

명세서

발명의 명칭: 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 선박 평형수 처리 시스템(BWTS: Ballast Water Treatment System)에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는, 선박의 평형수 탱크(ballast tank)에 채워지는 평형수(해수)(ballast water) 내의 미세 동물성 미생물 등을 기계적으로 분쇄 및 사멸시킬 수 있는 미세 분쇄 유닛(Micro Slash Unit)을 적용함으로써, 평형수의 선외 배출 환경 조건을 만족시킬 수 있는 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 선박에는, 해수 주입부(sea chest)로부터 공급되는 해수(sea water)를 내부에 채워넣을 수 있는 복수의 평형수 탱크(발라스트 탱크)가 설치되어 있다.
- [3] 이러한 평형수 탱크는 선체의 무게 중심을 유지하기 위하여 선체 하부 또는 좌우 등에 설치되는 것으로서, 내부에 채워지는 평형수(해수)의 양을 조절함으로써, 선박에 탑재되는 물품의 중량 등을 고려하여 선박의 무게 중심을 낮추고, 좌우 균형 조정을 통해 선박의 안정적인 운항이 가능하도록 하는 것이다.
- [4] 그러나, 이들 선박은 다른 국가의 항만에 입항 시, 평형수 탱크에 채워진 평형수를 선외로 배출시키게 되는 데, 이때, 평형수에 포함되어 있는 유해성 미생물이나 플랑크톤 또는 균류나 박테리아 등도 평형수와 함께 배출됨으로써, 주변 해역의 토착 생태계를 교란시키는 등의 해양 오염을 일으키는 한 원인이 되고 있었다.
- [5] 따라서, 이러한 평형수에 의한 해양 오염을 차단하기 위하여, 세계 각국에서는 환경규제를 통해 평형수 배출을 규제하고 있으며, 또한, 국제 해사 기구(IMO, International Maritime Organization)에서도, 항구(port)는 물론 공해상에서 평형수를 배출하는데 있어서, 유해 해양 생물 등을 제거할 수 있는 평형수 처리 장치의 설치를 의무화하고 있다.
- [6] 이에 따라, 선박에는 이러한 평형수를 정화시키는 평형수 처리 시스템을 탑재함으로써, 상기와 같은 평형수 배출 규제를 만족시킬 수 있도록 하고 있다.
- [7] 이하, 도 1을 참조하여, 종래의 일반적인 평형수 처리 시스템에 대해 간략히 설명한다.
- [8] 여기서, 도 1은 종래의 일반적인 평형수 처리 시스템(BWTS, Ballast Water Treatment System)의 개략적인 구성도를 나타낸 것이다.
- [9] 도시된 바와 같이, 평형수 처리 시스템은, 해수 주입부(sea chest)(100)로부터 평형수 탱크(ballast tank)(200)로 공급되는 평형수를 정화 처리하기 위한 것으로서, 평형수 처리부(130)를 구비하고 있다.

- [10] 따라서, 발라스트 펌프(110)에 의해 해수 주입부(100)로부터 공급되는 평형수는 평형수 처리부(130)에 의해 정화된 후, 평형수 탱크(200)에 채워지게 된다.
- [11] 평형수 처리부(130)는, 평형수에 포함되어 있는 미세 유해성 미생물이나 플랑크톤 등을 제거하기 위한 필터 장치(131)와, 이들을 살균 처리하기 위한 화학적 처리부(135)를 구비하고 있다.
- [12] 또한, 평형수 처리 시스템은, 도시된 바와 같이, 평형수 탱크(200) 내의 평형수를 선외 배출할 때에는, 중화 장치(142)를 이용하여 평형수를 중화시킨 후 배출시키게 되며, 이때, 평형수의 공급 및 선외 배출시 평형수 내의 산화물질 농도를 측정하기 위한 제1, 2 센서부(140, 145) 등을 구비하고 있다.
- [13] 한편, 필터 장치(131)는 필터 부재를 이용하여 평형수에 포함되어 있는 미세한 유해성 미생물이나 플랑크톤 등을 제거하기 위한 것이고, 화학적 처리부(135)는 살균 효과가 있는 차아염소산나트륨(hypochlorite, NaClO) 등과 같은 산화물질을 이용하여 이들 유해성 미생물 등을 살균 처리하기 위한 것이다.
- [14] 이때, 종래의 필터 장치(131)는, 통상적으로 50 ~ 100 μ m 정도의 다수의 미세 공극이나 간극을 가지는 메시(mesh) 구조 또는 디스크(disc) 구조의 필터 엘리먼트(filter element)를 이용하여 이들 동물성 미생물들을 걸러서 제거하였다.
- [15] 그러나 상기와 같은 종래의 필터 장치(131)와 화학적 처리부(135)를 이용하는 선박 평형수 처리 시스템은 다음과 같은 문제점들이 있었다.
- [16] 첫째, 종래의 필터 부재는, 미세 크기의 동물성 미생물 등을 걸러서 제거해야 하는 특성상, 공극이나 간극을 수십 마이크로미터 정도로 제한하게 됨으로써, 주기적인 막힘(clogging) 현상이 발생하기 때문에, 전체 평형수 처리 시스템을 운용하지 못하게 될 뿐 아니라, 이에 따른 유지 보수 비용이 크게 증대하는 문제점이 있었다.
- [17] 둘째, 선박의 평형수 탱크에 채워지는 평형수는 대략 500톤 ~ 3000톤 정도에 이르는 것으로서, 이를 위해 평형수 처리 시스템은 선박에 따라 대략 시간당 수백톤에서 수천톤 정도의 유량을 확보해야 하기 때문에, 이를 만족시키기 위해서는 필터 부재를 대형화시킬 수 밖에 없고, 이로 인해, 평형수 처리 시스템 자체도 대형화되어, 설치 공간(space) 확보 및 작업성에 큰 문제점이 발생할 뿐 아니라, 필터 부재의 설치나 교체 등의 보수 작업을 위해서는 선박의 운항을 정지하고, 드라이 도크(dry dock)로 이동하여 작업해야 함으로써, 운항 중단에 따른 막대한 비용과 시간 낭비를 초래하게 되는 문제점이 있었다.
- [18] 셋째, 평형수의 유량 확보 등을 위해서는, 필터 부재의 공극이나 간극을 최소 50 μ m 정도 이상을 확보해야 하기 때문에, 매우 미세한 크기의 동물성 미생물이나 플랑크톤 등을 걸러내지 못하게 됨으로써, 전체 시스템의 효율성을 저하시키는 문제점이 있었다.
- [19] 넷째, 필터 장치가 초미세 동물성 미생물 등을 걸러내지 못하고 통과시키게 됨으로써, 화학적 처리부에서 고농도의 차아염소산나트륨을 사용할 수 밖에

없고, 이로 인해 다량의 차아염소산나트륨 확보를 위한 차아염소산나트륨 생성 장치가 필요할 뿐 아니라, 평형수 내에 잔류하게 되는 고농도의 차아염소산(hypochlorous acid)을 중화시키기 위한 중화 장치를 필수적으로 구비해야 하는 문제점이 있었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [20] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로서, 본 발명의 목적은, 종래의 필터 부재에 비해 상대적으로 큰 간극을 가지는 블레이드(blade) 회전체를 이용하여 초미세 동물성 미생물 등을 기계적으로 분쇄할 수 있는 미세 분쇄 유닛을 적용함으로써, 평형수 공급의 막힘(clogging) 현상을 방지하기 위한 것이다.
- [21] 본 발명의 다른 목적은, 시스템 전체를 소형화 함으로써, 설치 공간을 최소화하는 것은 물론, 설치 또는 교체 등의 보수 작업시 드라이 도크가 아닌 선박 자체에서의 작업 수행이 가능하도록 하는 것이다.
- [22] 본 발명의 또 다른 목적은, 미세 분쇄 유닛을 이용하여 기계적으로 초미세 미생물까지 완벽하게 사멸시킬 수 있게 하여, 살균 처리부에서 최소한의 화학적 또는 전기적 살균 처리를 가능하게 함으로써, 평형수 처리 시스템의 효율성을 향상시킬 수 있게 하는 것이다.
- [23] 본 발명의 또 다른 목적은, 평형수에 잔류하는 산화물질의 양을 최소화할 수 있게 함으로써, 평형수의 선외 배출시 중화 장치를 거치지 않고도 평형수 배출에 대한 환경규제를 만족시킬 수 있게 하는 것이다.

과제 해결 수단

- [24] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 선박의 평형수 탱크에 공급되는 평형수를 정화 처리하는 선박 평형수 처리 시스템으로서, 상기 평형수를 송출하는 평형수 공급관에 설치되는 발라스트 펌프와, 상기 평형수의 유량값을 측정하는 유량 측정부와, 상기 평형수를 정화시키는 평형수 처리부와, 상기 평형수의 잔류 산화물질 농도를 측정하는 센서부와, 상기 평형수의 공급 및 정화 처리를 제어하는 제어부를 포함하여 구성하되, 상기 평형수 처리부는, 상기 송출되는 평형수에 회전하는 다단 블레이드에 의한 연속적인 기계적 회동 충격을 부가하여 상기 평형수 내에 포함된 미생물을 분쇄 또는 사멸시키는 미세 분쇄 유닛 및 상기 평형수에 잔류하는 미생물을 화학적 또는 전기적으로 살균 처리하는 살균 처리부로 이루어지고, 상기 제어부는, 상기 유량 측정부에서 측정한 유량값과 상기 센서부에서 측정한 산화물질 농도값에 대응하여, 상기 미세 분쇄 유닛의 다단 블레이드의 회전수 및 상기 살균 처리부의 살균 처리 강도를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [25] 여기서, 상기 미세 분쇄 유닛은, 상기 평형수가 통과할 수 있는 다수의 간극을 가지는 적층형 다단 블레이드가 장착된 블레이드 회전체를 구비하고, 상기

블레이드 회전체를 고속 회전시켜, 상기 블레이드 회전체의 내부로 유입된 상기 평형수가 상기 간극을 통과하여 반경 방향으로 배출되도록 한다.

[26] 한편, 상기 제어부는, 상기 미세 분쇄 유닛의 상기 블레이드 회전체를 850 ~ 1200rpm의 범위 내에서 회전시키도록 하는 것이 바람직하다.

[27] 또한, 상기 살균 처리부는, 상기 평형수에 약품을 투입하여 잔류 미생물을 살균하는 약품 투입 유닛, 플라즈마를 이용한 플라즈마 유닛, UV를 이용한 UV 유닛, 산화성 물질을 생성하는 전기 분해 유닛 중 적어도 어느 하나일 수 있다.

[28] 여기서, 상기 약품 투입 유닛은, 상기 약품으로서 이산화염소수를 투입하는 것이 바람직하다.

[29] 또, 상기 평형수 공급관에는, 상기 평형수 처리부를 우회할 수 있는 제1 분기관과, 상기 발라스트 펌프를 우회할 수 있는 제2 분기관, 및 상기 발라스트 펌프와 상기 유량 측정부 사이에 설치되어 상기 평형수를 선외 배출시킬 수 있는 바이패스관을 구비함으로써, 상기 평형수 탱크 내의 평형수를 상기 평형수 처리부를 거치지 않고 선외 배출시킬 수 있도록 할 수 있다.

발명의 효과

[30] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 다음과 같은 효과가 있다.

[31] 첫째, 본 발명은, 평형수 내의 초미세 미생물 등을 기계적으로 분쇄하여 사멸시킴으로써, 평형수 공급의 막힘(clogging) 현상을 근본적으로 방지할 수 있어, 평형수 처리 시스템의 효율적인 운용이 가능할 뿐 아니라, 유지 보수 비용을 현저히 절감할 수 있는 효과가 있다.

[32] 둘째, 평형수 처리 시스템 전체를 소형화할 수 있게 됨으로써, 관련 장치의 효율적 배치와 공간 활용성을 향상시킬 수 있을 뿐 아니라, 다양한 구조의 선박에 효과적으로 대응할 수 있는 활용성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[33] 셋째, 평형수 처리 시스템의 설치나 교체 등의 보수 작업시 드라이 도크로의 이동없이 선박 자체에서의 작업 수행이 가능하여, 선박의 운항 중단 등에 따른 비용을 획기적으로 절감할 수 있는 효과가 있다.

[34] 넷째, 살균 처리부에서 최소한의 화학적 또는 전기적 처리가 가능하게 됨으로써, 시스템 전체의 에너지 효율성을 향상시킬 수 있을 뿐 아니라, 중화 장치를 사용하지 않고도 평형수 배출에 대한 환경규제를 만족시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[35] 도 1은 종래의 일반적인 평형수 처리 시스템의 개략도이다.

[36] 도 2는 본 발명에 따른 미세 분쇄 유닛을 이용한 평형수 처리 시스템의 구성도이다.

[37] 도 3은 본 발명에 따른 미세 분쇄 유닛의 구성도이다.

[38] 도 4는 도 3에 도시된 미세 분쇄 유닛에 구비된 블레이드 회전체의 사시도이다.

[39] 도 5는 도 4에 도시된 블레이드 회전체의 하측면도이다.

- [40] 도 6는 도 4에 도시된 블레이드 회전체에 구비된 다단 블레이드의 구성도이다.
- [41] 도 7은 도 4에 도시된 블레이드 회전체에 구비된 제2 다단 블레이드의 사시도이다.
- [42] 도 8은 본 발명에 따른 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템의 평형수 공급 모드의 설명도이다.
- [43] 도 9는 본 발명에 따른 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템의 평형수 배출 모드의 설명도이다.
- [44] 도 10은 본 발명에 따른 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템의 해수 배출 모드의 설명도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [45] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템의 일 실시예를 상세히 설명한다.
- [46] 먼저, 도 1에 도시된 바와 같이, 종래의 평형수 처리 시스템(BWTS, Ballast Water Treatment System)에 구비되는 평형수 처리부(130)는, 평형수(해수)에 포함되어 있는 미세 유해성 미생물이나 플랑크톤 등을 제거하기 위해 필터 장치(131)와 화학적 처리부(135)를 구비하고 있었다,
- [47] 이때, 종래의 필터 장치(131)는, 50~100 μ m 정도의 다수의 미세 공극이나 간극을 가지는 필터 부재를 이용하여 대량의 평형수를 지속적으로 필터링(filtering) 해야 하기 때문에, 주기적인 막힘(clogging) 현상 등 이에 따른 많은 문제점을 야기하고 있었다.
- [48] 따라서, 본 발명의 선박 평형수 처리 시스템은, 종래와 같은 필터 장치(131)를 대체하여, 적층형 다단 블레이드(blade)를 구비한 미세 분쇄 유닛을 적용함으로써, 평형수 내의 초미세 미생물 등을 효과적으로 분쇄 또는 사멸시킬 수 있을 뿐 아니라, 종래의 평형수 공급의 막힘 현상을 방지하고, 살균 처리부(600)에서 최소한의 화학적 또는 전기적 처리를 가능하게 함으로써, 산화물질로서 저농도의 이산화염소수(Chlorine Dioxide, ClO₂)를 활용하거나 또는 에너지 효율성을 향상시킬 수 있도록 한 것이다.
- [49] 이하, 본 발명의 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템을 도 2 내지 10을 참조하여 상세히 설명한다.
- [50] 먼저, 도 2를 참조하여 본 발명의 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템의 전체 구성을 설명한다.
- [51] 여기서, 도 2는 본 발명의 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템의 전체 구성도를 나타낸 것이다.
- [52] 도시된 바와 같이, 본 발명의 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템은, 선박의 해수 주입부(100)로부터 평형수 탱크(200)로 공급되는 평형수(해수)를 정화 처리하는 것으로서, 평형수 공급관(150)을 통해 평형수를 송출하는 발라스트 펌프(300)와, 유량 측정부(400)와, 평형수 처리부(700)와,

센서부(800)와, 제어부(900)를 포함하여 구성된다.

- [53] 해수 주입부(100)와 평형수 탱크(200)는 평형수를 공급하는 관로 역할을 하는 평형수 공급관(150)에 의해 연결되어 있으며, 이 평형수 공급관(150)에는 필요에 따라 평형수 공급관(150)의 유로를 개방 또는 차단할 수 있는 다수의 밸브(155)가 설치되어 있다.
- [54] 이들 밸브(155)의 종류와 개수 또는 위치는 도시된 바와 같은 구성으로 특별히 한정되는 것은 아니고, 평형수 처리 시스템을 구성하는 각 부분의 특성이나 배치에 따라 적절히 선택하여 적용할 수 있을 것이다.
- [55] 한편, 발라스트 펌프(300)는 평형수 공급관(150)에 설치됨으로써, 해수 주입부(100)로부터 평형수 탱크(200)로 평형수를 송출하게 되고, 이때 유량 측정부(400)는 공급되는 평형수의 유량값을 측정하게 된다.
- [56] 일반적으로 평형수 탱크(200)에는 선박의 크기나 특성 등에 따라 500 ~ 3000톤 정도의 평형수가 채워지게 되므로, 이를 고려하여 발라스트 펌프(300)와 유량 측정부(400)의 용량을 적절히 선택하여 설치하는 것이 바람직하다.
- [57] 발라스트 펌프(300)와 유량 측정부(400)는 통상적으로 사용되는 설비를 이용할 수 있는 것이므로, 여기에서의 자세한 설명은 생략한다.
- [58] 한편, 평형수 공급관(150)에는 제1 분기관(160)과 제2 분기관(170) 및 바이패스(bypass)관(180)이 설치되어 있다.
- [59] 제1 분기관(160)은 평형수 처리부(700)를 우회할 수 있도록 설치되는 것으로서, 필요에 따라 평형수가 평형수 처리부(700)를 거치지 않고 우회하여 이동할 수 있도록 하는 것이다.
- [60] 이에 따라, 평형수 처리부(700)에 대한 유지 보수 작업이나, 평형수 처리가 불필요한 경우 등에 있어서의 평형수의 이동 경로를 조정할 수 있다.
- [61] 또한, 제2 분기관(170)은 발라스트 펌프(300)를 우회할 수 있도록 설치되어 있고, 바이패스관(170)은 발라스트 펌프(300)와 유량 측정부(400) 사이에 설치되어 있다.
- [62] 따라서, 본 발명은, 발라스트 펌프(300)를 이용하여 해수 주입부(100)의 해수 또는 평형수 탱크(200) 내의 평형수를 평형수 처리부(700)를 거치지 않고 선외로 배출시킬 수 있도록 하고 있다.
- [63] 한편, 평형수 처리부(700)는 공급되는 평형수를 정화시키는 역할을 하는 것으로서, 미세 분쇄 유닛(500)과 살균 처리부(600)로 이루어져 있다.
- [64] 미세 분쇄 유닛(500)은 적층형 다단 블레이드(blade)(540)(도 4 참조)를 구동하여 초미세 동물성 미생물 등을 기계적으로 분쇄 및 사멸시키게 되고, 살균 처리부(600)는 미세 분쇄 유닛(500)에서 처리되지 않은 미생물이나 기타 플랑크톤, 균류 또는 박테리아 등을 산화물질과 같은 살균제로서의 약품을 이용하거나 또는 전기적 살균 처리를 통해 살균하게 된다.
- [65] 한편, 센서부(800)는 평형수 처리부(700)에서 정화된 평형수의 잔류 산화물질 농도값을 측정하여 제어부(900)에 전송하게 된다.

- [66] 여기서, 제어부(900)는 평형수 처리 시스템의 각 구성 부분을 제어하는 것으로서, 전원 공급 및 전체 작동 과정을 제어하게 된다.
- [67] 따라서, 제어부(900)는 발라스트 펌프(300)와 평형수 공급관(150)에 설치된 다수개의 밸브(155)를 제어하여 평형수의 공급, 배출 등의 경로를 결정함으로써, 도 8 내지 10에 도시된 바와 같은 여러 가지 작동 모드(operation mode)를 수행할 수 있도록 하고, 또한, 유량 측정부(400)에서 측정한 유량값과 센서부(800)에서 측정한 산화물질 농도값에 대응하여, 평형수 처리부(700)의 미세 분쇄 유닛(500)의 회전 속도 및 살균 처리부(600)에서 평형수에 부가하는 살균 처리 강도 등을 결정하게 된다.
- [68] 이하, 평형수 처리부(700)에 설치된 미세 분쇄 유닛(500)에 대해 도 3 내지 도 7을 참조하여 상세히 설명한다.
- [69] 먼저, 도 3을 참조하여 미세 분쇄 유닛(500)의 전체 구성에 대해 설명한다.
- [70] 여기서, 도 3은 미세 분쇄 유닛(500)의 전체 구성도를 나타낸 것이다.
- [71] 도시된 바와 같이, 미세 분쇄 유닛(500)은 배관 연결체(510)와 블레이드 회전체(530) 및 구동부(580)로 이루어져 있다.
- [72] 배관 연결체(510)는 평형수가 통과할 수 있는 유로를 제공하는 관체 구조로 이루어진 것으로서, 해수 주입부(100)로부터 평형수 탱크(200)로 해수를 공급하는 평형수 공급관(150)(도 2에 도시함)에 연결된다.
- [73] 여기서, 배관 연결체(510)는 유입관(511)과 배출관(517)으로 이루어져 있으며, 이들 유입관(511)과 배출관(517)이 평형수 공급관(150)에 연결된다.
- [74] 유입관(511)에는 평형수가 유입되는 유입구(512)가 형성되어 있고, 배출관(517)에는 유입된 평형수가 배출되는 배출구(518)가 형성되어 있다.
- [75] 이때, 유입구(512)와 배출구(518)는, 평형수 공급관(150)과의 관 연결이 가능하도록 플랜지(flange) 구조가 각각 설치되어 있고, 도시된 바와 같이, 수평으로 동일 선상에서 마주보는 위치에 서로 반대 방향으로 설치되어 있다.
- [76] 다만, 유입구(512)와 배출구(518)의 위치는 이에 한정되는 것은 아니고, 평형수 공급관(150)의 배치나 형태에 대응하여 다양한 위치와 방향으로 설치될 수 있다.
- [77] 한편, 유입관(511)은, 수평 방향으로 일정 길이를 가지도록 형성됨과 아울러, 선단측(배출구측) 상단부에는, 도 3에 도시된 바와 같이, 일정 길이의 분쇄부(515)가 상향 설치되어 있다.
- [78] 이때, 유입관(511)은 유입구(512)와 마주보는 수평 방향의 선단측이 막혀 있고, 그 상단부에는 분쇄부(515)가 연결되는 격벽(513)이 설치되어 있다.
- [79] 이 격벽(513)에는 평형수가 통과할 수 있는 연통공(514)이 형성됨으로써, 이 연통공(514)이 유입관(511)의 내부 영역과 분쇄부(515)의 내부 영역을 서로 연통시키게 된다.
- [80] 따라서, 유입관(511)은 도 3에 도시된 바와 같이, 외형상 직각으로 절곡된 역 'L'자형 구조로 되어 있다.
- [81] 한편, 분쇄부(515)는 하기에서 설명하는 블레이드 회전체(530)가 내부에 삽입

설치되는 부분으로서, 내부가 비어 있는 원통형 구조로 이루어져 있으며, 하단부는 유입관(511)의 격벽(513)에 결합되어 있고, 상단부는 구동부(580)에 구비된 축하우징(585)의 하단과 플랜지 구조로 결합되어 있다.

- [82] 또한, 분쇄부(515)의 일측벽(배출구측)에는 배출공(516)이 관통 형성되어 있으며, 이 배출공(516)은 배출관(517)과 연통되도록 설치됨으로써, 분쇄부(515)의 내부 영역과 배출관(517)의 내부 영역을 서로 연통시키게 된다.
- [83] 이때, 도 3에 도시된 바와 같이, 분쇄부(515)의 배출공(516)은 배출관(517)의 배출구(518)보다 상방에 설치되어 있으므로, 배출관(517)은 배출공(516)으로부터 비스듬하게 하향으로 연장된 후, 절곡되어 수평 방향으로 연장되어 배출구(518)를 형성하게 된다.
- [84] 따라서, 이러한 유입관(511)과 분쇄부(515) 및 배출관(517)은 연통공(514)과 배출공(516)을 통해 내부 영역이 순차적으로 연통되도록 설치되는 것이다.
- [85] 한편, 해수 주입부(100)로부터 발라스트 펌프(300)(도 2 참조)에 의해 송출되는 평형수는, 미세 분쇄 유닛(500)으로 이동하게 되고, 이때, 평형수는 도 3에 도시된 바와 같이, 유입관(511)의 유입구(512)를 통해 유입관(511) 내부로 진입하게 되는 것이다.
- [86] 유입관(511) 내부로 진입한 평형수는 유입구(512)의 반대측의 선단측 벽면에 부딪힌 후, 상방으로 이동하여 연통공(514)을 통해 분쇄부(515)의 내부로 진입하게 된다.
- [87] 분쇄부(515)의 내부로 진입한 평형수는 하기에서 설명하는 블레이드 회전체(530)를 통과한 후, 배출공(516)과 배출관(517)을 경유하여 배출구(18)를 통해 배출되는 것이다.
- [88] 이때, 배출된 평형수는 도 2에서 설명한 바와 같이, 살균 처리부(600)로 이동하게 된다.
- [89] 한편, 유입관(511)과 분쇄부(515) 및 배출관(517)의 내부 영역에는, 평형수의 원활한 이동과 안내를 위하여 유로를 매끄럽게 형성시키기 위한 경사면을 가지는 다양한 형태의 가이드(guide) 부재가 설치될 수 있다.
- [90] 또한, 유입관(511)과 분쇄부(515) 및 배출관(517)은 설명의 편의를 위하여 분리하여 설명하였지만, 그 전체가 일체형 구조로 형성될 수도 있으며, 또는 서로 착탈 가능하게 결합되는 착탈 구조로 형성될 수도 있다.
- [91] 이하, 구동부(580)에 대해서 설명한다.
- [92] 구동부(580)는 도 3에 도시된 바와 같이, 구동 모터(581), 구동축(582), 축하우징(585)으로 구성된다.
- [93] 구동 모터(581)는 블레이드 회전체(530)를 회전시키기 위한 회전 구동력을 제공하는 것으로서, 구동축(582)을 통해 블레이드 회전체(530)에 연결됨으로써, 블레이드 회전체(530) 전체를 회전시키게 된다.
- [94] 이때, 구동 모터(581)에는 배관 연결체(510)의 분쇄부(515)에 연결되는 축하우징(585)이 설치된다.

- [95] 축하우징(585)은, 구동축(582)이 관통 결합되는 내부가 비어 있는 원통형 구조로 형성될 수 있으며, 하단부는 분쇄부(515)의 상단부에 결합된다.
- [96] 이때, 구동축(582)은 축하우징(585)의 하단부와 분쇄부(515)의 상단부를 회전 가능하게 관통하여 블레이드 회전체(530)에 결합된다.
- [97] 따라서, 구동축(582)이 관통하는 축하우징(585)의 하단부와 분쇄부(515)의 상단부는, 평형수의 누출이 방지될 수 있도록, 밀폐 구조를 형성하도록 한다.
- [98] 한편, 축하우징(585)의 하단부에는, 구동축(582)이 원활하게 회전 구동할 수 있도록 베어링(586)이 설치될 수 있으며, 또한, 축하우징(585)의 하단부와 분쇄부(515)의 상단부에는 평형수의 누출을 방지하기 위한 일반적인 실링(sealing) 처리가 이루어질 수 있다.
- [99] 여기서, 구동축(582)은 설비의 규모나 크기를 고려하여 필요에 따라 축연결 등을 통해 연장시켜 블레이드 회전체(530)에 결합시킬 수 있다.
- [100] 이하, 도 4 내지 도 7을 참조하여 블레이드 회전체(530)를 상세히 설명한다.
- [101] 여기서, 도 4는 본 발명에 따른 미세 분쇄 유닛(500)에 구비된 블레이드 회전체(530)의 사시도를 나타낸 것이고, 도 5는 도 4에 도시된 블레이드 회전체(530)의 하측면도를 나타낸 것이며, 도 6은 도 4에 도시된 블레이드 회전체(530)에 구비된 다단 블레이드(540)의 구성도를 나타낸 것이다.
- [102] 또한, 도 7은 도 4에 도시된 블레이드 회전체(530)에 구비된 제2 다단 블레이드(560)의 사시도를 나타낸 것이다.
- [103] 여기서, 도 6은 설명의 편의를 위하여, 블레이드 회전체(530)에 구비된 다단 블레이드(540)의 한 층을 이루는 제1 다단 블레이드(550)와 6개의 제2 다단 블레이드(560)의 칼날부(551, 561)의 구성을 도시한 것이다.
- [104] 블레이드 회전체(530)는, 도 3에 도시된 바와 같이, 유입관(511)의 연통공(514)에 연결되어 평형수가 이동하는 유로 상에 설치되는 것으로서, 고속으로 회전하면서 내부로 유입된 평형수가 다수의 간극 G1, G2를 통과하여 외방(반경 방향)으로 배출되도록 함으로써, 평형수 내의 초미세 미생물을 기계적 회동 충격으로 분쇄 또는 사멸시키게 된다.
- [105] 이때, 블레이드 회전체(530)는, 도 4에 도시된 바와 같이, 평형수가 통과할 수 있는 다수의 간극 G1, G2가 반복 형성되도록 배치되는 복수의 적층형 다단 블레이드(540)를 구비하고 있으며, 중심부로 평형수가 유입될 수 있는 원통형으로 형성된다.
- [106] 따라서, 평형수는 배관 연결체(510)의 연통공(514)을 통해 블레이드 회전체(530)의 회전 중심축(구동축) S(도 5에 도시함) 방향을 따라 블레이드 회전체(530)의 내부로 유입된 후, 구동부(580)에 의한 블레이드 회전체(530)의 회전 구동에 의해, 다단 블레이드(540)의 회전 영역 A(도 6에 도시함)를 경유하여 다단 블레이드(540)에 형성된 다수의 간극 G1, G2를 통과하여 반경 방향으로 배출된다.
- [107] 블레이드 회전체(530)는 도 4에 도시된 바와 같이, 상부 플레이트(531)와 하부

플레이트(535) 및 다단 블레이드(540)로 구성된다.

- [108] 여기서, 상부 플레이트(531)와 하부 플레이트(535)는, 소정 면적을 가지는 일정 두께의 원판 형상으로 형성되어 있으며, 회전 중심축 S 방향으로 이격되어 서로 마주보도록 대향 설치된다.
- [109] 이때, 상부 플레이트(531)의 중앙부에는 구동축(582)의 하단부가 결합된다.
- [110] 한편, 하부 플레이트(535)는 도 5에 도시된 바와 같이, 평형수가 유입될 수 있는 유입공(536)이 중앙부에 관통 형성된다.
- [111] 이 유입공(536)은 유입관(511)의 내부에 형성된 연통공(514)에 대응되도록 형성된다.
- [112] 블레이드 회전체(530)는 구동축(582)에 결합되어 고속으로 회전하게 되므로, 하부 플레이트(535)는 유입관(511)에 형성된 격벽(513)의 상면과 약간 이격되도록 설치되어 있으며, 격벽(513)의 연통공(514)에는 평형수가 유입공(536) 내부로 효과적으로 진입될 수 있도록 연통공(514)의 테두리를 따라 원통형 안내 부재가 설치되는 것이 바람직하다.
- [113] 한편, 상부 플레이트(531)와 하부 플레이트(535)의 사이에는 도 4에 도시된 바와 같이, 적층형 다단 블레이드(540)가 장착된다.
- [114] 다단 블레이드(540)는 회전하면서 평형수에 기계적 회동 충격을 부가하여 평형수 내에 포함되어 있는 미세한 동물성 미생물 등을 분쇄 및 사멸시키는 역할을 하는 것으로서, 회전 중심축 S 방향을 따라 다수의 간극 G1 G2가 반복 형성되도록 상부 플레이트(531)와 하부 플레이트(535)의 사이에 설치됨으로써, 블레이드 회전체(530)의 중심부에 유입된 평형수가 이들 간극 G1, G2를 통해 외방(반경 방향)으로 배출 가능하도록 구비된다.
- [115] 여기서 다단 블레이드(540)는 제1 다단 블레이드(550)와 제2 다단 블레이드(560)로 구성되어 있으며, 도 5, 6에 도시된 바와 같이, 블레이드 회전체(530)의 둘레를 따라 회전 영역 A(회전 중심축 S를 중심으로 하는 일정 폭을 가지는 원형 띠 형상)를 형성하도록 구비된다.
- [116] 제1 다단 블레이드(550)는, 상부 플레이트(531)와 하부 플레이트(535)의 내측면(마주보는 면)의 테두리를 따라 장착됨과 아울러, 다수의 간극 G1이 반복 형성되도록 회전 중심축 S 방향으로 다수개의 환형의 띠 모양의 칼날부(551)가 순차적으로 적층된 구조로 이루어져 있다.
- [117] 따라서, 간극 G1은 도 4에 도시된 바와 같이, 블레이드 회전체(530)의 테두리를 따라 회전 중심축 S를 중심으로 하는 링(ring) 모양으로 형성됨과 아울러, 회전 중심축 S 방향으로 반복하여 적층되는 원통형 구조를 이루게 된다.
- [118] 이때, 제1 다단 블레이드(550)의 칼날부(551)의 외경은 손상 방지와 안전성 등을 위해, 상부 플레이트(531)와 하부 플레이트(535)의 외경보다 약간 작게 형성되도록 하는 것이 바람직하다.
- [119] 제1 다단 블레이드(550)는 도 6에 도시된 바와 같이, 일정 간격으로 관통공(553)이 형성되어 있으며, 이 관통공(553)에 고정 볼트(570)가 관통

결합된다.

- [120] 여기서 고정 볼트(570)는 하부 플레이트(535)의 테두리를 따라 방사상으로 형성된 결합공(537)에 관통 결합되어 하부 플레이트(535)와 제1 다단 블레이드(550)를 상부 플레이트(31)에 고정시키게 된다.
- [121] 한편, 제2 다단 블레이드(560)는 도 7에 도시된 바와 같이, 한 쌍의 홀더(562)와 이 홀더(562)의 사이에 구비되는 다수개의 칼날부(561)로 구성된다
- [122] 도 7에 도시된 제2 다단 블레이드(560)는 칼날부(561)를 일부 생략하여 도시한 것으로서, 칼날부(561)는 동일한 간극 G2가 반복 형성되는 적층부를 형성하게 된다.
- [123] 여기서, 칼날부(561)는 간극 G2를 형성하도록 순차적으로 적층되는 띠 모양으로 형성된다.
- [124] 이때, 제2 다단 블레이드(560)는, 칼날부(561)의 각각의 선단이 제1 다단 블레이드(550)의 간극 G1에 각각 삽입되어 결합되고, 칼날부(561)의 후단이 블레이드 회전체(530)의 회전 중심축 S에 인접하도록 배치된다.
- [125] 여기서, 제2 다단 블레이드(560)는 도 6, 7에 도시된 바와 같이, 소정 길이의 원호 형상을 가지도록 형성되며, 제1 다단 블레이드(550)의 칼날부(551)를 따라 회전 중심축 S를 기준으로 6개가 방사상으로 설치된다.
- [126] 이때, 칼날부(561)는 도 6에 도시된 바와 같이, 회전 방향을 따라 약간 비스듬하게 원호 형상을 이루도록 구비된다.
- [127] 한편, 회전 중심축 S 방향으로 연장되어 위치하는 6개의 칼날부(561)의 후단부는 도 5, 6에 도시된 바와 같이, 소정의 직경을 가지는 가상원 C 상에 위치하도록 구비된다.
- [128] 이때, 가상원 C의 직경은, 평형수가 유입되는 유입공(536)의 직경보다 약간 작게 형성되도록 함으로써, 제2 다단 블레이드(560)는 후단부가 블레이드 회전체(530)의 하측에서 보았을 때, 외부에 노출되도록 설치된다.
- [129] 따라서, 하부 플레이트(535)의 유입공(536)으로부터 유입된 평형수는 다단 블레이드(540)의 회전 영역 A로 유입된 후, 다단 블레이드(540)의 회전과 함께 회전하면서 원심력을 받아 반경 방향으로 배출되는 것이다.
- [130] 이때, 칼날부(561)의 선단부는 도 6에 도시된 바와 같이, 제1 다단 블레이드(550)의 칼날부(551)보다 약간 외방으로 돌출하도록 결합되는 것이 바람직하지만, 칼날부(561)의 손상 방지와 안전성을 위하여, 도 4에 도시된 바와 같이, 상부 플레이트(531)와 하부 플레이트(535)의 테두리면보다 외방으로 돌출되지 않도록 구비되는 것이 바람직하다.
- [131] 한편, 각 홀더(562)와 칼날부(561)의 양단부에는 관통공(567, 568)이 연직 방향으로 동일 선상에 위치하도록 관통 형성되고, 선단부에는 경사면(563)이 형성되는 것이 바람직하다.
- [132] 여기서, 관통공(567, 568)은 고정 볼트(570)가 관통 결합되는 것으로서, 이 고정 볼트(570)와 너트에 의해 제2 다단 블레이드(560)가 상부 플레이트(531)에

고정되는 것이다.

- [133] 이때, 칼날부(561)의 선단부에 위치한 관통공(568)에는 하부 플레이트(535)와 제1 다단 블레이드(550)를 상부 플레이트(531)에 결합시키는 고정볼트(70)가 결합되고, 후단부에 위치한 관통공(567)에는 제2 다단 블레이드(560)를 상부 플레이트(531)에 결합시키는 고정 볼트(570)가 결합된다.
- [134] 따라서, 제1 다단 블레이드(550)와 제2 다단 블레이드(560)는 구동부(580)의 회전 구동에 의해 상부 플레이트(531) 및 하부 플레이트(535)와 함께 동시에 회전하게 되는 것이다.
- [135] 한편, 제2 다단 블레이드(560)의 각 홀더(562) 및 칼날부(561)는, 그 선단부가 제1 다단 블레이드(550)에 형성되는 각각의 간극 G1에 삽입되어 결합되므로, 제2 다단 블레이드(560)는 제1 다단 블레이드(550)의 칼날부(551)의 두께만큼 간극 G2를 형성하게 된다.
- [136] 따라서, 제2 다단 블레이드(560)의 후단부의 각각의 관통공(567)에는 간극 G1에 대응되는 스페이서(spacer)(565)가 각각 설치된다.
- [137] 이 스페이서(565)는 고정 볼트(570)에 끼워질 수 있는 통상적인 와셔(washer)가 사용될 수 있지만, 이 외에도 간극 G2를 유지할 수 있는 부재라면 특별히 한정되지는 않는다.
- [138] 따라서, 제2 다단 블레이드(560)의 각각의 칼날부(561)는 스페이서(565)의 두께만큼의 간극을 유지한 채 적층 구조를 이루게 된다.
- [139] 한편, 제2 다단 블레이드(560)의 각각의 칼날부(561)는 그 선단부가 제1 다단 블레이드(550)의 칼날부(551)와 교대로 적층되는 구조이므로, 제2 다단 블레이드(560)의 칼날부(561)는 제1 다단 블레이드(550)의 각각의 간극 G1에 끼워진 상태로 유지됨으로써, 제1 다단 블레이드(550)에 형성되는 간극 G1과 제2 다단 블레이드(560)에 형성되는 간극 G2는 서로 동일한 높이에 형성되어 있지 않고 서로 엇갈려 배치된다.
- [140] 즉, 블레이드 회전체(530)의 수평 방향으로부터 보았을 때, 제1 다단 블레이드(550)의 칼날부(551)는 제2 다단 블레이드(560)의 간극 G2와 같은 높이에 위치하고, 제2 다단 블레이드(560)의 칼날부(561)는 제1 다단 블레이드(550)의 간극 G1과 같은 높이에 위치하게 된다.
- [141] 또한, 제1 다단 블레이드(550)의 칼날부(551)와 제2 다단 블레이드(560)의 칼날부(561)의 두께가 동일하다면, 간극 G1과 G2도 동일한 두께를 가지게 된다.
- [142] 이렇게 함으로써, 제2 다단 블레이드(560)의 간극 G2를 통과하게 되는 평형수는 원심력을 받아 제1 다단 블레이드(550)의 칼날부(551)에 부딪치게 됨으로써, 미세 크기의 동물성 미생물 등을 더욱 효과적으로 분쇄 및 사멸시킬 수 있게 된다.
- [143] 한편, 제2 다단 블레이드(560)는, 도 7에 도시된 바와 같이, 제1 다단 블레이드(550)의 각각의 칼날부(551)의 두께를 고려하여 적정 두께의 스페이서(565)를 선택하여 적용함으로써 간극 G1, G2를 적절히 조정할 수 있을

것이다.

- [144] 즉, 제1 다단 블레이드(550)와 제2 다단 블레이드(560)가 겹치는 부분에는 별도의 스페이서(565)가 필요하지 않지만, 필요에 따라 간극 G1, G2를 조정하고자 하는 경우에는, 제1 다단 블레이드(550)와 제2 다단 블레이드(560)가 겹치는 부분에도 스페이서(565)가 설치될 수 있다.
- [145] 한편, 본 실시예에서는, 제1,2 다단 블레이드(550, 560)의 간극은, 대략 2 ~ 5mm 정도가 유지되도록 하는 것이 바람직하지만, 이에 한정되는 것은 아니고, 평형수의 유량이나 사용 조건 등을 고려하여 적절히 선택하여 적용할 수 있다.
- [146] 예를 들면, 간극 G1, G2가 너무 좁으면, 상대적으로 더 미세한 미생물들을 제거하는데 효과적인 반면에, 적정 유량의 확보가 어려울 수 있고, 또한, 간극 G1, G2가 너무 크면 상대적으로 많은 유량 확보가 가능하지만, 초미세 동물성 미생물 등의 제거 효율은 저하되게 된다.
- [147] 따라서, 간극 G1, G2는 해수의 유량, 제거하고자 하는 동물성 미생물 등의 크기나 특성 등을 고려하여 적절하게 선택하여 적용할 수 있을 것이다.
- [148] 또한, 제2 다단 블레이드(560)의 한 쌍의 홀더(562)도 제1 다단 블레이드(550)의 간극 G1에 삽입되도록 할 수 있으므로, 제1 다단 블레이드(550)의 간극 G1을 고려하여 적절한 두께를 가지도록 하는 것이 바람직하다.
- [149] 이하, 본 발명의 평형수 처리부(700)에 구비된 살균 처리부(600)에 대해 설명한다.
- [150] 살균 처리부(600)는 화학적 또는 전기적인 방식을 이용하여, 평형수 공급관(150)을 통해 공급되는 평형수 내에 포함되어 있는 미생물이나 균류, 박테리아 등을 2차적으로 살균 처리하는 부분이다.
- [151] 이러한 살균 처리부(600)는 평형수에 소정의 살균제로서의 약품을 투입하여 잔류 미생물을 살균하는 약품 투입 유닛, 플라즈마(plasma)를 이용한 플라즈마 유닛, UV(자외선, Ultraviolet Ray)를 이용한 UV 유닛, 산화성 물질을 생성하는 전기 분해 유닛 중 적어도 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [152] 먼저, 살균 처리부(600)로서의 약품 투입 유닛에 대해 설명한다.
- [153] 약품 투입 유닛은, 산화물질로서 이산화염소수(Chlorine Dioxide, ClO₂)를 사용하는 것으로서, 이산화염소수를 저장하는 약품 탱크(chemical tank)와 이 약품 탱크 내의 이산화염소수를 평형수에 투입하는 소정의 주입 펌프(pump)로 이루어질 수 있다.
- [154] 따라서, 약품 투입 유닛은 제어부(900)의 신호에 따라 주입 펌프를 이용하여 평형수에 적정량의 이산화염소수를 투입하게 된다.
- [155] 종래의 화학적 처리부(135)(도 1에 도시함)는, 필터 장치(131)에서 필터링 되는 미세 동물성 미생물 등이 제한적이기 때문에, 상대적으로 걸러지지 못한 많은 미생물 등이 진입하게 되고, 이들 미생물을 모두 사멸시키기 위해서, 차아염소산나트륨(hypochlorite, NaClO)을 최소 6ppm 이상의 고농도가 되도록 평형수에 투입하여 사용하고 있었다.

- [156] 이러한 차아염소산나트륨은 해수를 전기 분해하여 얻을 수 있기 때문에, 종래에는 대량의 차아염소산나트륨 확보를 위한 별도의 차아염소산나트륨 생성 장치를 선박에 탑재하여 사용함으로써, 추가적인 설비와 이에 따른 많은 전력 소모를 야기할 뿐 아니라, 평형수 배출을 위해서는 평형수 내에 잔류하는 차아염소산(hypochlorous acid)을 중화시킬 수 있는 중화 장치(142)의 설치가 필수적이었다.
- [157] 그러나 본 발명에서는 미세 분쇄 유닛(500)을 이용하여 평형수에 연속적인 기계적 회동 충격을 부가함으로써, 거의 모든 미세 동물성 미생물 등을 사멸시킬 수 있기 때문에, 이들 미생물들을 2차적으로 처리하는 약품 투입 유닛은 이산화염소수를 최소화하여 투입할 수 있다.
- [158] 따라서, 본 발명의 살균 처리부(600)로서의 약품 투입 유닛은 이산화염소수를 대략 1ppm 정도의 저농도를 유지하도록 투입하는 것이 바람직하다.
- [159] 본 발명의 평형수 처리 시스템은 상기와 같이 상대적으로 적은 양의 이산화염소수를 사용하게 됨으로써, 별도의 이산화염소수의 생성 장치의 설치 없이 약품 탱크에 저장하여 사용할 수 있는 것이다.
- [160] 여기서, 이산화염소수는 상기와 같이 1ppm 정도의 매우 낮은 농도를 유지하도록 평형수에 투입됨으로써, 이러한 저농도의 이산화염소수는 자연 상태에서 해리(dissociation)가 이루어지기 때문에, 본 발명에서는 종래와 같이, 평형수 내에 잔류하는 차아염소산을 중화시킬 수 있는 별도의 중화 장치(142)와 이에 따른 별도의 센서부의 설치가 필요 없게 되는 것이다.
- [161] 한편, 주입 펌프는, 약품 탱크에 연결되도록 설치됨으로써, 제어부(900)의 신호에 따라 평형수 공급관(150)에 약품을 투입하는 것으로서, 통상적으로 사용되는 정량 펌프 또는 에어 콤프레서(air compressor) 등을 이용하여 이산화염소수를 투입할 수 있다.
- [162] 또한, 살균 처리부(600)는 상기와 같은 약품 투입 유닛 외에도, 플라즈마 유닛이나, UV 유닛, 또는 전기 분해 유닛으로 이루어질 수 있다.
- [163] 플라즈마 유닛과 UV 유닛은, 플라즈마를 발생시킬 수 있는 플라즈마 챔버(chamber) 또는 UV를 발생시킬 수 있는 UV 챔버(chamber)를 평형수 공급관(150)에 연결 설치하고, 평형수가 이들 플라즈마 챔버 또는 UV 챔버를 경유하여 이동할 때, 플라즈마 또는 UV가 평형수에 부가되도록 함으로써, 평형수 내의 잔류 미생물들을 살균할 수 있다.
- [164] 이와 같은 플라즈마 유닛 또는 UV 유닛은, 플라즈마 또는 UV 발생 장치로서 일반적으로 사용되는 설비를 적용할 수 있는 것이므로, 여기에서의 상세한 설명은 생략한다.
- [165] 또한, 살균 처리부(600)는 전기 분해 유닛으로 이루어질 수도 있다.
- [166] 해수를 전기 분해하면, 산화물질의 하나인 차아염소산(hypochlorous acid)이 발생하게 되고, 이러한 차아염소산으로 평형수 내의 잔류 미생물을 살균할 수 있다.

- [167] 따라서, 전기 분해 유닛은, 일반적인 전기 분해 장치를 적용할 수 있는 것으로서, 이 전기 분해 장치를 평형수 공급관(150)에 연결 설치하여, 평형수(해수)를 전기 분해함으로써, 이때 평형수 내에 생성되는 산화물질인 차아염소산을 이용하여 잔류 미생물들을 살균 처리하는 것이다.
- [168] 본 발명은, 미세 분쇄 유닛(500)을 이용하여 평형수에 연속적인 기계적 회동 충격을 부가함으로써, 1차적으로 거의 모든 미세 동물성 미생물 등을 사멸시킬 수 있기 때문에, 이들 미생물들을 2차적으로 처리하게 되는 상기와 같은 플라즈마 유닛이나 UV 유닛은, 플라즈마나 UV 강도를 최소화할 수 있고, 이로 인해, 에너지 효율성을 향상시킬 수 있는 것이다.
- [169] 또한, 전기 분해 유닛을 적용한 경우에 있어서도, 전기 분해 강도를 최소화하여 산화물질인 차아염소산의 생성을 최소화할 수 있기 때문에, 에너지 효율성 향상은 물론, 생성된 차아염소산을 중화 처리하기 위한 별도의 중화 처리 장치를 적용하지 않고도 평형수 배출 규제를 만족시킬 수 있는 것이다.
- [170] 한편, 센서부(800)는, 평형수 처리부(700)를 거친 평형수에 포함된 잔류 산화물질 농도를 측정하는 것으로서, 제어부(900)는 센서부(800)에서 측정된 평형수의 산화물질 농도값을 통해 평형수가 환경규제를 만족하는지 여부를 판단할 수 있다.
- [171] 여기서 센서부(800)는, 통상적인 TRO(Total Residual Oxidant) 센서를 사용함으로써, 평형수 내에 잔류하는 NO_2 , NO_3 , PO_4 등의 산화물질 농도값을 측정할 수 있다.
- [172] 센서부(800)는 잔류 산화물질 농도값을 외부에서 실시간으로 모니터링(monitering) 할 수 있도록, 이들 잔류 산화물질의 농도값을 수치로 표시하여 외부에서 인식할 수 있도록 하는 표시부(display)를 구비하는 것이 바람직하다.
- [173] 이하, 도 8 내지 도 10을 참조하여 본 발명의 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템의 작동 과정을 상세히 설명한다.
- [174] 여기서, 도 8은 본 발명에 따른 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템의 평형수 공급 모드의 작동 상태를 나타낸 것이고, 도 9는 평형수 배출 모드의 작동 상태를 나타낸 것이며, 도 10은 해수 배출 모드의 작동 상태를 나타낸 것이다.
- [175] 본 발명의 미세 분쇄 유닛이 구비된 선박 평형수 처리 시스템에 있어서, 평형수 공급관(150)에는 제1 분기관(160)과 제2 분기관(170) 및 바이패스관(180)이 설치되어 있다.
- [176] 따라서, 이들 제1 분기관(160)과 제2 분기관(170) 및 바이패스관(180)을 통해 평형수의 이동 경로를 조정함으로써, 도 8 내지 도 10에 도시된 바와 같이, 평형수 공급 모드(ballast mode), 평형수 배출 모드(de-ballast mode), 해수 배출 모드(bypass mode)에 따라 유로를 선택적으로 적용할 수 있다.
- [177] 먼저, 도 8에 도시된 평형수 공급 모드(ballast mode)에 대해 설명한다.

- [178] 평형수 공급 모드는 해수 주입부(100) 내의 평형수(해수)가 평형수 처리부(700)에 의해 정화 처리된 후, 평형수 탱크(200)에 채워지도록 하는 것이다.
- [179] 먼저, 제어부(900)는 발라스트 펌프(300)를 작동시킴으로써, 해수 주입부(100) 내의 해수를 평형수 공급관(150)을 통해 평형수 탱크(200)로 강제 송출시키도록 한다.
- [180] 이때, 발라스트 펌프(300)에 인접하여 배치된 유량 측정부(400)는 통과하는 평형수의 유량값을 측정하여 제어부(900)에 전송하게 된다.
- [181] 한편, 유량 측정부(400)를 통과한 평형수는 화살표와 같이 평형수 처리부(700)의 미세 분쇄 유닛(500)으로 진입하게 된다.
- [182] 따라서, 평형수는 도 3에 도시된 바와 같이, 미세 분쇄 유닛(500)의 배관 연결체(510)를 통해 블레이드 회전체(530)의 내부로 진입하게 된다.
- [183] 이때, 제어부(900)는 유량 측정부(400)의 유량값에 대응하여 블레이드 회전체(530)를 대략 850 ~ 1200rpm 범위 내에서 회전시키게 되며, 이때, 블레이드 회전체(530)의 회전수는 간극 G1, G2의 크기 등 여러 조건을 고려하여 적절하게 조절할 수 있다.
- [184] 여기서, 평형수는 배관 연결체(510)의 유입구(512)를 통해 유입관(511) 내부로 진입한 후, 상방으로 이동하여 격벽(513)의 연통공(514)과 블레이드 회전체(530)의 하부 플레이트(535)에 형성된 유입공(536)을 통과하여 블레이드 회전체(530) 내부의 회전 영역 A(도 6에 도시함)로 진입하게 된다.
- [185] 한편, 블레이드 회전체(530)와 다단 블레이드(540)는 구동부(580)의 회전 구동에 의해 고속으로 회전하고 있기 때문에, 다단 블레이드(540)의 회전 영역 A로 진입한 평형수는 다단 블레이드(540)의 회전과 함께 회전하게 된다.
- [186] 이때, 평형수는 발라스트 펌프(300)에 의한 유동 압력과 다단 블레이드(540)의 회전에 따른 원심력을 받아, 제2 다단 블레이드(560)의 간극 G2와 제1 다단 블레이드(550)의 간극 G1을 통과하여 블레이드 회전체(530)의 외방(반경 방향)으로 배출된다.
- [187] 한편, 제1 다단 블레이드(550)와 제2 다단 블레이드(560)의 다수개의 칼날부(551, 561)는 유동하는 평형수를 가르면서 회전력을 부가하게 되고, 이때, 평형수가 간극 G1, G2를 통과하며 외방으로 밀려나가는 과정에서, 칼날부(551, 561)는 평형수에 연속적으로 기계적 회동 충격을 부가하게 된다.
- [188] 이에 따라, 평형수는 각각의 칼날부(551, 561)에 부딪치거나 베이는 과정에서 복잡한 소용돌이를 일으키면서 블레이드 회전체(530)의 반경 방향으로 배출되는 것이다.
- [189] 이로 인해, 평형수 내부에 포함되어 있는 미세한 동물성 미생물 등은 제1,2 다단 블레이드(550, 560)의 칼날부(551, 561)에 반복적으로 충돌하거나 베이면서 분쇄됨으로써, 사멸하게 되는 것이다.
- [190] 한편, 블레이드 회전체(530)를 통과한 평형수는, 도 3에 도시된 바와 같이,

- 비스듬하게 하향 이동하면서 배출관(517)을 통과한 후, 다시 평형수 공급관(150)을 경유하여 살균 처리부(600)로 진입하게 된다.
- [191] 미세 분쇄 유닛(500)을 거치면서 1차적으로 미세 동물성 미생물 등이 분쇄 및 사멸된 평형수는 살균 처리부(600)로 이동하게 되고, 이때, 살균 처리부(600)는 화학적 또는 전기적인 방법으로, 미세 분쇄 유닛(500)에서 사멸되지 않은 미생물이나, 균류, 박테리아 등을 2차적으로 살균 처리하게 된다.
- [192] 따라서, 평형수는 평형수 처리부(700)를 거치면서 미세 유행성 미생물 등이 완전히 제거되는 것이다.
- [193] 한편, 평형수 처리부(700)에 의해 처리된 평형수는 화살표와 같이, 평형수 공급관(150)을 따라 이동하고, 이때 센서부(800)는 TRO 센서를 이용하여 평형수의 산화물질 농도값을 측정하여 제어부(900)에 전송함과 아울러, 작업자가 외부에서 인식 가능하도록 산화물질의 농도값을 실시간으로 표시한다.
- [194] 제어부(900)는 공급되는 평형수의 유량값과 센서부(800)에서의 측정값을 기준으로 하여, 살균 처리부(600)에서의 산화물질 투입량이나, 플라즈마 또는 UV 강도, 전기 분해 강도를 적절히 조정할 수 있다.
- [195] 이하에서는, 도 9를 참조하여 평형수 배출 모드(de-ballast mode)에 대해 설명한다.
- [196] 평형수 배출 모드는 평형수 탱크(200)에 채워진 평형수를 선외로 배출시킬 수 있도록 하는 것으로서, 도시된 바와 같이, 평형수는 평형수 공급 모드에서의 유로 방향과 반대로 평형수 탱크(200)로부터 해수 주입부(100) 방향으로 평형수 공급관(150)을 따라 이동하게 된다.
- [197] 이때, 제어부(900)는 제1 분기관(160)과 제2 분기관(170) 및 바이패스관(180)을 경유하는 경로에 배치된 밸브(155)의 유로를 개방하도록 하고, 이외의 밸브(155)는 유로를 차단하도록 한다.
- [198] 따라서, 발라스트 펌프(300)가 작동되면, 평형수 탱크(200)에 채워진 평형수는 제1 분기관(160)을 경유하여, 평형수 처리부(700)를 거치지 않고, 이동하게 된다.
- [199] 이때, 센서부(800)와 유량 측정부(400)는 평형수의 산화물질 농도값과 유량값을 측정할 수 있다.
- [200] 한편, 제1 분기관(160)을 통과한 평형수는 도시된 바와 같이, 제2 분기관(170)을 경유하여 발라스트 펌프(300)에 의해 평형수 공급관(150)으로 진입한 후, 바이패스관(180)을 통해 화살표와 같이, 선외로 배출된다.
- [201] 따라서, 평형수의 선외 배출을 위한 별도의 추가적인 배출 펌프 없이 이동 경로 조정을 통해 발라스트 펌프(300)를 이용하여 평형수를 선외로 배출시킬 수 있게 되는 것이다.
- [202] 한편, 해수 배출 모드(bypass mode)는 도 10에 도시된 바와 같이, 해수 주입부(100) 내의 해수를 필요에 따라 평형수 탱크(200)로 송출하지 않고, 바로 선외로 배출시킬 수 있도록 하는 것으로서, 해수 주입부(100)와 발라스트

펌프(300)의 사이에 있는 밸브(155)와 바이패스관(180)에 설치된 밸브(155)만을 개방하고, 발라스트 펌프(300)를 작동시킴으로써, 해수를 바로 선외로 배출시킬 수 있도록 하는 것이다.

- [203] 따라서, 본 발명은, 평형수 공급관(150)과 제1,2 분기관(160, 170) 및 바이패스관(180)을 이용하여 유로를 조정함으로써, 해수 주입부(100) 내의 해수의 배출, 평형수의 처리 및 공급, 선외 배출을 효율적으로 조정하여 운용할 수 있게 된다.
- [204] 또한, 본 발명은, 미세 분쇄 유닛(500)을 이용하여 미세 동물성 미생물 등을 기계적으로 제거함으로써, 필터 부재의 사용에 따른 해수 공급의 막힘(clogging) 현상을 방지하고, 시스템 전체를 소형화할 수 있으며, 또, 선박 자체에서의 시스템의 설치 보수 등의 작업 수행이 가능하여, 선박의 운항 중단 등에 따른 비용을 획기적으로 절감할 수 있게 될 뿐 아니라, 초미세 동물성 미생물 등까지 완벽하게 사멸시킬 수 있게 됨으로써, 평형수 배출에 대한 환경 배출 규제를 효율적으로 만족시킬 수 있게 되는 것이다.
- [205] 이상, 본 발명의 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템의 실시예를 설명하였지만, 이에 한정되는 아니고, 다양한 변형 적용이 가능할 것이다.
- [206] 예를 들면, 미세 분쇄 유닛(500)의 경우, 환형의 제1 다단 블레이드(550)의 칼날부(551)는 하나의 링(ring) 형상의 일체형 구조로 구성될 수 있지만, 이외에도 제2 블레이드(560)와 마찬가지로 6개로 분리되어 서로 결합되도록 함으로써, 하나의 원형 칼날부(551)를 형성하도록 할 수도 있다.
- [207] 이 경우, 제1 다단 블레이드(550)의 칼날부(551)의 일부에 손상이 생기는 경우, 손상된 부분의 칼날부(551)만 교체 가능하므로 유지 보수를 용이하게 할 수가 있다.
- [208] 또한, 평형수 공급관(150), 제1,2 분기관(160, 170), 바이패스관(180) 및 다수의 밸브(155) 등의 배치 위치와 개수 또는 연결 구조 등을 설계 변경 등을 통해 다양하게 조정하여 적용할 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

- [209] 이상 설명한 본 발명의 선박 평형수 처리 시스템은 해수에 포함된 유해성 동물성 미생물이나 플랑크톤 등을 효과적으로 사멸시킴으로써, 다양한 환경규제를 만족시키기 위한 평형수 처리 시스템에 적용할 수 있을 뿐 아니라, 미생물 등을 사멸시킬 필요가 있는 다양한 해수 공급 라인에 적용하여 운영할 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 선박의 평형수 탱크에 공급되는 평형수를 정화 처리하는 선박 평형수 처리 시스템으로서,
 상기 평형수를 송출하는 평형수 공급관에 설치되는 발라스트 펌프와,
 상기 평형수의 유량값을 측정하는 유량 측정부와,
 상기 평형수를 정화시키는 평형수 처리부와,
 상기 평형수의 잔류 산화물질 농도를 측정하는 센서부와,
 상기 평형수의 공급 및 정화 처리를 제어하는 제어부를 포함하여 구성하되,
 상기 평형수 처리부는,
 상기 송출되는 평형수에 회전하는 다단 블레이드에 의한 연속적인 기계적 회동 충격을 부가하여 상기 평형수 내에 포함된 미생물을 분쇄 또는 사멸시키는 미세 분쇄 유닛 및 상기 평형수에 잔류하는 미생물을 화학적 또는 전기적으로 살균 처리하는 살균 처리부로 이루어지고,
 상기 미세 분쇄 유닛은,
 상기 평형수 공급관에 연결되는 배관 연결체와, 상기 배관 연결체의 내부에 설치되고 상기 다단 블레이드가 장착된 블레이드 회전체, 및 상기 블레이드 회전체를 회전 구동하는 구동부로 이루어지되,
 상기 블레이드 회전체는,
 상기 구동부의 구동축에 결합되는 상부 플레이트와,
 상기 상부 플레이트로부터 회전 중심축 방향으로 이격되어 마주보도록 배치됨과 아울러, 중앙부에는 유입공이 관통 형성되는 하부 플레이트, 및 상기 상부 플레이트와 하부 플레이트의 사이에 장착되는 다수의 간극을 가지는 적층형 다단 블레이드로 구성됨으로써, 상기 평형수가 상기 유입공을 통해 회전 중심 방향을 따라 유입된 후, 상기 간극을 통해 반경 방향으로 배출되도록 하고,
 상기 제어부는,
 상기 유량 측정부에서 측정한 유량값과 상기 센서부에서 측정한 산화물질 농도값에 대응하여, 상기 블레이드 회전체의 회전수 및 상기 살균 처리부의 살균 처리 강도를 제어하는 것을 특징으로 하는 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 제어부는,
 상기 미세 분쇄 유닛의 상기 블레이드 회전체를 850 ~ 1200rpm의 범위 내에서 회전시키도록 하는 것을 특징으로 하는 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,

상기 살균 처리부는,

상기 평형수에 약품을 투입하여 잔류 미생물을 살균하는 약품 투입 유닛, 플라즈마를 이용한 플라즈마 유닛, UV를 이용한 UV 유닛, 산화성 물질 생성을 위한 전기 분해 유닛 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템.

[청구항 4]

제3항에 있어서,

상기 약품 투입 유닛은,

상기 약품으로서 이산화염소수를 투입하는 것을 특징으로 하는 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템.

[청구항 5]

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 평형수 공급관에는,

상기 평형수 처리부를 우회할 수 있는 제1 분기관과,

상기 발라스트 펌프를 우회할 수 있는 제2 분기관, 및

상기 발라스트 펌프와 상기 유량 측정부 사이에 설치되어 상기 평형수를 선외 배출시킬 수 있는 바이패스관을 구비함으로써

상기 평형수 탱크 내의 평형수를 상기 평형수 처리부를 거치지 않고 선외 배출시킬 수 있게 하는 것을 특징으로 하는 미세 분쇄 유닛을 이용한 선박 평형수 처리 시스템.