



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월15일
(11) 등록번호 10-2313221
(24) 등록일자 2021년10월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
FO1N 5/02 (2006.01) FO1D 15/10 (2006.01)
FO1K 11/02 (2006.01) FO1K 23/04 (2006.01)
FO1N 3/04 (2006.01) FO1N 3/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
FO1N 5/02 (2013.01)
FO1D 15/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0096537
(22) 출원일자 2015년07월07일
심사청구일자 2020년07월07일
(65) 공개번호 10-2017-0006101
(43) 공개일자 2017년01월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140009720 A
EP2775112 A1

(73) 특허권자
대우조선해양 주식회사
경상남도 거제시 거제대로 3370 (아주동)
(72) 발명자
이승기
경상남도 거제시 아주로 116-7, 303호동 901호 (아주동, 덕산아내프리미엄3차)
최현우
경상남도 거제시 아주로 100-10, 104동 904호(아주동, 덕산아내프리미엄)
(74) 대리인
이영규, 윤병국

전체 청구항 수 : 총 12 항

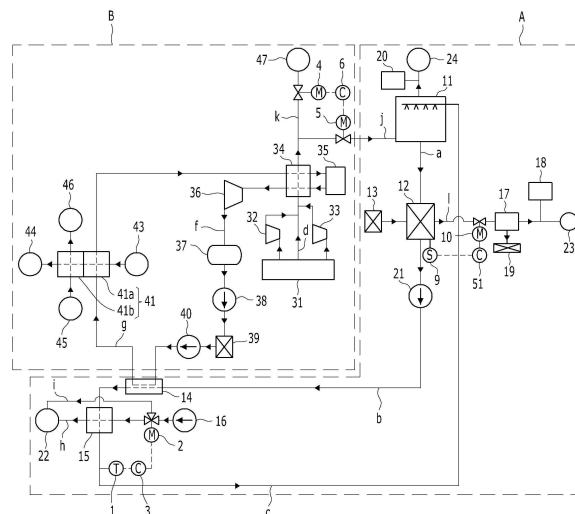
심사관 : 이진욱

(54) 발명의 명칭 선박 내 배기가스 스크러버 및 폐열 회수 장치에서 폐열을 이용한 에너지 절감 장치 및 이를 이용한 에너지 회수 방법

(57) 요약

본 발명은 배기가스 스크러버 및 폐열 회수 장치가 포함된 선박 내 에너지 절감 장치 및 이를 이용한 에너지 회수 방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 제 1 열교환기를 통해 배기가스 스크러버 내의 청수가 폐열 회수 장치 내의 응축수에 폐열을 전달함으로써 전체적으로 에너지가 절감되는 효과가 있고, 제 2 열교환기가 추가로 구성됨으로써 배기가스 스크러버 내의 청수 순환 시스템이 안정화될 수 있으며, 온도 센서, 해수 밸브, 주파수 변환기 등이 더 포함됨으로써 청수의 온도와 청수를 냉각하는데 사용된 해수의 온도가 효율적으로 제어될 수 있다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

F01K 11/02 (2013.01)

F01K 23/04 (2013.01)

F01N 3/04 (2013.01)

F01N 3/085 (2013.01)

F01N 2570/04 (2013.01)

F01N 2590/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

배기가스 스크러버(exhaust gas scrubber) 및 폐열 회수 장치(waste heat recovery device)를 포함하는 선박 내 에너지 절감 장치에 있어서,

배기가스 스크러버(A)는,

황산화물 스크러버(SO_x scrubber)(11); 청수탱크(12); 제 1 열교환기(14);

황산화물 스크러버(11)와 청수탱크(12)를 연결하는 제 1 배관(a); 청수탱크(12)와 제 1 열교환기(14)를 연결하는 제 2 배관(b); 및 제 1 열교환기(14)와 황산화물 스크러버(11)를 연결하는 제 3 배관(c);을 포함하고,

폐열 회수 장치(B)는,

선박 엔진(31); 열교환기(34); 증기 터빈(steam turbine)(36); 응축기(37);

선박 엔진(31)과 열교환기(34)를 연결하는 제 4 배관(d); 열교환기(34)와 황산화물 스크러버(11)를 연결하는 연결관(j); 증기 터빈(36)과 응축기(37)를 연결하는 제 5 배관(f); 및 응축기(37)에서 제 1 열교환기(14) 및 열교환기(34)를 순차적으로 통과하여 다시 증기 터빈(36)으로 연결되는 제 6 배관(g);을 포함하는, 폐열을 이용한 에너지 절감 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

배기가스 스크러버(A)는,

해수펌프(16);

제 3 배관(c) 상에 설치된 제 2 열교환기(15); 및

해수펌프(16)로부터 선박 외부(22)로 연결되는 제 1 배출관(h);을 더 포함하며,

제 1 배출관(h)은 제 2 열교환기(15)를 통과하는 것을 특징으로 하는, 폐열을 이용한 에너지 절감 장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

배기가스 스크러버(A)는,

제 2 열교환기(15) 후단의 제 3 배관(c) 상에 설치된 온도 센서(1);

제 2 열교환기(15) 전단의 제 1 배출관(h) 상에 설치된 해수 밸브(2);

해수 제어부(3); 및

해수 밸브(2)로부터 선박 외부(22)로 연결되는 제 2 배출관(i);을 더 포함하며,

온도 센서(1)에 측정된 온도가 설정 온도 범위 미만이거나 설정 온도 범위를 초과하면, 해수 제어부(3)가 해수 밸브(2)를 제어하여, 제 2 배출관(i)을 통해 선박 외부로 배출되는 해수의 양을 각각 증가시키거나 감소시키는 것을 특징으로 하는, 폐열을 이용한 에너지 절감 장치.

청구항 4

제 2항에 있어서,

배기가스 스크러버(A)는,

제 2 열교환기(15) 후단의 제 3 배관(c) 상에 설치된 온도 센서(1); 및 주파수 변환기(frequency converter)(8);를 더 포함하며,

온도 센서(1)에 측정된 온도가 설정 온도 범위 미만이거나 설정 온도 범위를 초과하면, 주파수 변환기(8)가 해수펌프(16)를 제어하여, 해수펌프(16)가 해수를 공급하는 양을 각각 감소시키거나 증가시키는 것을 특징으로 하는, 폐열을 이용한 에너지 절감 장치.

청구항 5

제 2항에 있어서,

배기가스 스크러버(A)는,

제 2 열교환기(15) 후단의 제 1 배출관(h) 상에 설치된 보조 온도 센서(7); 및

주파수 변환기(frequency converter)(8);를 더 포함하며,

보조 온도 센서(7)에 측정된 온도가 설정 온도를 초과하면, 주파수 변환기(8)가 해수펌프(16)를 제어하여, 해수펌프(16)가 해수를 공급하는 양을 감소시키는 것을 특징으로 하는, 폐열을 이용한 에너지 절감 장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

폐열 회수 장치(B)는,

열교환기(34)로부터 선박 외부(47)로 연결되는 배기관(k);

배기관(k) 상에 설치된 우회 밸브(bypass valve)(4);

연결관(j) 상에 설치된 분리 밸브(isolation valve)(5); 및

배기 제어부(6)를 더 포함하며,

배기 제어부(6)를 통해 우회 밸브(4) 및/또는 분리 밸브(5)의 개폐가 제어되는 것을 특징으로 하는, 폐열을 이용한 에너지 절감 장치.

청구항 7

배기가스 스크러버 시스템(exhaust gas scrubber system) 및 폐열 회수 시스템(waste heat recovery system)을 포함하는 선박 내 에너지 회수 방법에 있어서,

배기가스 스크러버 시스템(A)은,

배기가스와 청수가 황산화물 스크러버(SO_x scrubber)(11)로 공급되는 단계;

상기 배기가스에 포함된 황산화물(SO_x)이 상기 청수에 녹아 황산이 생성되는 단계;

상기 황산이 포함된 청수가 청수탱크(12)에 저장되는 단계;

청수탱크(12)에 저장된 청수가 제 1 열교환기(14)로 공급되는 단계; 및

제 1 열교환기(14)를 통과한 청수가 황산화물 스크러버(11)로 공급되는 단계;를 포함하고,

폐열 회수 시스템(B)은,

선박 엔진(31)에서 배출된 배기가스가 열교환기(34)에서 응축수와 열교환되는 단계;

열교환기(34)를 통과한 배기가스가 황산화물 스크러버(11)로 공급되는 단계;

열교환기(34)에 의해 증기가 된 응축수가 증기 터빈(steam turbine)(36)에 공급되는 단계;

증기 터빈(steam turbine)(36)을 통과한 증기가 응축기(37);로 공급되는 단계;

응축기(37)에 의해 응축수가 된 증기가 제 1 열교환기(14)로 공급되어 상기 청수와 열교환되는 단계; 및

제 1 열교환기(14)를 통과한 응축수가 열교환기(34)로 공급되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 폐열을 이용한 에너지 회수 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

배기가스 스크러버 시스템(A)은,

제 1 열교환기(14)를 통과한 청수가 황산화물 스크러버(11)로 공급되기 전에 제 2 열교환기(15)를 통과하는 단계;

해수(sea water)가 해수펌프(16)로부터 제 2 열교환기(15)로 공급되어 상기 청수와 열교환되는 단계; 및

제 2 열교환기(15)를 통과한 해수가 선박 외부(22)로 배출되는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 폐열을 이용한 에너지 회수 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

배기가스 스크러버 시스템(A)은,

제 2 열교환기(15)를 통과한 청수의 온도가 측정되는 단계; 및

측정된 온도가 설정 온도 범위 미만이거나 설정 온도 범위를 초과하면, 해수펌프(16)로부터 선박 외부로 직접 배출되는 해수의 양이 각각 증가하거나 감소하는 제어 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 폐열을 이용한 에너지 회수 방법.

청구항 10

제 8항에 있어서,

배기가스 스크러버 시스템(A)은,

제 2 열교환기(15)를 통과한 청수의 온도가 측정되는 단계; 및

측정된 온도가 설정 온도 범위 미만이거나 설정 온도 범위를 초과하면, 해수펌프(16)가 해수를 공급하는 양이 각각 감소하거나 증가하는 제어 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 폐열을 이용한 에너지 회수 방법.

청구항 11

제 8항에 있어서,

배기가스 스크러버 시스템(A)은,

제 2 열교환기(15)를 통과한 해수의 온도가 측정되는 단계; 및

측정된 온도가 설정 온도를 초과하면, 해수펌프(16)가 해수를 공급하는 양이 감소하는 제어 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 폐열을 이용한 에너지 회수 방법.

청구항 12

제 7항에 있어서,

폐열 회수 시스템(B)은,

분리 밸브(isolation valve)(5) 및 우회 밸브(bypass valve)(4)의 개폐가 제어되어, 선박 외부(47)로 배출되는 배기가스와 황산화물 스크러버(11)로 공급되는 배기가스의 양이 조절되는 단계를 더 포함하며,

분리 밸브(5)는 열교환기(34)로부터 황산화물 스크러버(11)로 배기가스를 공급하는 연결관(j) 상에 설치되며, 우회 밸브(4)는 열교환기(34)로부터 선박 외부(47)로 배기가스를 배출하는 배기관(k) 상에 설치되는 것을 특징으로 하는, 폐열을 이용한 에너지 회수 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배기가스 스크러버 및 폐열 회수 장치가 포함된 선박 내 에너지 절감 장치 및 이를 이용한 에너지 회수 방법에 관한 것이며, 구체적으로는 배기가스 스크러버 내의 청수가 폐열 회수 장치 내의 응축수에 폐열을 전달함으로써, 폐열이 효율적으로 활용되는 에너지 절감 장치 및 에너지 회수 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 선박의 추진용 또는 발전용 엔진에서 연료가 연소되면서 발생하는 열 에너지의 약 50% 정도는 추진 또는 발전에 재사용되지만, 그 외의 열은 대부분 배기가스의 형태 또는 냉각수에 의한 열교환 등을 통해 선박 외부로 배출된다.

[0003] 이렇게 재사용되지 못하고 선박 외부로 버려지는 열을 폐열이라 하는데, 이러한 폐열의 일부를 다시 회수하여 전력 생산 등 연료가 소모되는 프로세스에 사용하게 되면 그만큼 연료를 절약할 수 있어, 선박에서 소모하는 전체적인 에너지가 절감되는 효과가 있다.

[0004] 최근에는 에너지 절감 효과가 있는 고효율의 선박에 대한 필요성이 증가함에 따라, 엔진으로부터 배출되는 고온의 배기가스를 직접 작동유체로 사용하는 가스 터빈(gas turbine) 또는 동력 터빈(power turbine)을 추가적으로 설치하여 전력을 생산할 수 있도록 한 폐열 회수 장치(Waste Heat Recovery System, WHRS)가 적용되고 있다.

[0005] 한편, 에너지 절감과 더불어 국제적으로 이슈가 되고 있는 것은 엔진의 배기가스로부터 발생하는 황산화물(SO_x), 질산화물(NO_x)의 배출 문제인데, 현재 황산화물 또는 질산화물의 배출량에 대한 규제가 적용되고 있으며, 지역에 따라 그 규제 범위가 다른 실정이다.

[0006] 특히, 황산화물의 배출량은 MARPOL ANNEX IV에 따라 도 1의 그래프에 나타난 것처럼 규제되고 있으며, 2015년 기준으로 Global limitation 지역은 3.5 % 이하, SO_x Emission Control Area(ECA)는 0.1 % 이하로 규제되고 있다.

[0007] Global limitation 지역을 운항할 때는 황산화물 배출량 규제 농도가 3.5 % 이하로서 다소 낮기 때문에, 단순히 저유황 중유(Low Sulphur Heavy Fuel Oil, LSHFO)를 사용함으로써 이와 같은 문제를 해결할 수 있으나, 황산화물 ECA를 운항할 때는 규제 농도가 0.1 %로 매우 낮기 때문에, 황이 0.1 % 미만으로 함유된 저유황 해저가스오일(Low Sulphur Marine Gas Oil, LSMGO)을 연료로서 사용하거나, 배기가스 내의 황산화물을 제거하는 배기가스 스크러버(Exhaust Gas Scrubber)를 사용하여야 한다.

[0008] 초기에는, 배기가스 스크러버는 설치비용이 많이 들고 장비의 크기가 커서 선박 내 설치가 어려워 대부분의 선박들은 LSMGO를 사용하는 방향으로 운항하는 추세였다. 그러나, 황산화물 ECA를 운항하는 선박들이 많아지고, LSMGO의 적은 생산성으로 인해 LSMGO의 가격이 상승하여 선박의 운항비가 과도하게 증가하는 문제가 발생하면서, 배기가스 스크러버를 설치하는 선박이 늘어나고 있다.

[0009] 한편, 이러한 배기가스 스크러버가 적용되는 시스템은 다음과 같이 크게 3가지 종류로 구분될 수 있다.

[0010] 첫 번째는 도 2에 도시된 바와 같이 해수를 직접적으로 스크러버에 분사하여 해수에 포함된 알칼리 성분을 통해 황산화물을 제거하는 Open Loop System으로서, 가장 단순하면서 운용 비용이 적게 든다는 장점이 있으나, 사용된 해수를 선외로 배출하기 때문에 해수배출에 관련된 규제가 강한 지역에서는 적용이 불가능하다는 단점이 있다.

[0011] 두 번째는 도 3에 도시된 바와 같이 수산화나트륨(NaOH) 등의 첨가제가 포함된 청수를 스크러버에 분사하여 황산화물을 제거하는 Closed Loop System으로서, 상기 Open Loop System과 달리 지역적인 규제와 무관하게 적용이 가능하지만, 청수가 계속 선박 내에서 계속 순환하기 때문에 황산화물의 염이 축적되어 스케일 등이 발생할 수 있다는 문제점이 있다.

[0012] 세 번째는 도 4에 도시된 바와 같이 Open Loop와 Closed Loop를 복합적으로 적용한 Hybrid System으로서, 각각의 장점을 채용할 수 있으나, 그만큼 시스템이 복잡해져 설치 비용 및 운용 비용이 많이 든다는 단점이 있다.

[0013] 이와 같은 배기가스 스크러버를 선박에 적용하는 종래의 기술에 관한 특허로서, 등록특허 제1,387,560호, 공개

특허 제2014-0117949호 등이 있는데, 종래의 배기가스 스크러버 장치에서는 배기가스를 정화하는 과정에서 배기가스로부터 해수 또는 청수로 전달된 열이 재사용되지 못하고 냉각수 등을 통해 폐기되는 문제점이 있었다.

[0014] 따라서, 이러한 배기가스 스크러버 시스템에서 배기가스의 폐열을 효율적으로 활용하여 에너지를 절감할 수 있는 기술이 요구되는데, 본 발명에서는 폐열을 이용하여 발전기와 연결된 증기 터빈을 작동시키기 위해, 1차적으로는 배기가스의 열을 직접 이용하고, 2차적으로는 배기가스에서 스크러버의 청수로 전달된 열을 이용함으로써 이를 달성할 수 있는 기술을 제공하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 등록특허 제1,387,560호 (2014.04.15.)
 (특허문헌 0002) 공개특허 제2014-0117949호 (2014.10.08.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 위와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해, 선박 내 에너지 절감 장치 및 이를 이용한 에너지 회수 방법에 있어서, 배기가스 스크러버 내의 청수가 폐열 회수 장치 내의 응축수에 폐열을 전달함으로써, 폐열이 효율적으로 활용되는 에너지 절감 장치 및 에너지 회수 방법을 제공하고자 한다.

[0017] 또한, 열교환기, 온도 센서, 해수 밸브, 주파수 변환기 등을 추가적으로 구성하여, 배기가스 스크러버 내의 청수 순환 시스템 등을 안정화시킴으로써 효율적으로 운용되는 에너지 절감 장치 및 에너지 절감 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0018] 본 발명은 배기가스 스크러버(exhaust gas scrubber) 및 폐열 회수 장치(waste heat recovery device)를 포함하는 선박 내 에너지 절감 장치를 제공하며, 보다 구체적으로는 황산화물 스크러버(SO_x scrubber)(11), 청수탱크(12), 제 1 열교환기(14), 황산화물 스크러버(11)와 청수탱크(12)를 연결하는 제 1 배관(a), 청수탱크(12)와 제 1 열교환기(14)를 연결하는 제 2 배관(b), 제 1 열교환기(14)와 황산화물 스크러버(11)를 연결하는 제 3 배관(c)을 포함하는 배기가스 스크러버(A)와, 선박 엔진(31), 열교환기(34), 증기 터빈(steam turbine)(36), 응축기(37), 선박 엔진(31)과 열교환기(34)를 연결하는 제 4 배관(d), 열교환기(34)와 황산화물 스크러버(11)를 연결하는 연결관(j), 증기 터빈(36)과 응축기(37)를 연결하는 제 5 배관(f), 응축기(37)에서 제 1 열교환기(14) 및 열교환기(34)를 순차적으로 통과하여 다시 증기 터빈(36)으로 연결되는 제 6 배관(g)을 포함하는 폐열 회수 장치(B)를 포함하여 폐열을 이용한 에너지 절감 장치를 제공한다.

[0019] 이와 같은 에너지 절감 장치는 또한, 해수펌프(16), 제 3 배관(c) 상에 설치된 제 2 열교환기(15), 해수펌프(16)로부터 선박 외부(22)로 연결되는 제 1 배출관(h)을 더 포함할 수 있는데, 이때 제 1 배출관(h)은 제 2 열교환기(15)를 통과하도록 설계될 수 있다.

[0020] 또한, 제 2 열교환기(15) 후단의 제 3 배관(c) 상에 설치된 온도 센서(1), 제 2 열교환기(15) 전단의 제 1 배출관(h) 상에 설치된 해수 밸브(2), 해수 제어부(3), 해수 밸브(2)로부터 선박 외부(22)로 연결되는 제 2 배출관(i)을 더 포함함으로써, 온도 센서(1)에 측정된 온도가 설정 온도 범위 미만이거나 설정 온도 범위를 초과하면, 해수 제어부(3)가 해수 밸브(2)를 제어하여, 제 2 배출관(i)을 통해 선박 외부로 배출되는 해수의 양을 각각 증가시키거나 감소시키도록 설계될 수 있다.

[0021] 또 다른 본 발명의 실시예로서, 제 2 열교환기(15) 후단의 제 3 배관(c) 상에 설치된 온도 센서(1), 주파수 변환기(frequency converter)(8)를 더 포함할 수 있는데, 이는 온도 센서(1)에 측정된 온도가 설정 온도 범위 미만이거나 설정 온도 범위를 초과하면, 주파수 변환기(8)가 해수펌프(16)를 제어하여, 해수펌프(16)가 해수를 공급하는 양을 각각 감소시키거나 증가시키도록 하는 구성이다.

[0022] 또는 상기 온도 센서(1) 대신 제 2 열교환기(15) 후단의 제 1 배출관(h) 상에 설치된 보조 온도 센서(7)를 더

포함하여, 보조 온도 센서(7)에 측정된 온도가 설정 온도를 초과하면, 주파수 변환기(8)가 해수펌프(16)를 제어하여, 해수펌프(16)가 해수를 공급하는 양을 감소시키도록 설계될 수도 있다.

[0023] 위와 같은 본 발명의 폐열 회수 장치(B)는, 열교환기(34)로부터 선박 외부(47)로 연결되는 배기관(k), 배기관(k) 상에 설치된 우회 밸브(bypass valve)(4), 연결관(j) 상에 설치된 분리 밸브(isolation valve)(5), 배기 제어부(6)를 더 포함할 수 있는데, 이때 배기 제어부(6)를 통해 우회 밸브(4) 및/또는 분리 밸브(5)의 개폐가 제어되도록 할 수 있다.

[0024] 본 발명은 또 다른 일 실시예에 따라, 배기가스 스크러버 시스템(exhaust gas scrubber system) 및 폐열 회수 시스템(waste heat recovery system)을 포함하는 선박 내 에너지 회수 방법을 제공한다.

[0025] 구체적으로, 배기가스와 청수가 황산화물 스크러버(SO_x scrubber)(11)로 공급되는 단계, 상기 배기가스에 포함된 황산화물(SO_x)이 상기 청수에 녹아 황산이 생성되는 단계, 상기 황산이 포함된 청수가 청수탱크(12)에 저장되는 단계, 청수탱크(12)에 저장된 청수가 제 1 열교환기(14)로 공급되는 단계, 제 1 열교환기(14)를 통과한 청수가 황산화물 스크러버(11)로 공급되는 단계를 포함하는 배기가스 스크러버 시스템(A)과, 선박 엔진(31)에서 배출된 배기가스가 열교환기(34)에서 응축수와 열교환되는 단계, 열교환기(34)를 통과한 배기가스가 황산화물 스크러버(11)로 공급되는 단계, 열교환기(34)에 의해 증기가 된 응축수가 증기 터빈(steam turbine)(36)에 공급되는 단계, 증기 터빈(steam turbine)(36)을 통과한 증기가 응축기(37);로 공급되는 단계, 응축기(37)에 의해 응축수가 된 증기가 제 1 열교환기(14)로 공급되어 상기 청수와 열교환되는 단계, 제 1 열교환기(14)를 통과한 응축수가 열교환기(34)로 공급되는 단계를 포함하는 폐열 회수 시스템(B)이 포함된 폐열을 이용한 에너지 회수 방법을 제공한다.

[0026] 또한 상기의 배기가스 스크러버 시스템(A)은, 제 1 열교환기(14)를 통과한 청수가 황산화물 스크러버(11)로 공급되기 전에 제 2 열교환기(15)를 통과하는 단계, 해수(sea water)가 해수펌프(16)로부터 제 2 열교환기(15)로 공급되어 상기 청수와 열교환되는 단계, 제 2 열교환기(15)를 통과한 해수가 선박 외부(22)로 배출되는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0027] 한편, 본 발명의 배기가스 스크러버 시스템(A)은, 제 2 열교환기(15)를 통과한 청수의 온도가 측정되는 단계, 측정된 온도가 설정 온도 범위 미만이거나 설정 온도 범위를 초과하면, 해수펌프(16)로부터 선박 외부로 직접 배출되는 해수의 양이 각각 증가하거나 감소하는 제어 단계를 더 포함할 수 있다.

[0028] 또는, 제 2 열교환기(15)를 통과한 청수의 온도가 측정되는 단계, 측정된 온도가 설정 온도 범위 미만이거나 설정 온도 범위를 초과하면, 해수펌프(16)가 해수를 공급하는 양이 각각 감소하거나 증가하는 제어 단계를 더 포함할 수도 있다.

[0029] 이외에도, 제 2 열교환기(15)를 통과한 해수의 온도가 측정되는 단계, 측정된 온도가 설정 온도를 초과하면, 해수펌프(16)가 해수를 공급하는 양이 감소하는 제어 단계를 더 포함하도록 구성될 수 있다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 폐열 회수 시스템(B)은, 분리 밸브(isolation valve)(5) 및 우회 밸브(bypass valve)(4)의 개폐가 제어되어, 선박 외부(47)로 배출되는 배기가스와 황산화물 스크러버(11)로 공급되는 배기가스의 양이 조절되는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0031] 이때, 상기 분리 밸브(5)는 열교환기(34)로부터 황산화물 스크러버(11)로 배기가스를 공급하는 연결관(j) 상에 설치되며, 상기 우회 밸브(4)는 열교환기(34)로부터 선박 외부(47)로 배기가스를 배출하는 배기관(k) 상에 설치될 수 있다.

발명의 효과

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 선박 내 에너지 절감 장치 및 이를 이용한 에너지 회수 방법은, 제 1 열교환기를 통해 배기가스 스크러버 내의 청수가 폐열 회수 장치 내의 응축수에 폐열을 전달함으로써, 청수는 별도의 냉각수를 사용하지 않고 냉각되고, 응축수는 청수의 폐열을 통해 예열되기 때문에 에너지가 절감되는 효과가 있다.

[0033] 또한, 제 2 열교환기가 추가로 구성됨으로써 배기가스 스크러버 내의 청수 순환 시스템이 안정화될 수 있으며, 온도 센서, 해수 밸브, 주파수 변환기 등이 더 포함됨으로써 청수의 온도와 청수를 냉각하는데 사용된 해수의 온도가 효율적으로 제어될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 MARPOL ANNEX IV에 따라 규제되는 황산화물(SO_x)의 배출량을 그래프로 나타낸 것이다.
- 도 2는 종래의 배기가스 스크러버 시스템에 있어서, Open Loop System을 도식적으로 나타낸 것이다.
- 도 3은 종래의 배기가스 스크러버 시스템에 있어서, Closed Loop System을 도식적으로 나타낸 것이다.
- 도 4는 종래의 배기가스 스크러버 시스템에 있어서, Hybrid Loop System을 도식적으로 나타낸 것이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배기가스 스크러버(exhaust gas scrubber)(A) 및 폐열 회수 장치(waste heat recovery device)(B)를 포함하는 선박 내 폐열을 이용한 에너지 절감 장치를 도식적으로 나타낸 것이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 선박 내 폐열을 이용한 에너지 절감 장치에 있어서, 보조 온도 센서(7), 주 과수 변환기(8)를 더 포함하는 구성을 도식적으로 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 이하 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위 위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정하여 해석되어서는 아니되며, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0036] 본 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0037] "제 1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0038] 각 단계들에 있어 식별부호는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 실시될 수도 있고 실질적으로 동시에 실시될 수도 있으며 반대의 순서대로 실시될 수도 있다.
- [0039] 본 명세서 전체에서, 특정 부재의 "전단"이라는 용어는 임의의 유체가 특정 부재로 유입되어 들어오는 모든 방향을 의미하며, 마찬가지로 특정 부재의 "후단"이라는 용어는 임의의 유체가 특정 부재로부터 배출되어 나가는 모든 방향을 의미한다.
- [0040] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배기가스 스크러버(exhaust gas scrubber)(A) 및 폐열 회수 장치(waste heat recovery device)(B)를 포함하는 선박 내 폐열을 이용한 에너지 절감 장치를 도식적으로 나타낸 것이다.
- [0041] 본 발명의 선박 내 폐열을 이용한 에너지 절감 장치는 도 5에서 나타난 바와 같이, 배기가스 스크러버(A)와 폐열 회수 장치(B)로 구성된다.
- [0042] 먼저, 배기가스 스크러버(A)는 황산화물 스크러버(SO_x scrubber)(11), 청수탱크(12), 제 1 열교환기(14), 황산화물 스크러버(11)와 청수탱크(12)를 연결하는 제 1 배관(a), 청수탱크(12)와 제 1 열교환기(14)를 연결하는 제 2 배관(b), 제 1 열교환기(14)와 황산화물 스크러버(11)를 연결하는 제 3 배관(c)을 포함한다.
- [0043] 황산화물 스크러버(11)는 배기가스 내에 포함된 황산화물(SO_x)을 제거하여 배기가스를 정화하는 장치로서, 황산화물 등을 포함한 오염된 배기가스가 황산화물 스크러버(11)에 공급되면 상단에서 청수(fresh water)가 분사된다. 이때 배기가스 내에 포함되어 있던 황산화물이 청수에 녹아 제거됨으로써 배기가스가 정화되고, 정화된 배기가스는 선박 외부(24)로 배출된다.
- [0044] 선박 외부(24)로 배기가스가 배출되는 배관 상에는 배기가스 모니터링 장치(20)가 추가적으로 설치될 수 있는데, 이러한 배기가스 모니터링 장치(20)를 통해 배기가스 내에 포함된 황산화물 등의 오염물질 농도가 측정됨으로써, 선박 외부(24)로 배출되는 배기가스의 오염 정도가 확인될 수 있다.
- [0045] 한편, 청수에 용해된 황산화물은 청수와 반응하여 황산을 생성하게 되는데, 이러한 황산이 포함된 청수는 중화

반응, 희석, 첨가물 주입 등을 통해 정화 될 수 있다. 본 명세서에서 황산은 황산(H_2SO_4)과 아황산(H_2SO_3)을 모두 포함하는 용어이다.

- [0046] 특히, 상기 청수는 수산화나트륨($NaOH$) 탱크(13)로부터 공급되는 수산화나트륨과 반응하여 중화될 수 있는데, 그 부산물로서 Na_2SO_4 가 생성된다. 이때 상기 수산화나트륨으로서 수산화나트륨이 50 중량%로 포함된 수산화나트륨 수용액이 사용되는 것이 바람직하다.
- [0047] 이와 같은 중화반응은 황산화물 스크러버(11)에서 진행될 수 있고, 수산화나트륨이 공급되는 청수탱크(12)에서 진행될 수도 있으며, 배기가스 스크러버(A)를 순환하는 시스템의 전반에 걸쳐서 진행될 수도 있다.
- [0048] 배기가스를 정화하는데 사용된 청수는 제 1 배관(a)을 통해 청수탱크(12)로 공급되어 저장되는데, 청수탱크(12)에는 상술한 바와 같은 수산화나트륨 탱크(13)가 연결될 수 있다.
- [0049] 한편, 청수가 배기가스 스크러버(A)를 순환하며 배기가스를 세척하는 횟수가 누적될수록, 청수에 황산화물 이외의 오염물질이나 중화 반응의 부산물인 Na_2SO_4 가 축적된다는 문제점이 발생한다.
- [0050] 따라서, 수처리 장치(17), 청수탱크(12)와 수처리 장치(17)를 연결하는 수처리관(1)이 더 설치되어, 청수탱크(12)에 저장되어 있던 청수의 일부가 수처리관(1)을 통해 수처리 장치(17)로 배출되고, 새 청수가 채워짐으로써 이와 같은 문제가 해결될 수 있다.
- [0051] 다만, 선박에서 항시 오염된 청수를 세척하거나 새로운 청수로 대체하는 것은 에너지 절감이나 선박 내 제한적인 공간 활용의 측면에서 바람직하지 않기 때문에, 배기가스 스크러버(A)를 순환하는 청수 내에 일정 수준 이상의 오염물이 축적된 경우에만 위와 같은 과정이 이루어지도록 하는 시스템이 필요하다.
- [0052] 이러한 시스템을 구현하기 위해 본 발명의 배기가스 스크러버(A)는, 청수탱크(12)에 설치된 Na_2SO_4 센서(9), 수처리관(1) 상에 설치된 수처리 밸브(10) 및 수처리 제어부(51)를 더 포함할 수 있다.
- [0053] Na_2SO_4 센서(9)는 청수탱크(12)에 저장된 청수의 Na_2SO_4 농도를 측정하는 센서인데, Na_2SO_4 센서(9)에 측정된 Na_2SO_4 의 농도가 높을수록 위와 같은 배기가스 세척이 많이 이루어져 오염물질이 축적되었다는 것을 의미한다.
- [0054] 따라서, Na_2SO_4 센서(9)에 측정된 Na_2SO_4 의 농도가 설정 농도를 초과하면 수처리 제어부(51)가 수처리 밸브(10)를 제어하여, 청수탱크(12)로부터 수처리 장치(17)로 공급되는 청수의 양을 증가시킴으로써 위와 같은 제어 시스템이 구현될 수 있다.
- [0055] Na_2SO_4 의 설정 농도는 청수탱크(12) 내 전체 청수의 5 ~ 25 wt% 범위 내의 값으로 설정하는 것이 바람직하는데, Na_2SO_4 의 설정 농도가 5 wt%에 미달되면 수처리 장치(17)로 배출되는 청수의 양이 과도하게 많아진다는 문제점이 발생하며, Na_2SO_4 의 설정 농도가 25 wt%를 초과하면 청수의 산도나 오염정도가 높아 배기가스를 정화하는데 악영향을 미치거나 각종 설비에 스케일을 발생시킬 수 있다.
- [0056] 수처리 장치(17)로 공급된 오염된 청수는 각종 수처리 과정을 거쳐 선박 외부(23)로 배출되는데, 선박 외부(23)로 배출되는 배관 상에 설치된 청수 모니터링 장치(18)를 통해 수처리된 청수의 수질이 측정될 수 있고, 수처리 과정에서 청수로부터 분리된 슬러지(sludge)는 수처리 장치(17)와 연결된 슬러지 탱크(19)에 저장될 수 있다.
- [0057] 배기가스 스크러버(A)는 선박이 황산화물 배출량에 대한 규제가 심한 황산화물 ECA 등의 지역을 운항할 때만 가동하는 시스템이기 때문에, 황산화물 ECA 이외의 지역에서는 배기가스 스크러버(A)를 휴면상태로 두고 수처리와 관련된 설비만 가동하는 방식으로 운용할 수 있으며, 또는 상황에 따라 연속적으로 불순물 관리를 하는 방식으로 운용할 수도 있다.
- [0058] 청수탱크(12)에 저장되어 있던 청수는 제 2 배관(b)을 통해 제 1 열교환기(14)로 공급된다. 이때 제 2 배관(b) 상에는 청수가 배기가스 스크러버(A)를 원활히 순환할 수 있도록 동력을 제공하는 청수 순환펌프(21)가 설치될 수 있다.
- [0059] 제 1 열교환기(14)는 청수가 후술될 폐열 회수 장치(B)의 응축수와 열교환되는 장치이다. 즉, 청수가 배기가스를 정화하는 과정에서 배기가스로부터 전달받은 열을 응축수에 전달함으로써, 청수는 별도의 냉각수를 사용하지 않고도 냉각될 수 있으며, 응축수는 후술될 열교환기(34)에 공급되기 전에 예열될 수 있기 때문에 전체적으로

에너지가 절감되는 효과가 발생한다.

- [0060] 제 1 열교환기(14)에서 열교환되어 냉각된 청수는 제 3 배관(c)를 통해 다시 황산화물 스크러버(11)로 공급됨으로써 배기가스 스크러버(A)를 순환하는데, 제 3 배관(c) 상에는 청수가 추가적으로 냉각될 수 있는 제 2 열교환기(15)가 설치될 수 있다.
- [0061] 이때, 제 2 열교환기(15) 외에도 해수펌프(16), 해수펌프(16)로부터 선박 외부(22)로 연결되는 제 1 배출관(h)이 더 설치될 수 있는데, 제 1 배출관(h)은 제 2 열교환기(15)를 통과하도록 설치된다. 따라서, 해수펌프(16)로부터 공급된 해수가 제 1 배출관(h)을 통해 제 2 열교환기를 통과함으로써 청수와 열교환될 수 있다.
- [0062] 이와 같은 구성은 제 1 열교환기(14)에서 폐열을 전달한 청수가 충분히 냉각되지 않았을 경우, 제 2 열교환기(15)에서 추가적으로 청수를 냉각함으로써 배기가스 스크러버(A) 시스템을 안정화하기 위한 구성이다.
- [0063] 추가적으로, 제 2 열교환기(15) 후단의 제 3 배관(c) 상에 설치된 온도 센서(1), 제 2 열교환기(15) 전단의 제 1 배출관(h) 상에 설치된 해수 밸브(2), 해수 제어부(3), 해수 밸브(2)로부터 선박 외부(22)로 연결되는 제 2 배출관(i)이 더 설치될 수 있으며, 온도 센서(1)에 측정된 온도가 설정 온도 범위 미만이거나 설정 온도 범위를 초과하면 해수 제어부(3)가 해수 밸브(2)를 제어함으로써, 제 2 배출관(i)을 통해 직접 선박 외부로 배출되는 해수의 양을 각각 증가시키거나 감소시킬 수 있다.
- [0064] 즉 이러한 구성을 통해, 제 2 열교환기(15)에서 열교환되어 제 3 배관(c)을 통해 배출되는 청수의 온도에 따라, 제 2 배출관(i)을 통해 선박 외부(22)로 바로 배출되는 해수량을 조절함으로써, 제 2 열교환기(15)에서 청수를 냉각하는데 사용되는 해수의 공급량을 조절할 수 있다.
- [0065] 청수의 설정 온도 범위는 40 ~ 60 °C의 값으로 설정하는 것이 바람직한데, 청수의 온도가 40 °C에 미달되면 청수를 냉각하는데 사용되는 해수의 양이 과도하게 증가하여 선박 외부로 배출되는 해수의 온도에 대한 규제를 만족하지 못하며, 청수의 온도가 60 °C를 초과하면 배기가스 스크러버(A) 내의 각종 설비에 과부하가 걸릴 수 있는 등의 문제를 초래한다.
- [0066] 다음으로, 폐열 회수 장치(B)는 선박 엔진(31), 열교환기(34), 증기 터빈(steam turbine)(36), 응축기(37), 선박 엔진(31)과 열교환기(34)를 연결하는 제 4 배관(d), 열교환기(34)와 황산화물 스크러버(11)를 연결하는 연결관(j), 증기 터빈(36)과 응축기(37)를 연결하는 제 5 배관(f), 응축기(37)에서 제 1 열교환기(14) 및 열교환기(34)를 순차적으로 통과하여 다시 증기 터빈(36)으로 연결되는 제 6 배관(g)으로 구성된다.
- [0067] 선박 엔진(31)에서는 연료를 연소하여 동력을 생산하며, 이 과정에서 황산화물(SO_x), 질산화물(NO_x) 등 각종 오염물질이 포함된 배기가스가 발생한다.
- [0068] 배기가스는 제 4 배관(d)을 통해 열교환기(34)로 공급되어 응축수와 열교환되는데, 그 전에 동력 터빈(power turbine)(32)이나 터보 과급기(turbocharger)(33)를 통과함으로써 배기가스의 운동에너지를 전달할 수 있다.
- [0069] 배기가스는 상기 열교환기(34)에서 응축수에 폐열을 전달함으로써 열교환된 후, 연결관(j)를 통해 상술한 배기가스 스크러버(A)의 황산화물 스크러버(11)로 공급되어 정화된다.
- [0070] 이때, 열교환기(34)로부터 선박 외부(47)로 연결되는 배기관(k), 배기관(k) 상에 위치하는 우회 밸브(bypass valve)(4), 연결관(j) 상에 위치하는 분리 밸브(isolation valve)(5), 배기 제어부(6)가 더 설치되어, 배기 제어부(6)를 통해 우회 밸브(4) 및/또는 분리 밸브(5)의 개폐가 제어되도록 구성될 수 있다.
- [0071] 이는, 황산화물 규제가 심하지 않은 지역을 운항할 때는 분리 밸브(5)를 더 닫고 우회 밸브(4)를 더 열어 배기가스 스크러버(A)를 불필요하게 가동하지 않도록 하고, 황산화물 ECA(Emission Control Area) 등 규제가 심한 지역을 운항할 때만 분리 밸브(5)를 더 열고 우회 밸브(4)를 더 닫아 배기가스 스크러버(A)를 통해 배출되는 배기가스의 양을 증가시키도록 하는 구성이다.
- [0072] 위와 같은 우회 밸브(4), 분리 밸브(5)처럼 별도의 밸브로 구성되는 것 외에도, 하나의 밸브에 선박 외부(47)로 직접 배출되는 배관과 배기가스 스크러버(A)로 연결되는 배관이 연결되도록 구성하여 배기가스 유량이 조절될 수도 있다.
- [0073] 한편, 응축수는 열교환기(34)에서 배기가스의 폐열을 전달받아 증기로 변환되며, 상기 증기는 발전기, 급수/온수 시스템 등과 연결된 증기 터빈(steam turbine)(36)의 동력원으로 사용된다.
- [0074] 증기 터빈(36)의 구동에 사용된 증기는 제 5 배관(f)을 통해 응축기(37)로 공급되어 응축수로 변화한다. 상기

응축수는 제 6 배관(g)을 통해 다시 증기 터빈(36)으로 공급되는 순환 과정을 거치는데, 이때 제 6 배관(g)이 상술한 제 1 열교환기(14)와 열교환기(34)를 순차적으로 통과하도록 설치됨으로써, 응축수가 제 1 열교환기(14)에서 예열된 후 열교환기(34)에서 증기로 변환되어 증기 터빈(36)에 전달될 수 있다.

- [0075] 즉, 제 1 열교환기(14)의 운용은 폐열 회수 장치(B)의 응축수에 열을 전달하는 것이 주목적이며, 제 2 열교환기(15)의 운용은 상술한 바와 같이 배기가스 스크러버(A)의 안정화가 주목적이다.
- [0076] 이러한 제 6 배관(g) 상에는 응축수를 원활하게 순환시키는 응축수 순환펌프(38), 응축수가 저장되는 응축수 탱크(39), 제 1 열교환기(14)로 응축수를 공급하는 급수펌프(40) 또는 다단 열교환 장치(41)가 설치될 수 있다.
- [0077] 다단 열교환 장치(41)는 응축수를 예열하고 엔진의 소기(scavenge air)를 냉각하는 장치로서, 제 1단(41a)에서는 소기에서 응축수로 열이 전달되고, 제 2단(41b)에서는 소기에서 냉각수로 열이 전달된다.
- [0078] 한편, 상기 열교환기(34)는 다단 열교환기로 구성될 수도 있는데, 응축수가 열교환기(34)를 1차로 통과하면서 배기가스와 열교환 되어 물과 증기의 2상(two phase)이 된 후, 증기 분리기(steam separator)(35)로 공급되어 물로부터 분리된 증기가 다시 2차적으로 열교환기(34)를 통과하여 과열 증기가 되는 방식으로 열교환이 이루어질 수도 있다.
- [0079] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 선박 내 폐열을 이용한 에너지 절감 장치에 있어서, 보조 온도 센서(7), 주파수 변환기(8)를 더 포함하는 구성을 도식적으로 나타낸 것이다.
- [0080] 본 발명은 도 6에서 나타난 바와 같이, 상기 해수 밸브(2) 및 제 2 배출관(i) 대신, 제 2 열교환기(15) 후단의 제 3 배관(c) 상에 설치된 보조 온도 센서(7) 및 주파수 변환기(frequency converter)(8)를 더 포함하도록 설계될 수 있다.
- [0081] 주파수 변환기(8)는 어느 주파수의 교류 전력을 다른 주파수의 교류 전력으로 변환하는 장치의 통칭으로서, 온도 센서(1) 및/또는 보조 온도 센서(7)에 측정되는 청수 및/또는 해수의 온도에 따라 해수펌프(16)가 해수를 공급하는 양을 변화시키도록 제어하는 장치이다.
- [0082] 즉, 온도 센서(1)에 측정되는 청수의 온도가 설정 온도 범위보다 낮으면 열교환이 과도하게 이루어졌다는 의미이므로 해수펌프(16)의 해수 공급량을 줄이고, 청수의 온도가 설정 온도 범위보다 높으면 열교환이 불충분하게 이루어졌다는 의미이므로 해수 공급량을 늘리는 방식으로 제어될 수 있다.
- [0083] 청수의 설정 온도 범위는 40 ~ 60 ℃의 값으로 설정하는 것이 바람직한데, 청수의 온도가 40 ℃에 미달되면 청수를 냉각하는데 사용되는 해수의 양이 과도하게 증가하여 선박 외부로 배출되는 해수의 온도에 대한 규제를 만족하지 못하며, 청수의 온도가 60 ℃를 초과하면 배기가스 스크러버(A) 내의 각종 설비에 과부하가 걸릴 수 있는 등의 문제를 초래한다.
- [0084] 또한, 청수를 냉각하는데 사용된 해수가 선박 외부(22)로 배출될 때는 온도 규제를 만족해야 하므로, 보조 온도 센서(7)에 측정되는 해수의 온도가 설정 온도보다 높으면 해수펌프(16)의 해수 공급량을 줄이는 방식으로 제어될 수도 있다. 해수의 설정 온도는 45 ~ 55 ℃범위 내의 값을 갖는 것이 바람직하지만 이에 한정되는 것은 아니며, 해수 배출 온도 규제에 따라 달라질 수 있다.
- [0085] 이러한 방식 외에도, 온도 센서(1)와 보조 온도 센서(7)에 측정된 온도의 차이가 설정 범위를 초과하면, 주파수 변환기(8)가 해수펌프(16)를 제어하여, 해수펌프(16)가 해수를 공급하는 양을 증가시키도록 제어될 수도 있다.
- [0086] 이는, 서로 열교환된 청수와 해수의 온도 차이가 과도할 경우 열교환이 충분하게 이루어지지 않았다는 의미이므로, 해수펌프(16)를 제어하여 해수 공급량을 증가시키는 방식이다.
- [0087] 이와 같이, 도 5와 같은 해수 밸브(2)가 아닌 주파수 변환기(8)가 적용되면, 해수가 제 2 배출관(i) 같은 우회로(bypass line)를 통해 바로 선박 외부(22)로 버려지는 일이 없기 때문에, 그만큼 해수펌프(16)를 가동하는데 필요한 에너지를 절감할 수 있다는 장점이 있다.
- [0088] 이와 같은 에너지 절감 장치 및 에너지 회수 방법이 적용되는 본 발명의 선박이란, 선박(ship, vessel), 육상플랜트, 해상플랜트, FPSO(Floating Production Storage Offloading) 및 기타 해양 구조물·시설(offshore structure) 등을 모두 포함하는 최광의의 개념이다.

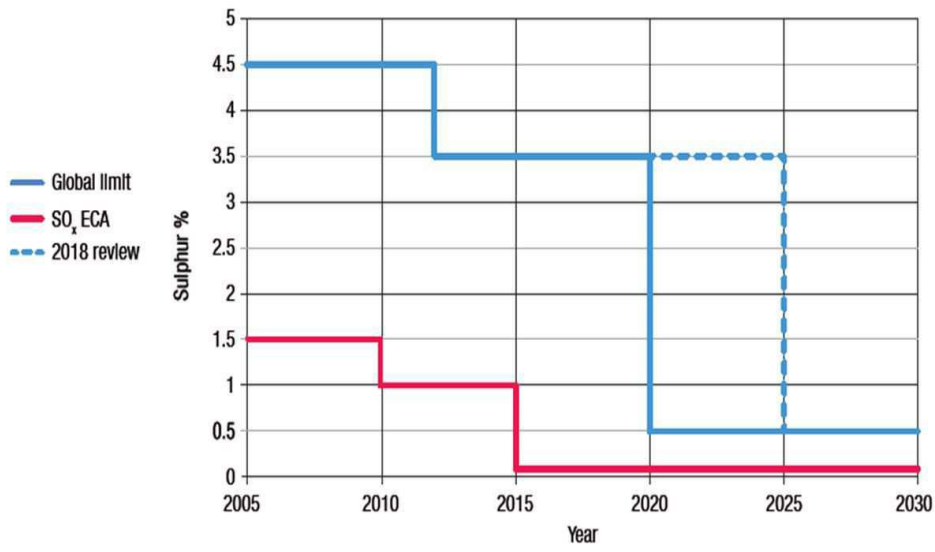
[0089] 본 발명은 상술한 특정의 실시예 및 설명에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능하며, 그와 같은 변형은 본 발명의 보호 범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

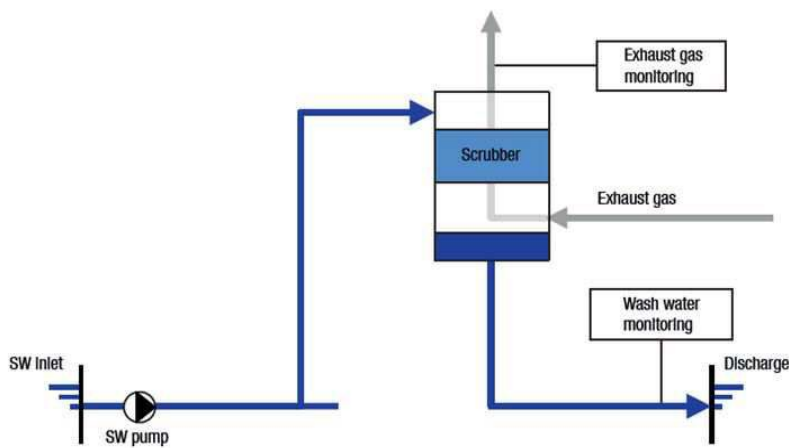
- [0090]
- | | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| 1: 온도 센서 | 2: 해수 밸브 |
| 3: 해수 제어부 | 4: 우회 밸브 |
| 5: 분리 밸브 | 6: 배기 제어부 |
| 7: 보조 온도 센서 | 8: 주파수 변환기 |
| 9: Na ₂ SO ₄ 센서 | 10: 수처리 밸브 |
| 11: 황산화물 스크러버 | 12: 청수탱크 |
| 13: 수산화나트륨 탱크 | 14: 제 1 열교환기 |
| 15: 제 2 열교환기 | 16: 해수펌프 |
| 17: 수처리 장치 | 18: 청수 모니터링 장치 |
| 19: 슬러지 탱크 | 20: 배기가스 모니터링 장치 |
| 21: 청수 순환펌프 | 22, 23, 24, 47: 선박 외부 |
| 31: 선박 엔진 | 32: 동력 터빈 |
| 33: 터보 과급기 | 34: 열교환기 |
| 35: 증기 분리기 | 36: 증기 터빈 |
| 37: 응축기 | 38: 응축수 순환펌프 |
| 39: 응축수 탱크 | 40: 급수펌프 |
| 41: 다단 열교환 장치 | 41a: 제 1단 |
| 41b: 제 2단 | 43: 소기 공급원 |
| 44: 소기 배출원 | 45: 냉각수 공급원 |
| 46: 냉각수 배출원 | a: 제 1 배관 |
| b: 제 2 배관 | c: 제 3 배관 |
| d: 제 4 배관 | f: 제 5 배관 |
| g: 제 6 배관 | h: 제 1 배출관 |
| i: 제 2 배출관 | j: 연결관 |
| k: 배기관 | l: 수처리관 |

도면

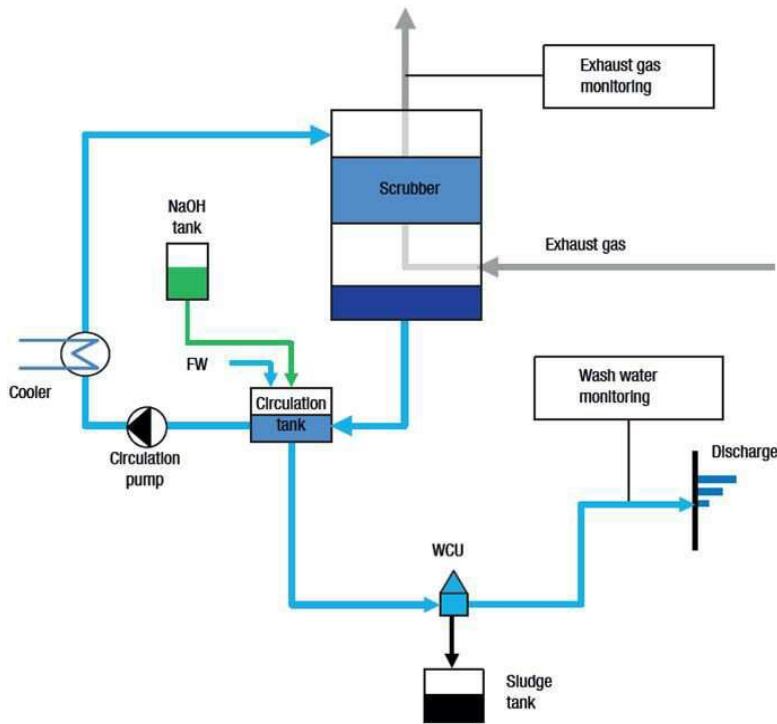
도면1



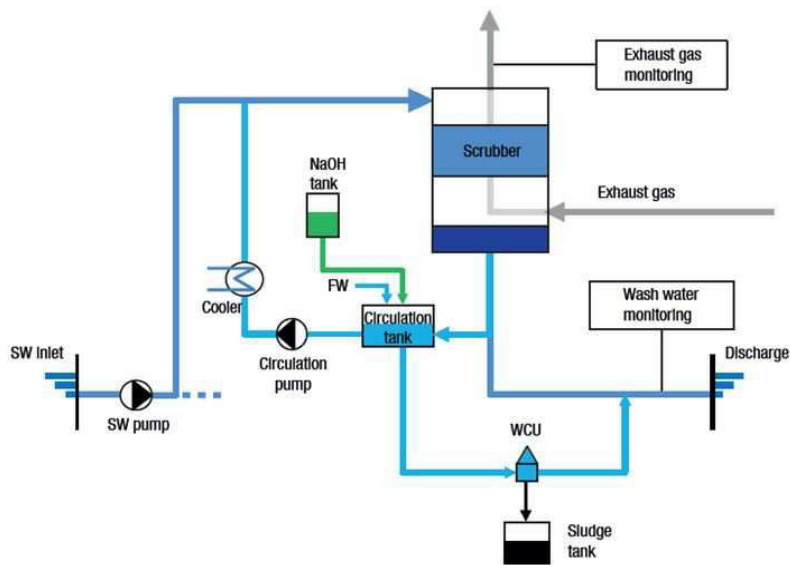
도면2



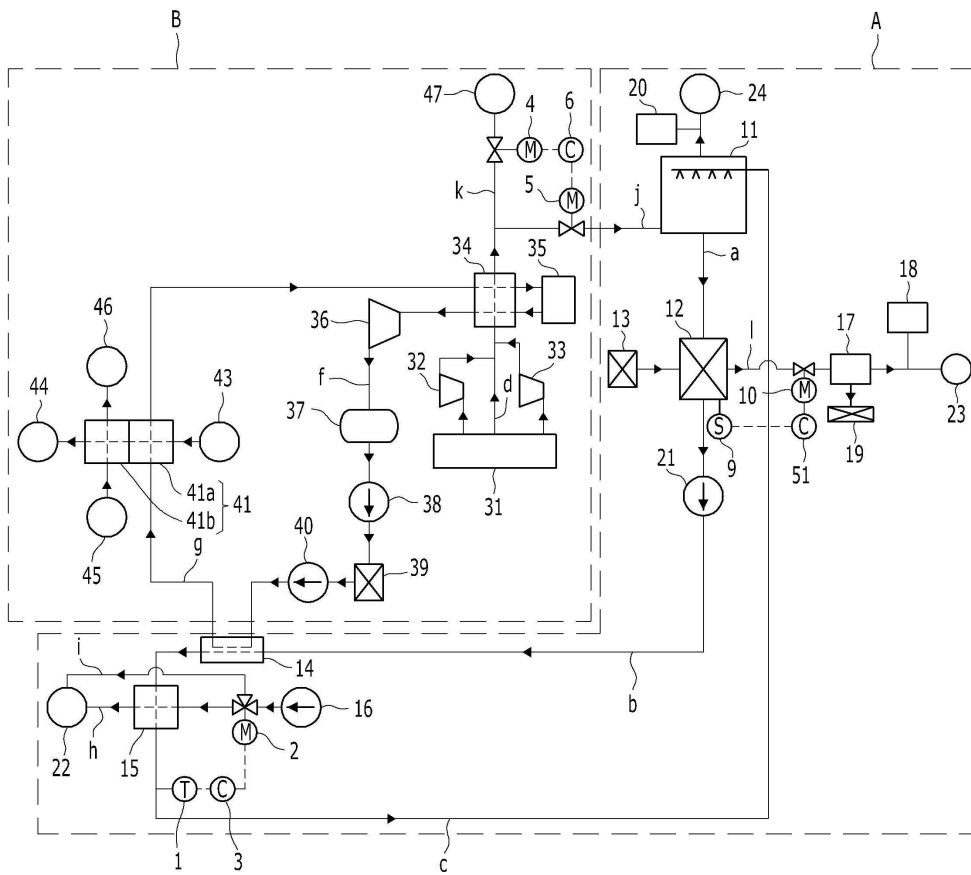
도면3



도면4



도면5



도면6

