



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0127522
(43) 공개일자 2010년12월06일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0046001
(22) 출원일자 2009년05월26일
심사청구일자 2009년05월26일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

김현재

서울특별시 종로구 경운동 SK허브 A-904

정용희

서울특별시 서대문구 창천동 99-26번지

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 씨엔에스·로고스

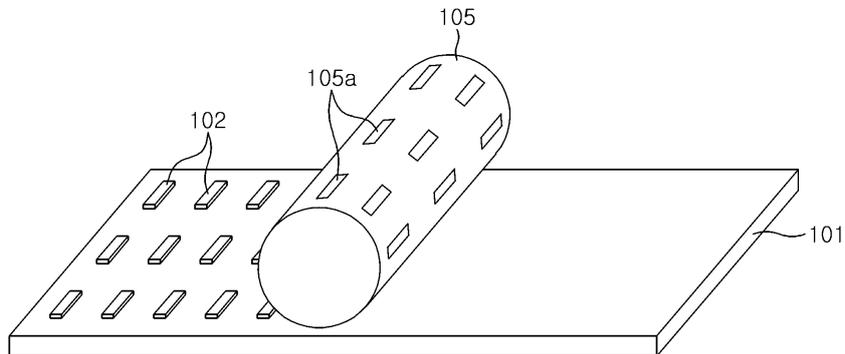
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 졸-겔 공정과 롤투롤 공정을 이용한 전자 소자 제조 방법

(57) 요약

본 발명의 일 측면에 따른 졸-겔 공정을 이용한 전자 소자 제조 방법은, 산화물 반도체 기반의 졸 용액, 산화물 절연체 기반의 졸 용액 및 산화물 전도체 기반의 졸 용액 중 어느 하나의 산화물 졸 용액을 준비하는 단계; 상기 준비된 졸 용액을 인쇄물의 표면에 패턴으로 제공하는 단계; 상기 표면에 졸 용액이 제공된 인쇄물을 기판 상으로 압인하여 상기 인쇄물 표면에 제공된 졸 용액의 패턴을 상기 기판 상에 전사하는 단계; 및 상기 기판 상에 전사된 졸 용액의 패턴을 건조 및 가열하여 상기 기판 상에 박막 패턴을 형성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

안병두

서울특별시 강남구 대치동 조형빌라 2-102

김건희

서울특별시 서대문구 대신동 136-34 B동 3호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2008-7-0446

부처명 한국과학재단

연구관리전문기관

연구사업명 국가지정연구실사업

연구과제명 차세대 디스플레이를 위한 SBS(SOLUTION BASED SI)박막 및 ASB(ALL SOLUTION BASED)TFT
기술개발

기여율

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2008년 07월 01일 ~ 2009년 06월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

산화물 반도체 기반의 졸 용액, 산화물 절연체 기반의 졸 용액 및 산화물 전도체 기반의 졸 용액 중 어느 하나의 산화물 졸 용액을 준비하는 단계;

상기 준비된 졸 용액을 인쇄물의 표면에 패턴으로 제공하는 단계;

상기 표면에 졸 용액이 제공된 인쇄물을 기관 상으로 압인하여 상기 인쇄물 표면에 제공된 졸 용액의 패턴을 상기 기관 상에 전사하는 단계; 및

상기 기관 상에 전사된 졸 용액의 패턴을 건조 및 가열하여 상기 기관 상에 박막 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 박막 패턴은 산화물 반도체 박막, 산화물 절연체 박막, 산화물 전도체 박막 중 하나인 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 박막 패턴 형성 단계에서 상기 졸 용액의 패턴은 300 내지 1000℃의 온도범위에서 열처리되는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 졸 용액의 패턴을 상기 기관 상에 전사하는 단계 전에, 상기 졸 용액의 패턴이 전사될 상기 기관의 표면을 진수화 또는 소수화 처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 산화물 졸 용액을 준비하는 단계는, 아연화합물, 인듐화합물, 갈륨화합물, 주석화합물, hafnium화합물, 지르코늄화합물, 마그네슘화합물, 이트륨화합물 및 탈륨화합물로 이루어진 군에서 1종 이상이 선택된 분산질과, 상기 분산질에 상응하는 분산매를 혼합하여 분산계를 형성하는 단계; 및 상기 분산계를 스테어링하고 에이징하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 분산질은 아연화합물 대 상기 군에서 선택된 비아연화합물이 1:0.1 내지 1:2의 몰비로 혼합된 것임을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 분산매는, 이소프로판올(isopropanol), 2-메톡시에탄올(2-methoxyethanol), 디메틸포름아마이드(dimethylformamide), 에탄올(ethanol), 탈이온수(deionized water), 메탄올(methanol), 아세틸아세톤(acetylacetone), 디메틸아민보란(dimethylamineborane), 아세토니트릴(acetonitrile)로 이루어진 군에서 상기 분산질에 상응하여 1종 이상이 선택된 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 아연화합물은, 아연 시트레이트 디하이드레이트(Zinc citrate dihydrate), 아연 아세테이트(Zinc acetate), 아연 아세테이트 디하이드레이트(Zinc acetate dihydrate), 아연 아세틸아세토네이트 하이드레이트(Zinc acetylacetonate hydrate), 아연 아크릴레이트(Zinc acrylate), 아연 클로라이드(Zinc chloride), 아연 디에틸디씨오카바메이트(Zinc diethyldithiocarbamate), 아연 디메틸디씨오카바메이트(Zinc dimethyldithiocarbamate), 아연 플루라이드(Zinc fluoride), 아연 플루라이드 하이드레이트(Zinc fluoride hydrate), 아연 헥사플루오아세틸아세토네이트 디하이드레이트(Zinc hexafluoroacetylacetonate dihydrate), 아연 메타아크릴레이트(Zinc methacrylate), 아연 니트레이트 헥사하이드레이트(Zinc nitrate hexahydrate), 아연 니트레이트 하이드레이트(Zinc nitrate hydrate), 아연 트리플루로메탄술포네이트(Zinc trifluoromethanesulfonate), 아연 운데실레네이트(Zinc undecylenate), 아연 트리플루로아세테이트 하이드레이트(Zinc trifluoroacetate hydrate), 아연 테트라플루로보레이트 하이드레이트(Zinc tetrafluoroborate hydrate) 및 아연 퍼클로레이트 헥사하이드레이트(Zinc perchlorate hexahydrate) 로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 인듐화합물은, 인듐 클로라이드(Indium chloride), 인듐 클로라이드 테트라하이드레이트(Indium chloride tetrahydrate), 인듐 플루라이드(Indium fluoride), 인듐 플루라이드 트리하이드레이트(indium fluoride trihydrate), 인듐 하이드록사이드(Indium hydroxide), 인듐 니트레이트 하이드레이트(Indium nitrate hydrate), 인듐 아세테이트 하이드레이트(Indium acetate hydrate), 인듐 아세틸아세토네이트(Indium acetylacetonate), 및 인듐 아세테이트(Indium acetate)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 갈륨화합물은, 갈륨 아세틸아세토네이트(Gallium acetylacetonate), 갈륨 클로라이드(Gallium chloride), 갈륨 플루라이드(Gallium fluoride), 및 갈륨 니트레이트 하이드레이트(Gallium nitrate hydrate)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 11

제5항에 있어서,

상기 주석화합물은, 틴 아세테이트(Tin acetate), 틴 클로라이드(Tin chloride), 틴 클로라이드 디하이드레이트(Tin chloride dihydrate), 틴 클로라이드 펜타하이드레이트(Tin chloride pentahydrate), 및 틴 플루라이드

(Tin fluoride)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 12

제5항에 있어서,

상기 탈륨화합물은, 탈륨 아세테이트(Thallium acetate), 탈륨 아세틸아세토네이트(Thallium acetylacetonate), 탈륨 클로라이드(Thallium chloride), 탈륨 클로라이드 테트라하이드레이트(Thallium chloride tetrahydrate), 탈륨 사이클로펜타디에나이드(Thallium cyclopentadienide), 탈륨 플루라이드(Thallium fluoride), 탈륨 포메이트(Thallium formate), 탈륨 헥사플루로아세틸아세토네이트(Thallium hexafluoroacetylacetonate), 탈륨 니트레이트(Thallium nitrate), 탈륨 니트레이트 트리하이드레이트(Thallium nitrate trihydrate), 탈륨 트리플루로아세테이트(Thallium trifluoroacetate) 및 탈륨 퍼클로레이트 하이드레이트(Thallium perchlorate hydrate)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 13

제5항에 있어서,

상기 하프늄화합물은, 하프늄 클로라이드 (Hafnium chloride) 및 하프늄 플루라이드(Hafnium fluoride)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 14

제5항에 있어서,

상기 마그네슘물은, 마그네슘 아세테이트(Magnesium acetate), 마그네슘 클로라이드(Magnesium chloride), 마그네슘 나이트레이트 하이드레이트(Magnesium nitrate hydrate), 및 마그네슘 설페이트(Magnesium sulfate)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 15

제5항에 있어서,

상기 지르코늄화합물은, 지르코늄 아세테이트(Zirconium acetate), 지르코늄 아세틸아세토네이트(Zirconium acetylacetonate), 지르코늄 클로라이드 (Zirconium chloride), 및 지르코늄 플루라이드(Zirconium fluoride)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 16

제5항에 있어서,

상기 이트륨화합물은 이트륨 아세테이트(Yttrium acetate), 이트륨 아세틸아세토네이트(Yttrium acetylacetonate), 이트륨 클로라이드(Yttrium chloride), 이트륨 플루라이드(Yttrium fluoride), 및 이트륨 나이트레이트(Yttrium nitrate)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 17

제5항에 있어서,

상기 분산계 내에서, 상기 아연화합물, 인듐화합물, 갈륨화합물, 주석화합물, 하프늄화합물, 지르코늄화합물, 마그네슘화합물, 이트륨화합물 또는 탈륨화합물의 몰농도는 각각 0.1 내지 10M인 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 18

제5항에 있어서,

상기 산화물 졸 용액을 준비하는 단계는, 상기 분산계에 졸 안정제를 혼합하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 졸 안정제는, 모노-에탄올아민(mono-ethanolamine), 디-에탄올아민(di-ethanolamine) 및 트리-에탄올아민(tri-ethanolamin)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 20

제5항에 있어서,

상기 산화물 졸 용액을 준비하는 단계는, 상기 분산계의 pH를 조절하기 위하여 상기 분산계에 산 또는 염기를 첨가하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 산은 아세트산(CH₃COOH)을 포함하고, 상기 염기는 수산화암모늄(NH₃OH), 수산화칼륨(KOH) 및 수산화나트륨(NaOH)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하고, 상기 분산계는 pH 범위가 1 내지 10이 되도록 조절되는 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 22

제1항에 있어서,

상기 박막 패턴의 크기는 3nm 내지 9 μ m인 것을 특징으로 하는 전자 소자 제조 방법.

청구항 23

산화물 반도체 기반의 졸 용액을 준비하는 단계;

상기 준비된 산화물 반도체 기반의 졸 용액을 인쇄를 표면에 패턴으로 제공하는 단계;

물투를 공정을 이용하여 상기 인쇄를 표면에 제공된 산화물 반도체 기반의 졸 용액의 패턴을 기판 상에 전사하는 단계; 및

상기 기판 상에 전사된 졸 용액의 패턴을 건조 및 가열하여 상기 기판 상에 채널층 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 박막 트랜지스터 제조 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 산화물 반도체 기반의 졸 용액의 패턴을 기판 상에 전사하는 단계 전에, 상기 졸 용액의 패턴이 전사될 상기 기판의 표면을 친수화 또는 소수화 처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터 제조 방법.

청구항 25

제23항에 있어서,

상기 채널층 패턴 형성 단계에서, 상기 기판 상에 전사된 졸 용액의 패턴은 300 내지 1000℃의 온도범위에서 열 처리되는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터 제조 방법.

청구항 26

제23항에 있어서,

상기 산화물 반도체 기반의 졸 용액의 패턴을 기판 상에 전사하는 단계 전에, 상기 기판 상에 게이트용 전도층과 게이트 절연막용 절연체층을 순차 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터 제조 방법.

청구항 27

제23항에 있어서,

상기 채널층 패턴을 형성하는 단계 후에, 롤투롤 공정을 이용하여 인쇄물 표면에 제공된 산화물 전도체 기반의 졸 용액의 패턴을 상기 기판 상에 전사하여 소스 및 드레인 패턴을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터 제조 방법.

청구항 28

제23항에 있어서,

롤투롤 공정을 이용하여 인쇄물 표면에 제공된 산화물 전도체 기반의 졸 용액의 패턴을 상기 기판 상에 전사하여 게이트 패턴을 형성하는 단계와, 롤투롤 공정을 이용하여 인쇄물 표면에 제공된 산화물 절연체 기반의 졸 용액의 패턴을 상기 기판 상에 전사하여 게이트 절연막 패턴을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 졸 용액을 이용하여 박막 트랜지스터와 같은 전자 소자를 제조하는 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 졸-겔(sol-gel) 공정을 기반으로 하여 졸 용액을 롤투롤 장비에 투입하여 박막 트랜지스터(TFT) 등의 전자 소자를 제조함으로써, 포토 공정 없이 TFT 등의 전자 소자들을 대면적의 기판에 일괄하여 제작할 수 있는 졸-겔 공정과 롤투롤 공정을 이용한 전자 소자 제조방법에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 교육과학기술부 및 한국과학재단의 국가지정연구실사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다 [과제관리번호: 2008-8-0878, 과제명: 차세대 디스플레이를 위한 SBS(SOLUTION BASED SI) 박막 및 ASB(ALL SOLUTION BASED) TFT 기술개발].

배경 기술

[0003] 현재 반도체 소자나 디스플레이의 제작은 대표적인 장치 산업에 해당한다. 비교적 큰 사이즈의 진공 챔버안에 기판을 넣고 반도체 공정을 거쳐 원하는 전자 소자와 디스플레이를 얻을 수 있다. 예를 들어, TFT의 제작을 위해서, 진공 장비를 사용하는 CVD(chemical vapor deposition), PLD(pulsed laser deposition), 스퍼터링 등의 증착 공정을 수행할 수 있다. 진공 챔버를 이용한 증착 공정의 장점으로는, 진공 상태에서 박막을 증착하므로 막질이 좋은 박막을 얻을 수 있다는 점이 있다. 단점으로는, 챔버 안을 진공을 만들어야 하므로 박막 증착 시간이 길고, 장치 비용이 고가라는 점과 포토 공정에 의한 패터닝이 필요하다는 점이다.

[0004] 기존의 진공 챔버를 이용한 증착 공정과 달리, 졸-겔 공정을 이용한 박막 형성 공정은, 장치 비용이 적고, 대면적 증착이 용이하며, 빠른 생산 시간에 의해 대량생산에 유리하다. 또한 원하는 조성과 물질을 이용하여 TFT 등의 전자 소자를 제조할 수 있는 장점이 있다. 이러한 장점을 가진 졸-겔 공정을 이용하여 전자 소자를 제작하는 방법이 제안되었는데, 예를 들어, 졸 용액의 스핀 코팅(spin coating), 딥 코팅(dip coating), 잉크젯 프린팅(ink-jet coating), 나노 임프린트(nano-imprint) 등의 공정이 전자 소자의 제조에 이용될 수 있다.

[0005] 일반적으로 졸-겔 공정을 이용하여 인쇄 가능한 전자 소자를 만들 수 있는 물질은 펜타신으로 대표되는 유기물 반도체와 산화아연으로 대표되는 무기물 반도체가 있다. 유기물 물질은 특성상 산소와 수분에 취약하고 졸-겔 공정을 이용한 유기물질 기반의 TFT는 기존 비정질 실리콘(a-Si) TFT에 대비하여 큰 발전이 없는 기술적 한계에 직면하고 있는 실정이다. 산화물 기반의 TFT는 기존의 a-Si TFT에 비하여 이동도를 비롯한 전기적 특성이 매우 좋다. 졸-겔 공정을 이용하여 제조된 산화물 기반의 박막은, 유기물 기반의 박막에 비하면, 우수한 전기적 특성을 나타낼 수 있고 환경(예컨대, 산소 또는 수분 등)에 대한 취약성이 나쁘지 않다.

[0006] 졸-겔 공정을 이용하여 전자 소자를 제조하는 데에 있어서 가장 많이 적용되는 공정기술 중 하나가 스핀 코팅 방법이다. 스핀 코팅 방법에서는, 준비된 기판을 스핀 코팅 장비 위에 배치하고 도포하고자 하는 졸을 기판 위에 제공한 후, 기판을 고속으로 회전시켜 원심력을 이용하여 기판에 고른 두께의 박막을 형성하게 된다. 예컨대, 산화물 졸 용액의 스핀 코팅을 이용하여 TFT의 액티브 채널층을 형성할 수 있다. 이 방법은 기존의 PLD 및 스퍼터링 공정과 달리, 졸-겔 공정을 통해 원하는 물질의 조성을 얻을 수 있고 빠른 시간에 TFT를 만들 수 있다. 그러나, 스핀 코팅 공정은 진공 장비를 이용한 박막 공정과 마찬가지로 기판 전면적에 박막을 형성하며, 선택적 영역의 박막 패터닝을 위해서는 별도의 패터닝 작업을 필요로 한다.

[0007] 졸-겔 공정으로 박막을 얻을 수 있는 다른 방법은, 기판을 졸 용액 안으로 담그는 딥 코팅 공정이다. 딥 코팅 공정은 스핀 코팅 공정보다 더 빠른 시간에 원하는 박막을 얻을 수 있다. 그러나, 스핀 코팅 공정에 비하여, 형성된 박막의 두께가 균일하지 않은 단점이 있어, 균일성을 요하는 박막 트랜지스터 및 전자 소자 제작에 적합하지 않다.

[0008] 졸-겔 공정으로 박막을 얻을 수 있는 또 다른 방법으로서 잉크젯 코팅을 이용한 방법이 있다. 잉크젯 코팅을 이용한 TFT 제조에서는, 미리 준비된 산화물 졸을 잉크젯 장비에 주입하여 미리 제작된 전자 소자 부분(액티브 채널층을 제외한 부분) 위에 졸을 제공한 후 소결 과정을 거쳐서 TFT를 얻을 수 있다. 이러한 잉크젯 코팅은 선택적인 영역에 졸을 주입함으로써 원하는 소자를 얻을 수 있는 장점이 있다. 그러나 커피 링 효과(coffee ring effect)에 의한 박막 두께의 불균일 현상이 발생하고, 하부 또는 상부의 다른 층과의 접촉 불량 발생될 수 있는 문제가 있다. 커피 링 효과는 잉크젯 코팅 후 박막 소결 과정에서 형성된 박막의 두께가 가운데 부분과 바깥 부분에서 서로 다르다는 것을 설명하는 효과이다.

[0009] 졸-겔 공정을 이용한 나노 임프린트 공정은 기존 반도체 공정에서 게이트 길이를 나타내는 피치 사이즈를 결정하는 포토 공정의 한계를 극복하기 위한 공정이다. 나노 임프린트 공정을 이용하는 방법에는, 기판 상에 졸-겔을 도포한 후 나노 임프린트로 패터닝 하는 방법, 기판과 스탬프를 접촉한 상태에서 딥 코팅하여 원하는 패턴의 박막을 얻는 방법, 스탬프에 졸을 묻힌 상태에서 기판에 박막을 형성하는 방법 등이 있다. 그러나, 나노 임프린트 공정은 기판의 손상과 각 층의 오염 문제가 있다. 또한, 대면적의 스탬프는 기판에 균일한 압력을 제공하기가 어렵기 때문에, 대면적에 분포된 패턴들을 일괄하여 얻기가 어렵다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하는 것으로서, 그 일 과제는 빠른 공정 속도로 포토 공정 없이 박막 트랜지스터 등의 전자 소자를 제작할 수 있고, 대면적 박막 패턴 형성이 용이하며 원하는 물질 조성 및 물질 상의 박막을 얻을 수 있는 졸-겔 공정을 이용한 전자 소자 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0011] 또한 본 발명의 일 과제는 빠른 공정 속도로 포토 공정 없이 박막 트랜지스터를 제작할 수 있고, 대면적의 기판 상에 다수의 박막 트랜지스터를 용이하게 형성할 수 있고, 원하는 물질 조성 및 물질 상의 박막을 얻을 수 있는 졸-겔 공정을 이용한 박막 트랜지스터 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0012] 본 발명의 일 측면에 따른 졸-겔 공정을 이용한 전자 소자 제조 방법은, 산화물 반도체 기반의 졸 용액, 산화물 절연체 기반의 졸 용액 및 산화물 전도체 기반의 졸 용액 중 어느 하나의 산화물 졸 용액을 준비하는 단계; 상기 준비된 졸 용액을 인쇄물의 표면에 패턴으로 제공하는 단계; 상기 표면에 졸 용액이 제공된 인쇄물을 기판 상으로 압인하여 상기 인쇄물 표면에 제공된 졸 용액의 패턴을 상기 기판 상에 전사하는 단계; 및 상기 기판 상에 전사된 졸 용액의 패턴을 건조 및 가열하여 상기 기판 상에 박막 패턴을 형성하는 단계를 포함한다.

[0013] 상기 박막 패턴은 산화물 반도체 박막, 산화물 절연체 박막, 산화물 전도체 박막 중 하나일 수 있다. 상기 박막 패턴 형성 단계에서 상기 졸 용액의 패턴은 300 내지 1000℃의 온도범위에서 열처리될 수 있다.

[0014] 본 발명의 실시형태에 따르면, 상기 졸 용액의 패턴을 상기 기판 상에 전사하는 단계 전에, 상기 졸 용액의 패턴이 전사될 상기 기판의 표면을 친수화 또는 소수화 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 실시형태에 따르면, 상기 산화물 졸 용액을 준비하는 단계는, 아연화합물, 인듐화합물, 갈륨화합물, 주석화합물, 하프늄화합물, 지르코늄화합물, 마그네슘화합물, 이트륨화합물 및 탈륨화합물로 이루어진 군에서 1종 이상이 선택된 분산질과, 상기 분산질에 상응하는 분산매를 혼합하여 분산계를 형성하는 단계; 및 상기 분산계를 스테어링(stirring)하고 에이징(aging)하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 분산질은 아연화합물 대 상기 군에서 선택된 비아연화합물(즉, 인듐화합물, 갈륨화합물, 주석화합물, 하프늄화합물, 지르코늄화합물, 마그네슘화합물, 이트륨화합물 및 탈륨화합물 중에서 선택된 1종 이상의 화합물)이 1:0.1 내지 1:2의 몰비로 혼합된 것일 수 있다.

[0016] 상기 분산매는, 이소프로판올(isopropanol), 2-메톡시에탄올(2-methoxyethanol), 디메틸포름아마이드(dimethylformamide), 에탄올(ethanol), 탈이온수(deionized water), 메탄올(methanol), 아세틸아세톤(acetylacetone), 디메틸아민보란(dimethylamineborane), 아세토니트릴(acetonitrile)로 이루어진 군에서 상기 분산질에 상응하여 1종 이상이 선택될 수 있다.

- [0017] 상기 아연화합물은, 아연 시트레이트 디하이드레이트(Zinc citrate dihydrate), 아연 아세테이트(Zinc acetate), 아연 아세테이트 디하이드레이트(Zinc acetate dihydrate), 아연 아세틸아세토네이트 하이드레이트(Zinc acetylacetonate hydrate), 아연 아크릴레이트(Zinc acrylate), 아연 클로라이드(Zinc chloride), 아연 디에틸디씨오카바메이트(Zinc diethyldithiocarbamate), 아연 디메틸디씨오카바메이트(Zinc dimethyldithiocarbamate), 아연 플루라이드(Zinc fluoride), 아연 플루라이드 하이드레이트(Zinc fluoride hydrate), 아연 헥사플루로아세틸아세토네이트 디하이드레이트(Zinc hexafluoroacetylacetonate dihydrate), 아연 메타아크릴레이트(Zinc methacrylate), 아연 니트레이트 헥사하이드레이트(Zinc nitrate hexahydrate), 아연 니트레이트 하이드레이트(Zinc nitrate hydrate), 아연 트리플루로메탄술포네이트(Zinc trifluoromethanesulfonate), 아연 운데실레네이트(Zinc undecylenate), 아연 트리플루로아세테이트 하이드레이트(Zinc trifluoroacetate hydrate), 아연 테트라플루로보레이트 하이드레이트(Zinc tetrafluoroborate hydrate) 및 아연 퍼클로레이트 헥사하이드레이트(Zinc perchlorate hexahydrate) 로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 인듐화합물은, 인듐 클로라이드(Indium chloride), 인듐 클로라이드 테트라하이드레이트(Indium chloride tetrahydrate), 인듐 플루라이드(Indium fluoride), 인듐 플루라이드 트리하이드레이트(indium fluoride trihydrate), 인듐 하이드록사이드(Indium hydroxide), 인듐 니트레이트 하이드레이트(Indium nitrate hydrate), 인듐 아세테이트 하이드레이트(Indium acetate hydrate), 인듐 아세틸아세토네이트(Indium acetylacetonate), 및 인듐 아세테이트(Indium acetate)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 갈륨화합물은, 갈륨 아세틸아세토네이트(Gallium acetylacetonate), 갈륨 클로라이드(Gallium chloride), 갈륨 플루라이드(Gallium fluoride), 및 갈륨 니트레이트 하이드레이트(Gallium nitrate hydrate)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 주석화합물은, 틴 아세테이트(Tin acetate), 틴 클로라이드(Tin chloride), 틴 클로라이드 디하이드레이트(Tin chloride dihydrate), 틴 클로라이드 펜타하이드레이트(Tin chloride pentahydrate), 및 틴 플루라이드(Tin fluoride)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 탈륨화합물은, 탈륨 아세테이트(Thallium acetate), 탈륨 아세틸아세토네이트(Thallium acetylacetonate), 탈륨 클로라이드(Thallium chloride), 탈륨 클로라이드 테트라하이드레이트(Thallium chloride tetrahydrate), 탈륨 사이클로펜타디에나이드(Thallium cyclopentadienide), 탈륨 플루라이드(Thallium fluoride), 탈륨 포메이트(Thallium formate), 탈륨 헥사플루로아세틸아세토네이트(Thallium hexafluoroacetylacetonate), 탈륨 니트레이트(Thallium nitrate), 탈륨 니트레이트 트리하이드레이트(Thallium nitrate trihydrate), 탈륨 트리플루로아세테이트(Thallium trifluoroacetate) 및 탈륨 퍼클로레이트 하이드레이트(Thallium perchlorate hydrate)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 hafnium 화합물은, hafnium 클로라이드 (Hafnium chloride) 및 hafnium 플루라이드(Hafnium fluoride)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 마그네슘화합물은, 마그네슘 아세테이트(Magnesium acetate), 마그네슘 클로라이드(Magnesium chloride), 마그네슘 나이트레이트 하이드레이트(Magnesium nitrate hydrate), 및 마그네슘 설페이트(Magnesium sulfate)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

- [0024] 상기 지르코늄화합물은, 지르코늄 아세테이트(Zirconium acetate), 지르코늄 아세틸아세토네이트(Zirconium acetylacetonate), 지르코늄 클로라이드 (Zirconium chloride), 및 지르코늄 플루라이드(Zirconium fluoride) 로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 이트륨화합물은 이트륨 아세테이트(Yttrium acetate), 이트륨 아세틸아세토네이트(Yttrium acetylacetonate), 이트륨 클로라이드(Yttrium chloride), 이트륨 프루라이드(Yttrium fluoride), 및 이트륨 나이트레이트(Yttrium nitrate)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 분산계 내에서, 상기 아연화합물, 인듐화합물, 갈륨화합물, 주석화합물, hafnium화합물, 지르코늄화합물, 마그네슘화합물, 이트륨화합물 또는 탈륨화합물의 몰농도는 각각 0.1 내지 10M일 수 있다.
- [0027] 상기 산화물 졸 용액을 준비하는 단계는, 상기 분산계에 졸 안정제를 혼합하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 졸 안정제는, 모노-에탄올아민(mono-ethanolamine), 디-에탄올아민(di-ethanolamine) 및 트리-에탄올아민(tri-ethanolamine)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 산화물 졸 용액을 준비하는 단계는, 상기 분산계의 pH를 조절하기 위하여 상기 분산계에 산 또는 염기를 첨가하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 산은 아세트산(CH₃COOH)을 포함하고, 상기 염기는 수산화암모늄(NH₃OH), 수산화칼륨(KOH) 및 수산화나트륨(NaOH)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하고, 상기 분산계는 pH 범위가 1 내지 10이 되도록 조절될 수 있다.
- [0029] 상기 박막 패턴의 크기는 3nm 내지 9 μ m일 수 있다. 상기 박막 패턴의 모양은 상기 인쇄물 표면에 제공된 졸 용액 패턴의 모양에 따라 결정되며, 도트(dot)형, 사각형 등 다양한 모양을 가질 수 있다.
- [0030] 본 발명의 다른 측면에 따른 졸-겔 공정을 이용한 박막 트랜지스터 제조 방법은, 산화물 반도체 기반의 졸 용액을 준비하는 단계; 상기 준비된 산화물 반도체 기반의 졸 용액을 인쇄물 표면에 패턴으로 제공하는 단계; 롤투롤 공정을 이용하여 상기 인쇄물 표면에 제공된 산화물 반도체 기반의 졸 용액의 패턴을 기판 상에 전사하는 단계; 및 상기 기판 상에 전사된 졸 용액의 패턴을 건조 및 가열하여 상기 기판 상에 채널층 패턴을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0031] 상기 산화물 반도체 기반의 졸 용액의 패턴을 기판 상에 전사하는 단계 전에, 상기 졸 용액의 패턴이 전사될 상기 기판의 표면을 친수화 또는 소수화 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 채널층 패턴 형성 단계에서 상기 기판 상에 전사된 졸 용액의 패턴은 300 내지 1000 $^{\circ}$ C의 온도범위에서 열처리될 수 있다.
- [0032] 본 발명의 실시형태에 따르면, 상기 산화물 반도체 기반의 졸 용액의 패턴을 기판 상에 전사하는 단계 전에, 상기 기판 상에 게이트용 전도체층과 게이트 절연막용 절연체층을 순차 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 실시형태에 따르면, 상기 채널층 패턴을 형성하는 단계 후에, 롤투롤 공정을 이용하여 인쇄물 표면에 제공된 산화물 전도체 기반의 졸 용액의 패턴을 상기 기판 상에 전사하여 소스 및 드레인 패턴을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 실시형태에 따르면, 롤투롤 공정을 이용하여 인쇄물 표면에 제공된 산화물 전도체 기반의 졸 용액의 패턴을 상기 기판 상에 전사하여 게이트 패턴을 형성하는 단계와, 롤투롤 공정을 이용하여 인쇄물 표면에 제공

된 산화물 절연체 기반의 졸 용액의 패턴을 상기 기판 상에 전사하여 게이트 절연막 패턴을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

효과

[0035] 본 발명의 여러 실시형태에 따라 졸-겔 공정과 롤투롤 공정을 이용하여 박막 트랜지스터 등의 전자 소자를 제조함으로써, 졸 용액의 종류와 조성의 변화로 다원계 산화물 등의 원하는 물질의 박막 트랜지스터 등의 전자 소자를 용이하게 제작할 수 있을 뿐만 아니라, 빠른 시간에 대면적의 박막 패턴을 저렴한 생산 가격으로 용이하게 형성할 수 있다. 또한 인쇄물을 구비하는 롤투롤 장비를 이용함으로써 공정 속도가 매우 빠르고 대량 생산이 가능하다. 롤투롤 공정의 패턴이나 공정 순서를 바꿈으로써 박막 트랜지스터 이외의 다른 전자 소자를 빠른 시간에 제조할 수 있다. 또한 커피 링 효과와 같은 두께 불균일 문제를 없앨 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태를 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 여러 가지의 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시형태로만 한정되는 것은 아니다. 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다.

[0037] 도 1은 본 발명의 실시형태에 따른 롤투롤 공정을 이용한 패턴 인쇄, 전사 공정 전에 미리 준비된 기판을 개략적으로 나타낸다. 기판(101)의 표면, 특히 후속의 롤투롤 공정 처리될 표면은 친수화 또는 소수화 표면 처리될 수 있다. 예를 들어 산산화나트륨과 산소 플라즈마, 피라나 용액, 탈이온수와 아세톤 등을 이용한 친수화 표면 처리 혹은, PDMS나 톨루엔, OTS-SAMs(octadecyltetrachlorosilane-self-assembled-monolayers) 등을 이용한 소수화 표면처리가 기판(101) 표면에 대해 수행될 수 있다. 이러한 표면처리는 후속의 롤투롤 공정을 이용한 인쇄물의 압인과 이에 의한 졸 용액 패턴 전사를 통한 박막 형성시 박막 두께의 균일성을 더 욱 높여주는 역할을 한다. 이러한 표면 처리는 기판 전체 영역뿐만 아니라 원하는 일부 영역(예컨대, 소자 영역)에만 실행할 수 있다.

[0038] 도 2 내지 4는 졸-겔 공정과 롤투롤 공정에 의하여 산화물 졸의 특성에 따라 반도체, 절연체, 전도체의 특성을 갖는 박막 패턴을 형성하는 공정을 설명하기 위한 개략도들이다. 도 2 내지 4와 같이 롤투롤 공정을 이용하여 인쇄물(105, 106, 107)에 의해 기판(101) 상에 전자소자용 박막 패턴을 인쇄하기 전에, 산화물 반도체, 산화물 전도체 혹은 산화물 절연체의 특성을 갖는 졸 용액을 미리 준비한다.

[0039] 롤투롤 공정에 이용될 수 있는 졸 용액은, 원하는 도전 특성(반도체, 도전체 또는 절연체)을 나타낼 수 있는 화합물 분산질과 이에 상응하는 분산매를 혼합하여 분산계를 형성한 후, 이를 스테어링(stirring)하고 에이징(aging)하여 얻을 수 있다. 분산질은, 예를 들어, 아연화합물, 인듐화합물, 갈륨화합물, 주석화합물, 하프늄화합물, 지르코늄화합물, 마그네슘화합물, 이트륨화합물 및 탈륨화합물에서 1종 이상이 선택된 것일 수 있다. 특히, 졸 용액의 분산질은 아연화합물을 포함할 수 있으며, 아연화합물 대 비아연화합물(즉, 인듐화합물, 갈륨화합물, 주석화합물, 하프늄화합물, 지르코늄화합물, 마그네슘화합물, 이트륨화합물 및 탈륨화합물 중에서 선택된 1종 이상의 화합물)이 1:0.1 내지 1:2의 몰비로 혼합될 수 있다. 또한, 졸 용액의 분산계 내에서, 아연화합물, 인듐화합물, 갈륨화합물, 주석화합물, 하프늄화합물, 지르코늄화합물, 마그네슘화합물, 이트륨화합물 또는 탈륨화합물의 몰농도는 각각 0.1 내지 10M일 수 있다.

[0040] 졸 용액의 분산매는, 이소프로판올(isopropanol), 2-메톡시에탄올(2-methoxyethanol), 디메틸포름아마이드(dimethylformamide), 에탄올(ethanol), 탈이온수(deionized water), 메탄올(methanol), 아세틸아세톤(acetylacetone), 디메틸아민보란(dimethylamineborane) 및 아세토니트릴(acetonitrile)에서 분산질에 상응하여 1종 이상이 선택될 수 있다.

- [0041] 구체적으로, 졸 용액의 분산질로 사용될 수 있는 아연화합물은, 아연 시트레이트 디하이드레이트(Zinc citrate dihydrate), 아연 아세테이트(Zinc acetate), 아연 아세테이트 디하이드레이트(Zinc acetate dihydrate), 아연 아세틸아세토네이트 하이드레이트(Zinc acetylacetonate hydrate), 아연 아크릴레이트(Zinc acrylate), 아연 클로라이드(Zinc chloride), 아연 디에틸디씨오카바메이트(Zinc diethyldithiocarbamate), 아연 디메틸디씨오카바메이트(Zinc dimethyldithiocarbamate), 아연 플루라이드(Zinc fluoride), 아연 플루라이드 하이드레이트(Zinc fluoride hydrate), 아연 헥사플루로아세틸아세토네이트 디하이드레이트(Zinc hexafluoroacetylacetonate dihydrate), 아연 메타아크릴레이트(Zinc methacrylate), 아연 니트레이트 헥사하이드레이트(Zinc nitrate hexahydrate), 아연 니트레이트 하이드레이트(Zinc nitrate hydrate), 아연 트리플루로메탄술폰네이트(Zinc trifluoromethanesulfonate), 아연 운데실레네이트(Zinc undecylenate), 아연 트리플루로아세테이트 하이드레이트(Zinc trifluoroacetate hydrate), 아연 테트라플루로보레이트 하이드레이트(Zinc tetrafluoroborate hydrate) 및 아연 퍼클로레이트 헥사하이드레이트(Zinc perchlorate hexahydrate)에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0042] 또한, 졸 용액의 분산질로 사용될 수 있는 인듐화합물은, 인듐 클로라이드(Indium chloride), 인듐 클로라이드 테트라하이드레이트(Indium chloride tetrahydrate), 인듐 플루라이드(Indium fluoride), 인듐 플루라이드 트리하이드레이트(indium fluoride trihydrate), 인듐 하이드록사이드(Indium hydroxide), 인듐 니트레이트 하이드레이트(Indium nitrate hydrate), 인듐 아세테이트 하이드레이트(Indium acetate hydrate), 인듐 아세틸아세토네이트(Indium acetylacetonate), 및 인듐 아세테이트(Indium acetate)에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0043] 졸 용액의 분산질로 사용될 수 있는 갈륨화합물은, 갈륨 아세틸아세토네이트(Gallium acetylacetonate), 갈륨 클로라이드(Gallium chloride), 갈륨 플루라이드(Gallium fluoride), 및 갈륨 니트레이트 하이드레이트(Gallium nitrate hydrate)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0044] 졸 용액의 분산질로 사용될 수 있는 주석화합물은, 틴 아세테이트(Tin acetate), 틴 클로라이드(Tin chloride), 틴 클로라이드 디하이드레이트(Tin chloride dihydrate), 틴 클로라이드 펜타하이드레이트(Tin chloride pentahydrate), 및 틴 플루라이드(Tin fluoride)에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0045] 졸 용액의 분산질로 사용될 수 있는 탈륨화합물은, 탈륨 아세테이트(Thallium acetate), 탈륨 아세틸아세토네이트(Thallium acetylacetonate), 탈륨 클로라이드(Thallium chloride), 탈륨 클로라이드 테트라하이드레이트(Thallium chloride tetrahydrate), 탈륨 사이클로펜타디에나이드(Thallium cyclopentadienide), 탈륨 플루라이드(Thallium fluoride), 탈륨 포메이트(Thallium formate), 탈륨 헥사플루로아세틸아세토네이트(Thallium hexafluoroacetylacetonate), 탈륨 니트레이트(Thallium nitrate), 탈륨 니트레이트 트리하이드레이트(Thallium nitrate trihydrate), 탈륨 트리플루로아세테이트(Thallium trifluoroacetate) 및 탈륨 퍼클로레이트 하이드레이트(Thallium perchlorate hydrate)에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0046] 졸 용액의 분산질로 사용될 수 있는 hafnium 화합물은, hafnium 클로라이드 (Hafnium chloride) 및 hafnium 플루라이드(Hafnium fluoride)에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0047] 졸 용액의 분산질로 사용될 수 있는 마그네슘은, 마그네슘 아세테이트(Magnesium acetate), 마그네슘 클로라이드(Magnesium chloride), 마그네슘 나이트레이트 하이드레이트(Magnesium nitrate hydrate), 및 마그네슘 설페이트(Magnesium sulfate)에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

- [0048] 졸 용액의 분산질로 사용될 수 있는 지르코늄화합물은, 지르코늄 아세테이트(Zirconium acetate), 지르코늄 아세틸아세토네이트(Zirconium acetylacetonate), 지르코늄 클로라이드 (Zirconium chloride), 및 지르코늄 플루라이드(Zirconium fluoride)에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0049] 졸 용액의 분산질로 사용될 수 있는 이트륨화합물은 이트륨 아세테이트(Yttrium acetate), 이트륨 아세틸아세토네이트(Yttrium acetylacetonate), 이트륨 클로라이드(Yttrium chloride), 이트륨 플루라이드(Yttrium fluoride), 및 이트륨 나이트레이트(Yttrium nitrate)에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0050] 졸 용액을 제조할 때, 분산계에 졸 안정제를 첨가할 수 있다. 졸 안정제로는, 예를 들어 모노-에탄올아민(mono-ethanolamine), 디-에탄올아민(di-ethanolamine) 또는 트리-에탄올아민(tri-ethanolamin) 등을 사용할 수 있다. 이러한 졸 안정제는, 분산계 내에서 분산질에 포함된 화합물과 동일한 몰수비로 혼합될 수 있다.
- [0051] 또한, 졸 용액을 제조할 때, 분산계의 pH를 조절하기 위하여 분산계에 산 또는 염기를 첨가할 수 있다. 예를 들어, 분산계에 아세트산(CH_3COOH)을 첨가하여 pH를 낮추거나, 분산계에 염기인 수산화암모늄(NH_3OH), 수산화칼륨(KOH) 또는 수산화나트륨(NaOH)을 첨가하여 pH를 높여서, 분산계의 pH 범위가 1 내지 10이 되도록 할 수 있다.
- [0052] 상술한 바와 같이 준비된 산화물 반도체 기반의 졸 용액(예컨대, 아연산화물 기반의 졸 용액)을 인쇄물(105, 106, 107)의 표면에 패턴으로 제공할 수 있다. 도 2를 참조하면, 원통형의 인쇄물(105)의 표면에 졸 용액이 패턴(105a)으로 제공되어 있다. 예를 들어 인쇄물(105)의 표면에 형성된 압인용 볼록부 패턴에 졸 용액을 묻힘으로써 인쇄물(105)의 표면에 졸 용액을 패턴(105a)으로 제공할 수 있다. 이와 같이 인쇄물 표면에 졸 용액의 패턴(105a)이 제공된 상태에서, 인쇄물(105)을 기관 상으로 롤링, 압인함으로써 인쇄물(105) 표면의 패턴(105a)은 기관 상으로 전사되고, 이에 따라 기관(101) 상에는 산화물 반도체 기반의 졸 용액 패턴(102)이 인쇄된다.
- [0053] 그 후 열처리를 통해, 기관(102) 상에 인쇄된 졸 용액의 패턴(102)을 건조 및 가열하여 산화물 졸을 겹차시키고 이에 따라 산화물을 박막화시킴으로써, 기관(101) 상에는 원하는 전자 소자(예컨대, 박막 트랜지스터, 다이오드 등)의 요소에 해당하는 산화물 반도체 박막 패턴을 형성할 수 있다. 이러한 겹차 또는 박막화를 위한 열처리는 예를 들어, 300 내지 1000°C에서 실시될 수 있다.
- [0054] 상술한 실시형태에 따르면, 졸-겔 공정과 롤루를 공정을 이용하여 인쇄물에 의한 압인 인쇄를 통해 대면적의 기관에도 손쉽게 박막 패턴을 얻을 수 있다. 별도의 진공 장비를 이용하지도 않고 잉크젯 프린팅법에서 예상되는 박막 두께 불균일성 문제의 염려도 적으며, 빠른 공정 속도로 전자소자를 대량생산할 수 있다. 인쇄물의 롤링에 의해 다수의 패턴을 인쇄할 수 있으므로, 통상적인 나노임프린트 공정에 비교하여, 기관의 손상이 덜 가고 기관에 더 균일한 압인을 제공할 수 있다.
- [0055] 본 발명자가 제안한 방법은 도 2와 같은 산화물 반도체 박막 패턴 형성뿐만 아니라, 졸 용액의 조성을 바꿈으로써 산화물 절연체 박막 패턴의 형성 혹은 산화물 전도체 박막 패턴의 형성에도 적용될 수 있다.
- [0056] 도 3에 도시된 바와 같이, 인쇄물(106)의 표면에 산화물 절연체 기반의 졸 용액(예컨대, 하프늄 화합물이나 지르코늄 화합물 기반의 졸 용액 혹은 이들이 다량 분포된 분산질 기반의 졸 용액 등)의 패턴(106a)을 제공한 후, 이를 기관(101) 상에 압인, 전사하여, 기관(101) 상에 졸 용액의 패턴(103)을 인쇄한다. 이 패턴(103)을 건조, 가열(도 2를 참조하여 설명한 열처리 공정 참조)함으로써 기관(101) 상에는 산화물 절연체 박막 패턴을 형성한다. 이러한 절연체 박막 패턴은 박막 트랜지스터나 다른 전자 소자의 요소가 될 수 있다.
- [0057] 도 4는 상술한 졸-겔 공정과 롤루를 인쇄 공정을 이용하여 기관(101) 상에 산화물 전도체 박막 패턴을 형성하는

공정을 설명하기 위한 도면이다. 인쇄물(107)의 표면에 산화물 전도체 기반의 줄 용액의 패턴(107a)을 제공한 후, 이를 기판(101) 상에 압인, 전사하여, 기판(101) 상에 줄 용액의 패턴(104)을 인쇄한다. 이 패턴(104)을 건조, 가열(도 2를 참조하여 설명한 열처리 공정 참조)함으로써 기판(101) 상에는 산화물 전도체 박막 패턴을 형성한다. 이러한 절연체 박막 패턴은 박막 트랜지스터나 다른 전자 소자의 요소가 될 수 있다.

[0058] 도 2 내지 도 4를 참조하여 설명한 반도체, 절연체 및 전도체 박막 패턴 형성 공정을 조합하여, 원하는 전자 소자를 제작할 수도 있다. 소자의 종류에 맞게 실행되는 롤투롤 인쇄 공정의 순서와 패턴의 조정하면서 원하는 전자소자를 얻을 수 있다. 기판 상에 형성되는 박막 패턴의 모양은 인쇄물 표면에 제공된 줄 용액 패턴의 모양에 따라 결정되며, 도트(dot)형, 사각형 등 다양한 모양을 가질 수 있다. 형성되는 박막 패턴의 크기는 수 나노미터에서 수 마이크로 미터일 수 있으며 특히, 3nm 내지 9 μ m일 수 있다.

[0059] 도 5 및 6은 본 발명의 실시형태에 따라 줄-겔 공정과 롤투롤 공정을 이용하여 박막 트랜지스터를 제조하는 공정을 설명하기 위한 개략적인 도면들이다. 이 실시형태에서는, 박막 트랜지스터의 반도체 채널층과 소스-드레인 전도체층 형성에 상술한 줄 용액의 롤투롤 인쇄 공정이 적용된다.

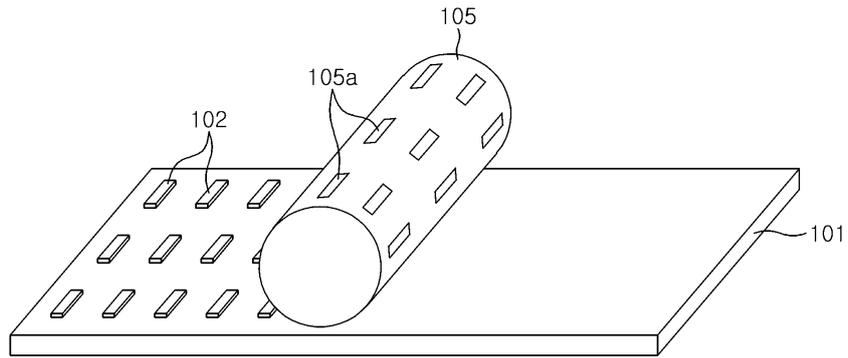
[0060] 먼저 도 5에 도시된 바와 같이, 기판(101) 상에 게이트 역할을 할 수 있는 전도체층(201)과 게이트 절연막 역할을 할 수 있는 절연체층(202)을 순차 증착한다. 그 후, 절연체층(202) 표면에 수산화나트륨 또는 산소 플라즈마 처리를 하여 나중의 롤투롤 공정을 위한 준비를 한다(친수화 표면 처리 혹은 소수화 표면 처리). 그리고 나서, 도 2를 참조하여 이미 설명한 바와 마찬가지로, 반도체 특성을 나타내는 산화물 반도체 기반의 줄 용액을 인쇄물(205)의 표면에 패턴(205a)으로 제공한다. 이와 같이 산화물 반도체 기반 줄 용액의 패턴(205a)이 표면에 제공된 인쇄물(205a)을 사용하여 기판(101)에 대해 롤투롤 인쇄 공정을 실시함으로써, 기판 상에(특히, 절연체층(202) 상에) 패턴을 전사하여 채널용 줄 용액의 패턴(203)을 인쇄한다. 그 후, 인쇄된 패턴(203)에 대한 건조 및 가열을 위한 열처리를 거쳐 절연체층(202) 상에 산화물 반도체 채널층 패턴(203', 도 6 참조)을 형성한다.

[0061] 다음으로, 추가적인 인쇄물(206) 표면에, 미리 준비된 산화물 전도체 기반의 줄 용액을 패턴으로 제공하고(도 4 참조), 도 6에 도시된 바와 같이 인쇄물(206)을 사용하여 기판(반도체 채널층(203')이 형성된 기판)에 대해 추가적인 롤투롤 인쇄 공정을 실시함으로써, 소스와 드레인을 위한 산화물 전도체 기반의 패턴(211, 212)을 형성한다. 이 패턴(211, 212)에 대해서도 열처리에 의한 겔화, 박막화를 실시하여, 도 7에 도시된 바와 같이 채널층 패턴(203') 양측에 소스 및 드레인 패턴(211', 212')를 형성한다. 이로써, 도 7에 도시된 바와 같은 박막 트랜지스터 구조를 대량으로 쉽게 얻을 수 있게 된다.

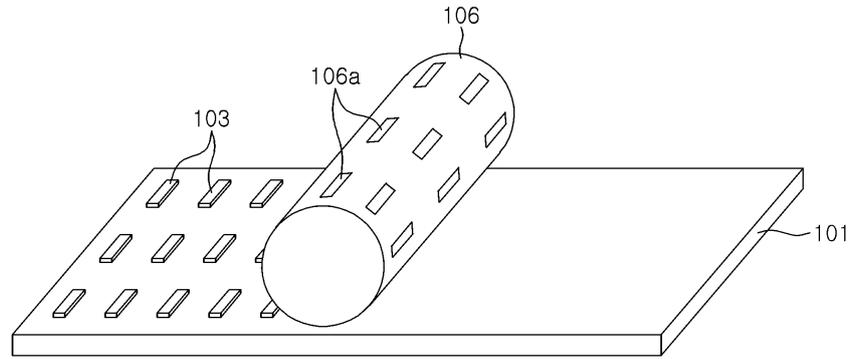
[0062] 상술한 실시예에서는, 반도체 채널층과 소스-드레인 형성 과정에서만 줄-겔 공정과 롤투롤 인쇄 공정을 이용하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 박막 트랜지스터 구조에 필요한 게이트(게이트 전극)와 게이트 절연막을 형성할 때도 본 발명자가 제안한 롤투롤 인쇄공정을 적용할 수 있다. 즉, 박막 트랜지스터를 제조하기 위해, 상술한 바와 같은 롤투롤 공정을 이용하여 인쇄물 표면에 제공된 산화물 전도체 기반의 줄 용액의 패턴을 기판 상에 전사하여(도 4 참조) 게이트 패턴을 형성할 수 있고, 또한 롤투롤 공정을 이용하여 인쇄물 표면에 제공된 산화물 절연체 기반의 줄 용액의 패턴을 기판 상에 전사하여(도 3 참조) 게이트 절연막 패턴을 형성할 수 있다. 각 롤투롤 인쇄 공정 사이에 열처리를 통한 산화물 졸의 겔화에 의해 산화물 박막화하는 과정이 필요하다.

[0063] 상술한 실시예에서는, 게이트(201)가 기판(101) 측에 인접하여 배치되고 소스 및 드레인 패턴(211', 212')이 상부에 위치하는 역스태거드형(inverted staggered type)의 박막 트랜지스터 제조 공정에 대해 설명하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 롤투롤 인쇄 공정들의 순서와 패턴을 조정함으로써, 도 8에 도시된 바와 같이 게이트(301)가 기판(101)의 반대측에 배치되는 스태거드형(staggered type) 박막 트랜지스터를 제조할 수 있다. 이 경우, 줄-겔 및 롤투롤 인쇄 공정을 이용하여, 기판(101) 상에 먼저 소스 및 드레인 패턴(311, 312)을

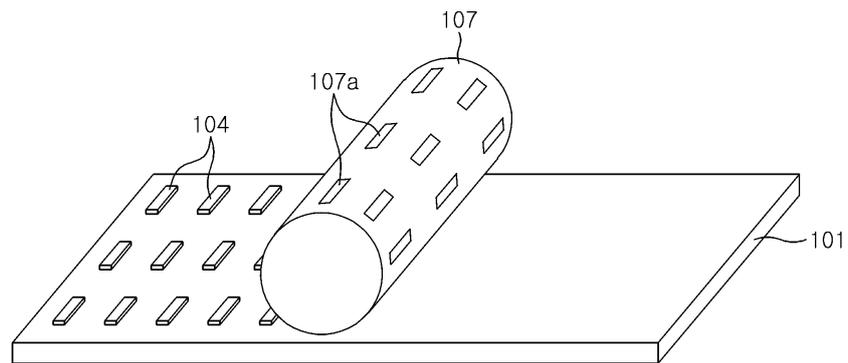
도면2



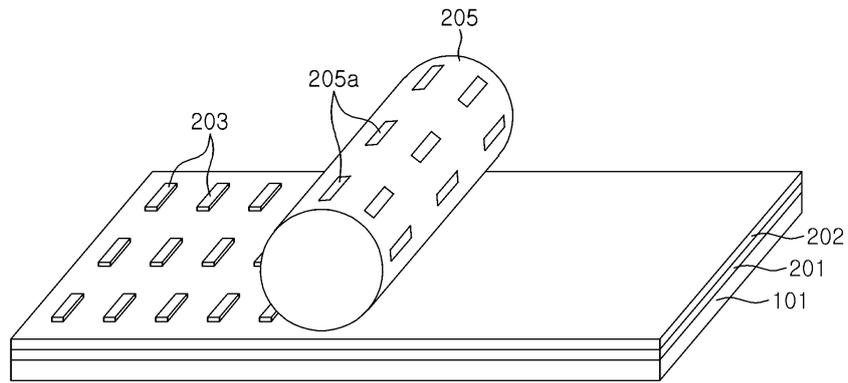
도면3



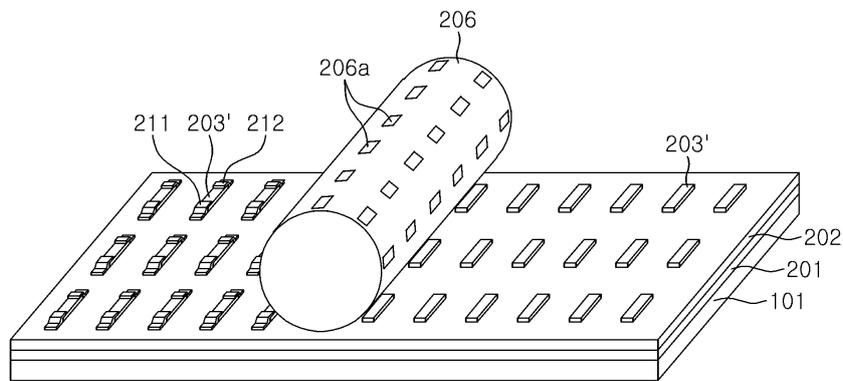
도면4



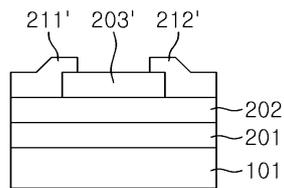
도면5



도면6



도면7



도면8

