

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6480428号
(P6480428)

(45) 発行日 平成31年3月13日 (2019. 3. 13)

(24) 登録日 平成31年2月15日 (2019. 2. 15)

(51) Int. Cl.

F I

H05K 3/28 (2006.01)
H05K 3/02 (2006.01)
G06F 3/041 (2006.01)
G02F 1/1333 (2006.01)

H05K 3/28 B
H05K 3/02 A
G06F 3/041 660
G06F 3/041 495
G02F 1/1333

請求項の数 5 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2016-518723 (P2016-518723)
(86) (22) 出願日 平成26年9月22日 (2014. 9. 22)
(65) 公表番号 特表2016-535433 (P2016-535433A)
(43) 公表日 平成28年11月10日 (2016. 11. 10)
(86) 国際出願番号 PCT/US2014/056768
(87) 国際公開番号 W02015/047944
(87) 国際公開日 平成27年4月2日 (2015. 4. 2)
審査請求日 平成29年9月6日 (2017. 9. 6)
(31) 優先権主張番号 61/884, 954
(32) 優先日 平成25年9月30日 (2013. 9. 30)
(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 100099759
弁理士 青木 篤
(74) 代理人 100077517
弁理士 石田 敬
(74) 代理人 100087413
弁理士 古賀 哲次
(74) 代理人 100146466
弁理士 高橋 正俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン化されたナノワイヤ透明導電体上の印刷された導電性パターンのための保護用コーティング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

方法であって、

ナノワイヤを含む導電層で基材をコーティングすることと、

導電性相互接続材料のパターンを該導電層上に適用して、該基材上に、露出した導電層の1つ又は2つ以上の第1の領域及び導電性相互接続材料の1つ又は2つ以上の第2の領域を生成することと、

該導電性相互接続材料を固化又は硬化して、パターン化された相互接続回路を形成することと、

該パターン化された相互接続回路の少なくとも一部に有機硫黄化合物を含む保護層形成組成物を適用することと、

液体の剥離可能なポリマー層形成組成物で該パターン化された相互接続回路及び該保護層形成組成物をオーバコートすることと、

該剥離可能なポリマー層形成組成物を固化又は硬化させて、剥離可能なポリマー層を形成することと、

該剥離可能なポリマー層を該基材から剥離することと、

該基材の該1つ又は2つ以上の第1の領域において該基材から該露出した導電層を除去して、該基材上にパターン化された導電層を形成することと、を含み、該パターン化された導電層は、該パターン化された相互接続回路によって少なくとも部分的に覆われ、該パターン化された相互接続回路は、該保護層によって少なくとも部分的に覆われている、方

10

20

法。

【請求項 2】

前記剥離可能なポリマー層形成組成物でオーバコートする前に、前記保護層形成組成物を乾燥させて、保護層を形成することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

請求項 1 ~ 2 のいずれか一項に記載の方法に従って製造される電子アセンブリ。

【請求項 4】

液晶ディスプレイと、

電子アセンブリであって、

該液晶ディスプレイ上のガラス基材であって、該ガラス基材は、導電性ナノワイヤのパターンを上に含み、該導電性ナノワイヤのパターンは、パターン化された導電性相互接続回路によって覆われかつ該パターン化された導電性相互接続回路に電気接続され、該相互接続回路の少なくとも一部は、有機硫黄化合物を含む保護層によって覆われている、ガラス基材と、

該保護層と接触しているフレキシブル回路の電気接点と、を含む、電子アセンブリと、

該電子アセンブリを覆う可撓性のある透明な表面と、を備え、

前記導電性相互接続回路は導電性インクによって形成されている、タッチスクリーンディスプレイ。

【請求項 5】

前記基材と前記フレキシブル回路との間に導電層を更に含む、請求項 4 に記載のディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

透明導電体は、コンピュータ、スマートフォン、及び他のグラフィックベースのスクリーンインターフェイスを用いた人間の接触又は身振りによる対話型操作を可能にするために、タッチスクリーン上で利用されている。ナノワイヤは、透明導電体を製造するために好適な 1 種の材料である。例えば、「Nanowire - Based Transparent Conductors」と題される国際公開第 2007/022226 号は、コンピュータでの使用のためのタッチスクリーンの生産を可能にする好適なグリッドにパターン化することができる、Cambrios Technologies Corporation によって販売されている、ナノワイヤ材料を開示している。

【0002】

3M File No. 69879US002 は、導電性材料が基材上で電気配線にパターン化されている（例えば、印刷されている）タッチスクリーン装置の効率的な生産のためのプロセスを記載している。このプロセスは、基材が展開され、印刷及び乾燥/硬化などの変換操作が行われ、次にパターン化された基材が更なる輸送及び加工のために再度ロールに巻かれる、ロール・ツー・ロール（roll-to-roll）プロセスにおいて行われる。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

3M File No. 69879 に記載されたプロセスによって形成されたパターン化された導電性材料は、上に、例えば、導電性インクから製造されたパターン化された相互接続回路層が適用されてもよい。本開示は、相互接続回路層への損傷を防止することができる相互接続回路層のための保護用オーバコート（overcoat）層を対象とする。保護用オーバコート層により、相互接続回路層の加工中、又は相互接続回路層が電子回路部品に接続されて、例えば、タッチスクリーンディスプレイにおいて使用されるタッチセンサなどの電子アセンブリを生産する後続の結合工程の間、相互接続回路層に対する損傷を防止することができる。本開示は、これらの相互接続プロセスを使用して構築される、例えば、タッチスクリーンディスプレイなどの、電子装置を更に対象とする。

【 0 0 0 4 】

実施形態の一覧

A．電子アセンブリを製造する方法であって、

有機硫黄化合物を含む保護層をパターン化された導電性相互接続回路の少なくとも一部へ適用することであって、導電性相互接続回路は、基材上の導電層に電気接続され、該導電層は、ナノワイヤを含む、ことと、

電子部品の電気接点を保護層と係合して、電子部品とパターン化された導電層とを電気接続することと、を含む、方法。

B．有機硫黄化合物は、アルキルチオール類とアリールチオール類とのうち少なくとも一方から選択される、実施形態 A に記載の方法。

C．有機硫黄化合物は、アルキルチオールである、実施形態 A 又は B に記載の方法。

D．パターン化された導電層は、透明である、実施形態 A ～ C のいずれか一実施形態に記載の方法。

E．方法であって、

ナノワイヤを含む導電層で基材をコーティングすることと、

導電性相互接続材料のパターンを導電層上に適用して、基材上に、露出した導電層の 1 つ又は 2 つ以上の第 1 の領域及び導電性相互接続材料の 1 つ又は 2 つ以上の第 2 の領域を生成することと、

導電性相互接続材料を固化又は硬化して、パターン化された相互接続回路を形成することと、

パターン化された相互接続回路の少なくとも一部に有機硫黄化合物を含む保護層形成組成物を適用することと、

液体の剥離可能なポリマー (strippable polymer) 層形成組成物でパターン化された相互接続回路及び保護層形成組成物をオーバコートすることと、

剥離可能なポリマー層形成組成物を固化又は硬化させて、剥離可能なポリマー層を形成することと、

剥離可能なポリマー層を基材から剥離することと、

基材の 1 つ又は 2 つ以上の第 1 の領域における基材から露出した導電層を除去して、基材上にパターン化された導電層を形成することと、を含み、パターン化された導電層は、パターン化された相互接続回路によって少なくとも部分的に覆われ、パターン化された相互接続回路は、保護層によって少なくとも部分的に覆われている、方法。

F．剥離可能なポリマー層形成組成物でオーバコートする前に保護層形成組成物を乾燥させて、保護層を形成することを更に含む、実施形態 E に記載の方法。

G．方法であって、

ナノワイヤを含む導電層で基材をコーティングすることと、

導電性相互接続材料で導電層上にパターンを適用して、基材上に露出した導電層の 1 つ又は 2 つ以上の第 1 の領域及び導電性相互接続材料の 1 つ又は 2 つ以上の第 2 の領域を生成することと、

導電性相互接続材料を固化又は硬化して、パターン化された相互接続回路を形成することと、

パターンを液体の剥離可能なポリマー層形成組成物でオーバコートすることであって、剥離可能なポリマー層形成組成物は、有機硫黄化合物を含む、ことと、

剥離可能なポリマー層形成組成物を固化又は硬化させて、剥離可能なポリマー層を形成することと、

剥離可能なポリマー層を基材から剥離することと、

基材の 1 つ又は 2 つ以上の第 1 の領域における基材から露出した導電層を除去して、基材上にパターン化された導電層を形成することと、を含み、パターン化された導電層は、パターン化された相互接続回路によって少なくとも部分的に覆われ、パターン化された相互接続回路は、有機硫黄化合物を含む保護層によって少なくとも部分的に覆われている、方法。

10

20

30

40

50

H．実施形態 A ～ G のいずれかによって製造される電子アセンブリ。

I．電子アセンブリであって、

導電性ナノワイヤのパターンを上を含む基材であって、導電性ナノワイヤは、導電性相互接続回路に電気接続され、導電性相互接続回路の少なくとも一部は、有機硫黄化合物を含む保護層によって覆われている、基材と、

保護層と接触している電子部品の電気接点と、を備える、電子アセンブリ。

J．基材と電子部品との間に導電層を更に含む、実施形態 I に記載の電子アセンブリ。

K．導電層は、導電性接着剤を含む、実施形態 J に記載の電子アセンブリ。

L．電子部品は、フレキシブル回路を含む、実施形態 I ～ K のいずれか一実施形態に記載の電子アセンブリ。

10

M．有機硫黄化合物は、アルキルチオール類とアリールチオール類とのうち少なくとも一方から選択される、実施形態 I ～ L のいずれか一実施形態に記載の電子アセンブリ。

N．有機硫黄化合物は、アルキルチオールである、実施形態 I ～ M のいずれか一実施形態に記載の電子アセンブリ。

O．

液晶ディスプレイと、

電子アセンブリであって、

液晶ディスプレイ上のガラス基材であって、ガラス基材は、導電性ナノワイヤのパターンを上を含み、導電性ナノワイヤは、パターン化された導電性相互接続回路に電気接続され、相互接続回路の少なくとも一部は、有機硫黄化合物を含む保護層によって覆われている、ガラス基材と、

20

保護層と接触しているフレキシブル回路の電気接点と、を含む、電子アセンブリと、電子アセンブリを覆う可撓性のある透明面と、を備える、タッチスクリーン。

P．基材とフレキシブル回路との間に導電層を更に含む、実施形態 O に記載のディスプレイ。

Q．導電層は、導電性接着剤を含む、実施形態 P に記載のディスプレイ。

R．有機硫黄化合物は、アルキルチオール類とアリールチオール類とのうち少なくとも一方から選択される、実施形態 O ～ Q のいずれか一実施形態に記載のディスプレイ。

S．有機硫黄化合物は、アルキルチオールである、実施形態 O ～ R のいずれか一実施形態に記載のディスプレイ。

30

【0005】

数値、特性、又は特徴に関して、用語「約」又は「およそ」は、数値、特性、特徴の + / - 5 パーセントを意味するが、正確な数値並びに数値又は特性又は特徴の + / - 5 パーセント以内の任意の狭い範囲も明確に含む。例えば、「約」100 の温度は、95 以上 105 以下の温度を指すが、例えば、正確に 100 の温度を含む、温度の任意のより狭い範囲、又は更にはその範囲内の単一の温度をも含む。

【0006】

特性又は特徴に関して、用語「ほぼ」は、特性又は特徴がその特性又は特徴の 98 % 以内まで表されるが、特性又は特徴の正確な値並びに特性又は特徴の 2 パーセント以内の任意の狭い範囲も明示的に含む。例えば、「ほぼ」透明である基材は、入射光の 98 % 以上 100 % 以下を透過する基材を指す。

40

【0007】

本発明の 1 つ又は 2 つ以上の実施形態の詳細を添付の図面及び以下の説明文に記載する。本発明の他の特徴、目的、及び利点は、明細書及び図面、並びに特許請求の範囲から明らかとなるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】基材上の導電性ナノワイヤ層の模式的な断面図であり、導電性ナノワイヤ層は、パターン化された相互接続回路層によって少なくとも部分的に覆われている。

【図 2】剥離可能なポリマー層によって少なくとも部分的に覆われている図 1 の構造の模

50

式的な断面図である。

【図3】剥離可能なポリマー層の除去後の図2の構造の模式的な断面図である。

【図4】電子部品への結合に備えて導電性接着剤が上に塗布された図3の構造の模式的な断面図である。

【図5】電子部品に結合された図4の構造を含む積層構造の模式的な断面図である。

【図6】タッチスクリーンディスプレイの模式的な断面図である。

【図7】剥離可能なポリマー層の除去後の保護用オーバーコート層を有さないパターン化された相互接続回路層の画像である。

【図8】剥離可能なポリマー層の除去後の保護用オーバーコート層を有するパターン化された相互接続回路層の画像である。

10

【0009】

図中の同様の符号は、同様の構成要素を示す。

【発明を実施するための形態】

【0010】

さて、図1を参照して、基材14は、導電層16によってコーティングされている。限定するものではないが、(例えば、開放型メッシュパターンなどの)金属及びインジウム酸化第一錫(ITO)などの金属酸化物、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン(PEDOT))などの導電性ポリマー、結合剤における導電性粒子、又は(例えば、米国特許第8,049,333号に記載の材料などの)金属ナノワイヤなどの導電層16において使用されるであろう多くの導電性材料がある。これらの材料は、導電性及び光透過性に対する多様な所望の仕様に適合しなければならない。

20

【0011】

例えば、タッチセンサなどの電子アセンブリにおける使用のためのこれらの導電性材料をパターン化するためのいくつかの手法がある。1つの手法は、インクジェット印刷、グラビア印刷、フレキソ印刷、又はスクリーン印刷などの標準的な印刷プロセスを使用して、分散液又はインクから直接材料を印刷することであろう。この手法は、無駄を最小限に抑えて、一工程において、パターンを生成することができる単純な手法である。しかしながら、うねり及びピンホールなどの欠陥による印刷の厚みの変動により、センサの光学素子に悪影響を与えるとともに許容できない導電性の変動が生じる場合がある。代替的な手法は、ほぼ連続的なナノワイヤ層を形成し、その後、ナノワイヤ層の一部を選択的に除去して、所望のパターン化されたものを作製すること(減法パターンニング(subtractive patterning))によって、ナノワイヤ材料などの導電性材料で基材の表面を均一にコーティングすることである。選択的な除去は、湿式化学エッチング又はレーザアブレーションのいずれか一方によってなされる場合が多い。両方の場合において、典型的に30"幅未満である、加工することができる基材の幅と典型的に約1~10ft/分未満であるスループットとの両方の分だけ制限される場合がある。また、エッチングとレーザアブレーションのパターニングの両方共、化学速度又は光分解現象の管理に関するある加工制御の課題が生じる場合がある。このように、エッチング又はレーザアブレーションを必要としないナノワイヤ層を減法パターンニングする方法が必要である。

30

【0012】

導電層16は、基材14の第1の主表面15の少なくとも一部に亘って、望ましくは、第1の主表面の面積の少なくとも50%、60%、70%、80%、又は90%に亘ってほぼ連続している。導電層16は、間にコーティングされていない基材の区域を残しながら、分離したブロック又は矩形に適用されてもよく、ブロック又は矩形は、生産される目的のタッチスクリーンの全体の大きさと同様の大きさである。「ほぼ連続する」によって、ナノワイヤは、十分な密度で適用されて、基材の表面を導電性にすることを意味し、ナノワイヤ層は、例えば、国際公開第2007/022226号の図15Bに示されるように、間に開口又は空間を有する個々のワイヤを含むこととなることが理解される。

40

【0013】

基材14上への導電層16のコーティングは、分離した配線又はパターン間にコーティ

50

ングされていない基材の区域を残しながら、例えば、フレキソ印刷又はグラビア印刷プロセスによって、分離した配線又はパターンに印刷することによってなされる。典型的に、導電性材料の均一な厚み及び連続的なコーティングは、必ずしも基材の全幅又は全長ではなく、基材の少なくとも一部に亘って適用される。例えば、各縁部に沿った細長い部分 (strip) 又は周縁部はコーティングされずに残される一方で、基材の中間部分は、コーティングされるだろう。

【0014】

一実施形態において、限定するものではないが、導電性ナノワイヤ層16は、導電性ナノワイヤを含む。本出願において、用語「ナノワイヤ」は、アスペクト比が高い(例えば、10超の)導電性金属、又は非金属のフィラメント、ファイバ、ロッド、繊維、素線、ウィスカ、若しくはリボンを指す。非金属の導電性ナノワイヤの例としては、限定するものではないが、カーボンナノチューブ(CNT)、金属酸化物ナノワイヤ(例えば、五酸化バナジウム)、半金属ナノワイヤ(例えば、シリコン)、導電性ポリマーファイバなどが挙げられる。

10

【0015】

本明細書で使用される場合、「金属ナノワイヤ」は、金属元素、合金、又は(金属酸化物を含む)金属化合物を含む金属製ワイヤを指す。金属ナノワイヤの少なくとも1つの断面寸法は、500nm未満、又は200nm未満、より好ましくは100nm未満である。上で述べたように、金属ナノワイヤのアスペクト比(長さ:幅)は、10超、好ましくは50超、より好ましくは100超である。好適な金属ナノワイヤは、限定されないが、銀、金、銅、ニッケル、及び金メッキした銀を含む任意の金属をベースにしている。

20

【0016】

金属ナノワイヤは、当該技術分野で既知の方法によって調製することができる。具体的には、銀ナノワイヤは、(例えば、エチレングリコールなどの)ポリオール及びポリビニルピロリドン)の存在下、(例えば、硝酸銀などの)銀塩の溶液相還元によって合成することができる。均一な大きさの銀ナノワイヤの大規模生産は、例えば、Xia, Y. et al. の Chem. Mater. (2002年)14, 4736~4745、及びXia, Y. et al. の Nanoletters (2003年)3(7), 955~960に記載された方法によって調製することができる。生物学的テンプレートを使用するなどのナノワイヤを製造する更なる方法は、国際公開第2007/022226号に開示されている。

30

【0017】

ある実施形態において、ナノワイヤは、液体に分散され、基材上のナノワイヤ層は、ナノワイヤを含有する液体を基材上にコーティングして、次に、液体を蒸発(乾燥)又は硬化させることによって形成される。ナノワイヤは、典型的に液体に分散されて、コータ又は噴霧器を使用することによって基材上により均一に堆積することができる。

【0018】

ナノワイヤが安定して分散することができる任意の非腐食性液(「ナノワイヤ分散液」とも呼ばれる)が使用されてもよい。好ましくは、ナノワイヤは、水、アルコール、ケトン、エーテル、炭化水素、又は芳香族系溶媒(ベンゼン、トルエン、キシレンなど)に分散する。より好ましくは、液体は、揮発性であり、沸点が200セ氏温度()以下、150 以下、又は100 以下である。

40

【0019】

更に、ナノワイヤ分散液は、粘度、腐食性、接着性、及びナノワイヤの分散性を制御するための添加剤又は結合剤を含有してもよい。好適な添加剤又は結合剤の例としては、限定するものではないが、カルボキシメチルセルロース(CMC)、2-ヒドロキシエチルセルロース(HEC)、ヒドロキシプロピルメチルセルロース(HPMC)、メチルセルロース(MC)、ポリビニルアルコール(PVA)、トリプロピレングリコール(TPG)、及びキサンタンゴム(XG)、並びにエトキシレート、アルコキシレート、エチレン

50

オキシド、及びプロピレンオキシド、及びこれらのコポリマー、スルホン酸塩、硫酸塩、二硫酸塩、スルホコハク酸塩、リン酸エステル、及びフッ素系界面活性剤（例えば、DuPont製の商品名Zonylにて入手可能なものなどの）などの界面活性剤が挙げられる。

【0020】

ある例において、ナノワイヤ分散液、すなわち「インク」は、重量で0.0025%~0.1%の界面活性剤（例えば、好ましい範囲は、0.0025%~0.05%のZonyl（登録商標）FSO-100）、0.02%~4%の粘度調整剤（例えば、好ましい範囲は、0.002%~0.5%のHPMC）、94.5%~99.0%の溶媒、及び0.05%~1.4%の金属ナノワイヤを含む。好適な界面活性剤の代表的な例としては、Zonyl FSN、Zonyl FSO、Zonyl FSH、Triton（x100、x114、x45）、Dynol（604、607）、n-ドデシルb-D-マルチシド、及びNovakが挙げられる。好適な粘度調整剤の例としては、ヒドロキシプロピルメチルセルロース（HPMC）、メチルセルロース、キサンタンガム、ポリビニルアルコール、カルボキシメチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロースが挙げられる。上記の結合剤又は添加剤を含むナノワイヤ分散液に存在し得る好適な溶媒の例としては、水及びイソプロパノールが挙げられる。

10

【0021】

上で開示された分散液の濃度を変更したい場合、溶媒の割合が増減されてもよい。しかしながら、好ましい実施形態において、他の原料の相対比は、同一のままであってもよい。具体的には、粘度調整剤に対する界面活性剤の比は、好ましくは約80:1~約0.01:1の範囲であり、ナノワイヤに対する粘度調整剤の比は、好ましくは約5:1~約0.000625:1の範囲であり、界面活性剤に対するナノワイヤの比は、好ましくは約560:1~約5:1の範囲である。分散液の成分の比は、使用される基材及び適用方法に応じて変更されてもよい。ナノワイヤ分散液の好ましい粘度の範囲は、約1~1000 cP（0.001~1 Pa-s）である。

20

【0022】

図1における基材14は、剛性又は可撓性であってよい。基材は、透き通っていても不透明であってもよい。好適な剛性の基材としては、例えば、ガラス、ポリカーボネート、アクリルなどが挙げられる。好適な可撓性のある基材としては、限定するものではないが、ポリエステル（例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエステルナフタレート（PEN）、及びポリカーボネート（PC））、ポリオレフィン（例えば、直鎖状、分岐鎖状、及び環状ポリオレフィン）、ポリビニル（例えば、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリビニルアセタール、ポリスチレン、ポリアクリレートなど）、セルロースエステル塩基（例えば、セルローストリアセテート、セルロースアセテート）、ポリエーテルスルホンなどのポリスルホン、ポリイミド、シリコン、及び他の従来のポリマーフィルムが挙げられる。好適な基材の追加の例は、例えば、米国特許第6,975,067号に見出される。

30

【0023】

任意選択的に、基材の表面は、ナノワイヤの後続の堆積をより良く受容するように表面を調製するように前処理されてもよい。表面の前処理により、複数の機能を提供することができる。例えば、前処理により、均一なナノワイヤの分散層の堆積が可能になる。更に、前処理により、後続の加工工程のために基材上のナノワイヤを固定化することができる。更に、前処理は、パターンニング工程とともに遂行されて、ナノワイヤのパターン化された堆積を生成してもよい。国際公開第2007/02226号に記載されているように、前処理としては、プラズマ処理、紫外線放射（UV）-オゾン処理、コロナ放電などの更なる表面処理、並びにナノワイヤ分散液に対して適当な化学又はイオン状態を提示するための溶媒又は化学洗浄、加熱、任意選択的なパターン化された中間層の堆積が挙げられる。

40

【0024】

50

ナノワイヤ分散液は、所望の光学及び電気性能を得るために所与の厚さで基材に適用される。この適用は、スロットコーティング、ロールコーティング、マイヤーロッド (Mayer rod) コーティング、浸漬コーティング、カーテンコーティング、スライドコーティング、ナイフコーティング、グラビアコーティング、ノッチバーコーティング、又は噴霧などの既知のコーティング方法を使用して行われ、基材上に導電性ナノワイヤ層を生じさせる。このコーティング工程は、ロール・ツー・ロールプロセスとして、又は個片 (piece-part) 様式のいずれかで行ってもよい。堆積後、分散液の液体は典型的には、蒸発によって除去される。蒸発は、加熱 (例えば、乾燥機を使用) することによって加速することができる。結果得られる導電性ナノワイヤ層は、導電性ナノワイヤ層をより導電性であるようにするために後処理が必要であってもよい。この後処理は、国際公開第 2007/02226 号に更に記載されているように、熱、プラズマ、コロナ排出、UV - オゾン、又は圧力への暴露を伴うプロセス工程であってもよい。任意選択的に、基材をナノワイヤ層でコーティングした後に、ナノワイヤ層を固化又は硬化させてもよい。

【0025】

任意選択的に、導電性ナノワイヤ層 16 は、液体分散コーティング以外の手段を使用して基材表面 15 に送達されるプロセスによって、基材 14 上にコーティングされてもよい。例えば、ナノワイヤ層は、ドナー基材から基材表面へ乾式に移されもよい。更なる例として、ナノワイヤは、ガス相懸濁液から基材表面へ送達されてもよい。

【0026】

ある特定の実施形態において、ナノワイヤの水分散液 (例えば、商品名 Clear Ohm Ink で Cambrios から入手可能な分散液) の層は、スロットダイコーティング手法を使用して 10 . 0 ~ 25 マイクロメートル厚の範囲で PET 基材に適用された。コーティングの調合 (例えば、全固形分重量%、及び銀ナノワイヤの固形分重量%) は、コーティング及び乾燥プロセスの条件と合わせて、計画される電気特性及び光学特性、例えば、所望のシート抵抗 (Ohm / Sq)、並びに透過率 (%) 及びヘイズ (%) などの光学特性を有するナノワイヤ層を生成するように選択することができる。

【0027】

基材上のコーティング用ナノワイヤ (例えば、ナノワイヤ分散液) から得られる導電性ナノワイヤ層 16 は、ナノワイヤ、及び任意選択的に結合剤又は添加剤を含む。ナノワイヤ層は好ましくは、ナノワイヤの相互接続されたネットワークを含む。ナノワイヤ層を構成するナノワイヤは好ましくは、互いに電気接続され、ほぼ又は効率的にシート状導電体となる。ナノワイヤ層は、層を構成する個々のナノワイヤ間に開放空間を含み、少なくとも部分的に透明性 (すなわち、光透過性) となる。個々のナノワイヤ間に開放空間があるナノワイヤの相互接続されたネットワークを有するナノワイヤ層は、透明導電体層として説明されてもよい。

【0028】

典型的には、ナノワイヤ層 16 の光学品質は、光透過率及びヘイズを含む測定可能な特性によって定量的に説明することができる。「光透過率」は、媒体を介して透過される入射光の割合を指す。多様な実施形態において、導電性ナノワイヤ層の光透過率は、少なくとも 80 % であり、99 . 9 % に達してもよい。多様な実施形態において、ナノワイヤ層などの導電層の光透過率は、少なくとも 80 % であり、99 . 9 % に達してもよい (例えば、90 % ~ 99 . 9 %、95 % ~ 99 . 5 %、97 . 5 % ~ 99 %)。基材 (例えば、透明な基材) の上にナノワイヤ層が堆積又は積層 (例えば、コーティング) された透明導電体について、全体的な構造の光透過率は、構成要素のナノワイヤ層の光透過率と比較すると少し減少し得る。接着層、抗反射層、抗眩光層などの、導電性ナノワイヤ層及び基材と組み合わせて存在し得る他の層は、透明導電体の全体的な光透過率を増大又は減少させ得る。多様な実施形態において、基材上に堆積又は積層される導電性ナノワイヤ層、及び 1 つ又は 2 つ以上の他の層を含む透明導電体の光透過率は、少なくとも 50 %、少なくとも 60 %、少なくとも 70 %、少なくとも 80 %、少なくとも 90 %、又は少なくとも 91 % であってもよく、少なくとも 91 % ~ 99 % に達してもよい。

【0029】

ヘイズは、光拡散の指標である。ヘイズは、入射光から分離し、透過中に散乱した光量の割合を指す。主に媒体の特性である光透過率とは異なり、ヘイズは多くの場合、生産上の懸念事項であり、典型的には、表面粗度及び媒体中の包埋粒子又は組成の不均質性によって生じる。ASTM規格第D1003-11号によると、ヘイズは、角度2.5度超偏向する透過光の割合として定義することができる。多様な実施形態において、導電性ナノワイヤ層のヘイズは、10%以下、8%以下、5%以下、2%以下、1%以下、0.5%以下、又は0.1%以下（例えば、0.1%～5%、0.5～2%）である。導電性ナノワイヤ層が基材（例えば、透明な基材）上に堆積及び積層（例えば、コーティング）された透明導電体に関して、構造体全体のヘイズは、構成要素のナノワイヤ層のヘイズと比較して僅かに増加してもよい。接着層、抗反射層、抗眩光層などの、導電性ナノワイヤ層及び基材と組み合わせて存在し得る他の層は、ナノワイヤ層を含む透明導電体の全体的なヘイズを増大又は減少させ得る。多様な実施形態において、基材に堆積又は積層された導電性ナノワイヤ層を含む透明導電体のヘイズは、10%以下、8%以下、5%以下、2%以下、1%以下、0.5%以下、又は0.1%以下（例えば、0.1%～5%、又は0.5%～2%）であってもよい。「透明度」は、角度2.5°未満偏向する透過光の割合である。

10

【0030】

導電性ナノワイヤ層16のシート抵抗、透過率、及びヘイズは、当該層及び層の構成材料（ナノワイヤなど）のある特定の特質を変更することによって調整することができる。ナノワイヤに関して言えば、組成（例えば、Ag、Cu、Cu-Ni合金、Au、Pd）、長さ（例えば、1マイクロメートル、10マイクロメートル、100マイクロメートル、又は100マイクロメートル超）、断面寸法（例えば、直径10ナノメートル、20ナノメートル、30ナノメートル、40ナノメートル、50ナノメートル、75ナノメートル、又は75ナノメートル超）を変更してもよい。ナノワイヤを含む導電層に関して言えば、その他の成分（例えば、セルロース系結合剤、界面活性剤などの処理助剤、又は導電性ポリマーなどの導電性促進剤（conductance enhancer））、又はナノワイヤの面密度（例えば、1平方ミリメートルあたり10超、1平方ミリメートルあたり100超、1平方ミリメートルあたり1000超、又は更には1平方ミリメートルあたり10000超）が変化してもよい。したがって、導電層又はナノワイヤ層のシート抵抗は、1,000,000 Ohm/Sq未満、1,000 Ohm/Sq未満、100 Ohm/Sq未満、又は更には10 Ohm/Sq未満（例えば、1 Ohm/Sq～1,000 Ohm/Sq、100 Ohm/Sq～500 Ohm/Sq、20 Ohm/Sq～200 Ohm/Sq、又は25 Ohm/Sq～150 Ohm/Sq）であってもよい。導電層又はナノワイヤ層の透過率は、少なくとも80%であってもよく、99.9%に達してもよい（例えば、90%～99.9%、95%～99.5%、又は97.5%～99%）。導電層又はナノワイヤ層のヘイズは、10%以下、8%以下、5%以下、2%以下、1%以下、0.5%以下、又は0.1%以下（例えば、0.1%～5%又は0.5%～2%）であってもよい。

20

30

【0031】

図1を再び参照して、本明細書において導電性相互接続回路20と称される導電性リード成形材料は、導電性ナノワイヤ層16に電気接続されて、基材14上に露出した導電性ナノワイヤ層の1つ又は2つ以上の第1の領域17及び相互接続回路（例えば、タッチスクリーンの回路パターン）がある1つ又は2つ以上の第2のパターン化された領域22を生成することができる。いくつかの実施形態において、相互接続回路20は、例えば、印刷又はフレキソ印刷によって導電性ナノワイヤ層16上に適用又はパターン化されてもよく、そのように適用されると、導電性ナノワイヤ層は基材により固着し、又は保護することができる。

40

【0032】

相互接続回路20により、パターン化されたナノワイヤ層16と業界標準の「フレックス回路」又は「可撓性テール」との間の隔たりを埋めることができる。相互接続回路20

50

によりt形状の又は広がったテールに対して簡易かつ「直線の」フレキシブル回路又はテールを使用することができる。次に、これにより、より微小な相互接続回路の配線及び空間（よって、狭いディスプレイベゼルの後ろに据えることができるテール）が可能となり、製造コストを下げることができる。好適な相互接続回路の材料は、例えば、米国特許第8,179,381号に記載されている。

【0033】

典型的には、相互接続回路20は、（例えば、適用中に）液体キャリア内に導電性材料を含む、導電性「インク」と称されてもよい液体としてのナノワイヤ層16に適用される。液体キャリアは、例えば、以下に記載されるように付加的な層でオーバコートする前に、適用プロセス中に任意選択的に除去されてもよい。

10

【0034】

いくつかの例示的な実施形態において、導電性インクは、フレキソ印刷及び輪転グラビア印刷プロセスにおいて迅速に蒸発させるための酢酸ブチルを含む。他の実施形態において、蒸発時間が問題ではなくスクリーン印刷が採用される場合、グリコールエステルが使用される。

【0035】

導電性インク内の導電性材料は、銀フレーク又は銀球、炭素/黒鉛粒子のブレンド又は銀フレーク/炭素粒子のブレンドであってもよい。粒径は典型的には、例えば、直径約0.5マイクロメートル～約10.0マイクロメートルの範囲に及ぶ。これらのフレーク又は粒子がポリマー結合剤内に浮遊する場合、液体を介してランダムに離間している。溶媒が蒸発すると、フレーク又は粒子は凝縮し、導電性経路又は回路を形成する。導電性材料のうち、炭素/黒鉛は、低抵抗及び低価格の最良の組み合わせを提供するが、銀は、最も抵抗が小さく最も高価である。好適な導電性インクは、Tekra, Inc. (New Berlin, WI) から入手可能である。

20

【0036】

他の実施形態において、導電性インクは、直径20～500nmの範囲の金属ナノ粒子（例えば、銀）を含んでもよい。金属ナノ粒子は、それらをポリマーフィルム上で加工するのに好適である適温（例えば、約100～約150）で焼結するように設計されている。好適な金属ナノ粒子のインクは、商品名PFI-722及びPSI-211でPChem Associates (Bensalem, PA) から入手可能である。

30

【0037】

いくつかの実施形態において、相互接続回路20を形成するために使用される導電性インクの乾燥時の厚さは、約10ナノメートル及び50マイクロメートル、約20ナノメートル～1マイクロメートル、約50ナノメートル及び50マイクロメートル、又は約50ナノメートル～200ナノメートルである。

【0038】

導電性インクは、例えば、米国特許第20120177897号に記載されるように、選択された領域内の相互接続回路20内へ硬化及び/又は固化、又は焼結され、導電性ナノワイヤ層16上にパターンを形成する。「硬化させる又は硬化させること」は、溶媒又は液体キャリアが導電性インクから除去されて、印刷された相互接続回路のパターンを形成するプロセスを指す。好適な硬化条件は、当該技術分野で周知であり、例として、加熱、可視光又は紫外（UV）光による照射、電子ビームなどが挙げられる。代替的に、「固化させる又は固化させること」は、例えば、重合又は架橋無しで、乾燥中に溶媒を除去することによって引き起こされる。

40

【0039】

導電性インクは、好適なパターンニングプロセスによってパターン化されて、相互接続回路20を形成する。好適なパターンニングプロセスとしては、（レジストマトリックス材料がフォトレジストである）フォトリソグラフィなどの減法が挙げられる。好適なパターンニングプロセスとして、直接印刷も挙げられる。上で検討したように、導電性インクの固化又は硬化は、次のプロセス工程の前に起こることが好ましい。好適なプリンタ又はパター

50

ニング方法は、既知であり、図示されたフレキソ印刷、グラビア印刷、インクジェット印刷、スクリーン印刷、噴霧コーティング、ニードルコーティング、フォトリソグラフィックパターンニング、及びオフセット印刷が挙げられる。

【0040】

好適な相互接続回路のパターンは、幅又は長さのいずれか一方の最小寸法がゼロマイクロメートルを超える、例えば0.001マイクロメートル超かつ1マイクロメートル未満、10マイクロメートル未満、100マイクロメートル未満、1mm未満、又は10mm未満である形体を伴う。形体の大きさの任意の上界は、印刷が行われる基材の大きさによってのみ限定される。ロール・ツー・ロール印刷の場合、これは、實際上、ウェブの機械方向において限定されない。これらの形体は、星、正方形、矩形、又は円形などのパターン化され得る任意の形状をとってもよい。形体は、タッチスクリーン内の部品としての使用のための接触に敏感である平行線又はグリッドとなる場合が多い。

10

【0041】

図2を参照して、オーバコート組成物は、パターン化された相互接続回路20に適用されて、相互接続回路20の上に保護用オーバコート層25を形成する。保護層25は、限定するものではないが、スロットコーティング、マイヤーロッドを使用したコーティング、グラビア印刷、蒸発、スタンピング、真空コーティングなどを含む任意の好適なコーティング手法を使用して相互接続回路20上に適用される。

【0042】

オーバコート層25を形成するために使用されるオーバコート組成物としては、本明細書において参照により援用されている米国特許出願公開第2010/0258968号に記載されている1種又は2種以上の有機硫黄化合物が挙げられる。いくつかの実施形態において、有機硫黄化合物は、相互接続回路層20の選択された表面に層を形成することができるチオール化合物である。チオールは、-SH官能基を含み、メルカプタンとも呼ばれる。有用なチオールとしては、限定するものではないが、アルキルチオール類及びアリールチオール類が挙げられる。他の有用な有機硫黄化合物としては、ジアルキルジスルフィド類、ジアルキルスルフィド類、キサントゲン酸アルキル類、ジチオホスフェート類、及びジアルキルチオカルバメート類が挙げられる。

20

【0043】

好ましくは、保護層25が導出されるオーバコート組成物としては、例えば、直鎖アルキルチオール類などのアルキルチオール類： $\text{HS}(\text{CH}_2)_n\text{X}$ （式中、 n は、メチレン単位の数であり、 X は、アルキル鎖の末端基である（例えば、 $\text{X} = -\text{CH}_3$ 、 $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{NH}_2$ など）が挙げられる。好ましくは、 $\text{X} = -\text{CH}_3$ 。他の有用な官能基としては、例えば、(1)Ulman, 「Formation and Structure of Self-Assembled Monolayers」Chemical Reviews Vol. 96, pp. 1533~1554 (1996年)、及び(2)Love et al., 「Self-Assembled Monolayers of Thiols on Metals as a Form of Nanotechnology」Chemical Reviews Vol. 105, pp. 1103~1169 (2005年)に記載されているものが挙げられる。

30

40

【0044】

有用なアルキルチオール類は、直鎖アルキルチオール類（すなわち、直鎖（straight chain）アルキルチオール類）又は分枝鎖状であってもよく、置換されていても、又は無置換でもよい。有用である分枝鎖アルキルチオール類の例としては、直鎖アルキル主鎖の炭素原子3つごと又は4つごとにメチル基が結合したアルキルチオール類が挙げられる（例えば、フィタニルチオール）。有用なアルキルチオール類中の鎖中置換基の例としては、エーテル基及び芳香環が挙げられる。有用なチオール類としては、三次元環状化合物（例えば、1-アダマンタンチオール）も挙げられる。

【0045】

好ましい直鎖アルキルチオール類は、10~20個の炭素原子（より好ましくは、12

50

～20個の炭素原子、最も好ましくは16個の炭素原子、18個の炭素原子、又は20個の炭素原子)を有する。

【0046】

好適なアルキルチオール類としては、市販されているアルキルチオール類(Aldrich Chemical Company(Milwaukee, WI))が挙げられる。好ましくは、保護層25が導出されるオーバコート組成物は、主に溶媒及び有機硫黄化合物からなり、オーバコート組成物の約5重量%未満、又は約1重量%未満、又は約0.1重量%未満の不純物を有する。有用なオーバコート組成物は、例えば、アルキルチオールとジアルキルジスルフィドとの混合物などの、一般的な溶媒中に溶解した様々な有機硫黄化合物の混合物を含有し得る。

10

【0047】

芳香族環に結合したチオール基を含むアリールチオール類はまた、保護層25を生じさせるオーバコート組成物において有用である。有用なアリールチオール類の例としては、ピフェニルチオール類及びターフェニルチオール類が挙げられる。多様な場所のうち任意において1つ又は2つ以上の官能基でピフェニルチオール類及びターフェニルチオール類を置換することができる。有用なアリールチオール類の他の例としては、アセンチオール類が挙げられ、これは官能基で置換されていてもされていなくてもよい。

【0048】

有用なチオール類は、例えば二重結合又は三重結合の、直鎖共役炭素-炭素結合を含んでもよく、部分的に又は完全にフッ素化されてもよい。

20

【0049】

保護層25が導出されるオーバコート組成物は、2つ以上の化学的に分離した有機硫黄化合物を含んでもよい。例えば、オーバコート組成物は、異なる鎖長を有する2種類の直鎖アルキルチオール化合物を含んでもよい。別の例として、オーバコート組成物は、様々な末端基を有する2種類の直鎖アルキルチオール化合物を含んでもよい。

【0050】

保護層25は、純有機硫黄化合物から形成されてもよく、溶媒系オーバコート組成物から送達されてもよい。いくつかの実施形態において、オーバコート組成物は、2種類以上の溶媒を含むが、最も有用な調合は、単一の溶媒のみを必要とする。1種だけの溶媒で調合されたオーバコート組成物は、少量の不純物又は添加物(例えば、安定剤又は乾燥剤など)を含有してもよい。

30

【0051】

ケトン類は、保護層25を生じさせるオーバコート組成物の好適な溶媒で有り得る。いくつかの実施形態において、好適な溶媒としては、例えば、アセトン、メチルエチルケトン、酢酸エチルなど、及びこれらの組み合わせが挙げられる。1種又は2種以上の有機硫黄化合物(例えば、チオール化合物)が、溶媒中に、合計濃度が少なくとも約3ミリモル(mM)で存在する。本明細書で使用される場合、「合計濃度」とは、溶解している有機硫黄化合物すべてを総計したモル濃度を指す。1種又は2種以上の有機硫黄化合物(例えば、チオール化合物)は、オーバコート組成物が本質的に単相からなる状態での任意の合計濃度で存在し得る。1種又は2種以上の有機硫黄化合物(例えば、チオール化合物)は、合計濃度が少なくとも約5mM、少なくとも約10mM、少なくとも約20mM、少なくとも50mM、更には少なくとも約100mMの合計濃度で存在し得る。

40

【0052】

保護用オーバコート層25は、限定するものではないが、フォトリソグラフィ又は直接印刷などの減法を含む好適なパターンニングプロセスによってパターン化されてもよい。チオール化合物層の固化又は硬化は、次のプロセス工程の前に起こることが好ましい。好適なプリンタ又はパターンニング方法は、既知であり、フレキソ印刷、グラビア印刷、インクジェット印刷、スクリーン印刷、噴霧コーティング、ニードルコーティング、フォトリソグラフィックパターンニング、及びオフセット印刷が挙げられる。

【0053】

50

好適な保護用オーバコート層のパターンとしては、幅又は長さのいずれかである最小寸法がゼロマイクロメートル超、例えば0.001マイクロメートル超かつ1マイクロメートル未満、10マイクロメートル未満、100マイクロメートル未満、1mm未満、又は10mm未満である、形体を含む。形体の大きさの任意の上界は、印刷が行われる基材の大きさによってのみ限定される。ロール・ツー・ロール印刷の場合、これは、實際上、ウェブの機械方向において限定されない。これらの形体は、星、正方形、矩形、又は円形などのパターン化され得る任意の形状をとってもよい。形体は、タッチスクリーン内の部品としての使用のための接触に敏感である平行線又はグリッドとなる場合が多い。

【0054】

液体オーバコート組成物は、硬化及び/又は固化されて、任意のキャリア溶媒又は過剰なチオール材料を除去して、相互接続回路20に亘ってパターンを形成する選択された領域に保護層25を形成することができる。液体オーバコート組成物は典型的に、オープンの中で乾燥され、任意の好適な乾燥手法を使用して、保護層25を形成することができる。

10

【0055】

硬化又は乾燥された場合、いくつかの実施形態において、保護用オーバコート層25は、任意選択的に透過した材料であり、この適用において、可視領域(400nm~700nm)において少なくとも80%の光透過性を有する材料を指す。多様な実施形態において、有機硫黄化合物の保護層25の厚さは、約500nm未満、又は約100nm未満、又は約50nm未満、又は約10nm未満、又は少なくとも約1nmである。

20

【0056】

再び図2を参照して、液体オーバコート組成物が硬化及び/又は乾燥されて、保護用オーバコート層25を形成した後に、剥離可能なポリマー層形成組成物は、保護用オーバコート層25、相互接続回路20、及び(例えば、基材14上の導電性ナノワイヤ層16の1つ又は2つ以上の領域の上に、例えば、印刷することによってコーティング又は印刷される)基材14上の導電性ナノワイヤ層16に亘って適用される。剥離可能なポリマー層形成組成物は、硬化又は固化されると、剥離可能なポリマー層30を形成し、基材14から剥離されてもよく、そのように除去されると、(例えば、剥離可能なポリマー層30がパターン化された1つ又は2つ以上の領域において)基材14から導電性ナノワイヤ層16が剥離する。

30

【0057】

剥離可能なポリマー層30の好適な剥離可能なポリマー材料は、基材14、相互接続回路20、又は保護用オーバコート層25のいずれかに過度に接着しない一方、容易に導電性ナノワイヤ層16をコーティングし、それに接着し、その結果、剥離可能なポリマー層30は、保護用オーバコート層25、相互接続回路20、及び基材14からきれいに剥離される。剥離可能なポリマー層30のための化学組成物の選択は、基材14、相互接続回路20、保護用オーバコート層25、及び導電性ナノワイヤ層16の特異組成物の選択に依存する。

【0058】

ある好適な剥離可能なポリマー層形成組成物としては、ポリビニルアルコール(PVA)が挙げられる。いくつかの実施形態において、PVAに関しておよそ8,000~9,000Daの分子量が好ましいことが見出された。PVAを含む好適な市販のコーティング組成物は、MacDermid Autotype, Inc. (Rolling Meadows, IL)から入手可能なMacDermid's Print & Peelが挙げられる。Print and Peelは、ある範囲の表面仕上げの上に選択的に印刷されて、容易に除去可能な保護マスクとして機能するように設計された水系のスクリーン印刷可能なニスである。驚くべきことに、この組成物のナノワイヤ層16への接着性は、以降の剥離操作中に基材14に付着させた相互接続回路パターン20によって覆われたナノワイヤの区域を容易に残しながら、不要な区域における基材14から完全にそれを除去するのに十分であったことが分かった。

40

50

【0059】

剥離可能なポリマー形成組成物に好適な他の市販のポリマー材料は、Nazdar Ink Technologies (Shawnee, KS) から入手可能な Nazdar 303440WB Waterbase Peelable Mask である。剥離可能なポリマー層形成組成物の他の好適な材料は、ポリビニルアルコール (PVA) 及び Union Carbide から入手可能な Triton X-114 (又は他の好適な界面活性剤) 及び脱イオン水を混合することによって調合することができる。1つの好適な調合物は、20重量%のPVA (8,000~9,000 Da 分子量)、2重量%のTriton X-114、及び残部の脱イオン水を含む。

【0060】

いくつかの実施形態において、剥離可能なポリマー層形成組成物は、保護層25における使用のための米国特許出願公開第2010/0258968号に記載されている1種又は2種以上の有機硫黄化合物を含んでもよい。有機硫黄化合物が剥離可能なポリマー層形成組成物内に組み込まれている場合、保護層形成組成物の適用は必要ではなく、剥離可能なポリマー層30の除去により、相互接続回路層20上に有機硫黄化合物の保護層が残る。多様な実施形態において、剥離可能なポリマー層30の除去後に残る有機硫黄化合物の保護層25の厚さは、約500nm未満、又は100nm未満、又は約50nm未満、又は約10nm未満、又は少なくとも約1nmである。

【0061】

好ましくは、剥離可能なポリマー層形成組成物は、液状態で適用される。剥離可能なポリマー層30は、液体の剥離可能形成組成物を (存在する場合) 保護用オーバコート層25、相互接続回路20、ナノワイヤ層16、及び基材14に適用することによって形成される。コートによる適用後に、剥離可能なポリマー層形成組成物を固化又は硬化させるために、乾燥機が任意選択的に使用されてもよい。剥離可能なポリマー層形成組成物は、スロットコーティング、グラビアコーティング、ロールコーティング、フラッドコーティング、ノッチバーコーティング、噴霧、熱圧縮積層、又は真空積層などの既知の適用方法を使用して基材に適用されてもよい。

【0062】

図1に示すように、導電性ナノワイヤ層16及び相互接続回路パターン20を有する基材の主表面15は、i) 露出した導電性ナノワイヤ層16の1つ又は2つ以上の第1の領域17、及びii) 相互接続回路20によって覆われた導電性ナノワイヤ層の1つ又は2つ以上の第2の領域22を含む。一般的に、相互接続回路20によって覆われた第2の領域22は、露出した導電性ナノワイヤ層領域17に対して高くなっている。一般的に、相互接続回路領域22と露出したナノワイヤ層領域17との間の境界において、起伏の変化が存在している。かかる起伏の変化の一例は、第1の露出したナノワイヤ領域17と第2の相互接続回路領域22との間のステップエッジである。ステップエッジは、(およそ相互接続回路層20の厚さの) 高さを有してもよく、横方向の大きさ (例えば、ステップエッジが上に存在する基材と平行な平面におけるおよその距離) を有してもよい。起伏の変化に応じて、かつ第2の相互接続回路領域22及び第1の露出したナノワイヤ領域17の平面の幾何学的形状 (例えば、形状及び大きさ) に応じて、露出したナノワイヤ領域17の実質的に全体を、剥離可能なポリマー層形成組成物と接触させることは困難な場合がある。露出した導電性ナノワイヤ層領域17の一部が剥離可能なポリマー層30と接触しない場合、その部分は、以下に記載される後続の剥離工程中に成功裏に又は高いパターン忠実度をもって、除去されない場合がある。したがって、いくつかの実施形態において、液体の剥離可能なポリマー形成組成物は、相互接続回路のパターン化された基材に適用され、少なくとも50%、好ましくは少なくとも75%、より好ましくは少なくとも90%、より好ましくは少なくとも95%、より好ましくは少なくとも99%、最も好ましくは100%の露出したナノワイヤ層が剥離可能なポリマー層材料に接触する。

【0063】

剥離可能なポリマー層形成組成物は、ポリマー溶液、ポリマー分散液、モノマー溶液、

10

20

30

40

50

モノマー、モノマーの混合物、又は溶解物であってもよい。組成物は、少量の（例えば、光開始剤、表面活性剤、粘度調整剤などの）二次成分を含んでもよい。剥離可能なポリマー層 30 は、固形物（例えば、露出したナノワイヤ材料領域における接着剤と露出した導電性又はナノワイヤ材料との間の接触の程度を限定するであろう相当な降伏応力を発揮する架橋感圧性接着剤などの粘弾性固形物）として送達されない。液状態の剥離可能な層の適用により、剥離可能なポリマー層 30 を剥離した後、導電層又はナノワイヤ層 16 の高い分解能（高い忠実性）のパターニングをもたらすことができる。

【0064】

液体の剥離可能なポリマー層形成組成物の粘度は、導電性インクでパターン化された基材に送達するのに使用されることとなる適用方法を考慮して選択されてもよい。例えば、ポリマー溶液、モノマー、又はモノマー溶液のスロットコーティング、ロールコーティング、フラッドコーティング、ノッチバーコーティング、又は噴霧の場合、粘度は、 $1\text{ cps} \sim 10,000\text{ cps}$ ($0.001 \sim 10\text{ Pa} \cdot \text{s}$)、好ましくは $10\text{ cps} \sim 2,500\text{ cps}$ ($0.01 \sim 2.5\text{ Pa} \cdot \text{s}$) であってもよい。ポリマー溶解物の熱圧縮又は真空積層の場合、粘度は、 $10,000\text{ cps} \sim 100,000,000\text{ cps}$ ($10\text{ Pa} \cdot \text{s} \sim 100\text{ Pa} \cdot \text{s}$) であってもよい。液体の剥離可能なポリマー層形成組成物は、降伏応力がゼロであることが好ましい。いくつかの有用な剥離可能なポリマー層形成液は、好ましくは 100 Pa 未満、より好ましくは 50 Pa 未満、更により好ましくは 5 Pa 未満、更により好ましくは 1 Pa 未満の大変低い降伏応力を発現してもよい。

【0065】

剥離可能なポリマー層 30 は、基材 14 の主表面の少なくとも一部に亘ってほぼ連続し、望ましくは、主表面 15 の面積の少なくとも 50% 、 60% 、 70% 、 80% 、又は 90% に亘る。剥離可能なポリマー層形成液は、間にコーティングされていない基材の区域を残しながら、分離したブロック又は矩形に適用されてもよく、ブロック又は矩形は、生産される目的のタッチスクリーンの全体の大きさと同様の大きさである。

【0066】

本明細書に記載される手法は、いくつかの利点を有する。まず、剥離可能なポリマー層 30 を液体から鋳造することによって、剥離可能なポリマー層 30 と導電性ナノワイヤ層 16 との間を非常に密着して接触させることができる。第 2 に、この密着した接触により、剥離可能なポリマー層が除去された後、導電性ナノワイヤ層 16 の除去された部分が基材表面 15 上に落下することを防ぐことができ、生産収率を実質的に低下させるであろう基材 14 の汚染を避けることができる。最後に、液体の剥離可能なポリマー層形成組成物でのオーバコート工程後、硬化又は固化された剥離可能なポリマー層 30 は、輸送、取り扱い、及び変換操作の間、定位置に留まり、保護フィルムとしての機能し、導電性ナノワイヤ材料 16 がレーザアブレーションを使用してパターン化された場合にそうであるように、追加のライナが事後に適用される必要性を排除することができる。

【0067】

剥離可能なポリマー層は、十分厚いので、オーバコート層に保護された相互接続回路 20 と導電性ナノワイヤ層 16 との両方を被覆することができる。剥離可能なポリマー層 30 の典型的な厚みは、約 $2\text{ }\mu\text{m}$ ～ 約 $10\text{ }\mu\text{m}$ 、又は $10\text{ }\mu\text{m}$ ～ $25\text{ }\mu\text{m}$ 、又は $25\text{ }\mu\text{m}$ ～ $100\text{ }\mu\text{m}$ である。液体の剥離可能なポリマー層形成組成物の適用後、剥離可能なポリマー層 30 は、必要に応じて硬化又は硬化される。任意選択的な乾燥機が、硬化又は硬化プロセスを加速させるために使用されてもよい。液体の剥離可能なポリマー形成組成物から溶媒を除去するためのエネルギーが少なく済み、乾燥が速く、したがって加工時間が速くなるので、剥離可能なポリマー材料は、より薄い層であることが好ましい。しかしながら、剥離可能なポリマーの乾燥時の厚さが最小の場合でも、剥離工程の間、安定した膜を維持する必要がある。

【0068】

次に、図 3 を参照して、剥離可能なポリマー層 30 が剥離されている。例えば、適用された層のすべてを有する基材 14 を切断用ニップ (delaminating nip) (図 3 には図示さ

10

20

30

40

50

れない)に通過させるなどの広い多様な手法によって剥離可能なポリマー層30を除去することができる。パターン化された(例えば、印刷された)相互接続回路20によって保護されていない基材の区域における導電性ナノワイヤ材料16が付着した剥離可能なポリマー層30が基材14から除去される。剥離可能なポリマー層30を基材14から剥離することにより、基材14の選択された領域において導電性ナノワイヤ材料16を除去することができ、基材14上に残るナノワイヤ層のそれぞれの領域が相互接続回路層20によって覆われるパターン化されたナノワイヤ層を形成し、今度は、保護用オーバーコート層25によって覆われる。

【0069】

理論に束縛されるものではないが、現在利用可能な証拠によると、剥離可能なポリマー層30及び導電性ナノワイヤ材料16が基材14から除去される時、保護用オーバーコート層25は、相互接続回路20を保護するための遊離コーティングとして機能していることを示している。保護用オーバーコート層25がなかったら、相互接続回路20における導電性材料は、剥離可能なポリマー層30に接着し、相互接続回路20から破れ得る。保護用オーバーコート層25により、相互接続回路層20からの導電性材料の除去及びその後の喪失を防止することができ、相互接続回路20の完全性を保持することができる。保護用オーバーコート層15はまた、剥離可能なポリマー層30の除去前及び除去後の両方の相互接続回路20の不要な腐食を防止することができる。

【0070】

次に図4を参照して、任意選択的な導電性材料50の層が、パターン化された相互接続回路20に電気接続されているパターン化された導電性ナノワイヤ層16へ適用される。相互接続回路20は、保護用オーバーコート層25によって保護されている。限定するものではないが、インジウム酸化第一錫(ITO)、透過性酸化物、導電性メッシュ、PEDOT、導電性接着剤などの任意の好適な導電性材料50が使用されてもよい。

【0071】

いくつかの実施形態において、導電性材料50の層は、導電性材料54を有する接着性マトリックス52を含む。導電性材料54としては、限定するものではないが、金属粒子又は銀、金、銅、アルミニウムなど、及びそれらの混合物のスクリーンが挙げられる。

【0072】

導電性材料54は、図4に示すz方向に沿って、又は任意選択的にx、y、及びz方向に沿って接着性マトリックス52を介して導電性を提供することができる。いくつかの実施形態において、接着層50における導電性材料54は、導電性ナノワイヤ層16及び/又は相互接続回路20から突出している(図4に図示されない)ナノワイヤと接触し、導電層16におけるナノワイヤと電気的な相互接続を形成する。

【0073】

導電性接着層50としては、大きく変わってもよいが、いくつかの実施形態において、限定するものではないが、商品名3M Anisotropically Conductive Film 5363、7303、7371、7376、及び7379で3M(St. Paul, MN)から入手可能な異方性の導電性フィルムが挙げられる。これらのフィルムは、中に導電性粒子を有する接着性マトリックスを含む。いくつかの実施形態において、接着性マトリックスは、アクリレート接着剤、エポキシ接着剤、シリコン接着剤、又はそれらの混合物若しくは組み合わせから選択される。多様な実施形態において、導電性粒子としては、限定するものではないが、銀、金、銅、アルミニウムなど、及びそれらの混合物、並びに他の金属、又は例えば、銀、金、銅、アルミニウム、並びにそれらの混合物及び組み合わせから製造された導電性コーティングを有する非導電性粒子(例えば、ポリマー)が挙げられる。

【0074】

いくつかの実施形態において、導電性接着剤の厚さは、約10マイクロメートル~約50マイクロメートルであり、剥離可能なライナ上に付与される。ライナが除去されると、導電性接着剤は、熱、圧力、又はそれらの組み合わせによって電子部品に結合することが

10

20

30

40

50

できる。いくつかの実施形態において、導電性接着剤は、約 1 ~ 2 M p a の結合圧力下、約 1 4 0 ~ 約 1 7 0 の温度で結合することができる。

【 0 0 7 5 】

別の実施形態において、導電性接着層は、導電性転写テープであってよい。転写テープの第 1 の主表面は、上述のような第 1 の導電性接着剤の層でコーティングされ、転写テープの第 2 の反対側は、第 1 の導電性接着剤と同じか又は異なってもよい、上述のような第 2 の導電性接着剤の層でコーティングされる。好適な導電性転写テープの例としては、限定するものではないが、3 M (S t . P a u l , M N) から商品名 3 M E l e c t r i c a l l y C o n d u c t i v e A d h e s i v e T r a n s f e r T a p e 8 7 0 3、9 7 0 3、9 7 0 4、及び 9 7 0 5 で入手可能なものが挙げられる。これらの A d h e s i v e T r a n s f e r T a p e は、銀粒子を搭載したアクリル感圧性接着性マトリックスを含み、z 方向に沿って接着性マトリックスを介して導電する。

10

【 0 0 7 6 】

多様な例示的な実施形態において、これらの転写テープの厚さは、約 0 . 0 5 m m ~ 約 0 . 5 5 m m、約 0 . 0 5 m m ~ 約 0 . 1 0 m m、又は約 0 . 0 5 m m ~ 約 0 . 1 2 7 m m である。

【 0 0 7 7 】

再び図 4 を参照して、金属接点 6 2 (例えば、導電性パッド) を含む電子部品 6 0 は、保護層 2 5 の噛合面 2 7 に向かって矢印 A の方向に沿って移動することができる。電子部品は、目的の用途に応じて大きく変わってもよく、いくつかの実施形態において、フレキシブル回路、印刷回路基板 (P C B)、ガラスパネル、又はワイヤのパターンが挙げられる。

20

【 0 0 7 8 】

電子部品 6 0 上の接点 6 2 は、保護層 2 5 の 2 7 の噛合面と係合して、図 4 及び図 5 に示される電子アセンブリ構造 7 0 を形成する。電子アセンブリ 7 0 は、表面 1 5 に (図 5 には図示されない) ナノワイヤを含む導電層 1 6 を有する基材 1 4 を含む。導電性ナノワイヤ層 1 6 は、パターン化された相互接続回路 2 0 に電気接続され、今度は、保護層 2 5 によって少なくとも部分的に覆われる。

【 0 0 7 9 】

いくつかの実施形態において、ナノワイヤ層 1 6 におけるナノワイヤは、任意選択的な導電性接着層 5 0 における導電性材料 5 4 に接触し、接着性マトリックス 5 2 は、電子部品 6 0 を基材 1 4 へ結合して、積層構造を形成する。いくつかの実施形態において、導電性接着層 5 0 内の導電性材料 5 4 はまた、電子部品 6 0 上の金属接点 6 2 と接触し、これにより、電子部品 6 0 と導電層 1 6 との間の電氣的相互接続を増強させる。

30

【 0 0 8 0 】

理論に束縛されるものではないが、現在利用可能な証拠は、保護層 2 5 が十分薄いので、電気信号が保護層 2 5 を横切って接点 6 2 から電気相互接続回路 2 0 まで伝播することができることを示している。再び、理論に束縛されるものではないが、他の実施形態において、接点 6 2 は、保護層 2 5 のある区域を貫通し、相互接続回路 2 0 と直接的に係合して、電気信号は、接点 6 2 から相互接続回路 2 0 まで直接伝播することができる。

40

【 0 0 8 1 】

図 6 を参照して、タッチスクリーンアセンブリ 2 0 0 の例は、ガラスの層 2 1 4 に隣接した L C D 層 2 7 2 を含む。ガラスの層 2 1 4 は、例えば、図 5 に示されるアセンブリなどの電子アセンブリ 2 7 0 の基材として機能する。電子アセンブリ構造 2 7 0 は、相互接続回路 2 0 を介してフレキシブル回路 2 6 0 に電気接続され、今度は、保護層 2 5 によって少なくとも部分的に覆われる (図 5 参照)。フレキシブル回路 2 6 0 上の電気配線 2 8 0 は、アセンブリ 2 0 0 をコンピュータ、携帯電話、タブレットなどのディスプレイ装置の部品に接続する。電子アセンブリ構造 2 7 0 を覆う可撓性のある透明な表面 2 7 6 は、ディスプレイ装置のユーザとの対話型操作のポイントとして機能する。

【 実施例 】

50

【0082】

(実施例1)

フィルムの主面上に銀ナノワイヤ溶液でコーティングされた5ミルのポリエチレンテレフタレート(PET)基材(DuPont Melinex ST-504)上にナノシルバーの相互接続部が印刷された。

【0083】

ナノワイヤ溶液は、95重量%のCambrios Technologies Corporation製のClearOhm Inkと、5重量%のSigma Aldrich製のイソプロピルアルコールと、の混合物であった。3M(Cumberland, WI)の施設でスロットダイを使用して13インチ(33cm)幅でナノワイヤ溶液をコーティングした。15マイクロメートル厚の未乾燥フィルムは、40fpm(12メートル/分)のウェブの速度を目標とした。

【0084】

相互接続回路は、50fpm(15メートル/分)で3BCM、900lpiのアニロックスロールを使用して、PChem Associates製のPFI-722ナノシルバーのフレキソ印刷で印刷された。50fpm(15メートル/分)で100%に拡大縮小された1つのIRユニット及びそれぞれ6つの乾燥バーを有する一続きの2つのFlexair圧搾空気式乾燥機を使用してナノシルバーインクを乾燥させた。両方の乾燥機は、275°F(135°C)の空気温度及び15psi(103kPa)のマニホールド供給圧力に設定された。印刷された相互接続回路のパターンは、それぞれ、それぞれの接続部に対応する接触パッドに加えて、52個と51個の接続部を有するウェブの下方方向に指向した2つの相互接続部からなった。相互接続回路は、300マイクロメートルピッチであり、100マイクロメートルの接続線を有し、200マイクロメートル離間していた。相互接続回路を製造するために使用されたフォトリソマーフレキソ印刷プレートは、Southern Graphics Systems(SGS)によって製造された。

【0085】

相互接続回路の表面に亘ってチオールに浸した布をやさしく拭くことによって、印刷されたナノシルバーフィルムの試料にチオール(TCI America製の1-ヘキサデカンチオール)を適用した。チオールを乾燥させた後、それぞれの試料は、印刷&剥離調剤でコーティングされて、剥離可能なポリマー層を製造した。この調剤は、97重量%のMcDermid Print and Peel及び3重量%のDawn台所用洗剤(シトラス)からなった。#8のマイヤーロッドを使用してこの調剤でそれぞれの試料をオーバコートし、100°Cで2分間バッチオープンに置き、この後、試料を除去し5分間冷却した。冷却後、剥離可能なポリマー層をフィルムから除去し、ナノシルバーの印刷状態を評価した。

【0086】

チオールが剥離から相互接続回路を保護することに成功しているかどうか試験するために、マルチメータを使用して相互接続部の抵抗性を試験した。チオールコーティングがない相互接続部ではショートはなかったが、典型的に複数の接続が確立されていない箇所があり、依然として導電性である配線に対してより高い抵抗があった。チオールでコーティングされた相互接続部は、導電性であることを示し、またショートせず、Print and Peel調剤が依然としてそれぞれの相互接続コネクタ間に位置するナノワイヤ材料を剥離することができることを示した。

【0087】

図7は、剥離可能なポリマー層の除去後の相互接続回路の画像である。図7における相互接続回路は、チオール保護用コーティングによって保護されず、相互接続部のパターンの一部が剥離可能なポリマー層と共に剥離していることが観察された。

【0088】

図8は、剥離可能なポリマー層の除去後の相互接続回路の画像である。図8における相互接続回路は、チオール保護用コーティングによって保護され、相互接続部のパターンが

剥離可能なポリマー層の除去後、ほぼ損傷を受けないままであったことが観察された。

【0089】

(実施例2)

ナノシルバーの相互接続部がフィルムの主面に銀ナノワイヤ溶液でコーティングされた5ミルのポリエチレンテレフタレート(PET)基材(DuPont Melinex ST-504)上に印刷された。

【0090】

ナノワイヤ溶液は、95重量%のCambrios Technologies Corporation製のClearOhm Inkと、5重量%のSigma Aldrich製のイソプロピルアルコールと、の混合物であった。ナノワイヤ溶液は、3M(Cumberlnd, WI)の施設でスロットダイを使用して13インチ(33cm)幅でコーティングされた。15マイクロメートル厚の未乾燥フィルムは、40fpm(12メートル/分)のウェブ速度を目標とした。

【0091】

相互接続回路は、50fpm(15メートル/分)で3 BCM、900lpiのアニロックスロールを使用して、PChem Associates製のPFI-722ナノシルバーのフレキソ印刷で印刷された。50fpm(15メートル/分)で100%に拡大縮小された1つのIRユニット及びそれぞれ6つの乾燥バーを有する一続きの2つのFlexair圧搾空気式乾燥機を使用してナノシルバーインクを乾燥させた。両方の乾燥機は、275°F(135℃)の空気温度及び15psi(103kPa)のマニホールド供給圧力に設定された。

【0092】

印刷された相互接続回路のパターンは、それぞれ、それぞれの接続部に対応する接触パッドに加えて、52個と51個の接続部を有するウェブの下方方向に指向した2つの相互接続部からなった。相互接続回路は、300マイクロメートルピッチであり、100マイクロメートルの接続線を有し、200マイクロメートル離間した。相互接続回路を製造するために使用されたフォトリソグラフィ印刷プレートは、Southern Graphics Systems(SGS)によって製造された。

【0093】

チオール(TCI America製の1-ヘキサデカンチオール)は、97重量%のPrint and Peel及び3重量%のDawn台所用洗剤(シトラス)からなる剥離可能なポリマーの調剤に添加された。この剥離可能なポリマーの調剤に、3重量%のチオールを添加した。#8のマイヤーロッドを使用して、このチオールで改質された剥離可能なポリマー調剤でそれぞれの試料をオーバコートし、100℃で2分間バッチオープンに置き、この後、試料を除去し5分間冷却した。冷却後、剥離可能なポリマー層をフィルムから除去し、ナノシルバーの印刷状態を評価した。

【0094】

チオールが剥離から相互接続回路を保護することに成功しているかどうかを試験するために、マルチメータを使用して相互接続部の抵抗性を試験した。標準的な剥離可能なポリマーでコーティングされた相互接続部ではショートはなかったが、典型的に複数の接続が確立されていない箇所があり、依然として導電性である配線に対してより高い抵抗があった。チオールで改質された剥離可能なポリマーでコーティングされた相互接続部は、導電性であることを示し、またショートがなかった。これにより、チオール改質調剤は、それぞれの相互接続コネクタ間に位置するナノワイヤ材料を依然剥離することができ、ナノシルバーの相互接続部を剥離しないことが示された。

【0095】

本発明の多様な実施形態について説明した。これら及び他の実施形態は以下の特許請求の範囲内である。本発明の実施態様の一部を以下の項目[1]-[19]に記載する。

[項目1]

電子アセンブリを製造する方法であって、

10

20

30

40

50

有機硫黄化合物を含む保護層をパターン化された導電性相互接続回路の少なくとも一部へ適用することであって、該導電性相互接続回路は、基材上の導電層に電気接続され、該導電層は、ナノワイヤを含む、ことと、

電子部品の電気接点を該保護層と係合して、該電子部品と該パターン化された導電層とを電気接続することと、を含む、方法。

[項目 2]

前記有機硫黄化合物は、アルキルチオール類とアリールチオール類とのうち少なくとも一方から選択される、項目 1 に記載の方法。

[項目 3]

前記有機硫黄化合物は、アルキルチオールである、項目 1 又は 2 に記載の方法。

10

[項目 4]

前記パターン化された導電層は、透明である、項目 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法。

[項目 5]

方法であって、

ナノワイヤを含む導電層で基材をコーティングすることと、

導電性相互接続材料のパターンを該導電層上に適用して、該基材上に、露出した導電層の 1 つ又は 2 つ以上の第 1 の領域及び導電性相互接続材料の 1 つ又は 2 つ以上の第 2 の領域を生成することと、

該導電性相互接続材料を固化又は硬化して、パターン化された相互接続回路を形成することと、

20

該パターン化された相互接続回路の少なくとも一部に有機硫黄化合物を含む保護層形成組成物を適用することと、

液体の剥離可能なポリマー層形成組成物で該パターン化された相互接続回路及び該保護層形成組成物をオーバコートすることと、

該剥離可能なポリマー層形成組成物を固化又は硬化させて、剥離可能なポリマー層を形成することと、

該剥離可能なポリマー層を該基材から剥離することと、

該基材の該 1 つ又は 2 つ以上の第 1 の領域において該基材から該露出した導電層を除去して、該基材上にパターン化された導電層を形成することと、を含み、該パターン化された導電層は、該パターン化された相互接続回路によって少なくとも部分的に覆われ、該パターン化された相互接続回路は、該保護層によって少なくとも部分的に覆われている、方法。

30

[項目 6]

前記剥離可能なポリマー層形成組成物でオーバコートする前に、前記保護層形成組成物を乾燥させて、保護層を形成することを更に含む、項目 5 に記載の方法。

[項目 7]

方法であって、

ナノワイヤを含む導電層で基材をコーティングすることと、

導電性相互接続材料で該導電層上にパターンを適用して、該基材上に、露出した導電層の 1 つ又は 2 つ以上の第 1 の領域及び導電性相互接続材料の 1 つ又は 2 つ以上の第 2 の領域を生成することと、

40

該導電性相互接続材料を固化又は硬化して、パターン化された相互接続回路を形成することと、

該パターンを液体の剥離可能なポリマー層形成組成物でオーバコートすることであって、該剥離可能なポリマー層形成組成物は、有機硫黄化合物を含む、ことと、

該剥離可能なポリマー層形成組成物を固化又は硬化させて、剥離可能なポリマー層を形成することと、

該剥離可能なポリマー層を該基材から剥離することと、

該基材の該 1 つ又は 2 つ以上の第 1 の領域において該基材から該露出した導電層を除去

50

して、該基材上にパターン化された導電層を形成することと、を含み、該パターン化された導電層は、該パターン化された相互接続回路によって少なくとも部分的に覆われ、該パターン化された相互接続回路は、該有機硫黄化合物を含む保護層によって少なくとも部分的に覆われている、方法。

[項目 8]

項目 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法に従って製造される電子アセンブリ。

[項目 9]

電子アセンブリであって、

導電性ナノワイヤのパターンを上を含む基材であって、該導電性ナノワイヤは、導電性相互接続回路に電気接続され、該導電性相互接続回路の少なくとも一部は、有機硫黄化合物を含む保護層によって覆われている、基材と、

該保護層と接触している電子部品の電気接点と、を備える、電子アセンブリ。

[項目 10]

前記基材と前記電子部品との間に導電層を更に備える、項目 9 に記載の電子アセンブリ。

[項目 11]

前記導電層は、導電性接着剤を含む、項目 10 に記載の電子アセンブリ。

[項目 12]

前記電子部品は、フレキシブル回路を含む、項目 9 ~ 11 のいずれか一項に記載の電子アセンブリ。

[項目 13]

前記有機硫黄化合物は、アルキルチオール類とアリールチオール類とのうち少なくとも一方から選択される、項目 9 ~ 12 のいずれか一項に記載の電子アセンブリ。

[項目 14]

前記有機硫黄化合物は、アルキルチオールである、項目 9 ~ 13 のいずれか一項に記載の電子アセンブリ。

[項目 15]

液晶ディスプレイと、

電子アセンブリであって、

該液晶ディスプレイ上のガラス基材であって、該ガラス基材は、導電性ナノワイヤのパターンを上を含み、該導電性ナノワイヤは、パターン化された導電性相互接続回路に電気接続され、該相互接続回路の少なくとも一部は、有機硫黄化合物を含む保護層によって覆われている、ガラス基材と、

該保護層と接触しているフレキシブル回路の電気接点と、を含む、電子アセンブリと、
該電子アセンブリを覆う可撓性のある透明な表面と、を備える、タッチスクリーンディスプレイ。

[項目 16]

前記基材と前記フレキシブル回路との間に導電層を更に含む、項目 15 に記載のディスプレイ。

[項目 17]

前記導電層は、導電性接着剤を含む、項目 16 に記載のディスプレイ。

[項目 18]

前記有機硫黄化合物は、アルキルチオール類とアリールチオール類とのうち少なくとも一方から選択される、項目 15 ~ 17 のいずれか一項に記載のディスプレイ。

[項目 19]

前記有機硫黄化合物は、アルキルチオールである、項目 15 ~ 18 のいずれか一項に記載のディスプレイ。

10

20

30

40

フロントページの続き

- (74)代理人 100202418
弁理士 河原 肇
- (74)代理人 100173107
弁理士 胡田 尚則
- (74)代理人 100128495
弁理士 出野 知
- (72)発明者 アン エム・ギルマン
アメリカ合衆国, ミネソタ 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
- (72)発明者 ミカイル エル・ベクロフスキー
アメリカ合衆国, ミネソタ 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
- (72)発明者 マシュー エス・ステイ
アメリカ合衆国, ミネソタ 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
- (72)発明者 ショーン シー・ドッズ
アメリカ合衆国, ミネソタ 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
- (72)発明者 ダニエル ジェイ・セイス
アメリカ合衆国, ミネソタ 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

審査官 齊藤 健一

- (56)参考文献 特表2011-517367(JP, A)
米国特許出願公開第2008/0158181(US, A1)
特開昭53-88163(JP, A)
特開昭57-99797(JP, A)
特開昭62-154793(JP, A)
特表2007-526622(JP, A)
特開2010-62525(JP, A)
国際公開第2012/147235(WO, A1)
特表2016-530622(JP, A)
特表2010-507261(JP, A)
特表2013-522814(JP, A)
米国特許出願公開第2009/0129004(US, A1)
特表2015-510219(JP, A)
特表2011-508016(JP, A)
特公昭42-3345(JP, B1)
米国特許出願公開第2011/0232954(US, A1)
米国特許第3660088(US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02F1/1333
G06F3/041
H05K1/00-3/46