



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년11월28일
(11) 등록번호 10-2471788
(24) 등록일자 2022년11월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F03B 3/04 (2006.01) F03B 13/10 (2006.01)
F03B 13/26 (2006.01) F03B 17/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F03B 3/04 (2013.01)
F03B 13/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7029780
(22) 출원일자(국제) 2016년03월16일
심사청구일자 2021년03월15일
(85) 번역문제출일자 2017년10월16일
(65) 공개번호 10-2018-0004713
(43) 공개일자 2018년01월12일
(86) 국제출원번호 PCT/AU2016/000091
(87) 국제공개번호 WO 2016/145477
국제공개일자 2016년09월22일
(30) 우선권주장
2015900950 2015년03월17일 오스트레일리아(AU)
(56) 선행기술조사문헌
JP2010001784 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
프리플로우 에너지 피티와이 리미티드
오스트레일리아, 엔에스더블유 2000, 시드니, 캐슬레이 스트리트 17, 레벨 3, 스위트 302
(72) 발명자
머독 피터 존
오스트레일리아 뉴사우스웨일즈 2084 더피스 포레스트 부랄리 로드 141
(74) 대리인
특허법인아주김장리

전체 청구항 수 : 총 20 항

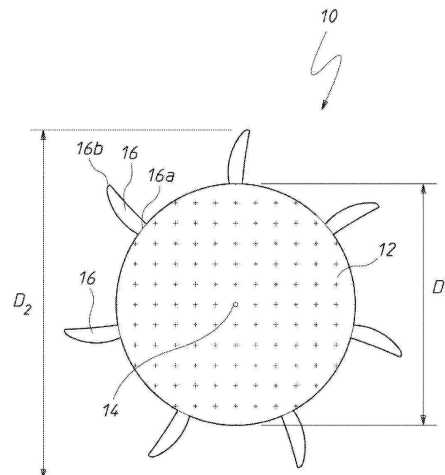
심사관 : 최진환

(54) 발명의 명칭 전기 발전기용 회전자

(57) 요약

수력 발전기용 회전자(10). 상기 회전자(10)는 허브(12) 및 복수의 블레이드(16)를 포함한다. 상기 허브(12)는 원형 단면 형상과 길이방향 회전 축(14)을 갖는다. 상기 복수의 블레이드(16) 각각은 근위 기저부(16a)와 원위 팁(16b)을 갖는다. 각각의 블레이드 기저부(16a)는 상기 허브(12)의 가장 넓은 부분(D1)에서 상기 허브(12)에 장착된다. 상기 블레이드의 상기 팁(16b)의 직경 대 상기 허브(12)의 상기 가장 넓은 부분(D1)의 직경의 비는 약 2:1 미만이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F03B 13/264 (2013.01)

F03B 17/061 (2013.01)

F05B 2250/00 (2013.01)

Y02E 10/20 (2020.08)

명세서

청구범위

청구항 1

자유 스트림(free stream)에 설치하기에 적합한 수력 발전기용 회전자로서,

원형 단면과 길이방향 축을 갖는 형상으로 형성된 허브(hub)로서, 상기 허브의 형상은 상기 허브에 국부적으로 흐르는 유체의 압력을 상기 자유 스트림 내 유체의 균형 압력에 비해서 상대적으로 감소시키도록 조정되는, 상기 허브, 및

복수의 블레이드(blade)로서, 상기 블레이드의 각각은 근위 기저부(proximal root) 및 원위 팁(distal tip)을 갖고, 상기 블레이드의 기저부의 각각은 가장 넓은 부분에서 상기 허브에 장착되는, 상기 복수의 블레이드를 포함하되,

상기 블레이드의 상기 팁의 직경 대 상기 허브의 상기 가장 넓은 부분의 직경의 비는 2:1 미만이고,

상기 허브를 측면(lateral side)에서 보았을 때 상기 허브의 표면의 프로파일 반경은, 상기 블레이드의 기저부 각각이 상기 허브에 장착된 구역에서, 상기 허브의 상기 가장 넓은 부분의 반경과 같은 크기와 상기 가장 넓은 부분의 반경의 1/6 크기 사이에 있는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 블레이드의 기저부의 장착 위치는 상기 유체의 자유 스트림의 에너지가 상기 블레이드의 구역에 집중되도록 구성되는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 허브에 국부적으로 흐르는 유체의 상대적인 압력 감소는 상기 자유 스트림 내 유체의 균형 속도에 비해서 해당 유체의 속도 증가에 기인하는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 허브에 국부적으로 흐르는 유체의 상대적인 압력 감소는 상기 블레이드의 구역에 있는 상기 자유 스트림의 에너지의 집중을 초래하는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 허브의 형상은 상기 블레이드의 구역 내 난류를 저감시키는 유체 흐름을 가속시키도록 더 조정되는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 6

제1항에 있어서, 높은 레벨의 난류가 있는 유체 흐름에 설치하기에 적합한, 수력 발전기용 회전자.

청구항 7

제1항에 있어서, 각 블레이드는 폭(span)을 지니고, 각 블레이드의 장착 위치는 상기 허브에 국부적으로 흐르는 유체의 입사속도와 입사각이 상기 블레이드의 폭에 걸쳐서 균일하게 되도록 조정되는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 8

제1항에 있어서, 각 블레이드의 장착 위치는 각 블레이드가 블레이드 비틀림(twist)에 의해 유발되는 성능의 저감 없이 피치(pitch)로 관절식으로 연결(articulated)될 수 있도록 더 조정되는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 9

제8항에 있어서, 작동 동안 피치로 관절식 연결을 허용하는 것은 스트림 흐름 속도에 관계 없이 상기 회전자가

분당 일정한 회전 속도로 가동될 수 있게 하는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 10

제9항에 있어서, 전기 그리드(electrical grid)에 직접 연결되는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 11

제10항에 있어서, 전기 주파수 인버터 구동 시스템을 배제하는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 12

제1항에 있어서, 슈라우드(shroud)를 배제하는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 13

제1항에 있어서, 10개의 블레이드를 포함하는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 허브의 형상은 유체 흐름을 상기 블레이드의 구역의 내측 2/3로 방향 전환(redirect)시켜 집중시키도록 조정되는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 허브의 형상은 집중된 유체 흐름을 상기 블레이드의 구역의 외측 1/3으로 가속시키도록 더 조정되는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 블레이드의 구역의 외측 1/3으로부터 최대량의 에너지가 추출되는, 수력 발전기용 회전자.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 블레이드의 상기 팁의 직경 대 상기 허브의 상기 가장 넓은 부분의 직경의 비는 1.2:1 내지 2:1인, 수력 발전기용 회전자.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 블레이드의 상기 팁의 직경 대 상기 허브의 상기 가장 넓은 부분의 직경의 비는 1.5:1 또는 1.6:1인, 수력 발전기용 회전자.

청구항 19

제1항에 있어서, 상기 블레이드의 상기 팁의 직경은 3.6 미터 내지 4.8 미터이고, 그리고 상기 허브의 상기 가장 넓은 부분의 직경은 2.4 미터인, 수력 발전기용 회전자.

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 블레이드의 상기 팁의 직경은 30 미터 내지 32 미터이고, 그리고 상기 허브의 상기 가장 넓은 부분의 직경은 20 미터인, 수력 발전기용 수력 발전기용 회전자.

청구항 21

삭제

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 전기 발전기용 회전자에 관한 것이다.

[0001]

[0002] 본 발명은 주로 수력 발전기용 회전자에 사용하기 위해 개발되었다. 이러한 발전기는 물 및 바람과 같은 흐르는 유체의 운동 에너지를 전기 전력으로 변환하는 데 사용된다.

배경 기술

[0003] 물 및 바람과 같은 흐르는 유체의 운동 에너지는 전력을 생성하기 위해 바이오 연료 및 화석 연료와 같은 에너지 소스에 대한 대안으로 알려져 있다. 예를 들어, 전기 전력을 생성하는데 사용될 때 유해한 연소 가스를 함께 대기로 배출하는 바이오 연료 및 화석 연료와 달리, 흐르는 유체를 사용하여 전력을 생성하는 것은 대기에 악영향을 전혀 미치지 않거나 거의 미치지 않는다.

[0004] 풍력을 수확하기 위한 알려진 설비는 일반적으로 낮은 운전 비용을 가지지만, 설치 비용이 비싸고 비교적 낮은 발전 용량을 갖는 경향이 있다. 한편, 예를 들어 조력과 같은 수력을 수확하기 위한 알려진 설비는 비교적 더 높은 발전 용량을 갖는다.

[0005] 알려진 수력 발전기는 전형적으로 둘 이상의 외측으로 연장되는 블레이드(blade)가 부착된 중심 허브(hub)를 포함하는 회전자를 갖는다. 이 회전자는 회전 일에 대해 구동 샤프트에 의해 전기 전력 변환기(즉, 발전기)에 연결된다. 회전자 블레이드를 지나 흐르는 유체는 회전자를 회전시키고 이 회전자는 변환기를 회전시켜 전기 전력을 생성한다.

[0006] 알려진 회전자는 비교적 작은 직경의 허브 및 비교적 길고 가느다란 블레이드들을 갖는다. 이 블레이드들은 또한 비교적 높은 종횡비(이는 블레이드 길이 대 블레이드 폭의 비임)를 갖는다. 이러한 블레이드들은 높은 동작 부하를 받고 난류(turbulence)인 유체 흐름에서 극한 굽힘 모멘트를 받기 쉽다. 이것은 일반적으로 블레이드를 파손시킨다.

발명의 내용

[0007] 본 발명의 목적은 상기 단점을 실질적으로 극복하거나 적어도 개선하는 것이다.

[0008] 제1 양태에서, 본 발명은, 수력 발전기용 회전자로서, 상기 회전자는,

[0009] 원형 단면 형상과 길이방향 회전 축을 갖는 허브, 및

[0010] 복수의 블레이드로서, 상기 블레이드의 각각은 근위 기저부(proximal root) 및 원위 팁(distal tip)을 갖고, 상기 블레이드 기저부의 각각은 상기 허브의 가장 넓은 부분에서 상기 허브에 장착되는, 상기 복수의 블레이드를 포함하되,

[0011] 상기 블레이드의 상기 팁의 직경 대 상기 허브의 상기 가장 넓은 부분의 직경의 비는 약 2:1 미만인, 상기 회전자를 제공한다.

[0012] 바람직하게는, 상기 블레이드의 상기 팁의 직경 대 상기 허브의 상기 가장 넓은 부분의 직경의 비는 약 1.2:1 내지 2:1이다.

[0013] 바람직하게는, 상기 블레이드의 상기 팁의 직경 대 상기 허브의 상기 가장 넓은 부분의 직경의 비는 약 1.5:1 또는 1.6:1이다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 블레이드의 상기 팁의 직경은 3.6 미터 내지 4.8 미터이고, 그리고 상기 허브의 상기 가장 넓은 부분의 직경은 2.4 미터이다.

[0015] 다른 실시예에서, 상기 블레이드의 상기 팁의 직경은 30 미터 내지 32 미터이고, 그리고 상기 허브의 상기 가장 넓은 부분의 직경은 20 미터이다.

[0016] 상기 블레이드 기저부들 각각이 상기 허브에 장착된 구역에서, 상기 허브 표면의 프로파일 반경은 바람직하게는 상기 허브의 상기 가장 넓은 부분의 반경과 같은 크기와 상기 가장 넓은 부분의 반경의 1/6 크기 사이이다.

도면의 간단한 설명

[0017] 본 발명의 바람직한 실시예는 첨부된 도면을 참조하여 단지 예로서 설명될 것이다.

도 1은 회전자의 제1 실시예의 정면도;

도 2는 스트림 라인(stream line)을 갖는 도 1에 도시된 회전자의 사시도; 및

도 3은 회전자의 제2 실시예를 갖는 수력 발전기의 측단면도.

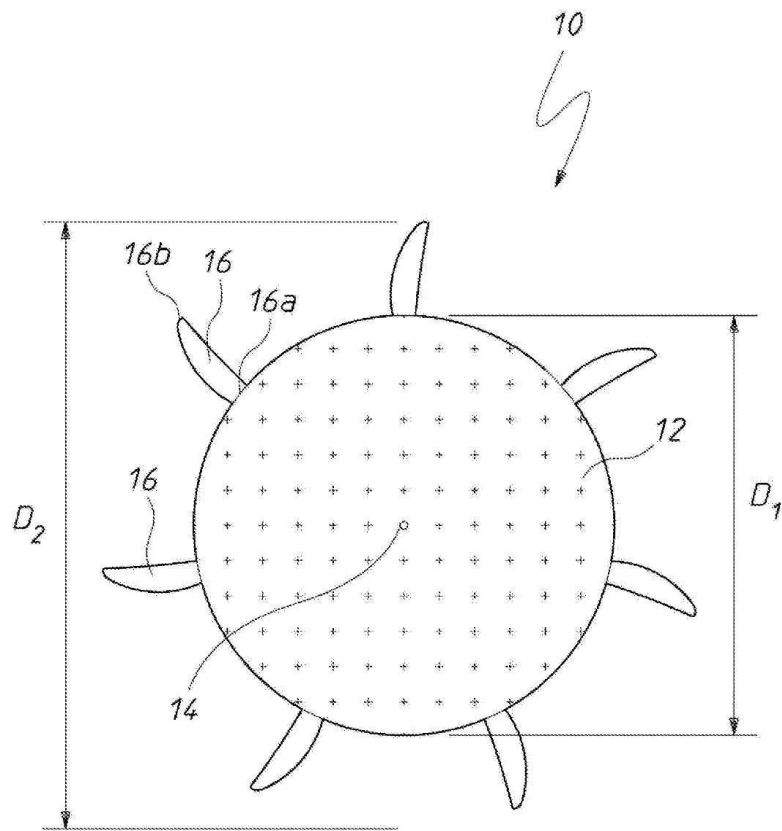
발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 도 1 및 도 2는 조류 흐름 환경에 설치하기에 적합한 수력 발전기용 회전자(10)를 도시한다. 회전자(10)는 원형 단면 형상과 길이방향 회전 축(14)을 갖는 허브(12)를 포함한다. 회전자(10)는 7개의 등간격으로 이격된 블레이드(16)를 또한 포함한다. 허브(10)는 유리 보강된 플라스틱(glass reinforced plastic: GRP) 또는 금속 스킨으로 형성되고, 블레이드(16)는 탄소 섬유 금속 복합체로 형성된다.
- [0019] 각각의 블레이드(16)는 근위 기저부(16a)와 원위 팁(16b)을 갖는다. 각각의 블레이드(16)는 그 기저부(16a)에서 허브(14)의 가장 넓은 부분에서 허브(14)에 장착된다. 허브(14)의 가장 넓은 부분의 직경은 직경(D1)으로 도시되어 있다. 블레이드(16)들의 팁(16b)들의 직경은 직경(D2)으로 도시되어 있다. 도시된 실시예에서, 직경들 사이의 비, 즉, D2:D1은 약 1.4:1이다.
- [0020] 도 2는 유체가 허브(12) 둘레를 흐를 때 그 속도가 증가하는 것을 나타내는 유체 흐름 스트림 라인(18)에 대한 회전자(10)를 도시한다. 유체가 가속되고 국부 속도가 증가할 때, 국부 압력은 감소한다. 이러한 압력 감소는 유체가 허브(12) 둘레에 집중되게 한다. 그 결과, 유체의 자유 스트림 에너지는 블레이드(16) 구역에 집중된다.
- [0021] 상기 D2:D1 비를 기술하는 또 다른 방법은 허브(12)의 직경이 블레이드(16)의 길이에 비해 비교적 크다는 것이다. 비교적 큰 허브 직경(D1)은 다음의 이중 기능, 즉, 1. 지나가는 물 스트림에 에너지를 집중시키는 기능; 및 2. 더 낮은 중형비를 각각 갖는 비교적 더 많은 개수의 더 작고 강한 블레이드(16)를 지지하는 기능을 유리하게 제공한다.
- [0022] 후자의 문제와 관련하여, 기저부에서 굽힘 모멘트는 블레이드의 중형비의 함수이다. 예를 들어, 8:1의 중형비를 갖는 블레이드는 기저부에서의 응력 값이 4:1의 중형비를 갖는 동일한 블레이드보다 16배 더 높다. 비교적 작은 직경의 허브를 갖는 알려진 3-블레이드 회전자에서, 블레이드들은 허브의 직경 제한 때문에 기저부에서 제한된 코드 길이만을 가질 수 있다. 코드 길이의 이러한 제한은 이상적인 호일 구획에 요구되는 것보다 충분한 강도를 제공하기 위해 블레이드 기저부의 두께가 증가되어야 한다는 것을 의미한다.
- [0023] 비교적 더 작은 허브에 장착된 비교적 더 긴 블레이드는 또한 주어진 RPM에 대해 더 낮은 겉보기 속도(apparent velocity)와 더 낮은 토크 반경을 초래한다.
- [0024] 더 두꺼운 기저부는, 특히 블레이드의 하부 1/3 지점에서, 더 낮은 겉보기 속도와 더 낮은 토크 반경과 결합하여, 이러한 (알려진) 3-블레이드 회전자의 총 동력에 더 낮은 기여도를 초래한다. 이것은 더 작은 허브/더 큰 3-블레이드 구성에서 블레이드의 외측 1/3 지점이 일의 63%를 차지하기 때문이다. 이것은 전체 표면적의 56%를 차지하는 블레이드의 외측 30%, 및 무시할 수 있는 전력을 생성하는 블레이드의 내측 30%의 스위프(sweep) 영역의 결합이다.
- [0025] 이와 달리, 회전자(10)의 구성(즉, 비교적 더 큰 허브(14), 비교적 더 짧은 블레이드(16)들, 비교적 많은 개수의 블레이드(16))은 내측 2/3 구역에서 유체 흐름을 방향 전환(redirect)하여 집중시키고, 외측 1/3 구역을 통해 유체를 가속시켜 여기서 동력의 100%가 추출될 수 있다. 이것은 유리하게는, 블레이드(16)들이 최대 용량으로 동작하면서도 더 낮은 응력 부하를 경험한다는 것을 의미한다.
- [0026] 다시 말해, 회전자(10)의 D2:D1 비는 블레이드(16)들이 허브 둘레 가속 영역에서 동작하는데 이상적인 블레이드 길이를 갖는 블레이드(16)들을 이 허브(12) 둘레 가속 영역에 배치한다. 블레이드들이 허브 직경에 비해 너무 긴 경우 블레이드들의 팁들은 대신 유체 가속이 없는 구역에서 동작하므로 양의 토크(positive torque)에 기여하지 않는다.
- [0027] 도 3은 회전자(32)의 제2 실시예에 따른 수력 발전기(30)를 도시한다. 회전자(32)는 허브(34) 및 10개의 블레이드(36)를 갖는다. 도 3은 또한 블레이드 기저부 장착 빔(38), 블레이드 장착 허브(40), 고정된 주 스핀들(42), 구동 샤프트(44), 기어 박스(46), 지지 빔(48), 방수 밀봉부(50), 베어링(52), 및 회전 발전기(54)를 도시한다. 빔(48)은 발전기(30)를 부유식 전개 리그(floating deployment rig)(미도시)에 연결하는데 사용된다.
- [0028] 또한, 도 3에는 허브(34)와 블레이드(36)들이 연결된 구역에서 허브(34)의 프로파일 반경인 반경(R)이 도시되어 있다. 도시된 바람직한 구성에서, 반경(R)은 허브(34)의 반경의 1/6이다. 이 특정 비는 난기류를 피하면서 흐름 가속을 최대화한다.
- [0029] 발전기(30)의 하나의 바람직한 형태는 다음과 같은 사양을 갖는다:

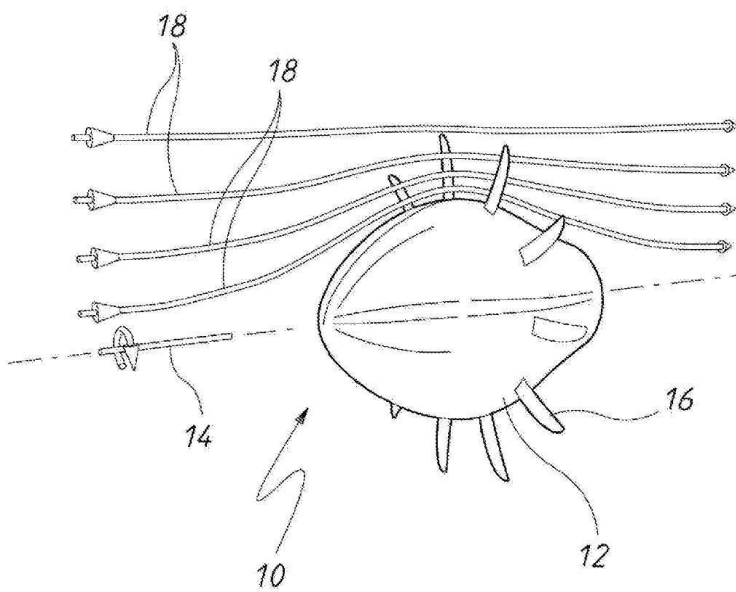
- [0030] 허브 직경(D1): 2.4 미터
- [0031] 블레이드 팁 직경(D2): 4.8 미터 내지 3.6 미터
- [0032] 전력 생산 범위: 50 내지 300 kW
- [0033] 유속 범위: 1.2 내지 4.2 m/초
- [0034] 블레이드 팁 직경 대 허브 직경 비: 2:1 내지 1.5:1
- [0035] 발전기(30)의 다른 바람직한 형태는 다음과 같은 사양을 갖는다:
- [0036] 허브 직경(D1): 20 미터
- [0037] 블레이드 팁 직경(D2): 32 내지 30 미터
- [0038] 전력 생산 범위: 0.5 내지 5 MW
- [0039] 유속 범위: 1.2 내지 4.0 m/초
- [0040] 블레이드 팁 직경 대 허브 직경 비: 1.6:1 내지 1.5:1
- [0041] 진술한 (비교적 더 큰) 직경 허브 대 (비교적 더 작은) 직경 블레이드의 비 때문에 수력 발전기에는 여러 장점이 있다.
- [0042] 첫째, 유체 스트림의 에너지는 작은 블레이드 세트를 통해 집중되고 가속되어 회전자의 효율을 향상시킨다.
- [0043] 둘째, 다수의(예를 들어, 7개의) 더 작은 블레이드의 전체 체적은 작은 개수의(예를 들어, 3개의) 대형 블레이드의 체적보다 더 작아서, 제조 비용을 낮춘다.
- [0044] 셋째, 더 작은 블레이드는 더 낮은 중형비를 가져서, 블레이드 기저부의 굽힘 모멘트를 낮추고 블레이드 파손 가능성을 낮춘다.
- [0045] 넷째, 더 작은 블레이드 상으로 흐름이 입사하는 속도 및 입사각은 블레이드의 폭(span)에 걸쳐 균일한 값에 더 가깝다. 이것은 그 폭에 걸쳐 블레이드의 제로 비틀림(twist)에 거의 가깝고, 이에 의해 블레이드 비틀림에 의한 성능 손실 없이 피치(pitch)를 제어하여 블레이드들이 관절식으로 연결될 수 있다. 또한, 동작 동안 피치를 조절할 수 있는 능력은 회전자가 흐름 스트림 속도와 관계 없이 일정한 rpm에서 동작할 수 있다는 것을 의미한다. 이에 의해 발전기는 전기 그리드(electrical grid)에 직접 연결된 채 일정 rpm에서 동작할 수 있어서, 전기 주파수 인버터 구동 시스템의 비용을 제거한다.
- [0046] 다섯째, 빠르게 흐르는 조류 흐름에서 동작하는 회전자는 스트림에서 높은 레벨의 난류를 받는다. 더 큰 허브 둘레로 물의 흐름이 가속되는 작용은 블레이드 구역 내로 난류의 레벨을 감소시킨다. 이것은 난류가 많은 환경에서 블레이드의 존속성을 향상시킨다.
- [0047] 본 발명이 바람직한 실시예를 참조하여 설명되었지만, 본 발명을 다른 형태로 구현할 수 있음은 이 기술 분야에 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있을 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

