



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월12일
(11) 등록번호 10-0812796
(24) 등록일자 2008년03월05일

(51) Int. Cl.
F03D 1/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2005-7020515
(22) 출원일자 2005년10월28일
심사청구일자 2005년10월28일
번역문제출일자 2005년10월28일
(65) 공개번호 10-2006-0017761
(43) 공개일자 2006년02월27일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2004/003294
국제출원일자 2004년03월29일
(87) 국제공개번호 WO 2004/097215
국제공개일자 2004년11월11일
(30) 우선권주장
103 19 246.8 2003년04월28일 독일(DE)
(56) 선행기술조사문헌
US05417548A1
WO02051730A2
전체 청구항 수 : 총 40 항

(73) 특허권자
위벤 알로이즈
독일 오리히주 디-26607 아게스트라세 19
(72) 발명자
위벤 알로이즈
독일 오리히주 디-26607 아게스트라세 19
(74) 대리인
한양특허법인

심사관 : 최진환

(54) 풍력 발전 장치용 로터 블레이드

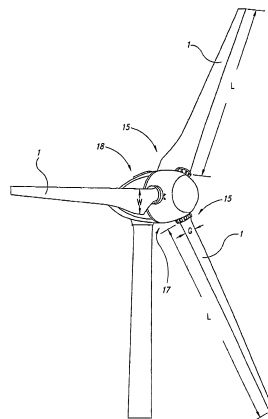
(57) 요약

본 발명은 풍력 발전 장치용 로터 블레이드와 풍력 발전 장치에 관한 것이다.

본 발명의 목적은 공지 장치에 비해 효율을 개선한 로터 블레이드 프로파일을 갖는 로터 블레이드 및 대응하는 풍력 발전 장치에 기초한다.

제안된 풍력 발전 장치용 로터 블레이드에서, 로터 블레이드의 최대 두께의 위치는 약 15 내지 40%, 바람직하게는 약 23 내지 28%에 존재하고, 최대 프로파일 두께는 약 20 내지 45%, 바람직하게는 32 내지 36%에 존재한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

압력측 및 흡입측을 가지고,

로터 블레이드의 최대 두께의 위치가 로터 블레이드 길이의 약 20%와 30% 사이에 있고,

최대 프로파일 두께가 상기 로터 블레이드의 익현 길이의 25%와 40% 사이에 있으며,

전술한 단면은, 로터 블레이드 장착부에 인접하여 위치되는 상기 로터 블레이드의 하부 1/3 부분에서 적어도 구현되고, 상기 로터 블레이드는 이 블레이드 단면에서 제1 부분과 제2 부분으로 이루어지고, 상기 제1 부분은 제2 부분보다 크며, 상기 제2 부분은 루트부 영역에서 상기 로터 블레이드의 후방 예지 영역으로 이루어지고, 상기 제2 부분은 로터 블레이드 표면의 크기를 변화시키는 수단을 포함하며,

상기 압력측은 오목한 캠버를 갖는 단면을 포함하고, 거의 직선인 단면이 상기 흡입측 상에 구현되고,

상기 로터 블레이드의 압력측은 익현선과 두 번 교차하여, 상기 압력측이 후방 영역에서 오목하고, 상기 압력측이 전방 영역에서 볼록하며,

상기 로터 블레이드의 최대 폭은 상기 로터 블레이드 장착부의 영역에 위치되는, 풍력 발전 장치용 로터 블레이드.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 로터 블레이드의 단면은, 임의의 소정 지점에서 상기 로터 블레이드의 절반 두께를 정의하는 골격선 (skeleton line)에 의해 기술되며, 그 최대 캠버(camber)의 위치가 상기 익현 길이의 55%와 70% 사이에 있는 것을 특징으로 하는 로터 블레이드.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 최대 캠버가 상기 익현 길이의 4%와 8% 사이에 있는 것을 특징으로 하는 로터 블레이드.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

청구항 1에 있어서,

상기 로터 블레이드의 최대 두께의 위치는 로터 블레이드 길이의 23%와 28% 사이에 있는, 로터 블레이드.

청구항 21

청구항 1에 있어서,

상기 최대 프로파일 두께는 상기 로터 블레이드의 익현 길이의 약 32%와 36% 사이에 있는, 로터 블레이드.

청구항 22

청구항 3에 있어서,

상기 최대 캠버는 상기 익현 길이의 5%와 7% 사이에 있는, 로터 블레이드.

청구항 23

청구항 2에 있어서,

상기 골격선의 최대 캠버의 위치는 상기 익현 길이의 59%와 63% 사이에 있는, 로터 블레이드.

청구항 24

청구항 23에 있어서,

상기 최대 캠버는 상기 익현 길이의 4%와 8% 사이에 있는 것을 특징으로 하는 로터 블레이드.

청구항 25

청구항 24에 있어서,

상기 최대 캠버는 상기 익현 길이의 5%와 7% 사이에 있는, 로터 블레이드.

청구항 26

로터 허브 상에 장착되는 청구항 1 내지 청구항 3 또는 청구항 20 내지 청구항 25 중 어느 한 항에 따른 적어도 하나의 로터 블레이드와 허브 페어링을 구비하는 풍력 발전 장치로서,

로터 블레이드의 단면이 상기 허브 페어링의 외측 상에 구현되고, 이에 고정되게 연결되며, 상기 로터 블레이드의 이 단면은 상기 풍력 발전 장치의 로터 블레이드의 일체형 부분을 형성하지 않는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 27

청구항 26에 있어서,

상기 허브 페어링 상에 구현되는 로터 블레이드의 프로파일은 상기 허브에 인접한 영역에서의 상기 로터 블레이드의 프로파일에 실질적으로 대응하는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 28

청구항 27에 있어서,

상기 허브 페어링 상에 구현되는 로터 블레이드의 단면은 고정되고, 풍속이 공칭 풍속 이하이고 상기 로터 블레이드가 상기 공칭 풍속을 위한 위치로 조정되는 경우, 상기 허브에 인접한 로터 블레이드의 영역 바로 아래에 위치하도록 실질적으로 정렬되는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 29

청구항 1 내지 청구항 3 또는 청구항 20 내지 청구항 25 중 어느 한 항에 따른 적어도 하나의 로터 블레이드를 갖는 로터를 구비하는 풍력 발전 장치로서,

상기 적어도 하나의 로터 블레이드의 최대 프로파일 깊이는 로터 블레이드 허브의 영역에 위치하고, 상기 프로파일 깊이와 로터 직경 간의 비는 0.05와 0.1 사이에 있는 값을 취하는, 풍력 발전 장치.

청구항 30

청구항 29에 있어서,

발전기를 수용하는 동력실(power house)과 상기 발전기에 연결되는 로터를 더 구비하고,

상기 로터는 적어도 두 개의 로터 블레이드를 구비하고,

상기 로터는 페어링 또는 스피너가 설치되는 허브를 포함하며,

상기 로터 블레이드의 프로파일 깊이와 스피너의 직경 간의 비는 0.4 보다 큰, 풍력 발전 장치.

청구항 31

청구항 30에 있어서,

상기 로터 블레이드의 프로파일 깊이와 스피너의 직경 간의 비는 0.5와 1 사이에 있는, 풍력 발전 장치.

청구항 32

청구항 1 내지 청구항 3 또는 청구항 20 내지 청구항 25 중 어느 한 항에 따른 하나 이상의 로터 블레이드를 구비하는 로터를 갖는 풍력 발전 장치로서,

상기 로터 블레이드는 최적의 공기역학적 형상과 유사한 사다리꼴 형상을 갖고,

상기 로터 블레이드는 로터 블레이드 루트부의 영역에서 그 최대 폭을 갖고,

상기 풍력 발전 장치의 나셀(nacelle)과 마주하는 로터 블레이드 루트부 에지는 길이 방향으로 상기 나셀의 외부 윤곽에 실질적으로 부합하는 방식으로 구현되는, 풍력 발전 장치.

청구항 33

청구항 32에 있어서,

상기 나셀과 마주하는 로터 블레이드의 하부 에지는, 상기 로터 블레이드가 페더드 피치 위치(feathered pitch position)로 전환될 때 상기 루트부 영역에서 상기 나셀의 외부 윤곽과 평행에 가깝게 놓여 있는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 34

청구항 33에 있어서,

상기 나셀의 외부 윤곽과, 나셀과 마주하는 로터 블레이드의 하부 에지 간의 거리는 상기 페더드 피치 위치에서 50cm 미만인 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 35

청구항 34에 있어서,

상기 나셀의 외부 윤곽과, 나셀과 마주하는 로터 블레이드의 하부 에지 간의 거리는 상기 페더드 피치 위치에서 20cm 미만인, 풍력 발전 장치.

청구항 36

청구항 26에 있어서,

상기 로터 블레이드는 루트부 영역에서 상기 로터 블레이드의 주평면(principal plane) 밖으로 경사지는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 37

청구항 26에 있어서,

상기 로터 블레이드는 루트부 영역에서 두 개의 부분으로 구현되고, 분할선이 상기 로터 블레이드의 길이 방향으로 향해지는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 38

청구항 37에 있어서,

상기 로터 블레이드의 부분들은 운반 중에 분리되어 있는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 39

청구항 37에 있어서,

상기 로터 블레이드의 두 부분은 상기 로터 블레이드를 풍력 발전 장치에 설치할 때 조립되는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 40

청구항 39에 있어서,

상기 로터 블레이드의 부분들은 운반 중에 분리되어 있는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 41

청구항 26에 있어서,

상기 압력측의 길이와 흡입측의 길이 간의 비는 1.2 미만인 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 42

청구항 41에 있어서,

상기 압력측의 길이와 흡입측의 길이 간의 비는 1과 1.03 사이에 있는, 풍력 발전 장치.

청구항 43

청구항 29에 있어서,

상기 로터 블레이드는 루트부 영역에서 상기 로터 블레이드의 주평면 밖으로 경사지는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 44

청구항 29에 있어서,

상기 로터 블레이드는 루트부 영역에서 두 개의 부분으로 구현되고, 분할선이 상기 로터 블레이드의 길이 방향으로 향해지는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 45

청구항 44에 있어서,

상기 로터 블레이드의 부분들은 운반 중에 분리되어 있는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 46

청구항 44에 있어서,

상기 로터 블레이드의 두 부분은 상기 로터 블레이드를 풍력 발전 장치에 설치할 때 조립되는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 47

청구항 46에 있어서,

상기 로터 블레이드의 부분들은 운반 중에 분리되어 있는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 48

청구항 29에 있어서,

상기 압력측의 길이와 흡입측의 길이 간의 비는 1.2 미만인 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 49

청구항 48에 있어서,

상기 압력측의 길이와 흡입측의 길이 간의 비는 1과 1.03 사이에 있는, 풍력 발전 장치.

청구항 50

청구항 32에 있어서,

상기 로터 블레이드는 루트부 영역에서 상기 로터 블레이드의 주평면 밖으로 경사지는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 51

청구항 32에 있어서,

상기 로터 블레이드는 루트부 영역에서 두 개의 부분으로 구현되고, 분할선이 상기 로터 블레이드의 길이 방향

으로 향해지는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 52

청구항 51에 있어서,

상기 로터 블레이드의 부분들은 운반 중에 분리되어 있는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 53

청구항 51에 있어서,

상기 로터 블레이드의 두 부분은 상기 로터 블레이드를 풍력 발전 장치에 설치할 때 조립되는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 54

청구항 53에 있어서,

상기 로터 블레이드의 부분들은 운반 중에 분리되어 있는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 55

청구항 32에 있어서,

상기 압력측의 길이와 흡입측의 길이 간의 비는 1.2 미만인 것을 특징으로 하는 풍력 발전 장치.

청구항 56

청구항 55에 있어서,

상기 압력측의 길이와 흡입측의 길이 간의 비는 1과 1.03 사이에 있는, 풍력 발전 장치.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 풍력 발전 장치용 로터 블레이드 및 대응하는 풍력 발전 장치에 관한 것이다.

배경기술

<2> 본 발명과 관련된 종래 기술로서, 1996년도에 출간된 에리히 하우(Erich Hau)가 저술한 "풍력 발전 장치(Windkraftanlagen)"라는 문헌을 참조할 수 있다. 이 문헌에는 종래 기술로서의 풍력 발전 장치, 즉 풍력 발전 장치용 로터 블레이드(rotor blade) 및 로터 블레이드의 단면에 대한 몇 가지 예들이 설명되고 있다. 제102쪽의 도5.34에는 NACA에 따른 공기역학적인(aerodynamic) 프로파일의 기하학적 프로파일 파라미터(geometrical profile parameter)들에 대해 설명되고 있다. 이러한 예시에서, 익현(chord)의 길이에 대응하는 프로파일의 깊이에 의해 로터 블레이드가 설명되며, 또한 익현 위의 골격선의 최대 상승 정도를 정의하는 최대 캠버(camber) (혹은 캠버 비율), 즉 로터 블레이드의 단면 내에서 최대 캠버가 주어지는 프로파일 깊이와 관련된 위치로 설명되고, 골격선 위에 중심을 가진 내접원의 최대 직경을 정의하는 최대 프로파일 두께와 최대 두께 위치, 즉 로터 블레이드의 단면이 최대 프로파일 두께를 가지는 프로파일 깊이와 관련된 위치로 설명된다. 더욱이, 선단 에지(leading edge)의 반경 및 상하 측의 프로파일 좌표가 로터 블레이드의 단면을 설명하기 위하여 사용된다. 상기 에리히 하우 문헌에 나와 있는 전문 용어(inter alia)가 본 출원에 따른 로터 블레이드 단면을 설명하기 위하여 사용될 것이다.

<3> 종래 기술에 따른 다른 로터 블레이드가 DE 103 07 682호, US 5,474,425호, US 6,068,446호 및 DE 694 15 292호에 공개되어 있다.

<4> 로터 블레이드는 여러 가지 측면에서 최적화될 수 있다. 로터 블레이드들이 소음이 적어야 하고, 또 한편으로는 이들 로터 블레이드가 최대 다이내믹 성능을 제공할 수 있음으로써 아주 낮은 풍속에서도 풍력 장치는 회전을 개시하여서, 풍력 발전 장치가 내는 공칭 출력(nominal power)에 처음 도달하는 속도인 공칭 풍속이 아주 작은 미미한 바람 세기에서 도달될 수 있어야 한다. 만일 풍속이 점차 증가하면, 공칭 출력이 여전히 유지되지만

바람에 노출된 로터 블레이드의 표면적은 점차적으로 감소하여 전체 풍력장치 혹은 그 부품들이 기계적 손상을 받지 아니하도록, 피치 조정된(pitch-regulated) 풍력 발전 장치의 로터 블레이드의 조절을 바람으로 증가하는 것이 일반적이다. 그러나, 풍력 발전 장치의 로터 블레이드 프로파일과 관련하여 공기역학적인 특성에 아주 중요하다.

발명의 상세한 설명

- <5> 본 발명은 종래 기술보다 양호한 효율을 보이는 로터 블레이드 프로파일을 지니는 로터 블레이드 및 풍력 발전 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <6> 본 발명의 상기 목적은 이하의 독립 청구항의 특징부에 개시된 로터 블레이드 프로파일을 갖는 로터 블레이드에 의해 달성된다. 본 발명에 따른 부가적인 개선 사항들이 특허청구범위의 종속항에 한정된다.
- <7> 삭제

실시예

- <27> 본 발명에 기술한 로터 블레이드(1) 프로파일은 특히 로터 블레이드(1) 장착부(허브와의 연결부)에 인접하여 있는 로터 블레이드(1)의 영역에 제공된다. 바람직하게는, 본 발명에 따른 프로파일은 로터 블레이드(1)의 전체 길이에 대해 로터 블레이드의 첫 1/3 부분에 제공된다. 로터 블레이드의 전체 길이는, 풍력 발전 장치의 공칭 출력에 따라 10 m 내지 70 m의 범위를 갖는다. 예컨대, 에너콘 E-112 형(직경 약 112 m)의 풍력 발전 장치의 공칭 출력은 4.5 MW이며, 에너콘 E-30형의 풍력 발전 장치의 공칭 출력은 300 kW이다.
- <28> 본 발명에 따른 로터 블레이드(1)의 프로파일의 일 특징은 최대 프로파일 두께(TR)가 로터 블레이드 익현 길이의 약 25 내지 40%, 바람직하게는 32 내지 36%라는 것이다. 도 18에서, 최대 프로파일 두께(TR)는 로터 블레이드 익현 길이의 약 34.6%이다. 도 18에 도시된 익현(9)은 로터 블레이드 트레일링 에지(3)의 중심(2)으로부터 로터 블레이드 리딩 에지(5)의 극단 지점(4; extreme point)으로 연장한다. 최대 두께(TR)의 위치, 즉 블레이드 길이에 관한 최대 프로파일 두께의 위치는 로터 블레이드 리딩 에지(5)에 대하여 익현 길이의 약 20 내지 30%, 바람직하게는 23 내지 28%이다. 도시한 실시예에서, 최대 두께(TR)의 위치는 로터 블레이드 리딩 에지(5)에 대하여 익현 길이의 25.9%이다. 최대 두께(TR)는 익현(9)에 직각으로 측정되었고, 최대위치(25.9%)는 로터 블레이드 리딩 에지(5)에 대한 것이다.
- <29> 도 18은 소위 골격선(7)을 또한 도시한다. 이 골격선(7)은 소정 지점에서 로터 블레이드(1)의 각각의 절반 두께를 정의한다. 따라서, 이 골격선(7)은 직선이 아니고, 로터 블레이드(1)의 흡입측(10)과 로터 블레이드(1)의 압력측(11) 상의 대향 지점들 사이에 정확히 위치한다. 골격선(7)은 로터 블레이드 리딩 에지(5)와 로터 블레이드 트레일링 에지(4)에서 익현(9)과 교차한다.
- <30> 본 발명에 따른 로터 블레이드의 단면에서 최대 캠버의 위치는 로터 블레이드 리딩 에지(5)에 대하여 익현 길이의 약 55 내지 70%, 바람직하게는 59 내지 63%에 있다. 도 18에 도시된 실시예에서 최대 캠버(C)의 위치는 로터 블레이드 리딩 에지(5)에 대하여 익현 길이의 약 61.9%에 있다. 이 경우 최대 캠버(C)는 익현 길이의 약 4 내지 8%, 바람직하게는 익현 길이의 약 5 내지 7%이다. 도 18에 도시된 실시예에서, 캠버는 익현 길이의 약 5.87%이다.
- <31> 본 발명에 따른 로터 블레이드의 프로파일의 보다 특징적인 것은 로터 블레이드(1)의 압력측(11)이 익현(9)과 지점들(12 및 13)에서 두 번 "교차한다"는 점이다. 따라서, 프로파일의 압력측(11)은 이 영역에서 오목하게 구현되며, 압력측(11)은 앞쪽 프로파일 영역에서 볼록하게 구현된다. 압력측(11)의 오목한 영역에서, 흡입측은 흡입측(10)의 대응하는 반대쪽 영역에서 거의 직선인 라인에 의해 제한된다.
- <32> 오목한 캠버를 갖는 압력측(11)을 구현하거나 또는 직선형 경계부를 갖는 흡입측(10)을 구현하는 것이 당연하다고 알려져 왔다. 그러나, 특히, 두 가지 구조의 조합이 본 발명에 따른 로터 블레이드(1)의 프로파일에 매우 중요하고 본 발명에 따른 로터 블레이드 프로파일의 특징이다.
- <33> 또한, 도시된 프로파일의 로터 블레이드 트레일링 에지(trailing edge)(3)는 현저히 두껍다. 그러나, 이는 로터 블레이드 트레일링 에지(3)에서의 소음 발생에 관해 문제가 되지 않는데, 왜냐하면 도시된 프로파일은 로터 블레이드 리딩 에지에 의해 정의되는 원의 안쪽 1/3 내에 존재하고 경로 속도는 이 위치에서 별로 높지 않기 때문

이다.

<34> 삭제

<35> 로터 블레이드(1)의 공기역학적 형상은 로터 블레이드 루트부(15)(예컨대, 도 1, 도 3, 도 9, 도 11, 및 도 15)를, 로터 블레이드(1)가 거기에서 그 최대 두께를 가져서 로터 블레이드(1)가 최적의 공기역학적 프로파일을 다소 얇게 되는 (평면도에서) 거의 사다리꼴이 되도록 설계하여 개선될 수 있다. 이 루트부(15) 영역에서, 로터 블레이드(1)는 바람직하게는 풍력 발전 장치의 나셀(18)(nacelle; 유선형부)을 마주하는 로터 블레이드 루트부(15)의 에지(16)가 하나 이상의 각도 위치에서 나셀(18)의 외측 윤곽에 적합하게 구현되고, 예를 들어, 약 5mm 내지 100mm의 폭을 갖는 매우 작은 갭(S)이, 로터 블레이드(1)가 그 공칭 풍속 위치(nominal wind position)에 있을 때 나셀(18)의 외측 윤곽과 풍력 발전 장치를 마주하는 로터 블레이드 루트부(15)의 에지(16) 사이에 형성되도록 구성된다.

<36> 상술한 특징을 갖는 로터 블레이드(1)는 출력을 상당히, 즉 특정한 경우에 10%까지 증가시킬 수 있음이 측정되었다. 이러한 예측하지 않은 출력 증가로 인해, 본 발명에 따른 풍력 발전 장치의 출력이 공칭 풍속 이하의 소정 풍속에서 증가된다. 또한, 풍력 발전 장치는 이전보다 빠르게 그 공칭 출력에 도달한다. 이는 로터 블레이드가 장치상의 기계적 응력 및 소음 방출을 감소시키기 위해 보다 일찍 전환(피치 조정)될 수 있음을 의미한다.

<37> 이러한 측면에서 본 발명은 오늘날 사용되는 종래의 로터 블레이드가 공기 흐름은 균일하나 풍속은 상이한 풍동에서 양호하게 조사된다는 개념에 근거한다. 그러나, 자연적인 바람은 거의 균일하게 불지 않고 확률 법칙들에 따르므로, 돌풍이 종래의 로터 블레이드에서, 특히 블레이드가 더 이상 공기역학적으로 깔끔하고 최적의 방식으로 구현되지 않는 로터 허브(17) 근처의 내부 블레이드 영역에서 유동 박리(flow separation)를 일으킬 수 있다. 유동 박리는 외측 로터 블레이드 영역(로터 블레이드 리딩 에지)의 방향에서 소정의 거리에 걸쳐 계속된다. 이는 공기방울 형상의 영역에서 유동 박리가 일어나 출력 손실을 초래할 수 있다. 로터 블레이드(1)의 깔끔한 디자인으로 인해, 본 발명은 상술한 타입의 경우에 내부 로터 블레이드 영역에서 출력을 상당히 증가시킬 수도 있다.

<38> 종래의 표준 프로파일이 본원이 제안하는 실험적으로 정해진 프로파일 대신에 사용되면, 로터 블레이드(1)의 공기역학적으로 깔끔한 디자인이 하부 로터 블레이드 영역(허브(17) 근처의 영역)에서 (로터 블레이드(1)의 익현 길이에 상응하는) 프로파일 깊이의 약 2배를 요구할 수 있다. 그러나, 안전한 부하 전달 및 2 보다 큰 양력 계수(C_A)에 도달하기 위해, 앞쪽 영역에서 상당한 프로파일 두께가 요구된다.

<39> 당해 기술분야에서 알려져 있는 바와 같이, 오늘날 로터 블레이드는 통상적으로 내부 영역에서 가능한 최대로 소재 절감을 할 수 있도록 형성된다. 이러한 측면의 전형적인 예로서는 위에서 이미 언급한 1996년도판 에리히 하우의 "풍력 발전 장치"의 제114쪽 및 제115쪽에서 설명되고 있다. 이에 따르면, 최대 프로파일 깊이는 항상 로터 블레이드 연결부로부터 일정 거리, 즉 로터 블레이드 장착 영역에서 얻어지며, 이 기술분야의 수준에 따른 이들 로터 블레이드에서 재료가 절감된다. 그러나, 평면이 사다리꼴 프로파일에 근접하는 최적의 프로파일이 사용되면, 로터 블레이드의 최대 폭은 예컨대, 로터 블레이드 장착부로부터 특정 거리가 아닌 로터 블레이드 장착부 자체 영역에서 정확히 존재한다. 결과적으로, 로터 블레이드의 내부 영역에서, 재료를 최대로 절감하지는 못한다.

<40> 재료 절감의 이유는 로터 블레이드들의 계산/개발시 유동 조건들의 (상술한) 정적인 고려에서 찾을 수 있다. 또한, 로터 블레이드들에 대한 대중적인 계산 프로그램들은 로터 블레이드를 개개의 단면들로 분할하고, 로터 블레이드 전체의 평가를 유도하기 위해 각각의 로터 블레이드 단면을 개별적으로 계산한다.

<41> 그러나, 실제 조건들은 상당히 다르다. 우선, 바람은 특정한 표면 영역 내에서 균일하고 정적인 방식으로 불지 않고, 독특한 확률적 거동을 나타낸다. 두 번째로, 타각(angle of attack)의 변화가 내부 영역에서의 순간적인 풍속에 크게 의존하도록 내부 영역(즉, 로터 허브(17) 근처의 영역)에서의 로터 블레이드(1)의 낮은 주변 속도로 인하여 풍속은 중요한 요인이다. 결과적으로, 경계층 박리는 로터 블레이드(1)의 내부 영역에서 상응하는 빈도(frequency)로 발생한다.

<42> 이러한 경우들에 히스테리시스(hysteresis)가 유효하다. 일단 바람이 이전의 풍속으로, 예를 들어, 돌풍 후에 잠잠해지면, 로터 블레이드(1) 상의 경계층은 즉시 복구되지 않을 뿐만 아니라, 로터 블레이드 표면 상의 경계층이 복원될 때까지 풍속이 초기에 더 감소되어야 한다(즉, 타각이 추가로 조정될 필요가 있다). 그러나, 풍속

이 더 감소되지 않으면, 로터 블레이드(1) 표면 상의 경계층이 아직 복원되지 않았기 때문에 입사하는 바람에도 불구하고 오랜 기간 동안 로터 블레이드(1)에 소정의 힘이 발휘되는 것이 당연하다.

- <43> 본 발명에 따른 로터 블레이드(1)의 디자인은 경계층 박리의 위험을 크게 감소시킨다. 이러한 박리 위험은 비교적 두꺼운 프로파일의 도움을 받아 감소된다. 상당한 효율 증가에 대해 다르게는, 일단 경계층 분리가 일어나면 히스테리시스 효과가 (관련 기술의 상태의 로터 블레이드들이 사용될 때) 상당한 기간동안 지속되도록 출력이 감소되게 하는 것으로 설명된다.
- <44> 증가한 효율은 바람이 최소 저항 경로를 사용하는 것으로 부분적으로 설명될 수 있다. 허브(17) 근처의 내부 영역에서 로터 블레이드(1)의 매우 얇은 디자인(상당한 재료 절약)은 로터 블레이드(1)가 지나가는 로터 원 획득 영역(rotor circle harvesting area)의 "슬립 홀(slip hole)"과 같다. 로터 블레이드들이 지나가는 원형 영역에 걸쳐 균일한 분포에 항상 계산의 근거를 둔다는 점은 대중적인 계산 프로그램들의 약점의 다른 지표이다.
- <45> 이 "슬립 홀"이 허브(17) 근처의 영역에서의 사다리꼴 디자인의 로터 블레이드(1)를 이용하여 "단히면", 공기 유동 분포가 전체 원형 영역에 걸쳐 개선되고 로터 블레이드의 외측 영역에서의 효과가 다소 증대된다. 결과적으로, 이 "슬립 홀"의 "단힘"은 본 발명에 따른 로터 블레이드(1)의 출력 계수 증가에 기여한다.
- <46> 대중적인 계산 프로그램들은 "슬립 홀" 바로 부근에 위치하는 로터 블레이드 단면을 완전히 기능적인 로터 블레이드 단면으로서 고려하기 때문에, 대중적인 계산 프로그램들의 또 다른 단점을 나타낸다. 그러나, 이는 특수한 유동 조건들(의도된 유동 조건들의 복원 이후의 빈번한 경계층 박리)로 인한 경우에는 그렇지 않다.
- <47> 도11 내지 도17은 본 발명에 따른 풍력 시스템의 정면도 및 측면도를 각각 도시한다. 이들 도면에서, 3개의 로터 블레이드가 허브(17) 근처의 영역에서 거의 이음매 없이 나셀(18)의 외측 윤곽으로 전이한다. 그러나, 이는 공칭 풍속 위치에 상응하는 로터 블레이드들의 위치에만 적용된다.
- <48> 일단 풍속이 공칭 풍속 이상으로 증가하면, 로터 블레이드들은 피치 조절(pitching; pitch regulation)에 의해 종래의 방식으로 천천히 풍속에 맞게 조정되며, 도15는 나셀(18)과 로터 블레이드(1)의 그 내부 영역의 하부 예지(16) 사이에 형성되는 보다 큰 폭의 갭이 될 수 있음을 도시한다. 그러나, 도15는 나셀(18)의 외측이 구조(30)를 포함하고 그 구조의 단면이 허브(17) 근처의 영역에서 로터 블레이드(1)의 프로파일에 대부분 상응함을 도시한다. 이 구조(30)는, 허브(17) 근처의 영역에서 로터 블레이드(1)와 구조(30) 사이에 좁은 갭만이 형성되도록 상응하는 타각으로 로터 블레이드(1)가 조정될 때, 공칭 속도에서 로터 블레이드(1) 바로 아래에 있다.
- <49> 결과적으로, 나셀(18)의 외측 윤곽은 로터 블레이드(1)의 단면, 즉 구조(30)를 포함하고, 로터 블레이드와 일체형 부분을 형성하지 않는다.
- <50> 도18에 도시된 로터 블레이드(1) 프로파일에서, 첨단부의 반경은 프로파일 깊이의 약 0.146이다.
- <51> 도18에 따르면, 흡입측(10)은 거의 직선형인 보다 긴 영역(14)을 포함한다. 예를 들어, 이 영역은 하기와 같이 설명될 수 있다: 프로파일 깊이의 38 내지 100% 영역에서, 반경은 프로파일 깊이의 길이의 1.19배이다. 프로파일 깊이의 40 내지 85%의 영역에서(도18 참조), 반경은 프로파일 깊이에 약 2.44를 곱한 것이다. 프로파일 깊이의 42 내지 45%의 영역에서, 반경은 프로파일 깊이에 약 5.56을 곱한 것이다.
- <52> 프로파일 깊이의 36 내지 100%의 영역에서, 이상적인 직선으로부터 최대 편차는 프로파일 깊이의 약 0.012이다. 이 값은 확정적인데 왜냐하면 곡률반경이 변하고 각각의 영역들에서의 최대 곡률반경이 이미 정해져 있기 때문이다.
- <53> 도시된 예에서, 흡입측(10)의 길이는 프로파일 깊이의 길이의 약 1.124배이고, 압력측(11)의 길이는 프로파일 깊이의 길이의 약 1.112배이다. 이는 흡입측(10)이 압력측(11)보다 약간 더 길다는 것을 의미한다. 결과적으로, 압력측(11)의 길이와 흡입측(10)의 길이 간의 비가 1.2 보다 작고, 바람직하게는 1.1 보다 작거나, 또는 1 내지 1.03의 범위에 있으면 매우 유익하다.
- <54> 도면들은 스피너(spinner)에서, 즉, 풍력 시스템의 나셀(18)의 외측에서 그 최대 프로파일 깊이를 가짐을 나타낸다. 30m의 로터 직경을 갖는 풍력 발전 장치에서, 스피너의 프로파일 깊이는, 예를 들어, 약 1.8 내지 1.9, 바람직하게는 1.84m일 수 있다. 스피너가 약 3.2m의 직경(D)을 가지면, 스피너 직경(D)과 스피너에서의 로터 블레이드(1)의 프로파일 깊이 간의 비는 약 0.575이다. 그러므로, 스피너 직경(D)과 프로파일 깊이 간의 비가 0.4 보다 크거나 또는 0.5 내지 1의 범위에 있는 것이 매우 유익하다. 이에 관해, 상술한 값들의 범위 내의 임의의 값이 선택될 수 있다. 상술한 예에서, 프로파일 깊이와 로터 직경 간의 비는 약 0.061이다. 로터 직경과 프로파일 깊이 간의 비가 0.05 내지 0.1의 값 보다 높으면 그 결과로 나타나는 "슬립 홀"이 최소화됨이 명백하며, 이

예의 값은 로터 블레이드(1)의 효율에 관해 매우 유익함이 증명되었다.

- <55> 다른 예에서, 로터 블레이드(1)의 첫 1/3은 도18에 도시된 프로파일 단면을 갖고, 스피너에서의 프로파일 깊이는 약 4.35m이고, 스피너는 약 5.4m의 직경(D)을 갖고 로터는 71m의 총 직경을 갖는다. 이 경우에, 프로파일 깊이와 스피너 직경(D) 간의 비는 0.806이고 프로파일 깊이와 로터 직경 간의 비는 다시 0.061이다. 상술한 값들은 피치 조절하는 블레이드 세 개의 로터에 대한 것이다.
- <56> 상술한 바와 같이, 로터의 가장 넓은 지점(최대 프로파일 깊이를 갖는 로터의 지점)은 블레이드 장착부 영역에서 직접 실현될 수 있다. 용어 "블레이드 장착부"는 로터 블레이드(1)가 풍력 발전 장치의 허브(17)에 연결되는 (결합, 나사체결 등) 영역을 말한다. 또한, 로터 블레이드(1)의 하부 에지(16), 즉 풍력 발전 장치의 나셀(18)을 마주하는 에지는 길이 방향에서 나셀(18)의 외측 윤곽에 적합하게 되거나 또는 대부분 따른다. 결과적으로, 페더드(feathered) 피치 위치(실질적으로 어떠한 표면도 더 이상 바람을 향해 정렬되지 않음)에서 로터 블레이드는 나셀(18)을 마주하는 하부 에지(16)에 평행하게 놓이고, 나셀(18)의 외측 윤곽과 하부 에지(16) 간의 거리는 최소이고, 바람직하게는 50cm 미만, 특히 20cm 미만이다.
- <57> 이 로터 블레이드(1)가 이제 바람을 향해 조정되면, 이는 로터 블레이드(1)의 최내측 영역에서 최대의 사이즈의 표면을 갖는다(슬립 홀이 매우 작음). 예리히 하우의 상술한 인용서는 현 기술 상태에 따른 로터 블레이드가 허브 근처 영역에서 연속적으로 감소함을 보인다(로터 블레이드들이 그 가장 넓은 지점에서보다 상기 위치에서 보다 더 좁음). 본 발명에 따른 로터 블레이드의 가장 넓은 지점은 대조적으로, 특히 허브 근처의 영역에 있어 바람의 위치에너지가 이 위치에서 완전히 사용될 수 있다.
- <58> 특히 매우 큰 로터 블레이드들이 허브 근처 영역에서 매우 큰 로터 블레이드 폭을 가짐이 공지되어 있다. 로터 블레이드(1)는 이러한 로터 블레이드들(큰 로터 블레이드, 즉 30m이상의 길이를 갖는 로터 블레이드들의 폭은 허브 근처의 영역에서 5 내지 8m에 놓일 수 있음)의 수송을 실현하기 위해 2개의 부분들로 구성될 수도 있다. 2개의 부분들은 수송 중에 분리되어 있고 로터 블레이드들이 설치 장소에 도착한 후에 조립될 수 있다. 2개의 부분은 로터 블레이드가 풍력 발전 장치에 설치될 때 예를 들어, 나사체결 또는 분리불가능한 연결(접합)에 의해 상호연결된다. 이는 특히 대형 로터 블레이드들로는 문제를 갖지 않는데, 왜냐하면 이러한 로터 블레이드들의 내부가 조립 과정 중에 접근가능하기 때문이다. 로터 블레이드의 외측은 균일한 외관을 갖고 조립된 부분들 간의 분리선들은 거의 눈에 보이지 않거나 전혀 보이지 않는다.
- <59> 본 발명에 따른 로터 블레이드 디자인은 지금까지 알려진 종래의 로터 블레이드들에 비해 효율을 크게 증가시킬 수 있음이 초기 측정값들이 입증하였다.
- <60> 도1 내지 도17에 따르면, 본 발명에 따른 풍력 발전 장치의 로터 블레이드들은 이들이 허브(17) 근처 영역에서 그 최대 프로파일 깊이를 갖고 로터 블레이드들이 허브(17) 근처의 영역에서 그 전체 프로파일을 따라 풍력 발전 장치의 나셀 페어링(nacelle fairing)(스피너)의 바로 근처의 위치로 연장하도록 구현된다. 이는 적어도 공칭 풍속 범위까지의 풍속들에 대응하는 각도로 로터 블레이드(1)가 조정되는 위치에 대해 나셀(18) 페어링과 로터 블레이드(1) 사이에 매우 좁은 갭이 생기게 한다. 도 1 내지 도 3에서, 예를 들어, 로터 블레이드들은 후방 프로파일 깊이 영역으로 외측 나셀(18) 페어링의 바로 근처의 위치로 연장한다. 예시된 다른 변형예, 예를 들어, 도 11 내지 도 17에서, 외측 나셀(18) 페어링 자체는 로터 블레이드 단면(구조 (30))이 설치되지만, 이는 전체 로터 블레이드(1)와 일체인 부분을 형성하지 않는다. 특히, 도 15 및 도 17은 나셀(18) 외측에 구현된 로터 블레이드 부분이 이 위치에 고정되고 공칭 풍속까지 로터 블레이드(1)의 각도 위치에 상응하는 각도에 배치되는 것을 도시한다. 이는 적어도 공칭 풍속까지의 풍속들에서 후방 프로파일 깊이 영역에서 나셀(18)과 로터 블레이드(1)의 하부 에지(16) 사이에 최소의 갭만이 형성됨을 의미한다.
- <61> 도19는 본 발명에 따른 로터 블레이드들의 디자인이 로터의 중심에서 바람에 대한 매우 작은 "슬립 홀"이 생기게 함을 명백하게 보인다.
- <62> 도18은 도17의 선 A-A에 따른 본 발명에 따른 로터 블레이드(1)를 통한 단면, 즉 허브(17) 근처 영역에서의 로터 블레이드(1)의 프로파일을 도시한다.
- <63> 도17은 스피너의 직경(D)을 나타내는 지시선을 또한 포함한다.
- <64> 로터 직경은 그 회전 중에 로터가 지나가는 원형 면적의 직경으로 기재된다.
- <65> 도15 및 다른 도면들에 따르면, 로터 블레이드(1)의 부분(구조(30))은 회전가능한 로터 블레이드(1)의 일체형 부분을 형성하지 않고, 외측 나셀(18) 페어링의 일체형 부분을 형성한다. 상응하는 부분은 나셀(18)에 나사체결

되거나 또는 이에 일체로 연결 또는 이에 접합될 수 있다.

- <66> 본원에 따른 로터 블레이드(1)가 허브(17) 근처의 영역에서 상당한 길이 및 대응하는 로터 블레이드 깊이, 즉 블레이드 익현(9)을 갖는 예들에서, 로터 블레이드(1)의 수송을 간단하게 하기 위해 이 영역에서 2개 (또는 그 이상의) 부분들로 블레이드를 분할하는 것이 실용적일 수 있다. 이 경우에, 로터 블레이드(1)는 전체 로터 블레이드(1)가 허브(17)에 장착되는 설치 장소에 도착할 때까지 다시 조립되지 않는다. 이러한 경우들에, 로터 블레이드(1)의 부분은 예를 들어, 도20에 예시된 바와 같이 구현될 수 있다. 이 도면에 따르면, 후방 블레이드 예지 영역에서의 단면이 없다. 도18에 예시된 프로파일은 상기 없는 단면을 부착하여 이 영역에서 복원될 수 있다.
- <67> 두 개의 부분들이 나사체결, 접합 또는 다른 고정 수단들에 의해 상호연결될 수 있다.
- <68> 로터 블레이드(1)의 이 영역에서 로터 블레이드(1) 표면의 사이즈를 변화시키는 수단을 제공하는 것도 고려할 수 있다. 대응하는 변형예들이 도21 내지 도23에 예시되어 있고, 여기서 이들 도면에 예시된 로터 블레이드(1) 단면은 상징적으로만 이해되어야 한다(로터 블레이드의 프로파일은 도18에 도시된 프로파일에 실질적으로 대응한다).
- <69> 도21 내지 도33에 도시된 변형예들은 원한다면 전체 로터 블레이드 표면이 감소될 수 있는 장점을 제공한다. 이는 로터 블레이드 수송 중 및 극단적인 바람 조건들에서 실용적인데 왜냐하면 이는 로터 블레이드의 수송을 가능하게 하거나 또는 적어도 간단하게 하고 극단적인 바람 조건들에서 과부하로부터 풍력 발전 장치를 보호하기 때문이다.
- <70> 본 발명의 특히 바람직한 일 변형예에서, 폐쇄된 리셉터클(receptacle; 후방 프로파일 박스를 형성함)의 일부를 형성하는 변형가능한 재료로 표면의 일부가 구성된다. 이 폐쇄된 리셉터클은 예를 들어, 예정된 압력을 받는 기체상태 매체로 충전될 수 있다. 이는 로터 블레이드의 수송 또는 극단적인 바람 조건들에서 배기될 수 있는 로터 블레이드의 부분적으로 팽창가능한 표면이 되게 하여 적은 공간을 요구하고 풍압에 따른다. 이는 로터 블레이드의 유효 표면적을 감소시키므로 바람에 대한 충격 표면적을 감소시킨다. 타워를 포함하는 하류측 구성요소들에의 부하가 동시에 감소된다.
- <71> 본 발명의 다른 변형예에서, 로터 블레이드는 후방 박스(도20에 도시않음)의 영역의 제 2 날개(airfoil) 구조를 포함하며, 여기서 상기 날개 구조는 그 위에서 및/또는 그 안에서 이동될 수 있다. 변형가능한 재료는 이 제 2 날개 구조의 예정된 위치에 고정될 수 있고, 변형가능한 재료의 일측면은 회전가능한 권취(winding) 부재에 고정될 수 있다.
- <72> 제 2 날개 구조는 풍력 발전 장치의 정상 작동 모드에서 연장될 수 있다, 즉 펼쳐진 암(arm)들이 완전히 펼쳐지거나 또는 망원경식 암들이 완전히 연장될 수 있다. 변형가능한 재료는 일 측면이 회전가능한 권취 부재에 고정될 수 있다. 로터 블레이드 표면의 표면적이 감소되어야 한다면, 권취 부재는 변형가능한 재료가 권취되도록 --차양(awning)과 유사하게-- 회전될 수 있다. 접히는 암들이 동시에 접히고 감소시킬 수 있는 표면 영역의 제 2 날개 구조의 사이즈가 감소되어 로터 블레이드의 표면적이 따라서 감소된다.
- <73> 본 발명의 다른 변형예에서, 로터 블레이드 표면의 일부는 그 자신의 길이 방향축 둘레에서 회전가능한 지지 레일(support rail) 상에 각각 배치되는 박층 스트립(lamella strip)들로 구성된다. 정상 작동 모드에서, 이들 박층은 로터 블레이드의 공기역학적으로 유효한 표면적을 증가시키도록 정렬된다. 로터 블레이드의 수송 중 및 극단적인 부하에서, 지지 레일들은 상응하는 박층들이 예를 들어, 나머지 로터 블레이드의 바람 그늘(wind shadow)로 이동하고 따라서 로터 블레이드의 표면적이 감소한다.
- <74> 본 발명의 특히 바람직한 추가적인 일 개선예에서, 공기역학적으로 유효한 로터 블레이드 표면의 이동가능한 부분은 로터 블레이드의 깊이 방향에서 변위할 수 있는 개별적인 평면 부재로 구성된다. 정상 작동 모드에서, 이 평면 부재는 큰 공기역학적으로 유효한 표면적을 생성하기 위해 바람직하게는 흡입측에서 로터 블레이드의 표면적을 증가시킨다.
- <75> 표면적을 감소시키기 위해, 이 평면 부재는 항공기 날개의 보조익(flap) 시스템과 유사하게 변위할 수 있어, 로터 블레이드로 변위하고 로터 블레이드의 나머지 표면적에 의해 커버되거나 또는 로터 블레이드 상에 변위하여 그 표면을 커버할 수 있다. 어느 경우에도, 이는 로터 블레이드 표면적을 감소시키게 된다.
- <76> 본 발명의 다른 변형예에서, 이 평면 부재의 일 측면은 피벗 방식으로 로터 블레이드의 트레일링 예지 또는 제 1 날개 구조에 커플링된다. 로터 블레이드의 표면적은 이 부재를 그 축 둘레로 로터 블레이드의 압력축을 향해 또는 흡입측을 향해 피벗시켜 변할 수 있다.

- <77> 이 평면 부재가 약 90° 만큼 회전되면, 이는 로터 블레이드 상의 공기 유동방향에 실질적으로 직각으로 남게되어 상응하는 감속 효과를 생성하는데 왜냐하면 이는 로터 블레이드의 표면을 따라 흐르는 공기에 대해 장애물을 형성하기 때문이다.
- <78> 본 발명의 몇가지 변형예가 첨부된 도면들을 참조하여 하기에 보다 상세히 설명된다.
- <79> 도 20은 본 발명에 따른 완전한 로터 블레이드의 개략 평면도를 도시한다. 로터 블레이드(100)는 두 부분으로 분할되어 있다. 그 필수적인 구성요소들에 관하여, 로터 블레이드(100)는 종래방식으로 설계된다. 그러나, 분할이 로터 블레이드 루트(120)에 인접하게 위치하는 영역, 즉 최대 블레이드 깊이를 갖는 영역에서 보인다. 이 분할은 로터 블레이드의 영역(140)을 표시하고, 그 표면적은 원한다면 더 이상 바람의 영향을 받지 않게 하여 감소될 수 있다.
- <80> 도21은 로터 블레이드(100)의 강성 부분을 도시하며, 그 표면적은 변하지 않고 유지된다. 이 도면은 부하가, 특히 극단적인 바람 조건들에서, 종래의 설계된 로터 블레이드의 부하에 비해 훨씬 낮도록 로터 블레이드(100)의 공기역학적으로 유효한 표면적이 상당히 감소됨을 명확히 보인다.
- <81> 도22는 본 발명의 제 1 변형예의 개략 단면을 도시한다. 이 경우에, 로터 블레이드(100)는 앞쪽 영역(110)과 후방 박스(140)로 분할된다. 이 후방 박스(140)는 앞쪽 영역(110)의 후방 벽과 함께 폐쇄된 리셉터클(160)을 형성하는 변형가능한 재료(180)로 이루어진 두 개의 스트립으로 구성된다. 이 폐쇄된 리셉터클(160)이 이제 가압된 기체 상태 매체로 충전되면, 변형가능한 재료(180)는 정상 작동 모드에서 공기역학적으로 유효한 본 발명에 따른 로터 블레이드(100)의 표면적의 일부(도 20에서 도면부호 140으로 식별됨)를 형성한다.
- <82> 로터 블레이드(100)의 이 단면은 정상적인 바람 조건하에서 그 정상적인 효과가 명확해지도록 이러한 안정성을 갖고 구현될 수 있다. 그러나, 로터 블레이드(100)의 이 부분에 작용하는 풍압은 외부 압력이 내부 압력보다 높아, 로터 블레이드가 이러한 예들에서 후방 박스(140)의 영역에서 변형되고 로터 블레이드가 결국에는 외부 풍압에 따르도록 극단적인 바람 상황에서 보다 높다. 이는 이러한 극단적인 바람에 대한 충격 표면적을 감소시킬 뿐만아니라, 하류측 구조물에의 부하를 감소시킨다.
- <83> (그 안에 충전 매체가 수용되는) 후방 박스의 이 부분은 예를 들어, 예정된 풍속을 초과할 때 로터 블레이드의 표면적을 감소시키기 위해 능동적으로 배기될 수 있다. 이 능동적인 배기는 후방 박스가 외압을 받아 변형하면 미정의 상황들이 발생할 때 로터 블레이드의 형상이 항상 정해져 있는 장점을 제공한다.
- <84> 리셉터클(160)의 손상을 방지하기 위해, 예를 들어, 리셉터클(160)에 형성되는 과도한 압력이 빠져나갈 수 있게 하는 감압 밸브(도시않음)를 제공할 수 있다.
- <85> 정상 작동 모드에 요구되는 압력은 압축기(170)를 사용하여 복원될 수 있다. (도시않음) 제어 밸브들 및/또는 압력 센서들이 제공되면, 풍압이 변동하여도 리셉터클(160) 내의 압력이 최적 작동 조건들이 항상 유지되도록 수정될 수 있다.
- <86> 도23은 본 발명의 제2 변형예를 도시하며, 여기서 완전한 후방 박스(140)를 사용하지 않고 로터 블레이드(100)의 흡입측의 표면이 연장한다. 이러한 연장은 앞쪽 영역(110)의 표면에 인접하게 있는 평면 부재(240)로 이루어진다.
- <87> 이러한 평면 부재(240)는 공기역학적으로 유효한 표면적을 감소시키기 위해 화살표로 지시한 방향에서 변위할 수 있다. 이러한 변위는 예를 들어, 상응하는 유압 실린더로 유압적으로, 공압 실린더로 공압적으로, 전기 구동 시스템 등으로 구현될 수 있다. 당연히, 상응하는 펌프들, 압축기들 또는 구동장치(액츄에이터)들이 이를 위해 제공되어야 한다(그러나 보다 나은 전체적인 이해를 위해 도면에는 예시않음).
- <88> 평면 부재는 앞쪽 영역(110)의 표면이 평면 부재(240)를 커버하도록 앞쪽 영역으로 변위할 수 있다. 다르게는, 평면 부재는 표면 부재(240)가 앞쪽 영역(110)의 대응하는 표면을 커버하도록 앞쪽 영역(110)의 표면 상으로 변위할 수도 있다. 로터 블레이드(100)의 공기역학적으로 유효한 표면적은 두 예에서 모두 감소된다.
- <89> 도24a 및 도24b는 본 발명의 제 3 변형예를 도시한다. 도24a는 변형가능한 재료의 릴(200; reel)을 도시하고, 도면부호 300은 접힌 상태로 예시된 접히는 암들을 지시한다. 이 메커니즘은 차양의 메커니즘과 유사하게 구현될 수 있다.
- <90> 도24b는 정상 작동 모드에서의 이 변형예를 도시한다. 접히는 암들(300)은 연장되어 있고 그 위에 고정된 변형가능한 재료(180)가 접히는 암들(300)이 연장하는 중에 릴(200)로부터 풀려나왔다. 결과적으로, 릴(210)은 권취

된 재료 전체를 더 이상 갖지 않는다.

- <91> 이 풀린 상태에서, 변형가능한 재료(180)는 일 측면이 릴(210)에 고정되고 다른 측면은 도면에서 우측을 향하는 접히는 암들(300)의 단부들에 고정된다. 암들(300)의 단부들은 구조 강도를 증가시키고 변형가능한 재료를 제 위치에 고정하기 위해 도시않은 웹(web)에 연결될 수 있다.
- <92> 변형가능한 재료(180)가 접히는 암들(300)의 외측 단부들과 릴(210) 사이에서 느슨해지는 것을 방지하기 위해, 조정가능한 격자(grate)와 유사한 (도시않은) 장치가 변형가능한 재료(180) 아래에 제공될 수 있고, 이 격자는 접히는 암들(300)과 동기화하여 작동하고 연장된 상태에서 변형가능한 재료(180)를 지지해준다.
- <93> 유효 표면적은 이 절차를 반대로 하여 감소된다; 접히는 암들(300)과 (도시않은) 조정가능한 격자가 오프라지고 (접히고) 변형가능한 재료(180)가 릴 코어(210) 상에 동시에 감긴다. 이는 결국에 도 24a에 예시한 릴(200)이 되게 하고 로터 블레이드(100)의 유효 표면적이 감소되게 한다.
- <94> 도25에 도시한 본 발명의 제4 변형예에서, 평면 부재(240)는 이 앞쪽 영역(110)의 흡입측의 연장부를 형성하도록 앞쪽 영역(110)의 뒤쪽에 피벗 식으로 커플링된다.
- <95> 이 경우에, 평면 부재(240)가 앞쪽 영역(110)의 지지 구조물과 평면 부재(240) 사이에 배치되는 압축 스프링(280)에 의해 지지된다.
- <96> 정상 작동 모드에서, 이 압축 스프링(280)은 평면 부재가 원하는 위치를 유지하도록 평면 부재(240)를 지지한다. 비정상적인 풍압이 로터 블레이드(100)의 상부측에 작용하면, 평면 부재(240)의 표면에 작용하는 압력이 증가하고 스프링(280)의 힘을 이기고 도25에 도시한 평면 부재(240)가 하향으로 눌리고 풍압에 따른다. 이는 공기역학적으로 유효한 표면적이 상응하여 감소되게 한다.
- <97> 스프링(280)을 사용하는 대신에, 평면 부재를 능동적으로 조정하기 위해 상응하는 망원경식 부재들, 예를 들어, 유압식 또는 공압식 장치 또는 기계적 장치들을 제공할 수도 있다. 평면 부재(240)를 제1 예정 위치에 유지시키기 위해 또는 평면 부재를 제2 예정 위치로 변위시키기 위해 나사산이 형성된 로드(threaded rod)들과 워م 구동 장치들 등을 사용할 수도 있다. 당연히, 보다 나은 전체적인 이해를 위해 이 도면에 예시되지 않은 대응하는 펌프들, 압축기들 또는 구동장치들이 이들 액츄에이터들을 작동시키기 위해 제공되어야 한다.
- <98> 평면 부재(240)에 작용하는 바람의 부하는 이 경우에 측정될 수 있고, 여기서 평면 부재(240)는 순간적인 작동 조건에 따라 평면 부재를 최적으로 조정하기 위해 측정한 바람의 부하의 함수에 따라 피벗축 둘레에서 피벗한다.
- <99> 도26은 본 발명의 제 5 변형예를 도시한다. 이 제 5 변형예에서, 평면 부재(240)는 앞쪽 영역(110)의 뒤쪽에 피벗되는 방식으로 커플링되지 않고, 그 자신의 종방향 축 둘레로 회전할 수 있는 힌지 핀(220; hinge pin) 상에 배치된다. 도 26에 도시한 위치에서, 평면 부재(24)는 로터 블레이드(100)의 공기역학적으로 유효한 표면적의 연장부를 형성한다.
- <100> 이 표면적을 감소시키기 위해, 평면 부재(240)의 외측 단부가 이중 화살표로 표기한 두 방향 중 하나로 이동하는 방식으로 평면 부재(240)가 그 위에 고정된 힌지 핀(220)이 그 종방향 축둘레에서 회전한다. 또한, 이는 로터 블레이드(100)의 공기역학적으로 유효한 표면적이 감소되게 하여 로터 블레이드(100) 및 풍력 시스템의 모든 하류측 구성요소들에 작용하는 바람의 부하가 변하게 한다.
- <101> 도27a 및 도27b는 도26에 도시된 실시예의 수정예를 도시한다. 도26에 도면부호 240으로 표기한 평면부재는 도 27a에서 3개의 박층 부재(260)로 분할된다. 이들 박층 부재는 이 분할을 밝히기 위해 도27a에서 고의로 이격하였다. 당연히, 이들 3개의 부재는 실제로는 이들이 가능한 한 원활하게 로터 블레이드(100)의 앞쪽 영역(110)으로 천이하는 크게 폐쇄된 표면을 형성하는 방식으로 배치된다.
- <102> 각각의 박층(260)은 그 자신의 힌지 핀 상에 배치된다. 각각의 힌지 핀(280)은 그 자신의 종방향 축 둘레에서 회전할 수 있어, 각각의 박층(260)이 종방향 축 둘레에서 힌지 핀(280)을 회전시켜 피벗된다.
- <103> 도27b는 이들 박층이 로터 블레이드(100)의 공기역학적으로 유효한 표면적을 감소시키는 위치로 피벗되는 상황에서의 본 발명에 따른 장치를 도시한다. 박층(260)들은 이 경우에 앞쪽 영역(110)의 바람 그늘로 피벗한다. 그러므로, 박층들은 더 이상 로터 블레이드 표면적의 일부를 형성하지 않아 이들은 더 이상 바람을 받지 않으므로 부하가 더 이상 증가되지 않는다.
- <104> 이러한 배치는 로터 블레이드(100)의 앞쪽 영역(110)과 도면에서 좌측 힌지 핀(280) 사이의 거리와 힌지 핀

(280)들 간의 상호 거리들이 힌지 핀(280)들의 그 길이 방향 축들 둘레에서의 회전에 부가하여 감소되어 구현된다.

- <105> 비록 흡입측의 표면적의 연장부만이 도면들에 예시되었지만, 당연히 압력측의 표면적의 사이즈를 다르게 또는 부가적으로 변화시킬 수도 있다.
- <106> 풍력 시스템은 상술한 로터 블레이드를 구비하고 극단적인 바람 상황이 일어나면, 풍속 지시계의 도움을 받아 높은 풍력을 결정할 뿐만 아니라, 상응하는 제어 장치의 도움을 받아 로터 블레이드 표면적의 사이즈를 상당히 감소시킬 수도 있다. 도20 및 도21에 따르면, 도20에 도시된 로터 블레이드의 표면적이 도21에 도시된 로터 블레이드의 표면적보다 10%이상 크다. 로터 블레이드는 풍력 시스템이 정상 모드, 예를 들어, 2 내지 20m/s의 풍속들에서 작동할 때 그 정상 사이즈로 수정된다. 일단 풍속이 20m/s 이상의 값으로 증가하면, 표면적은 그 사이즈가 도 21에 도시된 바와 같이 상당히 감소하도록 감소될 수 있다.
- <107> 제어 장치는 바람직하게는 컴퓨터가 보조하는 방식으로 구현되고 로터 블레이드 표면적의 각각의 최적 사이즈가 원한다면 수정됨을 보장한다.
- <108> 도33은 본 발명에 따른 로터 블레이드의 다른 변형예를 도시한다. 이 경우에, 구조물은 변형가능한 필름으로 커버되고 지지 지점들(340; bearing points)에 피벗식으로 지지된 피벗된 후프(320; pivoted hoop)들로 구성된다. 로터 블레이드 첨단부의 방향(화살표)으로 이동하는 중에, 이들 후프는 예를 들어, 후방 박스 프로파일 이 변화도록 지지 지점들(340) 둘레에서 피벗한다.
- <109> 도28 내지 도33은 도22 내지 도27b의 다른 대안적이고 보충적인 변형예들을 도시한다.
- <110> 도30b(도30a는 도 25에 실질적으로 상응함)는 압력측에 보조 부재(250)를 구비한 도25의 수정예를 도시한다. 스프링(280)의 접촉 지점이 도25 및 도30a 각각에 관해 변하지 않았으므로, 부재들(240, 250)은 이들이 커플링 지점(260) 둘레에서 피벗할 수 있도록 후미 블레이드 에지에 연결되어야 한다. 특정 상황들 하에서, 이 변형예에서 로터 블레이드의 길이(로터 블레이드의 길이는 도 1에서 참조부호 L)를 따라 부재(250)와 중첩하도록 로터 블레이드 박스(110)를 구현할 수 있다.
- <111> 도31b(도 26 및 도 31a 각각의 확장 변형예)는 기계적 연결을 통해 흡입측의 부재(240)와 동일한 샤프트(120)에 연결된 압력측의 부재(250)를 또한 도시한다.
- <112> 도32a 및 도32b는 도27a 및 도27b에 따른 변형예의 부가적인 개선예를 도시한다. 이 경우에, 개별적인 샤프트(280)들이 압력측의 상응하는 부재들에 제공된다. 도27a와 유사하게, 도32a는 정상 작동 모드의 로터 블레이드를 도시한다. 도 32b는 후방 박스(rear box)가 샤프트(280)를 회전시키거나 또는 변위시킴에 따라 작동하지 않게 되는 상황을 도시한다.

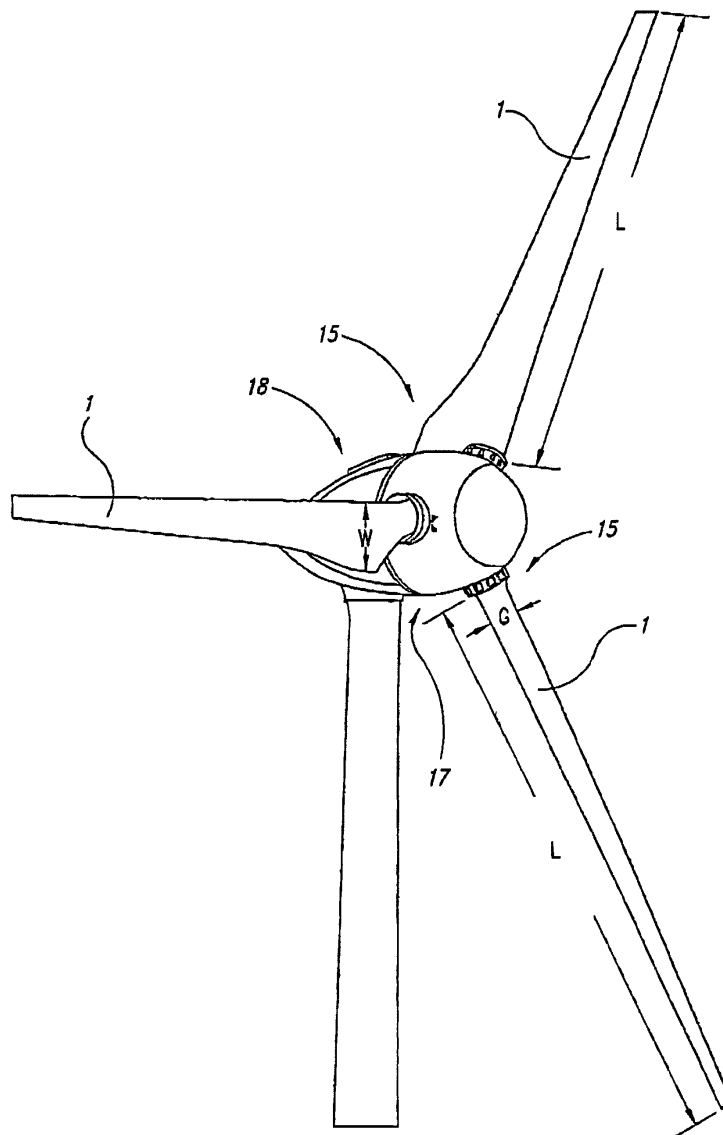
도면의 간단한 설명

- <8> 이하에서는, 본 발명의 양호한 실시예가 첨부되는 도면을 참조하여 상세히 설명된다.
- <9> 도 1은 본 발명에 따른 풍력 발전 장치를 전방에서 본 사시도를 나타낸 도면이다.
- <10> 도 2는 본 발명에 따른 풍력 발전 장치를 후방에서 본 사시도를 나타낸 도면이다.
- <11> 도 3은 본 발명에 따른 풍력 발전 장치를 측면도이다.
- <12> 도 4 내지 도 8은 본 발명에 따른 로터 블레이드를 여러 방향에서 본 도면이다.
- <13> 도 9는 본 발명에 따른 풍력 발전 장치를 확대하여 도시한 도면이다.
- <14> 도 10은 본 발명에 따른 로터 블레이드를 도시한 도면이다.
- <15> 도 11 내지 도 17 및 도 19는 본 발명에 따른 풍력 발전 장치를 여러 방향에서 본 도면이다.
- <16> 도 18은 본 발명에 따른 로터 블레이드의 (허브 근처 영역의) 단면도이다.
- <17> 도 20은 본 발명에 따른 로터 블레이드의 평면도이다.
- <18> 도 21은 본 발명에 따른 로터 블레이드의 전방부의 평면도이다.
- <19> 도 22는 본 발명에 따른 로터 블레이드의 제1 변형예의 개략 단면도이다.

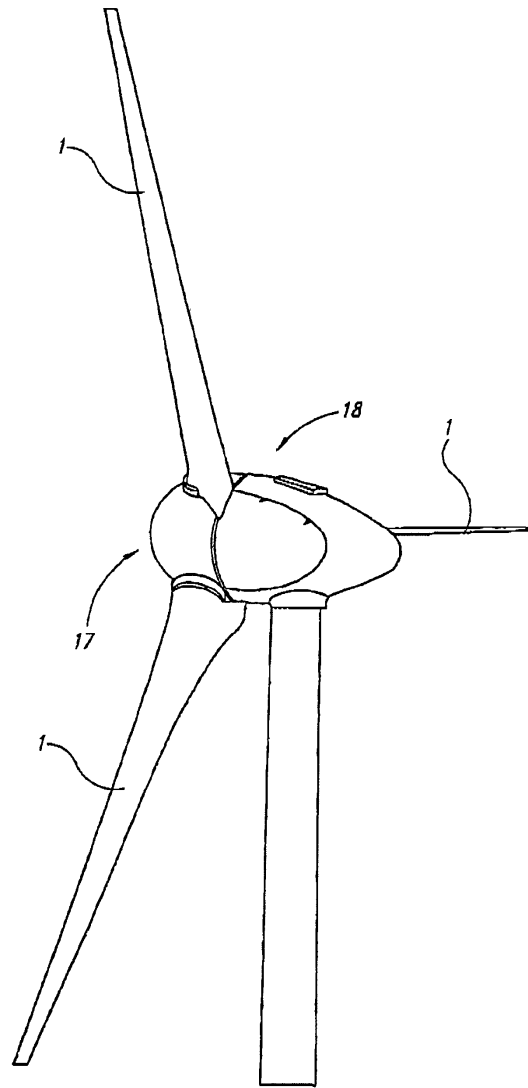
- <20> 도 23은 본 발명에 따른 로터 블레이드의 제2 변형예의 개략 단면도이다.
- <21> 도 24a 및 도 24b는 본 발명에 따른 로터 블레이드의 제3 변형예의 개략 단면도이다.
- <22> 도 25는 본 발명에 따른 로터 블레이드의 제4 변형예의 개략 단면도이다.
- <23> 도 26은 본 발명에 따른 로터 블레이드의 제5 변형예의 개략 단면도이다.
- <24> 도 27a 및 도 27b는 본 발명에 따른 로터 블레이드의 제6 변형예의 개략 단면도이다.
- <25> 도 28은 본 발명에 따른 로터 블레이드의 구성의 일 변형예의 평면도이다.
- <26> 도 29 내지 도 33은 본 발명의 다른 바람직한 예의 도면이다.

도면

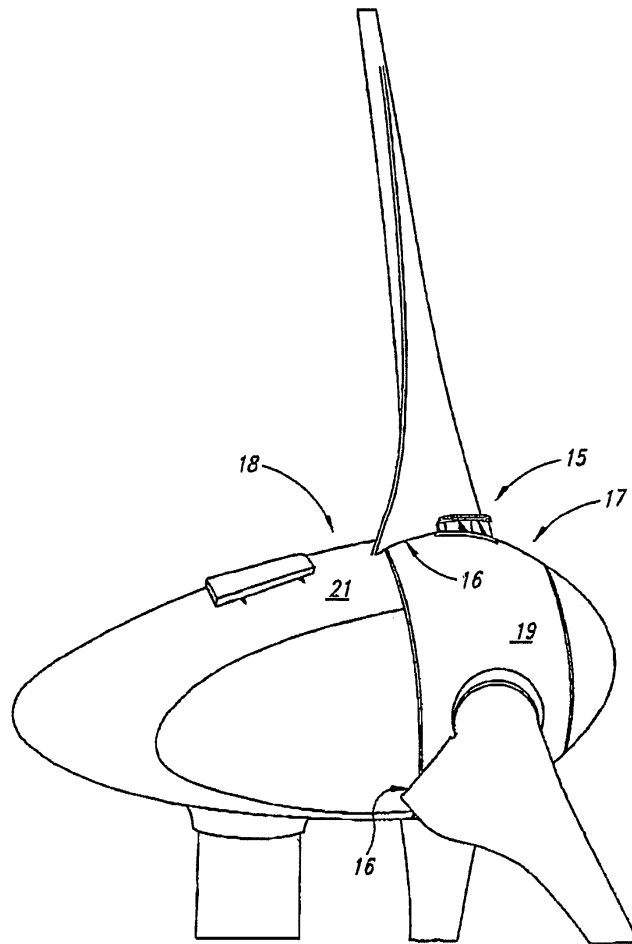
도면1



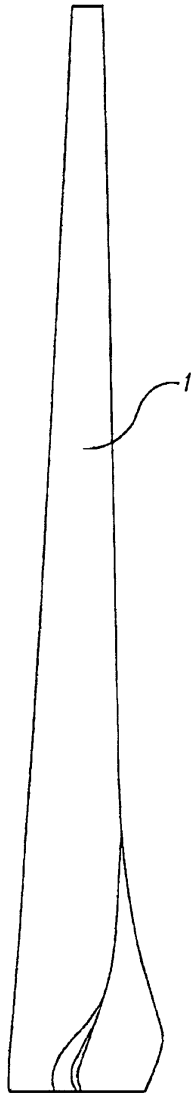
도면2



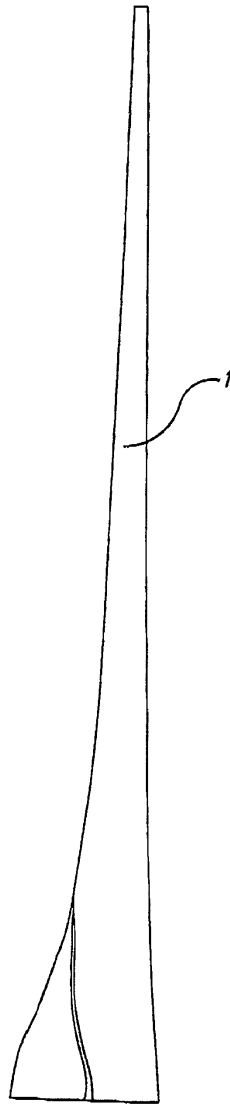
도면3



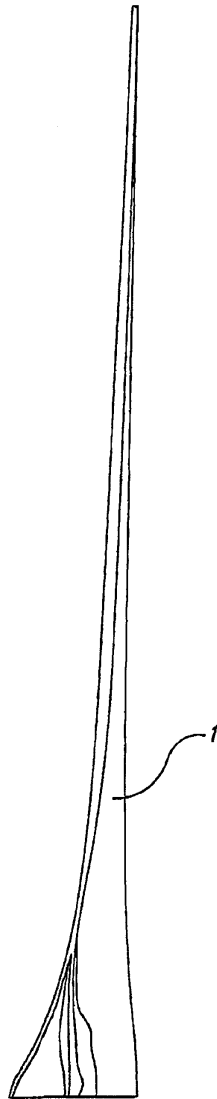
도면4



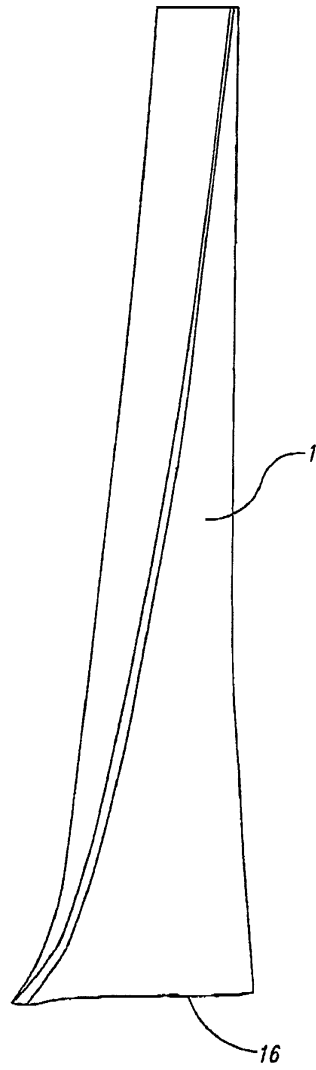
도면5



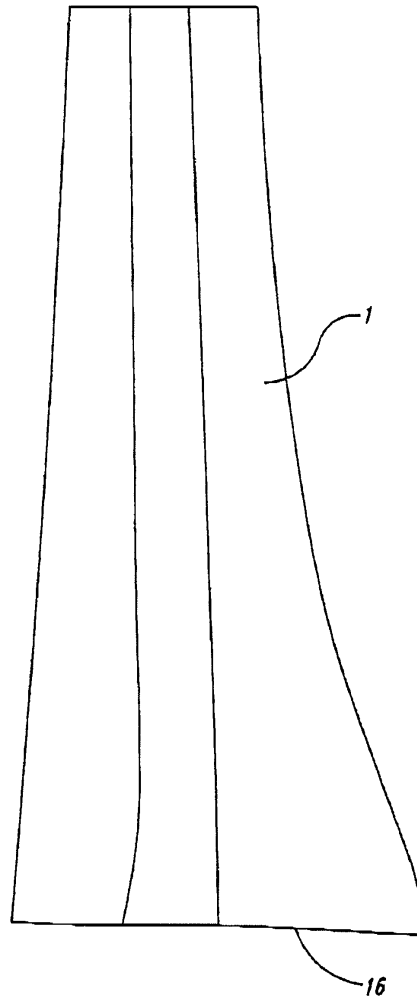
도면6



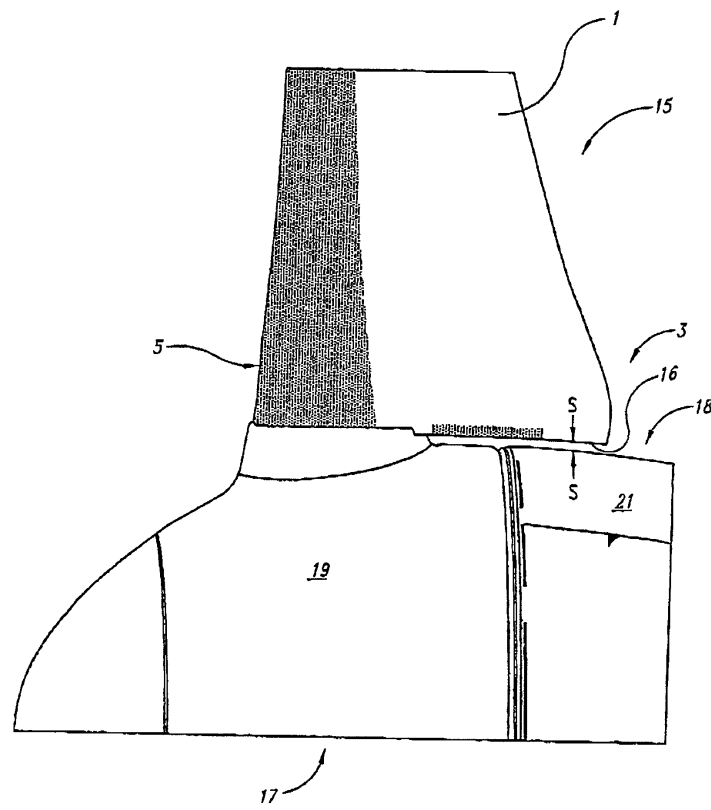
도면7



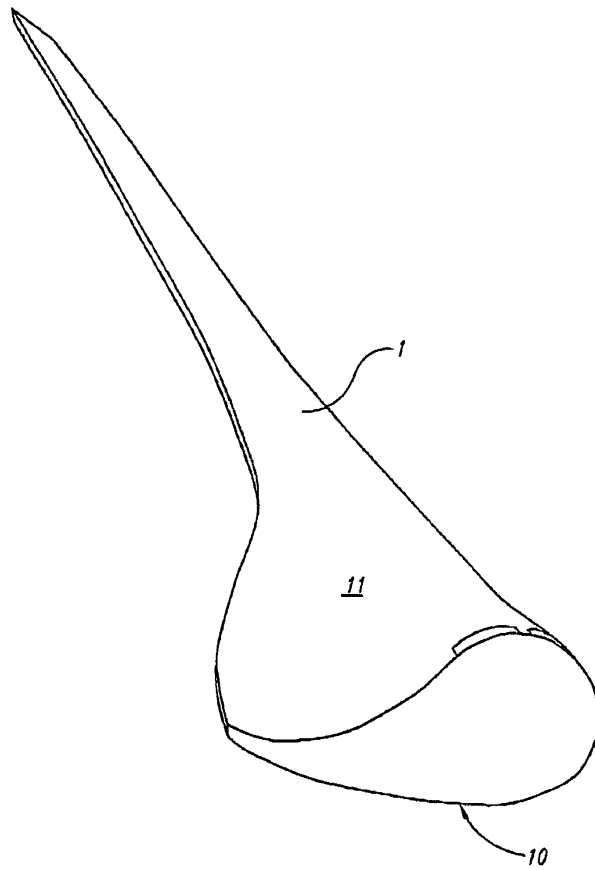
도면8



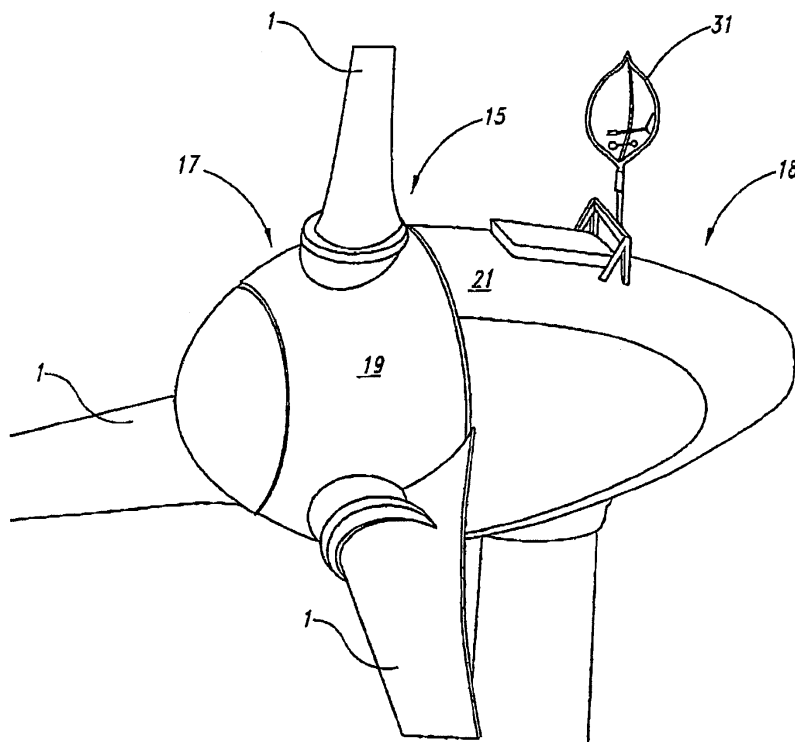
도면9



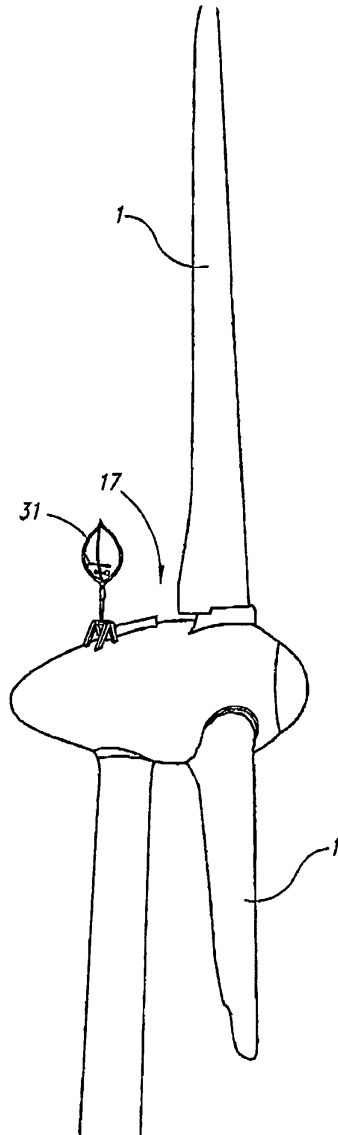
도면10



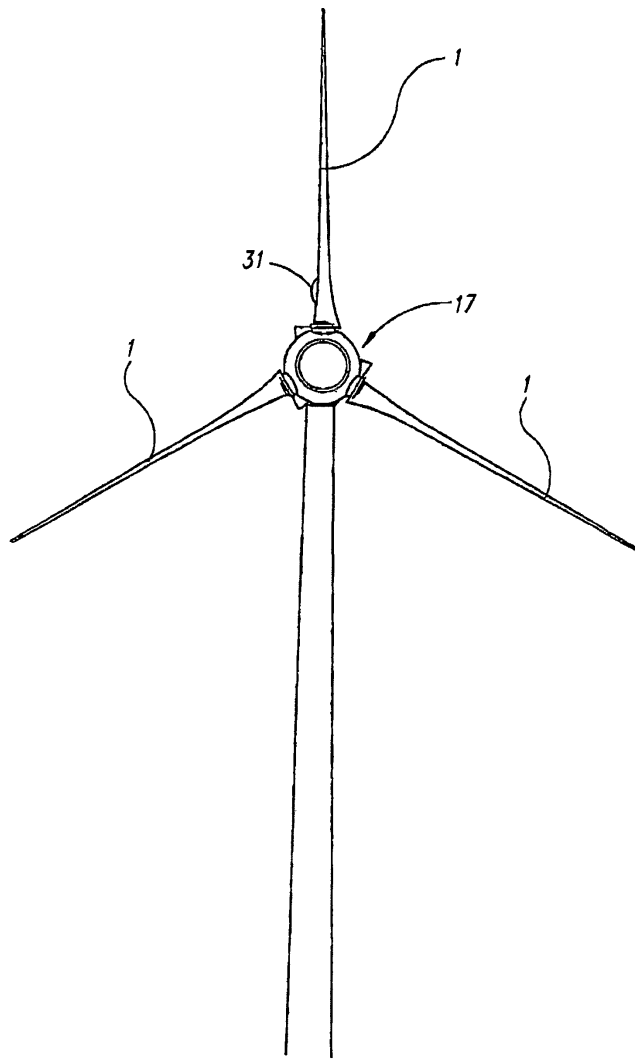
도면11



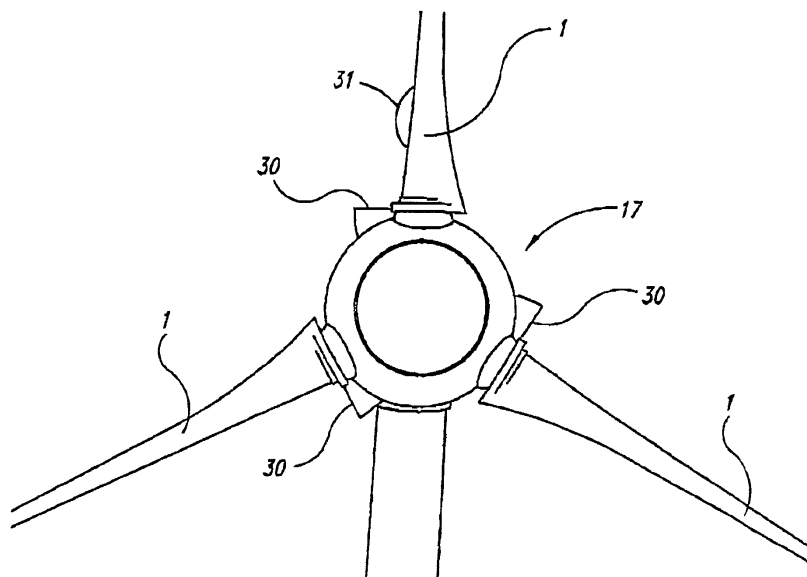
도면12



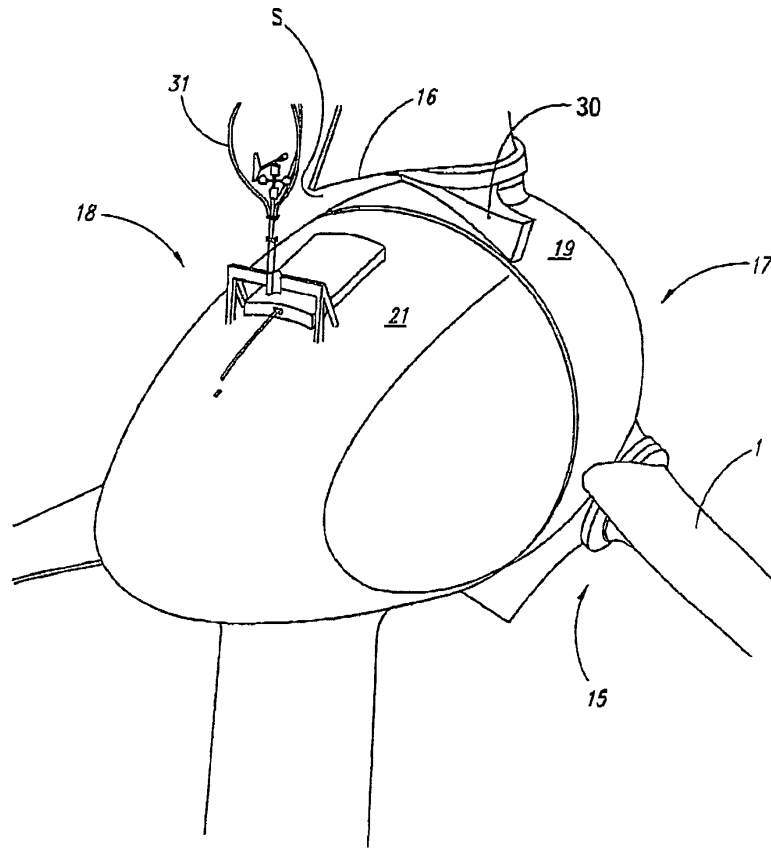
도면13



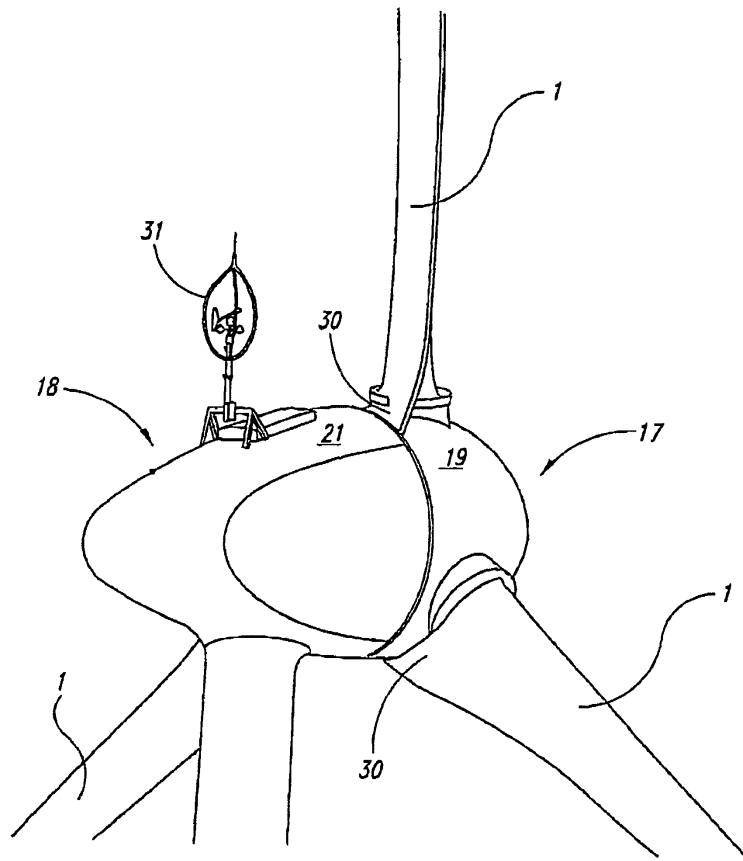
도면14



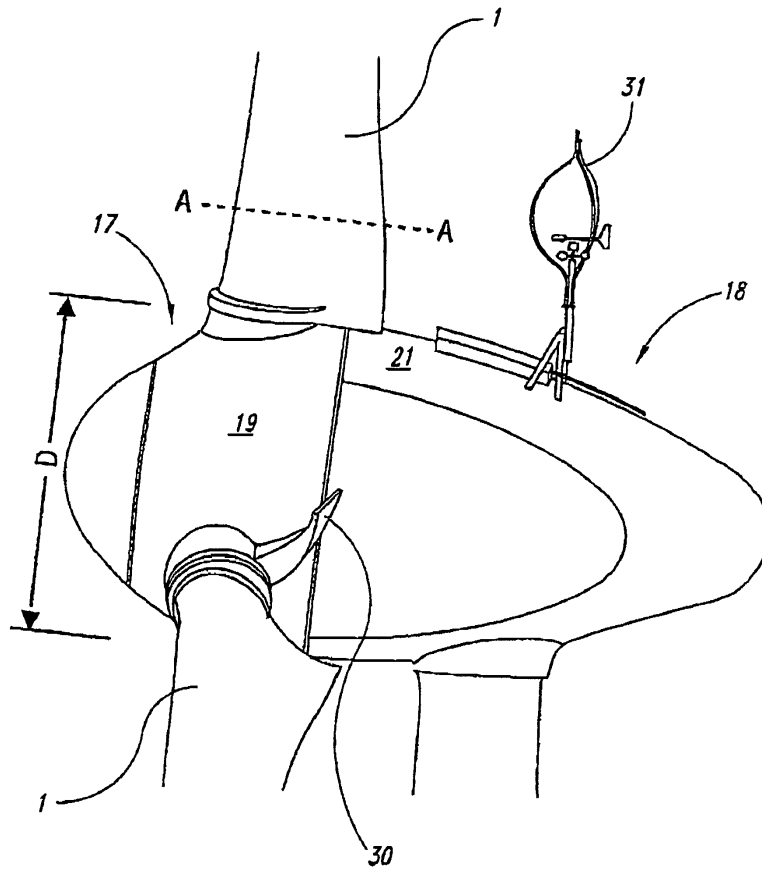
도면15



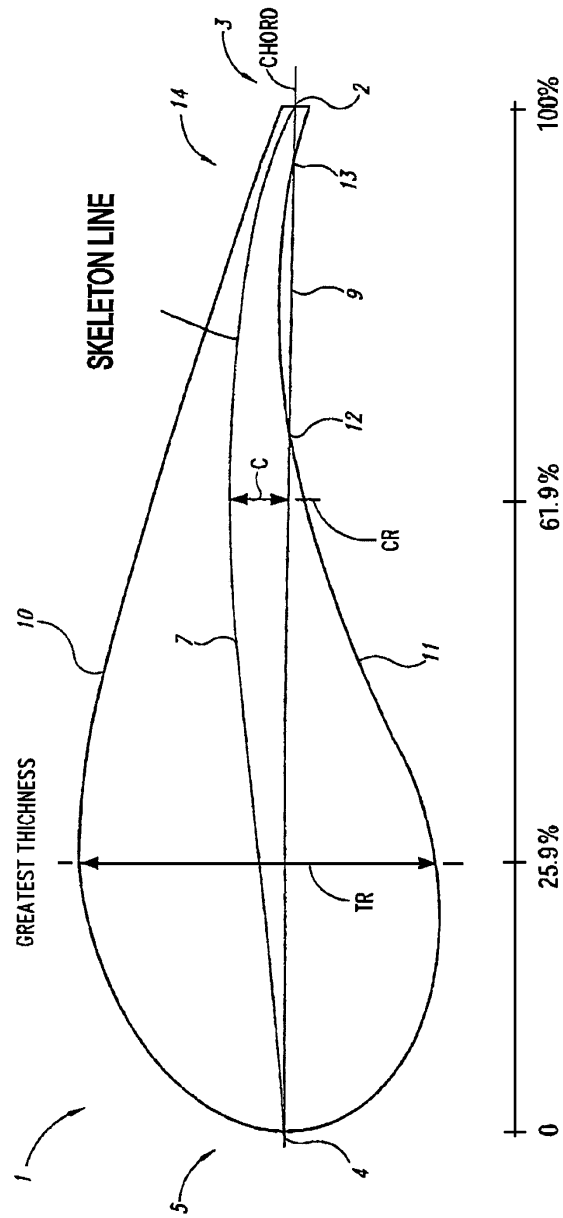
도면16



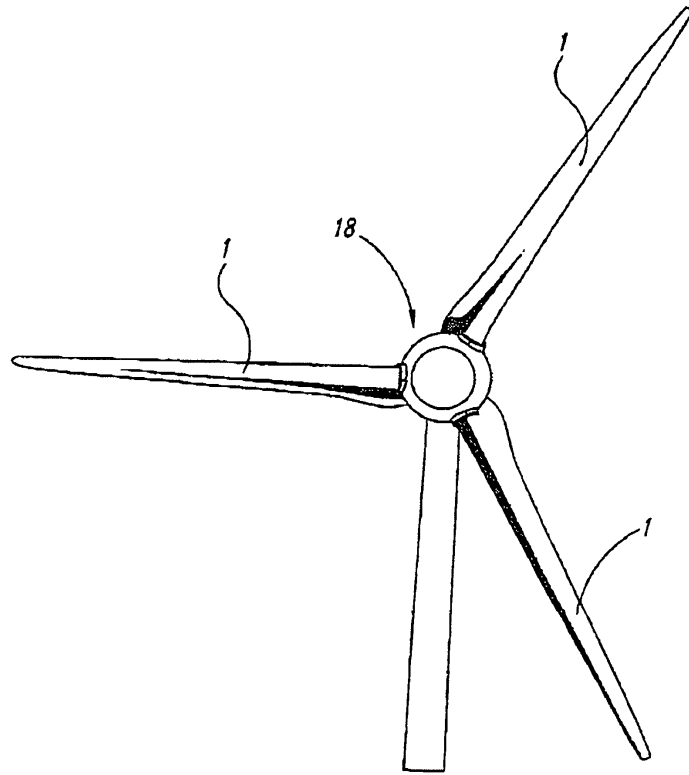
도면17



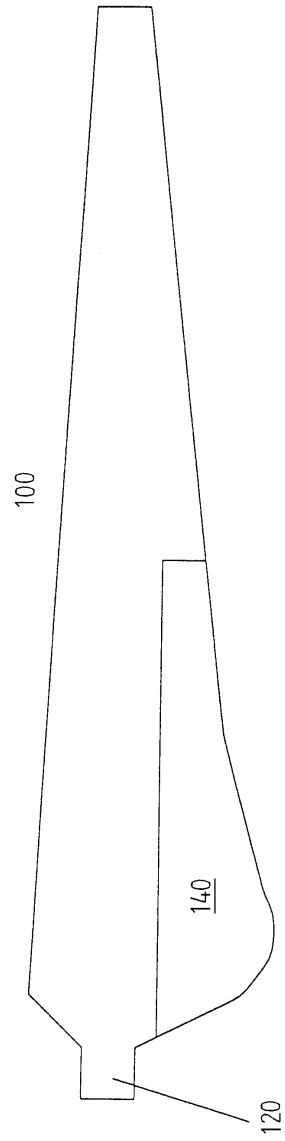
도면18



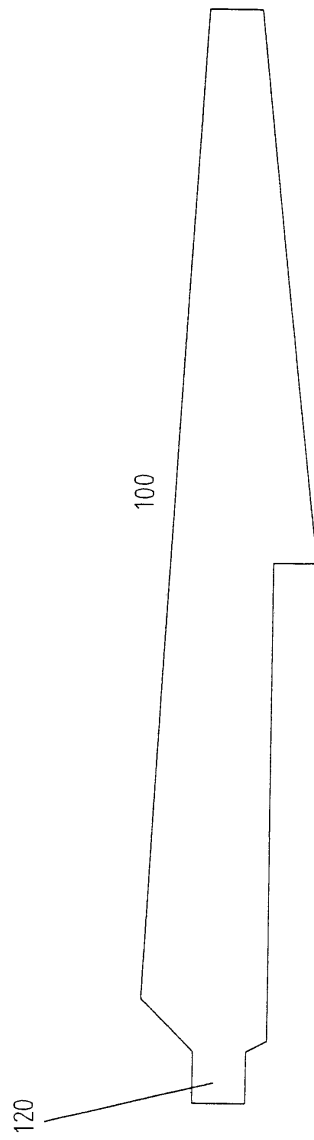
도면19



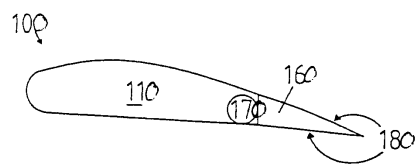
도면20



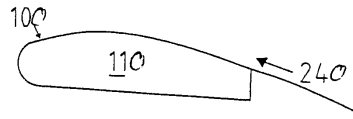
도면21



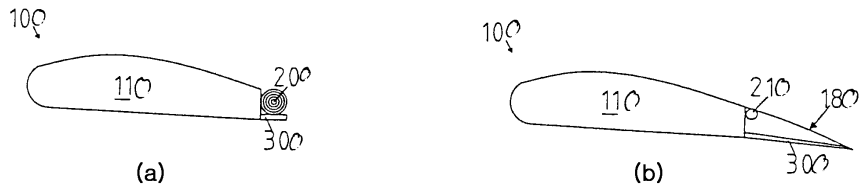
도면22



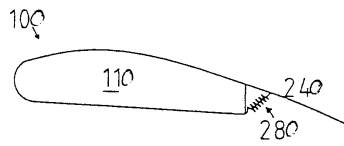
도면23



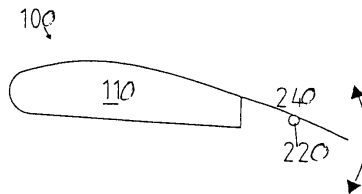
도면24



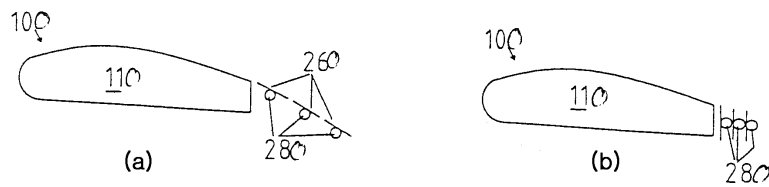
도면25



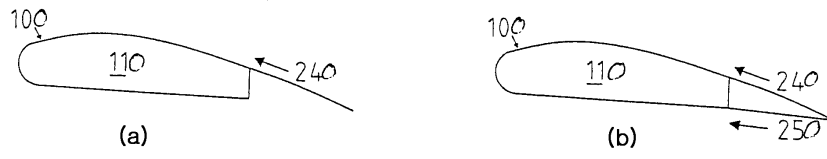
도면26



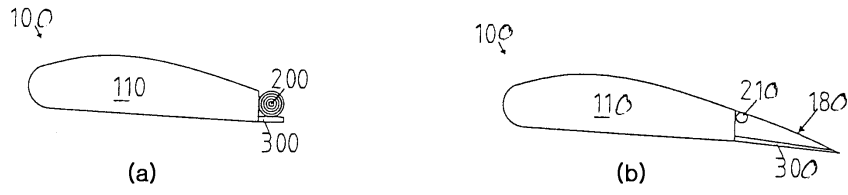
도면27



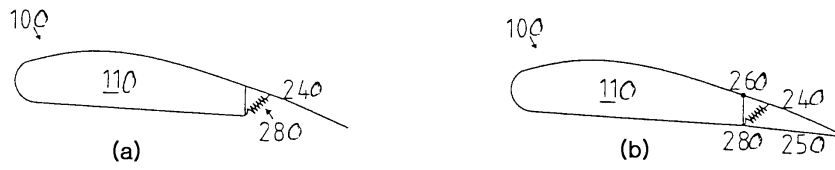
도면28



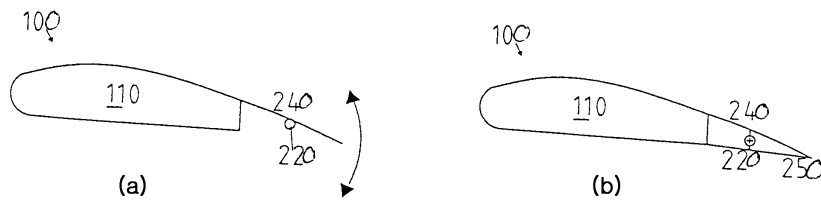
도면29



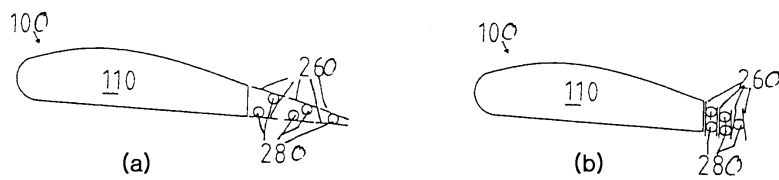
도면30



도면31



도면32



도면33

