



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년03월13일
(11) 등록번호 10-1110908
(24) 등록일자 2012년01월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F03D 7/02 (2006.01) F03D 11/00 (2006.01)
F03D 7/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7008804
(22) 출원일자(국제) 2010년02월10일
심사청구일자 2010년04월22일
(85) 번역문제출일자 2010년04월22일
(65) 공개번호 10-2011-0116088
(43) 공개일자 2011년10월25일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2010/051978
(87) 국제공개번호 WO 2011/099128
국제공개일자 2011년08월18일
(56) 선행기술조사문헌
JP2006057469 A
전체 청구항 수 : 총 8 항

(73) 특허권자
미츠비시 슈고교 가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토꾸 고난 2초메 16방 5고
(72) 발명자
미나미 도오루
일본 1088215 도쿄도 미나토꾸 고난 2초메 16방 5고 미츠비시 슈고교 가부시키키가이샤 내
다케베 데즈오
일본 8500853 나가사끼켄 나가사끼시 하마노마쵸 1-7 료오 게이소오 가부시키키가이샤 내
(74) 대리인
성재동, 장수길

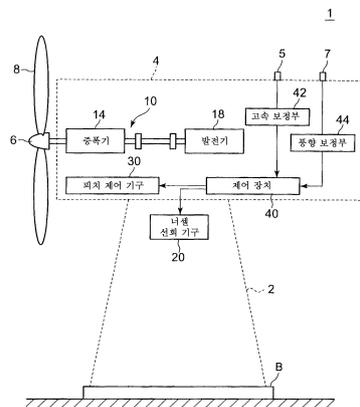
심사관 : 백은기

(54) 발명의 명칭 풍력 발전 장치 및 풍력 발전 장치의 제어 방법

(57) 요약

본 발명의 과제는 강풍이 항상 분다고는 할 수 없는 장소에 설치되는 경우라도, 발전 효율의 저하를 억제할 수 있는 풍력 발전 장치 및 풍력 발전 장치의 제어 방법을 제공하는 것이다. 풍력 발전 장치(1)는, 풍속계(5) 및 풍향계(7)와, 너셀(4)을 선회시키는 너셀 선회 기구(20)와, 너셀 선회 기구(20)를 제어하는 제어 장치(40)를 구비한다. 제어 장치(40)는, 풍속계(5)의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 컷인 풍속(Vcut_in)보다도 작은 제1 임계치(Vth1)를 초과할 경우에, 풍향계(7)의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향을 기초로 하여 너셀(4)이 선회하는 한편, 풍속계(5)의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 제1 임계치(Vth1) 이하인 경우에, 너셀(4)의 선회가 정지하도록 너셀 선회 기구(20)를 제어하도록 되어 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

풍속계 및 풍향계와,

너셀을 선회시키는 너셀 선회 기구와,

상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 컷인 풍속보다도 작은 제1 임계치를 초과할 경우에, 상기 풍향계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향을 기초로 하여 상기 너셀이 선회하는 한편, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 제1 임계치 이하인 경우에, 상기 너셀의 선회가 정지하도록 상기 너셀 선회 기구를 제어하는 제어 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는, 풍력 발전 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제어 수단은, 상기 너셀의 선회가 정지되어 있는 상태에서, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 상기 제1 임계치보다도 크고 상기 컷인 풍속보다도 작은 제2 임계치 이상이 되었을 때에, 상기 풍향계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향을 기초로 하는 상기 너셀의 선회를 재개하도록 상기 너셀 선회 기구를 제어하는 것을 특징으로 하는, 풍력 발전 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 회전 날개를 피치 방향으로 개폐하는 피치 구동 기구를 더 구비하고,

상기 제어 수단은, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 컷인 풍속을 밑돌 때에, 상기 회전 날개의 피치각에 상한이 설정된 유전 모드가 되는 한편, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 컷인 풍속 이상일 때에, 상기 회전 날개의 피치각이 완전 개방 상태까지 허용되는 통상 운전 모드가 되도록 상기 피치 구동 기구를 제어하는 것을 특징으로 하는, 풍력 발전 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 풍력 발전 장치의 파워 커브가 최대가 되는 상기 너셀의 방향과, 상기 풍향계에 의해 측정된 풍향과의 편차를 기초로 하여, 상기 풍향계에 의해 측정된 풍향을 보정하는 풍향 보정 수단을 더 구비하고,

상기 제어 수단은, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 제1 임계치보다도 큰 경우, 상기 풍향 보정 수단에 의해 보정된 상기 풍향에 상기 너셀이 추종하도록 상기 너셀 선회 기구를 제어하는 것을 특징으로 하는, 풍력 발전 장치.

청구항 5

풍속계 및 풍향계와, 너셀을 선회시키는 너셀 선회 기구를 갖는 풍력 발전 장치의 제어 방법이며,

상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 컷인 풍속보다도 작은 제1 임계치를 초과할 경우, 상기 풍향계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향을 기초로 하여 상기 너셀을 상기 너셀 선회 기구로 선회시키는 공정과,

상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 제1 임계치 이하인 경우, 상기 너셀 선회 기구에 의한 상기 너셀의 선회를 정지하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는, 풍력 발전 장치의 제어 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 너셀의 선회를 정지하는 공정 후에, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 상기 제1 임계치보다도 크고 상기 컷인 풍속보다도 작은 제2 임계치 이상이 되었을 때에, 상기 풍향계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향을 기초로 하는 상기 너셀의 선회를 재개하는 공정을 더 구비하는 것을 특징으로 하는, 풍력 발전 장치의 제어 방법.

청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 풍력 발전 장치가, 회전 날개를 피치 방향으로 개폐하는 피치 구동 기구를 더 갖고,

상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 컷인 풍속을 밑돌 때에, 상기 회전 날개의 피치각에 상한이 설정된 유전 모드에서, 상기 피치 구동 기구에 의해 상기 회전 날개의 피치각을 조절하는 공정과,

상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 컷인 풍속 이상일 때에, 상기 회전 날개의 피치각이 완전 개방 상태까지 허용되는 통상 운전 모드에서, 상기 피치 구동 기구에 의해 상기 회전 날개의 피치각을 조절하는 공정을 더 구비하는 것을 특징으로 하는, 풍력 발전 장치의 제어 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 풍력 발전 장치의 파워 커브가 최대가 되는 상기 너셀의 방향과, 상기 풍향계에 의해 측정된 풍향과의 편차를 기초로 하여, 상기 풍향계에 의해 측정된 풍향을 보정하는 공정을 더 구비하고,

상기 너셀을 선회시키는 공정에서는, 상기 풍향을 보정하는 공정에서 보정된 상기 풍향에 추종하도록 상기 너셀을 선회시키는 것을 특징으로 하는, 풍력 발전 장치의 제어 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 풍력 발전 장치 및 풍력 발전 장치의 제어 방법에 관한 것으로, 특히 풍속계 및 풍향계의 측정 결과를 기초로 하여 너셀을 선회시킬 수 있는 풍력 발전 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근, 지구 환경의 보전의 관점에서, 재생 가능 에너지 중 하나인 풍력을 이용한 풍력 발전 장치의 보급이 진행되고 있다.

[0003] 풍력 발전 장치는, 일반적으로 회전 날개가 부착된 로터 헤드와, 회전축 및 발전기를 수납하는 너셀과, 너셀을 지지하는 지지 기둥으로 구성되어 있다. 또한, 발전 효율을 향상시키기 위해, 바람의 상태에 맞추어, 너셀을 선회하는 요 선회나, 회전 날개를 피치 방향으로 회전시키는 피치 제어를 행하는 경우가 많다.

[0004] 이러한 풍력 발전 장치로서는, 너셀에 부착된 풍속계 및 풍향계의 측정 결과를 기초로 하여, 너셀의 방향을 제어하는 것이 있다. 예를 들어 특허 문헌 1에는, 풍향계에 의해 측정된 풍향의 변동 폭이 제1 설정치보다 작고, 풍속계에 의해 측정된 풍속의 변동 폭이 제2 설정치보다 작은 경우에, 풍향계에 의해 측정된 풍향에 너셀을 추종시켜서 효율적으로 발전을 행하는 것이 기재되어 있다.

[0005] 그런데 풍력 발전 장치의 풍향계는 일반적으로 회전 날개의 하류측의 너셀에 부착되므로, 회전 날개에 부딪힌 후의 풍향을 측정하게 되어, 측정 오차가 발생해 버린다. 그래서 풍향계로 측정된 풍향과 너셀 방향과의 편차(풍향 편차)에 대한 발전 출력의 분포 곡선을 미리 취득해 두고, 이 분포 곡선의 피크가 되는 풍향 편차를 보정량으로서, 풍향계의 측정 결과를 보정하도록 한 풍력 발전 장치가 제안되어 있다(예를 들어, 특허 문헌 2 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2008-309097호 공보
 (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 평9-317760호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 특허 문헌 1 및 2에는, 풍속이 컷인 풍속보다도 작아, 바람이 거의 그친 상태에 있어서, 너셀의 선회를 어떻게

행할 것인지에 대해서 기재는 없지만, 일반적인 풍력 발전 장치에서는, 풍속이 컷인 풍속보다도 작은 경우에는, 풍향계에 의해 측정된 풍향에 너셀을 추종시키는 것은 행하고 있지 않다.

[0008] 그러나 바람이 강해지기 시작했을 때에, 너셀 방향이 풍향을 따르고 있지 않으면, 컷인 풍속 이상에 있어서의 통상 운전으로 신속하게 이행할 수 없다. 특히, 항상 강한 바람이 분다고는 할 수 없는 지역에 설치된 풍력 발전 장치에서는, 바람이 강해지기 시작했을 때에, 너셀 방향이 풍향을 따르도록 하지 않으면 효율적으로 발전을 행하는 것이 어렵다.

[0009] 본 발명은 상술한 사정에 비추어 이루어진 것으로, 강풍이 항상 분다고는 할 수 없는 장소에 설치되는 경우라도, 발전 효율의 저하를 억제할 수 있는 풍력 발전 장치 및 풍력 발전 장치의 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명에 관한 풍력 발전 장치는, 풍속계 및 풍향계와, 너셀을 선회시키는 너셀 선회 기구와, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 컷인 풍속보다도 작은 제1 임계치를 초과할 경우에, 상기 풍향계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향을 기초로 하여 상기 너셀이 선회하는 한편, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 제1 임계치 이하인 경우에, 상기 너셀의 선회가 정지하도록 상기 너셀 선회 기구를 제어하는 제어 수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 여기에서, 「풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속」이란, 풍속계에 의해 측정된 풍속 바로 그 자체라도 좋고, 풍속계에 의해 측정된 풍속에 어느 정도의 보정을 행하여 구한 진짜 풍속이라도 좋다. 마찬가지로, 「풍향계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향」이란, 풍향계에 의해 측정된 풍향 바로 그 자체라도 좋고, 풍향계에 의해 측정된 풍향에 어느 정도의 보정을 행하여 구한 진짜 풍향이라도 좋다.

[0012] 상기 풍력 발전 장치에서는, 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 컷인 풍속보다도 작은 경우라도, 제1 임계치보다 크면, 풍향계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향을 기초로 하여 너셀을 선회시키므로, 바람이 강해지기 시작해서 컷인 풍속을 초과할 때, 너셀 방향이 대략 풍향을 따르고 있어, 컷인 풍속 이상에 있어서의 통상 운전으로 신속하게 이행하는 것이 가능하다. 따라서, 강풍이 항상 분다고는 할 수 없는 장소에 설치되는 경우라도, 발전 효율의 저하를 억제할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 풍력 발전 장치에서는 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 제1 임계치 이하인 경우에는, 너셀의 선회를 정지한다. 바람이 거의 그치고 있는 상태에서는, 풍향이 불안정하여 너셀 방향을 풍향에 추종시키려고 하면, 빈번히 너셀을 선회시키게 되어 버린다. 그래서 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 제1 임계치 이하인 경우에 너셀의 선회를 정지함으로써, 너셀이 빈번히 선회해 버려, 엄청난 전력을 소비하는 일이 없다. 따라서, 강풍이 항상 분다고는 할 수 없는 장소에 설치되는 경우라도, 발전 효율의 저하를 억제할 수 있다.

[0014] 상기 풍력 발전 장치에 있어서, 상기 제어 수단은 상기 너셀의 선회가 정지되어 있는 상태에서, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 상기 제1 임계치보다도 크고 상기 컷인 풍속보다도 작은 제2 임계치 이상이 되었을 때에, 상기 풍향계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향을 기초로 하는 상기 너셀의 선회를 재개하도록 상기 너셀 선회 기구를 제어하는 것이 바람직하다.

[0015] 이와 같이, 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 제1 임계치보다도 크고 컷인 풍속보다도 작은 제2 임계치 이상이 되었을 때에, 너셀의 선회를 재개함으로써, 바람이 강해지기 시작해서 컷인 풍속을 초과할 때, 너셀 방향이 대략 풍향을 따르고 있으므로, 컷인 풍속 이상에 있어서의 통상 운전으로 신속하게 이행하는 것이 가능하다. 따라서, 강풍이 항상 분다고는 할 수 없는 장소에 설치되는 경우라도, 발전 효율의 저하를 한층 더 억제할 수 있다.

[0016] 상기 풍력 발전 장치에 있어서, 회전 날개를 피치 방향으로 개폐하는 피치 구동 기구를 더 구비하고, 상기 제어 수단은 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 컷인 풍속을 밀돌 때에, 상기 회전 날개의 피치각에 상한이 설정된 유전(遊轉) 모드가 되는 한편, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 컷인 풍속 이상일 때에, 상기 회전 날개의 피치각이 완전 개방 상태까지 허용되는 통상 운전 모드가 되도록 상기 피치 구동 기구를 제어하는 것이 바람직하다.

[0017] 이와 같이, 컷인 풍속을 밀도는 경우라도, 회전 날개의 피치각에 상한이 설정된 유전 모드에서 회전 날개의 피치각을 조절해 줌으로써, 바람이 강해지기 시작해서 컷인 풍속을 초과할 때, 통상 운전 모드로 신속하게 이행할

수 있다.

- [0018] 상기 풍력 발전 장치에 있어서, 상기 풍력 발전 장치의 파워 커브가 최대가 되는 상기 너셀의 방향과, 상기 풍향계에 의해 측정된 풍향과의 편차를 기초로 하여, 상기 풍향계에 의해 측정된 풍향을 보정하는 풍향 보정 수단을 더 구비하고, 상기 제어 수단은, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 제1 임계치보다도 큰 경우, 상기 풍향 보정 수단에 의해 보정된 상기 풍향에 상기 너셀이 추종하도록 상기 너셀 선회 기구를 제어하는 것이 바람직하다.
- [0019] 풍력 발전 장치의 풍향계는, 회전 날개의 후방에 위치하는 너셀에 부착되는 것이 일반적이다. 이 경우, 풍향계의 검출 대상은 회전 날개에 부딪힌 후의 바람이므로, 풍향계의 측정 결과는 실제 풍향으로부터 벗어나 버리는 경우가 있다. 그래서 상술한 바와 같이, 풍향 보정 수단을 마련하고, 파워 커브가 최대가 되는 너셀 방향과, 풍향계에 의해 측정된 풍향과의 편차를 기초로 하여 풍향을 보정함으로써, 너셀 방향을 풍향에 의해 정확하게 따라게 하여, 발전 효율을 높일 수 있다.
- [0020] 본 발명에 관한 풍력 발전 장치의 제어 방법은, 풍속계 및 풍향계와, 너셀을 선회시키는 너셀 선회 기구를 갖는 풍력 발전 장치의 제어 방법이며, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 컷인 풍속보다도 작은 제1 임계치를 초과할 경우, 상기 풍향계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향을 기초로 하여 상기 너셀을 상기 너셀 선회 기구로 선회시키는 공정과, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 제1 임계치 이하인 경우, 상기 너셀 선회 기구에 의한 상기 너셀의 선회를 정지하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 이 풍력 발전 장치의 제어 방법에서는, 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 컷인 풍속보다도 작은 경우라도, 제1 임계치보다 크면, 풍향계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향을 기초로 하여 너셀을 선회시키므로, 바람이 강해지기 시작해서 컷인 풍속을 초과할 때, 너셀 방향이 대개 풍향을 따르고 있어, 컷인 풍속 이상에 있어서의 통상 운전으로 신속하게 이행하는 것이 가능하다. 따라서, 강풍이 항상 분다고는 할 수 없는 장소에 풍력 발전 장치가 설치되는 경우라도, 발전 효율의 저하를 억제할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 풍력 발전 장치의 제어 방법에서는, 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 제1 임계치 이하인 경우에는, 너셀의 선회를 정지한다. 이로 인해, 너셀이 빈번히 선회해 버려, 엄청난 전력을 소비하는 일이 없으므로, 강풍이 항상 분다고는 할 수 없는 장소에 풍력 발전 장치가 설치되는 경우라도, 발전 효율의 저하를 억제할 수 있다.
- [0023] 상기 풍력 발전 장치의 제어 방법에 있어서, 상기 너셀의 선회를 정지하는 공정 후에, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 상기 제1 임계치보다도 크고 상기 컷인 풍속보다도 작은 제2 임계치 이상이 되었을 때에, 상기 풍향계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향을 기초로 하는 상기 너셀의 선회를 재개하는 공정을 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [0024] 이와 같이, 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 제1 임계치보다도 크고 컷인 풍속보다도 작은 제2 임계치 이상이 되었을 때에, 너셀의 선회를 재개함으로써, 바람이 강해지기 시작해서 컷인 풍속을 초과할 때, 너셀 방향이 대개 풍향을 따르고 있으므로, 컷인 풍속 이상에 있어서의 통상 운전으로 신속하게 이행하는 것이 가능하다.
- [0025] 상기 풍력 발전 장치의 제어 방법에 있어서, 상기 풍력 발전 장치가, 회전 날개를 피치 방향으로 개폐하는 피치 구동 기구를 더 갖고, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 컷인 풍속을 밀돌 때에, 상기 회전 날개의 피치각에 상한이 설정된 유전 모드에서, 상기 피치 구동 기구에 의해 상기 회전 날개의 피치각을 조절하는 공정과, 상기 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 상기 컷인 풍속 이상일 때에, 상기 회전 날개의 피치각이 완전 개방 상태까지 허용되는 통상 운전 모드에서, 상기 피치 구동 기구에 의해 상기 회전 날개의 피치각을 조절하는 공정을 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [0026] 이와 같이, 컷인 풍속을 밀도는 경우라도, 회전 날개의 피치각에 상한이 설정된 유전 모드에서 회전 날개의 피치각을 조절해 줌으로써, 바람이 강해지기 시작해서 컷인 풍속을 초과할 때, 통상 운전 모드로 신속하게 이행할 수 있다.
- [0027] 상기 풍력 발전 장치의 제어 방법에 있어서, 상기 풍력 발전 장치의 파워 커브가 최대가 되는 상기 너셀의 방향과, 상기 풍향계에 의해 측정된 풍향과의 편차를 기초로 하여, 상기 풍향계에 의해 측정된 풍향을 보정하는 공정을 더 구비하고, 상기 너셀을 선회시키는 공정에서는, 상기 풍향을 보정하는 공정에서 보정된 상기 풍향에 추종하도록 상기 너셀을 선회시키는 것이 바람직하다.

[0028] 이와 같이, 풍향 보정 수단을 마련하고, 파워 커브가 최대가 되는 너셀 방향과, 풍향계에 의해 측정된 풍향과의 편차를 기초로 하여 풍향을 보정함으로써, 너셀 방향을 풍향에 의해 정확하게 따르게 해, 발전 효율을 높일 수 있다.

발명의 효과

[0029] 본 발명에서는, 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이, 컷인 풍속보다도 작은 경우라도, 제1 임계치보다 크면, 풍향계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향을 기초로 하여 너셀을 선회시키므로, 바람이 강해지기 시작해서 컷인 풍속을 초과할 때, 너셀 방향이 대개 풍향을 따르고 있어, 컷인 풍속 이상에 있어서의 통상 운전으로 신속하게 이행하는 것이 가능하다. 또한, 본 발명에서는 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 제1 임계치 이하인 경우에는, 너셀의 선회를 정지하므로, 너셀이 빈번히 선회해 버려, 엄청난 전력을 소비하는 일이 없다.

[0030] 따라서, 강풍이 항상 분다고는 할 수 없는 장소에 풍력 발전 장치가 설치되는 경우라도, 발전 효율의 저하를 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 풍력 발전 장치의 전체 구성 예를 도시하는 도면이다.
 도 2는 도 1에 도시한 풍력 발전 장치의 각부의 상세 구조의 일례를 도시하는 횡면도이다.
 도 3은 너셀 선회 기구의 구성 예를 도시하는 단면도이다.
 도 4는 도 1에 도시한 풍력 발전 장치의 각부의 동작의 일례를 도시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하, 첨부 도면을 따라서 본 발명의 실시 형태에 대해서 설명한다. 단, 본 실시 형태에 기재되어 있는 구성 부품의 치수, 재질, 형상, 그 상대적 배치 등은, 특징적인 기재가 없는 한 본 발명의 범위를 이것에 한정할 취지는 없으며, 단순한 설명예에 지나지 않는다.

[0033] 도 1은, 본 실시 형태에 관한 풍력 발전 장치의 전체 구성 예를 게시하는 도면이다. 이 도면에 도시한 바와 같이, 풍력 발전 장치(1)는 주로 기초(B) 위에 세워 설치된 지지 기둥(2)과, 지지 기둥(2)의 상단부에 설치된 너셀(4)과, 너셀(4)에 부착된 로터 헤드(6)와, 로터 헤드(6)에 부착된 복수 매의 회전 날개(8)로 구성되어 있다.

[0034] 지지 기둥(2)은, 도 1에 도시한 바와 같이, 기초(B)로부터 상방(도 1의 상방)으로 연장되는 기둥 형상이며, 예를 들어 1개의 기둥 형상 부재로 구성해도 좋고, 복수의 유닛을 상하 방향으로 연결하여 기둥 형상으로 구성해도 좋다. 지지 기둥(2)이 복수의 유닛으로 구성되어 있는 경우에는, 최상부에 설치된 유닛 위에 너셀(4)이 설치된다.

[0035] 너셀(4)은, 로터 헤드(6)를 지지하는 동시에, 그 내부에 증속기(14)를 포함하는 드라이브 트레인(10)이나 발전기(18)를 수납하고 있다. 또한, 너셀(4)에는 주위의 풍속을 측정하는 풍속계(5)와, 주위의 풍향을 측정하는 풍향계(7)가 부착되어 있다. 또, 풍속계(5)와 풍향계(7)로 측정한 풍속 및 풍향은, 각각 후술하는 풍속 보정부(42) 및 풍향 보정부(44)에 있어서 보정되도록 되어 있는 것이 바람직하다.

[0036] 또한, 너셀(4) 내에는 풍력 발전 장치(1)의 각부를 제어하는 제어 장치(40)가 마련되어 있다. 제어 장치(40)는, 풍속 보정부(42) 및 풍향 보정부(44)로부터 출력된 보정 후의 풍속 값 및 풍향 값을 수취하여, 너셀 선회 기구(20)나 피치 제어 기구(30)에 지령을 보낸다. 제어 장치(40)의 제어하에 있어서의 풍력 발전 장치(1)의 각부의 동작에 대해서는, 이후에 상세하게 서술한다. 또, 도 1에는 제어 장치(40)가 너셀(4) 내에 마련되어 있는 예를 게시했지만, 제어 장치(40)의 위치는 특별히 한정되지 않으며, 예를 들어 지지 기둥(2)의 하부에 마련해도 좋다.

[0037] 여기에서, 풍력 발전 장치(1)의 각부의 상세 구조를 설명한다. 도 2는 풍력 발전 장치(1)의 각부의 상세 구조의 일례를 게시하는 도면이다.

[0038] 도 2에 도시한 바와 같이, 드라이브 트레인(10)은 로터 헤드(6)의 로터 허브(6A)에 연결된 메인 축(12)과, 메인 축(12)에 연결된 증속기(14)와, 증속기(14)를 발전기(18)에 연결하는 커플링(16)을 갖는다. 풍력 발전 장치(1)에서는, 회전 날개(8)가 바람을 받으면, 로터 허브(6A)와 함께 메인 축(12)이 회전하고, 메인 축(12)의 회전이 증속기(14)에 의해 증속된 후, 커플링(16)을 개재하여 발전기(18)에 입력되도록 되어 있다.

- [0039] 또한, 너셀(4)의 하부에는, 너셀(4)을 요 방향으로 선회시키는 너셀 선회 기구(20)가 마련되어 있다.
- [0040] 도 3은, 너셀 선회 기구(20)의 구성 예를 제시하는 단면도이다. 너셀 선회 기구(20)는, 도 3에 도시한 바와 같이 요(yaw) 모터(22)와, 요 모터(22)의 구동에 의해 회전하는 피니언(24)과, 피니언(24)과 맞물리는 내부 기어(26)와, 브레이크 디스크(28A) 및 브레이크 슈(28B)를 갖는 요 브레이크 기구(28)로 구성해도 좋다. 이 너셀 선회 기구(20)에서는, 요 모터(22), 피니언(24) 및 브레이크 슈(28B)가 너셀(4)측에 고정되어 있는 한편, 내부 기어(26) 및 브레이크 디스크(28A)는 지지 기둥(2)측에 고정되어 있다.
- [0041] 이에 의해, 요 모터(22)를 구동하면, 피니언(24)이 회전하고, 너셀(4)이 요 선회한다. 또한, 요 브레이크 기구(28)의 브레이크 슈(28B)가 브레이크 디스크(28A)를 끼워 넣으면, 너셀(4)의 요 선회가 제동된다. 또, 요 모터(22) 및 요 브레이크 기구(28)는, 제어 장치(40)에 의해 제어되어 있다.
- [0042] 도 2에 도시한 바와 같이, 로터 헤드(6)는 거의 수평한 축선 주위로 회전 가능하게 너셀(4)에 고정되는 동시에, 회전 날개(8)가 부착된 로터 허브(6A)와, 이 로터 허브(6A)를 덮는 헤드부 캡슐(6B)을 포함해서 구성된다.
- [0043] 또한, 로터 허브(6A)에는, 도 2에 도시한 바와 같이, 회전 날개(8)를 그 축선 주위(도 2의 화살표 방향)로 회전 시켜서 회전 날개(8)의 피치각을 변경하는 피치 구동 장치(30)가 마련되어 있다.
- [0044] 피치 구동 장치(30)는, 도 2에 도시한 바와 같이 실린더(32)와, 회전 날개(8)에 연결된 축부(34)로 구성된다. 또 회전 날개(8)는, 베어링(36)에 의해 피치 방향으로 회전 가능하게 지지되어 있다. 이로 인해 회전 날개(8)는, 피치 구동 장치(30)의 실린더(32)에 의해 축부(34)가 회전하면, 축부(34)와 함께 피치 방향으로 회전하도록 되어 있다. 또, 각 회전 날개(8)마다 설치되는 피치 구동 장치(30)는, 도시하지 않은 링크 기구로 서로 연결되어 있으며, 각 회전 날개(8)의 피치각 제어를 연동해서 행하도록 되어 있어도 좋다.
- [0045] 다음에, 제어 장치(40)의 제어하에 있어서의 풍력 발전 장치(1)의 각부의 동작에 대해서 설명한다. 도 4는 풍력 발전 장치(1)의 각부의 동작의 일례를 제시하는 흐름도이다.
- [0046] 도 4에 도시한 바와 같이, 풍력 발전 장치(1)에서는 주위의 풍속(V_0) 및 풍향(θ_0)이, 풍속계(5)와 풍향계(7)에 의해 측정된다(스텝 S2).
- [0047] 여기에서, 풍력 발전 장치(1)의 풍속계(5) 및 풍향계(7)는, 도 1 및 도 2에 도시한 바와 같이, 회전 날개(8)의 후방에 위치하는 너셀(4)에 부착되는 것이 일반적이다. 이 경우, 풍속계(5) 및 풍향계(7)의 검출 대상은, 회전 날개(8)에 부딪힌 후의 바람이므로, 풍속계(5) 및 풍향계(7)의 검출 결과는 실제 풍속 및 풍향으로부터 벗어나 버리는 경우가 있다.
- [0048] 그래서 풍속계(5)와 풍향계(7)로 측정한 풍속(V_0) 및 풍향(θ_0)을, 풍속 보정부(42) 및 풍향 보정부(44)에 의해 보정하고, 실제 풍속(V)과 실제 풍향(θ)을 산출하는 것이 바람직하다(스텝 S4). 예를 들어, 풍속계(5)에 의해 측정되는 풍속(V_0)과 실제 풍속(미가공 풍속)과의 상관 관계를 미리 취득해 두고, 이 상관 관계에 의거하여 풍속 보정부(42)에서 풍속(V_0)을 보정하도록 해도 좋다. 마찬가지로, 풍향계(7)에 의해 측정되는 풍향(θ_0)과 실제 풍향(미가공 풍향)과의 상관 관계를 미리 취득해 두고, 이 상관 관계에 의거하여 풍향 보정부(44)에서 풍향(θ_0)을 보정하도록 해도 좋다.
- [0049] 여기에서, 풍향 보정부(44)에서 풍향(θ_0)을 보정할 때에 이용하는 상관 관계는, 예를 들어 풍력 발전 장치(1)의 파워 커브가 최대가 되는 너셀(4)의 방향과, 그때에 풍향계(7)에 의해 측정된 풍향(θ_0)과의 편차로서 취득해도 좋다. 또, 파워 커브란, 소정의 피치각에 있어서의 풍속과 출력과의 관계이며, 너셀(4)의 방향이 실제 풍향과 일치하고 있는 경우에 최대가 되고, 너셀(4)의 방향과 실제 풍향이 벗어나 있는 경우보다도 큰 값이 되는 성질을 갖는다. 바꿔 말하면, 풍력 발전 장치(1)의 파워 커브가 최대가 되는 너셀(4)의 방향은, 실제 풍향(미가공 풍향)과 일치하고 있다. 즉, 상술한 편차는 풍향계(7)에 의해 측정되는 풍향(θ_0)과 실제 풍향(미가공 풍향)과의 상관 관계를 나타내고 있다.
- [0050] 상술한 바와 같이 얻게 된 풍속(V) 및 풍향(θ)은 제어 장치(40)로 보내져, 제어 장치(40)에 의해 풍속(V)이 컷인 풍속(V_{cut_in}) 이상인가가 판정된다(스텝 S6).
- [0051] 풍속(V)이 컷인 풍속(V_{cut_in}) 이상인 경우(스텝 S6의 예 판정), 풍력 발전 장치(1)는 통상 운전 모드로 이행한다(스텝 S8). 구체적으로는, 제어 장치(40)의 제어 하에서, 너셀 선회 기구(20)에 의해 풍향(θ)에 추종하도록

너셀(4)을 선회시키면서, 피치 구동 기구(30)에 의해 회전 날개(8)를 열어서(피치각을 크게 해서), 발전을 행한다. 또, 통상 운전 모드에서는 회전 날개(8)의 피치각이 완전 개방 상태까지 허용되고 있어, 회전 날개(8)의 피치각에 상한은 설정되어 있지 않다.

[0052] 한편, 풍속(V)가 컷인 풍속(Vcut_in)보다도 작은 경우(스텝 S6의 아니오 판정), 풍력 발전 장치(1)는 유전 모드로 이행한다(스텝 S10). 유전 모드에서는, 회전 날개(8)의 피치각에 상한이 설정되어 있으며, 제어 장치(40)의 제어 하에서, 피치 구동 기구(30)가 상한을 초과하지 않는 범위에서 회전 날개(8)의 피치각을 조절한다.

[0053] 그리고 스텝 S12에 있어서, 제어 장치(40)의 제어 하에서, 너셀 선회 기구(20)에 의해 풍향(θ)에 추종하도록 너셀(4)을 선회시킨다(즉, 요?트래킹을 행한다).

[0054] 다음에, 스텝 S14에 있어서, 제어 장치(40)에 의해 풍속(V)가 제1 임계치(Vth1) 이하인지가 판정된다. 여기에서, 제1 임계치(Vth1)는, 컷인 풍속(Vcut_in)보다도 작은 값이며, 바꿔 말하면 $0 < Vth1 < Vcut_in$ 의 관계식을 충족시킨다.

[0055] 그리고 풍속(V)가 제1 임계치(Vth1) 이하인 경우(스텝 S14의 예 판정), 스텝 S16으로 진행하여, 제어 장치(40)의 제어 하에서 너셀 선회 기구(20)에 의한 너셀(4)의 선회가 정지된다(즉, 요?트래킹을 정지한다). 한편, 풍속(V)가 제1 임계치(Vth1)보다도 큰 경우(스텝 S14의 아니오 판정), 스텝 S6으로 복귀하여, 풍속(V)이 컷인 풍속(Vcut_in) 이상인지가 다시 판정되도록 되어 있다.

[0056] 스텝 S16에서 너셀(4)의 선회가 정지된 후, 풍속(V)이 제2 임계치(Vth2) 이상인지가 판정된다(스텝 S18). 여기에서, 제2 임계치(Vth2)는 컷인 풍속(Vcut_in)보다도 작고, 제1 임계치(Vth1)보다도 큰 값이며, 바꿔 말하면 $Vth1 < Vth2 < Vcut_in$ 의 관계식을 충족시킨다.

[0057] 그리고 풍속(V)가 Vth2 이상인 경우(스텝 S18의 예 판정), 스텝 S12로 복귀하여, 풍향(θ)에 너셀(4)을 추종시키는 요?트래킹이 재개된다. 한편, 풍속(V)가 Vth2를 밑돌 경우(스텝 S18의 아니오 판정), 스텝 S16으로 복귀하여, 너셀(4)의 선회를 정지한 채의 상태를 유지한다.

[0058] 또, 도 4에는 스텝 S4에 있어서 풍속 및 풍향을 풍속 보정부(42)와 풍향 보정부(44)에서 보정하는 예에 대해서 설명했지만, 스텝 S4를 생략하고, 풍속계(5)와 풍향계(7)에 의해 측정된 풍속(V_0) 및 풍향(θ_0)을 그대로 이용하여 그 후의 처리를 행해도 좋다. 이 경우, 스텝 S6, 스텝 S14 및 스텝 S18에서는 풍속계(5)에 의해 측정된 풍속(V_0)과 컷인 풍속(Vcut_in), 제1 임계치(Vth1) 또는 제2 임계치(Vth2)와의 대소 관계를 판정하면 좋고, 스텝 S8 및 스텝 S12에서는 풍향계(7)에 의해 측정된 풍향(θ_0)에 너셀(4)을 추종시키도록 요?트래킹을 행하면 좋다.

[0059] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에서는 풍속계(5) 및 풍향계(7)와, 너셀(4)을 선회시키는 너셀 선회 기구(20)와, 풍속계의 측정 결과(V_0)로부터 얻게 된 풍속(V 또는 V_0)이, 컷인 풍속(Vcut_in)보다도 작은 제1 임계치(Vth1)를 넘을 경우에, 풍향계(7)의 측정 결과(θ_0)로부터 얻게 된 풍향(θ 또는 θ_0)을 기초로 하여 너셀(4)이 선회하는 한편, 풍속계의 측정 결과(V_0)로부터 얻게 된 풍속(V 또는 V_0)이 제1 임계치(Vth1) 이하인 경우에, 너셀(4)의 선회가 정지하도록 너셀 선회 기구(20)를 제어하는 제어 수단(40)을 구비하고 있다.

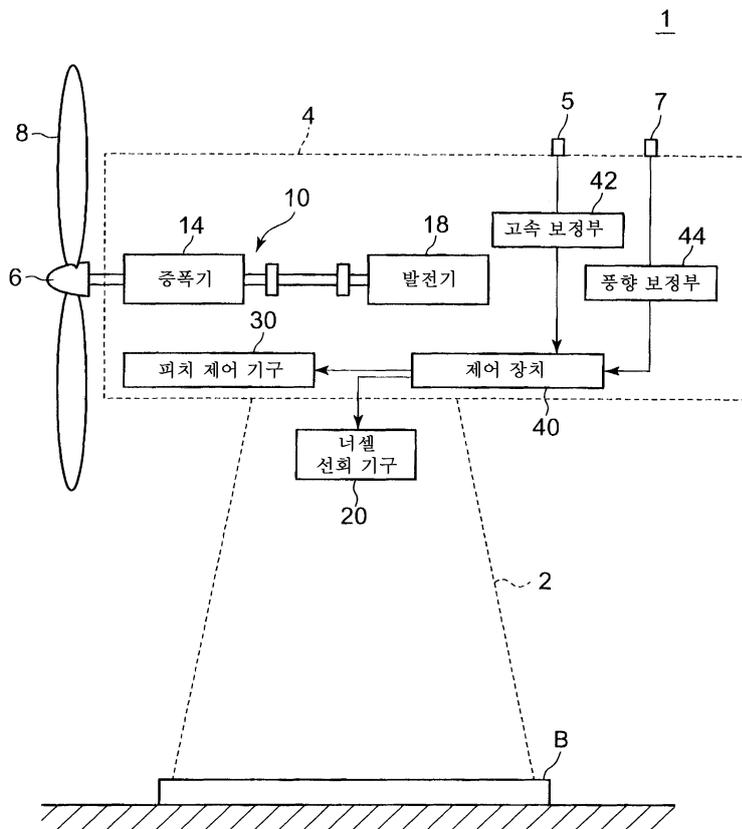
[0060] 본 실시 형태의 풍력 발전 장치(1)에서는, 풍속계(5)의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속(V 또는 V_0)이, 컷인 풍속(Vcut_in)보다도 작은 경우라도, 제1 임계치(Vth1)보다 크면, 풍향계(7)의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향(θ 또는 θ_0)을 기초로 하여 너셀(4)을 선회시키므로, 바람이 강해지기 시작해서 컷인 풍속(Vcut_in)을 초과할 때, 너셀 방향이 대개 풍향을 따르고 있어, 컷인 풍속(Vcut_in) 이상에 있어서의 통상 운전으로 신속하게 이행하는 것이 가능하다. 따라서, 풍력 발전 장치(1)는, 강풍이 항상 분다고는 할 수 없는 장소에 설치되는 경우라도, 발전 효율의 저하를 억제할 수 있다.

[0061] 또한, 풍력 발전 장치(1)에서는, 풍속계(5)의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속(V 또는 V_0)이 제1 임계치(Vth1) 이하인 경우에는, 너셀(4)의 선회를 정지한다. 바람이 거의 그치고 있는 상태에서는, 풍향이 불안정해서, 너셀 방향을 풍향에 추종시키려고 하면, 빈번히 너셀(4)을 선회시키게 되어 버린다. 그래서 풍속계(5)의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속(V 또는 V_0)이 제1 임계치(Vth1) 이하인 경우에 너셀(4)의 선회를 정지함으로써, 너셀(4)이 빈번히 선회해 버려, 엄청난 전력을 소비하는 일이 없다. 따라서, 풍력 발전 장치(1)는 강풍이 항상 분다고는 할 수 없는 장소에 설치되는 경우라도, 발전 효율의 저하를 억제할 수 있다.

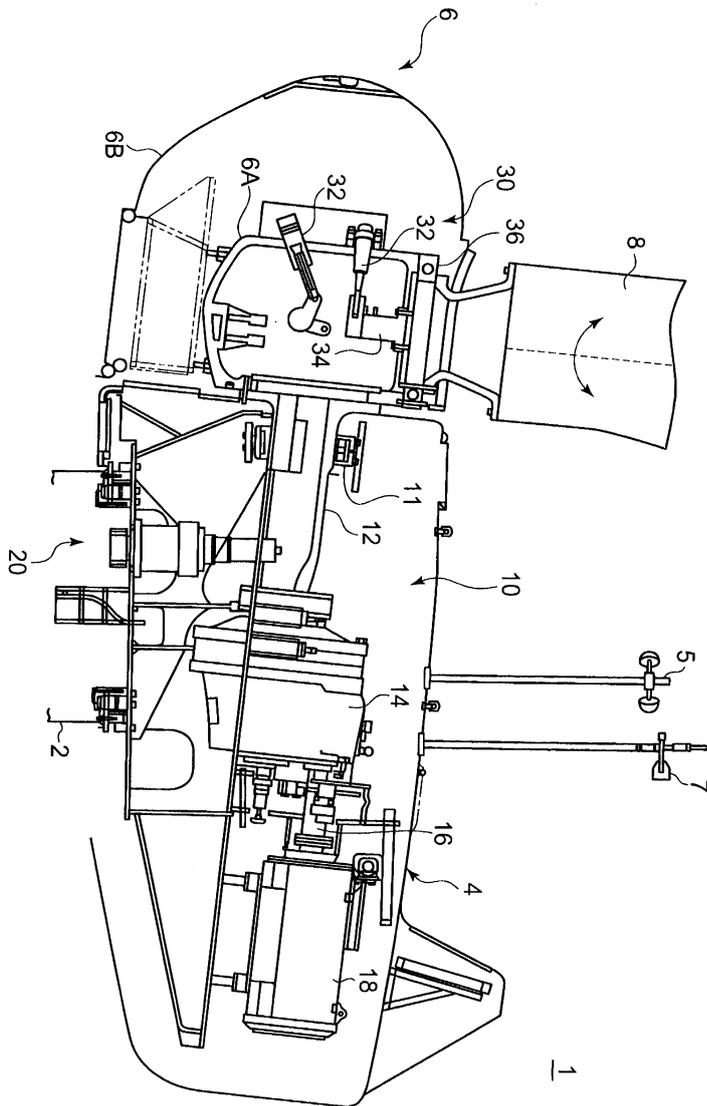
- [0062] 또한, 본 실시 형태에 있어서, 제어 수단(40)은 너셀(4)의 선회가 정지되어 있는 상태에서, 풍속계(5)의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속(V 또는 V_0)이, 제1 임계치(V_{th1})보다도 크고 컷인 풍속(V_{cut_in})보다도 작은 제2 임계치(V_{th2}) 이상이 되었을 때에, 풍향계(7)의 측정 결과로부터 얻게 된 풍향(θ 또는 θ_0)을 기초로 하는 너셀(4)의 선회를 재개하도록 너셀 선회 기구(20)를 제어하는 것이 바람직하다.
- [0063] 이와 같이, 풍속계의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속(V 또는 V_0)이, 제1 임계치(V_{th1})보다도 크고 컷인 풍속(V_{cut_in})보다도 작은 제2 임계치(V_{th2}) 이상이 되었을 때에, 너셀(4)의 선회를 재개함으로써, 바람이 강해지기 시작해서 컷인 풍속(V_{cut_in})을 초과할 때, 너셀 방향이 대개 풍향을 따르고 있으므로, 컷인 풍속(V_{cut_in}) 이상에 있어서의 통상 운전으로 신속하게 이행하는 것이 가능하다.
- [0064] 또한, 본 실시 형태의 풍력 발전 장치(1)는, 회전 날개(8)를 피치 방향으로 개폐하는 피치 구동 기구(30)를 더 구비하고, 제어 수단(40)은 풍속계(5)의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 컷인 풍속(V_{cut_in})을 밑돌 때에, 회전 날개(8)의 피치각에 상한이 설정된 유전 모드가 되는 한편, 풍속계(5)의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속이 컷인 풍속(V_{cut_in}) 이상일 때에, 회전 날개(8)의 피치각이 완전 개방 상태까지 허용되는 통상 운전 모드가 되도록 피치 구동 기구(30)를 제어하는 것이 바람직하다.
- [0065] 이와 같이, 컷인 풍속(V_{cut_in})을 밑도는 경우라도, 회전 날개(8)의 피치각에 상한이 설정된 유전 모드에서 회전 날개(8)의 피치각을 조절해 줌으로써, 바람이 강해지기 시작해서 컷인 풍속(V_{cut_in})을 초과할 때, 통상 운전 모드로 신속하게 이행할 수 있다.
- [0066] 또한, 본 실시 형태의 풍력 발전 장치(1)는, 풍력 발전 장치(1)의 파워 커브가 최대가 되는 너셀(4)의 방향과, 풍향계(7)에 의해 측정된 풍향(θ_0)과의 편차를 기초로 하여, 풍향계(7)에 의해 측정된 풍향(V_0)을 보정하는 풍향 보정 수단(44)을 더 구비하고, 제어 수단(40)은 풍속계(5)의 측정 결과로부터 얻게 된 풍속(V 또는 V_0)이 제1 임계치(V_{th1})보다도 큰 경우, 풍향 보정 수단(44)에 의해 보정된 풍향(θ)에 너셀(4)이 추종하도록 너셀 선회 기구(20)를 제어하는 것이 바람직하다.
- [0067] 이와 같이, 풍향 보정 수단(44)을 마련하고, 파워 커브가 최대가 되는 너셀 방향과, 풍향계(7)에 의해 측정된 풍향(V_0)과의 편차를 기초로 하여 풍향(V_0)을 보정함으로써, 너셀 방향을 실제 풍향(V)에 의해 정확하게 따르게 하여, 발전 효율을 높일 수 있다.
- [0068] 이상, 본 발명의 일례에 대해서 상세하게 설명했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않으며, 본 발명의 요지를 이탈하지 않는 범위에 있어서, 각종 개량이나 변형을 행해도 되는 것은 물론이다.

도면

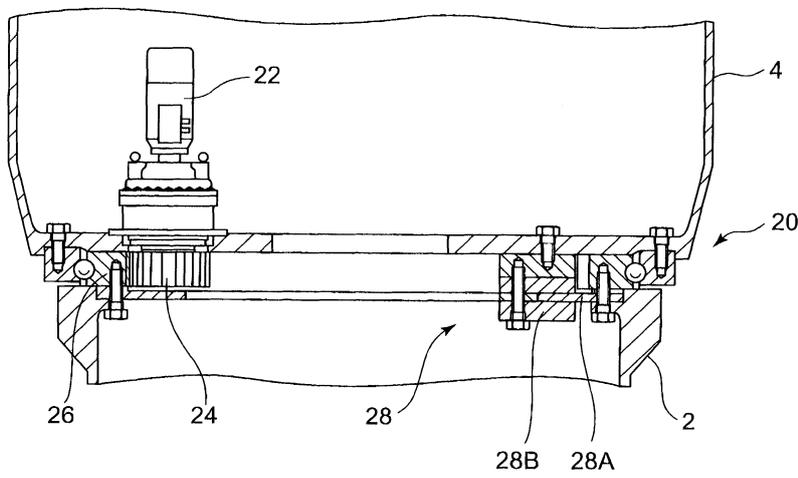
도면1



도면2



도면3



도면4

