

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0088499 (43) 공개일자 2014년07월10일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>F03D 11/04</i> (2006.01) <i>F03D 1/00</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2013-7021275 (22) 출원일자(국제) 2012년02월03일 심사청구일자 없음 (85) 번역문제출일자 2013년08월12일 (86) 국제출원번호 PCT/N02012/000014 (87) 국제공개번호 WO 2012/105846 국제공개일자 2012년08월09일 (30) 우선권주장 61/438,989 2011년02월03일 미국(US)		(71) 출원인 스웨이 에이에스 노르웨이 라달 5239 파나베이엔 96 (72) 발명자 보르겐 아이스테인 노르웨이 엔-5239 라달 베스트리 스토하일아이아 5 (74) 대리인 배정일, 최규팔

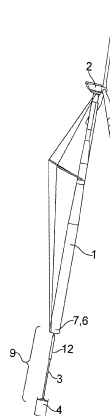
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 **해상 풍력 터빈 발전기 연결 배열체 및 타워 시스템**

(57) 요약

해상 풍력 터빈 발전기는 내부 서비스 튜브를 갖는, 가늘고 긴 부력 타워(서비스 튜브는 사용시 타워의 하측 중단부터 수선 위까지 연장된다), 상측 연결 어셈블리 및 하측 연결 어셈블리를 포함하는 연결 배열체를 포함한다. 중간 텐션/토션 레그는 상측 연결 어셈블리와 하측 연결 어셈블리 사이에 배치된다. 연결 어셈블리는 서비스 튜브 내에서 하강 및 상승되도록 구성된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

내부 서비스 튜브를 갖는 가늘고 긴 부력 타워(서비스 튜브는 사용시 타워의 하측 종단부터 수선 위까지 연장된다), 상측 연결 어셈블리 및 하측 연결 어셈블리를 포함하는 연결 배열체, 상측 연결 어셈블리와 하측 연결 어셈블리 사이에 배치되는 중간 텐션/토션 레그를 포함하되,

연결 어셈블리가 서비스 튜브 내에서 하강 및 상승되도록 구성된 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

원치는 연결 어셈블리의 하강 및 상승을 위하여 타워 내에 위치되는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

가늘고 긴 부력 타워는 실질적으로 실린더형인 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

하측 연결 어셈블리는 유니버설 조인트 및 앵커 커넥터를 포함하는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 해상 풍력 터빈 발전기는,

앵커 커넥터를 수용하기 위한 커플링을 갖는 앵커를 포함하는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상측 연결 어셈블리는 요 배열체를 포함하는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상측 연결 어셈블리도 유니버설 조인트를 포함하는 것을 특징으로 하는 해상풍력 터빈 발전기.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

연결 배열체는 작은 원치만이 설치 및 유지보수 동안에 요구되도록 연결 배열체의 수중에서 중량을 거의 상쇄시키기에 충분한 부력을 갖는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 9

제 5 항에 있어서,

앵커는 풍력 터빈 발전기의 이송 및 설치 동안에 연결 어셈블리에 연결되는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

앵커는 락킹 핀에 의해 풍력 터빈 발전기 타워의 하측 종단에 부착되는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

중간 텐션 레그는 공기, 폼 또는 가스 충전된 부력 챔버의 형태로 더 큰 직경의 가늘고 긴 부분을 갖는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 12

제 6 항에 있어서,

요 배열체는 서비스 파이프 또는 타워의 하측 종단에 장착되는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 13

제 6 항에 있어서,

요 배열체는 서비스 파이프의 상측 종단에 장착되는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 14

가늘고 긴 부력 타워, 유니버설 조인트 및 요 어셈블리를 포함하는 연결 어셈블리를 포함하되,

유니버설 조인트 및 요 어셈블리는 락커 아암 및 락커 아암에 연결된 링 형상 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

링 형상 부재는 웨지 형상 플레인 베어링에 지지되며 회전가능하게 위치하도록 배치된 경사진 하측 원주면을 갖는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 해상 풍력 터빈 발전기는 서비스 튜브를 포함하되,

플레인 베어링이 서비스 튜브의 하측 종단에 위치되는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

웨이 형상 베어링의 두 개의 대향면들은 수직 평면에 대한 상이한 각도를 갖고, 내측-대향 표면은 대향 표면보다 수직으로부터 더 큰 경사각을 갖는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

케이블 도관은 유니버설 조인트와 링 형상 요소 사이의 공간에 배치되는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

전기 케이블은 서비스 튜브의 상측 종단에서 스위블 및 전기 슬립링 연결부에 연결되는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 20

제 1 항에 있어서,

상기 해상 풍력 터빈 발전기는 고체 밸러스트, 또는 고체와 물 밸러스트의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 해상 풍력 터빈 발전기는 타워의 하측부에 밸러스트 챔버를 포함하는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

밸러스트 챔버 위에서 서비스 튜브의 하측부를 차단하는 제거가능한 차단부가 배치되고,

차단부 위의 서비스 튜브의 벽에 하나 이상의 개구가 배치되는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

제거가능한 차단부는 경사진 상측 표면을 갖는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 24

제 1 항에 따른 해상 풍력 터빈 발전기를 장착하는 방법에 있어서,

- 타워의 하측 종단에 고체 밸러스트를 배치하고, 타워의 수평 견인 동안에 타워 내의 상측 수위에 물 밸러스트를 배치하는 단계,
- 타워의 하측 수위까지 물 밸러스트를 이동시킴으로써 타워를 세우는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

밸러스트 챔버 위에서 서비스 튜브의 하측부를 차단하는 제거가능한 차단부가 배치되고,
차단부 위의 서비스 튜브의 벽에 하나 이상의 개구가 배치되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

고체 밸러스트 챔버가 충전된 이후에, 차단부는 제거되어, 어떤 잔류물도 서비스 튜브의 바닥을 통해 낙하하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 27

제 24 항 내지 제 26 항에 있어서,

고체 밸러스트, 예컨대 모래, 시멘트 등은 서비스 튜브 안으로 주입됨으로써 타워가 수직 방향으로 위치하는 동안 타워에 배치되고, 타워의 바닥을 향하여 낙하하도록 허용되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 28

가늘고 긴 부력 타워(1) 및 타워의 꼭대기에 장착된 풍력 터빈(2)을 포함하되,

터빈에 대한 부착 지점에 인접한, 타워의 상측 종단은 타워의 수직축으로부터의 각도로 오프셋되는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 29

제 28 항에 있어서, 상기 해상 풍력 터빈 발전기는,

내부 서비스 튜브(서비스 튜브는 사용시 타워의 하측 종단부터 수선 위까지 연장된다), 서비스 튜브 내에서 이동가능하게 배치되고, 상측 연결 어셈블리 및 하측 연결 어셈블리를 포함하는 연결 배열체(상기 상측 연결 어셈블리는 서비스 튜브의 하측 종단에서 회전가능하게 위치하도록 배치된다), 상측 연결 어셈블리와 하측 연결 어셈블리 사이에 배치되는 중간 텐션/토션 레그, 및 서비스 튜브 내에서 연결 어셈블리를 하강 및 상승시키기 위

하여 타워에 위치되는 원치를 포함하는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

청구항 30

유니버설 조인트를 포함하는 연결 어셈블리, 및 풍력 터빈 발전기의 이송 및 설치 동안에 연결 어셈블리에 연결되는 앵커를 갖는, 가늘고 긴 부력 타워를 포함하는 것을 특징으로 하는 해상 풍력 터빈 발전기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 풍력 터빈 발전기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 부유하는, 해상 풍력 터빈 발전기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 바람직하게는 전력의 형태로, 발전하기 위한 풍력 터빈 발전기의 개발은, 더 큰 풍력 터빈의 방향으로 변동 없이 진행되어 왔다. 115 내지 125m보다 큰 회전자 직경 및 약 5 MW의 출력을 갖는 풍력 터빈 발전기가 이제 설계되고 구성되어 왔다. 5 MW 이상만큼 큰 풍력 터빈 발전기는 다양한 기술적, 물류적 및 심미적 고려사항들로 인해 연안에 설치될 목적으로 주로 설계되어 왔다.

[0003] 해상 풍력 터빈 발전기는 일반적으로 고정 설치형 또는 부유형 중 어느 하나이다. 부유형 풍력 터빈 발전기는 설치, 가동 및 유지보수에 대하여 충분한 개수의 기술적 시도를 제시한다. 이러한 풍력 터빈 발전기는 본질적으로 커다란 구조물이고, 보통 표면 아래에서 꽤 멀리 연장된다. 풍력 터빈 발전기가 구성되는 영역은 의도된 설치 위치보다 훨씬 얕을 수 있다. 결과적으로, 풍력 터빈 발전기를 수평으로 목적지까지 견인하고, 풍력 터빈 발전기를 수직으로 세우며 해저에 정박하는 것이 보통 필요하고, 각 단계는 부분적으로 풍력 터빈 발전기의 전단 크기로 인해 자체의 기술적 어려움을 제시한다.

[0004] 또한 풍력 터빈을 부유시키기 위하여 앵커(들)를 사전 설치하는 것이 필요하다.

[0005] 현재 이러한 시도에 대한 충분한 일체화된 해결안이 알려지지 않는다.

[0006] 게다가, 일단 설치되면, 부유하는 풍력 터빈 발전기는 풍력 터빈 발전기 타워의 피칭(pitching) 및 요잉(yawing) 운동을 야기할 강한 풍력에 가해질 것이다. 이러한 힘은 가능한 파괴에 대한 전기 케이블, 앵커 부착 부 등과 같은 구성요소를 노출시키는 것뿐 아니라, 타워 자체에 스트레인(strain)을 야기한다. 이런 힘들은 사실상 터빈 자체의 회전에 의해 야기된 토크(torque)에 의해 악화될 수 있다. 알려진 부유하는 풍력 터빈 발전기는 피치(pitch) 및 요(yaw)를 효율적으로 보상하기에 충분한 배열체를 제공하지 않는다.

[0007] 일단 설치되면, 해상 풍력 터빈 발전기는 물 위의 구성요소 예컨대 터빈 및 블레이드, 물 아래의 구성요소 예컨대 정박 배열체 및 피치/요 보상요소뿐 아니라 내부 구성요소 예컨대 전기 연결부, 모터 구성요소, 회전-용이 요소 등의 주기적인 유지보수를 요구할 것이다. 이러한 유지보수 작업을 용이하게 하는 해상 풍력 터빈 발전기에서 배열체에 대한 필요성이 존재한다.

발명의 내용

[0008] 상기에 설명된 결점 및 종래 기술에서 존재하는 필요성에 대한 해결안을 제공하는 것이 본 발명의 목적이다.

[0009] 본 발명의 일 양상에 따라 내부 서비스 튜브를 갖는 가늘고 긴 부력 타워(서비스 튜브는 사용시 타워의 하측 중단부터 수선 위까지 연장된다), 상측 연결 어셈블리 및 하측 연결 어셈블리를 포함하는 연결 배열체(arrangement), 상측 연결 어셈블리와 하측 연결 어셈블리 사이에 배치되는 중간 텐션/토션 레그(intermediate tension/torsion leg)를 포함하되; 연결 어셈블리가 서비스 튜브 내에서 하강 및 상승되도록 구성된 해상 풍력 터빈 발전기가 제공된다.

[0010] 본 발명의 일 양상에 따라 내부 서비스 튜브(서비스 튜브는 사용시 타워의 하측 중단부터 수선 위까지 연장된다)를 갖는 가늘고 긴, 바람직하게는 실질적으로 실린더형 부력 타워, 서비스 튜브 내에서 이동가능하게

배치되고, 상측 연결 어셈블리(상측 연결 어셈블리는 유니버설 조인트(universal joint) 및 요 어셈블리(yaw assembly)를 포함하고 서비스 튜브의 하측 종단에 회전가능하게 위치하도록 배치된다) 및 하측 연결 어셈블리(상기 하측 연결 어셈블리는 유니버설 조인트 및 앵커 커넥터(anchor connector)를 포함한다)를 포함하는 연결 배열체, 상측 연결 어셈블리와 하측 연결 어셈블리 사이에 배치되는 중간 텐션/토션 레그, 앵커 커넥터를 수용하기 위한 커플링(coupling)을 갖는 앵커, 및 서비스 튜브 내에서 연결 어셈블리를 하강 및 상승시키기 위하여 타워에 위치되는 윈치를 포함하는 해상 풍력 터빈 발전기가 제공된다. 예를 들어 이런 배열체는 설치 동안에 하강될 수 있고 유지보수를 위하여 추후에 상승될 수 있다. 연결 배열체는 작은 윈치만이 설치 및 유지보수 동안에 요구되도록 연결 배열체의 수중에서 중량을 거의 상쇄시키기에 충분한 부력을 구비할 수 있다.

[0011] 본 발명의 다른 양상에 따라 앵커는 석션 앵커(suction anchor)이고 풍력 터빈 발전기의 이송 및 설치 동안에 연결 어셈블리에 연결된다. 앵커는 유압 작동 락킹 핀(locking pin)들에 의해 풍력 터빈 발전기 타워의 하측 종단에 부착된다.

[0012] 본 발명의 다른 양상에 따라, 상측 연결 어셈블리의 요 어셈블리 및 유니버설 조인트는 유니버설 조인트의 락커 아암(rocker arm)에 연결되는 링 형상 부재를 포함한다. 링 형상 부재는 경사진 하측 원주면을 갖는다. 경사진 표면은 서비스 튜브의 하측 종단에 위치한 웨지 형상 플레인 베어링(plain bearing)에 지지되며 회전가능하게 위치하도록 배치된다. 웨지 형상 부재의 두 개의 대향면들은 상이한 각도를 갖는다. 내측-대향 표면(링 형상 요소의 경사진 표면이 지지되며 슬라이딩하는 표면)은 대향 표면(서비스 튜브의 내부에 지지되며 인접해 있는 표면)보다 수직으로부터 더 큰 경사각을 갖는다. 각도에 있어 차이는 웨지 형상 부재가 서비스 튜브에 지지되며 제자리에서 견고하게 가압되는 반면에, 링 형상 요소가 이에 지지되며 슬라이딩하는 것을 보장한다. 리테이너링은 웨지 형상 플레인 베어링이 유니버설 조인트 및 요 어셈블리와 함께 수리/교체를 위한 표면에 추적될 수 있다는 것을 보장한다. 반응 토크(reaction torque)는 고정된 앵커를 경유하여 해저 아래로 텐션/토션 레그에 의해 전달된다. 이런 배열체는 타워의 실 부력(설치될 때 부상력), 슬라이딩 표면에서 마찰 계수, 웨지 형상 부재 내측 표면의 수직에 대한 각도 및 링 형상 요소의 반경의 함수인 홀딩 토크(holding torque)로, 수동 "클러치(clutch)"를 야기한다. 요 어셈블리는 서비스 파이프 또는 타워의 하측 종단에 바람직하게 장착되나, 또한 서비스 파이프의 상측 종단에 공기 중에 요 어셈블리를 장착하도록 예상될 수 있다. 이런 경우에 텐션 레그는 상측 유니버설 조인트 및 서비스 파이프 내부에서 연장되어야 하고, 이는 여전히 타워의 하측 종단에 위치되어야 하며, 요 시스템으로부터 분리될 것이다. 케이블 도관은 유니버설 조인트와 링 형상 요소 사이의 공간에 배치된다. 터빈으로부터의 토션 강성 전기 케이블은 타워의 바닥을 빠져나오면서, 이런 도관들을 통해, 서비스 튜브 아래로 전달한다. 서비스 튜브의 상측 종단에서 전기 케이블은 스윙블(swivel) 및 전기 슬립링 연결부에 연결된다. 이에 의해, 전체적인 타워는 회전(요잉)하도록 허용될 것인 반면에, 서비스 튜브에서 상측 연결 어셈블리, 텐션 레그, 앵커 및 전기 케이블은 해저에 대하여 정지되게 남는다.

[0013] 본 발명의 다른 양상에 따라 중간 텐션 레그는 공기, 폼(foam) 또는 가스 충전된 부력 챔버의 형태로 더 큰 직경의 가늘고 긴 부분을 갖는다.

[0014] 본 발명의 다른 양상에 따라, 해상 풍력 터빈 발전기 타워는 고체 밸러스트, 또는 고체와 물 밸러스트의 조합을 갖는다. 일 구체예에서, 고체 밸러스트는 타워의 하측 종단에 배치되는 반면에, 물 밸러스트는 타워의 수평 구간 동안에 타워 내의 상측 수위에 배치된다. 타워는 타워의 하측 수위까지 물 밸러스트를 이동시킴으로써 세워진다. 본 발명의 다른 양상에 따라, 타워가 수직 방향으로 위치하는 동안, 고체 밸러스트, 예컨대 모래, 시멘트 등이 타워에 추가될 수 있다. 이런 양상에 따라, 밸러스트는 서비스 튜브 안으로 주입되고, 타워의 바닥을 향하여 낙하하도록 허용된다. 플러그, 트랩 도어(trap door) 또는 다른 임시 차단부는 서비스 튜브의 하측부를 차단한다. 밸러스트 챔버로 유도하면서, 서비스 튜브의 벽에서 하나 이상의 개구가 차단부 바로 위에 배치된다. 따라서 고체 밸러스트는 서비스 튜브의 하측부로 낙하할 것이고, 임시 차단부를 접할 것이며, 밸러스트 챔버로 유도될 것이다. 차단부는 바람직하게는 벽에서 개구를 향하여 경사질 수 있다. 밸러스트가 충전된 이후에, 차단부는 서비스 튜브의 정상적인 기능을 복원하도록 제거될 수 있다.

[0015] 본 발명의 또다른 양상에 따라, 터빈을 위한 부착지점에 바로 인접한, 타워의 상측 종단은 타워의 수직축으로부터의 각도로 오프셋된다. 이런 오프셋은 터빈 블레이드의 회전에 의해 야기된 요 힘을 보상하도록 배치된다. 이러한 요 힘은 회전자로부터 토크가 전달되는, 터빈 샤프트의 축, 및 타워의 축이 수직하지 않는다는 사실로 인한 것이다. 이런 각도는 일반적으로 수직인 것으로부터 대략 4 내지 6도이다. 효과는 샤프트에서 토크의 일부가 타워의 길이방향 축 주위에서 토크 성분(또는 요잉 모멘트)으로서 타워 꼭대기에 전달될 것이라는 점이다. 이런 요잉 모멘트를 보상하기 위하여, 회전자는 레버 아암(lever arm)에 의해 크게 증가될 회전자에 작용하는 추력(thrust force)(축외 거리)이 샤프트 토크로부터 요 모멘트 성분에 전체적으로 또는 부분적으로 대응하는 요잉

모멘트를 생성하도록 타워의 축을 벗어나 위치된다. 효과는 샤프트 토크에 의해 야기된 요 모멘트가 전체적으로 또는 부분적으로 상쇄되고 타워의 바닥에서의 요 클러치에서 홀딩 토크는 더 작은 직경으로 제조될 수 있다는 점이다. 또한 이는 서비스 파이프가 설치 및 유지보수 목적을 위한 연결 배열체의 호이스팅하는 동안에 클러치를 수용하도록 더 작은 직경으로 제조될 수 있다는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0016]

도 1은 부유하는 해상 풍력 터빈 발전기의 구체예의 사시도이다.

도 2는 도 1로부터의 구체예와 유사하나, 오프셋 상측 종단을 갖는 부유하는 해상 풍력 터빈 발전기의 구체예의 정면도이다.

도 3은 서비스 튜브 내부에서의 사전 설치 위치에 이동가능한 연결 배열체를 도시하는, 풍력 터빈 발전기의 타워 섹션의 측단면도이다.

도 4는 중간 위치에 이동가능한 연결 배열체를 갖는, 타워의 측면도이다.

도 5는 하강된 위치에 이동가능한 연결 배열체를 갖는, 타워의 측면도이다.

도 6은 수선 위에서의 상승된 위치에 이동가능한 연결 배열체를 갖는, 타워의 측단면도이다.

도 7은 요 어셈블리 및 앵커 락킹 핀들도 도시하는, 텐션 레그의 부력 챔버의 단면도이다.

도 8은 밸러스트 컴파트먼트를 도시하는 풍력 터빈 발전기의 도면이다.

도 9는 밸러스트 컴파트먼트를 도시하는 풍력 터빈 발전기의 단면도이다.

도 10은 본 발명의 일 구체예에 따른 상측 연결 어셈블리의 상세 단면도이다.

도 11은 요 어셈블리의 분해도이다.

도 12는 요 어셈블리의 플레인 베어링 배열체의 상세 단면도이다.

도 13a와 도 13b는 타워의 하측 종단의 대안적인 구체예의 도면이다.

도 14는 타워의 하측 종단의 대안적인 구체예에 채택된, 요 어셈블리의 도면이다.

도 15a, 도 15b 및 도 15c는 상측 유니버설 조인트의 상세도이다.

도 16은 상측 연결 어셈블리의 단면도이다.

도 17a와 도 17b는 케이블 지지 프레임의 도면이다.

도 18a와 도 18b는 마찰링의 도면이다.

도 19a와 도 19b는 상측 유니버설 조인트의 상세도이다.

도 20a는 타워의 바닥에 부착된 앵커의 측면도이다.

도 20b는 락킹 핀을 위한 홀들을 포함하는 연장부를 도시하는, 앵커의 측면도이다.

도 21 내지 도 23은 케이블 연결 배열체의 도면을 도시한다.

도 24는 타워의 상측 종단의 오프셋 각을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명의 바람직한 구체예는 도면들을 참조하여 이제 설명될 것이다.

[0018]

바람직한 구체예에 따른, 본 발명은 90미터가 해수면 위로 상승되고 96미터가 바다 안에 빠지는, 186미터의 부유하는 타워(1)를 포함하는 부유하는 해상 풍력 터빈 발전기이다. 풍력 터빈(2)은 부유하는 타워 꼭대기에 장착된다. 부유하는 타워(1)는 도 1과 도 2에 도시된 바와 같이, 텐션 레그(tension leg)(3) 및 앵커(anchor), 바람직하게는 석션 앵커(suction anchor)(4)에 의해 해저에 정박된다. 텐션 레그는 또한 토션 모멘트(torsion moment)(토크(torque))에 저항하도록 배치되고, 중공 파이프의 형태를 갖는다. 상측 유니버설 조인트(universal joint)(6) 및 요 어셈블리(yaw assembly)(7)를 포함하는 상측 연결 어셈블리(5)는 텐션 레그(3)의 상측 종단에 배치되는 반면에, 하측 유니버설 조인트(8)는 앵커(4)와의 연결 지점에서의 텐션 레그(3)의 하측 종단에 배치된다.

다. 도 1은 풍력에 의해 야기된 힘 하에서 타워의 구조적 강도를 제공하기 위한 텐션 케이블(tension cable)과 스프레더 빔(spreeder beam)을 갖는 배열체(arrangement), 및 풍향을 더 도시한다.

[0019] 도 3 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 양상은 이동가능한 연결 어셈블리(9)를 포함한다. 이동가능한 연결 어셈블리(9)는 타워(1)의 중공 내부 내에 축방향으로 배치되는 서비스 튜브 또는 파이프(service tube or pipe)(10)에 이동가능하게 배치되는, 상측 연결 어셈블리(5), 텐션 레그(3) 및 앵커(4)를 포함한다. 타워 내에 위치한 윈치(winch)(11)는 서비스 튜브 내에서 이동가능한 연결 어셈블리(9)를 상승 및 하강시키는 데에 사용된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 이동가능한 연결 어셈블리(9)는 초기에는 풍력 터빈 발전기의 설치 이전에 상승된 위치에 위치될 수 있다. 윈치는 도 5에 도시된 바와 같이 해저에 고정된 앵커, 및 도 4에 도시된 바와 같이 이동가능한 연결 어셈블리(9)를 하강시키는 데에 사용된다. 그 후에, 필요성이 발생하면, 텐션 레그는 앵커, 및 도 6에 도시된 바와 같은 이동가능한 연결 어셈블리의 나머지 구성요소로부터 분리될 수 있어, 예를 들어, 수선(waterline) 위에서 요 어셈블리의 유지보수를 허용한다. 본 발명의 일 양상에 따라, 텐션 레그(3)는 공기로 충전될 수 있는 증가된 직경의 중공 섹션의 형태로 부력 챔버(12)를 구비한다. 부력 챔버는 이동가능한 연결 어셈블리의 유효 중량을 감소시키고 그렇지 않은 경우일 때보다 더 작은 윈치의 사용을 허용한다.

[0020] 본 발명의 일 양상에 따라 연안 위치에 풍력 터빈 발전기의 설치를 위한 시스템 및 수단이 제공된다. 몇몇 사례에서, 수심이 타워의 길이보다 얇은 위치에서 풍력 터빈 발전기를 구성하는 것이 필요할 수 있다. 이러한 경우에, 풍력 터빈 발전기는 바람직하게는 최종 목적지까지 수평으로 견인되거나 수평으로 근접할 것이고, 이어서 수직으로 세워질(righted) 것이며, 해저에 고정될 것이다. 본 발명의 일 양상에 따라, 타워는 액체 및 고체 밸러스트(ballast) 모두를 구비한다. 도 8과 도 9에 도시된 바와 같이, 타워는 물 밸러스트를 위한 상측 밸러스트 컴파트먼트(upper ballast compartment)(13)를 포함한다(대안적으로 이런 상측 밸러스팅(ballasting)은 임시 내부 또는 외부 밸러스팅으로 달성될 수 있다). 바람직한 구체예에 따라, 상측 물 밸러스트 컴파트먼트(13)는 타워의 일측에 위치될 수 있다. 다른 양상들 중에서, 이는 견인 작업 동안에 수면 상에서의 타워에 안정성을 부여한다. 타워는 밸러스트수 파이프(15) 및 펌프(미도시됨)를 경유하여 상측 밸러스트 컴파트먼트(13)에 연결된 하측 물 밸러스트 컴파트먼트(14)를 더 포함한다. 세우는(righting) 작업 동안에, 물 밸러스트는 상측 컴파트먼트부터 하측 컴파트먼트까지 이동된다. 만약 타워가 지주에 다시 도달하게 될 필요가 있다면, 작업이 반대가 될 수 있다.

[0021] 타워는 타워의 하측 종단에서 고체 밸러스트 컴파트먼트(16)에 위치한 모래, 자갈, 암석, 시멘트, 철 스크랩 등의 형태로 고체 밸러스트를 더 포함한다. 고체 밸러스트 컴파트먼트(16)는 서비스 튜브(10)의 벽 및 타워의 외측벽 사이의 고리형에 위치된다. 본 발명의 일 양상에 따라 타워가 수직 방향으로 위치하는 동안 이러한 고체 밸러스트를 충전하는 수단이 제공된다. 본 발명의 이런 양상에 따라, 개구들이 고체 밸러스트 컴파트먼트로 유도하는 서비스 튜브의 벽에 제공된다. 도 8에 보여진 바와 같이 제거가능한 플러그(17) 또는 다른 제거가능한 폐색부(obstruction)/차단부(blockage)가 고체 밸러스트 챔버로 유도하는 개구 바로 아래에서 서비스 튜브를 차단하는 데에 사용된다. 이어서 고체 밸러스트는 서비스 튜브에 내리 주입될 수 있고, 고체 밸러스트 챔버에 들어갈 것이다. 플러그 또는 폐색부는 바람직하게는 경사진 표면을 가져 보다 효율적으로 고체 밸러스트를 챔버 안으로 유도할 수 있다. 고체 밸러스트 챔버가 충전된 이후에, 플러그는 제거될 수 있고, 어떤 잔류물도 서비스 튜브의 바닥을 통해 낙하할 것이다.

[0022] 본 발명의 또다른 양상에 따라 상측 연결 어셈블리(5)는, 상측 유니버설 조인트(6) 및 타워가 축을 중심으로 진동하고 회전하는 것을 허용하는 요 어셈블리(7)를 포함한다. 요 어셈블리는 두 개의 상이한 구체예들의 풍력 터빈 발전기 타워에 관련하여 설명될 것이다; 도 14 내지 도 19에 추가로 도시된 모든 구체예에 대하여 아마 일반적인 구성요소들과 함께, 평평한 하측 종단을 갖는 제 1 바람직한 구체예, 및 도 13a에 도시된 바와 같은 원뿔 하측 종단을 갖는 타워의 구체예. 요 어셈블리(7)는 유니버설 조인트 및 원뿔의 조합을 통해 텐션 레그에 마찰 토크 및 부력 하중을 전달한다. 요 시스템도 전력 케이블을 수용하도록 벨 마우스(bell mouth) 및 관통부를 포함한다.

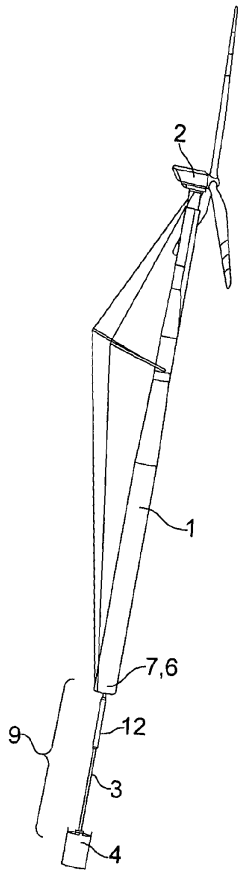
[0023] 도면들에 도시된 바와 같이, 상측 유니버설 조인트(6)는 요크(yoke)(18)에 의해 텐션 레그(3)에 부착된다. 상측 유니버설 조인트(6)는 1차축(19) 및 2차축(20)을 포함한다. 유니버설 조인트의 1차축(19)은 고리형 지지링(21)에 연결된다. 고리형 지지링(21)은 하측, 각이 있는 베어링 표면(22)을 갖는다. 베어링 표면의 각도는 100도 내지 120도이다. 본 발명의 일 양상에 따라 각도는 110도이다. 베어링 캡(23)은 1차축을 고리형 지지링에 고정시킨다. 고리형 지지링(21)의 각이 있는 베어링 표면(22)은 플레인 베어링(plain bearing)으로서 기능을 하는 마찰링(24)에 지지되며 슬라이딩하도록 배치된다. 마찰링(24)은 도 19에 도시된 바와 같이 웨지 형상 단면을 갖는다. 마찰링은 완전한 요 시스템이 서비스 파이프 내의 표면까지 멈춰질 때 회복될 수 있도록 리테이너링

(retainer ring)으로 설계된다.

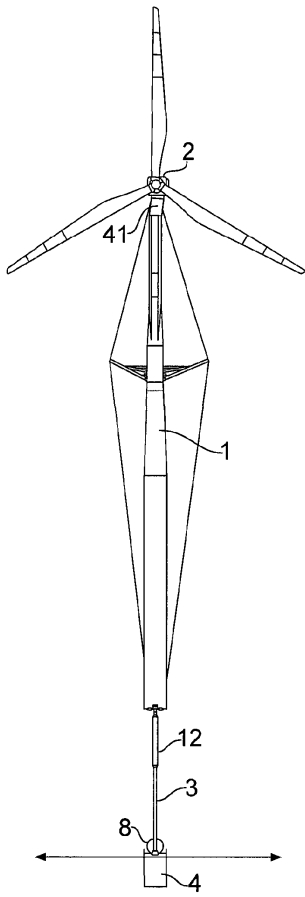
- [0024] 본 발명의 일 양상에 따라, 마찰링(24)의 전면 및 후면의 각도는 소정의 요 마찰(yaw friction)이 달성되도록 선택된다. 웨지 형상 마찰링의 두 개의 대향면들은 상이한 각도를 갖는다. 내측-대향 표면(링 형상 요소의 경사진 표면이 지지되며 슬라이딩하는 표면)은 대향 표면(서비스 튜브 또는 요 시스템 리셉터클의 내부에 지지되며 인접해 있는 표면)보다 수직으로부터 더 큰 경사각을 갖는다. 각도에 있어 차이는 웨지 형상 부재가 서비스 튜브에 지지되며 제자리에서 견고하게 가압되는 반면에, 링 형상 요소가 이에 지지되며 슬라이딩하는 것을 보장한다. 반응 토크는 고정된 앵커를 경유하여 해저 아래로 텐션/토션 레그에 의해 전달된다. 이런 배열체는 타워의 실 부력(설치될 때 부상력(up-lift force)), 슬라이딩 표면에서 마찰 계수, 웨지 형상 부재 내측 표면의 수직에 대한 각도 및 링 형상 요소의 반경의 함수인 홀딩 토크(holding torque)로, 수동 "클러치(clutch)"를 야기한다.
- [0025] 마찰링은 도 12에 도시된 바와 같이 일 구체예에 따른 서비스 튜브(10)의 하측 종단에 배치되거나, 또는 대안적으로 도 13a에 도시된 바와 같이 다른 구체예에 따른 타워의 하측 종단에 연결되는 요 시스템 리셉터클(yaw system receptacle)(26)에 배치된다. 상측 유니버설 조인트는 마찰 슬리브(sleeve)(27)들, 부싱(bushing)(28)들과 아마 희생 양극(29), 및 축 정지 플레이트(32)를 더 포함한다.
- [0026] 상측 연결 어셈블리는 하나 이상의 전력 케이블을 수용하기 위한 벨 마우스(31)를 포함하면서, 도 14와 도 17에 도시된 바와 같이 전력 케이블 지지 프레임(30)을 더 포함한다.
- [0027] 본 발명의 다른 양상에 따라, 앵커는 예를 들어, 의도된 위치까지 풍력 터빈 발전기의 이송 하에서, 타워에 해제가능하게 부착된다. 도 20에 도시된 바와 같이 이런 양상에 따른 앵커는 타워의 하측 종단과 유사한 직경으로 배치된다. 앵커의 상측 종단은 부착링(34)들을 탑재한다. 부착링과 맞물리는 유압 작동 락킹 핀(35)들이 타워 내부에 장착된다. 따라서 핀들은 앵커가 하강되는 것을 허용하도록 인출된다.
- [0028] 본 발명의 또다른 양상에 따라 도 23에 도시된 바와 같이 타워는 축 중심으로 회전/요잉하는 것이 허용되면서, 케이블이 해저에 대하여 정지되게 남는 것을 허용하는 케이블 연결 배열체가 제공된다. (도 21과 도 22는 이송/설치 하에서와 같이 상승된 위치에서 요 어셈블리를 도시한다는 것이 언급되어야 하고) 케이블(38)(들)은 요 어셈블리에 들어가고 전기 슬립링 어셈블리(40)에서 종료되는 클러스트에서 해저로부터 나오고, 이에 따라 해저에 대하여 정지된다. 전기 슬립링 어셈블리는 회전하는 타워에 대하여 정지된 정선 박스(junction box)(39)를 통해, 회전하는 타워에 전기 연결을 전달한다. 발전기를 향하는 케이블 연결은 타워의 상측 종단에서 덱(deck)(37)에 부착된 케이블 행-오프 부재(cable hang-off member)(36)를 통해 진행한다.
- [0029] 본 발명의 또다른 양상에 따라, 도 24에 도시된 바와 같이, 터빈을 위한 부착지점에 바로 인접한, 타워의 상측 세그먼트(segment)(41)는 타워의 수직축으로부터의 각도로 오프셋된다. 이런 오프셋은 터빈 블레이드의 회전에 의해 야기된 요 힘을 보상하도록 배치된다. 이러한 요 힘은 회전자로부터 토크가 전달되는, 터빈 샤프트의 축, 및 타워의 축이 수직하지 않는다는 사실로 인한 것이다. 이런 각도는 일반적으로 수직인 것으로부터 대략 4 내지 6도이다. 효과는 샤프트에서 토크의 일부가 타워 길이방향 축 주위에서 토크 성분(또는 요잉 모멘트)으로서 타워 꼭대기에 전달될 것이라는 점이다. 이런 요잉 모멘트를 보상하기 위하여, 회전자는 레버 아암(lever arm)에 의해 크게 증가되는 회전자에 작용하는 추력(thrust force)(축외 거리)이 샤프트 토크로부터 요 모멘트 성분에 전체적으로 또는 부분적으로 대응하는 요잉 모멘트를 생성하도록 타워의 축을 벗어나 위치된다. 효과는 샤프트 토크에 의해 야기된 요 모멘트가 전체적으로 또는 부분적으로 상쇄되고 타워의 바닥에서의 요 클러치에서 홀딩 토크는 더 작은 직경으로 제조될 수 있다는 점이다. 또한 이는 서비스 파이프가 설치 및 유지보수 목적을 위한 연결 배열체의 호이스팅(hoisting)하는 동안에 클러치를 수용하도록 더 작은 직경으로 제조될 수 있는 효과를 갖는다.

도면

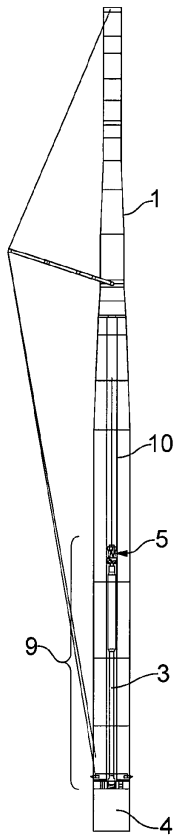
도면1



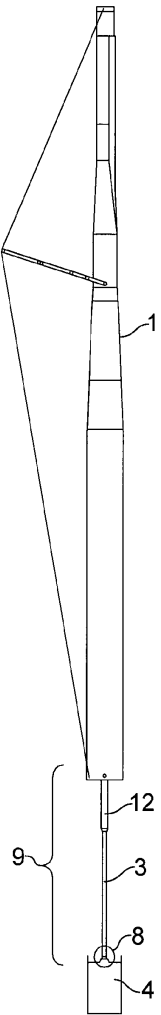
도면2



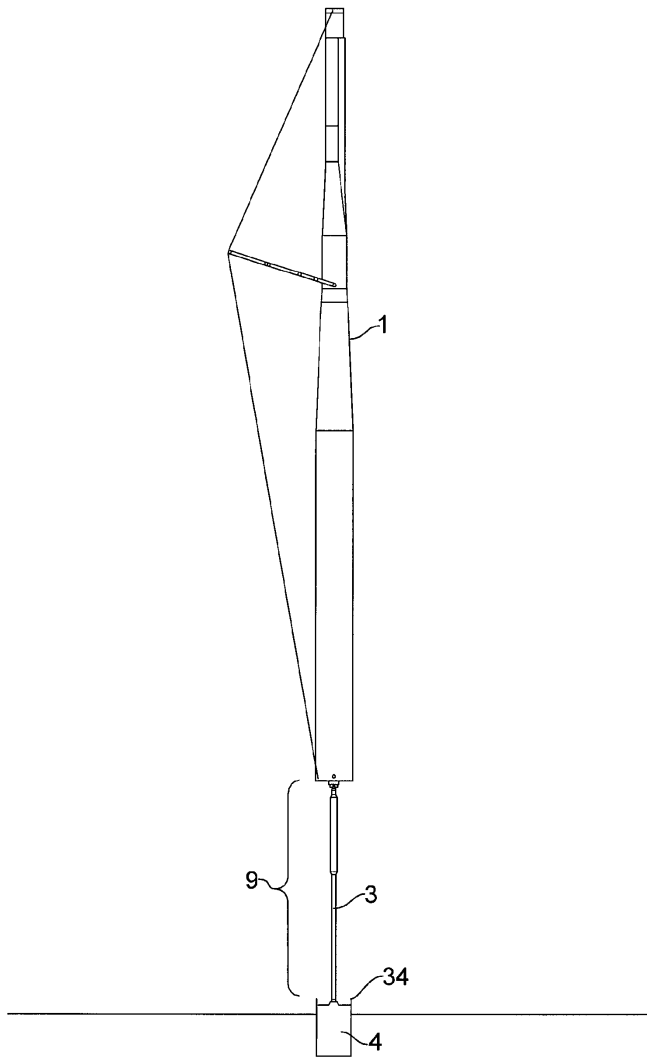
도면3



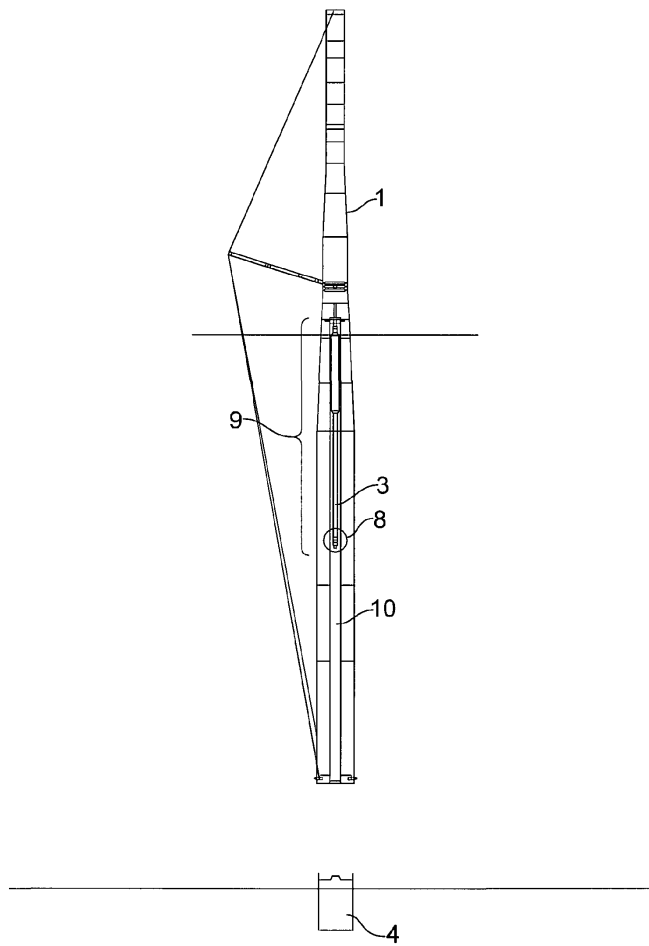
도면4



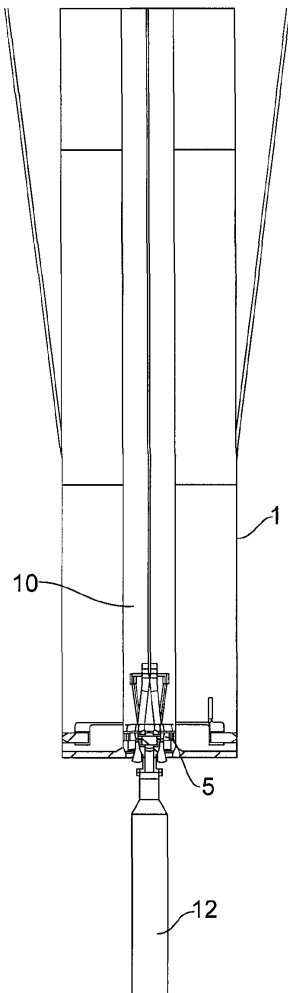
도면5



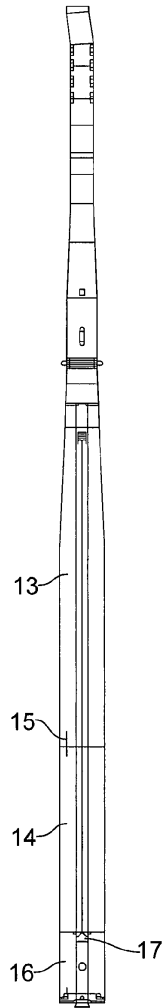
도면6



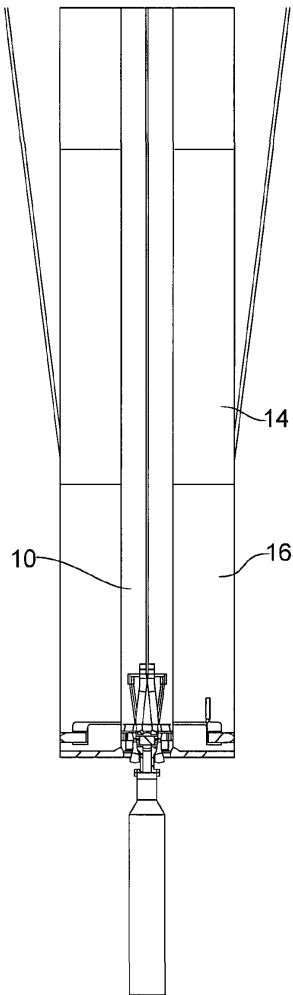
도면7



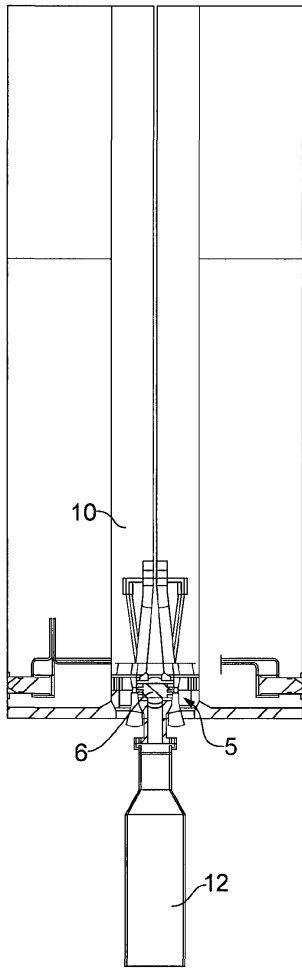
도면8



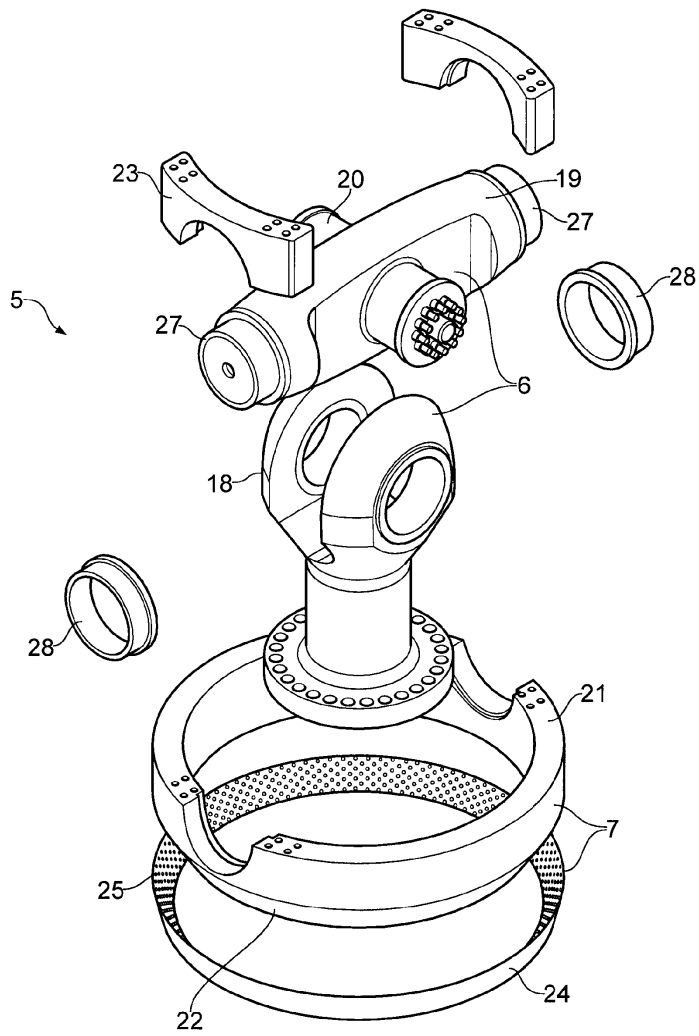
도면9



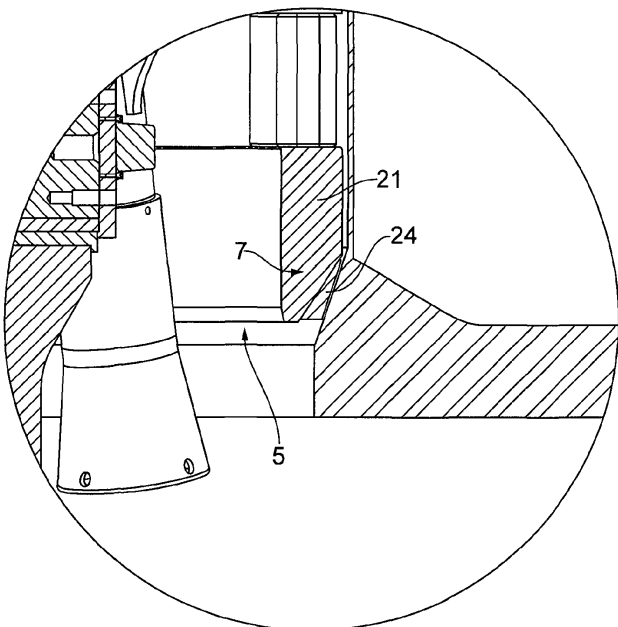
도면10



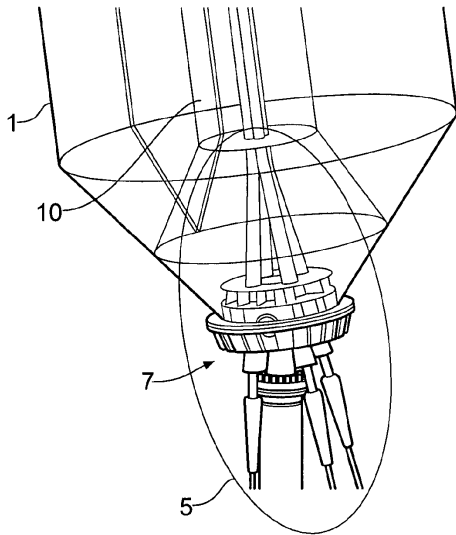
도면11



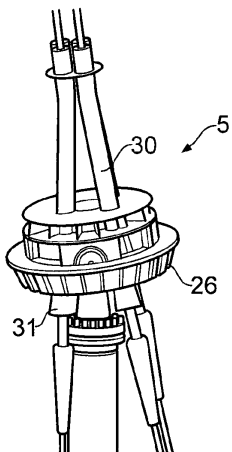
도면12



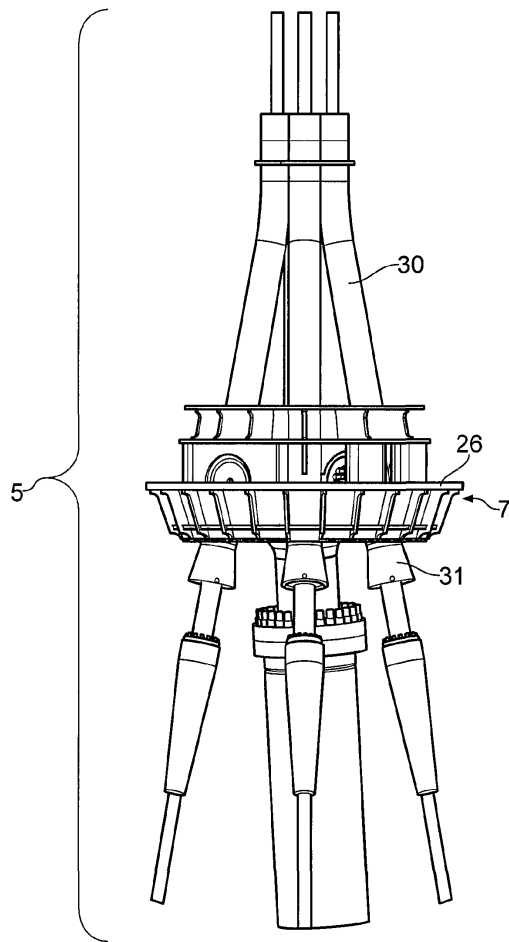
도면13a



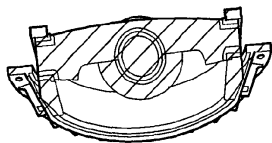
도면13b



도면14

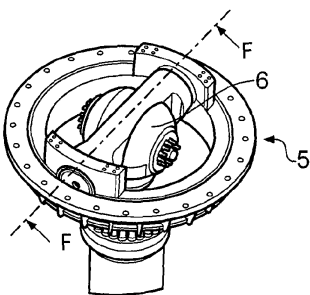


도면15a

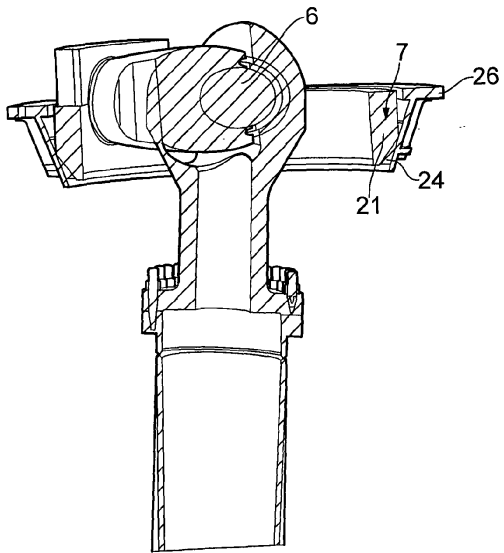


단면 F-F

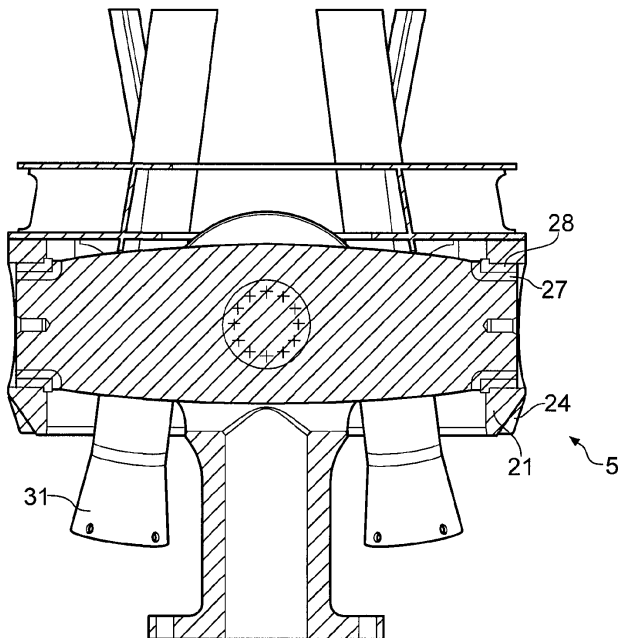
도면15b



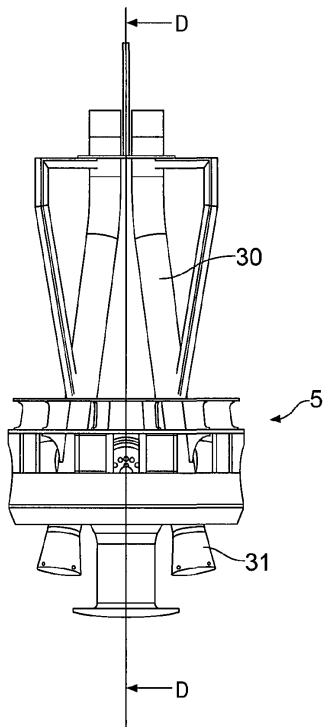
도면15c



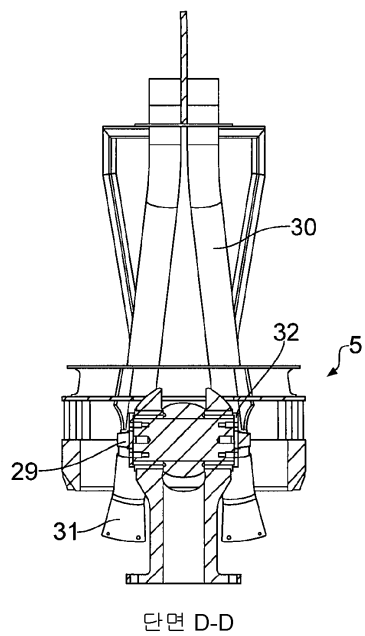
도면16



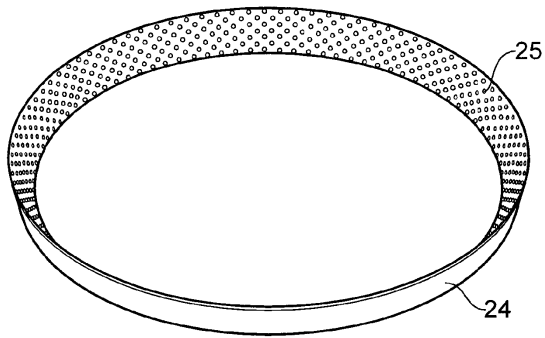
도면17a



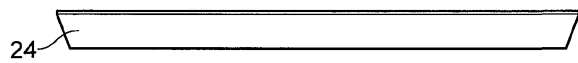
도면17b



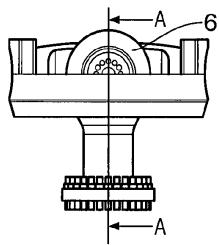
도면18a



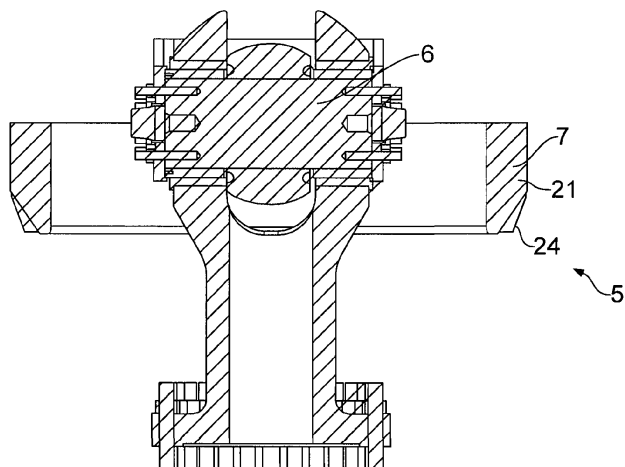
도면18b



도면19a

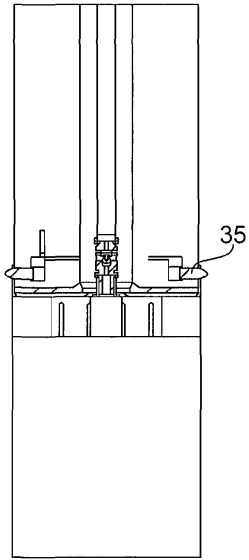


도면19b

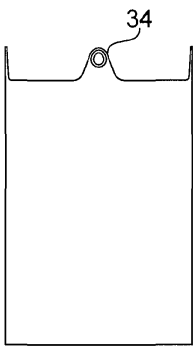


단면 A-A

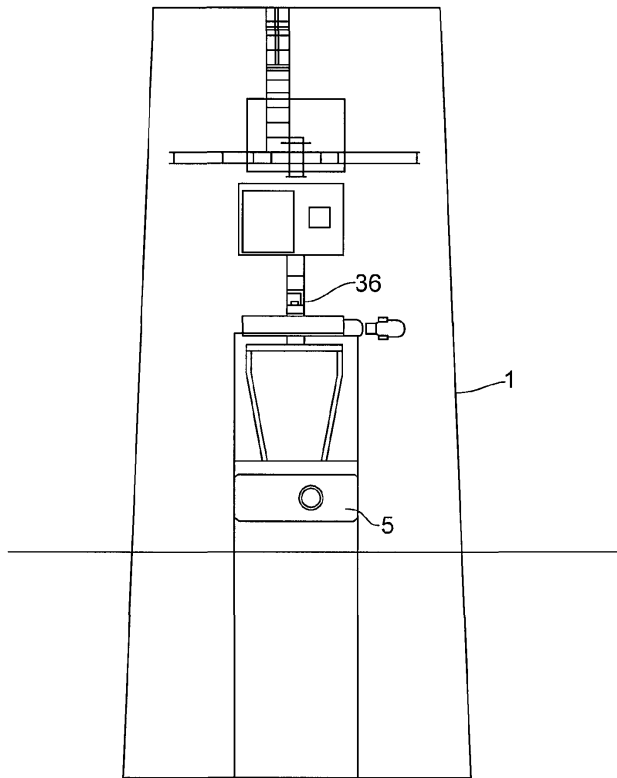
도면20a



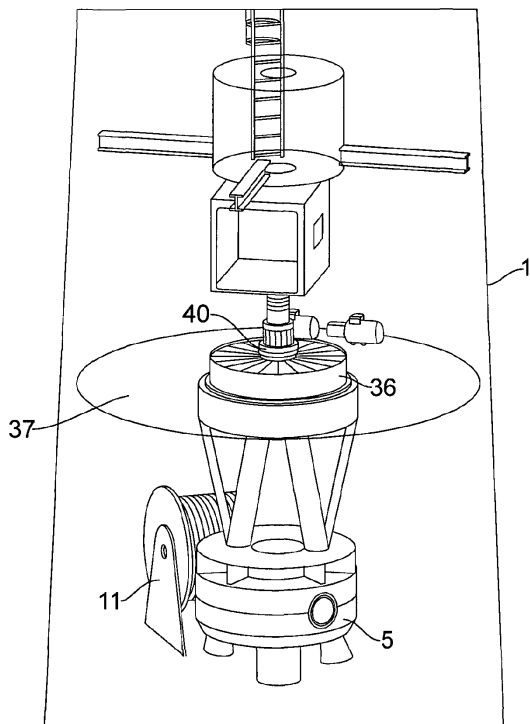
도면20b



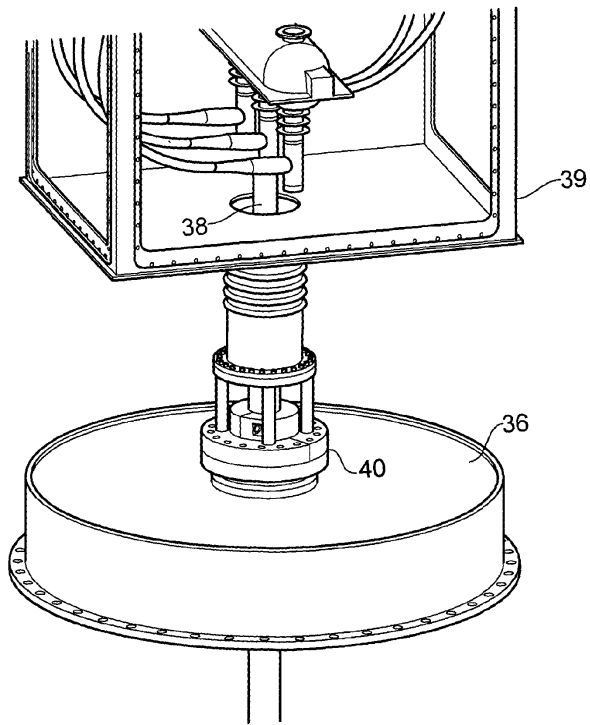
도면21



도면22



도면23



도면24

