(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월14일
(11) 등록번호 10-1747119
(24) 등록일자 2017년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F03B 3/12 (2006.01) *F03B 13/10* (2006.01)
F03B 13/26 (2006.01) *F03B 3/14* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7020529
(22) 출원일자(국제) 2011년01월20일
심사청구일자 2016년01월18일
(85) 번역문제출일자 2012년08월03일
(65) 공개번호 10-2012-0120941
(43) 공개일자 2012년11월02일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2011/050741
(87) 국제공개번호 WO 2011/095397
국제공개일자 2011년08월11일
(30) 우선권주장
1001870.3 2010년02월05일 영국(GB)
(56) 선행기술조사문헌
WO2001034973 A1*
US20050285407 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
롤스-로이스 피엘씨
영국 에스더블유1이 6에이티 런던 버킨검 게이트 62
(72) 발명자
처 아담 필립
영국 디이72 3알엔 더비셔 더비 오크브룩 빅토리아 애비뉴 264
콜컷 그레고리
오스트레일리아 4060 퀸즐랜드 애쉬그로브 아마리나 애비뉴 16
(74) 대리인
유미특허법인

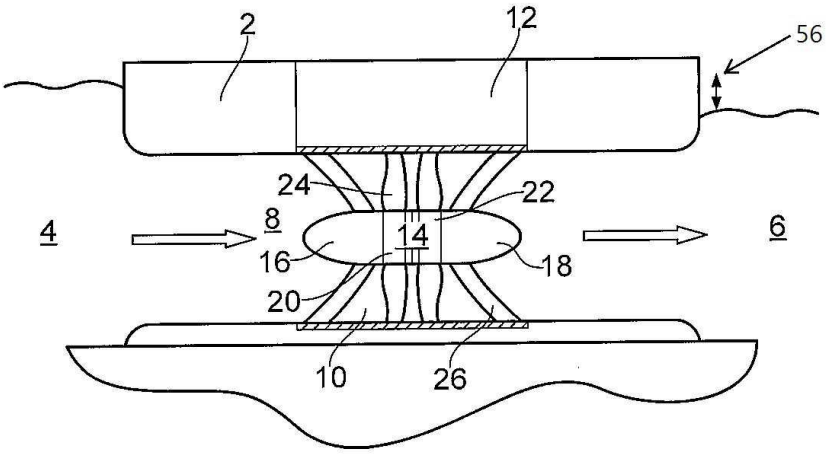
전체 청구항 수 : 총 19 항 심사관 : 김희영

(54) 발명의 명칭 **양방향 수력 터빈**

(57) 요 약

양방향 수력 터빈(10)은 상류 로터(20)와 하류 로터(22)를 포함하고, 상류 로터(20)와 하류 로터(22)는 서로 반대 방향으로 회전하고, 각 로터(20, 22)는 다수의 블레이드(24)를 포함하며, 상하류 로터(20, 22)의 블레이드(24)는 실질적으로 동일한 외형(profile)을 갖는다.

대 표 도 - 도2



명 세 서

청구범위

청구항 1

양방향 수력 터빈으로서,

상류 로터와 하류 로터를 포함하고,

상기 상류 로터와 상기 하류 로터는 서로 반대 방향으로 회전하고, 각각의 로터는 다수의 블레이드를 포함하며, 상류 및 하류 로터의 블레이드는 실질적으로 동일한 비제로 캠버(non-zero camber)를 가지고,

상기 상류 및 하류 로터는 상류 및 하류 로터 사이의 평면에 대해 실질적으로 대칭적이고,

상기 상류 및 하류 로터의 블레이드는 서로 반대되는 좌우상(handedness)를 가지는, 양방향 수력 터빈.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 평면은 터빈의 길이 방향 축선에 대해 반경 방향으로 정렬되어 있는 양방향 수력 터빈.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

외형(profile)이 이상적인 일방향 상류 블레이드 외형과 이상적인 일방향 하류 블레이드 외형의 평균인 양방향 수력 터빈.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상류 로터의 블레이드의 수는 하류 로터의 블레이드의 수와 다른 양방향 수력 터빈.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상류 로터와 하류 로터 각각은 블레이드가 부착되는 허브를 포함하며, 상기 허브의 외형은 출구 유동의 박리가 방지되도록 형성되어 있는 양방향 수력 터빈.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

각 허브는, 각각의 로터로부터 멀어지게 각져 있으며 유체역학적 외형을 갖는 다수의 지주에 의해 지지되는 양방향 수력 터빈.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 지주는 상류 로터의 상류측과 하류 로터의 하류측에 위치되는 양방향 수력 터빈.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 지주는 상류 로터과 하류 로터 사이에 위치되는 양방향 수력 터빈.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 지주는 원형통 케이싱으로부터 허브를 지지하는 양방향 수력 터빈.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

유지 보수 통로가 상기 지주를 통해 제공되어 있는 양방향 수력 터빈.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 유지 보수 통로 안에는 사다리가 있는 양방향 수력 터빈.

청구항 13

제 7 항에 있어서,

상기 지주는 비 반경 방향으로 배향되어 있는 양방향 수력 터빈.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 지주는 자신의 길이를 따라 휘어져 있는 양방향 수력 터빈.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

로터에 있는 블레이드의 피치를 조절하기 위한 가변 피치 기구를 더 포함하는 양방향 수력 터빈.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 가변 피치 기구는 하류 로터에서 나가는 출구 소용돌이(swirl)가 최소화되거나 또는 상류 및 하류 로터가 동일한 속도로 회전하도록 블레이드의 피치를 조절하는 양방향 수력 터빈.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 가변 피치 기구는 블레이드가 적어도 180 도 회전할 수 있게 해주는 양방향 수력 터빈.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 가변 피치 기구는 블레이드가 실질적으로 또는 적어도 360 도 회전할 수 있게 해주는 양방향 수력 터빈.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

상류 및 하류 로터의 블레이드는 실질적으로 동일한 스페이스 대 익현 비(space to chord ratio)와 실질적으로 동일한 엇갈림 정도(stagger) 중 적어도 하나를 갖는 양방향 수력 터빈.

청구항 20

삭제

청구항 21

제 1 항에 따른 다수의 양방향 수력 터빈을 포함하는 조력댐.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 양방향 수력 터빈에 관한 것으로, 구체적으로 하지만 비배타적으로는, 조력댐용 양방향 수력 터빈에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 조력은 바다의 주기적인 밀물과 썰물에 의해 발생되는 자연 에너지를 이용하는 것이다. 이들 조수(tide)는 지구가 태양과 달의 중력장에서 회전하기 때문에 생긴다.

[0003] 조수의 에너지를 유용한 동력으로 전환하기 위해 다양한 방법들이 사용될 수 있다. 이들 방법은 크게 두 가지 범주, 즉 조류(tidal stream) 시스템과 조력댐으로 분류될 수 있다.

[0004] 조류 시스템은 풍력 터빈과 유사한 방식으로 작동하는데, 보통 조류에 의해 회전되는 터빈으로 이루어진다.

[0005] 조력댐의 경우, 밀물 동안에 물이 수문을 통과하여 댐(예컨대, 강 어귀) 뒤의 영역으로 유입할 수 있다. 만조시에는 수문이 닫힌다. 해수면이 썰물 중에는 낮아지므로, 댐 뒤에 수두(head of water)가 생기게 된다. 저장되어 있는 물의 수두가 일단 충분히 높으면, 수문이 열리고 그 저장되어 있던 물이 댐 내부에 수용되어 있는 터빈을 관류하게 되며, 그리 하여 물의 위치 에너지가 유용한 동력으로 전환된다.

[0006] 프랑스의 란스강에 조력댐이 사용되고 있다. 란스강의 조력댐은 24개의 터빈을 사용하는데, 각 터빈은 10 메가와트의 전력을 출력할 수 있다. 그 터빈은 저수두 전구형 터빈인데, 이러한 터빈은 22.5 km^2 의 유역을 사용해 강의 8 m 조수 범위에서 에너지를 얻는다.

[0007] 도 1 은 란스강에서 사용되는 조력댐의 단면도를 나타낸다.

[0008] 상기 조력댐에 의해 상류측(102)과 하류측(104)이 분리된다. 댐에 통로가 형성되어 있는데, 이 통로 안에는 전구형 터빈(106)이 배치된다. 그 통로와 터빈(106)을 통과하는 물의 유동은 통로의 양 단부에 있는 제 1 및 2 수문(108, 110)에 의해 제어된다.

[0009] 터빈(106)은 이 터빈(106)의 상류 단부에서 발전기(112)를 포함한다. 이 발전기(112)는 터빈(106)의 중앙에 배치되며, 물은 발전기(112)의 외부에서 유동하여 일 세트의 정지 가이드 베인(114)을 지나 로터(116)로 가게 된다. 로터(116)는 발전기(112)에 회전가능하게 연결되어 있고 다수의 블레이드를 포함한다. 로터(116)의 블레이드는 하이드로포일 단면을 갖는데, 물이 로터(116)를 지나 유동할 때 이 단면은 토크를 발생시켜 로터(116)를 회전시키게 된다. 이 로터는 발전기를 돌려 유용한 전력을 생산하게 된다.

[0010] 터빈(106)에 대한 유지 보수를 행하기 위해서는 상기 제 1 및 2 수문(108, 110)을 닫고 오버헤드 크레인(118)을 사용하여 터빈(106)을 통로 밖으로 들어 꺼내는 것이 필요하다. 그러므로, 유지 보수가 행해지고 있는 중에는 어떤한 전력도 발생시킬 수 없게 된다.

[0011] 란스강 조력댐에서 사용되는 터빈은 양방향 작동용이었다 (즉, 썰물과 밀물 모두에서 발전함). 그러나, 밀물시에 터빈의 효율이 낮다라는 것은 그 터빈이 썰물 발전에만 사용됨을 의미한다.

[0012] 또한, 상기 터빈은 물고기들이 그 터빈을 통과할 때 많이 감소되므로 강의 생물 다양성을 감소시켰다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 종래 기술의 터빈과 관련된 상기 문제점들의 일부 또는 전부를 해결할 수 있는 개선된 터빈을 제공한

다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 상류 로터와 하류 로터를 포함하는 양방향 수력 터빈이 제공되는 바, 상기 상류 로터와 하류 로터는 서로 반대 방향으로 회전하고, 각 로터는 다수의 블레이드를 포함하며, 상하류 로터의 블레이드는 실질적으로 동일한 논디멘져널 외형(non-dimensional profile)을 갖는다.

[0015] 상하류 로터의 블레이드는 실질적으로 동일한 캠버(camber)를 가질 수 있으며, 이 캠버는 전형적으로는 제로가 아니다. 추가적으로 또는 대안적으로, 상하류 로터의 블레이드는 실질적으로 동일한 스페이스 대 익현 비(space to chord ratio) 및/또는 엇갈림 정도(stagger)를 가질 수 있다. 그러나, 상하류 로터의 블레이드는 다르게 배향될 수도 있다. 상류 로터의 블레이드는 하류 로터의 블레이드에 반대되는 좌우상(handedness)을 가질 수 있다. 추가적으로, 상하류 로터의 크기 또는 실제 치수는 다를 수 있다.

[0016] 상하류 로터의 블레이드의 형상과 배향은 조합된 로터에 대해 실질적으로 제로인 정미(net) 또는 출구 소용돌이(swirl)를 발생시키도록 정해질 수 있다.

[0017] 블레이드는 가변 피치 블레이드 구성이 되도록 로터에 장착될 수 있다.

[0018] 서로 반대 방향으로 회전하는 상하류 로터를 사용하는 것이 유리한데, 왜냐하면 그러한 상하류 로터를 사용하면 로터 블레이드의 강율(solidity)이 실질적으로 감소되어, 상하류 로터 캐스케이드(cascade) 둘다가 조수(tide)의 전환시 180 도 회전할 수 있게 이제 하류 로터는 상류 로터의 기능을 하게 되고 그 반대도 가능하기 때문이다. 또한 서로 반대 방향으로 회전하는 상하류 로터는 각 블레이드에 대해 요구되는 회전 정도가 감소되어, 뿌리부에서 블레이드의 효율이 더 높게 되고 또한 허브 봉쇄가 감소될 수 있다.

[0019] 상하류 로터는 이 상하류 로터 사이의 평면에 대해 실질적으로 대칭적일 수 있다.

[0020] 블레이드의 외형은 완전 대칭형이 아니어도 되며 일반적으로 많이 유사한 출구 단(stage) 소용돌이를 발생시킬 수 있다.

[0021] 로터가 유체역학적 대칭의 기하학적 구조를 가지면, 터빈의 효율은 썰물과 밀물 양 방향에서 높게 유지된다.

[0022] 상기 평면은 터빈의 길이 방향 축선에 대해 반경 방향으로 정렬되어 있을 수 있다.

[0023] 외형(profile)은 이상적인 일방향 상류 블레이드 외형과 이상적인 일방향 하류 블레이드 외형의 평균일 수 있다.

[0024] 상류 로터의 블레이드의 수는 하류 로터의 블레이드의 수와 다를 수 있다. 이렇게 되면, 상류 로터에서 생기는 후류(wake) 하중이 하류 로터의 복수의 블레이드들에 동시에 작용하는 것이 방지되는데, 이러한 후류 하중은 로터 수명에 유해할 수 있는 상당한 축방향 하중을 발생시킨다. 블레이드의 수는 상류 로터와 하류 로터 사이에 공배수가 없도록 정해질 수 있다.

[0025] 상류 로터와 하류 로터 각각은 블레이드가 부착되는 허브를 포함할 수 있으며, 이 허브의 외형은 출구 유동의 박리가 방지되도록 형성될 수 있다.

[0026] 상기 각 허브는, 그의 각 로터로부터 멀어지게 각져 있으며 유체역학적 외형을 갖는 다수의 지주에 의해 지지될 수 있다.

[0027] 로터 블레이드의 선단으로부터 멀어지게 지주를 각지게 하면, 블레이드가 가장 빠르고 지지 구조체에 대한 모멘트가 최대인 지점에서 후류 하중이 최소화된다.

[0028] 상기 지주는 상류 로터의 상류측과 하류 로터의 하류측에 위치될 수 있다.

[0029] 상기 지주는 상류 로터과 하류 로터 사이에 위치될 수 잇다.

[0030] 상기 지주는 원형통 케이싱으로부터 허브를 지지할 수 있다.

[0031] 유지 보수 통로가 상기 지주를 통해 제공될 수 있다.

[0032] 상기 유지 보수 통로 안에는 사다리가 있을 수 있다.

[0033] 상기 지주는 비 반경 방향으로 배향될 수 있다.

[0034] 지주가 비 반경 방향으로 배향되면, 그 지주가 블레이드들 중의 하나의 전체 길이에 평행하게 되는 것이 방지되며, 이리 하여 블레이드에 대한 후류 하중이 감소된다.

[0035] 상기 지주는 그의 길이를 따라 휘어져 있을 수 있다.

[0036] 로터에 있는 블레이드의 피치를 조절하기 위한 가변 피치 기구를 더 포함할 수 있다.

[0037] 가변 피치 기구는 로터가 정해진 일정한 속도로 회전할 수 있게 해주어, 통상적인 저위험성 구동 트레인 장치를 사용할 수 있게 된다.

[0038] 또한, 가변 피치 기구로 인해 터빈은 효율적인 펌프를 작동시킬 수 있어 댐으로부터의 전력 추출을 최대로 할 수 있고 또한 환경적 영향을 최소화할 수 있다.

[0039] 상기 가변 피치 기구는 하류 로터에서 나가는 출구 소용돌이가 최소화되고 그리고/또는 상하류 로터가 동일한 속도로 회전하도록 블레이드의 피치를 조절할 수 있다.

[0040] 상기 가변 피치 기구는 블레이드가 실질적으로 360 도 회전할 수 있게 해준다.

[0041] 이리 하여, 가변 피치 기구는 윤활유를 재분포시켜 구성품의 불균일한 마모를 방지할 수 있다.

[0042] 다수의 양방향 수력 터빈이 조력댐에 사용될 수 있다.

[0043] 본 발명의 더 나은 이해를 위해 또한 본 발명이 어떻게 실시되는지를 보다 명확히 보여 주기 위해, 이제 첨부 도면을 예로 참조할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0044] 도 1 은 란스강에서 사용되며 종래 기술의 터빈을 포함하는 조력댐의 단면도이다.

도 2 는 본 발명의 제 1 실시 형태에 따른 양방향 수력 터빈을 포함하는 조력댐의 개략적인 단면을 나타낸다.

도 3 은 도 2 의 터빈의 상세 단면도이다.

도 4 는 도 2 의 터빈 블레이드의 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0045] 본 발명의 더 나은 이해를 위해 또한 본 발명이 어떻게 실시되는지를 보다 명확히 보여 주기 위해, 이제 첨부 도면을 예로 참조할 것이다.

[0046] 도 1 은 란스강에서 사용되며 종래 기술의 터빈을 포함하는 조력댐의 단면도이다.

[0047] 도 2 는 본 발명의 제 1 실시 형태에 따른 양방향 수력 터빈을 포함하는 조력댐의 개략적인 단면을 나타낸다.

[0048] 도 3 은 도 2 의 터빈의 상세 단면도이다.

[0049] 도 4 는 로터 모듈의 제거 중에 있는 도 2 의 터빈의 단면도이다.

[0050] 도 2 는 조력댐(2)의 단면을 나타낸다. 이 조력댐(2)은 전형적으로 콘크리트와 강으로 만들어지며, 강어귀 또는 강어귀를 바다로부터 분리시키는 다른 적절한 구조물의 폭을 가로질러 있다.

[0051] 조력댐(2)은 상류측(4)과 하류측(6)을 규정한다. 일련의 덕트(8)가 조력댐(2)의 폭을 통해 형성되어 있어 물이 조력댐(2)을 통과할 수 있게 해준다.

[0052] 본 발명의 일 실시 형태에 따른 양방향 수력 터빈(10)은 각각의 덕트(8) 안에 배치된다. 터빈(10)은 조력댐(2)의 정상부에 형성되어 있는 접근 통로(12)를 통해 하강된다. 터빈(10)의 원통형 케이싱(14)이 조력댐(2)을 통과하는 덕트(8)를 마무리하며 물이 유동하는 매끄러운 통로를 형성한다.

[0053] 허브 어셈블리가 터빈(10)의 길이 방향 축선을 따라 배치된다. 허브 어셈블리는 상류 허브(16)와 하류 허브(18)를 포함한다. 이들 상하류 허브(16, 18)의 외형은 출구 유동의 박리가 방지되도록 형성되어 있다.

[0054] 상류 로터(20)가 상류 허브(16)에 회전가능하게 연결되어 있고 하류 로터(22)는 터빈(10)의 길이 방향 축선 주위로 회전할 수 있게 하류 허브(18)에 회전가능하게 연결되어 있다. 상하류 로터(20, 22) 각각은 로터 주위에 반경 방향으로 이격되어 있는 다수의 블레이드(24)를 포함한다. 이들 블레이드(24)는 로터로부터 원통형 케이

싱(14) 쪽으로 연장되어 있으며, 블레이드(24)의 선단과 원통형 케이싱(14) 사이에는 작은 틈새가 있다. 블레이드(24)는 하이드로포일 단면을 갖는다. 블레이드(24)의 하이드로포일 단면의 배향은 상류 로터(20)와 하류 로터(22)의 경우에 서로 반대로 되어 있다. 상류 로터(20)의 블레이드의 수는 하류 로터(22)의 블레이드의 수와 다르다.

[0055] 상하류 허브(16, 18)는 복수의 지주(26)에 의해 지지되며, 이 지주는 상하류 허브(16, 18)로부터 원통형 케이싱(14)의 원주 주위의 위치까지 이른다. 도 3 에서 보는 바와 같이, 지주(26)는 상하류 허브(16, 18)와 일체적으로 형성되어 있다.

[0056] 지주(26)는 유체역학적 외형을 가지고 있어 물의 유동에 대한 그의 영향이 감소된다. 또한, 지주(24)는 그의 길이를 따라 축선 방향으로 휘어져 있고, 또한 그들의 각 로터(20, 22)로부터 멀어지는 방향으로 각져 있으며, 따라서 지주(26)와 로터(20, 22) 사이의 거리는 허브(16, 18)에 인접한 단부에서 보다 원통형 케이싱(14)에 인접한 단부에서 더 크게 되어 있다. 지주(26)는 또한 반경 방향으로 휘어져 있거나 각져 있어, 비 반경 방향으로 배향되어 있다. 지주(26)의 비 반경 방향 배향으로 인해, 지주(26)는 블레이드(24) 중의 하나의 전체 길이에 평행하게 놓이지 못한다.

[0057] 도 3 은 터빈(10)의 보다 상세한 단면을 나타낸다. 상하류 로터(20, 22)의 블레이드(24)는 그들의 뿌리부(25)에서 구동축(28)에 부착되어 있다(상류 로터(20)에 대해서만 나타나 있음). 이 구동축(28)은 지주(26)에 고정되어 있는 칼라(30) 내에서 회전한다. 칼라(30) 내에서 구동축(28)이 자유롭게 회전할 수 있도록, 일 세트의 베어링(32)이 구동축(28)의 표면과 칼라(30)의 표면 사이에 제공된다.

[0058] 구동축(28)은 주전원(epicyclic) 기어박스와 같은 동력 전달 장치(34)를 구동시킨다. 그리고, 이 동력 전달 장치는 동기 기계와 같은 발전기(36)를 구동시킨다. 발전기(36)는 구동축(28)의 회전으로부터 전력을 생산한다.

[0059] 상하류 로터(20, 22) 각각의 블레이드(24)의 뿌리부(25)는 가변 피치 기구(38)에 연결되어 있다. 이 가변 피치 기구(38)는 기어(42)를 구동하는 전기 모터(40)를 포함한다. 기어(42)는 블레이드(24)의 뿌리부(25)에 연결되는 베벨 기어(44)와 물리며, 그래서 전기 모터(40)의 회전은 블레이드(24)의 회전으로 전환된다. 전기 모터(40)는 지지 구조체(46)에 연결되어 있어 그 지지 구조체가 로터와 함께 회전하게 된다.

[0060] 도 3 에서 보는 바와 같이, 지주(26)는 속이 비어 있어 터빈(10)을 위한 유지 보수 통로(48)를 제공한다. 이 유지 보수 통로(48) 안에는 사다리가 들어 있어 유지 보수 작업자가 터빈(10)의 내부에 접근하여 전기 발전기(36)와 같은 터빈(10)의 내부 구성품을 수리 및/또는 검사할 수 있다.

[0061] 상류 로터(20), 상류 허브(16) 및 관련 블레이드(24)와 지주(26)는 도 4 에서 보는 바와 같이 상류 로터 모듈(52)을 형성한다. 유사하게, 하류 로터(22), 하류 허브(18) 및 관련 블레이드(24)와 지주(26)는 하류 로터 모듈(54)을 형성한다. 상류 및 하류 로터 모듈(52, 54)은 또한 구동축(28)과 같은 관련 구동 요소, 동력 전달 장치(34), 발전기(36) 및 가변 피치 기구(38)를 포함한다.

[0062] 상하류 로터(20, 22)의 블레이드(24)는 실질적으로 동일한 외형(profile)을 갖는다. 블레이드(24)의 외형은 도 4 에서 보는 바와 같이 이상적인 일방향 상류 블레이드 외형과 하류 블레이드 외형의 평균 외형을 만들어 결정된다. 상하류 로터(20, 22)는 그러므로 상하류 로터(20, 22) 사이에 위치되는 평면에 대해 실질적으로 대칭적이다.

[0063] 사용시, 터빈(10)은 이 터빈(10)의 상류측(4)의 물을 터빈(10)의 하류측(6)으로부터 분리시킨다. 물은 예컨대 수문(미도시)을 사용하여 터빈(10)을 통과하는 것이 방지된다. 조수가 나감에 따라, 저장된 물의 수두가 도 2 에서 화살표(56)로 표시된 바와 같이 형성된다. 수문이 열리면, 저장된 물은 터빈을 통과해 흐를 수 있다. 물은 상류 로터(20)의 블레이드(24)에 작용하게 되며, 그리 하여 블레이드(24)의 하이드로포일 단면의 결과로 상류 로터에 토크가 발생된다. 결과적으로, 상류 로터(20)가 회전한다. 유사하게, 물이 하류 로터(22)의 블레이드(24)에 작용하게 되며, 그리 하여 하류 로터(22)에 토크가 발생된다. 하류 로터(22)의 블레이드(24)의 하이드로포일 단면이 상류 로터(20)의 것과 반대 방향으로 배향되어 있기 때문에, 하류 로터(22)는 상류 로터(20)와는 반대 방향으로 회전하게 된다.

[0064] 상하류 로터(20, 22)의 회전에 의해 발전기(36)가 구동되어 유용한 전력이 생산된다.

[0065] 상류 로터(20)는 유입 유동에 소용돌이(swirl)를 도입하고, 반면 하류 로터(22)는 이 소용돌이를 제거한다. 가변 피치 기구(38)는 전기적으로 작동되어, 하류 로터(22)에서 나가는 출구 소용돌이가 이상적으로 제로로 되고

또한 두 로터(20, 22)가 일정한 속도로 작동하도록 두 상하류 로터(20, 22)의 피칭(pitching)를 조절하게 된다.

[0066] 수두를 증가시키기 위해, 터빈(10)은 펌프로서 작동할 수 있다. 터빈(10)에 동력을 입력하면, 발전기(36)는 모터로서 작동하고 상하류 로터(20, 22)가 회전하여 하류측(6)의 물을 상류측(4)으로 펌핑하게 된다.

[0067] 밀물 동안에는 상류 로터(20)가 하류 로터(22)가 되고 하류 로터(22)는 상류 로터(20)가 된다. 그러나, 터빈의 작동은 변함이 없는데, 왜냐하면 상하류 로터(20, 22)는 대칭이고 또한 동일한 블레이드 외형을 갖기 때문이다.

[0068] 유지 보수 통로(48)와 사다리(50를 사용해 터빈(10)의 내부에 접근하여 그 터빈(10)에 대해 소소한 유지 보수 작업을 할 수 있다.

[0069] 본 발명을 조력댐과 관련하여 설명했지만, 터빈(10)은 대안적으로 자유 흐름(즉, 덕트나 댐이 없는) 환경에서도 가동될 수 있다.

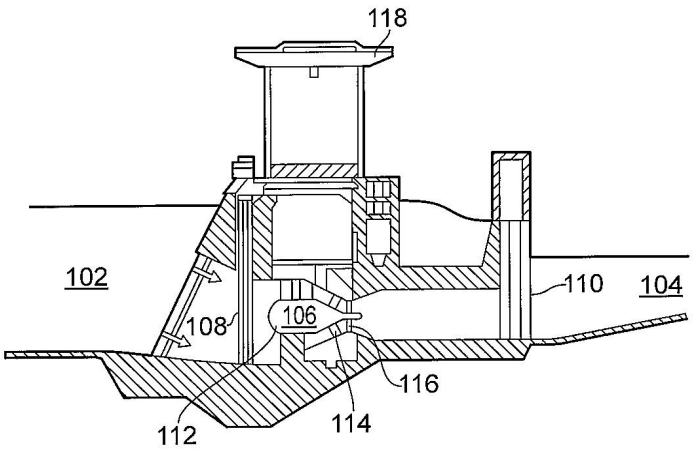
[0070] 상기 동력 전달 장치(34)는 주전원 기어박스일 필요는 없고, 하지만 바람직하게는 기계식, 자기식 또는 유압식 기어박스이다. 또한, 동력 전달 장치(34)는 완전히 없어도 되고 영구 자석에 의해 직접 구동되는 발전기가 사용될 수 있다.

[0071] 상기 가변 피치 기구(38)의 대안적인 실시 형태가 사용될 수 있다. 예컨대, 가변 피치 기구(38)는 전기적 구동부에 의해 여러 지점에서 구동되는 베벨 기어(44)와 물리는 단일의 대형 기어링으로 작동될 수 있다. 대안적으로, 가변 피치 기구(38)는 편심 핀 및 선형 구동 기구에 의해 작동될 수 있다. 가변 피치 기구(38)는 유리하게는 전기적으로, 기계적으로 또는 유압식으로 작동된다.

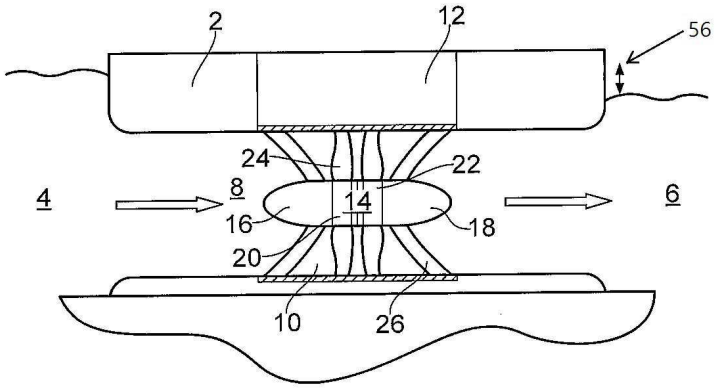
[0072] 사각형 덕트에 설치할 수 있도록 또한 팽창/수축 손실을 최소화하기 위해, 사각형-둥근형 천이 요소가 터빈(10)의 상하류측(6, 8)에 설치할 수 있다.

도면

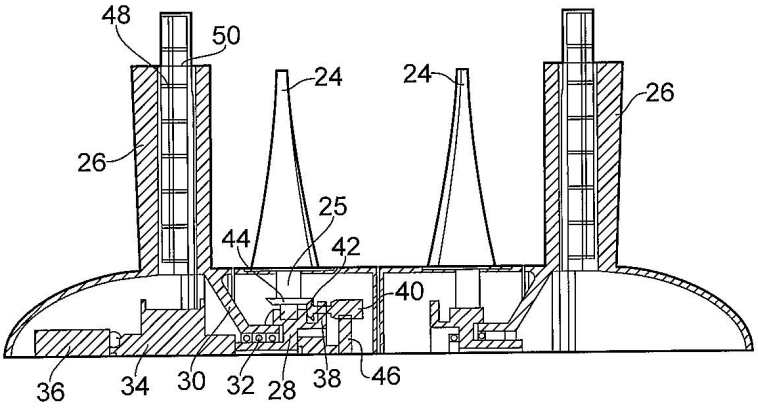
도면1



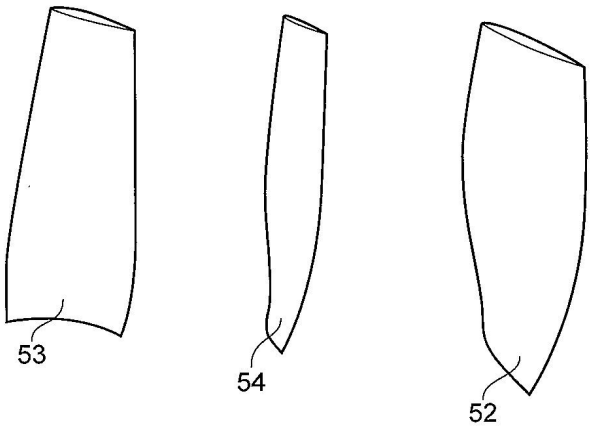
도면2


2
12
56
24
22
4
8
14
6
16
18
20
10
26

도면3


48
50
24
24
26
26
25
44
42
40
36
34
30
32
28
38
46

도면4


53
54
52