

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-521423

(P2019-521423A)

(43) 公表日 令和1年7月25日(2019.7.25)

(51) Int.Cl.

G06F 3/041 (2006.01)
G06F 3/044 (2006.01)

F 1

GO 6 F	3/041	4 8 0
GO 6 F	3/041	4 2 0
GO 6 F	3/044	1 2 4

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2018-562020 (P2018-562020)
 (86) (22) 出願日 平成29年5月26日 (2017.5.26)
 (85) 翻訳文提出日 平成31年1月23日 (2019.1.23)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2017/034750
 (87) 國際公開番号 WO2017/205785
 (87) 國際公開日 平成29年11月30日 (2017.11.30)
 (31) 優先権主張番号 62/342,594
 (32) 優先日 平成28年5月27日 (2016.5.27)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 15/606,440
 (32) 優先日 平成29年5月26日 (2017.5.26)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 511124183
 ノースウェスタン ユニバーシティ
 アメリカ合衆国 イリノイ 60208,
 エバンストン, クラーク ストリート
 633
 (71) 出願人 516245852
 タンヴァス, インコーポレイテッド
 TANVAS, INC.
 アメリカ合衆国 イリノイ 60607,
 シカゴ, ウエスト ヴァン ビューレン
 ストリート 600, スイート 710
 (74) 代理人 100085316
 弁理士 福島 三雄
 (74) 代理人 100171572
 弁理士 塩田 哲也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ハプティックタッチスクリーン及びそれを動作させる方法

(57) 【要約】

複数の制御電極を含む下層と、複数のハプティック電極を含む上層と、下層と上層との間にある中間層とを含み、ハプティック電極は制御電極に導電接続されない、ハプティックタッチスクリーン。

【選択図】図 1

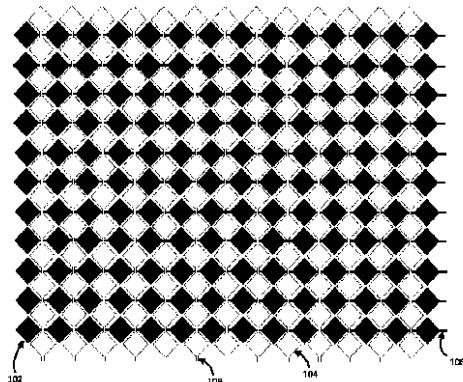


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ハプティックタッチスクリーンであって、
複数の制御電極を含む下層と、
複数のハプティック電極を含む上層と、
前記下層と前記上層との間にある中間層と、
を含み、
前記ハプティック電極は制御電極に導電接続されない、ハプティックタッチスクリーン。

【請求項 2】

前記ハプティック電極は互いに電気連通していない、請求項 1 に記載のハプティックタッチスクリーン。

【請求項 3】

各ハプティック電極は、制御電極に酷似している、請求項 1 に記載のハプティックタッチスクリーン。

【請求項 4】

各ハプティック電極の幅は、指先の皮膚上の凹凸間の特性距離より大きい、請求項 1 に記載のハプティックタッチスクリーン。

【請求項 5】

各ハプティック電極はダイヤモンド形であり、対応するダイヤモンド形制御電極と位置合わせされる、請求項 1 に記載のハプティックタッチスクリーン。

【請求項 6】

前記各ハプティック電極は少なくとも 1 つのハプティック電極と相互接続する、請求項 5 に記載のハプティックタッチスクリーン。

【請求項 7】

各ハプティック電極はダンベル形である、請求項 1 に記載のハプティックタッチスクリーン。

【請求項 8】

各ハプティック電極は、各制御電極のピッチより狭いピッチを有する、請求項 1 に記載のハプティックタッチスクリーン。

【請求項 9】

各制御電極の前記ピッチは約 5 mm であり、各ハプティック電極は差し渡し 5 mm である、請求項 8 に記載のハプティックタッチスクリーン。

【請求項 10】

前記ハプティック電極はグループ化され、ハプティック電極の各グループは異なる電荷を有する、請求項 1 に記載のハプティックタッチスクリーン。

【請求項 11】

ハプティックタッチスクリーンを作製する方法であって、該方法は、
複数のハプティック電極を含む上層を形成することと、
複数の制御電極を含む下層を形成することと、
前記下層と前記上層との間に中間層を形成することと、
を含み、

前記ハプティック電極は制御電極に導電接続されない、方法。

【請求項 12】

前記ハプティック電極は互いに電気連通していない、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

各ハプティック電極は、制御電極に酷似している、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

各ハプティック電極の幅は、指先の皮膚上の凹凸間の特性距離より大きい、請求項 11 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

各ハプティック電極はダイヤモンド形であり、対応するダイヤモンド形制御電極と位置合わせされる、請求項11に記載の方法。

【請求項 16】

前記各ハプティック電極は少なくとも1つのハプティック電極と相互接続する、請求項15に記載の方法。

【請求項 17】

各ハプティック電極はダンベル形である、請求項11に記載の方法。

【請求項 18】

各ハプティック電極は、各制御電極のピッチより狭いピッチを有する、請求項1に記載のハプティックタッチスクリーン。 10

【請求項 19】

各制御電極の前記ピッチは約5mmであり、各ハプティック電極は差し渡し5mmである、請求項18に記載の方法。

【請求項 20】

前記ハプティック電極はグループ化され、ハプティック電極の各グループは異なる電荷を有する、請求項11に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

20

【0001】**[優先権主張]**

本開示は、2016年5月27日に出願された米国仮特許出願第62/342,594号及び2017年5月26日に出願された通常の米国特許出願第15/606,440号の恩典及び優先権を主張するPCT特許出願である。これらの出願は、引用することにより、その全体が本明細書の一部をなす。

【背景技術】**【0002】**

ハプティックス(haptics)の語源はギリシャ語の「haptikos」であり、この語は、つかむことができる、又は感知することができますを意味する。従来のタッチスクリーンは、タッチスクリーン上に表示される物体の触感を伝える能力を欠いている。音波及び電気信号を利用する、接触を伝える数多くの方法が提示されてきた。しかしながら、これらの方法はそれぞれ、音響信号又は電気信号を生成するデバイス、そして、ハプティック信号を送信するデバイスの追加を必要とする。これらのデバイスは、コストを追加するだけでなく、タッチスクリーンを複雑にする。

30

【0003】

セルラーデバイスは、そのコンパクトなサイズ及び薄さに起因して、特有の問題を提起する。従来のハプティック機構を追加することは、セルラーデバイスの厚さ及び重さを増すことになり、それはセルラーデバイスの価値及び有用性を低下させる。さらに、音響を利用するハプティックデバイスは、セルラーデバイスのユーザーに望まれない共鳴雑音を発生させる場合がある。それゆえ、タッチスクリーンの重みを増す付加的な構成要素を追加することなく、ハプティックタッチをタッチスクリーンに追加できるようにすることが必要とされている。

40

【発明の概要】**【0004】**

本開示の1つの実施形態は、

ハプティックタッチスクリーンであって、

複数の制御電極を含む下層と、

複数のハプティック電極を含む上層と、

前記下層と前記上層との間にある中間層と、

50

を含むことができ、

前記ハプティック電極は制御電極に導電接続されない、ハプティックタッチスクリーンを含む。

【0005】

別の実施形態において、前記ハプティック電極は互いに電気連通していなくてもよい。

【0006】

別の実施形態において、各ハプティック電極は、制御電極に酷似している場合がある。

【0007】

別の実施形態において、各ハプティック電極の幅は、指先の皮膚上の凹凸間の特性距離より大きいものとすることできる。

【0008】

別の実施形態において、各ハプティック電極はダイヤモンド形とすることができます、対応するダイヤモンド形制御電極と位置合わせすることができます。

【0009】

別の実施形態において、前記各ハプティック電極は少なくとも1つのハプティック電極と相互接続することができます。

【0010】

別の実施形態において、各ハプティック電極はダンベル形とすることができます。

【0011】

別の実施形態において、各ハプティック電極は、各制御電極のピッチより狭いピッチを有することができます。

【0012】

別の実施形態において、各制御電極の前記ピッチは約5mmとすることができます、各ハプティック電極は差し渡し5mmとすることができます。

【0013】

別の実施形態において、前記ハプティック電極はグループ化することができます、ハプティック電極の各グループは異なる電荷を有する。

【0014】

本開示の別の実施形態は、

ハプティックタッチスクリーンを作製する方法であって、該方法は、

複数のハプティック電極を含む上層を形成することと、

複数の制御電極を含む下層を形成することと、

前記下層と前記上層との間に中間層を形成することと、

を含み、

前記ハプティック電極は制御電極に導電接続されない、方法を含む。

【0015】

別の実施形態において、前記ハプティック電極は互いに電気連通していなくてもよい。

【0016】

別の実施形態において、各ハプティック電極は、制御電極に酷似している場合がある。

【0017】

別の実施形態において、各ハプティック電極の幅は、指先の皮膚上の凹凸間の特性距離より大きいものとすることができます。

【0018】

別の実施形態において、各ハプティック電極はダイヤモンド形とすることができます、対応するダイヤモンド形制御電極と位置合わせすることができます。

【0019】

別の実施形態において、前記各ハプティック電極は少なくとも1つのハプティック電極と相互接続することができます。

【0020】

別の実施形態において、各ハプティック電極はダンベル形とすることができます。

10

20

30

40

50

【0021】

別の実施形態において、各ハプティック電極は、各制御電極のピッチより狭いピッチを有することができる。

【0022】

別の実施形態において、各制御電極の前記ピッチは約5mmとすることができます、各ハプティック電極は差し渡し5mmとすることができる。

【0023】

別の実施形態において、前記ハプティック電極はグループ化することができ、ハプティック電極の各グループは異なる電荷を有する。

【図面の簡単な説明】

10

【0024】

【図1】下層内の制御電極の配置を示す図である。

【図2】最上層内の「小型の」浮遊電極の配置を示す図である。

【図3】最上層内の電極の1つの配置を示す概略図である。

【図4A】「ダンベル形」浮遊電極を示し、最上層をタイル張りするためにその電極をいかに使用できるかを示す図である。

【図4B】図4Aからの浮遊電極の配置を示す図である。

【図5A】「星形」浮遊電極を示し、最上層をタイル張りするためにその電極をいかに使用できるかを示す図である。

【図5B】図5Aからの浮遊電極の配置を示す図である。

20

【図6A】「4×4」浮遊電極を示し、最上層をタイル張りするためにその電極をいかに使用できるかを示す図である。

【図6B】図6Aからの浮遊電極の配置を示す図である。

【図7A】「5×5」浮遊電極を示し、最上層をタイル張りするためにその電極をいかに使用できるかを示す図である。

【図7B】図7Aからの浮遊電極の配置を示す図である。

【図8】電極パターンの別の実施形態を示し、最上層又は最下層のいずれかをタイル張りするためにその電極をいかに使用できるかを示す図である。

【図9】電極を電気的に接続するための方法を示す図である。

【図10】図9の電極アーキテクチャを使用するハプティックタッチスクリーンの断面図である。

30

【図11】ハプティックタッチシステムを製造するプロセスを示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本開示は、ハプティック信号を直接受信することなく、ハプティック効果を生み出す電極の層を有するハプティックデバイスに関する。これらの電極は、信号源に、又は接地若しくはデバイスグラウンドに導電接続されないので、「浮遊している」と言われる。電極のこの「上層」は、タッチスクリーンアセンブリのカバーレンズ等の基材のタッチ面上に設けられる。通常、上層はカバー層によって覆われ、カバー層は透明とすることができる。カバー層は、サファイア様ガラス(sapphire like glass)等の硬質で透明なコーティングとができる、多層コーティングとができる、その場合、いくつかの層が、当該技術分野において既知であるような、屈折率整合、反射防止、防眩、疎油性、引っかき抵抗性、又は抗菌機能を提供する。カバー層は、上層内のハプティック電極を覆う平滑面を有することができるか、又は光学特性若しくは触覚特性を改善するために或る質感を有することができる。一実施形態において、カバー層、上層及び上層の下方に位置する誘電体層が、タッチスクリーンの最上面に取り付けられる。

40

【0026】

人の指又は他の付属物が上層上の1つ以上の電極の上方に置かれ、指の真下にある上層内の少なくとも1つであるが、潜在的には複数の電極の電位が指の電位とは異なるときには、ハプティック効果が生み出される。この状況において、指とタッチ面との間に引力が生

50

成され、引力は、タッチ面により密着するように指を引き寄せる傾向があり、それにより摩擦を変更する。この摩擦の変化は、時間、又は指位置、又は他の変数の関数として変調される場合があり、ハプティック効果として経験される。

【0027】

本発明において、上層内の電極は、互いに、又は制御電子回路に導電接続されない。しかしながら、制御電子回路に導電接続される制御電極の「下層」も設けられる。本発明において、タッチ検知だけでなく、ハプティックスも与えるための電気信号が下層上の電極を介して導入される。上層及び下層は中間層によって分離され、中間層は透明とすることができます。中間層は通常、下層に機械的保護を与えるほど十分に厚い。一実施形態において、中間層は $10 \mu m \sim 10 mm$ の厚さを有する。

10

【0028】

図1は、ハプティックデバイスの下位レベル内の制御電極の通常の配置を示す。この配置は、当該技術分野において既知であり、2つの電極軸からなる。電極102は、第1の軸に沿って配向され、第1の信号線106を介して接続され、電極104は、第2の、通常、直交する軸に沿って配向され、第2の信号線108によって接続される。（電極のいかなる上層も存在しない）この配置は、タッチ位置を検知するために多くの場合に使用される。

【0029】

タッチデバイス内の位置は、2つの手法、自己キャパシタンス及び相互キャパシタンスを用いて検出される。自己キャパシタンス手法は、個々のラインの電圧を所与の量だけ変更するために必要とされる電流又は電荷の一連の測定からなる。電極付近に指が置かれる場合、指は電流又は電荷測定値を変更し、信号を与える。両方の軸上のこれらの信号を調べることによって、タッチ位置を推測することができる。相互キャパシタンス手法は、送信側として取り扱われる一方の電極軸と、受信側として取り扱われる第2の電極軸とを必要とする。送信電極に電圧を印加することができ、結果として生成される信号、通常、電荷又は電流を各受信側電極において測定することができる。指が第1の軸上の或る電極と第2の軸上の別の電極とが交差する場所付近に置かれる場合には、指は受信側電極上の信号を変更することになる。重要なことに、電極の上層の存在が、その実施態様の細部を変更する場合があるが、いずれの検知方策も本発明とともに使用することができる。

20

【0030】

制御電極102及び104を更に用いて、ハプティック信号を導入することができる。例えば、1つの制御電極に印加される電圧が、容量性結合を介して、上層内の浮遊電極のそれぞれの電位を変更することになる。この電位の変化は、人の指に対する電位差を引き起こすことがあり、結果として、上記のような摩擦の変化が生じる。（接地又はタッチデバイスの局所的なグラウンドのような何らかのグラウンドに対する）単一の制御電圧の使用は、「单極」動作と呼ばれる。また、ハプティック効果は双極にすることもでき、その場合、ハプティック効果は、別々の制御電極102及び104上で（接地又はタッチデバイスの局所的なグラウンドのような何らかのグラウンドに対する）正の電圧及び負の電圧を同時に使用することによって引き起こされる。例えば、信号線106を介して第1の軸上の制御電極102に正の電圧を印加することができ、信号線108を介して第2の軸上の制御電極104に負の電圧を印加することができる。上層がない場合、両方の電極102及び104の上方にあり、両方の電極が交差する場所に近い、タッチ面上に置かれた指が、指又は体の電位にかかわらず、ハプティック効果を受けることになる。しかしながら、この効果の強さは、中間層の厚さによって決まり、中間層が厚くなるほど減少する。この同じ方策が本発明でも（より厚い中間層の場合にも）実施される場合があるが、上層上の浮遊電極が互いに異なる電位を採用できるように、下層から上層への容量性結合が構成されるのを確実にすることが重要である。以下において、適切な電極構成を教示する。

30

【0031】

一実施形態において、浮遊電極の構成は、制御電極の構成（例えば、図1に示される）と同一である。唯一の違いは、浮遊電極を制御電子回路に接続する信号線106、108

40

50

が存在しなくなることである。言い換えると、浮遊電極は、互いに電気連通していなくてもよい。さらに、各浮遊電極が対応する制御電極の真上に存在するように2つの層を位置合わせすることができる。この「鏡像」配置は、制御電極に印加される信号が主に浮遊電極に伝えられるように、各制御電極からその対応する浮遊電極への強い容量性結合を確立する。この手法の利点は、浮遊電極を制御電極の延長部分と考えることができ、検知及びハプティックスの両方に関する（並びに検知及びハプティックスを同時に行うための）既知の技法を、変更することなく使用できることである。別の実施形態において、浮遊電極の構成は、制御電極の構成とは異なる。

【0032】

「鏡像」手法の不利な点は、一方の軸を他方の軸の上方で交差させる必要があることに起因して、浮遊電極を導電性材料の単層から製造できないことである。近接した2つのサブ層、又は導電性ブリッジ等の既知の技法を使用できるが、これらはコスト及び複雑性を増加させる。さらに、ブリッジ等の或る特定の技法は、前面に実装するには脆弱すぎる場合がある。これらの理由から、ブリッジを用いることなく、導電性材料の単層から浮遊電極を形成することが好ましい。

10

【0033】

図2は、単層の浮遊電極の組の一実施形態を示す。ここで、浮遊電極202は実質的に任意の形状を有することができるが、制御電極204のピッチよりもかなり小さい。例えば、制御電極204のピッチが5mmである場合には、浮遊電極202はそれぞれ、差し渡しで約0.5mmとすることができます。浮遊電極202の小さいサイズは、浮遊電極が、その表面にわたって横方向に、検知を妨げるほど大量に電荷を搬送しないことを意味する。それでも、浮遊電極202の幅が、指先の皮膚上の凹凸間の特性距離より大きい限り、皮膚と表面とが最も密着している位置まで横方向に電荷が搬送されることになる。これらの位置において、浮遊電極202が全く存在しない状況と比べて、強い垂直抗力が生成されることになる。このようにして、非常に小さい浮遊電極202であっても、ハプティック効果の強さを増すという利点を有することになる。

20

【0034】

小さい浮遊電極202は何らかの利点を提供するが、サイズが大きくなると、下層上の制御電極への容量性結合が増すので、浮遊電極が大きいほど、より大きな利点が生じる。図3は、各電極303のサイズを大きくした、単層の浮遊電極303の組の別の実施形態を示す。ここで、各浮遊電極302は、下層の制御電極102又は104のダイヤモンド形と位置合わせされる、単一のダイヤモンド形パッチである。この実施形態は、単純である、製造コストが低い、及び丈夫であるという利点を有する。上記の実施形態の場合と同様に、これらの浮遊電極302は、検知方策を妨げない。さらに、浮遊電極302が大きいほど、下層に対してより強い容量性結合を与える。制御電極102又は104から各浮遊電極302への接続の強さは重なる面積によって決まることに留意されたい。この実施形態において、重なる面積は単一のダイヤモンドのサイズである。これは、先行する実施形態において見られる面積よりずっと大きいが、それでも、「鏡像」手法の場合のような、ダイヤモンドの行又は列全体に関連付けられる重なる面積よりずっと小さい。

30

【0035】

重なる面積を更に大きくする1つの方法は、浮遊電極302のためにより大きいダイヤモンド形を利用することである。例えば、ダイヤモンドの幅を2倍にし、4倍の面積を与えることができる。この場合、浮遊するダイヤモンドは、第1の軸上の1つの制御電極102と第2の軸上の1つの制御電極104とが交差する場所に位置合わせされることになる。強いハプティック信号を生成するために、2つの制御電極102及び104のそれぞれに同じ電圧が印加されることになる。しかしながら、この手法の場合に難しいことは、指が、2つ以上のそのような大きいダイヤモンド電極の上方に存在するほど大きくない場合があることである。上記のように、指は、異なる電位を有する少なくとも2つの電極の上方に存在することが好ましい。

40

【0036】

50

それゆえ、代替の実施形態は、図4～図7に示されるように「タイル張りされた」パッチからなる。ここで、各浮遊電極は、2つ以上のダイヤモンドの相互接続によって形成されるタイルであり、ダイヤモンドは、下層の制御電極のダイヤモンド形と位置合わせされる。さらに、所与のタイル上の全てのダイヤモンドが、単一の電極軸上の下層のダイヤモンドと位置合わせされる。このようにして、図1に示されるような、下層電極の「格子縞」パターンが、それらのタイルにおいても見られる。タイルは、一群の異なるサイズにおいて作製される場合がある。

【0037】

この浮遊電極群内の最も小さいタイルはそれぞれ、図4Aに示されるように、「ダンベル」形に接続される2つのダイヤモンドからなる。2つのダイヤモンド402及び404はトレース406を介して接続され、実質的に「ダンベル」形を形成する。各ダンベルは、個々の制御電極102又は104上の2つのダイヤモンドと位置合わせされる場合があるか、又は2つの隣接する制御電極102又は104上の2つのダイヤモンドと位置合わせされる場合がある。いずれの場合も、下層のダイヤモンドは、可能な限り最も強いハプティック効果を生み出すために、実質的に同じ電圧に制御されるべきである。さらに、2つの異なる軸上の制御電極102及び104と位置合わせされるダンベルは、異なる電位に導かれる場合がある。

10

【0038】

図4Bは、第1の組のダンベル408が、第2の組のダンベル410と逆の電荷を有するダンベルの配置を示す。例示として、第1の組のダンベル408は正の電荷を有することができ、一方、第2の組のダンベル410は負の電荷を有することができる。隣接する組の第1の組のダンベル408は、第2の組のダンベル410内の電極を接合するトレース406によって分離される。

20

【0039】

図5Aは、同じ群内により大きいタイルを有するグループ浮遊電極502の一実施形態を示す。ここで、タイルは 3×3 の格子縞パターンの対角線上に存在するダイヤモンドからなる。これらのタイルで平面をタイル張りすることが依然として可能であり、各タイルを単一の軸上の下層の電極と位置合わせすることが依然として可能であることに留意されたい。この、より大きいタイルパターンは、下層の電極と重なる面積がより大きいという利点を有する。この実施形態でも同様に、中央の電極504が、トレース508を介して、少なくとも4つの放射状電極506に接続される。一実施形態において、各放射状電極506間の角度は実質的に同じである。別の実施形態において、各放射状電極506間の角度は、放射状電極506ごとに異なる。

30

【0040】

一実施形態において、制御電極102及び104並びに浮遊電極502は実質的に同じサイズ及び形状を有する。別の実施形態において、制御電極102及び104並びに浮遊電極502は異なるサイズ及び形状を有する。別の実施形態において、上層は1つの浮遊電極を含む。別の実施形態において、上層は複数の浮遊電極を含む。

【0041】

図5Bは、浮遊電極502のグループの配置の一実施形態を示す。浮遊電極502の各グループは、浮遊電極502の隣接するグループとは異なる電荷を有する。浮遊電極502の隣接するグループ上の更なる放射状電極506はトレース508によって分離される。一実施形態において、浮遊電極502によって生成されるハプティック信号は单極である。別の実施形態において、浮遊電極によって生成されるハプティック信号は双極である。

40

【0042】

図6及び図7はそれぞれ、 4×4 及び 5×5 の格子縞からもたらされる、この群内の次に大きい2つのタイルパターンを示す。同じ基本的な「分岐スパーク(branched spoke)」パターンに従って、更に大きいパターンも可能である。パターンが大きいほど、下層の制御電極からの容量性結合が増すという利点があるが、検知がより難しくなる場合がある

50

。すなわち、浮遊電極のサイズに起因して、それらの電極は、指を制御電極の組全体により強く結合することになり、位置情報を確定しにくくなる。

【0043】

図8及び図9は、大きい浮遊電極の利点と、高分解能センシングの必要性とを組み合わせた電極配置の別の実施形態を示す。この手法はダイヤモンド形を完全になくし、代わりに、忠実に複製されたタイルを使用し、それにより、両方の層上のタイルが同じ形状を有し、位置合わせされる。さらに、電極は下層から上層への強い容量性結合を与えるほどのサイズを有し、タイルは、タッチ面を覆うために必要とされる全数が相応である（例えば、 x 電極及び y 電極を使用する従来のパターンによって使用される全電極数に相当する）ほど十分に大きく、タイルはそれぞれ、指がいつも複数の電極と接触しており、測定された信号から唯一の指位置をいつも計算できるような方法でかみ合わされる。

10

【0044】

図8は、制御電極及び浮遊電極のために使用することができる電極形状の例示である。各電極800は、第1の電極802及び第2の電極804からなるパターンを含む。第1の電極802は実質的に星形であり、第2の電極804は、星形と絡み合う形状を有する。一実施形態において、第2の電極は、「フロレット(florets)」のような形状を有する。一実施形態において、第2の電極804は大きく、互いにかみ合う分岐した形状である。とりわけ、フロレットの空間的な広がりは、その間隔よりずっと大きい。例えば、図8に示されるように、水平軸に沿った第2の電極804の幅は、第2の電極804の水平方向のピッチのほぼ2倍の大きさである。別の実施形態において、第2の電極804の水平方向及び垂直方向のピッチは20mmとすることでき、单一の第2の電極804によって覆われる面積は約380mm²とすることができる。逆に、図1に示されるような、ダイヤモンドパターンは、5mmの対角線を有することができ、各ダイヤモンドは12.5mm²の面積を有することができる。したがって、1つの第2の電極804は約30個のダイヤモンドと同じ面積を有するか、又は1つの電極の長さが150mmである。第1の電極802は第2の電極804よりずっと小さく、かみ合うのではなく、正確なタッチ位置を計算するために使用することができる付加信号を与える。一実施形態において、最下層上の各第2の電極804は個々に制御されるが、第1の電極802はグループ単位で制御される場合がある。例えば、1つの可能性は第1の電極802の4つのグループを有することである。各水平に沿って、交互の第1の電極802が同じグループ内で制御されることになり、各垂直列に沿って、交互の第2の電極が同じグループ内で制御されることになる。第1の電極802をグループ化することによって、第1の電極802を制御するために必要とされる制御チャネルの数が削減される。通常動作中に、第1の電極802が指又は他の付属物によって係合されるとき、第1の電極802からの信号と、1つ以上の第2の電極804からの信号との組み合わせを用いて、タッチの正確な位置が特定されることになる。

20

【0045】

最上面のどこに一本の指が置かれようとも、この指は、いくつかの第2の電極804と、同様に、おそらく1つの第1の電極802とに極めて近接することになる。重要なことに、取り得る各指位置からの信号は一意的であり、電極から得られた信号に基づいて指位置を計算できるようにする。信号からタッチ座標が抽出される、この「逆」計算を実行する複数の方法がある。例えば、1つの手法は、タッチ位置ごとの信号の組を記憶し、その後、これらの記憶された信号を、タッチ座標を返すルックアップテーブルとして使用することである。タッチ位置ごとの勾配の組を記憶することが更に有利である。勾配情報は、位置特有のヤコビ行列として表すことができる。

30

【数1】

$$[\delta s] = [J(x,y)] \begin{bmatrix} \delta x \\ \delta y \end{bmatrix}$$

40

50

ここで、 $[s]$ は、位置 (x, y) 付近の指位置 $[x, y]^T$ のわずかな変化から予想することができる信号の増分を表し、 $J(x, y)$ はヤコビ行列である。測定が行われるとき、ルックアップテーブル内に設定される最も近い信号を見つけることによっておよその x, y 位置を見つけることができ、その後、上記の方程式の擬似逆行列を計算し、それを被測定信号と探索された信号との間の差と乗算し、その結果を探索された x, y 位置に加算することによって、そのおおよその位置を精緻化することができる。擬似逆行列はあらかじめ計算し、ルックアップテーブルの一部としてメモリに記憶できることに留意されたい。当然、タッチ位置を推定する他の方法を使用することもできる。例えば、ニューラルネットワークを使用する場合がある。

【0046】

10

指位置に基づいて、ハプティックスを駆動するための電極を選択することができる。例示として、上記のように、制御電極を用いて、タッチ面と付属物とが係合する位置を特定することができ、制御電極から分離された層上にあり、制御電極と相互に導電作用する浮遊電極が、上記で論じられたように、ハプティック機能を果たすことができる。一般的に言うと、指の真下にある面積の約半分を一方の極性に帯電させ、その面積の約半分を逆の極性に帯電させることが好ましい。また、同じ極性の電極間の相互キャパシタンスが信号強度を強めるように、それらの電極をグループ化することも好ましい。

【0047】

20

種々の電極への電気的接続は、図9及び図10に示されるように行うことができる。最初に図10を参照すると、タッチパネルが最下層1002と、絶縁層1004と、相互接続層1006と、中間層1008と、上層1010と、カバー層1012とを含む。最下層1002は、当該技術分野において既知であるいくつかの材料及びプロセスのいずれかを用いて、絶縁層1004でコーティングすることができる。例えば、絶縁層1004は透明ポリマーから形成することができる。絶縁層1004は、最下層上の各電極に近づくことができる開口部を残すために、スクリーン印刷することができるか、フォトリソグラフィによりエッチングすることができるか、又は別の方法でパターニングすることができる。相互接続層1006は、絶縁層1004の表面に塗布し、その後、各電極への電気的接続を形成するようにパターニングすることができる。代替的には、裸眼では容易に視認できない銀ナノワイヤ又は他の導体を用いて、電気的接続を形成することができる。パッジベーション、相互接続の保護、屈折率整合、及び電気的雑音からの隔離（図示せず）のための付加層を塗布することもできる。

30

【0048】

図9は、相互接続層1006上の電気的接続のパターンの一実施形態を示す。第1の接続線902が、1つの行内の交互の第1の電極802を接続し、第2の接続線904が、第1の接続線902に接続されない第1の電極802を接続する。各接続線902及び904は透明導体から形成される。更なる接続線906、908、910及び912がそれぞれ、1つの第2の電極804に接続する。さらに、これらの導体間には広い間隙ではなく、通常、細い消去線（deletion line）が存在する。好ましい実施形態において、消去線は、幅100ミクロンであるが、それより細い線又は太い線が使用される場合もある。また、消去線は、視覚的に検出するのをより難しくするために、示すように完全に真っすぐではなく、幾分不規則な形状とすることもできる。図9内の半円形又は円形エリアは、相互接続電極が絶縁層を通り抜け、最下層の電極との接続を行う位置を示す。

40

【0049】

図9に示されるように、所望により、全ての電気的接続を一方のエッジを持って行くことができる。代替的には、電気的接続は複数のエッジに沿って行うことができる。また、図9は、4つのグループに分けられる、第1の電極802のグループ化を示す。各グループにはバスバー914、916、918又は920が関連付けられ、それは最下層の一部とすることができます。他の実施形態では、限定はしないが、フレックスケーブル、又は制御盤上若しくはチップ上、等の他の方法を用いてグループ化するために、必要に応じて第1の電極802の相互接続が実行される。

50

【0050】

上層の浮遊電極を形成するために、数多くの他のパターンも使用することができる。例えば、第1の電極802をなくし、第2の電極804のみを使用することができる。第2の電極804のフロレットは、表面をタイル張りする実質的に任意の形状をとることができる。重要なのは、それらの電極が、必要なハプティック信号及び検知信号を生成するほど十分に下層電極に容量性結合することだけである。

【0051】

本明細書において提示される浮遊上層1010及び被制御下層1012アーキテクチャの重要な利点は、かき傷等の、タッチスクリーンへの典型的な形態の損傷に耐性があることである。これは、第一には、相対的に厚い中間透明層1008によって下層電極1002が保護されるためであり、第二には、上層電極1010が、制御電子回路との導電結合ではなく、下層電極1002との容量性結合を介して信号を得るためである。導電結合が、電極を横断するかき傷によって損なわれるのに対して、容量性結合は損なわれない。本発明の場合、上層電極1010の損傷の結果として、何らかの性能（例えば、ハプティック効果の強さ）の損失が生じる場合があるが、タッチ検知又はハプティック出力が全く機能しなくなることはないはずである。かき傷からの保護に加えて、本発明は同様に、擦り傷、水分、化学薬品、静電放電、更にはカバーレンズの完全な破損（下層がカバーレンズとは別の構成要素である場合）等の他の形態の損傷からの保護も与える。

10

【0052】

図11は、ハプティックデバイスを製造するために使用されるプロセスの概略図を示す。ステップ1102において、中間層1008の最上面が上層の電極層1010でコーティングされる。ステップ1104において、上層1010から浮遊電極がパターニングされる。浮遊電極は、単一の部品、マルチアップ(multi-up)（マザーシート）、又はハイブリッドプロセス（最初にシートの形で開始し、プロセスの或る段階において個々のセンサーに切り分け、単一の部品として処理し続ける）において処理することができる。浮遊電極は、本明細書において説明される方法のいずれかを用いて形成することができる。ステップ1106において、最上層1010内の浮遊電極の上方にカバー層1012が塗布される。カバー層1012は、疎油性、サファイア様ガラス、屈折率整合、抗菌コーティング及び当該技術分野において既知である他のコーティング等の膜を含むことができる。ステップ1108において、中間層1008の反対側に標準的なP-capセンサー（図1に示される）が形成される（代替的には、ガラスの反対側に標準的なP-capセンサーを張り付けることができる；また、代替的には、或る特定の実施形態の場合に、最下層上に鏡像電極を形成することができる）。

20

30

【0053】

ガラス上にP-capセンサー層が存在する前に硬質のオーバーコートが加工されるので、オーバーコートの堆積又は焼き鈍しにおいてより高い加工温度を使用することができ、結果として、性能がより良好になり、材料の選択の幅が広がる。

【0054】

P-capセンサーを張り付け、ハプティック電極を含むカバーシートを使用することが、本発明を実施する別 の方法である。既存のP-capセンサーにカバーシートノレンズを追加することが、コスト効率を高め、既に当該分野にあるセンサーにハプティックを追加するのを容易にする。この場合、ハプティック信号を高める特別な回路が、電子回路に追加される必要がある。代替的には、標準的なP-capタッチスクリーンから開始して、反対（タッチ）面をハプティック電極及び任意選択のオーバーコートでコーティングすることができる。

40

【0055】

中間層厚は、5ミクロン～6mmに及ぶことがあるが、好ましい厚さは100ミクロン～500ミクロンである。その厚さは、必要とされる機械的強度、処理機能、要求されるハプティック信号強度、最大印加電圧、光学特性等によって決まる。

【0056】

50

当業者であれば認識するように、本開示は、種々の静電デバイス上で、駆動電圧を下げる
ても、同じ所望のハプティック効果を維持するように実施することができる。そのような
デバイスの例は静電チャック、電気吸着を利用するデバイス（ロボット、マテリアルハン
ドリング等）である。一実施形態において、タッチ面は硬質面である。別の実施形態にお
いて、タッチ面は、平面、曲面、湾曲、モーフィング又は他の可撓性表面を含む、可撓性
表面である。さらに、ハプティック電極がハプティック信号に直接接続される必要がない
ので、底部電極と最も外側にある電極との間の極めて大きい分離を達成するために、電極
／非導電性基板を何度も積重することができる。

【0057】

本開示では、数量を特定しない語は、単数のもの及び複数のものの両方を含むように解
釈されるべきである。逆に、複数の要素に対するいかなる言及も、適切である場合は、単
数のものを含むものとする。

10

【0058】

本明細書に開示される、本発明における好ましい実施形態に対する様々な変更及び修正
は、当業者には明らかであろうと理解されるべきである。そのような変更及び修正は、本
開示の趣旨及び範囲から逸脱することなく、かつその意図された利点を損なうことなく行
われ得る。したがって、そのような変更及び修正は、添付の特許請求の範囲に含まれるもの
と意図される。

【図1】

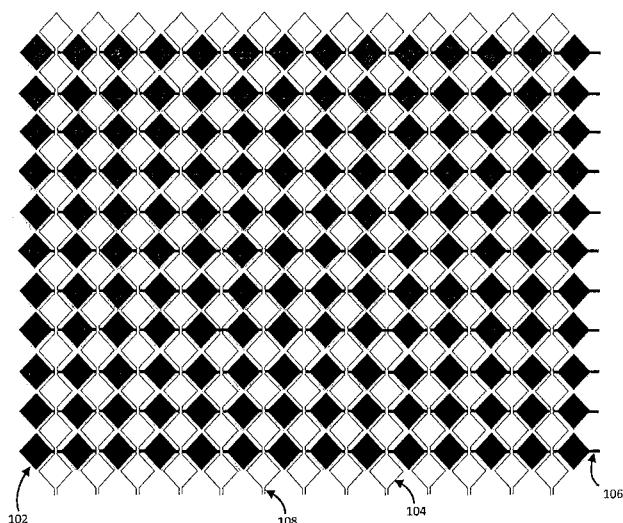


FIG. 1

【図2】

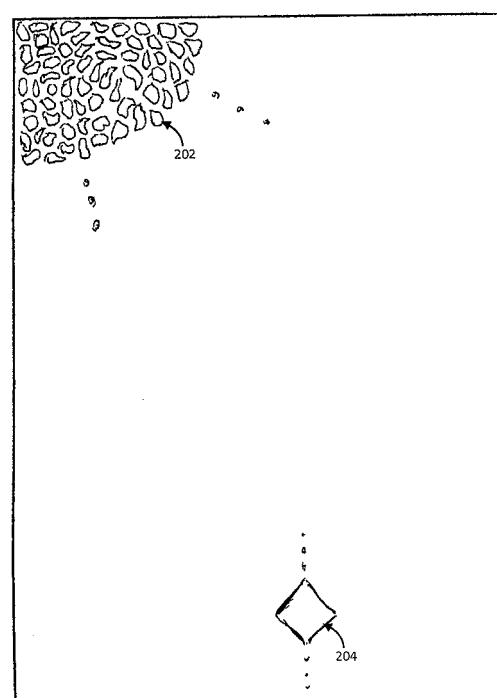


FIG. 2

【図 3】

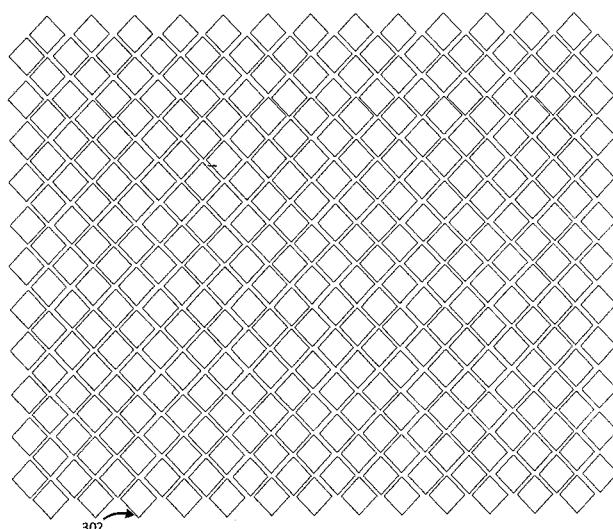


FIG. 3

【図 4 A】

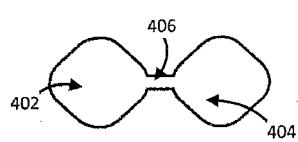


FIG. 4A

【図 4 B】

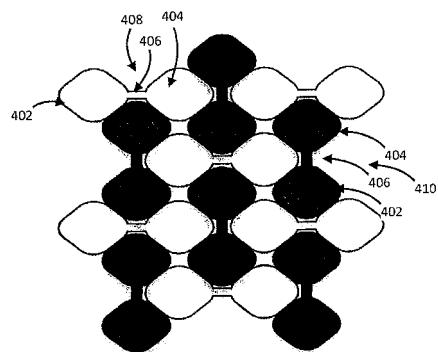


FIG. 4B

【図 5 A】

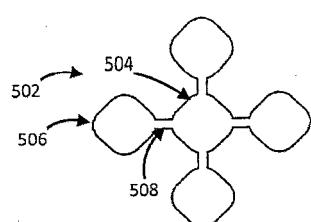


FIG. 5A

【図 5 B】

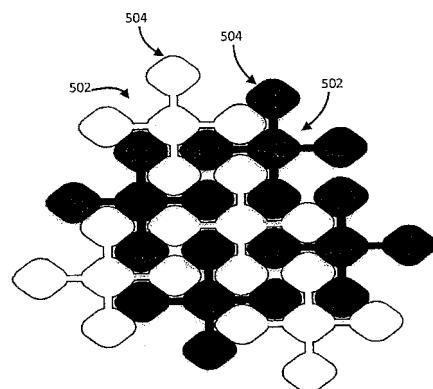


FIG. 5B

【図 6 A】

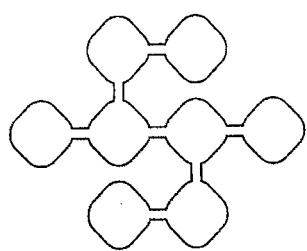


FIG. 6A

【図 6 B】

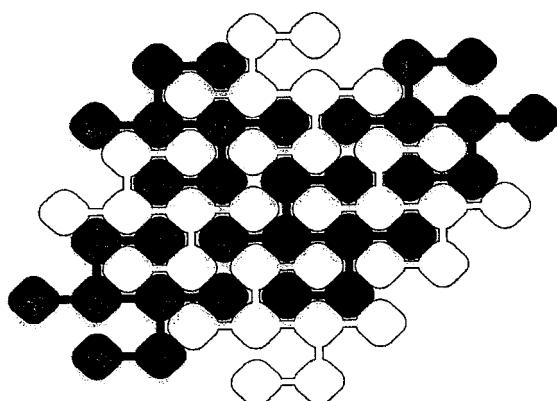


FIG. 6B

【図 7 A】

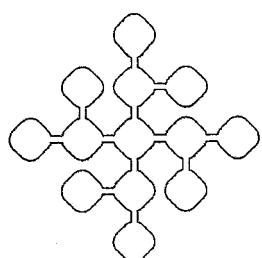


FIG. 7A

【図 7 B】

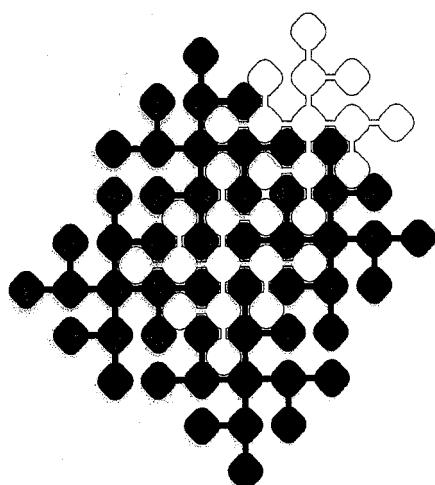


FIG. 7B

【図 8】

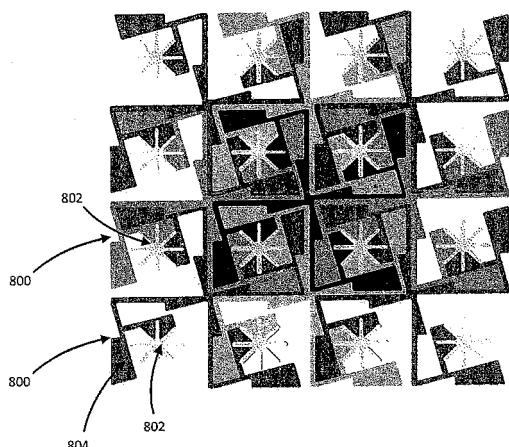


FIG. 8



【図 9】

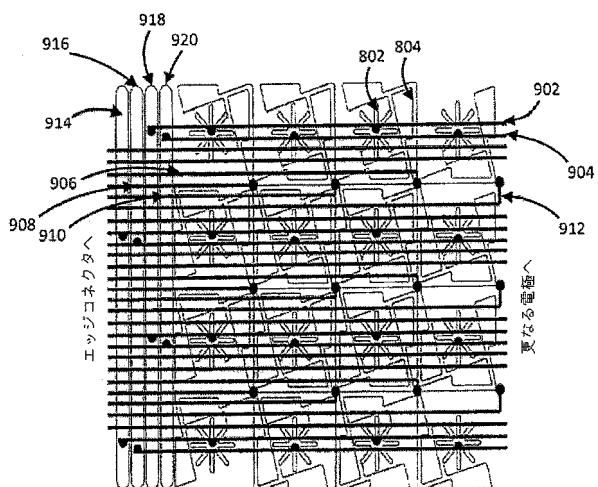


FIG. 9

【図 10】

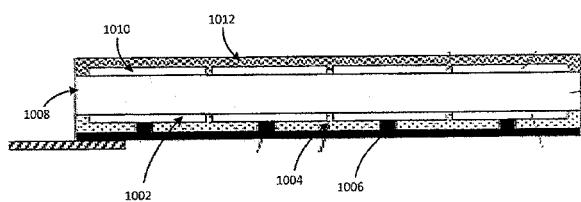


FIG. 10

【図 11】

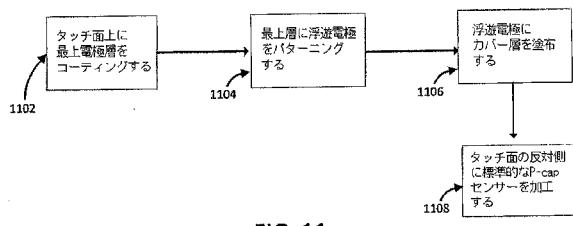


FIG. 11

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2017/034750
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06F 3/01(2006.01)i, G06F 3/041(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06F 3/01; H05H 1/48; G06F 3/044; G06F 3/0488; G06F 3/041		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & keywords: haptic, touch, lower layer, middle layer, upper layer, control electrodes, pitch, width, haptic electrodes, and similar terms.		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015-127270 A2 (NORTHWESTERN UNIVERSITY) 27 August 2015 See paragraphs [0061]–[0062], [0067], [0079], [0107], [0109]–[0110]; and figures 3b, 6.	1–20
Y	US 2016-0070399 A1 (APPLE INC.) 10 March 2016 See paragraph [0128]; and figure 22.	1–20
A	WO 2012-039876 A2 (APPLE INC.) 29 March 2012 See paragraphs [0042]–[0056]; claim 1; and figures 3A–3B.	1–20
A	US 2012-0287068 A1 (J. EDWARD COLGATE et al.) 15 November 2012 See paragraphs [0092]–[0097]; claim 1; and figure 13.	1–20
A	US 2016-0124548 A1 (NORTHWESTERN UNIVERSITY) 05 May 2016 See paragraph [0046]; claim 1; and figure 3.	1–20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 28 August 2017 (28.08.2017)	Date of mailing of the international search report 29 August 2017 (29.08.2017)	
Name and mailing address of the ISA/KR International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Authorized officer BYUN, Sung Cheal Telephone No. +82-42-481-8262	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2017/034750

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2015-127270 A2	27/08/2015	CN 106030478 A EP 3108343 A2 JP 2017-506395 A KR 10-2016-0132828 A US 2017-168572 A1 WO 2015-127270 A3	12/10/2016 28/12/2016 02/03/2017 21/11/2016 15/06/2017 05/11/2015
US 2016-0070399 A1	10/03/2016	AU 2006-218381 A1 AU 2007-100828 A5 AU 2007-101054 A4 CA 2600326 A1 CN 101432677 A CN 103336562 A DE 202006020369 U1 DE 212006000028 U1 EP 1877889 A2 HK 1122460 A2 HK 1122461 A2 HK 1199767 A1 HK 1219318 A1 JP 05550211 B2 JP 05922481 B2 JP 2008-537615 A JP 2012-142033 A JP 2014-042334 A JP 2015-133722 A KR 10-1257964 B1 KR 10-1354316 B1 KR 10-1492761 B1 KR 10-1604565 B1 KR 10-1651975 B1 KR 10-1690164 B1 US 2006-0197753 A1 US 2008-0088602 A1 US 2015-0153895 A1 WO 2006-094308 A2	08/09/2006 20/09/2007 13/12/2007 08/09/2006 13/05/2009 02/10/2013 21/05/2008 20/12/2007 16/01/2008 15/05/2009 15/05/2009 17/07/2015 31/03/2017 16/07/2014 24/05/2016 18/09/2008 26/07/2012 06/03/2014 23/07/2015 30/04/2013 22/01/2014 12/02/2015 17/03/2016 29/08/2016 27/12/2016 07/09/2006 17/04/2008 04/06/2015 08/09/2006
WO 2012-039876 A2	29/03/2012	EP 2619639 A2 TW 201218039 A US 2012-0068957 A1 WO 2012-039876 A3	31/07/2013 01/05/2012 22/03/2012 18/05/2012
US 2012-0287068 A1	15/11/2012	EP 2742410 A2 US 2012-0286847 A1 US 2015-0301673 A1 US 9122325 B2 WO 2012-154960 A2 WO 2012-154972 A2	18/06/2014 15/11/2012 22/10/2015 01/09/2015 15/11/2012 15/11/2012

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family membersInternational application No.
PCT/US2017/034750

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2016-0124548 A1	05/05/2016	WO 2016-073451 A1	12/05/2016

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ

(74)代理人 100213425

弁理士 福島 正憲

(72)発明者 シェリフ, モンデール

アメリカ合衆国 イリノイ 60201, エバンストン, メイプル アヴェニュー 1720

(72)発明者 コルゲート, ジェームズ エドワード

アメリカ合衆国 イリノイ 60201, エバンストン, アズベリー アヴェニュー 2210

(72)発明者 オルレイ,マイケル フレデリック ディヴィッド

アメリカ合衆国 イリノイ 60047, レイク チューリッヒ, フェザント リッジ ドライヴ
1149

(72)発明者 ペシュキン,マイケル,エー

アメリカ合衆国 イリノイ 60202, エバンストン, アズベリー アヴェニュー 927