(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0131425
(43) 공개일자 2022년09월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B63B 25/16 (2006.01) *F17C 6/00* (2006.01)
F17C 9/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B63B 25/16 (2013.01)
F17C 6/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0035255
(22) 출원일자 2021년03월18일
심사청구일자 2021년03월18일

(71) 출원인
삼성중공업 주식회사
경기도 성남시 분당구 판교로227번길 23 (삼평동)
(72) 발명자
정승재
경상남도 거제시 장평3로 80 (장평동, 삼성중공업)
김정남
경상남도 거제시 장평3로 80 (장평동, 삼성중공업)
최병윤
경상남도 거제시 장평3로 80 (장평동, 삼성중공업)
(74) 대리인
특허법인세림

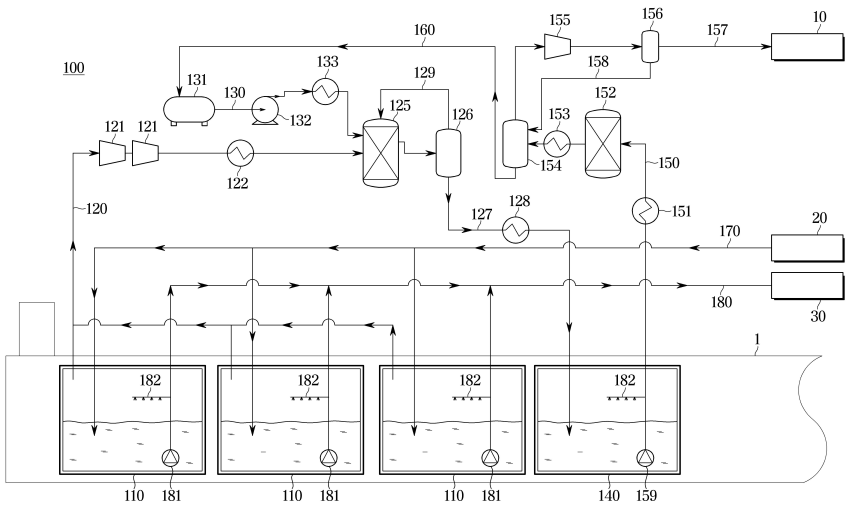
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **수소 운반선의 가스 관리시스템**

(57) 요 약

수소 운반선의 가스 관리시스템이 개시된다. 본 실시 예에 의한 수소 운반선의 가스 관리시스템은 액화수소 및 이로부터 발생하는 증발가스를 수용하는 적어도 하나의 제1 저장탱크, 제1 저장탱크에 수용된 증발가스를 공급받아 액상유기수소운반체(LOHC-)에 수소를 로딩시키는 수소 첨가라인, 수소 첨가라인으로 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 제공하는 운반매체 공급라인, 수소 첨가라인을 거쳐 발생되는 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 수용하는 제2 저장탱크, 제2 저장탱크에 수용된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 수소를 추출하되, 선체 또는 육상 터미널에 설치되는 탈수소화 라인 및 탈수소화 라인을 거쳐 발생되는 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 운반매체 공급라인 측으로 공급 및 순환하는 운반매체 순환라인을 포함하여 제공될 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
F17C 9/00 (2013.01)
F17C 2221/012 (2013.01)
F17C 2227/0185 (2013.01)
F17C 2227/0302 (2013.01)
F17C 2227/0337 (2013.01)
F17C 2265/015 (2013.01)
F17C 2265/06 (2013.01)
F17C 2270/0105 (2013.01)
Y02T 70/5218 (2020.08)

명 세 서

청구범위

청구항 1

액화수소 및 이로부터 발생하는 증발가스를 수용하는 적어도 하나의 제1 저장탱크;

상기 제1 저장탱크에 수용된 증발가스를 공급받아 액상유기수소운반체(LOHC-)에 수소를 로딩시키는 수소 첨가라인;

상기 수소 첨가라인으로 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 제공하는 운반매체 공급라인;

상기 수소 첨가라인을 거쳐 발생되는 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 수용하는 제2 저장탱크;

상기 제2 저장탱크에 수용된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 수소를 추출하되, 선체 또는 육상 터미널에 설치되는 탈수소화 라인; 및

상기 탈수소화 라인을 거쳐 발생되는 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 상기 운반매체 공급라인 측으로 공급 및 순환하는 운반매체 순환라인을 포함하는 수소 운반선의 가스 관리시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 운반매체 공급라인은

상기 운반매체 순환라인에 의해 전달되는 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 공급받아 수용하는 운반매체 저장탱크와, 상기 운반매체 저장탱크에 수용된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 가압 및 송출하는 제1 이송펌프와, 상기 제1 이송펌프에 의해 전달되는 액상유기수소운반체(LOHC-)를 가열하는 제1 히터를 포함하는 수소 운반선의 가스 관리시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 수소 첨가라인은

상기 제1 저장탱크의 증발가스를 공급받아 가압 및 송출하는 적어도 하나의 제1 컴프레서와, 상기 제1 컴프레서에 의해 전달되는 증발가스를 가열하는 제2 히터와, 상기 제1 히터에 의해 가열된 액상유기수소운반체(LOHC-)와 상기 제2 히터에 의해 가열된 증발가스를 공급받아 수소 첨가 반응을 유도하는 수소화 장치를 포함하는 수소 운반선의 가스 관리시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 수소 첨가라인은

상기 수소화 장치에 의해 발생되는 반응물을 공급받아 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)와 수소가스를 분리하는 제1 세퍼레이터와, 상기 제1 세퍼레이터에 의해 분리되는 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 상기 제2 저장탱크로 공급하는 수소 저장라인을 더 포함하는 수소 운반선의 가스 관리시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 수소 첨가라인은

상기 제1 세퍼레이터에 의해 분리되는 수소가스를 상기 수소화 장치로 재공급하는 수소 순환라인을 더 포함하는

수소 운반선의 가스 관리시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 수소 첨가라인은

상기 수소 저장라인을 따라 이송되는 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 냉각시키는 제1 쿨러를 더 포함하는 수소 운반선의 가스 관리시스템.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 탈수소화 라인은

상기 제2 저장탱크에 수용된 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 가열하는 제3 히터와, 상기 제3 히터에 의해 가열된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 탈수소 반응을 유도하는 탈수소화 장치와, 상기 탈수소화 장치에 의해 발생되는 반응물을 냉각시키는 제2 쿨러와, 상기 제2 쿨러에 의해 냉각된 반응물을 공급받아 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)와 수소가스를 함유하는 가스성분을 분리하는 제2 세퍼레이터를 포함하고,

상기 운반매체 순환라인은

상기 운반매체 저장탱크와 상기 제2 세퍼레이터를 연결하도록 마련되어, 제2 세퍼레이터에 의해 분리되는 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 상기 운반매체 저장탱크로 공급하는 수소 운반선의 가스 관리시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 탈수소화 라인은

상기 제2 세퍼레이터에 의해 분리되는 가스성분을 가압 및 송출하는 제2 컴프레서와, 상기 제2 컴프레서에 의해 전달되는 가스성분에서 수소가스를 분리하는 수소정제부와, 상기 수소정제부에 의해 분리된 수소가스를 연료전지 등의 소비처로 공급하는 수소가스 공급라인을 더 포함하는 수소 운반선의 가스 관리시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 탈수소화 라인은

상기 수소정제부에 의해 분리된 수소가스 외의 불순가스를 상기 제2 세퍼레이터로 재공급하는 가스 순환라인을 더 포함하는 수소 운반선의 가스 관리시스템.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 탈수소화 라인은

상기 제2 저장탱크에 수용된 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 상기 제3 히터로 송출하는 제2 이송펌프를 더 포함하는 수소 운반선의 가스 관리시스템.

청구항 11

제3항에 있어서,

수소 공급처로부터 상기 제1 저장탱크로 액화수소를 공급하는 액화수소 선적라인을 더 포함하는 수소 운반선의 가스 관리시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 저장탱크에 수용된 액화수소를 수요처로 공급하는 액화수소 하역라인을 더 포함하는 수소 운반선의 가스 관리시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 수소 운반선의 가스 관리시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 수소를 안정적으로 적재하여 수요처로 운송함과 동시에, 수소를 용이하게 공급할 수 있는 수소 운반선의 가스 관리시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 오늘날 환경문제가 인류의 주요한 이슈로 대두됨에 따라, 전 세계적으로 지구 온난화 문제 해결 및 대기환경 개선을 위해 노력하고 있다. 이러한 문제 해결을 위해 환경문제의 근원이 되는 화석에너지를 대신하여 태양광, 풍력, 조력 및 수력과 같은 재생에너지에 대한 관심이 높아지고 있다.

[0003] 그러나 재생에너지는 지역별, 계절별 수급 불균형의 문제가 있는 바, 재생에너지로 생산된 에너지를 효과적으로 저장할 수 있는 에너지 저장매체, 다시 말해 에너지 캐리어(Energy-carrier)가 필요하다. 다양한 에너지 저장매체 중에서도 대용량, 장기간 안정적으로 저장할 수 있으면서도, 타 에너지원으로의 변환이 용이한 수소가 최적의 에너지 캐리어 각광받고 있다. 뿐만 아니라, 수소는 석유화학이나 제철 등 화학공정의 부산물로 발생되는 부생가스에서 수소를 추출하거나, 천연가스 또는 갈탄 등 1차 에너지로부터 개질하여 생산할 수도 있으며, 물을 전기분해하여 수소를 생산하는 등 다양한 방법에 의해 생산이 가능하다는 이점이 있다.

[0004] 수소가 미래의 주요한 에너지원으로 주목받음에 따라, 수소의 저장 및 운송 기술에 관련된 과제들이 제시되고 있다. 수소의 저장방법으로는 기체나 액체형태로 취급하는 방법을 고려할 수 있겠으나, 기체형태로 저장 시 저장량 및 수송 효율이 저하되는 문제점이 있으며, 액체형태로 저장 시 수소의 액화점이 약 -253 ℃로 초저온인데다가, 비중이 액화천연가스(LNG, Liquefied Natural Gas)의 약 1/6 수준으로 작아 체적당 증발률(BOR, Boil-Off Rate)이 액화천연가스의 약 10배에 달할 정도로 높다는 문제점이 있다. 이에 수소를 안정적으로 저장함과 동시에, 목적지인 수요처에 이르기까지 수소를 효율적으로 운송 및 공급할 수 있는 방안이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2012-0049731호(2012. 05. 17. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 실시 예는 액상유기수소운반체(LOHC)를 활용하여 수소를 안정적으로 저장 및 운송할 수 있는 수소 운반선의 가스 관리시스템을 제공하고자 한다.

[0007] 본 실시 예는 수소를 수요처로 용이하고 신속하게 공급할 수 있는 수소 운반선의 가스 관리시스템을 제공하고자 한다.

[0008] 본 실시 예는 본 실시 예는 단순한 구조로서 효율적인 설비 운용을 도모할 수 있는 수소 운반선의 가스 관리시스템을 제공하고자 한다.

[0009] 본 실시 예는 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 수소 운반선의 가스 관리시스템을 제공하고자 한다.

[0010] 본 실시 예는 해상에 부유한 상태에서 육상의 수요처로 수소를 안정적으로 공급할 수 있는 수소 운반선의 가스 관리시스템을 제공하고자 한다.

[0011] 본 실시 예는 설비의 구조 안정성을 도모할 수 있는 수소 운반선의 가스 관리시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 측면에 의하면, 액화수소 및 이로부터 발생하는 증발가스를 수용하는 적어도 하나의 제1 저장탱크; 상기 제1 저장탱크에 수용된 증발가스를 공급받아 액상유기수소운반체(LOHC-)에 수소를 로딩시키는 수소 첨가라인; 상기 수소 첨가라인으로 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 제공하는 운반매체 공급라인; 상기 수소 첨가라인을 거쳐 발생되는 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 수용하는 제2 저장탱크; 상기 제2 저장탱크에 수용된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 수소를 추출하되, 선체 또는 육상 터미널에 설치되는 탈수소화 라인; 및 상기 탈수소화 라인을 거쳐 발생되는 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 상기 운반매체 공급라인 측으로 공급 및 순환하는 운반매체 순환라인을 포함하여 제공될 수 있다.

[0013] 상기 운반매체 공급라인은 상기 운반매체 순환라인에 의해 전달되는 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 공급받아 수용하는 운반매체 저장탱크와, 상기 운반매체 저장탱크에 수용된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 가압 및 송출하는 제1 이송펌프와, 상기 제1 이송펌프에 의해 전달되는 액상유기수소운반체(LOHC-)를 가열하는 제1 히터를 포함하여 제공될 수 있다.

[0014] 상기 수소 첨가라인은 상기 제1 저장탱크의 증발가스를 공급받아 가압 및 송출하는 적어도 하나의 제1 컴프레서와, 상기 제1 컴프레서에 의해 전달되는 증발가스를 가열하는 제2 히터와, 상기 제1 히터에 의해 가열된 액상유기수소운반체(LOHC-)와 상기 제2 히터에 의해 가열된 증발가스를 공급받아 수소 첨가 반응을 유도하는 수소화 장치를 포함하여 제공될 수 있다.

[0015] 상기 수소 첨가라인은 상기 수소화 장치에 의해 발생되는 반응물을 공급받아 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)와 수소가스를 분리하는 제1 세퍼레이터와, 상기 제1 세퍼레이터에 의해 분리되는 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 상기 제2 저장탱크로 공급하는 수소 저장라인을 더 포함하여 제공될 수 있다.

[0016] 상기 수소 첨가라인은 상기 제1 세퍼레이터에 의해 분리되는 수소가스를 상기 수소화 장치로 재공급하는 수소 순환라인을 더 포함하여 제공될 수 있다.

[0017] 상기 수소 첨가라인은 상기 수소 저장라인을 따라 이송되는 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 냉각시키는 제1 쿨러를 더 포함하여 제공될 수 있다.

[0018] 상기 탈수소화 라인은 상기 제2 저장탱크에 수용된 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 가열하는 제3 히터와, 상기 제3 히터에 의해 가열된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 탈수소 반응을 유도하는 탈수소화 장치와, 상기 탈수소화 장치에 의해 발생되는 반응물을 냉각시키는 제2 쿨러와, 상기 제2 쿨러에 의해 냉각된 반응물을 공급받아 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)와 수소가스를 함유하는 가스성분을 분리하는 제2 세퍼레이터를 포함하고, 상기 운반매체 순환라인은 상기 운반매체 저장탱크와 상기 제2 세퍼레이터를 연결하도록 마련되어, 제2 세퍼레이터에 의해 분리되는 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 상기 운반매체 저장탱크로 공급할 수 있다.

[0019] 상기 탈수소화 라인은 상기 제2 세퍼레이터에 의해 분리되는 가스성분을 가압 및 송출하는 제2 컴프레서와, 상기 제2 컴프레서에 의해 전달되는 가스성분에서 수소가스를 분리하는 수소정제부와, 상기 수소정제부에 의해 분리된 수소가스를 연료전지 등의 소비처로 공급하는 수소가스 공급라인을 더 포함하여 제공될 수 있다.

[0020] 상기 탈수소화 라인은 상기 수소정제부에 의해 분리된 수소가스 외의 불순가스를 상기 제2 세퍼레이터로 재공급하는 가스 순환라인을 더 포함하여 제공될 수 있다.

[0021] 상기 탈수소화 라인은 상기 제2 저장탱크에 수용된 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 상기 제3 히터로 송출하는 제2 이송펌프를 더 포함하여 제공될 수 있다.

[0022] 수소 공급처로부터 상기 제1 저장탱크로 액화수소를 공급하는 액화수소 선적라인을 더 포함하여 제공될 수 있다.

[0023] 상기 제1 저장탱크에 수용된 액화수소를 수요처로 공급하는 액화수소 하역라인을 더 포함하여 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 실시 예에 의한 수소 운반선의 가스 관리시스템은 액상유기수소운반체(LOHC)를 활용하여 수소를 안정적으로

저장 및 운송하는 효과를 가진다.

[0025] 본 실시 예에 의한 수소 운반선의 가스 관리시스템은 수요처로 수소를 용이하고 신속하게 공급하는 효과를 가진다.

[0026] 본 실시 예에 의한 수소 운반선의 가스 관리시스템은 단순한 구조로서 효율적인 설비 운용이 가능해지는 효과를 가진다.

[0027] 본 실시 예에 의한 수소 운반선의 가스 관리시스템은 에너지 효율이 향상되는 효과를 가진다.

[0028] 본 실시 예에 의한 수소 운반선의 가스 관리시스템은 각종 설비의 구조 안정성을 도모하는 효과를 가진다.

[0029] 본 실시 예에 의한 수소 운반선의 가스 관리시스템은 해상에 부유한 상태에서 육상의 수요처로 수소를 안정적으로 공급할 수 있는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 실시 예에 의한 수소 운반선의 가스 관리시스템을 나타내는 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하에서는 본 실시 예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 이하의 실시 예는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 사상을 충분히 전달하기 위해 제시하는 것이다. 본 발명은 여기서 제시한 실시 예만으로 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 도면은 본 발명을 명확히 하기 위해 설명과 관계 없는 부분의 도시를 생략하고, 이해를 돕기 위해 구성요소의 크기를 다소 과장하여 표현할 수 있다.

[0032] 도 1은 본 실시 예에 의한 수소 운반선의 가스 관리시스템(100)을 나타내는 개념도이다.

[0033] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 의한 수소 운반선의 가스 관리시스템(100)은 액화수소 및 이로부터 발생되는 증발가스를 수용하는 적어도 하나의 제1 저장탱크(110), 제1 저장탱크(110)에 수용된 증발가스를 공급받아 액상유기수소운반체(LOHC-)에 수소를 로딩시키는 수소 첨가라인(120), 수소 첨가라인(120) 측으로 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 제공하는 운반매체 공급라인(130), 수소 첨가라인(120)에 의해 생성 또는 발생되는 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 저장하는 제2 저장탱크(140), 제2 저장탱크(140)에 수용된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 수소를 추출하는 탈수소화 라인(150), 탈수소화 라인(150)으로부터 발생되는 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 운반매체 공급라인(130) 측으로 전달 및 순환시키는 운반매체 순환라인(160), 수소 공급처(20)로부터 제1 저장탱크(110)로 액화수소를 공급하는 액화수소 선적라인(170), 제1 저장탱크(110)에 수용된 액화수소를 수요처(30)로 공급하는 액화수소 하역라인(180)을 포함하여 마련될 수 있다.

[0034] 본 실시 예에 의한 가스 관리시스템(100)은 해상에서 운용되는 수소 운반선에 적용되어 운용될 수 있다. 본 실시 예에서 설명하는 수소 운반선은 액화수소 저장시설 등 수소 공급처(30)로부터 액화수소를 공급받아 수용 및 저장하고, 수소 수요처(40) 등 목적지로 운항 및 하역하는 수소 운송작업을 수행하는 부유식 해상구조물을 모두 포함한다.

[0035] 본 실시 예에서 설명하는 액상유기수소운반체(LOHC)는 수소화된 액체 상태의 유기화합물로서, 수소가 화학적 촉매 반응에 의해 액상유기수소운반체(LOHC)에 장입 또는 로딩됨으로써 수소 저장 및 운반체로 이용될 수 있다. 또한 가열 또는 화학적 촉매 역반응을 통해 액상유기수소운반체(LOHC)에 로딩된 수소가 방출 또는 언로딩될 수 있다. 액상유기수소운반체(LOHC)를 통해 수소를 저장 및 운송할 경우, 높은 수준의 에너지 밀도를 도모할 수 있으며 압력을 높일 필요가 없으므로 운용 설비나 비용을 절감할 수 있게 된다. 아울러 액상유기수소운반체(LOHC)는 수소를 로딩 및 언로딩하는 동안 자체적인 소모나 변형이 발생하지 않으므로 여러 번 재사용 가능한 장점이 있다. 액상유기수소운반체(LOHC)는 메틸시클로헥산(Methylcyclohexane), 페르히드로-디벤질톨루엔(Perhydro-dibenzyltoluene), 페르히드로-N-에틸카르바졸 (Perhydro-N-ethylcarbazole) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 수소를 로딩 및 언로딩함으로써, 수소를 저장 및 운송할 수 있다면 다양한 재료로 마련될 수 있다.

[0036] 제1 저장탱크(110)는 액화수소 및 이로부터 발생하는 수소 증발가스를 수용 및 저장하도록 마련된다. 제1 저장탱크(110)는 외부의 열 침입에 의한 액화수소의 기화를 최소화할 수 있도록 단열 처리된 멤브레인 타입의 화물창으로 마련될 수 있으며, 선체에 복수개 설치될 수 있다. 제1 저장탱크(110)는 액화수소 저장시설 등 수소 공

급처(20)로부터 액화수소 선적라인(170)을 통해 액화수소를 공급받을 수 있다. 또한 제1 저장탱크(110)에 수용된 액화수소는 선체(1)가 수소 수요처(30) 등 목적지로 운항한 후, 액화수소 하역라인(180)을 통해 수요처(30)로 하역할 수 있다. 이를 위해, 액화수소 선적라인은 입구 측 단부가 수소 공급처(20)에 연결되고, 출구 측 단부가 각 제1 저장탱크(110)의 내부로 분기되어 연결될 수 있다. 또한, 액화수소 하역라인(180)은 입구 측 단부가 각 제1 저장탱크(110)의 내부 하측에 연결되되, 각 제1 저장탱크(110)의 내부에 수용된 액화수소를 송출하는 이송펌프(159)가 마련될 수 있으며, 출구 측 단부는 합류하여 육상의 터미널 등 수소 수요처(30)에 연결될 수 있다.

[0037] 제1 저장탱크(110)는 일반적으로 단열 처리되어 설치되나, 외부의 열 침입을 완전히 차단하는 것은 실질적으로 어려우므로, 제1 저장탱크(110) 내부에는 액화수소가 자연적으로 기화하여 발생하는 수소 증발가스가 존재하게 된다. 이러한 증발가스는 제1 저장탱크(110)의 내부압력을 상승시켜 제1 저장탱크(110)의 변형 및 폭발 등의 위험을 잠재하고 있으므로 증발가스를 제1 저장탱크(110)로부터 제거 또는 처리할 필요성이 있다. 이에 따라, 제1 저장탱크(110) 내부에 발생된 증발가스는 후술하는 바와 같이 수소 첨가라인(120)으로 유입되어 액상유기수소운반체(LOHC)에 장입 또는 로딩되어 취급될 수 있다.

[0038] 수소 첨가라인(120)은 제1 저장탱크(110)에 발생 및 존재하는 증발가스를 공급받아 액상유기수소운반체(LOHC)에 로딩시키도록 마련된다.

[0039] 수소 첨가라인(120)은 제1 저장탱크(110)에 수용된 증발가스를 가압 및 송출하는 적어도 하나의 제1 컴프레서(121)와, 제1 컴프레서(121)에 의해 가압 및 송출되는 증발가스를 가열하는 제2 히터(122)와, 제2 히터(122)에 의해 가열된 증발가스와 후술하는 운반매체 공급라인(130)을 통해 제공되는 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 공급받아 수소 첨가 반응을 유도하는 수소화 장치(125)와, 수소화 장치(125)의 반응물을 공급받아 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)와 수소가스를 분리하는 제1 세퍼레이터(126)와, 제1 세퍼레이터(126)에서 분리된 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 제2 저장탱크(140)로 공급하는 수소 저장라인(127)과, 수소 저장라인(127)을 따라 이송되는 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 냉각시키는 제1 쿨러(128)와, 제1 세퍼레이터(126)에서 분리된 수소가스를 수소화 장치(125)로 재공급하는 수소 순환라인(129)을 포함하여 마련될 수 있다.

[0040] 제1 컴프레서(121)는 수소 첨가라인(120)으로 유입된 증발가스를 후단에 배치되는 설비로 송출함과 동시에, 수소화 장치(125)에서 원활한 수소 첨가 반응이 수행될 수 있도록 증발가스를 가압할 수 있다. 도 1에서는 제1 컴프레서(121)가 2단으로 직렬 배치된 것으로 도시되어 있으나, 이는 본 발명에 대한 이해를 돕기 위한 일 예로서 해당 배치구조에 한정되는 것은 아니며, 액상유기수소운반체(LOHC)에 수소를 장입 또는 로딩하기에 적합한 증발가스 가압 수준에 따라 그 수는 다양하게 마련될 수 있다.

[0041] 제1 컴프레서(121)에 의해 가압된 증발가스는 제2 히터(122)를 통과하면서 가열된다. 제2 히터(122)는 수소화 장치(125)에서 수소 첨가 반응의 효율을 향상시킬 수 있는 온도 수준으로 증발가스를 가열할 수 있다. 제2 히터(122)는 열 매체 등과의 열교환을 통해 증발가스를 가열하는 열교환기로 마련될 수 있다.

[0042] 제1 컴프레서(121)와 제2 히터(122)를 순차적으로 거치면서 가압 및 가열된 증발가스는 수소화 장치(125)로 전달되어 수소 첨가 반응이 이루어질 수 있다. 수소화 장치(125)는 후술하는 운반매체 공급라인(130)을 통해 제공되는 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)와 가압 및 가열된 증발가스를 함께 공급받아 화학 촉매 반응을 통해 액상유기수소운반체(LOHC-)에 수소를 장입 또는 로딩시킬 수 있다. 수소화 장치(125)는 화학적 반응기로 마련될 수 있으나, 이에 한정되지 않으며 언로딩된 상태의 액상유기수소운반체(LOHC-)에 수소를 첨가하여 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 생성할 수 있다면 다양한 구조 및 방식의 장치로 마련될 수 있다.

[0043] 제1 세퍼레이터(126)는 수소화 장치(125)의 반응물을 공급받아 수용하되, 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)와 수소가스를 분리하도록 마련된다. 수소화 장치(125)에서 화학적 촉매 반응을 통해 대부분의 수소 증발가스는 액상유기수소운반체(LOHC+)에 장입 또는 로딩되나, 장입 또는 로딩되지 않은 일부의 수소가스가 존재할 수 있다. 이에 제1 세퍼레이터(126)가 수소화 장치(125)의 반응물을 공급받아 수용하되, 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)와 장입 또는 로딩되지 않은 일부의 기체성분인 수소가스를 분리하여 각 성분의 용이한 취급 및 관리를 도모할 수 있다. 일반적으로 수소 첨가 반응은 발열 반응으로서, 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)는 냉각 및 응축된 액체상태로 형성되는 바, 제1 세퍼레이터(126)는 액체성분의 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)와, 기체성분인 수소가스를 분리하는 기액분리기로 마련될 수 있다.

[0044] 제1 세퍼레이터(126)에서 분리된 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)는 수소 저장라인(127)을 통해 후술

하는 제2 저장탱크(140)로 공급 및 전달될 수 있다. 이를 위해 수소 저장라인(127)의 입구 측 단부는 제1 세퍼레이터(126)의 내부 하측에 연결되고, 출구 측 단부는 제2 저장탱크(140)의 내부에 연결될 수 있다. 또한 수소 저장라인(127)에는 이를 따라 이송되는 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)가 제2 저장탱크(140)에 안정적으로 저장될 수 있도록 액상유기수소운반체(LOHC+)를 냉각시키는 제1 쿨러(128)가 마련될 수 있다. 제1 쿨러(128)는 열 매체로부터 냉열을 전달받아 액상유기수소운반체(LOHC+)를 냉각시키는 열교환기로 마련될 수 있다.

[0045] 한편, 제2 저장탱크(140)는 수소 저장라인(127)을 통해 공급되는 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 수용 및 저장하도록 마련된다. 제2 저장탱크(140)는 선체(1)에 적어도 하나 이상 마련될 수 있으며, 내부에 액상유기수소운반체(LOHC+)를 안정적으로 수용할 수 있도록 밀폐 및 단열 처리되어 마련될 수 있다. 제2 저장탱크(140)는 수소 저장라인(127)으로부터 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 저장하다가, 연료전지 또는 튜브탱크 등의 소비처(10)에서 수소가스를 필요로 하는 경우, 후술하는 탈수소화 라인(150)으로 액상유기수소운반체(LOHC+)를 제공할 수 있다.

[0046] 제1 세퍼레이터(126)에서 분리된 수소가스는 다시금 수소 첨가 반응에 투입될 수 있도록 수소 순환라인(129)을 통해 수소화 장치(125)로 재공급될 수 있다. 이를 위해 수소 순환라인(129)의 입구 측 단부는 제1 세퍼레이터(126)의 내부 상측에 연결되고, 출구 측 단부는 수소화 장치(125)에 연결될 수 있다. 또한 수소 순환라인(129)에는 이를 따라 이송되는 수소가스의 공급량을 조절하는 개폐밸브(미도시)가 마련될 수 있으며, 개폐밸브는 제1 세퍼레이터(126)의 내부압력에 근거하여 개방 및 폐쇄 작동이 제어될 수 있다.

[0047] 운반매체 공급라인(130)은 수소 첨가라인(120), 구체적으로 수소화 장치(125)로 수소가 언로딩된 상태의 액상유기수소운반체(LOHC-)를 제공하도록 마련된다.

[0048] 운반매체 공급라인(130)은 후술하는 운반매체 순환라인(160)을 통해 공급되는 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 수용 및 저장하는 운반매체 저장탱크(131)와, 운반매체 저장탱크(131)에 수용된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 가압 및 송출하는 제1 이송펌프(132)와, 제1 이송펌프(132)에 의해 전달되는 액상유기수소운반체(LOHC-)를 가열하는 제1 히터(133)를 포함하여 마련될 수 있다.

[0049] 운반매체 저장탱크(131)는 선체(1)의 데크(Deck) 상에 설치 및 운용될 수 있으며, 후술하는 탈수소화 라인(150)을 거쳐 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 운반매체 순환라인(160)을 통해 공급받을 수 있다. 운반매체 저장탱크(131)는 내부에 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 안정적으로 수용 및 저장할 수 있도록 밀폐 및 단열 처리되어 설치될 수 있다.

[0050] 제1 이송펌프(132)는 운반매체 저장탱크(131)에 수용된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 후단에 배치되는 설비로 송출함과 동시에, 수소화 장치(125)에서 원활한 수소 첨가 반응이 수행될 수 있도록 액상유기수소운반체(LOHC-)를 가압할 수 있다. 도 1에서는 제1 이송펌프(132)가 운반매체 공급라인(130) 상에서 운반매체 저장탱크(131)의 외부 후단에 배치되는 것으로 도시되어 있으나, 운반매체 저장탱크(131)의 내부에 배치되어 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)의 이송 및 가압을 수행할 수도 있다.

[0051] 제1 이송펌프(132)에 의해 이송 및 가압된 액상유기수소운반체(LOHC-)는 제1 히터(133)를 통과하면서 가열된다. 제1 히터(133)는 수소화 장치(125)에서 수소 첨가 반응의 효율을 향상시킬 수 있는 온도 수준으로 액상유기수소운반체(LOHC-)를 가열할 수 있다. 제1 히터(133)는 열 매체 등과의 열교환을 통해 액상유기수소운반체(LOHC-)를 가열하는 열교환기로 마련될 수 있으며, 제1 이송펌프(132)와 제1 히터(133)를 순차적으로 거쳐 가압 및 가열된 액상유기수소운반체(LOHC-)는 수소화 장치(125)로 전달되어 수소 첨가 반응이 이루어질 수 있다.

[0052] 탈수소화 라인(150)은 제2 저장탱크(140)에 수용된 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 수소를 추출하도록 마련된다. 탈수소화 라인(150)은 선체(1)에 설치되거나 육상 터미널에 설치 및 운용될 수 있다. 탈수소화 라인(150)이 선체(1)의 공간 활용도를 위해 육상 터미널에 설치 및 운용되는 경우, 탈수소화 라인(150)이 선체(1) 측과 터미널 측으로 분리되어 설치될 수 있다. 구체적으로, 선체(1)에는 제2 저장탱크(140)로부터 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 송출하는 이송펌프(159) 만이 설치되고, 그 외 설비들은 터미널 측 탈수소화 라인(150)에 설치될 수 있으며, 소비처(10)에서 수소가스를 필요로 하는 경우 분리된 두 탈수소화 라인(150)이 매니폴드(미도시) 등에 의해 연결되어 작동 및 운용될 수 있다.

[0053] 탈수소화 라인(150)은 제2 저장탱크(140)에 수용 및 저장된 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 송출하는 이송펌프(159)와, 이송펌프(159)에 의해 송출되는 액상유기수소운반체(LOHC+)를 가열하는 제3 히터(151)와, 제3 히터(151)에 의해 가열된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 탈수소 반응을 발생시키는 탈수소화 장치(152)와, 탈수소화 장치(152)의 반응물을 냉각시키는 제2 쿨러(153)와, 제2 쿨러(153)에 의해 냉각된 반응물을

공급받아 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)와 가스성분을 분리하는 제2 세퍼레이터(154)와, 제2 세퍼레이터(154)에서 분리된 가스성분을 가압 및 송출하는 제2 컴프레서(155)와, 제2 컴프레서(155)에 의해 가압 및 송출되는 가스성분에서 수소가스를 분리하는 수소정제부(156)와, 수소정제부(156)에 의해 분리된 순도 높은 수소가스를 연료전지 또는 튜브탱크 등 소비처(10)로 공급하는 수소가스 공급라인(157)과, 수소정제부(156)에 의해 분리된 불순가스를 제2 세퍼레이터(154)로 재공급하는 가스 순환라인(158)을 포함하여 마련될 수 있다.

[0054] 이송펌프(159)는 제2 저장탱크(140)에 수용 및 저장된 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 탈수소화 라인(150)으로 유입 및 송출함과 동시에, 탈수소화 장치(152)에서 원활한 탈수소 반응이 수행될 수 있도록 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 일정 압력까지 가압할 수 있다. 이를 위해 탈수소화 라인(150)의 입구 측 단부가 제2 저장탱크(140)의 내부 하측에 배치되되, 이송펌프(159)는 탈수소화 라인(150)의 입구에 설치된다.

[0055] 이송펌프(159)에 의해 이송 및 가압된 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)는 제3 히터(151)를 통과하면서 가열된다. 제3 히터(151)는 탈수소화 장치(152)에서 탈수소 반응 또는 수소 분리반응의 효율을 향상시킬 수 있는 온도 수준으로 액상유기수소운반체(LOHC+)를 가열할 수 있다. 제3 히터(151)는 열 매체 등과의 열교환을 통해 액상유기수소운반체(LOHC+)를 가열하는 열교환기로 마련될 수 있으며, 이송펌프(159)와 제3 히터(151)를 순차적으로 거쳐 가압 및 가열된 액상유기수소운반체(LOHC+)는 탈수소화 장치(152)로 전달되어 탈수소 반응이 이루어질 수 있다.

[0056] 탈수소화 장치(152)는 제3 히터(151)를 거쳐 가열된 액상유기수소운반체(LOHC+)를 공급받아 촉매를 통해 탈수소 반응을 유도할 수 있다. 탈수소 반응을 통해 액상유기수소운반체(LOHC+)로부터 수소가 추출 또는 언로딩됨으로써, 수소가스를 함유하는 가스성분과 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)로 분리될 수 있다. 탈수소화 장치(152)는 반응기(Reactor) 등으로 이루어질 수 있으나, 수소가 로딩된 액상유기수소운반체(LOHC+)로부터 수소가스와 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 생성할 수 있다면 다양한 구조 및 방식의 장치로 마련될 수 있다.

[0057] 제2 쿨러(153)는 탈수소화 장치(152)에 의해 발생되는 반응물을 냉각시키도록 마련된다. 일반적으로, 탈수소 반응은 흡열 반응으로서 탈수소화 장치(152)에 의해 생성되는 반응물은 고온의 상태이다. 따라서 제2 쿨러(153)가 고온의 반응물을 냉각시키도록 마련되어 수소가스를 함유한 가스성분과 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 용이한 분리를 도모할 수 있다. 제2 쿨러(153)는 열 매체로부터 냉열을 전달받아 고온의 반응물을 냉각시키는 열교환기로 마련될 수 있다.

[0058] 제2 세퍼레이터(154)는 제2 쿨러(153)를 거쳐 냉각된 반응물을 공급받아 수용하되, 수소가스가 함유된 가스성분과 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 분리하도록 마련되어 각 성분의 용이한 취급 및 관리를 도모할 수 있다. 제2 세퍼레이터(154)로 유입되는 반응물은 전단의 제2 쿨러(153)를 거치면서 냉각된 상태이므로, 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)는 냉각 및 응축된 액체상태로 유입되며, 수소가스를 함유한 가스성분은 기체상태로 유입된다. 따라서 제2 세퍼레이터(154)는 액체성분의 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)와, 기체성분인 가스성분을 분리하는 기액분리기로 마련될 수 있다.

[0059] 제2 세퍼레이터(154)에서 분리된 수소가스를 함유하는 가스성분은 제2 컴프레서(155)에 의해 가압 및 송출될 수 있다. 제2 컴프레서(155)는 제2 세퍼레이터(154)에서 분리된 가스성분을 공급받아 소비처(10)로 송출하거나, 소비처(10) 또는 후술하는 수소정제부(156)의 원활한 작동을 위해 요구되는 압력수준에 상응하게 가스성분을 가압할 수 있다. 제2 컴프레서(155)에 의해 가압 및 송출되는 가스성분은 수소정제부(156)로 공급되어 순도 높은 수소가스와 그 외의 불순가스로 분리될 수 있다. 수소정제부(156)는 제2 컴프레서(155)에 의해 가압된 가스성분을 공급받아 압력순환흡착 방식으로 수소가스를 정제하는 PSA(Pressure Swing Adsorption) 장치로 마련되어, 순도 높은 수소가스와 불순가스를 분리할 수 있다. 수소정제부(156)에 의해 분리된 수소가스는 수소가스 공급라인(157)을 통해 연료전지 또는 튜브탱크 등의 소비처(10)로 제공될 수 있다. 수소정제부(156)에 의해 분리된 수소가스 외의 불순가스는 가스 순환라인(158)을 통해 다시금 제2 세퍼레이터(154)로 제공될 수 있다. 이를 위해 가스 순환라인(158)은 입구 측 단부가 수소정제부(156)에 연결되고 출구 측 단부가 제2 세퍼레이터(154)의 내부로 연결될 수 있다.

[0060] 제2 세퍼레이터(154)에서 분리된 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)는 운반매체 순환라인(160)을 통해 운반매체 공급라인(130), 구체적으로 운반매체 저장탱크(131)로 공급될 수 있다. 이를 위해 운반매체 순환라인(160)은 입구 측 단부가 제2 세퍼레이터(154)의 내부 하측에 연결되고, 출구 측 단부는 운반매체 저장탱크(131)의 내부에 연결될 수 있다. 도면에는 도시하지 않았으나 운반매체 순환라인(160)에는 개폐밸브(미도시)가 마련되어 운반매체 순환라인(160)에 의해 운반매체 저장탱크(131)로 이송되는 액상유기수소운반체(LOHC-)의 유량

을 조절할 수 있다.

[0061] 이와 같이, 본 실시 예에 의한 수소 운반선의 가스 관리시스템(100)은 탈수소화 라인(150)에 의해 수소가스를 공급한 후 생성되는 수소가 언로딩된 액상유기수소운반체(LOHC-)를 운반매체 순환라인(160)에 의해 다시 운반매체 공급라인(130)으로 제공 및 순환함으로써, 수소의 저장 및 공급 공정의 효율성을 도모할 수 있다. 아울러, 액상유기수소운반체(LOHC)를 활용하여 수소의 저장 및 운송을 도모함으로써, 수소의 액화를 위한 냉각 공정 또는 수소의 가압 공정 등이 요구되지 않으므로 설비 운용의 효율성을 도모할 수 있다.

부호의 설명

[0062] 100: 가스 관리시스템 110: 제1 저장탱크

120: 수소 첨가라인 121: 제1 컴프레서

122: 제2 히터 125: 수소화 장치

126: 제1 세퍼레이터 127: 수소 저장라인

128: 제1 쿨러 129: 수소 순환라인

130: 운반매체 공급라인 131: 운반매체 저장탱크

132: 제1 이송펌프 133: 제1 히터

140: 제2 저장탱크 150: 탈수소화 라인

151: 제3 히터 152: 탈수소화 장치

153: 제2 쿨러 154: 제2 세퍼레이터

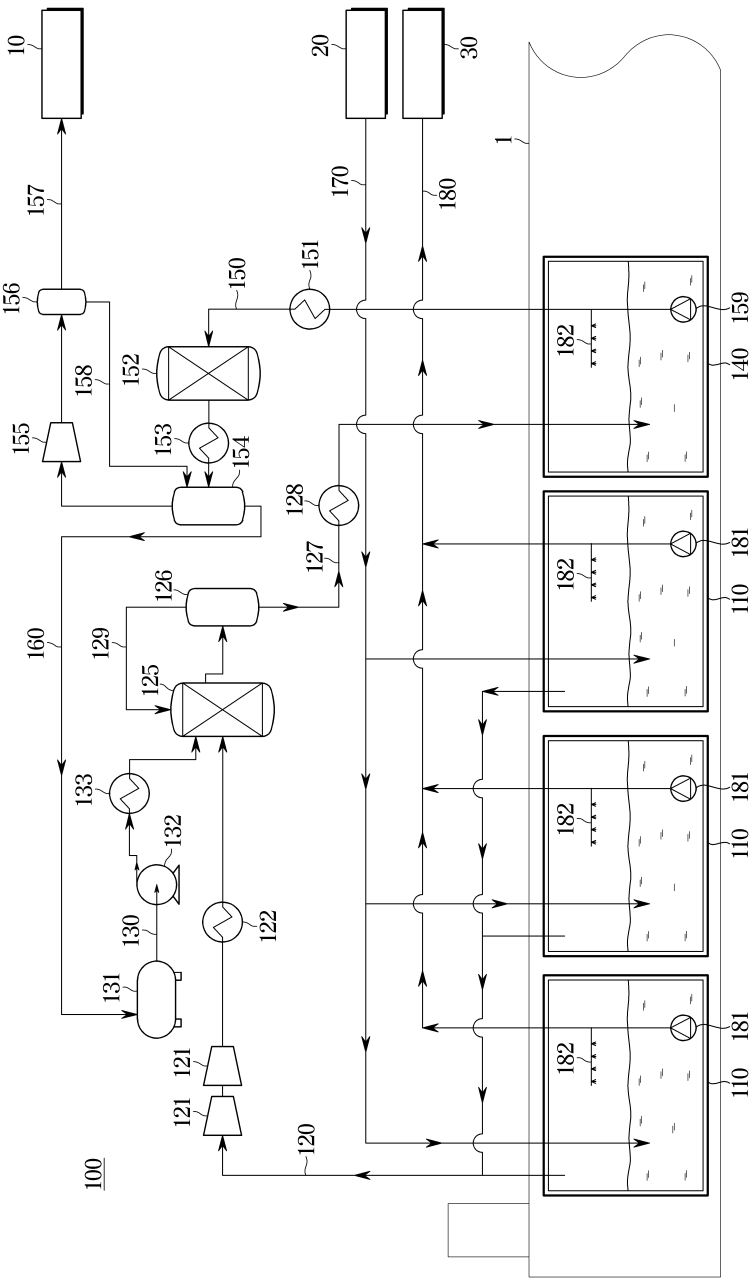
155: 제2 컴프레서 156: 수소정제부

160: 운반매체 순환라인 170: 액화수소 선적라인

180: 액화수소 하역라인

도면

도면1


10
20
30
1
157
170
180
156
150
151
158
152
155
153
154
128
127
126
160
129
125
133
132
130
122
131
121
121
120
100
182
159
140
181
110