



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0009325
(43) 공개일자 2014년01월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 9/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7022722
(22) 출원일자(국제) 2012년02월01일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년08월28일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/023466
(87) 국제공개번호 WO 2012/106417
국제공개일자 2012년08월09일
(30) 우선권주장
61/438,800 2011년02월02일 미국(US)

(71) 출원인
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
프레이 매튜 에이치
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
유 타-후아
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김영, 양영준

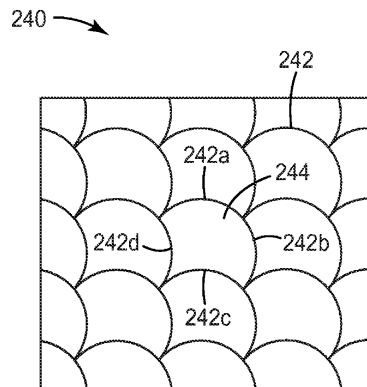
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **암화된 도체 트레이스를 갖는 패턴화된 기재**

(57) 요약

본 발명은 (a) 공기에 노출될 때 반사방지성인 제1 나노구조화된 표면 및 반대쪽 제2 표면을 갖는 기재; 및 (b) 기재의 제1 표면 상에 배치되며, 복수의 개방 면적 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성되는 도체 미세패턴을 갖는 물품을 제공한다. 미세패턴은 개방 면적 분율이 80%초과이고 트레이스 배향의 균일한 분포를 갖는다. 도체 미세패턴의 트레이스는 기재의 제1 표면에 직교하고 제1 표면을 향하는 방향에서의 정반사율이 50% 미만이다. 각각의 트레이스는 폭이 0.5 내지 10 마이크로미터이다. 물품은 휴대용 핸드헬드 장치, 태블릿 및 컴퓨터에 유용한 디스플레이, 특히, 터치 스크린 디스플레이와 같은 장치에서 유용하다. 물품은 또한 안테나에 사용되며 EMI 차폐를 위해 사용된다.

대표도 - 도14



(72) 발명자

맥지 카리 에이

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

루오 휘

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

콜브 윌리엄 블레이크

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

콜브 브랜트 유

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

데이비드 모세스 엠

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

주 리준

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

특허청구의 범위

청구항 1

(a) 공기에 노출될 때 반사방지성인 제1 나노구조화된 표면 및 반대쪽의 제2 표면을 갖는 기재, 및 (b) 기재의 제1 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 도체는 복수의 개방 면적 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성되고, 각각의 셀은 80% 초과와 개방 면적 분율(open area fraction) 및 트레이스 배향의 균일한 분포를 가지고, 도체의 트레이스는 기재의 제1 표면에 직교하고 제1 표면을 향하는 방향에서의 정반사율이 50% 미만이고, 각각의 트레이스는 폭이 0.5 내지 10 마이크로미터인 물질.

청구항 2

제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재, 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 제1 나노구조화된 표면은 높이가 50 내지 750 나노미터이고 폭이 15 내지 200 나노미터이고 측방향 간격(lateral spacing)이 5 내지 500 나노미터인 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과인 물질.

청구항 3

제1 표면 및 반대쪽의 제2 표면을 갖는 기재를 제공하는 단계;

높이가 50 내지 750 나노미터이고 폭이 15 내지 200 나노미터이고 측방향 간격이 5 내지 500 나노미터인 나노특징부를 포함하도록, 기재의 제1 표면을 개질하는 단계;

나노특징부를 포함하는 제1 표면 상에 평균 두께가 50 나노미터 초과인 금속성 도체를 침착하는 단계;

탄성중합체 스탬프(stamp)를 사용하여 자가-조립 단층 미세패턴을 도체 상에 인쇄하는 단계; 및

자가-조립 단층 미세패턴에 의해 덮이지 않은 도체를 에칭하여 자가-조립 단층 미세패턴에 따른 도체 미세패턴을 산출하는 단계를 포함하는 미세패턴의 제조 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항의 물질 또는 제3항의 방법에 있어서, 도체는 적어도 하기 특징: (a) 각각의 트레이스는 곡률 반경이 1 센티미터 미만인 것, (b) 메시의 트레이스는 트레이스 배향의 균일한 분포를 갖는 것, (c) 셀은 비반복 셀 기하학적 형태를 갖는 것, (d) 복수의 꼭지점을 갖는 인접 셀이 위치들의 반복 어레이 상에 놓이지 않는 것을 갖는, 연속 메시의 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성된 미세패턴인 물질 또는 방법.

청구항 5

제1항 또는 제2항의 물질 또는 제3항의 방법에 있어서, 도체는 금, 은, 팔라듐, 백금, 알루미늄, 몰리브덴, 니켈, 주석, 텅스텐, 이들의 합금 및 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 재료를 포함하는 물질 또는 방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 도체는 터치 센서 장치 드라이브에 연결되는 물질.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고,

매트릭스는 폴리카르보네이트, 폴리(메트)아크릴레이트, 폴리에스테르, 나일론, 실록산, 플루오로중합체, 우레탄, 에폭시, 환형 올레핀 공중합체, 트라이아세테이트 셀룰로오스, 다이아크릴레이트 셀룰로오스, 이들의 블렌드 및 공중합체로 이루어진 군으로부터 선택되는 중합체를 포함하며,

나노스케일 분산상은 SiO_2 , ZrO_2 , TiO_2 , ZnO , Al_2O_3 , 탄산칼슘, 규산마그네슘, 인듐 주석 산화물, 안티몬 주석 산화물, 폴리(테트라플루오로에틸렌), 탄소 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 나노입자를 포함하는 물질.

청구항 8

제2항의 물품 또는 제3항의 방법에 있어서, 나노특징부는 높이가 100 내지 200 나노미터이고, 폭이 50 내지 125 나노미터이고, 측방향 간격이 15 내지 100 나노미터인 물품 또는 방법.

청구항 9

제2항의 물품 또는 제3항의 방법에 있어서, 도체는 복수의 개방 면적 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성되는 미세패턴의 형태로 존재하고, 미세패턴은 개방 면적 분율이 80% 초과이고, 각각의 트레이스는 폭이 0.5 내지 10 마이크로미터인 물품 또는 방법.

청구항 10

제2항의 물품 또는 제3항의 방법에 있어서, 나노구조화된 표면은 매트릭스, 및 입자 크기가 50 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하는 나노스케일 분산상을 포함하며, 나노입자는 40 부피% 내지 85 부피%로 매트릭스에 존재하는 물품 또는 방법.

청구항 11

제2항의 물품 또는 제3항의 방법에 있어서, 나노구조화된 표면은 매트릭스, 및 입자 크기가 100 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하는 나노스케일 분산상을 포함하며, 나노입자는 45 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재하는 물품 또는 방법.

청구항 12

제2항의 물품 또는 제3항의 방법에 있어서, 나노구조화된 표면은 매트릭스, 및 입자 크기가 10 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하는 나노스케일 분산상을 포함하며, 나노입자는 1 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재하는 물품 또는 방법.

청구항 13

제2항의 물품 또는 제3항의 방법에 있어서, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하며, 나노스케일 분산상은 SiO_2 나노입자, ZrO_2 나노입자, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되고;

매트릭스는 멀티(메트)아크릴레이트, 폴리에스테르, 에폭시, 플루오로중합체, 우레탄, 실록산, 또는 이들의 블렌드 또는 공중합체로 이루어진 군으로부터 선택되는 가교결합성 중합체를 포함하는 물품 또는 방법.

청구항 14

제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재, 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 미세 패턴 형태의 도체를 포함하며;

제1 나노구조화된 표면은 높이가 75 내지 250 나노미터이고, 폭이 15 내지 150 나노미터이고, 측방향 간격이 10 내지 150 나노미터인 나노특징부를 포함하고;

금속성 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이고;

미세패턴은 복수의 개방 면적 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성되고;

미세패턴은 개방 면적 분율이 80% 초과이고;

각각의 트레이스는 폭이 0.5 내지 3 마이크로미터이고;

나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고;

나노스케일 분산상은 입자 크기가 10 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하고;

나노입자는 10 내지 75%의 부피 퍼센트로 매트릭스에 존재하는 물품.

청구항 15

제10항 또는 제11항에 있어서, 나노구조화된 표면은 중합체 매트릭스에 분산된 서브마이크로미터 입자를 포함하

는 재료를 포함하고, 상기 재료는 두께, 상기 두께를 가로지르는 적어도 제1 및 제2 통합 구역을 가지고, 제1 구역은 적어도 최외측 서브마이크로미터 입자가 중합체 매트릭스에 의해 부분적으로 컨포멀 코팅(conformally coated)되고 중합체 매트릭스에 공유 결합되는 외측 주표면을 가지고, 제1 및 제2 구역은 각각 제1 및 제2 평균 밀도를 가지며, 제1 평균 밀도는 제2 평균 밀도 미만인 물질.

명세서

배경 기술

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2011년 2월 2일자로 출원된 미국 가특허 출원 제61/438,800호의 이익을 주장하며, 이의 개시 내용은 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함된다. 본 출원은 동일자로 출원된 대리인 서류 번호 68286US002를 갖는 본 출원인의 특허 출원과 관련되며, 이는 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0003] 광투과성 및 전기 전도성이 필요한 응용을 위한 금속계 도체 메시의 사용이 본 기술 분야에 공지되어 있다. 그러한 응용의 예에는 디스플레이의 전자기 간섭에 대한 차폐가 포함된다. 산업분야에서, 메시는 전형적으로, 개방 면적에 의해 분리되어 셀을 형성하는 접속된 트레이스들을 갖는 패턴의 기하학적 형태를 의미하는 것으로 이해된다.

[0004] 현재의 연구에서는 일부 메시 설계가, 디스플레이 내에 통합되고 반사 시준된 광 (예를 들어, 태양 직사광) 하에서 보여지는 경우, 바람직하지 않은 시각적 효과를 제공할 수 있는 것으로 관찰되었다. 예시적인 바람직하지 않은 시각적 효과에는, 예를 들어, 반사광에 대한 스타버스트(starburst) 패턴 및 광 간섭에 의해 야기되는 유색 반사광의 밴드 (무지개와 유사함)가 포함되며, 각각은 선형 트레이스 및 반복 셀 기하학적 형태를 포함하는 메시가 플라스틱 필름 또는 유리 와 같은 개질되지 않은 기재에 배치되는 경우에 관찰될 수 있다. 선형 트레이스를 갖는 메시의 예시적인 예에는 육각형 및 정사각형 셀을 갖는 것들이 포함된다. 반사광의 점들의 바람직하지 않은 시각적 외관인 섬광(sparkle)이 또한 선형 트레이스계 도체 메시에서 나타날 수 있다.

[0005] 일부 당업자는 터치 스크린 디스플레이와 같은 디스플레이를 제조하는 데에 파형(wavy) 트레이스를 사용하여 오버레이된 메시 미세패턴의 시각적 외관을 감소시키려고 시도하였다. 예를 들어, 광 투명성 기재, 및 각각 선형 트레이스를 갖는 2개의 전도성 메시지를 가지며, 트레이스의 가시성을 최소화시키는 소정 구성으로 제1 메시가 제2 메시지를 오버레이하는, 안테나, 전자기 간섭 차폐재, 및 터치 스크린 센서와 같은 물품을 기재하는 국제특허 공개 WO 2010/099132 A2호를 참조한다.

[0006] 다른 당업자는 광학 간섭 부재와 같은 주변광 감소 부재를 사용하려고 시도하였다. 입사 주변광의 일부를 반사하기 위한 반-흡수성(semi-absorbing) 부재 층, 주변광의 다른 일부를 위상 이동시키기 위한 실질적으로 투명한 층, 및 위상 이동된 주변광을 반사하기 위한 반사층을 포함하여, 광의 두 반사부가 역위상(out-of-phase)으로 되고 그에 의해 상쇄 간섭되도록 하는 광학 간섭 부재를 개시하는 국제특허 공개 WO 2003/105248호를 참조한다.

발명의 내용

[0007] 메시가 디스플레이 내에 통합되고 반사 시준된 광, 예를 들어, 태양 직사광 하에서 보여지는 경우, 그의 가시성을 감소시키는 관점에서, 금속계 도체 메시의 시각적 외관을 개선하려는 요구가 있다.

[0008] 본 발명은 도체 미세패턴의 설계와의 조합으로 나노구조화된 표면을 갖는 기재를 사용하는 물품을 제공한다. 디스플레이 또는 소자 내에 통합되는 경우, 이 조합은 디스플레이 또는 소자가, 시준되거나 거의 시준된 광, 예를 들어, 태양광을 포함하지만 이로 한정되지 않는 광 아래에서 보여질 때, 바람직하지 못한 시각적 효과, 예를 들어, 스타버스트, 섬광, 후광(halo) 및 무지개를 감소시킨다.

[0009] 유용한 기재는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 방법에 의해 형성되는 나노구조화된 표면을 갖는다. 이들 방법은 기재의 제1 주표면을 반응성 이온 에칭하는 것 또는 구조화된 미립자 코팅을 기재의 주표면 상에 형성하는 것을 포함한다. 유용한 도체 미세패턴 설계는, 선형 트레이스 및 비선형 트레이스를 갖는 것들, 또는 비반복 셀을 갖는 것들, 또는 미세패턴의 셀이 어레이 상에 놓이지 않은 것들 또는 트레이스 배향의 균일한 분포를 갖는 것들을 포함하며, 이들은 본 명세서에 기재되어 있다.

[0010] 일 태양에서, 본 발명은, (a) 공기에 노출될 때 반사방지성인 제1 나노구조화된 표면 및 반대쪽의 제2 표면을 갖는 기재, 및 (b) 기재의 제1 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 도체는 복수의 개방 면적 셀을 형

성하는 복수의 트레이스에 의해 형성되고, 각각의 셀은 80% 초과와 개방 면적 분율(open area fraction) 및 트레이스 배향의 균일한 분포를 가지고, 도체의 트레이스는 기재의 제1 표면에 직교하고 제1 표면을 향하는 방향에서의 정반사율이 50% 미만이고, 각각의 트레이스는 폭이 0.5 내지 10 마이크로미터인 물품을 제공한다.

[0011] 다른 태양에서, 본 발명은 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재, 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 제1 나노구조화된 표면은 높이가 50 내지 750 나노미터이고 폭이 15 내지 200 나노미터이고 측방향 간격(lateral spacing)이 5 내지 500 나노미터인 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과인 물품을 제공한다.

[0012] 또 다른 태양에서, 본 발명은, (a) 제1 표면 및 반대쪽의 제2 표면을 갖는 기재를 제공하는 단계; (b) 높이가 50 내지 750 나노미터이고 폭이 15 내지 200 나노미터이고 측방향 간격이 5 내지 500 나노미터인 나노특징부를 포함하도록, 기재의 제1 표면을 개질하는 단계; (c) 나노특징부를 포함하는 제1 표면 상에 평균 두께가 50 나노미터 초과인 금속성 도체를 침착하는 단계; (d) 탄성중합체 스탬프(stamp)를 사용하여 자가-조립 단층 미세패턴을 도체 상에 인쇄하는 단계; 및 (e) 자가-조립 단층 미세패턴에 의해 덮이지 않은 도체를 에칭하여 자가-조립 단층 미세패턴에 따른 도체 미세패턴을 산출하는 단계를 포함하는 미세패턴의 제조 방법을 제공한다.

[0013] 또 다른 태양에서, 본 발명은 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재, 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 미세패턴 형태의 도체를 포함하며; 제1 나노구조화된 표면은 높이가 75 내지 250 나노미터이고, 폭이 15 내지 150 나노미터이고, 측방향 간격이 10 내지 150 나노미터인 나노특징부를 포함하고; 금속성 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이고; 미세패턴은 복수의 개방 면적 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성되고; 미세패턴은 개방 면적 분율이 80% 초과이고; 각각의 트레이스는 폭이 0.5 내지 3 마이크로미터이고; 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고; 나노스케일 분산상은 입자 크기가 10 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하고; 나노입자는 10 내지 75%의 부피 퍼센트로 매트릭스에 존재하는 물품을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0014] 본 발명은 하기 도면을 참조하여 추가로 설명할 수 있다:

<도 1>

도 1은 정육각형 미세패턴의 개략 평면도;

<도 2>

도 2는, 본 명세서에서 의사랜덤(pseudorandom) 육각형 미세패턴으로 지칭되는, 다각형 미세패턴의 일부의 개략 평면도;

<도 3>

도 3은, 정육각형에 기초하며, 본 명세서에서 부분 만곡 육각형 미세패턴으로 지칭되는, 제1 예시적인 비선형 미세패턴 설계의 개략 평면도;

<도 3a>

도 3a는 도 3의 미세패턴의 몇몇 셀의 분해도;

<도 4>

도 4는, 정육각형에 기초하며, 본 명세서에서 완전 만곡 육각형 미세패턴으로 지칭되는, 제2 예시적인 비선형 미세패턴 설계의 개략 평면도;

<도 4a>

도 4a는 도 4의 미세패턴의 몇몇 셀의 분해도;

<도 5>

도 5는 제3 예시적인 비선형 미세패턴인, 의사랜덤 만곡 설계의 평면도;

<도 6>

도 6은 트레이스의 배향을 결정하는 측정 방법을 설명하는, 미세패턴 중의 셀을 나타내는 도;

<도 7>

도 7은 도 1의 미세패턴에서의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 배향의 히스토그램;

<도 8>

도 8은, 일부가 도 2에 나타나있는 의사랜덤 육각형 미세패턴에서의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 배향의 히스토그램;

<도 9>

도 9는, 일부가 도 3에 나타나있는 부분 만곡 육각형 미세패턴에서의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 배향의 히스토그램;

<도 10>

도 10은, 일부가 도 4에 나타나있는 완전 만곡 육각형 미세패턴에서의 트레이스 배향의 각분포(angular distribution)의 히스토그램;

<도 11, 도 11a 및 도 11b>

도 11, 도 11a 및 도 11b는 디스플레이와 같은 소자 내에 통합시키기에 유용한 제1 미세패턴화된 기재의 다양한 부분들을 나타낸 도;

<도 12, 도 12a 및 도 12b>

도 12, 도 12a 및 도 12b는 디스플레이와 같은 소자 내에 통합시키기에 유용한 제2 미세패턴화된 기재의 다양한 부분들을 나타낸 도;

<도 13>

도 13은 소자 내에 통합시킬 수 있는 제1 및 제2 미세패턴화된 기재의 오버레이를 나타낸 도;

<도 14>

도 14는, 본 명세서에서 완전 만곡 정사각형 미세패턴으로 지칭되는, 제3 예시적인 비선형 미세패턴 설계의 평면도;

<도 15>

도 15는 반응성 이온 에칭을 통해 제조되는 금속화된 나노구조화된 기재 표면의 개략 단면도;

<도 16>

도 16은, 본 명세서에 기재된 바와 같이, 구조화된 입자 코팅을 포함하는 예시적인 나노구조화된 기재를 제조하기 위한 예시적인 공정의 개략도;

<도 17a>

도 17a는 본 명세서에 기재된 예시적인 나노구조화된 재료를 제조하기 위한 예시적인 공정의 개략도;

<도 17b>

도 17b는 도 17a의 중합 섹션의 개략도.

<도 17c>

도 17c는 도 17a의 직렬의 2개의 결합되지 않은 중합 섹션의 개략도;

<도 18>

도 18은 반응성 이온 에칭에 의해 제조된, 실시예 15 (금속화 이전)의 기재의 나노구조화된 표면의 평면도 주사 전자 현미경 사진;

<도 19>

도 19는 실시예 15 (금속화 이후)의 기재의 금속화된 나노구조화된 표면의 단면 투과 전자 현미경 사진;

<도 20>

도 20은 실시예 15 (금속화 이후)의 기재의 금속화된 나노구조화된 표면의 단면 주사 전자 현미경 사진;

<도 21>

도 21은 실시예 112 (금속화 이전)의 기재의 나노구조화된 표면의 평면도 주사 전자 현미경 사진;

<도 22>

도 22는 실시예 112 (금속화 이후)의 기재의 나노구조화된 표면의 평면도 주사 전자 현미경 사진;

<도 23>

도 23은 실시예 112 (금속화 이후)의 기재의 나노구조화된 표면의 단면도 주사 전자 현미경 사진;

<도 24>

도 24는 은 금속화 오버레이어 두께 및 침투의 측정치를 포함하는, 실시예 112 (금속화 이후)의 기재의 나노구조화된 표면의 단면도 투과 전자 현미경 사진;

<도 25>

도 25는 실시예 126의 메시로부터 선택된 트레이스의 투과 광학 현미경 사진.

이들 도면들은 축척에 따라 그려지지 않았으며, 예시 목적으로만 의도된 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 달리 지시되지 않는 한, 본 명세서 및 특허청구범위에 사용되는 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 모든 숫자는 모든 경우에 "약"이라는 용어에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는다면, 상기 명세서 및 첨부된 특허청구범위에 기술된 수치적 파라미터들은 본원에 개시된 교시 내용을 이용하는 당업자들이 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있는 근사치이다.
- [0016] 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 언급은 그 범위 내의 모든 수(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4 및 5를 포함함)와 그 범위 내의 임의의 범위를 포함한다.
- [0017] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "미세패턴"은, 각각 1 mm 이하의 치수 (예를 들어, 트레이스 폭)를 갖는, 점, 트레이스, 채워진 형상, 또는 그 조합의 배열을 지칭한다. 바람직한 실시 형태에서, 미세패턴은 복수의 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성된 메시이며, 각각의 트레이스는 폭이 0.5 마이크로미터 이상, 및 전형적으로 20 마이크로미터 이하이다. 미세패턴 특징부의 치수는 미세패턴 선택에 따라 다양할 수 있다. 일부 선호되는 실시 형태에서, 미세패턴 특징부 치수 (예컨대, 트레이스 폭)는 10, 9, 8, 7, 6, 또는 5 마이크로미터 미만 (예를 들어, 1 내지 3 마이크로미터)이다. 선형 및 비선형 트레이스가 본 발명에 유용하다.
- [0018] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "가시광 투명"은 미세패턴화된 기재를 포함하는 물품 또는 비패턴화된 기재의 투과율 수준이 가시광의 적어도 하나의 편광 상태에 대해서 60% 이상 투과성임을 지칭하며, 여기서 % 투과율은 입사광, 선택적으로 편광의 강도에 대해 정상화된다. 입사광의 60% 이상을 투과시키는 물품이 60% 미만의 투과율 (예를 들어, 0%)까지 광을 국부적으로 차단하는 미세 특징부 (예를 들어, 0.5 내지 10 마이크로미터, 0.5 내지 5 마이크로미터, 또는 1 내지 5 마이크로미터의 최소 치수, 예를 들어, 폭을 갖는 점, 정사각형, 또는 트레이스)를 포함하는 것은 가시광 투명의 의미에 속하지만; 이러한 경우에, 미세 특징부를 포함하고 폭이 미세 특징부의 최소 치수의 1000배인 대체로 등축인 영역에 대해서는, 평균 투과율이 60% 초과이다. "가시광 투명"과 연관된 용어 "가시"는 용어 "광"을 수식하여, 기재 또는 미세패턴화된 물품이 투명한, 광의 파장 범위를 명시한다.
- [0019] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 도체 미세 패턴 또는 도체 미세패턴의 구역의 "개방 면적 분율" (또는 개방 면적 또는 개방 면적의 백분율)은 도체에 의해 가려지지 않는 미세패턴 면적 또는 구역 면적의 비율이다. 개방 면적은 1에서 도체 미세패턴에 의해 가려지는 면적 분율을 뺀 것과 같으며, 편의상 소수 또는 퍼센트로 상호교환가능하게 표시될 수 있다. 도체 미세패턴에 의해 가려지는 면적 분율은 도체 미세패턴의 밀도 (예를 들어, 메시를 형성하는 트레이스의 밀도)와 상호교환가능하게 사용된다. 본 발명에 유용한 예시적인 개방 면적 분율 값은 50% 초과, 75% 초과, 80% 초과, 90% 초과, 95% 초과, 96% 초과, 97% 초과, 98% 초과, 99% 초과, 99.25 내지 99.75%, 99.8%, 99.85%, 99.9% 및 심지어 99.95%이다. 일부 실시 형태에서, 도체 미세패턴의 구역 (예를

들어, 가시광 투명 전도성 구역)의 개방 면적은 80% 내지 99.5%, 다른 실시 형태에서 90% 내지 99.5%, 다른 실시 형태에서 95% 내지 99%, 다른 실시 형태에서 96% 내지 99.5%, 다른 실시 형태에서 97% 내지 98%, 및 다른 실시 형태에서 최대 99.95%이다.

[0020] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "트레이스"는 두 평면의 교차에 의해 또는 평면과 평면이 아닌 표면의 교차에 의해 제공되는 기하학적 요소를 지칭한다. 두 평면의 교차에 의해 제공되는 기하학적 요소는 본 명세서에서 선형으로 (또는 선형 트레이스로) 기재된다. 평면과 평면이 아닌 표면의 교차에 의해 제공되는 기하학적 요소는 본 명세서에서 비선형으로 (또는 비선형 트레이스로) 기재된다. 선형 트레이스는 곡률이 0이거나, 또는 다르게는 무한한 곡률 반경을 갖는 것으로 언급된다. 비선형 트레이스는 곡률이 0이 아니거나, 또는 다르게는 유한한 곡률 반경을 갖는 것으로 언급된다. 곡률 또는 곡률 반경은, 분석 기하학에 공지된 바와 같이, 트레이스를 따라 임의의 점에 대해 결정될 수 있다. 또한, 법선은, 분석 기하학에 공지된 바와 같이, 선형 또는 비선형 트레이스 상에 놓인 점에서 작도될 수 있다.

[0021] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "반사방지성"은 재료와 재료가 노출되는 주변 매질 사이의 계면에서 프레넬(Fresnel) 광 반사를 감소시키고 계면을 통한 광 투과를 향상시키는 표면 또는 코팅의 거동을 지칭한다. 재료를 둘러싼 매질이 공기이고 재료가 공기와 구성하는 계면에서 표면 또는 코팅이 반사를 감소시키는 경우, 본 명세서에서 그러한 표면은 공기에 노출될 때 반사방지성인 것으로 기재된다. 반사방지성 표면 또는 코팅의 부재시에, 프레넬 반사는, 본 기술 분야에 공지된 바와 같이, 재료와 주변 매질 사이의 굴절률 차이에 의해 좌우된다.

[0022] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "나노구조화된"은 나노특징부 형태의 토포그래피(topography)를 포함하는 표면을 지칭하는데, 나노특징부는 표면을 형성하는 재료를 포함하며, 나노특징부의 높이 또는 나노특징부의 폭 중 적어도 하나는 약 1 미크론 (즉, 1 마이크로미터, 또는 1000 나노미터) 미만이다.

[0023] 미세패턴 설계

[0024] 다수의 상이한 기하학적 형태 또는 설계가 본 발명에 유용한 도체 미세패턴을 위해 사용될 수 있다. 메시 미세패턴 설계의 부류에는 (A) 반복 셀 기하학적 형태를 갖는 것들, (B) 비반복 셀 기하학적 형태를 갖는 것들, (C) 반복 어레이 상에 놓이지 않는 중심(centroid)을 갖는 셀을 갖는 것들, (D) 트레이스가 트레이스 배향의 균일한 분포를 갖는 셀을 갖는 것들이 포함된다. 이들 부류는 상호 배타적이지 않다. 각각의 이들 부류 내에서, 트레이스는 선형 또는 비선형 (즉, 어떤 유한한 곡률 반경을 가짐)일 수 있다. 하기에 기재되는 메시 미세패턴은 트레이스의 폭 또는 셀의 크기에 대해 제한되지 않는다. 일부 실시 형태에서, 트레이스는 폭이 0.1 내지 20 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 10 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 5 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 4 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 3 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 2 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 1 내지 3 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.1 내지 0.5 마이크로미터의 범위이다. 일부 실시 형태에서, 메시 도체 미세패턴의 구역 (예를 들어, 가시광 투명 전도성 구역)의 개방 면적은 80% 내지 99.5%, 다른 실시 형태에서 90% 내지 99.5%, 다른 실시 형태에서 95% 내지 99%, 다른 실시 형태에서 96% 내지 99.5%, 다른 실시 형태에서 97% 내지 98%, 및 다른 실시 형태에서 최대 99.95%이다.

[0025] (A) 반복 셀을 갖는 미세패턴

[0026] 반복 셀 기하학적 형태의 특징은 셀이 반복 어레이 상에 놓인다는 점이다. 셀이 반복 어레이 상에 놓인다는 것은, (셀당 단지 하나의 어레이 위치만 있다는 한정 하에) 셀의 중심이 어레이를 형성하는 위치로부터 근거리(short distance) 이상으로 멀어지지 않게 놓인다는 것을 의미한다. 셀의 위치 관계에 대한 이러한 기재는, 메시의 트레이스 또는 트레이스 집합부 (꼭지점)에 대해서가 아니라 메시 셀의 개방 면적 (또는 개구)에 대해 초점을 맞춘다. 셀이 반복 어레이 상에 놓이는 일부 경우에, 셀의 중심은 정확하게 점들(즉, 위치들)의 어레이 상에 놓인다. 어레이는, 위치 이하를 포함하는 단위 셀에 대한 이산 병진 대칭(discrete translational symmetry)을 특징으로 하는, 2차원의 (즉, 미세패턴의 평면 내의) 위치들의 배열을 의미한다. 어레이의 병진 대칭은, 어레이가 불변하는 미세패턴의 평면 내에서의 최소 병진을 한정하는 하나 이상의 기본 벡터의 관점에서 정의된다. 이러한 맥락에서, 어레이는, 예를 들어, 정사각형 어레이 (또는 정사각형 격자), 직사각형 어레이 (또는 직사각형 격자), 또는 삼각형 어레이 (또는 삼각형 격자)를 포함할 수 있다. 근거리란, 이러한 용어가 반복 어레이 상에 놓이는 본 명세서에 기재된 셀을 포함하는 메시의 중심이 어레이의 정확한 위치로부터 변위될 수 있는 정도(allowance)와 관련될 때, 변위의 배향으로 구성(construct)될 수 있는 최단 어레이 기본 벡터의 길이를 취하고 그 길이를 그러한 기본 벡터와 관련된 단위 셀 내의 어레이 위치의 수로 나눔으로써 얻은 값의

50% 미만인 거리를 의미한다. 셀이 반복 어레이 상에 놓이는 일부 실시 형태에서, 도심이 어레이의 위치로부터 변위되는 거리는 변위의 배향으로 구성될 수 있는 최단 어레이 기본 벡터의 길이를 취하고 그 길이를 그러한 기본 벡터와 관련된 단위 셀 내의 어레이 위치의 수로 나눔으로써 얻은 값의 25% 미만이다. 이러한 유형의 미세패턴의 예시적인 예가 도 1, 도 3, 도 4 및 도 14에 나타나있다.

[0027] 이제 도면을 참고하면, 도 1은 복수의 선형 트레이스(12)에 의해 형성되는 정육각형 도체 미세패턴(10)의 예시적인 기하학적 형태의 평면도를 나타낸다. 6개의 트레이스(12a 내지 12f)는 개방 면적을 갖는 셀(14)을 형성한다. 도시된 바와 같이, 각각의 트레이스는 길이가 실질적으로 동일한 길이이며 6개의 내각은 각각 실질적으로 120° 이다. 메시 셀의 도심은 삼각형 격자 (또는 어레이) 상에 놓인다. 육각형 셀의 하나의 변(edge)을 형성하는 트레이스의 중심선으로부터 육각형 셀의 대변을 형성하는 (평행한) 트레이스의 중심선까지의 거리는, 예를 들어, 200 마이크로미터이다.

[0028] 도 3은 비선형 설계, 즉, 복수의 개방 면적 셀(34)을 형성하는 복수의 만곡 트레이스(32)에 의해 형성되는 부분 만곡 육각형 도체 미세패턴(30)의 예시적인 기하학적 형태의 평면도를 나타낸다. 한 방법에서, 이러한 미세패턴 설계는 도 1에 나타낸 정육각형 미세패턴 설계로부터 시작하여, 각각의 트레이스의 중점을 약간의 거리만큼, 예를 들어, 10 마이크로미터만큼 변위시키고, 트레이스를 휘어지게 하여 생성할 수 있다. 도 3a는 6개의 트레이스(32a 내지 32f)가 나타나있는 확대된 셀(34')을 나타낸다. 미세패턴(30)의 한 가지 특징은 각각 트레이스(32a) 및 트레이스(32c)에 대한 접선(36a) 및 접선(36c)이 서로 대체로 평행하지 않다는 점이다. 도 1의 메시 미세패턴과 유사하게, 도 3의 메시 셀의 도심은 점들의 삼각형 격자 (즉, 점들의 어레이) 상에 놓인다.

[0029] 도 4는 다른 비선형 설계인, 복수의 셀(44)을 형성하는 복수의 만곡 트레이스(42)에 의해 형성되는 완전 만곡 육각형 도체 미세패턴(40)의 예시적인 기하학적 형태의 평면도를 나타낸다. 한 방법에서, 이러한 미세패턴 설계는, 예를 들어, 각각의 트레이스의 중점을 추가로 변위시켜, 도 3에 나타낸 트레이스의 곡률 반경을 감소시킴으로써 생성할 수 있다. 도 4a는 6개의 트레이스(42a 내지 42f)를 갖는 확대된 셀(44')을 나타낸다. 미세패턴(40)의 한 특징은 각각 트레이스(42a) 및 트레이스(42c)에 대한 접선(46a) 및 접선(46c)이 서로 대체로 평행하다는 점이다. 도 1의 메시 미세패턴과 유사하게, 도 4의 메시 셀의 도심은 점들의 삼각형 격자 (즉, 점들의 어레이) 상에 놓인다.

[0030] 도 14는 정사각형으로부터 시작하여 정사각형의 각각의 변의 중점을 약간의 거리만큼 변위시키고, 트레이스를 휘어지게 하여 생성할 수 있는 다른 예시적인 비선형 미세패턴 설계(240)를 나타낸다. 4개의 트레이스(242a 내지 242d)가 개방 면적 셀(244)을 형성하는 것으로 나타나있다. 도 14의 메시 셀의 도심은 정사각형 격자 (즉, 점들의 어레이) 상에 놓인다.

[0031] (B) 비반복 셀을 갖는 미세패턴

[0032] 비반복 셀 기하학적 형태를 갖는 메시 미세패턴의 경우, 셀은 반복 어레이 (예를 들어, 직사각형 어레이, 정사각형 어레이, 또는 삼각형 어레이) 상에 놓일 수 있거나 놓이지 않을 수 있다. 이러한 셀 기하학적 형태에서, 셀들은 동일한 크기 및 동일한 형상의 것이 아니다. 이러한 유형의 셀 기하학적 형태의 예시적인 예가 도 2에 나타나있다.

[0033] 도 2는 복수의 셀(24)을 형성하는 복수의 선형 트레이스(22)에 의해 형성되는 의사랜덤 육각형 도체 미세패턴(20)의 예시적인 기하학적 형태의 평면도를 나타낸다. 한 방법에서, 이러한 미세패턴 설계는, 도 1에 나타낸 정육각형 패턴 설계로부터 시작하여, 원래의 육각형 셀의 변 길이 미만의 랜덤화된 거리만큼 그리고 랜덤화된 방향으로 꼭지점을 변위시키고, 선형 트레이스를 유지함으로써 생성할 수 있다. 원래의 육각형 셀의 변 길이 미만의 거리만큼 (예를 들어, 변 길이의 1/2 미만의 거리만큼) 꼭지점을 변위시켜 생성하는 경우, 미세패턴(20)의 한 가지 특징은 셀의 도심이 도 1의 메시의 셀의 원래의 도심 위치에 의해 형성되는 어레이의 점으로부터 근거리 내에 놓인다는 점이다. 더욱 구체적으로, 도 2의 메시의 셀의 도심은 도 1의 원래의 메시의 도심에 의해 형성되는 어레이 위치들 사이의 최소 간격의 50% (즉, 육각형 메시 셀 도심에 의해 형성되는 삼각형 격자의 경우, 변위 방향의 기본 벡터의 길이의 50%)인 거리 내에 놓인다. 이러한 결과는, 꼭지점을 다소 이동시키는 절차에 의해서, 도 1의 각각의 원래의 메시 셀 개구의 도심이 실질적으로 변위되지 않았다는 사실에 기인한다. 이러한 경우에, 셀은 본 명세서에서 어레이 상에 놓인다고 지칭된다. 본 명세서에서 이후에 개시되는 일부 실시 형태에서는, (꼭지점의 위치 뿐만 아니라) 도심의 위치가 또한 랜덤화되는 것으로 명시된다.

[0034] (C) 어레이 상에 있지 않은 셀을 갖는 미세패턴

[0035] 상기에 정의된 바와 같이, 셀의 도심이 어레이를 형성하는 위치로부터 근거리 이하에 놓이는 방식으로 메시 미

세패턴의 셀이 2차원으로 배열되는 경우, 메시 셀은 본 명세서에서 반복 어레이 상에 (또는 어레이 상에) 놓이는 것으로 간주된다. 셀이 반복 어레이 상에 놓이는 일부 경우에, 셀의 도심은 정확하게 점들의 어레이 상에 놓인다. 셀이 반복 어레이 상에 있지 않은 (즉, 반복 어레이 상에 놓이지 않은) 미세패턴의 특징은, 이러한 용어가 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 4개 이하의 위치를 포함하는 단위 셀을 사용하여 위치들의 어레이를 구성할 수 없는 방식으로 메시 셀의 도심 (즉, 셀 개구의 도심)이 배열되어, (메시 셀당 단지 하나의 어레이 위치가 있다는 추가적인 한정 하에) 변위의 배향에서 구성될 수 있는 최단 어레이 기본 벡터의 길이를 취하고 그러한 기본 벡터와 관련된 단위 셀 내의 어레이 위치의 수로 나눔으로써 얻은 값의 50% 미만인 거리 내에 메시의 모든 도심이 있다는 점이다. 이러한 메시 미세패턴의 경우, 셀들은 대체로 동일한 크기 및 동일한 형상의 것이 아니다. 지금까지 논의된 3가지 미세패턴 (A, B, 및 C) 중, C-유형의 미세패턴이 더 큰 무질서도를 갖는다. 이러한 유형의 셀 기하학적 형태의 예시적인 예가 도 5에 나타나있다.

[0036] 도 5는 또 다른 비선형 설계인, 복수의 개방 면적 셀(54)을 형성하는 복수의 트레이스(52)에 의해 형성되는 의사랜덤 만곡 도체 미세패턴(50)의 일부의 평면도를 나타낸다. 이러한 기하학적 형태는 각각 2 마이크로미터의 예시적인 폭을 갖는 만곡 전도성 트레이스들에 의해 형성되는 셀을 포함한다. 의사랜덤 만곡 설계를 갖는 도체 미세패턴의 셀은 셀을 형성하는 다양한 개수의 변 또는 트레이스, 예를 들어, 4개 내지 8개의 변을 가질 수 있다. 셀의 크기는 10,000 제곱 마이크로미터의 면적으로부터 70,000 제곱 마이크로미터의 면적까지 다양하다. 참고로, 도 1의 정육각형 미세패턴이 면적은 35,000 제곱 마이크로미터이다. 셀의 위치는, 예를 들어, 각각의 셀의 도심에 의해 정의될 때, 규칙적으로 이격된 어레이 상에 놓이지 않는다.

[0037] D. 트레이스 배향의 균일한 분포를 갖는 미세패턴

[0038] 이러한 유형의 미세패턴의 특징은 셀 기하학적 형태의 관점에서 또는 셀의 도심의 위치의 관점에서 제한이 없다는 점이다. 이러한 유형의 미세패턴 기하학적 형태를 더 잘 설명하기 위하여, 트레이스 배향의 각 분포의 개념이 사용된다.

[0039] 트레이스 배향의 각분포

[0040] 각각의 트레이스 설계는, 본 명세서에서 추가로 기재되는 바와 같이, 트레이스 배향의 각분포에 의해 특징지워질 수 있다. 본 명세서의 의사랜덤 만곡 설계에 대한 트레이스 배향의 각분포는, 1 센티미터 × 1 센티미터의 면적에 걸쳐 본 명세서에 기재된 절차에 따라 측정가능한 바와 같이, 실질적으로 균일하다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 분포의 균일성과 관련하여, 기준 배향(reference orientation)의 $\pm 10^\circ$ 이내에 존재하는 미세패턴의 트레이스 세그먼트에 대한 법선이 존재하지 않는 기준 배향은 미세패턴의 평면 내에 확립될 수 없다. 일부 경우에, 기준 배향의 $\pm 5^\circ$ 이내에 존재하는 미세패턴의 트레이스 세그먼트에 대한 법선이 존재하지 않는 기준 배향은 미세패턴의 평면 내에 확립될 수 없다. 일부 경우에, 기준 배향의 $\pm 2^\circ$ 이내에 존재하는 미세패턴의 트레이스 세그먼트에 대한 법선이 존재하지 않는 기준 배향은 미세패턴의 평면 내에 확립될 수 없다. 추가적으로, 분포의 균일성과 관련하여, 예를 들어, 1 센티미터 × 1 센티미터 면적에 걸쳐, 미세패턴의 평면 내의 배향의 2개의 20° 범위에서의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 합산된 밀도가 2개의 합산된 밀도 값 중 더 작은 것의 50% 초과만큼 상이한 이러한 2개의 범위는 존재하지 않는다. 일부 경우에, 예를 들어, 1 센티미터 × 1 센티미터 면적에 걸쳐, 미세패턴의 평면 내의 배향의 2개의 20° 범위에서의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 합산된 밀도가 2개의 합산된 밀도 값 중 더 작은 것의 25% 초과만큼 상이한 이러한 2개의 범위는 존재하지 않는다. 일부 경우에, 예를 들어, 1 센티미터 × 1 센티미터 면적에 걸쳐, 미세패턴의 평면 내의 배향의 2개의 20° 범위에서의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 합산된 밀도가 2개의 합산된 밀도 값 중 더 작은 것의 10% 초과만큼 상이한 이러한 2개의 범위는 존재하지 않는다. 일부 경우에, 예를 들어, 1 센티미터 × 1 센티미터 면적에 걸쳐, 미세패턴의 평면 내의 배향의 2개의 10° 범위에서의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 합산된 밀도가 2개의 합산된 밀도 값 중 더 작은 것의 10% 초과만큼 상이한 이러한 2개의 범위는 존재하지 않는다. 일부 경우에, 예를 들어, 1 센티미터 × 1 센티미터 면적에 걸쳐, 미세패턴의 평면 내의 배향의 5° 범위에서의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 합산된 밀도가 2개의 합산된 밀도 값 중 더 작은 것의 10% 초과만큼 상이한 이러한 2개의 범위는 존재하지 않는다.

[0041] 본 발명의 미세패턴은, 특히 정보 디스플레이 (예를 들어, 휴대전화, 스마트폰, 태블릿 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 데스크탑 컴퓨터 모니터, 판독 장치(reading device), 자동차 디스플레이, 또는 리테일 디스플레이(retail display))와 조합될 때, 다른 미세패턴에 대해 관찰되어 온 다수의 잠재적으로 바람직하지 않은 시각적 특징들의 동시적인 최소화를 제공한다. 이러한 잠재적으로 바람직하지 않은 시각적 특징에는 앞서 기재된 바와 같이 스타버스트, 무지개, 및 섬광이 포함된다. 미세패턴 설계에 의해 완화되는, 잠재적으로 바람직하지 않은 특징

에는 또한 디스플레이의 픽셀 패턴의 무아레(moiré) 간섭이 포함된다. 미세패턴 설계에 의해 완화되는, 잠재적으로 바람직하지 않은 특징에는 또한 (정보를 흐릿하게 하지만, 반드시 무아레 패턴을 야기하지는 않는) 디스플레이의 개별 픽셀의 시인성(viewability)의 상당한 붕쇄 (예를 들어, 25%, 50%, 또는 심지어 75%)가 포함된다. 하나 이상의 잠재적으로 바람직하지 않은 시각적 특징의 완화를 최적화하기 위하여, 디스플레이에 대해 미세패턴을 틸팅(tilting)하는 것 (예를 들어, 회전 또는 편향(bias)시키는 것)이 본 발명의 범주에 속한다. 미세패턴의 틸팅은 픽셀화된 디스플레이의 무아레 간섭을 최소화하는 데 특히 유용할 수 있다. 일부 경우에, 위치들의 정사각형 어레이 상에 분포하는, 4개의 변을 갖는 셀 기하학적 형태 (예를 들어, 완전 만곡 정사각형 셀 기하학적 형태)가 틸팅을 통한 무아레 간섭의 최소화를 위해 편리하다.

[0042] 본 발명에 유용한 트레이스의 집단의 배향은, 미세패턴 내의 상이한 배향의 트레이스 세그먼트들의 상대 농도, 존재 또는 부재를 설명하는 분포로서 정량화될 수 있다. 이러한 분포는 선형 트레이스 또는 비선형 트레이스를 포함하는 미세패턴 내의 트레이스의 집단의 배향을 설명하는 데 사용될 수 있다. 또한, (예를 들어, 정사각형 또는 육각형 미세패턴의 경우와 같이) 반복 기하학적 형태를 포함하는 미세패턴 또는 (예를 들어, (도 2에서와 같은) 선형 또는 (도 5에서와 같은) 비선형 트레이스를 포함하는 의사랜덤 미세패턴 설계의 경우와 같은) 비반복 기하학적 형태를 포함하는 미세패턴 내의 트레이스의 집단의 배향을 설명하는 데 사용될 수 있다. 기술자(descriptor)는 트레이스에 대한 법선의 배향의 함수로서 미세패턴의 단위 면적당 합산된 미세패턴 트레이스 길이이다. 다른 방식으로 말하자면, 기술자는 도체 미세패턴을 형성하는 트레이스 세그먼트에 대한 배향의 빈도 분포 (또는 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 배향의 분포)로서 표현될 수 있다. "합산된"(integrated)은 명시된 배향을 갖는 한정된 면적 내의 트레이스들에 대한 총 트레이스 폭의 합계를 의미한다.

[0043] 비선형 트레이스를 갖는 도체 미세패턴 내의 배향에 대한 상기한 빈도 특성을 수집하기 위하여, 하기 절차를 사용할 수 있다. 이 절차는, 예를 들어, 27.9 cm × 43.2 cm (11 인치 × 17 인치) 종이 상에서의 미세패턴 설계의 확대된 인쇄를 위한 일련의 수작업 작도 및 측정 단계를 포함한다. 특성화 절차는 (a) 종이 상에 미세패턴의 확대된 렌더링(rendering)을 인쇄하는 단계, (b) 미세패턴의 트레이스를 대략 동일한 경로 길이의 200개 이상의 세그먼트로 분할(partitioning)하는 단계, (c) 각각의 세그먼트에 대한 법선을 수작업으로 작도하는 단계, (d) 0° 방향을 확립하여 기준 배향 프레임을 확립하는 단계, 및 이어서 (e) (예를 들어, 각도기(protractor)를 사용하여) 0° 방향에 대해 각각의 법선의 배향을 측정하는 단계를 포함한다. 트레이스, 및 따라서 트레이스에 대한 법선은 하기 이유로 180°의 각도 범위를 사용하여 명시될 수 있다. 똑바로 위 또는 아래를 향하는 트레이스는 위 또는 아래로 배향된 것으로 임의로 기재될 수 있다. 위쪽으로 배향된 트레이스 또는 그의 법선은 아래쪽으로 배향된 트레이스 또는 그의 법선과 상이하지 않다. 따라서, 아래쪽으로 배향된 트레이스와 어떤 식으로든 상이한 위쪽으로 배향된 트레이스를 생성하는 것은 불가능하다 (즉, 위쪽으로 향하는 트레이스가 아래쪽으로 향하는 트레이스와 상이하다는 제안은 의미가 없다). 따라서, 가능한 트레이스 세그먼트 배향의 전체 범위는 단지 180°의 각도 범위만 필요로 한다.

[0044] 도 6은, 트레이스 배향에 대한 법선의 각도가 트레이스 세그먼트 P₁에서 측정되는, 도 4의 실시 형태의 하나의 완전한 셀의 다이어그램을 나타낸다. 단순화를 위해, 200개의 세그먼트 중 단지 하나만 나타나있다. 도면에 나타난 바와 같이, 트레이스 세그먼트 P₁에 대한 법선 N을 그린다. 트레이스 세그먼트 P₁ 및 법선 N 둘 모두에 교차하도록 접선 T를 그린다. 점선 화살표에 의해 도시된 바와 같이 기준 0도 선을 그린다. 이어서, 각도 세타(θ)를 측정하여 기준선과 법선 사이의 각도를 결정할 수 있다. 이어서, 이러한 측정을 6개의 트레이스 각각을 따라 P₁과 유사한 세그먼트에 대해 다회 반복한다. 셀에 대해 임의의, 그러나 충분히 많은 개수의 세그먼트 (이 경우에, 통계적으로 유의한 측정을 위해서 200개의 세그먼트)를 그릴 수 있다. 6개의 트레이스 각각에 대해 대략 동일한 개수의 세그먼트를 그린다.

[0045] 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 배향의 그렇게 측정된 분포를, 배향 측정의 히스토그램을 플롯하여 렌더링할 수 있다. 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 배향의 분포는 트레이스 세그먼트 그 자체의 배향의 분포에 대해 직접적인 상관관계를 제공함에 유의하여야 한다. 본 명세서의 미세패턴의 경우, 미세패턴의 적어도 하나의 완전한 셀을 구성하는 트레이스에 대해 절차를 수행하였다. 2차원 미세패턴을 산출하기 위해 2 방향으로 복제되는, 단일 셀 형상 및 크기를 갖는 미세패턴의 경우, 단일 셀을 구성하는 트레이스의 특성화는 더 큰 면적에 걸친 (예를 들어, 10, 100, 또는 심지어 1000개의 셀을 커버하는 면적에 걸친) 2차원 미세패턴에 대한 트레이스 배향의 분포를 결정하기에 충분하다. 예를 들어, 직경이 200 마이크로미터인 단일 정육각형 셀을 구성하는 트레이스의 특성화는 1 밀리미터 × 1 밀리미터, 1 센티미터 × 1 센티미터, 또는 심지어 1 미터 × 1 미터 크기의 그러한 셀의 정육각형 미세패턴에 대한 트레이스 배향의 분포를 결정하기에 충분하다. 다수의 셀 형상 또는

크기를 갖는 미세패턴의 경우, 보통의 정확도로 전체 미세패턴에 대한 트레이스 배향의 분포를 결정하기 위해서는 충분한 개수의 셀이 특성화되어야만 한다 (예를 들어, 트레이스 배향의 그렇게 측정된 분포는, 1 밀리미터 × 1 밀리미터, 1 센티미터 × 1 센티미터, 또는 심지어 1 미터 × 1 미터의 실제 도체 미세패턴의 면적에 걸친 트레이스 배향의 실제 분포와 비교할 때, 0.8 이상, 0.9 이상, 0.95 이상, 또는 심지어 0.99 이상의 R^2 상관 계수를 나타낸다).

[0046] 일단 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 배향 (각도 θ 로 나타내어짐)이 측정되면, 이를 2 마이크로미터 bin(bin)으로 비닝(binning)하여 0 내지 180도의 90개의 bin을 생성할 수 있다. 각각의 bin은 bin의 2도 각도 범위 내에서 배향을 산출한 측정 횟수를 나타내는 정수를 포함한다. 이러한 비닝 절차는 배향의 이산 분포를 생성한다. 마지막으로, bin도값의 표준편차 (2도의 bin당 측정된 bin도의 표준편차)를 계산할 수 있다. 균일하게 여겨지는 것으로 본 명세서에 기재된, 일부 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 분포, 및 따라서 트레이스 배향의 분포의 경우, 그렇게 계산된 표준편차는 4 미만이다. 균일한 것으로 본 명세서에 기재된, 일부 트레이스 배향의 분포의 경우, 그렇게 계산된 표준편차는 3 미만이다. 균일한 것으로 본 명세서에 기재된, 일부 트레이스 배향의 분포의 경우, 그렇게 계산된 표준편차는 2 미만이다. 균일한, 일부 트레이스 배향의 분포의 경우, 그렇게 계산된 표준편차는 1 미만이다.

[0047] 도 7은 도 1, 정육각형의 미세패턴의 다수의 트레이스 세그먼트에 대한 각도 θ 의 히스토그램을 나타낸다. 3개의 각도에서 3개의 뚜렷한 피크가 생성되며, 각각의 각도는 다른 피크로부터 약 60도 떨어져 있다. 히스토그램의 x-축에 나타난 각도의 절대값은, 3개의 피크가 약 60° 떨어져 있기만 하다면 다른 각도, 예를 들어, 40°, 100° 및 160°에서 나타날 수 있다는 점에서 임의적임에 유의하여야 한다. 도 1을 참조하면, 트레이스(12a)와 트레이스(12d), 트레이스(12b)와 트레이스(12e) 및 트레이스(12c)와 트레이스(12f)는 법선에 대한 배향 각도가 동일할 것이기 때문에 3개의 피크가 생성된다. 이러한 미세패턴의 경우, 2도의 bin당 측정된 bin도의 표준편차는 11.6으로 측정되었고, 이는 고도로 불균일함을 직접적으로 나타낸다.

[0048] 도 8, 도 9 및 도 10은 각각 도 2의 의사랜덤 육각형 미세패턴, 도 3의 부분 만곡 미세패턴, 및 도 4의 완전 만곡 미세패턴에 대한 각도 θ 의 히스토그램을 나타낸다. 이들 히스토그램 각각은 도 1의 미세패턴에 대한 히스토그램과 비교할 때 각도 θ 의 더 넓은 분포를 가지며, 도 10의 히스토그램은 4가지 미세패턴 중 가장 균일한 분포를 갖는다. 더욱이, 이들 히스토그램의 표준편차는 1.6 (도 8), 2.6(도 9) 및 1.0 (도 10)이다.

[0049] 비선형 트레이스를 갖는 도체 미세패턴 내의 트레이스 세그먼트 배향의 분포를 추가로 설명하면, 균일한 분포를 갖지만 분포에 나타나지 않은 일부 배향 또는 작은 범위의 배향을 갖는 것이 본 명세서에 기재된 미세패턴의 범주에 속한다. 즉, 미세패턴의 주어진 면적 내에서 전체 180°의 가능한 배향에 걸쳐 트레이스 또는 트레이스 세그먼트 배향의 절대적으로 균일한 분포를 갖는 미세패턴은, 단일 트레이스 (또는 트레이스 세그먼트)의 제거에 의해서 또는 예를 들어 5° 범위의 각도에 걸친, 또는 예를 들어 2° 범위의 각도에 걸친 좁은 범위의 각도 내의 모든 트레이스의 제거에 의해서 "균일한 분포"를 갖는, 본 명세서에 기재된 미세패턴의 범주에서 제외되지 않을 것이다.

[0050] 단편 트레이스 세그먼트 배향의 bin도를 측정(대략 200회 측정)하고 비닝(2° bin)하는 상기한 절차를 참조하면, 의사랜덤 만곡 미세패턴 (도 5)은 2°의 bin당 측정된 bin도의 표준편차가 5 미만, 3 미만, 2 미만, 1, 또는 심지어 1 미만일 수 있다.

[0051] 트레이스 세그먼트 배향의 분포의 균일성에 더하여, 본 발명의 도체 미세패턴의 기하학적 형태는 트레이스의 곡률반경의 관점에서 설명될 수 있다. 일부 경우에, 미세패턴을 구성하는 트레이스에 대한 곡률반경은 1 센티미터 미만이다. 일부 경우에, 메시 패턴을 구성하는 트레이스의 실질적으로 전부에 대한 곡률반경이 1 센티미터 미만이다. 일부 경우에, 미세패턴을 구성하는 트레이스에 대한 곡률반경은 1 밀리미터 미만이다. 일부 경우에, 미세패턴을 구성하는 트레이스의 실질적으로 전부에 대한 곡률반경이 1 밀리미터 미만이다. 일부 경우에, 메시 패턴을 구성하는 트레이스에 대한 곡률반경은 50 마이크로미터 내지 1 밀리미터이다. 일부 경우에, 미세패턴을 구성하는 트레이스의 실질적으로 전부에 대한 곡률반경이 50 마이크로미터 내지 1 밀리미터이다. 일부 경우에, 미세패턴을 구성하는 트레이스에 대한 곡률반경은 75 마이크로미터 내지 750 마이크로미터이다. 일부 경우에, 미세패턴을 구성하는 트레이스의 실질적으로 전부에 대한 곡률반경이 75 마이크로미터 내지 750 마이크로미터이다. 일부 경우에, 메시 패턴을 구성하는 트레이스에 대한 곡률반경은 100 마이크로미터 내지 500 마이크로미터이다. 일부 경우에, 미세패턴을 구성하는 트레이스의 실질적으로 전부에 대한 곡률반경이 100 마이크로미터 내지 500 마이크로미터이다. 일부 경우에, 미세패턴을 구성하는 트레이스에 대한 곡률반경은 150 마이크로미터 내지 400 마이크로미터이다. 일부 경우에, 미세패턴을 구성하는 트레이스의 실질적으로 전부에

대한 곡률반경이 150 마이크로미터 내지 400 마이크로미터이다.

[0052] 도체 유형

[0053] 이제 본 발명에 유용한 도체의 유형을 살펴본다. 전기 전도성 미세패턴을 형성하는 데 유용한 금속의 예에는 금, 은, 팔라듐, 백금, 알루미늄, 구리, 몰리브덴, 니켈, 주석, 텅스텐, 합금, 및 그 조합이 포함된다. 선택적으로, 도체는 또한 복합 재료, 예를 들어 금속-충전된 중합체일 수 있다.

[0054] 전도성 미세패턴은, 예를 들어, 미세패턴에 수직인 각도에서 측정되는, 한정된 정반사를 갖는, 점, 트레이스, 충전된 형상, 또는 그 조합을 포함할 수 있다. 나노구조화되고 반사방지성인 (그리고 바람직하게는 매우 낮은 헤이즈(haze), 예를 들어, 4% 미만, 3% 미만, 2% 미만, 1% 미만, 또는 심지어 0.5% 미만을 갖는) 기재 표면 상에 도체 미세패턴이 배치되는 경우, 미세패턴으로부터의 소정의 잠재적으로 바람직하지 않은 시각적 특징의 발생이 실질적으로 감소될 수 있다. 감소는 기재의 나노구조화된 표면을 향하는 방향으로부터의 미세패턴의 관측 (viewing), 영상화(imaging) 또는 측정에 대해 특히 현저할 수 있다. 도체 미세패턴의 반사는, 평탄한 반사성 기재 표면 (전형적인 PET 필름의 표면) 상에 동일하게 제작된 미세패턴에 대한 반사와 비교할 때, 나노구조화되고 반사방지성인 (그리고 상기한 바와 같이 바람직하게는 매우 낮은 헤이즈를 갖는) 기재 표면 상의 배치에 의해서 또한 감소될 수 있다. 게다가, 도체는, 나노구조화되고 반사방지성인 (그리고 상기한 바와 같이 바람직하게는 매우 낮은 헤이즈를 갖는) 기재 표면 상에 배치 후에, 미세접촉 인쇄 (예를 들어, 탄성중합체 스탬프를 사용한 자가-조립 단층 패턴의 인쇄에 뒤따른 습식 화학적 에칭)를 사용하여 패턴화될 수 있는데, 이는 그러한 공정을 위해서는 평활한(smooth) 기재 표면이 중요하다고 시사하는 문헌 보고들과는 대조적이다. 가시 스펙트럼에서 은 또는 알루미늄과 같은 평활한 박막 금속의 정반사는 90%를 초과할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 수직 입사에서 그리고 트레이스가 배치되는 기재의 표면을 향해 배향되는 방향에서 측정되는, (예를 들어, 미세패턴을 형성하는) 복수의 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성되는 미세패턴에서의 트레이스의 반사는 90% 미만이다. 일부 실시 형태에서, 수직 입사에서 그리고 트레이스가 배치되는 기재의 표면으로부터 멀리 배향되는 방향에서 측정되는, (예를 들어, 메시를 형성하는) 복수의 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성되는 미세패턴에서의 트레이스의 반사는 90% 미만이다. 일부 실시 형태에서, 수직 입사에서 그리고 트레이스가 배치되는 기재의 표면을 향해 배향되는 방향에서 측정되는, (예를 들어, 메시를 형성하는) 복수의 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성되는 미세패턴에서의 트레이스의 반사는 50% 미만이다. 일부 실시 형태에서, 수직 입사에서 그리고 트레이스가 배치되는 기재의 표면으로부터 멀리 배향되는 방향에서 측정되는, (예를 들어, 메시를 형성하는) 복수의 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성되는 미세패턴에서의 트레이스의 반사는 20% 미만이다. 일부 실시 형태에서, 수직 입사에서 그리고 트레이스가 배치되는 기재의 표면을 향해 배향되는 방향에서 측정되는, (예를 들어, 메시를 형성하는) 복수의 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성되는 미세패턴에서의 트레이스의 반사는 10% 미만이다. 불투명 금속성 도체 패턴의 반사의 감소 (즉, 암화(darkening) 또는 흑화(blackening))를 위한 특정 수단이 본 발명의 대상이다. 이러한 수단은 금속성 침착이 비교적 높은 광학 밀도를 갖는 경우 (즉, 예를 들어, 5% 미만의 가시광 또는 심지어 1% 미만의 가시광을 투과하는, 투명하지 않은 금속성 침착의 경우) 기재 상의 금속성 침착에 대한 높은 반사율의 문제를 해결하며, 따라서 그렇지 않다면 반사성이며 불투명한 금속성 코팅, 침착, 또는 미세패턴을 그의 기재와의 그의 계면에서 암화되게 하거나, 어렵게 만들거나, 또는 흑화되게 하다. 암화의 정도는 불투명 금속, 및 특히 지지 기재 (예를 들어, 나노구조화된 기재)와 그의 계면으로부터 측정되는 반사율에 의해 본 명세서에서 표시되는데, 불투명 금속으로부터의 더 낮은 반사율은 더 큰 암화, 및 심지어 흑화를 나타낸다. 이러한 특정 수단은 미세패턴 설계 파라미터 (예를 들어, 0.5 내지 10 마이크로미터, 0.5 내지 5 마이크로미터, 0.75 내지 4 마이크로미터, 또는 1 내지 3 마이크로미터의 트레이스 폭), 도체 두께 (예를 들어, 0.05 초과 내지 2 마이크로미터, 0.05 초과 내지 1 마이크로미터, 0.075 내지 0.5 마이크로미터, 또는 0.1 내지 0.25 마이크로미터), 및 소정 미세패턴 제작 방법과 최적으로 조합되는 것으로 밝혀졌다. 본 명세서에 개시된 새로운 수단은 이러한 설계를 갖는 금속성 미세패턴의 반사율을 감소시키는 문제를 해결한다. 본 명세서에 개시된 설계 및 방법은, 예를 들어, 금속 표면을 부분적으로 반응시켜 이를 광흡수 화합물로 화학적으로 변환시키는, 금속성 침착의 반사율을 감소시키기 위한 다른 공지의 접근법과는 상이하다. 후자의 공지된 접근법의 일례는 은 미세패턴 표면을 황화수소 가스 또는 황화된 젯물 (황산) 용액에 노출시켜 황화은으로 부분적으로 변환시키는 것이다. 유사한 절차를 수행하여 구리 표면을 흑색 황화물 반응 생성물로 변환시킬 수 있다. 금속성 도체 침착 (예를 들어, 금속성 도체 미세패턴)의 광흡수 반응 생성물로의 부분적인 화학적 변환은, 두께가 2 마이크로미터 초과 또는 심지어 5 마이크로미터 초과인 금속성 도체 코팅 또는 패턴을 위해서는 가장 적합한 일반적인 접근법이나, 더 얇은 금속성 침

착의 상당한 압화를 위해 시도되는 경우에는 문제가 있다. 본 명세서에 기재된 나노구조화된 기재 설계는 상기한 도체 메시 미세패턴 (트레이스 폭이 0.5 내지 10 마이크로미터, 0.5 내지 5 마이크로미터, 0.5 내지 4 마이크로미터, 0.5 내지 3 마이크로미터, 또는 1 내지 3 마이크로미터이고; 도체 두께가 0.05 초과 내지 2 마이크로미터, 0.05 초과 내지 1 마이크로미터, 0.075 내지 0.5 마이크로미터, 또는 0.1 내지 0.25 마이크로미터임)의 반사율을 감소시키는 데에 특히 매우 적합한 것으로 밝혀졌지만, 이는 메시가 약 2 내지 약 30 마이크로미터, 또는 약 3 내지 약 10 마이크로미터의 도체 두께를 갖는 트레이스를 포함하는 금속성 도체의 메시 미세패턴에 또한 적합하다. 또한, 이는 메시가 80% 초과, 90% 초과, 95% 초과, 96% 초과, 97% 초과, 98% 초과, 99% 초과, 99.25 내지 99.75%, 99.8%, 99.85%, 99.9% 및 심지어 99.95%의 개방 면적 분율과 함께 10 마이크로미터 초과, 예를 들어 10 내지 20 마이크로미터의 폭을 갖는 트레이스를 포함하는 금속성 도체의 메시 미세패턴에 또한 적합하다.

[0055] 일부 실시 형태에서, 금속성 도체 (예를 들어, 금속성 도체 미세패턴)는 두께가 50 나노미터 초과, 일부 실시 형태에서 55 나노미터 초과, 일부 실시 형태에서 60 나노미터 초과, 일부 실시 형태에서 75 나노미터 초과, 및 일부 실시 형태에서 100 나노미터 초과이다. 일부 실시 형태에서, 두께는 55 나노미터 내지 20 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 60 나노미터 내지 15 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 75 나노미터 내지 10 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 100 나노미터 내지 1 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 125 나노미터 내지 500 나노미터의 범위, 일부 실시 형태에서 150 나노미터 내지 250 나노미터의 범위이다.

[0056] 기재

[0057] 본 발명에 사용될 수 있는 유용한 기재에는 유리 및 중합체 재료가 포함된다. 유용한 중합체 재료에는 중합체 필름이 포함된다. 중합체 "필름" 기재는 물-투-물 방식으로 처리되기에 충분히 가요성이며 강한, 평탄한 시트 형태의 중합체 재료이다. 본 명세서에 기재된 물품에서 기재로서 사용되는 중합체 필름은 때때로 베이스 필름으로 지칭된다. 물-투-물이라 함은 재료가 지지체 상에 감기거나 그로부터 풀릴 뿐만 아니라 어떠한 방식으로 추가로 처리되는 공정을 의미한다. 추가 처리의 예는 코팅, 슬리팅(slitting), 블랭킹(blanking) 및 방사선 노광 등을 포함한다. 중합체 필름은, 일반적으로는 약 5 μm 내지 1000 μm 의 범위의 다양한 두께로 제조될 수 있다. 많은 실시 형태에서, 중합체 필름 두께는 약 25 μm 내지 약 500 μm , 또는 약 50 μm 내지 약 250 μm , 또는 약 75 μm 내지 약 200 μm 의 범위이다. 물-투-물 중합체 필름은 폭이 30.5 cm (12 인치), 61.0 cm (24 인치), 91.4 cm (36 인치), 또는 122 cm (48 인치) 이상일 수 있다. 유용한 중합체 필름 기재에는, 예를 들어, 폴리(에틸렌테레프탈레이트), 폴리(에틸렌나프탈레이트), 폴리카르보네이트, 또는 셀룰로오스 트리아세테이트가 포함된다.

[0058] 기재 표면은, 임의의 적합한 수단에 의해, 나노구조화되고 공기에 노출될 때 반사방지성으로 되도록 개질될 수 있다. 반사방지성인 나노구조화된 표면은, 본 기술 분야에 공지된 바와 같은, 엠보싱, 성형, 또는 간섭 리소그래피를 포함하는 다수의 방법을 사용하여 형성될 수 있다. 나노구조화되고 공기에 노출될 때 반사방지성으로 되도록 표면을 개질하는 데 특히 효과적인 방법은 하기에서 논의되며 반응성 이온 에칭 공정을 사용한다.

[0059] 반응성 이온 에칭된 기재

[0060] 특히 유용한 나노구조화된 표면은, 제1 방법인, 랜덤 이방성 나노구조화된 표면을 생성하는 반응성 이온 에칭 공정을 사용하여 제조된다. 모든 나노구조화된 표면이 반사방지성은 아니다. 그리고, 모든 나노구조화된 표면이 낮은 헤이즈를 갖는 것은 아니다. 일부 나노구조화된 표면은 강하게 광을 산란하여, 헤이즈 (예를 들어, 5% 초과)의 투과 헤이즈(transmitted haze))를 야기한다.

[0061] 도 15는 반응성 이온 에칭을 통해 제조된, 금속화된 나노구조화된 기재(250)의 개략 단면도를 나타내며, 여기서, S₁은 반응성 이온 에칭 공정 및 매트릭스(254) 내의 나노입자 (분산상; 252)의 배치에 의해 형성되는 두 나노특징부 사이의 간격을 나타내고, 이들 둘 모두는 기재(256)의 표면 상에 배치된다. 나노특징부의 폭은 W₁로 식별되고, 나노특징부의 높이는 H₁로 식별된다. 도 15는 나노구조화된 기재 표면 상에 배치되는 (그리고 그의 개방된, 네거티브 공간(negative space)으로 침투하는) 금속성 도체(257)를 포함한다.

[0062] 공기에 노출될 때 반사방지성인 나노구조화된 표면의 일 실시 형태에서, 나노구조화된 물품 (예를 들어, 기재)은, 나노구조화되고 공기에 노출될 때 반사방지성인 복합 표면을 포함하며, 이 복합 표면은 매트릭스상 및 분산상으로 형성될 수 있다. 복합 표면을 포함하는 재료 또는 물품이 의미하는 것은, 표면을 형성하는 (따라서 표면 안쪽에 있는 유한한 부피 또는 재료를 포함하는) 재료의 일부가 복합 재료 (즉, 다중상, 예를 들어, 매트릭스상과 분산상을 포함하는 재료)라는 것이다. 복합 표면을 포함하는 물품의 경우, 물품은 복합 재료로 전적으

로 이루어질 수 있거나, 또는, 예를 들어, 물품은 복합재가 아닌 하나의 재료(예를 들어, 중합체 베이스 필름)를, 그 위에 배치되는 복합 코팅과 함께 포함할 수 있다. 매트릭스, 또는 연속상은 중합체 재료, 무기 재료, 또는 합금 또는 고용체(혼화성 중합체를 포함함)를 포함할 수 있다. 매트릭스 및 분산 나노입자 상을 포함하는 재료 또는 코팅의 반응성 이온 에칭은 이방성 (돌출 특징부의 높이가 돌출 특징부의 측방향 치수보다 큼) 및 랜덤 (돌출 특징부의 위치가 한정되지 않음, 예를 들어, 주기적이지 않음)인 나노구조화된 표면을 산출할 수 있다.

[0063] 유용한 중합체 재료는 열가소성 물질과 열경화성 수지를 포함한다.

[0064] 적합한 열가소성 물질에는 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET), 폴리스티렌, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌, 폴리비닐 클로라이드, 폴리비닐리덴 클로라이드, 폴리카르보네이트, 폴리아크릴레이트, 셀룰로오스 아세테이트, 열가소성 폴리우레탄, 폴리비닐 아세테이트, 폴리아미드, 폴리이미드, 폴리프로필렌, 폴리에스테르, 폴리에틸렌, 폴리(메틸메타크릴레이트), 폴리에틸렌 나프탈레이트, 스티렌 아크릴로니트릴, 실리콘-폴리옥사미드 중합체, 플루오로중합체, 환형 올레핀 공중합체, 열가소성 탄성중합체 등이 포함되지만, 이로 한정되지 않는다.

[0065] 적합한 열경화성 수지에는 알릴 수지 ((메트)아크릴레이트, 폴리에스테르 아크릴레이트, 우레탄 아크릴레이트, 에폭시 아크릴레이트 및 폴리에테르 아크릴레이트를 포함함), 에폭사이드, 열경화성 폴리우레탄, 실리콘 또는 폴리실록산 등이 포함되지만, 이로 한정되지 않는다. 이들 수지는 상응하는 단량체 및/또는 올리고머를 포함하는 중합성 조성물의 반응 생성물로부터 형성될 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 (메트)아크릴레이트는 아크릴레이트 또는 메타크릴레이트를 의미한다.

[0066] 일 실시 형태에서, 중합성 조성물은 적어도 하나의 단량체 또는 올리고머 (메트)아크릴레이트, 바람직하게는 우레탄 (메트)아크릴레이트를 포함한다. 전형적으로 단량체 또는 올리고머 (메트)아크릴레이트는 멀티(메트)아크릴레이트이다. 용어 "(메트)아크릴레이트"는 아크릴산과 메타크릴산의 에스테르를 나타내는 데 사용되며, "멀티(메트)아크릴레이트"는 통상 (메트)아크릴레이트 중합체를 나타내는 "폴리(메트)아크릴레이트"와는 대조적으로, 하나를 초과하는 (메트)아크릴레이트 기를 포함하는 분자를 나타낸다. 가장 흔히는 멀티(메트)아크릴레이트는 다이(메트)아크릴레이트이지만, 또한 트라이(메트)아크릴레이트, 테트라(메트)아크릴레이트 등을 이용하는 것도 고려된다.

[0067] 적합한 단량체 또는 올리고머 (메트)아크릴레이트에는 알킬 (메트)아크릴레이트, 예를 들어, 메틸 아크릴레이트, 에틸 아크릴레이트, 1-프로필 아크릴레이트, 메틸 메타크릴레이트, 및 t-부틸 아크릴레이트가 포함된다. 아크릴레이트는 (메트)아크릴산의 (플루오로)알킬에스테르 단량체를 포함할 수 있으며, 이 단량체는, 트라이플루오로에틸 (메트)아크릴레이트와 같이, 부분적으로 및/또는 완전히 플루오로화된다.

[0068] 구매가능한 멀티(메트)아크릴레이트 수지의 예에는 미츠비시 레이온 컴퍼니 리미티드(Mitsubishi Rayon Co., LTD.)로부터의 디아빔(DIABEAM) 시리즈; 나가세 앤드 컴퍼니 리미티드(Nagase & Company, Ltd.)로부터의 디나콜(DINACOL) 시리즈; 신-나카무라 케미칼 컴퍼니 리미티드(Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd.)로부터의 엔케이 에스테르(NK ESTER) 시리즈; 다이닛폰 잉크 앤드 케미칼스, 인크(Dainippon Ink & Chemicals, Inc.)로부터의 유니딕(UNIDIC) 시리즈, 토아고세이 컴퍼니 리미티드(Toagosei Co., LTD.)로부터의 아로닉스(ARONIX) 시리즈; 엔오에프 코퍼레이션(NOF Corp.)에 의해 제조되는 블렌머(BLENMER) 시리즈; 닛폰 카야쿠 컴퍼니 리미티드(Nippon Kayaku Co., Ltd.)로부터의 카야라드(KAYARAD) 시리즈, 쿄에이샤 케미칼 컴퍼니 리미티드(Kyoeisha Chemical Co., Ltd.)로부터의 라이트 에스테르(LIGHT ESTER) 시리즈 및 라이트 아크릴레이트(LIGHT ACRYLATE) 시리즈가 포함된다.

[0069] 올리고머 우레탄 멀티(메트)아크릴레이트는, 예를 들어, 사토머(Sartomer)로부터 상표명 "포토머(Photomer) 6000 시리즈", 예를 들어, "포토머 6010" 및 "포토머 6020"로, 또한 상표명 "CN 900 시리즈", 예를 들어, "CN966B85", "CN964" 및 "CN972"로 구매할 수 있다. 올리고머 우레탄 (메트)아크릴레이트는 또한 서피스 스페셜티즈(Surface Specialties)로부터 입수가 가능하며, 예를 들어, 상표명 "에베크릴(Ebecryl) 8402", "에베크릴 8807" 및 "에베크릴 4827"로 입수가 가능하다. 올리고머 우레탄 (메트)아크릴레이트는 또한 화학식 OCN-R3-NCO의 알킬렌 또는 방향족 다이아이소시아네이트와 폴리올의 초기 반응에 의해 제조될 수 있다. 가장 흔히는, 폴리올은 화학식 HO-R4-OH의 다이올이며, 여기서, R3은 C2-100 알킬렌 또는 아릴렌 기이며 R4는 C2-100 알킬렌 기이다. 그 후 중간 생성물은 우레탄 다이올 다이아이소시아네이트이며, 이것은 후속적으로 하이드록시알킬 (메트)아크릴레이트와의 반응을 겪을 수 있다. 적합한 다이아이소시아네이트는 2,2,4-트라이메틸헥실렌 다이아이소시아네이트 및 톨루엔 다이아이소시아네이트를 포함한다. 알킬렌 다이아이소시아네이트가 일반적으로 바람

직하다. 특히 바람직한 이 유형의 화합물은 2,2,4-트라이메틸헥실렌 다이아이소시아네이트, 폴리(카프로락톤) 다이올 및 2-하이드록시에틸 메타크릴레이트로부터 제조될 수 있다. 적어도 일부 경우에, 우레탄 (메트)아크릴레이트는 바람직하게는 지방족이다.

[0070] 중합성 조성물은 동일하거나 상이한 반응성 작용기를 갖는 다양한 단량체 및/또는 올리고머의 혼합물일 수 있다. 하기를 포함하는, 2개 이상의 상이한 작용기를 포함하는 중합성 조성물이 사용될 수 있다; (메트)아크릴레이트, 에폭시 및 우레탄. 상이한 작용기는 상이한 단량체 및/또는 올리고머 부분(moiety) 또는 동일한 단량체 및/또는 올리고머 부분에 포함될 수 있다. 예를 들어, 수지 조성물은 측쇄에 에폭시 기 및/또는 하이드록실기를 갖는 아크릴 또는 우레탄 수지, 아미노기를 갖는 화합물, 및 선택적으로, 분자 내에 에폭시 기 또는 아미노기를 갖는 실란 화합물을 포함할 수 있다.

[0071] 열경화성 수지 조성물은 열경화, 광경화 (화학 방사선에 의한 경화) 및/또는 전자빔 경화와 같은 통상적인 기술을 사용하여 중합가능하다. 일 실시 형태에서, 수지는 이를 자외선 (UV) 및/또는 가시광선에 노출시킴으로써 광중합된다. 통상적인 경화제 및/또는 촉매가 중합성 조성물에 사용될 수 있으며, 조성물 중의 작용기(들)에 기초하여 선택된다. 다수의 경화 작용기가 사용되는 경우에 다수의 경화제 및/또는 촉매가 필요할 수 있다. 열경화, 광경화 및 전자빔 경화와 같은 하나 이상의 경화 기술을 조합하는 것이 본 발명의 범주 내에 속한다.

[0072] 게다가, 중합성 수지는 적어도 하나의 다른 단량체 및/또는 올리고머 (즉, 상술한 것 이외의 것, 즉, 단량체 또는 올리고머 (메트)아크릴레이트 및 올리고머 우레탄 (메트)아크릴레이트)를 포함하는 조성물일 수 있다. 이러한 다른 단량체는 점도를 감소시키고/시키거나 열역학적 특성을 개선하고/하거나 굴절률을 증가시킬 수 있다. 이들 특성을 갖는 단량체는 아크릴 단량체(즉, 아크릴레이트 및 메타크릴레이트 에스테르, 아크릴아미드 및 메타크릴아미드), 스티렌 단량체 및 에틸렌계 불포화 질소 헤테로사이클을 포함한다.

[0073] 다른 작용기를 갖는 (메트)아크릴레이트 에스테르가 또한 포함된다. 이 유형의 화합물은 2-(N-부틸카르바밀)에틸 (메트)아크릴레이트, 2,4-다이클로로페닐 아크릴레이트, 2,4,6-트라이브로모페닐 아크릴레이트, 트라이브로모페녹실에틸 아크릴레이트, t-부틸페닐 아크릴레이트, 페닐 아크릴레이트, 페닐 티오아크릴레이트, 페닐티오에틸 아크릴레이트, 알콕실화 페닐 아크릴레이트, 아이소보르닐 아크릴레이트 및 페녹시에틸 아크릴레이트에 의해 예시된다. 테트라브로모비스페놀 A 다이에폭시드와 (메트)아크릴산의 반응 생성물이 또한 적합하다.

[0074] 다른 단량체는 또한 단량체성 N-치환 또는 N,N-이치환 (메트)아크릴아미드, 특히 아크릴아미드일 수 있다. 이들은 N-알킬아크릴아미드 및 N,N-다이알킬아크릴아미드, 특히 C1-4 알킬기를 포함하는 것을 포함한다. 예로는 N-아이소프로필아크릴아미드, N-t-부틸아크릴아미드, N,N-다이메틸아크릴아미드, 및 N,N-다이에틸아크릴아미드가 있다. 용어 "(메트)아크릴아미드"는 아크릴아미드 및 메타크릴아미드를 의미한다.

[0075] 다른 단량체는 추가로 폴리에틸렌 멀티(메트)아크릴레이트일 수 있다. 그러한 화합물은 전형적으로 2 내지 10개의 탄소 원자를 함유하는 지방족 다이올, 트라이올, 및/또는 테트라올로부터 제조된다. 적합한 폴리(메트)아크릴레이트의 예로는 에틸렌 글리콜 다이아크릴레이트, 1,6-헥산다이올 다이아크릴레이트, 2-에틸-2-하이드록시메틸-1,3-프로판다이올 트라이아실레이트 (트라이메틸올프로판 트라이아크릴레이트), 다이(트라이메틸올프로판) 테트라아크릴레이트, 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트, 상응하는 메타크릴레이트 및 상기 폴리에틸렌의 알콕실화 (보통 에톡실화) 유도체의 (메트)아크릴레이트가 있다. 둘 이상의 에틸렌계 불포화기를 갖는 단량체가 가교결합제로서의 역할을 할 수 있다.

[0076] 다른 단량체로 사용하기에 적합한 스티렌 화합물은 스티렌, 다이클로로스티렌, 2,4,6-트라이클로로스티렌, 2,4,6-트라이브로모스티렌, 4-메틸스티렌 및 4-페녹시스티렌을 포함한다. 에틸렌계 불포화 질소 헤테로사이클은 N-비닐피롤리돈 및 비닐피리딘을 포함한다.

[0077] 방사선 경화성 재료 내의 구성 비율은 변할 수 있다. 일반적으로, 유기 성분은 약 30 내지 100%의 단량체 및/또는 올리고머 (메트)아크릴레이트 또는 올리고머 우레탄 멀티(메트)아크릴레이트를 포함할 수 있으며, 임의의 나머지는 다른 단량체 및/또는 올리고머이다.

[0078] 구매가능한 액체-수지계 재료 (전형적으로 "하드코트"라 지칭됨)가 매트릭스로서 또는 매트릭스의 성분으로서 사용될 수 있다. 그러한 재료에는 미국 캘리포니아주 샌디에고 소재의 캘리포니아 하드코팅 컴퍼니(California Hardcoating Co.)로부터의 퍼마뉴(PERMANEW) 시리즈 및 미국 뉴욕주 올버니 소재의 모멘티브 퍼포먼스 머티어리얼스(Momentive Performance Materials)로부터의 UVHC 시리즈 하드코트가 포함된다. 추가로, 구매가능한 나노입자 충전된 매트릭스, 예를 들어, 독일 게슈타르트 소재의 나노레진스 아게(Nanoresins AG)로부터의 나노크릴(NANOCRYL) 및 나노폭스(NANOPOX)가 사용될 수 있다.

- [0079] 추가로, 나노미립자 함유 하드코트 필름, 예를 들어, 일본 도쿄 소재의 토레이어드밴스드 필름스 컴퍼니 리미티드(Toray Advanced Films Co., Ltd.)로부터의 THS 시리즈; 일본 도쿄 소재의 린테크 코포레이션(Lintec Corp.)으로부터의 FPD용 옵테리아 하드코트드 필름스(Opteria Hardcoated Films); 일본 도쿄 소재의 소니 케미칼 앤드 디바이스 코포레이션(Sony Chemical & Device Corp.)으로부터의 소니 옵티칼 필름(Sony Optical Film); 대한민국 서울 소재의 에스케이씨 하스(SK Haas)로부터의 하드코팅된 필름, 및 미국 위스콘신주 밀워키 소재의 테크라 컴퍼니(Tekra Corp.)로부터의 테라핀 지 (Terrappin G) 필름이 본 발명에 사용될 수 있다.
- [0080] 표면 레벨링제가 매트릭스에 첨가될 수 있다. 레벨링제는 바람직하게는 매트릭스 수지를 평활화하는 데 사용된다. 예로는 실리콘 레벨링제, 아크릴 레벨링제 및 불소 함유 레벨링제를 들 수 있다. 일 실시 형태에서, 실리콘 레벨링제는 폴리옥시알킬렌기가 첨가되는 폴리다이메틸 실록산 골격을 포함한다.
- [0081] 매트릭스용으로 유용한 무기 재료에는, 예를 들어, 유리, 금속, 금속 산화물, 및 세라믹이 포함된다.
- [0082] 분산상 (예를 들어, 나노입자 분산상)은 매트릭스 내에 (예를 들어 랜덤으로) 분산된 불연속 상이다. 나노스케일 분산상은 나노입자(예를 들어, 나노구체), 나노튜브, 나노섬유, 케이징된(caged) 분자, 초분지형 분자, 미셀, 역 미셀 등을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 분산상은 나노입자 또는 케이징된 분자를 포함하며; 더욱 바람직하게는, 분산상은 나노입자를 포함한다. 분산상이 매트릭스 내에서 어느 정도의 질서 또는 조직화, 예를 들어, 적어도 기재 베이스 필름을 향하거나 또는 기재 베이스 필름으로부터 멀어지는 방향으로의 (예를 들어, 코팅 내에서의) 편석(segregation)을 나타내는 것이 본 발명의 범주 내에 속한다.
- [0083] 반응성 이온 에칭에 적합한 복합 재료 중의 분산상으로서의 나노입자는 바람직하게는 평균 직경이 약 1 nm 내지 약 200 nm의 범위, 일부 실시 형태에서 약 10 nm 내지 200nm의 범위이다. 일부 실시 형태에서, 나노입자는 평균 직경이 약 20 내지 100 nm의 범위이다. 일부 실시 형태에서, 나노입자는 평균 직경이 5 nm, 20 nm, 또는 75 nm이다. 분산상을 위한 나노입자는 바람직하게는 금속 산화물, 탄화물, 질화물, 붕화물, 할로겐화물, 플루오로카본 고형물 등, 또는 그 혼합물을 포함한다. 바람직한 재료는 SiO₂, ZrO₂, TiO₂, ZnO, 탄산칼슘, 규산마그네슘, 인듐 주석 산화물, 안티몬 주석 산화물, 카본, 폴리(테트라플루오로에틸렌) 등을 포함한다. 바람직하게는, 나노입자는 SiO₂를 포함한다.
- [0084] 나노입자는 약 1 부피% 내지 약 75 부피%, 또는 약 5 부피% 내지 약 20 부피%의 양으로 매트릭스에 존재할 수 있다. 복합 재료 중 매트릭스상 및 분산상의 상대적인 함량은, 본 기술 분야에 공지된 바와 같이, 부피 퍼센트 또는 중량 퍼센트로 표시될 수 있다. 중량 퍼센트 조성 기재를 부피 퍼센트 조성 기재로 변환하려면 각각의 상의 밀도에 대한 계산이 필요한데, 이는 당업자에 의해 용이하게 수행된다. 복합 재료의 조성은, (개방되거나 폐쇄된) 기공의 가능성은 계산하지 않고, 오직 고체 재료상의 상대적 함량의 관점에서만 본 명세서에 기재되어 있음에 유의한다. 기공이 또한 존재하는 것이 본 명세서에 기재된 복합재의 조성의 범주에 속한다. 본 명세서에서 복합재의 조성의 표현은 오직 복합재에 함유된 고체상의 설명에 제한되지만, 기공이 또한 존재할 수 있다. 본 발명의 재료에 사용하기 위한 실리카는 미국 일리노이주 네이퍼빌 소재의 날코 케미칼 컴퍼니(Nalco Chemical Co.)로부터 상표명 "날코 콜로이드 실리카스(Nalco Colloidal Silicas)", 예를 들어, 제품 1040, 1042, 1050, 1060, 2327 및 2329로 구매가능하다. 적합한 건식 실리카에는, 예를 들어, 에보닉(Evonik)으로부터 상표명 "에어로실(Aerosil) 시리즈 OX-50", 및 제품 번호 -130, -150, 및 -200로 구매가능한 제품이 포함된다. 다른 콜로이드성 실리카가 또한 닛산 케미칼스(Nissan Chemicals)로부터 상표명 "IPA-ST", "IPA-ST-L", 및 "IPA-ST-ML"로 입수될 수 있다. 건식 실리카는 또한 미국 일리노이주 투스콜라 소재의 카보트 코포레이션(Cabot Corp.)으로부터 상표명 "CAB-O-SPERSE 2095", "CAB-O-SPERSE A105", 및 "CAB-O-SIL M5"로 구매가능하다. 본 발명의 조성물 및 물품에 사용하기 위한 지르코니아는 날코 케미칼 컴퍼니로부터 상표명 "날코(Nalco) 00SS008"로 입수가능하다.
- [0085] 나노 크기 입자를 표면 처리하여 중합체 수지 중의 안정한 분산액을 제공할 수 있다. 바람직하게는, 표면-처리된 나노입자를 안정화시켜서, 입자가 중합성 수지 중에 잘 분산되게 할 것이고, 실질적으로 균질한 조성물을 생성할 것이다. 더욱이, 안정화된 입자가 경화 동안 중합성 수지와 공중합하거나 또는 반응할 수 있도록 나노입자는 그 표면의 적어도 일부가 표면 처리제로 개질될 수 있다.
- [0086] 나노입자는 바람직하게는 표면 처리제로 처리된다. 일반적으로, 표면 처리제는 입자 표면에 (공유적으로, 이온적으로 또는 강한 물리흡착을 통해) 부착될 제1 말단 및 입자와 수지와 상용성을 부여하고/하거나 경화 동안 수지와 반응하는 제2 말단을 갖는다. 표면 처리제의 예에는 알코올, 아민, 카르복실산, 설폰산, 포스폰산, 실란 및 티타네이트가 포함된다. 처리제의 바람직한 유형은, 부분적으로는 금속 산화물 표면의 화학적 성질에 의

해 결정된다. 실란은 실리카에 바람직하며, 다른 것은 규산질 충전제에 바람직하다. 실란 및 카르복실산은 지르코니아와 같은 금속 산화물에 바람직하다. 표면 개질은 단량체와의 혼합에 이어서, 또는 혼합 후에 행해질 수 있다. 실란의 경우에 수지 내로 혼입하기 전에 실란을 입자 또는 나노입자 표면과 반응시키는 것이 바람직하다. 표면 개질제의 필요한 양은 입자 크기, 입자 유형, 개질제의 분자량, 및 개질제 유형과 같은 몇몇 요인에 따라 좌우된다.

[0087] 표면 처리제의 대표적인 실시 형태는, 예를 들어, 아이소옥틸 트라이-메톡시-실란, N-(3-트라이에톡시실릴프로필)메톡시에톡시-에톡시에틸 카르바메이트(PEG3TES), N-(3-트라이에톡시실릴프로필)메톡시에톡시에톡시에틸 카르바메이트 (PEG2TES), 3-(메타크릴로일옥시)프로필트라이메톡시실란, 3-아크릴옥시프로필트라이메톡시실란, 3-(메타크릴로일옥시)프로필트라이에톡시실란, 3-(메타크릴로일옥시)프로필메틸다이메톡시실란, 3-(아크릴로일옥시프로필)메틸다이메톡시실란, 3-(메타크릴로일옥시)프로필다이메틸에톡시실란, 비닐다이메틸에톡시실란, 페일 트라이메타옥시실란, n-옥틸트라이메톡시실란, 도데실트라이메톡시실란, 옥타데실트라이메톡시실란, 프로필트라이메톡시실란, 헥실트라이메톡시실란, 비닐메틸다이아세톡시실란, 비닐메틸다이에톡시실란, 비닐트라이아세톡시실란, 비닐트라이에톡시실란, 비닐트라이아이소프로폭시실란, 비닐트라이메톡시실란, 비닐트라이페녹시실란, 비닐트라이-t-부톡시실란, 비닐트리스-아이소부톡시실란, 비닐트라이아이소프로페녹시실란, 비닐트리스(2-메톡시에톡시)실란, 스티릴에틸트라이메톡시실란, 메르캅토프로필트라이메톡시실란, 3-글리시독시프로필트라이메톡시실란, 아크릴산, 메타크릴산, 올레산, 스테아르산, 도데칸산, 2-(2-(2-메톡시에톡시)에톡시)아세트산 (MEEAA), 베타-카르복시에틸아크릴레이트, 2-(2-메톡시에톡시)아세트산, 메톡시페닐 아세트산, 및 그 혼합물과 같은 화합물을 포함한다. 게다가, 미국 웨스트버지니아주 크롬톤 사우스 찰스톤 소재의 오에스아이 스페셜티즈(OSI Specialties)로부터 상표명 "실퀘스트(Silquest) A1230"으로 구매가능한 전매특허 실란 표면 개질제가 또한 적합하다.

[0088] 콜로이드 분산액 중의 입자의 표면 개질은 다양한 방식으로 이루어질 수 있다. 이 방법은 무기 분산액과, 표면 개질제와의 혼합물을 포함한다. 선택적으로, 공용매, 예를 들어 1-메톡시-2-프로판올, 에탄올, 아이소프로판올, 에틸렌 글리콜, N,N-다이메틸아세트아미드 및 1-메틸-2-피롤리돈이 이 시점에서 첨가될 수 있다. 공용매는 표면 개질제뿐만 아니라 표면 개질된 입자의 용해성을 향상시킬 수 있다. 무기 졸 및 표면 개질제를 포함하는 혼합물을 실온 또는 승온에서, 혼합하거나 혼합하지 않으면서, 후속적으로 반응시킨다. 한 가지 방법에서, 혼합물을 약 85℃에서 약 24시간 동안 반응시켜, 표면 개질된 졸을 생성할 수 있다. 금속 산화물을 표면 개질하는 다른 방법에서, 금속 산화물의 표면 처리는 바람직하게는 입자 표면에 산성 분자를 흡착시키는 것을 포함할 수 있다. 중금속 산화물의 표면 개질은 바람직하게는 실온에서 일어난다.

[0089] 실란을 사용한 ZrO_2 의 표면 개질은 산성 조건 또는 염기성 조건 하에 이루어질 수 있다. 일 경우에서 실란은 산성 조건 하에서 적합한 기간 동안 가열된다. 이때, 이 분산액이 수성 암모니아(또는 다른 염기)와 조합된다. 이러한 방법은 ZrO_2 표면으로부터의 산 반대 이온의 제거뿐만 아니라 실란과의 반응을 가능하게 한다. 다른 방법에서 입자는 분산액으로부터 침전되어 액체상으로부터 분리된다.

[0090] 표면 개질제들의 조합이 유용할 수 있으며, 여기서, 적어도 하나의 표면 개질제는 경화성 수지와 공중합성인 작용기를 갖는다. 예를 들어, 중합 기는 에틸렌계 불포화 작용기 또는 개환 중합되는 환형 작용기일 수 있다. 에틸렌계 불포화 중합 기는, 예를 들어 아크릴레이트 또는 메타크릴레이트, 또는 비닐 기일 수 있다. 개환 중합되는 환형 작용기는 일반적으로 헤테로원자, 예를 들어, 산소, 황 또는 질소를 함유하며, 및 바람직하게는 에폭사이드와 같이 산소를 함유하는 3원 고리이다.

[0091] 나노분산상에 유용한 케이지된 분자는 다면체 올리고머 실세스퀴옥산 분자를 포함하며, 실리콘 및 산소의 케이지형 하이브리드 분자이다. 다면체 올리고머 실세스퀴옥산 (POSS) 분자는 조성 및 공유된 명명법 시스템 둘 모두를 통해 실리콘과 밀접하게 관련된 화합물의 계속 발전 중인 부류로부터 유래된다. POSS 분자는 두 가지 독특한 특징을 가지는데, 즉 (1) 화학 조성이 실리카 (SiO_2)와 실리콘 (R_2SiO) 사이의 하이브리드 중간체($RSiO_{1.5}$)이며, (2) 분자는 중합체 치수에 대하여 물리적으로 크고 대부분의 중합체 세그먼트 및 코일과 크기가 거의 동등하다. 결과적으로, POSS 분자는 가능한 실리카의 최소 입자 (약 1 내지 1.5 nm)로 생각될 수 있다. 그러나, 실리카 또는 개질 점토와 달리, 각각의 POSS 분자는 중합 또는 중합체 사슬에 POSS 단량체를 그래프트시키기에 적합한 공유 결합된 반응성 작용기를 함유한다. 또한, POSS 아크릴레이트 및 메타크릴레이트 단량체는 자외선 (UV) 경화에 적합하다. 고 작용성 POSS 아크릴레이트 및 메타크릴레이트(예를 들어, MA0735 및 MA0736)는 대부분의 UV-경화성 아크릴 및 우레탄 아크릴 단량체 또는 올리고머와 혼화성이어서, 기계적으로 내구성인 하드코트를 형성하며 여기서 POSS 분자는 유기 코팅 매트릭스에 균일하게 분산된 나노상을 형성한다.

- [0092] 카본이 또한 미국 특허 제7,368,161호(맥구란(McGurran) 등)에 개시된 것과 같이 흑연, 카본 나노튜브, 벌키 볼(bulky ball), 또는 카본 블랙 형태로 나노분산상에 사용될 수 있다.
- [0093] 나노분산상에 사용될 수 있는 추가 재료는 이르가스타트(Irgastat)TM P18 (미국 뉴욕주 태리타운 소재의 시바 코포레이션(Ciba Corporation)으로부터 입수가가능함) 및 암파세트(Ampacet) LR-92967 (미국 뉴욕주 태리타운 소재의 암파세트 코포레이션(Ampacet Corporation)으로부터 입수가가능함)을 포함한다.
- [0094] 분산상은 전형적으로 약 1 부피% 내지 약 75 부피%; 바람직하게는 약 5 부피% 내지 약 20 부피%의 농도로 매트릭스에 존재한다.
- [0095] 본 발명의 나노구조화된 물품은 이방성인 나노구조체를 가질 수 있다. 나노구조화된 이방성 표면은 전형적으로 높이 대 폭 비가 약 2:1 이상; 바람직하게는 약 5:1 이상인 나노특징부를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 높이 대 폭 비는 심지어 50:1 이상, 100:1 이상, 또는 200:1 이상이다. 나노구조화된 이방성 표면은 예를 들어, 나노필라(nano-pillar) 또는 나노컬럼(nano-column), 또는 나노필라 또는 나노컬럼을 포함하는 연속 나노벽(nano-wall)과 같은 나노특징부를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 나노특징부는 기재에 대략 수직인 가파른 측벽을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 대부분의 나노특징부는 분산상 재료로 캡핑된다. (매트릭스의 내부에서와 대비하여) 표면에서 분산상의 농도는 약 1 부피% 내지 약 75 부피%; 바람직하게는 약 5 부피% 내지 약 20 부피%일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 분산상의 농도는 매트릭스 내에서보다 매트릭스의 표면에서 더 높다. 나노구조화된 표면은 전형적으로, 높이가 50 내지 750 나노미터, 일부 경우에 75 내지 300 나노미터, 및 일부 경우에 100 내지 200 나노미터인 나노특징부를 포함한다. (예를 들어, 스퍼터링에 의해) 일단 금속화되면, 나노구조화된 표면에는 나노특징부의 높이와 거의 동일한 정도로 금속이 침투할 수 있다. 나노구조화된 표면은 전형적으로, (예를 들어, 높이의 약 1/2에서의) 폭이 15 내지 200 나노미터, 일부 경우에 50 내지 125 나노미터인 나노특징부를 포함한다. 나노구조체 표면은 전형적으로, 측방향 간격 (즉, 나노구조화된 주표면의 평면에서, 나노특징부의 높이의 약 1/2에서의 간격)이 5 내지 500 나노미터, 일부 경우에 15 내지 100 나노미터인 나노특징부를 포함한다. 나노구조화된 주표면의 평면에서, 나노특징부의 높이의 약 1/2에서의 측방향 간격은, 나노구조화된 표면을 주표면에 수직으로 절편화하고 (예를 들어, 투과 전자 현미경에 의해) 거리를 측정함으로써 현미경적으로 결정될 수 있다. 나노구조화된 표면은 전형적으로, 높이 대 폭 비가 2 대 1, 일부 경우에 100 대 1, 또는 그 이상인 나노특징부를 포함한다. 나노구조체 표면은 전형적으로 0.05 내지 1, 일부 경우에 0.05 내지 0.35의 반사율을 나타낸다. 나노구조체 표면은 전형적으로, 0.1 내지 1, 일부 경우에 0.1 내지 0.4의 투과 헤이즈 (헤이즈-가드 플러스(Haze-Gard Plus; 미국 메릴랜드주 콜럼비아 소재의 비와이케이-가드너 (BYK-Gardner))를 사용하여 측정됨)를 나타낸다.
- [0096] 일부 실시 형태에서, 매트릭스는 먼지와 미립자의 흡인을 최소화하고 따라서 표면 품질을 유지하기 위하여 정전기 소산(static dissipation)을 위한 재료를 포함할 수 있다. 정전기 소산을 위한 적합한 재료에는, 예를 들어, 스타트-라이트(Stat-Rite)TM 중합체, 예를 들어, X-5091, M-809, S-5530, S-400, S-403, 및 S-680 (미국 오하이오주 위클리프 소재의 루브리졸(Lubrizol)로부터 입수가가능함); 3,4-폴리에틸렌다이옥시티오펜-폴리스티렌 설포네이트 (PEDOT/PSS) (미국 오하이오주 신시내티 소재의 에이치.씨. 스타르크(H.C. Starck)로부터 입수가가능함); 폴리알라닌; 폴리티오펜, 및 펠레스타트(Pelestat)TM NC6321 및 NC7530 정전기방지 첨가제(미국 뉴욕주 뉴욕 소재의 토멘 아메리카 인크.(Tomen America Inc.)로부터 입수가가능함)가 포함된다.
- [0097] 나노구조화된 표면은 매트릭스를 이방성으로 에칭하여 형성된다. 나노스케일 분산상을 포함하는 매트릭스는, 예를 들어, 기재 상에 코팅으로서 제공될 수 있다. 기재는, 예를 들어, 중합체 기재, 유리 기재 또는 윈도우, 또는 기능 소자, 예를 들어, 유기발광다이오드 (OLED), 디스플레이, 광기전 소자 등일 수 있다. 분산상을 포함하는 매트릭스는, 예를 들어, 캐스팅 드럼에 의한 캐스팅 경화, 다이 코팅, 플로우 코팅, 또는 딥 코팅과 같은, 본 기술 분야에 공지된 방법을 사용하여 기재 상에 코팅되고 경화될 수 있다. 코팅은 약 1 마이크로미터 초과, 또는 바람직하게는 약 4 마이크로미터 초과, 임의의 원하는 두께로 제조될 수 있다. 또한, 코팅은 UV, 전자빔, 또는 열에 의해 경화될 수 있다. 대안적으로, 분산상을 포함하는 매트릭스는 물품 그 자체일 수 있다.
- [0098] 일부 실시 형태에서, 나노스케일 분산상을 포함하는 매트릭스의 표면은 미세 구조화될 수 있다. 예를 들어, v자형-홈 미세구조화된 표면을 갖는 기재를, 나노분산상을 포함하는 중합성 매트릭스 재료로 코팅하고 플라즈마 에칭에 의해 처리하여, v자형-홈 미세구조화된 표면 상에 나노구조를 형성할 수 있다. 대안적으로, 프레넬 렌즈와 같은 미세구조화된 물품 또는 나노분산상을 포함하는 미세복제 기둥 또는 컬럼을 포함하는 미세구조화된 물품을 또한 플라즈마 에칭에 의해 처리하여 미세구조 상에 나노구조를 형성할 수 있다.
- [0099] 매트릭스는 화학 반응성 플라즈마를 사용하여 이방성으로 에칭된다. RIE 공정은 예를 들어, 전자기장에 의해

진공 하에서 플라즈마를 발생시키는 것을 포함한다. 플라즈마로부터의 고에너지 이온은 매트릭스 재료를 공격하거나 에칭하여 제거한다.

[0100] 전형적인 RIE 시스템은 이온을 가속하는 전기장을 생성하는 2개의 평행한 전극, "전력공급되는 전극" (또는 "샘플 캐리어 전극")과 상대 전극을 갖는 진공 챔버로 이루어진다. 전력공급되는 전극은 챔버의 하부에 위치하고 있으며, 챔버의 나머지 부분으로부터 전기적으로 절연되어 있다. 나노구조화된 물품 또는 샘플은 전력공급되는 전극 상에 배치된다. 반응성 가스 화학종은, 예를 들어 챔버의 상부에 있는 작은 입구(inlet)를 통해 챔버에 첨가될 수 있으며, 챔버의 하부에서 진공 펌프 시스템으로 빠져나갈 수 있다. 전력공급된 전극에 RF 전자기장을 적용함으로써 시스템 내에 플라즈마가 형성된다. 전자기장은 전형적으로 13.56 MHz 발진기(oscillator)를 사용하여 생성되지만, 다른 RF 공급원 및 주파수 범위가 사용될 수 있다. 가스 분자가 분해되어 플라즈마에서 이온화될 수 있고 전력공급된 전극을 향해 가속되어 샘플을 에칭할 수 있다. 큰 전압 차이는 이온이 전력공급된 전극으로 향하게 하며, 여기서 이온은 에칭할 샘플과 충돌한다. 이온은 대부분 수직으로 전달되기 때문에, 샘플의 에칭 프로파일은 실질적으로 이방성이다. 바람직하게는, 전력공급된 전극은 상대 전극보다 더 작아서 전력공급된 전극에 인접한 이온 시스(ion sheath)를 가로질러 큰 전압 전위(voltage potential)를 발생시킨다. 바람직하게는, 에칭은 약 50 나노미터 초과, 더욱 바람직하게는 약 75 나노미터 초과, 및 더욱 바람직하게는 약 100 나노미터 초과,의 깊이까지 된다.

[0101] 공정 압력은 전형적으로 약 2.67 Pa (20 mTorr) 미만 (바람직하게는, 약 1.33 Pa (10 mTorr) 미만) 그러나 약 0.13 Pa (1 mTorr) 초과로 유지된다. 이러한 압력 범위는 비용 효율적인 방식으로 이방성 나노구조체를 생성하는 데 크게 도움이 된다. 압력이 약 2.67 Pa (20 mTorr) 초과인 경우에, 이온 에너지의 충돌 감쇄(collisional quenching)로 인해, 에칭 공정은 더욱 등방성으로 된다. 유사하게, 압력이 약 0.13 Pa (1 mTorr) 미만으로 되는 경우, 반응성 화학종의 개수 밀도의 감소로 인해 에칭 속도가 매우 낮아진다. 또한, 가스 펌핑 요구가 매우 높아진다.

[0102] 에칭 공정의 RF 전력의 전력 밀도는 바람직하게는 약 0.1 내지 약 1.0 W/cm² (바람직하게는, 약 0.2 내지 약 0.3 W/cm²)의 범위이다.

[0103] 이용된 가스의 종류 및 양은 에칭되는 매트릭스 재료에 따라 달라질 것이다. 반응성 가스 화학종은 분산상보다는 매트릭스 재료를 선별적으로 에칭할 필요가 있다. 탄화수소의 에칭 속도를 향상시키거나 비탄화수소 재료의 에칭을 위해 추가 가스를 사용할 수 있다. 예를 들어, 퍼플루오로메탄, 퍼플루오로에탄, 퍼플루오로프로판, 육불화황, 삼불화질소 등과 같은 불소 함유 가스가 산소에 첨가되거나 또는 단독으로 도입되어, SiO₂, 탄화텅스텐, 질화규소, 무정형 규소 등과 같은 재료를 에칭할 수 있다. 마찬가지로 염소-함유 가스가 알루미늄, 황, 탄화붕소 등과 같은 재료의 에칭을 위해 첨가될 수 있다. 메탄과 같은 탄화수소 가스가 비화갈륨, 갈륨, 인듐 등과 같은 재료의 에칭을 위해 사용될 수 있다. 불활성 가스, 특히 아르곤과 같은 무거운 가스가 이방성 에칭 공정을 향상시키기 위해 첨가될 수 있다.

[0104] 유리하게는, 본 발명의 방법은 또한 연속식 롤-투-롤(roll-to-roll) 공정을 사용하여 실시할 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 방법은 "원통형" RIE를 사용하여 행해질 수 있다. 원통형 RIE는 본 발명의 물품의 표면 상에 이방성으로 에칭된 나노구조체를 제공하기 위해 회전 원통형 전극을 이용한다.

[0105] 일반적으로, 본 발명의 나노구조화된 물품을 제조하기 위한 원통형 RIE는 하기와 같이 설명될 수 있다. 무선 주파수 (RF)에 의해 작동되는 회전가능한 원통형 전극 ("드럼 전극") 및 접지된 상대 전극이 진공 용기 내에 제공된다. 상대 전극은 진공 용기 그 자체를 구성할 수 있다. 에칭제를 포함하는 가스가 진공 용기 내로 공급되며, 플라즈마가 점화되어 드럼 전극과 접지된 상대 전극 사이에서 지속된다. 조건은 충분한 이온 충격이 드럼의 원주에 수직으로 향하도록 선택된다. 이어서, 나노분산상을 함유하는 매트릭스를 포함하는 연속 물품이 드럼의 원주 주위를 둘러쌀 수 있으며, 매트릭스는 물품 면에 수직인 방향으로 에칭될 수 있다. 매트릭스는, 예를 들어, 필름 또는 웨브와 같은 물품 상의 코팅의 형태일 수 있으며, 매트릭스는 물품 그 자체일 수 있다. 물품의 노출 시간은 생성되는 나노구조체의 소정의 에칭 깊이를 얻기 위해 제어될 수 있다. 이 공정은 약 1.33 Pa (10 mTorr)의 작동 압력에서 실시될 수 있다.

[0106] 나노구조화되며 매트릭스상 및 분산상으로 형성되는 복합 표면을 포함하는 일부 예시적인 실시 형태에서, 매트릭스의 반응성 이온 에칭을 통해 노출되며 에칭 마스크로서의 작용을 통해 나노구조화된 표면의 형성을 일부분 야기하는 분산상의 일부가 제거될 수 있다. 즉, 이방성으로 매트릭스 재료를 제거하는 전술한 반응성 이온 에칭 단계 후에, 예를 들어, 별도의 에칭 단계 (예를 들어, 매트릭스를 에칭하도록 선택되는 것과 상이한 가스 조성물을 사용한 건식 플라즈마 에칭, 또는 습식 에칭)에서, 도 15의 나노특징부의 상부 범위(extent)가 끝나는

분산상의 일부가 제거될 수 있다.

- [0107] 이제까지 개시된 개질된 기재는 분산상을 갖는 매트릭스를 포함하는 복합 재료를 반응성 이온 에칭하여 형성되는 나노구조화되고 반사방지성인 표면을 포함하지만, 그러한 복합 재료는 갖지 않으나, 예를 들어, 단일 상 재료의 불연속 표면 침착에 의해 부분적으로 마스킹된 기재를 반응성 이온 에칭하여 형성되는 나노구조화된 표면을 갖는 기재를 사용하는 것이 본 발명의 범주에 속한다. 그러한 기재는 문헌[Plasma Processes and Polymers, Vol. 6, Issue Supplement 1, pp. S716-S-721 (2009)] 및 문헌[Surface and Coatings Technology, Vol. 205, Issue Supplement 2, pp. S495-497 (2011)]과 같은 간행물에 개시되어 있다.
- [0108] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이다.
- [0109] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이다.
- [0110] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이다.
- [0111] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이다.
- [0112] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이다.
- [0113] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이다.
- [0114] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이다.
- [0115] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이다.
- [0116] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이다.
- [0117] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특

징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 10 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 1 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0118] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 10 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 1 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0119] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 10 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 1 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0120] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 10 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 1 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0121] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 10 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 1 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0122] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 10 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 1 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0123] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 10 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 1 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0124] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 10 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 1 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0125] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100

내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 10 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 1 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0126] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 20 내지 100 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 5 부피% 내지 20 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0127] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 20 내지 100 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 5 부피% 내지 20 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0128] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 20 내지 100 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 5 부피% 내지 20 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0129] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 20 내지 100 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 5 부피% 내지 20 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0130] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 20 내지 100 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 5 부피% 내지 20 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0131] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 20 내지 100 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 5 부피% 내지 20 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0132] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 20 내지 100 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 5 부피% 내지 20 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0133] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명

기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 20 내지 100 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 5 부피% 내지 20 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0134] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 반응성 이온 에칭에 의해 제조되는 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이며, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 20 내지 100 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 5 부피% 내지 20 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0135] 임의의 직전에 전술한 예시적인 실시형태에서, 금속성 도체는, 폭이 0.1 내지 20 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 10 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 5 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 4 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 3 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 2 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 1 내지 3 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.1 내지 0.5 마이크로미터의 범위인 트레이스를 포함하는 메시 미세패턴의 형태로 존재할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 메시 도체 미세패턴의 구역 (예를 들어, 가시광 투명 전도성 구역)의 개방 면적은 80% 내지 99.5%, 다른 실시 형태에서 90% 내지 99.5%, 다른 실시 형태에서 95% 내지 99%, 다른 실시 형태에서 96% 내지 99.5%, 다른 실시 형태에서 97% 내지 98%, 및 다른 실시 형태에서 최대 99.95%이다.

[0136] 예시적인 일 실시 형태에서, 물품은 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 미세 패터닝 형태의 도체를 포함하며; 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 높이가 75 내지 250 나노미터이고, 폭이 15 내지 150 나노미터이고, 측방향 간격이 10 내지 150 나노미터인 나노특징부를 포함하고; 금속성 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이고; 미세패턴은 복수의 개방 면적 셀을 형성하는 복수의 트레이스에 의해 형성되고; 미세패턴은 개방 면적 비율이 80% 초과이고; 각각의 트레이스는 폭이 0.5 내지 3 마이크로미터이고; 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고; 나노스케일 분산상은 입자 크기가 10 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하고; 나노입자는 20 내지 75%의 부피 퍼센트로 매트릭스에 존재한다.

[0137] 임의의 직전에 전술한 예시적인 실시형태에서, 금속성 도체는 이후에 논의되는 바와 같은 터치 센서 드라이브 장치에 추가로 연결될 수 있다.

[0138] 구조화된 입자 코팅을 갖는 기재

[0139] 상기한 바와 같이, 나노구조화된 표면을 갖는 기재를 제조하는 한 방법은 반응성 이온 에칭이다. 본 발명에 유용한 제2 유형의 나노구조화된 기재, 즉, 구조화된 입자 코팅을 갖는 기재를 생성하는 제2 방법을 본 명세서에 기재한다. 이러한 유형의 기재를 제조하기 위한 그러한 방법 및 장치는 본 출원과 동일자로 출원된, 발명의 명칭이 "나노구조화된 재료 및 그의 제조 방법"이고 대리인 서류 번호가 68268US002인 본 출원인의 공히 계류 중인 출원에 충분히 기재되어 있으며, 이는 본 명세서에 전체적으로 참고로 포함된다.

[0140] 제2 방법은 제어된 억제제 가스 환경에서의 경화성 수지 및 서브마이크로미터 입자 혼합물의 중합과 관련된다. 서브마이크로미터, 서브 마이크로미터, 및 서브미크론은 본 명세서에서 상호 교환가능하게 사용된다. 재료는 화학 방사선을 사용하여 중합될 수 있다. 라디칼 경화성 예비중합체, 서브마이크로미터 입자, 및 용매 (선택적)를 포함하는 용액이 표면 구조화된 물품의 생성에 특히 매우 적합할 수 있다. 용매는 용매들의 혼합물일 수 있다. 중합 (제1 경화) 동안, 표면 층은 억제제 가스 (예를 들어, 산소 및 공기)의 존재에 의해 억제되는 반면 코팅의 대부분은 경화된다. 돌출하는 서브마이크로미터 입자 (즉, 나노특징부)를 포함하는 표면 구조체가 생성된다. 후속적으로, 표면 구역이 중합(제2 경화)되어 경화된 구조화된 코팅을 산출한다. 표면 층의 후속 중합은 동일한 경화 챔버에서 또는 적어도 하나의 추가적인 경화 챔버에서 일어날 수 있다. 제1 경화와 후속 경화 사이의 시간은, 예를 들어, 60초 미만 (또는 심지어 45, 30 25, 20, 15, 10초 미만, 또는 5초 미만)일 수 있으며; 일부 실시 형태에서 거의 즉각적일 수 있다.

[0141] 도 16은 본 발명의 일 태양에 따른 나노구조화된 물품(180, 190)을 형성하기 위한 예시적인 공정(100)의 개략도이다. 제1 용액(110)은 선택적인 용매(120) 중에 중합성 재료(130) 및 서브 마이크로미터 입자(140)를 포함한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 때때로 용액이라는 용어는 현탁되어 있는 입자를 포함하는 액체에 적용

되며, 따라서, 현탁액 또는 분산액으로서 또한 기재될 수 있다. 제1 용액(110)으로부터 용매(120)의 대부분을 제거하여, 실질적으로 중합성 재료(130) 및 서브 마이크로미터 입자(140)를 함유하는 제2 용액(150)을 형성한다. 용액(150)을 억제제 가스의 존재 하에 화학 방사선 경화에 의해 중합하여 나노구조화된 재료(180)를 형성한다. 나노구조화된 재료(180)는 제1 및 제2 통합 구역을 포함한다. 제2 구역(175)은 실질적으로 중합된 매트릭스 재료(170) 및 서브 마이크로미터 입자(140)를 포함한다. 제1 나노구조화된 구역(178)은 중합성 재료(135) 및 서브 마이크로미터 입자(140)를 포함한다. 제1 구역(178)은, 적어도 최외측 서브 마이크로미터 입자가 중합성 재료(135)에 의해 부분적으로 컨포멀 코팅(conformally coated)되는 외측 주표면(137)을 갖는다. "부분적으로 컨포멀 코팅되는"이란, 중합성 재료(135)가 일부 서브 마이크로미터 입자의 외측 표면의 일부분을 컨포멀 코팅하지만 이들 서브마이크로미터 입자의 몇몇 부분은 그의 외측 표면을 컨포멀 코팅하는 것을 넘어서는 과량의 중합성 재료(135)를 갖는다는 것이, 예를 들어, 도 16으로부터 이해되며 명백하다. 재료(180)를 화학 방사선에 의해 추가로 중합하여 나노구조화된 재료(190)를 형성한다. 나노구조화된 재료(190)는 제1 및 제2 통합 구역을 포함한다. 제2 구역(195)은 중합된 매트릭스 재료(160) 및 서브마이크로미터 입자(140)를 포함한다. 제1 나노구조화된 구역(198)은 중합된 재료(165) 및 서브마이크로미터 입자(140)를 포함한다. 제1 구역(198)은, 적어도 최외측 서브마이크로미터 입자가 중합체 재료(165)에 의해 부분적으로 컨포멀 코팅되고 선택적으로 그에 공유결합되는 외측 주표면(167)을 갖는다. 구역(198) 내의 서브마이크로미터 입자(140)의 적어도 일부 부분은 입자 돌출부(즉, 돌출 입자) 형태의 나노특징부를 형성한다. 입자의 배열에 따라, 입자 돌출부의 높이(즉, 돌출 입자의 최외측 범위로부터 그의 인접한 함몰부까지의 수직 거리)는 입자의 직경의 1/2, 또는 입자의 전체 직경과 거의 동일할 수 있거나 또는 입자의 전체 직경보다 클 수 있다. (예를 들어, 스퍼터링에 의해) 일단 금속화되면, 나노구조화된 구역의 표면(즉, 나노구조화된 표면)에는 나노특징부의 높이와 거의 동일한 정도로 금속이 침투할 수 있다. 각각 제1 구역(198) 및 제2 구역(195)은 각각 제1 평균 밀도 및 제2 평균 밀도를 가지며, 제1 평균 밀도는 제2 평균 밀도보다 작다. 도 16에 나타나있지는 않지만, 제1 용액(110)을 기재(도시되지 않음) 상에 코팅하여 기재 상에 나노구조화된 코팅을 형성할 수 있는 것으로 이해되어야 한다.

[0142] 일부 실시 형태에서 코팅은, 서브마이크로미터 입자의 최대 10% (일부 실시 형태에서, 최대 20%, 30 %, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 또는 심지어 90% 이상)가 돌출된, 밀집된(close packed) 부분적으로 컨포멀 코팅된 서브마이크로미터 입자의 어레이를 형성할 수 있다.

[0143] 일부 실시 형태에서, 평균 서브마이크로미터 입자의 중심 대 중심 간격은 직경의 1.1배 (일부 실시 형태에서, 적어도 1:2, 1.3, 1:5, 또는 심지어 적어도 2배)만큼 떨어져 있다.

[0144] 일부 실시 형태에서, 본 명세서에 기재된 물품 (예를 들어, 바람직한 반사방지 특성을 갖는 일부 실시 형태)은 50 nm로부터 200 nm까지 (일부 실시 형태에서, 75 nm로부터 150 nm까지)의 범위의 표면 구배 밀도 두께를 갖는다. 중합체 매트릭스 내로 경화되는 돌출 서브마이크로미터 입자의 실질적으로 밀집된 (고도로 패킹된) 어레이는 반사방지성을 일으키는 내구성 구배 지수 표면 층을 생성할 수 있다. 본 명세서에 기재되는 중합성 재료(예를 들어, 도 16에서 130; 즉, 연속상으로 함유됨)는 자유 라디칼 경화성 예비중합체를 포함한다. 예시적인 자유 라디칼 중합성 예비중합체는 라디칼 중합을 통해 중합(경화)하는 단량체, 올리고머, 중합체, 및 수지를 포함한다. 적합한 자유 라디칼 경화성 예비중합체는 (메트)아크릴레이트, 폴리에스테르 (메트)아크릴레이트, 우레탄 (메트)아크릴레이트, 에폭시 (메트)아크릴레이트 및 폴리에테르 (메트)아크릴레이트, 실리콘 (메트)아크릴레이트 및 플루오르화 메트(아크릴레이트)를 포함한다. 예시적인 라디칼 경화성 기는 (메트) 아크릴레이트 기, 올레핀 탄소-탄소 이중 결합, 알릴옥시 기, 알파-메틸 스티렌 기, 스티렌 기, (메트)아크릴아미드 기, 비닐 에테르 기, 비닐 기, 알릴 기 및 그 조합을 포함한다. 전형적으로, 중합성 재료는 자유 라디칼 중합성 기를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 중합성 재료 (예를 들어, 도 16에서 130)는 아크릴레이트 및 메타크릴레이트 단량체, 및 특히, 다작용성 (메트)아크릴레이트, 2작용성 (메트)아크릴레이트, 1작용성 (메트)아크릴레이트, 및 그 조합을 포함한다.

[0145] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "단량체"는 하나 이상의 라디칼 중합성 기를 갖는 비교적 저분자량 재료(즉, 분자량이 약 500 g/몰 미만임)를 의미한다. "올리고머"는 분자량이 약 500 g/몰 내지 약 10,000 g/몰의 범위인 비교적 중간 분자량 재료를 의미한다. "중합체"는 분자량이 약 10,000 g/몰 이상 (일부 실시 형태에서, 10,000 g/몰 내지 100,000 g/몰의 범위)인 비교적 고분자량 재료를 의미한다. 본 명세서 전체에 걸쳐 사용되는 바와 같이, 용어 "분자량"은, 달리 명백히 언급하지 않는 한, 수평균 분자량(number average molecular weight)을 의미한다.

[0146] 일부 예시적인 실시 형태에서, 중합성 조성물은 적어도 하나의 단량체 또는 올리고머 다작용성 (메트)아크릴레이트를 포함한다. 전형적으로, 다작용성 (메트)아크릴레이트는 트라이(메트)아크릴레이트 및/또는

테트라(메트)아크릴레이트이다. 일부 실시 형태에서, 더 고작용성의 단량체 및/또는 올리고머 (메트)아크릴레이트가 이용될 수 있다. 다작용성 (메트)아크릴레이트들의 혼합물이 또한 사용될 수 있다.

[0147] 예시적인 다작용성 (메트)아크릴레이트 단량체는 폴리올 멀티(메트)아크릴레이트를 포함한다. 그러한 화합물은 전형적으로 3 내지 10개의 탄소 원자를 함유하는 지방족 트라이올, 및/또는 테트라올로부터 제조된다. 적합한 다작용성 (메트)아크릴레이트의 예는 트라이메틸올프로판 트리아아크릴레이트, 다이(트라이메틸올프로판) 테트라아크릴레이트, 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트, 상기 폴리올의 알콕실화된 (보통 에톡실화된) 유도체의 상응하는 메타아크릴레이트 및 (메트)아크릴레이트이다. 다작용성 단량체의 예에는 미국 펜실베이니아주 엑스톤 소재의 사토머 코포레이션(Sartomer Co.)으로부터 상표명 "SR-295", "SR-444", "SR-399", "SR-355", "SR494", "SR-368", "SR-351", "SR492", "SR350", "SR415", "SR454", "SR499, 501", "SR502", 및 "SR9020"으로, 그리고 미국 조지아주 스미르나 소재의 서피스 스페셜티즈(Surface Specialties)로부터 상표명 "PETA-K", "PETIA." 및 "TMPTA-N"으로 입수가 가능한 것들이 포함된다. 다작용성 (메트)아크릴레이트 단량체는 구조화된 표면에 내구성 및 경도를 부여할 수 있다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 중합성 조성물은 적어도 하나의 단량체 또는 올리고머 2작용성 (메트)아크릴레이트를 포함한다. 예시적인 2작용성 (메트)아크릴레이트 단량체는 다이올 2작용성 (메트)아크릴레이트를 포함한다. 그러한 화합물은 전형적으로 2 내지 10개의 탄소 원자를 포함하는 지방족 다이올로부터 제조된다. 적합한 2작용성 (메트)아크릴레이트의 예는 에틸렌 글리콜 다이아크릴레이트, 1,6-헥산다이올 다이아크릴레이트, 1,12-도데칸다이올 다이메타아크릴레이트, 사이클로헥산 다이메탄올 다이아크릴레이트, 1,4 부탄다이올 다이아크릴레이트, 다이에틸렌 글리콜 다이아크릴레이트, 다이에틸렌 글리콜 다이메타아크릴레이트, 1,6-헥산다이올 다이메타아크릴레이트, 네오펜틸 글리콜 다이아크릴레이트, 네오펜틸 글리콜 다이메타아크릴레이트, 및 다이프로필렌 글리콜 다이아크릴레이트이다. 2작용성 폴리에테르로부터의 2작용성 (메트)아크릴레이트가 또한 유용하다. 예에는 폴리에틸렌글리콜 다이(메트)아크릴레이트 및 폴리프로필렌 글리콜 다이(메트)아크릴레이트가 포함된다.

[0148] 일부 예시적인 실시 형태에서, 중합성 조성물은 적어도 하나의 단량체 또는 올리고머 1작용성 (메트)아크릴레이트를 포함한다. 예시적인 1작용성 (메트)아크릴레이트 및 기타 자유 라디칼 경화성 단량체에는 스티렌, 알파-메틸스티렌, 치환된 스티렌, 비닐 에스테르, 비닐 에테르, N-비닐-2-피롤리돈, (메트)아크릴아미드, N-치환된 (메트)아크릴아미드, 옥틸 (메트)아크릴레이트, 아이소-옥틸 (메트)아크릴레이트, 노닐페놀 에톡실레이트 (메트)아크릴레이트, 아이소노닐 (메트)아크릴레이트, 아이소보르닐 (메트)아크릴레이트, 2-(2-에톡시에톡시)에틸 (메트)아크릴레이트, 2-에틸헥실 (메트)아크릴레이트, 라우릴 (메트)아크릴레이트, 부탄다이올 모노(메트)아크릴레이트, 베타-카르복시에틸 (메트)아크릴레이트, 아이소부틸 (메트)아크릴레이트, 2-하이드록시에틸 (메트)아크릴레이트, (메트)아크릴로니트릴, 말레산무수물, 이타콘산, 아이소데실 (메트)아크릴레이트, 도데실 (메트)아크릴레이트, n-부틸 (메트)아크릴레이트, 메틸 (메트)아크릴레이트, 헥실 (메트)아크릴레이트, (메트)아크릴산, N-비닐카프로락탐, 스테아릴 (메트)아크릴레이트, 하이드록시 작용성 폴리카프로락톤 에스테르 (메트)아크릴레이트, 하이드록시에틸 (메트)아크릴레이트, 하이드록시메틸 (메트)아크릴레이트, 하이드록시프로필 (메트)아크릴레이트, 하이드록시아이소프로필 (메트)아크릴레이트, 하이드록시부틸 (메트)아크릴레이트, 하이드록시아이소부틸 (메트)아크릴레이트, 테트라하이드로푸르푸릴 (메트)아크릴레이트, 및 그 조합이 포함된다. 1작용성 (메트)아크릴레이트는, 예를 들어, 예비중합체 조성물의 점도 및 작용성을 조정하는 데 유용하다.

[0149] 올리고머 재료가 또한 본 명세서에 기재된 서브마이크로미터 입자를 포함하는 재료를 제조하는 데 유용하다. 올리고머 재료는 경화된 조성물에 벌크 광학 특성 및 내구성 특성을 제공한다. 대표적인 2작용성 올리고머에는 에톡실화된 (30) 비스페놀 A 다이아크릴레이트, 폴리에틸렌 글리콜 (600) 다이메타아크릴레이트, 에톡실화된 (2) 비스페놀 A 다이메타아크릴레이트, 에톡실화된 (3) 비스페놀 A 다이아크릴레이트, 에톡실화된 (4) 비스페놀 A 다이메타아크릴레이트, 에톡실화된 (6) 비스페놀 A 다이메타아크릴레이트, 폴리에틸렌 글리콜 (600) 다이아크릴레이트가 포함된다. 전형적인 유용한 2작용성 올리고머 및 올리고머 블랜드에는 사토머 컴퍼니로부터 상표명 "CN-120", "CN-104", "CN-116", "CN-117"로, 그리고 미국 조지아주 스미르나 소재의 사이텍 서피스 스페셜티즈(Cytec Surface Specialties)로부터 상표명 "에베크릴 1608", "에베크릴 3201", "에베크릴 3700", "에베크릴 3701", "에베크릴 608"로 입수가 가능한 것들이 포함된다. 다른 유용한 올리고머 및 올리고머 블랜드에는 사토머 컴퍼니로부터 상표명 "CN-2304", "CN-115", "CN-118", "CN-119", "CN-970A60", "CN-972", "CN-973A80", 및 "CN-975"로, 그리고 사이텍 서피스 스페셜티즈로부터 상표명 "에베크릴 3200", "에베크릴 3701", "에베크릴 3302", "에베크릴 3605", "에베크릴 608"로 입수가 가능한 것들이 포함된다.

[0150] 중합체 매트릭스는 기능화된 중합체 재료, 예를 들어, 내후성 중합체 재료, 소수성 중합체 재료, 친수성 중합체 재료, 정전기방지성 중합체 재료, 방오성 중합체 재료, 전자기 차폐용 전도성 중합체 재료, 향미생물성 중합체

재료, 또는 내마모성 중합체 재료로부터 제조될 수 있다. 기능성 친수성 또는 정전기방지성 중합체 매트릭스는 친수성 아크릴레이트, 예를 들어, 하이드록시에틸 메타크릴레이트 (HEMA), 하이드록시에틸 아크릴레이트 (HEA), 다양한 폴리에틸렌 글리콜 (PEG) 분자량을 갖는 폴리(에틸렌 글리콜) 아크릴레이트, 및 기타 친수성 아크릴레이트 (예를 들어, 3-하이드록시 프로필 아크릴레이트, 3-하이드록시 프로필 메타크릴레이트, 2-하이드록시-3-메타크릴옥시 프로필 아크릴레이트, 및 2-하이드록시-3-아크릴옥시 프로필 아크릴레이트)를 포함한다.

[0151] 일부 실시 형태에서, 용매 (예를 들어, 도 16에서의 120 참조)는, 예를 들어, 방사선 경화성 예비중합체 (예를 들어, 도 16에서의 130 참조), 또는 기재 (포함되는 경우) 중 어느 하나의 분해 온도를 초과하지 않는 온도에서의 건조에 의해 용액(110)으로부터 제거될 수 있다. 예시적인 일 실시 형태에서, 건조 동안의 온도는 기재가 변형되기 쉬운 온도 (예를 들어, 기재의 휨 온도(warping temperature) 또는 유리 전이 온도) 미만으로 유지된다. 예시적인 용매에는 선형, 분지형, 및 환형 탄화수소, 알코올, 케톤, 및 프로필렌 글리콜 에테르 (예를 들어, 1-메톡시-2-프로판올)를 포함하는 에테르, 아이소프로필 알코올, 에탄올, 톨루엔, 에틸 아세테이트, 2-부타논, 부틸 아세테이트, 메틸 아이소부틸 케톤, 메틸 에틸 케톤, 사이클로헥사논, 아세톤, 방향족 탄화수소, 아이소포론, 부티로락톤, N-메틸피롤리돈, 테트라하이드로푸란, 에스테르 (예를 들어, 락테이트, 아세테이트, 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세테이트(PM 아세테이트), 다이에틸렌 글리콜 에틸 에테르 아세테이트(DE 아세테이트), 에틸렌 글리콜 부틸 에테르 아세테이트(EB 아세테이트), 다이프로필렌 글리콜 모노메틸 아세테이트(DPM 아세테이트), 아이소-알킬 에스테르, 아이소헥실 아세테이트, 아이소헵틸 아세테이트, 아이소옥틸 아세테이트, 아이소노닐 아세테이트, 아이소데실 아세테이트, 아이소도데실 아세테이트, 아이소트라이데실 아세테이트, 및 기타 아이소-알킬 에스테르), 물; 및 그 조합이 포함된다.

[0152] 제1 용매 (예를 들어, 도 16에서의 110 참조)는 또한 사슬 전달제를 포함할 수 있다. 사슬 전달제는 바람직하게는 중합 이전에 단량체 혼합물에 용해가능하다. 적합한 사슬 전달제의 일례에는 트라이에틸 실란 및 메르캅탄이 포함된다.

[0153] 개시제, 예를 들어, 광개시제가 제2 용액 (예를 들어, 도 16에서의 150 참조)에 존재하는 예비중합체의 중합을 촉진하기에 효과적인 양으로 사용될 수 있다. 광개시제의 양은, 예를 들어, 개시제의 유형, 개시제의 분자량, 생성되는 나노구조화된 재료 (예를 들어, 도 1에서의 180 및 190 참조)의 의도된 용도, 및 공정 온도 및 사용되는 화학 방사선의 파장을 포함하는 중합 공정에 따라 변할 수 있다. 유용한 광개시제에는, 예를 들어, 시바 스페셜티 케미칼스(Ciba Specialty Chemicals)로부터, 각각 "이르가큐어(IRGACURE) 184" 및 "이르가큐어 819"를 포함하는, 상표명 "이르가큐어", 및 "다로큐어(DAROCURE)"로 입수가 가능한 것들이 포함된다.

[0154] 서브마이크로미터 입자는 나노입자 (예를 들어, 나노구체, 및 나노튜브)를 포함한다. 서브 마이크로미터 입자는 회합(associated)되거나 회합되지 않거나 둘 모두일 수 있다. 서브마이크로미터 입자는 구형, 또는 다양한 기타 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 서브마이크로미터 입자는 길 수 있으며, 일정 범위의 종횡비를 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 서브마이크로미터 입자는 무기 서브마이크로미터 입자, 유기 (예를 들어, 중합체성) 서브마이크로미터 입자, 또는 유기 및 무기 서브마이크로미터 입자의 조합일 수 있다. 예시적인 일 실시 형태에서, 서브마이크로미터 입자는 다공성 입자, 중공 입자, 중실 입자, 또는 그 조합일 수 있다.

[0155] 일부 실시 형태에서, 서브마이크로미터 입자는 5 nm 내지 1000 nm (일부 실시 형태에서, 20 nm 내지 750 nm, 50 nm 내지 500 nm, 75 nm 내지 300 nm, 또는 심지어 100 nm 내지 200 nm)의 범위이다. 서브마이크로미터 입자는 평균 직경이 약 10 nm 내지 약 1000 nm의 범위이다. 용어 "서브마이크로미터 입자"는 직경이 약 1000 nm 미만인 콜로이드성 입자 (일차 입자 또는 회합된 입자)를 의미하는 것으로 본 명세서에서 추가로 정의될 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "회합된 입자"는 집합된(aggregated) 및/또는 응집된(agglomerated) 둘 이상의 일차 입자의 그룹을 지칭한다. 본 명세서에 사용되는 용어 "집합된"은 서로 화학 결합될 수 있는 일차 입자 간의 강한 회합을 설명하고 있다. 집합체의 보다 작은 입자로의 붕괴는 달성하기가 어렵다. 본 명세서에 사용되는 용어 "응집된"은 전하 또는 극성에 의해 결합할 수 있고, 보다 작은 실체로 분해될 수 있는 일차 입자의 약한 회합을 설명하고 있다. 용어 "일차 입자 크기"는 본 명세서에서 비회합된 단일 입자의 크기로서 정의된다. 서브마이크로미터 분산상의 치수 또는 크기는 전자 현미경법 (예를 들어, 투과 전자 현미경법 (TEM))에 의해 결정될 수 있다.

[0156] (나노미터 크기를 포함하는) 서브마이크로미터 입자는, 예를 들어, 탄소, 금속, 금속 산화물 (예를 들어, SiO₂, ZrO₂, TiO₂, ZnO, 규산마그네슘, 인듐 주석 산화물, 및 안티몬 주석 산화물), 탄화물 (예를 들어, SiC 및 WC), 질화물, 붕화물, 할로젠화물, 플루오로카본 고형물 (예를 들어, 폴리(테트라플루오로에틸렌)), 탄산염 (예를 들어,

어, 탄산칼슘), 및 그 혼합물을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 서브마이크로미터 입자는 SiO_2 입자, ZrO_2 입자, TiO_2 입자, ZnO 입자, Al_2O_3 입자, 탄산칼슘 입자, 규산마그네슘 입자, 인듐 주석 산화물 입자, 안티몬 주석 산화물 입자, 폴리(테트라플루오로에틸렌) 입자, 또는 탄소 입자 중 적어도 하나를 포함한다. 금속 산화물 입자는 완전히 응축된 것일 수 있다. 금속 산화물 입자는 결정질일 수 있다.

[0157] 서브 마이크로미터 입자 또는 개질된 서브 마이크로미터 입자 (분산상) 대 라디칼 경화성 예비중합체 (매트릭스)의 중량비가 입자 로딩의 한 척도이다. 일부 실시 형태에서, 입자는 약 10:90 내지 80:20 (일부 실시 형태에서, 예를 들어, 20:80 내지 70:30) 범위의 양으로 매트릭스에 존재한다. 부피 퍼센트의 관점에서는, 일부 실시 형태에서, 서브 마이크로미터 입자는 약 40 부피% 내지 85 부피% (즉, 입자:매트릭스에 대해 부피 기준으로 40:60 내지 85:15) 범위의 양으로 매트릭스에 존재한다. 더욱 바람직하게는, 입자는 45 부피% 내지 75 부피% 범위, 더욱 더 바람직하게는 50 부피% 내지 70 부피% 범위의 양으로 매트릭스에 존재한다. 나노구조화된 표면은 전형적으로 높이가 50 내지 750 나노미터, 일부 경우에 75 내지 300 나노미터, 및 일부 경우에 100 내지 200 나노미터인 나노특징부를 포함한다. (예를 들어, 스퍼터링에 의해) 일단 금속화되면, 나노구조화된 표면에는 나노특징부의 높이와 거의 동일한 정도로 금속이 침투할 수 있다. 나노구조화된 표면은 전형적으로 (예를 들어, 높이의 약 1/2에서의) 폭이 15 내지 200 나노미터, 일부 경우에 50 내지 125 나노미터인 나노특징부를 포함한다. 나노구조체 표면은 전형적으로 측방향 간격 (즉, 나노구조화된 주표면의 평면에서, 나노특징부의 높이의 약 1/2에서의 간격)이 5 내지 500 나노미터, 일부 경우에 15 내지 100 나노미터인 나노특징부를 포함한다.

[0158] 서브마이크로미터 입자는 상기한 반응성 이온 에칭 (RIE) 공정에 기재된 것과 동일한 공정 및 표면 처리제를 사용하여 표면 처리될 수 있다. RIE 공정에서 개시된 표면 레벨링제가, 구조화된 입자 코팅을 갖는 기재를 제조하는 이러한 제2 공정에 또한 사용될 수 있다.

[0159] 나노구조화된 코팅을 생성하는 공정은 일반적으로 (1) 표면 개질된 서브마이크로 입자, 라디칼 경화성 예비중합체 및 용매 (선택적)를 포함하는 코팅 용액을 제공하는 단계; (2) 코팅 장치에 용액을 공급하는 단계; (3) 다수의 코팅 기술 중 하나에 의해 코팅 용액을 기재에 적용하는 단계; (4) 코팅으로부터 용매 (선택적)를 실질적으로 제거하는 단계; (5) 제어된 양의 억제제 가스 (예를 들어, 산소)의 존재 하에 재료를 중합하여 구조화된 표면을 제공하는 단계; 및 (6) 선택적으로, 건조된 중합된 코팅을, 예를 들어, 추가적인 열, 가시광선, 자외선 (UV), 또는 e-빔 경화에 의해 사후-처리하는 단계를 포함한다. 이미 상기된 바와 같이, 이들 단계의 생성물은, 중합성 재료에 의해 적어도 최외측 서브마이크로미터 입자가 부분적으로 컨포멀 코팅된 복합 코팅 재료를 산출한다. 예를 들어, 스퍼터링에 의해 금속화하기 전에, 최외측 서브마이크로미터 입자를 적어도 부분적으로 컨포멀 코팅하는 중합성 재료를 후속적으로 제거하는 것이 본 발명의 범주에 속한다. 최외측 서브마이크로미터 입자를 적어도 부분적으로 컨포멀 코팅하는 중합성 재료의 제거는 본 명세서에 기재된 바와 같은 반응성 이온 에칭을 포함할 수 있다.

[0160] 도 17a는 기재(302) 상에 나노구조화된 코팅(366, 376)을 제조하기 위한 예시적인 공정(300)의 개략도를 나타낸다. 도 17a에 나타낸 공정(300)은 연속 공정이지만, 공정은 그 대신에 단계적으로 수행될 수 있는 것으로 이해되어야 한다 (즉, 하기되는 코팅 단계, 용매 (선택적) 제거 단계, 및 중합 단계가 별개의 작업으로 개개의 기재 조각에 대해 수행되어 나노구조화된 코팅 (재료)을 형성할 수 있다).

[0161] 도 17a에 나타낸 공정(300)은 기재(302)를 코팅 섹션(310)에 통과시킨다. 공정(300)은 선택적인 제1 용매 제거 섹션(320) 및 선택적인 제2 용매 제거 섹션(350)을 가져서, 기재(302) 상에 코팅(356)을 형성한다. 이어서, 기재(302) 상의 코팅(356)은 중합 섹션(360)을 통과하여 기재(302) 상의 나노구조화된 코팅(366)을 형성하고, 선택적인 제2 중합 섹션(370)을 통과하여 기재(302) 상의 나노구조화된 코팅(376)을 형성하며, 이어서 출력 롤(380)로서 권취된다. 선택적인 중합 섹션(370)에는 온도 제어된 백업 롤(372)이 제공될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 공정(300)은 아이들러 롤; 장력 롤(tensioning roll); 스티어링 메커니즘; 표면 처리기 (예를 들어, 코로나 또는 화염 처리기); 및 라미네이션 롤을 포함하는, 웹계 재료의 생산에서 일반적인 추가 처리 장비를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 공정(300)은 다양한 웹 경로, 코팅 기술, 중합 장치, 중합 장치의 배치, 및 건조 오븐을 이용하며, 기재된 몇몇 섹션은 선택적이다.

[0162] 기재(302)는 입력 롤(301)로부터 풀려져, 아이들러 롤(303)을 통과하여, 코팅 섹션(310)에 있는 코팅 롤(304)과 접촉한다. 제1 용액(305)이 코팅 다이(307)를 통과하여, 기재(302) 상에 제1 용액(305)의 제1 코팅(306)을 형성한다. 제1 용액(305)은 용매, 중합성 재료, 서브마이크로미터 입자, 광개시제, 및 본 명세서에 기재된 임의의 기타 제1 용액 성분을 포함할 수 있다. 코팅 섹션(310) 내의 코팅 다이(307)와 제1 용매 제거 섹션(320) 사이에 배치된 슈라우드(308)는 실내의 주위 조건으로부터 코팅(306)을 보호하며 코팅에 대한 임의의 바람직하지

많은 영향을 감소시킨다. 슈라우드(308)는, 예를 들어, 제1 코팅(306)에 근접하여 배치되는 성형 알루미늄 시트일 수 있으며, 코팅 다이(307) 및 코팅 롤(304) 주위에 시일(seal)을 제공한다. 일부 실시 형태에서, 슈라우드(308)는 선택적일 수 있다.

[0163] 제1 선택적 용매 제거 섹션은, 예를 들어, 미국 특허 제5,694,701호 (후엘스먼(Huelsman) 등) 및 제7,032,324호 (콜브(Kolb) 등)에 기재된 간극 건조기(gap dryer) 장치일 수 있다. 간극 건조기는 일부 응용에서 요망될 수 있는 건조 환경의 더 나은 제어를 제공할 수 있다. 선택적인 제2 용매 제거 섹션(350)을 추가로 사용하여 용매의 대부분 (즉, 90 중량% 초과 (일부 실시 형태에서, 80 중량% 초과, 70 중량% 초과, 60 중량% 초과, 또는 심지어 50% 중량% 초과))이 제거되도록 보장할 수 있다. 예를 들어, 용매는, 예를 들어, 공기 부상/대류를 포함할 수 있는 열오븐에서의 건조, 진공 건조, 간극 건조 또는 건조 기술들의 조합에 의해서 제거될 수 있다. 건조 기술의 선택은, 예를 들어, 원하는 공정 속도, 용매 제거의 정도, 및 예상되는 코팅 형태(coating morphology)에 의해 좌우될 수 있다.

[0164] 도 17b는 도 17a에 나타난 공정(300)의 중합 섹션(360, 370)의 개략도이다. 도 17b는 기재(302)의 에지를 따라 관찰할 때의 중합 섹션(360, 370)의 단면을 나타낸다. 중합 섹션(360)은, 방사선원(325)과 경화 챔버 환경(327) 사이의 경계를 제공하는, 하우징(321) 및 석영판(322)을 포함한다. 경화 챔버 환경(327)은 기재(302) 상의 제1 코팅(356) 및 (적어도 부분적으로) 중합된 코팅(366)을 부분적으로 둘러싼다. 적어도 부분적으로 중합된 코팅(366)은 본 명세서에 기재된 나노구조체를 포함한다.

[0165] 제어된 경화 챔버 환경(327)을 이제 설명할 것이다. 하우징(321)은 입구 구멍(328) 및 출구 구멍(329)을 포함하며, 이들은 기재(302), 기재(302) 상의 코팅(356), 및 각각의 구멍 사이에, 임의의 원하는 간극을 제공하도록 조정될 수 있다. 제어된 경화 챔버 환경(327) 및 제1 및 제2 코팅(356, 366) 온도는 압반(326) (또는 경화 챔버(370)를 위한 온도 제어된 롤)(이는, 예를 들어, 공기 또는 물에 의해 냉각되는 금속으로 제조되어, 발생된 열을 제거함으로써 온도를 제어할 수 있음)의 온도, 및 제1 유입 가스(331), 제2 유입 가스(333), 제1 유출 가스(335), 및 제2 유출 가스(334)의 온도, 조성, 압력 및 유량의 적절한 제어에 의해서 제어될 수 있다. 각각 입구 및 출구 구멍(328, 329)의 크기의 적절한 조정은 각각 제1 및 제2 유출 가스(335, 334)의 압력 및 유량의 제어에 도움을 줄 수 있다. 챔버 하우징(321) 내의 포트(323)를 통해 억제제 가스 함량이 모니터링된다.

[0166] 제1 유입 가스 매니폴드(330)가 입구 구멍(328)에 근접하여 하우징(321) 내에 배치되어, 제1 코팅(356)의 폭을 가로질러 제1 유입 가스(331)를 균일하게 분포시킨다. 제2 유입 가스 매니폴드(332)가 출구 구멍(329)에 근접하여 하우징(321) 내에 배치되어, 제2 코팅(366)의 폭을 가로질러 제2 유입 가스(333)를 균일하게 분포시킨다. 각각 제1 및 제2 유입 가스(331, 333)는 동일할 수 있거나, 또는 상이할 수 있으며, 억제 가스(344, 345; 예를 들어, 산소 및 공기)와 조합된 불활성 가스(341, 342; 예를 들어, 질소 및 이산화탄소)를 포함할 수 있으며, 이는 유입 가스(331, 333) 중 억제 가스의 농도를 제어하도록 조합될 수 있다. 상대적 조성, 유량, 유속, 유동 충돌 또는 코팅 상의 배향, 및 각각의 제1 및 제2 유입 가스(331, 333)의 온도는 각각 독립적으로 제어될 수 있으며, 방사선 경화 챔버 내의 원하는 환경을 달성하도록 조정될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 각각 제1 및 제2 유입 가스(331, 333) 중 오직 하나만 유동할 수 있다. 다른 유입 가스 매니폴드 구성이 또한 가능하다.

[0167] 기재(302) 상의 나노구조화된 코팅(366)은 중합 섹션(360)을 빠져 나가고, 이어서 선택적인 제2 중합 섹션(370)을 통과하여 기재(302) 상의 선택적인 제2 나노구조화된 코팅(376)을 형성한다. 선택적인 제2 중합 섹션은 나노구조화된 코팅(366)의 경화 정도를 증가시킬 수 있다. 일부 실시 형태에서, 경화 정도의 증가는 잔류 중합성 재료 (즉, 잔류 중합성 재료 (예를 들어, 도 16의 135 참조)를 중합하는 것을 포함할 수 있다. 기재(302) 상의 나노구조화된 코팅(376)은 선택적인 제2 중합 섹션(370)을 빠져 나가고, 이어서 출력 롤(380)로서 권취된다. 일부 실시 형태에서, 출력 롤(380)은 나노구조화된 코팅에 라미네이팅되고 동시에 출력 롤(380)에 권취되는 다른 요구되는 필름(도시되지 않음)을 가질 수 있다. 다른 실시 형태에서, 추가 층들 (도시되지 않음)이 나노구조화된 코팅(366, 376) 또는 기재(302) 중 어느 하나에 코팅되고, 경화되고, 건조될 수 있다.

[0168] 방사선원(325)은 다양한 화학 방사선원 (예를 들어, UV LED, 가시 LED, 레이저, 전자 빔, 수은 램프, 제논 램프, 탄소 아크 램프, 텅스텐 필라멘트 램프, 플래시램프, 태양광, 및 저강도 자외광 (블랙 라이트)) 중 임의의 것일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 방사선원(325)은 UV 방사선을 제공할 수 있다. 상이한 파장으로 방출하는 방사선원의 조합이 중합 반응의 속도 및 정도를 제어하는 데 사용될 수 있다. 방사선원은 작동 동안에 열을 발생시킬 수 있고, 열 추출기(326)는 공기 또는 물에 의해 냉각되는 알루미늄으로 제조되어, 발생된 열을 제거함으로써 온도를 제어할 수 있다.

[0169] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및

제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이다.

[0170] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이다.

[0171] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이다.

[0172] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이다.

[0173] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이다.

[0174] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이다.

[0175] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이다.

[0176] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이다.

[0177] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이다.

[0178] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이고, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 50 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 40 부피% 내지 85 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0179] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이고, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 50 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나

노입자는 40 부피% 내지 85 부피%로 매트릭스에 존재한다.

- [0180] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이고, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 50 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 40 부피% 내지 85 부피%로 매트릭스에 존재한다.
- [0181] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이고, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 50 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 40 부피% 내지 85 부피%로 매트릭스에 존재한다.
- [0182] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이고, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 50 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 40 부피% 내지 85 부피%로 매트릭스에 존재한다.
- [0183] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 75 내지 300 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이고, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 50 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 40 부피% 내지 85 부피%로 매트릭스에 존재한다.
- [0184] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이고, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 50 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 40 부피% 내지 85 부피%로 매트릭스에 존재한다.
- [0185] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.075 내지 0.5 마이크로미터의 범위이고, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 50 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 40 부피% 내지 85 부피%로 매트릭스에 존재한다.
- [0186] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 100 내지 200 나노미터의 높이, 50 내지 125 나노미터의 폭, 및 15 내지 100 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이고, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 50 내지 250 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 40 부피% 내지 85 부피%로 매트릭스에 존재한다.
- [0187] 일부 예시적인 실시 형태에서, 물품은 구조화된 입자 코팅 형태의 제1 나노구조화된 표면을 갖는 투명 기재 및 제1 나노구조화된 표면 상에 배치되는 금속성 도체를 포함하며, 여기서, 제1 나노구조화된 표면은 50 내지 750 나노미터의 높이, 15 내지 200 나노미터의 폭, 및 5 내지 500 나노미터의 측방향 간격을 갖는 나노특징부를 포함하고, 도체는 평균 두께가 50 나노미터 초과이고, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포

함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 100 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 45 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재한다.

- [illegible]

함하고, 도체는 평균 두께가 0.1 내지 0.25 마이크로미터의 범위이고, 나노구조화된 표면은 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하고, 나노스케일 분산상은 입자 크기가 100 내지 200 나노미터인 나노입자를 포함하고, 나노입자는 45 부피% 내지 75 부피%로 매트릭스에 존재한다.

[0196] 임의의 직전에 전술한 예시적인 실시형태에서, 금속성 도체는, 폭이 0.1 내지 20 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 10 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 5 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 4 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 3 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.5 내지 2 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 1 내지 3 마이크로미터의 범위, 일부 실시 형태에서 0.1 내지 0.5 마이크로미터의 범위인 트레이스를 포함하는 메시 미세패턴의 형태로 존재할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 메시 도체 미세패턴의 구역 (예를 들어, 가시광 투명 전도성 구역)의 개방 면적은 80% 내지 99.5%, 다른 실시 형태에서 90% 내지 99.5%, 다른 실시 형태에서 95% 내지 99%, 다른 실시 형태에서 96% 내지 99.5%, 다른 실시 형태에서 97% 내지 98%, 및 다른 실시 형태에서 최대 99.95%이다.

[0197] 임의의 직전에 전술한 예시적인 실시형태에서, 금속성 도체는 이후에 논의되는 바와 같은 터치 센서 드라이브 장치에 추가로 연결될 수 있다.

[0198] 도체 미세패턴의 제조 방법

[0199] 개시된 설계를 갖는 도체 미세패턴은 임의의 적합한 방법을 사용하여 제조될 수 있다. 도체 미세패턴의 제조 방법의 예에는 차감식(subtractive) 또는 부가식(additive) 방법이 포함된다. 예시적인 차감식 방법은 기재 (예를 들어, 가시광 투명 기재) 상에 배치된 금속성 코팅 상에 패턴화된 마스크를 배치한 다음, 선별적으로 에칭하는 것을 포함한다 (마스크에 의해 덮이지 않은 금속성 코팅의 구역으로부터 금속이 제거되고 마스크에 의해 덮인 금속성 코팅의 구역에는 금속이 남아있음). 적합한 마스크에는 포토레지스트 (본 기술 분야에 공지된 바와 같이, 포토리소그래피에 의해 패턴화됨), 인쇄된 중합체 (예를 들어, 그라비어 인쇄, 플렉소 인쇄, 또는 잉크젯 인쇄에 의해 패턴화됨), 또는 인쇄된 자가-조립 단층 (예를 들어, 탄성중합체 릴리프(relief) 스탬프에 의한 미세접촉 인쇄를 사용하여 인쇄됨)이 포함된다. 다른 예시적인 차감식 방법은 패턴화된 리프트-오프(lift-off) 마스크를 기재 (예를 들어, 가시광 투명 기재) 상에 먼저 배치하고, 마스크된 구역 및 마스크되지 않은 구역을 금속성 도체 (예를 들어, 박막 금속)로 블랭킷 코팅(blanket coating)하고, 리프트-오프 마스크 및 그 위에 배치된 임의의 금속을 세척하는 것을 포함한다. 예시적인 부가식 공정은 기재 (예를 들어, 가시광 투명 기재) 상에 무전해 침착 촉매를 원하는 미세패턴 기하학적 형태로 인쇄한 다음, 패턴화된 무전해 금속 침착(예를 들어, 구리 또는 니켈)을 행하는 것을 포함한다.

[0200] 도체 미세패턴을 생성하는 바람직한 방법은 미세접촉 인쇄를 포함한다. (카본 블랙-충전된 재료로 코팅하거나 또는 금속을 부분적으로 반응시켜 황화물과 같은 흡수 반응 생성물을 형성하는) 도체 패턴의 반사율을 감소시키기 위한 다른 수단과 비교할 때, 본 명세서에 기재된 수단은 미세접촉 인쇄 및 에칭에 기초한 패턴화 접근법과의 조합을 위해 특히 매우 적합하며, 따라서, 특정 미세패턴 설계 파라미터 (예를 들어, 0.5 내지 10 마이크로미터, 0.5 내지 5 마이크로미터, 0.5 내지 4 마이크로미터, 0.5 내지 3 마이크로미터, 또는 1 내지 3 마이크로미터의 트레이스 폭) 및 도체 두께 (예를 들어, 0.025 내지 2 마이크로미터, 0.05 초과 내지 2 마이크로미터, 0.05 초과 내지 1 마이크로미터, 0.075 내지 0.5 마이크로미터, 또는 0.1 내지 0.25 마이크로미터)가 제작될 수 있게 하는 것으로 밝혀졌다. 마이크로미터 스케일의 특징부 상에 카본 블랙-충전된 재료를 배치하는 것은 비실용적이다. 서브미크론 두께 (예를 들어, 0.075 내지 0.5 마이크로미터, 또는 0.1 내지 0.25 마이크로미터)의 금속의 흡수성 반응 생성물로의 부분적 화학 변환은 층의 전기 전도도를 또한 실질적으로 감소시키지 않으면서 반사율을 실질적으로 감소시키는 데에 효과적이지 않다.

[0201] 공기에 노출될 때 반사방지성인 나노구조화된 표면을 포함하는 (예를 들어, 가시광 투명) 기재의 경우에는, 나노구조화되고 공기에 노출될 때 반사방지성인 표면을 포함하는 기재를 제공하고; 금속성 도체를 (예를 들어, 스퍼터링 또는 증발에 의해서) 표면 상에 침착하고; 탄성중합체 스탬프를 사용하여 자가-조립 단층 (SAM)을 패턴으로 인쇄하고; 마지막으로, SAM을 갖지 않는 침착 금속 구역으로부터 금속을 에칭하고 SAM을 포함하는 침착 금속 구역으로부터는 금속을 에칭하지 않는다.

[0202] 미세패턴 도체를 사용하여 물품을 제조하는 방법

[0203] 기재의 표면 상에 배치된 도체 미세패턴은 다수의 상이한 물품을 제조하는 데 유용하다. 투명한 전도성 패턴을 포함하는 구성요소에는 터치 디스플레이용 터치 센서 패널이 포함된다. 일부 터치 디스플레이용 터치 센서 패널, 예를 들어, 상호 캐패시턴스 모드 검출(mutual capacitance mode detection)을 이용하는 전자제품과 조합

하기에 적합하고 멀티-터치 분해능(multi-touch resolution capability)을 포함할 수 있는 일부 터치 센서 패널은, 오버레이된 둘 이상의 도체 패턴을 포함한다. 오버레이된 둘 이상의 도체 패턴은 투명 접착제로 2개의 기재를 함께 라미네이팅하여 생성될 수 있으며, 각각의 기재는 그의 한쪽 주표면 상에 본 발명에 따른 도체 미세패턴이 배치되어 있다. 그러한 라미네이팅된 물품은, 기재가 투명한 경우 및 도체 미세패턴이 높은 개방 면적 분율을 갖는 경우에 가시광 투명한 수 있다. 라미네이팅된 구조물을 형성하는 데 적합한 기재의 예에는 상기에 열거된 중합체 필름 기재가 포함된다.

[0204] 라미네이팅된 구조물을 형성하는 데 적합한 접착제 재료의 예는 약 90% 이상이거나 그보다 훨씬 큰 광학 투과율, 및 5% 미만이거나 그보다 훨씬 작은 헤이즈 값을 나타내는 광학적으로 투명한 접착제이다. 광학 투과율 및 헤이즈는 접착제를 (미국 델라웨어주 월밍턴 소재의 듀폰 컴퍼니(DuPont Company)로부터의) 25 마이크로미터 멜리넥스(Melinex)(등록상표) 폴리에스테르 필름 454와 75 × 50 밀리미터 평면 마이크로 슬라이드 (미국 미시간주 미들랜드 소재의 다우 코닝(Dow Corning)으로부터의) 유리 슬라이드) 사이에 배치하고, (미국 메릴랜드주 콜럼비아 소재의 비와이케이 가드너(BYK Gardner)로부터의) 모델 9970 BYK 가드너 TCS 플러스 분광광도계를 사용하여 측정할 수 있다. 적합한 광학적으로 투명한 접착제는 정전기방지 특성을 가질 수 있으며, 금속계 도체와 상용성이고, 본 명세서에 개시된 접착제를 신장시킴으로써 유리 기재로부터 해제될 수 있다. 예시적인 광학 접착제에는, 정전기방지성 광학 감압 접착제에 관한 국제특허 공개 WO 2008/128073호, 광학적으로 투명한 감압 접착제를 신장 해제시키는 것에 관한 미국 특허 출원 공개 제2009-030084 A1호, 광학 투과성 접착제를 갖는 정전기방지성 광학 구성에 관한 미국 특허 출원 공개 제2010-0028564 A1호, 광학적으로 투명한 신장 해제 접착 테이프에 관한 국제특허 공개 WO 2009/114683호, 부식 민감성 층과 상용성인 접착제에 관한 국제특허 공개 WO 2010/019528호, 및 신장 해제 접착 테이프에 관한 국제특허 공개 WO 2010/078346호에 기재된 것들이 포함된다. 일 실시 형태에서, 광학적으로 투명한 접착제는 두께가 약 5 μm 이하이다.

[0205] 도체 미세패턴이 위에 배치되어 있는 기재, 또는 대안적으로 도체 미세패턴이 위에 배치되어 있는 둘 이상의 기재를 포함하는 라미네이트는, 디스플레이, 예를 들어, 액정 디스플레이 (LCD), 유기 발광 다이오드 (OLED) 디스플레이, 플라즈마 디스플레이 패널 (PDP), 전기영동 디스플레이 (EP), 또는 전기습윤 디스플레이에 추가로 라미네이팅될 수 있다. 그러한 기재 또는 라미네이트는 참조된 접착제 재료를 사용하여 디스플레이에 라미네이팅될 수 있다. 도체 미세패턴이 위에 배치되어 있는 기재, 또는 대안적으로 도체 미세패턴이 위에 배치되어 있는 둘 이상의 기재를 포함하는 라미네이트는, 다른 재료, 예를 들어, 경질 지지체, 예를 들어, 두꺼운 (예를 들어, 1 밀리미터) 중합체 시트 또는 유리 시트에 추가로 라미네이팅될 수 있다. 경질 지지체의 예에는 휴대전화 또는 스마트폰과 같은 휴대용 핸드헬드 장치의 렌즈가 포함된다.

[0206] 일부 실시 형태에서, 본 명세서에 기재된 바와 같은 도체 미세패턴은 기재의 하나를 초과하는 면 상에, 예를 들어, 이미 기재된 바와 같은, 가요성이거나 경질일 수 있는 평탄한 기재의 각각의 주표면 상에 배치된다. 배향이 명목상 평행하며, 미세패턴에 수직인 방향에서 이격되는 2개의 도체 미세패턴을 필요로 하는 응용의 경우, 두 미세패턴은 동일한 평탄한 기재의 각각의 면 상에, 예를 들어, 중합체 필름의 각각의 면 상에 배치되는 것이 유리할 수 있다.

[0207] 응용

[0208] 일부 실시 형태에서, 본 명세서에 기재된 물품은 가시광 투명 기재 상에 또는 중에 배치되는 셀 기하학적 형태의 개방 미세패턴을 형성하는 비선형 트레이스를 포함하는 도체 미세패턴을 포함한다. 일부 그러한 실시 형태에서, 도체 미세패턴은 EMI 차폐기의 적어도 일부를 형성한다. 일부 그러한 실시 형태에서, 도체 미세패턴은 안테나의 적어도 일부를 형성한다. 일부 그러한 실시 형태에서, 도체 미세패턴은 터치 센서 (예를 들어 터치 스크린 센서)의 적어도 일부를 형성한다. 일부 실시 형태에서, 도체 미세패턴은 투사형 정전용량 터치 스크린 센서(projected capacitive touch screen sensor)의 적어도 일부를 형성한다. 예를 들어, 각각의 미세패턴의 행렬 바아(row and column bar)의 형상의 인접(contiguous) 메시 요소들의 형태인 2개의 오버레이 미세패턴(예를 들어, 동일한 기재의 양면 상에 배치되거나 또는 함께 라미네이팅된 개별 기재 상에 배치됨)은, 본 기술 분야에 알려진 바와 같이 (그리고 이후의 실시예에 상세히 기재된 바와 같이), 요소들의 자기 캐패시턴스(self-capacitance) 또는 상호 캐패시턴스의 측정을 통해 센서로의 터치 이벤트를 감지할 수 있게 하는 전자장치(즉, 터치 센서 드라이브 장치)에 의해 구동될 수 있는 센서 요소들의 투명 매트릭스를 형성할 수 있다. 터치 센서 드라이브 장치의 예는 미국 특허 출원 공개 제2010/073323호, 국제특허 공개 WO2011/069114호, 및 미국 특허 제 7,288,946호에서 제공된다. 일부 그러한 실시 형태에서, 도체 미세패턴은 디스플레이 전극, 예를 들어, 상대전극, 예를 들어, 전기영동 디스플레이에서의 상대전극의 적어도 일부를 형성한다.

- [0209] 일부 실시 형태에서, 본 명세서에 기재된 물품은 가시광 투명 기재 상에 또는 내에 배치되는 셀 기하학적 형태의 제1 개방 미세패턴을 형성하는 비선형 트레이스를 포함하는 제1 도체 미세패턴, 및 제1 도체 미세패턴으로부터 전기적으로 절연된 셀 기하학적 형태의 제2 개방 미세패턴을 형성하는 비선형 트레이스를 포함하는 제2 도체 미세패턴을 포함한다. 제2 도체 미세패턴은 제1 도체 미세패턴과 동일한 기재 상에 배치될 수 있거나, 또는 다른 기재 상에 배치될 수 있다. 제2 도체 미세패턴은 제1 도체 미세패턴을 오버레이한다.
- [0210] 일부 실시 형태에서, 도체 미세패턴 둘 모두는 터치 센서, 예를 들어, 터치 스크린 센서의 적어도 일부를 형성한다.
- [0211] 일부 실시 형태에서, 도체 미세패턴 둘 모두는 전기영동 디스플레이의 적어도 일부를 형성한다.
- [0212] 대안적으로, 다른 실시 형태에서, 도체 미세패턴 중 하나는 터치 센서, 예를 들어, 터치 스크린 센서의 적어도 일부를 형성하고, 다른 도체 미세패턴은 무선 통신용 안테나로서 기능할 수 있다.
- [0213] 또 다른 실시 형태에서, 도체 미세패턴 중 하나는 터치 센서, 예를 들어, 터치 스크린 센서의 적어도 일부를 형성하고, 다른 도체 미세패턴은 전자파 간섭 (EMI) 차폐기로서 기능할 수 있다.
- [0214] 또 다른 실시 형태에서, 도체 미세패턴 중 하나는 무선 통신용 안테나의 적어도 일부를 형성하고, 다른 도체 미세패턴은 전자파 간섭 (EMI) 차폐기로 기능할 수 있다.
- [0215] 실시예
- [0216] 기재
- [0217] 본 실시예 섹션에서는 2가지 상이한 기재를 사용하였다.
- [0218] 제1 기재는, 두께가 대략 125 마이크로미터이고 미국 델라웨어주 월밍턴 소재의 이.아이. 듀폰 디 네모아(E.I. du Pont de Nemours)로부터 제품명 ST504로 구매가능한, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 ("PET-3")의 가시광 투명 기재였다.
- [0219] 제2 기재는 국제특허 공개 WO 2010/07871 A1호의 개시에 따라 제조된, 구조화된 트리아세테이트 필름 ("구조화된 TAC")이었다. 출발 기재는 두께가 75 마이크로미터인 셀룰로오스 트리아세테이트 필름 (미국 뉴욕주 뉴욕 소재의 아일랜드 파이로케미칼 인더스트리즈 코퍼레이션(Island Pyrochemical Industries Corp.)으로부터 구매가능함)이었다. 이러한 TAC 필름을 기재의 제1 표면 상에 나노구조체를 함유하도록 개질하였다. 나노구조화된 표면은 0.1 내지 0.2%의 반사율을 나타내었다. 나노구조화된 표면은 0.2 내지 0.4%의 투과 헤이즈를 나타내었다. 나노구조화된 표면은 높이가 100 내지 250 나노미터인 나노특징부를 포함하였다. 나노특징부의 높이 대 폭 비(이방성)는 1 초과였다.
- [0220] 도체
- [0221] PET 기재 또는 구조화된 TAC 기재 상에 하기 전도성 코팅을 침착하였다:
- [0222] (1) 기재 상에 직접 배치되는 5 옴스트롬 두께의 티타늄에 뒤이은 100 나노미터 두께의 은 - 둘 모두는 공지된 진공 스퍼터링 방법을 사용하여 침착됨 - 의 다층 구조물인 "스퍼터링된 은" 필름, 또는
- [0223] (2) 기재 상에 직접 배치되는 5 옴스트롬 두께의 티타늄에 뒤이은 100 나노미터 두께의 은 - 둘 모두는 공지된 전자 빔 증발 방법을 사용하여 침착됨 - 의 다층 구조물인 "증발된 은" 필름.
- [0224] 전도성 코팅의 침착 후에, 기재는 전도성 코팅을 함유하는 코팅된 면 및 반대쪽의 면, 즉, 전도성 코팅이 없는 면을 갖는다.
- [0225] 본 명세서의 실시예에서의 각각의 기하학적 형태를 위해 사용되는 전도성 코팅은, 미국 특허 출원 공개 제 2009/0218310호에 기재된 바와 같이, 그의 표면 상에 옥타데실티올 자가-조립 단층 마스크를 인쇄한 후에, 습윤 화학 에칭함으로써 패터닝시켰다.
- [0226] 기재의 특성화
- [0227] BYK 가드너 칼라 가이드 스피어(color guide sphere)를 사용하여 기재 (PET이든 구조화된 TAC이든)의 주표면 둘 모두 (코팅된 면 및 코팅되지 않은 면)에 대해 평균 퍼센트 반사율 (%R)을 측정하였다.
- [0228] 기포가 포획되는 것을 최소화하도록 롤러를 사용하여, 야마토 블랙 비닐 테이프(Yamato Black Vinyl Tape) #200-38 (미국 미시간주 우드해븐 소재의 야마토 인터내셔널 코퍼레이션(Yamato International Corporation)으

로부터 구매가능함)을 측정 표면 반대쪽의 면에 적용하여 각각의 필름의 하나의 샘플을 제조하였다. 표면 총 % 반사율 (정반사 및 확산반사)을 측정하기 위하여, 샘플에서 테이프가 적용되지 않은 면을 BYK 가드너 칼라 가이드 스피어의 구멍에 대고 위치시켰다. 400 내지 700 nm의 파장 범위에 대해 10° 입사각에서 % 반사율을 측정하였다. 코팅되지 않은 면 (즉, 도체-코팅된 면의 반대쪽)으로부터 반사율을 측정할 때, 측정된 반사율은 기재 필름과 공기 사이의 계면으로부터의 반사를 포함함에 유의한다. 도체를 갖는 기재의 %R이 하기 표 1에 나타나 있다.

표 1

반사율 측정			
기재 유형	전도성 코팅 유형	반사율 (%), 코팅된 면으로부터 측정	반사율 (%), 코팅되지 않은 면으로부터 측정
PET-3	스퍼터링된 Ag	93.71	88.68
PET-3	증발된 Ag	92.65	88.89
구조화된 TAC	스퍼터링된 Ag	79.44	7.52

비교예 C1

본 예는, PET 기재, 및 정육각형 도체 미세패턴을 사용하는 스퍼터링된 Ag 도체를 사용하여 제조하였다. 트레이스 폭은 대략 2 마이크로미터였다. 육각형 셀의 직경 (면으로부터 평행한 면까지)은 대략 200 마이크로미터였다. 개방 면적 비율은 대략 98%였다.

비교예 C2

본 예는, PET 기재, 및 정육각형 도체 미세패턴을 사용하는 스퍼터링된 Ag 도체를 사용하여 제조하였다. 트레이스 폭은 대략 2 마이크로미터였다. 개방 면적 비율은 대략 98%였다.

실시예 3 내지 실시예 6

이들 실시예는 구조화된 TAC 기재, 및 정육각형 미세패턴 (실시예 3), 의사랜덤 육각형 미세패턴 (실시예 4), 부분 만곡 육각형 미세패턴 (실시예 5) 및 완전 만곡 육각형 미세패턴 (실시예 6)을 갖는 스퍼터링된 은 도체를 사용하여 제조하였다. 모든 경우에, 트레이스 폭은 대략 2 마이크로미터였고 개방 면적 비율은 대략 98%였다.

실시예 7

본 실시예는 구조화된 TAC 기재, 및 의사랜덤 만곡 미세패턴을 갖는 스퍼터링된 은 도체를 사용하여 제조할 수 있다.

본 실시예 섹션에는, 실시예 8, 실시예 9 또는 실시예 10이 없다.

표 2

예 개요			
예 번호	기재 유형	전도성 코팅 유형	패턴 설계 유형
C1	PET	스퍼터링된 Ag	정육각형
C2	PET	스퍼터링된 Ag	의사랜덤 육각형
3	구조화된 TAC	스퍼터링된 Ag	정육각형
4	구조화된 TAC	스퍼터링된 Ag	의사랜덤 육각형
5	구조화된 TAC	스퍼터링된 Ag	부분 만곡 육각형
6	구조화된 TAC	스퍼터링된 Ag	완전 만곡 육각형
7	구조화된 TAC	스퍼터링된 Ag	의사랜덤 만곡

물품의 특성화

하나 이상의 도체 미세패턴을 갖는 라미네이팅된 물품을 태양광 조명 하에서의 그의 미세패턴의 주목성 (conspicuity)에 대해 평가하였다. 평가는 확대하지 않은 시각적 검사 (육안)를 포함하였다. 디지털 카메라 (미국 캘리포니아주 쿠퍼티노 소재의 애플 컴퓨터 코퍼레이션(Apple Computer Corp)의 아이폰(iPhone) 3GS)를 사용하여 샘플을 추가로 이미지화시켰다. 눈 또는 카메라에 도달하는 광의 강도를 관찰 또는 기록하기에 더욱

적합한 수준으로 감소시키기 위하여, 각각의 샘플에 대한 태양광 조명을, 반반사 에너지 관리 필름이 적용된 시판 중인 전형적인 건축용 이중 단열 유리 유닛 윈도우(architectural double-pane insulated glass unit window)에 통과시켜 우선 감쇠시켰다. 다수의 시각적 효과가 다양한 미세패턴의 주목성에 기여하였다. 제1의 그러한 시각적 효과 카테고리는, 밝은 (비확산) 태양광으로 조명할 때, 다중-꼭지점 별 형상의 밝은 반사성 패턴의 형태를 취하는 "스타버스트"로서 본 명세서에 기재된다. 정육각형 메시는 6-꼭지점 스타버스트를 야기할 수 있다. 정사각형 메시는 4-꼭지점 스타버스트를 야기할 수 있다. 제2 시각적 효과 카테고리는, 밝은 (비확산) 태양광으로 조명할 때, 밴드를 따른 색상들의 스펙트럼을 나타내는 반사 밴드의 형태를 취하는 "무지개"로서 본 명세서에 기재된다. 제3 시각적 효과 카테고리는, 밝은 (비확산) 태양광으로 조명할 때, 직접적인 정반사의 점을 둘러싸는 확산성 분홍색 및 녹색 후광의 형태를 취하는 "유색 후광"으로서 본 명세서에 기재된다. 제4 시각적 효과 카테고리는, 밝은 (비확산) 태양광으로 조명할 때, 미세패턴을 가로지르는 광의 밝은 점의 형태를 취하는 "섬광"으로서 본 명세서에 기재된다.

표 3

도체 미세패턴 예에 대한 시각적 검사 결과

예 번호	스타버스트 점수	무지개 점수	유색 후광 점수	섬광 점수
C1	⊗	⊗	⊕	⊕
C2	⊗	⊕	⊕	⊗
3	⊕	⊕	⊕	⊕
4	⊕	⊕	⊕	⊕
5	⊕	⊕	⊕	⊕
6	⊕	⊕	⊕	⊕

[0242]

[0243]

스타버스트, 무지개, 섬광 및 유색 후광의 점수에 대한 표 3의 데이터는, ⊕로 표시되는 허용가능한 시각적 외관 점수 및 ⊗로 표시되는 허용불가능한 시각적 외관 점수로 보고되어 있다. 점수를 결정하는 데 있어서, 허용가능한 점수는 시각적 아티팩트(visual artifact) (그것이 스타버스트이든, 무지개이든, 후광이든 또는 섬광이든)의 완전한 부재를 의미하는 것은 아니지만, 존재한다면, 아티팩트의 수준은 사용자에게 허용가능할 수 있는 수준이다 (적어도, 예를 들어, ⊗로 점수가 매겨지는 것보다는 더욱 허용가능함). 실시예 3 내지 실시예 6의 경우, C1 및 C2와 비교할 때, 미세패턴에 대한 모든 방향으로부터 (즉, 기재 필름 (나노구조체 표면) 면으로부터 또는 기재 필름 반대쪽의 면으로부터)의 평가에서 외관의 개선 (미세패턴의 특징부가 덜 주목됨)이 달성되었다. 개선 (감소된 주목성)은 기재 필름 면으로부터의 평가 (관찰)에서 더 컸다.

[0244]

라미네이팅된 도체 미세패턴 예에 대한 전기 및 투과 광학 측정의 결과가 표 4에 보고되어 있다. TAC 및 PET로 할당된 항목은 상기한 바와 같이 유리에 라미네이팅된 각각의 기재 유형에 대해 이루어진 측정으로부터 유래하였다 (베이스라인 데이터). 헤이즈-가드 플러스 (미국 메릴랜드주 콜롬비아 소재의 비와이케이 가드너)를 사용하여 광투과율 (%T), 투명도 (%C), 및 투과 헤이즈 (%H)를 측정하였다.

표 4

예 번호	%T 필름 면	%H 필름 면	%C 필름 면	%T 유리 면	%H 유리 면	%C 유리 면	시트 저항 (ohm/sq)
C1	90.2	2.17	99.5	90.1	2.08	99.6	30
C2	90.1	2.59	99.5	90.1	2.64	99.5	28
3	90.8	2.20	99.4	90.5	2.25	99.4	59
4	90.6	2.68	99.5	90.3	2.78	99.5	100
5	91.1	1.89	99.5	90.9	1.82	99.5	42
6	91.2	2.09	99.5	91.1	2.04	99.5	40
TAC	93.9	0.72	100	93.9	0.69	100	N/A
PET	91.8	0.60	100	91.8	0.60	100	N/A

[0245]

[0246]

라미네이팅된 도체 미세패턴 예에 대한 반사율 측정의 결과가 표 5에 보고되어 있다. TAC 및 PET로 할당된 항

목은 상기한 바와 같이 유리에 라미네이팅된 각각의 기재 유형에 대해 이루어진 측정으로부터 유래하였다 (베이스라인 데이터). 표 5에 나타난 바와 같이, 미세패턴은, (공기에 노출될 때 반사방지성인) 나노구조화된 기재 표면 상에 배치되는 경우에, 표준 기재 필름 (PET) 상에 배치되는 동일한 미세패턴과 비하여, 전자의 미세패턴을 미세패턴의 기재 면으로부터 관찰 및 측정할 때, 더 적은 반사율을 제공한다.

표 5

예 번호	%R 필름 면	% 반사율, 미세패턴으로부터 제공 (필름 면)	%R 유리 면	% 반사율, 미세패턴으로부터 제공 (유리 면)
C1	10.1	1.0	10.0	0.9
C2	10.2	1.0	10.2	1.1
3	7.2	0.2	8.3	1.3
4	7.3	0.3	8.1	1.1
5	7.5	0.5	8.7	1.7
6	7.3	0.3	8.4	1.3
TAC	7.0	N/A	7.0	N/A
PET	9.2	N/A	9.1	N/A

[0247]

[0248]

시험 방법

[0249]

반사율 시험 방법 1

[0250]

(투명 필름의 전방 표면 반사율의 결정)

[0251]

스펙트로-가이드 스피어 위드 글로스(Spectro-Guide Sphere w/Gloss) 장비 (미국 메릴랜드주 콜럼비아 소재의 비와이케이 가드너 유에스에이(BYK-Gardner USA)로부터 모델 번호 CD-6834로 구매가능함)를 사용하여 필름의 평균 총 (확산 및 정반사) 광 반사율 (%R)을 측정하였다. 반사율 시험 방법 1은 측정되는 반사율에 대한 후방 표면 필름 샘플 (즉, 후방 표면이 공기와 이루는 계면)로부터의 기여를 배제하여 필름 전방 표면 (관심 표면)과 공기 사이의 계면과 관련된 측정 결과를 산출하는 절차를 포함하였다. 필름 배면에 흑색 비닐 테이프 (미국 미시간주 우드해븐 소재의 야마토 인터내셔널 코포레이션으로부터 야마토 블랙 비닐 테이프 #200-38로 구매가능한 흑색 테이프)를 적용하여 필름의 후방 표면 반사를 측정으로부터 배제하였다. 흑색 테이프와 샘플 사이에 포획된 기포가 없도록 보장하기 위하여 롤러를 사용하여 필름의 배면에 흑색 테이프를 라미네이팅하였다. 흑색 테이프가 배면에 적용된 채로, 먼저 필름 전방 표면을 스펙트로-가이드의 구멍에 대고 위치시키고 총 반사율 (400 nm 내지 700 nm 파장에서의 평균 %R)을 관독하여, 필름 샘플의 전방 표면에 대한 %R을 결정하였다. 두 번째로, 별도로 결정된, 흑색 테이프와 필름 배면의 계면의 기지의 총 반사율을 빼서, 이러한 측정의 결과를 수정하였다. 후속적으로 흑색 테이프 계면 반사율을 뺀, 이러한 측정의 결과를 본 명세서에서는, 반사율 시험 방법 1에 의한 "%R 기재 전방 표면"으로서 보고한다.

[0252]

반사율 시험 방법 2

[0253]

(투명 필름의 전방 표면 반사율의 결정)

[0254]

헌터랩 울트라스캔 프로 (HunterLab Ultrascan PRO; 미국 버지니아주 레스턴 소재의 헌터 어소시에이츠 래보러토리 인크 (Hunter Associates Laboratory Inc.))를 사용하여 반사율을 측정하였다. 샘플 필름을 장비 개구 위에 직접 위치시키고 D65 조명 조건 하에 d/8° 기하학적 형태를 사용하여 조명하였다. 베이스 필름 전방 (나노구조화된) 표면을 구멍에 대고 샘플을 위치시켰다. 샘플에 대고 장비 구멍과 일직선이 되게 광 트랩을 위치시켰다. 나노구조화된 기재 전방 표면으로부터의 반사율을 분리하기 위하여, 기재 배면 표면으로부터의 반사율을 뺐다. (추가적인 코팅 또는 나노구조체가 없는) 베이스 필름 반사율의 1/2과 동일한 반사율 값을 나노구조화된 기재의 배면의 반사율로 취하였다. 결과는 350 내지 1050 nm 사이에서 5 nm 간격으로 기록하였다. 총 반사율 (%R)은 400 내지 700 nm 사이의 반사율 값의 평균으로서 보고한다. 이러한 측정의 결과를 본 명세서에서는 반사율 시험 방법 2에 의한 "%R 기재 전방 표면"으로서 보고한다.

[0255]

반사율 시험 방법 3

[0256] (금속화부와 기재 사이의 계면의 반사율의 결정)

[0257] 본 시험 방법은, 금속화부가 낮거나 높은 광학 밀도 (즉, 0 내지 80%의 광투과율)를 갖는, 금속화된 기재에 대해 적합하다. 스펙트로-가이드 스피어 위드 글로스 장비 (미국 메릴랜드주 콜럼비아 소재의 비와이케이 가드너 유에스에이로부터 모델 번호 CD-6834로 구매가능함)를 사용하여 필름의 평균 총 (확산 및 정반사) 광 반사율 (%R)을 측정하였다. 장비를 사용하여 금속화부 반대쪽의 면으로부터 금속화된 투명 기재 (예를 들어, 중합체 필름 기재)의 측정을 행하였다. 그와 같이, 측정 방법을 사용하여 금속화부와 기재 사이의 계면의 반사율 (즉, 기재를 향하는 방향에서, 금속화부로부터의 반사율)을 결정하였다. 반사율 시험 방법 3은, 금속화부가 반투명 할 때, 측정되는 반사율에 대한 노출된 금속 표면으로부터 (즉, 노출된 박막 금속이 공기와 이루는 계면으로부터)의 기여를 최소화하는 절차를 포함하였다. 반사율 시험 방법 3은 노출된 금속 표면에 흑색 비닐 테이프 (미국 미시간주 우드해븐 소재의 야마토 인터내셔널 코포레이션으로부터 야마토 블랙 비닐 테이프 #200-38로 구매 가능한 흑색 테이프)를 적용하는 것을 포함하였다. 흑색 테이프와 샘플 사이에 포획된 기포가 없도록 보장하기 위하여 롤러를 사용하여 금속화부의 노출된 표면에 흑색 테이프를 라미네이팅하였다. 먼저 기재 (금속화부 반대쪽의 면)를 스펙트로-가이드의 구멍에 대고 위치시키고 총 반사율 (400 nm 내지 700 nm 파장에서의 평균 %R)을 판독하여, 금속화된 필름 샘플에 대한 %R을 결정하였다. 두 번째로, 기재와 금속화부의 계면과 장비 사이의 광학 경로에 있는, 노출된 기재와 공기의 계면 (표면)의 기지의 대략적인 총 반사율을 빼서, (직전에 기재된) 이러한 측정의 결과를 수정하였다. 후속적으로 기재 표면 반사율을 뺀 이러한 측정의 결과를 본 명세서에서는, 반사율 시험 방법 3에 의한 "%R 기재와 금속의 계면"으로서 보고한다.

[0258] 반사율 시험 방법 4

[0259] (금속화부와 기재 사이의 계면의 반사율의 결정)

[0260] 본 시험 방법은, 금속화부가 높은 광학 밀도 (즉, 낮은 광투과율, 예를 들어, 5%, 2%, 또는 1% 미만)를 갖는, 금속화된 기재에 대해 적합하다. 스펙트로-가이드 스피어 위드 글로스 장비 (미국 메릴랜드주 콜럼비아 소재의 비와이케이 가드너 유에스에이로부터 모델 번호 CD-6834로 구매가능함)를 사용하여 필름의 평균 총 (확산 및 정 반사) 광 반사율 (%R)을 측정하였다. 장비를 사용하여 금속화부 반대쪽의 면으로부터 금속화된 투명 기재 (예를 들어, 중합체 필름 기재)의 측정을 행하였다. 그와 같이, 측정 방법을 사용하여 금속화부와 기재 사이의 계면의 반사율 (즉, 기재를 향하는 방향에서, 금속화부로부터의 반사율)을 결정하였다. 먼저 기재 (금속화부 반대쪽의 면)를 스펙트로-가이드의 구멍에 대고 위치시키고 총 반사율 (400 nm 내지 700 nm 파장에서의 평균 %R)을 판독하여, 금속화된 필름 샘플에 대한 %R을 결정하였다. 두 번째로, 기재와 금속화부의 계면과 장비 사이의 광학 경로에 있는, 노출된 기재와 공기의 계면 (표면)의 기지의 대략적인 총 반사율을 빼서, (직전에 기재된) 이러한 측정의 결과를 수정하였다. 후속적으로 기재 표면 반사율을 뺀 이러한 측정의 결과를 본 명세서에서는, 반사율 시험 방법 4에 의한 "%R 기재와 금속의 계면"으로서 보고한다.

[0261] 반사율 시험 방법 5

[0262] (기재 상의 금속화부의 노출된 표면의 반사율의 결정)

[0263] 본 시험 방법은, 금속화부가 높거나 낮은 광학 밀도 (즉, 0 내지 80%의 광투과율)를 갖는, 금속화된 기재에 대해 적합하다. 스펙트로-가이드 스피어 위드 글로스 장비 (미국 메릴랜드주 콜럼비아 소재의 비와이케이 가드너 유에스에이(BYK-Gardner USA)로부터 모델 번호 CD-6834로 구매가능함)를 사용하여 필름의 평균 총 (확산 및 정 반사) 광 반사율 (%R)을 측정하였다. 장비를 사용하여 금속화부의 면으로부터 금속화된 투명 기재 (예를 들어, 중합체 필름 기재)를 측정하였다. 그와 같이, 측정 방법을 사용하여 금속화부의 노출된 표면의 반사율을 결정 하였다. 반사율 시험 방법 5는, 금속화부가 반투명 할 때, 측정되는 반사율에 대한 후방 필름 계면으로부터 (즉, 노출된 필름이 공기와 이루는 계면으로부터)의 기여를 최소화하는 절차를 포함하였다. 반사율 시험 방법 5는 노출된 금속 표면에 흑색 비닐 테이프 (미국 미시간주 우드해븐 소재의 야마토 인터내셔널 코포레이션으로부터 야마토 블랙 비닐 테이프 #200-38로 구매 가능한 흑색 테이프)를 적용하는 것을 포함하였다. 흑색 테이프와 샘플 사이에 포획된 기포가 없도록 보장하기 위하여 롤러를 사용하여 금속화부 반대쪽의 중합체 필름의 표면에 흑색 테이프를 라미네이팅하였다. 먼저 기재 (금속화부를 포함하는 면)를 스펙트로-가이드의 구멍에 대고 위치 시키고 총 반사율 (400 nm 내지 700 nm 파장에서의 평균 %R)을 판독하여, 금속화된 필름 샘플에 대한 %R을 결정 하였다. 이러한 측정의 결과를 본 명세서에서는 반사율 시험 방법 5에 의한 "%R 금속 노출된 표면"으로서 보고 한다.

[0264] 반사율 시험 방법 6

- [0265] (기재 상의 금속화부의 노출된 표면의 반사율의 결정)
- [0266] 본 시험 방법은, 금속화부가 높은 광학 밀도 (즉, 낮은 광투과율, 예를 들어, 5%, 2%, 또는 1% 미만)를 갖는, 금속화된 기재에 대해 적합하다. 스펙트로-가이드 스피어 위드 글로스 장비 (미국 메릴랜드주 콜럼비아 소재의 비와이케이 가드너 유에스에이(BYK-Gardner USA)로부터 모델 번호 CD-6834로 구매가능함)를 사용하여 필름의 평균 총 (확산 및 정반사) 광 반사율 (%R)을 측정하였다. 장비를 사용하여 금속화부의 면으로부터 금속화된 투명 기재 (예를 들어, 중합체 필름 기재)를 측정하였다. 그와 같이, 측정 방법을 사용하여 금속화부의 노출된 표면의 반사율을 결정하였다. 먼저 기재 (금속화부를 포함하는 면)를 스펙트로-가이드의 구멍에 대고 위치시키고 총 반사율 (400 nm 내지 700 nm 파장에서의 평균 %R)을 판독하여, 금속화된 필름 샘플에 대한 %R를 결정하였다. 이러한 측정의 결과를 본 명세서에서는 반사율 시험 방법 6에 의한 "%R 금속 노출된 표면"으로서 보고한다.
- [0267] 전도도 시험 방법
- [0268] 전기 전도도 (지멘스 (S) 또는 Mhos로 표시됨; 시트 저항의 역수)를 결정하기 위하여, 면적이 $5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ 이 상인 금속화된 기재의 샘플을 비접촉 전도도 측정기 (미국 위스콘신주 프레스코트 소재의 델콤 인스트루먼트즈 (Delcom Instruments)로부터 모델 717로 구매가능함)의 측정 구역에 위치시켰다. 전도도를 본 명세서에서는 소문자 그리스 문자 시그마, σ 로 표시한다. 표준 인덱스 카드를 포함시켜 측정 구역에서 샘플을 장비의 기부로부터 위쪽으로 이격시켰다. 이 시험 방법을 블랭킷 금속화된 (즉, 비패턴화된) 기재 및 도체 미세패턴이 위에 존재하는 기재 둘 모두에 대해 사용하였다. 금속화된, 나노구조화된 기재의 전도도가 하기에 보고되어 있는 일부 예에서, 비-나노구조화된 ("평탄한") 기재 (PET-2 또는 PET-6)에 적용된 동일한 금속화부에 대해 전도도를 또한 측정하였다. 평탄한 기재 상의 동일한 금속화부에 대한 전도도 값이 각각의 경우에 대해 하기에 보고되어 있다 (" σ PET"). 추가로, 하기에 " σ 유지율"로 표시된 값을 계산하였다. 전도도 유지율은 나노구조체 기재 표면에 적용된 금속화부에 대해 측정된 전도도를 평탄한 기재에 적용된 동일한 금속화부에 대해 측정된 전도도로 나누어서 얻어지는 값이다.
- [0269] 투과광 광학 특성 시험 방법
- [0270] 샘플의 가시광 투과율 (%T), 헤이즈 (%H), 및 투명도 (%C)를 결정하기 위하여, 샘플을 투과율, 헤이즈, 및 투명도 장비 (미국 메릴랜드주 콜럼비아 소재의 비와이케이 가드너 유에스에이로부터 헤이즈-가드 플러스(Haze-Gard Plus) (조명 C)로 구매가능함)의 측정 구역에 위치시켰다. 기재, 도체 미세패턴을 위에 갖는 기재, 또는 (도체 미세패턴을 위에 갖거나 갖지 않는) 기재를 포함하는 라미네이팅된 구조물의 특성화를 위해 장비를 사용하였다.
- [0271] TEM에 의한 나노구조체 깊이 측정
- [0272] 표면 나노구조체를 갖는 선택된 기재 및 그 위에 배치된 금속화부를 투과 전자 현미경법 (TEM)에 의해 단면에서 검사하였다. 표준 실온 초박절편법(standard room temperature ultramicrotomy)에 의해 90 nm 두께로 샘플을 제조하였다. 샘플을 절단하고 이어서 He를 사용하여 건조하여 산화는 성장을 피하였다. 300 kV에서 히타치 (Hitachi) H-9000 TEM을 사용하여 단편 샘플을 검사하였다. 측정은 보정된 명시야 이미지(bright field image)에 대해 행하였다. 기재의 표면 내로의 금속의 침투 정도를 기재의 나노구조체의 깊이로서 취하였다. 이러한 절차로부터의 결과는 금속화 이전의 기재 단면에 대한 TEM 또는 주사 전자 현미경법 (SEM)에 의한 나노구조체 깊이 측정치와 일치하는 것으로 나타났다.
- [0273] AFM에 의한 나노구조체 깊이 측정
- [0274] 표면 나노구조체를 갖는 선택된 기재를 원자력 현미경법 (AFM)에 의해 검사하였다. 이 분석에 사용된 장비는 나노스코프(Nanoscope) V 콘트롤러를 갖는 디지털 장비 (브루커(Bruker)) 디멘션 아이콘 시스템(Dimension Icon System)이었다. 사용한 탐침은 OTESPA 또는 스캔어시스트 에어(ScanAsyst Air)였다. 나노스코프 분석을 사용하여 데이터를 분석하였다. 이미지를 평면 피팅시켜 z-오프셋을 제거하고 틸팅시켰다. 상세한 이미지 및 나노구조체 토포그래피의 더욱 정확한 맵핑을 얻기 위하여 피크 힘 탭핑 모드(peak force tapping mode)를 사용하였다. 2 마이크로미터 $\times$ 2 마이크로미터 크기의 샘플 구역에 걸쳐 고도(elevation)의 통계적 분포를 결정하였다. 샘플 면적의 대략 99%와 관련된 고도 범위(즉, 돌출부 높이 및 나노구조체 깊이의 이상치 극단(outlier extreme)을 제거함)를 나노구조체 깊이로서 취하였다.
- [0275] 전자 현미경법에 의한 부피% 및 중량%의 평가
- [0276] 실시예 11 내지 실시예 27의 경우에는, 공급처로부터 입수된 대로 실리카 입자의 로딩을 제공하지 않기 때문에, 매트릭스 중 실리카 입자의 부피% 및 중량%를 전자 현미경 분석에 의해 평가하였다.

- [0277] 기재 재료
- [0278] 하기 실시예들은 다양한 재료 및 화학물질을 포함한다. 기재와 관련하여, 폴리(에틸렌테레프탈레이트) ("PET") 및 셀룰로오스 트리아세테이트 ("TAC")의 베이스 필름을 사용하였다. 하기 표들에 따라, 다양한 PET 기재를 사용하였다. 각각의 예에 사용한 특정 베이스 필름 기재를 식별하기 위하여, 하기 설명에 따라 약어를 사용한다.
- [0279] PET-1: 125 마이크로미터 두께의, 하드코팅된 PET, 미국 로드아일랜드주 노스 킹스타운 소재의 토레이 플라스틱스 (아메리카), 인크(Toray Plastics (America), Inc.)로부터 제품명 토레이 터프탑(Toray Tuftop) THS로 구매가능함.
- [0280] PET-2: 50 마이크로미터 두께의, 코팅되지 않은(bare) PET, 통상적인 압출 처리 방법에 의해 내부적으로 제조함.
- [0281] PET-3: 한쪽 면 (나노입자-충전된 재료로 코팅될 때, 하기 예에서 코팅되는 면)에 접착 촉진 코팅을 갖는, 125 마이크로미터 두께의, 열안정화된 PET, 듀폰 테이진 필름즈(Dupont Teijin Films, 미국 버지니아주 체스터 소재)로부터 제품명 "ST504"로 구매가능함.
- [0282] PET-4: 한쪽 면 (나노입자-충전된 재료로 코팅될 때, 하기 예에서 코팅되는 면)에 접착 촉진 코팅을 갖는, 50 마이크로미터 두께의 PET, 듀폰 테이진 필름즈 (미국 버지니아주 체스터 소재)로부터 제품명 "618"로 구매가능함.
- [0283] PET-5: 양면에 접착 촉진 코팅을 갖는, 50 마이크로미터 두께의 PET, 듀폰 테이진 필름즈 (미국 버지니아주 체스터 소재)로부터 제품명 "617"로 구매가능함.
- [0284] PET-6: 한쪽 면 (나노입자-충전된 재료로 코팅될 때, 하기 예에서 코팅되는 면)에 접착 촉진 코팅을 갖는, 75 마이크로미터 두께의 열안정화된 PET, 듀폰 테이진 필름즈 (미국 버지니아주 체스터 소재)로부터 제품명 "ST580"으로 구매가능함.
- [0285] PET-7: 50 마이크로미터 두께의, 프라이밍된 PET (추가 상세사항 입수가능함).
- [0286] PET-8: 50 마이크로미터 두께의 PET (추가 상세사항 입수가능함).
- [0287] TAC: 75 마이크로미터 두께의 TAC, 아일랜드 파이로케미칼 인터스트리즈 코포레이션 (미국 뉴욕주 뉴욕 소재) 으로부터 구매가능함.
- [0288] PC: 125 마이크로미터 두께의 폴리카르보네이트 (추가 상세사항 입수가능함).
- [0289] 하기 예들은 3가지 유형을 포함한다:
- [0290] 1. 금속성 도체 코팅이 위에 배치되어 있는, 나노구조화된 기재, 추가로 유형 2 및 유형 3의 물품의 제조에 유용함;
- [0291] 2. 금속성 도체 미세패턴이 위에 배치되어 있는, 나노구조화된 기재, 추가로 유형 3의 물품의 제조에 유용함;
- [0292] 3. 금속성 도체 미세패턴이 위에 배치되어 있는, 나노구조화된 기재를 포함하는 투명 터치 센서 구성요소.

표 6

약어 및 상표명

약어 또는 상표명	설명
MPS	미국 메사추세츠주 워드 힐 소재의 알파 아에사르(Alfa Aesar)로부터 입수한 3-(메타크릴로일옥시)프로필트라이메톡시 실란
A1230	라디칼 반응성 이중 결합 작용기를 갖지 않는 비이온성 실란 분산제; 미국 코네티컷주 웰튼 소재의 모멘티브 퍼포먼스 머티어리얼스(Momentive Performance Materials)로부터 상표명 "실퀘스트(SILQUEST) A1230"으로 입수함
DI수	탈이온수
라디칼 억제제	미국 뉴욕주 테리타운 소재의 바스프 코포레이션(BASF Corporation)으로부터 상표명 "프로스탭(PROSTAB) 5198"로 입수한 라디칼 억제제
1-메톡시-2-프로판올	미국 위스콘신주 밀워키 소재의 알드리치 케미칼(Aldrich Chemical)로부터 입수한 알코올
날코 2327	날코 컴퍼니로부터 상표명 "날코 2327"로 입수한, 공칭 입자 크기가 20 nm 입자 크기인 콜로이드성 실리카
날코 2329	날코 컴퍼니로부터 상표명 "날코 2329"로 입수한, 공칭 입자 크기가 75 nm 입자 크기인 콜로이드성 실리카
날코 2329+	날코 컴퍼니로부터 상표명 "날코 2329+"로 입수한, 공칭 입자 크기가 115 nm 입자 크기인 콜로이드성 실리카
MP4540	미국 텍사스주 휴스턴 소재의 닛산 케미칼(Nissan Chemical)로부터 상표명 "MP4540"으로 입수한, 공칭 입자 크기가 440 nm 입자 크기인 콜로이드성 실리카
MP2040	닛산 케미칼로부터 상표명 "MP2040"으로 입수한, 공칭 입자 크기가 190 nm 인 콜로이드성 실리카
MP1040	닛산 케미칼로부터 상표명 "MP1040"으로 입수한, 공칭 입자 크기가 100 nm 인 콜로이드성 실리카
SR238	미국 펜실베이니아주 엑스턴 소재의 사토머(Sartomer)로부터 상표명 "SR238"로 입수한, 1,6 헥사다이올 다이아크릴레이트
SR506	사토머로부터 상표명 "SR506"으로 입수한 아이소보르닐 아크릴레이트
SR295	사토머로부터 상표명 "SR295"로 입수한 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트
SR351	사토머로부터 상표명 "SR351"로 입수한 트라이메틸올프로판 트리아아크릴레이트
SR492	사토머로부터 상표명 "SR492"로 입수한 프로폭실화 트라이메틸올프로판 트리아아크릴레이트
SR440	사토머로부터 상표명 "SR440"으로 입수한 아이소옥틸 아크릴레이트
IR 184	미국 뉴욕주 테리타운 소재의 바스프 코포레이션으로부터 상표명 "이가큐어(IGACURE) 184"로 입수한 광개시제
IPA	알드리치 케미칼로부터 입수한 아이소프로필 알코올
MEK	알드리치 케미칼로부터 입수한 메틸 에틸 케톤
테고라드(TEGORAD) 2250	미국 버지니아주 호프웰 소재의 에보닉 골드슈미트 코포레이션(Evonik Goldschmidt Corp.)으로부터 상표명 "테고(TEGO)(등록상표) 라드(Rad) 2250"으로 입수한 실리콘 폴리메테르 아크릴레이트
테고라드 2300	에보닉 골드슈미트 코포레이션으로부터 상표명 "테고(등록상표) 라드 2300"으로 입수한 기재 습윤, 슬립 및 윤동 첨가제.
HFPO	하오(Hao) 등의 미국 특허 출원 공개 제 2010/0310875 A1 호에서 공중합체 B로서 제조됨.

[0293]

[0294]

비교예 C3, 실시예 11 내지 실시예 68

[0295]

실시예 11 내지 실시예 68은 금속성 도체 코팅이 위에 배치되어 있는 나노구조화된 기재를 포함한다. 비교예 C3은 구매가능한 폴리(에틸렌 테레프탈레이트) 필름이다. 표 7은 비교예 C3, 실시예 11 내지 실시예 68을 기술하는 파라미터들을 요약한다. 실시예 11 내지 실시예 68은 나노구조화된 주표면을 갖는 기재를 포함한다. 나노구조화된 주표면은, 하기에 기재된 바와 같이, 중합체 베이스 필름 상의 코팅 침착을 반응성 이온 에칭하여 생성하였다. 코팅 침착은, 하기에 기재된 바와 같이, 매트릭스 및 나노스케일 분산상을 포함하는 복합 조성물을 포함하였다. 실시예 11 내지 실시예 68의 금속화된, 나노구조화된 기재는, 미세패턴의 형태로 자가-조립 단층 마스크를 인쇄하고 (예를 들어, 알킬티올, 예를 들어, 1-옥타데실티올과 같은 자가-조립 단층-형성 분자로

잉킹되어(inked) 있는 탄성중합체 릴리프 스탬프로 스탬핑하고), 그 후에, 단층에 의해 보호되지 않은 구역에서, 나노구조화된 표면으로부터 금속 코팅을 선별적으로 에칭함으로써 추가로 처리할 수 있음에 유의한다. 인쇄 및 에칭 단계는, 나노구조화된 표면 상에 배치되는, 자가-조립 단층의 미세패턴에 따른 금속성 도체 미세패턴을 산출한다. 미세패턴은 본 명세서 전반에 기재된 바와 같은 기하학적 형태 또는 특징을 가질 수 있다.

[0296] 실시예 11 내지 실시예 27에서는, 가시광 투명한, 나노입자 하드코트 필름 (미국 로드아일랜드주 노스 킹스타운 소재의 토레이 플라스틱 (아메리카), 인크.로부터 토레이(Toray) THS로 구매가능함)을 사용하였다. 하드코트 필름은 폴리(에틸렌테레프탈레이트)의 베이스 기재, 및 중합체 매트릭스와 그 중에 분산된 나노입자 충전제를 포함하는 하드코트 코팅을 포함하였다. 다양한 나노구조체 깊이 (즉, 다양한 높이의 돌출부)의 나노구조화된 표면을 산출하기 위하여, 다양한 에칭 시간 동안 화학 반응성 O_2 플라즈마를 사용하여 하드코트 코팅을 이방성으로 에칭하였다("반응성 이온 에칭" 단계; 국제특허 공개 W02011139593A1호에 이전에 기재된 바와 같음). 토레이 THS 필름은, 복합 재료의 3 마이크로미터 두께 코팅의 형태로, 하나의 표면 상에 하드코트 코팅을 포함한다. 하드코트 코팅은 유기 중합체 매트릭스, 및 (투과 전자 현미경법에 의해 결정될 때) 입자 크기가 대략 15 내지 18 nm이고 대략 6 부피%의 로딩으로 존재하는 미립자 실리카 분산상을 포함한다. 다양한 나노구조체 깊이를 갖는, 에칭된, 나노구조화된 코팅에 은 박막 코팅을 침착하였다 ("금속화" 단계; 접착 촉진 재료로서의 대략 5 옹스트롬의 티타늄 후에 은, 둘 모두는 통상적인 스퍼터링법에 의해 침착하였음). 은의 평균 두께는 표 8에 제공되어 있다. 선택된 샘플에 대해, 선택된 조건 하에서 반응성 이온 에칭으로 생성된 돌출 특징부의 높이를 투과 전자 현미경법의 통상적인 방법에 의해 결정하였고, 이는 표 8에 제공되어 있다. 실시예 20 내지 실시예 27에서는, 반응성 이온 에칭 단계와 금속화 단계 사이에, 노출된 실리카 나노입자를 제거하였다. 표 7에 나타난 바와 같이, 일부 경우에 실리카 제거는 반응성 이온 에칭된 표면을, 플루오르화수소산을 갖는 용액 (미국 매사추세츠주 덴버스 소재의 트랜센 컴퍼니, 인크(Transene Company, Inc)로부터 TFT로 구매가능한 에칭제의 10:1 희석물)에 (1분) 노출시켜 달성하였다. 표 7에 또한 나타난 바와 같이, 일부 경우에 실리카 제거는 반응성 이온 에칭된 표면을 NF_3 플라즈마에 (30초) 노출시켜 달성하였다. 마지막으로 실리카 제거는 반응성 이온 에칭된 표면을 90 내지 100°C에서 5 중량% NaOH 용액에 (5분) 노출시켜 달성하였다.

[0297] 비교예 C3, 및 실시예 28 내지 실시예 36에서는, 두께가 대략 75 마이크로미터인 폴리에틸렌 테레프탈레이트 ("PET")의 가시광 투명 기재 (미국 버지니아주 체스터 소재의 듀폰 테이진 필름스(DuPont Teijin Films)로부터 제품 번호 ST580로 구매가능함)를 사용하였다. 통상적인 용매 코팅 방법에 의해 상이한 복합 코팅을 PET 기재의 조각 상에 침착하였다. 코팅은 3종의 단량체: 미국 펜실베이니아주 엑스턴 소재의 사토머로부터의, 40% 사토머 295 (펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트), 40% 사토머 238 (1,6 헥산다이올 다이아크릴레이트), 및 20% 사토머 506 (아이스보르닐 아크릴레이트)을 포함하는 예비중합체 블렌드를 포함하였다. 복합 코팅은 크기 (직경)가 대략 20 nm인 실리카 나노입자를 추가로 포함하였다. 3-(메타크릴로일옥시)프로필 트라이메톡시 실란 (MPS)으로 표면 작용화된 20 nm 실리카 입자 (40 중량%) (날코 2327, 미국 일리노이주 네이퍼빌 소재의 날코 케미칼 컴퍼니)의 1-메톡시-2-프로판올 용액에 단량체 블렌드를 용해시켜, 복합 코팅을 캐스팅하기 위한 용액을 제조하였다. 수지:입자의 상이한 중량 분율 비: 98:2, 96:4, 94:6, 92:8, 90:10, 85:15, 80:20, 50:50, 20:80 을 제공하도록 코팅을 제형화하였다. 이르기큐어(등록상표) 184 (미국 뉴욕주 태리타운 소재의 시바 스페셜티 케미칼스)를 최종 고형물 성분 (입자 및 단량체)의 중량의 0.5 중량%의 수준으로 모든 제형에 포함시켰다. 모든 용액을, 1-메톡시-2-프로판올을 사용하여 40%의 최종 %고형물로 희석하였다. 각각의 코팅을 위해, 코팅 다이를 통해 PET 필름 상으로 용액을 시린지-펌핑하고, 65°C에서 건조하고, 0.0508 m/s (10 fpm)에서 질소 대기 하에 H-전구가 구비된 UV 프로세서를 사용하여 경화시켰다. 코팅된 물품을 90초 동안 추가로 롤-투-롤 O_2 플라즈마 에칭시켰다. 나노구조화된 코팅에 은 박막 코팅을 침착하였다 ("금속화" 단계; 접착 촉진 재료로서의 약 5 옹스트롬의 티타늄 후에 은, 둘 모두는 통상적인 스퍼터링법에 의해 침착하였음).

[0298] 실시예 37 내지 실시예 68에서는, 두께가 대략 75 마이크로미터인 폴리에틸렌 테레프탈레이트 ("PET")의 가시광 투명 기재 (미국 버지니아주 체스터 소재의 듀폰 테이진 필름스로부터 제품 번호 ST580로 구매가능함)를 사용하였다. 핸드 스프레드 코팅(hand spread coating)에 의해 상이한 복합 코팅을 PET 기재의 조각 상에 침착하였다. 코팅은 단량체 블렌드: 75/25 SR351/SR238 (미국 펜실베이니아주 엑스턴 소재의 사토머)을 포함하는 매트릭스를 포함하였다. 복합 코팅은 크기 (직경)가 대략 75 nm인 실리카 나노입자를 추가로 포함하였다. 실시예 37 내지 실시예 58에서는, MPS로 표면 작용화된 75 nm 실리카 입자 (40 중량%) (날코 2327, 미국 일리노이주 네이퍼빌 소재의 날코 케미칼 컴퍼니)의 IPA 용액에 단량체 블렌드를 용해시켜, 복합 코팅을 캐스팅하기 위한 용액을 제조하였다. 수지:입자의 상이한 중량 분율 비: 86:14, 82:18, 78:22, 74:26, 70:30, 65:35를 제공하도

록 코팅을 제형화하였다. 이르가큐어(등록상표) 184 (미국 뉴욕주 태리타운 소재의 시바 스페셜티 케미칼스)를 최종 고형물 성분 (입자 및 단량체)의 중량의 3.0 중량%의 수준으로 모든 제형에 포함시켰다. 실시예 59 내지 실시예 68에서는, MPS로 표면 작용화된 190 nm 실리카 입자 (40 중량%) (닛산(Nissan) MP2040, 일본 도쿄 소재의 닛산 케미칼 인더스트리즈 리미티드(Nissan Chemical Industries Ltd.))의 IPA 용액에 단량체 블렌드를 용해시켜, 복합 코팅을 캐스팅하기 위한 용액을 제조하였다. 수지:입자의 2가지 중량 분율 비: 75:25 및 65:35를 제공하도록 코팅을 제형화하였다. 이르가큐어(등록상표) 184 (미국 뉴욕주 태리타운 소재의 시바 스페셜티 케미칼스)를 최종 고형물 성분 (입자 및 단량체)의 중량의 1.0 중량%의 수준으로 제형들에 포함시켰다. 모든 용액을, IPA를 사용하여 40%의 최종 %고형물로 희석하였고 이어서 #4 마이어 로드(Myer Rod)를 사용하여 핸드 스프레드 코팅에 의해 코팅하였다. 코팅된 물품을 50 sccm (0.0025 sccm/cm^2)의 유량에서 산소 부족(oxygen starved) 조건 하에 다양한 지속 시간 동안 추가로 물-투-물 O_2 플라즈마 에칭시켰다. 침착 동안 압력은 0.53 Pa (4 mTorr)에서 평형을 이루었다. 나노구조화된 코팅에 은 박막 코팅을 침착하였다("금속화" 단계; 접착 촉진 재료로서의 대략 5 옴스트롬의 티타늄 후에 은, 둘 모두는 통상적인 스퍼터링법에 의해 침착하였음).

[0299] 금속화부와 기재 사이의 계면의 반사율을 포함하는 다양한 나노구조화된 코팅에 대한 데이터가 표 7 및 표 8에 열거되어 있다. PET 상에 침착된 은의 반사율과 비교할 때, 나노구조화된 기재는, 특히 투명 기재를 통과해 (즉, 은 침착의 반대쪽 기재의 면으로부터) 측정할 때, 그 위의 침착된 은 코팅에 감소된 반사 (또는 암화)를 부여한다.

[0300] 표 7에서는, 베이스 필름 전방 표면, 또는 그 위에 형성된 나노구조화된 표면의 반사율을 다양한 방법에 의해 측정하였다. 비교예 C3, 실시예 11 내지 실시예 27 및 실시예 37 내지 실시예 68에서는, 이러한 반사율을 반사율 시험 방법 1에 의해 측정하였다. 실시예 28 내지 실시예 36에서는, 이러한 반사율을 반사율 시험 방법 2에 의해 측정하였다. 비교예 C3 (금속화되지 않음, 표 7 및 표 9)의 반사율은 프라이밍되지 않은 면 상에서 반사율 시험 방법 1에 의해 측정하였고, 금속화된 것은, 표 8 및 표 11에 제공된 특성을 산출하였다.

[0301] 표 8에서는, 금속화부와 기재 사이의 계면의 반사율을 결정하는 상이한 방법들을 적용하였다. 추가로, 기재 상의 금속화부의 노출된 표면의 반사율을 결정하는 상이한 방법들을 적용하였다. 실시예 11 내지 실시예 19에서는, 반사율 시험 방법 3 및 반사율 시험 방법 5를 사용하였다. 나머지 실시예에 대해서는, 반사율 시험 방법 4 및 반사율 시험 방법 6을 사용하였다. C3 (금속화됨, 표 8 및 표 11)의 반사율 값은 반사율 시험 방법 4 및 반사율 시험 방법 6에 의해 측정하였다. TEM 분석에 의해 Ag 두께 및 나노구조체 깊이를 결정하였다.

표 7

RIE 나노구조화된 기재를 제조하기 위한 조성 및 실험 파라미터

예 번호	베이스 필름	SiO ₂ 크기 (nm)	SiO ₂ 로딩 (중량 %)	SiO ₂ 로딩 (부피 %)	RIE 시간 (초)	SiO ₂ 제거	%R, 기제 전방 표면	%T	%H
C3	PET-6	-	-		-	-	6.56	92.1	0.78
11	PET-1	15-18	10	6	17.6	-	2.36	94.7	0.86
12	PET-1	15-18	10	6	30	-	0.26	96.5	0.88
13	PET-1	15-18	10	6	60*	-	0.17	96.4	0.94
14	PET-1	15-18	10	6	90	-	0.13	96.4	0.89
15	PET-1	15-18	10	6	102.4	-	0.14	96.4	1.03
16	PET-1	15-18	10	6	60	-	0.17	96.6	1.11
17	PET-1	15-18	10	6	60	-	0.15	96.4	0.84
18	PET-1	15-18	10	6	30	-	0.70	96.2	0.84
19	PET-1	15-18	10	6	90	-	0.13	96.4	0.97
20	PET-1	15-18	10	6	17.6	HF	-	94.0	1.43
21	PET-1	15-18	10	6	30	HF	-	95.0	1.09
22	PET-1	15-18	10	6	60	HF	0.27	95.6	1.04
23	PET-1	15-18	10	6	90	HF	0.20	95.4	0.86
24	PET-1	15-18	10	6	102.4	HF	0.16	95.5	1.22
25	PET-1	15-18	10	6	90	30 초 NF3	0.30	96.4	1.34
26	PET-1	15-18	10	6	102.4	30 초 NF3	0.19	96.4	1.76
27	PET-1	15-18	10	6	90	NaOH	-	-	-
28	PET-6	20	2	1.1	90	-	1.87	93.8	0.97
29	PET-6	20	4	2.2	90	-	1.20	94.4	1.19
30	PET-6	20	6	3.4	90	-	1.03	94.5	1.39
31	PET-6	20	8	4.6	90	-	1.21	94.3	1.26
32	PET-6	20	10	5.8	90	-	1.03	94.4	1.14
33	PET-6	20	15	8.8	90	-	1.00	94.6	0.76
34	PET-6	20	20	12.1	90	-	1.13	94.4	0.72
35	PET-6	20	50	35.5	90	-	1.11	94.5	0.52
36	PET-6	20	80	68.8	90	-	2.64	93.0	1.21
37	PET-6	75	14	8.5	60	-	1.55	94.5	0.38
38	PET-6	75	14	8.5	90	-	1.33	94.6	0.57
39	PET-6	75	14	8.5	120	-	1.54	94.4	0.89
40	PET-6	75	14	8.5	150	-	1.60	94.1	1.92
41	PET-6	75	18	11.1	60	-	1.38	94.5	0.47
42	PET-6	75	18	11.1	90	-	1.42	94.5	0.70
43	PET-6	75	18	11.1	120	-	1.69	94.4	0.88
44	PET-6	75	18	11.1	150	-	1.59	94.2	1.82
45	PET-6	75	22	13.8	60	-	1.26	94.5	0.43
46	PET-6	75	22	13.8	90	-	1.54	94.5	0.84
47	PET-6	75	22	13.8	120	-	1.57	94.1	1.06
48	PET-6	75	22	13.8	150	-	1.44	94.1	1.39
49	PET-6	75	26	16.6	60	-	1.29	94.8	0.47
50	PET-6	75	26	16.6	90	-	1.75	94.1	0.61
51	PET-6	75	26	16.6	150	-	1.71	94.5	1.14
52	PET-6	75	30	19.6	60	-	1.33	94.7	0.45
53	PET-6	75	30	19.6	90	-	1.86	94.3	0.62
54	PET-6	75	30	19.6	120	-	1.64	94.4	0.72

[0302]

예 번호	베이스 필름	SiO ₂ 크기 (nm)	SiO ₂ 로딩 (중량 %)	SiO ₂ 로딩 (부피 %)	RIE 시간 (초)	SiO ₂ 제거	%R, 기재 전방 표면	%T	%H
55	PET-6	75	30	19.6	150	-	1.71	94.1	1.26
56	PET-6	75	35	23.4	60	-	1.42	94.7	0.47
57	PET-6	75	35	23.4	90	-	1.68	94.1	0.55
58	PET-6	75	35	23.4	150	-	1.56	93.9	0.83
59	PET-6	190	25	15.9	50	-	1.34	95.5	1.15
60	PET-6	190	25	15.9	60	-	1.34	95.8	1.32
61	PET-6	190	25	15.9	83	-	0.96	95.2	1.17
62	PET-6	190	35	23.4	50	-	1.05	95.4	4.15
63	PET-6	190	35	23.4	60	-	1.17	94.8	1.19
64	PET-6	190	35	23.4	83.3	-	0.85	95.8	1.22
65	PET-6	190	50	36.2	50	-	1.03	95.8	1.02
66	PET-6	190	50	36.2	60	-	1.01	96.1	1.03
67	PET-6	190	50	36.2	83.3	-	0.90	96.1	0.96
68	PC	190	67.5	53.3	20	-	0.75	-	0.75

[0303]

표 8

금속화된 RIE 나노구조화된 기재에 대한 특성 및 치수

예 번호	%R, 기재와 금속의 계면	%R, 금속 노출된 표면	σ (Mhos)	σ , PET (Mhos)	σ 유지율	Ag 두께 (nm)	TEM에 의한 나노구조체 깊이 (nm)
C3	79.8	89.9	-	4.12	-	148	-
11	63.9	94.7	3.71	3.34	1.11	173	61
12	43.3	95	5.91	5.00	1.18	-	-
13	14.1	92.5	3.50	3.34	1.05	167	132
14	10.9	93.4	5.61	5.00	1.12	228	183
15	9.4	80.9	2.93	3.34	0.88	172	201
16	22.7	93.7	6.73	5.69	1.18	258	142
17	9.3	59.0	0.47	0.98	0.48	79	119
18	30.5	90.9	1.43	1.67	0.85	110	91
19	7.4	58.1	0.70	1.67	0.42	-	-
20	28.3	95.4	6.86	7.12	0.96	155	-
21	8.3	93.6	6.66	7.12	0.93	155	-
22	5.0	81.3	5.99	7.12	0.84	155	-
23	1.8	63.1	4.80	7.12	0.67	155	-
24	1.0	58.3	4.13	7.12	0.58	155	-
25	1.8	36.8	0.41	6.94	0.06	150	-
26	1.5	42.2	0.48	6.94	0.07	150	-
27	5.0	72.7	5.68	7.37	0.77	185	-
28	6.3	46.5	1.58	6.18	0.26	175	-
29	3.1	55.1	1.34	6.18	0.22	175	-
30	5.6	69.4	3.06	6.18	0.50	175	-
31	7.8	77.9	4.27	6.18	0.69	175	-
32	8.5	81.2	4.62	6.18	0.75	175	-
33	24.5	87.8	5.66	6.18	0.92	175	-

[0304]

예 번호	RR, 기재와 금속의 계면	RR, 금속 노출된 표면	σ (Mhos)	σ , PET (Mhos)	σ 유지율	Ag 두께 (nm)	TEM에 의한 나노구조체 깊이 (nm)
34	42.9	88.7	5.83	6.18	0.94	175	-
35	76.5	89.6	6.04	6.18	0.98	175	-
36	78.3	89.4	5.79	6.18	0.94	175	-
37	9.0	72.3	2.41	5.42	0.44	145	-
38	3.7	64.3	1.54	5.42	0.28	145	-
39	3.2	60.1	0.85	5.42	0.16	145	-
40	2.6	52.9	0.17	5.42	0.03	145	-
41	5.5	76.9	3.04	5.42	0.56	145	-
42	5.5	77.7	2.63	5.42	0.48	145	-
43	5.5	75.9	2.13	5.42	0.39	145	-
44	6.0	71.0	1.88	5.42	0.35	145	-
45	5.4	85.4	3.79	5.42	0.70	177.9	142.6
46	7.2	81.2	3.17	5.42	0.58	145	-
47	7.5	81.5	3.28	5.42	0.60	145	-
48	6.0	72.6	2.14	5.42	0.39	145	-
49	7.1	91.0	4.52	5.42	0.83	164.1	159.8
50	13.7	88.7	4.20	5.42	0.77	145	-
51	16.3	88.1	3.96	5.42	0.73	145	-
52	16.5	94.5	4.82	5.42	0.89	145	-
53	21.2	93.1	4.75	5.42	0.88	145	-
54	19.7	91.3	4.35	5.42	0.80	145	-
55	31.8	93.6	4.73	5.42	0.87	145	-
56	29.8	95.2	5.00	5.42	0.92	145	-
57	22.1	94.0	4.72	5.42	0.87	145	-
58	23.3	92.2	4.63	5.42	0.85	145	-
59	14.7	65.2	2.68	5.42	0.49	145	-
60	11.7	66.6	2.88	5.42	0.53	155.8	160.1
61	13.5	69.5	2.84	5.42	0.52	145	-
62	7.3	47.3	1.83	5.42	0.34	145	-
63	10.4	53.6	1.98	5.42	0.36	145	-
64	3.3	29.9	0.09	5.42	0.02	145	-
65	7.9	44.9	1.38	5.42	0.25	145	-
66	7.8	46.7	1.48	5.42	0.27	145	-
67	6.9	44.8	1.38	5.42	0.26	145	-
68	18.8	63.8	3.13	5.10	0.61	140	-

[0305]

[0306]

실시예 69 내지 실시예 124

[0307]

실시예 69 내지 실시예 124는 금속성 도체 코팅이 위에 배치되어 있는 나노구조화된 기재를 포함한다. 중합체 필름의 주표면 상에 입자-충전된 복합 코팅 (즉, 분산상 및 매트릭스상)을 침착하여 나노구조화된 기재를 제조하였다. 입자 충전된 복합 코팅을 코팅 용액으로부터 코팅하였다. 코팅을 건조하고 경화시켜 나노구조화된 노출된 표면을 산출하였다. 더욱이, 각각의 나노구조화된 기재에는 그의 노출된 나노구조화된 표면 상에 은의 코팅을 침착하였다 (금속화 단계). 금속화 단계는 평균 두께가 대략 5 옴스트롬인 티타늄의 접착 촉진 층을 스퍼터 침착한 후에, 하기에 명시된 두께로 은을 스퍼터 침착하는 것을 포함하였다. 각각의 예는, 코팅 용액에 포함되며 따라서 생성되는 복합 코팅에 포함되는 입자에 대한, 입자 조성, 입자 크기, 입자 로딩 (중량%, 부피%), 및 입자 표면 처리 조성의 관점에서 한정한다. 각각의 예는 복합 코팅의 일부를 구성하는 매트릭스 중합체의 관점에서 추가로 한정한다. 매트릭스 중합체의 화학 조성은 각각의 예에 대해 하기에 명시되어 있다. 코팅 용액은 또한 광개시제, 라디칼 억제제, 및 하나 이상의 용매를 함유하였다. 일부 예에서, 코팅 용액은, 하기에 명시된 바와 같은, 하나 이상의 기타 첨가제를 또한 포함하였다.

[0308]

실시예 69 내지 실시예 124에 대한 하기 상세한 설명은 두 섹션으로 나뉜다. 첫 번째 섹션은 물품의 제조를 설명한다. 두 번째 섹션은 물품의 특성화 결과를 보고한다. 첫 번째 섹션은 물품을 제조하기 위해 적용한 일반 단계를 설명하는 것으로 시작하여, 이어서 각각의 실시예를 독특하게 만드는 특정 상세 사항을 열거한다. 실시예 69 내지 실시예 124의 금속화된, 나노구조화된 기재는, 미세패턴의 형태로 자가-조립 단층 마스크를 인쇄하고 (예를 들어, 알킬티올, 예를 들어, 1-옥타데실티올과 같은 자가-조립 단층-형성 분자로 잉킹되어 있는 탄성 중합체 릴리프 스탬프로 스탬핑하고), 그 후에, 단층에 의해 보호되지 않은 구역에서, 나노구조화된 표면으로부터 금속 코팅을 선별적으로 에칭함으로써 추가로 처리할 수 있음에 유의한다. 인쇄 및 에칭 단계는 나노구조화

된 표면 상에 배치되는, 자가-조립 단층의 미세패턴에 따른 금속성 도체 미세패턴을 산출한다. 미세패턴은 본 명세서 전반에 기재된 바와 같은 기하학적 형태 또는 특징을 가질 수 있다.

[0309] 물품의 제조

[0310] 표면 개질된 실리카 서브마이크로미터 입자 분산액의 일반 제조

[0311] 상이한 비율의 두 실란 커플링제, "MPS" 및 "A1230"을 사용하여 서브마이크로미터 실리카 입자 (예를 들어, 나노입자)를 개질하였다. 4가지 상이한 표면 개질제 비율을 사용하였다. MPS:A1230의 물 비는 다음과 같았다: 100:0, 75:25, 50:50 및 25:75. 액체 매질 중에 현탁시킨 채로 입자를 개질하여, 실란 개질된 입자 분산액을 산출하였다. 우선 수성 콜로이드성 실리카 분산액을, 1-메톡시-2-프로판올 및 실란 커플링제(들)의 용액과 혼합하여 실란 개질된 분산액을 제조하였다. 이어서, 생성된 혼합물을 가열하여 실란과 실리카 입자의 반응을 촉진시켰다. 이는 고형물 함량이 약 10 내지 21 중량% 고형물의 범위로 제어되고 1-메톡시-2-프로판올:물 중량비가 약 65:35 내지 57:43의 범위로 제어된, 표면 개질된 나노입자 분산액을 야기하였다. 고형물 함량을 증가시키는 방식과 1-메톡시-2-프로판올:물 비를 증가시키는 방식의 두 가지 중 하나의 방식으로 분산액을 추가로 처리하였다.

[0312] 고형물 함량 및 1-메톡시-2-프로판올:물 비를 증가시키기 위한 한 절차에서는, 표면 개질된 나노입자 분산액을 증류에 의해 농축시킨 후에, 추가의 1-메톡시-2-프로판올을 다시 첨가하고, 이어서 그 후에 다시 증류를 통해 농축하는, 용매 교환 공정을 우선 사용하였다. 두 번째 (대안적인) 절차에서는, 물 및 1-메톡시-2-프로판올을 증발시켜 건조된 표면 개질된 입자 분말을 제공하였다. 이어서, 건조된 분말을 1-메톡시-2-프로판올:물 (88:12 중량비) 혼합물에 분산시켜 코팅 제형을 위해 사용하였다. 어느 절차에서든, 최종 분산액의 고형물 함량은 다소 가변적인 것으로 나타났다. 용매 교환 절차의 경우에, 가변성은 최종 증류 단계에서 제거되는 1-메톡시-2-프로판올 및 물의 양에 따라 좌우되는 것으로 여겨진다. 건조 분말 절차의 경우에, 가변성은 배치(batch) 마다의 분말의 잔류 용매 함량의 가변성으로 인한 것으로 여겨진다. 이러한 가변성을 설명하고 하기 예의 코팅 분산액 내의 정확한 입자 로딩을 보장하기 위하여, 코팅 제형의 제조 전에, 상기한 각각의 절차로부터 유래한 표면 개질된 나노입자에 대해 입자 고형물 함량을 중량 측정으로 결정하였다. 기지의 양의 분산액 (1 내지 4 그램, "습윤 중량")을 (기지의 중량, "용기 중량(tare weight)"의) 작은 유리 접시에 채웠다. 접시를 45분 동안 강제 공기 오븐 (120℃)에 넣었다. 이어서, 접시를 다시 칭량하였다 (서브마이크로미터 입자의 "건조 중량" + 접시의 용기 중량).

[0313] % 고형물 = 건조 중량/습윤 중량

[0314] 방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조:

[0315] 개질된 입자 분산액 (상기), 예비중합체 블렌드, 용매 (달리 언급되지 않는다면, 1-메톡시-2-프로판올), 및 1 또는 3%의 IR 184 (광개시제)를 모두 함께 혼합하여 코팅 용액 (약 40 중량%의 총 고형물; 즉, 표면 개질된 입자, 예비중합체, 및 광개시제의 중량을 총 중량으로 나눈 것이 40%임)을 형성하였다. 예비중합체 블렌드는 i) 40:40:20 중량비의 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트, 1,6 헥사다이올 다이아크릴레이트, 및 아이소보르닐 아크릴레이트 (각각 "SR295", "SR238", "SR506"), 또는 ii) 40:40:20중량비의 프로폭실화 트라이메틸올프로판 트라이아크릴레이트, 1,6 헥사다이올 다이아크릴레이트, 및 아이소옥틸 아크릴레이트 (각각 "SR492", "SR238", "SR440") 중 어느 하나를 포함하였다. 코팅 용액에서, 표면 개질된 실리카 입자 (5, 20, 75, 100, 115, 190, 또는 440 nm) 대 총 예비중합체의 중량비 (입자:예비중합체 중량비)는 57.5:42.5 내지 80:20의 범위였다. 일부 경우에, 저 표면 에너지 첨가제 (테고라드 2250, 테고라드 2300, 또는 HFPO)를 0.005 내지 0.1 중량%의 수준으로 또한 포함시켰다.

[0316] 일반 코팅 공정:

[0317] 실시예 69 내지 실시예 77, 실시예 79, 실시예 81 내지 실시예 88, 실시예 89 내지 실시예 111, 실시예 116 내지 실시예 120, 및 실시예 122 내지 실시예 124는 하기 코팅 공정을 포함하였다. 용액의 코팅 및 처리를 위한 일반 공정은 도 17a의 개략도에 따른다. 코팅 용액을 10.2 또는 20.3 cm (4 또는 8 인치) 폭 슬롯형 코팅 다이로 전달하고, 이동하는 50, 75, 100, 또는 125 μ m (0.002, 0.003, 0.004, 또는 0.005 인치) 두께 폴리(에틸렌 테레프탈레이트) ("PET") 또는 폴리카르보네이트 ("PC") 베이스 필름 (웹) 상에 코팅하였다. 각각의 실시예에 대한, 다이 및 특정 베이스 필름의 폭이 표 9에 제공되어 있다. 목표 습윤 코팅 두께를 달성하도록, 용액 전달 속도와 함께 웹 속도를 설정하였다. 각각의 실시예에 대한 웹 속도 및 코팅 용액 전달 속도가 또한 표 9에 제공되어 있다. 용액이 웹 상에 코팅된 후에, 코팅된 웹은 실내 환경에 3 m (10 ft) 거리를 이동하

였고, 이어서, 제어된 온도로 설정된 플레이트 온도를 갖는 2개의 1.5 m (5 ft) 길이의 소간극 건조 구역을 통과하였다. PET계 필름의 경우, 플레이트 온도는 77°C (170°F)였다. PC 베이스 필름의 경우, 플레이트 온도는 63°C (145°F)였다. 최종적으로, 건조된 코팅은, H-전구를 사용하는, UV 광원 (미국 메릴랜드주 가이터스버그 소재의 퓨전 시스템(Fusion System)으로부터의 모델 I300P)이 구비된 UV 챔버로 들어갔다. 질소와 공기의 혼합물을 포함하는 가스 스트림으로 UV 챔버를 퍼징하였다. UV 경화 챔버로의 단일 가스 전달 라인 내로 제어된 유동 (유량)의 질소 및 공기를 혼합해 넣어서 가스 스트림의 조성을 고정하였다. 질소의 유량은 314 L/min (11 scfm)으로 고정하였고, 공기의 유량은 표 10에 명시된 바와 같이 UV 경화 챔버 내의 산소 수준을 제어하도록 조정하였다.

[0318] 실시예 78, 실시예 80, 실시예 112 내지 실시예 115, 및 실시예 121은 하기 코팅 공정을 포함하였다. 코팅 용액을 10.1 또는 20.3 cm (4 또는 8 인치) 폭 슬롯형 코팅 다이로 전달하고, 이동하는 50, 75 μ m (0.002, 0.003 인치) 두께 폴리(에틸렌 테레프탈레이트), 폴리카르보네이트, 또는 셀룰로오스 트리아세테이트 베이스 필름(웹) 상에 코팅하였다. 용액이 베이스 필름 상에 코팅된 후에, 이어서, 코팅된 웹은 약 0.9 m (3 ft)를 이동한 후에, 66°C (120°F)로 설정된 모두 3개의 구역을 갖는 9.1 m (30 ft)의 통상적인 공기 부상 건조기로 들어갔다. 목표 습윤 코팅 두께를 달성하도록, 용액 전달 속도와 함께 웹 속도를 설정하였다. 각각의 실시예에 대한 웹 속도 및 코팅 용액 전달 속도가 표 9에 제공되어 있다. 건조기 후에, 코팅은 2개의 순차적인 UV 챔버 - 두 챔버 모두에 H-전구를 사용하는 UV 광원 (퓨전 시스템으로부터의 모델 I300P)이 구비됨 - 로 들어갔다. 각각의 UV 시스템은 가변 전원 출력 공급기(variable power output supply)를 구비하였다. 질소와 공기의 혼합물을 포함하는 가스 스트림으로 제1 UV 챔버를 퍼징하였다. UV 경화 챔버로의 단일 가스 전달 라인 내로 제어된 유동 (유량)의 질소 및 공기를 혼합해 넣어서 가스 스트림의 조성을 고정하였다. 질소의 유량은 456 L/min (16 scfm)으로 고정하였고, 공기의 유량은 표 10에 명시된 바와 같이 UV 경화 챔버 내의 산소 수준을 제어하도록 조정하였다. 유사하게 제2 UV 챔버를 퍼징하여 산소 수준을 제어하였다. 실시예 78 및 실시예 80에서는, 오직 제1 챔버만을 100%의 UV 출력 수준으로 사용하였다. 실시예 112 내지 실시예 115 및 실시예 121에서는, 제1 챔버 UV 출력 수준이 25%인 한편 제2 챔버 UV 출력 수준이 75%였다.

[0319] 실시예 69 및 실시예 70

[0320] 표면 개질된 20 nm 실리카 입자의 전형적인 제조

[0321] 20 nm 실리카를 하기와 같이 (100:0 MPS:A1230) 물 비로 표면 개질하였다. 1-메톡시-2-프로판올 (450.12 그램), MPS (25.27 그램), 및 라디칼 억제제 용액 (DI수 중 5% 용액, 0.2 그램)을 교반하면서 구형 실리카 서브마이크로미터 입자의 분산액 (400 그램, 실리카 함량이 41.05%임; 날코 2327)과 혼합하였다. 1 리터 유리병에 용액을 밀봉하고 80°C로 가열하고 그 온도에서 16시간 동안 유지하였다. 표면 개질된 콜로이드성 분산액을 추가로 처리하여 물을 제거하고 실리카 농도를 증가시켰다. 500 mL RB 플라스크에 표면 개질된 분산액 (450 그램) 및 1-메톡시-2-프로판올 (50 그램)을 채웠다. 회전 증발을 통해 물 및 1-메톡시-2-프로판올을 제거하여 206 그램의 중량을 얻었다. 1-메톡시-2-프로판올 (250 그램)을 플라스크에 채우고 회전 증발을 통해 물 및 1-메톡시-2-프로판올을 제거하여 176 그램의 최종 중량을 얻었다. 용액을 1 마이크로미터 필터로 여과하였다. 얻어진 고형물 함량은 50.99 중량%이었다.

[0322] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:

[0323] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 69 및 실시예 70에서는, 1-메톡시-2-프로판올 및 아이소프로필 알코올의 1:1 혼합물을 코팅 용액에서의 희석 용매로서 사용하였다.

[0324] 용액의 코팅:

[0325] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9에 열거되어 있다.

[0326] 실시예 71 내지 실시예 77

[0327] 표면 개질된 75 nm 실리카 입자의 전형적인 제조:

[0328] 75 nm 실리카를 하기와 같이 (100:0 MPS:A1230 물 비) 표면 개질하였다. 1-메톡시-2-프로판올 (450 그램),

MPS (6.04 그램), 및 라디칼 억제제 용액 (DI수 중 5% 용액, 0.2 그램)을 교반하면서 구형 실리카 서브마이크로미터 입자의 분산액 (400 그램, 실리카 함량이 40.52%임; 날코 2329)과 혼합하였다. 1 리터 유리병에 용액을 밀봉하고 80℃로 가열하고 그 온도에서 16시간 동안 유지하였다. 표면 개질된 콜로이드성 분산액을 추가로 처리하여 물을 제거하고 실리카 농도를 증가시켰다. 500 ml RB 플라스크에 표면 개질된 분산액 (450 그램)을 채웠다. 회전 증발을 통해 물 및 1-메톡시-2-프로판올을 제거하여 202.85 그램의 중량을 얻었다. 1-메톡시-2-프로판올 (183 그램)을 플라스크에 채우고 회전 증발을 통해 물 및 1-메톡시-2-프로판올을 제거하여 188.6 그램의 최종 중량을 얻었다. 용액을 1 마이크로미터 필터로 여과하였다. 얻어진 고형물 함량은 46.42 중량%였다.

[0329] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:

[0330] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 71 내지 실시예 77에서는, 0.006 중량%의 HFP0를 표면 첨가제로서 첨가하였다.

[0331] 용액의 코팅:

[0332] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.

[0333] 실시예 78

[0334] 표면 개질된 75 nm 실리카 입자의 제조:

[0335] 75:25 (MPS:A1230)의 물 비를 사용한 것을 제외하고는 실시예 71 내지 실시예 77에 기재된 바와 같이 75 nm 실리카를 표면 개질하였다. 얻어진 고형물 함량은 44.64 중량%였다.

[0336] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:

[0337] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 78에서는, 0.1 중량%의 테고라드 2300을 표면 첨가제로서 첨가하였다. 1-메톡시-2-프로판올 및 아이소프로필 알코올의 1:1 혼합물을 코팅 용액에서의 희석 용매로서 사용하였다.

[0338] 용액의 코팅:

[0339] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.

[0340] 실시예 79

[0341] 표면 개질된 75 nm 실리카 입자의 제조:

[0342] 실시예 71 내지 실시예 77에 기재된 바와 같이 75 nm 실리카를 표면 개질하였다. 얻어진 고형물 함량은 40 내지 50 중량%였다.

[0343] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:

[0344] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 79에서는, 0.034 중량%의 테고라드 2300을 표면 첨가제로서 첨가하였다.

[0345] 용액의 코팅:

[0346] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.

[0347] 실시예 80

- [0348] 표면 개질된 75 nm 실리카 입자의 제조:
- [0349] 75:25 (MPS:A1230)의 물 비를 사용한 것을 제외하고는 실시예 71 내지 실시예 77에 기재된 바와 같이 75 nm 실리카를 표면 개질하였다. 얻어진 고형물 함량은 44.64 중량%였다.
- [0350] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0351] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 80에서는, 0.1 중량%의 테고라드 2300을 표면 첨가제로서 첨가하였다. 1-메톡시-2-프로판올 및 아이소프로필 알코올의 1:1 혼합물을 코팅 용액에서의 희석 용매로서 사용하였다.
- [0352] 용액의 코팅:
- [0353] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0354] 실시예 81
- [0355] 표면 개질된 75 nm 실리카 입자의 제조:
- [0356] 75 nm 실리카를 하기와 같이 (75:25 MPS:A1230 물 비) 표면 개질하였다. 1-메톡시-2-프로판올 (450 그램), MPS (4.53 그램), A1230 (3.03 그램), 및 라디칼 억제제 용액 (DI수 중 5% 용액, 0.2 그램)을 교반하면서 구형 실리카 서브마이크로미터 입자의 분산액 (400.03 그램, 실리카 함량이 40.52%임; 날코 2329)과 혼합하였다. 1 리터 유리병에 용액을 밀봉하고 80℃로 가열하고 그 온도에서 16시간 동안 유지하였다. 회전 증발을 통해 혼합물로부터 물 및 1-메톡시-2-프로판올을 제거하여 분말을 얻었다. 분말의 일부 (48.01 그램)를 1-메톡시-2-프로판올 (51.61 그램) 및 DI수 (7.04 그램)에 분산시켰다. 혼합물을 118.3ml (4 oz.) 유리병에 채우고, 43분 동안 (레벨 90, 50% 출력) 초음파 처리기 (미국 코네티컷주 뉴타운 소재의 소닉 앤드 머티어리얼스 인크(Sonic and Materials Inc.)로부터 입수함; 상표명 "SM 07 92"인 탐침을 구비함))를 사용하여 처리하였다. 용액을 1 마이크로미터 필터로 여과하였다. 얻어진 고형물 함량은 42.37 중량%였다.
- [0357] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0358] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다.
- [0359] 용액의 코팅:
- [0360] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0361] 실시예 82 및 실시예 83
- [0362] 표면 개질된 75 nm 실리카 입자의 제조:
- [0363] 실시예 81에서와 동일한 입자 용액을 사용하였다. 얻어진 고형물 함량은 42.37 중량%였다.
- [0364] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0365] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 82 및 실시예 83에서는, 0.094 중량%의 HFPO를 표면 첨가제로서 첨가하였다.
- [0366] 용액의 코팅:
- [0367] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및

경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.

- [0368] 실시예 84
- [0369] 표면 개질된 75 nm 실리카 입자의 제조:
- [0370] 실시예 81에서와 동일한 입자 용액을 사용하였다. 얻어진 고형물 함량은 42.37 중량%였다.
- [0371] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0372] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다.
- [0373] 용액의 코팅:
- [0374] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0375] 실시예 85 및 실시예 86
- [0376] 표면 개질된 100 nm 실리카 입자의 전형적인 제조:
- [0377] 100 nm 실리카를 하기와 같이 (75:25 MPS:A1230 몰 비) 표면 개질하였다. 1-메톡시-2-프로판올 (452 그램), MPS (4.78 그램), A1230 (3.21 그램), 및 라디칼 억제제 용액 (DI수 중 5% 용액, 0.06 그램)을 교반하면서 구형 실리카 서브마이크로미터 입자의 분산액 (399.9 그램, 실리카 함량이 42.9%임; MP1040)과 혼합하였다. 1 리터 유리병에 용액을 밀봉하고 80℃로 가열하고 그 온도에서 16시간 동안 유지하였다. 회전 증발을 통해 혼합물로부터 물 및 1-메톡시-2-프로판올을 제거하여 분말을 얻었다. 분말의 일부 (169.33 그램)를 1-메톡시-2-프로판올 (185.10 그램), 및 DI수 (21.95 그램)에 분산시켰다. 혼합물을 473 ml (16 oz.) 유리병에 채우고 63분 동안 (레벨 90, 50% 출력) 초음파 처리기를 사용하여 처리하였다. 용액을 1 마이크로미터 필터로 여과하였다. 얻어진 고형물 함량은 41.69 중량%였다.
- [0378] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0379] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다.
- [0380] 용액의 코팅:
- [0381] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0382] 실시예 87 및 실시예 88
- [0383] 표면 개질된 100 nm 실리카 입자의 제조: 실시예 85 및 실시예 86에서와 동일한 입자 용액을 사용하였다. 얻어진 고형물 함량은 41.69 중량%였다.
- [0384] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0385] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다.
- [0386] 용액의 코팅:
- [0387] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0388] 실시예 89 및 실시예 90

- [0389] 표면 개질된 100 nm 실리카 입자의 제조: 실시예 85 및 실시예 86에 기재된 바와 같이 100 nm 실리카를 표면 개질하였다. 얻어진 고형물 함량은 42.08 중량%였다.
- [0390] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0391] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 89 및 실시예 90에서는, 0.057 중량%의 HFPO를 표면 첨가제로서 첨가하였다.
- [0392] 용액의 코팅:
- [0393] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0394] 실시예 91 및 실시예 92
- [0395] 표면 개질된 115 nm 실리카 입자의 제조:
- [0396] 115 nm 실리카를 하기와 같이 (50:50 MPS:A1230 몰 비) 표면 개질하였다. 1-메톡시-2-프로판올 (450 그램), MPS (3.51 그램), A1230 (7.23 그램), 및 라디칼 억제제 용액 (DI수 중 5% 용액, 0.12 그램)을 교반하면서 구형 실리카 서브마이크로미터 입자의 분산액 (400.03 그램, 실리카 함량이 47.47 %임; 날코 2329플러스)과 혼합하였다. 1 리터 유리병에 용액을 밀봉하고 80℃로 가열하고 그 온도에서 16시간 동안 유지하였다. 회전 증발을 통해 혼합물로부터 물 및 1-메톡시-2-프로판올을 제거하여 분말을 얻었다. 분말의 일부 (100.06 그램)를 1-메톡시-2-프로판올 (110.98 그램) 및 DI수 (11.59 그램)에 분산시켰다. 혼합물을 473.2 ml (16 oz.) 유리병에 채우고 63 분 동안 (레벨 90, 50% 출력) 초음파 처리기를 사용하여 처리하였다. 얻어진 고형물 함량은 43.14 중량%였다.
- [0397] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0398] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다.
- [0399] 용액의 코팅:
- [0400] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0401] 실시예 93 및 실시예 94
- [0402] 표면 개질된 115 nm 실리카 입자의 전형적인 제조:
- [0403] 실시예 91 및 실시예 92에서와 동일한 입자 용액을 사용하였다. 얻어진 고형물 함량은 43.14 중량%였다.
- [0404] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0405] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다.
- [0406] 용액의 코팅:
- [0407] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0408] 실시예 95
- [0409] 표면 개질된 115 nm 실리카 입자의 제조:

- [0410] 115 nm 실리카를 하기와 같이 (100:0 MPS:A1230 물 비) 표면 개질하였다. 1-메톡시-2-프로판올 (676.17 그램), MPS (10.59 그램), 및 라디칼 억제제 용액 (DI수 중 5% 용액, 0.32 그램)을 교반하면서 구형 실리카 서브마이크로미터 입자의 분산액 (600.34 그램, 실리카 함량이 47.47 %임; "날코 2329플러스")과 혼합하였다. 환류 응축기 및 기계적 교반기가 장착된 2000 ml RB 플라스크에 용액을 밀봉하고 94℃로 가열하고 그 온도에서 16시간 동안 유지하였다. 회전 증발을 통해 혼합물로부터 물 및 1-메톡시-2-프로판올을 제거하여 분말을 얻었다. 분말 (99.75 그램)을 1-메톡시-2-프로판올 (89.22 그램) 및 DI수 (12.01 그램)에 분산시켰다. 혼합물을 1 리터 유리병에 채우고 43분 동안 (레벨 90, 50% 출력) 초음파 처리기를 사용하여 처리하였다. 용액을 1 마이크로미터 필터로 여과하였다. 얻어진 고형물 함량은 39.95 중량%였다.
- [0411] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0412] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다.
- [0413] 용액의 코팅:
- [0414] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0415] 실시예 96 및 실시예 97
- [0416] 표면 개질된 190 nm 실리카 입자의 전형적인 제조:
- [0417] 190 nm 실리카를 하기와 같이 (100:0 MPS:A1230 물 비) 표면 개질하였다. 1-메톡시-2-프로판올 (451.56 그램), MPS (8.72 그램), 및 라디칼 억제제 용액 (DI수 중 5% 용액, 0.22 그램)을 교반하면서 구형 실리카 서브마이크로미터 입자의 분산액 (400.01 그램, 실리카 함량이 44.15%임; MP2040")과 혼합하였다. 환류 응축기 및 기계적 교반기가 장착된 1000 ml RB 플라스크에 용액을 밀봉하고 93℃로 가열하고 그 온도에서 16시간 동안 유지하였다. 회전 증발을 통해 혼합물로부터 물 및 1-메톡시-2-프로판올을 제거하여 분말을 얻었다. 분말 (187.21 그램)을 1-메톡시-2-프로판올 (201.34 그램) 및 DI수 (27.44 그램)에 분산시켰다. 혼합물을 1 리터 유리병에 채우고 43분 동안 (레벨 90, 50% 출력) 초음파 처리기를 사용하여 처리하였다. 용액을 1 마이크로미터 필터로 여과하였다. 얻어진 고형물 함량은 41.99 중량%였다.
- [0418] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0419] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 96 및 실시예 97에서는, 0.04 중량%의 테고라드 2250을 표면 첨가제로서 첨가하였다.
- [0420] 용액의 코팅:
- [0421] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0422] 실시예 98
- [0423] 표면 개질된 190 nm 실리카 입자의 제조:
- [0424] 190 nm 실리카를 실시예 96 및 실시예 97에 기재된 바와 같이 (100:0 MPS:A1230 물 비) 표면 개질하였다. 얻어진 고형물 함량은 41.47 중량%였다.
- [0425] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0426] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다.

- [0427] 용액의 코팅:
- [0428] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웨브 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 표 10에 열거되어 있다.
- [0429] 실시예 99
- [0430] 표면 개질된 190 nm 실리카 입자의 제조:
- [0431] 실시예 96 및 실시예 97에 기재된 바와 같이 (100:0 MPS:A1230 몰 비) 표면 개질된 190 nm 실리카의 2 배치를 사용하였다. 얻어진 고형물 함량은 41.02 및 41.86 중량%였다.
- [0432] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0433] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다.
- [0434] 용액의 코팅:
- [0435] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웨브 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 표 10에 열거되어 있다.
- [0436] 실시예 100 내지 실시예 107
- [0437] 표면 개질된 190 nm 실리카 입자의 제조: 190 nm 실리카를 실시예 96 및 실시예 97에 기재된 바와 같이 (100:0 MPS:A1230 몰 비) 표면 개질하였다. 얻어진 고형물 함량은 44.45 중량%였다.
- [0438] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0439] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 100 내지 실시예 107에서는, 0.025 중량%의 HFPO를 표면 첨가제로서 첨가하였다.
- [0440] 용액의 코팅:
- [0441] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웨브 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0442] 실시예 108 내지 실시예 111
- [0443] 표면 개질된 190 nm 실리카 입자의 제조:
- [0444] 190 nm 실리카를 실시예 96 및 실시예 97에 기재된 바와 같이 (100:0 MPS:A1230 몰 비) 표면 개질하였다. 얻어진 고형물 함량은 40.92 중량%였다.
- [0445] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0446] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 108 내지 실시예 111에서는, 0.025 중량%의 HFPO를 표면 첨가제로서 첨가하였다.
- [0447] 용액의 코팅:
- [0448] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웨브 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0449] 실시예 112 내지 실시예 115

- [0450] 표면 개질된 190 nm 실리카 입자의 제조:
- [0451] 190 nm 실리카를 실시예 96 및 실시예 97에 기재된 바와 같이 (100:0 MPS:A1230 몰 비) 표면 개질하였다. 얻어진 고형물 함량은 44.18 중량%였다.
- [0452] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0453] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 112 내지 실시예 115에서는, 0.025 중량%의 HFPO를 표면 첨가제로서 첨가하였다.
- [0454] 용액의 코팅:
- [0455] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웨브 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0456] 실시예 116 내지 실시예 118
- [0457] 표면 개질된 190 nm 실리카 입자의 제조:
- [0458] 190 nm 실리카를 실시예 96 및 실시예 97에 기재된 바와 같이 (100:0 MPS:A1230 몰 비) 표면 개질하였다. 얻어진 고형물 함량은 44.45 중량%였다.
- [0459] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0460] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다.
- [0461] 용액의 코팅:
- [0462] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웨브 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0463] 실시예 119
- [0464] 표면 개질된 190 nm 실리카 입자의 제조:
- [0465] 190 nm 실리카를 실시예 96 및 실시예 97에 기재된 바와 같이 (100:0 MPS:A1230 몰 비) 표면 개질하였다. 얻어진 고형물 함량은 44.27 중량%였다.
- [0466] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0467] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다.
- [0468] 용액의 코팅:
- [0469] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웨브 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0470] 실시예 120
- [0471] 표면 개질된 190 nm 실리카 입자의 제조:
- [0472] 190 nm 실리카를 실시예 96 및 실시예 97에 기재된 바와 같이 (100:0 MPS:A1230 몰 비) 표면 개질하였다. 얻어진 고형물 함량은 44.27 중량%였다.
- [0473] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:

- [0474] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 120에서는, 0.034 중량%의 HFPO를 표면 첨가제로서 첨가하였다.
- [0475] 용액의 코팅:
- [0476] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0477] 실시예 121
- [0478] 표면 개질된 190 nm 실리카 입자의 제조:
- [0479] 190 nm 실리카를 실시예 96 및 실시예 97에 기재된 바와 같이 (100:0 MPS:A1230 물 비) 표면 개질하였다. 얻어진 고형물 함량은 45.49 중량%였다.
- [0480] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0481] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다. 실시예 121에서는, 0.093 중량%의 HFPO를 표면 첨가제로서 첨가하였다. 1-메톡시-2-프로판올 및 메틸 에틸 케톤의 1:1 혼합물을 코팅 용액에서의 희석 용매로서 사용하였다.
- [0482] 용액의 코팅:
- [0483] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0484] 실시예 122 내지 실시예 124
- [0485] 표면 개질된 440nm 실리카 입자의 전형적인 제조:
- [0486] 440 nm 실리카를 하기와 같이 (100:0 MPS:A1230 물 비) 표면 개질하였다. 1-메톡시-2-프로판올 (450 그램), MPS (3.82 그램), 및 라디칼 억제제 용액 (DI수 중 5% 용액, 0.36 그램)을 교반하면서 구형 실리카 서브마이크로미터 입자의 분산액 (401 그램, 실리카 함량이 45.7 중량%임; MP4540)과 혼합하였다. 환류 응축기 및 기계적 교반기가 장착된 1000 mL RB 플라스크에 용액을 밀봉하고 98°C로 가열하고 그 온도에서 16시간 동안 유지하였다. 회전 증발을 통해 혼합물로부터 물 및 1-메톡시-2-프로판올을 제거하여 건조 분말을 얻었다. 분말 (192.17 그램)을 1-메톡시-2-프로판올 (206.73 그램) 및 DI수 (28.19 그램)에 분산시켰다. 혼합물을 1 리터 유리병에 채우고 63분 동안 (레벨 90, 50% 출력) 초음파 처리기를 사용하여 처리하였다. 용액을 5 마이크로미터 필터로 여과하였다. 얻어진 고형물 함량은 43.84 중량%였다.
- [0487] 방사선 경화성 코팅 용액의 제조:
- [0488] "방사선 경화성 코팅 용액의 일반 제조"에서 상기에 논의된 바와 같이, 그리고 실리카 입자, 실리카 입자의 표면 개질, 예비중합체 블렌드 조성, 예비 중합체 블렌드에 대한 실리카 입자의 중량 분율, 광개시제의 중량%, 최종 코팅 용액의 %고형물, 및 표면 첨가제 중량% (적용가능한 경우)를 포함하는 표 9 및 표 10에서의 세부사항에 따라 코팅 용액을 제조하였다.
- [0489] 용액의 코팅:
- [0490] "일반 코팅 공정"에서 상기에 논의된 바와 같이 용액을 코팅하였다. 코팅 폭, 웹 속도, 코팅 용액 유량, 및 경화 공정 동안 존재하는 산소의 농도를 포함하는 코팅 세부사항이 표 9 및 표 10에 열거되어 있다.
- [0491] 물품의 특성화
- [0492] 표 10 및 표 11은, 금속화 전 및 후에, 나노구조화된 표면을 갖는 기재에 대해 측정된 특성을 보고한다. 표 10에서, 기재 전방 (나노구조화된) 표면의 반사율은 반사율 시험 방법 1에 의해 측정하였다. 표 11에서, 금속화부와 기재 나노구조화된 표면 사이의 계면의 반사율을 결정하는 데 사용한 방법은 반사율 시험 방법 4였다. 기재 상의 금속화부의 노출된 표면의 반사율을 결정하는 데 사용한 방법은 반사율 시험 방법 6이었다. 실시예 98

내지 실시예 103, 실시예 110, 및 실시예 111에 대한 나노구조체 깊이는 AFM에 의해 측정하였다. 나노구조체 깊이를 측정하기 위한 AFM 방법에서는, 5 마이크로미터 $\times$ 5 마이크로미터의 레벨링된 면적에 걸친 고도 데이터를 분석하였다. 나노구조체 깊이를 기술하는 단일 수치를 생성하기 위하여, 샘플 면적의 대략 99%와 관련된 고도 범위(즉, 돌출부 높이 및 나노구조체 깊이의 이상치 극단을 제거함)를 나노구조체 깊이로서 취하였다. 실시예 90, 실시예 113 내지 실시예 115에서, 나노구조체 깊이는 나노구조화된 표면 내로의 Ag 침투를 TEM에 의해 측정한 깊이였다. 실시예 90, 실시예 113 내지 실시예 115의 Ag 두께는 TEM에 의해 측정하였다. 나머지 실시예의 Ag 두께는, 나노구조화된 표면의 금속화 동안 존재하는 관측 유리 슬라이드(witness glass slide) 상에 침착된 금속에 대해, 표준 프로필로메트리(profilometry) 기술에 의해 측정하였다. 표 12는, 실시예 113 내지 실시예 115에 대한, 단면 투사 전자 현미경법에 의한 금속 오버레이어 두께 및 침투의 측정 결과를 보고한다. 금속 오버레이어 두께는 나노구조화된 표면의 표면 돌기(surface asperity; 예를 들어, 돌출 입자)를 오버코팅하는 금속의 두께이다. 금속 침투는 표면 돌기 (예를 들어, 돌출 입자)로부터 돌기 옆에 배치되는 금속의 가장 깊은 범위까지의 거리(나노구조화된 기재의 주표면에 대해 본질적으로 수직으로 측정됨; 즉, 본질적으로 수직 거리)이다.

표 9

구조화된 입자 코팅 기재에 대한 조성 및 실험 파라미터

예 번호	기재	코팅 폭 (cm (in))	웹브 속도 (m/s (ft/min))	유량 (cc/min)	% 고형물	실리카 입자	표면 개질
C3	PET-6	-	-	-	-	-	-
69	PET-2	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	20 nm	MPS
70	PET-2	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	20 nm	MPS
71	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	75 nm	MPS
72	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	75 nm	MPS
73	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	75 nm	MPS
74	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	75 nm	MPS
75	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	75 nm	MPS
76	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	75 nm	MPS
77	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	75 nm	MPS
78	TAC	10 (4)	0.254 (50)	18	40	75 nm	MPS
79	PET-4	10 (4)	0.102 (20)	5.5	40	75 nm	MPS/A1230 75:25
80	PET-2	10 (4)	0.254 (50)	18	40	75 nm	MPS/A1230 75:25
81	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	75 nm	MPS/A1230 75:25
82	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	2.62	40	75 nm	MPS/A1230 75:25
83	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	3.00	40	75 nm	MPS/A1230 75:25
84	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	5.3	40	75 nm	MPS/A1230 75:25
85	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	100 nm	MPS/A1230 75:25
86	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	3.0	40	100 nm	MPS/A1230 75:25
87	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	2.65	40	100 nm	MPS/A1230 75:25
88	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	100 nm	MPS/A1230 75:25
89	PET-6	20 (8)	0.0508 (10)	5.25	40	100 nm	MPS/A1230 75:25
90	PET-6	20 (8)	0.0508 (10)	10	40	100 nm	MPS/A1230 50:50
91	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	2.62	40	115 nm	MPS/A1230 50:50
92	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	115 nm	MPS/A1230 50:50
93	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	3.00	40	115 nm	MPS/A1230 50:50
94	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	3.00	40	115 nm	MPS/A1230 50:50
95	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	2.62	40	115 nm	MPS
96	PET-2	10 (4)	0.0508 (10)	5	40	190 nm	MPS
97	PET-2	10 (4)	0.0508 (10)	2.5	40	190 nm	MPS
98	PET-2	10 (4)	0.0508 (10)	2.625	40	190 nm	MPS

[0493]

예 번호	기 재	코팅 폭 (cm (in))	웹브 속도 (m/s (ft/min))	유량 (cc/min)	% 고형물	실리카 입자	표면 개질
99	PET-5	10 (4)	0.0508 (10)	2.65	40	190 nm	MPS
100	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	2.625	40	190 nm	MPS
101	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	2.625	40	190 nm	MPS
102	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	2.625	40	190 nm	MPS
103	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	4	40	190 nm	MPS
104	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	2	40	190 nm	MPS
105	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	2	40	190 nm	MPS
106	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	2	40	190 nm	MPS
107	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	2	40	190 nm	MPS
108	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	40	190 nm	MPS
109	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	4	40	190 nm	MPS
110	PET-3	10 (4)	0.0508 (10)	2.625	40	190 nm	MPS
111	PET-6	10 (4)	0.0508 (10)	4	40	190 nm	MPS
112	PET-6	20 (8)	0.127 (25)	14	40	190 nm	MPS
113	PET-6	20 (8)	0.127 (25)	14	40	190 nm	MPS
114	PET-6	20 (8)	0.127 (25)	14	40	190 nm	MPS
115	PET-6	20 (8)	0.127 (25)	14	40	190 nm	MPS
116	PC	10 (4)	0.0508 (10)	5	40	190 nm	MPS
117	PC	10 (4)	0.0508 (10)	4	40	190 nm	MPS
118	PC	10 (4)	0.0508 (10)	5	40	190 nm	MPS
119	PET-8	10 (4)	0.0508 (10)	2.65	40	190 nm	MPS
120	PET-8	10 (4)	0.0508 (10)	2.65	40	190 nm	MPS
121	PET-6	20 (8)	0.127 (25)	18.00	40	190 nm	MPS
122	PET-7	10 (4)	0.0508 (10)	2.62	43.84	440 nm	MPS
123	PET-7	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	43.84	440 nm	MPS
124	PET-7	10 (4)	0.0508 (10)	5.25	43.84	440 nm	MPS

[0494]

표 10

나노구조화된 구조화된 입자 코팅 기재에 대한 조성, 실험 파라미터 및 데이터

예 번호	40:40:20 중량비의 예비중합체 블렌드	중량% NP/ 단량체	부피% NP/ 단량체	% 개시제 (IR 184)	첨가제	O ₂ (ppm)	%R 기재 전방 표면	%T	%H
C3	-	-	-	-	-	-	6.56	92.1	0.78
69	SR295/SR238SR506	80/20	68.8/31.3	3	-	2200	2.63	96.3	1.26
70	SR295/SR238SR506	80/20	68.8/31.3	3	-	10000	2.62	96.1	1.37
71	SR295/SR238SR506	75/25	62.3/37.7	3	0.006% HFPO	40	4.06	90.3	0.72
72	SR295/SR238SR506	75/25	62.3/37.7	3	0.006% HFPO	670	3.49	91.6	0.48
73	SR295/SR238SR506	75/25	62.3/37.7	3	0.006% HFPO	1800	2.14	92.2	0.42
74	SR295/SR238SR506	75/25	62.3/37.7	3	0.006% HFPO	4050	2.20	93.3	0.54
75	SR295/SR238SR506	75/25	62.3/37.7	3	0.006% HFPO	6100	2.40	92.9	1.04
76	SR295/SR238SR506	75/25	62.3/37.7	3	0.006% HFPO	8500	2.36	92.7	1.68
77	SR295/SR238SR506	75/25	62.3/37.7	3	0.006% HFPO	10000	2.49	92.7	2.84
78	SR295/SR238SR506	75/25	62.3/37.7	3	0.1% 테고라드 2300	2000	1.52	95.8	0.92
79	SR295/SR238SR506	75/25	62.3/37.7	3	0.034% HFPO	4150	1.78	94.5	0.90
80	SR492/SR238SR440	75/25	61.1/38.9	3	0.1% 테고라드 2300	4400	1.70	94.0	0.45
81	SR492/SR238SR440	70/30	54.9/45.1	3	-	770	1.81	96.4	0.71
82	SR492/SR238SR440	70/30	54.9/45.1	3	0.093% HFPO	55	3.18	95.3	0.91
83	SR492/SR238SR440	70/30	54.9/45.1	3	0.093% HFPO	816	1.87	96.3	1.36
84	SR492/SR238SR440	70/30	54.9/45.1	3	-	9040	2.52	95.7	12.1
85	SR492/SR238SR440	70/30	54.9/45.1	3	-	700	2.03	96.1	0.83
86	SR492/SR238SR440	70/30	54.9/45.1	3	-	725	1.96	96.1	0.84
87	SR492/SR238SR440	67.5/32.5	52.1/47.9	3	-	900	1.84	96.4	1.17
88	SR492/SR238SR440	67.5/32.5	52.1/47.9	3	-	950	1.78	96.4	1.26
89	SR492/SR238SR440	67.5/32.5	52.1/47.9	3	0.057% HFPO	730	1.93	93.8	0.99
90	SR492/SR238SR440	67.5/32.5	52.1/47.9	3	0.057% HFPO	730	1.79	93.5	1.57
91	SR492/SR238SR440	70/30	49.3/50.7	1	-	800	1.68	96.2	1.59
92	SR492/SR238SR440	70/30	49.3/50.7	1	-	800	1.73	96.1	1.53
93	SR492/SR238SR440	70/30	49.3/50.7	3	-	780	1.83	96.0	1.27
94	SR492/SR238SR440	70/30	49.3/50.7	3	-	2030	1.65	96.2	1.82
95	SR295/SR238SR506	70/30	56.2/43.8	3	-	2150	2.13	95.9	1.80
96	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.04% 테고라드 2250	800	1.46	93.9	2.04
97	SR295/SR238SR506	57.5/42.5	50.5/49.5	1	0.04%	2600	1.17	94.3	2.65

[0495]

예 번호	40:40:20 중량비의 예비중합체 블렌드	중량% NP/ 단량체	부피% NP/ 단량체	% 개시제 (IR 184)	첨가제	O ₂ (ppm)	%R 기재 전방 표면	%T	%H
					테고라드 2250				
98	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	-	2900	1.57	94.0	1.30
99	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	-	5100	1.71	95.8	2.32
100	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.025% HFPO	40	4.07	91.8	0.71
101	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.025% HFPO	3800	1.57	93.3	1.75
102	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.025% HFPO	17600	1.33	92.8	1.91
103	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.025% HFPO	17600	1.38	93.3	2.79
104	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.025% HFPO	2050	1.66	93.2	1.32
105	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.025% HFPO	5800	1.38	93.7	1.71
106	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.025% HFPO	10000	1.52	93.4	1.76
107	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.025% HFPO	15800	1.29	93.7	1.80
108	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.025% HFPO	17600	1.56	94.4	3.07
109	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.025% HFPO	17600	1.55	94.3	3.24
110	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.025% HFPO	17600	1.52	94.5	2.66
111	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	0.025% HFPO	17600	1.44	94.8	2.31
112	SR295/SR238SR506	67.5/32.5	53.3/46.7	1	0.025% HFPO	9200/6600	1.20	93.6	2.56
113	SR295/SR238SR506	67.5/32.5	53.3/46.7	1	0.025% HFPO	9200/6600	1.20	93.6	2.56
114	SR295/SR238SR506	67.5/32.5	53.3/46.7	1	0.025% HFPO	9200/6600	1.20	93.6	2.56
115	SR295/SR238SR506	67.5/32.5	53.3/46.7	1	0.025% HFPO	9200/6600	1.20	93.6	2.56
116	SR295/SR238SR506	67.5/32.5	53.3/46.7	1	-	3900	1.30	95.2	0.90
117	SR295/SR238SR506	67.5/32.5	53.3/46.7	1	-	8200	1.11	95.1	1.04
118	SR492/SR238SR440	67.5/32.5	52.1/47.9	1	-	8300	0.90	95.6	1.35
119	SR492/SR238SR440	65/35	49.3/50.7	1	-	8470	1.67	94.6	2.08
120	SR492/SR238SR440	65/35	49.3/50.7	1	0.034% HFPO	9500	1.47	94.5	3.06
121	SR295/SR238SR506	67.5/32.5	53.3/46.7	1	0.093% HFPO	9200	1.30	93.6	2.89
122	SR295/SR238SR506	75/25	62.3/37.7	1	-	9230	1.37	91.6	21.9
123	SR295/SR238SR506	75/25	62.3/37.7	1	-	7080	1.40	91.5	19.0
124	SR295/SR238SR506	65/35	50.5/49.5	1	-	6300	1.66	90.8	14.0

[0496]

표 11

스퍼터링에 의해 금속이 위에 침전된 나노구조화된 기재에 대해 측정된 특성

예 번호	%R 기재와 금속의 계면	%R 금속 노출된 표면	σ (Mhos)	σ , PET (Mhos)	σ 유지율	Ag 두께 (nm)	나노구조체 깊이 (nm)
C3	79.8	89.9	-	4.12	-	148	-
69	76.8	89.9	4.73	4.93	0.96	138	-
70	75.6	89.9	4.69	4.93	0.95	138	-
71	85.2	95.4	4.96	5.10	0.97	140	-
72	57.2	95.1	4.63	5.10	0.91	140	-
73	38.6	94.1	4.43	5.10	0.87	140	-
74	38.2	94.0	4.34	5.10	0.85	140	-
75	37.4	93.7	4.31	5.10	0.85	140	-
76	37.4	93.7	4.41	5.10	0.86	140	-
77	34.6	93.4	4.35	5.10	0.85	140	-
78	46.8	94.9	4.91	5.07	0.97	140	-
79	39.1	93.9	4.60	5.07	0.91	140	-
80	45.9	94.6	4.63	5.07	0.91	140	-
81	26.7	83.3	4.43	5.71	0.78	150	-
82	56.9	83.5	4.93	5.71	0.86	150	-
83	23.4	78.9	4.25	5.71	0.74	150	-
84	26.2	83.3	4.53	5.71	0.79	150	-
85	17.7	70.5	3.71	5.71	0.65	150	-
86	15.9	71.2	3.78	5.71	0.66	150	-
87	15.1	70.1	3.70	5.21	0.71	150	-
88	13.6	67.2	3.51	5.21	0.67	150	-
89	16.8	71.9	4.18	5.98	0.70	165	-
90	11.5	72.3	4.58	5.97	0.77	205	-
91	12.6	70.9	3.81	5.71	0.67	150	-
92	10.1	68.6	3.62	5.71	0.63	150	-
93	15.2	66.8	3.42	5.71	0.60	150	-
94	10.8	66.1	3.33	5.71	0.58	150	-
95	25.9	84.3	4.57	5.21	0.88	150	-
96	41.7	75.2	4.95	6.85	0.72	150	-
97	17.1	64.8	4.22	6.85	0.62	150	-
98	38.2	70.4	5.02	7.12	0.70	155	162
99	30.1	77.3	5.37	7.37	0.73	185	124
100	84.4	95.4	6.24	6.18	1.01	175	32
101	37.6	77.3	4.21	6.18	0.68	175	150
102	22.2	69.2	3.73	6.18	0.60	175	187
103	18.7	65.6	3.39	6.18	0.55	175	215
104	45.2	77.5	4.42	6.18	0.72	175	-
105	35.3	69.5	4.06	6.18	0.66	175	-
106	28.2	70.6	3.89	6.18	0.63	175	-
107	23.2	70.6	3.88	6.18	0.63	175	-
108	17.8	60.3	2.33	5.10	0.46	140	-
109	17.1	60.9	2.41	5.10	0.47	140	-
110	17.6	62.3	2.54	5.10	0.50	140	132
111	15.8	59.3	2.22	5.10	0.44	140	185
112	18.7	60.1	2.45	5.10	0.48	140	-
113	19.3	68.4	2.77	4.58	0.61	134	116
114	13.6	56.5	1.86	4.12	0.45	147	142
115	13.0	60.5	3.19	5.37	0.59	185	120
116	41.7	84.6	4.68	6.18	0.76	175	-
117	30.9	84.2	4.65	6.18	0.75	175	-

[0497]

예 번호	%R 기재와 금속의 계면	%R 금속 노출된 표면	σ (Mhos)	σ , PET (Mhos)	σ 유지율	Ag 두께 (nm)	나노구조체 깊이 (nm)
118	17.2	66.7	3.69	6.18	0.60	175	-
119	15.9	68.7	3.62	5.71	0.63	152	-
120	13.1	62.6	2.98	5.71	0.52	152	-
121	12.0	68.2	4.27	6.00	0.71	205	-
122	19.8	53.6	1.47	4.93	0.30	138	-
123	25.6	59.8	1.98	4.93	0.40	138	-
124	56.1	81.3	3.55	4.93	0.72	138	-

[0498]

표 12

실시에 113 내지 실시예 115의 금속화된 불품에 대해 수행한 단면 TEM 이미징으로부터 측정된 치수 데이터

	실시예 114		실시예 115		실시예 113	
	오버레이어 두께	침투	오버레이어 두께	침투	오버레이어 두께	침투
평균 (nm)	147.5	141.5	184.6	120.1	133.9	115.9
표준편차 (nm)	15.8	78.8	11.6	46.1	16.8	47.9
최대치 (nm)	212.4	540.9	206.7	239.6	164.8	201.2
최소치 (nm)	131.6	59.9	147.9	44.9	109.1	61.3
측정 횟수	33	47	46	59	19	12

[0499]

[0500]

실시예 125

[0501]

측정된 전도도가 1.68 Mhos인 점을 제외하고는, 실시예 112에 따라, 은-코팅된, 나노구조화된 기재를 제조하였다. 스퍼터링된 은의 평균 두께를 전도도에 기초하여 추산하였고 대략 140 nm였다. 미국 특허 출원 공개 제 20090218310호 (미국 특허 출원 제12/393,201호)에 기재된 바와 같이, 옥타데실티올 자가-조립 단층 마스크를 그의 표면 상에 인쇄한 후에, 습윤 화학 에칭함으로써 은 코팅을 패터닝시켰다. 나노구조화된 기재 상에 생성된 도체 패턴은, 대략 98.5 내지 99.0%의 개방 면적 분율을 갖는 메시 셀의 의사랜덤 배열을 형성하는, 폭이 대략 2 마이크로미터인 만곡 트레이스를 포함하였다. 인접 메시를 측정하였고 시트 저항이 111 옴/스퀘어였다.

[0502]

실시예 126

[0503]

측정된 전도도가 3.89 Mhos인 점을 제외하고는, 실시예 112에 따라, 은-코팅된, 나노구조화된 기재를 제조하였다. 스퍼터링된 은의 평균 두께를 전도도에 기초하여 추산하였고 대략 205 nm였다. 미국 특허 출원 공개 제 20090218310호 (미국 특허 출원 제12/393,201호)에 기재된 바와 같이, 옥타데실티올 자가-조립 단층 마스크를 그의 표면 상에 인쇄한 후에, 습윤 화학 에칭함으로써 은 코팅을 패터닝시켰다. 나노구조화된 기재 상에 생성된 도체 패턴은, 대략 98.5 내지 99.0%의 개방 면적 분율을 갖는 메시 셀의 의사랜덤 배열을 형성하는, 폭이 대략 2 마이크로미터인 만곡 트레이스를 포함하였다. 인접 메시를 측정하였고 시트 저항이 56 옴/스퀘어였다. 도 25는 메시로부터 선택된 트레이스를 나타내는 투과광 광학 현미경 사진이다.

[0504]

실시예 127

[0505]

측정된 전도도가 4.78 Mhos인 점을 제외하고는, 실시예 112에 따라, 은-코팅된, 나노구조화된 기재를 제조하였다. 스퍼터링된 은의 평균 두께를 전도도에 기초하여 추산하였고 대략 230 nm였다. 미국 특허 출원 공개 제 20090218310호 (미국 특허 출원 제12/393,201호)에 기재된 바와 같이, 옥타데실티올 자가-조립 단층 마스크를 그의 표면 상에 인쇄한 후에, 습윤 화학 에칭함으로써 은 코팅을 패터닝시켰다. 나노구조화된 기재 상에 생성된 도체 패턴은, 대략 98.5 내지 99.0%의 개방 면적 분율을 갖는 메시 셀의 의사랜덤 배열을 형성하는, 폭이 대략 2 마이크로미터인 만곡 트레이스를 포함하였다. 인접 메시를 측정하였고 시트 저항이 38 옴/스퀘어였다. 도체 미세패턴이 위에 배치되어 있는 나노구조화된 기재를 측정하였고, 가시광 투과율이 89.5%, 투과 헤이즈가 1.58%, 투과광 투명도가 99.6%였다.

[0506]

실시예 128

[0507]

미세접촉 인쇄 및 에칭을 사용하여 투명 센서 요소를 제작하였고 터치 센서 드라이브 장치와 조합하였다. 장치를 시험하기 위해서 디스플레이와 연결된 컴퓨터 처리 유닛과 장치를 통합시켰다. 생성된 시스템은 단일 또는 다중 손가락 터치 (예를 들어, 다중 동시 터치)의 위치를 감지할 수 있었고, 이는 디스플레이 상에 그래프로 명시되었다.

[0508]

투명 센서 요소 제1 패터닝된 기재의 형성

[0509]

상기 실시예 121에 따른 제1 가시광 기재를, 스퍼터 코팅기를 사용하여 205 나노미터의 은으로 코팅하여, 제1 은 금속화된 필름을 산출하였다. 은을 기재의 나노구조화된 표면 상에 침착하였다. 은을 기재 상에 침착하기 전에, 대략 10 옴스트롬 미만의 평균 두께의 티타늄 접착 촉진 침착을 스퍼터 침착하였다. 두께가 2.5 밀리미터인, PDMS로도 지칭되며 미국 미시간주 미들랜드 소재의 다우 케미칼 컴퍼니(Dow Chemical Co.)로부터 제품 번호 실가드(Sylgard) 184로서 구매가능한 폴리(다이메틸실록산)으로 제조된 제1 스탬프를, 표준 포토리소그래피

기술을 사용하여 포토레지스트로 이미 패턴화되어 있는 유리판 (때때로 당업계에서는 "마스터"로 지칭됨)에 대고 성형하였다. PDMS를 유리판 상에서 경화시켰다. 그 후에, PDMS를 판으로부터 박리하여 제1 스탬프를 산출하였다. 스탬프 릴리프 패턴은 포토레지스트 릴리프 패턴과 상보적이었다. 스탬프는 용기된 특징부의 패턴을 갖는 2가지 상이한 유형의 저밀도 구역: 제1 연속 메시 패턴 구역 유형 및 제1 불연속 메시 패턴 구역 유형 (즉, 끊김이 있는 메시)을 가졌다. 즉, 용기된 특징부는 메시의 변을 공유하는(edge-sharing) 셀의 변을 형성하였다. 더욱 명확하게는, 메시를 구성하는 셀의 변은 제1 스탬프의 표면으로부터 돌출되는 PDMS의 릿지에 의해 형성되었다. 셀은 평균 크기가 가로질러 대략 300 마이크로미터였고 의사랜덤 형상 및 크기였다. 게다가, 인접한 개별 셀은 위치들의 반복 어레이 상에 놓이지 않았다. 스탬프 상의 용기된 특징부 형태인, 셀의 변은 스탬프의 전체 표면의 평면에서 만곡을 나타내었다. 상이한 셀의 변들의 곡률 반경은 대략 50 마이크로미터 내지 대략 400 마이크로미터의 범위였다. 불연속 구역에서 스탬프의 용기된 특징부는, 각각의 용기된 셀의 변을 따라, 셀의 변의 각각의 단부에 있는 꼭지점들 사이의 대략 중간에, 대략 5 마이크로미터 간극을 포함하였다. 용기된 특징부를 따른 간극이란, 용기된 특징부의 일부가 부재함을 의미한다. 각각의 용기된 셀의 변 (즉, PDMS의 릿지)은 높이가 대략 2.5 마이크로미터였다. 제1 연속 메시 패턴 구역 및 제1 불연속 메시 패턴 구역 둘 모두에서, 용기된 셀의 변 (릿지)의 밀도 (면적 분율)는 대략 1.33%였으며, 이는 98.67%의 개방 면적에 해당하고, 셀의 변을 형성하는 릿지는 폭이 대략 2 마이크로미터였다. 제1 스탬프는 또한 다수의 40 마이크로미터 폭의 트레이스를 형성하는 용기된 특징부를 포함하였는데, 그 각각은 제1 연속 메시 패턴 구역에 연결된다 (이러한 스탬프로부터 생성되는 패턴화된 기재의 관점에서 하기에 더욱 명백하게 나타냄). 제1 스탬프는 의사랜덤 메시 패턴 구역 및 40 마이크로미터 폭 트레이스를 갖는 제1 구조화된 면 및 반대쪽의 제2의 사실상 평탄한 면을 가졌다. 스탬프의 구조화된 면을 30분 동안 에탄올 중 1-옥타데칸티올 (미국 오리건주 포틀랜드 소재의 티씨아이 아메리카(TCI America)로부터 구매가능한, 제품 번호 C18H37CS, 97%)의 10 밀리몰 잉크 용액에 접촉시킨 후에, 1일 이상 동안 건조시켰다. 인쇄를 위해, 제1 은 금속화된 필름을, 롤러를 사용하여 스탬프의 현재 잉킹된 구조화된 표면 상에 적용하여 은 필름을 구조화된 표면과 직접 접촉시켰다. 금속화된 필름을 잉킹된 스탬프 상에서 10초 동안 유지하였다. 이어서, 제1 금속화된 필름을 잉킹된 스탬프로부터 제거하였다. 제거된 필름을 버블링 교환하면서 대략 1분 동안 (은 금속 면을 아래로 하여) 은 에칭제 용액 위에 부상시켰다. 에칭제 용액은 (i) 0.030 몰 티오우레아 (제품 번호 T8656, 미국 미주리주 세인트 루이스 소재의 시그마-알드리치(Sigma-Aldrich)) 및 (ii) 탈이온수 중의 0.020 몰 질산제이철 (제품 번호 216828, 시그마-알드리치)을 함유하였다. 에칭 단계 후에, 생성된 제1 기재를 탈이온수로 행구었고, 압축 질소 가스로 건조하여 제1 패턴화된 표면을 산출하였다. 잉킹된 스탬프가 제1 금속화된 기재의 은과 접촉한 경우, 은은 에칭 후에 남아 있었다. 따라서, 잉킹된 스탬프와 금속화된 필름의 은 표면 사이의 접촉이 일어나지 않은 위치로부터 은이 제거되었다.

[0510] 도 11은 현재 에칭되고 패턴화된 은 금속화부를 포함하는 면인 기재의 제1 면 상에서 복수의 제1 불연속 구역(704) 사이에 교대로 복수의 제1 연속 구역(702)을 갖는 제1 패턴화된 기재(700)를 개략적으로 (축척에 맞지 않음) 나타낸다. 제1 패턴화된 기재는 실제로는 11개의 제1 연속 구역(702)을 가졌다. 제1 연속 구역(702)은 폭이 대략 2.2 밀리미터였고, 피치가 대략 4.95 밀리미터였고, 길이가 대략 95 밀리미터였다. 기재는, 실질적으로 코팅되지 않은 PET 필름인, 반대쪽의 제2 면을 가졌다. 각각의 제1 구역(702)은, 각각의 제1 연속 구역(702)에 전기 접촉하기 위한, 한쪽 단부에 배치된 상응하는 40 마이크로미터 폭 전도성 트레이스(706)를 갖는다. 제1 패턴화된 기재에 대한 메시 설계는, (도 11a 및 도 11b에 도시된 육각형 메시 설계와 대비하여) 상기에 나타난 바와 같이, 메시를 구성하는 전도성 트레이스에 대한 만곡을 포함하는, 의사랜덤 형상 및 크기였다.

[0511] 투명 센서 요소 제2 패턴화된 기재의 형성

[0512] 제2 은 금속화된 필름을 생성하기 위해 제2 가시광 기재를 사용하여 제1 패턴화된 기재와 같이 제2 패턴화된 기재를 제조하였다. 제2 불연속 메시 패턴 구역 사이에 개재되는 제2 연속 메시 패턴 구역을 갖는 제2 스탬프를 생성하였다.

[0513] 도 12는 현재 에칭되고 패턴화된 은 금속화부를 포함하는 면인 제2 기재의 제1 면 상에서 복수의 제2 불연속 구역(724) 사이에 교대로 복수의 제2 연속 구역(722)을 갖는 제2 패턴화된 기재(720)를 개략적으로 (축척에 맞지 않음) 나타낸다. 제2 패턴화된 기재는 실제로는 19개의 제1 연속 구역(722)을 가졌다. 제2 연속 구역(722)은 폭이 대략 4.48 밀리미터였고, 피치가 대략 4.93 밀리미터였고, 길이가 대략 55 밀리미터였다. 각각의 제2 연속 구역(722)은, 각각의 제2 연속 구역(722)에 전기 접촉하기 위한, 한쪽 단부에 배치된 상응하는 40 마이크로미터 폭 제2 전도성 트레이스(726)를 가졌다. 제1 패턴화된 기재에 대한 메시 설계는, (도 12a 및 도 12b에 도시된 육각형 메시 설계와 대비하여) 상기에 나타난 바와 같이, 메시를 구성하는 전도성 트레이스에 대한 만곡을

포함하는, 의사랜덤 형상 및 크기였다.

[0514] 투사형 정전용량 터치 스크린 센서 요소의 형성

[0515] 상기에서 제조된 제1 및 제2 패턴화된 기재를 사용하여 다음과 같이 2층 투사형 정전용량 터치 스크린 투명 센서 요소를 생성하였다. 제1 및 제2 패턴화된 기재를 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터의 옵티컬리 클리어 라미네이팅 어드히시브(Optically Clear Laminating Adhesive) 8271을 사용하여 함께 접착하여 다층 구조물을 생성하였다. 제1 및 제2 전도성 트레이스 구역(706, 726)의 구역에 접착제가 없는 상태에서, 핸드헬드 롤러를 사용하여 2개의 패턴화된 기재를 라미네이팅하였다. 제1 기재의 제1 면이 플로트 유리(float glass)에 근접하도록 이 다층 구조물을, 옵티컬리 클리어 라미네이팅 어드히시브 8146-3을 사용하여 0.7mm 두께의 플로트 유리에 라미네이팅하였다. 접착제가 없는 제1 및 제2 전도성 트레이스 구역(706, 726)에 의해 제1 및 제2 패턴화된 기재(700, 720)에의 전기적 연결이 이루어질 수 있었다.

[0516] 도 13은 제1 및 제2 패턴화된 기재가 라미네이팅되어 있는 다층 터치 스크린 센서 요소(740)의 평면도를 개략적으로 (축척에 맞지 않음) 나타낸다. 구역(730)은 제1 연속 구역과 제2 연속 구역의 중첩을 나타내었다. 구역(732)은 제1 연속 구역과 제2 불연속 구역의 중첩을 나타내었다. 구역(734)은 제2 연속 구역과 제1 불연속 구역의 중첩을 나타내었다. 그리고, 구역(736)은 제1 불연속 구역과 제2 불연속 구역의 중첩을 나타내었다. 복수의 이들 중첩 구역이 있지만, 예시의 편의상, 각각에 대한 단지 하나의 구역만이 도면에 도시되어 있다.

[0517] 터치 센싱 시스템의 추가 구성요소

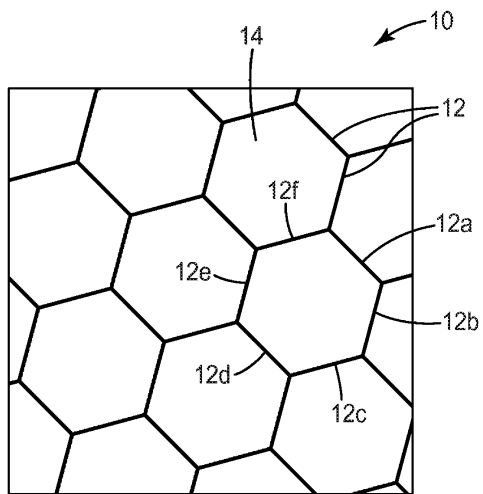
[0518] 투명 센서 요소의 상호 캐패시턴스를 측정하는 데 사용된 집적 회로는, I2C-USB 컨버터 브릿지 및 마이크로컨트롤러 TMA350을 포함하는 개정 기준(revision reference) Rev *D를 갖는 CY3290-TMA300 트루터치 디벨롭먼트 키트(TrueTouch™ Dev Kit)였다 (미국 캘리포니아주 새너제이 소재의 사이프레스 세미컨덕터(Cypress Semiconductor)로부터 구매가능함). 본 기술 분야에 공지된 바와 같이, 투명 센서 요소를 위해 TMA350을 설정하였다. 설정은 설계에 따라 터치 스크린마다 달리할 수 있다. 이 경우에, 시스템은 19개의 상이한 바아를 구동할 수 있었고, 11개의 상이한 바아를 측정할 수 있었다. TMA350의 환경 설정(configuration)은 변환할 채널수의 선택, 측정이 얼마나 정확하게 또는 신속하게 이루어지는지, 잡음 및 터치 임계치(threshold), 적용되는 임의의 디지털 필터링, 및 CY3290-TMA300 특유의 다양한 다른 셋팅을 포함하였다. 상기로부터 측정을 진행하였지만, 마이크로컨트롤러는 또한 TMA350으로부터의 I2C를 컴퓨터 인터페이스용 USB로 변환하는 트루터치™ 브릿지를 통해 모니터가 구비된 컴퓨터로 데이터를 전송하였다. 이러한 USB 인터페이스에서는 사이프레스 트루터치™ 소프트웨어로 하여금 TMA350으로부터의 데이터를 렌더링(render)하게 할 수 있으며 터치와 비터치 사이에서 값이 어떻게 변하는지를 볼 수 있게 한다.

[0519] 터치 센싱 시스템의 시험 결과

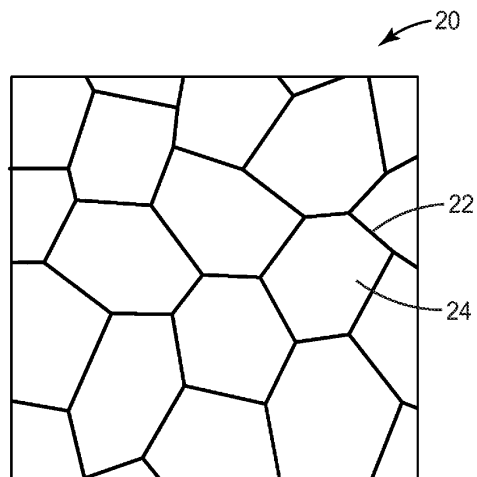
[0520] 투명 센서 요소를 터치 센서 드라이브 장치에 연결하였다. 유리 표면을 손가락으로 터치하였을 때, 컴퓨터 모니터는 터치 센싱 구역 내에서 일어나는 터치의 위치를 모니터의 상응하는 위치에서의 색상 변화(흑색에서 녹색으로)의 형태로 렌더링하였고, 터치 스크린 시스템의 결과를 시뮬레이션하기 위해 인접한 디스플레이에서 위치를 디스플레이하였다. 유리 표면을 2개, 3개, 및 4개의 손가락으로 동시에 터치하였을 때, 컴퓨터 모니터는 터치 센싱 구역 내에서 일어나는 터치 위치를 모니터의 상응하는 위치에서 색상 변화(흑색에서 녹색으로)의 형태로 렌더링하였고, 터치 스크린 시뮬레이션 디스플레이에서 위치를 디스플레이하였다.

도면

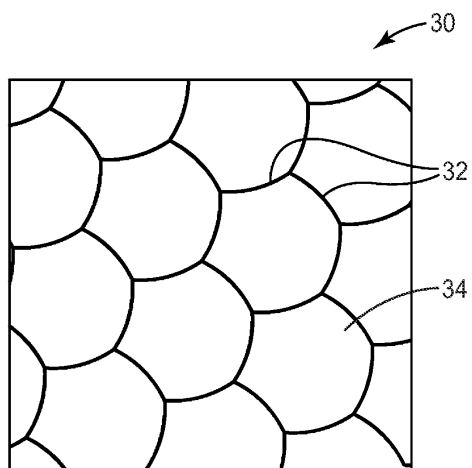
도면1



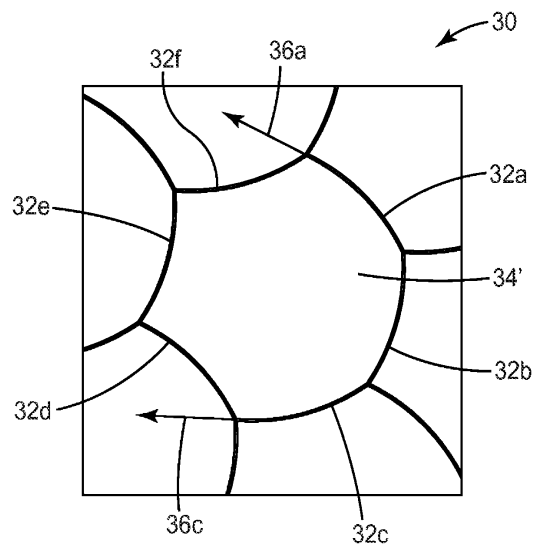
도면2



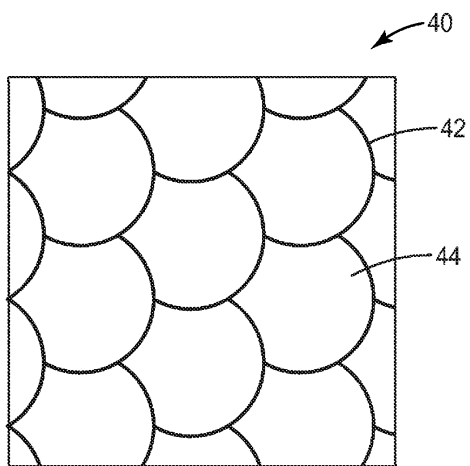
도면3



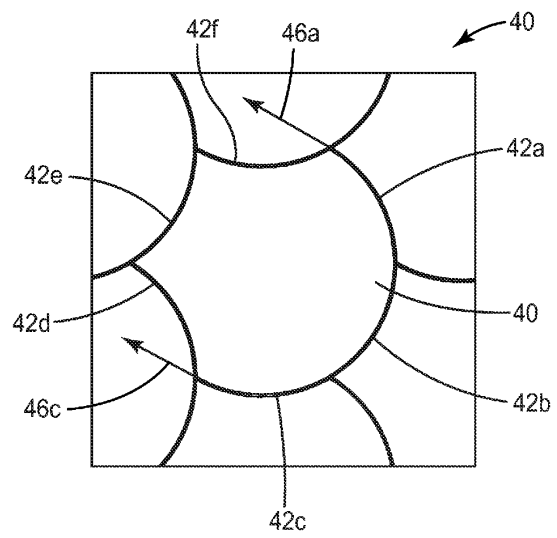
도면3a



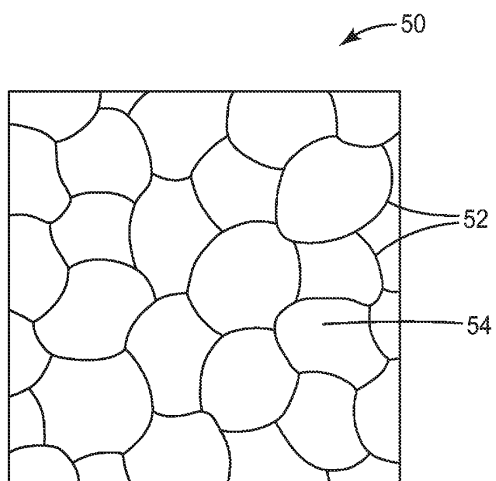
도면4



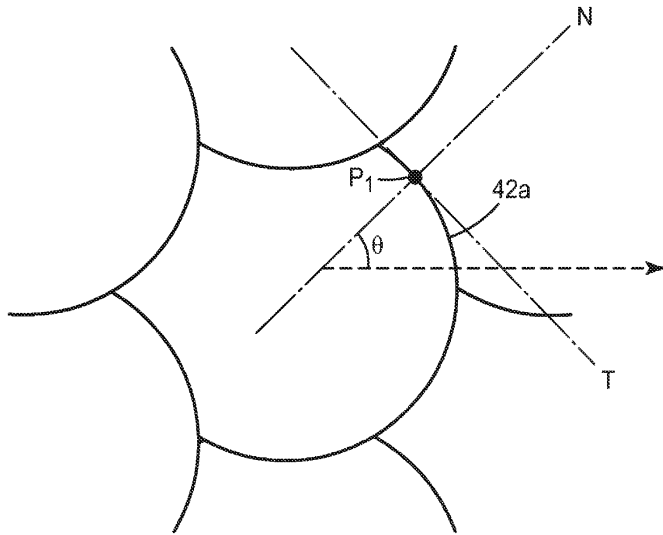
도면4a



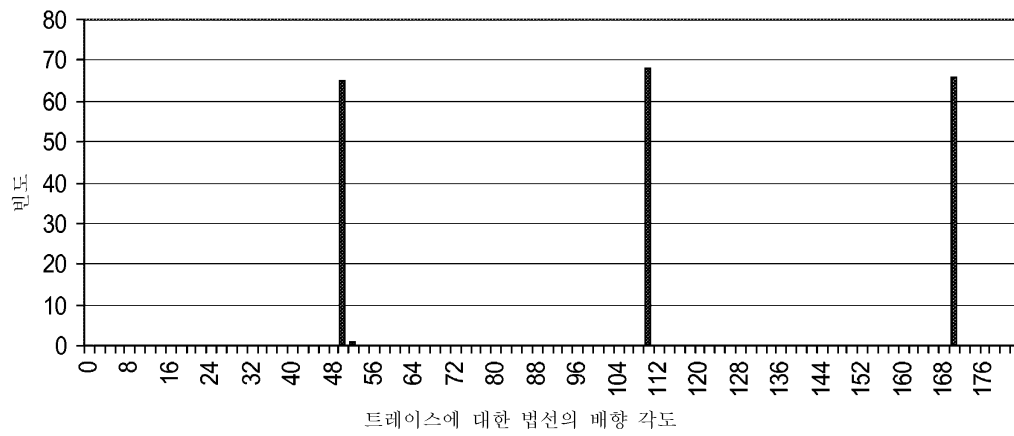
도면5



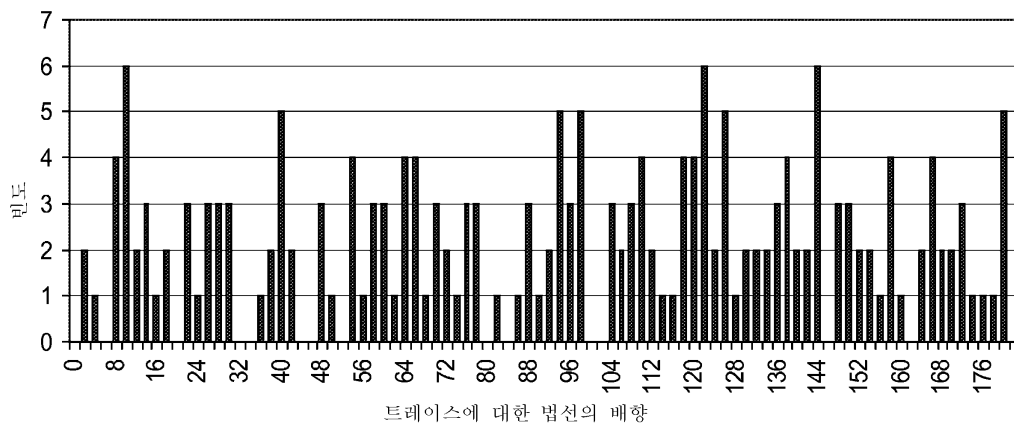
도면6



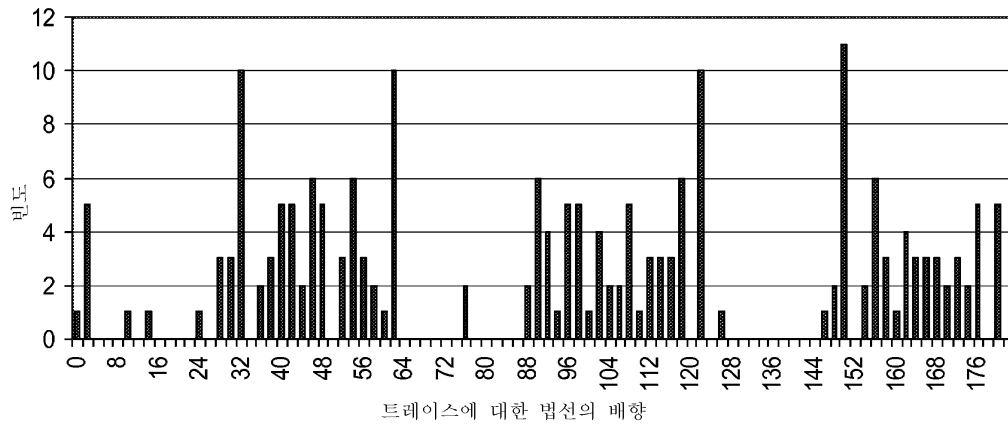
도면7



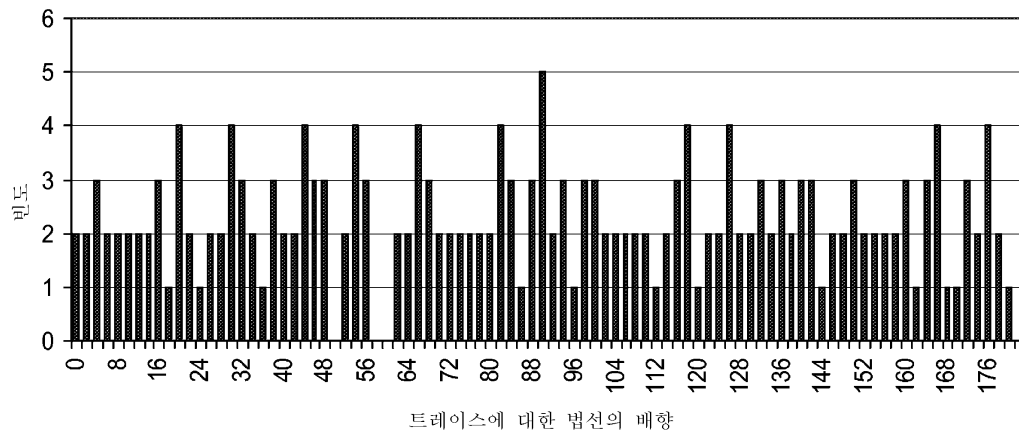
도면8



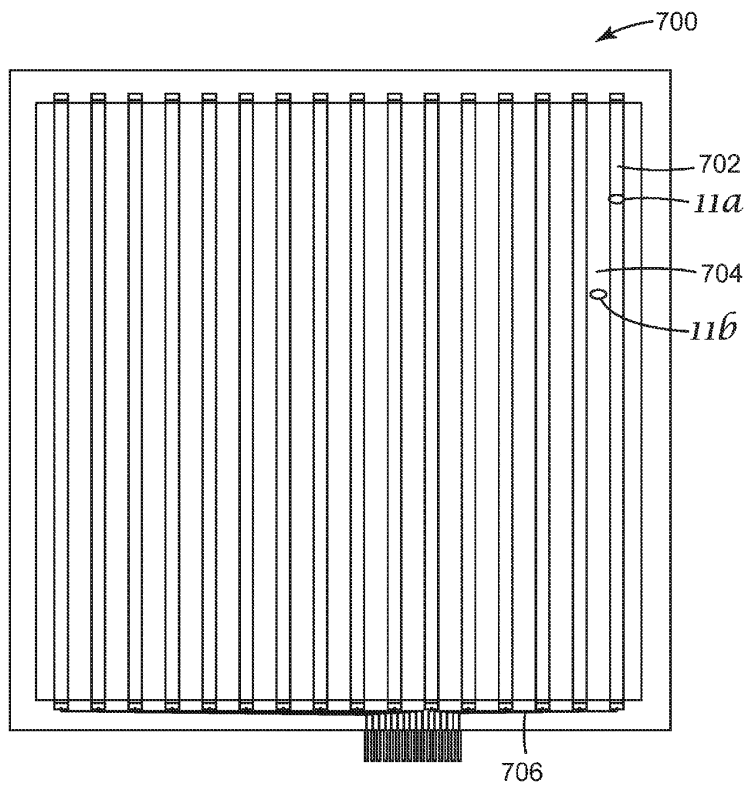
도면9



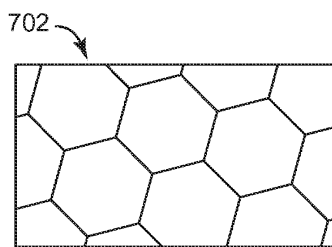
도면10



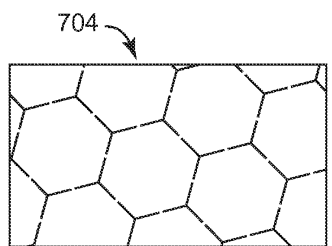
도면11



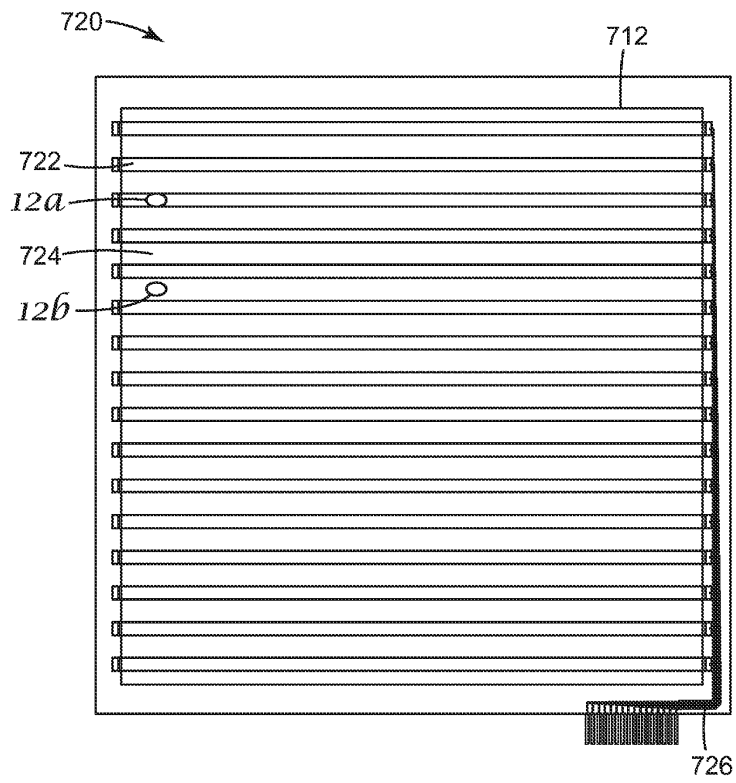
도면11a



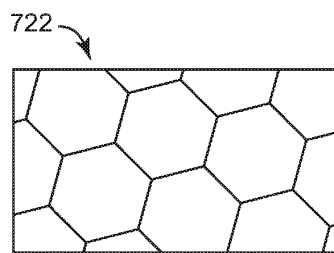
도면11b



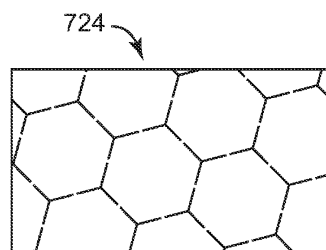
도면12



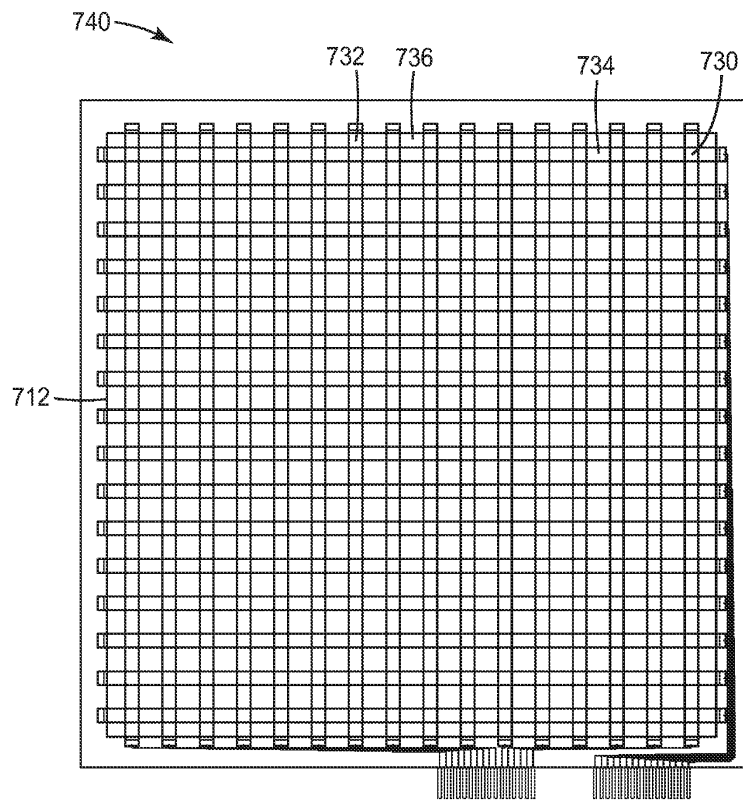
도면12a



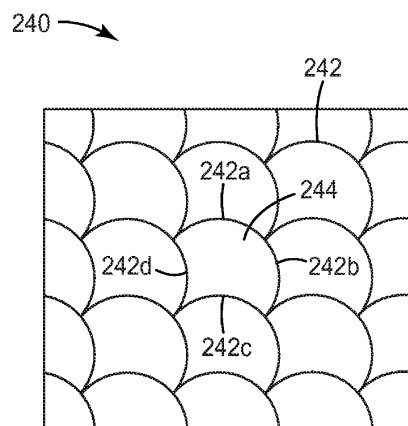
도면12b



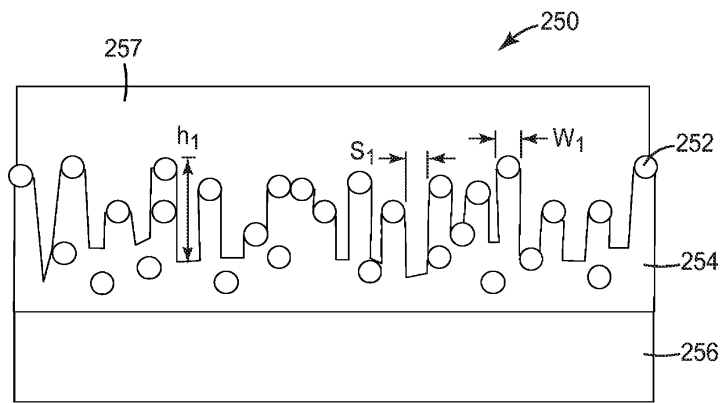
도면13



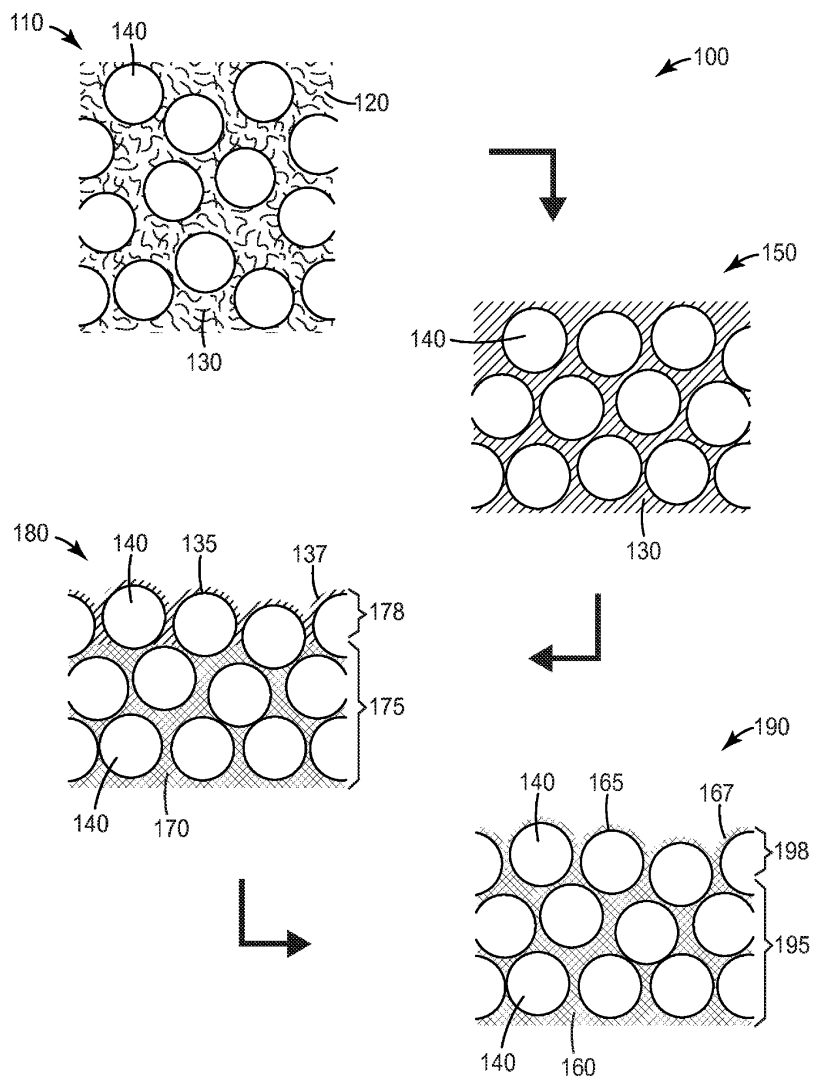
도면14



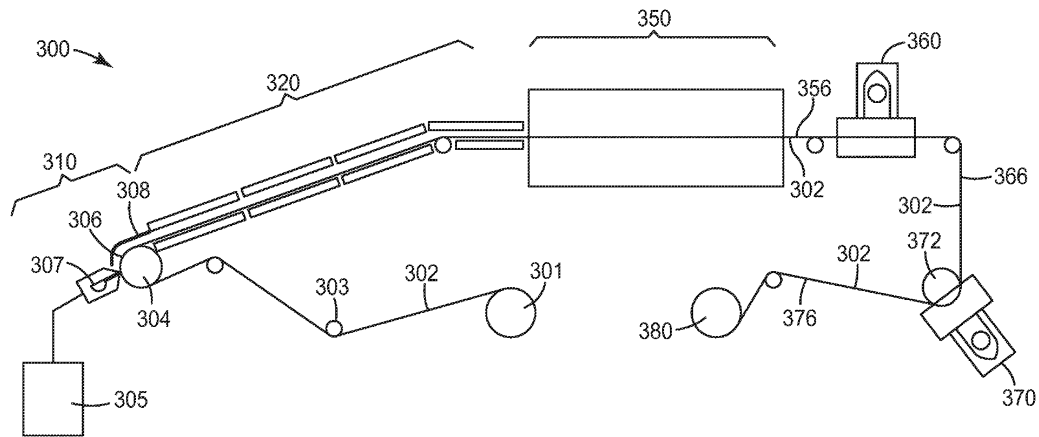
도면15



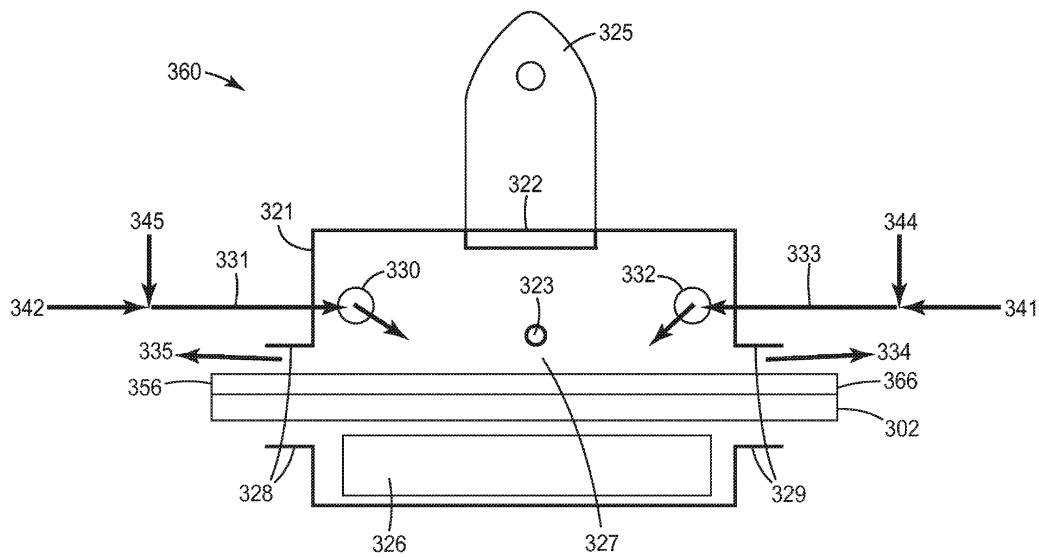
도면16



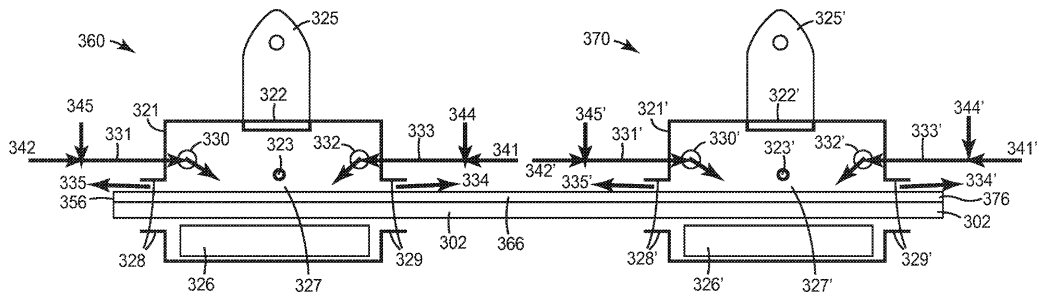
도면17a



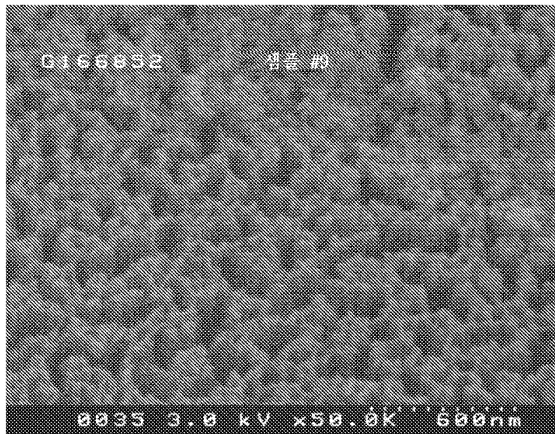
도면17b



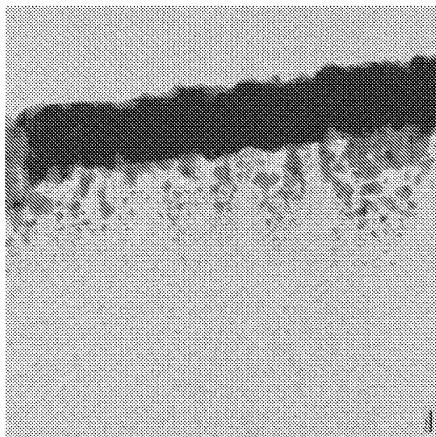
도면17c



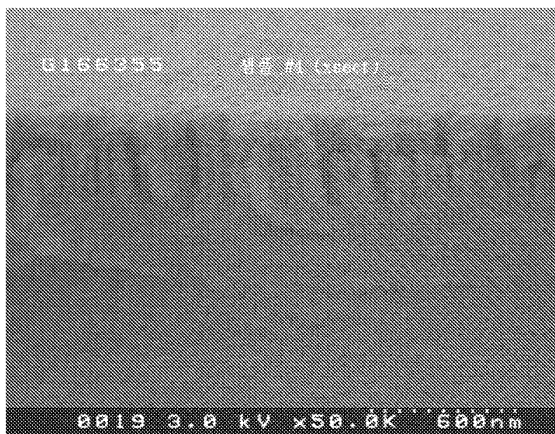
도면18



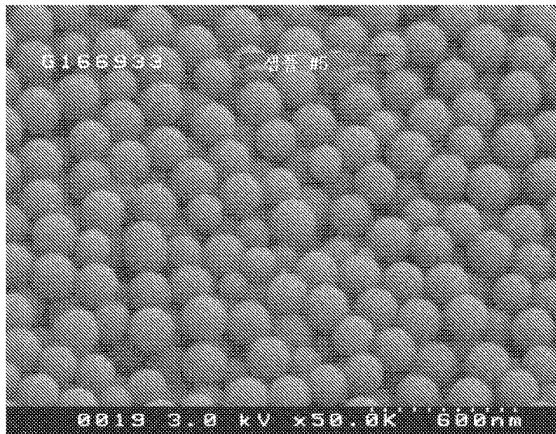
도면19



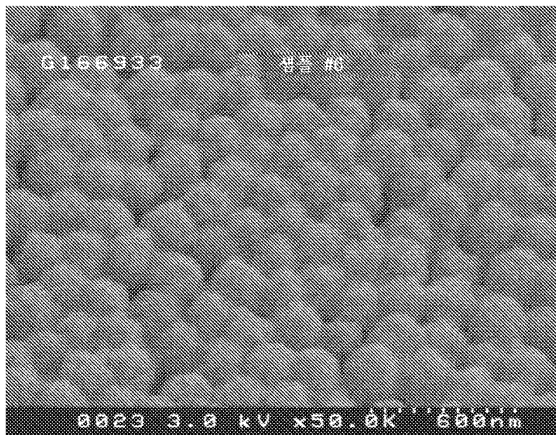
도면20



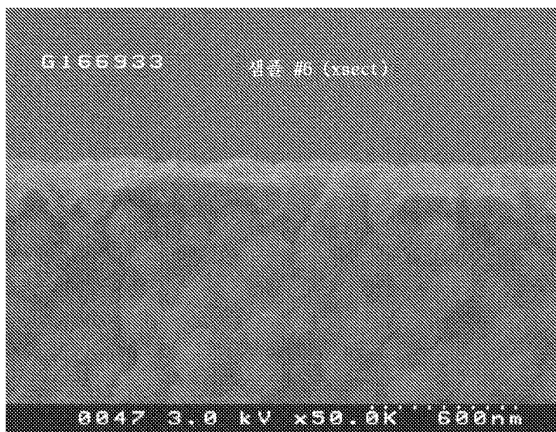
도면21



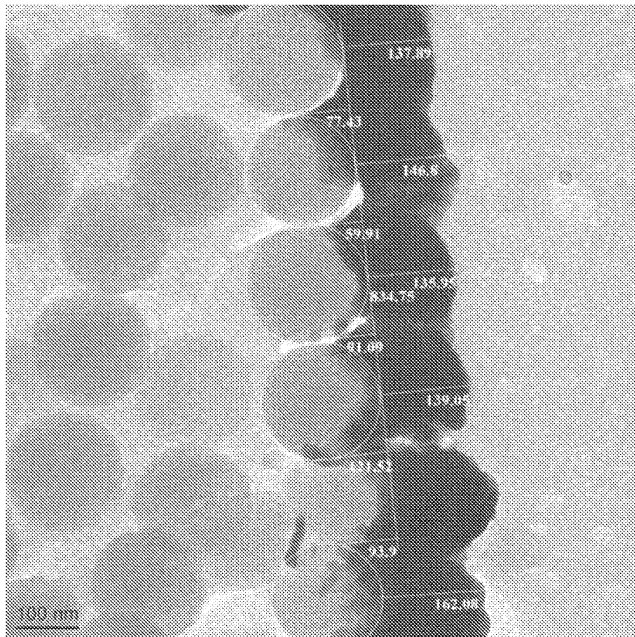
도면22



도면23



도면24



도면25

