



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0077813
(43) 공개일자 2016년07월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B81C 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0188174

(22) 출원일자 2014년12월24일

심사청구일자 2014년12월24일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

한창수

서울특별시 노원구 중계로 184 중계라이프아파트 107동 1202호

(74) 대리인

이동건

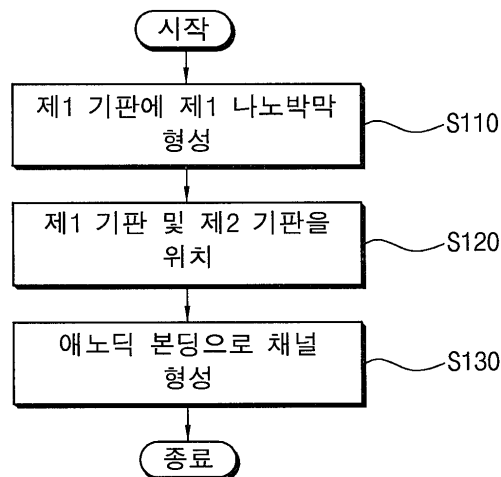
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 나노 채널 구조물의 제조 방법

(57) 요약

나노 채널 구조물의 제조 방법에 있어서, 리세스가 형성된 제1 기판의 일면에 제1 나노 박막을 컨포멀하게 형성하고, 상기 제1 나노 박막과 마주보도록 제2 나노 박막이 형성된 제2 기판을 위치시킨다. 이후, 상기 제1 나노 박막 및 상기 제2 나노 박막을 애노딕 본딩 공정을 통하여 상호 부착시켜 상기 리세스에 의해 정의되는 채널을 형성한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

리세스가 형성된 제1 기관의 일면에 제1 나노 박막을 컨포멀하게 형성하는 단계;

상기 제1 나노 박막과 마주보도록 제2 나노 박막이 형성된 제2 기관을 위치시키는 단계 ;및

상기 제1 나노 박막 및 상기 제2 나노 박막을 애노딕 본딩 공정을 통하여 상호 부착시켜 상기 리세스에 의해 정의되는 채널을 형성하는 단계를 포함하는 나노 채널 구조물의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 상기 제2 나노 박막은 전사 공정을 통하여 상기 제1 기관 및 제2 기관에 각각 형성되는 것을 특징으로 하는 나노 채널 구조물의 제조 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 상기 제2 나노 박막을 상기 제1 기관 및 제2 기관 각각에 전사하는 단계는 정전기력 또는 표면 장력을 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 나노 채널 구조물의 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 제2 나노 박막 각각은 그래핀, 그래핀 옥사이드, 환원된 그래핀 옥사이드 및 그라파이트를 포함하는 탄소층상구조물 중에서 선택된 적어도 하나를 이용하여 형성된 것을 특징으로 하는 나노 분리막 구조물의 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 제2 나노 박막 각각에는 하이드록실기, 아민기 및 수산화기가 이루는 기능기 군에서 선택된 적어도 하나의 기능기를 부착하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 채널 구조물의 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 제2 나노 박막 각각은 MoSx, WSx, h-BN과 같은 이차원형태의 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 나노 채널 구조물의 제조 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 제2 나노 박막 각각에 플라즈마 또는 자외선을 이용하여 표면처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 채널 구조물의 제조 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 제2 나노 박막을 형성하기 전, 상기 제1 및 제2 기관 각각에 절연층을 도포하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 나노 채널 구조물의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 나노 채널 구조물의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기체 또는 액체와 같은 유체 중의 입자를 필터링하거나 유체를 빠르게 이송할 수 있는 나노 채널 구조물의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 기존의 마이크로 크기의 채널과 비교할 때 나노 크기의 채널이 형성된 나노 채널 구조물은 한쪽 사인의 전하만이 통과할 수 있게 되어 이온의 흐름을 제어하거나 높은 유동 발전을 얻을 수 있는 장점이 있다. 이는 전기적 이중층(Electrical double layer)이 중첩되는 현상 때문인 것으로 알려져 있다.

[0003] 나아가 나노채널의 표면이 탄소나노튜브와 같이 소수성을 가진 물질로 되어 있고, 매우 고른(smooth)한 표면을 가지고 있는 경우에는 상대적으로 빠른 유동이 가능하므로, 상기 나노 채널 구조물은 매우 높은 투수율을 갖는 분리막에 적용될 수 있다.

[0004] 또한 이론적으로는 이러한 나노 크기의 물질 및 특정 분자 또는 이온 사이에 물리화학적 역학관계 때문에 비정상적으로 유동이 빨라지거나 느려질 수 있는 가능성이 있다. 한편, 상기 이온의 크기가 나노 채널의 크기보다 적음에도 불구하고 해수에서 Na^+ , Cl^- 이온만 통과시키지 않도록 하여 물만 통과시키는 해수 담수화 분리막으로 적용될 가능성도 있다.

[0005] 하지만, 나노 크기의 채널을 갖는 나노 채널 구조물의 제조 방법이 복잡하므로 그 제조가 어려운 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 목적은 상대적으로 간단한 공정을 통하여 2차원 평면 구조의 나노 물질로 내부의 벽벽이 코팅된 나노 채널 구조물을 제조할 수 있는 나노 채널 구조물의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 실시예들에 따른 나노 채널 구조물의 제조 방법에 있어서, 리세스가 형성된 제1 기관의 일면에 제1 나노 박막을 컨포멀하게 형성하고, 상기 제1 나노 박막과 마주보도록 제2 나노 박막이 형성된 제2 기관을 위치시킨다. 이후, 상기 제1 나노 박막 및 상기 제2 나노 박막을 애노딕 본딩 공정을 통하여 상호 부착시켜 상기 리세스에 의해 정의되는 채널을 형성한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 상기 제2 나노 박막은 전사 공정을 통하여 상기 제1 기관 및 제2 기관에 각각 형성될 수 있다.

[0009] 여기서, 상기 제1 나노 박막 및 상기 제2 나노 박막을 상기 제1 기관 및 제2 기관 각각에 전사하는 공정은 정전 기력 또는 표면 장력을 이용하여 수행될 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 제2 나노 박막 각각은 그래핀, 그래핀 옥사이드, 환원된 그래핀 옥사이드 및 그래파이트를 포함하는 탄소층상구조물 중에서 선택된 적어도 하나를 이용하여 형성될 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 제2 나노 박막 각각에는 하이드록실기, 아민기 및 수산 화기가 이루는 기능기 군에서 선택된 적어도 하나의 기능기가 부착될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 제2 나노 박막 각각은 MoSx , WSx , h-BN 과 같은 이차원 형태의 물질로 이루어질 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 제2 나노 박막 각각에 플라즈마 또는 자외선을 이용하여 표면처리하는 공정이 추가적으로 수행될 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 나노 박막 및 제2 나노 박막을 형성하기 전, 상기 제1 및 제2 기관 각각에 절연층을 도포할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예들에 따른 나노 채널 구조물의 제조 방법에 따르면, 애노딕 본딩 공정을 통하여 제1 및 제2 나노 박막들을 상호 접합할 수 있다. 따라서, 상기 제1 나노 박막 또는 제2 나노 박막을 증착하기 위한 별도의 시드층으로서 기능하는 금속층이 생략될 수 있다. 즉, 상기 금속층이 구비될 필요없이 전사 공정을 통하여 상기 제1 및 제2 나노 박막이 적층되며 상기 제1 및 제2 나노 박막들은 애노딕 본딩 공정을 통하여 상호 접합될 수 있다.

[0016] 나아가 상기 제1 및 제2 박막들 사이에 형성된 채널을 통하여 유체의 유동 속도를 향상시키거나 특정 이온의 투

과를 선택적으로 제어하는 데 매우 효과적이다. 따라서 이를 이용하면

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 나노 채널 구조물의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 2a 내지 도 2e는 도1의 제1 나노 박막을 형성하는 공정의 일 예를 설명하기 위한 단면도들이다.
- 도 3은 도 1의 나노 채널 구조물의 제조 방법에 따라 제조된 나노 채널 구조물의 단면도이다.
- 도 4a 내지 도 4d는 도1의 제1 나노 박막을 형성하는 공정의 다른 예를 설명하기 위한 단면도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.
- [0019] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0020] 본 출원에서 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 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0021] 여기서, 층간 거리는 채널에 해당하며 단일층의 두께를 포함하지 않은 그 사이의 간격으로 정의된다. 하지만, 정확한 측정이 어려운 원자 두께의 층상구조 소재의 경우에는 일부 단일층의 두께가 층간간격에 포함될 수도 있다.
- [0022] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0023] **나노 채널 구조물의 제조 방법**
- [0024] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 나노 채널 구조물의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 도 2a 내지 도 2e는 도1의 제1 나노 박막을 형성하는 공정의 일 예를 설명하기 위한 단면도들이다. 도 3은 도 1의 나노 채널 구조물의 제조 방법에 따라 제조된 나노 채널 구조물의 단면도이다.
- [0025] 도 1 및 도 2a 내지 도 2e를 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 나노 채널 구조물의 제조 방법에 있어서, 리세스(104)가 형성된 제1 기판의 일면에 제1 나노 박막을 컨포멀하게 형성한다.(S110)
- [0026] 상기 리세스가 형성된 제1 기판을 준비하는 공정은 도 2a 내지 도 2e를 참고로 상세하게 설명하기로 한다.
- [0027] 먼저 실리콘(Si) 기판(100) 위에 실리콘 산화막(103a)을 형성한다. 상기 실리콘 산화막(103a)은 열산화(thermal oxidation) 공정을 통하여 형성될 수 있다. 상기 실리콘 산화막(103a)은 300nm의 두께로 균일하게 증착 될 수 있다. 이후, 상기 실리콘 산화막(103a) 상에 포토레지스트막(105a)을 형성한다. 상기 포토레지스트막(105a)은 스핀 코팅 공정을 통하여 상기 실리콘 산화막(103a) 상에 형성될 수 있다. 이후, 전자빔(E-beam) 공정, 나노 임프린트(nanoimprint) 공정, 또는 포토리소그래피(photolithography) 등과 같은 리소그래피(lithography) 공정을 통하여 상기 열산화막(103a) 상에 포토레지스트 패턴(105)을 형성하다. 이로써 상기 리세스가 형성되는 영역

에 대응되는 상기 실리콘 산화막(103a)의 일부가 노출된다.

- [0028] 상기 포토레지스트 패턴(105)을 마스크로 이용하여 반응성 이온 식각(RIE) 공정을 통하여 상기 실리콘 산화막(103a)을 패터닝하여 리세스(104)가 형성된 실리콘 산화막 패턴(103)을 형성한다. 이때 상기 리세스(104)는 나노 스케일을 가질 수 있다. 즉, 상기 리세스(104)는 100 nm 이하의 폭을 가질 수 있다.
- [0029] 이어서, 상기 포토레지스트 패턴(105)을 상기 실리콘 산화막 패턴(103)으로부터 제거한다. 이로써 리세스(105)가 형성된 제1 기판(101)이 형성된다.
- [0030] 이후, 상기 리세스(105)가 형성된 제1 기판(101)의 일면에 제1 나노 박막(110)을 컨포멀하게 형성한다. 상기 제1 나노 박막(110)은 예를 들면 구리 포일(미도시)에 적층된 제1 나노 박막(110)이 상기 제1 기판(101)에 전사될 수 있다. 상기 구리 포일에 제1 나노 박막을 형성하는 공정은 화학적 기상 증착(CVD) 공정을 통하여 형성될 수 있다.
- [0031] 상기 제1 나노 박막(110)은 정전기력 또는 표면 장력을 이용하여 상기 제1 기판(101)에 컨포멀하게 형성될 수 있다.
- [0032] 이후, 상기 제1 나노 박막과 마주보도록 제2 나노 박막이 형성된 제2 기판을 위치시킨다. 상기 제2 기판에 상기 제2 나노 박막을 형성하기 위하여, 구리 포일(미도시)에 적층된 제2 나노 박막(120)이 상기 제2 기판(103)에 전사될 수 있다.
- [0033] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 상기 제1 나노 박막 및 상기 제2 나노 박막을 애노딕 본딩 공정을 통하여 상호 부착시켜 상기 리세스에 의해 정의되는 채널이 형성된다.
- [0034] 상기 애노딕 본딩(anodic bonding) 접착에 따르면, 채널이 없는 부분으로 제1 및 제2 나노 박막이 상호 콘택하는 부분에서는 매우 강한 공유결합이 일어나게 되어 물리적으로 강한 접착이 일어난다. 나아가, 채널이 형성된 부분은 물리화학적으로 성질이 변하지 않은 상태에서 상기 애노딕 본딩 공정에서 발생하는 전기장 등에 의해 제1 기판의 리세스 부분에 상기 제1 나노 박막이 컨포멀하게 코팅될 수 있다. 이로써, 제1 나노 박막 및 제1 기판 사이로 물분자와 같은 유체가 침투하지 않게 된다. 이와 같은 방법으로 외부로부터 완전히 고립된 형태의 2차원 물질로 내부가 코팅된 나노채널을 만들 수 있다.
- [0035] 한편, 상기 제1 및 제2 나노 박막은 그래핀, 그래파이트, 그래핀 옥사이드, 환원된 그래핀 옥사이드(reduced graphene oxide)등을 들 수 있다. 이와 다르게, 상기 2차원 평면 구조를 이루는 단일층은 헥사고날 보론 나이트라이드(h-BN), 이황화몰리브덴(MoS_2), 이황화텅스텐(WS_2) 등을 들 수 있다.
- [0036] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 및 제2 나노 박막의 표면이나 끝단에 카복실기(carboxyl groups), 하이드록실기(hydroxyl groups), 아민기(amine groups), 에폭시(epoxy)기 또는 수산화기(hydroxide groups)와 같은 기능기를 부착할 수 있다. 이로써 상기 제1 및 제2 나노 박막들은 친수성 또는 소수성을 가질 수 있음으로써, 상기 유체에 대한 선택도를 증대시킬 수 있다. 이외에도 다양한 케미컬(chemicals)을 표면에 코팅하여 특정 전하를 띤 이온들의 투과를 억제하는데 활용할 수 있다.
- [0037] 도 4a 내지 도 4d는 도1의 제1 나노 박막을 형성하는 공정의 다른 예를 설명하기 위한 단면도들이다.
- [0038] 도 4a 내지 도 4d를 참조하면, 유리 기판 위에 Soft한 재료의 포토레지스트층을 형성한다. 이후, 2차원평면 물질로 이루어진 제1 나노 박막을 형성한다. 이후, 나노 크기의 채널형상을 만들 수 있는 몰드(mold)를 준비한 후 기계적인 압력에 의해 리세스가 형성된 포토레지스트 패턴을 형성한다. 이후, 상기 몰드를 제거한 후 상기 포토레지스트 패턴을 경화시킨다. 이로써 상기 유리 기판 및 경화된 포토레지스트 패턴을 포함한 제1 기판이 형성된다. 이 때 제1 기판에는 리세스가 형성되며, 상기 리세스는 채널에 대응될 수 있다.

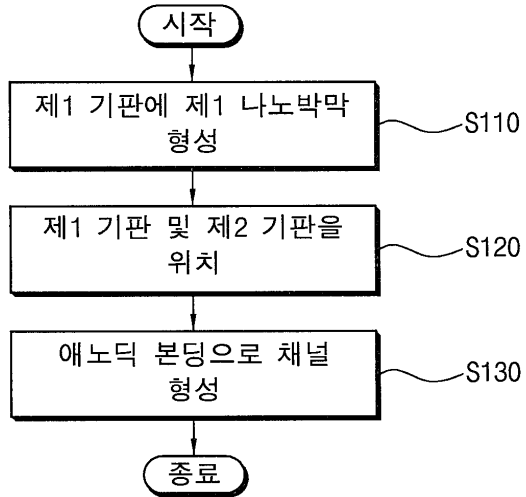
산업상 이용가능성

- [0039] 상술한 나노 채널 구조물 의 제조 방법에 관한 기술은 수질 정화용 필터, 선택적 이온 투과성 필터, 해수 담수화 필터와 같은 액체 필터링 장치에 적용될 수 있다. 나아가, 이산화탄소, 산소, 수소 등과 같은 기체를 필터링하는 기체 필터링 장치 등에도 본 기술은 적용될 수 있다. 나아가, 유동 발전기, 인공신장, DNA screening 등 다양한 분야에 적용 가능하다.
- [0040] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특

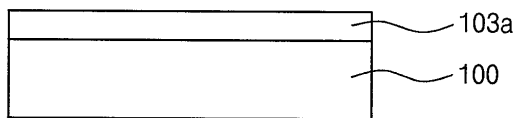
하 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

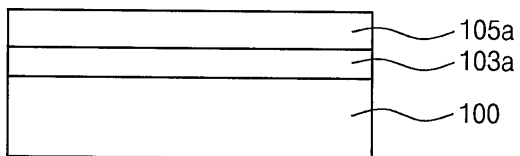
도면1



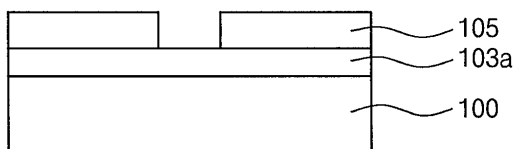
도면2a



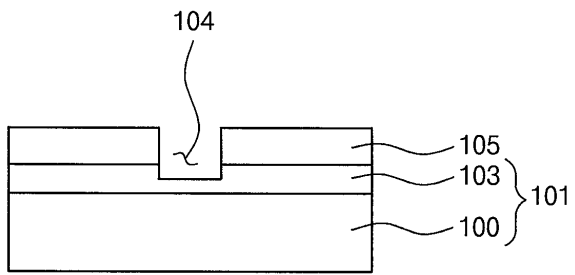
도면2b



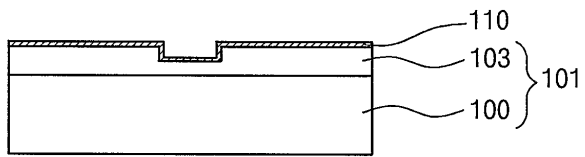
도면2c



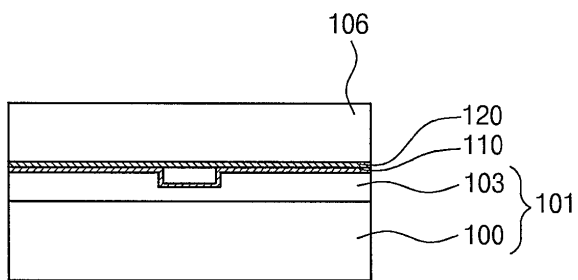
도면2d



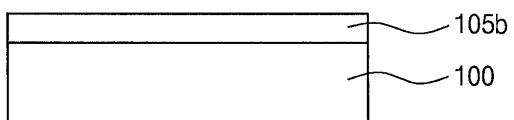
도면2e



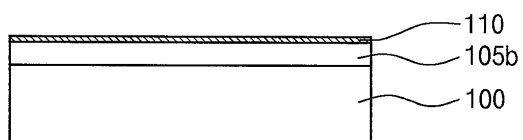
도면3



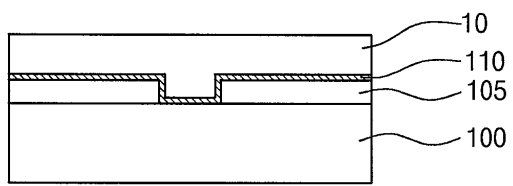
도면4a



도면4b



도면4c



도면4d

