



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월28일
 (11) 등록번호 10-1466113
 (24) 등록일자 2014년11월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C02F 1/467 (2006.01) C02F 7/00 (2006.01)
 B63B 13/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0132012
 (22) 출원일자 2013년11월01일
 심사청구일자 2013년11월01일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR100967910 B1*
 KR101006763 B1*
 KR1020090080662 A*
 KR200464122 Y1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국해양과학기술원
 경기도 안산시 상록구 해안로 787 (사동)
 주식회사 뉴워터텍
 경기도 고양시 일산동구 동국로 32 (식사동, 산학협력관204호)
 (72) 발명자
 이현영
 대전광역시 동구 산내로 1330 남대전e편한세상아파트, 110동 204호
 박영철
 경기도 고양시 일산동구 중앙로 1322, 1618호(정발산동, 일산현대아이스페이스)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 김영식

전체 청구항 수 : 총 5 항

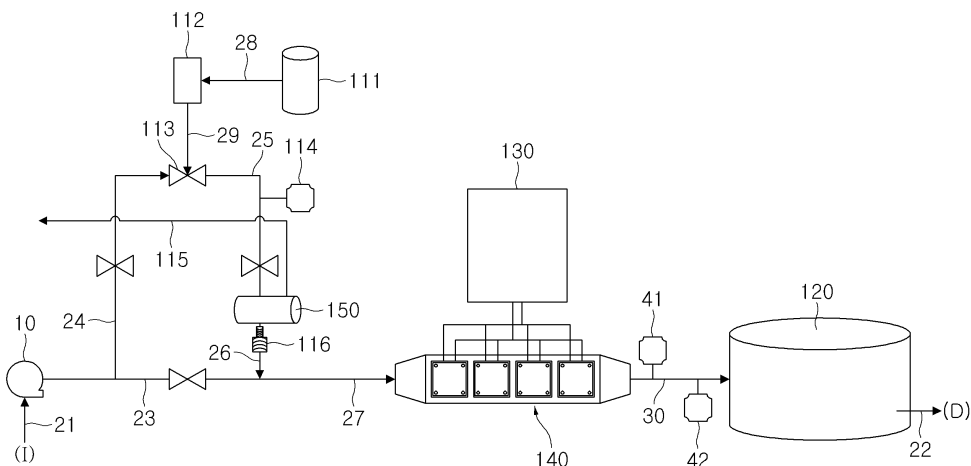
심사관 : 박지형

(54) 발명의 명칭 이산화탄소를 이용한 고효율 전기분해 선박평형수 처리장치 및 처리방법

(57) 요약

본 발명은 이산화탄소를 해수에 용해시켜 해수의 pH를 낮추고 이산화탄소 미세기포로 변환한 후, 이렇게 해수의 pH가 낮아지면 전기 분해시 발생하는 총 산화물질 중 산화력이 우수한 HOC1의 존재 비율이 증가되므로, 동일 TRO 농도 조건에서 기존의 전해수 처리방식의 선박평형수 처리장치에 비해 살균 효율을 증가시킬 수 있는 이산화탄소를 이용한 고효율 전기분해 선박평형수 처리장치 및 처리방법을 제공한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김창균

인천광역시 연수구 새말로 6, 101동 1403호 (연수동, 효정아파트)

신경순

경기 안산시 상록구 반석로 8, 19동 905호 (본오동, 한양아파트)

최근형

경상남도 거제시 하청면 하청중앙1길 19

서민호

서울특별시 도봉구 마들로 859-19 한신아파트

차형곤

울산광역시 남구 정광로24번길 24-1

이우진

경남 거제시 해명로 52, 101동 115호 (수월동, 거제자이)

특허청구의 범위

청구항 1

해수를 유입하는 해수유입관;

상기 해수유입관을 통해 유입된 해수 중 일부에 이산화탄소를 주입하여 해수의 pH를 낮추는 pH조절수단;

상기 pH가 낮추어진 해수에 포함된 이산화탄소 기포를 미립화하여 이산화탄소 미세기포로 변환하는 미세기포 발생수단;

상기 미세기포 발생수단의 후단에 위치하며, 상기 이산화탄소 미세기포가 용해되어 pH가 낮춰진 해수를 전기분해하여 전기분해된 해수에 포함된 총 산화물질 중 차아염소산(HOCl)의 존재비율을 pH조절수단을 거치지 않은 해수에 비하여 증대시켜 상기 이산화탄소 미세기포가 용해된 해수를 과량의 차아염소산으로 살균처리하여 발라스트탱크로 주입하는 전기분해 처리수단; 및

상기 전기분해 처리수단 후단에 위치하는 발라스트탱크;를 포함하며,

상기 전기분해 처리수단은, 정류기; 상기 정류기와 연결된 양극 및 음극단자와, 상기 양극 및 음극단자에 번갈아 배치되도록 형성되며 상기 이산화탄소 미세기포에 의해 스케일(scale)이 제거되는 빗살형 전기분해부를 포함하는 적어도 하나 이상의 전기분해모듈을 포함하는 전기분해반응기; 및 상기 정류기의 DC 정류 및 상기 빗살형 전기분해부의 전기분해 구동시간을 제어하여 상기 전기분해반응기의 전기분해 구동시간을 제어하는 제어패널;을 포함하는 이산화탄소를 이용한 고효율 전기분해 선박평형수 처리장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 pH 조절수단은,

벤츄리인젝터;

상기 벤츄리인젝터로 유입된 해수에 이산화탄소를 주입하는 농축 이산화탄소 탱크;

상기 농축 이산화탄소 탱크의 이산화탄소 주입량을 상기 벤츄리인젝터에 유입된 해수의 pH 및 유량에 따라 조절하는 레귤레이터; 및

농축 이산화탄소와 해수를 용해시켜 이산화탄소 기포를 만드는 혼합탱크; 를 포함하며,

상기 미세기포 발생수단은, 상기 혼합탱크로부터 유입된 이산화탄소 기포를 미립화하여 이산화탄소 미세기포로 만들고, 메인 해수유입관으로 주입시키는 미세기포노즐을 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소를 이용한 고효율 전기분해 선박평형수 처리장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 혼합탱크는 내부에 농축 이산화탄소와 해수의 접촉시간을 늘리기 위해 격벽이 형성된 것을 특징으로 하는 이산화탄소를 이용한 고효율 전기분해 선박평형수 처리장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

해수유입관을 통해 유입된 해수 중 일부에 이산화탄소를 주입하여 해수의 pH를 낮추는 단계;

상기 해수에 포함된 이산화탄소 기포를 미립화하여 이산화탄소 미세기포로 만드는 단계;

상기 이산화탄소 미세기포가 용해되어 pH가 낮춰진 해수를 전기분해하여 전기분해된 해수에 포함된 총 산화물질 중 차아염소산(HOCl)의 존재비율을 pH조절수단을 거치지 않은 해수에 비하여 증대시켜 상기 이산화탄소 미세기포가 용해된 해수를 과량의 차아염소산으로 살균처리하고, 상기 이산화탄소 미세기포를 이용하여 전기분해 처리시 발생하는 스케일을 제거하는 단계; 및

상기 살균처리된 해수를 발라스트탱크로 주입하는 단계; 를 포함하는 이산화탄소를 이용한 고효율 전기분해 선박평형수 처리방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 이산화탄소는 선박운행시 발생하는 배기가스로부터 분리 농축된 것을 사용하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소를 이용한 고효율 전기분해 선박평형수 처리방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 이산화탄소를 이용한 고효율 전기분해 선박평형수 처리장치 및 처리방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 이산화탄소를 해수에 용해시켜 해수의 pH를 낮추고, 이렇게 해수의 pH가 낮아지면 전기 분해시 발생하는 총 산화물질 중 산화력이 우수한 HOC1의 존재 비율이 증가되므로, 동일 TRO 농도 조건에서 기존의 전해수 처리 방식의 선박평형수 처리장치에 비해 살균 효율을 증가시킬 수 있는 이산화탄소를 이용한 고효율 전기분해 선박 평형수 처리장치 및 처리방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 일반적으로 선박에 적재물이 없어 배 뒤쪽의 추진기가 수면 위로 떠오르게 되면 선박의 조종이 제대로 되지 않기 때문에, 선박은 항해의 안정성을 유지하기 위해 운행 중 선체의 무게 중심을 낮춰야 한다.
- [0003] 그러나, 선박은 안전을 위해 적재할 수 있는 총 중량이 제한되어 있기 때문에 화물이나 여객의 전체 무게에 따라 선박 내에 선체의 중심을 평행하게 하기 위한 선박평형물질을 주입하여 선체를 수면 아래로 가라앉게 하여야 한다. 또한, 상기 선박평형물질은 필요에 따라 선박으로부터 용이하게 배출할 수 있는 것이어야 한다.
- [0004] 이러한 선체의 무게 중심을 낮추기 위한 방법으로서, 전통적으로 선박 하부에 선박평형물질로서 모래나 납과 같은 고체 물질을 적재하는 방법이 있었다. 그러나, 이러한 고체 물질은 선박으로부터 고체 물질을 배출하는 것이 용이하지 않은 문제점이 있어서 최근에는 대부분 선박에 주입 및 배출이 용이한 물을 선체평행물질로 사용하고 있다. 이러한 선체평행물질로 사용되는 물(해수)을 발라스트수(ballast water, 선박평형수)라고 한다.
- [0005] 이러한 발라스트수의 주입과 배출은 대부분 화물이나 여객이 타고 내리는 항만이나 부근 해역에서 이루어지게 된다.
- [0006] 한편, 상기 발라스트수는 선박의 펌프를 이용하여 선박 내에 주입되거나 배출되는데, 이때 해수에 포함된 수중 생물들도 함께 선박 내에 주입되거나 배출된다. 따라서, 선박에 주입된 해수 및 수중생물은 선박의 운항거리에 따라 장거리를 이동하여 처음 있던 곳과 다른 지역에 배출될 수 있다.
- [0007] 이렇게 배출된 수중생물은 대부분 새로운 환경에 적응하지 못하고 죽게 되지만 그 중 일부는 살아남아 기존의 생태계를 교란시키거나 심한 경우 해당 지역의 생태계를 파괴하는 경우도 있다.
- [0008] 이에 여러 국가들이 자국의 법 체제를 통해 항만 내에서는 발라스트수의 교환을 제한하거나 입항 전 수심이 깊은 곳에서 미리 교환하도록 강제 규제하고 있는 등 발라스트수의 처리 문제가 큰 이슈로 부각되고 있다.
- [0009] 한편, 기존 전기분해 선박평형수 처리방법에서 전기분해 대상 수원이 담수인 경우, 담수는 전기분해에 필요한 전해질 물질이 해수 보다 일반적으로 낮게 함유되어 있어 살균물질 발생 효율이 낮은 문제점이 있었다.
- [0010] 하기 특허문헌 1은 발라스트수 처리장치 및 방법을 기재하고 있으나, 이산화탄소를 이용하여 해수의 pH를 낮추는 사항에 대해서 개시하지 않는다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 국내특허등록공보 제0883444호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 당 기술분야에서는, 동일 TRO(Total residual oxidants) 농도 조건에서 살균 효율을 증가시킬 수 있는 선박평형수 처리장치 및 처리방법에 대한 새로운 방안이 요구된다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명에 의한 이산화탄소를 이용한 고효율 전기분해 선박평형수 처리장치는, 해수를 유입하는 해수유입관; 상기 해수유입관을 통해 유입된 해수 중 일부에 이산화탄소를 주입하여 해수의 pH를 낮추는 pH조절수단; 상기 pH가 낮추어진 해수에 포함된 이산화탄소 기포를 미립화하여 이산화탄소 미세기포로 변환하는 미세기포 발생수단; 상기 미세기포 발생수단의 후단에 위치하며, 상기 이산화탄소 미세기포가 용해되어 pH가 낮춰진 해수를 전기분해하여 전기분해된 해수에 포함된 총 산화물질 중 차아염소산(HOCl)의 존재비율을 pH조절수단을 거치지 않은 해수에 비하여 증대시켜 상기 이산화탄소 미세기포가 용해된 해수를 과량의 차아염소산으로 살균처리하여 발라스트 탱크로 주입하는 전기분해 처리수단; 및 상기 전기분해 처리수단 후단에 위치하는 발라스트탱크; 를 포함하며,

상기 전기분해 처리수단은, 정류기; 상기 정류기와 연결된 양극 및 음극단자와, 상기 양극 및 음극단자에 번갈아 배치되도록 형성되며 상기 이산화탄소 미세기포에 의해 스케일(scale)이 제거되는 빗살형 전기분해부를 포함하는 적어도 하나 이상의 전기분해모듈을 포함하는 전기분해반응기; 및 상기 정류기의 DC 정류 및 상기 빗살형 전기분해부의 전기분해 구동시간을 제어하여 상기 전기분해반응기의 전기분해 구동시간을 제어하는 제어패널; 을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 다른 바람직한 특징에 의하면, 상기 pH 조절수단은, 벤츄리인젝터; 상기 벤츄리인젝터로 유입된 해수에 이산화탄소를 주입하는 농축 이산화탄소 탱크; 상기 농축 이산화탄소 탱크의 이산화탄소 주입량을 상기 벤츄리인젝터에 유입된 해수의 pH 및 유량에 따라 조절하는 레귤레이터; 및 농축 이산화탄소와 해수를 용해시켜 이산화탄소 기포를 만드는 혼합탱크; 를 포함하며,

상기 미세기포 발생수단은, 상기 혼합탱크로부터 유입된 이산화탄소 기포를 미립화하여 이산화탄소 미세기포로 만들고, 메인 해수유입관으로 주입시키는 미세기포노즐을 포함한다.

[0015] 본 발명의 다른 바람직한 특징에 의하면, 상기 혼합탱크는 내부에 농축 이산화탄소와 해수의 접촉시간을 늘리기 위해 격벽이 형성된 것을 특징으로 한다.

[0016] 삭제

[0017] 본 발명의 이산화탄소를 이용한 고효율 전기분해 선박평형수 처리방법은 해수유입관을 통해 유입된 해수 중 일부에 이산화탄소를 주입하여 해수의 pH를 낮추는 단계; 상기 해수에 포함된 이산화탄소 기포를 미립화하여 이산화탄소 미세기포로 만드는 단계; 상기 이산화탄소 미세기포가 용해되어 pH가 낮춰진 해수를 전기분해하여 전기분해된 해수에 포함된 총 산화물질 중 차아염소산(HOCl)의 존재비율을 pH조절수단을 거치지 않은 해수에 비하여 증대시켜 상기 이산화탄소 미세기포가 용해된 해수를 과량의 차아염소산으로 살균처리하고, 상기 이산화탄소 미세기포를 이용하여 전기분해 처리시 발생하는 스케일을 제거하는 단계; 및 상기 살균처리된 해수를 발라스트 탱크로 주입하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명의 다른 바람직한 특징에 의하면, 상기 이산화탄소는 선박운행시 발생하는 배기가스로부터 분리 농축된 것을 사용할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이산화탄소를 해수에 용해시켜 해수의 pH를 낮추고, 이 저pH의 해수를 이산화탄소 미세기포로 변환시시켜 해수에 포함된 총 산화물질 중 산화성이 강한 HOCl의 존재 비율을 증가시킴으로써, 해수의 경우 동일 TRO 농도 조건에서 기존의 전기분해 선박평형수 처리방법에 비해 HOCl의 비율이 높아서 살균 효율을 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라 그에 따라 장비의 크기를 축소시키고 구동비용을 낮출 수 있는 효과가 있다.

[0020] 또한, 발라스트수로 담수를 사용하는 경우에도, 이산화탄소 미세기포에 의해 담수 조건의 pH 보다 더 낮은 pH를 인위적으로 설정하여 HOC1 발생량을 더욱 높임으로써 낮은 TR0 농도에서 일정 수준 이상의 살균 효율을 확보할 수 있는 효과가 있다.

[0021] 또한, 해수의 pH를 인위적으로 조절하여 $\text{HOC1} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OCI}^-$ 의 반응을 억제함으로써 수소가스 발생량을 감소시킬 수 있으며 이에 전기분해처리시 안전성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 선박평형수 처리장치의 구조를 개략적으로 나타낸 구조도이다.

도 2는 도 1의 pH 조절수단 중에서 혼합탱크를 나타낸 평면도이다.

도 3은 도 2의 전기분해 처리수단 중 전기분해반응기를 확대하여 나타낸 평면도이다.

도 4는 도 3의 전기분해반응기 중에서 전기분해모듈의 내부 구조를 개략적으로 나타낸 구조도이다.

도 5는 pH에 따른 차아염소산과 차아염소산 이온의 분포를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시예는 여러가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다.

[0024] 본 발명의 실시예는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다.

[0025] 덧붙여, 명세서 전체에서 어떤 구성요소를 '포함'한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 선박평형수 처리장치의 구조를 개략적으로 나타낸 구조도이다.

[0027] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 선박평형수 처리장치는, 발라스트탱크(120), 발라스트수 주입수단 및 발라스트수 배출수단, pH조절수단, 미세기포 발생수단 및 전기분해 처리수단을 포함한다.

[0028] 발라스트탱크(120)는 선박의 규모에 따라 차이가 있으며, 대형선박의 경우 10만 m³를 초과할 수 있으며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0029] 상기 발라스트수 주입수단은 해수유입펌프(10)와, 해수유입펌프(10)의 구동에 의해 (I)방향으로부터 해수가 유입되는 해수유입관(21)을 포함한다.

[0030] 상기 발라스트수 배출수단은 발라스트탱크(120)와 연결되어 (D)방향으로 발라스트수를 배출시키기 위한 발라스트수 배출관(22)을 포함한다. 이때, 발라스트수 배출관(22)에는 발라스트수 유입펌프(미도시) 및 용해탱크(미도시) 등이 더 포함될 수 있다.

[0031] 제1 및 제2 분기관(23, 24)은 해수유입관(21)을 통해 유입된 해수를 전기분해 처리수단(140)으로 보내거나 그 중 일부를 pH조절수단 및 미세기포 발생수단 쪽으로 공급하기 위한 것이다. 제1 분기관(23)은 메인 해수 유입관으로서 대부분의 해수를 이 제1 분기관(23)을 통해 전기분해 처리수단으로 이동된다. 제2 분기관(24)은 이산화탄소 용해용 해수유입관으로서 해수유입관(21)을 통해 유입된 해수 중 일부가 이 제2 분기관(24)을 통해 pH조절수단으로 유입되는 것이다. 이때, 제1 및 제2 분기관(23, 24)에는 해수의 공급량을 각각 조절하여 공급하기 위한 밸브가 설치될 수 있다.

[0032] 도 2는 도 1의 pH 조절수단 중에서 혼합탱크를 나타낸 평면도이다.

[0033] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 pH 조절수단은 해수유입관(21) 및 제2 분기관(24)을 통해 유입된 해수에 이산화탄소를 주입하여 해수의 pH를 낮추는 수단이며, 미세기포 발생수단은 상기 pH가 낮추어진 해수에 포함된 이산화탄소 기포를 미립화하여 이산화탄소 미세기포로 변환시키는 수단이다.

[0034] 이러한 pH조절수단은, 벤츄리인젝터(113), 벤츄리인젝터(113)로 유입된 해수에 이산화탄소를 주입하기 위한 농

축 이산화탄소 탱크(111), 농축 이산화탄소 탱크(111)의 이산화탄소 주입량을 벤츄리인젝터(113)에 유입된 해수의 pH 및 유량에 따라 조절하는 레귤레이터(112), 농축 이산화탄소와 해수를 용해시켜 이산화탄소 기포를 만드는 혼합탱크(150)를 포함할 수 있다. 상기 미세기포 발생수단은 혼합탱크(150)로부터 이산화탄소 기포 배출관(26)을 통해 유입된 이산화탄소 기포를 미립화하여 더 미립화된 이산화탄소 미세기포로 만든 후 제1 분기관(23, 메인 해수유입관)으로 유입된 해수에 혼합하여 저pH의 해수로 만든 후 상기 전기분해 처리수단으로 주입시키는 미세기포노즐(116)을 포함할 수 있다.

- [0035] 여기서, 도면부호 28 및 29는 농축 이산화탄소 탱크(111)의 이산화탄소를 벤츄리인젝터(113)로 공급하기 위한 공급관을 각각 나타낸다.
- [0036] 벤츄리인젝터(113)와 혼합탱크(150)는 제1 혼합해수관(25)으로 연결되며, 제1 혼합해수관(25)에는 혼합해수가 혼합탱크(150)로 공급되는 양을 조절하기 위한 밸브 및 혼합해수의 pH를 측정하기 위한 pH센서(114)가 설치될 수 있다. 이때, 벤츄리인젝터(113)는 필요시 다공관 또는 오리피스관으로도 대체할 수 있으며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0037] 혼합탱크(150)는 몸체(151) 내부에 농축 이산화탄소와 해수의 접촉시간을 늘려 용해가 잘 되도록 하기 위해 격벽(152a, 152b)이 형성될 수 있으며, 본 실시예에서는 이러한 격벽이 2개 형성된 것으로 도시하여 설명하고 있으나, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 격벽은 1개만 형성되거나 3개 이상을 소정 간격으로 형성할 수 있다.
- [0038] 또한, 혼합탱크(150)에는 이산화탄소와 해수를 혼합하여 이산화탄소 기포로 만든 후 남은 미용존 이산화탄소 가스 또는 크기가 너무 큰 거대 기포를 대기 중으로 배출시키는 이산화탄소 배출부(115)가 구비될 수 있다.
- [0039] 미세기포노즐(116)은 혼합탱크(150)로부터 유입된 이산화탄소 기포를 더 미립화하여 보다 미립화된 이산화탄소 미세기포를 만드는 역할을 수행한다.
- [0040] 여기서, 미세기포란 약 30 μm 의 이산화탄소 기포를 약 1.5 atm의 압력으로 수축하여 약 10 μm 로 만든 후, 다시 약 15 atm의 압력으로 수축하여 0.1 내지 10.0 μm 의 크기로 압축시킨 것을 의미한다.
- [0041] 상기 전기분해 처리수단은 미세기포노즐(116)을 통해 유입된 이산화탄소 미세기포가 용해된 저 pH의 해수를 전기분해로 생성된 차아염소산으로 살균 처리하여 발라스트 탱크(120)로 주입하는 관로(in-line)처리방식의 발라스트수 처리수단이다.
- [0042] 이러한 전기분해 처리수단은 정류기(130), 정류기(130)의 DC 정류를 제어하고 후술하는 빗살형 전기분해부의 전기분해 구동시간 등을 제어하는 제어패널(미도시) 및 적어도 하나 이상의 전기분해모듈(141)을 포함하는 전기분해반응기(140)를 포함한다. 또한 상기 전기분해 처리수단은 전기분해에 의해 살균처리된 해수를 발라스트탱크(120)로 주입하는 전해수주입관(30)을 포함한다.
- [0043] 이때, 전해수주입관(30)에는 필요시 유량계(42)와 살균처리된 해수의 TRO 농도를 감지하기 위해 TRO센서(41)가 구비될 수 있다.
- [0044] 도 3은 도 2의 전기분해 처리수단 중 전기분해반응기를 확대하여 나타낸 평면도이고, 도 4는 도 3의 전기분해반응기 중에서 전기분해모듈의 내부 구조를 개략적으로 나타낸 구조도이다.
- [0045] 도 3을 참조하면, 본 실시예에서는 전기분해모듈(141) 4개를 시간당 300톤을 처리하는 1셋트로서 도시하여 설명하고 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않으며 전기분해모듈의 개수는 선박의 발라스트수 용량 등 필요에 따라 3개 이하 또는 5개 이상으로 증감하여 설계 변경될 수 있다.
- [0046] 도 4를 참조하면, 전기분해모듈(141)은 대체로 정사각형 형상으로 이루어진 몸체(141a)와, 몸체(141a) 내부로 정류기(130)로부터 DC 정류를 제공받을 수 있도록 음극단자(142) 및 양극단자(143)가 연결되어 배치된 구조를 갖는다. 이때, 음극단자(142) 및 양극단자(143)는 몸체(141a) 내부에 마주보는 지지부(142a, 143a)를 각각 가진다. 또한, 정류기(130)의 전압은 인가 전류량에 따라 다르며 해수의 경우 10V 이하, 담수의 경우 15V 이하의 전압을 인가할 수 있으며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0047] 음극단자(142) 및 양극단자(143)의 지지부(142a, 143a)에는 몸체(141) 내부에서 서로 번갈아 배치되는 형태로 빗살형 전기분해부(144, 145)가 각각 연결 형성된다. 이때, 빗살형 전기분해부(144, 145)는 바람직하게 해수 및 담수에서도 우수한 내식성을 가질 수 있도록 티타늄 베이스에 루테튬을 코팅하여 형성될 수 있으며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0048] 위와 같이 구성된 전기분해 처리수단은 유입된 해수가 전극분해모듈(141)의 빗살형 전기분해부(144, 145)를 통과할 때 아래 반응식 1에 의해 전위차를 통해 전기분해된다.
- [0049] [반응식 1]
- [0050] <염소화>
- [0051] $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
- [0052] $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- [0053] $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HOCl}$
- [0054] $\text{HOCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OCl}^-$
- [0055] $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$
- [0056] $\text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NaOH}$
- [0057] $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaOCl} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- [0058] <브롬화>
- [0059] $\text{HOCl} + \text{Br}^- \rightarrow \text{HOBr} + \text{Cl}^-$
- [0060] $\text{HOBr} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OBr}^-$
- [0061] 위 반응식 1에 의해 생성된 화학종 중 HOCl, OCl⁻, OH⁻, NaOCl, HOBr, OBr⁻ 등의 산화물질을 총칭하여 TRO(Total residual oxidants)라고 하며, TRO는 각종 미생물을 살균 소독하게 된다. 특히, 이중 산화성이 강해 살균소독 효율이 높은 유리잔류염소(Free available chlorine)는 HOCl과 OCl⁻이다.
- [0062] 전기분해시 HOCl과 OCl⁻은 상호 비가역적으로 발생하며, 수중의 pH에 따라 HOCl과 OCl⁻의 존재 비율이 도 5에 도시된 바와 같이 다르게 된다.
- [0063] 도 5를 참조하면, pH가 낮을수록 HOCl의 존재 비율이 높고, pH가 높아질수록 OCl⁻의 존재 비율이 높아짐을 알 수 있다.
- [0064] 일반적으로 해수의 경우 pH가 8~9 사이이므로 실제 전기분해 반응을 통해 발생된 HOCl이 분해되어(HOCl → H⁺ + OCl⁻) OCl⁻ 형태로 대부분 존재하게 된다.
- [0065] 통상 HOCl은 OCl⁻과 비교하여 산화력이 강해 살균효율이 약 80배 정도 높다.
- [0066] 본 실시예에서는 해수유입관을 통해 유입된 해수에 농축 이산화탄소를 주입하여 이산화탄소 미세기포를 만들고, 상기 이산화탄소 미세기포와 해수를 용해시켜 해수의 pH를 낮추며, 상기 저pH의 해수를 유입하여 전기분해로 생성된 차아염소산으로 살균처리한 후 발라스트탱크로 주입하여 발라스트수의 살균효율을 높일 수 있다.
- [0067] 여기서, 이산화탄소를 미세기포화하는 것은 용해효율을 높여 이산화탄소의 용해가 더 잘 이루어질 수 있도록 하기 위함이다.
- [0068] 즉, 본 실시예에서와 같이 이산화탄소를 미세기포화 하여 해수에 용해함으로써 해수의 pH를 인위적으로 조절하여 낮추게 되면 HOCl의 존재비율이 높아지고 이로써 살균효과가 상승하게 되는 것이다.
- [0069] 하기 표1 은 이와 같은 발라스트수 처리방법에서 CO2의 용해에 따른 해수의 pH 변화량을 나타낸 것이다. 표 1에

나타난 바와 같이, 이산화탄소 미세기포의 용해량이 늘어나면 pH가 점차적으로 낮아져 최대 1,500 ppm에서 pH가 3.7로 낮게 측정되었다.

표 1

[0070]

CO ₂ 용해량(농도)	pH
0 ppm	8.2
50 ppm	7.8
100 ppm	7.1
500 ppm	6.0
1,000 ppm	4.3
1,500 ppm	3.7

[0071]

하기 표 2는 pH의 변화에 따른 생물사멸을 나타낸 것이다. 표 2에 나타난 바와 같이, 이산화탄소에 의하여 pH가 낮아짐에 따라 동일 TRO 농도 조건에서 생물사멸효율은 pH가 8.2에서 3.7으로 낮아지고, 이에 따라 생물사멸 효율이 최대 동물성플랑크톤(Zooplankton)의 경우 70%, 식물성플랑크톤(phytoplankton)의 경우 50%, 기타 박테리아(E.Coli)의 경우 60% 각각 상승됨을 확인할 수 있다.

표 2

[0072]

pH	TRO	생물사멸율		
		Zooplankton	Phytoplankton	E.Coli
8.2	5.0mg/L	30%	50%	40%
7.8	5.0mg/L	40%	60%	50%
7.1	5.0mg/L	40%	60%	50%
6.0	5.0mg/L	80%	90%	90%
4.3	5.0mg/L	100%	100%	100%
3.7	5.0mg/L	100%	100%	100%

[0073]

한편, 상기 농축 이산화탄소는 선박운행시 발생하는 배기가스로부터 분리 농축된 것을 사용할 수 있다.

[0074]

현재 국제해사기구(IMO)에서는 선박평형수 규제와 같이 선박에서 발생하는 배기가스 중 온난화 가스를 별도로 규제화 하고 있어 향후 이러한 규제가 실효화 되면 선박의 배기가스 내 이산화탄소 농축 기술이 선박에 적용될 것이며, 이를 통해 필요한 이산화탄소를 공급받기 용이해질 수 있다.

[0075]

또한, 선박의 배기가스로부터 이산화탄소의 공급이 원활하지 않을때는 단가가 매우 저렴한 시판되는 농축 이산화탄소를 농축 이산화탄소 탱크(111)에 저장하여 활용할 수 있다.

[0076]

또한, 종래의 전기분해시 수소가스 발생, 담수에서의 처리효율 감소 이외 발생할 수 있는 문제점으로 전극에서의 MgCO₃ 및 CaCO₃를 포함하는 스케일(scale)이 발생하여 전기분해 효율이 감소될 수 있다.

[0077]

그러나, 본 실시예에 따르면, 전기분해 전단에서 이산화탄소 미세기포의 물리적인 힘 및 흡착효과에 의해 전극에서 발생하여 부착된 스케일을 효과적으로 제거할 수 있으며, 이에 전기분해 효율 감소를 효과적으로 억제할 수 있다.

[0078]

본 발명은 상술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니며 첨부된 청구범위에 의해 한정하고자 한다.

[0079]

따라서, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능할 것이며, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다고 할 것이다.

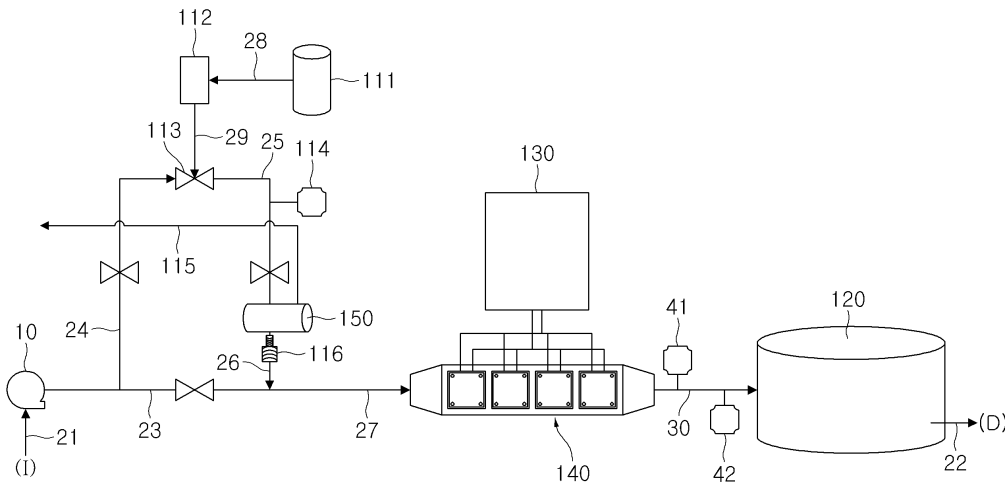
부호의 설명

[0080]

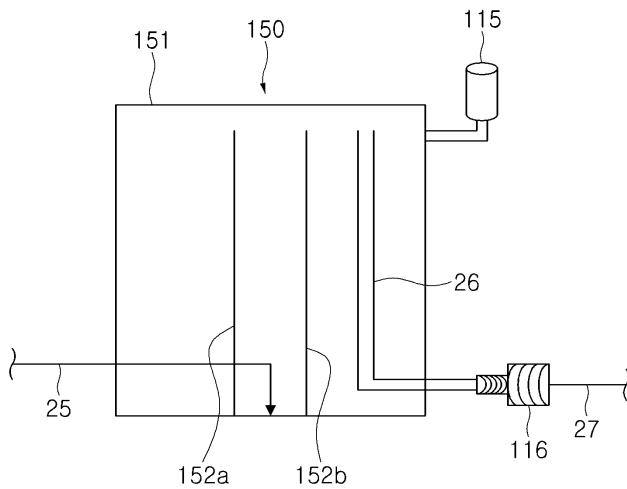
- | | |
|----------------------|-----------------|
| 21 ; 해수유입관 | 22 ; 발라스트수 배출관 |
| 23, 24 ; 제1 및 제2 분기관 | 111 ; 이산화탄소 탱크 |
| 112 ; 레귤레이터 | 113 ; 벤츄리인젝터 |
| 114 ; pH 센서 | 116 ; 미세기포노즐 |
| 130 ; 정류기 | 140 ; 전기분해 처리수단 |
| 141 ; 전기분해모듈 | 150 ; 혼합탱크 |
| 151 ; 몸체 | 152a, 152b ; 격벽 |

도면

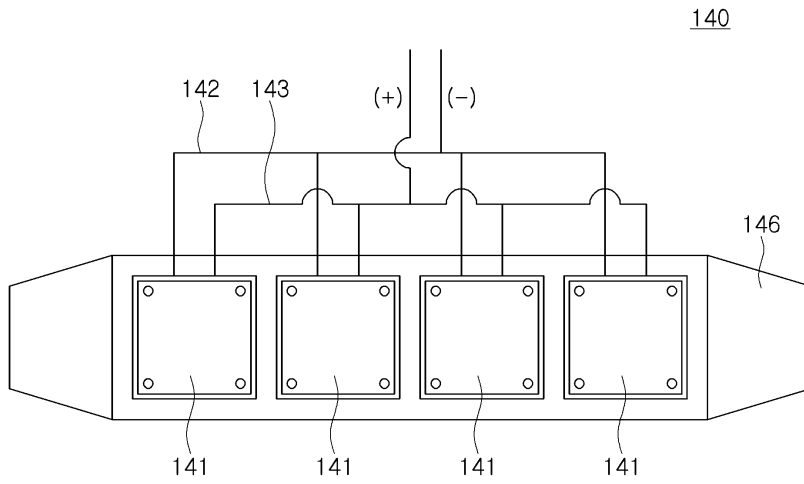
도면1



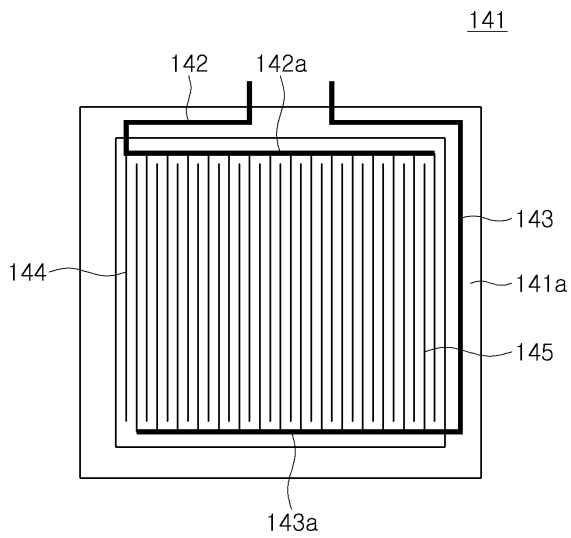
도면2



도면3



도면4



도면5

