



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월18일
(11) 등록번호 10-2145157
(24) 등록일자 2020년08월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/041 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/041 (2013.01)
G06F 2203/04103 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7017885
(22) 출원일자(국제) 2013년12월02일
심사청구일자 2018년11월07일
(85) 번역문제출일자 2015년07월03일
(65) 공개번호 10-2015-0093208
(43) 공개일자 2015년08월17일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/072624
(87) 국제공개번호 WO 2014/088950
국제공개일자 2014년06월12일
(30) 우선권주장
61/734,793 2012년12월07일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
JP2012178149 A*
KR1019990045194 A*
KR1020090119716 A*
KR1020120127556 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 캄파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
도즈 손 씨
미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
스태이 매튜 에스
미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 9 항

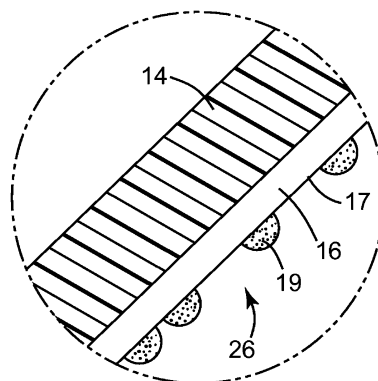
심사관 : 김상택

(54) 발명의 명칭 기재 상에 투명 전도체를 제조하는 방법

(57) 요약

식각을 필요로 하지 않는, 전도성 층을 패터닝하여 투명 전기 전도체를 형성시키는 방법이 개시된다. 본 방법은, 전도성 층으로 코팅된 기재로부터 가박성 중합체 층을 박리시켜 전도성 층을 패터닝하는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서는, 전도성 층 위에 레지스트 매트릭스 재료를 패터닝하여 레지스트 매트릭스 재료 아래의 전도성 층의 제거를 방지한다. 다른 실시 형태에서는, 감압 접촉제 표면을 갖는 라이너를 패터닝된 가박성 중합체 재료와 접촉시켜 그 아래의 패터닝된 가박성 중합체 재료 및 전도성 층 양자 모두를 제거한다.

대표도 - 도2a



(72) 발명자

페쿠로프스키 미하일 엘

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

프레이 매튜 에이치

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

펠레라이트 마크 제이

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

벳즐드 존 피

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

(30) 우선권주장

61/782,634 2013년03월14일 미국(US)

61/840,876 2013년06월28일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

기재 상에 전도성 층을 패터닝하는 방법으로서,

전도성 층으로 기재를 코팅하는 단계로서, 임의적으로, 이때 상기 전도성 층이 나노와이어를 포함하는, 단계;

레지스트 매트릭스 재료(resist matrix material)로 상기 전도성 층 상에 패턴을 적용하여, 상기 기재 상에, 노출된 전도성 층의 하나 이상의 제1 영역 및 레지스트 매트릭스 재료의 하나 이상의 제2 영역을 생성시키는 단계;

상기 레지스트 매트릭스 재료를 강화(hardening) 또는 경화시키는 단계;

가박성(strippable) 중합체 층으로 상기 패턴을 오버코팅하는 단계;

상기 가박성 중합체 층을 강화 또는 경화시키는 단계;

상기 가박성 중합체 층을 상기 기재로부터 박리시키고, 상기 기재의 상기 하나 이상의 제1 영역 내의 상기 노출된 전도성 층을 상기 기재로부터 제거함으로써, 패턴화된 전도성 층을 상기 기재 상에 형성시키는 단계

를 포함하는 방법으로서,

상기 가박성 중합체 층으로 상기 패턴을 오버코팅하는 단계가 상기 하나 이상의 제1 영역 및 상기 하나 이상의 제2 영역을 가박성 중합체 층-형성 액체로 오버코팅하는 단계를 포함하며,

상기 가박성 중합체 층-형성 액체가 중합체 용액, 단량체, 단량체 용액, 및 중합체 용융물로 구성된 군으로부터 선택되는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 가박성 중합체 층-형성 물질이 항복 응력을 나타내는, 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 가박성 중합체 층-형성 액체가 10 내지 2,500 cps(0.01 내지 2.5 Pa-s)의 점도를 포함하는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 가박성 중합체 층-형성 액체가 중합체 용융물을 포함하고, 상기 오버코팅이 열 압축 적층화(thermal compression lamination)를 포함하고, 임의적으로, 이때 상기 가박성 중합체 층-형성 액체가 10,000 내지 100,000,000 cps(10 Pa-s 내지 100 kPa-s)의 점도를 포함하거나 항복 응력을 나타내는, 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 가박성 중합체 층의 제거 후에 상기 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료 위에 광학적으로 투명한 덧층(overlayer)을 적용하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 7

기재 상에 전도성 층을 패터닝하는 방법으로서,

전도성 층으로 기재를 코팅하는 단계;

가박성 중합체 액체-형성 층으로 상기 전도성 층 상에 패턴을 적용하여, 상기 기재 상에, 노출된 전도성 층의

하나 이상의 제1 영역 및 상기 가박성 중합체 액체-형성 층으로 덮인 하나 이상의 제2 영역을 생성시키는 단계;
 상기 가박성 중합체 액체-형성 층을 가박성 중합체 층으로 강화 또는 경화시키는 단계; 및
 상기 가박성 중합체 층을 상기 기재로부터 박리시키고, 상기 기재의 상기 하나 이상의 제2 영역 내의 상기 전도성 층의 일부를 제거함으로써, 패턴화된 전도성 층을 상기 기재 상에 형성시키는 단계
 를 포함하는 방법으로서,
 상기 가박성 중합체 액체가 중합체 용액, 단량체, 단량체 용액, 및 중합체 용융물로 구성된 군으로부터 선택되는, 방법.

청구항 8

패턴화된 투명 전도체를 갖는 터치 스크린의 소자(component)로서,
 투명 기재;
 상기 기재의 주 표면 상의, 복수의 전기 전도성 회로 트레이스를 포함하는 패턴화된 전도성 층;
 상기 패턴화된 전도성 층에 부착된, 강화 또는 경화된 광경화성 예비중합체를 포함하는 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료 층으로서, 상기 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료는 파형(wavy) 상부 표면을 가지고, 상기 패턴화된 전도성 층 상의 상기 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료는 복수의 개별적인 반구형 리지(ridge)를 포함하고, 각각의 개별적인 반구형 리지가, 복수의 전기 전도성 회로 트레이스로부터 선택된 단일한 상응하는 전기 전도성 회로 트레이스를 덮음으로써, 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료의 파형 상부 표면을 형성하고, 추가로 각각의 개별적인 반구형 리지가 이의 단일한 상응하는 전기 전도성 회로 트레이스의 전체 상부 표면만을 덮는, 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료 층; 및
 상기 투명 기재의 상기 주 표면 및 상기 파형 상부 표면 위에 적용된 광학적으로 투명한 접착제 층
 을 포함하는, 소자.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 패턴화된 전도성 층이 복수의 전기 전도성 회로 트레이스를 포함하며, 여기서 상기 전기 전도성 회로 트레이스의 적어도 제1 부분이 상기 전기 전도성 회로 트레이스의 적어도 제2 부분과 전기적으로 단리되고, 임의적으로, 이때 상기 복수의 전기 전도성 회로 트레이스가 복수의 금속 나노와이어를 포함하는, 소자.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 따른 소자를 포함하는, 휴대 전화, 전자 서적, 태블릿 컴퓨터, 컴퓨터 디스플레이, 또는 텔레비전 디스플레이로 구성된 군으로부터 선택되는, 터치 스크린 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

발명의 설명

기술 분야

배경 기술

[0001] 관련 출원과의 상호 참조

[0002] 본 출원은 2012년 12월 7일자로 출원된 미국 가출원 제61/734,793호; 2013년 3월 14일자로 출원된 제 61/782,634호; 및 2013년 6월 28일자로 출원된 제61/840,876호의 이익을 주장하며, 이들의 개시는 그 전체 내용

이 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0003] 투명 전도체는 컴퓨터, 스마트폰, 및 다른 그래픽 기반의 스크린 계면과의 인간의 터치 또는 제스처 상호작용을 가능하게 하는 터치 스크린에 이용된다. 투명 전도체의 제조에 적합한 일 재료는 나노와이어이다. 예를 들어, 발명의 명칭이 "나노와이어 기반의 투명 전도체(Nanowires-Based Transparent Conductors)"인 PCT 국제 공개 제WO 2007/022226호는 컴퓨터에 사용하기 위한 터치 스크린의 제조를 가능하게 하기에 적합한 격자로 패턴화될 수 있는, 캄브리오스 테크놀로지스 코포레이션(Cambrios Technologies Corporation)에 의해 판매되는 나노와이어 재료를 개시한다.

발명의 내용

[0004] 터치 스크린 소자의 효율적인 제조는 기재 상에 전도성 재료를 필요한 전기 트레이스로 패턴화(예를 들어, 인쇄)하는 능력을 필요로 한다. 바람직하게는 이러한 공정은, 기재가 권출되고, 인쇄 및 건조/경화와 같은 전환 작업이 수행된 후, 패턴화된 기재가 추가의 수송 및 가공을 위해 다시 물로 권취되는 롤-투-롤 공정에서 수행될 것이다.

[0005] 금속(예를 들어, 오픈 메쉬 패턴) 및 금속 산화물, 예를 들어 인듐 주석 산화물(ITO: indium tin oxide)로부터, 전도성 중합체, 예를 들어 폴리(3,4-에틸렌다이옥시티오펜)(PEDOT), 또는 금속 나노와이어, 예를 들어 미국 특허 제8,049,333호에 기재된 재료에 이르기까지, 터치 스크린에 사용될 수 있는 다수의 전도성 재료가 존재한다. 이들 재료는 전도도 및 광학적 투명도에 대해 요구되는 다양한 규격을 충족해야 한다. 본 문서에 개관된 공정은, 터치 센서에 사용하기 위한 저-가시도 전도성 트레이스를 제조하기 위하여 이러한 전도성 재료를 패턴화하는 방법을 개시한다.

[0006] 예를 들어 터치 센서를 위해, 이들 전도성 재료를 패턴화하기 위한 몇몇 접근법이 존재한다. 일 접근법은 잉크 젯 인쇄, 그라비아 인쇄, 플렉소 인쇄, 또는 스크린 인쇄와 같은 표준 인쇄 공정을 사용하여, 분산액 또는 잉크로부터 재료를 직접 인쇄하는 것일 것이다. 이러한 접근법은, 그것이 낭비를 최소화하면서 하나의 단계에서 패턴을 제조할 수 있다는 점에서 단순하다. 그러나, 골(ribbing) 및 핀홀(pinhole)과 같은 결함으로 인한 인쇄 두께의 변동은 허용할 수 없는 전도도의 변동을 초래할 뿐 아니라, 센서의 광학특성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 대안적인 접근법은, 실질적으로 연속적인 나노와이어 층을 형성시킴으로써 나노와이어 재료와 같은 전도성 재료로 기재의 표면을 균일하게 코팅한 후에 나노와이어 층의 일부를 선택적으로 제거하여 요구되는 패턴을 생성시키는 것이다(절삭 패턴화(subtractive patterning)). 선택적 제거는 종종 습식 화학 식각 또는 레이저 절제에 의해 수행된다. 양자 모두의 경우에, 가공될 수 있는 기재의 너비(이는 전형적으로 30" 미만의 너비임), 및 처리량(이는 전형적으로 대략 1 내지 10 ft/min 이하임) 양자 모두에 의해 제한될 수 있다. 또한, 식각 및 레이저 절제 패턴화 양자 모두는 화학적 동력학 또는 광분해 현상의 관리에 관련된 소정의 공정 제어 문제점을 제공할 수 있다. 그러므로, 식각 또는 레이저 절제를 필요로 하지 않는 나노와이어 층의 절삭 패턴화 방법이 필요하다.

[0007] 제1 실시 형태:

[0008] 본 발명자들은 하기 순서의 단계에 의해 패턴화 공정을 수행할 수 있음을 결정하였다: 나노와이어 층과 같은 전도성 층으로 기재를 코팅하는 단계. 임의로 나노와이어 층을 강화(hardening) 또는 경화시키는 단계. 레지스트 매트릭스 재료(resist matrix material)로 나노와이어 층 상에 패턴을 적용하여 기재 상에 노출된 나노와이어 층의 하나 이상의 제1 영역 및 레지스트 매트릭스 재료의 하나 이상의 제2 영역(전형적으로 터치 스크린을 위한 회로 패턴)을 생성시키는 단계. 레지스트 매트릭스 재료를 강화 또는 경화시키는 단계. 가박성(strippable) 중합체 층으로 패턴을 오버코팅하는 단계. 가박성 중합체 층을 강화 또는 경화시키는 단계. 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키고, 기재의 하나 이상의 제1 영역 내의 나노와이어 재료를 제거함으로써, 패턴화된 나노와이어 층을 형성시키는 단계. 다른 접근법에서는, PEDOT와 같은 전도성 중합체로 나노와이어 재료를 대체하고, 동일한 공정을 사용하여 전도성 PEDOT 층을 패턴화할 수 있다.

[0009] 가박성 중합체 층은 상대적으로 넓고 연속적인, 무한 길이의 기재 위에 필요한 전도성 패턴의 효율적인 제조를 제공함으로써 한번에 다중 터치 스크린의 형성을 가능하게 할 뿐 아니라, 그것은 또한 오버코팅 후에 정위치에 잔류하여 나노와이어 층에 대한 보호를 제공할 수 있다. 가박성 중합체 층은 저장 및 수송 중에 나노와이어 층과 같은 기재의 전도성 층을 청결하고 오염물이 없으며 스크래치로부터 보호되도록(터치 스크린에 있어서 중요한 속성) 유지한다. 이어서, 다음 가공 단계(들) 직전에 가박성 중합체 층을 제거하고 물로 권취하여 재활용할 수 있다.

- [0010] 제1 실시 형태에서, 본 개시는 하기 단계를 포함하는, 기재 상에 패턴화된 전도성 층을 형성시키는 방법을 제공한다: 전도성 층으로 기재를 코팅하는 단계; 레지스트 매트릭스 재료로 전도성 층 상에 패턴을 적용하여 기재 상에 노출된 전도성 층의 하나 이상의 제1 영역 및 레지스트 매트릭스 재료의 하나 이상의 제2 영역을 생성시키는 단계; 레지스트 매트릭스 재료를 강화 또는 경화시키는 단계; 가박성 중합체 층으로 패턴을 오버코팅하는 단계; 가박성 중합체 층을 강화 또는 경화시키는 단계; 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키고, 기재의 하나 이상의 제1 영역 내의 노출된 전도성 층을 기재로부터 제거함으로써, 패턴화된 전도성 층을 기재 상에 형성시키는 단계.
- [0011] **제2 실시 형태:**
- [0012] 본 발명자들은 하기 순서의 단계에 의해 또한 패턴화 공정을 수행할 수 있음을 결정하였다: 나노와이어 층과 같은 전도성 층으로 기재를 코팅하는 단계. 임의로 나노와이어 층을 강화 또는 경화시키는 단계. 가박성 중합체 재료로 나노와이어 층 상에 패턴을 적용하여 기재 상에 노출된 나노와이어 층의 하나 이상의 제1 영역 및 가박성 중합체 재료의 하나 이상의 제2 영역(전형적으로 터치 스크린을 위한 회로 패턴의 상보형(complement))을 생성시키는 단계. 가박성 중합체 재료를 강화 또는 경화시키는 단계. 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키고, 기재의 하나 이상의 제2 영역 내의 나노와이어 층을 제거함으로써, 패턴화된 나노와이어 층을 형성시키는 단계. 다른 접근법에서는, PEDOT와 같은 전도성 중합체로 나노와이어 재료를 대체하고, 동일한 공정을 사용하여 전도성 PEDOT 층을 패턴화할 수 있다.
- [0013] 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키는 단계는, 일 실시 형태에서, 먼저 라이너를 가박성 중합체 재료의 패턴에 적용한 후에(예를 들어 감압 접착제를 그 위에 갖는 라이너를 이용함) 박리시킴으로써 달성될 수 있다. 이러한 경우에는, 접착제가 가박성 중합체 재료에 접촉되어, 가박성 중합체 재료와의 결합을 형성하고, 라이너를 박리(분리)시켜 가박성 중합체 재료 및 그의 기저의 나노와이어 층을 기재로부터 분리하는 것을 가능하게 한다.
- [0014] 본 개시는 하기 단계를 포함하는, 기재 상에 패턴화된 전도성 층을 형성시키는 방법을 제공한다: 전도성 층으로 기재를 코팅하는 단계; 가박성 중합체 액체-형성 층으로 전도성 층 상에 패턴을 적용하여 기재 상에 노출된 전도성 층의 하나 이상의 제1 영역 및 가박성 중합체 액체-형성 층으로 덮인 하나 이상의 제2 영역을 생성시키는 단계; 가박성 중합체 액체-형성 층을 가박성 중합체 층으로 강화 또는 경화시키는 단계; 및 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키고 기재의 하나 이상의 제2 영역 내의 전도성 층의 일부를 제거함으로써, 패턴화된 전도성 층을 기재 상에 형성시키는 단계.
- [0015] 다른 실시 형태에서는, 기재 상의 패턴화된 투명 전도성 층을 터치 스크린 소자의 구성요소로 사용할 수 있으며, 패턴화된 투명 전도체는, 투명 기재; 기재의 주 표면 상의 패턴화된 전도성 층; 파형 상부 표면을 갖는 패턴화된 전도성 층에 부착된 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료 층; 및 투명 기재의 주 표면 및 파형 상부 표면 위에 적용된 광학적으로 투명한 접착제 층을 포함한다. 추가의 예시적인 실시 형태에서는, 터치 스크린 소자, 예를 들어 휴대 전화, 전자 서적, 태블릿 컴퓨터, 컴퓨터 디스플레이, 또는 텔레비전 디스플레이에 터치 스크린 구성요소가 포함된다.
- [0016] 예시적인 실시 형태의 하기 목록에 본 개시의 추가의 예시적인 실시 형태가 기재되어 있다:
- [0017] **예시적인 실시 형태의 목록:**
- [0018] A.
- [0019] 전도성 층으로 기재를 코팅하는 단계;
- [0020] 레지스트 매트릭스 재료로 전도성 층 상에 패턴을 적용하여 기재 상에 노출된 전도성 층의 하나 이상의 제1 영역 및 레지스트 매트릭스 재료의 하나 이상의 제2 영역을 생성시키는 단계;
- [0021] 레지스트 매트릭스 재료를 강화 또는 경화시키는 단계;
- [0022] 가박성 중합체 층으로 패턴을 오버코팅하는 단계;
- [0023] 가박성 중합체 층을 강화 또는 경화시키는 단계;
- [0024] 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키고, 기재의 하나 이상의 제1 영역 내의 노출된 전도성 층을 기재로부터 제거함으로써, 패턴화된 전도성 층을 기재 상에 형성시키는 단계를 포함하는, 기재 상에 전도성 층을 패턴화하

는 방법.

- [0025] B. 실시 형태 A에 있어서, 전도성 층이 나노와이어를 포함하는 방법.
- [0026] C. 실시 형태 A 또는 B에 있어서, 가박성 중합체 층으로 패턴을 오버코팅하는 단계가 하나 이상의 제1 영역 및 하나 이상의 제2 영역을 가박성 중합체 층-형성 액체로 오버코팅하는 단계를 포함하는 방법.
- [0027] D. 실시 형태 C에 있어서, 가박성 중합체 층-형성 액체가 하나 이상의 제1 영역 내의 노출된 전도성 층의 50% 내지 99%에 접촉되는 방법.
- [0028] E. 실시 형태 C 또는 D에 있어서, 가박성 중합체 층-형성 액체가 중합체 용액, 단량체, 단량체 용액, 및 중합체 용융물로 구성된 군으로부터 선택되는 방법.
- [0029] F. 실시 형태 E에 있어서, 가박성 중합체 층-형성 액체가 중합체 용액을 포함하고 오버코팅이 슬롯 코팅, 롤 코팅, 플러드 코팅(flood coating), 노치 바 코팅(notch bar coating), 또는 분무를 포함하는 방법.
- [0030] G. 실시 형태 C, D, E, 또는 F 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 가박성 중합체 층-형성 액체가 10 내지 2,500 cps(0.01 내지 2.5 Pa-s)의 점도를 나타내는 방법.
- [0031] H. 실시 형태 C, D, E, F, 또는 G 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 가박성 중합체 층-형성 액체가 PVA, 지방족 폴리에스테르-폴리우레탄 공중합체, 에틸렌-아크릴산 공중합체, 또는 그의 조합을 포함하는 방법.
- [0032] I. 실시 형태 E에 있어서, 가박성 중합체 층-형성 액체가 중합체 용융물을 포함하고 오버코팅이 열 압축 적층화(thermal compression lamination)를 포함하는 방법.
- [0033] J. 실시 형태 I에 있어서, 가박성 중합체 층-형성 액체가 10,000 내지 100,000,000 cps(10 내지 100 Pa-s)의 점도를 나타내는 방법.
- [0034] K. 실시 형태 C 내지 J 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 가박성 중합체 층-형성 액체가 항복 응력을 나타내는 방법.
- [0035] L. 실시 형태 C 내지 K 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 가박성 중합체 층-형성 액체가 100 Pa 미만의 항복 응력을 나타내는 방법.
- [0036] M. 실시 형태 C 내지 L 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 가박성 중합체 층-형성 액체가 제1 및 제2 영역 위에 패턴으로 침착되는 방법.
- [0037] N. 실시 형태 M에 있어서, 패턴화된 가박성 중합체 층-형성 액체가 플렉소 인쇄, 그라비아 인쇄, 잉크젯 인쇄, 또는 스크린 인쇄를 사용하여 침착되는 방법.
- [0038] O. 실시 형태 N에 있어서, 패턴화된 가박성 중합체 층-형성 액체가 제1 및 제2 영역의 50 내지 99%를 덮는 방법.
- [0039] P. 실시 형태 C 내지 O 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 레지스트 매트릭스 재료가 자외선 경화성 재료를 함유하는 방법.
- [0040] Q. 실시 형태 C 내지 P 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 가박성 중합체 층의 두께가 2 μm 내지 100 μm 인 방법.
- [0041] R. 실시 형태 C 내지 Q 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 가박성 중합체 층의 제거 후에 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료 위에 광학적으로 투명한 덧층(overlayer)을 적용하는 단계를 포함하는 방법.
- [0042] S. 실시 형태 C 내지 R 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 레지스트 매트릭스 재료가 50 나노미터 내지 50 마이크로미터의 두께를 포함하는 방법.
- [0043] T. 실시 형태 C 내지 S 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 레지스트 매트릭스 재료가 1.40 내지 1.70의 굴절률을 포함하는 방법.
- [0044] U. 실시 형태 A 내지 T 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 패턴화된 전도성 층의 하나 이상의 부분 위에 리드(lead)-형성 전도성 층을 코팅하는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0045] V. 실시 형태 U에 있어서, 리드-형성 전도성 층을 코팅하는 단계가 가박성 중합체 층을 기체로부터 박리시키는 단계 후에 일어나는 방법.

- [0046] W. 실시 형태 U 또는 V에 있어서, 레지스트 매트릭스 재료의 패턴이 상호접속 패드(interconnect pad)를 포함하며, 리드 형성 전도성 층이 상호접속 패드 위에 코팅되고, 리드-형성 전도성 층이 그의 노출된 둘레를 따라 패턴화된 전도성 층에 접촉되는 방법.
- [0047] X. 실시 형태 U, V, 또는 W 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 노출된 둘레의 길이가 증가하도록 상호접속 패드가 패턴화되는 방법.
- [0048] Y. 실시 형태 U, V, W, 또는 X 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 공극(void space) 또는 주름진 외측 여백(corrugated outer margin) 중 하나 이상을 사용하여 노출된 둘레의 길이를 증가시키는 방법.
- [0049] Z. 실시 형태 U, V, W, X, 또는 Y 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 리드-형성 전도성 층이 은 입자를 포함하는 잉크인 방법.
- [0050] AA.
- [0051] 전도성 층으로 기재를 코팅하는 단계;
- [0052] 가박성 중합체 액체-형성 층으로 전도성 층 상에 패턴을 적용하여 기재 상에, 노출된 전도성 층의 하나 이상의 제1 영역 및 가박성 중합체 액체-형성 층으로 덮인 하나 이상의 제2 영역을 생성시키는 단계;
- [0053] 가박성 중합체 액체-형성 층을 가박성 중합체 층으로 강화 또는 경화시키는 단계; 및
- [0054] 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키고 기재의 하나 이상의 제2 영역 내의 전도성 층의 일부를 제거함으로써, 패턴화된 전도성 층을 기재 상에 형성시키는 단계를 포함하는, 기재 상에 전도성 층을 패턴화하는 방법.
- [0055] BB. 실시 형태 AA에 있어서, 전도성 층이 나노와이어를 포함하는 방법.
- [0056] CC. 실시 형태 AA 또는 BB에 있어서, 가박성 중합체 층을 박리시키는 단계가, 가박성 중합체 층을 라이너의 감압 접착제 표면과 접촉시킨 후에 라이너를 기재로부터 제거하는 단계를 포함하는 방법.
- [0057] DD.
- [0058] 투명 기재;
- [0059] 기재의 주 표면 상의 패턴화된 전도성 층;
- [0060] 파형 상부 표면을 갖는 패턴화된 전도성 층에 부착된 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료 층; 및
- [0061] 투명 기재의 주 표면 및 파형 상부 표면 위에 적용된 광학적으로 투명한 접착제 층을 포함하는, 패턴화된 투명 전도체를 갖는 터치 스크린의 구성요소.
- [0062] EE. 실시 형태 DD에 있어서, 레지스트 매트릭스 재료가 자외선 경화성 바니쉬(vernish)인 구성요소.
- [0063] FF. 실시 형태 DD 또는 EE에 있어서, 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료의 두께가 50 나노미터 내지 50 마이크로미터인 구성요소.
- [0064] GG. 실시 형태 DD, EE, 또는 FF 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료의 굴절률이 1.40 내지 1.70인 구성요소.
- [0065] HH. 실시 형태 DD, EE, FF, 또는 GG 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 패턴화된 전도성 층이 복수의 전기 전도성 회로 트레이스로 구성되며, 여기서 전기 전도성 회로 트레이스의 적어도 제1 부분이 전기 전도성 회로 트레이스의 적어도 제2 부분과 전기적으로 단리되는 구성요소.
- [0066] II. 실시 형태 HH에 있어서, 복수의 전기 전도성 회로 트레이스가 복수의 금속 나노와이어로 구성되는 구성요소.
- [0067] JJ. 실시 형태 HH 또는 II에 있어서, 복수의 전기 전도성 회로 트레이스가 어레이 패턴 또는 격자 패턴으로 배열되는 구성요소.
- [0068] KK. 실시 형태 HH, II, 또는 JJ 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 각각의 복수의 전기 전도성 회로 트레이스가 인접한 전기 전도성 회로 트레이스로부터 1 마이크로미터 이상 10,000 마이크로미터 이하의 갭만큼 이격되는 구성요소.
- [0069] LL. 실시 형태 KK에 있어서, 갭이 30 마이크로미터 이상 300 마이크로미터 이하의 구성요소.

- [0070] MM. 실시 형태 HH, II, JJ, KK, 또는 LL 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 복수의 전기 전도성 회로 트레이스 각각의 너비가 1 마이크로미터 내지 1,000 마이크로미터인 구성요소.
- [0071] NN. 실시 형태 MM에 있어서, 복수의 전기 전도성 회로 트레이스 각각의 너비가 10 마이크로미터 내지 100 마이크로미터인 구성요소.
- [0072] OO. 실시 형태 HH, II, JJ, KK, LL, MM, 또는 NN 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 패터화된 전도성 층 상의 패터화된 레지스트 매트릭스 재료가 복수의 반구형 리지(ridge)로 구성되고, 각각의 개별적인 반구형 리지가, 복수의 전기 전도성 회로 트레이스로부터 선택된 단일한 상응하는 전기 전도성 회로 트레이스를 실질적으로 덮음으로써, 패터화된 레지스트 매트릭스 재료의 파형 상부 표면을 형성하는 구성요소.
- [0073] PP. 실시 형태 DD, EE, FF, GG, HH, II, JJ, KK, LL, MM, NN, 또는 OO 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 패터화된 레지스트 매트릭스 재료 층과 패터화된 전도성 층 사이의 접촉에 의해 패터화된 레지스트 매트릭스 재료 층이 패터화된 전도성 층에 부착되며, 임의로 이때, 패터화된 레지스트 매트릭스 재료 층과 패터화된 전도성 층 사이에, 패터화된 레지스트 매트릭스 재료 층의 굴절률에 대해 0.05 이하의 굴절률 차이를 나타내는 광학적으로 투명한 접착제가 위치되는 구성요소.
- [0074] QQ. 실시 형태 DD, EE, FF, GG, HH, II, JJ, KK, LL, MM, NN, OO, 또는 PP 중 어느 한 실시 형태에 따른 구성요소를 포함하는 터치 스크린 소자.
- [0075] RR. 실시 형태 QQ에 있어서, 휴대 전화, 전자 서적(e-북), 태블릿 컴퓨터, 컴퓨터 디스플레이, 또는 텔레비전 디스플레이로 구성된 군으로부터 선택되는 터치 스크린 소자.
- [0076] 본 발명의 예시적인 실시 형태의 다양한 태양 및 이점을 요약하였다. 상기 개요는 본 발명의 본 소정 예시적인 실시 형태의 각각의 예시된 실시 형태 또는 모든 구현 형태를 기술하고자 하는 것은 아니다. 하기의 도면 및 상세한 설명은 본 명세서에 개시된 원리를 사용하여 소정의 바람직한 실시 형태를 더욱 구체적으로 예시한다.

도면의 간단한 설명

- [0077] 본 개시의 다양한 실시 형태의 하기 상세한 기재를 첨부 도면과 관련하여 고찰하여 본 개시를 더 완전히 이해할 수 있으며, 여기서 본 논의는 단지 예시적인 실시 형태의 기재일 뿐, 본 개시의 더 넓은 태양을 제한하는 의도가 아니고, 그 더 넓은 태양은 예시적인 작제에 구현됨을 당업자는 이해해야 한다.
- 도 1은 기재 상에 패터화된 전도성 층을 제조하는 공정의 제1 단계, 나노와이어 층과 같은 전도성 층을 기재 상에 코팅하는 단계를 예시한다.
- 도 2는 기재 상에 패터화된 전도성 층을 제조하는 제1 실시 형태 공정의 제2 단계, 레지스트 매트릭스 재료로 전도성 층 상에 패턴을 적용하여 기재 상에 노출된 전도성 층의 하나 이상의 제1 영역 및 레지스트 매트릭스 재료의 하나 이상의 제2 영역을 생성시키는 단계를 예시한다.
- 도 2a는 제1 실시 형태 공정의 제2 단계 후의 기재의 측면도를 예시한다.
- 도 3은 기재 상에 패터화된 전도성 층을 제조하는 제1 실시 형태 공정의 제3 단계, 레지스트 매트릭스 재료의 패턴을 가박성 중합체 층으로 오버코팅하는 단계를 예시한다.
- 도 3a는 제1 실시 형태 공정의 제3 단계 후의 기재의 측면도를 예시한다.
- 도 4는 기재 상에 패터화된 전도성 층을 제조하는 제1 실시 형태 공정의 제4 단계, 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키고, 기재의 하나 이상의 제1 영역 내의 전도성 층을 제거함으로써, 패터화된 전도성 층을 형성시키는 단계를 예시한다.
- 도 4a는 제1 실시 형태 공정의 제4 단계 후의 가박성 라이너의 측면도를 예시한다.
- 도 4b는 제1 실시 형태 공정의 제4 단계 후의 기재의 측면도를 예시한다.
- 도 5는 기재 상에 패터화된 전도성 층을 제조하는 제1 또는 제2 실시 형태 공정의 임의의 제5 단계, 가박성 중합체 층을 박리시킨 후에 레지스트 매트릭스 재료의 패턴 위에 광학적으로 투명한 접착제 층을 적용하는 단계를 예시한다.

도 5a는 제1 실시 형태 공정의 임의의 제5 단계 후의 기재의 측면도를 예시한다.

도 6은 기재 상에 패터화된 전도성 층을 제조하는 제2 실시 형태 공정의 제2 단계, 가박성 중합체 재료로 전도성 층 상에 패터를 적용하여 기재 상에 노출된 전도성 층의 하나 이상의 제1 영역 및 가박성 중합체 재료의 하나 이상의 제2 영역을 생성시키는 단계를 예시한다.

도 6a는 제2 실시 형태 공정의 제2 단계 후의 기재의 측면도를 예시한다.

도 7은 기재 상에 패터화된 전도성 층을 제조하는 제2 실시 형태 공정의 제3 단계, 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키고, 기재의 하나 이상의 제2 영역 내의 전도성 층을 제거함으로써, 패터화된 나노와이어 층을 형성시키는 단계를 예시한다.

도 7a는 제2 실시 형태 공정의 제3 단계 후의 가박성 중합체 층 및 제거된 전도성 층의 측면도를 예시한다.

도 7b는 제2 실시 형태 공정의 제3 단계 후의 기재의 측면도를 예시한다.

도 8은 실시예 1(제1 실시 형태)에 의해 제조된 기재 상의 패터화된 나노와이어 층의 암시야 광학 현미경 사진이다.

도 9 및 9a(암시야)는 실시예 2(제2 실시 형태)에 의해 제조된 기재 상의 패터화된 나노와이어 층의 광학 현미경 사진이다.

도 10a 내지 10c는 패터 나노와이어 용품과 전자 디스플레이 사이의 무아레 간섭(moiré interference)의 강도를 나타내는 일련의 사진이다.

도 11은 비교예 C10에 의해 제조된 기재 상의 패터화된 나노와이어 층의 암시야 광학 현미경 사진이다.

도 12는 도 4b에 도시된 바와 같은 제1 실시 형태 공정의 제4 단계 후의 특정 패터를 가진 기재의 고도로 확대된 평면도이다.

도 13은, 리드-형성 재료의 층이 적용되어 상호접속 패드의 대부분이 덮인 점을 제외하고는, 도 12와 유사한 도면이다.

도 14는 도 13의 단면선 14-14를 따라 취해진 단면도이다.

명세서 및 도면에서의 도면 부호의 반복되는 사용은 본 개시의 동일하거나 유사한 특징부 또는 요소를 나타내도록 의도된다. 전술된 도면 - 일정한 축척으로 작성되지 않을 수 있음 - 이 본 발명의 다양한 실시 형태를 개시하고 있지만, 상세한 설명에 언급된 바와 같이, 다른 실시 형태가 또한 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0078] 본 명세서 및 첨부된 실시 형태에서 사용되는 바와 같이, 단수 형태는 그 내용이 명백히 달리 지시하지 않는다면 복수의 지시 대상을 포함한다. 따라서, 예를 들어, "화합물"을 함유하는 미세 섬유에 대한 언급은 2종 이상의 화합물의 혼합물을 포함한다. 본 명세서 및 첨부된 실시 형태에서 사용되는 바와 같이, 용어 "또는"은 일반적으로 그 내용이 명백히 달리 지시하지 않는다면 "및/또는"을 포함하는 의미로 사용된다.
- [0079] 본 명세서에 사용된 바와 같이, 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 언급은 그 범위 내에 포함되는 모든 수치를 포함한다(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.8, 4, 및 5를 포함한다).
- [0080] 달리 나타내지 않는 한, 본 명세서 및 실시 형태에서 사용되는 양 또는 성분, 특성의 측정치 등을 표현하는 모든 수는 모든 경우에 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 나타내지 않는 한, 전술한 명세서 및 첨부된 실시 형태의 목록에 개시되는 수치 파라미터는 본 명세서에 개시된 교시 내용을 이용하여 당업자가 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있다. 최소한, 그리고 청구된 실시 형태의 범주에 대한 균등론의 적용을 제한하려고 시도함이 없이, 각각의 수치 파라미터는 적어도 보고된 유효 숫자의 숫자의 관점에서 그리고 보통의 반올림 기법을 적용함으로써 해석되어야 한다.
- [0081] 본 개시의 다양한 예시적 실시 형태에 대해 이제부터 도면을 구체적으로 참조하여 기술할 것이다. 본 명세서의 예시적인 실시 형태는 본 명세서의 사상 및 범주를 벗어나지 않고 다양한 수정 및 변경을 가질 수 있다. 따라서, 본 개시 내용의 실시 형태가 이하의 기술된 예시적인 실시 형태로 한정되지 않고 특허청구범위 및 임의의 그 균등물에 설명된 제한에 의해 좌우되어야 한다는 것을 잘 알 것이다.

- [0082] 이제 도 1 및 4b를 참조하면, 패턴화된 전도성 층(12)을 기재(14) 상에 제조하는 단계가 예시되어 있다. 제1 공정 단계는 기재(14)를 나노와이어 층과 같은 전도성 층(16) 또는 PEDOT와 같은 다른 전도성 재료로 코팅하는 단계이다. 권출(18)은 기재(14)를 롤로부터 권출하고 코터(20)(임의로 분무기)는 실질적으로 연속적인 나노와이어 층(16)을 기재의 제1 주 표면(17) 위에 적용한다. 건조/경화 스테이션(22)을 임의로 사용하여, 코터(20)에 의한 적용 후에 나노와이어 층(16)을 강화 또는 경화시킬 수 있다.
- [0083] 기재의 제1 주 표면의 적어도 일부 위에서, 바람직하게는 제1 주 표면의 면적의 50%, 60%, 70%, 80%, 또는 90% 이상 위에서, 나노와이어 층 또는 전도성 층(16)은 실질적으로 연속적이다. 나노와이어 층 또는 전도성 층은 별개의 블록 또는 직사각형으로 적용되어 그들 사이에 코팅되지 않은 기재 면적을 남길 수 있으며, 블록 또는 직사각형은 제조되는 의도된 터치 스크린의 전체 크기와 유사한 크기를 갖는다. "실질적으로 연속적인"은, 기재의 표면이 전도성이 되게 하기에 충분한 밀도로 나노와이어 또는 전도성 재료가 적용됨을 의미하며, 나노와이어 층은 PCT 국제 공개 제WO 2007/022226호의 도 15b에 나타난 바와 같이 개별적인 와이어와 함께 개구 또는 그들 사이의 공간을 포함할 것임이 인식된다. 임의로, 전도성 층 또는 나노와이어 층(16)을 기재 상에 코팅하는 단계는, 예를 들어 플렉소 인쇄 또는 그라비아 인쇄 공정에 의해 별개의 트레이스 또는 패턴으로 인쇄하여 그들 사이에 코팅되지 않은 기재 면적을 남기는 단계에 의해 달성될 수 있다. 전형적으로, 균일한 두께의 연속적인 전도성 재료의 코팅을 기재의 적어도 일부분 위에 적용하지만, 반드시 기재의 전체 너비 또는 길이에 적용하는 것은 아니다. 예를 들어, 각각의 에지를 따라 스트립 또는 여백을 코팅하지 않고 남기면서 기재의 중간 부분을 코팅할 수 있을 것이다. 전도성 층 또는 나노와이어 층(16)은 나노와이어(금속 나노와이어 또는 다른 전도성 입자)를 포함한다.
- [0084] **나노와이어**
- [0085] 전도성 나노와이어는 금속 나노와이어 및 높은 종횡비(예를 들어, 10보다 높음)를 갖는 다른 전도성 입자를 포함한다. 비-금속성 전도성 나노와이어의 예에는 탄소 나노튜브(CNT: carbon nanotube), 금속 산화물 나노와이어(예를 들어, 오산화 바나듐), 준금속 나노와이어(예를 들어, 규소), 전도성 중합체 섬유 등이 포함되나, 이로 제한되지 않는다. 예를 들어 필라멘트, 섬유, 막대, 스트링, 스트랜드, 위스커, 또는 리본과 같은 다른 용어를 사용하여 나노와이어를 기재할 수 있다.
- [0086] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "금속 나노와이어"는 원소 금속, 금속 합금, 또는 금속 화합물(금속 산화물을 포함함)을 포함하는 금속성 와이어를 지칭한다. 금속 나노와이어의 하나 이상의 단면 치수는 500 nm 미만, 또는 200 nm 미만, 더욱 바람직하게는 100 nm 미만이다. 언급된 바와 같이, 금속 나노와이어의 종횡비(길이 : 너비)는 10 초과, 바람직하게는 50 초과, 더욱 바람직하게는 100 초과이다. 적합한 금속 나노와이어는 은, 금, 구리, 니켈, 및 금-도금된 은을 제한 없이 포함하는 임의의 금속을 기반으로 할 수 있다.
- [0087] 금속 나노와이어는 당업계에 공지된 방법에 의해 제조될 수 있다. 특히, 은 나노와이어는 폴리올(예를 들어, 에틸렌 글리콜) 및 폴리비닐 피롤리돈의 존재 하에 은 염(예를 들어, 질산은)의 용액상 환원을 통해 합성될 수 있다. 균일한 크기의 은 나노와이어의 대규모 제조는, 예를 들어, 문헌[Xia, Y. et al., *Chem. Mater.* (2002), 14, 4736-4745] 및 문헌[Xia, Y. et al., *Nanoletters* (2003) 3(7), 955-960]에 기재된 방법에 따라 제조될 수 있다. 생물학적 주형을 사용하는 것과 같은 추가의 나노와이어 제조 방법은 PCT 국제 공개 제WO 2007/022226호에 개시되어 있다.
- [0088] **나노와이어 분산액**
- [0089] 소정의 실시 형태에서, 나노와이어는 액체 중에 분산되며, 나노와이어를 함유하는 액체를 기재 상에 코팅한 후에 액체를 증발(건조)시키거나 경화시킴으로써 기재 상에 나노와이어 층을 형성시킨다. 코터 또는 분무기를 사용함으로써 기재 상의 더 균일한 침착을 용이하게 하기 위하여, 나노와이어는 전형적으로 액체 중에 분산된다.
- [0090] 나노와이어가 안정한 분산액("나노와이어 분산액"이라고도 칭함)을 형성할 수 있는 임의의 비-부식성 액체를 사용할 수 있다. 바람직하게는, 나노와이어는 물, 알코올, 케톤, 에테르, 탄화수소, 또는 방향족 용매(벤젠, 톨루엔, 자일렌 등) 중에 분산된다. 더욱 바람직하게는, 액체는 휘발성이며, 비등점이 200 도 C(°C) 이하, 150 도 C 이하, 또는 100 도 C 이하이다.
- [0091] 추가로, 나노와이어 분산액은 점도, 부식, 접착성, 및 나노와이어 분산을 제어하기 위한 첨가제 또는 결합제를 함유할 수 있다. 적합한 첨가제 또는 결합제의 예에는 카르복시 메틸 셀룰로오스(CMC), 2-하이드록시 에틸 셀룰로오스(HEC), 하이드록시 프로필 메틸 셀룰로오스(HPMC), 메틸 셀룰로오스(MC), 폴리 비닐 알코올 (PVA), 트

라이프로필렌 글리콜(TPG), 및 잔탄 고무(XG), 및 계면활성제, 예를 들어 에톡실레이트, 알콕실레이트, 에틸렌 옥사이드 및 프로필렌 옥사이드 및 그들의 공중합체, 설포네이트, 설페이트, 다이설포네이트 염, 설포석시네이트, 포스페이트 에스테르, 및 플루오로계면활성제(예를 들어, 텔라웨어주 월밍턴 소재의 듀폰 컴퍼니(DuPont Company)에 의한 조닐(Zonyl)(등록상표))가 포함되나, 이로 제한되지 않는다.

[0092] 일례에서, 나노와이어 분산액 또는 "잉크"는 중량 기준으로 0.0025% 내지 0.1%의 계면활성제(예를 들어, 조닐(등록상표) FSO-100의 경우에 바람직한 범위는 0.0025% 내지 0.05%임), 0.02% 내지 4%의 점도 조절제(예를 들어, HPMC의 경우에 바람직한 범위는 0.02% 내지 0.5%임), 94.5% 내지 99.0%의 용매, 및 0.05% 내지 1.4%의 금속 나노와이어를 포함한다. 적합한 계면활성제의 대표적인 예에는 조닐(등록상표) FSN, 조닐(등록상표) FSO, 조닐(등록상표) FSH, 트라이톤(Triton)(x100, x114, x45), 다이놀(Dynol)(604, 607), n-도데실 b-D-말토사이드, 및 노벡(Novek)이 포함된다. 적합한 점도 조절제의 예에는 하이드록시프로필 메틸 셀룰로오스(HPMC), 메틸 셀룰로오스, 잔탄 고무, 폴리비닐 알코올, 카르복시 메틸 셀룰로오스, 하이드록시 에틸 셀룰로오스가 포함된다. 전기의 결합제 또는 첨가제를 포함하는 나노와이어 분산액 내에 존재할 수 있는 적합한 용매의 예에는 물 및 아이소프로판올이 포함된다.

[0093] 분산액의 농도를 상기 개시된 것으로부터 변화시키는 것이 요구된다면, 용매의 %를 증가시키거나 감소시킬 수 있다. 그러나 바람직한 실시 형태에서 다른 성분들의 상대 비율은 동일하게 유지될 수 있다. 특히, 계면활성제 대 점도 조절제의 비율은, 바람직하게는 약 80:1 내지 약 0.01:1의 범위이고; 점도 조절제 대 나노와이어의 비율은, 바람직하게는 약 5:1 내지 약 0.000625:1의 범위이며; 나노와이어 대 계면활성제의 비율은, 바람직하게는 약 560:1 내지 약 5:1의 범위이다. 분산액의 구성요소의 비율은 사용되는 기재 및 적용 방법에 따라 수정될 수 있다. 나노와이어 분산액의 바람직한 점도 범위는 약 1 내지 1000 cP(0.001 내지 1 Pa-s)이다.

[0094] 기재

[0095] "기재"는 전도성 층 또는 나노와이어 층이 그 위에 코팅되거나 적층되는 재료를 지칭한다. 기재(14)는 경성이거나 가요성일 수 있다. 기재는 투명하거나 불투명할 수 있다. 적합한 경성 기재에는, 예를 들어 유리, 폴리 카르보네이트, 아크릴계 등이 포함된다. 적합한 가요성 기재에는 폴리에스테르(예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에스테르 나프탈레이트(PEN), 및 폴리카르보네이트(PC)), 폴리올레핀(예를 들어, 선형, 분지형, 및 환형 폴리올레핀), 폴리비닐(예를 들어, 폴리비닐 클로라이드, 폴리비닐리덴 클로라이드, 폴리비닐 아세탈, 폴리스티렌, 폴리아크릴레이트 등), 셀룰로오스 에스테르계(예를 들어, 셀룰로오스 트리아아세테이트, 셀룰로오스 아세테이트), 폴리설푼, 예를 들어 폴리에테르설푼, 폴리이미드, 실리콘, 및 다른 관용적인 중합체성 필름과 더불어, 가요성 유리 기재(예를 들어, 뉴욕주 코닝 소재의 코닝 글래스 코퍼레이션(Corning Glass Corp.)으로부터 입수가능한 윌로우 글래스(Willow Glass)(상표) 또는 고릴라 글래스(Gorilla Glass)(상표))가 포함되나, 이로 제한되지 않는다. 적합한 기재의 추가의 예는, 예를 들어, 미국 특허 제6,975,067호에서 확인할 수 있다.

[0096] 임의로, 나노와이어 또는 전도성 재료의 후속의 침착을 더 양호하게 수용하도록 표면을 제조하기 위해 기재의 표면을 전처리할 수 있다. 표면 전처리는 다중 작용을 제공한다. 예를 들어, 그들은 균일한 나노와이어 분산액 층의 침착을 가능하게 한다. 추가로, 그들은 후속의 가공 단계를 위해 기재 상에 나노와이어를 고정시킬 수 있다. 또한, 패터닝 단계와 함께 전처리를 실행하여 나노와이어의 패터닝된 침착을 생성시킬 수 있다. PCT 국제 공개 제WO 2007/02226호에 기재된 바와 같이, 전처리는 용매 세척 또는 화학적 세척, 가열, 나노와이어 분산액에 적절한 화학적 상태 또는 이온 상태를 제공하기 위한 임의의 패터닝된 중간 층의 침착과 더불어, 추가의 표면 처리, 예를 들어 플라스마 처리, 자외선 방사(UV)-오존 처리, 또는 코로나 방전을 포함할 수 있다.

[0097] 단계 1: 나노와이어 층 또는 전도성 층으로 기재를 코팅하는 단계

[0098] 바람직한 광학적 특성 및 전기적 특성을 달성하기 위하여, 나노와이어 분산액 또는 전도성 층을 주어진 두께로 기재에 적용한다. 슬롯 코팅, 롤 코팅, 메이어 막대 코팅(Mayer rod coating), 침지 코팅, 커튼 코팅, 슬라이드 코팅, 나이프 코팅, 그라비아 코팅, 노치 바 코팅, 또는 분무와 같은 공지된 코팅 방법을 사용하여 이러한 적용을 수행함으로써 기재 상에 나노와이어 층 또는 전도성 층을 수득한다. 이러한 코팅 단계는 롤-투-롤 공정으로서, 또는 피스-파트 양식(piece-part fashion)으로 수행될 수 있다. 침착 후에, 분산액의 액체는 전형적으로 증발에 의해 제거된다. 증발은 가열(예를 들어, 건조기를 사용함)에 의해 가속될 수 있다. 생성되는 전도성 층 또는 나노와이어 층은 그것이 더 전기 전도성이 되게 하기 위한 후-처리를 필요로 할 수 있다. PCT 국제 공개 제WO 2007/02226호에 추가로 기재된 바와 같이, 이러한 후-처리는 열, 플라스마, 코로나 방전, UV-오존, 또는 압력에 대한 노출을 포함하는 공정 단계일 수 있다. 임의로 전도성 층 또는 나노와이어 층으로 기재를 코

팅하는 단계 후에는 전도성 층 또는 나노와이어 층을 강화 또는 경화시키는 단계가 이어질 수 있다.

[0099] 임의로, 액체 분산액 코팅 이외의 수단을 사용하여 기재 표면에 층을 전달하는 공정에 의해 전도성 층 또는 나노와이어 층을 기재 상에 코팅할 수 있다. 예를 들어, 공여체 기재로부터 기재 표면으로 나노와이어 층이 전식-전사될 수 있다. 추가의 예로서, 기체상 현탁으로부터 기재 표면으로 나노와이어가 전달될 수 있다.

[0100] 구체적인 일 실시 형태에서는, 슬롯 다이 코팅 기술을 사용하여 나노와이어의 수성 분산액(캠브리오스 클리어움 (Cambrios CLEAROHM)(상표) 잉크-N-G4-02, 부품 번호 NKA722, 로트 번호 12A0014TC)의 층을 10.0 내지 25 μm 범위의 두께로 PET 기재에 적용하였다. 코팅 및 건조 공정 조건과 함께 코팅 제형(예를 들어 총 고체 중량% 및 은 나노와이어 고체 중량%)을 선택하여, 설계된 전기적 특성 및 광학적 특성, 예를 들어 요구되는 시트 저항 (Ohm/Sq) 및 광학적 특성, 예를 들어 투과도(%) 및 탁도(%)를 가진 나노와이어 층을 생성시킬 수 있다.

[0101] 다른 실시 형태에서, 전도성 층(16)은 나노와이어 대신에 PDOT와 같은 전도성 중합체를 포함할 수 있다. 메이 어 막대(Meyer rod)를 이용하여 전도성 중합체의 수성 분산액(예를 들어 클레비오스 F. E.(Clevios F. E.) 폴리(3,4-에틸렌다이옥시티오펜): 폴리(스티렌설포네이트(PEDOT:PSS))의 층을 10 내지 50 μm 범위의 두께로 PET 필름에 적용하였다. 코팅 및 건조 공정 조건과 함께 코팅 제형(예를 들어 총 고체 중량% 및 전도성 중합체 고체 중량%)을 선택하여, 설계된 전기적 특성 및 광학적 특성, 예를 들어 시트 저항(Ohm/Sq) 및 광학적 특성, 예를 들어 투과도(%) 및 탁도(%)를 가진 전도성 층을 생성시킬 수 있다.

[0102] 나노와이어 층

[0103] 나노와이어를 기재 상에 코팅하는 단계(예를 들어, 나노와이어 분산액으로부터)로부터 생성되는 나노와이어 층은 나노와이어 및 임의로 결합체 또는 첨가제를 포함한다. 나노와이어 층은, 바람직하게는 나노와이어의 상호 연결된 네트워크를 포함한다. 나노와이어 층을 이루는 나노와이어는, 바람직하게는 서로 전기적으로 연결되어, 대체로 또는 사실상 시트 전도체를 유발한다. 나노와이어 층은 층을 이루는 개별적인 나노와이어 사이에 개방 공간을 포함하여, 적어도 부분적인 투명도(즉, 광 투과도)를 유발한다. 개별적인 나노와이어 사이의 개방 공간과 함께 나노와이어의 상호연결된 네트워크를 갖는 나노와이어 층은 투명 전도체 층이라고 기재할 수 있다.

[0104] 전형적으로, 나노와이어 층의 광학적 품질은 광 투과도 및 탁도를 포함하는 측정가능한 특성에 의해 정량적으로 기재될 수 있다. "광 투과도"는 매질을 통해 투과되는 입사광의 백분율을 지칭한다. 다양한 실시 형태에서, 전도성 나노와이어 층의 광 투과도는 80% 이상이며 99.9%에 달할 수 있다. 다양한 실시 형태에서, 나노와이어 층과 같은 전도성 층의 광 투과도는 80% 이상이며 99.9%에 달할 수 있다(예를 들어, 90% 내지 99.9%, 95% 내지 99.5%, 97.5% 내지 99%). 전도성 층 또는 나노와이어 층이 기재(예를 들어, 투명 기재) 상에 침착되거나 적층된(예를 들어, 코팅된) 투명 전도체의 경우, 전체 구조의 광 투과도는 구성 성분 나노와이어 층의 광 투과도와 비교하여 약간 감소될 수 있다. 전도성 층 또는 나노와이어 층 및 기재와 조합되어 존재할 수 있는 다른 층, 예를 들어 접착제 층, 반사 방지 층, 눈부심 방지 층은, 투명 전도체의 전체 광 투과도를 개선하거나 감소시킬 수 있다. 다양한 실시 형태에서, 기재 상에 침착되거나 적층된 나노와이어 층과 같은 전도성 층 및 하나 이상의 다른 층을 포함하는 투명 전도체의 광 투과도는 50% 이상, 60% 이상, 70% 이상, 80% 이상, 90% 이상, 또는 91% 이상일 수 있으며, 91% 이상 내지 99%에 달할 수 있다.

[0105] 탁도는 광 확산의 지표이다. 그것은 투과 중에 입사광으로부터 분리되어 산란되는 광의 양의 백분율을 지칭한다. 주로 매질의 특성인 광 투과도와는 달리, 탁도는 종종 제조상의 문제이며 전형적으로 표면 조도 및 매질 중에 포매된 입자 또는 조성상의 불균질성에 의해 야기된다. ASTM 표준 번호 D1003-11에 따라, 탁도는 2.5 도 초과각도로 굴절되는 투과 광의 비로서 정의될 수 있다. 다양한 실시 형태에서, 전도성 층 또는 나노와이어 층의 탁도는 10% 이하, 8% 이하, 5% 이하, 2% 이하, 1% 이하, 0.5% 이하, 또는 0.1% 이하(예를 들어, 0.1% 내지 5% 또는 0.5 내지 2%)이다. 전도성 층 또는 나노와이어 층이 기재(예를 들어, 투명 기재) 상에 침착되거나 적층된(예를 들어, 코팅된) 투명 전도체의 경우, 전체 구조의 탁도는 구성 성분 나노와이어 층의 탁도와 비교하여 약간 증가될 수 있다. 전도성 층 또는 나노와이어 층 및 기재와 조합되어 존재할 수 있는 다른 층, 예를 들어 접착제 층, 반사 방지 층, 눈부심 방지 층은, 나노와이어 층을 포함하는 투명 전도체의 전체 탁도를 개선하거나 감소시킬 수 있다. 다양한 실시 형태에서, 기재 상에 침착되거나 적층된 전도성 층 또는 나노와이어 층을 포함하는 투명 전도체의 탁도는 10% 이하, 8% 이하, 5% 이하, 2% 이하, 1% 이하, 0.5% 이하, 또는 0.1% 이하(예를 들어, 0.1% 내지 5% 또는 0.5 내지 2%)일 수 있다. "선명도"는 2.5 도 미만의 각도로 굴절되는 투과 광의 비이다.

[0106] 층 및 그의 구성 성분 재료, 예를 들어 나노와이어의 소정의 속성을 변동시킴으로써 전도성 층 또는 나노와이어

층의 시트 저항, 투과도, 및 탁도를 조정할 수 있다. 나노와이어에 있어서 그들은, 예를 들어, 조성(예를 들어, Ag, Cu, Cu-Ni 합금, Au, Pd), 길이(예를 들어, 1 마이크로미터, 10 마이크로미터, 100 마이크로미터, 또는 100 마이크로미터 초과), 단면 치수(예를 들어, 10 나노미터, 20 나노미터, 30 나노미터, 40 나노미터, 50 나노미터, 75 나노미터, 또는 75 나노미터 초과)의 직경)가 변동될 수 있다. 나노와이어를 포함하는 전도성 층에 있어서 그것은, 예를 들어, 그의 다른 구성요소(예를 들어, 셀룰로오스계 결합제, 계면활성제와 같은 가공 보조제, 또는 전도 중합체와 같은 전도율 개선제) 또는 그의 나노와이어의 면적 밀도(예를 들어, 10/제곱 밀리미터 초과, 100/제곱 밀리미터 초과, 1000/제곱 밀리미터 초과, 또는 심지어 10000/제곱 밀리미터 초과)가 변동될 수 있다. 따라서, 전도성 층 또는 나노와이어 층의 시트 저항은 1,000,000 Ohm/Sq 미만, 1,000 Ohm/Sq 미만, 100 Ohm/Sq 미만, 또는 심지어 10 Ohm/Sq 미만(예를 들어, 1 Ohm/Sq 내지 1,000 Ohm/Sq, 10 Ohm/Sq 내지 500 Ohm/Sq, 20 Ohm/Sq 내지 200 Ohm/Sq, 또는 25 내지 150 Ohm/Sq)일 수 있다. 전도성 층 또는 나노와이어 층의 투과도는 80% 이상일 수 있으며 99.9%에 달할 수 있다(예를 들어, 90% 내지 99.9%, 95% 내지 99.5%, 또는 97.5% 내지 99%). 전도성 층 또는 나노와이어 층의 탁도는 10% 이하, 8% 이하, 5% 이하, 2% 이하, 1% 이하, 0.5% 이하, 또는 0.1% 이하(예를 들어, 0.1% 내지 5% 또는 0.5 내지 2%)일 수 있다.

[0107] 레지스트 매트릭스 재료

[0108] 레지스트 매트릭스 재료는 기재 상의 전도성 층 또는 나노와이어 층에 적용될 수 있는 재료(예를 들어 인쇄에 의해, 기재 상의 전도성 층의 하나 이상의 영역 상에, 예를 들어 패터닝됨)이며, 그렇게 적용될 때 전도성 층이 기재 상에 더 부착성이 되게 하거나 보호되게 한다(예를 들어, 레지스트 매트릭스 재료가 패터닝된 하나 이상의 영역에서).

[0109] 소정의 실시 형태에서, 매트릭스 재료는 중합체, 바람직하게는 광학적으로 투명한 중합체를 포함한다. 적합한 중합체성 레지스트 매트릭스 재료의 예에는, 폴리아크릴계, 예를 들어 폴리메타크릴레이트, 폴리아크릴레이트, 및 폴리아크릴로니트릴, 폴리비닐 알코올, 폴리에스테르(예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에스테르 나프탈레이트(PEN), 및 폴리카르보네이트(PC)), 고도의 방향성을 가진 중합체, 예를 들어 페놀계 또는 크레졸-포름알데히드(노볼락(Novolacs)(등록상표)), 폴리스티렌, 폴리비닐톨루엔, 폴리비닐자일렌, 폴리이미드, 폴리아미드, 폴리아미드이미드, 폴리에테리미드, 폴리설파이드, 폴리설폰, 폴리페닐렌, 및 폴리페닐 에테르, 폴리우레탄(PU), 에폭시, 폴리올레핀(예를 들어 폴리프로필렌, 폴리메틸렌, 및 환형 올레핀), 아크릴로니트릴-부타다이엔-스티렌 공중합체(ABS), 셀룰로오스계, 실리콘 및 다른 규소-함유 중합체(예를 들어 폴리실세스퀴옥산 및 폴리실란), 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리아세테이트, 폴리노르보렌, 합성 고무(예를 들어 EPR, SBR, EPDM), 및 플루오로중합체(예를 들어, 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 또는 폴리헥사플루오로프로필렌), 플루오로-올레핀과 탄화수소 올레핀의 공중합체(예를 들어, 루미플론(Lumiflon)(등록상표)), 및 무정형 플루오로카본 중합체 또는 공중합체(예를 들어, 아사히 글래스 컴퍼니(Asahi Glass Co.)에 의한 사이톱(CYTOP)(등록상표), 또는 텔라웨어주 윌밍턴 소재의 듀폰 컴퍼니에 의한 테플론(Teflon)(등록상표) AF)가 포함되나, 이로 제한되지 않는다.

[0110] 다른 실시 형태에서, 레지스트 매트릭스 재료는 예비중합체를 포함한다. "예비중합체"는, 본 명세서에 기재된 바와 같이 중합되고/되거나 가교결합되어 중합체성 매트릭스를 형성할 수 있는 단량체의 혼합물 또는 올리고머 또는 부분 중합체의 혼합물을 지칭한다. 바람직한 중합체성 매트릭스, 적합한 단량체 또는 부분 중합체를 고려하여 선택하는 것은 당업자의 지식 범위 내에 있다.

[0111] 일부 실시 형태에서, 예비중합체는 광경화성이며, 즉, 예비중합체는 조사에 노출될 때 중합되고/되거나 가교결합된다. 선택적 영역에서 조사에 노출됨으로써, 또는 기재 상에 예비중합체를 선택적으로 배치한 후에 균일하게 조사에 노출시킴으로써, 광경화성 예비중합체를 기반으로 하는 레지스트 매트릭스 재료를 패터닝할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 예비중합체는 열경화성이며, 이는 조사에 대한 노출 대신에 열원에 대한 노출을 사용하지만, 유사한 방식으로 패터닝될 수 있다.

[0112] 전형적으로, 레지스트 매트릭스 재료는 액체로서 적용된다. 레지스트 매트릭스 재료는 임의로 용매를 포함할 수 있다(예를 들어, 적용 중에). 임의로, 적용 공정 중에, 예를 들어 가박성 중합체 층으로 오버코팅하기 전에 용매를 제거할 수 있다. 매트릭스 재료를 효과적으로 용매화하거나 분산시킬 수 있는 임의의 비-부식성 용매를 사용할 수 있다. 적합한 용매의 예에는 물, 알코올(예를 들어, 아이소프로판올), 글리콜 에테르, 케톤, 테트라하이드로퓨란, 탄화수소(예를 들어 사이클로헥산), 또는 방향족 용매(벤젠, 톨루엔, 자일렌 등)가 포함된다. 용매는 200℃ 이하, 150℃ 이하, 또는 100℃ 이하의 비등점을 갖는, 휘발성일 수 있다.

[0113] 일부 실시 형태에서 레지스트 매트릭스 재료는, 예를 들어 가교결합제, 중합 개시제, 안정화제(예를 들어, 더

긴 제품 수명을 위한 산화 방지제 및 UV 안정화제, 및 더 긴 저장 수명을 위한 중합 저해제를 포함함), 계면활성제 등을 포함하는 하나 이상의 첨가제를 포함할 수 있다. 적합한 첨가제는 2013년 10월 23일자로 출원되고 발명의 명칭이 "텍스처 필름의 제조를 위한 시스템 및 방법(SYSTEM AND METHOD FOR MAKING A TEXTURED FILM)"인 동시계류 중이며 공유된 미국 특허 출원 제61/894,609호에 개시되어 있다.

[0114] 소정의 실시 형태에서, 레지스트 매트릭스 재료는 기재 표면으로부터 레지스트 매트릭스 재료를 박리시키는 능력을 방지하거나 감소시키는 작용을 하는 첨가제를 유리하게 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 매트릭스 재료는 부식 저해제를 추가로 포함할 수 있다.

[0115] 일부 실시 형태에서, 레지스트 매트릭스 재료는 그 자체가 전도성이다. 예를 들어, 매트릭스는 전도성 중합체를 포함할 수 있다. 폴리아닐린, 폴리티오펜, 및 폴리다이아세틸렌을 제한 없이 포함하는 전도성 중합체가 당 업계에 공지되어 있다.

[0116] 일부 실시 형태에서, 레지스트 매트릭스 재료의 두께는 약 10 나노미터 내지 50 마이크로미터, 약 20 나노미터 내지 1 마이크로미터, 약 50 나노미터 내지 50 마이크로미터, 또는 약 50 나노미터 내지 200 나노미터이다. 일부 실시 형태에서, 레지스트 매트릭스 재료의 굴절률은 약 1.30 내지 2.50, 약 1.40 내지 1.70, 또는 약 1.35 내지 1.80이다.

[0117] 가박성 중합체 재료

[0118] 가박성 중합체 재료는 기재 상의 전도성 층 또는 나노와이어 층에 적용될 수 있는 재료(예를 들어 인쇄에 의해 기재 상의 전도성 층의 하나 이상의 영역 상에, 예를 들어 코팅되거나 패턴화됨)이며, 그렇게 적용될 때 전도성 층 또는 나노와이어 층이 박리에 의해 제거가능하게 한다(예를 들어, 가박성 중합체 재료가 패턴화된 하나 이상의 영역에서). 일반적으로, 기재 상에 코팅된 전도성 층 또는 나노와이어 층에 적용된 가박성 중합체 재료는 기재 상에 코팅된 동일한 나노와이어 층에 적용된 레지스트 매트릭스 재료보다 기재에 대해 덜 부착성이다. 일반적으로, 레지스트 매트릭스 재료가 기재 상에 코팅된 전도성 층 또는 나노와이어 층에 대해 부착성인 것보다, 기재 상에 코팅된 전도성 층 또는 나노와이어 층에 적용되는 레지스트 매트릭스 재료에 적용된 가박성 중합체 재료가 레지스트 매트릭스 재료에 대해 덜 부착성이다.

[0119] 다시 도 2 및 2a를 참조하면, 적합한 가박성 중합체 재료는, 레지스트 매트릭스 재료(19A) 및 기재(14) 양자 모두로부터 층이 박리될 수 있도록 기재 또는 레지스트 매트릭스 재료에 과도하게 접촉되지 않으면서 전도성 층 또는 나노와이어 층(16)에 용이하게 코팅되고 접촉된다. 가박성 중합체 층을 위한 화학적 조성의 선택은 기재, 레지스트 매트릭스 재료, 및 전도성 층 또는 나노와이어 층의 구체적인 조성의 선택에 따라 달라진다.

[0120] 가박성 중합체 층-형성 액체는 필름-형성 공중합체, 예를 들어 PVA, 지방족 폴리에스테르-폴리우레탄 공중합체, 에틸렌-아크릴산 공중합체, 또는 그의 조합을 포함할 수 있다. 특히 적합한 일 가박성 중합체 층은 폴리비닐 알코올(PVA)을 포함한다. 일부 실시 형태에서는 PVA의 경우에 대략 8,000 내지 9,000 Da의 분자량이 바람직한 것으로 확인되었다. PVA를 포함하는 적합한 구매가능한 코팅 조성물은 일리노이주 롤링 메도우즈 소재의 맥더미드 오토타입 인코포레이티드(MacDermid Autotype, Inc.)로부터 입수가능한 맥더미드의 프린트 앤드 필(PRINT & PEEL)이다. 프린트 앤드 필은 용이하게 제거가능한 보호 마스크로서 작용하도록 소정 범위의 표면 마감재 상에 선택적으로 인쇄되도록 설계된 물 기반의 스크린 인쇄가 가능한 바니쉬이다. 의외로, 나노와이어 층(16)에 대한 이 조성물의 접착성은, 후속의 박리 작업 중에 레지스트 패턴(26)에 의해 덮인 나노와이어 영역을 기재에 부착된 채 용이하게 남기면서 원하지 않는 영역에서는 기재(14)로부터 그것을 완전히 제거하기에 충분하였음이 확인되었다. 다른 구매가능한 가박성 중합체 재료는, 캔자스주 쇼니 소재의 나즈다르 잉크 테크놀로지스(Nazdar Ink Technologies)로부터 입수가능한 나즈다르 303440WB 워터베이스 필러블 마스크(Nazdar 303440WB Waterbase Peelable Mask)이다.

[0121] 또 다른 적합한 가박성 중합체 층은, 폴리 비닐 알코올(PVA) 및 유니온 카바이드(Union Carbide)로부터 입수가능한 트라이톤 X-114(또는 다른 적합한 계면활성제) 및 탈이온수를 혼합함으로써 제형화될 수 있다. 적합한 일 제형은 20 중량% PVA(8,000 내지 9,000 Da 분자량), 2 중량% 트라이톤 X-114, 및 잔여분으로 탈이온수를 포함할 수 있다.

[0122] 또 다른 적합한 가박성 중합체 층은 지방족 폴리에스테르-폴리우레탄 공중합체(예를 들어, 노스캐롤라이나주 그린스보로 소재의 알버딩크 볼레이(Alberdingk Boley)로부터의 지방족 폴리에스테르-폴리우레탄 공중합체의 수성 저점도 분산액, 알버딩크 U 801)를 사용하여 제형화할 수 있다.

[0123] 다른 적합한 가박성 중합체 층은 하나 이상의 에틸렌-아크릴산 공중합체(들)(예를 들어, 오하이오주 신시내티

소재의 미켈만 인코포레이티드(Michelman, Inc.)로부터 모두 입수가능한, 에틸렌 아크릴산 분산액, 미켈 프라이م (Michem Prime) 4990R; 에틸렌 아크릴산 분산액, 미켈 프라이م 4983R, 및 수정된 에틸렌 아크릴산 분산액, 미켈 프라이م 5931)를 사용하여 형성시킬 수 있다.

[0124] 제1 실시 형태

제1 실시 형태에서는, 하기 순서의 단계에 의해 패터닝 공정을 수행할 수 있다: 상기 기재된 바와 같이, 전도성 층 또는 나노와이어 층으로 기재를 코팅하는 단계. 임의로 전도성 층 또는 나노와이어 층을 강화 또는 경화시키는 단계. 레지스트 매트릭스 재료로 전도성 층 또는 나노와이어 층 상에 패터를 적용하여 기재 상에 노출된 전도성 층 또는 노출된 나노와이어 층의 하나 이상의 제1 영역 및 레지스트 매트릭스 재료의 하나 이상의 제2 영역(전형적으로 터치 스크린을 위한 회로 패터)을 생성시키는 단계. 레지스트 매트릭스 재료를 강화 또는 경화시키는 단계. 가박성 중합체 층으로 패터를 오버코팅하는 단계. 가박성 중합체 층을 강화 또는 경화시키는 단계. 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키고, 기재의 하나 이상의 제1 영역 내의 전도성 층 또는 나노와이어 층을 제거함으로써, 패터화된 전도성 층 또는 패터화된 나노와이어 층을 형성시키는 단계.

[0126] 단계 2A: 레지스트 매트릭스 재료로 나노와이어 층 상에 패터를 적용하는 단계

다시 도 2 및 2a를 참조하면, 일단 전도성 층(16) 또는 나노와이어 층이 기재 상에 코팅되면, 레지스트 매트릭스 재료(19)로 층에 패터를 적용하여 기재 상에 노출된 전도성 층 또는 노출된 나노와이어 층의 하나 이상의 제1 영역(17) 및 레지스트 매트릭스 재료의 하나 이상의 제2 영역(19)(전형적으로 터치 스크린을 위한 회로 패터)을 생성시킬 수 있다.

기재(14)를 나노와이어 층(16)으로 코팅한 후에, 레지스트 매트릭스 재료(19)로 나노와이어 층(16) 상에 패터를 적용한다. "레지스트 매트릭스 재료"는 나노와이어 층 위의 보호 층으로 경화 또는 강화될 수 있는 재료 또는 재료의 혼합물을 지칭한다. 레지스트 매트릭스 재료는 나노와이어 층에 견고성을 더하며 기재에 대한 나노와이어 층의 개선된 접착을 촉진할 수 있다. 이론에 구애되지 않는 것은 아니나, 하기의 기재는 레지스트 매트릭스 재료를 나노와이어 층에 적용하는 것에 부합할 수 있다. 나노와이어 층은 전형적으로 개별적인 나노와이어 사이에 공간 또는 갭을 가진 미세 다공성이므로, 레지스트 매트릭스 재료는 나노와이어 및 기재를 동시에 코팅하여 그들을 서로 결합시키고 기재에 결합시킬 수 있다. 이는 패터화된 나노와이어 층을 남기는 후속의 가박성 중합체 층의 박리 작업에서 레지스트 매트릭스 재료가 기재로부터 탈층되는 것을 방지한다.

전형적으로, 레지스트 매트릭스 재료는 광학적으로 투명한 재료이다. 재료의 광 투과도가 가시광 영역(400 nm 내지 700 nm)에서 80% 이상이라면, 재료는 광학적으로 투명한 것으로 간주된다. 달리 명시되지 않는 한, 본 명세서에 기재된 모든 층(기재를 포함함)은 바람직하게는 광학적으로 투명하다. 레지스트 매트릭스 재료의 광학적 선명도는 전형적으로, 굴절률(RI), 두께, 평탄도, 두께 전체에 걸친 RI의 주도, 표면(계면을 포함함) 반사, 및 표면 조도 및/또는 포매된 입자에 의해 야기되는 산란을 제한 없이 포함하는 다수의 인자에 의해 결정된다.

상기 논의된 바와 같이, 레지스트 매트릭스 재료는 전도성 층 또는 나노와이어 층 위에 패터를 형성하는 선택된 영역 내의 보호 층으로 경화 및/또는 강화될 수 있다. "경화되다 또는 경화"는, 고체 중합체성 매트릭스가 형성되도록 단량체 또는 부분 중합체(예를 들어 150개 미만의 단량체 단위를 포함하는 올리고머)가 중합되거나 중합체가 가교결합되는 공정을 지칭한다. 적합한 중합 또는 가교결합 조건은 당업계에 주지되어 있으며, 예를 들어, 단량체를 가열하는 단계, 단량체를 가시광 또는 자외(UV)광, 전자 빔 등으로 조사하는 단계를 포함한다. 대안적으로, "강화되다 또는 강화"는, 예를 들어 중합 또는 가교결합 없이, 레지스트 매트릭스 재료의 건조 중에 용매 제거에 의해 야기될 수 있다.

레지스트 매트릭스 재료(19)는 적합한 패터닝 공정에 의해 패터화된다. 적합한 패터닝 공정은 포토리소그래피(여기서 레지스트 매트릭스 재료는 감광성(photoresist)임)와 같은 절삭 방법을 포함한다. 적합한 패터닝 공정은 또한 직접 인쇄를 포함한다. 프린터(24)를 사용하여 전도성 층 또는 나노와이어 층(16)의 상부 위에 인쇄된 레지스트 매트릭스 재료 패터를 형성시킨다. 상기 논의된 바와 같이, 인쇄된 레지스트의 강화 또는 경화는 다음 공정 단계 전에 일어난다. 적합한 프린터 또는 패터닝 방법은 공지되어 있으며, 예시된 플렉소 인쇄 프린터, 그라비아 인쇄, 잉크젯 인쇄, 스크린 인쇄, 분무 코팅, 니들 코팅, 포토리소그래픽 패터닝, 및 오프셋 인쇄를 포함한다.

적합한 패터는, 그의 최소 치수(너비 또는 길이)가 0 미크론 초과, 예를 들어 0.001 미크론을 초과하며 1 미크론 미만, 10 μm 미만, 100 μm 미만, 1 mm 미만, 또는 10 mm 미만인 특징부를 포함한다. 특징부 크기에 대한 임의의 상한은 그 위에 인쇄가 일어나는 기재의 크기에 의해서만 제한된다. 롤-투-롤 인쇄의 경우에 이는 웨브

의 종방향으로 실질적으로 규정되어 있지 않다. 이들 특징부는 패턴화될 수 있는 임의의 형상, 예를 들어 별 모양, 정사각형, 직사각형, 또는 원을 취할 수 있다. 종종 특징부는 터치 스크린에서 구성요소로 사용하기 위한 터치에 민감한 평행선 또는 격자일 것이다.

[0133] 단계 3A: 가박성 중합체 층으로 패턴화된 기재를 오버코팅하는 단계

[0134] 도 3 및 3a를 참조하면, 다음 공정 단계는 전도성 층 또는 나노와이어 층(16) 및 패턴화된 레지스트(26)를 갖는 기재(14)를 가박성 중합체 층(28)으로 오버코팅하는 단계이다. 바람직하게는, 가박성 중합체 층은 레지스트 매트릭스 재료로 패턴화된 기재에 액체 상태로 전달된다. 가박성 중합체 층-형성 액체를 레지스트 매트릭스 재료로 패턴화된 기재에 적용함으로써 가박성 중합체 층을 형성시킨다. 건조기(22)를 임의로 사용하여, 코터(20)에 의한 적용 후에 가박성 중합체 층(28)을 강화 또는 경화시킬 수 있다. 슬롯 코팅, 그라비어 코팅, 롤 코팅, 플러드 코팅, 노치 바 코팅, 분무, 열 압축 적층화, 또는 진공 적층화와 같은 공지된 적용 방법을 사용하여 가박성 중합체 층-형성 액체를 기재에 적용한다.

[0135] 전도성 층 또는 나노와이어 층 및 레지스트 매트릭스 재료 패턴을 갖는 기재의 표면은, 도 2a에서 가장 잘 보이는 바와 같이 i) 노출된 전도성 층 또는 나노와이어 층의 하나 이상의 제1 영역(17) 및 ii) 레지스트 매트릭스 재료의 하나 이상의 제2 영역(19)을 포함한다. 일반적으로, 레지스트 매트릭스 재료 영역은 노출된 전도성 층 영역 또는 나노와이어 층 영역에 대해 용기되어 있다. 일반적으로, 레지스트 매트릭스 재료 영역과 노출된 전도성 층 영역 또는 나노와이어 층 영역 사이의 경계에는, 양각의 변화(change in relief)가 존재한다. 이러한 양각의 변화의 예는 노출된 전도성 층 영역 또는 나노와이어 층 영역과 레지스트 매트릭스 재료의 레지스트 매트릭스 재료 영역 사이의 단계 에지이다. 단계 에지는 높이(전기의 예에서 레지스트 매트릭스 재료의 두께에 의해 근사되는 바와 같음)를 가질 수 있으며, 그것은 측 외연부(lateral extent)(예를 들어, 단계 에지가 그 위에 존재하는, 대체로 기재에 평행한 평면 내의 거리)를 가질 수 있다. 양각의 변화에 따라, 그리고 레지스트 매트릭스 재료 및 노출된 전도성 층 영역 또는 나노와이어 층 영역의 평면내 기하형태(예를 들어, 형상 및 크기)에 따라, 실질적으로 전체 노출된 전도성 재료 표면에 가박성 중합체 층과의 접촉을 이루는 것은 어려운 문제일 수 있다. 노출된 전도성 층 영역 또는 나노와이어 층 영역의 일부가 가박성 중합체 층에 의해 접촉되지 않는다면, 후속의 박리 단계(하기) 중에 그 부분은 성공적으로, 또는 높은 패턴 정확도로 제거되지 않을 수 있다. 따라서, 일부 실시 형태에서는, 가박성 중합체-형성 액체 층을 레지스트 매트릭스 재료로 패턴화된 기재에 적용하며, 여기서 노출된 전도성 층 또는 나노와이어 층의 50% 이상, 바람직하게는 75% 이상, 더욱 바람직하게는 90% 이상, 더욱 바람직하게는 95% 이상, 더욱 바람직하게는 99% 이상, 가장 바람직하게는 100%가 가박성 중합체 층 재료에 의해 접촉된다.

[0136] 레지스트 매트릭스 재료로 패턴화된 기재에 전달되는 가박성 중합체 층-형성 액체에 있어서, 그것은 중합체 용액, 중합체 분산액, 단량체 용액, 단량체, 단량체의 혼합물, 또는 용융물일 수 있다. 액체는 소량의 부차적인 구성요소(예를 들어, 광개시제, 표면 활성제, 점도 조절제)를 포함할 수 있다. 가박성 중합체 층은 고체(예를 들어, 노출된 나노와이어 재료 영역 내의 접착제와 노출된 전도성 재료 또는 나노와이어 재료 사이의 접촉 정도를 제한할 상당한 항복 응력을 나타내는 가교결합된 감압 접착제와 같은 점탄성 고체)로서 전달되지 않는다. 액체 상태의 가박성 층의 적용은, 레지스트 매트릭스 재료로 패턴화된 기재로부터 가박성 중합체 층을 박리시킨 후에 전도성 층 또는 나노와이어 층의 고해상도(고정확도) 패턴화를 유발한다.

[0137] 가박성 중합체 층-형성 액체의 점도는 그것을 레지스트 매트릭스 재료로 패턴화된 기재에 전달하기 위해 사용될 적용 방법을 고려하여 선택할 수 있다. 예를 들어, 중합체 용액, 단량체, 또는 단량체 용액의 슬롯 코팅, 롤 코팅, 플러드 코팅, 노치 바 코팅, 또는 분무의 경우에, 점도는 1 cps 내지 10,000 cps(0.001 내지 10 Pa-s), 바람직하게는 10 cps 내지 2,500 cps(0.01 내지 2.5 Pa-s)일 수 있다. 중합체 용융물의 열 압축 적층화 또는 진공 적층화의 경우에, 점도는 10,000 cps 내지 100,000,000 cps(10 Pa-s 내지 100 kPa-s)일 수 있다. 가박성 중합체 층-형성 액체는 바람직하게는 항복 응력이 0일 수 있다. 일부 유용한 가박성 중합체 층-형성 액체는, 바람직하게는 100 Pa 미만, 더욱 바람직하게는 50 Pa 미만, 더욱 더 바람직하게는 5 Pa 미만, 더욱 더 바람직하게는 1 Pa 미만의 매우 낮은 항복 응력을 생성시킬 수 있다.

[0138] 기재의 제1 주 표면의 적어도 일부 위에서, 바람직하게는 제1 주 표면의 면적의 50%, 60%, 70%, 80%, 또는 90% 이상 위에서, 가박성 중합체 층(28)은 실질적으로 연속적이다. 가박성 중합체 층은 별개의 블록 또는 직사각형으로 적용되어 그들 사이에 코팅되지 않은 기재 영역을 남길 수 있으며, 블록 또는 직사각형은 제조되는 의도된 터치 스크린의 전체 크기와 유사한 크기를 갖는다. "실질적으로 연속적인"은, 가박성 중합체 층이 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료(19) 뿐 아니라 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료 사이에 존재하는 전도성 층 또는 나노와

이어 층(16)도 덮도록, 다중 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료 선, 트레이스, 또는 별개의 특징부 위에 가박성 중합체 층이 적용됨을 의미한다. 전형적으로, 균일한 두께의 연속적인 가박성 중합체 재료의 코팅을 기재의 적어도 일부분 위에 적용하지만, 반드시 기재의 전체 너비 또는 길이에 적용하는 것은 아니다. 예를 들어, 각각의 에지를 따라 스트립 또는 여백을 코팅하지 않고 남기면서 기재의 중간 부분을 가박성 중합체 재료로 코팅할 수 있을 것이다.

[0139] 본 명세서에 기재된 접근법은 몇몇 이점을 갖는다. 첫째로, 가박성 중합체 층을 액체로부터 캐스팅함으로써, 가박성 중합체 층과 전도성 층 또는 나노와이어 층 사이에 매우 밀접한 접착을 생성시키는 것이 가능하다. 둘째로, 이러한 밀접한 접촉은, 가박성 중합체 층이 제거된 후에 전도성 층 또는 나노와이어 층의 제거된 부분이 기재 상으로 떨어지는 것을 방지하여, 실질적으로 제품 수율을 감소시킬 수 있는 기재의 오염을 방지한다. 마지막으로, 오버코팅 단계 후에, 가박성 중합체 층은 수송, 취급, 및 전환 작업 중에 정위치에 잔류하여, 보호 필름으로서 작용하며 사후에 추가의 라이너를 적용할 필요성(이는, 레이저 절제를 사용하여 전도성 재료 또는 나노와이어 재료를 패턴화한 경우에 그러할 수 있음)을 제거할 수 있다.

[0140] 다시 도 3 및 3a를 참조하면, 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료(26) 및 나노와이어 층(16) 양자 모두를 덮기에 충분한 두께로 가박성 중합체 층을 적용한다. 가박성 중합체 층을 위한 전형적인 두께는 2 내지 10 μm , 또는 10 μm 내지 25 μm , 또는 25 μm 내지 100 μm 이다. 가박성 중합체 층을 적용한 후에, 필요에 따라 층을 강화 또는 경화시킨다. 임의의 건조기(22)를 사용하여 강화 또는 경화 공정을 가속시킬 수 있다. 더 얇은 가박성 중합체 재료의 층이 바람직하며, 이는 그것이 코팅 조성물로부터 용매를 제거하기 위해 더 적은 에너지를 필요로 함으로써 더 빠른 건조, 및 따라서, 가공 시간을 유발하기 때문이다. 그러나, 박리 단계 중에 안정한 필름을 유지하기 위해서는 가박성 중합체의 최소 건조 두께가 필요하다.

[0141] **단계 4A: 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키는 단계**

[0142] 이제 도 4, 4a, 및 4b를 참조하면, 가박성 중합체 층(28)을 박리시키기 위한 일 공정이 예시된다. 적용된 모든 층을 가진 기재(14)를 탈층 낚(30)을 통해 수행시킨다. 패턴화된(예를 들어, 인쇄된) 레지스트 매트릭스 재료(26)에 의해 보호되지 않은 기재의 영역 내에 부착된 전도성 재료 또는 나노와이어 재료를 가진 가박성 중합체 층(28)은 권취기(32)를 향해 지향되고 롤로 권취된다. 도 4a는, 롤로 권취된, 제거된 나노와이어가 부착된 가박성 중합체 층(28)의 측면도를 예시한다. 가박성 중합체 층(28) 상의 제거된 나노와이어의 패턴은 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료(26)의 역상이다. 도 4b는 패턴화된 나노와이어 층(12)을 갖는 기재(14)의 측면도를 예시한다. 기재(14)로부터 가박성 중합체 층(28)을 박리시키는 단계는 기재의 선택된 영역 내의 전도성 재료 또는 나노와이어 재료(16)를 제거함으로써 패턴화된 나노와이어 층(12)을 형성시킨다.

[0143] **단계 5: 광학적으로 투명한 덧층의 임의의 적용**

[0144] 상기 기재된 것들과 같은 직접 인쇄 작업에서는, 레지스트 매트릭스 재료와 같은 인쇄된 층의 상위 표면으로 불균일한 파형 상부 표면이 생성되는 것이 전형적이다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "파형 상부 표면"은 표면이 광학적으로 평탄하지 않고 상부 표면의 평탄성에 파동 또는 교란을 가짐을 의미한다. 파형 상부 표면은 전형적으로, 평균 인쇄 특징부 두께의 5% 내지 10%, 평균 인쇄 특징부 두께의 10% 내지 25%, 평균 인쇄 특징부 두께의 25% 내지 50%, 또는 평균 인쇄 특징부 두께의 50% 내지 100%의, 인쇄된 특징부의 평균 두께(높이)에 대한 상부 표면의 높이 차이를 가질 것이다. 예를 들어, 평균 두께가 1 μm 인 인쇄된 특징부는 0.1 내지 0.25 μm , 0.25 내지 0.50 μm , 0.50 내지 1.0 μm 의, 상부 표면에 대한 두께 편차를 가질 수 있을 것이다. 1.0 μm 의 두께 편차는 인쇄된 특징부 내의 국소공(local hole)(핀홀)일 것이다. 이러한 파형 표면은 광학적으로 평탄하지 않으므로, 그것은 굴절에 의해 산란되거나 편향되는 광, 및 측정가능한 탁도의 증가 또는 선명도의 감소를 유발할 것이다. 추가로, 심지어 극히 미세한 특징부가 인쇄되는 경우에도 이러한 파형은 탁도의 국소 성질로 인한 고도로 가시적인 패턴을 유발한다. 이러한 효과를 감소시키기 위해, 일부 실시 형태에서는, 인쇄된 레지스트 매트릭스 재료의 표면 구조 내의 임의의 불균일성을 평면화하기 위하여, 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료를 그 위에 가진 패턴화된 전도성 층 또는 나노와이어 층 위에 광학적으로 투명한 덧층을 적용한다. 유용한 광학적으로 투명한 덧층의 예는 광학적으로 투명한 접착제(OCA: optically clear adhesive)이다. 광학적으로 투명한 덧층(예를 들어, OCA)은, 예를 들어, 코팅 또는 적층화에 의해 적용될 수 있다. 광학적으로 투명한 덧층에 적합한 재료에는, 예를 들어, 실리콘 접착제, 아크릴계 접착제, 다른 아크릴계 중합체, 폴리(메틸 메타크릴레이트)가 포함된다. 바람직하게는, 광학적으로 투명한 접착제는 0.05 이하의, 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료 층의 굴절률에 대한 굴절률 차이를 나타낸다.

[0145] 이제 도 5 및 5a를 참조하면, 광학적으로 투명한 접착제(OCA)를 패턴화된 전도성 층 또는 나노와이어 층(12) 위

에 적층하는 임의의 공정 단계가 예시되어 있다. 도 5a에 나타낸 바와 같이 권출(18)은 OCA(34)를 롤로부터 권출하고 적층화 nip(36)은 OCA를 패턴화된 전도성 층 또는 나노와이어 층(12) 및 레지스트 매트릭스 재료(19)의 상부 위에 적용하여, 기재(14)와 OCA 층(34) 사이에 패턴화된 전도성 층 또는 나노와이어 층(12)을 캡슐화한다. 권취기(32)를 사용하여 캡슐화된 나노와이어 층을 가진 기재를 롤로 권취할 수 있다.

[0146] 패턴화된 전도성 층 또는 나노와이어 층의 탁도 및 가시도를 감소시킴에 있어서 몇몇 바람직한 특징부가 존재한다. 첫째로, 광학적으로 투명한 덧층(예를 들어, OCA)이 고체 필름으로서 적용되는 경우, 덧층(예를 들어, OCA)에 대한 레지스트 매트릭스 재료 층의 두께가 작은 것이 바람직하다(예를 들어, 레지스트 매트릭스 재료는 덧층보다 10배 이상 더 얇음). 이러한 두께 관계는 덧층(예를 들어, OCA)의 상위 표면의 엠보싱을 감소시킬 수 있으며, 이는 다시 파형 표면 및 탁도/패턴 가시도의 증가를 유발할 것이다. 액체 덧층(예를 들어, OCA)이 패턴 위에 액체로서 캐스팅되는 경우에는, 덧층 층이 레지스트 층보다 더 두꺼운 한, 표면 장력이 균일한 덧층(예를 들어, OCA) 계면을 유발할 것이므로 이러한 문제가 일어나지 않을 것임에 유의해야 한다. 둘째로, 덧층 재료와 레지스트 매트릭스 재료 사이의 계면이 광을 최소로 산란시키거나 반사하거나 굴절시키도록, 덧층 재료 및 레지스트 매트릭스 재료에 대한 굴절률이 가능한 한 유사해야 한다. 2개 층 사이의 굴절률 차이는 0.5 이하, 0.3 이하, 0.1 이하, 또는 0.05 이하일 수 있다.

[0147] 제2 실시 형태

[0148] 제2 실시 형태에서는, 하기 순서의 단계에 의해 패턴화 공정을 수행할 수 있다: 상기 기재된 바와 같이, 전도성 층 또는 나노와이어 층으로 기재를 코팅하는 단계. 임의로 전도성 층 또는 나노와이어 층을 강화 또는 경화시키는 단계. 가박성 중합체 재료로 전도성 층 또는 나노와이어 층 상에 패턴을 적용하여 기재 상에 노출된 전도성 층 또는 나노와이어 층의 하나 이상의 제1 영역 및 가박성 중합체 재료의 하나 이상의 제2 영역(전형적으로 터치 스크린을 위한 회로 패턴의 상보형)을 생성시키는 단계. 가박성 중합체 재료를 강화 또는 경화시키는 단계. 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키고, 기재의 하나 이상의 제2 영역 내의 전도성 층 또는 나노와이어 층을 제거함으로써, 패턴화된 전도성 층 또는 나노와이어 층을 형성시키는 단계.

[0149] 단계 2B: 가박성 중합체 재료로 전도성 층 상에 패턴을 적용하는 단계

[0150] 이제 도 6 및 6a를 참조하면, 일단 전도성 층 또는 나노와이어 층이 기재 상에 코팅되면(도 1), 가박성 중합체 재료(28)로 층에 패턴을 적용하여 노출된 전도성 층 또는 노출된 나노와이어 층의 하나 이상의 제1 영역(17) 및 가박성 중합체 재료의 하나 이상의 제2 영역(28)을 기재 상에 생성시킬 수 있다(전형적으로 터치 스크린을 위한 회로 패턴에 상보적인 패턴). 기재(14)를 전도성 층 또는 나노와이어 층(16)으로 코팅한 후에, 가박성 중합체 재료(28)로 나노와이어 층(16) 상의 패턴을 적용한다.

[0151] 가박성 중합체 재료(28)는 적합한 패턴화 공정에 의해 패턴화된다. 적합한 패턴화 공정은 포토리소그래피(여기서 가박성 중합체 재료는 감광성(photoresist)임)와 같은 절삭 방법을 포함한다. 가박성 중합체 재료를 위한 바람직한 패턴화 공정에는 직접 인쇄가 포함된다. 프린터(24)를 사용하여 전도성 층 또는 나노와이어 층(16)의 상부 위에 인쇄된 가박성 중합체 재료(28)를 형성시킨다. 상기 논의된 바와 같이, 가박성 중합체 재료(28)의 강화 또는 경화는 다음 공정 단계 전에 일어난다. 적합한 프린터 또는 패턴화 방법은 공지되어 있으며, 예시된 플렉소 인쇄 프린터, 그라비아 인쇄, 잉크젯 인쇄, 스크린 인쇄, 분무 코팅, 니들 코팅, 포토리소그래픽 패턴화, 및 오프셋 인쇄를 포함한다.

[0152] 적합한 패턴은, 그의 최소 치수(너비 또는 길이)가 0 미크론 초과, 예를 들어 0.001 미크론을 초과하며 1 미크론 미만, 10 μm 미만, 100 μm 미만, 1 mm 미만, 또는 10 mm 미만인 특징부를 포함한다. 특징부 크기에 대한 임의의 상한은 그 위에 인쇄가 일어나는 기재의 크기에 의해서만 제한된다. 롤-투-롤 인쇄의 경우에 이는 웨브의 종방향으로 실질적으로 규정되어 있지 않다. 이들 특징부는 패턴화될 수 있는 임의의 형상, 예를 들어 별 모양, 정사각형, 직사각형, 또는 원을 취할 수 있다. 종종 특징부는 터치 스크린에서 구성요소로 사용하기 위한 터치에 민감한 평행선 또는 격자일 것이다. 일 특정 패턴을 도 8에 나타내며, 이는 너비가 100 μm 이고 길이가 500 μm 인 좁은 직사각형에 의해 분리된 너비가 100 μm 인 특징부 및 공간을 가진 패턴화된 격자를 도시한다.

[0153] 단계 3B: 가박성 중합체 층을 기재로부터 박리시키는 단계

[0154] 일단 가박성 중합체 재료의 패턴(가박성 중합체 층)이 전도성 층 또는 나노와이어 층에 적용되면, 다음 단계에서 이를 사용하여 층을 패턴화할 수 있다. 가박성 중합체 재료를 기재로부터 박리시켜, 기재의 하나 이상의 제2 영역 내의 전도성 층 또는 나노와이어 층을 제거함으로써, 패턴화된 전도성 층 또는 나노와이어 층을 형성시

킨다.

- [0155] 이제 도 7, 7a, 및 7b를 참조하면, 기재로부터 가박성 중합체 층을 박리시키는 단계는, 먼저 감압 접촉제(PSA) 표면(39)을 그 위에 갖는 라이너(38)를 가박성 중합체 재료(28)의 패턴에 적용한 후에 박리시키는 단계에 의해 달성될 수 있다. 이러한 경우에는, PSA 표면(39)이 가박성 중합체 재료에 접촉되어, 가박성 중합체 재료와의 결합을 형성하고, 라이너를 박리(분리)시켜 가박성 중합체 재료 및 그의 기재의 전도성 층 또는 나노와이어 층을 기재로부터 제거하는 것을 가능하게 한다.
- [0156] 박리 단계에서는, PSA 표면(39)을 가진 라이너(38)가 적층화 nip(30)에 의해 가박성 중합체 재료(28)에 적용된다. 바람직하게는 PSA 표면(39)은 가박성 중합체 층에 접촉되어 가박성 중합체 층을 갖는 영역으로부터 가박성 중합체 층 및 전도성 층 또는 나노와이어 층(16) 양자 모두를 제거한다(도 7a). 그 위에 패턴화된 가박성 중합체 재료를 갖지 않는 영역에서는, 전도성 층 또는 나노와이어 층(16)이 의외로 기재(14) 상에 잔류한다(도 7b). 이론에 구애됨이 없이, 가박성 중합체 층은 PSA 층의 두께와 조합되어 라이너 상의 PSA 층이 가박성 중합체 층 사이의 노출된 영역 내의 전도성 층 또는 나노와이어 층에 접촉되는 것을 방지하는 것으로 생각된다.
- [0157] 대안적으로, PSA가 전도성 층 또는 나노와이어 층을 제거하지 않으면서 그것으로부터 이형되도록, 전도성 층 또는 나노와이어 층과 기재 사이의 접착성은 PSA와 전도성 층보다 더 크다. 그러므로, 박리 단계 중에, 전도성 층 또는 나노와이어 층의 노출된 영역은 라이너에 의해 기재로부터 제거되지 않는다. 가박성 중합체 층을 제거한 후에, 레지스트 매트릭스 재료를 사용하는 제1 패턴화 실시 형태에 대해 도 5에 예시되고 상기 기재된 바와 같이 OCA를 적용할 수 있다. 바람직하게는, 광학적으로 투명한 접착제는 0.05 이하의, 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료 층의 굴절률에 대한 굴절률 차이를 나타내며, 패턴화된 레지스트 매트릭스 재료 층과 패턴화된 전도성 층 사이에 위치한다.
- [0158] PSA 표면(39)을 갖는 적합한 라이너에는 비교예 C5 내지 C9에 사용된 3M 테이프 및 3M 810 스카치(SCOTCH) 테이프 중 임의의 것이 포함된다.
- [0159] 대안적으로, PSA 표면(39)을 가진 라이너(38)를 가박성 중합체 층의 일부에만(예를 들어 제1 주 표면의 모서리에) 적용하고 라이너의 다른 부분은 부착되지 않은 채로 남길 수 있다. 예를 들어 소정 길이의 3M 810 스카치 테이프를 제1 주 표면의 모서리에 꼬리를 남기면서 적용하고, 이어서 이를 잡고 제1 주 표면으로부터 당겨 가박성 중합체 층을 박리시키는 단계를 시작하고 가박성 중합체 층의 제거된 부분 상에서 계속 당김으로써 박리 공정을 완료할 수 있다.
- [0160] **상호연결에 적합한 리드를 가진 제1 실시 형태**
- [0161] 도 4b는 전도성 층(16)으로 제조된 트레이스가 (전형적으로 절연성인) 레지스트 매트릭스 재료의 제2 영역(19)에 의해 위에 캡핑됨(예를 들어 덮임)을 나타낸다. 따라서, 예를 들어 전도성 층(16)을 포함하는 터치 스크린과의 사용자 접촉을 수용하고 해석할 회로에 전도성 층(16)의 몇몇 부분이 어떻게 전기적으로 연결될 수 있는지를, 당업자는 여전히 궁금하게 여길 수 있다. 본 출원인들은, 전도성 층(16)의 개별적인 트레이스의 노출된 주변부(도 14의 16a)를 통해 의외로 적당한 전기적 접촉이 이루어질 수 있음을 발견하였다. 추가로, 레지스트 매트릭스 재료의 패턴을 설계하기 위한 일부 기하형태가 이러한 연결을 향상시킬 수 있다.
- [0162] 이제 도 12를 참조하면, 도 4b에서와 같은 제1 실시 형태 공정의 제4 단계 후의 기재의 고도로 확대된 상세한 평면도가 예시되어 있다. 예시적인 유용한 패턴(100)의 일부를 볼 수 있다. 패턴(100)에서, 어두운 영역은 레지스트 매트릭스 재료의 제2 영역(19)이 존재하는 영역을 나타내며, 전도성 층(16)은 그 아래에 숨겨져 있다. 밝은 영역은 기재(14)까지 완전히 내려다 볼 수 있는 곳을 나타낸다. 일반적으로, 패턴(100)은 하기의 3개 구역으로 분할될 수 있다: 트레이스 구역(102), 위장 구역(camouflage zone)(104), 및 상호접속 패드(106).
- [0163] 트레이스 구역(102)은 하나 이상의 연계된 상호접속 패드(106)(및 예를 들어 도면이 배향된 상태에서 우측으로, 종종 두번째 것)와 전기적으로 접촉된다. 위장 구역(104)은 트레이스 구역(102) 상호접속 패드(106) 어느 것에도 전기적으로 연결되는 것이 아니라, 터치 패널을 사람의 눈으로 관찰할 때 인접한 트레이스 구역(102)이 시각적으로 덜 뚜렷하게 보이게 하기 위한 것이다. 도시된 상호접속 패드(106)는 전도성 층(16)의 노출된 주변부를 증가시키도록 의도된 다수의 공극(108)을 포함한다. 도시된 실시 형태에서 공극(108)은, 편리하게는 한 변이 100 μm 인 정사각형이나, 노출된 주변부를 증가시키기 위한 다른 방법, 예를 들어 공극 또는 상호접속 패드의 외부 주변부를 위한 다른 형상의 공동 및/또는 주름진 여백을 채용할 수 있다는 것을 당업자는 인식할 것이다.
- [0164] 이제 도 13을 참조하면, 리드 부분(112) 및 패드 부분(114)을 갖는 리드-형성 재료(110)의 층이 도 12의 상호접속 패드(106)의 대부분을 완전히 덮는 것으로 도시되어 있다. 리드 부분(112)은, 예를 들어 터치 패드 상의 터

치를 해석하는 전산화 전자 장치에 패드 부분을 연결하는 작용을 한다. 편리하게는, 층 리드-형성 재료는 전도성 잉크를 포함하며, 이는 통상적으로 터치 패드의 에지를 벗어나고, 투명할 필요가 없다. 서브-미크론 크기의 은 입자를 포함하는 잉크가 특히 편리한 것으로 간주된다. 예를 들어, 스크린 인쇄, 그라비아 인쇄, 잉크젯 인쇄, 패드 인쇄, 또는 플렉소 인쇄로 이러한 잉크를 편리하게 적용한다.

[0165] 이제 도 14를 참조하면, 도 13의 단면선 14-14를 따라 취한 단면도가 예시되어 있다. 이 도면에서, 리드-형성 재료(110)의 층의 패드 부분(114)이 공극(108) 내에 정착되어, 리드-형성 재료(110)를 레지스트 매트릭스 재료(19) 아래의 전도성 층(16)의 노출된 주변부(16a)와의 직접 전기적 접촉에 놓이게 한다는 것을 인식할 수 있다.

[0166] 터치 스크린 용품의 구성요소

[0167] 다른 실시 형태에서는, 기재 상의 패터화된 투명 전도성 층을 터치 스크린 소자의 구성요소로 사용할 수 있으며, 구성요소는 투명 기재; 기재의 주 표면 상의 패터화된 전도성 층; 패터화된 전도성 층에 부착된 패터화된 레지스트 매트릭스 재료 층(패터화된 레지스트 매트릭스 재료는 과형 상부 표면을 가짐); 및 투명 기재의 주 표면 및 과형 상부 표면 위에 적용된 광학적으로 투명한 접착제 층을 포함한다. 소정의 이러한 실시 형태에서는, 패터화된 레지스트 매트릭스 재료 층과 패터화된 전도성 층 사이의 접착에 의해(즉, 패터화된 레지스트 매트릭스 재료가 부착되는 패터화된 전도성 층과 패터화된 레지스트 매트릭스 재료 사이에 작용하는 접착력에 의해) 패터화된 레지스트 매트릭스 재료 층이 패터화된 전도성 층에 부착된다.

[0168] 본 명세서에 기재된 실시 형태 중 임의의 것의 현재 바람직한 소정의 실시 형태에서, 상기 기재되고 하기 실시예에 추가로 기재된 바와 같이, 레지스트 매트릭스 재료는 자외선 경화성 바니쉬이다. 패터화된 레지스트 재료의 두께는 10 나노미터(nm), 20 nm, 30 nm, 40 nm, 또는 50 nm 이상이며; 100 마이크로미터(μm), 90 μm , 80 μm , 70 μm , 60 μm , 또는 50 μm 이하이다. 현재 바람직한 일부 실시 형태에서, 패터화된 레지스트 매트릭스 재료의 두께는 50 nm 내지 50 μm 이다.

[0169] 현재 바람직한 추가의 실시 형태에서, 패터화된 레지스트 매트릭스 재료의 굴절률은 1.35, 1.36, 1.37, 1.38, 1.39, 또는 1.40 이상이며; 1.75, 1.74, 1.73, 1.72, 1.71, 또는 1.70 이하이다. 현재 바람직한 일부 실시 형태에서, 패터화된 레지스트 매트릭스 재료의 굴절률은 1.40 내지 1.70이다.

[0170] 현재 바람직한 추가의 실시 형태에서, 패터화된 전도성 층 상의 패터화된 레지스트 매트릭스 재료는 복수의 반구형 리지로 구성되며, 예를 들어 도 4b, 5a, 및 14에 나타난 바와 같이, 각각의 개별적인 반구형 리지가 복수의 전기 전도성 회로 트레이스로부터 선택된 단일한 상응하는 전기 전도성 회로 트레이스를 실질적으로 덮음으로써, 패터화된 레지스트 매트릭스 재료의 과형 상부 표면을 형성한다.

[0171] 현재 바람직한 추가의 실시 형태에서, 패터화된 전도성 층은 복수의 전기 전도성 회로 트레이스로 구성되며, 여기서 적어도 전기 전도성 회로 트레이스의 제1 부분은 적어도 전기 전도성 회로 트레이스의 제2 부분으로부터 전기적으로 단리된다. 소정의 이러한 실시 형태에서, 상기 기재되고 하기 실시예에 추가로 기재된 바와 같이, 복수의 전기 전도성 회로 트레이스는 복수의 금속 나노와이어로 구성된다. 현재 바람직한 일부 실시 형태에서, 예를 들어 도 8 및 12 내지 13에 나타난 바와 같이, 복수의 전기 전도성 회로 트레이스는 어레이 패턴 또는 격자 패턴으로 배열된다.

[0172] 현재 바람직한 소정의 실시 형태에서, 각각의 복수의 전기 전도성 회로 트레이스는 인접한 전기 전도성 회로 트레이스로부터 1 마이크로미터 이상, 2.5 μm 이상, 5 μm 이상, 10 μm 이상, 20 μm 이상, 또는 심지어 30 μm 이상이며; 10,000 μm , 5,000 μm , 2,500 μm , 1,000 μm , 750 μm , 500 μm , 400 μm , 또는 심지어 300 μm 이하의 갭만큼 이격된다. 현재 바람직한 소정의 실시 형태에서, 갭은 30 μm 이상이며 300 μm 이하이거나; 40 μm 이상이며 200 μm 이하이거나; 50 μm 이상이며 100 μm 이하이다.

[0173] 소정의 예시적인 실시 형태에서, 복수의 전기 전도성 회로 트레이스 각각의 너비는 1 μm 내지 1,000 μm 이다. 전술한 실시 형태 중 임의의 것의 현재 바람직한 일부 실시 형태에서, 복수의 전기 전도성 회로 트레이스 각각의 너비는 2.5 μm 내지 750 μm ; 5 μm 내지 500 μm ; 7.5 μm 내지 250 μm ; 또는 심지어 10 μm 내지 100 μm 이다.

[0174] 터치 스크린 소자

[0175] 추가의 예시적인 실시 형태에서, 기재 상의 패터화된 투명 전도성 층은 터치 스크린 소자 내에 구성요소로서 포함된다. 예를 들어, 휴대 전화, 전자 서적(e-북), 태블릿 컴퓨터, 컴퓨터 디스플레이, 텔레비전 디스플레이 등을 포함할 수 있는 예시적인 터치 스크린 소자는 미국 특허 제8,094,247호 및 제8,390,589호; 미국 특허 출원

공개 제2011/0042126호; 및 PCT 국제 공개 제WO 2013/047301호에 기재되어 있다.

[0176] 본 개시의 다양한 실시 형태의 실시를 하기의 상세한 실시예와 관련하여 추가로 기재할 것이다.

[0177] 실시예

[0178] 이들 실시예는 단지 예시적 목적을 위한 것이며, 첨부된 특허청구범위의 범주를 과도하게 제한하고자 하는 것이 아니다. 본 발명의 넓은 범주를 기재하는 수치 범위 및 파라미터가 근사치임에도 불구하고, 구체적인 실시예에 기재된 수치값은 가능한 한 정확하게 보고된다. 그러나, 임의의 수치값은 본질적으로 소정의 오류를 포함하는데, 이러한 오류는 그들의 각각의 시험 측정치에서 발견되는 표준 편차로부터 필연적으로 기인된 것이다. 최소한, 그리고 특허청구범위의 범주에 대한 균등론의 적용을 제한하려고 시도함이 없이, 각각의 수치 파라미터는 적어도 보고된 유효 숫자의 숫자의 관점에서 그리고 보통의 반올림 기법을 적용함으로써 해석되어야 한다.

[0179] 달리 언급되지 않는 한, 실시예 및 명세서의 나머지 부분에서 모든 부, 백분율, 비율 등은 중량 기준으로 제공된다. 달리 언급되지 않는 한, 사용된 용매 및 다른 시약은 시그마-알드리치 케미칼 컴퍼니(Sigma-Aldrich Chemical Company)(위스콘신주 밀워키 소재)로부터 입수할 수 있다.

[0180] 실시예 1 - 제1 실시 형태

[0181] 95 중량% 클리어움(CLEAROHM)(상표) 잉크-N G4-02(Ink-N G4-02)(캘리포니아주 서니베일 소재의 캠프리오스 테크놀로지스 코포레이션으로부터 입수가가능함) 및 5 중량% 아이소프로필 알코올(미주리주 세인트루이스 소재의 시그마 알드리치(Sigma Aldrich)로부터 입수가가능함)로 구성된 혼합물을 1 리터 투명한 병 내에서 교반에 의해 혼합하여 나노와이어 제형이라고 지칭되는 코팅 제형을 수득하였다.

[0182] 10 ft/min의 웹 속도에서 대략 15.0 μm 의 정량 주입 습윤 필름 두께를 목표로 하는 슬롯 다이를 사용하여, 5 밀 두께의 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 기재(델라웨어주 월밍턴 소재의 듀폰으로부터 입수가가능함) 멜리넥스(MELINEX) ST-504 필름) 상에 6 인치 너비로 나노와이어 제형을 코팅하여 기재 상에 나노와이어 층을 형성시켰다. 이어서, 공기 충돌 오븐 내에서 대략 2 분 동안 105 도 C의 온도로 나노와이어 층을 가열하였으며, 이는 코팅되고 건조된 투명한 전기 전도성인 나노와이어 층을 생성시켰다. 헤이즈 가드 플러스(Haze Gard Plus)(메릴랜드주 컬럼비아 소재의 BYK 가드너 USA(BYK Gardner USA))로 나노와이어 층 및 기재의 광학적 투과도 및 탁도를 측정하였으며 각각 92.2% 및 1.4%인 것으로 결정되었다. 2-지점 탐침(two-point probe) 측정에 의해 결정된 바와 같이, 시트 저항은 50 내지 75 Ohms/Sq.인 것으로 측정되었다.

[0183] 패턴화된 광중합체 스탬프를 사용하여, 패턴화된 UV-경화성 인쇄 잉크(플린트 그룹(Flint Group) UZS00061-408 잉크; 로트 #US-103241160600; 일리노이주 바타비아 소재의 플린트 그룹 프린트 미디어 노스 아메리카(Flint Group Print Media North America))를 레지스트 매트릭스 재료로서 플렉소 인쇄에 의해 나노와이어-코팅된 기재 상에 침착시켰다. 인쇄된 패턴은, 100 μm 선으로 구성된 패턴화된 메쉬에 인접하여, 수평 및 수직 양자 모두의 방향으로 100 μm 만큼 분리된 100 $\mu\text{m} \times 500 \mu\text{m}$ 대사의 어레이로 구성되었으며, 패턴을 제조하기 위해 사용된 플렉소 인쇄 공구는 패턴을 정의한 영상을 기반으로 서던 그래픽스 시스템즈(Southern Graphics Systems)(SGS, 미네소타주 미니애폴리스 소재)에 의해 제작되었다. 5 m/min의 속도에서, 1.0 BCM/sq. in. 아닐록스(ANILOX) 롤을 사용하여(대략 0.3 내지 2.0 μm 의 습윤 코팅을 제공하기 위한 정격) 레지스트 매트릭스 재료를 인쇄하였다. 질소-폐지된 대기 중에 236 와트/cm² 퓨전 H(Fusion H) 전구(퓨전 UV 시스템 인코포레이티드(Fusion UV Systems, Inc.)로부터 입수가가능함)를 이용하여 패턴화된 UV-경화성 인쇄 잉크 매트릭스 재료를 고광도 UV 광으로 조사하였다.

[0184] 가박성 중합체 층으로 사용하기 위해 99 중량% 맥더미드 프린트 앤드 필(콜로라도주 덴버 소재의 맥더미드 인코포레이티드(MacDermid Inc.)) 및 1.0 중량% 트라이톤 X-114 계면활성제(미주리주 세인트루이스 소재의 시그마-알드리치로부터 입수가가능함)로 구성된 혼합물을 제조하였다. #28 메이커 막대(뉴욕주 웨스트 소재의 R.D. 스페셜티즈(R.D. Specialties)로부터 입수가가능함)를 사용하여 가박성 중합체 조성물을 이전 단계로부터의 패턴화된 레지스트 상에 오버코팅한 후, 오븐에 넣어 5 분 동안 건조시켰다. 일단 가박성 코팅이 건조되고 실온으로 냉각되었으면, 필름을 기재로부터 박리시켜, 인쇄된 레지스트에 의해 보호되지 않은 영역 내의 나노와이어를 제거하였다. 투명한 매트릭스 재료 아래의 패턴화된 은 나노와이어 층의 영상을 도 8에 나타낸다. "암시야" 조명을 사용하여 광학 현미경으로 영상을 취하였다.

[0185] 실시예 2 - 제2 실시 형태

[0186] 95 중량% 클리어움(상표) 잉크-N G4-02(캘리포니아주 서니베일 소재의 캠프리오스 테크놀로지스 코포레이션으로

부터 입수가가능함) 및 5 중량% 아이소프로필 알코올(미주리주 세인트루이스 소재의 시그마 알드리치로부터 입수가가능함)로 구성된 혼합물을 1 리터 투명한 병 내에서 교반에 의해 혼합하여 나노와이어 제형이라고 지칭되는 코팅 제형을 수득하였다.

[0187] 10 ft/min의 웹 속도에서 대략 15.0 μm 의 정량 주입 습윤 필름 두께(즉, 7.0 cc/min 유속)를 목표로 하는 슬롯 다이를 사용하여, 5 밀 두께의 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 기재(델라웨어주 월밍턴 소재의 듀폰으로부터 입수가가능한 벨리넥스 ST-504 필름) 상에 6 인치 너비로 나노와이어 제형을 코팅하여 벨리넥스 기재의 프라이밍된 측면 상에 은 나노와이어 층을 형성시켰다. 이어서, 공기 충돌 오븐 내에서 대략 2 분 동안 105 도 C의 온도로 은 나노와이어 층을 가열하여, 코팅되고 건조된 투명하고 전기 전도성인 은 나노와이어 층을 생성시켰다. 헤이즈 가드 플러스(메릴랜드주 컬럼비아 소재의 BYK 가드너 USA)로 은 나노와이어-코팅된 기재의 광학적 투과도 및 탁도를 측정하였으며 각각 92.2% 및 1.4%인 것으로 결정되었다. 시트 저항은 50 내지 75 Ohms/Sq.인 것으로 측정되었다.

[0188] 이어서, 세파르(Sefar)(뉴욕주 데퓨 소재)로부터의 와이어 금속 스크린을 사용하여, 오토타입 프린트 앤드 필(Autotype Print and Peel)(콜로라도주 덴버 소재의 맥더미드 인코포레이티드)의 패턴화된 층을 나노와이어-코팅된 PET 기재 상에 직접 스크린 인쇄한 후, 오븐에 넣어 100 도 C에서 3 분 동안 건조시켰다. 이어서, 건조되고 패턴화된 가박성 중합체 층을 기재로부터 기계적으로 박리시켜, 패턴화된 프린트 앤드 필 층 바로 밑에 부착된 은 나노와이어를 제거하였다. 생성된 은 나노와이어의 패턴화된 층은, 패턴화된 프린트 앤드 필 층의 영상에 대한 음영상(negative image)으로 PET 기재에 부착된 채로 남아 있었다. 패턴화된 나노와이어 층의 사진을 도 9에 나타내며, 이는 패턴화된 은 나노와이어의 확대 암시야 영상을 포함한다.

[0189] **실시예 3 - 추가의 광학적으로 투명한 덮개(overlay)를 가진 제1 실시 형태**

[0190] 헤이즈가드 플러스(메릴랜드주 컬럼비아 소재의 BYK 가드너 USA)를 사용하여 실시예 1의 패턴화된 은 나노와이어 층 및 기재에 대해 91.6%의 투과도, 1.2%의 탁도, 및 95.5%의 선명도를 측정하였다. 5 ft/min 및 실온에서 챔 인스트루먼트 핫 롤 라미네이터(Chem Instruments Hot Roll Laminator)(오하이오주 멘터 소재의 챔설턴트 인터내셔널 인코포레이티드(Chemsultant International, Inc.))를 사용하여 3M 8171 광학적으로 투명한 접착제(미네소타주 세인트폴 소재의 3M)를 필름의 패턴화된 나노와이어 층에 적층하였다. 접착제의 이형 라이너를 제거하고, 노출된 OCA를 사용하여, 패턴화된 나노와이어 층을 갖는 기재를 5 밀 ST-504 PET 필름(델라웨어주 월밍턴 소재의 듀폰)의 프라이밍된 측면에 적층하였다. 이어서, 헤이즈가드 플러스로 샘플을 다시 측정하였으며, 투과도, 탁도, 및 선명도는 각각 89.1%, 1.2%, 및 99.6%였다. 첨가된 PET 필름의 조각으로 인해 투과도의 미약한 감소가 있지만, OCA로 덮이지 않은 샘플에 비해 선명도는 현저하게 개선된다. 이는 인쇄된 레지스트와 OCA 사이의 계면이 광학적으로 균일함을 나타낸다.

[0191] 심지어 더 두꺼운 인쇄된 레지스트 매트릭스 층을 사용함으로써 이러한 효과의 추가의 증거를 관찰할 수 있다. UV 경화성 매트릭스 재료를 패턴화할 때 0.3 내지 2 μm 의 습윤 두께를 생성시키는 4.0 BCM 아날록스 롤을 사용한 점을 제외하고는, 실시예 1에 기재된 것과 동일한 절차를 사용하여 두번째 샘플을 제조하였다. 가박성 중합체 층을 제거한 후에, 이 샘플의 투과도, 탁도, 및 선명도 값은 각각 91.2%, 1.8%, 및 82.0%였다. 5 ft/min에서 3M 8181 OCA로 적층한 후에, 투과도, 탁도, 및 선명도 값은 각각 89.1%, 1.8%, 및 99.5%였다. 다시, 선명도의 이러한 극적인 증가는 인쇄된 레지스트와 OCA 사이의 계면이 광학적으로 균일함을 나타낸다.

[0192] **실시예 4 - 패턴화된 나노와이어 기재와 전자 디스플레이 사이의 무아레 간섭을 최소화하기 위한, 인쇄된 레지스트 매트릭스 재료 및 광학적으로 투명한 덮개의 굴절률 정합(refractive index matching)**

[0193] 실시예 1의 플린트 그룹 잉크의 연속적인 코팅을, #4 메이어 막대(뉴욕주 웹스터 소재의 R.D. 스페셜티즈)로 듀폰 ST-504 PET(델라웨어주 월밍턴 소재의 듀폰 컴퍼니) 상에 그것을 코팅하고, 질소-퍼지된 대기 중에 236 와트/cm² 퓨전 H 전구(퓨전 UV 시스템 인코포레이티드로부터 입수가가능함)로 그것을 조사함으로써 제조하였다. 메트리콘(Metricon) 굴절계(모델 2010 프리즘 커플러(Prism Coupler), 뉴저지주 페닝턴 소재의 메트리콘 코포레이션(Metricon Corporation))를 사용하여, 경화된 코팅의 굴절률이 1.525인 것으로 측정되었다.

[0194] 실시예 1에 기재된 바와 같이 3개의 이중실험 패턴화된 은 나노와이어 기재를 제조하였다. 아베(Abbé) 굴절계(일본 도쿄 소재의 에르마 인코포레이티드(Erma, Inc.)에 의해 제조) I에 의해 측정된 바와 같이, 또는 제품 문헌에 의해 기재된 바와 같이, 하기의 3가지 상이한 굴절률을 가진 3개의 광학적으로 투명한 접착제를 제조하였다: (1) 1.472의 굴절률을 가진 3M 8171 OCA; (2) 1.503의 굴절률을 가진, 미국 특허 출원 공개 제 2010/0048804 A1호에 기재된 바와 같이 제조된 OCA; 및 (3) 1.518의 굴절률을 가진, 미국 특허 출원 공개 제

2010/0048804 A1호에 기재된 바와 같이 제조된 OCA. 이어서, 실시예 3에 기재된 바와 같이, 3개의 별도의 투명 전도성 용품이 제조되도록, 각각의 광학적으로 투명한 접착제를 패터닝된 은 나노와이어 기재의 3개의 이중실험 층 중 하나에 적층하였다.

[0195] 이어서, 패터닝된 레지스트 매트릭스 및 나노와이어 층과 랩톱 액정 디스플레이에 고유한 규칙적 패턴 사이의 무아래의 존재를 규명하기 위하여, 각각의 샘플을 HP 엘리트북(Elitebook) 8440p 랩톱의 전자 디스플레이의 앞에 1.25 인치(3.18 cm)의 거리에 놓았다. 인쇄된 레지스트 매트릭스 재료와 평면화하는 광학적으로 투명한 접착제 사이의 굴절률 차이의 함수로서 무아래의 시각적 강도(또는 진폭)를 순위화하는 표 1이 하기에 제공된다. 인쇄된 레지스트 매트릭스 재료와 광학적으로 투명한 접착제 사이의 굴절률의 더 작은 증가는 감소된 무아래 강도를 유발하는 것으로 관찰되었다. 도 10은 전자 디스플레이를 덮는, PET 필름에 적층된, 패터닝된 나노와이어 기재의 광학 사진을 포함한다.

[0196] [표 1]

샘플	플린트 그룹 잉크 굴절률 (무차원)	광학적으로 투명한 접착제 굴절률 (무차원)	굴절률 차이 (무차원)	무아래 (Moiré)
1	1.525	1.47	0.055	높음
2	1.525	1.503	0.023	중간
3	1.525	1.518	0.007	낮음

[0197]

[0198] 비교예 C5 내지 C10

[0199] 95 중량% 클리어움(상표) 잉크-N G4-02(캘리포니아주 서니베일 소재의 캠프리오스 테크놀로지스 코퍼레이션으로부터 입수가능함) 및 5 중량% 아이소프로필 알코올(미주리주 세인트루이스 소재의 시그마 알드리치로부터 입수가능함)로 구성된 혼합물을 1 리터 투명한 병 내에서 교반에 의해 혼합하여 나노와이어 제형이라고 지칭되는 코팅 제형을 수득하였다.

[0200] 10 ft/min의 웹 속도에서 대략 15.0 μ m의 정량 주입 습윤 필름 두께를 목표로 하는 슬롯 다이를 사용하여, 5 밀 두께의 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 기재(델라웨어주 윌밍턴 소재의 듀폰 컴퍼니로부터 입수가능한 펠릭스 ST-504 필름) 상에 6 인치 너비로 나노와이어 제형을 코팅하여 기재 상에 나노와이어 층을 형성시켰다. 이어서, 공기 층돌 오븐 내에서 대략 2 분 동안 105 도 C의 온도로 나노와이어 층을 가열하였으며, 이는 코팅되고 건조된 투명하고 전기 전도성인 나노와이어 층을 생성시켰다. 헤이즈 가드 플러스(메릴랜드주 컬럼비아 소재의 BYK 가드너 USA)로 나노와이어 층 및 기재의 광학적 투과도 및 탁도를 측정하였으며 각각 92.2% 및 1.4%인 것으로 결정되었다. 2-지점 탐침 측정에 의해 결정된 바와 같이, 시트 저항은 50 내지 75 Ohms/Sq.인 것으로 측정되었다.

[0201] 레지스트 매트릭스 재료 패턴에 접착 테이프를 적용하는 단계와 비교하여, 가박성 중합체 층으로 레지스트 매트릭스 재료 패턴을 오버코팅하는 단계(예를 들어, 실시예 1에 기재된 바와 같이 가박성 중합체 층-형성 액체로 코팅하는 단계에 의함)의 이점을 입증하기 위하여, 실시예 1에 기재된 바와 같이 제조된 기재의 인쇄된 레지스트 매트릭스 재료의 일부 위에 5가지의 3M 테이프를 적층하였다. 테이프가 기재에 확고하게 접착되었음을 보장하기 위하여 테이프에 수동으로 압력을 적용한 후, 기재 상의 나노와이어 층 위에 패터닝된 레지스트 매트릭스 재료로부터 접착 테이프를 신속하게 당겼다. 하나를 제외한 모든 3M 테이프(전체 목록은 하기 표 2에 작성되어 있음)가 은 나노와이어의 노출된 영역을 제거하지 못하였다. 나노와이어를 제거한 하나의 샘플은 국소화된 영역 내에서만 그러하였으나, 그것은 일부 영역에서 인쇄된 레지스트 매트릭스 재료 또한 제거함으로써, 허용할 수 없는 결과가 수득되었다. 도 11의 사진은 3M VHB 테이프로 수행한 국소화된 스트리핑(비교예 C10), 및 그것이 인쇄된 UV-경화성 레지스트에 입히는 손상 양자 모두를 나타낸다.

[0202] [표 2]

실시예	3M 테이프	노출된 은 나노와이어 (테이프 적용 및 스트리핑 후)	UV-경화성 레지스트 (테이프 적용 및 스트리핑 후)
C5	#425 알루미늄 테이프	박리되지 않음	박리되지 않음
C6	#535 포장 테이프	박리되지 않음	박리되지 않음
C7	#898 섬유 테이프	박리되지 않음	박리되지 않음
C8	#5143 폴리이미드 테이프	박리되지 않음	박리되지 않음
C9	#1280 전기 도금 테이프	박리되지 않음	박리되지 않음
C10	3M 40 밀 VHB 테이프	부분적	부분적

[0203]

[0204]

실시예 11 - 패턴화된 은 나노와이어 층 상에 인쇄된 패턴화된 은 접촉 패드

[0205]

95 중량% 클리어움(상표) 잉크-N G4-02(캘리포니아주 서니베일 소재의 캠브리오스 테크놀로지스 코포레이션으로부터 입수가능함) 및 5 중량% 아이소프로필 알코올(미주리주 세인트루이스 소재의 시그마 알드리치로부터 입수가능함)로 구성된 혼합물을 5 갤런 플라스틱 페일 라이너 내에서 교반에 의해 혼합하여 나노와이어 제형이라고 지칭되는 코팅 제형을 수득하였다.

[0206]

20 ft/min(6.1 m/min)의 웹 속도에서 20 내지 25 μm 의 정량 주입 습윤 필름 두께를 목표로 하는 슬롯 다이를 사용하여, 5 밀(약 0.13 mm) 두께의 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 기재(텔라웨어주 윌밍턴 소재의 듀폰 컴퍼니로부터 입수가능한 멜리넥스 ST-504 필름) 상에 13 인치(33 cm) 너비로 나노와이어 제형을 코팅하여 기재 상에 나노와이어 층을 형성시켰다. 이어서, 공기 충돌 오븐 내에서 대략 2 분 동안 105℃의 온도로 나노와이어 층을 가열하였으며, 이는 코팅되고 건조된 투명하고 전기 전도성인 나노와이어 층을 생성시켰다. 헤이즈 가드 플러스(메릴랜드주 컬럼비아 소재의 BYK 가드너 USA)로 나노와이어 층 및 기재의 광학적 투과도 및 탁도를 측정하였으며 각각 91.4% 및 1.7%인 것으로 결정되었다. 델콤(Delcom) 비-접촉식 전도율 미터(위스콘신주 프레스콧 소재의 델콤 인스트루먼트(Delcom Instruments))를 이용하여, 시트 저항은 40 내지 50 Ohms/Sq.인 것으로 측정되었다.

[0207]

패턴화된 광중합체 스탬프를 사용하여, 패턴화된 UV-경화성 인쇄 잉크(플린트 그룹 UFR0-0061-465U; 일리노이주 바타비아 소재의 플린트 그룹 프린트 미디어 노스 아메리카)를 레지스트 매트릭스 재료로서 플렉소 인쇄에 의해 나노와이어-코팅된 기재 상에 침착시켰다. 인쇄된 패턴은 200 μm 피치 상의 100 μm 너비의 선의 어레이로 구성되었으며, 이들 중의 일부는 200 μm 피치 상의 100 μm 개구를 함유한 3 mm \times 2.4 mm의 상호접속 패드에 연결된 트레이스 구역을 형성하였다. 사용된 인쇄된 패턴의 상세 사항은 도 12에 도시되어 있다. 패턴을 제조하기 위해 사용된 플렉소 인쇄 공구(즉, 광중합체 스탬프)는 패턴을 정의한 영상을 기반으로 서던 그래픽스 시스템즈(SGS, 미네소타주 미니애폴리스 소재)에 의해 제작되었다. 50 ft/min(15.2 m/min)의 속도에서, 0.6 BCM/sq. in. 아닐록스 물을 사용하여(대략 0.3 내지 2.0 μm 의 습윤 코팅을 제공하기 위한 정격) 레지스트 매트릭스 재료를 인쇄하였다. 질소-퍼지된 대기 중에 고강도 UV 광으로 패턴화된 UV-경화성 인쇄 잉크 매트릭스 재료를 조사하고 경화시켰다.

[0208]

가박성 중합체 층으로 사용하기 위해 99.75 중량% 맥데미드 프린트 앤드 필(콜로라도주 덴버 소재의 맥데미드 인코포레이티드) 및 0.25 중량% 트라이톤 X-114 계면활성제(미주리주 세인트루이스 소재의 시그마-알드리치로부터 입수가능함)로 구성된 혼합물을 제조하였다. 20 ft/min(6.1 m/min)에서, 36 BCM/sq. in. 그라비아 실린더를 사용하여 그라비아 코팅함으로써(25 내지 75 μm 의 습윤 필름 두께를 침착시키기 위한 정격) 이전 단계로부터의 패턴화된 레지스트 상에 가박성 중합체 조성물을 오버코팅하고 275°F(135℃)의 공기 충돌 오븐 내에서 고형화시켰다. 일단 가박성 코팅이 건조되고 실온으로 냉각되었으면, 가박성 중합체 필름을 기재로부터 박리시켜, 인쇄된 레지스트에 의해 보호되지 않은 영역 내의 나노와이어를 제거하였다.

[0209]

서브-미크론 은 입자를 포함하는 잉크(피켄(PCHEM) PFI-722 나노은 잉크, 펜실베이니아주 벤살렘 소재의 피켄)를 메쉬화 상호연결 접촉 패드의 상부 위에 정합시켜 플렉소 인쇄하였다. 인쇄된 은 잉크 패턴은 은 나노와이어의 패턴으로부터 보내진 상호연결 리드에 연결된 2 mm \times 2 mm 패드로 구성되었으며, 일반적으로 도 13에 도시된 배열과 유사했다. 인쇄된 은 패턴을 제조하기 위해 사용된 플렉소 인쇄 공구(즉, 광중합체 스탬프)는 패턴을 정의한 영상을 기반으로 서던 그래픽스 시스템즈(SGS, 미네소타주 미니애폴리스 소재)에 의해 제작되었다. 50 ft/min(6.1 m/min)의 속도에서, 2.0 BCM/sq. in. 아닐록스 물을 사용하여(대략 0.6 내지 3.0 μm 의 습윤 코팅을 제공하기 위한 정격) 은 잉크를 인쇄하였다. 은 잉크가 터치에 대해 고체가 되었을 때까지, 먼저 IR 오븐을

통해, 그리고 이어서 275°F(135℃)로 설정된 2개의 공기 충돌 오븐을 통해 인쇄물을 통과시킴으로써 패턴화된 은 잉크 매트릭스 재료를 건조시키고 경화시켰다.

[0210] 실시예 12: 저해상도 특징부의 패턴화

[0211] 95 중량% 클리어움(CLEAROHM)(상표) 잉크-N G4-02(캘리포니아주 서니베일 소재의 캠브리오스 테크놀로지스 코포레이션으로부터 입수가가능함) 및 5 중량% 아이소프로필 알코올(시그마 알드리치로부터 입수가가능함)로 구성된 혼합물을 1 리터 투명한 병 내에서 교반에 의해 혼합하여 코팅 제형(따라서, 나노은 코팅 제형이라고 지칭됨)을 수득하였다.

[0212] 10 ft/min(약 3.1 m/sec)의 웹 속도에서 대략 17.0 μm 의 습윤 필름 두께를 목표로 하는 정량 주입 슬롯 다이를 사용하여, 5 밀(약 0.13 mm) 두께의 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 기재(델라웨어주 윌밍턴 소재의 듀폰 컴퍼니로부터 입수가가능한 벨리넥스 ST-504 필름) 상에 6 인치(15.24 cm) 너비로 나노은 코팅 제형을 코팅하였다. 이어서, 코팅된 나노은 제형을 공기 충돌 오븐 내에서 대략 2 분 동안 105 °C의 온도로 가열하였으며, 이는 코팅되고 건조된 투명하고 전기 전도성인 은 나노와이어의 층을 생성시켰다. (헤이즈 가드 플러스(BYK-가드너로부터 입수가가능함)로 광학적 투과도 및 탁도를 측정하였으며, 각각 90.2% 및 1.8%인 것으로 결정되었다. 2-지점 탐침 측정에 의해 결정된 바와 같이, 시트 저항은 대략 25-30 Ohms/Sq.이었다).

[0213] 이어서, 플렉소 인쇄 공정을 사용하여 은 나노와이어의 코팅된 층 상에 패턴화된 레지스트(폴린트 그룹으로부터 입수가가능한 플렉소큐어 시그마(Flexocure Sigma) 투명 바니쉬 잉크)를 침착시켰다. 인쇄된 패턴은 5 mm 너비의, 6.5 mm 간격으로 떨어진 특징부로 구성되었으며, 패턴을 제조하기 위해 사용된 플렉소 인쇄 스탬프는 패턴을 정의한 pdf 영상을 기반으로 서던 그래픽스 시스템즈(미네소타주 미니애폴리스 소재)에 의해 제작되었다. 추가로, 스탬프 상의 패턴의 각각의 반복 사이의 영역은 수 인치였다. 10 ft/min(약 3.1 m/sec)의 속도에서, 3 bcm/sq. 인치의 근사 부피를 가진 아닐록스 롤을 사용하여(대략 1 내지 2 μm 의 습윤 코팅을 제공하기 위한 정격) 레지스트를 인쇄하였다. 인쇄 단계 후에 236 와트/cm² 퓨전 H 전구(메릴랜드주 게이더스버그 소재의 헤레우스 노블라이트 퓨전 UV 시스템 인코포레이티드(Heraeus Noblelight Fusion UV Systems, Inc.)로부터 입수가가능함)를 이용하여 질소-퍼지된 대기 하에 고강도 UV 광 내에서, 인쇄된 레지스트를 경화시켰다.

[0214] #28 베이어 막대(뉴욕주 웹스터 소재의 RD 스페셜티즈로부터 입수가가능함)를 사용하여, 99.75 중량% 맥더미드 프린트 앤드 필(일리노이주 롤링 메도우즈 소재의 맥더미드 오토타입 인코포레이티드로부터 입수가가능함) 및 0.25% 트라이톤 X-114 계면활성제(미주리주 세인트루이스 소재의 시그마-알드리치 컴퍼니로부터 입수가가능함)로 구성된 혼합물을 이전 단계로부터의 인쇄되고 경화된 레지스트 위에 침착시킨 후, 오븐에 넣어 5 분 동안 건조시켰다. 일단 프린트 앤드 필의 코팅이 건조되고 실온으로 냉각되었으면, 인쇄된 레지스트에 의해 보호되지 않은 영역 내의 나노은 와이어를 그것이 들어내도록 필름을 기재로부터 박리시켰다. 샘플을 시각적으로 조사하여, 인쇄된 특징부 사이로부터 모든 나노와이어 재료가 제거되었음을 확인하였으며, 1 mm 내지 수 인치의 패턴화 해상도를 나타냈다.

[0215] 실시예 13: 중해상도 특징부의 패턴화

[0216] 플렉소 인쇄 스탬프로 영상화된 인쇄된 특징부가 40 μm 너비의 선을 포함하였고 인접한 특징부 사이의 갭이 120, 160, 200, 240, 또는 280 μm 인 점을 제외하고는, 실시예 12에 기재된 공정을 따랐다. 이들 선의 길이는 대략 2 인치(약 5.1 cm)였다. 시각적으로 조사할 때, 모든 나노와이어 재료가 제거되었음을 확인하였다. 추가로, 각각의 선의 단부에 은 페이스트를 첨가하고 각각의 선의 저항을 측정하였으며, 결과는 표 2에 열거하였다. 본 실시예는 2가지의 중요한 요점을 예시한다. 첫째로, 연속적인 전극을 제조하는 것이 가능하도록, 패턴의 길이를 따라 전도성 재료가 연속적이라는 것이다. 둘째로, 선의 저항이 대략 동일한 값이므로, 이는 각각의 인쇄된 전기 전도성 트레이스(선) 사이의 공간으로부터 모든 나노와이어 재료가 제거되었다는 추가의 증거를 제공한다.

[0217] [표 3]

전도성 금속 트레이스 사이의 간격(μm)	120	160	200	240	280
전도성 금속 트레이스의 저항(k Ω)	7.359	7.455	7.692	6.831	6.996

[0218]

[0219] 실시예 14: 고해상도 특징부의 패턴화

[0220] 인쇄된 선의 너비가 10 μm 이고 각각의 선 사이의 간격이 30 μm 인 점을 제외하고는, 실시예 12에 기재된 공정

에 따랐다. 가박성 중합체가 제거된 후에 샘플을 시각적으로 조사하여, 인쇄된 전기 전도성 트레이스 사이로부터 모든 나노와이어 재료가 제거되었음을 확인하였다.

[0221] 실시예 15: 패턴 가시도에 대한 패턴 해상도의 효과

[0222] 이 경우에는 대략 2" × 2"(약 5.1 cm × 5.1 cm)의 건본으로 구성된 다중 플렉소 인쇄 스탬프를 사용한 점을 제외하고는, 실시예 12에 기재된 공정에 따랐다. 이어서, 각각의 건본은 100, 200, 300, 400, 및 500 μm를 포함하는 상이한 크기, 및 75, 100, 150, 200, 및 300 μm와 같은 상이한 선 간격의 정사각형의 어레이로 구성되었다. 가박성 중합체 층을 제거한 후에, 패턴 가시도를 감소시키기 위한 OCA 층(3M 8171)을 패턴의 상부 위에 적층하고, 이어서 듀폰 ST-504(텔라웨어주 월밍턴 소재의 듀폰 컴퍼니)의 커버 층을 OCA의 다른 측면 상에 적층하였다. 샘플을 시각적으로 조사하였으며, 패턴 가시도는 주로 정사각형 사이의 간격에 의해 제어되었고, 200 μm 이하의 간격은 육안으로 볼 때 실질적으로 균일한 패턴을 제조하는 것으로 확인되었다(즉, 그들은 패턴이 존재하는 것으로 보이지 않음).

[0223] 추가로, 정사각형의 크기를 감소시키면서 정사각형 사이의 공간을 일정하게 유지하는 경우에, 패턴 가시도에 대한 희생 없이 탁도를 실질적으로 감소시킬 수 있음이 확인되었으며, 즉, 100 μm 간격으로 떨어진 100 마이크로 정사각형의 어레이는 단지 필름의 25%를 덮음으로, 예를 들어 100 μm 간격으로 떨어진 400 마이크로 정사각형의 어레이(이는 필름의 64%를 덮음)보다 더 낮은 탁도의 패턴을 제조할 것이나, 패턴 가시도는 양자 모두의 경우에 양호하다.

[0224] 본 명세서는 소정의 예시적인 실시 형태를 상세히 기술하였지만, 당업자는 전술한 내용에 대해 이해할 때, 이들 실시 형태에 대한 변경, 그의 변형, 및 그의 등가물을 용이하게 인식할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 본 기재내용에 대한 다른 변경 및 변형이 첨부된 특허청구범위에 더 특별하게 기술되는, 본 기재내용의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 당업자에 의해 실시될 수 있다. 예를 들어, 예시된 방법은 수동으로, 또는 본 명세서에 예시된 것과는 상이한 가공 단계에 의해 수행될 수 있다.

[0225] 따라서, 본 명세서가 앞서 기술한 예시적인 실시 형태로 부당하게 제한되어서는 안된다는 것을 잘 알 것이다. 상세하게는, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 수치 범위를 종점으로 나타내는 것은 그 범위 내에 포함된 모든 숫자를 포함하기 위한 것이다(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4, 및 5를 포함함). 추가로, 본 명세서에 사용된 모든 숫자는 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 가정된다.

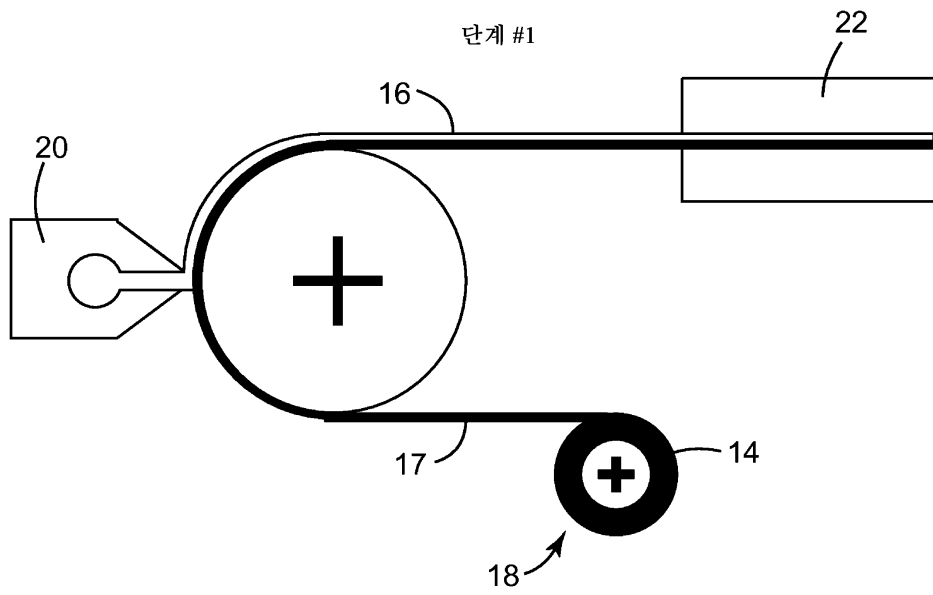
[0226] 추가로, 본 명세서 전체에 걸쳐 "일 실시 형태", "소정의 실시 형태", "하나 이상의 실시 형태", 또는 "실시 형태"를 지칭하는 것은, 용어 "실시 형태" 앞에 용어 "예시적인"을 포함하든 그렇지 않든 간에, 그 실시 형태와 관련하여 기재된 특정 특징부, 구조, 재료, 또는 특징이 본 개시의 소정의 예시적인 실시 형태들 중 하나 이상의 실시 형태에 포함된다는 것을 의미한다. 따라서, 본 명세서 전체에 걸쳐 다양한 곳에서의 "하나 이상의 실시 형태에서", "소정의 실시 형태에서", "일 실시 형태에서" 또는 "실시 형태에서"와 같은 어구의 등장은 반드시 본 개시의 소정의 예시적인 실시 형태들 중 동일한 실시 형태를 지칭하는 것은 아니다. 추가로, 특정 특징부, 구조, 재료, 또는 특징은 하나 이상의 실시 형태에서 임의의 적합한 방식으로 조합될 수 있다. 따라서, 다양한 실시 형태의 태양들이 다양한 실시 형태의 다른 태양들과 전체적으로 또는 부분적으로 상호교환되거나 조합될 수 있는 것으로 추가로 이해된다.

[0227] 특허증을 위해 상기 출원에 인용된 모든 참고문헌, 특허, 또는 특허 출원은, 각각의 개별적인 간행물 또는 특허가 일관된 방식으로 참고로 포함되는 것으로 구체적이며 개별적으로 표시된 것과 동일한 정도로, 그들의 전체 내용이 본 명세서에 참고로 포함된다. 혼입된 참고 문헌의 부분들과 본 출원 사이에 불일치나 모순이 있는 경우, 앞의 설명의 정보가 조정할 것이다. 당해 기술 분야의 통상의 기술을 가진 자가 특허청구된 기재내용을 실시할 수 있도록 하기 위해 제공한 앞의 설명은 특허청구범위 및 이에 대한 모든 등가물에 의해 한정되는, 본 기재 내용의 범위를 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

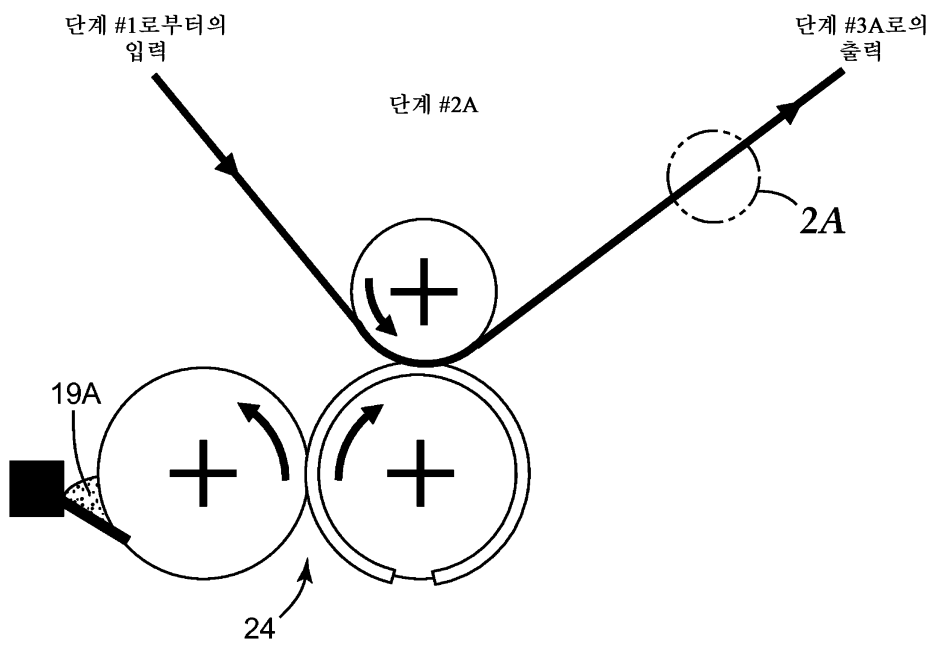
[0228] 다양한 예시적인 실시 형태가 기술되어 있다. 이들 및 다른 실시 형태는 하기의 특허청구범위의 범주 내에 있게 된다.

도면

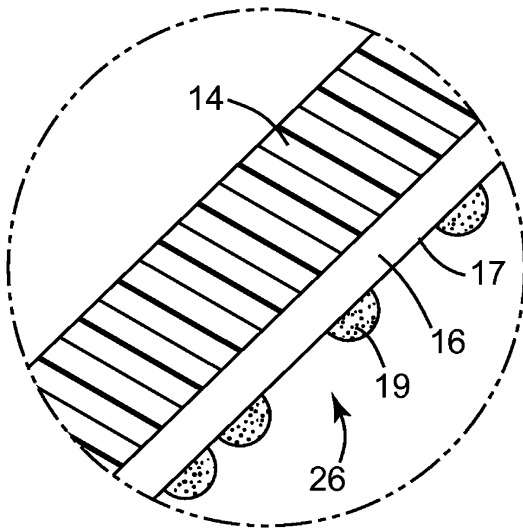
도면1



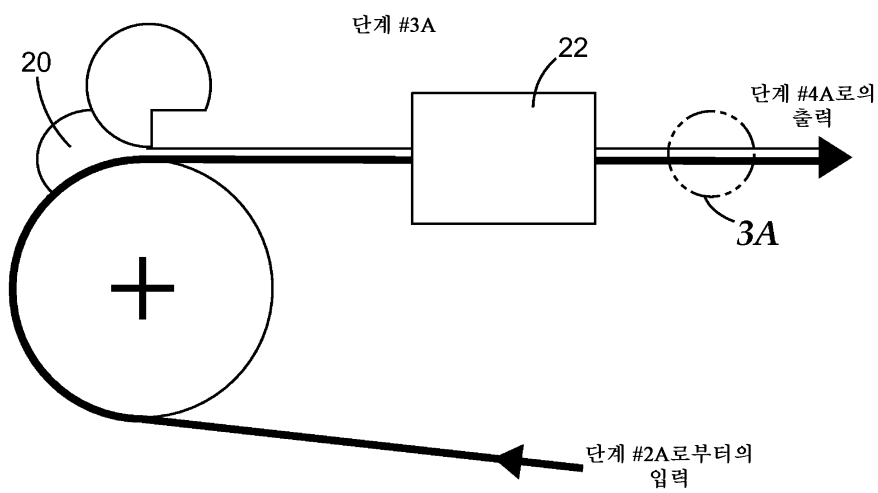
도면2



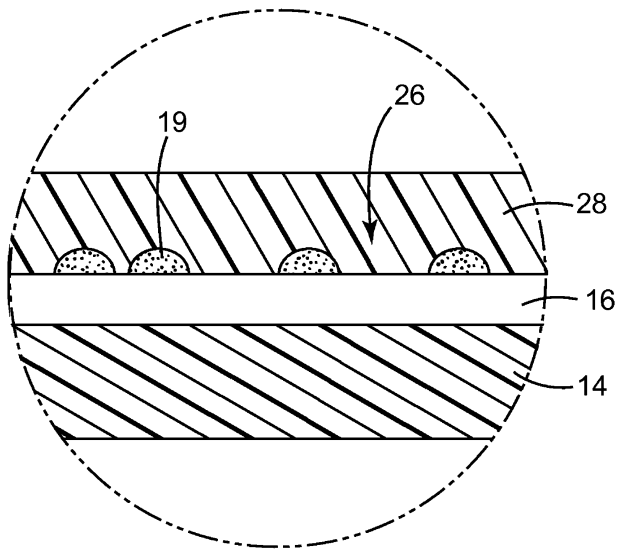
도면2a



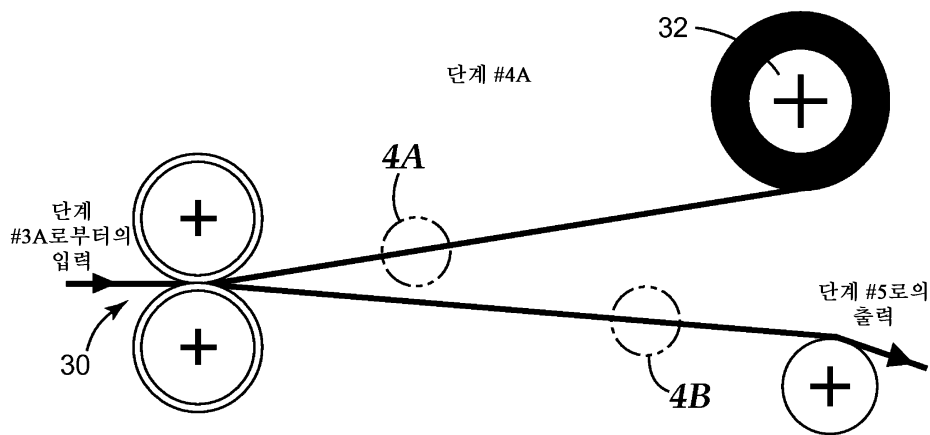
도면3



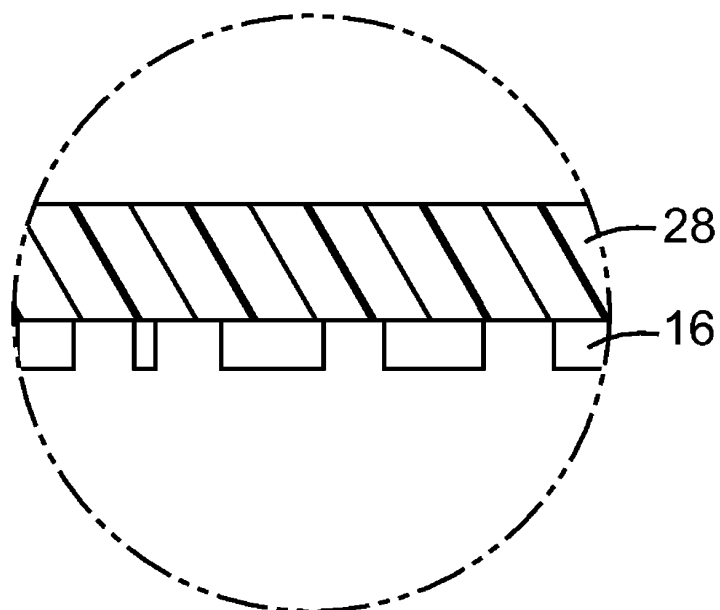
도면3a



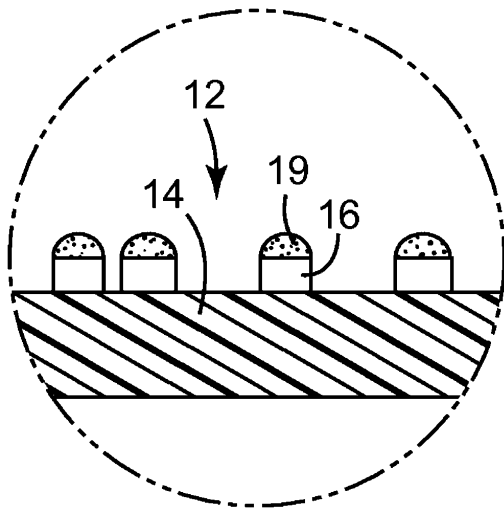
도면4



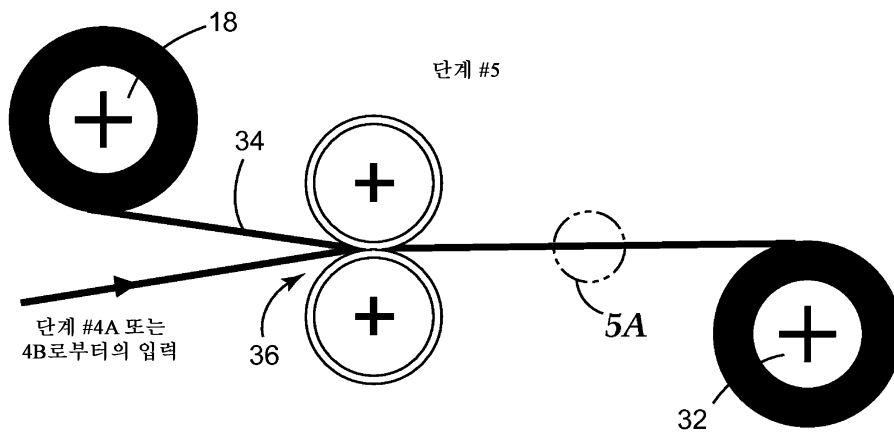
도면4a



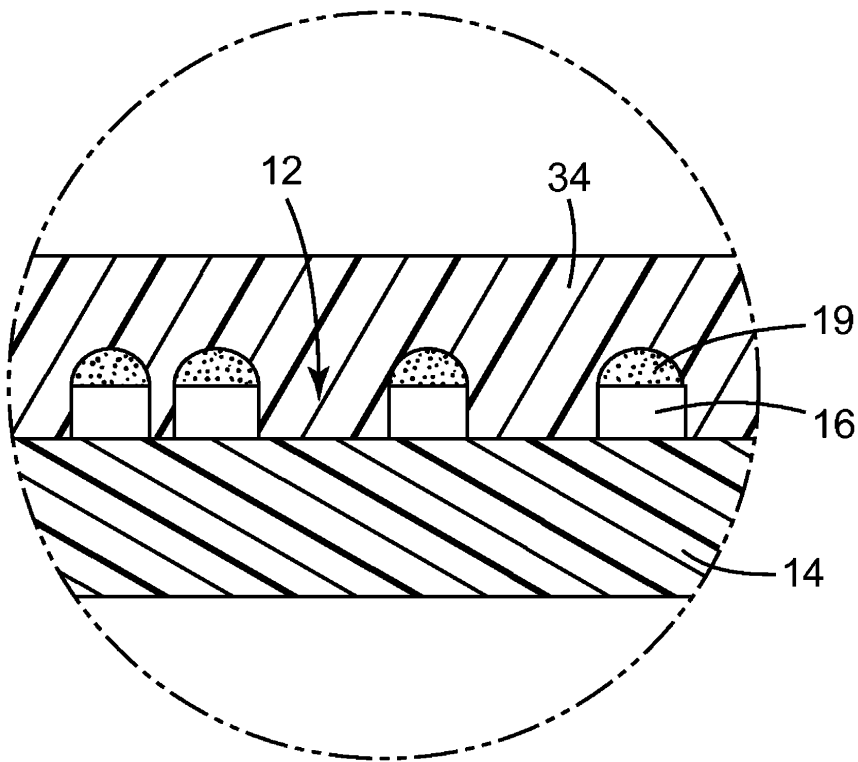
도면4b



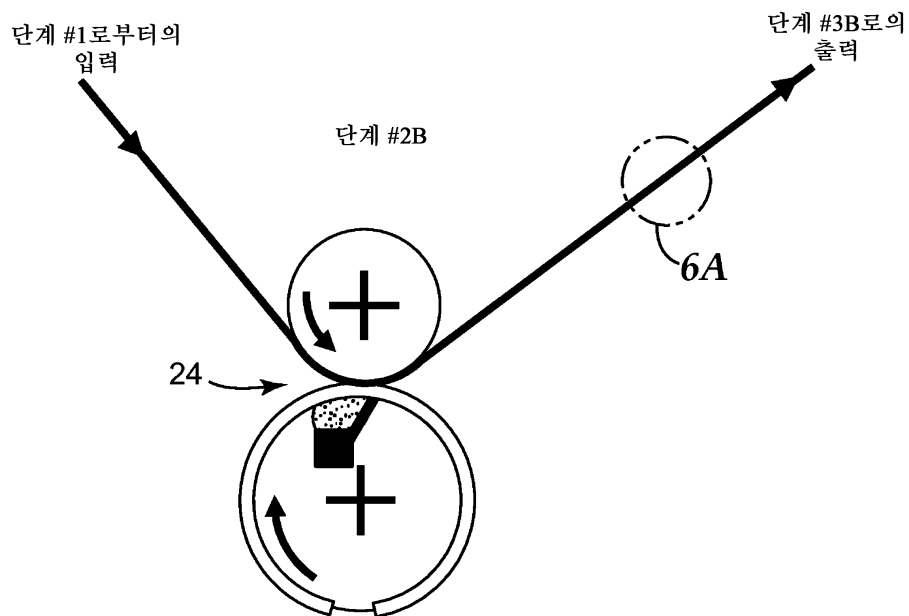
도면5



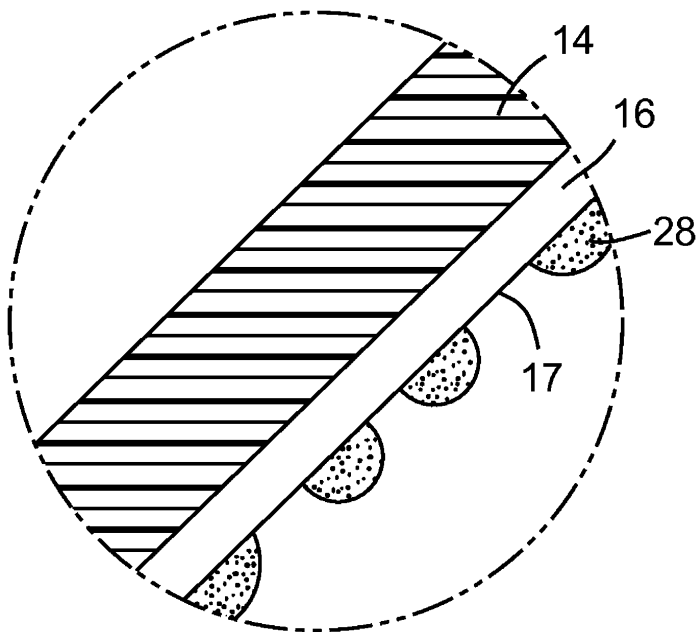
도면5a



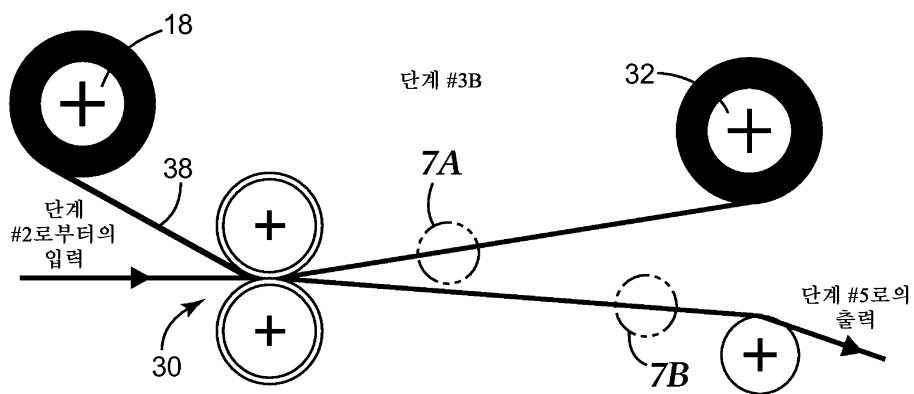
도면6



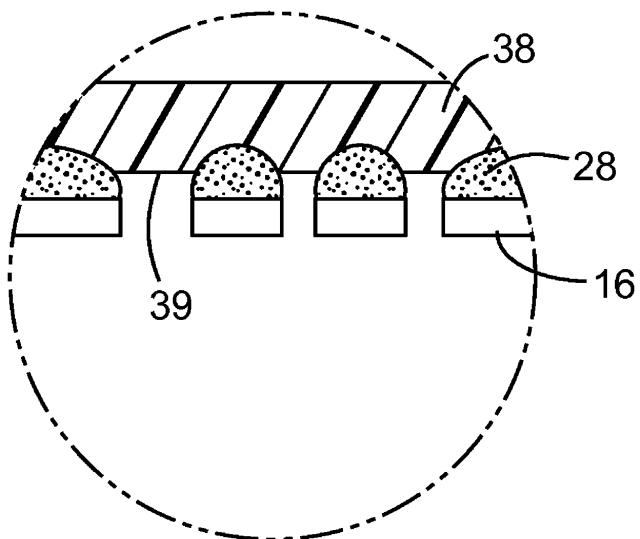
도면6a



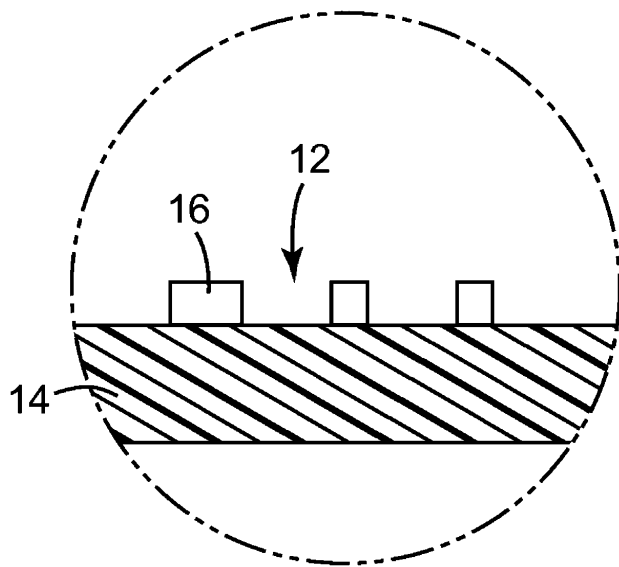
도면7



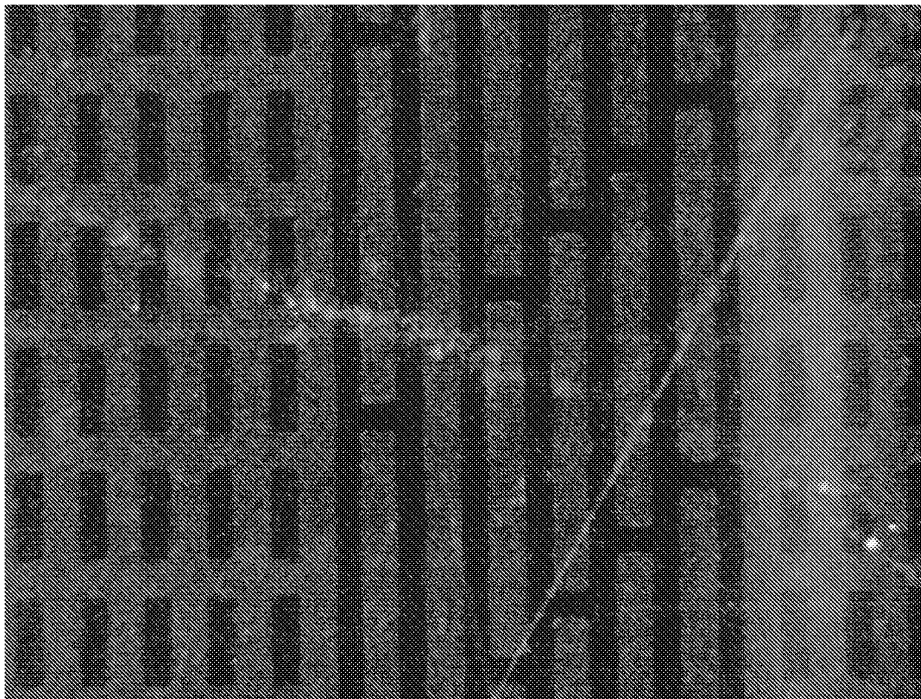
도면7a



도면7b

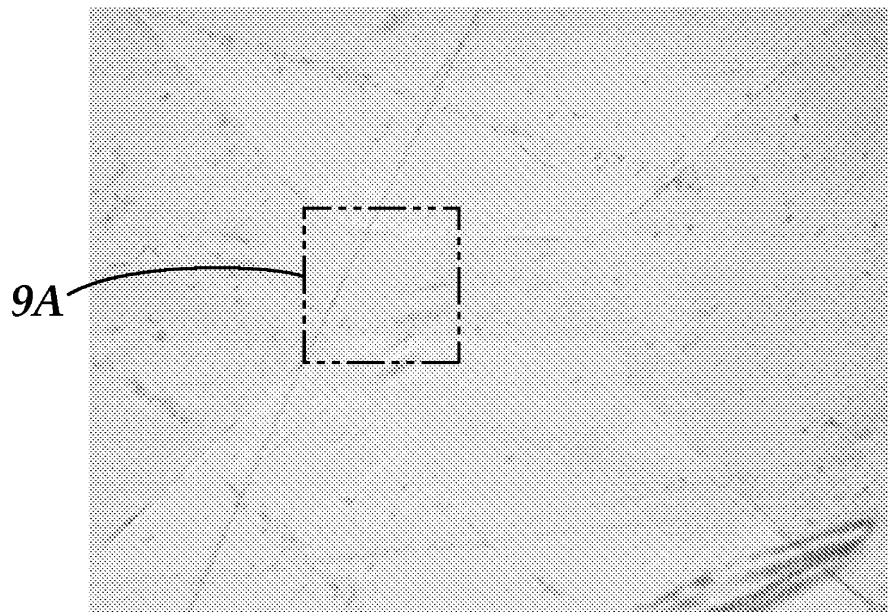


도면8

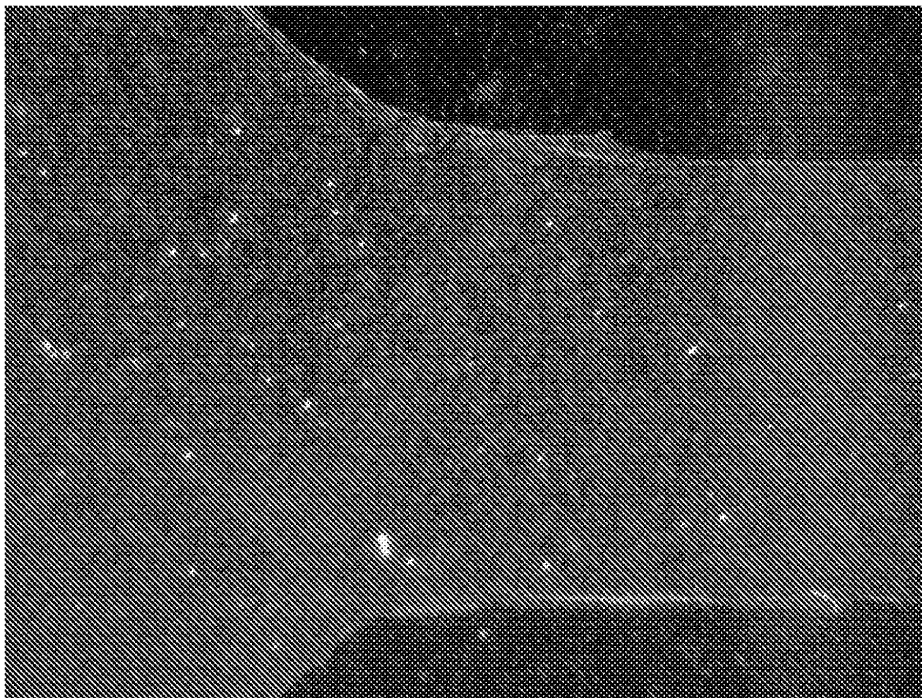


300 μm

도면9



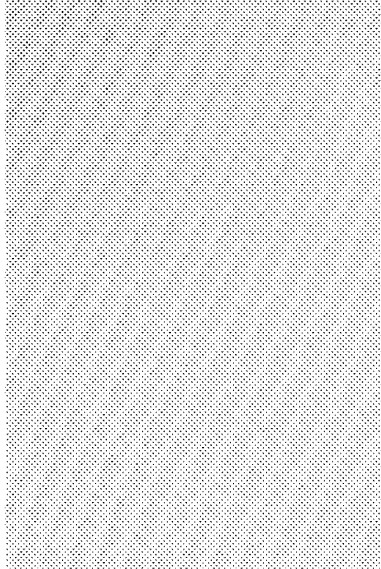
도면9a



도면10a

레지스트 매트릭스 RI = 1.525

접착제 RI = 1.47

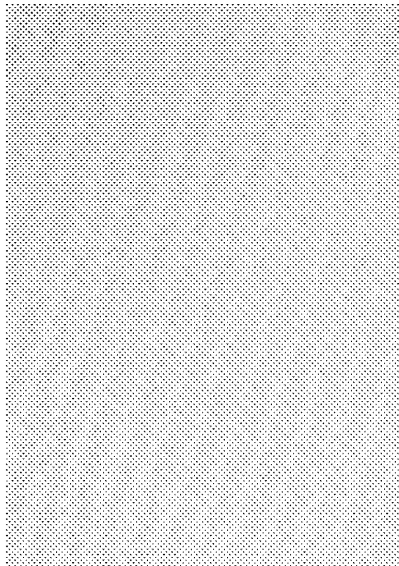


높은 무아레

도면10b

레지스트 매트릭스 RI = 1.525

접착제 RI = 1.503

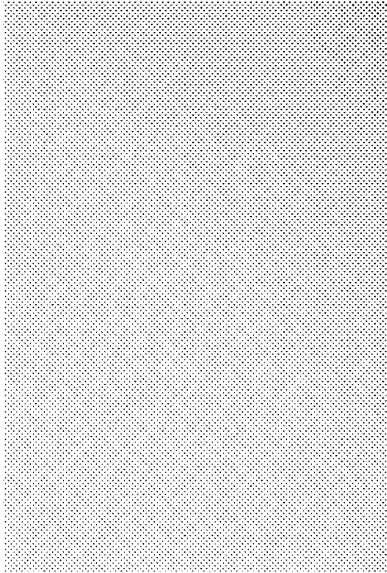


중간 무아레

도면10c

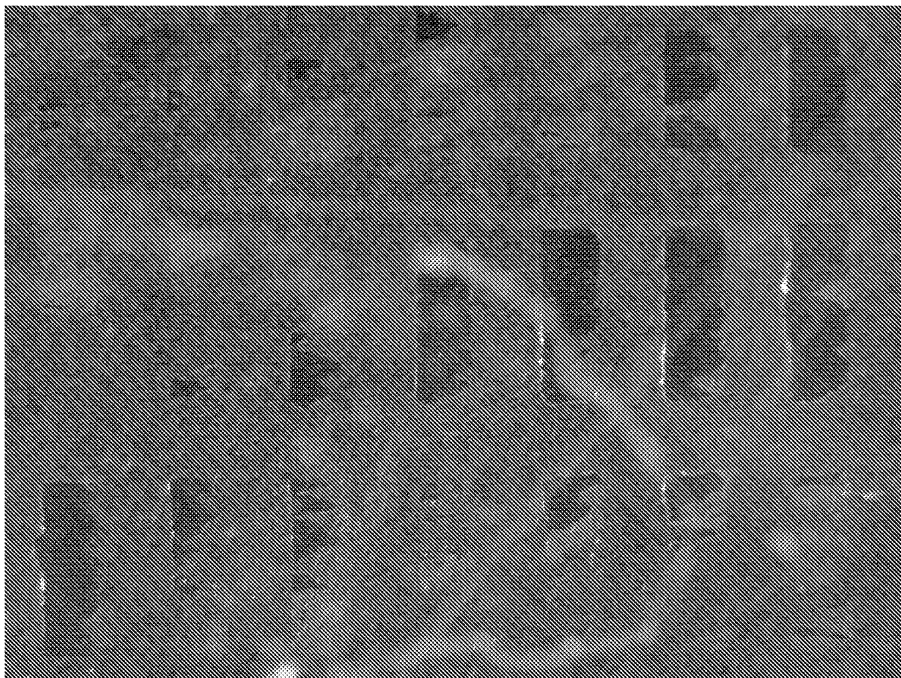
레지스트 매트릭스 RI = 1.525

접착제 RI = 1.518



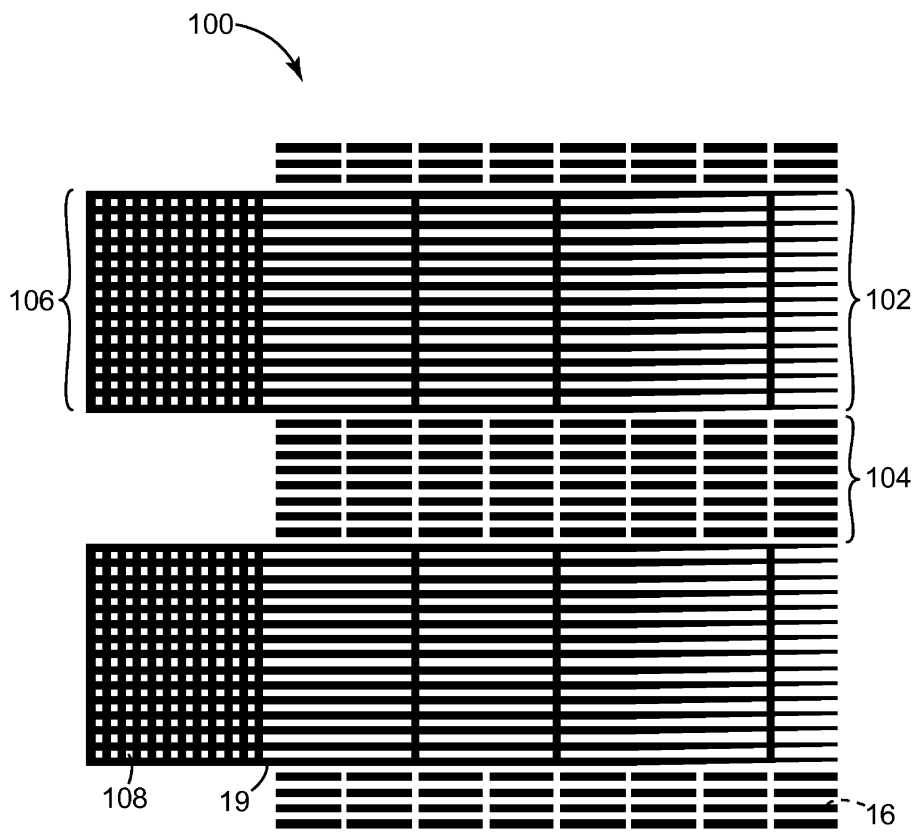
낮은 무아레

도면11

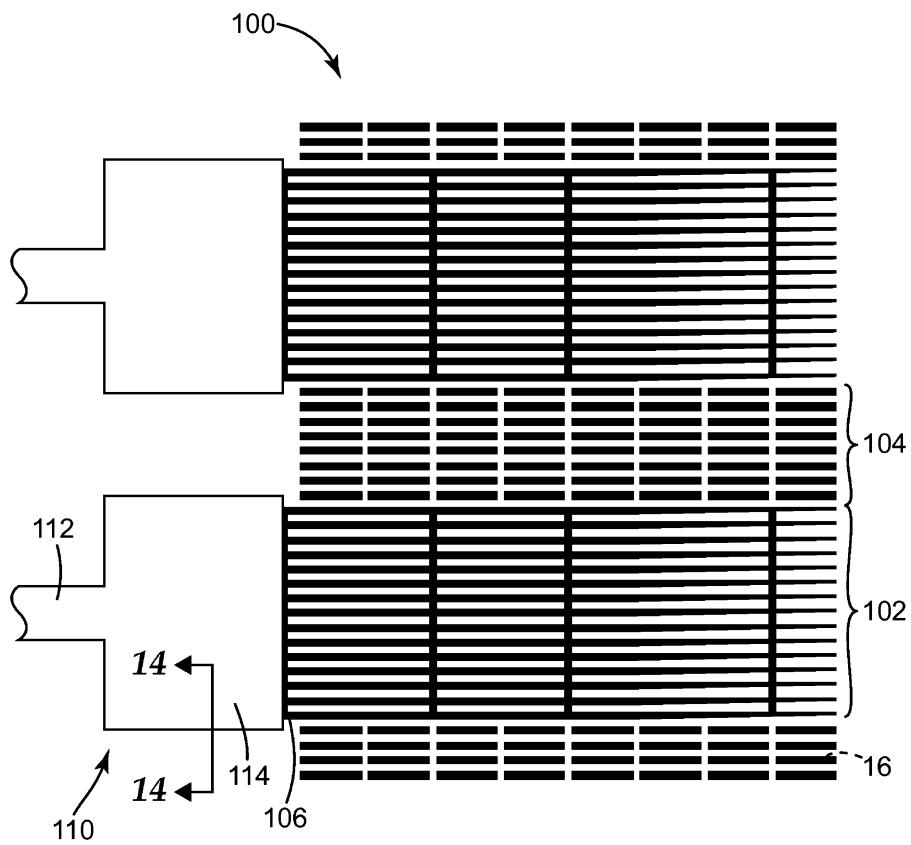


300 μm

도면12



도면13



도면14

