

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국



(43) 국제공개일  
2011년 6월 3일 (03.06.2011)

PCT

(10) 국제공개번호  
WO 2011/065720 A2

- (51) 국제특허분류: F03D 3/06 (2006.01) F03D 11/00 (2006.01)  
F03D 5/04 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/008274
- (22) 국제출원일: 2010년 11월 23일 (23.11.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2009-0113642 2009년 11월 24일 (24.11.2009) KR
- (72) 발명자: 겸
- (71) 출원인: 노영규 (RHO, Young Gyu) [KR/KR]; 전북 군산시 서수면 마룡리 433, 573-941 Jeonbuk (KR).
- (74) 대리인: 노경탁 (NOH, Kyoung Tack); 인천 부평구 갈산동 177-1 윈즈프라자 204호, 403-080 Incheon (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, RO, RS, RU, 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.

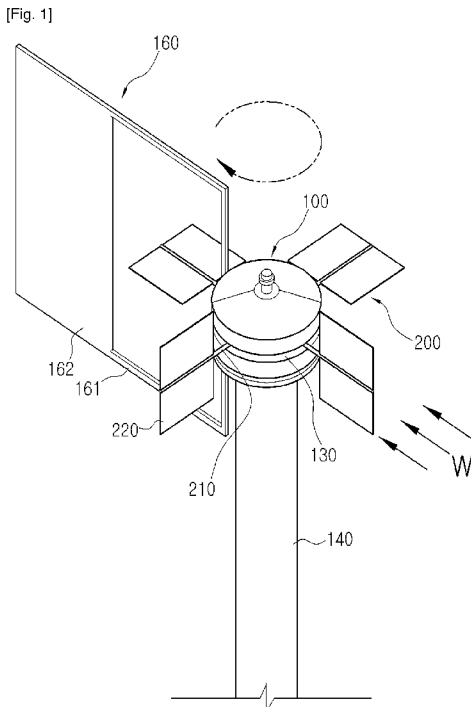
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, 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))

(54) Title: TILTING ROTOR BLADE SYSTEM FOR A VERTICAL WIND TURBINE

(54) 발명의 명칭 : 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치



(57) Abstract: The present invention relates to a tilting rotor blade system for a vertical wind turbine, comprising: a track housing, which is installed in an independently rotating manner with respect to a vertical axis to freely rotate in the wind's direction and is provided with a revolving track in the horizontal direction; a wing element, which includes a wing stem of a predetermined length, the wing stem being installed in a rotating manner with respect to the vertical axis and extending outside the track housing through the revolving track and a wing plate of a predetermined area, the wing plate being fixed to the rear end side of the wing stem, thereby applying a rotational force to the vertical axis (500) while revolving by wind power; and a wing tilting means, which rotates the wing element in such a manner that if the wing element revolves in the forward direction with respect to the wind direction the surface of the wing plate is at a right angle to the wind direction and if the wing element revolves in the reverse direction the surface of the wing plate is level with the wind direction, whereby only the forward rotational force by wind power is applied to the vertical axis. According to the present invention, the wing element is subjected only to the forward rotational force by wind power, and this consequently minimizes the drag force by the reverse rotation of the wing element and further increases the efficiency of mechanical transformation by wind power.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2011/065720 A2



---

본 발명은 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치에 관한 것으로서, 수직축에 독립 회전 가능하게 설치되어 풍향에 따라 자유 회전되며, 수평으로 공전궤도부가 마련되는 궤도하우징과, 상기 수직축에 자전 가능하게 설치됨과 함께 상기 공전궤도부를 통해 궤도하우징의 외측으로 연장되는 일정 길이의 날개스텝과 상기 날개스텝의 후단측에 고정되는 일정 면적의 날개판을 포함하여, 풍력에 의해 공전하면서 상기 수직축(500)에 회전력을 인가하는 날개부재, 및 상기 날개부재를 자전시켜 풍향에 대해 상기 날개부재가 정방향 공전시에는 상기 날개판의 판면이 풍향과 수직 상태가 되게 하고, 역방향 공전시에는 상기 날개판의 판면이 풍향과 수평 상태가 되게 하는 날개틸트수단;을 포함하여, 풍력에 의한 정방향 회전력만이 상기 수직축에 인가되도록 하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면, 날개부재에 풍력에 의한 정방향 회전력만이 가해지며, 그에 따라 날개부재의 역회전에 의한 저항력이 최소화되므로 풍력에 대한 기계적인 변환 효율을 증대시킬 수 있는 효과가 있다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 풍향에 대해 역방향 회전시에는 날개판의 판면이 풍향과 수평이 되도록 날개부재를 틸트시켜 수직축(500)이 풍력에 의한 정방향 회전력만을 받도록 함으로써 풍력에 의한 전력생산효율을 극대화할 수 있는 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 풍력발전이란 풍차를 이용해 바람이 가진 에너지를 회전축을 통한 기계적인 에너지(회전력)로 변환시키고, 이러한 기계적 에너지가 발전기를 구동함으로써 전기적인 에너지로 변환되어 전력을 얻는 발전 방식을 말하는 것으로서, 현재까지 개발된 신재생에너지원 중 가장 경제성이 높을 뿐 아니라 무한정, 무비용의 청정에너지원인 바람을 이용하여 발전할 수 있는 장점 때문에 일찍이 풍력발전산업이 발달한 유럽은 물론 최근에는 미주와 아시아 등지에서도 적극적인 투자가 이뤄지고 있는 실정이다.
- [3] 특히, 풍력발전은 전력생산단가의 가격경쟁력 향상 및 발전시스템 설치의 소요면적 최소화 등과 같은 원가적인 측면과, 화석에너지 고갈에 대한 대체에너지원과 온난화방지와 같은 지구환경보호라는 사회환경적 측면과 아울러 공급의 안정성 및 에너지 수입의 의존도 감소라는 경제적인 측면에서의 장점 때문에 정부에서도 풍력발전의 보급을 적극 지원하고 있으며, 그에 따라 국내에서도 향후 풍력발전의 성장세가 본격화될 것으로 기대되고 있다.
- [4]
- [5] 이러한 풍력발전은 날개의 회전축의 방향에 따라 회전축이 지면에 대해 수평으로 설치되어 있는 수평형 풍력발전장치와, 회전축이 지면에 대해 수직으로 설치되어 있는 수직형 풍력발전장치로 구분할 수 있으며, 현재까지 수직형에 비해 수평형 풍력발전장치의 효율이 높고 안정적이어서 상업용 풍력발전단지에는 대부분 수평형 풍력발전기가 적용되고 있다.
- [6] 상기한 수평형 풍력발전장치는 가장 일반적인 형태로서 높은 발전효율을 구현할 수 있는 장점이 있으나, 바람의 방향이 자주 바뀌는 지역에서는 원활한 발전이 어려우며, 회전체를 비롯한 주요 부품들이 높은 곳에 설치되므로 고가의 설치비용이 소요될 뿐만 아니라 그 유지보수가 쉽지 않으며, 태풍 등의 강한 바람에 구조적으로 취약한 단점을 갖고 있다.
- [7] 이러한 수평형 풍력발전장치의 단점과 비교할 때 상기 수직형 풍력발전장치는 바람의 방향에 관계없이 발전이 가능하며, 증속기 및 발전기 등의 주요 부품들이 지상에 설치되므로 설치비용이 저렴하고 그 유지보수가 용이한 장점을 가지고

있다.

- [8] 그럼에도 불구하고 전술한 바와 같이 수평형 발전장치가 선호되는 것은 수직형 발전장치가 수평형 발전장치에 비해 그 발전효율이 떨어지기 때문이다.
- [9] 이것은 수직형 풍력발전장치의 구조적인 문제점으로서, 블레이드가 풍향에 대해 수직한 평면상에서 회전을 하게 되는 수평형 발전장치와 달리 회전날개가 풍향과 수평한 평면상에서 회전을 하게 되기 때문이다.
- [10] 즉, 도 11에 도시된 바와 같이, 수직형 풍력발전장치는 구조적으로 회전날개의 한쪽(a1)은 풍력에 의해 정방향 회전을 하면서 바람(W)의 에너지를 회전축(b)의 기계적인 회전력으로 변환시키지만, 그 회전날개의 반대쪽(a2)은 풍력에 대해 역방향 회전을 하게 되기 때문에 회전축(b)의 회전에 저항으로 작용을 하게 되어 기계적인 에너지의 변환효율이 저하될 수밖에 없는 것이다.
- [11] 이러한 수직형 풍력발전장치가 가지고 있는 발전효율의 문제점을 인식하여 기존에도 저항력을 감소시키기 위한 여러가지 기술개발이 이루어져 왔는데, 그것은 주로 회전날개의 형상을 변형시켜 역방향 회전시 회전날개가 풍력의 영향을 적게 받도록 하는 것이었다.
- [12] 그러나, 이러한 기존 회전날개의 형상변형 기술은 저항을 감소시키는데 한계가 있어 발전효율을 크게 증대시키기 어려운 바, 보다 근본적으로 풍향에 대한 역저항을 제거할 수 있는 기술의 개발이 절실히 요구된다고 할 것이다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [13] 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 풍력에너지를 전달받아 수직축의 기계적인 회전력으로 변환시키는 날개부재에 풍력에 의한 정방향 회전력만이 인가되도록 구성함으로써 수직축(500)에 풍력에 의한 정방향 회전력만이 가해지도록 하여 기계적인 변환효율을 증대시킬 수 있는 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치를 제공하는 것이다.

### 과제 해결 수단

- [14] 상기한 목적을 달성하기 위한 과제해결수단으로서,
- [15] 수직축에 독립 회전 가능하게 설치되어 풍향에 따라 자유 회전되며, 수평으로 공전궤도부가 마련되는 궤도하우징과, 상기 수직축에 자전 가능하게 설치됨과 함께 상기 공전궤도부를 통해 궤도하우징의 외측으로 연장되는 일정 길이의 날개스텝과 상기 날개스텝의 후단측에 고정되는 일정 면적의 날개판을 포함하여, 풍력에 의해 공전하면서 상기 수직축에 회전력을 인가하는 날개부재, 및 상기 날개부재를 자전시켜 풍향에 대해 상기 날개부재가 정방향 공전시에는 상기 날개판의 판면이 풍향과 수직 상태가 되게 하고, 역방향 공전시에는 상기 날개판의 판면이 풍향과 수평 상태가 되게 하는 날개틸트수단을 포함하여, 풍력에 의한 정방향 회전력만이 상기 수직축에 인가되도록 하는 수직형

풍력발전용 틸트식 회전날개장치가 개시된다.

- [16] 여기서, 상기 궤도하우징의 내부 중앙에서 상기 수직축의 상단에 결합 고정되며, 그 내부에는 자전공간부가 형성되는 날개지지대를 더 포함하고, 상기 날개부재는 상기 날개시스템의 선단측에 형성되어 상기 자전공간부에 자전 가능하게 수용되는 날개헤드를 더 포함할 수 있다.
- [17] 또한, 상기 날개헤드 및 자전공간부는 그 형상이 구형일 수 있다.
- [18] 또한, 상기 궤도하우징은 분리된 상부하우징과 하부하우징이 상하로 일정 간격 이격되도록 설치되어 그 사이에 상기 공전궤도부가 형성될 수 있다.
- [19] 또한, 상기 하부하우징은 상기 수직축의 상단부를 내부에 수용하면서 상기 수직축의 외측에 구비되는 하우징지지대에 회전 가능하게 지지되도록 설치되며, 상기 상부하우징은 상기 수직축의 상단 중앙에서 상기 날개지지대를 관통하여 상향 연장되는 하우징축에 그 중앙부가 관통됨과 함께 상기 날개지지대의 상단에 회전 가능하게 지지되도록 설치될 수 있다.
- [20] 또한, 상기 궤도하우징에는 풍향과 평행상태를 유지하면서 풍향의 변화에 따라 궤도하우징을 회전시키는 풍향지지대가 구비될 수 있다.
- [21] 또한, 상기 날개틸트수단은, 상기 공전궤도부를 따라 풍력에 의해 공전하는 상기 날개시스템을 공전각  $180^\circ$  마다  $90^\circ$  자전시켜 역방향에서 정방향 전환시에는 날개판의 판면이 풍향에 대해 수평에서 수직이 되게 하고 정방향에서 역방향 전환시에는 수직에서 수평이 되게 하는 틸트작동부, 및 상기 틸트작동부에서 자전된 날개시스템이 정방향 또는 역방향 공전하는 동안에는 자전이 억제되도록 구속함과 함께 방향 전환시에는 상기 틸트작동부에서 자전이 가능하도록 구속을 해제시키는 틸트유지부를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [22] 또한, 상기 틸트작동부는 상기 궤도하우징의 공전궤도부 상에  $180^\circ$ 간격으로 각각 고정 구비되는 한 쌍의 고정기어, 및 상기 날개시스템에 구비되어 상기 한 쌍의 고정기어 각각과 맞물리면서  $90^\circ$  회전이 되는 회전기어를 포함할 수 있다.
- [23] 또한, 상기 틸트유지부는, 상기 날개시스템에서 일정 길이로 각각 돌출 형성되되, 상기 날개판의 판면과 수직인 방향으로 돌출되는 정가이더와, 수평인 방향으로 돌출되는 역가이더로 이루어진 한 쌍의 날개가이더, 및 상기 궤도하우징의 공전궤도부에 동심원의 형태로 형성되어 상기 한 쌍의 날개가이더 각각을 안내하되, 날개시스템의 정방향 공전시 상기 정가이더를 수평상태로 구속시킴과 함께 역방향 공전시 구속을 해제하여 안내하는 정궤도부와, 역방향 공전시 상기 역가이더를 수평상태로 구속시킴과 함께 정방향 공전시 구속을 해제하여 안내하는 역궤도부로 이루어진 한 쌍의 가이드궤도를 포함할 수 있다.
- [24] 또한, 상기 정궤도부와 역궤도부는, 상기 정가이더와 역가이더를 각각 수평상태로 구속 안내하도록 상하 폭이 좁은 반원형의 단폭궤도와 수직상태로도 안내가 가능하도록 상하 폭이 넓은 반원형의 장폭궤도가 연결된 원형궤도로 이루어짐과 함께, 날개시스템의 공전방향을 기준으로 상기 단폭궤도에 장폭궤도가 연결되는 부분에는 상하 폭이 점증되는 폭점증부가 형성되고 상기

장폭케도에 단폭케도가 연결되는 부분에는 상하 폭이 점감하는 폭점감부가 각각 형성되되, 상기 정케도부의 단폭케도는 날개시스템이 정방향 공전하는 쪽에 위치되고, 상기 역케도부의 단폭케도는 날개시스템이 역방향 공전하는 쪽에 위치될 수 있다.

### 발명의 효과

- [25] 본 발명에 따른 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치는,  
 [26] 날개부재의 날개관이 역방향 회전시에는 풍향과 수평이 되고 정방향 회전시에는 풍향과 수직이 되도록 틸트되므로 날개부재에 풍력에 의한 정방향 회전력만이 가해지며, 그에 따라 날개부재의 역회전에 의한 저항력이 최소화되므로 풍력에 대한 기계적인 변환효율을 증대시킬 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치의 개략적인 전체구성을 나타내는 사시도,  
 [28] 도 2는 도 1의 평면도,  
 [29] 도 3은 도 2의 “L”선을 기준으로 측단면도,  
 [30] 도 4는 도 3과 직각방향의 측단면,  
 [31] 도 5는 도 1 중 주요구성부분의 분해 사시도,  
 [32] 도 6은 날개부재와 날개지지대의 결합관계를 나타내는 사시도,  
 [33] 도 7은 날개틸트수단을 나타내는 평면도,  
 [34] 도 8은 도 7의 “A-A”선에 따른 단면도,  
 [35] 도 9는 도 7의 “B-B”선에 따른 단면도,  
 [36] 도 10은 도 7의 “C-C”선에 따른 단면도,  
 [37] 도 11은 통상의 수직형 발전장치의 풍력에 대한 회전날개의 회전상태를 예시한 예시도이다.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [38] 이하에서, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하기로 한다.
- [39] 본 발명을 설명하는 데 있어서, 원칙적으로 관련된 공지 기능이나 공지의 구성과 같이 이미 당해 기술분야의 통상의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 기술적 특징을 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [40]
- [41] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치의 개략적인 전체구성을 나타내는 사시도이고, 도 2는 도 1의 평면도이며, 도 3은 도 2의 “L”선을 기준으로 측단면도이고, 도 4는 도 3과 직각방향의 측단면이며, 도 5는 도 1 중 주요구성부분의 분해 사시도이고, 도 6은 날개부재와 날개지지대의 결합관계를 나타내는 사시도이며, 도 7은 날개틸트수단을 나타내는 평면도이고,

도 8은 도 7의 “A-A”선에 따른 단면도이며, 도 9는 도 7의 “B-B”선에 따른 단면도이고, 도 10은 도 7의 “C-C”선에 따른 단면도이다.

[42]

[43] 상기한 도면들에 도시되어 있는 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치는 궤도하우징(100)과, 날개부재(200)와, 상기 날개부재의 틸트를 위한 날개틸트수단을 포함하여 이루어진다.

[44]

[45] 상기 궤도하우징(100)은 상기 날개부재(200)의 공전을 안내함과 함께 그 내부에는 상기 날개틸트수단이 구비되는 하우징으로 기능하게 된다.

[46]

상기 궤도하우징(100)은 상기 날개부재(200)의 공전을 위하여 수평방향으로 공전궤도부(130)가 형성되는데, 이를 위하여 상부하우징(110)과 하부하우징(120)으로 분리 구성이 되며, 분리된 상부하우징(110)과 하부하우징(120)이 상하로 일정한 거리 이격되도록 설치됨으로써 그 사이의 이격공간에 상기 공전궤도부(130)가 형성되게 된다.

[47]

상기 공전궤도부(130)는 수평방향으로 형성된 일정한 공간으로서 상기 날개부재(200)의 공전시 궤도하우징(100)과 간섭되지 않고 원활하게 공전할 수 있도록 공전경로를 형성하게 된다.

[48]

이러한 궤도하우징(100)은 수직축(500) 및 상기 날개부재(200)의 회전과는 무관하게 풍향에 따라 자유롭게 회전이 될 수 있도록 상기 수직축(500)에 독립 회전이 가능하도록 설치된다.

[49]

이를 위하여 하부하우징(120)은 상기 수직축(500)의 상단부를 내부에 수용하면서 상기 수직축(500)의 외측에 구비되는 하우징지지대(140)에 회전 가능하게 지지되도록 설치될 수 있다.

[50]

상기 하우징지지대(140)는 그 내부에 수직축(500)이 위치되도록 지면에 수직으로 설치되며, 베어링을 통해 회전하는 상기 하부하우징(120)의 하중을 지지하게 된다.

[51]

그리고 상기 상부하우징(110)은 상기 하우징지지대(140)에 지지되어 설치되는 상기 하부하우징(120)과 분리된 채 이격 설치가 되므로 하부하우징(120)과는 별도 지지가 되도록 설치되어야 한다.

[52]

이를 위하여 상기 수직축(500)의 상단 중앙에는 하우징축(150)이 결합되어 상향 연장이 되며, 상기 하우징축(150)에 관통되면서 날개지지대(250)가 수직축(500)의 상단에 볼트 체결을 통해 고정되도록 결합이 된다.

[53]

상기 날개지지대(250)는 상기 날개부재(200)를 지지하기 위한 것으로서 자세한 구성은 후술하기로 하며, 상기 상부하우징(110)은 상기 상향 연장된 하우징축(150)에 그 중앙부가 관통됨과 함께 상기 날개지지대(250)의 상단에 베어링을 통해 지지가 되도록 설치된다.

[54]

그리고 상기 상부하우징(110)을 관통한 하우징축(150)의 상단에는 스프링(151)이 장착되어 상기 상부하우징(110)을 탄성적으로 눌러줌으로써 상기

상부하우징(110)이 상기 날개지지대(250)의 베어링에 마찰을 줄이면서 지지가가 이루어지도록 할 수 있다.

- [55] 이를 통해 상기 하부하우징(120)은 하우징지지대(140)에 그 하중이 지지된 채 수직축(500)과 별도 회전이 가능해지며, 상부하우징(110)은 날개지지대(250)에 그 하중이 지지된 채 하우징축(150)을 중심으로 수직축(500)과는 별도 회전이 가능해진다.
- [56] 상기한 구성의 퀴드하우징(100)에는 풍향의 변화에 따라 퀴드하우징(100)의 선단부(F)와 후단부(R)를 연결하는 기준선(L)이 풍향과 항상 평행을 이루도록 퀴드하우징(100)을 적절하게 회전시키는 풍향지시대(160)가 구비된다.
- [57] 상기 풍향지시대(160)는 상기 퀴드하우징(100)의 후단부(R) 지점에서 상기 기준선(L)과 평행하게 후방으로 연장되는 지지부재(161)와, 상기 지지부재(161)에 고정되는 일정 면적의 풍향지시판재(162)로 구성될 수 있으며, 상기 지지부재(161)는 상기 상부하우징(110)과 하부하우징(120)에서 각각 연장되어 상기 풍향지시판재(162)에 고정되도록 구성될 수 있다.
- [58] 이러한 풍향지시대(160)에 의해, 풍향에 변화가 있게 되면 풍향지시판재(162)에 풍력이 작용하여 풍향지시판재(162)가 풍향과 평행을 유지하도록 상기 퀴드하우징(100)을 회전시키게 되며, 그에 따라 퀴드하우징(100)은 풍향이 변화하더라도 항상 그 기준선(L)이 풍향과 평행을 이룰 수 있게 되는 것이다.
- [59] 여기서, 상기한 풍향지시대(160) 대신 기성품으로 나오는 자동풍향감지센서와 모터를 이용하는 방식을 채용하는 것도 당업자에 의한 설계변경 사항으로서 가능할 것이다. 다만, 풍향의 변화에 따라 신속하게 대처하는 정도를 볼 때 상기한 구성의 풍향지시대(160)가 가장 좋을 것으로 기대된다.
- [60]
- [61] 상기 날개부재(200)는 풍력에 의한 회전력을 상기 수직축(500)에 인가하기 위한 것으로서, 일정한 길이를 갖는 날개스텝(210)과 상기 날개스텝(210)의 후단측에 고정되는 날개판(220)으로 이루어진다.
- [62] 상기 날개스텝(210)은 상기 수직축(500)에 결합이 되어 상기 퀴드하우징(100)의 공전퀴드부(130)를 통해 퀴드하우징(100)의 외측으로 연장되며 풍력에 의해 회전력이 가해지는 경우 퀴드하우징(100)의 공전퀴드부(130)를 따라 공전을 하게 된다.
- [63] 이러한 날개스텝(210)은 공전시에 수직축(500)에 회전력을 인가하되 수직축(500)에 완전하게 고정 결합이 되는 것이 아니라 자전이 가능하도록 설치되는 특징이 있다.
- [64] 이를 위하여 상기 퀴드하우징(100)의 내부 중앙에서 수직축(500)의 상단에 전술한 날개지지대(250)가 볼트 체결에 의해 결합 고정이 되고 상기 날개부재(200)의 선단측에는 날개헤드(230)가 형성될 수 있다.
- [65] 상기 날개지지대(250)의 내부에는 자전공간부(251)가 형성되고 상기

- 자전공간부(251)로부터 외측으로는 수평하게 스템관통구(252)가 형성된다.
- [66] 상기 날개헤드(230)와 자전공간부(251)는 동일한 형상으로서 구형인 것이 바람직하다.
- [67] 상기 날개부재(200)는 상기 날개헤드(230)가 상기 날개지지대(250)의 자전공간부(251)에 자전이 가능하도록 수용이 되고 날개스템(210)이 상기 스템관통구(252)를 통해 날개지지대(250)의 외측으로 연장됨으로써 상기 날개지지대(250)와 결합이 되는 것이다.
- [68] 이에 따라 상기 날개부재(200)는 수직축(500)과 관계없이 자전이 가능한 동시에 풍력에 의해 공전하는 경우에는 수직축(500)을 함께 회전시켜 그 회전력을 수직축(500)에 인가시킬 수 있게 된다.
- [69] 여기서, 상기 자전이란 용어는 상기 날개부재(200) 자체가 회전하는 것, 즉 상기 날개판(220)이 날개스템(210)을 회전중심으로 하여 회전하는 것을 의미하며, 이에 대응하여 공전이란 용어는 상기 날개부재(200)가 수직축(500)을 회전중심으로 하여 회전하는 것을 의미하는 것으로서, 이하에서 사용되는 자전, 공전이라는 용어는 모두 상기 설명된 의미를 갖는 것으로 이해될 수 있다.
- [70] 상기 날개판(220)은 일정한 면적을 갖는 평판 형상으로서 그 판면이 풍향과 수직을 이루게 되면 상기 날개부재(200)에는 풍력에 의한 최대의 회전력이 가해지게 되고 수평을 이루게 되면 풍력에 의한 최소의 회전력이 가해지게 됨을 알 수 있다.
- [71] 상기한 구성의 날개부재(200)는 도면들에 도시된 것과 같이 수직축(500)을 중심으로 하여 90° 간격으로 네 개가 설치될 수 있으며, 이 경우 상기 날개지지대(250)에는 각 날개부재(200)에 대응하여 자전공간부(251)와 스템관통구(252)가 역시 수직축(500)을 중심으로 하여 90° 간격으로 네 개가 형성되어야 함은 당연하며, 상기 날개부재(200)의 갯 수는 필요에 따라 증감시킬 수 있음 또한 당연하다.
- [72]
- [73] 상기 날개틸트수단은 상기와 같이 자전 가능하게 수직축(500)에 설치되어 레도하우징(100)의 공전레도부(130)를 따라 풍력에 의해 공전하는 날개부재(200)를 자전시켜 상기 날개부재(200)가 풍향에 대해 정방향 공전할 때는 날개판(220)의 판면이 풍향과 수직 상태가 되게 하여 풍력에 의해 최대의 회전력을 받되, 역방향 공전할 때는 상기 날개판(220)의 판면이 풍향과 수평 상태가 되게 하여 최소의 회전력을 받도록 하기 위한 것으로서, 날개판(220)의 자전 구동을 위한 틸트작동부와, 자전된 날개판(220)의 상태를 유지시키는 틸트유지부를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [74]
- [75] 상기 틸트작동부는 상기 레도하우징(100)의 공전레도부(130)를 따라 풍력에 의해 공전하는 상기 날개스템(210)을 공전각 180° 마다 90° 자전시키는 기능을 하게 되는데, 이러한 틸트작동부는 상기 공전레도부(130) 상에 고정 구비되는 한

- 쌍의 고정기어(310)와 상기 날개시스템(210)에 구비되는 회전기어(320)로 이루어질 수 있다.
- [76] 상기 한 쌍의 고정기어(310)는 상기 궤도하우징의 공전궤도부 상에 180°간격으로 각각 고정 구비되는데, 날개시스템(210)의 정방향에서 역방향 또는 역방향에서 정방향의 방향 전환시 상기 날개시스템(210)의 회전기어(320)와 맞물릴 수 있도록 전술한 기준선(L)의 양쪽 근처에 구비된다.
- [77] 이에 따라 상기 날개시스템(210)이 공전궤도부(130)를 따라 공전하면서 예컨대, 역방향에서 정방향으로 전환되는 위치(전술한 궤도하우징(100)의 전단부(F) 부근)에 도달하게 되면 회전기어(320)가 고정기어(310)와 맞물리면서 날개판(220)의 판면이 풍향에 대해 수평에서 수직이 되도록 날개시스템(210)을 90°자전시키게 되고, 정방향에서 역방향으로 전환되는 위치(전술한 궤도하우징(100)의 후단부(R) 부근)에 도달하게 되면 다시 회전기어(320)가 고정기어(310)와 맞물리면서 날개판(220)의 판면이 풍향에 대해 수직에서 수평이 되도록 날개시스템(210)을 90°자전시키게 되는 것이다.
- [78] 상기 한 쌍의 고정기어(310)와 회전기어(320)는 상기 회전기어(320)가 고정기어(310)에 맞물리면서 통과할 때 회전기어(320)가 90°를 회전할 수 있도록 고정기어(310)와 회전기어(320)의 기어잇수를 적절하게 선정할 수 있다.
- [79]
- [80] 상기 틸트유지부는 상기 틸트작동부를 거치면서 90° 자전이 된 날개시스템(210)이 정방향 또는 역방향 공전하는 동안에는 자전이 억제되도록 구속하고, 방향 전환시에만 상기 틸트작동부에서 자전이 될 수 있도록 그 구속을 해제시키는 기능을 하게 되는데, 이러한 틸트유지부는 한 쌍의 날개가이더와, 한 쌍의 가이드궤도로 이루어진다.
- [81] 상기 한 쌍의 날개가이더는 상기 날개시스템(210)에서 각각 일정한 길이로 돌출되도록 형성되는 것으로서, 상기 날개판(220)의 판면과 수직한 방향으로 길게 돌출이 되는 정가이더(410)와, 상기 날개판(220)의 판면과 수평한 방향으로 길게 돌출이 되는 역가이더(420)로 이루어진다.
- [82] 즉, 정가이더(410)와 역가이더(420)는 상기 날개시스템(210)에 상호 직각으로 길게 돌출 형성되는 것으로서, 정가이더(410)는 날개부재(200)의 정방향 공전시에 날개시스템(210)의 자전을 구속하는 기능을 하게 되고 역가이더(420)는 날개부재(200)의 역방향 공전시에 날개시스템(210)의 자전을 구속하는 기능을 각각 하게 된다.
- [83] 상기 한 쌍의 가이드궤도는 상기 궤도하우징(100)의 공전궤도부(130) 상에 동심원의 형태로 형성되어 상기 정가이더(410)와 역가이더(420)를 각각을 안내하는 정궤도부(430)와 역궤도부(440)로 이루어진다.
- [84] 상기 정궤도부(430)는 날개시스템(210)의 정방향 공전시에 상기 정가이더(410)를 수평상태로 구속시킴과 함께 역방향 공전시에는 그 구속을 해제하여 안내하게 되고, 상기 역궤도부(440)은 역방향 공전시에 상기 역가이더(420)를 수평상태로

- 구속시킴과 함께 정방향 공전시에는 그 구속을 해제하여 안내하게 된다.
- [85] 이를 위하여 상기 정궤도부(430)와 역궤도부(440)는 각각 동일한 구성을 갖되 공전궤도부(130) 상에 전술한 기준선(L)을 기준으로 상호 대칭으로 형성된다.
- [86] 즉, 상기 정궤도부(430)와 역궤도부(440)는 상하 폭이 좁은 반원형의 단폭궤도(431, 441)와 상하 폭이 넓은 반원형의 장폭궤도(432, 442)가 연결되어 전체적으로는 원형궤도로 이루어지되, 날개시스템(210)의 공전방향을 기준으로 하여 볼 때, 상기 단폭궤도(431, 441)에 장폭궤도(432, 442)가 연결되는 부분에는 상하 폭이 점증되는 폭점증부(433, 443)가 형성되고, 반대로 상기 장폭궤도(432, 442)에 단폭궤도(431, 441)가 연결되는 부분에는 상하 폭이 점감하는 폭점감부(434, 444)가 각각 형성되도록 구성이 된다.
- [87] 여기서, 상기 반원형의 단폭궤도(431, 441)는 그 상하 폭이 상기 정가이더(410)와 역가이더(420) 각각이 수평상태일 때만 통과 가능하도록 좁게 형성됨으로써 상기 정가이더(410)와 역가이더(420) 각각을 수평상태로 구속하여 자전이 불가능하게 하는 반면, 상기 반원형의 장폭궤도(432, 442)는 그 상하 폭이 상기 정가이더(410)와 역가이더(420) 각각이 수직상태로도 통과가 가능하도록 넓게 형성됨으로써 상기 정가이더(410)와 역가이더(420) 각각이 자유롭게 자전이 가능하도록 그 구속을 해제시키게 된다.
- [88] 그리고 상기 폭점증부(433, 443)와 폭점감부(434, 444)는 단폭궤도(431, 441)와 장폭궤도(432, 442)의 상하 폭 차이만큼 점진적으로 폭이 증가 또는 폭이 감소되는 영역으로서 폭점증부(433, 443)를 각각 통과하면서 단폭궤도(431, 441)에서 수평상태로 구속되었던 정가이더(410)와 역가이더(420) 각각은 그 구속이 해제되는 것이며, 폭점감부(434, 444)를 각각 통과하면서 장폭궤도(432, 442)에서 구속이 해제된 상태였던 정가이더(410)와 역가이더(420) 각각이 다시 수평상태로 구속이 되는 것이다.
- [89] 이러한 동일한 구성으로 이루어진 정궤도부(430)와 역궤도부(440)는 전술한 바와 같이 기준선(L)을 기준으로 상호 대칭으로 형성되는데, 즉 정궤도부(430)는 상기 단폭궤도(431)가 정방향 공전하는 쪽에 위치되고 장폭궤도(432)가 역방향 공전하는 쪽에 위치된다. 따라서 정궤도부(430)에서는 폭점증부(433)가 궤도하우징(100)의 후단부(R) 쪽에 위치되고 폭점감부(434)가 전단부(F) 쪽에 각각 위치되게 된다.
- [90] 그리고 역궤도부(440)의 경우에는 반대로 단폭궤도(441)가 역방향 공전하는 쪽에 위치되고 장폭궤도(442)가 정방향 공전하는 쪽에 위치되며, 그에 따라 폭점증부(443)는 궤도하우징(100)의 전단부(F) 쪽에 위치되고 폭점감부(444)는 후단부(R) 쪽에 각각 위치가 된다.
- [91] 이와 같이 정궤도부(430)와 역궤도부(440)가 위치됨에 따라 날개시스템(210)이 정방향 공전하는 경우에는 날개판(220)과 수직한 정가이더(410)가 정궤도부(430)의 단폭궤도(431)를 따라 수평상태로 안내되면서 자전이 구속되므로 날개판(220)이 풍향과 수직한 상태를 계속 유지하면서 공전을 하게

된다.

- [92] 물론, 이 경우 역가이더(420)는 역궤도부(440)의 장폭궤도(442)를 따라 안내되므로 날개시스템(210)에 영향을 미치지 않는 상태이다.
- [93] 그리고 반대로 날개시스템(210)이 역방향 공전하는 경우에는 날개판(220)과 수평한 역가이더(420)가 역궤도부(440)의 단폭궤도(441)를 따라 수평상태로 안내되면서 자전이 구속되므로 날개판(220)이 풍향과 수평한 상태를 계속 유지하면서 공전을 하게 된다.
- [94] 물론, 이 경우에는 정가이더(410)가 정궤도부(430)의 장폭궤도(432)를 따라 안내되므로 날개시스템(210)에 영향을 미치지 않는 상태가 된다.
- [95]
- [96] 상술한 구성으로 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따른 수직형 풍력발전용 톨트식 회전날개장치의 전체적인 작동에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [97] 상기한 도면들에는 수직축(500)에 날개부재(200)가 네 개 설치된 것을 일 예로 도시하였는데, 하나의 날개부재(200)를 기준으로 그 공전 진행에 따른 작동상태를 설명하기로 한다.
- [98] 먼저, 풍력에 의해 날개부재(200)가 정방향으로 공전을 하게 되면, 날개시스템(210)이 공전궤도부(130)를 따라 공전을 진행하게 되고, 이 때 정가이더(410)는 정궤도부(430)의 단폭궤도(431)에 구속되어 수평상태로 안내되고 역가이더(420)는 역궤도부(440)의 장폭궤도(442)에 수직상태로 안내가 된다.
- [99] 그러므로 날개부재(200)의 날개판(220)은 정궤도부(430)와 정가이더(410)의 구속 안내에 의해 풍향과 수직상태를 유지하면서 풍력에 의한 최대의 정방향 회전력을 수직축(500)에 인가하게 된다.
- [100] 이렇게 풍력에 의해 정방향 공전이 진행되면서 날개부재(200)가 역방향으로 방향이 전환되는 위치(즉, 궤도하우징(100)의 후단부(R)의 위치)에 근접하게 되면, 날개시스템(210)에 구비된 회전기어(320)가 고정기어(310)에 맞물리면서 날개시스템(210)의 자전이 시작됨과 동시에 상기 정궤도부(430)로 안내되던 정가이더(410)는 폭점증부(433)로 진입 통과하게 되면서 수평상태의 구속이 점차 해제되면서 상기 회전기어(320)와 고정기어(310)의 맞물림을 통한 날개시스템(210)의 자전이 가능해지게 된다.
- [101] 그리고 수직상태로 역궤도부(440)를 통해 안내되던 역가이더(420)는 폭점감부(444)로 진입 통과하게 되면서 점차적으로 역가이더(420)는 수평상태로 구속이 이루어지게 된다.
- [102] 이렇게 날개부재(200)가 역방향으로 방향이 전환되는 위치를 통과하게 되면 전술한 것과 같이 회전기어(320)와 고정기어(310)의 맞물림을 통해 날개시스템(210)이 90°자전을 하게 되고 그에 따라 날개판(220) 또한 풍향과 수직상태에서 수평상태로 회전한 상태가 된다.
- [103] 그리고 계속적으로 날개부재(200)가 역방향 공전을 하는 동안에는

역가이더(420)가 역궤도부(440)의 단궤도(441)에 구속되어 수평상태로 안내되고 정가이더(410)는 정궤도부(430)의 장궤도(432)에 수직상태로 안내가 된다.

- [104] 그러므로 날개부재(200)의 날개관(220)은 역궤도부(440)와 역가이더(412)의 구속 안내에 의해 풍향과 수평상태를 계속 유지하면서 풍력에 의한 최소의 역방향 회전력을 수직축(500)에 인가하게 된다.
- [105] 그리고 역방향 공전이 진행되면서 날개부재(200)가 다시 역방향에서 정방향으로 방향이 전환되는 위치(즉, 궤도하우징(100)의 전단부(F)의 위치)에 근접하게 되면, 날개시스템(210)에 구비된 회전기어(320)가 다시 고정기어(310)에 맞물리면서 날개시스템(210)을 자전시키고 상기 역궤도부(440)로 안내되던 역가이더(420)는 폭점증부(443)로 진입 통과하게 되면서 수평상태의 구속이 점차 해제되면서 상기 회전기어(320)와 고정기어(310)의 맞물림을 통한 날개시스템(210)의 자전을 가능하게 하고, 수직상태로 정궤도부(430)를 통해 안내되던 정가이더(410)는 폭점감부(434)로 진입 통과하게 되면서 점차적으로 정가이더(420)는 수평상태로 구속이 이루어지게 된다.
- [106] 이렇게 날개부재(200)가 정방향으로 방향이 전환되는 위치를 통과하게 되면 다시 전술한 것과 같은 과정을 반복하면서 날개부재(200)는 풍력에 의해 공전을 하게 되는 것이다.
- [107] 한편, 바람의 방향, 즉 풍향이 변경되는 경우에는 풍향지시대(160)에 의해 궤도하우징(100)이 회전되어 기준선(L)이 항상 풍향과 평행한 상태를 유지할 수 있기 때문에 풍향이 변경되더라도 풍력에 의한 수직축(500)에 인가되는 회전력은 동일할 수 있다.
- [108] 상술한 작동과정을 통해 알 수 있듯이, 본 발명에 따른 틸트식 회전날개장치는 정방향 공전시에는 풍력에 의한 최대의 정방향 회전력이 날개관(220)에 가해짐으로써 수직축(500)에 최대의 정방향 회전력이 인가되지만 역방향 공전시에는 최소의 역방향 회전력이 날개관(220)에 가해짐으로써 수직축(500)에 최소의 역방향 회전력이 인가되므로 동일한 풍력에 있어 최대의 에너지 변환효율을 달성할 수 있다.
- [109]
- [110] 이상으로 본 발명을 설명하였는데, 본 발명의 기술적 범위는 상술한 실시예에 기재된 내용으로 한정되는 것은 아니며, 해당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 수정 또는 변경된 등가의 구성은 본 발명의 기술적 사상의 범위를 벗어나지 않는 것이라 할 것이다.

## 청구범위

- [청구항 1] 수직형 풍력발전기의 수직축(500)에 풍력에 의한 회전력을 인가하는 회전날개장치에 있어서,  
 상기 수직축(500)에 독립 회전 가능하게 설치되어 풍향에 따라 자유 회전되며, 수평으로 공전궤도부가 마련되는 궤도하우징;  
 상기 수직축(500)에 자전 가능하게 설치됨과 함께 상기 공전궤도부를 통해 궤도하우징의 외측으로 연장되는 일정 길이의 날개스텝과 상기 날개스텝의 후단측에 고정되는 일정 면적의 날개판을 포함하여, 풍력에 의해 공전하면서 상기 수직축(500)에 회전력을 인가하는 날개부재; 및  
 상기 날개부재를 자전시켜 풍향에 대해 상기 날개부재가 정방향 공전시에는 상기 날개판의 판면이 풍향과 수직 상태가 되게 하고, 역방향 공전시에는 상기 날개판의 판면이 풍향과 수평 상태가 되게 하는 날개틸트수단;을 포함하여,  
 풍력에 의한 정방향 회전력만이 상기 수직축(500)에 인가되도록 하는 것을 특징으로 하는 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,  
 상기 궤도하우징의 내부 중앙에서 상기 수직축(500)의 상단에 결합 고정되며, 그 내부에는 자전공간부가 형성되는 날개지지대;를 더 포함하고,  
 상기 날개부재는 상기 날개스텝의 선단측에 형성되어 상기 자전공간부에 자전 가능하게 수용되는 날개헤드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치.
- [청구항 3] 제 2항에 있어서,  
 상기 날개헤드 및 자전공간부는 그 형상이 구형인 것을 특징으로 하는 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치.
- [청구항 4] 제 2항에 있어서,  
 상기 궤도하우징은 분리된 상부하우징과 하부하우징이 상하로 일정 간격 이격되도록 설치되어 그 사이에 상기 공전궤도부가 형성되는 것을 특징으로 하는 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치.
- [청구항 5] 제 4항에 있어서,  
 상기 하부하우징은 상기 수직축(500)의 상단부를 내부에 수용하면서 상기 수직축(500)의 외측에 구비되는 하우징지지대에 회전 가능하게 지지되도록 설치되며,  
 상기 상부하우징은 상기 수직축(500)의 상단 중앙에서 상기

날개지지대를 관통하여 상향 연장되는 하우징축에 그 중앙부가 관통됨과 함께 상기 날개지지대의 상단에 회전 가능하게 지지되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치.

[청구항 6]

제 1항에 있어서,

상기 궤도하우징에는 풍향과 평행상태를 유지하면서 풍향의 변화에 따라 궤도하우징을 회전시키는 풍향지시대가 구비되는 것을 특징으로 하는 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치.

[청구항 7]

제 1항에 있어서,

상기 날개틸트수단은,

상기 공전궤도부를 따라 풍력에 의해 공전하는 상기 날개시스템을 공전각 180° 마다 90° 자전시켜 역방향에서 정방향 전환시에는 날개판의 판면이 풍향에 대해 수평에서 수직이 되게 하고 정방향에서 역방향 전환시에는 수직에서 수평이 되게 하는 틸트작동부; 및

상기 틸트작동부에서 자전된 날개시스템이 정방향 또는 역방향 공전하는 동안에는 자전이 억제되도록 구속함과 함께 방향 전환시에는 상기 틸트작동부에서 자전이 가능하도록 구속을 해제시키는 틸트유지부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치.

[청구항 8]

제 7항에 있어서,

상기 틸트작동부는,

상기 궤도하우징의 공전궤도부 상에 180°간격으로 각각 고정 구비되는 한 쌍의 고정기어; 및

상기 날개시스템에 구비되어 상기 한 쌍의 고정기어 각각과 맞물리면서 90° 회전이 되는 회전기어;를 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치.

[청구항 9]

제 7항에 있어서,

상기 틸트유지부는,

상기 날개시스템에서 일정 길이로 각각 돌출 형성되되, 상기 날개판의 판면과 수직한 방향으로 돌출되는 정가이더와, 수평한 방향으로 돌출되는 역가이더로 이루어진 한 쌍의 날개가이더; 및 상기 궤도하우징의 공전궤도부에 동심원의 형태로 형성되어 상기 한 쌍의 날개가이더 각각을 안내하되, 날개시스템의 정방향 공전시 상기 정가이더를 수평상태로 구속시킴과 함께 역방향 공전시 구속을 해제하여 안내하는 정궤도부와, 역방향 공전시 상기 역가이더를 수평상태로 구속시킴과 함께 정방향 공전시 구속을 해제하여 안내하는 역궤도부로 이루어진 한 쌍의 가이드궤도;를

포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 풍력발전용 틸트식 회전날개장치.

[청구항 10]

제 9항에 있어서,

상기 정궤도부와 역궤도부는,

상기 정가이더와 역가이더를 각각 수평상태로 구속 안내하도록

상하 폭이 좁은 반원형의 단폭궤도와 수직상태로도 안내가

가능하도록 상하 폭이 넓은 반원형의 장폭궤도가 연결된

원형궤도로 이루어짐과 함께,

날개시스템의 공전방향을 기준으로 상기 단폭궤도에 장폭궤도가

연결되는 부분에는 상하 폭이 점증되는 폭점증부가 형성되고 상기

장폭궤도에 단폭궤도가 연결되는 부분에는 상하 폭이 점감하는

폭점감부가 각각 형성되되,

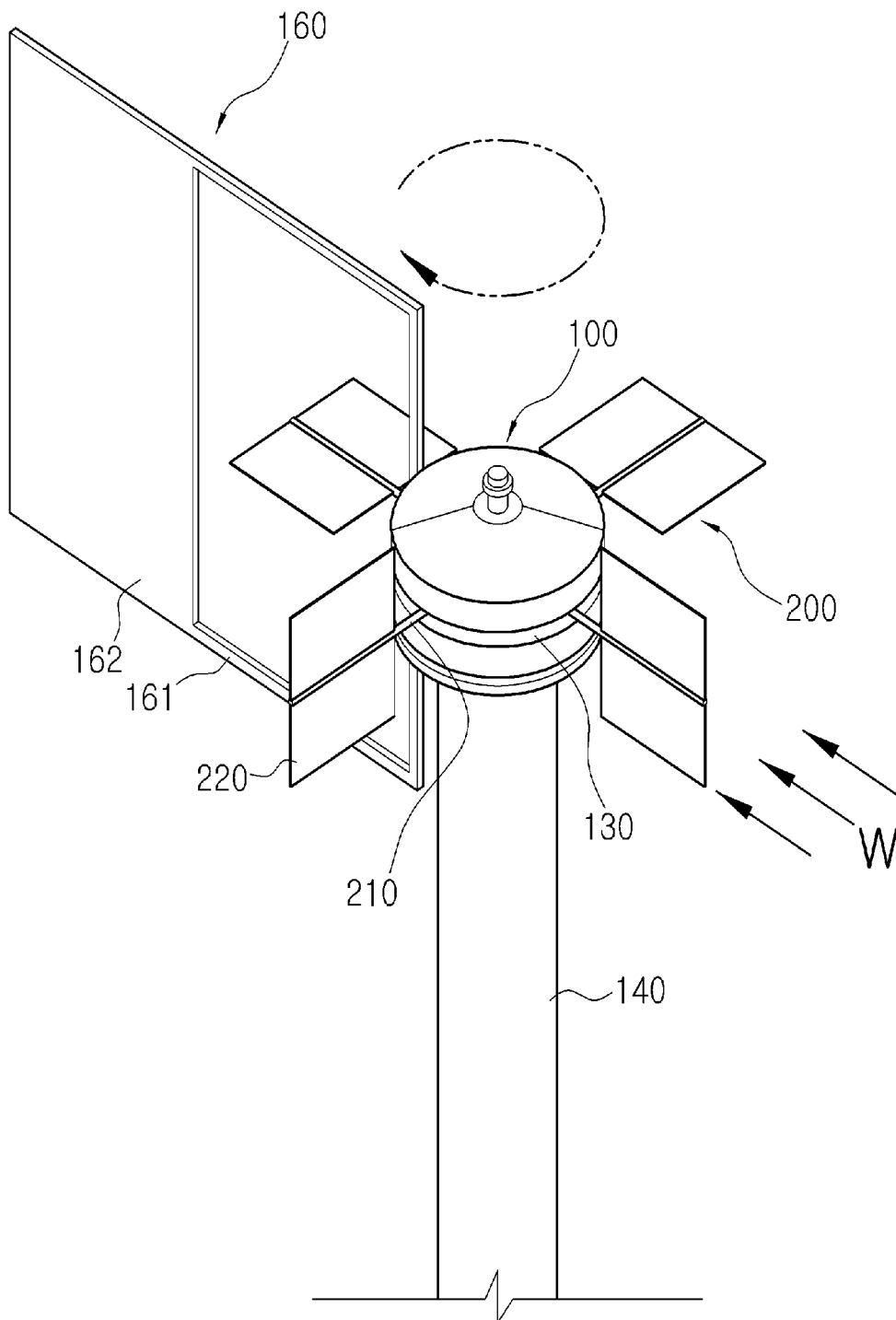
상기 정궤도부의 단폭궤도는 날개시스템이 정방향 공전하는 쪽에

위치되고, 상기 역궤도부의 단폭궤도는 날개시스템이 역방향

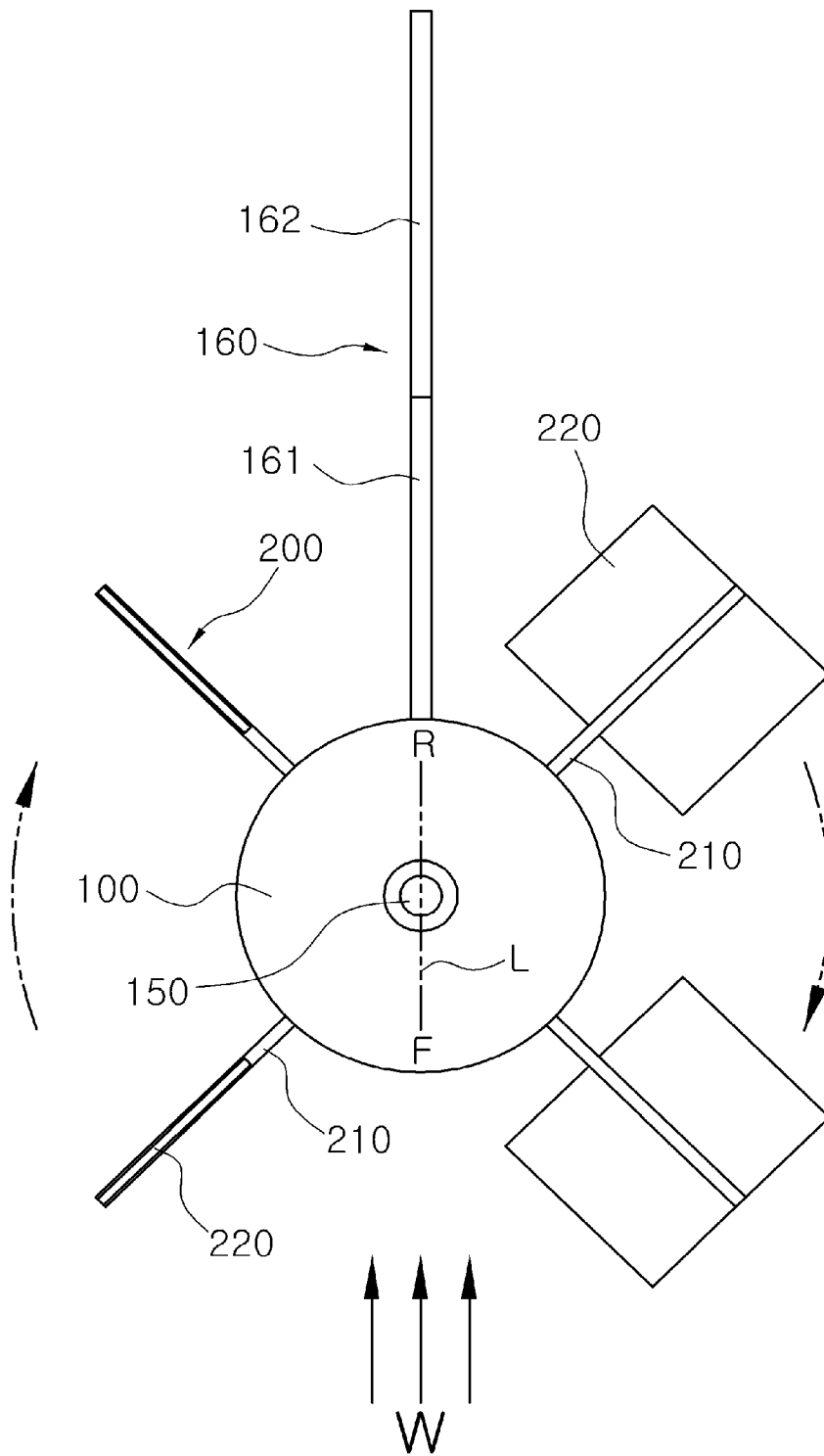
공전하는 쪽에 위치되는 것을 특징으로 하는 수직형 풍력발전용

틸트식 회전날개장치.

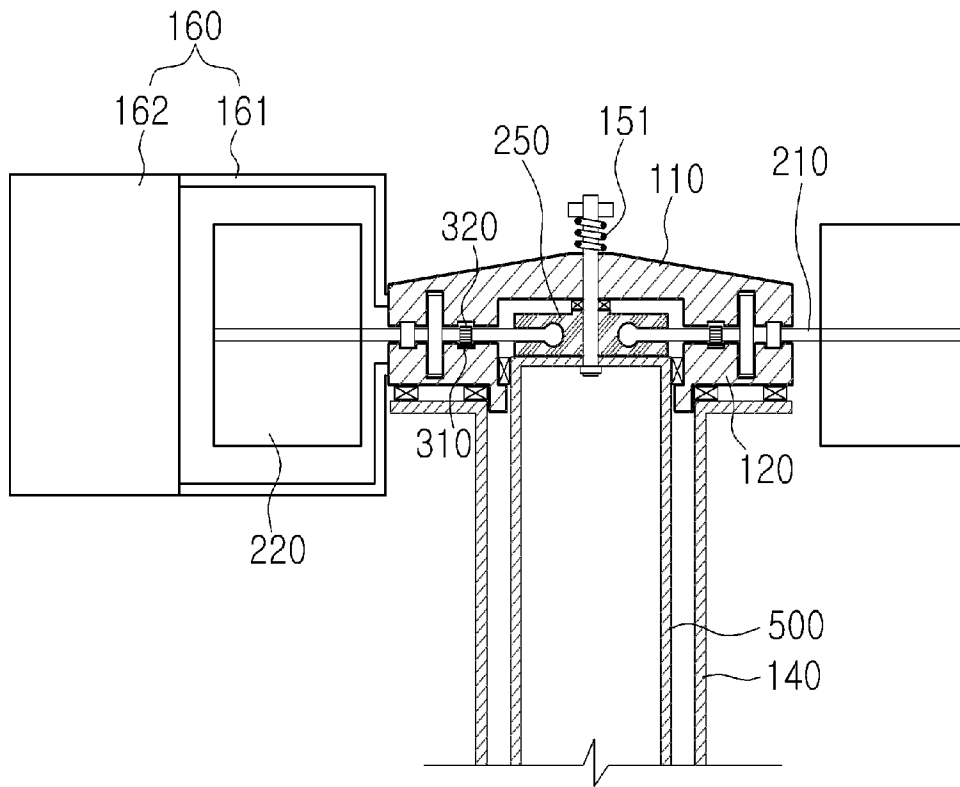
[Fig. 1]



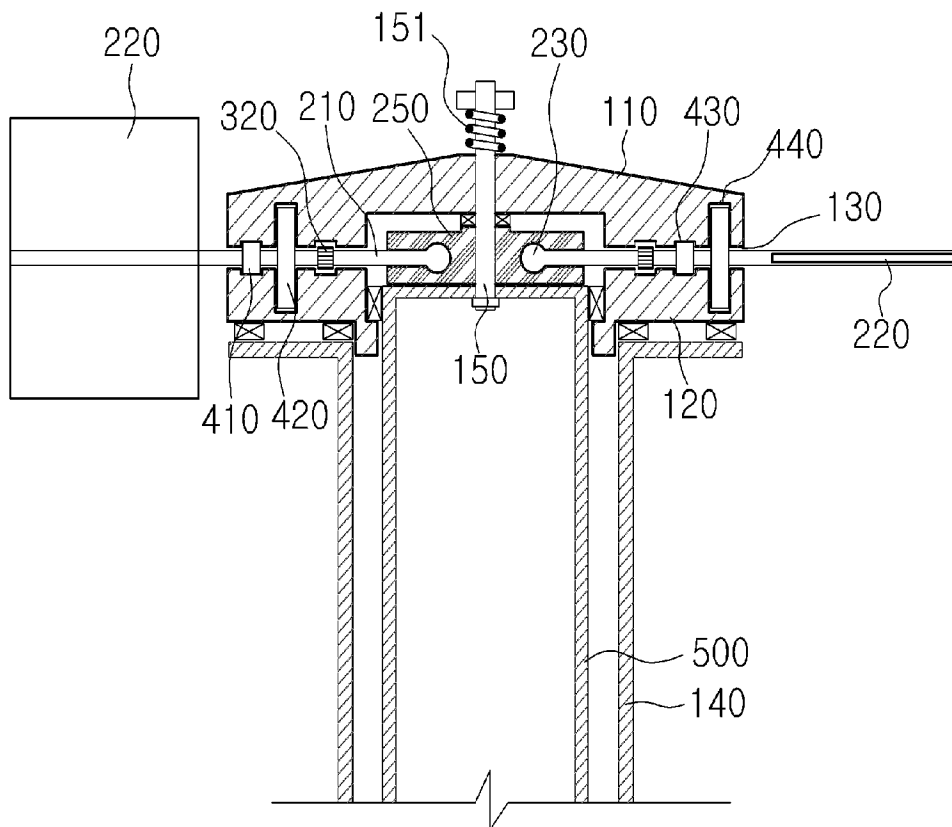
[Fig. 2]



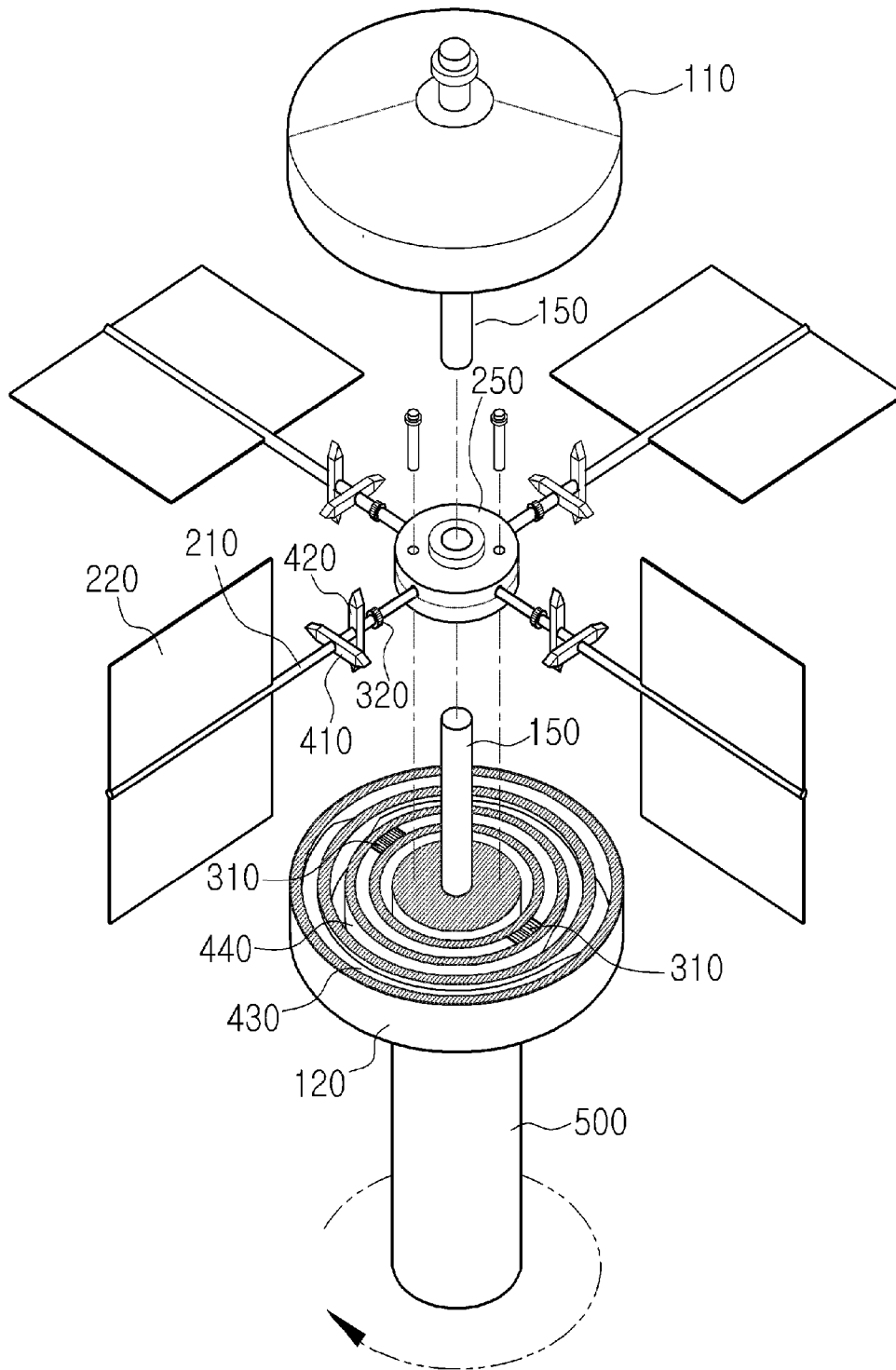
[Fig. 3]



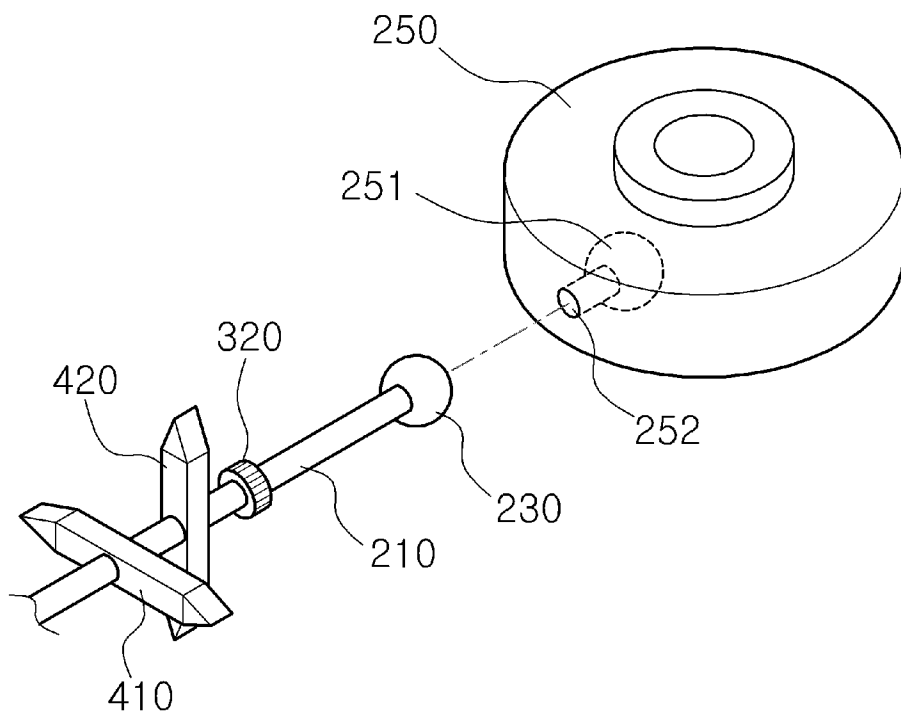
[Fig. 4]



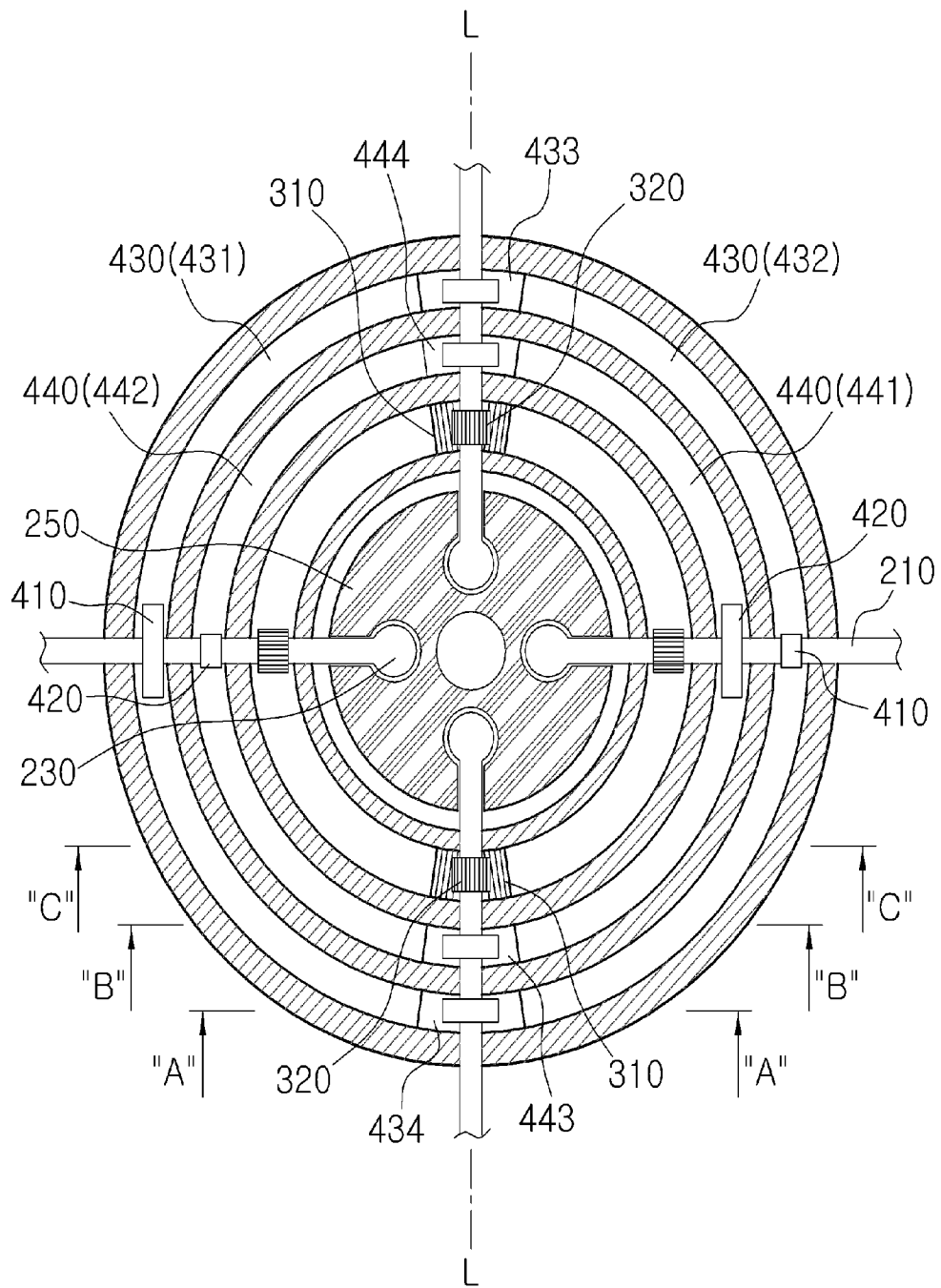
[Fig. 5]



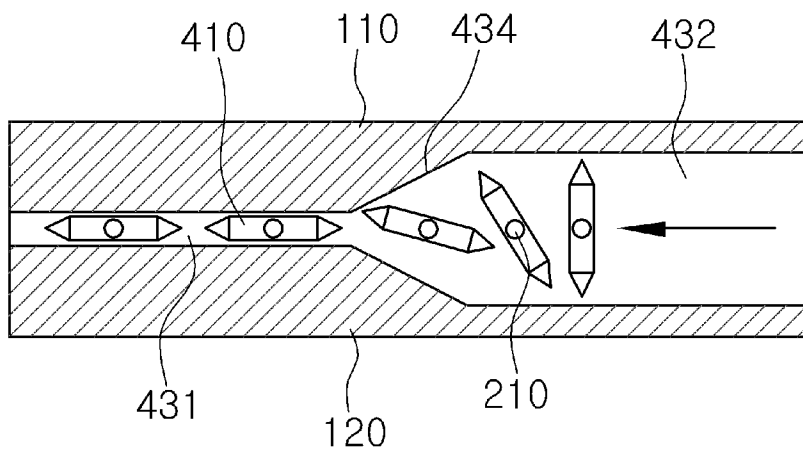
[Fig. 6]



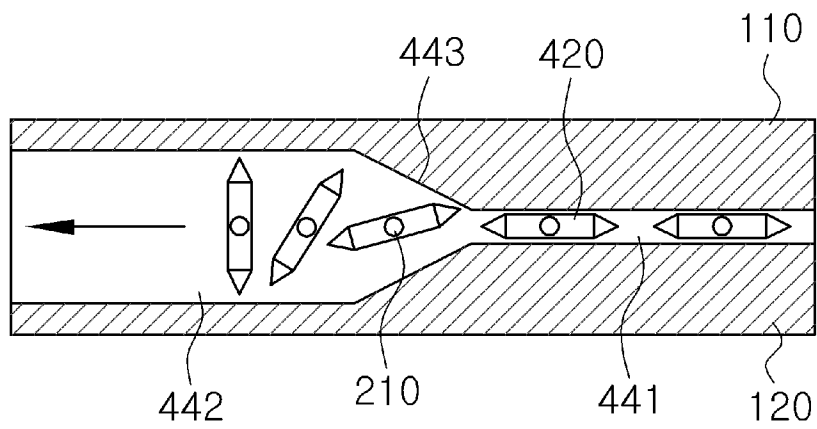
[Fig. 7]



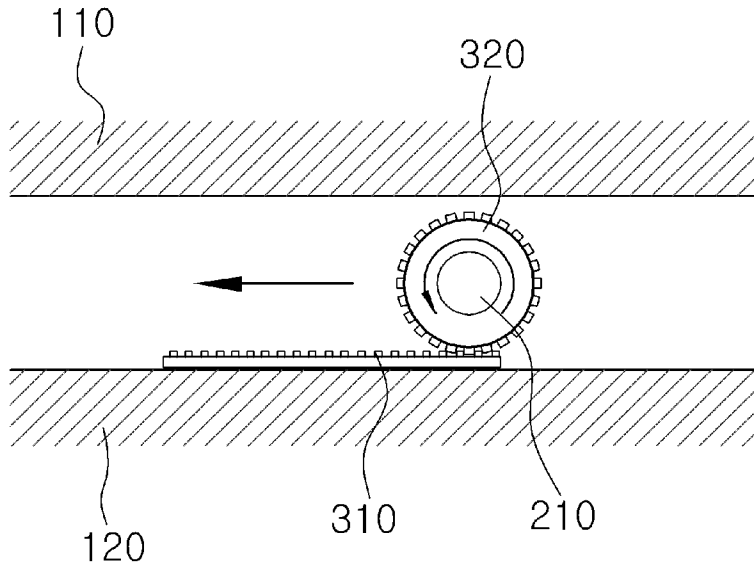
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]

