



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년01월23일
(11) 등록번호 10-2759505
(24) 등록일자 2025년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B63B 25/16 (2006.01) B63B 79/30 (2020.01)
B63B 79/40 (2020.01) B63H 21/21 (2006.01)
B63H 25/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B63B 25/16 (2013.01)
B63B 79/30 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2023-0031475

(22) 출원일자 2023년03월10일

심사청구일자 2023년03월10일

(65) 공개번호 10-2024-0138137

(43) 공개일자 2024년09월20일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020100067791 A*

KR1020120124154 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

성신여자대학교 연구 산학협력단

서울특별시 성북구 보문로34다길 2 (동선동3가, 성신여자대학교)

(72) 발명자

안양준

서울특별시 영등포구 가마산로 442, 래미안프레비뉴 109동 703호

(74) 대리인

김정현

전체 청구항 수 : 총 1 항

심사관 : 권종오

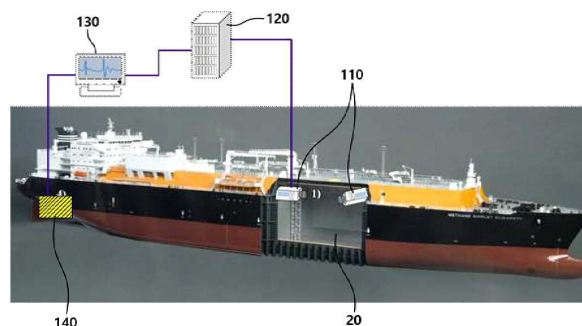
(54) 발명의 명칭 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템

(57) 요약

본 발명은 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템에 관한 것으로서, 상기 선박의 화물창 내부에 구비되어, 액체 화물의 움직임을 촬영하기 위한 카메라부, 상기 카메라부에서 촬영된 이미지를 전송받아 분석하여, 상기 액체 화물의 이동 방향과 슬로싱 주기를 계산하는 데이터 서버, 상기 데이터 서버에서 계산한 상기 액체 화물의 이동 방향과 슬로싱 주기를 고려하여, 상기 화물창에 가해지는 슬로싱 충격을 저감시키도록 상기 선박의 구동을 제어하는 구동 제어부 및 상기 구동 제어부로부터 수신한 구동 제어 명령에 따라 상기 선박을 구동시키기 위한 선박 구동부를 포함한다.

본 발명에 의하면, 액화천연가스 운반선 등 액체 화물을 운반하는 선박에서 발생하는 슬로싱 현상을 저감하므로, 화물창의 경제적 설계가 가능해져서 선박의 설계 및 건조 비용을 크게 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

B63B 79/40 (2022.01)

B63H 21/21 (2013.01)

B63H 25/04 (2013.01)

F17C 2260/016 (2013.01)

F17C 2270/0105 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711175593
과제번호	RS-2022-00166525
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구
연구과제명	연안 부유 쓰레기 수거 및 재활용을 위한 소형 해양 모빌리티 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	성신여자대학교연구산학협력단
연구기간	2022.09.01 ~ 2024.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템에서,

상기 선박의 화물창 내부에 구비되어, 액체 화물의 움직임을 촬영하기 위한 카메라부;

상기 카메라부에서 촬영된 이미지를 전송받아 분석하여, 상기 액체 화물의 이동 방향과 슬로싱 주기를 계산하는 데이터 서버;

상기 데이터 서버에서 계산한 상기 액체 화물의 이동 방향과 슬로싱 주기를 고려하여, 상기 화물창에 가해지는 슬로싱 충격을 저감시키도록 상기 선박의 구동을 제어하는 구동 제어부; 및

상기 구동 제어부로부터 수신한 구동 제어 명령에 따라 상기 선박을 구동시키기 위한 선박 구동부를 포함하고,

상기 데이터 서버는 상기 액체 화물의 속도를 계산하고, 이를 이용하여 상기 액체 화물의 이동 방향과 슬로싱 주기를 계산하고, 상기 선박의 움직임 주기와 상기 슬로싱 주기를 이용하여 공진이 발생하는 주기인 슬로싱 공진 주기를 계산하고,

상기 구동 제어부는 상기 선박의 움직임 주기가 상기 슬로싱 공진 주기를 기준으로 소정 시간 이내인 공진 영역을 회피하도록 상기 선박의 구동을 제어하며,

상기 데이터 서버는 상기 카메라부에서 촬영된 이미지를 이용하여 액체 화물의 움직임 속도를 측정하고, 액체 화물의 움직임 속도를 이용하여 해당 방향의 액체 움직임 주기를 산출하고, 해당 방향의 선박 움직임 주기를 실시간으로 산출하고,

상기 데이터 서버는 선박 움직임 주기가 액체 화물 움직임 주기의 $\pm 10\%$ 이내이면, 슬로싱 위험으로 판정하고,

선박 안정성 위협 요소는 선박의 안정적인 운행에 위협이 되는 요소이고, 선박 안전성 위협 요소는 선박의 안전에 위협이 되는 요소를 의미하고, 상기 구동 제어부는 선박 움직임 주기가 액체 화물 움직임 주기의 $+10\%$ 를 초과할 때, 선박 안정성 또는 선박 안전성 위협 요소 여부를 검출하고, 선박 안정성 또는 선박 안전성에 위협 요소가 존재하면, 선박 움직임 주기가 액체 화물 움직임 주기의 -10% 이하가 될 때까지 러더 및 프로펠러를 구동하도록 상기 선박 구동부를 제어하고, 선박 안정성 또는 선박 안전성에 위협 요소가 존재하지 않으면, 선박 움직임 주기가 액체 화물 움직임 주기의 $+10\%$ 이상이 될 때까지 러더 및 프로펠러를 구동하도록 상기 선박 구동부를 제어하고, 상기 선박 구동부에 대한 제어가 완료되면, 선박이 다시 운행하도록 운전을 계속 진행하도록 하는 것을 특징으로 하는 슬로싱 충격 저감 제어 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 슬로싱(sloshing)을 저감시키기 위한 선박의 제어 시스템에 관한 내용이다.

배경 기술

- [0002] 액화천연가스 운반선(Liquefied Natural Gas Carrier, LNGC)은 천연가스를 운반하는 선박으로서, 천연가스의 부피를 줄이기 위하여 극저온(일반적으로 -163°C)으로 냉각시킨 액화천연가스(Liquefied Natural Gas, LNG)를 화물창에 적재하여 운반하는 선박이다.
- [0003] 도 1은 액화천연가스 운반선을 도시한 것이다.
- [0004] 도 1을 참조하면, 액화천연가스 운반선(10)과 내부에 구비된 화물창(20)의 모습이 도시되어 있다.
- [0005] 액화천연가스 운반선(10)에 구비된 화물창(20)은 액화천연가스를 운반하기 위해 극저온에서 견딜 수 있는 일종의 저장탱크이다.
- [0006] 액화천연가스 운반선(10)의 화물창(20) 내부에 LNG와 같은 액상 화물을 수용한 상태로 선박에 동요가 일어나면, 액상 화물의 요동으로 인해 화물창(20)의 측벽 및 천장 구조물에 슬로싱 충격(Sloshing impact)이 발생한다.
- [0007] 슬로싱(Sloshing)이란, 선박이나 부유식 구조물이 다양한 해상 상태에서 운동할 때 선박의 화물창 내에 수용된 액체 상태의 물질이 유동하는 현상을 말한다. 액화천연가스 운반선(10)의 화물창(20) 내부의 일부 영역에만 액체가 차 있을 경우, 액체의 유동에 의한 슬로싱에 의해 액화가스 수송선박의 화물창 벽면과 천장은 심한 충격을 받게 되며, 이를 슬로싱 충격(Sloshing impact)이라 한다. 이러한 슬로싱 충격에 의해 액화천연가스 운반선(10)의 화물창(20)의 단열패널 구조체 등이 손상될 수 있는 문제가 발생한다.
- [0008] 이처럼, 액체 화물 운송 선박의 항해 시, 선박의 움직임에 따라 슬로싱 현상이 발생하고, 이로 인해 화물창 내벽에 큰 충격이 발생한다. 액화천연가스 운반선의 화물창(20)은 극저온 상태이기 때문에 충격에 취약하며, 작은 손상에도 화물(LNG) 누출, 기화로 인한 손실, 누출로 인한 화재, 폭발 등의 큰 사고가 발생할 수 있다. 따라서 선박 설계시, 슬로싱 충격 하중을 정확하게 산정하여 화물창을 설계해야 한다. 슬로싱 충격 하중은 LNG 화물창을 설계할 때 중요한 인자다. 슬로싱 충격이 발생하여 LNG 화물창에 손상이 발생하면, 영하 173°C 의 극저온 환경 특성을 고려할 때, 작은 손상에도 심각한 경제적, 물리적 손해를 입을 수 있다. 모형 실험에 의해 계측한 데이터에 의하면, 슬로싱 충격 하중은 LNG 화물창의 재질, 강도, 두께 등에 영향을 받는다.
- [0009] 슬로싱 현상에 있어서 공진 현상이 존재하고, 이를 슬로싱 공진 주기라 한다. 슬로싱 공진 주기는 액체가 탱크에 적재된 양인 적재량, 탱크 형상, 탱크가 움직이는 진폭, 그리고 탱크가 움직이는 주기에 영향을 받는다.
- [0010] 이러한 슬로싱 충격 하중을 줄이기 위한 많은 연구가 진행되었으며, 대부분 화물창 내부에 격벽 등의 구조물을 설치하여 유동을 방해는 방법에 국한되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 10-2449912

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 액체 화물을 운반하는 선박의 슬로싱 충격을 저감하기 위해 선박을 제어하는 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0013] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템에 관한 것으로서, 상기 선박의 화물창 내부에 구비되어, 액체 화물의 움직임을 촬영하기 위한 카메라부, 상기 카메라부에서 촬영된 이미지를 전송받아 분석하여, 상기 액체 화물의 이동 방향과 슬로싱 주기를 계산하는 데이터

서버, 상기 데이터 서버에서 계산한 상기 액체 화물의 이동 방향과 슬로싱 주기를 고려하여, 상기 화물창에 가해지는 슬로싱 충격을 저감시키도록 상기 선박의 구동을 제어하는 구동 제어부 및 상기 구동 제어부로부터 수신한 구동 제어 명령에 따라 상기 선박을 구동시키기 위한 선박 구동부를 포함한다.

[0016] 상기 데이터 서버는 상기 액체 화물의 속도를 계산하고, 이를 이용하여 상기 액체 화물의 이동 방향과 슬로싱 주기를 계산하고, 상기 선박의 움직임 주기와 상기 슬로싱 주기를 이용하여 공진이 발생하는 주기인 슬로싱 공진 주기를 계산하고, 상기 구동 제어부는 상기 선박의 움직임 주기가 상기 슬로싱 공진 주기를 기준으로 소정 시간 이내인 공진 영역을 회피하도록 상기 선박의 구동을 제어할 수 있다.

[0017] 상기 구동 제어부는 상기 액체 화물의 이동 방향과 동일한 방향으로 상기 선박이 이동하도록 구동을 제어하거나, 또는 상기 액체 화물의 이동 방향과 반대 방향으로 상기 선박이 이동하도록 구동을 제어할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 의하면, 액화천연가스 운반선 등 액체 화물을 운반하는 선박에서 발생하는 슬로싱 현상을 저감하므로, 화물창의 경제적 설계가 가능해져서 선박의 설계 및 건조 비용을 크게 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

[0019] 또한, 본 발명에 의하면, 슬로싱 충격 하중을 고려하여 선박을 자율 운항할 경우, 이로 인한 경제적 이익을 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

[0020] 또한, 본 발명에 의하면, 액화천연가스 운반선 외에 수소 선박, 암모니아 선박 등 액체 화물을 운반하는 선박에 대한 슬로싱 문제를 선제적으로 해결할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 액화천연가스 운반선을 도시한 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템을 예시한 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템의 구성을 도시한 블록도이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템에서 슬로싱 충격 저감 제어 방법을 보여주는 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 방법을 보여주는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0023] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 갖는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0025] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부

여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

- [0026] 본 발명은 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템에 관한 것이다. 본 발명에서 슬로싱 충격 저감 제어 시스템은 액체 화물을 운반하는 선박을 대상으로 하는 것으로서, 액체 화물을 운반하는 다양한 선박에 구비될 수 있다. 예를 들어, 본 발명은 액화천연가스를 운반하는 선박, 액화 수소를 운반하는 선박, 액화 암모니아를 운반하는 선박 등 다양한 액체 화물을 운반하는 선박에 적용될 수 있다.
- [0027] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템을 예시한 것이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0028] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템은 카메라부(110), 데이터 서버(data server)(120), 구동 제어부(130) 및 선박 구동부(140)를 포함한다.
- [0029] 카메라부(110)는 선박의 화물창(20) 내부에 구비되어, 액체 화물의 움직임을 촬영하는 역할을 한다. 본 발명의 일 실시예에서 카메라부(110)는 두 대 이상의 카메라가 선박의 화물창(20) 내부에 설치될 수 있다.
- [0030] 데이터 서버(120)는 카메라부(110)에서 촬영된 이미지를 전송받아 분석하여, 액체 화물의 이동 방향과 슬로싱 주기를 계산한다.
- [0031] 구동 제어부(130)는 데이터 서버(120)에서 계산한 액체 화물의 이동 방향과 슬로싱 주기를 고려하여, 화물창(20)에 가해지는 슬로싱 충격을 저감시키도록 선박의 구동을 제어한다.
- [0032] 선박 구동부(140)는 구동 제어부(130)로부터 수신한 구동 제어 명령에 따라 선박을 구동시키는 역할을 한다. 예를 들어, 선박 구동부(140)는 구동 제어부(130)로부터 수신한 구동 제어 명령에 따라 조타를 위한 러더(rudder)와 추진을 위한 프로펠러를 구동시킬 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에서 데이터 서버(120)는 액체 화물의 속도를 계산하고, 이를 이용하여 액체 화물의 이동 방향과 슬로싱 주기를 계산하고, 선박의 움직임 주기와 슬로싱 주기를 이용하여 공진이 발생하는 주기인 슬로싱 공진 주기를 계산할 수 있다. 그리고, 구동 제어부(130)는 선박의 움직임 주기가 슬로싱 공진 주기를 기준으로 소정 시간 이내인 공진 영역을 회피하도록 선박의 구동을 제어할 수 있다.
- [0034] 본 발명에서 슬로싱 주기는 액체 화물이 화물창(20)의 일측 벽에서부터 타측 벽까지 도달하는데 걸리는 시간을 의미한다.
- [0035] 본 발명에서 액체 화물의 이동 방향과 동일한 방향으로 선박이 이동하면 슬로싱 주기가 길어지고, 액체 화물의 이동 방향과 반대 방향으로 선박이 이동하면 슬로싱 주기가 짧아진다.
- [0036] 삭제
- [0038] 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템에서 슬로싱 충격 저감 제어 방법을 보여주는 흐름도이다.
- [0039] 도 4를 참조하면, 카메라부(110)에서 액체 화물의 움직임을 촬영한다(S101).
- [0040] 그리고, 데이터 서버(120)는 카메라부(110)로부터 이미지를 수신하고(S103), 수신한 이미지를 분석하여 액체 화물의 이동 방향과 슬로싱 주기를 계산한다(S105).
- [0041] 그리고, 데이터 서버(120)는 선박의 움직임 주기와 슬로싱 주기를 이용하여 슬로싱 공진 주기를 계산한다(S107).
- [0042] 구동 제어부(130)는 선박의 움직임 주기가 슬로싱 공진 주기를 기준으로 소정 시간 이내인 공진 영역에 해당하면, 이를 회피하도록 선박의 구동을 제어한다(S107). 이때, 구동 제어부(130)는 선박의 이동 방향과 액체 화물의 이동 방향이 동일하면(S111), 액체의 이동 방향으로 이동하도록 선박을 구동한다(S113). 그리고, 선박의 이동 방향과 액체 화물의 이동 방향이 동일하지 않으면(S111), 액체의 이동 방향과 반대 방향으로 이동하도록 선박을 구동한다(S115).

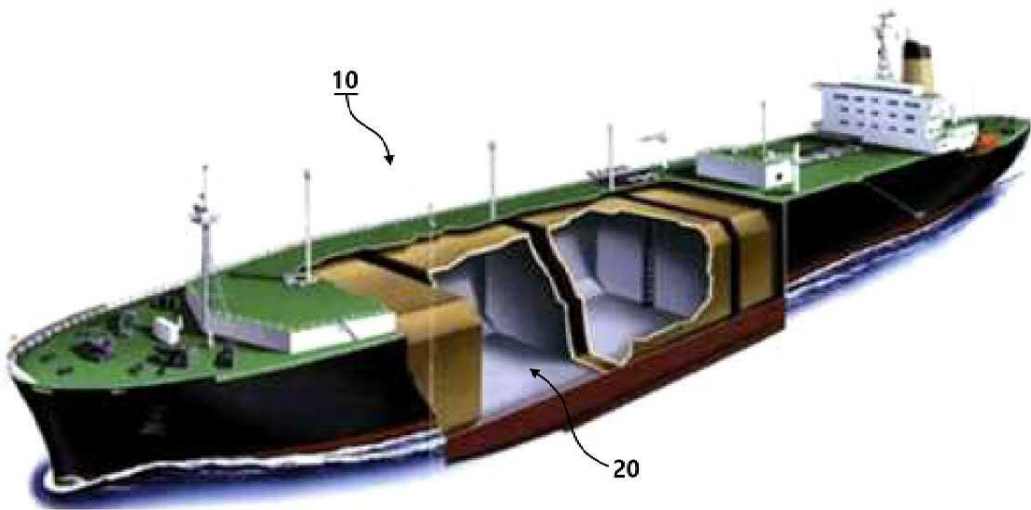
- [0043] 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 액체 화물을 운반하는 선박에서의 슬로싱 충격 저감 제어 시스템에서 슬로싱 충격 저감 제어 방법을 보여주는 흐름도이다.
- [0044] 도 5를 참조하면, 데이터 서버(120)는 카메라부(110)에서 촬영된 이미지를 이용하여 액체 화물의 움직임 속도를 측정한다(S201). 여기서, 액체 화물의 움직임 속도는 방향과 속력을 모두 포함하는 벡터이다.
- [0045] 그리고, 데이터 서버(120)는 액체 화물의 움직임 속도를 이용하여 해당 방향의 액체 움직임 주기를 산출한다(S203).
- [0046] 그리고, 데이터 서버(120)는 해당 방향의 선박 움직임 주기를 실시간으로 산출한다(S205).
- [0047] 데이터 서버(120)는 선박 움직임 주기가 액체 화물 움직임 주기의 $\pm 10\%$ 이내이면(S207), 슬로싱 위험으로 판정한다(S209).
- [0048] 그리고, 구동 제어부(130)는 선박 움직임 주기가 액체 화물 움직임 주기의 $+10\%$ 를 초과할 때, 선박 안정성 또는 선박 안전성 위협 요소 여부를 검출한다(S211). 여기서, 선박 안정성 위협 요소는 선박의 안정적인 운행에 위협이 되는 요소이고, 선박 안전성 위협 요소는 선박의 안전에 위협이 되는 요소를 말한다.
- [0049] 예를 들어, 선박 안정성 위협 요소는 선박의 좌우 기울기 또는 전후 기울기가 안정적인 운행에 필요한 안전 기준치를 초과하는 경우이다. 그리고, 선박 안전성 위협 요소는 선박의 진행 방향에 물체 등 방해물이 있는 경우이다.
- [0050] 선박 안정성 또는 선박 안전성에 위협 요소가 존재하면(S213), 구동 제어부(130)는 선박 움직임 주기가 액체 화물 움직임 주기의 -10% 이하가 될 때까지 러더 및 프로펠러를 구동하도록 선박 구동부(140)를 제어한다(S215).
- [0051] 반면, 선박 안정성 또는 선박 안전성에 위협 요소가 존재하지 않으면(S213), 구동 제어부(130)는 선박 움직임 주기가 액체 화물 움직임 주기의 $+10\%$ 이상이 될 때까지 러더 및 프로펠러를 구동하도록 선박 구동부(140)를 제어한다(S217).
- [0052] 선박 구동부(140)에 대한 제어 후, 구동 제어부(130)는 선박이 다시 운행하도록 운전을 계속 진행한다(S219).
- [0054] 이상 본 발명을 몇 가지 바람직한 실시 예를 사용하여 설명하였으나, 이들 실시 예는 예시적인 것이며 한정적인 것이 아니다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면 본 발명의 사상과 첨부된 특허청구범위에 제시된 권리범위에서 벗어나지 않으면서 다양한 변화와 수정을 가할 수 있음을 이해할 것이다.

부호의 설명

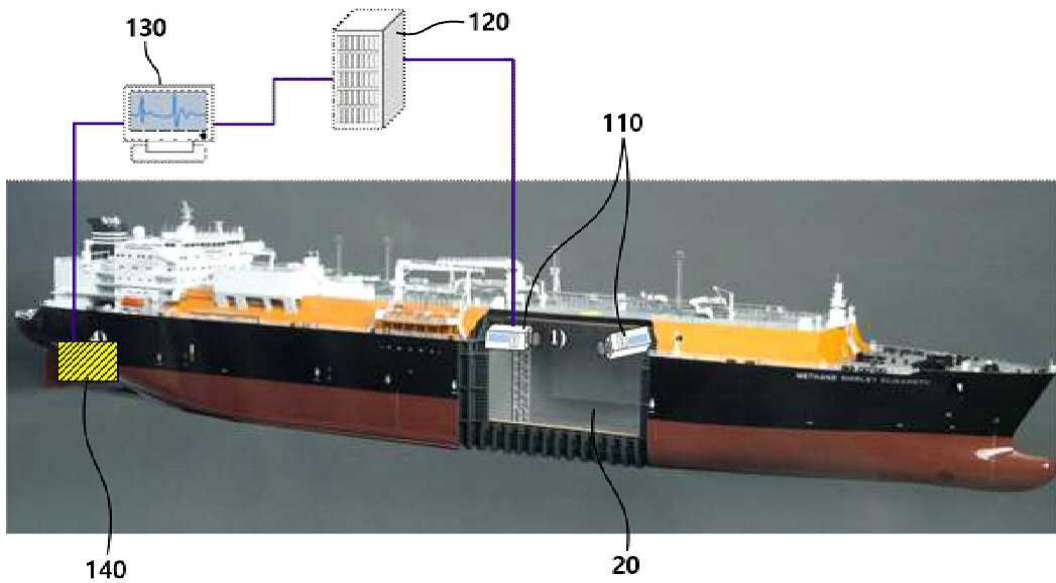
- [0056]
- | | | | |
|-----|--------|-----|--------|
| 110 | 카메라부 | 120 | 데이터 서버 |
| 130 | 구동 제어부 | 140 | 선박 구동부 |

도면

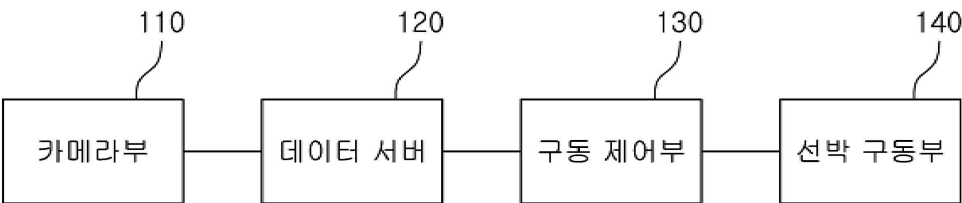
도면1



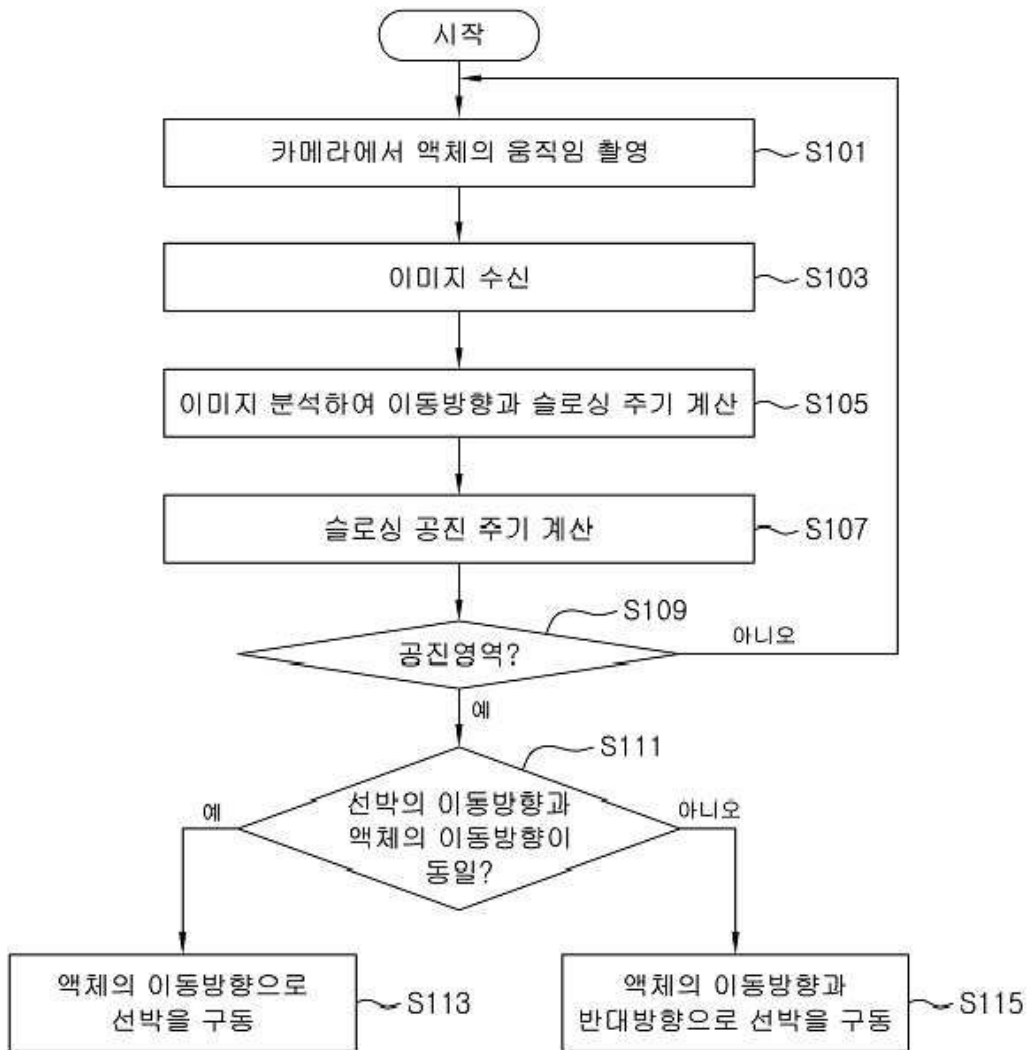
도면2



도면3



도면4



도면5

