(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0046165
(43) 공개일자 2024년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F03D 13/25 (2016.01) *E02B 17/00* (2006.01)
E02B 17/02 (2006.01) *E04H 12/08* (2006.01)
E04H 12/34 (2006.01) *F03D 13/20* (2016.01)
(52) CPC특허분류
F03D 13/25 (2023.08)
E02B 17/027 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7002461
(22) 출원일자(국제) 2022년06월29일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년01월22일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2022/067914
(87) 국제공개번호 WO 2023/275153
국제공개일자 2023년01월05일
(30) 우선권주장
BE2021/5506 2021년06월29일 벨기에(BE)

(71) 출원인
로젠 2 홀딩 아게
스위스 6370 슈탄스 오베레 스피케르마트 14
(72) 발명자
린드너 알렉산더
독일, 오쉬트루프 48607, 하우프트슈트라쎄 53
(74) 대리인
강명구

전체 청구항 수 : 총 15 항

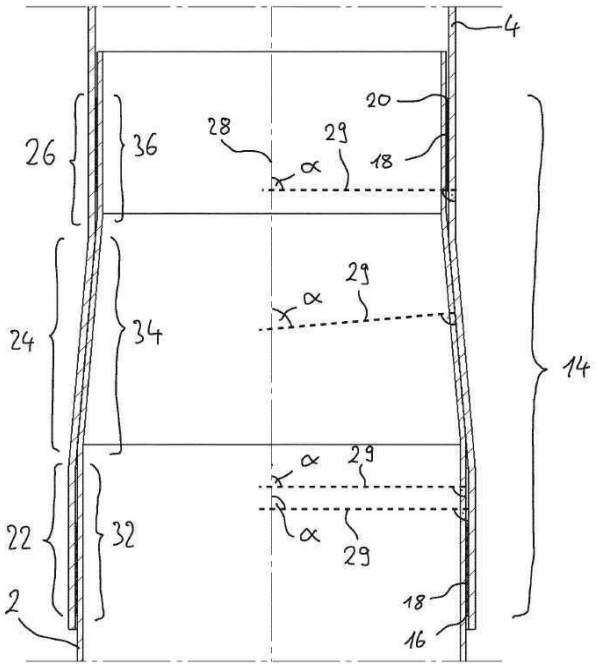
(54) 발명의 명칭 **풍력 터빈용 타워형 구조물, 이러한 구조물의 제조 방법 및 풍력 터빈**

(57) 요 약

본 발명은, 특히, 해양 구조물로 설계된 풍력 터빈용 타워형 구조물에 관한 것으로서, 상기 타워형 구조물은 특히 모노파일로서 구성되는 적어도 하나의 하부 구성요소 및 특히 전이 부분으로 구성되는 하나의 상부 구성요소를 포함하고, 상기 상부 구성요소는 하부 구성요소 위에 부분적으로 배치되어 슬립 조인트를 형성하며, 상부 및

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



하부 구성요소는 각각 원추형 구성요소 부분을 갖고, 상부 및 하부 구성요소는 각각 함께 슬립 조인트를 형성하는 적어도 하나의 추가 구성요소 부분을 포함하며, 상기 추가 구성요소 부분은, 구조물의 중심 종축에 대해 횡단 방향에서 볼 때, 원추형 구성요소 부분의 상부 및/또는 하부에 위치되고, 상기 추가 구성요소 부분의 표면 수직선은 원추형 구성요소 부분의 표면 수직선보다 더 큰 각도(α)로 종축과 교차한다. 본 발명은 또한 타워형 구조물을 제조하는 방법; 및 풍력 터빈, 특히 해양 풍력 터빈에 관한 것으로서, 연결 요소 중 적어도 일부는 하부 및/또는 상부 구성요소에 사출성형되거나 또는 주조된다.

(52) CPC특허분류
E04H 12/08 (2013.01)
E04H 12/342 (2013.01)
F03D 13/204 (2023.08)
F03D 13/205 (2023.08)
E02B 2017/0065 (2013.01)
E02B 2017/0091 (2013.01)
F05B 2240/95 (2013.01)
F05B 2240/97 (2013.01)
Y02E 10/727 (2020.08)

명 세 서

청구범위

청구항 1

특히, 해양 구조물로 설계된 풍력 터빈용 타워형 구조물로서,

상기 구조물은 특히 모노파일로서 구성되는 적어도 하나의 하부 구성요소(2) 및 특히 전이 부분으로 구성되는 하나의 상부 구성요소(4)를 포함하고, 상기 상부 구성요소는 하부 구성요소(2) 위에 부분적으로 배치되어 슬립 조인트를 형성하며, 상부 및 하부 구성요소는 각각 원추형 구성요소 부분(24, 34)을 갖고,

하부 및 상부 구성요소(2, 4)는 각각 함께 슬립 조인트를 형성하는 적어도 하나의 추가 구성요소 부분(22, 32, 26, 36)을 포함하며, 상기 추가 구성요소 부분은, 구조물의 중심 종축(28)에 대해 횡단방향에서 볼 때, 원추형 구성요소 부분(24, 34)의 상부 및/또는 하부에 배열되고, 상기 추가 구성요소 부분의 표면 수직선(29)은 원추형 구성요소 부분의 표면 수직선(29)보다 더 큰 각도(α)로 종축(28)과 교차하는, 구조물.

청구항 2

제1항에 있어서, 하부 및 상부 구성요소(2, 4)의 추가 구성요소 부분(22, 32, 26, 36)의 표면 수직선(29)은 상기 각도(α)로 종축(28)과 교차하는, 구조물.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 하부 및 상부 구성요소(2, 4)는 각각 슬립 조인트를 형성하는 3개의 추가 구성요소 부분(22, 32, 26, 36)을 갖고, 2개의 추가 구성요소 부분(26, 36) 중 하나는 원추형 구성요소 부분(24, 34) 위에 형성되고 2개의 추가 구성요소 부분 중 다른 하나는 원추형 구성요소 부분(24, 34) 아래에 형성되는, 구조물.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 하부 및/또는 상부 구성요소(2, 4)의 적어도 하나의 추가 구성요소 부분(22, 32, 26, 36)은 중공 원통형인, 구조물.

청구항 5

제4항에 있어서, 하부 및 상부 구성요소(2, 4)는 각각 2개의 추가 구성요소 부분(22, 32, 26, 36)을 갖고, 추가 구성요소 부분(22, 32, 26, 36)은 중공 원통형인, 구조물.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 다수의 특히 환형, 판형 및/또는 층형, 바람직하게는 탄성 및/또는 압축성 연결 요소(18)를 포함하는 연결 장치가, 하부 및 상부 구성요소(2, 4) 사이의 하중 전달을 위해 하부 및 상부 구성요소(2, 4) 사이에 배치되는, 구조물.

청구항 7

제6항에 있어서, 종축(28)에 대해 서로 위에 위치하며 하부 및 상부 구성요소(2, 4)의 연결 부분(22, 24, 26, 32, 34, 36) 사이에 배열되는 연결 요소(18)는 서로에 대해 각을 이루는 표면 법선(31)을 갖는, 구조물.

청구항 8

제6항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 연결 요소(18)는 종축 주위로 외주 방향으로 서로 옆에 배열되고, 그 중 하나는 이웃하는 연결 요소(18)보다 더 큰 두께를 갖는, 구조물.

청구항 9

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 연결 요소(18) 중 적어도 일부는 적어도 부분적으로 탄성 변형 가능

한, 구조물.

청구항 10

제6항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 연결 요소(18) 중 적어도 일부는 적어도 부분적으로 압축 가능하며, 각각의 연결 요소의 압축성은 특히 표면의 구조화 및/또는 특히 다층 연결 요소(18)의 적어도 하나의 층의 재료에 의해 형성되는, 구조물.

청구항 11

제6항을 포함하여 제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 타워형 구조물을 제조하는 방법으로서,

연결 요소(18) 중 적어도 일부는 하부 및/또는 상부 구성요소(2, 4)에 성형되거나 및/또는 주조되는, 타워형 구조물 제조 방법.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 따른 타워형 구조물을 제조하는 방법으로서,

연결 요소(18) 중 적어도 일부는 사전 제조되고, 하부 및/또는 상부 구성요소(2, 4)에 부착되며, 특히 연결 요소(18)를 고정하기 위해 적어도 하나의 자석 홀더가 사용되는, 타워형 구조물 제조 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 하부 및/또는 상부 구성요소(2, 4)는 제조 후에 측정되고 공칭 형상으로부터의 편차로 인한 편차 치수는 연결 요소(18)의 상이한 두께 및/또는 표면 범위에 의해 상쇄되는, 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 편차 치수는 연결 요소(18) 중 적어도 하나를 후가공함으로써 상쇄되는, 방법.

청구항 15

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 구조물을 특징으로 하는 풍력 터빈, 특히 해양 풍력 터빈.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 청구항 제1항에 따른 구조물 및 이러한 구조물을 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 풍력 터빈에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] EP 3 443 224 B1은 일반적인 물체를 개시한다. 풍력 터빈용 타워형 구조물 또는 지지 구조물은 로터를 운반하는 나셀을 바닥, 특히 해저에 연결한다. 일반적인 구조물에서, 슬립 조인트의 연결 부분 또는 중첩 영역은 하부 및 상부 구성요소의 각각의 원추형 영역으로 제한된다. 따라서 하중은 원추형 연결 영역을 통해 분산된다. 이는 허용할 굽힘 및 지지 하중에 따라 크게 설계해야 하며, 이는 비용이 많이 드는 구조로 이어진다.

발명의 내용

[0003] 본 발명의 목적은 예상되는 하중에 대해 제공되는 지지 구조물을 개선하여 전체적으로 구조물의 제조가 더 바람직하도록 하는 것이다.

[0004] 이 목적은 청구항 제1항의 주제에 의해 달성되며, 여기서, 상부 및 하부 구성요소는 각각 함께 슬립 조인트를 형성하는 적어도 하나의 추가 구성요소 부분을 포함하며, 상기 추가 구성요소 부분은, 구조물의 중심 종축에 대해 횡단방향에서 볼 때, 원추형 구성요소 부분의 상부 및/또는 하부에 배열되고, 상기 추가 구성요소 부분의 표면 수직선은 원추형 구성요소 부분의 표면 수직선보다 더 큰 각도로 종축과 교차한다. 상부 및 하부 구성요소의 2개의 추가 구성요소 부분이 함께 슬립 조인트를 형성하는 경우에, 바람직하게는 한 구성요소는 원추형 구성요소 부분의 상부에 배열되고 다른 구성요소는 원추형 구성요소 부분의 하부에 배열되며, 한 구성요소와 다른 구

성요소 둘 모두의 표면 수직선은 원추형 구성요소 부분의 표면 수직선보다 더 큰 각도로 중심 종축과 교차한다. 표면 수직선은 구조물의 수직 종방향 섹션에서, 즉 구조물이 수직으로 배향될 때 해저에 수직으로 서 있는 구조물의 중심 종축에 대해 동일한 외주 각도(circumferential angle)로 보인다. 각각의 구성요소 부분의 표면 수직선은 표면으로부터 각각의 구성요소의 종방향 중심축 방향으로 수직으로 이어지는데 즉, 예를 들어 수직인 하나의 표면은 하부 구성요소의 외부에서 하부 구성요소의 벽을 통해 그 표면으로부터 수직으로 종방향 중심축을 향해 이어진다. 원추형 구성요소 부분의 표면은, 제조로 인한 공차 또는 예를 들어 필요한 용접 이음새(weld seam)의 비드(bead)를 제외하면, 절두형 콘(truncated cone)의 표면과 적어도 실질적으로, 특히 완전히 상응한다.

[0005] 상부 구성요소의 적어도 하나의 추가 구성요소 부분과 슬립 조인트를 형성하기 위하여, 하부 구성요소의 적어도 하나의 추가 구성요소 부분은 종방향 중심축에 대해 일정 높이에 놓인다. 구성요소당 2개의 추가 구성요소 부분의 경우, 2개의(제2) 추가 구성요소 부분도 다시 서로 일정 높이에 놓인다. 바람직하게는, 이 구성요소 부분 쌍의 표면 수직선은 구성요소 부분이 평행하게 위치되도록, 제조로 인한 공차를 제외하고는, 동일한 각도로 종축과 교차한다.

[0006] 종래 기술에서는, 발생하는 하중 전이는 치수가 결정되는 원추형 구성요소 부분에 대해서만 계산되었다. 중첩 영역이 크면 클수록 하중은 점점 더 작아지거나 또는 흡수될 수 있는 굽힘 모멘트가 점점 더 커진다. 구조물이 점점 더 커짐에 따라, 구조물 또는 지지 구조물의 원추형 부분은 더 커지고 따라서 비용도 더 많이 든다. 본 발명은, 발생하는 하중 전달이 적어도 부분적으로 분리되거나 분할될 수 있다는 개념을 활용한다. 순전히 축 하중의 경우, 콘(cone)의 동일한 각도에 대해, 현저히 짧은 중첩 길이로도 충분하다. 그러므로 본 발명에 따르면, 특히 상부 구성요소와 그에 부착된 풍력 터빈 부분의 자체 중량, 그리고 예를 들어 바람과 파도에 의해 발생하는 굽힘 하중에 의해 결정되는 축방향 힘(axial force)이 적어도 부분적으로 분리된다. 축방향 힘은 여전히 콘에 의해 흡수되는 반면, 굽힘 하중은 이제 추가 구성요소 부분에 의해 적어도 부분적으로 공동 흡수된다. 축방향 하중과 굽힘 하중으로 인해 슬립 조인트 연결에 가해지는 하중은 상이한 위치에서 발생하며, 응력 중첩이 적어도 부분적으로 방지된다. 따라서, 슬립 조인트 연결부는 구성요소들 사이에 배치된 임의의 연결 요소를 포함하여, 하중 전달을 위해 서로 대향하도록 제공되는 구성요소의 영역에 의해 형성된다.

[0007] 이는, 특히 원추형 구성요소 부분 뿐만 아니라 추가 상부 및 하부 구성요소 부분이 존재하고 연결 영역이 중앙 원추형 영역으로부터 상부 및 하부로 모두 이어지는 본 발명의 일 변형예에도 적용된다. 이 경우, 굽힘 하중은 이들 추가 구성요소 부분에서, 적어도 실질적으로, 바람직하게는 적어도 80%, 보다 바람직하게는 적어도 90% 분산될 것이다.

[0008] 바람직하게는, 상부 및 하부 구성요소의 추가 구성요소 부분의 표면 수직선은 동일한 각도로 종축과 교차하도록 구성된다. 따라서, 특히 3-부분 연결 영역의 구성요소의 경로(course)는 적어도 구성요소 부분들 사이의 전이부 외부 영역에서 평행하다. 하부 및 상부 구성요소 모두는 슬립 조인트를 형성하는 3개의 구성요소 부분을 형성하며, 추가 구성요소 부분 중 하나는 원추형 구성요소 부분 위에 형성되고 나머지 두 구성요소 중 다른 하나는 원추형 구성요소 부분 아래에 형성된다.

[0009] 바람직하게는, 추가 구성요소 부분 또는 부분들의 표면 수직선이 중심 종축과 교차하는 각도는 원추형 구성요소 부분의 각도와 적어도 2° 만큼 상이하다.

[0010] 바람직하게는, 하부 및/또는 상부 구성요소의 적어도 하나의 추가 구성요소 부분은 중공 원통형이고, 특히 직선 튜브 세그먼트에 의해 형성된다. 추가 구성요소 부분 또는 부분들의 표면 수직선은 특히 중심 종축에 수직으로 위치된다. 적어도 하나의 중공 원통형 구성요소 부분에 인접한 특히 중간 원추형 부분(2개의 추가 구성요소 부분의 경우)은 훨씬 더 작게 설계될 수 있으므로 더 저렴하게 설계될 수 있다. 특히, 치수 및 하중이 더욱 커짐에 따라, 중간 원추형 구성요소 부분의 치수가 더 작아지기 때문에, 본 발명에 따른 구조물 및 상응하는 풍력 터빈의 제조에 대해 상당한 비용 이점이 발생한다.

[0011] 작동 중 하중 분산에 특히 유리한 본 발명의 일 변형예에서, 상부 및 하부 구성요소는 각각 원추형 구성요소 부분을 갖고, 추가 구성요소 부분은 중공 원통형이다. 원추형 구성요소 부분은 바람직하게는 이들 추가 구성요소 부분 중 각각에 의해 (구성요소의 작동 위치에서 중심 종축에 대해) 상부 및 하부방향으로 인접된다.

[0012] 바람직하게는, 다수의 특히 환형, 판형 및/또는 층형, 바람직하게는 탄성, 특히 점탄성 및/또는 압축성 연결 요소를 포함하는 연결 장치가, 상부 및 하부 구성요소 사이의 하중 전달을 위해 하부 및 상부 구성요소 사이에 배열된다. 이러한 연결 장치는 외주 방향에서 중심 종축 주위를 완전히 둘러싸서 밀봉 레벨(sealing level)을 형

성하는 슬립 조인트의 연결 영역의 2개 또는 3개 부분 중 적어도 하나에 배열될 수 있다. 그러나, 연결 요소들은 또한 외주 방향에서 및/또는 중심 종축을 따라 구조물의 높이에 걸쳐 서로 이격되어 서로 일정 거리에 배열될 수도 있다. 특히, 예를 들어 중공 원통형 튜브 또는 구성요소 부분과 원추형 구성요소 부분 사이의 전이 영역에서는 연결 요소가 배열되지 않으며, 이는 각각의 연결 요소의 배열을 개선하고 맞춤 정밀도를 높인다. 바람직하게는, 적어도 종방향에 대해, 복수의 연결 요소가 각각의 구성요소 부분에 배열되고, 외주 방향으로 종축 주위로 균일하게 분포된다.

[0013] 특히, 구조물의 원추형 중간 구성요소 부분에서, 연결 장치는 외주 밀봉부(circumferential seal)를 형성한다. 이 영역에서 밀봉부의 배열은 특히 유리한데, 그 이유는, 발생하는 굽힘 하중으로 인해 발생하는 상기 구성요소 부분에서 서로에 대한 하부 및 상부 구성요소의 움직임은, 주 굽힘 하중이 하부 및 상부 구성요소 부분에 의해 흡수되는 경우, 무시할 만한 효과를 갖기 때문이다.

[0014] 특히, 연결 요소는 적어도 대부분 폴리우레탄으로 제조된다. 예를 들어, 하부 및 상부 구성요소의 설치를 용이하게 하기 위해 표면에 슬립 라커 코팅 또는 또 다른 마찰 감소 코팅을 갖는 폴리우레탄 패널이 있다.

[0015] 연결될 하부 및 상부 구성요소의 구성요소 부분의 배향에 따라, 종축에 대해 서로 위에 위치한 연결 부분 사이에 배열되는 연결 요소는 서로에 대해 각도를 이루는 표면 법선(surface normal)을 갖는다. 이는 다시 중심 종축을 통한 수직 종방향 섹션 관찰에도 적용된다. 유리하게는, 원추형 구성요소 부분들 사이에 배열된 적어도 하나의 연결 요소는 종축에 대해 횡단 방향에서 볼 때 인접한 연결 요소와 상이한 두께를 갖는다. 이는 그곳에서 일반적으로 발생하는 하중을 고려한 것이다. 또한, 연결 요소에는 표면 범위(superficial extent)의 방향에 따라 가변적인 두께가 제공될 수 있다.

[0016] 본 발명에 따른 구조물의 추가 예시적인 실시예에 따르면, 연결 요소는 종축 주위로 외주 방향으로 서로 옆에 배열되고, 그 중 적어도 하나는 이웃하는 연결 요소 또는 종축에 대해 위에 배열된 연결 요소보다 더 큰 두께를 갖는다. 따라서, 한 구성요소에서 발생하는 공차가 상쇄될 수 있다. 예를 들어, 구조물을 설치하는 동안 상부 구성요소가 하부 구성요소 위에 배치될 때, 연결 요소는 구성요소가 서로 더 안전하게 미끄러질 수 있도록 순서대로 챔퍼링될(chamfered) 수도 있다. 이는 특히 상부 및 하부 중공 원통형 구성요소 부분 사이에 배열된 연결 요소에 적용된다.

[0017] 유리하게는, 연결 요소 중 적어도 일부는 적어도 부분적으로 탄성적으로, 특히 점탄성적으로 변형 가능하다. 이는 예를 들어 용접 이음새 형태의 하부 및 상부 구성요소의 부정확성과 불균일성에 연결 요소를 적용하기 위해 표적 방식으로 활용될 수 있어서, 밀봉 레벨에 단단히 매립될 수 있거나 연결 요소의 부정확한 배열로 인해 형성된 틈이 폐쇄될 수 있다. 또한, 댐핑(damping)이 증가하여 구조물의 장기적인 안정성이 향상될 수 있다. 또한, 연결 요소 중 일부, 즉 적어도 하나의 연결 요소에 가변 두께가 제공되어 예를 들어 구성요소의 공차 또는 용접 이음새 상승을 위해 상쇄되는 경우, 구성요소에 대한 적용을 도울 수 있다. 따라서, 개별 연결 요소는 예를 들어 용접 이음새의 형태로 공칭 치수로부터 구성요소의 편차를 고려하기 위해 가변 두께를 가질 수 있다. 유사하게, 연결 요소에는 예컨대, 설치 개선을 위해 챔퍼가 제공될 수 있거나 단면이 적어도 부분적으로 웨지 형태일 수 있다.

[0018] 연결 장치의 연결 요소는 바람직하게는 적어도 대부분 임의의 코팅 또는 외부 접착제 층을 제외하고는, 개구가 제공될 수 있는 컴팩트 폴리우레탄으로 완전히 제조되는 것이 바람직하다. 본 발명의 맥락에서, 컴팩트 폴리우레탄 또는 고체 폴리우레탄은 기체 함유물이 실질적으로 없는 고체를 의미한다. 이 경우에 "기체 함유물이 실질적으로 없는"은 폴리우레탄이 바람직하게는 20 중량% 미만, 특히 바람직하게는 10 중량% 미만, 특히 5 중량% 미만, 더더욱 특히 2 중량% 미만의 기체 함유물을 함유한다는 것을 의미한다.

[0019] 하중 분산의 사용 외에도, 적어도 부분적으로 탄성의 연결 요소의 사용 외에도, 표면 범위에 횡단 방향에서 볼 때, 그 두께는 특히 2 내지 10 cm 사이일 수 있으며, 연결 요소의 적어도 일부는 적어도 부분적으로 압축 가능하며, 각각의 연결 요소의 압축성은 특히 표면의 구조화(structuring)에 의해, 재료의 개구에 의해 및/또는 특히 다층 연결 요소의 적어도 하나의 층의 재료에 의해 형성된다. 예를 들어, 이는 판형 연결 요소를 형성하는 발포 폴리우레탄 연결부일 수 있다.

[0020] 압축성 및/또는 적어도 부분적으로 탄성의 연결 요소, 및 타워형 구조물의 하부 및 상부 구성요소 사이의 하중 전달로 인해, 발생하는 모든 힘이 감쇠되어, 모르타르나 볼트를 사용하는 이전의 공지의 연결부에 비해 구조의 무결성이 향상된다.

[0021] 처음에 기술된 목적은 또한 위에서 그리고 밑에 설명되는 바와 같이 형성된 타워형 구조물을 제조하는 방법에

의해 달성되며, 여기서 연결 요소 중 적어도 일부는 하부 및/또는 상부 구성요소 상에 성형 및/또는 주조된다. 유리하게는, 연결 요소는 제조 공정과 독립적으로 전이 부분 상에 배열된다. 예를 들어 폴리우레탄 형태의 주조 화합물의 적용은 접착-촉진제 또는 프라이머(primer)를 사용하여 개선할 수 있으며, 판형 연결 요소의 배열은 접착제를 사용하여 개선할 수 있다.

[0022] 특히, 예를 들어 접착제를 경화시켜 연결 요소가 단단히 고정될 때까지 연결 요소를 제 위치에 고정하는 하나 이상의 자석 홀더가 사용된다.

[0023] 유리하게는, 연결 요소 중 적어도 일부는 사전 제조되며 하부 및/또는 상부 구성요소에 부착된다. 바람직하게는, 모든 연결 요소는 예를 들어 플레이트 형태로 사전 제조되며, 특히 상부 구성요소에 부착된다. 연결 요소를 고정하기 위해 구현하기 쉬운 유리한 한 가지 선택은 자석 홀더를 사용하는 것이며, 이를 통해 연결 요소는 적어도 연결 요소가 적절하게 고정될 때까지 상부 또는 하부 구성요소의 원하는 위치에 유지될 수 있다.

[0024] 상부 및/또는 하부 구성요소는 제조 후에 측정되어 제조 공차, 예를 들어 용접 이음새로 인해 미리 형성된 형태로부터 구성요소의 편차를 확인할 수 있으며, 공칭 형상의 편차로 인해 발생하는 편차 치수를 제공하며, 이는 연결 요소의 상이한 두께 및/또는 표면 범위에 의해 고려된다. 이는, 연결 요소를 제조하는 동안, 고려할 수 있다. 그러나, 바람직하게는, 편차 치수는 예를 들어 연결 요소 중 적어도 하나를 후가공함으로써, 예를 들어, 밀링에 의해 재료를 제거함으로써 고려된다.

[0025] 또한, 위에서 기재된 목적은 풍력 터빈, 특히 상기 또는 하기에 설명된 구조물을 갖는 해양 풍력 터빈에 의해 달성된다.

도면의 간단한 설명

[0026] 본 발명의 추가 이점 및 특징들은 도면의 다음 설명으로부터 명백해질 것이다. 도면에서:

도 1은 본 발명에 따른 물체를 도시한 도면,

도 2는 본 발명에 따른 물체의 단면도,

도 3은 도 2의 본 발명에 따른 물체의 상세도,

도 4는 본 발명에 따른 추가 물체를 도시한 도면,

도 5는 도 4의 본 발명에 따른 물체의 부분도,

도 6은 도 4의 물체를 절취한 (부분) 수직 단면도,

도 7 내지 도 11은 본 발명에 따른 추가 물체를 절취한 수직 종단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 아래에 설명된 예시적인 실시예의 개별적인 기술적 특징은 또한 청구항의 특징, 즉 적어도 하나의 독립항의 특징과 결합하여 본 발명에 따른 추가 개선예를 가져올 수 있다. 적합한 경우, 기능적으로 동등한 부분에는 동일한 참조 기호가 표시된다.

[0028] 본 발명에 따른 풍력 터빈은 바람직하게는 하부 구성요소(2)를 가지며 그 위에 상부 구성요소(4)가 배치되는 해양 풍력 터빈으로서 구성된다. 이 경우 하부 구성 요소(2)는 모노파일(monopile)로 구성된다(도 1). 상부 구성요소(4)는 전이 부분으로서 로터 블레이드(6)가 제공되는 나셀(8)로의 전이를 보장한다.

[0029] 풍력 터빈은 하부 및 상부 부분(2, 4)과 그 사이에 배열된 임의의 연결 장치로 구성된 본 발명에 따른 구조물을 포함한다. 하부 구성요소(4)는 해저 또는 바닥(10)에 수직으로 세워져 있고 수면(12) 위로 돌출되어 있다. 하부 및 상부 구성요소 사이의 연결부에 작용하는 하중은 먼저 전이 부분의 중량 하중으로부터 발생하며 수직으로 아래로 향하여 바닥(10)과 그 위에 배열된 나셀(8)로 안내된다. 바람과 파도는 바닥에 수평으로 전달되는 추가 하중을 발생시키며, 이는 또한 전이 부분에도 작용하므로 모노파일에 대한 연결을 통해 분산되어야 한다. 모노파일에 작용하는 진동이나 충격은 추가로 전이 부분 방향으로 전달될 수 있다.

[0030] 도 1에 따른 구조물 또는 풍력 터빈용 슬립 조인트 방식의 본 발명에 따른 설계 및 연결이 도 2에 개시되어 있다. 연결 영역(14)은 연결 요소(18)의 하단(16)으로부터 추가 연결 요소(18)의 상단(20)까지 연결된다. 전체적

으로, 슬립 조인트 연결이 형성되는 3개의 구성요소 부분이 하부 구성요소(2)와 상부 구성요소(4) 모두에 제공된다. 연결 영역에 있는 상부 구성요소(2)의 하부 중공 원통형 부분에 의해 제1 구성요소 부분(22)이 형성된다. 이는 아래에서 전이 부분의 중간 구성요소 부분으로도 지칭되는 원추형 구성요소 부분(24) 아래에 위치한다. 그 위에는 중공의 원통형이고 하부 구성요소 부분(22)보다 작은 외경을 갖는 구성요소 부분(26)이 있다. "하부", "중간" 및 "상부"라는 용어는 중심에서 구조물을 통해 그리고 바닥(10)에 수직으로 이어지는 중심 종축(28)에 대한 상대 위치를 나타낸다. 구성요소 부분에 대한 할당에 따라, 하부 구성요소(2)의 외부 표면과 상부 구성요소(4)의 내부 표면에 대한 표면 수직선(29)은 위에서 볼 때 구조물의 중심을 따라 이어지는 중심 종축과 상이한 각도 α로 교차하는데, 즉 일반적으로 중간 원추형 구성요소 부분(24, 34)에 인접하는 상부 및 하부 구성요소 부분(22, 32 또는 26 및 36)은 중간 원추형 구성요소 부분에 대해 일정 각도를 이루고 있다. 원추형 구성요소 부분(24 및 34)에서, 표면 수직선(29)은 약 85° 의 각도로 종축(28)과 교차하며, 상부 및 하부 인접 구성요소 부분에서 표면 수직선은 종축에 수직으로, 즉 90° 의 각도로 위치된다.

[0031] 하부 구성요소 또는 모노파일의 구성요소 부분은 전이 부분의 구성요소 부분(22, 24 및 26)과 유사하게 형성될 수 있다. 하부 구성요소(2)의 하부 중공 원통형 부분(32)은 하부 구성요소 부분을 구성한다. 이는 하부 구성요소(2)의 원추형 영역에 의해 형성되고 상단에서 또 다른 중공 원통형 구성요소 부분(36)에 인접하는 중간 원추형 구성요소 부분(32)으로 위쪽으로 변환되며, 그 직경은 외부 및 내부적으로 더 아래쪽에 위치한 중공 원통형 구성요소 부분(32)의 직경보다 작다. 모든 구성요소 부분(22, 24, 26, 32, 34, 36)은 외주 방향으로 중심 종축(28) 주위로 배열된다. 도면에서는, 단순화를 위해, 중괄호가 있는 화살표가 구성요소 부분(22, 24, 26, 32, 34, 36)을 나타낸다.

[0032] 도 2의 예시적인 실시예에서, 연결 요소(18)는 원통형 구성요소 부분(26 및 36, 또는 22 및 32) 사이에만 배열되고, 발생하는 굽힘 모멘트를 전달하는 역할을 한다. 중량으로 인한 수직 하중이 실질적으로 일정하고 이에 따라 감쇠가 거의 필요하지 않기 때문에, 원추형 구성요소 부분(24 및 34)은 서로 위에 놓여 하중이 원추형 요소 사이에서 직접 전달된다. 훨씬 더 큰 변화로 발생하는 굽힘 하중은 실질적으로 구성요소 부분(22, 32 및 26, 36)으로 전달되고 부분적으로는 원추형 연결 부분의 경사면을 통해 전달된다. 이는 특히 상부 및 하부 구성요소 부분의 길이와 이들의 상호 간격으로 인해 발생한다.

[0033] 도 3의 상세도에서, 각각의 상부 구성요소 부분(26 및 36)으로부터의 연결 요소(18)는 원추형 영역으로 연장되지 않으며, 이는 연결 요소의 형성 및 배열을 용이하게 하는 것이 분명하다.

[0034] 하부 및 상부 구성요소의 구성요소 부분은 함께 연결 영역(14)의 3개의 연결 부분을 형성한다. 제1 연결 부분은 하부 구성요소 부분(22 및 32)을 포함한다. 중간 연결 부분은 하부 및 상부 구성요소(2, 4)의 원추형 구성 부분과 함께 있다. 제3 부분은 상부 중공 원통형 구성요소 부분(26 및 36)의 영역을 포함한다. 이들 연결 부분 각각은 연결 장치의 하나 이상의 부분을 포함할 수 있다.

[0035] 도 4의 예시적인 실시예에서, 각각의 연결 부분에는, 외주 방향으로 서로 옆에 배열되고 서로 이격된 전이 부분에 미리 고정된 2열의 연결 요소(18)가 있다. 원추형 연결 부분에 위치한 연결 요소(18)는 일정한 두께를 가지며, 중공 원통형 구성요소 부분의 하부 열에 배열된 연결 요소(18)는 종축(18) 방향으로 가변 두께를 갖고, 이는 장착 동안 두 구성요소의 상호연결을 상당히 단순화시킨다(도 5 및 도 6). 유사하게는, 추가 열, 즉 중공 원통형 구성요소 부분의 제2 상부 열에는 구조의 조립을 더욱 향상시키기 위해 하단에서 상단보다 더 작은 두께를 갖는 연결 요소가 제공된다.

[0036] 연결 요소(18)의 두께는 바람직하게는 두께의 적어도 30% 이상, 더욱 바람직하게는 두께의 적어도 80% 이상 그리고 최대로 두께의 90%까지 가변적이며, 여기서 연결 요소(18)가 상부 구성요소(4)에 부착될 때, 더 좁은 단면을 갖는 연결 요소(18)의 단부는 바닥에 위치된다. 두 구성요소가 상호 연결되기 전에 연결 요소(18)가 모노파일 또는 하부 구성요소(2)에 부착되면, 연결 요소(18)의 좁은 단부가 상단에 위치된다.

[0037] 2열의 연결 요소(18) 대신에, 각각의 연결 부분은 단 하나의 연결 세그먼트(18)를 가질 수 있으며, 도 6의 예시적인 실시예에서와 같이, 중공 원통형 구성요소 부분 사이에 배열된 이러한 연결 요소(18)는 가변 두께를 갖는다(도 7).

[0038] 도 8의 예시적인 실시예에서, 연결 요소(18)의 두께는 가변적이지 않다. 서로 위에 배열된 연결 요소의 표면 법선(31)은 중심 종축(28)과 상이한 각도(β로 교차하고 그에 따라 서로 각도를 이루고 있다. 이제, 연결 영역(14)의 세 연결 부분 모두에서 이들은 균일한 두께를 갖는다. 두께는 일반적으로 연결 요소의 표면 범위(superficial extent)에 대해 횡단 방향으로 보여준다. 그러나, 연결 요소의 두께를 측정하기 위하여, 이러한

요소는 구조물의 구성요소로부터 하중을 전달하지 않는 것으로 간주된다. 두께는 특히 2 내지 10cm이고, 연결 요소(18)의 폭 및/또는 길이보다 바람직하게는 적어도 5배, 더 바람직하게는 10배만큼 더 작다. 베이스 위의 평면에 배열된 연결 요소의 두께는 바닥에 수직 방향으로 측정된다. 구조물의 중공 원통형 부분에 배열된 연결 요소의 경우, 두께는 종축에 수직으로 결정된다. 원추형 연결 부분에 배열된 연결 요소의 경우, 연결 요소(18)의 두께는 하부 또는 상부 구성요소의 표면에 수직 방향으로 측정된다. 표면 범위는 두께가 측정되는 방향에 수직으로 나타내진다.

[0039] 판형 연결 요소 대신에, 연결 장치는 둥근 연결 요소를 가질 수 있다. 이는 종축 주위로 외주 방향으로 완전히 배열될 수 있으며 따라서 밀봉부를 형성한다. 대안적으로, 이들은 지지 목적으로만 제공될 수도 있고, 예를 들어 특히 원격으로 전이 부분에 고정된 다음 모노파일 위에 배치될 수도 있다.

[0040] 일반적으로 하부 구성요소는 모노파일일 필요가 없다. 또한, 예를 들어 삼각대와 같이 복수의 슬립 조인트 연결부를 갖는 타워형 구조를 구성하여, 풍력 터빈의 3개의 다리가 각각 슬립 조인트 연결부에 의해 형성되게 하는 것도 고려할 수 있다.

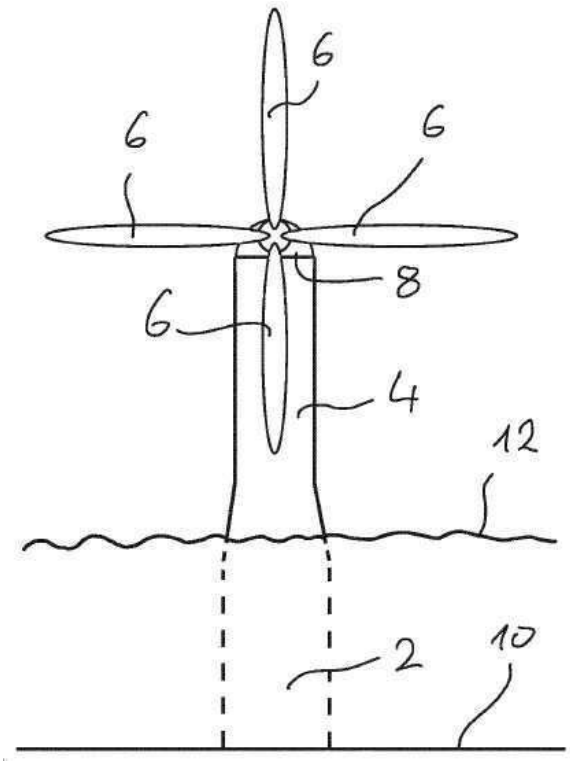
[0041] 바람직하게는, 연결 요소(18)의 치수는 해당 영역에서 발생하는 하중에 따라 달라진다.

[0042] 반면, 도 9에서, 하부 구성요소 부분(22 및 32) 사이와 상부 구성요소 부분(36 및 26) 사이에 배열된 연결 요소(18)는 도시된 수직 종방향 섹션에서 비교적 작은 표면적을 갖고, 원추형 연결 부분에 배열된 연결 요소(18)는 훨씬 더 크게 형성된다.

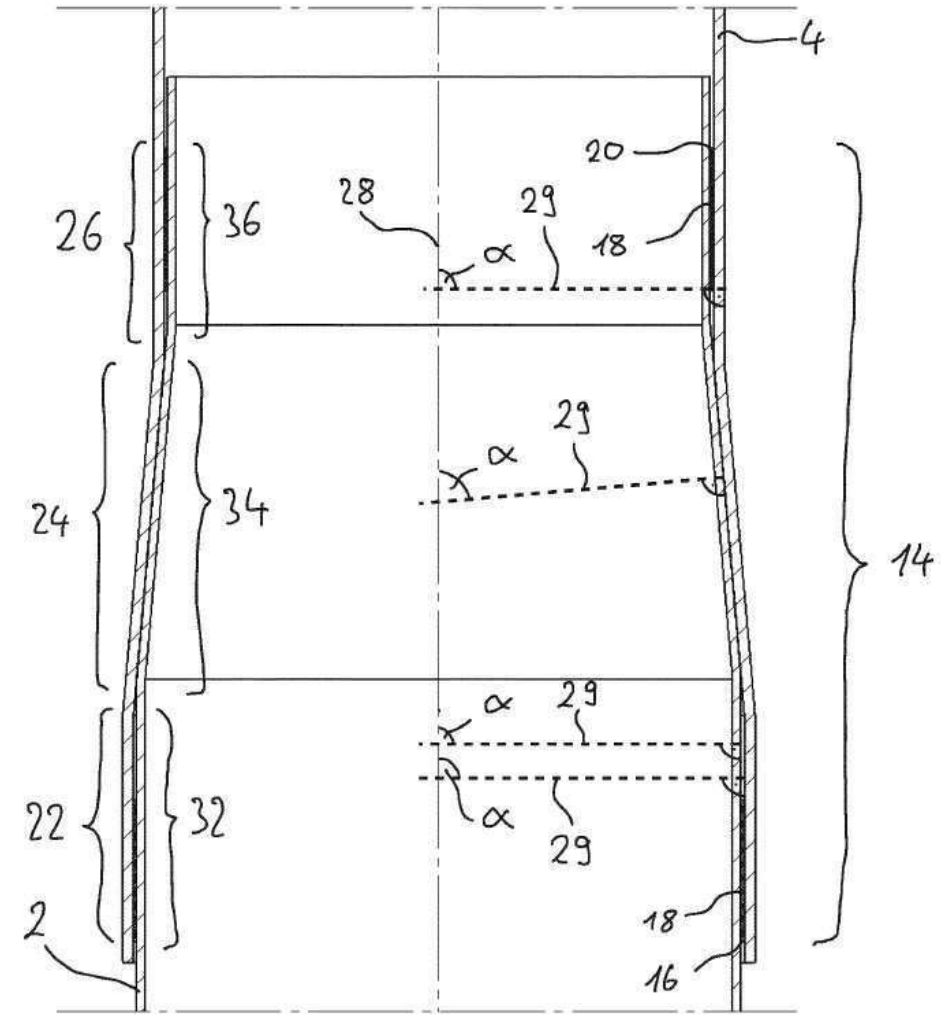
[0043] 도 10 및 도 11은 단지 하나의 중공 원통형 구성요소 부분(26 또는 36) 만이 상부 방향으로 연장되거나(도 10) 하나의 중공 원통형 연결 부분(22 또는 32)이 각각의 원추형 구성요소 부분(22 또는 24)으로부터 하부 방향으로 연장되는 타워형 구조물의 추가로 단순화된 변형 실시예를 도시한다. 조립 중에 상부 구성요소(4)의 하부 구성요소 부분(22)(도 11) 또는 상부 구성요소(4)의 구성요소 부분(26)의 안내에 따라, 각각의 부분에 배열된 연결 요소는 챔퍼 형태로 형성된다(chamfered). 바람직하게는, 일반적으로 원추형 영역에는 연결 요소(18)의 챔퍼가 없다. 그러나, 이와는 별도로, 이들 영역에서 연결 요소의 두께는 공칭 치수로부터의 편차에 맞춰 조정될 수 있다.

도면

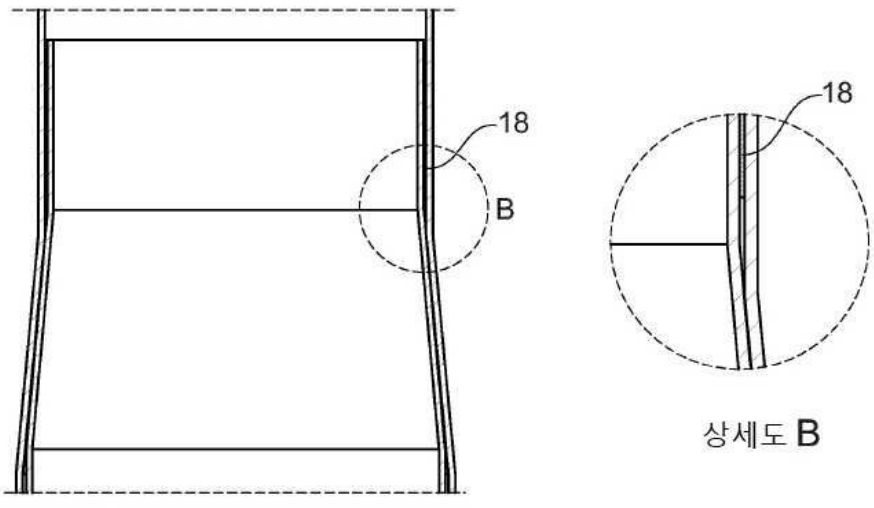
도면1



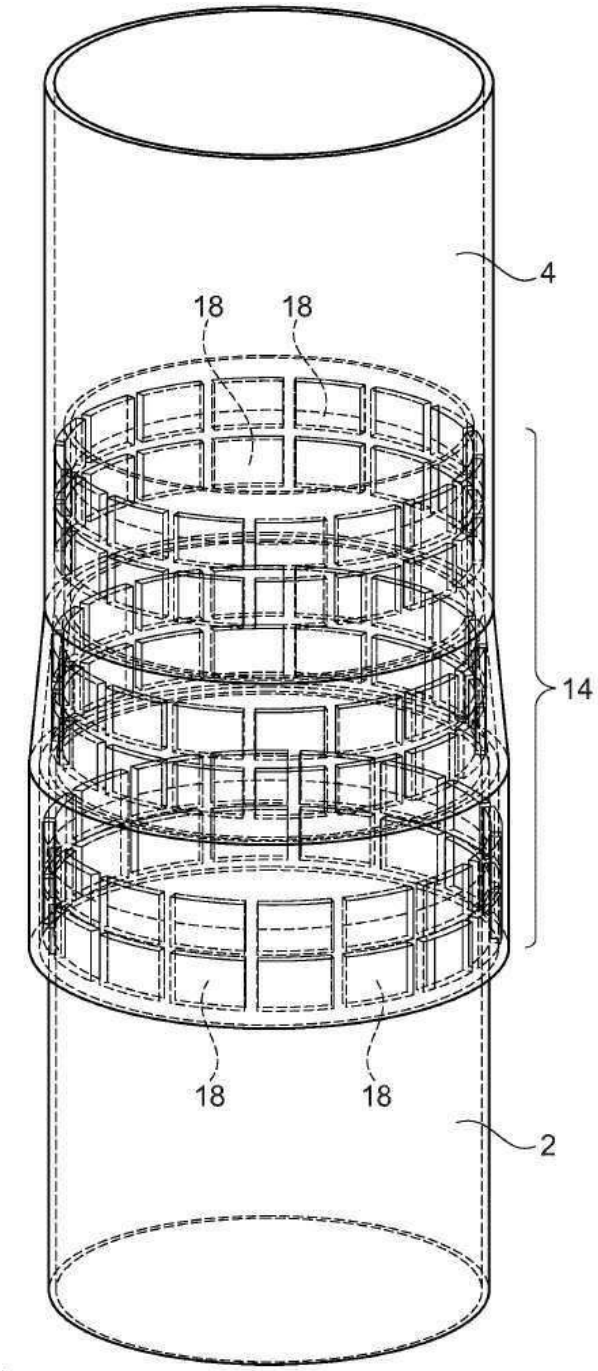
도면2



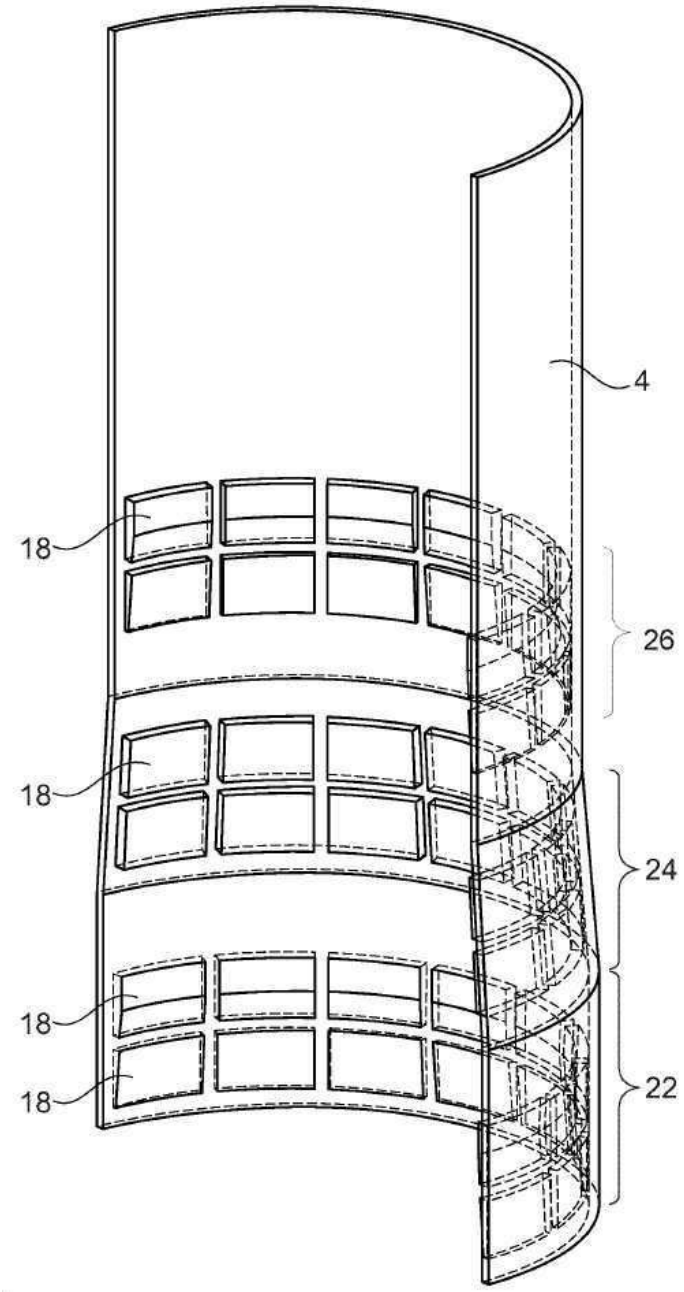
도면3



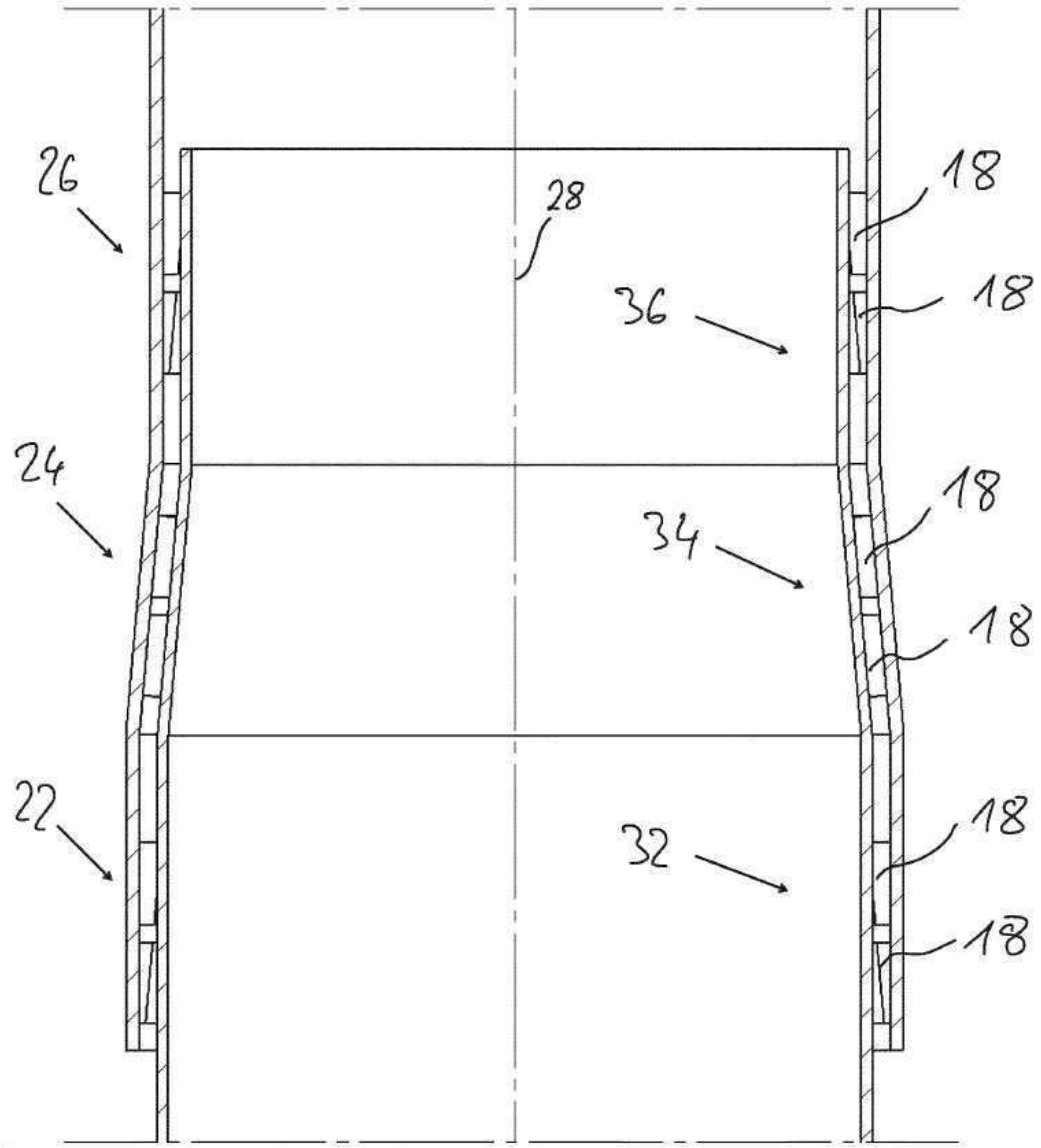
도면4



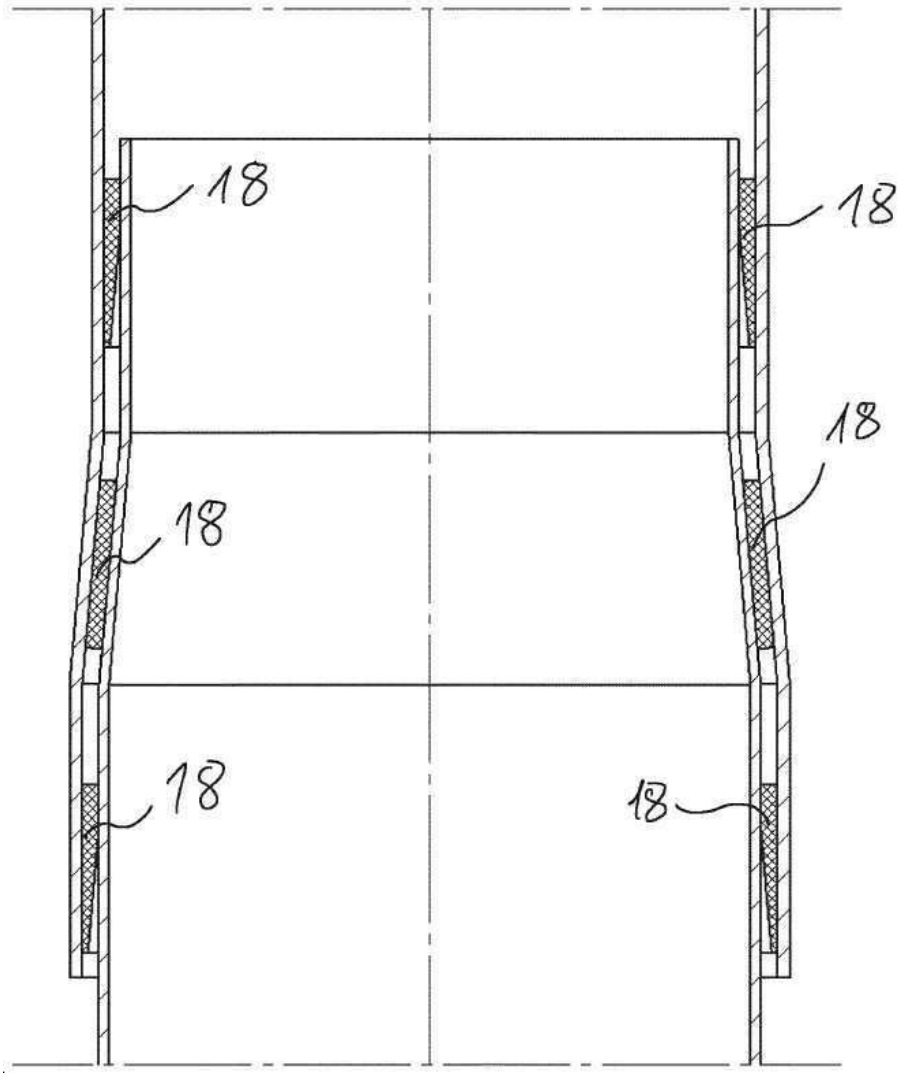
도면5



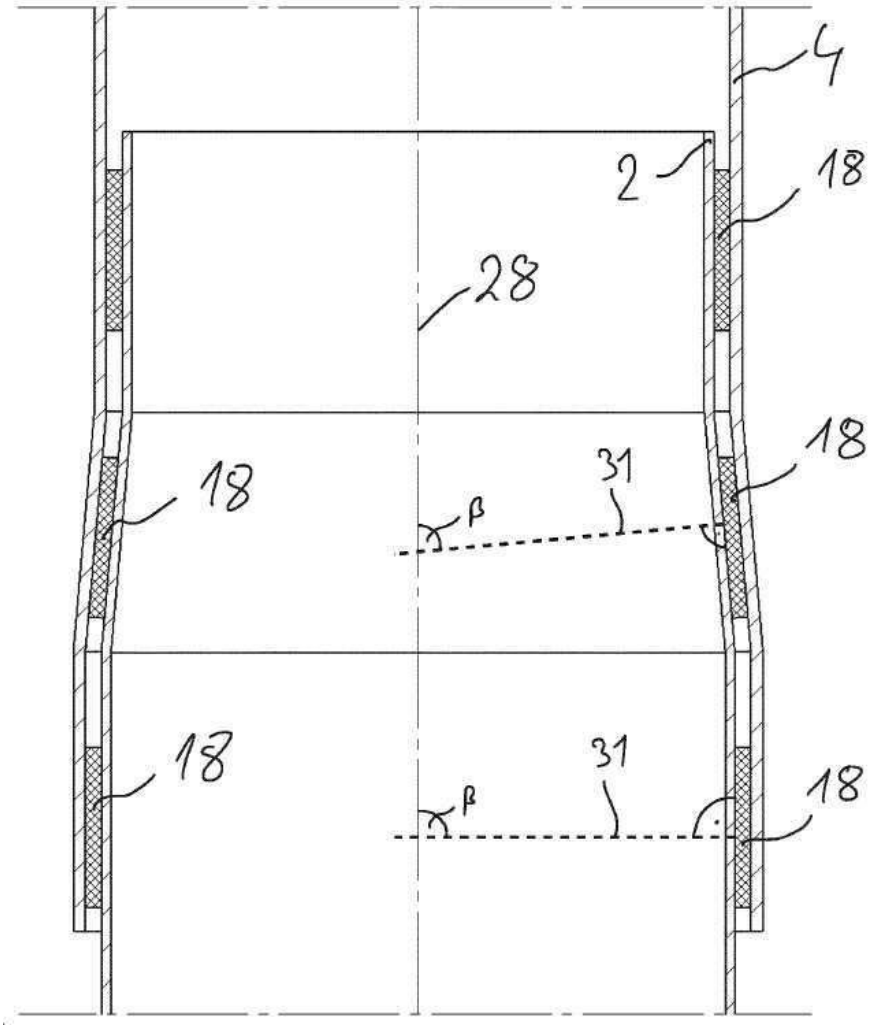
도면6



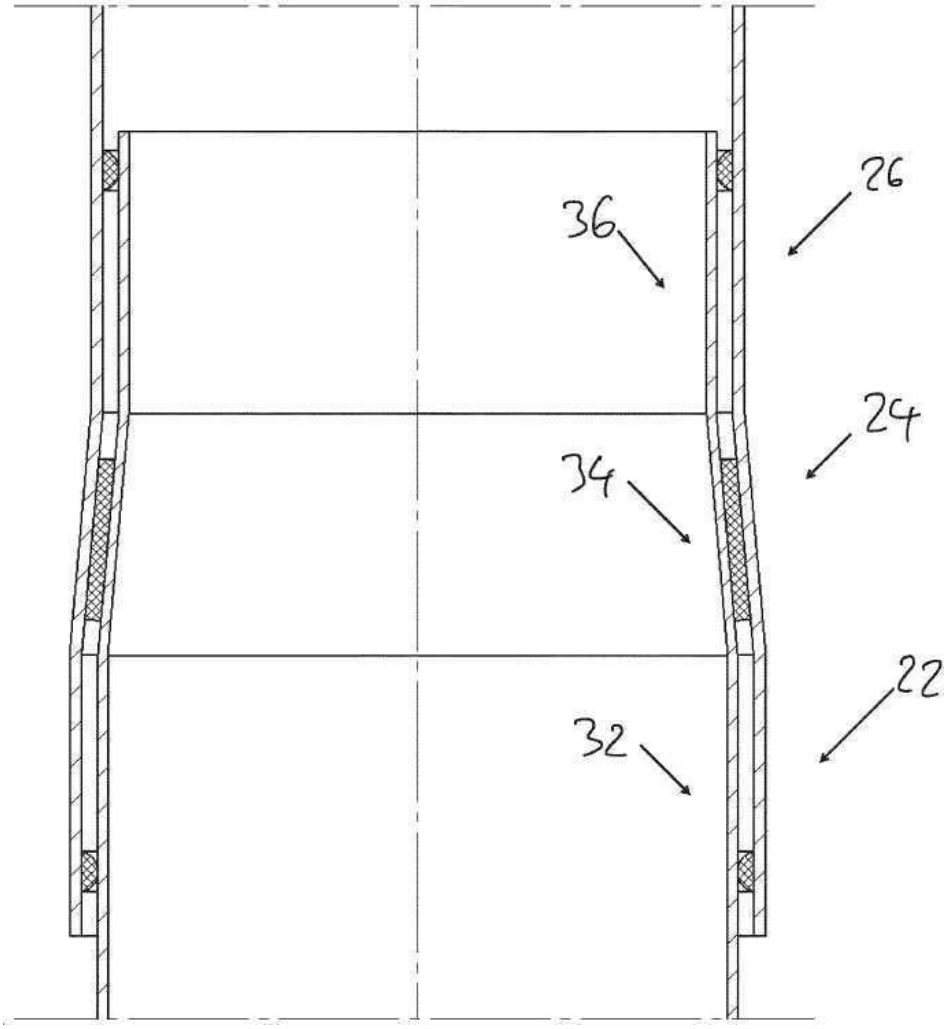
도면7



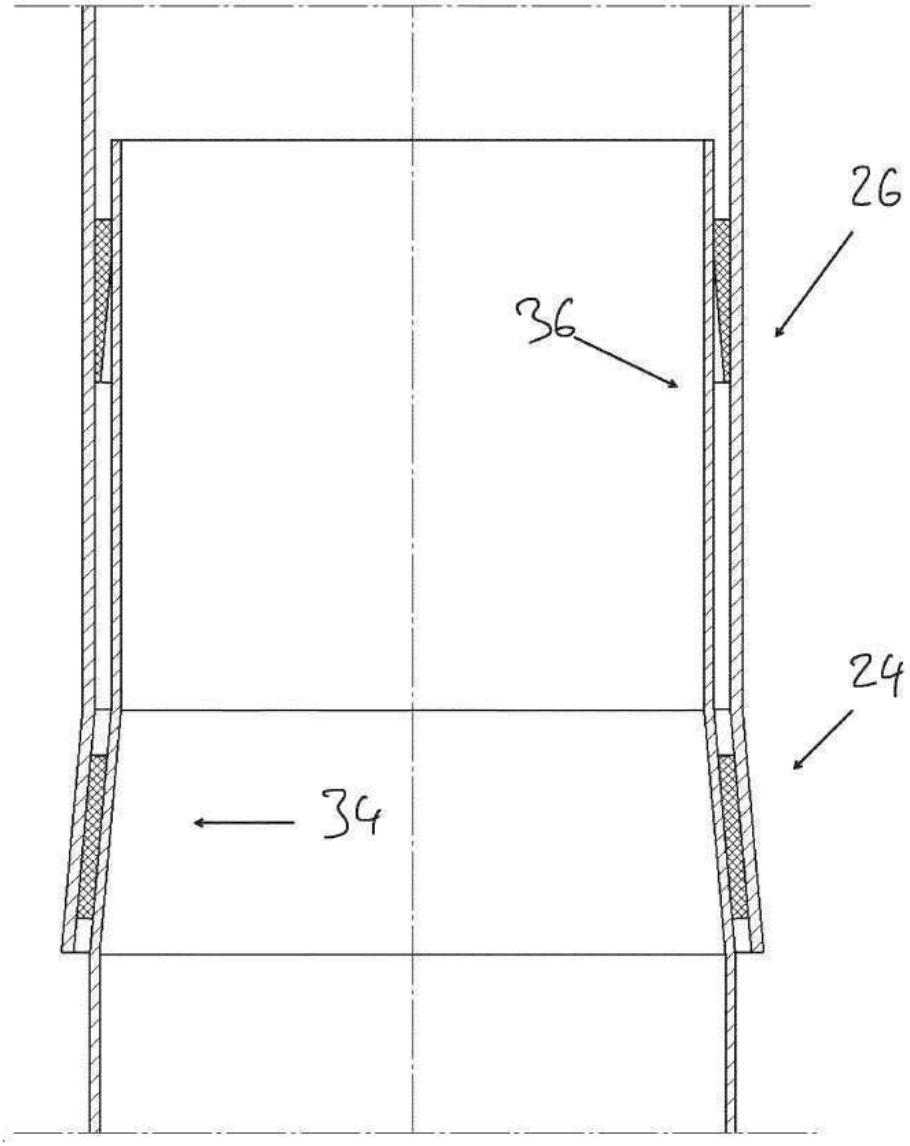
도면8



도면9



도면10



도면11

