(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0105724
(43) 공개일자 2023년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B63H 21/38 (2006.01) *B63B 17/00* (2006.01)
B63B 25/16 (2006.01) *B63B 79/10* (2020.01)
B63B 79/30 (2020.01) *B63J 2/12* (2006.01)
F02D 19/02 (2022.01) *F02D 41/00* (2006.01)
F02M 31/04 (2006.01) *F17C 9/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B63H 21/38 (2013.01)
B63B 17/0027 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0000646
(22) 출원일자 2022년01월04일
심사청구일자 2022년01월04일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
강인필
부산광역시 해운대구 센텀중앙로 145, 110동 4704호(재송동, 더샵센텀파크1차아파트)
오광원
경상남도 김해시 김해대로2324번길 54-27, 106동 1701호(봉황동, 봉황역e편한세상아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
남건필, 박종수, 정지향, 차상윤

전체 청구항 수 : 총 13 항

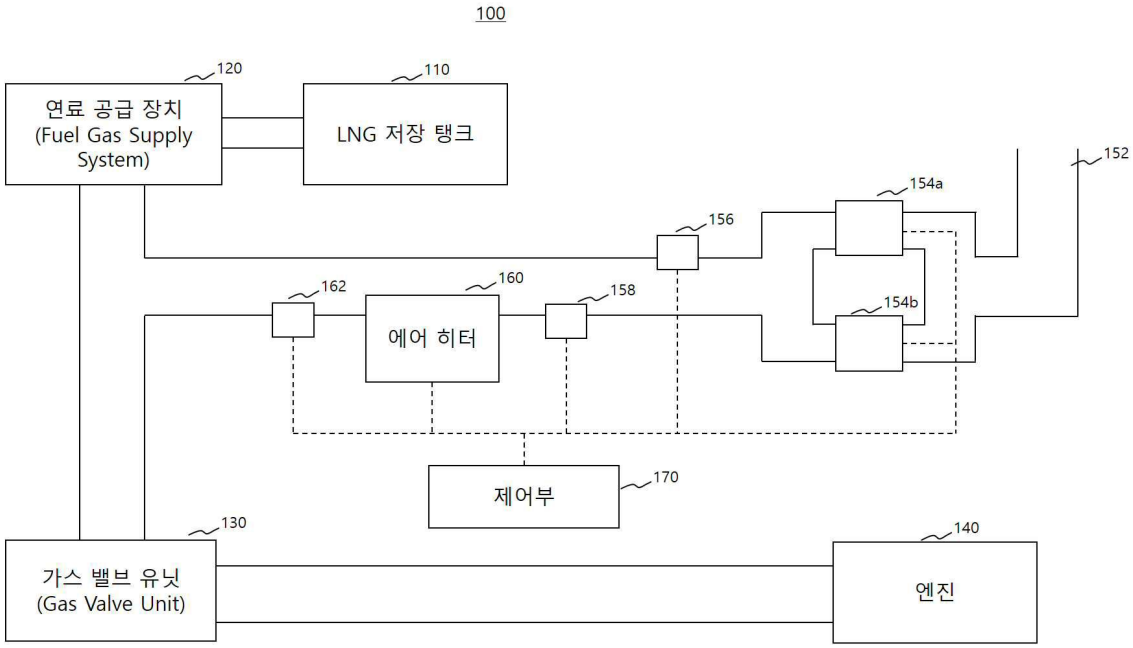
(54) 발명의 명칭 **지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법 및 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법 및 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템에 관한 것으로, 본 발명에 따른 지능형 에어 히터 모니터링 장치는 외부에서 공기를 흡입하는 공기 흡입구, 상기 공기 흡입구를 통해 외부에서 공급되는 공기를 제어에 따라 송풍하는

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



송풍기 및 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기를 가열시키는 에어 히터를 포함하는 가열 공기 공급 장치의 공기의 온도를 제어하고, 고장 여부를 진단하며, 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 유속을 측정하는 유량기, 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 온도를 측정하는 제1 온도 센서, 상기 에어 히터를 통해 가열된 공기의 온도를 측정하는 제2 온도 센서 및 상기 유량기에서 측정된 유속, 상기 제1 온도 센서에서 측정된 온도 및 상기 제2 온도 센서에서 측정된 온도 값들과 설정된 목표 온도 값을 기초로 상기 에어 히터의 출력을 제어하는 제어부를 포함한다.

(52) CPC특허분류
B63B 25/16 (2013.01)
B63B 79/10 (2022.01)
B63B 79/30 (2022.01)
B63J 2/12 (2013.01)
F02D 19/022 (2013.01)
F02D 19/025 (2013.01)
F02D 41/0027 (2013.01)
F02M 31/04 (2021.08)
F17C 9/00 (2013.01)

(72) 발명자
최백규
경상남도 양산시 대운5길 7, 104동 301호(명동, 웅상신도시 화성파크드림)
김성용
경상북도 경산시 백양로 91, 809호(사동, 초원파크)
문현우
부산광역시 남구 동명로152번길 5, 203호(용호동, 녹산주택)
조정훈
부산광역시 북구 금곡대로 166, 406동 3402호(화명동, 롯데캐슬카이저)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425147860
과제번호	S2909426
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	지역특화산업육성+(R&D)
연구과제명	LNG 연료 추진 선박용 ICT 지능형 안전 Gas Feeding System 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	탈렌트엘엔지 (주)
연구기간	2020.05.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425157665
과제번호	S3038447
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	한국산학연협회
연구사업명	중소기업연구인력지원(R&D)
연구과제명	프로젝트기반 로봇융합 스마트제조 인력양성사업
기 여 율	1/2
과제수행기관명	부경대학교산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

LNG 연료를 기화하여 LNG 가스를 공급하는 연료 공급 장치(Fuel Gas Supply System);

외부에서 공급된 공기를 기 설정된 온도로 가열하여 가열된 공기를 공급하는 가열 공기 공급 장치;

상기 가열 공기 공급 장치에서 공급하는 공기의 온도를 제어하고, 상기 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단하는 지능형 에어 히터 모니터링 장치; 및

상기 연료 공급 장치에서 공급된 LNG 가스와 상기 가열 공기 공급 장치에서 공급된 가열된 공기가 혼합되어 기 설정된 온도로 예열된 LNG 가스를 제어에 따라 엔진에 공급하는 가스 밸브 유닛을 포함하되,

상기 가열 공기 공급 장치는

외부에서 공기를 흡입하는 공기 흡입구(Air inlet);

상기 공기 흡입구를 통해 외부에서 공급되는 공기를 제어에 따라 송풍하는 송풍기; 및

상기 송풍기를 통해 공급되는 공기를 가열시키는 에어 히터를 포함하고

상기 지능형 에어 히터 모니터링 장치는

상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 유속을 측정하는 유량기;

상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 온도를 측정하는 제1 온도 센서;

상기 에어 히터를 통해 가열된 공기의 온도를 측정하는 제2 온도 센서; 및

상기 유량기에서 측정된 유속, 상기 제1 온도 센서에서 측정된 온도 및 상기 제2 온도 센서에서 측정된 온도 값들과 설정된 목표 온도 값을 기초로 상기 에어 히터의 출력을 제어하는 제어부를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제어부는

하기 수학식 1을 통해 상기 에어 히터의 출력을 제어하는 액화가스 연료 공급 시스템.

[수학식 1]

$$P[W] = 0.2778 \times 60 \times C_p \times p \times F \times \Delta T$$

여기에서, 1kW=1kJ/s=0.2779W■hr, C_p는 유체의 정압 비열, p는 유체의 밀도, F는 유속[m^3/min],

??T는 흐르는 유체에 대해 상승시킬 온도(T_{target}-$T_{current}$), T_{target}는 목표 온도, $T_{current}$는 현재 온도

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제어부는

하기 수학식 2를 통해 상기 가열된 공기의 예측 온도를 산출하고, 해당 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 가열된 공기의 온도를 기초로 상기 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단하는 액화가스 연료

공급 시스템.

[수학식 2]

$$T_{Out}(t) = T_{target} + C \times e^{(-k \times t)}$$

여기에서, $T_{out}(t)$는 에어 히터(160)를 통과한 공기(가열된 공기)의 예측 온도, T_{target}은 설정된 목표 온도, C, k는 각각 계수

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제어부는

상기 온도 센서의 결선 여부, 상기 에어 히터의 과열 여부 및 상기 에어 히터의 출력 부족 여부를 진단하는 액화가스 연료 공급 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제어부는

상기 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도가 기 설정된 값 이상 차이가 나고

상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도 값에서 기 설정된 최대값보다 큰 값 또는 기 설정된 최저값보다 작은 값이 검출된 경우 상기 제2 온도 센서에 결선 고장이 발생한 것으로 진단하는 액화가스 연료 공급 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 제어부는

상기 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도가 기 설정된 값 이상 차이가 나고, 상기 제2 온도 센서에 결선 고장이 발생하지 않은 경우,

상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)와 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)를 비교하여,

상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)가 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)보다 큰 경우(A>B) 상기 에어 히터에 과열이 발생한 것으로 진단하는 액화가스 연료 공급 시스템.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 제어부는

상기 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도가 기 설정된 값 이상 차이가 나고, 상기 제2 온도 센서에 결선 고장이 발생하지 않은 경우,

상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)와 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)를 비교하여,

상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)가 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)보다 작은 경우(A<B) 상기 에어 히터의 출력이 부족한 것으로 진단하는 액화가스 연료 공급 시스템.

청구항 8

외부에서 공기를 흡입하는 공기 흡입구, 상기 공기 흡입구를 통해 외부에서 공급되는 공기를 제어에 따라 송풍하는 송풍기 및 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기를 가열시키는 에어 히터를 포함하는 가열 공기 공급 장치의 공기의 온도를 제어하고, 고장 여부를 진단하는 지능형 에어 히터 모니터링 방법에 있어서,

유량기가 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 유속을 측정하는 단계;

제1 온도 센서가 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 온도를 측정하는 단계;

제2 온도 센서가 상기 에어 히터를 통해 가열된 공기의 온도를 측정하는 단계; 및

제어부가 상기 유량기에서 측정된 유속, 상기 제1 온도 센서에서 측정된 온도 및 상기 제2 온도 센서에서 측정된 온도 값들과 설정된 목표 온도 값을 기초로 상기 에어 히터의 출력을 제어하는 단계를 포함하는 지능형 에어 히터 모니터링 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 에어 히터의 출력을 제어하는 단계는

하기 수학식 1을 통해 상기 에어 히터의 출력을 제어하는 단계를 포함하는 지능형 에어 히터 모니터링 방법.

[수학식 1]

$$P[W] = 0.2778 \times 60 \times C_p \times p \times F \times \Delta T$$

여기에서, 1kW=1kJ/s=0.2779W■hr, C_p는 유체의 정압 비열, p는 유체의 밀도, F는 유속[m^3/min],

??T는 흐르는 유체에 대해 상승시킬 온도(T_{target}-$T_{current}$), T_{target}는 목표 온도, $T_{current}$는 현재 온도

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 지능형 에어 히터 모니터링 방법은

상기 제어부가 하기 수학식 2를 통해 상기 가열된 공기의 예측 온도를 산출하고, 해당 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 가열된 공기의 온도를 기초로 상기 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단하는 단계를 더 포함하는 지능형 에어 히터 모니터링 방법.

[수학식 2]

$$T_{Out}(t) = T_{target} + C \times e^{(-k \times t)}$$

여기에서, $T_{out}(t)$는 에어 히터(160)를 통과한 공기(가열된 공기)의 예측 온도, T_{target}은 설정된 목표 온도, C, k는 각각 계수

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 상기 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단하는 단계는

상기 온도 센서의 결선 여부, 상기 에어 히터의 과열 여부 및 상기 에어 히터의 출력 부족 여부를 진단하는 단

계를 포함하는 지능형 에어 히터 모니터링 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 상기 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단하는 단계는

상기 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도를 비교하는 단계;

상기 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도가 기 설정된 값 이상 차이가 나고, 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도 값에서 기 설정된 최대값보다 큰 값 또는 기 설정된 최저값보다 작은 값이 검출된 경우 상기 제2 온도 센서에 결선 고장이 발생한 것으로 진단하는 단계;

상기 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도가 기 설정된 값 이상 차이가 나고, 상기 제2 온도 센서에 결선 고장이 발생하지 않은 경우, 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)와 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)를 비교하는 단계;

상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)가 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)보다 큰 경우(A>B) 상기 에어 히터에 과열이 발생한 것으로 진단하는 단계; 및

상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)가 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)보다 작은 경우(A<B) 상기 에어 히터의 출력이 부족한 것으로 진단하는 단계를 포함하는 지능형 에어 히터 모니터링 방법.

청구항 13

외부에서 공기를 흡입하는 공기 흡입구, 상기 공기 흡입구를 통해 외부에서 공급되는 공기를 제어에 따라 송풍하는 송풍기 및 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기를 가열시키는 에어 히터를 포함하는 가열 공기 공급 장치의 공기의 온도를 제어하고, 고장 여부를 진단하는 지능형 에어 히터 모니터링 장치에 있어서,

상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 유속을 측정하는 유량기;

상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 온도를 측정하는 제1 온도 센서;

상기 에어 히터를 통해 가열된 공기의 온도를 측정하는 제2 온도 센서; 및

상기 유량기에서 측정된 유속, 상기 제1 온도 센서에서 측정된 온도 및 상기 제2 온도 센서에서 측정된 온도 값들과 설정된 목표 온도 값을 기초로 상기 에어 히터의 출력을 제어하는 제어부를 포함하는 지능형 에어 히터 모니터링 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법 및 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 액화가스(LNG)를 연료로 사용하는 엔진의 액화가스 연료 공급 시스템을 모니터링하고 자동으로 진단 및 제어할 수 있는 지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법 및 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] IMO의 환경 규제 속에서 액화가스(LNG)를 연료로 추진하는 LNG 추진선의 수요가 늘어나고 있다. LNG 추진선은 저장의 효율성을 위해 LNG 연료를 -163°C 이하로 유지하여 액체 상태로 연료탱크에 저장한다. 그러나, LNG 연료의 연소 효율을 향상시키기 위해 LNG 연료는 약 20 °C로 예열하여 엔진에 공급하여야 한다.

[0003] 대다수의 LNG 추진선은 에어 히터(Air Heater)를 구비하여 LNG 연료를 예열한다. 에어 히터는 에어 덕트(duct)를 통해 외부에서 공급된 공기를 가열하고, 가열된 공기는 일정 유량으로 내부의 LNG 연료 공급 배관에 공급된다. LNG 연료 공급 배관에서는 가열된 공기와 LNG 가스 사이에 열교환이 일어나며, 열교환을 통해 LNG 가스가 가열된다.

[0004] 현재 주로 사용되는 에어 히터의 경우, 에어 덕트와 일체형으로 제작되고 공기 흡입구(Air inlet)에 설치되어 외부에서 공급되는 공기를 가열한다. 그러나, 대다수의 에어 히터는 사용자에 의해 On/Off가 제어되어 수동으로 동작하거나, 가열된 공기가 별도로 설정한 온도에 도달하면 기능을 멈추는 반자동 온도 조절 방식으로 동작하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 KR10-2019471 (2019.09.02)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 액화가스 연료 공급 시스템을 모니터링하고 자동으로 진단 및 제어하여 최적의 연료 효율을 위한 액화가스(LNG) 공급 온도를 유지할 수 있는 지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법 및 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템을 제공한다.

[0007] 본 발명은 액화가스 연료 공급 시스템의 배관 내 공기의 온도 및 환기 조건을 감시하는 동시에 시스템 고장 시 사용자에게 고장 여부를 즉시 알릴 수 있는 지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법 및 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템을 제공한다.

[0008] 본 발명은 사용자가 모바일 단말기를 통해 외부에서 액화가스 연료 공급 시스템의 상태를 모니터링을 할 수 있으며 시스템의 상황을 즉시 확인하고 시스템을 조작할 수 있는 지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법 및 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명에 따른 액화가스 연료 공급 시스템은 LNG 연료를 기화하여 LNG 가스를 공급하는 연료 공급 장치(Fuel Gas Supply System), 외부에서 공급된 공기를 기 설정된 온도로 가열하여 가열된 공기를 공급하는 가열 공기 공급 장치, 상기 가열 공기 공급 장치에서 공급하는 공기의 온도를 제어하고, 상기 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단하는 지능형 에어 히터 모니터링 장치 및 상기 연료 공급 장치에서 공급된 LNG 가스와 상기 가열 공기 공급 장치에서 공급된 가열된 공기가 혼합되어 기 설정된 온도로 예열된 LNG 가스를 제어에 따라 엔진에 공급하는 가스 밸브 유닛을 포함하되, 상기 가열 공기 공급 장치는 외부에서 공기를 흡입하는 공기 흡입구(Air inlet), 상기 공기 흡입구를 통해 외부에서 공급되는 공기를 제어에 따라 송풍하는 송풍기 및 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기를 가열시키는 에어 히터를 포함하고 상기 지능형 에어 히터 모니터링 장치는 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 유속을 측정하는 유량기, 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 온도를 측정하는 제1 온도 센서, 상기 에어 히터를 통해 가열된 공기의 온도를 측정하는 제2 온도 센서 및 상기 유량기에서 측정된 유속, 상기 제1 온도 센서에서 측정된 온도 및 상기 제2 온도 센서에서 측정된 온도 값들과 설정된 목표 온도 값을 기초로 상기 에어 히터의 출력을 제어하는 제어부를 포함한다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 제어부는 하기 수학식 1을 통해 상기 에어 히터의 출력을 제어할 수 있다.

[0011] [수학식 1]

[0012] $$P[W] = 0.2778 \times 60 \times C_p \times p \times F \times \Delta T$$

[0013] 여기에서, 1kW=1kJ/s=0.2779W■hr, C_p는 유체의 정압 비열, p는 유체의 밀도, F는 유속[m^3/min],

[0014] ??T는 흐르는 유체에 대해 상승시킬 온도(T_{target}-$T_{current}$), T_{target}는 목표 온도, $T_{current}$는 현재 온도

[0015] 일 실시예에서, 제1항에 있어서, 상기 제어부는 하기 수학식 2를 통해 상기 가열된 공기의 예측 온도를 산출하고, 해당 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 가열된 공기의 온도를 기초로 상기 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단 할 수 있다.

[0016] [수학식 2]

[0017] $$T_{Out}(t) = T_{target} + C \times e^{(-k \times t)}$$

[0018] 여기에서, $T_{out}(t)$는 에어 히터(160)를 통과한 공기(가열된 공기)의 예측 온도, T_{target}은 설정된 목표 온도, C, k는 각각 계수

[0019] 일 실시예에서, 상기 제어부는 상기 온도 센서의 결선 여부, 상기 에어 히터의 과열 여부 및 상기 에어 히터의 출력 부족 여부를 진단할 수 있다.

[0020] 일 실시예에서, 상기 제어부는 상기 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도가 기 설정된 값 이상 차이가 나고 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도 값에서 기 설정된 최대값보다 큰 값 또는 기 설정된 최저값보다 작은 값이 검출된 경우 상기 제2 온도 센서에 결선 고장이 발생한 것으로 진단할 수 있다.

[0021] 일 실시예에서, 상기 제어부는 상기 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도가 기 설정된 값 이상 차이가 나고, 상기 제2 온도 센서에 결선 고장이 발생하지 않은 경우, 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)와 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)를 비교하여, 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)가 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)보다 큰 경우(A>B) 상기 에어 히터에 과열이 발생한 것으로 진단할 수 있다.

[0022] 일 실시예에서, 상기 제어부는 상기 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도가 기 설정된 값 이상 차이가 나고, 상기 제2 온도 센서에 결선 고장이 발생하지 않은 경우, 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)와 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)를 비교하여, 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)가 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)보다 작은 경우(A<B) 상기 에어 히터의 출력이 부족한 것으로 진단할 수 있다.

[0023] 본 발명에 따른 지능형 에어 히터 모니터링 방법은 외부에서 공기를 흡입하는 공기 흡입구, 상기 공기 흡입구를 통해 외부에서 공급되는 공기를 제어에 따라 송풍하는 송풍기 및 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기를 가열시키는 에어 히터를 포함하는 가열 공기 공급 장치의 공기의 온도를 제어하고, 고장 여부를 진단하는 지능형 에어 히터 모니터링 방법에 있어서, 유량기가 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 유속을 측정하는 단계, 제1 온도 센서가 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 온도를 측정하는 단계, 제2 온도 센서가 상기 에어 히터를 통해 가열된 공기의 온도를 측정하는 단계 및 제어부가 상기 유량기에서 측정된 유속, 상기 제1 온도 센서에서 측정된 온도 및 상기 제2 온도 센서에서 측정된 온도 값들과 설정된 목표 온도 값을 기초로 상기 에어 히터의 출력을 제어하는 단계를 포함한다.

[0024] 일 실시예에서, 상기 에어 히터의 출력을 제어하는 단계는 하기 수학식 1을 통해 상기 에어 히터의 출력을 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0025] [수학식 1]

[0026] $$P[W] = 0.2778 \times 60 \times C_p \times p \times F \times \Delta T$$

[0027] 여기에서, 1kW=1kJ/s=0.2779W■hr, C_p는 유체의 정압 비열, p는 유체의 밀도, F는 유속[m^3/min],

[0028] ??T는 흐르는 유체에 대해 상승시킬 온도(T_{target}-$T_{current}$), T_{target}는 목표 온도, $T_{current}$는 현재 온도

[0029] 일 실시예에서, 상기 지능형 에어 히터 모니터링 방법은 상기 제어부가 하기 수학식 2를 통해 상기 가열된 공기의 예측 온도를 산출하고, 해당 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 가열된 공기의 온도를 기초로 상기 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0030] [수학식 2]

[0031] $$T_{Out}(t) = T_{target} + C \times e^{(-k \times t)}$$

[0032] 여기에서, $T_{out}(t)$는 에어 히터(160)를 통과한 공기(가열된 공기)의 예측 온도, T_{target}은 설정된 목표 온도, C, k는 각각 계수

[0033] 일 실시예에서, 상기 상기 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단하는 단계는 상기 온도 센서의 결선 여부, 상기 에어 히터의 과열 여부 및 상기 에어 히터의 출력 부족 여부를 진단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0034] 일 실시예에서, 상기 상기 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단하는 단계는 상기 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도를 비교하는 단계, 상기 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도가 기 설정된 값 이상 차이가 나고, 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도 값에서 기 설정된 최대값보다 큰 값 또는 기 설정된 최저값보다 작은 값이 검출된 경우 상기 제2 온도 센서에 결선 고장이 발생한 것으로 진단하는 단계, 상기 산출된 예측 온도와 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도가 기 설정된 값 이상 차이가 나고, 상기 제2 온도 센서에 결선 고장이 발생하지 않은 경우, 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)와 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)를 비교하는 단계, 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)가 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)보다 큰 경우(A>B) 상기 에어 히터에 과열이 발생한 것으로 진단하는 단계 및 상기 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(A)가 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간 동안의 평균 기울기(B)보다 작은 경우(A<B) 상기 에어 히터의 출력이 부족한 것으로 진단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0035] 본 발명에 따른 지능형 에어 히터 모니터링 장치는 외부에서 공기를 흡입하는 공기 흡입구, 상기 공기 흡입구를 통해 외부에서 공급되는 공기를 제어에 따라 송풍하는 송풍기 및 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기를 가열시키는 에어 히터를 포함하는 가열 공기 공급 장치의 공기의 온도를 제어하고, 고장 여부를 진단하는 지능형 에어 히터 모니터링 장치에 있어서, 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 유속을 측정하는 유량기, 상기 송풍기를 통해 공급되는 공기의 온도를 측정하는 제1 온도 센서, 상기 에어 히터를 통해 가열된 공기의 온도를 측정하는 제2 온도 센서 및 상기 유량기에서 측정된 유속, 상기 제1 온도 센서에서 측정된 온도 및 상기 제2 온도 센서에서 측정된 온도 값들과 설정된 목표 온도 값을 기초로 상기 에어 히터의 출력을 제어하는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

[0036] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법 및 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템은 액화가스 연료 공급 시스템을 모니터링하고 자동으로 진단 및 제어하여 최적의 연료 효율을 위한 액화가스(LNG) 공급 온도를 유지할 수 있다.

[0037] 본 발명에 따른 지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법 및 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템은 액화가스 연료 공급 시스템의 배관 내 공기의 온도 및 환기 조건을 감시하는 동시에 시스템 고장 시 사용자에게 고장 여부를 즉시 알릴 수 있다.

[0038] 본 발명에 따른 지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법 및 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템은 사용자가 모바일 단말기를 통해 외부에서 액화가스 연료 공급 시스템의 상태를 모니터링을 할 수 있으며 시스템의 상황을 즉시 확인하고 시스템을 조작할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템을 나타내는 도면

도 2는 예측 모델을 통해 산출된 예측 온도와 제2 온도 센서를 통해 측정된 가열된 공기의 온도를 나타내는 도면

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 에어 히터 모니터링 방법을 설명하는 흐름도

도 4는 도 3의 고장 여부를 진단하는 단계를 상세히 설명하는 흐름도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 이하, 본 발명에 따른 지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법 및 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템을 실시하기 위한 구체적인 내용을 설명하면 다음과 같다.

[0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템을 나타내는 도면이다.

[0042] 도 1을 참조하면, 액화가스 연료 공급 시스템(100)은 LNG 저장 탱크(110), 연료 공급 장치(Fuel Gas Supply System)(120), 가스 밸브 유닛(Gas Valve Unit)(130), 엔진(140), 가열 공기 공급 장치 및 지능형 에어 히터 모니터링 장치를 포함한다. 가열 공기 공급 장치는 공기 흡입구(Air inlet)(152), 송풍기(154a, 154b) 및 에어 히터(160)를 포함하고, 지능형 에어 히터 모니터링 장치는 유량기(156), 제1 온도 센서(158), 제2 온도 센서(162) 및 제어부(170)를 포함한다.

[0043] 일 실시예에서, 액화가스 연료 공급 시스템(100)은 액화가스(LNG)를 연료로 동작하는 모든 구동 시스템에 적용될 수 있다. 예를 들어, 액화가스 연료 공급 시스템(100)은 추진하는 LNG 추진선의 연료 공급 시스템일 수 있다.

[0044] 액화가스 연료 공급 시스템(100)은 이중 배관 형태로 구성되어, 연료 공급 장치(Fuel Gas Supply System)(120)에서 공급되는 LNG 가스와 가열 공기 공급 장치에서 공급되는 가열된 공기가 LNG 연료 공급 배관에서 혼합되어 가열된 공기와 LNG 가스 사이에 열교환이 일어날 수 있다.

[0045] LNG 저장 탱크(110)는 액체 상태의 LNG 연료를 저장할 수 있다. LNG 저장 탱크(110)는 LNG 연료를 고압으로 -163°C 이하로 유지하여 액체 상태를 유지하도록 할 수 있다.

[0046] 연료 공급 장치(120)는 LNG 저장 탱크(110)와 배관으로 연결되며, LNG 저장 탱크(110)로부터 공급받은 LNG 연료를 기화한다. 연료 공급 장치(120)는 기화된 LNG 가스를 연료 공급 배관을 통해 가스 밸브 유닛(130)에 공급한다.

[0047] 연료 공급 장치(120)와 가스 밸브 유닛(130) 사이의 연료 공급 배관은 가열 공기 공급 장치의 배관과 연결될 수 있다. 연료 공급 장치(120)에서 공급된 LNG 가스와 가열 공기 공급 장치에서 공급된 가열된 공기는 연료 공급 배관에서 혼합되어 열교환이 일어날 수 있다.

[0048] 가열 공기 공급 장치는 공기 흡입구(152), 송풍기(154a, 154b) 및 에어 히터(160)를 포함하며, 외부에서 공급된 공기를 기 설정된 온도로 가열하여 가열된 공기를 공급한다.

[0049] 공기 흡입구(152)는 외부에서 공기를 흡입하여 배관을 통해 내부로 공급한다. 송풍기(154a, 154b)는 공기 흡입구(152)를 통해 외부에서 공급되는 공기를 제어에 따라 내부로 송풍한다. 일 실시예에서, 송풍기의 개수는 외부 공기를 내부로 공급하는 유로(flow path)의 개수에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 도 1의 액화가스 연료 공급 시스템(100)의 경우 1개의 공기 흡입구(152)를 통해 공급된 외부 공기가 2개의 유로로 분기하며, 각각의 유로에 하나의 송풍기가 구비될 수 있다.

[0050] 각 송풍기(154a, 154b)는 제어부(170)의 제어에 따라 출력이 제어될 수 있으며, 동시에 같은 출력으로 송풍하도록 제어되거나, 각각 다른 출력으로 송풍하도록 제어될 수 있다. 예를 들어, 외부 공기 공급 유량이 적은 경우, 제어부(170)는 동시에 각 송풍기(154a, 154b)의 출력을 증가시켜서 외부 공기 공급량을 증가시킬 수 있다. 각각의 유로에서 송풍기(154a, 154b)를 통해 공급된 공기는 하나의 배관으로 다시 합류하여 내부로 공급된다.

[0051] 에어 히터(160)는 송풍기(154a, 154b)를 통해 공급되는 공기를 가열시켜서 공기의 온도를 상승시킬 수 있다. 에어 히터(160)는 제어부(170)의 제어에 따라 출력을 제어할 수 있다. 에어 히터(160)를 통해 가열된 공기는 배관을 따라 연료 공급 배관으로 공급된다. 에어 히터(160)는 배관의 일 측에 설치될 수도 있고, 구현 예에 따라 배

관의 가운데에 설치될 수도 있다. 예를 들어, 배관 내 공기의 흐름을 방해하지 않도록 유선형으로 제작된 에어 히터(160)가 배관의 가운데에 설치될 수도 있다.

[0052] 지능형 에어 히터 모니터링 장치는 유량기(156), 제1 온도 센서(158), 제2 온도 센서(162) 및 제어부(170)를 포함하며, 가열 공기 공급 장치에서 공급하는 공기의 온도를 제어하고, 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단한다.

[0053] 유량기(156)는 송풍기(154a, 154b)를 통해 내부로 공급되는 공기의 유속을 측정한다. 유량기(156)는 배관의 단면적 값과 공기의 유속 값을 기초로 내부로 공급되는 공기의 양을 측정할 수 있다. 유량기(156)를 통해 측정된 공기의 양은 에어 히터(160)를 통해 가열되어 공급되는 공기의 양과 동일한 것으로 식별될 수 있다.

[0054] 제1 온도 센서(158)는 송풍기(154a, 154b)를 통해 공급된 공기의 온도를 측정하고, 제2 온도 센서(162)는 에어 히터(160)를 통해 가열된 공기의 온도를 측정한다.

[0055] 제어부(170)는 유량기(156)에서 측정된 유속, 제1 온도 센서(158)에서 측정된 공기의 온도 및 제2 온도 센서(162)에서 측정된 가열된 공기의 온도 값들과 설정된 목표 온도 값을 기초로 에어 히터(160)의 출력을 제어한다.

[0056] 일 실시예에서, 제어부(170)는 기 설정된 목표 온도와 제1 온도 센서(158)에서 측정된 공기의 온도를 기초로 하기 수학식 1을 통해 에어 히터(160)의 출력을 제어할 수 있다.

[0057] [수학식 1]

$$P[W] = 0.2778 \times 60 \times C_p \times p \times F \times \Delta T$$

[0058]

[0059] 여기에서, 1kW=1kJ/s=0.2779W■hr, C_p는 유체의 정압 비열, p는 유체의 밀도, F는 유속[m^3/min],

[0060] ??T는 흐르는 유체에 대해 상승시킬 온도(T_{target}-$T_{current}$), T_{target}는 목표 온도, $T_{current}$는 현재 온도를 나타낸다.

[0061] 즉, 제어부(170)는 제1 온도 센서(158)에서 측정된 공기의 온도($T_{current}$)와 가열된 공기에 대한 설정된 목표 온도(T_{target})를 이용하여 에어 히터(160)의 출력(P[W])을 산출하고, 해당 출력으로 동작하도록 에어 히터(160)를 제어할 수 있다.

[0062] 일 실시예에서, 제어부(170)는 하기 수학식 2를 통해 가열된 공기의 예측 온도를 산출하고, 해당 산출된 예측 온도와 제2 온도 센서(162)를 통해 실제 측정된 가열된 공기의 온도를 기초로 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단할 수 있다.

[0063] [수학식 2]

$$T_{Out}(t) = T_{target} + C \times e^{(-k \times t)}$$

[0064]

[0065] 여기에서, $T_{out}(t)$는 에어 히터(160)를 통과한 공기(가열된 공기)의 예측 온도, T_{target}은 설정된 목표 온도, C, k는 각각 계수를 나타낸다. C, k는 실험을 통해 실험 상수로 도출될 수 있다.

[0066] 도 2는 예측 모델을 통해 산출된 예측 온도와 제2 온도 센서를 통해 측정된 가열된 공기의 온도를 나타내는 도면이다.

[0067] 도 2를 참조하면, 액화가스 연료 공급 시스템(100)이 정상적으로 작동하는 경우, 수학식 2의 예측 모델을 통해 산출된 예측 온도($T_{out}(t)$, Prediction Model)와 제2 온도 센서를 통해 실제 측정된 가열된 공기의 온도(System Output Temp) 사이에 오차가 크지 않음을 확인할 수 있다.

[0068] 다시 도 1을 참조하면, 제어부(170)는 수학식 2를 통해 산출된 예측 온도($T_{out}(t)$)를 기초로 온도 센서(162)의 결선 여부, 에어 히터(160)의 과열 여부 및 에어 히터(160)의 출력 부족 여부를 진단할 수 있다.

[0069] 일 실시예에서, 제어부(170)는 산출된 예측 온도($T_{out}(t)$)와 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도를 비교하여, 산출된 예측 온도($T_{out}(t)$)와 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도($T_{m2}(t)$)가 기 설정된 값($T_{threshold}$) 이상 차이가 나는지 모니터링한다.

[0070] 산출된 예측 온도($T_{out}(t)$)와 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도($T_{m2}(t)$)가 기 설정된 값($T_{threshold}$) 이상 차이가 나는 경우($|T_{out}(t) \text{ ?? } T_{m2}(t)| \geq T_{threshold}$), 제어부(170)는 기 설정된 시간(n) 동안 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도($T_{m2}(t)$)를 모니터링한다.

[0071] 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도($T_{m2}(t)$)를 모니터링한 결과, 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도 값에서 기 설정된 최대값(T_{max})보다 큰 값($\max|T_{m2}(t-n) \sim T_{m2}(t)| \geq T_{max}$) 또는 기 설정된 최저값($T_{min}$)보다 작은 값($\min|T_{m2}(t-n) \sim T_{m2}(t)| \leq T_{min}$)이 검출된 경우, 제어부(170)는 제2 온도 센서(162)에 결선 고장이 발생한 것으로 진단한다.

[0072] 산출된 예측 온도($T_{out}(t)$)와 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도($T_{m2}(t)$)가 기 설정된 값($T_{threshold}$) 이상 차이가 나고($|T_{out}(t) \text{ ?? } T_{m2}(t)| \geq T_{threshold}$), 제2 온도 센서(162)에 결선 고장이 발생하지 않은 경우, 제어부(170)는 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간(n) 동안의 평균 기울기(A)와 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간(n) 동안의 평균 기울기(B)를 비교한다.

[0073] 하기 수학식 3과 같이, 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간(n) 동안의 평균 기울기(A)가 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간(n) 동안의 평균 기울기(B)보다 큰 경우(A>B), 제어부(170)는 에어 히터(160)에 과열이 발생한 것으로 진단할 수 있다.

[0074] [수학식 3]

$$\sum_{K=t-n}^{K=t} \frac{T_{m2}(k) - T_{m2}(k-1)}{n} > \frac{T_{out}(k) - T_{out}(k-n)}{n}$$

[0075]

[0076] 여기에서, n은 시간(자연수)

[0077] 하기 수학식 4와 같이, 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간(n) 동안의 평균 기울기(A)가 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간(n) 동안의 평균 기울기(B)보다 작은 경우(A<B), 제어부(170)는 에어 히터(160)의 출력이 부족한 것으로 진단할 수 있다.

[0078] [수학식 4]

$$\sum_{K=t-n}^{K=t} \frac{T_{m2}(k) - T_{m2}(k-1)}{n} < \frac{T_{out}(k) - T_{out}(k-n)}{n}$$

[0079]

[0080] 일 실시예에서, 제어부(170)는 에어 히터(160)의 불량 여부를 진단할 수도 있다.

[0081] 예를 들어, 산출된 예측 온도($T_{out}(t)$)와 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도($T_{m2}(t)$)가 기 설정된 값($T_{threshold}$) 이상 차이가 나는 경우($|T_{out}(t) \text{ ?? } T_{m2}(t)| \geq T_{threshold}$), 제어부(170)는 산출된 예측 온도($T_{out}(t)$)와 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도($T_{m2}(t)$) 사이의 차이 값을 기 설정된 시간 동안 누적하여 합산한다.

[0082] 합산 값이 하기 수학식 5를 만족하는 경우, 제어부(170)는 해당 시간 동안 에어 히터(160)의 출력 값에 변동이 있는지 여부를 확인한다. 에어 히터(160)의 출력 값의 변동이 기 설정된 값 이하인 경우, 제어부(170)는 에어 히터(160)의 가열 상태가 불안정한 불량 상태로 진단할 수 있다.

[0083] [수학식 5]

[0084] $$\sum_{K=t-n}^{K=t} \left| T_{out}(k) - T_{m2}(k) \right| > S_{threshold} + f(v)$$

[0085] 여기에서, Sthreshold는 기 설정된 문턱 값, f(v)는 유량기를 통해 측정된 공기 유량에 따른 보정 값 함수를 나타내며, f(v)는 구현 예에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, f(v)는 유량의 구간별로 다른 보정 값을 갖는 계단 함수로 구현될 수도 있고, 유량에 따라 보정 값이 증가하는 기하급수 함수로 구현될 수도 있다.

[0086] 일 실시예에서, 지능형 에어 히터 모니터링 장치는 무선 통신부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 제어부(170)는 무선 통신부를 통해 사용자 단말기로 가열 공기 공급 장치의 고장 여부 진단 결과 데이터를 전송할 수 있다. 또한, 제어부(170)는 무선 통신부를 통해 사용자 단말기에 가열 공기 공급 장치에서 측정된 각종 측정 데이터(온도 값, 유속, 유량, 에어 히터 출력 또는 각 송풍기 출력 등)를 전송할 수 있다.

[0087] 제어부(170)는 무선 통신부를 통해 사용자 단말기로부터 목표 온도(T_{target})를 수신하여 에어 히터의 출력을 제어할 수 있다. 또한, 제어부(170)는 사용자 단말기로부터 각 송풍기(154a, 154b)의 작동 여부 또는 출력 값을 수신하여 각 송풍기(154a, 154b)를 제어할 수도 있다.

[0088] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 에어 히터 모니터링 방법을 설명하는 흐름도이다.

[0089] 도 3을 참조하면, 유량기(156)는 송풍기(154a, 154b)를 통해 공급되는 공기의 유속을 측정한다(단계 S310). 제1 온도 센서(156)는 송풍기(154a, 154b)를 통해 공급되는 공기의 온도를 측정하고(단계 S320), 제2 온도 센서(162)는 에어 히터(160)를 통해 가열된 공기의 온도를 측정한다(단계 S330).

[0090] 제어부(170)는 유량기(156)에서 측정된 유속, 제1 온도 센서(158)에서 측정된 온도 및 제2 온도 센서(162)에서 측정된 온도 값들과 설정된 목표 온도 값을 기초로 에어 히터(160)의 출력을 제어한다(단계 S340). 일 실시예에서, 제어부(170)는 기 설정된 목표 온도와 제1 온도 센서(158)에서 측정된 공기의 온도를 기초로 상기 수학식 1을 통해 에어 히터(160)의 출력을 제어할 수 있다.

[0091] 제어부(170)는 상기 수학식 2를 통해 가열된 공기의 예측 온도를 산출하고, 해당 산출된 예측 온도와 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 가열된 공기의 온도를 기초로 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단한다(단계 S350).

[0092] 일 실시예에서, 제어부(170)는 수학식 2를 통해 산출된 예측 온도($T_{out}(t)$)를 기초로 온도 센서(162)의 결선 여부, 에어 히터(160)의 과열 여부 및 에어 히터(160)의 출력 부족 여부를 진단할 수 있다.

[0093] 도 4는 도 3의 고장 여부를 진단하는 단계를 상세히 설명하는 흐름도이다.

[0094] 도 4를 참조하면, 제어부(170)는 산출된 예측 온도($T_{out}(t)$)와 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도를 비교한다(단계 S412).

[0095] 산출된 예측 온도($T_{out}(t)$)와 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도($T_{m2}(t)$)가 기 설정된 값($T_{threshold}$) 이상 차이가 나는 경우($|T_{out}(t) \text{ ?? } T_{m2}(t)| \geq T_{threshold}$)(단계 S414), 제어부(170)는 기 설정된 시간(n) 동안 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도($T_{m2}(t)$)를 모니터링한다(단계 S416).

[0096] 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도($T_{m2}(t)$)를 모니터링한 결과, 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도 값에서 기 설정된 최대값(T_{max})보다 큰 값($\max|T_{m2}(t-n) \sim T_{m2}(t)| \geq T_{max}$) 또는 기 설정된 최저값($T_{min}$)보다 작은 값($\min|T_{m2}(t-n) \sim T_{m2}(t)| \leq T_{min}$)이 검출된 경우, 제어부(170)는 제2 온도 센서(162)에 결선 고장이 발생한 것으로 진단한다(단계 S418).

[0097] 제2 온도 센서(162)에 결선 고장이 발생하지 않은 경우(단계 S416), 제어부(170)는 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간(n) 동안의 평균 기울기(A)와 상기 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간(n) 동안의 평균 기울기(B)를 비교한다(단계 S420).

[0098] 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간(n) 동안의 평균 기울기(A)가 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간(n) 동안의 평균 기울기(B)보다 큰 경우(A>B)(단계 S422), 제어부(170)는 에어 히터(160)에 과열이 발생한 것으로 진단한다(단계 S424).

[0099] 제2 온도 센서(162)를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간(n) 동안의 평균 기울기(A)가 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간(n) 동안의 평균 기울기(B)보다 작은 경우(A<B)(단계 S422), 제어부(170)는 에어 히터(160)의 출력이 부족한 것으로 진단한다(단계 S426).

[0100] 도 1 내지 도 4를 통해 설명된 지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수도 있다.

[0101] 이상 본 발명의 실시예로 설명하였으나 본 발명의 기술적 사상이 상기 실시예로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범주에서 다양한 지능형 에어 히터 모니터링 장치, 에어 히터 모니터링 방법 및 지능형 에어 히터 제어 모니터링 장치를 포함하는 액화가스 연료 공급 시스템으로 구현할 수 있다.

부호의 설명

[0102] 100 : 액화가스 연료 공급 시스템(100)은 LNG 저장 탱크

120 : 연료 공급 장치 130 : 가스 밸브 유닛

140 : 엔진 152 : 공기 흡입구

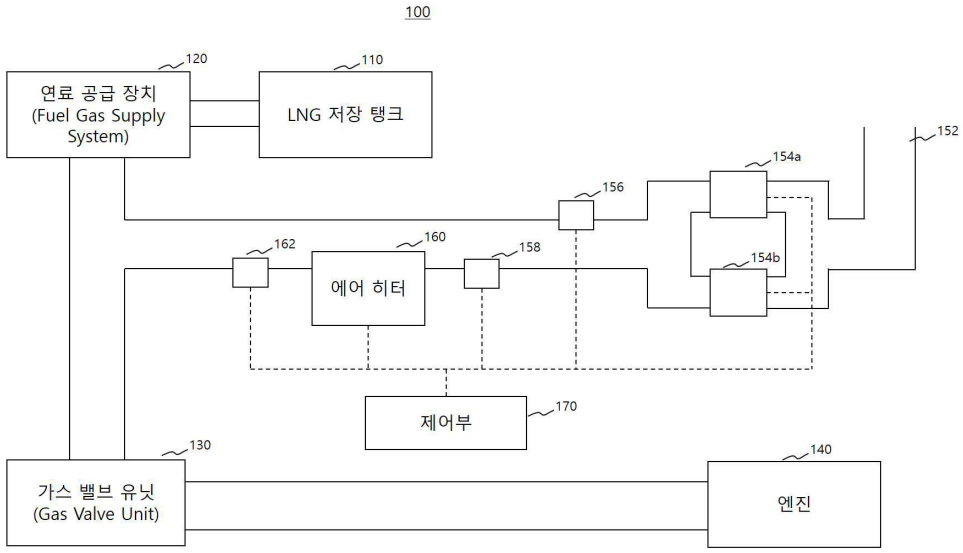
154a, 154b : 송풍기 160 : 에어 히터

156 : 유량기 158 : 제1 온도 센서

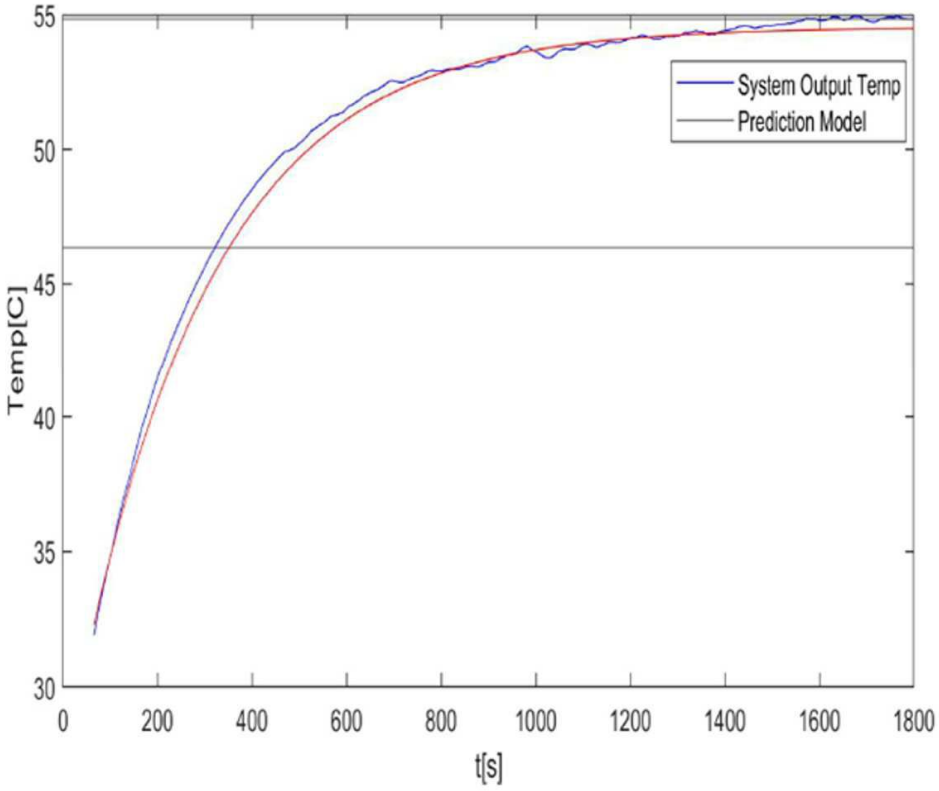
162 : 제2 온도 센서 170 : 제어부

도면

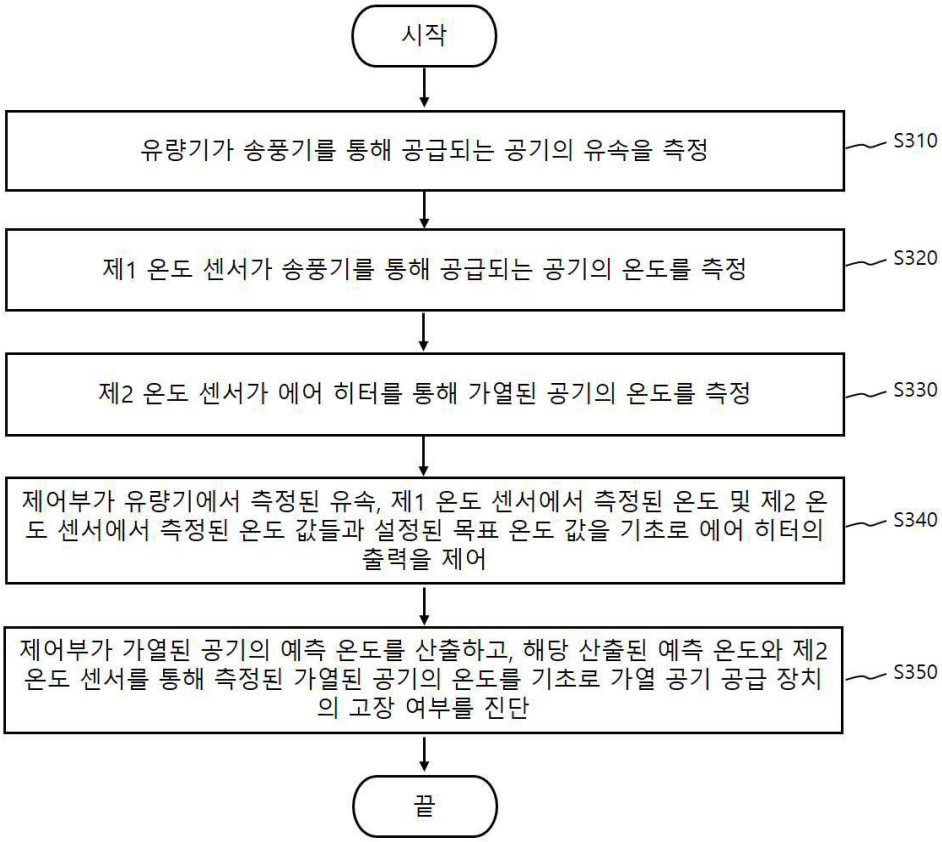
도면1



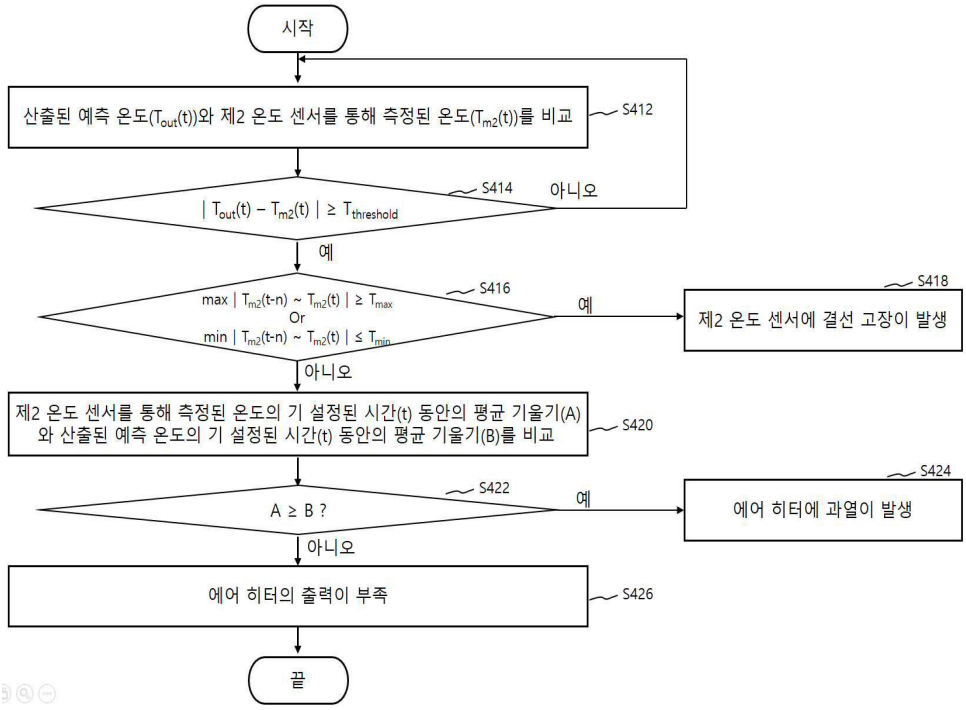
도면2


System Output Temp
Prediction Model
Temp[C]
t[s]
55
50
45
40
35
30
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800

도면3


시작
유량기가 송풍기를 통해 공급되는 공기의 유속을 측정
S310
제1 온도 센서가 송풍기를 통해 공급되는 공기의 온도를 측정
S320
제2 온도 센서가 에어 히터를 통해 가열된 공기의 온도를 측정
S330
제어부가 유량기에서 측정된 유속, 제1 온도 센서에서 측정된 온도 및 제2 온도 센서에서 측정된 온도 값들과 설정된 목표 온도 값을 기초로 에어 히터의 출력을 제어
S340
제어부가 가열된 공기의 예측 온도를 산출하고, 해당 산출된 예측 온도와 제2 온도 센서를 통해 측정된 가열된 공기의 온도를 기초로 가열 공기 공급 장치의 고장 여부를 진단
S350
끝

도면4


시작
산출된 예측 온도($T_{out}(t)$)와 제2 온도 센서를 통해 측정된 온도($T_{m2}(t)$)를 비교
S412
$|T_{out}(t) - T_{m2}(t)| \geq T_{threshold}$
S414
아니오
예
$\max |T_{m2}(t-n) \sim T_{m2}(t)| \geq T_{max}$ Or $\min |T_{m2}(t-n) \sim T_{m2}(t)| \leq T_{min}$
S416
예
제2 온도 센서에 결선 고장이 발생
S418
아니오
제2 온도 센서를 통해 측정된 온도의 기 설정된 시간(t) 동안의 평균 기울기(A)와 산출된 예측 온도의 기 설정된 시간(t) 동안의 평균 기울기(B)를 비교
S420
A ≥ B ?
S422
예
에어 히터에 과열이 발생
S424
아니오
에어 히터의 출력이 부족
S426
끝