

## 03

## 수소 생산 장치를 구비한 LNG 운반선

### I. 서지정보

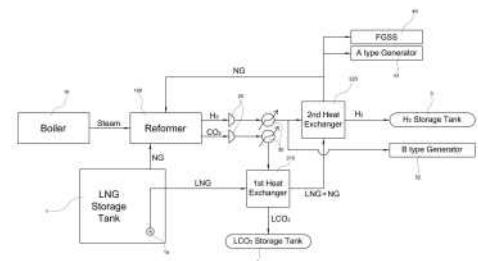
출 원 인	한국조선해양기자재연구원	발 명 자	최성운, 최근철, 우은수
출 원 번 호	10-2019-0069256	출 원 일 자	2019-06-12
등 록 번 호	10-2141970	등 록 일 자	2020-07-31

### II. 기술 상세정보

기 술 명	수소 생산 장치를 구비한 LNG 운반선 LNG carrier with hydrogen production equipment		
기 술 특 징	본 발명에 따른 수소 생산 장치를 구비한 LNG 운반선은, NG를 개질하여 CO2와 H2를 생성하는 개질기; LNG 저장탱크로부터 공급받은 LNG를 냉매로 하여 상기 CO2를 냉각시키는 제1열교환기; 제1 열교환기로부터 토출된 냉매를 이용하여 상기 H2를 냉각시키는 제2 열교환기; 제1 열교환기를 거쳐 냉각된 CO2를 저장하는 CO2 저장탱크; 제2열교환기를 거쳐 냉각된 H2를 저장하는 H2 저장탱크;를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따른 수소 생산 장치를 구비한 LNG 운반선에 의하면, LNG 운반선의 LNG 저장탱크에서 발생한 증발가스 및 LNG를 강제 기화한 NG를 활용하여 수소를 생산하고, 생산된 수소를 LNG 저장탱크 내 LNG의 냉열을 이용해 냉각시켜 저장, 운송함으로써 에너지 효율을 극대화시킴과 동시에 수소 운반에 대한 어려움을 해소할 수 있다.		
핵 심 키 워 드	국 문	증발가스, 기화, 수소, LNG, 운반	
	영 문	Boil off Gas, vaporization, hydrogen, LNG fuel, transportation	
기 술 분 류	대분류	중분류	소분류
	EF 에너지/자원	EF07 가스 에너지	EF0702 가스에너지 수송기술
대 표 청 구 항			대 표 도 면

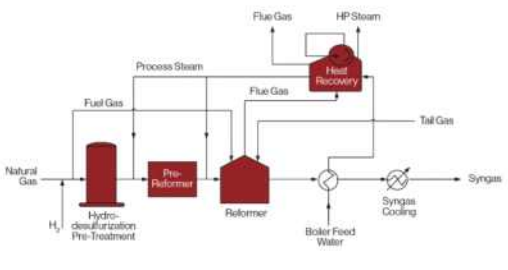
#### 청구항 1

NG를 개질하여 H2를 생성하고 CO2를 배출하는 개질기;  
LNG 저장탱크로부터 공급받은 LNG를 냉매로 하여 상기 CO2를 LC02로 변화시키는 제1열교환기;  
제1 열교환기로부터 토출된 냉매를 이용하여 상기 H2를 냉각시키는 제2 열교환기;  
제1 열교환기를 거쳐 생성된 LC02를 저장하는 LC02 저장탱크;  
제2 열교환기를 거쳐 냉각된 H2를 저장하는 H2 저장탱크;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수소 생산 장치를 구비한 LNG 운반선.



기술의 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>본 발명에 따른 수소 생산 장치를 구비한 LNG 운반선에 의하면, LNG 운반선의 LNG 저장탱크 내에 저장된 LNG를 강제 기화한 가스 및 LNG 저장탱크에서 발생한 증발가스를 활용하여 수소를 생산한 이후, 연료공급시스템으로 공급되는 LNG의 냉열을 활용하여 생산된 수소를 1차로 냉각하고, LNG 저장탱크내의 LNG의 냉열을 이용해 초저온의 온도로 유지하여 저장, 운송함으로써 에너지 효율을 극대화 시킴과 동시에 수소 운반에 대한 어려움을 해소할 수 있음</li> <li>또한, LNG 개질을 통한 수소 생산 시 발생하는 이산화탄소를 선내에서 직접 회수토록 함으로써 무배출을 달성할 수 있음과 동시에, 이산화탄소를 LNG의 냉열로 액화시킨 액화 이산화탄소(LCO2)를 상업적으로 이용할 수도 있어 산업상 이용가능성이 큰 이점이 있음</li> </ul>
응용 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>LNG 추진 선박</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>LNG 추진선</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>LNG 추진선</p>  </div> </div>
TRL 기술의 구현 수준	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">기초연구단계      실험단계      시작품단계      실용화단계      사업화</div> <div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1단계</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">2단계</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">3단계</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">4단계</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">5단계</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">6단계</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">7단계</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">8단계</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">9단계</div> </div> </div>

## V. 기술 및 시장동향

기술 동향	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>• BOG 처리 방법 •</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>④ 태워버리는 방법</li> <li>③ 바로 송출시킬 수 있도록 처리하는 방법</li> <li>② 재액화시키는 방법</li> <li>① 연료 가스로 사용하는 방법</li> </ul> <p style="text-align: right;">(자료 : 한국가스공사)</p> <p style="text-align: center;">[BOG 처리 방법]</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: right;">(자료 : Air Liquide)</p> <p style="text-align: center;">[증기 메탄 개질(SMR)]</p> </div> </div>
-------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 전세계적으로 재생에너지 확대 보급에 따른 계통 안정화 및 그린수소 생산을 위하여 다수의 Power to gas(PtG) 프로젝트가 진행되고 있음.</li> <li>▪ 친환경에너지에 대한 세계적 수요가 증가함에 따라 현재 선진국에서는 수소를 연료로 한 발전 기술이 실증 수준에 이른 상태임.</li> <li>▪ 이러한 추세에 따라 국내에서도 수소가 주류 에너지가 되는 수소경제사회를 실현하기 위한 법안이 마련되고, 울산지역 부생수소 공급 인프라를 활용한 국내 최대 규모의 수소 및 연료전지 연구 실증센터가 준공됨에 따라 국내 산업계 및 관련 시장 활성화에 기폭제 역할 수행하는 것으로 기대되고 있어 향후 수소 관련 시장 성장성은 높을 것으로 기대됨</li> <li>▪ 수소 생산과 관련하여 궁극적으로는 친환경 에너지 생산시의 잉여 에너지를 활용한 그린 수소의 생산체계가 도입될 것으로 예측이 되고 있으나 해당 체계를 구축 하는데는 소요되는 시간을 고려하여 과도기 단계에서는 탄화수소 계열의 연료로 수소를 생산하는 추출 수소(그레이 수소)에 의존할 것으로 알려져 있음.</li> <li>▪ 또한, 현재 국내수소 생산 여력을 감안하면 2030년부터는 수소 부족분의 상당량을 수입으로 조달해야할 것이라는 게 업계의 전망인데, 이를 위해 수소 운송을 위한 연구개발이 필수적으로 진행되어야 함.</li> <li>▪ 현재 수소는 초고압의 압축수소 및 초저온의 액화 수소의 형태로 육지 운송을 통하여 공급되고 있는 상황인데, 경제적 관점의 효율을 증대시키기 위하여 기술적으로 해결해야할 다수의 문제점들을 해결하여 장거리 해상 운송등을 포함하고자 하는 노력들이 진행되고 있음.</li> <li>▪ 반면 LNG를 운반하는 LNG 운반선의 LNG 저장탱크에서는 일부 LNG가 기화되면서 발생하는 증발가스(BOG: Boiloff Gas)가 LNG 저장탱크내부에 축적될 경우 LNG 탱크의 안전을 위협할 수 있어서 적절한 처리 방법이 요구됨.</li> <li>▪ LNG 저장탱크의 안전만을 고려하여 해당 가스를 대기중으로 배출하거나, 가스연소장치(GCU : Gas Combustion Unit)을 통하여 연소할 경우 경제적, 환경적인 측면에서 많은 손실이 발생할 수 있음.</li> <li>▪ 현재 국내 수소공급 계획상 2030년까지 수소 생산량의 약 50%가 천연가스를 이용해 메탄을 개질하는 방법으로 (SMR : Steam Methane Reforming) 생산되는 것을 감안하면, 상기 증발가스를 수소 생산을 위한 원료로서 적용하는 방법이 고려됨.</li> <li>▪ LNG 운반선의 LNG 저장탱크 내에서 자연발생되는 증발가스를 포함하고, LNG 운반선 내에 저장된 LNG를 활용하여 수소를 생산하고, 생산된 수소를 LNG 저장탱크 내 LNG의 냉열을 이용하여 초저온의 상태를 유지하며 저장, 운송함으로써 에너지 활용 효율을 극대화시킴과 동시에 수소 운반에 대한 어려움을 해소하는 기술이 개발, 적용된다면 이에 대한 시장의 수요는 폭발적일 것으로 기대됨.</li> </ul>
<p>목 표 시 장 동 향</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국제해사기구(IMO)는 2020년 1월 1일부터 전 세계 모든 해역을 운항하는 선박을 대상으로, 연료유의 황산화물(SOX) 함유량을 현행 3.5%에서 0.5%로 강화하는 규제를 시행하기로 정함. 이에 따라, 기존 선박연료(HFO)에서 벗어난 다양한 청정연료가 등장하기 시작함.</li> <li>▪ 별도의 탈황장비(SOX scrubber)를 설치하지 않더라도 강화된 황산화물 배출량 기준을 만족시킬 수 있는 액화천연가스(LNG) 연료가 주목받고 있음. LNG 연료를 사용하게 되면, 비단 황산화물뿐 아니라, 질소산화물, 미세먼지, 이산화탄소 등 각종 유해물질 배출량이 기존 디젤연료 추진선박 보다 대적으로 낮아지게 됨.</li> </ul>

- 2019년 1월 기준으로 143척의 LNG 연료선박이 운항 중이며, BOG(Boil-Off Gas)를 연료로 사용하는 LNG 운반선까지 합할 경우, 약 430척 이상인 것으로 추정됨.(Clarksons Research). 그리고 최근 발표된 보고서(KOTRA & DB)에서는, 2025년 세계 신조발주 선박 시장의 약 60.3%를 NG연료 추진선박이 차지할 것으로 전망함.

구 분	2017년	2020년	2025년
세계 신조발주 선박	526	913	1,800
LNG연료 추진선박	40 (7.6%)	160 (17.5%)	1,085 (60.3%)

(자료 : KOTRA & KDB(2019년 4월))

[LNG 연료 추진선박의 시장전망]

- 이러한 LNG연료 추진선박의 증가세는 LNG 벙커링 선박의 수요도 견인하고 있으며, 2040년 기준으로 전 세계 LNG 벙커링 수요는 20 ~ 65백만톤 범위일 것으로 전망되고 있음.(KEEI).
- 현재까지는 LNG를 연료로 하는 선박이 친환경에 가장 적합하지만, IMO의 강력하고 지속적인 환경규제로 인해 이산화탄소를 배출하는 LNG도 더는 친환경 연료로 각광받는 시점을 지나고 있는 실정임.
- 대체연료를 사용하는 기술이 확보되기 전까지 당분간 LNG를 사용해야 할 것으로 판단되며, 이산화탄소 포집 기술을 선박에 적용해 규제를 만족시키는 방안이 있으며, 수소 연료전지나 배터리를 이용한 하이브리드 시스템이 대안으로 대두되고 있으나, 이 또한 제반 기술 확보가 관건으로 보임.
- 향후 암모니아나 수소를 연료로 사용하는 엔진 개발이 완료되면 이산화탄소 규제에서 자유로워질 것으로 판단되지만 유해성 물질의 취급이나 안정성에 대한 준비가 확보되어야 함

해당 기술  
의 사업성  
및 향 후  
전 망 성

- 현재 수소 생산과 활용 전반에 걸쳐 수소 비즈니스를 적극적으로 육성하고 있는 추세로 그린수소 생산, 수소 액화플랜트 등 관련 사업이 활성화되고 있음에 따라 수소 생산 장치를 구비한 LNG 운반선이 상용화될 경우 관련 수요가 지속적으로 발생될 것으로 예측됨

#### IV. 참고기술

No.	구 분	권리번호	출원(등록)일자	기 술 명
1	<input type="checkbox"/> 출원 <input checked="" type="checkbox"/> 등록	10-1765309	2015-09-25	액화가스 처리 시스템