19	고체수소 저장탱크를 구비한 독립형 부유식 해상풍력발전 시스템

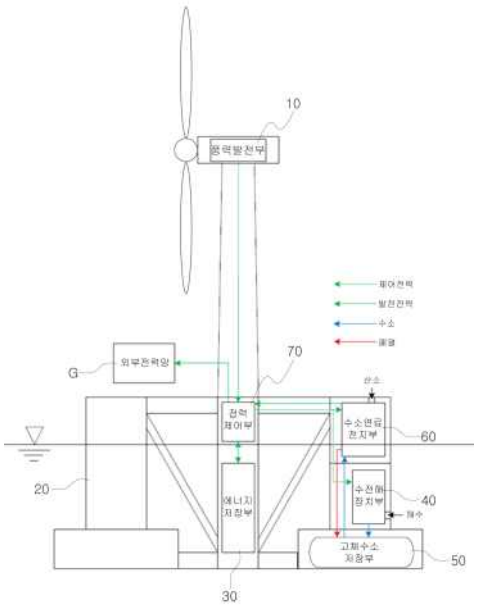
Ⅰ. 서지정보

출 원 인	한국조선해양기자재연구원	발 명 자	김준배, 최성윤, 조배석
출원번호	10-2018-0155696	출원일자	2021-06-15
등록번호	-	등록일자	-

Ⅱ. 기술 상세정보

기 술 명	고체수소 저장탱크를 구비한 독립형 부유식 해상풍력발전 시스템 Independent type floating offshore wind turbine system with solid state hydrogen storage tank
기술특징	본 발명은 수소생산 저장 및 전력 공급을 위한 부유식 해상풍력발전 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 P2G(Power to Gas) 기술을 적용한 부유식 해상풍력발전기 시스템을 활용하여 재생에너지의 잉여전력을 활용하여 해상풍력발전기 부유체의 내부에서 수소를 생산하고, 생산된 수소는 수소저장합금으로 이루어진 고체수소 저장탱크를 부유체 하부 공간에 설치하여 수소를 저장함으로써 부유체 복원성 향상을 통한 상부 풍력발전기의 전력출력 부하 변동은 최소화한다. 또한, 수소연료전지를 통한 2차 전력 공급시스템을 통하여 수소저장부 내부를 구성하는 수소저장합금의 수소화와, 탈수소화를 위한 별도의 냉매 또는 열원 발생 장치를 구비하지 않고, 해수와 폐열을 활용하여 지속적이고 안정적인 출력으로전력을 외부 전력망에 제공하는 고체수소 저장탱크를 구비한 독립형 부유식 해상풍력 발전 시스템에 관한 것이다. 상기 목적을 달성하기 위한, 본 발명에 따른 외부전력망(G)에 전력을 공급하는 고체수소 저장탱크를 구비한 부유식 해상풍력발전 시스템에 있어서, 해상에서의 풍력을 이용하여 전력을 생산하는 풍력발전부(10); 상기 풍력발전부(10) 하부에 설치되어 상기 풍력발전부(10)가 해상에 부유할 수 있도록 부력을 제공하는 하나 이상의 부유체(20); 상기 부유체(20) 내부에 설치되며, 상기 풍력발전부(10)로부터 생산된 전력 중 상기 외부전력망(G)에 공급하고 남은 잉여전력으로 충전되며, 충전된 전력을 상기 외부전력망(G)으로 제공하는 에너지저장부(30); 상기 풍력발전부(10)에서 생산된 전력 중 상기 에너지저장부(30)로 공급되고 남은 잉여전력으로 해수를 전기분해하여 수소연료를 생산하는 수전해장치부(40); 상기 수소연료를 고체상태로 저장하도록 저장탱크 내부가 수소저장합금으로 이루어지며, 상기 부유체(20)에 복원력을 제공함으로써 상기 풍력발전부(10)의 전력 생산을 안정화하는 고체수소저장부(50); 상기 고체수소저장부(50)에 저장된 수소연료를 소비하여 전력을 생산하는 수소연료전지부(60); 및 상기 외부전력망(G)의 수요전력량을 설정하며, 상기 풍력발전부(10)와 상기 수소연료전지부(60)에서 생산된 발전전력을 상기 외부전력망(G) 또는 상기 에너지저장부(30)로 공급하도록 경로를 제어하고, 상기 에너지저부(30) 전력의 입출력을 제어하는 전력제어부(70);를 포함한다.

핵 심 키 워 드	국 문	고체수소, 저장탱크, 부유식, 해상풍력발전	
	영 문	soild state hydrogen, storage tank, offshore, wind turbine	
기 술 분 류	대분류	중분류	소분류
	EA 기계	EA10 조선/해양시스템	EA1006 해양구조물/설비기술

대 표 청 구 항	대 표 도 면
청구항 1 외부전력망(G)에 전력을 공급하는 고체수소 저장탱크를 구비한 부유식 해상풍력발전 시스템에 있어서, 해상에서의 풍력을 이용하여 전력을 생산하는 풍력발전부(10); 상기 풍력발전부(10) 하부에 설치되어 상기 풍력발전부(10)가 해상에 부유할 수 있도록 부력을 제공하는 하나 이상의 부유체(20); 상기 부유체(20) 내부에 설치되며, 상기 풍력발전부(10)로부터 생산된 전력중 상기 외부전력망(G)에 공급하고 남은 잉여전력으로 충전되며, 충전된 전력을 상기 외부전력망(G)으로 제공하는 에너지저장부(30); 상기 풍력발전부(10)에서 생산된 전력 중 상기 에너지저장부(30)로 공급되고 남은 잉여전력으로 해수를 전기분해하여 수소연료를 생산하는 수전해장치부(40); 상기 수소연료를 고체상태로 저장하도록 저장탱크 내부가 수소저장합금으로 이루어지며, 상기 부유체(20)에 복원력을 제공함으로써 상기 풍력발전부(10)의 전력 생산을 안정화하는 고체수소저장부(50); 상기 고체수소저장부(50)에 저장된 수소연료를 소비하여 전력을 생산하는 수소연료전지부(60); 및 상기 외부전력망(G)의 수요전력량을 설정하며, 상기 풍력발전부(10)와 상기 수소연료전지부(60)에서 생산된 발전전력을 상기 외부전력망(G) 또는 상기 에너지저장부(30)로 공급하도록 경로를 제어하고, 상기 에너지저부(30) 전력의 입출력을 제어하는 전력제어부(70);를 포함하는 부유식 해상풍력발전 시스템.	

기 술 의 효 과	▪ 본 발명에 따른 고체수소 저장탱크를 구비한 독립형 부유식 해상풍력발전 시스템은 재생에너지인 풍력발전의 전력소비 피크시간 이외의 잉여전력을 활용할 수 있도록 부유식 풍력발전기 하부 부유체의 내부 공간을 활용하여 수소 및 전력의 생산과 저장시스템을 구비하여 별도의 플랫폼 또는 부유체가 필요하지 않으므로 독립적으로 경제적인 풍력단지 운용이 가능함 ▪ 그리고, 생산된 수소의 저장과 공급을 금속수소화물을 통한 고체수소 저장 방법을 통해 고압 또는 저온의 수소저장 탱크 없이도 상온 및 상압 부근에서 안전하고 에너지 효율을 높일 수 있는 시스템을 제공하는 효과가 있음 ▪ 또한, 외부전력망에 제공하고 남은 잉여전력을 에너지저장부에 저장하여 수요전력이 생산전력보다 많을 경우 전력제어를 통해 해수를 전기분해하는 수전해시스템에 가동전력을 공급하여 수소를 생산하고, 수소연료전지를 통해 생산된 2차 전력을 저장하여 외부전력망의 수요전력에 맞추어 전력 수급의 안정성을 향상시키는 효과가 있음
응 용 분 야	▪ 부유식 해상풍력 단지 ▪ 해양기상부이 ▪ 수소 자동차 ▪ 수소연료전지 선박 (자료 : Google 이미지)
T R L 기 술 의 구현 수준	

Ⅴ. 기술 및 시장동향

기 술 동 향

구분	TLP	Spar	반잠수형
복원 방식	계류선	추의 무게중심	밸러스트*
해류 영향	적음	적음	많음
무게	2,000t/6MW	3,500t/6MW	3,000t/6MW
장점	높은 안정도 (흔들림 적음)	유지보수 용이	설치 시 수심 영향 없음
단점	수심에 따라 비용 증가	고비용 (전용 설치선)	크고 복잡한 구조

* 적정 수준의 복원력을 확보하기 위해 선체를 물속에 더 잠기게 할 목적으로 싣는 중량물

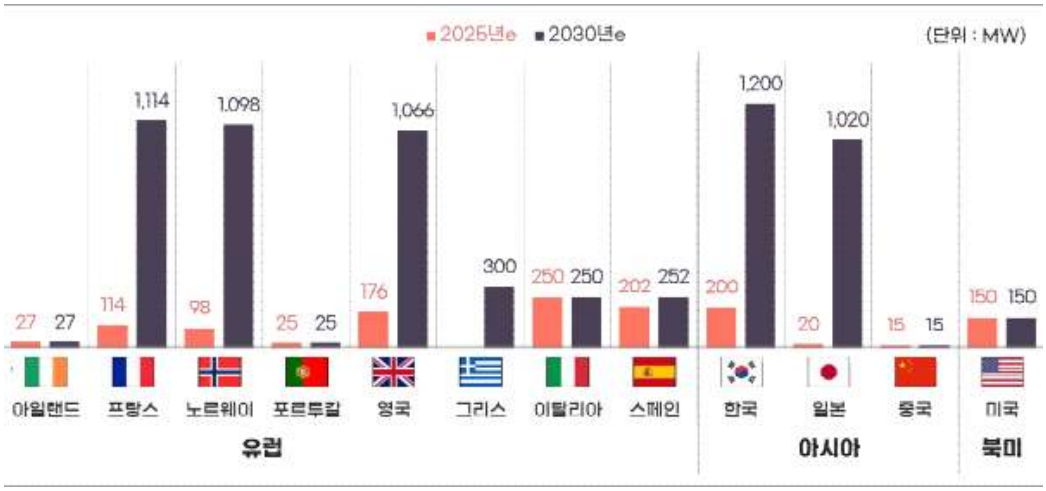
(자료 : GWEC, 'Global Offshore Wind Report 2020', 2021)

[부유식 해상풍력 유형 및 특징]

(자료 : 국제재생에너지기구)

[부유식 해상풍력 유형]

- 전 세계적으로 기후변화에 따른 기후문제 심각성이 더욱 부각되면서, 전 세계가 기후변화에 대응하기 위하여 온실가스 저감을 위한 노력을 기울이고 있음
- 전 세계적으로 추구하고 있는 탄소 중립을 달성하기 위하여 가장 중요한 부분 중 하나는 기존에 에너지 주공급원이였던 화석연료를 신재생에너지로 에너지 전환을 수행하는 것임
- 이를 위해 현재 유럽에서는 풍력 및 태양광/열 에너지원을 주 신재생에너지원으로 하여 2030년까지는 최소 32%의 에너지를 생산하고 2050년까지 이를 100%로 확대하는 것을 목표로 하고 있음
- 이를 위하여 유럽에서는 현재 약 12GW의 해상풍력발전단지를 2030년까지 60GW로 확장하는 것을 시작으로 2050년까지 300GW로 발전시키고자 하는 로드맵을 발표하였음
- 국내 또한 2030년까지 12GW의 해상풍력단지 보급을 시작으로 2050년 탄소 중립을 이루기 위한 해상풍력발전단지의 확대가 기대되고 있음
- 1970년대에 최초로 개념 도입, 2000년대 MW급 시범 설치를 거쳐 2017년 상업 운전 시작함
- 부유식 해상풍력은 부유체 위에 터빈을 설치하는 기술로, 50m 이상의 깊은 수심에서

	도 건설 가능하며, 특히 고풍속 지역에서 효과적임, 과거에는 Spar형이 많이 사용되었으나 최근에는 반잠수형을 주로 건설함 ▪ 심해지역이나 고풍속 지역에 설치가 가능하지만, 높은 난이도를 극복해야 하고, 설치 후 유지관리에 많은 비용이 소요됨 ▪ 근해에 설치된 고정식 해상풍력도 케이블 비용이 부담되는 상황에서 먼 바다의 부유식 풍력은 당연히 높은 해저케이블 설치비용이 큰 걸림돌로 작용할 전망임
목표시장 동향	 (자료 : GWEC, 'Global Offshore Wind Report 2020', 2021) [부유식 해상풍력 누적 설치용량 전망] ▪ 2009년 세계 최초의 부유식 해상풍력이 운전을 시작한 이후, 현재 약 136MW 보급함 ▪ 향후 10년 동안 6.2GW의 부유식 해상풍력 보급이 전망되며 현재 영국, 포르투갈 및 일본이 선두 그룹이며 프랑스, 노르웨이도 보급 추진중임, 현재 계획상으로 우리나라는 2030년 글로벌 부유식 해상풍력 최다 설비 보유국 추진중임 ▪ 부유식 해상풍력은 2030년 전 세계 풍력 설비에서 약 6%를 차지할 것으로 전망되며, 보급 확대를 위해서는 부유체 설계와 생산 모듈화 부문의 경제성 확보 필요함 ▪ 해외에서는 석유 대기업에서도 부유식 해상풍력 참여가 활발함 ▪ 노르웨이 국영 석유회사인 에퀴노르는 부유식 해상풍력의 선구자로 최근 Shell 및 Total과 같은 메이저 석유회사와 협력을 추진하고 있다. 또한 'Hywind Tempen'과 스페인, 그리스 및 우리나라의 프로젝트에도 참여할 예정으로 최근 석유공사와 800MW 개발을 위한 기상 데이터 측정을 위해 Lidar 설치를 시작함 ▪ 국내에서는 2030년까지 울산 앞바다에 부유식 해상풍력단지 건설을 추진중임 ▪ IHS Markit의 세계 그린 수소 투자 리포트에 따르면 세계 그린 수소 시장은 2019년 3천만 달러에서 2023년 7억 달러 이상으로 전망하였고, 수소 P2G 기술은 대용량의 전기를 장기적으로 손실이 적게 저장할 수 있으며, LNG 공급망을 이용하여 인프라를 구축할 수 있고, 친환경으로 공해가 적은 장점이 있음
해당 기술의 사업성 및 향후 전망성	▪ 전 세계적으로 신재생에너지 추진 중에 있으며, 국내외에서 해상풍력발전 연계 그린수소 생산사업이 추진됨에 따라 부유식 해상풍력 발전 장치의 수요가 증가할 것으로 예측됨 ▪ 따라서, 국내외 신재생에너지 개발 산업이 활성화됨에 따라 고체수소 저장탱크를 구비한 독립형 부유식 해상풍력 발전 시스템이 적용된 발전 장치가 개발되어 상용화될 경우 수요 증대에 따른 사업 활성화가 이루어 질 것으로 전망됨

Ⅳ. 참고기술

No.	구 분	권리번호	출원(등록)일자	기 술 명
1	□출원 ■등록	10-1927602	2018.12.04	부유식 해상풍력발전장치