(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0142274
(43) 공개일자 2023년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F03D 1/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F03D 1/0641 (2023.08)
F03D 1/0675 (2023.08)
(21) 출원번호 10-2022-0041311
(22) 출원일자 2022년04월01일
심사청구일자 2022년04월01일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
허남건
서울특별시 서초구 서운로 201, 103동 1806호(서초동, 서초 푸르지오 써밋)
모하마드 모쉬페기
서울특별시 마포구 백범로 35, 떼이야르관 608호 (노고산동, 서강대학교)
(74) 대리인
특허법인명인

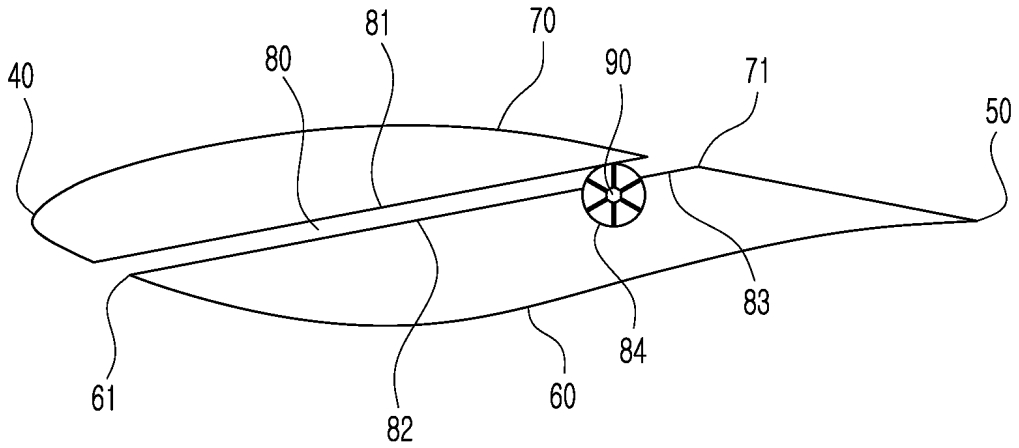
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **수평축 윈드 터빈의 블레이드**

(57) 요 약

수평축 윈드 터빈의 블레이드는 리딩 에지와 트레일링 에지 사이에 형성되는 압력면과 흡입면, 상기 압력면과 상기 흡입면에 각각 연통되는 에어 채널, 그리고 상기 에어 채널에 설치되어 상기 에어 채널을 흐르는 공기 흐름에 의해 회전하도록 구성되는 패들 휠을 포함한다. 에어 채널에 배치되는 패들 휠에 의해 흡입면 상으로 주기적 조화 공기 흐름을 분사할 수 있어 흡입면 상의 공기 흐름의 분리 영역을 줄일 수 있고 그에 의해 공지 저항의 저감 및 공기역학적 효율의 향상이 가능하다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
F05B 2240/301 (2023.08)
Y02E 10/72 (2020.08)

명 세 서

청구범위

청구항 1

수평축 윈드 터빈의 블레이드에 있어서,

리딩 에지와 트레일링 에지 사이에 형성되는 압력면과 흡입면,

상기 압력면과 상기 흡입면에 각각 연통되는 에어 채널, 그리고

상기 에어 채널에 설치되어 상기 에어 채널을 흐르는 공기 흐름에 의해 회전하도록 구성되는 패들 휠

을 포함하는 수평축 윈드 터빈의 블레이드.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 에어 채널에 연결되는 원통형 캐비티를 더 포함하고,

상기 패들 휠은 상기 원통형 캐비티에 설치되는

수평축 윈드 터빈의 블레이드.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 에어 채널은 상기 압력면 상을 흐르는 공기 흐름 중 일부가 유입되어 상기 패들 휠을 회전시킨 후 상기 흡입면 상으로 분사되도록 구성되고,

상기 패들 휠은 상기 흡입면 상으로 배출되는 상기 공기 흐름이 주기적 조화 흐름의 형태로 분사되도록 구성되는

수평축 윈드 터빈의 블레이드.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 패들 휠은 주기적 조화 흐름의 형성을 위해 방사상으로 배열되는 복수의 패들 블레이드를 포함하는 수평축 윈드 터빈의 블레이드.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 풍력 발전에 사용되는 수평축 윈드 터빈(HAWT, horizontal axis wind turbine)의 블레이드에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 수평축 윈드 터빈은 바람의 힘에 회전하는 블레이드가 수평으로 배열되어 회전하는 축을 돌려 발전이 이루어지도록 하는 장치이며 풍력 발전을 위한 장치로 널리 사용되고 있다.

[0003] 발전 효율의 향상을 위해 윈드 터빈 블레이드의 공기역학적 성능을 높이는 것이 요구되고 있다. 등록특허공보 제10-1509199호 등에는 공기역학적 성능의 향상을 위해 블레이드의 압력면과 석션면을 연결하는 공기 채널을 형성하는 방법이 소개되었으나, 이러한 방법들은 블레이드에 형성되는 공기역학적 특성에 보다 적극적으로 대처할 수 없어 공기역학적 성능의 향상에 한계를 가졌다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2013-0068038호 (공개일:2013.06.25.)

(특허문헌 0002) 등록특허공보 제10-1509199호 (공고일:2015.04.09.)

(특허문헌 0003) 미국 등록특허공보 US10,337,493 (등록일:2019.07.02.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 흡입면에서의 공기 흐름의 분리 영역을 줄여 공기 저항을 낮추고 공기역학적 효율을 높일 수 있는 수평축 윈드 터빈의 블레이드를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시예에 따른 수평축 윈드 터빈의 블레이드는 리딩 에지와 트레일링 에지 사이에 형성되는 압력면과 흡입면, 상기 압력면과 상기 흡입면에 각각 연통되는 에어 채널, 그리고 상기 에어 채널에 설치되어 상기 에어 채널을 흐르는 공기 흐름에 의해 회전하도록 구성되는 패들 휠을 포함한다.

[0007] 블레이드는 상기 에어 채널에 연결되는 원통형 캐비티를 더 포함할 수 있고, 상기 패들 휠은 상기 원통형 캐비티에 설치될 수 있다.

[0008] 상기 에어 채널은 상기 압력면 상을 흐르는 공기 흐름 중 일부가 유입되어 상기 패들 휠을 회전시킨 후 상기 흡입면 상으로 분사되도록 구성될 수 있고, 상기 패들 휠은 상기 흡입면 상으로 배출되는 상기 공기 흐름이 주기적 조화 흐름의 형태로 분사되도록 구성될 수 있다.

[0009] 상기 패들 휠은 주기적 조화 흐름의 형성을 위해 방사상으로 배열되는 복수의 패들 블레이드를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 의하면, 에어 채널에 배치되는 패들 휠에 의해 흡입면 상으로 주기적 조화 공기 흐름을 분사할 수 있어 흡입면 상의 공기 흐름의 분리 영역을 줄일 수 있고 그에 의해 공지 저항의 저감 및 공기역학적 효율의 향상이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 수평축 윈드 터빈의 블레이드의 개략적 사시도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 수평축 윈드 터빈의 블레이드의 정면도이다.

도 3은 도 2의 Ⅲ-Ⅲ선을 따라 절개한 단면도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 수평축 윈드 터빈의 블레이드의 일부를 보여주는 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 수평축 윈드 터빈의 블레이드의 패들 휠의 개략적 사시도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 수평축 윈드 터빈의 블레이드의 에어포일과 기존 에어포일에 대한 공기 흐름의 수치해석 결과를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 아래에서 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 설명된 실시예에 한정되지 않는다.

[0013] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 수평축 윈드 터빈의 블레이드(10)는 스템(stem)(11)과 전

이부(transition)(13)를 통해 허브(hub)에 연결될 수 있다. 즉 스템(11)은 허브에 연결되고, 전이부(13)는 스템(11)과 블레이드(10)를 연결할 수 있다.

[0014] 블레이드(10)의 양단은 루트(root)(20)와 팁(tip)(30)에 의해 정의되고 루트(20)로부터 팁(30)을 향하는 방향, 즉 스팬(span) 방향으로 연장되어 형성된다. 그리고 블레이드(10)의 전단 및 후단은 각각 리딩 에지(leading edge)(40) 및 트레일링 에지(trailing edge)(50)를 형성한다. 블레이드(10)는 에어포일(airfoil) 형태의 단면을 가질 수 있으며, 에어포일 형태의 단면을 가지는 블레이드(10)는 그 양측에 압력면(pressure surface)(60)과 흡입면(suction surface)(70)을 형성한다. 압력면(60)과 흡입면(70)은 서로 마주하도록 배치되며 리딩 에지(40)와 트레일링 에지(50)를 각각 연결하는 면으로 형성된다.

[0015] 블레이드(10)는 압력면(60)과 흡입면(70)을 연결하는 에어 채널(air channel)(80)을 형성한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 에어 채널(80)은 복수로 구비될 수 있으며 복수의 에어 채널(80)은 스팬 방향을 따라 배열될 수 있다. 에어 채널(80)은 블레이드(10)를 관통하여 양측에 위치하는 압력면(60)과 흡입면(70)을 유체적으로 서로 연결한다. 이에 따라 에어 채널(80)은 압력면(60)과 흡입면(70)을 연결하는 공기 통로의 역할을 하고, 블레이드(10)의 회전 시에 공기 압력이 더 높은 압력면(60) 쪽의 공기가 에어 채널(80)을 통과하여 흡입면(70) 측으로 이동한다.

[0016] 에어 채널(80)은 리딩 에지(40) 근처에 위치하는 압력면(60) 상의 포인트(61)에서 트레일링 에지(50) 근처에 위치하는 흡입면(70) 상의 포인트(71)까지 연장되도록 블레이드(10)를 관통하도록 형성될 수 있다. 에어 채널(80)은 전방 벽(81)과 서로 분리된 후방 벽(82, 83)에 의해 경계가 이루어진다. 전방 벽(81)은 리딩 에지(40)에 더 가깝게 위치되고, 후방 벽(82, 83)은 전방 벽(82)과 이격되게 트레일링 에지(50)에 더 가깝게 위치된다.

[0017] 후방 벽(82, 83)은 두 부분으로 분할될 수 있으며, 원통형 캐비티(84)가 두 개의 후방 벽(82, 83) 사이에 구비될 수 있다. 흡입면(70) 상을 흐르는 공기 흐름에 조화 진동(harmonic vibrations)을 부가하기 위한 패들 휠(paddle wheel)(90)이 캐비티(84)에 배치된다. 패들 휠(90)은 공기 흐름의 능동적 제어를 위한 장치이며 이를 통해 블레이드(10)의 에어포일에 작용하는 저항을 줄일 수 있다. 패들 휠(90)은 에어 채널(80)을 흐르는 공기 흐름에 의해 회전될 수 있도록 구성될 수도 있고, 다른 실시예에서는 별도로 모터와 같은 구동 장치를 통해 강제적으로 회전될 수 있도록 구성될 수도 있다.

[0018] 도 5를 참조하면, 패들 휠(90)은 방사상으로 배열되는 복수의 패들 블레이드(paddle blade)(91)를 포함할 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이 패들 휠(90)이 캐비티(84)에 위치된 상태에서 패들 블레이드(91)의 일부가 에어 채널(80)에 위치된다. 이에 의해 패들 휠(90)이 에어 채널(80)을 흐르는 공기에 의해 회전축을 중심으로 회전할 수 있으며, 패들 휠(90)은 소정 회전 속도로 회전하고 에어 채널(80)을 통해 흡입면(70) 상을 흐르는 공기 흐름에 조화 제트 흐름(harmonic jet flow)이 분사되도록 할 수 있다. 복수의 패들 블레이드(91)를 포함하는 패들 휠(90)은 분사되는 조화 흐름을 생성하는 변동 흐름(fluctuating flow)을 생성하고, 분사되는 조화 흐름의 주파수는 패들 휠(90)의 회전 속도와 패들 블레이드(91)의 개수에 따라 결정될 수 있다. 조화 흐름은 흡입면(70) 상에서 분리되는 흐름에 일정 크기의 외부 에너지를 공급하고, 이것은 분리되는 영역을 약화시키고 큰 분리 영역을 작은 볼텍스로 전환시킨다.

[0019] 도 6은 S809 에어포일에 대한 수치해석 결과를 보여주는 도면이다. 도 6의 (a)에는 에어 채널이 없는 에어포일의 수치해석 결과가 나타나 있고, (b)에는 에어 채널이 있는 에어포일의 수치해석 결과가 나타나 있고, (c)에는 에어 채널에 패들 휠이 설치된 에어포일의 수치해석 결과가 나타나 있다. 에어 채널에 패들 휠을 설치하는 경우 유동의 분리 위치가 트레일링 에지를 향해 이동하고 이에 의해 에어포일의 흡입면 상의 분리 영역의 크기가 감소하는 것을 알 수 있다.

[0020] 정상상태 공기 유동이 압력면(60) 상에서 에어 채널(80)의 입구로 유입되고, 에어 채널(80)을 흐르는 공기 유동에 의해 패들 휠(90)이 회전한다. 패들 휠(90)의 회전의 결과 외부 에너지가 에어 채널(80)을 흐르는 공기 흐름에 부가된다. 패들 휠(90)의 회전은 조화 현상이기 때문에, 패들 휠(90)의 하류 측의 공기 흐름에 조화(주기) 변동이 부가된다. 이에 의해 정상상태 유동과 조화 임펄스에 결합에 의해 생성된 하이브리드 유동이 흡입면(70)의 분리 영역으로 분사되고 흡입면(70) 상의 분리된 공기에 외부 모멘텀을 부가한다. 이에 의해 흡입면 상의 공기 흐름의 분리 영역 및 그 강도가 감소되고 생성되는 양력이 증가된다.

[0021] 위에서 본 발명의 실시예에 대해 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속한다.

부호의 설명

[0022] 10: 수평축 윈드 터빈의 블레이드

11: 스템

13: 전이부

20: 루트

30: 팁

40: 리딩 에지

50: 트레일링 에지

60: 압력면

70: 흡입면

80: 에어 채널

81: 전방 벽

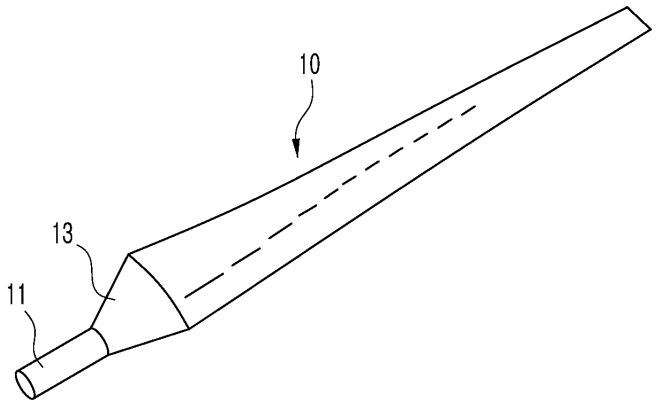
82, 83: 후방 벽

90: 패들 휠

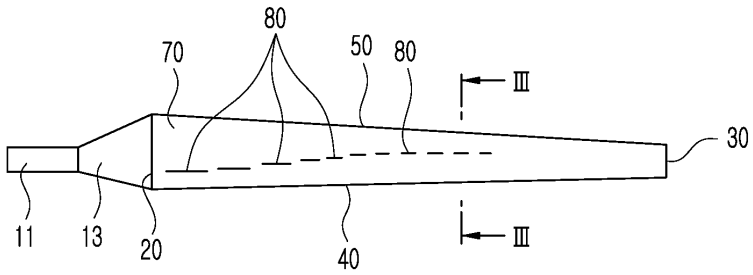
91: 패들 블레이드

도면

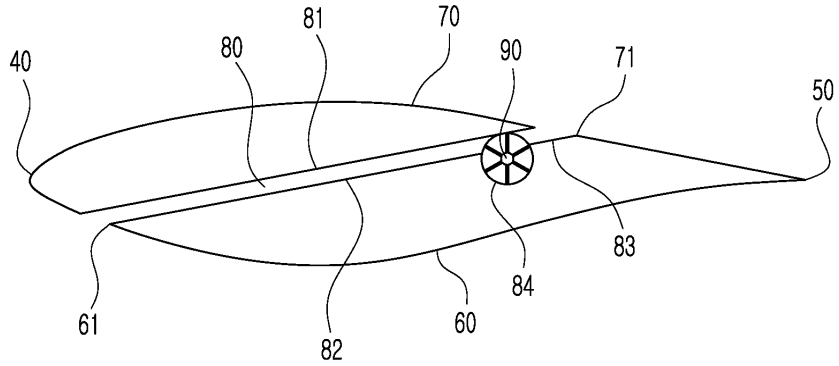
도면1



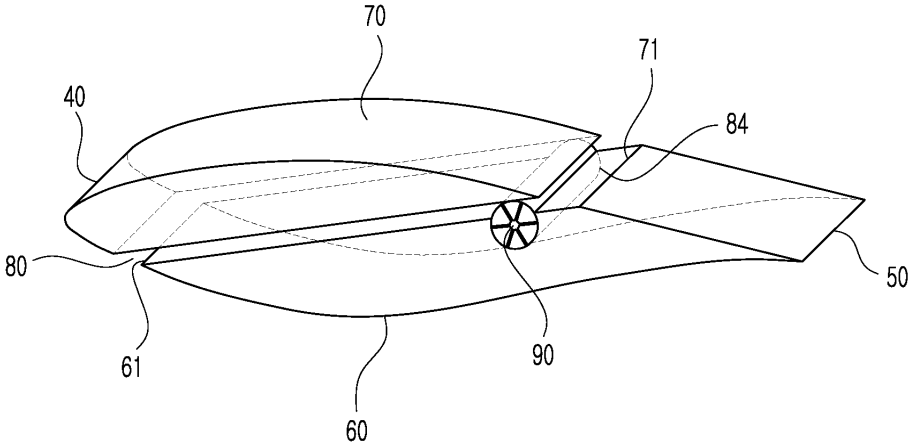
도면2


80
70
50
80
Ⅲ
30
11
13
20
40
Ⅲ

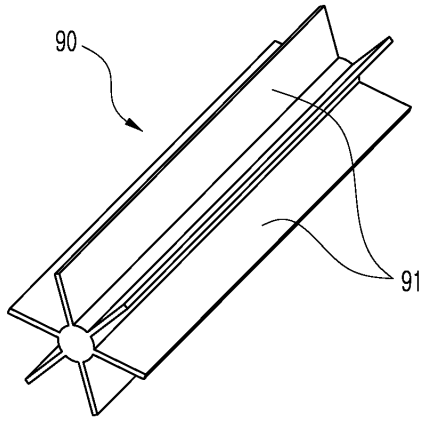
도면3


81
70
40
80
90
71
50
83
84
61
82
60

도면4


70
71
40
84
80
50
61
90
60

도면5



도면6

