



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년09월15일

(11) 등록번호 10-1552881

(24) 등록일자 2015년09월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F03D 7/04 (2006.01) F03D 1/06 (2006.01)  
F03D 11/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0030149

(22) 출원일자 2014년03월14일

심사청구일자 2014년03월14일

(65) 공개번호 10-2014-0113505

(43) 공개일자 2014년09월24일

(30) 우선권주장

13/831,951 2013년03월15일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US8267654 B2

US8192161 B2

US2076520 A

(73) 특허권자

프론티어 원드, 엘엘씨.

미국 피에이 19428, 웨스트 콘슈아호킨, 100 폴  
폴스, 스윗 215

(72) 발명자

피터 애버렛 브룩스

미국 미네소타 55904 로체스터 팀버리지 코트 SE  
5370

네이션 존 베게스

미국 미네소타 55901 로체스터 플래그스톤 레인  
NW 2662

마이론 플로이드 밀러

미국 인디애나 47906 웨스트 라파예트 오버록 드  
라이드 324

(74) 대리인

정진상

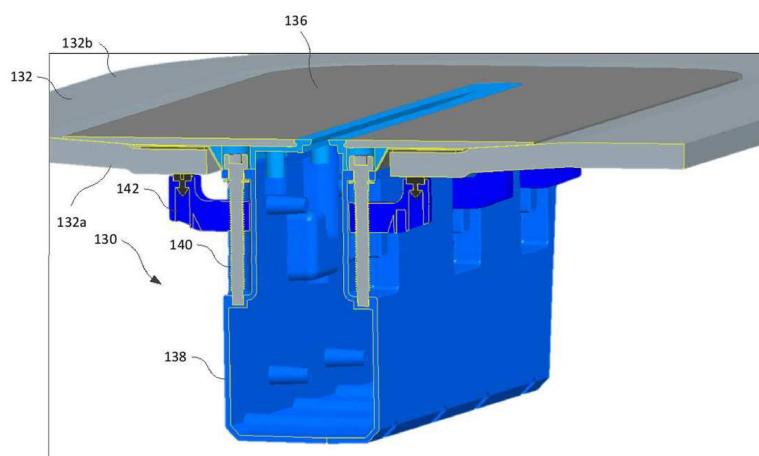
전체 청구항 수 : 총 20 항

심사관 : 김무경

(54) 발명의 명칭 부하 보상장치용 장착구조

**(57) 요 약**

부하 보상장치용 장착 구조가 제공된다. 장착구조는 다수 개의 돌기부를 통하여 하우징에 접속되는 덮개 시이트를 포함한다. 덮개 시이트는 에어포일 로터 블레이드의 표면의 일부를 형성한다. 하우징은 그 하우징으로부터 하부 방향으로 연장되고 에어포일 로터 블레이드의 내부 표면과 접촉하도록 구성되는 다수 개의 클램프를 포함한다. 클램프들을 내부 표면상에 밀착시킴으로써, 이 장치는 블레이드에 장착되고 덮개 시이트는 에어포일 로터 블레이드의 에어포일 외형에 대응하도록 변형될 수 있다. 장착구조는 에어포일 로터 블레이드내에 형성된 개구내에서 하우징이 떠 있을 수 있도록 구성된 장착판과, 에어포일 로터 블레이드의 표면으로의 원심력을 방해하도록 장착판의 한쪽 끝단에 배치되는 탭을 더 포함할 수 있다.

**대 표 도**

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

부하 보상장치의 공기 변류기를 전개 및 수축하도록 구성된 전개장치를 담고 있는 하우징과;

하우징의 적어도 한 측부를 따라서 배치된 다수 개의 클램프 및, 상기 다수 개의 클램프를 통하여 연장되며 클램프가 그의 길이를 따라서 수직방향으로 이동하도록 허용하는 다수 개의 패스너를 포함하는 장착 구조와;

하우징의 상부에서 연장되며, 부하 보상장치가 장착되는 에어포일 로터 블레이드의 표면의 일부를 형성하고, 하부방향 및 하우징 내로 연장되는 다수 개의 접속구를 포함하는 덮개 시이트;를 포함하며,

다수 개의 클램프는 에어포일 로터 블레이드의 내부 표면과 접촉하여 하우징을 에어포일 로터 블레이드에 고정하고,

덮개 시이트는, 하우징이 에어포일 로터 블레이드에 고정될 때 부하 보상장치의 위치에서 에어포일 로터 블레이드의 에어포일 외형에 대응하여 변형되는 부하 보상장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

덮개 시이트는 하우징을 에어포일 로터 블레이드에 고정하기 전에는 제1 곡률반경을 가지며, 하우징이 에어포일 로터 블레이드에 고정된 후에는 제1 곡률반경보다 큰 제2 곡률반경을 가지는 부하 보상장치.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

다수 개의 접속구들은 덮개 시이트를 하우징에 접속하도록 구성된 끼워맞춤 기구(snap fit)를 포함하는 부하 보상장치.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

다수 개의 접속구들은 덮개 시이트와 함께 일체로 형성되는 부하 보상장치.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서, 다수 개의 접속구들은 덮개 시이트의 제조시에 덮개 시이트내에 물딩되는 부하 보상장치.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 다수 개의 클램프들은 상호간에 독립적으로 작동하는 부하 보상장치.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서, 다수 개의 클램프들은 공기 변류기 하우징의 제1 측 및 공기 변류기 하우징의 제2 측을 따

라서 배치되며 나사결합되는 부하 보상장치.

#### 청구항 8

수축된 위치에 있는 공기 변류기를 담도록 구성되는 하우징과;

상부 표면 및 그에 대향하는 바닥 표면을 가지며, 상부 표면은 에어포일 로터 블레이드의 외부 표면의 일부를 형성하고, 바닥 표면으로 연장되는 다수 개의 접속구에 의하여 하우징에 접속되는 덮개 시이트; 및,

다수 개의 나사산이 형성된 클램프를 통하여 연장되는 다수 개의 패스너를 포함하고, 나사산이 형성된 클램프는 공기 변류기 장치를 에어포일 로터 블레이드에 고정하기 위하여 패스너의 제1 끝단으로부터 패스너의 제2 끝단으로 연장되도록 형성되는 장착장치를 포함하는 부하 보상장치.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

덮개 시이트는, 그 덮개 시이트가 에어포일 로터 블레이드에 장착되는 위치에서의 에어포일 로터 블레이드의 외형에 맞추도록 변형가능한 부하 보상장치.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

덮개 시이트의 변형은, 에어포일의 외형에 맞추도록 커버 시이트를 평탄하게 하는 것을 포함하는 부하 보상장치.

#### 청구항 11

제 8 항에 있어서,

덮개 시이트의 상부 표면의 대부분은 평탄하며 방해물이 없는 것인 부하 보상장치.

#### 청구항 12

제 8 항에 있어서, 다수 개의 접속구들은 덮개 시이트와 일체로 형성되는 부하 보상장치.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

다수 개의 접속구들은 하우징과 끼워맞추어짐(snap fit)을 형성하도록 구성되는 부하 보상장치.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서, 다수 개의 접속구들은 하우징의 상부 표면내로 끼워맞추어지는 부하 보상장치.

#### 청구항 15

수축된 위치에 있는 공기 변류기를 담도록 구성되며, 에어포일 로터 블레이드의 내부에 배치되는 하우징과;

에어포일 로터 블레이드의 표면에 형성된 둘러싸는 오목부를 가지는 개구로서, 공기 변류기가 전개된 위치에서 상기 개구를 관통하여 연장되고, 하우징이 상기 개구 내에 장착되는 것인 개구와;

상기 개구를 둘러싸는 오목부 내에 수납된 장착판으로서, 상기 장착판은 상기 장착판의 제1 끝단으로부터 하부 방향으로 연장되는 텁을 포함하고, 상기 텁은 부하 보상장치로부터 에어포일 로터 블레이드의 표면으로의 힘을 분배하도록 구성되는 것인 장착판;

을 포함하는 부하 보상장치.

### 청구항 16

제 15 항에 있어서,

하우징은 장착판 및 개구의 내에서 떠 있도록 구성되는 부하 보상장치.

### 청구항 17

제 16 항에 있어서,

하우징에 접속되고 그 하우징과 함께 떠 있도록 구성되는 덮개 시이트를 더 포함하는 부하 보상장치.

### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

덮개 시이트는 에어포일 로터 블레이드의 표면의 일부를 형성하는 부하 보상장치.

### 청구항 19

제 17 항에 있어서,

덮개 시이트는 부하 보상장치의 위치에서 에어포일 로터 블레이드의 에어포일 외형을 따르도록 변형가능한 부하 보상장치.

### 청구항 20

제 15 항에 있어서,

장착판은 덮개 시이트와 하우징의 사이에 배치되는 부하 보상장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 부하 보상장치용 장착구조에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 풍력터빈들은 이들의 블레이드(blade)들의 회전면적(swept area)에 비례하는 전력을 생산한다. 풍력터빈에 대하여 반지름과 같은 로터(rotor) 속성의 선택은, 약풍에서의 더 많은 에너지의 생산을 위한 더 긴 블레이드와 강풍에서의 부하 한정을 위한 더 짧은 블레이드 사이에서 설계적 균형이 있게끔 한다. 따라서 더 긴 블레이드를 가지는 풍력터빈은 회전면적을 증가시키며, 이는 더 많은 전력을 생산한다. 하지만 강풍의 속도에서, 더 긴 블레이드를 가지는 풍력터빈은 부품에 있어서 더 큰 요구를 감내하게끔 하고, 부품에 손상을 주는 것을 피하기 위해서 터빈이 셧다운 되어야만 하는 상황이 더 많이 발생하게 된다. 평균 풍속이 손상을 유발할만큼 강하지 않은

경우에도, 간헐적인 돌풍은 바람의 속도 및 방향의 양자를 변화시킬 수 있고 장비에 손상을 줄 정도로 강한 힘을 가할 수 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0003] 어떤 풍력터빈 구성에 있어서는, 변류기(deflector)들이 풍력터빈의 부하를 최적화하도록 사용된다. 이들 변류기의 장착은 다양한 구성품에 과해지는 스트레스의 양 때문에 어려워질 수 있다. 또한 이들 장치의 종래의 장착은 장착위치에서의 에어포일(airfoil)의 형상에 대응하도록 하기 위하여 각자 특정한 용도로 부품을 가공하는 것을 포함한다. 각 부품에 대한 특정한 설계 요구는 비용이 많이 들며, 시간소모적이며 효율적이지 못하다.

#### 과제의 해결 수단

[0004] 이하의 내용은 본 발명의 몇몇 실시형태의 기본적인 이해를 제공하기 위하여 본 발명의 간략화된 요약내용을 나타낸다. 본 요약내용은 본 발명의 광범위한 개괄내용은 아니다. 이는 본 발명의 요점 또는 중요한 요소들을 정의하거나 또는 범위를 기술하는 것을 의도하는 것은 아니다. 이하의 요약내용은 단순히 이하에 마련된 보다 상세한 설명에 대한 예비적인 부분으로서 간략화된 형태로 본 발명의 몇몇 개념을 나타내는 것일 뿐이다.

[0005] 본 명세서에 기술된 구성들의 실시형태는 풍력터빈 블레이드 상의 공기 변류기(air deflector)에 대한 하나 이상의 장착 구성을 포함한다. 어떤 구성에 있어서, 공기 변류기는 하우징과, 그 하우징에 접속되며 풍력터빈 블레이드의 표면의 일부를 구성하는 덮개 사이트를 포함할 수 있다. 하우징은 풍력터빈 블레이드에 그 하우징을 접속하도록 구성되는 다수 개의 클램프를 포함할 수 있다. 어떤 구성에 있어서는, 공기 변류기 장치는 풍력터빈의 운용 중에 풍력터빈 블레이드의 표면으로 부하를 분배하도록 구성되는 탭(tab)을 가지는 장착판을 포함한다.

#### 도면의 간단한 설명

[0006] 본 발명의 보다 완전한 이해 및 그의 장점은 첨부된 도면을 고려한 이하의 기술내용을 참조함으로써 구해질 수 있으며, 유사한 구성부에 대하여는 유사한 부호가 부여되었다.

도 1은 본 명세서에서 기술된 하나 이상의 실시형태에 따른 풍력터빈의 사시도이다.

도 2는 본 명세서에서 기술된 하나 이상의 실시형태에 따른 연장된 위치에 있는 공기 변류기를 가지는 제1 부하 보상장치를 도시하는 로터 블레이드의 단면도이다.

도 3은 본 명세서에서 기술된 하나 이상의 실시형태에 따른 연장된 위치에 있는 공기 변류기를 가지는 제2 부하 보상장치를 도시하는 로터 블레이드의 단면도이다.

도 4 및 도 5는 본 명세서에서 기술된 하나 이상의 실시형태에 따른 수축된 위치(도 4) 및 연장된 위치(도 5)에 있는 공기 변류기를 가지는 도 2의 부하 보상장치를 도시하는 로터 블레이드의 등척성 단면도이다.

도 6은 본 명세서에서 기술된 하나 이상의 실시형태에 따른 부하 보상장치의 한 예를 도시한다.

도 7은 본 명세서에서 기술된 하나 이상의 실시형태에 따른 도 6의 부하 보상장치의 확대도이다.

도 8은 본 명세서에서 기술된 하나 이상의 실시형태에 따른 에어포일 로터 블레이드에 장착된 부하 보상장치의 단면도이다.

도 9는 본 명세서에서 기술된 하나 이상의 실시형태에 따른 블레이드의 내부에 장착된 부하 보상장치를 나타내는 에어포일 로터 블레이드의 단면도이다.

도 10a 및 10b는 부하 보상장치와 함께 사용될 수 있는 덮개 사이트 및 그 덮개 사이트로부터 연장되는 돌출부의 확대도를 각각 나타낸다.

도 11은 본 명세서에서 기술된 하나 이상의 실시형태에 따른 덮개 사이트를 가지는 부하 보상장치를 도시한다.

도 12는 본 명세서에서 기술된 하나 이상의 실시형태에 따른 에어포일 로터 블레이드에 장착된 부하 보상장치의 단면도이다.

도 13은 본 명세서에서 기술된 하나 이상의 실시형태에 따른 부하 보상장치의 다른 확대도이다.

도 14는 본 명세서에서 기술된 하나 이상의 실시형태에 따른 부하 보상장치의 한 끝단의 확대도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 다양한 실시형태에 관한 이하의 기술내용은, 첨부된 도면을 참조하여 이루어지며, 이를 도면은 본 발명의 일부를 구성하며, 본 발명이 실시될 수 있는 다양한 실시예를 예시하는 방편으로 나타낸 것이다. 따라서, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고서도 기타의 실시예들도 이용될 수 있으며 구조적이며 기능적인 변형이 가능한 것임은 이해가능하다.

[0008] 본 명세서에 기술된 구성의 실시형태들은 에어포일 로터 블레이드내에 장착되는 부하 보상장치를 포함한다. 어떤 실시형태에 있어서, 부하 보상장치는 공기 변류기와 같은 전개가능한 장치를 포함할 수 있으며 풍력터빈 블레이드에 장착될 수 있다. 본 명세서에서 기술된 구성의 논의를 간략화하기 위하여, 다양한 실시형태들이 풍력터빈 블레이드 또는 에어포일 로터 블레이드에 장착된 부하 보상장치의 맥락에서 기술될 것이다. 그러나, 본 명세서에 기술된 특징들은 다양한 장치 및 적용분야에서 사용될 수 있으며, 명세서 또는 도면내의 어떠한 내용도 본 발명을 풍력터빈 블레이드에 장착되는 공기 변류기에 한정하는 것으로 의도하는 것은 아니다.

[0009] 풍력터빈의 운용시에, 공기 변류기는 풍력터빈의 부하를 관리하거나 및/또는 운용을 최적화하기 위하여 전개될 수 있다. 공기 변류기는 돌풍보상 장치의 일부일 수 있으며, 에어포일 로터 블레이드의 내부면에 장착될 수 있다. 부하 보상장치는 에어포일 로터 블레이드의 표면의 일부를 구성하는 덮개 시이트를 포함할 수 있다. 덮개 시이트는 그 덮개 시이트의 바닥면으로부터 하부로 연장되는 하나 이상의 돌기부를 통하여 부하 보상장치의 하우징에 접속될 수 있다. 하우징은 그 하우징 상에 배치되고, 이하에서 보다 상세하게 기술되는 바와 같이, 에어포일 로터 블레이드에 그 하우징을 접속하도록 구성되는 다수 개의 클램프를 포함할 수 있다.

[0010] 도 1은 나셀(nacelle: 8)을 지지하는 타워(6)를 가지는 기초부(4) 상의 풍력터빈(2)을 나타낸다. 하나 이상의 블레이드(10)들은 볼트 플랜지(14)를 통하여 허브(12)에 부착된다. 도시된 실시예에 있어서, 풍력터빈은 3개의 블레이드(10)를 포함한다. 허브(12)는 나셀(8)내에 기어박스, 발전기 및 기타 부품에 연결된다. 블레이드(10)는 도 1에 나타낸 바와 같이 고정된 길이를 가질 수도 있고 길이가변형(variable length-type), 즉 신축자재형일 수 있다. 도 1에 나타낸 바와 같이, 각 길이가변형 블레이드(10)는 근저부 또는 기초부(16) 및 끝단부(18)를 포함한다. 끝단부(18)는 근저부(16)에 대해서 이동가능한 것으로서 로터 블레이드(10)의 길이를 제어가능하게 증가 및 감소하도록 되어 있으며, 그에 따라 로터 블레이드(10)의 회전면적을 각각 증가 및 감소하게 된다. 나사구동, 피스톤/실린더, 또는 폴리/원치구조와 같은 바람직한 구동 시스템이 근저부(16)에 대하여 끝단부(18)를 이동하도록 사용될 수 있다. 그러한 구동 시스템들은 발명의 명칭이 "신축자재한 윈드 터빈 블레이드"이며 그의 내용이 본 명세서에 전체적으로 참조되는 미국특허 제 6,902,370 호에 기술되어 있다. 풍력터빈(2)은 또한, 도시하지는 않았으나 좌우요동 구동장치(yaw drive) 및 좌우요동 구동모터를 더 포함한다.

[0011] 도 2 내지 5는, 적어도 하나의 부하 보상장치(30)에 포함되는 풍력터빈 블레이드(10)의 단면도이다. 블레이드(10)는 선두 가장자리(20), 후미 가장자리(22), 고압측(24) 및 저압측(26)을 가진다. 시위선(chord line) c 는 블레이드(10)의 선두 가장자리(20)와 후미 가장자리(22) 사이의 선으로서 정의될 수 있다. 로터 블레이드(10)의 선두측은 로터 블레이드(10)의 선두 절반에 상당하고 로터 블레이드(10)의 후미측은 로터 블레이드(10)의 후미 절반에 상당함을 알 수 있다.

[0012] 도면에 나타낸 블레이드(10)는 단지 하나의 에어포일 외형의 예시적인 단면설계일 뿐이며, 무한한 단면에 있어서의 변형이 본 발명의 일부로서 사용될 수 있다. 에어포일 로터 블레이드는 파이버 글래스 및/또는 탄소섬유와 같은 어떠한 적절한 재료 및 구성으로 제조될 수 있다.

[0013] 도 2 및 도 3의 단면도로부터 볼 수 있는 바와 같이, 로터 블레이드(10)는 도면부호 30으로 일반적으로 표기한 적어도 한 개의 부하 보상장치를 더 포함하지만, 로터 블레이드(10)의 특정한 면에 대해서 도면부호 30a 및 30b로서 특별히 참조될 수도 있다. 도 2는 로터 블레이드(10)의 저압측(26)에서의 기류에 영향을 미치는 제1 풍력부하 보상장치(30a)의 배치를 나타낸다. 도 3은 로터 블레이드(10)의 고압측(24)에서의 기류에 영향을 미치는 제2 풍력부하 보상장치(30b)의 배치를 나타낸다. 사용에 있어서, 더 굽은 면(26a) 및 그에 대향하는 덜 굽은 면(24a)은 주지의 기체역학상의 원리에 의하여 저압측(26) 및 고압측(24)의 기체역학적 현상을 만들어낸다. 이는, 로터 블레이드(10) 상의 기류와 조합되어, 로터의 회전을 보조하는 "양력(lift)"으로 알려진 효과를 생성한다.

[0014] 한 실시예에 있어서, 각 로터 블레이드(10)는 저압측(26)의 기류에 영향을 주는 적어도 한 개의 제1 풍력부하 보상장치(30a) 및 고압측(24)의 기류에 영향을 주는 적어도 한 개의 제2 풍력부하 보상장치(30b)를 포함한다. 즉, 이는 풍력부하 보상장치(30a) 및 (30b)를 포함하며, 이들 장치(30a), (30b)들은 로터 블레이드(10)를 따라서

길이방향으로 간격을 두고 배치된다. 이를 장치(30a),(30b)들은 임의의 수로 사용될 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 각 로터 블레이드(10)는 저압측(26)의 기류에 영향을 주는 적어도 한 개의 풍력부하 보상장치(30a)는 포함하지만, 고압측(24)의 기류에 영향을 주는 풍력부하 보상장치는 포함하지 않을 수 있다. 어떠한 임의의 수의 장치(30a)가 저압측(26)에 사용될 수 있다. 또한 다른 실시예에 있어서는, 각 로터 블레이드(10)는 고압측(24)의 기류에 영향을 주는 적어도 한 개의 풍력부하 보상장치(30b)는 포함하지만, 저압측(26)의 기류에 영향을 주는 풍력부하 보상장치는 포함하지 않을 수 있다. 어떠한 임의의 수의 장치(30b)가 고압측(24)에 사용될 수 있다.

[0015] 각 풍력부하 보상장치(30a),(30b)는 공기 변류기(32)를 포함한다. 공기 변류기(32)는, 그 공기 변류기(32)가 에어포일 로터 블레이드(10)의 외부 표면으로부터 연장되는 연장된 위치와, 공기 변류기(32)가 에어포일 로터 블레이드(10)의 외부표면과 실질적으로 같은 평면을 이루거나, 오목하거나 기타 실질적으로 연장되지 않는 수축된 위치의 사이에서 이동가능하다. 도 2 및 도 3의 양자는 공기 변류기(32)가 로터 블레이드(10)의 외부 표면으로부터 연장되는 연장된 위치에 있는 공기 변류기(32)를 도시한다. 도 4는 수축된 위치에 있는 풍력부하 보상장치(30a)를 나타내는 로터 블레이드(10)의 등척적 단면도이다.

[0016] 제1 구성에 있어서, 에어포일 로터 블레이드(26)의 선두 가장자리(20) 및 후미 가장자리(22)와 관련된 공기 변류기(32)의 위치는 선두 절반 내, 즉 선두 가장자리(20)로부터 후미 가장자리(22)까지 그에 대하여 수직인 방향에서 측정하였을 때 시위선 c의 길이의 0% 내지 50%의 사이에 있게 된다. 다른 구성에 있어서, 에어포일 로터 블레이드(26)의 선두 가장자리(20) 및 후미 가장자리(22)와 관련된 공기 변류기(32)의 위치는, 선두 가장자리(20)로부터 후미 가장자리(22)까지 그에 대하여 수직인 방향에서 측정하였을 때 시위선 c의 길이의 5% 내지 45%의 사이에 있게 된다. 또 다른 구성에 있어서, 에어포일 로터 블레이드(26)의 선두 가장자리(20) 및 후미 가장자리(22)와 관련된 공기 변류기(32)의 위치는, 선두 가장자리(20)로부터 후미 가장자리(22)까지 그에 대하여 수직인 방향에서 측정하였을 때 시위선 c의 길이의 15% 내지 35%의 사이에 있게 된다. 어떤 실시예에 있어서는, 부하 보상장치(30)가 장착되는 에어포일 로터 블레이드의 표면의 두께는 가변적일 수 있다.

[0017] 공기 변류기(32)는 임의의 풍력터빈 조건 파라미터에 근거하여, 또한 사용되는 부하 보상장치의 수를 고려하여 규격이 결정될 수도 있다. 공기 변류기는 파이버 글래스, 탄소섬유, 스테인레스강, 플라스틱(폴리카보네이트와 같은) 및/또는 알루미늄 등과 같은 어떠한 적절한 재료로 만들어질 수 있다. 공기 변류기(32)는, 예를 들어 수인치 내지 1피트를 넘는 어떠한 임의의 폭으로 만들어질 수 있다. 부가적으로, 공기 변류기(32)는 예를 들어 시위선 c(도 3)의 1퍼센트 이하로부터 수퍼센트 까지의 어떠한 임의의 높이로 어에포일 표면으로부터 연장될 수 있으며, 전형적으로는 1인치 미만이지만, 선택된 재료에 근거하여 어떠한 적절한 두께를 가질 수도 있다.

[0018] 도 4 및 도 5는 수축된 위치(도 4) 및 연장된 위치(도 5)에 있는 공기 변류기(32)를 가지는 저압측 풍력부하 보상장치(30)를 도시하는 로터 블레이드(10)의 등척성 단면도이다. 풍력부하 보상장치(30)는 적절하게는 로터 블레이드(10)의 윤곽을 추종하는 표면을 유지하기 위한 인터페이스에 의하여 장착된다. 다양한 장착구성 및 인터페이스 구성은 이하에서 보다 상세하게 기술한다.

[0019] 도 6은 본 명세서에서 기술된 다양한 실시형태에 따른 부하 보상장치(30)의 일 예를 나타낸다. 부하 보상장치(30)의 작동 및 하나 이상의 특징들은 상술한 부하 보상장치(30)와 실질적으로 유사하다. 또한, 부하 보상장치(130)는 상술한 바와 같이 에어포일 로터 블레이드를 따라서 어떠한 위치에도 장착될 수 있다. 부하관리장치 및 하나 이상의 부하관리장치의 다양한 특징은 본 명세서에 참조되는 미국특허 제 8,267,654 호에서 찾아볼 수 있다.

[0020] 부하 보상장치(130)는 에어포일 로터 블레이드(132) 내에 장착된 것으로 도시된다. 에어포일 로터 블레이드는 다양한 에어포일 단면형상중의 하나를 가질 수 있다. 부하 보상장치(130)는 일반적으로 에어포일 로터 블레이드(132)의 내부에 장착된다. 즉, 부하 보상장치(130)는 그 부하 보상장치가 에어포일 로터 블레이드(132)의 내부에 실질적으로 담겨지도록 에어포일 로터 블레이드(132)의 표면에 부착된다. 부하 보상장치(130)는 공기 변류기가 전개될 수 있는 개구(134)를 포함한다. 상술한 바와 같이, 공기 변류기는 풍력터빈의 작동을 최적화하는데 도움을 주는 것이다.

[0021] 부하 보상장치(130)는 또한 덮개 시이트(136)를 더 포함한다. 어떤 구성에 있어서, 덮개 시이트(136)는 에어포일 로터 블레이드(132)의 외부표면의 일부를 형성할 수 있다. 따라서, 에어포일 로터 블레이드(132)의 표면상의 기류 특성을 유지하기 위하여는, 덮개 시이트(136)가 방해물이 거의 없는 연속적인 표면을 포함하는 것이 유리하다. 도 6에 나타낸 바와 같이, 덮개 시이트(136)의 표면의 대부분은 방해물이 없거나 및/또는 실질적으로 평坦하다. 어떤 종래의 구성에서와 같이, 덮개 시이트(136)에는 접속부, 끼움부 등과 같은 연장물이 없다.

[0022] 덮개 시이트(136)는 파이버글래스, 탄소섬유, 다양한 플라스틱 등과 같은 어떠한 적절한 재료로 만들어질 수 있다. 덮개 시이트(136)는, 어떤 실시예에 있어서, 부하 보상장치의 위치에서 에어포일 로터 블레이드(132)의 에어포일 외형을 추종하도록 변형될 수 있다. 이들 구성은 이하에서 상술한다.

[0023] 덮개 시이트(136)는 이하에서 상세하게 논의되는 바와 같이 부하 보상장치(130)의 하우징(138)에 연결될 수 있다. 하우징(138)은 공기 변류기, 공기 변류기 전개기구 및 다양한 다른 부품들을 실질적으로 포함한다. 어떤 실시형태에 있어서, 하우징(138)은 2개의 측부(138a), (138b)로 구성되며, 이들을 나사, 볼트 등과 같은 공지의 접속방법을 사용하여 함께 연결한다. 하우징(138)은 하나 이상의 부분으로 마련될 수 있다. 예를 들어, 하우징(138)은 2개의 부분으로 마련될 수 있다. 다른 실시예에서, 하우징(138)은 도 7에 나타낸 바와 같이 3개의 부분으로 마련될 수 있다. 하우징(138)은 2개의 측부(138a), (138b) 및 상부(138c)를 포함할 수 있으며, 어떤 실시예에서 상부(138c)는 공기 변류기가 슬라이드되는 슬롯을 포함할 수 있다. 하우징을 복수의 부분으로 구성하는 것은 공기 변류기, 공기 변류기 전개기구 또는 기타 하우징(138) 내에 담기는 부품에 대한 보수유지를 용이하게 할 수 있다. 하우징(138)은 파이버글래스, 탄소섬유, 기타 복합재료, 알루미늄(예를 들면 주조 알루미늄), 스테인레스 강, 다양한 플라스틱 등과 같은 적절한 재료로 형성될 수 있다.

[0024] 부하 보상장치(130)를 에어포일 로터 블레이드(132)에 장착하기 위하여, 다수 개의 클램프(142) 및 패스너(fastener: 140)가 사용될 수 있다. 어떤 실시형태에 있어서, 패스너(140)는 클램프(142)를 관통하고, 패스너(140)의 길이에 따른 클램프(142)의 이동을 허용하도록 양쪽에 나사가 형성될 수 있다. 클램프(142)는 에어포일 로터 블레이드(132)의 내부 표면에 접촉하도록 패스너(140)의 길이를 따라서 상부방향으로 연장될 수 있고, 그에 의하여 이하에서 설명하는 바와 같이 부하 보상장치(130)를 에어포일 로터 블레이드(132)에 접속한다. 클램프(142) 및 패스너(140)들은 복합재료, 알루미늄, 스테인레스 강 등과 같은 적절한 재료로 형성될 수 있다. 어떤 실시예에 있어서는, 나일론 또는 기타 나사로 잠글 수 있는 재료들이 클램프의 나사산으로 설치될 수 있다.

[0025] 도 7은 확대된 상태로 부하 보상장치(130)를 나타낸다. 도 7에 나타낸 바와 같이, 부하 보상장치(130)는 에어포일 로터 블레이드(132)내에 형성된 개구(160) 내에 수납될 수 있다. 어떤 구성에 있어서, 에어포일 로터 블레이드(132)는 외부표면에 형성되며 개구(160)를 둘러싸는 오목부(152)를 포함할 수 있다. 오목부(152)는 이하에서 상술하는 바와 같이 장착판(150)을 수납하도록 구성될 수 있다.

[0026] 상술한 바와 같이, 부하 보상장치(13)는 하우징(138)에 접속된 덮개 시이트(136)를 포함할 수 있다. 어떤 실시예에 있어서, 덮개 시이트(136)는, 에어포일 로터 블레이드(132)내의 개구(160)를 통하여 연장되며 덮개 시이트(136)의 바닥면으로부터 하부 방향으로 연장되는 다수 개의 돌기부(144)를 통하여 하우징(138)에 접속될 수 있다. 어떤 구성에 있어서, 돌기부(144)는 이하에서 기술되는 바와 같이, 하우징내에 형성된 다수 개의 개구내에 수납될 수 있다.

[0027] 덮개 시이트(136)는 에어포일 로터 블레이드(132)의 상부면과 접촉할 수 있으며, 어떤 구성에서는, 에어포일 로터 블레이드(132)의 상부면의 일부를 형성할 수도 있다. 따라서, 덮개 시이트(136)는 부하 보상장치(130)가 위치하는 곳에서의 에어포일 로터 블레이드의 외형을 추종한다.

[0028] 도 7은, 다수 개의 패스너(140) 및 클램프(142)를 도시한다. 어떤 구성에 있어서, 패스너들은 나사, 나사산이 형성된 막대 등과 같이 나사가 형성된 패스너일 수 있다. 패스너(140)들은 오목부(143)내에 위치된 각 클램프(142)내에 형성된 개구 및 하우징(138)을 관통하여 하부방향으로 연장될 수 있다. 어떤 구성에 있어서, 클램프(142)들은, 패스너(140)들이 관통할 수 있는 개구를 포함하며, 오목부(143)내에 수납된 수평부(142a)를 포함하는 대략 L-자형으로 될 수 있다. 클램프(142)는 수평부(142a)로부터 바깥방향으로 돌출하는 대략 수직부(142b)를 더 포함할 수 있다. 수직부(142b)는 에어포일 로터 블레이드(132)에 부하 보상장치(130)를 접속하기 위하여 에어포일 로터 블레이드(132)와 접촉(예를 들어 내부 표면상에서)할 수 있다.

[0029] 어떤 실시예에 있어서, 클램프(142)는 패스너(140)를 회전함으로써 에어포일 로터 블레이드(132)의 외부 표면을 향하여 힘이 가해질 수 있다. 이는, 회전하는 패스너(140)가 클램프(142)로 하여금 패스너(140)의 길이를 따라서 이동하도록 한다. 따라서, 클램프(142)가 에어포일 로터 블레이드(132)의 내부표면과 접촉하고 패스너(140)가 더 회전됨에 따라, 클램프(142)는 에어포일 로터 블레이드(132)의 표면내로 끌어당겨져서, 에어포일 로터 블레이드(132)의 대향하는 외부표면과 접촉하는 장착판(150)에 의하여 상호작용되는 접속력을 유발하게 된다. 어떤 실시예에 있어서, 이 접속력은 덮개 시이트(136)[돌기부(144)에 의하여 하우징(138)에 접속된]가 에어포일 로터 블레이드(132)의 에어포일 외형을 추종하도록 변형시키게 된다. 따라서, 덮개 시이트(136)는 부하 보상장치(130)가 장착되는 위치에서의 특정한 외형으로 변형될 수 있기 때문에, 덮개 시이트(136) 및, 클램프(142), 패스너(140) 등을 포함하는 관련된 장착 구성품들은 에어포일의 외형에 관계없이 어떠한 외형에도, 또한 에어포

일에 따른 어떤한 위치에서도 사용될 수 있다.

[0030] 도 8은 에어포일 로터 블레이드(132)에 장착된 부하 보상장치(130)의 단면도이다. 상술한 바와 같이, 덮개 시이트(136)는 에어포일 로터 블레이드(132)의 외부 표면(132b)과 접촉하고, 이하에서 기술되는 바와 같이 다수 개의 돌기부에 의하여 하우징(138)에 접속된다. 도시된 바와 같은 클램프(142)들은 에어포일 로터 블레이드(132)의 내부 표면(132a)내로 끌어당겨진다. 어떤 구성에 있어서, 클램프(142)가 에어포일 로터 블레이드의 표면 상에 밀착되면, 이들은 덮개 시이트(136)를 에어포일 로터 블레이드(132)의 외부표면(132b)을 향하여 끌어당겨서, 그 위치에서의 에어포일의 외형을 추종하거나 맞추어지도록 변형하게 된다. 어떤 실시예에 있어서, 덮개 시이트(136)는 미설치된 구성에서는 제1 곡률반경을, 설치된 구성에서는 제2 곡률반경을 가지며, 제2 곡률반경은 제1 곡률반경보다 크다[예를 들어, 덮개 시이트(136)는 설치되었을 때 평坦해진다]. 예를 들어, 어떤 구성에서, 덮개 시이트는 미설치된 구성에서 0.5 미터 내지 1.5 미터 사이의 곡률반경을 가진다. 설치시에, 덮개 시이트는 "평탄하게"되고, 곡률반경은 3미터 내지 4.5 미터 사이로 된다.

[0031] 어떤 실시예에 있어서, 각 클램프(142)는 다른 클램프(142)들과는 독립적으로 작동될 수 있다. 따라서, 부하 보상장치(130)는 다양한 두께를 가지는 에어포일 로터 블레이드에 장착될 수 있다. 예를 들어, 도 9는 에어포일 로터 블레이드(232)의 단면도이다. 부하 보상장치(230)는 에어포일 로터 블레이드(232)의 내부에 장착된다. 상술한 구성에서와 마찬가지로, 부하 보상장치(230)는 하우징(238)의 적어도 한측에 배치되는 다수 개의 클램프(242)를 포함한다. 도 9에 나타낸 바와 같이 클램프(242)들은 하우징(238)의 대향하는 2개의 측부에 배열된다. 클램프(242)들은 부하 보상장치(230)를 에어포일 로터 블레이드(232)에 장착하기 위하여 에어포일 로터 블레이드의 표면과 결합된 것으로 도시된다.

[0032] 도 9의 구성에 있어서, 부하 보상장치(230)는 에어포일 로터 블레이드(232)의 상부 표면(270)에 장착된다. 상부 표면(270)은 단면을 따라서 가변적인 두께를 가진다. 예를 들어, 부분(270a)은 (270b)보다 두껍다. 따라서, 클램프(242a)는 클램프(242b)와는 상이한 대응하는 패스너(도시 않됨)를 따른 위치에 배열되고, 상부 표면(270)의 더 얇은 부분(270b)에서 하우징(238)을 에어포일 로터 블레이드(232)에 장착하게 된다. 각 클램프(242)는 상호 간에 독립적으로 작동되므로, 이를 클램프들은 필요에 따라서 에어포일의 외형에 의거하여 위치되거나 배열될 수 있으며, 어떠한 에어포일의 외형에도 범용적으로 사용될 수 있다. 어떤 실시예에 있어서, 클램프는 5mm 내지 40mm 사이의 블레이드 두께를 수용할 수 있도록 조정될 수 있다.

[0033] 도 10a 및 10b는 덮개 시이트(136) 및 덮개 시이트 돌기부(144)를 나타낸다. 도 10a는 덮개 시이트(136)의 저면도이다. 덮개 시이트(136)의 바닥 또는 안쪽(예를 들어, 덮개 시이트가 연결되는 에어포일 로터 블레이드의 내부를 향하여)에는 덮개 시이트를 하우징(도 10a 및 도 10b에는 도시 않됨)에 연결하기 위한 다수 개의 돌기부(144)를 포함한다. 이를 돌기부(144)는 덮개 시이트(136)와 일체로 형성될 수 있다. 예를 들어, 덮개 시이트(136)의 제조 시에, 돌기부(144)는 덮개 시이트(136)의 나머지 부분과 일체로 형성됨으로써, 그로부터 연장되는 돌기부(144)를 가지는 한쪽의 덮개 시이트(136)를 제공하게 된다. 어떤 실시예에 있어서, 덮개 시이트(136) 및 돌기부(144)들은 몰딩 작업을 사용하여 형성될 수 있다. 바닥측으로부터 연장되는 돌기부(144)를 사용하여 덮개 시이트(136)를 하우징(138)에 접속하는 것은, 덮개 시이트(136)의 외부표면 상에 노출된 패스너 헤드를 가지는 패스너를 사용하지 않고서도 덮개 시이트(136)를 하우징(138)에 접속하는 것을 용이하게 할 수 있다. 노출된 패스너 헤드를 제거하는 것은 블레이드의 표면에 있어서의 기류를 제거하거나 감소함에 있어서 도움이 될 수 있다. 또한, 블레이드의 표면상에 노출되는 헤드를 가지는 패스너는 블레이드 상의 다양한 요소 때문에 전단현상을 겪을 수 있다.

[0034] 도 10b는 돌기부(144)에 대한 확대도로서, 돌기부(144)는 돌기부(144)의 주위로 연장되는 다수 개의 나사산 또는 미늘(barb)을 가지는 "크리스마스 트리"형의 패스너일 수 있으며, 그에 의하여 "크리스마스 트리"의 형상을 형성하게 된다. 돌기부(144)는 본 발명으로부터 벗어나지 않고서 기타의 다양한 형상, 구성, 배치 등을 가질 수 있다. 돌기부(144)는 하우징(138)의 상부표면에 형성된 다수 개의 나사가 형성된 개구(도 11에서의 152)내에 수납될 수 있다. 도 11은 상부 표면(154)내에 배열된 다수 개의 개구(152)를 가지는 하우징의 일 실시예를 도시한다. 개구(152)들은 덮개 시이트(136)로부터 하부방향으로 연장되는 돌기부(144)를 수납하도록 구성된다. 어떤 구성에 있어서, 돌기부(144)는 개구(152)내에 끼워맞추어(snap fit)질 수 있다. 예를 들어, 나사산 또는 미늘(146)들은 개구(152)의 내부에 있는 대응하는 나사산에 끼워맞추어져서 덮개 시이트(136)를 하우징(138)에 고정하도록 한다. 어떤 실시예에 있어서, 돌기부(144)는 장착판(150)내에 형성된 개구를 관통하여 개구(152)내로 연장될 수 있다.

[0035] 상술한 바와 같이, 덮개 시이트(136)를 하우징(138)에 접속하는 돌기부(144)는 부하 보상장치(130)를 에어포일

로터 블레이드(132)에 고정하는데 도움을 준다. 또한 상술한 바와 같이, 덮개 시이트(136)는 그 덮개 시이트(136)의 위치에서의 에어포일의 외형을 실질적으로 추종하도록 변형될 수 있다. 즉, 클램프(142)를 에어포일 로터 블레이드(132)에 접속하는 것은, 덮개 시이트(136)가 에어포일의 외형에 대응하거나 또는 합치되도록 평탄하게 한다. 따라서, 부하 보상장치 구성은 에어포일의 외형에 맞추도록 제조된 덮개 시이트를 필요로 하지 않고서도 어떠한 에어포일의 외형에도 사용될 수 있다. 대신에, 하나의 범용적이 덮개 시이트가 임의의 외형을 추종하도록 사용될 수 있다.

[0036] 도 12는 하우징(138)에 접속된 덮개 시이트(136)의 단면을 나타낸다. 돌기부(144)들은 하우징(138)내에서 연장되는 것으로 나타난다. 장착판은(이하에서 기술되는 바와 같이) 덮개 시이트(136)와 하우징(138)의 사이에 위치될 수 있다. 어떤 실시예에 있어서, 에어포일 로터 블레이드의 외부표면에 덮개 시이트의 가장자리를 접착하도록 실린트가 사용될 수 있다. 도시한 바와 같이, 덮개 시이트(136)는 에어포일 로터 블레이드내에 형성된 개구를 가로질러 연장되고 에어포일 로터 블레이드의 외부표면의 일부를 형성한다. 하우징(138)은 덮개 시이트(136)로부터 하부로 연장되고 돌기부(144)를 통하여 덮개 시이트(136)에 접속된다. 클램프들은 하우징으로부터 바깥방향으로 연장되어 에어포일 로터 블레이드의 내부 표면과 접촉한다.

[0037] 도 13은 부하 보상장치(130)의 다른 확대도이다. 도 7의 확대도와 마찬가지로, 부하 보상장치(130)는 덮개 시이트(136), 하우징(138)(장치를 장착하기 위하여 클램프 등을 포함하는 것으로 도시됨) 및 에어포일 로터 블레이드(132)를 포함한다. 에어포일 로터 블레이드(132)는 오목부(152)에 의하여 포위된 개구(160)를 포함한다. 오목부(152)는 장착판(150)을 수납하도록 구성될 수도 있다. 장착판(150)은, 어떤 실시예에서는, 이하에서 기술되는 바와 같이 부하를 분배하도록 구성된 텁(156)을 포함할 수 있다.

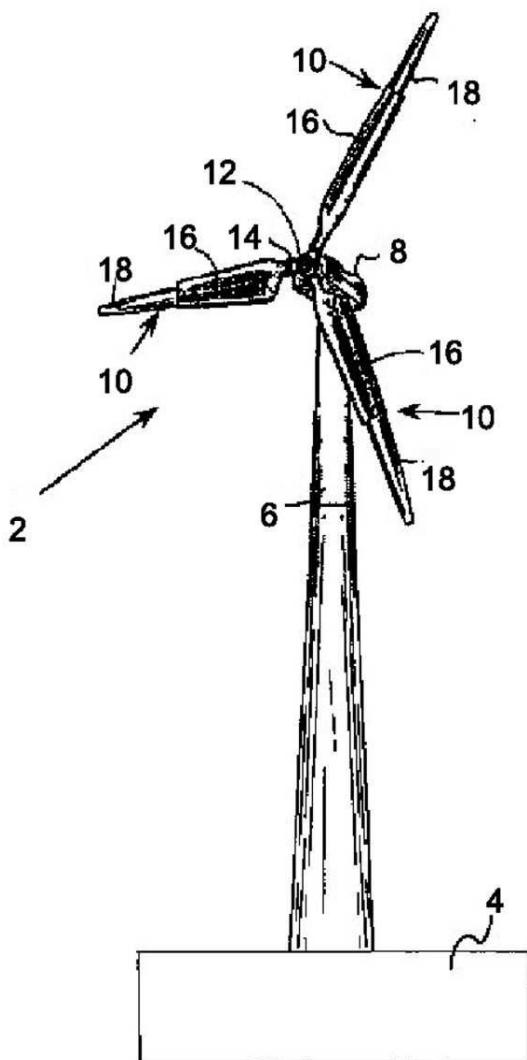
[0038] 어떤 실시예에 있어서, 장착판(150)은 부하 보상장치(130)[및, 특히, 하우징(138)]가 에어포일 로터 블레이드(132)의 개구(160)안에서 "떠있게" 하도록 구성될 수 있다. 예를 들어 장착판(150)은 오목부(152)내에 기대어 있을 수 있다[어떤 실시예에서는, 개스킷(170), 이면 부착 개스킷, 또는 실린트가 장착판(150)과 오목부(152)의 사이에 배치될 수 있다]. 부가적으로, 또는 선택적으로, 장착판(150)은 접착제를 통하여 오목부에 접합될 수 있다. 장착판(150)은 덮개 시이트(136)와 하우징(138)의 사이에 배치될 수 있다. 로터 블레이드가 운용됨에 따라서, 하우징(138)(및 일반적으로 부하 보상장치)은 열팽창/수축과 관련된 스트레스 또는 스트레인을 감소하도록 장착판내에 형성된 개구의 내부[및, 그에 따라 블레이드(132) 내의 개구(160) 내부]로 이동할 수 있다.

[0039] 도 14에 나타낸 바와 같이, 어떤 실시형태에 있어서, 장착판(150)은 장착판(150)의 끝단에 배치된 텁(156)을 포함할 수 있다. 운용시에, 원심력은 떠 있는 하우징(138)을 블레이드의 끝단쪽을 향하여 밀어내고, 따라서, 텁(156)도 밀리게 된다. 텁(156)은 블레이드(132)의 표면에 대한 부하 또는 힘을 분산시키는데 도움이 된다. 이러한 구성은, 떠있는 하우징(138)의 구성과 함께, 열팽창/수축으로부터의 스트레스 및/또는 스트레인 및/또는 블레이드의 축방향 또는 구부림 스트레인을 감소하는데 도움이 된다. 어떤 실시예에 있어서, 덮개 시이트(136)는 또한 하우징(138)과 함께 떠있을 수 있다.

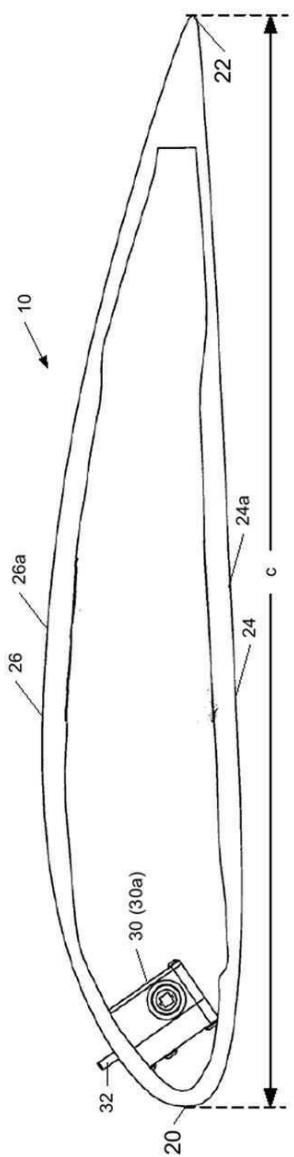
[0040] 비록 본 발명의 특징은 구성적인 특징 및/또는 방법상의 이유로 특정한 언어를 사용하여 기술되었으나, 첨부된 특허청구의 범위에 정의된 기술적 특징은 상술한 특정한 특징 또는 내용에 한정될 필요는 없다. 오히려, 상술한 특정한 특징 및 내용은 청구범위를 실시하기 위한 실시예의 형태로서 개시된 것일 뿐이다.

도면

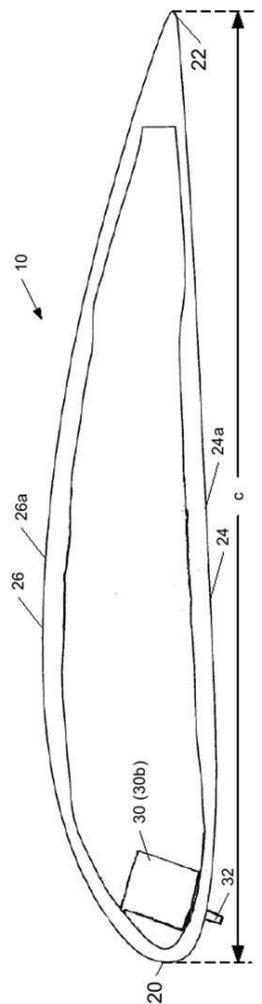
도면1



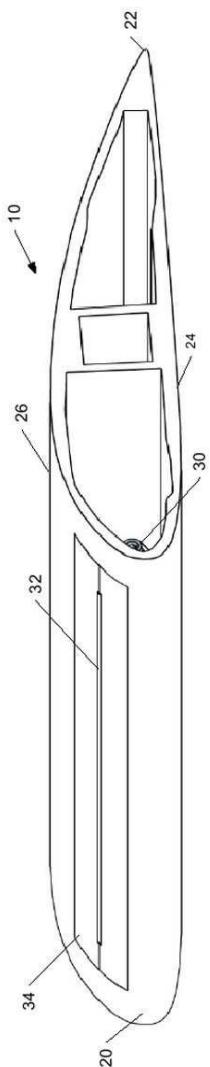
도면2



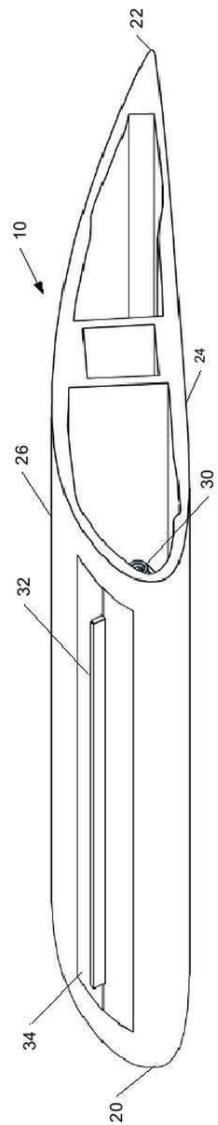
도면3



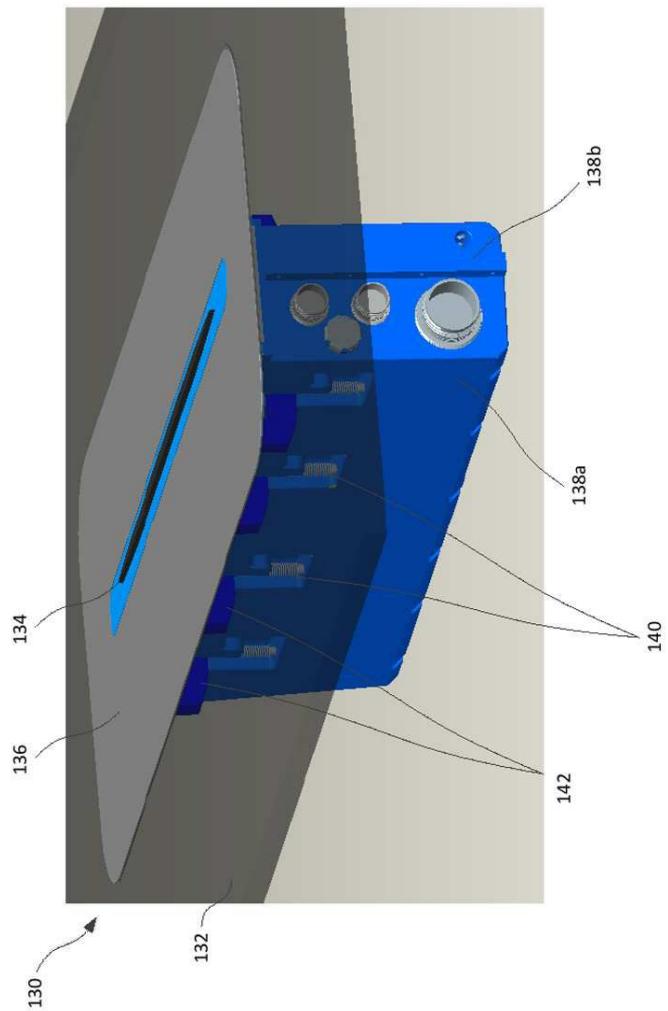
도면4



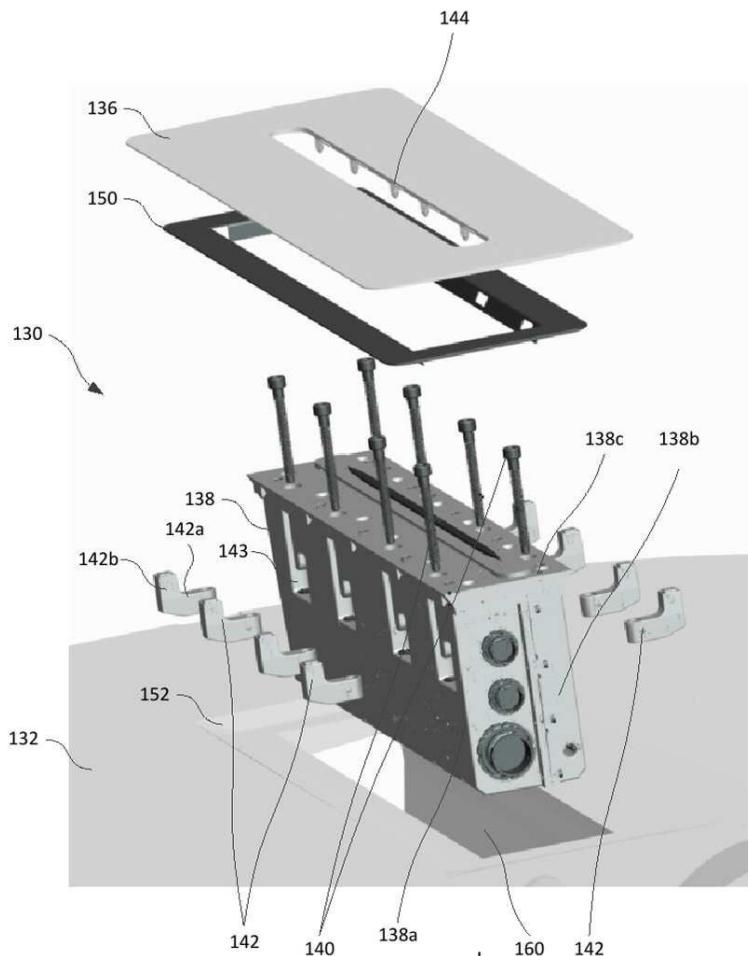
도면5



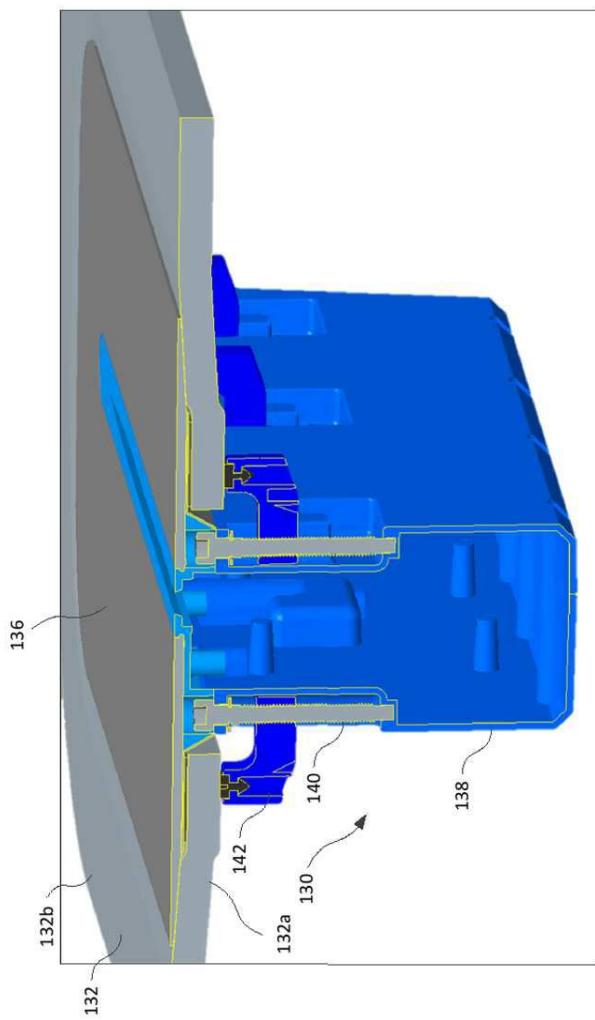
도면6



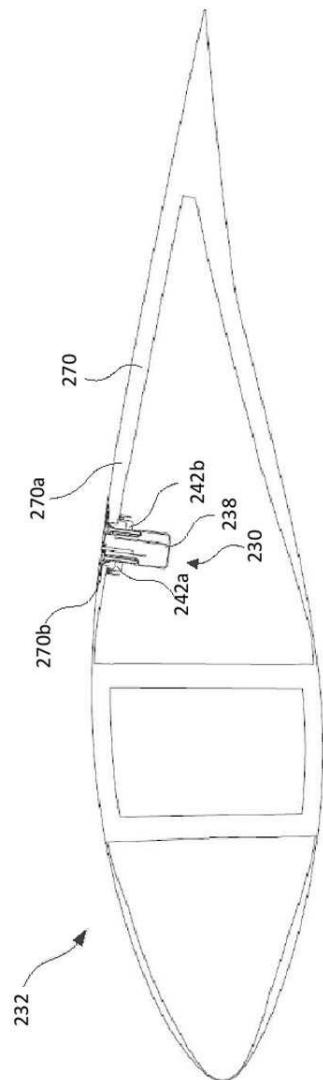
도면7



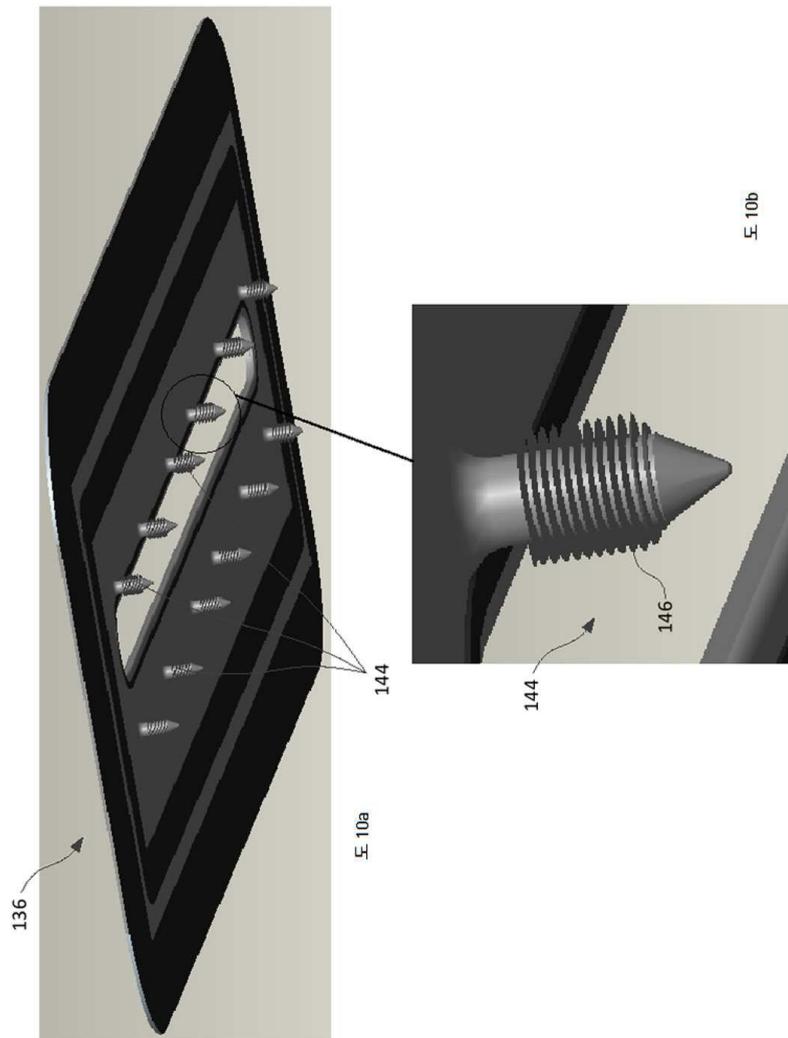
도면8



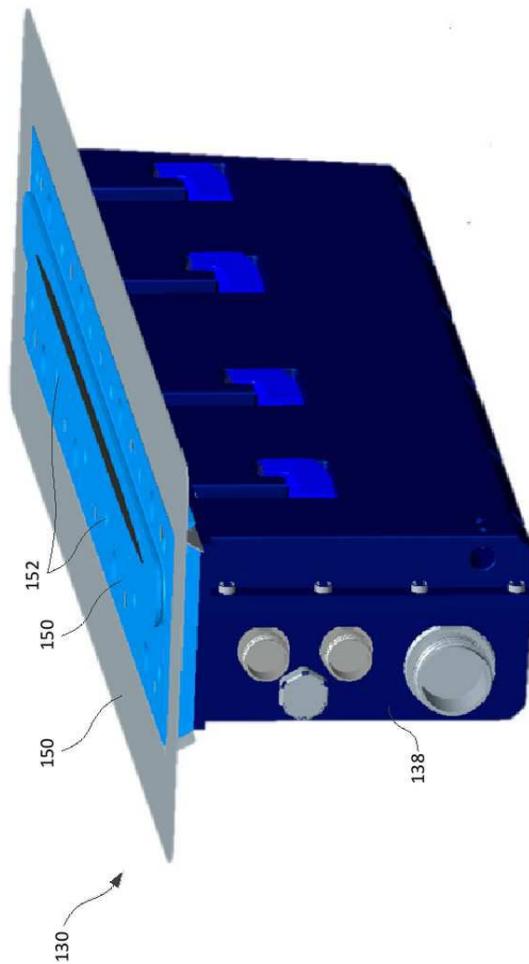
도면9



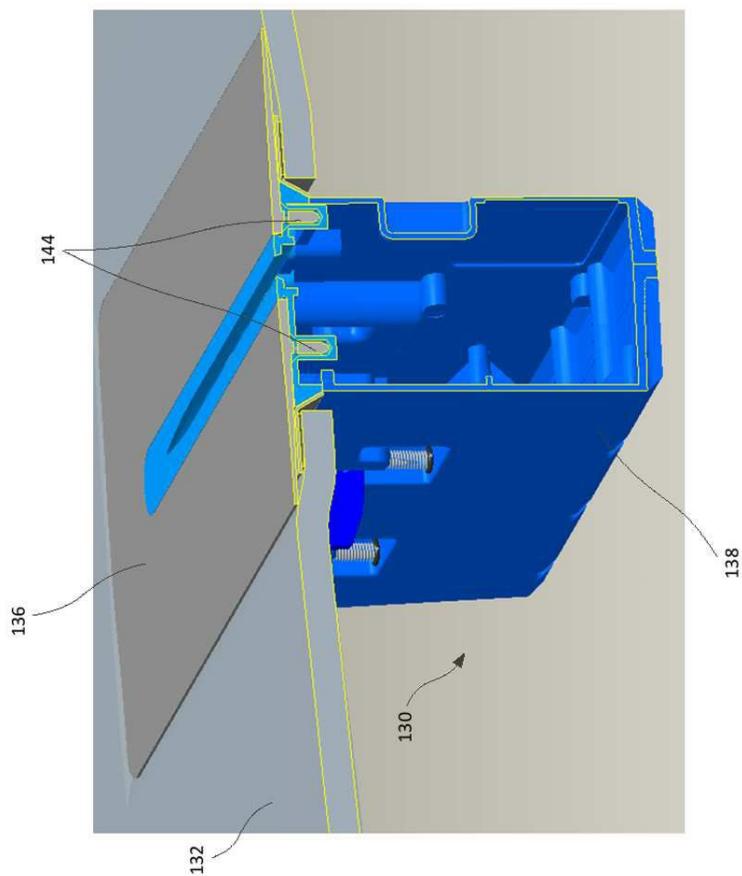
도면10



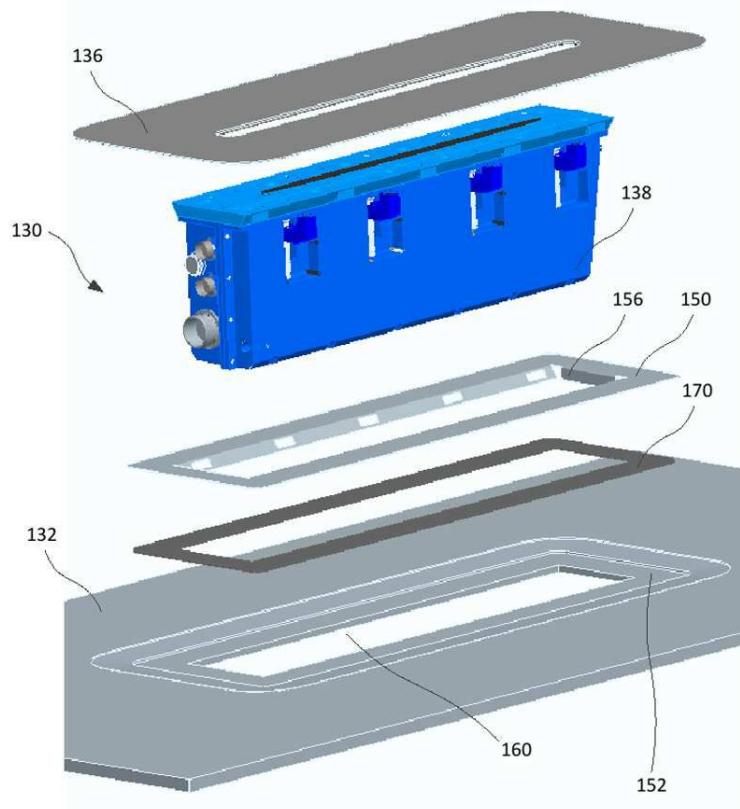
도면11



도면12



도면13



도면14

