

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2012년 4월 5일 (05.04.2012)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2012/044089 A2

- (51) 국제특허분류:
F03D 3/02 (2006.01) *F03D 11/00* (2006.01)
F03D 3/06 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/007191
- (22) 국제출원일: 2011년 9월 29일 (29.09.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2010-0095463 2010년 9월 30일 (30.09.2010) KR
10-2010-0128480 2010년 12월 15일 (15.12.2010) KR
- (72) 발명자: 겸
- (71) 출원인: 정기한 (JUNG, Ki-Han) [KR/KR]; 울산 남구 옥동 285-4 아정빌라 402호, 680-845 Ulsan (KR). 이승호 (LEE, Seung-Ho) [KR/KR]; 울산 북구 달천동 107-6 그린카운티 405-701, 683-701 Ulsan (KR). 임종빈 (EHIM, Jong-Bin) [KR/KR]; 경북 포항시 남구 이동그린빌명품아파트 102-409, 790-723 Gyeongbuk (KR).
- (74) 대리인: 조흥오 (CHO, Heum-o); 서울시 강남구 역삼동 642-6 성지하이츠 3차빌딩 1903 새움특허법률사무소, 135-717 Seoul (KR).

- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

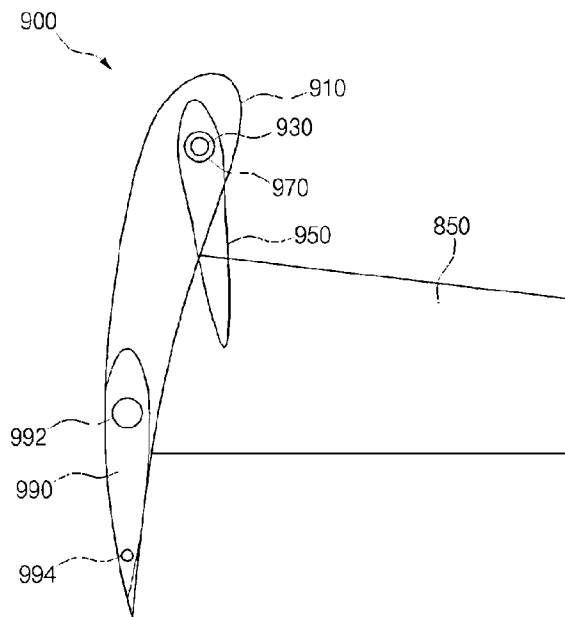
- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

[다음 쪽 계속]

(54) Title: VERTICAL SHAFT TURBINE AND BIDIRECTIONAL STACK TYPE VERTICAL SHAFT TURBINE PROVIDED WITH SAME

(54) 발명의 명칭 : 수직축 터빈 및 이를 구비하는 양방향 적층식 수직축 터빈

[Fig. 9]



(57) Abstract: The present invention pertains to a vertical shaft turbine, which may extract valid energy at a low wind speed and at low rpm, and a bidirectional stack type vertical shaft turbine provided with the same, and provides a vertical shaft turbine, which comprises a composite blade section, an arm connected to the composite blade section, a rotational shaft connected to the arm, and a supporting body for supporting the rotational shaft. The composite blade section includes a cassette connected to the arm, a centrifugal rotational shaft rotatively coupled with the cassette, a first blade rotatively coupled with the centrifugal rotational shaft, a centrifugal force corresponding device coupled with the first blade, and a second blade coupled with the cassette. The first blade itself carries out rotational movement with respect to the centrifugal rotational shaft by a force which is generated in the centrifugal force corresponding device, which corresponds to the centrifugal force at the time of the rotation of the rotational shaft.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



본 발명은 저풍속 저회전에서 유효한 에너지를 추출할 수 있는 수직축 터빈 및 이를 구비하는 양방향 적층식 수직축 터빈에 관한 것으로, 복합 블레이드 유닛, 복합 블레이드 유닛에 연결되는 암, 암이 연결되는 회전축, 및 회전축을 지지하는 지지체를 포함하는 수직축 터빈을 제공하며, 여기에서 복합 블레이드 유닛은, 암에 연결되는 카세트와, 카세트에 회전가능하게 결합하는 원심회전축과, 원심회전축에 회전가능하게 결합하는 제 1 블레이드와, 제 1 블레이드에 결합하는 원심력 대응장치와, 카세트에 결합하는 제 2 블레이드를 구비하고, 제 1 블레이드는 회전축의 회전시의 원심력에 대응하여 원심력 대응장치에서 생성되는 힘에 의해 원심회전축을 중심으로 자체 회전 운동한다.

명세서

발명의 명칭: 수직축 터빈 및 이를 구비하는 양방향 적층식 수직축 터빈

기술분야

- [1] 본 발명은 저풍속 저회전에서 유효한 에너지를 추출할 수 있는 수직축 터빈에 관한 것으로, 보다 상세하게는 다중 받음각(Angle of attack)이 구현되는 터빈 날개를 장착함으로써 발전 효율을 높일 수 있는 수직축 터빈 및 이를 구비하는 양방향 적층식 수직축 터빈에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 수직축 터빈(100)에 있어서, 터빈의 기본 블레이드는 도 1의 (a) 내지 (d)에 나타난 바와 같이 3개, 4개, 5개, 6개 등으로 일정 배열각을 형성하도록 설치될 수 있다. 통상 전체 터빈의 형상을 갖는 터빈 각각의 블레이드 수는 싱글 블레이드로 구성된다.
- [3] 일반적인 터빈에서는 양력형 블레이드를 단일 개로 형성하여 2개 이상에서 n 개까지 회전축을 중심으로 일정 배열각을 이루면서 형성할 수 있다. 예를 들어 3-블레이드 타입의 수직축 터빈이라 함은 3개의 블레이드가 120도 각도로 일정 배열각을 형성하며 배치되는 터빈을 지칭한다.
- [4] 풍력 터빈의 블레이드는 형상에 따라 항력형과 양력형으로 크게 구분된다. 항력형 블레이드로 구성된 터빈을 사보니우스형(Savonius type)이라 한다. 양력형 블레이드로 구성된 터빈을 수직축에서는 다리우스형(Darrieus type)이라 한다.
- [5] 터빈의 회전력을 좌우하는 것은 항력보다 양력이 크기 때문에 일반적인 다리우스형 터빈에서는 양력형 블레이드를 사용한다. 익형 즉 날개의 단면 모양은 여러 가지 모양이 있다. 예를 들면, 도 2의 (a)에 나타난 바와 같은 대칭형 블레이드(210)과 도 2의 (b)에 나타난 바와 같은 비대칭형 블레이드(220)가 있다.
- [6] 일반적인 수직축 터빈의 형태를 요약하면 다음과 같다.
- [7] 1. H형 수직형으로 2열, 3열, 4열, 5열, 또는 6열을 구비하고, 개별 블레이드는 싱글로 구성
- [8] 2. 위의 1번 형태를 기본으로 한 내부 회전축 예컨대 다리우스 회전축에 사보니우스형 블레이드를 부착한 형태
- [9] 3. 순수 사보니우스형
- [10] 4. 위의 1번 형태의 개별 블레이드의 내측 또는 외측에 홈을 가공한 형태
- [11] 5. 위의 3번 형태에 터보 기능(인입풍을 한쪽 블레이드로 집중시킬 수 있는 가이드밴 구성을 포함함)을 구비한 형태
- [12] 6. 개별 블레이드가 스파이럴 형태 또는 나선 형태
- [13] 7. 블레이드가 연곡 형태

- [14] 8. 블레이드가 요트의 돛 형태(원통의 실린더를 수직 방향으로 절단하여 다리우스형과 비슷하게 배열한 형태)
- [15] 9. 위의 1번 형태의 변형으로 1번 형태에서 불임각이 고정인 것과 달리 특정 장치를 이용 불임각이 변하는 구조를 가진 형태
- [16] 10. 이중 블레이드 형태
- [17] 기존의 수직축 터빈에 있어서, 위의 10번 형태를 제외하고 위의 1번 내지 9번의 터빈에 사용되는 개별 블레이드는 싱글 블레이드로 되어 있다.
- [18] 기존의 수직축 풍력 터빈의 원리와 그 문제점을 간략히 설명하면 다음과 같다.
- [19] 먼저, 도 3을 참조하여 본 명세서에서 사용되는 용어를 정의하면 다음과 같다.
- [20] 1. 평균 캠버선(Mean Camber line): 위 캠버와 아래 캠버의 평균선으로 두께의 중심선
- [21] 2. 시위선(Chord line): 블레이드(200)의 평균 캠버선의 앞끝인 앞전(Leading edge)과 평균 캠버선의 뒤끝인 뒷전(Trailing edge)을 잇는 직선
- [22] 3. 최대 캠버(Maximum camber): 시위선에서 평균 캠버선까지의 최대 거리
- [23] 4. 불임각: 연결암(150)의 중심각과 블레이드(200)의 시위선간 결합각, 또는 블레이드(200)의 세로 축선과 시위선이 이루는 각
- [24] 5. 받음각(Angle of attack): 블레이드(200)가 축을 중심으로 회전할 때 접선의 상대속도벡터와 바람벡터의 합성속도각, 또는 상대풍(Relative wind)과 시위선이 이루는 각
- [25] 6. 합성속도: 상대속도와 바람속도의 합성속도벡터
- [26] 위에서 나열된 H형 다리우스 터빈의 개별 블레이드의 결합 방법에는 초기 연결암 또는 회전암과 블레이드의 기계구조학적 결합에 의한 특정 불임각이 형성되고 그 결합구조와 블레이드의 회전에 의한 미소회전접선과 무한 풍속의 합성속도 벡터에 의한 특정 받음각이 형성되면서 양력이 발생한다.
- [27] 이 받음각은 날개의 단면 모양 즉, 익형(Airfoil)이 대칭일 경우 전 방위각에서 양력을 발생시킨다.
- [28] 도 4는 무한풍속(V_{∞})이 A지역과 C지역에 위치한 블레이드에 접촉되고 이후 터빈의 내부를 통과하여 B지역과 D지역측 블레이드에 접촉한다는 가정하에 개별적인 블레이드의 토크 특성을 설명한 것이다. 도 4는 한국신재생에너지학회 2007년 춘계학술논문“소형수직축터빈 설계를 위한 공기역학적 고찰”내의 도면을 참조한 것이다.
- [29] 도 4를 참조하면, A지역과 C지역에서는 무한풍속(V_{∞})에 의하여 터빈 블레이드의 상대속도벡터의 합성속도가 크게 생성되어 이상적인 받음각이 형성되며 상대적으로 B지역과 D지역보다 양력이 크게 발생한다.
- [30] 이러한 수직축 터빈은 다음과 같은 문제점이 있다. 즉, 터빈은 초기 외부의 바람 에너지에 의하여 점차 속도가 증가하고 터빈의 블레이드 수가 많거나 회전속도가 증가할수록 B지역과 D지역측으로 전달되는 에너지 양(V_{∞})이 적어져서 결국 B지역과 D지역에서의 합성속도벡터는 순수 상대속도만

존재하며 그에 의해 상대속도에 의한 받음각이 형성됨으로 A지역과 C지역의 블레이드보다 적은 양력을 발생시킨다.

- [31] 한편, 기존의 수직축 풍력 터빈에 있어서, 이중 형태의 블레이드 배열 방식은 다음과 같은 문제점이 있다. 즉, 도 5a, 도 5b, 및 도 6에 나타낸 바와 같이 이중 블레이드 타입은 회전체 또는 터빈 내 동일 회전암측에 외측 블레이드(501)와 동일한 익형의 내측 블레이드(502)를 회전축 중심으로 등간격 배치한 것으로, A지역과 B지역에서는 외측 블레이드(501)에 의하여 내측 블레이드(502)의 유동 흐름이 간섭받아 양력이 감소한다. 또한, 외측과 내측 블레이드들(501, 502)은 기계구조학적으로 붙임각이 같으므로, 전방위각 중 특정 방위각에서 외측 블레이드(501)가 형성하는 받음각과 내측 블레이드(502)가 형성하는 받음각은 항상 서로 다른 각을 형성하게 된다. 즉, 받음각은 무한풍속벡터와 상대속도벡터의 합성벡터 각으로 블레이드의 기계구조학적 위치에 의하여 내측 반경과 외측 반경이 다름으로 상대속도가 다르게 나타난다. 그러므로, 두 개의 블레이드들(501, 502)이 만든 회전 토크가 터빈의 회전력으로 전달되어야 하지만 내측 블레이드(502)에서 생성된 회전 토크의 크기가 외측 블레이드(501)의 회전 토크의 크기보다 작아 터빈의 회전력을 증가시키기에는 부족한 부분이 있다. 도 4를 참조할 때, 도 5a는 A지역에서의 합성속도의 크기 변화 및 받음각을 나타내고, 도 5b는 C지역에서의 합성속도의 크기 변화 및 받음각을 나타낸다.
- [32] 이와 같이, 기존의 이중 블레이드 형태를 구비하는 수직축 터빈에서는 내측과 외측 블레이드(502, 501)에 전달되는 무한풍속은 동일하나 각각의 상대속도가 달라 합성속도의 벡터값은 다르게 나타나며 상대적으로 내측 블레이드(502)의 합성에너지 절대값은 작아지고 받음각은 크게 형성되어 특정 방위각에서는 익형의 유동특성상 양력 특성을 잃어 버리고 실속(Stall)하여 오히려 항력이 증가하는 구간이 많이 존재하는 문제가 있다.
- [33] 또한, 기존의 이중 블레이드를 구비한 수직축 터빈의 블레이드 후단부의 유동특성을 나타내면 도 7에 도시한 바와 같다. 도 7에서는 B, D 지역에서 유입 풍량이 적음으로 합성속도 및 받음각이 상대속도벡터에 지배받는 현상을 보여주고 있다.
- [34] 기존의 이중 블레이드의 수직축 터빈에서의 문제점을 요약하면 다음과 같다.
- [35] 1. 이중 블레이드의 배열에 있어 외측 블레이드와 내측 블레이드가 평행하게 회전축 방향으로 이격 배열되므로, 붙임각이 서로 동일하지만, 받음각은 외측과 내측 블레이드가 서로 다르게 생성되며, 따라서 B지역과 D지역에서 외측 블레이드의 에너지 전달이 내측 블레이드에 의하여 간섭되므로 출력이 저하하는 문제가 있다.
- [36] 2. 상한속도를 제어할 수 있는 기술이 없다.
- [37] 3. 2개 이상의 블레이드 유닛을 복수개 배열할 때, 회전축 방향으로 단순 배열하므로, 평행배열 구성에 의한 유효면적 효과가 없다.

[38] 4. 초기기동성이 낮다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[39] 본 발명은 수직축 풍력 터빈에 있어서 다리우스형 터빈의 초기 기동 문제를 해소할 수 있도록 저풍속 저회전에서 유효한 에너지를 추출하기 위한 터빈 날개의 다중 받음각(Angle of attack)이 구현되는 수직축 터빈을 제공하는 데에 주된 목적이 있다.

[40] 또한, 본 발명은 도심의 간헐적인 바람에 신속하게 반응하여 정속도에 도달할 수 있는 구조를 가짐으로써 고효율 및 고가동율을 제공할 수 있는 양방향 적층식 수직축 터빈을 제공하는 데에 또 다른 목적이 있다.

과제 해결 수단

[41] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 측면에 따르면, 복합 블레이드 유닛; 복합 블레이드 유닛을 지지하는 블레이드 암; 블레이드 암이 고정 결합하는 회전축; 및 회전축을 지지하는 지지체를 포함하는 수직축 터빈이 제공된다.

[42] 여기서, 복합 블레이드 유닛은 서로 일정 간격 이격되어 배치되는 제1 블레이드와 제2 블레이드, 제1 블레이드 또는 제2 블레이드의 후단부에 설치되는 무게추를 구비하고, 제1 블레이드와 제2 블레이드는 복합 블레이드 유닛의 회전 방향에서 서로 다른 위상을 가지고, 무게추가 설치되는 블레이드의 전단부는 원심 회전축으로 작동한다.

[43] 일 실시예에서, 수직축 터빈은 제1 블레이드의 전단부에 설치되며 원심력에 대응하여 제1 블레이드의 무게추가 회전하는 것을 지지하는 원심력 대응장치를 더 포함한다. 또 다른 일 실시예에서, 수직축 터빈은 제2 블레이드의 전단부에 설치되며 원심력에 대응하여 제2 블레이드의 무게추가 회전하는 것을 지지하는 원심력 대응장치를 포함할 수 있다.

[44] 원심력 대응장치로는 압축 스프링, 압축 댐퍼, 유압 장치, 전자매프, 모터, 영구자석의 응력 장치, 또는 이들의 조합이 이용될 수 있다.

[45] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 전술한 일 실시예에서의 복합 블레이드 유닛, 블레이드 암, 회전축, 및 지지체를 각각 구비하는 복수의 수직축 터빈들; 복수의 수직축 터빈들 중 상부 터빈에 결합하는 상부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트; 상부 터빈에 인접하게 설치된 하부 터빈에 결합하는 하부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트; 상부 및 하부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트들 사이에 설치되는 발전기 모듈부; 및 발전기 모듈부와 상부 또는 하부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트 사이에 설치되는 출력슬립링을 포함하는 양방향 적층형 수직축 터빈이 제공된다.

[46] 본 발명의 일 측면에 따른 수직축 터빈은 복합 블레이드 유닛, 복합 블레이드 유닛에 연결되는 암(Arm), 암이 연결되는 회전축, 및 회전축을 지지하는

지지체를 포함하며, 여기에서, 복합 블레이드 유닛은, 암에 연결되는 카세트; 카세트에 회전가능하게 결합하는 원심회전축; 원심회전축에 결합하는 제1 블레이드; 제1 블레이드의 앞전에 결합하는 원심력 대응장치; 및 카세트에 결합하는 제2 블레이드를 구비하며, 그리고, 제1 블레이드는 회전축의 회전시 원심력에 대응하여 원심력 대응장치로부터 가해지는 힘에 의해 원심회전축을 중심으로 자체 회전 운동하는 것을 특징으로 한다.

- [47] 일 실시예에서, 수직축 터빈은 제1 블레이드의 뒷전에 설치되는 무게추를 더 포함할 수 있다. 무게추는 원심력 대응장치의 힘에 의해 회전하는 제1 블레이드의 회전력을 지원하기 위한 것이다. 여기에서, 제1 블레이드는 회전축을 중심으로 회전할 때 회전 방향에서 제2 블레이드보다 앞선 위상을 가진다.
- [48] 또한, 일 실시예에서, 또 다른 무게추는 제2 블레이드에 결합 설치될 수 있다. 그 경우, 또 다른 무게추는 제2 블레이드의 앞전에 설치된다.
- [49] 일 실시예에서, 제2 블레이드는 회전축을 중심으로 회전할 때 회전 방향에서 제1 블레이드보다 앞선 위상을 가질 수 있다. 또한, 제2 블레이드는 회전축을 기준으로 제1 블레이드보다 외측에 위치할 수 있다. 그 경우, 무게추는 제2 블레이드의 뒷전에 설치되고, 또 다른 무게추는 제1 블레이드의 앞전에 설치될 수 있다.
- [50] 일 실시예에서, 수직축 터빈은 원심회전축을 중심으로 회전하는 제1 또는 제2 블레이드의 회전각을 제한하도록 카세트, 제1 또는 제2 블레이드, 또는 이들 모두에 설치되는 엔드 스톱퍼를 더 포함한다.
- [51] 일 실시예에서, 제1 블레이드 또는 제2 블레이드는 대칭형, 비대칭형, 양력형, 항력형, 또는 이들의 조합 형태의 익형을 구비한다. 바람직하게, 제1 또는 제2 블레이드는 대칭형 익형을 구비할 수 있다. 물론, 제1 블레이드와 제2 블레이드의 익형을 서로 다른 형태로 구현할 수 있다. 다만, 제1 또는 제2 블레이드 각각의 가로세로비는 짧은 쪽을 기준으로 할 때 긴 쪽이 약 4배 내지 약 12배의 범위에 있는 것이 바람직하다. 여기에서, 가로세로비는 날개의 길이와 시위 또는 시위선 길이의 비를 나타낸다. 그것은 싱글 블레이드의 코드 길이를 기준으로 한 것으로 예컨대 시위 길이가 약 200mm일 때, 블레이드의 길이는 약 800mm 내지 약 2400mm의 범위에 있는 것이 바람직함을 나타낸다.
- [52] 일 실시예에서, 회전축을 중심으로 하는 회전 방향에서 제1 블레이드의 위상이 제2 블레이드의 위상보다 앞설 때, 제1 블레이드의 초기 불임각은 제2 블레이드의 초기 불임각보다 큰 것을 특징으로 한다. 예를 들면, 제1 블레이드의 초기 불임각은 바람 방향에 대한 각 회전 구역에서 서로 간의 유동 간섭 발생을 막기 위한 최소 이격 거리를 형성하기 위하여 제2 블레이드의 불임각이 0일 때를 기준으로 제2 블레이드의 최대 캠버보다 큰 것이 바람직하다.
- [53] 또한, 일 실시예에서, 제1 블레이드 및 제2 블레이드는 초기 기동시 또는 저속도 회전시에 고정되는 서로 다른 제1 불임각과 고속 회전시 또는 정격 운전시에

고정되는 서로 다른 제2 불임각을 구비하도록 구현될 수 있다.

[54] 일 실시예에서, 회전축에 대한 제1 블레이드의 회전 반경은 제2 블레이드보다 작은 것이 바람직하다.

[55] 일 실시예에서, 복합 블레이드 유닛은 3열 이상 바람직하게는, 3열, 4열, 5열, 및 6열 중 어느 하나의 등간격 형태로 회전축에 결합할 수 있다. 예컨대, 복합 블레이드 유닛은 더블 3열 120° 등간격 배열로 회전축에 결합할 수 있다.

[56] 일 실시예에서, 제2 블레이드에 대한 제1 블레이드의 앞선 거리는 제2 블레이드의 시위선 길이의 2% 이상인 것이 바람직하다. 이것은 제1 블레이드와 제2 블레이드가 평행 배열하지 않는다는 것을 나타낸다.

[57] 또한, 일 실시예에서, 회전축으로부터 제1 블레이드와 제2 블레이드 각각의 거리들 간의 차이는 제1 또는 제2 블레이드의 최대 캠버보다 큰 것이 바람직하다.

[58] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 위의 실시예들 중 어느 하나의 수직축 터빈을 구비하는 양방향 적층식 수직축 터빈으로서, 제1 방향으로 회전하는 제1 수직축 터빈, 및 제1 방향과 반대 방향인 제2 방향으로 회전하는 제2 수직축 터빈을 구비하는 제1 양방향 수직축 터빈을 포함하는 양방향 적층식 수직축 터빈이 제공된다.

[59] 일 실시예에서, 양방향 적층식 수직축 터빈은 제1 방향으로 회전하는 제3 수직축 터빈, 및 제2 방향으로 회전하는 제4 수직축 터빈을 구비하는 제2 양방향 수직축 터빈을 더 구비한다. 여기서, 제1 및 제2 양방향 수직축 터빈들은 제1, 제2, 제3, 및 제4 수직축 터빈들이 기재된 순서대로 수직 방향으로 적층된다.

[60] 일 실시예에서, 양방향 적층식 수직축 터빈은 제1 및 제2 수직축 터빈들의 회전축들 사이에서 제1 수직축 터빈에 인접하게 설치되는 상부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트; 및 제2 수직축 터빈에 인접하게 설치되는 하부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트를 더 구비한다.

[61] 일 실시예에서, 양방향 적층식 수직축 터빈은 상부 및 하부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트들 사이에 설치되는 발전기 모듈부; 및 발전기 모듈부와 상부 또는 하부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트 사이에 설치되는 출력슬립링을 더 구비한다.

[62] 일 실시예에서, 제1 수직축 터빈 및 제2 수직축 터빈에 각각 구비되는 복합 블레이드 유닛은 제1 또는 제2 블레이드가 회전 방향으로 또는 회전 방향의 반대 방향으로 일정각 기운 형태, 또는 연곡된 형태를 구비하거나, 원심력 방향 또는 원심력 방향의 회전축 방향으로 일정각 기운 형태를 구비할 수 있다.

발명의 효과

[63] 본 발명에 의하면, 다리우스형 터빈의 초기 기동 문제를 해소할 수 있도록 상대풍의 속도에 따라 다중 받음각을 구현하여 저풍속 저회전에서 유효한 에너지를 추출할 수 있는 수직축 터빈의 블레이드 구조를 제공할 수 있다.

- [64] 또한, 다중 받음각(Angle of attack)이 구현되는 이중 블레이드 구조의 터빈 날개를 이용함으로써, 제1 방향으로 회전하는 블레이드를 구비한 상부 터빈과 제1 방향과 반대 방향인 제2 방향으로 회전하는 블레이드를 구비한 하부 터빈의 자기기동성을 향상시킬 수 있다.
- [65] 또한, 상부 터빈과 하부 터빈이 자체적으로 회전 속도를 증가시킬 수 있고, 규정 풍속 이상의 풍속에서 정지(Cut out) 속도로 가지않고 일정 속도에 안착하여 안정하게 회전하도록 할 수 있다.
- [66] 또한, 대형 풍력 발전에 적용되는 피치(Pitch) 제어 및 스톨(Stall) 제어를 기계적인 요소만 가지고 구현할 수 있다. 따라서, 정밀 운전 제어를 위한 별도의 프로그램이나 장치를 설치하지 않아도 우수한 발전 효율과 이용률을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [67] 도 1 내지 도 7은 일반적인 풍력 발전 장치 및 수직축 터빈을 설명하기 위한 도면들이다.
- [68] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 받음각이 구현되는 블레이드가 구비된 수직축 터빈을 설명하기 위한 개략적인 평면도이다.
- [69] 도 9는 도 8의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛 부분에 대한 개략적인 평면도이다.
- [70] 도 10a는 도 9의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [71] 도 10b는 도 9의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛의 다른 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [72] 도 10c는 도 9의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛의 또 다른 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [73] 도 11a 내지 도 11c는 도 9의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛의 또 다른 일 실시예를 설명하기 위한 도면들이다.
- [74] 도 12a 및 도 12b는 일반적인 받음각을 설명하기 위한 도면들이다.
- [75] 도 13 및 도 14는 도 8 내지 도 11c의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛의 작동 원리를 설명하기 위한 도면들이다.
- [76] 도 15 및 도 16은 도 8 내지 도 11c의 수직축 터빈의 작용효과를 설명하기 위한 도면들이다.
- [77] 도 17은 비교예에 따른 풍력 발전 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [78] 도 18은 또 다른 비교예의 풍력 발전 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [79] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 수직축 터빈을 구비하는 양방향 적층식 수직축 터빈의 개략적인 사시도이다.
- [80] 도 20은 도 19의 양방향 적층식 수직축 터빈에 대한 부분 확대 사시도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [81] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명에 의한 실시예들을 상세하게 설명하기로 한다.
- [82] 위에서 언급한 일반적인 터빈의 공역학적 문제점을 해결하고 도심의 불규칙한 풍황 즉 풍속 분위기의 조건에서 더욱더 효율적으로 터빈의 성능을 발휘할 수 있는 본 발명의 구체적인 실시예를 설명하면 다음과 같다.
- [83] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 받음각이 구현되는 블레이드가 구비된 수직축 터빈을 설명하기 위한 개략적인 평면도이다. 도 9는 도 8의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛 부분에 대한 개략적인 확대 평면도이다.
- [84] 도 8 및 도 9를 참조하면, 본 실시예의 수직축 터빈(800)은 지지체(810), 지지체(810)에 지표면에 대략 수직 방향으로 고정 설치되는 회전축(830), 회전축(830)에 결합하는 암(Arm; 850); 및 암(850)에 결합하는 복합 블레이드 유닛(900)을 구비한다.
- [85] 지지체(810)는 지면이나 설비 또는 구조물에 수직축 터빈(800)을 고정하고 지지하기 위한 부분이다. 지지체(810)는 수직축 터빈(800)의 작동시에 발생하는 진동이나 외력에 대하여 내구성을 갖는 재료 또는 구조를 구비할 수 있다.
- [86] 회전축(830)은 지지체(810)에 고정된 발전기(미도시)의 회전자에 결합하며 풍력에 의한 복합 블레이드 유닛(900)의 회전력을 암(950)으로부터 전달받아 발전기에 전달한다. 본 실시예에서, 회전축(830)은 후술하는 원심회전축(930)과 구별되도록 중심회전축으로 언급될 수 있다.
- [87] 암(850)은 회전축(830)에 복합 블레이드 유닛(900)을 연결하기 위한 부분이다. 암(850)은 복합 블레이드 유닛(900)을 고정하거나 지지한다. 본 실시예에서 암(850)은 연결암, 또는 회전암으로 언급될 수 있다.
- [88] 복합 블레이드 유닛(900)은 도 9에 좀더 구체적으로 도시한 바와 같이 카세트(910), 원심회전축(930), 제1 블레이드(950), 원심력 대응장치(970), 및 제2 블레이드(990)를 구비한다. 본 실시예에서, 복합 블레이드 유닛(900)은 수직축 터빈(800)의 작동시 바람의 속도 또는 원심력에 따라 그에 대응하는 받음각을 형성하도록 구성된다.
- [89] 복합 블레이드 유닛(900)에 있어서, 카세트(910)는 복합 블레이드 유닛(900)을 암(850)에 고정 결합하는 부분이다. 카세트(910)는 지면과 대략 직교하는 방향 또는 수직 방향으로 연장되는 제1 및 제2 블레이드들(950, 990)의 양단에서 제1 및 제2 블레이드들(950, 990)을 각각 지지하도록 제1 및 제2 블레이드들(950, 990)의 양단에 상부 카세트와 하부 카세트가 한 세트를 구성하도록 설치된다. 상부 카세트와 하부 카세트는 서로 마주하도록 배치되는 것을 제외하고 실질적으로 동일하므로 아래의 설명에서는 설명의 편의상 상부 카세트를 중심으로 설명한다. 상부 카세트는 카세트(910)에 대응된다. 카세트(910)는 암(850)의 일단에서 연장하는 단일체 구조를 구비하거나 별도의 부재로서 암(850)의 일단에 결합할 수 있다.
- [90] 원심회전축(930)은 카세트(910)에 회전가능하게 결합하며, 제1

블레이드(950)에 고정적으로 결합한다. 예를 들면, 원심회전축(930)은 제1 블레이드(950)의 일측에 돌출된 돌기가 카세트(910)의 홀에 삽입되는 구성을 구비할 수 있다.

[91] 제1 블레이드(950)는 그 길이 방향이 지면에 대하여 대략 수직 방향으로 연장하도록 설치되며 그 회전 방향에서 제2 블레이드(990)보다 위상이 앞선 위치에서 카세트(910)에 결합한다. 본 실시예에서 제1 블레이드(950)는 대칭형 익형(Airfoil)을 구비한다.

[92] 원심력 대응장치(970)는 제1 블레이드(950)에 결합하며 수직축 터빈(800)의 작동시 제1 블레이드(950)에 가해지는 바람의 세기 또는 원심력에 대응하여 원심회전축(930)을 기준으로 제1 블레이드(950)가 소정 각도 범위 내에서 회전하도록 즉 자체 회전 운동하도록 작용한다. 원심력 대응장치(970)에 채용가능한 다양한 실시 양태는 아래에서 좀더 상세히 설명될 것이다.

[93] 제2 블레이드(990)는 원심회전축(930)에 의해 카세트(910)에 결합하는 것을 제외하고 제1 블레이드(950)와 실질적으로 동일한 형태 및 구성을 구비한다. 제2 블레이드(990)의 길이 방향의 상하측 양단면은 제2 블레이드(990)의 길이 방향의 상하측에 위치하는 카세트에 각각 고정 결합된다. 예컨대, 제2 블레이드(990)는 카세트(910)에 용접될 수 있고, 용접부위(992, 994)를 구비할 수 있다.

[94] 본 실시예의 수직축 터빈(800)을 토대로 본 발명에 따른 수직축 터빈에 채용되는 기술적 특징을 간략히 설명하면 다음과 같다.

[95] 즉, 본 실시예의 지표면과 수평방향으로 회전하는 수직축 풍력 발전기 즉 수직축 터빈에서 양력 특성을 이용하여 회전하는 블레이드 구성은 불임각이 각각 다른 외측 블레이드[제2 블레이드(990)에 대응]와 내측 블레이드[제1 블레이드(950)에 대응]가 설치되고 내측 블레이드는 그 불임각이 원심력에 의하여 로테이션되는 원심회전축에 고정되며 원심력에 대응되는 원심력 제어장치[원심력 대응장치(970)에 대응]가 내측 블레이드에 설치되며, 그것에 의해 수직축 터빈의 작동시 원심력 또는 원심력 중 해당 합성속도벡터 성분에 대응하여 내측 블레이드를 소정 각도로 회전하는 것을 주된 기술적 특징으로 한다.

[96] 원심력 제어장치는 일반적으로 알려진 스프링장치, 유압댐퍼 장치, 전기솔레노이드, 영구자석 등이 사용될 수 있다.

[97] 블레이드 구성에는 내측 블레이드의 회전각을 제한하는 초기 고정용 엔드 스톱퍼(End stopper)가 상하 고정용 플레이트[카세트(910)에 대응]에 설치될 수 있다.

[98] 또한, 복합 블레이드 유닛(900)에 있어서 제1 또는 제2 블레이드(950; 990)는 일반적으로 알려진 대칭형이나 비대칭형 또는 양력이나 항력 등의 특성을 갖는 익형으로 구현될 수 있고, 그 시위 길이(Chord length)와 스패ن(Span)의 비율이 약 4 ~ 12배 범위에 있도록 설치되는 것이 바람직하다.

[99] 또한, 복합 블레이드 유닛(900)에서 제1 및 제2 블레이드(950, 990)는 다중

받음각((Multiple Angle of attack)을 갖을 수 있도록 초기 각각 다른 붙임각으로 형성된다. 예를 들면, 제1 블레이드(950)의 붙임각은 제2 블레이드(990)의 붙임각보다 크게 형성된다.

- [100] 또한, 복합 블레이드 유닛(900)에서 제1 및 제2 블레이드(950, 990)는 한 개의 카세트 유닛에 결합할 수 있도록 상하 카세트에 의하여 터빈의 회전축을 중심으로 3열 120도 등간격으로 배치될 수 있다. 물론, 복합 블레이드 유닛(900)은 3열 이상 바람직하게는, 3열, 4열, 5열, 및 6열 중 어느 하나의 등간격 형태로 회전축에 결합할 수 있다.
- [101] 또한, 수직축 터빈(800)의 회전 중심축(830)에서 볼 때, 제1 블레이드(950)가 제2 블레이드(990)보다 내측에 위치하는 경우, 제1 블레이드(950)는 회전 방향으로 제2 블레이드(990)보다 위상이 앞서도록 설치될 수 있다. 이 경우, 제1 블레이드(950)의 초기 붙임각은 제2 블레이드(990)의 초기 붙임각보다 크게 설치된다. 예를 들면, 제1 블레이드(950)의 초기 붙임각은 바람 방향에 대한 각 회전 구역에서 서로 간의 유동 간섭 발생을 막기 위한 최소 이격 거리를 형성하기 위하여 제2 블레이드(990)의 붙임각이 0일 때를 기준으로 제2 블레이드(990)의 최대 캠버보다 크게 설치된다.
- [102] 또한, 전술한 경우, 제2 블레이드(990)에 대한 제1 블레이드(950)의 앞선 거리는 제2 블레이드(990)의 시위선 길이의 2% 이상인 것이 바람직하다. 여기에서, 회전축으로부터 제1 블레이드와 제2 블레이드 각각의 거리들 간의 차이는 제1 또는 제2 블레이드의 최대 캠버보다 큰 것이 바람직하다.
- [103] 전술한 구성에 의하면, 제1 블레이드(950)와 제2 블레이드(990)가 평행 배열하지 않으므로 평행 배열하는 기존의 경우에 비해 초기 기동 성능과 회전 구역별 성능을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.
- [104] 도 10a는 도 9의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [105] 본 실시예에서는 도 10a에 도시한 바와 같이 설명의 편의상 제1 블레이드(950), 제2 블레이드(990), 및 스프링 부재(970a) 이외의 구성요소를 점선 또는 이점쇄선으로 도시하고 있다.
- [106] 도 10a를 참조하면, 본 실시예의 복합 블레이드 유닛은 원심력 제어장치 또는 원심력 대응장치에 대응하는 스프링 부재(970a)를 제외하고 앞서 설명한 실시예의 복합 블레이드 유닛과 실질적으로 동일한 구성을 구비한다.
- [107] 스프링 부재(970a)는 제1 블레이드(950)의 뒷전이 외각으로 나가려고 하는 힘(예컨대, 원심력)에 의해 원심회전축(930)이 회전할 때, 소정 탄성력을 축적하도록 원심회전축(930)에 결합 설치된다. 스프링 부재(970a)는 예를 들어 원심회전축(930) 외표면에 감긴 코일형 스프링 형태를 구비할 수 있다.
- [108] 본 실시예의 복합 블레이드 유닛에 있어서 제1 블레이드(950)는 카세트(910)에 회전가능하게 결합하는 원심회전축(930)을 구비하며, 원심회전축(930)에 결합된 스프링 부재(970a)에 의해 초기 붙임각을 유지하고 수직축 터빈의 작동시

원심력에 대응하여 코일 스프링(970a)에 탄성력을 축적하는 방향으로 소정 각도로 회전한다. 소정 각도만큼 회전된 위치의 제1 블레이드(950)는 이점쇄선으로 도시되고 참조부호 950a로 표시되어 있다. 여기에서, 제2 블레이드(950)는 제1 블레이드(950)의 회전에 관계없이 초기 불임각을 유지한 채로 카세트(910)에 고정 결합된다.

- [109] 본 실시예에 있어서, 원심회전축(950)의 외주면 상에서 제1 블레이드(950)와 카세트(910) 사이에 설치되는 코일 스프링(970a)을 원심력 제어장치 즉 원심력 대응장치로서 이용함으로써 수직축 터빈의 작동시 제1 블레이드(950)에 가해지는 바람속도 또는 원심력에 대응하여 제1 블레이드(950)가 자체 회전 운동할 수 있고, 그것에 의해 복합 블레이드 유닛 전체의 받음각이 회전 속도에 따라 자동으로 적절하게 조절되도록 할 수 있다. 다시 말해서, 본 실시예에 의하면, 수직축 터빈은 초기 기동이 용이하고 신속하게 정격 속도에 도달할 수 있으며 회전 속도가 과도하게 빨라져 컷아웃 속도로 진행되는 것을 기계적인 구성만으로 자동 방지할 수 있는 특징을 가진다.
- [110] 도 10b는 도 9의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛의 다른 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [111] 본 실시예에서는 도 10b에 도시한 바와 같이 설명의 편의상 제1 블레이드(950), 제2 블레이드(990), 및 유압장치(972) 이외의 구성요소를 점선 또는 이점쇄선으로 도시하고 있다.
- [112] 도 10b를 참조하면, 본 실시예의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛은 카세트(910), 원심회전축(930a), 제1 블레이드(950), 유압장치(972), 및 제2 블레이드(990)를 구비한다.
- [113] 원심회전축(930a)은 유압장치(972)에 의해 자체 회전 운동을 용이하게 하도록 제1 블레이드(950)의 길이 방향과 폭 방향의 대략 중심부에 설치될 수 있다.
- [114] 본 실시예에서, 유압장치(972)는 압(850)에 결합설치된다. 예를 들면, 유압장치(972)는 압(850) 내부에 설치되는 실린더형 본체와 실린더형 본체 내부에 설치된 피스톤에 그 일단이 결합되어 실린더형 본체에 내삽되는 가변압(974)을 구비한다. 가변압(974)은 수직축 터빈이 작동할 때 압(850) 및 복합 블레이드 유닛에 작용하는 원심력의 크기에 대응하여 제1 블레이드(950)에서 실린더형 본체 측으로 수축하면서 그 길이가 짧아지도록 설치된다. 도 10b에서 현재 위치의 제1 블레이드(950)는 참조부호 950a로 지시되고 이점쇄선으로 도시된 초기 위치의 제1 블레이드(950a)에서 원심력에 의해 압축된 것에 대응한다.
- [115] 다시 말하면, 유압장치(972)는 소위 압축 실린더로서 외부의 힘으로 실린더 내부의 오일이 압축되고, 외부의 힘이 상쇄되었을 때 원래의 위치로 복원되도록 작동한다. 본 실시예에서 유압장치(972)는 원심력이 발생할 때 제1 블레이드(950)의 뒷전이 제1 블레이드에서 실린더형 몸체 방향 즉 중심 회전축 방향으로 회전하는 힘에 의해 수축되고 원심력이 상실될 때 그 반대 방향으로

팽창하도록 설치된다. 여기에서, 유압장치(972)에 의한 제1 블레이드(950)의 회전을 용이하게 하기 위하여, 즉 제1 블레이드(950)의 무게 중심이 앞전 측으로 이동하도록 원심회전축(930a)은 도 10a에 도시한 경우에 비해 약간 뒷전 측으로 이동하여 배치된다.

- [116] 전술한 구성에 따르면, 유압장치(972)는 수직축 터빈의 작동시 원심력에 의하여 제1 블레이드(950)의 앞전은 원심력 방향으로 회전하고 제1 블레이드(950)의 뒷전은 회전축 또는 암(850)이 위치한 방향으로 이동하도록 설치될 수 있다. 즉, 실린더형 몸체 내부의 압축력은 원심력에 대응하는 만큼 즉 힘의 평형을 이룰 때까지 가변암(974)을 팽창 또는 수축 이동시키며, 그것에 의해 수직축 터빈의 작동시 또는 정격 운전시에 그리고 운전 정지시 또는 기동시에 제1 블레이드(950)의 받음각을 회전 속도 또는 원심력에 대응하여 자동 조절할 수 있다.
- [117] 도 10c는 도 9의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛의 또 다른 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [118] 도 10c를 참조하면, 본 실시예의 복합 블레이드 유닛은 카세트(910), 원심회전축(930), 제1 블레이드(950), 전기장치(976), 및 제2 블레이드(990)를 구비한다.
- [119] 본 실시예에의 복합 블레이드 유닛은 원심력 제어장치 또는 원심력 대응장치에 대응하는 전기장치(976)를 제외하고 도 10a를 참조하여 앞서 설명한 실시예의 복합 블레이드 유닛과 실질적으로 동일한 구성을 구비한다.
- [120] 본 실시예에서 전기장치(976)는 바람벙커의 세기, 회전력, 또는 원심력에 대응하여 전기의 힘으로 원심회전축(930)을 통해 제1 블레이드(950)를 회전시키는 수단이다. 전기장치(976)는 원심회전축(930)에 결합 설치되는 서보 모터로 구현될 수 있다. 전기장치(976)는 제1 블레이드(950)의 상부 또는 하부에 부착될 수 있으며, 암(850)의 내부를 통해 터빈의 회전축 내의 슬립링을 경유하도록 설치되는 제어용 케이블(978)에 의해 수직축 터빈의 컨트롤 박스에 연결될 수 있다.
- [121] 도 11a 내지 도 11c는 도 9의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛의 또 다른 일 실시예를 설명하기 위한 도면들이다.
- [122] 도 11a 및 도 11b를 참조하면, 본 실시예의 복합 블레이드 유닛은 카세트(910a), 원심회전축(930), 제1 블레이드(950), 제1 자석 부재(971), 제2 자석 부재(973), 제3 자석 부재(975), 제2 블레이드(990), 및 스톱퍼(982)를 구비한다.
- [123] 본 실시예에서 원심력 대응장치는 제1 자석 부재(971), 제2 자석 부재(973), 및 제3 자석 부재(975)의 조합에 대응된다. 여기서, 제1 자석 부재(971)는 카세트(910a)의 한쪽에 결합 설치되고, 제2 자석 부재(973)는 카세트(910a)의 또 다른 한쪽에 결합 설치되며, 제1 자석 부재(971)와 다른 극성을 구비한다. 그리고, 제3 자석 부재(975)는 카세트(910a)에 인접한 제1 블레이드(950)의 일면에 결합 설치된다.

- [124] 도 11a 및 도 11b에서 제1 블레이드(950)의 이동 위치는 참조부호 950a로 나타내고, 제2 자석 부재(975)의 이동 위치는 참조부호 975a로 나타내고 있다.
- [125] 좀더 구체적으로 설명하면, 암(850)에 인접한 제1 자석 부재(971)와 제3 자석 부재(975)의 극성이 다르게 되도록 원심력 대응장치를 구현하면, 제1 블레이드(950)는 원심력이 거의 상실된 상태이거나 운전 초기 또는 운전 정지된 상태에서 서로 다른 극성의 인력에 의해 실질적으로 노멀(Normal) 위치로 서로 당기로 있다가 제1 블레이드(950)에 대한 회전력 또는 원심력이 증가함에 따라 그에 대응하여 제1 블레이드(950)의 뒷전이 제2 자석 부재(973) 측으로 회전할 수 있다. 즉, 원심력이 자석의 인력보다 큰 경우 제1 블레이드(950)의 뒷전은 원심력 방향으로 접혀질 수 있다.
- [126] 그리고, 제2 자석 부재(973)와 제3 자석 부재(975)의 극성이 동일하게 되도록 원심력 대응장치를 구현하면, 제1 블레이드(950)에 대한 원심력이 감소할 때 동일한 극성의 반발력 또는 척력에 의해 제1 블레이드(950)의 뒷전을 원래 위치 즉 제1 자석 부재(971)가 위치한 방향으로 복귀시킬 수 있다. 또한, 제2 자석 부재(973)와 제3 자석 부재(975)의 극성이 동일하게 되도록 원심력 대응장치를 구현하면, 외측 스톱퍼(982)의 전단에서 원심력 방향으로 제1 블레이드(950)가 급격하게 회전하는 것을 완충할 수 있다.
- [127] 내측 스톱퍼(미도시)와 외측 스톱퍼(982)는 제1 블레이드(950a)의 뒷전의 회전 운동을 제한하여 제1 블레이드(950)가 실속 상태로 진행하는 것을 방지한다. 적어도 하나의 스톱퍼(982)는 카세트(910a)의 일면에 돌출된 돌기 형태로 카세트(910a)에 고정 설치된다.
- [128] 전술한 제1 및 제2 자석 부재들(971, 973)는 도 11c에 도시한 바와 같이 카세트(910a)의 일면에 설치된 홈(912)에 각각 삽입된 자석으로 구현될 수 있다. 여기에서, 제1 자석 부재(971) 또는 제2 자석 부재(973)는 원판 형태의 복수의 자석들(914)을 구비할 수 있고, 각 자석 부재의 세기는 자석(914)의 개수에 의해 조절될 수 있다.
- [129] 카세트(910a)의 홈(912)은 카세트(910a)를 두께 방향으로 관통하지 않고 설치되는 것이 바람직하다. 본 실시예에서 카세트(910a)는 제1 블레이드(950a)에 결합된 원심회전축(930)이 삽입되는 관통홀(911)을 구비할 수 있다.
- [130] 이하, 도 8 내지 도 11c를 참조하여 설명한 복합 블레이드 유닛의 작동과정을 좀더 구체적으로 설명한다.
- [131] 도 12a 및 도 12b는 일반적인 받음각을 설명하기 위한 도면들이다.
- [132] 도 12a에 나타난 바와 같이, 기존의 일반적인 수직축 터빈의 블레이드(1210)는 싱글 블레이드로 터빈의 회전축의 연결암과 공력중심각에서 수직으로 연결된다. 이때 붙임각은 “0”이 된다.
- [133] 이렇게 형성된 블레이드는 2열, 3열, 4열, 5열 등이 그 목적에 따라 배열될 수 있다. 현재, 많이 사용되고 있는 배열은 3열이나 4열이 주류를 이루고 있으므로, 도 12a에서와 같이 본 비교예에서는 4열 구조로 나타내었다.

- [134] 블레이드는 회전을 하면서 무한풍속에 의한 벡터와 회전으로 발생하는 상대속도벡터와의 합성벡터가 형성되며, 합성벡터와 블레이드의 시위선간 이루는 받음각을 형성한다.
- [135] 여기에서, 도 12b의 (a) 및 (b)에 나타낸 바와 같이 무한풍속이 상대적으로 상대속도보다 클 경우 받음각은 커지며, 최대 양력 중심은 블레이드 전단으로 이동하고 블레이드 표면 형상으로 무한이 흐르려고 하는 유동 관성의 종류가 흐트러지며 난류가 발생한다. 이것을 실속이라 한다.
- [136] 또한, 상대속도가 무한풍속보다 클 경우 받음각이 원의 접선에 가까워지고 양력의 중심이 뒷전으로 이동되어 양력이 감소한다.
- [137] 또한, 붙임각이 "0"으로 형성된 터빈의 블레이드는 도심의 저풍속에서와 같은 환경에서 주속비(무한풍속대비 블레이드 최외각의 속도비)가 낮음으로 인해 상대적 무한풍속의 벡터 각이 커지기 때문에 양력익의 블레이드에는 양력 인자가 적게 되고, 따라서 기동속도가 빠르지 못하다.
- [138] 또한, 일정속도 이상에서는 즉 주속비가 높아진 단계에서는 상대속도의 벡터가 커서 받음각은 블레이드가 승속할 수 있는 이상적인 각으로 접어들게 되므로 더더욱 승속 속도가 빠르게 된다. 이렇게 터빈의 블레이드는 회전속도가 빠르거나 외부의 풍속이 세거나 회전축의 특정 방위각에 따라 서로 다른 받음각을 가진다.
- [139] 그러므로, 붙임각 "0"의 블레이드를 구비한 터빈에서는 주속비가 높을 때 고속으로 승속할 수 있는 받음각을 가지지만, 상대적으로 저풍속 저회전시에는 받음각이 커져서 승속할 때까지 많은 시간이 소요된다.
- [140] 또한, B지역과 D지역(도 7 참조)에서의 무한풍속 에너지는 초기 기동과 달리 회전체의 회전속도가 증가하면 무한 풍속에 의한 합성벡터를 형성하지 못하고 순수 상대속도벡터만 존재하므로 블레이드의 양력 특성은 작게 된다.
- [141] 이러한 특성과 원리를 토대로 본 발명의 실시예에 따른 수직축 터빈의 작동원리를 좀더 구체적으로 설명한다.
- [142] 도 13 및 도 14는 도 8 내지 도 11c의 수직축 터빈의 복합 블레이드 유닛의 작동 원리를 설명하기 위한 도면들이다.
- [143] 초기 무한풍속이 작을 경우 기존의 붙임각이 '0'인 결합구조는 받음각이 커서 양력특성이 낮고, 따라서 승속에 시간이 많이 소요된다. 따라서, 본 실시예에서는 초기 일정각의 붙임각을 부여한 블레이드를 이용함으로써 받음각을 개선한다.
- [144] 도 13 및 도 14를 참조하면, 본 실시예의 수직축 터빈에서는 카세트(910)에 이중 블레이드 형태로 결합된 제1 블레이드(950) 및 제2 블레이드(990)를 구비한다. 제1 블레이드(950) 및 제2 블레이드(990)는 복합 블레이드 유닛에 대응된다.
- [145] 복합 블레이드 유닛에 있어서, 속도증가 예컨대 원심력에 따른 기하학적 공력의 중심 위치에 원심력 방향으로 제1 블레이드(950)의 앞전이 자체 로테이션 되도록 원심회전축(930)을 설치하여 제1 블레이드(950)의 자체 회전을

가이드하고, 초기 속도와 정격 속도 사이에서 각각의 원심력에 대응하여 제1 블레이드(950)에 회전력을 제공할 수 있는 원심력 대응장치를 제1 블레이드(950)에 결합 설치한다.

- [146] 원심력 대응장치는 일반적으로 통용되는 압축력을 발휘할 수 있는 일련의 기계요소를 구비한 일반적인 압축장치일 수 있으며 대표적으로 압축 스프링, 압축 쇼바 또는 압축 댐퍼, 유압장치, 전기장치(예컨대, 전자변, 모터 등)이 사용될 수 있다(도 8 내지 도 10c의 대응 구성요소 970, 970a, 972, 976 참조). 또한, 일 실시예에서 원심력 대응장치는 영구자석의 응력 장치로 구현될 수 있다(도 11a 내지 도 11c의 대응 구성요소 참조).
- [147] 또한, 원심력 대응장치는 넓은 의미에서 제1 블레이드(950)의 후단에 결합하는 무게추(998)를 더 포함할 수 있다. 무게추(998)는 제1 블레이드(950)의 무게 중심을 제1 블레이드의 뒷전으로 이동시킴으로써 위에서 설명한 압축 스프링, 압축 댐퍼, 유압 장치, 전기 장치, 또는 영구자석의 응력 장치로 구성된 원심력 대응장치의 작동에 의해 제1 블레이드(950)가 자체 회전할 때 제1 블레이드(950)의 회전이 자연스럽게 수행될 수 있도록 한다. 무게추(998)는 제1 블레이드(950)의 뒷전 부분에 별도의 금속성 부재를 부착 또는 삽입함으로써 구현될 수 있다.
- [148] 원심력 대응장치는 블레이드가 회전할 때 바람 방향에 대한 회전 구역과 회전 속도에 따라 다중 받음각이 형성되도록 제1 블레이드(950)를 자체 회전시킨다. 이러한 구성에 의하면, 기존의 고정형 불임각 터빈에 비해서 월등한 승속 특성을 나타낼 수 있다.
- [149] 또한, 스톱퍼(Stopper) 또는 엔드 스톱퍼(End stopper)(도 11a의 982 참조)는 제1 블레이드(950)가 스톱퍼의 위치까지 도달하는 회전력에서 수직축 터빈이 실속 또는 정지 속도로 가지 않고 정격출력을 유지할 수 있도록 작용한다. 즉, 스톱퍼는 정격출력 제어모드용으로 이용될 수 있다. 한편, 기존의 일반적인 터빈의 경우, 블레이드의 받음각이 실속의 각이거나 “0”의 각을 형성함으로써 일반적인 터빈에서 명시하는 정지(Cut out) 속도에서 브레이크를 작동해야 하지만, 본 실시예의 경우는 스톱퍼에 의해 자동 제어될 수 있다.
- [150] 본 실시예에 의하면, 회전력 또는 원심력에 비례하여 원심력 대응장치의 압축력과 관계된 수축으로 받음각이 “0”에 가깝게 되어 양력이 감소하고 속도가 감소될 수 있다.
- [151] 또한, 이러한 특성을 갖는 제1 블레이드(950)를 카세트(910)의 내측에 설치하고, 제1 블레이드(950)와 동일하거나 유사한 제2 블레이드(990)를 위에서 규정한 블레이드 유닛 설정 방법에 의하여 카세트(910)의 외측에 설치하면서, 제1 블레이드(950)의 불임각이 제2 블레이드(990)의 불임각보다 크게 하고, 터빈의 회전축에서 회전 방향으로 볼 때, 제1 블레이드(950)의 위상이 제2 블레이드(990)의 위상보다 앞서게 위치시킴으로써, 항력 인자에 의한 회전 벡터의 평균값이 플러스 방향으로 작용하게 할 수 있다.

- [152] 전술한 본 실시예의 수직축 터빈의 구성에 의한 기대효과는 다음과 같다.
- [153] 도 15 및 도 16은 도 8 내지 도 11c의 수직축 터빈의 작용효과를 설명하기 위한 도면들이다.
- [154] 속도가 증가한 터빈에서는 무한풍속인 외부 에너지가 터빈의 속도증가에 의한 바람벽에 막혀 B지역 또는 D지역으로 전달되지 않는 현상으로 B지역이나 D지역은 A지역이나 C지역에서의 회전 토크에 의한 관성만 존재하고 받음각은 원의 접선에 일치하므로 양력은 낮게 된다. 즉, 도 15의 (a)에 도시한 바와 같이 불임각“0”에서는 미소양력이 발생하고, 도 15의 (b)에 도시한 바와 같이 불임각이 일정각 예컨대 “16”에서는 이상적 받음각이 생성되어 높은 양력이 발생한다. 따라서, 본 실시예에 의하면, 내측의 제1 블레이드(950)의 불임각으로 외측의 제2 블레이드(990)에 유도 벡터가 형성되어 받음각이 개선될 수 있다.
- [155] 이와 같이, 본 실시예의 복합 블레이드 유닛은 B지역과 D지역에서 불임각에 의한 받음각이 일반적인 터빈에 비해서 높아져 양력 특성이 좋아진다.
- [156] 특히, 외측의 제2 블레이드(990)에 비해 상대적으로 높게 형성된 내측의 제1 블레이드(950)의 불임각으로 인해 블레이드 유닛의 후단 부위의 후류 일부는 제2 블레이드(990)의 받음각에서 공기 흐름을 증대시키고 전체적으로 제1 및 제2 블레이드들(950, 990)을 연결하는 현상을 발생시키므로 유효 단면적이 증가하는 특성이 나타나 전체적으로 양력 특성이 높아지는 효과를 얻을 수 있다.
- [157] 또한, 외측과 내측의 제1 및 제2 블레이드들(950, 990)의 불임각을 다르게 하는 것은 동일 회전축 암(850)에서 제1 블레이드(950)가 회전 방향으로 위상이 앞서므로 앞선 위상 및 내측으로의 반지름에 따른 선속도를 보정하기 위한 것이다. 그것은 B지역과 D지역의 양력 특성 개선과 A지역과 C지역에서 특히 약 67° 및 292° 근방에서 제1 및 제2 블레이드들(950, 990)의 회전 토크를 동시에 최대로 하는 효과를 얻을 수 있다.
- [158] 본 실시예에 의하면, 회전축을 중심으로 제1 블레이드(950) 및 제2 블레이드(990)를 실질적으로 평행하지 않게 배치함으로써 회전 속도에 따라 블레이드 유닛에 적절한 받음각의 변화를 제공할 수 있다.
- [159] 한편, 도 16에 나타낸 바와 같이, 더블 3열은 에너지 밀도가 높은 수평면에서 동일 개수의 싱글 6열 블레이드 타입보다 한층 더 기하학적으로 구성되며, 싱글 4열, 싱글 5열 등의 다른 블레이드 구조를 갖는 터빈의 토크에 비하여 무한풍속이 B지역과 D지역으로 전달되는 양이 존재함으로 최대 토크 포인트(Max torque point)가 4개소에서 발생한다. 따라서, 본 실시예에서는 더블 3열 구조로 복합 블레이드 유닛을 배치한다.
- [160] 물론, 전술한 이중 3열 구조의 복합 블레이드 유닛은 일 실시예에 따른 것으로서 에 또 다른 일 실시예에서 복합 블레이드 유닛은 2중 4열 구조나 3중 3열 구조, 또는 3중 4열 등과 같은 블레이드 유닛으로 구현될 수 있다.
- [161] 본 실시예의 복합 블레이드 유닛을 구비한 수직축 터빈은 단순 구조의 이중

블레이드를 구비한 기존의 수직축 터빈과 대비할 때 다음과 같은 이점을 가진다. 이러한 차이는 수직축 터빈의 성능 및 효율의 차이를 수반한다.

- [162] 1. 블레이드 배열에 있어 외측의 날개(제2 블레이드에 대응)보다 내측의 날개(제1 블레이드에 대응)가 회전축 중심에서 회전 방향으로 일정각의 앞선 위상을 갖는 배열을 구비한다.
- [163] 2. 외측의 날개를 기준으로 내측의 날개 위치 또는 반경은 최대 캠버의 약 1배 이상의 거리를 가진다.
- [164] 3. 외측의 날개와 내측의 날개는 기계구조학적 불임각이 다르며 내측의 날개는 외측의 날개보다 더 큰 각을 형성한다.
- [165] 4. 내측 날개와 외측 날개에 의해 형성되는 불임각이 다르다.
- [166] 5. 불임각이 다름으로 내측 날개와 외측 날개의 벡터가 달라 동일 방위각에서 받음각이 같아진다.
- [167] 6. 전 구간에서 간섭 부위가 없다.
- [168] 7. B지역과 D지역에서 불임각이 “0”일 때 이상적인 받음각이 작지만, 불임각이 있을 경우 B지역과 D지역에서 받음각이 개선되어 출력이 향상된다.
- [169] 8. 내측 또는 외측 날개의 플랩(Flap) 기능으로 상한속도 제어 기능을 가진다.
- [170] 9. 2개 이상의 블레이드를 조합(복합 블레이드 유닛에 대응)할 경우 회전 반경의 회전면 방향으로 배열되므로 블레이드의 유효 면적을 넓힐 수 있다.
- [171] 10. 전후진 배열에 의한 내측 날개의 후류 유동이 외측 날개의 인입측에서 공기 밀도를 높게 하고 일부 층류에서 박리되는 후류의 벡터는 후단의 외측 날개의 받음각 개선에 도움이 되며 전단에서 흐른 유동이 후단의 외측 날개의 층류로 이어져 전체적으로 표면적이 큰 효과를 발생시켜 양력 특성을 개선시킨다.
- [172] 11. 초기 회전 방향으로 전진 배치된 즉, 위상이 앞서는 내측 날개의 위치 및 불임각으로 항력 벡터가 증가하여 초기 기동 및 저풍속에서 탁월한 성능을 나타낸다.
- [173] 한편, 블레이드는 제작 당시 고유 시위 길이 또는 폭으로 압출 또는 사출 제작된다. 그런데, 풍력 터빈의 제작에 있어 블레이드의 시위 길이는 중요한 설계인자로 다루어진다. 그러므로 일정 비율의 시위 길이는 터빈 용량을 결정 짓는 중요한 인자로서 단일 시위로 제작할 수 있는 최대 용량도 시위 길이에 의해 결정될 수 있다.
- [174] 다시 말해, 일정 값을 갖는 특정 블레이드의 시위 길이로 제작할 수 있는 터빈은 한계가 있다. 이것을 고려하여, 본 발명의 또 다른 일 실시예에서는 단일 블레이드를 회전면에 따라 나열되는 형상으로 2배, 3배 등의 시위 길이를 갖는 단일 블레이드 형상을 다중 받음각을 갖는 구조로 구성함으로써 동일한 효과를 얻을 수 있다.
- [175] 다음은 전술한 본 실시예의 복합 블레이드 유닛을 구비하는 양방향 적층식 수직축 터빈에 대하여 설명한다. 다만, 양방향 적층식 수직축 터빈을 설명하기에 앞서 양방향 수직축 발전기를 제조할 때 고려해야 하는 사항을 먼저 설명한다.

- [176] 도 17은 비교예에 따른 풍력 발전 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 18은 또 다른 비교예에 따른 풍력 발전 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [177] 발전기에서 전기를 유도하기 위한 방법에는 코일이 있는 회전자를 고정하고 자석이 있는 계자를 회전시키는 방법과 그 반대인 계자를 고정하고 회전자를 회전시키는 두 가지 방법이 있다. 그런데, 양방향 발전기에서는 이 회전자 및 계자를 서로 반대방향으로 회전시켜 도체인 코일과 자속이 분포되어 있는 자계 내 도체와의 상대속도를 2배로 증가시켜 유기기전력을 2배 이상으로 발생시키는 원리를 이용한다.
- [178] 예컨대, 수평축의 양방향 발전기(1700)는 도 17에 도시한 바와 같이 수평형 터빈의 날개에 해당하는 가상의 공기 흐름 유동관내에서 유입되는 공기의 총에너지를 전단의 블레이드에서 1차 전기에너지(V2)로 변환하고 그 후류의 에너지를 후단의 블레이드에서 에너지(V4)를 흡수하는 방식으로 구성되어 있다.
- [179] 이것은 인입 풍속의 총 에너지를 1차 및 2차 블레이드에서 분산 흡수하기 때문에 결국 1개의 블레이드에서 얻은 에너지 총량과 같은 양의 에너지를 생산하게 되며, 따라서 이러한 양방향 발전기에서는 블레이드의 상호 역회전만으로 효율을 2배로 증대시킬 수는 없다.
- [180] 예를 들면, V1으로 무한풍속이 인입될 때, V2, V4의 블레이드에서 흡수할 수 있는 이론적 에너지의 최대값은 손실을 무시한 경우 베츠 이론 또는 베츠 상수에 의해 무한 풍속의 에너지(V1)의 59.3%에 불과하고 V5의 값은 결국 V1의 40.7%가 된다. 즉, $V5 = V1 - (59.3\%)$ 가 된다.
- [181] 따라서 V2와 V4에서 흡수하는 에너지는 이론적 최대값 59.3%를 양분해서 에너지를 발생시킨다.
- [182] 한편, 도 18에 도시한 바와 같이, 양방향 수직형 터빈(1800)은 각각의 터빈에 무한풍속 에너지(V1, V1')가 작용하고 일정 면적을 갖는 터빈의 기계적 출력에 의한 토오크가 각 터빈을 통해 회전자 및 계자에 회전운동에너지로 전달되어 출력을 2배 이상 증가시킬 수 있다.
- [183] 즉, 상부 및 하부 터빈에 독립적으로 에너지가 유입되어 회전자 및 계자에 동일한 회전 토오크가 발생된다면 2배 이상의 전기적 출력을 발생할 수 있다.
- [184] 이를 식으로 나타내면, 수학식 1과 수학식 2와 같다.
- [185] [수학식 1]
- [186] $V2 = V1 \times 59.3$
- [187] [수학식 2]
- [188] $V2' = V1' \times 59.3$
- [189] 하지만, 위에서 언급하였듯이 수직형 양방향 터빈의 기동(Cut in)시 회전자자 코일에 전류가 흐르게 되면서 동시에 그 전류에 의하여 자속이 발생하고, 회전자는 순간적으로 전동기의 회전자와 같은 상태가 되며 상대적 역토오크에 의하여 반대측 계자를 당기는 힘을 발생시킨다. 이러한 현상을 전기자 반작용이라 한다.

- [190] 따라서, 양방향 발전기의 초기 기동시 상부 터빈의 일부가 예컨대 시계방향으로 회전할 때 하부 터빈이 고정 장치에 의하여 고정되지 않을 경우 위와 같은 현상에 의하여 하부 터빈도 같은 방향으로 끌려가는 현상이 발생하고 이러한 현상은 바람이 유입되는 전구간에서 연속적으로 나타나며 결국 양방향 발전기의 역할을 할 수 없게 된다.
- [191] 또한, 수직축에서 시간에 따라 상부 또는 하부 어느 한쪽에만 작용하는 힘에 의하여 터빈이 회전할 때 반드시 반대측 터빈은 역회전할 수 있는 수평 영역에 있거나 고정되어 있어야만 하고 그렇지 않을 경우 오히려 독립 터빈(싱글) 발전기보다 못한 형상이 될 수도 있다.
- [192] 이와 같이 수평축 양방향 발전기에 비해서 수직축 양방향 발전기는 에너지 발생 효율이 높음에도 불구하고 양방향 구동을 구현하기 위한 구조적 문제로 인하여 실용화가 느려지고 있다. 따라서, 이하의 설명에서와 같이 본 발명의 또 다른 실시예에서는 복합 블레이드 유닛을 이용하여 실용화 가능한 고효율의 수직축 양방향 발전기를 제공한다.
- [193] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 수직축 터빈을 구비하는 양방향 적층식 수직축 터빈에 대한 개략적인 사시도이다. 도 20은 도 19의 양방향 적층식 수직축 터빈의 부분 확대 사시도이다.
- [194] 도 19에 나타낸 바와 같이, 양방향 적층형 수직축 터빈(1900, 이하 간단히 양방향 수직축 터빈이라 한다)은 다중 받음각(Angle of attack) 기능이 있는 복합 블레이드 유닛을 각각 구비하는 복수의 수직축 터빈들(1910 ~ 1960), 각 수직축 터빈의 상하측에서 각각의 수직축 터빈을 지지하는 지지삼각대(1904a, 1904b), 각 수직축 터빈의 한 쌍의 지지삼각대(1904a, 1904b)를 연결하는 지지봉(1906), 각 수직축 터빈의 지지봉(1906)을 연결하는 커플링부재(도 20의 1906a 참조), 및 양방향 수직축 터빈의 하부를 지지하는 지지대(1902)를 포함한다. 지지삼각대, 지지봉, 커플링부재, 및 지지대 각각은 설명의 편의상 간단히 지지체로 언급될 수 있다.
- [195] 본 실시예에서, 복수의 수직축 터빈들(1910 ~ 1960)은 두 개씩 쌍을 이루며 대략 수직 방향으로 3열 적층된 구조를 구비한다. 이하, 양방향 수직축 터빈의 기본 구성이 되는 한 쌍의 수직축 터빈들에 대한 설명한다.
- [196] 즉, 각 쌍의 수직축 터빈들은 제1 방향으로 회전하는 복합 블레이드 유닛을 구비한 상부 터빈과 제1 방향과 반대 방향인 제2 방향으로 회전하는 복합 블레이드 유닛을 구비한 하부 터빈으로 구성된다. 다시 말해서, 3개의 양방향 수직축 터빈은 실질적으로 동일한 구성 및 형태를 구비하므로 그 중 어느 한 쌍의 수직축 터빈들 예컨대 상부 터빈(1940) 및 하부 터빈(1930)을 중심으로 설명하기로 한다.
- [197] 발전기는 회전자 또는 계자측 어느 한쪽이 고정되어 외부의 기계적 회전 동력으로 자계 내의 도체를 이동시켜 자속을 끊는 속도에 따라 유기기전력을 발생시키는 장치이다. 발전기의 출력을 결정하는 요소는 자속 밀도, 도체의

유효길이, 도체가 자속을 단속시키는 속도에 의하여 정해진다. 여기서, 자속 밀도와 도체의 길이는 제작 당시 정격 설계치에 의하여 일정값으로 정해지고 자속을 끊는 도체의 회전속도는 결국 발전기의 가변적 출력에 기인한다. 단방향 발전기와 달리 양방향 발전기는 회전자와 계자의 회전을 독립적으로 하여 상호 역방향 회전한 가속의 힘으로 속도를 배가시키는 결과로 발전기의 출력 특성을 향상시킨다. 따라서, 본 실시예의 양방향 수직축 터빈에서는 발전기의 회전자와 계자에 각각 결합된 상부 터빈 및 하부 터빈의 독립 회전 구조를 개선함으로써 터빈의 성능 및 효율을 높인다.

- [198] 도 20을 참조하여 좀더 구체적으로 설명하면, 양방향 수직축 터빈(1900)은 부 터빈 회전축(2004)에 결합되는 상부 복합터빈 카세트 유닛(2000d), 상부 터빈 하부 베어링 하우스(2010), 상부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트(2020), 발전기 모듈부(2030), 출력슬립링(2040), 하부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트(2050), 지지체(1904a, 1904b, 1906), 및 또 다른 부 터빈 회전축(2003)에 결합하는 하부 복합터빈 카세트 유닛(2000c)을 구비한다. 상부 및 하부 복합터빈 카세트 유닛들(2000d, 2000c) 각각은 전술한 복합 블레이드 유닛에 대응된다.
- [199] 본 실시예에서는, 회전자와 동일한 회전축에 결합된 상부 연결 커플링에 의하여 상부 터빈(1940)이 시계 방향으로 회전할 때 하부 터빈(1930)이 프리(Free) 상태로 있을 경우 즉 수풍 영역이 아닐 경우, 전기자 반작용에 의하여 같은 방향으로 끌려가는 현상을 방지하기 위하여, 하부 터빈(1930)의 회전축(2003)에서 연장된 동일 회전축에 하부 터빈(1930)의 회전을 원활하게 하는 상부베어링 및 하부베어링(하부 터빈의 상하부 베어링)과 별도로 하부 터빈(1930)의 상부베어링 윗단 회전체 지지삼각대(지지체; 1904a) 위에 원웨이 클러치를 삽입 설치한다. 원웨이 클러치는 한쪽 방향으로만 회전하고 반대 방향의 힘에서는 잠김 기능을 수행한다.
- [200] 이러한 구조에 의하면, 상부 터빈(1940)이 시계 방향으로 회전할 때 원웨이 클러치의 베어링에 의하여 원웨이 클러치의 외륜이 지지체에 고정되고 내측은 발전기의 계자측에 연결되어 전기자 반작용에 의한 발전기 계자가 회전자인 상부 터빈(1940)의 시계 방향 회전에 대하여 잠김 기능을 수행함으로써 계자측 회전축이 지지체에 고정된 것과 같이 작동할 수 있다.
- [201] 이후, 하부 터빈(1930)이 수풍 영역에 접어들면 원웨이클러치의 베어링은 순풍방향(예컨대, 시계 반대 방향)으로 회전할 수 있으므로 양방향 발전기의 기동문제를 해결할 수 있다.
- [202] 본 실시예에서, 상부 원웨이 클러치 또는 하부 원웨이 클러치는 각각 전자 클러치와 함께 상부 또는 하부 원웨이 클러치 및 전자 클러치 세트(2020, 2050) 내에 일체로 구성되어 있다. 전자클러치는 일반적으로 통용되는 장치로 상세한 동작원리는 생략한다.
- [203] 본 실시예에서는 상부 터빈(1940)과 하부 터빈(1930) 사이에 상부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트(2020)와 하부 원웨이클러치 및 전자클러치

세트(2050)를 설치하고, 상부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트(2020)와 하부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트(2050) 사이에 발전기 모듈부(2030)와 출력슬립링(2040)을 설치한다.

- [204] 본 실시예의 양방향 수직축 터빈에 있어서, 상부 및 하부의 각 전자클러치는 양방향 발전기의 특성상 단방향 발전기에 비해서 전기자와 계자가 교차하는 상대속도가 2배가 되므로 일정 속도로 회전속도(RPM)를 제어할 필요가 있으며, 상부와 하부를 동시 또는 개별 작동가능하도록 전기제어적 프로그램 콘트롤러가 포함될 수 있다. 즉, 상부 및 하부의 각 전자클러치에는 상부와 하부를 동시 제어기능, 상부 단독 제어 기능, 하부 단독 제어 기능 등이 포함될 수 있다.
- [205] 본 실시예의 상부와 하부 터빈들(1940, 1930)은 기계 구조학적으로 복합 블레이드 유닛에서 정지(Cut-out)없이 일정 속도로 제어될 수 있으나 기계적 결합 내지 파손에 의한 비상 장치로 전기적으로 브레이킹(Breaking) 할 수 있는 기능을 구비할 수 있다.
- [206] 이와 같이, 전술한 실시예에 따르면, 복합 블레이드 유닛을 구비한 양방향 풍력 발전기가 2개 이상 복층으로 적층된 양방향 적층식 수직축 터빈을 제공할 수 있다.
- [207] 전술한 본 발명의 실시예들에 의하면, 다음과 같은 작용효과가 있다.
- [208] 1. 다중 받음각(Multi angle of attack)을 가지는 복합 블레이드 터빈 기술을 제공할 수 있다.
- [209] 2. 다중 블레이드 결합에 의한 유효 단면적 확대기술을 제공할 수 있다.
- [210] 3. 이중 불임각 형성에 의한 특정각에서 합성 최대 양력 발생 기술을 제공할 수 있다.
- [211] 4. 양방향 수직축 터빈에서 정격 파워 유지 모드 장치 기술을 제공할 수 있다.
- [212] 5. 수직축 풍력 발전을 위한 고효율 적층 시스템 기술을 제공할 수 있다.
- [213] 6. 적층형 수직축 터빈에 있어서 양방향 속도제어 기술을 제공할 수 있다.
- [214] 7. 복합 블레이드 유닛을 구비한 양방향 수직축 터빈에 있어서 발전기 탈부착 기술을 제공할 수 있다.
- [215] 한편, 전술한 실시예들에서는 원심력에 의해 폴랩되는 기능이 제1 블레이드에서 구현되는 것을 설명하였지만, 본 발명은 그러한 구성으로 한정되지 않는다. 예를 들면, 본 명세서의 상세한 설명에 기재된 기술적 사상에 기초하여 회전 방향에서 제1 블레이드보다 뒤진 위상을 갖는 제2 블레이드가 폴랩 기능을 구비하도록 구현하는 것은 용이할 것이다. 이 경우, 전술한 실시예들의 제1 블레이드와 제1 블레이드에 결합하는 원심력 대응장치의 구성은 무계추의 구성을 제외하고 제2 블레이드와 제2 블레이드에 결합하는 원심력 대응장치로 대체될 수 있을 것이다.
- [216] 또한, 전술한 실시예에서는 제1 블레이드가 폴랩되는 경우에 무계추가 제1 블레이드의 뒷전 부분에 설치되는 것으로 설명하였지만, 본 발명은 그러한

구성으로 한정되지 않는다. 예컨대, 제2 블레이드가 플랩되는 경우 무게추는 제2 블레이드의 앞전 부분에 설치될 수 있다.

[217] 또한, 전술한 실시예에서는 제1 블레이드가 원심력에 의해 일정 각도 범위 내를 자유로이 이동하며 플랩 동작을 수행하는 구성으로 설명하였지만, 본 발명은 그러한 구성으로 한정되지 않는다. 예를 들면, 제1 블레이드 및 제2 블레이드의 붙임각을 특정각으로 고정될 수 있고, 적어도 제1 블레이드의 붙임각은 바람 방향에 따른 회전 구역과 회전 속도에 따라 적어도 2개 이상의 붙임각으로 변화도록 설치될 수 있다.

[218] 이상에서, 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명을 설명하였으나, 본 발명은 상기의 실시예들에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명은 첨부한 특허청구범위 및 도면 등의 전체적인 기재를 참조하여 해석되어야 할 것이며, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 복합 블레이드 유닛, 상기 복합 블레이드 유닛에 연결되는 압, 상기 압이 연결되는 회전축, 및 상기 회전축을 지지하는 지지체를 포함하며,
상기 복합 블레이드 유닛은,
상기 압에 연결되는 카세트;
상기 카세트에 회전가능하게 결합하는 원심회전축;
상기 원심회전축에 회전가능하게 결합하는 제1 블레이드;
상기 제1 블레이드에 결합하는 원심력 대응장치; 및
상기 카세트에 결합하는 제2 블레이드를 구비하고,
상기 제1 블레이드는 상기 회전축의 회전시 원심력에 대응하여
상기 원심력 대응장치로부터 가해지는 힘에 의해 상기
원심회전축을 중심으로 자체 회전 운동하는 것을 특징으로 하는
수직축 터빈.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 제1 블레이드의 뒷전 또는 앞전에 설치되는 무게추를 더
포함하는 수직축 터빈.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 제2 블레이드는 상기 회전축을 중심으로 회전할 때 회전
방향에서 상기 제1 블레이드보다 앞선 위상을 가지는 수직축 터빈.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
상기 제1 블레이드는 상기 회전축을 중심으로 회전할 때 회전
방향에서 상기 제2 블레이드보다 앞선 위상을 가지는 수직축 터빈.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 원심력 대응장치는 압축 스프링, 압축 댐퍼, 유압 장치,
전자밸브, 모터, 영구자석의 응력 장치, 또는 이들의 조합을
포함하는 것을 특징으로 하는 수직축 터빈.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 원심회전축을 중심으로 회전하는 상기 제1 또는 제2
블레이드의 회전각을 제한하도록 상기 카세트, 상기 제1 또는 제2
블레이드, 또는 이들 모두에 설치되는 엔드 스톱퍼를 더 포함하는
것을 특징으로 하는 수직축 터빈.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 제1 블레이드 또는 상기 제2 블레이드는 대칭형, 비대칭형,
양력형, 항력형, 또는 이들의 조합 형태의 익형을 구비하는 수직축
터빈.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,

상기 회전축을 중심으로 한 회전 방향에서 상기 제1 블레이드의 위상이 상기 제2 블레이드의 위상보다 앞설 때, 상기 제1 블레이드의 초기 불임각은 상기 제2 블레이드의 초기 불임각보다 큰 것을 특징으로 하는 수직축 터빈.

[청구항 9]

제8항에 있어서,
상기 제1 블레이드의 불임각은 적어도 2개의 특정 각으로 고정되는 것을 특징으로 하는 수직축 터빈.

[청구항 10]

제8항에 있어서,
상기 제1 블레이드의 초기 불임각은 상기 제2 블레이드의 최대 캠버보다 큰 것을 특징으로 하는 수직축 터빈.

[청구항 11]

제10항에 있어서,
상기 회전축에 대한 상기 제1 블레이드의 회전 반경은 상기 제2 블레이드보다 작은 것을 특징으로 하는 수직축 터빈.

[청구항 12]

제1항에 있어서,
상기 복합 블레이드 유닛은 3열, 4열, 5열, 및 6열 중 어느 하나의 등간격 형태로 상기 회전축에 결합하는 것을 특징으로 하는 수직축 터빈.

[청구항 13]

제1항에 있어서,
상기 제2 블레이드에 대한 상기 제1 블레이드의 앞선 거리는 상기 제2 블레이드의 시위선 길이의 2% 이상인 것을 특징으로 하는 수직축 터빈.

[청구항 14]

제1항에 있어서,
상기 회전축으로부터 상기 제1 블레이드와 상기 제2 블레이드 각각의 거리들 간의 차이는 상기 제1 또는 제2 블레이드의 최대 캠버의 1배보다 큰 것을 특징으로 하는 수직축 터빈.

[청구항 15]

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항의 수직축 터빈으로서, 제1 방향으로 회전하는 제1 수직축 터빈, 및 상기 제1 방향과 반대 방향인 제2 방향으로 회전하는 제2 수직축 터빈을 구비하는 제1 양방향 수직축 터빈
을 포함하는 것을 특징으로 하는 양방향 적층식 수직축 터빈.

[청구항 16]

제15항에 있어서,
상기 수직축 터빈으로서, 상기 제1 방향으로 회전하는 제3 수직축 터빈, 및 상기 제2 방향으로 회전하는 제4 수직축 터빈을 구비하는 제2 양방향 수직축 터빈을 더 포함하고,
상기 제1 및 제2 양방향 수직축 터빈들은 상기 제1, 제2, 제3, 및 제4 수직축 터빈들이 기재된 순서대로 수직 방향으로 적층되는 것을 특징으로 하는 양방향 적층식 수직축 터빈.

[청구항 17]

제15항에 있어서,

[청구항 18]

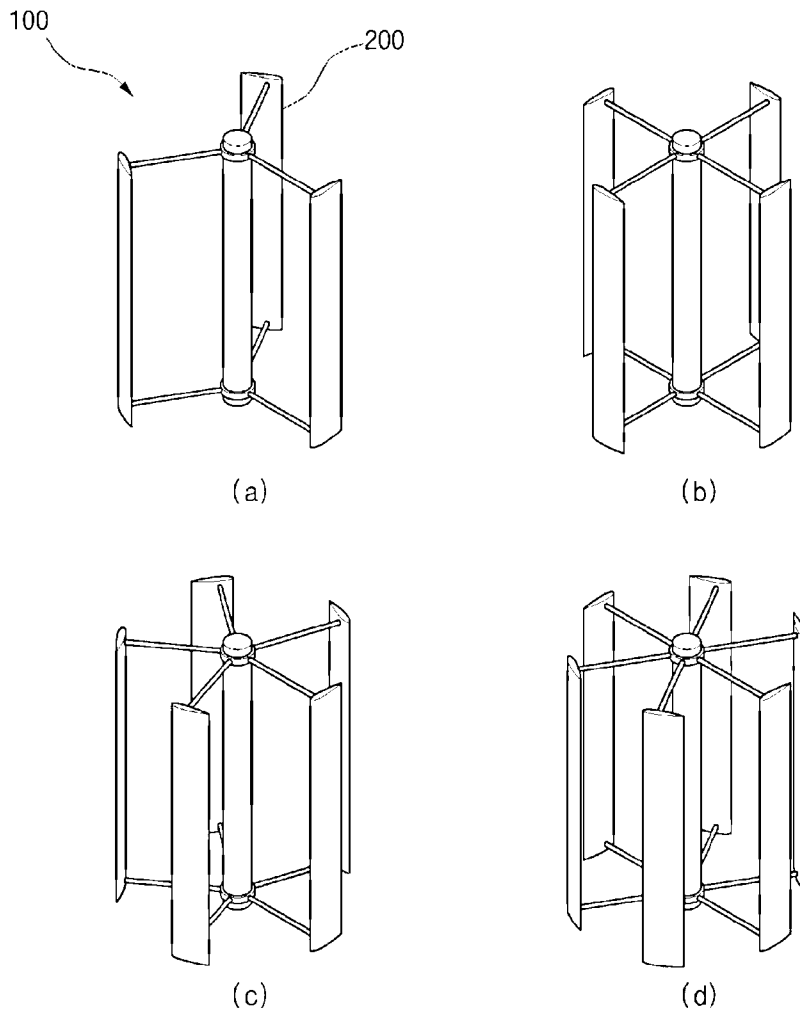
상기 제1 및 제2 수직축 터빈들의 회전축들 사이에서 상기 제1 수직축 터빈에 인접하게 설치되는 상부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트; 및
상기 회전축들 사이에서 상기 제2 수직축 터빈에 인접하게 설치되는 하부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 양방향 적층식 수직축 터빈.
제17항에 있어서,

[청구항 19]

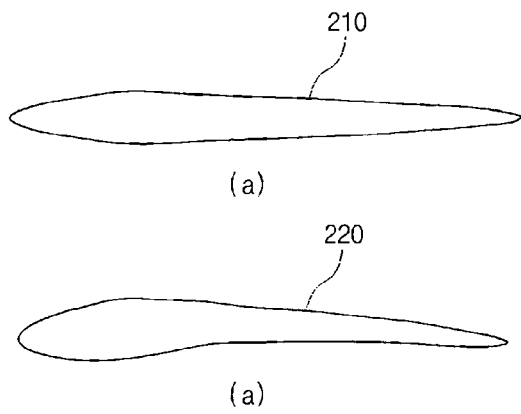
상기 상부 및 하부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트들 사이에 설치되는 발전기 모듈부; 및
상기 발전기 모듈부와 상기 상부 또는 하부 원웨이클러치 및 전자클러치 세트 사이에 설치되는 출력슬립링
을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 양방향 적층식 수직축 터빈.
제15항에 있어서,

상기 제1 수직축 터빈 및 상기 제2 수직축 터빈에 각각 구비되는 복합 블레이드 유닛은 상기 제1 또는 제2 블레이드가 회전 방향 또는 상기 회전 방향의 반대 방향으로 일정각 기운 형태, 또는 연곡된 형태를 구비하거나, 원심력 방향 또는 상기 원심력 방향의 반대 방향인 회전축 방향으로 일정각 기운 형태를 구비하는 것을 특징으로 하는 양방향 적층식 수직축 터빈.

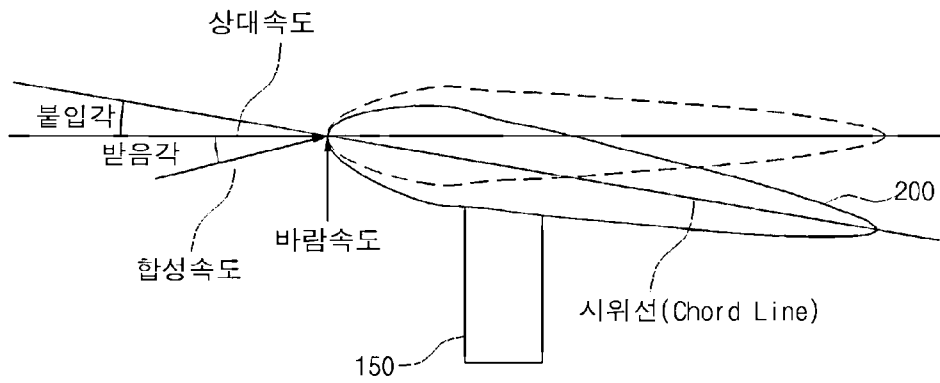
[Fig. 1]



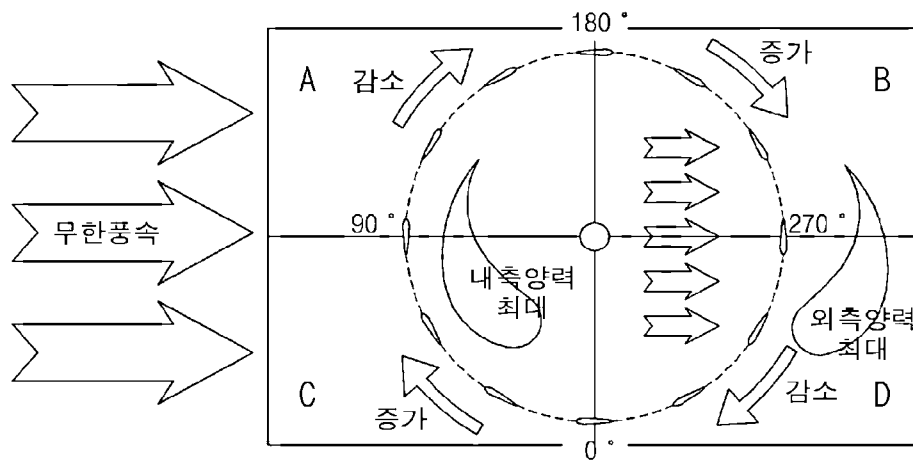
[Fig. 2]



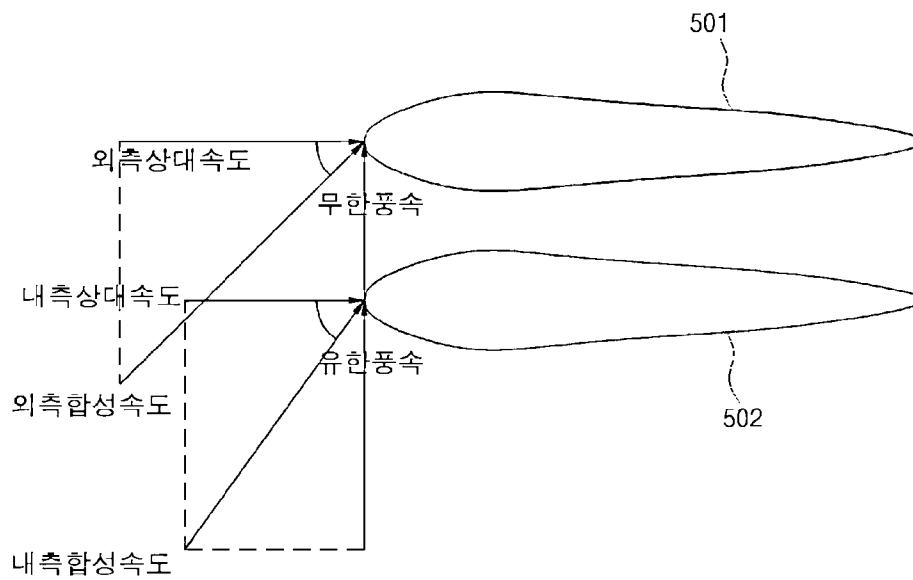
[Fig. 3]



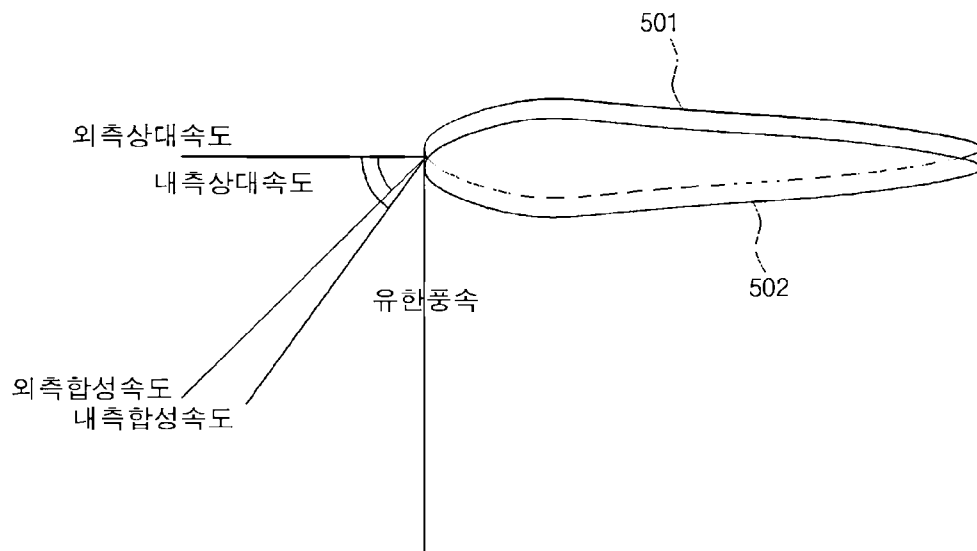
[Fig. 4]



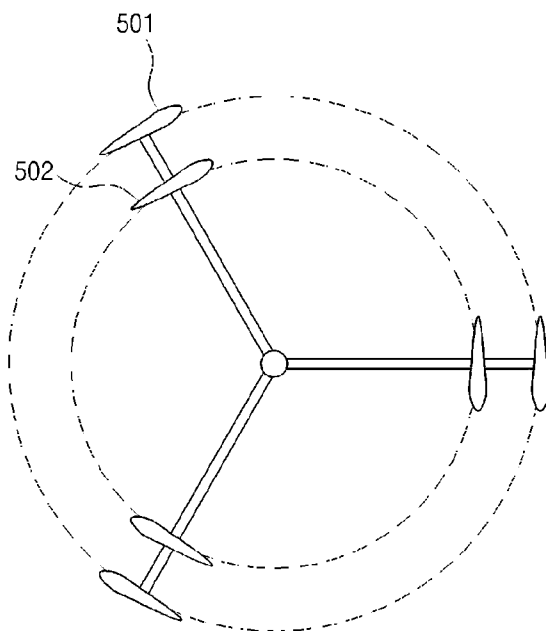
[Fig. 5a]



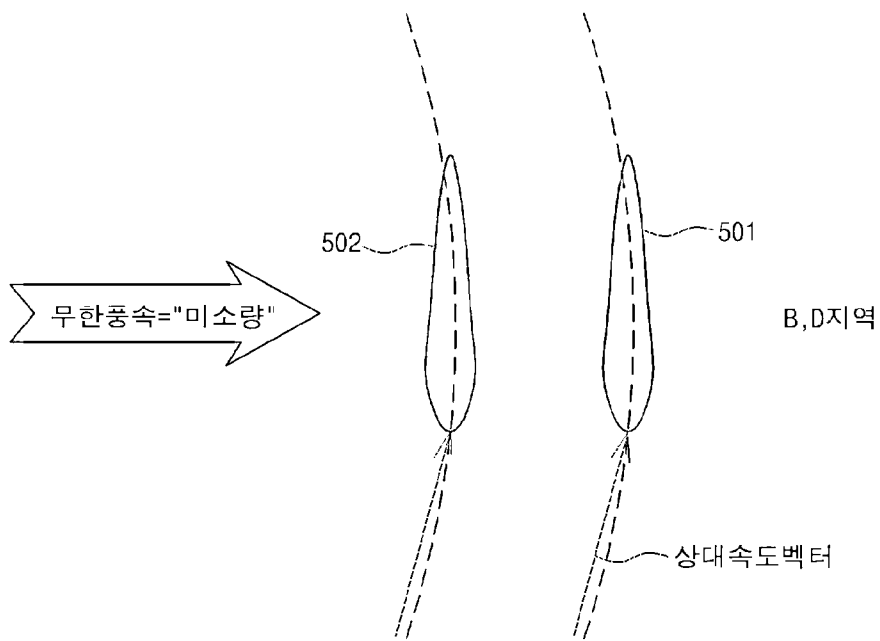
[Fig. 5b]



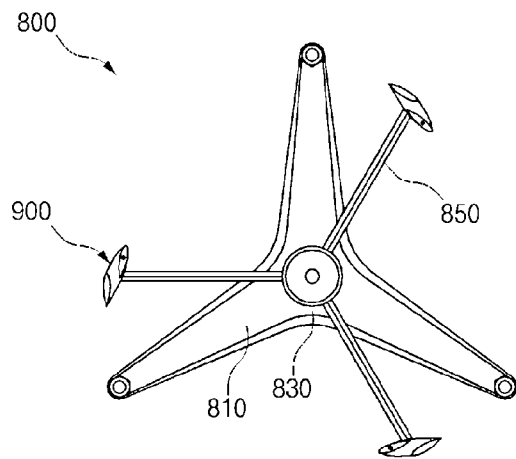
[Fig. 6]



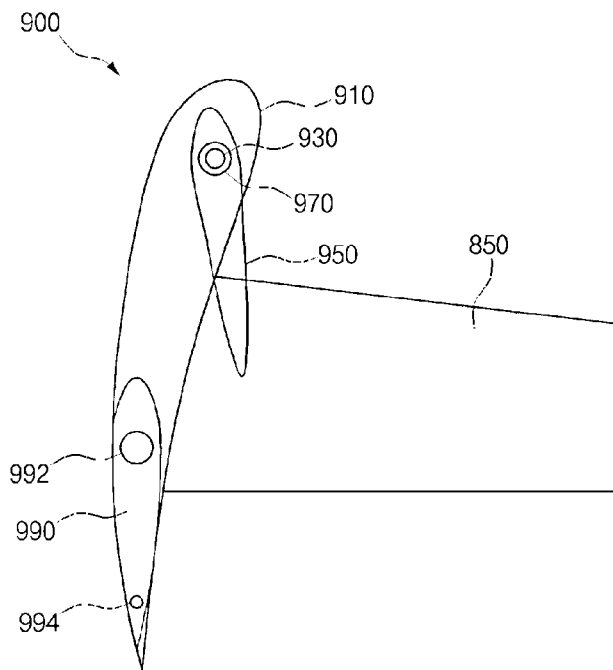
[Fig. 7]



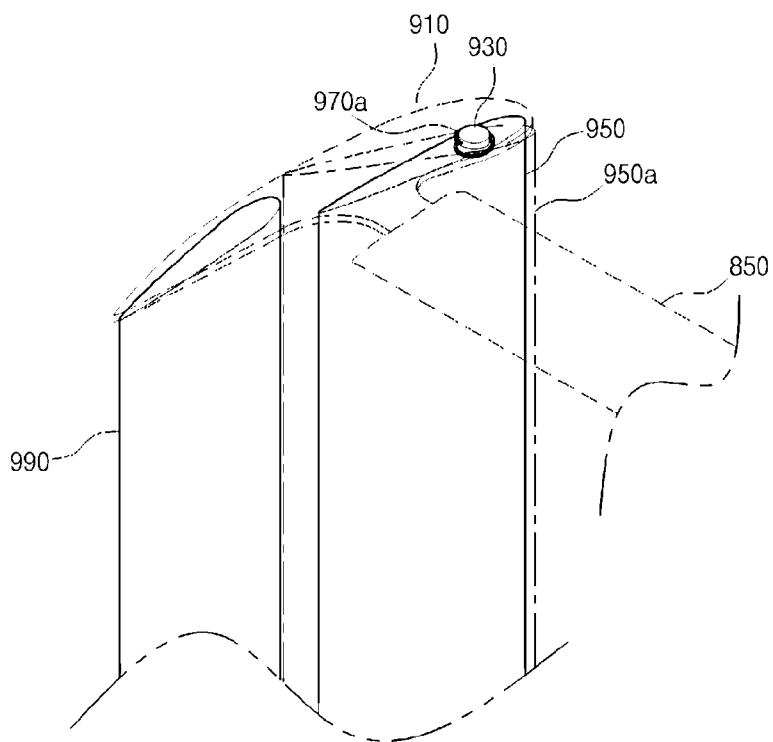
[Fig. 8]



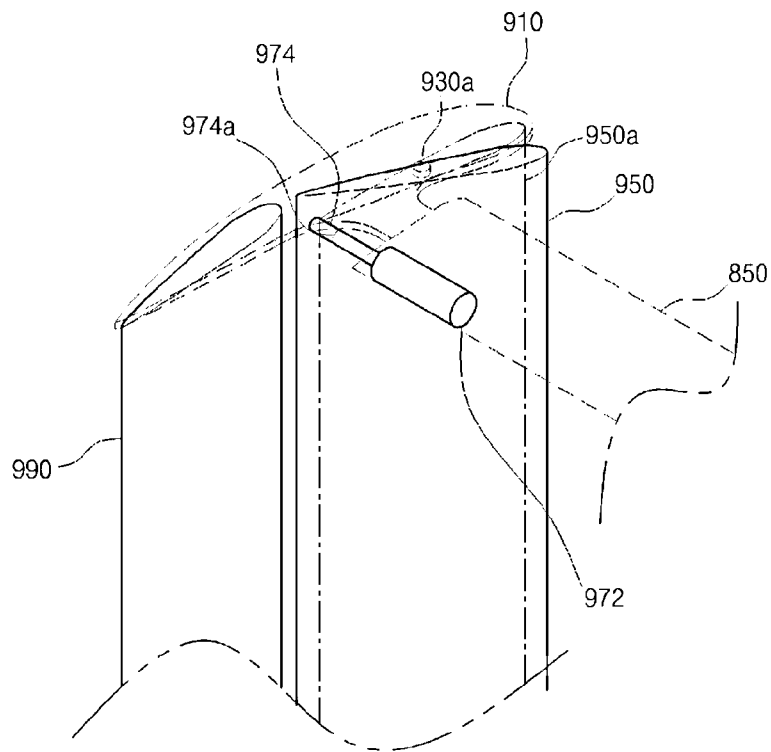
[Fig. 9]



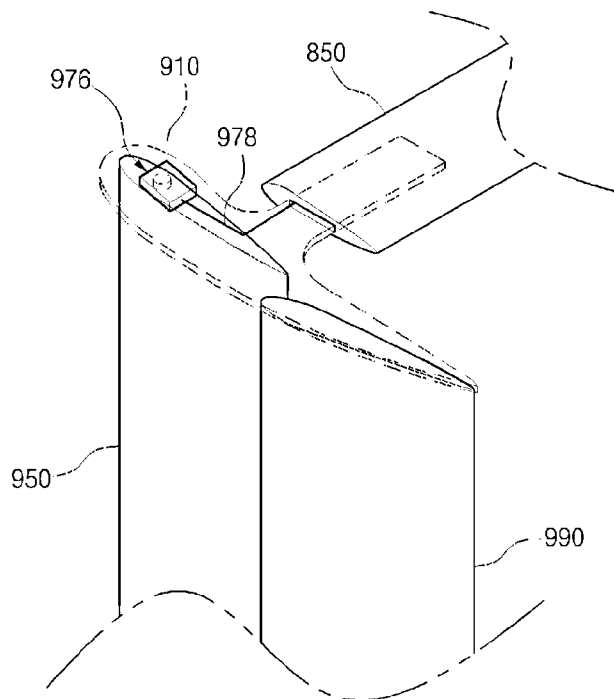
[Fig. 10a]



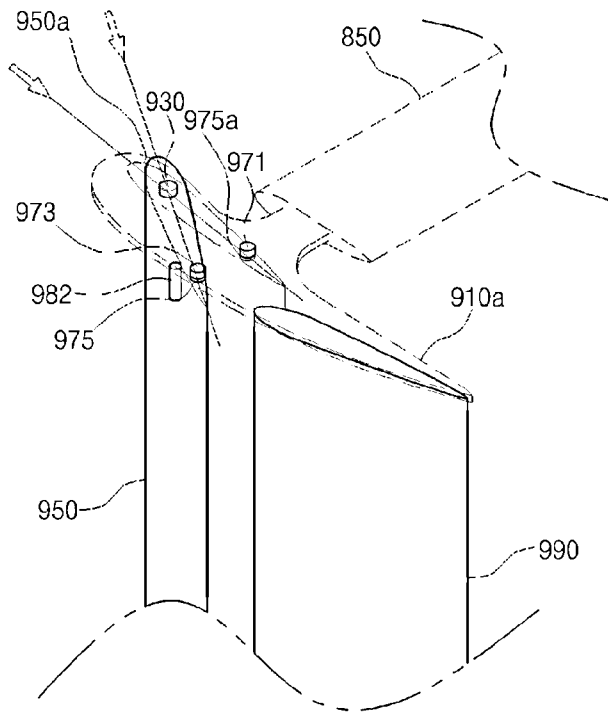
[Fig. 10b]



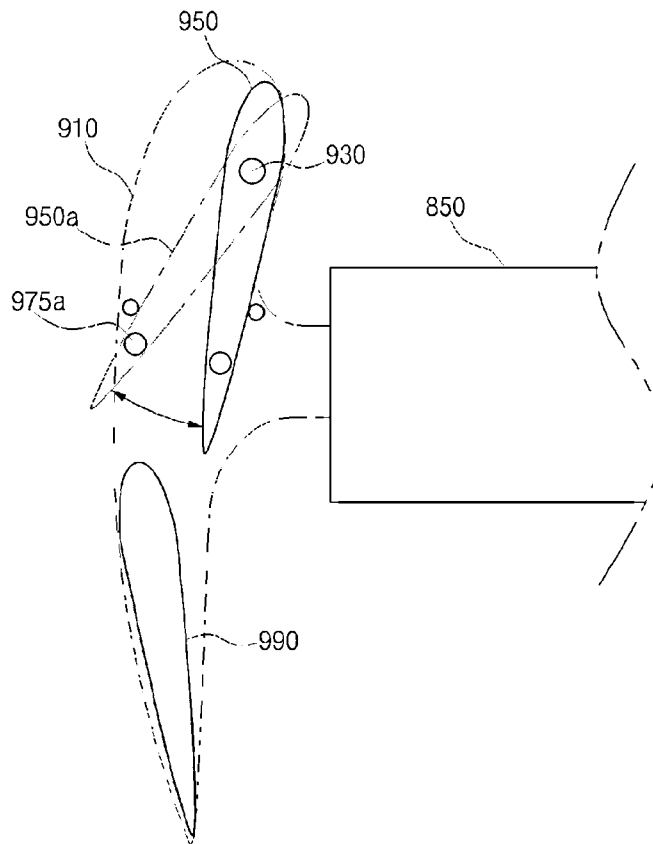
[Fig. 10c]



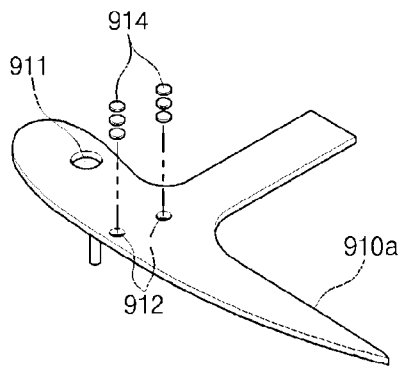
[Fig. 11a]



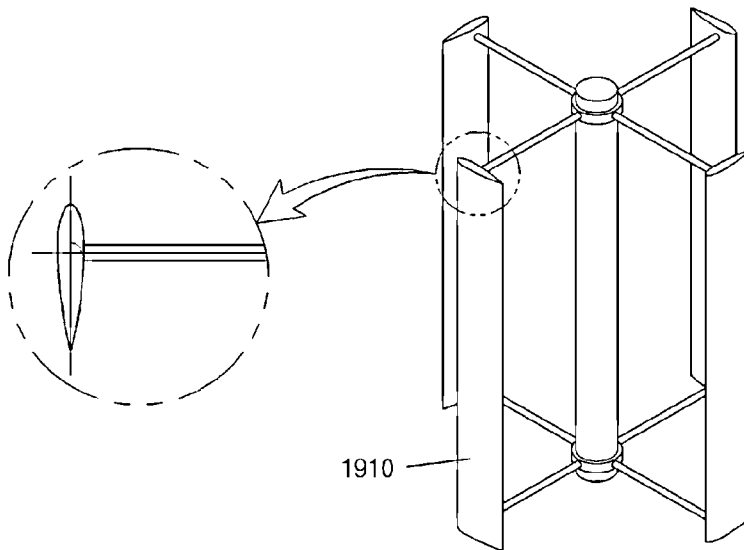
[Fig. 11b]



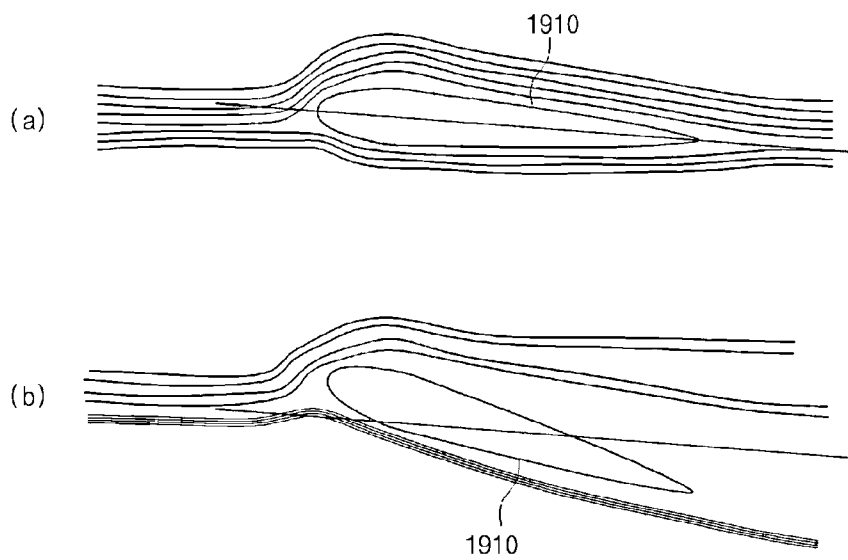
[Fig. 11c]



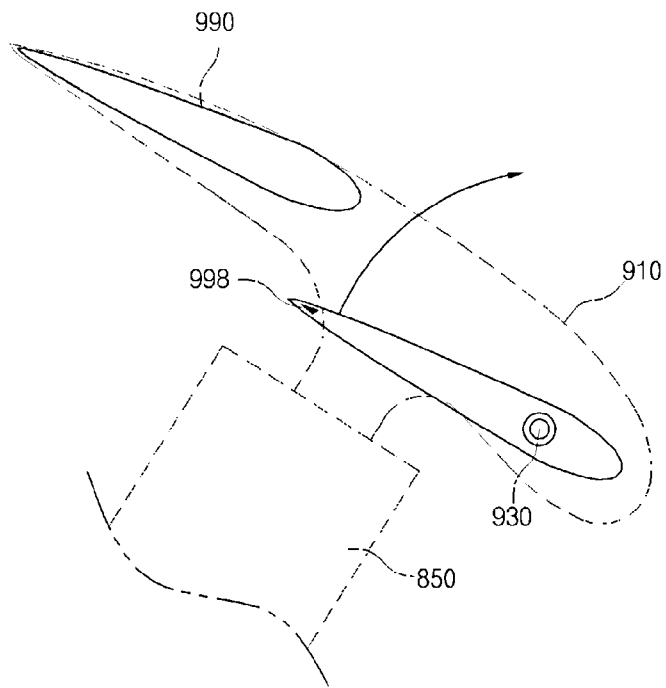
[Fig. 12a]



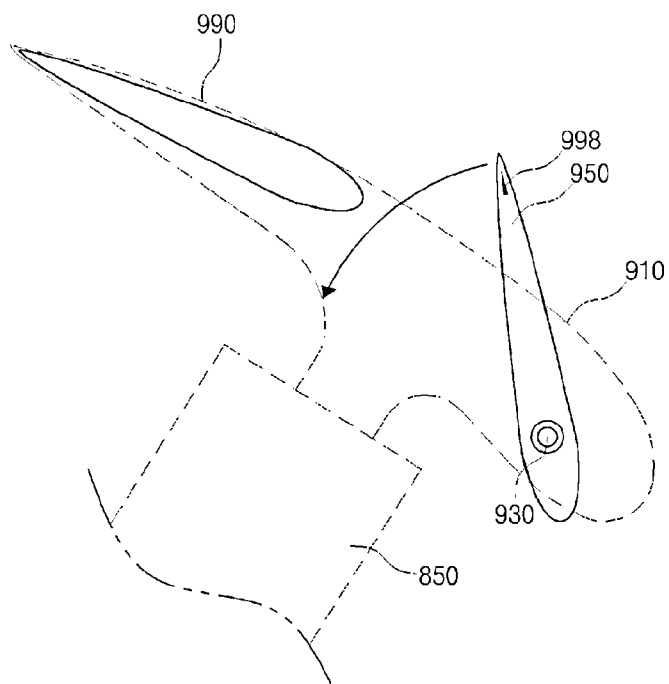
[Fig. 12b]



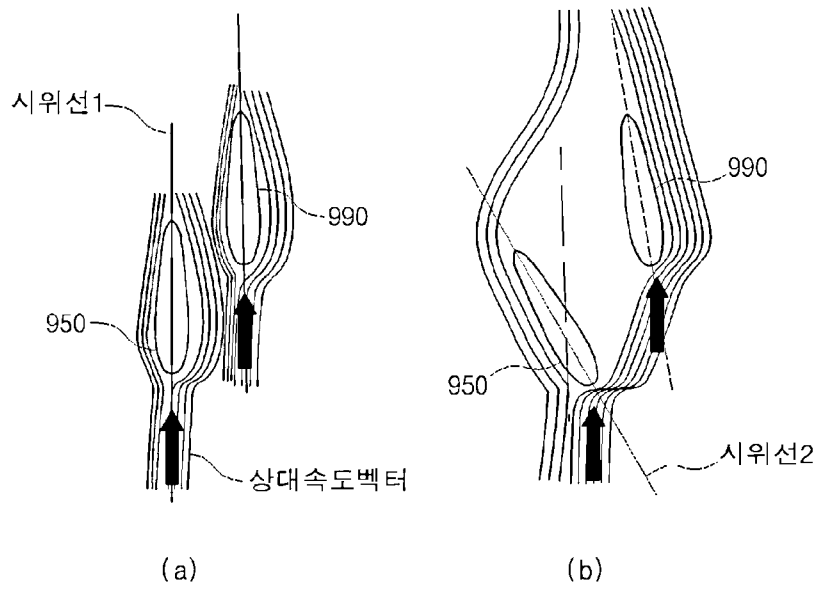
[Fig. 13]



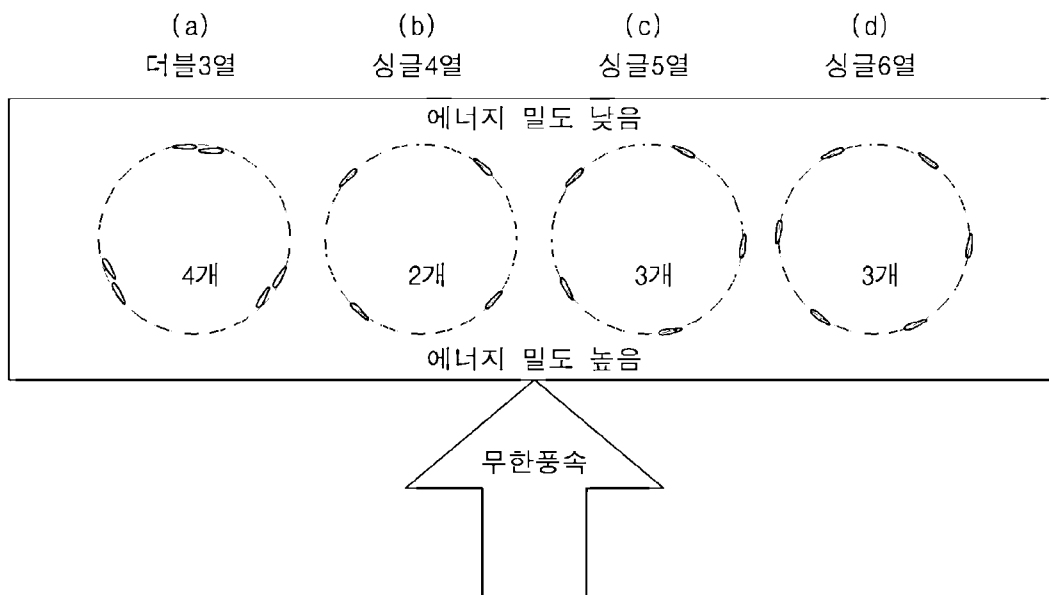
[Fig. 14]



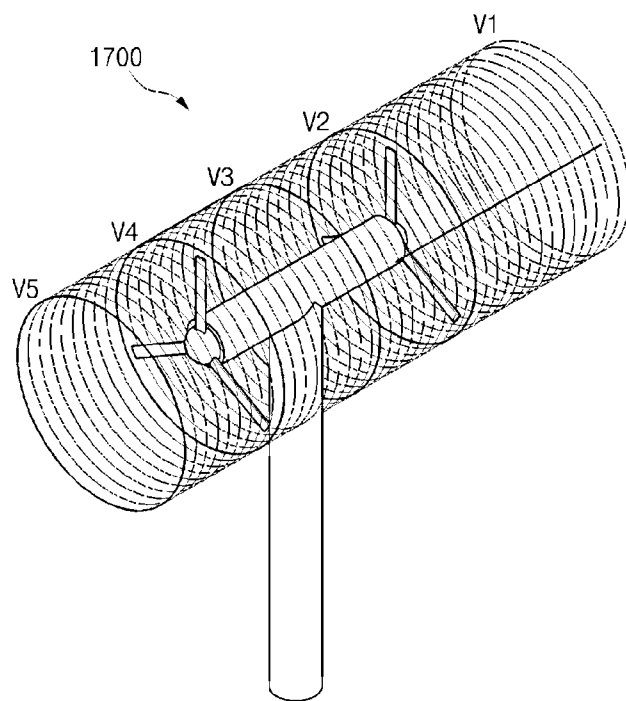
[Fig. 15]



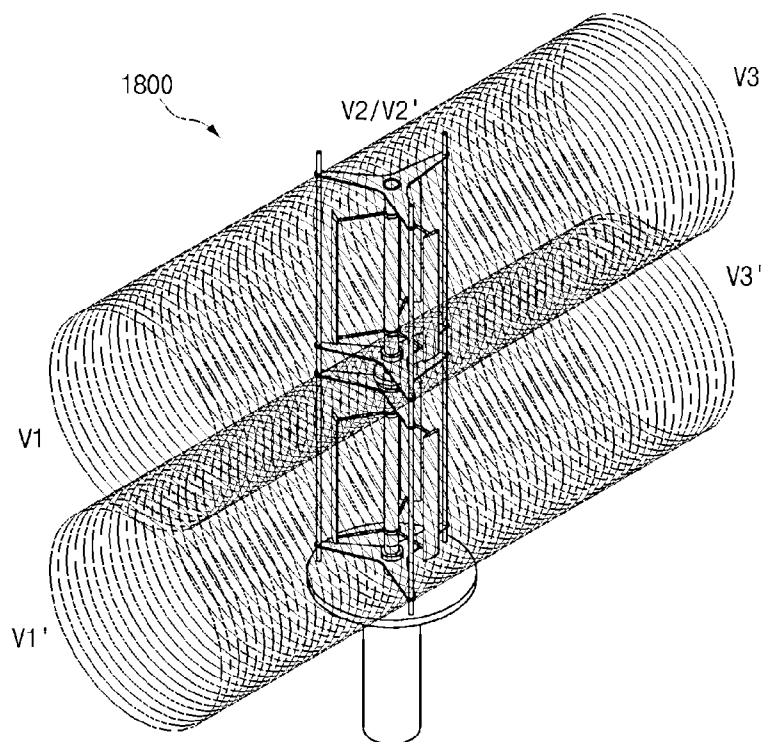
[Fig. 16]



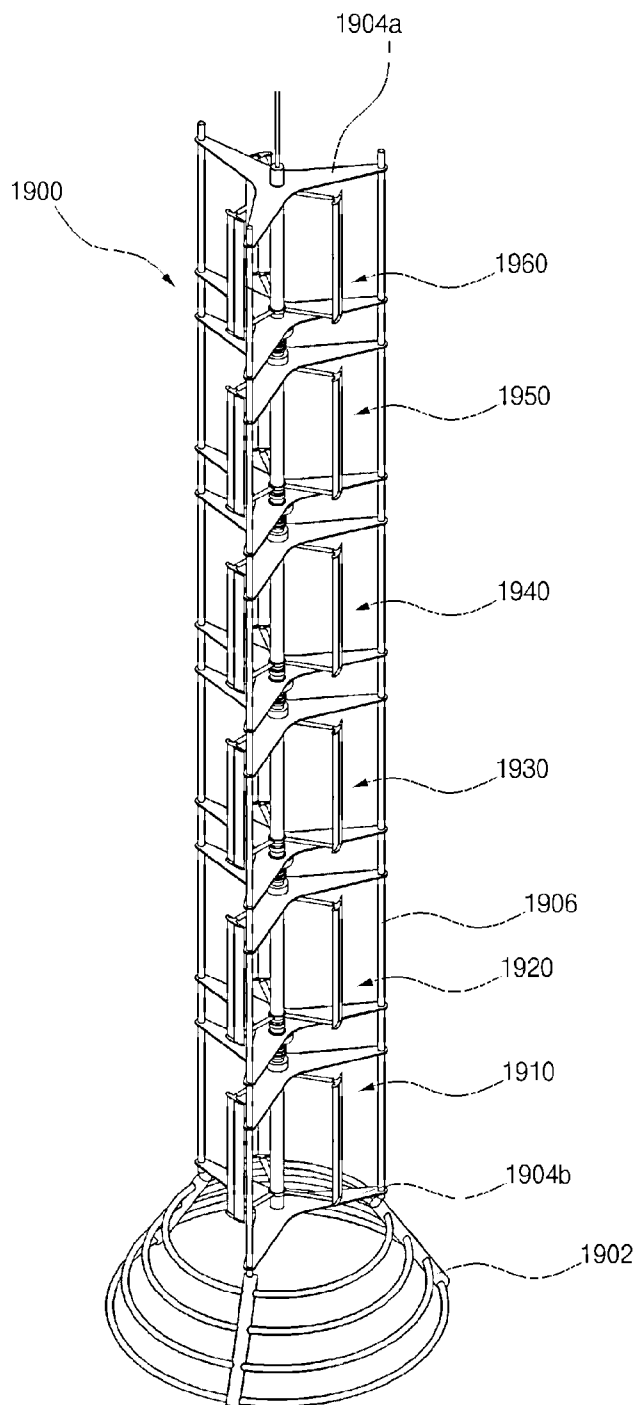
[Fig. 17]



[Fig. 18]



[Fig. 19]



[Fig. 20]

