



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0089958
(43) 공개일자 2020년07월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21C 17/06 (2006.01) G01N 29/036 (2006.01)
G01N 29/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G21C 17/06 (2013.01)
G01N 29/036 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0006883
(22) 출원일자 2019년01월18일
심사청구일자 2019년01월18일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
방인철
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
서석빈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
특허법인 무한

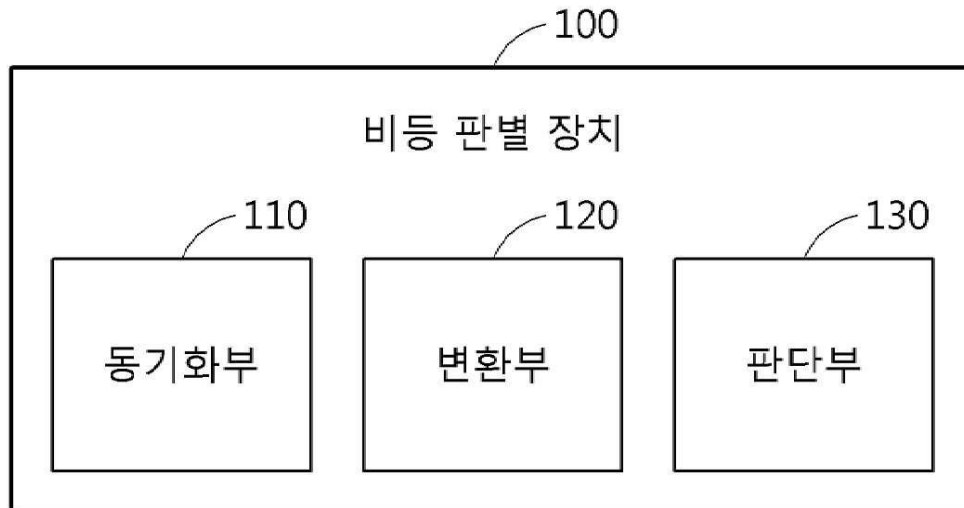
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 비등 현상 탐지 장치 및 방법

(57) 요약

유체의 비등 현상을 탐지하고 판별하는 방법에 연관된다. 일실시예에서 측정되는 가열면의 온도와 방출되는 음향 신호를 동기화하는 단계; 동기화된 상기 음향 신호를 주파수 영역 신호로 변환하는 단계; 및 변환된 상기 주파수 영역 신호로부터 비등 영역을 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 29/14 (2013.01)

G01N 2291/022 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

유체의 비등 현상을 탐지하고 판별하는 방법에 있어서,
측정되는 가열면의 온도와 방출되는 음향 신호를 동기화하는 단계;
동기화된 상기 음향 신호를 주파수 영역 신호로 변환하는 단계; 및
변환된 상기 주파수 영역 신호로부터 비등 영역을 판단하는 단계
를 포함하는 비등 판별 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 비등 영역을 판단하는 단계는,
상기 주파수 영역 신호의 미리 지정되는 대역에서의 세기를 이용하여 핵비등, 막비등 및 천이비등 영역을 판단하는 비등 판별 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 비등 영역을 판단하는 단계는,
상기 주파수 영역 신호가 제1 대역에서 제1 세기 이상이고, 제2 대역에서 제2 세기 이하인 경우 핵비등 영역으로 판단하고,
상기 주파수 영역 신호가 제2 대역에서 제1 세기 이상인 경우 막비등 영역으로 판단하고,
상기 주파수 영역 신호가 제1 대역, 제2 대역 및 제3 대역에서 제1 세기 이상인 경우 천이비등 영역으로 판단하는 비등 판별 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 주파수 영역 신호로부터 비등 현상을 판단하는 단계
를 더 포함하는 비등 판별 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 비등 현상을 판단하는 단계는,
상기 제1 대역의 신호가 상기 제1 세기 이상인 경우 증기 기포의 발생, 상기 제2 대역의 신호가 상기 제1 세기 이상인 경우 증기막의 진동, 상기 제3 대역의 신호가 상기 제1 세기 이상인 경우 증기막의 붕괴로 판단하는 비등 판별 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 유체를 촬영한 영상과 비교하여 판단되는 상기 비등 현상 및 상기 비등 영역을 보정하는 단계를 더 포함하는 비등 판별 방법.

청구항 7

유체의 비등 현상을 탐지하고 판별하는 장치에 있어서,

측정되는 가열면의 온도와 방출되는 음향 신호를 동기화하는 동기화부;

동기화된 상기 음향 신호를 주파수 영역 신호로 변환하는 변환부; 및

변환된 상기 주파수 영역 신호로부터 비등 영역을 판단하는 판단부

를 포함하는 비등 판별 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 판단부는,

상기 주파수 영역 신호의 미리 지정되는 대역에서의 세기를 이용하여 핵비등, 막비등 및 천이비등 영역을 판단하는 비등 판별 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 판단부는,

상기 주파수 영역 신호가 제1 대역에서 제1 세기 이상이고, 제2 대역에서 제2 세기 이하인 경우 핵비등 영역으로 판단하고,

상기 주파수 영역 신호가 제2 대역에서 제1 세기 이상인 경우 막비등 영역으로 판단하고,

상기 주파수 영역 신호가 제1 대역, 제2 대역 및 제3 대역에서 제1 세기 이상인 경우 천이비등 영역으로 판단하는 비등 판별 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 판단부는,

상기 주파수 영역 신호로부터 비등 현상을 판단하는 비등 판별 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 판단부는,

상기 제1 대역의 신호가 상기 제1 세기 이상인 경우 증기 기포의 발생, 상기 제2 대역의 신호가 상기 제1 세기 이상인 경우 증기막의 진동, 상기 제3 대역의 신호가 상기 제1 세기 이상인 경우 증기막의 붕괴로 판단하는 비등 판별 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 판단부는,

상기 유체를 촬영한 영상과 비교하여 판단되는 상기 비등 현상 및 상기 비등 영역을 보정하는 비등 판별 장치.

청구항 13

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항의

비등 판별 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 비등 현상을 탐지하는 장치 및 방법에 연관된다. 보다 상세하게는 유체의 비등 현상과 비등 영역을 탐지하는 장치 및 방법에 연관된다.

배경 기술

[0003] 유체의 비등은 효과적인 열전달 방식으로 알려져 있지만, 이는 핵비등 영역에 국한된 것으로 천이 비등 또는 막 비등 영역에서의 열전달은 불안정하며 효과적이지도 않다. 불안정한 열전달은 장치의 성능을 감소시키고 결과적으로 안전성까지 약화시킨다. 따라서 가열면에서의 비등 현상을 탐지하여 해당 비등 영역을 판별하는 것은 필수적인 기술이다.

[0004] 종래에는 열전대와 압력계를 통한 온도, 압력 측정값을 통하여 내부 상황을 추측하는 방식을 사용하고, 측정값의 급격한 변화가 발생하는 지점을 열전달 한계 지점(임계 열유속)으로 간주한다. 하지만, 이러한 방법은 열전달 한계 지점을 판단할 수는 있으나, 해당 지점을 제외한 영역에 대한 정보는 얻을 수 없고 측정 시점에서의 비등 현상을 파악하지 못한다.

[0005] 따라서 기존의 가열면에서의 유체 비등 측정 방법의 단점을 보완하여, 유체의 비등 현상을 탐지하고 해당 비등 영역을 정확하게 판별할 수 있는 분석 기술의 개발이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 10-1766304호 (공개일자 2017년08월02일)는 핵연료 피복관 표면의 미포화비등 현상 탐지 방법에 관한 발명이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0007] 일실시예에 따르면 유체의 비등 현상을 탐지하고 판별하는 방법에 있어서, 측정되는 가열면의 온도와 방출되는 음향 신호를 동기화하는 단계; 동기화된 상기 음향 신호를 주파수 영역 신호로 변환하는 단계; 및 변환된 상기 주파수 영역 신호로부터 비등 영역을 판단하는 단계를 포함하는 비등 판별 방법이 개시된다.
- [0008] 다른 일실시예에 따르면 상기 비등 영역을 판단하는 단계는, 상기 주파수 영역 신호의 미리 지정되는 대역에서의 세기를 이용하여 핵비등, 막비등 및 천이비등 영역을 판단하는 단계인 비등 판별 방법이 개시된다.
- [0009] 또 다른 일실시예에 따르면 상기 비등 영역을 판단하는 단계는, 상기 주파수 영역 신호가 제1 대역에서 제1 세기 이상이고, 제2 대역에서 제2 세기 이하인 경우 핵비등 영역으로 판단하고, 상기 주파수 영역 신호가 제2 대역에서 제1 세기 이상인 경우 막비등 영역으로 판단하고, 상기 주파수 영역 신호가 제1 대역, 제2 대역 및 제3 대역에서 제1 세기 이상인 경우 천이비등 영역으로 판단하는 비등 판별 방법도 제시된다.
- [0010] 다른 일실시예에 따르면 상기 주파수 영역 신호로부터 비등 현상을 판단하는 단계를 더 포함하는 비등 판별 방법도 가능하다.
- [0011] 일실시예에서 상기 비등 현상을 판단하는 단계는, 상기 제1 대역의 신호가 상기 제1 세기 이상인 경우 증기 기포의 발생, 상기 제2 대역의 신호가 상기 제1 세기 이상인 경우 증기막의 진동, 상기 제3 대역의 신호가 상기 제1 세기 이상인 경우 증기막의 붕괴로 판단하는 단계일 수 있다.
- [0012] 또 다른 일실시예에 따르면 상기 유체를 촬영한 영상과 비교하여 판단되는 상기 비등 현상 및 상기 비등 영역을 보정하는 단계를 더 포함하는 비등 판별 방법이 제시된다.
- [0013] 일측에 따르면 유체의 비등 현상을 탐지하고 판별하는 장치에 있어서, 측정되는 가열면의 온도와 방출되는 음향 신호를 동기화하는 동기화부; 동기화된 상기 음향 신호를 주파수 영역 신호로 변환하는 변환부; 및 변환된 상기 주파수 영역 신호로부터 비등 영역을 판단하는 판단부를 포함하는 비등 판별 장치가 개시된다.
- [0014] 다른 일측에 따르면 상기 판단부는, 상기 주파수 영역 신호의 미리 지정되는 대역에서의 세기를 이용하여 핵비등, 막비등 및 천이비등 영역을 판단하는 비등 판별 장치도 개시된다.
- [0015] 또 다른 일측에 따르면 상기 판단부는, 상기 주파수 영역 신호가 제1 대역에서 제1 세기 이상이고, 제2 대역에서 제2 세기 이하인 경우 핵비등 영역으로 판단하고, 상기 주파수 영역 신호가 제2 대역에서 제1 세기 이상인 경우 막비등 영역으로 판단하고, 상기 주파수 영역 신호가 제1 대역, 제2 대역 및 제3 대역에서 제1 세기 이상인 경우 천이비등 영역으로 판단하는 비등 판별 장치가 제시된다.
- [0016] 다른 일측에 따르면 상기 판단부는, 상기 주파수 영역 신호로부터 비등 현상을 판단하는 것도 가능하다.
- [0017] 일실시예에서 상기 판단부는, 상기 제1 대역의 신호가 상기 제1 세기 이상인 경우 증기 기포의 발생, 상기 제2 대역의 신호가 상기 제1 세기 이상인 경우 증기막의 진동, 상기 제3 대역의 신호가 상기 제1 세기 이상인 경우 증기막의 붕괴로 판단할 수 있다.
- [0018] 일측에 따르면 상기 판단부는, 상기 유체를 촬영한 영상과 비교하여 판단되는 상기 비등 현상 및 상기 비등 영역을 보정하는 것도 가능하다.
- [0019] 일실시예에 따르면 상기 비등 판별 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체가 개시된다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 일실시예에 따른 비등 판별 장치의 구성을 도시한다.
- 도 2는 일실시예에 따른 비등 판별 방법을 나타낸 흐름도이다.
- 도 3은 일실시예에 따른 비등 판별 시스템을 도시한다.

도 4는 일실시예에 따른 온도와 음향 신호를 동기화한 그래프를 도시한다.

도 5는 일실시예에 따른 비등 영역 구분을 위하여 온도 측정 데이터로 비등 곡선을 그리고 음향 방출 신호와 동기화한 그래프를 도시한다.

도 6은 일실시예에 따른 비등 현상 탐지를 위하여 초고속카메라로 금속의 급냉 과정을 촬영한 이미지를 도시한다.

도 7은 일실시예에 따른 각 비등 영역에 대응하는 음향 신호를 주파수 도메인으로 변환한 결과를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하에서, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 권리범위는 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0023] 아래 설명에서 사용되는 용어는, 연관되는 기술 분야에서 일반적이고 보편적인 것으로 선택되었으나, 기술의 발달 및/또는 변화, 관례, 기술자의 선호 등에 따라 다른 용어가 있을 수 있다. 따라서, 아래 설명에서 사용되는 용어는 기술적 사상을 한정하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 실시예들을 설명하기 위한 예시적 용어로 이해되어야 한다.
- [0024] 또한 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세한 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 아래 설명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가지는 의미와 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 이해되어야 한다.
- [0026] 도 1은 일실시예에 따른 유체의 비등을 판별하는 장치의 구성을 도시한다. 일실시예에 따른 비등 판별 장치(100)는 동기화부(110), 변환부(120) 및 판단부(130)를 포함할 수 있다.
- [0027] 동기화부(110)는 측정되는 가열면의 온도와 방출되는 음향 신호를 동기화할 수 있다. 가열면의 온도는 예시적으로 상기 가열면과 연결된 금속 매질을 통해 측정되는 온도일 수 있다. 보다 상세하게는 상기 금속 매질에 연결되는 열전대를 이용하여 측정되는 온도일 수 있다. 열전대란 다른 종류의 재료 접합부에 열전효과에 의해 발생하는 열기전력을 이용하여 온도를 측정하는 장치를 의미한다.
- [0028] 방출되는 음향 신호란, 유체의 비등 현상이 발생하는 경우에 방출되는 음향 신호를 의미한다. 상기 음향 신호는 음향 센서에 의해 측정되는 신호일 수 있다. 상기 음향 센서는 상기 금속 매질에 연결되어 발생하는 음향 신호를 측정할 수 있다.
- [0029] 동기화부(110)는 상기 열전대를 통해 측정되는 가열면의 온도와 상기 음향 센서에서 측정되는 음향 신호를 동기화할 수 있다.
- [0030] 변환부(120)는 동기화된 상기 음향 신호를 주파수 영역 신호로 변환할 수 있다. 일실시예에서 변환부(120)는 온도와 동기화된 음향 신호를 주파수 영역 신호로 변환할 수 있다. 보다 상세하게는, 상기 동기화된 음향 신호를 도 7에서 도시되는 그래프와 같이 주파수 대역별 세기로 변환할 수 있다.
- [0031] 판단부(130)는 변환된 상기 주파수 영역 신호로부터 비등 영역을 판단할 수 있다. 구체적으로, 유체에서 비등이 발생하는 경우에 특징적인 주파수 영역에서 강한 신호가 발생하게 된다. 따라서 특정 주파수 영역의 신호의 세기를 이용하여 비등 영역을 판단할 수 있다.
- [0032] 상기 판단부(130)는 낮은 주파수 영역에서 강한 신호가, 중간 주파수 영역에서 약한 신호가 발생하는 경우에 핵 비등 영역으로 판단할 수 있다. 중간 주파수 영역에서만 강한 신호가 발생하는 경우에는 막비등 영역으로 판단할 수 있다. 그리고 낮은 주파수 영역과 중간 주파수 영역 모두에서 강한 신호가 발생하고 또한 높은 주파수 영역에서도 강한 신호가 발생하는 경우에 천이비등 영역으로 판단할 수 있다. 각 주파수 영역의 높고 낮음은 도 7에서 상세히 설명한다.
- [0033] 다른 일실시예에 따르면 상기 판단부(130)는 비등 현상을 판단하는 것도 가능하다. 구체적으로, 낮은 주파수 영역의 신호는 증기 기포의 발생, 중간 주파수 영역의 신호는 증기막의 진동, 높은 주파수 영역의 신호는 완전한 증기막 붕괴로 판단할 수 있다.
- [0034] 또한 상기 판단부(130)는 해당 유체의 비등 현상을 촬영한 영상과 비교하여, 판단되는 상기 비등 현상 및 상기

비등 영역을 보정하는 것도 가능하다.

- [0036] 도 2는 일실시예에 따른 비등 판별 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0037] 일실시예에 따른 비등 판별 방법은 온도와 음향 신호를 동기화하는 단계(210), 주파수 영역 신호로 변환하는 단계(220), 비등 영역을 판단하는 단계(230)를 포함할 수 있다. 또 다른 일실시예에서는 비등 현상을 판단하는 단계(240) 또는 비등 영역을 보정하는 단계(250)를 더 포함하는 방법도 가능하다.
- [0038] 온도와 음향 신호를 동기화하는 단계(210)는, 측정되는 가열면의 온도와 유체의 비등에 의해 방출되는 음향 신호를 동기화부가 동기화하는 단계이다. 상기 가열면의 온도는 가열면에 연결되는 금속 매질과 상기 금속 매질에 연결되는 열전대를 이용하여 측정될 수 있다. 또한 상기 음향 신호는 음향 센서를 이용하여 측정될 수 있다. 동기화 단계(210)에서 상기 온도와 신호를 동기화 할 수 있다.
- [0039] 주파수 영역 신호로 변환하는 단계(220)는 온도와 동기화된 음향 신호를 주파수 영역 신호로 변환부가 변환하는 단계이다. 예를 들어 동기화된 상기 음향 신호를 주파수별 세기로 나타내어 주파수 영역 신호로 변환할 수 있다.
- [0040] 비등 영역을 판단하는 단계(230)는 변환된 주파수 영역 신호를 이용하여 비등 영역을 판단하는 단계이다. 비등의 종류와 영역에 따라 서로 다른 음향 신호가 방출되고, 방출되는 음향 신호는 주파수 영역으로 변환하여 비등과 대응시킴으로써 비등 영역을 판단할 수 있다.
- [0041] 일실시예에 따르면 비등 현상을 판단하는 단계(240)를 더 포함할 수 있다. 판단부는 음향 신호에 대응하는 비등 현상을 판단할 수 있으며, 마찬가지로 주파수 영역으로 변환된 음향 신호를 이용하여 그에 대응하는 비등 현상을 판단할 수 있다.
- [0042] 마지막으로 비등 영역을 보정하는 단계(250)는 비등 현상을 촬영한 영상을 이용하여 비등 영역을 보정하는 단계이다. 유체를 감싼 수조가 투명한 경우에 상기 유체를 카메라(또는 초고속 카메라)로 촬영하여 음향 신호와의 동기화를 통해 더 정확하게 비등 영역을 보정할 수 있다.
- [0044] 도 3은 일실시예에 따른 비등 판별 시스템을 도시한다. 일실시예에 따른 비등 판별 시스템의 각 구성은 가열면(310), 금속 매질(311) 유체(320), 수조(321) 가열로(330), 음향 센서(340), 열전대(350), 직선 운동 기구(360), 그리고 카메라(370)를 포함할 수 있다.
- [0045] 비등 판별에 사용되는 시스템으로서, 유체(320)에 가열된 금속체를 넣어 발생하는 비등을 판별하는 시스템이다. 금속체의 가열면(310)은 금속 매질(311)과 연결되고, 상기 금속 매질(311)을 가열로(330)가 가열한다. 상기 가열면(310)의 온도는 상기 금속 매질(311)의 다른 일측에 연결된 열전대(350)를 이용하여 측정될 수 있다.
- [0046] 또한 상기 금속 매질(311)은 음향 센서(340)와 연결될 수 있고, 상기 음향 센서(340)는 비등에 의해 유체(320)에서 방출되는 음향 신호를 측정할 수 있다.
- [0047] 한편 상기 유체(320)를 담는 수조(321)는 상단부를 제외한 면이 모두 폐쇄된 구조일 수 있으며, 예시적으로 투명한 재질로 구성될 수 있다. 상기 수조(321)가 투명한 재질로 구성되는 경우에 별도의 카메라(370)를 통해 비등의 발생을 촬영할 수 있다. 상기 카메라(370)는 예시적으로 그러나 한정되지 않게 초고속 촬영이 가능한 카메라일 수 있다.
- [0048] 마지막으로 직선 운동 기구(360)는 상기 금속 매질(311)과 연결되어 상기 금속 매질이 상하로 움직일 수 있도록 한다. 즉, 비등 현상의 판별을 위해 금속 매질(311) 및 금속체를 가열하고, 목표 온도에 도달하는 경우 급랭을 위해 유체 내부로 집어넣을 수 있다. 고온의 금속체가 직선 운동 기구(360)에 의해 유체 내부로 들어가면 금속체 표면의 가열면(310)에서 비등 현상이 발생하게 되고, 이를 분석할 수 있다. 즉, 가열된 금속을 유체(320)가 채워진 수조(321)에 담그는 방법으로 유체(320)의 비등을 발생시킬 수 있다.
- [0050] 도 4는 일실시예에 따른 온도와 음향 신호를 동기화한 그래프를 도시한다. 구체적으로 중심 및 가열면의 온도와 음향 신호를 동기화하여 동일한 시간 영역에서 변화하는 온도 및 평균 주파수를 도시한다.

- [0051] 각 종류의 비등 영역에서 가열면의 온도와 음향 신호가 변화하는 것을 확인할 수 있다.
- [0053] 도 5는 일실시예에 따른 비등 영역 구분을 위하여 온도 측정 데이터로 비등 곡선을 그리고 음향 방출 신호와 동기화한 그래프를 도시한다. 보다 상세하게는, 가열면 온도에 따른 음향 신호의 평균 주파수와 열 유속(Heat flux)를 도시한다. 일정 온도까지는 열 유속이 증가하다가, 천이비등 영역부터는 열 유속이 다시 감소하는 것을 확인할 수 있다.
- [0055] 도 6은 일실시예에 따른 비등 현상 탐지를 위하여 초고속카메라로 금속의 급냉 과정을 촬영한 이미지를 도시한다.
- [0056] 도 6a는 막비등 초기 영역을 도시한다. 막비등 초기 영역의 경우에는 안정된 증기막의 형태를 보인다. 도 6b는 막비등 후기 영역을 도시하고, 불안정한 증기막의 형태를 보인다. 막비등 영역에서는 초기에 안정되었던 증기막이 후기 영역으로 가면서 강한 진동을 일으킨다.
- [0057] 도 6c는 천이비등 영역을 도시하고, 증기막 진동과 증기 기포가 생성되는 형태를 보인다. 천이비등 영역에서는 증기막이 격렬하게 진동하여 붕괴되기 시작하면서 동시에 증기 기포가 발생한다.
- [0058] 도 6d는 핵비등 영역을 도시하고, 증기막의 붕괴 후 증기 기포가 발생하는 형태이다. 핵비등 영역에서는 증기막이 붕괴되어 없는 대신 증기 기포가 격렬하게 발생한다.
- [0060] 도 7은 일실시예에 따른 각 비등 영역에 대응하는 음향 신호를 주파수 도메인으로 변환한 결과를 도시한다.
- [0061] 일실시예에서 핵비등 영역은 낮은 주파수 영역에서 강한 신호가, 중간 주파수 영역에서 약한 신호가 발생하는 것을 확인할 수 있다. 막비등 영역의 경우 중간 주파수 영역에서만 강한 신호가 발생하는 것을 확인할 수 있다. 그리고 천이비등 영역의 경우에는 낮은 주파수 영역과 중간 주파수 영역 모두에서 강한 신호가 발생하고 또한 높은 주파수 영역에서도 강한 신호가 발생하는 것을 확인할 수 있다.
- [0062] 예시적으로 그러나 한정되지 않게, 낮은 주파수 영역은 약 42.7 kHz 부근일 수 있고, 중간 주파수 영역은 150.1 kHz 부근일 수 있으며, 높은 주파수 영역은 285 kHz 부근일 수 있다.
- [0064] 일실시예에 따르면 비등에 의해 방출되는 음향 신호의 주파수 영역으로의 변환된 신호를 이용해 비등 영역을 뚜렷하게 구분할 수 있으며, 결과적으로 각 비등 영역별로 나타나는 비등 현상을 탐지할 수 있다.
- [0065] 가열면에서의 비등 현상을 탐지하고 비등 영역을 정확히 구분함으로써, 운전 시 필요한 목표 비등 영역을 확인할 수 있고 가열면의 열적 안전성을 확보할 수 있다.
- [0066] 일실시예에 따른 비등 관별 장치는, 가열면의 비등 현상 및 비등 영역에 대한 정보를 파악하지 못하는 기존의 상용 측정 기술을 보완하여, 비등 현상을 탐지하고 해당 비등 영역을 정확히 관별할 수 있게 한다. 이를 통해 비등 열전달 방식을 활용하는 장치의 운전 중 열적 성능 제어 및 안전성 향상에 활용될 수 있다.
- [0068] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치

는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0069] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

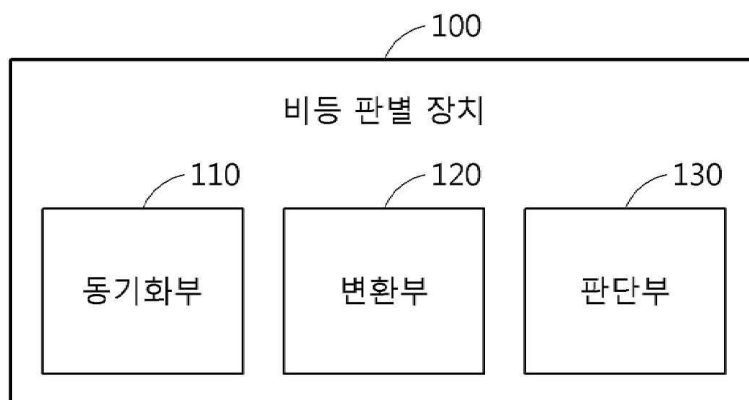
[0070] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0071] 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

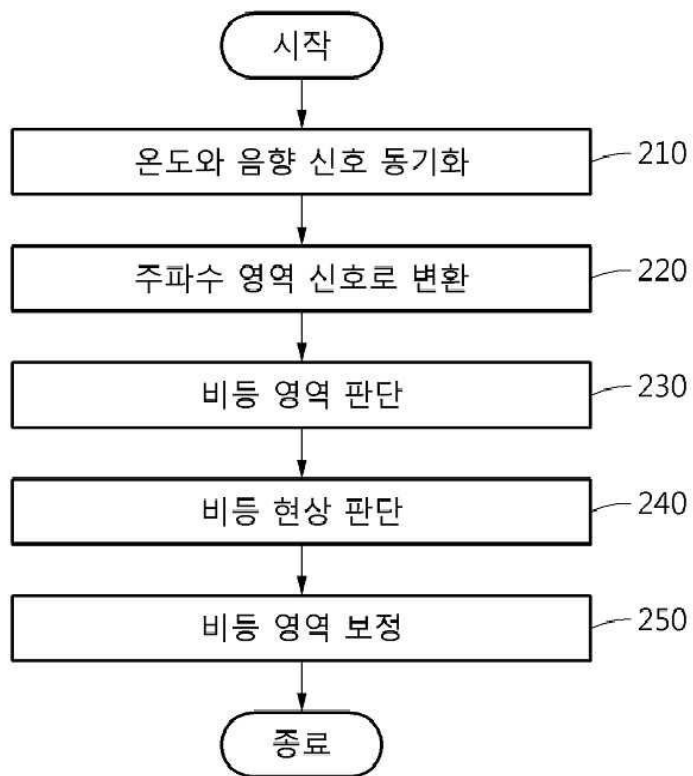
[0072] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

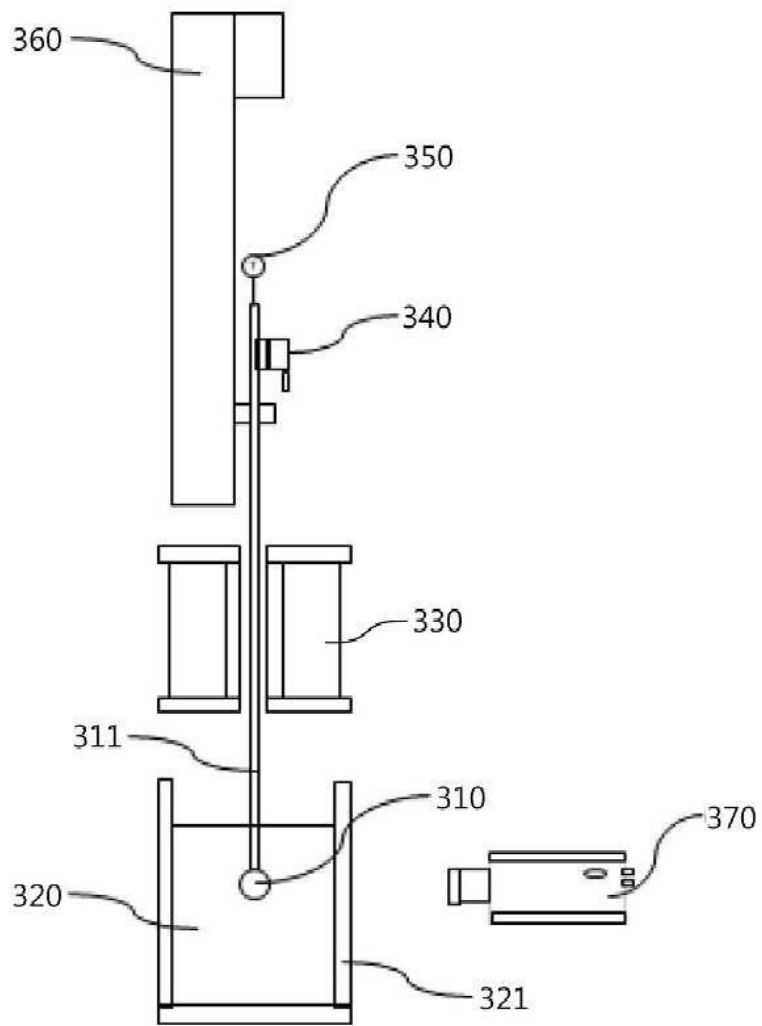
도면1



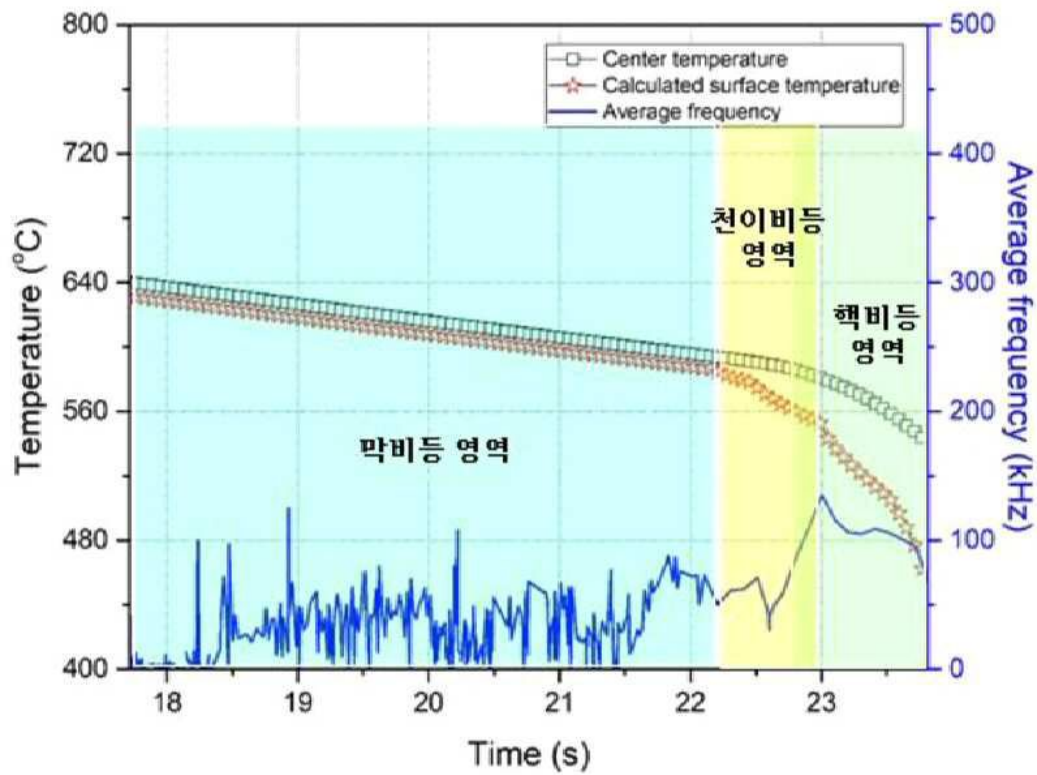
도면2



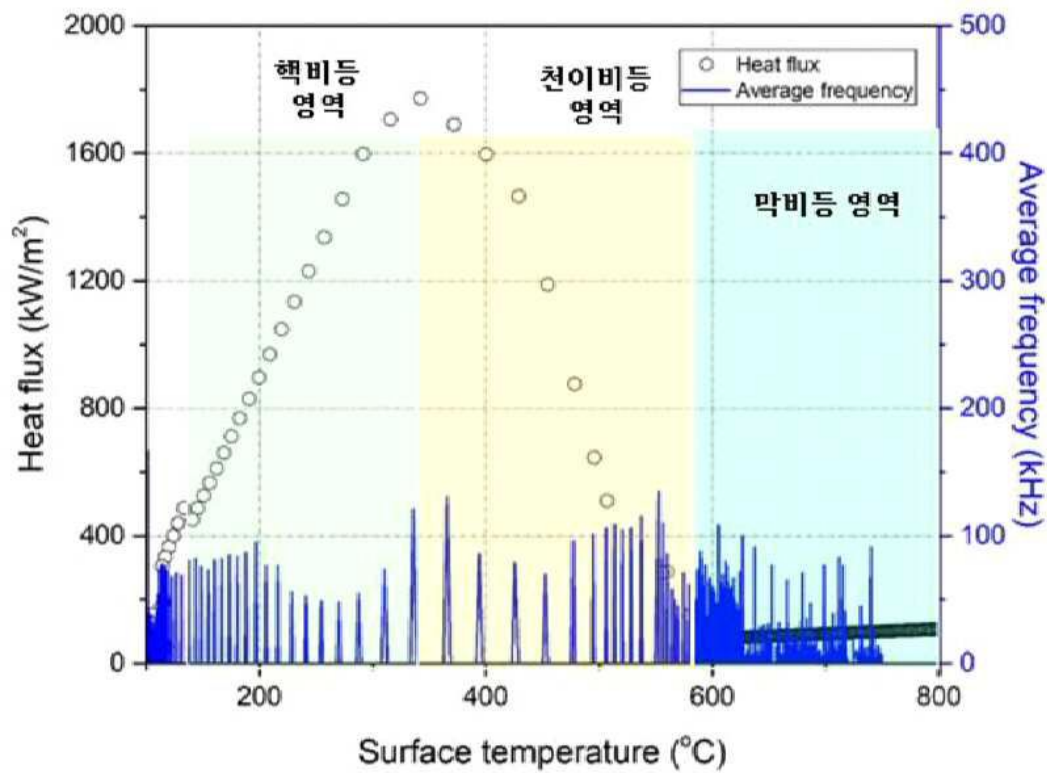
도면3



도면4



도면5



도면6a



막비등 초기 영역
: 안정된 증기막

도면6b



막비등 후기 영역
: 불안정한 증기막

도면6c



천이비등 영역
: 증기막 진동과 증기 기포 생성

도면6d



핵비등 영역
: 증기막 붕괴 후 증기 기포 발생

도면7

