



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월11일
(11) 등록번호 10-2042975
(24) 등록일자 2019년11월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 11/00 (2006.01) H01L 41/047 (2006.01)
H01L 41/113 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02N 11/002 (2013.01)
H01L 41/047 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0152650
(22) 출원일자 2017년11월15일
심사청구일자 2017년11월15일
(65) 공개번호 10-2019-0055667
(43) 공개일자 2019년05월23일
(56) 선행기술조사문헌
M. Mohseni and A. Amirfazli, "A novel electro-thermal anti-icing system for fiber-reinforced polymer composite airfoils," Cold Regions Science and Technology, vol. 87, pp. 47-58, 2013.
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
강신일
서울특별시 동작구 여의대방로44길 10, 104동 804호 (대방동, 대림아파트)
이준상
서울특별시 서대문구 연세로 50, 공과대학 C관 327호 (신촌동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
윤병국, 이영규

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 광인구

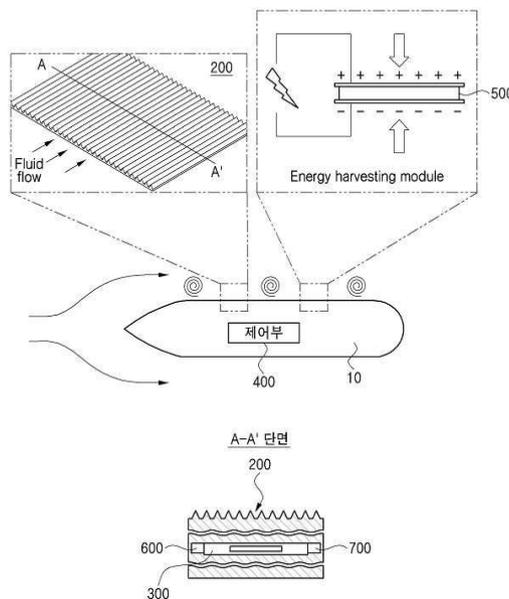
(54) 발명의 명칭 초미세 와류를 발생시켜 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 표면 구조체

(57) 요약

본 발명은 초미세 와류를 발생시켜 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 표면 구조체에 관한 것이다.

본 발명은 유체 유동 흐름 내에 존재하는 바디(Body)에 있어서, 상기 바디의 표면에 위치하는 복수 개의 초미세 구조물, 상기 바디 내부에 위치하여 바디 표면에 생기는 결빙을 제거하는 히터, 상기 히터의 구동을 제어하는 제

(뒷면에 계속)
대표도 - 도1



어부 및 상기 바디의 표면에 위치하여 바디 방향으로 흐르는 유체 유동을 활용하여 전기를 생산하여 상기 히터를 구동시키는 적어도 하나 이상의 압전 소자부를 포함하고, 상기 초미세구조물은 상기 바디 표면에 와류(Vortex)를 발생시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조체를 제공한다.

상기와 같이 초미세구조물을 포함한 구조체를 제공함으로써, 항공기 및 선박 등 저온 유체에서 운행되는 운송 수단 표면에 발생하는 결빙을 최소한의 에너지로 제거하여 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.

- | | |
|---|-------------------|
| (52) CPC특허분류 | (56) 선행기술조사문헌 |
| <i>H01L 41/113</i> (2013.01) | KR1020130074722 A |
| <i>H05B 2214/02</i> (2013.01) | KR1020120103845 A |
| (72) 발명자 | KR1020040083447 A |
| 김태경 | WO2011096851 A1 |
| 서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 C330 (신촌동) | |
| 정명기 | |
| 서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 C330 (신촌동) | |
| 임재훈 | |
| 서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 C330 (신촌동) | |
| 성중현 | |
| 서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 C330 (신촌동) | |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

- | | |
|----------|--|
| 과제고유번호 | 2015R1A5A1037668 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 연구관리전문기관 | 한국연구재단 |
| 연구사업명 | 선도연구센터지원사업 |
| 연구과제명 | [선도연구센터/ERC]초정밀 광 기계기술 연구센터(3/4,1단계,2015.08.01~2019.02.28) |
| 기여율 | 1/2 |
| 주관기관 | 연세대학교 산학협력단 |
| 연구기간 | 2017.03.01 ~ 2018.02.28 |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

- | | |
|----------|--|
| 과제고유번호 | N0002310 |
| 부처명 | 산업통상자원부 |
| 연구관리전문기관 | 한국산업기술진흥원 |
| 연구사업명 | 산업기술혁신사업 |
| 연구과제명 | [RCMS](제)경남테크노파크/나노금형기반 맞춤형 융합제품 상용화지원센터 구축(1/5) |
| 기여율 | 1/2 |
| 주관기관 | 연세대학교 산학협력단 |
| 연구기간 | 2016.12.01 ~ 2017.11.30 |

명세서

청구범위

청구항 1

유체 유동 흐름 내에 존재하는 바디(Body)에 있어서,
 상기 바디의 표면에 위치하는 복수 개의 초미세구조물;
 상기 바디 내부에 위치하여 바디 표면에 생기는 결빙을 제거하는 히터;
 상기 히터의 구동을 제어하는 제어부; 및
 상기 바디의 표면에 위치하여 바디 방향으로 흐르는 유체 유동을 활용하여 전기를 생산하여 상기 히터를 구동시키는 적어도 하나 이상의 압전 소자부;를 포함하고,
 상기 초미세구조물은 상기 바디 표면에 와류(Vortex)를 발생시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조체

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 바디의 표면의 온도를 측정하는 온도 감지부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조체

청구항 3

제 2항에 있어서,
 상기 제어부는 상기 바디 표면에 생성되는 빙결로 인한 잠열 방출에 의해 상기 온도 감지부에서 온도 상승이 감지되는 경우에는 히터를 구동시키는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조체

청구항 4

제 2항에 있어서,
 상기 제어부는 상기 온도 감지부의 측정 결과, 상기 바디의 표면 온도가 변화하지 않는 시간이 제1 기준값 이상인 경우에는 상기 히터를 구동시키는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조체

청구항 5

제 1항에 있어서,
 상기 바디의 표면에 생성된 결빙 면적을 감지하는 결빙감지부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조체

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 제어부는 상기 결빙 감지부에서 상기 바디의 표면 결빙 면적이 제2 기준값 이상으로 결빙된 것으로 감지되는 경우에는 상기 히터를 구동시키는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조체

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 압전 소자부는 압전 소자층과 전극층으로 구성되며, 유체의 유동에 의해 상기 바디의 표면에서 유발되는 와류(Vortex) 및 압력변화를 이용하여 전기를 생성할 수 있는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조체

청구항 8

공기 유동 흐름 내에 존재하는 에어 포일(Air foil)에 있어서,

상기 에어 포일의 표면에 위치하는 복수 개의 초미세구조물;

상기 에어 포일 내부에 위치하여 에어 포일의 표면에 생기는 결빙을 제거하는 히터;

상기 히터의 구동을 제어하는 제어부; 및

상기 에어 포일의 표면에 위치하여 에어 포일 방향으로 흐르는 공기 유동을 활용하여 전기를 생산하여 상기 히터를 구동시키는 압전 소자부;를 포함하고,

상기 초미세구조물은 상기 에어 포일의 표면에 와류(Vortex)를 발생시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조를 갖는 에어 포일

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 압전 소자부는 압전 소자층과 전극층으로 구성되며, 공기의 유동에 의해 상기 에어 포일의 표면에 유발되는 와류(Vortex) 및 압력변화를 이용하여 전기를 생성할 수 있는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조를 갖는 에어 포일

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 에어 포일의 표면의 온도를 측정하는 온도 감지부 또는 상기 에어 포일의 표면에 생성된 결빙 면적을 감지하는 결빙 감지부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조를 갖는 에어 포일

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 제어부는 상기 에어 포일 표면에 생성되는 빙결로 인한 잠열 방출에 의해 상기 온도 감지부에서 온도 상승이 감지되는 경우에는 히터를 구동시키는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조를 갖는 에어 포일

청구항 12

제 10항에 있어서,

상기 제어부는 상기 온도 감지부의 측정 결과, 상기 에어 포일의 표면의 온도가 변화하지 않는 시간이 제1 기준값 이상인 경우에는 상기 히터를 구동시키는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조를 갖는 에어 포일

청구항 13

제 10항에 있어서,

상기 제어부는 상기 결빙 감지부에서 상기 에어 포일의 표면의 결빙 면적이 제2 기준값 이상으로 결빙된 것으로 감지되는 경우에는 상기 히터를 구동시키는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조를 갖는 에어 포일

청구항 14

제 8항에 있어서,

상기 압전 소자부는 제1 압전 소자부와 제2 압전 소자부로 구성되며,

상기 제1 압전 소자부, 초미세구조물, 제2 압전 소자부는 상기 에어 포일의 표면 상에 순서대로 배치되는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조를 갖는 에어 포일

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 제1 압전 소자부는 상기 에어 포일의 리딩 엣지(Leading edge)에 배치되고, 상기 제2 압전 소자부는 상기 에어 포일의 트레일링 엣지(Trailing edge)에 배치되는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조를 갖는 에어 포일

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초미세 와류를 발생시키는 구조체에 관한 것으로, 보다 구체적으로 초미세 와류를 일으키는 표면 구조체 표면에 유체가 유동을 일으키며 발생하는 와류를 통해 자가발전을 수행하고, 수집된 에너지로 히터를 구동하여 구조체 표면에 발생하는 결빙을 제거할 수 있는 구조체에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 항공기, Airfoil 및 유체 내에서 구조체의 표면에 발생하는 결빙은 항공기의 무게를 증가시키는 물론, 항공기 날개의 공기유동을 방해하기 때문에 표면에 발생하는 결빙을 방지하기 위한 다양한 방법들이 연구되어 왔다. 현재는 주로 ADF(Aircraft Deicing Fluid)가 제빙 및 방빙을 위해 사용되고 있으나, ADF는 인체 및 환경에 유해함은 물론 처리 후 방빙을 위해서는 효과가 유지되는 HOT(Holdover Time)내에 비행을 수행해야 할 필요가 있다는 문제점이 존재한다.

[0004] 이러한 문제점을 해결하기 위해 비행 중 결빙을 제거하기 위하여 bleed air system, heater mat 등의 active한 방법들이 연구되어 왔으나, 이러한 방법들은 엔진 효율을 저하시키거나, 수십~수백kW수준의 큰 에너지를 필요로 한다는 문제가 있다.

[0005] 이러한 이유로 상기의 결빙 이슈를 해결하기 위하여 친환경적으로 결빙 제거가 가능한 방법이 요구되는 실정이

다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보(공개번호 : 10-2014-0072560) “압전재료를 이용한 풍력 발전기의 블레이드”

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 저온 유체 내에서 운행되는 항공기 및 선박 등의 표면에 형성된 구조체를 통해 표면에서 초미세 와류를 발생시키며, 이러한 와류 및 압력을 에너지원으로 하여 내장된 히터를 통해 열 발생이 가능한 표면 구조체를 제공하고자 한다.

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기의 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 일 실시예로 유체 유동 흐름 내에 존재하는 바디(Body)에 있어서, 상기 바디의 표면에 위치하는 복수 개의 초미세구조물; 상기 바디 내부에 위치하여 바디 표면에 생기는 결빙을 제거하는 히터; 상기 히터의 구동을 제어하는 제어부; 및 상기 바디의 표면에 위치하여 바디 방향으로 흐르는 유체 유동을 활용하여 전기를 생산하여 상기 히터를 구동시키는 적어도 하나 이상의 압전 소자부;를 포함하고,

[0012] 상기 초미세구조물은 상기 바디 표면에 와류(Vortex)를 발생시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조체를 제공한다.

[0013] 본 발명의 구조체는 상기 바디의 표면의 온도를 측정하는 온도 감지부를 더 포함할 수 있다.

[0014] 이 때, 상기 제어부는 상기 바디 표면에 생성되는 빙결로 인한 잠열 방출에 의해 상기 온도 감지부에서 온도 상승이 감지되는 경우에는 히터를 구동시키는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 제어부는 상기 온도 감지부의 측정 결과, 상기 바디의 표면 온도가 변화하지 않는 시간이 제1 기준값 이상인 경우에는 상기 히터를 구동시키는 것을 특징으로 한다.

[0016] 아울러, 본 발명의 구조체는 상기 바디의 표면에 생성된 결빙 면적을 감지하는 결빙감지부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 이 때, 상기 제어부는 상기 결빙 감지부에서 상기 바디의 표면 결빙 면적이 제2 기준값 이상으로 결빙된 것으로 감지되는 경우에는 상기 히터를 구동시키는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 압전 소자부는 압전 소자층과 전극층으로 구성되며, 유체의 유동에 의해 상기 바디의 표면에서 유발되는 와류(Vortex) 및 압력 변화를 이용하여 전기를 생성할 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명은 또 다른 실시예로 공기 유동 흐름 내에 존재하는 에어 포일(Air foil)에 있어서, 상기 에어 포일의 표면에 위치하는 초미세 와류를 발생시키는 복수 개의 초미세구조물; 상기 에어 포일 내부에 위치하여 에어포일의 표면에 생기는 결빙을 제거하는 히터; 상기 히터의 구동을 제어하는 제어부; 및 상기 에어 포일의 표면에 위치하여 에어 포일 방향으로 흐르는 공기 유동을 활용하여 전기를 생산하여 상기 히터를 구동시키는 압전 소자부;를 포함하고,

[0020] 상기 초미세구조물은 상기 바디 표면에 와류(Vortex)를 발생시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조를 갖는 에어 포일을 제공한다.

[0021] 특히, 상기 압전 소자부는 압전 소자층과 전극층으로 구성되며, 공기의 유동에 의해 상기 에어 포일의 표면에

유발되는 와류(Vortex) 및 압력변화를 이용하여 전기를 생성할 수 있는 것을 특징으로 한다.

- [0022] 또한, 본 발명의 에어 포일은 상기 에어 포일의 표면의 온도를 측정하는 온도 감지부 또는 상기 에어 포일의 표면에 생성된 결빙 면적을 감지하는 결빙감지부를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 이 때, 상기 제어부는 상기 에어 포일 표면에 생성되는 빙결로 인한 잠열 방출에 의해 상기 온도 감지부에서 온도 상승이 감지되는 경우에는 히터를 구동시키는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또한, 상기 제어부는 상기 온도 감지부의 측정 결과, 상기 에어 포일의 표면 온도가 변화하지 않는 시간이 제1 기준값 이상인 경우에는 상기 히터를 구동시키는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 아울러, 상기 제어부는 상기 결빙 감지부에서 상기 에어 포일의 표면 결빙 면적이 제2 기준값 이상으로 결빙된 것으로 감지되는 경우에는 상기 히터를 구동시키는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또한, 상기 압전 소자부는 제1 압전 소자부와 제2 압전 소자부로 구성되며,
- [0027] 상기 제1 압전 소자부, 초미세 구조물, 제2 압전 소자부는 상기 에어 포일의 표면 상에 순서대로 배치되는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 이 때, 상기 제1 압전 소자부는 상기 에어 포일의 리딩 엣지(Leading edge)에 배치될 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명은 표면에서 초미세 와류를 발생시킬 수 있는 초미세구조물을 포함한 구조체를 제공하고, 이를 통해 발생하는 와류 및 압력 변화로부터 압전 소자를 활용하여 에너지 하베스팅을 수행하고, 자가발전을 통해 생산된 에너지를 사용하여 히터를 구동시키므로 최소한의 에너지로 표면에 생성된 결빙을 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 초미세 와류를 발생시켜 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 표면 구조체에 대한 개략도이다.
- 도 2는 본 발명의 초미세구조물을 통하여 초미세 와류가 발생하는 원리에 대하여 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 초미세구조물의 형상에 대한 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 초미세구조물이 배치된 형상에 대한 정면도이다.
- 도 5는 본 발명의 제어부가 구조체 표면의 결빙을 제거하기 위하여 히터의 구동을 제어하는 과정에 대해 나타낸 흐름도이다.
- 도 6은 구조체 표면의 결빙이 발생함에 따라 잠열에 의해 표면의 온도가 변화하는 과정을 도시한 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 초미세 와류를 발생시켜 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 표면 구조를 갖는 에어 포일(Air foil)의 일 실시예에 대한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 도면들 중 동일한 구성요소들은 가능한 한 어느 곳에서든지 동일한 부호들로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대해 상세한 설명은 생략한다.
- [0034] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 연결되어 있거나 접속되어 있다고 언급될 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 한다. 또한, 본 명세서 전체에서 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치한다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0035] 본 출원에서, “포함하다.” 또는 “가지다.” 등의 용어는 명세서상에 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.
- [0037] 도 1 및 도 2를 참조하여 본 발명의 에너지 하베스팅을 통하여 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 구조체에 대

하여 살펴본다.

- [0038] 도 1은 본 발명의 초미세 와류를 발생시켜 자가발전을 통한 열 발생이 가능한 표면 구조체에 대한 개략도이고, 도 2는 본 발명의 초미세구조물을 통하여 초미세 와류가 발생하는 원리에 대하여 도시한 도면이다.
- [0039] 본 발명은 일 실시예로 유체 유동 흐름 내에 존재하는 바디(Body, 10)에 있어서, 상기 바디(10)의 표면에 위치하는 복수 개의 초미세구조물(200), 상기 바디(10) 내부에 위치하여 바디(10) 표면에 생기는 결빙을 제거하는 히터(300), 상기 히터(300)의 구동을 제어하는 제어부(400) 및 상기 바디의 표면에 위치하여 바디 방향으로 흐르는 유체 유동을 활용하여 전기를 생산하여 상기 히터를 구동시키는 적어도 하나 이상의 압전 소자부(500)를 포함하는 자가 발전(에너지 하베스팅)을 통하여 열을 발생시켜 결빙 제거가 가능한 초미세 와류 발생 구조체를 제공한다.
- [0040] 이 때, 상기 바디(10)의 형상은 도 1 내지 도 2에 도시된 형상에 한정되는 것은 아니며, 유체 유동 흐름 내에 존재한다면 다른 형상으로 형성되더라도 무관하다.
- [0042] 이하에서는 본 발명의 초미세 와류 발생 구조체를 구성하는 각각의 요소에 대하여 구체적으로 살펴본다. 먼저, 본 발명의 핵심 구성 요소 중 하나인 초미세 구조물(200)은 상기 바디(10)의 표면과 수직한 방향으로 돌출 형성된 복수 개의 초미세구조물(200)로 구성된다. 이 때, 상기 초미세구조물(200)은 일반적으로 마이크로 또는 나노 사이즈의 구조체를 의미한다.
- [0043] 바디(10) 방향으로 유체가 유동함에 따라 도 2와 같이 바디 표면에는 1차 와류(Primary Vortex)가 유도되고, 상기 복수 개의 초미세구조물(200)은 일정 간격을 두고 배치되어 각각의 초미세구조물(200) 사이에는 2차 와류(Secondary Vortex)가 유도된다.
- [0045] 다음으로, 도 3 및 도 4를 참조하여 초미세구조물(200)의 형상 및 배치에 대하여 살펴본다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 초미세구조물의 형상에 대한 단면도이고, 도 4는 본 발명의 초미세구조물이 배치된 형상에 대한 정면도이다.
- [0047] 상기 초미세구조물(200)의 수직 단면은 도 3 (a)와 같이 상어 이빨(Sawtooth) 형상(\wedge)일 수도 있으며, 또는 도 3 (b)와 같이 상어의 표면 형상과 같은 곡면 형상(\cap)일 수도 있으며, 또는 도 3 (c)와 같이 스캘러프(Scalloped) 형상일 수도 있고, 또는 도 3 (d)와 같이 요철 형상일 수도 있다.
- [0048] 또한, 상기 초미세구조물(200)은 상면에서 볼 때 도 4 (a)와 같이 세로 방향으로 길게 형성될 수도 있고, 또는 도 4 (b)와 같이 세로 방향으로도 일정 간격 이격되어 배치될 수도 있으며, 또는 도 4 (c)와 같이 길이가 상이한 복수 개의 초미세구조물(200)이 그룹(Group)을 이루고, 복수 개의 초미세구조물 그룹이 일정 간격 이격되어 배치될 수도 있다.
- [0049] 이 때, 상기 초미세구조물 그룹을 형성하는 각각의 초미세구조물(200)은 길이가 가장 긴 초미세구조물(200)을 중심으로 높이 순서대로 좌우 대칭을 이루도록 배치될 수 있다. 다시 말해, 상기 초미세구조물 그룹을 형성하는 각각의 초미세구조물(200)은 상면에서 볼 때 마름모 형상(\diamond)으로 배치될 수도 있다.
- [0050] 다만, 상기 초미세구조물(200)의 형상 및 배치는 도 3 내지 도 4에 도시된 형상 및 배치에 한정되지 않으며, 바디(10) 표면에서 초미세 와류를 유발시킬 수 있다면 초미세구조물이 도 3과 다른 형상으로 형성되거나 도 4와 다른 형태로 배치되더라도 무관하다.
- [0052] 다음으로, 바디(10) 표면에 생성되는 결빙을 제거하는 히터(300)에 대하여 살펴본다.
- [0053] 바디(10) 표면에 결빙이 생성되면 바디(10)의 무게가 증가할 뿐 아니라, 바디(10) 표면에 작용하는 항력도 증가하게 되며, 이로 인해 바디(10) 주변의 공기 유동에 악영향을 끼쳐 양력(Lift)과 추력(Thrust)이 감소하게 된다는 문제점이 있다.
- [0054] 이에 따라, 본 발명은 히터(300)를 통해 바디 표면(10)의 결빙을 제거함으로써 상기 문제점을 해결하고자 한다.
- [0055] 상기 히터(300)는 상기 바디(10) 내부에 위치하여 표면의 결빙을 제거할 수 있으며, 특히 상기 히터(300)는 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 히터여서 바디(10) 내부에 embedded 되어 상기 바디(10) 표면과 MEMS 히터 사이의 공간을 최소화하여 표면에 열을 가하는 것을 방해하는 열 저항을 최소화 시켜 표면의 결빙을 보다 효과적으로 제거할 수 있다.
- [0056] 또한, 상기 히터(300)는 도 2와 같이 상기 바디(10)의 표면의 온도를 측정할 수 있는 온도 감지부(600) 또는 상

기 바디의 표면에 생성된 결빙 면적을 감지할 수 있는 결빙 감지부(700)와 일체로 결합될 수도 있다.

- [0057] 다시 말해, 상기 히터(300)는 온도 감지부(600)와 일체로 결합될 수도 있고, 결빙 감지부(700)와 일체로 결합될 수도 있으며, 온도 감지부(600)와 결빙 감지부(700)가 함께 결합될 수도 있다.
- [0058] 이 때, 상기 온도 감지부(600)는 적어도 하나 이상의 온도 센서로 구성되어 바디(10) 표면의 온도 변화를 감지할 수 있으며, 상기 결빙 감지부(700)는 적어도 하나 이상의 광학 센서 또는 무게 센서로 구성되어 바디(10) 표면의 결빙 면적을 감지할 수 있다.
- [0059] 앞서 상기 온도 감지부(600) 또는 결빙 감지부(700)는 상기 히터(300)와 일체로 결합될 수 있다고 기술하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 상기 온도 감지부(600) 또는 결빙 감지부(700)는 히터(300)와 결합되지 않고 바디(10)의 표면에 위치할 수도 있다.
- [0060] 또한, 상기 결빙 감지부(700)는 바디(10) 표면의 결빙을 감지할 수 있다면 광학 센서, 무게 센서 외의 다른 센서를 사용하더라도 무관하다.
- [0061] 아울러, 상기 히터(300)는 상기 온도 감지부(600) 또는 결빙 감지부(700)에 의해 감지된 정보를 토대로 구동되는데 이에 대한 구체적인 설명은 후술하도록 한다.
- [0063] 다음으로, 도 5와 도 6을 참조하여 제어부(400)에 대하여 구체적으로 살펴본다.
- [0064] 도 5는 본 발명의 제어부가 구조체 표면의 결빙을 제거하기 위하여 히터의 구동을 제어하는 과정에 대해 나타낸 흐름도이고, 도 6은 구조체 표면의 결빙이 발생함에 따라 잠열에 의해 표면의 온도가 변화하는 과정을 도시한 그래프이다.
- [0065] 상기 제어부(400)는 후술할 압전 소자부(500)에서 생성된 전기를 이용하여 상기 히터(300)의 구동을 제어하는 역할을 하는 구성요소이며, 특히 바디(10) 표면에 결빙이 생성되지 않은 경우에는 히터(300)를 구동할 필요가 없으므로, 상기 온도 감지부(600) 또는 결빙 감지부(700)에서 감지된 바디(10) 표면의 상태 변화를 토대로 히터(300)의 구동이 필요한 시점을 판단하고, 그에 따라 히터(300)를 구동시키는 역할을 한다.
- [0066] 먼저, 상기 제어부(400)가 상기 온도 감지부(600)에서 감지된 바디(10) 표면의 상태 변화를 토대로 히터(300)를 제어하는 과정에 대하여 살펴본다.
- [0067] i) 유체가 바디(10) 표면에서 빙결되면 유체로부터 잠열이 방출되어 도 8과 같이 바디(10) 표면의 온도가 상승하게 되고, 상기 온도 감지부(600)는 이와 같은 온도 상승을 감지할 수 있다.
- [0068] 따라서, 온도 감지부(600)에서 바디(10) 표면의 온도 상승을 감지하면, 상기 제어부(400)는 표면에 결빙이 생성된 것으로 판단하고 상기 히터(300)를 구동시켜 바디(10) 표면의 결빙을 제거할 수 있다.
- [0069] 또한, ii) 온도의 변화가 미세하거나 상기 바디(10)가 저온의 환경에 위치하는 경우에는 상기 온도 감지부(600)가 바디(10) 표면의 온도 변화를 감지하지 못할 수도 있으므로, 이를 대비하여 상기 제어부(400)는 상기 온도 감지부(600)의 측정 결과, 상기 바디(10)의 표면 온도가 변화하지 않는 시간이 제1 기준값 이상인 경우에는 상기 히터를 구동시킬 수도 있다. 이 때, 제1 기준값은 상기 제어부(400)에 기 설정해둔 값으로, 제1 기준값은 바디(10)의 주변 환경(날씨, 온도 등)을 고려하여 달리 설정할 수 있다.
- [0071] 다음으로, 상기 제어부(400)가 상기 결빙 감지부(700)에서 감지된 바디(10) 표면의 상태 변화를 토대로 히터(300)를 제어하는 과정에 대하여 살펴본다.
- [0072] 상기 제어부(400)는 바디(10) 표면의 광학 이미지 변화 또는 바디(10)의 무게 변화를 토대로 상기 결빙 감지부(700)에서 상기 바디(10)의 표면 결빙 면적이 제2 기준값 이상으로 결빙된 것으로 감지되는 경우에는 상기 히터(300)를 구동시켜 바디(10) 표면에 생성된 결빙을 제거할 수 있다.
- [0073] 예를 들어, 제2 기준값을 바디 전체 면적의 10%로 설정한 경우에는 상기 결빙 감지부(700)에서 바디(10)의 표면 결빙 면적이 10% 이상인 것으로 감지되는 경우에만 상기 히터(300)를 구동시킨다.
- [0074] 이 때, 상기 제2 기준값은 상기 제1 기준값과 마찬가지로 상기 제어부(400)에 기 설정되어 있는 값이며, 상기 제2 기준값은 상기 바디(10)의 사용 용도에 따라 제2 기준값을 달리 설정할 수 있다.
- [0075] 상기 제어부(400)는 온도 감지부(600) 또는 결빙 감지부(700)에서 감지된 바디(10) 표면의 상태 변화를 토대로 상기와 같이 히터(300)를 구동시킴으로써, 도 9와 같이 바디(10) 표면에 결빙이 생성되는 것을 최소화할 수 있

고, 바다 표면에 결빙이 없어짐에 따라 바다(10)에 작용하는 결빙의 영향을 최소화할 수 있다.

- [0077] 마지막으로, 압전 소자부(500)는 도 2와 같이 압전 소자층(510, Piezoelectric effect element)과 전극층(520)으로 구성되며, 상기 바다(10)의 표면에 유발되는 와류(Vortex) 및 압력변화를 이용하여 전기를 생산할 수 있다. 다시 말해, 바다(10) 표면에 유발된 와류 및 압력이 상기 바다(10)의 표면에 위치한 압전 소자층(510)을 가압하게 되고, 이에 따라 전기가 생성된다.
- [0078] 와류 및 압력에 의해 가압된 압전 소자층(510)은 전기를 생성하는 에너지 하베스팅을 수행하게 되고, 생성된 전기는 전극층(520)을 통하여 상기 제어부(400)에 전달되며, 상기 제어부(400)는 상기 압전 소자층(510)에서 생성된 전기를 이용하여 상기 히터(300)를 구동시킬 수 있다.
- [0079] 이 때, 상기 압전 소자층(510)은 상기 바다(10) 표면에 효율적으로 배치하기 위하여 필름 형태로 제작될 수도 있다.
- [0081] 정리하면, 본 발명의 구조체는 복수 개의 초미세구조물(200)을 통해 바다(10) 표면에서 초미세 와류를 발생시키고, 본 발명의 바다(10) 표면에 위치한 압전 소자부(500)는 초미세구조물(210)에 의해 유도된 와류 및 압력 변화를 활용하여 자가 발전을 수행하고, 이를 통해 생산된 전기를 이용하여 히터(300)를 구동시킴으로써, 최소한의 에너지를 사용하여 바다(10) 표면의 결빙을 제거할 수 있다.
- [0083] 다음으로, 도 7을 참조하여 본 발명의 또 다른 실시예인 자가 발전을 통한 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조를 갖는 에어 포일(Air foil)에 대하여 살펴본다.
- [0084] 도 7은 본 발명의 초미세 와류를 발생시켜 자가 발전을 통한 열 발생이 가능한 표면 구조를 갖는 에어 포일(Air foil)의 일 실시예에 대한 도면이다.
- [0085] 본 발명의 공기 유동 흐름 내에 존재하는 에어 포일(Air foil, 100)에 있어서, 상기 에어 포일(100)의 표면에 위치하는 복수 개의 초미세구조물(200), 상기 에어 포일(100) 내부에 위치하여 에어 포일(100)의 표면에 생기는 결빙을 제거하는 히터(300), 상기 히터(300)의 구동을 제어하는 제어부(400) 및 상기 에어 포일의 표면에 위치하여 에어 포일(100) 방향으로 흐르는 공기 유동을 활용하여 전기를 생산하여 상기 히터(300)를 구동시키는 압전 소자부(500)를 포함하는 자가발전(에너지 하베스팅)을 통하여 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 구조체를 갖는 에어 포일(100)을 제공한다.
- [0086] 이 때, 상기 초미세구조물(200)은 앞서 본 발명의 일 실시예인 초미세 와류 발생 구조체에 대한 설명에서 언급했던 바와 에어 포일(100) 표면에서 와류가 유도되는 형상으로 형성된 것이 특징이다.
- [0088] 본 발명의 에너지 하베스팅을 통하여 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조체를 갖는 에어 포일을 구성하는 상기 압전 소자부(500)는 압전 소자층(510)과 전극층(520)으로 구성되며, 공기의 유동에 의해 상기 에어 포일의 표면에 유발되는 와류(Vortex) 및 압력 변화에 의해 전기를 생성할 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [0089] 이 때, 상기 압전 소자층(510)은 에어 포일(100)의 표면에 배치되기 적합하도록 필름 형태일 수도 있다.
- [0091] 또한, 본 발명의 에너지 하베스팅을 통하여 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조체를 갖는 에어 포일은 상기 에어 포일(100)의 표면의 온도를 측정하는 온도 감지부(600) 또는 상기 에어 포일(100)의 표면에 생성된 결빙 면적을 감지하는 결빙 감지부(700)를 더 포함할 수 있고, 상기 결빙 감지부(700)는 무게 센서 또는 광학 센서를 활용하여 에어 포일(100)에 생성된 결빙 면적을 감지할 수 있다.
- [0092] 이 때, 상기 온도 감지부(600) 또는 결빙 감지부(700)는 상기 히터(300)와 결합되어 일체를 구성할 수도 있고, 히터(300)와 이격되어 에어 포일(100)의 표면에 배치될 수도 있다.
- [0094] 상기 제어부(400)는 i) 에어 포일(100)의 표면에 생성된 빙결로 인한 잠열 방출에 의해 상기 온도 감지부(600)에서 온도 상승이 감지되는 경우에는 히터(300)를 구동시킬 수 있고, 또는 ii) 상기 온도 감지부(600)의 측정 결과, 상기 에어 포일(100)의 표면 온도가 변화하지 않는 시간이 제1 기준값 이상인 경우에는 상기 히터(300)를 구동시킬 수 있다.
- [0095] 또한, iii) 상기 제어부(400)는 상기 결빙 감지부(700)에서 상기 에어 포일의 표면 결빙 면적이 제2 기준값 이상으로 결빙된 것으로 감지되는 경우에는 상기 히터(300)를 구동시킬 수도 있다.
- [0096] 상기 제어부(400)의 상기와 같은 히터(300)를 구동 과정은 앞서 구체적으로 설명하였으므로, 여기서는 자세한 설명을 생략한다.

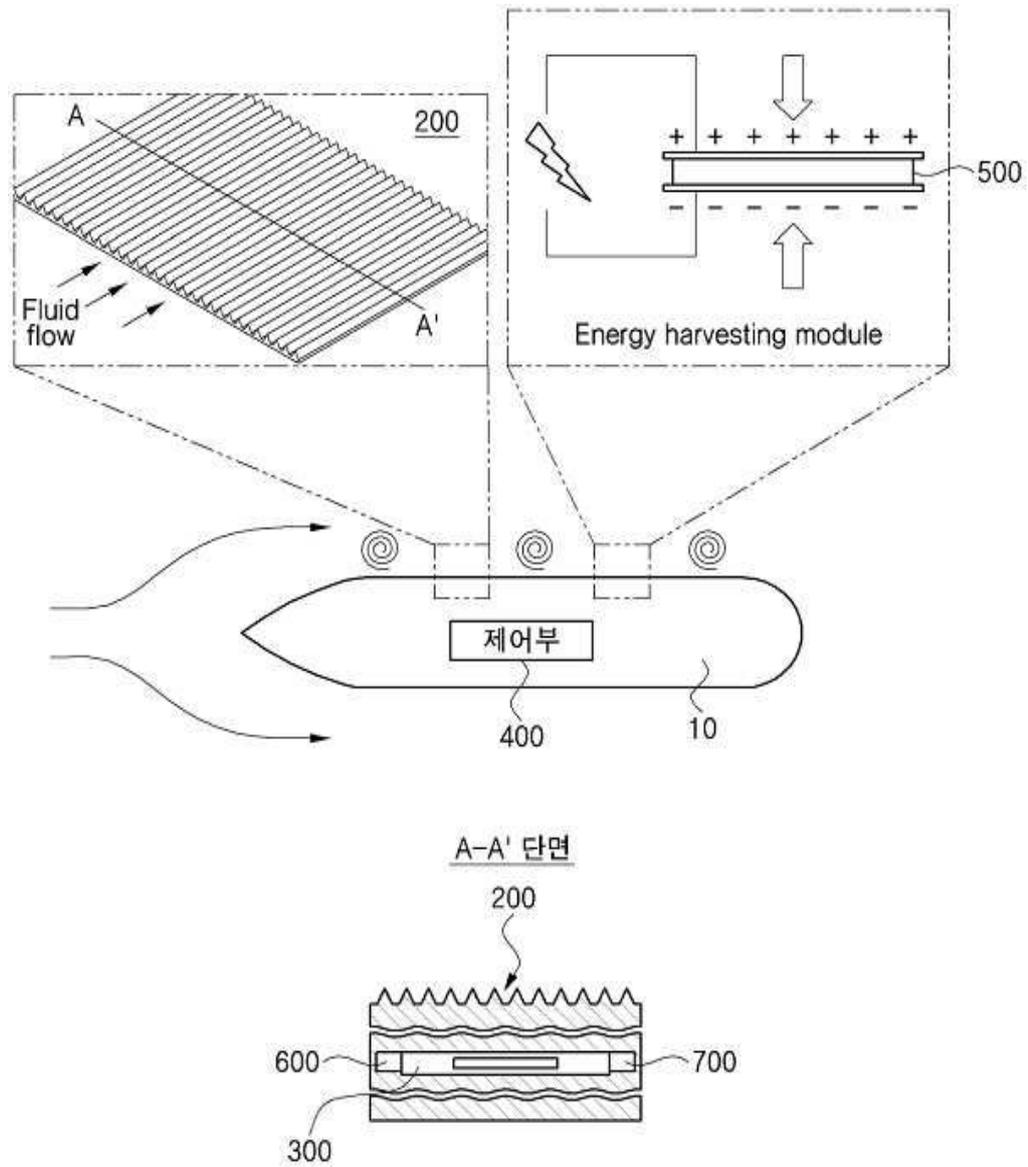
- [0098] 본 발명의 자가발전을 통하여 열 발생이 가능한 초미세 와류 발생 표면 구조를 갖는 에어 포일을 구성하는 상기 압전 소자부(500)는 제1 압전 소자부(510)와 제2 압전 소자부(520)로 구성되며, 상기 에어 포일(100)의 표면 상에 상기 제1 압전 소자부(510), 초미세 구조물(200), 제2 압전 소자부(520)는 이 순서대로 배치될 수 있다.
- [0099] 특히, 도 10과 같이 상기 제1 압전 소자부(510)는 상기 에어 포일(100)의 리딩 엣지(Leading edge)에 배치되고, 상기 제2 압전 소자부(520)는 상기 에어 포일(100)의 트레일링 엣지(Trailing edge)에 배치될 수 있는데,
- [0100] i) 상기 제1 압전 소자부(510)가 에어 포일(100)에서 공기 유동에 따른 압력의 변화가 가장 큰 리딩 엣지에 위치하여, 상기 압력 변화를 활용하여 에너지 하베스팅을 수행할 수 있고,
- [0101] ii) 상기 제2 압전 소자부(520)는 유체 유동에 따른 마찰력(Friction)과 와류(Vortex)가 주로 발생하는 트레일링 엣지에 위치하여, 상기 마찰력과 와류로 인하여 발생하는 압력 변화 및 공기의 진동 등을 활용하여 에너지 하베스팅을 수행하여 상기 히터(300)를 구동시킬 전기를 생산할 수 있다.
- [0102] 즉, 본 발명은 공기의 유동에 따라 변화하는 에어 포일(100)의 압력 변화와 에어 포일(100) 표면에 유도되는 와류를 고려하여 상기 제1 압전 소자부(510)를 에어 포일(100) 내에서 표면의 압력 변화가 가장 큰 리딩 엣지에 배치하고, 제2 압전 소자부(520)를 마찰과 와류가 주로 발생하는 트레일링 엣지에 배치함으로써, 에너지 하베스팅의 효율을 높일 수 있다.
- [0104] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예 및 응용예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예 및 응용예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형 실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.
- [0105] 또한, 본 발명에서 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.
- [0106] 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

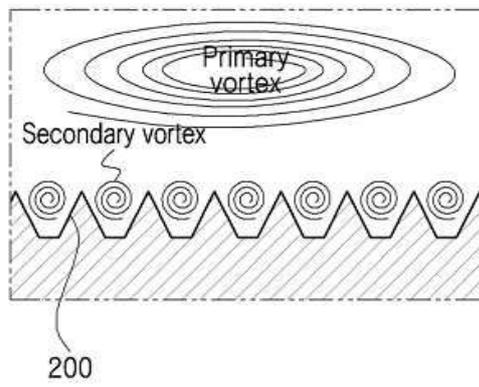
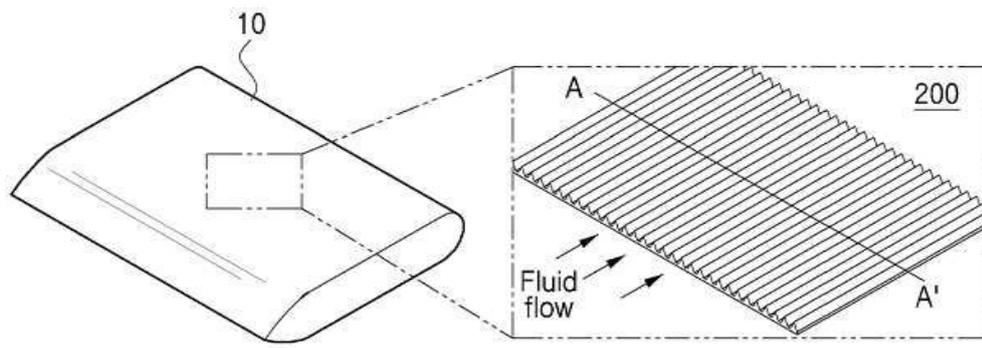
- [0108] 10 : 바디
- 100 : 에어 포일
- 200 : 초미세구조물
- 300 : 히터
- 400 : 제어부
- 500 : 압전 소자부
- 510 : 제1 압전 소자부
- 520 : 제2 압전 소자부
- 600 : 온도 감지부
- 700 : 결빙 감지부

도면

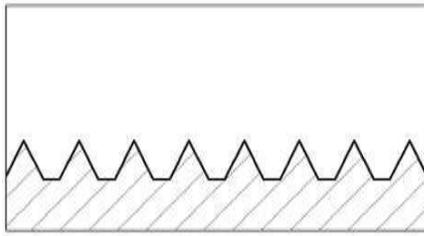
도면1



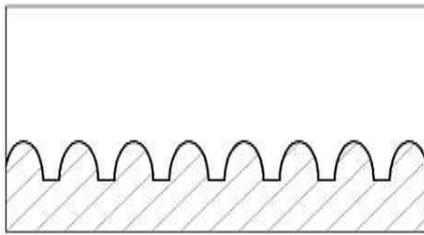
도면2



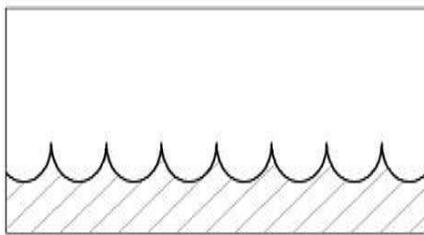
도면3



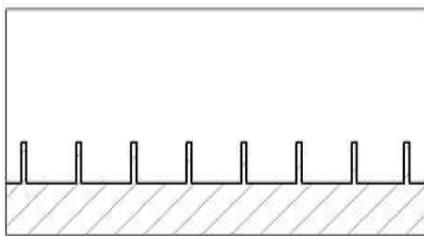
(a)



(b)

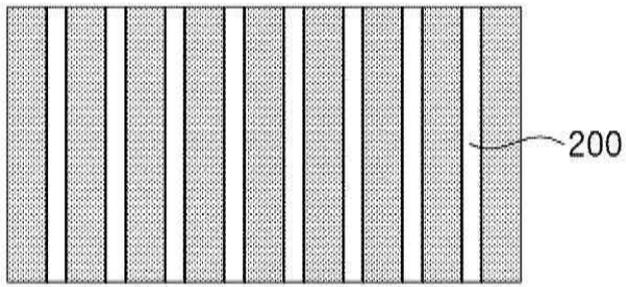


(c)

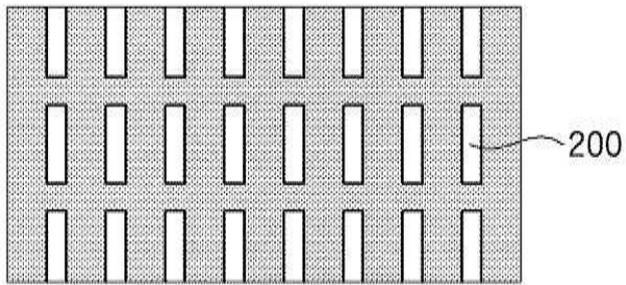


(d)

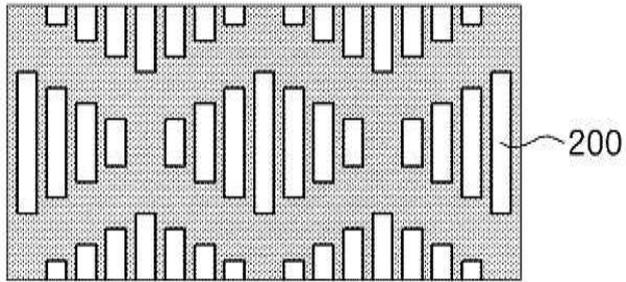
도면4



(a)

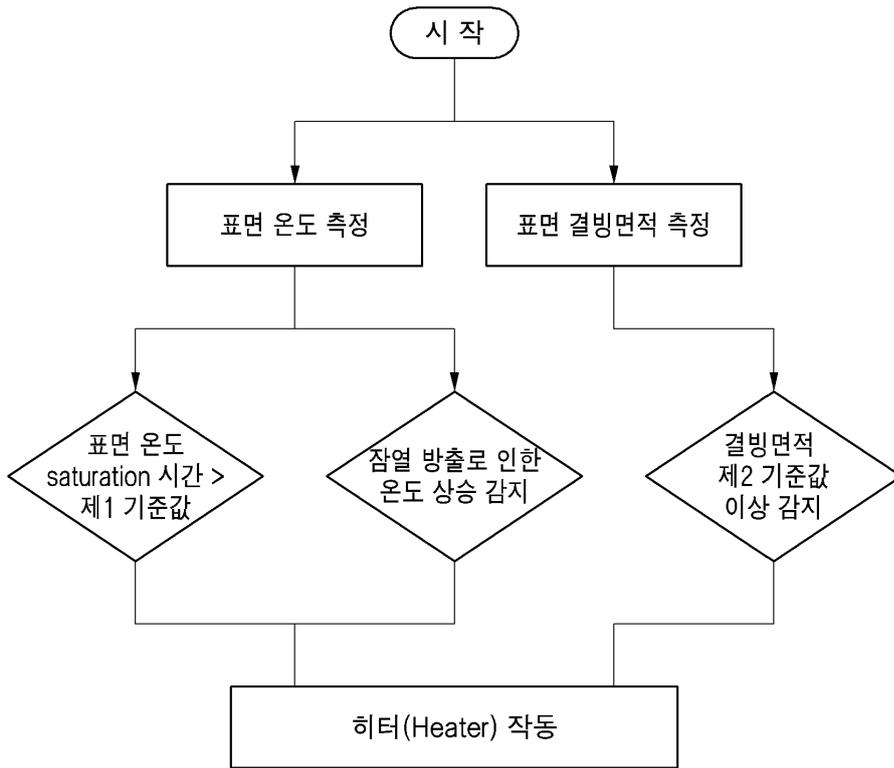


(b)

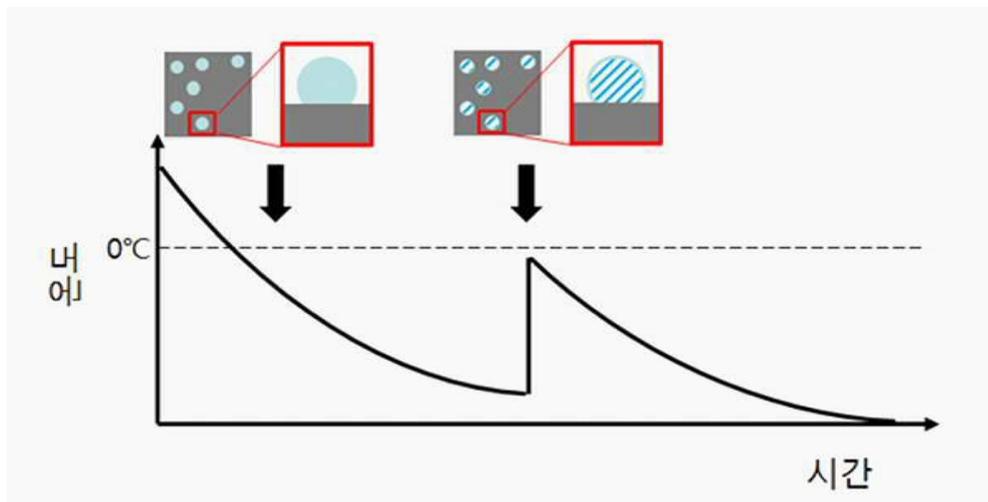


(c)

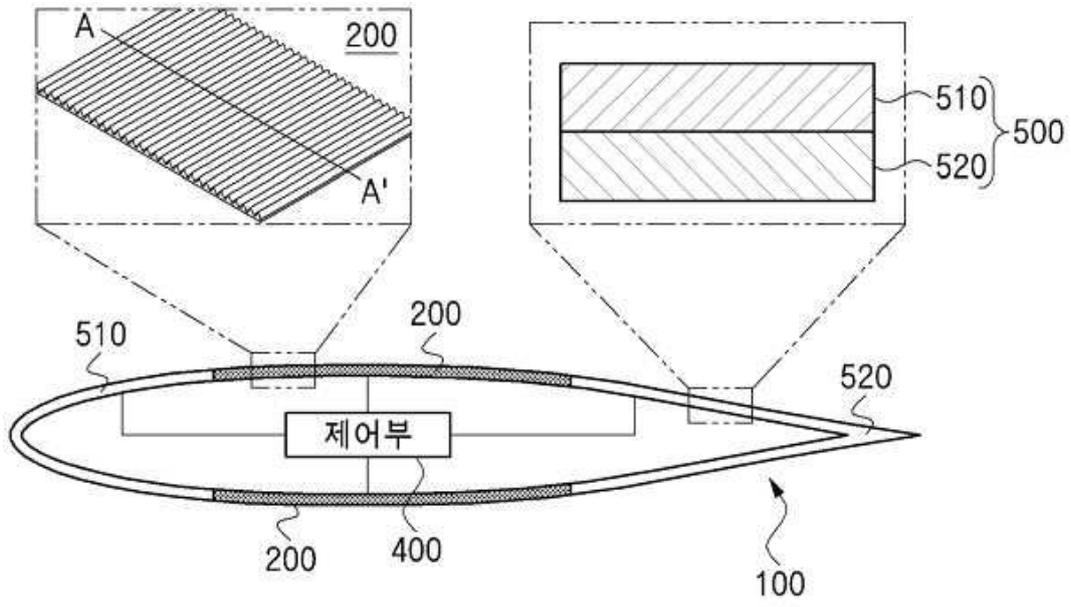
도면5



도면6



도면7



A-A' 단면

