

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6143797号
(P6143797)

(45) 発行日 平成29年6月7日(2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月19日(2017.5.19)

(51) Int.Cl.

F 1

G06F 3/041 (2006.01)
G06F 3/044 (2006.01)G06F 3/041 422
G06F 3/044 122
G06F 3/044 128
G06F 3/044 130

請求項の数 3 (全 54 頁)

(21) 出願番号 特願2014-556544 (P2014-556544)
 (86) (22) 出願日 平成24年11月30日 (2012.11.30)
 (65) 公表番号 特表2015-510191 (P2015-510191A)
 (43) 公表日 平成27年4月2日 (2015.4.2)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2012/067186
 (87) 國際公開番号 WO2013/119308
 (87) 國際公開日 平成25年8月15日 (2013.8.15)
 審査請求日 平成27年11月11日 (2015.11.11)
 (31) 優先権主張番号 61/597,572
 (32) 優先日 平成24年2月10日 (2012.2.10)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 505005049
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国、ミネソタ州 55133
 -3427, セント ポール, ポスト オ
 フィス ボックス 33427, スリーエ
 ム センター
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100107456
 弁理士 池田 成人
 (74) 代理人 100128381
 弁理士 清水 義憲
 (74) 代理人 100162352
 弁理士 酒巻 順一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】タッチセンサ電極用のメッシュパターン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の複合電極の配列を備える上部電極層であって、各複合電極が第1の二次元メッシュパターンで配置された複数の連続的な微小ワイヤ導電体で構成される、上部電極層と、複数の電極を備える下部電極層と、

を備え、前記上部及び下部電極が、絶縁体層によって分離されると共に、前記上部及び下部電極が交差するノードを有する電極マトリックスを共同で画定し、

前記上部電極層の前記複数の複合電極のそれぞれが前記複数の連続的な微小ワイヤ導電体から電気的に絶縁された複数の内部区域を形成し、前記複数の内部区域のそれぞれが第2の二次元メッシュパターンで配置された複数の不連続的な微小ワイヤ導電体で構成される、タッチスクリーンセンサ。

【請求項 2】

タッチセンサで使用される微小ワイヤベースの電極であって、内部区域を有するパターン化された複数の導電性微小ワイヤの二次元メッシュを備え、前記内部区域のそれぞれが、パターン化された不連続的な複数の導電性微小ワイヤの二次元メッシュを有する、電極。

【請求項 3】

タッチセンサで使用される微小ワイヤベースの電極であって、第1の固有平均セル間隔を有する第1の二次元メッシュパターンを画定する複数の連続的な微小導電体であって、前記第1の二次元メッシュパターンが、複数の内部区域を有し

、各内部区域が、第2の二次元メッシュパターンで配置された第2の固有平均セル間隔を有する不連続的な複数の微小導電体を有する、複数の連続的な微小導電体を含み、

前記複数の内部区域が、前記第2の固有平均セル間隔の領域の横寸法よりも大きい横寸法を有する領域を越えて延在する、微小ワイヤベースの電極。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本出願は、その開示内容の全体を本明細書に援用する米国特許仮出願第61/597572(2012年2月10日出願)の利益を主張するものである。

10

【背景技術】

【0002】

タッチスクリーンセンサは、タッチスクリーンディスプレイの表面に適用された物体(例えば、指、又はスタイルス)の位置、又はタッチスクリーンディスプレイの表面の付近に位置付けられた物体の位置を検出する。これらのセンサは、ディスプレイの表面に沿った、例えば、平坦な矩形のディスプレイの平面にある物体の位置を検出する。タッチスクリーンセンサの例としては、静電容量センサ、抵抗センサ、及び投影型静電容量センサが挙げられる。このようなセンサとしては、ディスプレイに重ねる透明導電性要素が挙げられる。この要素は、ディスプレイの付近の、又はディスプレイと接触する物体の位置を決定するために、要素を探査する電気信号を使用する、電子的構成要素と組み合わされる。

20

【0003】

タッチスクリーンセンサの分野では、光学品質、又はディスプレイの特性を損なうことなく、透明タッチスクリーンセンサの電気的特性の制御を改善する必要性が存在する。典型的なタッチスクリーンセンサの透明導電性区域は、透明導電性酸化物(TCO)、例えば、酸化インジウムスズ(ITO)の連続的なコーティングを含み、コーティングは、電圧源との接触位置、及び区域の全体形状に基づく電位勾配を呈する。この事実は、可能なタッチセンサの設計及びセンサの性能に対する制約へと繋がり、電位勾配を修正するための高価な信号処理電子機器又は追加的な電極の配置などの手段を必要とする。したがって、前述の要因とは別の、電位勾配の制御を提供する、透明導電性要素の必要性が存在する。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

導電性要素の設計における順応性に関する、タッチスクリーンセンサの分野における追加的な必要性が存在する。パターン化された透明導電性酸化物(TCO)、例えば、酸化インジウムスズ(ITO)を使用するタッチスクリーンセンサの作製は、多くの場合、導電体の設計に制限を課す。この制限は、単一の等方性面抵抗値を有する透明シート導電体の導電性要素全てをパターン化することによって生じる制約に関する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

例えば、接触感知用途に使用するための、微小ワイヤ電極構成。電極は、下にある基準メッシュと完全に一致してパターン化された連続的な微小ワイヤ、ならびに更なるパターンに従ってパターン化された不連続的な微小ワイヤで構成される内部区域を備える。内部区域は、例えば、微小ワイヤ導電体の小さな断絶部によって不連続にされる。いくつかの実施形態では、更なるパターンは下にある基準メッシュのパターンと同じである。内部区域のパターン化により、それらの区域をユーザーにとってより目立たないようにすることができます、内部区域の不連続性により、それらの区域を他の電気的に連続性の区域よりも電界に対して透過性にことができる。

40

【0006】

一実施形態では、第1のパターンで配置された複数の連続的な微小ワイヤ導電体で構成

50

される複合電極の配列を備える上部電極層と、複数の電極を備える下部電極層とを備え、上部及び下部電極が、絶縁体層によって分離されると共に、上部及び下部電極が交差するノードを有する電極マトリックスを共同で画定し、上部電極層の複合電極が複合電極から電気的に絶縁された内部区域を形成し、区域が不連続的な微小ワイヤ導電体で構成される、タッチスクリーンセンサについて記載される。

【0007】

この実施形態及び他の実施形態について以下に記載する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

以下の本発明の異なる実施形態の詳細な説明を、添付図面と併せて考慮することによって本発明のより完全な理解を得ることができる。図中、10

【図1】タッチスクリーンセンサ100の概略図を例示する。

【図2】タッチスクリーン感知領域内の、導電性可視光線透明区域の斜視図を例示する。

【図3a】導電性インクのUVレーザー硬化を使用して微小導電体を作製するプロセスを例示する。15

【図3b】導電性インクのUVレーザー硬化を使用して微小導電体を作製するプロセスを例示する。

【図4】微小導電体を作製するためのグラビア印刷プロセスを例示する。

【図5】導電性材料が充填された微小複製チャネルの断面図を例示する。

【図6】導電性材料が充填された微小複製チャネルとの指による容量結合を例示する。20

【図7a】タッチセンサを製造するのに有用な可撓性基材上に作製された微小導電体のパターンを例示する。

【図7b】タッチセンサを製造するのに有用な可撓性基材上に作製された微小導電体のパターンを例示する。

【図8】ダウンウェブ方向の可撓性ウェブ材料に印刷された平行な微小導電体を例示する。25

【図9】加えられた、追加的な相互接続する導電体を有する、図8の可撓性材料の区分を例示する。

【図10】図9の材料2層から構成されるマトリックスタッチセンサの実施例の断面図である。30

【図11】タッチスクリーンセンサの一実施形態のための導電体微小パターンを例示する。

【図12】局部面抵抗を調節するための選択的な断絶部を有する導電性メッシュ、並びに接触パッドの形態のより大きな構造を含む、図3に例示される導電体微小パターンの一部を例示する。

【図13】隣接するメッシュ内に選択的な断絶部によって生成される、図3に示される水平方向のメッシュバーに沿った、抵抗の変調を例示する。

【図14】静電容量プレートが、抵抗素子によって分離される、図3に例示される導電体微小パターンの特性に近似する、回路図である。

【図15】導電性微小パターンメッシュの選択的な断絶部によって部分的に作製される、異なる面抵抗を有する15a～15eと付番された区域を含む、タッチスクリーンセンサの一実施形態の導電体微小パターンを例示する。40

【図15a】はそれぞれ、図15に例示される異なる導電体微小パターンの一部を例示する。

【図15b】はそれぞれ、図15に例示される異なる導電体微小パターンの一部を例示する。

【図15c】はそれぞれ、図15に例示される異なる導電体微小パターンの一部を例示する。

【図15d】はそれぞれ、図15に例示される異なる導電体微小パターンの一部を例示する。45

【図15e】はそれぞれ、図15に例示される異なる導電体微小パターンの一部を例示する。

【図16】均一な透明導電性酸化物、ITOのみを含む、同様の形状の区域における単位長さ当たりの抵抗と比較した際の、内部に区域15a及び15bを有する楔形透明導電性区域の長軸に沿った単位長さ当たりの抵抗の分布を例示する。

【図17】タッチスクリーンセンサの一実施形態のX-Yグリッド型の投影型静電容量タッチスクリーンセンサを形成するために互いに積層された層の構成を例示する。

【図18】図17によるタッチスクリーンセンサの一実施形態のX層又はY層の導電体微小パターンを例示する。

【図19】その部分が、接触パッドの形態のより大きな構造と接触する可視光線透明導電性メッシュ、並びにメッシュ区域間の空間内の電気的に絶縁された導電体堆積物を含む、図10に例示される導電体微小パターンの一部を例示する。 10

【図20】図9によるタッチスクリーンセンサの別の実施形態のX層又はY層の、導電体微小パターンを例示する。

【図21】その部分が、接触パッドの形態のより大きな構造と接触する可視光線透明導電性メッシュ、並びにメッシュ区域間の空間内の電気的に絶縁された導電体堆積物を含む、図12に示される導電体微小パターンの一部を例示する。

【図22】図17によるタッチスクリーンセンサの別の実施形態のX層又はY層の、導電体微小パターンを例示する。

【図23】その部分が、接触パッドの形態のより大きな構造と接触する可視光線透明導電性メッシュ、並びにメッシュ区域間の空間内の電気的に絶縁された導電体堆積物を含む、図22に示される導電体微小パターンの一部を例示する。 20

【図24】その部分が、開放面積の比率対導電体トレース幅(マイクロメートル)のプロットであり、区域3がタッチスクリーンセンサに使用できる良好な光学品質であり、区域2は、区域2と比較した際により良好な光学品質であり、区域1は3つの区域の中で最良の光学品質を有する、タッチスクリーンセンサの光学品質を示すグラフを例示する。開放面積の比率は、本明細書において開放面積率と互換的に使用される。

【図25】実施例6～40の特徴である六角形メッシュ(場合によって「hex」メッシュと称される)、及び正方形メッシュの形状の走査電子顕微鏡写真を例示する。各画像の明るい色調の線は、金属導電体のパターンを表し、暗い領域は、実施例で使用される基材を表している。 30

【図26】実施例6～40の特徴である六角形メッシュ(場合によって「hex」メッシュと称される)、及び正方形メッシュの形状の走査電子顕微鏡写真を例示する。各画像の明るい色調の線は、金属導電体のパターンを表し、暗い領域は、実施例で使用される基材を表している。

【図27】第1のパターン化された基材の様々な部分を例示する。

【図27a】第1のパターン化された基材の様々な部分を例示する。

【図27b】第1のパターン化された基材の様々な部分を例示する。

【図28】第2のパターン化された基材の様々な部分を例示する。

【図28a】第2のパターン化された基材の様々な部分を例示する。 40

【図28b】第2のパターン化された基材の様々な部分を例示する。

【図29】開放面積を含む様々な電極構成を例示する。

【図30a】開放面積を含む様々な電極構成を例示する。

【図30b】開放面積を含む様々な電極構成を例示する。

【図31a】開放面積を含む様々な電極構成を例示する。

【図31b】開放面積を含む様々な電極構成を例示する。

【図31c】開放面積を含む様々な電極構成を例示する。

【図32】開放面積を含む様々な電極構成を例示する。

【図33】開放面積を含む様々な電極構成を例示する。

【図34】開放面積を含む様々な電極構成を例示する。 50

【図35】開放面積を含む様々な電極構成を例示する。

【図36】開放面積を含む様々な電極構成を例示する。

【図37】図27及び図28の第1及び第2のパターン化された基材から構成される、投影型静電容量タッチスクリーン透明センサ要素を例示する。

【0009】

図面は、必ずしも縮尺に従っていない。図中、用いられる同様の番号は同様の構成要素を示すものとする。しかしながら、ある図においてある構成要素を示すための数字の使用は、同じ数字により示された別の図における構成要素を限定しようとするものではない。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下の説明文においては、本明細書の一部を構成し、複数の特定の実施形態を例として示す一連の添付図面を参照する。本発明の範囲又は趣旨を逸脱することなく、他の実施形態が考えられ、また実施することが可能である点は理解されるべきである。したがって、以下の詳細な説明は、限定的な意味で解釈されるべきではない。

【0011】

本明細書において使用されるすべての科学用語及び技術用語は、特に示されない限りは、当該技術分野において一般的に用いられている意味を有するものである。本明細書において与えられる用語の定義は、本明細書において頻繁に使用される特定の用語の理解を容易にするためのものであって、本開示の範囲を限定しようとするものではない。

【0012】

特に断らないかぎり、本明細書及び特許請求の範囲で使用される構造の大きさ、量、物理的特性を表わす全ての数字は、すべての場合において「約」なる語により修飾されているものとして理解されるべきである。したがって、そうでないことが示されないかぎり、上記の明細書及び添付の特許請求の範囲に記載される数値パラメータは、当業者が本明細書に開示される教示を用いて得ようとする所望の特性に応じて異なりうる近似値である。

【0013】

終点による数の範囲の記述は、その範囲内の全ての数を含む（例えば、1～5は、1、1.5、2、2.75、3、3.80、4、及び5を含む）と共に、その範囲内の任意の範囲を含む。

【0014】

本明細書及び添付の特許請求の範囲において使用される場合、単数形「a」、「a n」及び「t h e」は、その内容が特に明確に指示しない限り、複数の指示対象を有する実施形態を包含する。本明細書及び添付の特許請求の範囲において使用される場合、用語「又は」は、その内容が特に明確に指示しない限り、一般的に「及び／又は」を包含する意味で用いられる。

【0015】

本明細書で使用するとき、「可視光線透明性」とは、少なくとも1つの偏光状態の可視光線に対して、少なくとも60パーセント透過性である透過率の水準を指し、ここで透過率パーセントは、入射光、任意により偏光の強度に正規化される。入射光の少なくとも60%を透過する物品が、局部的に光を80透過率パーセント未満（例えば、0%）に遮蔽する微細構造（例えば、最小寸法、例えば0.5～1.0マイクロメートル、又は1～5マイクロメートルの幅の点、正方形、又は線）を含むのは、可視光線透明性の意味の範囲内であるが、このような場合、微細構造を含み、微細構造の最小寸法の1000倍の幅を含む、およそ等軸の面積に関して、平均透過率は60パーセントを超える。

【0016】

本開示は、内部に含まれる導電体微小パターンの設計を通じて設計される、電気的及び光学的特性を有するタッチスクリーンセンサに関する。本明細書において記載される導電体微小パターンを組み込むことにより、タッチスクリーンセンサにもたらされるいくつかの利点が存在する。いくつかの実施形態では、透明導電性区域内の透明導電特性は、使用中の接触感知区域内の電位勾配を制御するように設計される。これは、信号処理電子機器

10

20

30

40

50

の単純化、及びいくつかのタッチスクリーンセンサの種類においては、本来ならば電位勾配（電界）線形化に必要とされる追加的な導電体パターンの設計の単純化（又はその必要性の排除）に繋がる。いくつかの実施形態では、本明細書において記載されるタッチスクリーンセンサの電気的特性は、透明センサ要素に沿って、制御された電位勾配を生成するように設計される。例えば、電気的特性は、透明導電性区域内の特定の方向に沿った線形電位勾配を生成するように設計され、その全体的な形状は通常、標準的な透明導電体材料（例えば、連続的ITOコーティング）が使用された場合、非線形の勾配に繋がる。いくつかの実施形態では、電気的特性は、同じ形状であるが標準的な透明導電体材料（例えば、連続的ITOコーティング）からなる透明導電性区域内に存在するものよりも高い、透明導電性区域の電位勾配の非線形性の水準を生じるように設計される。より詳細には、微小パターン化された導電体の形態の、隣接する透明シート導電体を含み、感知領域の角部への電気的接続が作られる矩形の静電容量タッチスクリーンにおいては、感知領域にわたる電位勾配の垂直方向及び水平方向の線形性（電界の均一性）が、面抵抗値の領域分布及び異方性を、場をより均一に分配するような方法で設計することによって改善され得る。他の実施形態では、センサは、同じ厚さ（即ち、同じ高さ）の同じ導電体材料からなるが、微小パターン化による異なる有効面抵抗を有する導電体要素を含む。例えば、いくつかの実施形態では、同じ厚さ（即ち、高さ）の同じ導電体材料が使用されて、透明導電性区域の第1の水準の面抵抗に繋がる第1の微小パターン形状を画定する導電トレース、及び第2の透明導電性区域の第2の水準の面抵抗に繋がる第2の微小パターン形状を画定する導電トレースを生成する。本開示はまた、いくつかの実施形態、例えば、微小パターン化された金属導電体に基づく実施形態において、例えば、インジウムなどの希元素を避けることによって、透明ディスプレイセンサの製造における、改善された効率性及び資源利用を可能にする。10

【0017】

本開示は、電子装置（例えば、コンピュータ、携帯電話など）への情報又は命令のタッチ入力のための、接触又は近接センサに更に関する。これらのセンサは、可視光線透明性であり、ディスプレイとの直接的な結合において有用であり、ディスプレイ要素に重なり、ディスプレイを駆動する装置と相互作用する（「タッチスクリーン」センサとして）。センサ要素は、シート様の形状を有し、少なくとも1つの電気的に絶縁性の可視光線透明基材層を含み、これは、以下の、i)異なる有効面抵抗値を有する2つの区域を生成するために、2つの異なるメッシュ設計を有する基材表面の2つの異なる区域にメッシュパターン化された導電性材料（例えば、金属）であって、区域のうちの少なくとも一方がセンサの接触感知領域内に位置する透明導電性区域である、導電性材料、ii)センサの接触感知領域内に位置し、異方性有効面抵抗値を呈する、透明導電性区域を生成するように、メッシュ形状で基材の表面上にパターン化された導電性材料（例えば、金属）、及びノ又はiii)有効に電気的に連続的な透明導電性区域内で、メッシュ形状で基材の表面上にパターン化された導電性材料（例えば、金属）であって、形状は、少なくとも一方向において局部的有効面抵抗値（例えば、透明導電性区域の連続的に変化する面抵抗）の異なる値を生成するために、区域内で異なり、この区域はタッチセンサの感知領域内に位置する、導電性材料、のうちの1つ以上を支持する。30

【0018】

タッチセンサの感知領域は、情報ディスプレイの可視部分に重なることを意図されるか、又は重なり、情報ディスプレイの可視性を可能にするために、可視光線透明性である、センサの区域である。情報ディスプレイの可視部分とは、変化可能な情報内容を有する情報ディスプレイの部分、例えば、ピクセル（例えば、液晶ディスプレイのピクセル）が占めるディスプレイ「スクリーン」の部分を指す。

【0019】

本開示は、抵抗、静電容量、及び投影型静電容量の種類の、タッチスクリーンセンサに更に関する。可視光線透明導電体微小パターンは、電子機器ディスプレイと一体化される投影型静電容量スクリーンセンサにおいて特に有用である。投影型静電容量タッチスクリ4050

ーンセンサの構成要素として、可視光線透明導電性微小パターンは、高い接触感度、複数接触検出、及びスタイルス入力を可能にするために有用である。

【0020】

透明導電性区域内の、2つ以上の異なる面抵抗の水準、面抵抗の異方性、又は変化する面抵抗の水準は、下記の透明微小パターン導電体を構成する二次元メッシュの形状によって制御することができる。

【0021】

本発明はそのように限定されるものではないが、下記に与えられる実施例を考察することにより、本発明の様々な態様が認識されるであろう。

【0022】

図1は、タッチスクリーンセンサ100の概略図を例示する。タッチスクリーンセンサ100は、接触感知領域105を有するタッチスクリーンパネル110を含む。接触感知領域105は、タッチセンサ駆動デバイス120に電気的に結合されている。タッチスクリーンパネル110は、表示デバイスに組み込まれている。

【0023】

図2は、タッチスクリーンパネルの接触感知領域、例えば、図1の接触感知領域105内に位置する導電性可視光線透明区域101の斜視図を例示する。導電性可視光線透明区域101は、可視光線透明基材130、及び可視光線透明基材130の上又は中に配置される導電性微小パターン140を含む。可視光線透明基材130は、主表面132を含み、電気的に絶縁性である。可視光線透明基材130は、例えば、ガラス、又はポリマーなどの任意の有用な電気的に絶縁性の材料から形成され得る。光透明基材130のための有用なポリマーの例としては、ポリエチレンテレフタレート(PET)、及びポリエチレンナフタレート(PEN)が挙げられる。導電性微小パターン140は、複数の線形金属構造から形成され得る。

【0024】

図2はまた、タッチスクリーンパネルの接触感知領域内に位置する導電性可視光線透明区域101の説明に使用するための軸系を例示する。一般に、表示デバイスの場合、x軸及びy軸はディスプレイの幅及び長さに対応し、z軸は典型的にディスプレイの厚さ(すなわち高さ)方向に沿っている。この取り決めは、特に明記しない限り、全体を通して使用される。図2の軸系において、x軸及びy軸は、可視光線透明基材130の主表面132と平行に定められ、正方形又は矩形表面の幅及び長さ方向に対応し得る。z軸は、この主表面と垂直であり、典型的には可視光線透明基材130の厚さ方向に沿っている。導電性微小パターン140を形成する複数の線形金属構造の幅は、y軸に沿って直線的に延びる平行の線形金属構造のx方向の間隔に相当し、直交する線形金属構造のy方向の間隔は、直交する線形金属構造の幅に相当する。線形金属構造の厚さ又は高さは、z方向の距離に対応する。

【0025】

いくつかの実施形態では、タッチスクリーンパネルの接触感知領域内に位置する導電性可視光線透明区域101は、それが導電性微小パターン140を有する、可視光線透明基材130の2つ以上の層を含む。

【0026】

導電性微小パターン140は、主表面132上に堆積される。センサは、タッチスクリーンディスプレイ、又はタッチパネルディスプレイを形成するために、ディスプレイと相互作用するため、基材130は、可視光線透明性であり、実質的に平面的である。基材及びセンサは、実質的に平面で可撓性であってもよい。可視光線透明性とは、ディスプレイによってレンダリングされる情報(例えば、文字、画像、又は数字)が、タッチセンサを通して見えることを意味する。光を遮蔽するのに十分厚い厚さで堆積された金属であっても、金属が適切な微小パターンで堆積されれば、堆積された金属の形態での導電体を含むタッチセンサにおいて見易さ及び透明を達成することができる。

【0027】

10

20

30

40

50

導電性微小パターン 140 は、情報をレンダリングするディスプレイの可視部分に重なる、少なくとも 1 つの可視光線透明導電性区域を含む。可視光線透明導電性とは、ディスプレイの一部が導電性微小パターンの区域を通して閲覧することができ、微小パターンの区域がパターンの平面内で、又は換言すると、導電性微小パターンが堆積されそれと隣接する基材の主表面に沿って導電性であることを意味する。好ましい導電性微小パターンは、二次元メッシュを有する区域、例えば、正方形グリッド、矩形（非正方形）グリッド、又は規則的な六角形ネットワークを含み、導電トレースは、メッシュのトレースと電気的に接触している導電体が堆積されていない、メッシュ内の囲まれた開放面積を画定する。空いた空間及びその端部の関連した導電体トレースは、本明細書においてセルと呼ばれる。メッシュセルの他の有用な構成は、ランダムなセル形状及び不規則な多角形を含む。

10

【0028】

いくつかの実施形態では、導電性微小パターンを画定する導電トレースは、5つの隣接するセル、好ましくは4つの隣接するセル、より好ましくは3つの隣接するセル、更により好ましくは2つの隣接するセルの合わせた縁部の長さよりも大きな距離にわたってほぼ直線的である区分を含まないように設計される。より好ましくは、微小パターンを画定するトレースは、単一のセルの縁部の長さよりも大きな距離にわたって直線的である区分を含まないように設計される。したがって、いくつかの実施形態では、微小パターンを画定するトレースは、長い距離、例えば、10センチメートル、1センチメートル、又は更に1ミリメートルを超えて直線的であることはない。直前に述べた、最小の長さの直線区分を有するパターンは、ディスプレイの可視性に最小限の障害しか生じさせない利点を有するタッチスクリーンセンサにとって特に有用である。

20

【0029】

導電性微小パターンの二次元形状（即ち、平面内、又は基材の主表面に沿ったパターンの形状）は、タッチスクリーンセンサにおいて有用な特別な透明導電特性を達成するためには、導電体材料の光学的及び電気的特性を考慮して設計され得る。例えば、導電体材料の連続的な（パターン化されていない）堆積物又はコーティングは、そのバルク抵抗率をその厚さで除して計算される面抵抗を有する一方で、本発明においては、異なる水準の面抵抗は、導電体の微小パターン化によっても設計される。

【0030】

いくつかの実施形態では、二次元の導電性微小パターンは、センサの導電性区域（例えば、可視光線透明導電性区域）における異方性面抵抗を達成するように設計される。異方性面抵抗とは、直交する二方向に沿って測定された又はモデル化した際に、導電性微小パターンの面抵抗の規模が異なることを意味する。

30

【0031】

対照的に、いくつかの実施形態では、センサの導電性区域（例えば、可視光線透明導電性区域）における等方性面抵抗を達成するように、二次元の導電性微小パターンが設計される。等方性面抵抗とは、平面内で直交する任意の二方向に沿って測定又はモデル化した際に（双方向において一定の幅のトレースで形成される正方形のグリッドの場合と同様に）、導電性微小パターンの面抵抗の規模が同じであることを意味する。

【0032】

区域内の異方性面抵抗は、一方向において、直交する方向の面抵抗よりも少なくとも 10 パーセント高い、又は少なくとも 25 パーセント高い、少なくとも 50 パーセント高い、少なくとも 100 パーセント高い、少なくとも 200 パーセント高い、少なくとも 500 パーセント高い、又は更には少なくとも 10 倍高い面抵抗を含むことができる。いくつかの実施形態では、区域内の異方性面抵抗は、一方向において、直交する方向における面抵抗よりも、少なくとも 1.5 倍高い面抵抗を含む。いくつかの実施形態では、区域内の異方性面抵抗は、一方向において、直交する方向における面抵抗よりも、1.1 ~ 10 倍、他の実施形態では、1.25 ~ 5 倍、及び更に別の実施形態では、1.5 ~ 2 倍大きい面抵抗を含む。

40

【0033】

50

異方性面抵抗を生じ得る導電性微小パターン形状の例は、導電トレースの幅が一定である、ほぼ矩形（非正方形）の微小グリッドである。このような矩形微小グリッド（非正方形）に関し、異方性面抵抗は、他方よりも10パーセント長い、他方よりも25パーセント長い、他方よりも少なくとも50パーセント長い、他方よりも100パーセント長い、又は更には他方よりも10倍長い一縁部を含む、グリッドのセルの反復形状から生じ得る。異方性面抵抗は、異なる方向でトレースの幅を変えることによって（例えば、別の、非常に対称的なメッシュのセルのパターンで）、生成することができる。異方性面抵抗を生成するための後者の手法の例は、例えば、200マイクロメートルのピッチを有する導電トレースの正方形グリッドであり、第1の方向におけるトレースは10マイクロメートルの幅であり、直交する方向のトレースは、9マイクロメートル幅、7.5マイクロメートル幅、5マイクロメートル幅、又は更に1マイクロメートル幅である。区域内の異方性面抵抗は、平行な導電線のパターンによって生じるように、一方向において有限の測定可能な面抵抗を、及び他方向において本質的に無限の面抵抗を含み得る。上記のように、いくつかの実施形態では、区域内の異方性面抵抗は、第1の方向において有限の測定可能な面抵抗を、及び第1の方向と直交する方向において有限の測定可能な面抵抗を含む。

【0034】

導電性微小パターンの区域が等方性であるか又は異方性であるかを決定する目的で、関連する特性の測定又は計算を行うために、微小パターンの規模に対する関心の区域の規模が、合理的に選択されなくてはならないことが、当業者によって理解されるであろう。例えば、仮にも一度導電体がパターン化されると、異なる方向における測定において面抵抗における違いを生じる測定を行うための位置及び規模を選択することは、容易である。以下の詳細な実施例により、この点がより明確になり得る。100マイクロメートル幅の導電体トレース、及び1ミリメートルのピッチ（グリッド内で900マイクロメートル×900マイクロメートルの正方形開口部となる）を有する正方形グリッドの形態の等方性形状の導電体パターンを想定し、正方形開口部の縁部に沿ったトレースのうちの1つの中の面抵抗の4点プローブ測定を行い、プローブは、4つの直線状に配置されたプローブに沿って25マイクロメートルの一定間隔を有する（2つの電流プローブ間、外側のプローブの間の分離が75マイクロメートルとなる）ものと想定すると、プローブがトレースと平行に整列されたか又はトレースと直交するように整列されたかに応じて、異なる水準の面抵抗が、測定された電流及び電圧の値によって算出される。したがって、正方形グリッド形状が、正方形グリッドセル寸法よりも大きな規模の等方性面抵抗を生じるにも拘わらず、異方性を提示する面抵抗の測定を実行することが可能である。したがって、本開示における、導電性微小パターン（例えば、メッシュを含む微小パターンの可視光線透明導電性区域）の面抵抗の異方性を画定する目的で、面抵抗が測定又はモデル化されるべき、関連する規模は、メッシュのセルの長さ規模よりも大きく、好ましくは2つのセルの長さ規模よりも大きい。いくつかの場合においては、面抵抗は、メッシュがその面抵抗において異方性であることを示すために、メッシュの中の5つ以上のセルの長さ規模にわたって測定又はモデル化される。

【0035】

導電性微小パターンが、区域内で面抵抗の異方性を呈する実施形態とは対照的に、透明導電性酸化物薄膜（例えば、酸化インジウムスズ、即ち、ITO）を含むセンサは、導電体の隣接する区域において等方性面抵抗を呈する。後者の場合、隣接する区域の面抵抗の4点プローブ測定が、異なる方向で、より小さいプローブの間隔で行われて、これを測定、又はモデル化することができ、異なる方向における電流及び電圧の同じ読み取り値が、明確に等方性を示す。

【0036】

いくつかの実施形態では、二次元導電性微小パターンは、所定の方向で測定された際に、センサの2つの異なるパターン化された導電体区域において、異なる水準又は規模の面抵抗を達成するように設計される。例えば、異なる水準の面抵抗に関し、2つのうちより高い方が、より低い方よりも1.25倍超、1.5倍超、2倍超、5倍超、10倍超、又

10

20

30

40

50

は更に 100 倍超大きいことがある。いくつかの実施形態では、2つの面抵抗値のうちのより高い方が、より低い方よりも 1.25 ~ 1000 倍、他の実施形態では、1.25 ~ 100 倍、他の実施形態では、1.25 ~ 10 倍、他の実施形態では、2 ~ 5 倍大きい。ある区域が、別の区域のものと異なる面抵抗を有するものとみなされるためには、これは、他の区域の面抵抗より、少なくとも 1.1 倍大きいか又は小さい面抵抗を有する。

【0037】

いくつかの実施形態では、微小パターンは、電気的に隣接する、パターン化された 2 つの導電体区域の、前述の異なる水準の面抵抗を達成するように設計されており、つまり、これらは、これらの境界に沿って互いに電気的に接触しているパターン化された導電体区域である。導電境界を共有する、パターン化された 2 つの導電体区域はそれぞれ、均一な、それぞれのパターン形状を有し得るが、やはり異なり得る。いくつかの実施形態では、微小パターンは、電気的に接触していない 2 つの異なるパターン化された導電体区域の、異なる水準の面抵抗を達成するように設計されており、即ち、これらは、パターン化された区域が境界に沿って電気的に接触しているこれらの間に境界を共有しない、パターン化された導電体区域である。それらの間に導電境界を共有しない、パターン化された 2 つの導電体区域はそれぞれ、均一な、それぞれのパターン形状を有し得るが、やはり異なってもよい。電気的に接触していない区域について、これら双方が、同じ固体導電体要素、例えば、バスバー又はパッドに、このパターンで電気的に接触することは、本開示の範囲内である。いくつかの実施形態では、微小パターンは、互いに電気的に絶縁された 2 つの区域において、異なる水準の面抵抗を達成するように設計され、したがって、電気信号によって独立して対処することができる。電気的に絶縁された 2 つのメッシュ区域はそれぞれ、均一なパターン形状を有し得るが、やはり異なってもよい。最後に、いくつかの実施形態では、微小パターンは、例えば、電気的に隣接する 2 つの区域の第 1 区域から第 2 区域へと連続的に変化する面抵抗を生成することにより、2 つの異なる区域において、異なる水準の面抵抗を達成するように設計される。

10

20

【0038】

測定方向において異なる面抵抗を有する 2 つの区域を含む二次元導電性微小パターンは、この区域に関して好ましい水準の面抵抗（例えば、5 ~ 100 / スクエアの低い面抵抗）を有する、感知領域内の可視光線透明導電性区域（変化する、又は異方性の面抵抗を任意に含む）の設計、及び感知領域内に位置してもしなくてもよいタッチスクリーンセンサの部分としての、電気素子、例えばレジスタ素子の設計にとって有用であり、レジスタ素子は、レジスタ機能のために最適に選択される面抵抗（例えば、150 ~ 1000 / スクエアのより高い面抵抗）を有するシート導電体を含み、場合により他の設計制約、例えばレジスタの占有面積の最小化による制約を考慮する。

30

【0039】

上記のように、測定又はモデル化し得る有限な面抵抗を有する区域及び方向における導電性微小パターンの面抵抗は、0.01 / スクエア ~ 1 メガ / スクエアの範囲、又は 0.1 ~ 1000 / スクエアの範囲、又は 1 ~ 500 / スクエアの範囲にあり得る。いくつかの実施形態では、導電性微小パターンの面抵抗は、1 ~ 50 / スクエアの範囲にある。他の実施形態では、導電性微小パターンの面抵抗は、5 ~ 500 / スクエアの範囲にある。他の実施形態では、導電性微小パターンの面抵抗は、5 ~ 100 / スクエアの範囲にある。他の実施形態では、導電性微小パターンの面抵抗は、5 ~ 40 / スクエアの範囲にある。他の実施形態では、導電性微小パターンの面抵抗は、10 ~ 30 / スクエアの範囲にある。導電性微小パターン又は導電性微小パターンの区域を特徴付け得る面抵抗の指示において、微小パターン又は微小パターンの区域は、それが、面抵抗値を、任意の方向における電気伝導において有する場合、所定の値の面抵抗を有するものとされる。

40

【0040】

センサの透明性、及びセンサを通じたディスプレイの可視性を達成するための導電体の適切な微小パターンは、一定の特質を有する。まず、これを通じてディスプレイが見られ

50

る導電性微小パターンの区域は、導電体によって遮蔽される、50%未満、又は25%未満、又は20%未満、又は10%未満、又は5%未満、又は4%未満、又は3%未満、又は2%未満、又は1%未満、又は0.25%～0.75%の範囲、又は0.5%未満のセンサの面積率を有するべきである。

【0041】

導電体微小パターン、又は導電性微小パターンの区域の開放面積率（又は開放面積若しくは開放面積の比率）は、導電体によって遮蔽されない微小パターン面積、又は区域面積の割合である。開放面積は、1から、導電体によって遮蔽される面積率を引いたものに相当し、少数又は百分率として、便利に及び互換的に表現することができる。導電体によって遮蔽される面積率は、微小パターン化された導電体の線の密度と互換的に使用される。
10 微小パターン化された導電体は、電気的に導電性の微小パターン及び導電性微小パターンと互換的に使用される。したがって、導電体によって遮蔽される割合に関して上の文章で示された値に関し、開放面積値は、50%超、75%超、80%超、90%超、95%超、96%超、97%超、98%超、99%超、99.25～99.75%、99.8%、99.85%、99.9%、及び更に99.95%である。一部の実施形態では、導電体微小パターンの領域の開放面積（例えば、可視光線透明導電性領域）は、80%～99.5%であり、他の実施形態では90%～99.5%であり、他の実施形態では、95%～99%であり、他の実施形態では、96%～99.5%であり、他の実施形態では、97%～98%であり、他の実施形態では、最大99.95%である。実際的な製造方法を使用した、有用な光学的特性（例えば、高い透過率及び導電パターン要素の不可視性）、及び電気的特性の再現可能な達成に関し、開放面積の好みい値は、90～99.5%、より好ましくは95～99.5%、最も好ましくは95～99.95%である。
20

【0042】

ディスプレイのピクセルパターンとの干渉を極小化し、ユーザー又は見る人の裸眼によるパターン要素（例えば、導電体の線）の可視性を回避するために、導電パターン要素の最小寸法（例えば、線又は導電トレースの幅）は、およそ50マイクロメートル以下、又はおよそ25マイクロメートル以下、又はおよそ10マイクロメートル以下、又はおよそ5マイクロメートル以下、又はおよそ4マイクロメートル以下、又はおよそ3マイクロメートル以下、又はおよそ2マイクロメートル以下、又はおよそ1マイクロメートル以下、又はおよそ0.5マイクロメートル以下であるべきである。
30

【0043】

いくつかの実施形態では、導電パターン要素の最小寸法は、0.5～50マイクロメートル、他の実施形態では、0.5～25マイクロメートル、他の実施形態では、1～10マイクロメートル、他の実施形態では、1～5マイクロメートル、他の実施形態では、1～4マイクロメートル、他の実施形態では、1～3マイクロメートル、他の実施形態では、0.5～2マイクロメートルである。有用な光学的特性（例えば、裸眼による導電パターン要素の高い透過率及び不可視性）、及び電気的特性の再現可能な達成に関し、実際的な製造方法の使用による制約を考慮し、導電パターン要素の最小寸法の好みい値は、0.5～5マイクロメートル、より好ましくは1～4マイクロメートルであり、最も好ましくは1～3マイクロメートルである。
40

【0044】

一般的に、堆積された導電性材料は、望ましくないことに、タッチセンサの光透過率を低減する。基本的に、堆積された導電性材料が存在するいずれの場所でも、そのユーザーによる可視性に関して、ディスプレイは遮蔽される。導電体材料によって生じる減衰の程度は、導電体微小パターン内の導電体によって被覆されるセンサ又はセンサ区域の面積率に比例する。

【0045】

一般的に、透明タッチスクリーンセンサは、低いヘイズ値を呈することが望ましい。ヘイズとは、例えば、Haze-Gard機器（Haze-Gard plus, BYK
50

Gardner, Columbia, Maryland)により測定される、光が媒体を通過する際のその分散に関する特性を指す。いくつかの実施形態では、タッチスクリーンセンサは、10%未満、いくつかの実施形態では5%未満、いくつかの実施形態では4%未満、いくつかの実施形態では3%未満、いくつかの実施形態では2%未満のヘイズを呈する。導電体微小パターンを含む区域の、高い透過率(可視光透過性とも称される)、低いヘイズ、低い導電体トレイス可視性の望ましい組み合わせを達成する実施形態が開示される。したがって、導電体微小パターンは、感知領域又はタッチスクリーンセンサディスプレイの区域の一部として使用された場合(例えば、微小パターンをディスプレイの可視区域に重ねた場合)に特に有用である。

【0046】

10

いくつかの実施形態では、例えば、導電性材料の不均一なメッシュから生じる、面抵抗の不均一な分布が存在したとしても、可視ディスプレイ領域にわたって均一な光透過性を有する可視光線透明ディスプレイセンサを生じるために、センサは、パターン全体の光透過性の均一性を維持するように機能する、導電性微小パターンに付加された絶縁された導電体堆積物を含む。このような絶縁された導電体堆積物は、センサの駆動デバイス(例えば、電気回路又はコンピュータ)に接続されず、したがって電気的機能を提供しない。例えば、3マイクロメートルの線幅及び200マイクロメートルのピッチの正方形グリッド形状のメッシュを有する第1区域(金属により面積の3%が遮蔽されている、即ち、97%の開放面積)、並びに3マイクロメートルの線幅及び300マイクロメートルのピッチの正方形グリッド形状のメッシュを有する第2区域(金属により面積の2%が遮蔽されている、即ち、98%の開放面積)を含む金属導電体微小パターンは、300マイクロメートルピッチのグリッド区域の開放セルそれぞれの内部に、100個の等間隔の3マイクロメートル×3マイクロメートルの正方形の金属導電体をパターンで含めることにより、2つの区域にわたるその平均光透過率を光学的に均一にすることができる。100個の3マイクロメートル×3マイクロメートルの正方形(900平方マイクロメートル)は、各300マイクロメートル×300マイクロメートルのセル(90000平方マイクロメートル)において、面積を更に1パーセント遮蔽し、したがって、第2区域の平均光透過率を、第1区域のものと等しくする。透明導電性区域及びそれらの間の空間の区域を含む、センサにわたる光透過性の均一性を維持するために、隣接する透明導電性区域(例えば、二次元のメッシュ又はネットワークの形態の微小パターン化された導電体を含む隣接する透明導電性区域)の間の空間の区域に、同様の絶縁金属構造を加えることができる。絶縁された正方形の導電体に加えて、光学的均一性を調整するための、他の有用な絶縁された導電体堆積物としては、円及び線が挙げられる。電気的に絶縁された堆積物の最小寸法(例えば、正方形構造の縁部長さ、円形構造の直径、又は線状構造の幅)は、10マイクロメートル未満、5マイクロメートル未満、2マイクロメートル未満、又は更には1マイクロメートル未満である。

【0047】

20

30

40

実際的な製造方法を使用する、有用な光学的特性(例えば、導電パターン要素の高い透過率、及び不可視性)の再現可能な達成に関し、電気的に絶縁された堆積物の最小寸法は、好ましくは0.5~10マイクロメートル、より好ましくは0.5~5マイクロメートル、更により好ましくは0.5~4マイクロメートル、更により好ましくは1~4マイクロメートル、最も好ましくは1~3マイクロメートルである。いくつかの実施形態では、電気的に絶縁された導電体堆積物の配置は、周期性を有さないように設計される。周期性の不在は、下部のディスプレイの周期的ピクセルパターンとの、好ましくない可視的な相互作用を制限するために、好ましい。電気的に絶縁された導電体堆積物の集合が周期性を欠くためには、堆積物を有し、デコード、又は信号生成及び/若しくは処理電子機器に接続する微小パターン要素を欠く区域にわたり、堆積物の少なくとも一部の本来ならば周期性を有する配置に対して单一の障害が存在するだけでよい。このような電気的に絶縁された導電体堆積物は、非周期的な配置を有するとされるか、又は電気的に絶縁された導電体堆積物の非周期的な配置であるとされる。いくつかの実施形態では、電気的に絶縁された

50

導電体堆積物は、例えば、5マイクロメートルの縁部長さを有する正方形堆積物の対向する面において存在するような、10マイクロメートル未満の間隔で離れた直線的で平行な縁部を欠くように設計される。より好ましくは、絶縁された導電体堆積物は、5マイクロメートル、より好ましくは4マイクロメートル、更により好ましくは3マイクロメートル、更により好ましくは2マイクロメートル未満の間隔で離れた直線的で平行な縁部を欠くように設計される。直線的で平行な縁部を欠く電気的に絶縁された導電体堆積物の例は、橢円形、円形、五角形、七角形、及び三角形である。電気的に絶縁された導電体堆積物の設計内における、直線的で平行な縁部の不在は、センサと一体化するディスプレイの可視性を阻害し得る光回折アーチファクトを最小化するように機能する。

【0048】

10

導電体微小パターンの、光学的均一性に対する影響は、数量化することができる。ディスプレイの可視区域に重なる、センサ、したがって導電体微小パターンの合計面積が、1ミリメートル×1ミリメートル区域の配列へと区分化される場合、好ましいセンサは、いずれの区域も全区域の平均から75%超異なる遮蔽面積率を有さないような導電体微小パターンを含む。より好ましくは、いずれも50パーセント超異なる遮蔽面積率を有さない。より好ましくは、いずれも25パーセント超異なる遮蔽面積率を有さない。更により好ましくは、いずれも10パーセント超異なる遮蔽面積率を有さない。ディスプレイの可視区域に重なるセンサ、したがって導電体微小パターンの合計面積が、5ミリメートル×5ミリメートル区域の配列へと区分化される場合、好ましいセンサは、いずれの区域も全区域の平均から50%超異なる遮蔽面積率を有さないような導電体微小パターンを含む。好ましくは、いずれも50パーセント超異なる遮蔽面積率を有さない。より好ましくは、いずれも25パーセント超異なる遮蔽面積率を有さない。更により好ましくは、いずれも10パーセント超異なる遮蔽面積率を有さない。

20

【0049】

本開示は、有利なことに、透明導電性酸化物(TCO)、例えば、ITOとは対照的に、透明導電センサにおける導電性材料としての金属の使用を可能にする。ITOは、例えば、ある構成体における腐食に関係する分解、撓んだときに割れる傾向、100未満～1000/スクエアの面抵抗を有するコーティングとして堆積された際の透過光の大幅な減衰(反射及び吸収による)、及びインジウムの希少性による費用の増加などの、いくつかの欠点を有する。ITOはまた、均一かつ再現可能な電気的特性を有するように堆積することが困難であり、タッチスクリーンセンサを構成する導電パターンに連結する、より複雑かつ高価な電子機器の必要性へと繋がる。

30

【0050】

導電性微小パターンを形成するために有用な金属の例としては、金、銀、パラジウム、プラチナ、アルミニウム、銅、ニッケル、すず、合金、及びこれらの組み合わせが挙げられる。いくつかの実施形態では、導電体は、透明導電性酸化物である。いくつかの実施形態では、導電体はITOである。導電体は、5ナノメートル～5マイクロメートル、又は10ナノメートル～500ナノメートル、又は15ナノメートル～250ナノメートルの厚さを有し得る。いくつかの実施形態では、導電体の厚さは1マイクrometer未満である。当該技術分野において既知であるように、導電体の望ましい厚さは、望ましい面抵抗から始まり、微小パターン形状(及び、ひいては平面の通電断面への影響)、及び導電体のバルク抵抗率を考慮することによって算出され得る。微小パターンの複雑な形状に関し、当該技術分野では計算法、例えば、面抵抗を算出するのに使用することができる有限差分方法又は有限要素方法が存在し、本明細書においては、微小パターンの特性のモデル化と称される。当該技術分野において既知であるように、面抵抗は、4点プローブ技術及び非接触渦電流方法などの多数の技術を使用して測定することができる。

40

【0051】

本発明のセンサと一体化することができる有用なディスプレイの例としては、液晶ディスプレイ、ブラウン管ディスプレイ、プラズマディスプレイパネル、及び有機発光ダイオードディスプレイが挙げられる。

50

【0052】

本発明による導電体パターンは、任意の適切なパターン化方法、例えば、エッチングを伴うフォトリソグラフィー、又はめっきを伴うフォトリソグラフィー（例えば、米国特許第5,126,007号、同第5,492,611号、同第6,775,907号を参照）を含む方法によって生成することができる。加えて、導電体パターンは、他のいくつかの代表的な方法（それぞれ、以下でより詳細に説明される）の1つを利用して作製することができる。

1. レーザー硬化マスキング（金属フィルム上のマスク層の硬化、及び次にエッチング）

2. （マスキング材料又は続く金属めっきのための種材料の）インクジェット印刷 10

3. （続く金属めっきのための種材料の）グラビア印刷

4. 微小複製（基材中に微小溝を形成し、次に導電性材料又は続く金属めっきのための種材料を充填する）、又は

5. マイクロコンタクト印刷（基材表面上の自己組織化単分子膜（SAM）パターンのスタンピング又は輪転印刷）。

【0053】

高容量、高解像度印刷方法の利用は、一般的に、導電性要素の正確な配置を可能にし、また、市販のディスプレイピクセルと適合する規模の微小導電体の（擬似ランダム）変動を可能にし、本来ならば生じ得る光学的異常（例えば、モアレパターン）を制限する。

【0054】

本明細書で説明されるいくつかの実施形態は、平坦な面の「ワイヤ様」導電体を利用してもよく、これは、透明導電体を利用する既存のセンサよりも高い光透過率を可能にする。これらの平坦な面の「ワイヤ様」導電体は、いくつかの実施形態では、既存の円形ワイヤ手段で可能であるよりも優れた導電体配置の拡張性及び制御を提供する。本明細書で記載される微小導電体は、10マイクロメートル以下の最大横断寸法を有する導電体を含む。多くのセンサ用途において、3マイクロメートル未満が好ましい。マスキング及びエッチングを利用する方法は、一般的に、低アスペクト（厚さ0.05～0.5 μm × 幅1 μm～10 μm）の微小導電体を生成する。微小複製された溝は、最大で1：1を超える、より高いアスペクト比の微小導電体を生成し得る。

【0055】

レーザー硬化マスキングを使用し、紫外線レーザーでパターンを選択的に硬化することによって、微小導電体を作製することができる。このようなプロセスは、典型的には、フィルム（例えば、PET）又はガラス系基材のいずれかで機能する。代表的なレーザー硬化マスキングプロセスは、以下の工程を含み得る。

1. 基材が金属めっきされる（例えば、銀又は銅が、ガラス又はPETフィルムにスパッタコーティングされる）。

2. 紫外線硬化性マスキングインクが、めっきされた基材に均一にコーティングされる（例えば、スピンドルコーティング、及びディップコーティング）。

3. レーザーは印刷されたインクの一部を硬化して、タッチセンサの活性領域に微小導電体電極を形成し、また、電極をコネクタパッドに相互接続させる（より幅広い）線を硬化してもよい（レーザーのビーム幅は、フォトマスクによって減少させてもよい）。

4. 未硬化インクが除去される（洗い落とされる）。

5. マスキングインクの下のパターンを除いて、基材にめっきされた金属がエッチングにより除去される。

【0056】

比較的に幅の広い線を使用して、種インク（触媒インク）の望ましいパターンを印刷し、続いて紫外線レーザーで選択的に硬化する（上記のレーザー硬化マスキングプロセスと同様）ことにより、種インクのインクジェット印刷及びめっきを使用して微小導電体を作製することができる。このプロセスのための基材は、フィルム（例えば、PET）又はガラスのいずれかであり得る。

10

20

30

40

50

【0057】

図3a、及び図3bは、このようなプロセスを示す。

1. 種インク66が、基材67にインクジェット印刷される。

2. レーザー65は印刷されたインクの一部を硬化してタッチセンサの活性領域に微小導電体電極68を形成し、また、電極をコネクタパッドに相互接続させる（より幅広い）線を硬化してもよい（レーザーのビーム幅は、フォトマスクによって減少させてもよい）。

3. 未硬化インクが除去される（洗い落とされる）。

4. 種インクの硬化パターンは、無電解めっきされる（導電性金属で）。

【0058】

インクジェット印刷プロセスは、使用されるインクの量を最小限にするため、インクが高価な場合（例えば、種インク）に検討されるべきである。インクが比較的安価である場合、インクジェット印刷は、基材全体を均一にコーティングする別のプロセス（例えば、スピンドルコーティング、又はディップコーティング）に代えることができる。上記のインクジェット印刷及び種インクプロセスのめっきのためのインク材料及び処理は、Carclon Technical Plastics, Cambridge, UKから入手可能である。

【0059】

グラビア印刷は、印刷される画像が、ドラム上で回転する金属プレートに「エッティング」されることを必要とする。ドラムが回転すると、エッティングされた表面にインクが充填され、これは次に、インクを充填されたエッティングプレートとフィルムが互いに接触するとき印刷される、フィルムの表面上に堆積される。このプロセスは、図4で略図化されており、これはフィルム基材76が、インク槽73からのインクライン74で印刷されているのを示す。圧胴70は、インク槽73からのインクで充填されるエッティング72を有する、印刷ドラム75に接して回転する。このようなプロセスは、後の処理のためのストック材料を作るために使用することができ、又は高容量センサの特定のX又はY構成要素を作製するために使用され得る。

【0060】

種インク（又は触媒インク）は、上記の方法のいずれかによって印刷され得る。印刷及び硬化の後、インクを銅などの金属で無電解めっきして、高伝導度を得ることができる。種インク製造業者としては、Carclonの一部門でありCambridge, UKにあるConductive Inkjet Technology及びFarnborough, EnglandのQinetiQ Companyが挙げられる。ニューメキシコ州アルバカーキのCabot Printabale Electronics and Displaysはインクジェット印刷可能な銀導電性インクを製造する。

【0061】

微小複製は、微小導電体を形成するのに使用することができる、更に別のプロセスである。図5の図は、充填された又は部分的に充填された、微小複製されたチャネルの断面図を示す。チャネルは、種インク81で充填され、次にこれらを導電性にするために、めっきされてもよい（金属化層80参照）。あるいは、チャネルには、それ自体が導電性であるインクが充填されてもよく、めっきプロセスの必要性を排除する。第3の代替手段は、基材を金属でコーティングし、次に溝の（底部の）金属の部分をマスキングし、次にマスキングされていない材料をエッティングして取り去ることである（例えば、米国特許出願第61/076731号（「Method of Forming a Microstructure」）、及び同第61/076736号（「Method of Forming a Patterned Substrate」）を参照）。チャネルの実際の形状が変更されて、断面形状、及び最低水準の光学的干渉を提供する寸法を最適化し、一方で依然として高い伝導度及び高い生産収率を確実にすることができます。

【0062】

充填された微小複製されたチャネルは、（マスキングされた金属フィルムに対して）高

10

20

30

40

50

いアスペクト比の断面を有する導電体を提供することができる。したがって、最大伝導度が、最低の光学的可視性と共に達成され得る（見る方向において小さい横断面）。微小複製されたチャネルを充填する方法、及び高いアスペクト比を有するチャネルの望ましい形狀は、同一出願人による米国特許出願第 U S 2 0 0 7 / 0 1 6 0 8 1 1 号 (G a i d e s ら) に記載されている。

【0063】

図 6 は、その幅よりも深い微小複製された電極を有する、高いアスペクト比の接触表面の断面形狀を示す。一実施形態では、1 : 1 を超える深さ対幅の比を有する微小複製された構造が、より良好な性能を生じる。一般的に、より狭い幅の微小複製された構造は、より多くの光がディスプレイを出て、タッチセンサを通過することを可能にする。更に、幅よりも深さのあるチャネルは、第 1 の表面からセンサに入る光の反射を制限する表面積を低減する。これらの利点が得られる一方で、静電容量信号は失われない。図 6 は、指 85 による、上面だけではなくセンサの側部への、タッチセンサ 86 の印刷された銅電極 87 の容量結合を示す。

10

【0064】

マイクロコンタクト印刷は、微小導電体を形成するのに使用することができる、更に別のプロセスである。マイクロコンタクト印刷は、基材表面上の自己組織化单分子膜 (S A M) パターンのスタンピング、又は輪転印刷である。この手法は、非常に微細なスケールのパターン（例えば 1 マイクロメートルの 10 分の 1 のフィーチャサイズ）のために実行することができる、またパターン化された单層を金属、セラミックス、及びポリマーのパターン化に拡張することができる能力を含む、いくつかの技術的に重要な特徴を示す。

20

【0065】

代表的なマイクロコンタクト印刷プロセスは、以下の通りである。

- 1 . 基材が金属でコーティングされる（例えば、銀又は銅が、ガラス又は P E T フィルムにスパッタコーティング又はめっきされる）。
- 2 . 自己組織化单分子膜のマスキングが、めっきされた基材にスタンピングされる。
- 3 . マスキングの下のパターンを除いて、基材にコーティングされた金属がエッチングにより除去される。

【0066】

マイクロコンタクト印刷プロセスは、例えば、米国特許第 5 , 5 1 2 , 1 3 1 号 (K u m a r)、及び同時係属の 3 M 特許出願第 6 1 / 0 3 2 2 7 3 号 (「M e t h o d s o f P a t t e r n i n g a C o n d u c t o r o n a S u b s t r a t e」) に記載される。マイクロコンタクト印刷は、一般的に基材に依存しない。例えば、基材は P E T 、ガラス、P E N 、T A C 、又は不透明なプラスチックであり得る。当該技術分野において既知であるように、マイクロコンタクト印刷は、金属堆積プロセスと組み合わせて、追加のパターン化プロセス（例えば、無電解めっきを含む）を生じる。

30

【0067】

図 7 a は、小さい静電容量タッチスクリーンのためのマトリックスセンサを示す。電極の 2 つのパターン（91 及び 92）が相互接続し、コネクタパッドが可撓性基材（例えば、P E T）上に印刷される。2 つのパターンが次に共に組み合わされて、平行な平面上に 2 層の電極を形成し、示されるように上部平面上の電極が、下部平面上の導電体と直交する（図 7 b 参照）。場合により、下部電極平面の下にシールド（図示されない）が必要とされる。

40

【0068】

図 7 に表されるパターンは、本明細書に記載される方法の 1 つを使用して印刷されてもよく、単一の印刷プロセス工程を使用して、電極を形成する 10 μm 未満の微小導電体と、電極からコネクタパッドに信号を伝達する相互接続線（一般的に、10 μm 超）とを同時に印刷したが、更には同じ印刷プロセスでコネクタパッド自体も形成されてもよい。例えば、マイクロコンタクト印刷プロセスを使用して、図 27 に関して記載されるような、3 μm の微小導電体及び 500 μm の導電トレース 706 のパターンを同時に印刷した。

50

この特定の実施形態は、いくつかの利点をもたらした。

1. 電極の相互接続子との位置合わせは自動的であり、かつ非常に正確である。
2. 相互接続子を、他の相互接続印刷プロセス（例えば、導電性インクのシルクスクリーン印刷）の場合よりも、遙かに細かくより狭い間隔で印刷することができる。
3. 相互接続子の厚さ（基材の平面と垂直）は、従来の相互接続印刷プロセス（例えば、導電性インクのシルクスクリーン印刷）におけるよりも遙かに薄い。厚い相互接続子は、積層された層の間に可視の空隙を生じ、これは、積層された層の間の密封を弱める場合がある。

【0069】

図8は、基材96の表面上の平行な微小導電体95を有する、微小複製され、充填された「ストック」構成材料を示す。ウェブの配向は、縦(verticle)である(97)。本明細書において、並びに/又は3Mの特許出願第61/076731号(「Method of Forming a Microstructure」)及び同第61/076736号(「Method of Forming a Patterned Substrate」)に開示されるように、基材は、PET、PEN、又はポリカーボネートであつてよく、微小導電体が、微小複製された溝に堆積されてもよい。微小導電体の間隔は、一実施形態では、好ましくは50μm~500μmである。

10

【0070】

後印刷された（例えば、インクジェット、又はシルクスクリーンによる）導電性インク（本明細書において記載される方法を使用して印刷された）が、いくつかの微小導電体に架かり、選択された微小導電体とのみ接触することができる、絶縁クロスオーバーを提供する、印刷された（例えば、インクジェット、又はシルクスクリーンによる）絶縁体を、選択された微小導電体と相互接続することによって、このストック材料は、タッチセンサ構成要素（例えば、電極又はシールド）へと加工され得る。したがって、図9に示されるように、センサのための相互接続子及びコネクタパッドが作製され、これは、絶縁体を通る貫通孔1000を有するインクジェット印刷された絶縁体表面1002、及びやはりインクジェットによって印刷された導電トレース1001を示す。図8及び図9は、基材ウェブの方向に印刷された微小導電体を示すが、場合によっては、基材ウェブと垂直な方向に微小導電体を印刷することが有利である。

20

【0071】

図10は、別々にされた、2層のストック微小複製微小導電体材料、及び後印刷された2層のインクジェット導電トレースから構成されるマトリックスタッセンサの実施例の断面図を示す。最上層1010は微小複製された微小導電体を含み、次の層1011は印刷された絶縁体であり、次の層1012は後処理された導電体を含み、次の層1013は、接着剤であり、次の層1014は、後処理された導電体であり、次の層1015は印刷された絶縁体であり、最後の層1016は、微小複製された微小導電体を含む。

30

【0072】

いくつかの実施形態では、本来ならば連続的かつ均一であるメッシュ内において、導電トレースに選択的な断絶部を含めることにより、少なくとも一方向において、異なる面抵抗を有する透明導電性区域が作られる。断絶部の選択的な配置のこの手法は、物品全体にわたる光学的透過性が一定である可視の透明導電体区域のパターンを含む物品を生成するのに特に有用である。開始メッシュは、等方性又は異方性であり得る。例えば、周期的な一連の断絶部を作ることによって、その長軸に沿って周期的な面抵抗を呈するように、正方形の微小メッシュを有する細長い矩形の透明導電バーを作製することができ、断絶部は、長軸の方向のベクトル成分を有するトレース内にあり、周期性は、長軸の方向にある。この面抵抗における周期性は、矩形バー付近の物体（例えば、指）の位置をデコードするのに有用であり得る。断絶部の群と共に、トレースの幅、厚さ、及び面密度を選択することにより、単位長さ当たりの最小値の少なくとも2倍、好ましくはそれらの最小値の少なくとも5倍、より好ましくはそれらの最小値の少なくとも10倍である、単位長さ当たりの抵抗のピークによって特徴付けられる、透明導電性要素に沿った単位長さ当たりの抵抗

40

50

の周期的変動を設計することができる。

【0073】

本来ならば連続的かつ均一であるメッシュに選択的な断絶部を含む他の実施形態では、所定の方向において、ほぼ連続的に変化する面抵抗を作るために、断絶部が配置され得る。連続的に変化する面抵抗は、透明導電性要素に沿った電界の非線形性を増幅するのに有用であり得、それ以外では、これは、要素の全体的形状によってのみ作られる。例えば、当該技術分野において既知であるように、頂点と比較してその底辺に電位を印加された、細長い二等辺三角形の形状の、均一な面抵抗を有する透明導電性要素は、(三角形の狭まる幅によって作られた)電界方向に沿った単位長さ当たりの抵抗の勾配のために、底辺から頂点まで非線形の電界を呈する。このような三角形の透明導電性要素の交互配置された配列に基づくタッチセンサでは、電界における非線形性が更により大きいことが有利であり、配列付近の物体(例えば指)の位置をデコードするのに使用される回路のより大きな信号対雑音比に繋がる。断絶部の群と共に、トレースの幅、厚さ、及び面密度を選択することにより、透明導電性要素に沿った単位長さ当たりの面抵抗を設計することができ、これは、1センチメートルの間隔にわたり、少なくとも1.1倍、又は少なくとも1.2倍、又は少なくとも1.5倍、又は少なくとも2倍で増加する。10

【0074】

いくつかの実施形態では、少なくとも一方向において、異なる面抵抗を有する2つの透明導電性区域は、その2つの区域のそれぞれに、その独自の設計を有する隣接するメッシュを含めることによって作られ、各メッシュは、選択的に配置される断絶部を必ずしも含まない。単一の方向、例えば、図2のx方向を通る電流に関する面抵抗の異なる値に繋がる設計を有する2つのメッシュの例としては、同じ厚さ(図2のz方向の寸法)の同じ導電性材料堆積物を有するが、y方向の単位幅当たりの異なる値の通電断面積(図2のy-z平面)を有する、2つのメッシュが挙げられる。このようなメッシュ区域の対の一例は、それが幅2マイクロメートルの導電トレースを含むが、異なるピッチ、例えば100マイクロメートル及び200マイクロメートルのピッチを有する、2つの正方形グリッド区域である。メッシュ区域のこのような対の別の例は、それが幅2マイクロメートルの導電トレースを含むが、異なる配向である(例えば、第1区域の矩形セルの長軸が、第2区域の矩形セルに対して90°に配向されている)2つの矩形グリッド区域(一方向において100マイクロメートルピッチ、直交方向において200マイクロメートルピッチを有する非正方形)である。20

【0075】

いくつかの実施形態では、センサは、導電体のパターンを支持する絶縁可視光線透明基材層を含み、パターンは、可視光線透明微小パターン区域、及び透明ではないより大きな構造を有する区域を含み、可視光線透明微小パターン区域、及びより大きな構造区域は、ほぼ同じ厚さで同じ導電体(例えば、金属)のパターン化された堆積物を含む。より大きな構造は、可視光線透明導電性微小パターン区域と接触するための幅の広い導電トレース、又は電子的デコード、信号生成、若しくは信号処理デバイスと接触するためのパッドの形態をとり得る。同じ絶縁層上の、可視光線透明導電性微小パターン区域との組み合わせにおいて有用な、より大きな構造の幅は、例えば、25マイクロメートル~3ミリメートル、25マイクロメートル~1ミリメートル、25マイクロメートル~500マイクロメートル、25マイクロメートル~250マイクロメートル、又は50マイクロメートル~100マイクロメートルである。30

【0076】

1つの例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内の第1区域微小パターン、及び第2区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、第1の方向において5~500ノスクエアの第1面抵抗値を有し、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有す40

る。第2区域微小パターンは、第1の方向において、第2面抵抗値を有し、これは、第1面抵抗値とは異なる。

【0077】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、直交方向において、少なくとも1.5倍の面抵抗値の差を有する異方性第1面抵抗を有し、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有する。

【0078】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内の第1区域微小パターン、及び第2区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び1~4マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、第1の方向において5~100/スクエアの第1面抵抗値を有し、可視光線透明性であり、96%~99.5%の開放面積を有する。第2区域微小パターンは、第1の方向において、第2面抵抗値を有し、これは、第1面抵抗値とは異なる。

【0079】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内の第1区域微小パターン、及び第2区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、第1の方向において5~500/スクエアの第1面抵抗値を有し、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有する。第2区域微小パターンは、第1の方向において、第2面抵抗値を有し、これは、第1面抵抗値とは異なる。微小パターンはまた、電気的に絶縁した導電体堆積物を含む。可視光線透明感知領域内に位置するセンサの1ミリメートル×1ミリメートルの正方形区域全体に関し、この区域のいずれも、区域全体の平均から75%超異なる遮蔽面積率を有さない。

【0080】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内の第1区域微小パターン、及び第2区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、第1の方向において5~500/スクエアの第1面抵抗値を有し、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有する。第2区域微小パターンは、第1の方向において、第2面抵抗値を有し、これは、第1面抵抗値とは異なる。微小パターンはまた、電気的に絶縁した導電体堆積物を含む。可視光線透明感知領域内に位置するセンサの5ミリメートル×5ミリメートルの正方形区域全体に関し、この区域のいずれも、区域全体の平均から50%超異なる遮蔽面積率を有さない。

【0081】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び1~4マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、直交方向において、少なくとも1.5倍の面抵抗値の差を有する異方性第1面抵抗を有し、可視光線透明性であり、96%~99.5%の開放面積を有する。

【0082】

10

20

30

40

50

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、直交方向において、少なくとも1.5倍の面抵抗値の差を有する異方性第1面抵抗を有し、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有する。微小パターンはまた、電気的に絶縁した導電体堆積物を含む。可視光線透明感知領域内に位置するセンサの1ミリメートル×1ミリメートルの正方形区域全体に関し、この区域のいずれも、区域全体の平均から75%超異なる遮蔽面積率を有さない。

【0083】

10

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、直交方向において、少なくとも1.5倍の面抵抗値の差を有する異方性第1面抵抗を有し、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有する。微小パターンはまた、電気的に絶縁した導電体堆積物を含む。可視光線透明感知領域内に位置するセンサの5ミリメートル×5ミリメートルの正方形区域全体に関し、この区域のいずれも、区域全体の平均から50%超異なる遮蔽面積率を有さない。

【0084】

20

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。第1区域微小パターンは、0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有する。第1区域微小パターンの1ミリメートル×1ミリメートルの正方形区域全体に関し、この正方形区域のいずれも、正方形区域全体の平均から75%超異なる遮蔽面積率を有さない。一実施形態では、第1区域微小パターンはまた、電気的に絶縁された導電体堆積物を含む。一実施形態では、金属の線形導電性構造は、500ナノメートル未満の厚さを有する。一実施形態では、第1区域微小パターンは、第1の方向において5~100 / メートルの第1面抵抗値を有する。

【0085】

30

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。第1区域微小パターンは、0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有する。第1区域微小パターンの5ミリメートル×5ミリメートルの正方形区域全体に関し、この正方形区域のいずれも、正方形区域全体の平均から50%超異なる遮蔽面積率を有さない。一実施形態では、金属の線形導電性構造は、500ナノメートル未満の厚さを有する。一実施形態では、第1区域微小パターンはまた、電気的に絶縁された導電体堆積物を含む。

【0086】

40

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、第1の方向において5~100 / スクエアの第1面抵抗値を有し、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有する。微小パターンはまた、電気的に絶縁した導電体堆積物を含む。可視光線透明感知領域内に位置するセンサの1ミリメートル×1ミリメートルの正方形区域全体に関し、この区域のいずれも、区域全体の平均から75%超異なる遮蔽面積率を有さない。

50

【0087】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、第1の方向において5~100/スクエアの第1面抵抗値を有し、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有する。微小パターンはまた、電気的に絶縁した導電体堆積物を含む。可視光線透明感知領域内に位置するセンサの5ミリメートル×5ミリメートルの正方形区域全体に関し、この区域のいずれも、区域全体の平均から50%超異なる遮蔽面積率を有さない。

10

【0088】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内の第1区域微小パターン、及び第2区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、第1の方向において5~500/スクエアの第1面抵抗値を有し、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有する。第2区域微小パターンは、第1の方向において、第2面抵抗値を有し、これは、第1面抵抗値とは異なる。センサはまた、可視光線透明基材の上又は中に配置される、より大きな導電性構造を含み、より大きな構造は、微小パターン中に含まれるのと同じ材料及び厚さで、最小寸法において少なくとも25マイクロメートルである、連続的な導電性堆積物を含む。

20

【0089】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、直交方向において、少なくとも1.5倍の面抵抗値の差を有する異方性第1面抵抗を有し、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有する。センサはまた、可視光線透明基材の上又は中に配置される、より大きな導電性構造を含み、より大きな構造は、微小パターン中に含まれるのと同じ材料及び厚さで、最小寸法において少なくとも25マイクロメートルである、連続的な導電性堆積物を含む。

30

【0090】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内の第1区域微小パターン、及び第2区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、第1の方向において5~500/スクエアの第1面抵抗値を有し、可視光線透明性であり、95%~99.5%の開放面積を有する。第2区域微小パターンは、第1の方向において、第2面抵抗値を有し、これは、第1面抵抗値とは異なる。センサはまた、可視光線透明基材の上又は中に配置される、より大きな導電性構造を含み、より大きな構造は、微小パターン中に含まれるのと同じ材料及び厚さで、最小寸法において少なくとも500マイクロメートルである、連続的な導電性堆積物を含む。

40

【0091】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。導電性微小パターンは、500ナノメートル未満の厚さ、及び0.5~5マイクロメートルの幅を有する、金属の線形導電性構造を含む。第1区域微小パターンは、直交方向において、少なくとも1.5倍の面抵抗値の差を有する異方性第

50

1面抵抗を有し、可視光線透明性であり、95%～99.5%の開放面積を有する。センサはまた、可視光線透明基材の上又は中に配置される、より大きな導電性構造を含み、より大きな構造は、微小パターン中に含まれるのと同じ材料及び厚さで、最小寸法において少なくとも500マイクロメートルである、連続的な導電性堆積物を含む。

【0092】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。第1区域微小パターンは、0.5～10マイクロメートルの幅を有する導電トレースを含む。第1区域微小パターンは、可視光線透明性であり、90%～99.95%の開放面積、好ましくは95%～99.95%の開放面積、及びより好ましくは、97%～98%の開放面積を有する。第1区域微小パターンの5ミリメートル×5ミリメートルの正方形区域全体に関し、この正方形区域のいずれも、正方形区域全体の平均から75%超異なる、好ましくは50%超異なる、より好ましくは25%超異なる、及び最も好ましくは10%超異なる遮蔽面積率を有さない。一実施形態では、第1区域微小パターンは、0.5～5マイクロメートル、好ましくは1～3マイクロメートルの幅を有する導電トレースを含む。10

【0093】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。第1区域微小パターンは、1～10マイクロメートルの幅を有する導電トレースを含む。第1区域微小パターンは、可視光線透明性であり、90%～99.5%の開放面積を有する。第1区域微小パターンは、本来ならば連続的かつ均一であるメッシュ内の導電トレースにおいて、選択的な断絶部を含む。20

【0094】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。第1区域微小パターンは、マイクロメートルの単位で約[X+0.5]の幅、及び[95-X]%～99.5% (0 X 4.5) の開放面積率を有する導電トレースを含む。一実施形態では、第1区域微小パターン内のタッチスクリーンセンサは、10%未満のヘイズ値、及び75%超の透過率を呈する。別の実施形態では、第1区域微小パターン内のタッチスクリーンセンサは、5%未満のヘイズ値、及び85%超の透過率を呈する。一実施形態では、第1区域微小パターンは、約[98.5-(2.5X÷3.5)]%～[99.5-(X÷3.5)]% (0 X 3.5) の幅を有する導電トレースを含む。30

【0095】

別の例示的なタッチスクリーンセンサは、可視光線透明基材と、可視光線透明基材の上又は中に配置される導電性微小パターンとを含む。微小パターンは、接触感知領域内に第1区域微小パターンを含む。第1区域微小パターンは、4mm間隔で約9.6μmの幅を有する平行な導電トレースを含み、99.75%の開放面積率を生じる。微小複製された電極のこの実施形態は、中心間が0.5mm～約5mmの間隔で分離している、約4μm～10μmの幅を有する平行な導電体を含む。導電体は、長さ方向でPET基材のウェブに形成されてもよいので、導電体の長さは1mを超えてよい。隣接する導電体の群は、電気的に相互接続されて、例えば、図8及び図9に関して記載されるプロセスを使用して、1mm～12mmの合計幅を有する電極を形成してもよい。例えば、同時係属の米国特許出願公開第2007/0074914号に開示されているように、隣接する電極の導電体は、電極が交互配置されるようにして相互接続されてもよい。40

【実施例】

【0096】

以下に、代表的なタッチスクリーンセンサ設計を記載する。これらは、例えば、米国特許第5,126,007号、又は同第5,492,611号に記載されるように、既知の50

フォトリソグラフィー法を使用して作製され得る。導電体は、当該技術分野において既知である物理蒸着法、例えば、スパッタリング又は蒸着を使用して堆積され得る。特に指定されない限り、以下の実施例は、マイクロコンタクト印刷技術（上記の技術、及び同時係属の米国特許出願第61/032,273号参照）によってパターン化される導電体を含む。本明細書において例示される各導電パターンは、当該技術分野において既知であるよう（例えば、米国特許第4,087,625号、同第5,386,219号、同第6,297,811号、国際特許公開第2005/121940 A2号）、デコード回路に接続された場合に、透明タッチスクリーンセンサとして有用である。

【0097】

（実施例1）

以下の記載による薄膜金の微小パターンが、無色のガラスの薄いシート（およそ1ミリメートルの厚さ）上に堆積される。微小パターン240が、図11及び図12に描かれている。金層の厚さ又は高さは、約100ナノメートルである。微小パターン240は、水平の細いトレース242を含む一連の水平（x軸）メッシュバー241を伴い、トレース242は、幅がおよそ2マイクロメートルである。これらの水平メッシュトレース242の4本が、より大きな構造の接触パッド260と電気通信している。メッシュバーは、およそ6ミリメートルの幅である。したがって、13本の等間隔なトレース244が、6ミリメートルの幅（y軸）を横断し、13本の等間隔なトレース242が6ミリメートルの長さ（x軸）を横断し、トレースの正方形グリッドのピッチは500マイクロメートルである。図12に描かれているように、いくつかのトレースは、およそ25マイクロメートル（場所の特定の容易化のために、図では誇張されている）の断絶部250を有する。500マイクロメートルピッチにおける、2マイクロメートル幅の不透明トレースを有する正方形グリッドでは、不透明トレースの空間占有率は、0.80%であり、したがって、99.20%の開放面積をもたらす。同じ正方形グリッドであるが、500マイクロメートル毎に25マイクロメートルの断絶部を有するものでは、空間占有率は0.78%であり、したがって、99.22%の開放面積をもたらす。したがって、この設計は、99.22%の開放面積を有する1mm×6mm区域、及び99.20%の開放面積を有する6mm×6mm区域を含む。メッシュを有するガラス物品の平均可視透過率は、およそ0.92×0.992=91%である（0.92という係数は、パターンの導電体が堆積されていない領域における光透過率の界面反射損失に関連する）。水平バー方向に沿って、4本の金のトレースによって互いに接続された、一連の完全なグリッド区域が存在する。スパッタ薄膜金に関し、5E-06 cmの有効バルク抵抗値を想定すると、2マイクロメートル幅、500マイクロメートル長の薄膜金の区分は、およそ125の抵抗を有する。完成したグリッドを有する区域は、バーの方向に電流が流れるために、およそ115/スクエアの有効面抵抗を有する。完成したグリッドを有する区域を接続する4本のトレースは、区域間において、およそ62.5の抵抗を生じる。導電トレース要素の上記の配置は、図13にプロットされるように、バー方向に沿って、空間的に異なる単位長さ当たりの抵抗を生じる。図14は、水平メッシュバーの配列の、同等の回路を例示する。回路は、レジスタによって接続される、一連のプレートを有する。

【0098】

（実施例2）

以下の記載による薄膜金の微小パターンが、無色のガラスの薄いシート（およそ1ミリメートルの厚さ）上に堆積される。微小パターン340が、図15に描かれている。金の厚さは、約100ナノメートルである。微小パターン340は、一連の交互配置された楔形又は三角形の形状の透明導電性区域を有する。各楔形は、細い金属のトレース342、344で作製されるメッシュからなり、トレース342、344（図15a～15c参照）は、およそ2マイクロメートルの幅である。メッシュの楔形は、その底辺においておよそ1センチメートルの幅であり、長さはおよそ6センチメートルである。トレース342、344の正方形グリッドのピッチは、500マイクロメートルである。楔形内のメッシュの選択される区域（図15a～図15b参照）内において、およそ25マイクロメートル

10

20

30

40

50

ル長の断絶部 350 が、楔形内の局部的面抵抗（その長軸に沿って通過する電流のため）に影響を与えるように、意図的に設置される。図 15 a 及び図 15 b に描かれているように、区域 15 a、及び 15 b（図 15 では、区域はおよそ 1 センチメートルで分離している）、断絶部 350 は、長軸方向において、面抵抗を 1.2 倍超増加させるメッシュに含まれる。全体的な設計はまた、区域 15 c（図 15 c に描かれている）を含み、これは、区域 15 a 及び 15 b から、電気的に絶縁され、離間しており、また区域 15 a 及び 15 b のものよりも低い面抵抗値のメッシュを有する。メッシュ区域 15 c は、99.20% の開放面積を有し、一方でメッシュ区域 15 a 及び 15 b は、それぞれ、99.20% 及び 99.21% の開放面積率を有する。全体的な設計はまた、区域 15 a、15 b、及び 15 c よりも大きなピッチのメッシュを有するが、同じ幅のトレースを有する、区域 15 d 及び 15 e（図 15 d 及び 15 e に描かれている）を含み、より高い面抵抗及び可視光線透過率をもたらす。

【0099】

図 16 は、上記のメッシュ特性の設計の、楔形に沿った抵抗の勾配への影響を、同じ形状の区域での標準的なITOコーティングの使用と比較して例示している。全体的な設計はまた、パターンの左側及び右側に沿った導電性リードの形態の、より大きな導電構造を含み、リードはおよそ 1 ミリメートル幅であり、およそ 100 ナノメートルの厚さの薄膜金からパターン化されている。

【0100】

（実施例 3）

10

タッチスクリーンセンサのための透明センサ要素 400 が、図 17 に例示される。センサ要素 400 は、互いに積層され、明確にするために図 17 では分離されて描かれている、パターン化された 2 つの導電層 410、414（例えば、X 軸層、及び Y 軸層）、光学的に透明な 2 つの接着剤層 412、416、及び基部プレート 418 を含む。層 410 及び 414 は、透明導電メッシュバーを含み、ここで一方の層は X 軸方向に配向され、他方の層は Y 軸方向に配向されている（図 2 参照）。基部プレート 418 は、面積が 6 センチメートル × 6 センチメートル、厚さが 1 ミリメートルのサイズのガラスのシートである。好適な、光学的に透明な接着剤は、3M Company, St. Paul, Minnesotaからの、Optically Clear Laminating Adhesive 8141 である。X 層及び Y 層のそれに関し、金属の微小パターンを有する透明なポリマーフィルムが使用される。以下の記載による薄膜金の微小パターンが、PET の薄いシート上に堆積される。好適な PET 基材としては、厚さおよそ 125 マイクロメートルの、DuPont, Wilmington, Delaware からの ST504 PET が挙げられる。

20

【0101】

微小パターン 440 は、図 18 及び図 19 に描かれている。金の厚さは、約 100 ナノメートルである。微小パターンは、一連の平行メッシュバー 442 の形態の、透明導電性区域を有する。基部プレートへの指接触の容量検出のための、電子デバイスへの接続のための、正方形パッド 460（面積がおよそ 2 ミリメートル × 2 ミリメートルであり、およそ 100 ナノメートルの厚さの薄膜金の形態の連続的な導電体を含む）で終端するメッシュバーに加え、電子デバイスから電気的に絶縁されたメッシュバー 441 が存在する。絶縁されたメッシュバー 441 は、センサ全体にわたる光学的均一性を維持するように機能する。各バーは、細い金属のトレース 443 で作製されるメッシュからなり、トレース 443 は幅がおよそ 5 マイクロメートルのサイズである。メッシュバーはそれぞれ、幅がおよそ 2 ミリメートル、長さが 66 ミリメートルのサイズである。各メッシュバー内には、幅がおよそ 0.667 ミリメートル、長さが 12 ミリメートルの矩形セルがある。このメッシュ設計は、各メッシュバーの長軸トレースの間の結合を提供し、長軸トレースに何らかの開回路異常がある場合に、メッシュバーに沿った電気的導通を維持するように機能する。しかしながら、このような結合を有する 0.667 ミリメートルピッチの正方形メッシュの使用とは対照的に、図 18 及び図 19 の矩形メッシュは、メッシュバーに沿った面

30

40

50

抵抗を光学的透過性と、より最適にトレードオフする。より具体的には、図18及び図19に描かれているメッシュバー、並びに0.667ミリメートルピッチを有する正方形メッシュを含む2ミリメートル幅のメッシュバーは、双方とも、メッシュバーの長軸に沿つて本質的に同じ面抵抗（およそ50/スクエア）を有するが、正方形グリッドは、透明導電性区域の面積の1.5%を塞ぎ、図18及び図19に描かれているメッシュは、透明導電性区域の面積の0.8%のみを塞ぐ。

【0102】

（実施例4）

タッチスクリーンセンサのための透明センサ要素が記載される。図17に描かれているように、センサ要素は、パターン化された2つの導電層、光学的に透明な2つの接着剤層、及び基部プレートを含む。基部プレートは、図17に描かれるように互いに積層される、面積が6センチメートル×6センチメートル、かつ厚さが1ミリメートルである、ガラスのシートである。好適な、光学的に透明な接着剤は、3M Companyからの、Optically Clear Laminating Adhesive 8141である。X層及びY層のそれに関し、金属の微小パターンを有する透明なポリマーフィルムが使用される。以下の記載による薄膜金の微小パターンが、PETの薄いシート上に堆積される。好適なPET基材としては、サイズが厚さおよそ125マイクロメートルの、DuPontからのST504 PETが挙げられる。

【0103】

微小パターン540が、図20及び図21に描かれている。金の厚さは、100ナノメートルである。微小パターン540は、一連の平行メッシュバー542の形態の、透明導電性区域を有する。基部プレートへの指接触の容量検出のための、電子デバイスへの接続のための、正方形パッド560で終端するメッシュバー542に加え、電子デバイスから電気的に絶縁された直線区分541が存在する。直線区分541は、メッシュバー542の間の区域に存在し、図13に描かれているように、およそ25マイクロメートルの断絶部550を除いてはメッシュバーと本質的に同じ形状を有する。絶縁された線区分541は、センサ全体にわたる光学的均一性を維持するように機能する。各バー542は、細い金属のトレースで作製されるメッシュからなり、トレースは幅がおよそ5マイクロメートルのサイズである。メッシュバー542はそれぞれ、幅がおよそ2ミリメートル、長さが66ミリメートルのサイズである。各メッシュバー542内には、幅がおよそ0.667ミリメートル、長さが12ミリメートルの矩形セルがある。図12及び図13に描かれているメッシュ542は、透明導電性区域内のその面積の0.8%を塞ぐ。図12及び図13に描かれている、絶縁された線区分541も、これらがメッシュバー542の間に占める区域内の面積の0.8%を塞ぐ。

【0104】

（実施例5）

タッチスクリーンセンサのための透明センサ要素が記載される。図17に描かれているように、センサ要素は、パターン化された2つの導電層、光学的に透明な2つの接着剤層、及び基部プレートを含む。基部プレートは、図17に描かれるように互いに積層される、面積が6センチメートル×6センチメートル、かつ厚さが1ミリメートルである、ガラスのシートである。好適な、光学的に透明な接着剤は、3M Companyからの、Optically Clear Laminating Adhesive 8141である。X層及びY層のそれに関し、金属の微小パターンを有する透明なポリマーフィルムが使用される。以下の記載による薄膜金の微小パターンが、PETの薄いシート上に堆積される。好適なPET基材としては、厚さおよそ125マイクロメートルのサイズの、DuPontからのST504 PETが挙げられる。

【0105】

微小パターン640が、図22及び図23に描かれている。金の厚さは、約100ナノメートルである。微小パターン640は、一連の平行メッシュバー642の形態の、透明導電性区域を有する。基部プレートへの指接触の容量検出のための、電子デバイスへの接

10

20

30

40

50

続のための、正方形パッド 660 で終端するメッシュバー 642 に加え、電子デバイスから電気的に絶縁された直線区分 641 が存在する。直線区分 641 は、メッシュバーの間の区域に位置し、メッシュバーの線区分と同様の形状を有する。電気的に絶縁された線区分 641 は、センサ全体にわたる光学的均一性を維持するように機能する。各バー 641 、 642 は、細い金属のトレースからなり、トレースは幅がおよそ 3 マイクロメートルである。メッシュバー 642 はそれぞれ、幅がおよそ 2 ミリメートル、長さが 66 ミリメートルである。各メッシュ内において、バー 642 はランダムな形状のセルを含む。図 22 及び図 23 に描かれているメッシュ 642 は、透明導電性区域内のその面積の 5 % 未満を塞ぐ。図 22 及び図 23 に描かれている、絶縁された線区分 641 も、これらがメッシュバーの間に占める区域内の面積の 5 % 未満を塞ぐ。

10

【0106】

金属化ポリマーフィルム基材の調製（実施例 6～40）

ポリマーフィルム基材、ポリエチレンテレフタレート（PET）（ST504、デラウエア州ウィルミントンの E.I.DuPont de Nemours and Company）を提供した。ST504 PET フィルムの光学的特性が、Haze-Gard によって決定された。ヘイズ及び透過率は、それぞれ、およそ 0.67 % 及び 92.9 % であった。

【0107】

いくつかの基材フィルムは金でコーティングされ、いくつかは銀でコーティングされた。金コーティングされた基材が、熱蒸着によって調製された（DV-502A、Denton Vacuum, Moorestown, New Jersey）。金コーティングされた基材に関し、基材表面が最初に 20 オングストロームのクロムでコーティングされ、次に 100 ナノメートルの金でコーティングされた。銀コーティングされた基材の場合、2 つの異なる方法が使用された。銀コーティングされたいくつかの基材は、共に熱蒸着で調製され（DV-502A、Denton Vacuum, Moorestown, New Jersey）、いくつかは、スパッタリング（3M）によって調製された。基材表面は、全ての場合において、100 ナノメートルの銀でコーティングされた。

20

【0108】

スタンプ製作

エラストマースタンプを成形するための、2 つの異なるマスター・ツールが、フォトリソグラフィーを使用して、10 センチメートル直径シリコンウェハ上にフォトレジスト（Shipley 1818、Haas Company, Philadelphia, Pennsylvania）のパターンを調製することによって、製造された。異なるマスター・ツールは、本明細書において「六角形（Hex）」及び「正方形」と称される、2 つの異なるメッシュ形状に基づいていた。六角形とは、規則的な六角形の形状を有する囲まれた領域を画定する線のネットワークを含むパターンを指す。正方形とは、正方形の形状を有する囲まれた領域を画定する線のネットワークを含むパターンを指す。エラストマースタンプは、未硬化ポリジメチルシロキサン（PDMS、Sylgard TM 184、Sylgard TM 184, Dow Corning, Midland Michigan）をツールにおよそ 3.0 ミリメートルの厚さまで注ぐことによって、マスター・ツールに対して成形された。マスターと接触した未硬化シリコーンは、真空に曝露することによって脱気し、その後 70 度で 2 時間硬化させた。マスター・ツールから剥いだ後、PDMS スタンプには、およそ 1.8 マイクロメートルの高さで隆起した形状を含むレリーフパターンが付与された。六角形メッシュ及び正方形メッシュの両方に關して、隆起した形状は、上記の対応するメッシュ形状を画定する線であった。

30

【0109】

インク付け

スタンプは、その裏側（レリーフパターンのない平坦な表面）を、エタノール中のオクタデシルチオール（「ODT」O0005、TCI AMERICA, Wellesley Hills, Massachusetts の TCI AMERICA）の溶液に 20

40

50

時間接触させることによってインクを付された。ODT溶液10mMを正方形メッシュパターンのスタンプに使用し、ODT溶液5mMを六角形メッシュパターンのスタンプに使用した。

【0110】

スタンピング

金属化ポリマーフィルム基材が、上記のインクを付されたスタンプでスタンピングされた。スタンピングでは、最初にフィルムサンプルの縁部をスタンプ表面に接触させ、次に直径およそ3.0センチメートルのフォームローラーを使用して、フィルムをローラーでスタンプ全体に接触させることにより、金属化されたフィルムを、上を向いたスタンプのレリーフパターン化された表面に接触させた。ローリング工程は、実行に1秒未満を必要とした。ローリング工程の後に、基材をスタンプと10秒間接触させた。次に、基材がスタンプから剥がされ、工程は1秒未満を必要とした。

【0111】

エッチング

スタンピングの後、印刷されたパターンを有する金属化フィルム基材が、選択的エッチング及び金属パターン化のために、エッチング溶液に浸漬された。金薄膜を有する印刷金属化フィルム基材の場合、エッチャントはチオ尿素(T 8656、Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri)1g、濃塩酸(HX0603-75、EMD Chemicals, Gibbstown, New Jersey)0.54ミリリットル、過酸化水素(30%、5240-05、Mallinckrodt Baker, Phillipsburg, New Jersey)0.5ミリリットル、及び脱イオン水21グラムを含んでいた。金薄膜をパターン化するために、印刷金属化フィルム基材をエッチング溶液中に50秒間含浸した。銀薄膜を有する印刷金属化フィルム基材の場合、エッチャントは、チオ尿素(T 8656、Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri)0.45グラム、硝酸第二鉄(216828、Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri)1.64グラム、及び脱イオン水200ミリリットルを含んでいた。銀薄膜をパターン化するために、印刷金属化フィルム基材をエッチング溶液中に3分間含浸した。金をパターンエッチングした後、2.5グラムの過マンガン酸カリウム(PX1551-1、EMD Chemicals, Gibbstown, New Jersey)、4グラムの水酸化カリウム(484016、Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri)及び100ミリリットルの脱イオン水の溶液を使用して、残りのクロムがエッチングされた。

【0112】

特徴付け

選択的エッチング及び金属パターン化の後、金属パターンは、光学顕微鏡(Nikon, Melville, New YorkのDS-Fi1デジタルカメラ及びNIS-Elements Dソフトウェアを装備したModel ECLIPSE LV100D)、走査型電子顕微鏡(JEOL Ltd, Tokyo, JapanのSEM、Model JSM-6400)、及びHaze-Gard(Haze-Gard plus, BYK Gardner, Columbia, Maryland)を使用して特徴付けされた。金属パターンの線構造の幅を決定するために顕微鏡技術が使用された。メッシュグリッドコーティングフィルムの透過率及びヘイズを決定するために、Haze-Gardが使用された。Haze-Gard測定は、光学的に透明な接着剤(3M製品)を用いて、パターン化されたフィルムをガラス上に積層した後に行った。金属パターンの線構造の可視性の度合いを表すために、高、中、低の可視度が指定された(人の裸眼による観察)。

【0113】

(実施例6)

薄膜金の六角形メッシュグリッドパターンが、上記の手順に従って作製及び特徴付けされた。インク溶液は、5mMの濃度でエタノールに溶解したオクタデシルチオールを含んでいた。インク溶液を、スタンプの裏側に20時間接触させた。スタンピング時間は10

10

20

30

40

50

秒間であった。図1は、完成した薄膜金微小パターンから記録されたSEM顕微鏡写真を示す。実際の線幅はおよそ1.63マイクロメートルであった。開放面積の割合が、測定された線幅、及び設計された縁部間の幅400マイクロメートルに基づいて再計算され、これは99.2%であった。金六角形メッシュグリッドコーティングフィルムの光学的特性は、Haze-Gardによって決定された。ヘイズ及び透過率は、それぞれ、およそ1.14%及び91.6%であった。線幅1.63マイクロメートル、及び縁部間の幅400マイクロメートルを有する金六角形メッシュパターンは容易に見ることができたため、この実施例には、高い可視性が指定された。

【0114】

(実施例7～15)

10

薄膜金の六角形メッシュグリッドパターンが、実施例1に記載される手順に従って、作製及び特徴付けされた。各実施例の実際の線幅は、SEMを使用して測定され、表1に記載された。次に、開放面積の割合が、実際の線幅、及び設計された縁部間の幅に基づいて再計算され、表1に記載された。表1はまた、Haze-Gardによって測定された、各実施例のヘイズ値及び透過率値、並びに各実施例に指定された可視度を示す。

【0115】

(実施例16)

薄膜金の正方形メッシュグリッドパターンが、上記の手順に従って作製及び特徴付けされた。インク溶液は、10mMの濃度でエタノールに溶解したオクタデシルチオールを含んでいた。インク溶液を、スタンプの裏側に20時間接触させた。スタンピング時間は10秒間であった。光学顕微鏡を使用すると、実際の線幅はおよそ4.73マイクロメートルであった。開放面積の割合は、測定された線幅及び設計されたピッチ320マイクロメートルに基づいて再計算され、これは97.0%であった。金の正方形メッシュグリッドコーティングフィルムの光学的特性は、Haze-Gardによって決定された。ヘイズ及び透過率は、それぞれ、およそ1.58%及び88.6%であった。線幅4.73マイクロメートル、及びピッチ320マイクロメートルを有する金正方形メッシュパターンは容易に見ることができたため、この実施例には、高い可視性が指定された。

20

【0116】

(実施例17～23)

30

薄膜金の正方形メッシュグリッドパターンが、実施例11に記載される手順に従って、作製及び特徴付けされた。各実施例の実際の線幅は、光学顕微鏡を使用して測定され、表1に記載された。次に、開放面積の割合が、実際の線幅、及び設計されたピッチに基づいて再計算され、表1に記載された。表1はまた、Haze-Gardによって測定された、各実施例のヘイズ値及び透過率値、並びに各実施例に指定された可視度を示す。

【0117】

(実施例24)

薄膜銀の六角形メッシュグリッドパターンが、上記の手順に従って作製及び特徴付けされた。銀コーティングされた基材は、スパッタリングによって調製された。インク溶液は、5mMの濃度でエタノールに溶解したオクタデシルチオールを含んでいた。インク溶液を、スタンプの裏側に20時間接触させた。スタンピング時間は10秒間であった。図2は、完成した薄膜銀微小パターンから記録されたSEM顕微鏡写真を示す。実際の線幅はおよそ2.43マイクロメートルであった。開放面積の割合が、測定された線幅、及び設計された縁部間の幅600マイクロメートルに基づいて再計算され、これは99.2%であった。金六角形メッシュグリッドコーティングフィルムの光学的特性は、Haze-Gardによって決定された。ヘイズ及び透過率は、それぞれ、およそ1.19%及び91.8%であった。線幅2.43マイクロメートル、及び縁部間の幅600マイクロメートルを有する銀六角形メッシュパターンは容易に見ことができたため、この実施例には、高い可視性が指定された。

40

【0118】

(実施例25～32)

50

薄膜銀の六角形メッシュグリッドパターンが、実施例19に記載される手順に従って、作製及び特徴付けされた。各実施例の実際の線幅は、SEMを使用して測定され、表1に記載された。次に、開放面積の割合が、実際の線幅、及び設計された縁部間の幅に基づいて再計算され、表1に記載された。表1はまた、Haze-Gardによって測定された、各実施例のヘイズ値及び透過率値、並びに各実施例に指定された可視度を示す。

【0119】

(実施例33)

薄膜銀の正方形メッシュグリッドパターンが、上記の手順に従って作製及び特徴付けされた。銀コーティングされた基材が、熱蒸着によって調製された。インク溶液は、10mMの濃度でエタノールに溶解したオクタデシルチオールを含んでいた。インク溶液を、スタンプの裏側に20時間接触させた。スタンピング時間は10秒間であった。光学顕微鏡を使用し、実際の線幅はおよそ5.9マイクロメートルであった。開放面積の割合が、測定された線幅、及び設計されたピッチ320マイクロメートルに基づいて再計算され、これは96.3%であった。銀正方形メッシュグリッドコーティングフィルムの光学的特性は、Haze-Gardによって決定された。ヘイズ及び透過率は、それぞれ、およそ1.77%及び88.9%であった。線幅5.9マイクロメートル、及びピッチ320マイクロメートルを有する銀正方形メッシュパターンは容易に見ることができるため、この実施例には、高い可視性が指定された。

【0120】

(実施例34～40)

薄膜銀の正方形メッシュグリッドパターンが、実施例28に記載される手順に従って、作製及び特徴付けされた。各実施例の実際の線幅は、光学顕微鏡を使用して測定され、表1に記載された。次に、開放面積の割合が、実際の線幅、及び設計されたピッチに基づいて再計算され、表1に記載された。表1はまた、Haze-Gardによって測定された、各実施例のヘイズ値及び透過率値、並びに各実施例に指定された可視度を示す。

【0121】

10

20

【表1】

表1

実施例番号	金属種類	メッシュ形状	線幅(μm)	開放面積率(%)	ヘイズ(%)	透過率(%)	可視性線の	区域 ¹
6	金	六角形	1. 63	99. 2	1. 14	91. 6	高	2
7	金	六角形	2. 92	99. 0	1. 04	91. 6	高	2
8	金	六角形	2. 91	99. 0	1. 2	91. 5	高	2
9	金	六角形	1. 92	98. 7	1. 37	91. 4	中	1
10	金	六角形	2. 14	97. 9	1. 61	91. 2	低	1
11	金	六角形	1. 84	98. 2	1. 62	90. 9	低	1
12	金	六角形	2. 65	98. 2	1. 42	90. 8	中	1
13	金	六角形	2. 69	97. 3	1. 76	90. 6	低	1
14	金	六角形	1. 13	97. 7	2. 57	90. 3	低	2
15	金	六角形	2. 27	97. 7	1. 78	90. 3	低	1
16	金	正方形	4. 73	97. 0	1. 58	88. 6	高	2
17	金	正方形	3. 01	96. 2	2. 33	88. 4	中	2
18	金	正方形	4. 7	94. 1	1. 95	86. 0	中	2
19	金	正方形	3. 01	92. 5	3. 77	85. 6	低	2
20	金	正方形	4. 49	91. 4	2. 77	83. 3	低	2
21	金	正方形	3. 18	87. 3	5. 45	81. 1	低	3
22	金	正方形	4. 73	88. 2	3. 11	80. 9	低	3
23	金	正方形	2. 82	86. 9	6. 68	79. 1	低	3
24	銀	六角形	2. 43	99. 2	1. 19	91. 8	高	2
25	銀	六角形	2. 18	99. 3	1. 45	91. 7	高	2
26	銀	六角形	1. 92	99. 0	1. 39	91. 5	高	2
27	銀	六角形	2. 44	98. 4	1. 62	91. 3	中	1
28	銀	六角形	0. 94	99. 1	1. 92	91. 2	低	1
29	銀	六角形	2. 18	98. 6	1. 92	91. 0	中	1
30	銀	六角形	2. 55	97. 5	1. 93	90. 8	低	1
31	銀	六角形	1. 81	98. 2	1. 96	90. 7	低	1
32	銀	六角形	2. 89	97. 1	2. 04	90. 0	低	1
33	銀	正方形	5. 9	96. 3	1. 77	88. 9	高	3
34	銀	正方形	3. 35	95. 8	2. 46	88. 0	中	2
35	銀	正方形	5. 57	93. 1	2. 55	86. 2	中	3
36	銀	正方形	2. 76	93. 1	3. 99	85. 0	低	2
37	銀	正方形	5. 74	89. 1	3. 49	83. 6	低	3
38	銀	正方形	5. 7	85. 8	4. 09	80. 8	低	3
39	銀	正方形	2. 98	88. 1	5. 69	80. 2	低	3
40	銀	正方形	2. 78	87. 1	7. 0	77. 6	低	3

¹ 区域とは、図24に示され付番される異なる区域を指す。

【0122】

(実施例41)

同一出願人による米国特許仮出願第61/032,273号に記載されるマイクロコンタクト印刷及びエッチングを使用して、透明センサ要素が製作され、図27、図28、及び図29に概して示されるタッチセンサ駆動デバイスと組み合わされた。次いでデバイスを、ディスプレイに接続されたコンピュータ処理ユニットに統合してデバイスを試験した。デバイスは、単一及び/又は複数の同時の指の接触の位置を検出することができ、これ

はディスプレイ上で画像により証明された。この実施例は、マイクロコンタクト印刷及びエッティング技術（同時係属中の米国特許出願第61/032,273号も参照）を使用して、タッチセンサで使用される微小導電体パターンを形成した。

【0123】

透明センサ要素の形成

第1のパターン化基材

厚さ125マイクロメートル(μm)を有するポリエチレンテレフタレート(PET)から作製される第1の可視光線基材が、熱蒸着コーティングを使用して、100nm銀薄膜で蒸気コーティングされて、第1の銀金属化フィルムを生成した。PETは、E.I.du Pont de Nemours, Wilmington, DEから、製品番号ST504として市販されていた。銀は、Cerac Inc., Milwaukee, WIから、99.99%純度の3mmショットとして市販されていた。

【0124】

3mmの厚さを有する、PDMSと呼ばれ製品番号Sy1g ard 184(Dow Chemical Co.、Midland、MI)として市販されている第1のポリジメチルシリコサン)スタンプを、標準的なフォトリソグラフィー技術を使用して事前にパターン化してあった直径10cmのシリコンウェハ(業界において「マスター」と呼ばれる場合がある)に対して成形した。PDMSを、シリコンウェハ上で65で2時間硬化させた。その後、PDMSをウェハから剥離し、隆起した形状のパターンを有する2つの異なる低い密度の区域、第1の連続六角形メッシュパターン及び第2の不連続六角形メッシュパターンを有する第1のスタンプを得た。すなわち、隆起した形状は、辺を共有する六角形の辺を画定する。不連続六角形は、線区分において選択的な断絶部を含有する六角形である。選択的な断絶部は、10μm未満の長さを有していた。断絶部は、約5μmであるように設計及び推定した。可視性を低減するために、好ましくは、断絶部は、10μm未満、より好ましくは5μm以下、例えば1~5μmであるべきであることが見出された。隆起した六角形の外形パターンはそれぞれ、2μmの高さを有し、97%~99%の開放面積に相当する1%~3%の面積被覆を有し、かつ幅2~3μmの線区分を有していた。第1のスタンプはまた、幅500μmのトレースを画定する隆起した形状を含んでいた。第1のスタンプは、六角形メッシュパターン区域及びトレースを有する第1の構造化された面と、反対側の第2の実質的に平坦面とを有する。

【0125】

スタンプを、直径2mmのガラスピーブを収容したガラスのペトリ皿内に、構造化された面を上にして配置した。したがって、第2の実質的に平坦な面はガラスピーブと直接接触した。ビーズは、皿の底からスタンプを持ち上げるように機能したが、これにより以下のインク溶液がスタンプの平坦面の本質的に全体に接触することができた。エタノール中10ミリモルの1-オクタデカンチオール(製品番号C18H3CS、97%、TCI America、Portland ORから市販されている)のインク溶液を、スタンプの下のペトリ皿にピペットで滴下した。インク溶液は、スタンプの第2の実質的に平坦な面と直接接触した。十分なインク付け時間(例えば3時間)の後、インクがスタンプ中に拡散したところで、第1のスタンプをペトリ皿から取り出した。構造化された面を上にして、インク付きスタンプを作業面上に設置した。手持ち式ローラーを使用して、第1の銀金属化フィルムを、このようにインク付けされたスタンプの構造化された表面上に、銀フィルムが構造化された表面と直接接触するように押し付けた。金属化フィルムは、15秒間インク付きスタンプ上に保持した。次いで、第1の金属化フィルムをインク付きスタンプから取り外した。取り外したフィルムを、脱イオン水中に(i)チオ尿素(製品番号T8656、Sigma-Aldrich、St. Louis、MO)0.030モル及び(ii)硝酸第二鉄(製品番号216828、Sigma-Aldrich)0.020モルを含有する銀エッチャント溶液中に3分間入れた。エッティング工程後、得られた第1の基材を脱イオン水で洗浄し、窒素ガスで乾燥させ、第1のパターン化表面を得た。インク付きスタンプが第1の金属化基材の銀と接触したところでは、エッティング後も銀が残

10

20

30

40

50

留した。このように、インク付きスタンプと銀フィルムとの間で接触がなかった場所から銀が除去された。

【0126】

図27、図27a、及び図27bは、基材の第1面（これはエッチングされパターン化された銀の金属化フィルムを含む面である）上で、複数の第1の非連続的な区域704の間に交互に並ぶ複数の第1の連続的な区域702を有する、第1のパターン化された基材700を示す。基材は、実質的に裸のPETフィルムである反対側の第2の面を有する。第1区域702にはそれぞれ、対応する幅500μmの導電トレース706が一端に配置されている。図27aは、六角形メッシュ構造を形成する複数の連続的な線を有する第1区域702の分解図を示す。図27bは、非連続的な六角形メッシュ構造を形成する複数の非連続的な線（各六角形における選択的な断絶部として示される）を有する第1の非連続的な区域704の分解図を示す。区域702及び704のそれぞれのメッシュ構造は、97%～99%の開放面積を有していた。各線区分は2～3μmであった。

【0127】

第2のパターン化基材

第2の銀金属化フィルムを生成するために、第2の可視光線基材を使用して、第1のパターン化基材として第2のパターン化基材を作製した。第2の不連続六角形メッシュパターンとの間に介在する第2の連続六角形メッシュパターンを有する第2のスタンプを生成した。

【0128】

図28、図28a、及び図28bは、第2基材の第1面上で、複数の第2の非連続的な区域724の間に交互に並ぶ、複数の第2の連続的な区域722を有する第2のパターン化された基材720を示す。第2区域722にはそれぞれ、対応する幅500μmの第2の導電トレース726が一端に配置されている。図28aは、六角形メッシュ構造を形成する複数の連続的な線を有する1つの第2区域722の分解図を示す。図28bは、非連続的な六角形メッシュ構造を形成する複数の非連続的な線（各六角形における選択的な断絶部として示される）を有する1つの第2の非連続的な区域724の分解図を示す。選択的な断絶部は、10μm未満の長さを有していた。断絶部は、約5μmであるように設計及び推定した。可視性を低減するために、好ましくは、断絶部は、10μm未満、より好ましくは5μm以下、例えば1～5μmであるべきであることが見出された。区域722及び724のそれぞれのメッシュ構造は、97%～99%の開放面積を有していた。各線区分は2～3μmであった。

【0129】

投影型静電容量タッチスクリーンセンサ要素の形成

上記のように作製された第1及び第2のパターン化基材を使用して、以下のように、2層投影型静電容量タッチスクリーン透明センサ要素を生成した。

【0130】

3M Company, St. Paul, MN製Optically Clear Laminating Adhesive 8141を使用して、第1及び第2のパターン化基材を互いに接着して、多層構成体を得た。手持ち式ローラーを使用して、接着剤を含まない第1及び第2の導電トレース区域706及び726の区域を有する2つのパターン化基材を積層した。多層構成体は、第1基材の第1面がフロートガラスに近接するよう、Optically Clear Laminating Adhesive 8141を使用して、厚さ0.7mmのフロートガラスに積層した。接着剤を含まない第1及び第2の導電トレース区域706及び726により、第1及び第2のパターン化基材700及び720への電気的接続をなすことができた。

【0131】

透明センサ要素の相互静電容量測定を行うために使用した集積回路は、PIC18F87J10(Microchip Technology, Chandler, Arizona)、AD7142(Analog Devices, Norwood, Massac

10

20

30

40

50

husetts)、及びMM74HC154WM(Fairchild Semiconductor, South Portland, Maine)であった。PIC18F87J10は、システムのマイクロコントローラであった。これは、MM74HC154WMが駆動するセンサバーの選択を制御した。また、これは適切な測定を行うようにAD7142を構成した。システムの使用には、当該技術分野において既知のように、較正値の数の設定が含まれた。これらの較正値は、タッチスクリーンごとに変動し得る。システムは、16の異なるバーを駆動することができ、AD7142は12の異なるバーを測定することができる。AD7142の構成には、変換するチャネルの数、静電容量のオフセットを適用すべき場合の測定を行う正確性又は迅速性の度合い、及びアナログ・デジタル変換器の接続を選択することが含まれた。AD7142からの測定値は、透明センサ要素のマトリックス内の導電性バー間の交差点の静電容量を表す16ビット値であった。

10

【0132】

AD7142は、その測定を完了した後、割り込みを介して、データを収集するよう指示するためにマイクロコントローラに信号を送った。次いで、マイクロコントローラは、SPIポートを介してデータを収集した。データが受信された後、マイクロコントローラはMM74HC154WMを次の駆動線にインクリメントし、AD7142における割り込みを解除し、次のデータセットを取得するように信号を送った。上記からのサンプリングが常に行われている間、マイクロコントローラはまた、シリアルインターフェースを介してモニターを有するコンピュータにデータを送っていた。このシリアルインターフェースは、当業者には既知のように、単純なコンピュータプログラムがAD7142からの未加工データをレンダリングしてタッチあり及びなしの間で値がどのように変化するかを見る能够性を有するようにした。コンピュータプログラムは、16ビット値の値に依存して、ディスプレイ全体に異なる色をレンダリングした。較正に基づき、16ビット値がある特定の値を下回った場合、ディスプレイ区域は白にレンダリングされた。較正に基づき、その閾値を超えると、ディスプレイ区域は緑にレンダリングされた。データは、4バイトヘッダ(0×AAAAA A A A A)、1バイトチャネル(0×00 - 0×0F)、24バイトのデータ(容量測定値を表す)、及びキャリッジ・リターン(0×0D)の形式で非同期的に送信された。

20

【0133】

システムの試験結果

30

透明センサ要素をタッチセンサ駆動デバイスに接続した。ガラス表面に指が接触すると、コンピュータモニタは、接触感知区域内で生じている接触の位置を、モニタの対応する場所の色の変化(白から緑)の形式でレンダリングした。ガラス表面に指が2つ同時に接触すると、コンピュータモニタは、接触感知区域内で生じている接触の位置を、モニタの対応する場所の色の変化(白から緑)の形式でレンダリングした。ガラス表面に指が3つ同時に接触すると、コンピュータモニタは、接触感知区域内で生じている接触の位置を、モニタの対応する場所の色の変化(白から緑)の形式でレンダリングした。

【0134】

(実施例42)

微小複製された電極の一実施形態は、約2mm～約5mmの中心間の間隔で分離された、幅約0.5～約5マイクロメートル(図5のY寸法)の平行な導電体を含む。隣接する導電体の群は、例えば、図8及び図9に関して記載されるプロセスを使用して、1mm～10mmの合計幅を有する電極を形成するように、電気的に相互接続されてもよい。

40

【0135】

幅10μm(図5のX寸法)、深さ20μm(図5のZ寸法)、間隔4mmの矩形の微小複製された溝を、本明細書に参照により記載される方法を使用して、PETの透明基材上に形成することによって、トレースを作製した。溝の平行な配列は幅100mmであった。溝は、PETウェブ方向に印刷されたため、これらの長さはウェブの長さであった(20メートル)。

【0136】

50

溝は、Conductive Inkjet Technologies (CIT) によって製造された種インクで充填された。インクの薄い層は、溝全体で平滑化され、次に過剰分がシルククリーニングと似たプロセスにおいてドクターブレードで除去された。次に、種インクが紫外線を使用して硬化された。溝がインクで充填された基材が、次に銅で無電解めっきされた。得られた微小導電体はそれぞれ、幅約 $9.6 \mu\text{m}$ であった。インク充填、紫外線硬化、及び無電解めっきプロセスは、CIT によって行った。幅 $10 \mu\text{m}$ 未満、深さ $20 \mu\text{m}$ 、 2mm 間隔の溝を有する微小導電体も、記載されるプロセスを使用して作製した。

【0137】

微小ワイヤ導電体を利用する電極設計

10

次に図29～36を参照して、様々な微小ワイヤ電極の多数の実施形態について記載する。上述の微小ワイヤ印刷技術によって、個々の電極パターンに対して多大な設計の柔軟性が利用可能になる。かかる設計の柔軟性は性能特性を向上させることができる。例えば、米国特許出願公開第US2010/0026,664号、「Touch Sensitive Devices with Composite Electrodes」に更に記載されているように、透過性と呼ばれる機能、即ち、電界が電極を通過して、指などの指示物体と容量結合することを可能にする傾向を改善するように、電極設計を調整することが可能である。いくつかの配置では、透過性である上部電極が、指示物体（即ち、指）と、上部及び下部電極が互いに交差する場所に位置付けられた下部電極との間での容量結合をより良好に可能にしてもよい。このことにより、電極のより良好な信号対雑音性能が可能になってもよい。しかしながら、電極の穴又は空隙により、電極がユーザーにとってより視覚的に目立つものになることがあり、これは一般的には望ましくない。以下に示す実施形態は、概ね、基準メッシュ上で構造化され、連続的及び非連続的な微小ワイヤ導電体の領域を含み、それにより、電気的性能の改善と、電極のパターン化をより目立たなくする一貫した視覚的特性の両方をもたらしてもよい。

20

【0138】

図29は、本発明の第1の実施形態によるセンサ電極の一部を例示する。図29のセンサ電極パターンは、例えば、図28に例示される電極の代わりに用いることができる。図29のセンサ電極は、第1の固有平均セル間隔（810a）を有する不連続的な微小ワイヤの第1の基準メッシュから成る第1のパターンと、第1のパターンのネットワークから適合された第2のパターンとを含む、セル810の2つの完全に一致した微小パターンから構築され、第2のパターンは第1のパターンと完全に一致し、単一の電極817を形成する連続的な微小ワイヤ構造（810b）のネットワークを備える。電極は、第1のパターン又は第2のパターンと同じ若しくは類似であってもよい第3のパターンに従う、不連続的な微小ワイヤの内部区域815を含む。（この図29では、第1及び第2及び第3のパターンは、第1の格子メッシュに倣ってモデル化した同じパターン（ 45° 軸外の繰返しの正方形）であるが、他の実施形態では、第1、第2、及び第3のパターンは同じであってもよく、又は異なってもよい）。内部区域815は、第1の固有平均セル間隔よりも実質的に大きい寸法を有する。

30

【0139】

第1、第2、及び第3のパターンの選択は、感知デバイスの有効面積全体を通して均一な光学特性を確立するように設計される。一実施形態では、第1、第2、及び第3のパターンは全て、図29に見られるように、同じパターン、即ち第1の格子メッシュに基づく。平均セル間隔は、メッシュを形成するパターン化された微小ワイヤの幅と共に、下にあるメッシュの平均開放面積と、光透過率及び反射率などの全体的なセンサ特性に主に影響を及ぼす光学密度とを決定する。下にあるメッシュの特定の局所区域が導電性（第2のパターン）であるか非導電性（第1および第3のパターン）であるかは、微小ワイヤの長さに沿って、小さい（かつほぼ不可視の）断絶部をパターン化することによって決定される。第1のパターン、即ち図29の下にある格子メッシュは、印刷したページに対して軸を 45° に配向した、単純な正方形の配列から構築される。代替の設計は、三角形、角錐形

40

50

、台形、平行四辺形、六角形、または他の繰返し形状を使用する、非限定的な格子メッシュパターンを含む、図29に見られる格子メッシュパターンを含んでもよいことが理解されるであろう。いくつかの実施形態では、配列を作成するセルは直線の辺を有する多角形であってもよく、他の実施形態では、配列したセルの境界は、曲線、凸形、又は凹形であってもよい。配列を構成する複数のセルは必ずしも等しい面積でなくてもよいが、光学密度のために、局所的な平均セル間隔は好ましくは感知デバイス全体を通して均一に保たれる。代替実施形態では、配列のうち任意のものの主軸は、いずれかの任意角に沿って配設されてもよい。いくつかの実施形態では、第1のパターン格子メッシュは、必ずしもセルの規則的な繰返し配列から成っていなくてもよいが、その代わりに、いかなる視認可能な主軸も有さない、金属微小ワイヤのランダムネットワークから構築されてもよい。金属ワイヤの擬似ランダムネットワークが依然として、均一な光学特性を確立することができる、局所的な平均セル間隔によって特徴付けられるのが好ましいことがある。金属微小ワイヤのランダムネットワークであっても、ワイヤの長さに沿って適切な数の小さな断絶部をパターン化することによって、局所的に導電性又は非導電性にすることができる。

【0140】

3つのパターンはそれぞれ、平均セル間隔によって特徴付けられる。固有セル間隔は10ミクロン～1ミリメートルの間で変動し得るが、光透過率及びパターンの可視性の理由から、一実施形態におけるセル間隔は、好ましくは100～350ミクロンの範囲である。微小ワイヤ導電体は、0.2ミクロン～10ミクロンの幅でパターン化することができる。一実施形態では、微小ワイヤの幅は3ミクロン未満、好ましくは2ミクロン未満である。

【0141】

図29に例示される第2のパターンである、電極817を備える電気的に連続的なパターンは、一実施形態では、第1のパターンのメッシュに完全に一致する。第2のパターンの設計は、タッチセンサのための電極の電気的機能及び回路を確立する。図29の第2のパターンは、センサ電極配列における複数の上部列電極の1つとして機能する、垂直に配向された連続的な導電性電極として設計される。図29に示されるパターンは、上部電極配列の1つであるが、下部電極配列の1つでもあり得る。代替実施形態では、図29の第2のパターンに類似した第2のパターンは、いずれかの任意角に沿って方向付けられる電極を形成することができる。

【0142】

図29の第2のパターンによって確立されるセンサ電極は、第3のパターンによる内部区域815を含む。内部区域は、不連続的な、即ち断絶された微小ワイヤのメッシュを備えるが、いくつかの実施形態では、第1のパターンに非常に類似するか、又はそれと同じである。内部区域は、一実施形態では、任意の方向にわたって350ミクロン超の寸法を含む。第3のパターンによって形成される内部区域内において、第1のパターンの下にあるメッシュは、空隙内のメッシュを非導電性にするため、微小ワイヤに沿って断絶部を含む。内部区域は、一実施形態では、第1のパターンと完全に一致するようにパターン化される。

【0143】

図29の第2のパターンに示される内部区域815は、センサ電極817の長さに沿って配置することができる更に多数の内部区域のうち2つのみを表している。例えば、これらの内部区域の1つ以上は、下部電極と関連付けられる交差点の上で中央に位置してもよく、内部区域は、下部電極の間隔と同じピッチを有する。図29の列電極内に非導電性の内部区域又は穴が存在することによって、指又は任意の接地した物体が行電極及び列電極のうち1つの交点付近に置かれたときにセンサによって検出される、容量差信号が増加する。内部区域が存在することによって、下にある行電極から発する電界に対する列電極の透過率が増加する。一実施形態では、列電極の第2のパターンの内部区域は、第1又は第2のパターンの少なくとも2つのメッシュセルに等しい距離に及ぶ。更なる実施形態では、第3のパターンによって画定される電極における内部区域は、任意のパターン方向にお

10

20

30

40

50

ける第1のパターン又は第2のパターンの平均セル間隔（若しくはメッシュサイズ）の少なくとも2倍の大きさであるべきである。一般に、横幅350ミクロンの大きさの列電極内に任意のパターン化された微小パターンを有さない内部区域（即ち、裸の穴）は、人間の眼にとって十分に目立つ大きさであろう。しかしながら、図29では、内部区域は、第1又は第2のパターン（図29に示される実施形態において言及したように、同じである）のメッシュの連続で充填されて、内部区域を人間の眼には実質上見えなくなるようにする、均一な光学密度が達成される。換言すれば、第1のパターンは基準メッシュを確立するものと考えてもよく、第2及び第3のパターンはこの基準メッシュと完全に一致する。この方式では、横幅1～5mmの大きさの電極内の内部区域を、パターンの可視性というリスクが低減されたセンサ電極の形に設計することができる。

10

【0144】

図29の第2のパターンによって確立されるセンサ電極の幅「A」は、いくつかの実施形態では、200ミクロン～10ミリメートルの範囲であり得る。

【0145】

図30aは、第2の実施形態によるセンサ電極の一部を例示する。図30aのセンサ電極パターンは、図28に例示される垂直電極の代わりに用いることができる。図30aのセンサ電極は、第1の固有平均セル間隔を有する第1のメッシュから成る第1のパターンと、第1のパターンのネットワークから適合された、導電性電極817Bを備える第2のパターンと、電極817B内に内部区域815Bを備える第3のパターンとを含む、完全に一致した微小パターンから構築され、内部区域は、第1の固有平均セル間隔よりも大幅に大きい内部寸法を有する。図30aに示される第1の微小パターンは、図29で用いられた下にあるメッシュパターンと同じである。規則的な六角形メッシュパターン、又は金属微小ワイヤのランダムネットワークを含む、図29に関して記載される代替のメッシュパターンのいずれかを有用に置き換えることができる。

20

【0146】

上部センサ電極の機能的な形状を確立する図30aの第2のパターンは、下にあるメッシュセルの連続的なチェーンを導電性にして、第1のパターンによる単一の平均セルと局所的にのみ同じ幅である電極を作製することによって構築される。しかしながら、図30aの完全なセンサ電極は、下にある第1のパターンのセルから全て構築される、導電チェーンの撚り合わせたラダー又はトレリスから成る。ラダーの横木の間、又は第2のパターンのトレリスのつる（vines）の間で、第1のパターンの下にあるメッシュは、微小ワイヤの小さな断絶部を用いて非導電性にされて、内部区域815Bが形成される。図30aに示される実施形態では、内部区域を備える第3のパターンは、第1及び第2のパターンと同じである。他の実施形態では、それらは異なってもよい。図30aの特定の実施例では、第2のパターンの導電性セルは、より大きい菱形の接続された配列又は上部構造としてレイアウトされ、パターンは、図面の垂直軸に沿って連続的に延在する。菱形の両側における導電チェーン間の距離は、下にあるメッシュ構造からちょうどセル7個分である。したがって、図29に類似した方式で、図30の電極パターンは、第2のパターンの導電トレースによる、一連の非導電性内部区域を含む。これらの大きい非導電性区域によって、図30aに例示されるセンサ電極の透過性は増加し、空隙によって、接地した物体（指など）が行電極及び列電極の交点付近に置かれたときに、センサによって検出される容量差信号が増加する。

30

【0147】

図30aの第2のパターンによって確立される、その最も幅広の地点におけるセンサ電極の幅は、一実施形態では、200ミクロン～10ミリメートルの範囲である。

40

【0148】

図30aでは、より大きい菱形の上部構造を構築するのに使用される導電トレースは、わずかに、下にあるメッシュ構造、即ち基準メッシュの単一のセル程度の幅である。代替実施形態では、導電トレースは、2つ、3つ、4つ、又はそれ以上のセルの幅であり得る。それに加えて、上部構造の導電トレースは、必ずしもそれらの長さに沿って均一な幅で

50

なくてもよい。図 30 a に類似した第 2 のパターンの導電チェーンは、下にあるメッシュの 1 つ、2 つ、又は 3 つのセルを交互に組み込んだ幅の区画で構成されてもよい。代替実施形態では、第 1 の微小パターンが金属微小ワイヤのランダムなネットワークから構築される場合、上部構造における導電区画の幅は、固有平均セル間隔よりも大きい任意の平均分数によって特徴付けられてもよい。例えば、導電トレースの有効幅は、平均セル間隔の 1.1 倍、又は 1.6 倍、又は平均セル間隔の 2.3 倍であってもよい。

【0149】

図 30 a では、第 2 のパターンの上部構造の導電トレース内にメッシュ格子を形成する微小ワイヤは、断絶したトレースとして示されている。したがって、導電トレースは、第 2 のパターンにおける導電トレースの方向に直交する方向の導電性が導電トレースの長さに沿った導電性に比べて非常に低い、異方性の導電性アスペクト (conductive aspect) を有する。しかしながら、代替実施形態では、第 2 のパターンの導電性が最大限かつ異方性になるように、導電トレース内の全ての微小ワイヤを、破断部を有さずにパターン化することができる。

【0150】

次に図 30 b を参照すると、図 30 a に関して示したものと類似の電極構成が示されるが、この場合、電極 817b から電気的に絶縁されたアイランド 819 を、電気的に不連続的な内部区域 815b 内に追加的に含んでいる。アイランド 819 は、この実施形態では、パターン 1、パターン 2、及びパターン 3 を形成する、下にあるメッシュパターンにしたがった、かつそれと完全に一致した、電気的に不連続的な微小ワイヤで形成される。図 30 c は、可能な電極構成の更なる実施形態を示す。

【0151】

図 31 a は、電極の更なる実施形態を例示する。図 31 a のセンサ電極は、第 1 の固有平均セル間隔を有する第 1 のメッシュから成る第 1 のパターンと、第 1 のパターンのネットワークから適合された、導電性電極 81C を備える第 2 のパターンと、電極 817C 内に内部区域 815C を備える第 3 のパターンとを含む、完全に一致した微小パターンから構築され、内部区域は、第 1 の固有平均セル間隔よりも大幅に大きい内部寸法を有する。図 31 a に例示される第 1 の微小パターンは、図 29 に関して示したのと同じ、下にあるメッシュパターンを利用する。規則的な六角形メッシュパターン、又は金属微小ワイヤのランダムネットワークを含む、図 29 に関して記載される代替のメッシュパターンのいずれかを有用に置き換えることができる。導電性電極の機能的形態を確立する図 31 a の第 2 のパターンは、下にあるメッシュから電気的に連続的な、即ち断絶していない導電性セルを備える。電極 817C を形成する図 31 a の第 2 のパターンの導電トレースは、トレリス型の構造としてレイアウトされている。トレリス構造のいくつかの部分では、導電トレースは、下にあるメッシュ構造、即ち基準メッシュからのセル 2 つ分の幅であり、トレリスの他の部分では、導電トレースはセル 1 つ分のみの幅である。導電トレース間に形成される内部区域は、水平方向でセル 4 つ分の幅、垂直方向でセル 9 つ分の高さである。下にある第 1 のパターンの光学密度はセンサ全体にわたる全ての位置において一定に保たれ、その結果、図 31 a のトレリス（導電性上部構造）の特定の形状は、人間の眼にとって実質的に目立たなくなる。

【0152】

図 31 a の第 2 のパターンによって確立されるセンサ電極 817C の幅は、いくつかの実施形態では、200 ミクロン～10 ミリメートルの範囲である。

【0153】

図 31 b は、図 31 a に関して示した電極構成に対する変形例を示す。電極 817cc は、電極 817cc に電気的に接続され、そこから外側に延在する分岐要素 818 を含む。図 31 a に関して示された実施形態では、分岐要素は内部区域内へと延在する。分岐要素は、第 3 のパターン（内部区域と関連付けられるパターン）と完全に一致する。分岐要素のパターンは、第 1 のパターンの基準メッシュとも完全に一致する。分岐要素は、連続的な微小ワイヤから成る。

10

20

30

40

50

【0154】

任意の 2 つの分岐要素間の距離は、下にあるメッシュの平均固有セル間隔以上である。電極 817ccc に関して示される分岐要素 818 は、内部区域 815c の第 3 のパターンのメッシュ内における 2 つの固有セル間隔に等しい距離だけ分離される。代替実施形態では、分岐要素間の分離を、一般には下にある基準間隔の整数倍だけ、増加又は減少させることによって、分岐要素のより高い又は低い密度を内部区域内に提供することができる。この方式では、これらの内部区域と関連付けられる電界に対する透過性の品質は、特定の用途に適応するように調整することができる。

【0155】

電極 817ccc に使用される連続的な微小ワイヤ導電体は、固有平均幅を有し、分岐要素の幅は同じであり、即ち、分岐要素は、電極 817ccc の幹部部分を備える電気的に連続的な微小ワイヤ導電体の形状を有してもよい。10

【0156】

図 31c は、図 31a 及び 31b に関して示した電極構成に対する更に別の変形例を示す。電極 817cccc は、図 31a 及び 31b に関して示した内部区域を含まない。電極 817cccc は主電極幹部 819 を有し、幹部から外側に延在するのは、下にある基準メッシュと完全に一致する連続的な微小ワイヤでそれぞれ形成される分岐要素 818 である。分岐要素は、下にある基準メッシュパターンとやはり完全に一致する電気的に不連続的な、即ち断絶された微小ワイヤを備える、第 1 のパターンの周囲領域内へと外側に延在する。下にある基準メッシュの各セルは固有平均セル間隔を有し、分岐要素間の距離は少なくともセル 1 つ分である。図示される実施形態では、各分岐要素は、1 つ以下の端子領域で電極幹部に結合する。電極 817cccc の主要幹部は第 1 の方向に沿って配設され、分岐要素は、第 1 の方向に対してほぼ横断する方向に沿って外側に延在する。20

【0157】

分岐要素 818 の長さは、基準メッシュの固有平均セル間隔よりも長い。いくつかの実施形態では、分岐要素は固有平均セル間隔の 5 倍超の長さができる、他の実施形態では、分岐要素は固有平均セル間隔の 10 倍超の長さができる。図 31c の電極 817cccc に取り付けられる分岐要素 818 は、複数の異なる長さを有する。いくつかの実施形態では、長さは、導電性電極の好ましい外形又は形状にぴったり一致するように選択される。例えば、電極 817cccc の分岐要素は、総合すれば、中央の幹部を中心とした菱形形状にぴったり一致する。30

【0158】

電極 817cccc の静電容量感度、及び位置の関数としてのその透過性は、分岐要素 818 の長さ及びそれらの間の間隔における設計の変形を用いて調整することができる。例えば、電極 817cccc の分岐要素は、下にある基準メッシュのセル 1 つ分の間隔で離間される。代替実施形態では、分岐要素は、セル 2 つ又は 3 つ分の間隔の距離で離間させることができる。

【0159】

図 27 及び 28 に例示されるように、タッチセンサは、一般に、互いに平行に配置される複数の電極を用いる。しかしながら、センサの容量性の接触反応は、平行な接触電極を横切り、その間を通る小さい物体に対して、常に均一ではない。図 31c に例示されるものと類似した分岐要素 818 を使用して、平行電極間の空間を充填し、センサ反応を円滑にすることができる。平行な接触電極から外側に延在し、それらの間に配置される微小ワイヤ分岐要素を用いることによって、背景の静電容量全体に対する付加をほとんど伴うことなく、各電極のセンサ反応を改善することができる。いくつかの実施形態では、隣接する電極からの微小ワイヤ分岐要素は、接触電極間の空間内で交互配置又は混合させることができる。この接触電極の混合によって、接触物体のサイズが小さいことにも係わらず、2 つの隣接する電極それからの接触反応を同時に記録できることが確保される。接触位置は、隣接する電極からの静電容量信号の補間として計算される場合が多いので、平行電極間で分岐要素を混合させることが可能であることによって、タッチセンサからの報告4050

の精度が改善される。

【0160】

図32は、更なる電極の実施形態を例示する。図32のセンサ電極は、固有平均セル間隔を有するセルから成る第1の下にある基準メッシュパターンと、第1のパターンのネットワークから適合された、導電性電極817cを備える第2のパターンと、電極817d内に内部区域815dを備える第3のパターンとを含む、完全に一致した微小パターンから構築される。第2のパターンは、第1のパターンと比較して、より大きい固有セル間隔を有する。第2のパターンは、スーパーセルの配列を含み、スーパーセルはそれぞれ、第1のパターンからの整数倍のセルを備える(9つの第1のパターンのセルが、図32に示されるスーパーセルに含まれる)。第2のパターンの固有セル間隔は、第1の固有セル間隔の整数倍(2以上)である(図32では、倍数は3である)。電極817dを画定する微小ワイヤは全て、断絶部を有さずにパターン化され、連続的に導電性である。電極817dの内部区域は、第3のパターン(この実施形態では、第1のパターンと同じ)にしたがってパターン化され、微小ワイヤの長さに沿った断絶部を用いて非導電性にされて、内部区域が電気的に絶縁された区域にされる。
10

【0161】

図32のセンサ電極817dは、第2のパターンのスーパーセルの配列によって確立される。図32の第2のパターンのスーパーセル配列は、垂直軸に沿って連続的に導電性である電極817dを確立し、例えば、図28に例示される列電極の1つとして用いることができる。図32の第2のパターンは、2つ及び3つのスーパーセルを交互にすることによって確立される幅を有する。図32の有効電極幅は、200ミクロン~10ミリメートルの範囲のどこかで得られる。
20

【0162】

図29に関して記載した代替のメッシュパターンのいずれかを、図32に示される完全に一致した格子構造において実現することができる。例えば、第2の導電性パターンは、横幅900ミクロンであり得る六角形セルから成ることができ、第1のパターンは横幅300ミクロンの六角形セルから成る。第1のパターンのメッシュが微小ワイヤの擬似ランダムネットワークから形成される一実施形態では、第2のパターンもまた、微小ワイヤのランダムネットワークとして設計することができる。この擬似ランダムの実施形態では、第2の固有セル間隔が、第1の固有セル間隔よりも大きい任意の距離であることが可能である。しかしながら、透過性の有用な増加を達成するために、第2の固有セル間隔は第1の固有セル間隔の少なくとも2倍であることが好ましい。
30

【0163】

図27及び28に示される、単純に接続された電極形状と比較すると、内部区域(及び本明細書で考察する他の実施形態について記載される、対応する内部区域)を図32の上部電極に含めることは、いくつかの利点を示してもよい。図32の電極構造の透過性は大幅に向上される。例えば、両方の電極における下にあるメッシュは、200ミクロンの固有間隔(パターンの広範囲な光学密度を決定する間隔)を有するセルから成ってもよいが、図32の上部構造の導電性メッシュ(電極17Dを形成する第2のパターン)は、800、1000、又は1200ミクロンの遙かに大きい固有セル間隔を有することができる。第2のパターンの導電トレースの間にある内部区域によって、下にある下部電極から電界を浸透させることが可能になる。それに比例して、上部及び下部電極を結合する電界の大部分は、通常は近傍の指又は導電性物体と相互作用することができる、センサの上方に延びるフリンジ電界になる。これらのフリンジ電界の割合又は有用性は、図32における導電性の第2のパターンの間隔と、a)上部及び下部電極を分離する絶縁体の厚さ、又はb)上部電極をセンサ上に置かれた指から分離する被覆絶縁体の厚さのどちらかとの比に応じて変わってもよい。一実施形態では、導電性の第2のパターンのセル間隔が、上記に定義した厚さのどちらか又は両方の少なくとも1/4であるのが好ましいことがあり、セル間隔がそれらの厚さのどちらかまたは両方の少なくとも1/2であることがより好ましい。上部構造の導電性メッシュにより、図32の第2のパターンで、350マイクロメー
40

トル超、いくつかの実施形態では 600 マイクロメートル超のセル間隔が可能になるので、上部構造メッシュにより、1ミリメートル超の厚さ、いくつかの実施形態では 2 ミリメートル超の厚さの被覆絶縁体を有する透過性センサの設計が可能になる。

【0164】

電極から電気的に絶縁された電極のパターン化された内部区域を含む、本明細書に記載される実施形態によって、第 2 のパターンの導電トレースが覆うのが電極の表面積の 1 パーセント未満、多くの場合は表面積の 0.5% 未満である、電極構造が可能になる。これらの低い比率は、改善された透過性に特徴的である。

【0165】

本明細書に記載される実施形態は、投影型静電容量センサの性能に対する別の利点を示してもよい。指が存在する状態でセンサによって検出される容量差信号は、センサ電極の透過性に伴って増加し、それと同時に、指とセンサ電極との間の絶対的な容量結合は、透過性がより低い電極に比べて減少する。感知機能を妨害する可能性がある雑音信号は、センサ電極と指との間の静電容量に対応する傾向があるので、図 3 2 の導電性上部構造の透過性（又は金属トレースに覆われる表面積が比較的小さいこと）によって、感知信号が改善されると同時に、センサの雑音感受性が低減される。10

【0166】

図 3 3 は更なる実施形態を例示する。図 3 3 のセンサ電極は、第 1 の固有平均セル間隔を有する第 1 のメッシュから成る第 1 のパターンと、第 1 のパターンのネットワークから適合された、導電性電極 817e を備える第 2 のパターンと、電極 817e 内に内部区域 810e を備える第 3 のパターンとを含む、完全に一致した微小パターンから構築され、内部区域は、様々な異なるサイズ及び形状を有する。電極 817e を画成する微小ワイヤは、断絶部を有さずにパターン化され、連続的に導電性である。電極 810e の内部区域を備える第 3 のパターンのセルは、微小ワイヤの長さに沿った断絶部を用いて、電極 817e から電気的に絶縁される。20

【0167】

第 3 のパターン、即ち電極 817e の内部区域 815e は、図 3 2 に示される電極構成に関して示されたものとは対照的に、均一ではない。図 3 3 に示される電極の左縁部及び右縁部付近では、内部区域は、下にあるメッシュパターン（第 1 のパターン）のセルの 4 倍の大きさである。電極 817e の中央付近では、内部区域 815e のセルは第 1 のパターンの 2 倍に過ぎない。30

【0168】

導電性電極を備える第 2 のパターンは、均一でないセル間隔によって特徴付けられる。図 3 2 に例示される導電性電極は、固定した固有のセル間隔を有するスーパーセルとして特徴付けられたが、一方で、電極 817e の上部構造のセル間隔は位置の関数として変動する。電極 817e の左縁部及び右縁部に沿って位置する連続的なメッシュのセル間隔は、中心軸に沿って見られるセル間隔よりも大きい。

【0169】

図 3 3 の導電性の第 2 のパターンを備えるメッシュセルは概して等方性であり、つまり、セル寸法は 2 つの直交方向でほぼ等しく、下にあるメッシュからのセル寸法の整数倍（2 以上）である。40

【0170】

図 2 9 に関する記載した代替のメッシュパターンのいずれかを、図 3 3 に示される完全に一致した格子構造において用いることができる。例えば、第 2 の導電性パターンは、その寸法が第 1 のパターンからの六角形セルの寸法の 2 倍以上である、六角形セルから成ることができる。第 1 のパターンのメッシュが微小ワイヤの擬似ランダムネットワークから形成される一実施形態では、導電性の第 2 のパターン及びその電気的に絶縁された内部区域もまた、微小ワイヤの擬似ランダムネットワークとして設計することができる。この擬似ランダムの実施形態では、導電性の第 2 のパターンにおけるワイヤ間の平均距離は、下にある第 1 のパターンの平均固有セル間隔の少なくとも 2 倍であってもよい。50

【0171】

図33の電極817eの中心軸に沿って、図31a、b、及びcに示される実施形態のものに類似した、導電トレース、即ち幹部が設計されている。この導電性幹部は、接続された導電性メッシュセルのチェーンから成り、中央の幹部は、下にある第1のパターン又は基準メッシュ構造の単一のセルの幅に過ぎない。

【0172】

タッチセンサの1つの電気的設計では、タッチセンサの容量差信号は、指とセンサ電極との間の絶対的容量に比例する。図32及び33に例示されるものなどの電極の場合、指とセンサ電極との間の静電容量は、第2のパターンの導電性微小ワイヤの数及び密度に伴って増加する。電極817eの設計によって、センサ電極に沿った位置の関数としての、センサと物体（即ち、指）との間の静電容量の変動が可能になってもよい。センサ電極の外見上の局部的な中心点はXX位置に位置する。物体がXX位置を通る垂直線から離れて左側又は右側のどちらかに移動するにつれて、第2のパターンの導電性メッシュの密度が低下し（又はセル間隔が増加し）、XX位置を通る水平線から離れてセンサ電極の頂部又は底部のどちらかに向かって移動するにつれて、第2のパターンのメッシュの密度が低下する。上部構造メッシュの密度は、指が中心点XXから離れて移動するにつれて、ほぼ等方的に、かつ半径方向で低下する。結果として、図33の第2のパターンの導電性メッシュによって、センサのXX中心点からの局部的距離の関数としての、容量差信号の変動が可能になる。センサ反応のこの設計された変動により、センサは、電極構造内における内部区域の類似した分布又は多様性を含まないセンサと比較して、遙かに優れた精度で、指の位置を検出し解釈することができる。

10

【0173】

図33に関して示される特定の実施形態では、電極817eを備える第2のパターンのセル間隔は、400～1000ミクロンの間で位置に応じて変動する。第2のパターンの導電性メッシュの密度、及び局部的な静電容量は、1mm未満分離したセンサ上の地点間で大幅に変動する。構造はまた、隣接したセンサ電極間の5～7ミリメートルのピッチと互換性がある。かかる構造は、内部区域の変動と共に、センサ電極間のピッチよりも大幅に小さい物体の場合であっても、小さい指の位置検出及び直径1mm程度の小さいスタイラスの位置検出に適応してもよい。

20

【0174】

30

図33、及び電極設計の他の類似の例示は、より長い感知電極の一部のみを例示することが理解されるであろう。図33に示されるメッシュパターン全体を、垂直電極、即ち列電極の全長に沿って、他の電極配列の電極のピッチにしたがって周期的に繰り返すことができ、その場合、電極はセンサ配列の複数の上部列電極の1つである。電極817eのパターンの局部的な中心点XXは、行電極と列電極の交点の中心点と完全に一致する。電極817eのパターンは各上部電極の長さに沿って繰り返すので、複数の局部的な中心点XXが、行電極及び列電極それぞれの交点に見出されるであろう。

【0175】

図33の第2のパターンによって確立されるセンサ電極の中心点XXのピッチは、200ミクロン～10ミリメートルの範囲であり得る。上部電極、即ち列電極の、最大水平幅又は範囲は、ピッチの一部である任意の幅であることができ、例えば、電極の幅はピッチの20%～ピッチの98%であってもよい。交差する行電極の幅は、ピッチの一部である任意の幅であることができ、例えば、幅はピッチの30%～ピッチの98%であってもよい。好ましくは、下部電極、即ち行電極の幅は、ピッチの70%～98%であろう。

40

【0176】

図34は、電極構成の更なる実施形態を例示する。図34のセンサ電極は、第1の固有平均セル間隔を有する第1のメッシュから成る第1のパターンと、第1のパターンのネットワークから適合された、導電性電極817fを備える第2のパターンと、電極817f内に内部区域815fを備える第3のパターンとを含む、完全に一致した微小パターンから構築され、内部区域は、様々な異なるサイズ及び形状を有する。第2のパターンのセル

50

を画成する微小ワイヤは全て、断絶部を有さずに提供され、連続的に導電性である。電極 817f の内部区域 815f は、微小ワイヤの長さに沿ったパターン内の断絶部を用いて、電気的に不連続的にされ、電極 817f から絶縁され、かつ非導電性にされる。

【0177】

図 34 に関して示される電極における第2のパターンのセル間隔は、図 33 のセルサイズの変動が図 34 に示されるもののように等方性でない点を除いて、図 33 に関して示した電極と類似した方法で、センサに沿って位置に伴って変動する。図 34 の左縁部及び右縁部付近では、導電性の第2のパターンのセルは、下にあるメッシュパターンのセルの4倍の大きさである。図 34 の垂直中心線付近では、第2のパターンのセルは第1のパターンの3倍に過ぎない。図 34 の上部構造の第2のパターンを備えるセルは矩形である。例えば、「PP」と印を付した上部構造は、水平に沿って、下にあるメッシュのセル寸法の4倍の幅と、垂直に沿って、下にあるメッシュのセル寸法の8倍の高さとを有する。10

【0178】

図 29 に関して記載した代替のメッシュパターンのいずれかを、図 34 に示される完全に一致した格子構造において用いることができる。ほぼ矩形の上部構造セルは、依然として、おおよそ六角形セル幅の4倍の幅及び六角形セル幅の8倍の高さである、下にある六角形セルの集合体を結合することによって形成することができる。第1のパターンのメッシュが微小ワイヤの擬似ランダムネットワークから形成される一実施形態では、導電性の第2のパターンもまた、微小ワイヤの擬似ランダムネットワークとして設計することができる。このランダムな実施形態では、導電性の第2のパターンのワイヤ間の平均距離は、必ずしも2つの直交方向に沿って等しくなくてもよい。20

【0179】

図 34 の中心線に沿って、上述した実施形態で用いたものと類似した、第2のパターンの導電性幹部が示される。この導電性幹部は、垂直軸に沿った、单一の幅の隣接したメッシュセルの外形から成る。導電性セルのこの中心列の第3のパターンにしたがった内部区域を備える横方向の微小ワイヤは、断絶したトレースとして維持される。

【0180】

図 34 の上部構造導電性メッシュの場合、静電容量の変動は、センサ電極に沿った位置の関数として提供されている。センサ電極の外見上の局部的な中心点は QQ 位置に位置する。上部構造導電性メッシュの密度は、指示物体が QQ 位置を通る垂直線から離れて左側又は右側に水平移動するにつれて低下する。しかしながら、指が QQ を通る水平線から離れて垂直移動するにつれて、上部構造メッシュの密度はほとんど変化しない。したがって、上部構造メッシュの密度は、中心点 QQ からの距離に伴う等方性の変動を有さない。その代わりに、図 34 の電極の上部構造は、垂直中心線を中心とした鏡像対称性を有する密度の変動を示すように設計される。30

【0181】

図 35 は、電極構成の更なる実施形態を例示する。図 35 のセンサ電極は、第1の固有平均セル間隔を有する第1のメッシュから成る第1のパターンと、第1のパターンのネットワークから適合された、第2のパターンとを含む、2つの完全に一致した微小パターンが構築され、第2のパターンは様々なより大きいセル間隔を有する第2の上部構造メッシュを備える。第2のメッシュの境界を画定する微小ワイヤは全て、断絶部を有さずにパターン化され、連続的に導電性である。第2のパターンの空隙内に位置する第1のパターンのセルは、微小ワイヤの長さに沿った断絶部を用いて非導電性にされる。40

【0182】

図 35 の上部構造は図 34 のものに類似しているが、但し、図 35 の電極パターンの全幅又は範囲は図 34 に示されるものよりも狭く、上部構造におけるセル間隔の変動は遙かに目立たない。導電性の第2のパターンを備える上部構造セルは矩形であり、密度の変動は、垂直の幹部又は中心線を中心とした鏡像対称性を示す。

【0183】

図 35 のセンサ電極の幅を測定した場合、上部構造パターンは 6 本の垂直導電線から成50

り、図34のパターンは8本の垂直導電線から成ることに気付くであろう。結果として、図35の電極パターンは、上部電極と指との間に有する合計の静電容量がより小さくなる。いくつかの用途では、この指に対する低減された静電容量は、静電容量センサの出力に対する信号対雑音比の改善をもたらすことができる。しかしながら、図34に示されるパターンは、各列に沿った8本の垂直線を有する電極が、電極のフローに対するより冗長な経路を提供し、それによって、導電トレースの断絶又は不適正なパターン化による、障害を引き起こす欠陥の確率をより低くして製造されてもよいので、センサの製造業者に対して利点を示すことがある。

【0184】

しかしながら、図34及び35に関して示される電極の導電性メッシュにおけるより大きい上部構造セル間隔により、図34及び35のセンサパターンにおける指に対する合計静電容量は、下にあるメッシュの8つの垂直に並んだほぼ隣接するセルからセンサパターンが構築された場合に達成されるであろう静電容量よりも大幅に低い。結果として、図34及び35に示される電極は、類似の幅を有する単純に接続されたメッシュに基づく電極構造よりも、高い透過性及び指に対する低い静電容量を示す。

【0185】

図35に示される実施形態の変形例では、行及び列の各交点の水平中心線に沿って垂直トレースから左側及び右側に突出する、導電性セル（第2のパターン）の横方向のトレリス又は延長部を付加することができる。電極パターンのこの横方向の延長は、上部電極と指との間の合計静電容量を多少増加させるが、指がセンサ電極の長さに沿って上下に移動するにつれて、容量差信号の変動ももたらす可能性がある。したがって、導電性セルの横方向の延長は、センサ電極と指との間の合計静電容量をほとんど増加させることなく、位置報告の精度を改善することができる。

【0186】

図29～35に関する実施形態は、主に上部電極の文脈で記載してきたが、類似の設計及びパターン化を下部電極に使用することができる。換言すれば、下部電極は、下部電極から電気的に絶縁された、但し断絶部又は分岐要素を備えたパターン化された微小導電体を含む、内部区域を含むことができる。

【0187】

図36は、電極構成の更なる実施形態を例示する。図36のセンサ電極は、第1の固有平均セル間隔を有する第1のメッシュから成る第1のパターンと、第1のパターンのネットワークから適合された、導電性電極を備える第2のパターンと、電極内に内部区域815bを備える第3のパターンとを含む、完全に一致した微小パターンから構築され、内部区域は、様々な異なるサイズ及び形状を有する。電極の内部区域815bは、微小ワイヤの長さに沿った断絶部を用いて、電気的に不連続的にされ、電極から絶縁され、かつ非導電性にされる。

【0188】

図36に関して示される第2のパターンのセル間隔は、電極内での位置に伴って変動する。しかしながら、図33～35の電極とは対照的に、図36に示される実施形態の上部構造セルは、電極の縁部に比べて中心にある方が大きい。図36の菱形パターンの中心付近では、導電性の第2のパターンの上部構造セルは、下にある基準メッシュのセルの3倍の大きさである。しかしながら、菱形の外角付近では、セルサイズはより小さい。

【0189】

図36に示される電極は内部区域815bを含む。内部区域のサイズは、電極内における位置の関数として変動する。菱形の中心にある内部区域は、外縁部付近に見られるものよりも大きい。

【0190】

図36に示される電極によって、センサ電極に沿った物体の位置の関数として、センサと物体（即ち、指）との間で静電容量が変動する設計が可能になる。物体が菱形の中心から縁部に向かって移動するにつれて、第2のパターンの導電性メッシュの密度が増加する

10

20

30

40

50

(かつセル間隔が減少する)。上部構造メッシュの密度は、指が中心点から離れて移動するにつれて、ほぼ等方的に、かつ半径方向で増加する。この設計された変動の透過性又はセル間隔により、いくつかの実施形態では、電極を横切って指を移動させるにつれて、センサ反応のより段階的な変動が可能になる。

【0191】

図37は、多層タッチスクリーンセンサ要素740の平面図を示し、第1及び第2のパターン化された基材が積層されている。区域730は、第1及び第2の連続区域の重複を示した。区域732は、第1の連続区域及び第2の不連続区域の重複を示した。区域734は、第2の連続区域及び第1の不連続区域の重複を示した。また、区域736は、第1及び第2の不連続区域間の重複を示した。これらの重複区域が複数存在したが、例証を容易とするために、それぞれ1つの区域のみが図に示されている。要素740の列電極又は行電極は、本明細書に記載される実施形態にしたがって構成されてもよい。

10

【0192】

本発明は、開示されたもの以外の実施形態でも実施可能であることを、当業者は理解するであろう。開示された実施形態は、例示の目的で提示されたものであって、限定的なものではなく、本発明は以下の「特許請求の範囲」によってのみ限定される。

【図1】

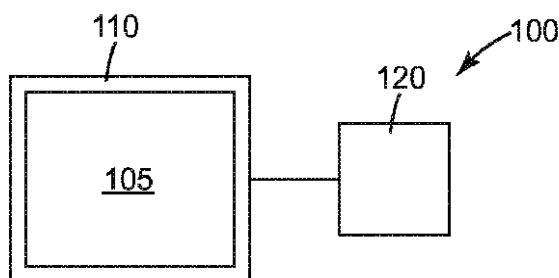


Fig. 1

【図3 a】

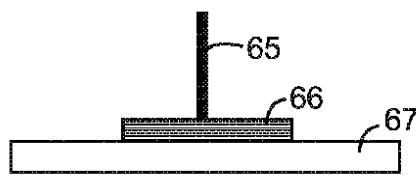


Fig. 3a

【図2】

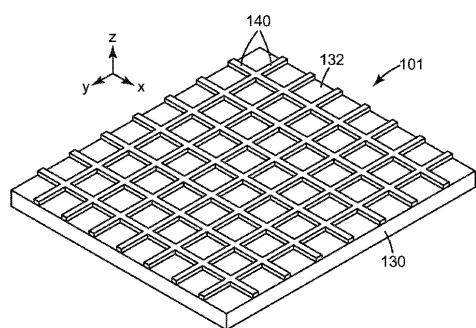


Fig. 2

【図3 b】

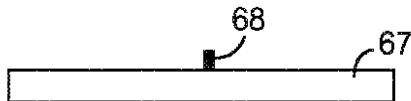


Fig. 3b

【図4】

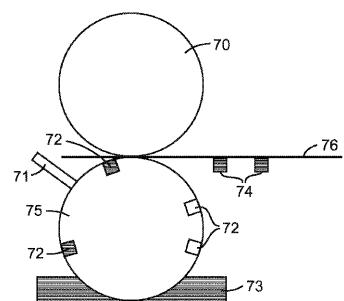


Fig. 4

【図5】

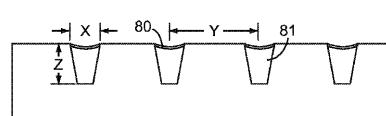


Fig. 5

【図6】

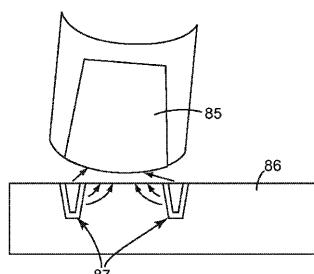


Fig. 6

【図7 a】

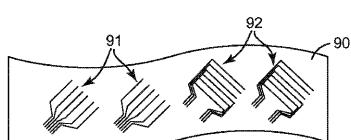


Fig. 7a

【図7 b】

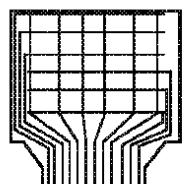


Fig. 7b

【図10】

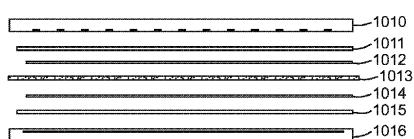


Fig. 10

【図8】

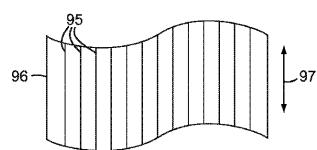


Fig. 8

【図11】

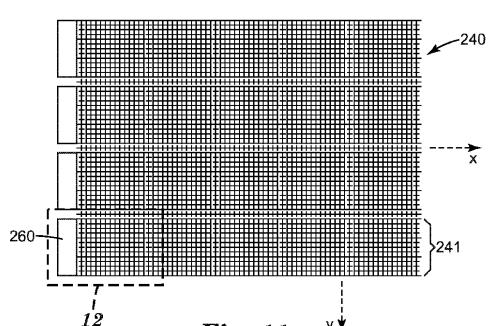


Fig. 11

【図9】

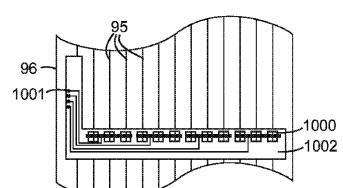
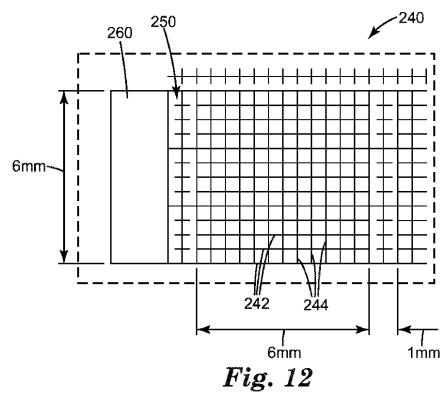


Fig. 9

【図12】



【図13】

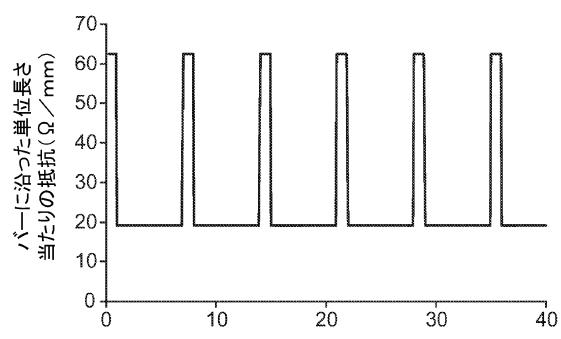
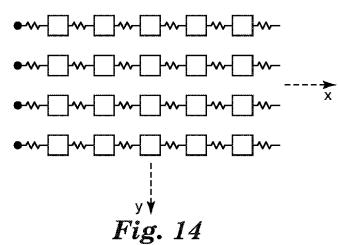
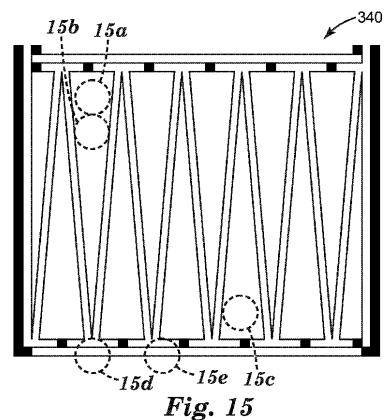


Fig. 13

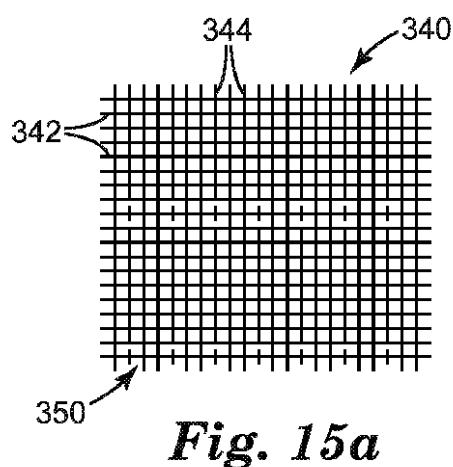
【図14】



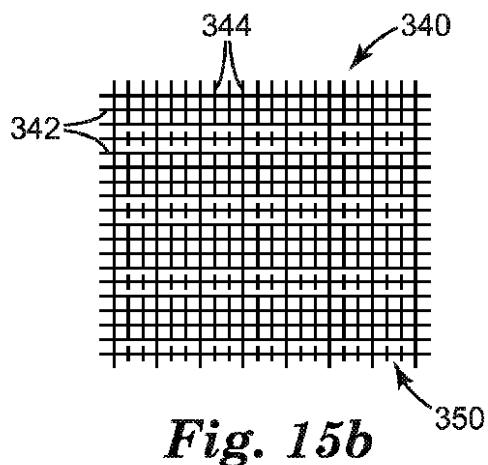
【図15】



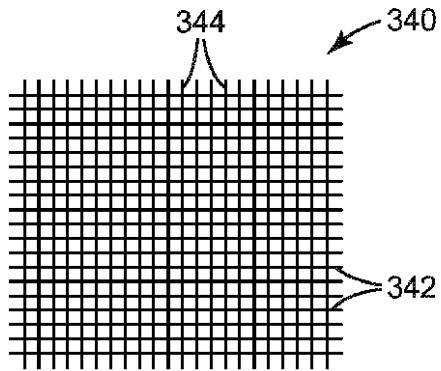
【図15a】



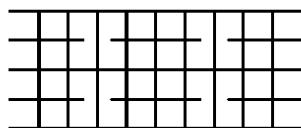
【図 15 b】

*Fig. 15b*

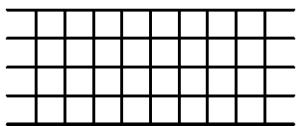
【図 15 c】

*Fig. 15c*

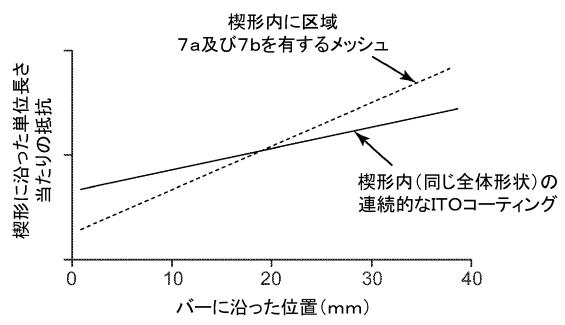
【図 15 d】

*Fig. 15d*

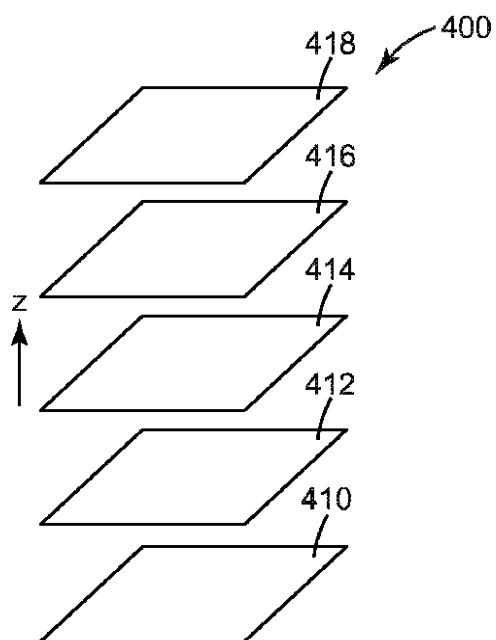
【図 15 e】

*Fig. 15e*

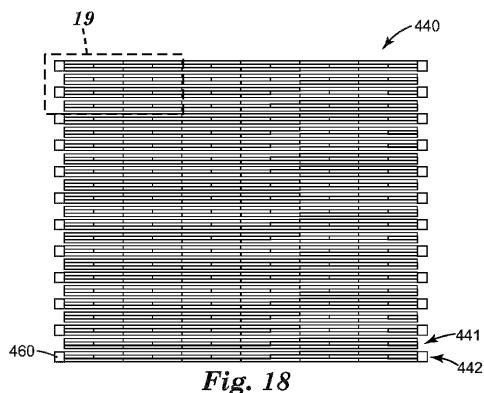
【図 16】

*Fig. 16*

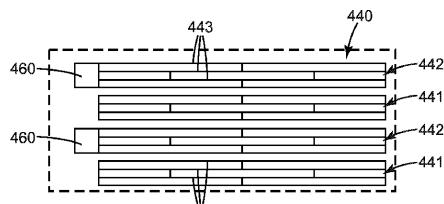
【図17】

**Fig. 17**

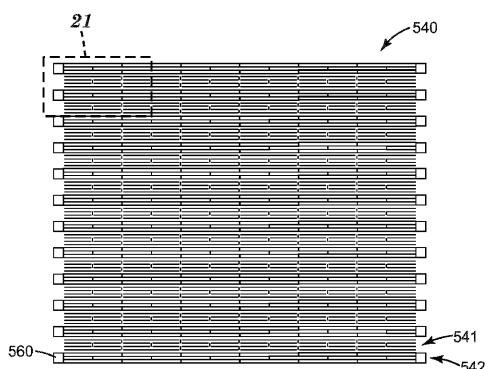
【図18】

**Fig. 18**

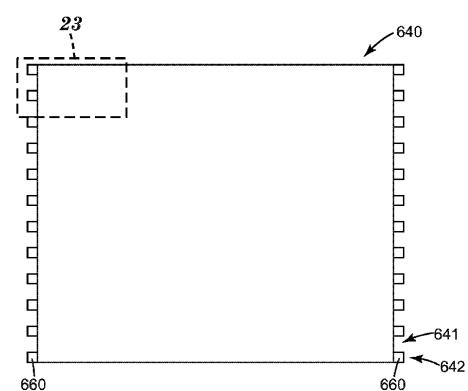
【図19】

**Fig. 19**

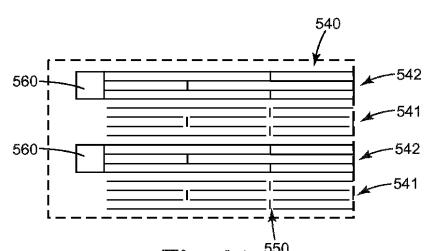
【図20】

**Fig. 20**

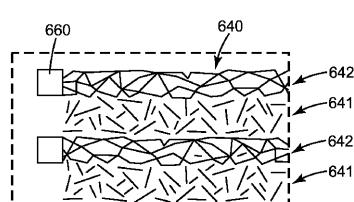
【図22】

**Fig. 22**

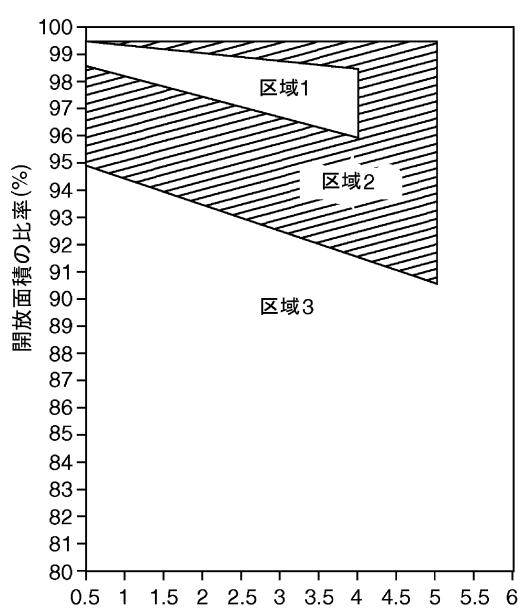
【図21】

**Fig. 21**

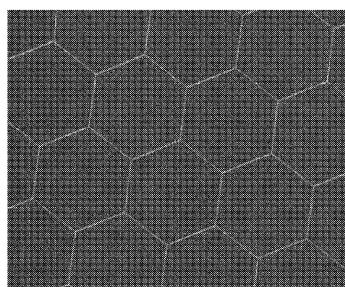
【図23】

**Fig. 23**

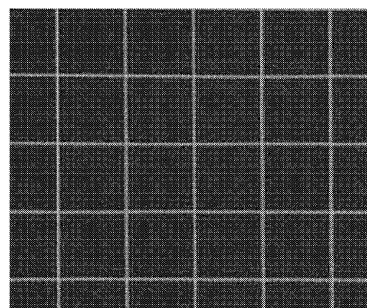
【図24】

**Fig. 24**

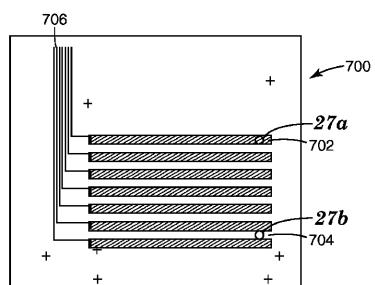
【図25】

**Fig. 25**

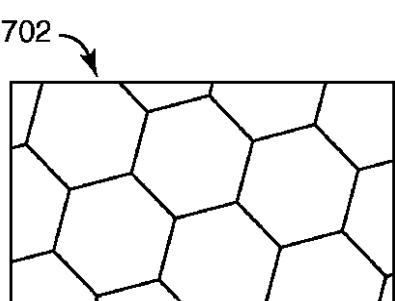
【図26】

**Fig. 26**

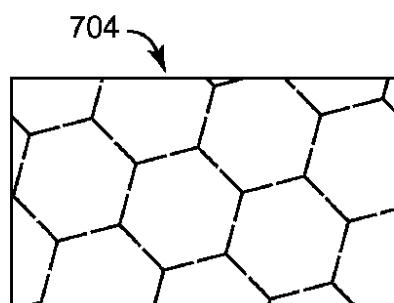
【図27】

**Fig. 27**

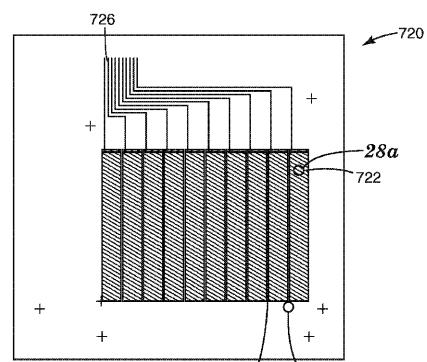
【図27a】

**Fig. 27a**

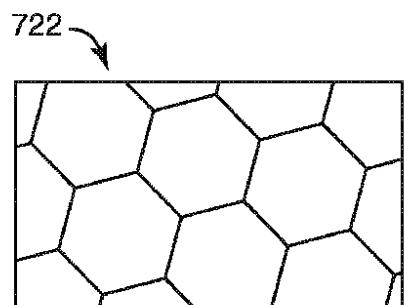
【図27b】

**Fig. 27b**

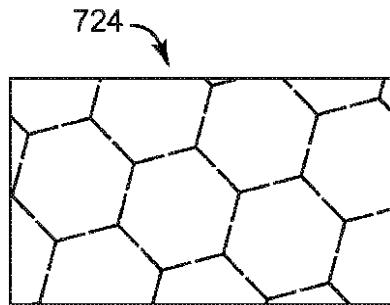
【図28】

**Fig. 28**

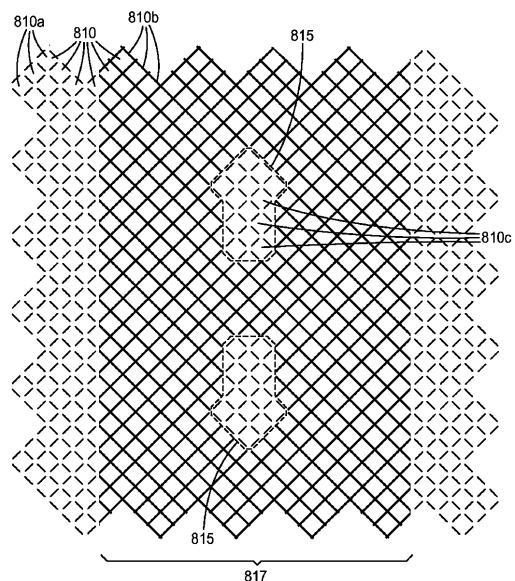
【図 28 a】

*Fig. 28a*

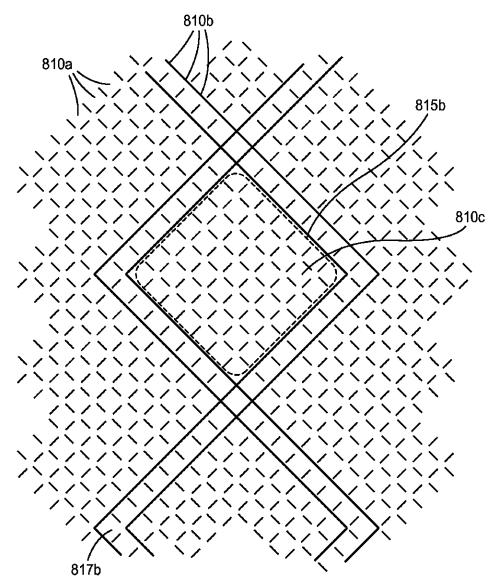
【図 28 b】

*Fig. 28b*

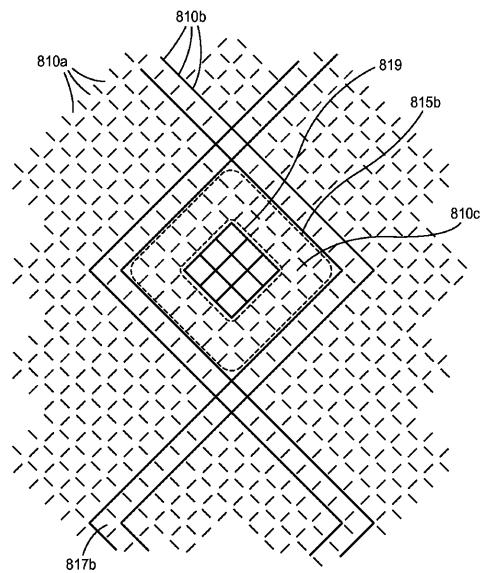
【図 29】

*Fig. 29*

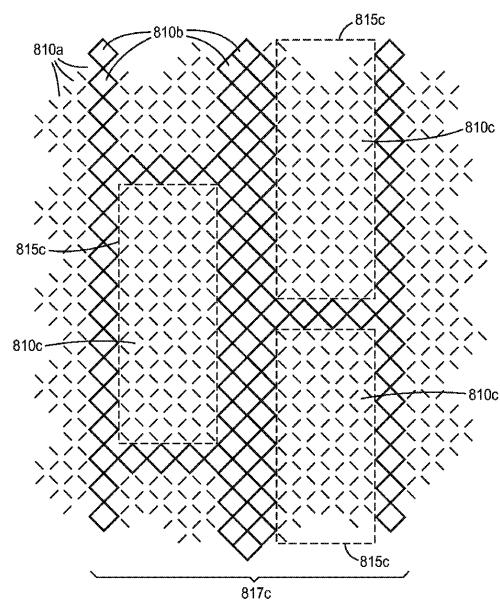
【図 30 a】

*Fig. 30a*

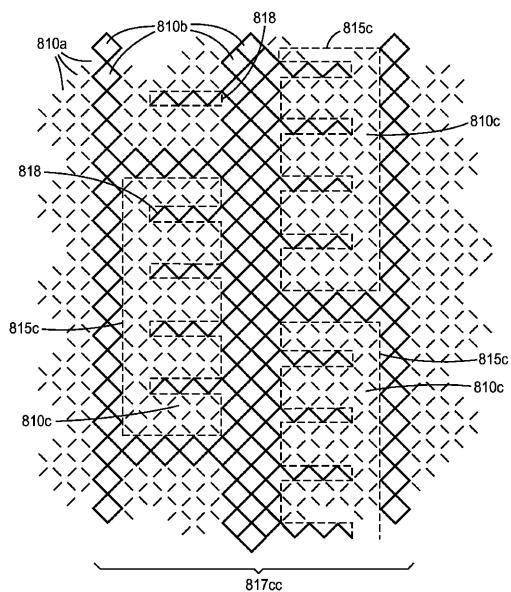
【図 3 0 b】

*Fig. 30b*

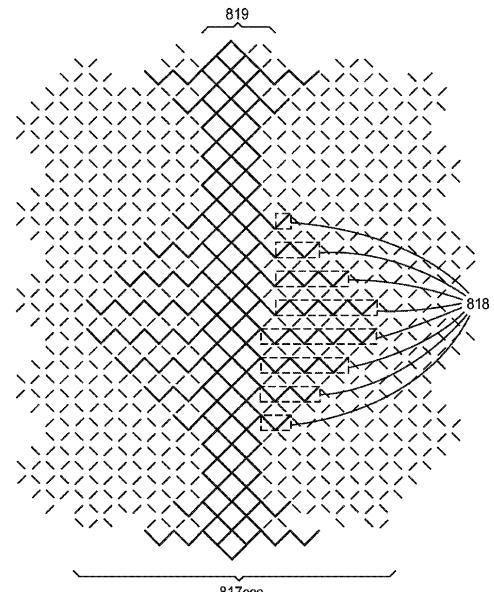
【図 3 1 a】

*Fig. 31a*

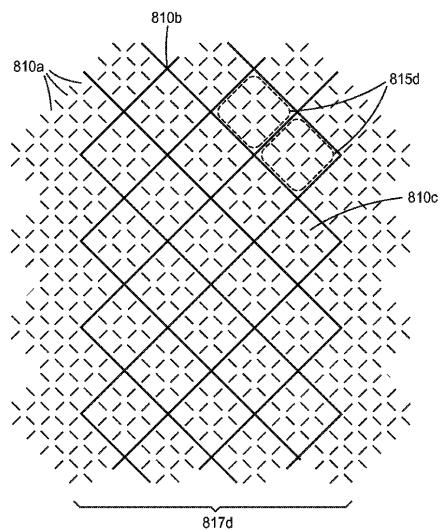
【図 3 1 b】

*Fig. 31b*

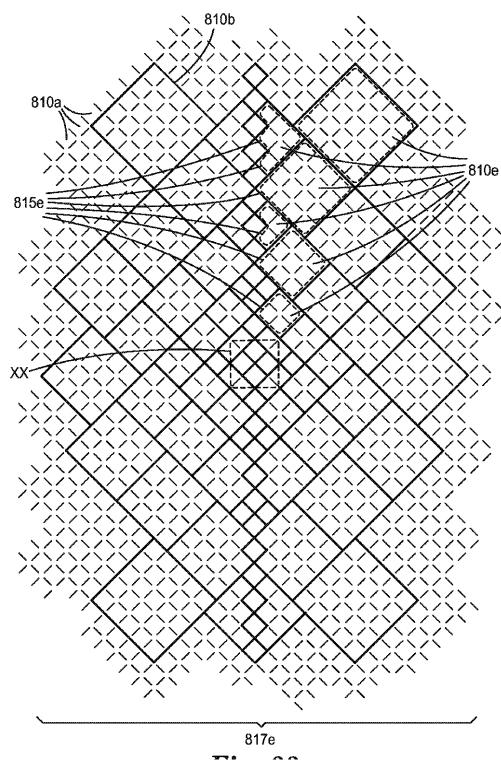
【図 3 1 c】

*Fig. 31c*

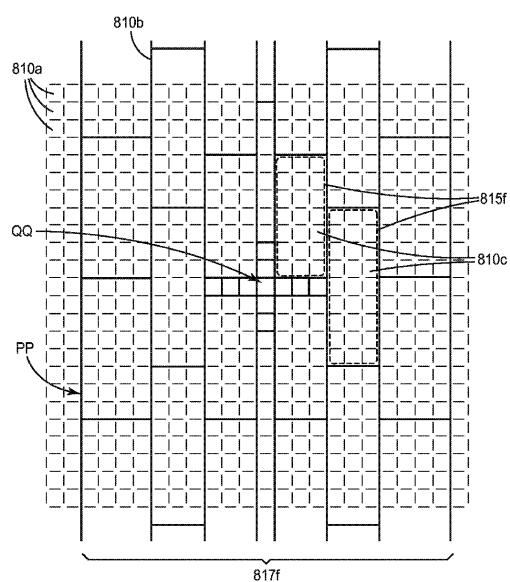
【図32】

*Fig. 32*

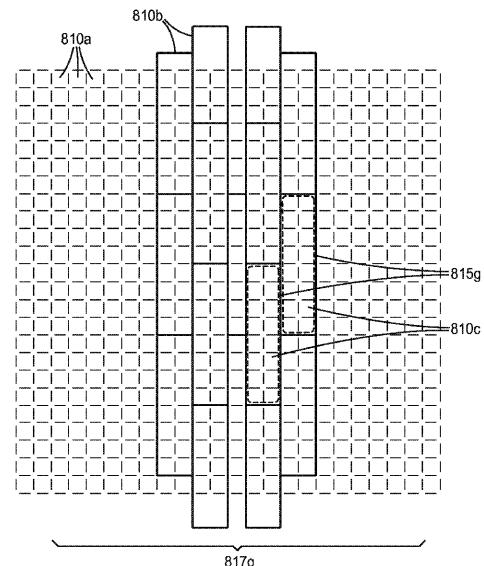
【図33】



【図34】

*Fig. 34*

【図35】

*Fig. 35*

【図36】

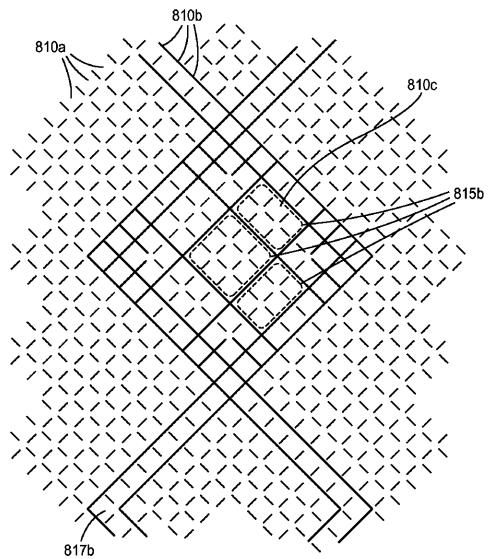


Fig. 36

【図37】

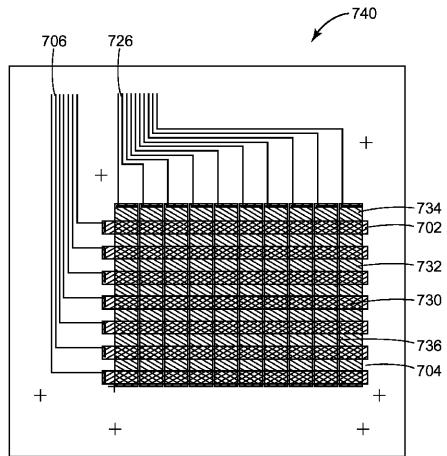


Fig. 37

フロントページの続き

(74)代理人 100154656

弁理士 鈴木 英彦

(72)発明者 バートン, ロジャー ダヴィリュー.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427
, スリーエム センター

(72)発明者 ウィーヴァー, ビリー エル.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427
, スリーエム センター

(72)発明者 ギーグハン, バーナード オー.

アメリカ合衆国, ニューハンプシャー州, セーレム, シルヴァン ドライヴ 25

(72)発明者 ヘーブル, ブロック エー.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427
, スリーエム センター

審査官 池田 聰史

(56)参考文献 特開2010-097536(JP,A)

米国特許出願公開第2011/0290631(US,A1)

特開2010-250770(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 F 3 / 041