



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0076264  
(43) 공개일자 2020년06월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C09D 11/037 (2014.01) C09D 11/033 (2014.01)  
H01L 21/02 (2006.01) H01L 29/66 (2006.01)  
H01L 29/786 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
C09D 11/037 (2013.01)  
C09D 11/033 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0165193  
(22) 출원일자 2018년12월19일  
심사청구일자 2018년12월19일
- (71) 출원인  
성균관대학교산학협력단  
경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)
- (72) 발명자  
조규진  
전라남도 순천시 왕지3길 36, 108동 805호  
바나라즈 웨슬리 프린스  
전라남도 순천시 중앙로 255, 순천대학교 기숙사  
칼레 아몰 마로트라  
전라남도 순천시 중앙로 255, 순천대학교 기숙사
- (74) 대리인  
특허법인한성

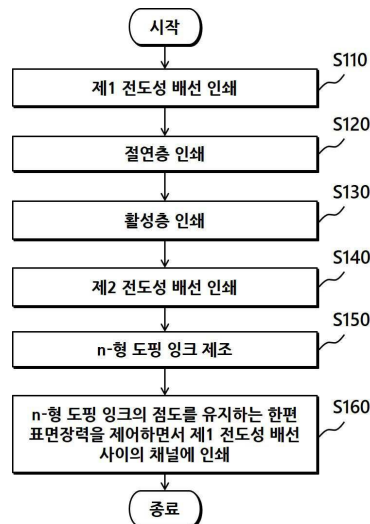
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 n-형 박막 트랜지스터를 인쇄하기 위한 n-형 도핑 잉크, n-형 도핑 잉크를 이용하여 n-형 박막 트랜지스터를 인쇄하는 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 n-형 도핑 잉크는 용매 부틸케비톨에 겔가지가 붙은 고분자 에틸렌이민과,  $TiO_2$ , ZnO, 및 IGZO 나노 입자 중 적어도 하나를 혼합하여 제조된다. 또한, 본 발명에 따른 R2R(Roll-to-Roll) 또는 S2S(Sheet-to-Sheet) 그라비아 인쇄 방식으로 n-형 박막 트랜지스터를 인쇄하는 방법은, 게이트 전극을 포함한 제1 전도성 배선을, 실버 잉크를 사용하여 인쇄하는 단계, 상기 전도성 배선 상에 절연층을 인쇄하는 단계, 상기 절연층 상에 활성층을 인쇄하는 단계, 상기 활성층 상에 소스 및 드레인 전극들을 포함한 제2 전도성 배선을, 실버 잉크를 사용하여 인쇄하는 단계, 및 상기 n-형 도핑 잉크를, 점도 5 내지 200 센티포이즈(cP)를 가지도록 하면서 표면장력을 30mN/m 이하로 제어하여 그라비아 인쇄를 수행하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 21/02288 (2013.01)

H01L 29/66742 (2013.01)

H01L 29/78606 (2013.01)

H01L 29/78618 (2013.01)

H01L 2224/95115 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711074072

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 SW컴퓨팅산업원천기술개발(R&D, 정보화)

연구과제명 농수산식품 이력 위·변조방지용 R2R 인쇄 NFC 액티브 QR코드-라벨 활용 스마트폰 연동 시스템 구축

기여율 1/1

주관기관 순천대학교 산학협력단

연구기간 2018.04.01 ~ 2020.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

용매 부틸캐비톨(Diethylene glycol monobutyl ether)에 결가지가 붙은 고분자 에틸렌이민과,  $\text{TiO}_2$ , ZnO, 및 IGZO 나노 입자 중 적어도 하나를 혼합하여 제조되는 것을 특징으로 하는 n-형 도핑 잉크.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 결가지가 붙은 고분자 에틸렌이민을 2.5 내지 10 wt% 혼합하고, 상기  $\text{TiO}_2$  나노 입자를 1 wt% 혼합하여 제조되는 것을 특징으로 하는 n-형 도핑 잉크.

#### 청구항 3

아이소프로필 알코올(Isopropyl alcohol) 및 DMSO(Dimethyl sulfoxide)를 1:1의 부피비로 하여 용매를 제조하고, 상기 용매에 결가지가 붙은 고분자 에틸렌이민과,  $\text{TiO}_2$ , ZnO, 및 IGZO 나노 입자 중 적어도 하나를 혼합하여 제조되는 것을 특징으로 하는 n-형 도핑 잉크.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 결가지가 붙은 고분자 에틸렌이민을 2.5 내지 10 wt% 혼합하고, 상기  $\text{TiO}_2$  나노 입자를 1 wt% 혼합하여 제조되는 것을 특징으로 하는 n-형 도핑 잉크.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 결가지가 붙은 고분자 에틸렌이민과 선형 고분자 에틸렌이민을 함께 사용하여 제조되는 것을 특징으로 하는 n-형 도핑 잉크.

#### 청구항 6

R2R(Roll-to-Roll) 또는 S2S(Sheet-to-Sheet) 그라비아 인쇄 방식으로 n-형 박막 트랜지스터를 인쇄하는 방법에 있어서,

게이트 전극을 포함한 제1 전도성 배선을, 실버 잉크를 사용하여 인쇄하는 단계;

상기 전도성 배선 상에 절연층을 인쇄하는 단계;

상기 절연층 상에 활성층을 인쇄하는 단계;

상기 활성층 상에 소스 및 드레인 전극들을 포함한 제2 전도성 배선을, 실버 잉크를 사용하여 인쇄하는 단계; 및

결가지가 붙은 고분자 에틸렌이민과,  $\text{TiO}_2$ , ZnO, 및 IGZO 나노 입자 중 적어도 하나를 용매 부틸캐비톨에 혼합하여 제조된 n-형 도핑 잉크를, 점도 5 내지 200 센티포이즈(cP)를 가지도록 하면서 표면장력을 30mN/m 이하로 제어하여 그라비아 인쇄를 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, n-형 박막 트랜지스터 인쇄 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 n-형 도핑 잉크는 결가지가 붙은 고분자 에틸렌이민을 2.5 내지 10 wt%로, 상기  $\text{TiO}_2$  나노 입자를 1

wt%로, 상기 용매에 혼합하여 제조되는 것을 특징으로 하는, n-형 박막 트랜지스터 인쇄 방법.

## 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 n-형 도핑 잉크를 인쇄하는 단계는,

상기 소스 및 드레인 전극 사이에 노출된 상기 활성층 상에 상기 n-형 도핑 잉크를 인쇄하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, n-형 박막 트랜지스터 인쇄 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 n-형 박막 트랜지스터를 인쇄하기 위한 n-형 도핑 잉크, 및 n-형 도핑 잉크를 이용하여 n-형 박막 트랜지스터를 인쇄하는 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 단일벽 탄소나노튜브(SWCNT, Single-Walled Carbon Nanotubes)는 높은 이동도와 내구성을 가지기 때문에 유연 전자 소자와 인쇄전자 소자를 제조할 때 반도체 물질로 많이 사용되고 있다. 단일벽 탄소나노튜브는 유기고분자 반도체나 무기반도체 산화물에 비해 인쇄 이후에 소성되는 온도가 낮고 소성시간도 짧아, 최근에는 R2R(Roll-to-Roll) 인쇄 공정을 이용한 논리회로 제조에 있어서 효과적인 반도체 잉크로 사용되고 있다.

[0003] 단일벽 탄소나노튜브는 p-형 활성층을 구현하는 데에 사용되는데, 회로를 설계함에 있어서 p-형 반도체 보다는 n-형 반도체가 구동전압 측면에서 유리하다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 그라비아 인쇄 방식으로 인쇄하는 경우에도 잉크가 뭉치지 않아 n-형 트랜지스터의 활성층을 인쇄할 수 있도록 인쇄성을 향상시킨 n-형 도핑 잉크를 제공하며, n-형 도핑 잉크를 이용하여 n-형 박막 트랜지스터를 인쇄하는 방법을 제공하고자 한다.

[0005] 또한 본 발명은 R2R 또는 S2S 그라비아 인쇄 방식으로 간단하게 n-형 박막 트랜지스터를 인쇄하는 방법을 제공하며, 이러한 n-형 박막 트랜지스터를 포함하는 CMOS 인버터를 인쇄하는 방법을 제공하고자 한다.

#### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시 예에 따른 n-형 도핑 잉크는 용매 부틸케비톨에 겔가지가 붙은 고분자 에틸렌이민과,  $TiO_2$ , ZnO, 및 IGZO 나노 입자 중 적어도 하나를 혼합하여 제조된다.

[0007] 일 실시예에 있어서, n-형 도핑 잉크는 상기 겔가지가 붙은 고분자 에틸렌이민을 2.5 내지 10 wt% 혼합하고, 상기  $TiO_2$  나노 입자를 1 wt% 혼합하여 제조될 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 실시 예에 따른 n-형 도핑 잉크는 아이소프로필 알코올(Isopropyl alcohol) 및 DMSO(Dimethyl sulfoxide)를 1:1의 부피비로 하여 용매를 제조하고, 상기 용매에 겔가지가 붙은 고분자 에틸렌이민과,  $TiO_2$ , ZnO, 및 IGZO 나노 입자 중 적어도 하나를 혼합하여 제조될 수 있다.

[0009] 일 실시예에 있어서, n-형 도핑 잉크는 상기 겔가지가 붙은 고분자 에틸렌이민을 2.5 내지 10 wt% 혼합하고, 상기  $TiO_2$  나노 입자를 1 wt% 혼합하여 제조될 수 있다.

[0010] 실시예에 따라, n-형 도핑 잉크는 상기 겔가지가 붙은 고분자 에틸렌이민과 선형 고분자 에틸렌이민을 함께 사용하여 제조될 수 있다.

[0011] 본 발명에 따른 R2R(Roll-to-Roll) 또는 S2S(Sheet-to-Sheet) 그라비아 인쇄 방식으로 n-형 박막 트랜지스터를 인쇄하는 방법은, 게이트 전극을 포함한 제1 전도성 배선을, 실버 잉크를 사용하여 인쇄하는 단계, 상기 전도성

배선 상에 절연층을 인쇄하는 단계, 상기 절연층 상에 활성층을 인쇄하는 단계, 상기 활성층 상에 소스 및 드레인 전극들을 포함한 제2 전도성 배선을, 실버 잉크를 사용하여 인쇄하는 단계, 및 결가지가 붙은 고분자 에틸렌이민과,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ , 및 IGZO 나노 입자 중 적어도 하나를 용매 부틸케비톨에 혼합하여 제조된 n-형 도핑 잉크를, 점도 5 내지 200 센티포이즈(cP)를 가지도록 하면서 표면장력을 30mN/m 이하로 제어하여 그라비아 인쇄를 수행하는 단계를 포함한다.

[0012] 일 실시예에 있어서, 상기 n-형 도핑 잉크는 결가지가 붙은 고분자 에틸렌이민을 2.5 내지 10 wt%로, 상기  $\text{TiO}_2$  나노 입자를 1 wt%로, 상기 용매에 혼합하여 제조될 수 있다.

[0013] 일 실시예에 있어서, 상기 n-형 도핑 잉크를 인쇄하는 단계는, 상기 소스 및 드레인 전극 사이에 노출된 상기 활성층 상에 상기 n-형 도핑 잉크를 인쇄하는 단계를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0014] 본 발명의 다양한 실시예들에 따르면 그라비아 인쇄 방식으로 인쇄하는 경우에도 잉크가 뭉치지 않고 빠른 속도로 인쇄가 가능하면서 p-형 활성층을 n-형 활성층으로 변환시킬 수 있는 n-형 도핑 잉크를 제공할 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명은 R2R 또는 S2S 그라비아 인쇄 방식으로 간단하게 n-형 박막 트랜지스터를 인쇄하는 방법을 제공하여, 낮은 구동 전압으로도 동작이 가능한 인쇄전자 기반의 n-형 박막 트랜지스터를 용이하게 제조할 수 있도록 한다.

### 도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 n-형 도핑 잉크를 이용한 n-형 트랜지스터 인쇄 방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 2는 R2R 방식으로 n-형 도핑 잉크를 이용한 n-형 트랜지스터를 인쇄하는 과정의 모식도와 이에 따라 인쇄된 실제 형상을 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 본 발명에 따른 n-형 도핑 잉크의 재료가 되는 고분자 에틸렌이민의 화학구조도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 n-형 도핑 잉크의 인쇄 특성을 설명하기 위한 도면이다.

도 5 및 도 6은 본 발명에 따라 인쇄된 p-형 박막 트랜지스터의 n-형 박막 트랜지스터의 전압-전류 특성 그래프들이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하에서 본 발명의 기술적 사상을 명확하게 하기 위하여 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하도록 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성요소에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 도면들 중 실질적으로 동일한 기능구성을 갖는 구성요소들에 대하여는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 참조번호 및 부호들을 부여하였다. 설명의 편의를 위하여 필요한 경우에는 장치와 방법을 함께 서술하도록 한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 n-형 도핑 잉크를 이용한 n-형 트랜지스터 인쇄 방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 2는 R2R 방식으로 n-형 도핑 잉크를 이용한 n-형 트랜지스터를 인쇄하는 과정의 모식도와 이에 따라 인쇄된 실제 형상을 나타내는 도면이다. 이하에서는 도 1 및 도 2를 동시에 참조하여 설명한다.

[0019] 도 1을 참조하면, 박막 트랜지스터를 구성하는 제1 전도성 배선을 인쇄한다(단계 S110). 제1 전도성 배선은 전도성을 갖는 은나노입자 또는 구리입자를 포함하는 잉크로 인쇄될 수 있다. 또한, 실시예에 따라 본 발명에 있어서 n-형 박막 트랜지스터가 포함된 인버터 등을 포함하는 경우도 도 1과 동일한 방법으로 인쇄될 수 있으며, 회로 구조에 따라 인쇄가 수행되는 패턴이 상이해지는 것으로 이해할 수 있다.

[0020] 예를 들어, n-형 박막 트랜지스터를 인쇄하고자 하는 경우, 제1 전도성 배선에는 게이트 전극이 포함될 수 있다. 다만, 이는 박막 트랜지스터가 bottom-gate 구조를 가지는 경우를 기준으로 설명한 것이다. 또한 p-형 박막 트랜지스터를 인쇄하는 경우에도 제1 전도성 배선에는 게이트 전극이 포함될 수 있으며, 이들 트랜지스터들을 서로 연결하여 회로를 구성하는 경우, 제1 전도성 배선에는 전기적 연결을 위한 다른 배선들도 당연히 포함될 수 있다.

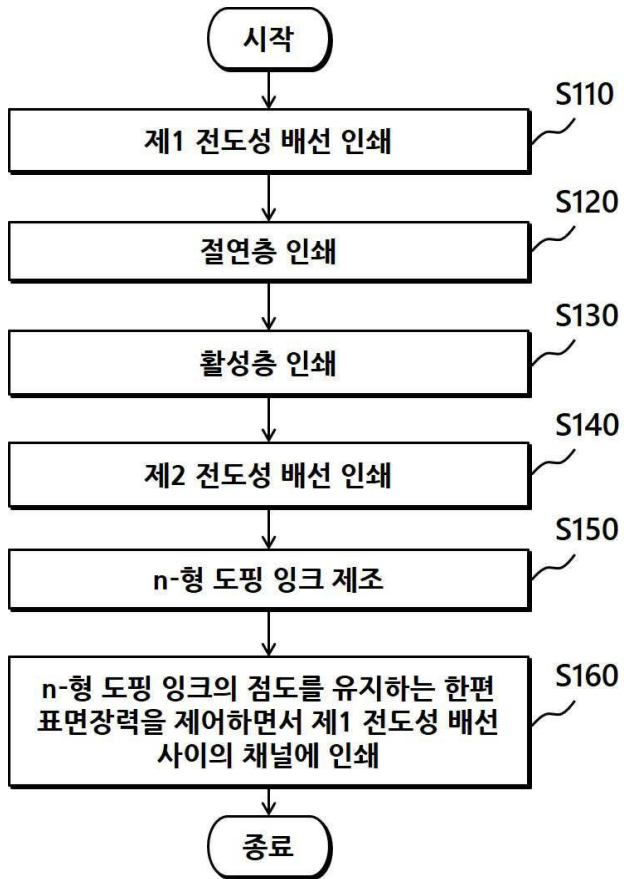
- [0021] 이후, 게이트 상부에 게이트의 절연을 위한 절연층을 인쇄한다(단계 S120). 절연층은 BaTiO<sub>3</sub> 나노입자와 고분자 우레탄을 혼용한 잉크로 인쇄될 수 있다.
- [0022] 절연층 상부에 활성층을 인쇄한다(단계 S140). 활성층을 인쇄함에 있어서, p-형 박막 트랜지스터의 활성층을 인쇄하는 과정(단계 S140a)과 n-형 박막 트랜지스터의 활성층을 인쇄하는 과정(단계 S140b)은 별도로 수행될 수 있다.
- [0023] 구체적으로 두 활성층들은 모두 부틸케비톨(Diethylene glycol monobutyl ether)에 단일벽 탄소나노튜브를 분산시킨 상용화된 p-형 단일벽 탄소나노튜브 잉크를 사용할 수 있으나, 이후에 n-형 박막 트랜지스터로 전환될 부분의 반도체 층, 즉 n-형 박막 트랜지스터의 활성층을 인쇄할 때에는 p-형 박막 트랜지스터의 활성층을 인쇄할 때보다 잉크의 밀도를 1.5 내지 2 배 높여서 인쇄할 수 있다. 이와 같이 활성층을 인쇄하는 잉크의 밀도를 조정함에 따라 박막 트랜지스터의 전류특성을 매칭시킬 수 있다.
- [0024] 활성층이 인쇄된 이후, 활성층의 일부를 채널로 형성하도록 이격시키면서 드레인 및 소스 단자를 구성하는 제2 전도성 배선을 인쇄한다(단계 S150). 제2 전도성 배선은 제1 전도성 배선과 동일한 재료의 잉크를 사용하여 인쇄될 수 있다.
- [0025] n-형 박막 트랜지스터를 인쇄하기 위해 필요한 n-형 도핑 잉크를 제조한다(단계 S150). 본 발명에 따른 n-형 도핑 잉크는 R2R 또는 S2S 그라비아 인쇄로 제조 가능하도록 하는 특성을 가지며, 단일벽 탄소나노튜브의 p-형 활성층을 n-형으로 변환시킬 수 있다.
- [0026] 도 3은 본 발명에 따른 본 발명에 따른 n-형 도핑 잉크의 재료가 되는 고분자 에틸렌이민의 화학구조도이다.
- [0027] 본 발명에서는 용매인 부틸케비톨에, 도 3과 같이 곁가지가 있는 고분자 에틸렌이민(bPEI)과, TiO<sub>2</sub>, ZnO, 및 IGZO 나노 입자 중 적어도 하나를 혼합하여 n-형 도핑 잉크를 제조한다.
- [0028] 일 실시예에 있어서, 용매 부틸케비톨에 곁가지가 붙은 고분자 에틸렌이민을 2.5 내지 10 wt% 혼합하고, 상기 TiO<sub>2</sub> 나노 입자를 1 wt% 혼합하여 n-형 도핑 잉크를 제조할 수 있다.
- [0029] 용매 부틸케비톨에 곁가지가 붙은 고분자 에틸렌이민을 혼합하는 경우에 다양한 점도를 지닌 n-형 도핑 잉크를 손쉽게 제조할 수 있으나, 본 발명에서는 그라비아 인쇄 방법을 사용해야 하는바, n-형 도핑 잉크가 롤에서 블레이딩되어 인쇄될 필요가 있다.
- [0030] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 n-형 도핑 잉크의 인쇄 특성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0031] 도 4를 참조하면, R2R 그라비아 인쇄는, 프린팅 롤러(Printing roller)에 대해 함몰된 셀에 잉크가 채워짐에 따라 이것이 닢 롤러(Nip-roller)에 러버 레이어(rubber layer)를 통해 밀착된 기관(substrate)에 인쇄되는 것이다.
- [0032] 그런데, 프린팅 롤러(printing roller)가 회전하면서 잉크 컨테이너(ink container)의 잉크를 셀에 보관하기 위해서는 닢터 블레이드(doctor blade)의 블레이딩 공정을 거쳐야 한다.
- [0033] 그런데 프린팅 롤러와 닢터 블레이드가 접촉하면서 회전할 때에 발생하는 높은 쉬어 레이트(shear rate)로 인하여 n-형 도핑 잉크가 뭉치기 쉽고 그에 따라 셀에 n-형 도핑 잉크가 전혀 유입되지 않는 현상이 발생할 수 있다.
- [0034] 본 발명에서는 TiO<sub>2</sub>, ZnO, 및 IGZO 나노 입자 중 적어도 하나를 용매에 혼합하여 n-형 도핑 잉크를 제조함에 따라 높은 쉬어 레이트에도 불구하고 셀에 유입되는 n-형 도핑 잉크를 제공할 수 있다.
- [0035] 여기서 TiO<sub>2</sub>, ZnO, 및 IGZO 나노 입자의 평균 크기는 5nm 이하일 수 있으며, 밴드갭이 2.0eV 이상이기 때문에 그라비아 인쇄를 할 때에 높은 쉬어 레이트에도 불구하고 n-형 도핑 잉크의 뭉침을 억제할 수 있다.
- [0036] 또한, 실시예에 따라 n-형 도핑 잉크에는 도 3을 참조하여 설명한 곁가지가 붙은 고분자 에틸렌이민과 함께 선형 고분자 에틸렌이민이 첨가되어 쉬어 락킹(shear thinning) 특성을 감소시킬 수도 있다. 여기서 곁가지가 붙은 고분자 에틸렌이민과 선형 고분자 에틸렌이민이 함께 상술한 조성대로 용매에 혼합될 수 있다.
- [0037] 실시예에 따라, 본 발명에 따른 n-형 도핑 잉크는, 부틸케비톨이 아니라, 아이소프로필 알코올(Isopropyl alcohol) 및 DMSO(Dimethyl sulfoxide)를 1:1의 부피비로 하여 제조된 용매에 대하여 곁가지가 붙은 고분자 에

틸레인민과,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ , 및 IGZO 나노 입자 중 적어도 하나를 혼합하여 제조될 수도 있다. 이러한 실시예에 있어서 혼합되는 다른 재료들의 혼합 특성은 위에서 설명한 바와 동일하다.

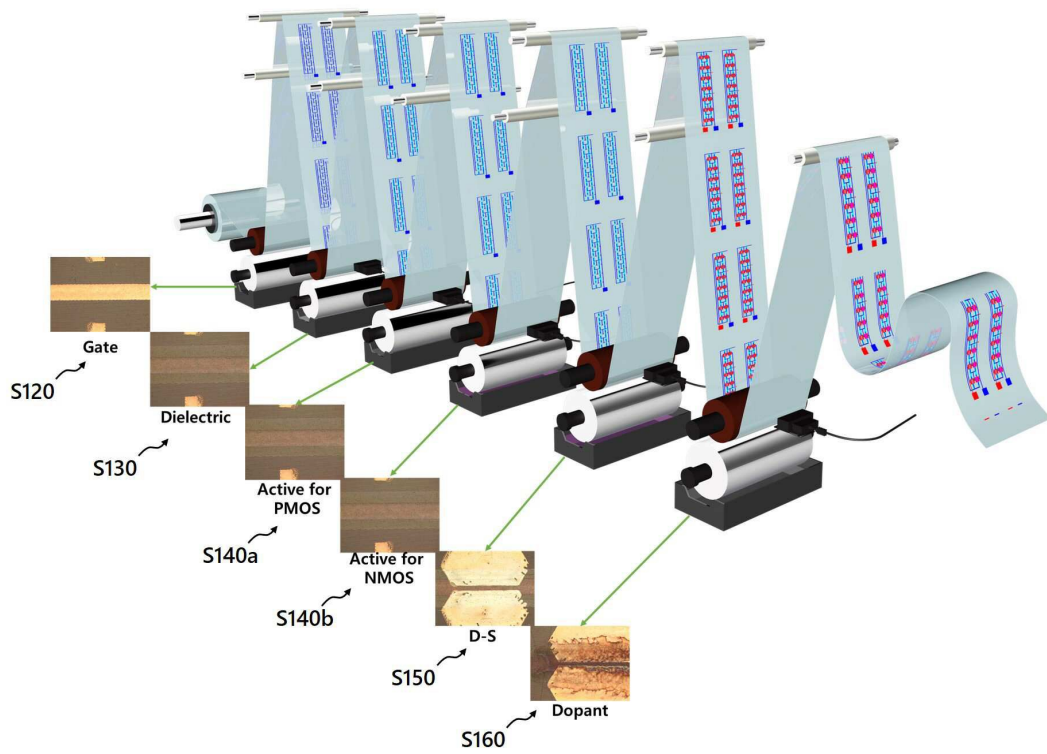
- [0038] 다시 도 1과 도 2로 돌아와서, 이렇게 제조된 n-형 도핑 잉크의 점도를 유지하는 한편, 그 표면장력을 제어하면서 제2 전도성 배선 사이에 노출된 활성층, 즉 채널에 대하여 n-형 도핑 잉크를 인쇄한다(단계 S160).
- [0039] n-형 도핑 잉크는, n-형 박막 트랜지스터로 예정된 활성층의 일부를 덮도록 하는 영역에 인쇄될 수 있으며, 제2 전도성 배선의 일부에도 인쇄될 수 있다.
- [0040] 실시예에 따라, n-형 도핑 잉크가 점도 5 내지 200 센티포이즈(cP)를 가지도록 하면서 표면장력을 30mN/m 이하로 제어하여 그라비아 인쇄를 수행할 수 있다. 이렇게 n-형 도핑 잉크를 인쇄하는 경우에 150℃ 이하에서 5초 이내에 소성이 가능해진다. 본 발명에 있어서 R2R 그라비아 인쇄는 분당 6m의 속도로 수행될 수 있는데, 이와 같이 빠른 시간에 소성이 완료되면 소성챔버의 길이가 1m인 R2R 그라비아 인쇄장비에서 최대 12m로 인쇄가 가능하나, 인쇄장비를 설치하는 공간 측면에서도 유리해진다.
- [0041] 나아가, 본 발명에 따른 n-형 도핑 잉크를 사용하여 인쇄한 이후에 별도로 세척을 하는 과정이 필요하지 않다.
- [0042] 이에 따라, 상당히 빠른 속도로 n-형 박막 트랜지스터를 포함하는 회로의 인쇄를 완료하고 공정을 줄일 수 있어 생산성이 향상되고 제조 비용이 절감될 수 있다.
- [0043] 도 5 및 도 6은 본 발명에 따라 인쇄된 p-형 박막 트랜지스터와 n-형 박막 트랜지스터의 전압-전류 특성 그래프들이다.
- [0044] 도 5는 n-형 도핑 잉크가 인쇄되지 않은 p-형 박막 트랜지스터의 전압-전류 특성 그래프이고, 도 6은 n-형 도핑 잉크가 인쇄된 n-형 박막 트랜지스터의 전압-전류 특성 그래프이다.
- [0045] 이와 같이 본 발명에서는 R2R 또는 S2S 인쇄가 가능한 n-형 도핑 잉크를 제공하여 단일벽 탄소나노튜브 기반의 반도체 잉크를 사용하여 활성층을 먼저 인쇄한 이후에 손쉽게 p-형 박막 트랜지스터의 전기적 특성을 유지하면서 n-형 박막 트랜지스터로 변환시킬 수 있도록 한다.
- [0046] 따라서 본 발명에 따르면 p-형 박막 트랜지스터와 n-형 박막 트랜지스터를 모두 포함하는 CMOS 인버터를 인쇄전자 방식으로 용이하게 제조할 수 있으며, 더욱이 인쇄전자 방식으로 유연기판 상에 인쇄를 수행할 수 있게 됨에 따라 보다 낮은 구동 전압을 가지면서 생산성이 높은 인쇄전자 회로를 제공할 수 있게 된다.
- [0047] 지금까지 본 발명에 대하여 도면에 도시된 바람직한 실시예들을 중심으로 상세히 살펴보았다. 이러한 실시예들은 이 발명을 한정하려는 것이 아니라 예시적인 것에 불과하며, 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 전술한 설명이 아니라 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해서 정해져야 할 것이다. 비록 본 명세서에 특정한 용어들이 사용되었으나 이는 단지 본 발명의 개념을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 본 발명의 각 단계는 반드시 기재된 순서대로 수행되어야 할 필요는 없고, 병렬적, 선택적 또는 개별적으로 수행될 수 있다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 본질적인 기술사상에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형 형태 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 균등물은 현재 공지된 균등물뿐만 아니라 장래에 개발될 균등물 즉 구조와 무관하게 동일한 기능을 수행하도록 발명된 모든 구성요소를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면

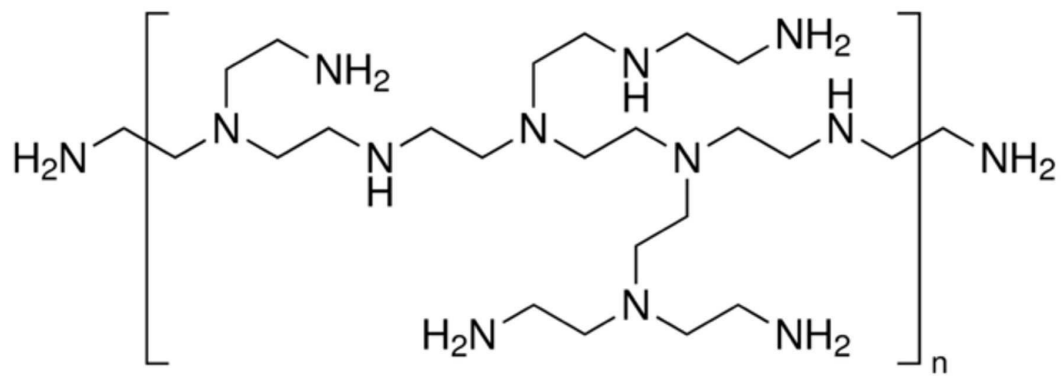
도면1



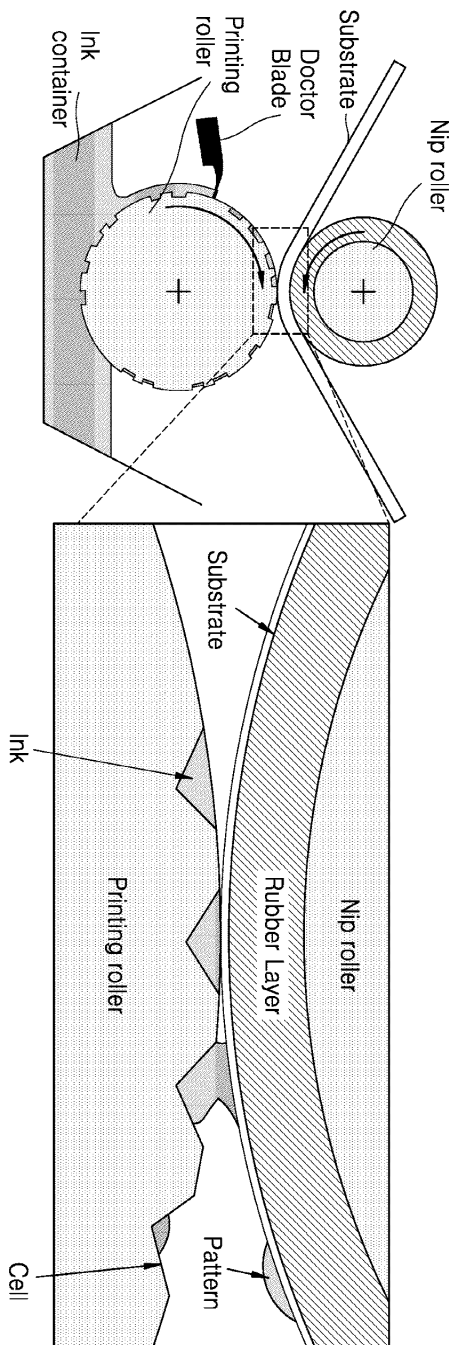
도면2



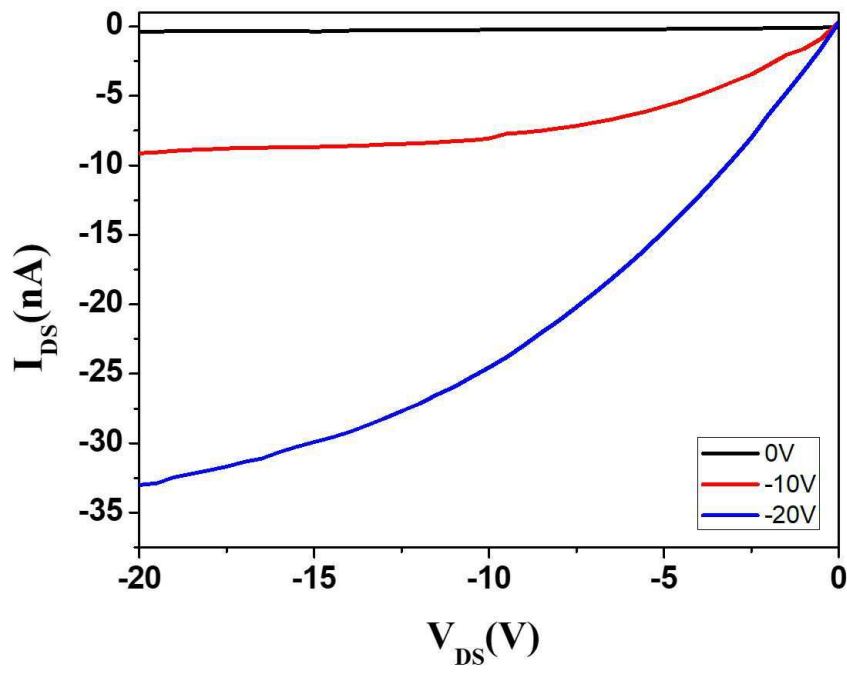
도면3



도면4



도면5



도면6

