



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월31일
(11) 등록번호 10-1950862
(24) 등록일자 2019년02월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F03D 1/06 (2006.01) F03D 7/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F03D 1/0633 (2013.01)
F03D 1/0675 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7010926
(22) 출원일자(국제) 2015년05월21일
심사청구일자 2017년04월21일
(85) 번역문제출일자 2017년04월21일
(65) 공개번호 10-2017-0064538
(43) 공개일자 2017년06월09일
(86) 국제출원번호 PCT/DE2015/100205
(87) 국제공개번호 WO 2016/045656
국제공개일자 2016년03월31일
(30) 우선권주장
14185815.9 2014년09월22일
유럽특허청(EPO)(EP)
(56) 선행기술조사문헌
DE102008052858 B9
EP02527642 A2
WO2011159091 A2

(73) 특허권자
베스트 블레이즈 게엠베하
독일 함부르크 하인-사쓰-스티크 9 (우: 21129)
(72) 발명자
스피츠너, 요르크
독일 22559 함부르크 틴슈달러 키르헨베크 215 베
(74) 대리인
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 14 항

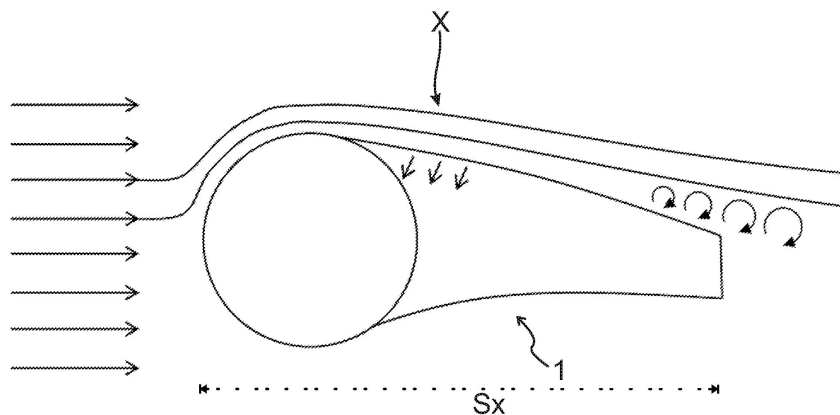
심사관 : 박종오

(54) 발명의 명칭 윈드 터빈 회전자 블레이드

(57) 요약

본 발명은 상부 측(13), 저부 측(14), 리딩 에지(16), 트레일링 에지(15), 허브 체결 수단(17), 및 블레이드 팁(12)을 포함하는 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)에 관한 것으로, 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)는 허브 구역(hub region)(111), 중앙 구역(center region)(112), 및 블레이드 팁 구역(blade tip region)(113)으로 분할되고, 루(뒷면에 계속)

대표도



트(root) 구역(11)은 허브 체결 수단(17)으로부터 최대 블레이드 깊이(Smax)까지 규정되고, 흡입(suction) 구역(21)으로부터 블레이드 팁 구역(113)에 배열된 취출(blow-out) 구역(22)으로 흡입된 공기를 전도하기 위해 반경 방향 외측방으로 연장하는 공기 전도 채널(air-conducting channel)(23)이 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 내부측에 제공되고 경계층 흡입이 발생하며, 여기서, 공기의 흡입은 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 상부 측(13) 상에서 발생하고, 경계층 펜스(28)가 허브 체결 수단(17)의 방향으로의 흐름을 방지하기 위해서 허브 체결 수단(17) 근처의 허브 구역(111)에 제공된다.

(52) CPC특허분류

F03D 7/022 (2013.01)

F05B 2230/80 (2013.01)

F05B 2240/30 (2013.01)

F05B 2240/301 (2013.01)

F05B 2240/302 (2013.01)

Y02E 10/721 (2013.01)

Y02E 10/723 (2013.01)

Y02P 70/523 (2015.11)

명세서

청구범위

청구항 1

상부 측(top side)(13), 저부 측(bottom side)(14), 리딩 에지(leading edge)(16), 트레일링 에지(trailing edge)(15), 허브 체결 수단(hub fastening means)(17), 및 블레이드 팁(blade tip)(12)을 갖는 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드(wind energy turbine rotor blade)(1)로서,

상기 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드(1)는 허브 구역(hub region)(111), 중앙 구역(center region)(112) 및 블레이드 팁 구역(blade tip region)(113)을 가지며, 루트(root) 구역(11)은 상기 허브 체결 수단(17)으로부터 최대 블레이드 깊이(Smax)까지로 규정되고,

공기 전도 채널(23)이 흡입(suction) 구역(21)으로부터 상기 블레이드 팁 구역(113)에 배열된 취출(blow-out) 구역(22)으로 흡입된 공기를 전도하기 위해 반경 방향 외측으로 연장하는 상기 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드(1)의 내부 측에 제공되고, 경계층 흡입(boundary layer suctioning)이 발생하며,

상기 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드(1)의 상부 측(13)으로부터 공기의 흡입이 발생하고, 경계층 펜스(boundary layer fence)(28)가 상기 허브 체결 수단(17)의 방향으로의 흐름을 방지하기 위해서 상기 허브 체결 수단(17) 근처의 상기 허브 구역(111)에 제공되고,

상기 트레일링 에지(15)는, 상기 허브 구역(111)에서 그리고 적어도 상기 허브 구역(111)에 연결되는 중앙 구역(112)의 제 1 섹션에서, 무디거나(blunt), 넓어지거나(wide), 또는 절단되는(cut off) 것 중 어느 하나 이상에 해당되어, 상기 블레이드 팁 구역(113)의 방향으로 이어지고, 이는 상기 루트 구역(11)에서 상기 블레이드 팁(12)의 방향을 향해 연속적이며,

상기 흡입 구역(21)은, 층류 기류(laminar air flow)가 상기 회전자 블레이드의 기하학적 형상에 기초하여 상기 상부 측(13)으로부터 분리되는 영역에 배열되어, 상기 상부 측(13)을 따라 층류 기류의 부착 및 연속이 발생하며,

상기 허브 구역(111)에서의 상기 경계층 펜스(28)에서 또는 그 근처에서 시작하는 상기 흡입 구역(21)은 상기 중앙 구역(112)으로 연장하며, 상기 흡입 구역(21)은 상기 중앙 구역(112)에서 상기 블레이드 팁(12)의 방향으로 상기 루트 구역(11)에 걸쳐 연장하는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 흡입 구역(21)은 복수 개의 개방가능하고 폐쇄가능한 흡입 세그먼트들(suction segments)을 가지며, 상기 세그먼트들은, 층류 기류가 회전자 블레이드의 기하학적 형상으로 인해 상기 상부 측(13) 상의 난류(turbulent)(X)로 변화되는 지점의 재배치에 따라, 개방될 수 있거나, 폐쇄될 수 있거나, 또는 개폐될 수 있으며, 상기 층류 기류는 바람에 대한 회전자 블레이드의 받음각(angle of attack)을 적응시키기 위해 허브에서 상기 회전자 블레이드의 회전에 의해 이동하며, 이로써, 변화가능한 흡입 라인(changeable suction line)이 형성되는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드(1)의 최대 블레이드 깊이(Smax)는 상기 허브 구역(111)에 또는 상기 중앙 구역(112)의 제 1 섹션에 제공되고, 블레이드 깊이(Sgr)는 상기 최대 블레이드 깊이(Smax)로부터 상기 경계층 펜스(28)까지 감소하는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

흡입 구역(21)은, 상기 리딩 에지(16)로부터 국부적(local) 블레이드 깊이(S_x)의 40%에서 상기 트레일링 에지(15)로부터 국부적 블레이드 깊이(S_x)의 5%까지의 표면의 섹션에 배열되는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

허브 구역(111)에서의 흡입 구역(21)은, 상기 리딩 에지(16)로부터 국부적 블레이드 깊이(S_x)의 40%에서 상기 트레일링 에지(15)로부터 국부적 블레이드 깊이(S_x)의 30%까지의 표면의 섹션에 배열되는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드(1)의 블레이드 내부 본체는 공기 전도 채널(air-conducting channel)로서 사용되는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 7

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

회전자 블레이드는 추가 컴포넌트들로 개조되는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 추가 컴포넌트들은 세그먼트식(segmented)인,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

회전자 블레이드의 블레이드 팁(12)은 상기 회전자 블레이드 전체 길이를 연장하지 않는 추가 컴포넌트로 개조되는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 10

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 회전자 블레이드의 블레이드 팁(12)은 연장 컴포넌트(extension component)에 의해 개조되고, 상기 연장 컴포넌트는 회전자 블레이드를 그의 전체 길이에서 0.5m 내지 7m만큼 연장시키는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

세그먼트식의 추가 컴포넌트들(segmented add-on components)은 적어도 하나의 경계층 펜스 부분(28, 28')을 갖는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 12

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

경계층 영향을 제어하기 위한 밸브(valve)가 상기 공기 전도 채널(23)에 배열되는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 13

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공기 전도 채널(23) 내에서 공기 전도에 의해 경계층에 능동적으로 영향을 미치기 위해 이송 수단(transport means)이 제공되어, 공기가 상기 흡입 구역(21)으로부터 상기 취출 구역(22)으로, 및 반대 방향인 상기 취출 구역(22)으로부터 상기 흡입 구역(21)으로 이송될 수 있는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

청구항 14

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 흡입 구역(21) 및 상기 취출 구역(22) 중 하나 이상의 개구들은 보어들(bores) 및 슬롯들(slots) 중 하나 이상으로서 설계되는,

윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 상부 측(top side), 저부 측(bottom side), 리딩 에지(leading edge), 트레일링 에지(trailing edge), 허브 체결 수단(hub fastening means), 및 블레이드 팁(blade tip)을 갖는 윈드 터빈 회전자 블레이드(wind turbine rotor blade)에 관한 것으로, 윈드 터빈 회전자 블레이드는 허브 구역(hub region), 중앙 구역(center region) 및 블레이드 팁 구역(blade tip region)으로 분할되고, 여기서, 루트(root) 구역은 허브 체결 수단으로부터 최대 블레이드 깊이까지 규정되고, 여기서, 흡입(suction) 구역으로부터 블레이드 팁 구역에 배열된 취출(blow-out) 구역으로 흡입된 공기를 전도하기 위해 반경 방향 외측방으로 연장하는 공기 전도 채널(air-conducting channel)이 윈드 터빈 회전자 블레이드의 내부측에 제공되고 경계층 흡입(boundary layer suctioning)이 발생하며, 공기의 흡입은 윈드 터빈 회전자 블레이드의 상부 측 상에서 발생하고, 경계층 펜스가 허브 체결 수단의 방향으로의 흐름을 방지하기 위해서 허브 체결 수단 근처의 허브 구역에 제공된다.

배경 기술

[0002] 다양한 윈드 터빈 회전자 블레이드들이 경계층 추출(extraction)에 의한 공기역학적 영향에 관해서뿐만 아니라 이들의 공기역학적 프로파일에 관해서 다양한 수정들이 이루어진다는 것이 종래 기술로부터 공지되어 있으며, 윈드 터빈 회전자 블레이드들의 최적화 목표는 항상 윈드 에너지 설비의 전체 출력의 개선이다.

[0003] 다음에서, 최신 기술이 보다 상세히 고려된다:

[0004] 문헌 DE 10 2008 052 858 B9는 프로파일의 리딩 에지와 트레일링 에지 사이에서 골격 선(skeleton line)과 코드(chord)를 갖춘 상부 측(흡입 측) 및 하부 측(가압 측)을 갖는 풍력 설비(wind power installation)의 회전자 블레이드의 프로파일을 설명하고, 상대 프로파일 두께는 49 % 초과이며, 트레일링 에지는 무디고(blunted),

골격 선은 S 자 형상을 가지며 코드 아래의 프로파일의 프로파일링된 깊이의 0 % 내지 60 %의 섹션에서 이어지며, 프로파일의 흡입 측 및 가압 측은 후방 구역에서 오목한 윤곽을 갖는다.

- [0005] 문헌 EP 2 182 203 B1은 원래의 회전자 블레이드 및 그에 연결되는 블레이드 팁 연장부를 포함하고, 블레이드 팁 연장부가 서로 그리고 원래의 회전자 블레이드의 단부 구역에 아교접착되는(glued) 2 개의 섬유-유리 보강되는 하프-셸들(half-shells)을 포함하는 것을 특징으로 하는 풍력 설비용 회전자 블레이드를 설명한다.
- [0006] 공개된 문헌 EP 2 292 926 A1은 최적화된 회전자 블레이드의 루트 구역이 리딩 에지 및/또는 트레일링 에지 상에 최적으로 형성되어서, 회전자 메인 구역(main region)의 연속적인 진행(progression)이 이루어지는 풍력 설비의 회전자 블레이드를 개시한다.
- [0007] 문헌 EP 2 527 642에서, 대략 반경 방향 외측방으로 이어진 공기 전도 채널이 루트 구역에 배열된 흡입 구역으로부터 취출 구역까지 흡입된 공기를 전도하기 위해 제공되며, 여기서, 특히 경계층 추출에 영향을 미치는 경계층은 배타적으로 트레일링 에지에서만 발생해야 하는 윈드 에너지 설비의 회전자 블레이드가 설명되고 있다.
- [0008] 문헌 DE 10 2008 003 411 A1은 윈드 터빈 블레이드용 날개 프로파일들(wing profiles)의 군을 설명한다. 각각의 날개 프로파일은 무딘(blunt) 트레일링 에지, 실질적으로 타원형인 흡입 측, 및 실질적으로 S 자형 가압 측을 포함할 수 있다.
- [0009] 또한, 공개 공보 WO 2007/035758 A1로부터, 경계층 흡입 시스템을 갖는 회전자 블레이드는 다음과 같이 공지되고 규정된다: 블레이드의 루트 구역에 로케이팅되는 공기 입구, 블레이드 팁 구역 내의 공기 출구, 및 공기 입구와 공기 출구 사이의 블레이드 내부측에 배열되는 흐름 채널. 회전 운동에 의한 우세한 원심력의 도움으로, 공기가 바람직하게는 공기 입구에서 흡입되어 공기 출구로 이송된다. 공기는, 바람직하게는, 공기가 원심력에 의해 흐름 채널을 통해 이동함에 따라 압축된다. 경계층은 회전자 블레이드의 표면에서 흡입되며, 흡입은 실질적으로 트레일링 에지 근처에서 또는 오히려 계획되지 않은 방식으로 발생한다.
- [0010] 공개된 문헌 DE 10 2012 111 195 A1에서, 윈드 에너지 설비를 위한 회전자 블레이드 배열체가 설명되어 있으며, 여기서, 회전자 블레이드 배열체는: 외부 표면들 — 이는 가압 측, 흡입 측, 리딩 에지 및 트레일링 에지를 규정하고, 이들 각각은 본질적으로 회전자 블레이드와 회전자 블레이드 팁 및 풋(foot) 사이에서 장력 조절 방향(tensioning direction)으로 연장됨 — 을 갖는 회전자 블레이드; 및 제 1 패널 및 대향하는 제 2 패널을 갖는 블레이드 확장 디바이스(blade enlarging device)를 포함하고, 제 1 패널과 제 2 패널 양자 모두는 선단 단부와 말단 단부 사이에서 각각 연장되는 내부 표면과 외부 표면을 가지며, 말단 단부는 제 1 패널과 제 2 패널 양자 모두에 의해 규정되면서, 제 1 패널 및 제 2 패널이 표준 동작 포지션에서 실질적으로 코드 방향(chord direction)으로 회전자 블레이드로부터 이격된다.
- [0011] 프로펠러는 공개 공보 CH 209 491로부터 공지되어 있으며, 여기서, 독립적인 경계층 영향이 발생한다. 프로펠러의 내부 영역(inner area)의 표면 상에, 하나 또는 그 초과 흡입 구역들이 슬롯들에 의해 제공되며, 이 슬롯들은 프로펠러 내에서 반경 방향 외측방으로 이어지는 적어도 하나의 공기 전도 덕트에 의해 프로펠러 팁에서의 취출 구역에 연결된다. 회전을 통해, 흡입된 공기가 원심력의 도움으로 프로펠러 팁으로 수동적으로 운반되어 프로펠러 팁에서 취출(blow out)된다. 게다가, 제어 밸브들 및 스로틀 밸브들을 통해 운반된 공기의 양들(air volumes)에 영향을 미칠 수 있다.
- [0012] 문헌 EP 1 760 310 A1은 풍력 발전 설비의 회전자 블레이드를 개시하며, 여기서, 회전자 블레이드 표면은 루트 구역에서 상당히 확장되어 전체 시스템 결과들의 성능이 증가된다. 회전자 블레이드 프로파일은 루트 구역에서 길고 소프트해지도록 설계되어서, 좁은 트레일링 에지가 루트 구역에서 형성된다. 루트 구역에서의 회전자 블레이드의 전체 영역은 종래의 회전자 블레이드들의 루트 구역들에 비해 수배(number of times) 증가된다.
- [0013] 또한, 공개 공보 EP 2 204 577 A2로부터, 루트 구역 부근의 효율을 증가시키기 위해 회전자 블레이드의 트레일링 에지에 배열될 수 있어서 대응하는 회전자 블레이드들이 배치되는 윈드 터빈 설비의 전력이 보다 효율적으로 작동될 수 있고, 회전자 블레이드를 갖는 장착 컴포넌트가 높은 리프트 프로파일의 방식으로 설계될 수 있는, 회전자 블레이드 컴포넌트가 공지되어 있다.
- [0014] 일반적인 기술 수준, 특히, 상기 인쇄된 공개 공보들로부터의 윈드 터빈 회전자 블레이드들의 유체 역학들에 관한 개시가 참조된다.
- [0015] 윈드 터빈 회전자 블레이드들의 가장 큰 문제점들은 윈드 터빈 회전자 블레이드의 상부 측에서의 공기 흐름의 흐름 조절에 있다. 공기 흐름을 최적화함으로써, 윈드 터빈의 효율이 상당히 증가될 수 있다.

[0016] 그러나, 종래 기술에 공지된 윈드 터빈 회전자 블레이드들은 효율의 추가 증가를 실현할 수 없으므로, 신규 또는 특히 기존의 윈드 에너지 설비들의 성능을 추가로 개선시키기 위한 작용이 여전히 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명은, 윈드 터빈 회전자 블레이드의 상부 측 상의 난류 흐름(turbulent flow)에 대한 다른 통상적이고 허용 가능한 층류(laminar)가 현저히 감소되거나 심지어는 0으로 감소되고, 이와 동시에, 윈드 에너지 설비 회전자 블레이드 기하학적 형상의 변화에 의해 효율이 개선되며, 여기서 층류 흐름이 난류 흐름으로 변하는 전이점이 가능한 한 트레일링 에지에서 멀리 변위되는 그러한 방식으로, 윈드 터빈 회전자 블레이드의 성능을 개선하는 목적에 기초한다.

과제의 해결 수단

[0018] 이 목적은 제 1 항에 따른 윈드 터빈 회전자 블레이드에 의해 성취된다.

[0019] 이는, 몇 년간의 사용 후에, 윈드 터빈 회전자 블레이드들이 환경 영향들에 의해 유발되는 상부 측 상에서 개별 및 회전자 블레이드 기하학적 형상-의존 오염 존(geometry-dependent pollution zone)을 가지며, 이는 특정 존에서만 시작하는 것으로 인지되고 있다. 이러한 존은 상세하게 조사되었으며, 오염의 초기 지점에서 당업계에 공지된 이들 윈드 터빈 회전자 블레이드들을 통한 흐름이 상부 측의 표면 위로 유동하는 공기의 흐름을 변경시킨다는 것이 알려져 있다. 이러한 오염의 초기 지점에서, 흐름은 층류에서 난류로 바뀌며, 윈드 터빈 회전자 블레이드의 상부에 먼지 입자들을 퇴적시키는(deposit) 와류들(vortices)을 형성한다.

[0020] 이러한 초기 상황 및 지식에 기초하여, 상기 언급된 목적은 윈드 터빈 회전자 블레이드의 다음의 피쳐들에 의해 해결되었으며, 여기서, 이와 동시에 윈드 터빈 회전자 블레이드의 상부 측의 오염이 감소될 수 있다:

[0021] 트레일링 에지는 허브 구역에서 그리고 적어도 허브 구역에 연결되는 중앙 구역의 제 1 섹션에서 무디고, 넓은 그리고/또는 절단되며, 그리고 이는 블레이드 팁 구역의 방향으로 이어지며, 블레이드 팁의 방향으로 루트 구역을 따라 이어진다.

[0022] 또한, 층류 공기 흐름이 상부 측의 추가 표면을 향해서 흡인되고(drawn), 허브 구역의 경계층 펜스에서 또는 그 부근에서 시작하는 흡입 구역이 중앙 구역으로 연장되며 흡입 구역이 중심 구역에서 블레이드 팁의 방향으로 루트 구역 위로 안내되는 그러한 방식으로, 회전자 블레이드 기하학적 형상의 상부 측으로부터 층류 공기 흐름이 분리되는 구역에 흡입 구역이 배열된다.

[0023] 이 실시예에 의해, 경계층 흡입이 층류 흐름의 분리 점에서 정확하게 발생한다. 분리(detachment)는 대략 윈드 터빈 회전자 블레이드의 중간에서 시작하지만, 외부측을 향해 반경 방향으로 상이하며, 이에 의해 흐름 브레이크 에지(break edge)는 대략 윈드 터빈 회전자 블레이드 길이의 1/3 내지 대략 3/5의 범위로 트레일링 에지 내로 대략적으로 연장하며 트레일링 에지 내로 이어진다.

[0024] 기존의 회전자 블레이드의 전환의 경우에, 허브 구역은 상응하는 장착 컴포넌트들에 의해 전환되고, 여기서, 흡입에 의해, 층류 흐름이 새로운 장착 부품으로 지향되거나 부착된 상태로 유지되는 것으로 유발되며, 이렇게 하여, 허브 구역이 에너지 생산에 활용될 수 있다. 허브 구역에서의 블레이드 길이의 실질적인 연장(lengthening)은 부정적인 것으로 알려졌고 성능의 바람직한 증가들로 이어지지 않으므로, 효율성 및 연관된 에너지 생산의 증가를 초래하는 영역의 증가만이 아니라, 층류 흐름의 적용은 트레일링 에지까지 또는 거의 트레일링 에지까지 가능하다. 이러한 특징들의 조합에 의해, 매우 큰 표면 영역이 이렇게 실제로 구축될 필요 없이 시뮬레이션되지만, 동시에, 최대 15 %의 연간 에너지 수율(annual energy yield) 증가와 함께 높은 에너지 이득(energy gain)이 실현된다.

[0025] 이 경우에, 윈드 터빈 설비 회전자 블레이드의 프로파일 기하학적 형상은 논 와트만형 프로파일(non-Wortmann-like profile)에 해당하며 와트만(Wortmann) 또는 와탄형(Worthann-like) 프로파일에는 해당하지 않는데, 이는 왜냐하면 예컨대, EP 1 760 310 A1에 설명된 프로파일 기하학적 형상을 갖는 경계층 추출이 기술적인 이유들로 효율적이지 않고 의미가 없기 때문이다.

[0026] 경계층 펜스(bound layer fence)가 또한 중요하며, 이로 인해, 제한된 프로파일 시작이 형성되고 따라서 윈드 에너지 설비의 허브에 공기 역학적으로 유리한 블레이드 연결이 가능하다. 특히, 본 발명에 따른 기존의 윈드

터빈 회전자 블레이드들로부터 윈드 터빈 회전자 블레이드로의 전환의 경우에, 경계층 펜스가 이제 종단(terminus)을 형성함에 따라 원래의 회전자 블레이드 기하학적 형상으로의 매끄러운 전이가 존재하지 않는다.

- [0027] 사용되는 윈드 터빈 회전자 블레이드 프로파일은, 무디고, 넓은 그리고/또는 절단된 트레일링 에지의 구역이 최대 회전자 블레이드 깊이에 걸쳐 블레이드 팁을 향해 반경 방향으로 연장되는 방식으로 설계되며, 이는 효율의 확실한 증가를 유도한다.
- [0028] EP 2 527 642 A1과는 대조적으로, 흡입은 층류 흐름의 분리 점에서 발생하고 윈드 터빈 회전자 블레이드의 트레일링 에지에서는 발생하지 않는다. 오히려, 분리 점에서의 흡입은 보다 높은 효율을 달성하기 위한 결정적인 요인이다. 유사하게, 경계층 흡입을 갖는 무딘 프로파일과 조합하여 와트만 또는 와트만형 프로파일은 회피되어야 한다.
- [0029] 경계층 흡입의 포지셔닝은 항상 층류 흐름의 회전자 블레이드 기하학적 형상 의존 분리 경계의 함수로서 수행되며, 여기서 이는 기존의 윈드 터빈 회전자 블레이드들의 전환뿐만 아니라 새로운 건축물 윈드 터빈 회전자 블레이드들의 전환 양자 모두를 위해 필수적이다.
- [0030] DE 10 2008 003 411 A1 및 WO 2007/035758 A1과는 대조적으로, 본원 프로파일링된 구성은 무디고, 넓은 그리고/또는 절단된 트레일링 에지가 반경 방향으로 최대 블레이드 깊이를 갖는 지점 위로 바깥쪽으로 유도되어 효율의 현저한 증가를 제공한다.
- [0031] 층류 기류(laminar air flow)는 회전자 블레이드가 회전할 때 난류 기류(turbulent air flow)로 전이하여, 흡입 라인, 즉 추출이 반경 방향으로 발생하는 구역의 적응이 필요할 수 있다는 것이 알려져 있다. 이 현상은 입사 속도 및 블레이드 피치 각도에 의존한다.
- [0032] 상기 흡입 구역은 복수 개의 개폐 가능한 흡입 세그먼트들을 가지며, 이 세그먼트들은 층류 기류가 회전자 블레이드의 상부로부터 분리되는 라인의 재배치의 결과로서 개방 및/또는 폐쇄되며, 이는 회전자 블레이드의 바람에 대한 받음각(angle of attack)을 적응시키기 위해 허브 상의 회전자 블레이드의 회전에 의해 야기되어, 그리고 이에 의해 흡입 라인 또한 재배치된다.
- [0033] 이 실시예에 따르면, 현대의 플랜트들에서 통상적인 것처럼, 흡입의 매우 정확한 추적을 실행하고 이에 따라 회전자 블레이드 회전에 기초하여 회전자 블레이드의 받음각으로 흡입 라인을 적응시키는 것이 가능하다. 재배치 전환점 또는 전환점들의 재배치 라인은 개별 흡입 세그먼트들을 개방하거나 폐쇄함으로써 흡입의 재배치가 수반된다.
- [0034] 흡입 구역들의 활성화는 받음각 및 풍속에 의존하여 발생할 수 있다.
- [0035] 윈드 터빈 회전자 블레이드의 최대 블레이드 깊이는 허브 구역 또는 중앙 구역의 제 1 섹션에 제공되며 블레이드 깊이는 최대 블레이드 깊이로부터 경계층 펜스까지 감소한다.
- [0036] 흡입 구역은 리딩 에지로부터 국부적 블레이드 깊이의 40 %의 표면 섹션에 트레일링 에지로부터의 국부적 블레이드 깊이의 5 %로 배열된다.
- [0037] 윈드 터빈 회전자 블레이드의 상부에서 반경 방향으로 배열된 흡입 구역의 포지셔닝에 있어서 매우 중요한 양태는, 초기에 경계층 펜스에서 시작하여 흡입 구역이 회전자 블레이드의 거의 중앙에 그리고 특정 회전자 블레이드 기하학적 형상에 따라 최대 블레이드 깊이의 영역 단지 이후에, 트레일링 에지로 점진적으로 이동하며, 이는 층류 흐름이 난류 흐름으로 변하는 흐름 전이점에 의해 영향을 받는다는 것이다.
- [0038] 물론, 상이한 크기들의 공기 전도 채널들을 갖는 상이한 흡입 구역 존들을 제공하는 것이 가능하며, 그 결과, 추가의 개선들이 가능하며 궁극적으로 상이한 회전 속도 범위들에 따라 상이한 흡입 양들이 유도된다.
- [0039] 허브 구역의 흡입 구역은 리딩 에지로부터 국부적 블레이드 깊이의 40 %의 표면 섹션에 트레일링 에지로부터의 국부적 블레이드 깊이의 30 %로 배열된다.
- [0040] 배열되거나 배열될 경계층 펜스(들)는 특히 반경 내에서 블렌드되거나 연속적이다. 그러나, 회전에 의해 유발된 횡단 흐름(transverse flow)이 회전하는 회전자 블레이드에 대해 최적으로 지지되는 방식으로 또한 구성이 가능하며, 경계층 펜스는 반경을 따라 배향되는 것이 아니라 회전자 블레이드를 가로질러 유사-횡방향으로(quasi-transversely) 안내된다.
- [0041] 당 업계에 공지된 회전자 블레이드는 추가 컴포넌트들(add-on components)에 의해 개조된다.

- [0042] 회전자 블레이드의 블레이드 내부 본체는 공기 전도 채널로서 사용된다. 허브로부터 블레이드 팁으로 공기를 이송하기 위해 회전자 블레이드 내에 특수 튜브를 설치할 필요가 없다. 거의 기밀하고(air-tight), 바람직하게는 완전히 기밀한 벌크헤드(bulkhead)에 의해 회전자 블레이드의 허브 측을 밀봉하고, 블레이드 팁의 구역에 출구 구역을 제공하는 것으로 충분하다. 특히 바람직하게는, 통합된 공기 전도 채널을 갖는 추가 부품에 의해 블레이드 팁에서 대응하는 적응이 이루어지고, 그 결과, 체적 흐름은 블레이드 팁의 공기 전도 채널에 의해 제한되며, 바람직하게는, 또한 밸브가 공기 전도 채널에 제공될 수 있으며, 이는 흡입을 조절하며 따라서 수동 경계층에 영향을 미친다.
- [0043] 추가 컴포넌트들은 세그먼트식이며, 이에 의해 풍력 발전 설비에서 직접 장착이 실행될 수 있다.
- [0044] 중요한 양태는 기존 시스템들의 전환이며, 여기서, 세그먼트식 설계의 경우에, 두 남자들(two men)이 단지 며칠 만에 시스템을 완전히 개조할 수 있으며, 이에 의해, 모든 필수 컴포넌트들이 세그먼트식 부착물들에 제공되고 기존의 윈드 터빈 회전자 블레이드들을 연삭한 후에만 라미네이팅될 필요가 있다.
- [0045] 종래 기술에서 공지된 회전자 블레이드의 블레이드 팁은 그의 전체 길이에서 회전자 블레이드를 연장시키지 않는 추가 컴포넌트에 의해 개조된다.
- [0046] 대안으로서, 당 업계에 공지된 회전자 블레이드의 블레이드 팁은 0.5 내지 7m만큼 그의 전체 길이에서 회전자 블레이드를 연장하는 추가 컴포넌트에 의해 개조될 수 있다. 특히, 윙릿들(winglets)은 추가되거나 연장될 수 있을뿐만 아니라 윙릿들에는 대응하는 취출 구역이 제공될 수 있다.
- [0047] 세그먼트식 추가 컴포넌트들은 적어도 하나의 경계층 펜스 섹션을 갖는다. 본 실시예에서, 세그먼트들은 매우 정확한 포지셔닝을 필요로하지 않고 가장 간단한 방식으로 서로 결합될 수 있다. 각각의 세그먼트는 경계층 펜스 또는 적어도 일측 상에 적어도 하나의 경계층 펜스 부분을 가져서, 개별 세그먼트들이 공기역학적 표면들에 경계지거나 제한된다.
- [0048] 경계층 영향을 제어하기 위한 밸브가 공기 전도 채널에 배열된다.
- [0049] 적용된 현재 청구된 경계층 흡입을 갖는 윈드 에너지 설비의 출력을 제어하기 위한 방법은, 파워-프리 구역(power-free region)에서, 시작 구역, 작업 구역 및 최대 출력 구역을 포함하며,
- [0050] - 파워-프리 구역 및/또는 경계층 흡입이 없는 최대 구역에서,
- [0051] - 시동 구역(start-up region)에서 최대 이용가능한 경계층 흡입, 및
- [0052] - 작업 구역에서, 최대 경계층 흡입을 갖는 더 작은 파워로 시작하며 그리고 큰 파워에서 최소 경계층 흡입으로 끝나는 이용가능한 경계층 흡입을 특징으로 한다. 이는 시작 범위에서만 아니라 더 낮은 파워 범위에서 윈드 터빈의 파워 효율의 추가 개선을 야기하여, 더 많은 에너지가 더 낮은 풍속들(wind speeds)에서 생산될 수 있다. 이와 동시에, 경계층 흡입이 최소화되는 초기 단계에서 과부하(overload)가 방지될 수 있다. 윈드 에너지 설비를 제어하기 위한 방법은, 최대 정격 파워(rated power)에 도달될 때 경계층 흡입이 비활성화된다(deactivated)는 점에서 추가로 개선된다. 최대 정격 파워의 성취는 이미 더 낮은 풍속에서 성취되어서, 경계층 영향의 사용이 제시간에 중단될 수 있는데, 이는 그렇지 않으면 윈드 에너지 설비의 발전기가 파괴되거나 적어도 너무 많은 파워로 손상될 수 있기 때문이다.
- [0053] 공기 전도 채널 내에 공기 전도에 의해 영향을 받는 활성 경계층에 대해 이송 수단(transport means)이 제공되어, 공기가 흡입 구역으로부터 취출 구역으로 뿐만 아니라 반대 방향으로 이송될 수 있다.
- [0054] 흡입 구역 및/또는 취출 구역의 개구는 보어 및/또는 슬롯으로서 설계된다.
- [0055] 제시된 모든 개선들은, 특히, 이들이 또한 개조 컴포넌트들로서 해석되도록 설계된다. 이렇게 하여, 전체적으로, 회전자 블레이드가 적어도 주요 청구항의 특징들로 형성되는 그러한 방식으로 표준 설계의 회전자 블레이드를 개선할 수 있는 추가 부품들이 또한 청구된다. 이를 위해, 장착 엘리먼트가 정상 원형 루트 구역 상에 배치될 수 있고 흡입 구역이 제공되는 무딘 트레일링 에지를 갖는 그러한 방식으로, 제 1 장착 부품이 루트 구역에 설계된다. 제 2 장착부가 블레이드 팁의 영역에 제공되어, 취출 구역이 여기에서 구현된다. 표준 회전자 블레이드의 후속 개선을 위한 추가의 부품은, 회전자 블레이드의 내부로 도입되는 공기 전도 채널이다. 회전자 블레이드 기술의 분야에서 공지된 라미네이팅(laminating), 스crewing(screwing), 본딩(bonding), 볼트들 또는 유사한 방법들과 같은 표준 체결 방법들이 추가 컴포넌트들을 부착하기 위해 사용될 수 있다.

[0056] 이하, 동반 도면들을 참조하여 본 발명의 예시적 실시예들이 상세히 설명된다.

도면의 간단한 설명

[0057] 도 1은 본 발명에 따른 전환을 갖는 종래 기술에 공지된 윈드 터빈 회전자 블레이드의 예시적인 실시예의 개략도이다.

도 2는 새로운 회전자 블레이드로서의 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드의 예시적인 제 2 실시예의 개략도이다.

도 3은 흐름 및 전이점을 도시하는 종래 기술에 공지된 윈드 터빈 회전자 블레이드의 개략적인 단면을 도시한다.

도 4는 흐름 및 전이점을 도시하는 본 발명에 따른 윈드 터빈 회전자 블레이드의 개략적인 단면을 도시한다.

도 5는 윈드 터빈 회전자 블레이드의 예시적인 제 3 실시예의 개략도를 3 차원 표시의 세그먼트식 구조로 도시한다.

도 6은, 평면도의 세그먼트식 구조인, 도 5에 도시된 윈드 터빈 회전자 블레이드의 예시적인 제 3 실시예의 개략도이다.

도 7은 상이한 블레이드 깊이들을 갖는 윈드 터빈 회전자 블레이드의 상이한 지점들에서의 섹션들을 갖는 도 1에 도시된 윈드 터빈 회전자 블레이드의 개략도이다.

도 8의 a) 내지 (g)는 비율들($r/R = \dots$)(여기서, a)은 허브로부터 0.03, b) 0.05, c) 0.1, d) 0.2, e) 0.25, f) 0.3 및 g) 0.4/0.5 이격된 섹션임)과 함께 도 1에 도시된 윈드 터빈 회전자 블레이드를 통한 단면도들이다.

도 9는 풍력 설비(wind power installation)에 대한 본 발명에 따른 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드의 예시적인 제 1 실시예의 개략도를 도시한다.

도 10은 풍력 설비에 대한 본 발명에 따른 윈드 터빈 회전자 블레이드의 예시적인 제 2 실시예의 개략도를 도시한다.

도 11은 풍력 설비(wind power installation)에 대한 본 발명에 따른 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드의 예시적인 제 3 실시예의 개략도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0058] 도 1은 본 발명에 따른 전환을 갖는 종래 기술에 공지된 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 예시적인 실시예의 개략도를 도시한다.

[0059] 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드(1)는 블레이드 팁(12), 상부 측(13), 저부 측(14), 트레일링 에지(15), 리딩 에지(16) 및 허브 체결 수단(17)을 포함한다.

[0060] 흡입 구역(21)이 내부에 제공된 흡입 컴포넌트(31) 뿐만아니라 연장된 회전자 블레이드 팁 및 윙릿(29)을 갖는 취출 컴포넌트(32)가 기존의 윈드 터빈 회전자 블레이드(1) 상에 배열된다. 또한, 흡입 구역(21)에 배열되고 취출 구역(22)까지 안내되는 공기 전도 채널(23)이 도시된다.

[0061] 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드(1)는 각각의 윈드 터빈 블레이드 회전자 섹션들을 나타내는 허브 구역(111), 중앙 구역(112) 및 블레이드 팁 구역(113)으로 분할된다.

[0062] 이 예시에서, 부착된 흡입 부착 부품(31)에 의해 재구성된 새롭게 설계된 트레일링 에지(15)가 명확하게 보인다. 트레일링 에지(15)는, 이제, 새로운 경계층 펜스(28)로부터 시작하여 예전 트레일링 에지(15)로의 전이점까지 무디고, 넓은 그리고/또는 절단되도록 설계된다.

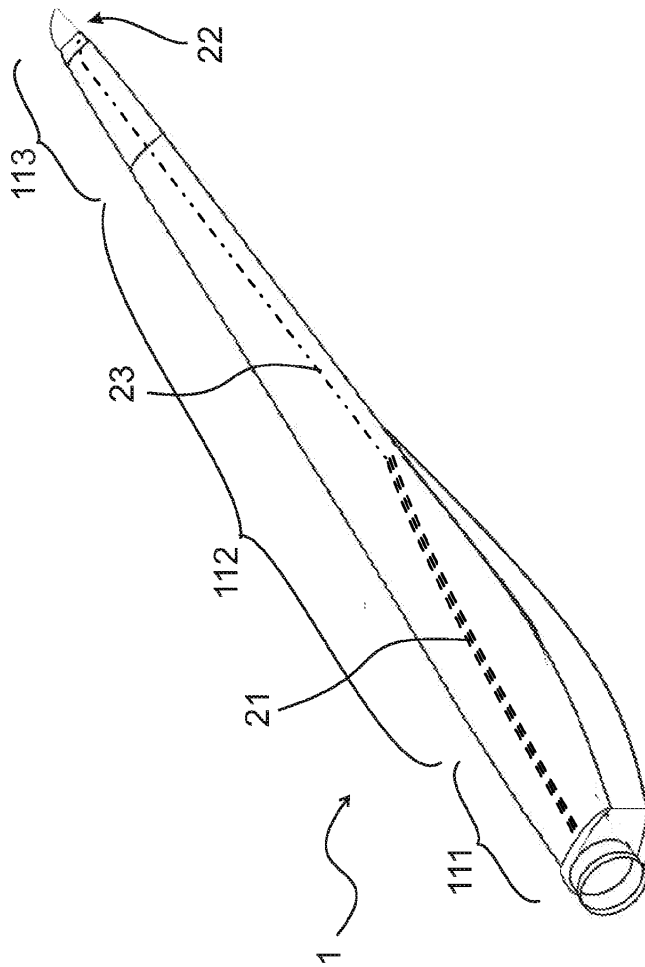
[0063] 또한, 흡입 구역(21)의 배열은 명확하게 알 수 있는데, 이는 종래 기술에서와 같이, 트레일링 에지(15) 상에서, 트레일링 에지(15) 근처의 상부 측(13) 상에서 배열되지 않거나 상부 측(13)의 불명확한 영역들에서 규정되지 않으며, 오히려 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드(1)를 둘러싸고 있는 공기의 층류 흐름이 난류 흐름으로 변하는 전이점 라인을 따라 배열된다.

- [0064] 이러한 매우 특별한 구성에 의해서만, 공지된 윈드 터빈 회전자 블레이드들에 비해 상당한 효율 증가가 가능하다.
- [0065] 이하, 도 1과 동일한 참조 부호들이 동일한 엘리먼트들에 대해 사용된다. 그들의 주요 기능에 대해서는 도 1을 참조한다.
- [0066] 도 2는 새로운 회전자 블레이드로서의 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 예시적인 제 2 실시예의 개략도를 도시한다.
- [0067] 흡입 구역(21), 취출 구역(22) 및 공기 전도 채널(23)이 도시된다.
- [0068] 도 3은 흐름 및 전이점(X)을 도시하는 종래 기술에 공지된 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 개략적인 단면을 도시한다.
- [0069] 전이점(X)에서, 초기 층류 기류(initially laminar airflow)는 기류가 난류 기류로 변하기 시작하며, 이는 효율의 악화를 유발하며 또한 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 상부 측(13)의 증가된 오염을 유발한다.
- [0070] 도 4는 흐름 및 전이점(X)을 도시하는 본 발명에 따른 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 개략적인 단면을 도시한다.
- [0071] 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 무디고, 넓은 그리고/또는 절단된 트레일링 에지(15)와 결합하여 흡입 구역(21)에 제공된 흡입에 의해, 여전히 층류인 기류가 전이점(X)에서 추가의 평탄한 엘리먼트에 부착되어 유지되며, 이로써 전체 윈드 에너지 설비(W)의 에너지 수율(energy yield)이 15 %만큼 증가된다. 난류 흐름은 훨씬 늦게까지 발생하지 않고 무디고, 넓은 그리고/또는 절단된 트레일링 에지(15)와 결합하여, 윈드 에너지 설비(W)의 에너지 출력 수율의 추가 증가를 유발한다.
- [0072] 도 5는 공간 표현으로 세그먼트식 구조의 실시예의 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 예시적인 제 3 실시예의 개략도를 도시한다.
- [0073] 흡입 컴포넌트(31)의 6 개의 세그먼트들은 전환될 윈드 터빈 회전자 블레이드(1) 상에 설치된다. 이들 세그먼트들(31) 각각은 전방 에지 방향의 좌측 상에 경계층 펜스(28 또는 28')를 갖는다. 예컨대, 오픈 필드(open field)에서 조립하는 동안, 공기역학적인 관점뿐만 아니라 몽타주 뷰(montage view)의 관점에서 좋은 전이들이 실현될 수 있다.
- [0074] 도 6은 도 5에 도시된 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 제 3 실시예의 개략도로서, 상부 측(13)의 평면도에서 세그먼트식 구조의 실시예를 도시한다.
- [0075] 도 7은 상이한 블레이드 깊이들(Smax, Sgr, Smb, Sx)을 갖는 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 상이한 지점들에서 섹션들을 갖는 도 1에 도시된 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 개략도를 도시한다.
- [0076] 도 8의 a) 내지 g)는 비율들($r/R = \dots$)(여기서, a)은 허브로부터 0.03, b) 0.05, c) 0.1, d) 0.2, e) 0.25, f) 0.3 및 g) 0.4/0.5 이격된 섹션임)로 도 1에 도시된 윈드 터빈 회전자 블레이드를 통과하는 단면들을 도시한다.
- [0077] 이 경우에, 횡단면들의 더 큰 원주들이 새로운 설계를 나타내며 더 작은 단면들이 업그레이드된 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 원래 설계를 나타낸다.
- [0078] 도 9, 도 10 및 도 11은 풍력 설비(W) 상에서 본 발명에 따른 윈드 터빈 회전자 블레이드(1)의 3 개의 예시적인 실시예들의 개략도를 도시한다.
- [0079] 윈드 에너지 설비(W)는 토대(foundation) 상에 장착되는 윈드 터빈 타워(T), 윈드 터빈 타워(T) 상에 장착되는 제너레이터 하우스 — 그 위에 3 개의 윈드 터빈 회전자 블레이드들(1)이 배열되는 허브가 제공됨 — 으로 구성된다.
- [0080] 기존의 윈드 에너지 설비들(W)을 전환시키기 위해, 조립 디바이스(M) 또는 작업 플랫폼은 제너레이터 하우스로부터 하강될 수 있거나, 대안으로, 하부로부터 상승되어 윈드 에너지 설비 타워(T)까지 또는 윈드 에너지 터빈 회전자 블레이드(1)로 상승되어 흡입 부착 부품(31) 또는 세그먼트식 추가 부품(31')을 연결할 수 있거나, 경우에 따라, 취출 컴포넌트(32)뿐만 아니라 공기 전도 채널(23)(도시되지 않음)일 수 있다.

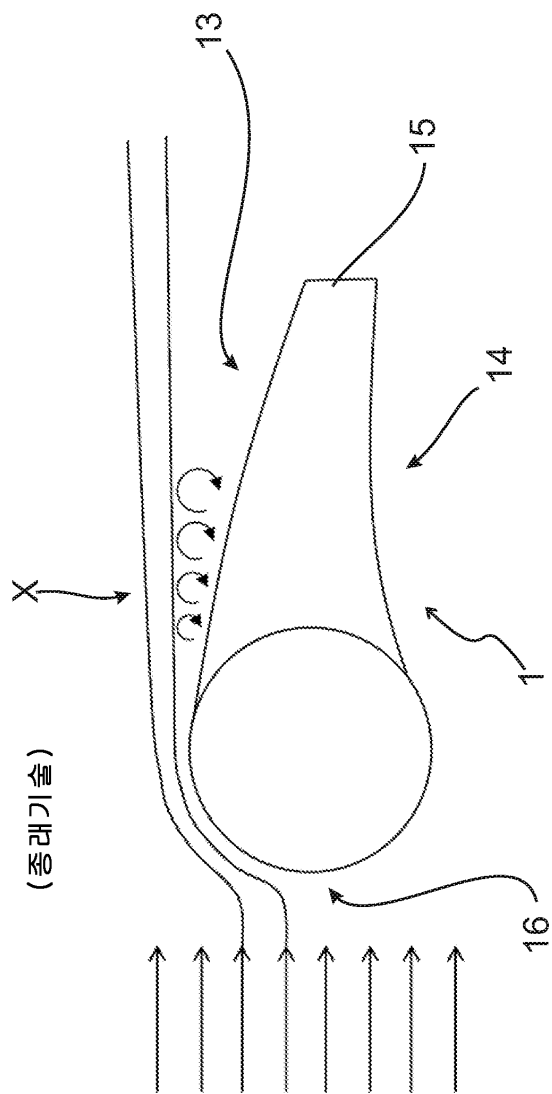
부호의 설명

[0081]	1	원드 에너지 터빈 회전자 블레이드
	11	루트 구역
	111	허브 구역
	112	중앙 구역
	113	블레이드 팁 구역
	12	블레이드 팁
	13	상부 측
	14	저부 측
	15	트레일링 에지(trailing edge)
	16	리딩 에지(leading edge)
	17	허브 체결 수단
	21	흡입 구역
	22	취출(blow out) 구역
	23	공기 전도 채널
	28, 28'	경계층 펜스(boundary layer fence)
	29	윙릿(winglet)
	31, 31'	흡입 컴포넌트(suction component)
	32	공기 취출 컴포넌트
	M	장착 디바이스
	Smax	최대 블레이드 깊이/숄더 깊이
	Sgr	경계층의 영역에서의 블레이드/숄더 깊이
	Smb	중앙 구역의 영역에서의 블레이드/숄더 깊이
	Sx	회전자 블레이드의 지점에서 국부적 블레이드 깊이
	T	원드 에너지 타워
	W	원드 에너지 설비
	X	난류 흐름 내로의 층류 전이 점
		기류

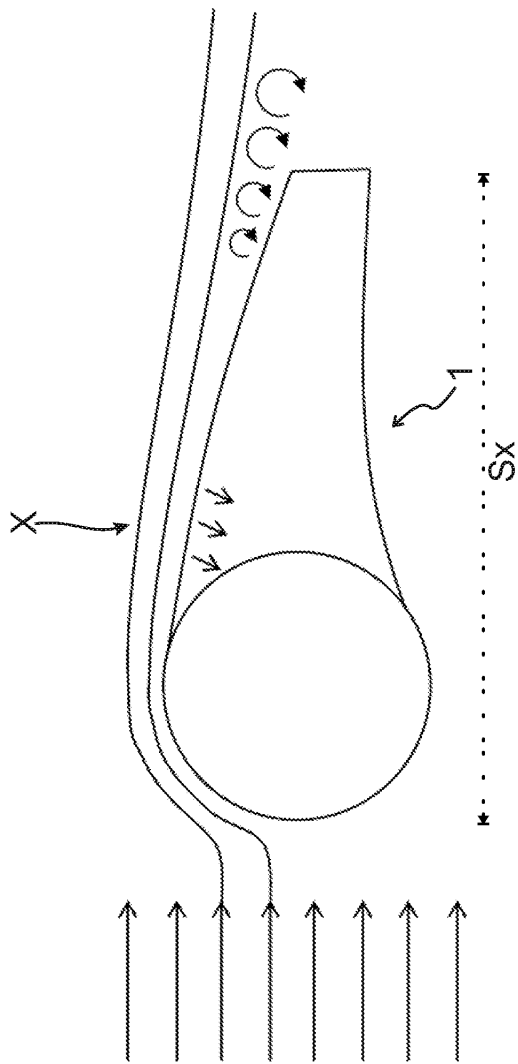
도면2



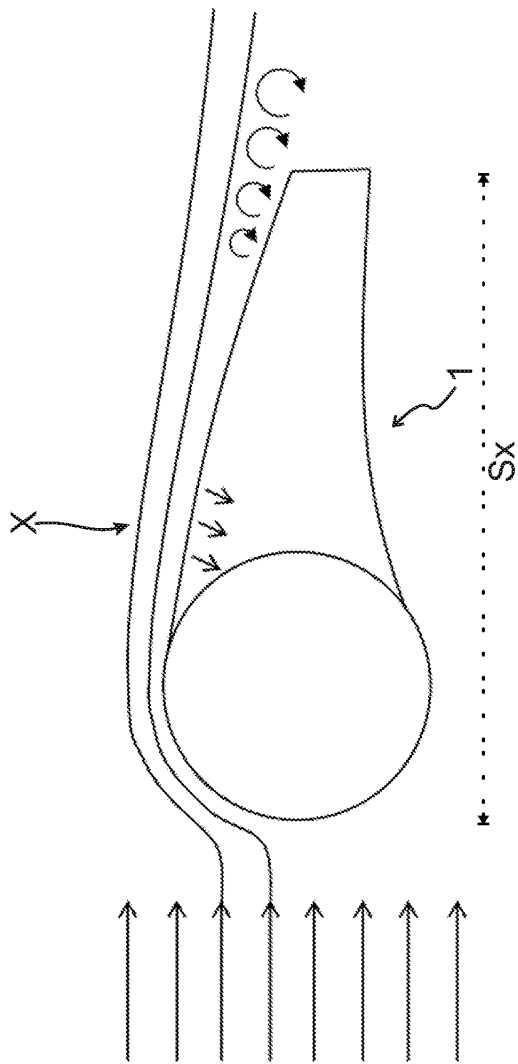
도면3



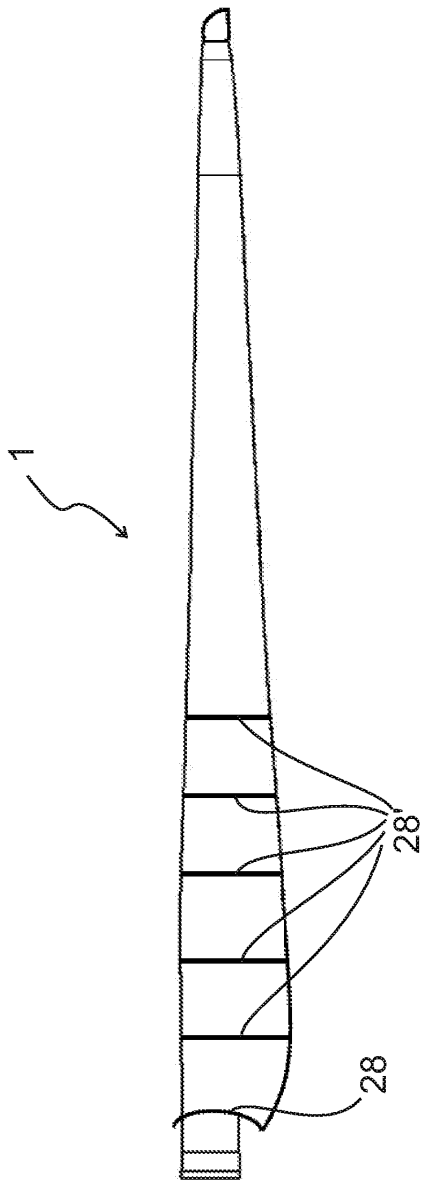
도면4



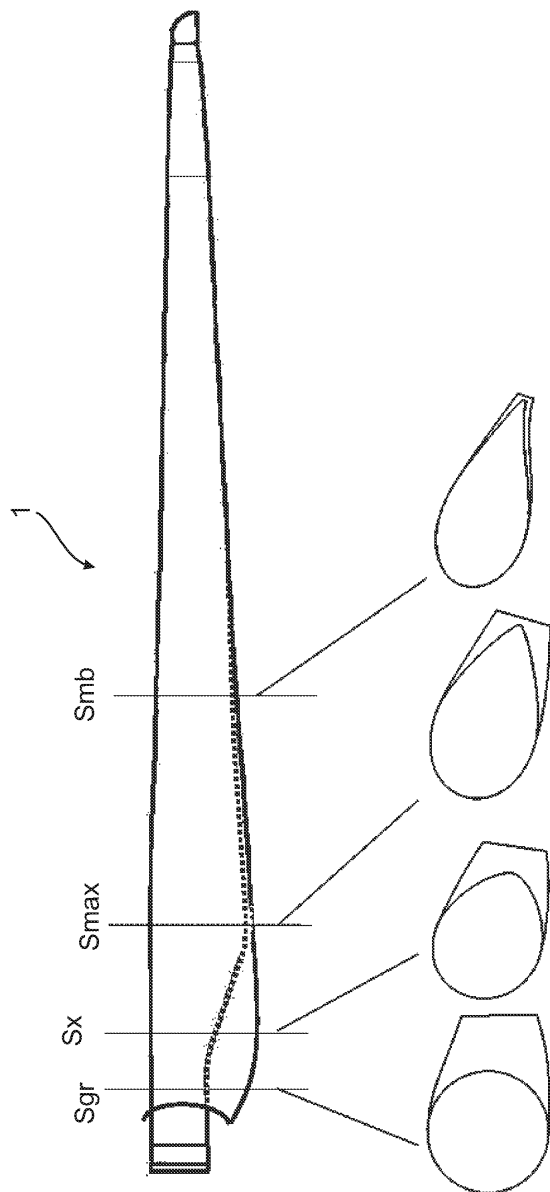
도면5



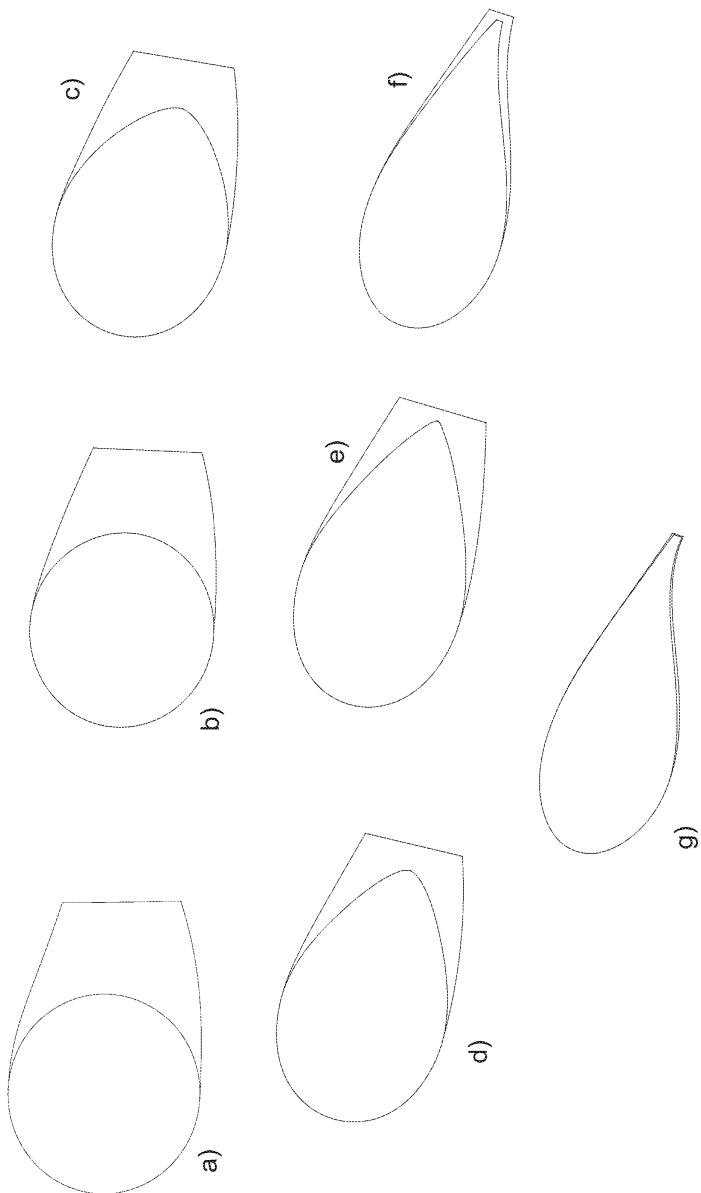
도면6



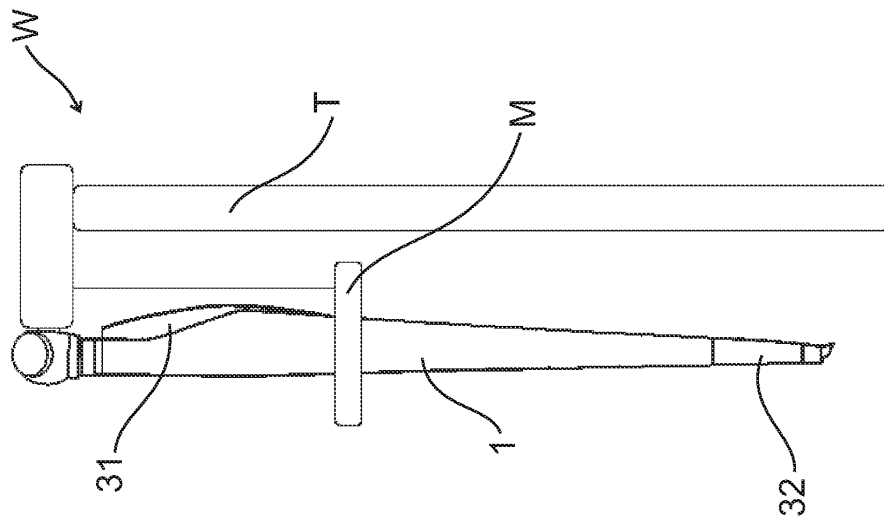
도면7



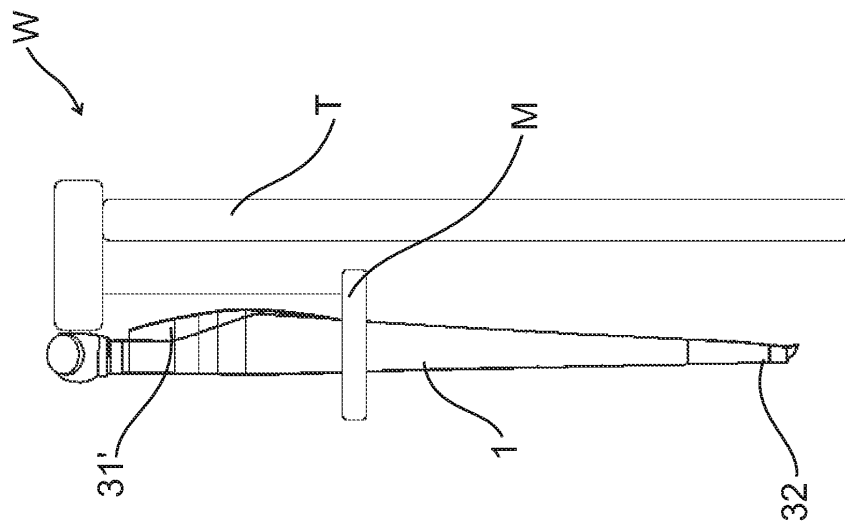
도면8



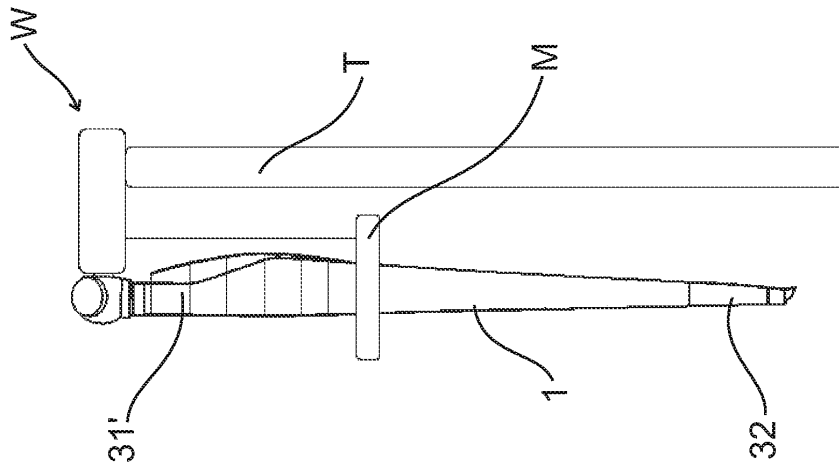
도면9



도면10



도면11



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제7항 2째줄

【변경전】

종래의 회전자 블레이드는

【변경후】

회전자 블레이드는

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제10항 2째줄

【변경전】

상기 종래의 회전자 블레이드

【변경후】

상기 회전자 블레이드

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제9항 2째줄

【변경전】

종래 기술에 공지된 회전자 블레이드

【변경후】

회전자 블레이드