



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월23일

(11) 등록번호 10-2412824

(24) 등록일자 2022년06월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B29C 65/08* (2006.01) *B29C 65/00* (2018.01)  
*B29C 65/34* (2006.01) *B29C 65/74* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*B29C 65/08* (2013.01)  
*B29C 65/3412* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7032305(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2013년06월12일  
 심사청구일자 2021년10월07일
- (85) 번역문제출일자 2021년10월07일
- (65) 공개번호 10-2021-0125120
- (43) 공개일자 2021년10월15일
- (62) 원출원 특허 10-2015-7000722  
 원출원일자(국제) 2013년06월12일  
 심사청구일자 2018년06월07일
- (86) 국제출원번호 PCT/CH2013/000102
- (87) 국제공개번호 WO 2013/185251  
 국제공개일자 2013년12월19일
- (30) 우선권주장  
 61/659,547 2012년06월14일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
 JP2012506265 A
- (73) 특허권자  
 부트벨딩 에스아  
 스위스, 체하-6362 슈탄스타트, 뮐레바흐 2
- (72) 발명자  
 마이어, 외르크  
 스위스, 체하-5702 니이더렌즈, 레르헨베크 6  
 애슬리만, 마르셀  
 스위스, 체하-2514 리게르쯔, 도르프가쎄 65
- (74) 대리인  
 민영준

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 이새봄

(54) 발명의 명칭 재료를 보강하기 위한 방법 및 조립체

## (57) 요약

본 발명의 실시 형태에 따르면, 보강 방법이 제공되며, 여기에서 열가소성 보강 요소의 보강 재료가 액화되고 다공성 재료 내로 가압되어 다공성 재료를 보강하도록 보강 요소가 공구에 의해 기계적 에너지 충격과 기계적 압력을 받는다. 실시 형태에서, 적어도 하나의 축방향 깊이에서, 보강 요소는 이러한 축방향 깊이에서 초기 개구의 원주 방향 벽이 제1 영역에서 보강 요소와 접촉하고 제2 영역에서 보강 요소와 접촉하지 않도록 원주 방향 각도의 함수로서 세그먼트화된다.

대표도 - 도2a

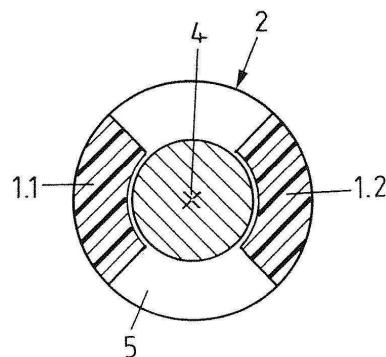


Fig. 2a

(52) CPC특허분류

*B29C 65/3476* (2013.01)  
*B29C 65/7437* (2013.01)  
*B29C 65/7443* (2013.01)  
*B29C 66/02242* (2013.01)  
*B29C 66/032* (2013.01)  
*B29C 66/1122* (2013.01)  
*B29C 66/3022* (2013.01)  
*B29C 66/30326* (2013.01)  
*B29C 66/304* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기계 공학 또는 건설 분야에서 물체를 보강하기 위한 방법으로서, 상기 방법은

- 물체 내에 초기 개구(203)를 제공하는 단계;
- 열가소성 보강 요소(1)와 공구(3)를 제공하는 단계;
- 보강 요소를 초기 개구 내에 배치하고, 공구를 보강 요소의 면과 접촉하도록 배치하며, 에너지가 공구에 결합되는 동안 그리고 공구와 보강 요소의 액화 계면의 주연부가 개구(203) 내에 있는 동안 공구를 면에 가압시키는 단계;
- 이에 의해 액화 계면(들)에서 보강 요소의 재료를 액화시켜 액화된 재료를 생성하고, 보강 요소에 대한 공구의 상대 운동을 유발하며, 액화된 재료의 일부분이 물체의 세공 및/또는 캐비티 내로 침투하게 하는 단계;
- 액화된 재료가 경화되어 보강 재료가 되도록 허용하는 단계; 및
- 공구를 제거하는 단계

를 포함하고,

- 액화 계면에서 보강 요소의 전체 단면이 액화되고;
- 상기 방법은 상기 공구를 면에 가압시키는 단계 중에 대향력을 가하기 위해 보조 요소(2)를 제공하는 것을 추가로 포함하며,

하기의 조건, 즉

- A. 가압력과 에너지를 공구에 결합시키는 단계 중에, 외측 보호 요소(96)가 공구(3)를 적어도 부분적으로 둘러싸고 공구가 상기 물체와 접촉하는 것을 국소적으로 방지하는 조건으로서, 상기 외측 보호 요소(96)는 상기 열가소성 보강 요소와 다르고 상기 보조 요소와도 다른 조건;
- B. 보강 요소(1)가 슬리브형이고, 슬리브 벽의 외부 측면 및/또는 내부 측면에 적어도 1개의 홈을 포함하거나 슬리브 벽의 외부 측면에서 내부 측면까지 관통 구멍인 적어도 하나의 구멍을 포함하며, 상기 구멍의 외부 가장자리는 외부 표면에서 폐쇄 루프(closed loop)를 형성하고 상기 구멍의 내부 가장자리는 측벽의 내부 표면에서 폐쇄 루프를 형성하는 조건;
- C. 가압력과 에너지를 공구에 결합시키는 단계 중에, 텔레스코핑 영역에서, 공구의 일부분이 보조 요소(2)의 일부분을 둘러싸거나 또는 보조 요소의 일부분이 공구를 둘러싸고, 공구 및 보조 요소 중 적어도 하나가 공구 및 보조 요소 중 다른 하나를 향하는 적어도 하나의 돌출부(21, 54, 55, 81, 82)를 포함하며, 이에 의해, 텔레스코핑 영역에서, 적어도 하나의 돌출부와 상이한 위치에서 공구와 보조 요소 사이의 접촉이 방지되는 조건;
- D. 가압력과 에너지를 공구에 결합시키는 단계 중에, 공구(3)가 원위 방향을 향해 가압되고, 공구가 돌출 특징부를 형성하는 원위 확장부(71)를 포함하며, 상기 돌출 특징부는 상기 돌출 특징부의 근위의 위치에서 상기 공구와 상기 물체 사이의 접촉을 방지하는 조건

중 적어도 하나가 충족되는 것을 특징으로 하는, 물체를 보강하기 위한 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

액화 계면(들)에서 액화되지 않은 보강 요소의 부분이 공구의 제거 후 물체 내에 또는 그것에 연결되어 남아 있지 않은 것을 특징으로 하는, 물체를 보강하기 위한 방법.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

공구(3)의 반경 방향 연장 범위가 보강 요소의 외측 반경 방향 연장 범위와 동일하거나 그것보다 크도록 선택되는 것을 특징으로 하는, 물체를 보강하기 위한 방법.

#### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

공구의 반경 방향 연장 범위가 초기 개구의 내경보다 최대 10%만큼 작도록 선택되는 것을 특징으로 하는, 물체를 보강하기 위한 방법.

#### 청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

보강 요소의 면은 원위 면이고, 공구는 근위 방향 지향 표면 부분을 포함하며, 액화 계면은 보강 요소의 원위 면과 공구의 근위 방향 지향 표면 부분 사이의 계면이고, 가압시키는 단계 중에, 공구는 근위 방향을 향해 끌어당겨지는 것을 특징으로 하는, 물체를 보강하기 위한 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

공구는 적어도 하나의 반경 방향으로 돌출되는 블레이드(95)를 포함하도록 선택되는 것을 특징으로 하는, 물체를 보강하기 위한 방법.

#### 청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

하기의 조건, 즉

- 적어도 하나의 축방향 깊이에서, 이러한 축방향 깊이에서 초기 개구의 원주 방향 벽이 제1 영역에서 보강 요소와 접촉하고 제2 영역에서 보강 요소와 접촉하지 않도록 보강 요소(1)가 원주 방향 각도의 함수로서 세그먼트화되는 조건;
- 결과적으로 생성된 라이닝된 개구의 적어도 하나의 축방향 깊이에서, 보강 재료가 원주 방향 각도의 함수로서 세그먼트화되는 조건;
- 결과적으로 생성된 라이닝된 개구에서, 보강 재료가 서로 축방향으로 이격된 적어도 2개의 보강된 영역에 제공되고, 2개의 보강된 영역 사이에 비-보강된 영역이 있는 조건;
- 보강 요소가 회전 실린더의 대칭을 갖지 않고 임의의 축을 중심으로 하는 회전에 대해 비대칭인 조건;
- 공구가 보강 요소의 외측 연장 범위를 넘어 돌출되는 그리고 액화된 열가소성 재료의 유동을 소정 방위각으로 제한하는 적어도 하나의 반경 방향으로 돌출되는 블레이드(95)를 포함하는 조건

중 적어도 하나가 충족되는 것을 특징으로 하는, 물체를 보강하기 위한 방법.

#### 청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

공구를 면에 가압시키는 단계 중에 대향력을 가하기 위해 보조 요소(2)가 사용되는 것을 특징으로 하는, 물체를 보강하기 위한 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

보조 요소(2)는 원위 풋(6)을 포함하며, 가압시키는 단계 중에, 공구는 원위 방향을 향해 가압되고, 상기 보강 요소(1)는 상기 공구와 상기 풋 사이에서 압축되며, 액화된 재료의 일부분이 상기 물체의 구조체 내로 침투하게

하는 단계 후에, 상기 보조 요소가 제거되는 것을 특징으로 하는, 물체를 보강하기 위한 방법.

#### 청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서,

공구는 원위 확장부(92)를 포함하고, 보강 요소의 면은 원위 단부 면이며, 가압시키는 단계 중에, 인장력이 공구에 결합되는 것을 특징으로 하는, 물체를 보강하기 위한 방법.

#### 청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서,

액화 계면에서 상기 공구는 만곡형 또는 테이퍼형인 것을 특징으로 하는, 물체를 보강하기 위한 방법.

#### 청구항 12

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 에너지는 상기 공구에 결합되는 기계적 진동 에너지인 것을 특징으로 하는, 물체를 보강하기 위한 방법.

#### 청구항 13

기계 공학 또는 건설 분야에서 다공성 재료를 보강하기 위한 조립체로서,

- 보강 요소 접촉면을 갖는 열가소성 보강 요소;
- 공구 접촉면을 갖는 공구로서, 상기 보강 요소 접촉면에 가압가능한 공구; 및
- 보조 요소 접촉면을 갖는 보조 요소(2)

를 포함하고,

- 공구 및 보조 요소 중 하나는 안내 샤프트를 구비하고, 보강 요소는 안내 샤프트를 적어도 부분적으로 둘러싸고 공구 접촉면과 보조 요소 접촉면 사이에서 압축가능하며,

- 공구의 최대 반경 방향 연장 범위는 보강 요소의 최대 반경 방향 연장 범위와 동일하거나 그것보다 크고,

보조 요소, 공구 및 보강 요소는 공구와 보강 요소 접촉면 사이의 계면에서 보강 요소의 전체 단면이 액화가능하도록 서로 맞추어지며,

- 상기 보조 요소는 보강 요소 접촉면에 공구를 가압시키는 단계 중에 대향력을 가하도록 설계되며,

하기의 조건, 즉

A. 상기 조립체는 외측 보호 요소(96)를 추가로 포함하고, 상기 외측 보호 요소(96)는 상기 열가소성 보강 요소와 다르고 상기 보조 요소와도 다르며, 상기 외측 보호 요소(96)는 상기 공구(3)를 적어도 부분적으로 둘러싸고 공구가 상기 다공성 재료와 접촉하는 것을 국소적으로 방지하도록 배치되는 조건;

B. 보강 요소(1)가 슬리브형이고, 슬리브 벽의 외부 측면 및/또는 내부 측면에 적어도 1개의 홈을 포함하거나 슬리브 벽의 외부 측면에서 내부 측면까지 관통 구멍인 적어도 하나의 구멍을 포함하며, 상기 구멍의 외부 가장자리는 외부 표면에서 폐쇄 루프(closed loop)를 형성하고 상기 구멍의 내부 가장자리는 측벽의 내부 표면에서 폐쇄 루프를 형성하는 조건;

C. 상기 조립체는 텔레스코핑 영역을 포함하고, 상기 텔레스코핑 영역에서 공구의 일부분이 보조 요소(2)의 일부분을 둘러싸거나 또는 보조 요소의 일부분이 공구를 둘러싸고, 공구 및 보조 요소 중 적어도 하나가 공구 및 보조 요소 중 다른 하나를 향하는 적어도 하나의 돌출부(21, 54, 55, 81, 82)를 포함하며, 이에 의해, 텔레스코핑 영역에서, 적어도 하나의 돌출부와 상이한 위치에서 공구와 보조 요소 사이의 접촉이 방지되는 조건;

D. 상기 공구(3)는 원위 방향을 향해 가압가능하고, 상기 공구는 돌출 특징부를 형성하는 원위 확장부(71)를 포함하며, 상기 돌출 특징부는 상기 돌출 특징부의 근위의 위치에서 상기 공구와 상기 다공성 재료 사이의 접촉을 방지하는 조건

중 적어도 하나가 충족되는 것을 특징으로 하는, 다공성 재료를 보강하기 위한 조립체.

## 청구항 14

제13항에 있어서,

공구는 적어도 하나의 반경 방향으로 돌출되는 블레이드(95)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 다공성 재료를 보강하기 위한 조립체.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 기계 공학, 재료 과학 및 건설, 특히 재료 공학, 건축 산업, 목재 건설, 가구 산업 및 기계 구조물 분야에 관한 것이다. 특히, 그것은 재료를 보강하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 스크류 또는 다른 결합 요소가 재료, 특히 다공성 재료, 예를 들어 목재 복합재[칩 보드(chipboard), 파티클 보드(particle board), 배향성 스트랜드 보드(oriented strand board) 등과 같은], 카드보드, 콘크리트, 벽돌, 플라스터(plaster), 석재(사암과 같은), 경질 커버 층과 이러한 커버 층 사이의 비교적 더 연질의 충전재를 포함하는 샌드위치 구조물, 또는 산업용 발포체 내에 고정되면, 흔히 불충분한 재료 안정성 또는 다공성 재료 내의 고정의 불충분한 안정성의 문제가 발생한다. 특히, 복합 재료에서, 결합 요소에 작용하는 임의의 하중이 다만 몇 안 되는 칩 또는 입자 또는 스트랜드 또는 세공(pore) 벽으로 전달되어, 결합 요소-재료 연결의 하중 지지 능력 및 그것의 장기 안정성 둘 모두에 대해 불리한 결과를 가져온다. 다공성 재료가 결합 요소에 대한 하중 지지 연결과는 다른 목적을 위해, 예를 들어 그러한 재료에 전기 전도 및/또는 열 전도 연결하기 위해 라 이닝되도록 의도될 때 유사한 문제가 발생한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은 다공체-고체 전이(porous-solid transition)를 제공하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0004] 특히, 목적은 다공성 재료 내의 스크류 또는 다른 결합 요소의 개선된 고정 안정성을 제공하는 것이다. 특별한 목적은 스크류 또는 핀과 같은 결합 요소의 추후 삽입을 위해 재료를 열가소성 재료로 보강하는 방법을 제공하는 것이다.

[0005] 또 다른 목적은 물품을 기계적으로 고정시키기 위한 그리고/또는 전기 및/또는 열 전도체의 역할을 하기 위한 결합 요소와 같은 또 다른 부품에 대한 재료의 하중 지지 또는 비-하중 지지 연결을 위한 다공성 재료의 개선된 보강을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 또 다른 목적은 상응하는 장치를 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 본 명세서에서, 용어 "다공성(porous)" 재료는 일반적으로 발포체와 같은, 세공 또는 빈(단지 가스 또는 액체에 의해 충전됨) 인공의/기계가공된 또는 구조적으로 한정된 캐비티를 갖춘 재료를 지칭할 수 있다. 용어 "다공성"은 또한 경질의 제1 구성요소와 제1 구성요소의 세공 내의 보다 연질의 제2 구성요소를 구비하는 재료로서, 국소화된 압력이 다공성 재료에 인가되면 제2 구성요소가 적어도 부분적으로 세공 밖으로 변위가능하고/변위가능하거나 세공 내에서 압축가능한 재료를 지칭한다.

[0008] 본 명세서에서, "결합 요소(joining element)"는 일반적으로 물체 내에 고정되고/고정되거나 물체의 표면에 연결되는 요소를 지칭한다. 그것은 기계적, 열적 및/또는 전기적 접촉을 위해 다른 물품을 물체에 결합시키는 역할을 할 수 있다. 그것은 추가적으로 또는 대안적으로 마킹, 장식, 장착 등과 같은 다른 기능적인 목적을 위해 사용될 수 있다.

[0009] 본 발명의 제1 태양에 따르면, 다공체-고체 연결(porous-solid connection)을 제공하는 방법 및 상응하는 조립체가 제공된다.

- [0010] 제1 태양의 방법에 따르면, 보강 방법은:
- [0011] - 다공성 재료 내에 초기 개구를 제공하는 단계;
- [0012] - 열가소성 보강 요소와 공구를 제공하는 단계;
- [0013] - 보강 요소를 초기 개구 내에 배치하고, 공구를 보강 요소의 단부 면과 접촉하도록 배치하며, 에너지가 공구에 결합되는 동안 그리고 공구와 보강 요소의 액화 계면의 주연부가 개구 내에 있는 동안 공구를 단부 면에 가압시키는 단계;
- [0014] - 이에 의해 액화 계면(들)에서 보강 요소의 열가소성 재료를 액화시켜 액화된 재료를 생성하는 단계;
- [0015] - 액화된 열가소성 재료의 일부분이 다공성 재료의 구조체 내로 침투하게 하는 단계;
- [0016] - 액화된 열가소성 재료가 경화되어 보강 재료가 되도록 허용하는 단계; 및
- [0017] - 공구를 제거하는 단계
- [0018] 를 포함하고,
- [0019] 하기의 조건, 즉
- [0020] a. 적어도 하나의 축방향 깊이에서, 이러한 축방향 깊이에서 초기 개구의 원주 방향 벽이 제1 영역에서 보강 요소와 접촉하고 제2 영역에서 보강 요소와 접촉하지 않도록 보강 요소가 원주 방향 각도의 함수로서 세그먼트화되는 조건;
- [0021] b. 결과적으로 생성된 보강된 개구의 적어도 하나의 축방향 깊이에서, 보강 재료가 원주 방향 각도의 함수로서 세그먼트화되는 조건;
- [0022] c. 결과적으로 생성된 보강된 개구에서, 보강 재료가 서로 축방향으로 이격된 적어도 2개의 보강된 영역에 제공되고, 2개의 보강된 영역 사이에 비-보강된 영역이 있는 조건;
- [0023] d. 보강 요소가 회전 실린더의 대칭을 갖지 않고 임의의 축을 중심으로 하는 회전에 대해 비대칭인 조건;
- [0024] e. 공구가 보강 요소의 외측 연장 범위를 넘어 돌출되는(그리고 가능하게는 초기 개구의 원주 방향 벽을 넘어 다공성 재료 내로 돌출되는) 그리고 액화된 열가소성 재료의 유동을 소정 방위각으로 제한하는 적어도 하나의 반경 방향으로 돌출되는 블레이드를 포함하는 조건
- [0025] 중 적어도 하나가 충족된다.
- [0026] 또한, 본 발명의 제1 태양에 따르면, 보강 요소와 공구를 포함하는 조립체가 제공되며, 이때 조립체는 전술된 방법을 수행할 수 있다.
- [0027] 본 명세서에서, 제1 태양 및 이하에 기술되는 제2 태양의 실시 형태는 때때로 세그먼트화된 보강의 실시 형태로 지칭된다.
- [0028] 초기 개구는 다공성 재료 내의 드릴링된 또는 천공된 구멍일 수 있거나, 다른 재료 제거 단계에 의해 다공성 재료에 형성되었을 수 있다. 대안적으로, 초기 개구는 재료 형성 단계에서, 예를 들어 다공성 재료를 포함하는 물체를 형상화하는 중에, 예를 들어 주조, 성형 또는 임의의 다른 재료 형상화 공정에 의해 제공되었을 수 있다. 또 다른 가능성에 따르면, 초기 개구는 이하에서 더욱 상세히 설명되는 바와 같이 기계적 진동에 의해 동력을 공급받는 공구에 의해 형성될 수 있다.
- [0029] 공구의 제거 후에, 다공성 재료 내에 보강된 개구가 있을 것이며, 이러한 개구 내에 기계적 결합 요소(스크류와 같은) 또는 다른 결합 요소, 예를 들어 열 및/또는 전기 접점이 추후 단계에서 고정될 수 있다. 보강된 개구는 초기 개구의 측벽 내에 고정되는 보강 재료로 인해 단면의 잠재적인 약간의 감소를 갖고서 초기 개구에 상당할 수 있다. 대안적인 실시 형태에서, 보강된 개구가 적어도 소정 축방향 깊이에서(특히 더욱 근위의 위치에서) 초기 개구보다 큰 단면을 갖도록 초기 개구를 변형시키는 또 다른 단계가 방법의 일부일 수 있다. 그러나, 많은 실시 형태에서, 보강된 개구는 초기 개구보다 상당히 크지 않을 것이다.
- [0030] 예에서, 공구는 공구 샤프트와 근위측을 향하는 쇼울더를 형성하는 원위 확장부[풋(foot)]를 포함한다. 에너지가 공구에 결합되는 동안 공구를 근위 방향을 향해 끌어당김으로써 그리고/또는 보강 요소를 원위 방향을 향해 가압시킴으로써 쇼울더의 근위 방향 지향 표면이 보강 요소의 원위 단부 면에 가압될 수 있다. 이때, 액화 계

면은 요소의 원위 단부 면과 확장부의 근위 방향 지향 표면 사이의 계면이다. 이것에서, 보강 요소는 공구 샤프트의 주연부에 배치될 수 있고, 그것은 공구 샤프트를 적어도 부분적으로 둘러쌀 수 있다. 이때, 공구가 끌어당겨지는 동안 대항력(counter force)을 가하기 위해 그리고/또는 보강 요소를 전방으로 가압시키기 위해 상대 요소(counter element)가 사용될 수 있다. 그러한 상대 요소는 예를 들어 역시 공구 샤프트를 적어도 부분적으로 둘러싸는 부싱과 같이 형성될 수 있거나, 또는 그것은 또한 다른 형상, 예를 들어 공구 샤프트가 그것을 통과하는 구멍을 갖춘 판의 형상을 가질 수 있다.

[0031] 제1 태양의 다른 예에서, 또한 상대 요소의 역할을 할 수 있는 보조 요소가 보강 요소를 안내하기 위해 그리고/또는 대항력을 가하기 위해 사용된다. 보조 요소는 예를 들어 안내 샤프트와 근위측을 향하는 쇼울더를 형성하는 원위 확장부(뿔)를 포함할 수 있으며, 이때 공구가 원위 방향을 향해 가압될 때 보강 요소의 원위 단부 면이 쇼울더에 가압될 수 있다.

[0032] 하기에서, 액화 중에, 인장력이 공구에 결합되고, 원위 방향을 향하는 대항력이 - 예를 들어 상대 요소에 의해 - 보강 요소에 결합되는 본 발명의 실시 형태가 때때로 '후방(rearward)' 구성으로 지칭되는 한편, 공구가 밀어내어지는 구성이 '전방(forward)' 구성이다.

[0033] 후방 구성에서(이는 모든 실시 형태 및 태양과 관련됨), 특히 공구에 결합되는 에너지가 기계적 진동 에너지이면, 공구는 케이블과 케이블에 부착되는 원위 요소를 포함할 수 있으며, 이때 원위 요소는 보강 요소의 원위 방향-지향 원위 커플링-인(coupling-in) 면과 접촉할 수 있는 근위 방향-지향 커플링-아웃(coupling-out) 면을 형성한다. 그러한 구성은 강성 공구에 의한 접근이 어려운 상황에서도 또한 물체를 보강하는 것을 가능하게 하고, 기계적 에너지의 편향이 가능해진다. 유사하게, 케이블이 적어도 하나의 가요성 방사선 전도체를 포함하거나 형성하면, 방사 에너지도 또한 이러한 방식으로 편향될 수 있다.

[0034] 조건 a.에서, 제2 영역은 상당하다. 예를 들어, 전체 원주의 적어도 60°, 또는 적어도 100°, 또는 심지어 적어도 180°가 제2 영역에 의해 점유된다. 조건 a.는 표면이 보강 재료를 갖는 제1 영역에 더하여, 또한 보강 재료가 없는 연장된 제2 영역을 포함하는 것을 의미한다.

[0035] 조건 a.에서, 옵션에 따르면, 세그먼트화는 본질적으로 보강 요소의 전체 축방향 길이를 따라 진행되며, 즉 전체 축방향 길이를 따라 보강 재료가 없는(또는, 원주 방향 벽과 보강 요소 사이의 접촉이 없는) 원주 방향 각도가 있다. 특히, 보강 요소는 완전히 서로 분리되는 세그먼트를 포함할 수 있다. 대안적으로, 그러한 세그먼트는 예를 들어 근위 단부 및/또는 원위 단부에서 그것들을 연결하는 브리지 부분에 의해 연결될 수 있다. 그러한 브리지 부분은 상당하지 않도록 선택될 수 있으며, 즉 브리지 부분의 재료의 양은 브리지 부분 사이의 재료보다 훨씬 적도록(예를 들어 총량의 5% 미만 또는 3% 또는 2% 미만) 선택될 수 있다.

[0036] 조건 b.에서, 원주를 따른 보강된 영역과 보강되지 않은 영역 사이의 분포는 본 방법과 사용되는 장치에 의해 결정되며, 즉 조직적이다. 이는 사용되는 장치 및/또는 사용되는 방법이 세그먼트화가 의도적인 방식으로 달성되도록 선택됨을 의미하며; 대부분의 경우에(기하학적 제약이 이를 막지 않는 한), 조작자는 삽입축을 중심으로 적절한 배향을 선택함으로써 보강된 영역과 보강되지 않은 영역이 최종적으로 위치되도록 의도되는 곳에 영향을 미칠 수 있다.

[0037] 조건 b.를 충족시키는 방법은 제1 가능성에 따르면 조건 a.에 따른 세그먼트화된 보강 요소를 사용함으로써 달성될 수 있다. 제2 가능성에 따르면, 액화된 보강 재료가 다공성 재료 내로 침투하게 하는 단계 전에 형성되는 초기 개구는 보강된 개구의 기하학적 구조와 상이한 기하학적 구조를 가질 수 있다. 초기 개구는 예를 들어 보강된 개구와 상이한 대칭을 가질 수 있다. 액화된 보강 재료가 다공성 재료 내로 침투하게 하는 단계는 액화된 재료가 세그먼트화된 또는 비-세그먼트화된 방식으로 초기 개구의 측벽 내로 침투하게 하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 단계에 이어서, 보강 재료를 갖춘 다공성 재료가 제거되는 또 다른(초기 개구를 형성하는 것에 더하여) 재료 제거, 예를 들어 드릴링 단계가 수행되어, 보강된 개구가 조건 b.를 충족시킨다. 예를 들어, 보강 요소와 사용되는 공구[소노트로드(sonotrode) 및 가능하게는 보강 요소를 위한 안내 요소와 같은]는 상응하는 비-원형 대칭을 가질 수 있다.

[0038] 따라서, 보강 후 생성되는 보강된 개구는 제1 가능성에 따르면 보강된 영역에서 추가된 보강 재료를 갖춘 초기 개구 다공성 재료일 수 있다. 제1 가능성과 조합될 수 있는 제2 가능성에 따르면, 결과적으로 생성되는 개구는 보강 재료를 갖춘 다공성 재료를 구비하는 초기 개구 내로의 드릴링에 의해 생성될 수 있다. 예를 들어, 초기 개구는 개구축에 대해 회전 대칭을 갖지 않을 수 있고, 보강 재료를 다공성 재료 내로 가압시키는 공정 후에, 보강 재료를 갖춘 다공성 재료가 소정 영역에서 제거되도록 또 다른 개구 형성 단계(예를 들어 드릴링 단계)가



수행될 수 있다. 또 다른 개구 형성 단계는 드릴과 같은, 원형 실린더형 보어를 형성하는 공구에 의해 수행될 수 있다.

- [0039] 조건 b.는 예를 들어 세그먼트화된 소노트로드에 의해, 위의 제2 가능성에 따른 재료 제거에 의해, 또는 복수의 보강 요소를 사용하는 것과 같은 다른 수단에 의해 그리고 개구를 형성하기 전이나 개구를 형성한 후에 달성될 수 있다.
- [0040] 조건 c.에 대해, 예를 들어 전술된(세그먼트화가 있거나 없는) 또는 이하에 기술되는 바와 같은 보강 공정이 상이한 축방향 깊이에서 수행될 수 있다. 대안적으로, 근위측으로부터 접근가능한 개구를 갖춘 그리고 재료 출구 구멍을 갖춘 보조 요소가 사용될 수 있으며, 여기에서 재료 출구 구멍은 다공성 재료가 보강되는 위치를 규정한다. 다른 변형이 가능하다.
- [0041] 조건 c.에 따른 축방향 세그먼트화는 보강 공정이 재료에서의 특정 하중 또는 하중 전달 조건과 다공성 재료의 위치 특정적 특성에 맞추어질 수 있는 이점을 갖는다.
- [0042] 축방향 세그먼트화의 다른 적용에 따르면, 서로 축방향으로 이격되는 2개의 세그먼트화된 영역이 그것들 사이에 o-링 시일과 같은 밀봉 요소를 수용하기 위해 사용될 수 있다. 이때, 세그먼트화된 영역의 축방향 간격은 o-링 시일의 치수에 맞추어지며; 특히 그것은 o-링 시일의 직경보다 작다. 이러한 적용에 따르면, 특히, 개구의 보강된 섹션의 직경은 초기 개구의(그리고 보강되지 않은 섹션의) 직경보다 작으며, 즉 보강 재료의 상당량이 공정 후 개구의 내부를 보강한다.
- [0043] 축방향 세그먼트화(또는 또한 원주 방향 세그먼트화)의 또 다른 적용에 따르면, 보강 재료는 예를 들어 중합체가 적절한 충전재를 구비함으로써 전기 전도성하도록 선택된다. 이것에서, 상이한 세그먼트가 비-보강된 섹션에 의해 또는 전기 절연 재료에 의해 보강되는 섹션에 의해 서로 전기적으로 절연되는 상이한 전기 접점으로서 사용될 수 있다.
- [0044] 조건 d.에 따르면, 보강 요소는 본질적으로 삼각형, 직사각형, 별 모양 등(모두 둥근 모서리를 갖는)인 외부 윤곽 형상(축에 수직한 단면에서)을 가질 수 있다. 원주 방향 세그먼트화(조건 b.를 충족시키기 위한)는 전술된 제2 태양에 따라 실린더형 구멍을 후속하여 드릴링함으로써 달성될 수 있으며, 이때 드릴은 보강 요소의 최소 외경보다 크기만 보강된 재료의 최대 외경보다 작은 직경을 갖는다.
- [0045] 조건 e.에서, 보강 재료는 블레이드로 인해 공정 후 슬릿형성된 구조체를 얻는다. 조건 e.는 공구가 보강 공정 중에 끌어당겨지는 후방 구성에서 특히 유리하다.
- [0046] 조건 a. 내지 d. 모두는 서로, 즉 ab, ac, ad, bc, bd, cd, abc, abd, acd, bcd, 및 abcd로 조합될 수 있다. 또한, 이들 조건 모두의 조합과 그것들의 조건 e.와의 조합이 가능하며, 즉 ae, be, ce, de, abe, ace, ade, bce, bde, cde, abce, abde, acde, bcde, 및 abcde가 가능하다.
- [0047] 제2 태양에 따르면, 다공성 재료를 보강하는 보강 방법은:
- [0048] 적어도 하나의 열가소성 보강 요소를 제공하는 단계;
- [0049] 보강 요소를 다공성 재료와 접촉하도록 배치하고, 기계적 에너지가 보강 요소에 인가되게 하여 보강 요소의 적어도 일부분을 액화시키며, 보강 요소의 액화된 보강 재료 부분이 다공성 재료 내로 침투하게 하는 단계;
- [0050] 액화된 보강 재료 부분이 재고화되게 놓아두는 단계;
- [0051] 다공성 재료 및 재고화된 보강 재료의 일부분을 제거하여 보강된 개구를 얻는 단계로서, 보강된 개구는 재고화된 보강 재료를 갖춘 다공성 재료의 표면 부분을 구비하고 재고화된 보강 재료가 없는 다공성 재료의 표면 부분을 구비하는 단계
- [0052] 를 포함한다.
- [0053] 제거하는 단계는 드릴과 같은, 원형 실린더형 보어를 형성하는 공구에 의해 수행될 수 있다. 밀링 공구 또는 유사한 것에 의한 비-실린더형 기하학적 구조도 또한 가능하다.
- [0054] 제1 군의 실시 형태에서, 액화된 보강 재료가 다공성 재료 내로 침투하게 하는 단계 전에, 보강된 개구의 기하학적 구조와 상이한 기하학적 구조의 초기 개구가 제공되며, 이때 초기 개구는 예를 들어 보강된 개구와 상이한 대칭을 갖는다. 이어서, 액화된 보강 재료가 다공성 재료 내로 침투하게 하는 단계는 액화된 재료가 초기 개구의 측벽 내로 침투하게 하는 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 보강 요소와 사용되는 공구(소노트로드 및 가

능하개는 보강 요소를 위한 안내 요소와 같은)는 상응하는 비-원형 대칭을 가질 수 있다.

- [0055] 이어서, 다공성 재료 및 재고화된 보강 재료의 일부분을 제거하는 후속 단계는 보강 재료를 세그먼트로 분할할 수 있으며, 이때 재고화된 보강 재료가 없는 다공성 재료의 표면 부분이 세그먼트 사이에 있다.
- [0056] 제2 군의 실시 형태에서, 보강 요소 또는 복수의 보강 요소는 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함되는 US 6,913,666 또는 US 7,160,405에 기술된 바와 같은 방법에 의해 다공성 재료 내에 고정될 수 있다. 예를 들어, 복수의 본질적으로 편-같은 보강 요소가 사용될 수 있다. 보강 요소는 추후 추가되는 보강된 개구에 대해 주변에 있는 위치에 고정된다. 이어서, 보강된 개구가 형성되며, 이때 보강된 개구는 예를 들어 실린더형 또는 원추형이거나 타원형 또는 임의의 다른 형상을 갖는다.
- [0057] 제1 및/또는 제2 태양의 실시 형태에서, 초기 개구 및/또는 최종의 보강된 개구가 계단형일 수 있으며, 즉 그것의 단면이 축방향 위치에 대한 단면의 계단-같은 의존성을 갖고서 깊이의 함수로서 변할 수 있다.
- [0058] 본 발명의 제1 및/또는 제2 태양의 실시 형태는 위에 설명된 적용에 적합한 것에 대한 대안으로서 또는 그것에 더하여 하기의 이점을 제공할 수 있다: 인접한 관형 보강 요소에 의한 비-세그먼트화된 보강이 다공성 재료에서 도넛형(toroidal) 보강 재료 분포를 생성할 것이다. 이어서 스크류가 보강된 초기 개구 내에 스크류 체결되면, 재료가 상당한 저항을 받을 것이며, 이는 다공성 재료 내의 전체 도넛형 보강 재료 링의 비틀림 운동을 초래하여, 취약한 다공성 재료의 손상을 초래할 수 있다. 이와 대조적으로, 세그먼트화된 보강 재료는 다공성 재료의 잔류 탄성으로 인해 어느 정도 구부러질 수 있으며, 이는 스크류의 스크류 체결을 용이하게 할 것임과 동시에, 보강에 의해 제공되는 추가의 안정성의 이익이 얻어질 수 있다.
- [0059] 본 발명의 제3 태양에 따르면, 다공성 재료를 보강하는 방법이 제공되며, 이러한 방법은 스크류 또는 다른 결합 요소의 삽입 후에 다공성 재료를 보강하는 단계를 포함한다. 이를 위해, 결합 요소의 삽입 후에(예를 들어 종래에는 구멍을 드릴링한 다음에 결합 요소를 구멍 내로 압입하거나 스크류 체결함으로써), 적어도 하나의 보강 요소가 에너지의 충격 하에 다공성 재료 내에 고정되어 결합 요소와 접촉한다. 결합 요소와 보강 요소는 제1 가능성에 따르면 그것들이 공정 후 상호로킹되도록 하는 구조체를 포함할 수 있으며, 예를 들어 결합 요소와 보강 요소 중 하나는 액화가능한 재료를 포함할 수 있고, 다른 하나는 액화가능한 재료가 그것 내로 침투하여 양각-끼워맞춤 연결(positive-fit connection)을 생성할 수 있는 구조체를 포함할 수 있다. 제2 가능성에 따르면, 결합 요소와 보강 요소 둘 모두는 보강 요소가 결합 요소에 용접가능하도록 열가소성 재료를 포함한다.
- [0060] 제4 태양의 방법에 따르면, 보강 방법은:
- [0061] - 다공성 재료 내에 초기 개구를 제공하는 단계;
- [0062] - 열가소성 보강 요소(예를 들어 슬리브 벽을 갖춘 슬리브임)를 제공하고, 공구(예를 들어 소노트로드)와 보조 요소를 추가로 제공하는 단계;
- [0063] - 보강 요소를 초기 개구 내에 배치하는 단계로서, 보강 요소는 공구 또는 보조 요소의 안내 부분을 적어도 부분적으로 둘러싸는 단계;
- [0064] - 보강 요소의 일부분이 개구 내에 있고 다공성 재료와 접촉하는 동안 가압력과 에너지를 공구에 그리고 공구로부터 보강 요소에 결합시키는 단계;
- [0065] - 이에 의해 보강 요소의 재료를 액화시켜 액화된 재료를 생성하는 단계;
- [0066] - 액화된 재료의 일부분이 다공성 재료의 구조체 내로 그리고/또는 다공성 재료에 연결된 요소의 구조체 내로 침투하게 하는 단계;
- [0067] - 액화된 재료가 경화되어 보강 재료가 되도록 허용하는 단계; 및
- [0068] - 공구를 제거하는 단계
- [0069] 를 포함하고,
- [0070] 하기의 조건, 즉
- [0071] A. 가압력과 에너지를 공구에 결합시키는 단계 중에, 외측 보호 요소가 공구를 적어도 부분적으로 둘러싸고, 공구가 다공성 재료와 접촉하지 못하도록 국소적으로 방지하는 조건;
- [0072] B. 보강 요소가 대체로 슬리브형이고, 슬리브 벽 내에 적어도 하나의 함입부 또는 구멍을 포함하는 조건;

- [0073] C. 가압력과 에너지를 공구에 결합시키는 단계 중에, 텔레스코핑(telescoping) 영역에서, 공구의 일부분이 보조 요소의 일부분을 둘러싸거나, 또는 보조 요소의 일부분이 공구를 둘러싸고, 공구 및/또는 보조 요소가 각각 보조 요소/공구를 향하는 적어도 하나의 돌출부를 포함하여, 텔레스코핑 영역에서, 돌출부/돌출부들을 제외하고는, 공구와 보조 요소 사이의 접촉이 방지되는 조건;
- [0074] D. 가압력과 에너지를 공구에 결합시키는 단계 중에, 공구가 원위 방향을 향해 가압되고, 공구가 돌출 특징부의 근위의 위치에서 공구와 다공성 재료 사이의 접촉을 방지하는 상기 돌출 특징부를 형성하는 원위 확장부를 포함하는(즉, 공구의 직경이 돌출 특징부를 제외하고는 초기 개구의 직경에 비해 감소됨) 조건;
- [0075] E. 가압력과 에너지를 공구에 결합시키는 단계 전에, 보강 요소가 축방향 양각-끼워맞춤 연결에 의해 공구에 연결되고, 가압력과 에너지를 공구에 결합시키는 단계 중에, 보조 요소가 원위 방향을 향해 가압되어, 보강 요소의 재료를 액화시키는 단계를 활성화시키고, 액화된 재료의 일부분을 옆으로 그리고 다공성 재료의 구조체 내로 가압시키는 조건
- [0076] 중 적어도 하나가 충족된다.
- [0077] 적어도 이들 조건의 하기의 조합, 즉 AB, AC, ABC, BC, BD, BCD, CD, CDE, DE가 가능하고, 본 발명의 또 다른 실시 형태이다. 또한, 특정 구성에서, BE, BCE, 및 BCDE도 또한 가능하다.
- [0078] 이것에서 그리고 본 발명의 다른 태양에서 그리고 이하에서 추가로 설명되는 바와 같이, 에너지는 기계적 진동의 형태로 공구에(그리고 그것으로부터 보강 요소에) 결합될 수 있다. 따라서, 에너지가 기계적 진동 에너지이면, 공구는 기계적 진동 및/또는 이들 진동으로부터 흡수되는 열을 보강 요소에 결합시키기 위한 소노트로드이다.
- [0079] 대안적으로, 에너지는 보강 요소에 의해 흡수되는 방사선(특히 레이저 방사선)에 의해 공구에 결합될 수 있다. 또 다른 대안으로서, 에너지는 기계적 진동과 상이한 기계적 에너지, 예를 들어 회전일 수 있다. 또 다른 대안으로서, 에너지는 예를 들어 열 전도에 의해 그리고/또는 보강 요소가 비교적 높은 전기 저항을 갖는 전기 전도 재료를 포함하는 동안 전류가 보강 요소를 통해 흐르게 함으로써 보강 요소로 지향되는 열일 수 있다.
- [0080] 조건 A에서, 외측 보호 요소는 공구와 보호 요소 사이의 마찰을 최소화하기기에 적합한 표면 특성을 갖는 적합한 재료의 슬리브일 수 있다. 특히, 그것은 얇은 슬리브일 수 있으며, 이때 재료 두께는 단지 보호 요소가 치수적으로 강경하도록 하기에 충분하다. 보호 요소는 공구가 보호 요소의 장소에서 국소적으로 다공성 재료와 접촉하지 못하도록 방지한다. 다른 장소에서는, 상황에 따라 공구와 다공성 재료 사이의 직접적인 접촉이 일어날 수 있다.
- [0081] 조건 A에서, 선택적으로 보호 요소는 나사 태핑(tapping) 기능을 포함할 수 있다.
- [0082] 조건 B에서, 보강 요소는 조직적인 약화부인 함입부, 구멍 등을 갖춘 대체로 슬리브형일 수 있다. 이들 약화부 - 보강 요소의 목적 및/또는 보강될 다공성 재료의 치수/기하학적 특성에 맞추어지는 공간으로서 배치될 수 있는 - 로 인해, 보강 재료는 보다 작은 에너지 충격으로 액화될 수 있다. 보강 요소에 인가되는 동력의 함수로서 액화의 개시는 이미 보다 낮은 동력에 있으며, 따라서 액화에 보다 작은 동력이 필요하다. 실시 형태에서, 약화부는 반경 방향에 대해 경사지는 홈이다. 홈은 에너지가 인가될 때 액화가 시작되는 보강 요소 재료 내의 목부를 규정한다. 목부(또는 다른 약한 점)에서의 액화 후에, 나머지 부분이 홈에 의해 규정되는 방향을 따라 전단 운동을 받을 수 있다. 실시 형태에서, 홈은 공구가 그것들을 원위 방향을 향해 가압시킬 때 더욱 근위의 부분이 외향으로 가압되도록 한다.
- [0083] 모든 태양의 실시 형태에서, 보강 요소와 접촉하는 그리고 그것을 통해 기계적 에너지가 보강 요소에 결합되는 공구(예를 들어 에너지가 기계적 진동을 통해 인가되면 소노트로드)의 표면은 대체로 평평할(방사상, 즉 근원축에 수직함) 수 있거나, 테이퍼지거나 임의의 다른 형상을 가질 수 있다. 특히 유리한 조합은 조건 B를 충족시키는 보강 요소와 평평한 공구 접촉면의 조합이다. 이의 하나의 이유는 표면이 평평할 때 공구의 설계와 취급이 더욱 쉬운 한편, 조건 B가 충족되면 비-평평한 접촉면의 이점(즉, 액화의 직접적인 표적화된 개시, 액화된 재료의 다공성 재료 내로의 변위)이 또한 달성될 수 있다는 것이다.
- [0084] 조건 C에서, 텔레스코핑 영역(공구와 보조 요소가 활주 접촉하는 곳)에서, 공구는 (축방향 및/또는 원주 방향) 리지, 구 등과 같은 내향 돌출부를 포함할 수 있다. 추가 또는 대안으로서, 보조 요소는 상응하는 외향 돌출부를 포함할 수 있다. 이들 돌출부로 인해, 용적부[완충 용적부(buffer volume)]가 공구와 보조 요소 사이에 형성되어, 돌출부를 제외하고는, 그것들이 서로 접촉하지 않는다. 이는 에너지 손실, 소음(에너지가 기계적 에너

지, 예를 들어 진동 에너지이면) 및 특히 마찰에 의해 발생하는 열을 감소시켜, 공정의 효율을 증가시킨다. 돌출부는 액화된 재료가 완충 용적부 내로 침투하지 않도록 할 수 있다. 이는 예를 들어 보강 요소에 대한 계면에서 공구와 보조 요소 사이의 임의의 잔류 갭이 표면 장력과 중합체의 열 흐름 유발 급랭이 액화된 재료가 그러한 갭 내로 유입되지 못하게 방지하도록 충분히 작다는 것에 의해 보장될 수 있다. 전형적으로, 갭 크기에 대한 상한은 낮은 용융 점도의 중합체(예컨대, 비정질 지방족 폴리에스테르, 액정 중합체)에 대해 0.05 내지 0.1 mm이거나 보다 높은 용융 점도를 갖는 중합체(예컨대, 보다 높은 분자량의 폴리프로필렌)에 대해 최대 0.2 mm이다. 최적 갭 폭은 간단한 크기 변화 실험으로 결정될 수 있다.

- [0085] 위로부터, 표면 장력이 액화된 재료가 그러한 갭 내로 유입되지 못하게 방지하도록 갭이 0.2 mm보다 작으면 흔히 유리하다.
- [0086] 특히, 일 실시 형태에서, 공구는 내향으로 돌출되는 원위 원주 방향 리지를 포함한다. 다른 실시 형태에서, 공구 및/또는 보조 요소는 동일하거나 상이한 형상을 비롯하여, 칼로트(calotte)형, 원추형이거나 다른 형상을 가질 수 있는 복수의 미세-돌출부 또는 복수의 축방향 리지를 포함한다.
- [0087] 조건 D에서, 공구는 조건 C에 의해 규정되는 돌출부에 더하여 또는 그것에 대한 대안으로서, 공구의 몸체가 다공성 재료와 직접적으로 접촉하지 못하게 하는 적어도 하나의 외향 돌출부를 포함한다. 특히, 그러한 외향 돌출부는 본질적으로 공구의 원위 단부에 그리고 보조 요소에 대한 계면에 위치되어, 액화된 재료가 다공성 재료 내로 가압되는 대신에 다공성 재료를 따라 역류하지 못하도록 방지할 수 있다.
- [0088] 모든 다른 실시 형태에서와 같이, 조건 D의 특징은 경사진 원위 공구 표면과 조합될 수 있다.
- [0089] 조건 E에서, 양각-끼워맞춤 연결은 예를 들어 공구의 수나사(outer thread)에 의해 또는 제조 공정 중에 보강 재료가 그것 상에 주조되었던 원주 방향으로 연장되는 함입부에 의해 제공될 수 있다. 조건 E에 따라 진행할 때, 조작자는 공구가 정지되어 유지되거나 근위 방향을 향해 천천히 후퇴되거나 또한 원위 방향으로 천천히 이동되는(보조 요소보다 느리게) 동안 보조 요소를 원위 방향으로 전진시킬 수 있다.
- [0090] 조건 E는 중앙 공구와 주변 보조 요소를 갖는 구성으로 인해, 초기 개구를 포위하는 다공성 재료와 공구 사이에 단지 최소의 접촉만이 있는 제1 이점을 특징으로 한다. 그것은 보강 요소가 공구에 결합되는 또 다른 이점을 특징으로 한다. 따라서, 에너지가 기계적 에너지이면, 보강 요소는 - 공구가 예를 들어 보강 요소를 '해머링(hammering)'하는 구성과 대조적으로 - 완전한 (진동, 회전) 운동을 받는다. 이는 발생하는 소음 및 액화에 필요한 에너지의 추가의 감소를 가져온다. 또한, 에너지가 기계적 에너지가 아니라 예를 들어 방사 에너지 또는 열인 실시 형태에서, 이러한 직접적인 접촉은 특히 보강 요소로의 원하는 에너지 전달을 최적화시키는데 유리할 수 있다.
- [0091] 추가 또는 대안으로서, 소음 감소를 위한 다른 조치가 취해질 수 있다. 일례로서, 소노트로드 및/또는 보조 요소의 재료는 그것이 공진체(resonating body)를 형성하지 않을 수 있고 - 선택된 주파수와 치수를 고려하여 - 본질적으로 강체(stiff body)로 고려되게 의도되도록 선택될 수 있다. 그러한 재료의 일례는 금속 대신에 PEEK이다. 다른 예는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리이미드 등과 같은 또 다른 고온 용융 중합체를 포함한다.
- [0092] 본 발명의 또 다른 제5 태양에 따르면, 다공성 재료를 보강하는 방법이 제공되며, 이러한 방법은:
- [0093] - 천공 팁 및/또는 커팅 에지를 갖춘 원위 단부를 포함하는 공구 또는 상대 요소를 제공하는 단계;
- [0094] - 열가소성 보강 요소를 제공하는 단계;
- [0095] - 원위 단부를 갖춘 공구 또는 상대 요소를 다공성 재료와 접촉하도록 배치하고, 기구 또는 상대 요소를 다공성 재료에 가압시켜 공구 또는 상대 요소를 다공성 재료 내로 가압시키는 단계;
- [0096] - 보강 요소를 공구 또는 상대 요소의 면과 접촉하도록 배치하는 단계로서, 면은 근위측을 향하는 단계;
- [0097] - 에너지가 보강 요소에 결합되는 동안 공구 또는 상대 요소를 보강 요소에 맞대어 근위 방향을 향해 유지시키는 단계;
- [0098] - 이에 의해 보강 요소의 재료를 액화시켜 액화된 재료를 생성하는 단계;
- [0099] - 액화된 재료의 일부분이 다공성 재료의 구조체 내로 침투하게 하는 단계;
- [0100] - 액화된 재료가 경화되어 보강 재료가 되도록 허용하는 단계; 및



- [0101] - 기구를 제거하는 단계
- [0102] 를 포함한다.
- [0103] 이것에서, 공구 또는 상대 요소를 다공성 재료에 가압시키는 단계 중에, 동시에 기계적 에너지가 각각 공구 또는 상대 요소에 결합될 수 있다.
- [0104] 제1 군의 실시 형태에서, 천공 팁 및/또는 커팅 에지를 구비하는 원위 단부를 갖춘 기구(공구 또는 상대 요소)는 에너지를 보강 요소에 결합시키는 단계에서 에너지를 보강 요소에 결합시키기 위한 공구의 역할을 하는 공구이다(즉, 에너지는 공구에 그리고 그것으로부터 보강 요소에 결합됨). 이때, 본 방법은 하기의 단계를 포함할 수 있다:
  - [0105] - 천공 팁 및/또는 커팅 에지를 갖춘 원위 단부를 포함하는 공구를 제공하는 단계;
  - [0106] - 열가소성 보강 요소를 제공하는 단계;
  - [0107] - 원위 단부를 갖춘 공구를 다공성 재료와 접촉하도록 배치하고, 기계적 에너지를 공구에 결합시키며, 공구를 다공성 재료에 가압시켜 공구를 다공성 재료 내로 가압시키는 단계;
  - [0108] - 보강 요소를 공구의 면과 접촉하도록 배치하는 단계로서, 면은 근위측을 향하는 단계;
  - [0109] - 기계적 에너지가 공구에 결합되는 동안 그리고 공구와 보강 요소의 액화 계면의 주연부가 다공성 재료와 접촉하는(즉, 그것에 인접한) 동안 공구를 보강 요소에 맞대어 근위 방향을 향해 끌어당기는 단계;
  - [0110] - 이에 의해 액화 계면(들)에서 보강 요소의 재료를 액화시켜 액화된 재료를 생성하는 단계;
  - [0111] - 액화된 재료의 일부분이 다공성 재료의 구조체 내로 침투하게 하는 단계;
  - [0112] - 액화된 재료가 경화되어 보강 재료가 되도록 허용하는 단계; 및
  - [0113] - 공구를 제거하는 단계.
- [0114] 따라서, 제5 태양의 이들 실시 형태에 따르면, 공구는 2가지 목적을 가지며: 그것은 우선 초기 개구를 형성하거나 확대시키기 위해 사용된다. 이어서, 공구는 또한 에너지원/에너지 전달기로서 사용된다.
- [0115] 가압 단계에 대해 그리고 보강 단계(에너지가 공구에 결합되는 동안 공구가 보강 요소에 맞대어져 유지되어 보강 요소의 적어도 일부분을 액화시키는 단계)에 대해, 진동 공구는 진동원, 특히 초음파 진동원(예컨대, 가능하게는 공구가 결합되는 부스터를 포함하는 압전 진동 발생기)과 공구에 결합되고, 진동을 근위 공구 단부로부터 원위 공구 단부로 전달하기에 적합하다. 이는 공구 면 - 근위측을 향하고 보강 요소와 접촉하여 액화 계면을 형성하는 - 이 최대 종방향 진폭으로 진동하도록 수행될 수 있다. 공구를 반경 방향 또는 회전 방향으로 진동하도록 작동시키는 것도 또한 가능하다.
- [0116] 보강 단계에 대해, 진동력의 실질적으로 일정한 출력으로, 즉 실질적으로 일정한 주파수 및 진폭의 진동[베이스 진동(base vibration)]으로 작동하는 것이 바람직하며, 여기에서 주파수는 상기한 주파수 범위 내에 있고(바람직하게는 2 내지 200 kHz, 10 내지 100 kHz, 또는 20 내지 40 kHz) 진동 시스템의 공진 주파수이며, 진폭은 10 내지 50  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 20 내지 40  $\mu\text{m}$ 의 범위 내에 있다.
- [0117] 가압 단계에 대해, 특히 다공성 재료가 경질이고 비교적 높은 저항을 제공하는 경우에, 예컨대 진동 보조 커팅 또는 펀칭으로부터 알려진 바와 같은 진동 모드가 바람직하다. 그러한 진동 모드는 보통 보다 큰 진폭 및 가능하게는 보다 첨예한 프로파일[예컨대, 직사각형 프로파일 또는 디랙 임펄스(Dirac impulse)]의 펄스를 포함하고, 예를 들어 가령 보다 큰 진폭의 펄스를 형성하기 위해 베이스 진동의 진폭을 변조시킴으로써 그리고 바람직하게는 또한 베이스 진동에 비해 입력 파형을 첨예화시킴으로써 그리고 시스템의 공진 주파수를 매칭함으로써 제공된다. 이렇게 생성된 펄스는 베이스 진동 각각의 1개의 또는 수개의 파동 사이클을 포함할 수 있고, 바람직하게는 0.5-5 kHz의 범위 내의 변조 주파수로 주기적일 수 있거나, 또는 그것들은 확률적으로(진폭 및 변조 주파수에 있어서) 그러나 어느 경우든 시스템의 공진 주파수와 동일 위상으로 발생할 수 있다. 확률적으로 발생하는 펄스를 생성하기 위한 수단이 예컨대 본 명세서에 참고로 포함되는 공보 US 7,172,420에 기재되어 있다. 여기에서, 펄스의 보다 큰 진폭은 바람직하게는 베이스 진동 진폭보다 2배 내지 10배만큼 크다.
- [0118] 대안적으로, 그러한 펄스는 베이스 진동을 기계적 임펄스 발생기(예컨대, 회전 구동식 불평형 질량체 또는 해머를 포함함)에 의해 발생하는 펄스 여기로 중첩하거나 그것으로 대체함으로써 달성될 수 있다. 여기에서, 펄스

의 보다 큰 진폭은 바람직하게는 이번에도 베이스 진동 진폭보다 2배 내지 10배만큼 크고, 규칙적일 수 있는 펄스 주파수는 20 내지 200 Hz의 영역 내에 있고 특히 진동 시스템의 최저 공진 주파수(예컨대, 소노트로드의 원하지 않는 굽힘 진동)보다 낮다. 낮은 펄스 주파수는 가압 단계 중에 재료 액화가 가능하지만 최대한 방지되도록 의도되는 경우에 특히 중요하다.

- [0119] 진술된 바와 같이 2가지 상이한 진동 모드기 가압 단계 및 고정 단계에 사용되도록 의도되면, 두 단계 동안 진동 공구가 결합되는 진동원은 두 진동 모드를 선택적으로 생성하기 위해 구비되도록 그리고 진동원을 하나의 진동 모드로부터 다른 진동 모드로 스위칭하기 위한 스위칭 수단을 구비하도록 의도된다. 대안적으로, 2개의 상이한 진동원이 사용될 수 있다.
- [0120] 제2 군의 실시 형태에서, 기구(공구 또는 상대 요소)는 상대 요소이고, 에너지를 보강 요소에 결합시키는 단계에서, 예를 들어 근위측으로부터 작용하는 별개의 공구가 사용된다. 에너지가 보강 요소에 결합되면, 소노트로드는 링 소노트로드일 수 있다.
- [0121] 또한, 제2 군의 실시 형태에서, 상대 요소를 다공성 재료에 가압시키는 단계에서, 기계적 에너지, 예를 들어 진동 에너지가 상대 요소에 결합될 수 있다. 이때, 후속 단계에서 공구를 통해 보강 요소에 결합되는 에너지도 또한 기계적 에너지, 예를 들어 진동 에너지일 수 있거나(이러한 경우에 선택적으로 에너지원이 단계 사이에서 재할당될 수 있음), 대안적으로 다른 유형의 에너지, 예를 들어 방사 에너지 또는 열일 수 있다.
- [0122] 대안적으로, 상대 요소를 다공성 재료 내로 가압시키는 단계는 임의의 추가의 에너지원 없이 수동으로 수행될 수 있다.
- [0123] 본 발명은 또한 그것의 제5 태양에 따른 방법을 수행하기 위한 부품의 키트에 관한 것이며, 이때 키트는 공구, 보강 요소 및 가능하게는 상대 요소를 포함한다.
- [0124] 본 발명의 제6 태양에 따르면, 다공성 재료를 포함하는 물체를 보강하는 방법이 제공되며, 이러한 방법은:
- [0125] - 다공성 재료 내에 초기 개구를 제공하는 단계;
- [0126] - 열가소성 보강 요소와 공구를 제공하는 단계;
- [0127] - 보강 요소를 초기 개구 내에 배치하고, 공구를 보강 요소의 면과 접촉하도록 배치하며, 에너지가 공구에 결합되는 동안 그리고 공구와 보강 요소의 액화 계면의 주연부가 개구 내에 있는 동안 공구를 면에 가압시키는 단계;
- [0128] - 이에 의해 액화 계면(들)에서 보강 요소의 재료를 액화시켜 액화된 재료를 생성하고, 보강 요소에 대한 공구의 상대 운동을 유발하며, 액화된 재료의 일부분이 다공성 재료의 구조체 내로 침투하게 하는 단계;
- [0129] - 액화된 재료가 경화되어 보강 재료가 되도록 허용하는 단계; 및
- [0130] - 공구를 제거하는 단계
- [0131] 를 포함하고,
- [0132] - 액화 계면에서 보강 요소의 전체 단면이 액화된다.
- [0133] 이를 위해, 예를 들어 공구의 외경(적어도 액화 계면의 영역에서, 따라서 후방 구성에서 원위 확장부의 외경)이 대략 초기 개구의 내경에 상당하도록(예를 들어 동일하거나 최대 10% 또는 최대 5% 또는 최대 3%만큼 작음) 그리고/또는 보강 요소의 외경과 (대략) 동일하거나 그것보다 크도록(예를 들어 그것과 일치하거나 최대 7%, 최대 4% 또는 최대 2%만큼 크거나 작음) 선택될 수 있다. 특히, 본 방법은 액화 계면(들)에서 액화되지 않은 보강 요소의 부분이 공구의 제거 후 물체 내에 또는 그것에 연결되어 남아 있지 않도록 수행될 수 있다.
- [0134] 보강 요소의 전체 단면이 액화 계면(들)에서 액화되는 개념은 보강 요소 - 그것 또는 적어도 그것의 축방향 섹션 - 가 소모성 요소이고, 공구에 의해 완전히 또는 적어도 부분적으로 액화되고 변위되도록 사용됨을 의미한다. 공구와 보강 요소에 상대 운동이 부여될 때(공구를 후방으로 끌어당김으로써 그리고/또는 보강 요소를 전방으로 가압시킴으로써), 보강 요소의 액화되지 않은 부분은 전체 보강 요소가 소모되거나(그리고 또 다른 보강 요소가 장치에 공급될 수 있음) 소모성 보강 요소의 남아 있는, 액화되지 않은 부분이 제거될 때까지 상응하게 짧아진다.
- [0135] 바꾸어 말하면, 보강 요소의 적어도 일부분(원위 또는 근위 부분)이 그것의 전체 단면(운동축과 각도를 이루는, 대부분의 경우에 그것에 수직한 단면)에 걸쳐 초기 액화 계면으로부터 시작하여 연속적으로 액화되며; 이때 보

강 요소의 소모된 부분의 축방향 연장 범위는 액화의 개시 후 공구와 요소의 상대 운동에 상응한다.

- [0136] 제6 태양에 따른 보강 요소의 전체 단면을 소모하는 이러한 개념은 본 발명의 다른 태양, 특히 제1, 제2, 제4 및 제5 태양의 모든 실시 형태에 적용될 수 있다.
- [0137] 본 발명의 모든 태양의 실시 형태에 따르면, 기계적 진동을 편향시키기 위한 장치가 소노트로드를 진동시키기 위해 사용된다.
- [0138] 본 발명의 제1 태양과 제2, 제3, 제4, 제5 또는 제6 태양에 따르면, 각각의 방법을 수행하기 위한 부품의 키트/조립체가 또한 제공된다. 부품의 키트는 공구, 보강 요소 및 (방법에 사용되면) 보조 요소를 포함하며, 이때 이들 물품은 각각의 방법을 참조하여 진술되고 이하에 기술되는 특성을 갖는다.
- [0139] 상이한 태양의 특징과 실시 형태를 서로 조합하는 것이 쉽게 가능하다. 특히, 제4 태양의 실시 형태는 유리하게는 제1, 제2 및 제3 태양을 특징짓는 특징/조건을 구비하고 그 반대의 경우도 마찬가지이다. 제1 태양은 또한 제2 태양과 만족스럽게 조합되고, 실시 형태에서, 제3 태양에 따른 방법이 제1 및/또는 제2 태양에 더하여 (그리고 그것에 후속하여) 적용될 수 있다.
- [0140] 태양 1-4 모두가 제5 태양과 조합될 수 있다.
- [0141] 태양 1, 2, 4 및 5 모두가 특히 보강을 위해 태양 6에 따른 방법을 사용함으로써 태양 6과 조합될 수 있다.
- [0142] 본 발명의 태양 1, 2 및 4-6의 모든 실시 형태에 대해, 보강 단계에 이어서 결합 요소를 삽입하는 후속 단계가 이어질 수 있다.
- [0143] 결합 요소는 예를 들어 제1 옵션에 따르면 수나사를 갖춘 스크류이거나 그것을 포함할 수 있다. 나사는 셀프-커팅(self-cutting)형일 수 있거나, 또는 이전에 나사 커터가 사용될 수 있다. 나사는 보강된 다공성 재료 내의 대응하는 구조체와 맞물린다.
- [0144] 제2 옵션에 따르면, 기계적 진동 에너지 또는 열이 결합 요소를 보강된 개구 내에 고정시키기 위해 사용될 수 있다. 이를 위해, 제1 가능성에 따르면, 결합 요소는 보강 재료에 용접가능한 열가소성 재료를 포함할 수 있다. 제2 가능성에 따르면, 결합 요소는 보강 재료가 액체인 온도에 도달함으로써 액화가능하지 않은 재료와, 보강 재료와 양각-끼워맞춤 연결을 형성할 수 있는 세공, 개구 등을 갖춘 구조체를 포함할 수 있다. 제1 및 제2 가능성은 서로 조합될 수 있다. 또한, 예를 들어 다공성 표면을 갖춘 금속성 스크류를 결합 요소로서 사용함으로써, 제1 및 제2 옵션을 조합하는 것이 가능하며, 이에 의해 스크류가 가열된 상태로 삽입될 때 열가소성 보강 요소가 세공 내로 침투할 수 있어, 냉각 후에 스크류가 양각-끼워맞춤 연결에 의해 고정된다.
- [0145] 또한, 보강 요소는 보강 개구를 갖춘 물체에 대한 도입된 요소의 적어도 하나의 운동 자유도를 저지하기 위한 로킹 구조체를 구비할 수 있다. 예를 들어, 로킹 구조체는 - 요소를 물체에 대해 회전 고정시키기 위해 [이것에서, 요소는 예를 들어 물체 내에 장착되는 액슬(axle)일 수 있음] - 요소의 대응하는 돌출부와 맞물릴 수 있는 축방향 홈을 포함할 수 있다. 추가로 또는 대안에 따르면, 구조체는 요소의 서클립(circlip)이 요소를 축방향으로 고정시키기 위해 그것 내에 맞물릴 수 있는 원주 방향 홈을 포함할 수 있다. 어떠한 대칭도 없는 함입부를 비롯한 그러한 구조체의 다른 예가 존재한다.
- [0146] 그러한 로킹 구조체는 옵션에 따르면 보강의 공정 중에 형성될 수 있다. 예를 들어, 보강된 개구의 직경이 초기 개구의 직경보다 작은(즉, 개구 벽이 상당량의 보강 재료로 보강됨) 실시 형태에서, 축방향 운동에 의해 돌출부의 형상에 의해 규정되는 단면의 축방향 홈을 생성하는 공구의 반경 방향 돌출부에 의해 축방향 홈이 형성될 수 있다. 보강의 전체 축방향 길이를 따라 연장되지 않는 함입부가 적어도 하나의 연장가능한 돌출부에 의해 형성될 수 있다. 원주 방향 홈이 예를 들어 축방향으로 세그먼트화된 보강에 의해 형성될 수 있다.
- [0147] 공정 중에 그러한 로킹 구조체를 형성하는 옵션과 조합될 수 있는 다른 옵션에 따르면, 그것은 상응하게 사전제조된 보강 요소를 사용하는 것이다. 이를 위해, 하이브리드(hybrid) 보강 요소, 즉 열가소성 재료로 구성되지 않고 열가소성 보강 재료가 액화가능하지 않은(즉, 열가소성 보강 재료를 액화시키는 조건 하에서 액화가능하지 않은) 재료에 의해 보강되는 세그먼트를 포함하는 보강 요소를 구비하는 것도 또한 가능하다. 이때, 이러한 보강재의 형상은 그것이 보강 공정 중과 후에 공구의 운동을 방해하지 않도록 선택된다.
- [0148] 또한, 다른 유형의 결합 요소, 예를 들어 종래의 다웰(dowel), 핀 등이 사용될 수 있다.
- [0149] 모든 이전에 언급된 태양에 따른 본 발명은 예를 들어 하기의 적용 또는 이들의 조합을 위해 사용될 수 있다:

- [0150] - 다공성 재료의 기계적 보강 및/또는 그러한 다공성 재료와 그것 내에 고정되는 결합 요소 사이의 보강된 기계적 연결;
- [0151] - 예를 들어 촉매, 연료 전지 등에서, 재료로 그리고 그것으로부터 전하를 전도하기 위해 (전기적으로 비전도성인) 다공성 재료의 접촉을 가능하게 하는 것; 이는 이전에 논의된 바와 같이 서로 전기적으로 절연되는 전기 접점에 의한 선택적인 접촉을 포함함;
- [0152] - 재료, 열 교환기, 냉각 요소 등으로 그리고 그것으로부터 열을 전도하기 위해 다공성 재료의 접촉을 가능하게 하는 것.
- [0153] 본 방법이 적용되는 특히 관심 있는 종류의 다공성 재료는 발포체, 예를 들어 세라믹 발포체이다.
- [0154] 또 다른 적용은 상이한 기계적 강도의 부분을 갖춘 경량 건축 요소 또는 다른 복합 재료 내의 부싱의 고정을 포함한다. 그러한 요소에서, 보다 연질의 재료와 보다 경질의 재료 사이의 전이부에서, 보강 재료는 예를 들어 보다 경질의 재료 아래에 벌지(bulge)를 형성할 수 있으며, 이는 리벳의 방식으로 추가의 고정 효과를 제공한다. 또 다른 적용은 예를 들어 알루미늄 핀(fin)을 포함할 수 있는 열 교환기와 관을 연결하기 위한 베어링 부시 또는 슬리브를 포함한다.
- [0155] 본 발명의 태양에 따른 방법의 또 다른 적용은 다공성 재료의 내부에 대해 즉각적으로 밀봉되는 피드 스루(feed through)의 제공이다.
- [0156] 모든 태양에서, 열가소성 재료의 적어도 일부분을 액화시키기 위해 사용되는 에너지는 기계적 에너지일 수 있다. 특히 적합한 에너지 형태의 일례는 기계적 진동[또는 동의어로 발진(oscillation)]이다.
- [0157] 기계적 진동을 통해 생성되는 마찰 열에 의한 중합체의 액화를 포함하는 본 발명의 실시 형태에 따른 장치 및 방법에 적합한 기계적 진동 또는 발진은 바람직하게는 2 내지 200 kHz(훨씬 더 바람직하게는 10 내지 100 kHz, 또는 20 내지 40 kHz)의 주파수 및 활성 표면의 제곱 밀리미터당 0.2 내지 20 W의 진동 에너지를 갖는다. 진동 요소(공구, 예를 들어 소노트로드)는 예컨대 그것의 접촉면이 주로 요소축의 방향으로(종방향 진동) 그리고 1 내지 100  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 약 10 내지 30  $\mu\text{m}$ 의 진폭으로 발진하도록 설계된다. 회전 또는 반경 방향 발진도 또한 가능하다.
- [0158] 장치의 특정 실시 형태의 경우, 기계적 진동 대신에, 고정 재료의 액화에 필요한 지정된 마찰 열을 생성하기 위해 회전 운동을 사용하는 것도 또한 가능하다. 그러한 회전 운동은 바람직하게는 10,000 내지 100,000 rpm의 범위 내의 속도를 갖는다.
- [0159] 원하는 액화를 위한 열 에너지를 생성하기 위한 또 다른 방식은 전자기 방사선을 보강 요소에 그리고/또는 보강 요소와 직접적인 또는 간접적인 열 전도 접촉하는 그 부근에서 요소에 결합시키는 것을 포함한다. 특히, 이러한 목적을 위해 광 전도체가 사용될 수 있다. 광 전도체는 예를 들어 관형의 투명한 광 전도 공구, 예를 들어 유리 또는 투명한 그리고 사용되는 방사선(예를 들어 가시 또는 적외선 레이저 방사선)에 대해 충분히 높은 굴절률을 갖는 다른(예를 들어 플라스틱) 재료의 중공 실린더일 수 있다.
- [0160] 이것에서, 흡수는 바람직하게는 액화될 보강 재료 내에서 또는 그것의 바로 부근에서 일어난다. 요건과 장치에 따라, 그것 내의 방사선은 상이한 장소에서 흡수될 수 있다:
- [0161] a. 제1 변형에 따르면, 공구의 원위 단부는 공구의 원위 단부 - 보강 요소와 접촉하는 - 가 가열되어, 발생한 열이 보강 요소를 공구에 대한 계면에서 액화시키도록 흡수 코팅 또는 표면을 구비할 수 있다.
- [0162] b. 제2 변형에 따르면, 보강 요소는 방사선을 적어도 부분적으로 흡수한다. 보강 요소가 방사선을 강하게 흡수하면(예를 들어 고농도의 안료 또는 다른 흡수제를 구비함으로써 또는 중합체 그 자체가 방사선을 흡수한다는 점에서), 흡수는 주로 공구에 대한 계면에서 일어날 것이다. 보다 약한 흡수의 경우에(예를 들어 보강 요소가 방사선에 대해 투명한 중합체 조성물과 저농도의 흡수 안료를 가지면), 흡수는 보강 요소의 길이의 적어도 일부를 통해 분포될 것이다. 이때, 경향은 방사선이 시작된 후 액화가 시작될 때까지 얼마간의 시간이 경과되는 것일 것이지만, 그렇다면 재료의 상당 부분이 이미 연화될 것이다. 특정 적용에 대해, 보강 요소 내에 사전결정된 분포의 흡수 안료를 구비하는 것이 가능하다.
- [0163] 안료 또는 흡수 중합체 대신에 또는 그것에 더하여, 흡수는 표면 조도, 유리 비드, 폼드 실리카(fumed silica), 탄산 칼슘, 유리 섬유, 나노튜브, 흑연 등과 같은 마이크로크기의 또는 나노크기의 충전재 중 적어도 하나에 의해 유발될 수 있다.



- [0164] c. 제3 변형에 따르면, 보강 요소는 또한 투명하고, 상대 요소는 흡수 표면을 포함하여, 방사선이 주로 상대 요소와 보강 요소 사이의 계면에서 흡수된다. 이러한 변형에서, 에너지를 보강 요소에 결합시키고 동시에 힘을 인가하는 단계는 흔히 공구가 예를 들어 정지되어 유지될 수 있는 동안 상대 요소를 근위 방향을 향해 전진시키는 것을 포함한다.
- [0165] 공구를 방사선 전도체의 형태로 제공하는 대신에, 또는 그것에 더하여, 소형 레이저(레이저 다이오드 또는 레이저 다이오드들의 배열과 같은)를 직접 공구 내에 포함시키는 것도 또한 가능하다.
- [0166] 공구를 방사선 안내 실린더의 형태로 제공하는 것에 대한 또 다른 대안으로서, 공구는 임의의 다른 방사선 지향 장치를 포함할 수 있다. 이는 방사선을 원위 쪽으로 지향시키고 그것이 "후방" 구성에서 원위측으로부터 보강 요소에 인가되게 할 가능성을 포함한다. 방사선 지향의 목적을 위해, 공구는 일체화된 섬유 방사선 전도체, 미러링 면(mirroring face) 등과 같은 적절한 수단을 포함할 수 있다.
- [0167] 바람직하게는, 가시 또는 적외선 주파수 범위 내의 전자기 방사선이 사용되며, 여기에서 바람직한 방사선원은 상응하는 레이저이다.
- [0168] 방사선을 에너지원으로서 포함하는 특정 실시 형태에서, 파라미터와 재료 조합은 열가소성 물질의 레이저 용접으로부터 알려진 파라미터와 재료 조합일 수 있다. 또 다른 실시 형태는 가능하게는 열가소성 물질의 도움으로 목재 또는 목재 복합 재료 또는 다른 다공성 재료의 열가소성 표면과 결합시키는 또는 함께 결합시키는 방법으로부터 알려진 파라미터/재료를 사용할 수 있다. 교시의 예는 모두의 교시가 본 명세서에 참고로 포함되는 US 2003/0159294[휘튼베리(Whittenbury)], US 7,727,658[엔조지(Enjoji) 등], US 2005/0042456[크라우제(Krause) 등], US 2002/0056707[피뉴(Pinho) 등], 또는 US 8,314,359[보바체크(Bovatsek) 등, 초단 펄스 참조]를 포함한다. 또한, 하기의 소스가 유용한 정보를 제공한다:
- [0169] - 문헌 [Dirk Herzog, "Laserdurchstrahlungsschweißen von Holzwerkstoffen und thermoplastischen Polymeren", Dissertation Gottfried Leibnitz Universität Hannover, 2008 (레이저 빔 용접에 관해; 특히 페이지 7-12, 페이지 14 이하 참조, 재료 조합에 대해; 챕터 2.6.3 페이지 33 (레이저의 선택); 페이지 50 이하 참조, 65, 75 이하 참조]
- [0170] - 문헌 [Leo-Alexander von Busse, "Laserdurchstrahlungsschweißen von Thermoplasten: Werkstoffeinflüsse und Wege zur optimierten Prozessführung" Dissertation Universität Hannover, 2005, ISBN 3-936888-90-6 으로 발간됨, (특히 중합체 개질의 적절함에 대한 챕터 7)]
- [0171] - 문헌 [Joern-Eric Schulz, "Werkstoff-, Prozess- und Bauteiluntersuchungen zum Laserdurchstrahlungsschweißen von Kunststoffen", Dissertation Rheinisch-Westfälische technische Hochschule Aachen, 2002/2003, 특히 챕터 4].
- [0172] 이들 참고 문헌 모두의 교시가 원용에 의해 본 명세서에 포함된다.
- [0173] 또 다른 대안에 따르면, 에너지는 장치 부품 중 하나의 전기 가열에 의해 시스템에 공급될 수 있다.
- [0174] a. 제1 가능성에 따르면, 공구는 보강 요소 바로 부근에서, 예를 들어 바로 계면에서 저항 가열기를 포함할 수 있다(또는, 저항 가열기 그 자체는 계면까지 얼마간의 거리를 두고 있을 수 있고, 공구는 저항 가열기로부터 계면까지 열 전도체를 포함함).
- [0175] b. 제2 가능성에 따르면, 공구는 보강 요소에 대한 계면에서 전극을 포함할 수 있고, 보강 요소는 좋지 못한 전기 전도체이며, 어떤 다른 요소 - 예를 들어 보조/상대 요소 또는 가능하다면 보호 시스(sheath) 요소 또는 다른 것 - 가 또 다른 전극을 포함하여, 전기가 보강 요소를 통해 전도되어 후자를 가열하도록 한다. 이것에서 전극의 배열은 일차 가열의 위치에 영향을 미칠 수 있다.
- [0176] 본 명세서에서, 표현 "예컨대 기계적 진동에 의해 액화가능한 열가소성 재료" 또는 간략히 "액화가능한 열가소성 재료" 또는 "액화가능한 재료" 또는 "열가소성 물질"은 적어도 하나의 열가소성 성분을 포함하는 재료를 설명하기 위해 사용되며, 이러한 재료는 가열시, 특히 마찰을 통한 가열시, 즉 서로 접촉하고 있는 한 쌍의 표면(접촉면) 중 하나에 배치되고 서로에 대해 진동 또는 회전 운동될 때 액체가 되거나 유동가능해지며, 여기에서 진동의 주파수는 2 kHz 내지 200 kHz, 바람직하게는 20 내지 40 kHz이고, 진폭은 1  $\mu\text{m}$  내지 100  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 약 10 내지 30  $\mu\text{m}$ 이다. 그러한 진동은 예를 들어 예컨대 초음파 용접으로부터 알려진 바와 같이 초음파 장치에 의해 생성된다. 다공성 재료에 대한 하중-지지 연결을 구성할 수 있게 하기 위해, 재료는 0.5 GPa 초과, 바람직하게는 1 GPa 초과의 탄성 계수를 갖는다. [본 명세서에 언급된 재료 특성 값은 온도를 언급하지

나 본 명세서에서 달리 규정되지 않는 한 일반적으로 실온(23 ℃)과 관련된다.]

- [0177] 재료의 특정 예는 다음과 같다: 폴리에테르케톤(PEEK), 폴리에테르이미드, 폴리아미드, 예를 들어 폴리아미드 12, 폴리아미드 11, 폴리아미드 6, 또는 폴리아미드 66, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리옥시메틸렌, 또는 폴리카보네이트우레탄, 폴리카보네이트 또는 폴리에스테르 카보네이트, 또는 또한 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), 아크릴에스테르-스티렌-아크릴니트릴(ASA), 스티렌-아크릴로니트릴, 폴리비닐 클로라이드, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 및 폴리스티렌, 또는 이들의 공중합체 또는 혼합물.
- [0178] 열가소성 중합체에 더하여, 열가소성 재료는 또한 적합한 충전재, 예를 들어 보강 섬유, 가령 유리 및/또는 탄소 섬유를 포함할 수 있다. 섬유는 단섬유, 장섬유 또는 연속 섬유일 수 있다.
- [0179] 섬유 재료(있다면)는 섬유 보강재로 알려진 임의의 재료, 특히 탄소, 유리, 케블라(Kevlar), 세라믹, 예컨대 밀라이트, 탄화 규소 또는 질화 규소, 고강도 폴리에틸렌[다이니마(Dyneema)] 등일 수 있다.
- [0180] 섬유의 형상을 갖지 않는 다른 충전재, 예를 들어 분말 입자도 또한 가능하다.
- [0181] 그러나, 하중 지지 능력이 요구되지 않는 적용(즉, 응력을 전달하는 요구되는 능력이 5 MPa 아래이거나 1 MPa 아래인 공정)에서, 열가소성 재료는 또한 상당히 더 연질일 수 있다. 특히, 바로 공구와 보강 요소 사이의 계면에서 일어나는 액화로 인해, 기계적 에너지가 요소 그 자체를 통해 전달될 필요가 없다. 따라서, 공정 중에 그리고 그 후에(따라서 또한 대체로 그것이 사용되는 온도, 예를 들어 실온에서), 그것은 비교적 연질일 수 있다. 바꾸어 말하면, 적어도 0.5 GPa의 탄성 계수의 이점이 이들 시스템에서 적용되지 않거나 적어도 두드러지지 않는다.
- [0182] 하중 지지 능력 요건이 없거나 감소된(예를 들어 5 Mpa 아래) 적용에 대해, 심지어 보강 재료를 위한 탄성중합체 재료가 사용될 수 있으며, 이때 이들 재료는 소정 적용에 대해 감쇠 특성 - 예를 들어 진동 또는 음향(음향 격리) 연결에 대한 - 면에서 이점을 갖는다.
- [0183] 열가소성 매트릭스 재료의 경우에, 본 발명의 태양에 따른 공정은 충전재 재료가 보강 재료의 최대 80% 또는 85%(부피)만큼 많이 차지하더라도 사용될 수 있으며, 이는 공정을 또한 사출 성형이 가능하지 않은 재료에 적합하게 한다. 높은 충전 등급에도 불구하고, 재료는 잘 유동할 수 있게 유지된다.
- [0184] 액화가능한 재료가 진동 에너지의 도움이 아니라 전자기 방사선의 도움으로 액화되도록 의도되면, 그것은 그러한 특정 주파수 범위(특히 가시 또는 적외선 주파수 범위)의 방사선을 흡수할 수 있는 화합물(입상 또는 분자상), 예컨대 인산 칼슘, 탄산 칼슘, 인산 나트륨, 산화 티타늄, 운모, 포화 지방산, 폴리사카라이드, 포도당 또는 이들의 혼합물을 국소적으로 함유할 수 있다.
- [0185] 공구(예를 들어 소노트로드)의 재료 및/또는 보조 요소의 재료는 액화가능한 재료의 용융 온도에서 용융되지 않는 임의의 재료일 수 있다. 특히, 공구 및/또는 보조 요소는 금속, 예를 들어 티타늄 합금으로 제조될 수 있다. 바람직한 재료는 티타늄 등급 5이다. 이러한 재료는 일반적으로 고정가능한 장치에 적합한 것에 더하여, 비교적 낮은 열 전도를 갖는다. 이러한 낮은 열 전도로 인해, 액화가능한 재료에 그리고 지향 구조체에 대한 계면에 생기는 용융 구역이 주위가 너무 높은 온도로 가열됨이 없이 신속히 가열된다. 공구 및/또는 보조 요소를 위한 대안적인 재료는 다른 티타늄 합금, 스테인리스 강과 같은 다른 금속, 저 감쇠, 온도 및 마모 저항성 Fe, Ni 또는 Co계 합금, 산화 지르코늄 또는 산화 알루미늄, 질화 규소 또는 탄화 규소와 같은 세라믹, 또는 PEEK 등과 같은 경질 플라스틱이다. 감쇠 거동 및 인성을 위해 내마모성을 최적화시키기 위해, 직접 연마재, 즉 고도로 세라믹 또는 금속 분말 충전된 열가소성 물질과 상호작용하는 공구의 부분이 세라믹으로 제조될 수 있다. 반드시 아니지만 가능하게는 이것과 조합되어, 긴 소노트로드 샤프트가 최소 감쇠 금속 합금 또는 비정질 금속(금속 유리)으로 제조될 수 있다.

### 발명의 효과

- [0186] 본 발명에 의하면, 다공체-고체 전이를 제공하기 위한 방법 및 장치가 제공된다.
- [0187] 특히, 다공성 재료 내의 스크류 또는 다른 결합 요소의 개선된 고정 안정성이 제공된다. 또한, 스크류 또는 핀과 같은 결합 요소의 추후 삽입을 위해 재료를 열가소성 재료로 보강하는 방법이 제공된다.
- [0188] 또한, 본 발명에 의하면, 물품을 기계적으로 고정시키기 위한 그리고/또는 전기 및/또는 열 전도체의 역할을 하기 위한 결합 요소와 같은 또 다른 부품에 대한 재료의 하중 지지 또는 비-하중 지지 연결을 위한 다공성 재료의 개선된 보강이 제공된다.

[0189] 또한, 본 발명에 의하면, 상응하는 장치가 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

[0190] 이하에서는, 본 발명과 실시 형태를 실시하는 방식이 도면을 참조하여 기술된다. 도면은 대부분 개략적이다. 도면에서, 동일 도면 부호는 동일하거나 유사한 요소를 가리킨다.

도 1은 초기 개구를 갖춘 다공성 재료를 도시한다.

도 1a와 도 1b는 개구 형성 소노트로드의 원위 부분을 도시한다.

도 2a 내지 도 8은 세그먼트화된 보강을 위한 공구(즉, 소노트로드), 보강 요소 및/또는 보조 요소를 포함하는 장치를 도시한다.

도 9a 내지 도 20은 충격/에너지 최소화를 갖는 보강의 개념을 도시한다.

도 21 내지 도 23은 보강 공정을 위해 기계적 진동을 편향시키는 개념을 도시한다.

도 24 및 도 25는 건축 요소에서의 보강 공정의 적용을 도시한다.

도 26은 보강 요소에 에너지를 결합시키기 위해 방사선을 사용하는 개념을 도시한다.

도 27은 보강 요소에 에너지를 결합시키기 위해 전기를 사용하는 개념을 도시한다.

도 28은 세그먼트화된 보강의 적용을 도시한다.

도 29a 내지 도 29c와 도 30은 세그먼트화된 보강의 다른 적용을 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0191] 도 1은 다공성 재료, 예를 들어 복합 또는 샌드위치 재료의 보드의 일부분을 도시한다. 도시된 다공성 재료는 예를 들어 덜 조밀한 복합 다공성 재료(202) 상에 적층되는 비교적 조밀한 경질의 커버링 재료(201)의 상부 층을 포함한다. 결합 요소 - 예를 들어 스크류 또는 핀과 같은 - 가 그것 내에 고정되도록 의도되는 초기 개구(203)가 예를 들어 드릴링에 의해 형성되었다. 대안적으로, 초기 개구(203)는 건축물 제작 공정 중에 전처리되었을 수 있다. 개구 축(204)이 도시된다. 개구가 드릴링에 의해 형성되는 경우에, 개구는 축(204)에 대해 회전 대칭을 가질 수 있다. 취성 복합 다공성 재료의 비교적 낮은 기계적 하중 저항으로 인해, 결합 요소의 고정 전에 다공성 재료의 기계적 안정성을 개선하는 것이 바람직하다.

[0192] 본 발명의 제5 태양에 따르면, 초기 개구(203)는 진동 공구(소노트로드) 또는 상대 요소가 또한 구멍 형성 기구로서 사용되는 구성에 의해 형성된다.

[0193] 도 1a와 도 1b를 참조하면, 우선 공구(예를 들어 소노트로드)를 구멍 형성 요소로서 사용하는 옵션이 논의된다. 초기 개구(203)를 형성하기 위해, 소노트로드의 진방(원위 방향) 지향 부분이 상응하게 형상화된다. 공구의 도입 중에, 진동이 공구에 결합되는 동안 공구가 원위 방향으로 가압되며, 여기에서 진동의 파라미터는 소노트로드의 원위 단부가 다공성 재료 내로 가압되어 실린더형인 또는 단면이 링형인 개구를 생성하게 하도록 선택된다. 이는 예를 들어 이하에서 몇몇 실시 형태에 대해 기술되는 바와 같이, 소노트로드가 근위 방향 지향 결합 면을 포함하는 그리고 액화 계면이 보강 요소의 원위 단부에 있는 그리고 소노트로드가 공정 중에 끌어당겨지는 "후방" 구성의 후속 보강 단계와 조합될 수 있다. 보다 구체적으로, 가압 단계가 완료된 후, 소노트로드는 그것이 후퇴되는 동안 다시 기계적 진동 - 상응하게 맞추어진 에너지와 다른 파라미터를 갖는 - 을 받는다. 이때, 최원위 소노트로드 부분의 근위에 보강 요소가 배치되고, 동시의 후퇴 및 진동 에너지 충격에 의해 적어도 부분적으로 액화된다.

[0194] 도 1a와 도 1b는 소노트로드(3)의 원위 부분의 예를 도시한다. 원위 부분은 소노트로드가 견인력을 받는 보강 단계에서 보강 요소(1)에 가압되는 쇼울더를 형성하는 원위 확장부를 포함하고, 소노트로드(또는 보다 상세하게는 쇼울더)와 보강 요소 사이의 계면은 액화 계면의 역할을 한다. 소노트로드의 원위 방향 지향 부분은 커팅 에지(93)(도 1a) 및/또는 천공 팁(94)(도 1b)을 구비한다. 천공 팁(94)을 갖는 구성은 다공성 재료가 매우 약하고/약하거나 작은 밀도를 갖고/갖거나 개구의 직경이 비교적 작은 상황에서 특히 적합하다.

[0195] 제2 옵션에 따르면, 초기 개구를 형성하거나 확장시키는 기구는 액화에 필요한 에너지를 보강 요소에 결합시키기 위해 추후 사용되는 공구가 아니라, 대항력을 인가하기 위한 상대 요소이다(에너지가 보강 요소의 재료를 액

화시키기 위해 보강 및/또는 액화 요소에 결합되는 동안 공구가 원위 방향을 향해 유지되는 전방 구성에서). 이때 상대 요소(2)는 예를 들어 도 1a와 도 1b에 도시되고 공구를 참조하여 전술된 바와 같이 형상화될 수 있다.

- [0196] 상대 요소를 다공성 재료 내로 가압시키는 단계를 위해, 선택적으로 기계적 진동 또는 회전이 상대 요소에 결합될 수 있다. 에너지를 보강 요소에 결합시키는 후속 단계를 위해, 진동원 또는 회전 운동의 소스(source)가 공구에 재할당될 수 있거나, 또는 다른 상응하는 소스가 사용될 수 있다.
- [0197] 대안적으로, 상대 요소를 다공성 재료 내로 가압시키는 단계는 어떠한 추가의 에너지원 없이 수동으로 수행될 수 있다.
- [0198] 제2 옵션에 따른 실시 형태에서, 보강 요소에 결합되는 에너지는 기계적 에너지에 대한 대안으로서 또한 방사선 및/또는 열일 수 있다.
- [0199] 다음의 도면을 참조하여, 예를 들어 도 1에 도시된 바와 같은 구성의 다공성 재료를 보강하는 방법이 기술된다. 도 2 내지 도 8을 참조하여, 세그먼트화된 보강의 실시예가 기술된다.
- [0200] 원주 방향 세그먼트화를 위한 조립체의 제1 예가 도 2a와 도 2b에 상이한 평면을 따른 단면도로 도시된다. 도 2c는 조립체의 소노트로드(3)의 도면을 도시하고, 도 2d는 공정 중 초기 개구 내에서의 단면도로 조립체의 개략도를 도시하며, 도 2e는 보강 요소의 변형을 도시하고, 도 2f는 특별히 구성된 보조 요소와 함께 도 2e의 보강 요소를 도시하며, 도 2g는 또 다른 보강 요소를 도시한다. 도 2a는 도 2b의 평면 A-A에서의 단면도를 도시한다.
- [0201] 깊은 범위의 보강 요소를 갖는 실시 형태, 예를 들어 도 2e에 도시된 실시 형태는 약한 전도체, 예를 들어 연료 전지 내의 세라믹 발포체의 열 및/또는 전기 연결에 특히 적합할 수 있다.
- [0202] 조립체는 2개의 별개의 보강 요소 부분(1.1, 1.2)을 구비하는 보강 요소(1), 공구(소노트로드)(3), 및 상대 요소의 역할을 하는 보조 요소(2)를 포함한다. 보조 요소는 안내 샤프트(5)와, 쇼울더를 형성하는 원위 확장부(6)를 형성하며, 이때 보강 요소는 공정 중에 소노트로드(3)와 쇼울더(6) 사이에서 압축될 수 있다. 바꾸어 말하면, 도시된 실시 형태의 안내 샤프트는 안내 요소 샤프트에 더하여, 그것을 통해 대항력이 보강 요소 부분에 결합되는 근위 방향(후방) 지향 상대 요소 접촉 면을 갖춘 원위 확장부(6)를 포함하는 상대 요소의 일부를 형성한다. 대항력은 소노트로드를 보강 요소 부분에 가압시키는 힘과 크기는 동일하지만 방향이 반대인 힘이다.
- [0203] 안내 샤프트(5)는 회전 실린더의 형상을 갖지 않으며, 2개의 보강 요소 부분(1.1, 1.2)이 그것 내에 배치되는 2개의 축방향 홈을 포함하도록 원주 방향으로 구조화된다. 소노트로드(3)는 단면이 보강 요소 부분(1.1, 1.2)의 단면에 대략 상응하는 2개의 푸싱(pushing) 부분(3.1, 3.2)을 포함하도록 상응하게 세그먼트화된다. 소노트로드는 또한 보조 요소(2)의 샤프트 부분(5)을 위한 중앙 삽관부(cannulation)(3.7)를 포함한다.
- [0204] 대안적인 실시 형태에서, 보조 요소는 원위 확장부가 없을 수 있으며, 단지 안내 핀일 수 있다. 이들 실시 형태에서, 소노트로드 가압력에 상반되는 대항력은 보강 요소가 가압되는 다공성 재료에 의해, 또는 보강 요소를 안내 요소에 부착시키는 접착력 및/또는 마찰력에 의해, 또는 이들의 조합에 의해 가해질 수 있다. 추가 또는 대안으로서, 보강 요소의 상응하는 내측 돌출부가 그것 내로 돌출되는 샤프트의 작은 함입부와 같은, 서로 맞물리는 표면 구조체를 샤프트와 보강 요소에 제공하는 것도 또한 가능하다.
- [0205] 도 2a와 도 2b에 관하여 예시된 바와 같은 보강 요소의 세그먼트화는 보강 요소 부분의 전체 축방향 길이에 걸쳐질 수 있거나, 또는 그것은 부분적일 수 있으며, 즉 세그먼트화가 소정 축방향 위치로 제한될 수 있는 반면에, 다른 축방향 위치에서는 보강 요소가 일체이도록 보강 요소가 안내 샤프트를 포위하는 부분(1.8)을 포함할 수 있다. 이에 따른 제1 예가 도 2e에 도시되며, 여기에서 샤프트 포위 부분(1.8)은 보강 요소의 근위 단부에 있다. 도 2e에 도시된 보강 요소의 구성에 의해, 보강 요소의 원위 단부를 향해, 요소 부분(1.1, 1.2) 사이에 개방 간극이 있다. 이는 선택적으로 열가소성 재료의 액화된 부분이 원주 방향으로 확산되지 못하도록 방지하는, 도 2f에 예시된 바와 같은 상응하는 돌출부(5.2)를 구비하는 원위 단부를 갖춘 보조 요소와 조합될 수 있다. 보다 상세하게는, 개방 간극과 돌출부(5.2)의 치수는 거리  $d_1$ 이 거리  $d_2$ 보다 작거나 그것과 거의 동일하도록 서로 맞추어질 수 있다.
- [0206] 부분(1.1 내지 1.5)이 샤프트 포위 부분(1.8)에 의해 함께 유지되는 보강 요소의 또 다른 실시 형태가 도 2g에 도시된다. 이 실시 형태에서, 샤프트 포위 부분은 축방향 중앙 위치에 있다. 또한, 도 2g의 실시 형태는 선택적으로 도 2f에 도시된 유형의 보조 요소와 함께 사용될 수 있다.



- [0207] 도 2b에 또한 근원축(proximodistal axis)(4)이 도시된다. 도 2a 내지 도 2g의 구성에서, 조립체의 요소(1, 2, 3)는 이 축을 중심으로 원형 대칭을 갖지 않는다.
- [0208] 세그먼트화된 보강을 갖는 방법을 수행하기 위해, 도 2a와 도 2b의 조립체가 축(4)이 개구 축(204)에 거의 평행한 상태로 초기 개구 내에 배치된다. 이어서, 기계적 진동이 공구에 결합되는 동안 그리고 보조 요소가 가압력에 대항하여 유지되는 동안 소노트로드(3)가 원위축을 향해 가압되어, 보강 요소가 진동 소노트로드와 보조 요소 사이에서 압축된다. 진동 에너지는 열가소성 보조 요소 재료의 용융 공정이 소노트로드의 전방 운동(및/또는 보조 요소의 후방 운동)을 개시하여, 용융된 열가소성 재료가 옆으로 그리고 주위 다공성 재료의 구조체 내로 가압되게 하기에 충분하도록 선택된다. 이것이 도 2d에 예시된다. 변위된 열가소성 재료 부분(11.1, 11.2)은 재고화되어 다공성 재료를 보강한다. 이러한 공정은 예를 들어 모든 보강 요소 재료가 액화되고 변위될 때까지 그리고 푸싱 부분의 원위 단부 면이 원위 확장부에 의해 형성되는 쇼울더(6)에 인접할 때까지 계속된다.
- [0209] 보강 요소가 세그먼트화되기 때문에, 즉 근원축에 대해 상이한 각도 위치에서 2개의 보강 요소 부분을 포함하기 때문에, 열가소성 재료 부분(11.1)이 분리되어 유지되고, 2개의 보강 영역을 형성한다.
- [0210] 도 2a 내지 도 2d를 참조하여 보강 요소의 원주 방향 세그먼트화가 원형 구멍을 보강하기 위한 구성과 관련하여 그리고 대칭 배열의 2개의 세그먼트화 요소 부분을 사용하여 기술되었지만, 다양한 다른 실시 형태가 가능하다. 예를 들어, 2개의 세그먼트화 요소 부분은 예시된 실시 형태와 같이 대칭면에 대해 대칭으로 배치될 필요가 없으며, 다른 비대칭 배열이 가능하다. 또한, 2개 초과인 세그먼트화 요소 부분, 예를 들어 3개, 4개, 5개, 6개 또는 그 초과인 세그먼트화 요소 부분 - 모두 대칭 또는 비대칭 배열임 - 이 사용될 수 있다(예를 들어 도 2g의 보강 요소의 하부 부분에서와 같이). 또한, 보강된 초기 개구는 원형일 필요가 없으며, 임의의 다른 형상을 가질 수 있다.
- [0211] 세그먼트화된 보강의 또 다른 예가 도 3a 내지 도 4를 참조하여 기술된다. 이 예는 보강 공정이 보강될 개구의 원형 대칭에 의존하지 않는다는 인식을 활용한다. 오히려, 비-원형 배열에서도 기계적 에너지가 열가소성 보강 요소를 액화시킬 수 있는 것이 가능하다.
- [0212] 도 2a 내지 도 2d 중 하나와 유사한 배열 또는 도 2e/도 2f 또는 도 2g에서와 같은 변형이 또한 "후방" 실시 형태의 역할을 할 수 있다. 샤프트(5) 및 원위 확장부(6)를 갖춘 요소(2)가 진동 발생기에 결합되는 소노트로드로서 사용되고, 부상(3)이 상대 요소로서 사용되면, 액화 계면은 원위 확장부(6)와 보강 요소/보강 요소 부분(1; 1.1, 1.2) 사이의 계면이다.
- [0213] 이러한 변형에서, "후방" 구성에 의존하는 다른 실시 형태에서와 같이, 공정 중에, 상대 요소는 인장력과 기계적 진동이 소노트로드에 결합되는 동안 보강 요소(1)에 맞대어져 유지된다. 소노트로드는 이어서 상대 요소가 정지되어 유지되거나 전방으로 전진되거나 가능하게는 소노트로드보다 느리게 천천히 후퇴되는 동안 천천히 후퇴될 수 있다. 액화 계면에서 액화되는 열가소성 재료는 보강될 재료의 세공 내로 연속적으로 변위된다.
- [0214] 도 3a는 보조 요소의 안내 샤프트(5)와 안내 샤프트(5)를 포위하는 보강 요소(1)를 도 3d의 평면 A-A를 따른 단면도로 도시한다. 안내 샤프트와 보강 요소는 근원축을 따라 병진 대칭을 갖고, 대체로 삼각형 단면 형상을 갖는다. 소노트로드(3)는 보강 요소의 근위에 있고, 유사한 형상을 갖는 부분을 구비한다.
- [0215] 보강을 위해, 제1 단계에서, 도 3a 및 도 3d의 조립체가 초기 개구 내에 배치된다. 이어서, 기계적 진동이 공구에 결합되는 동안 그리고 보조 요소가 가압력에 대항하여 유지되는 동안 소노트로드(3)가 원위축을 향해 가압되어, 보강 요소가 진동 소노트로드와 보조 요소 사이에서 압축되고, 소노트로드와 보강 요소 사이의 계면에서 보강 요소의 열가소성 재료가 용융되기 시작하고 주위 다공성 재료 내로 변위된다. 그 결과가 도 3b에 이번에도 단면도로 예시된다. 단면이 삼각형인 초기 개구는 다공성 재료가 보강 재료(11)에 의해 침투되는 보강된 영역에 의해 포위된다. 도 3b의 파선(21)은 다음 단계에서 보어가 추가되는 곳을 도시한다. 보어(23)는 원형 단면을 가지며, 따라서 후속 단계(미도시)에서 스크류를 고정시키기에 적합하다. 보어가 형성될 때, 추가의 다공성 재료와 보강 재료의 영역이 제거된다. 남아 있는 것(도 3c)은 보강 재료가 제거되지 않은 영역에서 보강되는 다공성 재료이다. 도 3c는 3개의 분리된 보강 재료 부분(11.1, 11.2, 11.3)을 예시한다. 선택적으로 초기 개구의 에지에 남아 있을 수 있는 로브(lobe)(25)는 추가의 가요성을 부가할 수 있고, 스크류(또는 다른 결합 요소)의 고정 직후에 다공성 재료에 의해 충전될 수 있다.
- [0216] 또한, 도 3의 실시 형태에 대해, 원위 확장부(6)를 갖춘 요소가 진동원에 결합되는 소노트로드로서 사용되고 부상-같은 요소(3)가 상대 요소로서 사용되면 "후방" 구성 변형이 존재하며; 이때 액화 계면은 원위 확장부와 보강 요소 사이의 계면이다.

- [0217] 삼각형인 것에 대한 대안으로서, 이러한 실시 형태의 군의 변형에서 초기 개구와 보강 요소는 다른 비-원형 단면을 가질 수 있다. 그러한 대안의 일례가 도 4에 근원축에 수직한 단면도로 개략적으로 예시된다. 초기 개구와 보강 요소(1)는 대체로 긴 단면을 가져, 보강과 보어[파선(21)]의 추가 후 2개의 보강된 영역이 남을 것이다. 모두 대칭이거나 비대칭인 다양한 다른 비-원형 형상이 가능하다. 특히, 결합 요소가 고정되도록 의도되는 곳의 해부학적 구조에 형상을 맞추는 것이 가능하다.
- [0218] 도 4의 접근법은 보강 공정 중에 가압되는 소노트로드(3)를 갖는 전방 구성(도 3d에 예시된 바와 같은) 및 소노트로드가 끌어당겨지는 언급된 유형의 "후방" 구성 둘 모두에서 구현될 수 있다. "후방" 구성에서, 또한 제6 태양에 따르면, 소노트로드는 선택적으로 기계적 에너지가 소노트로드에 결합되는 동안 소노트로드의 도입에 의해 초기 개구를 형성하는 것을 허용하는 커팅 원위 에지를 구비할 수 있다.
- [0219] "후방" 구성의 또 다른 예가 도 5a와 도 5b에 예시된다. 도 5a는 액화 공정의 시작시의 구성을 단면도로 도시하고, 도 5b는 보강 재료(11)를 섹션으로 분할하는 블레이드의 효과의, 수평 단면도에 해당하는 개략도이다. 이 예에서, 보강될 재료(210)는 경질 커버링 재료 없이 도시된다. 재료는 예를 들어 세라믹 또는 금속성 발포체 또는 목재 복합 재료 또는 약한 또는 취성 재료일 수 있다. 일반적으로, 본 문헌의 모든 실시 형태의 교시는 특정 재료 조합에 대해 명시적으로 교시되지 않는 한 본 명세서의 의미에서 모든 상이한 유형의 다공성 재료에 적용된다.
- [0220] 도 5a 및 도 5b의 실시 형태에서, 보강 요소(1)는 실린더형 부싱의 형상을 가지며, 즉 관형이다. 소노트로드는 소노트로드 샤프트(91)와 원위 확장부(92)를 포함한다. 원위 확장부의 주연부에서, 소노트로드는 또한 반경 방향으로 돌출되는 복수의 블레이드를 포함한다. 도시된 구성에서, 블레이드는 초기 개구의 (실린더형) 원주 방향 벽의 반경보다 더욱 멀리 돌출되며, 따라서 재료(210) 내로 돌출된다. 재료 질[경도, 인성(toughness)]이 그렇게 허용하면, 블레이드는 재료(210)를 커팅할 수 있다. 대안적으로, 초기 개구는 블레이드를 위한 반경 방향 함입부를 구비하였을 수 있다. 블레이드는 방위각 방향(azimuthal direction)으로의 액화된 재료의 유동을 제한하며, 따라서 열가소성 보강 재료의 섹터의 존재를 유발한다. 특히, 블레이드는 보강 재료의 예상 반경 방향 유동의 최대 연장 범위까지 재료(210) 내로 침투하도록 치수지어질 수 있다.
- [0221] 상대 요소는 보강 요소의 근위에 있고, 도 5a에 도시되지 않으며; 상대 요소는 관형인 것에 대해 대안적으로 또한 소노트로드 샤프트를 위한 구멍을 갖춘 판일 수 있으며; 판은 예를 들어 재료(210)의 표면에 맞대어져 놓이도록 구성된다.
- [0222] 도 5a 및 도 5b의 요소는 블레이드를 제외하고는 회전 실린더의 대칭을 갖는 것으로 예시되며, 즉 초기 개구는 (회전) 실린더형 보어이다. 또한, 예시된 구성에서, 공구는 동일하게 이격되어 배치되는 4개의 블레이드를 구비한다. 그러나, 블레이드를 포함하는 공구(소노트로드)의 개념은 다른 개념에 적용될 수 있다. 일반적으로, 초기 개구, 보강 요소 및 원위 확장부는 임의의 단면, 예를 들어 타원형, 삼각형, 직사각형 등을 가질 수 있다. 또한, 이들 실시 형태에서, 보강 요소와 원위 확장부의 외부 윤곽은 초기 개구의 단면에 맞추어지고, 블레이드는 보강될 재료 내로 반경 방향으로 돌출될 수 있다.
- [0223] 도 5c는 공구(소노트로드)가 블레이드를 포함하지 않는 도 5a 및 도 5b의 "후방" 구성의 변형을 도시한다. 도시된 실시 형태에서, 공구의 원위 확장부(92)의 근위 방향 지향 쇼울더는 보강 요소에 대한 소노트로드의 상대 운동시 - 기계적 에너지가 소노트로드에 결합되는 동안 - 소노트로드의 원위 확장부(92)와 보강 요소(1)의 원위 단부 사이의 계면에서 액화되는 재료가 주위 다공성 재료(210) 내로 더욱 쉽게 변위되게 하도록 경사진다. 도 5c에, 또한 공구의 외경  $d_i$ 와 초기 개구의 직경  $d_h$ 가 예시된다. 명확하게, 계면에서 액화된 재료의 상당 부분이 주위 재료 내로 변위되도록 공구 직경  $d_i$ 가 구멍 직경보다 단지 약간 작다(따라서 거의 동일함).
- [0224] 이는 보강 요소(1)의 전체 단면이 공구에 의해 액화되고 변위되도록 공구의 원위 확장부(92)와 보강 요소(1)의 상대적인 치수가 선택되는 개념을 예시한다. 공정 후, 보강 재료 전부가 물체에 침투하였거나, 또는 코팅-같은 층이 초기 개구의 벽 상에 남아 그것을 클래딩한다.
- [0225] 도 6은 보강 재료 부분(11)이 다공성 재료를 강화시키도록 예를 들어 실린더형 형상의 초기 개구(203)가 보강되어 있는 구성을 근원축을 따른 단면도로 도시한다. 이러한 보강은 세그먼트화 재료가 원주 주위에 소정 각도로 제한되는 세그먼트화된 보강일 수 있거나 - 예를 들어 이전 도면을 참조하여 교시된 바와 같이 - , 보강 재료가 주연부 주위에 분포되는 비-세그먼트화된 보강일 수 있다. 이어서, 보강된 다공성 재료 표면이 개구의 더욱 깊은 영역으로 제한되도록 다공성 재료와 재료가 파선(33)을 따라 제거될 수 있다.

- [0226] 보강의 원주 방향 세그먼트화와 깊이 의존성이 조합될 수 있다. 일례가 도 7a 내지 도 7c에 예시된다. 초기 개구는 계단형이고, 쇼울더(111)가 형성되도록 큰 직경의 근위 부분과 보다 작은 직경의 원위 부분을 구비한다. 안내 샤프트(5)는 도 7c에 예시된 바와 같은 단면 형상을 갖는다. 도 7a와 도 7b는 단지 안내 샤프트를 통한 단면도(도 7c)에서 각각 선 A-A와 B-B에 해당하는 평면을 따른 단면도에 해당한다. 보강 요소는 주연부에서 주위에 위치되는 그리고 액화시키는 방법 단계 중에 쇼울더에 가압되는 제1 보강 요소 부분(1.1, 1.2)을 구비한다. 제2 보강 요소 부분(1.3, 1.4)이 안내 샤프트의 채널(5.1) 내에 원위에 위치된다. 액화 중에, 그것들은 초기 개구의 기저부에 가압된다. 소노트로드(3)의 형상은 상응하게 맞추어진다. 도시된 구성에 대한 대안으로서, 보조 요소는 가압력에 대한 대항력이 다공성 재료가 아니라 보조 요소에 의해 가해지도록 쇼울더(111) 및/또는 도 2b에 예시된 유형의 원위 확장부의 근위 방향으로 안내 샤프트로부터 축방향으로 연장되는 인접 돌출부(abutment protrusion)를 포함할 수 있다.
- [0227] 상응하는 구조체를 구비하여, 요소(2)는 대안적으로 "후방" 구성에서 소노트로드의 역할을 할 수 있으며, 여기에서 액화 계면은 그러한 구조체와 보강 요소 사이의 계면이다.
- [0228] 도 8은 세그먼트화된 보강의 또 다른 예를 이번에도 근원축에 평행한 단면도로 도시한다. 도 8의 실시 형태에서, 초기 개구는 테이퍼지며, 그것은 예를 들어 원추형이다. 보조 요소(2)는 상응하게 테이퍼진 형상을 갖는다. 보강 공정을 위해, 그것은 도 8에 도시된 바와 같이 원주 방향 벽과 가능하게는 원위 단부가 다공성 재료와 접촉하는 상태로 초기 개구 내에 배치되도록 의도된다. 보조 요소는 근위측으로부터 접근가능한 개구를 갖춘 몸체이다. 개구와 원주 방향 벽 사이에, 구멍이 있다. 예를 들어, 보다 큰 중앙 개구(41)는 주연부 주위에 규칙적으로 또는 불규칙적으로 분포되는 복수의 구멍(43)을 포함한다. 보다 작은 주연부 개구는 예를 들어 각각 축방향 구멍(43)을 포함한다. 주연부 구멍(42)은 주연부를 따라 규칙적으로 또는 불규칙적으로 분포될 수 있다. 보조 요소가 단지 단일 주연부 개구만을 포함하는 것도 또한 가능할 것이다. 보강 요소(1)는 예를 들어 그것들이 제공되는 개구의 직경에 맞추어지는 외경을 갖고서 편형일 수 있다. 보강 공정 중에, 기계적 에너지가 각각의 보강 요소에 인가되는 동안 보강 요소(1)가 개구 내로 삽입되고 원위 방향을 향해 가압된다. 이에 의해, 보강 요소가 보강 요소의 원위 단부에서 액화되고, 구멍 밖으로 주위 다공성 재료 내로 가압된다. 보조 요소는 보강 재료의 액화 후 제거될 수 있으며; 예를 들어 제거는 보강 재료가 보조 요소 부근에서 여전히 연결이도록 기계적 에너지 투입(예를 들어 진동)의 종료(offset) 직후에 수행될 수 있다. 대안으로서, 커팅 요소가 보조 요소를 제거하기 위해 사용될 수 있으며; 그러한 커팅 요소는 예를 들어 보조 요소(2)와 다공성 재료 사이의 계면에 있는 보강 재료 부분을 커팅하는, 구멍(43)에 인접한 특징부(근위 방향 지향 커팅 에지 또는 유사한 것)일 수 있다.
- [0229] 개구(41, 42)에 더하여 또는 그것에 대한 대안으로서, 보조 요소 - 개별 보강 요소(1)를 위한 안내 공구로 간주될 수 있는 - 는 원주 방향 표면을 따라 함입부(개구)를 구비할 수 있다. 그러한 보조 요소를 사용한 보강 공정 후, 열가소성 보강 재료 부분은 원추형 개구 내로 돌출될 수 있으며, 따라서 다공성 재료로 제한될 필요가 없다. 그러한 실시 형태는 결합 요소의 후속 고정기 보강 재료에 대한 결합 요소의 열가소성 재료의 용접을 수반하거나 고정 중에 보강 재료가 다시 액화될 때 다시 열가소성 재료가 그것 내로 침투하여 양각-끼워맞춤 연결(positive-fit connection)을 생성할 수 있는 표면 구조체를 갖춘 결합 요소를 수반하는 상황에서 특히 유리하다.
- [0230] 보강 재료에 대한 결합 요소의 후속 고정의 가능한 원리 또는 보강 재료가 고정 중에 다시 액화되게 하고 결합 요소의 구조체에 침투하게 하여 양각-끼워맞춤 연결을 생성하게 하는 가능한 원리는 또한 도 8에 예시된 것 이외의 본 발명의 다른 실시 형태에 적용될 수 있다. 특히, 그것은 모든 실시 형태에 대한 옵션이다. 세그먼트화된 보강을 제공하는 실시 형태는 조작자가 - 초기 개구의 표면상의 보강된 위치를 적절히 선택함으로써 - 결합 요소의 용접 연결 또는 양각-끼워맞춤 연결이 의도되는 곳을 선택할 수 있다는 추가의 잠재적인 이점을 특징으로 한다.
- [0231] 이어서, 충격/에너지 최소화의 측면의 실시 형태가 기술된다. 이들 기술된 실시 형태에서, 공정 중에 장치에 결합되는 에너지는 기계적 진동 에너지이고, 공구는 소노트로드이다. 그러나, 이러한 개념은 다른 기계적 에너지(예를 들어 회전), 열, 전자기 방사선을 비롯한 다른 에너지 형태로 쉽게 확장될 수 있다.
- [0232] 도 9a와 도 9b는 제1 접근법을 근원축에 평행한 단면도로 도시한다. 소노트로드와 가능하게는 또한 보강 요소가 안내 샤프트에 의해 안내되는 구성에서 소노트로드(3)와 보조 요소의 안내 샤프트(5) 사이의 접촉에 의해 상당한 소음과 또한 가능하게는 에너지 손실이 초래되는 것으로 밝혀졌다. 공구(소노트로드)와 보조 요소가 활주

가능하게 중첩하는 영역이 또한 본 명세서에서 "텔레스코핑 영역(telescoping region)"으로 지칭된다.

- [0233] 도 9a와 도 9b에서, 소노트로드의 내경은 완충 용적부(52)가 안내 샤프트 주위에 형성되도록 안내 샤프트의 외경보다 크다. 소노트로드는 그것의 원위 단부에서 내향 돌출부(51)를 포함한다. 내향 돌출부는 예를 들어 안내 샤프트와 직접 접촉하는 접촉 표면을 형성하는 내향 돌출 리지이다. 접촉 표면은 샤프트를 완전히 포위하여, 액화된 재료를 위한 밀봉부를 형성하여서, 후자가 완충 용적부 내로 침투하지 못하도록 방지한다.
- [0234] 도 9a의 실시 형태에서, 보강 요소(1)와의 접촉을 형성하는 소노트로드의 원위 단부 면은 본질적으로 평평하고 축에 대해 방사상인 반면에, 도 9b의 실시 형태는 액화된 보강 재료를 외향으로 주위 다공성 재료 내로 가압시키는데 도움을 주는 테이퍼진 소노트로드 표면을 구비한다. 모든 실시 형태에서, 소노트로드와 보강 요소 사이의 접촉면은 일반적으로 평탄형, 만곡형, 테이퍼형 등을 비롯한 임의의 형상을 가질 수 있다.
- [0235] 도시된 실시 형태에서, 내향 돌출부(51)는 소노트로드의 나머지와 일체이다. 대안적인 실시 형태에서, 별개의 부품 - 부상으로 간주될 수 있는 - 이 사용될 수 있다. 그러한 별개의 부품의 사용은 특히 적합한 재료가 사용될 수 있기 때문에 유리할 수 있다. 그러한 적합한 재료는 그것이 소노트로드 충격/에너지의 인가를 최소화시키지만 그것이 반드시 초음파 진동을 위한 우수한 전도체인 것은 아니도록 선택될 수 있다. 부상에 적합한 재료의 일례는 PEEK이며; 대안적으로 PTFE, PA 등과 같은, 강과 유사한 작은 마찰 계수를 갖는 다른 중합체 재료, 또는 다른 플라스틱 또는 비-플라스틱 재료가 사용될 수 있다.
- [0236] 또 다른 옵션으로서, 내향 돌출부는 특히 별개의 부품(부상)에 의해 형성되면 안내 샤프트와 접촉하는 작은 원주 방향 스크레이핑 립(scraping lip)을 포함할 수 있다. 그러한 스크레이핑 립에 대한 대안으로서, 또한 중간 끼워맞춤(transition fit) 등과 같은, 상대 운동을 허용하는 상응하는 끼워맞춤이 특히 안내 샤프트와 돌출부/부상(51) 사이의 경질-연질 재료 조합을 위해 사용될 수 있다.
- [0237] 위에서 논의된 변형에 더하여 또는 그것에 대한 대안으로서, 완충 용적부(52)는 샤프트와 진동 부품 사이의 감소된 마찰/소음 발생을 갖는 재료에 의해 부분적으로 또는 완전히 충전될 수 있다. 이때 그러한 재료는 일종의 내측 라이너의 역할을 할 수 있으며; 이러한 재료는 예를 들어 PEEK, PTFE, PA 등과 같은 중합체일 수 있다.
- [0238] 도 10은 이번에도 소노트로드와 안내 샤프트 사이의 접촉 표면이 감소되도록 소노트로드가 내향 돌출 축방향 리브(54)를 포함하는 실시 형태를 근원축에 수직한 단면도로 도시한다. 이는 선택적으로 도 9a와 도 9b에 도시된 바와 같은 원위 내향 돌출 리지와 조합될 수 있다. 도 11은 유사하게 내향 돌출 원주 방향 리브(55)를 갖는 구성을 (근원축에 평행한 단면도로) 도시한다. 이번에도, 원위 리지와 조합이 가능하다. 대안적으로, 리브 대신에 또는 그것에 더하여, 소노트로드는 험프(hump) 등과 같은 다른 내향 돌출부를 포함할 수 있다.
- [0239] 도 9a 내지 도 11과 이하에 기술되는 도 17 및 도 18은 소노트로드와 보조 요소 사이의 표면적이 소노트로드가 실린더형 샤프트를 포위하는 실린더형 슬리브인 구성에 비해 상당히 감소되는 구성의 예를 도시한다. 특히, 텔레스코핑 영역에서, 접촉 표면은 그 텔레스코핑 영역에서의 보조 요소의 외측 표면적보다 상당히[예를 들어 적어도 1/2배만큼(by at least a factor 2)] 작다.
- [0240] 소노트로드와 안내 샤프트 사이의 직접적인 접촉을 감소시키는 접근법과 조합될 수 있는, 충격/에너지 최소화를 위한 접근법의 다른 군이 도 12 내지 도 15에 도시된다. 이들 도면의 실시 형태 모두는 보강 요소 또는 그것의 적어도 일부분이 보다 작은 에너지 충격으로 액화되게 하는 방식으로 보강 요소가 형상화되는 개념을 포함하며, 즉 보강 요소에 인가되는 에너지의 함수로서의 개시가 더욱 쉽다. 이는 에너지원의 동력, 예를 들어 소노트로드를 작동시키는 동력을 감소시키도록 허용한다.
- [0241] 도 12 및 도 13의 단면도는 안내 샤프트(5)를 통한 대칭축(미도시)을 갖는 대체로 회전 대칭 배열의 단면도를 도시한다. 도 12의 보강 요소(1)는 각각 외측 및 내측 홈(61, 62)을 포함하는 반면에, 도 13의 보강 요소는 내측 홈(62)을 구비한다. 홈은 조직적으로 보강 요소를 약화시키고, 목부를 생성함으로써, 기계적 에너지의 흡수 시 액화가 최초로 시작되는 장소를 제공한다. 또한, 도 13의 실시 형태의 내측 홈(62)은 목부에서의 액화의 개시 후 더욱 근위의 부분이 더욱 원위의 부분 상에서 활주하고 외향으로 가압되어, 아직 액화되지 않은 보강 재료와 초기 개구의 측벽의 추가의 마찰 및/또는 액화된 재료상으로의 추가의 압력이 생성되도록 외부를 향해 경사지며, 이들 두 효과는 잠재적으로 보강 공정을 돕는다. 예시된 실시 형태와 동일한 원주형 표면을 따라 연장되는 외측 홈에 의해 유사한 효과가 달성될 수 있으며, 즉 홈은 약한 장소(목부)에서의 액화 후 보강 요소의 더욱 근위의 부분이 그것들이 소노트로드(3)로부터 압력을 받을 때 그것들을 외향으로 가압시키는 전단 운동을 받도록 한다. 양 변형(그리고 조합)에서, 추가의 축방향 분할(도 13에 도시되지 않음) 또는 이전 실시 형태에 예시된 바와 같은 원주 방향 세그먼트화가 그러한 외향 운동을 위한 충분한 가요성을 보장할 수 있다.



- [0242] 도 12 및 도 13의 실시 형태의 홈(61, 62) 또는 보강 요소(1)의 유사한 약화부는 또한 전술된 실시 형태 중 임의의 것에 따른 세그먼트화를 포함하는 배열과 같은, 회전 대칭이 아닌 배열을 위해 선택될 수 있다.
- [0243] 도 14 및 도 15의 실시 형태는 조직적으로 약화된 보강 요소(1)의 다른 변형의 도면을 도시한다. 도 14의 실시 형태는 대체로 복수의 관통 구멍(63)을 갖춘 회전 실린더의 형상을 갖는 보강 요소(1)를 포함한다. 도시된 실시 형태에서, 관통 구멍은 축방향 열을 이루어 배치된다. 일반적으로, 보강 요소의 구멍 또는 다른 약화부의 위치와 분포는 필요에 따라 선택될 수 있다.
- [0244] 도 15의 실시 형태에서, 대체로 회전 실린더의 형상을 갖는 보강 요소(1)는 긴 축방향 구멍(64)을 포함한다. 그러한 축방향 구멍의 축방향 연장 범위는 보강 요소(1)의 축방향 길이의 상당 부분(예를 들어 적어도 1/2 또는 심지어 적어도 2/3)에 해당할 수 있다. 축방향 구멍은 기계적 에너지 충격의 동력 요건을 감소시키는 것에 더하여, 약한 원주 방향 세그먼트화를 생성하는 효과를 가질 수 있다. 축방향 긴 구멍(64)의 연장 범위(원주 방향을 따른)와 분포는 상응하게 선택될 수 있다. 도시된 구성에서, 보강 요소는 또한 보강 요소의 기계적 안정성을 향상시키기 위해 긴 구멍에 걸쳐, 예를 들어 대략 그것들의 중간에서 브리지를 형성하는 브리지 부분(65)을 포함한다. 특히 보강 재료의 원주 방향 세그먼트화 효과가 요망되면, 브리지 부분(65)은 단지 최소의 재료 강도를 가질 수 있으며; 예를 들어 그것들은 보강 요소의 몸체보다 얇을 수 있다.
- [0245] 도 16(단면도로 도시됨)의 실시 형태는 원주 방향 리지와 같은 외향 돌출(튀어나온) 원위 특징부(71)를 갖춘 소노트로드(3)를 포함한다. 이러한 형상으로 인해, 소노트로드는 더욱 근위의 위치에서 감소된 두께를 가져, 그것은 원위 특징부(71)의 근위에서 다공성 재료와 직접 접촉하지 않는다. 이는 충격, 특히 인접 다공성 재료의 마찰 가열을 현저히 감소시킨다.
- [0246] 도 16에 예시된 유형의 외향 돌출 원위 특징부는 보강 요소에 대한 소노트로드의 테이퍼진 접촉면을 갖는 실시 형태(도 16에 도시된 바와 같은)에서, 평평한 접촉면을 갖는 실시 형태에서, 또는 임의의 다른 접촉면 형상과 조합되어 실현될 수 있다. 도 9 내지 도 11에 예시된 바와 같은 소노트로드와 안내 샤프트 사이의 접촉 표면의 최소화를 비롯한 이전 도면 중 임의의 것의 접근법과의 조합이 가능하다.
- [0247] 소노트로드 충격, 특히 소노트로드와 안내 샤프트 사이의 마찰에 의해 생성되는 소음을 최소화시키는 다른 가능성이 도 17에 단면도로 도시된다. 이 실시 형태의 소노트로드는 복수의 내향 지향 미세-돌출부(81)를 포함한다. 원추형 또는 칼로트(calotte)형이거나 다른 형상을 가질 수 있는 미세-돌출부는 보조 요소(2) 안내 샤프트에 인접하며, 따라서 소노트로드(3)와 안내 샤프트 사이의 접촉 표면이 최소이게 한다. 미세-돌출부(81)는 샤프트와 소노트로드 사이의 결과적으로 생성된 갭이 표면 장력으로 인해 실질적으로 액화된 열가소성 재료가 갭 내로 침투하지 않을 정도로 작은 두께 d를 갖도록 비교적 작은 높이를 갖는다. 특히, 갭 두께 d(대략 돌출부의 높이에 해당함)는 0.02 mm 내지 0.2 mm일 수 있다. 이러한 자릿수의 두께를 갖는 갭 내로 열가소성 재료가 침투하지 않을 것이다.
- [0248] 도 17은 소노트로드의 내향 돌출 특징부인 미세-돌출부를 도시하지만, 안내 샤프트의 상응하는 외향 지향 돌출부를 제공하는 것도 또한 가능할 것이다.
- [0249] 점 모양의 접촉 표면 부분을 규정하는 미세-돌출부에 대한 대안으로서, 도 18에 예시된 바와 같은 리지형 미세-돌출부(82)를 구비하는 것도 또한 가능할 것이다. 도 18의 실시 형태는 안내 샤프트에서 미세-돌출부(82)를 포함하며; 물론 상응하는 리지형 미세-돌출부가 또한 소노트로드에 존재할 수 있다. 도 18의 돌출부의 반경 방향 치수는 이번에도 0.02 mm 내지 0.2 mm의 범위 내에 있을 수 있다.
- [0250] 또한, 도 9 내지 도 15와 도 17 및 도 18의 실시 형태에 대해, 샤프트(5)(원위 확장부를 갖춘)를 갖춘 요소가 진동원에 결합되는 소노트로드로서 사용되고 부상-같은 요소(3)가 상대 요소로서 사용되면 "후방" 구성 변형이 존재하며; 이때 액화 계면은 원위 확장부와 보강 요소 사이의 계면이다.
- [0251] 이어서, 본 발명의 다양한 태양의 모든 실시 형태를 참조하여, 보강 요소 치수, 특히 벽 두께에 대한 몇몇 고려 사항이 고찰된다. 이들 고려 사항은 침투 공정에서 다공성 재료가 옆으로 가압되지 않고 오로지 보강 재료에 의해 침투된다는 가정에 기초한다. 그러나, 침투된 재료의 부분을 옆으로 가압시키는 효과도 또한 간접적으로, 즉 이하에서 설명되는 바와 같은 겉보기 다공률(apparent porosity)의 결정에 의해 고려된다. 두께는 주로 원하는 침투 깊이(침입 깊이)와 다공성 재료의 다공률에 의존한다. 우선, 보강 요소가 관형이고, 보강 요소의 반경이 벽 두께보다 훨씬 크다고 가정하면 - 근사에서 평면 구성이 가정될 수 있도록 -, 1 mm의 침투 깊이와 40%의 다공률(예를 들어 경량 복합 재료)에 대해, 벽 두께는 0.4 mm이다. 80%의 다공률(예를 들어 금속성 발포체)에 대해, 1 mm의 침투 깊이에 대해 0.8 mm의 벽 두께를 얻고, 60%의 다공률에 대해, 0.6 mm 벽 두께를 얻

는다. 본 근사에서, 벽 두께는 침투 깊이의 선형 함수이며, 따라서 예를 들어 2 mm의 침투 깊이와 80%의 다공률에 대해, 벽 두께는 1.6 mm일 것이다. 이들 고려 사항에서, 재료 유동이 이상적이고, 모든 보강 요소 재료가 다공성 재료 내로 변위된다고 가정된다. 실제로는, 그렇지 않다. 오히려, 다공성 재료는 침투 열가소성 재료의 동결 거동(freezing behaviour)을 촉진시키며, 이러한 동결 거동은 다공성 재료가 조밀할수록, 그것의 열 용량이 클수록 그리고 그것의 열 전도율이 클수록 더욱 두드러진다. 이러한 효과는 실제의 측정된 다공률을 감소된 겉보기 다공률에 의해 대체함으로써 고려될 수 있다. 겉보기 다공률은 하기의 공정에 의해 측정될 수 있다:

- [0252] - 다공성 재료, 예를 들어 목재 복합 재료 또는 발포체 다공성 재료 내에 주어진 벽 두께  $d_w$ (예를 들어 0.5 mm)의 단순 보강 실린더를 사용하여 완전히 침투 변위시켜 보강하는 공정,
- [0253] - 평균 침투 깊이  $d_m$ 과 침투 높이  $h_m$ (보강된 다공성 재료 부분의 축방향 연장 범위에 해당함)을 측정하는 공정,
- [0254] - 보정 계수  $F = d_m/d_t \cdot h_s/h_m$ 을 계산하는 공정(여기에서  $d_t$ 는 이상적인 재료 유동에 대해 위의 고려 사항에 따른 이론적인 침투 깊이를 나타내고,  $h_s$ 는 보강 요소의 원래 높이임), 및
- [0255] - 겉보기 다공률  $P_A$ 를  $P \cdot F$ 로 계산하는 공정.
- [0256]  $P = 35\%$ 인 예시적인 측정에서,  $d_m/d_t = 0.6$ 과  $h_m/h_s = 0.9$ 의 값이 얻어졌으며, 따라서  $F = 0.667$ 이었다. 40%의 다공률과 1 mm의 침투 깊이에 대해, 0.267 mm의 벽 두께를 얻는다. 벽 두께는 이번에도 침투 깊이 및 다공률 둘 모두에 비례하며, 따라서 이러한 값으로부터 시작하여 다른 벽 두께가 계산될 수 있다.
- [0257] 모든 보강 재료가 다공성 재료 내로 변위되지는 않으면, 보강된 개구 내에 남아 있는 재료의 잔류 벽 두께가 벽 두께에 추가되도록 의도된다.
- [0258] 세그먼트화된 보강 및/또는 개구를 갖춘 보강 요소의 경우에, 축방향으로 연장되는 에지를 따라, 어느 정도는 원주 방향으로 추가의 재료 유동이 있을 것이다. 일반적으로, 중합체 유동이 보강된 영역을 약 0.5-1 mm만큼(원주 방향으로) 확장시킬 것이다. 따라서, 이들 영역에서, 상응하게 감소된 침투 깊이가 있을 것이다. 이는 보통 중요하지 않고/않거나 상응하는 보정을 사용함으로써 고려될 수 있다.
- [0259] 도 19는 소노트로드 충격 최소화의 또 다른 접근법을 이번에도 단면도로 도시한다. 도 19의 실시 형태에서, 소노트로드(3)는 더욱 근위의 축방향 위치에서, 슬리브의 형상을 갖는 보조 요소(2)에 의해 포위되는 소노트로드 샤프트(91)를 포함한다. 보강 요소(1)는 소노트로드에 의해, 예를 들어 상호로킹 연결되어 유지된다. 예를 들어, 소노트로드(3)는 수나사(outer thread)를 구비할 수 있고, 보조 요소는 소노트로드 상에 스크류 체결될 수 있다. 도시된 구성에서, 소노트로드는 보강 요소를 원위 방향으로 이탈하지 못하도록 고정시키는 추가의 지지 체인 - 선택적인 - 원위 확장부(92)[퓏(foot)]를 구비한다. 보강 공정 중에, 보강 요소가 부착된 소노트로드가 진동함과 동시에, 슬리브-같은 보조 요소가 보강 요소의 근위 표면에 가압된다. 소노트로드와 슬리브-같은 보조 요소 사이의 계면에서, 기계적 에너지가 흡수되어, 보강 재료가 부분적으로 액화되게 한다. 공정 중에, 예를 들어 소노트로드의 축방향 위치는 그대로 유지될 수 있는 반면, 보조 요소(2)는 전방으로 가압된다.
- [0260] 도 19의 실시 형태는 본 문헌에 기술된 "후방" 구성의 다른 실시 형태와 같이, 중앙 소노트로드와 주변 보조 요소를 갖는 구성으로 인해, 초기 개구를 포위하는 다공성 재료와 소노트로드 사이에 단지 최소의 접촉만이 있는 이점을 특징으로 한다.
- [0261] 도 19의 그것에 해당하는 조립체가 또한 보강 요소와 보조 요소 사이의 접촉면이 보강 요소의 원위 단부에 있는 '전방' 배열에서 가능할 것이다. 그러한 조립체에서, 보조 요소는 예를 들어 원위 퓏(접촉면을 포함하는)을 갖춘 가는 샤프트를 구비할 수 있으며, 이때 샤프트는 소노트로드를 통해 연장된다. 그러한 구성이 하나의 가능성이긴 하지만, 도 19의 구성이 구현하기에 더욱 간단한 추가의 이점을 갖는다.
- [0262] 또한, 선택적으로, 소노트로드의 원위 단부는 예를 들어 본 발명의 제6 태양에 따라 커팅 또는 관통 기능을 가질 수 있다. 그러한 관통 또는 커팅 특징부는 예를 들어 조립체를 다공성 재료 내로 도입할 때 선택적인 진동 보조 송곳으로서 기능할 수 있으며, 이때 초기 개구는 별개의 단계로 사전-형성될 필요가 없고 조립체를 도입함으로써 형성될 수 있다.
- [0263] 도 20은 보호 요소(96)를 포함하는 실시 형태를 단면도로 도시한다. 보호 요소는 소노트로드(3)를 적어도 부분적으로 둘러싸서 다공성 재료를 보호한다. 보호 요소(96)는 원위 커팅/리밍(reaming) 구조체 및/또는 보강된 또는 보강되지 않은 다공성 재료에 나사를 제공하기 위한 태핑(tapping) 구조체를 포함할 수 있다.

- [0264] 도시된 구성에서, 보호 요소(96)는 계단형 개구와 조합되어 도시된다. 이는 필요 조건이 아니며; 충분한 강성의 재료(예를 들어 강)의 충분히 가는( $< 0.1 \text{ mm}$  또는  $0.05 \text{ mm}$ ) 보호 요소가 또한 계단형이 아닌 개구와 함께 사용될 수 있다. 계단형 개구는 초기 개구가 계단형 방식으로(예를 들어 상이한 직경의 2개의 드릴을 사용하여) 형성된다는 점에서, 또는 예를 들어 또한 가능하게는 최원위 부분을 제외하고는 소노트로드의 전부가 다공성 재료와 접촉하지 못하도록 방지하기 위해 보강 공정 중에 전진할 수 있는, 보호 요소 그 자체의 셀프-커팅(self-cutting) 구조체에 의해 제공될 수 있다.
- [0265] 보호 요소(96)는 선택적으로 원주 방향으로 세그먼트화될 수 있고, 이어서 선택적으로 원위측으로, 예를 들어 개구의 기저부까지 더욱 돌출될 수 있다. 이에 의해, 그것은 다공성 재료를 국소적으로 마스킹하고, 세그먼트화된 보강을 유발한다. 이러한 변형에서, 도 20의 장치는 그것의 제1 태양에 따른 방법의 또 다른 실시 형태이다.
- [0266] 또 다른 실시 형태에서, 마스크의 역할을 하는 보호 요소(96)가 도 14 및 도 15에 보강 요소에 대해 예시된 유형의 기하학적 구조를 가질 수 있으며, 즉 복수의 개구를 갖춘 몸체를 특히 세그먼트화된 방식으로, 즉 방위각의 함수로서, 개구를 갖춘 섹션과 개구가 없는 섹션을 포함하는 방식으로 포함한다. 이러한 또 다른 실시 형태에서의 개구는 요소의 절포(convex hull)의 표면의 상당 부분을 구성할 수 있으며, 즉 빈 공간은 보호 요소(96)가 비어 있지 않은 부분을 형성하는 가상 실린더의 표면의 예를 들어 적어도 50%, 적어도 60% 또는 적어도 2/3의 상당 부분을 구성할 수 있다.
- [0267] 또 다른 실시 형태에서, 보호 요소는 다공성이도록, (공정 중에) 열가소성 재료에 의해 침투되도록, 그리고 적소에서 유지된 다음에 예를 들어 열 및/또는 전기를 전도하기 위한 접촉 요소 또는 장착 요소의 역할을 하도록 구성될 수 있다.
- [0268] 보호 요소(몇몇 실시 형태에서, 전술된 바와 같이, 마스크의 역할을 할 수 있는)를 갖는 모든 실시 형태에서, 보호 요소의 재료는 금속 또는 세라믹 재료일 수 있다. 그러한 재료의 표면이 액화된 열가소성 재료를 통과시키지 않기 때문에, 중합체가 단지 약하게 보호 요소에 부착될 것이며, 따라서 후자가 비교적 쉽게 제거될 수 있다. 이는 - 보호 요소의 두께가 충분히 얇으면, 예를 들어  $0.1 \text{ mm}$  이하의 두께를 가지면 - 중합체 재료가 그것을 통해 다공성 재료에 도달하는 개구를 갖춘 전술된 유형의 구성에서도 그러하다.
- [0269] 보호 요소를 갖는 모든 실시 형태에서, 보호 요소는 선택적으로 축방향 슬릿을 구비할 수 있어, 샤프트의 제거 후 그것이 쉽게 압괴 및/또는 박리되어 제거될 수 있다.
- [0270] 도 20의 실시 형태는 또한 하기의 선택적인 특징을 가질 수 있다:
- [0271] - 예를 들어 초기 개구가 관통 구멍이면 또는 초기 개구의 기부에 있는 재료가 보강 요소에 대한 압력을 견디기에 너무 약하면 사용되는 원위 풋(6);
- [0272] - 보강 요소(1)의 외면에 있는 약화 홈.
- [0273] 또 다른 접근법에 따르면, 보강 공정은 기계적 진동을 편향시키기 위한 수단과 조합될 수 있다. 제1 접근법이 도 21에 개략적으로 예시된다. 도 21은 긴 그리고 구부러진 진동 요소(102)를 포함하는 기계적 진동을 편향시키기 위한 장치(101)를 도시하며, 이때 진동 요소(101)는 커플링-인(coupling-in) 점에서 횡으로 진동하도록 여기될 때 커플링-아웃(coupling-out) 점에서 횡으로 진동한다. 커플링-인 점은 입력 단자(103)(진동원에 결합될 수 있는)를 포함하고, 커플링-아웃 점에 출력 단자(104)가 형성되며, 여기에서 소노트로드(또는 그것의 일부)의 역할을 할 수 있는 또는 소노트로드에 대한 인터페이스를 규정할 수 있는 슬리브-같은 단자(104)가 제공된다. 공정 중에 보강 요소를 안내하는 보조 요소가 슬리브-같은 단자(104)의 중심에서 안내될 수 있다. 장치(101)는 출력 단자(104)의 영역에서 또한 보조 요소가 그것을 통해 돌출되고 그것의 근위측으로부터 유지될 수 있는 관통 개구(삽관부)를 포함할 수 있다. 도 20의 실시 형태가 소노트로드를 원위 방향에 대향하여 가압시키는 인가된 힘에 대한 대향력의 능동적인 인가를 쉽게 허용하지 않지만, 그러한 능동적인 대향력은 다공성 재료가 충분한 저항을 제공하기에 충분한 강도를 갖는 경우에 필요하지 않을 수 있다.
- [0274] 또 다른 접근법이 도 22에 도시된다. 도 22는 링형 공진체를 갖춘 편향 장치(101)를 예시한다. 커플링-인 포트와 커플링-아웃 점 사이의 각도는  $360^\circ$  의 정수 분수(integer fraction)이다. 커플링-인 단자(104)는 이번에도 슬리브-같은 수 있다. 보조 요소(2)는 슬리브-같은 단자(104)의 내부에서 수동적으로 안내될 수 있다. 그것은 또한 링형 공진체에 의해 규정되는 평면의 외부로부터 보조 요소를 파지하는 요소(미도시)에 의해 유지될 수 있다.

- [0275] 도 22의 실시 형태의 변형이 도 23에 도시된다. 도 22의 실시 형태와는 대조적으로, 커플링-아웃 단자(104)는 링의 내면에 그리고 그것의 근위(상부) 부분에 부착된다.
- [0276] 도 23의 실시 형태의 변형에서, 링형 공진체는 폐쇄될 수 있다. 이때 커플링-아웃 단자(104)는 링 내의 보어를 통해 돌출될 수 있다.
- [0277] 이어서, 하기의 도면을 참조하여, 본 발명의 태양과 실시 형태에 따른 공정의 또 다른 실시 형태와 적용이 기술된다. 이들 실시 형태와 적용에 대해, 세그먼트화된 보강 및/또는 소노트로드 충격 최소화의 실시 형태가 사용될 수 있다. 대안적으로, 이들 실시 형태/적용은 하기의 단계를 포함하는 다른 공정에 사용될 수 있다:
- [0278] - 다공성 재료 내에 초기 개구를 제공하는 단계;
- [0279] - 열가소성 보강 요소와 공구를 제공하는 단계;
- [0280] - 보강 요소를 초기 개구 내에 배치하고, 공구를 보강 요소의 면과 접촉하도록 배치하며, 에너지가 공구에 결합되는 동안 그리고 공구와 보강 요소의 액화 계면의 주연부가 개구 내에 있는 동안 공구를 원위 방향을 향해 면에 가압시키는 단계;
- [0281] - 이에 의해 액화 계면(들)에서 보강 요소의 재료를 액화시켜 액화된 재료를 생성하는 단계;
- [0282] - 액화된 재료의 일부분이 다공성 재료의 구조체 내로 침투하게 하는 단계;
- [0283] - 액화된 재료가 경화되어 보강 재료가 되도록 허용하는 단계; 및
- [0284] - 공구를 제거하는 단계.
- [0285] 이는 공구(적어도 액화 계면의 영역에서, 따라서 후방 구성에서 원위 확장부)의 외경이 대략 초기 개구의 내경에 상당하는(예를 들어 동일하거나 최대 10% 또는 최대 5% 또는 최대 3%만큼 작은) 그리고/또는 대략 보강 요소의 외경에 상당하는(예를 들어 그것과 일치하거나 최대 7%, 최대 4% 또는 최대 2%만큼 크거나 작은) 실시 형태에서 특히 그러하다.
- [0286] 도 24a는 보강될 초기 개구를 갖춘 물체, 즉 2개의 경질 커버 층(201)과 커버 층 사이의 연질, 다공성 및 경량 충전 층(202)을 갖춘 경량 보드를 도시한다. 공구(3)(소노트로드)와 보강 요소(1)가 후방 구성으로 도시된다. 상대 요소는 도면에 도시되지 않는다. 도시된 구성에서, 공구(3)의 원위 확장부(92)와 보강 요소(1)의 외경은 경량 보드 내의 초기 개구의 내경보다 작도록 선택된다.
- [0287] 도 24b는 보강 공정 후의 경량 보드를 도시한다. 커버 층(201)이 경질이고 다공성이 아니기 때문에, 보강 재료(11)는 그것들에 의해 제지되고, 이는 그것들 아래에 반경 방향 벌지(bulge)(141)를 생성한다. 이러한 반경 방향 벌지는 보강 공정 중에 근위 방향에 해당하는 방향으로의 축방향력에 대항하여 보강 재료(11)를 더욱 안정시킨다. 이어서 결합 요소 또는 피팅과 같은 건축 요소가 보강된 개구 내로 삽입되면, 이러한 효과는 추가의 고정 안정성을 제공한다.
- [0288] 도 25에 예시된 초기 개구를 갖춘 물체는 서로 적층되어 고정되는 그리고 공통의 보강된 개구를 갖춘 다공성 재료(예를 들어 목재 복합재 또는 세라믹 발포체)의 2개의 요소(210.1, 210.2)를 포함한다. 도면에 예시된 바와 같이, 보강 재료(11)는 요소(210.1, 210.2) 사이의 전이부에서 저항을 덜 받을 수 있으며, 이는 전이 영역에서 벌지(142)를 생성할 수 있다. 그러한 벌지는 두 요소의 집합체를 안정시키고 적어도 어느 정도는 그것들을 서로 고정시킬 수 있다.
- [0289] 도 26은 보강 요소가 가압력을 받는 동안 그것에 에너지를 인가하기 위한 단계를 위해 보강 요소(1)에 에너지를 결합시키기 위한 방사선원을 사용하는 것을 개략적으로 예시한다. 이를 위해, 공구(3)는 방사선이 근위측으로부터 그것에 결합되는 유리 실린더이도록 선택된다. 보조 요소(2)는 보강 요소의 원위 단부 면과 접촉하는 것을 포함한다. 공구(3)를 통해 입사하는 광은 공구(3)의 원위 단부(301)에서 보강 요소(도면 부호 302)에 의해, 또는 광의 표면(303)에서 보강 요소에 대한 계면에서 흡수될 수 있다.
- [0290] 도 27은 보강 요소(1)(이때 비교적 낮은 전도율을 갖는 전기 전도 재료를 포함함)를 통해 전도되는 전기의 일례를 도시한다. 이를 위해, 공구(3)는 보강 요소(1)에 대한 계면에서 제1 전극(311)을 포함하고, 보조 요소(2)는 보강 요소에 대한 계면에서 제2 전극(312)을 포함한다.
- [0291] 대안으로서, 공구(3)는 보강 요소에 대한 계면을 가열할 수 있는 저항 가열기를 구비할 수 있다. 이것이 도 27에 도시된 바와 같은 공구(3)를 갖는 전방 구성 및 도 27의 보조 요소(2)의 형상을 갖는 공구를 갖는 그리고 대



항력을 가하기 위한 상대 요소를 갖는 후방 구성 둘 모두에서 가능한 것에 유의하여야 하며, 이때 상대 요소 예는 도 3의 공구의 형상을 갖는다.

[0292] 도 26 및 도 27의 구성은 축(204)을 중심으로 대칭일 수 있거나, 전술된 유형의 예에서와 같이, 특히 세그먼트화된 보강의 예에서와 같이 형성될 수 있다.

[0293] 도 28 내지 도 30은 세그먼트화된 보강의 적용의 예를 예시한다.

[0294] 도 28의 예에서, 보강 재료(11.1, 11.2)는 축방향으로 세그먼트화된다. 보강 재료(11.1, 11.2)는 관통 개구의 내측 표면을 보강하고, 도시된 구성에서 개구의 초기 표면을 지나 약간 돌출되도록 허용되며, 따라서 세그먼트 사이에 원주 방향 홈이 형성된다. 이러한 홈 내에, 밀봉 링(321)이 배치된다.

[0295] 밀봉 링이 그것 상에 안착되는 액슬(미도시)과 함께, 이러한 구성은 물체 내에 장착된 액슬의 2개의 축방향으로 이격된 세그먼트의 서로에 대한 밀봉을 돕기 위해 사용될 수 있다.

[0296] 도 29a와 도 29b(도 29b는 도 29a의 평면 B-B를 통한 단면도를 도시함)는 보강 재료의 세그먼트(11.1, 11.2)가 서로 전기적으로 절연된 2개의 전극(342, 343)을 갖춘 플러그(341)를 위한 상이한 전기 접점으로서 사용되는 예를 예시한다. 상응하는 전극(331, 332)이 도 29a에 개략적으로 도시된다.

[0297] 동일한 원리가 또한 축방향으로 이격된 증가된 세그먼트를 갖춘 개구(도 28과 유사하지만, 가능하게는 밀봉 링이 없음)에 적용가능하다. 전극(345, 346)을 갖춘 상응하는 플러그(341)가 도 30에 도시된다.

## 도면

### 도면1

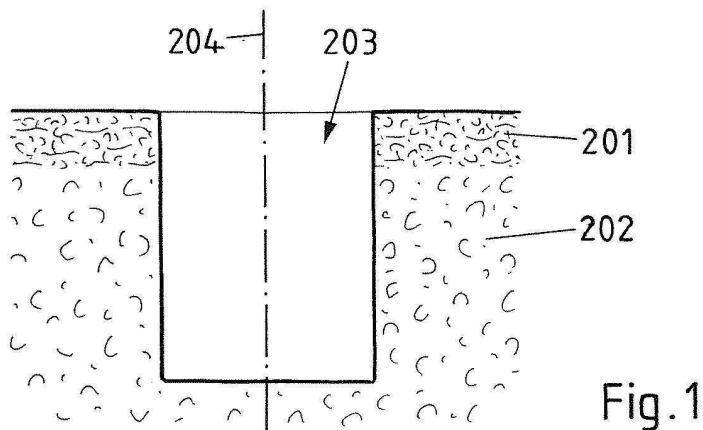


Fig. 1

### 도면1a

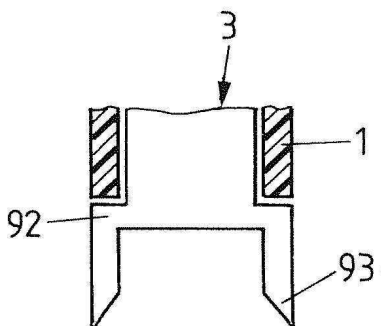


Fig. 1a

도면1b

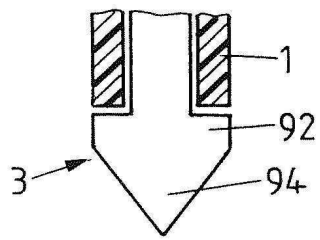


Fig. 1b

도면2a

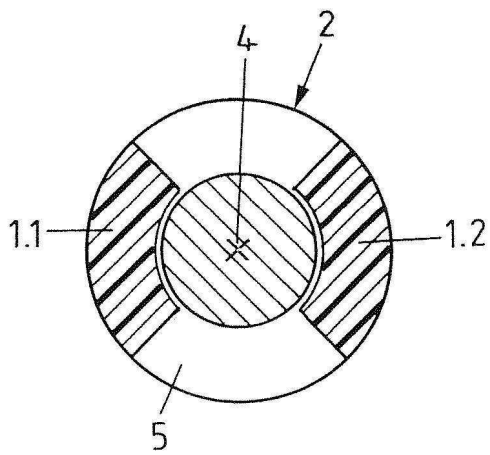


Fig. 2a

도면2b

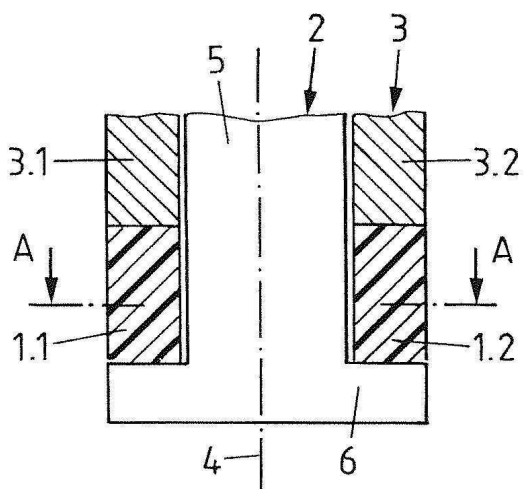


Fig. 2b

도면2c

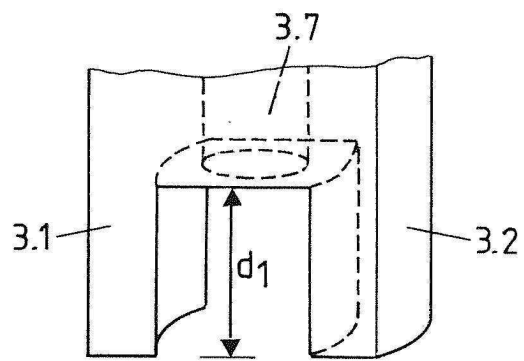


Fig. 2c

도면2d

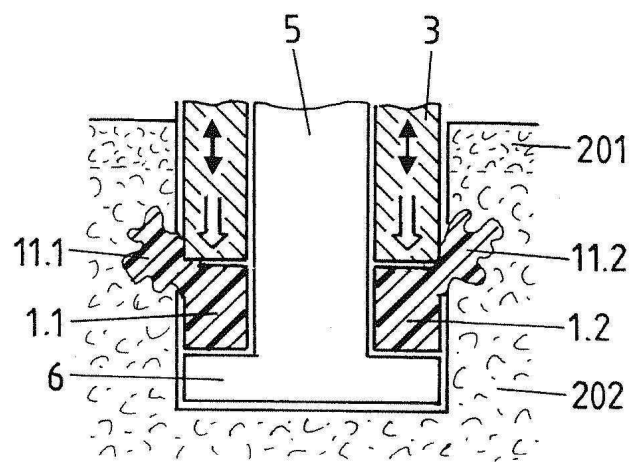


Fig. 2d

도면2e

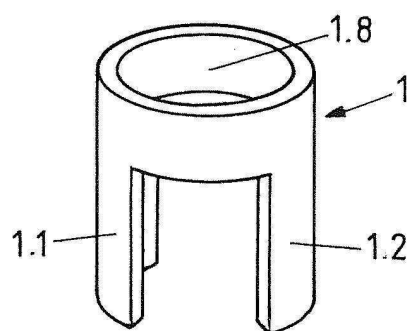


Fig. 2e

도면2f

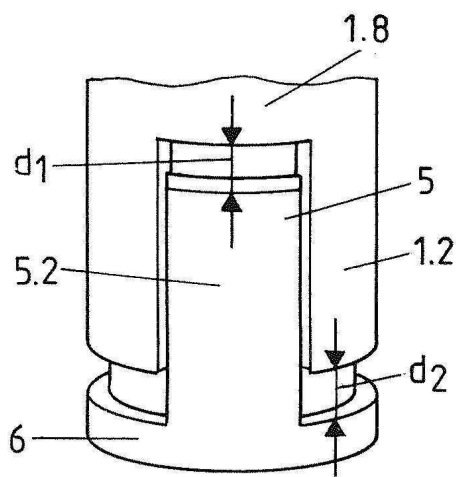


Fig. 2f

도면2g

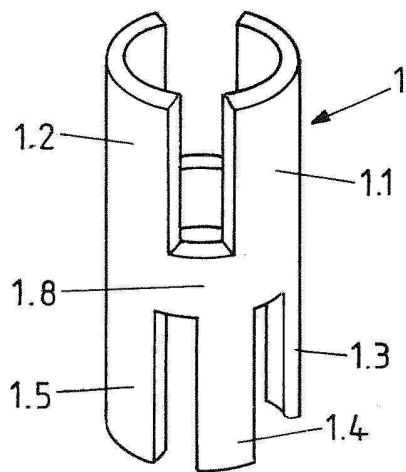


Fig. 2g

도면3a

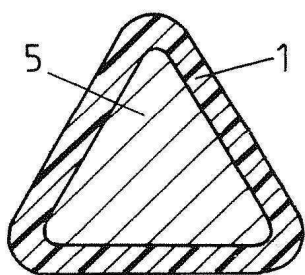


Fig. 3a



도면3b

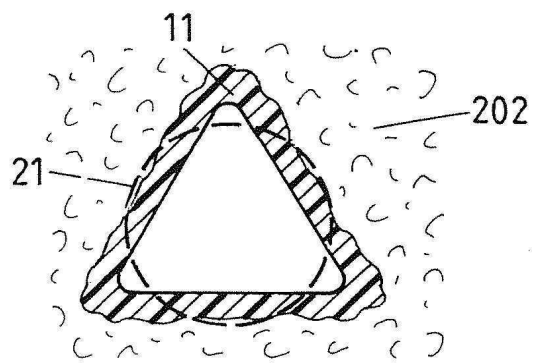


Fig. 3b

도면3c

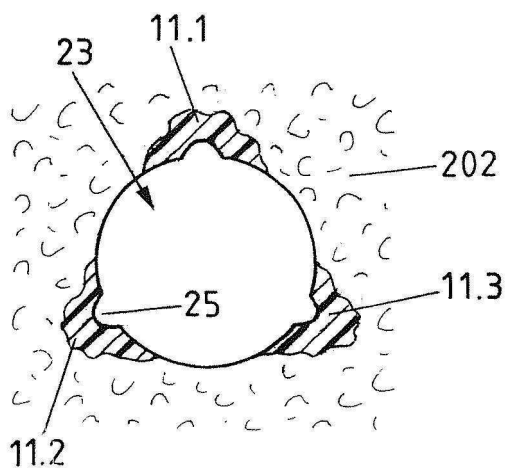


Fig. 3c

도면3d

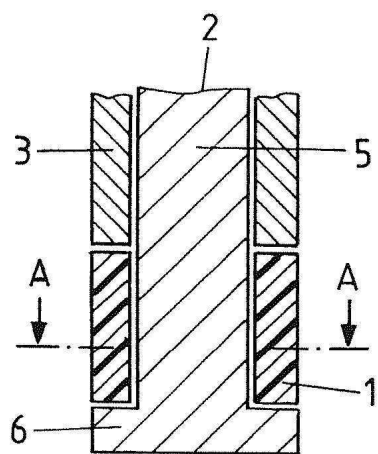


Fig. 3d

도면4

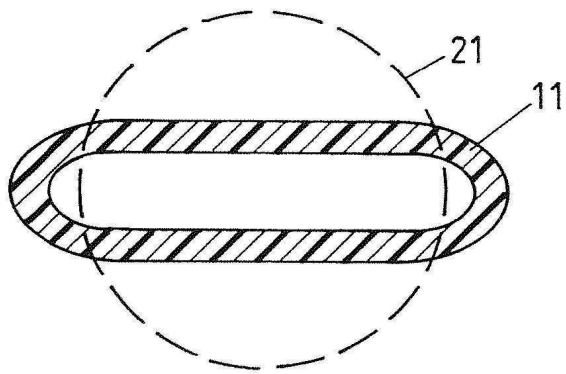


Fig. 4

도면5a

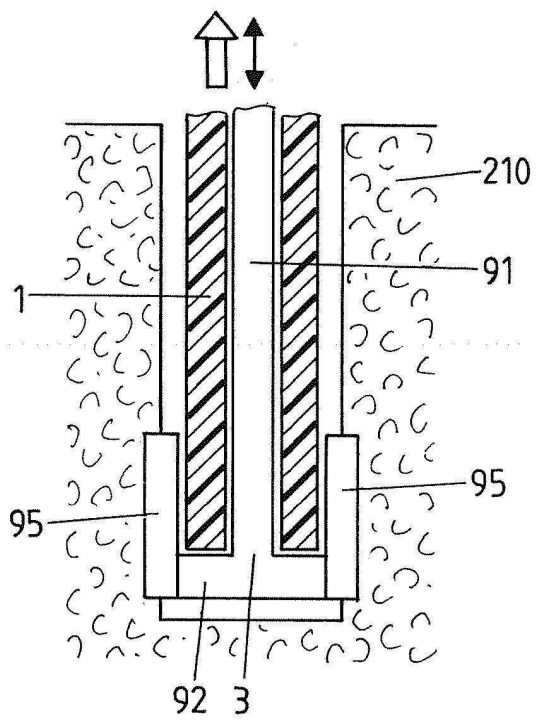


Fig. 5a

도면5b

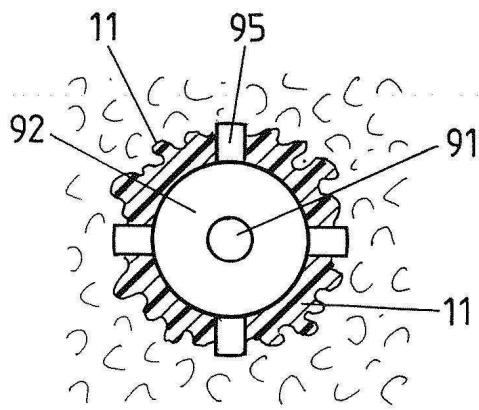


Fig. 5b

도면5c

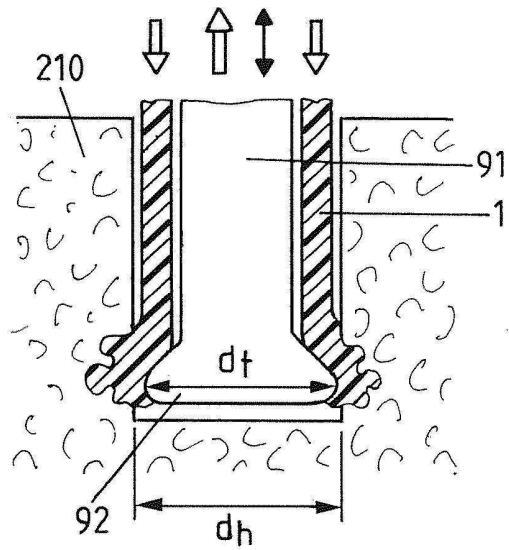


Fig. 5c

도면6

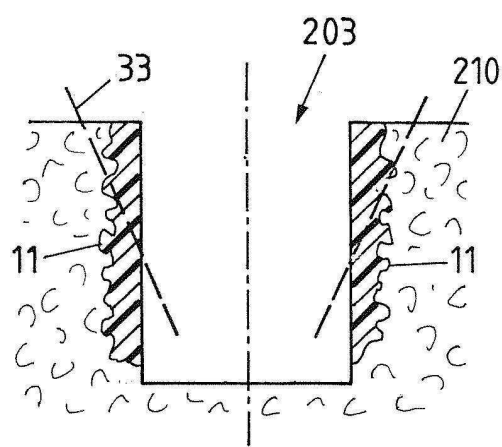


Fig. 6

도면7a

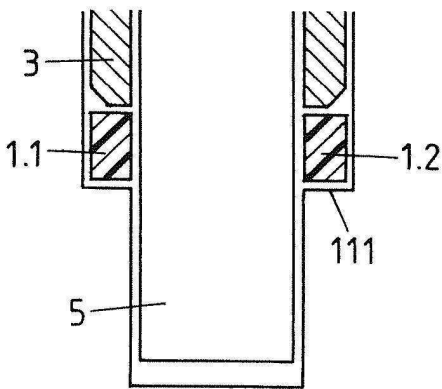


Fig. 7a

도면7b

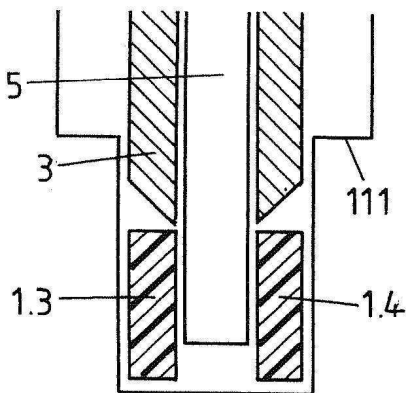


Fig. 7b

도면7c

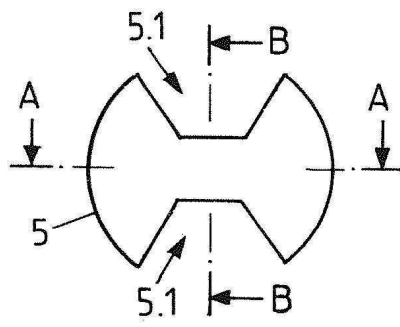


Fig. 7c

도면8

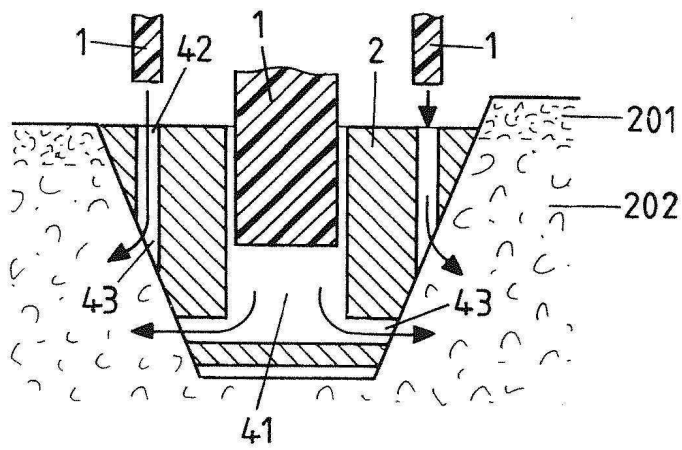


Fig. 8

도면9a

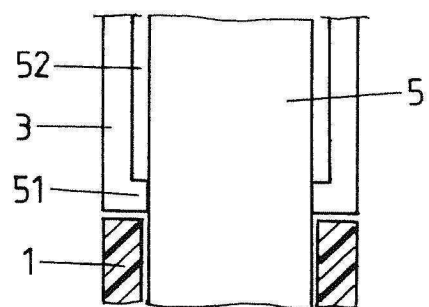


Fig. 9a

도면9b

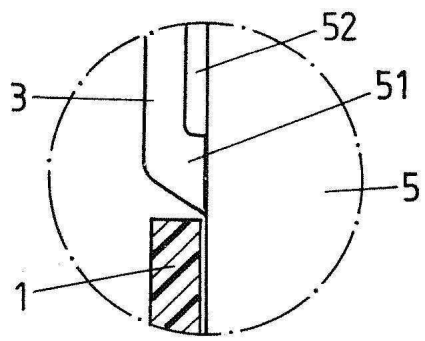


Fig. 9b

도면10

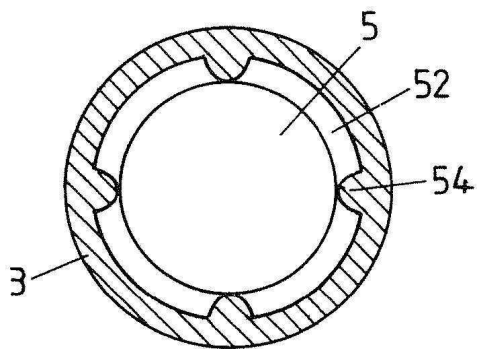


Fig. 10

도면11

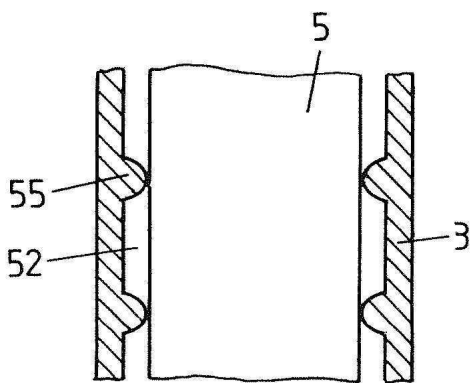


Fig. 11

도면12

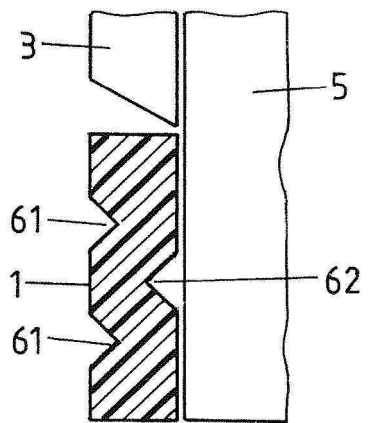


Fig. 12

도면13

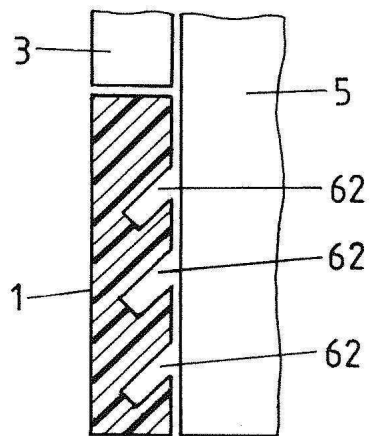


Fig. 13

도면14

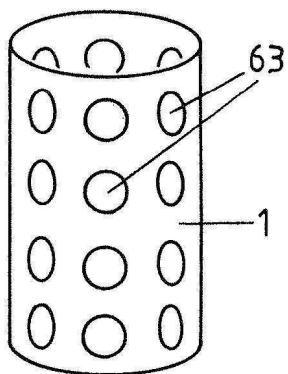


Fig. 14

도면15

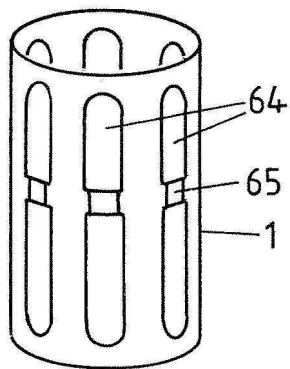


Fig. 15

도면16

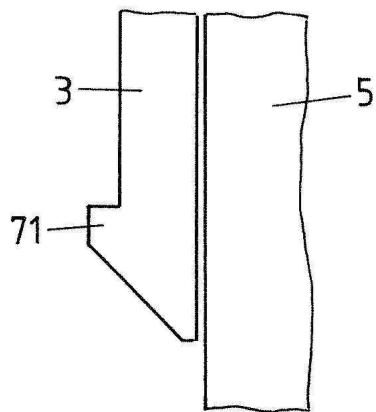


Fig. 16

도면17

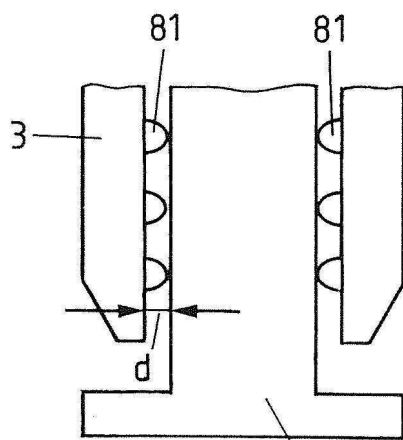


Fig. 17



도면18

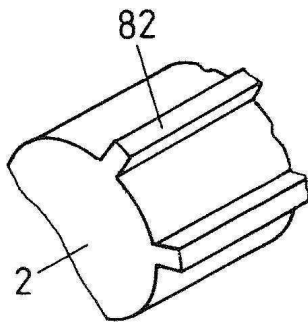


Fig. 18

도면19

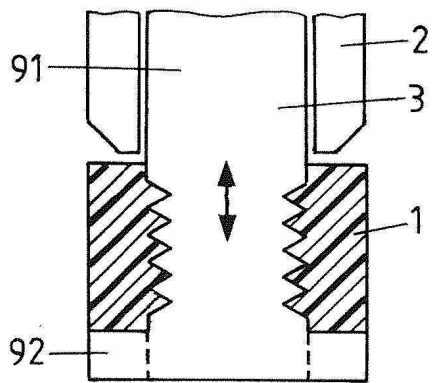


Fig. 19

도면20

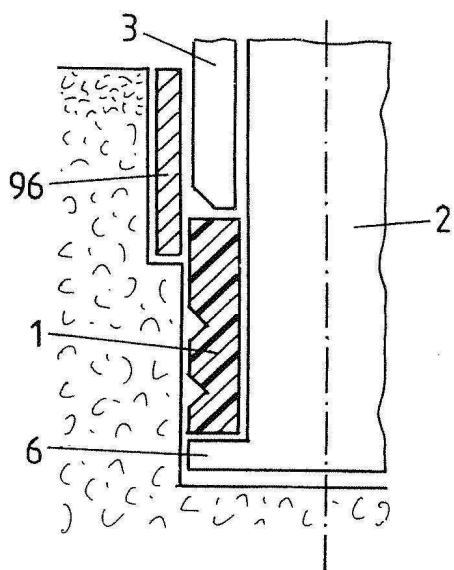


Fig. 20

도면21

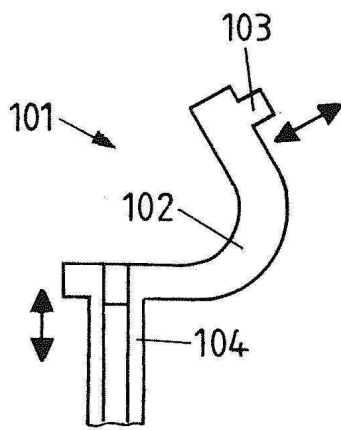


Fig. 21

도면22

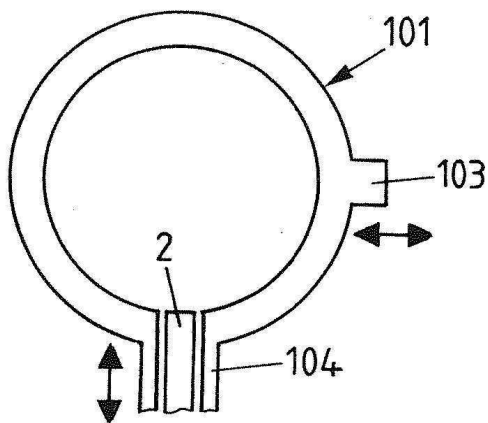


Fig. 22

도면23

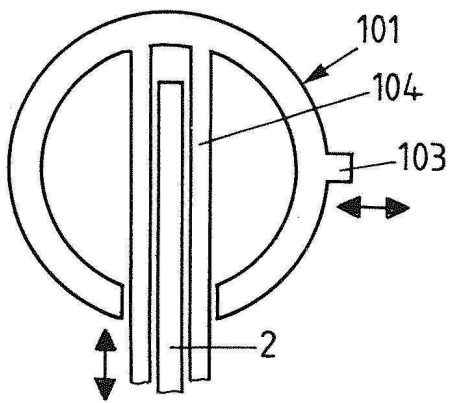


Fig. 23

도면24a

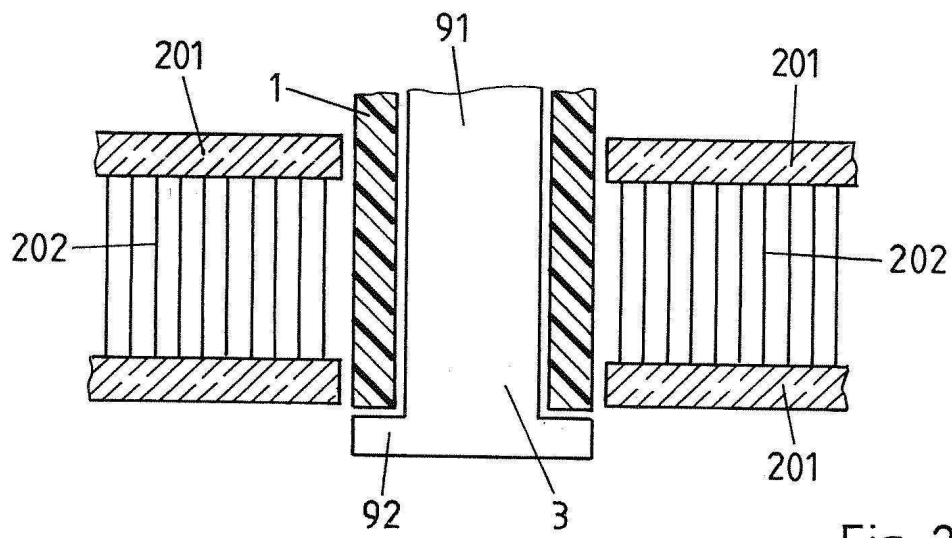


Fig. 24a

도면24b

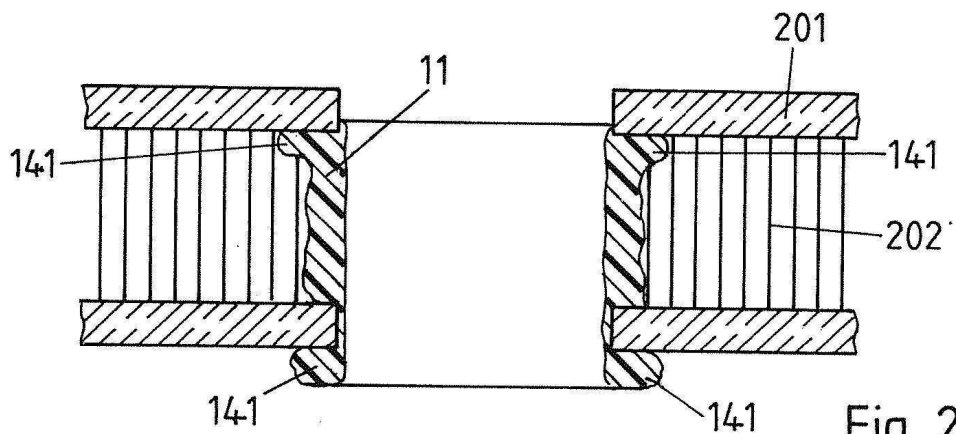


Fig. 24b

도면25

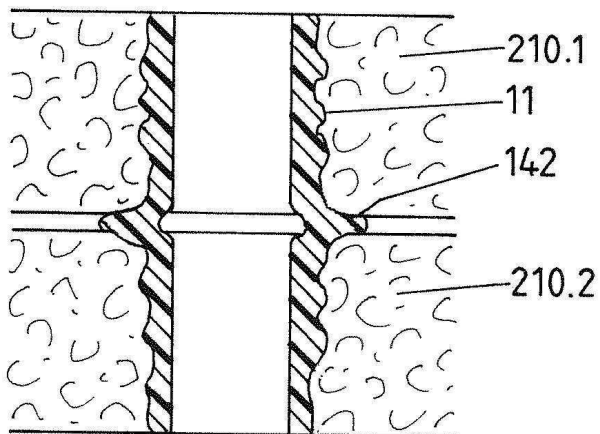


Fig. 25

도면26

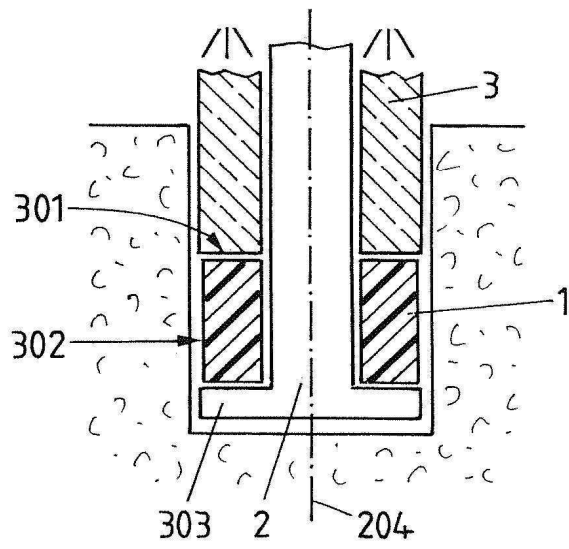


Fig. 26

도면27

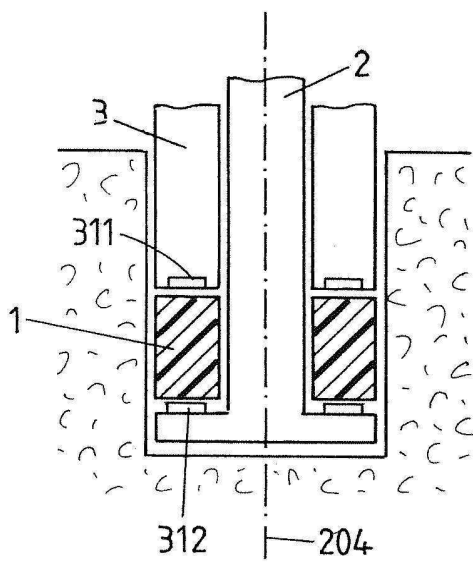


Fig. 27

도면28

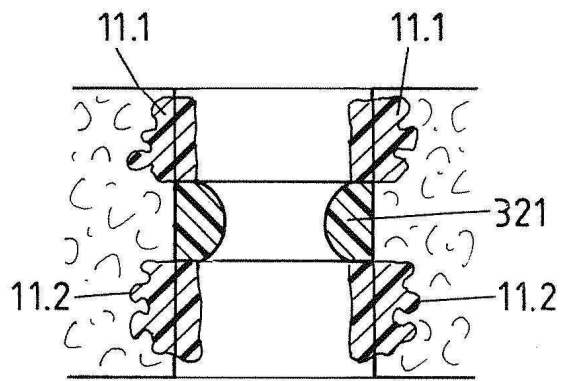


Fig. 28

도면29a

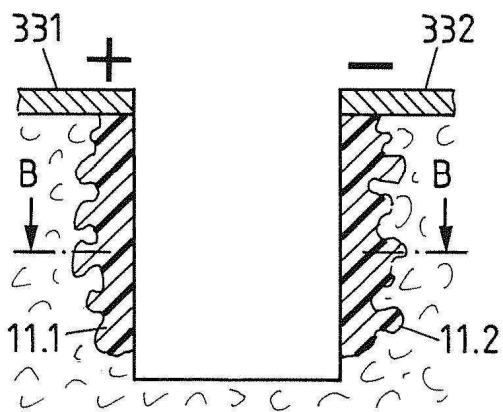


Fig. 29a

도면29b

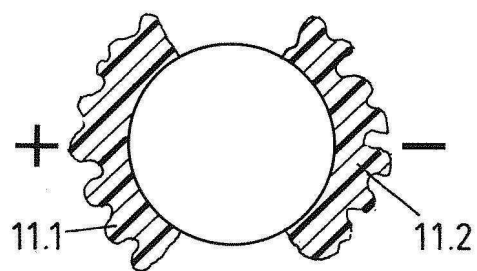


Fig. 29b



도면29c

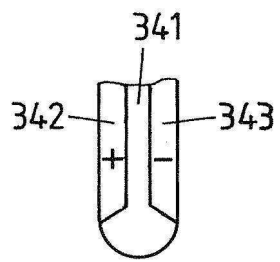


Fig. 29c

도면30

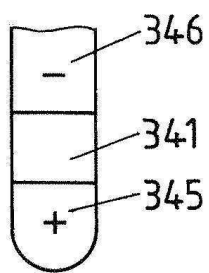


Fig. 30