



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년07월10일

(11) 등록번호 10-2554296

(24) 등록일자 2023년07월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**B29C 65/00** (2018.01) **B29C 65/56** (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
**B29C 66/9241** (2013.01)  
**B29C 65/56** (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0076731
- (22) 출원일자 2018년07월02일  
 심사청구일자 2021년06월23일
- (65) 공개번호 10-2019-0014462
- (43) 공개일자 2019년02월12일
- (30) 우선권주장  
 15/666,729 2017년08월02일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
 JP2010269554 A\*  
 JP2010120167 A  
 JP2015229304 A  
 JP2016179598 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
**더 보잉 컴파니**  
 미국, 일리노이스 60606, 시카고, 100 노스 리버  
 사이드 플라자
- (72) 발명자  
**메홀링, 한스**  
 미국 60606 일리노이스 시카고 노스 리버사이드  
 플라자 100
- (74) 대리인  
**특허법인 남앤남**

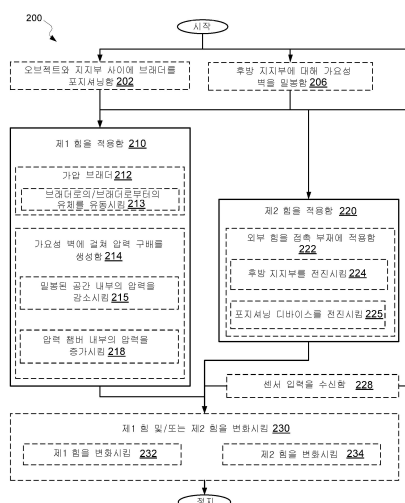
전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 이새봄

(54) 발명의 명칭 브래더를 사용한 오브젝트 표면의 상이한 부분들에 대한 힘들의 적용의 제어

**(57) 요약**

오브젝트들의 표면들의 상이한 부분들에 상이한 힘들 및/또는 압력 레벨들을 적용함으로써, 이들 오브젝트들을 프로세싱하기 위한 방법들 및 장치들이 제공된다. 장치는, 가요성 벽 및 접촉 부재를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 가요성 벽은 브래더를, 접촉 부재가 이 브래더 내부에 배치되도록, 형성한다. 동작 동안, 가요성 벽은, (예컨대, 브래더를 가압함으로써) 벽에 걸친 압력 차동을 사용하여 오브젝트에 대해 눌릴 수 있다. 이는 오브젝트 표면의 제1 부분에 작용하는 제1 힘을 생성한다. 더욱이, 접촉 부재는 가요성 벽에 대해 압박되며, 벽을 통해 오브젝트 표면의 제2 부분에 제2 힘을 적용할 수 있다. 오브젝트 표면의 제2 부분은 제1 부분의 서브세트이거나, 또는 완전히 상이한 부분일 수 있다.

**대표도 - 도2**

(52) CPC특허분류

*B29C 66/00145* (2013.01)

*B29C 66/81422* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

가압가능한 툴링(tooling) 디바이스(100)로서,

브래더(111)를 형성하는 가요성 벽(110b) —

상기 가요성 벽(110b)은 내부 표면을 포함하고,

상기 내부 표면은 접촉 부분(116b) 및 비-접촉 부분(116a)을 포함함—; 및

상기 가요성 벽(110b)의 상기 내부 표면의 상기 접촉 부분(116b)에 접촉하는 접촉 부재(120)

를 포함하며,

상기 접촉 부재(120)는 상기 가요성 벽(110b)의 상기 내부 표면의 상기 비-접촉 부분(116a)으로부터 떨어지게 포지셔닝되고,

상기 접촉 부재(120)는 투과성인,

가압가능한 툴링 디바이스(100).

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 접촉 부재(120)는 압축성인,

가압가능한 툴링 디바이스(100).

#### 청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 접촉 부재(120)는 상기 내부 표면의 상기 접촉 부분(116b)에 부착되는,

가압가능한 툴링 디바이스(100).

#### 청구항 5

제1 항에 있어서,

제어기(180) 및 밸브(130)를 더 포함하며, 상기 제어기(180)는 상기 브래더(111) 내부의 압력을 제어하기 위해 상기 밸브(130)에 통신가능하게 커플링되는,

가압가능한 툴링 디바이스(100).

#### 청구항 6

제1 항에 있어서,

제어기(180) 및 후방 지지부(170)를 더 포함하며, 상기 제어기(180)는 상기 접촉 부재(120)의 압축을 제어하기 위해 상기 후방 지지부(170)에 통신가능하게 커플링되는,

가압가능한 툴링 디바이스(100).

#### 청구항 7

제1 항에 따른 가압가능한 툴링 디바이스(100)를 사용하여 오브젝트(190)의 표면의 제1 부분(192a') 및 제2 부분(192a'')에 대한 힘들의 적용을 제어하는 방법(200)으로서, 상기 방법(200)은,

상기 오브젝트(190)의 표면의 상기 제1 부분(192a')에 제1 힘(193a)을 적용하는 단계 -상기 제1 힘(193a)은 가요성 벽(110b)에 의해 형성된 브래더(bladder)(111)를 사용하여 적용됨-; 및

상기 오브젝트(190)의 표면의 상기 제2 부분(192a'')에 제2 힘(193b)을 적용하는 단계를 포함하며,

상기 제2 힘(193b)은 상기 브래더(111)를 사용하여 적용되고,

상기 제2 힘(193b)을 적용하는 단계는 상기 브래더(111) 내부에 배치된 접촉 부재(120)에 외부 힘(195)을 적용하는 단계를 포함하며,

상기 접촉 부재(120)는 투과성이고,

상기 제1 힘(193a)을 적용하는 단계는 상기 브래더(111)를 가압하는 단계를 포함하며,

상기 브래더(111)를 가압하는 단계는, 상기 제2 힘(193b) 외에도, 상기 오브젝트(190)의 표면의 상기 제2 부분(192a'')에 상기 제1 힘(193a)을 적용하는 단계를 더 포함하는,

오브젝트(190)의 표면의 제1 부분(192a') 및 제2 부분(192a'')에 대한 힘들의 적용을 제어하는 방법(200).

#### 청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 제1 힘(193a)을 적용하는 단계는 상기 브래더(111)를 가압하는 단계를 포함하는,

오브젝트(190)의 표면의 제1 부분(192a') 및 제2 부분(192a'')에 대한 힘들의 적용을 제어하는 방법(200).

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

삭제

#### 청구항 11

제7 항에 있어서,

상기 오브젝트(190)와 후방 지지부(170) 사이에 상기 브래더(111)를 포지셔닝하는 단계를 더 포함하며, 상기 접촉 부재(120)에 상기 외부 힘(195)을 적용하는 단계는 상기 후방 지지부(170)를 상기 오브젝트(190) 쪽으로 전진시키는 단계를 포함하는,

오브젝트(190)의 표면의 제1 부분(192a') 및 제2 부분(192a'')에 대한 힘들의 적용을 제어하는 방법(200).

#### 청구항 12

제7 항에 있어서,

상기 제1 힘(193a)의 크기는 상기 제2 힘(193b)의 크기와 상이한,

오브젝트(190)의 표면의 제1 부분(192a') 및 제2 부분(192a'')에 대한 힘들의 적용을 제어하는 방법(200).

#### 청구항 13

제7 항에 있어서,

상기 제1 힘(193a)을 적용하는 단계와 상기 제2 힘(193b)을 적용하는 단계는 시간이 겹치는,

오브젝트(190)의 표면의 제1 부분(192a') 및 제2 부분(192a'')에 대한 힘들의 적용을 제어하는 방법(200).

## 청구항 14

제7 항에 있어서,

상기 제1 힘(193a)을 적용하는 단계와 상기 제2 힘(193b)을 적용하는 단계는 시간이 스테거링되는(staggered), 오브젝트(190)의 표면의 제1 부분(192a') 및 제2 부분(192a'')에 대한 힘들의 적용을 제어하는 방법(200).

## 청구항 15

제7 항에 있어서,

상기 제1 힘(193a) 및 상기 제2 힘(193b)을 적용하면서, 상기 제1 힘(193a) 또는 상기 제2 힘(193b)을 변화시키는 단계를 더 포함하는,

오브젝트(190)의 표면의 제1 부분(192a') 및 제2 부분(192a'')에 대한 힘들의 적용을 제어하는 방법(200).

## 발명의 설명

## 기술 분야

## 배경 기술

[0001] 부풀릴 수 있는 맨드릴들 또는 단순히 백(bag)들로 또한 지칭될 수 있는 가압 브래더(bladder)들 또는 다이어프램들은, 불규칙한 형상의 표면들 또는 압력의 적용 및 프로세싱 동안 형상을 변화시킬 수 있는 표면들에 압력을 적용하기 위해 많은 애플리케이션들에서 사용된다. 구체적으로, 가압 유체, 이를테면, 가스 또는 액체가 백 안으로 유동되어서, 백을 가압할 수 있다. 백은 오브젝트의 표면에 대해 유지되며, 표면의 형상에 관계없이, 표면 상에 균일한 압력을 가할 수 있다. 가압 유체는 백의 내부 표면 상에만 압력을 균일하게 가할 수 있다. 따라서, 통상적으로, 백은 표면 상에만 균일한 압력을 가할 수 있다. 이 압력 균일성이 일부 애플리케이션들에 대해서는 이상적일 수 있지만, 다양한 다른 애플리케이션들은 균일한 압력 분산 이외의 어떤 것으로부터 이익을 얻을 수 있다. 예컨대, 백의 다양한 부분들의 스트레칭/재형상화는 브릿징을 유발할 수 있으며(즉, 백이 분리되거나 또는 부품 상에 적절히 눌리지 않을 때), 이 스트레칭/재형상화를 극복하기 위해 압력 균일성 이상의 어떤 것을 요구할 수 있다. 필요한 것은, 표면들의 상이한 부분들에 상이한 압력 레벨들을 적용하기 위한 방법들 및 장치들이다.

## 발명의 내용

[0002] 오브젝트들의 표면들의 상이한 부분들에 상이한 힘들 및/또는 압력 레벨들을 적용함으로써, 이들 오브젝트들을 프로세싱하기 위한 방법들 및 장치들이 제공된다. 장치는, 가요성 벽 및 접촉 부재를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 가요성 벽은 브래더를, 접촉 부재가 이 브래더 내부에 배치되도록, 형성한다. 동작 동안, 가요성 벽은, (예컨대, 브래더를 가압함으로써) 벽에 걸친 압력 차동을 사용하여 오브젝트에 대해 눌릴 수 있다. 이는 오브젝트 표면의 제1 부분에 작용하는 제1 힘을 생성한다. 더욱이, 접촉 부재는 가요성 벽에 대해 압박되며, 벽을 통해 오브젝트 표면의 제2 부분에 제2 힘을 적용할 수 있다. 오브젝트 표면의 제2 부분은 제1 부분의 서브세트이거나, 또는 완전히 상이한 부분일 수 있다.

[0003] 일부 실시예들에서, 오브젝트의 표면의 제1 부분 및 제2 부분에 대한 힘들의 적용을 제어하는 방법은, 오브젝트의 표면의 제1 부분에 제1 힘을 적용하는 단계를 포함한다. 제1 힘은, 가요성 벽에 의해 형성된 브래더를 사용하여 적용된다. 방법은, 오브젝트의 표면의 제2 부분에 제2 힘을 적용하는 단계를 더 포함한다. 제2 힘은 또한, 브래더를 사용하여 적용된다.

[0004] 일부 실시예들에서, 제1 힘을 적용하는 단계는 브래더를 가압하는 단계, 이를테면, 가압 유체를 브래더 안으로 유동시키는 단계를 포함한다. 제2 힘을 적용하는 단계는, 브래더 내부에 배치된 접촉 부재에 외부 힘을 적용하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 접촉 부재는 투과성이다. 제1 힘을 적용하는 단계는 브래더를 가압하는 단계를 포함할 수 있으며, 이러한 브래더를 가압하는 단계는, 제2 힘 외에도, 오브젝트의 표면의 제2 부분에 제1 힘을 적용하는 단계를 더 포함한다.

- [0005] 일부 실시예들에서, 접촉 부재는 압축성이다. 이들 실시예들에서, 방법은, 오브젝트와 후방 지지부 사이에 브래더를 포지셔닝하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이 포지셔닝 동작은, 브래더 내부의 압력이 브래더 외부의 압력과 동일하거나 또는 그 미만인 동안 수행될 수 있다. 포지셔닝 동작은, 접촉 부재가 압축되면서 수행될 수 있다.
- [0006] 일부 실시예들에서, 방법은, 오브젝트와 후방 지지부 사이에 브래더를 포지셔닝하는 단계를 더 포함한다. 접촉 부재에 외부 힘을 적용하는 단계는 후방 지지부를 오브젝트 쪽으로 전진시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0007] 일부 실시예들에서, 제2 힘을 적용하는 단계 전에, 접촉 부재는 가요성 벽으로부터 떨어지게 포지셔닝된다. 대안적으로, 접촉 부재는 가요성 벽에 부착될 수 있다.
- [0008] 일부 실시예들에서, 제1 힘의 벡터와 제2 힘의 벡터는 실질적으로 반대 방향들을 갖는다. 더욱이, 제1 힘의 크기는 제2 힘의 크기와 상이할 수 있다.
- [0009] 일부 실시예들에서, 표면의 제2 부분은 코너를 포함한다. 코너는, 예컨대 오브젝트 표면의 평면 부분보다 더 큰 힘을 필요로 할 수 있다. 이 추가적인 힘은, 코너에서 브릿징을 방지하기 위해 사용될 수 있다.
- [0010] 일부 실시예들에서, 제1 힘을 적용하는 단계와 제2 힘을 적용하는 단계는 시간이 겹친다. 동일한 또는 다른 실시예들에서, 제1 힘을 적용하는 단계와 제2 힘을 적용하는 단계는 시간이 스테거링된다(staggered). 예컨대, 제1 힘을 적용하는 단계 이전에, 제2 힘이 적용될 수 있다.
- [0011] 일부 실시예들에서, 방법은, 제1 힘 및 제2 힘을 적용하면서, 제1 힘 또는 제2 힘을 변화시키는 단계를 더 포함한다. 예컨대, 방법은, 센서 입력을 수신하는 단계를 포함할 수 있으며, 제1 힘 또는 제2 힘을 변화시키는 단계는 이 센서 입력에 기반하여 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 센서 입력은 압력 입력, 온도 입력, 및 시각 입력 중 하나 또는 그 조합을 포함한다.
- [0012] 또한, 가압가능한 툴링(tooling) 디바이스가 제공된다. 디바이스는 브래더를 형성하는 가요성 벽을 포함할 수 있다. 가요성 벽은 내부 표면을 포함한다. 내부 표면은 접촉 부분 및 비-접촉 부분을 포함한다. 가압가능한 툴링 디바이스는 또한, 가요성 벽의 내부 표면의 접촉 부분에 접촉하는 접촉 부재를 포함한다. 접촉 부재는 가요성 벽의 내부 표면의 비-접촉 부분으로부터 떨어지게 포지셔닝될 수 있다.
- [0013] 일부 실시예들에서, 접촉 부재는 투과성이다. 더욱이, 접촉 부재는 압축성일 수 있다. 접촉 부재는 오픈-셀 폼(open-cell foam) 또는 스프링 중 하나일 수 있다. 일부 실시예들에서, 접촉 부재는 내부 표면의 접촉 부분에 부착된다. 더욱이, 내부 표면의 접촉 부분에 접촉하는 접촉 부재의 표면은 비-평면이다. 가요성 벽은 탄성 중합체 재료로 형성될 수 있다.
- [0014] 일부 실시예들에서, 가압가능한 툴링 디바이스는 제어기 및 밸브를 더 포함한다. 제어기는 브래더 내부의 압력을 제어하기 위해 밸브에 통신가능하게 커플링될 수 있다. 가압가능한 툴링 디바이스는 제어기에 통신가능하게 커플링된 센서를 더 포함할 수 있다. 센서는 압력 센서, 온도 센서, 및 시각 센서로 구성된 그룹으로부터 선택될 수 있으며, 제어기는 센서로부터의 입력에 기반하여 브래더 내부의 압력을 제어하도록 구성된다.
- [0015] 일부 실시예들에서, 오브젝트의 표면의 제1 부분 및 제2 부분에 대한 힘들의 적용을 제어하는 방법은, 후방 지지부에 대해 가요성 벽을 밀봉하는 단계를 포함한다. 오브젝트는 가요성 벽과 후방 지지부 사이의 밀봉된 공간에 배치된다. 이후, 방법은, 가요성 벽을 사용하여 표면의 제1 부분에 제1 힘을 적용하는 단계로 진행한다. 방법은 또한, 가요성 벽을 사용하여 표면의 제2 부분에 제2 힘을 적용하는 단계를 수반한다.
- [0016] 일부 실시예들에서, 제1 힘을 적용하는 단계는 가요성 벽에 걸쳐 압력 구배를 생성하는 단계를 포함한다. 가요성 벽에 걸쳐 압력 구배를 생성하는 단계는, 밀봉된 공간 내의 압력을 감소시키는 단계를 포함한다. 밀봉된 공간 내의 압력을 감소시키는 단계는, 밀봉된 공간 외부의 압력을 일정한 레벨로 유지하면서 수행될 수 있다. 밀봉된 공간 외부의 압력은 주위 압력일 수 있다.
- [0017] 일부 실시예들에서, 가요성 벽에 걸쳐 압력 구배를 생성하는 단계는, 가요성 벽, 후방 지지부, 및 오브젝트를 압력 챔버에 포지셔닝하는 단계, 및 압력 챔버 내부의 압력을 증가시키는 단계를 포함한다. 압력 챔버 내부의 압력을 증가시키는 단계는, 밀봉된 공간 내부의 압력을 일정한 레벨로 유지하면서 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 밀봉된 공간 내부의 압력의 일정한 레벨은 주위 압력 레벨이다. 더욱이, 밀봉된 공간이 또한 진공 배기될 수 있다.
- [0018] 일부 실시예들에서, 제2 힘을 적용하는 단계는 접촉 부재에 외부 힘을 적용하는 단계를 포함한다. 표면의 제2

부분은 접촉 부재에 대응한다. 접촉 부재에 외부 힘을 적용하는 단계는 포지셔닝 디바이스를 사용하여 수행될 수 있다. 접촉 부재에 외부 힘을 적용하는 단계는 포지셔닝 디바이스를 후방 지지부 쪽으로 전진시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 일부 실시예들에서, 제1 힘의 크기는 제2 힘의 크기와 상이하다. 제1 힘을 적용하는 단계와 제2 힘을 적용하는 단계는 시간이 겹칠 수 있다. 더욱이, 제1 힘을 적용하는 단계와 제2 힘을 적용하는 단계는 시간이 스테거링될 수 있다. 일부 실시예들에서, 표면의 제2 부분은 코너를 포함한다.

[0020] 또한, 오브젝트의 2 개의 표면들의 상이한 부분들에 대한 힘들의 적용을 제어하는 방법이 제공된다. 방법은, 오브젝트 및 후방 지지부에 의해 형성된 캐비티 내에, 제1 가요성 벽에 의해 형성된 브래더를 포지셔닝하는 단계를 포함할 수 있다. 브래더는 캐비티를 포함할 수 있으며, 이 캐비티 내부에 제1 접촉 부재가 포지셔닝된다. 방법은, 오브젝트 또는 후방 지지부에 대해 제2 가요성 벽을 밀봉하는 단계로 진행할 수 있다. 오브젝트는 제2 가요성 벽과 후방 지지부 사이에 배치될 수 있다. 방법은 또한, 제1 가요성 벽을 사용하여 오브젝트의 제1 표면의 제1 부분에 제1 힘을 적용하는 단계를 수반한다. 제1 힘을 적용하는 단계는 브래더를 가압하는 단계를 포함할 수 있다. 더욱이, 방법은, 제1 가요성 벽을 사용하여 오브젝트의 제1 표면의 제2 부분에 제2 힘을 적용하는 단계로 진행할 수 있다. 표면의 제2 부분은 제1 접촉 부재에 대응한다. 일부 실시예들에서, 방법은 또한, 제2 가요성 벽을 사용하여 오브젝트의 제2 표면의 제3 부분 상에 제3 힘을 적용하는 단계를 수반한다. 제2 표면의 제3 부분은 제2 접촉 부재에 대응할 수 있다. 제2 힘을 적용하는 단계는, 제2 접촉 부재에 외부 힘을 적용하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 일부 실시예들에서, 오브젝트의 적어도 일부분이 제1 가요성 벽과 제2 가요성 벽 사이에 배치된다. 제1 힘, 제2 힘, 및 제3 힘 각각은 독립적으로 제어가능할 수 있다. 방법은, 제1 힘, 제2 힘, 및 제3 힘 전부를 적용하면서, 제1 힘, 제2 힘, 또는 제3 힘 중 하나를 변화시키는 단계를 더 포함할 수 있다. 방법은 또한, 제2 가요성 벽을 사용하여 오브젝트의 제2 표면의 제4 부분에 제4 힘을 적용하는 단계를 포함할 수 있다. 제4 힘을 적용하는 단계는 제2 가요성 벽에 걸쳐 압력을 적용하는 단계를 포함한다. 제4 힘의 이 적용은 센서 입력에 기반할 수 있다.

[0022] 일부 실시예들에서, 오브젝트의 2 개의 표면들의 상이한 부분들에 대한 힘들의 적용을 제어하기 위한 가압가능한 툴링 디바이스는 후방 지지부 및 가요성 벽을 포함하며, 이 가요성 벽은 내부 표면 및 외부 표면을 포함한다. 내부 표면은 접촉 부분 및 비-접촉 부분을 포함한다. 외부 표면은 오브젝트 또는 후방 지지부에 대해 밀봉하도록 동작가능할 수 있다. 가압가능한 툴링 디바이스는 또한, 가요성 벽의 내부 표면의 접촉 부분에 접촉하도록 동작가능한 접촉 부재를 포함한다. 접촉 부재는 가요성 벽의 내부 표면의 비-접촉 부분으로부터 떨어지게 포지셔닝된다. 가압가능한 툴링 디바이스는 또한, 접촉 부재를 지지하며 가요성 벽에 대해 접촉 부재를 이동시키도록 동작가능한 포지셔닝 디바이스를 포함한다.

[0023] 일부 실시예들에서, 가압가능한 툴링 디바이스는 압력 챔버를 더 포함한다. 후방 지지부, 가요성 벽, 접촉 부재, 및 포지셔닝 디바이스는 압력 챔버 내부에 배치될 수 있다.

[0024] 접촉 부재는 투과성이다. 동일한 또는 다른 실시예들에서, 접촉 부재는 압축성이다. 접촉 부재는 오픈-셀 폼 또는 스프링 중 하나일 수 있다. 내부 표면의 접촉 부분에 접촉하는 접촉 부재의 표면은 비-평면일 수 있다.

[0025] 가요성 벽은 탄성중합체 재료로 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 가요성 벽은 압력 챔버에서 후방 지지부에 대해 가요성 벽을 밀봉하기 위한 밀봉부를 포함한다. 밀봉부는 가요성 벽의 전체 둘레로 연장할 수 있다.

[0026] 일부 실시예들에서, 가압가능한 툴링 디바이스는 제어기 및 제어기에 통신가능하게 커플링된 센서를 더 포함한다. 센서는 압력 센서, 온도 센서, 또는 시각 센서 중 하나일 수 있다. 제어기는 센서로부터의 입력에 기반하여 제1 압력을 제어하도록 구성될 수 있다. 더욱이, 다른 파라미터들이 이 센서 입력에 기반하여 제어될 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0027] 도 1a-도 1d는 가압가능한 툴링 디바이스의 다양한 예들의 개략적인 예시들이다.

도 2는 일부 실시예들에 따른, 오브젝트를 프로세싱하는 방법에 대응하는 프로세스 흐름도이다.

도 3은 일부 실시예들에 따른 가압가능한 툴링 디바이스의 예이다.



도 4a-도 4d는 일부 실시예들에 따른, 가압가능한 툴링 디바이스를 사용하여 생성된, 프로세싱되는 오브젝트의 표면 상에서의 압력 프로파일의 상이한 예들이다.

도 5a-도 5c는 가압가능한 툴링 디바이스의 접촉 부재의 상이한 예들의 개략적인 예시들이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 다음의 설명에서는, 제시된 개념들의 완전한 이해를 제공하기 위하여, 많은 특정 세부사항들이 제시된다. 제시된 개념들은 이들 특정 세부사항들 중 일부 또는 전부 없이 실시될 수 있다. 다른 사례들에서, 잘 알려진 프로세스 동작들은, 설명된 개념들을 불필요하게 모호하게 하지 않기 위하여, 상세히 설명되지 않았다. 일부 개념들이 특정 예들과 함께 설명될 것이지만, 이들 예들이 제한적인 것으로 의도되지 않는다는 것이 이해될 것이다.
- [0029] **도입부**
- [0030] 부풀릴 수 있는 팬드릴들로 또한 지칭될 수 있는 종래의 가압 브래더들은 통상적으로, 프로세싱되는 오브젝트들의 다양한 표면들에 압력 및 힘을 적용하기 위해 사용된다. 특히, 가압 브래더들은, 불규칙한 형상의 표면들 및/또는 프로세싱 동안 자신들의 형상들을 변화시키는 표면들을 누르기 위해 사용될 수 있다. 그러한 가압 브래더들의 설계는 브래더의 가요성 벽에 작용하는 균일한 내부 압력 뿐만 아니라 상이한 타입들의 표면들과 일치하는 이 가요성 벽의 능력을 결합한다. 그러나, 이들 종래의 디바이스들은, 동일한 표면의 상이한 부분들에 적용되는 압력 및/또는 힘의 레벨들을 독립적으로 제어하도록 설계되지 않는다. 종래의 가압 브래더들은 일반적으로, 균일한 압력/균등하게 분산된 힘을 전체 표면에 적용하도록 제한된다.
- [0031] 본원에서 설명된 가압가능한 툴링 디바이스가 이 결점을 해결하며, 오브젝트의 동일한 표면의 상이한 부분들에 적용되는 압력 레벨들 및/또는 힘 레벨들을 독립적으로 제어하여 변화시키도록 허용한다. 예컨대, 오브젝트의 프로세싱은 이 오브젝트의 표면 상의 일 부분에서(예컨대, 코너에서) 더 높은 압력/힘을 요구하고, 다른 부분에서(예컨대, 평면 부분 상에서) 더 낮은 압력/힘을 요구할 수 있다. 이 프로세싱을 위해 단일의 가압가능한 툴링 디바이스가 사용될 수 있다. 구체적으로, 동일한 가압가능한 툴링 디바이스가 동일한 표면의 상이한 부분들이 상이한 레벨들의 압력/힘을 겪게 할 수 있다. 이들 압력/힘 레벨들은 실질적으로 상이하며, 예컨대 스트레칭 및/또는 코너 효과들과 연관된 변동들을 훨씬 초과할 수 있다. 일부 실시예들에서, (동일한 표면의 상이한 부분들에 동시에 적용되는) 압력/힘 크기의 차이는 적어도 약 25%, 적어도 약 50%, 적어도 약 100%, 또는 심지어 적어도 약 200%일 수 있다. 일부 실시예들에서, (본원에서 설명된) 가압가능한 툴링 디바이스가 또한, 오브젝트의 표면에 실질적으로 균일한 압력/힘(예컨대, 압력 변동들이 10% 미만, 5% 미만, 또는 심지어 1% 미만임)을, 그러한 균일성이 필요하다면, 적용하기 위해 사용될 수 있다는 것이 주목되어야 한다. 다시 말해서, 설명된 가압가능한 툴링 디바이스는, 이전에는 이용가능하지 않은 추가적인 특징들을 추가하면서, 종래의 가압 브래더들의 기능성을 유지한다. 예컨대, 표면의 상이한 부분들에서의 독립적인 압력/힘 제어는 또한, 프로세싱 동안 이들 레벨들을 동적으로 수정하기 위해 사용될 수 있다.
- [0032] 이 제어 레벨은, 복잡한 형상들을 갖는 복합 오브젝트들(예컨대, "그린" 복합 구조들)을 경화시키기 위해 특히 유용할 수 있다. 이 예에서, 더 높은 외부 압력이 예상되는 하나 또는 그 초과 위치에서, 더 높은 압력이 사용될 수 있다. 예컨대, "그린" 복합 구조가 외부 통합(consolidation) 힘들(예컨대, 진공 백으로부터의 힘들)을 겪을 때 크러싱(crushing)에 대해 이 구조의 내부 캐비티를 이용하여 복합 구조를 지지하기 위해, 가압가능한 툴링 디바이스가 사용될 수 있다. 당업자는, 다양한 다른 애플리케이션들이 또한 범위 내에 있다는 것을 이해할 것이다. 일반적으로, 2 개 또는 그 초과 상이한 압력 레벨들을 요구하는 임의의 애플리케이션들에 대해, 가압가능한 툴링 디바이스가 사용될 수 있다. 더욱이, 상이한 압력 레벨들이 일반적으로 참조되지만, 당업자는, 압력을 적용하는 것이 힘들의 적용에 대응하며, 상이한 힘들을 적용하기 위해, 가압가능한 툴링 디바이스가 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 일부 사례들에서, "힘"이란 용어와 "압력"이란 용어는 상호교환가능하게 사용될 수 있다.
- [0033] 일부 실시예들에서, 가압가능한 툴링 디바이스는 가요성 벽 및 접촉 부재를 포함한다. 동작 동안, 가요성 벽의 제1 면(예컨대, 외부 면)이 오브젝트의 표면에 대해 포지셔닝될 수 있다. (제1 벽에 대향하는) 가요성 벽의 제2 면(예컨대, 내부 면)에 제1 압력이 적용된다. 예컨대, 가요성 벽은 에워싸인 브래더를 형성할 수 있으며, 이 에워싸인 브래더는 이 동작 동안 가압될 수 있다. 브래더는 오브젝트와 후방 지지부 사이에 포지셔닝될 수 있다. 대안적으로, 가요성 벽 및 오브젝트를 포함하는 스택이 압력 챔버에 포지셔닝될 수 있으며, 오브젝트에 대해 가요성 벽을 누르기 위해, 이 압력 챔버가 가압된다.
- [0034] 제1 압력은, (디바이스를 이용하여 프로세싱되고 있는) 오브젝트의 표면에 가요성 벽에 의해 적용되는 압력 및



대응하는 힘들로 변환된다. 따라서, 가요성 벽에 접촉하는 표면의 일부분이 제1 힘을 경험한다. 일부 실시예들에서, 가요성 벽에 의해 오브젝트 표면에 적용되는 압력/힘은 가요성 벽의 제2 면(예컨대, 내부 면)에 적용되는 압력/힘과 실질적으로 동일할 수 있다. 다시 말해서, 가요성 벽의 스트레칭/재형상화에 기인하는 손실들/편차들은 이 동작 동안 무시해도 될 정도일 수 있다. 그러나, 일부 사례들에서, 이 스트레칭/재형상화는 브릿징을 유발할 수 있다(가요성 벽이 부품의 형상을 따르지 않을 때). 브릿징을 극복하기 위해 힘 구별(differentiation)이 사용될 수 있다. 예컨대, 가요성 벽의 일부 부분들은, 접촉 부재에 의해 가해지는 추가적인 힘을 사용하여 더 많이 스트레칭될 수 있다. 더욱이, 가요성 벽에 작용하는 유압 또는 공기압은 균일하다. 따라서, 오브젝트의 표면에 가요성 벽에 의해 전달되는 압력 및 힘 분산이 또한 균일할 수 있다.

[0035] 접촉 부재는 가요성 벽의 제2 면의 일부분에 접촉하고, 이 부분에 힘을 적용하며, 이 힘은 또한, 그것을 제1 압력과 구분하기 위해 제2 압력으로서 여겨질 수 있다. 구체적으로, (예컨대, 접촉 부재가 가요성 벽에 의해 형성된 브래더 내부에 포지셔닝될 때 가요성 벽을 통해 접촉 부재를 누름으로써 또는 포지셔닝 디바이스를 사용하여 접촉 부재에 직접적으로 적용되는) 제어된 힘을 사용하여, 가요성 벽에 대해 접촉 부재가 압박될 수 있다. 접촉 부재에 적용되는 힘들의 양은, 오브젝트 표면의 제2 부분에 적용될 필요가 있는 원하는 힘 및/또는 압력에 기반하여 선택될 수 있다.

[0036] 일부 실시예들에서, 접촉 부재는 유체에 투과성이다. 따라서, (예컨대, 브래더를 가압함으로써 생성되는) 제1 압력은 또한, 접촉 부재에 인터페이싱하는 가요성 벽의 부분에 적용된다. 따라서, 접촉 부재에 접촉하는 가요성 벽의 부분은, 압력들과 대응하는 힘들의 결합을 경험할 수 있다.

[0037] 가요성 벽의 내부 표면의 상이한 부분들(예컨대, 접촉 부분 및 비-접촉 부분)에 적용되는 상이한 압력들/힘들이 가요성 벽에 의해 오브젝트 표면에 전달된다는 것이 주목되어야 한다. 따라서, 오브젝트 표면은 또한, 상이한 레벨들의 압력 및 힘을 경험한다. 가요성 벽을 통한 손실들이 없다고 가정하면, 가요성 벽의 부분들에 적용되는 이들 압력들/힘들은, 가요성 벽과 접촉하는 오브젝트의 표면에 작용하는 압력/힘 레벨들과 동일할 것이다. 따라서, 가요성 벽의 비-접촉 부분 및 이 비-접촉 부분에 대응하는, 오브젝트의 표면의 제1 부분에 적용되는 제1 압력/힘이 참조될 수 있다. 마찬가지로, 가요성 벽의 접촉 부분 및 이 접촉 부분에 대응하는, 오브젝트의 표면의 제2 부분에 적용되는 결합된 압력/힘(예컨대, 제1 압력/힘과 제2 압력/힘)이 참조될 수 있다.

[0038] 위에서 주목된 바와 같이, 가압가능한 툴링 디바이스는 또한, 제1 압력 및 제2 압력(그리고 대응하는 힘들) 각각을 독립적으로 제어할 수 있다. 이 제어는, 프로세싱 동안 또는 더욱 구체적으로 디바이스를 사용하여 압력/힘들을 적용하면서, 가압가능한 툴링 디바이스를 추가하거나 또는 제거할 필요 없이, 수행될 수 있다. 예컨대, 제1 압력이 동일하게 유지될 수 있는 반면에(예컨대, 가요성 벽에 의해 형성된 브래더 내부의 유체 압력이 일정할 수 있음), 제2 압력은 (예컨대, 접촉 부재와 가요성 벽 사이의 접촉의 레벨을 변화시킴으로써, 또는 더욱 구체적으로, 가요성 벽에 대해 접촉 부재가 압박되는 힘을 변화시킴으로써) 변화될 수 있다. 대안적으로, 제1 압력이 변화될 수 있는 반면에(예컨대, 백의 안으로 또는 밖으로 유체를 펌핑함으로써, 가요성 벽에 의해 형성된 브래더 내부의 유체 압력이 변화될 수 있음), 제2 압력은 (예컨대, 접촉 부재와 가요성 벽 사이에 동일한 접촉 레벨을 유지함으로써, 또는 더욱 구체적으로, 접촉 부재에 적용되는 힘을 변화시키지 않음으로써) 동일할 수 있다. 더욱이, 제1 압력 및 제2 압력 둘 모두가 서로에 대해 독립적으로 변화될 수 있다. 이 동적 압력/힘 접근법은, 프로세싱되는 표면들 상에 균일한 압력을 가하도록 설계되는 종래의 압력 백들(압력은, 심지어 그것이 변화되더라도 항상 균일함)에 반대이다. 따라서, 본원에서 설명된 가압가능한 툴링 디바이스가 더 높은 레벨들의 압력 제어(예컨대, 상이한 부분들에 대한 독립적인 제어)를 허용하여서, 품질이 개선되고, 비용들이 절약되고, 재작업 또는 수리가 감소되며, 새로운 타입들의 프로세스들 및 설계들이 허용된다. 가압가능한 툴링 디바이스는 또한, 새로운 작업의 수행 또는 다단계 프로세싱을 현재 요구할 수 있는 프로세스들의 단순화를 가능하게 할 수 있는 프로세싱 능력들을 확장시킨다.

[0039] **가압가능한 툴링 디바이스 예들**

[0040] 도 1a-도 1d는 오브젝트(190)의 표면(192)의 상이한 부분들에 상이한 압력/힘 레벨들을 적용하기 위한 가압가능한 툴링 디바이스(100)의 예들을 예시하며, 이들은 또한, 참조를 위해 이들 도면들에서 도시된다. 당업자는, 오브젝트(190)가 가압가능한 툴링 디바이스(100)의 일부가 아니란 것을 이해할 것이다. 가압가능한 툴링 디바이스(100)는 오브젝트(190)를 프로세싱하기 위해 사용되며, 별개의 컴포넌트이다. 프로세싱 동안, 가압가능한 툴링 디바이스(100)는, 오브젝트(190)의 표면(192)의 상이한 부분들에 상이한 압력/힘 레벨들을 적용하면서, 예컨대 도 1a-도 1d에서 도시된 바와 같이, 오브젝트(190)와 접촉하게 된다.

[0041] 가압가능한 툴링 디바이스(100)는 가요성 벽(110) 및 접촉 부재(120)를 포함한다. 이들 컴포넌트들 각각은 이

제 더욱 상세히 설명될 것이다. 가요성 벽(110)은 제1 표면(114), 및 제1 표면(114)에 대항하는 제2 표면(116)을 포함한다. 가요성 벽(110)이 예컨대 도 1a에서 도시된 바와 같이 브래더를 형성할 때, 제1 표면(114)이 외부 표면으로 또한 지칭될 수 있는 반면에, 제2 표면(116)은 내부 표면으로 지칭될 수 있다.

[0042] 가압가능한 툴링 디바이스(100)의 동작 동안, 제1 표면(114)은 오브젝트(190)의 표면(192)과 접촉하게 된다. 제2 표면(116)은 2 개의 부분들, 즉, 접촉 부분(116b) 및 비-접촉 부분(116a)을 포함한다. 도 1a 및 도 1c를 참조하면, 접촉 부재(120)는 가요성 벽(110)의 제2 표면(116)의 접촉 부분(116b)에 접촉하거나(예컨대, 동작 동안 또는 항상) 또는 부착될 수 있다. 접촉 부재(120)는 제2 표면(116)의 비-접촉 부분(116a)에는 접촉하지 않는다.

[0043] 제2 표면(116)의 접촉 부분(116b) 및 비-접촉 부분(116a)에 대한 접촉 부재(120)의 이 포지션은, 접촉 부분(116b) 및 비-접촉 부분(116a)이 동작 동안 상이한 압력/힘 레벨들을 겪게 한다. 구체적으로, (예컨대, 접촉 부재(120)에 적용되는 힘을 제어함으로써) 접촉 부재(120)와 접촉 부분(116b) 사이의 접촉 레벨을 제어하는 것은, 접촉 부분(116b)에 적용되는 총 압력/힘을 제어하도록 허용한다. 이러한 총 압력/힘은, 전체 제2 표면(116)에 균일하게 가해지는 압력(제1 압력(194a)으로 지칭될 수 있음)과 접촉 부재(120)에 의해 접촉 부분(116b)에 배타적으로 가해지는 압력(제2 압력(194b)으로 지칭될 수 있음)의 결합이란 것이 주목되어야 한다. 제1 압력(194a)은, 유압 또는 공기압일 수 있으며, 전체 제2 표면(116)에 접촉하는 유체(예컨대, 액체 또는 가스)에 의해 가해진다. 도 1a에서 도시된 바와 같이, 제2 압력(194b)은, 접촉 부재(120)에 의해 가해지는 기계적 압력이며, 접촉 부재(120)와 접촉 부분(116b) 사이의 접촉 레벨에 의해 결정될 수 있다.

[0044] 예컨대, 접촉 부분(116b)에 가해지는 총 압력(즉, 제1 압력(194a)과 제2 압력(194b)의 결합)은 비-접촉 부분(116a) 상에 가해지는 압력(즉, 제1 압력(194a))보다 더 높을 수 있다. 이 예에서, 접촉 부분(116b) 상에 접촉 부재(120)에 의해 적용되는 제2 압력(194b)은 포지티브 압력으로 지칭될 수 있다. 다시 말해서, 제1 압력(194a) 및 제2 압력(194b) 그리고 대응하는 힘들은, 예컨대 도 1a에서 도시된 바와 같이 동일한 방향으로 적용된다.

[0045] 제1 압력(194a)과 연관된 힘들이 제2 압력(194b)과 연관된 힘들(또는 단순히, 제2 힘들)과 항상 동일한 방향을 갖는 것이 아닐 수 있다는 것이 주목되어야 한다. 일반적으로, 제1 압력(194a)과 연관된 힘들은 오브젝트(190)의 표면(192) 쪽으로 지향된다. 그러나, 접촉 부재(120)는 가요성 벽(110)을 표면(192) 쪽으로 밀어붙이거나 또는 표면(192)으로부터 떨어지게 가요성 벽(110)을 끌어당길 수 있다. 예컨대, 접촉 부재(120)는 가요성 벽(110) 또는 더욱 구체적으로 가요성 벽의 접촉 부분(116b)에 부착될 수 있다. 이 예에서, 접촉 부재(120)는 오브젝트(190)로부터 떨어지게 접촉 부분(116b)을 끌어당길 수 있으며, 이 경우, 접촉 부분(116b)에 가해지는 총 압력(즉, 제1 압력(194a)과 제2 압력(194b)의 결합 그리고 대응하는 힘들)은 (비-접촉 부분(116a)에 가해지는) 제1 압력(194a) 미만일 수 있다. 이 예에서, 접촉 부분(116b) 상에 접촉 부재(120)에 의해 적용되는 압력/힘은 네거티브 압력/네거티브 힘으로 지칭될 수 있다.

[0046] 접촉 부재(120)는, 제1 압력(194a)을 적용하기 위해 사용되는 하나 또는 그 초과 유체들에 투과성일 수 있다. 이 투과성 특징은 유체들이, 접촉 부재(120)를 통해 제1 압력(194a)을 전달하는 것이 아니라, 가요성 벽(110)의 접촉 부분(116b)에 직접적으로 이 압력을 가할 수 있게 한다. 예컨대, 접촉 부재(120)는, 심지어 접촉 부재(120)가 제2 표면(116)의 접촉 부분(116b)과 접촉한 상태로 있을 때에도, 유체가 이 접촉 부분(116b)에 이를 수 있게 하는 오픈 셀들 또는 다른 타입들의 개구들(123)을 가질 수 있다. 접촉 부재(120)의 일부 예들은 오픈-셀 폼(122)(도 5a에서 예시됨), 스프링(124)(도 5b에서 예시됨) 등을 포함한다. 가압 유체가 공급되며 그리고/또는 (예컨대, 브래더(111)로부터) 제거되는 동안, 이 유체는 접촉 부재(120)를 통해 유동한다. 일부 실시예들에서, 가압 유체는 가압가능한 툴링 디바이스(100)로부터, 또는 더욱 구체적으로, 가압가능한 툴링 디바이스(100)를 사용하기 전에, 브래더(111)(도 1a에서 도시됨)로부터 또는 압력 챔버(101)(도 1b에서 도시됨)로부터 제거될 수 있다.

[0047] 대안적으로, 접촉 부재(120)는 비-투과성일 수 있다. 이 경우, 접촉 부재(120)는, 접촉 부재(120)가 가요성 벽(110)과 인터페이스한 가요성 벽(110)의 부분에 가압 유체가 이르는 것을 차단한다. 일부 실시예들에서, 접촉 부재(120)가 가요성 벽(110)에 작용하는 힘은 단지 오브젝트(190)에 적용되는 제2 힘(193b)에 대응하며, 오브젝트 표면의 이러한 제2 부분(192b)에서는, 가압된 유체로부터의 어떤 기여도 없다. 대안적으로, 접촉 부재(120)는 피스톤으로서 동작가능할 수 있으며, (예컨대, 가요성 벽에 의해 형성된 브래더에 걸쳐 접촉 부재(120)가 연장되지 않을 때) 가압된 유체로부터 추가적인 힘을 생성할 수 있다.

[0048] 일부 상태들에서, 접촉 부재(120)는 가요성 벽(110) 상에 또는 더욱 구체적으로 가요성 벽(110)의 접촉 부분

(116b) 상에 어떤 추가적인 압력 및/또는 힘도 적용하지 않을 수 있다. 이들 상태들에서, 접촉 부분(116b) 및 비-접촉 부분(116a) 둘 모두는 (예컨대, 제2 표면(116)에 접촉하는 가압 유체로부터) 동일한 압력을 겪을 수 있다. 더욱이, 접촉 부재(120)는 일부 동작 스테이지들 동안 접촉 부분(116b)으로부터 분리될 수 있다(즉, 이 부분에 접촉하지 않음). 분리하는 이러한 능력은, 예컨대, 사용중이지 않을 때 접촉 부재(120)의 제거/교체, (예컨대, 접촉 부재(120)가 가요성 벽(110)에 접촉하지 않고, 제2 압력(194b)이 효과적으로 제로일 때) 균일한 압력의 적용, 및 다른 목적들을 위해 사용될 수 있다.

[0049] 일부 실시예들에서, 접촉 부재(120)는 제2 표면(116)의 접촉 부분(116b)에 부착된다. 예컨대, 접촉 부재(120)는 접촉 부분(116b)에 접촉되거나, 둘러볼거나, 성형되거나, 용접되거나, 모놀리식으로 통합되거나, 또는 다른 방식으로 함께 커플링될 수 있다. 접촉 부재(120)는 제2 표면(116)의 접촉 부분(116b)에 영구적으로 부착되거나 또는 제거가능하게 부착될 수 있다. 대안적으로, 접촉 부재(120)는 제2 표면(116)의 접촉 부분(116b)에 부착되지 않을 수 있으며, 이는 접촉 부분(116b)으로부터 떨어지게 접촉 부재(120)를 이동시키도록 허용한다.

[0050] 접촉 부재(120)는, 투과성인 것 외에도 또는 그 대신에, 압축성일 수 있다. 이 압축성 특징은, 접촉 부재(120)를 접촉 부분(116b)의 다양한 형상들과 일치시키기 위해 그리고/또는 접촉 부재(120)가 접촉 부분(116b) 상에 가하는 압력/힘 분산을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 접촉 부재(120)의 압축 레벨(예컨대, Z 축을 따른 접촉 부재(120)의 치수 변화들)은 접촉 부분(116b) 상에 가해지는 힘 및 압력에 대응할 수 있다(예컨대, 더 높은 치수 압축이 더 높은 압력에 대응하며, 그 반대로도 가능함). 더욱이, 압축성 특징은, 접촉 부재(120)가 접촉 부분(116b)과 일치하도록 보장하기 위해 사용될 수 있다. 구체적으로, 가요성 벽(110)의 제1 표면(114)은 오브젝트(190)의 표면들(192)과 일치할 수 있으며, 이는 접촉 부분(116b)의 형상을 변화시킬 수 있다. 접촉 부재(120)의 압축성은, 접촉 부재(120)와 접촉 부분(116b) 사이의 접촉의 손실 없이, 형상의 이들 변화들을 허용할 수 있다. 접촉 부재(120)의 일부 예들은 오픈-셀 폼(122)(도 5a에서 도시됨), 스프링(124)(도 5b에서 도시됨), 및 유압 디바이스이다.

[0051] 대안적으로, 접촉 부재(120)는 비-압축성일 수 있다(예컨대, 금속 블록). 비-압축성 특징은, 부풀릴 수 있는 튜링 디바이스(100)를 이용하여 프로세싱되면서, 오브젝트(190)의 표면(192)이 평활화(예컨대, 평탄화)될 필요가 있을 수 있을 때 유용할 수 있다.

[0052] 일부 실시예들에서, (가요성 벽(110) 또는 더욱 구체적으로 제2 표면(116)의 접촉 부분(116b)에 접촉하는) 접촉 부재(120)의 표면(121)은 예컨대 도 5c에서 도시된 바와 같이 비-평면일 수 있다. 비-평면 표면(121)은, 예컨대, 표면(116)의 접촉 부분(116b) 상에 균등하지 않은 압력을 가하기 위해(균등하지 않은 힘 분산을 제공하기 위해), 그리고/또는 (가요성 벽(110)이 임의의 프로파일과 쉽게 일치할 수 있다고 가정하면) 표면(121)의 프로파일이 오브젝트(190)의 표면(192)의 제2 부분(192b)의 프로파일에 매칭될 때 균등한 압력을 적용하기 위해(균등한 힘 분산을 제공하기 위해) 사용될 수 있다.

[0053] (제2 표면(116)의 접촉 부분(116b) 상에) 접촉 부재(120)의 표면(121)에 의해 가해지는 균등한 또는 균등하지 않은 압력/힘 분산 사이의 차이는, 예컨대, 접촉 부재(120)의 압축에 따라 좌우될 수 있다. 예컨대, 표면(121)의 형상과 제2 부분(192b)의 형상이 상이하면(예컨대, 하나는 평면이고, 하나는 비-평면임), 접촉 부재(120)는 표면(121) 상의 상이한 지점들에서 상이하게 압축될 것이다. 더 높은 압축을 갖는 지점들은 더 높은 압력들/힘들을 경험할 것이며, 그 반대로도 가능하다. 예컨대, 도 4d는 제2 표면(116)에 적용되는 균등하지 않은 압력 프로파일의 일 예를 예시한다. 이 압력 프로파일 예는, 도 5c에서 도시된 접촉 부재(120)를 이용하여 오브젝트(190)의 평면 표면 상에 압력/힘을 적용한 결과일 수 있다. 다시 도 4d를 참조하면, 제2 압력은 에지들( $P_{2-min}$ )에서보다 중심( $P_{2-max}$ )에서 더 큰데, 그 이유는 중심에서의 접촉 부재(120)의 압축이 더 크기 때문이다(접촉 부재(120)의 중심이 에지들보다 더 돌출되어서, 더 높은 압력이 야기됨). 그 결과, 접촉 부분(116b)의 중심은 에지들( $P_{1-min}$ )보다 더 높은 압력 총 압력( $P_{1-max}$ )을 경험할 것이다. 제2 부분(192b) 및 접촉 부재(120)의 표면(121)의 형상 둘 모두가 평면이거나 또는 둘 모두가 비-평면이지만 상보적이면, 접촉 부재(120)에 의해 가해지는 압력은, 예컨대 도 4a-도 4c에서 도시된 바와 같이, 제2 부분(192b) 전체에 걸쳐 균일할 수 있다. 제2 부분(192b)에 대응하는 압력( $P_2$ )이 통상적으로, 제1 부분(192a)에 대응하는 압력( $P_1$ )과 상이하다는 것이 주목되어야 한다. 더욱이, 제1 부분(192a)에 대응하는 압력( $P_1$ )은 일반적으로 균일하다. 앞서 주목된 바와 같이, (예컨대, 가요성 벽(110)의 스트레칭에 기인하는) 제1 부분(192a)에서의 임의의 가능한 압력 변동들은 제2 부분(192b)에 대응하는 압력( $P_2$ )과 제1 부분(192a)에 대응하는 압력( $P_1$ ) 사이의 통상적인 차이에 비해 무시해도 될 정도이다.



- [0054] 가압가능한 툴링 디바이스(100)의 다른 컴포넌트를 참조하면, 일부 실시예들에서, 가요성 벽(110)은 탄성중합체 재료, 예컨대, 고무, 폴리머로 형성된다. 따라서, 가요성 벽(110)은 스트레칭가능할 수 있다. 대안적으로, 가요성 벽(110)은 스트레칭가능하지 않을 수 있다. 예컨대, 가요성 벽(110)은 얇은 가요성 금속 시트(예컨대, 포일)로 형성될 수 있다. 가요성 벽(110)은, (예컨대, 변형 및/또는 스트레칭에 기인하여) 제2 부분(192b) 및/또는 접촉 부재(120) 상에 실질적인 추가적인 압력/힘들을 가하지 않으면서, 제2 부분(192b)의 형상과 쉽게 일치할 수 있다. 이로써, 가압 유체 및 접촉 부재(120)에 의해 가요성 벽(110)에 적용되는 압력/힘들은, 오브젝트(190)의 표면(192) 상에 가요성 벽(110)에 의해 적용되는 압력/힘들과 동일할 수 있다. 가요성 벽(110)의 두께는 균일할 수 있다.
- [0055] 도 1a를 참조하면, 가요성 벽(110)은 내부 캐비티(112)를 포함하는 브래더(111)를 형성할 수 있다. 이 예에서, 브래더(111)는 또한, 부풀릴 수 있는 맨드릴로 지칭될 수 있다. 접촉 부재(120)는 브래더(111)의 내부 캐비티(112) 내에 배치될 수 있다. 가요성 벽(110)은 브래더(111)의 내부 캐비티(112)를 가압 유체, 예컨대, 액체 또는 가스로 채우기 위해 밸브(130)를 포함할 수 있다. 밸브(130)는 가압 유체의 소스(182), 예컨대, 가스 탱크, 펌프, 및/또는 브래더(111)로부터 유체를 제거하기 위한 디바이스, 예컨대, 펌프에 연결가능하다.
- [0056] 일부 실시예들에서, 예컨대, 도 1a에서 도시된 바와 같이, 접촉 부재(120)는 브래더(111)에 걸쳐 연장되며, 제2 표면(116)의 접촉 부분(116b) 및 제2 표면(116)의 추가적인 접촉 부분(116c)에 인터페이스한다. 접촉 부재(120)가 접촉 부분(116b) 상에 압력/힘을 가하는 동안, 추가적인 접촉 부분(116c)은 접촉 부재(120)에 대한 지지를 제공할 수 있다. 이 접근법에서, 접촉 부재(120)는, 예컨대 도 1b를 참조하여 추후에 설명된 포지셔닝 디바이스(184)를 사용하여 외부적으로 지지될 필요가 없다. 가요성 벽(110)의 접촉 부분(116b)과 추가적인 접촉 부분(116c) 사이의 거리(브래더(111)의 두께로 지칭될 수 있음)는, 접촉 부재(120)의 압축, 그리고 그 결과, 접촉 부재(120)가 접촉 부분(116b) 상에 가하는 압력/힘을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 따라서, 브래더(111)는, 가요성 벽(110)에 작용하는 제2 압력(194b) 및 대응하는 힘들을 제어하도록 압축되거나 또는 팽창될 수 있다. 브래더(111) 내부의 유체의 양이 가요성 벽(110)에 작용하는 제1 압력(194a) 및 대응하는 힘들을 제어한다는 것이 주목되어야 한다.
- [0057] 도 1b를 참조하면, 일부 실시예들에서, 가압가능한 툴링 디바이스(100)는 접촉 부재(120)를 지지하는 포지셔닝 디바이스(184)를 더 포함한다. 포지셔닝 디바이스(184)는 가요성 벽(110)에 대해 접촉 부재(120)를 이동시키도록, 그리고 일부 실시예들에서, 힘을 접촉 부재(120)에 적용하도록 구성될 수 있다. 이 이동은, 가요성 벽 상에 또는 더욱 구체적으로 가요성 벽(110)의 접촉 부분(116b) 상에 접촉 부재(120)에 의해 가해지는 압력 및/또는 힘을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 이후, 이 가해진 압력/힘은 가요성 벽(110)에 의해 오브젝트(190)의 표면(192)에 전달된다. 예컨대, 포지셔닝 디바이스(184)는 압력/힘을 증가시키기 위해 접촉 부재(120)를 오브젝트(190) 쪽으로 압박할 수 있다. 대안적으로, 포지셔닝 디바이스(184)는 압력/힘을 감소시키기 위해 오브젝트(190)로부터 떨어지게 접촉 부재(120)를 이동시킬 수 있다.
- [0058] 도 1b를 참조하면, 가압가능한 툴링 디바이스(100)는 압력 챔버(101)를 포함할 수 있다. 가요성 벽(110) 및 접촉 부재(120)는 압력 챔버(101) 내에 배치된다. 가압가능한 툴링 디바이스(100)의 동작 동안, 오브젝트(190)는 또한, 압력 챔버(101) 내부에 배치된다. 압력 챔버(101)는, 제1 압력(194a) 및 대응하는 힘들을 가요성 벽(110)에 적용하면서, 가압 유체를 포함하기 위해 사용될 수 있다. 도 1a에서 제시된 예와 유사하게, 도 1b에서 도시된 예에서, 가요성 벽(110)은 가압 유체와 오브젝트(190) 사이에 포지셔닝된다. 압력 챔버(101)의 안으로 또는 밖으로 가압 유체를 펌핑하는 것이 제1 압력(194a)을 변화시켜서, 가요성 벽(110)의 비-접촉 부분(116a) 및 오브젝트(190)의 대응하는 부분에 상이한 힘들이 적용되게 된다. 압력 챔버(101)가 또한 주위 압력으로 동작하여서, 제1 압력(194a)이 가요성 벽(110)에 적용되지 않을 수 있다는 것이 주목되어야 한다.
- [0059] 가요성 벽(110)은, 후방 지지부(170)(도 1b에서 도시됨)에 대해 또는 다른 예에서 오브젝트(190)의 표면(192)에 대해, 가요성 벽(110)을 밀봉하기 위한 밀봉부(115)를 포함할 수 있다. 따라서, 가요성 벽(110), 후방 지지부(170), 그리고 압력 챔버(101)의 결합은 부풀릴 수 있는 맨드릴로서 집합적으로 동작가능하다. 밀봉부(115)는 가요성 벽(110)의 전체 둘레로 연장할 수 있다. 밀봉부(115)에 기인하여, 가압 유체가 가요성 벽(110)과 오브젝트(190) 사이로 갈 수 없어서, 압력 차동, 그리고 가요성 벽(110) 상으로의 그리고 오브젝트(190)에 대한 제1 압력(194a)의 적용이 야기된다. 더욱이, 압력 챔버(101) 내부의 압력이 변화될 때, 가요성 벽(110)에 걸친 압력이 또한 변화되어서, 가요성 벽(110)에 접촉하는 오브젝트(190)의 표면(192) 상에 압력/힘이 가해진다. 압력 챔버(101)의 일 예는 오토클레이브이다. 그러나, 다른 타입들의 챔버들이 또한, 범위 내에 있다.
- [0060] 도 1d를 참조하면, 가압가능한 툴링 디바이스(100)는 제어기(180) 및 밸브(130)를 포함할 수 있다. 제어기

(180)는 가압 유체의 유동을 제어하기 위해 밸브(130)에 통신가능하게 커플링되며, 이로써 제1 압력(194a) 및 대응하는 힘을 제어할 수 있다.

[0061] 일부 실시예들에서, 가압가능한 툴링 디바이스(100)는 제어기(180)에 통신가능하게 커플링된 포지셔닝 디바이스(184)를 더 포함한다. 따라서, 제어기(180)는 포지셔닝 디바이스(184)의 동작, 그리고 포지셔닝 디바이스(184)가 가요성 벽 상에 가하는 힘을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 포지셔닝 디바이스(184)의 일부 양상들은 위에서 설명된다. 예컨대, 포지셔닝 디바이스(184)는 접촉 부재(120)를 지지하며, 접촉 부재(120)를 이동시키도록 동작가능하다. 포지셔닝 디바이스(184)는, 접촉 부재(120)와 가요성 벽(110)의 제2 표면(116)의 접촉 부분(116b) 사이의 접촉 레벨(예컨대, 압력 및/또는 힘)을 제어하기 위해 사용될 수 있으며, 이 접촉 레벨은 결국, 제2 압력(194b)을 결정한다. 포지셔닝 디바이스(184)에 의해 가해지는 힘에 대해, 후방 지지부(170)를 사용하여 오브젝트(190)가 지지될 수 있다. 포지셔닝 디바이스(184)가 가요성 벽에 대해 누리는 힘은, 서로에 대한 플라이 전단가공/미끄러짐을 도우며 링클링을 감소시키거나 또는 제거하기 위해 제어될 수 있다. 더욱이, 이 힘 제어는, "브릿징"을 제거하거나 또는 감소시키기 위해 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 후방 지지부(170)와 포지셔닝 디바이스(184)의 상대적인 위치선이 제2 압력(194b)을 결정한다.

[0062] 포지셔닝 디바이스(184)는, 예컨대 도 1b에서 도시된 바와 같이, 접촉 부재(120)를 직접적으로 지지할 수 있다. 구체적으로, 포지셔닝 디바이스(184)는 압력 챔버(101) 내에서 이동가능한 아암(예컨대, 로봇 아암)일 수 있다.

[0063] 도 1b에서 도시된 가압가능한 툴링 디바이스(100)에서 오브젝트(190)를 프로세싱하는 간략한 예는 가압가능한 툴링 디바이스(100)의 일부 특징을 예시하기 위해 유용할 수 있다. 오브젝트(190)는, 도 1b에서 도시된 최종 형태로 형상화되기 이전에, 평면 기판(예컨대, 형성 맨드릴) 상에 본래 형성되거나 또는 다른 툴들을 사용하여 미리 형상화될 수 있다. 더욱이, 부풀릴 수 있는 툴링 디바이스(100)를 활용하기 전에, 오브젝트(190)는 최종 형태로 이미 형상화될 수 있으며, 가압가능한 툴링 디바이스(100)는 이 형상을 유지하기 위해 사용될 수 있다. 가압가능한 툴링 디바이스(100)는 다른 툴들/디바이스들과 함께 사용될 수 있다.

[0064] 일부 실시예들에서, 오브젝트(190)의 형상화는, 후방 지지부(170)와 포지셔닝 디바이스(184)의 결합을 사용하여 수행될 수 있는데, 예컨대, 포지셔닝 디바이스(184)에 적용되며 가요성 벽(110)에 그리고 이후 오브젝트(190)에 전달되는 힘을 사용하여 후방 지지부(170)의 코너로 오브젝트(190)를 압박하여 수행될 수 있다. 이 힘이, 특정 위치에, 예컨대 코너에 적용될 필요가 있을 수 있다는 것이 주목되어야 한다. 일부 실시예들에서, 후방 지지부(170)에 대해 오브젝트(190)를 압박하는 것이 압력 챔버(101)의 내부를 가압하는 것을 수반하여서, 포지셔닝 디바이스(184)에 힘을 적용하는 것 외에도 또는 그 대신에, 제1 압력(194a)을 야기할 수 있다. 후방 지지부(170)는 오브젝트(190)를 위한 형태로서 효과적으로 동작가능하며, 오브젝트는, 이 오브젝트가 후방 지지부(170)와 일치할 때까지, 자신의 형상을 변화시킬 수 있다. 오브젝트(190)가 멀티-플라이 오브젝트(예컨대, 복합 오브젝트)일 때, 이 형상화 동작 동안, 링클링을 방지하기 위해, 내부 플라이들은 외부 플라이들에 대해 미끄러질 수 있다. (도 2a 및 도 2b를 참조하여 아래에서 추가로 설명된) 힘들 및/또는 압력들의 다양한 결합들은, 링클링을 방지하기 위해 그리고/또는 오브젝트(190)가 원하는 형상 및 사이즈/두께(예컨대, 원하는 섬유 대 부피비)를 갖도록 보장하기 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 내부 플라이들이 미끄러질 수 있게 하기 위해 그리고 링클링을 방지하기 위해, 제1 압력(194a)(및 대응하는 힘)을 적용하기 이전에, 제2 압력(194b)(및 대응하는 힘)이 적용될 수 있다. 이후, 제1 압력(194a)(및 대응하는 힘)은, 오브젝트(190)의 바람직한 두께를 달성하기 위해 제어될 수 있다.

[0065] 도 1d를 참조하면, 일부 실시예들에서, 제어기(180)는, 제1 압력(194a) 및 제2 압력(194b) 그리고 대응하는 힘들을 독립적으로 제어하도록 구성된다. 예컨대, 밸브(130)를 제어함으로써 제1 압력(194a) 및 대응하는 힘이 제어될 수 있는 반면에, 포지셔닝 디바이스(184)를 제어함으로써 제2 압력(194b) 및 대응하는 힘이 제어될 수 있다. 밸브(130)의 동작은 포지셔닝 디바이스(184)의 동작에 독립적일 수 있다.

[0066] 가압가능한 툴링 디바이스(100)는 제어기(180)에 통신가능하게 커플링된 센서(186)를 더 포함할 수 있다. 센서(186)의 일부 예들은 압력 센서, 온도 센서, 및 시각 센서(그러나, 이들에 제한되지 않음)를 포함한다. 제어기(180)는, 센서(186)로부터 수신된 입력에 기반하여 제1 압력(194a) 및 제2 압력(194b) 중 하나 또는 그 초과를 제어하도록 구성될 수 있다. 다른 프로세싱 파라미터들이 또한, 센서 입력에 기반하여 제어될 수 있다.

[0067] 일부 실시예들에서, 가압가능한 툴링 디바이스(100)는 가열기(188)를 더 포함한다. 가열기(188)는 제어기(180)에 통신가능하게 커플링되며, 오브젝트(190)의 온도를 제어하도록 구성될 수 있다. 구체적으로, 동작 동안, 가열기(188)는 오브젝트(190)에 열적으로 커플링될 수 있다.

- [0068] **방법 예들**
- [0069] 도 2는 오브젝트(190)의 표면(192)의 제1 부분(192a) 및 제2 부분(192b)에 대한 힘들(193a 및 193b)의 적용을 제어하는 방법(200)에 대응하는 프로세스 흐름도를 예시한다.
- [0070] 일부 실시예들에서, 방법(200)의 동작들은, 도 1a에서 도시된 가압가능한 툴링 디바이스(100)의 예를 사용하여 수행된다. 이들 실시예들에서, 방법(200)은 오브젝트(190)와 후방 지지부(170) 사이에 브래더(111)를 포지셔닝하는 것(도 2의 블록(202) 참조)을 포함할 수 있다. 이 포지셔닝 동작은, 브래더(111) 내부의 압력이 브래더(111) 외부의 압력 미만인 동안 수행될 수 있다. 예컨대, 접촉 부재(120)는 압축성이며, 포지셔닝 동작은, 접촉 부재(120)가 압축되면서 수행될 수 있다.
- [0071] 대안적으로, 방법(200)의 동작들은, 도 1b 및 도 1c에서 도시된 가압가능한 툴링 디바이스(100)의 예를 사용하여 수행된다. 이들 실시예들에서, 방법(200)은 후방 지지부(170)에 대해 가요성 벽(110)을 밀봉하는 것(도 2의 블록(206) 참조)을 포함할 수 있다. 도 1b 및 도 1c에서 도시된 바와 같이, 오브젝트(190)는 가요성 벽(110)과 후방 지지부(170) 사이의 밀봉된 공간에 배치된다.
- [0072] 방법(200)은 제1 부분(192a)에 제1 힘(193a)을 적용하는 것(도 2의 블록(210) 참조)을 포함한다. 도 1a에서 도시된 예를 참조하면, 가요성 벽(110)에 의해 형성된 브래더(111)를 사용하여 제1 힘(193a)이 적용될 수 있다. 구체적으로, 제1 힘(193a)을 적용하는 것은 브래더(111)를 가압하는 것(도 2의 블록(212) 참조), 또는 더욱 구체적으로, 가압 유체를 브래더(111) 안으로 유동시키는 것(도 2의 블록(213) 참조)을 포함할 수 있다.
- [0073] 도 1b에서 도시된 예를 참조하면, 제1 힘(193a)은 가요성 벽(110)에 걸쳐 압력 구배를 생성하는 것(도 2의 블록(214) 참조)을 포함할 수 있다. 다시 말해서, 밀봉된 공간과 밀봉된 공간 외부의 영역, 즉, 가요성 벽(110)의 내부와 외부 사이에 압력 차이가 생성된다. 동작(214)은 밀봉된 공간 내의 압력을 감소시키는 것(도 2의 블록(215) 참조)을 포함할 수 있다. 예컨대, 밀봉된 공간 외부(예컨대, 압력 챔버(101) 내부)의 압력을 일정한 레벨로 유지하면서, 동작(215)이 수행될 수 있다. 예컨대, 밀봉된 공간 외부의 압력은 주위 압력일 수 있다.
- [0074] 일부 실시예들에서, 동작(214)은 압력 챔버(101) 내부의 압력을 증가시키는 것(도 2의 블록(218) 참조)을 수행할 수 있다. 다시 말해서, 밀봉된 공간 외부의 영역의 압력은 증가될 수 있다. 동작(218)은, 밀봉된 공간 내부의 압력을 일정한 레벨로 유지하면서 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 밀봉된 공간 내부의 압력의 일정한 레벨은 주위 압력 레벨이다. 대안적으로, 동작들(215)과 동작들(218)은 동시에 수행될 수 있다.
- [0075] 방법(200)은 제2 부분(192b)에 제2 힘(193b)을 적용하는 것(도 2의 블록(220) 참조)을 더 포함한다. 일부 실시예들에서, 제2 힘(193b)을 적용하는 것은 접촉 부재(120)에 외부 힘(195)을 적용하는 것을 포함할 수 있다.
- [0076] 도 1a에서 도시된 예를 참조하면, 접촉 부재(120)는 브래더(111) 내부에 배치될 수 있다. (위에서 설명된 바와 같이) 접촉 부재(120)가 투과성이면, 동작(212) 동안 브래더(111)를 가압하는 것은, 제2 힘(193b)을 적용하는 것 외에도, 제2 부분(192b)에 제1 힘(193a)을 적용하는 것을 더 포함한다. 더욱이, (예컨대, 도 1a에서 도시된 바와 같이) 브래더(111)가 오브젝트(190)와 후방 지지부(170) 사이에 포지셔닝되면, 접촉 부재에 외부 힘(195)을 적용하는 것은, 후방 지지부(170)를 오브젝트(190) 쪽으로 전진시키는 것을 포함할 수 있다.
- [0077] 도 1b에서 도시된 예를 참조하면, 외부 힘(195)은, 포지셔닝 디바이스(184)를 사용하여 접촉 부재(120)에 적용될 수 있다. 예컨대, 접촉 부재(120)에 외부 힘(195)을 적용하는 것은 포지셔닝 디바이스(184)를 후방 지지부(170) 쪽으로 전진시키는 것을 포함할 수 있다.
- [0078] 일부 실시예들에서, 예컨대, 도 4a에서 개략적으로 도시된 바와 같이, 제1 힘(193a)의 크기는 제2 힘(193b)의 크기와 상이할 수 있다. 이 예에서, 제1 힘(193a)의 벡터와 제2 힘(193b)의 벡터는 동일한 방향을 갖는다(즉, 힘들 둘 모두가 동일한 방향으로 작용함). 더욱이, 이 예에서, 오브젝트 표면의 제2 부분(192b)은 (예컨대, 접촉 부재(120)가 투과성일 때) 제1 힘(193a)과 제2 힘(193b)의 결합(총 힘(193c)으로 지칭될 수 있음)을 경험한다.
- [0079] 일부 실시예들에서, 예컨대, 도 4c에서 도시된 바와 같이, 제1 힘(193a)의 벡터와 제2 힘(193b)의 벡터는 반대 방향을 갖는다. 이 예에서, 오브젝트 표면의 제2 부분(192b)은 또한, (예컨대, 접촉 부재(120)가 투과성일 때) 제1 힘(193a)과 제2 힘(193b)의 결합(총 힘(193c)으로 지칭될 수 있지만, 총 힘(193c)은 제1 힘(193a) 미만임)을 경험한다.
- [0080] 일부 실시예들에서, 제2 힘(193b)을 적용하기 전에, 접촉 부재(120)는 가요성 벽(110)으로부터 떨어지게 포지셔닝된다. 대안적으로, 접촉 부재(120)는 가요성 벽(110)에 부착될 수 있다. 이 부착 특징들은 반대 방향들을

갖는, 제1 힘(193a) 및 제2 힘(193b)의 벡터들을 달성하도록 허용한다(예컨대, 접촉 부재(120)는 오브젝트(190)로부터 떨어지게 가요성 벽(110)의 일부분을 끌어당길 수 있음).

- [0081] 일부 실시예들에서, 예컨대, 도 1b 및 도 1c에서 도시된 바와 같이, 표면(192)의 제2 부분(192b)은 코너를 포함한다. 코너는, 예컨대 오브젝트 표면의 평면 부분보다 더 큰 힘을 필요로 할 수 있다. 이 추가적인 힘은, 코너에서 브릿징을 방지하기 위해 사용될 수 있다.
- [0082] 일부 실시예들에서, 동작(210) 동안 제1 힘(193a)을 적용하는 것과 동작(220) 동안 제2 힘(193b)을 적용하는 것은 시간이 겹친다. 더욱이, 이들 2 개의 동작들은 시간이 스테거링될 수 있다. 예컨대, 제1 힘(193a)을 적용하기 이전에, 제2 힘(193b)이 적용될 수 있다.
- [0083] 일부 실시예들에서, 방법(200)은 제1 힘(193a) 또는 제2 힘(193b)을 변화시키는 것(도 2의 블록(230) 참조)을 더 포함한다. 동작(230)은, 제1 힘(193a) 및 제2 힘(193b)을 적용하면서, 수행될 수 있다. 다시 말해서, 동작들(210, 220, 및 230)은 동시에 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 동작(230)은, 제2 힘(193b)이 동일하게 유지될 수 있는 동안, 제1 힘(193a)을 변화시키는 것(도 2의 블록(232) 참조)을 수반한다. 이 예는 도 4a로부터 도 4b로의 전환에 의해 예시되며, 예컨대, 가압된 유체를 브래더(111) 안으로 유동시키는 것을 수반할 수 있다. 일부 실시예들에서, 동작(230)은, 제1 힘(193a)이 동일하게 유지될 수 있는 동안, 제2 힘(193b)을 변화시키는 것(도 2의 블록(234) 참조)을 수반한다.
- [0084] 일부 실시예들에서, 방법(200)은 센서 입력을 수신하는 것(도 2의 블록(228) 참조)을 포함한다. 이들 실시예들에서, 동작(230) 동안 제1 힘(193a) 및/또는 제2 힘(193b)을 변화시키는 것은, 이 센서 입력에 기반하여 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 센서 입력은 압력 입력, 온도 입력, 및 시각 입력 중 하나 또는 그 초과를 포함한다.
- [0085] 방법(200)은, 오브젝트(190)의 2 개의 표면들(192' 및 192'')의 상이한 부분들에 대한 힘들의 적용을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 방법(200)은, 오브젝트(190) 및 후방 지지부(170)에 의해 형성된 캐비티(171) 내에 제1 가요성 벽(110a)에 의해 형성된 브래더(111)를 포지셔닝하는 것을 포함할 수 있다. 브래더(111)는 캐비티를 포함할 수 있으며, 이 캐비티 내부에 제1 접촉 부재(120a)가 포지셔닝된다.
- [0086] 방법(200)은, 오브젝트(190) 또는 후방 지지부(170)에 대해 제2 가요성 벽(110b)을 밀봉하는 것으로 진행할 수 있다. 오브젝트(190)는 제2 가요성 벽(110b)과 후방 지지부(170) 사이에 배치된다. 방법(200)은 또한, 제1 가요성 벽(110a)을 사용하여 오브젝트(190)의 제1 표면(192')의 제1 부분(192a')에 제1 힘(193a)을 적용하는 것을 수반한다. 위에서 설명된 바와 같이, 제1 힘(193a)을 적용하는 것은 브래더를 가압하는 것을 포함할 수 있다.
- [0087] 방법(200)은, 제1 가요성 벽(110a)을 사용하여 제1 표면(192')의 제2 부분(192b')에 제2 힘(193b)을 적용하는 것으로 진행할 수 있다. 제2 부분(192b')은 제1 접촉 부재(120a)에 대응한다. 더욱이, 제2 부분(192b')이 오브젝트(190)의 코너(191c)여서, 예컨대, 제1 부분(192a')과 상이한 힘을 요구할 수 있다.
- [0088] 방법(200)은 또한, 제2 가요성 벽(110b)을 사용하여 제2 표면(192'')의 제3 부분(192a'') 상에 제3 힘(193c)을 적용하는 것을 수반할 수 있다. 제3 부분(192a'')은 제2 접촉 부재(120b)에 대응할 수 있다. 제3 힘(193c)을 적용하는 것은, 제2 접촉 부재(120b)에 외부 힘(195)을 적용하는 것을 포함할 수 있다.
- [0089] 마지막으로, 방법(200)은 또한, 제2 가요성 벽(110b)을 사용하여 오브젝트(190)의 제2 표면(192'')의 제4 부분(192b'')에 제4 힘(193d)을 적용하는 것을 포함할 수 있다. 제4 힘(193d)을 적용하는 것은, 제2 가요성 벽(110b)에 걸쳐 압력을 적용하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 도 3에서 도시된 압력 챔버(101)가 가압될 수 있다.
- [0090] 본 발명은 또한, 다음의 조항들에서 참조되며, 이 조항들은 청구항들과 혼동되지 않아야 한다.
- [0091] A1. 오브젝트(190)의 표면의 제1 부분(192a') 및 제2 부분(192a'')에 대한 힘들의 적용을 제어하는 방법(200)으로서, 방법(200)은,
- 오브젝트(190)의 표면의 제1 부분(192a')에 제1 힘(193a)을 적용하는 단계 —제1 힘(193a)은 가요성 벽(110b)에 의해 형성된 브래더(111)를 사용하여 적용됨—; 및
- 오브젝트(190)의 표면의 제2 부분(192a'')에 제2 힘(193b)을 적용하는 단계를 포함하며, 제2 힘(193b)은 브래더(111)를 사용하여 적용된다.



A2. 단락 A1의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 제1 힘(193a)을 적용하는 단계는 브래더(111)를 가압하는 단계를 포함한다.

A3. 단락 A2의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 브래더(111)를 가압하는 단계는 가압 유체를 브래더(111) 안으로 유동시키는 단계를 포함한다.

A4. 단락 A1의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 제2 힘(193b)을 적용하는 단계는 브래더(111) 내부에 배치된 접촉 부재(120)에 외부 힘(195)을 적용하는 단계를 포함한다.

A5. 단락 A4의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서,

접촉 부재(120)는 투과성이고,

제1 힘(193a)을 적용하는 단계는 브래더(111)를 가압하는 단계를 포함하고, 그리고

브래더(111)를 가압하는 단계는, 제2 힘(193b) 외에도, 오브젝트(190)의 표면의 제2 부분(192a'')에 제1 힘(193a)을 적용하는 단계를 더 포함한다.

A6. 단락 A4의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 접촉 부재(120)는 압축성이다.

A7. 단락 A6의 방법(200)이 또한 제공되며, 이 방법(200)은, 오브젝트(190)와 후방 지지부(170) 사이에 브래더(111)를 포지셔닝하는 단계를 더 포함하며, 브래더(111)를 포지셔닝하는 단계는 브래더(111) 내부의 압력이 브래더(111) 외부의 압력 미만인 동안 수행된다.

A8. 단락 A7의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 브래더(111)를 포지셔닝하는 단계는 접촉 부재(120)가 압축되면서 수행된다.

A9. 단락 A4의 방법(200)이 또한 제공되며, 이 방법(200)은, 오브젝트(190)와 후방 지지부(170) 사이에 브래더(111)를 포지셔닝하는 단계를 더 포함하며, 접촉 부재(120)에 외부 힘(195)을 적용하는 단계는 후방 지지부(170)를 오브젝트(190) 쪽으로 전진시키는 단계를 포함한다.

A10. 단락 A4의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 제2 힘(193b)을 적용하는 단계 전에, 접촉 부재(120)는 가요성 벽(110b)으로부터 떨어지게 포지셔닝된다.

A11. 단락 A4의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 접촉 부재(120)는 가요성 벽(110b)에 부착된다.

A12. 단락 A11의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 제1 힘(193a)의 벡터와 제2 힘(193b)의 벡터는 실질적으로 반대 방향들을 갖는다.

A13. 단락 A1의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 제1 힘(193a)의 크기는 제2 힘(193b)의 크기와 상이하다.

A14. 단락 A1의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 표면의 제2 부분(192a'')은 코너를 포함한다.

A15. 단락 A1의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 제1 힘(193a)을 적용하는 단계와 제2 힘(193b)을 적용하는 단계는 시간이 겹친다.

A16. 단락 A1의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 제1 힘(193a)을 적용하는 단계와 제2 힘(193b)을 적용하는 단계는 시간이 스테거링된다.

A17. 단락 A1의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 제1 힘(193a)을 적용하는 단계 이전에, 제2 힘(193b)이 적용된다.

A18. 단락 A1의 방법(200)이 또한 제공되며, 이 방법(200)은, 제1 힘(193a) 및 제2 힘(193b)을 적용하면서, 제1 힘(193a) 또는 제2 힘(193b)을 변화시키는 단계를 더 포함한다.

A19. 단락 A18의 방법(200)이 또한 제공되며, 이 방법(200)은, 센서(186) 입력을 수신하는 단계를 더 포함하며, 제1 힘(193a) 또는 제2 힘(193b)을 변화시키는 단계는 센서(186) 입력에 기반하여 수행된다.

A20. 단락 A19의 방법(200)이 또한 제공되며, 여기서, 센서(186) 입력은 압력 입력, 온도 입력, 및 시각 입력 중 하나 또는 그 조합을 포함한다.

본 발명의 추가적인 양상에 따라, 다음이 제공된다:

B1. 가압가능한 툴링 디바이스(100)로서,

브래더(111)를 형성하는 가요성 벽(110b) -

가요성 벽(110b)은 내부 표면을 포함하고,

내부 표면은 접촉 부분(116b) 및 비-접촉 부분(116a)을 포함함-; 및

가요성 벽(110b)의 내부 표면의 접촉 부분(116b)에 접촉하는 접촉 부재(120)를 포함하며,

접촉 부재(120)는 가요성 벽(110b)의 내부 표면의 비-접촉 부분(116a)으로부터 떨어지게 포지셔닝된다.

B2. 단락 B1의 가압가능한 툴링 디바이스(100)가 또한 제공되며, 여기서, 접촉 부재(120)는 투과성이다.

B3. 단락 B2의 가압가능한 툴링 디바이스(100)가 또한 제공되며, 여기서, 접촉 부재(120)는 압축성이다.

B4. 단락 B3의 가압가능한 툴링 디바이스(100)가 또한 제공되며, 여기서, 접촉 부재(120)는 오픈-셀 폼(122) 및 스프링(124)으로 구성된 그룹으로부터 선택된다.

B5. 단락 B1의 가압가능한 툴링 디바이스(100)가 또한 제공되며, 여기서, 접촉 부재(120)는 내부 표면의 접촉 부분(116b)에 부착된다.

B6. 단락 B1의 가압가능한 툴링 디바이스(100)가 또한 제공되며, 여기서, 내부 표면의 접촉 부분(116b)에 접촉하는 접촉 부재(120)의 표면은 비-평면이다.

B7. 단락 B1의 가압가능한 툴링 디바이스(100)가 또한 제공되며, 여기서, 가요성 벽(110b)은 탄성중합체 재료로 형성된다.

B8. 단락 B1의 가압가능한 툴링 디바이스(100)가 또한 제공되며, 이 가압가능한 툴링 디바이스(100)는, 제어기(180) 및 밸브(130)를 더 포함하며, 제어기(180)는 브래더(111) 내부의 압력을 제어하기 위해 밸브(130)에 통신가능하게 커플링된다.

B9. 단락 B8의 가압가능한 툴링 디바이스(100)가 또한 제공되며, 이 가압가능한 툴링 디바이스(100)는, 제어기(180)에 통신가능하게 커플링된 센서(186)를 더 포함하며, 센서(186)는 압력 센서(186), 온도 센서(186), 및 시각 센서(186)로 구성된 그룹으로부터 선택되며, 제어기(180)는 센서(186)로부터의 입력에 기반하여 브래더(111) 내부의 압력을 제어하도록 구성된다.

B10. 단락 B1의 가압가능한 툴링 디바이스(100)가 또한 제공되며, 이 가압가능한 툴링 디바이스(100)는, 제어기(180) 및 후방 지지부(170)를 더 포함하며, 제어기(180)는 접촉 부재(120)의 압축을 제어하기 위해 후방 지지부(170)에 통신가능하게 커플링된다.

[0092] 삭제

[0093] 삭제

[0094] 삭제

[0095] 삭제

[0096] 삭제

[0097] 삭제

[0098]	삭제
[0099]	삭제
[0100]	삭제
[0101]	삭제
[0102]	삭제
[0103]	삭제
[0104]	삭제
[0105]	삭제
[0106]	삭제
[0107]	삭제
[0108]	삭제
[0109]	삭제
[0110]	삭제
[0111]	삭제
[0112]	삭제
[0113]	삭제
[0114]	삭제
[0115]	삭제

[0116]	삭제
[0117]	삭제
[0118]	삭제
[0119]	삭제
[0120]	삭제
[0121]	삭제
[0122]	삭제
[0123]	삭제
[0124]	삭제
[0125]	삭제
[0126]	삭제
[0127]	삭제
[0128]	삭제
[0129]	삭제
[0130]	삭제
[0131]	삭제
[0132]	삭제
[0133]	삭제

[0134]	삭제
[0135]	삭제
[0136]	삭제
[0137]	삭제
[0138]	삭제
[0139]	삭제
[0140]	삭제
[0141]	삭제
[0142]	삭제
[0143]	삭제
[0144]	삭제
[0145]	삭제
[0146]	삭제
[0147]	삭제
[0148]	삭제
[0149]	삭제
[0150]	삭제
[0151]	삭제

[0152] 삭제

[0153] 삭제

[0154] 삭제

[0155] 삭제

[0156] 삭제

[0157] 삭제

[0158] 삭제

[0159] 삭제

[0160] 삭제

[0161] 삭제

[0162] 삭제

[0163] 삭제

[0164] 삭제

[0165] 삭제

[0166] 삭제

[0167] 삭제

[0169] **결론**

[0170] 전술된 개념들이 이해의 명료성의 목적들을 위해 상당히 상세히 설명되었지만, 위의 개시내용을 읽은 이후에, 첨부된 청구항들의 범위 내에서 소정의 변화들 및 수정들이 실시될 수 있다는 것이 자명할 것이다. 프로세스들 및 시스템들을 구현하는 많은 대안적인 방법들이 있다는 것이 주목되어야 한다. 그에 따라서, 본 예들은 제한

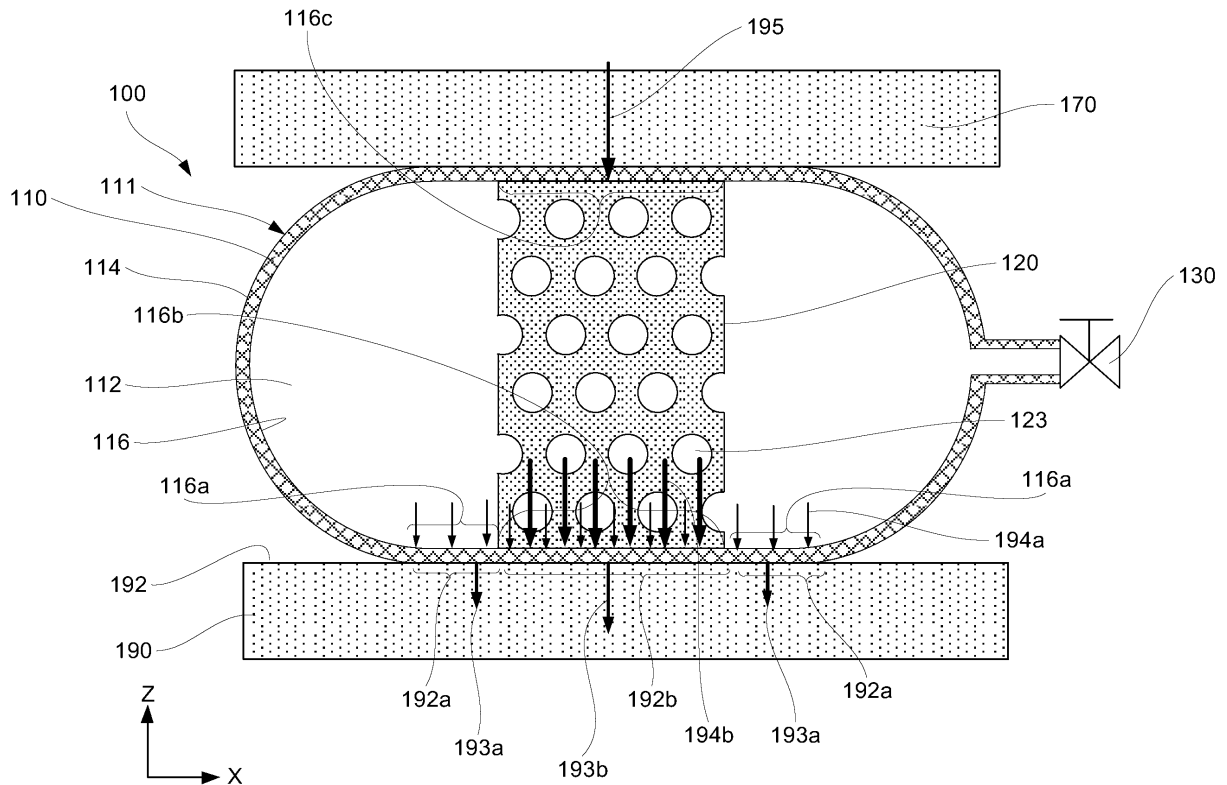
적인 것이 아니라 예시적인 것으로서 간주되어야 한다.

[0171]

위의 설명에서는, 많은 특정 세부사항들이, 이들 상세들 중 일부 또는 전부 없이 실시될 수 있는 개시된 개념들의 완전한 이해를 제공하기 위해 제시된다. 다른 사례들에서, 본 개시내용을 불필요하게 모호하게 하는 것을 방지하기 위해, 알려진 디바이스들 및/또는 프로세스들의 세부사항들은 생략되었다. 일부 개념들이 특정 예들과 함께 설명될 것이지만, 이들 예들이 제한적인 것으로 의도되지 않는다는 것이 이해될 것이다.

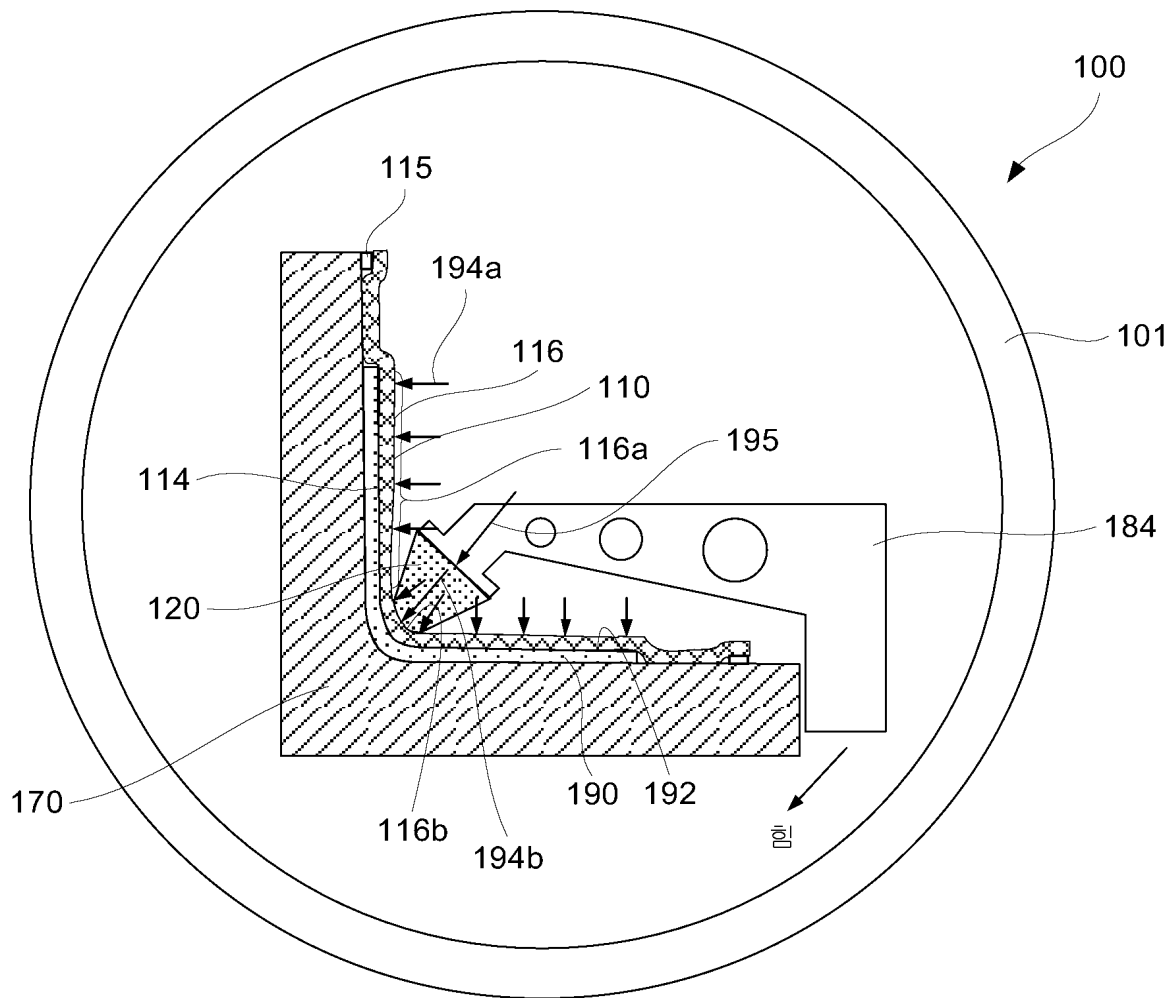
## 도면

### 도면1a

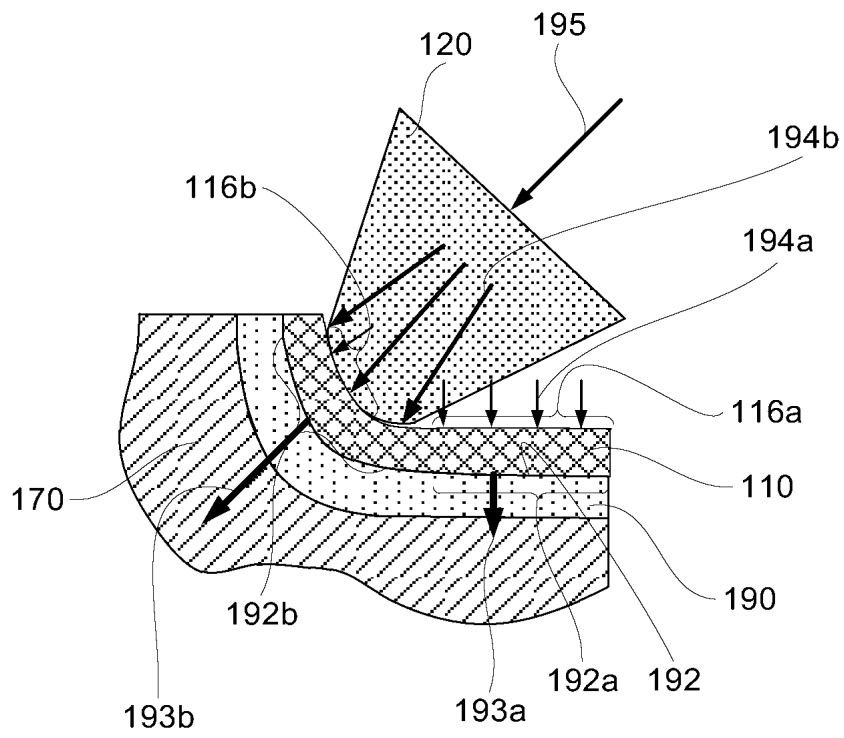




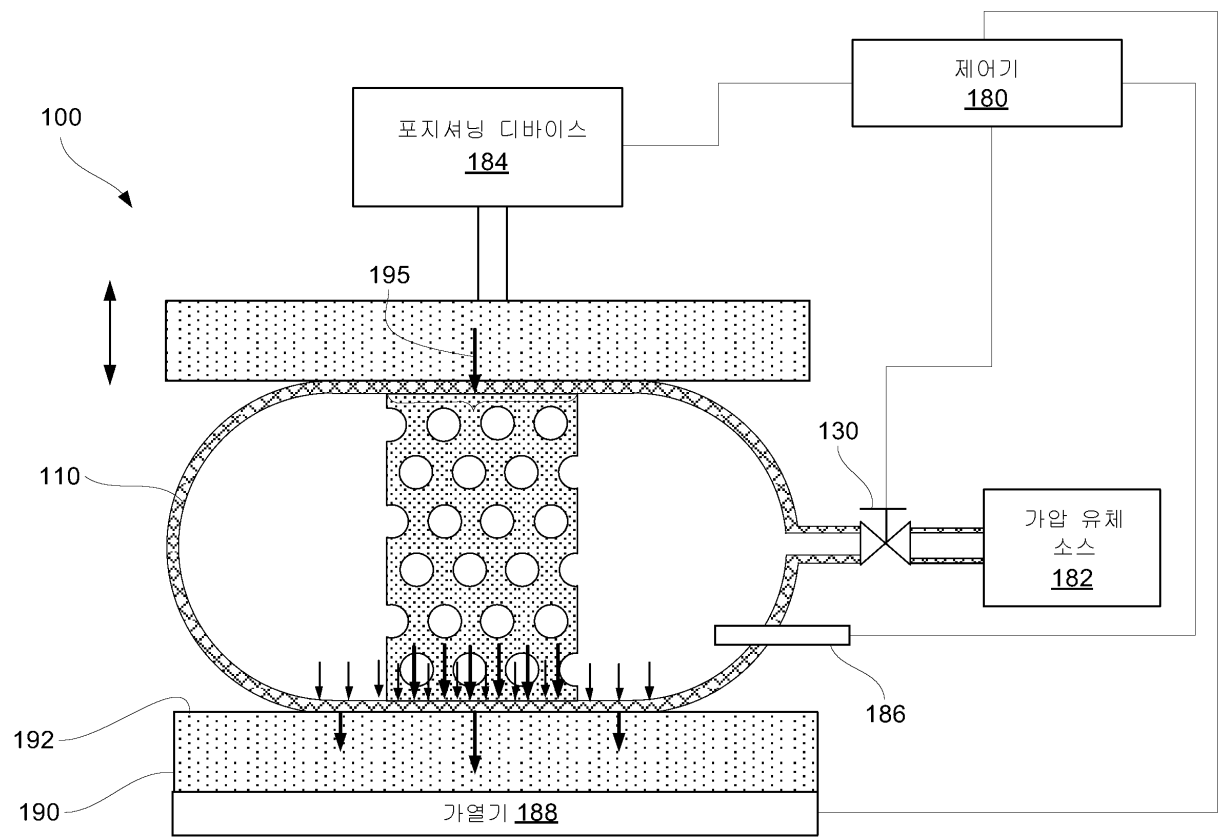
도면1b



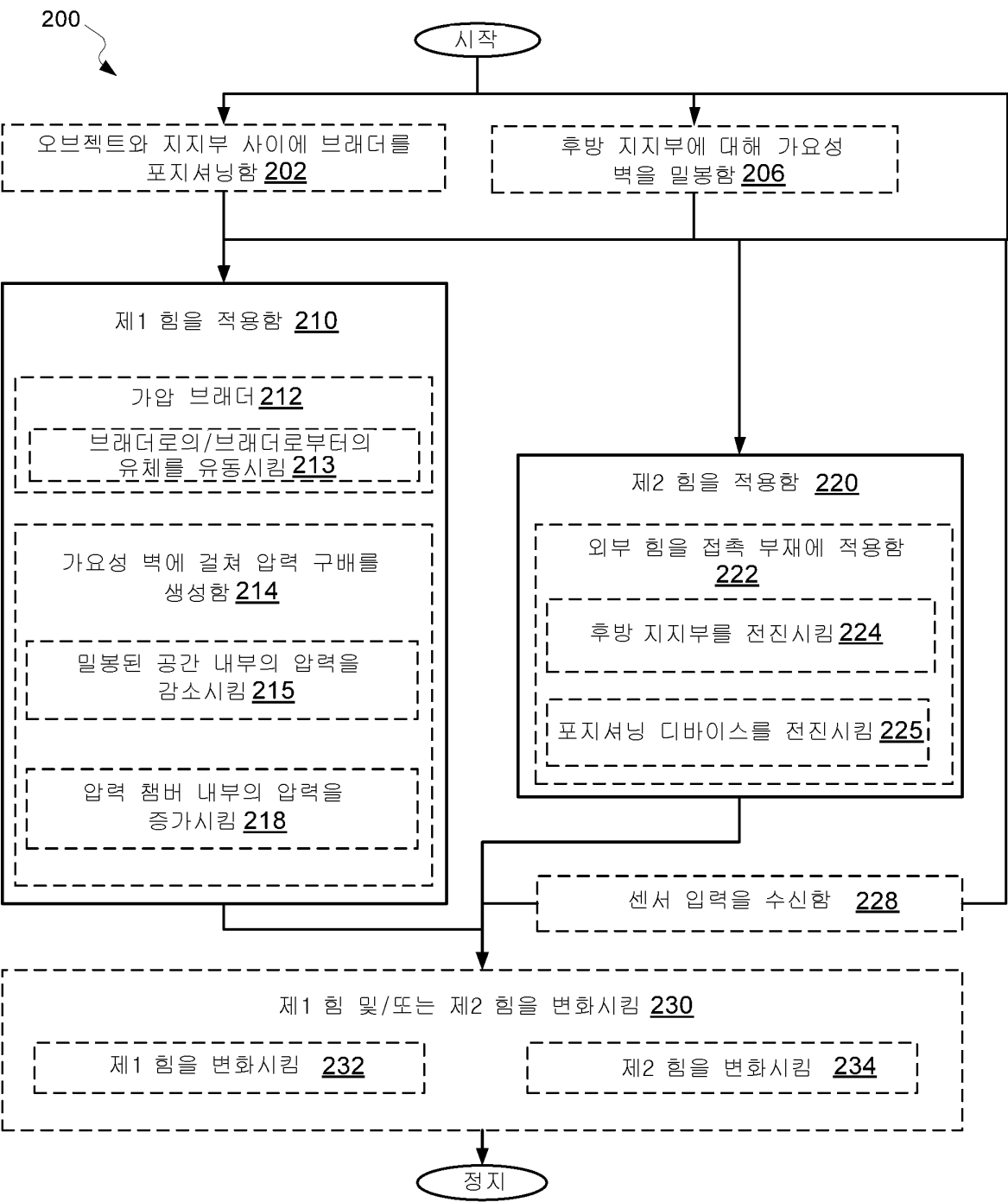
도면1c



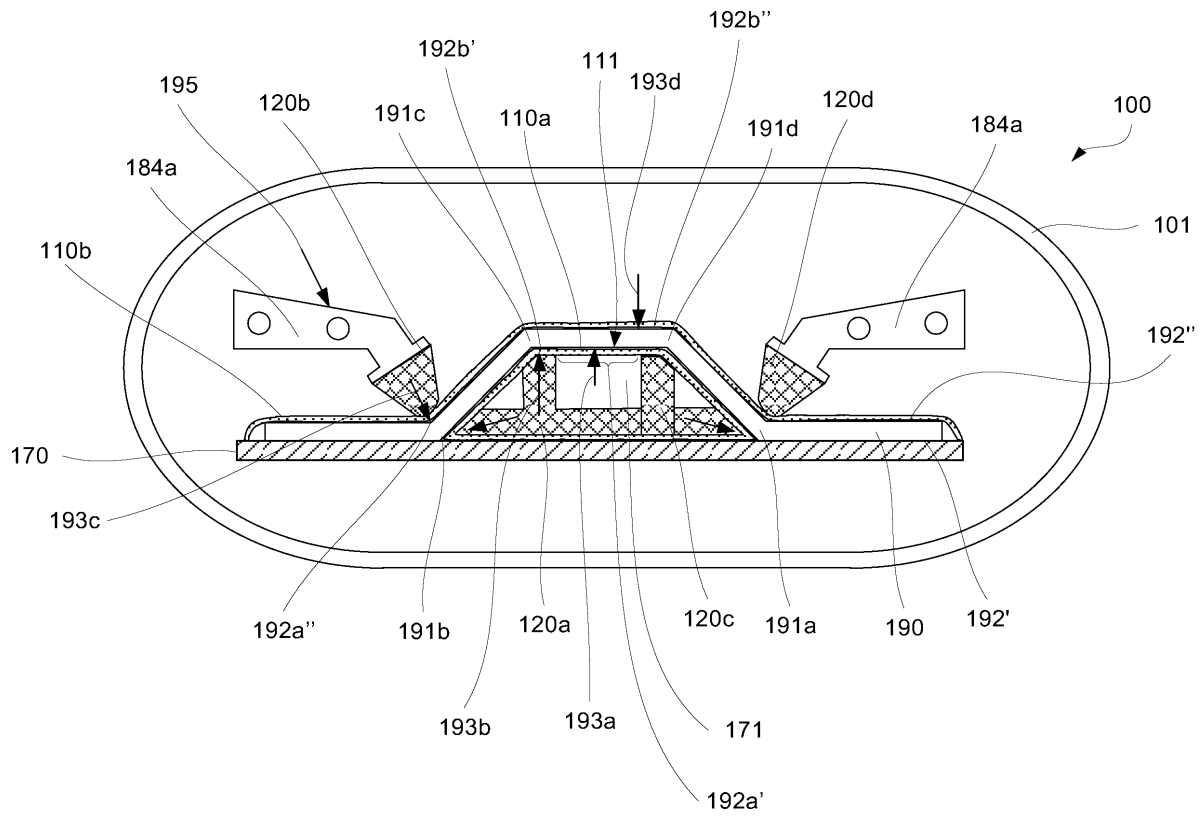
도면1d



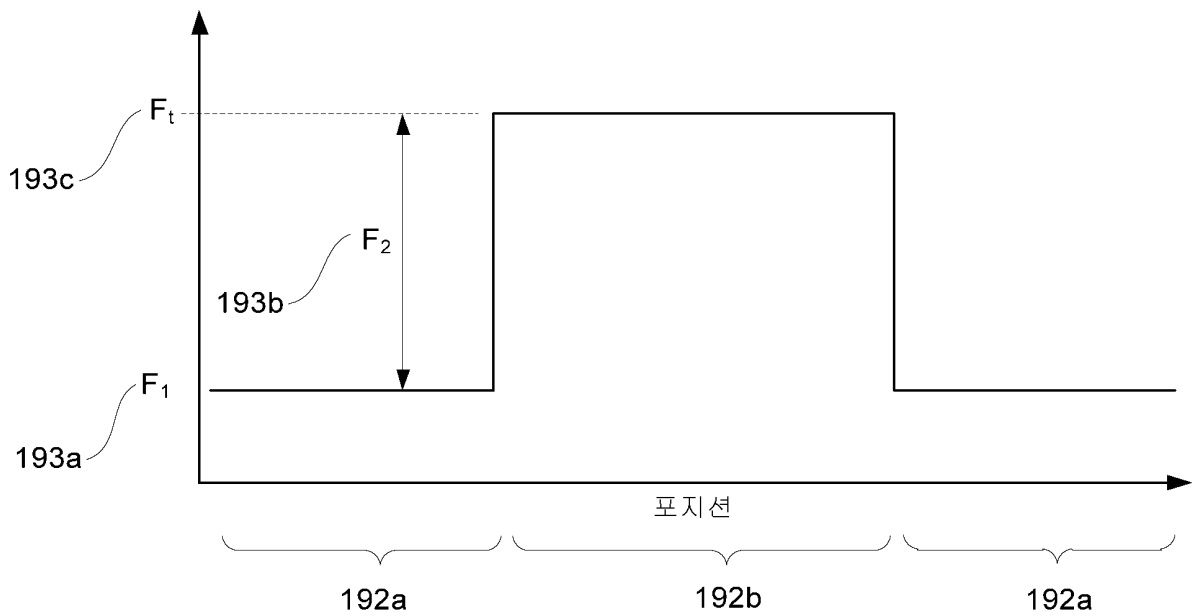
도면2



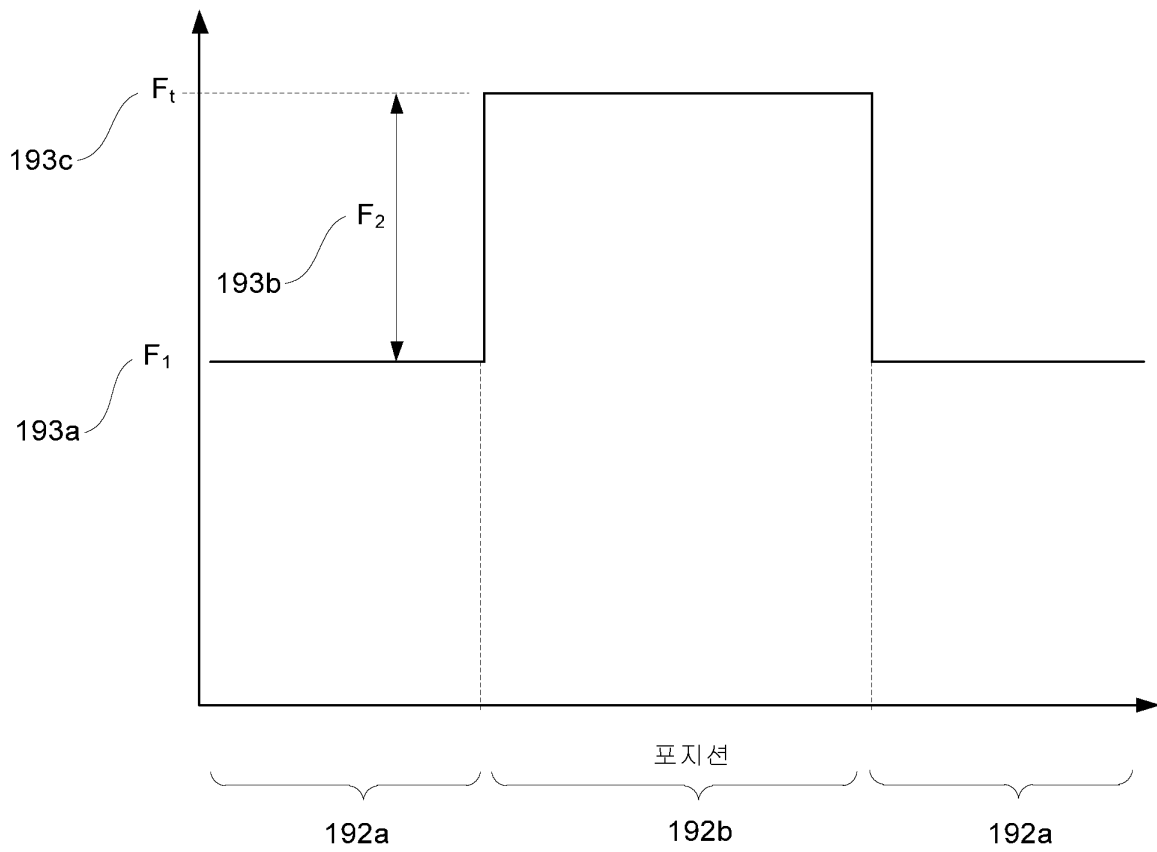
도면3



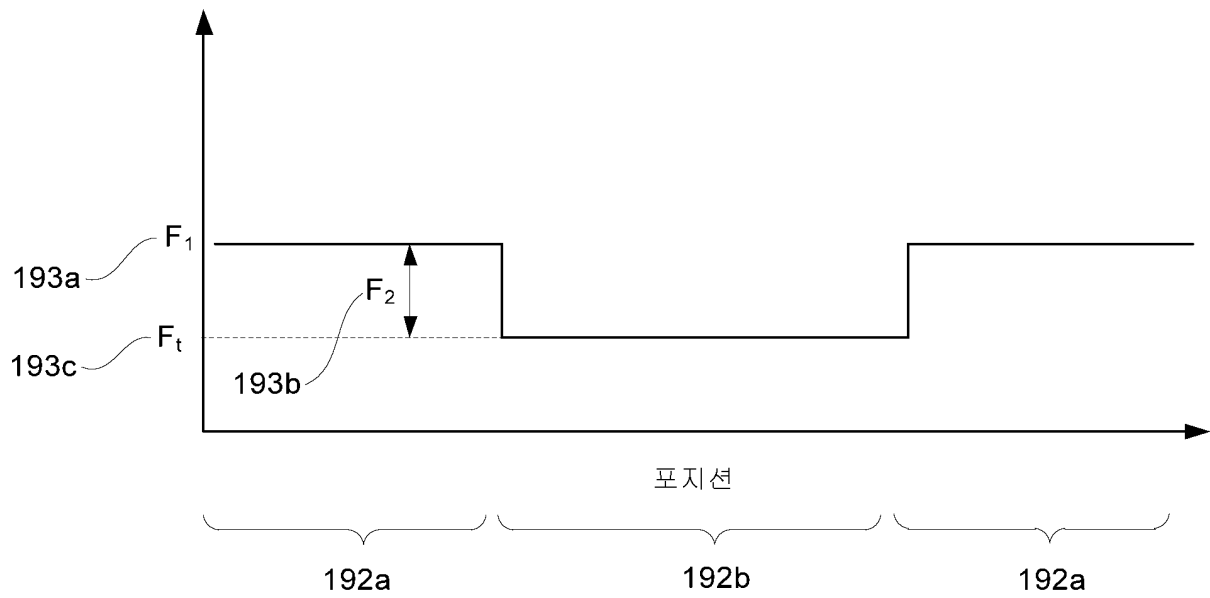
도면4a



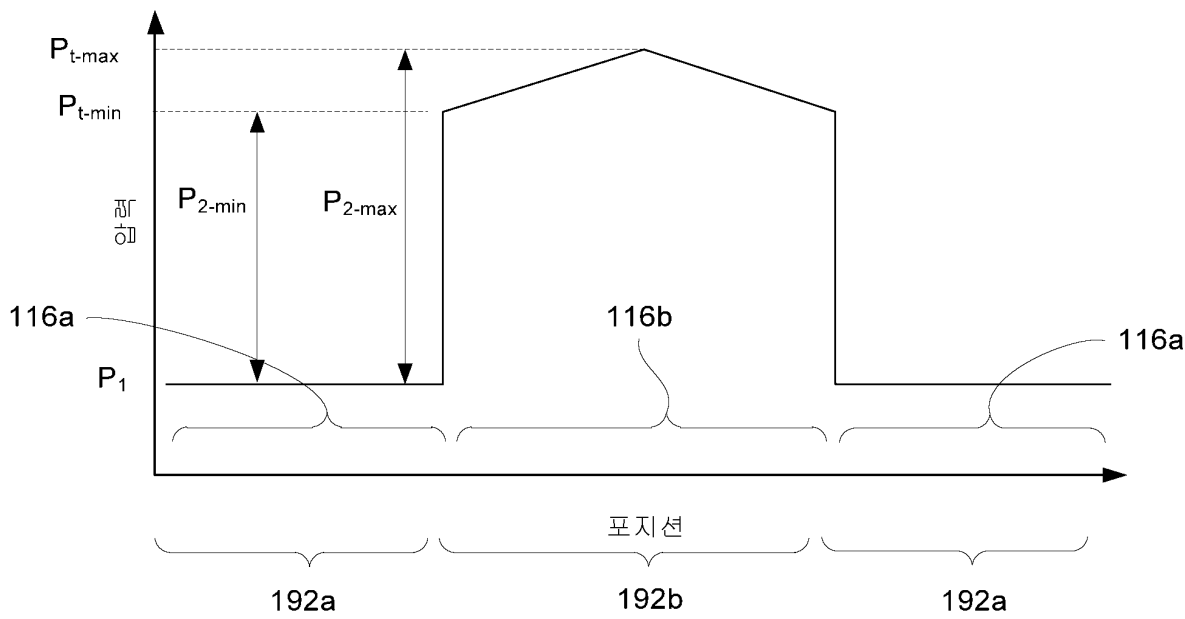
도면4b



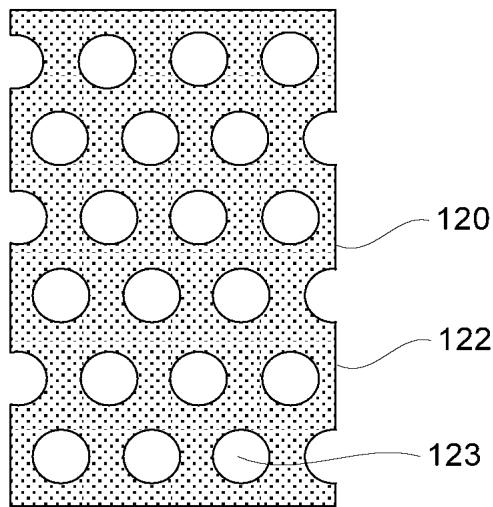
도면4c



도면4d

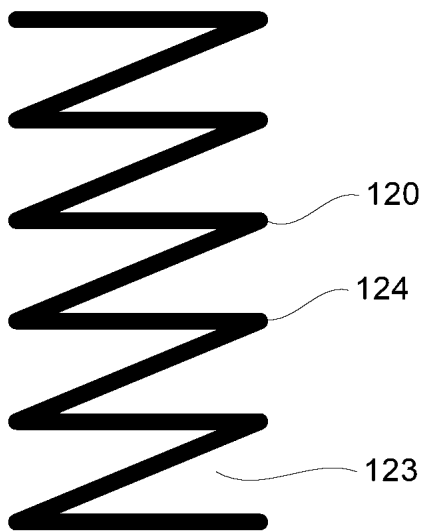


도면5a





도면5b



도면5c

