



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년05월07일
 (11) 등록번호 10-0828234
 (24) 등록일자 2008년04월30일

- (51) Int. Cl.
F03D 3/02 (2006.01) *F03D 7/06* (2006.01)
F03D 11/04 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2006-7022985
 (22) 출원일자 2006년11월02일
 심사청구일자 2006년11월02일
 번역문제출일자 2006년11월02일
- (65) 공개번호 10-2007-0006886
 (43) 공개일자 2007년01월11일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2005/015148
 국제출원일자 2005년05월03일
 (87) 국제공개번호 WO 2005/108779
 국제공개일자 2005년11월17일
- (30) 우선권주장
 60/568,063 2004년05월03일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 US04357130 A1*
 US1790175 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
윈드 에너지 그룹, 인크.
 미국 92618 캘리포니아주 어빈 어빈 센터 드라이브 8001 스위트 735
- (72) 발명자
듀코비치 아템 디.
 미국 92683 캘리포니아주 웨스트민스터 신클레어 애버뉴 9042
판디야 발찬드라 에스.
 미국 92804 캘리포니아주 애너하임 웨스트 테드메어 애버뉴 1945
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
안국찬, 주성민

전체 청구항 수 : 총 22 항

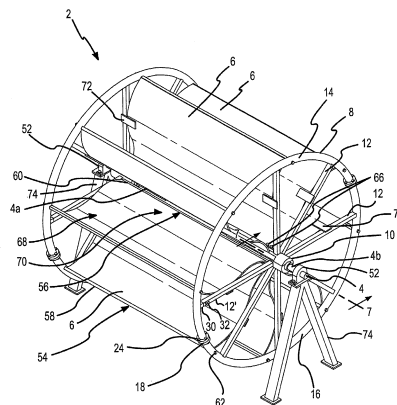
심사관 : 최진환

(54) 발명용 풍력 터빈

(57) 요약

풍력 구동 터빈(2)은 복수의 S자형 블레이드들(6)을 가지며, 각각의 블레이드는 수평으로 배향된 샤프트(4)와 평행하게 장착되고 후단 에지(56)를 갖는다. 각각의 블레이드(6)는 샤프트(4)에서 반경 방향 외측으로 연장한다. 발전 시스템은 타워(86)의 상부 상에 위치한 플랫폼(54) 상에 장착된 터빈(2) 배열체로 구성된다. 전기를 생산하기 위하여 각각의 터빈 샤프트(4)는 제너레이터(78)에 직접 연결될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

스테파노비치 토미슬라프

미국 92646 캘리포니아주 헌팅턴 비치 드라이브
레인 8261

와인저 마빈 에이.

미국 92804 캘리포니아주 라구나 힐스 티에라 비스
타 2

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

풍력 구동 터빈이며,

적어도 하나의 수평으로 배향된 샤프트와,

적어도 하나의 샤프트 둘레에 장착된 복수의 S자형 블레이드와,

복수의 S자형 블레이드 각각의 제1 측방향 단부에 부착된 제1 림과 복수의 S자형 블레이드 각각의 제2 측방향 단부에 부착된 제2 림과,

복수의 S자형 블레이드 각각의 제1 측방향 단부에 부착된 제1 허브와 복수의 S자형 블레이드 각각의 제2 측방향 단부에 부착된 제2 허브와,

제1 스포크 세트와 제2 스포크 세트를 포함하며,

상기 복수의 S자형 블레이드 각각은 후단 에지를 형성하며,

상기 복수의 S자형 블레이드 각각의 후단 에지는 적어도 하나의 샤프트의 중심 축과 평행하게 배향되고,

상기 복수의 S자형 블레이드 각각은 적어도 하나의 샤프트로부터 반경 방향 외측으로 연장되고,

상기 제1 림과 제2 림 각각은 서로 해제 가능하게 결합되는 복수의 림부를 포함하는 다중 부분 구조이며,

상기 제1 허브와 제2 허브 각각은 서로 해제 가능하게 결합되는 복수의 허브 하우징부를 포함하는 다중 부분 구조이고,

상기 제1 허브와 제2 허브 각각은 베어링 개구를 형성하고,

상기 제1 허브와 제2 허브는 상기 제1 림과 제2 림 내에 각각 동심으로 위치되며,

상기 제1 스포크 세트는 상기 제1 허브와 제1 림 사이에서 연장되고,

상기 제2 스포크 세트는 상기 제2 허브와 제2 림 사이에서 연장되며,

상기 적어도 하나의 샤프트는 상기 제1 허브와 제2 허브 각각의 베어링 개구 내에 각각 설치되는 풍력 구동 터빈.

청구항 3

제2항에 있어서, 적어도 하나의 샤프트는 제1 허브와 제2 허브 중 적어도 하나의 허브에 부착된 풍력 구동 터빈.

청구항 4

제2항에 있어서, 적어도 하나의 샤프트는 제1 허브와 제2 허브 중 적어도 하나의 허브에 제거 가능하게 부착된 풍력 구동 터빈.

청구항 5

제2항에 있어서, 제1 허브와 제2 허브 각각은 2 부분 구조이고, 상기 복수의 허브 하우징부는 보다 작은 허브 하우징과 보다 큰 허브 하우징을 포함하는 풍력 구동 터빈.

청구항 6

제2항에 있어서, 제1 림과 제2 림 각각은 2 부분 구조이고, 상기 복수의 림부는 제1 림 절반부와 제2 림 절반부를 포함하는 풍력 구동 터빈.

청구항 7

제2항에 있어서,
 제1 허브와 제2 허브 각각은 2 부분 구조이고, 상기 복수의 허브 하우징부는 보다 작은 허브 하우징과 보다 큰 허브 하우징을 포함하며,
 제1 립과 제2 립 각각은 2 부분 구조이고, 상기 복수의 립부는 제1 립 절반부와 제2 립 절반부를 포함하며,
 제1 스포크 세트의 절반부는 제1 립의 제1 립 절반부에 부착되며,
 제1 스포크 세트의 절반부는 제1 립의 제2 립 절반부에 부착되고,
 제1 스포크 세트의 하나 초과와 절반부는 제1 허브의 보다 큰 허브 하우징에 부착되며,
 제1 스포크 세트의 하나 미만의 절반부는 제1 허브의 보다 작은 허브 하우징에 부착되고,
 제2 스포크 세트의 절반부는 제2 립의 제1 립 절반부에 부착되며,
 제2 스포크 세트의 절반부는 제2 립의 제2 립 절반부에 부착되고,
 제2 스포크 세트의 하나 초과와 절반부는 제2 허브의 보다 큰 허브 하우징에 부착되며,
 제2 스포크 세트의 하나 미만의 절반부는 제2 허브의 보다 작은 허브 하우징에 부착되는 풍력 구동 터빈.

청구항 8

제2항에 있어서,
 적어도 하나의 샤프트는 제1 샤프트와 제2 샤프트를 포함하며,
 제1 샤프트는 제1 허브의 베어링 개구 내에 설치되고,
 제2 샤프트는 제2 허브의 베어링 개구 내에 설치되는 풍력 구동 터빈.

청구항 9

제2항에 있어서, 복수의 S자형 블레이드 각각은,
 선단 에지,
 선단 에지에 인접한 선단 곡면, 및
 선단 곡면과 후단 에지 사이에 위치한 후단 곡면을 더 포함하며,
 복수의 S자형 블레이드 각각의 제1 면 상에서 선단 곡면은 오목면이고 후단 곡면은 볼록면인 풍력 구동 터빈.

청구항 10

풍력 구동 터빈이며,
 지면에 대하여 수평으로 각각 위치한 제1 샤프트와 제2 샤프트,
 제1 허브와 제2 허브,
 제1 허브와 제2 허브 둘레에 동심으로 각각 위치한 제1 립과 제2 립,
 복수의 제1 스포크 세트와 복수의 제2 스포크 세트, 및
 하나의 스포크 세트와 그 개수가 동일한 복수의 S자형 블레이드를 포함하며,
 제1 및 제2 허브 각각은 각각의 축방향 베어링 개구를 형성하고,
 제1 샤프트는 제1 허브의 축방향 개구를 통과하며,
 제1 샤프트는 제1 허브에 제거 가능하게 부착되고,
 제2 샤프트는 제2 허브의 축방향 개구를 통과하며,

제2 샤프트는 제2 허브에 제거 가능하게 부착되고,

제1 스포크 세트의 각각의 스포크는 제1 허브 및 제1 림과 연결되고 제1 허브와 제1 림 사이에서 반경 방향으로 연장하며, 제1 스포크 세트의 각각의 스포크는 제1 스포크 세트의 각각의 인접한 스포크로부터 등각 거리로 이격되고,

제2 스포크 세트의 각각의 스포크는 제2 허브 및 제2 림과 연결되고 제2 허브와 제2 림 사이에서 반경 방향으로 연장하며, 제2 스포크 세트의 각각의 스포크는 제2 스포크 세트의 각각의 인접한 스포크로부터 등각 거리로 이격되며,

각각의 블레이드는 선단 에지, 선단 에지와 인접한 선단 곡면, 후단 에지, 및 선단 곡면과 후단 에지 사이에 위치한 후단 곡면을 형성하고,

각각의 블레이드의 선단 에지의 각각의 측방향 단부는 제1 림과 제2 림에 각각 연결되며,

각각의 블레이드의 후단 에지의 각각의 측방향 단부는 제1 허브와 제2 허브에 각각 연결된 풍력 구동 터빈.

청구항 11

제10항에 있어서, 각각의 블레이드의 각각의 측방향 단부는 제1 스포크 세트의 하나의 스포크와 제2 스포크 세트의 하나의 스포크와 각각 대체로 반경 방향 정렬 상태로 위치한 풍력 구동 터빈.

청구항 12

제11항에 있어서, 각각의 블레이드의 선단 곡면은 제1 스포크 세트의 각각의 하나의 스포크 및 제2 스포크 세트의 각각의 하나의 스포크에 부착되는 풍력 구동 터빈.

청구항 13

제10항에 있어서, 조류가 들어오고 잔해가 분출되는 것을 방지하기 위하여 제1 림과 제2 림 각각에 의하여 형성된 영역에 장착되어 이를 연결하는 제1 스크린 및 제2 스크린을 더 포함하여 풍력 구동 터빈.

청구항 14

풍력 구동 발전 시스템이며,

제1 플랫폼 상에 장착된 풍력 구동 터빈 배열체, 및

각각의 풍력 구동 터빈의 샤프트와 연결된 하나 이상의 제너레이터를 포함하며,

각각의 풍력 구동 터빈은,

수평으로 배향된 샤프트와,

샤프트 둘레에 장착된 복수의 S자형 블레이드와,

샤프트를 수용하여 지지하는 제1 허브 및 제2 허브를 포함하며,

복수의 S자형 블레이드 각각은 후단 에지를 형성하고,

복수의 S자형 블레이드 각각의 후단 에지는 샤프트의 중심 축과 평행하게 배향되며,

복수의 S자형 블레이드 각각은 샤프트로부터 반경 방향으로 외측으로 연장되고,

제1 허브와 제2 허브 각각은 서로 해제 가능하게 결합되는 복수의 허브 하우징부를 포함하는 다중 부분 구조인 풍력 구동 발전 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

풍력 구동 터빈 배열체 내의 2개의 터빈은 서로에 대하여 인접하게 장착되며,

2개의 터빈의 각각의 샤프트는 서로 연결된 풍력 구동 발전 시스템.

청구항 16

제14항에 있어서, 풍력 구동 터빈 배열체의 하위 세트는 제2 플랫폼 상에 장착되고, 제2 플랫폼은 제1 플랫폼 위에 장착된 풍력 구동 발전 시스템.

청구항 17

제14항에 있어서, 각각의 터빈의 복수의 S자형 블레이드 중 적어도 일부분을 입사 바람으로부터 차단하는 수단을 더 포함하여, 복수의 S자형 블레이드에 가해지는 풍량을 감소시키는 풍력 구동 발전 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서,

풍속 모니터, 및

풍속 모니터와 연결되며, 풍속 모니터로부터의 측정 출력에 의하여 작동하는 제어 기구를 더 포함하며,

제어 기구는 풍속에 응답하여 복수의 S자형 블레이드에 가해지는 풍량을 증가 또는 감소시키기 위하여 차단 수단을 작동시키는 풍력 구동 발전 시스템.

청구항 19

제14항에 있어서, 조류와 날리는 파편으로부터 풍력 구동 터빈을 보호하기 위하여 풍력 구동 터빈 둘레의 제1 플랫폼 상에 장착된 스크린을 더 포함하는 풍력 구동 발전 시스템.

청구항 20

제16항에 있어서, 조류와 날리는 파편으로부터 풍력 구동 터빈을 보호하기 위하여 풍력 구동 터빈 둘레의 제2 플랫폼 상에 장착된 스크린을 더 포함하는 풍력 구동 발전 시스템.

청구항 21

제14항에 있어서, 풍력 구동 터빈 배열체 위의 제1 플랫폼 상에 장착된 루프를 더 포함하는 풍력 구동 발전 시스템.

청구항 22

제14항에 있어서, 복수의 S자형 블레이드 각각의 제1 측방향 단부에 부착되는 제1 림과, 복수의 S자형 블레이드 각각의 제2 측방향 단부에 부착되는 제2 림을 더 포함하고, 제1 림 및 제2 림 각각은 서로 해제 가능하게 결합되는 복수의 림부를 포함하는 다중 부분 구조인 풍력 구동 발전 시스템.

청구항 23

제22항에 있어서, 제1 스포크 세트와 제2 스포크 세트를 더 포함하고, 제1 스포크 세트는 제1 허브와 제1 림 사이에서 연장되고, 제2 스포크 세트는 제2 허브와 제2 림 사이에서 연장되며, 제1 스포크 세트의 각각의 하위 세트는 제1 림의 림부 중 하나와 제1 허브의 허브 하우징부 중 하나 사이에 부착되고, 제2 스포크 세트의 각각의 하위 세트는 제2 림의 림부 중 하나와 제2 허브의 허브 하우징부 중 하나 사이에 부착되는 풍력 구동 발전 시스템.

명세서

<1> 관련 출원에 대한 상호 참조

<2> 본 출원은 그 전체 내용이 본 명세서 완전하게 기술된 것처럼 본 발명에 참조로 포함된, 2004년 5월 3일자로 출원된 미국 가특허 출원 제60/568,053호에 대해 우선권을 주장한다.

기술분야

<3> 본 발명은 전기 에너지 생성용 풍력 구동 터빈에 관한 것이다.

배경 기술

- <4> 바람은 수 세기 동안 일을 수행하기 위한 동력원으로서 이용되어 왔다. 최초의 풍차들은 곡물 분쇄 및 양수 (water-pumping)의 작업을 자동화하기 위하여 개발되었다. 가장 초기의 것으로 알려진 풍력 터빈의 디자인은 약 AD 500 내지 900년에 페르시아에서 개발된 수직축 풍차이다. 페르시아인들의 풍차는 갈대 또는 나무의 묶음으로 만들어진 수직 날개(vertical sails)로 설계되었으며, 이 수직 날개들은 수평 스트러트(strut)에 의하여 중앙 수직축에 부착되어 있다. 곡물을 분쇄하기 위하여, 분쇄석이 수직축에 고정되어 있다. 제분 기기는 공통적으로 건축물 내에 위치하고 있으며, 또한 불어오는 바람이 바람을 향하여 나아가는 드래그 형태 (drag type)의 로터의 부분이 느려지는 것을 막기 위하여 벽 또는 차폐물을 특징으로 한다.
- <5> 네덜란드인들은 일반적으로 풍력 터빈 제분기의 설계에 대한 중요한 발전의 최초 개발자로 여겨지고 있다. 네덜란드인들은 표준 수평 축 회전 제분기(post mill)를 다층 타워의 상단에 고정하였으며, 다층 타워는 곡물 분쇄, 왕겨 제거, 곡물 저장 및 제분공과 그의 가족의 생활 주거(바닥층)에 사용된 개별 층들을 갖는다. 회전 제분기와 이후의 타워 제분기 설계는 제분기 후방의 대형 레버를 밀어 수동으로 바람을 향하도록 되어 있다. 풍차 제분기 에너지 및 동력 출력을 최적화하는 것 그리고 폭풍 중에 로터 날개(sails)를 접음으로써 제분기가 손상되는 것을 방지하는 것은 제분공의 주요한 작업들 중에 하나이다. 유럽형 제분기의 주요한 개량은 공기역학적 양력을 발생시키는 그들의 설계자들의 돛의 사용이었다. 페르시아인들의 제분기들과 비교하여, 로터 속도의 증가시킴으로써 우수한 분쇄 및 펄핑 작용을 또한 고려한 이 특징은 개선된 로터 효율을 제공하였다.
- <6> 오늘날 상업적으로 운전 중인 가장 공통적인 형태의 풍력 터빈 설계는 네덜란드인들의 설계를 따른 것으로서 3-블레이드의 프로펠러 형태의 터빈들 그리고 2-블레이드의 프로펠러 형태의 터빈이며, 각각의 블레이드의 일 단부는 수평 샤프트 상에 장착된다. 3-블레이드의 풍력 터빈은 바람으로 향하는 블레이드로 가동된다. 반대로, 2-블레이드는 순풍에 의하여 가동된다. 대안적으로, 현대의 수직 축 로터 설계들 또한 추구되고 있다. 현대의 수직 축 로터의 발전은 이미 1920년대에 시작되었다. 이들 설계는 일반적으로 가느다란 만곡된 날개-단면 블레이드를 포함하는 로터를 구체화하며, 이 블레이드는 회전 수직 튜브의 상단 및 바닥에 부착된다.
- <7> 풍력 터빈은 팬(fan)의 정반대로 움직인다. 팬과 같이, 바람을 만들기 위하여 전기를 이용하는 대신에, 풍력 터빈들은 전기를 만들기 위하여 바람을 이용한다. 바람이 블레이드들을 회전시키며, 블레이드는 제너레이터에 연결된 샤프트를 회전시켜 자계 내에서의 로터 코일의 회전에 의하여 전류가 유도된다. 크기 면에서 실용적인 규모(utility-scale)의 터빈은 50 킬로와트 내지 수 메가와트 범위이다. 예를 들어, 50 킬로와트 이하의 단일의 소형 터빈이 예를 들어, 외딴 가정(remote home), 전기통신 안테나(telecommunication dishes) 또는 양수를 위하여 사용된다.
- <8> 일반적으로, 실용적인 규모의 풍력 터빈은 6급(Class 6) 바람 지역(10 미터 높이에서 초속 6.7미터 - 33 피트 높이에서 시속 16마일의 평균 풍속을 갖는 지역)에서 킬로와트-시간(kWh) 당 약 4¢의 가격으로 전기를 생산할 수 있다. 그러나, 더욱 많은 지역들이 개발됨에 따라서 쉽게 접근 가능한 주요한 6급 지역들이 사라지고 있다. 또한, 6급 지역들이 전송 선로에 쉽게 접근하지 못하는 외딴 지역에 위치하고 있다.
- <9> 4급(Class 4) 바람 지역(10 미터 높이에서 초속 5.8 미터 - 33 피트 높이에서 시속 13마일의 평균 풍속을 갖는 지역)은 중부 및 북부 텍사스주에서 캐나다 국경까지의 대초원 지대의 광대한 지역을 포함한다. 4급 지역은 또한 많은 연안 지역을 따라서 그리고 5대호의 호반을 따라 발견되었다. 주요 로드 센터(load centers)로부터의 6급 지역의 평균 거리가 500 마일인 반면에, 로드 센터로부터 100 마일의 평균 거리를 갖는 4급 지역은 현저하게 더 가깝다. 따라서, 4급 지역으로의 실용적인 접근은 더욱 매력적이고 비용이 덜 소요된다. 또한, 4급 지역은 6급 지역의 개발 가능한 풍력 자원에 거의 20배를 나타내고 있다. 4급 지역에서의 현재의 풍력 에너지는 5 내지 6¢/kWh 범위 내의 가격에서 판매될 수 있다(국립 재생에너지 연구소, 저풍속 터빈 발전, http://www.nrel.gov/wind/about_lowspeed.html(2004년 4월 14일 마지막 방문)).
- <10> 풍력 터빈 프로펠러 및 로터 시스템으로의 전송은 터빈 설계의 단일의 가장 중요한 요소일 수 있다. 프로펠러 설계는 바람으로부터 추출된 동력을 세팅(set)하고 터빈 부하와 역학 관계의 결정적인 관점들을 찾아낸다. 잘 이해될지라도, 현재의 3-블레이드 역풍 강체는 미래의 장치를 위한 부하에 관한 제한에 처할 수 있다. 블레이드들의 개수, 순풍 작용, 흔들림(teetering), 펄럭임(flapping), 구부러짐(flexing)을 포함한 프로펠러 형상 및 피크(peak)와 피로 하중을 줄이기 위해 설계된 많은 시스템 제어 및 피드백 접근의 하나 또는 많은 관점을 변경하는 광범위한 대안 설계 접근들이 제안되고 있다. 그러나, 지금까지 모든 중요한 연구 및 개선 사항들이 프로펠러 형태의 터빈의 효율 개선에 기울어져 왔다.

<11> 오늘날의 대부분의 2 또는 3 블레이드 터빈 설계는 동력 발생 용량을 증가시키기 위하여 터빈의 크기를 증가시켜 왔다. 그러나, 이 증가된 크기는 에너지 발생 효율의 개선 없이 더욱 많은 재료 비용, 더욱 무거운 중량 및 더 많은 소음의 결과를 낳았다. 이러한 터빈들은 낮은 풍속, 예를 들어 10 mph 이하에서는 가동할 수 없으며, 풍속이 10 mph 이상에 도달하면, 블레이드를 회전시키기 위하여 모터가 요구된다. 또한, 이러한 터빈들은 높은 풍속 환경, 예를 들어 65 mph 이상의 풍속에서는 가동할 수 없다. 추가적으로 이러한 터빈들은 분당 30 내지 60 회전의 축 회전 속도를 갖는다. 반대로, 전기를 생산하기 위하여 대부분의 제너레이터에 의하여 요구되는 회전 속도는 1,200 내지 1,500 rpm이며, 이는 터빈 속도보다 20 내지 50배 큰 값이다. 따라서, 터빈 샤프트에 의하여 전해진 회전 속도를 단계적으로 높이기 위하여 터빈 샤프트와 제너레이터의 로터 사이에 변속기(gear box)가 게재되어야만 한다. 그러나, 변속기가 전기 에너지로의 운동 에너지 변환의 효율성을 현저하게 감소시킨다.

<12> 본 명세서에 인용된 어떠한 참고 문헌 및 그의 설명 및 논의 사항을 포함하는 본 명세서의 배경 기술 부분 내에 포함된 정보는 단지 기술적인 참고 목적만을 위하여 포함되었으며, 본 발명의 범위를 구속하고자 하는 주된 사항으로 간주되지 않는다.

발명의 상세한 설명

<13> 본 발명은 타워의 상부에 위치한 플랫폼 상에 장착된 신규한 풍력 구동 터빈 배열체로 구성된 발전 시스템에 관한 것이다. 각각의 터빈은 수평으로 배향된 적어도 하나의 샤프트와 평행하게 장착되고 이 샤프트로부터 외측으로 반경 방향으로 연장된 복수의 S자형(sigmoid) 블레이드들을 갖는다. 전기를 생산하기 위하여 각각의 터빈 샤프트는 제너레이터에 직접 연결될 수 있다.

<14> 본 발명의 다른 특징, 상세 사항, 이용 및 이점들은 첨부된 도면 내에서 더 설명되고 첨부된 청구범위 내에서 한정된 바와 같은 본 발명의 여러 가지 실시예의 더욱 특정한 다음의 설명으로부터 명백해질 것이다.

실시예

<25> 본 명세서에 개시된 발명은 신규한 발전용 풍력 구동 터빈 시스템이다. 현대의 풍력 발전 산업을 좌우하는 프로펠러형 터빈 설계와는 현저히 다르게, 본 발명은 새로운 터빈 설계 및 제너레이터 연동 장치를 나타낸다. 각각의 터빈은 복수의 S자형(sigmoid) 블레이드를 가지며, 이 블레이드는 수평으로 배향된 샤프트에 평행하게 장착되고 수평으로 배향된 축으로부터 외측으로 반경 방향으로 연장된다. 발전을 위하여 각각의 터빈 샤프트는 전동 장치를 통하기보다는 제너레이터 로터와 직접 연결될 수 있다. 본 발명은 타워의 상부에 위치한 플랫폼 상에 장착된 이러한 풍력 구동 터빈 배열체를 포함할 수 있다.

<26> 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 풍력 구동 터빈 시스템 내에서의 사용을 위한 터빈(2)을 도시한다. 터빈(2)의 주요 요소는 샤프트(4), 복수의 블레이드(6), 블레이드(6)의 마주보는 단부들에서의 한 쌍의 림(8; rims), 각각의 림(8) 내에 중심을 둔 한 쌍의 허브(10; hubs) 및 각각의 림(8) 내의 복수의 스포크(12; spokes)를 포함하며, 스포크들은 블레이드(6)의 개수와 대응하며 각각의 허브(10)에서 각각의 림(8)으로 반경 방향으로 연장된다. 도시된 실시예에서, 림(8)은 직경이 약 12 피트일 수 있다. 도6에 도시된 바와 같이, 림(8)은 서로 고정된 2개의 절반부, 즉 제1 림 절반부(14) 및 제2 림 절반부(16)로 구성된다. 각각의 림 절반부(14, 16)는 반원형 아크로 구부러진 원형 횡단면의 스틸 튜브로 구성될 수 있다. 각각의 림 절반부(14, 16)의 각각의 단부는 제1 림 절반부(14)를 제2 림 절반부(16)와 결합시키기 위한 플랜지(18)를 형성한다. 제1 및 제2 림 절반부(14, 16) 각각의 일 단부는 림 절반부들(14, 16)을 형성하는 스틸 튜브의 내경보다 다소 작은 외경을 갖는 림 플러그(20)를 구비한다. 각각의 림 플러그(20)는 림 절반부의 마주보는 림 절반부와 플랜지(18)의 내경 내에 설치된다. 각각의 림 플랜지(18)는 림 절반부(14, 16)를 형성하는 튜브의 원주 둘레에 동일하게 이격된 4개의 개구(22)를 한정한다. 마주보는 림 플랜지들(18)의 개구들(22)은 서로 일직선으로 정렬되며 림 플랜지 볼트(24)를 수용하여 제1 및 제2 림 절반부(14, 16)의 마주보는 림 플랜지들(18)을 서로 고정한다.

<27> 앞서 지적한 바와 같이, 허브(10) 또는 하우징은 각각의 림(8)의 중심 내에 위치한다. 허브(10)는 2개의 비대칭 부분들, 즉 보다 작은 허브 하우징(26)과 보다 큰 허브 하우징(28)으로 구성된다. 복수의 스포크(12; 도1 내지 도6의 도시된 실시예에서는 8개)는 허브(10)에 부착되며, 각각의 스포크는 허브(10)로부터 반경 방향으로 외측으로 연장되고, 복수의 스포크(12)의 각각의 마주보는 단부들은 림(8)에 부착되어 있다. 각각의 스포크는 사각 횡단면을 갖는 일정 길이의 스틸 튜브일 수 있으나, 다른 횡단면 형상 또한 사용될 수 있다. 터빈(2)은 각각의 림(8) 상에 10개의 스포크(12)까지 가질 수 있다. 각각의 스포크(12)는 각각의 인접 스포크(12)로부터 등각 간격으로 이격된다. 각각의 스포크(12)는 허브(10)의 외부 표면에 부착되며 허브(10)의 각각의 단부로부터

등거리 이격되어 있다. 8개의 모든 스포크(12)가 허브(10)에 부착되어 있다. 3개의 스포크(12)는, 예를 들어, 용접을 통하여 보다 작은 허브 하우스(26)에 부착되며, 5개의 스포크(12)는, 예를 들어 용접을 통하여 보다 큰 허브 하우스(28)에 부착된다. 보다 큰 허브 하우스(28)에 부착된 스포크(12)들 중에서 4개는, 예를 들어, 용접을 통하여 제2 림 절반부(16)의 마주보는 단부들에서 부착된다. 보다 작은 허브 하우스(26)에 부착된 3개의 스포크(12)는 유사하게, 예를 들어 용접을 통하여 제1 림 절반부(14)의 마주보는 단부들에 부착된다.

<28> 8번째 스포크는 분리 가능한 스포크(12')이다. 보다 큰 허브 하우스(28)에 용접되어 있을지라도, 분리 가능한 스포크(12')는 제1 림 절반부(14)에 제거 가능하게 부착된다. 분리 가능한 스포크(12')의 반경 방향으로 연장된 단부와 정렬된 제1 림 절반부(14)는 제1 림 절반부(14) 상의 한 위치에서 반경 방향으로 내측으로 연장된 스포크 플러그(30)를 가질 수 있다. 스포크 플러그(30)의 측면 규격은 분리 가능한 스포크(12')의 측면 규격보다 다소 작을 수 있으며, 그로 인하여 분리 가능한 스포크(12')는 스포크 플러그(30) 상에 끼워질 수 있으며 스포크 볼트(32)에 의하여 스포크 플러그(30)에 부착될 수 있다. 대안적으로, 스포크 플러그(30)와 분리 가능한 스포크(12')의 측면 규격은 반대일 수 있으며, 이에 따라 분리 가능한 스포크(12')가 스포크 플러그(30) 내에 끼워질 수 있다. 다른 실시예에서, 여덟 번째 스포크(12')에 볼트 고정된 각각의 레그(leg)로 제1 절반부(14) 둘레에 끼워진 U-형 브래킷(도시되지 않음)에 의하여 분리 가능한 스포크(12')는 제1 림 절반부(14)에 부착될 수 있다. U-형 브래킷은 또한 제1 림 절반부(14)에 용접 또는 볼트 고정될 수 있어 제1 림 절반부(14) 상에서 고정된 위치를 유지한다.

<29> 위에서 지적한 바와 같이, 허브를 한정하는 원통을 통하여 연장되는 코드 평면을 따라서 2개의 비대칭 부분들, 즉 도6 및 도7에 도시된 바와 같이, 보다 작은 허브 하우스(26)과 보다 큰 허브 하우스(28)으로 분리하도록 허브(10)를 설계한다. 보다 작은 허브 하우스(26)과 보다 큰 허브 하우스(28)은 4개의 허브 하우스 볼트들(34)에 의하여 서로 유지된다. 허브(10)의 부분들의 비대칭 구조 때문에, 제1 및 제2 림 절반부(14, 16)의 비대칭 스포크 설계와 제1 절반부(14)에 제거 가능하게 부착될 분리 가능한 스포크(12')를 설계하기 위한 근거가 명백해진다. 특히, 보다 작은 허브 하우스(26)은 더 작은 원호 길이를 갖기 때문에 3개의 스포크(12)만이 보다 작은 허브 하우스에 부착될 수 있다. 이와 반대로, 보다 큰 허브 하우스(28)은 더 긴 원호 길이를 가지며 나머지 5개의 스포크(12)를 수용할 수 있다. 그러나, 제1 및 제2 림 절반부(14, 16) 각각의 구조적인 강도를 위해서 이들 각각이 동일한 수의 스포크(12)에 의하여 지지되는 것이 바람직하다. 따라서, 허브(10)와 림(8)이 분해될 때, 보다 큰 허브 하우스(28)은 4개의 스포크에 의해서만 제2 림 절반부(16)에 부착되며, 보다 작은 허브 하우스(26)은 3개의 나머지 스포크(12)에 의해서 제1 림 절반부(14)에 부착된다. 나머지 스포크인 분리 가능한 스포크(12')는 보다 큰 허브 하우스(28)에서 추가로 연장되나, 제1 또는 제2 림 절반부(12, 14)에 영구적으로 부착되지 않는다. 이 방법에서, 제1 및 제2 림 절반부(12, 14) 각각은 동일한 수의 스포크에 의하여 지지되며, 허브(10)의 비대칭 하우스 부분들을 견디어낸다.

<30> 도1에 도시된 실시예에서, 샤프트(4)는 실제로 좌측 샤프트(4a)와 우측 샤프트(4b)로 구성되며, 각각의 샤프트는 터빈(2)의 각각의 단부 상의 개별 허브들(10) 내에 위치한다. 샤프트(4)는 2개의 부분들로 분리되어, 예를 들어 유지 보수 목적을 위한 터빈 시스템의 용이한 조립 및 분해를 촉진시킨다. 대안적으로, 샤프트(4)는 단일 구조체(도시되지 않음)로 이루어질 수 있으며, 각각의 허브(10)와 림(8) 세트 사이의 거리를 연결(span)할 수 있다. 다른 실시예(도시되지 않음)에서, 좌측 및 우측 샤프트를 서로 연결하기 위하여 샤프트 슬리브는 좌측 및 우측 샤프트의 각각의 내부 축방향 단부들 사이 및 둘레에 삽입될 수 있고 그리고 이 내부 축방향 단부들 각각에 결합될 수 있다. 좌측 및 우측 샤프트들(4a, 4b) 각각은 각각의 허브(10)의 중심 내의 축방향 베어링 개구(36)를 통해서 연장된다. 좌측 및 우측 샤프트들(4a, 4b) 각각은 각각의 허브(10) 내에서 동축으로 정렬된다.

<31> 도3, 도6 및 도7에 도시된 바와 같이, 각각의 허브(10)의 베어링 개구(36)는 제1 직경의 중앙 보어 구멍으로서 형성되며, 이 개구는 더 큰 제2 직경의 원형 웰(well)을 형성하기 위하여 허브(10)의 각각의 단부에서 벌어진다. 웰들은 밀봉된 원형 샤프트 베어링 레이스들(40; bearing races)을 위한 베어링 시트들(38; seats)로서 작용한다. 각각의 샤프트 베어링(40)의 반경 방향 벽 깊이는 중앙 베어링 개구(36)의 주연부로부터 반경 방향으로 측정된 베어링 시트(38)의 반경 방향 깊이보다 크다. 샤프트들(4a, 4b) 각각의 직경은 허브들(10)의 중앙 베어링 개구(36)의 직경보다 작으나, 샤프트 베어링(40)의 내경과 동일하다. 따라서, 샤프트들(4a, 4b)은 샤프트 베어링들(40)에 의하여 허브들(10) 내에서 지지된다. 그러나, 샤프트들(4a, 4b)이 샤프트 베어링 레이스들(40) 상에 놓여지는 반면에, 샤프트들(4a, 4b)은 실질적으로 허브(10) 내에서 허브에 대하여 회전하지 않는다. 이후 설명되는 바와 같이, 샤프트 베어링들(40)의 목적은 주로 샤프트들(4a, 4b)이 허브들(10) 내의 베어링 개구들(36) 내에 용이하게 삽입되고 용이하게 제거되도록 하는 것이다.

- <32> 내부 샤프트 플랜지(42)와 외부 샤프트 플랜지(44)로 개별적으로 확인된(identified) 한 쌍의 도넛 형상의 원주 샤프트 플랜지는 샤프트들(4a, 4b)의 일 단부 상에 위치한다. 샤프트 플랜지들(42, 44) 각각은 허브들(10) 내의 각각의 베어링 시트(38)와 정렬되며, 허브(10)의 단부면에 대하여 설치되어 각각의 베어링 시트(38) 내에 원형 샤프트 베어링 레이스(40)를 유지시킨다. 샤프트 플랜지들(42, 44)의 외경은 허브(10) 내의 베어링 시트(38)의 웰에 의하여 한정된 직경보다 크다. 샤프트 플랜지들(42, 44) 각각은 샤프트 플랜지 볼트들(48)에 의하여 허브(10)의 각각의 단부면에 고정된다. 샤프트 플랜지들(42, 44) 각각은 샤프트(4)와 일체로 형성될 수 있으며, 샤프트(4)에 영구적으로 고정될 수 있고, 샤프트(4)에 제거 가능하고 고정될 수 있으며, 또는 연결 없이 단지 샤프트(4)를 둘러쌀 수 있다.
- <33> 도7에 도시된 실시예에서, 외측 샤프트 플랜지(44)는 샤프트(4)에 고정되지 않는 반면에, 내측 샤프트 플랜지(42)는, 예를 들어 용접 심(50; weld seam)으로 지시된 바와 같은 용접에 의하여 샤프트(4)에 영구적으로 고정된다. 따라서, 블레이드들(6)은 허브(10)에 부착되며, 허브(10)는 내측 샤프트 플랜지(42)에 부착되고, 내측 샤프트 플랜지(42)는 샤프트(4)에 부착된다. 그로 인하여 이러한 일련의 연결을 통하여, 블레이드들(6)의 회전 운동은 샤프트(4)로 전달된다. 샤프트(4)가 단지 내측 샤프트 플랜지(42)에 영구적으로 고정되어 있기 때문에 내측 샤프트 플랜지(42)로부터 단지 샤프트 플랜지 볼트들(48)을 제거함으로써 그리고 샤프트(4)를 샤프트 베어링들(40) 상에서 허브(10)와 필로우 블록(52) 밖으로 내측으로 축방향으로 당김으로써 샤프트(4)는 허브(10) 및 인접 지지 필로우 블록들(52; pillow block)로부터 제거될 수 있다. 외측 샤프트 플랜지(44)가 샤프트(4)에 고정되어 있지 않기 때문에 샤프트(4)는 외측 샤프트 플랜지(44)는 물론 허브(10)를 통하여 당겨질 수 있다. 이는 터빈 시스템의 용이한 유지 보수를 허용한다.
- <34> 도1에 도시된 본 발명의 실시예에서, 터빈(2)은 8개의 블레이드(6)로 구성된다. 각각의 블레이드(6)는 크기 및 형상 면에서 동일하다. 실험적인 실시예에서, 각각의 블레이드(6)는 약 6 피트의 폭 및 10 피트로 설계되었다. 블레이드들(6)은 샤프트(4)의 축과 평행한 블레이드들(6)의 길이를 갖고 터빈(2) 내에 장착된다. 각각의 블레이드(6)의 길이 방향 예지 중 하나는 림(8)에 연결된다. 이 예지는 선단 예지(54)로 고려된다. 각각의 블레이드(6)의 반대의 길이 방향 예지는 허브들(10) 각각과 연결된다. 이 예지는 블레이드(6)의 후단 예지(56)로 고려된다. 블레이드(6)의 선단 예지(54)는 선단 예지 지지체(58)에 부착된다. 선단 예지 지지체(58)는 블레이드(6)의 선단 예지(54)를 따라 용접된 사각 횡단면의 일정 길이의 스틸 튜브일 수 있다. 유사하게, 블레이드의 후단 예지(56)는 후단 예지 지지체(60)에 부착된다. 마찬가지로 후단 예지 지지체(60)는 블레이드(6)의 후단 예지(56)를 따라 용접된 사각 횡단면의 일정 길이의 스틸 튜브일 수 있다.
- <35> 도2에 도시된 바와 같이, 복수의 림 너트(62) 각각은 선단 예지 지지체들(58) 각각의 대응하는 마주보는 단부에 또는 마주보는 단부 내에 용접될 수 있다. 복수의 개구가 각각의 선단 예지 지지체(58) 상의 각각의 림 너트(62)의 위치에 대응하는 림(8) 내에 형성된다. 복수의 대응 림 볼트(64)는 림(8) 내의 개구로 그리고 개구를 통하여 삽입되며, 각각의 블레이드(6)의 선단 예지 지지체(58) 내의 대응 림 너트(62)에 고정된다. 도3에 도시된 바와 같이, 한 쌍의 개구는 각각의 후단 예지 지지체(60)의 각각의 축방향 단부 내에 형성되며, 각각의 후단 예지 지지체(60)는 이 개구를 통하여 허브들(10) 각각에 장착된다. 허브 볼트들(66)은 후단 예지 지지체(60) 내의 각각의 쌍의 개구를 통하여 위치하며, 허브(10)의 외측 표면 내에 나선형 개구 내로 조여져 각각의 허브(10)에 후단 예지 지지체(60)를 고정한다.
- <36> 도1, 도4 및 도5에 도시된 실시예에서, 블레이드들(6) 각각은 후단 곡면(70)으로 변환하는 선단 곡면(68)을 갖는 날개 형상(air-foil shape)으로 형성된다. 선단 곡면(68)은 블레이드(6)의 선단 예지(54)에 인접한 반면에, 후단 곡면(70)은 블레이드(6)의 후단 예지(56)에 인접한다. 선단 곡면(68)과 후단 곡면(70)은 블레이드(6)의 양 측부 상의 블레이드(6) 내에 오목부를 한정하여 도5에서와 같이 블레이드(6)의 축방향 단부에서 보았을 때 블레이드는 S자 모양의 형태를 갖는다. 이미 설명된 블레이드 규격에 따른 실험적인 실시예에서, 선단 곡면(68)의 곡률 반경은 약 35 인치 내지 약 50 인치일 수 있으며, 후단 곡면(70)의 곡률 반경은 약 20 인치 내지 약 30 인치일 수 있다. 일반적으로 도1, 도4 및 도5에 도시된 것과 일치하는 실험적인 실시예에서, 선단 곡면(68)의 곡률 반경은 약 42.125 인치이며, 후단 곡면(70)의 곡률 반경은 약 25.25 인치이다. 선단 곡면(68)은 블레이드(6)의 선단 예지(54)에서 블레이드(6)의 폭의 약 2/3 지점에서 후단 곡면(70)으로 변환된다.
- <37> 각각의 스포크(12)는 각각의 블레이드(6)의 각각의 후단 예지 지지체(60)가 허브(10)에 고정되어있는 위치에 바로 인접한 허브(10)에 용접된다. 각각의 블레이드(6)와 각각의 스포크(12)는 일반적으로 림(8)을 향하여 서로 인접한 각각의 허브(10)로부터 반경 반향으로 연장된다. 각각의 블레이드(6) 내에 형성된 선단 곡면(68)과 후단 곡면(70) 때문에 각각의 스포크(12)가 림(8)에 부착된 포인트는 각각의 선단 예지 지지체(60)가 림(4)에 볼트 고정된 포인트에서 이격되어 있다. 선단 곡면(68)의 볼록 부분은 대응 스포크(12)의 일부분에 인접한 영역

에 위치한다. 각각의 블레이드(6)에 추가적인 구조적 지지체를 제공하기 위하여 스포크 플레이트(72)는 선단 곡면(68)의 볼록 부분의 정점에 용접되어 있으며 또한 인접 스포크(12)의 대응 에지에 용접되어 있다. 허브(10)의 직경이 샤프트(4)의 직경보다 크기 때문에 각각의 블레이드(6)의 후단 에지(60)는 터빈(2)의 각 허브(10) 사이로 연장된 샤프트(4)로부터 이격되어 있다.

<38> 도1에 도시된 바와 같이, 각각의 샤프트(4)는 각각의 허브(10)로부터 외측으로 축방향으로 연장되고 터빈(2)을 회전식으로 지지하는 필로우 블록(52)을 통과한다. 각각의 필로우 블록(52)은 샤프트 스탠드(72) 상에 장착되며, 이 샤프트 스탠드는 필로우 블록(52)을 장착하기 위한 표면을 제공하여 터빈(2)을 수직으로 지지한다. 본 명세서 개시된 실시예에서, 각각의 샤프트 스탠드(74)는 2개의 스틸 레그를 갖는 A-프레임 지지 구조체이다. 각각의 샤프트 스탠드(74)는 터빈(2)의 림(8)의 곡률 반경보다 크며, 그로 인하여 각각의 샤프트 스탠드(74)가 위치하는 플랫폼 표면 상에서 터빈(2)을 지지한다. 이는 필로우 블록(52) 내의 링 베어링(76) 내에서 터빈(2)의 샤프트(4)를 자유롭게 회전하게 한다. 샤프트(4)는 필로우 블록들(52) 각각을 지나 축방향으로 충분한 거리로 더 연장되어 제너레이터(78; 도8 참조)에서 연장된 로터 샤프트(도시되지 않음) 또는 이하에서 더 설명되는 바와 같은 인접 터빈(2)으로부터의 다른 마주보는 대응 로터 샤프트와 연결될 수 있다. 터빈 샤프트(4)를 제너레이터(78)의 로터에 연결함으로써 터빈(2)의 운동 에너지는 제너레이터(78)에 의하여 전기 에너지로 변환된다. 제너레이터 로터 이외의 샤프트(4) 상의 저항만이 필로우 블록(52) 내의 링 베어링(76)에 전달되므로 터빈(2)은 자유롭게 회전할 수 있으며, 항력, 연결 기어(intervening gear)의 마찰, 변속기 및 다른 지지 구조체 없이 매우 낮은 풍속에서도 회전하게 된다.

<39> 본 발명의 일 실시예에서, 예시적인 제너레이터(78)는 3-상 스테이터와 영구자석 로터 조립체를 갖는 가변 속도 제너레이터일 수 있다. 제너레이터(78)는 또한 양방향 회전을 위하여 설계될 수 있으며, 내부적으로 정류된다. 바람직하게는 스테이터, 계자 권선 및 코어가 밀봉되어 공기, 습기 및 다른 오염물이 제너레이터(78)로 침투되는 것을 방지한다. 이러한 예시적인 제너레이터(78)는 200 rpm에서 240kW, 100 rpm에서 120 kW 그리고 50 rpm에서 60 kW의 출력 정격을 가질 수 있다. 무부하 런어웨이 속도(runaway speed)는 약 300 rpm일 수 있다. 제너레이터(78)는 약 8000 피트-파운드의 정격 토크 및 약 80 피트-파운드의 코깅(cogging) 토크 또는 기동 토크를 가질 수 있다. 제너레이터(78)는 약 95% 이상의 효율을 가질 수 있다. 각각의 제너레이터(78)는 풍력 구동 터빈 시스템을 전기 그리드(electrical grid)에 연결하는 동력 전달 라인과 전기적으로 연결된다.

<40> 제너레이터(78)는 도8 및 도9에 도시된 바와 같이 하나 이상의 제너레이터 스탠드(80) 상에 장착될 수 있으며, 이 제너레이터 스탠드들은 구성 면에서 샤프트 스탠드들(74)과 유사할 수 있다. 예를 들어, 제너레이터 스탠드들(80)은 스틸 A-프레임 지지체들일 수 있으며, 지지체들 정점에 제너레이터(78)가 장착된다. 제너레이터(78)는 어떤 높이에서 제너레이터 스탠드들(80) 상에 장착되어 제너레이터(78)에서 나온 로터 샤프트(도시되지 않음)는 터빈 샤프트(4)와 축방향으로 정렬된다. 제너레이터(78)의 로터 샤프트는 로터 커플러(도시되지 않음)를 통하여 터빈 샤프트(4)와 직접 연결될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 터빈 샤프트(4)와 로터 샤프트 사이의 단계적으로 높아지는 기어비(steped-up gear ratio)를 제공하기 위하여 변속기(도시되지 않음)가 터빈 샤프트(4)와 로터 샤프트 사이에 게재될 수 있다. 매우 낮은 풍속의 지역 내에서 터빈 시스템을 적용하는 경우, 이러한 낮은 풍속에서의 발전을 고려하여 변속기는 제너레이터(78) 내에서 로터 샤프트의 회전 진동수를 증가시킨다. 다른 실시예에서, 터빈(2)의 우측 및 좌측 샤프트(4) 각각은 개별 제너레이터들(78)에 부착될 수 있다.

<41> 도8에 도시된 바와 같은 일부 실시예들에서, 터빈은 터빈들(2a, 2b) 배열체의 일부분이다. 이러한 실시예에서, 제2 터빈(2b)이 제1 터빈(2a)에 바로 인접하게 장착되고, 터빈들(2a, 2b)의 인접 샤프트들(4)이 정렬된다면, 터빈들(2a, 2b) 사이의 인접 샤프트들(4)은 함께 샤프트 커플러(82)와 결합될 수 있다. 도8에 도시된 바와 같이, 우측 터빈(2b)의 우측 샤프트(4b)의 우측 축방향 단부는 제1 전기 제너레이터(78)에서 연장된 로터 샤프트(도시되지 않음)에 연결된다. 유사하게, 좌측 터빈(2a)의 좌측 샤프트(4a)의 좌측 축방향 단부는 제2 전기 제너레이터(78)에서 연장된 로터 샤프트(도시되지 않음)에 연결된다. 샤프트 커플러(82)는 인접 샤프트들(4)을 동조시키고, 따라서 인접 터빈들(2)도 동조하며, 그로 인하여 샤프트들(4)의 각각의 외부 단부에 연결된 제너레이터들(78)의 로터 샤프트들은 동일한 속도로 회전한다.

<42> 도9에 도시된 바와 같이, 하나 이상의 터빈(2) 및 부착된 제너레이터들(78)은 단수로서 또는 복수의 유사한 터빈(2)의 배열체 형태로 수백 피트 높이(예를 들어, 200 피트)까지 타워(86)의 상단 상의 플랫폼(84) 상에 위치할 수 있다. 타워(86)는 격자 또는 튜브형 구조로 이루어질 수 있다. 플랫폼(84)은 타워(86)의 상단에 고정적으로 또는 연결 동요 시스템(intervening yaw system; 도시되지 않음)의 정상에 부착되어 있어 터빈들(2)이 바람을 향하도록 하기 위하여 플랫폼(84)이 타워(86)의 상단을 중심으로 각도 방향으로 회전되게 한다. 플랫폼 상에 장착된 터빈들(2)을 설치하고 도움을 주는 작업자의 안전을 제공하기 위하여 플랫폼(84)은 그 주변부 둘레

에 안전 레일링 시스템(88)을 구비할 수 있다.

- <43> 도9에 도시된 바와 같이, 2개의 동일한 터빈(2) 및 2개의 제너레이터(78)가 샤프트 스탠드들(74)의 플랫폼(84) 및 제너레이터 스탠드들(80) 상에 각각 장착된다. 다른 터빈(2)이 유지 보수를 위하여 다른 터빈(2)이 가동을 중지할지라도 하나의 터빈(2)이 여전히 가동될 수 있기 때문에 쌍으로 터빈들(2)을 장착하는 것은 바람직하다. 복수의 필라(90; pillars)가 플랫폼(84)에 장착되며 장착된 터빈들(2)의 높이 위의 높이까지 수직으로 연장된다. 루프(92; roof)가 한 쌍의 터빈(2) 위에 위치한 필라 상에 장착될 수 있어 비, 눈 또는 다른 기상 조건으로부터 터빈들(2)에 대한 일부 보호를 제공한다. 도9에 도시된 바와 같은 루프(92)는 아치 형태이나, 루프는 어떠한 원하는 형상, 예를 들어 편평한 형상, 경사진 형상, 뾰족한 형상 등을 가질 수 있다. 루프 패널(92)은 또한 폭까지 측방향으로 연장될 수 있어 제너레이터(78)를 추가적으로 덮는다. 대안적으로, 제너레이터(78) 각각은 개별적인 커버들을 구비할 수 있으며 그렇지 않으면 날씨에 영향을 받지 않도록 구성된다.
- <44> 특정 지형학적 영역으로부터 동력 그리드로 원하는 양의 동력 발생을 제공하기 위하여 터빈들(2)을 지지하는 타워(86) 배열체는 아주 근접하게 배치될 수 있다. 부가적으로, 도10에 도시된 바와 같이, 타워(86)에 의하여 지지된 플랫폼(84) 상의 필라들(90)은 대안적으로 한 쌍의 제1 터빈들(2) 위에 위치한 제2 플랫폼(84')을 지지할 수 있어 한 쌍의 제2 터빈들(2)과 제너레이터들(78)을 지지한다. 본 실시예에서의 필라(90)는 한 쌍의 제2 터빈들(2)과 제너레이터들(78)의 무게를 지지하기 위하여 충분하게 견고할 필요가 있다. 도10에서, 제1 및 제2 쌍의 터빈(2)은 모든 점에서 도9에 관하여 이미 설명된 단일 쌍의 터빈(2)의 배열과 동일하다. 제2 플랫폼(84') 상의 제2 지지 필라(90) 세트는 제2의 한 쌍의 터빈(2) 위에 위치한 고품체의 호형 루프(92)를 지지하여 비, 눈 또는 다른 기상 조건으로부터 터빈들(2)에 대한 일부 보호를 제공한다. 루프 패널(92)은 또한 폭까지 측방향으로 연장될 수 있어 제너레이터(78)를 추가적으로 덮는다.
- <45> 전방 스크린(94)과 후방 스크린(96)(도10 참조)은 도9 및 도10의 각각의 쌍의 전면부 및 후면부 상의 필라들(90) 사이를 연결한다. 도9에서, 전방 스크린(94)과 후방 스크린(96)은 플랫폼(84)에서 루프(92)로 연장되며 측방향으로 적어도 한 쌍의 터빈(2)만큼 넓다. 도10에서, 제1 전방 및 후방 스크린(94, 96)은 플랫폼(84)에서 제2 플랫폼(84')의 아래로 연장된다. 제2의 전방 및 후방 스크린(94, 96)은 제2 플랫폼(84')에서 루프(92)로 연장된다. 전방 및 후방 스크린(94, 96)은 와이어 망(wire mesh) 또는 스틸 망 패널(steel mesh panel)로 이루어질 수 있으며, 이 스크린은 쓰레기 또는 다른 물품이 바람에 날려 터빈들(2) 내로 유입되는 것을 방지하기 위하여 그리고 조류가 터빈들(2) 내로 날아 들어오거나 터빈들(2)에 동지를 트는 것을 방지하기 위하여 제공된다. 측부 스크린들(98)은 유사하게 한 쌍의 터빈(2)의 각각의 측부 상의 전방 스크린(94)과 후방 스크린(96) 사이의 거리를 연결하기 위하여 사용될 수 있다. 측부 스크린들(98)은 터빈(2)에 대한 유지 보수 접근을 허용하기 위해 힌지 결합된 패널일 수 있다. 제너레이터(78)는 측부 스크린들(98) 내에 또는 그 외부에 수용될 수 있다.
- <46> 대안적으로, 도10의 상부 쌍의 터빈(2)과 관련하여 도시된 바와 같이, 터빈들(2)의 블레이드들(6)로 물건들이 바람에 날려 들어오는 것을 방지하기 위하여 터빈들(2)의 각각의 림(8)에 의하여 제한된 영역은 또한 와이어 망 또는 스틸 망 림 스크린 패널(100)에 의하여 덮여질 수 있다. 이 림 스크린 패널들은 조립의 용이함을 위하여 파이 형태(pie-shaped)의 패널들의 집합체일 수 있으며 도시된 바와 같이 각각의 터빈 스포크 사이로 연장된다. 림 스크린 패널들(100)을 스포크에 볼트 결합시킴으로써 림 스크린 패널들은 각각의 스포크(12)에 부착될 수 있다. 림 스크린들(100)이 바람에 대하여 투과성이기 때문에 공기가 터빈(2)을 통과하면, 공기가 영역에 가두어 지기보다는 영역으로부터 배출되며, 그로 인하여 터빈 상에서 항력을 발생시키는 데드 포켓(dead pocket) 또는 소용돌이(eddies)를 야기하지 않는다.
- <47> 도9에 도시된 바와 같이 플랫폼(84) 상에 전방 및 후방 방풍(wind-break) 패널들(102)이 추가로 설치될 수 있다. 각각의 방풍 패널(102)은 루프(92)의 하부 (또는 도10에 도시된 상부 플랫폼(84'))상에 그리고 플랫폼(84, 84') 상에 각각 위치한 상부 및 하부 슬라이딩 트랙들(104) 내에 장착된다. 각각의 슬라이딩 방풍 패널(102)의 폭은 터빈(2)의 폭의 1/2까지 또는 그 이상일 수 있다. 터빈 블레이드들(6)에 충격을 가하는 공기 흐름의 양을 줄이기 위하여 슬라이딩 방풍 패널(102)은 유압 또는 전기기계적인 작동 장치에 의하여 터빈들(2) 앞에서 트랙들(104) 내에서 이동할 수 있다. 풍속 모니터링 장치로부터 풍속이 입력되면 터빈들(2)을 덮기 위한 패널들(102)의 이동은 컨트롤러에 의하여 실행될 수 있다. 바람의 속도가 한계 수준(threshold level)에 도달함에 따라 패널들(102)은 점차적인 방법으로 터빈들(2) 앞에서 이동될 수 있다. 예를 들어, 터빈 블레이드들(6)에 충격을 가하는 풍량을 감소시키기 위하여 높은 풍속 환경 내에서 풍량 면에서의 감소가 바람직할 수 있으며, 그로 인하여 터빈 샤프트(2)의 회전 속도를 변형(translated)시키며 기계적인 고장 또는 제너레이터 과부하가 우려되어 터빈들을 일시정지시키기 보다는 터빈들(2)이 계속 작동하게 한다. 터빈 블레이드들(6)에 충격을

가하는 공기 흐름의 균형을 맞추기 위하여 그리고 좌측 또는 우측 터빈 샤프트(4) 중 어느 하나에 위치하는 과도한 측방향 토크의 가능성을 최소화하기 위하여 각각의 방풍 패널(102)을 각각의 터빈(2)의 림들(8) 사이의 등거리 점에 각각의 방풍 패널(102)의 중심을 두는 것이 바람직할 수 있다.

<48> 도10의 상부 쌍의 터빈(2)에 관하여 도시된 바와 같은 대안 실시예에서, 각각의 터빈(2)은 터빈(2)의 각각의 측방향 부분으로부터 터빈(2) 앞에 삽입된 끼워진 한 쌍의 방풍 패널(102)을 구비할 수 있다. 동일한 비율로 터빈(2)의 앞에 끼워질 때, 이러한 한 쌍의 패널(102)은 터빈들(2)에 충격을 가하는 공기 흐름이 지속적으로 터빈 블레이드들(6)의 중심을 향하도록 하며, 그로 인하여 좌측 또는 우측 샤프트(4) 중 어느 하나에 위치하는 과도한 토크를 최소화한다. 이러한 방법으로 각각의 터빈(2)을 위한 한 쌍의 방풍 패널(102)을 이용하는 것은 각각의 터빈 블레이드(6)의 길이를 따르는 공기 흐름의 균일한 측방향 분산을 더 고려한다. 도10에 도시된 바와 같은 다른 대안적인 실시예에서, 롤링 서터(106)가 상부 플랫폼(84') 아래에 (또는 루프(92) 아래에) 장착될 수 있으며 터빈(2) 앞에 위치할 수 있다. 본 실시예에서, 롤링 서터(106)는 터빈(2) 앞에서 아래로 개방될 수 있어 유사하게 좌측 또는 우측 샤프트(4) 상에서 불균형한 토크를 생성함이 없이 공기 흐름을 제한한다. 터빈 회전을 효과적으로 억제하고 터빈(2) 또는 부착된 제너레이터(78)에 대한 손상을 막기 위하여 또는 플랫폼(84)과 루프(92) 사이의 거리를 연결하는 롤링 서터(106)는 매우 높은 풍속의 영향을 받는 환경에 있는 것이 바람직할 수 있다.

<49> 언급한 바와 같이, 각각의 블레이드(6)는, 매우 낮은 풍속에서 그리고 바람의 입사각이 터빈 블레이드들(6)에 일직선으로 수직이 아닐 때 터빈(2) 내에서 회전을 유도하기에 적합한 날개(airfoil)로서 설계되었다. 터빈들(2)은 일반적으로 터빈 블레이드들(6)의 면들이 일반적으로 바람의 우세한 방향(prevaling direction)에 실질적으로 수직으로 배향된다. 이 방법에서, 블레이드(6)의 선단 곡면(68)은 바람의 입사 풍량(air volume)을 수집하는 버킷(bucket)으로 작용한다. 바람에 의하여 부여되는 압력은 샤프트(4) 상에서의 터빈(2)을 회전시키기 시작한다. 바람이 터빈(2) 앞으로 불 때, 블레이드(6)의 선단 에지(54)는 아래로 힘을 받는다. 도면에 도시된 바와 같이 우측에서 터빈(2)을 보면, 터빈(2)은 시계 반대 방향으로 회전할 것이다. 부가적으로, 블레이드(6)의 날개 형상 때문에 플라이휠(flywheel)과 유사한 방법으로 블레이드들(6)이 바람에 의하여 동기됨에 따라서 터빈들(2)의 측방향 단부로부터 유입되는 바람은 터빈들(2)을 회전시키기 시작한다.

<50> 블레이드(6)의 선단 곡면(68)을 아래 방향으로 미는 바람의 압력에 더하여, 과도한 압력은 인접한 블레이드들(6) 사이에 한정된 공간의 각각의 단부 밖으로 공기를 강제로 밀어낸다. 터빈(2)의 전방에서 본 바와 같이, 하부 터빈 블레이드가 하부 블레이드 상에서의 바람의 입사가 블레이드를 아래 방향으로 강제적으로 밀어내는 각도에 있을 때까지 터빈 블레이드(6)의 선단 에지(54)의 상향 곡률은 하부 터빈 블레이드와 상부 터빈 블레이드 사이의 포켓으로 바람이 유입되는 것을 부분적으로 차단한다. 따라서, 터빈 블레이드(6)의 선단 에지(54)의 상향 곡률은 앞에서 보았을 때 터빈(2)이 항상 동일한 아래 방향으로 회전하는 것을 보장한다.

<51> 블레이드들(6)이 하향 회전하고 터빈(2)의 후방을 향하여 회전을 계속함에 따라서 2개의 인접한 블레이드 사이의 포켓 내에서 블레이드(6)의 후단 에지(56)를 향하여 보다 높은 압력이 존재하고 블레이드(6)의 선단 에지(54)를 향하여 보다 낮은 압력이 존재한다. 이 압력 차이는 선단 에지(54)에 더 인접한 공기를 포켓 밖으로 배출시키는 터빈(2)의 원심력에 의하여 유도된다. 포켓이 압력 평형에 도달하고자 함에 따라서 이러한 고압과 저압의 차이는 블레이드의 후단 에지(56)에서 선단 에지(54)로의 공기 흐름을 더 일으킨다. 터빈(2)의 후방 상에서의 블레이드(6)를 가로지르는 이러한 외측으로의 공기 흐름은 선단 곡면(68)에 걸쳐 얼마간의 크기의 공기역학적 양력을 제공하기 위하여 작용한다.

<52> 또한, 블레이드들(6) 각각의 후단 에지(56)가 샤프트(4)에 부착되지 않고 샤프트(4)가 허브들(10) 사이로 완전히 연장되지 않기 때문에 블레이드들(6)의 각각의 후단 에지(56)와 샤프트(4) 사이에 간격(gap)이 존재한다. 이는 터빈(2)의 전방 상의 2개의 인접한 블레이드들(6) 사이의 포켓에서 터빈(2)의 후방 상에 동시에 위치한 2개의 인접한 그리고 마주보는 블레이드들(6) 사이의 포켓으로의 공기 흐름을 고려한 것이다. 전방에 위치한 블레이드들에서 후방에 위치한 블레이드들로의 공기 흐름은 터빈(2)의 후방에서의 후단 곡면(70)의 볼록부에 충격을 가하며, 따라서 터빈(2)의 후방 상에서 블레이드(6)를 위 방향으로 밀며 터빈(2)의 반시계 방향으로의 회전을 돕는다. 또한, 터빈(2)의 축으로부터의 이 공기 흐름은 후단 에지(56)에서의 고압 공기로부터 블레이드(6)의 선단 에지(54)를 향하는 저압으로의 공기 흐름과 합류된다. 이 부가적인 공기 흐름은 선단 곡면(68)의 볼록부 상에서의 공기역학적 양력을 증가시킨다. 터빈(2)의 후방 상의 인접한 블레이드들(6) 사이의 출구 영역이 샤프트(4)에 가까운 블레이드들(6) 사이의 입구 영역보다 넓기 때문에 공기 흐름의 정체 및 막힘이 방지된다.

<53> 우세한 바람이 터빈(2)의 후방에서 시작된 방향으로 방향을 바꾼다면, 블레이드들(6)은 바람을 포착하고 동일한

방법으로 터빈(2)을 회전시킨다는 것이 명백할 것이다. 도면들에 도시된 우측 단부에서 본 바와 같이 터빈(2)의 회전은 여전히 반시계 방향일 것이다. 그러나, 이 상황에서, 선단 곡면(68) 내에서의 풍량(air volume)의 수집에 의하여 후방 상에서의 선단 에지(54)는 위로 강제적으로 밀려질 것이다. 유사하게, 압력 차이 및 공기 역학적 양력 효과는 터빈(2)의 전방 상에서의 블레이드들(6)로 이동할 것이며, 그로 인하여 블레이드는 아래로 강제적으로 밀려질 것이다.

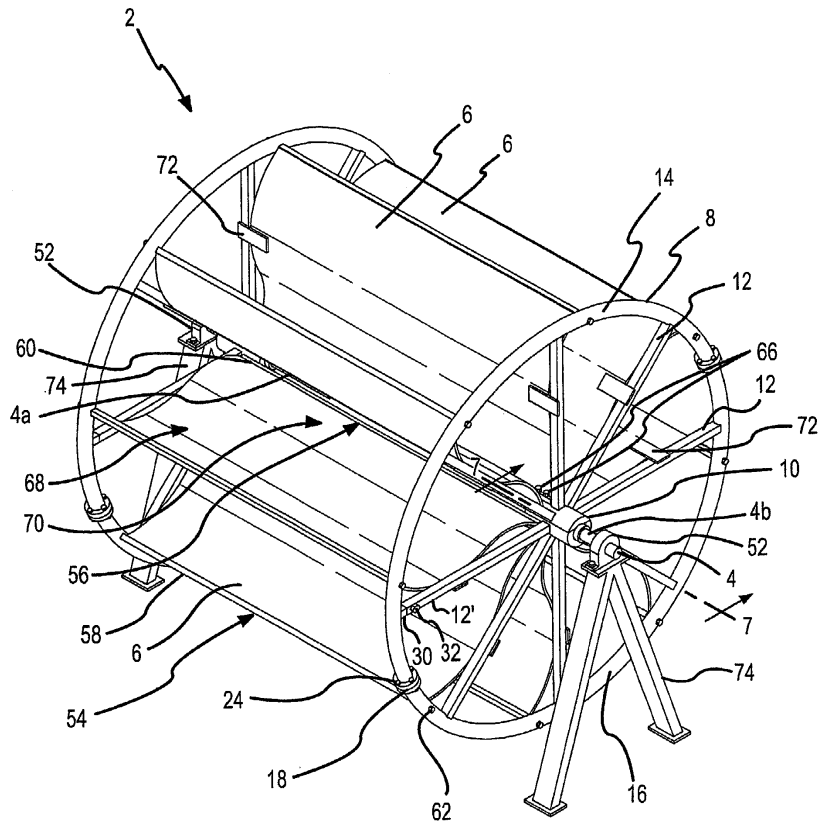
<54> 본 발명의 여러 가지 실시예들이 어떤 정도의 특수성과 함께 또는 하나 이상의 개별적인 실시예를 참고하여 위에서 설명되었을지라도, 본 기술 분야의 숙련자들은 본 발명의 사상 또는 범위를 벗어남이 없이 개시된 실시예들에 대한 많은 변경을 할 수 있다. 상기 설명 내에 포함된 그리고 첨부된 도면에 도시된 모든 사항들은 특정 실시예들의 단지 예시적인 것으로 설명될 것이며 제한되지 않는 것으로 의도되었다. 모든 방향적인 참고 설명(예를 들어, 인접하는, 말단, 상부, 하부, 상향, 하향, 좌측, 우측, 측방향, 전방, 후방, 상단, 바닥, 위, 아래, 수직, 수평, 시계 방향 및 반시계 방향)은 단지 읽는 사람의 본 발명의 이해를 돕기 위한 확인 목적을 위하여 사용되었으며, 특히 본 발명의 위치, 방향 또는 사용에 관하여 제한을 하는 것은 아니다. 연결에 대한 참고 설명들(예를 들어, 부착된, 결합된, 연결된 그리고 접합된)은 넓게 해석하기 위한 것이며 달리 지적하지 않는 한 요소들의 집합과 요소들 사이의 상대적인 이동 간의 중간 부재들을 포함할 수 있다. 이로써, 연결에 대한 참고 설명은 2개의 요소들이 직접 연결되고 서로에 대하여 고정된 관계에 있다는 것으로 반드시 추론되지는 않는다. 위의 설명에 포함되거나 첨부 도면 내에 도시된 모든 사항들은 단지 예시적이고 제한되지 않는 것으로 해석될 것이다. 하기의 청구범위 내에서 한정된 바와 같이 세부적인 변화 또는 구성은 본 발명의 기본적인 요소들로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있다.

도면의 간단한 설명

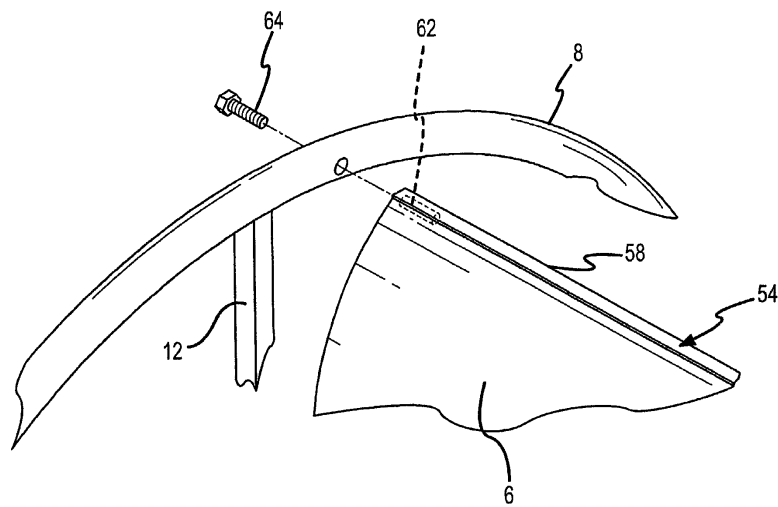
- <15> 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 풍력 구동 터빈의 등각도이다.
- <16> 도2는 도1의 풍력 구동 터빈의 림에 대한 블레이드의 부착부의 분해 상세도이다.
- <17> 도3은 블레이드들 중 하나의 블레이드가 제거되고 축이 가상선으로 도시된 도1의 풍력 구동 터빈의 허브에 대한 블레이드의 부착부의 상세도이다.
- <18> 도4는 도1의 풍력 구동 터빈의 블레이드의 등각도이다.
- <19> 도5는 도4의 블레이드의 우측면도이다.
- <20> 도6은 도1의 풍력 구동 터빈의 허브, 림 및 스포크 조립체의 분해 등각도이다.
- <21> 도7은 축과 허브 사이의 경계면을 포함한, 도1의 풍력 구동 터빈의 일부분의 도1에 지시된 바와 같은 선 7-7을 따라 절취한 상태의 단면도이다.
- <22> 도8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 한 쌍의 제너레이터를 구동하는 한 쌍의 연결된 풍력 구동 터빈의 등각도이다.
- <23> 도9는 본 발명의 추가적인 실시예에 따른 타워 플랫폼 상에 장착된 한 쌍의 풍력 구동 터빈의 등각도이다.
- <24> 도10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 타워 플랫폼 상에 장착된 풍력 구동 터빈 배열체의 등각도이다.

도면

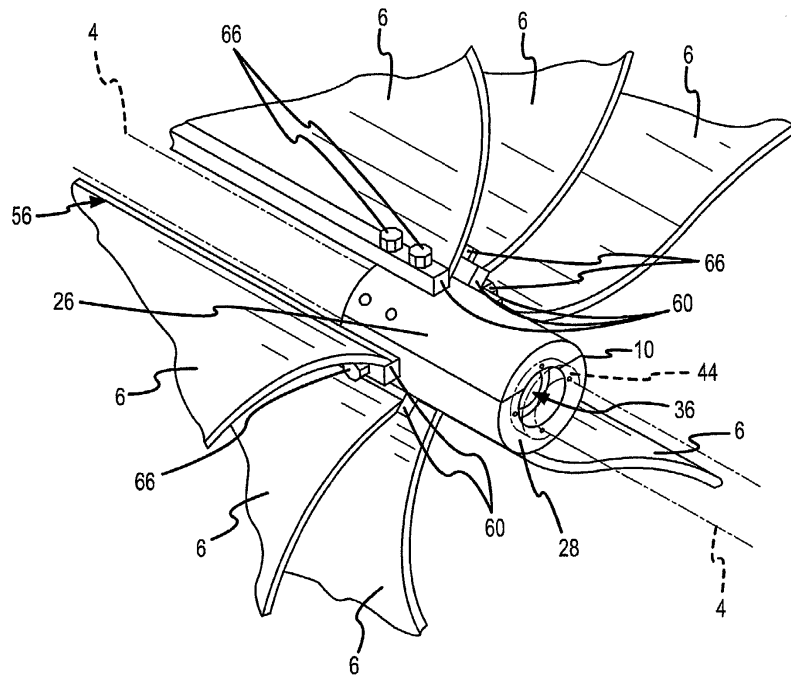
도면1



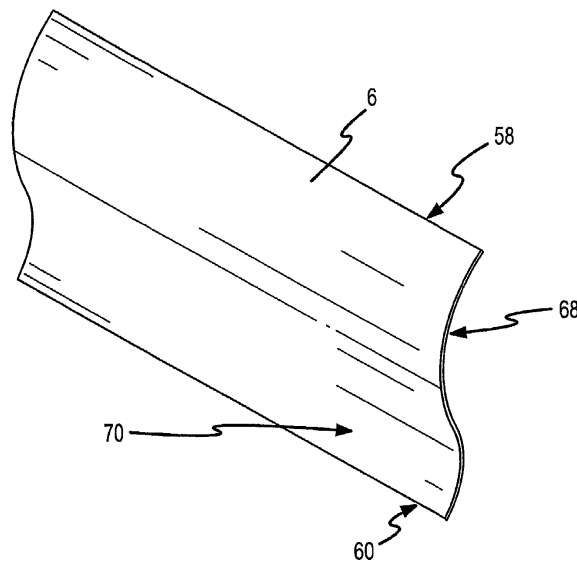
도면2



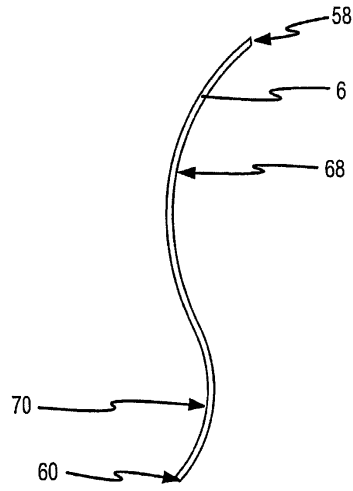
도면3



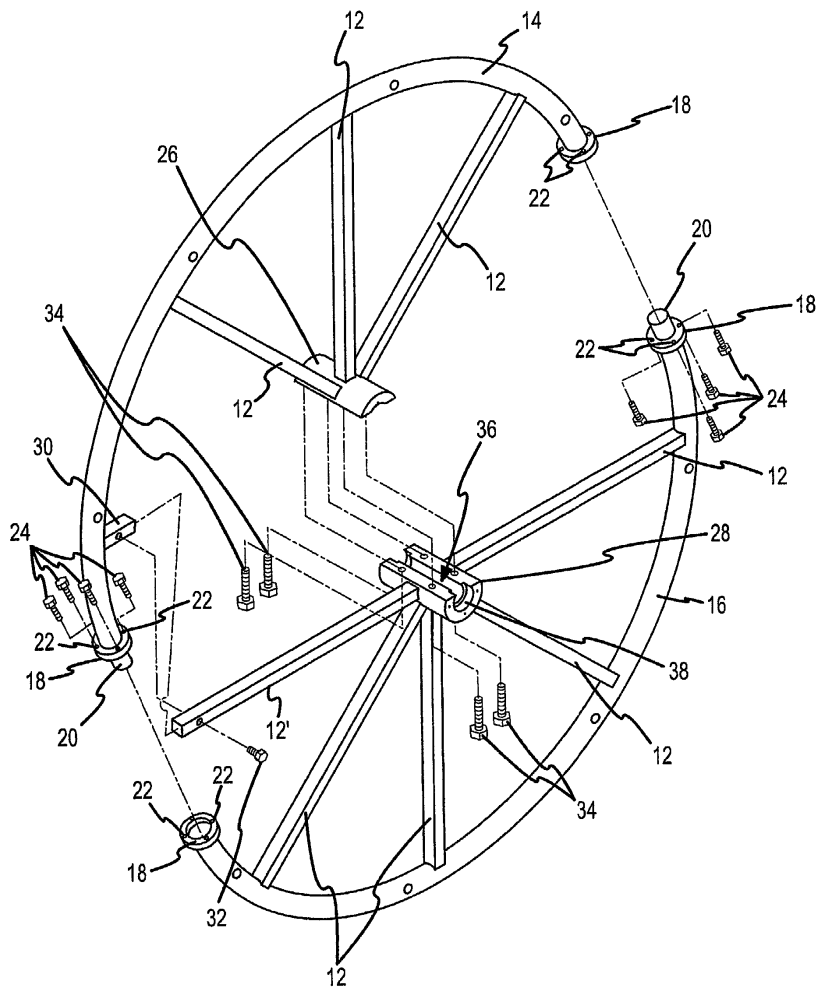
도면4



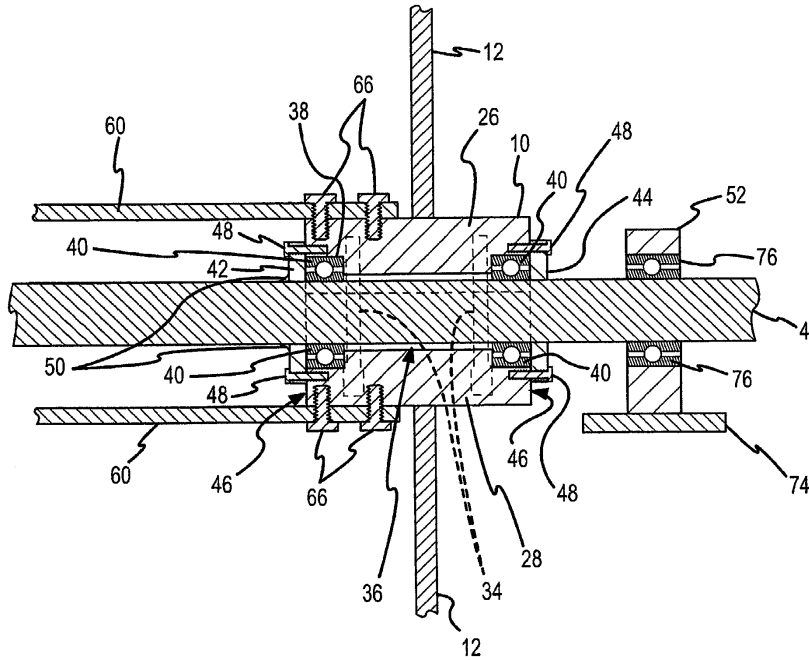
도면5



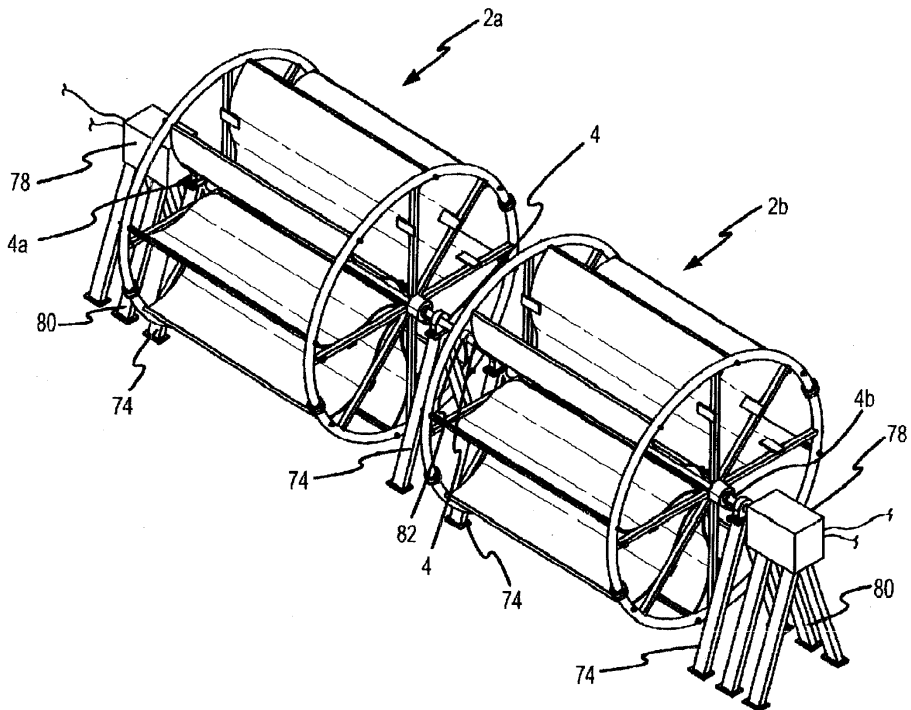
도면6



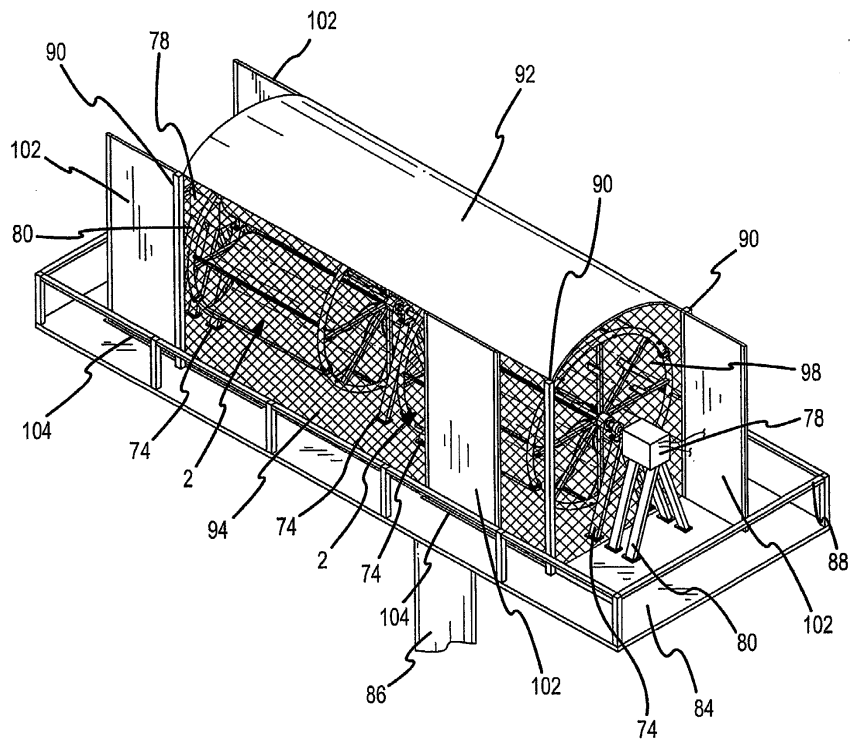
도면7



도면8



도면9



도면10

