



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0009326
(43) 공개일자 2014년01월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 9/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7022723
(22) 출원일자(국제) 2012년01월13일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년08월28일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/021157
(87) 국제공개번호 WO 2012/106087
국제공개일자 2012년08월09일
(30) 우선권주장
13/019,678 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
(74) 대리인
김영, 양영준

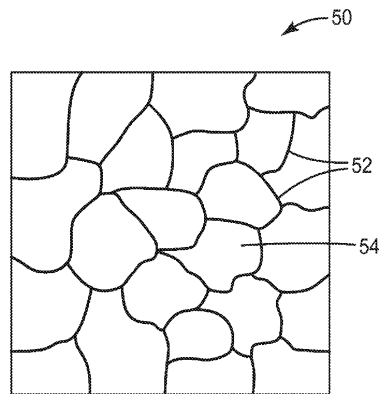
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 비-선형 전도체 트레이스를 가진 패턴화된 기관

(57) 요약

본 발명은 (a) 대향하는 제1 및 제2 표면들을 갖는 기관; 및 (b) 기관의 제1 표면 상에 배치되는 전도체 미세패턴을 갖는 물품을 제공한다. 전도체 미세패턴은 복수의 개방 면적 셀을 한정하는 복수의 트레이스를 갖는다. 전도체 미세패턴은 80% 초과와 개방 면적 분율 및 트레이스 배향의 균일한 분포를 갖는다. 트레이스들 각각은 비-선형이고 0.5 내지 10 마이크로미터의 트레이스 폭을 갖는다. 물품은 휴대용 핸드 헬드 장치, 태블릿 및 컴퓨터에 유용한 디스플레이, 특히 터치 스크린 디스플레이와 같은 장치에 유용하다. 물품은 또한 안테나에 그리고 EMI 차폐체를 위해 사용된다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

대향하는 제1 및 제2 표면들을 갖는 기판; 및

기판의 제1 표면 상에 배치되는 전도체 미세패턴(conductor micropattern) - 상기 전도체 미세패턴은 복수의 셀(cell)을 한정하는 복수의 트레이스(trace)를 포함함 - 을 포함하고,

전도체 미세패턴은 80% 초과와 개방 면적 분율(open area fraction) 및 트레이스 배향의 균일한 분포를 가지며, 트레이스들 각각은 비-선형이고 0.5 내지 10 마이크로미터의 트레이스 폭을 갖는 물품.

청구항 2

제1항에 있어서, 전도체 미세패턴 트레이스 각각은 1 센티미터 미만의 곡률 반경을 갖는 물품.

청구항 3

제1항에 있어서, 트레이스들 각각은 1 내지 3 마이크로미터의 트레이스 폭을 갖는 물품.

청구항 4

제1항에 있어서, 미세패턴에 대한 트레이스 배향의 균일한 분포는 2도 빈(two degree bin)당 측정된 빈도의 표준 편차가 4 미만인 물품.

청구항 5

제1항에 있어서, 미세패턴에 대한 트레이스 배향의 균일한 분포는 2도 빈당 측정된 빈도의 표준 편차가 1 미만인 물품.

청구항 6

제1항에 있어서, 트레이스는 금, 은, 팔라듐, 백금, 알루미늄, 구리, 몰리브덴, 니켈, 주석, 텅스텐, 이들의 합금 및 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 재료를 포함하는 물품.

청구항 7

제1항에 있어서, 전도체 미세패턴은 비-반복되는 셀 기하학적 형상을 갖는 물품.

청구항 8

제1항에 있어서, 전도체 미세패턴은 반복되는 셀 기하학적 형상을 갖고, 셀은 6개의 변을 포함하는 물품.

청구항 9

제1항에 있어서, 전도체 미세패턴은 비-반복되는 셀 기하학적 형상을 갖고, 셀은 4개의 변을 포함하는 물품.

청구항 10

제1항에 있어서, 전도체 미세패턴은 위치들의 반복되는 어레이 상에 놓이지 않는 셀들을 갖는 물품.

청구항 11

제1항에 있어서, 트레이스들은 수직 입사에서 그리고 기판의 제1 표면을 향해 배향된 방향으로 또는 기판의 제1 표면으로부터 멀어지게 배향된 방향으로 20% 미만의 정반사율을 갖는 물품.

청구항 12

제1항에 있어서, 트레이스들은 수직 입사에서 그리고 기판의 제1 표면을 향해 배향된 방향으로 또는 기판의 제1 표면으로부터 멀어지게 배향된 방향으로 10% 미만의 정반사율을 갖는 물품.

청구항 13

제1항에 있어서, 기관은 가시광 투과성이고 유리 및 플라스틱으로 이루어진 균으로부터 선택되는 물질.

청구항 14

제1항에 있어서,

기관의 제2 표면 상에 배치되는 제2 전도체 미세패턴 - 상기 제2 전도체 미세패턴은 복수의 셀을 한정하는 복수의 트레이스를 포함함 - 을 추가로 포함하고,

제2 전도체 미세패턴은 80% 초과와 개방 면적 분율 및 트레이스 배향의 균일한 분포를 가지며,

트레이스들 각각은 비-선형이고 0.5 내지 10 마이크로미터의 트레이스 폭을 갖는 물질.

청구항 15

제1 및 제2 기관들 - 각각의 상기 기관은 대향하는 제1 및 제2 표면들을 가짐 - ;

제1 및 제2 기관들 각각의 제1 표면 상에 배치되는 전도체 미세패턴 - 상기 전도체 미세패턴들 둘 모두는 복수의 개방 면적 셀을 한정하는 복수의 트레이스를 포함함 - 을 포함하고,

전도체 미세패턴들은 80% 초과와 개방 면적 분율 및 트레이스 배향의 균일한 분포를 가지며,

트레이스들 각각은 비-선형이고 0.5 내지 10 마이크로미터의 트레이스 폭을 갖고,

제1 및 제2 기관들의 전도체 미세패턴들은 서로로부터 전기적으로 절연되는 터치 스크린 센서(touch screen sensor).

청구항 16

제15항에 있어서, 제1 기관과 제2 기관 사이에 배치되는 광학적으로 투명한 접착제를 추가로 포함하여, 광학적으로 투명한 접착제가 제1 기관의 전도체 미세패턴 및 제2 기관의 제2 표면과 직접 접촉하게 되는 터치 스크린 센서.

명세서

배경 기술

[0001] 광 투과율 및 전기 전도도가 요구되는 응용을 위한 금속-기반 전도체 메시(conductor mesh)의 사용은 당업계에 알려져 있다. 그러한 응용의 예는 디스플레이를 위한 전자기 간섭에 대한 차폐를 포함한다. 산업계에서, 메시는 전형적으로 셀(cell)을 형성하기 위해 개방 면적에 의해 분리되는 연결된 트레이스(trace)들을 갖는 패턴의 기하학적 형상을 의미하는 것으로 이해된다.

[0002] 현재 연구에서, 일부 메시 설계는, 디스플레이 내에 통합되고 (직사 일광에서와 같은) 반사된, 시준된 광 하에서 보여질 때, 바람직하지 않은 시각적 효과를 생성할 수 있는 것으로 관찰되었다. 예시적인 바람직하지 않은 시각적 효과는 예컨대 광 간섭에 의해 야기되는 (무지개와 유사한) 유색의 반사된 광의 밴드 및 반사된 광에 대한 스타버스트 패턴(starburst pattern)을 포함하며, 각각은 선형 트레이스 및 반복되는 셀 기하학적 형상을 포함하는 메시가 플라스틱 필름 또는 유리나 같은 개질되지 않은 기관 상에 배치될 때 관찰가능하다. 선형 트레이스를 가진 메시의 예시적인 예는 육각형 및 정사각형 셀을 갖는 것들을 포함한다. 반사된 광의 지점들의 바람직하지 않은 시각적 외관인 스파클(sparkle)이 또한 선형 트레이스-기반 전도체 메시에 나타날 수 있다.

[0003] 일부 당업자는 터치 스크린 디스플레이(touch screen display)와 같은 디스플레이를 제조하는 데에 파형(wavy) 트레이스를 사용함으로써 오버레이된(overlaid) 메시 미세패턴의 시각적 외관을 감소시키려고 시도하였다. 예컨대, 광 투과성 기관 및 각각 선형 트레이스를 갖는 2개의 전도성 메시지를 갖고 트레이스의 가시성을 최소화하기 위해 제1 메시가 소정의 구성으로 제2 메시에 오버레이되는, 안테나, 전자기 간섭 차폐체 및 터치 스크린 센서와 같은 물품을 기술하는 PCT 국제 공개 WO 2010/099132 A2호를 참조한다.

발명의 내용

[0004] 메시가 디스플레이 내에 통합되고 직사 일광에서와 같은 반사된, 시준된 광 하에서 보여질 때, 그 가시성을 감

소시키는 관점에서, 금속-기반 전도체 메시의 시각적 외관을 개선하려는 요구가 있다.

[0005] 본 발명은, 디스플레이 또는 장치 내에 통합될 때, 디스플레이 또는 장치가 일광과 같은 시준된 또는 거의 시준된 광 하에서 보여질 때의 스타버스트, 스파클, 헤일로(halo) 및 무지개와 같은 바람직하지 않은 시각적 효과 중 적어도 하나를 감소시키는 전도체 미세패턴(conductor micropattern)의 설계를 제공한다. 특히, 본 발명은, 본 명세서에 추가로 기술되는 바와 같이, 미세패턴의 평면 내에서 모든 방향에 걸쳐, 예컨대 트레이스에 대한 법선에 의해 한정되는 바와 같은 트레이스 배향의 균일한 분포를 사용하는 전도체 미세패턴 설계를 기재한다.

[0006] 일 태양에서, 본 발명은 (a) 대향하는 제1 및 제2 표면들을 갖는 기관; 및 (b) 기관의 제1 표면 상에 배치되는 전도체 미세패턴 - 상기 전도체 미세패턴은 복수의 셀을 한정하는 복수의 트레이스를 포함함 - 을 포함하고, 전도체 미세패턴은 80% 초과와 개방 면적 분율(open area fraction) 및 트레이스 배향의 균일한 분포를 가지며, 트레이스들 각각은 비-선형이고 0.5 내지 10 마이크로미터의 트레이스 폭을 갖는 물품에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0007] 본 발명은 하기 도면을 참조하여 추가로 기술될 수 있다:

<도 1>

도 1은 정육각형 미세패턴의 개략 평면도.

<도 2>

도 2는 본 명세서에서 의사랜덤(pseudorandom) 육각형 미세패턴으로 지칭되는 다각형 미세패턴의 일부분의 개략 평면도.

<도 3>

도 3은, 정육각형에 기초하고 본 명세서에서 부분적으로 만곡된 육각형 미세패턴으로 지칭되는 제1 예시적인 비-선형 미세패턴 설계의 개략 평면도.

<도 3a>

도 3a는 도 3의 미세패턴의 몇몇 셀의 분해도.

<도 4>

도 4는, 정육각형에 기초하고 본 명세서에서 완전하게 만곡된 육각형 미세패턴으로 지칭되는 제2 예시적인 비-선형 미세패턴 설계의 개략 평면도.

<도 4a>

도 4a는 도 4의 미세패턴의 몇몇 셀의 분해도.

<도 5>

도 5는 의사랜덤으로 만곡된 설계인 제3 예시적인 비-선형 미세패턴의 평면도.

<도 6>

도 6은 트레이스에 대한 배향을 결정하기 위한 측정 방법을 예시하는 미세패턴 내의 셀을 도시하는 도면.

<도 7>

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

<도 8>

도 8은, 그 일부가 도 2에 예시되어 있는 의사랜덤 육각형 미세패턴에서의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 배향의 히스토그램.

<도 9>

도 9는, 그 일부가 도 3에 도시되어 있는 부분적으로 만곡된 육각형 미세패턴에서의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 배향의 히스토그램.

<도 10>

도 10은, 그 일부분이 도 4에 도시되어 있는 완전하게 만족된 육각형 미세패턴에서의 트레이스 배향의 각도 분포의 히스토그램.

<도 11, 도 11a 및 도 11b>

도 11, 도 11a 및 도 11b는 디스플레이와 같은 장치 내로의 통합에 유용한 제1 미세패턴화된 기관의 다양한 부분을 도시하는 도면.

<도 12, 도 12a 및 도 12b>

도 12, 도 12a 및 도 12b는 디스플레이와 같은 장치 내로의 통합에 유용한 제2 미세패턴화된 기관의 다양한 부분을 도시하는 도면.

<도 13>

도 13은 장치 내에 통합될 수 있는 제1 및 제2 미세패턴화된 기관의 오버레이를 도시하는 도면.

<도 14>

도 14는 본 명세서에서 완전하게 만족된 정사각형 미세패턴으로 지칭되는 제3 예시적인 비-선형 미세패턴의 평면도.

이들 도면은 축척대로 그려져 있지 않으며, 예시의 목적으로 의도된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 달리 지시되지 않는 한, 본 명세서 및 특허청구범위에 사용되는 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 모든 수는 모든 경우에 "약"이라는 용어에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 상기 명세서 및 첨부된 특허청구범위에 기재된 수치 파라미터는 본 명세서에 개시된 교시 내용을 사용하는 당업자가 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있는 근사치이다.
- [0009] 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 언급은 그 범위 내의 모든 수(예컨대, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4 및 5를 포함함)와 그 범위 내의 임의의 범위를 포함한다.
- [0010] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "미세패턴"은, 각각 1 mm 이하의 치수(예컨대, 트레이스 폭)를 갖는 점, 트레이스, 채워진 형상, 또는 이들의 조합의 배열을 지칭한다. 바람직한 실시예에서, 미세패턴은 복수의 셀을 한정하는 복수의 트레이스에 의해 형성된 메시이며, 각각의 트레이스는 0.5 마이크로미터 이상, 그리고 전형적으로 20 마이크로미터 이하의 폭을 갖는다. 미세패턴 특징부의 치수는 미세패턴 선택에 따라 달라질 수 있다. 일부 선호되는 실시예에서, 미세패턴 특징부 치수(예컨대, 트레이스 폭)는 10, 9, 8, 7, 6, 또는 5 마이크로미터 미만(예컨대, 0.5 내지 5 마이크로미터 또는 1 내지 3 마이크로미터)이다. 본 발명에 유용한 트레이스는 비-선형이다.
- [0011] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "가시광 투과성"은 패턴화되지 않은 기관 또는 미세패턴화된 기관을 포함하는 물품의 투과율의 수준을 지칭하며, 이는 가시광의 적어도 하나의 편광 상태에 대해 60% 이상의 투과성이고, 여기서 퍼센트 투과율은 입사하는, 선택적으로 편광된 광의 세기에 대해 정규화된다. 입사 광의 60% 이상을 투과시키는 물품이 60% 미만의 투과율(예컨대, 0%)로 광을 국부적으로 차단하는 미시적 특징부(예컨대, 0.5 내지 10 마이크로미터, 0.5 내지 5 마이크로미터, 또는 1 내지 3 마이크로미터의 최소 치수, 예컨대 폭을 가진 점, 정사각형, 또는 트레이스)를 포함하는 것은 가시광 투과성의 의미에 속하지만; 그러한 경우에, 미시적 특징부를 포함하고 폭이 미시적 특징부의 최소 치수의 1000배로 측정되는 대략적으로 등축인 면적에 대해, 평균 투과율은 60% 초과이다. "가시광 투과성"과 관련하여 "가시"라는 용어는 기관 또는 미세패턴화된 물품이 투과성인 광의 파장 범위를 특정하기 위해 용어 "광"을 수식한다.
- [0012] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 전도체 미세패턴 또는 전도체 미세패턴의 영역의 "개방 면적 분율"(또는 개방 면적 또는 개방 면적의 백분율)은 전도체에 의해 가려지지 않는 미세패턴 면적 또는 영역 면적의 비율이다. 개방 면적은 1에서 전도체 미세패턴에 의해 가려지는 면적 분율을 뺀 것과 같으며, 편의상 소수 또는 백분율로 상호교환가능하게 표현될 수 있다. 전도체 미세패턴에 의해 가려지는 면적 분율은 전도체 미세패턴을 위한 라인들의 밀도와 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 99.95의 값이다. 일부 실시예에서 전도체 미세패턴의 영역(예컨대, 가시광 투과성인 전도성 영역)의 개방 면적은 80% 내지 99.5%이고, 다른 실시예에서는 90% 내지 99.5%, 다른 실시예에서는 95% 내지 99%, 다른 실시예에서는 96% 내지 99.5%, 다른 실시예에서는 97% 내지 98%, 그리고 다른 실시예에서는 최대 99.95%이다.

[0013] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "트레이스"는 2개의 평면의 교차에 의해 또는 평면과 비-평면형 표면의 교차에 의해 주어지는 기하학적 요소를 지칭한다. 2개의 평면의 교차에 의해 주어지는 기하학적 요소는 본 명세서에서 선형으로(또는 선형 트레이스로) 기술된다. 평면과 비-평면형 표면의 교차에 의해 주어지는 기하학적 요소는 본 명세서에서 비-선형으로(또는 비-선형 트레이스로) 기술된다. 선형 트레이스는 0의 곡률을 갖거나, 달리 말하면 그것은 무한한 곡률 반경을 갖는다. 비-선형 트레이스는 0이 아닌 곡률을 갖거나, 달리 말하면 그것은 유한한 곡률 반경을 갖는다. 곡률 또는 곡률 반경은 해석 기하학에서 알려진 바와 같이, 트레이스를 따른 임의의 지점에 대해 결정될 수 있다. 또한, 법선이, 역시 해석 기하학에서 알려진 바와 같이, 선형 또는 비-선형 트레이스 상에 놓인 지점에서 그려질 수 있다.

[0014] 미세패턴 설계

[0015] 다수의 상이한 기하학적 형상 또는 설계가 본 발명에 유용한 전도체 미세패턴을 위해 사용될 수 있다.

[0016] 이제 도면을 참조하면, 도 1은 복수의 선형 트레이스(12)에 의해 형성된 정육각형 전도체 미세패턴(10)의 예시적인 기하학적 형상의 평면도를 도시한다. 6개의 트레이스(12a 내지 12f)가 트레이스들 사이에 개방 면적을 갖는 셀(14)을 형성한다. 도시된 바와 같이, 각각의 트레이스는 실질적으로 동일한 길이이고, 6개의 내각 각각은 실질적으로 120°이다.

[0017] 도 2는 복수의 셀(24)을 한정하는 복수의 선형 트레이스(22)에 의해 형성된 의사랜덤 육각형 전도체 미세패턴(20)의 예시적인 기하학적 형상의 평면도를 도시한다. 하나의 방법에서, 이러한 미세패턴은 도 1에 도시된 정육각형 패턴으로부터 시작하여 꼭짓점을 변위시켜 생성될 수 있다. 이러한 설계에서, 트레이스는 실질적으로 선형으로 유지된다. 미세패턴(20)의 하나의 특징은, 꼭짓점을 변위시킴으로써 생성될 때, 각각의 셀에 대한 각각의 도심(centroid)의 위치의 플롯(plot)이 도심들이 대략적으로 위치들의 반복되는 어레이 상에 놓이는 것을 나타낸다는 것이다. 즉, 도심의 위치는 대체로 랜덤화되지 않을 것이다. 본 명세서에서 이후에 개시되는 실시예에서는, (꼭짓점의 위치뿐만 아니라) 도심의 위치가 또한, 도 2의 셀에 대한 도심의 위치의 일반적인 특성과는 대조적으로, 랜덤화되는 것으로 특징된다.

[0018] 도 3은 복수의 개방 면적 셀(34)을 한정하는 복수의 만곡된 트레이스(32)에 의해 형성된 비-선형 설계, 즉 부분적으로 만곡된 육각형 전도체 미세패턴(30)의 예시적인 기하학적 형상의 평면도를 도시한다. 하나의 방법에서, 이러한 미세패턴은 도 1에 도시된 정육각형 미세패턴으로부터 시작하여 각각의 트레이스의 중점을 일정 거리만큼, 예컨대 10 마이크로미터만큼 변위시켜 생성될 수 있다. 도 3a는 6개의 트레이스(32a 내지 32f)가 도시되어 있는 확대된 셀(34')을 도시한다. 미세패턴(30)의 하나의 특징은 트레이스(32a, 32c) 각각에 대한 접선(36a, 36c)이 서로 대체로 평행하지 않다는 것이다.

[0019] 도 4는 복수의 셀(44)을 한정하는 복수의 만곡된 트레이스(42)에 의해 형성된 다른 비-선형 설계, 즉 완전하게 만곡된 육각형 전도체 미세패턴(40)의 예시적인 기하학적 형상의 평면도를 도시한다. 하나의 방법에서, 이러한 미세패턴은 예컨대 각각의 트레이스의 중점을 추가로 변위시킴으로써, 도 3에 도시된 트레이스의 곡률 반경을 감소시킴으로써 생성될 수 있다. 도 4a는 6개의 트레이스(42a 내지 42f)를 가진 확대된 셀(44')을 도시한다. 미세패턴(40)의 하나의 특징은 트레이스(42a, 42c) 각각에 대한 접선(46a, 46c)이 서로 대체로 평행하다는 것이다.

[0020] 도 5는 복수의 개방 면적 셀(54)을 한정하는 복수의 트레이스(52)에 의해 형성된 또 다른 비-선형 설계, 즉 의사랜덤으로 만곡된 전도체 미세패턴(50)의 일부분의 평면도를 도시한다. 이러한 기하학적 형상은 2 마이크로미터의 예시적인 폭을 각각 갖는 만곡된 전도체 트레이스에 의해 한정된 셀을 포함한다. 의사랜덤으로 만곡된 설계를 가진 전도체 미세패턴의 셀은 셀을 한정하는 다양한 개수의 에지 또는 트레이스, 예컨대 4 내지 8개의 에지를 가질 수 있다. 셀의 크기는 2,000 제곱 마이크로미터의 면적 내지 70,000 제곱 마이크로미터의 면적으로 다양하다. 참조를 위해, 도 1의 정육각형 미세패턴의 면적은 35,000 제곱 마이크로미터이다. 예컨대 각각의 셀의 도심에 의해 한정되는 바와 같은 셀의 위치는 규칙적으로 이격된 어레이 상에 놓이지 않는다. 1 센티미터 × 1 센티미터의 면적에 걸쳐 본 명세서에서 기술된 절차에 따라 측정가능한 바와 같은, 의사랜덤으로 만곡된 설계에 대한 트레이스 배향의 각도 분포는 실질적으로 균일하다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 분포의 균일성

과 관련하여, 기준 배향(reference orientation)이, 그러한 기준 배향의 +/- 10도 내에 존재하는 미세패턴 내의 트레이스 세그먼트에 대한 법선이 존재하지 않는 경우, 미세패턴의 평면 내에 확립될 수 없다. 일부 경우에, 기준 배향이, 그러한 기준 배향의 +/- 5도 내에 존재하는 미세패턴 내의 트레이스 세그먼트에 대한 법선이 존재하지 않는 경우, 미세패턴의 평면 내에 확립될 수 없다. 일부 경우에, 기준 배향이, 그러한 기준 배향의 +/- 2도 내에 존재하는 미세패턴 내의 트레이스 세그먼트에 대한 법선이 존재하지 않는 경우, 미세패턴의 평면 내에 확립될 수 없다. 추가로, 분포의 균일성과 관련하여, 예컨대 1 센티미터 × 1 센티미터의 면적에 걸쳐, 미세패턴의 평면 내의 배향의 2개의 20도 범위가, 그 2개의 범위 내의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 통합된 밀도가 2개의 통합된 밀도 값 중 더 작은 것의 50% 초과만큼 상이한 경우, 존재하지 않는다. 일부 경우에, 예컨대 1 센티미터 × 1 센티미터의 면적에 걸쳐, 미세패턴의 평면 내의 배향의 2개의 20도 범위가, 그 2개의 범위 내의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 통합된 밀도가 2개의 통합된 밀도 값 중 더 작은 것의 25% 초과만큼 상이한 경우, 존재하지 않는다. 일부 경우에, 예컨대 1 센티미터 × 1 센티미터의 면적에 걸쳐, 미세패턴의 평면 내의 배향의 2개의 20도 범위가, 그 2개의 범위 내의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 통합된 밀도가 2개의 통합된 밀도 값 중 더 작은 것의 10% 초과만큼 상이한 경우, 존재하지 않는다. 일부 경우에, 예컨대 1 센티미터 × 1 센티미터의 면적에 걸쳐, 미세패턴의 평면 내의 배향의 2개의 10도 범위가, 그 2개의 범위 내의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 통합된 밀도가 2개의 통합된 밀도 값 중 더 작은 것의 10% 초과만큼 상이한 경우, 존재하지 않는다. 일부 경우에, 예컨대 1 센티미터 × 1 센티미터의 면적에 걸쳐, 미세패턴의 평면 내의 배향의 2개의 5도 범위가, 그 2개의 범위 내의 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 통합된 밀도가 2개의 통합된 밀도 값 중 더 작은 것의 10% 초과만큼 상이한 경우, 존재하지 않는다.

[0021] 앞서 언급된 바와 같이, 본 발명에 유용한 전도체 미세패턴은 비-선형 트레이스를 갖는 것이다. 그러나, (예컨대, 예를 들어 10 센티미터의 곡률 반경으로 이어지는) 비-선형 트레이스로의 선형 트레이스의 단지 약간의 변형은 특히 스타버스트, 스파클 및 무지개의 바람직하지 않은 시각적 효과를 감소시키기에 충분하지 않을 수 있다. 또한, (예컨대, 예를 들어 10 센티미터의 곡률 반경으로 이어지는) 단지 좁은 범위의 배향을 제공하는 비-선형 트레이스 집합으로의, 전체적으로 단지 2개 또는 3개의 배향을 갖는 선형 트레이스 집합의 약간의 변형은 바람직하지 않은 시각적 효과를 감소시키기에 충분하지 않을 수 있다. 비-선형 트레이스를 포함하는 미세패턴 설계가 본 발명에서 유용한지를 정량화하기 위한 노력으로, 본 발명자는 후술되는 바와 같이, 트레이스 배향의 각도 분포의 개념 및 이를 측정하기 위한 절차를 공식화하였다.

[0022] 본 발명의 미세패턴은, 특히 (예컨대, 휴대폰, 스마트폰, 태블릿 컴퓨터, 랩탑 컴퓨터, 데스크탑 컴퓨터 모니터, 관독 장치, 자동차 디스플레이, 또는 리테일 디스플레이(retail display) 상의) 정보 디스플레이와 조합될 때, 다른 미세패턴에 대해 관찰되었던 다수의 잠재적으로 바람직하지 않은 시각적 특징들의 동시적인 최소화를 제공한다. 이들 잠재적으로 바람직하지 않은 시각적 특징은 이미 기술된 바와 같은 스타버스트, 무지개 및 스파클을 포함한다. 미세패턴 설계에 의해 완화되는 잠재적으로 바람직하지 않은 특징은 디스플레이의 픽셀 패턴과의 무아레(moiré) 간섭을 또한 포함한다. 미세패턴 설계에 의해 완화되는 잠재적으로 바람직하지 않은 특징은 (정보를 알아보기 어렵게 하지만 반드시 무아레 패턴으로 이어지지 않는) 디스플레이의 개별 픽셀의 가시성의 상당한 차단(예컨대, 25%, 50%, 또는 심지어 75%)을 또한 포함한다. 잠재적으로 바람직하지 않은 시각적 특징들 중 하나 이상의 완화를 최적화하기 위해, 미세패턴이 디스플레이와 관련하여 틸팅되는(tilted)(예컨대, 회전 또는 편향되는) 것은 본 발명의 범주 내에 있다. 미세패턴의 틸팅은 특히 픽셀화된 디스플레이와의 무아레 간섭을 최소화하는 데 유용할 수 있다. 일부 경우에, 위치들의 정사각형 어레이 상에 분포된 4-변형 셀 기하학적 형상(예컨대, 완전하게 만족된 정사각형 셀 기하학적 형상)은 틸팅을 통한 무아레 간섭의 최소화에서 편리하다. 도 14는 정사각형으로부터 시작하여 정사각형의 각각의 변의 중점을 일정 거리만큼 변위시켜 생성될 수 있는 다른 예시적인 비-선형 미세패턴을 도시한다. 4개의 트레이스(142a 내지 142d)가 개방 면적 셀(144)을 한정하는 것으로 도시되어 있다.

[0023] 트레이스 배향의 각도 분포

[0024] 본 발명에 유용한 트레이스 집단의 배향은 미세패턴 내의 상이한 배향의 트레이스 세그먼트의 상대적 집중도, 밀도, 존재도(presence) 또는 존재비(abundance)를 기술하는 분포로서 정량화될 수 있다. 이러한 분포는 선형 트레이스 또는 비-선형 트레이스를 포함하는 미세패턴 내의 트레이스 집단의 배향을 기술하는 데 사용될 수 있다. 또한, 이는 (예컨대, 도 1에서와 같은 정사각형 또는 육각형 미세패턴의 경우에서와 같이, 또는 도 3 및 도 4에서와 같은 만족된 트레이스에 의해 한정된 반복되는 셀의 경우에서와 같이) 반복되는 기하학적 형상을 포함하는 미세패턴 내의, 또는 (예컨대, (도 2에서와 같은) 선형 트레이스 또는 (도 5에서와 같은) 비-선형 트레이스를 포함하는 의사랜덤 미세패턴 설계의 경우에서와 같이) 비-반복되는 기하학적 형상을 포함하는 미세패턴

내의 트레이스 집단의 배향을 기술하는 데 사용될 수 있다. 디스크립터(descriptor)는 트레이스에 대한 법선의 배향의 함수로서, 미세패턴의 단위 면적당 통합된 미세패턴 트레이스 길이이다. 다른 방식으로 언급하면, 디스크립터는 전도체 미세패턴을 형성하는 트레이스 세그먼트에 대한 배향의 빈도 분포(또는 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 배향의 분포)로서 표현될 수 있다. "통합된"이 의미하는 것은 특정 배향을 갖는 한정된 면적 내의 모든 트레이스에 대한 합계이다.

[0025] 비-선형 트레이스를 갖는 전도체 미세패턴 내의 배향에 대한 기술된 빈도 특성을 수집하기 위해, 하기 절차가 사용될 수 있다. 절차는 예를 들어 27.9 cm × 43.2 cm (11 인치 × 17인치) 종이 상에서의 미세패턴 설계의 확대된 인쇄를 위한 일련의 손 그리기(manual drawing) 및 측정 단계를 포함한다. 특성화 절차는 (a) 종이 상에 미세패턴의 확대된 렌더링(rendering)을 인쇄하는 단계, (b) 미세패턴의 트레이스를 대략적으로 동일한 경로 길이의 200개 이상의 세그먼트로 분할하는 단계, (c) 각각의 세그먼트에 대한 법선을 손으로 그리는 단계, (d) 0도 방향을 확립함으로써 기준 배향 프레임을 확립하는 단계, 및 이어서 (e) (예를 들어, 각도기를 사용하여) 0도 방향에 대해 모든 법선의 배향을 측정하는 단계를 포함한다. 트레이스, 및 이에 따른 트레이스에 대한 법선은 하기 이유로 180도의 각도 범위를 사용하여 특정될 수 있다. 똑바로 위 또는 아래로 연장하는 트레이스는 위 또는 아래로 배향된 것으로 임의적으로 기술될 수 있다. 상향으로 배향된 트레이스 또는 그의 법선은 하향으로 배향된 트레이스 또는 그의 법선과 상이하지 않다. 따라서, 하향으로 배향된 트레이스와는 상이한 어떠한 방식으로도 상향으로 배향된 트레이스를 생성할 수는 없다(즉, 상향 트레이스가 하향 트레이스와 상이하다는 제안은 의미가 없음). 따라서, 가능한 트레이스 세그먼트 배향의 전체 범위는 단지 180도의 각도 범위를 필요로 한다.

[0026] 도 6은 트레이스에 대한 법선의 각도 배향이 트레이스 세그먼트 P₁에서 측정되는, 도 4의 실시예의 하나의 완전한 셀의 도면을 도시한다. 간략함을 위해, 200개의 세그먼트 중 단지 하나가 도시되어 있다. 트레이스 세그먼트 P₁에 대한 법선 N이 도면에 도시된 바와 같이 그려진다. 트레이스 세그먼트 P₁ 및 법선 N 둘 모두와 교차하는 접선 T가 그려진다. 기준 0도 선이 점선 화살표에 의해 도시된 바와 같이 그려진다. 이어서, 기준선과 법선 사이의 각도를 결정하기 위해 각도 세타 θ가 측정될 수 있다. 이어서, 이러한 측정은 6개의 트레이스 각각을 따라 P₁과 유사한 세그먼트에 대해 다수회 반복된다. 셀에 대해 임의적인, 하지만 충분히 많은 수의 세그먼트(이러한 경우에는, 통계적으로 유의한 측정을 위해 200개의 세그먼트)가 그려질 수 있다. 대략적으로 동일한 수의 세그먼트가 6개의 트레이스 각각에 대해 그려진다.

[0027] 트레이스 세그먼트에 대해 법선의 배향의 이와 같이 측정된 분포는 배향 측정의 히스토그램을 플로팅함으로써 렌더링될 수 있다. 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 배향의 분포는 트레이스 세그먼트 자체의 배향의 분포에 대한 직접적인 상관관계를 제공하는 것에 유의하여야 한다. 본 명세서의 미세패턴의 경우, 절차는 미세패턴의 적어도 하나의 완전한 셀을 구성하는 트레이스에 대해 수행되었다. 2-차원 미세패턴을 생성하기 위해 2개의 방향으로 복제되는 단일 셀 형상 및 크기를 갖는 미세패턴의 경우, 단일 셀을 구성하는 트레이스의 특성화는 더 큰 면적에 걸쳐(예를 들어, 10, 100 또는 심지어 1000개의 셀을 포함하는 면적에 걸쳐) 2차원 미세패턴에 대한 트레이스 배향의 분포를 결정하는 데 적절하다. 예를 들어, 직경이 200 마이크로미터로 측정되는 단일 정육각형 셀을 구성하는 트레이스의 특성화는 1 밀리미터 × 1 밀리미터, 1 센티미터 × 1 센티미터, 또는 심지어 1 미터 × 1 미터로 측정되는 그러한 셀의 정육각형 미세패턴에 대한 트레이스 배향의 분포를 결정하는 데 적절하다. 다수의 셀 형상 또는 크기를 갖는 미세패턴의 경우, 유용한 정확도로 전체 미세패턴에 대한 트레이스 배향의 분포를 결정하기 위해, 충분히 많은 수의 셀이 특성화되어야 한다(예컨대, 이와 같이 측정된 트레이스 배향의 분포가 1 밀리미터 × 1 밀리미터, 1 센티미터 × 1 센티미터, 또는 심지어 1 미터 × 1 미터의 실제 전도체 미세패턴의 면적에 걸쳐 트레이스 배향의 실제 분포와 비교할 때, 0.8 이상, 0.9 이상, 0.95 이상, 또는 심지어 0.99 이상의 R² 상관 계수를 나타내는 경우).

[0028] 트레이스 세그먼트에 대한 (각도 θ에 의해 나타내어지는) 법선의 배향이 측정되면, 이들은 2 마이크로 빈(bin)으로 비닝되어(binned) 0도 내지 180도의 90개 빈을 생성할 수 있다. 각각의 빈은 빈의 2도 각도 범위 내에서 배향을 생성한 측정의 수를 나타내는 정수를 포함한다. 이러한 비닝 절차는 배향의 이산 분포(discrete distribution)를 생성한다. 마지막으로, 빈도 값의 표준 편차(2도 빈당 측정된 빈도의 표준 편차)가 계산될 수 있다. 트레이스 세그먼트에 대한 법선의 일부 분포 및 그에 따라 본 명세서에서 균일한 것으로 고려되는 것으로 기술된 트레이스 배향의 분포의 경우, 이와 같이 계산된 표준 편차는 4 미만이다. 본 명세서에서 균일한 것으로 기술된 트레이스 배향의 일부 분포의 경우, 이와 같이 계산된 표준 편차는 3 미만이다. 본 명세서에서 균일한 것으로 기술된 트레이스 배향의 일부 분포의 경우, 이와 같이 계산된 표준 편차는 2 미만이다. 본 명세서

에서 균일한 트레이스 배향의 일부 분포의 경우, 이와 같이 계산된 표준 편차는 1 미만이다.

- [0029] 도 7은 도 1의 미세패턴, 즉 정육각형의 다수의 트레이스 세그먼트에 대한 각도 θ 의 히스토그램을 도시한다. 3개의 각도에서 3개의 뚜렷한 피크가 생성되며, 각각의 각도는 다른 피크로부터 약 60도 이격되어 있다. 히스토그램의 x-축에 도시된 각도의 절대값은 3개의 피크가, 이들이 약 60° 이격되어 있는 한, 40°, 100° 및 160° 와 같은 다른 각도에서 발생할 수 있다는 점에서 임의적이라는 것에 유의하여야 한다. 도 1을 참조하면, 법선에 대한 배향각이 트레이스(12a)와 트레이스(12d), 트레이스(12b)와 트레이스(12e), 트레이스(12c)와 트레이스(12f)가 동일할 것이기 때문에, 3개의 피크가 생성된다. 이러한 미세패턴의 경우, 2도 빈당 측정된 빈도의 표준 편차는 고도로 불균일함의 직접적인 지표인 11.6으로 측정되었다.
- [0030] 도 8, 도 9 및 도 10은 각각, 도 2의 의사랜덤 육각형 미세패턴, 도 3의 부분적으로 만족된 미세패턴 및 도 4의 완전하게 만족된 미세패턴에 대한 각도 θ 의 히스토그램을 도시한다. 이들 히스토그램 각각은 도 1의 미세패턴에 대한 히스토그램과 비교할 때 각도 θ 의 더 넓은 분포를 가지며, 이때 도 10의 히스토그램이 4개의 미세패턴 중 가장 균일한 분포를 갖는다. 또한, 이들 히스토그램의 표준 편차는 1.6(도 8), 2.6(도 9) 및 1.0(도 10)이다.
- [0031] 비-선형 트레이스를 갖는 전도체 미세패턴 내의 트레이스 세그먼트 배향의 분포를 추가로 기술하면, 균일한 분포를 갖지만 분포에 나타나지 않은 일부 배향 또는 작은 범위의 배향을 갖는 것이 본 명세서에 기술된 미세패턴의 범주 내에 있다. 즉, 미세패턴의 주어진 면적 내에서 전체 180°의 가능한 배향에 걸쳐 트레이스 또는 트레이스 세그먼트 배향의 절대적으로 균일한 분포를 갖는 미세패턴은, 좁은 각도 범위 내에서, 예를 들어 5° 각도 범위에 걸쳐, 또는 예를 들어 2° 각도 범위에 걸쳐, 단일 트레이스(또는 트레이스 세그먼트)의 제거 또는 모든 트레이스의 제거에 의해 "균일한 분포"를 갖는 것으로 본 명세서에 기술된 미세패턴의 범주 밖에 있지 않다.
- [0032] 단편적인 트레이스 세그먼트 배향의 빈도를 측정(대략 200회 측정)하고 비닝(2° 빈)하기 위한 전술된 절차와 관련하여, 의사랜덤으로 만족된 미세패턴(도 5)은 5 미만, 4 미만, 3 미만, 2 미만, 1, 또는 심지어 1 미만의 2도 빈당 측정된 빈도의 표준 편차를 갖도록 설계될 수 있다. 단편적인 트레이스 세그먼트 배향의 빈도를 측정(대략 200회 측정)하고 비닝(2° 빈)하기 위한 전술된 절차와 관련하여, (예컨대, 도 4에서와 같은) 반복되는 만족된 미세패턴은 5 미만, 4 미만, 3 미만, 2 미만, 1, 또는 심지어 1 미만의 2도 빈당 측정된 빈도의 표준 편차를 갖도록 설계될 수 있다.
- [0033] 트레이스 세그먼트 배향의 분포의 균일성에 더하여, 본 발명의 전도체 미세패턴의 기하학적 형상은 트레이스의 곡률 반경의 관점에서 기술될 수 있다. 일부 경우에, 미세패턴을 포함하는 트레이스에 대한 곡률 반경은 1 센티미터 미만이다. 일부 경우에, 메시 패턴을 포함하는 트레이스의 실질적으로 전부에 대한 곡률 반경은 1 센티미터 미만이다. 일부 경우에, 미세패턴을 포함하는 트레이스에 대한 곡률 반경은 1 밀리미터 미만이다. 일부 경우에, 메시 패턴을 포함하는 트레이스에 대한 곡률 반경은 20 마이크로미터 내지 1 밀리미터이다. 일부 경우에, 미세패턴을 포함하는 트레이스의 실질적으로 전부에 대한 곡률 반경은 20 마이크로미터 내지 1 밀리미터이다. 일부 경우에, 메시 패턴을 포함하는 트레이스에 대한 곡률 반경은 50 마이크로미터 내지 750 마이크로미터이다. 일부 경우에, 미세패턴을 포함하는 트레이스의 실질적으로 전부에 대한 곡률 반경은 50 마이크로미터 내지 750 마이크로미터이다. 일부 경우에, 메시 패턴을 포함하는 트레이스에 대한 곡률 반경은 75 마이크로미터 내지 500 마이크로미터이다. 일부 경우에, 미세패턴을 포함하는 트레이스에 대한 곡률 반경은 75 마이크로미터 내지 500 마이크로미터이다. 일부 경우에, 미세패턴을 포함하는 트레이스에 대한 곡률 반경은 100 마이크로미터 내지 400 마이크로미터이다. 일부 경우에, 미세패턴을 포함하는 트레이스의 실질적으로 전부에 대한 곡률 반경은 100 마이크로미터 내지 400 마이크로미터이다.
- [0034] 기관
- [0035] 본 발명에 사용될 수 있는 유용한 기관은 유리 및 중합체 재료를 포함한다. 유용한 중합체 재료는 중합체 필름을 포함한다. 중합체 "필름" 기관은 롤-투-롤(roll-to-roll) 방식으로 처리되는 충분히 가요성이고 강한 편평한 시트 형태의 중합체 재료이다. 롤-투-롤이 의미하는 것은 재료가 지지체 상으로 감기거나 그로부터 풀릴 뿐만 아니라 일부 방식으로 추가로 처리되는 공정이다. 추가의 공정의 예는 코팅, 슬릿팅(slitting), 블랭킹(blanking) 및 방사선에의 노출 등을 포함한다. 중합체 필름은 일반적으로 약 5 μm 내지 1000 μm 에 이르는 다양한 두께로 제조될 수 있다. 많은 실시예에서, 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 범위이다. 롤-투-롤 중합체 필름은 30.5 cm, 60.9 cm, 91.4 cm, 121.9 cm (12 인치, 24 인치, 36 인치, 또는 48 인치) 이상의 폭을 가질 수 있다. 유용한 중합체 필름 기

판은 예컨대 폴리(에틸렌테레프탈레이트), 폴리(에틸렌나프탈레이트), 폴리카르보네이트, 또는 셀룰로오스 트라이아세테이트를 포함한다.

[0036] 전도체 유형

[0037] 전기 전도성 미세패턴을 형성하는 데 유용한 금속의 예는 금, 은, 팔라듐, 백금, 알루미늄, 구리, 몰리브덴, 니켈, 주석, 텅스텐, 이들의 합금 및 조합을 포함한다. 선택적으로, 전도체는 또한 복합 재료, 예컨대 금속-충진된 중합체일 수 있다. 전도체는 박막 은, 박막 알루미늄과 같은 박막 금속의 경우에서와 같이 반사성일 수 있다. 반사성 전도체 재료와 관련된 문제를 해결하기 위한 개시된 미세패턴 설계의 유인(motivation) 및 특징 이득에도 불구하고, 미세패턴 설계는 또한 비-반사성 전도체에 대해 유용하다. 예를 들어, 전도체는, 예를 들어 인쇄가능한 탄소계 전도성 잉크로부터 유래된 것과 같은 탄소-충진된 복합 전도체의 경우에서와 같이, 흡수성일 수 있고, 어둡거나 검게 보일 수 있다. 본 발명은 전도체를 포함하는 재료의 선택 또는 설계와 관련하여 제한되지 않는다. 그러나, 본 발명에서 개발된 개념은 반사성 전도체 패턴이 요구되거나 달리 바람직할 때 특히 유용한 것을 밝혀졌다.

[0038] 전도성 미세패턴은 예를 들어 미세패턴에 수직인 각도에서 측정된 한정된 정반사율을 가진 점, 트레이스, 충전된 형상 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 은 또는 알루미늄과 같은 평활한 박막 금속의 정반사율은 가시 스펙트럼에서 90%를 초과할 수 있다. 일부 실시예에서, (예컨대, 미세패턴을 한정하기 위해) 복수의 셀을 한정하는 복수의 트레이스에 의해 형성된 미세패턴에 대한 트레이스의 반사율은 수직 입사에서 그리고 트레이스가 그 상에 배치되는 기관의 표면을 향해 배향된 방향으로 측정될 때 90% 미만이다. 일부 실시예에서, (예를 들어, 메시를 한정하기 위해) 복수의 셀을 한정하는 복수의 트레이스에 의해 형성된 미세패턴에 대한 트레이스의 반사율은 수직 입사에서 그리고 트레이스가 그 상에 배치되는 기관의 표면으로부터 멀어지게 배향된 방향으로 측정될 때 90% 미만이다. 일부 실시예에서, (예를 들어, 메시를 한정하기 위해) 복수의 셀을 한정하는 복수의 트레이스에 의해 형성된 미세패턴에 대한 트레이스의 반사율은 수직 입사에서 그리고 트레이스가 그 상에 배치되는 기관의 표면의 표면으로부터 멀어지게 배향된 방향으로 측정될 때 50% 미만이다. 일부 실시예에서, (예를 들어, 메시를 한정하기 위해) 복수의 셀을 한정하는 복수의 트레이스에 의해 형성된 미세패턴에 대한 트레이스의 반사율은 수직 입사에서 그리고 트레이스가 그 상에 배치되는 기관의 표면의 표면으로부터 멀어지게 배향된 방향으로 측정될 때 50% 미만이다. 일부 실시예에서, (예를 들어, 메시를 한정하기 위해) 복수의 셀을 한정하는 복수의 트레이스에 의해 형성된 미세패턴에 대한 트레이스의 반사율은 수직 입사에서 그리고 트레이스가 그 상에 배치되는 기관의 표면을 향해 배향된 방향으로 측정될 때 20% 미만이다. 일부 실시예에서, (예를 들어, 메시를 한정하기 위해) 복수의 셀을 한정하는 복수의 트레이스에 의해 형성된 미세패턴에 대한 트레이스의 반사율은 수직 입사에서 그리고 트레이스가 그 상에 배치되는 기관의 표면의 표면으로부터 멀어지게 배향된 방향으로 측정될 때 20% 미만이다. 일부 실시예에서, (예를 들어, 메시를 한정하기 위해) 복수의 셀을 한정하는 복수의 트레이스에 의해 형성된 미세패턴에 대한 트레이스의 반사율은 수직 입사에서 그리고 트레이스가 그 상에 배치되는 기관의 표면을 향해 배향된 방향으로 측정될 때 10% 미만이다. 일부 실시예에서, (예를 들어, 메시를 한정하기 위해) 복수의 셀을 한정하는 복수의 트레이스에 의해 형성된 미세패턴에 대한 트레이스의 반사율은 수직 입사에서 그리고 트레이스가 그 상에 배치되는 기관의 표면의 표면으로부터 멀어지게 배향된 방향으로 측정될 때 10% 미만이다. 금속성 전도체 패턴의 반사율을 감소시키기 위한 수단은 알려져 있으며, 금속 표면을 광-흡수 화합물로 화학적으로 변환시키기 위한 금속 표면의 부분적 반응을 포함한다. 후자의 일례는 황화수소 가스 또는 황화된 젯물(황간) 용액에의 노출에 의한 황화은으로의 은 미세패턴 표면의 부분적 변환이다. 유사한 절차가 구리 표면을 흑색 황화물 반응 생성물로 변환시키도록 수행될 수 있다.

[0039] 전도체 미세패턴을 제조하는 방법

[0040] 개시된 설계를 갖는 전도체 미세패턴은 임의의 적합한 방법을 사용하여 제조될 수 있다. 전도체 미세패턴을 제조하기 위한 방법의 예는 차감식(subtractive) 또는 부가식(additive) 방법을 포함한다. 예시적인 차감식 방법은 기관(예컨대, 가시광 투과성 기관) 상에 배치된 금속성 코팅 상에의 패턴화된 마스크의 배치, 및 이어지는 선택적 에칭(이때, 개방 면적을 형성하는 마스크에 의해 덮이지 않은 금속성 코팅의 영역으로부터 금속이 제거되고, 나머지 금속은 마스크에 의해 덮인 금속성 코팅의 영역 내에 트레이스를 형성함)을 포함한다. 적합한 마스크는 포토레지스트(photoresist)(당업계에 공지된 바와 같이, 포토리소그래피에 의해 패턴화됨), 인쇄된 중합체, 또는 인쇄된 자가-조립 단층(예컨대, 미세접촉 인쇄를 사용하여 인쇄됨)을 포함한다. 다른 예시적인 차감식 방법은 기관(예컨대, 가시광 투과성 기관) 상에의 패턴화된 리프트-오프(lift-off) 마스크의 초기 배치, 금속성 전도체(예컨대, 박막 금속)에 의한 마스크된 영역 및 마스크되지 않은 영역의 블랭킷 코팅(blanket coating), 및 리프트-오프 마스크 및 그 상에 배치된 임의의 금속의 세척을 포함한다. 예시적인 부가식 공정은

원하는 미세패턴 기하학적 형상의 형태로 기관(예컨대, 가시광 투과성 기관) 상에의 무전해 침착 촉매의 인쇄, 및 이어지는 패턴화된 무전해 금속 침착(예컨대, 구리 또는 니켈)을 포함한다. 전도체 미세패턴을 생성하기 위한 바람직한 방법은 미세접촉 인쇄를 포함한다.

[0041] 미세패턴 전도체를 사용하는 물품을 제조하는 방법

[0042] 기관의 표면 상에 배치된 전도체 미세패턴은 다수의 상이한 물품을 제조하는 데 유용하다. 투명 전도성 미세패턴을 포함하는 구성요소는 터치 디스플레이를 위한 터치 센서 패널을 포함한다. 터치 디스플레이를 위한 일부 터치 센서 패널, 예를 들어 상호 정전용량(mutual capacitance) 모드 검출을 이용하는 전자장치와의 조합에 적합하고 다중-터치 해상도(multi-touch resolution) 성능을 포함할 수 있는 일부 터치 센서 패널은 오버레이된 2개 이상의 전도체 패턴을 포함한다. 오버레이된 2개 이상의 전도체 패턴은 투명한 접착제에 의해 2개의 기관을 함께 라미네이팅함으로써 생성될 수 있으며, 각각의 기관은 그의 하나의 주 표면 상에 본 발명에 따른 전도체 미세패턴이 배치된다. 그러한 라미네이팅된 물품은 기관이 투과성일 때 그리고 전도체 미세패턴이 높은 개방면적 분율을 가질 때 가시광 투과성일 수 있다. 라미네이팅된 구조물을 형성하기에 적합한 기관의 예는 상기 열거된 중합체 필름 기관을 포함한다.

[0043] 라미네이팅된 구조물을 형성하기에 적합한 접착제 재료의 예는 약 90% 이상 또는 그보다 훨씬 더 높은 광학 투과율 및 약 5% 미만 또는 그보다 훨씬 더 낮은 탁도(haze) 값을 나타내는 광학적으로 투명한 접착제이다. 광학 투과율 및 탁도는 접착제를, (미국 델라웨어주 월밍턴 소재의 듀폰 컴퍼니(DuPont Company)로부터의) 25 마이크로미터 멜리넥스(Melinex)(등록상표) 폴리에스테르 필름 454 및 75 × 50 밀리미터 플레인 마이크로 슬라이드(plain micro slide)(미국 미시간주 미들랜드 소재의 다우 코닝(Dow Corning)으로부터의 유리 슬라이드) 사이에 배치하고, (미국 메릴랜드주 콜럼비아 소재의 비와이케이 가드너(BYK Gardner)로부터의) 모델 9970 비와이케이 가드너(BYK Gardner) TCS 플러스 분광광도계를 사용하여 측정될 수 있다. 적합한 광학적으로 투명한 접착제는 정전기방지 특성을 가질 수 있으며, 금속-기반 전도체와 상용성이고, 접착제를 연신시킴으로써 유리 기관으로부터 이형될 수 있으며, 예시적인 광학 접착제는 정전기방지 광학적 감압 접착제에 관한 PCT 국제 공개 WO 2008/128073호, 광학적으로 투명한 감압 접착제를 연신 이형시키는 것에 관한 미국 특허 출원 공개 제 2009/089137 A1호, 광학적 투과성 접착제를 갖는 정전기방지 광학 구조물에 관한 제2010/0028564 A1호, 광학적으로 투명한 연신 이형 접착 테이프에 관한 PCT 국제 공개 WO 2009/114683호, 부식 민감성 층과 상용성인 접착제에 관한 WO 2010/019528호, 및 연신 이형 접착 테이프에 관한 WO 2010/078346호에 기술된 것들을 포함한다. 일 실시예에서, 광학적으로 투명한 접착제는 약 5 μm 이하의 두께를 갖는다.

[0044] 전도체 미세패턴이 그 상에 배치된 기관, 또는 대안적으로 전도체 미세패턴이 그 상에 배치된 2개 이상의 기관을 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 기관 또는 라미네이트는 참조된 접착제 재료를 사용하여 디스플레이에 라미네이팅될 수 있다. 전도체 미세패턴이 그 상에 배치된 기관, 또는 대안적으로 전도체 미세패턴이 그 상에 배치된 2개 이상의 기관을 포함하는 라미네이트는 다른 재료, 예를 들어 두꺼운(예컨대, 1 밀리미터) 중합체 시트 또는 유리 시트와 같은 강성 지지체에 추가로 라미네이팅될 수 있다. 강성 지지체의 예는 휴대폰 또는 스마트폰과 같은 휴대용 핸드헬드 장치의 렌즈를 포함한다.

[0045] 일부 실시예에서, 본 명세서에 기술된 바와 같은 전도체 미세패턴은 기관의 하나 초과면 상에, 예를 들어 이미 기술된 바와 같이, 가요성이거나 강성일 수 있는 편평한 기관의 각각의 주 표면 상에 배치된다. 배향이 명목상으로 평행하고 미세패턴에 수직인 방향으로 이격되어 있는 2개의 전도체 미세패턴을 필요로 하는 응용의 경우, 2개의 미세패턴이 동일한 편평한 기관의 각각의 면 상, 예를 들어 중합체 필름의 각각의 면 상에 배치되는 것이 유리할 수 있다.

[0046] 요율

[0047] 일부 실시예에서, 본 명세서에 기술된 물품은 가시광 투과성 기관 상에 또는 기관 내에 배치되는 셀 기하학적 형상의 개방 미세패턴을 한정하는 비-선형 트레이스를 포함하는 전도체 미세패턴을 포함한다. 일부 그러한 실시예에서, 전도체 미세패턴은 EMI 차폐체의 적어도 일부분을 형성한다. 일부 그러한 실시예에서, 전도체 미세패턴은 안테나의 적어도 일부분을 형성한다. 일부 그러한 실시예에서, 전도체 미세패턴은 터치 센서(예를 들어, 터치 스크린 센서)의 적어도 일부분을 형성한다. 일부 그러한 실시예에서, 전도체 미세패턴은 디스플레이 전극, 예를 들어 상대 전극, 예를 들어 전기영동 디스플레이 내의 상대 전극의 적어도 일부분을 형성한다.

- [0048] 일부 실시예에서, 본 명세서에 기술된 물품은 가시광 투과성 기관 상에 또는 기관 내에 배치되는 셀 기하학적 형상의 제1 개방 미세패턴을 한정하는 비-선형 트레이스를 포함하는 제1 전도체 미세패턴 및 제1 전도체 미세패턴으로부터 전기적으로 절연되는 셀 기하학적 형상의 제2 개방 미세패턴을 한정하는 비-선형 트레이스를 포함하는 제2 전도체 미세패턴을 포함한다. 제2 전도체 미세패턴은 제1 전도체 미세패턴과 동일한 기관 상에 배치될 수 있거나, 이는 다른 기관 상에 배치될 수 있다. 제2 전도체 미세패턴은 제1 전도체 미세패턴에 오버레이된다.
- [0049] 일부 실시예에서, 전도체 미세패턴들 둘 모두는 터치 센서, 예를 들어 터치 스크린 센서의 적어도 일부분을 형성한다.
- [0050] 일부 실시예에서, 전도체 미세패턴들 둘 모두는 전기영동 디스플레이의 적어도 일부분을 형성한다.
- [0051] 대안적으로, 다른 실시예에서, 전도체 미세패턴들 중 하나는 터치 센서, 예를 들어 터치 스크린 센서의 적어도 일부분을 형성하고, 다른 전도체 미세패턴은 무선 통신용 안테나로서 기능할 수 있다.
- [0052] 또 다른 실시예에서, 전도체 미세패턴들 중 하나는 터치 센서, 예를 들어 터치 스크린 센서의 적어도 일부분을 형성하고, 다른 전도체 미세패턴은 전자기 간섭(EMI) 차폐체로서 기능할 수 있다.
- [0053] 또 다른 실시예에서, 전도체 미세패턴들 중 하나는 무선 통신용 안테나의 적어도 일부분을 형성하고, 다른 전도체 미세패턴은 전자기 간섭(EMI) 차폐체로서 기능할 수 있다.
- [0054] 일부 실시예에서, 대향하는 제1 및 제2 표면을 각각 갖는 2개의 가시광 투과성 기관을 포함하는 터치 스크린 센서가 제공된다. 전도체 미세패턴이 제1 및 제2 기관들 각각의 제1 표면 상에 배치된다. 각각의 전도체 미세패턴은 복수의 개방 면적 셀을 한정하는 복수의 트레이스를 포함한다. 각각의 전도체 미세패턴은 80% 초과와 개방 면적 분율 및 트레이스 배향의 균일한 분포를 갖는다. 트레이스들 각각은 비-선형이고 0.5 내지 10 마이크로미터의 트레이스 폭을 갖는다. 일부 터치 스크린 센서의 경우, 제1 및 제2 기관들의 전도체 미세패턴들은 서로로부터 전기적으로 절연된다. 그러한 터치 스크린 센서의 조립과 관련하여, 센서는 2개의 기관들 사이에 배치되는 광학적으로 투명한 접착제를 추가로 포함하여, 광학적으로 투명한 접착제가 제1 기관의 전도체 미세패턴 및 제2 기관의 제2 표면과 직접 접촉하게 된다.
- [0055] 예
- [0056] 기관
- [0057] 본 명세서의 모든 예에서, 대략 125 마이크로미터의 두께를 갖고 미국 델라웨어주 윌밍턴 소재의 이.아이. 듀폰 디 네모아(E.I. du Pont de Nemours)로부터 제품 번호 ST504로 구매가능한, 폴리에틸렌 테레프탈레이트("PET")의 가시광 투과성 기관을 사용하였다.
- [0058] 전도체
- [0059] 본 명세서의 모든 예에서, "스퍼터링된(Sputtered) Ag"(주지된 스퍼터링 방법에 의해 증착되는, 대략 5 옴스trom의 티타늄에 이은 100 나노미터의 은)을 사용하였다.
- [0060] 비와이케이 가드너 컬러 가이드 스피어(color guide sphere)를 사용하여 PET 기관의 주 표면들 둘 모두를 측정하기 위한 평균 퍼센트 반사율(%R)을 사용하였다.
- [0061] 기포가 포획되는 것을 최소화하도록 롤러를 사용하여, 야마토 블랙 비닐 테이프(Yamato Black Vinyl Tape) #200-38(미국 미시간주 우드헤븐 소재의 야마토 인터내셔널 코퍼레이션(Yamato International Corporation)으로부터 구매가능함)을 측정 표면 반대편 면에 적용함으로써 각각의 필름의 하나의 샘플을 제조하였다. 표면 총 퍼센트 반사율(정반사율 및 확산 반사율)을 측정하기 위해, 샘플의 비-테이핑된 면을 비와이케이 가드너 컬러 가이드 스피어의 개구에 대향하여 배치하였다. 400 내지 700 nm의 파장 범위에 대해 10° 입사각에서 % 반사율을 측정하였다. 노출된 면(bare side)(즉, 전도체-코팅된 면 반대편)으로부터 반사율을 측정할 때, 측정된 반사율은 기관 필름과 공기 사이의 계면으로부터의 반사를 포함한다는 것에 유의한다. 코팅된 금속 표면으로부터 측정된 바와 같은 %R은 93.7%였고, 기관 면으로부터는 88.7%였다.
- [0062] 예 C1, 예 C2, 예 3 및 예 4에 대해 각각의 기하학적 형상에 사용되는 은 코팅은, 미국 특허 출원 공개 제 2009/0218310호에 기술된 바와 같이, 옥타데실티올 자가-조립 단층 마스크를 그의 표면 상에 인쇄하고 이어서 습윤 화학 에칭함으로써 패턴화시켰다.

[0063] 미세패턴

[0064] 표 1에 열거되어 있는 바와 같이, 전도체 미세패턴에 대해 다수의 상이한 기하학적 형상 또는 설계를 사용하였다. 설계들 각각은 전도성 트레이스의 메시지를 포함하였다. 메시지 및 셀을 한정된 트레이스의 배향 및 곡률뿐만 아니라, 메시지를 구성하는 셀의 형상의 관점에서, 설계들은 서로 달랐다. 정육각형 설계는, 도 1에 예시된 바와 같이, 200 마이크로미터의 직경(한 면으로부터 평행한 면까지 육각형을 가로지르는 거리) 또는 피치, 및 대략 2 마이크로미터의 균일한 트레이스 폭(98% 개방 면적 분율)을 갖는 정육각형 메시지를 포함하였다(예 C1). 의사랜덤 육각형 설계는 도 2에 예시된 바와 같이, 메시의 꼭짓점의 변위에 의해 생성되는 의사랜덤 변형부 및 직선 에지를 갖는 6-변형 셀을 포함하였다(예 C2). 부분적으로 만족된 설계는 도 3에 예시된 바와 같이, 대략적으로 만족된 트레이스를 가진 6-변형 셀을 포함하였다(예 3). 정육각형 설계의 200 마이크로미터 직경 육각형의 변들의 중점을 10 마이크로미터만큼 변형시킴으로써 비-선형 트레이스를 생성하였다. 완전하게 만족된 설계는 도 4에 예시된 바와 같이, 비-선형 트레이스를 가진 6-변형 셀을 포함하였다(예 4). 대체로 반원 형상이 되도록 비-선형 트레이스를 형성하였다. 의사랜덤으로 만족된 설계가 도 5에 예시되어 있다(예 5). 모든 설계는 98%의 개방 면적 분율 및 2 마이크로미터의 트레이스 폭을 갖는다. 모든 설계를 컴퓨터-이용 제도 및 설계의 표준 방법을 사용하여 생성할 수 있다.

[0065] 물품의 특성화

[0066] 하나 이상의 전도체 미세패턴을 갖는 라미네이팅된 물품을 일광 조명 하에서의 그들의 미세패턴의 현저성(conspicuity)에 대해 평가하였다. 평가는 확대 없는 시각적 검사(육안)를 포함하였다. 디지털 카메라(미국 캘리포니아주 쿠파티노 소재의 애플 컴퓨터 코퍼레이션(Apple Computer Corp)의 아이폰(iPhone) 3GS)를 사용하여 샘플을 추가로 이미지화시켰다. 눈 또는 카메라에 도달하는 광의 세기를 관찰 또는 기록하기에 더 적합한 수준으로 감소시키기 위해, 각각의 샘플에 대한 일광 조명을, 반-반사성 에너지-관리 필름이 적용된 전형적인 상용 건축용 이중-판유리 단열 유리 유닛 윈도우에 통과시킴으로써 우선 감쇠시켰다. 다수의 시각적 효과가 다양한 미세패턴의 현저성에 기여하였다. 제1의 그러한 시각적 효과 카테고리는, 밝은 (비-확산) 일광으로 조명될 때, 다각형 별(multi-pointed star)의 형상의 밝은 반사성 패턴의 형태를 취하는 "스타버스트"로서 본 명세서에 기술된다. 정육각형 메시는 6각형 스타버스트를 야기할 수 있다. 정사각형 메시는 4각형 스타버스트를 야기할 수 있다. 제2 시각적 효과 카테고리는, 밝은 (비-확산) 일광으로 조명될 때, 밴드를 따른 색상들의 스펙트럼을 나타내는 반사 밴드의 형태를 취하는 "무지개"로서 본 명세서에 기술된다. 제3 시각적 효과 카테고리는, 밝은 (비-확산) 일광으로 조명될 때, 직접적인 정반사의 지점을 둘러싸는 확산성 분홍색 및 녹색 헤일로 형태를 취하는 "유색 헤일로"로서 본 명세서에 기술된다. 제4 시각적 효과 카테고리는, 밝은 (비-확산) 일광으로 조명될 때, 미세패턴을 가로지르는 광의 밝은 지점의 형태를 취하는 "스파클"로서 본 명세서에 기술된다.

[0067] 표 1은 전도체 미세패턴 샘플들의 시각적 평가에 대한 결과를 제시한다. 표 1은 또한, 전도체 미세패턴 샘플들의 시트 저항(전기적) 및 투과된 광학적 측정치에 대한 결과를 제시한다. 델콤(Delcom) 717 전도도 모니터(미국 위스콘신주 프레스콧 소재의 델콤 인스트루먼트즈(Delcom Instruments))를 사용하여 시트 저항을 측정하였다.

표 1

	C1	C2	3	4
미세패턴	정육각형	의사랜덤 육각형	부분적으로 만족된 육각형	완전하게 만족된 육각형
스타버스트 스코어	⊗	⊕	⊕	⊕
무지개 스코어	⊗	⊕	⊕	⊕
유색 헤일로 스코어	⊕	⊕	⊕	⊕
스파클 스코어	⊕	⊗	⊕	⊕
시트 저항 (ohm/sq)	30	28	20	33

[0068]

[0069] 스타버스트, 무지개, 스파클 및 유색 헤일로의 스코어에 대한 표 1의 데이터는, ⊕에 의해 나타낸 허용가능한 시각적 외관 스코어 및 ⊗에 의해 나타낸 허용불가능한 시각적 외관 스코어로 보고되어 있다. 스코어를 결정함에 있어서, 허용가능한 스코어는 시각적 아티팩트(visual artifact)(그것이 스타버스트, 무지개, 헤일로 또는 스파클이든 간에)의 완전한 부재를 의미하는 것은 아니지만, 존재할 경우, 아티팩트의 수준은 사용자에게 허용 가능할 수 있는 수준이다. 예를 들어, 예 3의 경우 일부 스타버스트가 존재하지만, 비교예 C1의 경우의 스타버스트는 매우 넓은 범위의 관찰각에 걸쳐 지속되며, 스타버스트는 무지개 밴드로 전이한다(조합이 시준된 광원에

대한 수직으로부터 40도에 걸친 미세패턴 틸트까지 존재함). 예 3의 경우의 스타버스트는 훨씬 더 좁은 범위의 각도에 걸쳐 지속된다(시준된 광원에 대한 수직으로부터 5도 틸트 미만). 일부 스코어링 시스템은 이하의 예 C6 및 예 7에 적용된다.

[0070] 터치 센서 요소 및 시스템

[0071] 투명 센서 요소를 제조하여 대체로 도 11, 도 12 및 도 13에 도시된 것과 같은 터치 센서 구동 장치와 조합하였다. 이어서, 장치를 시험하기 위해 디스플레이에 연결되어 있는 컴퓨터 처리 유닛과 장치를 통합하였다. 장치는 다수의 단일 및/또는 동시 손가락 터치의 위치를 검출할 수 있었으며, 이는 디스플레이 상에 그래픽으로 명확히 보여졌다. 또한, 전송된 바와 같이, 현저성의 상이한 카테고리에서 예 C6 및 예 7의 투명 센서 요소를 시각적으로 평가하고 스코어링하였다. 표 2는 터치 센서 요소의 시각적 평가로부터의 결과를 제시한다.

[0072] 예 C6

[0073] 투명 센서 요소의 형성

[0074] 제1 패턴화된 기관

[0075] 제1 은 금속화된 필름을 생성하기 위해 스퍼터 코터(sputter coater)를 사용하여, 125 마이크로미터(μm)의 두께를 갖는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)로 제조된 제1 가시광 기관을, 티타늄의 접착력 증진 층(5 옹스트롬 정도) 및 이어서 100 nm 은 박막으로 증기 코팅하였다. PET는 미국 델라웨어주 윌밍톤 소재의 이.아이. 듀폰 디 네모아로부터 제품 번호 ST504로 구매가능하였다.

[0076] 미국 특허 공개 제20090218310호에 기술된 바와 같이, 옥타데실티올 자가-조립 단층 마스크를 은 표면 상에 인쇄하고 이어서 은을 습윤 화학 에칭함으로써 기관 상에 전도체 미세패턴을 생성하였다. 도 11, 도 11a 및 도 11b는 현재 에칭되고 패턴화된 은 금속화된 필름을 포함하는 면인 기관의 제1 면 상의 복수의 제1 불연속 영역(704) 사이에서 교번하는 복수의 제1 연속 영역(702)을 갖는 제1 패턴화된 기관(700)을 도시한다. 기관은 실질적으로 노출된 PET 필름인 반대편의 제2 면을 갖는다. 제1 영역들(702) 각각은 일 단부에 배치된 대응하는 65 마이크로미터 폭의 전도성 트레이스(706)를 갖는다. 도 11a는 정육각형 메시 구조를 형성하는 복수의 연속 라인을 갖는 제1 영역(702)의 분해도를 도시한다. 도 11b는 불연속적인(또는 단속적인) 정육각형 미세패턴을 형성하는(각각의 트레이스에서, 대략 5 μm 폭의 선택적인 단속부를 사용하여 생성된) 복수의 불연속 라인을 갖는 제1 불연속 영역(704)의 분해도를 도시한다. 영역(702, 704)의 각각의 메시 구조는 대략 98%의 개방 면적을 가졌다. 각각의 라인 세그먼트는 대략 2 μm 의 폭을 가졌다. 면에서 면까지의 셀의 평균 폭은 대략 200 μm 였다. 의도된 감지 면적(712)은 10 센티미터 \times 10 센티미터였다. 연속 영역(702)은 2.2 밀리미터 폭으로 측정되고 6 밀리미터의 피치로 배열된 바아(bar)의 형태였다.

[0077] 제2 패턴화된 기관

[0078] 제2 패턴화된 기관은 제2 은 금속화된 필름을 생성하기 위해 제2 가시광 기관을 사용하여 제1 패턴화된 기관과 같이 제조하였다. 제2 불연속 육각형 메시 패턴 사이에 개재된 제2 연속 육각형 메시 패턴을 갖는 제2 스태프를 생성하였다.

[0079] 도 12, 도 12a 및 도 12b는 제2 기관의 제1 면 상의 복수의 제2 불연속 영역(724) 사이에서 교번하는 복수의 제2 연속 영역(722)을 갖는 제2 패턴화된 기관(720)을 도시한다. 제2 영역들(722) 각각은 일 단부에 배치된 대응하는 65 마이크로미터 폭의 제2 전도성 트레이스(726)를 가졌다. 도 12a는 정육각형 메시 구조를 형성하는 복수의 연속 라인을 갖는 하나의 제2 영역(722)의 분해도를 도시한다. 도 12b는 불연속적인(또는 단속적인) 정육각형 메시 구조를 형성하는(각각의 트레이스에서, 대략 5 μm 폭의 선택적인 단속부를 사용하여 생성된) 복수의 불연속 라인을 갖는 하나의 제2 불연속 영역(724)의 분해도를 도시한다. 영역(722, 724)의 각각의 메시 구조는 대략 99%의 개방 면적을 가졌다. 각각의 라인 세그먼트는 대략 2 μm 의 폭을 가졌다. 면에서 면까지의 셀의 평균 폭은 대략 300 μm 였다. 의도된 감지 면적(712)은 10 센티미터 \times 10 센티미터였다. 연속 영역(722)은 2.2 밀리미터 폭으로 측정되고 6 밀리미터의 피치로 배열된 바아의 형태였다.

[0080] 투사형 정전용량 터치 스크린 센서 요소의 형성

[0081] 상기 제조된 제1 및 제2 패턴화된 기관을 다음과 같이 2층 투사형 정전용량 터치 스크린 투명 센서 요소를 생성하는 데 사용하였다.

[0082] 제1 및 제2 패턴화된 기관을 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터의 옵티컬리

클리어 라미네이팅 어드히시브(Optically Clear Laminating Adhesive) 8141을 사용하여 함께 접착하여 다층 구조물을 생성하였다. 제1 및 제2 전도성 트레이스 영역(706, 726)의 영역에 접착제가 없는 상태에서 2개의 패턴화된 기판을 라미네이팅하는 데 핸드헬드 롤러를 사용하였다. 제1 기판의 제1 면이 플롯트 유리에 근접하도록, 옵티컬리 클리어 라미네이팅 어드히시브(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터의 제품명 8172)를 사용하여 다층 구조물을 1 mm 두께의 플롯트 유리에 라미네이팅하였다. 접착제가 없는 제1 및 제2 전도성 트레이스 영역(706, 726)에 의해 제1 및 제2 패턴화된 기판(700, 720)에의 전기적 연결이 이루어질 수 있었다.

[0083] 도 13은 제1 및 제2 패턴화된 기판이 라미네이팅되어 있는 다층 터치 스크린 센서 요소(740)의 평면도를 도시한다. 영역(730)은 제1 연속 영역과 제2 연속 영역의 중첩을 나타내었다. 영역(732)은 제1 연속 영역과 제2 불연속 영역의 중첩을 나타내었다. 영역(734)은 제2 연속 영역과 제1 불연속 영역의 중첩을 나타내었다. 그리고, 영역(736)은 제1 불연속 영역과 제2 불연속 영역의 중첩을 나타내었다. 복수의 이들 중첩 영역이 있지만, 예시의 편의상, 각각에 대한 단지 하나의 영역만이 도면에 도시되어 있다. 의도된 감지 면적(712)은 10 센티미터 × 10 센티미터였다. 제1 기판 상에 배치된 메시의 배향은 제2 기판 상의 메시의 배향에 대해 대략 30도 회전하였다.

[0084] 투사형 정전용량 터치 센서 시스템의 형성

[0085] 센서 요소를 구동시키는 데 사용되는 전자장치는 미국 특허 출원 공개 제 2010/0300773호 "고속 멀티-터치 장치 및 이를 위한 제어기(High Speed Multi-Touch Device and Controller Therefor)"에 기술되어 있다. 시스템의 사용은 당업계에 공지되어 있는 바와 같이, 다수의 고정 값을 설정하는 것을 포함하였다. 이들 고정 값은 터치 스크린마다 다를 수 있다. 시스템은 16개의 상이한 바아(열(column))를 구동할 수 있었고, 16개의 상이한 바아(행(row))를 측정할 수 있었다. 이상으로부터의 샘플링이 계속 실행되고 있는 동안에, 마이크로컨트롤러는 역시 직렬 인터페이스를 통해 모니터를 갖는 컴퓨터로 데이터를 전송하고 있었다. 직렬 인터페이스는 당업자에게 공지되어 있는 바와 같이, 간단한 컴퓨터 프로그램이 전자장치로부터 원 데이터를 렌더링할 수 있도록 하고, 각각의 열과 각각의 바아 사이의 상호 정전용량과 관련된 측정 값이 터치와 터치 없는 사이에서 어떻게 변화하였는지를 알 수 있도록 하였다. 컴퓨터 프로그램은 상호 정전용량 변화의 크기에 따라, 디스플레이를 가로질러 바아 유색-코팅을 포함한 3차원 바아 차트를 렌더링하였다. 바아 차트에서 더 큰 바아 및 청색으로부터 청록색으로, 녹색으로, 황색으로, 주황색으로, 적색으로의 색상 진행은 (예를 들어, 주어진 위치에서의 터치 이벤트에 기인하는 것과 같은) 상호 정전용량 변화의 보다 큰 크기와 관련되었다.

[0086] 시스템의 시험 결과

[0087] 투명 센서 요소를 터치 센서 구동 장치에 연결하였다. 유리 표면에 대해 손가락 터치가 이루어졌을 때, 컴퓨터 모니터는 터치 감지 영역 내에서 행해지고 있는 터치의 위치를 더 큰 바아 및 적색 착색의 형태로 렌더링하였다. 유리 표면에 대해 2개의 손가락 터치가 동시에 이루어졌을 때, 컴퓨터 모니터는 터치 감지 영역 내에서 행해지고 있는 터치들의 위치들을, 모니터의 대응하는 위치들에서의 더 큰 바아들 및 적색으로의 색상 변화의 형태로 렌더링하였다. 유리 표면에 대해 3개의 손가락 터치가 동시에 이루어졌을 때, 컴퓨터 모니터는 터치 감지 영역 내에서 행해지고 있는 터치들의 위치들을, 모니터의 대응하는 위치들에서의 더 큰 바아들 및 적색으로의 색상 변화의 형태로 렌더링하였다.

[0088] 비교예 C6

[0089] 센서 요소의 형성 단락에서 전반적으로 기술된 바와 같이, 도 1의 미세패턴(정육각형)을 갖는 투명 센서 요소를 제조하였다. 센서 요소를 이어서 대체로 도 11, 도 12 및 도 13에 도시된 것과 같은 터치 센서 구동 장치와 조합하였다. 이어서, 장치를 시험하기 위해 디스플레이에 연결되어 있는 컴퓨터 처리 유닛과 장치를 통합하였다. 장치는 다수의 단일 및/또는 동시 손가락 터치의 위치를 검출할 수 있었으며, 이는 디스플레이 상에 그래픽으로 명확히 보여졌다.

[0090] 예 7

[0091] 도 3의 미세패턴(비-선형 미세패턴 - 부분적으로 만곡된 육각형)을 갖는 투명 센서 요소를 전반적으로 기술된 바와 같이 제조하여 터치 센서 구동 장치와 조합하였다. 불연속 영역을 생성하기 위해, 5 마이크로미터 폭의 단속부의 선택적인 배치를 비롯하여 센서 및 시스템의 다른 모든 태양은 예 6C에 대해 기술된 것과 동일하였다. 투명 센서 요소를 터치 센서 구동 장치에 연결하였다. 이어서, 장치를 시험하기 위해 디스플레이와 연결되어 있는 컴퓨터 처리 유닛과 장치를 통합하였다. 장치는 다수의 단일 및/또는 동시 손가락 터치의 위치를 검출할

수 있었으며, 이는 디스플레이 상에 그래픽으로 명확히 보여졌다.

[0092] 예 8

[0093] 투명 센서 요소를, 도 4의 미세패턴이 도 1의 미세패턴을 대신한 것을 제외하고는, 비교예 6에 대해 전반적으로 기술된 바와 같이, 제조하여 터치 센서 구동 장치와 조합될 수 있다.

표 2

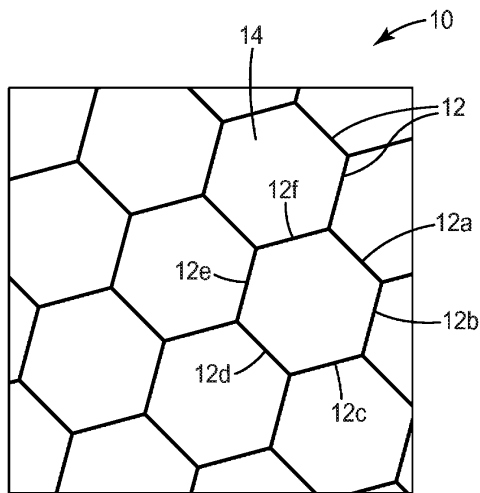
터치 센서 요소 예에 대한 시각적 검사의 결과

예	스타버스트 스코어	무지개 스코어	유색 헤일로 스코어
비교예 6	⊗	⊗	⊕
7	⊕	⊕	⊕

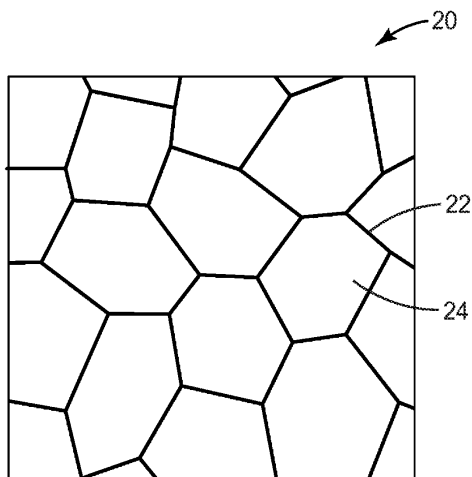
[0094]

도면

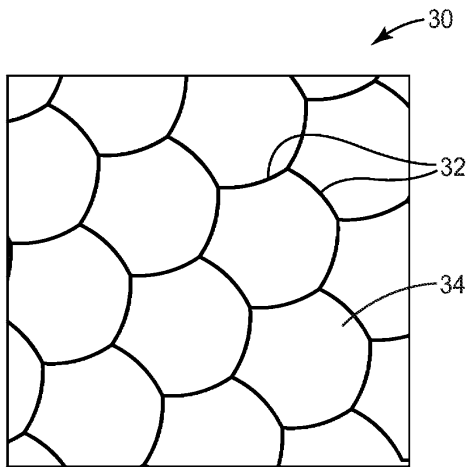
도면1



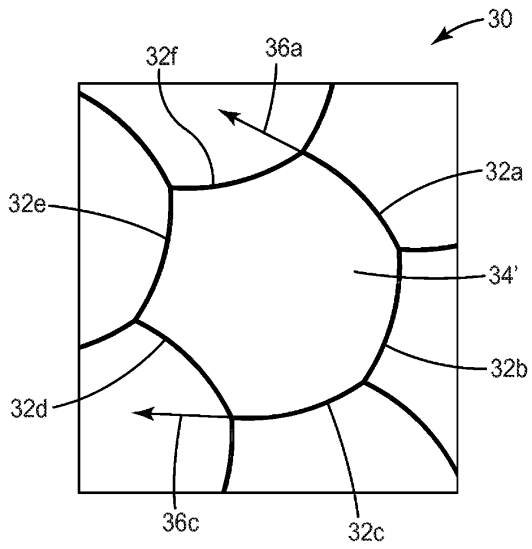
도면2



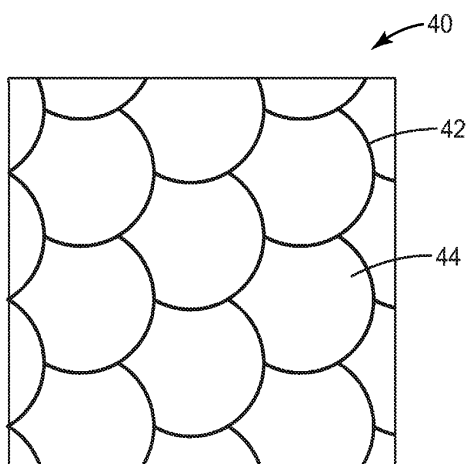
도면3



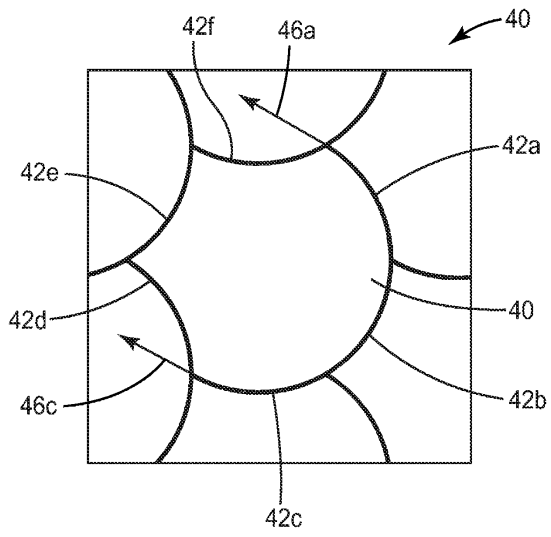
도면3a



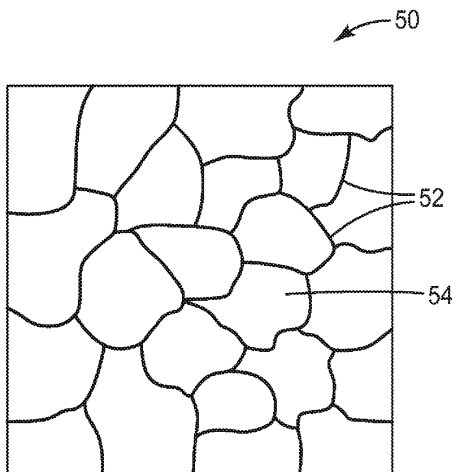
도면4



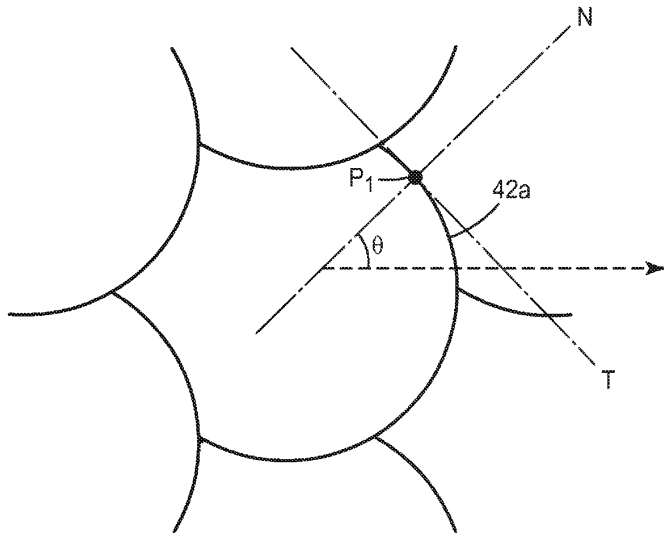
도면4a



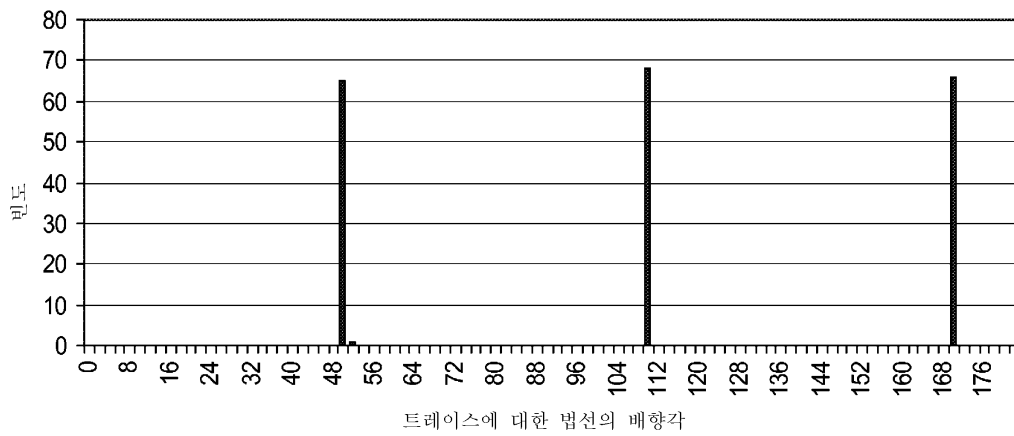
도면5



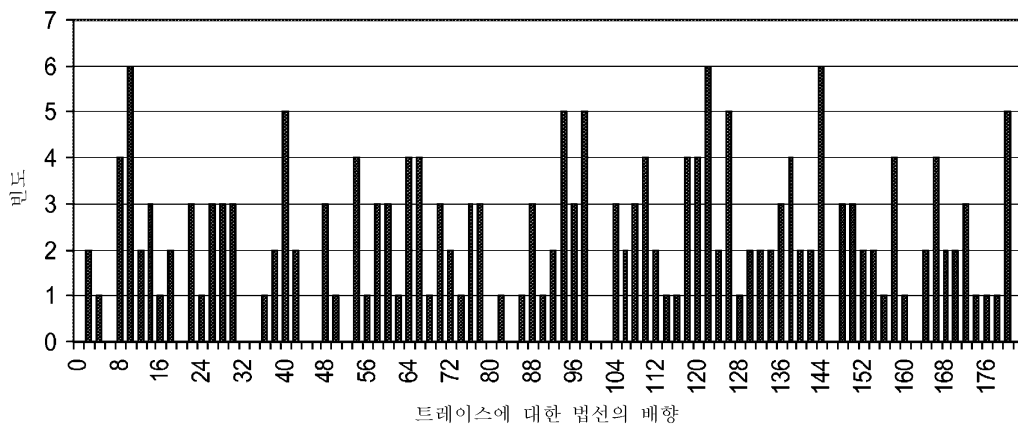
도면6



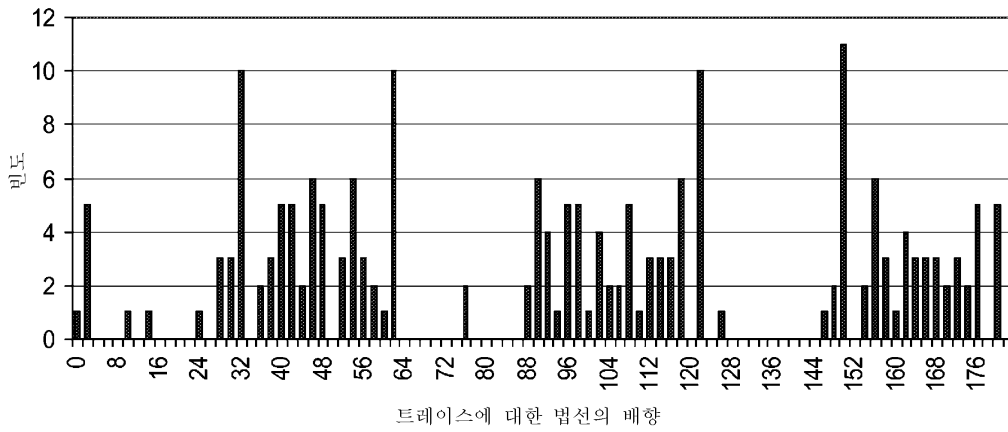
도면7



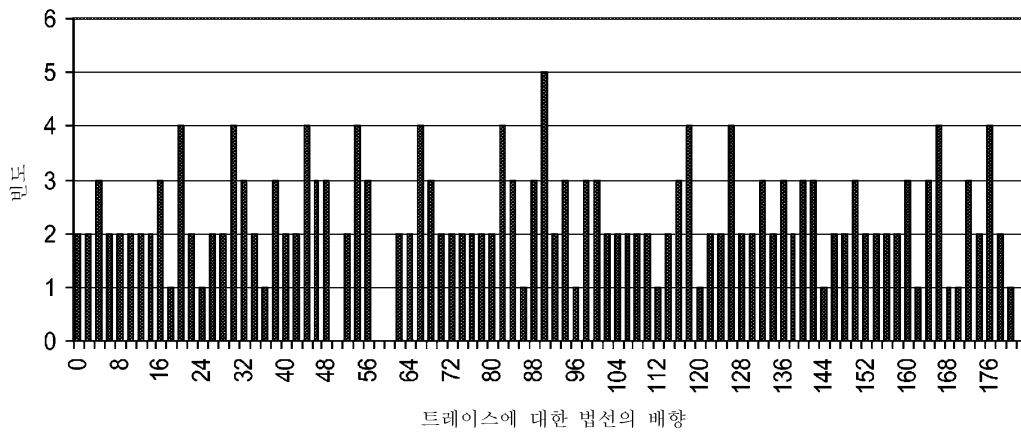
도면8



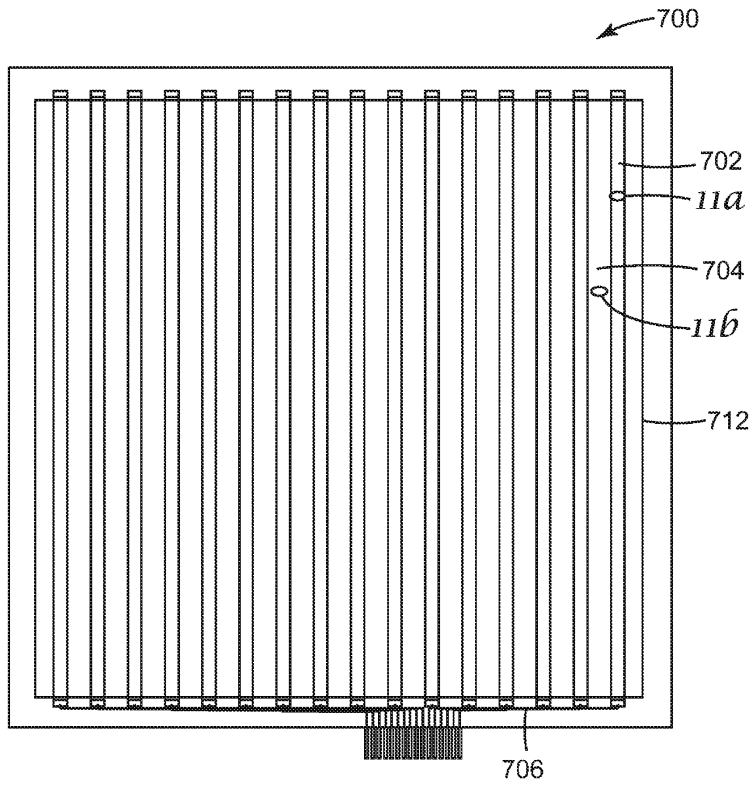
도면9



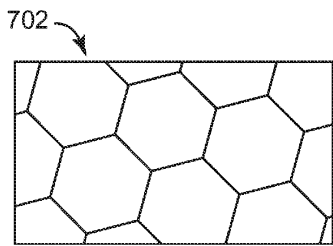
도면10



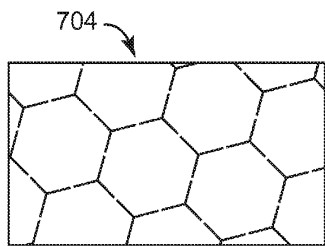
도면11



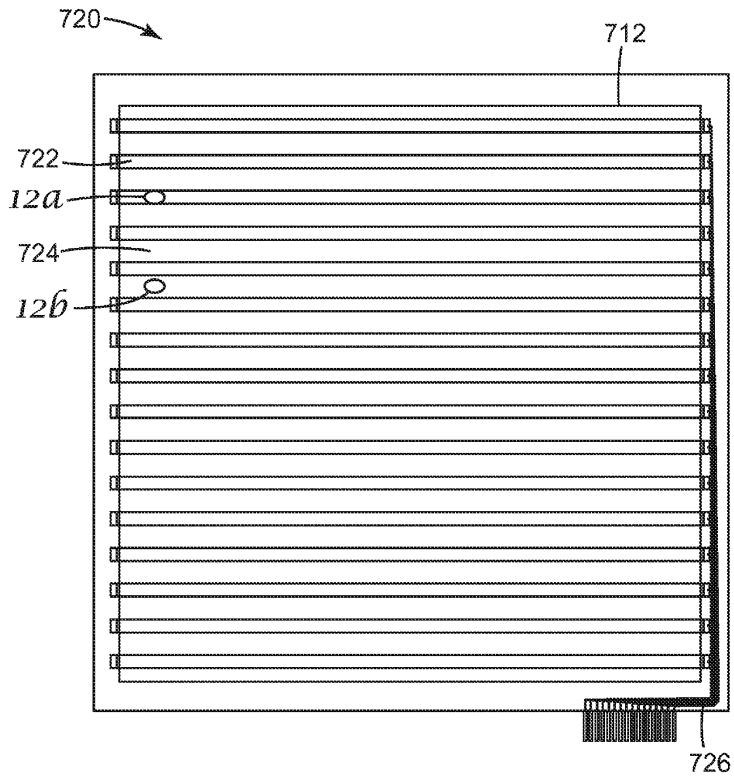
도면11a



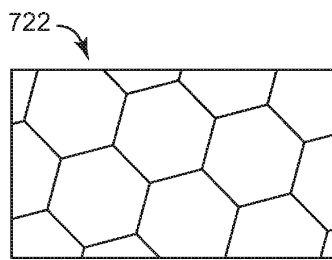
도면11b



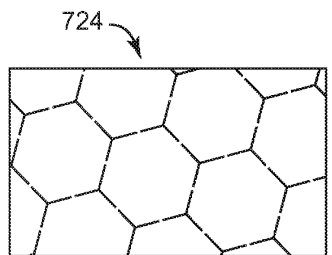
도면12



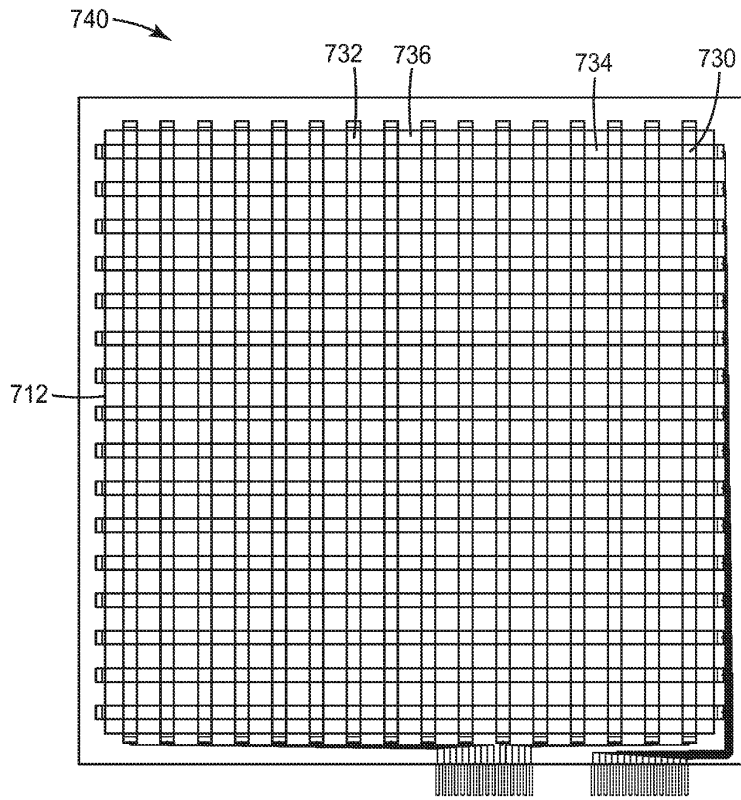
도면12a



도면12b



도면13



도면14

