

명세서

발명의 명칭: 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 항만에서 사용되는 연료유에 탈황 기능을 갖는 탈황제를 미리 혼합할 수 있는 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 대기오염을 유발하는 오염원으로 황산화물(SO_x)과 질소산화물(NO_x)이 지목되고 있으며, 특히, 황산화물은 유황성분을 함유하는 화석연료의 연소로부터 방출되는 산업 배가스에 포함되어 있어 산성비를 유발하는 등의 다양한 환경오염을 야기하는 등의 문제를 나타내고 있다.
- [3] 이러한 산업 배가스에서 황산화물을 제거하는 탈황 방법은 지속적으로 연구되어 왔으며, 공장 또는 화석연료를 사용하는 발전소에서는 일반적으로 연소 후 처리 방법인 배연탈황 방법을 사용하여 왔다.
- [4] 배연탈황 방법은 유황가스를 함유하는 화석연료를 연소한 후, 그 배가스를 탈황 처리하는 것을 의미하며, 이러한 배연탈황 방법은 습식법과 건식법으로 나눌 수 있다. 습식법은 매연을 암모니아수, 수산화나트륨 용액, 석회유 등을 통해 세척하여 황산화물을 제거하는 방법이며, 건식법은 활성탄, 탄산염 등의 입자 또는 분말을 매연과 접촉시켜, 이산화황을 흡착 또는 반응시킴으로써 황산화물을 제거하는 방법이다.
- [5] 하지만, 배연탈황 방법을 사용하기 위해서는 배가스를 처리하는 탈황 설비를 따로 구축해야 하며, 탈황 설비의 가동 시 인력과 비용이 많이 들고 탈황 과정이 복잡하다는 문제점을 가지고 있다.
- [6] 또한, 탈황 설비는 고정된 장소에서 가동이 가능하기 때문에, 황산화물의 배출이 많으나 이동하는 장치, 예를 들어 항만에서 사용되는 컨테이너 운반 차량과 같이 배가스를 다량 배출하는 차량의 경우 탈황 설비의 적용이 어려운 문제점을 가지고 있다.
- [7] 따라서, 화석연료의 연소와 관련된 황산화물의 배출량 저감을 위해서 탈황 방법이 단순하고 산업 현장에서 적용하기 쉬우며 탈황 효과가 우수한 탈황 방법 및 이를 적용한 시스템에 대한 연구가 절실한 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 화석연료의 연소 시에 황산화물(SO_x)을 제거할 수 있는 탈황제를 연료유에 혼합하여 차량 또는 선박에 주유함으로써 간단하게 황산화물을 제거할 수 있는 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템을 제공하고자 하는 것이다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명은 연료유를 보관하는 연료유 탱크; 및 탈황제를 보관하는 탈황제 탱크;를 포함하며, 상기 연료유 탱크 및 상기 탈황제 탱크에서 상기 연료유 및 상기 탈황제를 공급받아 혼합하는 라인 믹서; 상기 라인 믹서에서 혼합된 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물의 액적을 형성하는 액적 미립화 유닛; 상기 액적 미립화 유닛에서 액적이 형성된 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을 자화시키는 자화 유닛; 상기 자화 유닛에서 자화된 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을 선회 반응시키는 선회 반응 유닛; 상기 선회 반응 유닛에서 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물 내부의 기체를 분리하는 가스 분리 유닛; 상기 가스 분리 유닛에서 분리된 액상의 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을 충돌체에 충돌시키는 충돌 에멀전 유닛; 및 상기 충돌 에멀전 유닛에서 충돌된 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을 보관하는 에멀전 탱크;를 포함하는 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템을 제공한다.
- [10] 또한, 상기 라인 믹서는 상기 연료유 100 중량부에 대하여 상기 탈황제 3 내지 10 중량부를 공급받아 혼합하는 것을 특징으로 한다.
- [11] 또한, 상기 액적 미립화 유닛에 기체를 공급하는 기체 공급 유닛을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [12] 또한, 상기 기체는 공기(air) 또는 산소(O₂)인 것을 특징으로 한다.
- [13] 또한, 상기 기체는 상기 연료유 내에서 1 내지 500 마이크로미터(μm) 크기의 버블(bubble)을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [14] 또한, 상기 액적 미립화 유닛은 복수 개의 미세 홀이 형성되어 압력에 의해 액적이 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [15] 또한, 상기 자화 유닛은 9,000 내지 15,000 가우스(gauss)의 자기장으로 자화시키는 것을 특징으로 한다.
- [16] 또한, 상기 자화 유닛은 자기장이 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물의 이송 방향의 수직으로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [17] 또한, 상기 충돌 에멀전 유닛은 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을 분사하여 충돌체와 15° 각도로 충돌시키는 것을 특징으로 한다.
- [18] 아울러, 상기 에멀전 탱크는 수위 센서를 더 포함하고, 상기 에멀전 탱크의 수위에 따라 혼합 모드 또는 재순환 모드를 선택하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [19] 본 발명에 따른 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템은 오일(oil)인 연료유를 연속상, 물(water)을 기반으로 한 탈황제를 분산상으로 하여 연료유 내 탈황제를 Water in Oil(W/O) 에멀전화시킨 후 이를 항만에서 사용되는 차량 또는 선박에 주유함으로써, 연료유 연소시 연료유와 탈황제가 같이 연소되고 연소과정에서 발생하는 황산화물이 제거되어 최종적으로 배출되는 황산화물을 저감시키는 효과가 있다.

- [20] 또한, 본 발명에 따른 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템을 이용하면 고정된 장소에서 배가스의 탈황 작업을 수행하던 종래의 방법과는 달리, 이동하는 차량에 사용되는 연료유에 탈황제를 혼합하여 주유함으로써 탈황 시설의 추가 없이 기존 차량 엔진을 활용할 수 있으므로 단순하고 적용이 쉬우면서 탈황 효과가 우수한 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [21] 도 1은 본 발명에 따른 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템의 일 실시예의 구성도이다.
- [22] 도 2는 본 발명에 따른 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템의 라인믹서를 도시한 평면도이다.
- [23] 도 3은 본 발명에 따른 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템의 선회 반응 유닛을 도시한 사시도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [24] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 통해 상세히 설명하기에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정하여 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 함을 밝혀둔다.
- [25] 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.
- [26] 이하에서는 본 발명의 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템(100)에 관하여 보다 상세히 설명하고자 한다.
- [27] 도 1은 본 발명에 따른 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템(100)의 일 실시예 구성도이다.
- [28] 도 1에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따른 혼합 시스템(100)은 연료유를 보관하는 연료유 탱크(110); 및 탈황제를 보관하는 탈황제 탱크(120);를 포함하며, 상기 연료유 탱크(110) 및 상기 탈황제 탱크(120)에서 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을 공급받아 혼합하는 라인 믹서(130); 상기 라인 믹서(130)에서 혼합된 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물의 액적을 형성하는 액적 미립화 유닛(200); 상기 액적 미립화 유닛(200)에서 액적이 형성된 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을 자화시키는 자화 유닛(300); 상기 자화 유닛(300)에서 자화된 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을 선회 반응시키는 선회 반응 유닛(400); 상기 선회 반응 유닛(400)에서 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물 내부의 기체를 제거하는 가스 분리 유닛(500); 상기 가스 분리 유닛(500)에서 분리된 액상의 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을 충돌체에 충돌시키는 충돌 에멀전 유닛(600); 및 상기 충돌 에멀전 유닛(600)에서 충돌된 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을 보관하는 에멀전 탱크(700);를 포함하는

항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템(100)을 제공한다.

- [29] 본 발명의 연료유 탱크(110) 및 탈황제 탱크(120)는 각각 연료유 및 탈황제를 보관하는 역할을 한다.
- [30] 본 발명에서 사용되는 연료유(Fuel Oil)는 주로 차량용으로 사용되는 가솔린 및 경유 등을 일괄하여 의미하며, 본 발명의 일 실시예로 항만에서 자주 사용되는 트레일러의 연료인 경유를 예시로 드나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [31] 또한, 본 발명의 탈황제는 연료유의 연소시 발생하는 황산화물(SO_x)을 제거하는 액상 촉매를 사용할 수 있다.
- [32] 본 발명에서의 탈황제는 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , MnO , CaO , Na_2O , K_2O 및 P_2O_3 로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 산화물을 포함할 수 있으며, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , MnO , CaO , Na_2O , K_2O 및 P_2O_3 의 산화물을 모두 포함하여 사용하는 것이 바람직하다.
- [33] 탈황제가 산화물로서 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , MnO , CaO , Na_2O , K_2O 및 P_2O_3 를 모두 포함할 때의 기본 화학식은 $\text{K}_{0.8-0.9}(\text{Al,Fe,Mg})_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ 로 일반적으로 일라이트(illite)라 불리는 광물이며, 일라이트는 기본적으로 두 개의 사면체층 사이에 한 개의 팔면체층이 들어가 결합하는 2:1의 구조를 갖고, 팔면체층은 결합 구조내 양이온 자리 3개 중에서 2개만 양이온으로 채워지는 이팔면체(dioctahedral) 구조가 특징으로 양이온의 부족으로 인해 전체적으로 음(-)전하를 띠고 있으며, 이로 인해 탈황제와 혼합된 연료유가 연소 될 때 황산화물(SO_x)을 흡착할 수 있다.
- [34] 탈황제는 각 산화물들을 SiO_2 15 ~ 90 중량부, Al_2O_3 15 ~ 100 중량부, Fe_2O_3 10 ~ 50 중량부, TiO_2 5 ~ 15 중량부, MgO 20 ~ 150 중량부, MnO 10 ~ 20 중량부, CaO 20 ~ 200 중량부, Na_2O 15 ~ 45 중량부, K_2O 20 ~ 50 중량부 및 P_2O_3 5 ~ 20 중량부로 포함할 수 있다.
- [35] 또한, 산화물들은 탈황제로 형성되기 전에 미분기에 의해 1 ~ 2 μm 의 입자 크기를 갖는 미립자로 혼합 및 미분 될 수 있으며, 비중은 2.5 ~ 3.0으로 조흔색 및 은백색을 띄는 분말 형태로 사용된다.
- [36] 또한, 탈황제는 Li, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Sr, Cd 및 Pb로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 금속을 포함할 수 있으며, Li, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Sr, Cd 및 Pb의 금속을 모두 포함하여 사용하는 것이 바람직하다.
- [37] 탈황제는 각 금속들을 Li 0.0035 ~ 0.009 중량부, Cr 0.005 ~ 0.01 중량부, Co 0.001 ~ 0.005 중량부, Ni 0.006 ~ 0.015 중량부, Cu 0.018 ~ 0.03 중량부, Zn 0.035 ~ 0.05 중량부, Ga 0.04 ~ 0.08 중량부, Sr 0.02 ~ 0.05 중량부, Cd 0.002 ~ 0.01 중량부 및 Pb 0.003 ~ 0.005 중량부로 포함할 수 있다.
- [38] 또한, 상기 산화물과 같이 금속들도 미분기에 의해 1 ~ 2 μm 의 입자 크기를 갖는 미립자로 혼합 및 미분될 수 있으며, 비중은 2.5 ~ 3.0으로 조흔색 및 은백색을 띄는 분말 형태로 사용된다.
- [39] 탈황제는 사붕산나트륨($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), 수산화나트륨(NaOH), 규산나트륨(Na

$_2\text{SiO}_3$) 및 과산화수소(H_2O_2)로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 액상 조성물을 포함할 수 있으며, 용매로는 물(water, H_2O)을 사용할 수 있으며, 사붕산나트륨, 수산화나트륨, 규산나트륨 및 과산화수소의 액상 조성물을 모두 포함하여 사용하는 것이 바람직하다.

- [40] 탈황제는 상기한 산화물, 액상 조성물이 혼합 및 반응을 진행하면서 킬레이트제 역할을 하여 금속과 배위결합을 통해 킬레이트화된 금속 킬레이트 화합물을 형성한다.
- [41] 또한, 액상 조성물은 연소물이 연소 될 때 발생하는 회분(ash)에 흡착하여 회분 내에 존재하는 황산화물과 반응하여 제거할 수 있다. 사붕산나트륨인 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 에서 NaBO_2 가 유도되며, 수소화를 거쳐 NaBH_4 가 생성되고, 생성된 NaBH_4 가 산소와 황산화물을 만나 황산나트륨(Na_2SO_4)으로 반응하여 황산화물을 제거하게 되며 반응과정은 하기의 반응식 1 및 2와 같다.
- [42] [반응식 1]
- [43] $\text{NaBH}_4 + \text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{B}$
- [44] [반응식 2]
- [45] 1) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{O}$
- [46] 2) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
- [47] 3) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3$
- [48] 또한, 탈황제는 사붕산나트륨 20 ~ 130 중량부, 수산화나트륨 15 ~ 120 중량부, 규산나트륨 50 ~ 250 중량부 및 과산화수소 10 ~ 50 중량부로 각 액상 조성물을 포함할 수 있다.
- [49] 탈황제는 400 ~ 1200°C의 온도 범위에서 연소물과 혼합하여 연소 시킬 때 황산화물의 흡착 효과가 활성화될 수 있으나, 600 ~ 900°C의 온도 범위에서 연소시키는 것이 높은 효율을 나타낼 수 있다.
- [50] 본 발명의 라인 믹서(130)는 연료유 탱크(110) 및 탈황제 탱크(120)에서 연료유 및 탈황제를 공급받아 혼합하는 역할을 한다.
- [51] 도 2는 본 발명의 일 실시예로 사용되는 라인 믹서(130)를 도시한 평면도이다.
- [52] 도 2를 참조하면, 연료유는 라인 믹서(130)의 도 2 화살표 A로 투입되며, 도 2 화살표 B로 탈황제가 투입되어 골고루 섞이는 과정(라인 믹싱)을 거친 후 연료유와 탈황제의 혼합물이 도 2 화살표 C로 빠져나오게 된다.
- [53] 라인 믹서(130)에 연료유가 일정 유속으로 공급되는 동안, 탈황제를 연료유 100 중량부에 대하여 3 내지 10 중량부를 공급하여 혼합할 수 있다. 예를 들어, 탈황제는 연료유 100 중량부에 대하여 3 내지 8 중량부, 3 내지 6 중량부, 3 내지 4 중량부, 4 내지 10 중량부, 5 내지 10 중량부 또는 8 내지 10 중량부를 혼합할 수 있다.
- [54] 탈황제를 3 중량부 미만으로 공급할 경우, 연료유 내부에 분산되는 탈황제의 양이 적어 탈황 효과가 감소하며, 10 중량부 초과로 공급할 경우, 연료유 및 탈황제의 혼합 상태의 연소 효율이 감소하는 문제점이 있다.

- [55] 시스템에 형성된 제어부(미도시)에 의해 연료유 및 탈황제 혼합물의 투입 유량이 조절될 수 있다.
- [56] 본 발명의 액적 미립화 유닛(200)은 라인 믹서(130)에서 혼합된 연료유 및 탈황제 혼합물의 액적을 형성하는 역할을 한다.
- [57] 액적 미립화 유닛(200)은 연료유 및 탈황제를 W/O 에멀전화 시키기 위해 액적을 형성하여 연료유 내에 탈황제를 분산시킴으로써 에멀전화를 진행시킨다.
- [58] 액적 미립화 유닛(200)은 공지된 다양한 장치를 사용할 수 있으나, 바람직하게는 균질기(Homogenizer)를 사용할 수 있다.
- [59] 또한, 액적 미립화 유닛(200)은 연료유와 탈황제의 혼합물에 압력 또는 전단력을 가하여 액적을 형성하도록 할 수 있다.
- [60] 액적 미립화 유닛(200)의 일 실시예로 혼합물을 이송하는 이송관 내에 관 내경과 동일한 지름으로 형성된 판을 준비하여 고정시키고, 판에 미세한 지름의 홀을 복수개로 형성한다.
- [61] 이송 펌프에 의해 이송관 내 연료유 및 탈황제의 혼합물이 이송되고, 혼합물은 액적 미립화 유닛(200)에 부딪쳐 압력을 받게 된다. 액적 미립화 유닛(200)에 의해 이동을 방해받은 혼합물이 전단력 및 압력에 의해 액적 미립화 유닛(200)에 형성된 미세한 홀을 빠져나가면서 미세하게 분산되어 혼합물의 액적이 형성된다.
- [62] 액적 미립화 유닛(200)의 일 실시예로 액적 미립화 유닛(200) 내 형성된 미세한 홀의 지름은 1 내지 500 마이크로미터(μm)로 형성할 수 있다. 예를 들어, 액적 미립화 유닛의 홀 지름은 1 내지 400 마이크로미터, 1 내지 300 마이크로미터, 1 내지 200 마이크로미터, 1 내지 100 마이크로미터, 1 내지 50 마이크로미터, 50 내지 500 마이크로미터, 100 내지 500 마이크로미터, 200 내지 500 마이크로미터, 300 내지 500 마이크로미터, 400 내지 500 마이크로미터, 50 내지 400 마이크로미터, 100 내지 300 마이크로미터 또는 200 내지 300 마이크로미터일 수 있다. 1 마이크로미터 미만의 지름인 경우, 액적 미립화 장치를 통과하여 액적이 형성되는 혼합물의 양이 적어 전체 공정상 흐름이 느려지는 문제가 있으며, 500 마이크로미터 초과 지름을 사용하는 경우, 액적 형성 효과가 떨어지는 문제점이 있다.
- [63] 또한, 액적 미립화 유닛(200)에 기체 공급 유닛(210)을 더 포함하여 연료유 및 탈황제 혼합물의 액적 형성시 기체를 같이 공급시켜 혼합할 수 있다.
- [64] 기체 공급 유닛(210)이 혼합물의 액적 형성 중에 공급하는 기체는 혼합물 내 에어 버블(air bubble)을 형성시켜 에어 버블의 발생과 깨짐의 반복으로 연료유 및 탈황제의 표면장력에 충격을 가해 액적 형성을 용이하게 할 수 있다.
- [65] 기체는 혼합물이 액적 미립화 유닛(200)을 통과하기 전, 통과하는 중 또는 통과한 후 어느 때나 기체를 공급할 수 있으며, 또는, 각각의 과정에 연동 또는 독립적으로 공급하도록 구성할 수 있다.

- [66] 기체는 공지된 다양한 기체를 사용할 수 있으나, 본 발명에서 공급되는 기체는 연료유 및 탈황제의 에멀전화를 돕고, 후에 연소시 완전 연소가 될 수 있도록 공기(air) 또는 산소(O₂)를 사용할 수 있다.
- [67] 기체는 연료유 내에서 1 내지 500 마이크로 미터(μm)의 버블을 형성할 수 있다. 예를 들어, 상기 버블의 크기는 1 내지 400 마이크로미터, 1 내지 300 마이크로미터, 1 내지 200 마이크로미터, 1 내지 100 마이크로미터, 1 내지 50 마이크로미터, 50 내지 500 마이크로미터, 100 내지 500 마이크로미터, 200 내지 500 마이크로미터, 300 내지 500 마이크로미터, 400 내지 500 마이크로미터, 50 내지 400 마이크로미터, 100 내지 300 마이크로미터 또는 200 내지 300 마이크로미터일 수 있다. 1 마이크로 미터 미만의 크기의 버블을 형성할 경우, 혼합물 내부에 에어 버블의 형성이 잘 이루어지지 않으며, 500 마이크로 미터 초과 크기의 버블을 형성하는 경우, 버블의 안정성이 떨어져 쉽게 파괴되어 외부로 이탈될 수 있다.
- [68] 본 발명의 자화 유닛(300)은 액적 미립화 유닛(200)에서 액적이 형성된 연료유 및 탈황제 혼합물을 자화시키는 역할을 한다.
- [69] 자화 유닛(300)은 이송 배관을 통해 연료유 및 탈황제의 혼합물이 이송되는 중에 배관 외측 또는 내측으로 형성된 자성 물체에 의해 형성된 자기장을 통과하여 자화된다.
- [70] 연료유는 소수성을 띄고 있고 탈황제는 친수성을 띄고 있기 때문에 자기장을 통과한 혼합물은 자기력에 의해 전하 또는 자기모멘트가 형성되어 에멀전으로서의 분산효과가 극대화된다.
- [71] 자기장은 9,000 내지 15,000 가우스(gauss) 사이이다. 예를 들어, 상기 자기장은 9,000 내지 13,000 가우스, 9,000 내지 11,000 가우스, 9,000 내지 10,000 가우스, 10,000 내지 15,000 가우스 또는 12,000 내지 15,000 가우스일 수 있다. 이 범위 외의 자기장에서는 혼합물에 전하 또는 자기모멘트의 형성이 발생하지 않거나 약하게 발생하여 분산효과가 떨어지게 된다.
- [72] 또한, 자화 유닛(300)은 자석 또는 전자석과 같이 자기장을 형성할 수 있는 공지된 다양한 방법을 사용할 수 있으나, 바람직하게는 영구자석을 활용하여 형성할 수 있으며, 영구자석은 배관 라인에 하나 이상 설치될 수 있다.
- [73] 자화 유닛(300)이 형성하는 자기장은 혼합물의 이송 방향과 같은 방향으로 흐르도록 구성할 수 있으며, 또는, 이송 방향의 수직 방향으로 자기장이 형성되도록 구성할 수 있다.
- [74] 본 발명의 선회 반응 유닛(400)은 자화된 연료유 및 탈황제 혼합물을 선회 반응시키는 역할을 한다.
- [75] 자화 유닛(300)에 의해 자화된 연료유 및 탈황제의 혼합물을 펌프로 선회 반응 유닛(400)에 공급하여 유닛 내에서 회전을 시켜 연료유와 탈황제가 강력하게 분산 및 혼합되도록 한다.
- [76] 선회 반응 유닛(400)은 혼합물이 회전에 의해 혼합될 수 있도록 내부가 원형

- 또는 타원형인 용기에 투입하여 선회 회전을 통해 혼합시킬 수 있다.
- [77] 또한, 선회 반응 유닛(400)은 크기가 서로 다른 다단의 원통으로 이루어진 선회 반응 유닛(400)에 유입시켜 회전시킴으로써 혼합물 내 연료유 및 탈황제의 분산이 보다 잘 이루어질 수 있도록 한다.
- [78] 도 3은 선회 반응 유닛(400)의 일 실시예를 도시한 사시도이다. 도 3을 참고하여 설명하면, 선회 반응 유닛(400)은 외부 원통(410)과 내부 원통(420)으로 형성된다. 외부 원통(410)의 일측에는 혼합물이 투입되는 투입구(412)가 형성되어 있으며, 내부 원통(420)의 중앙을 관통하는 홀에 의해 혼합물이 분출되는 배출구(422)가 형성되어 있다.
- [79] 투입구가 형성된 방향을 내부 원통(420)의 상면이라 하였을 때, 내부 원통(420)의 상면은 외부 원통(410)의 상면과 동일한 위치로 형성되어 있고, 하면은 떨어져 일정한 공간을 두고 있다.
- [80] 선회 반응 유닛(400)의 선회 반응 방법을 보다 자세히 설명하면, 자화된 연료유 및 탈황제는 펌프의 압력(static pressure)을 받은 상태로 선회 반응 유닛(400) 투입구(412)로 유입(도 3 화살표 A)되고, 혼합물은 내부 원통(420)의 외측, 외부 원통(410)의 내측 사이에 형성된 공간에서 강한 회전력을 갖은 상태로 동적(dynamic)인 회전을 하면서 강하게 섞이게 된다.
- [81] 압력에 의해 수차례 회전하는 혼합물은 내부 원통(420)의 하면에 형성된 배출구(422)를 타고 외부로 배출(도 3 화살표 B)된다.
- [82] 본 발명의 가스 분리 유닛(500)은 선회 반응 유닛(400)에서 선회 반응으로 혼합, 분산된 연료유 및 탈황제 혼합물의 내부에 포함된 기체를 분리시키는 역할을 한다.
- [83] 가스 분리 유닛(500)의 일 실시예로, 가압이 가능한 챔버에 선회 반응된 혼합물을 채워 가압하고, 가압에 의해 혼합물 내부에 존재하던 기체와 연료유 및 탈황제의 액체로 분리될 수 있다.
- [84] 분리된 액체(혼합물)는 후술할 충돌 에멀전 유닛(600)으로 이송되며, 기체는 외부로 배출되거나 또는 후술할 에멀전 탱크(700)로 이송될 수 있다.
- [85] 본 발명의 충돌 에멀전 유닛(600)은 액상의 연료유 및 탈황제 혼합물을 충돌체에 충돌시키는 역할을 한다.
- [86] 충돌 에멀전 유닛(600)은 연료유 및 탈황제 혼합물을 스프레이와 같은 분사기에 의해 분사시키고, 이를 충돌체와 강하게 충돌시켜 더 미세한 액적으로 형성시킨다.
- [87] 충돌체는 분사되는 연료유 및 탈황제 혼합물과 충돌되는 물체를 의미하며, 일례로 벽이나 배관 등 충돌에너지를 부여할 수 있는 공지된 다양한 물체를 사용할 수 있다.
- [88] 충돌 에멀전 유닛(600)에서는 연료유 및 탈황제 혼합물을 벽 또는 배관 등과 같이 충돌 가능한 구조물인 충돌체에 부딪치게 하여 혼합물에 미세한 액적을 형성함으로써 분산이 잘 되고, 에멀전화 상태를 오래 유지시킬 수 있다.

- [89] 충돌 에멀전 유닛(600)에서 분사된 연료유 및 탈황제 혼합물을 충돌시킬 때, 충돌되는 충돌체는 벽 또는 배관 등 공지된 다양한 구조물을 사용할 수 있으며, 충돌시키는 각도는 다양한 각도로 충돌시킬 수 있으나, 분출되는 방향의 15° 각도로 충돌시킬 수 있다.
- [90] 본 발명의 에멀전 탱크(700)는 충돌 에멀전 유닛(600)에서 충돌된 연료유 및 탈황제 혼합물을 보관하는 역할을 한다.
- [91] 에멀전 탱크(700)는 오일(oil)인 연료유에 물(water) 기반의 탈황제를 공급하여 Water in Oil(W/O) 에멀전화된 연료유 및 탈황제 혼합물을 보관하는 역할을 하며, 보관 중에 주유기(800)의 작동에 따라 항만에서 사용되는 차량 또는 선박(A)에 주유되어 사용된다.
- [92] 본 발명의 에멀전 탱크(700)는 내부에 수위 센서를 더 포함할 수 있으며, 수위 센서는 에멀전 탱크(700) 내 존재하는 에멀전화된 연료유 및 탈황제 혼합물의 수위를 측정한다.
- [93] 에멀전 탱크(700)의 수위가 미리 정해진 수치 이상인 경우, 시스템에 형성된 제어부(미도시)가 연료유 탱크(110)와 라인 믹서(130) 사이에 연결된 제1 밸브(710)를 폐쇄하고, 에멀전 탱크(700)와 라인 믹서(130) 사이에 연결된 제2 밸브(720)를 개방하도록 신호를 보내 제어하여 에멀전 탱크(700) 내의 연료유 및 탈황제를 라인 믹서(130)부터 에멀전 탱크(700)까지 다시 순환하는 제순환 모드로 설정한다.
- [94] 에멀전 탱크(700)의 수위가 미리 정해진 수치 이하인 경우, 제1 밸브(710)를 개방하고, 제2 밸브(720)를 폐쇄하도록 신호를 보내 제어하여, 연료유 탱크(110)와 탈황제 탱크(120)로부터 각각 연료유 및 탈황제 혼합물을 공급받아 에멀전 탱크(700) 내 미리 정해진 수치 이상이 되도록 시스템을 가동하여 에멀전화된 연료유 및 탈황제를 혼합하는 혼합 모드로 설정한다.
- [95] 본 발명에 따른 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템(100)은 오일(oil)인 연료유를 연속상, 물(water)을 기반으로 한 탈황제를 분산상으로 하여 연료유 내 탈황제를 Water in Oil(W/O) 에멀전화시킨 후, 이를 항만에서 사용되는 차량 또는 선박에 주유함으로써 연소시 연료유와 탈황제가 같이 연소되어 연소과정에서 발생하는 황산화물이 제거되어 최종적으로 배출되는 황산화물을 저감시키는 효과가 있다.
- [96] 또한, 본 발명에 따른 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템(100)을 이용하면 고정된 장소에서 배가스의 탈황 작업을 수행하던 종래의 방법과는 달리, 이동하는 차량에 사용되는 연료유에 탈황제를 혼합하여 함께 연소함으로써 탈황 시설의 추가 없이 기존 차량 엔진을 활용할 수 있어 단순하고 적용이 쉬우면서 탈황 효과가 우수한 이점이 있다.

산업상 이용가능성

- [97] 본 발명은 탈황제 혼합 시스템에 광범위하게 사용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 연료유를 보관하는 연료유 탱크; 및
탈황제를 보관하는 탈황제 탱크;를 포함하며,
상기 연료유 탱크 및 상기 탈황제 탱크에서 상기 연료유 및 상기 탈황제를
공급받아 혼합하는 라인 믹서;
상기 라인 믹서에서 혼합된 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물의 액적을
형성하는 액적 미립화 유닛;
상기 액적 미립화 유닛에서 액적이 형성된 상기 연료유 및 상기 탈황제
혼합물을 자화시키는 자화 유닛;
상기 자화 유닛에서 자화된 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을 선회
반응시키는 선회 반응 유닛;
상기 선회 반응 유닛에서 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물 내부의
기체를 분리하는 가스 분리 유닛;
상기 가스 분리 유닛에서 분리된 액상의 상기 연료유 및 상기 탈황제
혼합물을 충돌체에 충돌시키는 충돌 에멀전 유닛; 및
상기 충돌 에멀전 유닛에서 충돌된 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을
보관하는 에멀전 탱크;를 포함하는 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 라인 믹서는 상기 연료유 100 중량부에 대하여 상기 탈황제 3 내지
10 중량부를 공급받아 혼합하는 것을 특징으로 하는 항만용 연료유의
탈황제 혼합 시스템.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 액적 미립화 유닛에 기체를 공급하는 기체 공급 유닛을 더 포함하는
것을 특징으로 하는 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 기체는 공기(air) 또는 산소(O₂)인 것을 특징으로 하는 항만용
연료유의 탈황제 혼합 시스템.
- [청구항 5] 제 3 항에 있어서,
상기 기체는 상기 연료유 내에서 1 내지 500 마이크로미터(μm) 크기의
버블(bubble)을 형성하는 것을 특징으로 하는 항만용 연료유의 탈황제
혼합 시스템.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 액적 미립화 유닛은 복수 개의 미세 홀이 형성되어 압력에 의해
액적이 형성되는 것을 특징으로 하는 항만용 연료유의 탈황제 혼합
시스템.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,
상기 자화 유닛은 9,000 내지 15,000 가우스(gauss)의 자기장으로

- [청구항 8] 자화시키는 것을 특징으로 하는 항만용 연료유의 탈황제 혼합 시스템.
제 1 항에 있어서,
상기 자화 유닛은 자기장이 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물의 이송
방향의 수직으로 형성되는 것을 특징으로 하는 항만용 연료유의 탈황제
혼합 시스템.
- [청구항 9] 제 1 항에 있어서,
상기 충돌 에멀전 유닛은 상기 연료유 및 상기 탈황제 혼합물을 분사하여
충돌체와 15° 각도로 충돌시키는 것을 특징으로 하는 항만용 연료유의
탈황제 혼합 시스템.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,
상기 에멀전 탱크는 수위 센서를 더 포함하고, 상기 에멀전 탱크의 수위에
따라 혼합 모드 또는 재순환 모드를 선택하는 것을 특징으로 하는 항만용
연료유의 탈황제 혼합 시스템.