



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0161613
(43) 공개일자 2024년11월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B81C 1/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B81C 1/00436 (2013.01)
B81C 2201/0101 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2024-0059958

(22) 출원일자 2024년05월07일

심사청구일자 2024년05월07일

(30) 우선권주장

1020230058487 2023년05월04일 대한민국(KR)

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

신홍주

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

정우재

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

박진형

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

(74) 대리인

제일특허법인(유)

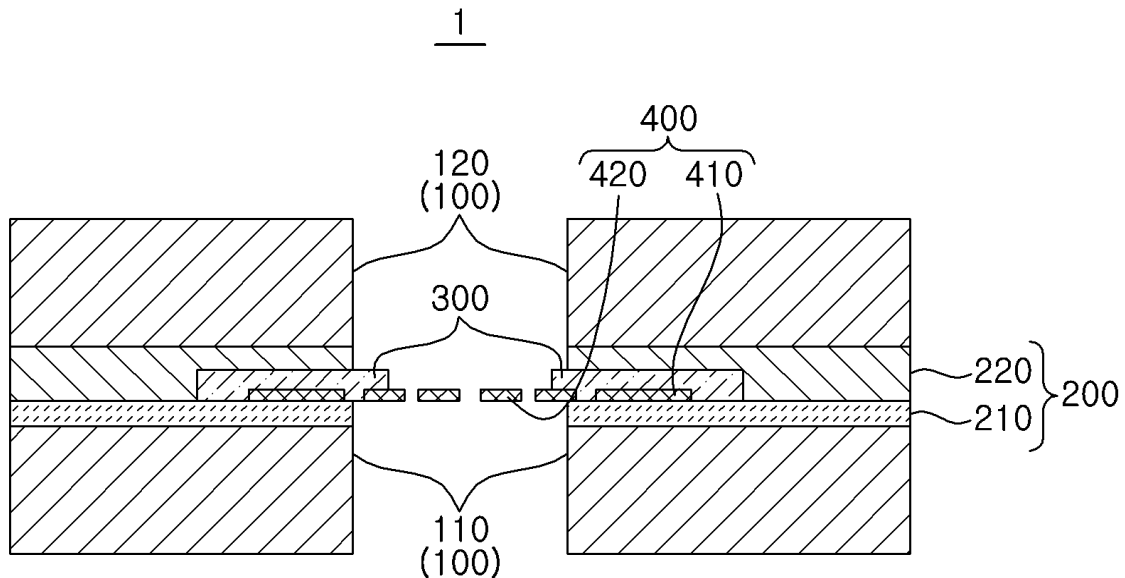
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 유연기관 상의 공중부유형 탄소구조물 및 그의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 공중부유형 탄소구조물에 관한 것이다. 구체적으로 본 발명의 일 실시예에 따르면, 하측 기관; 상기 하측 기관보다 상측에 배치되는 하측 접촉층; 적어도 일부가 상기 접촉층 내측에 배치되는 열분해 탄소 전사 기관부; 및 적어도 일부가 상기 열분해 탄소 전사 기관부의 상하방향 중심부보다 상측 또는 하측에 배치되는 열분해탄소부를 포함하고, 상기 열분해탄소부는, 상기 하측 기관, 상기 접촉층 및 상기 열분해 탄소 전사 기관부에 접촉하지 않는 전사 기관 외측 탄소부를 포함하는, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711190742
과제번호	2021R1A2C2004870
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	공중부유형 게이트 FET (전계효과 트랜지스터) 기반 복합 비표지 바이오센서 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415184142
과제번호	00144157
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술기획평가원
연구사업명	시장선도를위한한국주도형K-Sensor기술개발(R&D)
연구과제명	다중센서의 융복합 및 초소형화를 위한 센서 플랫폼 기술 개발
기 여 율	1/4
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345366496
과제번호	2020R1A6A1A03040570
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축
연구과제명	환경감시 자율무인시스템 연구센터
기 여 율	1/4
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

하측 기관;

상기 하측 기관보다 상측에 배치되는 하측 접착층;

적어도 일부가 상기 접착층 내측에 배치되는 열분해 탄소 전사 기관부; 및

적어도 일부가 상기 열분해 탄소 전사 기관부의 상하방향 중심부보다 상측 또는 하측에 배치되는 열분해탄소부를 포함하고,

상기 열분해탄소부는,

상기 하측 기관, 상기 접착층 및 상기 열분해 탄소 전사 기관부에 접촉하지 않는 전사 기관 외측 탄소부를 포함하는,

공중부유형 탄소구조물.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 열분해탄소부는,

적어도 일부가 상기 열분해 탄소 전사 기관부 내측에 배치되는 전사 기관 내측 탄소부를 더 포함하는,

공중부유형 탄소구조물.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 하측 기관의 두께는 10mm 보다 크고 1000mm 보다 작은,

공중부유형 탄소구조물.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 접착층의 두께는 0.1mm 보다 크고 20mm 보다 작은,

공중부유형 탄소구조물.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 접착층보다 상측에 배치되는 상측 기관; 및

상기 상측 기관 하측에 배치되는 상측 접착층을 더 포함하며,

상기 상측 기관의 두께는 10mm 보다 크고 1000mm 보다 작은,

공중부유형 탄소구조물.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 하측 기관 및 상기 상측 기관은 유연성이 있는 소재를 포함하는,
공중부유형 탄소구조물.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
적어도 일부가 상기 열분해 탄소 전사 기관부 및 상기 열분해탄소부의 직하방 영역에 배치되는 기능화물질을 더 포함하며,
상기 기능화물질부는 상기 접착층의 내측에 배치되고,
상기 기능화물질부는,
상기 열분해 탄소 전사 기관 및 상기 열분해탄소부에 접촉하는 제1 기능화물질부; 및
상기 하측 접착층 및 상기 제1 기능화물질부 사이에 배치되는 제2 기능화물질부를 포함하는,
공중부유형 탄소구조물.

청구항 8

제 5 항에 있어서,
상기 하측 기관 및 상기 상측 기관은 적어도 하나의 공극을 포함하고,
상기 적어도 하나의 공극은 상기 하측 기관 및 상기 상측 기관의 수평방향 중심부에 위치하며,
상기 열분해탄소부는 상기 적어도 하나의 공극의 직상방에 배치된,
공중부유형 탄소구조물.

청구항 9

제 5 항에 있어서,
상기 열분해 탄소 전사 기관부 및 상기 열분해탄소부가 상기 접착층보다 상측에 배치되며,
상기 상측 기관 및 상기 상측 접착층이 제공되지 않는,
공중부유형 탄소구조물.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
상기 열분해 탄소 전사 기관부 및 상기 열분해탄소부가 상기 접착층 상측에 배치되며,
상기 열분해탄소부가 상기 열분해 탄소 전사 기관부의 상하방향 중심부보다 상측에 배치되는,
공중부유형 탄소구조물.

청구항 11

제 1 항에 있어서,
상기 열분해 탄소 전사 기관부 및 상기 열분해탄소부가 상기 접착층보다 상측에 배치되며,
상기 열분해탄소부가 상기 열분해 탄소 전사 기관부의 상하방향 중심부보다 상측에 배치되는,
공중부유형 탄소구조물.

청구항 12

공중부유형 탄소구조물 제조장치에 의해 수행되는 공중부유형 탄소구조물 제조방법에 있어서,
하측 기관이 제공되는 하측 기관 제공단계;

상기 하측 기관보다 상측에 접착층이 제공되는 접착층 제공단계; 및

상기 접착층의 내측으로 열분해 탄소 전사 기관부의 적어도 일부 및 열분해탄소부의 적어도 일부가 제공되는 열분해 탄소 전사 기관부 및 열분해탄소부 제공단계를 포함하는,

공중부유형 탄소구조물.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 열분해 탄소 전사 기관부 및 열분해탄소부 제공단계는,

상기 열분해탄소부가 형성되는 열분해탄소부 형성단계; 및

상기 열분해탄소부 형성단계 이후에 열분해 탄소 전사 기관부가 형성되는 열분해 탄소 전사 기관부 형성단계를 포함하는,

공중부유형 탄소구조물 제조 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 접착층의 내측에 기능화물질부를 배치하는 기능화물질부 제공단계를 더 포함하며,

상기 기능화물질부 제공단계는 상기 접착층 제공단계 및 상기 열분해 탄소 전사 기관부 및 열분해탄소부 제공단계 이후에 수행되는,

공중부유형 탄소구조물 제조방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 열분해 탄소 전사 기관부 및 열분해탄소부 제공단계 이후에 상기 접착층의 상측으로 상측 기관이 제공되는 상측 기관 제공단계를 더 포함하는,

공중부유형 탄소구조물 제조방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 상측 기관 상에 상측 접착층을 배치하는 상측 접착층 제공단계를 더 포함하는

공중부유형 탄소구조물 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유연기관과 그 유연기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물 및 그의 제조방법에 대한 발명이다.

배경 기술

[0002] 공중부유형 탄소구조물은 유연 기관에 붙어있지 않고 공중에 띄워져 형성된 나노에서 마이크로미터 크기의 구조체이다. 예를 들어, 공중부유형 탄소구조물은 마이크로미터 또는 나노미터 크기의 공중부유형 와이어, 필름, 메쉬 형태일 수 있다. 공중부유형 탄소구조물은 높은 표면적비와 종횡비를 가지며 공중에 떠 있으므로 구조물이 기관의 열과 진동의 영향을 덜 받는다는 장점이 있다. 또한, 공중부유형 탄소구조물과 인접한 주변 환경에 기체와 액체가 더 쉽게 출입할 수 있다는 특징을 갖는다.

[0003] 따라서, 공중부유형 탄소구조물은 높은 민감도와 반응속도를 가지는 센서에 사용되고 있다. 예를 들어, 공중부유형 탄소구조물은 가스 센서, 바이오 센서, IR 센서 등 다양한 센서에 활용되고 있다. IoT 시장의 확대에 고성

능 센서의 중요성이 커지고 있으며 고성능 센서의 제작을 가능하게 하는 공중부유형 탄소구조물 기술의 중요성 역시 증가하고 있다.

- [0004] 기존에 공중부유형 탄소구조물을 제조하는 방법으로는, 탑다운(top-down) 방법 및 바텀업(bottom-up)방법이 존재했다. 탑다운 방법은 일반적으로 큰 구조물이나 기판을 리소그래피(lithography) 후 식각(etching)하는 방법으로, 복잡하고 비싼 가공과정을 거친다는 한계가 있다. 바텀업 방법은 자기조립(Self-assembly)과 같이 개별 분자나 원자들을 적층하거나 결합하여 최종 구조물을 만드는 방식을 말하며, 제어가 어렵고 균일성과 일관성을 확보하는 것이 어렵다는 문제점이 있다. 특히 고온 공정이 제한되는 유연 기판에 탄소 구조물을 집적하는 것은 매우 제한적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명의 실시예들은 상기와 같은 배경에서 발명된 것으로서, 상하로 이격된 복수 개의 유연 기판 사이에서 공중부유 하는 공중부유형 탄소구조물 및 그의 제조방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 하측 기판; 상기 하측 기판보다 상측에 배치되는 하측 집착층; 적어도 일부가 상기 집착층 내측에 배치되는 열분해 탄소 전사 기판부; 및 적어도 일부가 상기 열분해 탄소 전사 기판부의 상하방향 중심부보다 상측 또는 하측에 배치되는 열분해탄소부를 포함하고, 상기 열분해탄소부는, 상기 하측 기판, 상기 집착층 및 상기 열분해 탄소 전사 기판부에 접촉하지 않는 전사 기판 외측 탄소부를 포함하는, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다.
- [0007] 또한, 상기 열분해탄소부는, 적어도 일부가 상기 열분해 탄소 전사 기판부 내측에 배치되는 전사 기판 내측 탄소부를 더 포함하는, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다.
- [0008] 또한, 상기 하측 기판의 두께는 10mm 보다 크고 1000mm 보다 작은, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다
- [0009] 또한, 상기 집착층의 두께는 0.1mm 보다 크고 20mm 보다 작은, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 집착층보다 상측에 배치되는 상측 기판; 및 상기 상측 기판 하측에 배치되는 상측 집착층을 더 포함하며, 상기 상측 기판의 두께는 10mm 보다 크고 1000mm 보다 작은, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다
- [0011] 또한, 상기 하측 기판 및 상기 상측 기판은 유연성이 있는 소재를 포함하는, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다.
- [0012] 또한, 적어도 일부가 상기 열분해 탄소 전사 기판부 및 상기 열분해탄소부의 직하방 영역에 배치되는 기능화물 질부를 더 포함하며, 상기 기능화물질부는 상기 집착층의 내측에 배치되고, 상기 기능화물질부는, 상기 열분해 탄소 전사 기판 및 상기 열분해탄소부에 접촉하는 제1 기능화물질부; 및 상기 하측 집착층 및 상기 제1 기능화물질부 사이에 배치되는 제2 기능화물질부를 포함하는, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 하측 기판 및 상기 상측 기판은 적어도 하나의 공극을 포함하고, 상기 적어도 하나의 공극은 상기 하측 기판 및 상기 상측 기판의 수평방향 중심부에 위치하며, 상기 열분해탄소부는 상기 적어도 하나의 공극의 직상방에 배치된, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 열분해 탄소 전사 기판부 및 상기 열분해탄소부가 상기 집착층보다 상측에 배치되며, 상기 상측 기판 및 상기 상측 집착층이 제공되지 않는, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 열분해 탄소 전사 기판부 및 상기 열분해탄소부가 상기 집착층 상측에 배치되며, 상기 열분해탄소부가 상기 열분해 탄소 전사 기판부의 상하방향 중심부보다 상측에 배치되는, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 열분해 탄소 전사 기판부 및 상기 열분해탄소부가 상기 집착층보다 상측에 배치되며, 상기 열분해탄소부가 상기 열분해 탄소 전사 기판부의 상하방향 중심부보다 상측에 배치되는, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다.
- [0017] 또한, 공중부유형 탄소구조물 제조장치에 의해 수행되는 공중부유형 탄소구조물 제조방법에 있어서, 하측 기판이 제공되는 하측 기판 제공단계; 상기 하측 기판보다 상측에 집착층이 제공되는 집착층 제공단계; 및 상기 집

착층의 내측으로 열분해 탄소 전사 기관부의 적어도 일부 및 열분해탄소부의 적어도 일부가 제공되는 열분해 탄소 전사 기관부 및 열분해탄소부 제공단계를 포함하는, 공중부유형 탄소구조물이 제공될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 열분해 탄소 전사 기관부 및 열분해탄소부 제공단계는, 상기 열분해탄소부가 형성되는 열분해탄소부 형성단계; 및 상기 열분해탄소부 형성단계 이후에 열분해 탄소 전사 기관부가 형성되는 열분해 탄소 전사 기관부 형성단계를 포함하는, 공중부유형 탄소구조물 제조 방법이 제공될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 접착층의 내측에 기능화물질부를 배치하는 기능화물질부 제공단계를 더 포함하며, 상기 기능화물질부 제공단계는 상기 접착층 제공단계 및 상기 열분해 탄소 전사 기관부 및 열분해탄소부 제공단계 이후에 수행되는, 공중부유형 탄소구조물 제조방법이 제공될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 열분해 탄소 전사 기관부 및 열분해탄소부 제공단계 이후에 상기 접착층의 상측으로 상측 기관이 제공되는 상측 기관 제공단계를 더 포함하는, 공중부유형 탄소구조물 제조방법이 제공될 수 있다.

[0021] 또한, 상기 상측 기관 상에 상측 접착층을 배치하는 상측 접착층 제공단계를 더 포함하는, 공중부유형 탄소구조물 제조방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 실시예들은, 유연성이 있는 기관에 공중부유형 탄소 구조물이 집적되어 웨어러블 디바이스로 활용될 수 있으며 극면에 용이하게 부착하여 사용될 수 있다. 또한, 유연성이 있는 복수 개의 기관이 상하로 이격되어 제공되어 공중부유형 탄소구조물에 대한 외력의 영향을 줄일 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유연기관과 유연기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물의 개념도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 공중부유형 탄소구조물 제조방법 순서도이다.

도 3은 도 2의 열분해탄소 형성단계의 그림이다.

도 4는 도 2의 열분해 탄소 전사 기관부 형성단계의 그림이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 공중부유형 구조의 장점을 보여주는 그림이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 탈착 기관 상에 형성된 폴리머 구조물의 SEM 이미지이다.

도 7은 도 6의 A의 확대도이다.

도 8은 도 6의 탈착 기관 상의 폴리머 구조물이 열분해되어 형성된 탄소 구조물의 SEM 이미지이다.

도 9는 도 8의 B의 확대도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라 열분해 되어 형성된 탄소구조물과 열분해 탄소 전사 기관부의 SEM 이미지이다.

도 11은 도 10의 C의 확대도이다.

도 12는 도 10의 탄소구조물과 열분해 탄소 전사 기관부가 탈착 기관으로부터 분리된 모습의 SEM 이미지이다.

도 13은 도 12의 D의 확대도이다.

도 14는 본 발명의 제2 실시예에 따라 제작된 유연기관과 그에 집적된 공중부유형 탄소구조물의 사진이다.

도 15는 본 발명의 제2 실시예에 따른 공중부유형 탄소구조물의 개념도이다.

도 16은 도 2의 기능화물질 제공단계의 그림이다.

도 17은 본 발명의 제3 실시예에 따른 공중부유형 탄소구조물의 개념도이다.

도 18은 본 발명의 제4 실시예에 따른 공중부유형 탄소구조물의 개념도이다.

도 19는 본 발명의 제5 실시예에 따른 공중부유형 탄소구조물의 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하에서는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 구체적인 실시예에 대하여 도면을 참조하여 상세히 설명하도록 한다.
- [0025] 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.
- [0026] 또한, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '지지', '접촉'된다고 언급된 때에는 그 다른 구성요소에 직접적으로 지지, 접촉될 수도 있지만 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0027] 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.
- [0028] 또한, 본 명세서에서 상측, 하측, 측면 등의 표현은 도면에 도시를 기준으로 설명한 것이며 해당 대상의 방향이 변경되면 다르게 표현될 수 있음을 미리 밝혀둔다. 마찬가지로 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되었으며, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다.
- [0029] 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.
- [0030] 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.
- [0031] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유연기관과 그 유연기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)에 대하여 설명한다. 유연기관과 그 기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)은 기관(100), 접착층(200), 열분해 탄소 전사 기관부(300) 및 열분해탄소부(400)를 포함할 수 있다. 유연기관과 그 기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)은 기관(100), 접착층(200), 열분해 탄소 전사 기관부(300) 및 열분해탄소부(400)가 적층된 구조물일 수 있다.
- [0032] 기관(100)은 접착층(200), 열분해 탄소 전사 기관부(300), 열분해탄소부(400) 및 기능화물질부(500)을 지지할 수 있다. 기관(100)은 유연성이 있는 소재를 포함할 수 있다. 기관(100)은 열분해탄소부(400)보다 더 유연할 수 있다. 예를 들어, 기관(100)은 PET, PMMA, PI, 종이 및 천을 포함할 수 있다. 기관(100)은 하측 기관(110) 및 상측 기관(120)을 포함할 수 있다.
- [0033] 하측 기관(110)은 접착층(200)의 하측에 배치될 수 있다. 하측 기관(110)의 두께는 10um(마이크로미터) 보다 크고 1000um 보다 작을 수 있다. 두께는 상하방향으로의 길이를 의미할 수 있다. 하측 기관(110)은 하나 또는 복수 개의 공극을 포함할 수 있으며 적어도 하나의 공극은 하측 기관(110)의 수평방향 중심부에 위치할 수 있다. 하측 기관(110)에 형성되는 공극의 수평방향 길이는 10um 보다 크고 5000um보다 작을 수 있다.
- [0034] 상측 기관(120)은 접착층(200)의 상측으로 배치될 수 있다. 상측 기관(120)의 두께는 10um 보다 크고 1000um 보다 작을 수 있다. 상측 기관(120)은 하나 또는 복수개의 공극을 포함할 수 있으며 적어도 하나의 공극은 상측 기관(120)의 수평방향 중심부에 위치할 수 있다. 상측 기관(120)에 형성되는 공극의 수평방향 길이는 10um 보다 크고 5000um보다 작을 수 있다.
- [0035] 접착층(200)은 하측 기관(110) 및 상측 기관(120), 하측기관(110) 및 열분해 탄소 전사 기관부(300), 상측기관(120) 및 열분해 탄소 전사 기관부(300)을 접착할 수 있다. 접착층(200)은 PDMS, Ecoflex, APTES, GPTMS등을 포함할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 접착층(200)은 하측 기관(110) 상측으로 배치될 수 있다. 접착층(200)은 복수 개로 제공될 수 있다. 접착층(200)은 하나 이상의 공극을 포함할 수 있으며 적어도 하나의 공극은 접착층(200)의 수평방향 중심부에 위치할 수 있다. 접착층(200)에 형성되는 공극의 크기는 10um 보다 크고 5000um보다 작을 수 있다. 접착층(200)은 하측 접착층(210) 및 상측 접착층(220)을 포함할 수 있다. 하측 접착층(210) 및 상측 접착층(220)은 서로 다른 물질을 포함할 수 있다.
- [0036] 하측 접착층(210)은 하측 기관(110) 상측에서 하측 기관(110)과 열분해 탄소 전사 기관부(300) 및 열분해탄소부(400)를 접착할 수 있다. 하측 접착층(210)은 PDMS, Ecoflex, 폴리우레탄(PUA), APTES 및 GPTMS를 포함할 수 있다.

- [0037] 상측 접착층(220)은 상측 기판(120) 하측에서 상측 기판(120)과 열분해 탄소 전사 기판부(300) 및 열분해탄소부(400)를 접착할 수 있다. 상측 접착층(220)은 PDMS, Ecoflex, 폴리우레탄(PUA), APTES 및 GPTMS를 포함할 수 있다.
- [0038] 열분해 탄소 전사 기판부(300)는 빛에 노출되어 경화된 폴리머일 수 있다. 열분해 탄소 전사 기판부(300)의 적어도 일부가 접착층(200)의 내측에 배치될 수 있다. 열분해 탄소 전사 기판부(300)는 적어도 하나의 공극을 포함할 수 있으며, 적어도 하나의 공극이 열분해 탄소 전사 기판부(300)의 수평방향 중심부에 위치할 수 있다. 열분해 탄소 전사 기판부(300)에 형성되는 공극의 크기는 10um보다 크고 5000um보다 작을 수 있다.
- [0039] 열분해탄소부(400)는 기설정된 온도에서 열분해된 폴리머일 수 있다. 기설정된 온도는 500℃ 보다 크고 1200℃ 보다 작을 수 있다. 예를 들어, 기설정된 온도는 600℃일 수 있다. 열분해탄소부(400)는 열분해 탄소 전사 기판부(300)의 상하방향 중심부보다 하측으로 배치될 수 있다. 열분해탄소부(400)의 하면이 열분해 탄소 전사 기판부(300)의 하면과 수평방향으로 나란할 수 있다. 열분해탄소부(400)는 열분해 탄소 전사 기판부(300) 중심부에 형성된 공극의 상측에 배치될 수 있다. 열분해탄소부(400)는 전사 기판 내측 탄소부(410) 및 전사 기판 외측 탄소부(420)를 포함할 수 있다.
- [0040] 전사 기판 내측 탄소부(410)는 열분해 탄소 전사 기판부(300) 내측에 배치될 수 있다. 전사 기판 내측 탄소부(410)는 전사 기판 외측 탄소부(420)의 외측에 배치될 수 있다. 전사 기판 내측 탄소부(410)는 공중부유형 구조가 아닐 수 있다.
- [0041] 전사 기판 외측 탄소부(420)는 측면 및 상면이 하측 기판(110), 접착층(200) 및 열분해 탄소 전사 기판부(300) 중 적어도 하나에 접촉하지 않을 수 있다. 전사 기판 외측 탄소부(420)는 공중부유형 구조일 수 있다. 전사 기판 외측 탄소부(420)는 전사 기판 내측 탄소부(410)의 내측에 배치될 수 있다. 전사 기판 외측 탄소부(420)는 상측 기판(100)의 수평방향 중심부에 배치될 수 있다.
- [0042] 이하에서는 도 2 내지 도 4를 참조하여, 유연기판과 그 기판에 집적된 공중부유형 탄소구조물 제조방법(S1)에 대하여 서술한다. 유연기판과 그 기판에 집적된 공중부유형 탄소구조물 제조방법(S1)은 하측 기판 제공단계(S100), 접착층 제공단계(S200), 열분해 탄소 전사 기판부 및 열분해탄소부 제공단계(S300) 및 상측 기판 제공단계(S500)를 포함할 수 있다.
- [0043] 하측 기판 제공단계(S100)에서는 하측 기판(110)이 제공될 수 있다. 하측 기판 제공단계(S100)에서 제공되는 하측 기판(110)의 두께는 10mm 보다 크고 1000 mm 보다 작을 수 있다. 하측 기판 제공단계(S100)에서 하측 기판(110)에 드릴링, 레이저 조사, 건식 식각 등의 방법으로 적어도 하나 이상의 공극을 형성할 수 있다. 하측 기판(110)에 형성된 공극 중 적어도 하나는 하측 기판(110)의 수평방향 중심부에 위치하며 공극의 수평방향 길이는 10um 보다 크고 5000um보다 작을 수 있다.
- [0044] 접착층 제공단계(S200)에서는 하측 기판(110)의 상측으로 접착층(200)이 제공될 수 있다. 접착층 제공단계(S200)에서 접착층(200)은 스핀 코팅(spin coating), 기상 증착법, 스프레이 코팅(spray coating), 드롭 캐스팅(drop casting) 등의 방법으로 제공될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 접착층 제공단계(S200)에서 접착층(200)에는 드릴링, 레이저 조사, 건식 식각 등의 방법으로 공극이 형성될 수 있다. 접착층 제공단계(S200)는 하측 접착층 제공단계(S210) 및 상측 접착층 제공단계(S220)를 포함할 수 있다. 하측 접착층 제공단계(S200)는 하측 기판 제공단계(S100) 이후에 수행될 수 있으며 상측 접착층 제공단계(S220)는 상측 기판 제공단계(S500) 이후에 수행될 수 있다. 하측 기판 제공단계(S100)에서 하측 기판(110)에 공극을 형성하지 않은 경우, 접착층(200)과 하측 기판(110)에 드릴링, 레이저 조사, 건식 식각 등의 방법으로 공극을 형성하여 제공될 수 있다. 이때 형성되는 공극의 크기는 10um 보다 크고 5000um보다 작을 수 있다.
- [0045] 상측 기판 제공단계(S500)에서 상측 기판(120)에 공극을 형성하지 않은 경우, 접착층(200)과 상측 기판(120)에 드릴링, 레이저 조사, 건식 식각 등의 방법으로 공극을 형성하여 제공될 수 있다. 이때 형성되는 공극의 크기는 10um 보다 크고 5000um보다 작을 수 있다.
- [0046] 열분해 탄소 전사 기판부 및 열분해탄소부 제공단계(S300)에서는 접착층(200)의 내측으로 열분해 탄소 전사 기판부(300) 및 열분해탄소부(400)가 제공될 수 있다. 열분해 탄소 전사 기판부 및 열분해탄소부 제공단계(S300)는 열분해탄소부 형성단계(S310) 및 열분해 탄소 전사 기판부 형성단계(S320)를 포함할 수 있다.
- [0047] 열분해 탄소 전사 기판부 및 열분해탄소부 제공단계(S300)에서 열분해 탄소 전사 기판부(300) 및 열분해탄소부(400)는 탈착 기판 및 희생층 상측에서 형성될 수 있다. 열분해 탄소 전사 기판부 및 열분해탄소부 제공단계

(S300)에서 열분해 탄소 전사 기관부(300) 및 열분해탄소부(400)가 형성되면 희생층이 식각되고 열분해 탄소 전사 기관부(300) 및 열분해탄소부(400)는 탈착 기관으로부터 탈착되어 기관(100) 상층에 배치될 수 있다. 탈착 기관은 고온에서 변형이 적은 소재를 포함할 수 있다. 예를 들어, 탈착 기관은 실리콘, 퀴즈, 사파이어를 포함할 수 있다. 탈착 기관은 결정학적으로 단결정체, 다결정체 또는 비정질체이거나, 결정상과 비정질상이 혼재된 혼합상일 수 있다. 희생층은 고온에서 변형이 적은 소재를 포함할 수 있다. 희생층은 식각될 수 있는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 희생층은 건식 식각, 습식 식각 및 전기 분해에 의해 식각될 수 있는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 희생층은 산화규소, 질화규소 및 크롬과 같은 절연물질, 유전체, 금속 또는 금속 산화물을 포함할 수 있다.

[0048] 열분해탄소부 형성단계(S310)에서는 열분해탄소부(400)가 형성될 수 있다. 열분해탄소부 형성단계(S310)에서는 폴리머가 열분해될 수 있다. 열분해탄소부 형성단계(S310)에서는 폴리머가 열분해되며 부피가 감소할 수 있다. 열분해탄소부 형성단계(S310)는 진공 또는 비활성기체가 존재하는 환경에서 진행될 수 있다. 열분해탄소부 형성단계(S310)에서 사용되는 폴리머는 노광에 의해 패턴이 형성될 수 있는 폴리머일 수 있다. 예를 들어, 열분해탄소부 형성단계(S310)에서 사용되는 폴리머는 Kayaku Advanced Materials사의 KMPR, SU-8 series와 같은 네거티브-타입(negative-type) 감광성 폴리머 혹은 MicroChemicals 사의 AZ series와 같은 포지티브-타입(positive-type) 감광성 폴리머일 수 있다. 열분해탄소부 형성단계(S310)에서는 폴리머가 마스크 얼라이너(mask aligner)를 이용해 노광된 후 열분해될 수 있다.

[0049] 열분해 탄소 전사 기관부 형성단계(S320)에서는 열분해 탄소 전사 기관부(300)가 형성될 수 있다. 열분해 탄소 전사 기관부 형성단계(S320)에서는 열분해탄소부(400) 상층으로 열분해 탄소 전사 기관부(300)가 형성될 수 있다. 열분해 탄소 전사 기관부 형성단계(S320)에서는 폴리머가 마스크 얼라이너를 이용해 노광된 후 현상 및 경화될 수 있다. 열분해 탄소 전사 기관부 형성단계(S320)에서 사용되는 폴리머는 감광성 폴리이미드 또는 SU-8 series일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 열분해 탄소 전사 기관부 형성단계(S320)에서는 경화된 폴리머가 기관에서 분리되기 위해 희생층의 식각이 일어날 수 있다. 예를 들어, 습식 식각이 이루어지는 경우 습식 식각 과정에서 BOE(buffered oxide etch) 용액이 사용될 수 있다.

[0050] 상층 기관 제공단계(S500)에서는 접착층(200)의 상층으로 상층 기관(120)이 제공될 수 있다. 상층 기관 제공단계(S500)는 열분해 탄소 전사 기관부 및 열분해탄소부 제공단계(S300) 이후에 수행될 수 있다. 상층 기관 제공단계(S500)에서는 상층 기관(120)에 드릴링, 레이저 조사, 건식 식각 등의 방법으로 공극을 형성할 수 있다. 상층 기관(120)에 형성되는 공극의 수평방향 길이는 10um 보다 크고 5000um보다 작을 수 있다. 상층 기관 제공단계(S500) 이후에 상층 접착층 제공단계(S220)이 수행될 수 있다.

[0051] 이하에서는 도 5 내지 도 14를 참조하여 상술한 바와 같은 구성을 갖는 유연기관과 그 기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)의 작용 및 효과에 대하여 설명한다.

[0052] 유연기관과 그 기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)은 열분해탄소부(400)가 높은 표면적비(surface-to-volume ratio) 및 높은 종횡비(aspect ratio)를 가질 수 있다. 또한, 공중부유형 탄소구조물(1)은 상층 뿐 아니라 측부 및 하측도 주변 물질에 노출되어 주변 물질과의 접촉이 용이해질 수 있다. 또한, 기관(100)으로부터 오는 열전도, 진동과 같은 물리적 영향이 감소할 수 있다.

[0053] 유연기관과 그 기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)의 상하방향 중심부에서 소정 거리 이내에 열분해탄소부(400)가 배치될 수 있다. 열분해탄소부(400)의 하측으로 하측 기관(110)이, 열분해탄소부(400)의 상측으로 상측 기관(120)이 배치되어 있으며 열분해탄소부(400)이 전체 기관(100)의 중립 축(neutral axis)에 가깝게 위치하게 하여, 기관의 굽힘에도 열분해탄소부(400)의 변형을 억제할 수 있다. 하측 기관(110) 및 상측 기관(120)은 유연성이 있는 소재를 포함하여 열분해탄소부(400)의 변형을 억제할 수 있다. 나노~마이크로미터 사이즈의 열분해탄소부(400)는 잘 부서지기 때문에 (brittle), 상측 기관(120)이 존재하지 않는 경우 하측 기관(110)의 휨에 의하여 열분해탄소부(400)의 변형(strain)이 일어날 수 있다. 또한, 변형의 정도가 강해지면 파손될 수 있다. 하지만 열분해탄소부(400)를 상측 기관(120) 및 하측 기관(110)의 사이에 배치하여 열분해탄소부(400)가 공중부유형 탄소구조물(1)의 중립 축(neutral axis)에 가깝게 위치하게 하면 기관(100)이 휘더라도 이에 따른 변형이 미미할 수 있게 된다. 중립 축은 기관(100)의 하단면 및 상단면의 중심부를 통과하며 연장되는 가상의 선일 수 있다.

[0054] 한편, 이러한 구성 이외에도, 본 발명의 제2 실시예에 따른 유연기관과 그 기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)이 제공될 수 있다. 이하, 도 15 내지 도 16을 참조하여 본 발명의 제2 실시예를 설명한다. 제2 실시예를 설명함에 있어서, 상술한 실시예와 비교하였을 때의 차이점을 위주로 설명하며 동일한 설명은 상술한 실시예를

원용한다.

- [0055] 도 15를 참조하면, 기능화물질부(500)는 열분해탄소부(400)를 기능화할 수 있다. 예를 들어, (500)는 다양한 금속류(Au, Cu, Ni, Pd, etc.) 및 MXene, CNT 와 같은 탄소 기반 물질, 또는 다양한 나노물질일 수 있다. 기능화물질부(500)는 접착층(200)의 내측에 배치될 수 있다. 유연기관과 그 유연기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)은 기관(100), 접착층(200), 열분해 탄소 전사 기관부(300), 열분해탄소부(400) 및 기능화물질부(500)가 적층된 구조일 수 있다. 기능화물질부(500)는 제1 기능화물질부(510) 및 제2 기능화물질부(520)를 포함할 수 있다. 제1 기능화물질부(510)는 열분해 탄소 전사 기관부(300) 및 열분해탄소부(400) 하측에 배치될 수 있다. 제2 기능화물질부(520)는 하측 접착층(210) 상단에 배치될 수 있다.
- [0056] 도 16을 참조하면, 기능화물질부 제공단계(S400)에서는 접착층(200)의 내측에 기능화물질부(500)를 배치할 수 있다. 기능화물질부 제공단계(S400)에서는 드롭캐스팅(drop casting), 스프레이 코팅(spray coating), e-beam 발산(e-beam evaporation) 및 스퍼터(sputter)와 같은 방식이 사용될 수 있지만 이에 한정되는 것은 아니다. 기능화물질부 제공단계(S400)에서 제1 기능화물질부(510)는 열분해 탄소 전사 기관부(300) 및 열분해탄소부(400) 하측에 배치될 수 있으며, 제2 기능화물질부(520)는 하측 접착층(210) 상단에 배치될 수 있다. 기능화물질부 제공단계(S400)는 열분해 탄소 전사 기관부 및 열분해탄소부 제공단계(S300) 이후에 수행될 수 있지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니고 열분해 탄소 전사 기관부 및 열분해탄소부 제공단계(S300) 진행중에 수행될 수도 있다. 제1 기능화물질부(510) 및 제2 기능화물질부(520)는 서로 같은 물질일 수도 있으며, 서로 상이한 물질일 수도 있다.
- [0057] 이하에서는 상술한 바와 같은 구성을 갖는 유연기관과 그 유연기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)의 작용 및 효과에 대하여 설명한다.
- [0058] 기능화물질부(500)에 의해 공중부유형 유연기관과 그 유연기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)은 목적에 따라 다양한 기능을 수행할 수 있다. 예를 들어, 제1 기능화물질부(510)는 외부 가스의 농도에 따라 전도도가 변화되는 물질을 배치하여 전체 기능화물질부(500)의 저항을 측정함으로써 유연기관과 그 유연기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물이 가스의 농도를 측정하는 센서로 활용 할 수 있다. 또한, 기능화물질부(500)는 상측 기관(120)과 하측 기관(110) 사이 중립 축(Neutral axis)에 가깝게 배치되어 기관의 굽힘에도 안정적으로 구조가 유지될 수 있다.
- [0059] 한편, 이러한 구성 이외에도, 본 발명의 제3 실시예에 따른 유연기관 과 그 유연기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)이 제공될 수 있다. 이하, 도 17을 참조하여 본 발명의 제3 실시예를 설명한다. 제3 실시예를 설명함에 있어서, 상술한 실시예와 비교하였을 때의 차이점을 위주로 설명하며 동일한 설명은 상술한 실시예를 원용한다.
- [0060] 도 17을 참조하면 열분해 탄소 전사 기관부(300) 및 열분해탄소부(400)가 접착층(200) 상측으로 배치될 수 있다. 예를 들어, 열분해 탄소 전사 기관부(300)의 일부가 접착층(200)의 직상방영역에 배치될 수 있다. 제1 실시예와는 다르게, 상측 기관(120)은 제공되지 않을 수 있다.
- [0061] 한편, 이러한 구성 이외에도, 본 발명의 제4 실시예에 따른 유연기관 과 그 유연기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)이 제공될 수 있다. 이하, 도 18을 참조하여 본 발명의 제4 실시예를 설명한다. 제4 실시예를 설명함에 있어서, 상술한 실시예와 비교하였을 때의 차이점을 위주로 설명하며 동일한 설명은 상술한 실시예를 원용한다.
- [0062] 열분해 탄소 전사 기관부(300) 및 열분해탄소부(400)가 접착층(200) 상측으로 배치될 수 있다. 열분해탄소부(400)가 열분해 탄소 전사 기관부(300)의 상하방향 중심부보다 상측으로 배치될 수 있으며 열분해탄소부(400)의 상면이 열분해 탄소 전사 기관부(300)의 상면과 수평방향으로 나란할 수 있다. 제1 실시예와는 다르게, 상측 기관(120)은 제공되지 않을 수 있다.
- [0063] 한편, 이러한 구성 이외에도, 본 발명의 제5 실시예에 따른 유연기관 과 그 유연기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물(1)이 제공될 수 있다. 이하, 도 19를 참조하여 본 발명의 제5 실시예를 설명한다. 제5 실시예를 설명함에 있어서, 상술한 실시예와 비교하였을 때의 차이점을 위주로 설명하며 동일한 설명은 상술한 실시예를 원용한다.
- [0064] 도 19를 참조하면 열분해 탄소 전사 기관부(300) 및 열분해탄소부(400)가 접착층(200) 상측으로 배치되며, 열분해탄소부(400)가 열분해 탄소 전사 기관부(300)의 상하방향 중심부보다 상측으로 배치될 수 있다. 열분해탄소부(400)의 상면이 열분해 탄소 전사 기관부(300)의 상면과 수평방향으로 나란할 수 있다. 제1 실시예와는 다르게,

상측 기관(120)은 제공되지 않을 수 있다. 앞선 실시예들과 다르게, 하측 기관(110)에는 공극이 제공되지 않을 수 있다.

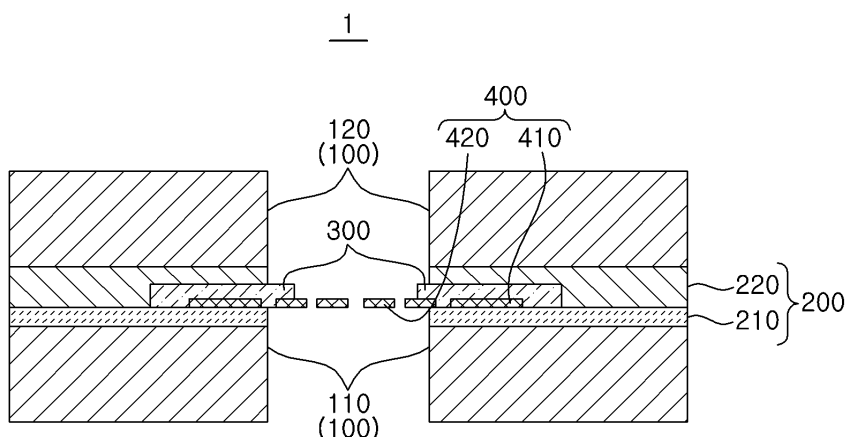
[0065] 이상 본 발명의 실시예들을 구체적인 실시 형태로서 설명하였으나, 이는 예시에 불과한 것으로서, 본 발명은 이에 한정되지 않는 것이며, 본 명세서에 개시된 기술적 사상에 따르는 최광의 범위를 갖는 것으로 해석되어야 한다. 당업자는 개시된 실시형태들을 조합/치환하여 적시되지 않은 형상의 패턴을 실시할 수 있으나, 이 역시 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 것이다. 이외에도 당업자는 본 명세서에 기초하여 개시된 실시형태를 용이하게 변경 또는 변형할 수 있으며, 이러한 변경 또는 변형도 본 발명의 권리범위에 속함은 명백하다.

부호의 설명

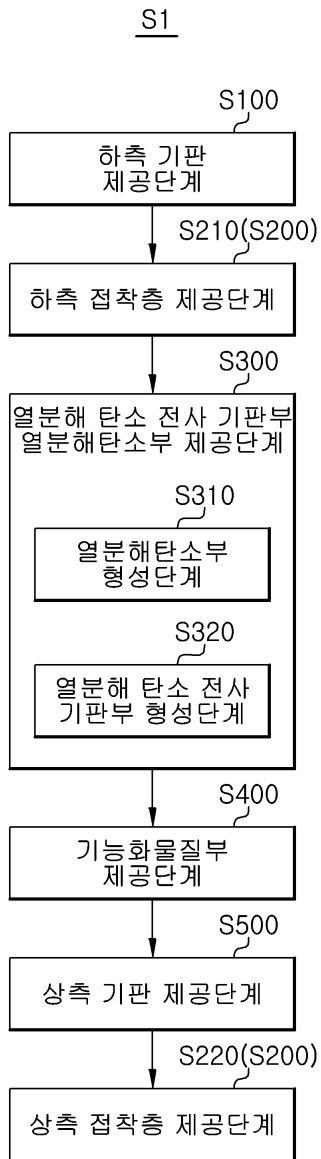
[0066] 1: 유연기관과 그 유연기관에 집적된 공중부유형 탄소구조물
100: 기관
110: 하측 기관 120: 상측 기관
200: 접착층
210: 하측 접착층 220: 상측 접착층
300: 열분해 탄소 전사 기관부
400: 열분해탄소부 410: 전사 기관 내측 탄소부
420: 전사 기관 외측 탄소부
500: 기능화물질부
510: 제1 기능화물질부
520: 제2 기능화물질부
S1: 공중부유형 탄소구조물 제조방법 S100: 하측 기관 제공단계
S200: 접착층 제공단계
S300: 열분해 탄소 전사 기관부 및 열분해탄소부 제공단계
S310: 열분해탄소부 형성단계
S320: 열분해 탄소 전사 기관부 형성단계
S400: 기능화물질부 제공단계 S500: 상측 기관 제공단계

도면

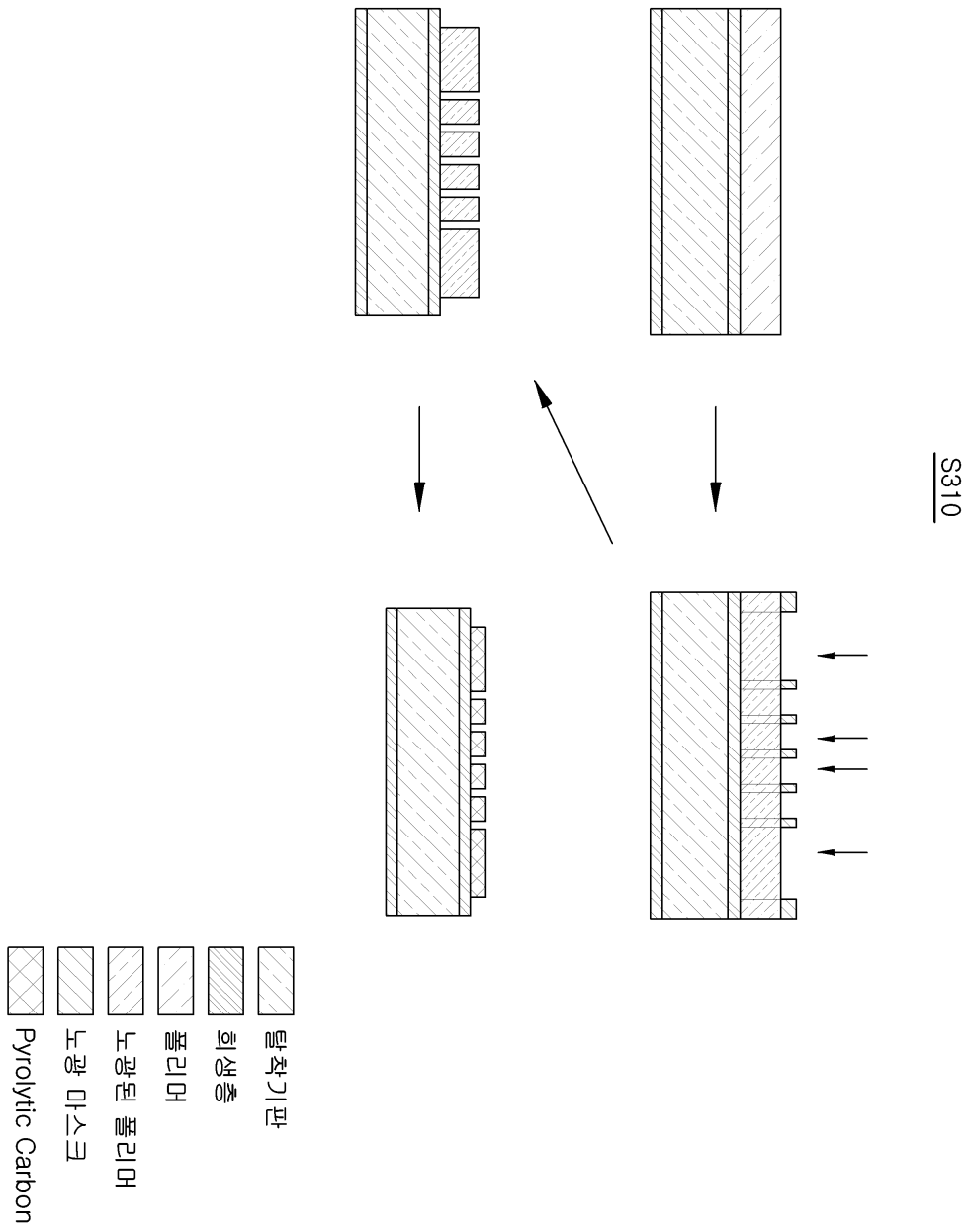
도면1



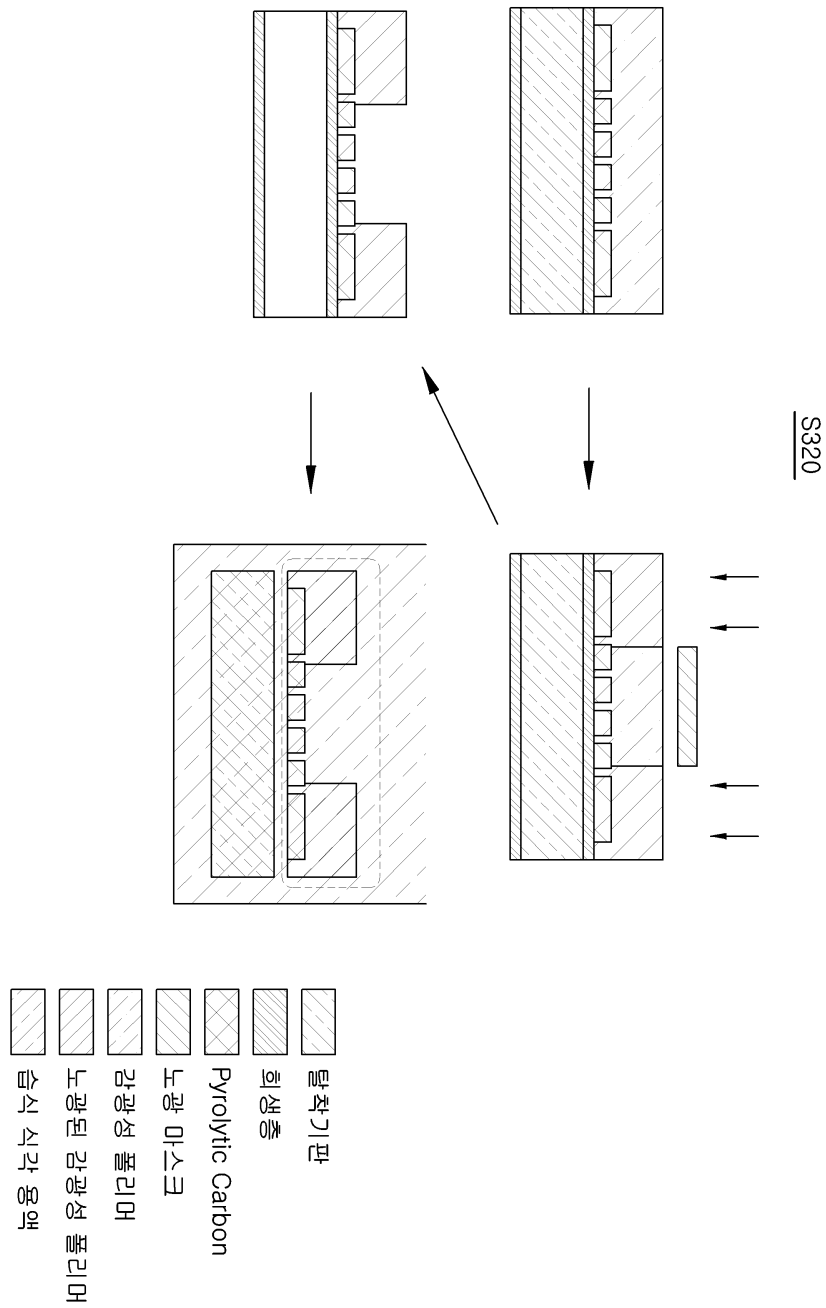
도면2



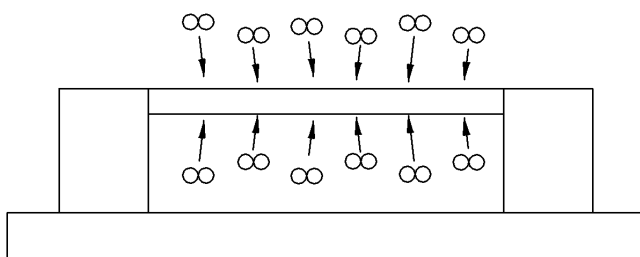
도면3



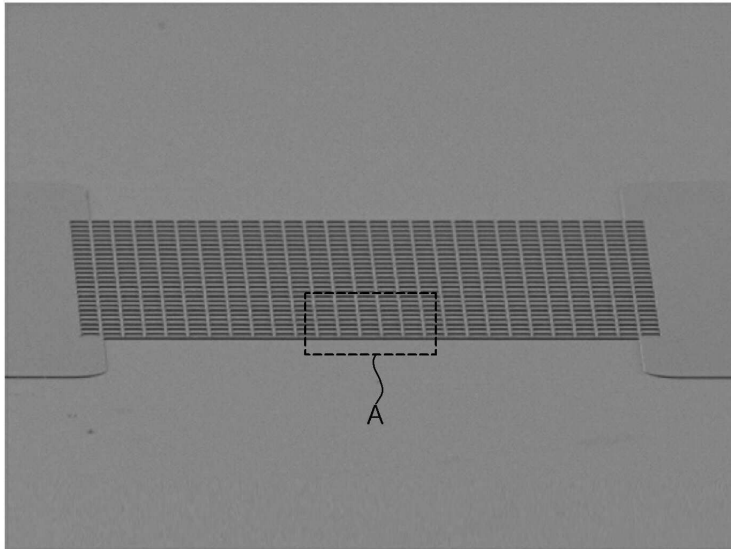
도면4



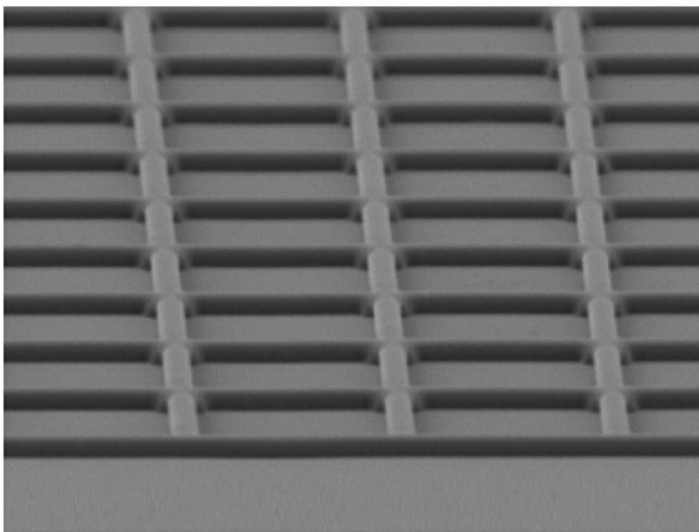
도면5



도면6

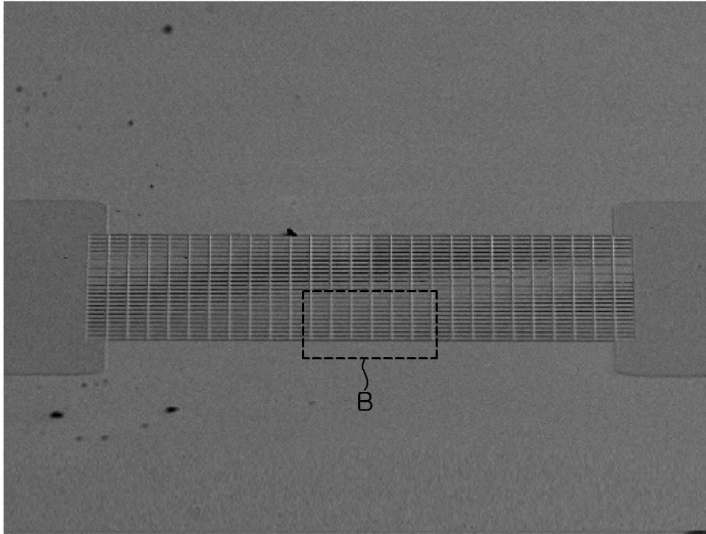


도면7

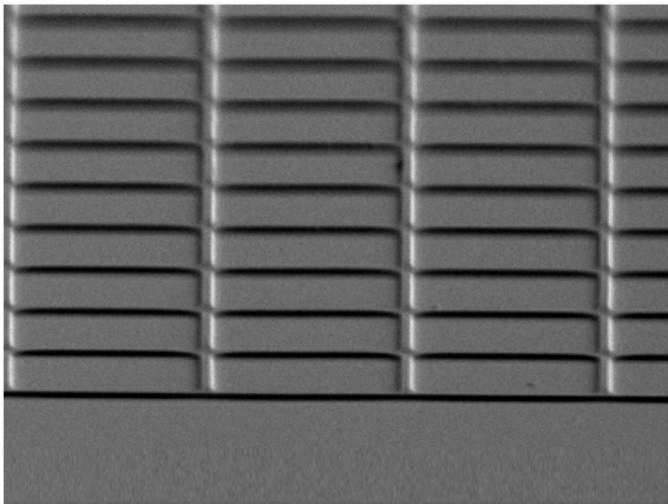


"A"

도면8

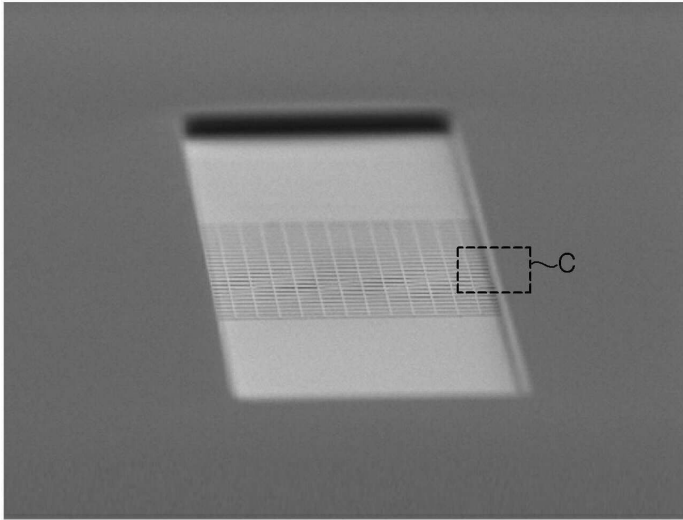


도면9

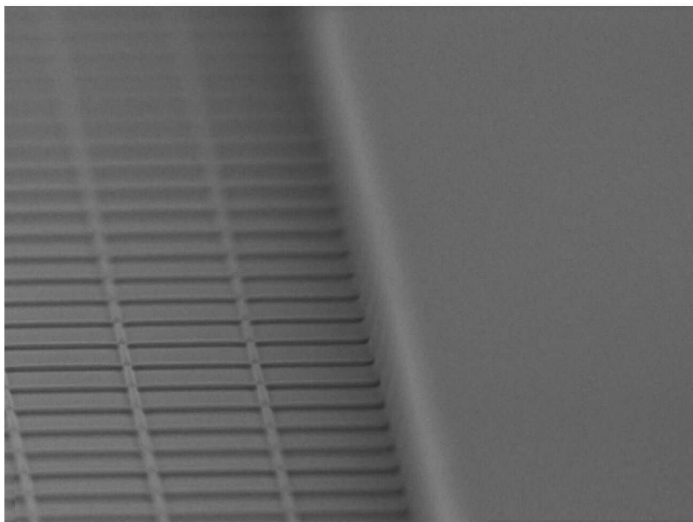


"B"

도면10

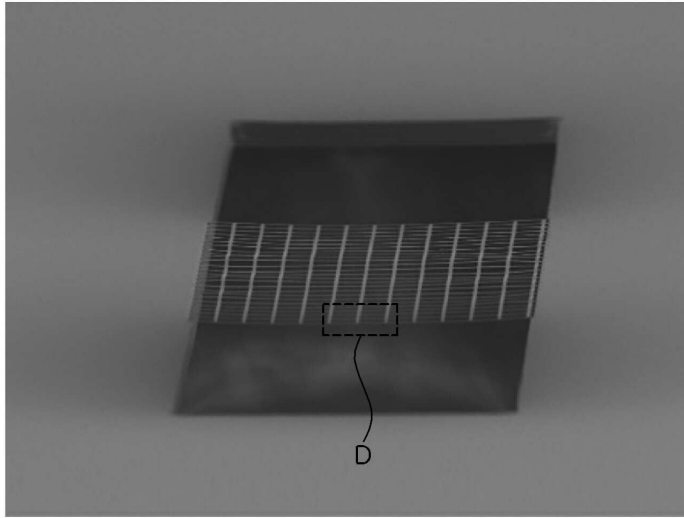


도면11

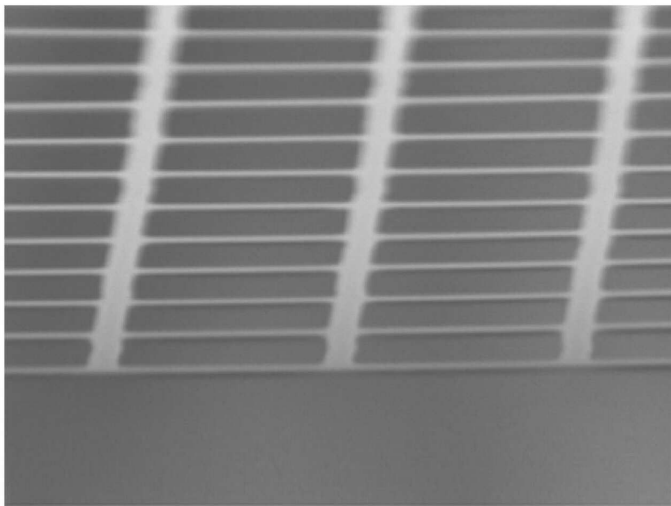


"C"

도면12

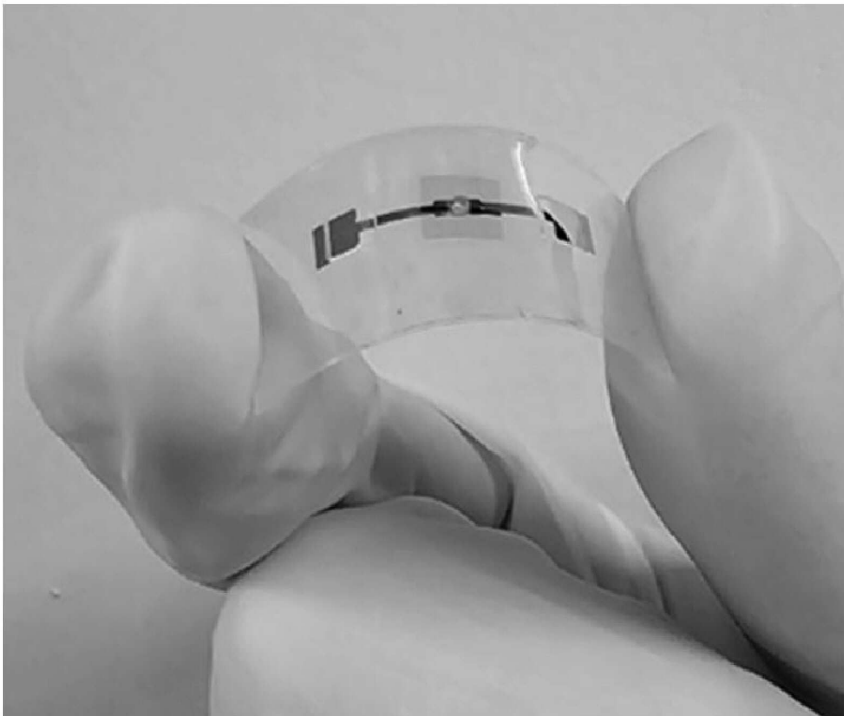


도면13

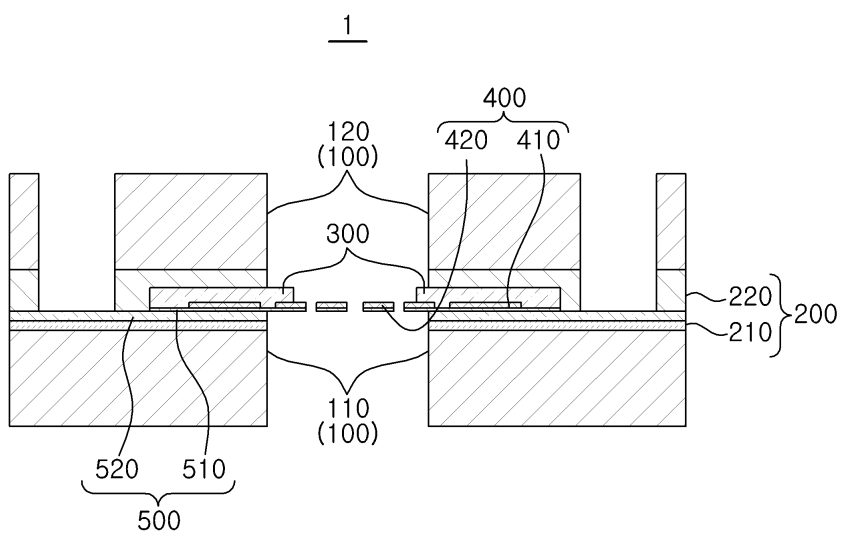


"D"

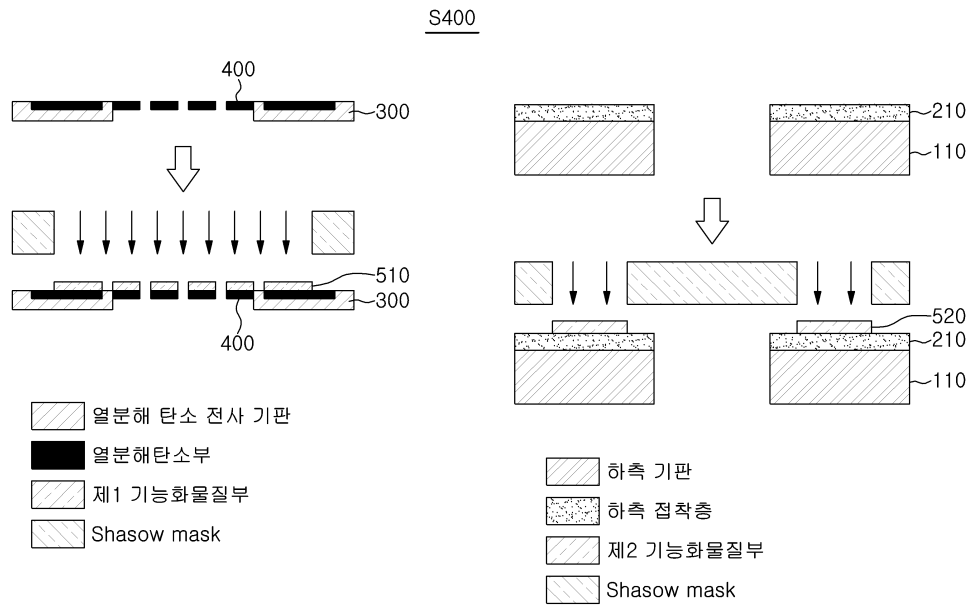
도면14



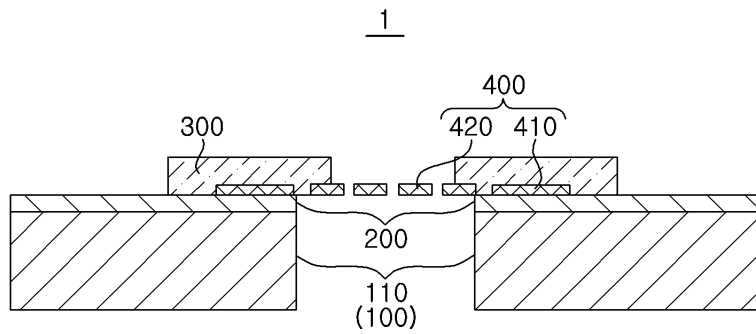
도면15



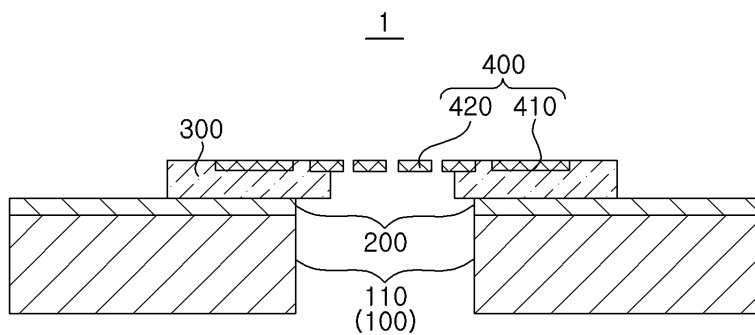
도면16



도면17



도면18



도면19

