(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022 년 4 월 21 일 (21.04.2022)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2022/080588 A1

(51) 국제특허분류:
F01N 3/04 (2006.01) *F02G 5/02* (2006.01)
F02D 19/06 (2006.01) *B01D 53/14* (2006.01)
F01N 9/00 (2006.01) *B63B 13/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2020/018601

(22) 국제출원일: 2020 년 12 월 17 일 (17.12.2020)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2020-0132175 2020 년 10 월 13 일 (13.10.2020) KR
10-2020-0132181 2020 년 10 월 13 일 (13.10.2020) KR

(71) 출원인: 대우조선해양 주식회사 (**DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE**) [KR/KR]; 53302 경상남도 거제시 거제대로 3370, Gyeongsangnam-do (KR).

(72) 발명자: 남병탁 (**NAM, Byung Tak**); 53307 경상남도 거제시 아주2로 137, 203동 103호., Gyeongsangnam-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인다울 (**DAWOOL PATENT AND LAW FIRM**); 06135 서울시 강남구 봉은사로 224 혜전빌딩 5층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

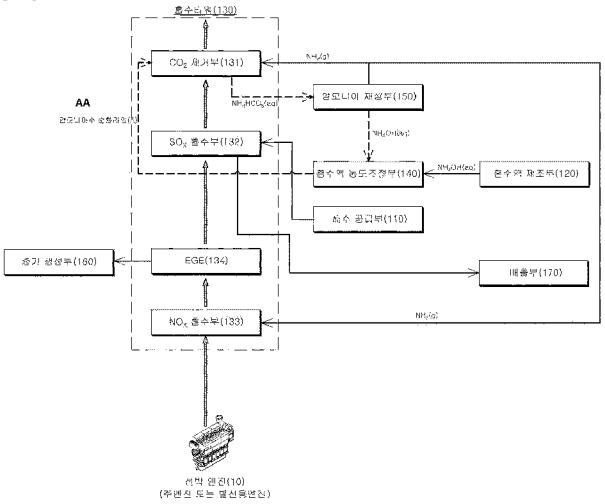
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) **Title:** DEVICE FOR REDUCING GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF SHIPS AND SHIP COMPRISING SAME

(54) **발명의 명칭:** 선박의 온실가스 배출 저감장치 및 이를 구비한 선박

[도1]



10 ... Ship engine (main engine or engine for power generation)
110 ... Seawater supply part
120 ... Absorption liquid production part
130 ... Absorption tower
131 ... CO2 removal part
132 ... SOx absorption part
133 ... NOx absorption part
140 ... Absorption liquid concentration adjustment part
150 ... Ammonia regeneration part
160 ... Steam generation part
170 ... Discharge part
AA ... A Ammonia water circulation line

(57) **Abstract:** Disclosed is a device for reducing the greenhouse gas emissions of ships, the device comprising: a seawater supply part (110) for supplying seawater; an absorption liquid production part (120) for producing and supplying a high-concentration CO_2 absorption liquid; an absorption tower (130) including a CO_2 removal part (133) for reacting an exhaust gas discharged from a ship engine (10) with seawater supplied from the seawater supply part (110), thereby cooling the exhaust gas, and reacting the cooled exhaust gas with the absorption liquid from the absorption liquid production part (120) to convert CO_2 into an ammonium salt aqueous solution and thereby remove the CO_2; an absorption liquid concentration adjustment part (140) for adjusting the concentration of the absorption liquid supplied from the absorption liquid production part (120) to the absorption tower (130); and an ammonia regeneration part (150) for reacting the ammonium salt aqueous solutions discharged from the absorption tower (130) with a bivalent metal hydroxide aqueous solution to regenerate NH3, and returning the NH_3 to the absorption tower (130) so as to reuse same as an absorption liquid, wherein the concentration of the absorption liquid can be maintained constant to prevent a reduction in absorption performance.

WO 2022/080588 A1

[다음 쪽 계속]

(57) 요약서: 본 발명은, 해수를 공급하는 해수 공급부(110), 고농도 CO_2 흡수액을 제조하여 공급하는 흡수액 제조부(120), 선박 엔진(10)으로부터 배출되는 배기가스를 해수 공급부(110)로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하고, 냉각된 배기가스와 흡수액 제조부(120)로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거하는 CO_2 제거부(131)가 형성된, 흡수타워(130), 흡수액 제조부(120)로부터 흡수타워(130)로 공급되는 흡수액의 농도를 조절하는 흡수액 농도 조절부(140), 및 흡수타워(130)로부터 배출된 암모늄염 수용액을 2가 금속수산화물 수용액과 반응시켜 NH_3를 재생하여서 흡수타워(130)로 회귀시켜 흡수액으로 재사용하도록 하는, 암모니아 재생부(150)를 포함하여, 흡수액의 농도를 일정하게 유지하여 흡수성능 저하를 방지할 수 있는, 선박의 온실가스 배출 저감장치를 개시한다.

명세서

발명의 명칭: 선박의 온실가스 배출 저감장치 및 이를 구비한 선박

기술분야

[1] 본 발명은 온실가스 흡수액의 농도를 일정하게 유지하여 흡수타워의 흡수성능 저하를 방지하도록 하고, 가압시스템을 적용하여 고농도 흡수액의 자연증발로 인한 흡수액 손실을 방지할 수 있는, 선박의 온실가스 배출 저감장치 및 이를 구비한 선박에 관한 것이다.

[2] 또한, 본 발명은 열교환방식에 의해 청수로 배기가스를 냉각하여 흡수액의 농도가 낮아지는 것을 방지하고, 흡수액의 농도를 조절하여 흡수액의 농도를 일정하게 유지하여 흡수성능 저하를 방지할 수 있는, 선박의 온실가스 배출 저감장치 및 이를 구비한 선박에 관한 것이다.

배경기술

[3] 최근, 무분별한 화석연료 사용에 따른 온실가스 배출의 영향으로 지구 온난화 현상과 이와 연계된 환경 재해들이 발생하고 있다.

[4] 이에, 대표적 온실가스인 이산화탄소를 방출하지 않고 포집하여 저장하는데 관련된 일련의 기술들을 CCS(Carbon dioxide Capture and Storage) 기술이라 하여 최근 매우 큰 주목을 받고 있는데, CCS 기술 중에서 화학 흡수법(chemical absorption)은 대규모 처리가 가능하다는 측면에서 그 중에서 가장 많이 상용화된 기술이다.

[5] 또한, 이산화탄소 배출 규제는 IMO의 EEDI를 통해 규제하는데, 2050년에는 2008년 배출량의 50% 이상의 절감을 목표로 하고 있고, 2030년에도 2008년 배출량의 40%를 절감해야 하므로 CO_2를 배출하지 않거나, 배출된 CO_2를 포집하는 기술이 주목을 받고 있다.

[6] 참고로, 이산화탄소를 직접적으로 포집 및 저장하는 CCS 기술 중 CO_2 포집 기술은 대상 공정의 CO_2 발생 조건에 따라 다양하게 접근할 수가 있는데, 현재 대표적인 기술은 흡수법과 흡착법과 막분리법이 있으며, 이 중 습식흡수법은 육상플랜트에 있어서 기술적 성숙도가 높고, CO_2의 대량처리가 용이하여 CCS 기술의 상용화에 가장 근접한 포집 기술이라 할 수 있고 흡수제로는 아민 계열과 암모니아를 주로 사용한다.

[7] 한편, 앞서 언급한 이산화탄소의 배출을 절감, 또는 생성된 이산화탄소를 포집하는 기술은 현재 선박에서는 상용화된 사례가 없는 실정이고, 수소나 암모니아를 연료로 사용하는 방법도 현재는 개발 중이며 상업화 수준의 단계에 이르지 못한 실정이다.

[8] 또한, SO_X의 발생량이 적거나 발생하지 않도록 저유황유 또는 LNG를 연료로 사용하는 선박에 대해 선박 엔진으로부터 배출되는 배출가스 중 CO_2를 흡수액으로 흡수하여 환경에 영향을 주지 않는 물질로 전환하여 배출하거나,

유용한 물질로 전환하여 저장하고, 흡수액의 농도변화로 인한 흡수성능 저하를 방지할 수 있는, 기술을 선박에 적용할 필요성이 제기된다.

[9] 또한, SO_x의 발생량이 적거나 발생하지 않도록 저유황유 또는 LNG를 연료로 사용하는 선박에 대해 선박 엔진으로부터 배출되는 배출가스 중 CO_2를 흡수액으로 흡수하여 환경에 영향을 주지 않는 물질로 전환하여 배출하거나, 유용한 물질로 전환하여 저장하고, 청수에 의한 배기가스 냉각에 따른 흡수액 농도 저하를 방지하고 흡수액의 거듭된 순환에 따른 농도변화로 인한 흡수성능 저하를 방지할 수 있는, 기술을 선박에 적용할 필요성이 제기된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[10] 본 발명의 사상이 이루고자 하는 기술적 과제는, 온실가스 흡수액의 농도를 일정하게 유지하여 흡수타워의 흡수성능 저하를 방지하도록 하고, 가압시스템을 적용하여 고농도 흡수액의 자연증발로 인한 흡수액 손실을 방지할 수 있는, 선박의 온실가스 배출 저감장치 및 이를 구비한 선박을 제공하는 데 있다.

[11] 또한, 본 발명의 사상이 이루고자 하는 기술적 과제는, 청수에 의한 배기가스 냉각에 따른 흡수액 농도 저하를 방지하고, 흡수액의 거듭된 순환에 따른 농도변화로 인한 흡수성능 저하를 방지할 수 있는, 선박의 온실가스 배출 저감장치 및 이를 구비한 선박을 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

[12] 전술한 목적을 달성하고자, 본 발명은, 해수를 공급하는 해수 공급부; 고농도 CO_2 흡수액을 제조하여 공급하는 흡수액 제조부; 선박 엔진으로부터 배출되는 배기가스를 상기 해수 공급부로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하고, 상기 냉각된 배기가스와 상기 흡수액 제조부로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거하는 CO_2 제거부가 형성된, 흡수타워; 상기 흡수액 제조부로부터 상기 흡수타워로 공급되는 흡수액의 농도를 조절하는 흡수액 농도조절부; 및 상기 흡수타워로부터 배출된 상기 암모늄염 수용액을 2가 금속수산화물 수용액과 반응시켜 NH_3를 재생하여서 상기 흡수타워로 회귀시켜 흡수액으로 재사용하도록 하는, 암모니아 재생부;를 포함하는, 선박의 온실가스 배출 저감장치를 제공한다.

[13] 또한, 상기 선박 엔진은 LNG 또는 저유황유를 연료로 사용할 수 있다.

[14] 또한, 상기 선박 엔진이 저유황유를 연료로 사용하는 경우에, 상기 흡수타워는, 상기 선박 엔진으로부터 배출되는 배기가스를 상기 해수 공급부로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하면서 SOx를 용해시켜 제거하는 SOx 흡수부를 더 포함하고, 상기 CO_2 제거부는 상기 SOx가 제거된 배기가스와 상기 해수 공급부로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하고, 상기 냉각된 배기가스와 상기 흡수액 제조부로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로

전환하여 CO_2를 제거할 수 있다.

[15] 또한, 상기 흡수타워는, 상기 선박 엔진으로부터 배출되는 배기가스의 NOx를 흡수하여 제거하는 NOx 흡수부를 더 포함하고, 상기 CO_2 제거부는, 상기 NOx가 제거된 배기가스를 상기 해수 공급부로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하고 상기 냉각된 배기가스와 상기 흡수액 제조부로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거할 수 있다.

[16] 상기 흡수타워는, 상기 선박 엔진으로부터 배출되는 배기가스의 NO_X를 흡수하여 제거하는 NO_X 흡수부와, 상기 NO_X가 제거된 배기가스를 상기 해수 공급부로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하면서 SO_X를 용해시켜 제거하는 SO_X 흡수부와, 상기 SO_X가 제거된 배기가스와 상기 흡수액 제조부로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거하는 상기 CO_2 제거부가 순차적으로 적층 형성될 수 있다.

[17] 또한, 상기 암모니아 재생부는 NH_3를 재생하여서, 상기 흡수타워로 회귀시켜 흡수액으로 재사용하도록 하고, 상기 NO_X 흡수부는 상기 암모니아 재생부로부터 공급되는 NH_3로 NO_X를 흡수하거나, 요소수를 사용하여 NO_X를 흡수할 수 있다.

[18] 또한, 상기 해수 공급부는, 선외로부터 씨체스트를 통해 해수를 공급받아 상기 SO_X 흡수부로 펌핑하는 해수펌프; 및 배기가스의 양에 따라 상기 해수펌프로부터 상기 SO_X 흡수부로 공급되는 해수의 분사량을 조절하는 해수조절밸브;를 포함할 수 있다.

[19] 또한, 상기 흡수액 제조부는, 청수를 저장하는 청수탱크; 상기 청수탱크로부터 청수를 공급하는 청수조절밸브; 고압의 NH_3를 저장하는 NH_3저장소; 상기 청수조절밸브에 의해 공급되는 청수에 상기 NH_3저장소로부터 공급되는 NH_3를 분사하여 흡수액인 고농도 암모니아수를 제조하여 저장하는 암모니아수탱크; 상기 암모니아수탱크 내의 암모니아수 농도를 측정하는 pH센서; 및 상기 암모니아수탱크로부터 상기 흡수액 농도조절부로 암모니아수를 공급하는 암모니아수 공급펌프;를 포함할 수 있다.

[20] 또한, 상기 흡수액 농도조절부는, 청수를 공급하는 청수공급라인; 상기 흡수타워로 공급되는 흡수액인 암모니아수의 농도를 측정하는 pH센서; 상기 흡수액 제조부로부터 공급되는 암모니아수의 유량을 조절하는 유량조절밸브; 상기 pH센서에 의한 암모니아수 농도에 따라, 상기 흡수액 제조부로부터의 고농도 암모니아수를 혼합하여 농도를 높이거나 상기 청수공급라인의 청수를 혼합하여 농도를 낮추어, 암모니아수의 농도를 조절하는 믹서; 및 상기 믹서에 의한 혼합시 NH_3의 증발을 방지하는 압력유지용 밸브;를 포함할 수 있다.

[21] 또한, 상기 SO_X 흡수부는, 상기 해수 공급부로부터 공급되는 해수를 하방으로 분사하는 다단의 해수 분사노즐; 및 세정수가 역류하지 않도록 하는, 격벽 형태의 배기가스 유입관 또는 상기 배기가스 유입관을 커버하는 우산형태의 차단판;을 포함할 수 있다.

[22] 또한, 상기 해수 분사노즐 하부에, 배기가스가 통과하는 유로가 형성된 다공성 상판이 다단으로 각각 형성되어, 해수와 배기가스가 접촉할 수 있다.

[23] 또한, 상기 해수 분사노즐 하부에, 해수와 배기가스가 접촉하도록 하는 충진재가 채워진 흡수탑이 형성되어, 해수가 SO_X를 용해시킬 수 있다.

[24] 또한, 상기 CO_2 제거부는, 상기 흡수액 농도조절부로부터 공급되는 암모니아수를 하방으로 분사하는 암모니아수 분사노즐; CO_2와 흡수액인 암모니아수와 접촉시켜 CO_2를 $NH_4HCO_3(aq)$로 전환시키는 충진재; 상기 충진재가 채워진 흡수탑의 구간마다 다단으로 형성되어 CO_2제거반응으로 인한 발열을 냉각하는 쿨링재킷; CO_2와 반응하지 않고 외부로 배출되는 NH_3를 포집하는 워터 스프레이; 굴곡진 다판 형태로 형성되어 암모니아수를 상기 충진재 방향으로 회귀시키는 미스트 제거판; 암모니아수가 역류하지 않도록 형성된 격벽; 및 상기 격벽으로 둘러싸인 배기가스 유입홀을 커버하는 우산형태의 차단판;을 포함할 수 있다.

[25] 또한, 상기 충진재는 단위 부피당 접촉면적이 크도록 설계된 다단의 증류 칼럼 패킹으로 구성되고, 상기 증류 칼럼 패킹 사이에 용액 재분배기가 형성될 수 있다.

[26] 또한, 상기 흡수타워는, 상기 NO_X 흡수부와 상기 SO_X 흡수부 사이에 형성되어 상기 선박 엔진의 폐열과 보일러수를 열교환시키는 EGE를 더 포함할 수 있다.

[27] 또한, 상기 암모니아 재생부는, 상기 2가 금속수산화물 수용액를 저장하는 저장탱크; 상기 흡수타워로부터 배출된 상기 암모늄염 수용액과 상기 2가 금속수산화물 수용액을 교반기에 의해 교반하여 $NH_3(g)$와 탄산염을 생성하는 혼합탱크; 상기 혼합탱크로부터 용액 및 침전물을 흡입하여 탄산염을 분리하는 필터; 상기 용액 및 침전물을 상기 필터로 고압으로 이송하는 고압펌프; 및 상기 필터에 의해 분리된 암모니아수 또는 청수를 저장하고 상기 흡수액 농도조절부로 공급하는 암모니아수 저장탱크;를 포함할 수 있다.

[28] 또한, 상기 저장탱크에 저장된 상기 2가 금속수산화물 수용액은 청수와, CaO 또는 MgO를 반응시켜 생성된 $Ca(OH)_2$ 또는 $Mg(OH)_2$일 수 있다.

[29] 또한, 상기 흡수타워로부터 배출되는 세정수를 저장하는 세정수탱크, 상기 세정수탱크로 이송펌프에 의해 이송된 세정수의 선외배출조건을 충족하도록 탁도를 조절하는 필터링유닛과 pH조절을 위한 중화제 주입유닛을 구비하는 수처리장치, 및 고형의 배출물을 분리 저장하는 슬러지저장탱크로 구성되는, 배출부를 더 포함할 수 있다.

[30] 한편, 본 발명은 전술한 선박의 온실가스 배출 저감장치를 구비한 선박을 제공할 수 있다.

[31] 전술한 다른 목적을 달성하고자, 본 발명은, 선박 엔진으로부터 배출되는 배기가스를 냉각하는 배기가스 냉각부; 고농도 CO_2 흡수액을 제조하여 공급하는 흡수액 제조부; 상기 배기가스 냉각부에 의해 냉각된 배기가스와 상기 흡수액 제조부로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2

를 제거하는 CO_2 제거부가 형성된, 흡수타워; 상기 흡수액 제조부로부터 상기 흡수타워로 공급되는 흡수액의 농도를 조절하는 흡수액 농도조절부; 및 상기 흡수타워로부터 배출된 상기 암모늄염 수용액을 2가 금속수산화물 수용액과 반응시켜 NH_3를 재생하여서 상기 흡수타워로 회귀시켜 흡수액으로 재사용하도록 하는, 암모니아 재생부;를 포함하는, 선박의 온실가스 배출 저감장치를 제공한다.

[32] 또한, 상기 선박 엔진은 LNG 또는 저유황유를 연료로 사용할 수 있다.

[33] 또한, 상기 배기가스 냉각부는, 배기가스 배출관을 감싸는 열교환 배관으로 선내 냉각시스템으로부터 제공되는 청수를 순환시켜 배기가스를 27℃ 내지 33℃의 온도로 냉각할 수 있다.

[34] 또한, 상기 흡수타워는, 상기 선박 엔진으로부터 배출되는 배기가스의 NOx를 흡수하여 제거하는 NOx 흡수부를 더 포함하고, 상기 CO_2 제거부는 상기 NOx가 제거되고 상기 배기가스 냉각부에 의해 냉각된 배기가스와 상기 흡수액 제조부로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거할 수 있다.

[35] 또한, 상기 암모니아 재생부는 NH_3를 재생하여서, 상기 흡수타워로 회귀시켜 흡수액으로 재사용하도록 하고, 상기 NO_X 흡수부는 상기 암모니아 재생부로부터 공급되는 NH_3로 NO_X를 흡수하거나, 요소수를 사용하여 NO_X를 흡수할 수 있다.

[36] 또한, 상기 흡수액 제조부는, 청수를 저장하는 청수탱크; 상기 청수탱크로부터 청수를 공급하는 청수조절밸브; 고압의 NH_3를 저장하는 NH_3저장소; 상기 청수조절밸브에 의해 공급되는 청수에 상기 NH_3저장소로부터 공급되는 NH_3를 분사하여 흡수액인 고농도 암모니아수를 제조하여 저장하는 암모니아수탱크; 상기 암모니아수탱크 내의 암모니아수 농도를 측정하는 pH센서; 및 상기 암모니아수탱크로부터 상기 흡수액 농도조절부로 암모니아수를 공급하는 암모니아수 공급펌프;를 포함할 수 있다.

[37] 또한, 상기 암모니아수탱크 내에 일정압력의 압축공기를 주입하여 NH_3의 증발손실을 방지할 수 있다.

[38] 또한, 상기 흡수액 농도조절부는, 청수를 공급하는 청수공급라인; 상기 흡수타워로 공급되는 흡수액인 암모니아수의 농도를 측정하는 pH센서; 상기 흡수액 제조부로부터 공급되는 암모니아수의 유량을 조절하는 유량조절밸브; 상기 pH센서에 의한 암모니아수 농도에 따라, 상기 흡수액 제조부로부터의 고농도 암모니아수를 혼합하여 농도를 높이거나 상기 청수공급라인의 청수를 혼합하여 농도를 낮추어, 암모니아수의 농도를 조절하는 믹서; 및 상기 믹서에 의한 혼합시 NH_3의 증발을 방지하는 압력유지용 밸브;를 포함할 수 있다.

[39] 또한, 상기 CO_2 제거부는, 상기 흡수액 농도조절부로부터 공급되는 암모니아수를 하방으로 분사하는 암모니아수 분사노즐; CO_2와 흡수액인 암모니아수와 접촉시켜 CO_2를 $NH_4HCO_3(aq)$로 전환시키는 충진재; 상기

충진재가 채워진 흡수탑의 구간마다 다단으로 형성되어 CO_2제거반응으로 인한 발열을 냉각하는 쿨링재킷; CO_2와 반응하지 않고 외부로 배출되는 NH_3를 포집하는 워터 스프레이; 굴곡진 다판 형태로 형성되어 암모니아수를 상기 충진재 방향으로 회귀시키는 미스트 제거판; 암모니아수가 역류하지 않도록 형성된 격벽; 및 상기 격벽으로 둘러싸인 배기가스 유입홀을 커버하는 우산형태의 차단판;을 포함할 수 있다.

[40] 또한, 상기 충진재는 단위 부피당 접촉면적이 크도록 설계된 다단의 증류 칼럼 패킹으로 구성되고, 상기 증류 칼럼 패킹 사이에 용액 재분배기가 형성될 수 있다.

[41] 또한, 상기 흡수타워는, 상기 NO_X 흡수부와 상기 배기가스 냉각부 사이에 형성되어 상기 선박 엔진의 폐열과 보일러수를 열교환시키는 EGE를 더 포함할 수 있다.

[42] 또한, 상기 암모니아 재생부는, 상기 2가 금속수산화물 수용액를 저장하는 저장탱크; 상기 흡수타워로부터 배출된 상기 암모늄염 수용액과 상기 2가 금속수산화물 수용액을 교반기에 의해 교반하여 $NH_3(g)$와 탄산염을 생성하는 혼합탱크; 상기 혼합탱크로부터 용액 및 침전물을 흡입하여 탄산염을 분리하는 필터; 상기 용액 및 침전물을 상기 필터로 고압으로 이송하는 고압펌프; 및 상기 필터에 의해 분리된 암모니아수 또는 청수를 저장하고 상기 흡수액 농도조절부로 공급하는 암모니아수 저장탱크;를 포함할 수 있다.

[43] 또한, 상기 저장탱크에 저장된 상기 2가 금속수산화물 수용액은 청수와, CaO 또는 MgO를 반응시켜 생성된 $Ca(OH)_2$ 또는 $Mg(OH)_2$일 수 있다.

[44] 또한, 상기 흡수타워로부터 배출되는 세정수를 저장하는 세정수탱크, 상기 세정수탱크로 이송펌프에 의해 이송된 세정수의 선외배출조건을 충족하도록 탁도를 조절하는 필터링유닛과 pH조절을 위한 중화제 주입유닛을 구비하는 수처리장치, 및 고형의 배출물을 분리 저장하는 슬러지저장탱크로 구성되는, 배출부를 더 포함할 수 있다.

[45] 한편, 본 발명은 전술한 선박의 온실가스 배출 저감장치를 구비한 선박을 제공할 수 있다.

발명의 효과

[46] 본 발명에 의하면, 온실가스 흡수액의 농도를 일정하게 유지하여 흡수타워의 흡수성능 저하를 방지하도록 하고, 가압시스템을 적용하여 고농도 흡수액의 자연증발로 인한 흡수액 손실을 방지하고, IMO 온실가스 배출규제를 충족시키도록 환경에 영향을 주지 않는 물질로 전환하여 분리 배출하거나 유용한 물질로 전환하여 저장하며, NH_3를 재생하여 비교적 고가의 NH_3의 소모를 최소화하고, 필터 후단부의 용량 크기를 줄일 수 있고, 온실가스를 자연상태로 존재하는 탄산염 형태로 저장하여 해상배출이 가능하도록 하고, NH_3 재생시 잔존하는 SO_X로 인한 부반응을 제거하여 NH_3의 손실을 최소화하고

암모니아 회수시 불순물이 포함되지 않도록 할 수 있는 효과가 있다.

[47] 또한, 본 발명에 의하면, 열교환방식에 의해 선내 냉각시스템의 청수로 배기가스를 냉각하여 흡수액의 농도가 낮아지는 것을 방지하고, 이로 인해 필터 후단부의 용량 크기를 줄일 수 있고, 흡수액의 농도를 조절하여 흡수액의 농도를 일정하게 유지하여 온실가스 흡수성능 저하를 방지하도록 하고, 가압시스템을 적용하여 고농도 흡수액의 자연증발로 인한 흡수액 손실을 방지하고, IMO 온실가스 배출규제를 충족시키도록 환경에 영향을 주지 않는 물질로 전환하여 분리 배출하거나 유용한 물질로 전환하여 저장하고, 온실가스를 자연상태로 존재하는 탄산염 형태로 저장하여 해상배출이 가능하도록 하고, NH_3를 재생하여 비교적 고가의 NH_3의 소모를 최소화할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[48] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 선박의 온실가스 배출 저감장치의 개략적인 구성도를 도시한 것이다.

[49] 도 2는 도 1의 선박의 온실가스 배출 저감장치를 구현한 시스템 회로도를 도시한 것이다.

[50] 도 3은 도 2의 선박의 온실가스 배출 저감장치의 해수 공급부를 분리 도시한 것이다.

[51] 도 4는 도 2의 선박의 온실가스 배출 저감장치의 흡수액 제조부와 흡수액 농도조절부와 암모니아 재생부를 분리 도시한 것이다.

[52] 도 5는 도 2의 선박의 온실가스 배출 저감장치의 흡수타워를 분리 도시한 것이다.

[53] 도 6은 도 5의 흡수타워의 SO_X 흡수부를 분리 도시한 것이다.

[54] 도 7은 도 2의 선박의 온실가스 배출 저감장치의 증기 생성부 및 배출부를 분리 도시한 것이다.

[55] 도 8은 도 2의 선박의 온실가스 배출 저감장치에 적용되는 다양한 충진재를 예시한 것이다.

[56] 도 9는 도 2의 선박의 온실가스 배출 저감장치에 적용되는 암모니아수 분사노즐을 예시한 것이다.

[57] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 의한 선박의 온실가스 배출 저감장치의 개략적인 구성도를 도시한 것이다.

[58] 도 11은 도 10의 다른 실시예에 의한 선박의 온실가스 배출 저감장치를 구현한 시스템 회로도를 도시한 것이다.

[59] 도 12는 도 11의 다른 실시예에 의한 선박의 온실가스 배출 저감장치의 배기가스 냉각부와 흡수타워를 분리 도시한 것이다.

[60] 도 13은 도 11의 다른 실시예에 의한 선박의 온실가스 배출 저감장치의 흡수액 제조부와 흡수액 농도조절부와 암모니아 재생부를 분리 도시한 것이다.

[61] 도 14는 도 11의 다른 실시예에 의한 선박의 온실가스 배출 저감장치의 증기

생성부를 분리 도시한 것이다.

[62] 도 15는 도 11의 다른 실시예에 의한 선박의 온실가스 배출 저감장치에 적용되는 다양한 충진재를 예시한 것이다.

[63] 도 16은 도 11의 다른 실시예에 의한 선박의 온실가스 배출 저감장치에 적용되는 암모니아수 분사노즐을 예시한 것이다.

발명의 실시를 위한 형태

[64] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[65] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 선박의 온실가스 배출 저감장치는, 해수를 공급하는 해수 공급부(110), 고농도 CO_2 흡수액을 제조하여 공급하는 흡수액 제조부(120), 선박 엔진(10)으로부터 배출되는 배기가스를 해수 공급부(110)로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하고, 냉각된 배기가스와 흡수액 제조부(120)로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거하는 CO_2 제거부(131)가 형성된, 흡수타워(130), 흡수액 제조부(120)로부터 흡수타워(130)로 공급되는 흡수액의 농도를 조절하는 흡수액 농도조절부(140), 및 흡수타워(130)로부터 배출된 암모늄염 수용액을 2가 금속수산화물 수용액과 반응시켜 NH_3를 재생하여서 흡수타워(130)로 회귀시켜 흡수액으로 재사용하도록 하는, 암모니아 재생부(150)를 포함하여, 흡수액의 농도를 일정하게 유지하여 흡수성능 저하를 방지하는 것을 요지로 한다.

[66] 여기서, 주엔진 또는 발전용엔진으로 사용되는 선박 엔진의 종류 및 사양(저압엔진 또는 고압엔진), 선박 엔진에 공급되는 연료의 종류(HFO, MDO, LNG, MGO, LSMGO, 암모니아 등)에 따라 흡수타워는, CO_2 제거부 이외에, NOx 흡수부 또는 SOx 흡수부를 선택적으로 포함하거나, 모두 포함하도록 구성될 수 있다.

[67] 특히, 선박 엔진의 연료로 저유황유(LSMGO)를 사용하는 경우에, 배기가스의 냉각과 SOx의 용해에 의한 흡수를 동시에 수행할 수 있는 SOx 흡수부를 추가로 구비할 수 있다.

[68] 이하에서는 흡수타워에 NOx 흡수부, SOx 흡수부, CO_2 제거부가 순차적으로 적층 형성된 실시예를 기술하나, 이에 한정되는 것은 아니며, 전술한 바와 같이 NOx 흡수부 및/또는 SOx 흡수부는 선박 엔진과 연료의 종류에 따라 구비여부를 결정할 수 있다.

[69] 이하, 도 1 내지 도 9를 참조하여, 전술한 선박의 온실가스 배출 저감장치의 구성을 구체적으로 상술하면 다음과 같다.

[70] 우선, 해수 공급부(110)는 해수를 흡수타워(130)로 공급하여 배기가스의 온도를 낮춰 흡수액에 의한 CO_2 흡수를 원활하게 한다.

[71] 구체적으로, 해수 공급부는, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 선외로부터 씨체스트(sea chest)(미도시)를 통해 해수를 흡입하여 공급받아 흡수타워(130)의 SO_X 흡수부(132)로 펌핑하는 해수펌프(111)와, 배기가스의 양에 따라 SO_X 흡수부(132)로 공급되는 해수의 분사량을 조절하는 해수조절밸브(112)로 구성될 수 있다. 여기서, 해수펌프(111)는 선외로부터 해수를 흡입하는 흡인펌프(suction pump)와 해수를 SO_X 흡수부(132)로 펌핑하여 이송하는 해수이송펌프로 분리 구성될 수도 있다.

[72] 참고로, 선박의 접안시 또는 항해시에 따라, 수심에 따라 상부의 해수를 흡입하는 하이(high) 씨체스트 또는 하부의 해수를 흡입하는 로우(low) 씨체스트로부터 해수펌프(111)로 선택적으로 공급할 수 있다. 즉, 선박의 접안시에는 하부의 해수보다는 상부의 해수가 깨끗하므로 하이 씨체스트를 사용하고, 선박의 항해시에는 상부의 해수보다는 하부의 해수가 깨끗하므로 로우 씨체스트를 사용할 수 있다.

[73] 여기서, 해수조절밸브(112)는 해수의 유량을 조절하는 수동조작형 다이아프램 밸브 또는 솔레노이드 타입 밸브일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 배기가스의 양에 따라 해수 분사노즐(132a)을 통한 해수 분사량을 조절할 수 있는 것이라면, 어떠한 형태의 밸브라도 적용 가능하다.

[74] 다음, 흡수액 제조부(120)는 다음의 [화학식 1]과 같이 청수(fresh water)와 NH_3를 반응시켜 고농도 CO_2 흡수액인 고농도 암모니아수($NH_4OH(aq)$)를 제조하여 흡수액 농도조절부(140)를 거쳐 흡수타워(130)로 공급한다.

[75] [화학식1]

$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH(aq)$, (발열반응, 1650MJ/ton)

[76] 구체적으로, 도 2 및 도 4에 도시된 바와 같이, 흡수액 제조부(120)는, 청수를 저장하는 청수탱크(미도시), 청수탱크로부터 청수를 암모니아수탱크(123)로 공급하는 청수조절밸브(121), 고압의 NH_3를 저장하는 NH_3저장소(122), 청수조절밸브(121)에 의해 공급되는 청수에 NH_3저장소(122)로부터 공급되는 NH_3를 분사하여 고농도 암모니아수를 제조하여 저장하는 암모니아수탱크(123), 암모니아수탱크(123) 내의 암모니아수 농도를 측정하는 pH센서(124), 및 암모니아수탱크(123)로부터 흡수액 농도조절부(140)로 고농도 암모니아수를 공급하는 암모니아수 공급펌프(125)로 구성될 수 있다.

[77] 예컨대, 흡수타워(130)와 암모니아 재생부(150)를 순환하는 암모니아수는 운전을 거듭하면서 농도가 변하게 되는데, 농도가 낮아지는 경우에는 고농도의 암모니아수를 암모니아수 순환라인(A, 도 1 참조)에 공급하여, 낮아진 암모니아수 농도를 보상하여 설계된 암모니아수 농도로 일정하게 유지할 수 있다.

[78] 한편, 고농도 암모니아수는 동일 온도에서 저농도 암모니아수에 대비하여 NH_3(g)의 분압(partial pressure)이 높아서, 대기압 상태에서는 NH_3가 상대적으로 증발이 더 잘 일어나 손실이 증가한다. 이에, 고농도 암모니아수를 저장하기

위해서는 용해도가 높고 $NH_3(g)$의 증기압이 낮아지도록 온도를 낮추고 가압 시스템 하에서 운전해야 한다.

[79] 즉, $NH_3(g)$가 대기 중으로 증발 손실되는 현상을 방지하기 위해 암모니아수탱크(123) 내에 일정압력의 압축공기를 주입하여서, 암모니아수탱크(123) 내의 압력을 높은 상태로 유지하여 NH_3의 증발손실을 방지할 수 있다.

[80] 예를 들면, NH_3는 -34℃, 8.5bar에서 액체 상태로 저장이 가능하므로 선내에서 가용한 7bar 압축공기를 사용하여 암모니아수탱크(123) 내부를 일정압력으로 유지하여서, 50% 농도의 암모니아수를 암모니아수탱크(123)에 저장할 수 있다.

[81] 또한, 암모니아수탱크(123)의 과압방지를 위한 안전밸브(safety valve)(123a)가 설치될 수 있다.

[82] 다음, 흡수타워(130)에는 선박 엔진(10)으로부터 배출되는 배기가스를 해수 공급부(110)로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하고, 냉각된 배기가스의 CO_2와 흡수액 제조부(120)로부터의 흡수액인 암모니아수를 반응시켜 다음의 [화학식 2]와 같이 CO_2를 암모늄염 수용액($NH_4HCO_3(aq)$)으로 전환하여 CO_2를 제거하는 CO_2 제거부(131)가 형성된다.

[83] [화학식2]

$$2NH_4OH + CO_2 \rightarrow (NH_4)_2CO_3 + H_2O$$

$$(NH_4)_2CO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow 2NH_4HCO_3$$

[84] 구체적으로, CO_2 제거부(131)는, 도 3에 도시된 바와 같이, 흡수액 농도조절부(140)로부터 공급되는 암모니아수를 하방으로 분사하는 암모니아수 분사노즐(131a), 배기가스의 CO_2와 흡수액인 암모니아수와 접촉시켜 CO_2를 $NH_4HCO_3(aq)$로 전환시키는 충진재(131b), 충진재(131b)가 채워진 흡수탑의 구간마다 다단으로 형성되어 CO_2흡수반응으로 인한 발열을 냉각하는 쿨링재킷(cooling jacket)(미도시), CO_2와 반응하지 않고 외부로 배출되는 NH_3를 포집하는 워터 스프레이(131c), 굴곡진 다판 형태로 형성되어 암모니아수 분사노즐(131a)에 의한 분사시 비산되는 암모니아수를 충진재(131b) 방향으로 회귀시키는 미스트 제거판(131d), 충진재(131b)를 통과한 암모니아수가 SO_X 흡수부(132)로 역류하지 않도록 형성된 격벽(131e), 및 격벽(131e)으로 둘러싸인 배기가스 유입홀을 커버하는 우산형태의 차단판(131f)으로 구성될 수 있다.

[85] 여기서, 쿨링재킷은 물질전단이 가장 원활한 30℃ 내지 50℃로 냉각하여 CO_2 흡수율을 일정수준으로 유지하면서 NH_3가 기화되어 소실되지 않도록 할 수 있다.

[86] 한편, CO_2 제거부(131)는 배기가스와 NH_3와의 접촉면적을 늘리면서도 엔진 스펙에서 요구되는 배기관의 허용 압력강하(pressure drop) 내에서 운전되도록 다양한 형태가 고려될 수 있는데, 예컨대, 충진재(131b)는 단위 부피당 접촉면적이 크도록 설계된 다단의 증류 칼럼 패킹으로 구성되고, 단위면적당

접촉면적과 기체의 압력강하와 범람속도를 고려하여 도 8에 예시된 바와 같은 흡수공정에 적합한 증류 칼럼 패킹을 선정할 수 있고, 도 9에 예시된 바와 같이 암모니아수 분사노즐(131a)은 래더 파이프(ladder pipe) 형태(a) 또는 스프레이 형태(b)로 구성될 수 있다.

[87] 또한, 암모니아수는 충진재(131b)를 하향 통과하고 배기가스는 충진재(131b)를 상향 통과하여 접촉하게 되어 채널링 현상을 방지하기 위한 증류 칼럼 패킹 사이에 용액 재분배기(미도시)가 형성될 수 있다.

[88] 또한, 미스트 제거판(131d)은 비산된 암모니아수가 굴곡진 다판에 점착되어 액적(droplet)이 커지도록 하여 자중에 의해 충진재(131b) 방향으로 배액되도록(drain) 한다.

[89] 한편, 앞서 언급한 바와 같이, 선박 엔진(10)은 LNG 또는 저유황유를 연료로 사용하는 것을 전제로 하는데, LNG를 연료로 사용하는 경우에 SOx의 발생량이 없을 수 있으나, 선박 엔진(10)이 저유황유를 연료로 사용하는 경우에 흡수타워(130)는 SOx 흡수부(132)를 구비할 수 있다.

[90] 즉, SOx 흡수부(132)는 선박 엔진(10)으로부터 배출되는 배기가스를 해수 공급부(110)로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하면서 SOx를 용해시켜 제거하고, CO_2 제거부(131)는 SOx가 제거된 배기가스와 해수 공급부(110)로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하고, 냉각된 배기가스와 흡수액 제조부(120)로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 흡수 제거할 수 있다.

[91] 구체적으로, SOx 흡수부(132)는 해수와 1차로 접촉하는 섹션으로서, 도 3 및 도 6에 도시된 바와 같이, 해수 공급부(110)로부터 공급되는 해수를 하방으로 분사하여 SO_X를 용해시키고 슈트(soot)의 분진을 제거하는 다단의 해수 분사노즐(132a), 및 세정수가 역류하지 않도록 하는, 격벽 형태의 배기가스 유입관(132b) 또는 배기가스 유입관(132b)을 커버하는 우산형태의 차단판(132c)을 포함할 수 있다.

[92] 한편, 해수 분사노즐(132a) 또는 별도의 쿨링재킷(미도시)을 통해 배기가스의 온도를 CO_2 제거부(131)에서 요구되는 27℃ 내지 33℃, 바람직하게는, 30℃ 전후로 냉각할 수 있는데, 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이, 해수 분사노즐(132a) 하부에, 배기가스가 통과하는 유로가 형성된 다공성 상판(132d)이 다단으로 각각 형성되어, 해수와 배기가스가 원활하게 접촉하도록 하거나, 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이, 해수 분사노즐(132a) 하부에, 해수와 배기가스가 접촉하도록 하는 충진재가 채워진 흡수탑(132e)이 각각 형성되어, 해수가 SO_X를 용해시키도록 할 수도 있다.

[93] 한편, SO_X의 용해도를 보다 높이기 위해 알칼리 이온을 형성하는 화합물, 예컨대 NaOH 또는 MgO의 염기성 약품을 SOx 흡수부(132)로 공급되는 해수에 투입하는 폐회로 시스템(closed loop system)으로 구성할 수 있다.

[94] 참고로, 폐회로 시스템은 추가적인 염기성 약품 소모를 수반하지만 순환하는

해수의 양이 적은 장점이 있고, 해수만을 분사하여 용해된 SO_X를 선외로 배출하는 개회로 시스템(open loop system)은 추가 염기성 약품 소모가 없고 간소한 장점이 있어서, 이러한 장점을 극대화하고자 개회로 및 폐회로를 결합한 하이브리드 시스템으로 구성할 수도 있다.

[95] 이에, SO_X 흡수부(132)를 통해 SO_X를 먼저 제거한 후에 후속하여 CO_2 제거부(131)를 통해 CO_2를 제거하도록 하여서, SO_X의 용해도가 커서 Na_2SO_3 등의 화합물로 먼저 변하여 SO_X의 용해가 모두 이루어지기 전까지는 CO_2의 제거가 어려운 문제점을 해결하여서 CO_2의 용해도 및 CO_2의 제거 효율성을 향상시킬 수 있다.

[96] 여기서, SO_X 흡수부(132)에 의해 SO_X를 흡수하여 배출부(170)로 배액되는 세정수에는 SO_3^-, SO_4^{2-}, 슈트, $NaSO_3$, $NaSO_4$, $MgCO_3$, $MgSO_4$ 및 이외의 이온 화합물이 함께 포함되어 있다.

[97] 한편, 앞서 언급한 바와 같이, 흡수타워(130)는, 선박 엔진(10)으로부터 배출되는 배기가스의 NOx를 흡수하여 제거하는 NOx 흡수부(133)를 더 포함하고, NOx가 제거된 배기가스를 해수 공급부(110)로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하고 냉각된 배기가스와 흡수액 제조부(120)로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거할 수 있다.

[98] 즉, 흡수타워(130)는 선박 엔진(10)으로부터 배출되는 배기가스의 NO_X를 흡수하여 제거하는 NO_X 흡수부(133)와, NO_X가 제거된 배기가스를 해수와 반응시켜 냉각하면서 SO_X를 용해시켜 제거하는 SO_X 흡수부(132)와, SO_X가 제거된 배기가스와 흡수액 제조부(120)로부터 공급된 암모니아수를 반응시켜 CO_2를 NH_4HCO_3(aq)로 전환하여 CO_2를 제거하는 CO_2 제거부(131)가 수직방향으로 적층 형성되어서, NO_X와 SO_X와 CO_2를 순차적으로 흡수하여 제거한다.

[99] 이에 따라, CO_2 제거부(131)는 앞서 NO_X와 SO_X가 제거된 배기가스와 암모니아수를 반응시켜 먼저 제거하여서, CO_2 제거 공정 중에 NO_X와 SO_X으로 인한 부반응이 발생하지 않아 불순물 발생을 최소화할 수 있어 후속 공정에서 불순물이 적은 NH_4HCO_3를 얻을 수 있다.

[100] 여기서, 흡수타워(130)는, CO_2 제거부(131)와 SO_X 흡수부(132)와 NO_X 흡수부(133)와 후술하는 EGE(134)를 포함하여 구성되되, 각각 개별 모듈로 구성되어 모듈화되어 결합 구성될 수도 있고, 단일의 타워 형태로 통합되어 구성될 수도 있고, 흡수타워(130) 자체는 단일 타워 또는 복수의 타워로 그룹핑되어 구성될 수도 있다.

[101] 구체적으로, NO_X 흡수부(133)는 SCR(Selective Catalyst Reactor)로서, 도 5에 도시된 바와 같이, 암모니아 재생부(150)로부터 블로워(133a) 또는 압축기를 통해 제1 NH_3 분사노즐(133b)로 NH_3를 직접 공급하거나, NH_3의 부족시에는 요소수저장탱크(133c)의 요소수(UREA)를 요소수 공급펌프(133d)를 통해 제2 NH_3 분사노즐(133e)로 공급받아 손실분 또는 부족분을 보상하도록 대체할 수도

있다.

[102] 한편, 요소수를 분해하면 NH_3와 CO_2가 발생하므로, NH_3를 직접 공급하여 CO_2 발생량을 줄이는 것이 바람직할 수 있다.

[103] 또한, 흡수타워(130)는, NO_X 흡수부(131)와 SO_X 흡수부(132) 사이에 형성되어 선박 엔진(10)의 폐열과 보일러수를 열교환시키는 EGE(Exhaust Gas Economizer)(134)를 더 포함할 수 있다.

[104] 다음, 흡수액 농도조절부(140)는 흡수액 제조부(120)로부터 흡수타워(130)로 공급되어 순환하는 흡수액의 농도를 조절한다.

[105] 예컨대, 암모니아수 순환라인(A)을 순환하는 암모니아수의 농도가 낮을 경우에는 앞선 [화학식 2]의 $(NH_4)_2CO_3$의 생성이 줄어 CO_2 배출량이 증가하게 되고, 농도가 높을 경우에는 과다한 CO_2 흡수로 인해 $CaCO_3$ 또는 $MgCO_3$ 생산량이 필요 이상으로 증가하게 되므로, 흡수액 농도조절부(140)는 암모니아수의 농도를 일정하게 유지하여 흡수타워(130)의 CO_2 흡수성능이 지속되도록 하여야 한다.

[106] 이를 구현하기 위해, 흡수액 농도조절부(140)는, 흡수액 제조부(120)의 고농도 암모니아수와 암모니아수 순환라인(A)을 순환하는 저농도의 암모니아수를 혼합하여 암모니아수의 농도를 질량기준 12%로 조절하도록 설계할 수 있으나, 이에 한정되지 않고 사용조건에 따라 변경될 수 있다.

[107] 즉, 흡수액 농도조절부(140)는, 도 4에 도시된 바와 같이, 청수를 공급하는 청수공급라인(141), 흡수타워(130)로 공급되는 흡수액인 암모니아수의 농도를 측정하는 pH센서(142), 암모니아수 공급펌프(125)의 가동에 의해 흡수액 제조부(120)로부터 공급되는 고농도 암모니아수의 유량을 조절하는 유량조절밸브(143), pH센서(142)에 의한 암모니아수 농도에 따라, 흡수액 제조부(120)로부터의 고농도 암모니아수를 혼합하여 농도를 높이거나 청수공급라인(141)의 청수를 혼합하여 농도를 낮추어, 암모니아수의 농도를 조절하는 믹서(144), 및 믹서(144)에 의한 혼합시 NH_3의 증발을 방지하는 압력유지용 밸브(145)로 구성될 수 있다.

[108] 여기서, 믹서(144) 내부에는 원활하게 혼합하기 위해 유체의 와류를 일으킬 수 있는 날개가 배치된 파이프 또는 구조물로 다양한 형태로 구성될 수 있고, 압력유지용 밸브(145)는 믹서(144)의 배출구에 형성되어 혼합시에도 높은 압력을 유지하여 고농도 암모니아수로부터 $NH_3(g)$가 증발하여 소실되는 것을 방지할 수 있다.

[109] 다음, 암모니아 재생부(150)는, 다음의 [화학식 3] 및 [화학식 4]에 의해, 흡수타워(130)로부터 배출된 암모늄염 수용액을 2가 금속수산화물 수용액과 반응시켜 NH_3를 재생하여서 흡수타워(130)로 회귀시켜 CO_2 흡수액으로 재사용하도록 하고, CO_2를 $CaCO_3(s)$ 또는 $MgCO_3(s)$ 형태로 저장하거나 배출하도록 하거나, NO_X 흡수부(133)로 공급하여 NH_3로 NO_X를 흡수하도록 할 수 있다.

[110] [화학식3]

$NH_4HCO_3(aq) + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3(S) + 2H_2O + NH_3(g)$

[111] [화학식4]

$NH_4HCO_3(aq) + Mg(OH)_2 \rightarrow MgCO_3(S) + 2H_2O + NH_3(g)$

[112] 구체적으로, 암모니아 재생부(150)는, 도 4에 도시된 바와 같이, 2가 금속수산화물 수용액($Ca(OH)_2$ 또는 $Mg(OH)_2$)를 저장하는 저장탱크(151), 흡수타워(130)로부터 배출된 암모늄염 수용액($NH_4HCO_3(aq)$)과 2가 금속수산화물 수용액을 교반기에 의해 교반하여 $NH_3(g)$와 탄산염을 생성하는 혼합탱크(152), 혼합탱크(152)로부터 용액 및 침전물을 흡입하여 탄산염을 분리하는 필터(153), 용액 및 침전물을 필터(153)로 고압으로 이송하는 고압펌프(154), 필터(153)에 의해 분리된 암모니아수(또는 청수)를 저장하고 흡수액 농도조절부(140)로 공급하는 암모니아수 저장탱크(155), 암모니아수 저장탱크(155)로부터 흡수액 농도조절부(140)로 공급하는 암모니아수 순환펌프(156), 및 필터(153)에 의해 분리된 탄산염($CaCO_3(s)$ 또는 $MgCO_3(s)$)을 슬러리 또는 건조기(dryer)(미도시)로 이송되어 고형화된 고체 상태로 저장하는 별도의 저장탱크(미도시)로 구성될 수 있다.

[113] 여기서, 혼합탱크(152) 내에 설치된 교반기에 의해 연속적으로 반응시키되, 반응이 원활하게 이루어지도록 일정온도를 유지할 수 있다.

[114] 또한, 저장탱크(151)에서는 청수와 금속산화물(CaO 또는 MgO)를 반응시켜 2가 금속수산화물 수용액($Ca(OH)_2$ 또는 $Mg(OH)_2$)을 생성하여 저장하고 혼합탱크(143)로 공급하는 역할을 한다.

[115] 이를 통해, 비교적 저렴한 금속산화물(CaO 또는 MgO) 또는 2가 금속수산화물 수용액($Ca(OH)_2$ 또는 $Mg(OH)_2$)만을 투입하여 물의 추가 투입이 필요없으며, 암모니아수의 농도 감소가 없고, 필터(153)의 용량 크기를 줄일 수 있고, NH_3 재생비용을 줄일 수 있다. 즉, 이론적으로는 금속산화물만 소모하고, NH_3와 청수를 재사용하도록 하여, CO_2 제거비용을 상당히 절감할 수 있다.

[116] 또한, 필터(153)는 혼합탱크(152)로부터 용액과 침전물을 흡입하여 $NaHCO_3$와 그 외 부산물의 침전물을 고압펌프(154)에 의해 고압으로 이송하여 탄산염을 분리하여서 고체상태로 저장하거나 선외로 배출한다. 여기서, 필터(153)의 일례로서 고압 유체 이송에 의한 침전물 분리에 적합한 멤브레인 필터가 적용될 수 있다.

[117] 또한, 암모니아수 순환펌프(156)는 대량의 암모니아수가 암모니아수 순환라인(A)을 순환하도록 원심펌프 타입의 펌프로 구성될 수 있다.

[118] 다음, 증기 생성부(160)는, 도 7에 도시된 바와 같이, EGE(134)를 통과하여 열교환된 증기(steam)와 포화수 형태의 혼합물을 공급받아 스팀드럼(steam drum)(미도시)에 의해 증기를 분리하여 증기 소모처로 공급하는 보조보일러(161)와, 보조보일러(161)로부터 EGE(134)로 보일러수를 순환

공급하는 보일러수 순환수펌프(162)와, 증기 소모처로부터 소모된 후 응축되어 상이 바뀐 응축수를 회수하는 케스케이드탱크(cascade tank)(163)와, 케스케이드탱크(163)로부터 보조보일러(161)로 보일러수의 양을 조절하여 공급하는 공급펌프(164) 및 조절밸브(165)로 구성되어서, 선내의 가열장비에 필요한 증기를 생성하여 공급한다.

[119] 여기서, 선박 엔진(10)의 부하가 클 경우에는 배기가스로부터 제공받을 수 있는 열량이 높아 선내 필요한 증기의 양을 EGE(134)를 통해 충분히 생산할 수 있지만, 그렇지 못한 경우에는 보조보일러(161) 자체에 연료를 연소시켜 필요한 증기를 생산할 수도 있다.

[120] 다음, 배출부(170)는, 도 7에 도시된 바와 같이, 흡수타워(130)로부터 배출되는 세정수를 저장하는 세정수탱크(171), 세정수탱크(171)로부터 이송펌프(172)에 의해 이송된 세정수의 선외배출조건을 충족하도록 탁도를 조절하는 필터링유닛과 pH조절을 위한 중화제 주입유닛을 구비하는 수처리장치(173), 및 슈트 등의 고형의 배출물을 분리 저장하는 슬러지저장탱크(174)로 구성되어서, 수처리장치(173)를 통과하여 선외배출조건을 충족하는 세정수는 선외배출하고, 선외배출조건을 충족하지 못하는 슈트 등의 고형의 배출물은 별도로 슬러지저장탱크(174)에 저장 보관할 수 있다.

[121] 한편, 선외배출조건을 충족하기 위한 중화제로 NaOH를 예로 들 수 있으나, 흡수타워(130)로부터 배출되는 물질이 산성 또는 염기성인 경우를 모두 상정하여 필요에 따라 이들 산성 또는 염기성을 각각 중화시킬 수 있는 중화제가 선택되어 사용될 수 있다.

[122] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른 선박은, 앞서 언급한 선박의 온실가스 배출 저감장치를 구비한 선박을 제공할 수 있다.

[123] 따라서, 전술한 바와 같은 선박의 온실가스 배출 저감장치의 구성에 의해서, 온실가스 흡수액의 농도를 일정하게 유지하여 흡수타워의 흡수성능 저하를 방지하도록 하고, 가압시스템을 적용하여 고농도 흡수액의 자연증발로 인한 흡수액 손실을 방지하고, IMO 온실가스 배출규제를 충족시키도록 환경에 영향을 주지 않는 물질로 전환하여 분리 배출하거나 유용한 물질로 전환하여 저장하며, NH_3를 재생하여 비교적 고가의 NH_3의 소모를 최소화하고, 필터 후단부의 용량 크기를 줄일 수 있고, 온실가스를 자연상태로 존재하는 탄산염 형태로 저장하여 해상배출이 가능하도록 하고, NH_3 재생시 잔존하는 SO_X로 인한 부반응을 제거하여 NH_3의 손실을 최소화하고 암모니아 회수시 불순물이 포함되지 않도록 할 수 있다.

[124] 한편, 도 10을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 선박의 온실가스 배출 저감장치는, 선박 엔진(10`)으로부터 배출되는 배기가스를 냉각하는 배기가스 냉각부(110`), 고농도 CO_2 흡수액을 제조하여 공급하는 흡수액 제조부(120`), 배기가스 냉각부(110`)에 의해 냉각된 배기가스와 흡수액 제조부(120`)로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여

CO_2를 제거하는 CO_2 제거부(131`)가 형성된, 흡수타워(130`), 흡수액 제조부(120`)로부터 흡수타워(130`)로 공급되는 흡수액의 농도를 조절하는 흡수액 농도조절부(140`), 및 흡수타워(130`)로부터 배출된 암모늄염 수용액을 2가 금속수산화물 수용액과 반응시켜 NH_3를 재생하여서 흡수타워(130`)로 회귀시켜 흡수액으로 재사용하도록 하는, 암모니아 재생부(150`)를 포함하여, 열교환방식에 의해 청수로 배기가스를 냉각하여 흡수액의 농도가 낮아지는 것을 방지하고, 흡수액의 농도를 조절하여 흡수액의 농도를 일정하게 유지하여 흡수성능 저하를 방지하는 것을 요지로 한다.

[125] 여기서, 주엔진 또는 발전용엔진으로 사용되는 선박 엔진의 종류 및 사양(저압엔진 또는 고압엔진)과, 선박 엔진에 공급되는 연료의 종류(HFO, MDO, LNG, MGO, LSMGO, 암모니아 등)에 따라 흡수타워는, CO_2 제거부 이외에, NOx 흡수부 또는 SOx 흡수부를 선택적으로 포함하거나, 모두 포함하도록 구성될 수 있다.

[126] 특히, 선박 엔진의 연료로 LNG를 사용하는 경우에 SOx의 발생량이 없어 별도로 SOx 흡수부를 설치할 필요가 없으나, 저유황유(LSMGO)를 사용하는 경우에는 미량의 SOx가 발생할 수 있으므로 배기가스의 냉각과 SOx의 용해에 의한 흡수를 동시에 수행할 수 있는 SOx 흡수부를 추가로 구비할 수도 있다.

[127] 이하에서는 선박 엔진의 연료로 LNG를 사용하거나 저유황유를 사용하는 경우에 있어 흡수타워에 NOx 흡수부, 배기가스 냉각부, CO_2 제거부가 순차적으로 적층 형성된 실시예를 기술하나, 이에 한정되는 것은 아니며, 전술한 바와 같이 NOx 흡수부는 선박 엔진과 연료의 종류에 따라 구비여부를 결정할 수 있다.

[128] 이하, 도 10 내지 도 16을 참조하여, 전술한 선박의 온실가스 배출 저감장치의 구성을 구체적으로 상술하면 다음과 같다.

[129] 우선, 배기가스 냉각부(110`)는 선박 엔진(10`)으로부터 배출되는 배기가스를 냉각하여서, 배기가스의 온도를 낮춰 흡수액에 의한 CO_2 흡수를 원활하게 한다.

[130] 예컨대, 배기가스 냉각부(110`)는, 선박 엔진(10`)으로부터 배출되는 배기가스를 청수(fresh water)의 열교환방식으로 냉각할 수 있으며, 구체적으로는 배기가스가 유동하는 배기가스 배출관을 감싸는 열교환 배관(111`)으로 선내 냉각시스템(20`)으로부터 제공되는 청수를 순환시켜 청수와의 열교환방식에 의해 배기가스를 27℃ 내지 33℃의 온도로 냉각할 수 있다.

[131] 즉, 청수에 의해 배기가스를 직접 냉각하는 수냉방식은 청수의 투입으로 인해 흡수액의 농도가 낮아져 온실가스 흡수성능이 저하되는데, 이를 개선하여 열교환방식에 의해 배기가스를 냉각하여 흡수액의 농도가 낮아지는 것을 방지하여 온실가스 흡수성능을 일정하게 유지할 수 있다.

[132] 다음, 흡수액 제조부(120`)는 다음의 [화학식 5]와 같이 청수와 $NH_3$를 반응시켜 고농도 $CO_2$ 흡수액인 고농도 암모니아수($NH_4OH(aq)$)를 제조하여 흡수액 농도조절부(140`)를 거쳐 흡수타워(130`)로 공급한다.

[133] [화학식5]

$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH(aq)$, (발열반응, 1650MJ/ton)

[134] 구체적으로, 흡수액 제조부(120`)는, 도 11 및 도 13에 도시된 바와 같이, 청수를 저장하는 청수탱크(미도시), 청수탱크로부터 청수를 암모니아수탱크(123`)로 공급하는 청수조절밸브(121`), 고압의 $NH_3$를 저장하는 $NH_3$저장소(122`), 청수조절밸브(121`)에 의해 공급되는 청수에 $NH_3$저장소(122`)로부터 공급되는 NH_3를 분사하여 고농도 암모니아수를 제조하여 저장하는 암모니아수탱크(123`), 암모니아수탱크(123`) 내의 암모니아수 농도를 측정하는 pH센서(124`), 및 암모니아수탱크(123`)로부터 흡수액 농도조절부(140`)로 고농도 암모니아수를 공급하는 암모니아수 공급펌프(125`)로 구성될 수 있다.

[135] 예컨대, 흡수타워(130`)와 암모니아 재생부(150`)를 순환하는 암모니아수는 운전을 거듭하면서 농도가 변하게 되는데, 농도가 낮아지는 경우에는 고농도의 암모니아수를 흡수액 순환라인(A`, 도 10 참조)에 공급하여, 낮아진 암모니아수 농도를 보상하여 설계된 암모니아수 농도로 일정하게 유지할 수 있다.

[136] 한편, 고농도 암모니아수는 동일 온도에서 저농도 암모니아수에 대비하여 NH_3(g)의 분압(partial pressure)이 높아서, 대기압 상태에서는 NH_3가 상대적으로 증발이 더 잘 일어나 손실이 증가한다. 이에, 고농도 암모니아수를 저장하기 위해서는 용해도가 높고 NH_3(g)의 증기압이 낮아지도록 온도를 낮추고 가압 시스템 하에서 운전해야 한다.

[137] 즉, NH_3(g)가 대기 중으로 증발 손실되는 현상을 방지하기 위해 암모니아수탱크(123`) 내에 일정압력의 압축공기를 주입하여서, 암모니아수탱크(123`) 내의 압력을 높은 상태로 유지하여 NH_3의 증발손실을 방지할 수 있다.

[138] 예를 들면, NH_3는 -34℃, 8.5bar에서 액체 상태로 저장이 가능하므로 선내에서 가용한 7bar 압축공기를 사용하여 암모니아수탱크(123`) 내부를 일정압력으로 유지하여서, 50% 농도의 암모니아수를 암모니아수탱크(123`)에 저장할 수 있다.

[139] 또한, 암모니아수탱크(123`)의 과압방지를 위해 안전영역(Safety Area)로 배기하여 압력을 낮추는 안전밸브(safety valve)(123a`)가 설치될 수 있다.

[140] 다음, 흡수타워(130`)에는 배기가스 냉각부(110`)에 의해 냉각된 배기가스와 흡수액 제조부(120`)로부터의 흡수액인 암모니아수($NH_4OH(aq)$)를 반응시켜 다음의 [화학식 6]와 같이 $CO_2$를 암모늄염 수용액($NH_4HCO_3(aq)$)으로 전환하여 $CO_2$를 제거하는 $CO_2$ 제거부(131`)가 형성된다.

[141] [화학식6]

$2NH_4OH + CO_2 \rightarrow (NH_4)_2CO_3 + H_2O$

$(NH_4)_2CO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow 2NH_4HCO_3$

[142] 구체적으로, CO_2 제거부(131`)는, 도 12에 도시된 바와 같이, 흡수액 농도조절부(140`)로부터 공급되는 암모니아수를 하방으로 분사하는 암모니아수

분사노즐(131a`), 배기가스의 $CO_2$와 흡수액인 암모니아수와 접촉시켜 $CO_2$를 암모늄염 수용액인 $NH_4HCO_3$(aq)로 전환시키는 충진재(131b`), 충진재(131b`)가 채워진 흡수탑의 구간마다 다단으로 형성되어 $CO_2$흡수반응으로 인한 발열을 냉각하는 쿨링재킷(cooling jacket)(미도시), $CO_2$와 반응하지 않고 외부로 배출되는 $NH_3$를 포집하는 워터 스프레이(131c`), 굴곡진 다판 형태로 형성되어 암모니아수 분사노즐(131a`)에 의한 분사시 비산되는 암모니아수를 충진재(131b`) 방향으로 회귀시키는 미스트 제거판(131d`), 충진재(131b`)를 통과한 암모니아수가 SO_x 흡수부로 역류하지 않도록 형성된 격벽(131e`), 및 격벽(131e`)으로 둘러싸인 배기가스 유입홀을 커버하는 우산형태의 차단판(131f`)으로 구성될 수 있다.

[143] 여기서, 쿨링재킷은 물질전단이 가장 원활한 30℃ 내지 50℃로 냉각하여 CO_2 흡수율을 일정수준으로 유지하면서 NH_3가 기화되어 소실되지 않도록 할 수 있다.

[144] 한편, CO_2 제거부(131`)는 배기가스와 $NH_3$와의 접촉면적을 늘리면서도 엔진 스펙에서 요구되는 배기관의 허용 압력강하(pressure drop) 내에서 운전되도록 다양한 형태가 고려될 수 있는데, 예컨대, 충진재(131b`)는 단위 부피당 접촉면적이 크도록 설계된 다단의 증류 칼럼 패킹으로 구성되고, 단위면적당 접촉면적과 기체의 압력강하와 범람속도를 고려하여 도 15에 예시된 바와 같은 흡수공정에 적합한 증류 칼럼 패킹을 선정할 수 있고, 도 16에 예시된 바와 같이 암모니아수 분사노즐(131a`)은 래더 파이프(ladder pipe) 형태(a) 또는 스프레이 형태(b)로 구성될 수 있다.

[145] 또한, 암모니아수는 충진재(131b`)를 하향 통과하고 배기가스는 충진재(131b`)를 상향 통과하여 접촉하게 되어 채널링 현상을 방지하기 위한 증류 칼럼 패킹 사이에 용액 재분배기(미도시)가 형성될 수 있다.

[146] 또한, 미스트 제거판(131d`)은 비산된 암모니아수가 굴곡진 다판에 점착되어 액적(droplet)이 커지도록 하여 자중에 의해 충진재(131b`) 방향으로 배액되도록(drain) 한다.

[147] 한편, 앞서 언급한 바와 같이, 선박 엔진(10`)은 LNG 또는 저유황유를 연료로 사용하는 것을 전제로 하는데, LNG를 연료로 사용하는 경우에 SOx의 발생량이 없을 수 있으나, 선박 엔진(10`)이 저유황유를 연료로 사용하는 경우에 흡수타워(130`)는 SOx 흡수부를 구비할 수도 있다.

[148] 예컨대, 별도로 도시되지는 않았으나, SOx 흡수부는 선박 엔진(10`)으로부터 배출되는 배기가스를 해수와 반응시켜 냉각하면서 SOx를 용해시켜 제거하고, $CO_2$ 제거부(131`)는 SOx가 제거되고 냉각된 배기가스와 흡수액 제조부(120`)로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 흡수 제거할 수 있다.

[149] 또한, 앞서 언급한 바와 같이, 흡수타워(130`)는, 선박 엔진(10`)으로부터 배출되는 배기가스의 NOx를 흡수하여 제거하는 NOx 흡수부(132`)를 더

포함하고, NOx가 제거된 배기가스를 배기가스 냉각부(110`)에 의해 냉각하고, 냉각된 배기가스와 흡수액 제조부(120`)로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거할 수 있다.

[150] 즉, 흡수타워(130`)는 선박 엔진(10`)으로부터 배출되는 배기가스의 NO_X를 흡수하여 제거하는 NO_X 흡수부(132`)와, $NO_X$가 제거되고 냉각된 배기가스와 흡수액 제조부(120`)로부터 공급된 암모니아수를 반응시켜 CO_2를 NH_4HCO_3(aq)로 전환하여 CO_2를 제거하는 CO_2 제거부(131`)가 수직방향으로 적층 형성되어서, NO_X와 CO_2를 순차적으로 흡수하여 제거한다.

[151] 이에, CO_2 제거부(131`)는 앞서 NO_X가 제거된 배기가스와 암모니아수를 반응시켜 먼저 제거하여서, CO_2 제거 공정 중에 NO_X로 인한 부반응이 발생하지 않아 불순물 발생을 최소화할 수 있어 후속 공정에서 불순물이 적은 NH_4HCO_3를 얻을 수 있다.

[152] 여기서, 흡수타워(130`)는, $CO_2$ 제거부(131`)와 NO_X 흡수부(132`)와 후술하는 EGE(133`)를 포함하여 구성되되, 각각 개별 모듈로 구성되어 모듈화되어 결합 구성될 수도 있고, 단일의 타워 형태로 통합되어 구성될 수도 있고, 흡수타워(130`) 자체는 단일 타워 또는 복수의 타워로 그룹핑되어 구성될 수도 있다.

[153] 구체적으로, NO_X 흡수부(132`)는 SCR(Selective Catalyst Reactor)로서, 도 12에 도시된 바와 같이, 암모니아 재생부(150`)로부터 블로워(132a`) 또는 압축기를 통해 제1 $NH_3$ 분사노즐(132b`)로 재생된 NH_3를 직접 공급하여 NO_X를 흡수하거나, NH_3의 부족시에는 요소수저장탱크(132c`)의 요소수(UREA)를 요소수 공급펌프(132d`)를 통해 제2 NH_3 분사노즐(132e`)로 공급받아 손실분 또는 부족분을 보상하도록 대체할 수도 있다.

[154] 한편, 요소수를 분해하면 NH_3와 CO_2가 발생하므로, NH_3를 직접 공급하여 CO_2 발생량을 줄이는 것이 바람직할 수 있다.

[155] 또한, 흡수타워(130`)는, $NO_X$ 흡수부(131`)와 배기가스 냉각부(110`) 사이에 형성되어 선박 엔진(10`)의 폐열과 보일러수를 열교환시키는 EGE(Exhaust Gas Economizer)(133`)를 더 포함할 수 있다.

[156] 다음, 흡수액 농도조절부(140`)는 흡수액 제조부(120`)로부터 흡수타워(130`)로 공급되어 흡수액 순환라인(A`)을 따라 순환하는 흡수액의 농도를 조절한다.

[157] 예컨대, 흡수액 순환라인(A`)을 순환하는 암모니아수의 농도가 낮을 경우에는 앞선 [화학식 6]의 $(NH_4)_2CO_3$의 생성이 줄어 $CO_2$ 배출량이 증가하게 되고, 농도가 높을 경우에는 과다한 $CO_2$ 흡수로 인해 $CaCO_3$ 또는 $MgCO_3$ 생산량이 필요 이상으로 증가하게 되므로, 흡수액 농도조절부(140`)는 암모니아수의 농도를 일정하게 유지하여 흡수타워(130`)의 CO_2 흡수성능이 지속되도록 하여야 한다.

[158] 이를 구현하기 위해, 흡수액 농도조절부(140`)는, 흡수액 제조부(120`)의 고농도 암모니아수와 흡수액 순환라인(A`)을 순환하는 저농도의 암모니아수를

혼합하여 암모니아수의 농도를 질량기준 12%로 조절하도록 설계할 수 있으나, 이에 한정되지 않고 사용조건에 따라 변경될 수 있다.

[159] 즉, 흡수액 농도조절부(140`)는, 도 13에 도시된 바와 같이, 청수를 공급하는 청수공급라인(141`), 흡수타워(130`)로 공급되는 흡수액인 암모니아수의 농도를 측정하는 pH센서(142`), 암모니아수 공급펌프(125`)의 가동에 의해 흡수액 제조부(120`)로부터 공급되는 고농도 암모니아수의 유량을 조절하는 유량조절밸브(143`), pH센서(142`)에 의한 암모니아수 농도에 따라, 흡수액 제조부(120`)로부터의 고농도 암모니아수를 혼합하여 농도를 높이거나 청수공급라인(141`)의 청수를 혼합하여 농도를 낮추어, 암모니아수의 농도를 조절하는 믹서(144`), 및 믹서(144`)에 의한 혼합시 NH_3의 증발을 방지하는 압력유지용 밸브(145`)로 구성될 수 있다.

[160] 여기서, 믹서(144`) 내부에는 원활하게 혼합하기 위해 유체의 와류를 일으킬 수 있는 날개가 배치된 파이프 또는 구조물로 다양한 형태로 구성될 수 있고, 압력유지용 밸브(145`)는 믹서(144`)의 배출구에 형성되어 혼합시에도 높은 압력을 유지하여 고농도 암모니아수로부터 $NH_3(g)$가 증발하여 소실되는 것을 방지할 수 있다.

[161] 다음, 암모니아 재생부(150`)는, 다음의 [화학식 7] 및 [화학식 8]에 의해, 흡수타워(130`)로부터 배출된 암모늄염 수용액을 2가 금속수산화물 수용액과 반응시켜 NH_3를 재생하여서 흡수타워(130`)로 회귀시켜 $CO_2$ 흡수액으로 재사용하도록 하고, $CO_2$를 $CaCO_3(s)$ 또는 $MgCO_3(s)$의 탄산염 형태로 저장하거나 배출하도록 하거나, 앞서 언급한 바와 같이 $NO_X$ 흡수부(133`)로 공급하여 NH_3로 NO_X를 흡수하도록 할 수 있다.

[162] [화학식7]

$$NH_4HCO_3(aq) + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3(S) + 2H_2O + NH_3(g)$$

[163] [화학식8]

$$NH_4HCO_3(aq) + Mg(OH)_2 \rightarrow MgCO_3(S) + 2H_2O + NH_3(g)$$

[164] 구체적으로, 암모니아 재생부(150`)는, 도 13에 도시된 바와 같이, 2가 금속수산화물 수용액($Ca(OH)_2$ 또는 $Mg(OH)_2$)를 저장하는 저장탱크(151`), 흡수타워(130`)로부터 배출된 암모늄염 수용액($NH_4HCO_3(aq)$)과 2가 금속수산화물 수용액을 교반기에 의해 교반하여 $NH_3(g)$와 탄산염을 생성하는 혼합탱크(152`), 혼합탱크(152`)로부터 용액 및 침전물을 흡입하여 탄산염을 분리하는 필터(153`), 용액 및 침전물을 필터(153`)로 고압으로 이송하는 고압펌프(154`), 필터(153`)에 의해 분리된 암모니아수(또는 청수)를 저장하고 흡수액 농도조절부(140`)로 공급하는 암모니아수 저장탱크(155`), 암모니아수 저장탱크(155`)로부터 흡수액 농도조절부(140`)로 공급하는 암모니아수 순환펌프(156`), 및 필터(153`)에 의해 분리된 탄산염($CaCO_3(s)$ 또는 $MgCO_3(s)$)을 슬러리 또는 건조기(dryer)(미도시)로 이송되어 고형화된 고체 상태로 저장하는

별도의 저장탱크(미도시)로 구성될 수 있다.

[165] 여기서, 혼합탱크(152`) 내에 설치된 교반기에 의해 연속적으로 반응시키되, 반응이 원활하게 이루어지도록 일정온도를 유지할 수 있다.

[166] 또한, 저장탱크(151`)에서는 청수와 금속산화물(CaO 또는 MgO)를 반응시켜 2가 금속수산화물 수용액($Ca(OH)_2$ 또는 $Mg(OH)_2$)을 생성하여 저장하고 혼합탱크(143`)로 공급하는 역할을 한다.

[167] 이를 통해, 비교적 저렴한 금속산화물(CaO 또는 MgO) 또는 2가 금속수산화물 수용액($Ca(OH)_2$ 또는 $Mg(OH)_2$)만을 투입하여 물의 추가 투입이 필요없으며, 암모니아수의 농도 감소가 없고, 필터(153`)의 용량 크기를 줄일 수 있고, NH_3 재생비용을 줄일 수 있다. 즉, 이론적으로는 금속산화물만 소모하고, NH_3와 청수를 재사용하도록 하여, CO_2 제거비용을 상당히 절감할 수 있다.

[168] 또한, 필터(153`)는 혼합탱크(152`)로부터 용액과 침전물을 흡입하여 $NaHCO_3$와 그 외 부산물의 침전물을 고압펌프(154`)에 의해 고압으로 이송하여 탄산염을 분리하여서 고체상태로 저장하거나 선외로 배출한다. 여기서, 필터(153`)의 일례로서 고압 유체 이송에 의한 침전물 분리에 적합한 멤브레인 필터가 적용될 수 있다.

[169] 또한, 암모니아수 순환펌프(156`)는 대량의 암모니아수가 암모니아수 순환라인(A)을 순환하도록 원심펌프 타입의 펌프로 구성될 수 있다.

[170] 다음, 증기 생성부(160`)는, 도 14에 도시된 바와 같이, EGE(133`)를 통과하여 열교환된 증기(steam)와 포화수 형태의 혼합물을 공급받아 스팀드럼(steam drum)(미도시)에 의해 증기를 분리하여 증기 소모처로 공급하는 보조보일러(161`)와, 보조보일러(161`)로부터 EGE(133`)로 보일러수를 순환 공급하는 보일러수 순환수펌프(162`)와, 증기 소모처로부터 소모된 후 응축되어 상이 바뀐 응축수를 회수하는 케스케이드탱크(cascade tank)(163`)와, 케스케이드탱크(163`)로부터 보조보일러(161`)로 보일러수의 양을 조절하여 공급하는 공급펌프(164`) 및 조절밸브(165`)로 구성되어서, 선내의 가열장비에 필요한 증기를 생성하여 공급한다.

[171] 여기서, 선박 엔진(10`)의 부하가 클 경우에는 배기가스로부터 제공받을 수 있는 열량이 높아 선내 필요한 증기의 양을 EGE(133`)를 통해 충분히 생산할 수 있지만, 그렇지 못한 경우에는 보조보일러(161`) 자체에 연료를 연소시켜 필요한 증기를 생산할 수도 있다.

[172] 한편, 흡수타워(130`)로부터 배출되는 세정수를 처리하는 배출부(미도시)를 구성할 수도 있다. 예컨대, 배출부는 흡수타워(130`)로부터 배출되는 세정수를 저장하는 세정수탱크, 세정수탱크로부터 이송펌프에 의해 이송된 세정수의 선외배출조건을 충족하도록 탁도를 조절하는 필터링유닛과 pH조절을 위한 중화제 주입유닛을 구비하는 수처리장치, 및 슈트 등의 고형의 배출물을 분리 저장하는 슬러지저장탱크로 구성되어서, 수처리장치를 통과하여 선외배출조건을 충족하는 세정수는 선외배출하고, 선외배출조건을 충족하지

못하는 슈트 등의 고형의 배출물은 별도로 슬러지저장탱크에 저장 보관할 수 있다.

[173] 한편, 선외배출조건을 충족하기 위한 중화제로 NaOH를 예로 들 수 있으나, 흡수타워(130`)로부터 배출되는 물질이 산성 또는 염기성인 경우를 모두 상정하여 필요에 따라 이들 산성 또는 염기성을 각각 중화시킬 수 있는 중화제가 선택되어 사용될 수 있다.

[174] 한편, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 선박은, 앞서 언급한 선박의 온실가스 배출 저감장치를 구비한 선박을 제공할 수 있다.

[175] 따라서, 전술한 바와 같은 선박의 온실가스 배출 저감장치의 구성에 의해서, 열교환방식에 의해 선내 냉각시스템의 청수로 배기가스를 냉각하여 흡수액의 농도가 낮아지는 것을 방지하고, 이로 인해 필터 후단부의 용량 크기를 줄일 수 있고, 흡수액의 농도를 조절하여 흡수액의 농도를 일정하게 유지하여 온실가스 흡수성능 저하를 방지하도록 하고, 가압시스템을 적용하여 고농도 흡수액의 자연증발로 인한 흡수액 손실을 방지하고, IMO 온실가스 배출규제를 충족시키도록 환경에 영향을 주지 않는 물질로 전환하여 분리 배출하거나 유용한 물질로 전환하여 저장하고, 온실가스를 자연상태로 존재하는 탄산염 형태로 저장하여 해상배출이 가능하도록 하고, NH_3를 재생하여 비교적 고가의 NH_3의 소모를 최소화할 수 있다.

[176] 이상, 본 발명을 도면에 도시된 실시예를 참조하여 설명하였다. 그러나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명과 균등한 범위에 속하는 다양한 변형예 또는 다른 실시예가 가능하다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호범위는 이어지는 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

청구범위

[청구항 1] 해수를 공급하는 해수 공급부;
고농도 CO_2 흡수액을 제조하여 공급하는 흡수액 제조부;
선박 엔진으로부터 배출되는 배기가스를 상기 해수 공급부로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하고, 상기 냉각된 배기가스와 상기 흡수액 제조부로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거하는 CO_2 제거부가 형성된, 흡수타워;
상기 흡수액 제조부로부터 상기 흡수타워로 공급되는 흡수액의 농도를 조절하는 흡수액 농도조절부; 및
상기 흡수타워로부터 배출된 상기 암모늄염 수용액을 2가 금속수산화물 수용액과 반응시켜 NH_3를 재생하여서 상기 흡수타워로 회귀시켜 흡수액으로 재사용하도록 하는, 암모니아 재생부;를 포함하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 선박 엔진은 LNG 또는 저유황유를 연료로 사용하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 3] 제 2 항에 있어서,
상기 선박 엔진이 저유황유를 연료로 사용하는 경우에,
상기 흡수타워는, 상기 선박 엔진으로부터 배출되는 배기가스를 상기 해수 공급부로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하면서 SOx를 용해시켜 제거하는 SOx 흡수부를 더 포함하고,
상기 CO_2 제거부는 상기 SOx가 제거된 배기가스와 상기 해수 공급부로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하고, 상기 냉각된 배기가스와 상기 흡수액 제조부로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 흡수타워는, 상기 선박 엔진으로부터 배출되는 배기가스의 NOx를 흡수하여 제거하는 NOx 흡수부를 더 포함하고,
상기 CO_2 제거부는, 상기 NOx가 제거된 배기가스를 상기 해수 공급부로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하고 상기 냉각된 배기가스와 상기 흡수액 제조부로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 흡수타워는, 상기 선박 엔진으로부터 배출되는 배기가스의 NO_X를

흡수하여 제거하는 NO_X 흡수부와, 상기 NO_X가 제거된 배기가스를 상기 해수 공급부로부터 공급된 해수와 반응시켜 냉각하면서 SO_X를 용해시켜 제거하는 SO_X 흡수부와, 상기 SO_X가 제거된 배기가스와 상기 흡수액 제조부로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거하는 상기 CO_2 제거부가 순차적으로 적층 형성되는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 6] 제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,
상기 암모니아 재생부는 NH_3를 재생하여서, 상기 흡수타워로 회귀시켜 흡수액으로 재사용하도록 하고,
상기 NO_X 흡수부는 상기 암모니아 재생부로부터 공급되는 NH_3로 NO_X를 흡수하거나, 요소수를 사용하여 NO_X를 흡수하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 7] 제 3 항 또는 제 5 항에 있어서,
상기 해수 공급부는,
선외로부터 씨체스트를 통해 해수를 공급받아 상기 SO_X 흡수부로 펌핑하는 해수펌프; 및
배기가스의 양에 따라 상기 해수펌프로부터 상기 SO_X 흡수부로 공급되는 해수의 분사량을 조절하는 해수조절밸브;를 포함하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 8] 제 1 항에 있어서,
상기 흡수액 제조부는,
청수를 저장하는 청수탱크;
상기 청수탱크로부터 청수를 공급하는 청수조절밸브;
고압의 NH_3를 저장하는 NH_3저장소;
상기 청수조절밸브에 의해 공급되는 청수에 상기 NH_3저장소로부터 공급되는 NH_3를 분사하여 흡수액인 고농도 암모니아수를 제조하여 저장하는 암모니아수탱크;
상기 암모니아수탱크 내의 암모니아수 농도를 측정하는 pH센서; 및
상기 암모니아수탱크로부터 상기 흡수액 농도조절부로 암모니아수를 공급하는 암모니아수 공급펌프;를 포함하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 9] 제 1 항에 있어서,
상기 흡수액 농도조절부는,
청수를 공급하는 청수공급라인;
상기 흡수타워로 공급되는 흡수액인 암모니아수의 농도를 측정하는 pH센서;

상기 흡수액 제조부로부터 공급되는 암모니아수의 유량을 조절하는 유량조절밸브;
상기 pH센서에 의한 암모니아수 농도에 따라, 상기 흡수액 제조부로부터의 고농도 암모니아수를 혼합하여 농도를 높이거나 상기 청수공급라인의 청수를 혼합하여 농도를 낮추어, 암모니아수의 농도를 조절하는 믹서; 및
상기 믹서에 의한 혼합시 NH_3의 증발을 방지하는 압력유지용 밸브;를 포함하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 10] 제 3 항 또는 제 5 항에 있어서,
상기 SO_X 흡수부는,
상기 해수 공급부로부터 공급되는 해수를 하방으로 분사하는 다단의 해수 분사노즐; 및
세정수가 역류하지 않도록 하는, 격벽 형태의 배기가스 유입관 또는 상기 배기가스 유입관을 커버하는 우산형태의 차단판;을 포함하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 11] 제 10 항에 있어서,
상기 해수 분사노즐 하부에, 배기가스가 통과하는 유로가 형성된 다공성 상판이 다단으로 각각 형성되어, 해수와 배기가스가 접촉하도록 하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 12] 제 10 항에 있어서,
상기 해수 분사노즐 하부에, 해수와 배기가스가 접촉하도록 하는 충진재가 채워진 흡수탑이 형성되어, 해수가 SO_X를 용해시키도록 하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 13] 제 1 항에 있어서,
상기 CO_2 제거부는,
상기 흡수액 농도조절부로부터 공급되는 암모니아수를 하방으로 분사하는 암모니아수 분사노즐;
CO_2와 흡수액인 암모니아수와 접촉시켜 CO_2를 $NH_4HCO_3(aq)$로 전환시키는 충진재;
상기 충진재가 채워진 흡수탑의 구간마다 다단으로 형성되어 CO_2 제거반응으로 인한 발열을 냉각하는 쿨링재킷;
CO_2와 반응하지 않고 외부로 배출되는 NH_3를 포집하는 워터 스프레이;
굴곡진 다판 형태로 형성되어 암모니아수를 상기 충진재 방향으로 회귀시키는 미스트 제거판;

암모니아수가 역류하지 않도록 형성된 격벽; 및
상기 격벽으로 둘러싸인 배기가스 유입홀을 커버하는 우산형태의 차단판;을 포함하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 14] 제 13 항에 있어서,
상기 충진재는 단위 부피당 접촉면적이 크도록 설계된 다단의 증류 칼럼 패킹으로 구성되고,
상기 증류 칼럼 패킹 사이에 용액 재분배기가 형성되는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 15] 제 5 항에 있어서,
상기 흡수타워는,
상기 NO_X 흡수부와 상기 SO_X 흡수부 사이에 형성되어 상기 선박 엔진의 폐열과 보일러수를 열교환시키는 EGE를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 16] 제 1 항에 있어서,
상기 암모니아 재생부는,
상기 2가 금속수산화물 수용액를 저장하는 저장탱크;
상기 흡수타워로부터 배출된 상기 암모늄염 수용액과 상기 2가 금속수산화물 수용액을 교반기에 의해 교반하여 $NH_3(g)$와 탄산염을 생성하는 혼합탱크;
상기 혼합탱크로부터 용액 및 침전물을 흡입하여 탄산염을 분리하는 필터;
상기 용액 및 침전물을 상기 필터로 고압으로 이송하는 고압펌프; 및
상기 필터에 의해 분리된 암모니아수 또는 청수를 저장하고 상기 흡수액 농도조절부로 공급하는 암모니아수 저장탱크;를 포함하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 17] 제 16 항에 있어서,
상기 저장탱크에 저장된 상기 2가 금속수산화물 수용액은 청수와, CaO 또는 MgO를 반응시켜 생성된 $Ca(OH)_2$ 또는 $Mg(OH)_2$인 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 18] 제 1 항에 있어서,
상기 흡수타워로부터 배출되는 세정수를 저장하는 세정수탱크, 상기 세정수탱크로 이송펌프에 의해 이송된 세정수의 선외배출조건을 충족하도록 탁도를 조절하는 필터링유닛과 pH조절을 위한 중화제

주입유닛을 구비하는 수처리장치, 및 고형의 배출물을 분리 저장하는 슬러지저장탱크로 구성되는, 배출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 19] 제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 따른 선박의 온실가스 배출 저감장치를 구비한 선박.

[청구항 20] 선박 엔진으로부터 배출되는 배기가스를 냉각하는 배기가스 냉각부;
고농도 CO_2 흡수액을 제조하여 공급하는 흡수액 제조부;
상기 배기가스 냉각부에 의해 냉각된 배기가스와 상기 흡수액 제조부로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거하는 CO_2 제거부가 형성된, 흡수타워;
상기 흡수액 제조부로부터 상기 흡수타워로 공급되는 흡수액의 농도를 조절하는 흡수액 농도조절부; 및
상기 흡수타워로부터 배출된 상기 암모늄염 수용액을 2가 금속수산화물 수용액과 반응시켜 NH_3를 재생하여서 상기 흡수타워로 회귀시켜 흡수액으로 재사용하도록 하는, 암모니아 재생부;를 포함하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 21] 제 20 항에 있어서,
상기 선박 엔진은 LNG 또는 저유황유를 연료로 사용하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 22] 제 20 항에 있어서,
상기 배기가스 냉각부는,
배기가스 배출관을 감싸는 열교환 배관으로 선내 냉각시스템으로부터 제공되는 청수를 순환시켜 배기가스를 27℃ 내지 33℃의 온도로 냉각하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 23] 제 20 항에 있어서,
상기 흡수타워는, 상기 선박 엔진으로부터 배출되는 배기가스의 NOx를 흡수하여 제거하는 NOx 흡수부를 더 포함하고,
상기 CO_2 제거부는 상기 NOx가 제거되고 상기 배기가스 냉각부에 의해 냉각된 배기가스와 상기 흡수액 제조부로부터의 흡수액을 반응시켜 CO_2를 암모늄염 수용액으로 전환하여 CO_2를 제거하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 24] 제 23 항에 있어서,
상기 암모니아 재생부는 NH_3를 재생하여서, 상기 흡수타워로 회귀시켜 흡수액으로 재사용하도록 하고,
상기 NO_X 흡수부는 상기 암모니아 재생부로부터 공급되는 NH_3로 NO_X를 흡수하거나, 요소수를 사용하여 NO_X를 흡수하는 것을 특징으로 하는,

선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 25] 제 20 항에 있어서,
상기 흡수액 제조부는,
청수를 저장하는 청수탱크;
상기 청수탱크로부터 청수를 공급하는 청수조절밸브;
고압의 NH_3를 저장하는 NH_3저장소;
상기 청수조절밸브에 의해 공급되는 청수에 상기 NH_3저장소로부터 공급되는 NH_3를 분사하여 흡수액인 고농도 암모니아수를 제조하여 저장하는 암모니아수탱크;
상기 암모니아수탱크 내의 암모니아수 농도를 측정하는 pH센서; 및
상기 암모니아수탱크로부터 상기 흡수액 농도조절부로 암모니아수를 공급하는 암모니아수 공급펌프;를 포함하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 26] 제 25 항에 있어서,
상기 암모니아수탱크 내에 일정압력의 압축공기를 주입하여 NH_3의 증발손실을 방지하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 27] 제 20 항에 있어서,
상기 흡수액 농도조절부는,
청수를 공급하는 청수공급라인;
상기 흡수타워로 공급되는 흡수액인 암모니아수의 농도를 측정하는 pH센서;
상기 흡수액 제조부로부터 공급되는 암모니아수의 유량을 조절하는 유량조절밸브;
상기 pH센서에 의한 암모니아수 농도에 따라, 상기 흡수액 제조부로부터의 고농도 암모니아수를 혼합하여 농도를 높이거나 상기 청수공급라인의 청수를 혼합하여 농도를 낮추어, 암모니아수의 농도를 조절하는 믹서; 및
상기 믹서에 의한 혼합시 NH_3의 증발을 방지하는 압력유지용 밸브;를 포함하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 28] 제 20 항에 있어서,
상기 CO_2 제거부는,
상기 흡수액 농도조절부로부터 공급되는 암모니아수를 하방으로 분사하는 암모니아수 분사노즐;
CO_2와 흡수액인 암모니아수와 접촉시켜 CO_2를 $NH_4HCO_3(aq)$로 전환시키는 충진재;
상기 충진재가 채워진 흡수탑의 구간마다 다단으로 형성되어 CO_2

제거반응으로 인한 발열을 냉각하는 쿨링재킷;
CO_2와 반응하지 않고 외부로 배출되는 NH_3를 포집하는 워터 스프레이;
굴곡진 다판 형태로 형성되어 암모니아수를 상기 충진재 방향으로 회귀시키는 미스트 제거판;
암모니아수가 역류하지 않도록 형성된 격벽; 및
상기 격벽으로 둘러싸인 배기가스 유입홀을 커버하는 우산형태의 차단판;을 포함하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 29] 제 28 항에 있어서,
상기 충진재는 단위 부피당 접촉면적이 크도록 설계된 다단의 증류 칼럼 패킹으로 구성되고,
상기 증류 칼럼 패킹 사이에 용액 재분배기가 형성되는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 30] 제 23 항에 있어서,
상기 흡수타워는,
상기 NO_X 흡수부와 상기 배기가스 냉각부 사이에 형성되어 상기 선박 엔진의 폐열과 보일러수를 열교환시키는 EGE를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

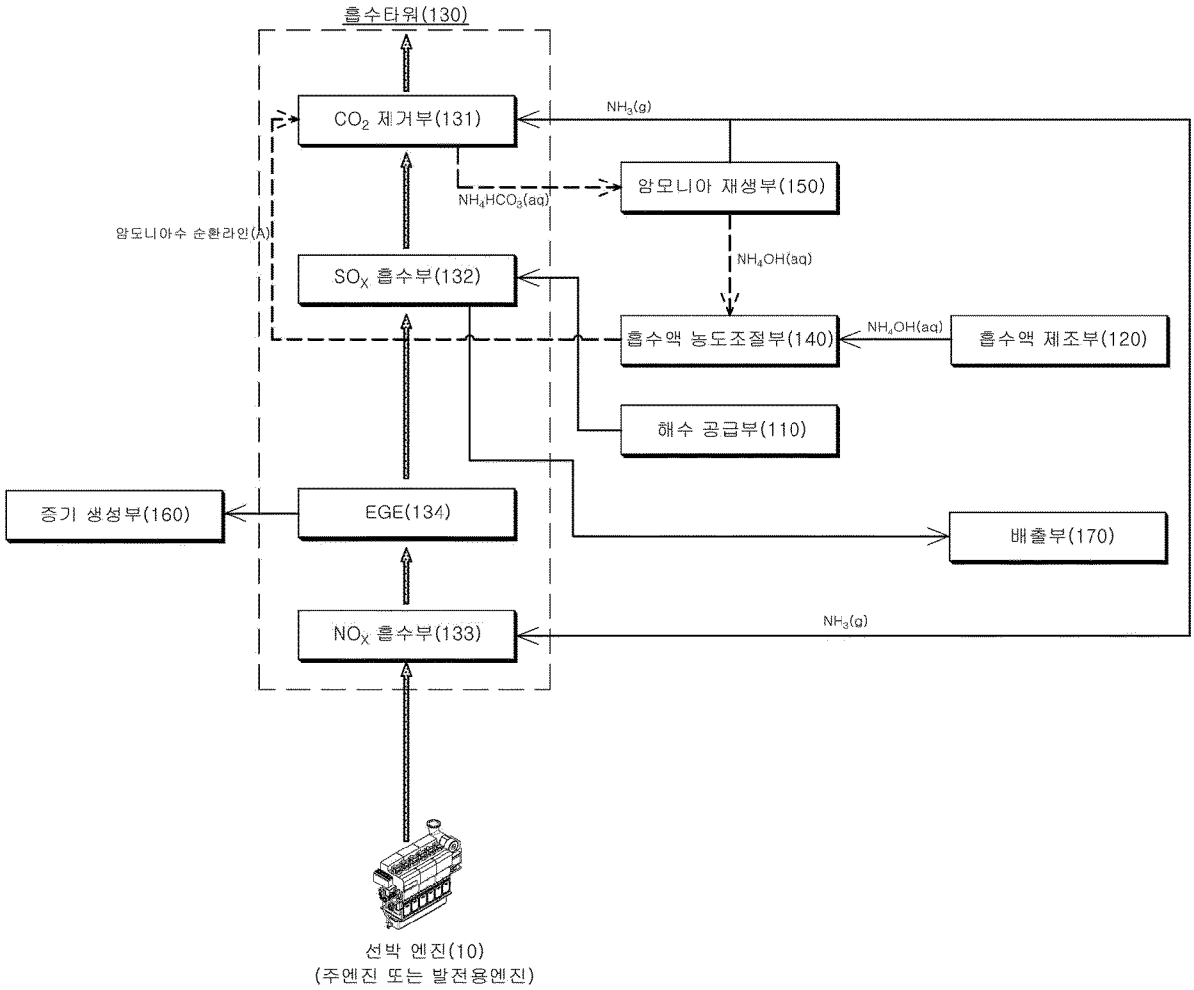
[청구항 31] 제 20 항에 있어서,
상기 암모니아 재생부는,
상기 2가 금속수산화물 수용액를 저장하는 저장탱크;
상기 흡수타워로부터 배출된 상기 암모늄염 수용액과 상기 2가 금속수산화물 수용액을 교반기에 의해 교반하여 $NH_3(g)$와 탄산염을 생성하는 혼합탱크;
상기 혼합탱크로부터 용액 및 침전물을 흡입하여 탄산염을 분리하는 필터;
상기 용액 및 침전물을 상기 필터로 고압으로 이송하는 고압펌프; 및
상기 필터에 의해 분리된 암모니아수 또는 청수를 저장하고 상기 흡수액 농도조절부로 공급하는 암모니아수 저장탱크;를 포함하는 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 32] 제 31 항에 있어서,
상기 저장탱크에 저장된 상기 2가 금속수산화물 수용액은 청수와, CaO 또는 MgO를 반응시켜 생성된 $Ca(OH)_2$ 또는 $Mg(OH)_2$인 것을 특징으로 하는,
선박의 온실가스 배출 저감장치.

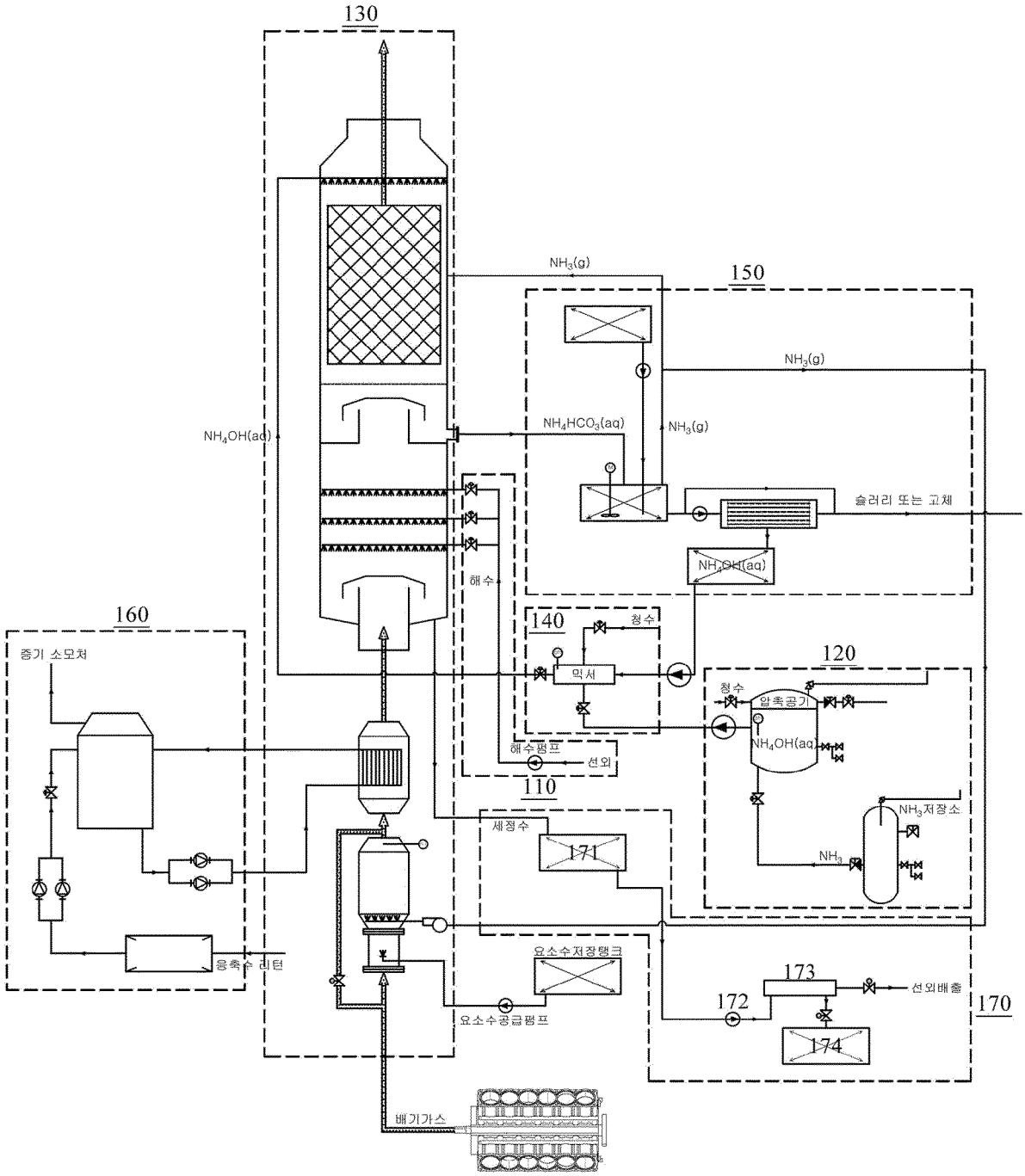
[청구항 33] 제 20 항에 있어서,
상기 흡수타워로부터 배출되는 세정수를 저장하는 세정수탱크, 상기 세정수탱크로 이송펌프에 의해 이송된 세정수의 선외배출조건을 충족하도록 탁도를 조절하는 필터링유닛과 pH조절을 위한 중화제 주입유닛을 구비하는 수처리장치, 및 고형의 배출물을 분리 저장하는 슬러지저장탱크로 구성되는, 배출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 선박의 온실가스 배출 저감장치.

[청구항 34] 제 20 항 내지 제 33 항 중 어느 한 항에 따른 선박의 온실가스 배출 저감장치를 구비한 선박.

[도1]

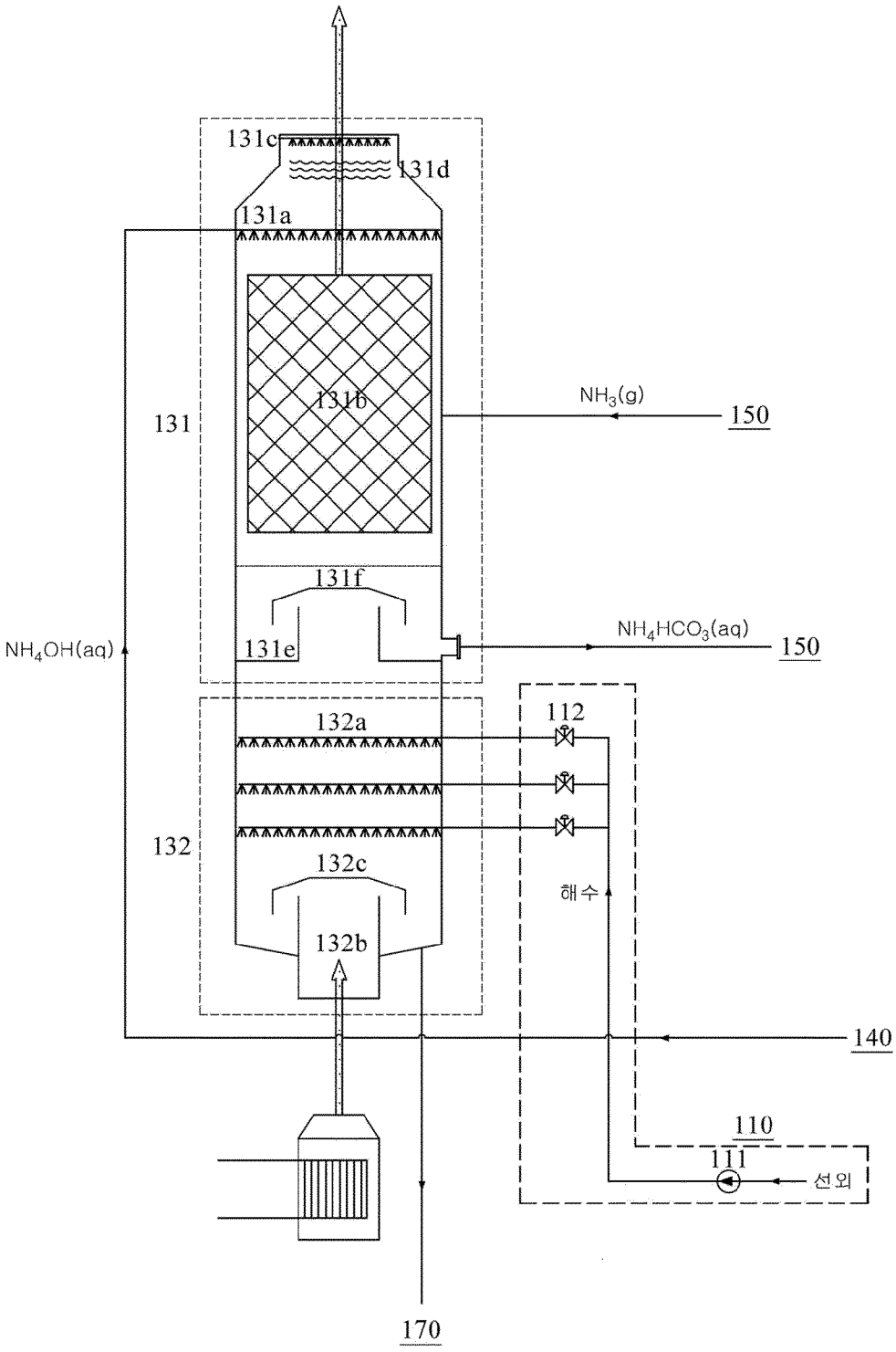

흡수타워(130)
CO_2 제거부(131)
$NH_3(g)$
$NH_4HCO_3(aq)$
암모니아 재생부(150)
암모니아수 순환라인(A)
$NH_4OH(aq)$
SO_X 흡수부(132)
흡수액 농도조절부(140)
$NH_4OH(aq)$
흡수액 제조부(120)
해수 공급부(110)
증기 생성부(160)
EGE(134)
배출부(170)
NO_X 흡수부(133)
$NH_3(g)$
선박 엔진(10)
(주엔진 또는 발전용엔진)

[도2]

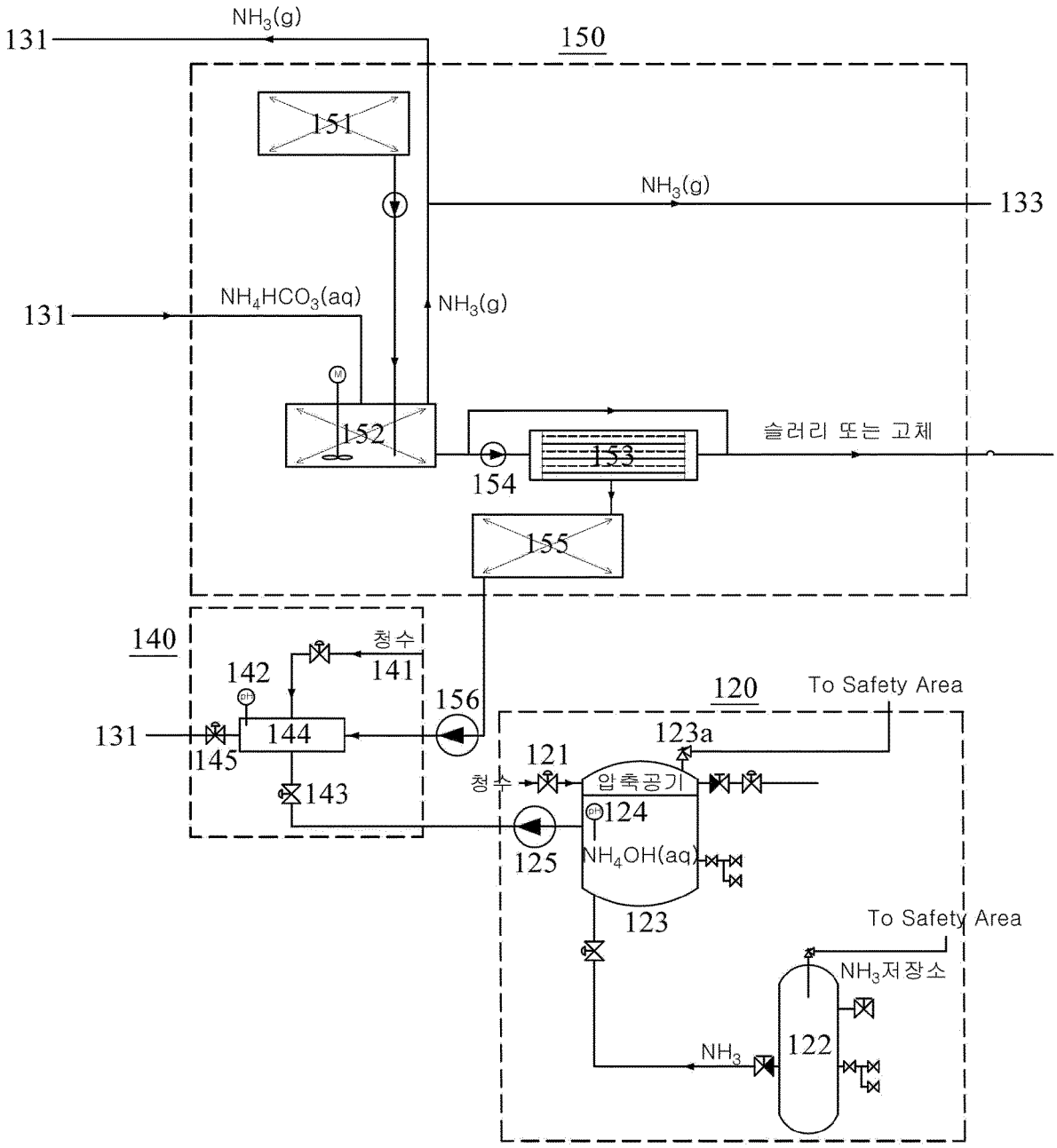


선박 엔진(10)
(주엔진 또는 발전용엔진)

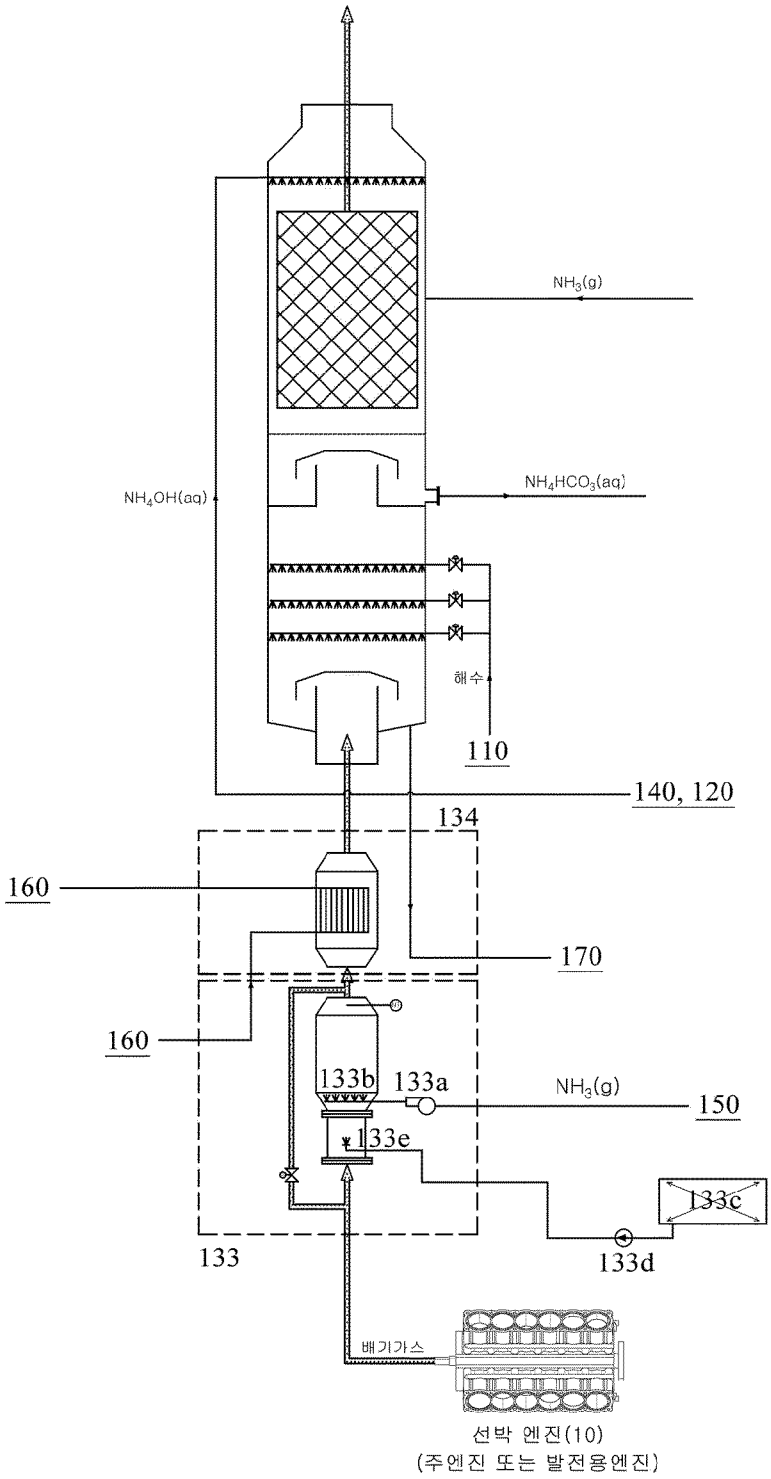
[도3]


131c
131d
131a
131b
131
$NH_3(g)$
150
131f
131e
$NH_4HCO_3(aq)$
150
$NH_4OH(aq)$
112
132a
132
132c
해수
132b
140
110
111
선외
170

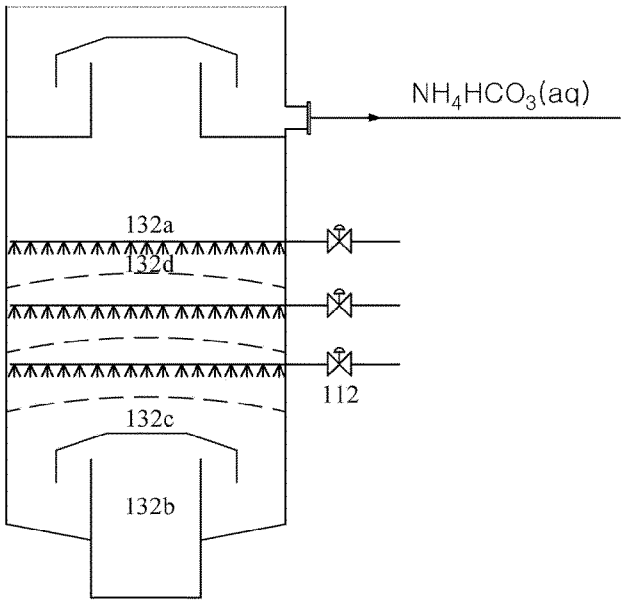
[도4]


131
NH_3(g)
150
151
NH_3(g)
133
131
NH_4HCO_3(aq)
NH_3(g)
152
153
154
슬러리 또는 고체
155
140
청수
141
142
156
120
To Safety Area
131
144
145
123a
121
청수
압축공기
143
124
125
NH_4OH(aq)
123
To Safety Area
NH_3저장소
NH_3
122

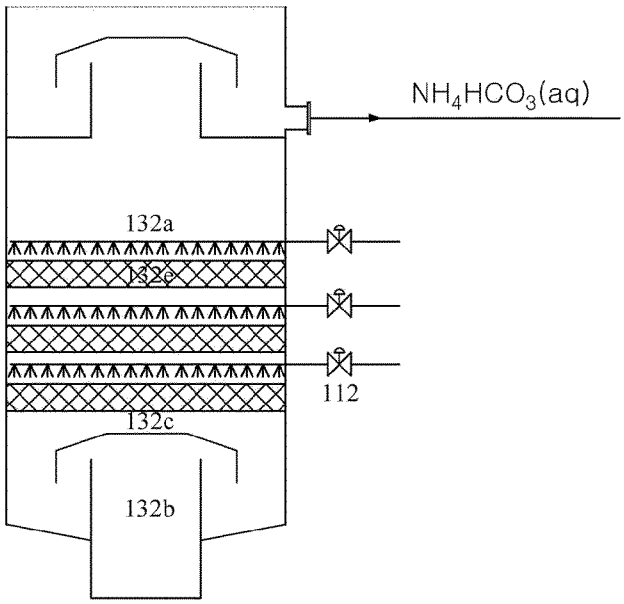
[도5]


$NH_3(g)$
$NH_4OH(aq)$
$NH_4HCO_3(aq)$
해수
110
140, 120
134
160
170
160
133b
133a
$NH_3(g)$
150
133e
133c
133
133d
배기가스
선박 엔진(10)
(주엔진 또는 발전용엔진)

[도6]

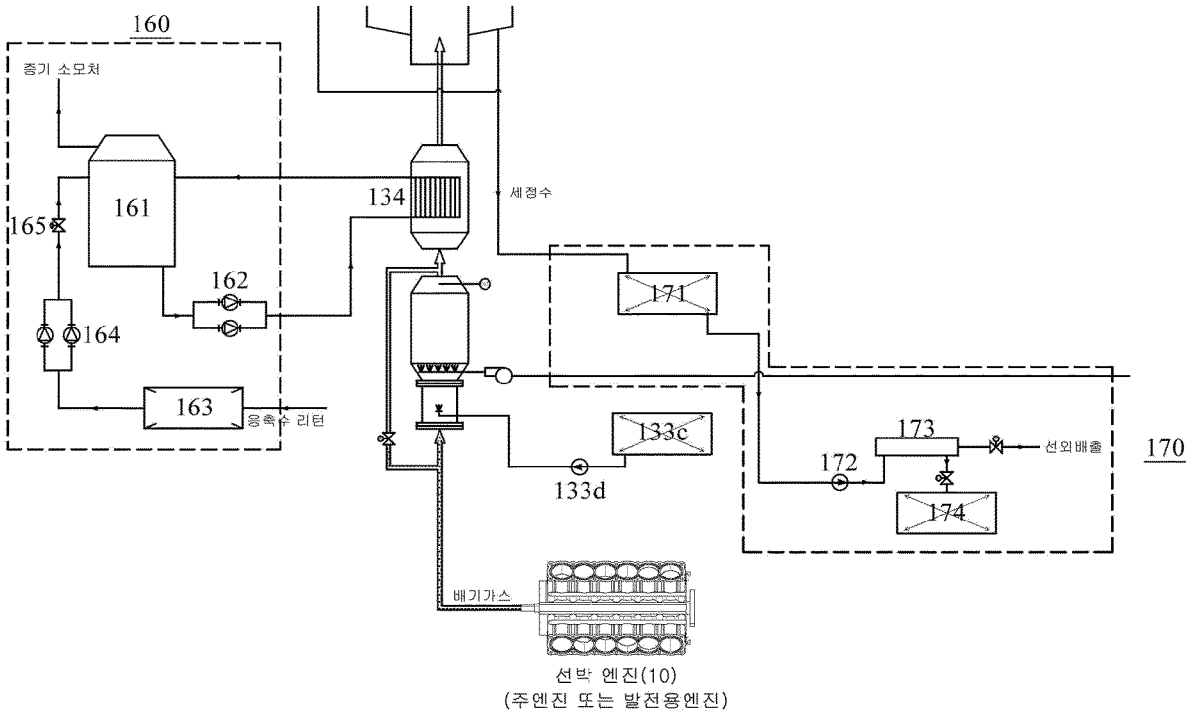

$NH_4HCO_3(aq)$
132a
132d
112
132c
132b

(a)


$NH_4HCO_3(aq)$
132a
132e
112
132c
132b

(b)

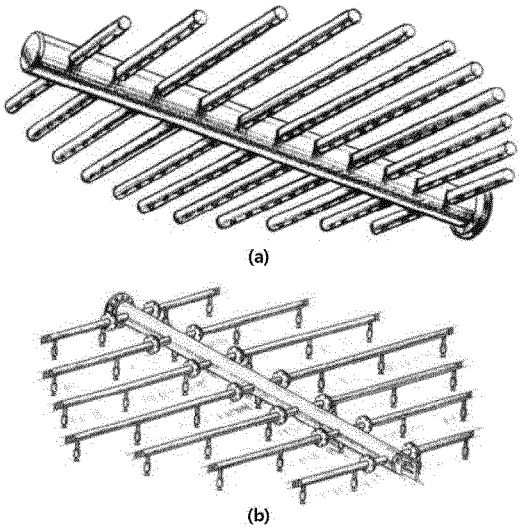
[도7]


160
증기 소모처
161
165
162
164
163
응축수 리턴
134
세정수
171
133c
133d
173
172
174
선외배출
170
배기가스
선박 엔진(10)
(주엔진 또는 발전용엔진)

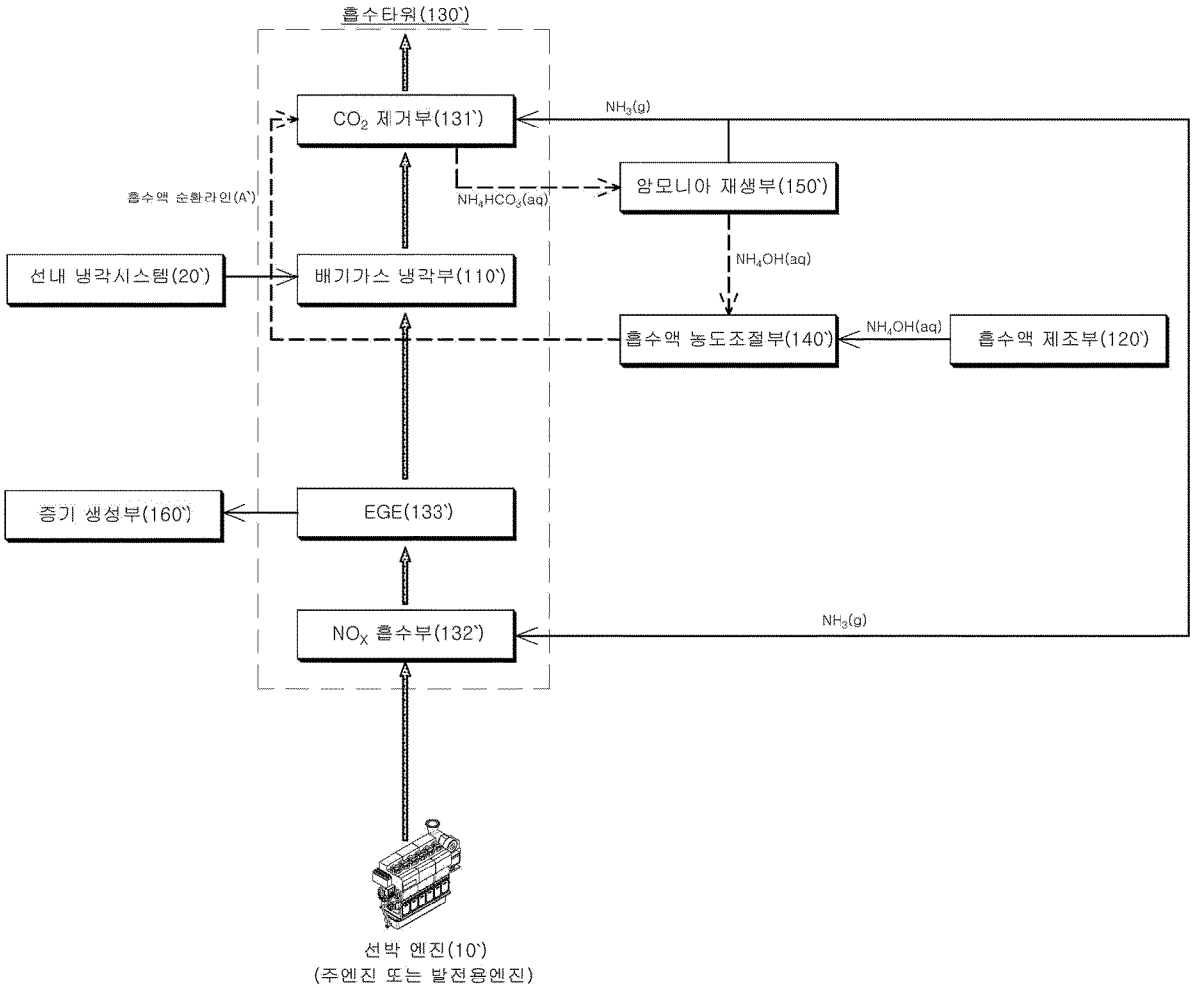
[도8]


Ceramic Raschig rings
Ceramic Berl saddle
Ceramic Intalox saddle
Plastic super Intalox saddle
Metal Intalox IMTP
Metal Pall ring
Plastic Flexiring
Metal Bialecki ring
Metal Fleximax
Metal Cascade Mini-ring (CMR)
Metal Top-pak
Metal Raschig Super-ring
Plastic Tellerette
Plastic Hackett
Plastic Hiflow ring
Metal VSP ring

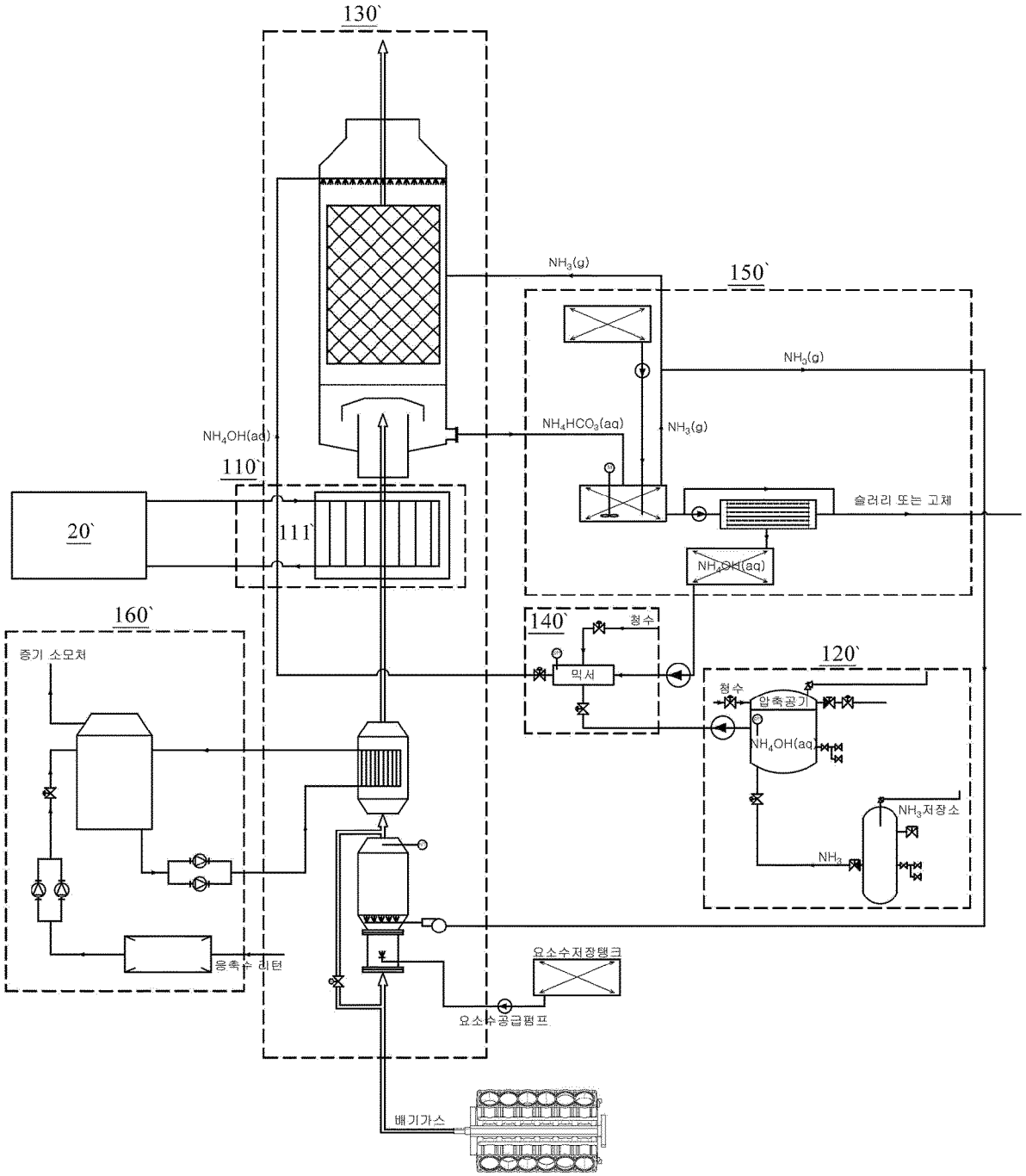
[도9]


(a)
(b)

[도10]

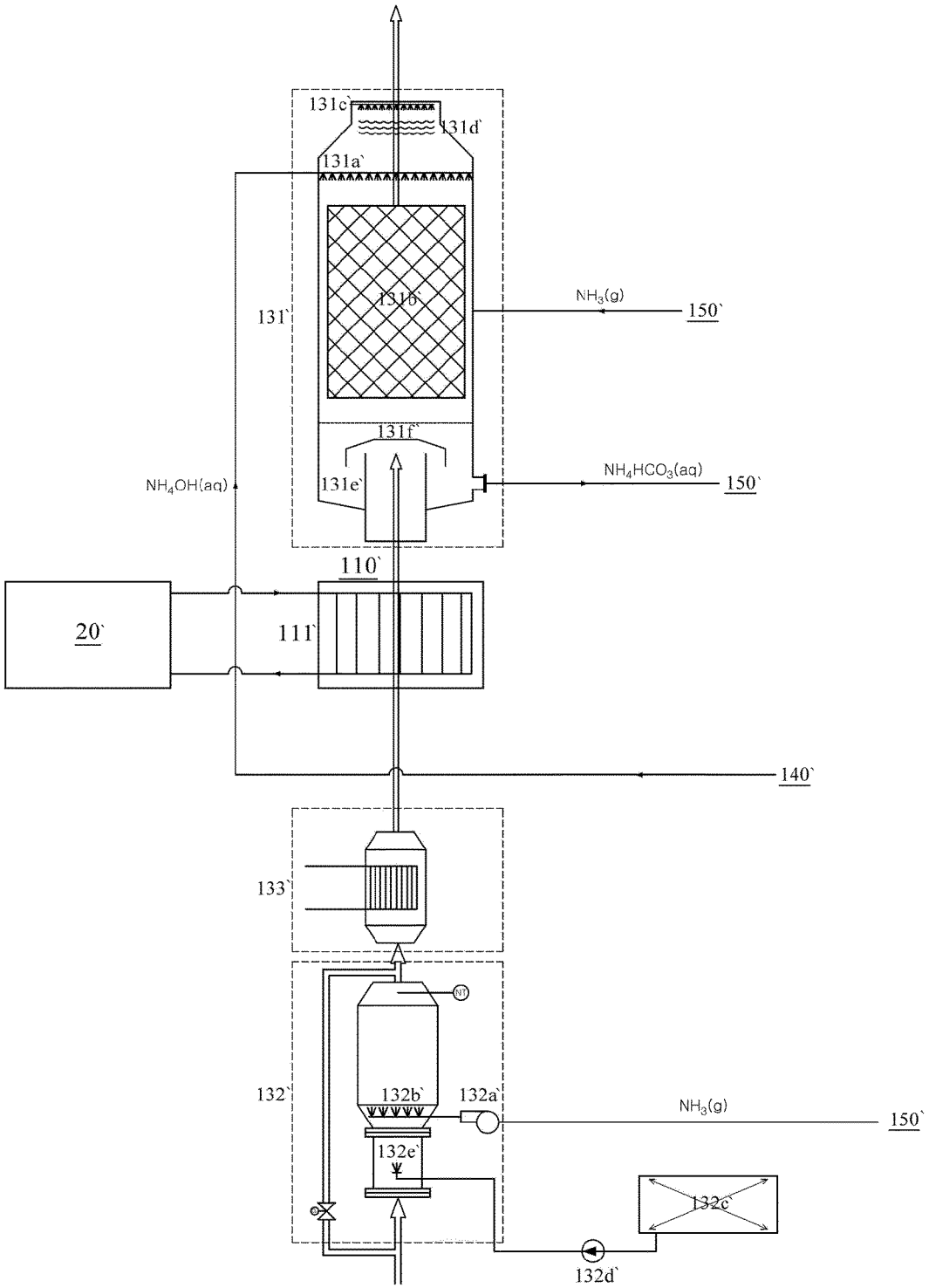

흡수타워(130`)
CO2 제거부(131`)
NH3(g)
흡수액 순환라인(A`)
NH4HCO3(aq)
암모니아 재생부(150`)
선내 냉각시스템(20`)
배기가스 냉각부(110`)
NH4OH(aq)
흡수액 농도조절부(140`)
NH4OH(aq)
흡수액 제조부(120`)
증기 생성부(160`)
EGE(133`)
NOX 흡수부(132`)
NH3(g)
선박 엔진(10`)
(주엔진 또는 발전용엔진)

[도11]

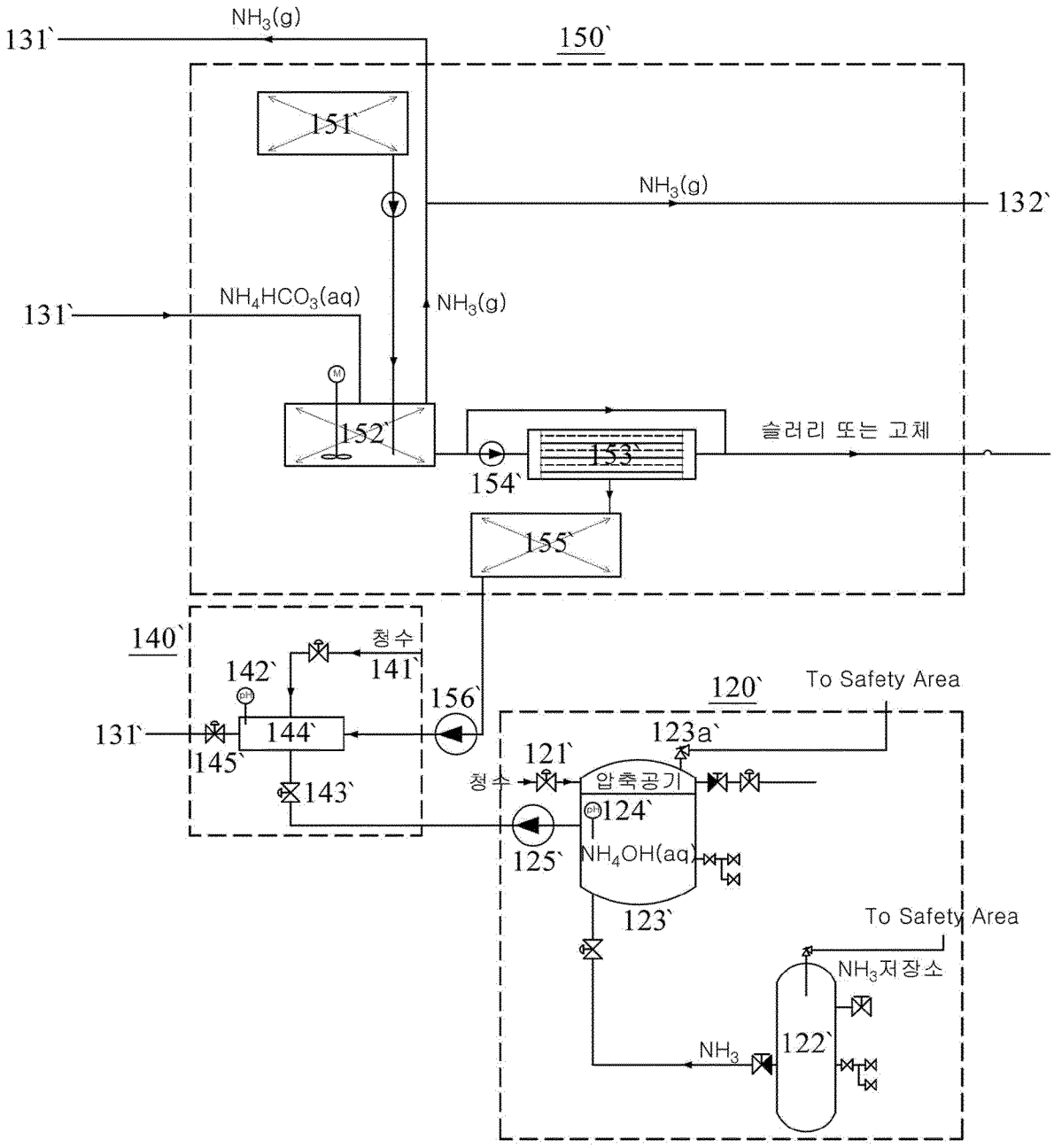


선박 엔진(10`)
(주엔진 또는 발전용엔진)

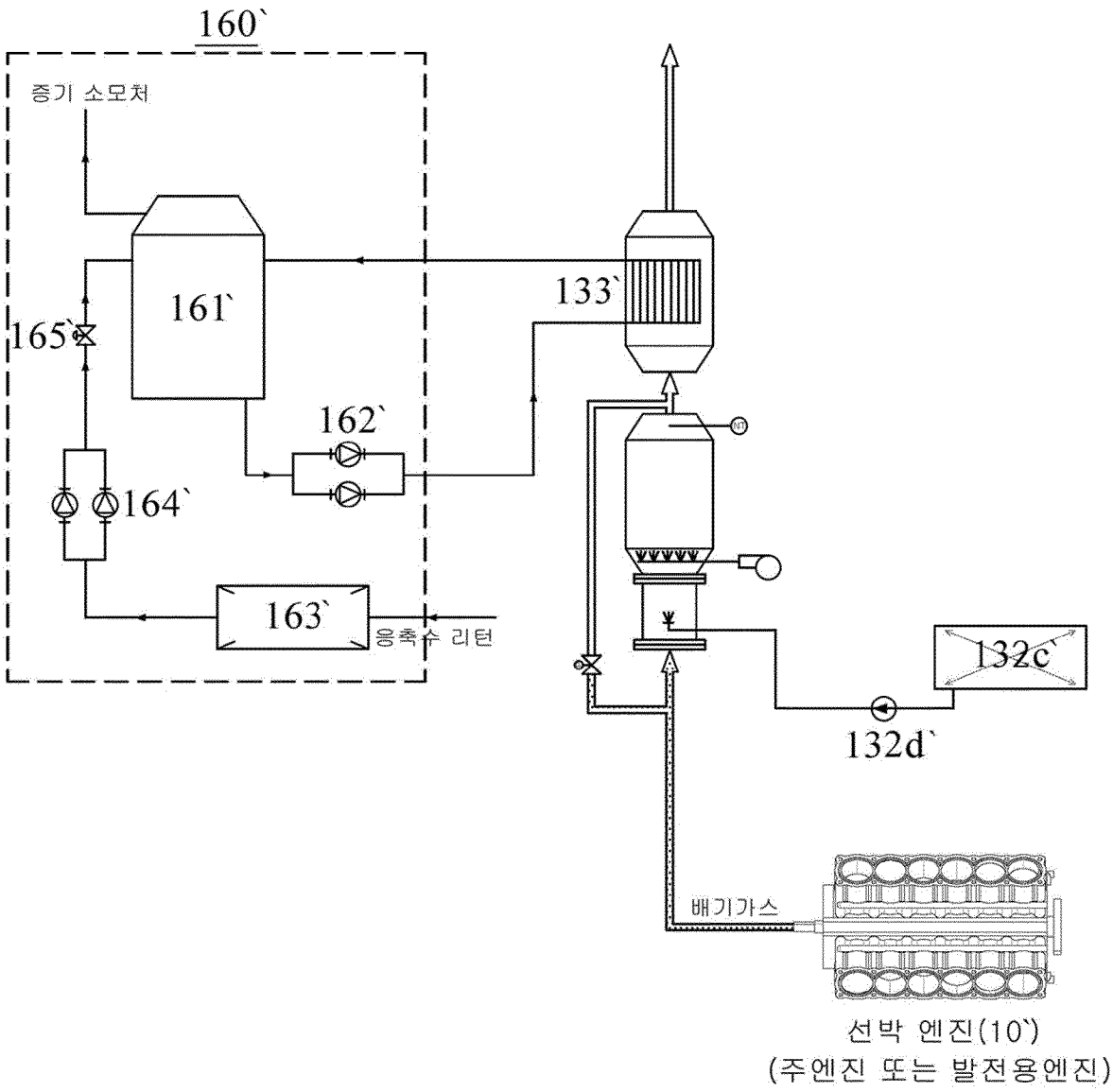
[도12]


131c`
131d`
131a`
131b`
131`
NH3(g)
150`
131f`
NH4HCO3(aq)
150`
NH4OH(aq)
131e`
110`
20`
111`
140`
133`
132`
132b`
132a`
NH3(g)
150`
132e`
132c`
132d`

[도13]


131`
NH3(g)
150`
151`
NH3(g)
132`
131`
NH4HCO3(aq)
NH3(g)
152`
153`
슬러리 또는 고체
154`
155`
140`
청수
142`
141`
156`
120`
To Safety Area
131`
144`
123a`
121`
145`
143`
청수
압축공기
124`
125`
NH4OH(aq)
123`
To Safety Area
NH3저장소
NH3
122`

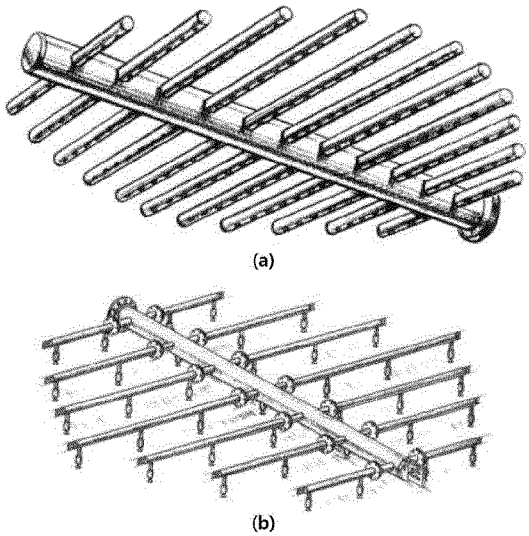
[도14]


160`
증기 소모처
161`
165`
162`
164`
163`
응축수 리턴
133`
132c`
132d`
배기가스
선박 엔진(10`)
(주엔진 또는 발전용엔진)

[도15]


Ceramic Raschig rings
Ceramic Berl saddle
Ceramic Intalox saddle
Plastic super Intalox saddle
Metal Intalox IMTP
Metal Pall ring
Plastic Flexiring
Metal Bialecki ring
Metal Fleximax
Metal Cascade Mini-ring (CMR)
Metal Top-pak
Metal Raschig Super-ring
Plastic Tellerette
Plastic Hackett
Plastic Hiflow ring
Metal VSP ring

[도16]


(a)
(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2020/018601

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01N 3/04(2006.01)i; **F02D 19/06**(2006.01)i; **F01N 9/00**(2006.01)i; **F02G 5/02**(2006.01)i; **B01D 53/14**(2006.01)i; **B63B 13/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01N 3/04(2006.01); B01D 47/06(2006.01); B01D 53/14(2006.01); B01D 53/62(2006.01); B01D 53/78(2006.01); C01B 31/20(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 배기가스(exhaust gas), 이산화탄소(carbon dioxide, CO2), 흡수액(absorbent), 해수(sea water), 암모늄염(ammonium salt), 암모니아(ammonia, NH3), 금속수산화물(metal hydroxide), 재사용(recovery)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2019-0113486 A (KOREA SHIPBUILDING & OFFSHORE ENGINEERING CO., LTD.) 08 October 2019 (2019-10-08) See paragraphs [0070], [0076], [0078]-[0079] and [0102] and figure 4.	1-34
A	JP 2019-510628 A (BLUE PLANET, LTD.) 18 April 2019 (2019-04-18) See abstract, paragraphs [0089]-[0090] and [0092] and claim 1.	1-34
A	KR 10-2020-0084288 A (KOREA SHIPBUILDING & OFFSHORE ENGINEERING CO., LTD.) 10 July 2020 (2020-07-10) See paragraphs [0041]-[0100] and figure 1.	1-34
A	KR 10-2013-0047470 A (KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH) 08 May 2013 (2013-05-08) See paragraphs [0020]-[0027] and figure 1.	1-34
A	US 2013-0287673 A1 (WANG et al.) 31 October 2013 (2013-10-31) See paragraphs [0062]-[0065] and figure 1.	1-34

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 July 2021	**09 July 2021**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2020/018601

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2019-0113486 A	08 October 2019	KR 10-2019-0113485 A	08 October 2019
		KR 10-2019-0113487 A	08 October 2019
		KR 10-2162347 B1	06 October 2020
		KR 10-2162348 B1	06 October 2020
JP 2019-510628 A	18 April 2019	AU 2017-238848 A1	15 November 2018
		CA 3057832 A1	28 September 2017
		CN 109310951 A	05 February 2019
		EP 3452207 A1	13 March 2019
		US 10322371 B2	18 June 2019
		US 10960350 B2	30 March 2021
		US 2017-274318 A1	28 September 2017
		US 2019-0314758 A1	17 October 2019
		WO 2017-165849 A1	28 September 2017
KR 10-2020-0084288 A	10 July 2020	KR 10-2020-0084280 A	10 July 2020
		KR 10-2020-0084281 A	10 July 2020
		KR 10-2020-0084282 A	10 July 2020
		KR 10-2020-0084283 A	10 July 2020
		KR 10-2020-0084284 A	10 July 2020
		KR 10-2020-0084285 A	10 July 2020
		KR 10-2020-0084286 A	10 July 2020
		KR 10-2020-0084287 A	10 July 2020
		KR 10-2021-0046627 A	28 April 2021
		KR 10-2240682 B1	15 April 2021
		KR 10-2240683 B1	15 April 2021
		KR 10-2240684 B1	15 April 2021
		KR 10-2240685 B1	15 April 2021
		KR 10-2240686 B1	15 April 2021
		KR 10-2244583 B1	26 April 2021
		WO 2020-141867 A1	09 July 2020
KR 10-2013-0047470 A	08 May 2013	KR 10-1297210 B1	16 August 2013
US 2013-0287673 A1	31 October 2013	EP 2516042 A1	31 October 2012
		WO 2011-077117 A1	30 June 2011
		WO 2011-077117 A8	05 April 2012

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2020/018601

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

F01N 3/04(2006.01)i; **F02D 19/06**(2006.01)i; **F01N 9/00**(2006.01)i; **F02G 5/02**(2006.01)i; **B01D 53/14**(2006.01)i; **B63B 13/00**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

F01N 3/04(2006.01); B01D 47/06(2006.01); B01D 53/14(2006.01); B01D 53/62(2006.01); B01D 53/78(2006.01); C01B 31/20(2006.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 배기가스(exhaust gas), 이산화탄소(carbon dioxide, CO2), 흡수액(absorbent), 해수(sea water), 암모늄염(ammonium salt), 암모니아(ammonia, NH3), 금속수산화물(metal hydroxide), 재사용(recovery)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2019-0113486 A (한국조선해양 주식회사) 2019.10.08 단락 [0070], [0076], [0078]-[0079], [0102] 및 도면 4	1-34
A	JP 2019-510628 A (BLUE PLANET, LTD.) 2019.04.18 요약, 단락 [0089]-[0090], [0092] 및 청구항 1	1-34
A	KR 10-2020-0084288 A (한국조선해양 주식회사) 2020.07.10 단락 [0041]-[0100] 및 도면 1	1-34
A	KR 10-2013-0047470 A (한국에너지기술연구원) 2013.05.08 단락 [0020]-[0027] 및 도면 1	1-34
A	US 2013-0287673 A1 (WANG 등) 2013.10.31 단락 [0062]-[0065] 및 도면 1	1-34

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2021년07월09일(09.07.2021)	**2021년07월09일(09.07.2021)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관
대한민국 특허청 **(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)**	**황찬윤**
팩스 번호 **+82-42-481-8578**	전화번호 **+82-42-481-3347**

서식 PCT/ISA/210 (두 번째 용지) (2019년 7월)

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2020/018601

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2019-0113486 A	2019/10/08	KR 10-2019-0113485 A	2019/10/08
		KR 10-2019-0113487 A	2019/10/08
		KR 10-2162347 B1	2020/10/06
		KR 10-2162348 B1	2020/10/06
JP 2019-510628 A	2019/04/18	AU 2017-238848 A1	2018/11/15
		CA 3057832 A1	2017/09/28
		CN 109310951 A	2019/02/05
		EP 3452207 A1	2019/03/13
		US 10322371 B2	2019/06/18
		US 10960350 B2	2021/03/30
		US 2017-274318 A1	2017/09/28
		US 2019-0314758 A1	2019/10/17
		WO 2017-165849 A1	2017/09/28
KR 10-2020-0084288 A	2020/07/10	KR 10-2020-0084280 A	2020/07/10
		KR 10-2020-0084281 A	2020/07/10
		KR 10-2020-0084282 A	2020/07/10
		KR 10-2020-0084283 A	2020/07/10
		KR 10-2020-0084284 A	2020/07/10
		KR 10-2020-0084285 A	2020/07/10
		KR 10-2020-0084286 A	2020/07/10
		KR 10-2020-0084287 A	2020/07/10
		KR 10-2021-0046627 A	2021/04/28
		KR 10-2240682 B1	2021/04/15
		KR 10-2240683 B1	2021/04/15
		KR 10-2240684 B1	2021/04/15
		KR 10-2240685 B1	2021/04/15
		KR 10-2240686 B1	2021/04/15
		KR 10-2244583 B1	2021/04/26
		WO 2020-141867 A1	2020/07/09
KR 10-2013-0047470 A	2013/05/08	KR 10-1297210 B1	2013/08/16
US 2013-0287673 A1	2013/10/31	EP 2516042 A1	2012/10/31
		WO 2011-077117 A1	2011/06/30
		WO 2011-077117 A8	2012/04/05