



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0098150
(43) 공개일자 2018년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F28F 13/18 (2006.01) F25B 23/00 (2006.01)
F28D 21/00 (2006.01) F28F 3/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류
F28F 13/18 (2013.01)
F25B 23/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0021028

(22) 출원일자 2018년02월22일

심사청구일자 2018년02월22일

(30) 우선권주장

JP-P-2017-033753 2017년02월24일 일본(JP)

(71) 출원인

도요타 지도샤 (주)

일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지

(72) 발명자

구사노 유야

일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지 도요타
지도샤 (주) 나이

야마시타 세이지

일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지 도요타
지도샤 (주) 나이

(74) 대리인

특허법인코리아나

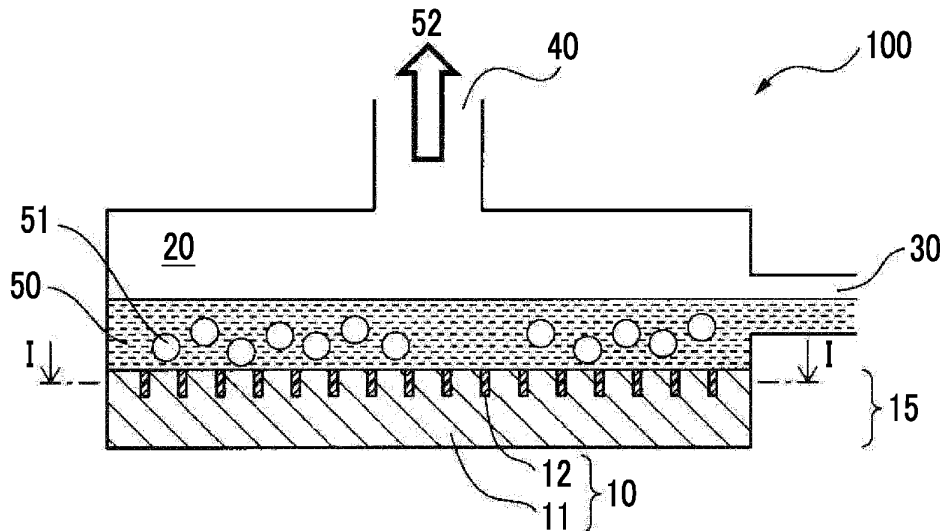
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 열교환기, 그 열교환기를 사용한 열교환 방법, 그 열교환기를 사용한 열수송 시스템, 및 그 열수송 시스템을 사용하는 열수송 방법

(57) 요약

열원으로부터 액체에 대한 전열 부재를 통한 전열에 의해 상기 액체를 비등시켜 열교환을 실시하는 열교환기로서, 전열 부재 (15) 중, 액체 (50) 와 접촉하여 액체 (50) 를 비등시키는 측의 표면 (10) 에, 제 1 열전도 영역 (11) 과 제 2 열전도 영역 (12) 이 교대로 스트라이프상으로 존재하는, 열교환기 (100).

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

F28D 21/0001 (2013.01)

F28F 3/046 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

액체 (50) 를 비등시켜 열교환을 실시하는 열교환기 (100) 로서,

열원과 상기 액체 (50) 의 사이에 개재하여, 상기 열원으로부터 상기 액체 (50) 로 전열하는 전열 부재 (15) 를 구비하고,

상기 전열 부재 (15) 는, 상기 액체 (50) 와 접촉하여 상기 액체 (50) 를 비등시키는 측의 표면 (10) 에, 제 1 열전도 영역 (11) 과 제 2 열전도 영역 (12) 이 교대로 스트라이프상으로 존재하고, 상기 제 1 열전도 영역 (11) 의 열전도율은, 상기 제 2 열전도 영역 (12) 의 열전도율보다 높은, 열교환기 (100).

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 열전도 영역 (11) 의 스트라이프의 폭이 2.5 mm 이상 7.5 mm 이하인, 열교환기 (100).

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 2 열전도 영역 (12) 의 스트라이프의 폭이 0.1 mm 이상 1.0 mm 이하인, 열교환기 (100).

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 열전도 영역 (12) 을 구성하는 제 2 열전도 재료의 열전도율이, 상기 제 1 열전도 영역 (11) 을 구성하는 제 1 열전도 재료의 열전도율의 1/50 이하인, 열교환기 (100).

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 열전도 영역 (12) 을 구성하는 제 2 열전도 재료의 내열 온도가 120 ℃ 이상인, 열교환기 (100).

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전열 부재 (15) 가 제 1 열전도 재료로 구성되어 있고, 상기 제 2 열전도 영역 (12) 이, 상기 전열 부재 (15) 중, 상기 액체 (50) 와 접촉하여 상기 액체 (50) 를 비등시키는 측의 면내에 매립된 제 2 열전도 재료인, 열교환기 (100).

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체 (50) 를, 상기 전열 부재 (15) 중 상기 액체 (50) 와 접촉하여 상기 액체 (50) 를 비등시키는 측의 표면 상에 공급하는 액체 공급구 (30) 와,

상기 액체 (50) 를 수용하여 비등시키기 위한 용기 (20) 와,

상기 액체 (50) 의 비등에 의해 발생한 기체를 상기 용기로부터 배출시키는 기체 배출구 (40) 를 추가로 구비하는, 열교환기 (100).

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 기재된 열교환기 (100) 를 사용하여, 상기 열원과 상기 액체 (50) 사이의 열교환을 실시하는, 열교환 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 열교환기 (100) 에 있어서의 상기 제 1 열전도 영역 (11) 의 온도가, 상기 열교환기 내의 압력에 있어서의 상기 액체 (50) 의 비점보다 높고, 그 온도차가 10 ℃ 이상인, 열교환 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 열교환기 (100) 에 있어서의 상기 제 1 열전도 영역 (11) 의 온도와, 상기 열교환기 내의 압력에 있어서의 상기 액체 (50) 의 비점과의 온도차가 50 ℃ 이하인, 열교환 방법.

청구항 11

제 8 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체 (50) 가 물 또는 불소계 용매인, 열교환 방법.

청구항 12

제 8 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 열원이 기체인, 열교환 방법.

청구항 13

열수송 시스템 (500) 으로서,

제 7 항에 기재된 열교환기 (100) 와,

기체 응축 용기 (210) 와, 기체를 상기 기체 응축 용기 (210) 에 공급하는 기체 공급구 (41) 와, 상기 기체가 응축된 액체를 상기 기체 응축 용기 (210) 로부터 배출하는 액체 배출구 (31) 를 구비하는, 응축기 (200) 와,

상기 응축기 (200) 의 상기 액체 배출구 (31) 와 상기 열교환기 (100) 의 상기 액체 공급구 (30) 를 연결하는 액체 유로 (32) 와,

상기 열교환기 (100) 의 상기 기체 배출구 (40) 와 상기 응축기 (200) 의 상기 기체 공급구 (41) 를 연결하는 기체 유로 (42) 를 구비하는, 열수송 시스템 (500).

청구항 14

제 13 항에 기재된 열수송 시스템 (500) 을 사용하여 실시하는, 열수송 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 열교환기 (100) 에 있어서의 제 1 열전도 영역 (11) 의 온도가, 상기 열교환기 내의 압력에 있어서의 상기 액체 (50) 의 비점보다 높고, 그 온도차가 10 ℃ 이상인, 열수송 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 열교환기 (100) 에 있어서의 상기 제 1 열전도 영역 (11) 의 온도와, 상기 열교환기 내의 압력에 있어서의 상기 액체 (50) 의 비점과의 온도차가 50 ℃ 이하인, 열수송 방법.

청구항 17

제 14 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 액체 (50) 가 물 또는 불소계 용매인, 열수송 방법.

청구항 18

제 14 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 열원이 기체인, 열수송 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 열교환기, 그 열교환기를 사용한 열교환 방법, 그 열교환기를 사용한 열수송 시스템, 및 그 열수송 시스템을 사용하는 열수송 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 열매체의 비등을 이용하여 열교환을 실시하는 열교환기에 있어서, 열원으로부터 열매체에 열을 전하는 전열 부재에 홈 등을 형성하여 전열 효율을 보다 높게 하고자 하는 시도가 이루어지고 있다.

[0003] 예를 들어, 일본 공개특허공보 2008-157589호에는, 내면에 복수의 홈부가 형성되어 있고, 관 내부를 흐르는 유체와 외부 사이에서 열교환을 실시하도록 구성된 관으로서, 상기 홈부의 측면 및 바닥면 중 적어도 일방의 면에는, 상기 유체의 비등을 촉진하기 위한 요철부가 형성되어 있는 관이 기재되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 일본 공개특허공보 2008-157589호는, 전열 부재인 관의 내면에 홈 및 요철을 형성함으로써, 기포를 일으키기 쉽게 하여, 열매체인 유체의 비등을 촉진하는 기술에 관한 것이다.

[0005] 그러나, 이론 계산에 의하면, 열매체의 비등을 이용하는 열교환기에 있어서의 열원으로부터 열매체에 대한 열전달률의 향상에는, 비등의 촉진과 함께, 비등에 의해 발생하는 기포의 제어도 팩터인 것이 나타나 있다. 기포의 제어란, 예를 들어 기포의 발생 위치, 직경, 수, 발생 빈도 등을 제어하는 것을 의미한다.

[0006] 예를 들어 일본 공개특허공보 2008-157589호와 같이 비등 촉진에 관한 보고에는 많지만, 기포의 제어는 곤란하다고 생각되고 있고, 기포를 제어하는 것을 포함하는 열전달률의 향상에 관해서는, 거의 검토되어 있지 않다.

[0007] 본 발명은, 비등에 의해 발생하는 기포를 제어하고, 열원으로부터 열매체에 대한 열전달률이 향상된 열교환기, 그 열교환기를 사용한 열교환 방법, 그 열교환기를 사용한 열수송 시스템, 및 그 열수송 시스템을 사용하는 열수송 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 이하와 같다.

[0009] 본 발명의 제 1 양태는, 액체를 비등시켜 열교환을 실시하는 열교환기에 관한 것이다. 본 발명의 제 1 양태는, 열원과 상기 액체 사이에 개재하여, 상기 열원으로부터 상기 액체로 전열하는 전열 부재를 갖는다. 상기 전열 부재는, 상기 액체와 접촉하여 상기 액체를 비등시키는 측의 표면에, 제 1 열전도 영역과 제 2 열전도 영역이 교대로 스트라이프상으로 존재한다. 상기 제 1 열전도 영역의 열전도율은, 상기 제 2 열전도 영역의 열전도율보다 높다. 상기 제 1 양태에 있어서, 상기 제 1 열전도 영역의 스트라이프의 폭이 2.5 mm 이상 7.5 mm 이하이어도 된다. 상기 제 1 양태에 있어서, 상기 제 2 열전도 영역의 스트라이프의 폭이 0.1 mm 이상 1.0 mm 이하이어도 된다. 상기 제 1 양태에 있어서, 상기 제 2 열전도 영역을 구성하는 제 2 열전도 재료의 열전도율이, 상기 제 1 열전도 영역을 구성하는 제 1 열전도 재료의 열전도율의 1/50 이하이어도 된다. 상기 제 1 양태에 있어서, 상기 제 2 열전도 영역을 구성하는 제 2 열전도 재료의 내열 온도가 120 ℃ 이상이어도 된다. 상기 내열 온도는 연화 온도 또는 유리 전이 온도를 나타낸다. 상기 제 1 양태에 있어서, 상기 전열 부재가 제 1 열전도 재료로 구성되어 있고, 상기 제 2 열전도 영역이, 상기 전열 부재 중, 상기 액체

와 접촉하여 상기 액체를 비등시키는 측의 면 내에 매립된 제 2 열전도 재료이어도 된다. 상기 제 1 양태에 있어서, 상기 액체를, 상기 전열 부재 중 상기 액체와 접촉하여 상기 액체를 비등시키는 측의 표면 상에 공급하는 액체 공급구와, 상기 액체를 수용하여 비등시키기 위한 용기와, 상기 액체의 비등에 의해 발생한 기체를 상기 용기로부터 배출시키는 기체 배출구를 가져도 된다. 본 발명의 제 2 양태는, 상기 제 1 양태의 열교환기를 사용하여, 상기 열원과 상기 액체 사이의 열교환을 실시하는, 열교환 방법에 관한 것이다. 상기 제 2 양태에 있어서, 상기 열교환기에 있어서의 상기 제 1 열전도 영역의 온도가, 상기 열교환기 내의 압력에 있어서의 상기 액체의 비점보다 높고, 그 온도차가 10 °C 이상이어도 된다. 상기 제 2 양태에 있어서, 상기 열교환기에 있어서의 상기 제 1 열전도 영역의 온도와, 상기 열교환기 내의 압력에 있어서의 상기 액체의 비점의 온도차가 50 °C 이하이어도 된다. 상기 제 2 양태에 있어서, 상기 액체가 물 또는 불소계 용매이어도 된다. 상기 제 2 양태에 있어서, 상기 열원이 기체이어도 된다. 본 발명의 제 3 양태는, 상기 제 1 양태에 기재된 열교환기, 기체 응축 용기와, 기체를 상기 기체 응축 용기에 공급하는 기체 공급구와, 상기 기체가 응축된 액체를 상기 기체 응축 용기로부터 배출하는 액체 배출구를 구비하는, 응축기, 그리고 상기 응축기의 상기 액체 배출구와 상기 열교환기의 상기 액체 공급구를 연결하는 액체 유로, 및 상기 열교환기의 상기 기체 배출구와 상기 응축기의 상기 기체 공급구를 연결하는 기체 유로를 구비하는 열수송 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 제 4 양태는, 상기 제 3 양태에 기재된 열수송 시스템을 사용하여 실시하는, 열수송 방법에 관한 것이다. 상기 제 4 양태는, 상기 열교환기에 있어서의 제 1 열전도 영역의 온도가, 상기 열교환기 내의 압력에 있어서의 상기 액체의 비점보다 높고, 그 온도차가 10 °C 이상이어도 된다. 상기 제 4 양태는, 상기 열교환기에 있어서의 상기 제 1 열전도 영역의 온도와, 상기 열교환기 내의 압력에 있어서의 상기 액체의 비점의 온도차가 50 °C 이하이어도 된다. 상기 제 4 양태는, 상기 액체가 물 또는 불소계 용매이어도 된다. 상기 제 4 양태는, 상기 열원이 기체이어도 된다.

[0010] 본 발명의 열교환기는, 비등에 의해 발생하는 기포를 제어할 수 있고, 특히 그것에 의해, 비등을 촉진하고, 열원으로부터 열매체에 대한 열전달률을 향상시킬 수 있다. 따라서, 본 발명의 열교환기의 열전달률은, 관련 기술에 비해 높다.

[0011] 상기와 같은 본 발명의 열교환기를 사용하는 열수송 시스템은, 높은 효율로 열매(熱媒)의 열을 다른 곳으로 수송할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 본 발명의 예시적인 실시형태들의 특징들, 장점들 및 기술적 그리고 산업적 중요성은 첨부된 도면을 참조하여 이하 설명되고, 동일한 도면부호는 동일한 요소를 나타낸다.

도 1A 는, 본 발명의 열교환기의 구성의 일례를 설명하기 위한 개략 단면도이다.

도 1B 는, 도 1A 의 I-I 선 단면도이다.

도 2 는, 본 발명의 열수송 시스템의 구성의 일례를 설명하기 위한 개략도이다.

도 3 은, 실시예 및 비교예에 있어서 사용한 실험 장치의 개요를 설명하기 위한 모식도이다.

도 4 는, 실시예에 있어서 얻어진, 스트라이프상 비등면에 있어서의 제 1 열전도 영역의 폭과, 열전달률 (h) (상대값) 의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 5A 는, 실시예 3 에 있어서, 비등면 상에서 비등에 의해 기포가 성장하는 모습을 계시적(繼時的)으로 촬영한 사진이다.

도 5B 는, 실시예 3 에 있어서, 비등면 상에서 비등에 의해 기포가 성장하는 모습을 계시적으로 촬영한 사진이다.

도 5C 는, 실시예 3 에 있어서, 비등면 상에서 비등에 의해 기포가 성장하는 모습을 계시적으로 촬영한 사진이다.

도 5D 는, 실시예 3 에 있어서, 비등면 상에서 비등에 의해 기포가 성장하는 모습을 계시적으로 촬영한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명의 열교환기는, 열원으로부터 액체에 대한 전열 부재를 통한 전열에 의해 액체를 비등시켜 열교환을 실

시하는 열교환기로서, 전열 부재 중, 액체와 접촉하여 액체를 비등시키는 측의 표면에, 제 1 열전도 영역 (고열전도 영역) 과 제 2 열전도 영역 (저열전도 영역) 이 교대로 스트라이프상으로 존재한다.

[0014] 이하, 본 발명의 열교환기에 대해, 그 바람직한 실시형태를 예로 하여 설명한다.

[0015] <열교환기>

[0016] 본 실시형태의 열교환기는, 열원으로부터, 열매체인 액체에 대한 전열 부재를 통한 전열에 의해, 액체를 비등시켜 열교환을 실시한다. 본 실시형태의 열교환기에 있어서의 전열 부재는, 액체와 접촉하여 액체를 비등시키는 측의 표면에, 제 1 열전도 영역과 제 2 열전도 영역이 교대로 스트라이프상으로 존재한다. 본 명세서에 있어서, 전열 부재 중 제 1 열전도 영역과 제 2 열전도 영역이 교대로 스트라이프상으로 존재하는 표면 영역을, 이하, 비등면으로서 참조한다.

[0017] [전열 부재]

[0018] 본 실시형태의 열교환기에 있어서의 전열 부재는, 열매체인 액체와 접촉하여 액체를 비등시키는 측의 표면에, 비등면을 갖는다. 전열 부재에 있어서, 액체와 접촉하는 측의 표면의 전체 면적에 대한 비등면의 면적이 차지하는 비율은, 열교환의 효율을 가능한 한 높게 유지하면서, 안정적인 비등을 실시한다는 관점에서, 가능한 한 높은 것이 요구된다. 전열 부재에 있어서의 액체와 접촉하는 측의 표면의 전체 면적에 대한 비등면의 면적이 차지하는 비율은, 예를 들어 80 % 이상, 90 % 이상, 또는 95 % 이상이어도 되고, 100 % 이어도 된다.

[0019] 전열 부재는, 액체와 접촉하는 측의 표면에 상기 비등면을 갖는 것 외에, 그 크기 및 형상 등은, 열교환기의 규모, 사용하는 열원의 성상 등에 따라, 적절히 설정되면 된다. 전열 부재의 형상은, 예를 들어 원관상, 관상 등이어도 된다.

[0020] 전열 부재를 구성하는 재료는, 제 2 열전도 영역의 부분을 제외하고, 제 1 열전도 영역을 구성하는 재료와 동일해도 된다. 제 2 열전도 영역을 구성하는 재료, 및 제 1 열전도 영역을 구성하는 재료에 대해서는, 후술한다.

[0021] [비등면]

[0022] 본 실시형태의 열교환기에 있어서의 전열 부재의 비등면에는, 제 1 열전도 영역과 제 2 열전도 영역이 교대로 스트라이프상으로 존재한다.

[0023] (제 1 열전도 영역)

[0024] 제 1 열전도 영역은, 열전도율이 높은, 제 1 열전도 재료로 구성되어 있어도 된다. 제 1 열전도 재료의 열전도율은, 열전달률을 높게 해야 되는 요청에서, 예를 들어 100 W/mK 이상, 200 W/mK 이상, 250 W/mK 이상, 300 W/mK 이상, 또는 350 W/mK 이상이어도 된다. 한편, 이 열전도율을 과도하게 높게 할 필요는 없고, 열전도율이 매우 높은 재료는 고가이다. 이들을 고려하면, 제 1 열전도 재료의 열전도율은, 예를 들어 5,000 W/mK 이하, 3,000 W/mK 이하, 1,000 W/mK 이하, 500 W/mK 이하, 또는 400 W/mK 이하이어도 된다.

[0025] 이와 같은 제 1 열전도 재료는, 예를 들어 탄소계 재료, 금속, 반금속 등이어도 된다. 탄소계 재료는, 예를 들어 카본 나노 튜브, 다이아몬드, 인조 흑연 등이어도 된다. 금속은, 예를 들어 은, 구리, 금, 알루미늄 등이어도 되고, 예를 들어 놋쇠 등의 합금이어도 된다. 반금속은, 예를 들어 실리콘이어도 된다.

[0026] 본 실시형태의 열교환기에 있어서, 열매체인 액체의 비등에 의해 발생하는 기포의 직경은, 제 1 열전도 영역의 스트라이프의 폭에 의해 제어된다고 생각된다. 따라서, 제 1 열전도 영역의 스트라이프 폭으로는, 일정한 직경의 기포가 안정적으로 발생하는 폭을 선택하여 설정하는 것이 요구된다.

[0027] 본 실시형태에서는, 고전열 영역의 폭의 최적값을, 표면 장력과 기포의 부력의 균형에 관한 Fritz 의 식으로부터 추정할 수 있다. 즉, 열매체로서 사용하는 액체의 표면 장력 (σ), 당해 액체의 비등면 상에 있어서의 접촉각 (θ), 그리고 당해 액체의 밀도 (ρ_l) 및 당해 액체가 비등했을 때의 기체의 밀도 (ρ_g) 의 값과, 중력 가속도 (g) 를 하기의 Fritz 의 식에 대입함으로써, 표면 장력과 균형이 잡힌 부력을 갖는 기포의 직경, 즉, 비등면으로부터의 이탈 기포 직경 (d) 을 추정할 수 있다.

[0028]
$$d = 0.209\theta \cdot [\sigma / \{g(\rho_l - \rho_g)\}]^{1/2}$$

[0029] 본 실시형태의 열교환기에서는, 비등면의 스트라이프에 있어서의 제 1 열전도 영역의 폭을, 상기 Fritz 의 식에

의해 산출되는 이탈 기포 직경 (d) 의 값과 동등한 값, 또는 이것에 가까운 값으로 함으로써, 열교환기의 열전달률을 높은 것으로 할 수 있다.

- [0030] Fritz 의 식에 의한 이탈 기포 직경 (d) 의 값은, 열매체로서 사용하는 액체의 종류, 비등면을 구성하는 제 1 열전도 재료의 종류, 열교환 조건 등에 따라 다르기 때문에, 모든 경우에 타당한 제 1 열전도 영역의 폭의 구체적인 주장 범위를 제시하는 것은 곤란하다.
- [0031] 상압으로 열교환을 실시하는 경우, 제 1 열전도 영역의 스트라이프의 폭은, 예를 들어 1.0 mm 이상, 1.2 mm 이상, 1.4 mm 이상, 1.6 mm 이상, 또는 1.8 mm 이상이어도 되고, 예를 들어 10.0 mm 이하, 9.5 mm 이하, 9.0 mm 이하, 또는 8.5 mm 이하이어도 된다.
- [0032] 비등 잠열을 이용하는 열교환기에 있어서 일반적으로 사용되는 열매체, 예를 들어 물, 불소계 용매 등을 사용하는 경우, 제 1 열전도 영역의 스트라이프의 폭을 2.5 mm 이상 7.5 mm 이하로 하면, 높은 열전달률을 나타낸다.
제 1 열전도 영역의 스트라이프의 폭은, 예를 들어 2.6 mm 이상, 2.7 mm 이상, 2.8 mm 이상, 2.9 mm 이상, 또는 3.0 mm 이상이어도 되고, 예를 들어 7.0 mm 이하, 6.0 mm 이하, 5.0 mm 이하, 4.5 mm 이하, 또는 4.0 mm 이하이어도 된다.
- [0033] 본 실시형태의 열교환기에 있어서의 비등면을 구성하는 제 1 열전도 영역의 스트라이프의 폭은, 높은 열전달률로 안정적인 비등을 실시하고, 이로써 열교환의 효율을 가능한 한 높게 한다는 관점에서, 비등면의 전부에 걸쳐 대략 동일해도 된다.
- [0034] (제 2 열전도 영역)
- [0035] 제 2 열전도 영역은, 열전도율이 낮은 제 2 열전도 재료로 구성되어 있어도 된다. 제 2 열전도 재료의 열전도율은, 제 1 열전도 재료의 열전도율의 1/50 이하, 1/100 이하, 또는 1/200 이하이어도 된다.
- [0036] 제 2 열전도 재료의 열전도율은, 구체적으로는, 예를 들어 10 W/mK 이하, 5 W/mK 이하, 3 W/mK 이하, 1 W/mK 이하, 0.5 W/mK 이하, 또는 0.3 W/mK 이하이어도 된다. 한편, 이 값을 과도하게 낮게 하면, 제 2 열전도 영역의 기계적 강도가 저해될 우려가 있으므로, 제 2 열전도 재료의 열전도율은, 예를 들어 0.025 W/mK 이상, 0.03 W/mK 이상, 0.04 W/mK 이상, 또는 0.05 W/mK 이상이어도 된다.
- [0037] 제 2 열전도 재료는, 열교환기 내의 압력에 있어서의, 열매체로서 사용하는 액체의 비점 또는 이것을 초과하는 온도에 있어서 사용된다. 따라서, 이 온도에 있어서 충분한 내구성을 갖는 것이 요구된다. 이 관점에서, 제 2 열전도 재료의 내열 온도는, 120 °C 이상 또는 150 °C 이상인 것이 바람직하다. 이 값은, 열매체로서 물을 사용하고, 상압에 있어서, 과열도를 20 °C 로 설정하여 운전하는 경우를 상정하여 산출한 값이다.
- [0038] 이와 같은 낮은 열전도율 및 고도의 내열성의 쌍방을 나타내는 제 2 열전도 재료는, 예를 들어 유리, 금속 또는 반금속의 산화물, 목재, 천연 수지, 합성 수지 등이어도 된다. 유리는, 예를 들어 소다 석회 유리, 붕규산 유리, 석영 유리 등이어도 된다. 금속 또는 반금속의 산화물은, 예를 들어 수정 등이어도 된다. 합성 수지는, 예를 들어 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 에폭시 수지, 실리콘 등이어도 된다.
- [0039] 본 실시형태의 열교환기에 있어서의 제 2 열전도 영역의 스트라이프의 폭은, 제 2 열전도 영역의 열전달성과 제 1 열전도 영역의 열전달성의 차이를 현저한 것으로 하고, 제 1 열전도 영역의 스트라이프에 의한 비등 기포 직경의 제어를 효율적으로 실시하기 위해서, 예를 들어 0.01 mm 이상, 0.02 mm 이상, 0.04 mm 이상, 0.06 mm 이상, 또는 0.08 mm 이상이어도 된다. 한편, 제 2 열전도 영역의 스트라이프의 폭을 과도하게 크게 하면, 비등면 전체로서의 열전달률이 저해되고, 효율적인 열교환이 곤란해지는 경우가 있다. 이 관점에서, 제 2 열전도 영역의 스트라이프 폭은, 예를 들어 2.0 mm 이하, 1.8 mm 이하, 1.6 mm 이하, 1.4 mm 이하, 또는 1.2 mm 이하이어도 된다.
- [0040] 일반적인 열매체, 예를 들어 물, 불소계 용매 등을 사용하는 경우, 제 2 열전도 영역의 스트라이프의 폭은, 예를 들어 0.1 mm 이상, 0.2 mm 이상, 또는 0.3 mm 이상이어도 되고, 예를 들어 1.0 mm 이하, 0.8 mm 이하, 또는 0.6 mm 이하이어도 된다.
- [0041] 본 실시형태의 열교환기에 있어서의 비등면을 구성하는 제 2 열전도 영역의 스트라이프의 폭은, 열교환의 효율을 가능한 한 높게 유지하면서, 안정적인 비등을 실시한다는 관점에서, 비등면의 전부에 걸쳐 대략 동일해도 된다.

- [0042] 비등면에 있어서의 제 2 열전도 영역은, 제 2 열전도 영역의 열전달성과 제 1 열전도 영역의 열전달성의 차이를 현저한 것으로 하는 관점에서, 바람직하게는 제 1 열전도 재료로 구성되어 있는 전열 부재 중의 비등면에 매립된 제 2 열전도 재료인 것이 요구된다. 이 관점에서, 제 2 열전도 영역에 있어서의 매립 깊이는, 전열 부재에 있어서의 비등면으로부터의 거리로서, 예를 들어 0.1 mm 이상, 0.2 mm 이상, 또는 0.3 mm 이상이어도 된다. 한편, 제 2 열전도 영역의 깊이를 과도하게 크게 하면, 비등면 전체로서의 열전달률이 저해되고, 효율적인 열교환이 곤란해지는 경우가 있다. 이 관점에서, 제 2 열전도 영역의 깊이는, 예를 들어 1.0 mm 이하, 0.8 mm 이하, 또는 0.6 mm 이하이어도 된다.
- [0043] (비등면의 형상)
- [0044] 비등면은, 평활한 평면상이어도 되고, 표면에 흠 혹은 요철 또는 이들의 쌍방을 갖는 비평면이어도 된다. 비등면이, 상기에 설명한 제 1 열전도 영역 및 제 2 열전도 영역으로 이루어지는 스트라이프 구조와, 흠 혹은 요철 또는 이들의 쌍방에 의한 비평면 구조를 병유(併有) 하는 것인 경우, 양 구조의 효과가 중첩적으로 발휘되고, 최대한으로 높은 열전달률을 나타낼 수 있는 점에서 유리하다.
- [0045] [열교환기의 그 밖의 구성 요소]
- [0046] 본 실시형태의 열교환기는, 상기와 같은 전열 부재를 구비하는 것인 한, 그 밖의 양태에 대해서는 공지된 열교환기와 동일해도 된다.
- [0047] 본 실시형태의 열교환기는, 예를 들어 열매체인 액체를 비등면 상에 공급하는 액체 공급구와, 액체를 수용하여 비등시키기 위한 용기와, 액체의 비등에 의해 발생한 기체를 용기로부터 배출시키는 기체 배출구를 갖는 것이어도 된다.
- [0048] 도 1A, B 에, 본 실시형태의 열교환기의 구성의 일례를 나타냈다. 도 1A 는 열교환기 (100) 를 연직면에서 절단한 단면도이고, 도 1B 는 도 1A 의 I-I 선 단면도이다.
- [0049] 도 1A, B 의 열교환기 (100) 는, 전열 부재 (15) 와, 액체 공급구 (30) 와, 용기 (20) 와, 기체 배출구 (40) 를 갖는다. 본 명세서에 있어서, 「용기」란, 주위가 격벽에 의해 구획된 실이어도 되고, 또는 주위가 명확하게 구획되어 있지 않은 공간부이어도 된다.
- [0050] 전열 부재 (15) 는, 제 1 열전도 영역 (11) 의 재료 중에 제 2 열전도 영역 (12) 이 매립되어 있는 구성을 갖는다. 이것에 의해, 전열 부재 (15) 의 액체 (50) 와 접촉하는 측은, 제 1 열전도 영역 (11) 과 제 2 열전도 영역 (12) 이 교대로 스트라이프상으로 존재하는 비등면 (10) 을 구성하고 있다.
- [0051] 액체 공급구 (30) 는, 열매체인 액체를 전열 부재 (15) 의 비등면 (10) 상에 공급한다. 액체는, 열원 (도시 생략) 으로부터의 전열 부재 (15) 를 통한 전열에 의해 비등면 (10) 상에서 비등하고, 비등면 (10) 의 스트라이프 구조에 의해 직경이 제어된 기포 (51) 를 발생시킨다. 기포 (51) 는, 액체 (50) 중을 상승하고, 용기 (20) 의 기상 중에서 증기 (52) 가 되고, 기체 배출구 (40) 로부터 배출된다.
- [0052] <열교환 방법>
- [0053] 본 실시형태의 열교환 방법은, 상기에 설명한 본 실시형태의 열교환기를 사용하여 실시되어도 된다. 열교환기에 있어서의 제 1 열전도 영역의 온도는, 열교환기 내의 압력에 있어서의, 열매체인 액체의 비점보다 높게 설정되어도 된다. 제 1 열전도 영역의 온도와, 열교환기 내의 압력에 있어서의 액체의 비점의 온도차는, 예를 들어 10 ℃ 이상, 15 ℃ 이상, 또는 20 ℃ 이상이어도 되고, 예를 들어 50 ℃ 이하, 45 ℃ 이하, 또는 40 ℃ 이하이어도 된다.
- [0054] 열매체인 액체는, 예를 들어 물, 불소계 용매, 암모니아, 아세톤, 메탄올 등이어도 된다. 이들 중, 물 또는 불소계 용매가 바람직하다.
- [0055] 열원으로는, 기체, 액체, 혹은 고체, 또는 이들 중의 2 개 이상이어도 된다. 기체로는, 예를 들어 공기, 수증기, 암모니아, 프레온, 이산화탄소 등을 들 수 있다. 액체로는, 예를 들어 물, 브라인, 오일, 다우삼 A (등록 상표) 등을 들 수 있다. 고체로는, 예를 들어 히터 등을 들 수 있는 것 외에, 폐열 냉각을 위한 공랭기 등이어도 된다.
- [0056] 본 실시형태의 열교환 방법에 있어서의 열원으로는, 기체를 사용해도 된다.
- [0057] 본 실시형태에 있어서의 열원으로는, 임의의 기체를 특별히 가열하여 사용해도 된다. 그러나, 지금까지 폐

기되고 있던 열을 유효 이용한다는 관점에서, 열원으로서, 예를 들어 내연 기관으로부터 배출되는 배기 가스, 보일러로부터 배출되는 배기 가스, 공장 설비로부터 배출되는 온수 등을 사용하는 것이 바람직하다. 특히 내연 기관으로부터 배출되는 배기 가스는, 입수가 용이한 것, 배출량이 많은 것, 온도가 높은 것 등으로부터 바람직하다.

[0058] 본 실시형태의 열교환 방법에 있어서, 열원은, 도 1A, B의 열교환기 (100)에 있어서, 전열 부재 (15)의, 액체 (50)와 접촉하지 않는 측의 면과 접촉하도록 유통시켜도 된다. 이로써, 열원의 열을, 전열 부재 (15)를 통하여 액체 (50)에 전달할 수 있다.

[0059] <열수송 시스템>

[0060] 본 실시형태의 열수송 시스템은, 상기에 설명한 본 실시형태의 열교환기, 기체 응축 용기와, 기체를 기체 응축 용기에 공급하는 기체 공급구와, 기체가 응축된 액체를 기체 응축 용기로부터 배출하는 액체 배출구를 구비하는, 응축기, 그리고 응축기의 액체 배출구와 열교환기의 액체 공급구를 연결하는 액체 유로, 및 열교환기의 기체 배출구와 응축기의 기체 공급구를 연결하는 기체 유로를 구비한다.

[0061] 도 2에, 본 실시형태의 열수송 시스템의 구성의 일례를 설명하기 위한 개략도를 나타냈다.

[0062] 도 2의 열수송 시스템 (500)은, 본 실시형태의 열교환기 (100), 응축기 (200), 액체 유로 (32), 및 기체 유로 (42)를 구비한다.

[0063] 응축기 (200)는, 기체 응축 용기 (210)와, 기체를 기체 응축 용기 (210)에 공급하는 기체 공급구 (41)와, 기체가 응축된 액체를 기체 응축 용기 (210)로부터 배출하는 액체 배출구 (31)를 구비한다. 액체 유로 (32)는, 응축기 (200)의 액체 배출구 (31)와 열교환기 (100)의 액체 공급구 (30)를 연결한다. 기체 유로 (42)는, 열교환기 (100)의 기체 배출구 (40)와 응축기 (200)의 기체 공급구 (41)를 연결한다.

[0064] <열수송 방법>

[0065] 본 실시형태의 열수송 방법은, 상기에 설명한 본 실시형태의 열수송 시스템을 사용하고, 열교환기에 있어서의 제 1 열전도 영역의 온도를, 열교환기 내의 압력에 있어서의, 열매체인 액체의 비점보다 10 ~ 50 °C 높은 온도로 제어하여 실시되어도 된다. 열교환기에 있어서의 제 1 열전도 영역의 온도는, 열교환기 내의 압력에 있어서의, 열매체인 액체의 비점보다, 높은 온도로 설정되어도 된다. 제 1 열전도 영역의 온도와, 열교환기 내의 압력에 있어서의 액체의 비점의 온도차는, 예를 들어 10 °C 이상, 15 °C 이상, 또는 20 °C 이상이어도 되고, 예를 들어 50 °C 이하, 45 °C 이하, 또는 40 °C 이하이어도 된다.

[0066] 본 실시형태의 열수송 방법에 있어서 사용되는 열매체인 액체, 및 열원에 대해서는, 열교환 반응에 대해 상기 서술한 바와 동일해도 된다.

[0067] 본 실시형태의 열교환기의 효과를 검증하기 위해서, 열교환기의 비등면을 본뜬 플레이트를 갖는 실험 장치를 제작 (試作) 하여, 평가를 실시하였다.

[0068] 실험 장치의 구성의 개요를 도 3에 나타냈다. 도 3의 실험 장치는, 바닥면 플레이트 (1) 및 덮개체 (2)를 갖는 수조 (3)와, 비등면 (10)을 갖는다. 수조 (3)의 내경은 100 mm 이고, 비등면 (10)의 직경은 40 mm 이다. 비등면 (10)은, 히터 (4)에 접속되고, 바닥면 플레이트 (1)의 수조 (3) 내부측 표면에 노출되어 있다. 히터 (4)는 전원 (5)에 의해 가동된다. 수조 (3)의 내부에는 열매체인 액체로서의 물 (60)이 충전되어 있고, 물 (60)은 히터 (4)에 의해 비등면 (10)을 개재하여 가열되면, 비등면 (10)상에서 비등하여 기포 (61)를 발생시킨다.

[0069] <비교예 1>

[0070] 비등면 (10)을 구리의 경면으로 하여, 비등면 (10)의 과열도 (ΔT_{sat})를 30 °C로 설정하고, 상압하에서 비등 실험을 실시하였다.

[0071] 비등면 (10)의 중심점으로부터 면에 수직인 가상 직선을 상정하고, 그 가상 직선 상에, 비등면 (10)에 접하는 점으로부터의 거리 (x)가 2 mm, 4 mm, 6 mm, 및 8 mm가 되는 4점의 측정점을 설정하였다. 이들 4점의 측정점의 온도 (T)를 측정하여 온도 구배 (dT/dx)의 직선을 구하였다. 얻어진 직선을 사용하여 외삽법에 의해 추정된 x = 0인 점의 온도를, 비등면 (10)의 표면 온도 (Tw)로 하였다.

[0072] 상기와는 별도로, 수조 (3)내의 물 (60)의 벌크 수온 (T ∞)을, 2점의 측정점에 있어서의 실측 온도의 평균

값으로서 구하였다.

[0073] 상기 값을 사용하여, 하기 수식에 의해 계산에 의해 구한 열전달률 (h) 을, 상대 비교의 기준값 「1」로 하였다.

[0074] $h = q / \Delta T$

[0075] $q = -\lambda dT/dx$

[0076] λ : 구리의 열전도율, 391 W/mK

[0077] $\Delta T = T_w - T_{\infty}$

[0078] 과열도 (ΔT_{sat}) 는, 비등면 (10) 의 표면 온도 (T_w) 와 증기 온도 (T_{sat}) 의 차이로, 하기 수식에 의해 산출된다.

[0079] $\Delta T_{sat} = T_w - T_{sat}$

[0080] <실시에 1>

[0081] 직경 40 mm 의 구리관의 편측 표면에, 프라이스를 사용하여, 폭 0.5 mm, 깊이 0.5 mm, 단면의 형상이 사각형인 홈을, 피치 2.0 mm 의 스트라이프상으로 형성하였다.

[0082] 상기에서 형성한 홈 내에, 2 액계의 경화형 에폭시 수지를 충전하고, 상온 경화 및 포스트 큐어를 순차로 실시하여, 폭 1.5 mm 의 구리 영역과 폭 0.5 mm 의 에폭시 수지 영역이 교대로 스트라이프상으로 존재하는 비등면 (10) 을 형성하였다. 이 에폭시 수지 영역에 있어서의 에폭시 수지의 열전도율은 0.1 W/mK 였다.

[0083] 상기 비등면 (10) 을 사용한 것 이외에는, 비교예 1 과 동일하게, 비등면 (10) 의 과열도 (ΔT_{sat}) 를 30 ℃ 로 설정하여 상압하에서 비등 실험을 실시하고, 열전달률 (h) 을 구하였다. 얻어진 열전달률 (h) 은, 비교예 1 에 있어서의 열전달률 (h) 에 대한 상대값으로서 0.65 였다.

[0084] <실시에 2 ~ 7>

[0085] 형성하는 스트라이프상의 홈의 피치를 각각 표 1 에 기재된 바와 같이 변경한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여, 구리 영역의 폭이 상이한 스트라이프상의 비등면 (10) 을 형성하였다.

[0086] 상기 비등면 (10) 을 사용한 것 이외에는, 비교예 1 과 동일하게, 비등면 (10) 의 과열도 (ΔT_{sat}) 를 30 ℃ 로 설정하여 상압하에서 비등 실험을 실시하고, 열전달률 (h) 을 계산에 의해 구하였다. 얻어진 열전달률 (h) 의 계산 결과를, 비교예 1 에 있어서의 열전달률 (h) 에 대한 상대값으로서 표 1 및 도 4 에 나타냈다.

표 1

	비등면의 구조			열전달률 h (상대값)
	피치 (mm)	제1열전도 영역의 폭 (mm)	제2열전도 영역의 폭 (mm)	
비교예 1	경면			1
실시예 1	2.0	1.5	0.5	0.65
실시예 2	3.0	2.5	0.5	2.24
실시예 3	4.0	3.5	0.5	2.35
실시예 4	5.0	4.5	0.5	1.94
실시예 5	6.0	5.5	0.5	1.71
실시예 6	7.0	6.5	0.5	1.35
실시예 7	8.0	7.5	0.5	1.12

[0087]

[0088] 도 4 에는, Fritz 의 식으로부터 추정된 이탈 기포 직경 (d) 의 값을 함께 나타냈다. Fritz 의 식으로부터 추정된 이탈 기포 직경 (d) 은, 매우 높은 열전달률을 나타낸 실시예 2 및 3 에 있어서의 제 1 열전도 영역의 폭과, 가까운 값인 것이 검증되었다.

[0089] 상기 실시예 3 에 있어서, 비등면 (10) 상에서 물의 비등에 의해 기포가 성장하는 모습을 계시적으로 촬영한 사진을 도 5A-D 에 나타냈다. 도 5A, B, C, 및 D 의 순서로 시간이 경과해 가고, 각 사진 사이의 시간 간격은 10 ~ 30 밀리초 정도이다. 도 5A, B, C, 및 D 를 차례로 참조하면, 붉은 농색의 제 1 열전도 영역과 가는

담색의 제 2 열전도 영역이 교대로 스트라이프상으로 존재하는 비등면 (10) 상에서, 농담을 갖는 대략 원형으로 보이는 기포가 계속적으로 성장해 가는 모습을 이해할 수 있다.

[0090] 도 5A 에서는, 소직경의 기포가 다수 생성되고 있다. 도 5A 중에는, 직경이 큰 기포도 소수 보인다. 이들은, 소직경의 기포가 복수 합체한 것이라고 생각된다. 도 5B 및 도 5C 로 시간이 경과하면, 기포의 직경은 커지고 있다. 이들 사진에 있어서의 기포의 직경은, 모두 제 1 열전도 영역의 폭보다 작다. 이 시점까지는, 기포의 직경의 편차는 크다.

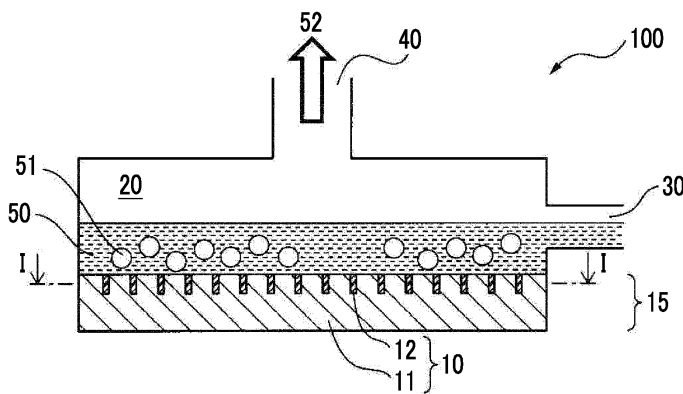
[0091] 도 5D 에 이르면, 기포의 직경은 더욱 커지고 있다. 그러나, 직경이 제 1 열전도 영역의 폭을 초과하여 성장한 기포는 보이지 않고, 기포 직경의 최대값이 제어되어 있고, 기포 직경의 편차는 작은 것이 이해된다. 이 기포 직경의 제어는, 제 1 열전도 영역과 제 2 열전도 영역이 교대로 존재하는 스트라이프상의 비등면 구조에 의한 것이라고 생각된다.

[0092] 도 5D 에서는, 제 1 열전도 영역의 폭과 대략 동일한 직경을 갖는 큰 기포 외에, 매우 작은 직경의 기포도 복수 관찰된다. 이들은, 새롭게 생성된 미숙한 기포로서, 향후 성장해 가는 것이라고 생각된다.

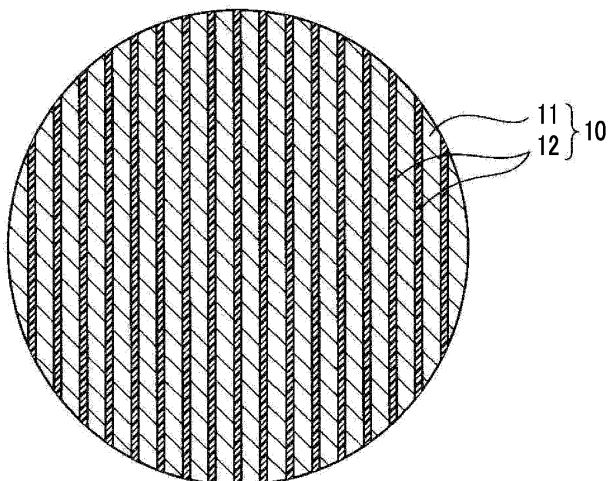
[0093] 도 5A-D 를 참조하면, 본 발명의 열교환기에 의해, 기포의 발생 위치, 직경, 수, 및 발생 빈도를 제어할 수 있는 것이 이해된다. 또한, 도 4 를 참조하면, 기포에 대해 이들의 파라미터를 적절히 제어함으로써, 열교환시의 열전달률을 향상시킬 수 있는 것이 이해된다.

도면

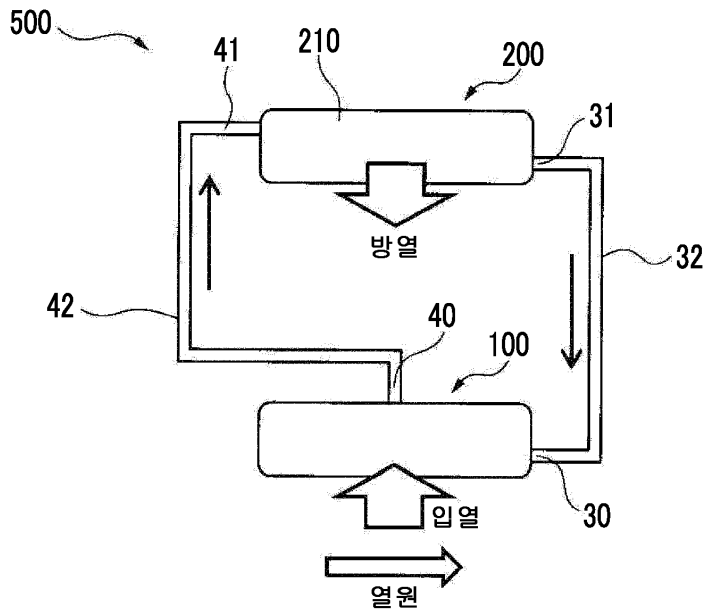
도면1a



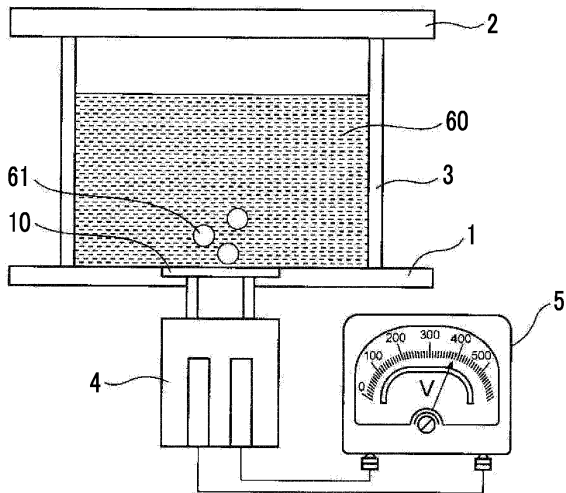
도면1b



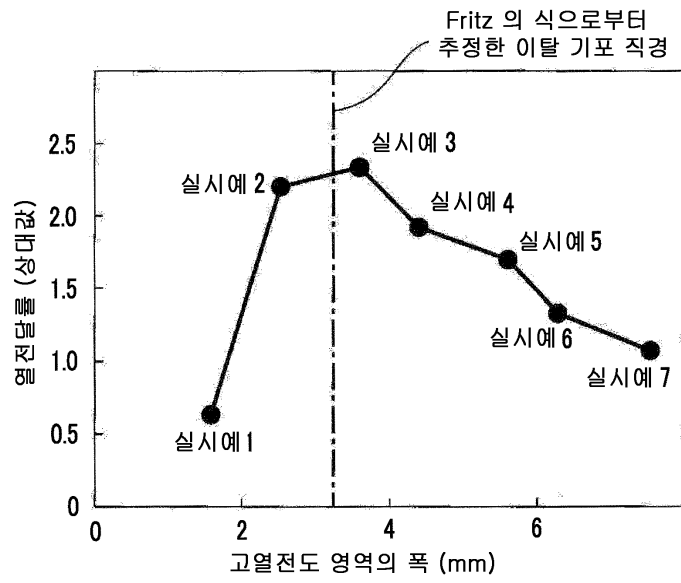
도면2



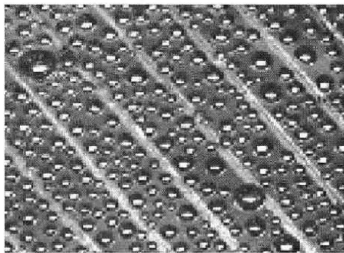
도면3



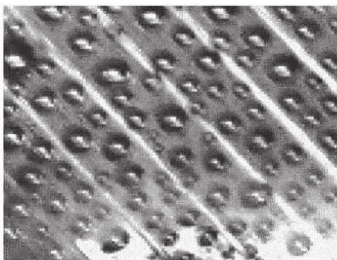
도면4



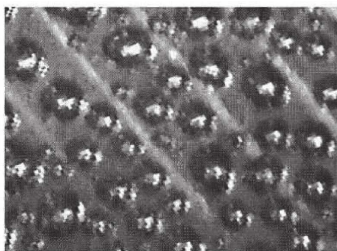
도면5a



도면5b



도면5c



도면5d

