



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년08월09일

(11) 등록번호 10-1647175

(24) 등록일자 2016년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F03D 9/00 (2016.01) F01D 15/10 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01) F03D 9/02 (2006.01)

H05B 6/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-7012411

(22) 출원일자(국제) 2010년09월13일

심사청구일자 2015년04월01일

(85) 번역문제출일자 2012년05월14일

(65) 공개번호 10-2012-0102633

(43) 공개일자 2012년09월18일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2010/065745

(87) 국제공개번호 WO 2011/045999

국제공개일자 2011년04월21일

(30) 우선권주장

JP-P-2009-238618 2009년10월15일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2000280728 A*

JP54008240 A*

JP54079332 A*

JP57140573 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

스미토모 덴키 고교 가부시키가이샤

일본 오사카후 오사카시 쥬오쿠 기타하마 4-5-33

(72) 발명자

오카자키 도루

일본 오사카후 오사카시 고노하나쿠 시마야 1쵸메
1-3 스미토모 덴키 고교 가부시키가이샤 오사카
세이사쿠쇼 내

(74) 대리인

제일특허법인

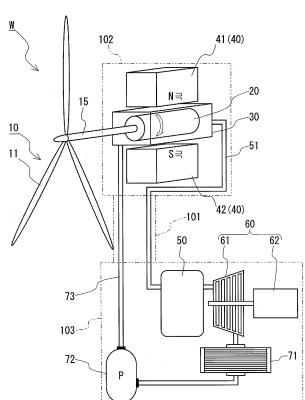
전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 김무경

(54) 발명의 명칭 발전 시스템

(57) 요약

풍력을 이용한 발전 시스템으로서, 보수성이 뛰어나며, 탑의 상부에 설치된 나셀의 소형·경량화가 가능한 발전 시스템을 제공한다. 발전 시스템(W)은, 풍차(10)와, 풍차(10)의 회전에 연동하여 회전하는 도전체(20)와, 열매체조(30)와, 자장 발생기(40)와, 축열기(50)와, 발전부(60)를 구비한다. 탑(101)의 상부에 설치된 나셀(102)에 풍차(10)가 장착되고, 나셀(102) 내에 도전체(20), 열매체조(30) 및 자장 발생기(40)가 격납되어 있다. 또한, 탑(101)의 하부(토대)에 지어진 건물(103)에 축열기(50) 및 발전부(60)가 설치되어 있다. 그리고, 자장 발생기(40)에 의해 발생시킨 자계 내에서 회전함으로써 유도 가열된 도전체(20)의 열을 열매체조(30)의 물에 전달하여 증기를 발생시켜, 증기 터빈(61)에 공급하고, 발전기(62)를 구동하여 발전한다.

대 표 도 - 도1

명세서

청구범위

청구항 1

풍차와,

상기 풍차의 회전에 연동하여 회전하는 도전체와,

상기 도전체를 통과하는 자계를 발생시키는 자장 발생기와,

상기 자계 내에서 회전되어 유도 가열된 상기 도전체로부터 열을 받는 열매체와,

상기 열매체의 열을 전기 에너지로 변환하는 발전부를 구비하고,

상기 자장 발생기는 상기 도전체의 표면에 대향하는 제 1 및 제 2 자극을 포함하고, 상기 제 1 및 제 2 자극은 상기 도전체의 회전 방향을 따라 배치되고, 상기 제 1 자극은 제 1 자성을 갖고, 상기 제 2 자극은 상기 제 1 자극과는 상이한 제 2 자성을 갖는 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 발전부의 설치 개소보다도 상방으로 연장되는 탑파,

상기 탑의 상부에 설치되며, 상기 풍차와, 상기 도전체와, 상기 자장 발생기가 마련된 나셀과,

상기 나셀 내에 배치되며, 상기 도전체로부터 열을 받은 상기 열매체를 수용하는 열매체조와,

상기 열매체조의 상기 열매체의 열을 상기 발전부에 이송하는 수송관을 구비하는 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 발전부는 상기 열매체의 열로 회전되는 터빈과, 상기 터빈에 의해 구동하는 발전기를 갖는 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 열매체의 열을 비축하는 축열기를 구비하는 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 도전체의 일부에 자성체가 배치되어 있는 것을 특징으로 하는

발전 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 자장 발생기는 자체를 발생하는 코일을 갖는 것을 특징으로 하는
발전 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 코일이 초전도 코일인 것을 특징으로 하는
발전 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 자장 발생기는 상기 도전체와는 역방향으로 회전하는 회전 자체를 발생시키는 것을 특징으로 하는
발전 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 풍력을 이용하여 도전체를 회전시키면서, 도전체에 자장을 인가하여, 도전체를 유도 가열하는 것에 의해 열매체를 가열하고, 이 열매체의 열을 전기 에너지로 변환하여 발전하는 발전 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 온실 효과 가스 삽감의 관점으로부터, 풍력이나 태양광 등의 재생 가능 에너지를 이용한 발전 시스템이 주목받고 있다.

[0003] 예를 들면 비특허문헌 1 내지 3에는, 풍력 발전에 관한 기술이 기재되어 있다. 풍력 발전은 바람으로 풍차를 회전시켜, 발전기를 구동하여 발전하는 것으로서, 즉 바람의 에너지를 회전 에너지로 변환하여 전기 에너지로서 취출하는 것이다. 풍력 발전 시스템은, 탑의 상부에 나셀을 설치하고, 이 나셀에 수평축 풍차(바람의 방향에 대하여 회전축이 거의 평행한 풍차)를 장착한 구조가 일반적이다. 나셀에는, 풍차의 축의 회전수를 증속하여 출력하는 증속기와, 증속기의 출력에 의해 구동되는 발전기가 격납되어 있다. 증속기는, 풍차의 회전수를 발전 기의 회전수까지 높이는(예를 들면 1:100) 것이며, 기어 박스가 조립되어 있다.

[0004] 최근에는, 발전 비용을 절감하기 위해서, 풍차(풍력 발전 시스템)를 대형화하는 경향이 있고, 풍차의 직경이 120m 이상, 5MW의 풍력 발전 시스템이 실용화되고 있다. 이와 같은 대형의 풍력 발전 시스템은, 거대하고 중량 물이기 때문에 건설상의 이유로, 해상에 건설되는 케이스가 많다.

[0005] 또한, 풍력 발전에서는, 풍력의 변동에 수반하여 발전 출력(발전량)이 변동하기 때문에, 풍력 발전 시스템에 축 전 시스템을 병설하고, 불안정한 전력을 축전지에 비축하여, 출력을 평활화하는 것이 실행되고 있다.

[0006] 한편, 예를 들면 비특허문헌 4에는, 태양열 발전에 관한 기술이 기재되어 있다. 태양열 발전은, 태양열을 집광하여 열 에너지로 바꾸고, 그 열 에너지로 증기를 발생시켜, 터빈을 회전시킴으로써, 발전기를 구동하여 발전하는 것으로서, 즉 태양 에너지를 열 에너지로 변환하여, 전기 에너지로서 취출하는 것이다. 태양열 발전 시스템으로서는, 예를 들면 타워 방식의 것이 실용화되어 있다. 이것은, 타워(탑)의 상부에 설치된 집열기에 태양광을 집광하고, 그 열로 발생시킨 증기를 타워의 하부에 마련된 터빈에 이송하여, 터빈을 회전시킴으로써, 발전기를 구동하여 발전하는 방식이다(비특허문헌 4의 도 3 참조).

[0007] 태양열 발전의 경우도, 날씨나 시간에 의해 출력이 변동하므로, 안정된 발전을 실행하기 위해서, 열을 축열기에 비축하여, 발전에 필요한 열을 취출할 수 있는 축열 시스템을 태양열 발전 시스템에 설치하는 것이 실행되고 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0008] (비특허문헌 0001) 비특허문헌 1 : "풍력 발전(01-05-01-05)", [online], 원자력 백과 사전 ATOMICA, [2009년 10월 13일 검색], 인터넷<URL:<http://www.rist.or.jp/atomica/>>

(비특허문헌 0002) 비특허문헌 2 : "2000kW 대형 풍력 발전 시스템 SUBARU80/2.0 PROTOTYPE", [online], 후지 중공업 주식회사, [2009년 10월 13일 검색], 인터넷<URL:<http://www.subaru-windturbine.jp/home/index.html>>

(비특허문헌 0003) 비특허문헌 3 : "풍력 강좌", [online], 미츠비시 중공업 주식회사, [2009년 10월 13일 검색], 인터넷 <URL:http://www.mhi.co.jp/products/expand/wind_kouza_0101.html>

(비특허문헌 0004) 비특허문헌 4 : "태양열 발전 시스템(01-05-01-02)", [online], 원자력 백과 사전 ATOMICA, [2009년 10월 13일 검색], 인터넷<URL:<http://www.rist.or.jp/atomica/>>

(비특허문헌 0005) 비특허문헌 5 : "Doubling the Efficiency with Superconductivity", [online], Industrial heating, [2009년 10월 13일 검색], 인터넷<URL:http://www.industrialheating.com/Articles/Feature_Article/BNP_GUID_9-5-2006_A_1000000000000416320>

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 풍력 발전 시스템에서는 축전 시스템이 설치되어 있지만, 축전 시스템에는 전력을 축전지에 비축하기 위해서 컨버터 등의 부품이 필요하기 때문에, 시스템의 복잡화, 전력 손실의 증대를 초래한다. 또한, 대형의 풍력 발전 시스템의 경우에는, 발전량에 따른 대용량의 축전지가 필요하며, 시스템 전체의 비용 증대를 초래한다.

[0010] 한편, 태양열 발전 시스템에서는 축열 시스템이 설치되어 있지만, 축열 시스템은 축전 시스템에 비하여 간편하며, 축열기도 축전지에 비하면 저가이다. 그렇지만, 풍력 발전은 바람만 있으면 야간에도 발전할 수 있는 것에 대하여, 태양열 발전은 야간은 발전할 수 없다. 그 때문에, 야간도 계속 급전하려면, 대규모 축열기가 필요하다.

[0011] 또한, 풍력 발전 시스템의 고장 원인의 상당수는 증속기, 보다 구체적으로는 기어 박스의 트러블에 의한 것이다. 기어 박스가 고장나면, 통상은 기어 박스를 교환하는 것으로 대처하고 있지만, 탑의 상부에 나셀이 설치되어 있는 경우는, 기어 박스의 장착·분리에 매우 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 그래서, 최근에는, 증속기를 필요로 하지 않는 기어리스의 가변속식도 있다.

[0012] 그렇지만, 기어리스의 경우, 구체적으로는 발전기의 극수를 늘리는 것(다극 발전기)으로 대응하지만, 증속기를 사용하는 경우와 비교하여, 발전기가 대형·중량화한다. 특히, 5MW 클래스의 대형의 풍력 발전 시스템에서는, 발전기의 중량이 300톤(300000kg)을 초과하는 것으로 생각할 수 있으며, 나셀 내에 배치하는 것이 곤란하다.

[0013] 본 발명은, 상기의 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 그 목적의 하나는 풍력을 이용한 발전 시스템으로, 보수성이 뛰어나고, 탑의 상부에 설치된 나셀의 소형·경량화가 가능한 발전 시스템을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 발전 시스템은, 풍차와, 풍차의 회전에 연동하여 회전하는 도전체와, 도전체를 통과하는 자계를 발생시키는 자장 발생기와, 자계 내에서 회전되어 유도 가열된 도전체로부터 열을 받는 열매체와, 열매체의 열을 전기 에너지로 변환하는 발전부를 구비한다.

[0015] 본 발명의 발전 시스템은, 바람의 에너지→회전 에너지→열 에너지로 변환하여, 전기 에너지로서 취출하는 것으로서, 종래에 없는 신규 발전 시스템이다. 그리고, 본 발명의 발전 시스템에 의하면, 다음의 효과를 발휘한다. (1) 풍력을 이용하기 때문에, 야간에 발전하는 것이 가능하고, 축열기를 마련하는 경우는, 태양열 발전 시스템에 비해 축열기를 소규모의 것으로 할 수 있다. (2) 풍차의 회전 에너지를 열의 발생에 이용하고, 그 열로 발전함으로써, 축전 시스템을 설치할 필요가 없다. (3) 증속기를 마련할 필요가 없이, 기어 박스의 트러블을 회피하는 것이 가능하다.

[0016] 그런데, 회전 에너지로 마찰열을 발생시키는 것도 생각할 수 있지만, 그 경우 마찰열을 발생하는 부품이 사용에 의해 마모하므로 정기적으로 교환할 필요가 있는 등 유지 보수의 점에 문제가 있다. 이것에 대하여, 본 발명에

서는, 회전 에너지로 도전체를 회전시켜 유도 가열에 의해 열을 발생시키고 있기 때문에, 마찰 가열에 비하여, 유지 보수의 점에서 유리하다.

[0017] 본 발명의 발전 시스템의 한 형태로서는, 발전부의 설치 개소보다 상방으로 연장되는 탑과, 탑의 상부에 설치되며, 풍차와, 도전체와, 자장 발생기가 마련된 나셀을 구비한다. 또한, 나셀 내에 배치되며, 도전체로부터 열을 받은 열매체를 수용하는 열매체조와, 열매체조의 열매체의 열을 발전부에 이송하는 수송관을 구비하는 것을 들 수 있다.

[0018] 탑의 상부에 설치된 나셀에 풍차를 장착함으로써, 상공의 풍속이 강한 바람의 에너지를 이용할 수 있다. 또한, 수송관에 의해, 예를 들면 탑의 하부(토대)에 설치된 발전부에 열매체를 공급함으로써, 나셀에 발전부를 마련할 필요가 없어서, 탑의 상부에 설치되는 나셀을 소형·경량화할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 발전 시스템의 구체적 형태로서는 이하의 것을 들 수 있다.

[0020] 발전부가 열매체의 열로 회전되는 터빈과, 터빈에 의해 구동하는 발전기를 갖는 형태.

[0021] 열매체의 열을 비축하는 축열기를 구비하는 형태.

[0022] 도전체의 일부에 자성체가 배치되어 있는 형태.

[0023] 자장 발생기가 자계를 발생하는 코일을 갖는 형태. 특히, 이 코일이 초전도 코일인 형태.

[0024] 자장 발생기가 도전체와는 역방향으로 회전하는 회전 자계를 발생시키는 형태.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 발전 시스템은 다음의 효과를 발휘한다. (1) 풍력을 이용하기 때문에, 야간에 발전하는 것이 가능하고, 축열기를 마련하는 경우는, 태양열 발전 시스템에 비해 축열기를 소규모의 것으로 할 수 있다. (2) 풍차의 회전 에너지를 열의 발생에 이용하고, 그 열로 발전하는 것이어서, 축전 시스템을 설치할 필요가 없다. (3) 증속기를 마련할 필요가 없어서, 기어 박스의 트러블을 회피하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명에 따른 풍력 발전 시스템의 일례를 설명하는 개략도,

도 2는 초전도 코일을 갖는 자장 발생기의 일례를 설명하는 개략도,

도 3의 (a)는 도전체를 사이에 두고, 2개의 자석을 대향 배치했을 경우의 자속의 흐름을 설명하는 도면이며, (b)는 도전체의 둘레방향을 따라, 4개의 자석을 자극이 교대로 되도록 균등 분할 정렬했을 경우의 자속의 흐름을 설명하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명의 실시형태를 도면을 이용하여 설명한다. 또한, 도면 중에 있어서 동일 부재에는 동일 도면부호를 부여하고 있다.

[0028] (실시형태 1)

[0029] 도 1에 도시하는 발전 시스템(W)은 풍차(10)와, 도전체(20)와, 열매체조(30)와, 자장 발생기(40)와, 축열기(50)와, 발전부(60)를 구비한다. 탑(101)의 상부에 설치된 나셀(102)에 풍차(10)가 장착되고, 나셀(102) 내에 도전체(20), 열매체조(30) 및 자장 발생기(40)가 격납되어 있다. 또한, 탑(101)의 하부(토대)에 지어진 건물(103)에 축열기(50) 및 발전부(60)가 설치되어 있다. 이하, 발전 시스템(W)의 구성을 자세하게 설명한다.

[0030] 풍차(10)는, 수평방향으로 연장되는 회전축(15)을 중심으로, 3개의 날개(11)를 회전축(15)에 방사상으로 장착한 구조이다. 출력이 5MW를 초과하는 풍력 발전 시스템의 경우, 직경이 120m 이상, 회전수가 10rpm 내지 20rpm 정도이다.

[0031] 도전체(20)는 회전축(15)에 직결되고, 풍차(10)의 회전에 연동하여 회전한다. 도전체(20)는 자계 내에서 회전 함으로써 와전류가 발생하여, 유도 가열되는 재료로 형성되어 있다. 예를 들면, 알루미늄이나 동, 철 등의 금속을 이용할 수 있다. 알루미늄을 이용했을 경우, 경량화를 도모할 수 있다. 한편, 철 등의 자성체를 이용하면, 자속 밀도를 높일 수가 있어, 와전류(가열 에너지)를 증대시킬 수가 있다. 그래서, 도전체의 일부에 자성

체를 배치해도 좋고, 예를 들면, 기둥 형상(통 형상)의 도전체(예, 알루미늄)의 중심부에 자성체(예, 철)를 배치한 구조로 하는 것을 들 수 있다.

[0032] 또한, 도전체(20)의 형상은 원기둥 형상, 원통 형상, 다각기둥 형상, 다각통 형상 등 여러 가지의 형상을 채용할 수 있다.

[0033] 열매체조(30)는 내부에 도전체(20)가 배치되는 동시에, 가열된 도전체(20)로부터 열을 받는 열매체가 수용되어 있다. 열매체에는, 예를 들면 물이나 오일, 용융염 등의 액체를 이용할 수 있다. 여기에서는, 열매체에 물을 이용하는 경우를 예로 설명한다.

[0034] 자장 발생기(40)는, 도전체(20)를 사이에 두고 대향하도록, 한쌍의 자석(41, 42)을 배치한 구조이다. 여기에서는, 자석(41, 42)에 영구 자석을 이용하고 있으며, 자석(41)으로부터 자석(42)에 자속이 흐르는 직류 자계를 발생시킨다[도 3의 (a) 참조]. 자장 발생기(40)에는, 영구 자석을 이용하는 것 이외, 상전도 코일이나 초전도 코일을 이용하여, 코일을 여자하여 자계를 발생시키도록 해도 좋다.

[0035] 이 발전 시스템(W)은, 자장 발생기(40)에 의해 발생시킨 자계 내에서 회전함으로써 유도 가열된 도전체(20)의 열을, 열매체조(30)의 물(열매체)에 전달하여, 고온·고압 증기를 발생시킨다. 발생시킨 증기는, 열매체조(30)와 축열기(50)를 연결하는 수송관(51)을 통하여 축열기(50)에 이송된다.

[0036] 축열기(50)는 수송관(51)을 통해 이송되어 온 증기의 열을 비축하고, 또한 발전에 필요한 증기를 발전부(60)에 공급한다.

[0037] 발전부(60)는 증기 터빈(61)과 발전기(62)를 조합한 구조이며, 축열기(50)로부터 공급된 증기에 의해 증기 터빈(61)이 회전하고, 발전기(62)를 구동하여 발전한다.

[0038] 이 축열기(50) 및 발전부(60)에는 태양열 발전의 기술을 이용할 수 있다. 축열기(50)로서는, 예를 들면 증기를 압력수의 형태로 비축하는 증기 어큐뮬레이터나, 용융염이나 오일 등을 이용한 혼열형, 혹은, 용점이 높은 용융염의 상변화를 이용한 잡열형의 축열기를 이용할 수 있다. 잡열형의 축열 방식은 축열재의 상변화 온도로 축열을 실행하기 때문에, 일반적으로 혼열형의 축열 방식에 비하여 축열 온도역이 좁은 협대역이며, 축열 밀도가 높다. 또한, 축열기(50)는 열교환기를 구비해도 좋고, 축열기(50)에 비축한 열로 열교환기를 이용하여 발전에 필요한 증기를 발생시키도록 해도 좋다.

[0039] 축열기(50)에 이송된 증기는 축열기(50)에 열을 비축한 후, 또는 터빈(61)을 돌린 후, 복수기(71)에서 냉각되어 물로 되돌려진다. 그 후, 펌프(72)로 이송되고, 고압수로 하여 급수관(73)을 통해 열매체조(30)에 이송됨으로써 순환한다.

[0040] 다음에, 본 발명의 발전 시스템의 사양에 관하여 검토했다. 여기에서는, 출력이 5MW를 초과하는 발전 시스템을 상정했다. 구체적으로는, 도전체가 15rpm으로 회전할 때, 도전체가 7.2MW의 열 에너지를 발생시키는데 필요한 도전체의 사이즈를 시산(試算)했다.

[0041] 초전도 코일에 직류를 흘려 발생시킨 자계 내에서, 도전성의 가공물을 회전시켜, 유도 가열에 의해 가공물을 가열하는 기술로서 비특허문현 5의 것이다. 이 특허문현에는, 원기둥 형상의 알루미늄의 빌렛을 가열하는 유도 가열 장치의 사양으로서, 투입 전력 : 360kW, 회전수 : 240rpm 내지 600rpm, 빌렛 사이즈 : 직경 178mm×길이 690mm가 기재되어 있다.

[0042] 또한, 유도 가열의 에너지(P)는 다음 식으로 표시된다(전기 공학 핸드북(출판사 : 전기학회, 발행 연월일 : 1988년 2월 28일(초판)), p. 1739 참조).

$$P = 2.5fH^2L \mu_r A Q 10^{-8} \quad (\text{단, CGS 단위계}) \quad (\text{식 1})$$

[0044] f는 주파수(1/s)이며, 도전체의 회전수로부터 구할 수 있다. H는 자장의 세기(0e)이며, 여기에서는 일정하게 한다. L은 도전체의 축방향의 길이(cm), A는 도전체의 단면적(cm²)이며, L×A는 도전체의 체적을 나타낸다. μ_r 은 도전체의 비투자율, Q는 도전체의 형상에 의존하는 보정 계수이다. 여기에서는 도전체의 형상을 상기한 원기둥 형상의 빌렛의 형상과 상사형(相似形)이기 때문에, Q의 값도 일정하게 한다. 상기의 식 1로부터 에너지 P(W)는 주파수(f), 체적[길이(L)×면적(A)]에 비례하는 것을 알았다.

[0045] 상정한 발전 시스템과 상기한 유도 가열 장치를 비교하면, 발전 시스템의 회전수는 유도 가열 장치의 회전수의 약 1/20이며, 한편 발생시키는 열 에너지는 유도 가열 장치의 투입 전력의 약 20배이다. 따라서, 상정한 발전

시스템에서는, 도전체에 대략 400배의 체적이 필요하게 되는 것으로 추정된다.

[0046] 시산의 결과, 도전체에 원기둥 형상의 알루미늄의 빌렛을 이용하는 경우, 사이즈는 예를 들면 직경 1320mm×길이 5110mm에 상당하고, 체적 약 7m³이 되며, 그 중량은 약 21톤(21000kg, 밀도를 3g/cm³로 환산)이 된다. 그리고, 나셀 내에 격납되는 그 이외의 설비류를 맞추어도, 나셀의 중량은 50톤 정도가 된다고 예상된다. 이것은, 출력이 5MW의 풍력 발전 시스템에서는, 기어리스의 경우, 나셀의 중량이 300톤을 초과하는 것을 생각하면, 본 발명의 발전 시스템에서는, 동등 이상의 능력을 가지면서, 나셀의 중량을 큰 폭으로 경량화할 수 있는 것을 알았다.

[0047] (변형 예 1)

[0048] 상술한 실시형태 1에서는, 자장 발생기에 영구 자석을 이용한 경우를 예로 설명했지만, 상전도 코일이나 초전도 코일을 이용하여, 통전하는 것에 의해 코일을 여자하여 자계를 발생시키도록 해도 좋다. 자계를 발생시키는 수단에 초전도 코일을 이용한 자장 발생기의 일 예를 도 2를 이용하여 설명한다.

[0049] 도 2에 도시하는 자장 발생기(40)는 초전도 코일(45, 46)을 갖고, 도전체(20)를 사이에 두고 대향하도록 초전도 코일(45, 46)을 배치한 구조이다. 초전도 코일(45, 46)은 냉각 용기(80)에 수납되며, 냉동기(81)의 콜드 헤드(82)에 장착되어 전도 냉각된다. 초전도 코일을 이용함으로써, 상전도 코일을 이용하는 경우와 비교하여, 강한 자계를 발생시킬 수가 있어 소형·경량화를 달성하기 쉽다. 또한, 초전도 코일을 이용하는 경우, 철심을 사용하지 않으므로, 자기 포화를 없게 할 수 있고, 철심이 없는 만큼, 더욱 경량화를 달성할 수 있다.

[0050] 또한, 초전도 코일을 이용하는 경우는, 냉각 용기에 액체 냉매(예, 액체 질소)를 도입하고, 초전도 코일을 액체 냉매에 침지한 상태에서, 액체 냉매를 순환시키면서 냉동기로 냉각하도록 해도 좋다. 그 경우, 냉매를 압송하는 펌프 등의 순환 기구를 나셀 내에 배치해도 좋고, 탑의 하부에 있는 건물 내에 배치해도 좋다.

[0051] (변형 예 2)

[0052] 상술한 실시형태 1에서는, 2개의 자석을 대향 배치한 자장 발생기를 예를 들어 설명했지만, 3개 이상의 자석을 배치해도 좋다. 예를 들면, 도전체의 둘레방향을 따라, 복수의 자석을 자극이 교대로 되도록 배치한 구조로 하는 것을 고려할 수 있다. 예를 들면 도 3의 (b)에 도시하는 바와 같이, 4개의 자석(41 내지 44)을 배치했을 경우는, 자석(41, 43)으로부터 자석(42, 44)으로 자속이 흐르는 자계를 발생시킨다.

[0053] (변형 예 3)

[0054] 상술한 실시형태 1에서는, 자계가 시간적으로 변화하지 않는 직류 자계를 발생시키는 자장 발생기를 예로 들어 설명했지만, 복수의 코일을 이용하여 회전 자계를 발생시키도록 해도 좋다. 예를 들면, 복수의 코일을 도전체의 둘레방향을 따라 배치한 구조로 함으로써, 복수의 코일을 순차 여자하여, 도전체의 둘레방향을 따라 회전 자계를 발생시키는 것을 생각할 수 있다. 보다 구체적으로는, 도전체 외주에 있어서, 직경방향으로 대향 배치되는 코일쌍을 둘레방향으로 등간격으로 3쌍 배치하는 것을 들 수 있다. 이 때, 회전 자계의 방향을 도전체의 회전방향과는 역방향으로 함으로써, 외관상의 도전체의 회전수를 크게 할 수가 있어, 발생시키는 열 에너지를 증대시킬 수 있다. 회전 자계를 발생시킬 때는, 예를 들면 상기 각 코일쌍을 3상 교류의 각 상에 대응하는 전류로 여자하는 것을 들 수 있다.

[0055] (변형 예 4)

[0056] 상술한 실시형태 1에서는, 열매체에 물을 이용했을 경우를 예로 들어 설명했지만, 물보다 열전도율이 높은 액체 금속을 열매체에 이용해도 좋다. 이와 같은 액체 금속으로서는, 예를 들면 액체 금속 나트륨을 들 수 있다. 액체 금속을 열매체에 이용하는 경우는, 예를 들면 도전체로부터 열을 받는 1차 열매체에 액체 금속을 이용하고, 수송관을 통해 이송되어 온 액체 금속의 열로 열교환기를 거쳐서 2차 열매체(물)를 가열하여, 증기를 발생시키는 것을 생각할 수 있다.

[0057] 또한, 본 발명은 상술한 실시형태로 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 적절히 변경하는 것이 가능하다. 예를 들면, 도전체나 열매체를 적절히 변경하거나 자장 발생기에 상전도 코일을 이용하거나 하는 일도 가능하다.

[0058] 본 발명의 발전 시스템은, 풍력을 이용한 발전의 분야에 매우 적합하게 이용 가능하다.

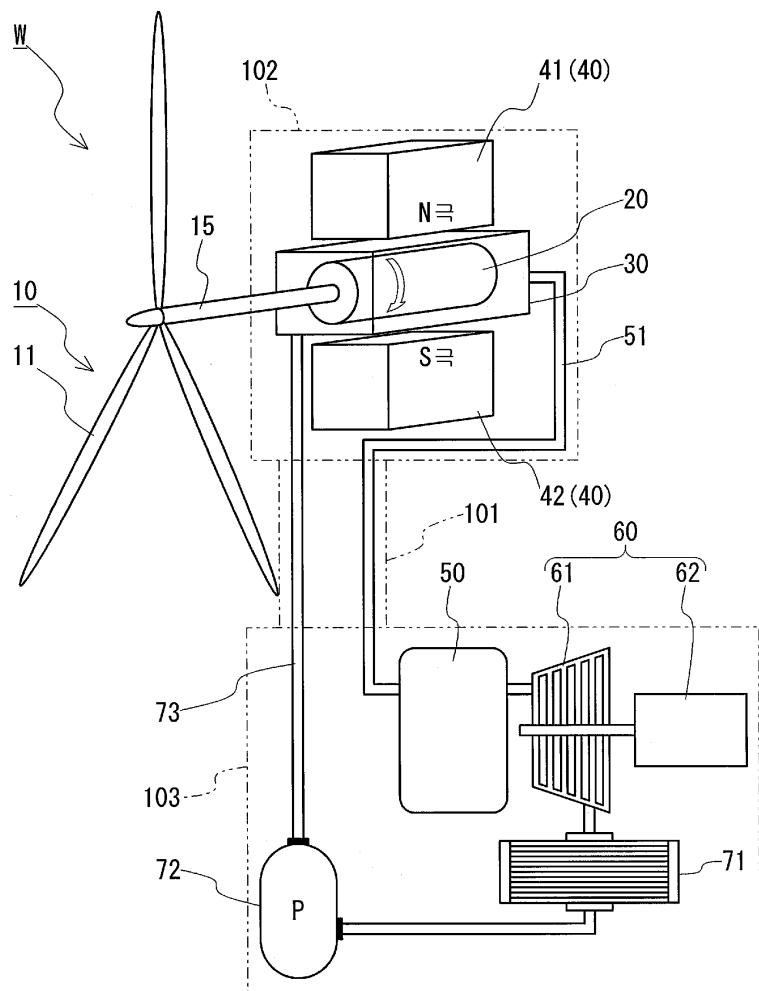
부호의 설명

[0059] W : 풍력 발전 시스템

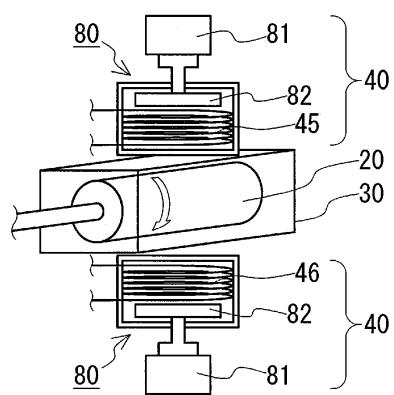
10 : 풍차
11 : 날개
15 : 회전축
20 : 도전체
30 : 열매체조
40 : 자장 발생기
41, 42, 43, 44 : 자석
45, 46 : 초전도 코일
50 : 축열기
51 : 수송관
60 : 발전부
61 : 증기 터빈
62 : 발전기
71 : 복수기
72 : 펌프
73 : 급수관
80 : 냉각 용기
81 : 냉동기
82 : 콜드 헤드
101 : 탑
102 : 나셀
103 : 건물

도면

도면1



도면2



도면3

