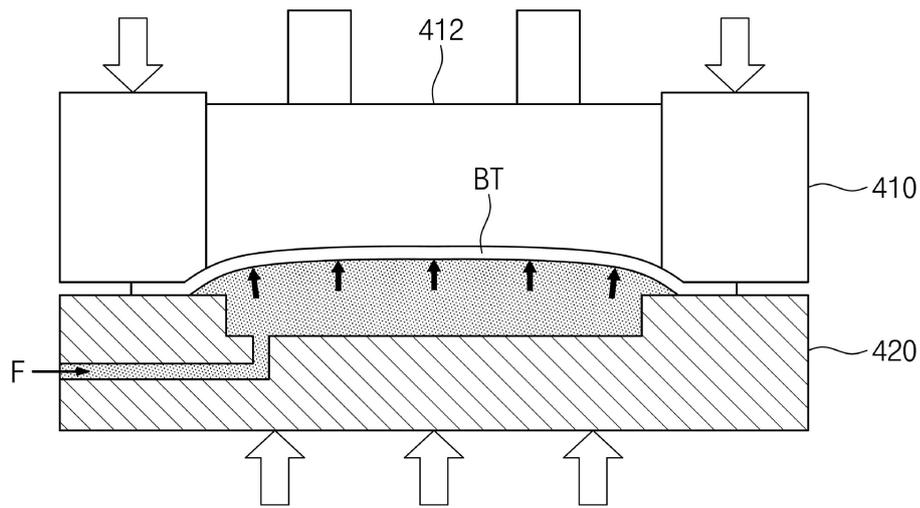
도면19



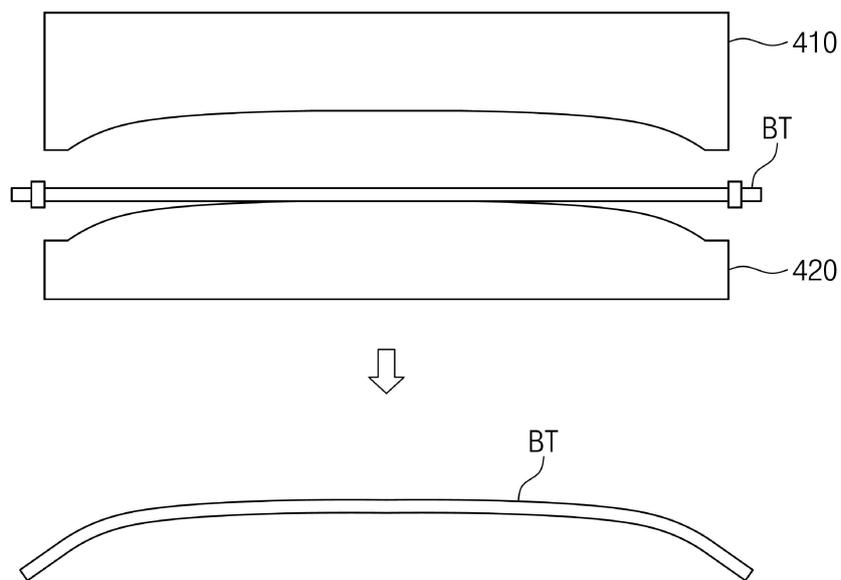
도면20



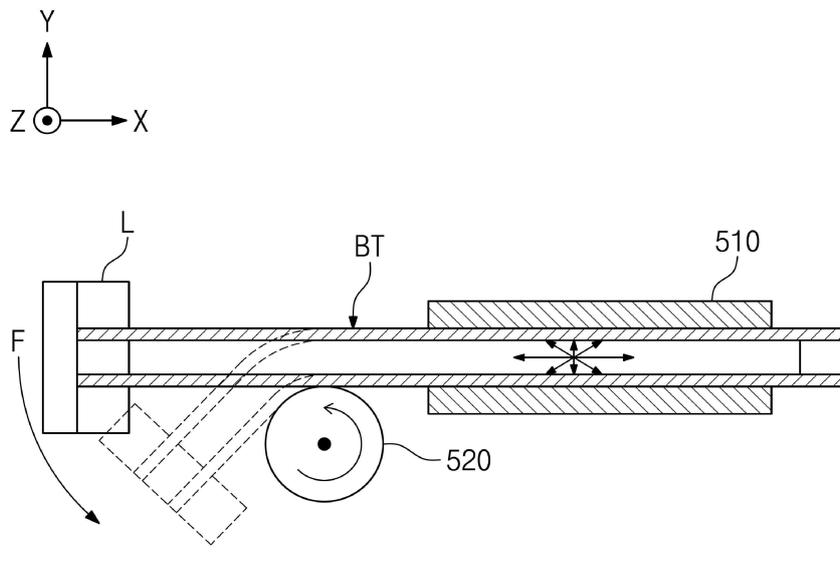
도면21



도면22



도면23



도면24



도면25



도면26



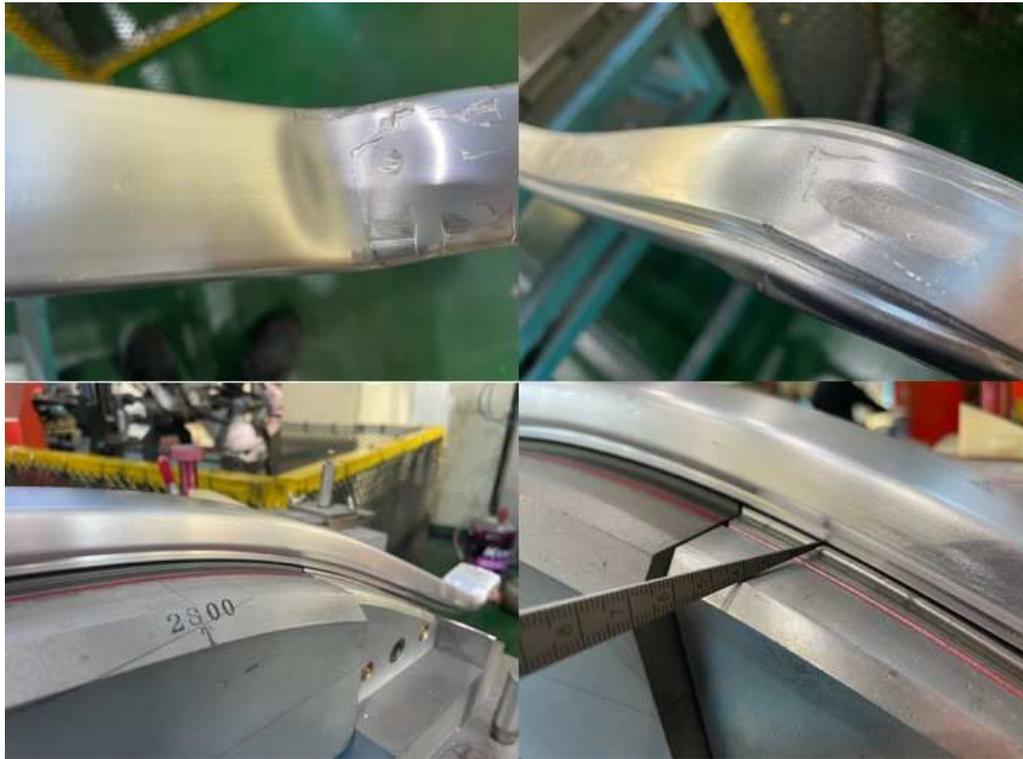
도면27



도면28



도면29



도면30

