(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0022359
(43) 공개일자 2024년02월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 3/20 (2006.01) *H05B 3/06* (2006.01)
H05B 3/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05B 3/20 (2013.01)
H05B 3/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0100935
(22) 출원일자 2022년08월11일
심사청구일자 2022년08월11일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
신홍주
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김태중
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
조우택
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
제일특허법인(유)

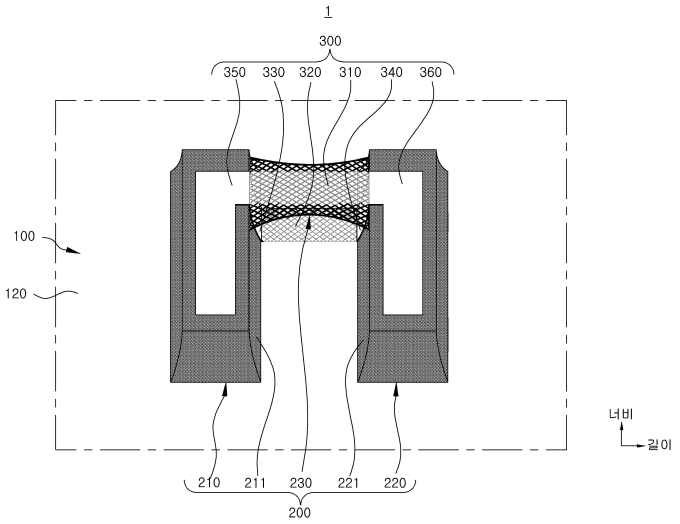
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **공중 부유형 메쉬 기반 히터 및 그 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은 공중 부유형 메쉬 기반 히터 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 구체적으로 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기판; 상기 기판 상에 배치되는 메쉬 공중부유 구조물; 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부에 배치되는 도전체; 를 포함하며, 상기 메쉬 공중부유 구조물은, 상기 기판 상에 배치되는 제1 메쉬 지지기둥, 상기 제1 메쉬 지지기둥으로부터 소정 거리 떨어져서 상기 기판 상에 배치되는 제2 메쉬 지지기둥 및, 일 단과 타 단이 상기 제1, 2 메쉬 지지기둥에 소정 높이로 각각 지지되어 상기 기판의 상면으로부터 소정 높이 이격 되며 메쉬 형태인 미세 메쉬를 포함하고, 상기 도전체는, 상기 미세 메쉬의 일 단으로부터 타 단까지 연장되도록, 상기 미세 메쉬 상의 적어도 일부에 배치되는 제1 도전부를 포함하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터가 제공될 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H05B 3/16 (2013.01)
H05B 2203/008 (2013.01)
H05B 2203/017 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345348792
과제번호 2020R1A6A1A03040570
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공학학술연구기반구축
연구과제명 환경감시 자율무인시스템 연구센터
기 여 율 5/10
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415181703
과제번호 00144157
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 시장선도를 위한 한국 주도형 K-Sensor 기술개발(R&D)
연구과제명 다종센서의 융복합 및 초소형화를 위한 센서 플랫폼 기술 개발
기 여 율 3/10
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2022.04.01 ~ 2022.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711126212
과제번호 2018-0-00756-004
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 차세대초소형IoT기술개발(R&D)
연구과제명 Disposable IoT 환경 및 생체신호 나노센서 개발
기 여 율 2/10
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판;

상기 기판 상에 배치되는 메쉬 공중부유 구조물;

적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부에 배치되는 도전체; 를 포함하며,

상기 메쉬 공중부유 구조물은,

상기 기판 상에 배치되는 제1 메쉬 지지기둥,

상기 제1 메쉬 지지기둥으로부터 소정 거리 떨어져서 상기 기판 상에 배치되는 제2 메쉬 지지기둥 및,

일 단과 타 단이 상기 제1, 2 메쉬 지지기둥에 소정 높이로 각각 지지되어 상기 기판의 상면으로부터 소정 높이 이격 되며 메쉬 형태인 미세 메쉬를 포함하고,

상기 도전체는, 상기 미세 메쉬의 일 단으로부터 타 단까지 연장되도록, 상기 미세 메쉬 상의 적어도 일부에 배치되는 제1 도전부를 포함하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 도전체는, 상기 제1 도전부 아래의 상기 기판 상면의 부분에, 상기 제1 메쉬 지지기둥의 하 단으로부터 상기 제2 메쉬 지지기둥의 하 단까지 연장되도록 배치되는 제2 도전부를 더 포함하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제2 도전부에는 메쉬 형태의 연결 차단 홈이 형성되는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 연결 차단 홈의 메쉬 형태와, 상기 제1 도전부가 배치되는 상기 미세 메쉬 부분의 메쉬 형태는 동일한,

공중 부유형 메쉬 기반 히터.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 제1 메쉬 지지기둥과 상기 제2 메쉬 지지기둥은 각각 서로 마주보는 제1 대향면과 제2 대향면을 포함하고,

상기 도전체는, 상기 제1 대향면에, 상기 제1 도전부의 일 단으로부터 상기 제2 도전부의 일 단까지 연장되도록 배치되는 제3 도전부, 및 상기 제2 대향면에, 상기 제1 도전부의 타 단으로부터 상기 제2 도전부의 타 단까지 연장되도록 배치되는 제4 도전부를 더 포함하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 도전체는 상기 제1 도전부의 일 단으로부터 적어도 상기 제1 메쉬 지지기둥의 상면까지 연장되는 제5 도전부, 및 상기 제1 도전부의 타 단으로부터 적어도 상기 제2 메쉬 지지기둥의 상면까지 연장되는 제6 도전부를 더 포함하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제1 도전부의 너비는 상기 미세 메쉬의 너비 보다 작은,

공중 부유형 메쉬 기반 히터.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 기판은,

기판 본체, 및

상기 기판 본체 상에 배치되는 절연층을 포함하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 메쉬 공중부유 구조물은 소정 값 이하의 전기 전도도를 가지는 탄소 구조체인,

공중 부유형 메쉬 기반 나노 히터.

청구항 10

서로 소정 거리 떨어져서 기판 상에 배치되는 제1, 2 메쉬 지지기둥에, 메쉬 형태의 미세 메쉬의 일 단과 타 단이 각각 소정 높이로 지지되어, 상기 미세 메쉬가 상기 기판의 상면으로부터 소정 높이 이격되는 구조의 메쉬 공중부유 구조물을 만드는 메쉬 공중부유 구조물 제조 단계; 및

도전성 물질을, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부에 증착하여, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부에, 도전체가 배치되도록 하는 도전체 배치 단계; 를 포함하며,

상기 도전체는, 상기 미세 메쉬의 일 단으로부터 타 단까지 연장되도록, 상기 미세 메쉬 상에 적어도 일부 배치되는 제1 도전부를 포함하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 메쉬 공중부유 구조물 제조 단계에서는, 상기 기판 상에 감광제로 이루어진 감광제 구조물을 형성하고, 상기 감광제 구조물을 열분해하여 탄소 구조체의 상기 메쉬 공중부유 구조물을 만드는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 메쉬 공중부유 구조물 제조 단계는

기판을 준비하는 기판 준비 단계,

상기 기판 상에 감광제를 코팅하는 제1 감광제 코팅단계,

상기 메쉬 공중부유 구조물이 될 부분을 상기 감광제에 구획하는 제1 감광제 구획단계,

상기 메쉬 공중부유 구조물이 될 부분을 제외한, 상기 감광제의 부분을 제거하여, 상기 기판 상에 상기 감광제 구조물이 형성되도록 하는 제1 현상단계, 및

상기 감광제 구조물을 열분해하여, 탄소 구조체의 상기 메쉬 공중부유 구조물을 만드는 열분해 단계를 포함하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제1 감광제 구획단계는,

광(光)이, 제1 패턴이 형성된 제1 포토 마스크를 통하여, 상기 감광제에 조사되어, 상기 제1, 2 메쉬 지지 기둥이 될 부분을 상기 감광제에 구획하는 제1 노광단계, 및

광(光)이, 제2 패턴이 형성된 제2 포토 마스크를 통하여, 상기 감광제에 조사되어, 상기 미세 메쉬가 될 부분을 상기 감광제에 구획하는 제2 노광단계를 포함하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제2 패턴은 메쉬 형태를 포함하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 열분해 단계에서는, 상기 탄소 구조체의 전기 전도도가 소정 값 이하가 되도록 하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 도전체 배치 단계에서는, 상기 기판 상에 감광제를 코팅하고, 상기 도전체가 배치될, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부 영역 위의 상기 감광제의 부분에, 상부로 개방되는 개방부를 형성한 후, 상기 개방부를 통해, 도전성 물질을, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부 영역에 증착하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 도전체 배치 단계는,

상기 메쉬 공중부유 구조물이 배치된 상기 기판 상에 감광제를 코팅하는 제2 감광제 코팅단계,

광(光)이, 제3 패턴이 형성된 제3 포토 마스크를 통하여, 상기 감광제에 조사되어, 상기 개방부가 될 부분을 상기 감광제에 구획하는 제2 감광제 구획단계,

상기 개방부가 될 상기 감광제의 부분을 제거하는 제2 현상단계, 및

도전성 물질을, 상기 개방부를 통해, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부에 증착하는 증착단계를 포함하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 증착단계에서는, 전자 빔 증착(e-beam evaporation)에 의해서, 도전성 물질을, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부에 증착하며,

상기 도전체는, 상기 제1 도전부 아래의 상기 기판 상면의 부분에, 상기 제1 메쉬 지지기둥의 하 단으로부터 상기 제2 메쉬 지지기둥의 하 단까지 연장되도록 배치되는 제2 도전부를 더 포함하는,

공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 공중 부유형 메쉬 기반 히터 및 그 제조 방법에 대한 발명이다.

배 경 기 술

[0002] 저항이 있는 도전체에 전류가 흐르면 발생하는 줄 발열(joule heating)을 이용하여, 히터로 사용 가능한 소자를 만들 수 있다. 줄 발열 기반 히터 소자는, 전류가 흐르면서 발열되도록 저항이 있는 도전체와, 도전체를 지지하며 도전체에 전류가 흐르도록 도전체와 전원을 연결하는 회로를 형성하는 기판을 포함한다.

[0003] 줄 발열 기반 히터 소자의 도전체는, 인듐-주석 산화물(ITO, Indium Tin Oxide)이나 은과 같은 금속으로, 스퍼터링에 의해서, 박막으로 만들어질 수 있다. 이러한 경우, 스퍼터링시, 인듐-주석 산화물이나 금속의 확산에 따른 줄 발열 기반 히터 소자의 열화, 수소 플라즈마 하에서의 높은 환원성, 높은 전압 동작 등의 기술적인 문제가 있다. 이 뿐만 아니라, 인듐-주석 산화물이나 금속 가격의 상승, 및 시장 불안정성 등의 기술 외적인 문제가 있다. 이를 대체하기 위해서, 전도성 고분자, 탄소나노튜브(CNT, Carbon Nano Tube), 또는 그래핀(graphene)과 같은 유기 재료를 이용한 도전체가 개발되고 있다.

[0004] 한편, 줄 발열 기반 히터 소자가 저전력으로 구동되기 위해서는, 도전체가 기판으로부터 소정 거리 이상 이격되어야만 한다. 도전체가 기판과 접촉되면, 도전체에서 발생한 열이 기판으로 전달되어, 줄 발열 기반 히터 소자의 에너지 효율이 떨어지게 된다.

[0005] 도전체가 기판으로부터 소정 거리 이상 이격 되도록 하는 방법으로, 기판을 식각하는 것이 있다. 이러한 방법에서는, 도전체를 지지할 구조물을 기판 상에 배치하고, 도전체가 배치될 구조물의 부분 아래의 기판의 부분을 식각한다. 또한, 도전성 물질의 구조물에의 증착을 통해, 도전체가 구조물의 해당 부분에 배치되도록 하여, 도전체가 기판으로부터 소정 거리 이격 되도록 할 수 있다.

[0006] 그러나, 기판을 식각하여 도전체가 기판으로부터 소정 거리 이격되도록 하는 방법은, 기판의 두께(예를 들어, 0.5㎜ 내지 1㎜)에 해당하는 양을 식각해야 하기 때문에, 시간과 비용이 많이 소요된다. 또한, 기판을 식각하는 과정 중에, 히터로 사용되는 도전체의 파괴를 방지하여야 하기 때문에 식각 과정이 복잡해진다.

[0007] 또한, 기판을 식각하는 방법으로, 건식 식각(dry etching)과, 습식 식각(wet etching)이 있다. 건식 식각에는 에칭 가스(etching gas)가 사용되는데, 대표적으로 할로겐 계열의 가스가 있으며, 이플루오린화 제논(XeF_2), 육플루오린화 황(SF_6), 플루오린화 탄소(C_xF_x) 등이 있다. 그러나, 이러한 할로겐 계열의 가스는 유독하며, 부식을 유발하는 것으로 알려져 있다. 또한, 실리콘과 반응해 SiF_x라는 유해한 부산물을 생성하기 때문에, 폐기물 처리에 많은 비용이 소요된다.

[0008] 습식 식각의 경우에는, 액체 교반(liquid agitation) 및 웨이퍼 건조 프로세스로 인해, 구조물에 기계적 손상을 초래해, 수율(yield)이나 신뢰성(reliability)을 심각하게 저해한다.

[0009] 또한, 기판을 식각하는 건식 식각, 또는 습식 식각 등의 방법은, 식각 속도의 정밀한 제어가 필요하여, 작은 형

상을 제작할 때 재현성이 좋지 않으며, 제작 가능한 형상에 제한이 있다. 예를 들어, 기판의 상태에 따라 식각 속도가 변하기 때문에, 극도로 얇은 수 ㎛ 의 크기를 가지는 형상의 구현이 어려우며, 돌출부의 경우 식각 속도가 상대적으로 빨라 중간에 얇아지는 형상의 구현이 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보, 10-0988477호 (2010.10.12. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명의 실시예들은 상기와 같은 배경에서 발명된 것으로서, 별도의 식각 공정 없이 도전체가 기판으로부터 소정 거리 이상 이격될 수 있는 공중 부유형 메쉬 기반 히터 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명의 실시예들은 발열 효율과 에너지 효율이 우수한 공중 부유형 메쉬 기반 히터 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 일 측면에 따르면, 기판; 상기 기판 상에 배치되는 메쉬 공중부유 구조물; 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부에 배치되는 도전체; 를 포함하며, 상기 메쉬 공중부유 구조물은, 상기 기판 상에 배치되는 제1 메쉬 지지기둥, 상기 제1 메쉬 지지기둥으로부터 소정 거리 떨어져서 상기 기판 상에 배치되는 제2 메쉬 지지기둥 및, 일 단과 타 단이 상기 제1, 2 메쉬 지지기둥에 소정 높이로 각각 지지되어 상기 기판의 상면으로부터 소정 높이 이격 되며 메쉬 형태인 미세 메쉬를 포함하고, 상기 도전체는, 상기 미세 메쉬의 일 단으로부터 타 단까지 연장되도록, 상기 미세 메쉬 상의 적어도 일부에 배치되는 제1 도전부를 포함하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터가 제공될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 도전체는, 상기 제1 도전부 아래의 상기 기판 상면의 부분에, 상기 제1 메쉬 지지기둥의 하 단으로부터 상기 제2 메쉬 지지기둥의 하 단까지 연장되도록 배치되는 제2 도전부를 더 포함하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터가 제공될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 제2 도전부에는 메쉬 형태의 연결 차단 홈이 형성되는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터가 제공될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 연결 차단 홈의 메쉬 형태와, 상기 제1 도전부가 배치되는 상기 미세 메쉬 부분의 메쉬 형태는 동일한, 공중 부유형 메쉬 기반 히터가 제공될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 제1 메쉬 지지기둥과 상기 제2 메쉬 지지기둥은 각각 서로 마주보는 제1 대향면과 제2 대향면을 포함하고, 상기 도전체는, 상기 제1 대향면에, 상기 제1 도전부의 일 단으로부터 상기 제2 도전부의 일 단까지 연장되도록 배치되는 제3 도전부, 및 상기 제2 대향면에, 상기 제1 도전부의 타 단으로부터 상기 제2 도전부의 타 단까지 연장되도록 배치되는 제4 도전부를 더 포함하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터가 제공될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 도전체는 상기 제1 도전부의 일 단으로부터 적어도 상기 제1 메쉬 지지기둥의 상면까지 연장되는 제5 도전부, 및 상기 제1 도전부의 타 단으로부터 적어도 상기 제2 메쉬 지지기둥의 상면까지 연장되는 제6 도전부를 더 포함하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터가 제공될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 제1 도전부의 너비는 상기 미세 메쉬의 너비 보다 작은, 공중 부유형 메쉬 기반 히터가 제공될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 기판은 기판 본체, 및 상기 기판 본체 상에 배치되는 절연층을 포함하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터가 제공될 수 있다.

[0021] 또한, 상기 메쉬 공중부유 구조물은 소정 값 이하의 전기 전도도를 가지는 탄소 구조체인, 공중 부유형 메쉬 기반 나노 히터가 제공될 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 측면에 따르면, 서로 소정 거리 떨어져서 기판 상에 배치되는 제1, 2 메쉬 지지기둥에, 메쉬 형태의 미세 메쉬의 일 단과 타 단이 각각 소정 높이로 지지되어, 상기 미세 메쉬가 상기 기판의 상면으로부터 소정 높이 이격되는 구조의 메쉬 공중부유 구조물을 만드는 메쉬 공중부유 구조물 제조 단계; 및 도전성 물질을, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부에 증착하여, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부에, 도전체가 배치되도록 하는 도전체 배치 단계; 를 포함하며, 상기 도전체는, 상기 미세 메쉬의 일 단으로부터 타 단까지 연장되도록, 상기 미세 메쉬 상에 적어도 일부 배치되는 제1 도전부를 포함하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0023] 또한, 상기 메쉬 공중부유 구조물 제조 단계에서는, 상기 기판 상에 감광제로 이루어진 감광제 구조물을 형성하고, 상기 감광제 구조물을 열분해하여 탄소 구조체의 상기 메쉬 공중부유 구조물을 만드는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0024] 또한, 상기 메쉬 공중부유 구조물 제조 단계는 기판을 준비하는 기판 준비 단계, 상기 기판 상에 감광제를 코팅하는 제1 감광제 코팅단계, 상기 메쉬 공중부유 구조물이 될 부분을 상기 감광제에 구획하는 제1 감광제 구획단계, 상기 메쉬 공중부유 구조물이 될 부분을 제외한, 상기 감광제의 부분을 제거하여, 상기 기판 상에 상기 감광제 구조물이 형성되도록 하는 제1 현상단계, 및 상기 감광제 구조물을 열분해하여, 탄소 구조체의 상기 메쉬 공중부유 구조물을 만드는 열분해 단계를 포함하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0025] 또한, 상기 제1 감광제 구획단계는, 광(光)이, 제1 패턴이 형성된 제1 포토 마스크를 통하여, 상기 감광제에 조사되어, 상기 제1, 2 메쉬 지지 기둥이 될 부분을 상기 감광제에 구획하는 제1 노광단계, 및 광(光)이, 제2 패턴이 형성된 제2 포토 마스크를 통하여, 상기 감광제에 조사되어, 상기 미세 메쉬가 될 부분을 상기 감광제에 구획하는 제2 노광단계를 포함하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0026] 또한, 상기 제2 패턴은 메쉬 형태를 포함하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0027] 또한, 상기 열분해 단계에서는, 상기 탄소 구조체의 전기 전도도가 소정 값 이하가 되도록 하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0028] 또한, 상기 도전체 배치 단계에서는, 상기 기판 상에 감광제를 코팅하고, 상기 도전체가 배치될, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부 영역 위의 상기 감광제의 부분에, 상부로 개방되는 개방부를 형성한 후, 상기 개방부를 통해, 도전성 물질을, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부 영역에 증착하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0029] 또한, 상기 도전체 배치 단계는, 상기 메쉬 공중부유 구조물이 배치된 상기 기판 상에 감광제를 코팅하는 제2 감광제 코팅단계, 광(光)이, 제3 패턴이 형성된 제3 포토 마스크를 통하여, 상기 감광제에 조사되어, 상기 개방부가 될 부분을 상기 감광제에 구획하는 제2 감광제 구획단계, 상기 개방부가 될 상기 감광제의 부분을 제거하는 제2 현상단계, 및 도전성 물질을, 상기 개방부를 통해, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부에 증착하는 증착단계를 포함하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0030] 상기 증착단계에서는, 전자 빔 증착(e-beam evaporation)에 의해서, 도전성 물질을, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물의 일부에 증착하며, 상기 도전체는, 상기 제1 도전부 아래의 상기 기판 상면의 부분에, 상기 제1 메쉬 지지기둥의 하 단으로부터 상기 제2 메쉬 지지기둥의 하 단까지 연장되도록 배치되는 제2 도전부를 더 포함하는, 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0031] 본 발명의 실시예들에 따르면, 별도의 식각 공정 없이 도전체가 기판으로부터 소정 거리 이상 이격될 수 있다는 효과가 있다.

[0032] 또한, 본 발명의 실시예들에 따르면, 공중 부유형 메쉬 기반 히터의 발열 효율과 에너지 효율이 우수하다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터의 주요 부분을 확대한 것을 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터의 단면을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터의 작동을 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터가 작동하는 것을 나타내는 사진이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법에 관한 구성도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법을 나타내는 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법의 나노 물질 제조 단계의 일 공정도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법의 메쉬 공중부유 구조물 제조 단계의 열분해 단계에서 만들어지는 메쉬 공중부유 구조물을 나타내는 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법의 도전체 배치 단계의 일 공정도이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법의 도전체 배치 단계의 감광제 코팅 단계를 나타내는 도면이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법의 도전체 배치 단계의 현상단계를 나타내는 도면이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법의 도전체 배치 단계의 증착단계를 나타내는 도면이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법의 도전체 배치 단계의 감광제 제거 단계를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하에서는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 구체적인 실시예에 대하여 도면을 참조하여 상세히 설명하도록 한다.

[0035] 아울러 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

[0036] 또한, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결', '지지', '전달', '접촉'된다고 언급된 때에는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결, 지지, 전달, 접촉될 수도 있지만 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0037] 본 명세서에서 사용된 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로 본 발명을 한정하려는 의도로 사용된 것은 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다.

[0038] 또한, 본 명세서에서 너비, 길이, 높이, 상부, 아래, 등의 표현은 도 1 내지 도 4에 별도의 화살표로 도시된 방향을 기준으로 설명한 것이며 해당 대상의 방향이 변경되면 다르게 표현될 수 있음을 미리 밝혀둔다. 마찬가지의 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되었으며, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다.

[0039] 또한, 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 이와 같은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 이 용어들은 하나의 구성요소들을 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0040] 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.

[0042] 공중 부유형 메쉬 기반 히터

[0043] 이하, 도 1 내지 도 3을 참고로 하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터의 구체적인 구성에 대하여 설명한다.

[0044] 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터(1)는 가열 대상물(도시되지 않음)에 접촉하여 가열 대상물을 가열한다. 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터(1)는 스스로 발열하거나 다양한 전자 장치, 액정, 센서 물질을 가열하는 데에 사용될 수 있으며, 발광소자, 투명 웨어러블 전자 장치, 스마트 윈도우, 센서 등으로 활용될 수 있다. 도 1 내지 도 3을 참고로 하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터(1)는 기판(100), 메쉬 공중부유 구조물(200), 및 도전체(300)를 포함할 수 있다.

[0045] 기판(100)은 메쉬 공중부유 구조물(200)을 지지한다. 기판(100)은 기판 본체(110), 및 절연층(120)을 포함할 수 있다. 기판 본체(110)는 웨이퍼 또는 필름(film)의 형상일 수 있으며, 물성적으로, 기판 본체(110)는 리지드 또는 플렉시블 할 수 있다. 결정학적으로, 기판 본체(110)는 단결정체, 다결정체 또는 비정질체이거나, 결정상과 비정질상이 혼재된 혼합상일 수 있다. 기판 본체(110)가 둘 이상의 층이 적층된 경우, 각 층은 서로 독립적으로 단결정체, 다결정체, 비정질체 또는 혼합상일 수 있다.

[0046] 물질적으로, 기판 본체(110)는 반도체를 포함할 수 있다. 이러한 기판 본체(110)는 실리콘(Si), 게르마늄(Ge) 또는 실리콘게르마늄(SiGe)을 포함하는 4족 반도체; 갈륨비소(GaAs), 인듐인(InP) 또는 갈륨인(GaP)을 포함하는 3-5족 반도체; 황화카드뮴(CdS) 또는 텔루르화아연(ZnTe)을 포함하는 2-6족 반도체; 황화납(PbS)을 포함하는 4-6족 반도체; 또는 이들에서 선택된 둘 이상의 물질이 각 층을 이룰 수 있다. 그러나, 본 발명의 사상이 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 기판 본체(110)는 특별히 한정되지 않는다.

[0047] 절연층(120)은 기판 본체(110) 상에 배치될 수 있다. 일 예에 따른 절연층(120)은 원자층 증착 (Atomic Layer Deposition), 또는 스퍼터링 (sputtering) 및 플라즈마 화학 기상 증착법 (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 등의 증착법 등 통상적으로 사용되는 방법을 통해 형성될 수 있으나, 이에 한정되지 않고, 절연층(120)은 열산화 방법을 통해 형성될 수 있다. 비 한정적인 일 구체예로, 절연층(120)은 실리콘 산화물, 하프늄 산화물, 알루미늄 산화물, 지르코늄 산화물, 바륨-타이타늄 복합산화물, 이트륨 산화물, 텅스텐 산화물, 탄탈륨 산화물, 아연 산화물, 타이타늄 산화물, 주석 산화물, 바륨-지르코늄 복합산화물, 실리콘 질화물, 실리콘 옥시나이트라이드, 지르코늄 실리케이트, 하프늄 실리케이트, 이들의 혼합물(mixture) 또는 이들의 복합물(composite) 등일 수 있다. 그러나, 본 발명의 사상이 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 절연층(120)은 특별히 한정되지 않는다.

[0048] 메쉬 공중부유 구조물(200)은 기판(100) 상에 배치될 수 있다. 메쉬 공중부유 구조물(200)은 적어도 어느 하나의 부분이 마이크로 사이즈 또는 나노 사이즈를 가질 수 있다. 예를 들어, 메쉬 공중부유 구조물(200)에 포함되는 후술할 미세 메쉬(230)는 메쉬 형태이며, 메쉬 형태를 이루는, 미세 메쉬(230)의 한 가닥의 지름이 마이크로 사이즈 또는 나노 사이즈를 가질 수 있다. 메쉬 공중부유 구조물(200)은 제1 메쉬 지지기둥(210), 제2 메쉬 지지기둥(220), 및 미세 메쉬(230)를 포함할 수 있다.

[0049] 제1 메쉬 지지기둥(210)은 기판(100) 상에 배치될 수 있다. 제2 메쉬 지지기둥(220)은 제1 메쉬 지지기둥(210)으로부터 소정 거리 떨어져서 기판(100) 상에 배치될 수 있다. 제1 메쉬 지지기둥(210)과 제2 메쉬 지지기둥(220)은 각각 서로 마주보는 제1 대향면(211)과 제2 대향면(221)을 포함할 수 있다.

[0050] 미세 메쉬(230)는, 일 단과 타 단이 제1, 2 메쉬 지지기둥(210, 220)에 소정 높이로 각각 지지될 수 있다. 이에 따라, 미세 메쉬(230)는 기판(100)의 상면으로부터 소정 높이 이격될 수 있다. 예를 들어, 미세 메쉬(230)는, 일 단과 타 단이 제1, 2 메쉬 지지기둥(210, 220)에 소정 높이로 각각 연결될 수 있다. 또한, 이를 위해서, 미세 메쉬(230)는 제1, 2 메쉬 지지기둥(210, 220)과 일체가 될 수 있다. 미세 메쉬(230)는 메쉬 형태이다. 또한, 미세 메쉬(230)가 이루는 메쉬 형태의 홀의 형상은 특별히 한정되지 않는다. 그러므로, 미세 메쉬(230)가 이루는 메쉬 형태의 형상도 특별히 한정되지 않는다. 메쉬 형태를 이루는, 미세 메쉬(230)의 한 가닥의 지름은 마이크로 사이즈 또는 나노 사이즈를 가질 수 있다. 예를 들어, 메쉬 형태를 이루는, 미세 메쉬(230)의 한 가닥의 지름은 100 ㎚ 내지 수 ㎛ 일 수 있다.

[0051] 메쉬 공중부유 구조물(200)은, 소정 값 이하의 전기 전도도를 가지는 탄소 구조체일 수 있다. 이에 따라, 메쉬 공중부유 구조물(200)에는 전류가 거의 흐르지 않을 수 있다. 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 도전성 물질이 증착되어 도전체(300)가 배치되면, 전류는 도전체(300)로만 흐르고, 메쉬 공중부유 구조물(200)에는 상대적으로 전류가 거의 흐르지 않도록 할 수 있다. 예를 들어, 메쉬 공중부유 구조물(200)은 300 S/m 이하의 전기 전도도를 가지는 탄소 구조체일 수 있다. 그러나, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 전기 전도도가, 메쉬 공중부유 구

조물(200)의 일부에 증착된 도전체(300)의 전기 전도도보다 작기만 하면, 메쉬 공중부유 구조물(200)에 상대적으로 전류가 거의 흐르지 않을 수 있으므로, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 전기 전도도는 특별히 한정되지 않는다. 탄소 구조체인 메쉬 공중부유 구조물(200)은, 감광제(2)를 열분해하여 만들어질 수 있다. 이 경우, 기판(100) 상에 감광제(2)를 코팅하고, 감광제(2)에 메쉬 공중부유 구조물(200)이 될 부분을 구획할 수 있다. 또한, 기판(100) 상에, 메쉬 공중부유 구조물(200)이 될 감광제(2)의 부분인 감광제 구조물(2-1)만을 남긴 상태에서, 감광제 구조물(2-1)을 열분해하여, 탄소 구조체인 메쉬 공중부유 구조물(200)을 만들 수 있다. 이와 같이 감광제(2)의 열분해로 탄소 구조체인 메쉬 공중부유 구조물(200)을 만드는 과정에서, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 전기 전도도를 조절하여, 전술한 바와 같이, 탄소 구조체인 메쉬 공중부유 구조물(200)의 전기 전도도가 300 S/m 이하가 되도록 할 수 있다. 이 경우, 전술한 바와 같이, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 전기 전도도가 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 증착된 도전체(300)의 전기 전도도보다 작기만 하면, 메쉬 공중부유 구조물(200)에 상대적으로 전류가 거의 흐르지 않을 수 있다. 그러므로, 감광제(2)의 열분해로 탄소 구조체인 메쉬 공중부유 구조물(200)을 만드는 과정에서 조절되는, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 전기 전도도는 특별히 한정되지 않는다.

[0052] 도전체(300)는, 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 배치될 수 있다. 예를 들어, 도전성 물질이, 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 증착되는 것으로, 도전체(300)가, 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 배치될 수 있다. 예를 들어, 도전성 물질은 금(Au), 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 크롬(Cr), 폴리 실리콘(poly silicon), 실리콘 카바이드(SiC)일 수 있다. 그러나, 도전성 물질은 특별히 한정되지 않는다. 도전체(300)는 제1 도전부(310)를 포함할 수 있다. 또한, 도전체(300)는 제2 도전부(320)를 포함할 수 있다. 또한, 도전체(300)는 제3 도전부(330), 및 제4 도전부(340)를 포함할 수 있다. 또한, 도전체(300)는 제5 도전부(350), 및 제6 도전부(360)를 포함할 수 있다.

[0053] 제1 도전부(310)는, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 미세 메쉬(230)의 일 단으로부터 타 단까지 연장되도록, 미세 메쉬(230) 상의 적어도 일부에 배치될 수 있다. 이와 같이, 제1 도전부(310)는 미세 메쉬(230) 상의 적어도 일부에 배치되기 때문에, 제1 도전부(310)도 메쉬 형태가 될 수 있다. 이에 따라, 제1 도전부(310)에는 전류가 흐를 수는 있으나, 전류가 흐를 수 있는 경로가 매우 많아, 전자가 서로 충돌할 수 있는 경우가 많으며, 전류의 경로의 크기가 마이크로 사이즈 또는 나노 사이즈 이기 때문에, 저항이 크게 될 수 있다. 이에 의해서, 제1 도전부(310)에서는, 열전 효과 중, 줄의 법칙(Joule's law)에 따른 열인 줄열(Joule's heat)이 발생할 수 있다. 전술한 바와 같이, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 미세 메쉬(230)는 기판(100)의 상면으로부터 소정 높이 이격될 수 있다. 이에 따라, 제1 도전부(310)에서 발생하는 열이 기판(100)으로 전달되지 않을 수 있어서, 에너지 효율이 우수하게 된다. 또한, 불필요하게 기판(100)이 발열되지 않을 수 있다.

[0054] 한편, 제1 도전부(310)의 너비는, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 미세 메쉬(230)의 너비 보다 작을 수 있다. 이와 같이, 제1 도전부(310)의 너비가, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 미세 메쉬(230)의 너비보다 작으면, 도전성 물질의, 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에의 증착에 의해서, 도전체(300)를, 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 배치할 때, 제1 도전부(310)가 보다 안정적으로 메쉬 공중부유 구조물(200)의 미세 메쉬(230)에 배치되도록 할 수 있다. 또한, 제1 도전부(310)의 너비가, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 미세 메쉬(230)의 너비보다 작으면, 도전성 물질에 의해서 후술할 제2 도전부(320)가 만들어질 때, 전류가 흐르는 경로가 메쉬 형태의 연결 차단 홈(321)에 의해서 제2 도전부(320)에 만들어지지 못하게 할 수 있다.

[0055] 메쉬 공중부유 구조물(200)의 미세 메쉬(230)에서의 제1 도전부(310)의 범위의 형상은 예를 들어 직사각형일 수 있다. 그러나, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 미세 메쉬(230)에서의 제1 도전부(310)의 범위의 형상은 특별히 한정되지 않고, 십자형상이나 지그재그 형상 등 어떠한 형상이라도 가능하다.

[0056] 제2 도전부(320)는, 제1 도전부(310) 아래의 기판(100) 상면의 부분에, 제1 메쉬 지지기둥(210)의 하 단으로부터 제2 메쉬 지지기둥(220)의 하 단까지 연장되도록 배치될 수 있다. 또한, 제2 도전부(320)에는, 메쉬 형태의 연결 차단 홈(321)이 형성될 수 있다. 이에 따라, 제2 도전부(320)가 도전성 물질에 의해서 형성된다고 하더라도, 메쉬 형태의 연결 차단 홈(321)에 의해서, 제2 도전부(320)에서는 전류가 흐르는 경로가 만들어지지 못하게 된다. 이에 의해서, 제1 도전부(310)를 흐르는 전류가, 다른 경로로 흐르지 않게 되기 때문에, 제1 도전부(310)의 발열 효율이 향상될 수 있다.

[0057] 연결 차단 홈(321)의 메쉬 형태와, 제1 도전부(310)가 배치되는 미세 메쉬(230)의 부분의 메쉬 형태는 동일 할 수 있다. 전술한 바와 같이 미세 메쉬(230)가 이루는 메쉬 형태의 형상은 한정되지 않는다. 따라서, 연결 차단 홈(321)의 메쉬 형태의 형상도 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 제1 도전부(310)를 형성하기 위해서, 도전

성 물질을, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 미세 메쉬(230)의 적어도 일부에 증착할 수 있다. 이 경우, 미세 메쉬(230)의 적어도 일부에 증착되지 않은 도전성 물질이, 미세 메쉬(230)를 통과하여, 미세 메쉬(230) 아래의 기판(100) 상면의 부분에 증착된다. 이에 따라, 메쉬 형태의 연결 차단 홈(321)이 형성되는 제2 도전부(320)가 형성되기 때문에, 연결 차단 홈(321)의 메쉬 형태와, 제1 도전부(310)가 배치되는 미세 메쉬(230)의 부분의 메쉬 형태가 동일할 수 있다.

[0058] 제3 도전부(330)는 제1 메쉬 지지기둥(210)의 제1 대향면(211)에, 제1 도전부(310)의 일 단으로부터 제2 도전부(320)의 일 단까지 연장되도록 배치될 수 있다. 또한, 제4 도전부(340)는 제2 메쉬 지지기둥(220)의 제2 대향면(221)에, 제1 도전부(310)의 타 단으로부터 제2 도전부(320)의 타 단까지 연장되도록 배치될 수 있다. 제3 도전부(330)와 제4 도전부(340)는, 제1 도전부(310)를 형성하기 위해서, 도전성 물질을, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 미세 메쉬(230)의 적어도 일부에 증착할 때, 제2 도전부(320)와 함께 형성될 수 있다. 제3, 4 도전부(330, 340)에 의해서, 제1 도전부(310)와 제2 도전부(320)가 연결될 수 있으나, 전술한 바와 같이 제2 도전부(320)에 연결 차단 홈(321)이 형성되기 때문에, 제2 도전부(320)에는 전류가 흐르지 않을 수 있다.

[0059] 제5 도전부(350)는 제1 도전부(310)의 일 단으로부터 적어도 제1 메쉬 지지기둥(210)의 상면까지 연장될 수 있다. 또한, 제6 도전부(360)는 제1 도전부(310)의 타 단으로부터 적어도 제1 메쉬 지지기둥(210)의 상면까지 연장될 수 있다. 제5, 6 도전부(350, 350)는, 도전성 물질을 메쉬 공중부유 구조물(200)의 미세 메쉬(230)의 적어도 일부에 증착하여 제1 내지 제3 도전부(330)를 형성할 때, 제1 도전부(310)에 연결되도록, 도전성 물질을, 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 제1, 2 메쉬 지지기둥(210, 220)의 일부에 증착하여 형성될 수 있다.

[0060] 제5, 6 도전부(350, 360)에 의해서, 제1 도전부(310)가 전원(도시되지 않음)에 연결될 수 있다. 예를 들어, 제1 메쉬 지지기둥(210)의 상면까지 연장된 제5 도전부(350)가, 제1 메쉬 지지기둥(210)의 다른 부분 및 기판(100)의 일부에 형성된 다른 도전체(도시되지 않음)에 연결될 수 있다. 다른 도전체는 전원(도시되지 않음)의 양극과 음극 중 어느 하나에 연결될 수 있다. 또한, 제2 메쉬 지지기둥(220)의 상면까지 연장된 제6 도전부(360)가, 제2 메쉬 지지기둥(220)의 다른 부분 및 기판(100)의 다른 일부에 형성된 또 다른 도전체(도시되지 않음)에 연결될 수 있다. 또 다른 도전체는 전원의 양극과 음극 중 다른 하나에 연결될 수 있다.

[0061] 이 외, 제5 도전부(350)가, 제1 메쉬 지지기둥(210)의 상면 뿐만 아니라, 제1 메쉬 지지기둥(210)의 다른 부분 및 기판(100)의 일부까지 연장되어, 전원의 양극과 음극 중 어느 하나에 연결될 수 있다. 또한, 제6 도전부(360)가, 제2 메쉬 지지기둥(220)의 상면 뿐만 아니라, 제2 메쉬 지지기둥(220)의 다른 부분 및 기판(100)의 다른 일부까지 연장되어, 전원의 양극과 음극 중 다른 하나에 연결될 수 있다.

[0062] 이하에서는, 도 4와 도 5를 참고로 하여, 상술한 바와 같은 구성을 갖는 공중 부유형 메쉬 기반 히터의 작용 및 효과에 대하여 설명한다.

[0063] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터의 작동을 나타내는 도면이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터가 작동하는 것을 나타내는 사진이다.

[0064] 도전체(300)의 제5, 6 도전부(350, 360)가 전원의 양극과 음극 중 어느 하나와 다른 하나에 각각 연결되면, 도 5에 도시된 바와 같이, 도전체(300)의 제1 도전부(310)에서 열이 발생한다. 이 경우, 제5, 6 도전부(350, 360)는 각각 제3, 4 도전부(330, 340)에도 연결된다. 그러나, 제3, 4 도전부(330, 340)에 연결된 제2 도전부(320)에 연결 차단 홈(321)이 형성되어 있기 때문에, 도 4에 도시된 바와 같이, 제3, 4 도전부(330, 340)와 제2 도전부(320)를 통해서는 전류가 흐르지 않게 된다. 이에 따라, 전류는 제1 도전부(310)에만 흐를 수 있기 때문에, 제1 도전부(310)의 발열 효율이 우수할 수 있다. 또한, 제1 도전부(310)는, 메쉬 공중부유 구조물(200)에 의해서, 기판(100)의 상면으로부터 소정 높이 이격되기 때문에, 제1 도전부(310)에서 발생한 열이, 기판(100)에 전달되지 않을 수 있다. 그러므로, 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터(1)의 에너지 효율이 우수할 수 있으며, 기판(100)이 불필요하게 발열되지 않을 수 있다.

[0066] 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법

[0067] 이하, 도 6 내지 14를 참고로 하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법에 대하여 설명한다.

[0068] 도 6과 도 7을 참고로 하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법은 메쉬 공중부유 구조물 제조 단계(S100), 및 도전체 배치 단계(S200)를 포함할 수 있다. 메쉬 공중부유 구조물 제조 단계

(S100)에서는, 서로 소정 거리 떨어져서 기판(100) 상에 배치되는 제1, 2 메쉬 지지기둥(210, 220)에, 메쉬 형태의 미세 메쉬(230)의 일 단과 타 단이 각각 소정 높이로 지지되어, 미세 메쉬(230)가 기판(100)의 상면으로부터 소정 높이 이격되는 구조의 메쉬 공중부유 구조물(200)을 만들 수 있다. 메쉬 공중부유 구조물 제조 단계(S100)에서는, 기판(100) 상에 감광제(2)로 이루어진 감광제 구조물(2-1)을 형성하고, 감광제 구조물(2-1)을 열분해하여 탄소 구조체의 메쉬 공중부유 구조물(200)을 만들 수 있다. 도 8과 도 9를 참조로 하면, 메쉬 공중부유 구조물 제조 단계(S100)는, 기판 준비 단계(S110), 제1 감광제 코팅 단계(S120), 제1 감광제 구획 단계(S130), 제1 현상 단계(S140), 및 열분해 단계(S150)를 포함할 수 있다.

[0069] 기판 준비 단계(S110)에서는, 기판(100)을 준비할 수 있다. 예를 들어, 기판 준비 단계(S110)는 기판 본체 준비 단계(S111), 및 절연층 배치 단계(S112)를 포함할 수 있다. 기판 본체 준비 단계(S111)에서는, 기판 본체(110)를 준비할 수 있다. 예를 들어, 기판 본체(110)는 실리콘 웨이퍼(silicon wafer)일 수 있다. 절연층 배치 단계(S112)에서는, 기판 본체(110) 상에 절연층(120)을 배치할 수 있다. 예를 들어, 절연층(120)은 실리콘 산화막(SiO_2)일 수 있으며, 실리콘 웨이퍼인 기판 본체(110)를 산화시켜 절연층(120)을 형성함으로써, 기판 본체(110) 상에 절연층(120)을 배치할 수 있다.

[0070] 제1 감광제 코팅단계(S120)에서는, 기판(100) 상에 포토레지스트(photoresist)라고 불리우는 감광제(2)를 코팅할 수 있다. 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)을 포함하는 경우에, 제1 감광제 코팅단계(S120)에서는, 기판(100)의 절연층(120) 상에 감광제(2)를 코팅할 수 있다. 예를 들어, 스핀 코팅에 의해서, 감광제(2)를 기판(100)의 절연층(120) 상에 코팅할 수 있다. 이 경우, 감광제(2)는 네가티브 감광제일 수 있다.

[0071] 제1 감광제 구획 단계(S130)에서는, 메쉬 공중부유 구조물(200)이 될 부분을 감광제(2)에 구획할 수 있다. 제1 감광제 구획 단계(S130)는 제1 노광단계(S131), 및 제2 노광단계(S132)를 포함할 수 있다.

[0072] 제1 노광단계(S131)에서는, 광(光)이, 제1 패턴(4)이 형성된 제1 포토 마스크(3)를 통하여, 감광제(2)에 조사되도록 하여, 제1, 2 메쉬 지지기둥(210, 220)이 될 부분을 감광제(2)에 구획할 수 있다. 예를 들어, 자외선이, 제1 패턴(4)이 형성된 제1 포토 마스크(3)를 통과하여, 감광제(2)에 조사되도록 할 수 있다. 감광제(2)가 네가티브 감광제라면, 제1 포토 마스크(3)를 통하여 자외선이 조사된 감광제(2)의 부분이, 제1, 2 메쉬 지지기둥(210, 220)이 될 수 있도록 경화되어 구획될 수 있다. 이 경우, 감광제(2) 상단부로부터 기판(100)까지 감광제(2)에 포함되는 폴리머(polymer)의 크로스 링킹(cross-linking)이 일어나서, 제1 포토 마스크(3)를 통하여 자외선이 조사된 감광제(2)의 부분이, 제1, 2 메쉬 지지기둥(210, 220)이 될 수 있도록 경화될 수 있다. 또한, 전술한 감광제(2) 상단부로부터 기판(100)까지 감광제(2)에 포함되는 폴리머(polymer)의 크로스 링킹(cross-linking)이 이루어질 수 있도록 감광제(2)에 조사되는 자외선의 에너지, 즉 노광 에너지를 조절할 수 있다.

[0073] 제2 노광단계(S132)에서는, 광(光)이, 제2 패턴(6)이 형성된 제2 포토 마스크(5)를 통하여, 감광제(2)에 조사되도록 하여, 미세 메쉬(230)가 될 부분을 감광제(2)에 구획할 수 있다. 예를 들어, 자외선이, 제2 패턴(6)이 형성된 제2 포토 마스크(5)를 통과하여, 감광제(2)에 조사되도록 할 수 있다. 감광제(2)가 네가티브 감광제라면, 제2 포토 마스크(5)를 통하여 자외선이 조사된 감광제(2)의 부분이, 미세 메쉬(230)가 될 수 있도록 경화되어 구획될 수 있다. 이 경우, 제2 패턴(6)은 메쉬 형태를 포함할 수 있다. 이에 따라, 미세 메쉬(230)가 될 감광제(2)의 부분이 메쉬 형태가 될 수 있다. 제2 노광단계(S132)에서는, 기판(100)까지 감광제(2)에 포함되는 폴리머의 크로스 링킹이 일어나지 않도록, 노광 에너지를 조절할 수 있다.

[0074] 제1 현상단계(S140)에서는, 메쉬 공중부유 구조물(200)이 될 부분을 제외한, 감광제(2)의 부분을 제거할 수 있다. 예를 들어, 제1 감광제 구획단계(S130)에서 경화된 부분을 제외한 감광제(2)의 다른 부분을 현상액으로 제거할 수 있다. 이에 따라, 기판(100) 상에 감광제 구조물(2-1)이 형성될 수 있다.

[0075] 열분해 단계(S150)에서는, 기판(100) 상에 남아 있는 감광제 구조물(2-1)을 열분해하여, 탄소 구조체의 메쉬 공중부유 구조물(200)을 만들 수 있다. 열분해 단계(S150)는 산화가 발생하지 않는 분위기에서 감광제(2)에 포함되는 폴리머를 가열하여 폴리머를 탄소로 변환하는 공정일 수 있다. 이러한 열분해를 수행하는 과정에서, 최대 90%의 부피 감소가 발생한다. 이에 따라, 예를 들어, 마이크로미터 사이즈의 지름을 가지는, 미세 메쉬(230)가 될 감광제 구조물(2-1)의 부분이 탄소화가 되어, 마이크로미터 사이즈 또는 나노미터 사이즈의 지름을 가지는 메쉬 형태의 미세 메쉬(230)가 될 수 있다. 이 경우, 메쉬 형태인 미세 메쉬(230)의 한 가닥의 지름은 수십 ㎚ ~ 수 ㎛일 수 있다. 또한, 미세 메쉬(230)의 길이는 수 ㎛ ~ 수백 ㎛일 수 있다. 열분해는 진공 상태나 불활성 가스 환경에서 기 설정된 온도로 수행될 수 있으며, 열분해 온도에 따라 탄소구조체인 메쉬 공중부유 구조물(200)의 전기 전도도를 조절할 수 있다. 예를 들어, 탄소 구조체인 메쉬 공중부유 구조물(200)은, 열분해 온도를 낮게 유지할 경우, 금속에 비해 매우 낮은 전기 전도도를 가질 수 있다. 또한, 탄소 구조체인 메쉬 공중부유

구조물(200)은, 열분해 온도에 따라, 절연체와 같은 수준에서 흑연보다 높은 전기 전도도까지 조절될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법의 열분해 단계(S150)에서는, 탄소 구조체인 메쉬 공중부유 구조물(200)의 전기 전도도가 소정 값 이하가 되도록 할 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에 따른 공중 부유형 메쉬 기반 히터 제조 방법의 열분해 단계(S150)에서는, 탄소 구조체인 메쉬 공중부유 구조물(200)의 전기 전도도가 300 S/m 이하가 되도록 할 수 있다. 이에 의해서, 탄소 구조체인 메쉬 공중부유 구조물(200)을 통해서는 전류가 거의 흐르지 않도록 할 수 있다. 전술한 바와 같이, 메쉬 공중부유 구조물(200)의 전기 전도도가 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 증착된 도전체(300)의 전기 전도도보다 작기만 하면, 메쉬 공중부유 구조물(200)에 상대적으로 전류가 거의 흐르지 않을 수 있다. 그러므로, 열분해단계(S150)에서 조절되는, 탄소 구조체인 메쉬 공중부유 구조물(200)의 전기 전도도는 특별히 한정되지 않는다.

[0076] 도6, 및 도 10 내지 도 14를 참고로 하면, 도전체 배치 단계(S200)에서는, 도전성 물질을 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 증착하여, 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 도전체(300)가 배치되도록 할 수 있다. 도전체(300)는 제1 도전부(310), 제2 도전부(320), 제3 도전부(330), 제4 도전부(340), 제5 도전부(350), 및 제6 도전부(360)를 포함할 수 있다. 제1 도전부(310)는 미세 메쉬(230)의 일 단으로부터 타 단까지 연장되도록, 미세 메쉬(230) 상의 적어도 일부에 배치된다. 제2 도전부(320)는 제1 도전부(310) 아래의 기판(100) 상면의 부분에, 제1 메쉬 지지기둥(210)의 하 단으로부터 제2 메쉬 지지기둥(220)의 하 단까지 연장되도록 배치될 수 있다. 제2 도전부(320)에는 메쉬 형태의 연결 차단 홈(321)이 형성될 수 있다. 제3 도전부(330)는 제1 메쉬 지지기둥(210)의 제1 대향면(211)에, 제1 도전부(310)의 일 단으로부터 제2 도전부(320)의 일 단까지 연장되도록 배치될 수 있다. 제4 도전부(340)는 제2 메쉬 지지기둥(220)의 제2 대향면(221)에, 제1 도전부(310)의 타 단으로부터 제2 도전부(320)의 타 단까지 연장되도록 배치될 수 있다. 제5 도전부(350)는 제1 도전부(310)의 일 단으로부터 적어도 제1 메쉬 지지기둥(210)의 상면까지 연장될 수 있다. 제6 도전부(360)는 제1 도전부(310)의 타 단으로부터 적어도 제2 메쉬 지지기둥(220)의 상면까지 연장될 수 있다.

[0077] 도전체 배치 단계(S200)에서는, 기판(100) 상에 감광제(2)를 코팅할 수 있다. 또한, 도전체 배치 단계(S200)에서는, 도전체(300)가 배치될, 적어도 상기 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부 영역 위의 감광제(2)의 부분에, 상부로 개방되는 개방부(7)를 형성할 수 있다. 또한, 도전체 배치 단계(S200)에서는, 감광제(2)의 개방부(7)를 통해, 도전성 물질을, 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부 영역에 증착할 수 있다. 도 10 내지 도 14를 참고로 하면, 도전체 배치 단계(S200)는 제2 감광제 코팅단계(S210), 제2 감광제 구획단계(S220), 제2 현상단계(S230), 증착단계(S240), 및 감광제 제거단계(S250)를 포함할 수 있다.

[0078] 제2 감광제 코팅단계(S210)에서는, 메쉬 공중부유 구조물(200)이 배치된 기판(100) 상에 감광제(2)를 코팅할 수 있다. 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)을 포함하는 경우에, 제2 감광제 코팅단계(S210)에서는, 메쉬 공중부유 구조물(200)이 배치된, 기판(100)의 절연층(120) 상에 감광제(2)를 코팅한다. 예를 들어, 스핀 코팅에 의해서, 감광제(2)를, 메쉬 공중부유 구조물(200)이 배치된, 기판(100)의 절연층(120) 상에 코팅할 수 있다. 이 경우, 감광제(2)는 네가티브 감광제일 수 있다.

[0079] 제2 감광제 구획단계(S220)에서는, 광(光)이, 제3 패턴(9)이 형성된 제3 포토 마스크(8)를 통하여, 감광제(2)에 조사되어, 개방부(7)가 될 부분을 감광제(2)에 구획할 수 있다. 예를 들어, 자외선이, 제3 패턴(9)이 형성된 제3 포토 마스크(8)를 통하여, 감광제(2)에 조사되도록 할 수 있다. 감광제(2)가 네가티브 감광제라면, 제3 포토 마스크(8)를 통하여 자외선이 조사된 감광제(2)의 부분은 경화되고 그 이외의 부분이 개방부(7)가 될 수 있다.

[0080] 제2 현상단계(S230)에서는, 개방부(7)가 될 감광제(2)의 부분을 제거할 수 있다. 예들 들어, 감광제(2)가 네가티브 감광제라면, 자외선에 의해서 경화되지 않은 부분을 현상액으로 제거하여 개방부(7)가 되도록 할 수 있다.

[0081] 증착단계(S240)에서는, 도전성 물질을, 개방부(7)를 통해, 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 증착할 수 있다. 이에 의해서, 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 도전체(300)가 배치될 수 있다. 한편, 증착단계(S240)에서는 전자 빔 증착(e-beam evaporation)에 의해서, 도전성 물질을, 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 증착할 수 있다. 전자 빔 증착의 경우에는 단차 피복성이 좋지 못하다. 이에 따라, 전자 빔 증착으로, 도전성 물질을, 적어도 메쉬 공중부유 구조물(200)의 일부에 증착하면, 제2 도전부(320)에 연결 차단 홈(321)이 형성되도록 할 수 있다.

[0082] 감광제 제거단계(S250)에서는, 기판(100) 상에 남아 있는 감광제(2)를 제거할 수 있다. 이에 의해서, 공중 부유형 메쉬 기반 히터(1)가 만들어질 수 있다.

[0083] 이상 본 발명의 실시예들을 구체적인 실시 형태로서 설명하였으나, 이는 예시에 불과한 것으로서, 본 발명은 이

에 한정되지 않는 것이며, 본 명세서에 개시된 기술적 사상에 따르는 최광의 범위를 갖는 것으로 해석되어야 한다. 당업자는 개시된 실시형태들을 조합/치환하여 적시되지 않은 형상의 패턴을 실시할 수 있으나, 이 역시 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 것이다. 이외에도 당업자는 본 명세서에 기초하여 개시된 실시형태를 용이하게 변경 또는 변형할 수 있으며, 이러한 변경 또는 변형도 본 발명의 권리범위에 속함은 명백하다.

부호의 설명

[0084] 1: 공중 부유형 메쉬 기반 히터 2 : 감광제

2-1 : 감광제 구조물 3 : 제1 포토 마스크

4 : 제1 패턴 5 : 제2 포토 마스크

6 : 제2 패턴 7 : 개방부

8 : 제3 포토 마스크 9 : 제3 패턴

100 : 기판 110 : 기판 본체

120 : 절연층 200 : 메쉬 공중부유 구조물

210 : 제1 메쉬 지지기둥 211 : 제1 대향면

220 : 제2 메쉬 지지기둥 221 : 제2 대향면

230 : 미세 메쉬 300 : 도전체

310 : 제1 도전부 320 : 제2 도전부

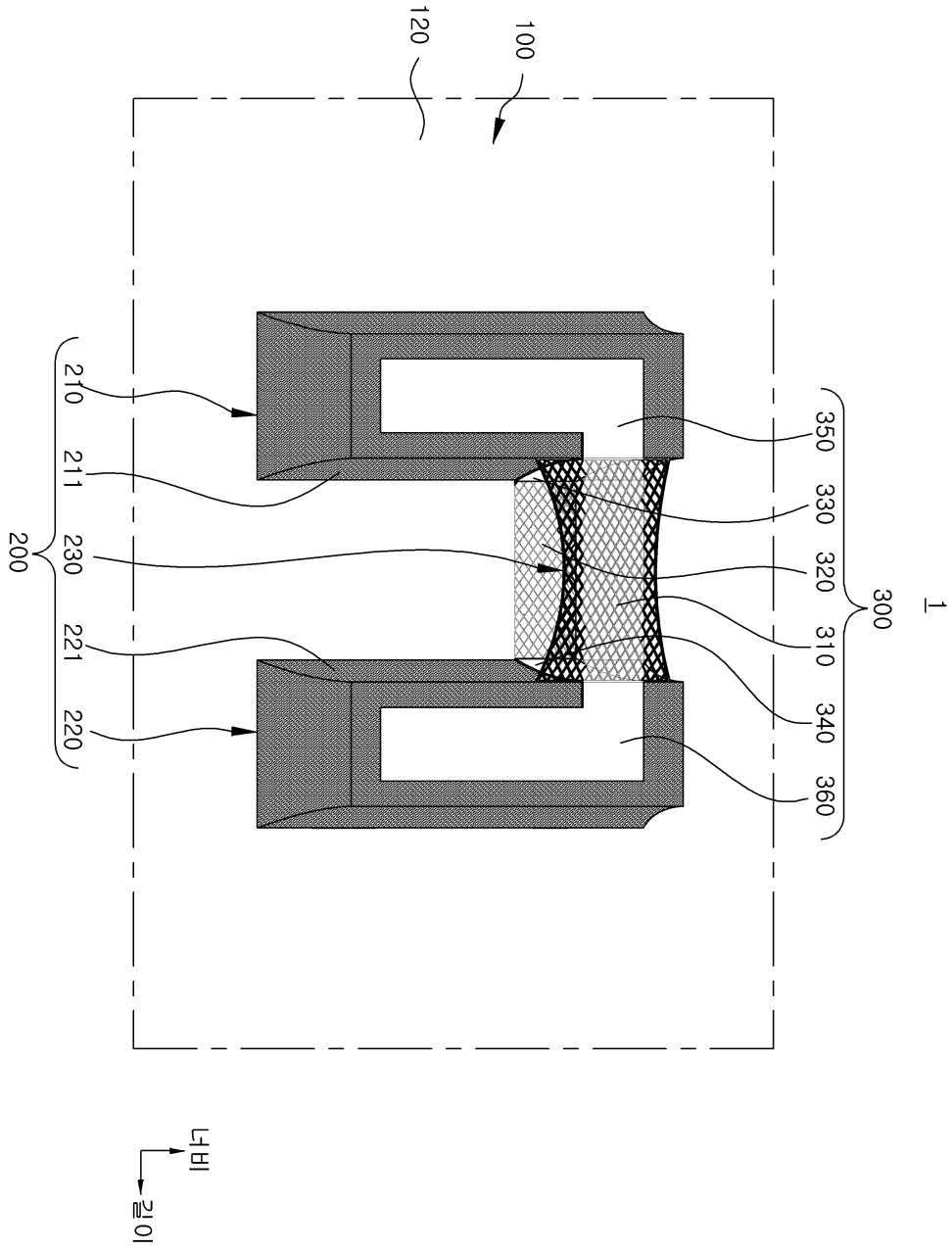
321 : 연결 차단 홈 330 : 제3 도전부

340 : 제4 도전부 350 : 제5 도전부

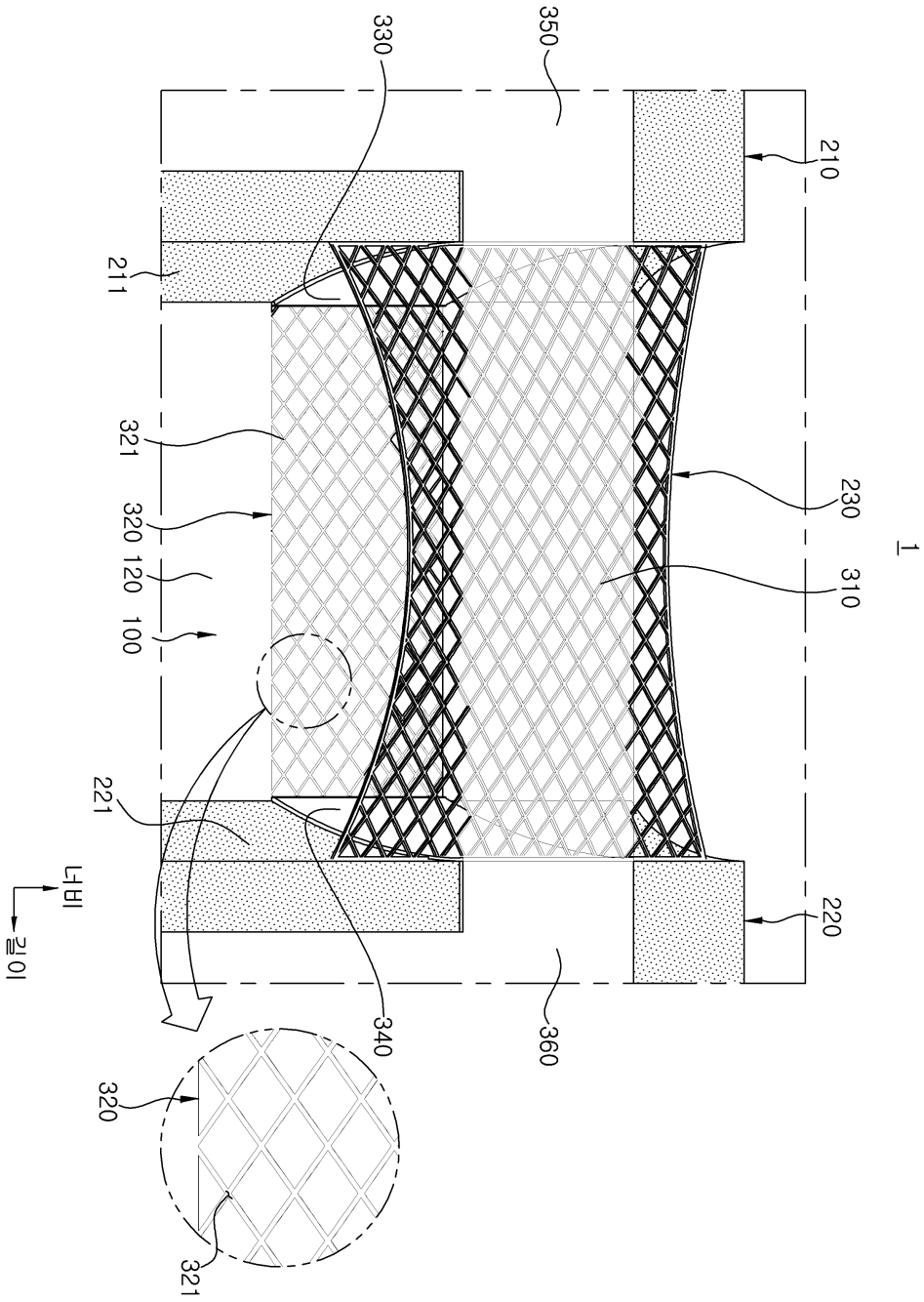
360 : 제6 도전부

도면

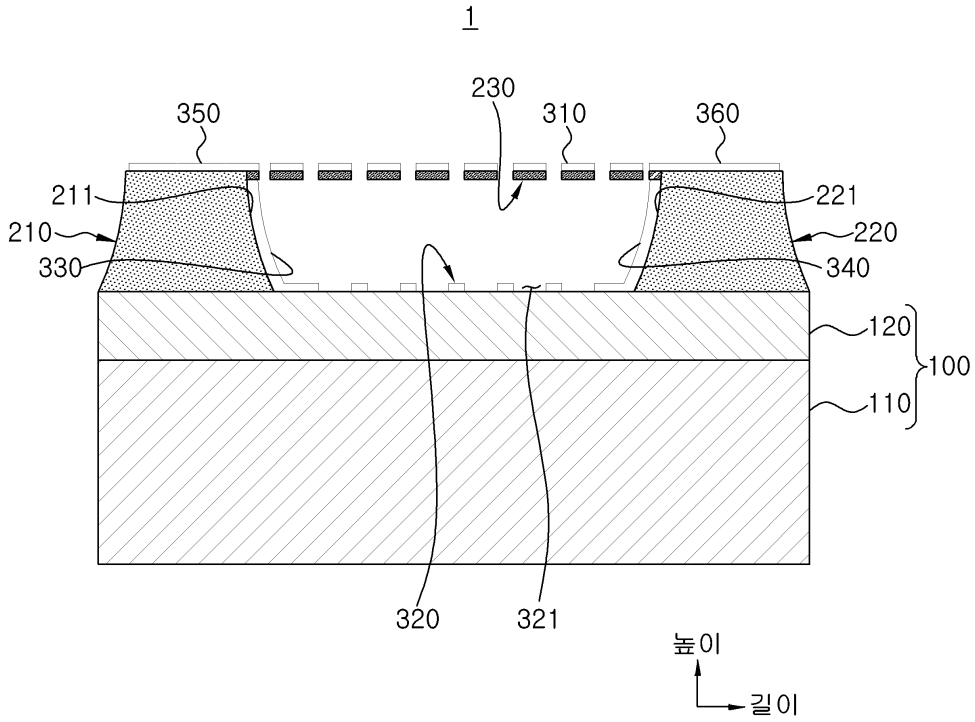
도면1


120
100
210
211
230
221
220
200
350
330
320
310
340
360
300
1
너비
길이

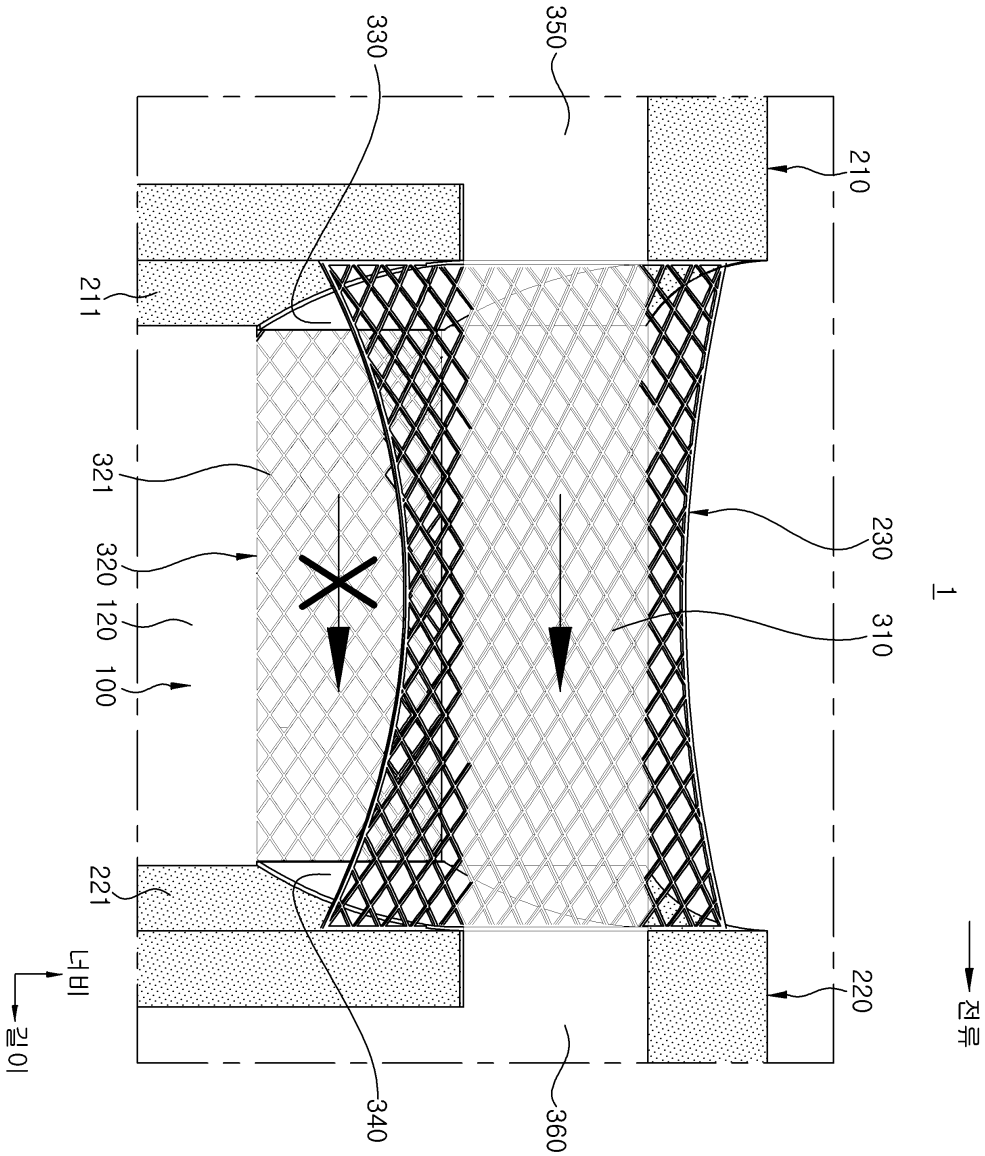
도면2


330
350
210
211
321
230
320
120
310
100
221
220
340
360
320
321
너비
길이
1

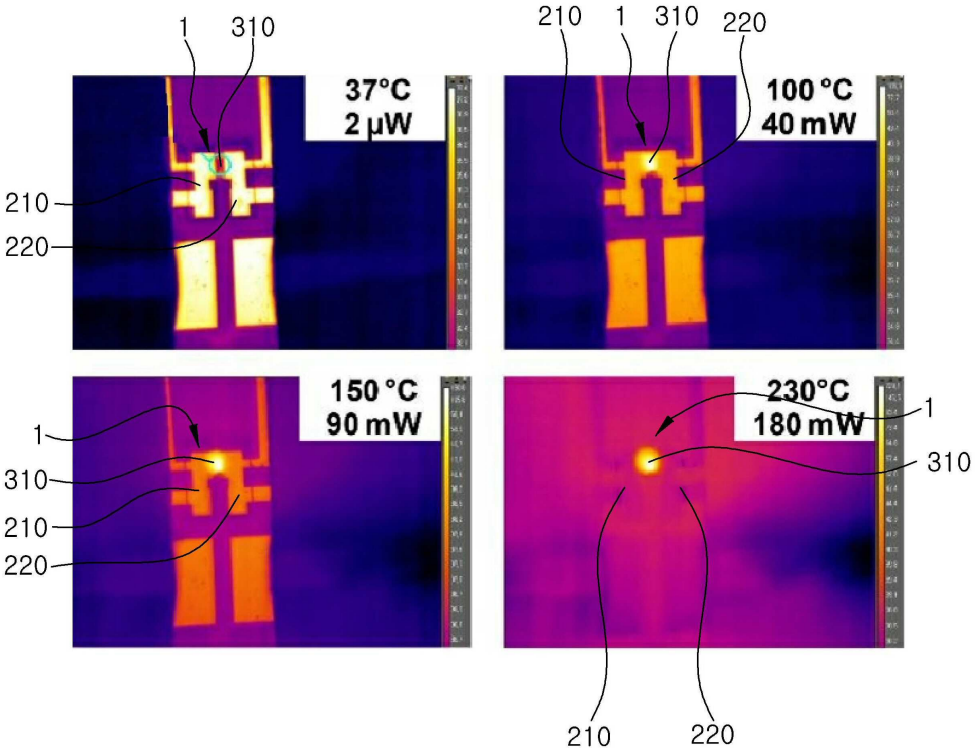
도면3


1
230
350
310
360
211
221
210
220
330
340
120
100
110
320
321
높이
길이

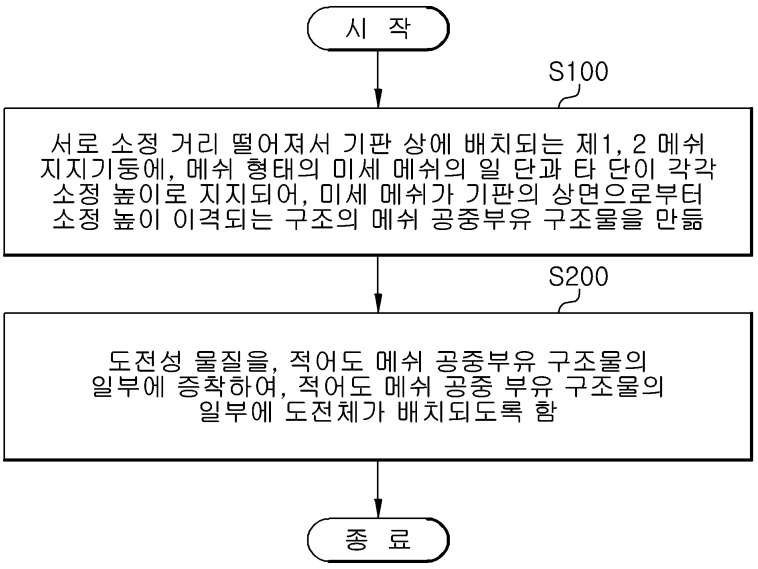
도면4



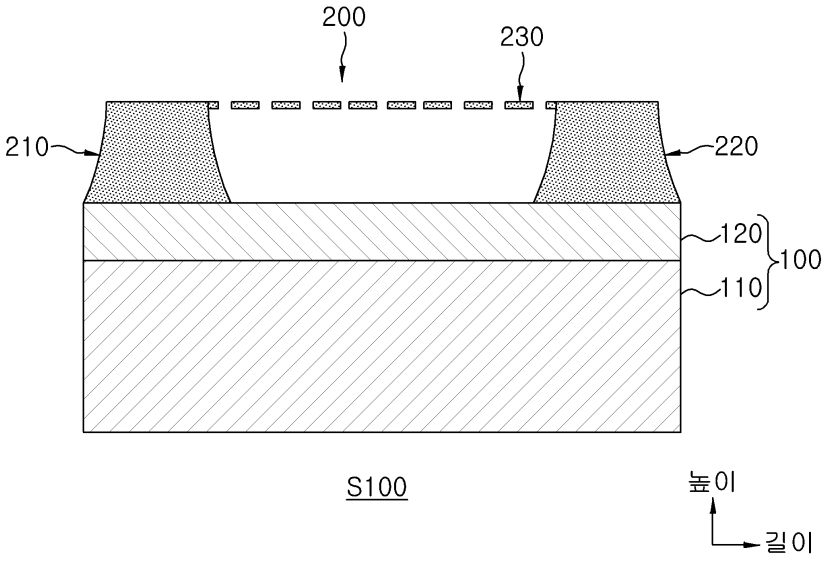
도면5

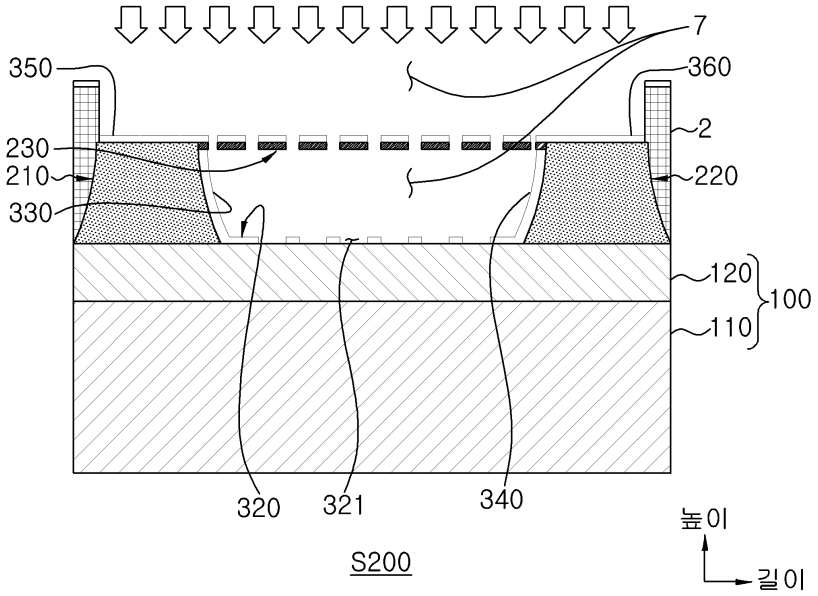

1
310
37°C
2 μW
210
220
210
1
310
220
100 °C
40 mW
150 °C
90 mW
1
310
210
220
230°C
180 mW
1
310
210
220

도면6

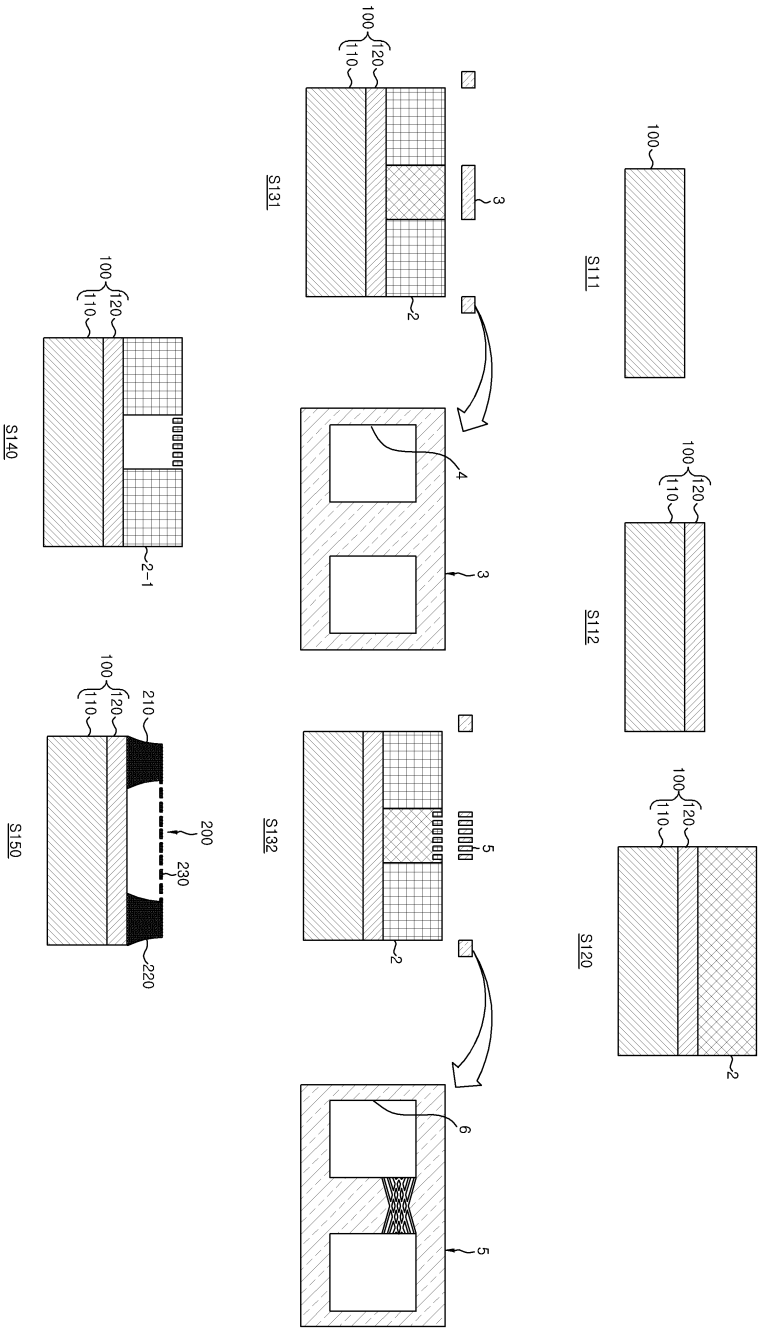

시 작
S100
서로 소정 거리 떨어져서 기판 상에 배치되는 제1, 2 메쉬 지지기둥에, 메쉬 형태의 미세 메쉬의 일 단과 타 단이 각각 소정 높이로 지지되어, 미세 메쉬가 기판의 상면으로부터 소정 높이 이격되는 구조의 메쉬 공중부유 구조물을 만듦
S200
도전성 물질을, 적어도 메쉬 공중부유 구조물의 일부에 증착하여, 적어도 메쉬 공중 부유 구조물의 일부에 도전체가 배치되도록 함
종 료

도면7

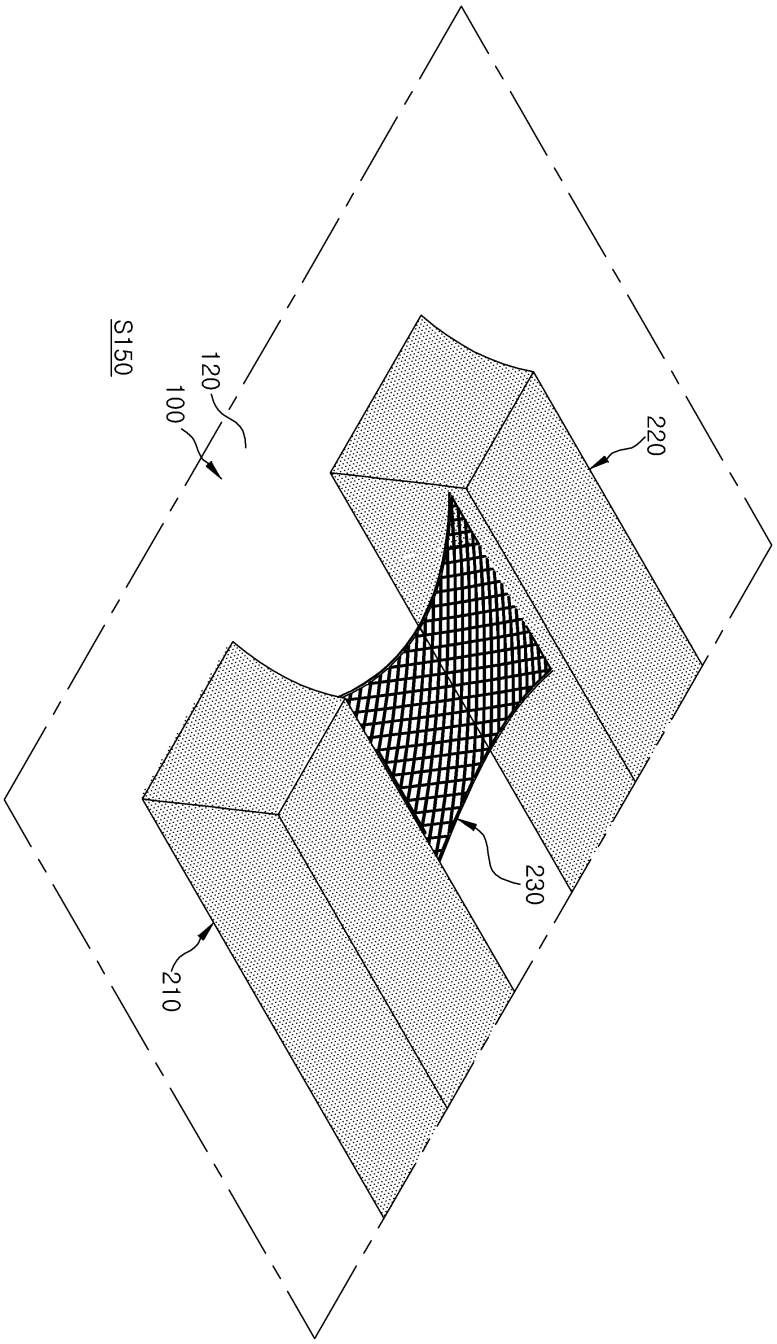

200
230
210
220
120
100
110
S100
높이
길이


7
350
360
2
230
210
220
330
120
100
110
320
321
340
높이
길이
S200

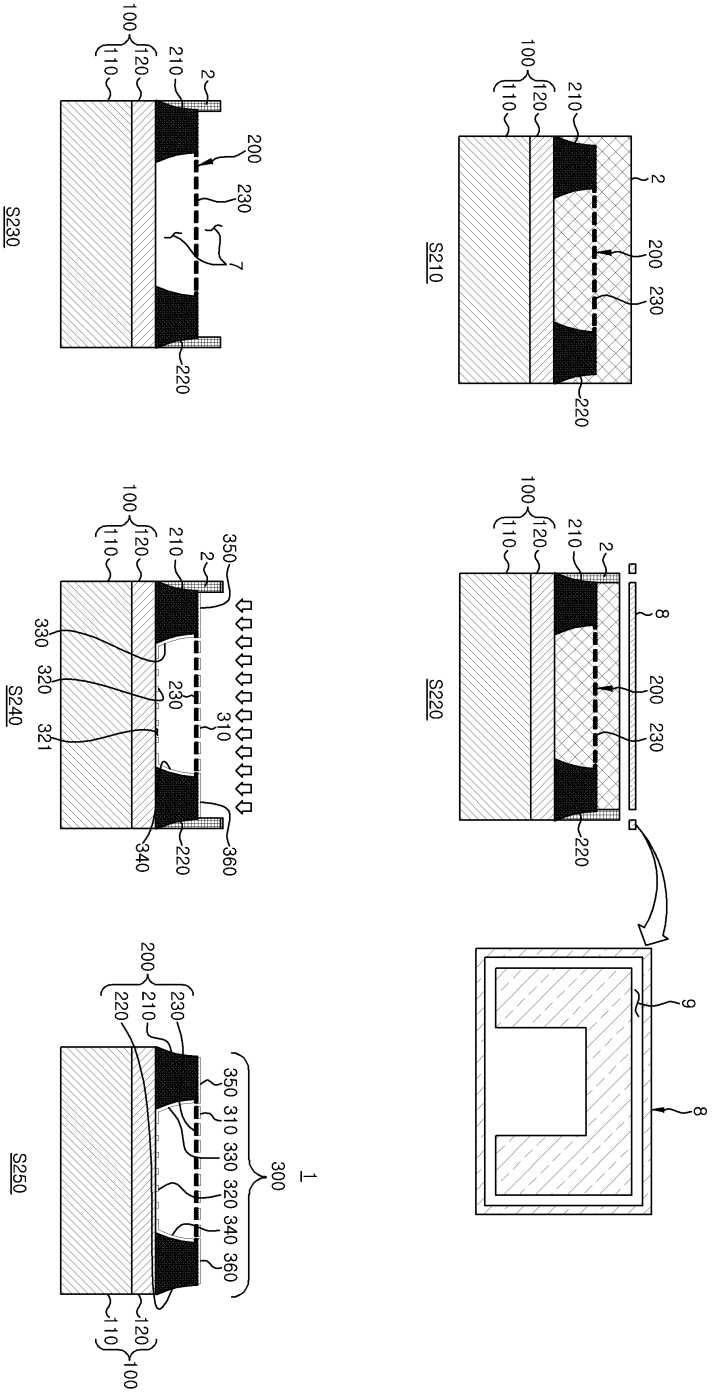
도면8


S111
100
S112
100
110
120
S120
100
110
120
2
S131
100
110
120
3
2
4
3
S132
5
2
6
5
S140
100
110
120
2-1
S150
100
110
120
210
200
230
220

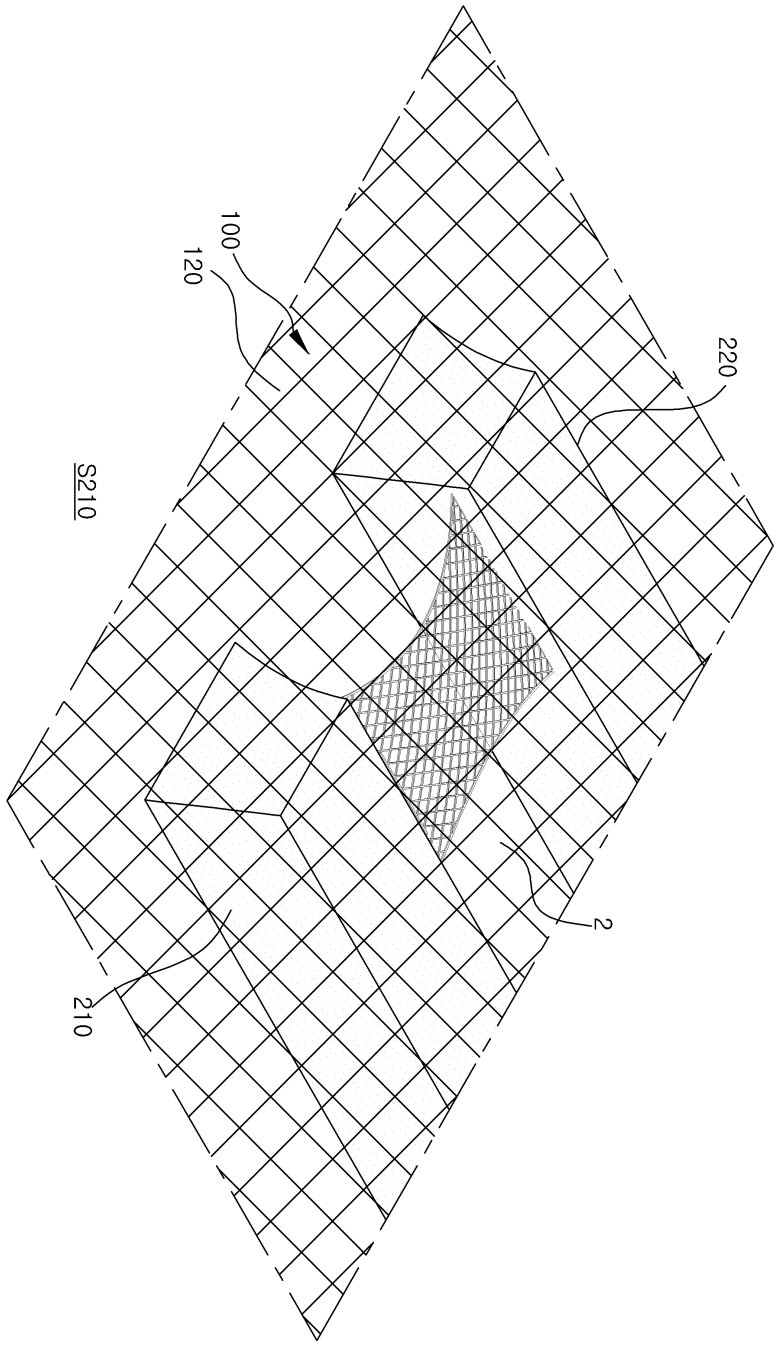
도면9



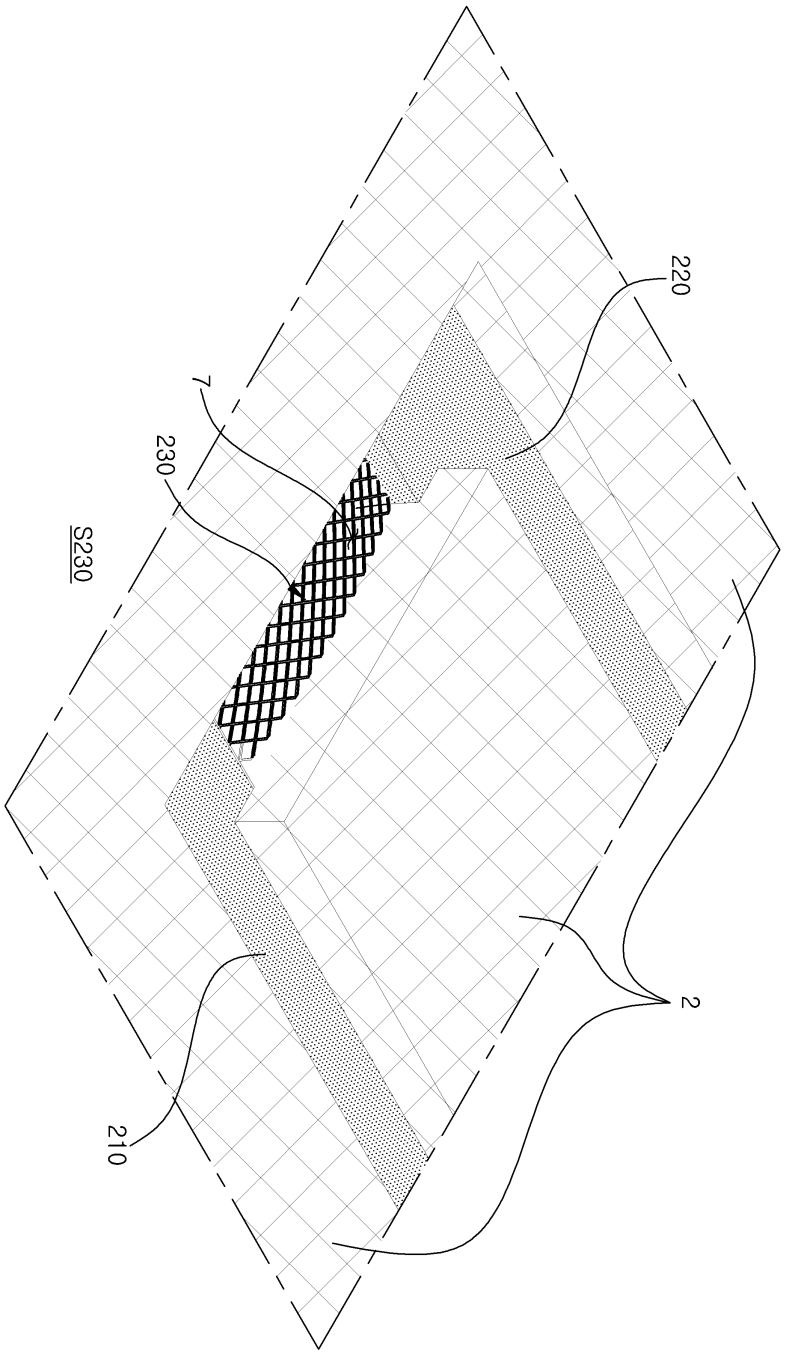
도면10


S210
100
110
120
210
2
200
230
220
S220
8
9
S230
7
S240
350
330
320
321
310
340
360
S250
1
300

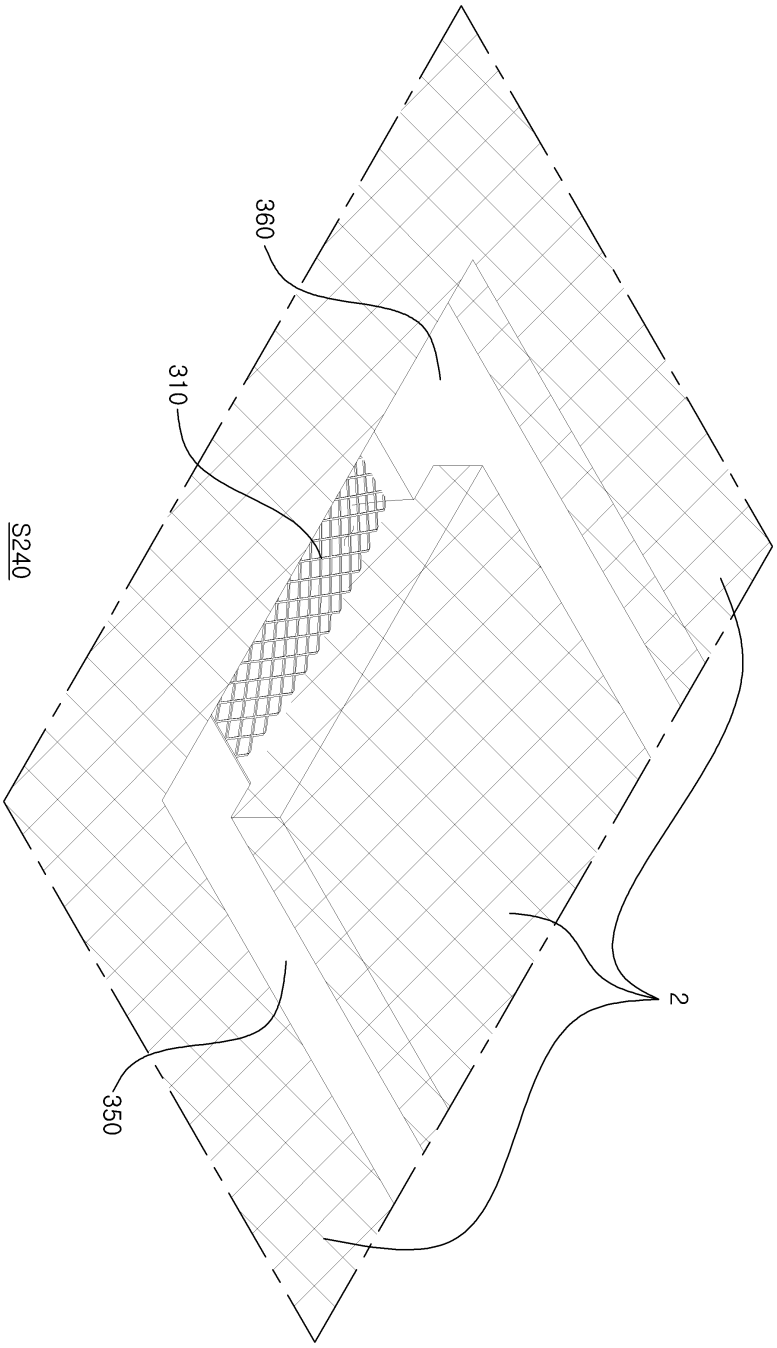
도면11



도면12



도면13



도면14

