



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0134482
(43) 공개일자 2024년09월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 3/307 (2006.01) G01N 25/20 (2006.01)
G01N 3/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 3/307 (2013.01)
G01N 25/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0027566
(22) 출원일자 2023년03월02일
심사청구일자 2023년03월02일

(71) 출원인
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교
산학협력관 201호(신당동)
(72) 발명자
김익현
대구광역시 수성구 수성로 71(상동, 수성동일하이
빌레이크시티아파트)
(74) 대리인
특허법인지담

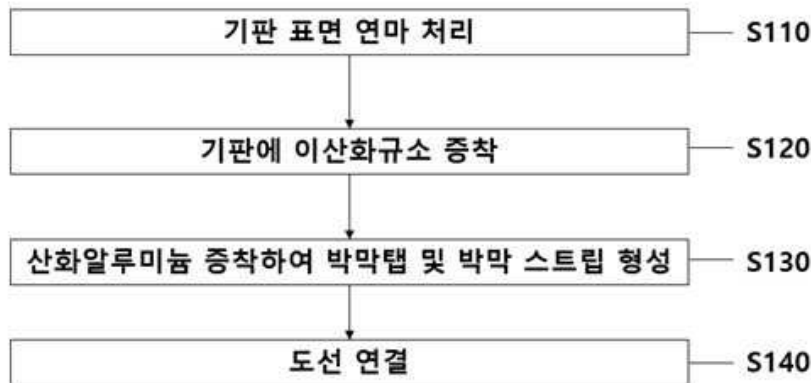
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 표면거칠기에 따른 열전달량 측정을 위한 산화알루미늄 박막센서 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 표면거칠기에 따라 열전달량이 다른 산화알루미늄 박막을 이용한 박막센서 및 그 제조방법에 관한 것으로, 상기 박막센서는 알루미늄 박막충격파의 영향을 측정할 수 있는 충격파관의 일측단에 배치되어 끝벽을 형성하고 표면 열전달율을 측정하는 박막센서에 있어서, 설정된 연마규격을 갖는 복수의 연마부재 중 적어도 하나를 사용하여 제 1 내지 제 4 표면연마등급 중 하나로 구분되는 거칠기 처리로 표면 연마 처리된 기판; 상기 기판의 표면에 형성되는 복수의 표면거칠기에 따라 열전달량이 다른 산화알루미늄 박막탭; 및 상기 복수의 산화알루미늄 박막탭을 연결하는 박막 스트립;을 포함하고, 상기 박막탭 및 박막 스트립은, 상기 기판 위에 형성되는 이산화규소층(SiO₂ layer); 및 상기 이산화규소층 위에 형성되는 산화알루미늄층(Al₂O₃ layer)를 포함하고, 상기 표면 거칠기에 따라서 측정되는 입출력 전압 차이에 의해 발생하는 열전달량이 달라지는, 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도10



(52) CPC특허분류

G01N 3/12 (2020.05)

G01N 2203/0042 (2013.01)

G01N 2203/0067 (2013.01)

G01N 2203/0202 (2013.01)

G01N 2203/0232 (2013.01)

G01N 2203/0694 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711154344

과제번호 2022R1C1C1006414

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(과기정통부)

연구과제명 극초음속 유동에서 발생하는 표면 산화/축매 재결합 현상 규명과 열전달 제어에 관한 연구

기 여 율 1/1

과제수행기관명 계명대학교

연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

충격파의 영향을 측정할 수 있는 충격파관의 일측단에 배치되어 끝벽을 형성하고 표면 열전달율을 측정하는 박막센서에 있어서,

설정된 연마규격을 갖는 복수의 연마부재 중 적어도 하나를 사용하여 제 1 내지 제 4 표면연마등급 중 하나로 구분되는 거칠기 처리로 표면 연마 처리된 기관;

상기 기관의 표면에 형성되는 복수의 표면거칠기에 따라 열전달량이 다른 산화알루미늄 박막탭; 및

상기 복수의 산화알루미늄 박막탭을 연결하는 박막 스트립;

을 포함하고,

상기 박막탭 및 박막 스트립은,

상기 기관 위에 형성되는 이산화규소층(SiO_2 layer); 및

상기 이산화규소층 위에 형성되는 산화알루미늄층(Al_2O_3 layer)를 포함하고,

상기 표면 거칠기에 따라서 측정되는 입출력 전압 차이에 의해 발생하는 열전달량이 달라지는,

것을 특징으로 하는 박막센서.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제 1 내지 제 4 표면연마등급은,

400 입도(grit), 800 입도(grit), 2000 입도(grit), 및 4000 입도(grit)의 연마규격을 갖는 연마부재 중 적어도 하나를 사용하여 기관 표면을 연마 처리하는 것으로 설정된 것을 특징으로 하는 박막센서.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제1 표면연마등급의 거칠기 처리는 400 입도(grit), 800 입도(grit), 2000 입도(grit), 및 4000 입도(grit) 각각의 연마규격을 갖는 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 단계적으로 연마 처리한 것이고,

상기 제1 표면연마등급으로 연마시,

상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $7.00 \sim 7.60 \text{ MW/m}^2$ 인 것을 특징으로 하는 박막센서.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 제2 표면연마등급의 거칠기 처리는 상기 400 입도(grit), 800 입도(grit), 및 2000 입도(grit) 각각의 연마규격을 갖는 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 단계적으로 연마 처리한 것이고,

상기 제2 표면연마등급으로 연마시,

상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $7.40 \sim 7.90 \text{ MW/m}^2$ 인 것을 특징으로 하는 박막센서.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 제3 표면연마등급의 거칠기 처리는 400 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 연마하고, 800 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 연마 처리한 것이고,

상기 제3 표면연마등급으로 연마시,

상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $8.00 \sim 8.30 \text{ MW/m}^2$ 인 것을 특징으로 하는 박막센서.

청구항 6

청구항 2에 있어서,

상기 제4 표면연마등급의 거칠기 처리는 800 이하의 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 표면을 연마 처리한 것이고,

상기 제4 표면연마등급으로 연마시,

상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $8.70 \sim 9.00 \text{ MW/m}^2$ 인 것을 특징으로 하는 박막센서.

청구항 7

(a) 기관의 표면을 설정된 거칠기로 연마 처리하는 단계;

(b) 상기 기관의 표면에 이산화규소를 증착하는 단계;

(c) 상기 증착형성된 이산화규소층에 산화알루미늄을 증착하여 복수의 박막탭 및 상기 복수의 박막탭을 연결하는 박막 스트립을 형성하는 단계; 및

(d) 상기 복수의 박막탭에 도선을 연결하는 단계;

를 포함하고,

상기 박막탭을 형성하는 단계 및 박막 스트립을 형성하는 단계는,

상기 기관에 이산화규소(SiO_2)를 증착하여 이산화규소층을 형성하는 단계; 및

상기 이산화규소층에 산화알루미늄(Al_2O_3)을 증착하여 산화알루미늄층을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 (a)단계에서는, 자동 회전 평판 디스크를 사용하여 상기 기관의 표면에 설정된 거칠기를 도입하되, 표면 거칠기 정도에 따라 복수의 유형으로 설정된 거칠기 처리로 상기 기관의 표면을 연마 처리하는 것을 특징으로 하는 박막센서 제조방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 (a)단계에서는, 설정된 연마규격을 갖는 복수의 연마부재 중 적어도 하나를 사용하여 제 1 내지 제 4 표면 연마등급 중 하나로 구분되는 거칠기 처리로 표면 연마를 수행하는 것을 특징으로 하는 박막센서 제조방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 제 1 내지 제 4 표면연마등급은,

400 입도(grit), 800 입도(grit), 2000 입도(grit), 및 4000 입도(grit)의 연마규격을 갖는 연마부재 중 적어도 하나를 사용하여 기판 표면을 연마 처리하는 것으로 설정된 것을 특징으로 하는 박막센서 제조방법.

청구항 10

청구항 7에 있어서,

상기 산화알루미늄층의 두께는 100~200nm인 것을 특징으로 하는 박막센서 제조방법.

청구항 11

청구항 7에 있어서,

상기 이산화규소층의 두께는 800~1200nm인 것을 특징으로 하는 박막센서 제조방법.

청구항 12

청구항 7에 있어서,

상기 박막태를 형성하는 단계는,

상기 기판과 이산화규소층의 사이에 백금(Pt)을 증착하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 박막센서 제조방법.

청구항 13

청구항 7에 있어서,

상기 박막 스트립을 형성하는 단계는,

상기 기판과 이산화규소층의 사이에 금(Au)을 증착하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 박막센서 제조방법.

청구항 14

청구항 9에 있어서,

상기 제1 표면연마등급의 거칠기 처리는 400 입도(grit), 800 입도(grit), 2000 입도(grit), 및 4000 입도(grit) 각각의 연마규격을 갖는 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 단계적으로 연마 처리한 것이고,

상기 제1 표면연마등급으로 연마시,

상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $7.00 \sim 7.60 \text{ MW/m}^2$ 인 것을 특징으로 하는 박막센서 제조방법.

청구항 15

청구항 9에 있어서,

상기 제2 표면연마등급의 거칠기 처리는 상기 400 입도(grit), 800 입도(grit), 및 2000 입도(grit) 각각의 연마규격을 갖는 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 단계적으로 연마 처리한 것이고,

상기 제2 표면연마등급으로 연마시,

상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $7.40 \sim 7.90 \text{ MW/m}^2$ 인 것을 특징으로 하는 박막센서 제조방법.

청구항 16

청구항 9에 있어서,

상기 제3 표면연마등급의 거칠기 처리는 400 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 연마하고, 800 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 연마 처리한 것이고,

상기 제3 표면연마등급으로 연마시,

상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $8.00 \sim 8.30 \text{ MW/m}^2$ 인 것을 특징으로 하는 박막센서 제조방법.

청구항 17

청구항 9에 있어서,

상기 제4 표면연마등급의 거칠기 처리는 800 이하의 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 표면을 연마 처리한 것이고,

상기 제4 표면연마등급으로 연마시,

상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $8.70 \sim 9.00 \text{ MW/m}^2$ 인 것을 특징으로 하는 박막센서 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 표면거칠기에 따른 열전달량 측정을 위한 산화알루미늄 박막센서 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 기판에 산화알루미늄을 증착하여 제조되는 표면거칠기에 따라 열전달량이 다른 산화알루미늄 박막을 이용한 박막센서 및 그 제조방법에 대한 기술이다.

배경 기술

[0003] 극초음속 비행체를 개발하기 위해서는 실물 크기의 비행 실험이 요구되나 개발 과정에서 실물 크기로 비행체를 제작하여 실험하려면 상당한 비용이 소요된다.

[0004] 이에 따라, 기존에는 비행체 개발을 위하여 극초음속 영역의 공기열역학 현상을 포함한 고공환경을 모사할 수 있는 충동형 시험 장비가 사용되어 왔다. 충격파관은 충동형 시험 장비의 한 종류이며, 고압관과 저압관 사이의 압력차를 이용하여 격막을 순간적으로 파열시켜 충격파를 발생시키고 압력 차이로 인해 충격파가 저압관으로 이

동하게 되면 충격파에 의한 압력과 열을 실험 대상에 전달할 수 있다.

- [0005] 이와 같은 충격파관은 다양한 공학 응용 분야에 적용 가능하지만 초기 압력비나 격막의 파열과정 등이 충격파관 내부에서 발생하는 비정상 유동에 큰 영향을 영향을 미치게 된다. 이에, 다양한 방법의 적절한 활용을 위해 충격파관의 유동 특성에 관한 연구가 절실한 상태이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제10-0935658호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 초고속 비행체의 비행에 따라 발생하는 충격파가 초고속 비행체의 외장에 가하는 영향을 확인할 수 있도록 표면거칠기에 따라 열전달량 측정을 위한 산화알루미늄 박막센서 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에서는, 충격파의 영향을 측정할 수 있는 충격파관의 일측단에 배치되어 끝벽을 형성하고 표면 열전달율을 측정하는 박막센서에 있어서, 설정된 연마규격을 갖는 복수의 연마부재 중 적어도 하나를 사용하여 제 1 내지 제 4 표면연마등급 중 하나로 구분되는 거칠기 처리로 표면 연마 처리된 기관; 상기 기관의 표면에 형성되는 복수의 표면거칠기에 따라 열전달량이 다른 산화알루미늄 박막탭; 및 상기 복수의 산화알루미늄 박막탭을 연결하는 박막 스트립;을 포함하고, 상기 박막탭 및 박막 스트립은, 상기 기관 위에 형성되는 이산화규소층(SiO_2 layer); 및 상기 이산화규소층 위에 형성되는 산화알루미늄층(Al_2O_3 layer)를 포함하고, 상기 표면 거칠기에 따라서 측정되는 입출력 전압 차이에 의해 발생하는 열전달량이 달라지는, 것을 특징으로 하는 박막센서를 제공할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 제 1 내지 제 4 표면연마등급은, 400 입도(grit), 800 입도(grit), 2000 입도(grit), 및 4000 입도(grit)의 연마규격을 갖는 연마부재 중 적어도 하나를 사용하여 기관 표면을 연마 처리하는 것으로 설정될 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 제1 표면연마등급의 거칠기 처리는 400 입도(grit), 800 입도(grit), 2000 입도(grit), 및 4000 입도(grit) 각각의 연마규격을 갖는 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 단계적으로 연마 처리한 것이고, 상기 제1 표면연마등급으로 연마시, 상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $7.00 \sim 7.60 \text{ MW/m}^2$ 일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 제2 표면연마등급의 거칠기 처리는 상기 400 입도(grit), 800 입도(grit), 및 2000 입도(grit) 각각의 연마규격을 갖는 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 단계적으로 연마 처리한 것이고, 상기 제2 표면연마등급으로 연마시, 상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $7.40 \sim 7.90 \text{ MW/m}^2$ 일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 제3 표면연마등급의 거칠기 처리는 400 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 연마하고, 800 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 연마 처리한 것이고, 상기 제3 표면연마등급으로 연마시, 상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이

8.00~8.30MW/m² 일 수 있다.

- [0016] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 제4 표면연마등급의 거칠기 처리는 800 이하의 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 표면을 연마 처리한 것이고, 상기 제4 표면연마등급으로 연마시, 상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 8.70~9.00MW/m² 일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에서는, (a) 기관의 표면을 설정된 거칠기로 연마 처리하는 단계; (b) 상기 기관의 표면에 이산화규소를 증착하는 단계; (c) 상기 증착형성된 이산화규소층에 산화알루미늄을 증착하여 복수의 박막탭 및 상기 복수의 박막탭을 연결하는 박막 스트립을 형성하는 단계; 및 (d) 상기 복수의 박막탭에 도선을 연결하는 단계; 를 포함하고, 상기 박막탭을 형성하는 단계 및 박막 스트립을 형성하는 단계는, 상기 기관에 이산화규소(SiO₂)을 증착하여 이산화규소층을 형성하는 단계; 및 상기 이산화규소층에 산화알루미늄(Al₂O₃)을 증착하여 산화알루미늄층을 형성하는 단계를 포함하고, 상기 (a)단계에서는, 자동 회전 평판 디스크를 사용하여 상기 기관의 표면에 설정된 거칠기를 도입하되, 표면 거칠기 정도에 따라 복수의 유형으로 설정된 거칠기 처리로 상기 기관의 표면을 연마 처리하는 것을 특징으로 하는, 박막센서 제조방법이 제공될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 (a)단계에서는, 설정된 연마규격을 갖는 복수의 연마부재 중 적어도 하나를 사용하여 제 1 내지 제 4 표면연마등급 중 하나로 구분되는 거칠기 처리로 표면 연마를 수행할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 산화알루미늄층의 두께는 100~200nm일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 이산화규소층의 두께는 800~1200nm일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 박막탭을 형성하는 단계는, 상기 기관과 이산화규소층의 사이에 백금(Pt)을 증착하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 박막 스트립을 형성하는 단계는, 상기 기관과 이산화규소층의 사이에 금(Au)을 증착하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 초고속 비행체의 비행에 따라 발생하는 충격파가 초고속 비행체의 외장에 가하는 영향을 확인할 수 있도록 표면거칠기에 따라 열전달량이 다른 산화알루미늄 박막을 이용한 박막센서 및 그 제조방법을 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 산화알루미늄이 초음속 비행체의 열차폐(보호) 소재로 사용되었을 때, 초음속 비행체 표면은 극심한 온도 변화를 겪게 되는데 이로 인해 표면 형상이 부식이 되었을 때, 표면에 가해지는 열전달량 레벨이 어느 정도가 될 지를 미리 알 수 있게 되며, 이에 대해 미리 대처할 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 다만, 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 산소원자 발생시스템의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 산소원자 발생장치의 구성을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 충격파관의 구조를 나타내는 도면들이다.
- 도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 충격파관에서 반사충격파의 전파를 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 끝벽모델의 구조를 예시적으로 나타내는 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 박막센서의 구조를 예시적으로 나타내는 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 포집부의 구조를 예시적으로 나타내는 도면이다.
- 도 10는 본 발명의 다른 실시예에 따른 박막센서 제조방법을 나타내는 순서도이다.

도 11은 거칠기 처리에 따라 이산화규소 및 산화알루미늄이 증착된 표면에 대한 AFM(원자현미경) 이미지 및 표면 프로파일을 나타내는 도면이다.

도 12은 본 발명의 일 실시예에 따른 산화알루미늄 표면의 열전달량 변화 그래프이다.

도 13는 본 발명의 일 실시예에 따른 박막택의 모식도이다.

도 14은 본 발명의 일 실시예에 따른 박막 스트립의 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0030] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우 뿐만 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0031] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "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.
- [0033] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 산소원자 발생시스템의 구성을 나타내는 도면이고, 도 2 는 본 발명의 일 실시예에 따른 산소원자 발생장치의 구성을 예시적으로 나타내는 도면이고, 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 충격파관의 구조를 나타내는 도면들이고, 도 5 및 도 6 은 본 발명의 일 실시예에 따른 충격파관에서 반사충격파의 전파를 설명하기 위한 도면들이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 끝벽모델의 구조를 예시적으로 나타내는 도면이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 박막센서의 구조를 예시적으로 나타내는 도면이고, 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 포집부의 구조를 예시적으로 나타내는 도면이고, 도 10는 본 발명의 다른 실시예에 따른 박막센서 제조방법을 나타내는 순서도이고, 도 11은 거칠기 처리에 따라 이산화규소 및 산화알루미늄이 증착된 표면에 대한 AFM(원자현미경) 이미지 및 표면 프로파일을 나타내는 도면이고, 도 12 은 본 발명의 일 실시예에 따른 산화알루미늄 표면의 열전달량 변화 그래프이고, 도 13는 본 발명의 일 실시예에 따른 박막택의 모식도이고, 도 14은 본 발명의 일 실시예에 따른 박막 스트립의 모식도이다.
- [0034] 이하에서는 도 1 내지 도 14을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0035] 먼저, 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 산소원자 발생시스템은 산소원자 발생장치(100), 압력센서(200) 및 박막센서(300)를 포함할 수 있다.
- [0036] 상기 산소원자 발생장치(100)는 원형 또는 다각형상의 단면을 갖는 관으로 형성되며, 충격파의 영향을 측정할 수 있는 충격파관(105)을 포함할 수 있다. 상기 충격파관(105)은 미사일, 초음속 전투기와 같은 초고속 비행체의 비행에 따라 발생하는 충격파가 초고속 비행체의 외장에 가하는 영향을 측정할 수 있도록 일방향으로 길게 이어진 일자형으로 형성 및/또는 구성될 수 있다. 이를 위하여, 상기 충격파관(105)은 원형 또는 다각형상의 단면을 갖는 관으로 형성된 제1 관부(110), 전환부(120) 및 제2 관부(130)를 포함할 수 있다. 이러한, 상기 충격파관(105)은 하부에 배치된 지지대(650)에 의해 바닥에서 이격 배치될 수 있다. 상기 제1 관부(110)는 상기 충격파관(105)의 일측단에 배치되고, 다이어프램(diaphragm)(115)을 통해 상기 전환부(120)와 구분될 수 있다. 또한, 상기 제1 관부(110)는 대기압 보다 높은 제1 압력을 갖는 바, 상기 제1 압력은 상기 다이어프램(115)을 과열시킬 수 있는 압력으로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 제1 관부(110)는 일측 단부에 제1 기체주입장치(500)가 연결되고, 고압의 기체(드라이버 가스)가 주입되어 내부가 드라이버 가스로 충전될 수 있다. 또한, 상기 제1 기체주입장치(500)는 고압 레귤레이터로서, 약 12Mpa 로 가압된 용기로부터 고순도 헬륨(약 99.99%)을 드라이버 가스로 공급할 수 있다.

- [0037] 여기서, 상기 다이어프램(115)은 상기 충격파관(105)의 내부 공간을 구획하며, 상기 충격파관(105)에 비하여 강성이 낮은 재질로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 다이어프램(115)은 폴리에틸렌 재질로 형성될 수 있다. 또한, 상기 다이어프램(115)은 외력(외압)에 의해 파열될 경우, 상기 충격파관(105)의 타측 공간으로 진행되는 충격파를 발생시킬 수 있다.
- [0038] 상기 전환부(120)는 상기 제1 관부(110)과 상기 제2 관부(130)를 연결하고, 상기 다이어프램(115)을 경계로 하여 상기 제1 관부(110)과 구분될 수 있다. 여기서, 상기 전환부(120)는 일측(예컨대, 하부 및/또는 상부)에 제2 기체주입장치(600)가 연결되고, 상기 제2 기체주입장치(600)로부터 주입되는 테스트 가스를 상기 제2 관부(130)로 전달할 수 있다. 또한, 상기 테스트 가스는 상기 제2 관부(130)의 내부를 충전하도록 주입되되, 약 21%의 산소(O₂)와 약 79%의 아르곤(Ar)의 혼합물로 이루어질 수 있다. 이때, 상기 테스트 가스는 해리된 산소가 충분한 수준의 질량 분율을 달성하기 위하여 불활성 기체와의 혼합이 필요할 수 있다.
- [0039] 상기 제2 관부(130)는 상기 전환부(120)에 연결되고, 상기 제1 관부(110)보다 길게 형성될 수 있다. 또한, 상기 제2 관부(130)는 상기 제1 관부(110) 보다 낮은 제2 압력을 갖는데, 상기 제2 압력은 대기압으로 이루어질 수 있다. 이러한 상기 제2 관부(130)는 상기 전환부(120)으로부터 전달된 상기 테스트 가스로 충전될 수 있다.
- [0040] 또한, 상기 제2 관부(130)는 내부에 접촉면이 형성될 수 있다. 여기서, 상기 접촉면은 상기 다이어프램(115)의 파열에 의해 생성된 충격파가 전파되면서 상기 드라이버 가스와 상기 테스트 가스 사이에 형성되는 계면으로 설정(정의)될 수 있다. 상기와 같은, 상기 충격파관(105)에서 상기 제1 관부(110)에 고압의 기체(가스)가 충전된 후 상기 다이어프램(115)이 파열되면, 고압의 상기 드라이버 가스가 상기 제2 관부(130)으로 팽창하여 입사충격파(150)를 생성한 뒤에 일정한 열역학적 특성 영역을 형성할 수 있다. 또한, 입사충격파(150)가 상기 충격파관(105)의 끝벽(end-wall)인 상기 박막센서(300)에 도달하면, 흐름의 방향에 대해 반사 및 전파되어 반사충격파(160)로 전환될 수 있다. 이것은 일정한 속성 영역의 생성으로 이어지며, 이에 의해 상기 드라이버 가스의 추가 압축 및 가열을 유발할 수 있다.
- [0041] 상기 반사충격파(160)의 하류 영역에서 테스트영역(170)이 형성될 수 있고, 상기 반사충격파(160) 자체는 이동하지만 상기 테스트영역(170) 내의 흐름은 거의 정지상태를 유지할 수 있다. 이러한 상기 테스트영역(170)에서는 상기 입사충격파(150)와 상기 반사충격파(160)가 만나게 되어 압력 및 엔트로피 값이 상당히 증가할 수 있다. 이로 인해, 상기 테스트영역(170)에서는 고압 및/또는 고온이 발생될 수 있다. 예를 들면, 상기 테스트영역(170)에서는 약 4000 도 이상의 고온이 발생되어 상기 테스트 가스의 산소 분자를 해리하고, 상기 산소 분자의 해리로 인해 산소 원자가 발생될 수 있다.
- [0042] 한편, 상기 충격파관(105)은 상기 박막센서(300)에 인접한 일측단에서 내부를 확인할 수 있도록 설치된 윈도우(180)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 상기 윈도우(180)는 상기 충격파관(105)의 둘레를 따라 형성될 수 있고, 내부 압력에 의해 손상되지 않으면서 내부를 확인할 수 있도록 사파이어로 형성될 수 있다.
- [0043] 상기 압력센서(200)는 상기 충격파관(105)에 설치되어 상기 제1 관부(110) 및/또는 상기 제2 관부(130)에서 발생하는 압력을 감지 및/또는 측정할 수 있다. 이를 위하여, 상기 압력센서(200)는 상기 제1 관부(110)에 설치되어 압력을 감지 및/또는 측정하는 제1 센서(210) 및 상기 제2 관부(130)에 설치되어 압력을 감지 및/또는 측정하는 복수의 제2 센서(220)를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 제2 센서(220)는 상기 반사충격파(160)가 전파되는 것을 정성적으로 파악하기 위해 상기 박막센서(300) 및/또는 격벽으로부터 복수개가 설정된 간격으로 이격되어 배치될 수 있다.
- [0044] 또한, 상기 압력센서(200)는 상기 충격파관(105)에서 발생하는 압력 및 상기 반사충격파(160)의 전파 과정이 정성적으로 분석되도록, 감지 및/또는 측정된 압력 데이터를 데이터 프로세서(230) 및 데이터 분석장치(250)로 제공할 수 있다. 상기 박막센서(300)는 상기 충격파관(105)의 일측단에 설치되어 끝벽에 위치하고, 표면 열전달율을 측정할 수 있다. 이때, 상기 박막센서(300)는 복수의 박막탭(310)에 전류를 통과시키고, 상기 박막탭(310)의 저항값에 따라 상기 박막탭(310)에 입력되는 전압과, 상기 박막탭(310)에서 출력되는 전압 간의 차이에 따라 상기 테스트영역(170) 및/또는 끝벽에서의 표면 온도를 측정할 수 있다. 여기서, 상기 박막센서(300)는 온도가 증가함에 따라 저항값도 증가할 수 있다. 또한, 상기 박막센서(300)는 입력되는 전압과 출력되는 전압 간의 차이가 옴의 법칙을 따르며, 마이크로초 수준의 반응속도를 나타낼 수 있다.
- [0045] 또한, 도 8에 도시된 바와 같이, 상기 박막탭(310)은 박막 스트립(320)으로 연결되고, 도선(330)을 통하여 외부로부터 전원을 공급받아 저항값에 따라 전압을 출력할 수 있다. 예를 들어, 기관(305)은 석영 또는 아크릴 소재로 형성될 수 있고, 상기 박막탭(310) 및 박막 스트립(320)은 금속유기물인 백금 및 금 중 적어도 하나로 이

루어진 박막을 포함하며, 상기 기관(305)의 표면에 증착될 수 있다.

- [0046] 상기 박막센서(300)는 상기 반사충격파(160) 뒤의 흐름의 1 차 거동을 변경하는 경향이 상기 입사충격파(150)의 비평면 표면의 영향을 최소화하기 위하여 가능한 상기 충격파관(105)의 끝벽 중심에 최대한 가깝게 배치될 수 있다. 예를 들면, 상기 박막센서(300)는 상기 충격파관(105)의 측벽 경계층의 영향없이 상기 충격파관(105)의 끝벽에서 반사될 수 있도록 상기 충격파관(105)의 측벽에서 약 1.5cm 떨어진 곳에 위치할 수 있다.
- [0047] 여기서, 상기 박막탭(310) 및 박막 스트립(320)은 표면 거칠기 정도에 따라 4 가지 유형으로 설정된 거칠기 처리가 적용된 상기 기관(305)에 증착될 수 있다.
- [0048] 구체적으로, 상기 박막탭(310) 및 박막 스트립(320)은 제1 표면연마등급(Smooth), 제2 표면연마등급(Rough-1), 제3 표면연마등급(Rough-2) 및 제4 표면연마등급(Rough-3) 중 하나로 구분되는 거칠기 처리가 적용된 상기 기관(305)에 증착될 수 있다. 이때, 제1 내지 제4 표면연마등급은 400 입도(grit), 800 입도(grit), 2000 입도(grit), 및 4000 입도(grit)의 연마규격을 갖는 복수의 연마부재(예컨대, 탄화규소(SiC) 개방형 사포) 중 적어도 하나를 사용하여 기관 표면을 연마 처리하는 것으로 설정될 수 있다. 이때, 400 입도(grit), 800 입도(grit), 2000 입도(grit) 및 4000 입도(grit) 각각은 약 35 μm , 약 21.8 μm , 약 10.3 μm 및 약 2.5 μm 로 설정된 연마입자의 평균직경으로 구분될 수 있다.
- [0049] 예를 들면, 상기 제1 표면연마등급의 거칠기 처리는 400 입도(grit), 800 입도(grit), 2000 입도(grit), 및 4000 입도(grit) 각각의 연마규격을 갖는 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 단계적으로 연마 처리될 수 있다. 이때, 각 단계는 약 30 분 동안 연마 공정이 수행되고, 연마 공정에서는 이물질들을 세척하기 위하여 약 1 μm 입자 크기의 여과수를 윤활제로 사용할 수 있다. 또한, 연마 공정에서는 약 1 μm 크기의 다이아몬드 현탁액과 함께 크로커스(crocus) 천을 사용하여 연마 처리를 마무리할 수 있다.
- [0050] 또한, 상기 제2 표면연마등급의 거칠기 처리는 상기 제1 표면연마등급의 연마 공정과 동일하되, 2000 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 연마 처리를 마무리할 수 있다.
- [0051] 또한, 상기 제3 표면연마등급의 거칠기 처리는 먼저 400 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 연마하고, 800 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 연마 처리를 마무리할 수 있다.
- [0052] 또한, 상기 제4 표면연마등급의 거칠기 처리는 최대 800 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 표면을 연마 처리할 수 있다.
- [0053] 다만, 여기서는 편의상 표면연마등급 및/또는 연마규격을 활용하여 표면 거칠기를 구분하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 별도의 표면 거칠기 등급 기준으로 적용하여 제1 내지 제4 표면 거칠기를 구분할 수 있다.
- [0054] 이러한, 상기 박막탭(310)은 최고 약 850 도의 온도에서 소성한 후 실온에서 냉각시키는 과정을 거쳐 형성될 수 있다. 이를 통해, 상기 박막탭(310)은 열용량을 무시할 수 있을 정도로 충분히 얇은 두께의 필름으로 형성됨으로써, 마이크로 초 이하의 빠른 응답 시간을 가질 수 있다.
- [0055] 또한, 상기 박막센서(300)는 촉매 재결합 효율에 대한 거칠기 효과를 확인하기 위하여 상기 충격파관(105)의 내부를 향하는 기관(305)의 일면이 이산화규소(SiO_2) 및 산화알루미늄(Al_2O_3)으로 코팅될 수 있다. 도 11에 도시된 바와 같이, 상기 박막센서(300)는 기관(305) 일면의 거칠기가 증가함에 따라 이산화규소(SiO_2) 및 산화알루미늄(Al_2O_3)으로 코팅된 표면의 촉매 활성을 증가시키고, 열전달율을 증가시키는 것을 확인할 수 있다.
- [0056] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 산소원자 발생시스템은 상기 충격파관(105)의 타단부에 배치되어 끝벽을 형성하고, 상기 박막센서(300)를 고정시키는 끝벽모델(400)을 포함할 수 있다.
- [0057] 상기 끝벽모델(400)은 아크릴로 형성될 수 있다. 또한, 상기 끝벽모델(400)은 상기 박막센서(300)의 삽입을 위하여 내부 표면을 통해 설정된 직경의 홀이 형성될 수 있다. 이때, 상기 끝벽모델(400)은 접착부재를 이용하여 상기 끝벽모델(400)의 일측 표면과 수평을 이룬 상태로 상기 박막센서(300)를 고정시킬 수 있다. 또한, 상기 끝벽모델(400)은 1 회당 여러 열 전달 데이터를 얻기 위하여 복수의 상기 박막센서(300)를 장착 및/또는 고정시킬 수 있다. 다만, 복수의 상기 박막센서(300) 사이에서 측정되는 평균 열전달 데이터의 차이는 무시할 수 있다.
- [0058] 또한, 상기 끝벽모델(400)은 상기 충격파관(105)에 상기 테스트 가스가 채워지기 전에 상기 제2 관부(130)의 진공 상태를 유지하기 위해 사용되는 진공 에폭시(420)를 더 포함할 수 있다. 또한, 상기 끝벽모델(400)은 상기 진공 에폭시(420)를 보호하기 위해 설치되는 추가 아크릴(430)을 더 포함할 수 있다.

- [0059] 또 한편, 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 산소원자 발생시스템은 상기 충격과관(105)의 테스트영역(170)에서 발생된 산소 원자를 포집하는 포집부(700)를 더 포함할 수 있다.
- [0060] 상기 포집부(700)는 상기 충격과관(105)에서 발생된 산소 원자를 포집하는 부분으로, 상기 충격과관(105)의 테스트영역(170)에 연결될 수 있다. 여기서, 상기 포집부(700)는 충격과관(105)에 연결된 포집관(710) 및 배기관(720), 포집관(710) 및 배기관(720) 각각에 설치된 포집밸브(730) 및 배기밸브(740), 포집관(710)에 연결되어 포집된 산소 원자를 저장하는 포집탱크(750)를 포함할 수 있다.
- [0061] 또한, 상기 포집부(700)는 포집관(710) 내부에 배치되어 산소 원자를 필터링하는 그래핀 멤브레인(715)을 더 포함할 수 있다. 여기서, 상기 그래핀 멤브레인(715)은 산소 원자를 통과시키고 잔류 가스를 차단하는 크기의 기공을 가진 그래핀으로 이루어져 테스트영역(170)의 잔류 가스로부터 산소 원자를 필터링할 수 있다.
- [0062] 이러한 상기 포집부(700)는 충격과관(105)에 연결된 포집관(710) 및 배기관(720) 각각의 포집밸브(730) 및 배기밸브(740)를 극히 짧은 시간에 개폐하여 산소 원자를 포집부(700)의 포집탱크(750)로 포집하고, 동시에 배기관(720)을 통해 테스트영역(170)의 잔류 가스를 배기시킬 수 있다.
- [0063] 본 발명에서는 충격과관(105)의 끝단에서 발생하는 높은 압력과 열을 이용하여 산소 분자를 해리시켜 산소 원자를 발생시킬 수 있다. 이때, 본 발명에서는 충격과관의 압력 차이를 크게 또는 작게 발생시켜 충격과의 세기를 조절하고, 강한 충격과를 이용하여 많은 산소 원자를 발생시킬 수 있다. 또한, 본 발명에서는 산소 분자들이 벽면에 어떻게 부딪치고 튕겨나가는지 해석할 수 있다.
- [0064]
- [0065] 이하에서는, 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 박막센서 제조방법을 설명한다. 도 10 은 본 발명의 다른 실시예에 따른 박막센서 제조방법을 나타내는 순서도이다.
- [0066] 도 10를 참조하면, 기관의 표면을 설정된 거칠기로 연마 처리하는 단계(S110), 상기 기관의 표면에 이산화규소를 증착하는 단계(S120), 산화알루미늄을 증착하여 복수의 박막탭(310) 및 복수의 박막탭(320)을 연결하는 박막 스트립을 형성하는 단계(S130), 및 상기 복수의 박막탭에 도선을 연결하는 단계(S140)를 포함할 수 있다.
- [0067] 단계 S110 에서는, 자동 회전 평판 디스크를 사용하여 석영 기관의 표면에 설정된 거칠기를 도입하되, 표면 거칠기 정도에 따라 복수의 유형으로 설정된 거칠기 처리로 석영 기관의 표면을 연마 처리할 수 있다.
- [0068] 구체적으로, 석영 기관은 제 1 표면연마등급(Smooth), 제2 표면연마등급(Rough-1), 제3 표면연마등급(Rough-2) 및 제4 표면연마등급(Rough-3) 중 하나로 구분되는 거칠기 처리가 적용되어 표면이 연마될 수 있다. 이때, 제1 내지 제4 표면연마등급은 400 입도(grit), 800 입도(grit), 2000 입도(grit), 및 4000 입도(grit)의 연마규격을 갖는 복수의 연마부재(예컨대, 탄화규소(SiC) 개방형 사포) 중 적어도 하나를 사용하여 기관 표면을 연마 처리하는 것으로 설정될 수 있다.
- [0069] 이때, 400 입도(grit), 800 입도(grit), 2000 입도(grit) 및 4000 입도(grit) 각각은 약 $35\mu\text{m}$, 약 $21.8\mu\text{m}$, 약 $10.3\mu\text{m}$ 및 약 $2.5\mu\text{m}$ 로 설정된 연마입자의 평균직경으로 구분될 수 있다.
- [0070] 예를 들면, 상기 제1 표면연마등급의 거칠기 처리는 400 입도(grit), 800 입도(grit), 2000 입도(grit), 및 4000 입도(grit) 각각의 연마규격을 갖는 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 단계적으로 연마 처리될 수 있다. 이때, 각 단계는 약 30 분 동안 연마 공정이 수행되고, 연마 공정에서는 이물질들을 세척하기 위하여 약 $1\mu\text{m}$ 입자 크기의 여과수를 윤활제로 사용할 수 있다. 또한, 연마 공정에서는 약 $1\mu\text{m}$ 크기의 다이아몬드 현탁액과 함께 크로커스(crocus) 천을 사용하여 연마 처리를 마무리할 수 있다.
- [0071] 또한, 상기 제2 표면연마등급의 거칠기 처리는 상기 제1 표면연마등급의 연마 공정과 동일하되, 2000 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 연마 처리를 마무리할 수 있다.
- [0072] 또한, 상기 제3 표면연마등급의 거칠기 처리는 먼저 400 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 연마하고, 800 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 연마 처리를 마무리할 수 있다.
- [0073] 또한, 상기 제4 표면연마등급의 거칠기 처리는 최대 800 입도(grit)의 탄화규소 개방형 사포를 사용하여 표면을 연마 처리할 수 있다.
- [0074] 상기와 같은 연마 공정은 사포 연마보다 더 매끄러운 표면을 형성하는 다이아몬드 연마를 이용하여 마무리 및/또는 완성할 수 있다. 특히, 연마 공정은 석영 기관의 표면이 평평하게 유지된 상태에 진행할 수 있다.

- [0075] 단계 S120에서는, 기관의 표면에 이산화규소를 증착한다. 이때, 기관과 이산화규소층 사이에 백금 및 금 중 적어도 하나로 이루어진 금속유기물을 증착시켜 금속박막을 형성할 수 있다. 여기서, 금속박막은 백금 또는 금으로 형성된 복수의 박막을 포함할 수 있다. 즉, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 백금 또는 금이 증착된 박막 위에 이산화규소(SiO_2)를 증착한다.
- [0076] 단계 S130에서는, 이산화규소층(313)에 산화알루미늄(Al_2O_3) 분말을 증착하여 산화알루미늄층(315)을 형성함으로써 복수의 박막층(310) 또는 박막 스트립(320)을 형성한다. 이때, 상기 산화알루미늄은 분말 형태를 전자빔 증착법(E-beam evaporation)을 통해 기관에 증착한다. 설정된 형태의 복수의 박막층을 연결하는 박막 스트립(320)을 형성할 수 있다. 구체적으로, 기관의 표면에 증착된 금속박막의 일부를 제거(식각)하여 복수의 박막층(310) 및 박막 스트립(320)을 형성할 수 있다. 또는, 기관의 표면에 증착된 복수의 박막층을 연결하도록 기관의 표면에 별도로 백금을 증착시켜 박막 스트립을 형성할 수도 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 금(Au)이 증착된 층(311)에 이산화규소 및 산화알루미늄을 증착하여 박막층(310)을 형성하거나 백금(Pt)이 증착된 층(312)에 이산화규소 및 산화알루미늄을 증착하여 박막 스트립(320)을 형성할 수도 있다.
- [0077] 단계 S140에서는, 전기 신호의 송수신을 위하여 복수의 박막층(310)에 도선을 연결할 수 있다. 여기서, 도선은 에나멜 구리와이어로 이루어지며, 복수의 박막층에 전기적으로 연결한 후 에폭시 접착제를 사용하여 고정시킬 수 있다. 본 발명에서는 산소원자를 발생시키기 위한 장치에서 촉매효율에 큰 영향을 주는 표면 거칠기를 제어함으로써, 보다 효율적인 박막센서를 제조할 수 있다.
- [0078] 한편, 도 13는 본 발명의 일 실시예에 따른 박막센서에 사용되는 박막층의 모식도이고, 도 14은 본 발명의 일 실시예에 따른 박막 스트립의 모식도인데, 도 13및 도 14을 참조하여 설명하기로 한다. 본 발명의 일 실시예에서의 충격파의 영향을 측정할 수 있는 충격파관(105)의 일측단에 배치되어 끝벽을 형성하고 표면 열전달율을 측정하는 박막센서(300)에 사용되는 표면거칠기에 따라 열전달량이 다른 산화알루미늄 박막은 박막층(310) 또는 박막 스트립(320)으로 활용될 수 있으므로, 이하에서는 표면거칠기에 따라 열전달량이 다른 산화알루미늄 박막을 박막층(310) 또는 박막 스트립(320)을 포함하는 것으로 설명하기로 한다.
- [0079] 상기 박막층(310)은 박막 기관(substrate)(305) 위에 형성되는 이산화규소층(SiO_2 layer)(313)과 상기 이산화규소층(313) 위에 형성되는 산화알루미늄층(Al_2O_3 layer)(315)를 포함하여 이루어진다. 상기 산화알루미늄층(315)의 두께는 100~200nm이고, 상기 이산화규소층(313)의 두께는 800~1200nm일 수 있다. 또한, 상기 기관(305)과 이산화규소층(313)의 사이에는 백금(Pt) 및 금 중 적어도 하나가 증착되는 저항층(311,312)이 형성된다. 상기 기관(305)은 아크릴 또는 석영 소재일 수 있다. 상기 기관(305)에는 백금이 증착되고 상기 이산화규소 및 산화알루미늄이 증착하여 박막 스트립(320)을 형성할 수 있고, 상기 기관(305)에 금(Au)을 증착하고 이산화규소 및 산화알루미늄을 증착하여 박막층(310)을 형성할 수도 있다.
- [0080] 도 12를 참조하면, 상기 제1 표면연마등급으로 연마시, 상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $7.00\sim 7.60\text{MW/m}^2$ 이고, 상기 제2 표면연마등급으로 연마시, 상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $7.40\sim 7.90\text{MW/m}^2$ 이고, 상기 제3 표면연마등급으로 연마시, 상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $8.00\sim 8.30\text{MW/m}^2$ 이고, 상기 제4 표면연마등급으로 연마시, 상기 박막센서에서 측정되는 입출력 전압의 차이에 의해 발생하는 열전달량이 $8.70\sim 9.00\text{MW/m}^2$ 인 것을 알 수 있다.
- [0081] 본 발명의 일 실시예에서는 표면 거칠기에 따라서 박막센서(300)에서 측정되는 입출력 전압 차이가 발생하고 이는 곧 박막센서(300) 표면 온도의 차이를 발생시키는 것을 알 수 있다. 표면 온도를 열전달량으로 환산해서 열전달량을 산출할 수 있게 된다. 즉, 입출력 전압 차이가 표면 온도 차이를 발생시키고, 이에 의해 열전달량 차이가 발생되므로 표면 거칠기 변화는 곧 열전달량의 증가를 가져올 수 있음을 알 수 있다. 표면 거칠기가 클수록 열전달량의 변화가 크게 나타났지만 이에 한정할 것은 아니고, 소재에 따라 표면 거칠기가 클수록 열전달량의 변화가 없거나 적게 나타날 수도 있다.
- [0082] 산화알루미늄이 초음속 비행체의 열차폐(보호) 소재로 사용되었을 때, 초음속 비행체 표면은 극심한 온도 변화를 겪게 되는데 이는 비행체의 표면 형상을 부식시키는 원인이 된다. 이렇게 표면 형상이 부식이 되었을 때, 표면에 가해지는 열전달량 레벨이 어느 정도가 될 지를 미리 알 수 있게 되며, 이에 대해 미리 대처할 수 있게 된다.

[0083] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0084] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0086] 100: 산소원자 발생장치

105: 충격파관

110: 제 1 관부

120: 전환부

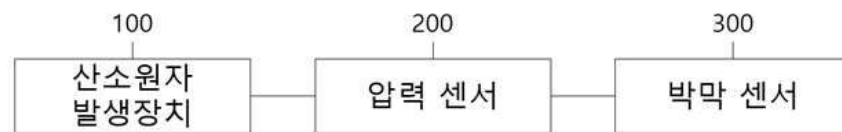
130: 제 2 관부

200: 압력센서

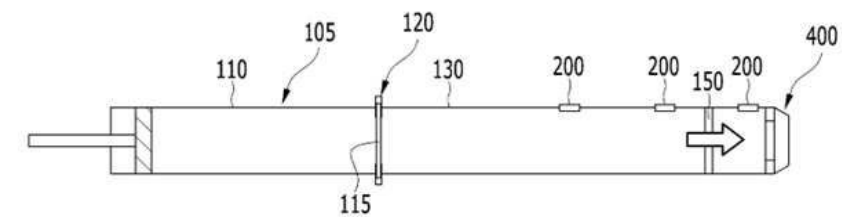
300: 박막센서

도면

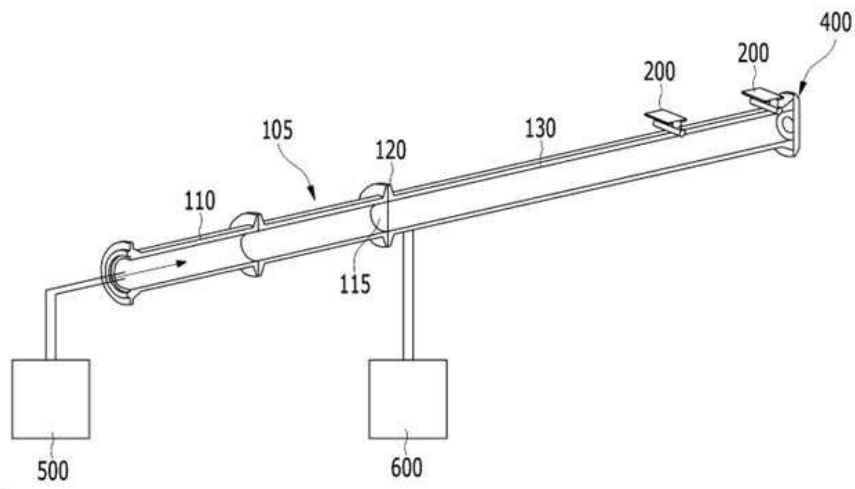
도면1



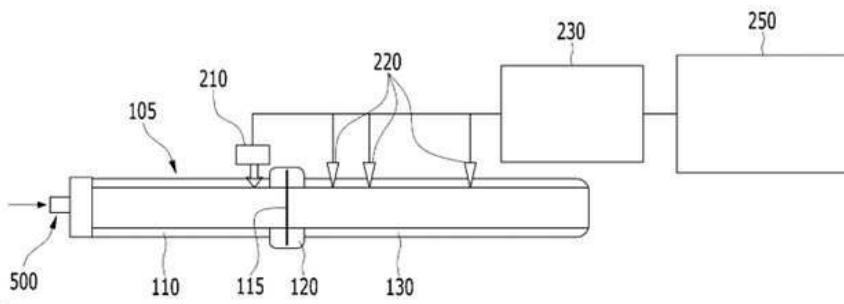
도면2



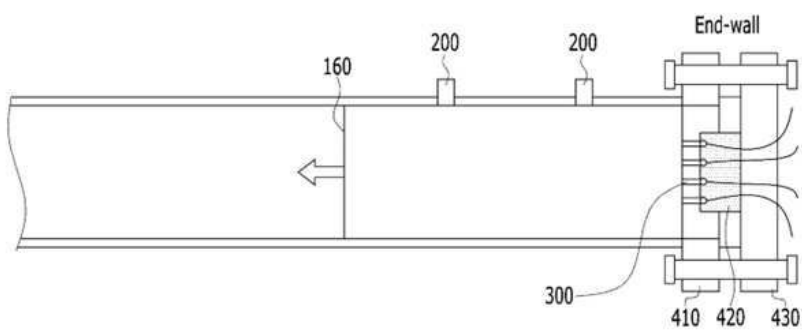
도면3



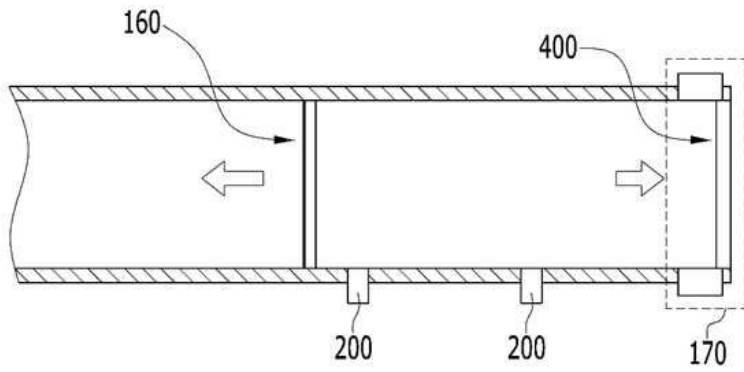
도면4



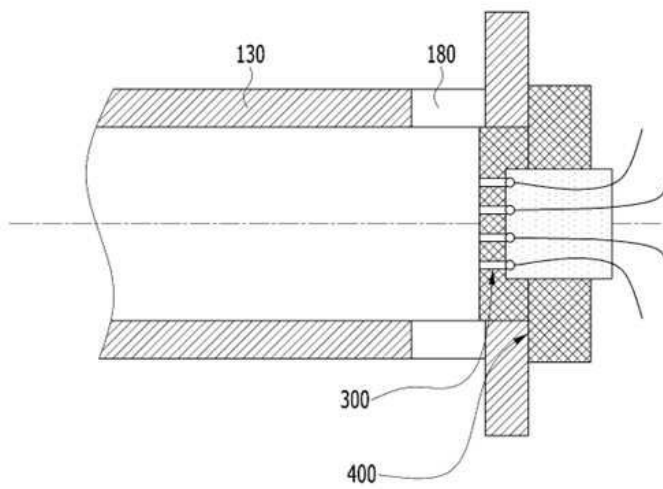
도면5



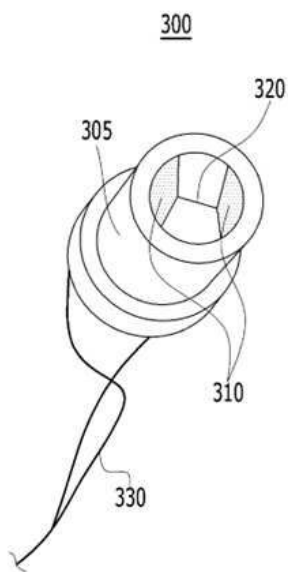
도면6



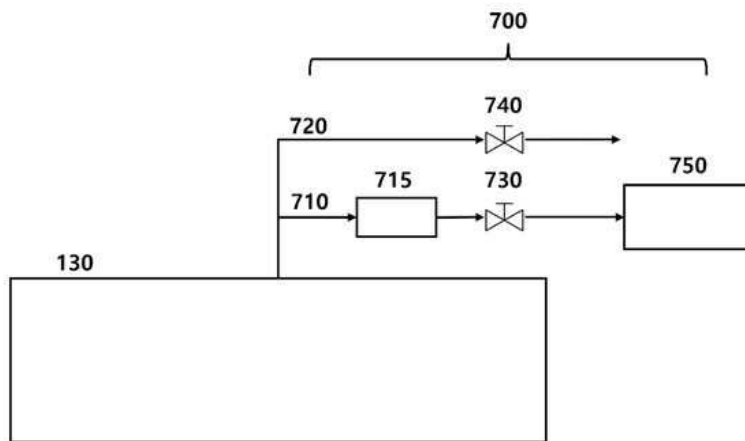
도면7



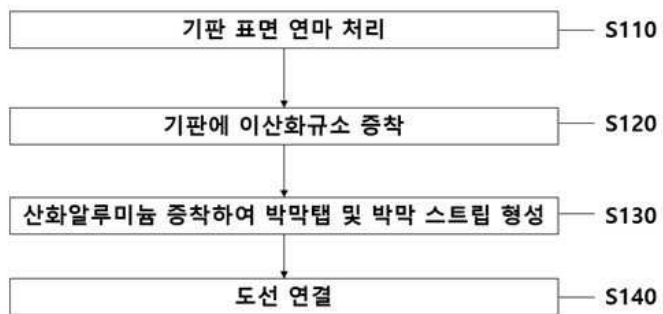
도면8



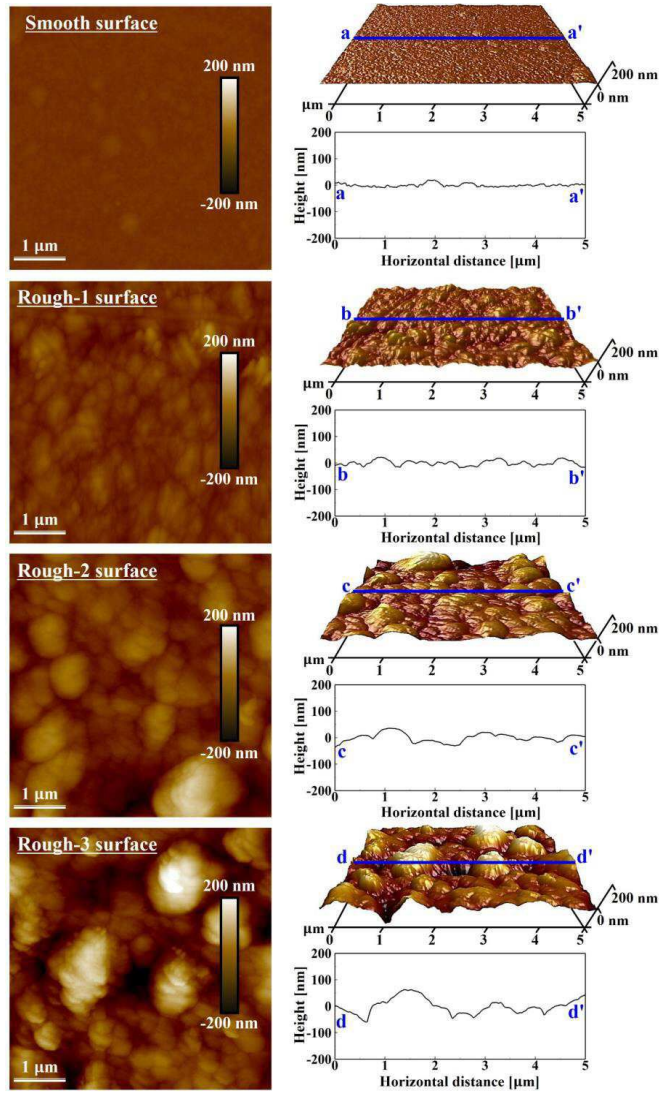
도면9



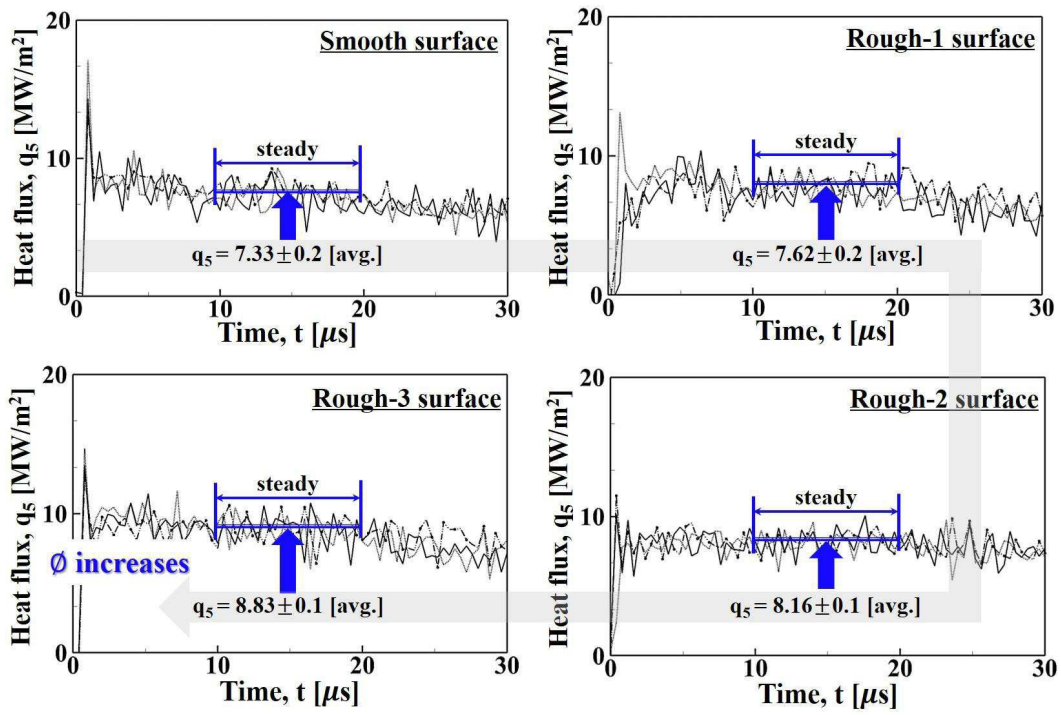
도면10



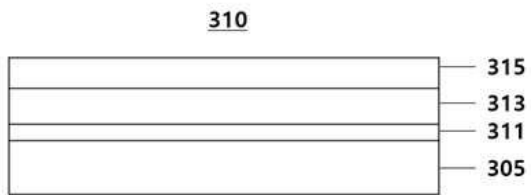
도면11



도면12



도면13



도면14

