(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0069107
(43) 공개일자 2012년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/28 (2006.01) *H01L 29/786* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0130511
(22) 출원일자 2010년12월20일
심사청구일자 2010년12월20일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
김규태
경기도 광명시 가림일로 79, 102동 1906호 (철산동, 도덕파크타운)
전대영
서울특별시 성북구 화랑로15가길 32, 302호 (상월곡동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인주원

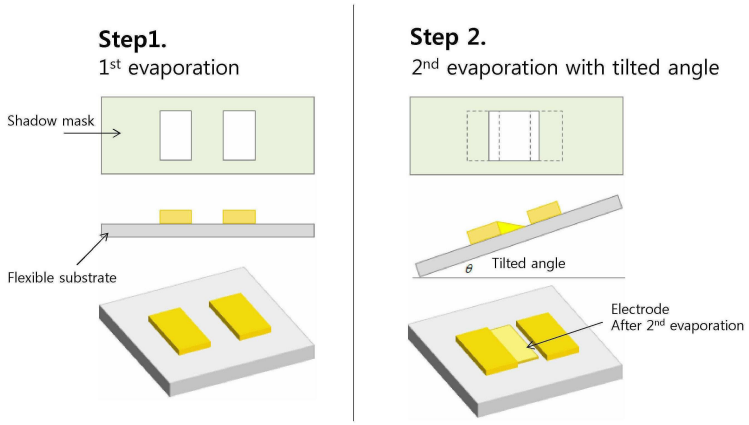
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **플렉서블 기판상의 미세 전극 간격 형성 방법**

(57) 요 약

플렉서블 기판상의 미세 전극 간격 형성 방법은, 플렉서블 기판상의 미리 설정된 복수의 영역에 전극층을 형성하는 단계, 및 그림자 효과(shdow effect)를 이용하여 형성된 전극층들 사이의 미리 설정된 영역에 전극층들 중 일부와 연결된 연장 전극층을 증착하여 형성하는 단계를 포함한다. 그림자 효과를 이용하여 이미 형성된 전극의 일측에 연장된 전극을 추가로 형성함으로써, 공정단계가 간단하고 공정비용이 적게 들어 대량 생산이 가능하면서도, 아세톤 등을 이용한 화학 공정이 필요 없어 플렉서블 기판에도 적용 가능하게 된다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

박소정

서울특별시 성북구 화랑로15가길 32, 302호 (상월곡동)

김윤정

서울특별시 동대문구 안암로18길 8, 201호 (제기동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	R322009000100820
부처명	한국과학재단
연구사업명	세계적수준의연구중심대학육성사업
연구과제명	플렉서블 나노시스템 기반기술
주관기관	교육과학기술부
연구기간	2009.11.01 ~ 2010.09.30

특허청구의 범위

청구항 1

플렉서블 기판상의 미리 설정된 복수의 영역에 전극층을 형성하는 단계; 및

그림자 효과를 이용하여 상기 전극층들 사이의 미리 설정된 영역에 상기 전극층들 중 일부와 연결된 연장 전극층을 증착하여 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 기판상의 미세 전극 간격 형성 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 연장 전극층이 형성되는 영역의 크기는 상기 그림자 효과를 유발하는 증착 각도의 조절에 의해 조절되는 것을 특징으로 하는 플렉서블 기판상의 미세 전극 간격 형성 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 증착 각도의 조절은 상기 기판의 기울임 각도를 조절함으로써 수행되는 것을 특징으로 하는 플렉서블 기판상의 미세 전극 간격 형성 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 연장 전극층이 형성되는 영역의 크기는 상기 연장 전극층 증착 시간의 조절에 의해 조절되는 것을 특징으로 하는 플렉서블 기판상의 미세 전극 간격 형성 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 연장 전극층의 증착은 전자빔 증착을 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 플렉서블 기판상의 미세 전극 간격 형성 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 전극층들 사이의 미리 설정된 영역은 트랜지스터 소자의 소스 전극과 드레인 전극 사이의 영역인 것을 특징으로 하는 플렉서블 기판상의 미세 전극 간격 형성 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전극 형성 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 플렉서블(flexible) 기판상에 형성되는 반도체 소자의 전극을 형성하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 플렉서블 기판상에 유기(Organic) 물질(P3HT, Pentacene등)이나 탄소나노튜브 네트워크를 이용하여 제작된 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor; TFT)는 다양한 장점을 가지고 있다. 투명하고 유연하며 스트레쳐블(stretchable)하다는 것이 그것이다. 이러한 장점은 컴퓨터 디스플레이, 전자신문, 스마트라벨, 디스포저블 일렉트로닉스(disposable electronics) 구현을 가능하게 한다.

[0003] TFT의 성능은 차단 주파수(cutoff frequency; f_c)로 나타낼 수 있는데, 트랜지스터 채널(transistor channe

l)의 채널 간격이 좁을수록 f_c값이 높아져 더욱 우수한 성능을 갖게 된다.

[0004] $$f_c = \frac{\mu V_{gs}}{2\pi L^2}$$

[0005] V_{gs}: gate-source voltage, u: field-effect carrier mobility, L: channel 간격

[0006] 만약 TFT의 채널간격이 1um 보다 작아진다면 보다 향상된 성능을 갖게 되어, RF identification tags, electronic movie paper, flexible organic video displays, intelligence sensor networks, electronics for cell phones 등의 응용소자의 구현도 가능할 것이다.

[0007] 서브마이크론(Sub-micron) 크기의 채널을 가지는 TFT 개발을 위한 공정개발은 지금까지 많이 연구되어졌다. 나노 채널 형성을 위해서 전자빔과 UV, X-ray등을 이용한 리소그래피(lithography), 원자현미경을 이용한 리소그래피, 언더에칭테크닉(under-etching technique)과 나노 임프린트(nano-imprint) 방법, 마이크로컨택프린팅(micro-contact printing) 등의 방법 등이 개발되었다.

[0008] 하지만, 위와 같은 방법은 공정비용이 많이 들거나 공정단계가 복잡하여 대량생산에는 적합하지 않다. 또한, 리소그래피를 기반으로 한 방법은 아세톤 등을 이용한 화학(chemical) 공정을 거쳐야 하므로 플렉서블 기판을 가지고는 공정 진행이 불가능하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 공정단계가 간단하고 공정비용이 적게 들어 대량 생산이 가능하면서도, 아세톤 등을 이용한 화학 공정이 필요 없어 플렉서블 기판에도 적용 가능한 미세 전극 간격 형성 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 플렉서블 기판상의 미세 전극 간격 형성 방법은, 플렉서블 기판상의 미리 설정된 복수의 영역에 전극층을 형성하는 단계, 및 그림자 효과(shdow effect)를 이용하여 형성된 전극층들 사이의 미리 설정된 영역에 전극층들 중 일부와 연결된 연장 전극층을 증착하여 형성하는 단계를 포함한다.

[0011] 그림자 효과를 이용하여 이미 형성된 전극의 일측에 연장된 전극을 추가로 형성함으로써, 공정단계가 간단하고 공정비용이 적게 들어 대량 생산이 가능하면서도, 아세톤 등을 이용한 화학 공정이 필요 없어 플렉서블 기판에도 적용 가능하게 된다.

[0012] 연장 전극층이 형성되는 영역의 크기는 그림자 효과를 유발하는 증착 각도의 조절에 의해 조절될 수 있으며, 이때 증착 각도의 조절은 기판의 기울임 각도를 조절함으로써 수행될 수 있다.

[0013] 또한, 연장 전극층이 형성되는 영역의 크기는 연장 전극층 증착 시간의 조절에 의해서도 조절될 수 있다.

[0014] 또한, 연장 전극층의 증착은 전자빔 증착을 이용하여 수행될 수 있으며, 연장 전극층이 형성되는 미리 설정된 영역은 트랜지스터 소자의 소스 전극과 드레인 전극 사이의 영역일 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 의하면, 그림자 효과를 이용하여 이미 형성된 전극의 일측에 연장된 전극을 추가로 형성함으로써, 공정단계가 간단하고 공정비용이 적게 들어 대량 생산이 가능하면서도, 아세톤 등을 이용한 화학 공정이 필요 없어 플렉서블 기판에도 적용 가능한 미세 전극 형성 방법을 제공할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 플렉서블 기판상의 미세 전극 간격 형성 방법의 일 실시예를 수행하기 위한 개략적인 흐름도.

도 2는 전자빔 금속 증착시 발생하는 그림자 효과를 도시한 도면.

도 3은 도 1의 방법을 이용하여 나노 채널을 제작하는 예를 도시한 도면.

도 4는 도 3의 공정을 진행했을 때, 서브마이크로미터(sub-micrometer) 간격을 가지는 금속 구조물이 형성되었음을 보여주는 도면.

도 5는 플렉서블 기판 위에 나노 채널을 갖는 유기(organic) TFT의 가능한 구조의 예를 도시한 도면.

도 6은 플렉서블 기판 위에 나노 채널을 갖는 CNTs TFT의 가능한 구조의 예를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이차, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.

[0018] 도 1은 본 발명에 따른 플렉서블 기판상의 미세 전극 간격 형성 방법의 일 실시예를 수행하기 위한 개략적인 흐름도이다.

[0019] 도 1에서 먼저, 플렉서블 기판상에 미리 설정된 복수의 영역에 전극층을 형성한다(S110).

[0020] 이어서, 그림자 효과(shadoweffect)를 이용하여, 형성된 전극층들 사이의 미리 설정된 영역에 전극층들 중 일부와 연결된 연장 전극층을 증착한다.

[0021] 도 2는 전자빔 금속 증착시 발생하는 그림자 효과를 도시한 도면이다.

[0022] 전자빔 금속 증착을 포함하는 물리 기상 증착 방법은 가스 분자(gas molecule)의 평균 자유 행로(mean free path)가 길고 방향성을 갖는 성질이 있어, 증착을 할 때 일반적으로 그림자 효과가 나타나게 된다. 도 2는 그림자 효과를 설명해 준다. 긴 평균 자유 행로와 일정한 방향성 때문에 완전히, 또는 부분적으로 그림자(shadow)된 영역이 형성되게 된다.

[0023] 이러한 효과를 이용하여 비용이 많이 드는 전자빔, UV, X-ray lithography등의 방법을 이용하지 않더라도 나노미터 크기의 간격을 가지는 금속 구조물 제작이 가능하다.

[0024] 다음으로, 연장 전극층의 형성을 위해, 우선 기판 각도를 미리 설정된 각도로 조절한 후(S120), 연장 전극층의 증착을 수행하는데(S130), 연장 전극층의 두께 조절을 위해 미리 설정된 시간에 따라 증착 시간을 조절한다(S140).

[0025] 이와 같이, 물리 기상 증착시 발생하는 그림자 효과를 이용하여 이미 형성된 전극의 일측에 연장된 전극을 추가로 형성함으로써, 공정단계가 간단하고 공정비용이 적게 들어 대량 생산이 가능하면서도, 아세톤 등을 이용한 화학 공정이 필요 없어 플렉서블 기판에도 적용 가능한 미세 전극 형성 방법을 제공할 수 있게 된다.

[0026] 도 3은 도 1의 방법을 이용하여 나노 채널을 제작하는 예를 도시한 도면이다.

[0027] 도 3에는, 두 번의 전자빔 증착 방법을 이용하여 플렉서블 기판 위에 나노채널을 형성하는 공정 방법이 도시되어 있다. 공정 진행을 위하여 각각 다른 두 개의 쉐도우(shadow) 마스크가 쓰이고 있다.

[0028] 도 4는 도 3의 공정을 진행했을 때, 서브마이크로미터(sub-micrometer) 간격을 가지는 금속 구조물이 형성되었음을 보여주는 도면이다. 금속 증착 시에 기판의 기울임 각도(tilted angle) 변화에 따라 간격이 조정이 됨을 확인할 수 있다.

[0029] 도 5는 나노 채널을 갖는 유기(organic) TFT의 가능한 구조의 예를 도시한 도면이다.

[0030] 도 5에서, 왼쪽 도면은 바텀 게이트(bottom gate)를 가지는 구조를 도시하고 있으며, 오른쪽은 탑 게이트(top gate)를 가지는 TFT 소자 구조를 도시하고 있다.

[0031] 도 6은 나노 채널을 갖는 CNTs TFT의 가능한 구조의 예를 도시한 도면이다.

[0032] 도 6은 제안된 방법을 이용하여 제작할 수 있는 CNTs network TFT 구조를 도시하고 있으며, 도 6의 왼쪽 그림은 소스-드레인(source-drain) 전극과의 바텀 컨택(bottom contact)를 가지는 구조가 도시되어 있고, 오른쪽은 탑 컨택(top contact)을 가지는 구조가 도시되어 있다.

[0033] 본 발명은 그림자 효과가 형성되는 (shadow effect) 금속 증착과정을 이용하여 간격이 매우 좁은(sub-micrometer) 채널 길이를 갖는 박막 트랜지스터(thin film transistor)를 플렉서블(flexible) 기판 위에 쉽게 제작하고 대량 생산할 수 있게 하기 위한 것이다.

[0034] 본 발명에서는 전자빔 증착을 할 때 발생하는 그림자 효과를 이용하여 나노채널을 갖는 TFT를 구현할 수 있다. 즉, 전자빔을 이용하여 금속 증착을 할 때 나타나는 그림자 형성 효과를 이용하여, 플렉서블한 기판 위에 나노채널을 갖는 박막 트랜지스터(thin film transistor)를 쉽게 제작할 수 있다.

[0035] 플렉서블한 기판 위에 유기(organic) 물질 또는, 탄소나노튜브 네트워크를 이용한 나노채널 크기를 갖는 TFT를 구현하는데, 공정 프로세스가 간단하며 공정비용이 적게 들고 대량생산이 가능하다. 무엇보다 플렉서블 기판으로 공정이 가능한 호환성 있는 방법이다.

[0036] 이와 같이, 두 개의 그림자(shadow) 마스크를 이용하여, 기판을 기울여 전자빔 금속증착을 하면 나노채널을 형성할 수 있다. 나노채널을 만들기 위한 기존의 방법들과 비교하면 공정 단계가 매우 간단하고, 비용이 적게 드는 장점이 있다.

[0037] 또한, 두 번째 금속증착을 할 때, 기울임 각도(tilted angle)를 조정하면 나노채널의 크기도 원하는 데로 조절할 수 있다. 기존의 방법에서는 다른 선폭의 구조물 형성을 위해서는 고가의 포토 마스크(photo mask)를 다시 제작해야 한다거나 몰드(mold)를 다시 제작해야하는 어려움이 있는데, 이러한 문제를 해결할 수 있다.

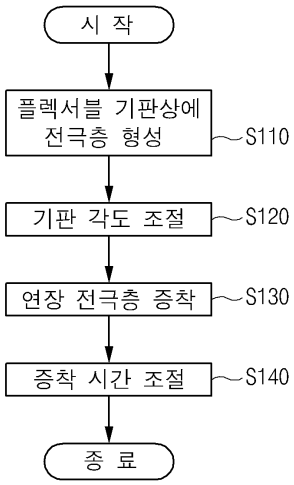
[0038] 무엇보다도 제안된 방법은 아세톤 등의 화학(chemical) 공정을 할 필요가 없어, 플렉서블한 기판을 가지고도 충분히 공정이 가능하다는 큰 장점이 있다.

[0039] 본 발명은 두 개의 쉐도우(shadow) 마스크와 그림자 효과를 이용하여 TFT 나노채널을 제작하는 기술, 기판의 기울임 각도(Tilted angle)를 조정하여 금속 증착 시간으로 나노채널의 길이를 조절하는 기술, 유기(Organic) TFT 제작과정에 그림자 효과를 이용하여 나노채널을 형성하는 기술, 탄소 나노 튜브 네트워크(CNTs network) TFT 제작과정에 그림자 효과를 이용하여 나노채널을 형성하는 기술, 그림자효과 증착 과정을 이용하여 플렉서블 기판에 나노채널을 형성하는 기술을 제시한다.

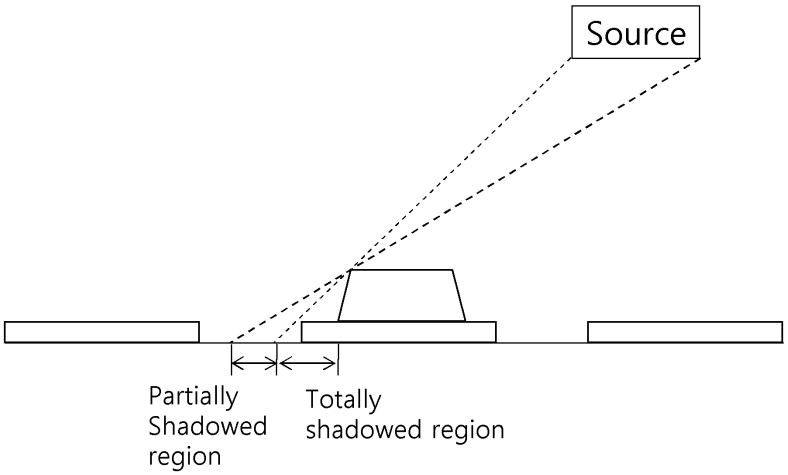
[0040] 본 발명이 비록 일부 바람직한 실시예에 의해 설명되었지만, 본 발명의 범위는 이에 의해 제한되어서는 아니되고, 특허청구범위에 의해 뒷받침되는 상기 실시예의 변형이나 개량에도 미쳐야 할 것이다.

도면

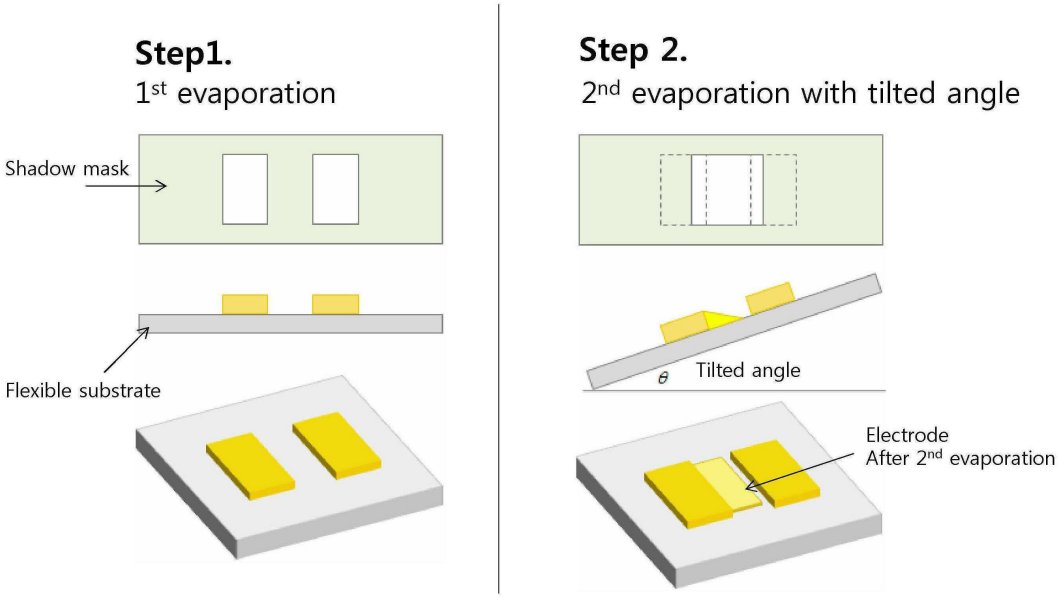
도면1



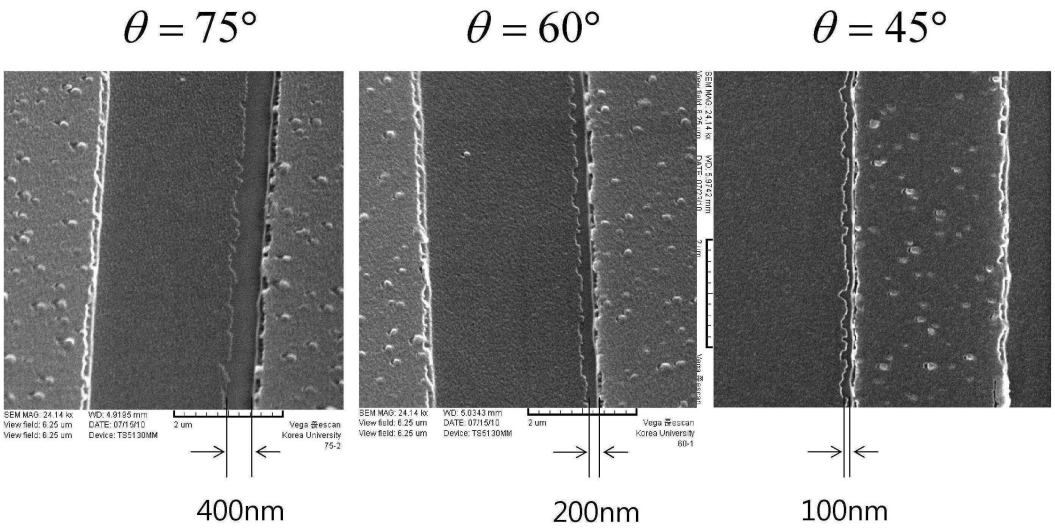
도면2


Source
Partially
Shadowed
region
Totally
shadowed region

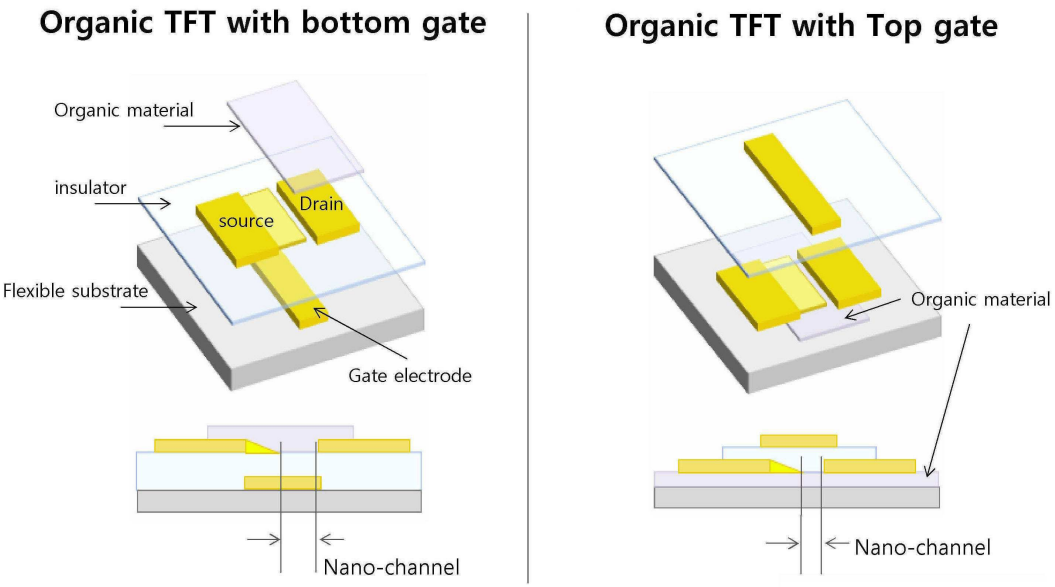
도면3


Step1.
1st evaporation
Shadow mask
Flexible substrate
Step 2.
2nd evaporation with tilted angle
θ
Tilted angle
Electrode
After 2nd evaporation

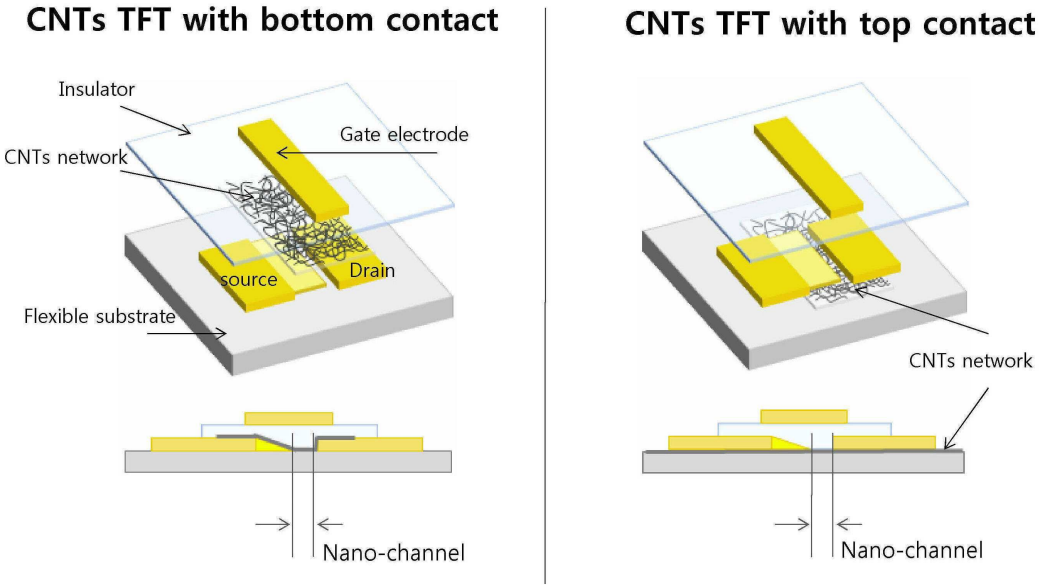
도면4


θ = 75°
θ = 60°
θ = 45°
400nm
200nm
100nm

도면5


Organic TFT with bottom gate
Organic material
insulator
source
Drain
Flexible substrate
Gate electrode
Nano-channel
Organic TFT with Top gate
Organic material
Nano-channel

도면6


CNTs TFT with bottom contact
Insulator
Gate electrode
CNTs network
source
Drain
Flexible substrate
Nano-channel
CNTs TFT with top contact
CNTs network
Nano-channel