



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0129134
(43) 공개일자 2014년11월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 3/041 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7025139

(22) 출원일자(국제) 2012년11월30일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2014년09월05일

(86) 국제출원번호 PCT/US2012/067186

(87) 국제공개번호 WO 2013/119308

국제공개일자 2013년08월15일

(30) 우선권주장

61/597,572 2012년02월10일 미국(US)

(71) 출원인

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

바톤 로저 더블유

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

위버 빌리 엘

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

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 김영

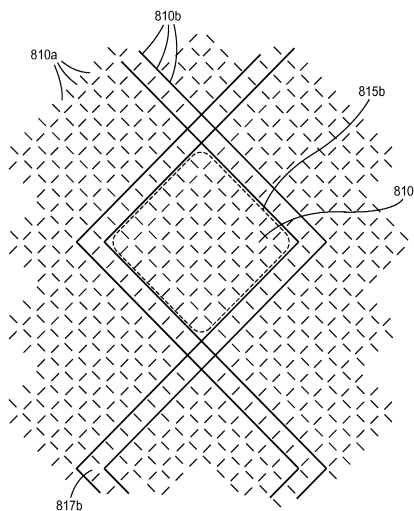
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 터치 센서 전극용 메시 패턴

(57) 요약

터치 감응 장치를 위한 전극은 전기적으로 연속적인 구역을 규정하도록 그리고 전기적으로 불연속적인 내부 영역을 포함하도록 배열되는 마이크로-와이어 도체를 포함한다. 전기적으로 연속적인 구역은 하나의 패턴에 따라 패턴화될 수 있고, 내부 패턴은 다른 패턴에 따라 패턴화될 수 있다.

대 표 도 - 도30a



(72) 발명자

제어건 버나드 오

미국 03079 뉴햄프셔주 살렘 실반 드라이브 25

헤이블 브룩 에이

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

특허청구의 범위

청구항 1

터치 스크린 센서로서,

제1 패턴으로 배치된 복수의 연속적 마이크로-와이어 도체(micro-wire conductor)로 구성된 복합 전극들의 어레이(array)를 포함하는 상부 전극 층;

복수의 전극을 포함하는 하부 전극 층을 포함하며,

상부 전극 및 하부 전극은 유전체 층에 의해 분리되고, 상부 전극과 하부 전극이 교차하는 노드(node)들을 갖는 전극 매트릭스(electrode matrix)를 함께 규정하며;

상부 전극 층의 복합 전극은 복합 전극으로부터 전기적으로 격리된 내부 영역을 형성하고, 상기 영역은 불연속적 마이크로-와이어 도체로 구성되는, 터치 스크린 센서.

청구항 2

제1항에 있어서, 내부 영역의 불연속적 마이크로-와이어 도체들은 제2 패턴으로 배치되는, 터치 스크린 센서.

청구항 3

제2항에 있어서, 제1 패턴은 제2 패턴과 동일한, 터치 스크린 센서.

청구항 4

제2항에 있어서, 내부 영역은 복합 전극보다 전계에 대해 보다 투과성인, 터치 스크린 센서.

청구항 5

제2항에 있어서, 상부 전극 층 및 하부 전극 층은 상부 전극 층의 복합 전극의 내부 영역이 노드에 위치되도록 배향되는, 터치 스크린 센서.

청구항 6

제2항에 있어서, 제1 패턴 또는 제2 패턴은 반복되는 정사각형, 다이아몬드, 육각형, 또는 팔각형을 포함하는, 터치 스크린 센서.

청구항 7

제6항에 있어서, 반복되는 정사각형, 다이아몬드, 육각형, 또는 팔각형은 모두가 동일한 크기는 아닌, 터치 스크린 센서.

청구항 8

터치 센서에 사용하기 위한 마이크로-와이어 기반 전극으로서,

패턴화된 불연속적 패턴화된 전도성 마이크로-와이어의 내부 영역을 갖는 패턴화된 전도성 마이크로-와이어들의 메시(mesh)를 포함하는, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 9

제8항에 있어서, 내부 영역은 마이크로-와이어 내에 중단부(break)를 포함하도록 패턴화되는, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 10

제8항에 있어서, 내부 영역은 마이크로-와이어 내에 중단부를 포함하는, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 11

제8항에 있어서, 마이크로-와이어는 마이크로미터 단위로 약 $X + 0.5$ 의 트레이스 폭(trace width); 및 약 $[95 - X]\%$ 내지 99.5%의 개구 면적 비율(open area fraction)을 갖는 도체들을 포함하며, 여기서 $0 \leq X \leq 4.5$ 인, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 12

제8항에 있어서, 개구 면적 비율은 약 $[98.5 - (2.5X \div 3.5)]\%$ 내지 $[99.5 - (X \div 3.5)]\%$ 이며, 여기서 $0 \leq X \leq 3.5$ 인, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 13

터치 센서에 사용하기 위한 마이크로-와이어 기반 전극으로서,

제1 특성 평균 셀 간격을 갖는 제1 메시 패턴을 규정하는 복수의 연속적 마이크로-도체를 포함하고, 제1 메시 패턴은 제2 특성 평균 셀 간격을 갖는 불연속적 마이크로-도체를 포함하는 내부 영역을 가지며,

내부 영역은 제2 특성 평균 셀 간격의 구역의 측방향 치수보다 큰 측방향 치수를 갖는 구역에 걸쳐 연장되는, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 14

제13항에 있어서, 제1 특성 평균 셀 간격 및 제2 특성 평균 셀 간격은 실질적으로 동일한, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 15

제13항에 있어서, 제1 특성 평균 셀 간격은 제2 특성 평균 셀 간격보다 큰, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 16

제13항에 있어서, 제1 특성 평균 셀 간격은 제2 특성 평균 셀 간격의 정수배인, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 17

제13항에 있어서, 메시 패턴은 정다각형 메시인, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 18

제13항에 있어서, 메시 패턴은 의사-랜덤 메시(pseudo-random mesh)인, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 19

제13항에 있어서, 제1 특성 평균 셀 간격은 전극의 중심 부근에서 더 크고 전극의 중심으로부터 더 먼 곳에서 더 작은, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 20

제13항에 있어서, 제1 특성 평균 셀 간격은 전극의 중심으로부터의 위치의 함수로서 변동가능한, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 21

제13항에 있어서, 내부 영역과 배치되는 전기적으로 연속적인 마이크로-와이어의 섬(island)을 추가로 포함하는, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 22

제21항에 있어서, 섬들은 제1 특성 평균 셀 간격과 실질적으로 동일한 제3 특성 평균 셀 간격을 갖는 메시 패턴에 따라 배치되는, 마이크로-와이어 기반 전극.

청구항 23

제13항에 있어서, 제1 특성 평균 셀 간격은 전극의 중심 부근에서 더 작고 전극의 중심으로부터 더 먼 곳에서 더 큰, 마이크로-와이어 기반 전극.

명세서

배경 기술

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은 2012년 2월 10일자로 출원된 미국 가특허 출원 제61/597572호의 이익을 주장하며, 이 출원의 개시내용은 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0003] 터치 스크린 센서는 터치 스크린 디스플레이의 표면에 적용된 물체(예를 들어, 손가락 또는 스타일러스)의 위치 또는 터치 스크린 디스플레이의 표면 부근에 위치한 물체의 위치를 검출한다. 이들 센서는 디스플레이의 표면을 따라, 예를 들어 평평한 직사각형 디스플레이의 평면 내의 물체의 위치를 검출한다. 터치 스크린 센서의 예는 정전용량 센서(capacitive sensor), 저항 센서(resistive sensor), 및 투사형 정전용량 센서(projected capacitive sensor)를 포함한다. 이러한 센서는 디스플레이를 오버레이하는 투명한 전도성 요소를 포함한다. 요소는 디스플레이 부근에 있는 또는 그와 접촉하는 물체의 위치를 결정하기 위해 요소를 탐지하는 데 전기 신호를 사용하는 전자 구성요소와 조합된다.

[0004] 터치 스크린 센서의 분야에서, 디스플레이의 광학적 품질 또는 특성을 손상시키지 않고, 투명한 터치 스크린 센서의 전기적 특성에 대한 개선된 제어를 가질 필요가 있다. 전형적인 터치 스크린 센서의 투명한 전도성 영역은 인듐 주석 산화물(indium tin oxide, ITO)과 같은 투명 전도성 산화물(transparent conducting oxide, TCO)의 연속 코팅을 포함하며, 이 코팅은 전압원에 대한 접촉 위치 또는 위치들 및 그 영역의 전체적인 형상에 기초한 전위 구배(electrical potential gradient)를 나타낸다. 이러한 사실로 인해 가능한 터치 센서 설계 및 센서 성능에 제약이 있게 되며, 고가의 신호 처리 회로 또는 전위 구배를 수정하기 위한 부가의 전극들의 배치와 같은 대책이 필요하게 된다. 따라서, 전문한 인사들에 독립적인 전위 구배에 대한 제어를 제공하는 투명한 전도성 요소가 필요하다.

[0005] 터치 스크린 센서의 분야에서 전기 전도성 요소의 설계의 유연성과 관련된 부가의 요구가 있다. 인듐 주석 산화물(ITO)과 같은 패턴화된 투명 전도성 산화물(TCO)을 사용하여 터치 스크린 센서를 제조하는 것은 종종 도체 설계에 제한을 가한다. 이 제한은 단일 값의 등방성 면저항(isotropic sheet resistance)을 갖는 투명한 시트 도체로부터 전도성 요소들 전부를 패턴화하는 것으로 인한 제약에 관련된다.

발명의 내용

[0006] 예를 들어, 터치 감지 응용에 사용하기 위한 마이크로-와이어 전극(micro-wire electrode) 구성. 전극은 밑에 있는(underlying) 기준 메시와 일치하는 패턴화된 연속적 마이크로-와이어뿐만 아니라, 추가 패턴에 따라 패턴화된 불연속적 마이크로-와이어로 구성되는 내부 영역을 포함한다. 내부 영역은 예를 들어 마이크로-와이어 도체 내의 작은 중단부(break)에 의해 불연속적으로 된다. 일부 실시예에서, 추가 패턴은 밑에 있는 기준 메시의 패턴과 동일하다. 내부 영역들의 패턴화는 이들을 사용자에게 눈에 덜 띄도록 만들 수 있으며, 내부 영역의 불연속은 이들을 다른 전기적으로 연속적인 영역보다 전계에 더 투과성으로 만들 수 있다.

[0007] 일 실시예에서, 터치 스크린 센서가 기술되며, 터치 스크린 센서는 제1 패턴으로 배치된 복수의 연속적 마이크로-와이어 도체로 구성된 복합 전극들의 어레이(array)를 포함하는 상부 전극 층; 복수의 전극을 포함하는 하부 전극 층을 포함하며, 여기서 상부 전극 및 하부 전극은 유전체 층에 의해 분리되고, 상부 전극과 하부 전극이 교차하는 노드(node)들을 갖는 전극 매트릭스(electrode matrix)를 함께 규정하며; 상부 전극 층의 복합 전극은 복합 전극으로부터 전기적으로 격리된 내부 영역을 형성하고, 이 영역은 불연속적 마이크로-와이어 도체로 구성된다.

[0008] 이 실시예 및 다른 실시예들이 하기에 기술된다.

도면의 간단한 설명

[0009] 본 발명은 첨부 도면과 관련하여 본 발명의 다양한 실시예의 하기 상세한 설명을 고려하여 보다 완전하게 이해될 수 있다.

<도 1>

도 1은 터치 스크린 센서(100)의 개략도.

<도 2>

도 2는 터치 스크린 감지 구역 내에 있는 전도성 가시광 투명(visible light transparent) 영역의 사시도.

<도 3a 및 도 3b>

도 3a 및 도 3b는 전도성 잉크의 UV 레이저 경화를 이용하여 마이크로도체를 생성하기 위한 공정을 예시하는 도면.

<도 4>

도 4는 마이크로도체를 생성하기 위한 그라비아 인쇄 공정(gravure printing process)을 도시하는 도면.

<도 5>

도 5는 전도성 재료로 충전된 마이크로복제된 채널들의 단면도.

<도 6>

도 6은 전도성 재료로 충전된 마이크로복제된 채널들과 용량 결합하는 손가락을 도시하는 도면.

<도 7a 및 도 7b>

도 7a 및 도 7b는 터치 센서를 생성하기에 유용한 가요성 기판 상에 생성되는 마이크로도체의 패턴을 예시하는 도면.

<도 8>

도 8은 웨브 하류 방향으로 가요성 웨브 재료 상에 인쇄된 평행한 마이크로도체들을 도시하는 도면.

<도 9>

도 9는 부가의 상호연결 도체들이 추가되어 있는, 도 8의 가요성 재료의 단면을 도시하는 도면.

<도 10>

도 10은 도 9로부터의 재료들의 2개의 층으로 구성된 매트릭스 터치 센서의 일례의 단면을 도시하는 도면.

<도 11>

도 11은 터치 스크린 센서의 일 실시예에 대한 도체 마이크로패턴을 도시하는 도면.

<도 12>

도 12는 도 3에 도시된 도체 마이크로패턴의 일부분을 도시하는 도면으로서, 그 일부분은 국부 면저항을 조절하기 위한 선택적인 중단부들을 갖는 전도성 메시뿐만 아니라 접촉 패드 형태의 더 큰 특징부를 포함함.

<도 13>

도 13은 연속적 메시 내의 선택적인 중단부들에 의해 생성된, 도 3에 주어진 수평 메시 바아를 따른 저항의 조절을 도시하는 도면.

<도 14>

도 14는 도 3에 도시된 도체 마이크로패턴의 특성들을 근사화한 회로도로서, 정전용량 플레이트가 저항 요소들에 의해 분리되어 있음.

<도 15>

도 15는 터치 스크린 센서의 일 실시예에 대한 도체 마이크로패턴으로서, 전기 전도성 마이크로패턴 메시 내의 선택적인 중단부에 의해 부분적으로 생성되는 상이한 면저항을 갖는 15a 내지 15e로 표시된 영역을 포함하는 마이크로패턴을 예시하는 도면.

<도 15a 내지 도 15e>

도 15a 내지 도 15e는 각각 도 15에 예시된 다양한 도체 마이크로패턴의 일부분을 예시하는 도면.

<도 16>

도 16은 내부에 영역 15a 및 15b를 갖는 웨지 형상의 투명 전도성 영역의 장축을 따른 단위 길이당 저항의 분포를, IT0인 균일한 투명 전도성 산화물만을 포함하는 유사한 형상의 영역에 대한 단위 길이당 저항과 비교하여 도시하는 도면.

<도 17>

도 17은 X-Y 그리드 유형의 투사형 정전용량 터치 스크린 센서인 터치 스크린 센서의 일 실시예를 형성하기 위해 함께 라미네이팅되는 층들의 배열을 도시하는 도면.

<도 18>

도 18은 도 17에 따른 터치 스크린 센서의 일 실시예의 X-층 또는 Y-층에 대한 도체 마이크로패턴을 도시하는 도면.

<도 19>

도 19는 도 10에 도시된 도체 마이크로패턴의 일부분을 도시하는 도면으로서, 그 일부분은 접촉 패드 형태의 더 큰 특징부와 접촉하는 가시광 투명 전도성 메시 및 메시 영역들 사이의 공간에 있는 전기적으로 격리된 도체 침착물을 포함함.

<도 20>

도 20은 도 9에 따른 터치 스크린 센서의 다른 실시예의 X-층 또는 Y-층에 대한 도체 마이크로패턴을 도시하는 도면.

<도 21>

도 21은 도 12에 주어진 도체 마이크로패턴의 일부분을 도시하는 도면으로서, 그 일부분은 접촉 패드 형태의 더 큰 특징부와 접촉하는 가시광 투명 전도성 메시 및 메시 영역들 사이의 공간에 있는 전기적으로 격리된 도체 침착물을 포함함.

<도 22>

도 22는 도 17에 따른 터치 스크린 센서의 다른 실시예의 X-층 또는 Y-층에 대한 도체 마이크로패턴을 도시하는 도면.

<도 23>

도 23은 도 22에 주어진 도체 마이크로패턴의 일부분을 도시하는 도면으로서, 그 일부분은 접촉 패드 형태의 더 큰 특징부와 접촉하는 가시광 투명 전도성 메시 및 메시 영역들 사이의 공간에 있는 전기적으로 격리된 도체 침착물을 포함함.

<도 24>

도 24는 터치 스크린 센서의 광학 품질을 반영하는 그래프로서, 그래프는 개구 면적(Open Area)의 퍼센트 대 도체 트레이스선 폭(마이크로미터 단위)의 도표이며, 여기서 영역 3은 터치 스크린 센서에 사용될 수 있는 양호한 광학 품질이고, 영역 2는 영역 2에 비해 광학 품질이 더 우수하며, 영역 1은 3개의 영역 중 가장 우수한 광학 품질을 가짐. 개구 면적의 퍼센트는 본 명세서에서 개구 면적 비율과 교환가능하게 사용됨.

<도 25 및 도 26>

도 25 및 도 26은 예 6 내지 예 40의 특성인 육각형 메시(때때로, "육각" 메시로 지칭됨) 및 정사각형 메시에 대한 기하학적 형상의 주사 전자 현미경 사진을 도시하는 도면. 각각의 이미지에서의 밝은 음영 선은 금속 도체의 패턴을 나타내고, 어두운 구역은 예들에서 사용되는 기판을 나타냄.

<도 27, 도 27a 및 도 27b>

도 27, 도 27a 및 도 27b는 제1 패턴화된 기판의 다양한 부분들을 도시하는 도면.

<도 28, 도 28a 및 도 28b>

도 28, 도 28a 및 도 28b는 제2 패턴화된 기관의 다양한 부분들을 도시하는 도면.

<도 29, 도 30a, 도 30b, 도 31a, 도 31b, 도 31c, 도 32, 도 33, 도 34, 도 35, 및 도 36>

도 29, 도 30a, 도 30b, 도 31a, 도 31b, 도 31c, 도 32, 도 33, 도 34, 도 35, 및 도 36은 개구 면적을 포함한 다양한 전극 구성을 예시하는 도면.

<도 37>

도 37은 도 27 및 도 28의 제1 및 제2 패턴화된 기관으로 구성되는 투사형 정전용량 터치 스크린 투명 센서 요소를 도시하는 도면.

도면은 반드시 축척대로 도시된 것은 아니다. 도면에 사용된 유사한 도면 부호는 유사한 구성요소를 지칭한다. 그러나, 주어진 도면에서 구성요소를 지칭하기 위한 도면 부호의 사용은 다른 도면에서 동일한 도면 부호로 표시된 그 구성요소를 제한하려는 것이 아님이 이해될 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하의 설명에서는, 본 설명의 일부를 이루며 몇몇 구체적인 실시예가 예시로서 도시되어 있는 첨부 도면 세트를 참조한다. 본 발명의 범주 또는 사상으로부터 벗어남이 없이 다른 실시예가 고려되고 이루어질 수 있음을 이해하여야 한다. 따라서, 하기의 상세한 설명은 제한적인 의미로 취해져서는 안된다.
- [0011] 본 명세서에서 사용되는 모든 과학 및 기술 용어는 달리 명시되지 않는 한 기술 분야에서 통상적으로 사용되는 의미를 갖는다. 본 명세서에 제공된 정의는 본 명세서에 빈번하게 사용되는 특정 용어들의 이해를 용이하게 하기 위한 것이며 본 발명의 범주를 한정하고자 하는 것은 아니다.
- [0012] 달리 지시되지 않는 한, 본 명세서 및 청구의 범위에 사용된 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 모든 숫자는 모든 경우에 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 전술한 명세서 및 첨부된 특허청구범위에 기재된 수치적 파라미터는 당업자가 본 명세서에 개시된 교시 내용을 이용하여 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 변할 수 있는 근사치이다.
- [0013] 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 언급은 그 범위 내 모든 수(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4 및 5를 포함함) 및 그 범위 내의 임의의 범위를 포함한다.
- [0014] 본 명세서 및 첨부된 특허청구범위에 사용되는 바와 같이, 단수 형태("a", "an" 및 "the")는 그 문맥이 명백하게 다르게 지시하지 않는 한 복수의 지시 대상을 갖는 실시예를 포함한다. 본 명세서 및 첨부된 청구항에서 사용되는 바와 같이, 용어 "또는"은 일반적으로, 문맥상 달리 분명하게 명시되지 않는 한, "및/또는"을 포함하는 그의 의미로 적용된다.
- [0015] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "가시광 투명"은 투과율의 수준이 가시광의 적어도 하나의 편광 상태에 대해 적어도 60% 투과성인 것을 말하며, 여기서 퍼센트 투과율은 입사광, 선택적으로 편광된 광의 세기로 정규화된다. 입사광의 적어도 60%를 투과시키는 물품이 80% 미만의 투과율(예를 들어, 0%)까지 광을 국부적으로 차단시키는 미세 특징부(예를 들어, 0.5 내지 10 마이크로미터 또는 1 내지 5 마이크로미터의 최소 치수, 예를 들어 폭을 갖는 점, 정사각형, 또는 선)를 포함하는 것은 가시광 투명의 의미 내에 있지만, 이러한 경우에, 미세 특징부를 포함하고 폭이 미세 특징부의 최소 치수의 1000배인 대체로 등축인 구역의 경우, 평균 투과율이 60% 초과이다.
- [0016] 본 발명은 도체 마이크로패턴을 내부에 포함하는 설계를 통해 엔지니어링되는 전기적 및 광학적 특성을 갖는 터치 스크린 센서에 관한 것이다. 본 명세서에 기술된 도체 마이크로패턴을 포함시킴으로써 터치 스크린 센서에 대해 생성되는 몇 가지 이점이 있다. 몇몇 실시예에서, 투명한 전도성 영역 내에서의 투명 전도성 특성은 사용 중에 터치 감지 영역 내에서의 전위 구배를 제어하도록 엔지니어링된다. 이것으로 인해 신호 처리 회로가 간단하게 되고, 일부 터치 스크린 센서 유형의 경우, 그렇지 않았으면 전위 구배(전계) 선형화를 위해 필요하게 될 부가의 도체 패턴의 설계가 간단하게 된다(또는 부가의 도체 패턴이 필요 없게 된다). 몇몇 실시예에서, 본 명세서에 기술된 터치 스크린 센서의 전기적 특성은 투명한 센서 요소를 따라 제어된 전위 구배를 발생시키도록 설계된다. 예를 들어, 전기적 특성은 투명한 전도성 영역 내에서 특정 방향을 따라 선형 전위 구배를 생성하도록 설계되고, 표준 투명 도체 재료(예를 들어, 연속적 ITO 코팅)가 사용되는 경우 그 전도성 영역의 전체적인 형상으로 인해 통상 비-선형 구배가 얻어진다. 몇몇 실시예에서, 동일한 형상을 갖지만 표준 투명 도체 재료(예를 들어, 연속적 ITO 코팅)로 이루어진 투명한 전도성 영역 내에서 존재하게 될 전위 구배 비-선형성보다 큰

정도의 투명한 전도성 영역에 대한 전위 구배 비-선형성의 수준을 생성하도록 전기적 특성이 설계된다. 보다 상세하게는, 감지 구역의 코너들에 이루어진 전기적 연결을 갖는 마이크로패턴화된 도체의 형태로 된 연속적 투명 시트 도체를 포함하는 직사각형 정전용량 터치 스크린의 경우, 수직 및 수평 방향에서 감지 구역에 걸쳐 전위 구배의 선형성(및 전계의 균일성)은 전계를 더 균일하게 분포시키도록 하는 방식으로 면저항 값 및 비등방성의 면적 분포를 엔지니어링함으로써 개선될 수 있다. 다른 실시예에서, 센서는 동일한 두께(즉, 높이)로 동일한 도체 재료로 이루어져 있지만 마이크로패턴화로 인해 상이한 유효 면저항을 갖는 도체 요소들을 포함한다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 투명한 전도성 영역에 제1 수준의 면저항을 가져오는 제1 마이크로패턴 기하학적 형상을 한정하는 전도성 트레이스 및 제2 투명한 전도성 영역에 제2 수준의 면저항을 가져오는 제2 마이크로패턴 기하학적 형상을 한정하는 전도성 트레이스를 생성하기 위해 동일한 두께(즉, 높이)의 동일한 도체 재료가 사용된다. 본 발명은 또한, 몇몇 실시예에서, 예를 들어 마이크로패턴화된 금속 도체에 기초한 실시예에서, 예컨대 인듐과 같은 희귀 원소를 회피함으로써 투명한 디스플레이 센서의 제조에서 효율성 및 자원 활용도의 향상을 가능하게 한다.

[0017] 본 발명은 또한 정보 또는 명령을 전자 장치(예를 들어, 컴퓨터, 휴대 전화 등)에 터치 입력하기 위한 접촉 또는 근접 센서에 관한 것이다. 이들 센서는 가시광 투명이고, 디스플레이와의 직접적인 조합에 유용하며, 디스플레이 요소를 오버레이하고 있고, ("터치 스크린" 센서로서) 디스플레이를 구동하는 장치와 인터페이스된다. 센서 요소는 시트와 같은 형태를 가지며, 이하의 것들 중 하나 이상을 지지하는 적어도 하나의 전기 절연성 가시광 투명 기관 층을 포함한다: i) 상이한 유효 면저항 값을 갖는 2개의 영역을 생성하기 위해 2개의 상이한 메시 설계에 의해 기관 표면의 2개의 상이한 영역 상에 메시 패턴화된 전도성 재료(예를 들어, 금속) - 여기서, 그 영역들 중 적어도 하나가 센서의 터치-감지 구역 내에 있는 투명한 전도성 영역임 -; ii) 센서의 터치 감지 구역 내에 있고 비등방성 유효 면저항을 나타내는 투명한 전도성 영역을 생성하기 위해 메시 기하학적 형상으로 기관의 표면 상에 패턴화되어 있는 전도성 재료(예를 들어, 금속); 및/또는 iii) 유효하게 전기적으로 연속적인 투명한 전도성 영역 내에 메시 기하학적 형상으로 기관의 표면 상에 패턴화되어 있는 전도성 재료(예를 들어, 금속) - 적어도 하나의 방향에서 상이한 값의 국부 유효 면저항(예를 들어, 투명한 전도성 영역의 연속적으로 변하는 면저항)을 발생시키기 위해 그 메시 기하학적 형상이 그 전도성 영역 내에서 변하고, 그 영역이 터치 센서의 감지 구역 내에 있음 -.

[0018] 터치 센서의 감지 구역은 정보 디스플레이의 가시 부분을 덮도록 의도되거나 덮고 있고 정보 디스플레이의 가시성을 가능하게 하도록 가시광 투명한 센서의 영역이다. 정보 디스플레이의 가시 부분은 변화할 수 있는 정보 내용을 갖는 정보 디스플레이의 부분, 예를 들어 픽셀, 예컨대 액정 디스플레이의 픽셀이 차지하고 있는 디스플레이 "스크린"의 부분을 말한다.

[0019] 본 발명은 또한 저항, 정전용량 및 투사형 정전용량 유형의 터치 스크린 센서에 관한 것이다. 가시광 투명 도체 마이크로패턴은 전자 디스플레이에 통합된 투사형 정전용량 터치 스크린 센서에 특히 유용하다. 투사형 정전용량 터치 스크린 센서의 구성요소로서, 가시광 투명 전도성 마이크로패턴은 높은 터치 감도, 다중-터치 검출, 및 스타일러스 입력을 가능하게 하는 데 유용하다.

[0020] 투명한 전도성 영역 내의 2개 이상의 상이한 수준의 면저항, 면저항의 비등방성, 또는 변하는 면저항 수준인, 이하에서 기술되는 바와 같이, 투명한 마이크로패턴화된 도체들을 이루고 있는 2차원 메시들의 기하학적 형상들에 의해 제어될 수 있다.

[0021] 본 발명은 이로 한정되지 않으며, 본 발명의 다양한 태양에 대한 이해가 이하에 제공된 예들의 논의를 통해 얻을 수 있다.

[0022] 도 1은 터치 스크린 센서(100)의 개략도를 도시한다. 터치 스크린 센서(100)는 터치 감지 구역(105)을 갖는 터치 스크린 패널(110)을 포함한다. 터치 감지 구역(105)은 터치 센서 구동 장치(120)와 전기적으로 결합된다. 터치 스크린 패널(110)은 디스플레이 장치에 포함된다.

[0023] 도 2는 터치 스크린 패널의 터치 감지 구역, 예를 들어 도 1의 터치 감지 구역(105) 내에 위치할 전도성 가시광 투명 영역(101)의 사시도를 도시한다. 전도성 가시광 투명 영역(101)은 가시광 투명 기관(130) 및 가시광 투명 기관(130) 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴(140)을 포함한다. 가시광 투명 기관(130)은 주 표면(major surface)(132)을 포함하며, 전기 절연성이다. 가시광 투명 기관(130)은, 예컨대 유리 또는 중합체와 같은 임의의 유용한 전기 절연성 재료로 형성될 수 있다. 광 투명 기관(130)에 유용한 중합체의 예는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 및 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN)를 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴(140)은 복수의 선형 금속 특징부로 형성될 수 있다.

- [0024] 도 2는 또한 터치 스크린 패널의 터치 감지 구역 내에 위치할 전도성 가시광 투명 영역(101)을 설명하는 데 사용하기 위한 좌표계(axis system)를 도시한다. 일반적으로, 디스플레이 장치의 경우, x 및 y 축은 디스플레이의 폭 및 길이에 대응하고, z 축은 전형적으로 디스플레이의 두께(즉, 높이) 방향을 따른다. 이러한 규약(convention)은 달리 기술하지 않는 한 전체에 걸쳐서 사용될 것이다. 도 2의 좌표계에서, x 축 및 y 축은 가시광 투명 기관(130)의 주 표면(132)에 평행하도록 정의되고, 정사각형 또는 직사각형 표면의 폭 및 길이 방향에 대응할 수 있다. z 축은 주 표면에 수직이고, 전형적으로는 가시광 투명 기관(130)의 두께 방향을 따른다. 전기 전도성 마이크로패턴(140)을 형성하는 복수의 선형 금속 특징부의 폭은 y-축을 따라 선형으로 연장하는 평행한 선형 금속 특징부의 x-방향 거리에 대응하고, 직교하는 선형 금속 특징부의 y-방향 거리는 직교하는 선형 금속 특징부의 폭에 대응한다. 선형 금속 특징부의 두께 또는 높이는 z-방향 거리에 대응한다.
- [0025] 몇몇 실시예에서, 터치 스크린 패널의 터치 감지 구역 내에 위치할 전도성 가시광 투명 영역(101)은 각각이 전도성 마이크로패턴(140)을 갖는 2개 이상의 가시광 투명 기관(130) 층을 포함한다.
- [0026] 전도성 마이크로패턴(140)은 주 표면(132) 상에 침착된다. 센서가 터치 스크린 디스플레이 또는 터치 패널 디스플레이를 형성하기 위해 디스플레이와 인터페이스해야 하기 때문에, 기관(130)은 가시광 투명성이고, 실질적으로 평면이다. 기관 및 센서는 실질적으로 평면이고 가요성일 수 있다. 가시광 투명이라는 것은 디스플레이에 의해 렌더링되는 정보(예를 들어, 텍스트, 이미지 또는 그림)를 터치 센서를 통해 볼 수 있다는 것을 의미한다. 금속이 적절한 마이크로패턴으로 침착되는 경우, 침착된 금속, 심지어 광을 차단할 정도로 큰 두께로 침착된 금속의 형태로 되어 있는 도체를 포함하는 터치 센서에 대해 가시성 및 투명도가 달성될 수 있다.
- [0027] 전도성 마이크로패턴(140)은 정보를 렌더링하는 디스플레이의 가시 부분을 오버레이하고 있는 적어도 하나의 가시광 투명 전도성 영역을 포함한다. 가시광 투명 전도성이라는 것은 디스플레이의 부분을 전도성 마이크로패턴의 영역을 통해 볼 수 있다는 것과, 마이크로패턴의 영역이 패턴의 평면에서, 또는 달리 말하면, 전도성 마이크로패턴이 침착되어 있고 이 패턴이 인접해 있는 기관의 주 표면을 따라 전기 전도성이라는 것을 의미한다. 바람직한 전도성 마이크로패턴은 2차원 메시, 예를 들어 정사각형 그리드, 직사각형(정사각형이 아님) 그리드, 또는 정육각형 네트워크를 갖는 영역을 포함하며, 여기서 전도성 트레이스는 메시의 트레이스와 전기적으로 접촉하고 있는 도체로 침착되지 않은 메시 내의 둘러싸인 개구 면적을 한정한다. 개구 공간 및 그의 에지에 있는 관련 도체 트레이스를 본 명세서에서 셀이라고 한다. 메시 셀에 대한 다른 유용한 기하학적 형상은 랜덤한 셀 형상 및 불규칙한 다각형을 포함한다.
- [0028] 일부 실시예에서, 전도성 마이크로패턴을 한정하는 전도성 트레이스는 5개의 인접한 셀, 바람직하게는 4개의 인접한 셀, 더 바람직하게는 3개의 인접한 셀, 더욱 더 바람직하게는 2개의 인접한 셀의 조합된 에지 길이보다 더 큰 거리에 걸쳐 대략 직선인 세그먼트를 포함하지 않도록 설계된다. 가장 바람직하게는, 마이크로패턴을 한정하는 트레이스는 단일 셀의 에지 길이보다 더 큰 거리에 걸쳐 직선인 세그먼트를 포함하지 않도록 설계된다. 따라서, 일부 실시예에서, 마이크로패턴을 한정하는 트레이스는 긴 거리, 예를 들어 10 센티미터, 1 센티미터, 또는 심지어 1 밀리미터에 걸쳐 직선이 아니다. 바로 위에서 기술한 바와 같이, 최소 길이의 직선 라인 세그먼트를 갖는 패턴이 터치 스크린 센서에 특히 유용하며, 디스플레이 가시성을 최소로 방해하는 이점이 있다.
- [0029] 도체 재료의 광학적 및 전기적 특성을 고려하여, 터치 스크린 센서에 유용한 특별한 투명 전도성 특성을 달성하도록 전도성 마이크로패턴의 2차원 기하학적 형상(즉, 기관의 주 표면을 따르는 또는 평면에서의 패턴의 기하학적 형상)이 설계될 수 있다. 예를 들어, 도체 재료의 연속적인 (패턴화되지 않은) 침착물 또는 코팅이 그의 벌크 저항을 그의 두께로 나눈 것으로 계산되는 면저항을 갖는 반면, 본 발명에서, 다른 수준의 면저항이 도체를 마이크로패턴화하는 것에 의해서도 엔지니어링된다.
- [0030] 몇몇 실시예에서, 센서의 전도성 영역(예를 들어, 가시광 투명 전도성 영역)에 비등방성 면저항을 달성하도록 2차원 전도성 마이크로패턴이 설계된다. 비등방성 면저항이라는 것은 전도성 마이크로패턴의 면저항의 크기가 2개의 직교하는 방향을 따라 측정되거나 모델링될 때 상이하다는 것을 의미한다.
- [0031] 반대로, 몇몇 실시예에서, 센서의 전도성 영역(예를 들어, 가시광 투명 전도성 영역)에 등방성 면저항을 달성하도록 2차원 전도성 마이크로패턴이 설계된다. 등방성 면저항이라는 것은, 양 방향에 대해 일정한 폭의 트레이스로 형성된 정사각형 그리드의 경우에서와 같이, 전도성 마이크로패턴의 면저항의 크기가 평면 내의 임의의 2개의 직교하는 방향을 따라 측정되거나 모델링될 때 동일하다는 것을 의미한다.
- [0032] 영역 내의 비등방성 면저항은 한 방향에서의 면저항이 직교 방향에서의 면저항보다 적어도 10% 더 큰 것, 또는 적어도 25% 더 큰 것, 적어도 50% 더 큰 것, 적어도 100% 더 큰 것, 적어도 200% 더 큰 것, 적어도 500% 더 큰

것, 또는 심지어 적어도 10배 더 큰 것을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 영역 내 비등방성 면저항은 적어도 1.5배만큼 직교 방향에서의 면저항보다 큰 일방향에서의 면저항을 포함한다. 일부 실시예에서, 영역 내 비등방성 면저항은 1.1 내지 10배, 다른 실시예에서는 1.25 내지 5배, 및 또 다른 실시예에서는 1.5 내지 2배만큼 직교 방향에서의 면저항보다 큰 일방향에서의 면저항을 포함한다.

[0033] 비등방성 면저항을 야기할 수 있는 전도성 마이크로패턴 기하학적 형상의 일례는 전도성 트레이스의 폭이 일정한 대체로 직사각형인 마이크로그리드(정사각형이 아님)이다. 이러한 직사각형 마이크로그리드(정사각형이 아님)의 경우, 비등방성 면저항은 하나의 예지가 다른 예지보다 10% 더 긴, 다른 예지보다 25% 더 긴, 다른 예지보다 적어도 50% 더 긴, 다른 예지보다 100% 더 긴, 또는 심지어 다른 예지보다 10배 더 긴, 그리드의 셀에 대한 반복하는 기하학적 형상으로부터 생길 수 있다. 예를 들어, 메시에 대한 다른 방식으로 고도로 대칭인 셀들의 패턴에서, 상이한 방향에 대한 트레이스의 폭을 변동시킴으로써 비등방성 면저항이 생성될 수 있다. 비등방성 면저항을 발생시키는 후자의 접근법의 일례는, 예를 들어 200 마이크로미터의 피치를 갖는 전도성 트레이스의 정사각형 그리드이며, 이 경우 제1 방향에서의 트레이스는 폭이 10 마이크로미터이고, 직교 방향에서의 트레이스는 폭이 9 마이크로미터, 폭이 7.5 마이크로미터, 폭이 5 마이크로미터, 또는 심지어 폭이 1 마이크로미터이다. 영역 내에서의 비등방성 면저항은, 평행한 전도성 라인들의 패턴으로 발생하는 것과 같이, 한 방향에서의 유한의 측정가능한 면저항 및 다른 방향에서의 본질적으로 무한의 면저항을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 상이한 바와 같이, 영역 내에서의 비등방성 면저항은 제1 방향에서의 유한의 측정가능한 면저항 및 제1 방향에 직교인 방향에서의 유한의 측정가능한 면저항을 포함한다.

[0034] 전도성 마이크로패턴의 영역이 등방성인지 비등방성인지를 판정하기 위해, 당업자라면, 특성들의 관련 측정 또는 계산을 수행하기 위해, 관심대상의 영역의 스케일이 마이크로패턴의 스케일에 대해 적절히 선택되어야만 한다는 것을 잘 알 것이다. 예를 들어, 도체가 패턴화된 경우, 상이한 측정 방향에 대해 면저항의 차이를 산출하게 될 측정을 할 위치 및 스케일을 선택하는 것은 자명하다. 이하의 상세한 예는 이 점을 더욱 명백하게 할 수 있다. 100 마이크로미터 폭의 도체 트레이스 및 1 밀리미터 피치를 갖는 정사각형 그리드(그리드 내의 900 마이크로미터 × 900 마이크로미터 정사각형 개구로 됨) 형태의 등방성 기하학적 형상의 도체 패턴을 고려하고 25 마이크로미터의 4개의 선형으로 배열된 프로브를 따라 일정한 간격을 갖는 프로브(외부 프로브인 2개의 전류 프로브들 사이의 간격이 75 마이크로미터로 됨)로 정사각형 개구의 예지를 따라 트레이스들 중 하나 내에서 면저항의 4점 프로브 측정을 한 경우, 프로브들이 트레이스에 평행하게 또는 트레이스에 직교하게 정렬되어 있는지에 따라 측정된 전류 및 전압 값에 의해 상이한 수준의 면저항이 산출될 것이다. 따라서, 정사각형 그리드 기하학적 형상이 정사각형 그리드 셀 크기보다 더 큰 스케일에서 등방성 면저항을 산출하게 될지라도, 비등방성을 암시하게 될 면저항의 측정들을 수행할 수 있다. 따라서, 본 발명에서 전도성 마이크로패턴, 예를 들어 메시지를 포함하는 마이크로패턴의 가시광 투명 전도성 영역의 면저항의 비등방성을 한정하기 위해, 면저항이 측정되거나 모델링되어야 하는 관련 스케일이 메시에서의 하나의 셀의 길이 스케일보다 더 크고, 바람직하게는 2개의 셀의 길이 스케일보다 더 크다. 몇몇 경우에, 메시가 그의 면저항이 비등방성이라는 것을 보여주기 위해, 면저항이 메시 내의 5개 이상의 셀의 길이 스케일에 걸쳐 측정되거나 모델링된다.

[0035] 전도성 마이크로패턴이 한 영역에서 면저항의 비등방성을 나타내는 실시예와 달리, 투명한 전도성 산화물 박막(예를 들어, 인듐 주석 산화물 또는 ITO)을 포함하는 센서가 도체의 인접한 영역들에서 등방성 면저항을 나타낸다. 후자의 경우에, 인접한 영역의 면저항의 4점 프로브 측정이 상이한 방향에서 그리고 프로브들 사이의 간격을 감소시키면서 행해질 때, 상이한 방향에 대한 동일한 전류 및 전압 수치가 명백히 등방성을 나타낸다는 것을 측정하거나 모델링할 수 있다.

[0036] 몇몇 실시예에서, 주어진 방향에서 측정될 때, 센서의 2개의 상이한 패턴화된 도체 영역에서 상이한 수준 또는 크기의 면저항을 달성하도록 2차원 전도성 마이크로패턴이 설계된다. 예를 들어, 상이한 수준의 면저항에 대해, 둘 중 더 큰 것이 작은 것을 1.25배 초과, 1.5배 초과, 2배 초과, 5배 초과, 10배 초과, 또는 심지어 100배 초과만큼 초과할 수 있다. 일부 실시예에서, 두 개의 면저항 값들 중 큰 값이 작은 값을 1.25 내지 1000배만큼, 다른 실시예에서는 1.25 내지 100배만큼, 다른 실시예에서는 1.25 내지 10배만큼, 다른 실시예에서는 2 내지 5배만큼 초과한다. 다른 영역의 면저항과는 상이한 면저항을 갖는 것으로 간주되는 영역의 경우에, 그것은 다른 영역의 면저항보다 적어도 1.1배만큼 더 크거나 더 작은 면저항을 가질 것이다.

[0037] 몇몇 실시예에서, 전기적으로 연속적인 2개의 패턴화된 도체 영역에 대해 전술한 상이한 수준의 면저항을 달성하도록 마이크로패턴이 설계되며, 이는 이들이 그들 사이의 경계를 따라 서로 전기적으로 접촉하고 있는 패턴화된 도체 영역이라는 것을 말한다. 전도성 경계를 공유하는 2개의 패턴화된 도체 영역 각각이 균일하지만 역시 서로 다른 각자의 패턴 기하학적 형상을 가질 수 있다. 몇몇 실시예에서, 전기적으로 비연속적인 2개의 상이한

패턴화된 도체 영역들에 대해 상이한 수준의 면저항을 달성하도록 마이크로패턴이 설계되며, 이는 이들이 그들 사이의 경계를 공유하지 않는 패턴화된 도체 영역이고 패턴화된 영역이 그 경계를 따라 전기적으로 접촉하고 있다는 것을 말한다. 그들 사이의 전도성 경계를 공유하지 않는 2개의 패턴화된 도체 영역 각각이 균일하지만 역시 서로 다른 각자의 패턴 기하학적 형상을 가질 수 있다. 전기적으로 비연속적인 영역의 경우, 그들 둘 모두가 패턴 내에서 동일한 중실 도체 요소, 예를 들어, 버스 바(bar) 또는 패드에 전기적으로 접촉하는 것이 본 발명의 범주 내에 있다. 몇몇 실시예에서, 서로 전기적으로 격리되어 있고 따라서 전기 신호에 의해 독립적으로 어드레스될 수 있는 2개의 영역에 대해 상이한 수준의 면저항을 달성하도록 마이크로패턴이 설계된다. 전기적으로 격리되어 있는 2개의 메시 영역 각각이 균일하지만 역시 서로 다른 패턴 기하학적 형상을 가질 수 있다. 마지막으로, 몇몇 실시예에서, 전기적으로 연속적인 2개의 영역의 예인, 제1 영역으로부터 제2 영역으로 연속하여 변동하는 면저항을 생성함으로써 2개의 상이한 영역에 대해 상이한 수준의 면저항을 달성하도록 마이크로패턴이 설계된다.

[0038] 측정 방향에서 상이한 면저항을 갖는 2개의 영역을 포함하는 2차원 전도성 마이크로패턴은, 선택적으로 변동하는 또는 비등방성 면저항을 포함하는, 그 영역에 대해 바람직한 수준의 면저항(예를 들어, 5 내지 100 오姆/스퀘어(ohm/square)의 낮은 면저항)을 갖는 감지 구역 내에 가시광 투명 전도성 영역을 설계하는 데, 그리고 감지 구역 내에 있거나 그렇지 않을 수 있는 터치 스크린 센서의 일부인 전기 요소, 예를 들어 저항기 요소를 설계하는 데 유용하며, 이 저항기 요소는 저항기 기능을 위해 그리고 가능하게는 기타 설계 제약조건, 예를 들어 저항기의 풋프린트(footprint)를 최소화하는 제약조건을 고려하여 최적으로 선택된 면저항(예를 들어, 150 내지 1000 오姆/스퀘어의 보다 높은 면저항)을 갖는 시트 도체를 포함한다.

[0039] 상기 기술한 바와 같이, 측정되거나 모델링될 수 있는 유한한 면저항을 갖는 영역들 및 방향들에서, 전도성 마이크로패턴의 면저항은 0.01 오姆/스퀘어 내지 1 메가오姆/스퀘어의 범위 내에, 또는 0.1 내지 1000 오姆/스퀘어의 범위 내에, 또는 1 내지 500 오姆/스퀘어의 범위 내에 속할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 전도성 마이크로패턴의 면저항은 1 내지 50 오姆/스퀘어의 범위 내에 속한다. 다른 실시예에서, 전도성 마이크로패턴의 면저항은 5 내지 500 오姆/스퀘어의 범위 내에 속한다. 다른 실시예에서, 전도성 마이크로패턴의 면저항은 5 내지 100 오姆/스퀘어의 범위 내에 속한다. 다른 실시예에서, 전도성 마이크로패턴의 면저항은 5 내지 40 오姆/스퀘어의 범위 내에 속한다. 다른 실시예에서, 전도성 마이크로패턴의 면저항은 10 내지 30 오姆/스퀘어의 범위 내에 속한다. 전도성 마이크로패턴 또는 전도성 마이크로패턴의 영역을 특성화할 수 있는 면저항을 규정함에 있어서, 마이크로패턴 또는 마이크로패턴의 영역이, 임의의 방향에서 전기 전도에 대해 주어진 값의 면저항을 갖는 경우, 그 면저항 값을 갖는다고 말해진다.

[0040] 센서의 투명도 및 센서를 통한 디스플레이의 가시성을 달성하기 위한 도체의 적절한 마이크로패턴은 소정의 속성을 갖는다. 무엇보다도, 그를 통해 디스플레이를 보아야 하는 전도성 마이크로패턴의 영역은, 50% 미만 또는 25% 미만 또는 20% 미만 또는 10% 미만 또는 5% 미만 또는 4% 미만 또는 3% 미만 또는 2% 미만 또는 1% 미만 또는 0.25 내지 0.75%의 범위 또는 0.5% 미만인 도체에 의해 가려지는 센서의 면적 비율을 가져야 한다.

[0041] 전도성 마이크로패턴 또는 전도성 마이크로패턴의 영역의 개구 면적 비율(또는 개구 면적 또는 개구 면적의 백분율)은 도체에 의해 가려지지 않는 마이크로패턴 구역 또는 영역 면적의 비율이다. 개구 면적은 1에서 도체에 의해 가려지는 면적 비율을 뺀 것과 같으며, 편의상 십진수 또는 백분율로 교환가능하게 표현될 수 있다. 도체에 가려지는 면적 비율은 마이크로패턴화된 도체의 선의 밀도와 교환가능하게 사용된다. 마이크로패턴화된 도체는 전기 전도성 마이크로패턴 및 전도성 마이크로패턴과 교환가능하게 사용된다. 따라서, 도체에 의해 가려지는 비율과 관련하여 상기 단락에 주어진 값의 경우, 개구 영역 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%, 심지어는 99.95이다. 일부 실시예에서, 도체 마이크로패턴의 영역(예를 들어, 가시광 투명 전도성 영역)의 개구 면적은 80% 내지 99.5%, 다른 실시예에서 90% 내지 99.5%, 다른 실시예에서 95% 내지 99%, 다른 실시예에서 96% 내지 99.5%, 다른 실시예에서 97% 내지 98%, 및 다른 실시예에서 최대 99.95%이다. 실제의 제조 방법을 사용한, 유용한 광학 특성(예를 들어, 전도성 패턴 요소의 높은 투과율 및 비가시성) 및 전기적 특성의 재현가능한 달성에 대해, 개구 면적의 바람직한 값은 90 내지 99.5%, 보다 바람직하게는 95 내지 99.5%, 가장 바람직하게는 95 내지 99.95%이다.

[0042] 디스플레이의 픽셀 패턴과의 간섭을 최소화하고 사용자 또는 관찰자의 육안에 의한 패턴 요소(예를 들어, 도체 라인)의 가시성을 피하기 위해, 전도성 패턴 요소의 최소 치수(예를 들어, 라인 또는 전도성 트레이스의 폭)는 대략 50 마이크로미터 이하, 또는 대략 25 마이크로미터 이하, 또는 대략 10 마이크로미터 이하, 또는 대략 5 마이크로미터 이하, 또는 대략 4 마이크로미터 이하, 또는 대략 3 마이크로미터 이하, 또는 대략 2 마이크로미터

터 이하, 또는 대략 1 마이크로미터 이하, 또는 대략 0.5 마이크로미터 이하이어야 한다.

[0043] 몇몇 실시예에서, 전도성 패턴 요소의 최소 치수는 0.5 내지 50 마이크로미터이고, 다른 실시예에서 0.5 내지 25 마이크로미터이며, 다른 실시예에서 1 내지 10 마이크로미터이고, 다른 실시예에서 1 내지 5 마이크로미터이며, 다른 실시예에서 1 내지 4 마이크로미터이고, 다른 실시예에서 1 내지 3 마이크로미터이며, 다른 실시예에서 0.5 내지 3 마이크로미터이고, 다른 실시예에서 0.5 내지 2 마이크로미터이다. 유용한 광학적 특성(예를 들어, 육안에 의한 전도성 패턴 요소의 높은 투과율 및 비가시성) 및 전기적 특성을 재현가능하게 달성하는 것과 관련하여 그리고 실제의 제조 방법을 사용하는 것의 제약조건을 고려하여, 전도성 패턴 요소의 최소 치수의 바람직한 값은 0.5 내지 5 마이크로미터, 더 바람직하게는 1 내지 4 마이크로미터, 가장 바람직하게는 1 내지 3 마이크로미터이다.

[0044] 일반적으로, 침착된 전기 전도성 재료는 바람직하지 않게도 터치 센서의 광 투과율을 감소시킨다. 기본적으로, 전기 전도성 재료가 어디에 침착되더라도, 사용자에게 의한 그의 가시성의 면에서 디스플레이가 가려진다. 도체 재료에 의해 야기되는 감쇠의 정도는 도체 마이크로패턴 내에서 도체에 의해 덮여지는 센서의 구역 또는 센서의 면적 비율에 비례한다.

[0045] 일반적으로, 투명한 터치 스크린 센서가 낮은 탁도 값을 나타내는 것이 바람직하다. 탁도는, 예를 들어 헤이즈-가드(Haze-Gard) 기기(미국 메릴랜드주 콜럼비아 소재의 비와이케이 가드너(BYK Gardner)의 헤이즈-가드 플러스(Haze-Gard plus))에 의해 측정되는, 광이 매질을 통과할 때의 광의 산란에 관련된 특성을 말한다. 일부 실시예에서, 터치 스크린 센서는 탁도가 10% 미만, 일부 실시예에서는 5% 미만, 일부 실시예에서는 4% 미만, 일부 실시예에서는 3% 미만, 일부 실시예에서는 2% 미만을 나타낸다. 도체 마이크로패턴을 포함하는 영역에 대해서 높은 투과율 (또한 가시광 투과율로서도 지칭됨), 낮은 탁도 및 낮은 도체 트레이스 가시성의 바람직한 조합을 달성하는 실시예들이 개시되어 있다. 따라서, 도체 마이크로패턴은 터치 스크린 센서 디스플레이의 감지 영역 또는 구역의 일부로서 사용될 때, 예를 들어 마이크로패턴이 디스플레이의 가시 구역을 오버레이하고 있을 때 특히 유용하다.

[0046] 몇몇 실시예에서, 예를 들어 전도성 재료의 불균일한 메시로부터 유발되는 불균일한 면저항 분포가 있더라도, 가시 디스플레이 영역에 걸쳐 균일한 광 투과율을 갖는 가시광 투명 디스플레이 센서를 생성하기 위해, 센서는 패턴에 걸쳐 광 투과율의 균일성을 유지하는 역할을 하는 도체 마이크로패턴에 추가되는 격리된 도체 침착물을 포함한다. 이러한 격리된 도체 침착물은 센서에 대한 구동 장치(예를 들어, 전기 회로 또는 컴퓨터)에 연결되어 있지 않으며, 따라서 전기적 기능에 도움이 되지 않는다. 예를 들어, 3 마이크로미터 라인 폭 및 200 마이크로미터 피치의 정사각형 그리드 기하학적 형상의 메시지를 갖는 제1 영역(면적의 3%가 금속으로 가려져 있음, 즉 97% 개구 면적) 및 3 마이크로미터 라인 폭 및 300 마이크로미터 피치의 정사각형 그리드 기하학적 형상의 메시지를 갖는 제2 영역(면적의 2%가 금속으로 가려져 있음, 즉 98% 개구 면적)을 포함하는 금속 도체 마이크로패턴이, 그 패턴 내에 300 마이크로미터 피치 그리드 영역의 개구 셀 각각 내에 100개의 균일하게 이격된 3 마이크로미터 × 3 마이크로미터 정사각형의 금속 도체를 포함함으로써, 2개의 영역에 걸친 그의 평균 광 투과율이 광학적으로 균일하게 제조될 수 있다. 100개의 3 마이크로미터 × 3 마이크로미터 정사각형(900 제곱 마이크로미터)이 각각의 300 마이크로미터 × 300 마이크로미터 셀의 면적(90000 제곱 마이크로미터)의 부가의 1%를 가리며, 따라서 제2 영역의 평균 광 투과율이 제1 영역의 평균 광 투과율과 같게 된다. 투명 전도성 영역들 및 이들 사이의 공간의 영역을 포함하여 센서에 걸쳐 광 투과율의 균일성을 유지하기 위해, 인접한 투명 전도성 영역들 사이의 공간의 영역에 유사한 격리된 금속 특징부가 추가될 수 있다. 격리된 도체 정사각형에 추가하여, 광학적 균일성을 조정하기 위한 다른 유용한 격리된 도체 침착물은 원 및 선을 포함한다. 전기적으로 격리된 침착물의 최소 치수(예를 들어, 정사각형 특징부의 에지 길이, 원 특징부의 직경, 또는 선형 특징부의 폭)는 10 마이크로미터 미만, 5 마이크로미터 미만, 2 마이크로미터 미만, 또는 심지어 1 마이크로미터 미만이다.

[0047] 유용한 광학적 특성(예를 들어, 전도성 패턴 요소의 높은 투과율 및 비가시성)을 재현가능하게 달성하는 것과 관련하여, 실제의 제조 방법을 사용할 때, 전기적으로 격리된 침착물의 최소 치수는 바람직하게는 0.5 내지 10 마이크로미터, 더 바람직하게는 0.5 내지 5 마이크로미터, 더욱 더 바람직하게는 0.5 내지 4 마이크로미터, 더욱 더 바람직하게는 1 내지 4 마이크로미터, 가장 바람직하게는 1 내지 3 마이크로미터이다. 몇몇 실시예에서, 전기적으로 격리된 도체 침착물의 배열은 주기성이 없도록 설계된다. 밑에 있는 디스플레이의 주기적인 픽셀 패턴과의 바람직하지 않은 가시적 상호작용을 제한하기 위해 주기성이 없는 것이 바람직하다. 전기적으로 격리된 도체 침착물 전체가 주기성이 없도록 하기 위해, 침착물을 갖고 디코딩 또는 신호 발생 및/또는 처리 전자장치에 연결되어 있는 마이크로패턴 요소들을 갖지 않는 영역에 걸쳐, 침착물의 적어도 일부분의 그렇지 않았으면

주기적인 배치에 대해 한 번의 교란만 있으면 된다. 이러한 전기적으로 격리된 도체 침착물은 비주기적 배열을 갖는다고 말해지거나 전기적으로 격리된 도체 침착물의 비주기적인 배열이라고 말해진다. 몇몇 실시예에서, 예를 들어 5 마이크로미터의 에지 길이를 갖는 정사각형 침착물의 대향하는 면들에 대해 존재하는 것처럼, 10 마이크로미터보다 더 가까운 간격으로 이격되어 있는 평행한 직선 에지를 갖지 않도록, 전기적으로 격리된 도체 침착물이 설계된다. 더 바람직하게는, 5 마이크로미터, 더 바람직하게는 4 마이크로미터, 더욱 더 바람직하게는 3 마이크로미터, 더욱 더 바람직하게는 2 마이크로미터보다 더 가까운 간격으로 이격되어 있는 평행한 직선 에지를 갖지 않도록 격리된 도체 침착물이 설계된다. 평행한 직선 에지를 갖지 않는 전기적으로 격리된 도체 침착물의 예는 타원, 원, 오각형, 육각형 및 삼각형이다. 전기적으로 격리된 도체 침착물의 설계 내에 평행한 직선 에지가 없는 것은 센서를 통합하고 있는 디스플레이의 가시성을 방해할 수 있는 광-회절 아티팩트(light-diffractive artifact)를 최소화하는 데 도움이 된다.

[0048] 도체 마이크로패턴의 광학적 균일성에 대한 영향이 정량화될 수 있다. 디스플레이의 가시 영역을 오버레이하는 센서, 및 그에 따른 도체 마이크로패턴의 총 면적이 1 밀리미터 × 1 밀리미터 영역들의 어레이로 분할되는 경우, 바람직한 센서는 영역들 중 어느 것도 영역들 전부의 평균과 75% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는 도체 마이크로패턴을 포함한다. 더 바람직하게는, 어느 것도 50% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다. 더 바람직하게는, 어느 것도 25% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다. 더욱 더 바람직하게는, 어느 것도 10% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다. 디스플레이의 가시 영역을 오버레이하는 센서, 및 그에 따른 도체 마이크로패턴의 총 면적이 5 밀리미터 × 5 밀리미터 영역들의 어레이로 분할되는 경우, 바람직한 센서는 영역들 중 어느 것도 영역들 전부의 평균과 50% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는 도체 마이크로패턴을 포함한다. 바람직하게는, 어느 것도 50% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다. 더 바람직하게는, 어느 것도 25% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다. 더욱 더 바람직하게는, 어느 것도 10% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다.

[0049] 본 발명은 유리하게는 ITO와 같은 투명 전도성 산화물(TCO)과 다른 금속들을 투명 전도성 센서에서의 전도성 재료로 사용하는 것을 허용한다. ITO는 소정의 구성에서의 부식-관련 열화, 휘어질 때 균열이 생기는 경향, 100 내지 1000 옴/스퀘어 미만의 면저항을 갖는 코팅으로서 침착될 때 투과된 광의 높은 감쇠(반사 및 흡수로 인한), 및 인접의 부족으로 인한 비용의 증가와 같은 소정의 단점을 갖는다. ITO는 또한 균일하고 재현가능한 전기적 특성을 갖도록 침착시키기가 어려우며, 이로 인해 보다 복잡하고 고가의 회로가 터치 스크린 센서를 구성하기 위해 전도성 패턴에 결합될 것을 필요로 한다.

[0050] 전기 전도성 마이크로패턴을 형성하는 데 유용한 금속의 예는 금, 은, 팔라듐, 백금, 알루미늄, 구리, 니켈, 주석, 합금 및 이들의 조합을 포함한다. 몇몇 실시예에서, 도체는 투명 전도성 산화물이다. 몇몇 실시예에서, 도체는 ITO이다. 도체는 5 나노미터 내지 5 마이크로미터, 또는 10 나노미터 내지 500 나노미터, 또는 15 나노미터 내지 250 나노미터의 두께를 가질 수 있다. 많은 실시예에서, 도체의 두께는 1 마이크로미터 미만이다. 당업계에 공지된 바와 같이, 원하는 면저항에서 시작하여 마이크로패턴 기하학적 형상(및 이어서 평면에서의 전류-전달 단면에 대한 그의 영향) 및 도체의 벌크 저항을 고려함으로써 원하는 도체 두께가 계산될 수 있다. 복잡한 마이크로패턴 기하학적 형상에 대해, 본 명세서에서 마이크로패턴의 특성의 모델링이라고 하는 면저항의 계산에 사용될 수 있는 당업계의 계산 방법, 예를 들어 유한 차분법 또는 유한 요소법이 있다. 당업계에 공지된 바와 같이, 4점 프로브 기술 및 비접촉 와전류법(non-contact eddy-current method)을 비롯한 다수의 기술을 사용하여 면저항이 측정될 수 있다.

[0051] 본 발명의 센서가 통합될 수 있는 유용한 디스플레이의 예는 액정 디스플레이, 음극선관 디스플레이, 플라즈마 디스플레이 패널, 및 유기 발광 다이오드 디스플레이를 포함한다.

[0052] 임의의 적절한 패턴화 방법, 예를 들어 에칭을 이용하는 포토리소그래피 또는 도금을 이용하는 포토리소그래피를 포함하는 방법(예를 들어, 미국 특허 제5,126,007호, 미국 특허 제5,492,611호, 미국 특허 제6,775,907호 참조)에 의해 본 발명에 따른 도체 패턴이 생성될 수 있다. 또한, 몇 가지 다른 예시적인 방법(각각이 이하에서 더 상세히 논의됨) 중 하나를 이용하여 도체 패턴이 생성될 수 있다:

- [0053] 1. 레이저 경화식 마스크(금속 막 상의 마스크 층을 경화시킨 다음에 에칭함);
- [0054] 2. (차후의 금속 도금을 위한 마스크 재료 또는 씨드 재료(seed material)의) 잉크젯 인쇄;
- [0055] 3. (차후의 금속 도금을 위한 씨드 재료의) 그라비어 인쇄(gravure printing);
- [0056] 4. 마이크로-복제(기판에 마이크로-홈을 형성한 다음에 차후의 금속 도금을 위한 전도성 재료 또는 씨드

재료로 충전함); 또는

- [0057] 5. 마이크로-접촉 인쇄(기판의 표면 상에 자가 조립식 모노층(self-assembled monolayer, SAM) 패턴을 스탬핑 또는 윤전 인쇄함).
- [0058] 대용량, 고해상도 인쇄 방법을 이용하는 것은 일반적으로 전도성 요소들의 정밀한 배치를 허용하며, 또한 그렇지 않으면 일어날 수도 있는 광학적 비정상(optical anomaly)(예를 들어, 무아레 패턴(**moiré pattern**))을 제한하기 위해 구매가능한 디스플레이 픽셀들과 양립가능한 스케일로 마이크로도체들의 (의사-랜덤(pseudo-random)) 변동을 허용한다.
- [0059] 본 명세서에서 논의된 소정의 실시예는 투명한 도체를 이용하는 기존의 센서들보다 더 큰 광 투과율을 가능하게 하는 평평한 면을 갖는 "와이어형" 도체를 이용할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 이들 평평한 면을 갖는 "와이어형" 도체는 기존의 둥근 와이어 해결책에서 가능한 것보다 도체 배치의 더 큰 확장성 및 제어를 제공한다. 본 명세서에서 논의된 마이크로도체는 10 마이크로미터 이하의 최대 단면 치수를 갖는 도체를 포함한다. 많은 센서 응용에서, 3 마이크로미터 미만이 바람직하다. 마스크 및 에칭을 사용하는 방법은 전형적으로 저-중형비(0.05 내지 0.5 μm 의 두께 $\times$ 1 μm 내지 10 μm 의 폭)의 마이크로도체를 생성한다. 마이크로-복제된 홈은 최대 1:1 초과와 보다 높은 중형비의 마이크로도체를 생성할 수 있다.
- [0060] 자외선 레이저로 패턴을 선택적으로 경화시킴으로써 마이크로도체를 생성하는 데 레이저 경화식 마스크가 사용될 수 있다. 이러한 공정은 전형적으로 필름(예를 들어, PET)-기반 또는 유리-기반 기판에서 작동한다. 예시적인 레이저 경화식 마스크 공정은 이하의 단계들을 포함할 수 있다:
- [0061] 1. 기판이 금속으로 도금된다(예를 들어, 은 또는 구리가 유리 또는 PET 필름 상에 스퍼터 코팅됨(sputter coated));
- [0062] 2. UV 경화성 마스크 잉크가 도금된 기판 상에 균일하게 코팅된다(예를 들어, 스핀 코팅(spin coating) 및 딥 코팅(dip coating));
- [0063] 3. 레이저는, 터치 센서의 활성 영역에 마이크로도체 전극을 형성하기 위해, 인쇄된 잉크의 일부분을 경화시키고, 또한 전극을 커넥터 패드에 상호연결시키는 (더 넓은) 라인을 경화시킬 수 있다(레이저의 빔 폭이 포토 마스크에 의해 감소될 수 있음);
- [0064] 4. 경화되지 않은 잉크가 제거된다(세척 제거됨); 및
- [0065] 5. 기판 상에 도금된 금속이, 마스크 잉크 아래의 패턴을 제외하고, 에칭에 의해 제거된다.
- [0066] 상기 기술한 레이저 경화식 마스크 공정과 유사하게, 비교적 넓은 라인의 씨드 잉크(seed ink)(촉매 잉크)를 사용하여 원하는 패턴을 인쇄한 다음에 UV 레이저로 선택적으로 경화시킴으로써 마이크로도체를 생성하는 데 씨드 잉크의 잉크젯 인쇄 및 도금이 사용될 수 있다. 이러한 공정을 위한 기판은 필름(예를 들어, PET) 또는 유리일 수 있다.
- [0067] 도 3a 및 도 3b는 이러한 공정을 도시하며, 이 공정에 의해,
- [0068] 1. 씨드 잉크(66)가 기판(67) 상에 잉크젯 인쇄된다;
- [0069] 2. 레이저(65)는, 터치 센서의 활성 영역(들)에 마이크로도체 전극(68)을 형성하기 위해, 인쇄된 잉크의 일부분을 경화시키고, 또한 전극을 커넥터 패드에 상호연결시키는 (더 넓은) 라인을 경화시킬 수 있다(레이저의 빔 폭이 포토 마스크에 의해 감소될 수 있음);
- [0070] 3. 경화되지 않은 잉크가 제거된다(세척 제거됨); 및
- [0071] 4. 씨드 잉크의 경화된 패턴이 (전도성 금속으로) 무전해 도금된다.
- [0072] 잉크젯 인쇄 공정은 사용되는 잉크의 양을 최소화시키며, 따라서 잉크(예를 들어, 씨드 잉크)가 고가인 경우 그 공정이 고려되어야 한다. 잉크가 비교적 저가인 경우, 잉크젯 인쇄는 전체 기판을 균일하게 코팅하는 다른 공정(예를 들어, 스핀 코팅 또는 딥 코팅)으로 대체될 수 있다. 상기 기술한 씨드 잉크 공정의 잉크 재료 및 잉크젯 인쇄 및 도금 처리는 영국 캠브리지 소재의 카를로 테크니컬 플라스틱스(Carlo Technical Plastics)의 컨덕티브 잉크젯 테크놀로지 디비전(Conductive Inkjet Technology division)으로부터 이용가능하다.
- [0073] 그라비아 인쇄에서는 인쇄될 이미지가 드럼 상에서 회전하는 금속 플레이트 내로 "에칭"되어야 한다. 드럼이

회전할 때, 에칭된 표면이 잉크로 채워지고, 이 잉크는 이어서 잉크로 채워진 에칭된 플레이트와 필름이 서로 접촉할 때 인쇄되는 필름의 표면 상에 침착된다. 공정은 잉크조(73)로부터의 잉크 라인(74)으로 인쇄되는 필름 기관(76)을 도시하는 도 4에 나타내어져 있다. 임프레션 실린더(impression cylinder)(70)가 잉크조(73)로부터의 잉크로 채워지는 에칭부(72)를 갖는 인쇄 드럼(75)에 맞대어 롤링된다. 그러한 공정은 이후에 처리하기 위한 스톡 재료를 제조하는 데 사용될 수 있거나, 대용량 센서의 특징의 X 또는 Y 구성요소를 제조하는 데 사용될 수 있다.

[0074] 씨드 잉크(또는 촉매 잉크)는 상기 기술한 방법 중 임의의 방법에 의해 인쇄될 수 있다. 인쇄 및 경화 후에, 잉크는 구리와 같은 금속으로 무전해 도금됨으로써 높은 전도성으로 될 수 있다. 씨드 잉크 제조업체는 영국 캠브리지 소재의 카를로의 디비전인 컨덕티브 잉크젯 테크놀로지 및 영국 판버러 소재의 퀸티큐 컴퍼니(QinetiQ Company)를 포함한다. 미국 뉴멕시코주 앨버커키 소재의 카봇 프린터블 일렉트로닉스 앤드 디스플레이즈(Cabot Printable Electronics and Displays)는 잉크젯 인쇄가능한 은 전도성 잉크를 제조한다.

[0075] 마이크로-복제가 마이크로도체를 형성하는 데 사용될 수 있는 또 다른 공정이다. 도 5의 도면은 채워진 또는 부분적으로 채워진 마이크로-복제된 채널들의 단면도를 도시한다. 채널들은 씨드 잉크(81)로 채워지고 이어서 도금(금속화 층(80) 참조)되어 전도성으로 될 수 있다. 대안적으로, 채널들은 그 자체가 전도성인 잉크로 채워질 수 있으며, 그로써 도금 공정이 필요 없게 된다. 제3 대안은 기관을 금속으로 코팅하고, 그 후에 홈(의 저부) 내에 있는 금속의 일부분을 마스크링하며, 그 후에 마스크되지 않은 금속을 에칭 제거하는 것이다(예를 들어, 미국 출원 제61/076731호("마이크로구조체를 형성하는 방법(Method of Forming a Microstructure)")) 및 제 61/076736호("패턴화된 기관을 형성하는 방법(Method of Forming a Patterned Substrate)")) 참조). 채널들의 실제 형상은 높은 전도성 및 높은 생산 수율을 여전히 보장하면서 최저 수준의 광학적 간섭을 제공하는 단면 형상 및 크기를 최적화하기 위해 변경될 수 있다.

[0076] 채워진 마이크로-복제된 채널들은 (마스크된 금속 필름에 비해) 높은 종횡비 단면을 갖는 도체를 제공할 수 있다. 따라서, 최소의 광학적 가시성(관찰 방향에서의 좁은 단면)으로 최대 전도성이 달성될 수 있다. 마이크로-복제된 채널들을 충전하는 방법 및 높은 종횡비를 갖는 바람직한 채널의 형상은 공히 양도된 미국 특허 출원 제2007/0160811호(가이드즈(Guides) 등)에 기술되어 있다.

[0077] 도 6은 폭보다 깊이가 더 깊은 마이크로-복제된 전극을 갖는 높은 종횡비의 터치-표면의 단면 프로파일을 도시한다. 일 실시예에서, 깊이 대 폭의 비가 1:1보다 큰 마이크로-복제된 구조물이 보다 우수한 성능을 나타낼 것이다. 일반적으로, 마이크로-복제된 구조물의 폭이 더 얇으면 디스플레이를 빠져 나가는 광이 더 많이 터치 센서를 통과할 수 있게 될 것이다. 게다가, 폭보다 깊이가 더 깊은 채널들은 제1 표면으로부터 센서에 들어가는 광의 반사를 제한할 표면적을 감소시킬 것이다. 정전용량 신호를 상실하지 않으면서 이들 이점이 얻어진다. 도 6은 손가락(85)이 센서의 상부 표면뿐만 아니라 측면들에 대해 터치 센서(86)의 인쇄된 구리 전극(87)과 용량 결합되는 것을 도시한다.

[0078] 마이크로-접촉 인쇄가 마이크로도체를 형성하는 데 사용될 수 있는 또 다른 공정이다. 마이크로-접촉 인쇄는 기관 표면 상에 자가 조립식 모노층(SAM) 패턴을 스탬핑 또는 윤전 인쇄하는 것이다. 이 접근법은 아주 미세한 스케일 패턴(예를 들어, 1 마이크로미터의 1/10의 특징부 크기)에 대해 수행될 수 있다는 것과 패턴화된 모노층을 금속, 세라믹 및 중합체의 패턴화로 확장하는 것을 비롯한 몇 가지 기술적으로 중요한 특징을 나타낸다.

[0079] 예시적인 마이크로-접촉 인쇄 공정은 하기와 같다:

[0080] 1. 기관이 금속으로 코팅된다(예를 들어, 은 또는 구리가 유리 또는 PET 필름 상에 스퍼터-코팅되거나 도금됨);

[0081] 2. 자가 조립식 모노층 마스크가 도금된 기관 상에 스탬핑된다; 및

[0082] 3. 기관 상에 코팅된 금속이, 마스크 아래의 패턴을 제외하고, 에칭에 의해 제거된다.

[0083] 마이크로-접촉 인쇄 공정은, 예를 들어 미국 특허 제5,512,131호(쿠마(Kumar)) 및 공계류 중인 쓰리엠(3M) 특허 출원 제61/032273호("기관 상에 도체를 패턴화하는 방법(Methods of Patterning a Conductor on a Substrate)"))에 기술되어 있다. 마이크로-접촉 인쇄는 일반적으로 기관 독립적이다. 예를 들어, 기관은 PET, 유리, PEN, TAC 또는 불투명 플라스틱일 수 있다. 당업계에 공지된 바와 같이, 마이크로-접촉 인쇄는 금속 침착 공정과 조합되어 추가 패턴화 공정(예를 들어, 무전해 도금을 포함함)을 가져올 수 있다.

[0084] 도 7a는 소형 정전용량 터치 스크린을 위한 매트릭스 센서를 도시한다. 전극, 상호연결부 및 커넥터 패드의 2

개의 패턴(91, 92)이 가요성 기판(예를 들어, PET) 상에 인쇄된다. 2개의 패턴은 이어서 서로 조립되어 평행한 평면들 상에 2개의 전극 층을 형성하고, 도시된 바와 같이 상부 평면 상의 전극들은 하부 평면 상의 도체들과 직교한다(도 7b 참조). 때때로, 하부 전극 평면 아래에 차폐물(도시되지 않음)이 필요하다.

[0085] 도 7에 나타난 패턴들은 본 명세서에 기술한 방법 중 하나를 사용하여 인쇄될 수 있고, 전극을 형성하는 <10 μ m 마이크로도체 및 전극으로부터 커넥터 패드로 신호를 전달하는 상호연결부 라인(전형적으로, >10 μ m)을 동시에 인쇄하는 데 단일 인쇄 공정 단계가 사용되었으며, 또한 커넥터 패드 자체가 동일한 인쇄 공정에서 형성될 수 있다. 예를 들어, 마이크로접촉 인쇄 공정은 도 27에 대해 기술된 바와 같이 3 μ m 마이크로도체 및 500 μ m 전도성 트레이스(706)의 패턴을 동시에 인쇄하는 데 사용되었다. 이러한 특정 실시예는 몇몇 이점을 산출하였다.

[0086] 1. 전극을 상호연결부와 정렬시키는 것이 자동적이고 아주 정확하다;

[0087] 2. 상호연결부가 다른 상호연결부 인쇄 공정(예를 들어, 전도성 잉크의 실크스크린 인쇄)에서보다 훨씬 더 좁게 그리고 더 근접 이격되어 인쇄될 수 있다; 및

[0088] 3. (기판의 평면에 수직인) 상호연결부의 두께가 종래의 상호연결부 인쇄 공정(예를 들어, 전도성 잉크의 실크스크린 인쇄)에서보다 훨씬 더 작다. 두꺼운 상호연결부는 가시적인 간극을 라미네이팅된 층들 사이에 유발하고 라미네이팅된 층들 사이의 시일(seal)을 손상시킬 수 있다.

[0089] 도 8은 기판(96) 표면 상에 평행한 마이크로도체(95)들을 갖는 마이크로-복제되고 채워진 "스톡" 구성 재료를 도시한다. 웨브 배향은 수직(97)이다. 본 명세서에 및/또는 쓰리엠 특허 출원 제61/076731호("마이크로구조체를 형성하는 방법") 및 제61/076736호("패턴화된 기판을 형성하는 방법")에 개시된 바와 같이, 기판은 PET, PEN 또는 폴리카보네이트일 수 있고, 마이크로도체는 마이크로-복제된 홈 내에 침착될 수 있다. 마이크로-도체들의 간격은 일 실시예에서는 바람직하게 50 μ m 내지 500 μ m이다.

[0090] 선택된 마이크로도체를 절연성 크로스오버(insulating cross-over)를 제공하는 인쇄된(예를 들어, 잉크젯된 또는 실크스크린된) 유전체와 상호연결시킴으로써 이러한 스톡 재료가 처리되어 터치 센서 구성요소(예를 들어, 전극 또는 차폐물)로 될 수 있으며, 그로써 사후-인쇄된(예를 들어, 잉크젯된 또는 실크스크린된) 전도성 잉크(본 명세서에 기술된 방법을 사용하여 인쇄됨)가 일부 마이크로도체들을 건너가서 선택된 마이크로도체들과만 접촉할 수 있다. 따라서, 유전체를 통한 스루-홀(through-hole)(1000)을 갖는 잉크젯-인쇄된 유전체 표면(1002)을 도시하는 도 9에 도시된 바와 같이 센서에 대한 상호연결부들 및 커넥터 패드들이 제조되며, 전도성 트레이스(1001)가 또한 잉크젯으로 인쇄된다. 도 8 및 도 9가 기판 웨브의 방향으로 인쇄된 마이크로도체를 도시하지만, 때때로 마이크로도체를 기판 웨브에 수직인 방향으로 인쇄하는 것이 유리하다.

[0091] 도 10은 분리되어 있는, 스톡 마이크로-복제된 마이크로도체 재료의 2개의 층 및 사후-인쇄된 잉크젯 전도성 트레이스의 2개의 층으로 구성되는 매트릭스 터치 센서의 일례의 단면을 도시한다. 최상부 층(1010)은 마이크로-복제된 마이크로도체를 포함하고; 다음 층(1011)은 인쇄된 유전체이며; 다음 층(1012)은 사후-처리된 도체를 포함하고; 다음 층(1013)은 접착제이고; 다음 층(1014)은 사후-처리된 도체이며; 다음 층(1015)은 인쇄된 유전체이고, 마지막 층(1016)은 마이크로-복제된 마이크로도체를 포함한다.

[0092] 몇몇 실시예에서, 그렇지 않았으면 연속적이고 균일한 메시 내에서 전도성 트레이스에 선택적 중단부를 포함시킴으로써 적어도 하나의 방향에서 상이한 면저항을 갖는 투명 전도성 영역이 생성된다. 중단부를 선택적으로 배치하는 이러한 접근법은 물품에 걸쳐 광 투과율이 균일한 가시 투명 전도성 영역의 패턴을 포함하는 물품을 생성하는 데 특히 유용하다. 시작 메시는 등방성 또는 이방성일 수 있다. 예를 들어, 일련의 주기적인 중단부들을 생성함으로써 정사각형 마이크로메시를 갖는 긴 직사각형 투명 전도성 바아가 그의 장축을 따라 주기적인 면저항을 나타내도록 제조될 수 있으며, 중단부들은 장축 방향에서 백터 성분을 갖는 트레이스에 있고 주기성이 장축의 방향에 있다. 면저항에서의 이러한 주기성은 직사각형 바아 부근의 물체(예를 들어, 손가락)의 위치를 디코딩하는 데 유용할 수 있다. 중단부의 수와 함께, 트레이스의 폭, 두께, 및 면적 밀도를 선택함으로써, 단위 길이당 저항에 있어서 최소값의 적어도 2배, 바람직하게는 그의 최소값의 적어도 5배, 보다 바람직하게는 그의 최소값의 적어도 10배인 단위 길이당 저항에 있어서의 피크를 특징으로 하는, 투명 전도성 요소를 따른 단위 길이당 저항에 있어서의 주기적 변동을 설계할 수 있다.

[0093] 그렇지 않았으면 연속적이고 균일한 메시에 선택적인 중단부를 포함하는 다른 실시예에서, 주어진 방향에서 대체로 연속적으로 변동하는 면저항을 생성하기 위해 중단부가 배치될 수 있다. 투명 전도성 요소의 전체적인 형상에 의해서만 야기되는 비선형성을 넘어, 그 투명 전도성 요소를 따라 전계의 비선형성을 확대시키는 데 연속

적으로 변동하는 면저항이 유용할 수 있다. 예를 들어, 당업계에 공지된 바와 같이, 그의 꼭지점에 대해 그의 밀변에 인가되는 전위를 갖는 긴 이등변 삼각형 형태의, 균일한 면저항을 갖는 투명 전도성 요소는 (삼각형의 좁아지는 폭에 의해 야기되는) 전계 방향을 따라 단위 길이당 저항의 구배로 인해 밀변으로부터 꼭지점으로 비선형 전계를 나타낸다. 이러한 삼각형 투명 전도성 요소의 빗살형 어레이(interdigitated array)에 기초한 터치 센서의 경우, 전계의 비선형성이 훨씬 더 커서 그 어레이 부근의 물체(예를 들어, 손가락)의 위치를 디코딩하는 데 사용되는 회로의 신호 대 잡음비가 더 크게 되는 것이 유리할 것이다. 중단부들의 수와 함께 트레이스의 폭, 두께 및 면적 밀도를 선택함으로써, 1 센티미터의 거리에 걸쳐 적어도 1.1배 또는 적어도 1.2배 또는 적어도 1.5배 또는 적어도 2배 증가하는 투명 전도성 요소를 따른 단위 길이당 면저항을 설계할 수 있다.

[0094] 몇몇 실시예에서, 그 자신의 설계를 갖는 연속적인 메시를 2개의 영역 각각에 포함시킴으로써 적어도 하나의 방향에서 상이한 면저항을 갖는 2개의 투명 전도성 영역이 생성되고, 각각의 메시가 반드시 선택적으로 배치된 중단부를 포함할 필요는 없다. 하나의 방향으로, 예를 들어 도 2의 x 방향으로 통과하는 전류에 대해 상이한 값의 면저항을 야기하는 설계를 갖는 2개의 메시의 예는 동일한 전도성 재료 침착물의 동일한 두께(도 2의 z 방향의 치수)를 갖지만 y 방향에서 상이한 값의 단위 폭당 전류-전달 단면적(도 2의 y-z 평면)을 갖는 2개의 메시지를 포함한다. 이러한 한 쌍의 메시 영역의 일례는, 각각이 2 마이크로미터의 폭과는 상이한 피치, 예를 들어 100 마이크로미터 및 200 마이크로미터를 갖는 전도성 트레이스를 포함하는 2개의 정사각형 그리드 영역이다. 이러한 한 쌍의 메시 영역의 다른 예는, 각각이 2 마이크로미터의 폭과는 상이한 배향을 갖는, 예를 들어 제1 영역 내의 직사각형 셀의 장축이 제2 영역에 있는 직사각형 셀에 대해 90도로 배향되는 전도성 트레이스를 포함하는 2개의 직사각형 그리드 영역(정사각형이 아니고, 한 방향에서 100 마이크로미터 피치 및 직교 방향에서 200 마이크로미터 피치를 가짐)이다.

[0095] 몇몇 실시예에서, 센서는 도체의 패턴을 지지하는 절연성 가시광 투명 기판 층을 포함하고, 이 패턴은 가시광 투명 마이크로패턴 영역 및 투명하지 않은 더 큰 특징부를 갖는 영역을 포함하고, 여기서 가시광 투명 마이크로패턴 영역 및 더 큰 특징부 영역은 대체로 동일한 두께로 동일한 도체의 패턴화된 침착물(예를 들어, 금속)을 포함한다. 더 큰 특징부는, 예를 들어 가시광 투명 전도성 마이크로패턴 영역에 접촉하는 넓은 전도성 트레이스 또는 전자 디코딩, 신호 발생 또는 신호 처리 장치와 접촉하는 패드의 형태를 가질 수 있다. 유용한 더 큰 특징부의 폭은, 가시광 투명 전도성 마이크로패턴 영역을 갖는 동일한 절연 층과 조합하여, 예를 들어 25 마이크로미터 내지 3 밀리미터, 25 마이크로미터 내지 1 밀리미터, 25 마이크로미터 내지 500 마이크로미터, 25 마이크로미터 내지 250 마이크로미터, 또는 50 마이크로미터 내지 100 마이크로미터이다.

[0096] 하나의 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기판 및 가시광 투명 기판 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴, 및 제2 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 제1 방향에서 5 내지 500 옴/스퀘어의 제1 면저항 값을 갖고, 가시광 투명이며, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 제2 영역 마이크로패턴은 제1 면저항 값과는 상이한 제1 방향에서의 제2 면저항 값을 갖는다.

[0097] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기판 및 가시광 투명 기판 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 직교 방향들에 대한 면저항 값들의 차가 적어도 1.5배인 비등방성 제1 면저항을 갖고, 가시광 투명이며, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다.

[0098] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기판 및 가시광 투명 기판 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴, 및 제2 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 1 내지 4 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 제1 방향에서 5 내지 100 옴/스퀘어의 제1 면저항 값을 갖고, 가시광 투명이며, 96% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 제2 영역 마이크로패턴은 제1 면저항 값과는 상이한 제1 방향에서의 제2 면저항 값을 갖는다.

[0099] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기판 및 가시광 투명 기판 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴, 및 제2 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 제1 방향에서 5 내지 500 옴

옴/스퀘어의 제1 면저항 값을 갖고, 가시광 투명이며, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 제2 영역 마이크로패턴은 제1 면저항 값과는 상이한 제1 방향에서의 제2 면저항 값을 갖는다. 마이크로패턴은 또한 전기적으로 격리된 도체 침착물을 포함한다. 가시광 투명 감지 구역에 있는 센서의 1 밀리미터 × 1 밀리미터 정사각형 영역들 모두에 있어서, 그 영역들 중 어느 것도 그 영역들 전부에 대한 평균과 75% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다.

[0100] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴, 및 제2 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 제1 방향에서 5 내지 500 옴/스퀘어의 제1 면저항 값을 갖고, 가시광 투명이며, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 제2 영역 마이크로패턴은 제1 면저항 값과는 상이한 제1 방향에서의 제2 면저항 값을 갖는다. 마이크로패턴은 또한 전기적으로 격리된 도체 침착물을 포함한다. 가시광 투명 감지 구역에 있는 센서의 5 밀리미터 × 5 밀리미터 정사각형 영역들 모두에 있어서, 그 영역들 중 어느 것도 그 영역들 전부에 대한 평균과 50% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다.

[0101] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 1 내지 4 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 직교 방향들에 대한 면저항 값들의 차가 적어도 1.5배인 비등방성 제1 면저항을 갖고, 가시광 투명이며, 96% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다.

[0102] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 직교 방향들에 대한 면저항 값들의 차가 적어도 1.5배인 비등방성 제1 면저항을 갖고, 가시광 투명이며, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 마이크로패턴은 또한 전기적으로 격리된 도체 침착물을 포함한다. 가시광 투명 감지 구역에 있는 센서의 1 밀리미터 × 1 밀리미터 정사각형 영역들 모두에 있어서, 그 영역들 중 어느 것도 그 영역들 전부에 대한 평균과 75% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다.

[0103] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 직교 방향들에 대한 면저항 값들의 차가 적어도 1.5배인 비등방성 제1 면저항을 갖고, 가시광 투명이며, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 마이크로패턴은 또한 전기적으로 격리된 도체 침착물을 포함한다. 가시광 투명 감지 구역에 있는 센서의 5 밀리미터 × 5 밀리미터 정사각형 영역들 모두에 있어서, 그 영역들 중 어느 것도 그 영역들 전부에 대한 평균과 50% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다.

[0104] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 가시광 투명이고, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 제1 영역 마이크로패턴의 1 밀리미터 × 1 밀리미터 정사각형 영역들 모두에 있어서, 그 정사각형 영역들 중 어느 것도 그 정사각형 영역들 전부에 대한 평균과 75% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다. 일 실시예에서, 제1 영역 마이크로패턴은 또한 전기적으로 격리된 도체 침착물을 포함한다. 일 실시예에서, 금속 선형 전기 전도성 특징부들은 500 나노미터 미만의 두께를 갖는다. 일 실시예에서, 제1 영역 마이크로패턴은 제1 방향에서 5 내지 100 옴/미터의 제1 면저항 값을 갖는다.

[0105] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 가시광 투명이고, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 제1 영역 마이크로패턴의 5 밀리

미터 × 5 밀리미터 정사각형 영역들 모두에 있어서, 그 정사각형 영역들 중 어느 것도 그 정사각형 영역들 전부에 대한 평균과 50% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다. 일 실시예에서, 금속 선형 전기 전도성 특징부들은 500 나노미터 미만의 두께를 갖는다. 일 실시예에서, 제1 영역 마이크로패턴은 또한 전기적으로 격리된 도체 침착물을 포함한다.

[0106] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 제1 방향에서 5 내지 100 옴/스퀘어의 제1 면저항 값을 갖고, 가시광 투명이며, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 마이크로패턴은 또한 전기적으로 격리된 도체 침착물을 포함한다. 가시광 투명 감지 구역에 있는 센서의 1 밀리미터 × 1 밀리미터 정사각형 영역들 모두에 있어서, 그 영역들 중 어느 것도 그 영역들 전부에 대한 평균과 75% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다.

[0107] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 제1 방향에서 5 내지 100 옴/스퀘어의 제1 면저항 값을 갖고, 가시광 투명이며, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 마이크로패턴은 또한 전기적으로 격리된 도체 침착물을 포함한다. 가시광 투명 감지 구역에 있는 센서의 5 밀리미터 × 5 밀리미터 정사각형 영역들 모두에 있어서, 그 영역들 중 어느 것도 그 영역들 전부에 대한 평균과 50% 초과로 차이가 있는 가려진 면적 비율을 갖지 않는다.

[0108] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴, 및 제2 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 제1 방향에서 5 내지 500 옴/스퀘어의 제1 면저항 값을 갖고, 가시광 투명이며, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 제2 영역 마이크로패턴은 제1 면저항 값과는 상이한 제1 방향에서의 제2 면저항 값을 갖는다. 센서는 또한 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 더 큰 전기 전도성 특징부를 포함하며, 더 큰 특징부는 마이크로패턴에 포함된 것과 동일한 재료 및 두께의 연속적인 도체 침착물을 포함하고 최소 치수가 적어도 25 마이크로미터이다.

[0109] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 직교 방향들에 대한 면저항 값들의 차가 적어도 1.5배인 비등방성 제1 면저항을 갖고, 가시광 투명이며, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 센서는 또한 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 더 큰 전기 전도성 특징부를 포함하며, 더 큰 특징부는 마이크로패턴에 포함된 것과 동일한 재료 및 두께의 연속적인 도체 침착물을 포함하고 최소 치수가 적어도 25 마이크로미터이다.

[0110] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴, 및 제2 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 제1 방향에서 5 내지 500 옴/스퀘어의 제1 면저항 값을 갖고, 가시광 투명이며, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 제2 영역 마이크로패턴은 제1 면저항 값과는 상이한 제1 방향에서의 제2 면저항 값을 갖는다. 센서는 또한 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 더 큰 전기 전도성 특징부를 포함하며, 더 큰 특징부는 마이크로패턴에 포함된 것과 동일한 재료 및 두께의 연속적인 도체 침착물을 포함하고 최소 치수가 적어도 500 마이크로미터이다.

[0111] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 전기 전도성 마이크로패턴은 500 나노미터 미만의 두께 및 0.5 내지 5 마이크로미터의 폭을 갖는 금속 선형 전기 전도성 특징부들을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 직교 방향들에 대한 면저항 값들의 차가 적어도 1.5배인 비등방성 제1 면저항을 갖고, 가시광 투명이며, 95% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 센서는 또한 가시광 투명

기관 상에 또는 그 내에 배치된 더 큰 전기 전도성 특징부를 포함하며, 더 큰 특징부는 마이크로패턴에 포함된 것과 동일한 재료 및 두께의 연속적인 도체 침착물을 포함하고 최소 치수가 적어도 500 마이크로미터이다.

[0112] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 0.5 내지 10 마이크로미터의 폭을 갖는 전도성 트레이스를 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 가시광 투명이고, 90% 내지 99.95% 개구 면적, 바람직하게는 95% 내지 99.95% 개구 면적, 더 바람직하게는 97% 내지 98% 개구 면적을 갖는다. 제1 영역 마이크로패턴의 5 밀리미터 × 5 밀리미터 정사각형 영역들 모두에 있어서, 그 정사각형 영역들 중 어느 것도 그 정사각형 영역들 전부에 대한 평균과 75% 초과로 차이가 있는, 바람직하게는 50% 초과로 차이가 있는, 더 바람직하게는 25% 초과로 차이가 있는, 가장 바람직하게는 10% 초과로 차이가 있는, 가려진 면적 비율을 갖지 않는다. 일 실시예에서, 제1 영역 마이크로패턴은 0.5 내지 5 마이크로미터, 바람직하게는 1 내지 3 마이크로미터의 폭을 갖는 전도성 트레이스를 포함한다.

[0113] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 1 내지 10 마이크로미터의 폭을 갖는 전도성 트레이스를 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 가시광 투명이고, 90% 내지 99.5% 개구 면적을 갖는다. 제1 영역 마이크로패턴은 그렇지 않았으면 연속적이고 균일한 메시 내에 전도성 트레이스의 선택적인 중단부들을 포함한다.

[0114] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 마이크로미터 단위로 약 $[X+0.5]$ 의 폭 및 $[95-X]\%$ 내지 99.5%의 개구 면적 비율을 갖는 전도성 트레이스를 포함하며, 여기서 $0 \leq X \leq 4.5$ 이다. 일 실시예에서, 제1 영역 마이크로패턴 내의 터치 스크린 센서는 10% 미만의 탁도 값 및 75% 초과 투과율을 나타낸다. 다른 실시예에서, 제1 영역 마이크로패턴 내의 터치 스크린 센서는 5% 미만의 탁도 값 및 85% 초과 투과율을 나타낸다. 일 실시예에서, 제1 영역 마이크로패턴은 약 $[98.5 - (2.5X \div 3.5)]\%$ 및 $[99.5 - (X \div 3.5)]\%$ 의 폭을 갖는 전도성 트레이스를 포함하며, 여기서 $0 \leq X \leq 3.5$ 이다.

[0115] 다른 예시적인 터치 스크린 센서는 가시광 투명 기관 및 가시광 투명 기관 상에 또는 그 내에 배치된 전기 전도성 마이크로패턴을 포함한다. 마이크로패턴은 터치 감지 구역 내의 제1 영역 마이크로패턴을 포함한다. 제1 영역 마이크로패턴은 약 9.6 μm 의 폭을 갖는 4 mm 간격으로 이격된 평행한 전도성 트레이스를 포함하여, 99.75%의 개구 면적 비율을 산출한다. 마이크로복제된 전극의 이러한 실시예는 0.5 mm 내지 약 5 mm의 중심간 거리로 분리된, 약 4 μm 내지 10 μm 의 폭을 갖는 평행한 도체들을 포함한다. 도체들은 PET 기관의 웹에 대해 길이방향으로 형성될 수 있으며, 따라서 도체들의 길이는 1 m 초과일 수 있다. 예를 들어, 도 8 및 도 9와 관련하여 기술된 공정을 사용하여, 인접한 도체들의 그룹들이 전기적으로 상호연결되어 총 폭이 1 mm 내지 12 mm인 전극들을 형성할 수 있다. 예를 들어, 공개류 중인 미국 특허 출원 공개 제2007/0074914호에 개시된 바와 같이 전극들이 인터리빙되도록, 인접한 전극들의 도체들이 상호연결될 수 있다.

[0116] 예

[0117] 이하에서 예시적인 터치 스크린 센서 설계들에 대해 기술한다. 이들은 예컨대, 미국 특허 제 5,126,007호 또는 미국 특허 제5,492,611호에 기재된 바와 같이 공지된 포토리소그래피 방법을 사용하여 제조될 수 있다. 도체는 당업계에 공지된 바와 같이 물리적 증착 방법, 예컨대, 스퍼터링 또는 증발을 사용하여 침착될 수 있다. 달리 언급하지 않는 한, 이하의 예들은 마이크로-접촉 인쇄 기술(상기의 기술 설명 및 공개류 중인 미국 특허 출원 제61/032,273호 참조)에 의해 패턴화된 도체들을 포함한다. 본 명세서에 예시된 각각의 전도성 패턴은 당업계에 공지된 바와 같이(예를 들어, 미국 특허 제4,087,625호; 미국 특허 제5,386,219호; 미국 특허 제6,297,811호; 국제특허 공개 WO 2005/121940 A2호) 디코딩 회로에의 연결 시 투명한 터치 스크린 센서로서 유용하다.

[0118] 예 1

[0119] 이하의 설명에 따른 박막 금의 마이크로패턴이 얇은 무색 유리 시트(두께가 대략 1 밀리미터임) 상에 침착된다. 마이크로패턴(240)은 도 11 및 도 12에 도시되어 있다. 금 층의 두께 또는 높이는 약 100 나노미터이다. 마이크로패턴(240)은 수평의 좁은 트레이스(242)들을 포함하는 일련의 수평(x-축) 메시 바아(241)를 포함하며, 트레이스(242)들은 폭이 대략 2 마이크로미터이다. 이들 수평 메시 트레이스(242) 중 4개는 보다 큰 특징부 접촉

패드(260)와 전기적으로 연결된다. 메시 바아는 폭이 대략 6 밀리미터이다. 따라서, 13개의 균일하게 이격된 트레이스(244)들이 6 밀리미터의 폭(y-축)에 걸쳐 있고 13개의 균일하게 이격된 트레이스(242)들이 6 밀리미터의 길이(x-축)에 걸쳐 있는 상태로, 트레이스들의 정사각형 그리드의 피치는 500 마이크로미터이다. 도 12에 도시된 바와 같이, 소정의 트레이스들은 대략 25 마이크로미터인 중단부(250)들을 갖는다(도면에서는 위치를 찾기 쉽도록 과장되어 있음). 500 마이크로미터 피치로 2 마이크로미터 폭의 불투명 트레이스들을 갖는 정사각형 그리드의 경우, 불투명 트레이스에 대한 충전율은 0.80%이며, 따라서 99.20%의 개구 면적이 얻어진다. 500 마이크로미터마다 25 마이크로미터 중단부를 갖는 것을 제외하고는 동일한 정사각형 그리드의 경우, 충전율은 0.78%이며, 따라서 99.22%의 개구 면적이 얻어진다. 따라서, 설계는 99.22%의 개구 면적을 갖는 1 mm × 6 mm 영역 및 99.20%의 개구 면적을 갖는 6 mm × 6 mm 영역을 포함한다. 메시지를 갖는 유리 물품의 평균 가시 투과율이 대략 $0.92 \times 0.992 = 91\%$ 이다(0.92의 인자는 패턴의 비도채-침착된 구역들에서의 광 투과율의 계면 반사 손실에 관련됨). 수평 바아 방향을 따라, 일련의 전체 그리드 영역들이 4개의 금 트레이스에 의해 서로 연결되어 있다. 스퍼터링된 박막 금에 대해 5E-06 오옴-cm의 유효 벌크 저항을 가정하면, 각각의 2 마이크로미터 폭, 500 마이크로미터 길이의 박막 금의 세그먼트가 대략 125 오옴의 저항을 갖는다. 완성된 그리드를 갖는 영역들은, 바아의 방향으로 통과하는 전류에 대해, 대략 115 오옴/스퀘어의 유효 면저항을 갖는다. 완성된 그리드들을 갖는 영역들을 연결시키는 4개의 트레이스는 그 영역들 사이에 대략 62.5 오옴의 저항을 생성한다. 전도성 트레이스 요소들의 전술된 배열은 도 13에 나타난 바와 같이 바아 방향을 따라 공간적으로 변동하는 단위 길이당 저항을 야기한다. 도 14는 수평 메시 바아들의 어레이에 대한 등가 회로를 예시한다. 회로는 저항기에 의해 연결된 일련의 플레이트를 갖는다.

[0120] 예 2

[0121] 이하의 설명에 따른 박막 금의 마이크로패턴이 얇은 무색 유리 시트(두께가 대략 1 밀리미터임) 상에 침착된다. 마이크로패턴(340)이 도 15에 도시된다. 금의 두께는 약 100 나노미터이다. 마이크로패턴(340)은 일련의 빗살형 웨지 또는 삼각형 형태로 되어 있는 투명 전도성 영역을 갖는다. 각각의 웨지는 좁은 금속 트레이스(342, 344)로 이루어진 메시로 구성되며, 이 트레이스(342, 344)(도 15a 내지 도 15c 참조)는 폭이 대략 2 마이크로미터이다. 메시 웨지들은 그의 밑면에서 폭이 대략 1 센티미터이고 길이가 대략 6 센티미터이다. 트레이스(342, 344)의 정사각형 그리드의 피치는 500 마이크로미터이다. 메시의 선택된 영역들 내에서(도 15a 및 도 15b 참조), 웨지 내에, 길이가 대략 25 마이크로미터인 중단부(350)들이 그의 장축을 따라 통과하는 전류에 대한 웨지 내에서의 국부 면저항에 영향을 주기 위해 의도적으로 배치된다. 도 15a 및 도 15b에 도시된 바와 같이, 영역(15a, 15b)(이 영역들은 도 15에서 대략 1 센티미터만큼 이격됨), 장축 방향에서 면저항을 1.2배 초과로 증가시키는 중단부(350)들이 메시에 포함된다. 전체적인 설계는 또한 영역(15a, 15b)으로부터 전기적으로 격리되고 이격되어 있으며 영역(15a, 15b)의 면저항 값보다 작은 면저항 값을 갖는 메시지를 갖는 (도 15c에 도시된 바와 같은) 영역(15c)을 포함한다. 메시 영역(15c)은 99.20%의 개구 면적을 갖는 반면, 메시 영역(15a, 15b)은 각각 99.20% 및 99.21%의 개구 면적 비율을 갖는다. 전체적인 설계는 또한 영역(15a, 15b, 15c)보다 더 큰 피치의 메시들을 갖지만 동일한 폭의 트레이스들을 갖는 (도 15d 및 도 15e에 도시된 바와 같은) 영역(15d, 15e)을 포함하며, 그로 인해 면저항 및 가시 투과율이 증가된다.

[0122] 도 16은 상기 기술한 바와 같이 웨지를 따라 저항의 구배에 대한 메시 특성들을 엔지니어링하는 것의 효과와 동일한 형상의 영역에 대해 표준의 ITO 코팅을 사용하는 것을 대조하여 도시한다. 전체적인 설계는 또한 패턴의 좌측 및 우측을 따라 전도성 리드의 형태로 되어 있는 더 큰 전도성 특징부를 포함하며, 이 리드는 폭이 대략 1 밀리미터이고 대략 100 나노미터 두께를 갖는 박막 금으로부터 패턴화된다.

[0123] 예 3

[0124] 터치 스크린 센서를 위한 투명 센서 요소(400)가 도 17에 예시되어 있다. 센서 요소(400)는 함께 라미네이팅되는 2개의 패턴화된 도체 층(410, 414)(예를 들어, X 축 층 및 Y 축 층), 2개의 광학적으로 투명한 접착제 층(412, 416), 및 베이스 플레이트(418)를 포함하며, 이들은 명료함을 위해 도 17에서는 분리된 것으로 도시되어 있다. 도 2를 참조하면, 층(410, 414)은 투명 전도성 메시 바아를 포함하며, 여기서 하나의 층은 x 축 방향으로 배향되어 있고 다른 층은 y 축 방향으로 배향되어 있다. 베이스 플레이트(418)는 면적이 6 센티미터 × 6 센티미터이고 두께가 1 밀리미터인 유리의 시트이다. 광학적으로 투명한 적합한 접착제는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터의 옵티컬리 클리어 라미네이팅 어드히시브(Optically Clear Laminating Adhesive) 8141이다. X-층 및 Y-층 각각에 대해, 금속의 마이크로패턴을 갖는 투명한 중합체 필름이 사용된다. 이하의 설명에 따른 박막 금의 마이크로패턴이 얇은 PET 시트 상에 침착된다. 적합한 PET 기판은 미국 델라웨어주 윌밍톤 소재의 듀폰(DuPont)으로부터의 ST504 PET를 포함하며, 이는 두께가 대략 125 마이크로미터이다.

크로미터이다.

[0125] 마이크로패턴(440)은 도 18 및 도 19에 도시되어 있다. 금의 두께는 약 100 나노미터이다. 마이크로패턴은 일련의 평행한 메시 바아(442)의 형태의 투명한 전도성 영역을 갖는다. 베이스 플레이트에 대한 손가락 터치의 정전용량 검출을 위해 전자 장치에 연결하기 위한 정사각형 패드(460)(면적이 대략 2 밀리미터 x 2 밀리미터이고 대략 100 나노미터의 두께를 갖는 박막 금의 형태로 되어 있는 연속적인 도체를 포함함)로 중단접속되어 있는 메시 바아에 부가하여, 전자 장치로부터 전기적으로 격리되어 있는 메시 바아(441)가 있다. 격리된 메시 바아(441)는 센서에 걸쳐 광학적 균일성을 유지하는 역할을 한다. 각각의 바아는 좁은 금속 트레이스(443)로 이루어진 메시로 구성되어 있으며, 이 트레이스(443)는 폭이 대략 5 마이크로미터이다. 메시 바아들은 각각 대략 폭이 2 밀리미터이고 길이가 66 밀리미터이다. 각각의 메시 바아 내에 대략 폭이 0.667 밀리미터이고 길이가 12 밀리미터인 직사각형 셀이 있다. 이러한 메시 설계는, 장축 트레이스에서 임의의 개방 회로 결함이 있는 경우, 각각의 메시 바아 내의 장축 트레이스 간의 연결부(tie)를 제공하여 메시 바아를 따라 전기적 연속성을 유지하는 역할을 한다. 그러나, 이러한 연결부를 갖는 0.667 밀리미터 피치를 갖는 정사각형 메시의 사용과는 달리, 도 18 및 도 19의 직사각형 메시는 메시 바아를 따른 면저항을 광학적 투과율과 보다 최적으로 조화시킨다. 보다 구체적으로는, 도 18 및 도 19에 도시된 메시 바아 및 0.667 밀리미터 피치를 갖는 정사각형 메시지를 포함하는 2 밀리미터 폭의 메시 바아 둘 모두는 본질적으로 메시 바아의 장축을 따라 동일한 면저항(대략 50 오옴/스퀘어)을 가질 것이지만, 정사각형 그리드는 투명 전도성 영역의 면적의 1.5%를 폐색시키고 도 18 및 도 19에 도시된 메시는 투명 전도성 영역의 면적의 0.8%만을 폐색시킨다.

[0126] 예 4

[0127] 터치 스크린 센서를 위한 투명 센서 요소가 기술된다. 센서 요소는 도 17에 도시된 바와 같이 2개의 패턴화된 도체 층, 2개의 광학적으로 투명한 접착제 층, 및 베이스 플레이트를 포함한다. 베이스 플레이트는, 도 17에 도시된 바와 같이 함께 라미네이팅되어 있는, 면적이 6 센티미터 x 6 센티미터이고 두께가 1 밀리미터인 유리의 시트이다. 적합한 광학적으로 투명한 접착제는 쓰리엠 컴퍼니로부터의 옵티컬리 클리어 라미네이팅 어드히시브 8141이다. X-층 및 Y-층 각각에 대해, 금속의 마이크로패턴을 갖는 투명한 중합체 필름이 사용된다. 이하의 설명에 따른 박막 금의 마이크로패턴이 얇은 PET 시트 상에 침착된다. 적합한 PET 기판은 듀폰으로부터의 ST504 PET를 포함하며, 이는 두께가 대략 125 마이크로미터이다.

[0128] 마이크로패턴(540)은 도 20 및 도 21에 도시되어 있다. 금의 두께는 100 나노미터이다. 마이크로패턴(540)은 일련의 평행한 메시 바아(542)의 형태의 투명 전도성 영역을 갖는다. 베이스 플레이트에 대한 손가락 터치의 정전용량 검출을 위해 전자 장치에 연결하기 위한 정사각형 패드(560)로 중단접속되어 있는 메시 바아(542)에 부가하여, 전자 장치로부터 전기적으로 격리된 직선 라인 세그먼트(541)가 있다. 직선 라인 세그먼트(541)는 메시 바아(542)들 사이의 영역에 있으며, 도 13에 도시된 바와 같이 대략 25 마이크로미터 중단부(550)를 제외하고는 메시 바아와 본질적으로 동일한 기하학적 형상을 갖는다. 격리된 라인 세그먼트(541)는 센서에 걸쳐 광학적 균일성을 유지하는 역할을 한다. 각각의 바아(542)는 좁은 금속 트레이스들로 이루어진 메시로 구성되어 있으며, 이 트레이스들은 폭이 대략 5 마이크로미터이다. 메시 바아(542)들 각각은 대략 폭이 2 밀리미터이고 길이가 66 밀리미터이다. 각각의 메시 바아(542) 내에 대략 폭이 0.667 밀리미터이고 길이가 12 밀리미터인 직사각형 셀들이 있다. 도 12 및 도 13에 도시된 메시(542)는 투명 전도성 영역 내에서 그의 면적의 0.8%를 폐색시킨다. 도 12 및 도 13에 도시된 격리된 라인 세그먼트(541)들은 또한 메시 바아(542)들 사이의 그들이 차지하는 그 영역 내에서의 면적의 0.8%를 폐색시킨다.

[0129] 예 5

[0130] 터치 스크린 센서를 위한 투명 센서 요소가 기술된다. 센서 요소는 도 17에 도시된 바와 같이 2개의 패턴화된 도체 층, 2개의 광학적으로 투명한 접착제 층, 및 베이스 플레이트를 포함한다. 베이스 플레이트는, 도 17에 도시된 바와 같이 함께 라미네이팅되어 있는, 면적이 6 센티미터 x 6 센티미터이고 두께가 1 밀리미터인 유리의 시트이다. 적합한 광학적으로 투명한 접착제는 쓰리엠 컴퍼니로부터의 옵티컬리 클리어 라미네이팅 어드히시브 8141이다. X-층 및 Y-층 각각에 대해, 금속의 마이크로패턴을 갖는 투명한 중합체 필름이 사용된다. 이하의 설명에 따른 박막 금의 마이크로패턴이 얇은 PET 시트 상에 침착된다. 적합한 PET 기판은 듀폰으로부터의 ST504 PET를 포함하며, 이는 두께가 대략 125 마이크로미터이다.

[0131] 마이크로패턴(640)은 도 22 및 도 23에 도시되어 있다. 금의 두께는 약 100 나노미터이다. 마이크로패턴(640)은 일련의 평행한 메시 바아(642)의 형태의 투명 전도성 영역을 갖는다. 베이스 플레이트에 대한 손가락 터치의 정전용량 검출을 위해 전자 장치에 연결하기 위한 정사각형 패드(660)로 중단접속되어 있는 메시 바아

(642)에 부가하여, 전자 장치로부터 전기적으로 격리된 직선 라인 세그먼트(641)가 있다. 직선 라인 세그먼트(641)들은 메시 바아들 사이의 영역에 있으며, 메시 바아들의 라인 세그먼트들과 유사한 기하학적 형상을 갖는다. 전기적으로 격리된 라인 세그먼트(641)들은 센서에 걸쳐 광학적 균일성을 유지하는 역할을 한다. 각각의 바아(641, 642)는 좁은 금속 트레이스들로 구성되어 있으며, 이 트레이스들은 폭이 대략 3 마이크로미터이다. 메시 바아(642)들 각각은 대략 폭이 2 밀리미터이고 길이가 66 밀리미터이다. 각각의 메시 바아(642)는 랜덤한 형상의 셀들을 포함한다. 도 22 및 도 23에 도시된 메시(642)는 투명 전도성 영역 내에서 그의 면적의 5% 미만을 폐색시킨다. 도 22 및 도 23에 도시된 격리된 라인 세그먼트(641)들은 또한 메시 바아들 사이의 그들이 차지하는 그 영역 내에서의 면적의 5% 미만을 폐색시킨다.

[0132] 금속화된 중합체 필름 기관의 제조(예 6 내지 예 40)

[0133] 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)(ST504, 미국 델라웨어주 월밍톤 소재의 이. 아이. 듀폰 디 네모아 앤드 컴퍼니(E. I. DuPont de Nemours and Company))인 중합체 필름 기관을 제공하였다. ST504 PET 필름의 광학적 특성을 헤이즈-가드에 의해 측정하였다. 탁도 및 투과율이 각각 대략 0.67% 및 92.9%였다.

[0134] 일부 기관 필름을 금으로 코팅하였고, 일부는 은으로 코팅하였다. 금-코팅된 기관은 열 증발(thermal evaporation)(DV-502A, 미국 뉴저지주 무어스타운 소재의 덴톤 배큘(Denton Vacuum))에 의해 제조하였다. 금-코팅된 기관의 경우, 기관 표면을 먼저 20 옴스트롬의 크롬으로 코팅하였고, 이어서 100 나노미터의 금으로 코팅하였다. 은-코팅된 기관의 경우, 2개의 상이한 방법을 사용하였다. 일부 은-코팅된 기관은 열 증발(DV-502A, 미국 뉴저지주 무어스타운 소재의 덴톤 배큘)에 의해 제조하였고, 일부는 스퍼터링(스피엠)에 의해 제조하였다. 모든 경우들에서 기관 표면은 100 나노미터의 은으로 코팅하였다.

[0135] 스탬프 제조(Stamp Fabrication)

[0136] 포토리소그래피를 사용하여 10-센티미터 직경 실리콘 웨이퍼 상에 포토레지스트(쉽레이(Shipley)1818, 미국 펜실베이니아주 필라델피아 소재의 롬 앤드 하스 컴퍼니(Rohm and Haas Company))의 패턴을 제조함으로써 탄성중합체 스탬프(elastomeric stamp)를 성형하는 2개의 상이한 마스터 툴(master tool)을 생성하였다. 상이한 마스터 툴은, 본 명세서에서 "육각형" 및 "정사각형"이라고 하는 2가지 상이한 메시 형상에 기초하였다. 육각형은 정육각형의 형상을 갖는 둘러싸인 구역들을 한정하는 선들의 네트워크를 포함하는 패턴을 말한다. 정사각형은 정사각형의 형상을 갖는 둘러싸인 구역들을 한정하는 선들의 네트워크를 포함하는 패턴을 말한다. 대략 3.0 밀리미터의 두께로 툴 위로 비경화 폴리다이메틸실록산(PDMS, 실가드(Sylgard)TM 184, 미국 미시간주 미들랜드 소재의 다우 코닝(Dow Corning))을 부어 줌으로써 탄성중합체 스탬프를 마스터 툴에 대해 성형하였다. 마스터와 접촉하는 비경화 실리콘은 진공에 노출시켜 가스를 제거한 후 70℃에서 2시간 동안 경화시켰다. 마스터 공구로부터 벗겨낸 후, 대략 1.8 마이크로미터 높이의 융기된 특징부를 포함하는 릴리프 패턴(relief pattern)을 갖는 PDMS 스탬프를 제공하였다. 육각형 메시 스탬프 및 정사각형 메시 스탬프 둘 모두에서, 융기된 특징부는, 상기 기술한 바와 같이, 각자의 메시 기하학적 형상을 한정하는 선들이었다.

[0137] 잉킹(Inking)

[0138] 스탬프의 배면(릴리프 패턴을 갖지 않는 평평한 표면)을 에탄올 중 옥타데실티올("ODT" 00005, 미국 매사추세츠주 웰리슬리 힐즈 소재의 티씨아이 아메리카(TCI AMERICA))의 용액에 20시간 동안 접촉시킴으로써 스탬프를 잉킹하였다. 10 mM의 ODT 용액을 정사각형 메시 패턴을 갖는 스탬프에 대해 사용하였고, 5 mM의 ODT 용액을 육각형 메시 패턴을 갖는 스탬프에 대해 사용하였다.

[0139] 스탬핑(Stamping)

[0140] 금속화된 중합체 필름 기관을 상기 기술한 바와 같이 잉킹된 스탬프로 스탬핑하였다. 스탬핑을 위해, 먼저 필름 샘플의 에지를 스탬프 표면에 접촉시킨 다음에 대략 3.0 센티미터의 직경을 갖는 폼 롤러(foam roller)를 사용하여 스탬프를 가로질러 접촉하게 필름을 롤링시킴으로써 금속화된 필름을 위로 향해 있는 스탬프 릴리프 패턴화된 표면에 접촉시켰다. 롤링 단계는 실행하는 데 1초 미만이 필요하였다. 롤링 단계 후에, 기관을 10초 동안 스탬프와 접촉시켰다. 이어서, 기관을 스탬프로부터 벗겨냈고, 이 단계는 1초 미만을 필요로 하였다.

[0141] 에칭(Etching)

[0142] 스탬핑 후에, 인쇄된 패턴을 갖는 금속화된 필름 기관을 선택적 에칭 및 금속 패터화를 위해 에칭제 용액에 침지시켰다. 금 박막을 지닌 인쇄된 금속화된 필름 기관의 경우, 에칭제는 1 그램의 티오우레아(thiourea)(T8656, 미국 미주리주 세인트 루이스 소재의 시그마-알드리치(Sigma-Aldrich)), 0.54 밀리리터의

진한 염산(HX0603-75, 미국 뉴저지주 김스타운 소재의 이엠디 케미칼즈(EMD Chemicals)), 0.5 밀리리터의 과산화수소(30%, 5240-05, 미국 뉴저지주 필립스버그 소재의 말린크로트 베이커(Mallinckrodt Baker)), 및 21 그램의 탈이온수를 포함하였다. 금 박막을 패터닝하기 위해, 인쇄된 금속화된 필름 기판을 에칭 용액에 50초 동안 침지시켰다. 은 박막을 지닌 인쇄된 금속화된 필름 기판의 경우, 에칭제는 0.45 그램의 티오우레아(T8656, 미국 미주리주 세인트 루이스 소재의 시그마-알드리치), 1.64 그램의 질산제이철(216828, 미국 미주리주 세인트 루이스 소재의 시그마-알드리치), 및 200 밀리리터의 탈이온수를 포함하였다. 은 박막을 패터닝하기 위해, 인쇄된 금속화된 필름 기판을 에칭 용액에 3분 동안 침지시켰다. 금의 패터닝 에칭 후에, 잔여 크롬을 2.5 그램의 과망간산칼륨(PX1551-1, 미국 뉴저지주 김스타운 소재의 이엠디 케미칼즈), 4 그램의 수산화칼륨(484016, 미국 미주리주 세인트 루이스 소재의 시그마-알드리치), 및 100 밀리리터의 탈이온수의 용액을 사용하여 에칭하였다.

[0143] 특성화(Characterization)

[0144] 선택적 에칭 및 금속 패터닝 후에, 광학 현미경(DS-Fi1 디지털 카메라 및 NIS-엘러먼트즈(Elements) D 소프트웨어를 장착한 모델 이클립스(ECLIPSE) LV100D, 미국 뉴욕주 멜빌 소재의 니콘(Nikon)), 주사 전자 현미경(SEM, 모델 JSM-6400, 일본 도쿄 소재의 제올 리미티드(JEOL Ltd)), 및 헤이즈-가드(헤이즈-가드 플러스, 미국 메릴랜드주 콜럼비아 소재의 비와이케이 가드너)를 사용하여 금속 패터닝을 특성화하였다. 금속 패터닝 내의 라인 특징부들의 폭을 측정하기 위해 현미경 기술을 사용하였다. 메시-그리드 코팅된 필름의 투과율 및 탁도를 측정하기 위해 헤이즈-가드를 사용하였다. 광학적으로 투명한 접착제(쓰리엠 제품)를 이용하여 패터닝된 필름을 유리 상에 라미네이팅한 후에, 헤이즈-가드 측정을 행하였다. 금속 패터닝에서의 라인 특징부들의 가시성의 정도(사람의 육안에 의한 관찰)를 기술하기 위해 높음, 중간 및 낮음의 가시성 인자를 할당하였다.

[0145] 예 6

[0146] 상기 기술한 절차에 따라 박막 금의 육각형 메시 그리드 패터닝을 제조하고 특성화하였다. 잉크 용액은 5 mM의 농도로 에탄올 중에 용해된 옥타데실티올을 포함하였다. 잉크 용액을 20시간 동안 스탬프의 배면에 접촉시켰다. 스탬핑 시간은 10초였다. 도 1은 완성된 박막 금 마이크로패터닝으로부터 기록된 SEM 현미경 사진을 제공한다. 실제 라인 폭은 대략 1.63 마이크로미터였다. 개구 면적의 퍼센트를 측정된 라인 폭 및 400 마이크로미터의 설계된 에지간 폭에 기초하여 재계산하였으며, 99.2%이다. 금 육각형 메시 그리드 코팅된 필름의 광학적 특성을 헤이즈-가드에 의해 측정하였다. 탁도 및 투과율이 각각 대략 1.14% 및 91.6%였다. 높은 가시성이 이 예에 할당되었는데, 그 이유는 1.63 마이크로미터의 라인 폭 및 400 마이크로미터의 에지간 폭을 갖는 금 육각형 메시 패터닝이 쉽게 보일 수 있기 때문이다.

[0147] 예 7 내지 예 15

[0148] 박막 금의 육각형 메시 그리드 패터닝을 예 1에 기술된 절차에 따라 제조하고 특성화하였다. 각각의 예에 대한 실제 라인 폭을 SEM을 사용하여 측정하였으며 표 1에 열거하였다. 이어서, 개구 면적의 퍼센트를 실제 라인 폭 및 설계된 에지간 폭에 기초하여 재계산하였으며, 표 1에 열거하였다. 표 1은 또한 헤이즈-가드에 의해 측정된 각각의 예에 대한 탁도 값 및 투과율 값과 각각의 예에 할당된 가시성 인자를 제공한다.

[0149] 예 16

[0150] 상기 기술한 절차에 따라 박막 금의 정사각형 메시 그리드 패터닝을 제조하고 특성화하였다. 잉크 용액은 10 mM의 농도로 에탄올 중에 용해된 옥타데실티올을 포함하였다. 잉크 용액을 20시간 동안 스탬프의 배면에 접촉시켰다. 스탬핑 시간은 10초였다. 실제 라인 폭은 광학 현미경을 사용하여 대략 4.73 마이크로미터였다. 개구 면적의 퍼센트를 측정된 라인 폭 및 320 마이크로미터의 설계된 피치에 기초하여 재계산하였으며, 97.0%이다. 금 정사각형 메시 그리드 코팅된 필름의 광학적 특성을 헤이즈-가드에 의해 측정하였다. 탁도 및 투과율이 각각 대략 1.58% 및 88.6%였다. 높은 가시성이 이 예에 할당되었는데, 그 이유는 4.73 마이크로미터의 라인 폭 및 320 마이크로미터의 피치를 갖는 금 정사각형 메시 패터닝이 쉽게 보일 수 있기 때문이다.

[0151] 예 17 내지 예 23

[0152] 박막 금의 정사각형 메시 그리드 패터닝을 예 11에 기술된 절차에 따라 제조하고 특성화하였다. 각각의 예에 대한 실제 라인 폭을 광학 현미경을 사용하여 측정하였으며, 표 1에 열거하였다. 이어서, 개구 면적의 퍼센트를 실제 라인 폭 및 설계된 피치에 기초하여 재계산하였으며, 표 1에 열거하였다. 표 1은 또한 헤이즈-가드에 의해 측정된 각각의 예에 대한 탁도 값 및 투과율 값과 각각의 예에 할당된 가시성 인자를 제공한다.

[0153] 예 24

[0154] 상기 기술한 절차에 따라 박막 은의 육각형 메시 그리드 패턴을 제조하고 특성화하였다. 은-코팅된 기판은 스퍼터링에 의해 제조하였다. 잉크 용액은 5 mM의 농도로 에탄올 중에 용해된 옥타데실티올을 포함하였다. 잉크 용액을 20시간 동안 스탬프의 배면에 접촉시켰다. 스탬핑 시간은 10초였다. 도 2는 완성된 박막 은 마이크로 패턴으로부터 기록된 SEM 현미경 사진을 제공한다. 실제 라인 폭은 대략 2.43 마이크로미터였다. 개구 면적의 퍼센트를 측정된 라인 폭 및 600 마이크로미터의 설계된 에지간 폭에 기초하여 재계산하였으며, 99.2%이다. 금 육각형 메시 그리드 코팅된 필름의 광학적 특성을 헤이즈-가드에 의해 측정하였다. 탁도 및 투과율이 각각 대략 1.19% 및 91.8%였다. 높은 가시성이 이 예에 할당되었는데, 그 이유는 2.43 마이크로미터의 라인 폭 및 600 마이크로미터의 에지간 폭을 갖는 은 육각형 메시 패턴이 쉽게 보일 수 있기 때문이다.

[0155] 예 25 내지 예 32

[0156] 박막 은의 육각형 메시 그리드 패턴을 예 19에 기술된 절차에 따라 제조하고 특성화하였다. 각각의 예에 대한 실제 라인 폭을 SEM을 사용하여 측정하였으며 표 1에 열거하였다. 이어서, 개구 면적의 퍼센트를 실제 라인 폭 및 설계된 에지간 폭에 기초하여 재계산하였으며, 표 1에 열거하였다. 표 1은 또한 헤이즈-가드에 의해 측정된 각각의 예에 대한 탁도 값 및 투과율 값과 각각의 예에 할당된 가시성 인자를 제공한다.

[0157] 예 33

[0158] 상기 기술한 절차에 따라 박막 은의 정사각형 메시 그리드 패턴을 제조하고 특성화하였다. 은-코팅된 기판을 열 증발에 의해 제조하였다. 잉크 용액은 10 mM의 농도로 에탄올 중에 용해된 옥타데실티올을 포함하였다. 잉크 용액을 20시간 동안 스탬프의 배면에 접촉시켰다. 스탬핑 시간은 10초였다. 실제 라인 폭은 광학 현미경을 사용하여 대략 5.9 마이크로미터였다. 개구 면적의 퍼센트를 측정된 라인 폭 및 320 마이크로미터의 설계된 피치에 기초하여 재계산하였으며, 96.3%이다. 은 정사각형 메시 그리드 코팅된 필름의 광학적 특성을 헤이즈-가드에 의해 측정하였다. 탁도 및 투과율이 각각 대략 1.77% 및 88.9%였다. 높은 가시성이 이 예에 할당되었는데, 그 이유는 5.9 마이크로미터의 라인 폭 및 320 마이크로미터의 피치를 갖는 은 정사각형 메시 패턴이 쉽게 보일 수 있기 때문이다.

[0159] 예 34 내지 예 40

[0160] 박막 은의 정사각형 메시 그리드 패턴을 예 28에 기술된 절차에 따라 제조하고 특성화하였다. 각각의 예에 대한 실제 라인 폭을 광학 현미경을 사용하여 측정하였으며, 표 1에 열거하였다. 이어서, 개구 면적의 퍼센트를 실제 라인 폭 및 설계된 피치에 기초하여 재계산하였으며, 표 1에 열거하였다. 표 1은 또한 헤이즈-가드에 의해 측정된 각각의 예에 대한 탁도 값 및 투과율 값과 각각의 예에 할당된 가시성 인자를 제공한다.

표 1

예 번호	금속 유형	메시 기하학적 형상	라인 폭 (μm)	개구 면적 비율 (%)	타도 (%)	투과율 (%)	라인의 가시성	영역 ¹
6	금	육각형	1.63	99.2	1.14	91.6	높음	2
7	금	육각형	2.92	99.0	1.04	91.6	높음	2
8	금	육각형	2.91	99.0	1.2	91.5	높음	2
9	금	육각형	1.92	98.7	1.37	91.4	중간	1
10	금	육각형	2.14	97.9	1.61	91.2	낮음	1
11	금	육각형	1.84	98.2	1.62	90.9	낮음	1
12	금	육각형	2.65	98.2	1.42	90.8	중간	1
13	금	육각형	2.69	97.3	1.76	90.6	낮음	1
14	금	육각형	1.13	97.7	2.57	90.3	낮음	2
15	금	육각형	2.27	97.7	1.78	90.3	낮음	1
16	금	정사각형	4.73	97.0	1.58	88.6	높음	2
17	금	정사각형	3.01	96.2	2.33	88.4	중간	2
18	금	정사각형	4.7	94.1	1.95	86.0	중간	2
19	금	정사각형	3.01	92.5	3.77	85.6	낮음	2
20	금	정사각형	4.49	91.4	2.77	83.3	낮음	2
21	금	정사각형	3.18	87.3	5.45	81.1	낮음	3
22	금	정사각형	4.73	88.2	3.11	80.9	낮음	3
23	금	정사각형	2.82	86.9	6.68	79.1	낮음	3
24	은	육각형	2.43	99.2	1.19	91.8	높음	2
25	은	육각형	2.18	99.3	1.45	91.7	높음	2
26	은	육각형	1.92	99.0	1.39	91.5	높음	2
27	은	육각형	2.44	98.4	1.62	91.3	중간	1
28	은	육각형	0.94	99.1	1.92	91.2	낮음	1
29	은	육각형	2.18	98.6	1.92	91.0	중간	1
30	은	육각형	2.55	97.5	1.93	90.8	낮음	1
31	은	육각형	1.81	98.2	1.96	90.7	낮음	1
32	은	육각형	2.89	97.1	2.04	90.0	낮음	1
33	은	정사각형	5.9	96.3	1.77	88.9	높음	3
34	은	정사각형	3.35	95.8	2.46	88.0	중간	2
35	은	정사각형	5.57	93.1	2.55	86.2	중간	3
36	은	정사각형	2.76	93.1	3.99	85.0	낮음	2
37	은	정사각형	5.74	89.1	3.49	83.6	낮음	3
38	은	정사각형	5.7	85.8	4.09	80.8	낮음	3
39	은	정사각형	2.98	88.1	5.69	80.2	낮음	3
40	은	정사각형	2.78	87.1	7.0	77.6	낮음	3

¹ 영역은 도 24에 도시 및 표시된 상이한 영역들을 지칭함.

[0161]

[0162]

예 41

[0163]

도 27, 도 28 및 도 29에 개괄적으로 나타낸 바와 같이 공히-양도된 미국 가출원 제61/032,273호에 기재된 바와 같은 마이크로접촉 인쇄 및 에칭을 사용하여 투명 센서 요소를 제조하고, 터치 센서 구동 장치와 조합하였다. 이어서, 장치를 시험하기 위해서 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. 이 예는 마이크로 접촉 인쇄 및 에칭 기술(공계류 중인 미국 특허 출원 제61/032,273호를 또한 참조)을 사용하여 터치 센서에 사용되는 마이크로-도체 패턴을 형성하였다.

[0164]

투명 센서 요소의 형성

[0165]

제1 패턴화된 기관

[0166]

125 마이크로미터(μm)의 두께를 갖는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)로 이루어진 제1 가시광 기관을 열 증발 코터(thermal evaporative coater)를 사용하여 100 nm 은 박막으로 증기 코팅하여 제1 은 금속화된 필름을 생성하였다. PET는 미국 델라웨어주 월밍톤 소재의 이. 아이. 듀폰 디 네모아(E.I. du Pont de Nemours)로부터 제품 번호 ST504로서 구매가능하였다. 은은 미국 위스콘신주 밀워키 소재의 세락 인크.(Cerac Inc.)로부터 99.99% 순도(pure) 3 mm 샷(shot)으로 구매가능하였다.

- [0167] 3 mm의 두께를 갖는, PDMS라고 하며 미국 미시간주 미들랜드 소재의 다우 케미칼 컴퍼니(Dow Chemical Co.)로부터 제품 번호 실가드(Sylgard) 184로서 구매가능한 제1 폴리(다이메틸실록산) 스탬프를, 표준의 포토리소그래피 기술을 사용하여 이미 패터닝되어 있는 10 cm 직경 규소 웨이퍼(때때로 당업계에서 "마스터"로 지칭됨)에 맞대어 성형하였다. PDMS를 규소 웨이퍼 상에서 2시간 동안 65°C에서 경화시켰다. 그 후에, PDMS를 웨이퍼로부터 벗겨내어, 용기된 특징부의 패턴, 제1 연속 육각형 메시 패턴 및 제2 불연속 육각형 메시 패턴을 갖는 2개의 상이한 저밀도 영역을 갖는 제1 스탬프를 생성하였다. 즉, 용기된 특징부는 에지-공유 육각형의 에지를 한정한다. 불연속 육각형은 라인 세그먼트 내에 선택적 중단부를 포함하는 것이다. 선택적 중단부는 10 μm 미만의 길이를 가졌다. 중단부는 대략 5 μm 로 설계되고 추정되었다. 이들의 가시성을 감소시키기 위해, 바람직하게는 중단부들은 10 μm 미만, 더 바람직하게는 5 μm 이하, 예를 들어 1 내지 5 μm 이어야 하는 것으로 밝혀졌다. 각각의 용기된 육각형 외곽선 패턴은 2 μm 의 높이를 가졌으며, 97% 내지 99% 개구 면적에 대응하는 1% 내지 3%의 면적 커버리지, 및 폭이 2 내지 3 μm 인 라인 세그먼트를 가졌다. 제1 스탬프는 또한 500 μm 폭의 트레이스들을 한정하는 용기된 특징부들을 포함하였다. 제1 스탬프는 육각형 메시 패턴 영역 및 트레이스를 갖는 제1 구조화된 면 및 반대편의 제2의 실질적으로 평평한 면을 가졌다.
- [0168] 스탬프를 구조화된 면을 위로 하여 2 mm 직경의 유리 비드들을 포함하는 유리 페트리 접시(Petri dish) 내에 배치하였다. 따라서, 제2의 실질적으로 평평한 면이 유리 비드와 직접 접촉하였다. 이 비드는 스탬프를 접시의 기부로부터 밀어올리는 역할을 하며, 이는 이하의 잉크 용액이 본질적으로 스탬프의 평평한 면의 전부와 접촉할 수 있게 한다. 에탄올 중의 1-옥타데칸티올(미국 오레곤주 포틀랜드 소재의 티씨아이 아메리카로부터 구매가능한 제품 번호 C18H3CS, 97%)의 10 밀리몰 잉크 용액을 스탬프 아래의 페트리 접시 내로 피펫팅하였다. 잉크 용액은 스탬프의 제2의 실질적으로 평평한 면과 직접 접촉하였다. 잉크가 스탬프 내로 확산된 충분한 잉킹 시간(예를 들어, 3시간) 후에, 제1 스탬프를 페트리 접시로부터 제거하였다. 잉킹된 스탬프를 구조화된 면을 위로 하여 작업 표면 상에 배치하였다. 제1 은 금속화된 필름을 핸드-헬드 롤러를 사용하여 스탬프의 현재 잉킹된 구조화된 표면 상으로 적용함으로써 은 필름이 구조화된 표면과 직접 접촉하였다. 금속화된 필름을 15초 동안 잉킹된 스탬프 상에 남겨 두었다. 이어서, 제1 금속화된 필름을 잉킹된 스탬프로부터 제거하였다. 제거된 필름을 (i) 0.030 몰 티오우레아(제품 번호 T8656, 미국 미주리주 세인트 루이스 소재의 시그마-알드리치) 및 (ii) 탈이온수 중의 0.020 몰 질산제이철(제품 번호 216828, 시그마-알드리치)을 함유한 은 에칭제 용액 내에 3분 동안 넣어 두었다. 에칭 단계 후에, 얻어진 제1 기판을 탈이온수로 세정하였고, 질소 가스로 건조하여 제1 패터닝된 표면을 얻었다. 잉킹된 스탬프가 제1 금속화된 기판의 은과 접촉한 경우, 은은 에칭 후에 남아 있었다. 따라서, 은을 잉킹된 스탬프와 은 필름 사이에 접촉이 이루어지지 않은 위치로부터 제거하였다.
- [0169] 도 27, 도 27a 및 도 27b는 현재 에칭되고 패터닝된 은 금속화된 필름을 포함하는 면인 기판의 제1 면 상에서 복수의 제1 불연속 영역(704)들 사이에 교대로 있는 복수의 제1 연속 영역(702)들을 갖는 제1 패터닝된 기판(700)을 도시한다. 기판은 실질적으로 덮이지 않은 PET 필름인 반대편의 제2 면을 갖는다. 제1 영역(702)들 각각은 일 단부에 배치된 대응하는 500 μm 폭의 전도성 트레이스(706)를 갖는다. 도 27a는 육각형 메시 구조를 형성하는 복수의 연속 라인들을 갖는 제1 영역(702)의 분해도를 도시한다. 도 27b는 불연속 육각형 메시 구조를 형성하는 복수의 불연속 라인(각각의 육각형에서 선택적 중단부들로 도시됨)들을 갖는 제1 불연속 영역(704)의 분해도를 도시한다. 영역(702, 704)의 각각의 메시 구조는 97% 내지 99% 개구 면적을 가졌다. 각각의 라인 세그먼트는 2 내지 3 μm 였다.
- [0170] 제2 패터닝된 기판
- [0171] 제2 패터닝된 기판은 제2 은 금속화된 필름을 생성하기 위해 제2 가시광 기판을 사용하여 제1 패터닝된 기판과 같이 제조하였다. 제2 불연속 육각형 메시 패턴 사이에 개재된 제2 연속 육각형 메시 패턴을 갖는 제2 스탬프를 생성하였다.
- [0172] 도 28, 도 28a 및 도 28b는 제2 기판의 제1 면 상에서 복수의 제2 불연속 영역(724) 사이에 교대로 있는 복수의 제2 연속 영역(722)을 갖는 제2 패터닝된 기판(720)을 도시한다. 제2 영역(722)들 각각은 일 단부에 배치된 대응하는 500 μm 폭의 제2 전도성 트레이스(726)를 갖는다. 도 28a는 육각형 메시 구조를 형성하는 복수의 연속 라인들을 갖는 하나의 제2 영역(722)의 분해도를 도시한다. 도 28b는 불연속 육각형 메시 구조를 형성하는 복수의 불연속 라인(각각의 육각형에서 선택적인 중단부들로 도시됨)을 갖는 하나의 제2 불연속 영역(724)의 분해도를 도시한다. 선택적 중단부는 10 μm 미만의 길이를 가졌다. 중단부는 대략 5 μm 로 설계되고 추정되었다. 이들의 가시성을 감소시키기 위해, 바람직하게는 중단부들은 10 μm 미만, 더 바람직하게는 5 μm 이하, 예를 들어 1 내지 5 μm 이어야 하는 것으로 밝혀졌다. 영역(722, 724)의 각각의 메시 구조는 97% 내지 99% 개구 면

적을 가졌다. 각각의 라인 세그먼트는 2 내지 3 μm 였다.

[0173] 투사형 정전용량 터치 스크린 센서 요소의 형성

[0174] 상기 제조된 제1 및 제2 패턴화된 기판을 다음과 같이 2층 투사형 정전용량 터치 스크린 투명 센서 요소를 생성하는 데 사용하였다.

[0175] 제1 및 제2 패턴화된 기판을 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터의 옵티컬리 클리어 라미네이팅 어드히시브 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. 다층 구조물을 옵티컬리 클리어 라미네이팅 어드히시브 8141을 사용하여 0.7 mm 두께의 플로트 글래스(float glass)에, 제1 기판의 제1 면이 플로트 글래스에 근접하도록, 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.

[0176] 투명 센서 요소의 상호 커패시턴스 측정을 하는 데 사용된 집적 회로는 PIC18F87J10 (미국 애리조나주 쉐들러 소재의 마이크로칩 테크놀로지(Microchip Technology)), AD7142 (미국 매사추세츠주 노우드 소재의 아날로그 디바이스즈(Analog Devices)), 및 MM74HC154WM (미국 메인주 사우스 포틀랜드 소재의 페어차일드 세미컨덕터(Fairchild Semiconducto))였다. PIC18F87J10은 시스템의 마이크로컨트롤러였다. 이는 MM74HC154WM가 구동하는 센서 바아의 선택을 제어하였다. 이는 또한 적절한 측정을 행하도록 AD7142를 구성하였다. 이 시스템의 사용은, 당업계에 공지된 바와 같이, 다수의 교정 값을 설정하는 것을 포함하였다. 이 교정 값은 터치 스크린마다 다를 수 있다. 이 시스템은 16개의 상이한 바아를 구동할 수 있었고, AD7142는 12개의 상이한 바아를 측정할 수 있다. AD7142의 구성은 변환할 채널들의 수, 얼마나 정확하게 또는 빠르게 측정을 하는지, 커패시턴스에서의 오프셋이 적용되어야만 하는지, 그리고 아날로그-디지털 변환기에 대한 연결을 선택하는 것을 포함하였다. AD7142로부터의 측정은 투명 센서 요소의 매트릭스에서 전도성 바아 사이의 교차점의 커패시턴스를 나타내는 16 비트 값이었다.

[0177] AD7142는, 그의 측정을 완료한 후에, 인터럽트를 통해 마이크로컨트롤러에게 신호를 하여 데이터를 수집하도록 지시한다. 마이크로컨트롤러는 이어서 SPI 포트를 통해 데이터를 수집하였다. 데이터가 수신된 후에, 마이크로컨트롤러는 MM74HC154WM를 그 다음 구동 라인으로 증분시키고 AD7142에서의 인터럽트를 클리어시켜 그 다음 데이터 세트를 받도록 그에 신호하였다. 이상으로부터의 샘플링이 계속 실행되고 있는 동안에, 마이크로컨트롤러는 역시 직렬 인터페이스를 통해 모니터를 갖는 컴퓨터로 데이터를 전송하고 있었다. 이 직렬 인터페이스에 의해, 당업자가 잘 알고 있는 간단한 컴퓨터 프로그램이 AD7142로부터의 원시 데이터를 렌더링할 수 있고 값이 터치와 터치 없음 사이에서 어떻게 변하는지를 알 수 있었다. 컴퓨터 프로그램은 16 비트 값의 값에 따라 디스플레이에 걸쳐 상이한 컬러를 렌더링하였다. 16 비트 값이 소정의 값 미만일 때, 교정에 기초하여, 디스플레이 영역이 백색으로 렌더링되었다. 임계치를 초과하는 경우, 교정에 기초하여, 디스플레이 영역이 녹색으로 렌더링되었다. 데이터가 4 바이트 헤더(0xAAAAAA), 1 바이트 채널(0x00 - 0x0F), 24 바이트의 데이터(정전용량 측정치를 나타냄), 및 캐리지 리턴(carriage return)(0x0D)의 포맷으로 비동기적으로 전송되었다.

[0178] 시스템의 시험 결과

[0179] 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, 모니터의 대응하는 위치에서의 컬러 변화(백색에서 녹색으로)의 형태로 렌더링하였다. 유리 표면에 대해 2개의 손가락 터치가 동시에 이루어졌을 때, 컴퓨터 모니터는 터치 감지 영역 내에서 행해지고 있는 터치들의 위치들을, 모니터의 대응하는 위치들에서의 컬러 변화(백색에서 녹색으로)의 형태로 렌더링하였다. 유리 표면에 대해 3개의 손가락 터치가 동시에 이루어졌을 때, 컴퓨터 모니터는 터치 감지 영역 내에서 행해지고 있는 터치들의 위치들을, 모니터의 대응하는 위치들에서의 컬러 변화(백색에서 녹색으로)의 형태로 렌더링하였다.

[0180] 예 42

[0181] 마이크로복제된 전극의 일 실시예는 약 2 mm 내지 약 5 mm의 중심간 거리로 분리되어 있는, 약 0.5 내지 약 5 마이크로미터의 폭(도 5의 Y 치수)을 갖는 평행한 도체들을 포함한다. 예를 들어, 도 8 및 도 9와 관련하여 기술한 공정을 사용하여, 인접한 도체들의 그룹들이 전기적으로 상호연결되어 총 폭이 1 mm 내지 10 mm인 전극들을 형성할 수 있다.

[0182] 본 명세서 및 참고 문헌에 기술된 방법을 사용하여 PET의 투명 기판 상에 폭(도 5의 X 치수)이 10 μm 이고 깊

이(도 5의 Z 치수)가 20 μm 이며 4 mm 간격으로 이격된 직사각형 마이크로복제된 홈들을 형성함으로써 트레이스들을 제조하였다. 홈들의 평행 어레이는 폭이 100 mm였다. 홈들을 PET 웨브 방향으로 인쇄하였으며, 따라서 그들의 길이는 웨브의 길이였다(>20 미터).

[0183] 홈들을 컨덕티브 잉크젯 테크놀로지스(Conductive Inkjet Technologies, CIT)에 의해 제조된 씨드 잉크로 충전하였다. 실크 스크리닝과 유사한 공정으로 닥터 블레이드(doctor blade)를 사용하여 얇은 잉크 층을 홈들 상에서 평탄화하고 이어서 잉여분을 제거하였다. 이어서, 씨드 잉크를 UV 광을 사용하여 경화시켰다. 이어서, 잉크-충전된 홈들을 갖는 기판을 구리로 무전해 도금하였다. 생성된 마이크로도체들은 각각 폭이 대략 9.6 μm 였다. 잉크 충전, UV 경화 및 무전해 도금 공정은 CIT에 의해 수행되었다. 폭이 <10 μm 이고, 깊이가 20 μm 이고, 2 mm 이격되어 있는 홈들을 갖는 기판을 갖는 마이크로도체를 또한 기술된 공정을 이용하여 제조하였다.

[0184] 마이크로-와이어 도체를 이용하는 전극 설계

[0185] 이제 도 29 내지 도 36을 참조하면, 다수의 상이한 마이크로-와이어 전극 실시예들이 나타내어져 있다. 전술된 마이크로-와이어 인쇄 기술은 개별 전극 패턴에 엄청난 설계상의 유연성을 제공한다. 그러한 설계상의 유연성은 성능 특성을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 미국 특허 출원 공개 제2010/0026,664호, "복합 전극을 갖는 터치 감응 장치(Touch Sensitive Devices with Composite Electrodes)"에 추가로 기술된 바와 같이, 투과성으로 지칭되는 특징 - 즉, 전극을 통한 전계의 통과가 손가락과 같은 포인팅 물체와 용량 결합하는 것을 허용하는 경향 - 을 개선하도록 전극 설계를 조정하는 것이 가능하다. 일부 배열에서, 투과성인 상부 전극은 상부 전극과 하부 전극이 서로 교차하는 곳에 위치되는 하부 전극과 포인팅 물체(즉, 손가락) 사이의 용량 결합을 보다 잘 허용할 수 있다. 이는 전극의 보다 나은 신호-대-잡음 성능을 허용할 수 있다. 그러나, 전극 내 구멍 또는 간극은 이들을 사용자에게 보다 가시적으로 눈에 띄도록 만들 수 있으며, 이는 일반적으로 바람직하지 않다. 이하에 개시된 실시예들은 일반적으로 기준 메시 상에 구조화되고, 연속적 및 불연속적 마이크로-와이어 도체들의 구역을 포함하며, 이로 인해 전극 패턴화를 눈에 덜 띄게 만드는 일관된 시각적 특징 및 개선된 전기적 성능 둘 모두가 얻어질 수 있다.

[0186] 도 29는 본 발명의 제1 실시예에 따른 센서 전극의 일부분을 예시한다. 도 29의 센서 전극 패턴은 예를 들어 도 28에 예시된 전극 대신에 채용될 수 있다. 도 29의 센서 전극은 제1 특성 평균 셀 간격(810a)을 갖는 불연속적 마이크로-와이어의 제1 기준 메시로 구성된 제1 패턴, 및 제1 패턴의 네트워크로부터 개조된 제2 패턴을 포함한 셀(810)들의 2개의 일치하는 마이크로패턴으로부터 형성되며 - 여기서 제2 패턴은 제1 패턴과 일치함 -, 단일 전극(817)을 형성하는 연속적 마이크로-와이어 구조들의 네트워크(810b)를 포함한다. 전극은 제1 패턴 또는 제2 패턴과 동일하거나 유사할 수 있는 제3 패턴을 따르는 불연속적 마이크로-와이어들의 내부 영역(815)을 포함한다.(이러한 도 29에서, 제1 및 제2 및 제3 패턴은 제1 격자 메시 - 축에서 45도 벗어난 반복되는 정사각형들 - 후에 모델링되는 동일한 패턴이지만, 다른 실시예에서, 제1, 제2, 및 제3 패턴은 동일할 수 있거나 상이할 수 있다). 내부 영역(815)은 제1 특성 평균 셀 간격보다 상당히 더 큰 치수를 갖는다.

[0187] 제1, 제2, 및 제3 패턴의 선택은 감지 장치의 활성 구역 전체에 걸쳐 균일한 광학적 특성을 확립하도록 설계된다. 일 실시예에서, 제1, 제2, 및 제3 패턴은 모두 동일한 패턴, 즉 도 29에서 볼 수 있는 바와 같은 제1 격자 메시에 기초한다. 평균 셀 간격은, 메시지를 형성하는 패턴화된 마이크로-와이어의 폭과 함께, 광학 투과율 및 반사율과 같은 전체적인 센서 특성에 주로 영향을 미치는 광학 밀도 및 밀에 있는 메시의 평균 개구 면적을 결정한다. 밀에 있는 메시의 특정 국부 영역이 전도성인지(제2 패턴) 또는 그렇지 않은지(제1 및 제3 패턴)는 마이크로-와이어의 길이를 따른 작은 (그리고 거의 보이지 않는) 중단부들의 패턴화에 의해 결정된다. 제1 패턴, 즉 도 29의 밀에 있는 격자 메시는 그의 축이 인쇄 페이지에 대해 45도 배향된 단순한 정사각형들의 어레이로부터 형성된다. 대안적인 설계는 삼각형, 피라미드형, 사다리꼴, 평행사변형, 육각형, 또는 다른 반복 형상을 사용하는 격자 메시 패턴을 제한 없이 포함한 도 29에 도시된 격자 메시 패턴을 포함할 수 있음이 이해될 것이다. 일부 실시예에서, 어레이를 이루는 셀들은 직선 변을 갖는 다각형일 수 있고; 다른 실시예에서, 어레이된 셀들의 경계는 만곡형, 볼록형, 또는 오목형일 수 있다. 어레이를 구성하는 복수의 셀은 면적이 동일할 필요는 없지만, 광학 밀도의 목적으로, 국부적 평균 셀 간격은 바람직하게는 감지 장치 전체에 걸쳐 균일하게 유지된다. 대안적인 실시예에서, 어레이들 중 임의의 것의 주축은 임의의 임의적인 각도를 따라 배치될 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 패턴 격자 메시는 셀들의 규칙적인 반복 어레이로 구성될 필요가 없고, 대신에 임의의 식별가능한 주축 없이, 금속 마이크로-와이어들의 랜덤 네트워크로부터 형성될 수 있다. 금속 와이어들의 의사-랜덤 네트워크가 여전히 균일한 광학적 특성을 확립할 수 있는 국부적 평균 셀 간격에 의해 특성화되는 것이 바람직할 수 있다. 심지어 금속 마이크로-와이어들의 랜덤 네트워크도 와이어의 길이를 따른 적절한 수의 작은 중단부들

의 패턴화에 의해 국부적으로 전도성 또는 비-전도성으로 될 수 있다.

- [0188] 3개의 패턴 각각은 평균 셀 간격에 의해 특성화된다. 특성 셀 간격은 10 마이크로미터 내지 1 밀리미터 사이에서 변동될 수 있지만, 광학적 투과율 및 패턴 가시성의 이유로, 일 실시예에서의 셀 간격은 바람직하게는 100 내지 350 마이크로미터의 범위 내이다. 마이크로-와이어 도체는 0.2 마이크로미터 내지 10 마이크로미터의 폭으로 패턴화될 수 있다. 일 실시예에서, 마이크로-와이어 폭은 3 마이크로미터 미만, 그리고 바람직하게는 2 마이크로미터 미만이다.
- [0189] 전극(817)을 포함하는 전기적으로 불연속적인 패턴인 도 29에 예시된 제2 패턴은 일 실시예에서 제1 패턴의 메시에 일치한다. 제2 패턴의 설계는 터치 센서를 위한 전극의 전기적 기능 및 회로를 확립한다. 도 29의 제2 패턴은 수직으로 배향된 연속적으로 전도성인 전극으로서 설계되며, 이는 센서 전극 어레이 중의 복수의 상부 열(column) 전극들 중 하나로서 기능한다. 도 29에 도시된 패턴은 상부 전극 어레이 중 하나이지만, 또한 하부 전극 어레이 중 하나일 수도 있다. 대안적인 실시예에서, 도 29의 제2 패턴과 유사한 제2 패턴이 임의의 임의의 각도를 따라 지향되는 전극을 형성할 수 있다.
- [0190] 도 29의 제2 패턴에 의해 확립되는 센서 전극은 제3 패턴에 따른 내부 영역(815)을 포함한다. 내부 영역은, 일부 실시예에서 제1 패턴과 매우 유사하거나 동일한, 불연속적인 또는 단속적인 마이크로-와이어들의 메시지를 포함한다. 내부 영역은 일부 실시예에서 임의의 방향으로 가로질러 350 마이크로미터 초과와 치수를 포함한다. 제3 패턴에 의해 형성되는 내부 영역 내에서, 제1 패턴의 밑에 있는 메시는 간극 내의 메시지를 비-전도성으로 만들기 위해 마이크로-와이어들을 따른 중단부를 포함한다. 내부 영역은 일 실시예에서 제1 패턴과 일치하도록 패턴화된다.
- [0191] 도 29의 제2 패턴에 도시된 내부 영역(815)은 센서 전극(817)의 길이를 따라 배열될 수 있는 더 많은 내부 영역들 중 단지 2개를 나타낸다. 예를 들어, 이들 내부 영역 중 하나 이상이 하부 전극들과 관련된 교차 지점 위에 중심을 두고 배치될 수 있으며, 내부 영역들은 하부 전극 간격과 동일한 피치를 갖는다. 도 29의 열 전극들 내의 비-전도성 내부 영역 또는 구멍의 존재는 손가락 또는 임의의 접지된 물체가 행(row) 전극 및 열 전극 중 하나의 교차점 부근에 배치된 때 센서에 의해 검출되는 정전용량 차이 신호를 증가시킨다. 내부 영역의 존재는 밑에 있는 행 전극으로부터 나오는 전계에 대한 열 전극의 투과성을 증가시킨다. 일 실시예에서, 열 전극의 제2 패턴 내의 내부 영역은 제1 또는 제2 패턴의 적어도 2개의 메시 셀과 동일한 거리에 걸쳐 있다. 추가 실시예에서, 제3 패턴에 의해 규정되는 전극 내 내부 영역은 임의의 패턴 방향에서 제1 패턴 또는 제2 패턴의 평균 셀 간격(또는 메시 크기)의 적어도 2배만큼 커야 한다. 보통, 가로질러 350 마이크로미터만큼 큰, 열 전극 내의 임의의 패턴화된 마이크로패턴을 갖지 않는 내부 영역(즉, 베어 홀(bare hole))이 사람의 눈에 띄기에 충분히 클 것이다. 그러나, 도 29에서, 내부 영역은 내부 영역을 사람의 눈에 사실상 보이지 않게 만드는 균일한 광학 밀도를 달성하기 위해 (도 29에 도시된 실시예에서 언급된 바와 같이 동일한) 제1 또는 제2 패턴의 메시의 연속으로 채워진다. 다시 말해서, 제1 패턴은 기준 메시지를 확립하는 것으로 생각될 수 있고, 제2 및 제3 패턴은 이러한 기준 메시에 일치한다. 이러한 방식으로, 가로질러 1 내지 5 mm만큼 큰 전극 내의 내부 영역이 패턴 가시성의 위험이 감소된 상태로 센서 전극 내에 설계될 수 있다.
- [0192] 일부 실시예에서 도 29의 제2 패턴에 의해 확립되는 센서 전극의 폭 "A"는 200 마이크로미터 내지 10 밀리미터의 범위 내일 수 있다.
- [0193] 도 30a는 제2 실시예에 따른 센서 전극의 일부분을 예시한다. 도 30a의 센서 전극 패턴은 도 28에 예시된 수직 전극 대신에 채용될 수 있다. 도 30a의 센서 전극은 제1 특성 평균 셀 간격을 갖는 제1 메시로 구성된 제1 패턴, 및 제1 패턴의 네트워크로부터 개조된 제2 패턴 - 여기서 제2 패턴은 전도성 전극(817B)을 포함함 -, 및 전극(817B) 내의 내부 영역(815B)들을 포함하는 제3 패턴을 포함한 일치하는 마이크로패턴들로부터 형성되며, 내부 영역들은 제1 특성 평균 셀 간격보다 상당히 더 큰 내부 치수를 갖는다. 도 30a에 예시된 제1 마이크로패턴은 도 29에 채용된 밑에 있는 메시 패턴과 동일하다. 금속 마이크로-와이어들의 정육각형 메시 패턴 또는 랜덤 네트워크를 포함한, 도 29에 관하여 기술된 대안적인 메시 패턴들 중 임의의 것이 유용하게 대체될 수 있다.
- [0194] 상부 센서 전극의 기능적 기하학적 형상을 확립하는 도 30a의 제2 패턴은 국부적으로 제1 패턴으로부터의 단일 평균 셀만큼만 넓은 전극을 생성하도록 밑에 있는 메시 셀들의 연속적 체인을 전도성으로 만드는 것에 의해 형성된다. 그러나, 도 30a의 완성된 센서 전극은 밑에 있는 제1 패턴의 셀들로부터 모두 형성되는 전도성 체인들의 뒤얹힌 사다리 또는 격자 구조물로 이루어진다. 사다리의 가로대(rung)들 사이에서 또는 제2 패턴의 격자의 바인(vine)들 사이에서, 제1 패턴의 밑에 있는 메시는 마이크로-와이어들 내의 작은 중단부들에 의해 비-전도성으로 되어, 내부 영역(815B)을 형성한다. 도 30a에 도시된 실시예에서, 내부 영역을 포함하는 제3 패턴은 제1

및 제2 패턴과 동일하다. 다른 실시예에서, 이들은 상이할 수 있다. 도 30a의 특정 예에서, 제2 패턴의 전도성 셀들은 보다 큰 다이아몬드들의 연결된 어레이 또는 상부구조로서 배열되며, 패턴은 도면의 수직 축을 따라 연속적으로 연장된다. 다이아몬드의 대향 변들에 있는 전도성 체인들 사이의 거리는 밑에 있는 메시 구조로부터 정확히 7개 셀이다. 따라서, 도 29와 유사한 방식으로, 도 30의 전극 패턴은 제2 패턴의 전도성 트레이스들에 의한 일련의 비-전도성 내부 영역들을 포함한다. 이들 큰 비-전도성 영역들은 도 30a에 예시된 센서 전극의 투과성을 증가시키며; 간극은 (손가락과 같은) 접지된 물체가 행 전극과 열 전극의 교차점 부근에 배치된 때 센서에 의해 검출되는 정전용량 차이 신호를 증가시킨다.

[0195] 일 실시예에서 도 30a의 제2 패턴에 의해 확립되는 그의 가장 넓은 지점에서의 센서 전극의 폭은 200 마이크로미터 내지 10 밀리미터의 범위 내이다.

[0196] 도 30a에서, 보다 큰 다이아몬드 상부구조를 형성하는 데 사용되는 전도성 트레이스들은 밑에 있는 메시 구조, 또는 기준 메시로부터의 단일 셀만큼만 넓다. 대안적인 실시예에서, 전도성 트레이스는 폭이 2개, 3개, 4개, 또는 그 초과인 셀만큼 넓을 수 있다. 추가로, 상부구조의 전도성 트레이스들은 그들의 길이를 따라 폭이 균일할 필요는 없다. 도 30a와 유사한 제2 패턴의 전도성 체인들은, 그의 폭이 대안적으로 밑에 있는 메시로부터의 1개, 2개, 또는 3개의 셀을 포함하는 섹션들로 구성될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 제1 마이크로패턴이 금속 마이크로-와이어들의 랜덤 네트워크로 형성되는 경우, 상부구조 내 전도성 섹션의 폭은 특정 평균 셀 간격보다 큰 임의의 평균 분수에 의해 특성화될 수 있다. 예를 들어, 전도성 트레이스의 유효 폭은 평균 셀 간격의 1.1배, 또는 1.6배, 또는 평균 셀 간격의 2.3배일 수 있다.

[0197] 도 30a에서, 제2 패턴 상부구조의 전도성 트레이스 내에 메시 격자를 형성하는 마이크로-와이어들은 단속적인 트레이스들로서 도시되어 있다. 따라서, 전도성 트레이스는 비등방성 전도성 양태를 갖는데, 여기서 제2 패턴 내의 전도성 트레이스의 방향에 직교하는 방향에서의 전도성은 전도성 트레이스의 길이를 따른 전도성과 비교해 매우 낮다. 그러나, 대안적 실시예에서, 제2 패턴의 전도성이 최대화되고 비등방성이 되도록, 전도성 트레이스들 내의 마이크로-와이어들 모두가 중단부 없이 패턴화될 수 있다.

[0198] 이제, 도 30b를 참조하면, 도 30a에 관하여 도시된 것과 유사한 전극 구성이 도시되지만, 이 경우에는 전극(817b)으로부터 전기적으로 격리되고 전기적으로 불연속적인 내부 영역(815b) 내에 있는 섬(island)(819)을 추가로 포함한다. 섬(819)은 이 실시예에서 패턴 1, 패턴 2, 및 패턴 3을 형성하는 밑에 있는 메시 패턴에 따른, 그리고 그와 일치하는 전기적으로 연속적인 마이크로-와이어들로 형성된다. 도 30c는 가능한 전극 구성의 추가 실시예를 도시한다.

[0199] 도 31a는 전극의 추가 실시예를 예시한다. 도 31a의 센서 전극은 제1 특정 평균 셀 간격을 갖는 제1 메시로 구성된 제1 패턴, 및 제1 패턴의 네트워크로부터 개조된 제2 패턴 - 여기서 제2 패턴은 전도성 전극(817C)을 포함함 -, 및 전극(817C) 내의 내부 영역(815C)들을 포함하는 제3 패턴을 포함한 일치하는 마이크로패턴들로부터 형성되며, 내부 영역들은 제1 특정 평균 셀 간격보다 상당히 더 큰 내부 치수를 갖는다. 도 31a에 예시된 제1 마이크로패턴은 도 29에 관하여 개시된 것과 동일한 밑에 있는 메시 패턴을 이용한다. 금속 마이크로-와이어들의 정육각형 메시 패턴 또는 랜덤 네트워크를 포함한, 도 29에 관하여 기술된 대안적인 메시 패턴들 중 임의의 것이 유용하게 대체될 수 있다. 전도성 전극의 기능적 형태를 확립하는 도 31a의 제2 패턴은 밑에 있는 메시로부터의 전기적으로 연속적인 또는 비단속적인 전도성 셀들을 포함한다. 전극(817C)을 형성하는 도 31a에서의 제2 패턴의 전도성 트레이스들은 격자형 구조로서 배열된다. 격자 구조의 일부 부분에서, 전도성 트레이스는 밑에 있는 메시 구조 또는 기준 메시로부터의 2개 셀의 폭이고, 격자의 다른 부분에서, 전도성 트레이스는 단 1개 셀의 폭이다. 전도성 트레이스들 사이에 형성된 내부 영역은 수평 방향으로 4개 셀의 폭 및 수직 방향으로 9개 셀의 높이이다. 밑에 있는 제1 패턴의 광학 밀도는 센서 전체에 걸쳐 모든 위치에서 일정하게 유지되며, 그 결과 도 31a에서의 격자(전도성 상부구조)의 특정 기하학적 형상은 사실상 사람의 눈에 띄지 않을 것이다.

[0200] 일부 실시예에서 도 31a의 제2 패턴에 의해 확립되는 센서 전극(817C)의 폭은 200 마이크로미터 내지 10 밀리미터의 범위 내이다.

[0201] 도 31b는 도 31a에 관하여 도시된 전극 구성에 대한 변형을 도시한다. 전극(817cc)은 전극(817cc)에 전기적으로 연결되고 그로부터 외향으로 연장되는 분기 요소(branching element)(818)를 포함한다. 도 31a에 관하여 도시된 실시예에서, 분기 요소는 내부 영역 내로 연장된다. 분기 요소는 (내부 영역과 관련된 패턴인) 제3 패턴과 일치한다. 분기 요소의 패턴은 또한 제1 패턴의 기준 메시와 일치한다. 분기 요소는 연속적 마이크로-와이어들로 구성된다.

- [0202] 임의의 2개의 분기 요소 사이의 거리는 밑에 있는 메시의 평균 특성 셀 간격과 동일하거나 그보다 크다. 전극(817cc)에 관하여 도시된 분기 요소(818)들은 내부 영역(815c)의 제3 패턴 메시 내의 2개의 특성 셀 간격과 동일한 거리만큼 이격된다. 대안적인 실시예에서, 분기 요소들 사이의 분리를, 대체로 밑에 있는 기준 간격의 정수배 만큼 증가시키거나 감소시킴으로써, 보다 큰 또는 보다 작은 밀도의 분기 요소들이 내부 영역 내에 제공될 수 있다. 이러한 방식으로, 이들 내부 영역과 관련된 전계에 대한 투과도의 품질은 특정 응용에 맞게 조정될 수 있다.
- [0203] 전극(817cc)에 사용되는 연속적 마이크로-와이어 도체는 특성 평균 폭을 가지며, 분기 요소들의 폭은 동일하다; 즉, 분기 요소들은 전극(817cc)의 트렁크 부분(trunk portion)을 포함하는 전기적으로 연속적인 마이크로-와이어 도체들의 기하학적 형상을 가질 수 있다.
- [0204] 도 31c는 도 31a 및 도 31b에 관하여 도시된 전극 구성에 대한 또 추가의 변형을 도시한다. 전극(817ccc)은 도 31a 및 도 31b에 관하여 도시된 내부 영역을 포함하지 않는다. 전극(817ccc)은 주 전극 트렁크(819)를 가지며, 밑에 있는 기준 메시와 일치하는 연속적 마이크로-와이어들로 각각 형성되는 분기 요소(818)들이 트렁크로부터 외향으로 연장된다. 분기 요소는 밑에 있는 기준 메시 패턴과 또한 일치하는 전기적으로 불연속적인 또는 단속적인 마이크로-와이어들을 포함하는 제1 패턴의 주위 구역 내로 외향으로 연장된다. 밑에 있는 기준 메시의 각각의 셀은 특성 평균 셀 간격을 가지며, 분기 요소들 사이의 거리는 적어도 1개 셀이다. 도시된 실시예에서, 각각의 분기 요소들은 하나 이하의 말단 구역에서 전극 트렁크에 결합된다. 전극(817ccc)의 주 트렁크는 제1 방향을 따라 배치되고, 분기 요소는 제1 방향에 대해 실질적으로 횡방향에 있는 방향을 따라 외향으로 연장된다.
- [0205] 분기 요소(818)의 길이는 기준 메시의 특성 평균 셀 간격보다 크다. 일부 실시예에서, 분기 요소는 특성 평균 셀 간격보다 5배 초과로 길 수 있으며, 다른 실시예에서 분기 요소는 특성 평균 셀 간격보다 10배 초과로 길 수 있다. 도 31c에서 전극(817ccc)에 부착되는 분기 요소(818)는 복수의 상이한 길이를 포함한다. 일부 실시예에서, 길이는 전도성 전극에 대한 바람직한 외곽선 또는 형상에 일치하도록 선택된다. 예를 들어, 함께 취해진 전극(817ccc)의 분기 요소들은 중심 트렁크 상에 중심설정된 다이아몬드 형상에 일치한다.
- [0206] 전극(817ccc)의 정전용량 감도 및 위치의 함수로서의 그의 투과성은 분기 요소(818)들 사이의 간격 및 길이에 있어서의 설계된 변동에 의해 조정될 수 있다. 예를 들어, 전극(817ccc)의 분기 요소들은 밑에 있는 기준 메시의 1개 셀 간격만큼 이격된다. 대안적인 실시예에서, 분기 요소들은 2개 또는 3개 셀 간격의 거리만큼 이격될 수 있다.
- [0207] 도 27 및 도 28에 예시되어 있는 바와 같이, 터치 센서는 통상적으로 서로 평행하게 배치되는 복수의 전극을 채용한다. 그러나, 센서의 정전용량 터치 응답은 평행한 터치 전극들을 가로질러 그리고 이들 사이에서 통과되는 작은 물체에 대해 항상 균일한 것은 아니다. 도 31c에 예시된 것들과 유사한 분기 요소(818)들은 평행한 전극들 사이의 공간을 채우고 센서 응답을 평탄화하는 데 사용될 수 있다. 평행한 터치 전극들로부터 외향으로 연장되고 그들 사이에 배치되는 마이크로-와이어 분기 요소들을 채용함으로써, 각각의 전극의 센서 응답은 총 백그라운드 정전용량에 비교적 거의 추가하지 않으면서 개선될 수 있다. 일부 실시예에서, 이웃하는 전극들로부터의 마이크로-와이어 분기 요소들은 터치 전극들 사이의 공간들에 인터리빙되거나 뒤섞일 수 있다. 터치 전극들의 이러한 뒤섞임은 터치 응답이 터치 물체의 작은 크기에 무관하게 2개의 이웃하는 전극 각각으로부터 동시에 기록될 수 있음을 보장한다. 터치 위치가 종종 이웃하는 전극들로부터의 정전용량 신호의 보간으로서 계산되기 때문에, 평행한 전극들 사이의 분기 요소들의 뒤섞임을 제공하는 능력은 터치 센서로부터의 보고의 정확성을 개선한다.
- [0208] 도 32는 추가적인 전극 실시예를 예시한다. 도 32의 센서 전극은 특성 평균 셀 간격을 갖는 셀들로 구성된 제1 밑에 있는 기준 메시 패턴, 및 제1 패턴의 네트워크로부터 개조된 제2 패턴 - 여기서 제2 패턴은 전도성 전극(817c)을 포함함 -, 및 전극(817d) 내 내부 영역(815d)을 포함하는 제3 패턴을 포함함, 일치하는 마이크로패턴들로부터 형성된다. 제2 패턴은, 제1 패턴과 비교하여, 더 큰 특성 셀 간격을 갖는다. 제2 패턴은 슈퍼-셀(super-cell)들의 어레이를 포함하며, 여기서 슈퍼-셀들 각각은 제1 패턴으로부터의 셀들의 정수배를 포함한다(도 32에 도시된 슈퍼-셀에는 9개의 제1 패턴 셀이 포함됨). 제2 패턴의 특성 셀 간격은 제1 특성 셀 간격의 정수배(2 이상)이다(도 32에서 그 정수배는 3임). 전극(817d)을 규정하는 마이크로-와이어들은 모두 중단부 없이 패턴화되며, 연속적으로 전도성이다. 전극(817d)의 내부 영역은 (이 실시예에서는 제1 패턴과 동일한) 제3 패턴에 따라 패턴화되며, 마이크로-와이어의 길이를 따른 중단부들에 의해 비-전도성으로 되어, 내부 영역을 전기적으로 격리된 영역으로 만든다.

- [0209] 도 32의 센서 전극(817d)은 제2 패턴 내의 수퍼-셀들의 어레이에 의해 확립된다. 도 32의 제2 패턴 수퍼-셀 어레이는 수직 축을 따라 연속적으로 전도성인 전극(817d)을 확립하며, 예를 들어 도 28에 예시된 열 전극들 중 하나로서 채용될 수 있다. 도 32의 제2 패턴은 2개 및 3개의 수퍼-셀들의 교변에 의해 확립되는 폭을 갖는다. 도 32의 유효 전극 폭은 어디에서도 200 마이크로미터 내지 10 밀리미터의 범위 내일 수 있다.
- [0210] 도 29에 관하여 기술된 대안적인 메시 패턴들 중 임의의 것이 도 32에 도시된 바와 같은 일치하는 격자 구조로 구현될 수 있다. 예를 들어, 제2 전도성 패턴은 가로질러 900 마이크로미터일 수 있는 육각형 셀들로 구성될 수 있는 반면, 제1 패턴은 가로질러 300 마이크로미터의 육각형 셀들로 구성된다. 제1 패턴의 메시가 마이크로-와이어들의 의사-랜덤 네트워크로부터 형성되는 실시예에서, 제2 패턴이 또한 마이크로-와이어들의 랜덤 네트워크로서 설계될 수 있다. 이러한 의사-랜덤 실시예에서, 제2 특성 셀 간격이 제1 특성 셀 간격보다 큰 임의의 거리인 것이 가능하다. 그러나, 투과성에 있어서의 유용한 증가를 달성하기 위해, 제2 특성 셀 간격이 제1 특성 셀 간격의 적어도 2배인 것이 바람직하다.
- [0211] 도 27 및 도 28에 예시된 간단히-연결된 전극 기하학적 형성과 비교할 때, 도 32의 상부 전극에 대한 내부 영역(및 본 명세서에 논의된 다른 실시예에 관하여 기술된 대응하는 내부 영역)의 포함은 몇몇 이점을 제공할 수 있다. 도 32의 전극 구조의 투과성이 현저하게 향상된다. 예를 들어, 둘 모두의 전극에서의 밑에 있는 메시가 200 마이크로미터의 특성 간격(패턴의 광범위 광학 밀도를 결정하는 간격)을 갖는 셀들로 구성될 수 있지만, 도 32의 상부구조 전도성 메시(전극(17D)을 형성하는 제2 패턴)는 800, 1000, 또는 1200 마이크로미터의 훨씬 더 큰 특성 셀 간격을 가질 수 있다. 제2 패턴의 전도성 트레이스들 사이의 내부 영역은 밑에 있는 저부 전극으로부터의 전계의 침투를 허용한다. 비례적으로, 상부 전극과 저부 전극을 결합하는 전계의 보다 많은 비율이 센서 위로 연장되는 프링징장(fringing field)이 되며, 여기서 그것은 인근의 손가락 또는 전도성 물체와 유용하게 상호작용할 수 있다. 이들 프링징장의 비율 또는 유용성은 a) 상부 전극과 하부 전극을 분리하는 유전체의 두께; 또는 b) 센서 상에 배치된 손가락으로부터 상부 전극을 분리하는 덮개 유전체의 두께 중 어느 하나에 대한, 도 32의 전도성 제2 패턴에서의 간격의 비에 좌우될 수 있다. 일 실시예에서, 전도성 제2 패턴의 셀 간격이 전술된 두께 중 어느 하나 또는 둘 모두의 적어도 1/4이면 바람직할 수 있으며, 셀 간격이 이들 두께 중 어느 하나 또는 둘 모두의 적어도 1/2이면 보다 바람직할 수 있다. 상부구조 전도성 메시가, 도 32의 제2 패턴에서, 350 마이크로미터 초과, 그리고 일부 실시예에서 600 마이크로미터 초과인 셀 간격을 허용하기 때문에, 상부구조 메시는 1 밀리미터보다 더 두꺼운 그리고 일부 실시예에서 2 밀리미터보다 더 두꺼운 덮개 유전체를 갖는 투과성 센서 설계를 허용한다.
- [0212] 전극으로부터 전기적으로 격리된 전극의 패턴화된 내부 영역을 포함하는 본 명세서에 기술된 실시예는 제2 패턴의 전도성 트레이스가 전극의 표면적의 1% 미만, 그리고 많은 경우에 표면적의 0.5% 미만을 덮는 전극 구조를 가능하게 한다. 이들 작은 퍼센트는 개선된 투과성의 특징이다.
- [0213] 본 명세서에 기술된 실시예들은 투사형 정전용량 센서의 성능에 대한 다른 이점을 제공할 수 있다. 손가락의 존재 하에서 센서에 의해 검출되는 정전용량 차이 신호는 센서 전극의 투과성에 따라 증가하며, 동시에 손가락과 센서 전극 사이의 절대 용량 결합은 투과성이 덜한 전극에 비해 감소한다. 감지 기능을 저해할 수 있는 잡음 신호가 센서 전극과 손가락 사이의 정전용량에 따라 스케일링되는 경향이 있기 때문에, 도 32의 전도성 상부구조의 투과성 성질(또는 금속 트레이스에 의해 덮인 작은 상대 표면적)은 감지 신호를 개선하면서 동시에 센서의 잡음 민감성을 감소시킨다.
- [0214] 도 33은 추가 실시예를 예시한다. 도 33의 센서 전극은 제1 특성 평균 셀 간격을 갖는 제1 메시로 구성된 제1 패턴, 제1 패턴의 네트워크로부터 개조된 제2 패턴 - 여기서 제2 패턴은 전도성 전극(817e)을 포함함 -, 및 전극(817e) 내 내부 영역(810e)들을 포함하는 제3 패턴을 포함한, 일치하는 마이크로패턴들로부터 형성되며, 내부 영역들은 다양한 상이한 크기 및 형상을 갖는다. 전극(817e)을 규정하는 마이크로-와이어들은 중단부 없이 패턴화되고, 연속적으로 전도성이다. 전극(810e)의 내부 영역을 포함하는 제3 패턴의 셀들은 마이크로-와이어들의 길이를 따른 중단부들에 의해 전극(817e)으로부터 전기적으로 격리되게 된다.
- [0215] 도 32에 도시된 전극 구성에 관하여 도시된 것과는 대조적으로 제3 패턴, 즉 전극(817e)의 내부 영역(815e)은 균일하지 않다. 도 33에 도시된 전극의 좌측 및 우측 에지 부근에서, 내부 영역은 밑에 있는 메시 패턴(제1 패턴)의 셀들보다 4배 더 크다. 전극(817e)의 중심 축 부근에서, 내부 영역(815e)의 셀들은 단지 제1 패턴의 것의 2배이다.
- [0216] 전도성 전극을 포함하는 제2 패턴은 균일하지 않은 셀 간격에 의해 특성화된다. 도 32에 예시된 전도성 전극은 고정 및 특성 셀 간격을 갖는 수퍼-셀로서 특성화된 반면, 대조적으로 전극(817e) 내 상부구조 셀 간격은 위치

의 함수로서 변동된다. 전극(817e)의 좌측 에지 및 우측 에지를 따라 위치되는 연속적 메시의 셀 간격은 중심 축을 따라 발견되는 셀 간격보다 더 크다.

[0217] 도 33에서의 전도성 제2 패턴을 포함하는 메시 셀은 일반적으로 등방성이며, 이는 셀 치수가 2개의 직교 방향에서 거의 동일하고 밑에 있는 메시로부터의 셀 치수의 정수배(2 이상)임을 의미한다.

[0218] 도 29에 관하여 기술된 대안적인 메시 패턴들 중 임의의 것이 도 33에 도시된 바와 같은 일치하는 격자 구조에 채용될 수 있다. 예를 들어, 제2 전도성 패턴은 치수가 제1 패턴으로부터의 육각형 셀의 치수보다 2배 이상인 육각형 셀로 구성될 수 있다. 제1 패턴의 메시가 마이크로-와이어들의 의사-랜덤 네트워크로부터 형성되는 실시예에서, 전도성 제2 패턴 및 그의 전기적으로 격리된 내부 영역이 또한 마이크로-와이어들의 의사-랜덤 네트워크로서 설계될 수 있다. 이러한 의사-랜덤 실시예에서, 전도성 제2 패턴 내 와이어들 사이의 평균 거리는 밑에 있는 제1 패턴의 특성 평균 셀 간격의 적어도 2배일 수 있다.

[0219] 도 33에서의 전극(817e)의 중심 축을 따라, 도 31a, 도 31b, 및 도 31c에 도시된 실시예의 것과 유사한 전도성 트레이스 또는 트렁크가 설계되었다. 이러한 전도성 트렁크는 일련의 연결된 및 전도성 메시 셀들로 구성되며, 여기서 중심 트렁크는 밑에 있는 제1 패턴 또는 기준 메시 구조로부터의 단일 셀만큼만 넓다.

[0220] 터치 센서의 하나의 전기적 설계에서, 터치 센서의 정전용량 차이 신호는 손가락과 센서 전극 사이의 절대 정전용량에 비례한다. 도 32 및 도 33에 예시된 것들과 같은 전극의 경우에, 손가락과 센서 전극 사이의 정전용량은 제2 패턴 내 전도성 마이크로-와이어들의 개수 및 밀도에 따라 증가할 것이다. 전극(817e)의 설계는 센서 전극을 따른 그의 위치의 함수로서 센서와 물체(즉, 손가락) 사이의 정전용량의 변화를 허용할 수 있다. 센서 전극의 길보기 국부 중심점이 XX 위치에 위치된다. 제2 패턴 전도성 메시의 밀도는 물체가 수직선으로부터 멀리 XX 위치를 통해 좌측 또는 우측 중 어느 하나로 이동함에 따라 감소하고(또는 셀 간격이 증가함), 제2 패턴 메시의 밀도는 물체가 수평선으로부터 멀리 XX 위치를 통해 센서 전극의 상부 또는 저부 중 어느 하나를 향해 이동함에 따라 감소한다. 상부구조 메시의 밀도는 손가락이 중심점 XX로부터 멀어지는 방향으로 이동됨에 따라 대략 등방성으로 그리고 방사상으로 감소한다. 그 결과, 도 33의 제2 패턴 전도성 메시는 센서의 XX 중심점으로부터의 국부 거리의 함수로서 정전용량 차이 신호에 있어서의 변화를 허용한다. 센서 응답의 설계된 변화는 전극 구조 내 내부 영역들의 유사한 분포 또는 다양성을 포함하지 않는 센서와 비교할 때 훨씬 더 우수한 정확성으로 센서가 손가락 위치를 검출 및 해석하는 것을 가능하게 한다.

[0221] 도 33에 관하여 도시된 특정 실시예에서, 전극(817e)을 포함하는 제2 패턴의 셀 간격은 400 내지 1000 마이크로미터 사이에서 위치에 따라 변동한다. 제2 패턴 전도성 메시의 밀도 및 국부 정전용량은 1 mm 미만만큼 분리된 센서 상의 지점들 사이에서 현저하게 변동된다. 이 구조는 또한 5 내지 7 밀리미터의 이웃하는 센서 전극들 사이의 피치와 양립가능하다. 내부 영역의 변화를 갖는 그러한 구조는 작은 손가락의 위치 검출 및 1 mm만큼 작은 직경을 갖는 스타일러스의 위치 감지를 수용할 수 있다 - 이들 물체가 센서 전극들 사이의 피치보다 상당히 더 작은 경우에도 -.

[0222] 도 33 및 전극 설계의 다른 유사한 예시는 보다 긴 감지 전극의 일부분만을 예시함이 이해될 것이다. 도 33에 도시된 전체적인 메시 패턴은 다른 전극 어레이의 전극들의 피치에 따라, 수직 또는 열 전극의 총 길이를 따라 간격을 두고 반복될 수 있으며, 여기서 전극은 센서 어레이 내 복수의 상부 열 전극 중 하나이다. 전극(817e) 패턴의 국부 중심-점 XX는 행 전극과 열 전극의 교차점의 중심-점과 일치한다. 전극(817e) 패턴이 각각의 상부 전극의 길이를 따라 반복되기 때문에, 복수의 국부 중심점 XX는 행 전극과 열 전극 각각의 교차점에서 발견될 것이다.

[0223] 도 33의 제2 패턴에 의해 확립되는 센서 전극 중심점 XX의 피치는 200 마이크로미터 내지 10 밀리미터의 범위 내일 수 있다. 상부 또는 열 전극의 최대 수평 폭 또는 크기는 피치의 몇 분의 일인 임의의 폭일 수 있는데, 예를 들어 전극 폭은 피치의 20% 내지 피치의 98% 사이에서 변동할 수 있다. 교차하는 행 전극의 폭은 피치의 몇 분의 일인 임의의 폭일 수 있는데, 예를 들어 폭은 피치의 30% 내지 피치의 98% 사이에서 변동할 수 있다. 바람직하게는, 하부 또는 행 전극의 폭은 피치의 70% 내지 98%일 것이다.

[0224] 도 34는 전극 구성의 추가 실시예를 예시한다. 도 34의 센서 전극은 제1 특성 평균 셀 간격을 갖는 제1 메시로 구성되는 제1 패턴, 제1 패턴의 네트워크로부터 개조된 제2 패턴 - 여기서 제2 패턴은 전도성 전극(817f)을 포함함 - 및, 전극(817f) 내의 내부 영역(815f)들을 포함하는 제3 패턴 - 내부 영역들은 다양한 상이한 크기 및 형상을 가짐 - 을 포함한, 일치하는 마이크로패턴들로부터 형성된다. 제2 패턴의 셀들을 규정하는 마이크로-와이어들은 모두 중단부 없이 제공되고, 연속적으로 전도성이다. 전극(817f)의 내부 영역(815f)은 마이크로-와이

어의 길이를 따른 패턴 내의 중단부들에 의해 전기적으로 불연속적으로 되고 전극(817f)으로부터 격리되며 비-전도성으로 된다.

[0225] 도 34에 관하여 도시된 전극 내 제2 패턴의 셀 간격은, 도 33에서의 셀-크기 변동이 도 34에 도시된 것만큼 등방성이지 않음을 제외하고는, 도 33에 관하여 도시된 전극과 유사한 방식으로 센서를 따른 위치에 따라 변동된다. 도 34의 좌측 에지 및 우측 에지 부근에서, 전도성 제2 패턴의 셀은 밑에 있는 메시 패턴의 셀보다 4배 더 크다. 도 34의 수직 중심선 부근에서, 제2 패턴의 셀은 제1 패턴의 셀의 단지 3배이다. 도 34에서 상부구조 제2 패턴을 포함하는 셀은 직사각형이다. 예를 들어, "PP"로 표기된 상부-구조 셀은 수평선을 따라 밑에 있는 메시의 셀 치수의 4배인 폭, 및 수직선을 따라 밑에 있는 메시의 셀 치수의 8배인 높이를 갖는다.

[0226] 도 29에 관하여 기술된 대안적인 메시 패턴들 중 임의의 것이 도 34에 도시된 바와 같은 일치하는 격자 구조에 채용될 수 있다. 대략 직사각형인 상부-구조 셀은 여전히 폭이 대략 4개의 육각형 셀 폭만큼의 폭과 8개의 육각형 셀 폭만큼의 높이를 갖는 밑에 있는 육각형 셀들의 모음을 바운딩(bounding)함으로써 형성될 수 있다. 제1 패턴의 메시가 마이크로-와이어들의 의사-랜덤 네트워크로부터 형성되는 실시예에서, 전도성 제2 패턴이 또한 마이크로-와이어들의 의사-랜덤 네트워크로서 설계될 수 있다. 이러한 랜덤 실시예에서, 전도성 제2 패턴 내의 와이어들 사이의 평균 거리는 두 직교 방향을 따라 동일할 필요는 없다.

[0227] 도 34의 중심선을 따라, 앞서 기술된 실시예에서 채용된 것들과 유사한 제2 패턴 내의 전도성 트렁크가 도시되어 있다. 이러한 전도성 트렁크는 수직 축을 따른 단일-폭의 이웃한 메시 셀들의 윤곽들로 구성된다. 전도성 셀들의 이러한 중심 칼럼의 제3 패턴에 따른 내부 영역들을 포함하는 측방향 마이크로-와이어들은 단속적 트레이스들로서 유지된다.

[0228] 도 34의 상부-구조 전도성 메시에 대해, 정전용량의 변화가 센서 전극을 따른 위치의 함수로서 제공되었다. 센서 전극의 겹보기 국소 중심점이 QQ 위치에 위치된다. 상부-구조 전도성 메시의 밀도는 포인팅 물체가 수직선으로부터 멀리 QQ 위치를 통해 좌측 또는 우측 중 어느 하나로 수평으로 이동함에 따라 감소한다. 그러나, 손가락이 수평선으로부터 멀리 QQ를 통해 수직으로 이동함에 따라, 상부-구조 메시의 밀도는 거의 변하지 않는다. 따라서, 상부구조 메시의 밀도는 중심점 QQ로부터의 거리에 따라 등방성 변화를 갖지 않는다. 대신에, 도 34의 전극에 도시된 상부-구조는 수직 중심선을 중심으로 거울 대칭을 갖는 밀도 변화를 나타내도록 설계된다.

[0229] 도 35는 전극 구성의 추가 실시예를 예시한다. 도 35의 센서 전극은 제1 특성 평균 셀 간격을 갖는 제1 메시로 구성된 제1 패턴, 및 제1 패턴의 네트워크로부터 개조된 제2 패턴 - 여기서 제2 패턴은 다양한 보다 큰 셀 간격을 갖는 제2 상부구조 메시지를 포함함 - 을 포함함, 2개의 일치하는 마이크로패턴들로부터 형성된다. 제2 메시의 경계를 규정하는 마이크로-와이어들은 모두 중단부 없이 패턴화되고 연속적으로 전도성이다. 제2 패턴의 간극 내에 위치하는 제1 패턴의 셀은 마이크로-와이어의 길이를 따른 중단부에 의해 비-전도성으로 된다.

[0230] 도 35의 상부구조는, 도 35에서의 전극 패턴의 전체 폭 또는 크기가 도 34에 도시된 것보다 더 좁고, 상부구조 내 셀 간격의 변동이 훨씬 적게 선언되는 것을 제외하고는, 도 34의 상부구조와 유사하다. 전도성 제2 패턴을 포함하는 상부구조 셀은 직사각형이며, 밀도 변화는 수직 트렁크 또는 중심선을 중심으로 거울 대칭을 나타낸다.

[0231] 도 35에서의 센서 전극의 폭에 걸쳐 측정한다면, 상부구조 패턴은 6개의 수직 전도성 라인으로 구성되는 반면, 도 34에서의 패턴은 8개의 수직 전도성 라인으로 구성된다는 것을 알 것이다. 결과적으로, 도 35에서의 전극 패턴은 상부 전극과 손가락 사이의 보다 작은 총 정전용량을 가질 것이다. 일부 응용에서, 손가락에 대한 이러한 감소된 정전용량은 정전용량 센서의 출력에 대한 개선된 신호-대-잡음 비를 생성할 것이다. 그러나, 도 34에 도시된 패턴은 각각의 열을 따른 8개의 수직 라인을 갖는 전극이 전류의 흐름을 위한 보다 풍부한 경로를 제공하고 이에 의해 단속적인 또는 올바르게 않게 패턴화된 전도성 트레이스로 인한 불능 결합의 가능성이 더 낮은 상태로 제조될 수 있기 때문에 센서 제조업자에게 이점을 제공할 수 있다.

[0232] 그러나, 도 34 및 도 35에 관하여 도시된 전극의 전도성 메시에서의 보다 큰 상부구조 셀 간격으로 인해, 도 34 및 도 35의 센서 패턴에서의 손가락에 대한 총 정전용량은 센서 패턴이 밑에 있는 메시의 8개의 수직-연장 인근-이웃 셀들로부터 형성된다면 달성될 것보다 현저하게 더 적다. 결과적으로, 도 34 및 도 35에 도시된 전극은 유사한 폭을 갖는 간단히-연결된 메시-기반 전극 구조보다 손가락에 대한 더 낮은 정전용량 및 더 많은 양의 투과성을 나타낸다.

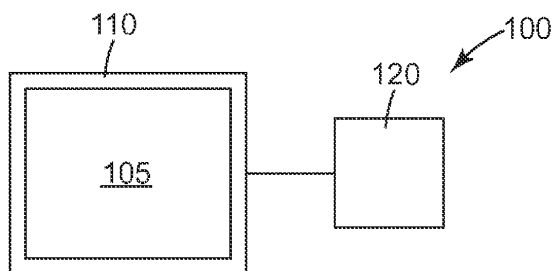
[0233] 도 35에 도시된 실시예의 변형에 있어서, 각각의 행 및 열 교차점의 수평 중심선을 따라 수직 트레이스로부터 좌측 및 우측으로 돌출하는 전도성 셀들의 측방향 격자 또는 연장(제2 패턴)이 추가될 수 있다. 이러한 전극

패턴의 측방향 연장은 상부 전극과 손가락 사이의 총 정전용량에 어느 정도 추가될 것이지만, 그것은 또한 손가락이 센서 전극의 길이를 따라 상하로 이동함에 따라 정전용량 차이 신호의 변동을 제공할 수 있다. 따라서, 전도성 셀의 측방향 연장은 센서 전극과 손가락 사이의 총 정전용량에 비교적 거의 추가되지 않으면서 위치 보고의 정확성을 개선할 수 있다.

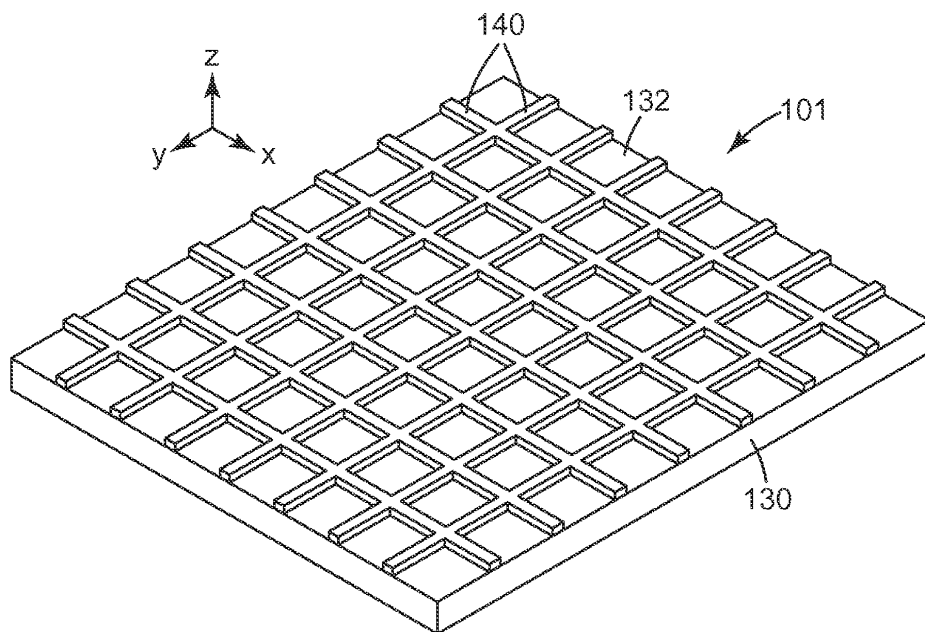
- [0234] 도 29 내지 도 35에 관한 실시예가 주로 상부 전극과 관련하여 기술되었지만, 유사한 설계 및 패턴화가 하부 전극에 대해 사용될 수 있다. 다시 말해, 하부 전극은 하부 전극으로부터 전기적으로 격리되어 있지만 중단부 또는 분기 요소를 갖는 패턴화된 마이크로도체를 포함하는 내부 영역을 포함할 수 있다.
- [0235] 도 36은 전극 구성의 추가 실시예를 예시한다. 도 36의 센서 전극은 제1 특성 평균 셀 간격을 갖는 제1 메시로 구성된 제1 패턴, 제1 패턴의 네트워크로부터 개조된 제2 패턴 - 여기서 제2 패턴은 전도성 전극을 포함함 -, 및 전극 내 내부 영역(815b)들을 포함하는 제3 패턴을 포함한다, 일치하는 마이크로패턴들로부터 형성되며, 내부 영역들은 다양한 상이한 크기 및 형상을 갖는다. 전극의 내부 영역(815b)은 마이크로-와이어의 길이를 따른 중단부들에 의해 전기적으로 불연속적으로 되고 전극으로부터 격리되며 비-전도성으로 된다.
- [0236] 도 36에 관하여 도시된 제2 패턴의 셀 간격은 전극 내 위치에 따라 변동된다. 그러나, 도 33 내지 도 35의 전극과는 대조적으로, 도 36에 도시된 실시예의 상부구조 셀은 예지와 비교할 때 전극의 중심에서 더 크다. 도 36의 다이아몬드 패턴의 중심 부근에서, 전도성 제2 패턴의 상부구조 셀은 밑에 있는 기준 메시의 셀보다 3배 더 크다. 그러나, 다이아몬드의 외측 코너 부근에서는 셀 크기가 더 작다.
- [0237] 도 36에 도시된 전극은 내부 영역(815b)을 포함한다. 내부 영역의 크기는 전극 내 위치의 함수로서 변동된다. 다이아몬드의 중심에서의 내부 영역은 외측 예지 부근에서 발견되는 것보다 더 크다.
- [0238] 도 36에 도시된 전극은 센서 전극을 따른 물체의 위치의 함수로서 센서와 물체(즉, 손가락) 사이에서의 정전용량 변동을 갖는 설계를 허용한다. 제2 패턴 전도성 메시의 밀도는 물체가 다이아몬드의 중심으로부터 예지를 향해 바깥쪽으로 이동함에 따라 증가한다(그리고 셀 간격은 감소한다). 상부구조 메시의 밀도는 손가락이 중심 점으로부터 멀어지는 방향으로 이동됨에 따라 대략 등방성으로 그리고 방사상으로 증가한다. 이러한 설계된 변동 투과성 또는 셀 간격은 일부 실시예에서 손가락이 전극을 가로질러 이동됨에 따라 센서 응답의 더욱 점진적인 변동을 허용할 수 있다.
- [0239] 도 37은 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. 요소(740)의 열 또는 행 전극은 본 명세서에 기술된 실시예에 따라 구성될 수 있다.
- [0240] 당업자라면 본 발명이 개시된 것 이외의 실시예들로 실시될 수 있다는 것을 알 것이다. 개시된 실시예들은 제한이 아니라 예시를 위해 제시된 것이며, 본 발명은 이어지는 특허청구범위에 의해서만 제한된다.

도면

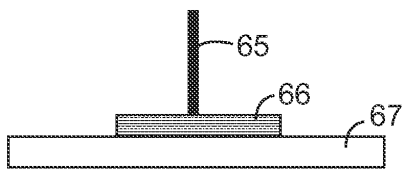
도면1



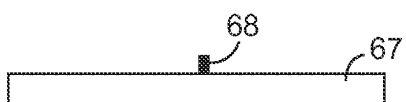
도면2



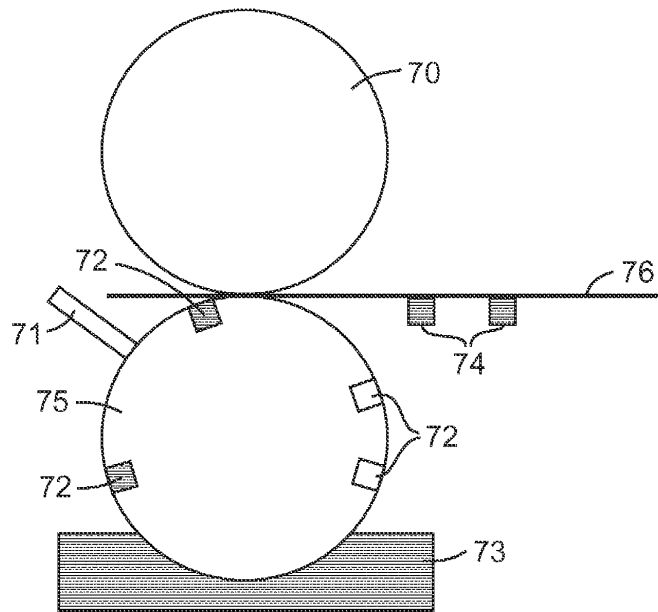
도면3a



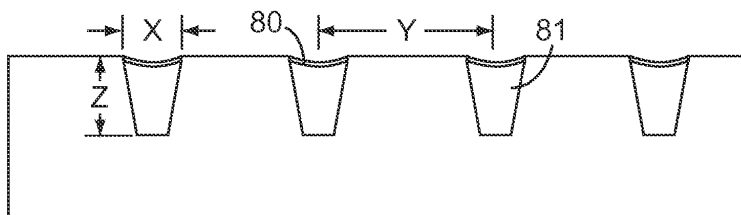
도면3b



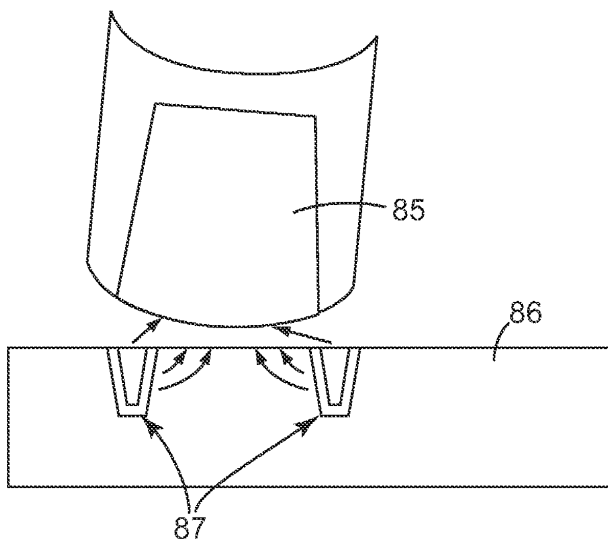
도면4



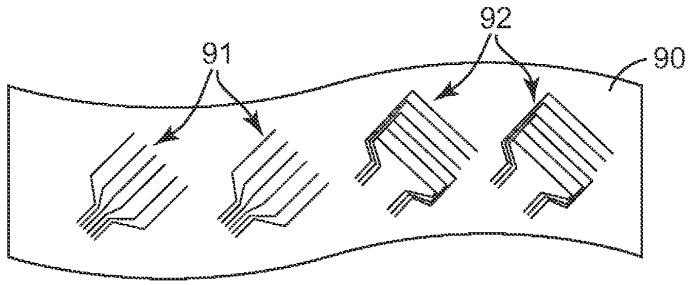
도면5



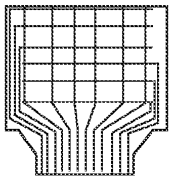
도면6



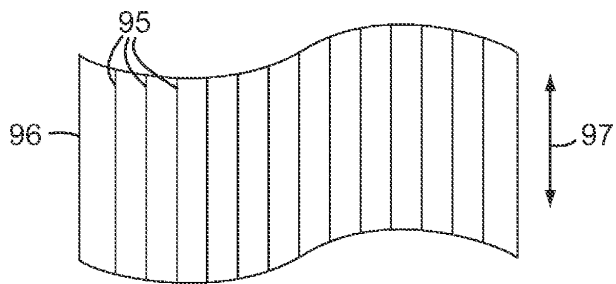
도면7a



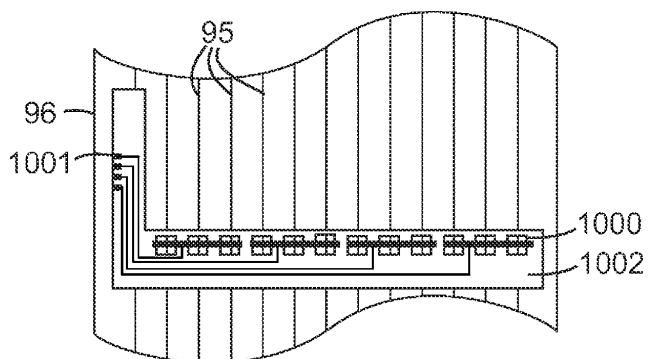
도면7b



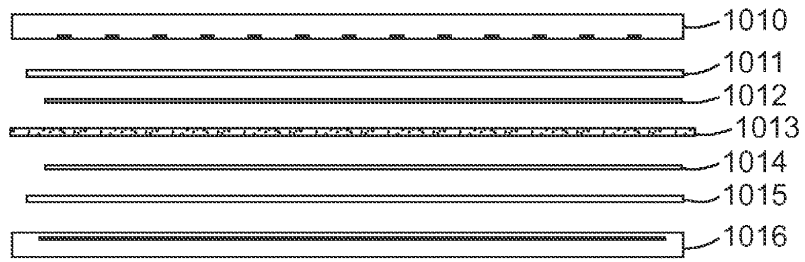
도면8



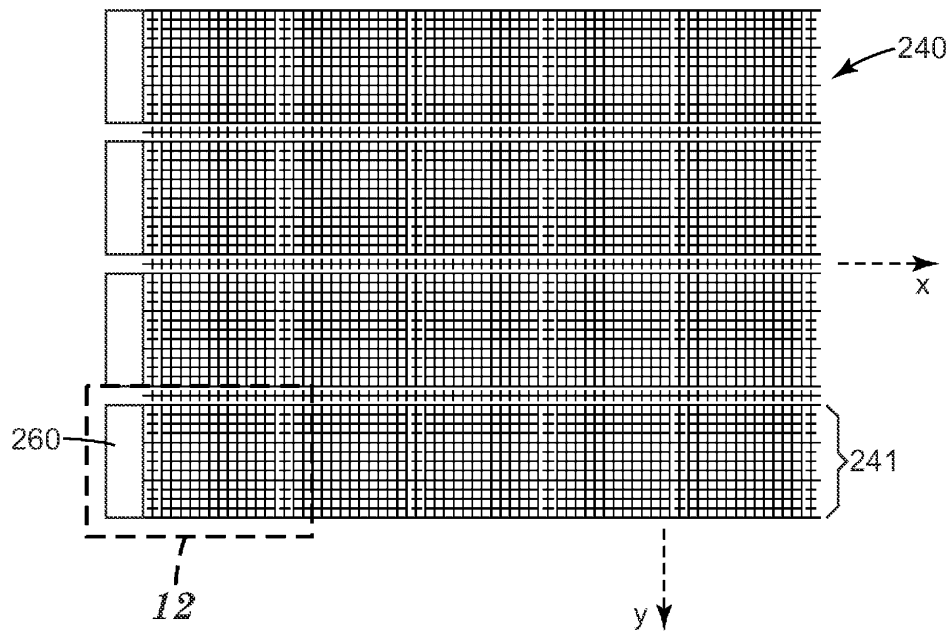
도면9



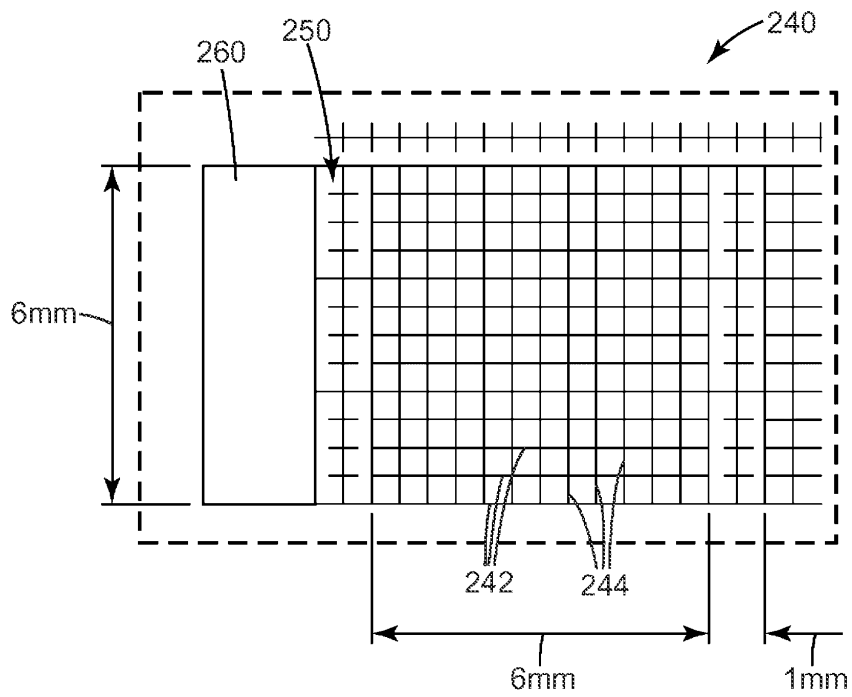
도면10



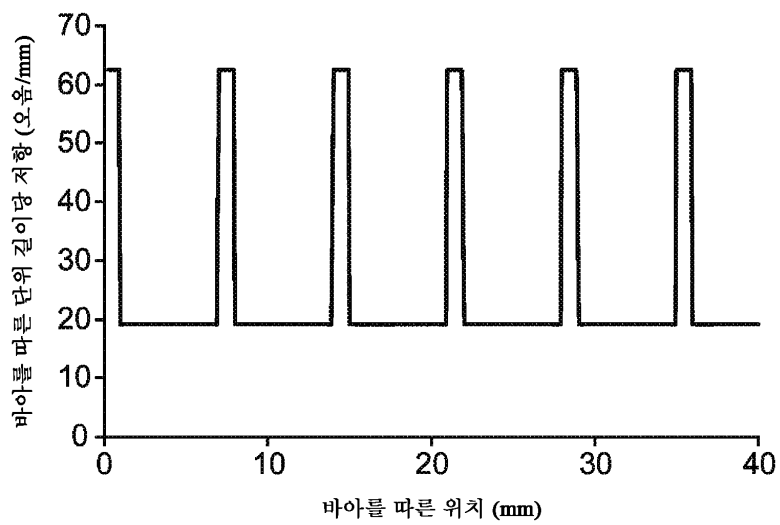
도면11



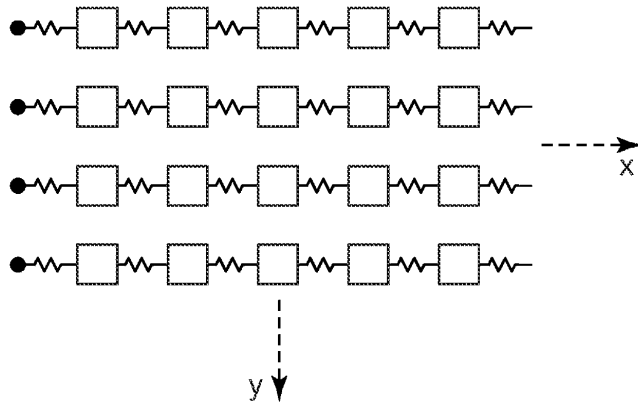
도면12



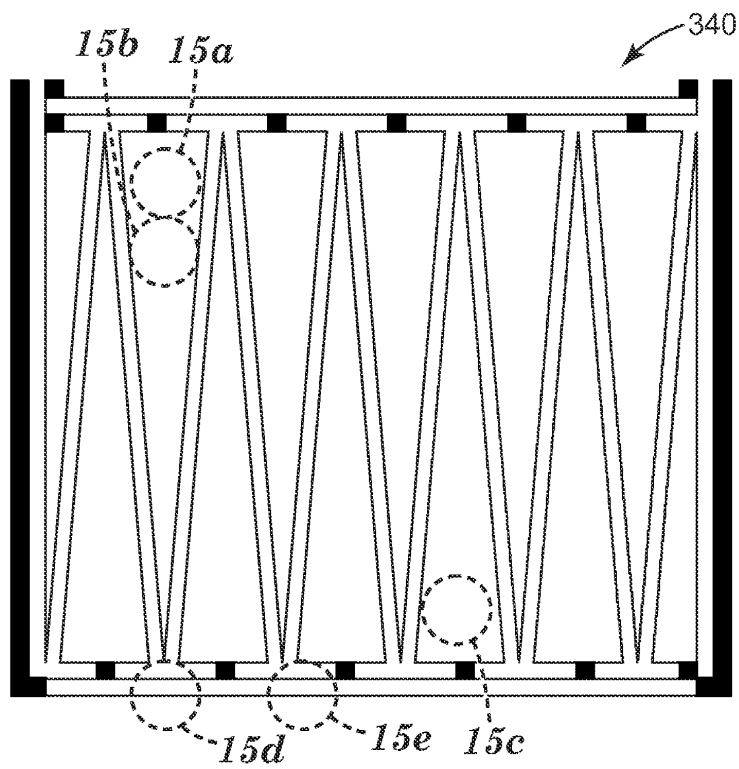
도면13



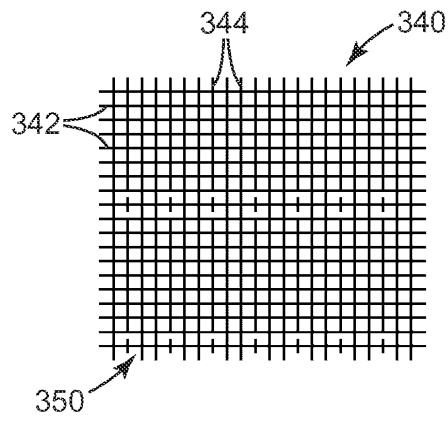
도면14



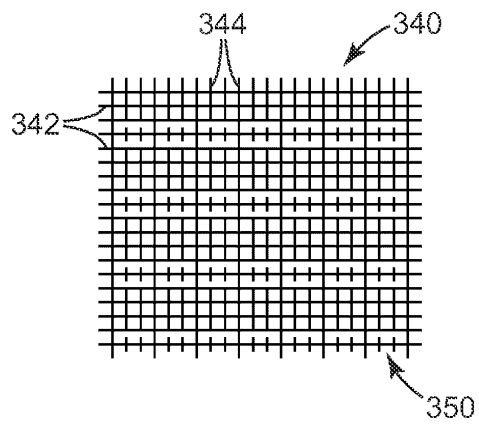
도면15



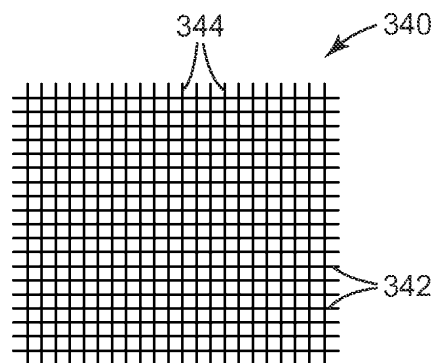
도면15a



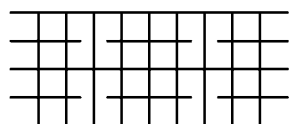
도면15b



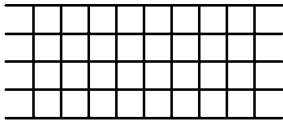
도면15c



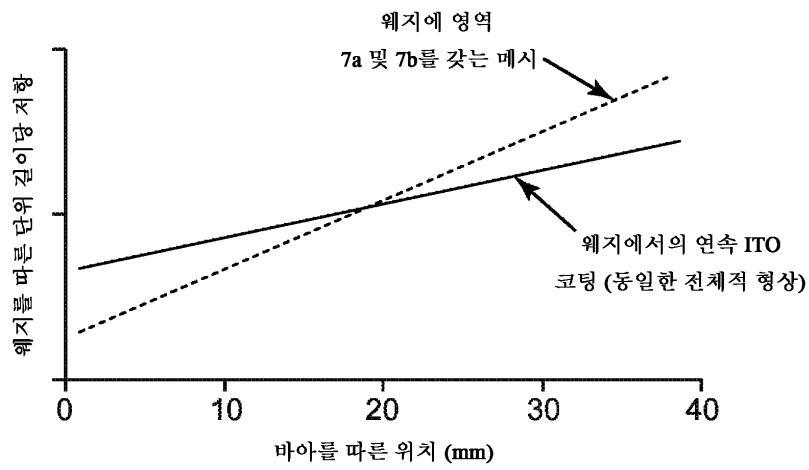
도면15d



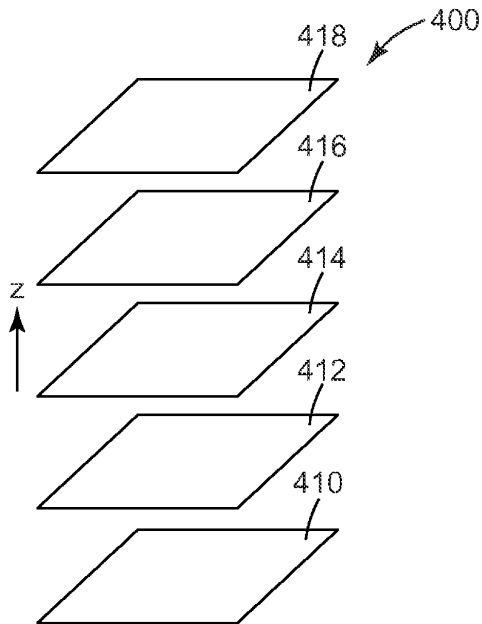
도면15e



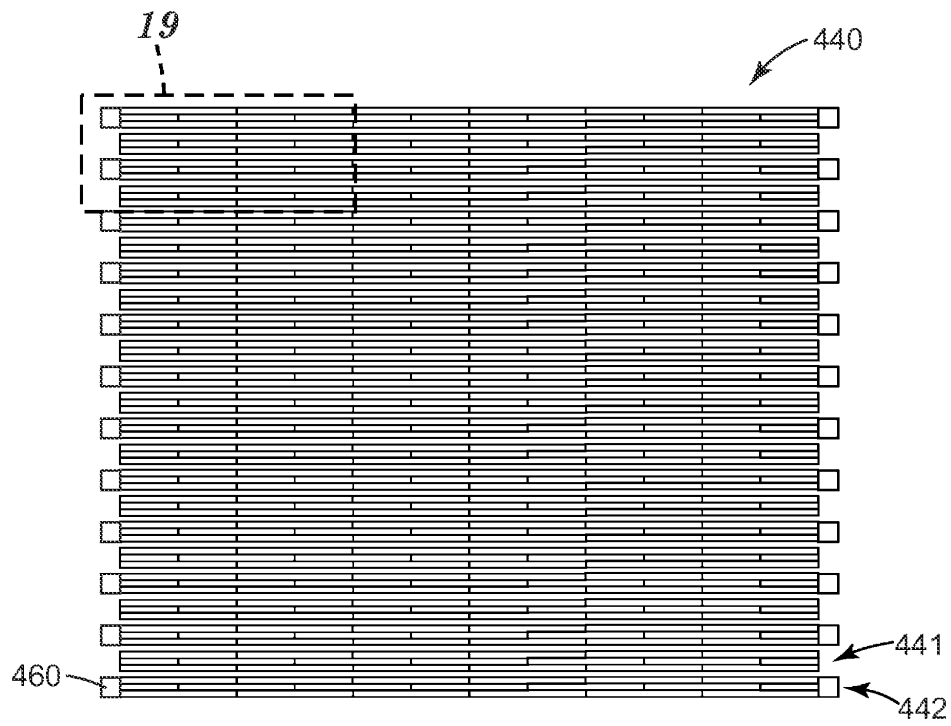
도면16



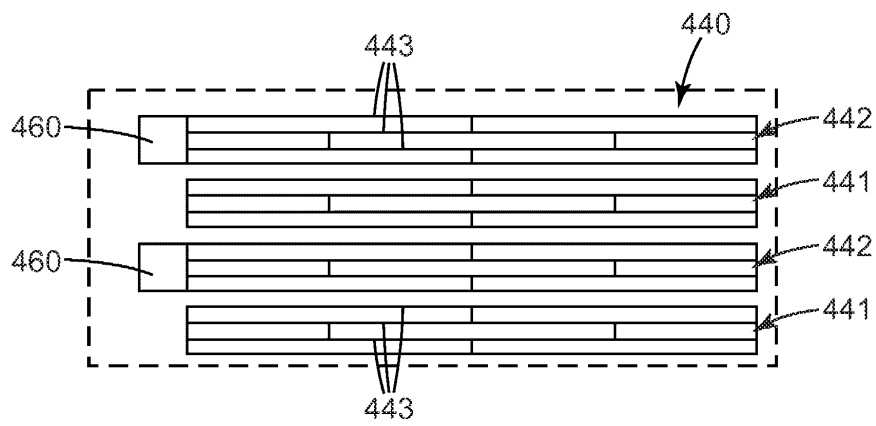
도면17



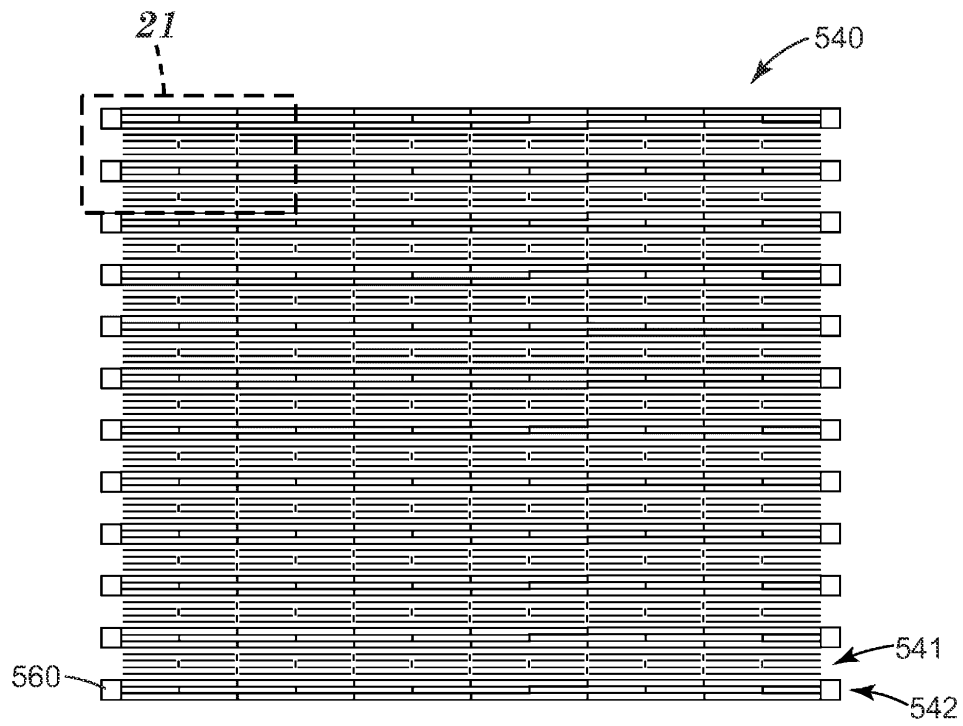
도면18



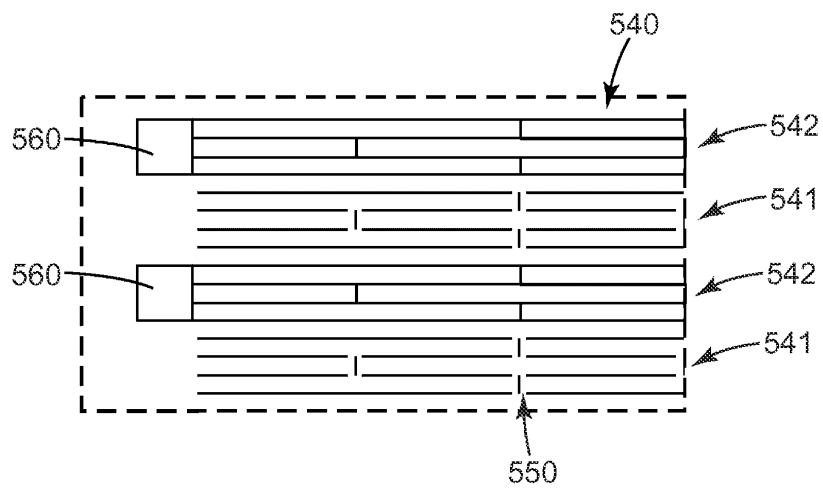
도면19



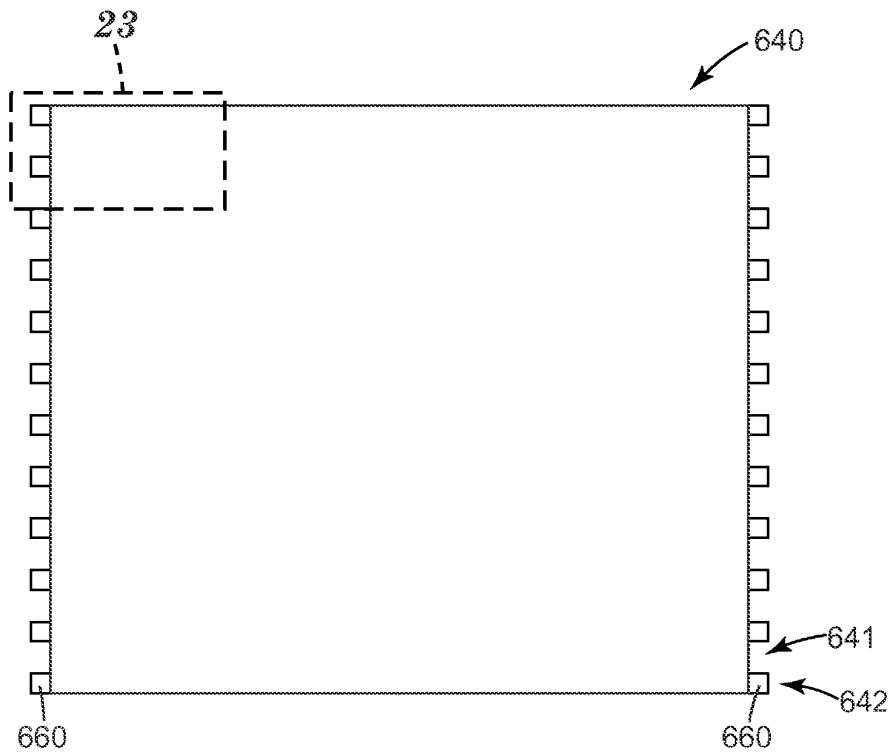
도면20



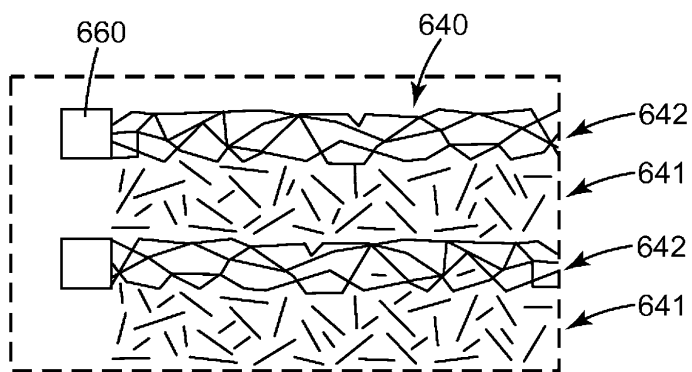
도면21



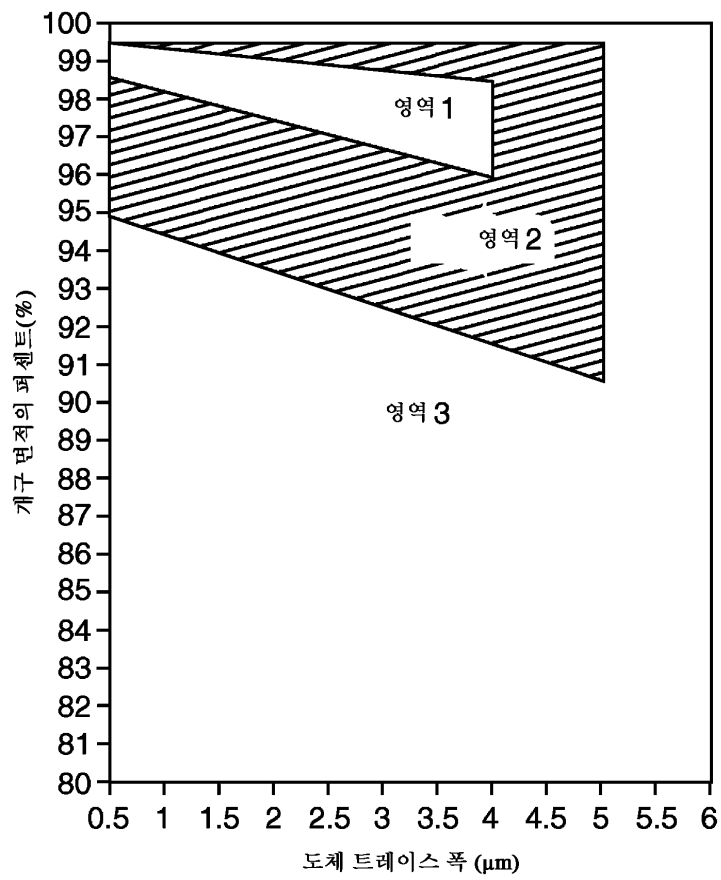
도면22



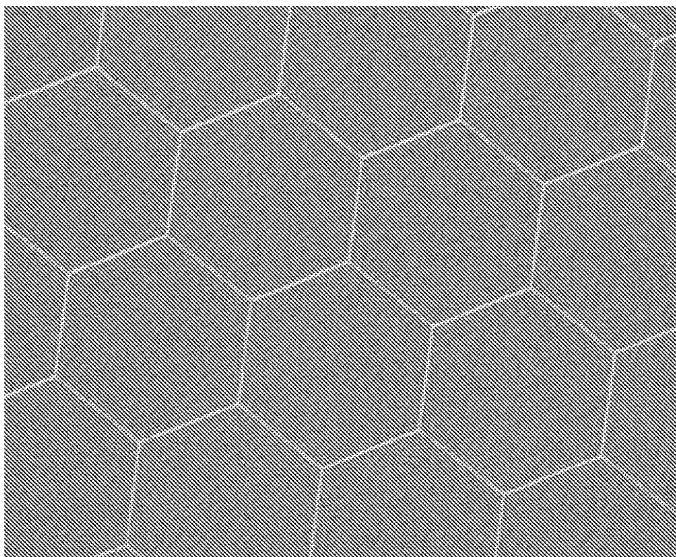
도면23



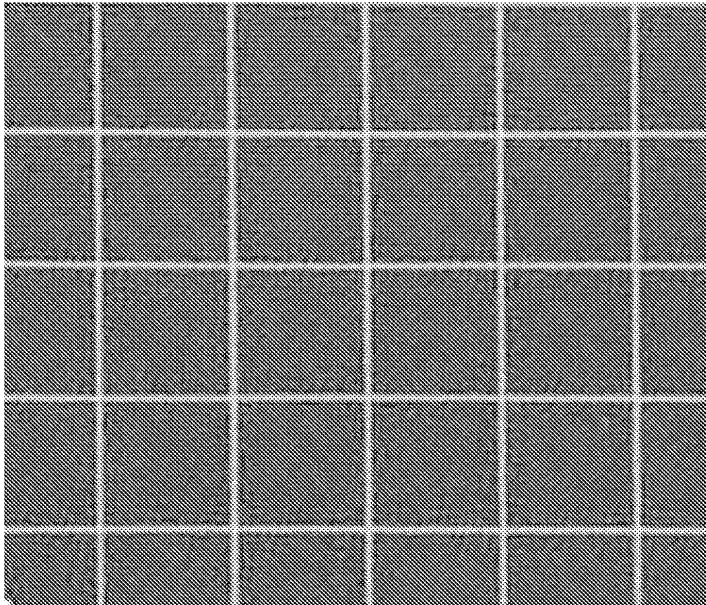
도면24



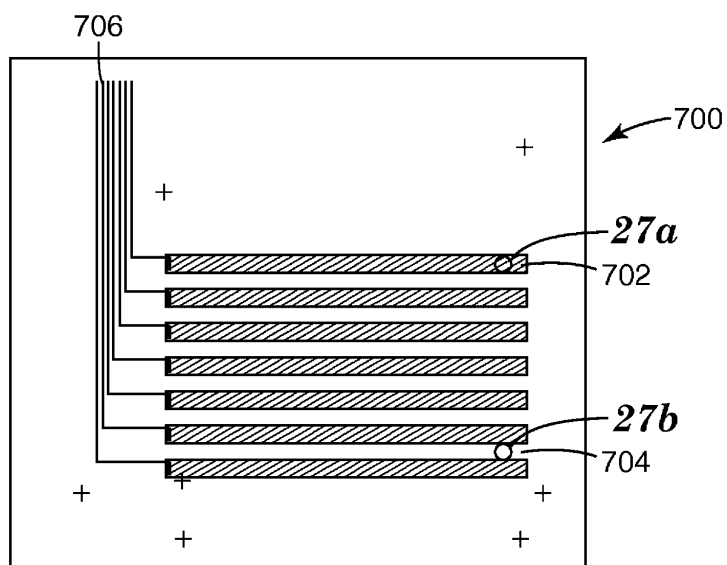
도면25



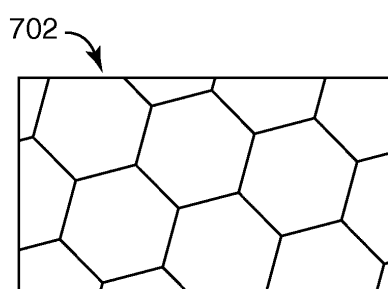
도면26



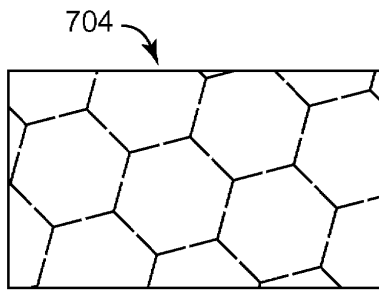
도면27



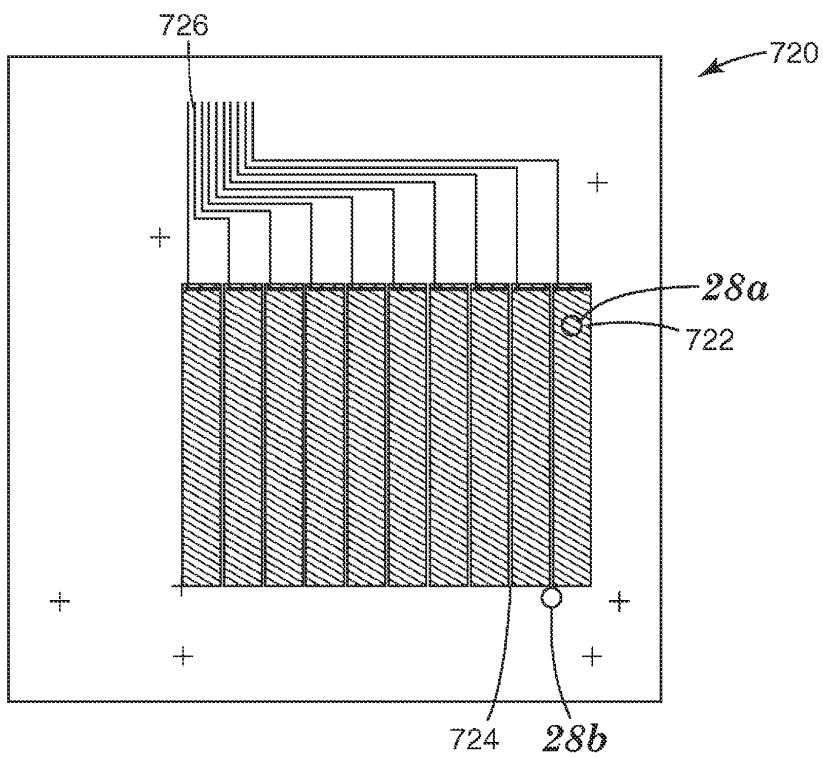
도면27a



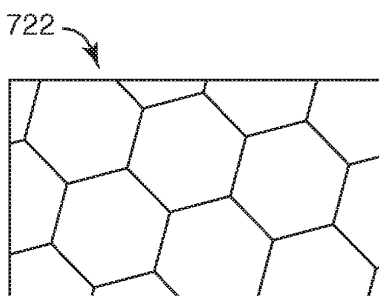
도면27b



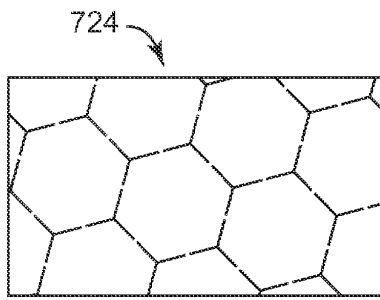
도면28



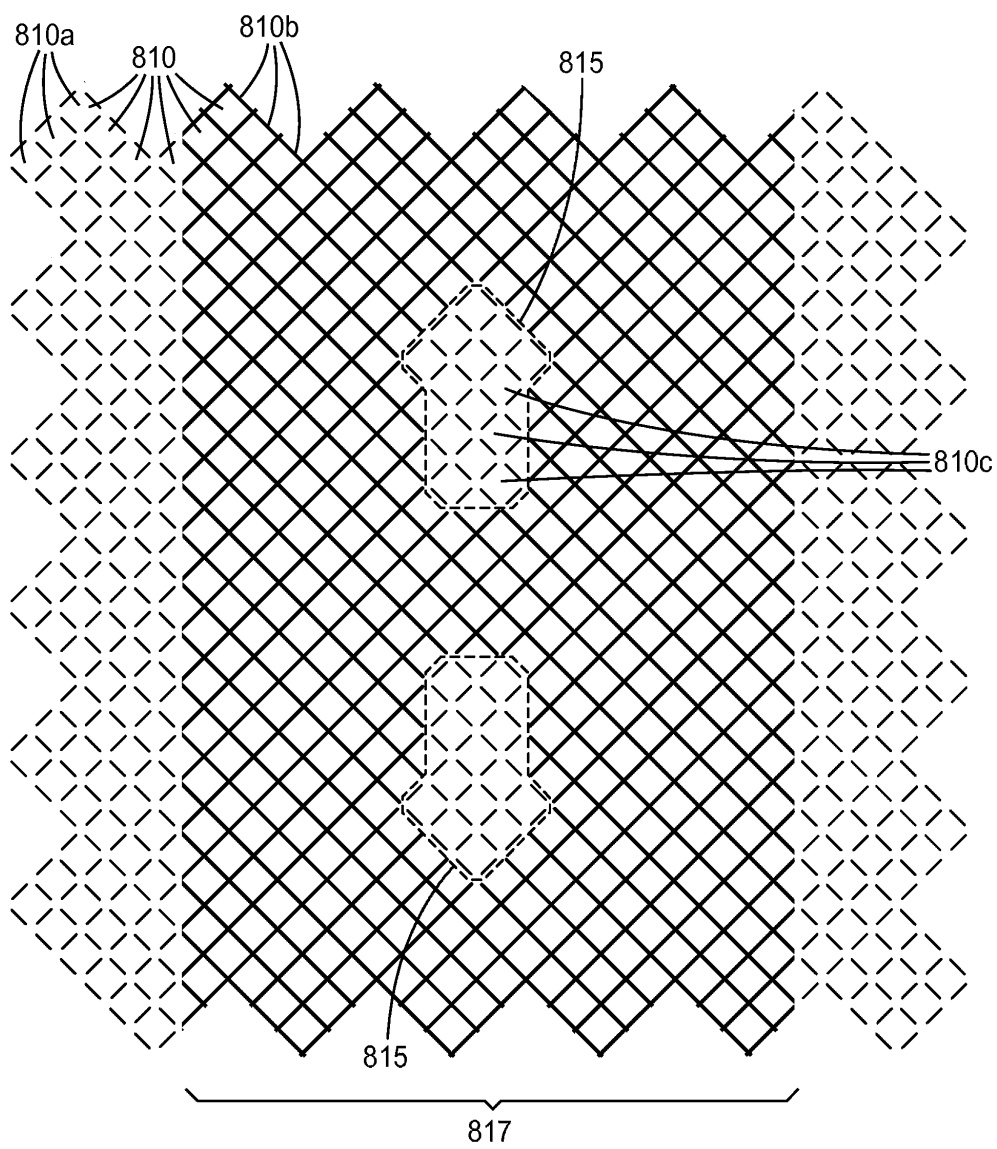
도면28a



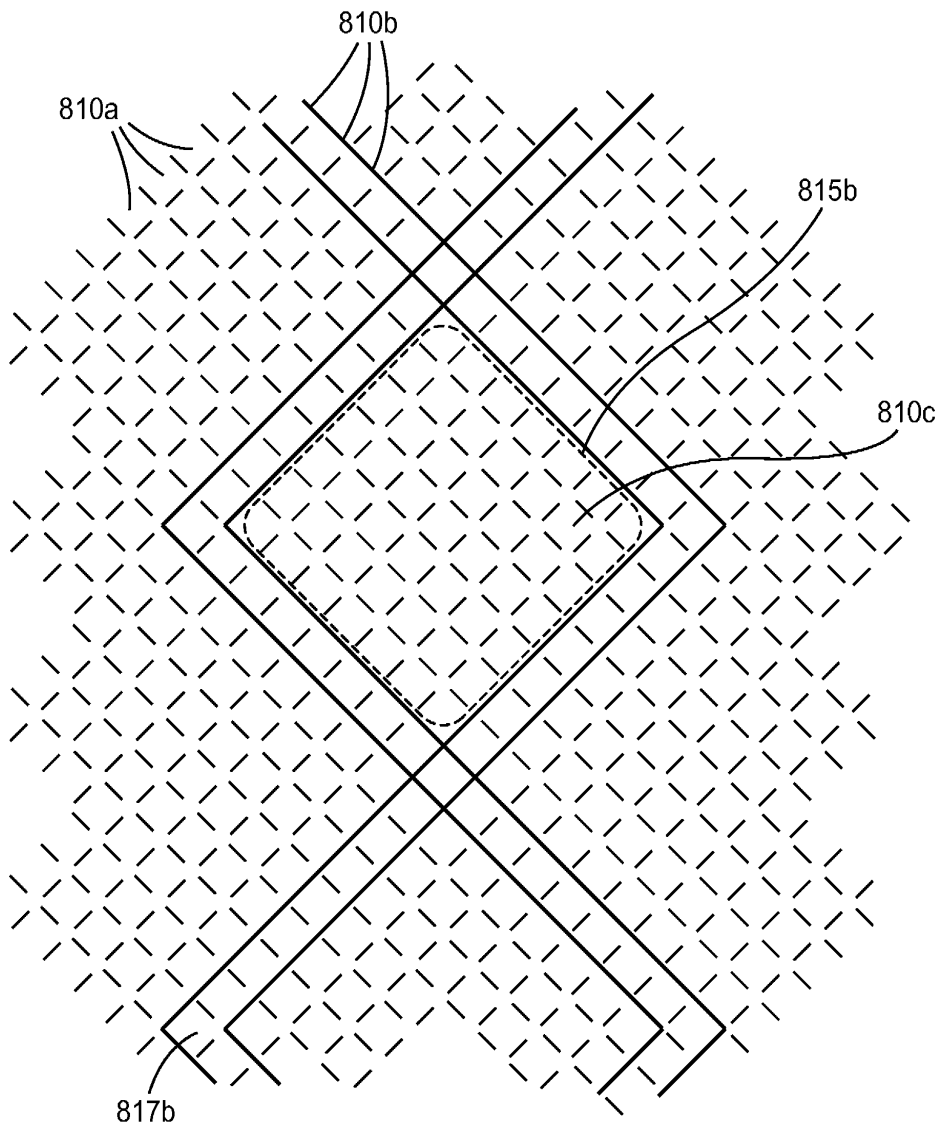
도면28b



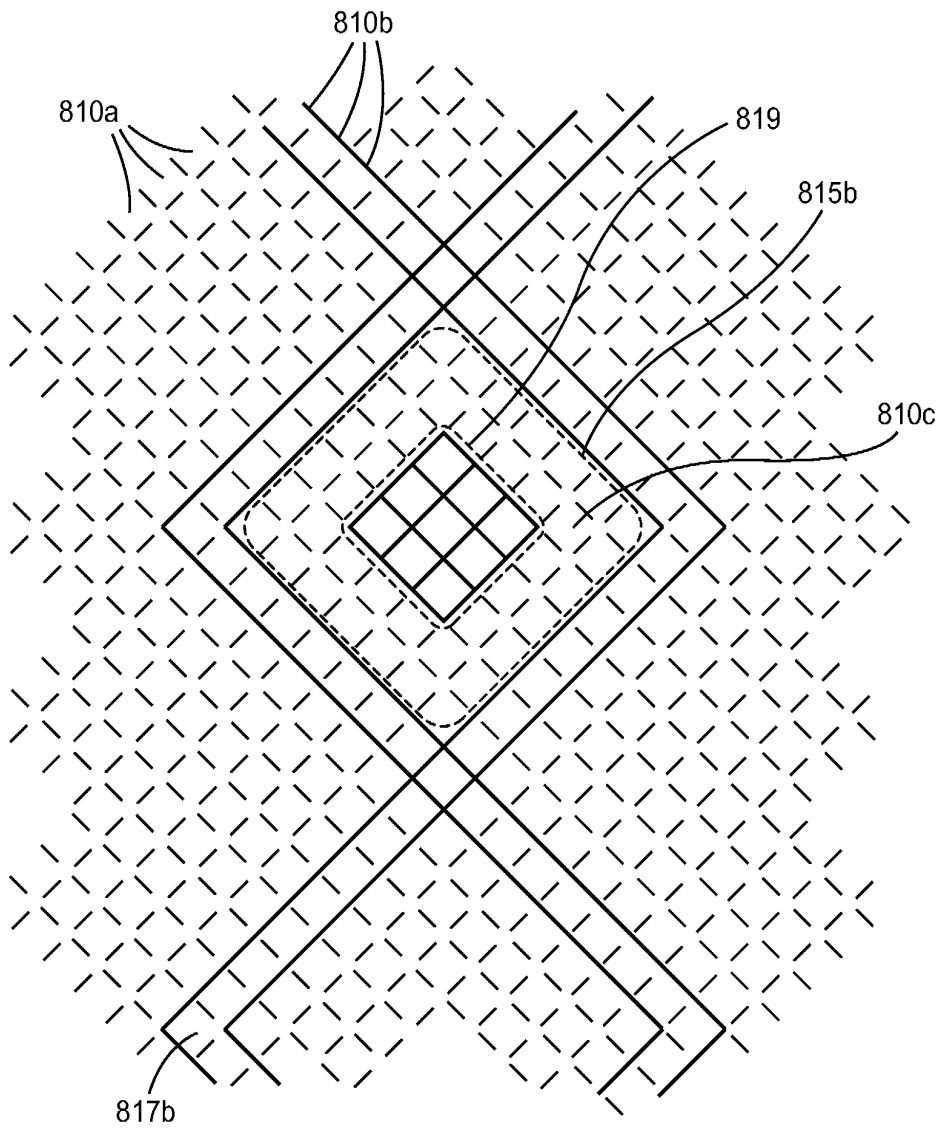
도면29



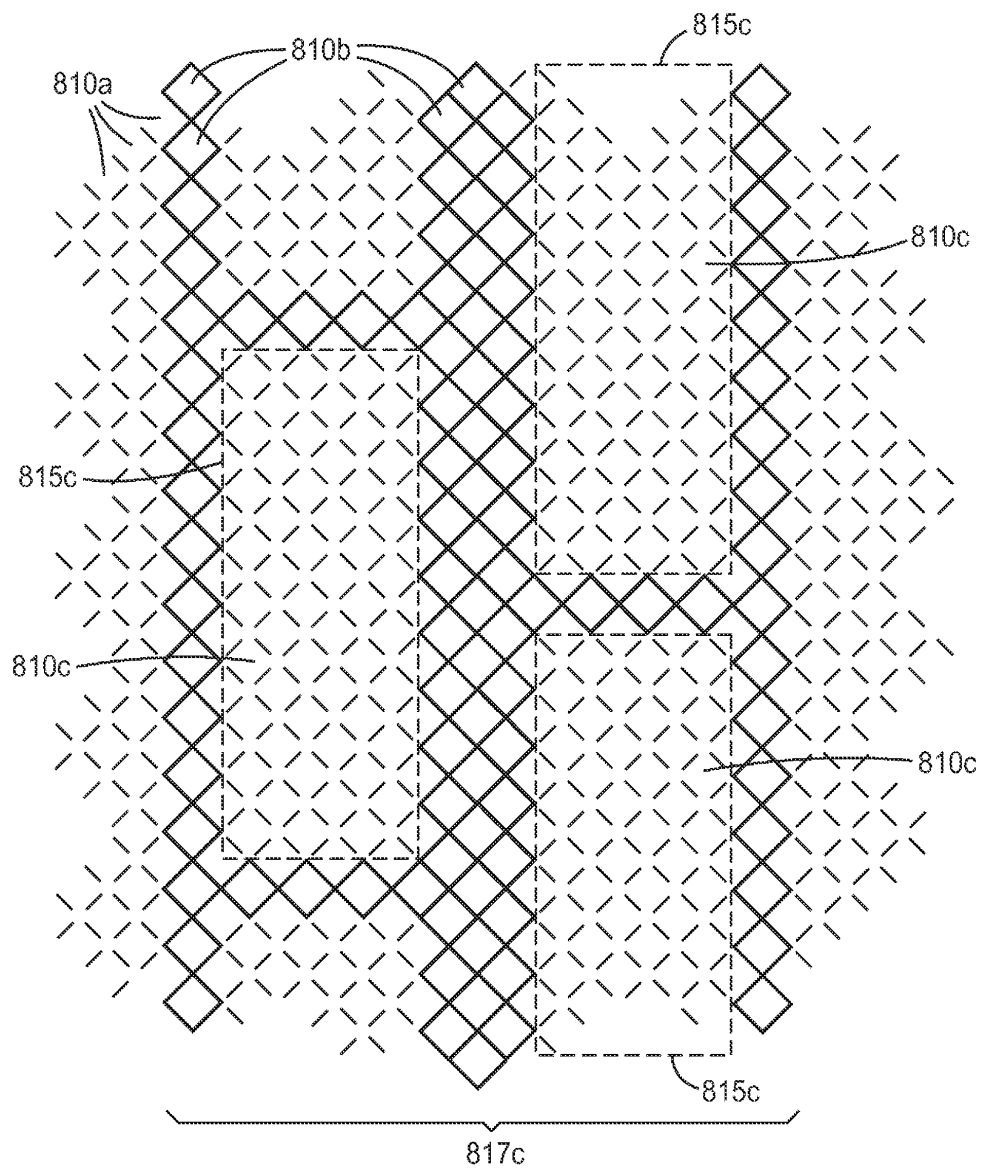
도면30a



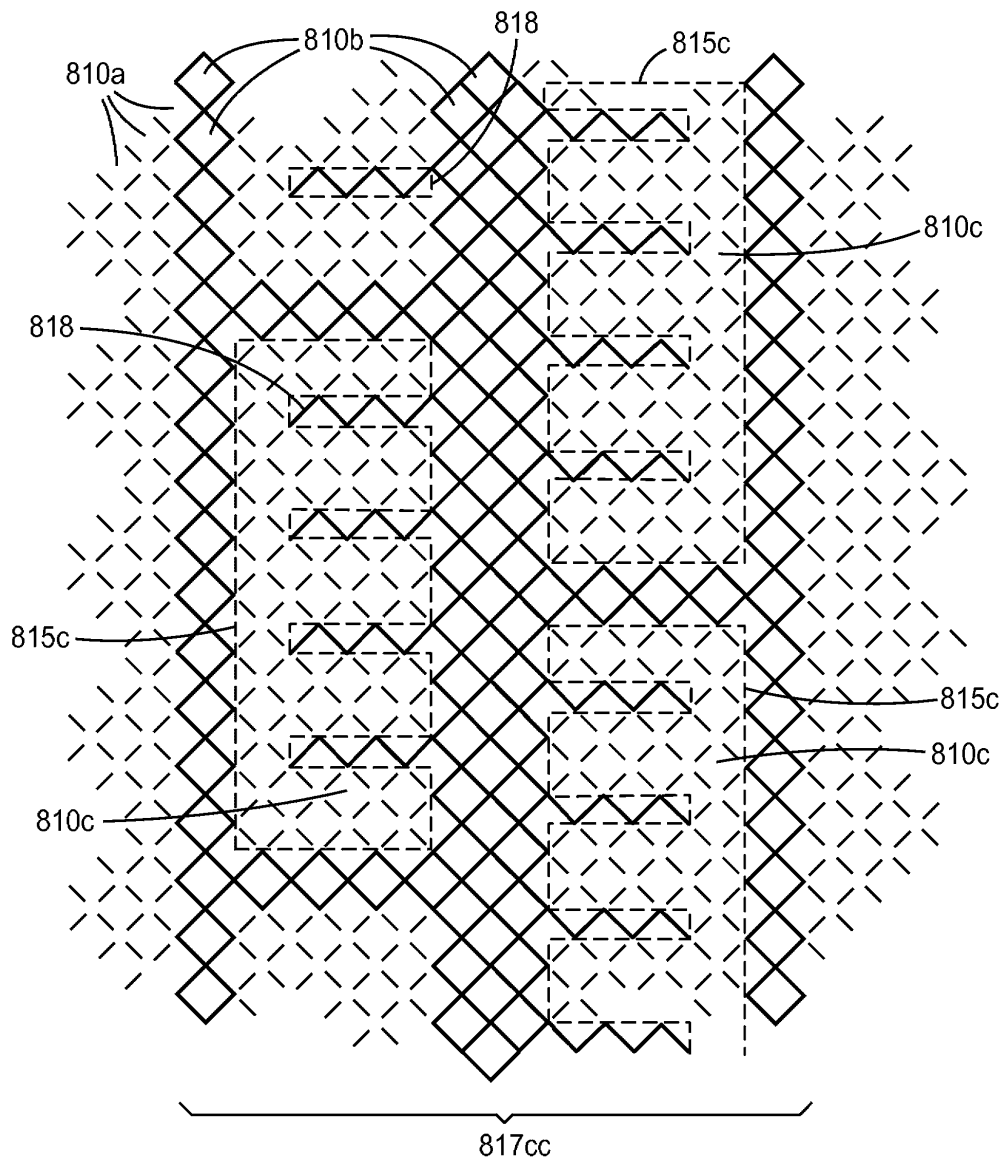
도면30b



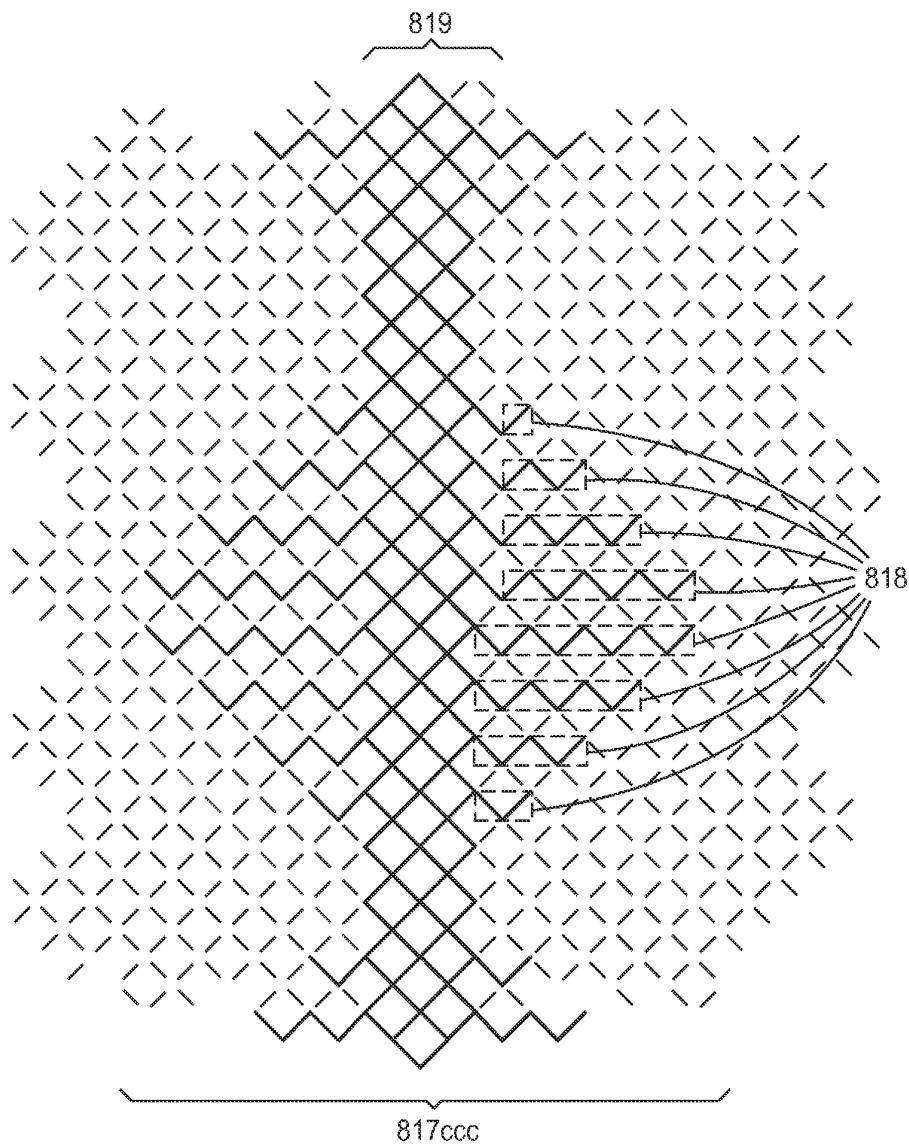
도면31a



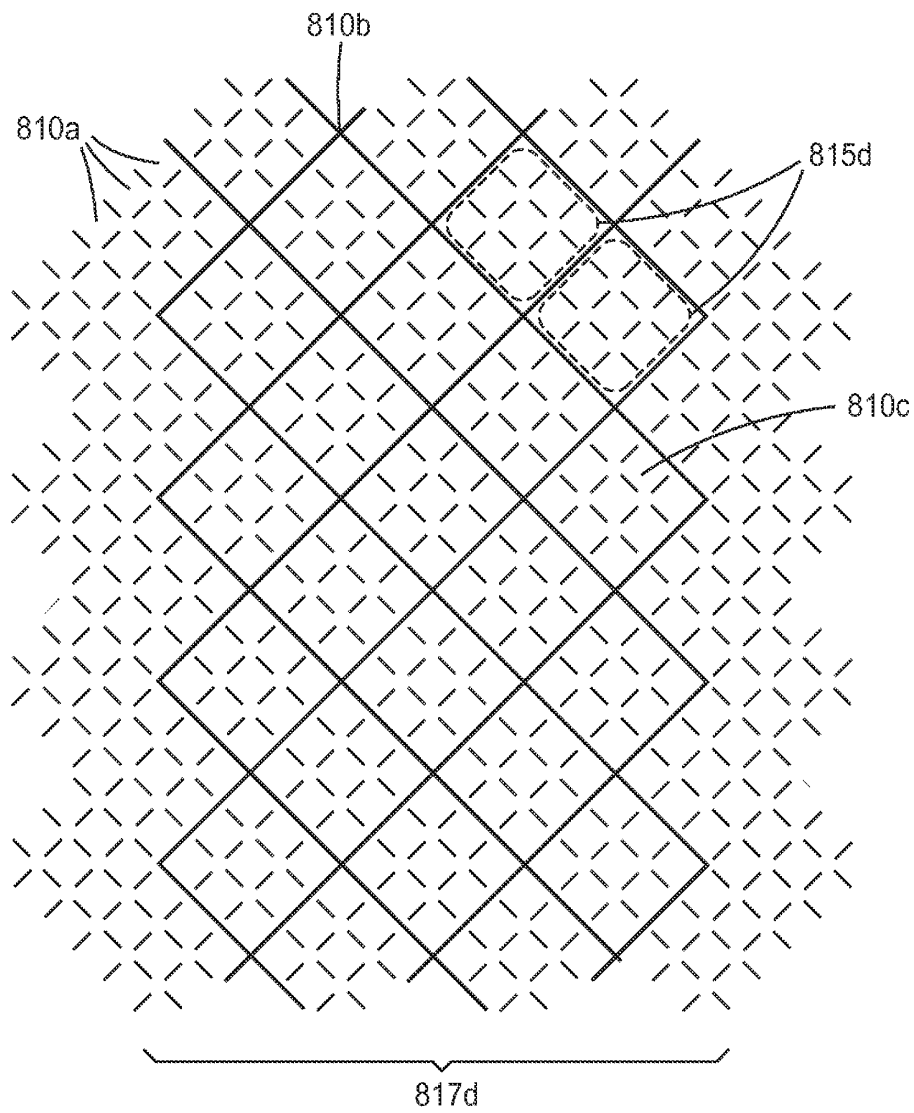
도면31b



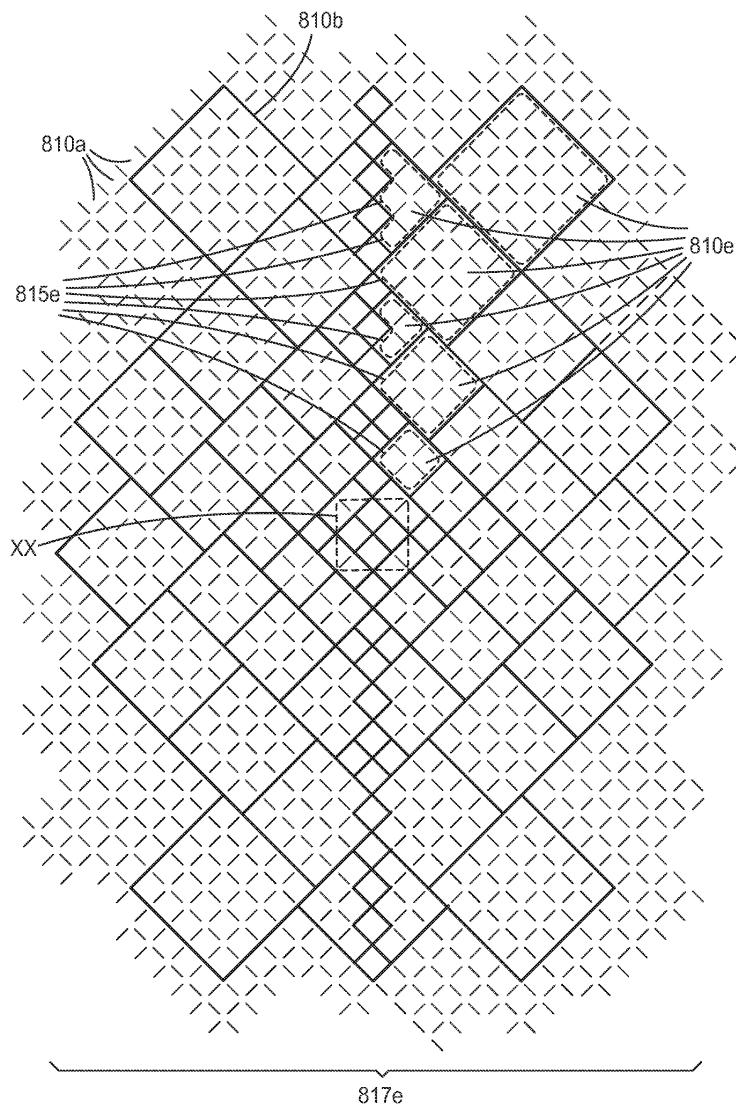
도면31c



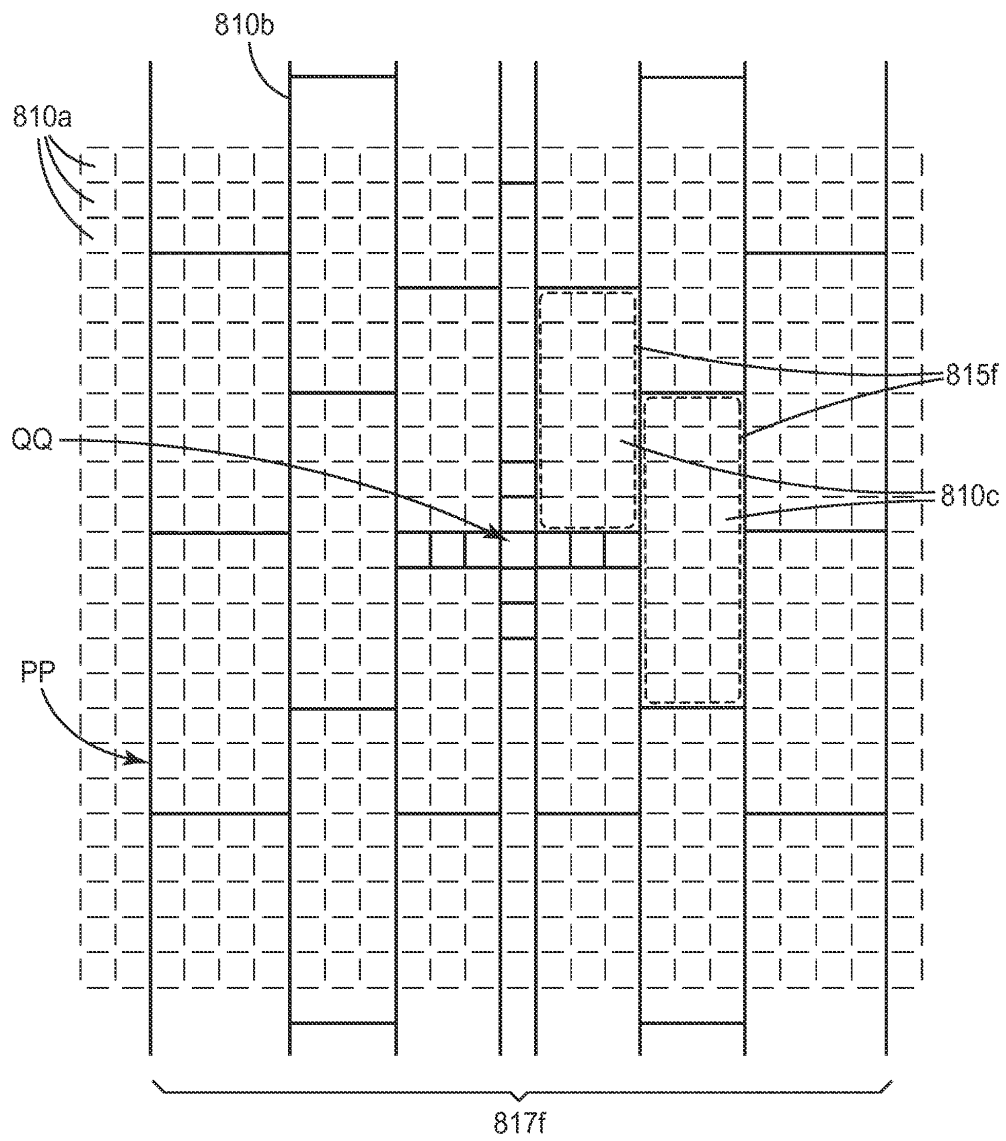
도면32



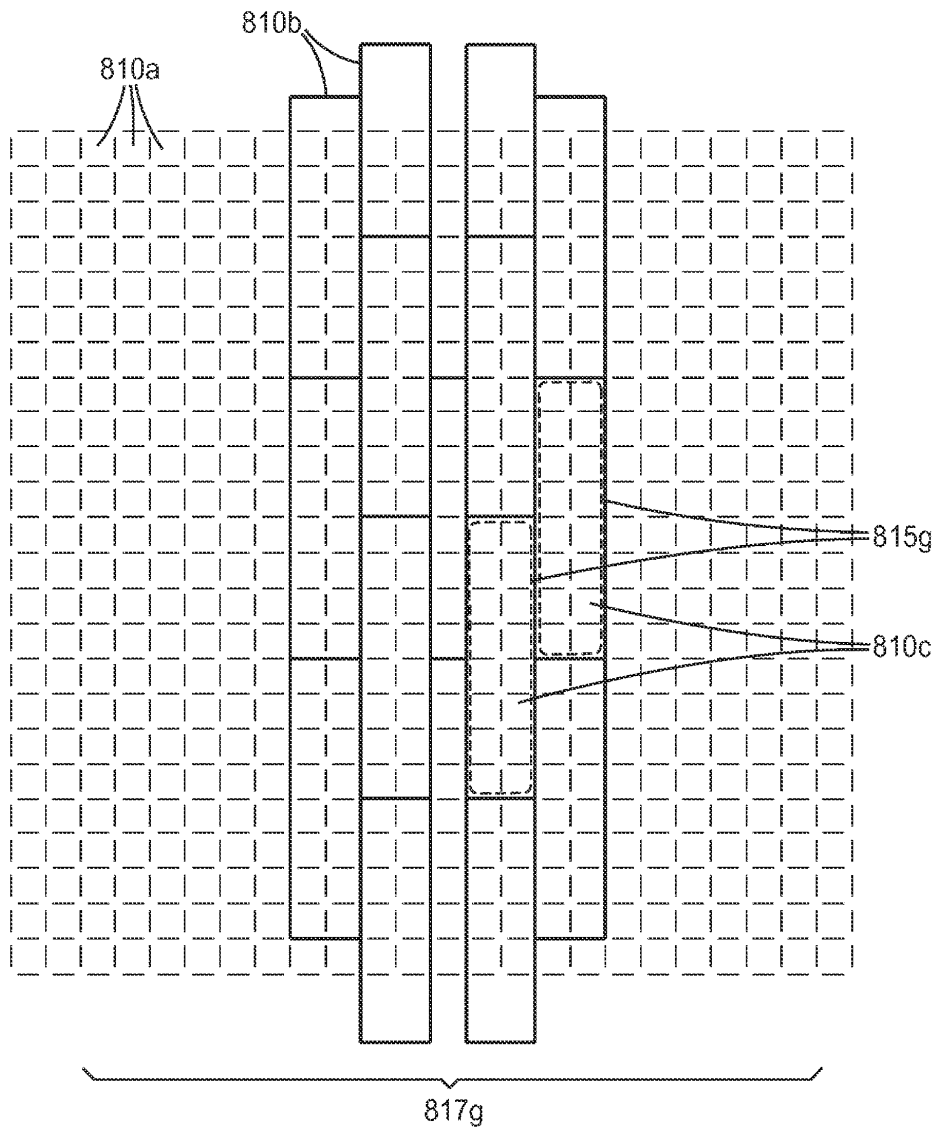
도면33



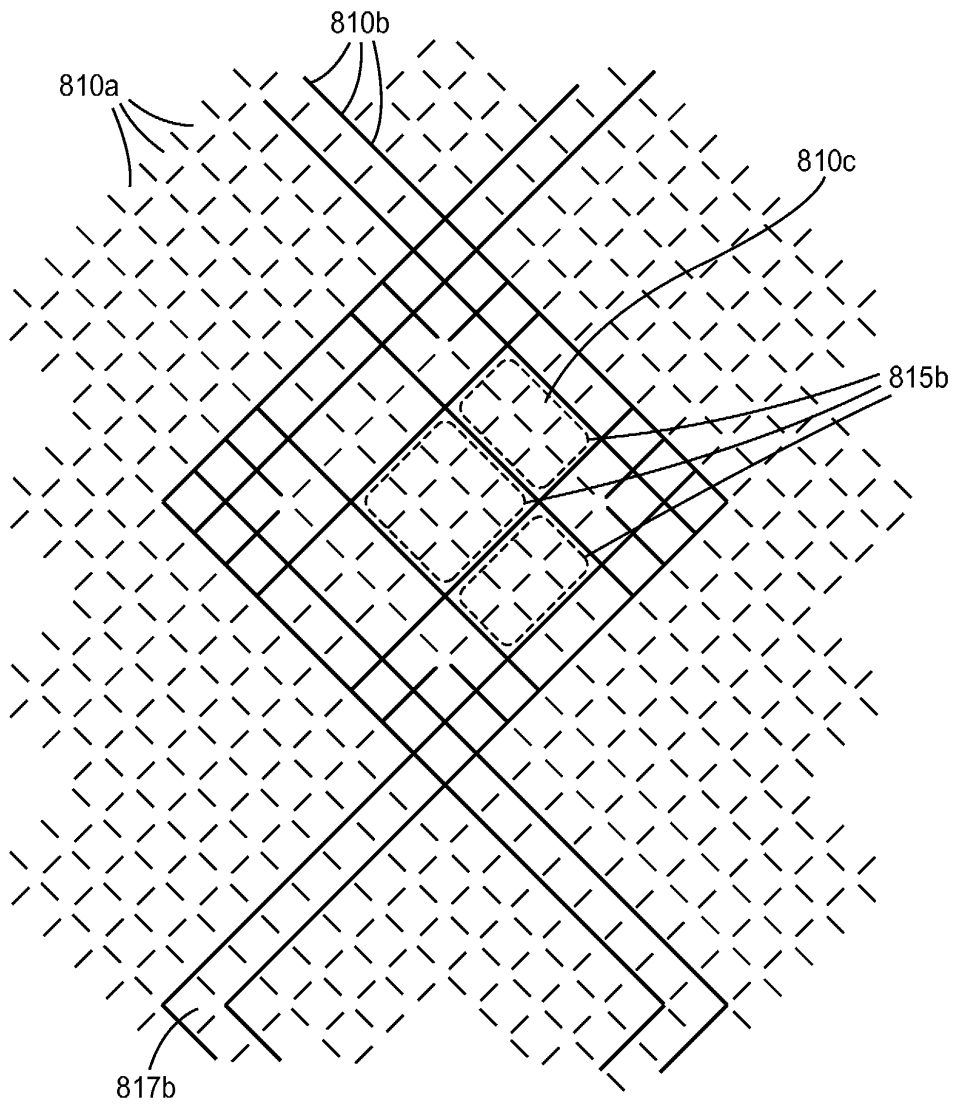
도면34



도면35



도면36



도면37

