



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0129235
(43) 공개일자 2020년11월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C25B 15/00 (2006.01) C25B 1/04 (2006.01)
C25B 15/02 (2006.01) C25B 15/08 (2006.01)
F03D 1/06 (2006.01) F03D 7/02 (2006.01)
F03D 9/00 (2016.01) F03D 9/11 (2016.01)
F03D 9/30 (2016.01) F17C 13/02 (2006.01)
F17C 5/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C25B 15/00 (2013.01)
C25B 1/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0053138

(22) 출원일자 2019년05월07일

심사청구일자 2019년05월07일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자

안경관

울산광역시 남구 대공원로 207, 102동 402호(신정동, 대공원 월드메르디앙)

췌영 호아이 부 안

울산광역시 남구 대학로 93, 1822호(무거동, 무거기숙사)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김정수

전체 청구항 수 : 총 7 항

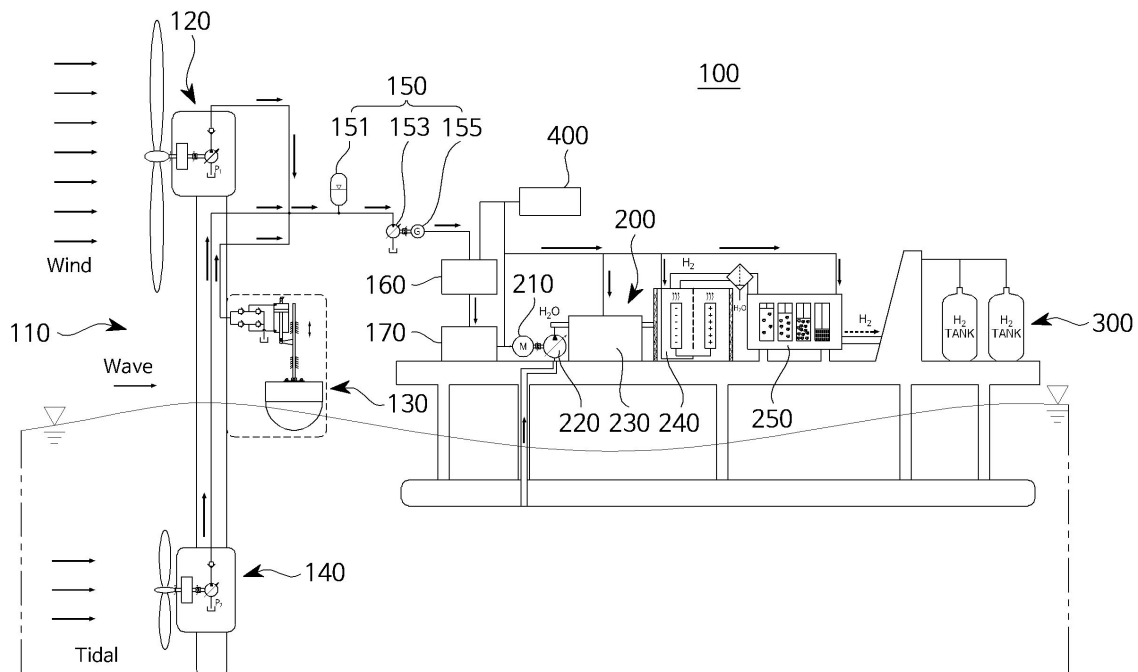
(54) 발명의 명칭 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템

(57) 요약

본 발명은 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템에 관한 것이다. 본 발명에서, 수소발생 시스템(100)에는 조력, 파력, 및 풍력의 복합 발전을 통해 전력을 생산하는 재생 에너지 발전부(110)가 구비된다. 상기 재생 에너지 발전부(110)로부터 생산된 전력에 의해 에너지 저장부(170)가 충전된다. 상기 에너지 저장부(170)는

(뒷면에 계속)

대표도



수소생산부(200)와 연결된다. 상기 수소생산부(200)는 상기 에너지 저장부(170)로부터 공급받은 전력과 해수를 이용하여 전기분해에 의해 수소연료를 생성한다. 상기 수소생산부(200)로부터 생성된 수소연료는 복수 개의 수소저장 탱크(300)에 저장된다. 상기 재생 에너지 발전부(110), 에너지 저장부(170), 수소생산부(200)에는 컨트롤러(400)가 연결된다. 상기 컨트롤러(400)는 상기 재생 에너지 발전부(110), 에너지 저장부(170), 수소생산부(200)의 구동을 제어하고, 상기 수소저장 탱크(300)의 수소 연료량을 제어한다. 이와 같이, 본 발명에 의하면, 재생 에너지 발전부를 제어함으로써 전력을 안정적으로 생산하여 수소생산부에 공급할 수 있으므로, 수소의 생산량을 증가시킬 수 있고, 재생 에너지 발전부로부터 생산된 전력을 에너지 저장부에 저장하여 컨트롤러를 통해 수소저장 탱크의 수소연료 저장량에 따라 능동적으로 전력을 공급할 수 있으므로 효율성이 향상되는 이점이 있다.

(52) CPC특허분류

C25B 15/02 (2013.01)
C25B 15/08 (2013.01)
F03D 7/0204 (2013.01)
F03D 7/0224 (2013.01)
F03D 9/008 (2013.01)
F03D 9/11 (2016.05)
F03D 9/30 (2016.05)
F17C 13/02 (2013.01)
F17C 5/06 (2013.01)

도 제 크영

울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자

장 제 등

울산광역시 남구 대학로37번길 16, 204호(무거동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2017R1A2B3004625
부처명	과기부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	유체 마찰전기 기반의 에너지 수확 기전 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산대학교 산학협력단
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

조력, 파력, 및 풍력의 복합 발전을 통해 전력을 생산하는 재생 에너지 발전부;

상기 재생 에너지 발전부로부터 생산된 전력에 의해 충전되는 에너지 저장부;

상기 에너지 저장부로부터 공급받은 전력과 해수를 이용하여 전기분해에 의해 수소연료를 생성하는 수소생산부;

상기 수소연료를 전달받아 수소연료를 저장하는 복수 개의 수소저장 탱크; 및

상기 재생 에너지 발전부, 에너지 저장부, 수소생산부와 연결되어 상기 재생 에너지 발전부, 에너지 저장부, 수소생산부의 구동을 제어하고, 상기 수소저장 탱크의 수소 연료량을 제어하는 컨트롤러;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 수소생산부는,

상기 에너지 저장부로부터 전력을 공급받는 전기 모터,

상기 전기 모터에 의해 구동되어 해수를 펌핑하는 워터 펌프,

상기 워터 펌프를 통해 해수를 공급받아 가열하여 해수를 수증기 상태로 만드는 히터,

상기 히터로부터 증기 상태의 해수를 전달받아 전기분해를 통해 수소 가스를 생성하는 전기분해 시스템부, 및

상기 전기분해 시스템부를 통해 생성된 수소 가스를 소정의 고압으로 압축하여 상기 수소저장 탱크로 전달하는 압축기를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 히터의 온도와 상기 전기분해 시스템부의 온도 및 압력은 상기 컨트롤러에 의해 각각 제어되는 것을 특징으로 하는 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 재생 에너지 발전부는,

공기의 유동이 가진 운동 에너지의 공기 역학적 특성인 풍력을 이용하여 전력을 생성하는 풍력 발전기,

해수면의 수위 차를 이용하여 전력을 생성하는 조력 발전기,

파랑 에너지를 이용하여 전력을 생성하는 파력 발전기,

상기 풍력 발전기, 조력 발전기, 및 파력 발전기와 연결되어 상기 풍력 발전기, 조력 발전기 및 파력 발전기로부터 생성된 전력을 하나로 결합하는 에너지 변환기, 및

상기 에너지 변환기에 연결되어 상기 풍력 발전기, 조력 발전기, 및 파력 발전기에서 생산된 전력을 상기 에너지 저장부로 공급하도록 전력을 변환하는 컨버터를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 풍력 발전기는,

수직하게 배치되고, 요(yaw)각 조절 가능하게 설치되는 수직축,

상기 수직축 상에 상기 수직축과 직교하는 방향으로 회전 가능하게 설치되는 회전축이 관통하여 구비되는 기어 박스,

상기 기어박스를 중심으로 하여 방사상으로 배치되어 피치(Pitch)각 조절이 가능하도록 상기 회전축의 일단에 연결되는 복수 개의 회전날개,

상기 회전축의 타단에 결합되어 상기 회전축의 회전력을 전달받아 구동되는 동력전달부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 동력전달부는,

상기 기어박스의 회전력을 전달받아 기계적 에너지를 압력 에너지로 변환하는 유압펌프,

상기 유압펌프의 유압을 전달받아 구동되는 유압모터, 및

상기 유압모터의 유압에 의해 구동되는 제너레이터를 포함하는 것을 특징으로 하는 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 컨트롤러는 상기 요(yaw)각 또는 피치(Pitch)각의 제어를 통해 상기 동력전달부의 전력량을 제어하는 것을 특징으로 하는 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수소발생 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 해수를 전기분해함에 있어서 풍력, 파력, 조력 에너지를 전기 에너지로 전환하여 이용할 수 있도록 구성되는 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 환경 오염과 화석 연료의 부족으로 인해 태양, 바람, 조류 등과 같은 신재생 에너지(renewable energy)에 대한 연구가 지속적으로 증가하고 있다.

[0003] 이들 중 태양광 발전은 태양전지를 이용하여 빛을 직접 전기 에너지로 변환시키는 발전방식으로, 태양전지, 컨버터, 축전지로 구성되며, 산업용 발전 시스템은 물론, 차량, 주거용, 가로등 등과 같이 생활 전반에 널리 사용되고 있다.

[0004] 그러나 태양광 발전 방식은 전력 생산량이 일사량에 의존할 수 밖에 없으며, 에너지 밀도가 낮은 등의 문제점이 있다.

[0005] 한편, 풍력과 조력발전은 바람 또는 조류를 이용하여 회전날개를 회전시켜 전기 에너지를 생산하는 발전방식으로, 바람 또는 조류의 세기나 방향에 따라 발전량이 차이가 많은 문제가 있다. 따라서, 태양광이나 바람 또는 조류와 같이 자연환경을 이용한 발전방식은 부하의 요구에 안정적으로 에너지를 공급하기 어려워 이를 개선하는 시스템이 개발되고 있다.

[0006] 대한민국 공개특허공보 제2012-0093671호('발명의 명칭:태양광 및 풍력 하이브리드 발전을 이용한 계통 연계 시스템 및 이를 이용한 태양광 및 풍력 하이브리드 계통 연계 발전 장치)에는 태양광과 풍력을 연계한 발전장치가

개시되어 있다. 상기 발전장치는 일조량이 부족한 경우에는 풍력을 이용하고, 바람 세기나 방향이 일정하지 않는 경우에는 태양광을 이용토록 함으로써, 태양광과 풍력을 모두 활용하고 있다.

[0007] 하지만 상기 발전장치는 태양광이나 풍력을 상호 보완적으로 활용할 뿐, 기본적으로 태양광과 풍력에 전적으로 의존할 수밖에 없어, 태양광이나 풍력 둘다 충분히 활용할 수 없는 경우에는 안정적인 발전이 이루어지지 않는 문제점이 있다.

[0008] 또한, 종래 기술은 단순히 발전장치로부터 전력을 공급받아 전기분해를 이용하여 수소를 생산하는 원론적 기술만을 개시할 뿐이다.

[0009] 이로 인해, 해상 환경 변화 등에 의해 상기 발전장치의 발전 효율이 저하되고 이로 인하여 수소 생산량이 급격하게 줄어드는 경우, 수소를 저장하는 탱크의 내부 압력이 변화하여 적은량의 수소를 저장하고 관리하는 것이 매우 어려워지는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2016-0114802호(2016년 10월 06일 공개)

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-1098521호(2011년 12월 26일 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상기한 문제점을 개선하기 위해 발명된 것으로, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 자연환경을 이용하여 친환경적으로 생산된 전기 에너지를 이용하여 해수를 전기분해하여 수소를 안정적으로 생산하여 저장할 수 있도록 구성되는 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템을 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 기술적 과제는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기 과제를 달성하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템에 따르면, 조력, 파력, 및 풍력의 복합 발전을 통해 전력을 생산하는 재생 에너지 발전부; 상기 재생 에너지 발전부로부터 생산된 전력에 의해 충전되는 에너지 저장부; 상기 에너지 저장부로부터 공급받은 전력과 해수를 이용하여 전기분해에 의해 수소연료를 생성하는 수소생산부; 상기 수소연료를 전달받아 수소연료를 저장하는 복수개의 수소저장 탱크; 및 상기 재생 에너지 발전부, 에너지 저장부, 수소생산부와 연결되어 상기 재생 에너지 발전부, 에너지 저장부, 수소생산부의 구동을 제어하고, 상기 수소저장 탱크의 수소 연료량을 제어하는 컨트롤러;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 상기 수소생산부는, 상기 에너지 저장부로부터 전력을 공급받는 전기 모터, 상기 전기 모터에 의해 구동되어 해수를 펌핑하는 워터 펌프, 상기 워터 펌프를 통해 해수를 공급받아 가열하여 해수를 증기 상태로 만드는 히터, 상기 히터로부터 증기 상태의 해수를 전달받아 전기분해를 통해 수소 가스를 생성하는 전기 분해 시스템부, 및 상기 전기분해 시스템부를 통해 생성된 수소 가스를 소정의 고압으로 압축하여 상기 수소저장 탱크로 전달하는 압축기를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 히터의 온도와 상기 전기분해 시스템부의 온도 및 압력은 상기 컨트롤러에 의해 각각 제어되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 재생 에너지 발전부는, 공기의 유동이 가진 운동 에너지의 공기 역학적 특성인 풍력을 이용하여 전력을 생성하는 풍력 발전기, 해수면의 수위 차를 이용하여 전력을 생성하는 조력 발전기, 파랑 에너지를 이용하여 전력을 생성하는 파력 발전기, 상기 풍력 발전기, 조력 발전기, 및 파력 발전기와 연결되어 상기 풍력 발전기, 조력

발전기 및 파력 발전기로부터 생성된 전력을 하나로 결합하는 에너지 변환기, 및 상기 에너지 변환기에 연결되어 상기 풍력 발전기, 조력 발전기, 및 파력 발전기에서 생산된 전력을 상기 에너지 저장부로 공급하도록 전력을 변환하는 컨버터를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 상기 풍력 발전기는, 수직하게 배치되고, 요(yaw)각 조절 가능하게 설치되는 수직축, 상기 수직축 상에 상기 수직축과 직교하는 방향으로 회전 가능하게 설치되는 회전축이 관통하여 구비되는 기어박스, 상기 기어박스를 중심으로 하여 방사상으로 배치되어 피치(Pitch)각 조절이 가능하도록 상기 회전축의 일단에 연결되는 복수 개의 회전날개, 상기 회전축의 타단에 결합되어 상기 회전축의 회전력을 전달받아 구동되는 동력전달부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 상기 동력전달부는, 상기 기어박스의 회전력을 전달받아 기계적 에너지를 압력 에너지로 변환하는 유압펌프, 상기 유압펌프의 유압을 전달받아 구동되는 유압모터, 및 상기 유압모터의 유압에 의해 구동되는 제너레이터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 상기 컨트롤러는 상기 요 각 및 피치각의 제어를 통해 상기 동력전달부의 전력량을 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템에 따르면, 파도와 바람이 심한 해상에서 풍력 발전기, 파력 발전기, 조력 발전기의 동력전달부를 제어함으로써 전력을 안정적으로 생산하여 수소생산부에 공급할 수 있으므로, 수소의 생산량을 증가시킬 수 있다. 따라서, 효율성이 향상된 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템을 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0023] 그리고 본 발명의 일 실시예에 따른 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템에 따르면, 재생 에너지 발전부로부터 생산된 전력을 에너지 저장부에 저장하여 컨트롤러를 통해 수소저장 탱크의 수소연료 저장량에 따라 능동적으로 전력을 공급할 수 있으므로 효율성이 더욱 향상된 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템을 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0024] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템의 구성을 나타내는 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템의 일부 구성을 나타내는 개략도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수소발생 시스템이 제어되는 상태를 나타낸 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 재생 에너지 발전부의 풍력 발전기의 구성을 나타내는 개략도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 풍력 발전기의 회전날개의 피치각(β)과 선단속도율(λ)에 따른 전력계수(C_p)를 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 풍력 발전기의 유압펌프 및 유압모터가 PID 제어되는 상태를 나타낸 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 풍력 발전기의 회전날개를 조절하는 알고리즘을 나타낸 신호흐름도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 풍력 발전기의 회전날개의 조절 시 미리 설정된 제 1 내지 제 4상태를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 본

발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

- [0027] 실시예를 설명함에 있어서 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려져 있고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.
- [0028] 마찬가지로 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다. 또한, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다. 각 도면에서 동일한 또는 대응하는 구성요소에는 동일한 참조 번호를 부여하였다.
- [0029] 도 1에는 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템의 구성이 개략도로 도시되어 있고, 도 2에는 본 발명의 일 실시예에 따른 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템의 일부 구성이 개략도로 도시되어 있다.
- [0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 수소발생 시스템(100)은 크게 재생 에너지 발전부(110), 에너지 저장부(170), 수소생산부(200), 수소저장 탱크(300), 및 컨트롤러(400)로 구성될 수 있다.
- [0032] 본 실시예에서, 상기 재생 에너지 발전부(110)는, 풍력 발전기(120), 파력 발전기(130), 조력 발전기(140), 에너지 변환기(150), 및 컨버터(160)로 구성될 수 있다.
- [0033] 상기 재생 에너지 발전부(110)는, 여러 재생 에너지를 조합하여 복합적으로 전력을 생산하는 하이브리드식 발전기에 해당한다.
- [0034] 본 실시예에서, 상기 풍력 발전기(120), 조력 발전기(140)에는 각각 터빈의 요 각도(yaw angle), 피치 각도(pitch angle) 조절을 위한 동력전달부가 구비되어, 각각 공기의 유동이 가진 운동 에너지의 공기 역학적 특성을 이용하여 전력을 생성하고, 해류의 흐름(조력)을 이용할 때 상기 동력전달부를 최적화하여 발전효율을 최대화 하여 전력을 생성한다.
- [0035] 그리고 상기 파력 발전기(130)는 부유하는 부표를 통해 파도의 병진 운동을 이용하여 전력을 생성한다.
- [0037] 본 실시예에서, 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 풍력 발전기(120)는, 수직축(121), 회전축(미도시)이 구비되는 기어박스(123), 복수 개의 회전날개(124), 및 동력전달부(125)로 구성될 수 있다.
- [0038] 상기 수직축(121)은 수직하게 배치되고, 요(yaw)각 조절 가능하게 설치될 수 있다. 상기 수직축(121)은 축 전체가 회전 가능하게 설치될 수 있지만, 상기 기어박스(123)가 설치된 일단부만 회전 가능하게 형성될 수도 있다.
- [0039] 상기 수직축(121) 상에는 기어박스(123)가 구비된다. 상기 기어박스(123)는 상기 수직축(121)과 직교하는 방향으로 회전 가능하게 설치되는 회전축(미도시)이 관통하여 구비된다.
- [0040] 상기 기어박스(123)를 중심으로 하여서는 복수 개의 회전날개(124)가 방사상으로 배치된다. 상기 회전날개(124)는 피치(Pitch)각 조절이 가능하도록 상기 회전축의 일단에 연결될 수 있다.
- [0041] 상기 회전축의 타단에는 동력전달부(125)가 결합된다. 상기 동력전달부(125)는 상기 회전축의 회전력을 전달받아 구동된다.
- [0042] 상기 동력전달부(125)는, 도시되지는 않았지만 유압펌프, 유압모터, 및 제너레이터를 포함하여 구성될 수 있다. 상기 유압펌프는 상기 기어박스(123)의 회전력을 전달받아 기계적 에너지를 압력 에너지로 변환하는 역할을 한다.
- [0043] 상기 유압모터는 상기 유압펌프의 유압을 전달받아 구동되고, 상기 제너레이터는 상기 유압모터의 유압에 의해 구동됨으로써 전력을 생성하게 된다.
- [0044] 본 실시예에서, 상기 유압펌프와 유압모터 사이는 유압회로에 의해 연결될 수 있다. 상기 유압회로는 상기 유압모터에 균일하게 에너지가 전달되도록 하는 역할을 한다.
- [0045] 본 실시예에서는 풍력 발전기(120)의 회전날개(124)의 피치(Pitch)각이나 수직축의 요(yaw)각을 조절하여 동력전달부를 안정화 할 수 있다. 이에 대한 자세한 설명은 아래에서 설명하기로 한다.

- [0046] 상기 풍력 발전기(120), 파력 발전기(130), 및 조력 발전기(140)로부터 생성된 총 전력은 에너지 변환기(150)에 의해 결합된다. 즉, 상기 에너지 변환기(150)는 상기 풍력 발전기(120), 파력 발전기(130), 및 조력 발전기(140)의 동력전달부와 연결되며, 각 동력전달부로부터 동력을 전달받아 전체 에너지 생산량을 조절하는 역할을 한다. 상기 에너지 변환기(150)는 발전기(미도시)와 상기 발전기와 연결된 유압 모터(미도시)를 구동하여 전기를 생성한다.
- [0047] 본 실시예에서, 상기 에너지 변환기(150)에는 어큐뮬레이터(151), 상기 어큐뮬레이터(151)와 연결되는 유압 모터(153), 및 상기 유압 모터(153)에 의해 구동되는 발전기(155)로 구성될 수 있다. 상기 어큐뮬레이터(151)는 상기 풍력 발전기(120), 파력 발전기(130), 조력 발전기(140)와 연결되어 상기 풍력 발전기(120), 파력 발전기(130) 및 조력 발전기(140)로부터 생성된 에너지를 하나로 결합하기 위한 것이다. 그리고, 상기 어큐뮬레이터(151)는 총 유량 중 일정량을 축적해 두었다가 필요에 따라 방출하는 것으로, 상기 유압 모터(153)의 동력원 보조 작용도 한다. 따라서 상기 유압 모터(153) 및 발전기(155)가 일정한 속도로 작동하도록 보조함으로써, 상기 유압 모터(153) 및 발전기(155)는 높은 효율을 달성할 수 있다.
- [0048] 상기 에너지 변환기(150)에는 컨버터(160)가 연결된다. 상기 컨버터(160)는 상기 풍력 발전기(120), 파력 발전기(130), 및 조력 발전기(140)에서 생산된 전력을 상기 에너지 저장부(170)로 공급하도록 전력을 변환하는 역할을 한다.
- [0050] 한편, 상기 에너지 저장부(170)는 상기 재생 에너지 발전부(110)로부터 생산된 전력에 의해 충전된다. 상기 에너지 저장부(170)의 충전량은 컨트롤러(400)에 의해 제어될 수 있다.
- [0052] 한편, 상기 수소생산부(200)는 상기 재생 에너지 발전부(110)로부터 생산된 전력과 해수를 이용하여 전기분해에 의해 수소연료를 생성하는 역할을 한다. 상기 수소생산부(200)는 상기 에너지 저장부(170)에 연결되어 전력을 상기 에너지 저장부(170)를 통해 전달받을 수 있다.
- [0053] 본 실시예에서, 상기 수소생산부(200)는, 전기 모터(210), 워터 펌프(220), 히터(230), 전기분해 시스템부(240), 필터(미도시), 및 압축기(250)로 구성될 수 있다. 상기 전기 모터(210)는 상기 에너지 저장부(170)로부터 전력을 공급받아 구동되고, 상기 워터 펌프(220)는 상기 전기 모터(210)에 의해 구동되어 해수를 펌핑한다. 이때, 펌핑되는 해수는 전기 분해를 위한 촉매(전해액)다.
- [0054] 상기 워터 펌프(220)를 통해 펌핑된 해수는 히터(230)로 전달된다. 상기 히터(230)는 상기 워터 펌프(220)를 통해 해수를 공급받아 가열하여 해수를 수증기 상태로 만드는 역할을 한다. 즉, 상기 히터(230)는 해수가 수증기로 변할 때까지 가열하고, 해수로부터 불순물을 분리한다.
- [0055] 이때, 수증기가 된 해수는 상기 전기분해 시스템부(240)로 이동된다. 이는 고온 및 수증기 때문에 전기분해 공정의 효율을 높일 수 있기 때문이다. 상기 전기분해 시스템부(240)의 음극 측에서는 수소 가스가 생성되고, 필터를 사용하여 수증기 및 불순물을 제거한다.
- [0056] 본 실시예에서, 상기 전기분해 시스템부(240)의 구조는 도 2에 개략적으로 도시된 바와 같이, 탱크 속에 해수를 채우고 에노드(+극)와 캐소드(-극)를 삽입하여 전력을 공급해주는 구조일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, 상기 재생 에너지 발전부(110)에서 발전된 전력은 에노드와 캐소드에 전기적으로 접속되어 전력을 공급하는데, 이때, 전력은 조절 가능하며, 따라서 수소생성량의 조절이 용이하다.
- [0057] 한편, 고체 산화물에 의한 증기 전기분해 시스템은 800~900° C, 작동압력 1bar에서 작동하며, PEM(Polymer Electrolyte Membrane : 고분자 전해질형)에 의한 증기 전기분해 시스템은 20~200° C, 작동 압력 20~30bar에서 작동한다.
- [0058] 따라서, 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 컨트롤러(400)는 전기분해 시스템의 종류에 따라 두 가지 방법 즉, 상기 히터(230)를 통해 상기 전기분해 시스템부(240)의 온도를 제어하거나, 상기 전기 모터(210)를 통해 상기 워터 펌프(220)의 용량 가변 및 워터 펌프와 연결된 유량 제어 밸브(flow control valve)를 제어하여 상기 전기분해 시스템부(240)의 압력을 조절함으로써 수소 생성량의 조절을 용이하게 할 수 있다.
- [0059] 이와 같이 생성된 수소는 상기 압축기(250)로 이동된다. 수소의 응축 온도는 물의 응축 온도보다 매우 낮게 때문에 남아있는 수증기는 상기 필터를 사용하여 제거할 수 있다. 상기 압축기(250)는 수소를 고압으로 압축하여

상기 수소저장 탱크(300)로 전달하고, 수소저장 탱크는 전달 받은 수소연료를 저장한다.

[0060] 이와 같이 저장된 수소연료는 연료전지 엔진, 연료전지 차량, 또는 산업용 연료 전지 시스템과 같은 녹색 연료로 사용할 수 있다.

[0062] 다음으로, 상기 컨트롤러(400)는 본 발명의 상기 재생 에너지 발전부(110)로부터 상기 수소생산부(200)에 공급되는 전력량, 상기 에너지 저장부(170)의 충전량, 상기 수소저장 탱크(300)의 수소연료량 등을 제어하여 최적의 수소발생 시스템을 구성하도록 한다.

[0063] 상기 컨트롤러(400)는 상기 재생 에너지 발전부(110)로부터 생산된 전력을 상기 에너지 저장부(170)에 충전시키며, 상기 수소생산부(200)에 공급한다. 본 발명 실시예에서는 재생 에너지 발전부(110)로부터 상기 수소생산부(200)로 전력을 안정적으로 공급하면서, 사이클 수명 시간을 보장하기 위해, 수소 생산 공정의 온/오프 시간을 줄일 수 있다. 이를 위해, 상기 컨트롤러(400)는 상기 풍력 발전기(120), 조력 발전기(140)의 동력전달부를 최적화하여 발전효율을 최대화하여 전력을 생성한다.

[0065] 한편, 도 5는 상기 풍력 발전기(120)의 피치각(β)과 선단속도율(λ)에 따른 전력계수(C_p)를 나타낸 그래프이고, 도 7은 상기 회전날개(124)를 조절하는 알고리즘을 나타낸 신호흐름도이며, 도 8은 회전날개(124)의 조절 시 미리 설정된 제 1 내지 제 4상태를 나타낸 그래프이다.

[0066] 도 5를 참조하여 풍력에 의한 발전전력은 아래의 수학식 1에 의해 결정된다.

[0067] <수학식 1>

$$P_t = \frac{1}{2} \rho A V_w^3 C_p(\beta, \lambda)$$

[0069] 전력계수(C_p)는 회전날개(124)의 피치각(pitch angle)인 β 와 선단속도율(tip speed ratio)인 λ 를 인자로 갖는다. 선단속도율 λ 는 회전날개(124)의 끝단에서의 선단속도($R\omega_r$, R은 회전날개의 반지름)의 바람의 속도(V_w)에 대한 비율이다. 전력계수(C_p)는 아래 수학식 2에 의해 계산된다.

[0070] <수학식 2>

$$C_p(\lambda, \beta) = c_1(c_2 - c_3\beta - c_4\beta^x - c_5)e^{-c_6}$$

[0072] c_1 내지 c_6 은 회전날개(124)의 특성에 따른 계수이며, 예컨대 c_1 은 0.5, c_2 는 $116/\lambda_i$, c_3 는 0.4, c_4 는 0, c_5 는 5, c_6 은 $21/\lambda_i$, x 는 1.5로 주어질 수 있으며, λ_i 는 아래 수학식 3로 주어질 수 있다.

[0073] <수학식 3>

$$\lambda_i = \left(\frac{1}{\lambda + 0.08\beta} - \frac{0.035}{\beta^3 + 1} \right)^{-1}$$

[0075] 선단속도율(λ , tip speed ratio) TSR은 아래 수학식 4와 같이 주어질 수 있으며, ω_r 은 회전날개(124)의 각속도이다.

[0076] <수학식 4>

$$\lambda = \frac{\omega_r R}{V_w}$$

[0078] 도 5에 도시된 바와 같이, 피치각(β)이 0도인 경우 선단속도율(λ)이 8.1일 때 전력계수(C_p)는 0.48의 최대값을 갖는다. 이 선단속도율 값이 회전날개(124)의 해당 피치각에서 최대 발전 효율을 가지는 최적값이 된다. 이에 따라 상기 풍력 발전기(120)의 발생 전력을 최대화하기 위한 회전날개(124)의 최적 회전속도(optimal rotor speed)를 산출할 수 있다.

[0079] 회전날개(124)의 최적 회전 속도(ω_{t-opt})는 아래 수학식 5에서 나타낸 바와 같다.

[0080] <수학식 5>

$$\omega_{t-opt} = \frac{\lambda_{opt} V_w}{R}$$

[0082] 여기서 λ_{opt} 는 λ 의 최적 선단속도비(Tip Speed Ratio;TSR)를 의미한다.

[0083] 회전날개(124)에 의해 생성된 토크는 아래 수학식 6에서 나타낸 바와 같다.

[0084] <수학식 6>

$$T_t = P_t / \omega_t$$

[0086] 한편, 도 6에 도시된 바와 같이, 유압펌프 및 유압모터는 PID(proportional integral derivatition control) 제어를 통해 자동 제어 가능하다.

[0087] 첫 번째 제어는 상기 최적 선단 속도비(Optimal TSR)에 따른 회전날개(124)의 각속도(ω_{to})로부터 PID/SMC(Sliding Mode Controller)를 통해 유압펌프를 제어하는 것이고, 두 번째 제어는 유압모터의 스피드 입력(y_r)에 따라 PID/AFSMC(Adaptive-Fuzzy Sliding Mode Controller)를 통해 유압모터를 제어하는 것이다. 이때, 유압펌프로부터 유압모터로 전달되는 에너지는 유압회로를 통해 균일하게 전달될 수 있다.

[0088] γ 은 기어박스(123)의 기어비라 할 때, 동력전달부의 유압펌프의 최적 펌프 속도는 회전날개의 최적 각속도로부터 $\omega_{P-opt} = \gamma \omega_{t-opt}$ 의 관계식에서 구할 수 있다.

[0089] 상기 유압펌프의 최적 펌프 속도(ω_{p-opt})는 펌프의 사관율 또는 변위율(displacement ratio, α_p)을 PID(proportional integral derivatition control) 제어 또는 SMC제어를 통해 얻을 수 있고 이는 아래와 같은 수학적식으로 나타낼 수 있다.

$$\alpha_p = K_p e_p + K_i \int e_p dt + K_d \dot{e}_p$$

[0091] 여기서, $e_p = \omega_{p-opt} - \omega_p$ 이고, ω_p 는 펌프속도, ω_{p-opt} 는 최적 펌프속도이다. 이와 같이, 동력전달부의 유압펌프의 펌프속도(ω_p)를 조절함으로써, $\omega_{P-opt} = \gamma \omega_{t-opt}$ 에서 유압펌프의 제어를 통해 회전날개(124)의 최적 회전속도(ω_{t-opt})를 얻을 수 있으며 이에 의하여 최적 선단속도비율(λ_{opt})을 얻고 최적의 전력(P_{topt})을 얻을 수 있다.

[0092] 또한 유압모터에 대한 두 번째 제어도, 유압모터 스피드(y_r)를 입력값으로하여 모터속도(ω_m)에 대하여 상기 첫 번째 제어와 유사하게 최적 모터스피드와 모터스피드와의 차이값을 이용하여 PID또는 AFSMC 제어함으로써 사관 각도(유압모터 displacement angle, α_m)를 조정함으로써 최적 모터스피드를 얻을 수 있고 최적의 전력(P_{topt})을 얻을 수 있다.

[0094] 본 실시예에서는 풍력발전기(120)를 예로 들어 설명하였지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 조력발전기(140)도 동일한 회전 날개를 가지는 구성으로써 최적 전력을 얻을 수 있도록 동일한 제어 방법이 적용될 수 있다. 즉, 본 명세서 전체에서 풍력발전대신 조력발전에도 풍력발전과 동일한 설명이 적용된다.

[0096] 다음으로, 도 7 및 도 8을 참조하면, 상기 회전날개(124)의 각도 조절 실시예를 나타내는 흐름도가 도시되어 있다.

[0097] 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 상기 수직축(121) 및 회전날개(124)는 요(yaw)각 과 피치(Pitch)각의 조정이 가능하도록 회전하며, 4개의 상태를 미리 설정하여 각 상태에 따라 요와 피치의 각도를 조절하는 내용이 개시된다. 4개의 상태는, 제1상태(Region 1) 및 제4상태(Region 4)는 에너지의 생성이 이루어지지 않는 상태를 의미하고, 제2상태(Region 2)는 풍력에 따른 제1에너지를 생성하면서 에너지 효율을 증대시키는 상태를 의미하고, 제3

상태(Region 3)는 제1에너지를 생성하면서 에너지 효율을 감소시키는 상태를 의미한다.

[0098] 먼저, 바람의 방향에 맞도록 요각이 설정되어 있는지 판단한 후, 요각을 조절하여 바람의 방향과 회전날개(124)가 대향하도록 일치시킨다. 요각이 바람의 방향에 적합하게 조절된 경우 바람의 속도에 따라, 바람의 속도가 제2상태(Region 2)나 제3상태(Region 3)에 속하는 경우 핏치 각을 0으로 조절한다. 제4상태(Region 4)에 속하는 경우 회전날개(124)의 회전 속도를 천천히 감소시키도록 핏치각을 조절한다.

[0099] 위와 같은 메커니즘을 통해 파력 또는 조력의 발전량이 큰 경우 풍력발전량을 가변시키면서 조절 가능하고, 과도한 에너지의 생성이나 과소한 에너지의 생성을 방지할 수 있다. 또한, 바람의 속도가 너무 빠를 경우 회전날개(124)의 파손을 방지하고, 속도가 부족한 경우 발전 효율을 최적화 할 수 있다.

[0101] 이와 같이, 본 발명은 풍력, 조력, 파력의 재생에너지를 조합하여 균일한 에너지 생산량을 보장할 수 있으며, 동력전달부의 발전 효율을 최적화하여 과도한 에너지 생성이나 과소환 에너지 생성에 효과적으로 대처할 수 있으므로 풍력, 조력발전의 에너지 생성 효율을 증대시킬 수 있는 효과도 있다.

[0103] 그리고 본 발명은, 파도와 바람이 심한 해상에서 풍력 발전기(120), 파력 발전기(130), 조력 발전기(140)의 동력전달부를 제어, 특히, 풍력 발전기(120)를 회전날개(124)를 풍속에 따라 제어함으로써 전력을 안정적으로 생산하여 수소생산부(200)에 공급할 수 있으므로, 수소의 생산량을 증가시킬 수 있다. 따라서, 효율성이 향상된 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템을 제공할 수 있는 효과도 있다.

[0104] 또한, 상기 재생 에너지 발전부(110)로부터 생산된 전력을 에너지 저장부(170)에 저장하여 컨트롤러(400)를 통해 수소저장 탱크(300)의 수소연료 저장량에 따라 능동적으로 전력을 공급할 수 있으므로 효율성이 더욱 향상된 해수 및 신재생 에너지를 이용한 수소발생 시스템을 제공할 수 있는 효과도 있다.

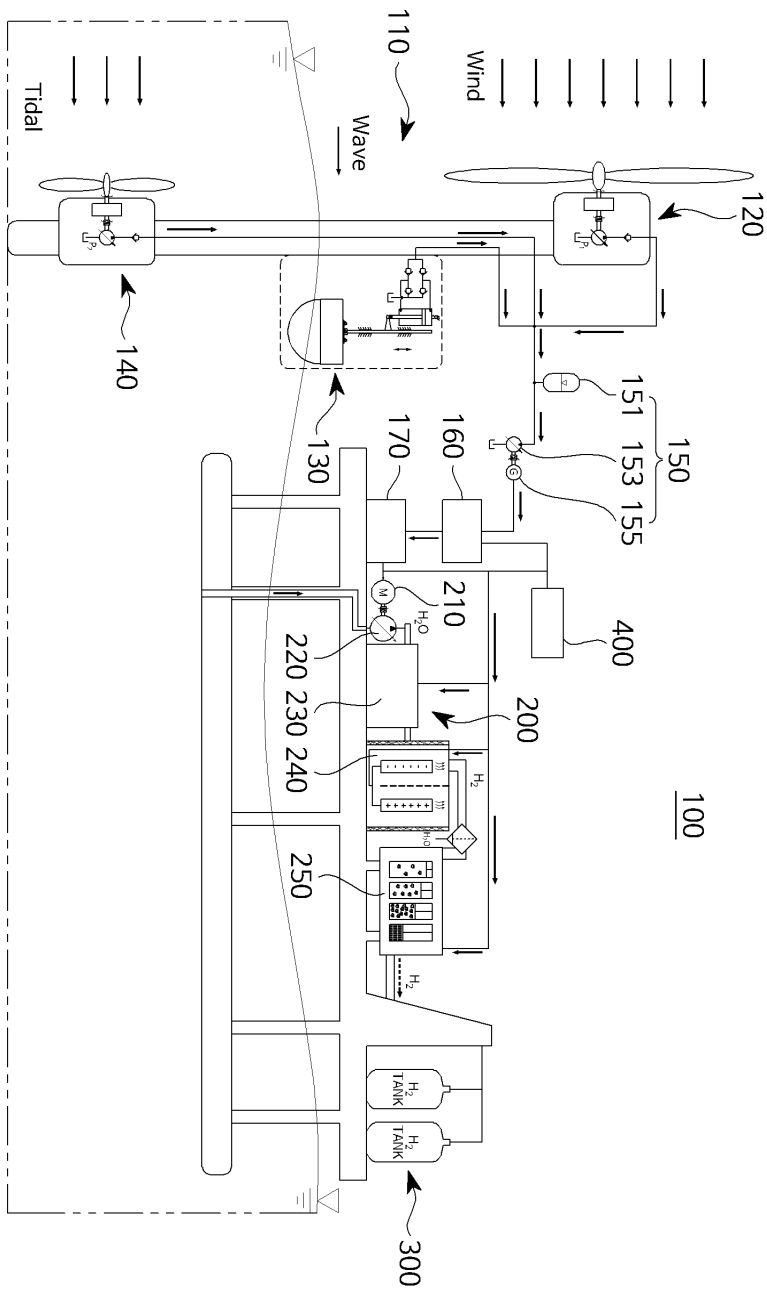
[0106] 한편, 본 명세서와 도면에는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

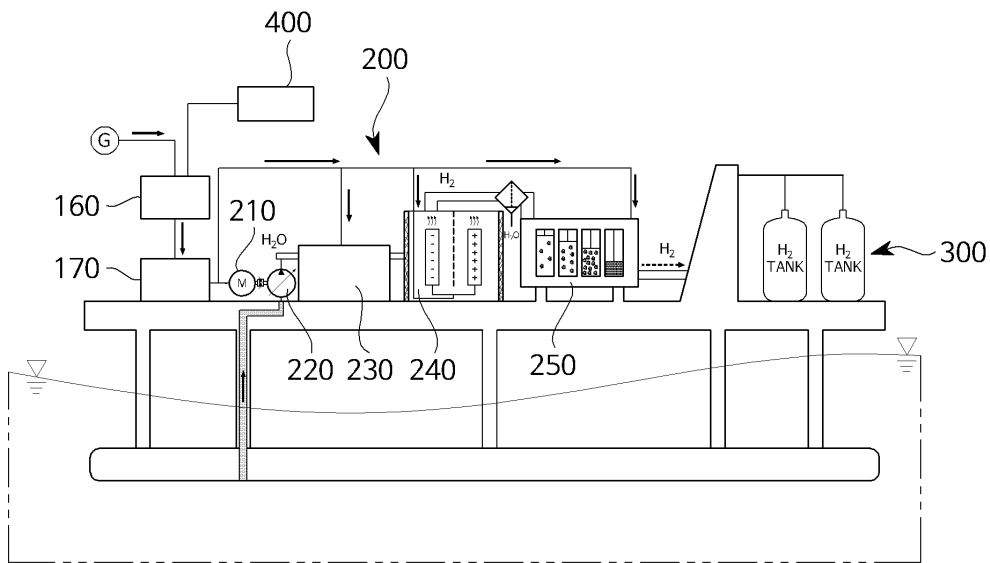
[0108] 100: 수소발생 시스템 110: 재생 에너지 발전부
120: 풍력 발전기 130: 파력 발전기
140: 조력 발전기 150: 에너지 변환기
160: 컨버터 170: 에너지 저장부
200: 수소생산부 210: 전기 모터
220: 워터 펌프 230: 히터
240: 전기분해 시스템부 250: 압축기
300: 수소저장 탱크 400: 컨트롤러

도면

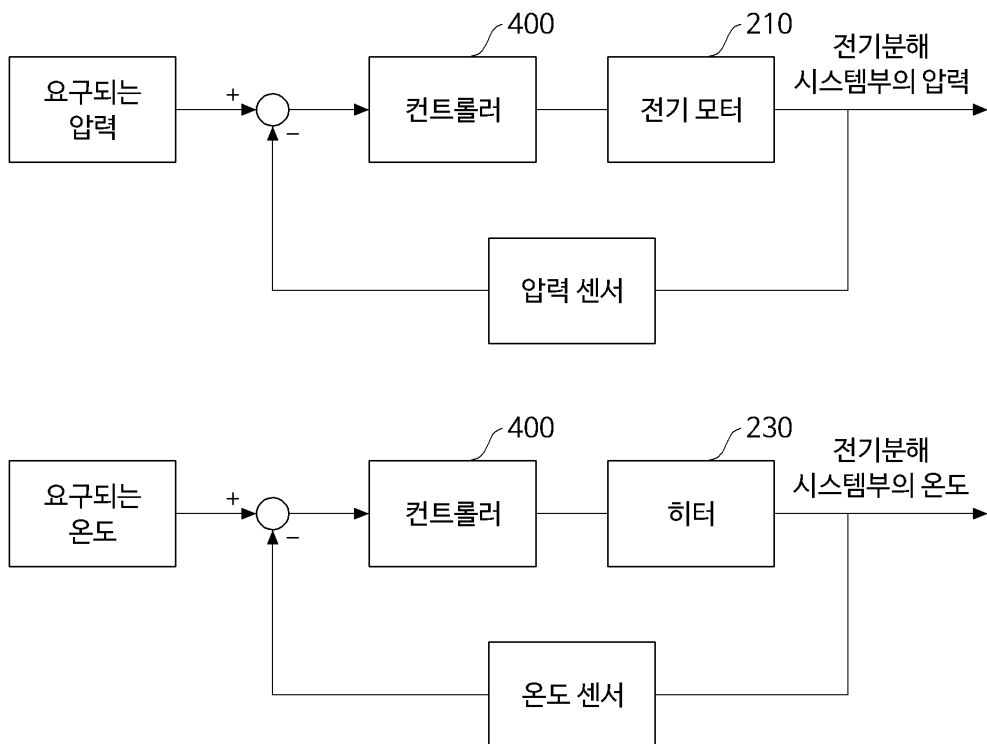
도면1



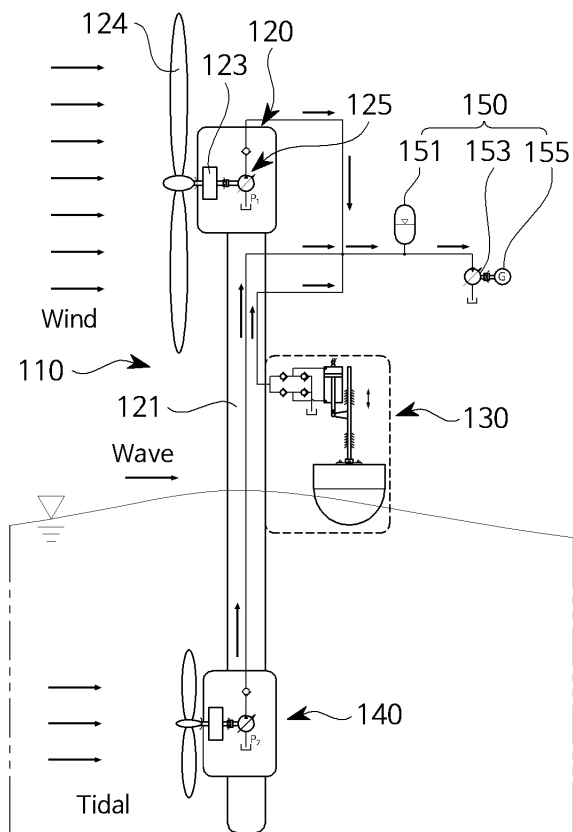
도면2



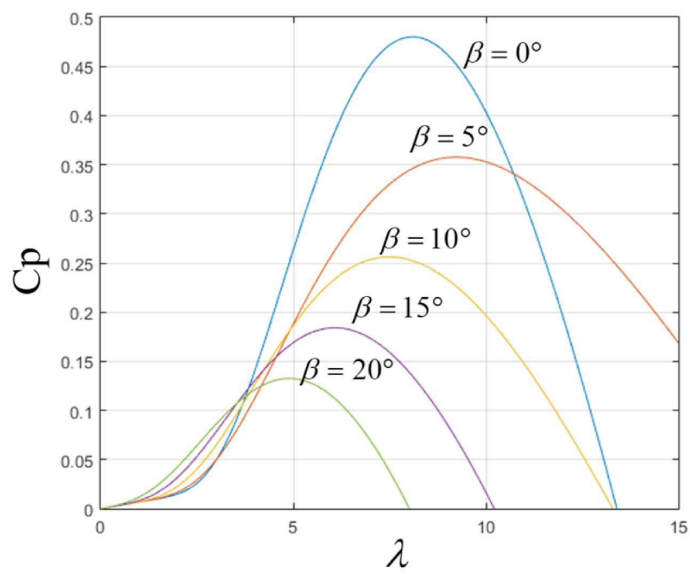
도면3



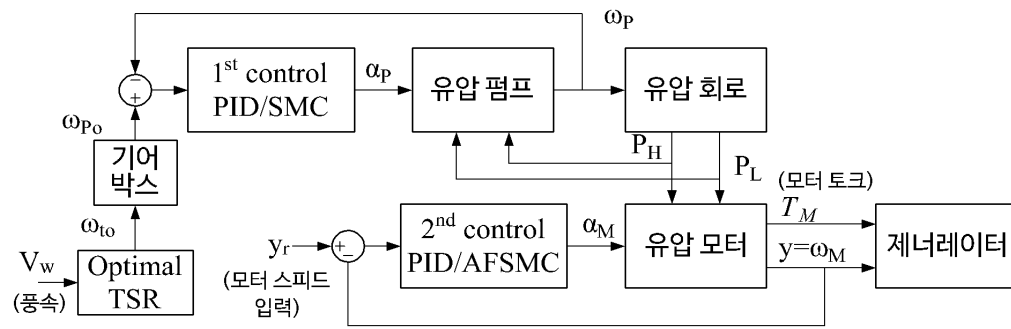
도면4



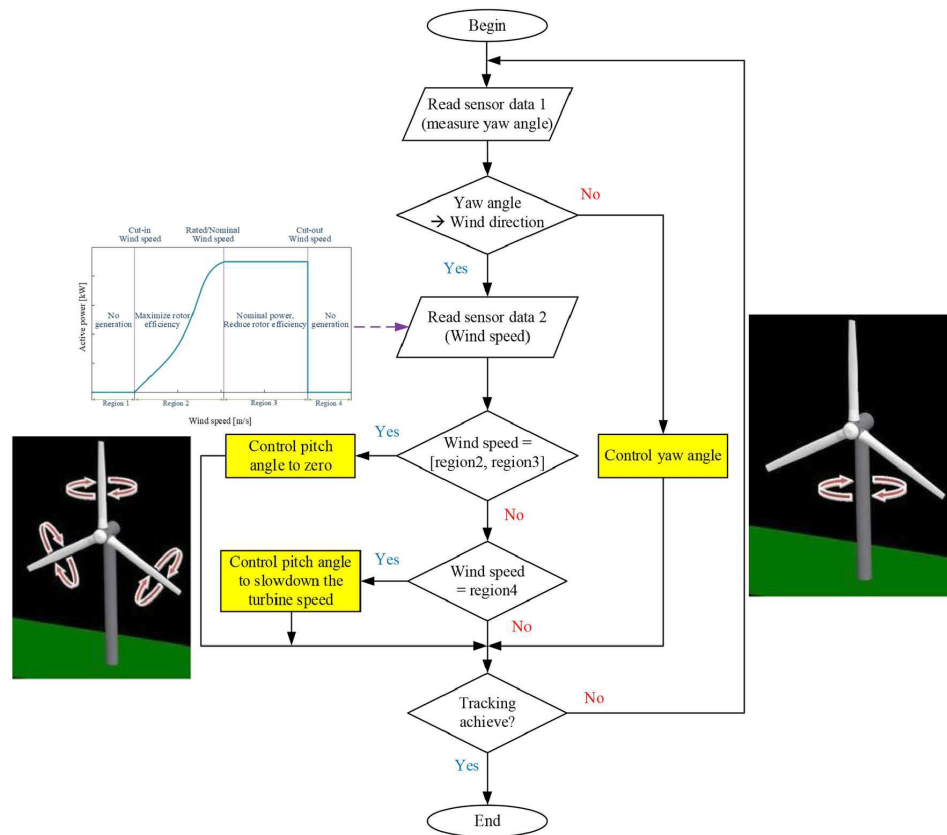
도면5



도면6



도면7



도면8

