

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5519539号  
(P5519539)

(45) 発行日 平成26年6月11日(2014.6.11)

(24) 登録日 平成26年4月11日(2014.4.11)

(51) Int.Cl.

G06F 3/041 (2006.01)  
G01L 5/00 (2006.01)

F 1

G06F 3/041 360Z  
G01L 5/00 101Z

請求項の数 29 (全 73 頁)

(21) 出願番号 特願2010-548721 (P2010-548721)  
 (86) (22) 出願日 平成21年2月26日 (2009.2.26)  
 (65) 公表番号 特表2011-513830 (P2011-513830A)  
 (43) 公表日 平成23年4月28日 (2011.4.28)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2009/001217  
 (87) 國際公開番号 WO2009/108334  
 (87) 國際公開日 平成21年9月3日 (2009.9.3)  
 審査請求日 平成24年2月24日 (2012.2.24)  
 (31) 優先権主張番号 61/067,405  
 (32) 優先日 平成20年2月28日 (2008.2.28)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 61/196,508  
 (32) 優先日 平成20年10月17日 (2008.10.17)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 502074002  
 ニューヨーク・ユニバーシティ  
 アメリカ合衆国ニューヨーク州10016  
 , ニューヨーク, ファースト アベニュー  
 550  
 (74) 代理人 100077481  
 弁理士 谷 義一  
 (74) 代理人 100088915  
 弁理士 阿部 和夫  
 (72) 発明者 ケネス パーリン  
 アメリカ合衆国 10003 ニューヨーク州 ニューヨーク ワシントン スクエア ノース 7-13 アパートメント 31B

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】処理装置に入力を与える方法及び装置、並びにセンサパッド

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

処理装置に入力を与える装置であって、  
 表面と、前記表面での圧力を感知し及び前記表面での前記圧力に相応する信号を生成するセンサアレイとを有するセンサパッドであって、前記センサアレイは、抵抗材料で覆われる列電極と行電極とを有し、前記抵抗材料は、前記電極間の空間を充たし、前記電極間で直線抵抗器の役割をして前記電極間の前記パッド表面での圧力を計測する、センサパッドと、

前記センサパッドと接触し、及び、前記処理装置に連結される前記センサアレイと通信して前記処理装置に前記信号を伝達するインターフェースと、  
 を含み、

前記センサパッドが、少なくとも2つの電極行と2つの電極列との間に配置される少なくとも1つの無為電極を含み、前記少なくとも1つの無為電極が、抵抗センシングと容量センシングを組み合わせるために、コンデンサを用いて作動線と連結されている、装置。

## 【請求項2】

前記センサパッドが携帯可能である、請求項1に記載の装置。

## 【請求項3】

前記インターフェースが、USBケーブルと接続するように構成されている、請求項2に記載の装置。

## 【請求項4】

10

20

前記センサアレイが、前記表面上の複数の同時接触点を検出する、請求項3に記載の装置。

【請求項5】

前記表面での前記圧力に相応する前記信号を表示する処理装置と通信するディスプレイを含む、請求項4に記載の装置。

【請求項6】

前記電極が、少なくとも1/8インチ、離間されている、請求項5に記載の装置。

【請求項7】

前記抵抗材料の導電率が圧力で変化する、請求項6に記載の装置。

【請求項8】

前記センサパッドが、列電極を備える第1センサ層と、行電極を備える第2センサ層を有する、請求項7に記載の装置。

【請求項9】

前記センサパッドが、前記第1センサ層と前記第2センサ層との間に配置される空隙を備えた離間部品を有する、請求項8に記載の装置。

【請求項10】

前記センサパッドが、前記第1センサ層と前記第2センサ層が接触している領域に近い行と列の交点で電圧を検出することにより、前記表面で圧力を感知する、請求項9に記載の装置。

【請求項11】

前記センサパッドの走査が前記処理装置により発生する毎に、前記表面上の全点での圧力が、各行に正電圧を個別に印加し、各列上の電圧値を個別に読み出すことにより計測される、請求項10に記載の装置。

【請求項12】

前記センサパッドが追跡パッドのように働く、請求項11に記載の装置。

【請求項13】

前記センサパッドがタブレットとして働く、請求項11に記載の装置。

【請求項14】

前記センサパッドが、前記表面に加えられる前記圧力に対応する形状を検出する、請求項11に記載の装置。

【請求項15】

前記センサパッドが、前記表面上の任意の接触点の相対位置を、前記2つの電極列と前記2つの電極行との間の空間を充たす抵抗材料の流し塗り層を用いて、前記接触点に隣接する2つの電極列と前記接触点に隣接する2つの電極行との間で計測する、請求項1に記載の装置。

【請求項16】

前記少なくとも1つの無為電極は、前記表面で圧力を感知するために、および前記表面での前記圧力に相応する信号を生成するために、前記列電極と行電極とが回路に電気的に接触したままでいる間に、回路に直接電気的に接触しない、請求項1に記載の装置。

【請求項17】

前記列電極と前記行電極が、単一電極の幅よりも大きな距離で離間されている、請求項1に記載の装置。

【請求項18】

センサパッドであって、  
表面と、

前記表面での圧力を感知し、及び、前記表面での前記圧力に相応する信号を生成するセンサアレイであって、抵抗材料で覆われる列電極と行電極とを有し、前記抵抗材料が前記電極間の空間に配置される、センサアレイと、

少なくとも2つの電極行と2つの電極列との間に配置される少なくとも1つの無為電極であって、抵抗センシングと容量センシングを組み合わせるために、コンデンサを用いて

10

20

30

40

50

作動線と連結されている少なくとも 1 つの無為電極と、  
を含んでいる、センサパッド。

【請求項 19】

処理装置に入力を与える装置であって、  
表面と前記表面での圧力を感知し及び前記表面での前記圧力に相応する信号を生成する  
感知手段とを備えるセンサパッドであって、前記感知手段は、抵抗材料で覆われる列電極  
と行電極であって前記抵抗材料が前記電極間の空間に配置された列電極と行電極を有し、  
前記感知手段はさらに、少なくとも 2 つの電極行と 2 つの電極列との間に配置される少  
なくとも 1 つの無為電極であって、抵抗センシングと容量センシングを組み合わせるために  
、コンデンサを用いて作動線と連結されている少なくとも 1 つの無為電極を備える、セン  
サパッドと、  
10

前記センサパッドと接触し、及び、前記処理装置と連結されるセンサアレイと通信して  
前記処理装置に前記信号を伝達するインターフェースと、  
を含んでいる、装置。

【請求項 20】

前記センサパッドが、前記表面に対する複数の同時接触を検出する、請求項 19 に記載  
の装置。  
20

【請求項 21】

前記感知手段およびマイクロコントローラ以外に前記センサパッドに回路がない、請求  
項 20 に記載の装置。  
20

【請求項 22】

処理装置に入力を与える方法であって、  
表面と前記表面での前記圧力を感知するセンサアレイとを有するセンサパッドを用いて  
、圧力を感知する工程と、  
前記センサアレイを用いて、前記表面での前記圧力に相応する信号を生成する工程であ  
って、前記センサアレイは、抵抗材料で覆われる列電極と行電極を有し、前記抵抗材料は  
、前記電極間の空間を充たし、前記電極間で直線抵抗器の役割をして前記電極間前記パッ  
ド表面での圧力を計測し、前記センサパッドが、少なくとも 2 つの電極行と 2 つの電極列  
との間に配置される少なくとも 1 つの無為電極を含み、前記少なくとも 1 つの無為電極が  
、抵抗センシングと容量センシングを組み合わせるために、コンデンサを用いて作動線と  
連結されている、工程と、  
30

前記センサパッドと接触し、及び、前記処理装置と連結される前記センサアレイと通信  
するインターフェースを用いて、前記処理装置に前記信号を伝達する工程と  
を含んでいる、方法。

【請求項 23】

前記生成する工程が、前記センサパッドの走査が前記処理装置により発生する毎に、各  
行に正電圧を個別に印加し、各列上の電圧値を個別に読み出すことにより、前記表面上の  
全ての点で圧力を計測する工程を含んでいる、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 24】

前記計測することが、前記表面に対する複数の同時接触を計測する工程を含んでいる、  
請求項 23 に記載の方法。  
40

【請求項 25】

前記流し塗り層が、前記列電極および前記行電極の頂面、及び、前記列電極および前記  
行電極の底面のうち少なくとも 1 つを覆う、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 26】

前記少なくとも 1 の無為電極は、前記少なくとも 2 つの列電極および前記少なくとも 2  
つの行電極との間の直線的な抵抗力を増加させる、請求項 16 に記載の装置。

【請求項 27】

前記列電極と前記行電極との間に組み入れられた前記無為電極の各々は、(i) 接触点  
と、(ii) 前記各々の無為電極が間に配置される前記相応する列電極および行電極との  
50

間の抵抗を減少する、請求項 1 9 に記載の装置。

【請求項 2 8】

前記行電極および前記列電極は、流し塗り層の抵抗材料で覆われ、前記流し塗り層の抵抗材料は、前記電極の間の空間を十分に又は全体的に充たす、請求項 1 9 に記載の装置。

【請求項 2 9】

前記感知手段は、前記表面の 1 またはそれより多くの端部に沿った 1 またはそれより多くの抵抗材料片を含む、請求項 1 9 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

10

本出願は、2008年2月28日に出願された米国暫定出願第 61/067,405 号、及び 2008 年 10 月 17 日に出願された米国暫定出願第 61/196,508 号からの優先権を主張する。

【0 0 0 2】

本発明は、処理装置に入力を与えることに関し、表面と、その表面で圧力を感知してその表面での圧力に相応する信号を生成するセンサアレイとを有するセンサパッドを含む。(本明細書内で用いられる場合、「本発明」又は「発明」への言及は、模範的実施形態に関連するが、付属の請求項により包含される全ての実施形態に関連するとは必ずしも限らない。)更に具体的には、本発明は、処理装置に入力を与えることに関し、表面と、その表面で圧力を感知してその表面での圧力に相応する信号を生成するセンサアレイとを有するセンサパッドを含み、センサアレイには、列電極と行電極があり、前記電極は、単一電極の幅よりも大きな距離で離間され、電極間の空間に配置される抵抗材料で覆われている。

20

【背景技術】

【0 0 0 3】

本節は、本発明の様々な態様に関連し得る技術の様々な態様を読者に紹介することを目的としている。次の考察は、本発明をより理解しやすくする情報を与えることを目的としている。従って、理解されるべきこととして、次の考察で述べることは、先行技術の承認としてではなく、この見方で読まれるべきである。

【0 0 0 4】

30

複数接触インターフェースへの関心が高まっている。最近の開発品の中では、Perceptive Pixel の F T I R 装置、並びに、マイクロソフトの最近紹介されたマイクロソフトサーフェスと複数接触式画面のアップルの i フォンがある。これらの装置で欠けているのは、デスクトップ PC 又はラップトップ等の通常のコンピュータ装置で用いられる、コンパクトなフォームファクタで、極めて低価格であることである。本発明は、任意の様々なコンピュータ装置でマウスの代わりに使用でき得る、複数接触方法及び装置である。それは、タブレット描画装置(ワコムタブレット)に代わることができる。それは、好ましくは、現在のマウス装置の費用に競合し得る低価格装置である(例えば、30 ~ 50 ドル)。装置は、好ましくはセンサの配列又は格子を含んでいるセンサから構成される。好ましくは、これは、FSR(力感知抵抗)技術又は他の比較的低価格のセンシング技術を使用して作製されるであろう。FSR センサアレイは、費用が 1 平方フィート当たり 10 ドル程度であり得、32 × 32 感知要素アレイを容易に提供することができる。FSR 又は他のセンサアレイ上での複数の接触を、場所と圧力データの流れに変換するために、マルチプレクサと A I D 変換器が使用されてもよい。生データを処理するために、比較的低価格の処理装置が使用され得る。製造費用全体は、最終的に 20 ドル程度である。開発された方法では、比較的低解像度の位置データと関連する圧力データの時間順サンプリングの流れを、副画素解像度位置データに変換又は写像し、生データから得ることができる情報と、処理されているデータが、装置に接触する 1 つ以上の指を表しているという事実を使用する。

40

【発明の概要】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

この節は、領域にわたり圧力を感知する最も周知の既存技術のうちのあるものと、更に徹底的に比較する（図9）。この節は、本発明の様々な態様に関連し得る技術の様々な態様を読者に紹介することを目的としている。次の考察は、本発明をより良く理解しやすくなるための情報を与えることを目的としている。従って、理解されるべきこととして、次の考察で述べることは、先行技術の承認としてではなく、この見方で読まれるべきである。

## 【0006】

容量型アレイ - 容量型アレイセンサ[14]は、最近、iフォン等の装置により普及している[1]。これらのセンサは、金属又は人体（人体容量）の一部等の導体が近づくことによる電気容量の変化を検出する。しかしながら、それらは、絶縁性材料には感知しない。これらの種類のセンサは、圧力を直接感知せず、むしろ、適合容量性物体がセンサに押し付けられる時の表面領域の変化により圧力を感知する。これらの種類のセンサは、誤動作を避けるために一貫した電気容量を保つ必要があるので、ガラスのような剛性表面に通常備え付けられている。これらの種類のセンサは、漂遊容量を相殺しなければならない複雑で高価な読み出し電子機器も必要とする。この理由のために、これらのセンサは、一般に、大型装置にあまりよく拡張できない。

## 【0007】

圧縮可能な容量性アレイ - 容量性アレイセンサの別の形態は、圧力像システム[10]により作製される柔軟センサである。このセンサでは、圧縮可能な材料が、行電極と列電極との間に配置される。圧力が加えられると、材料は圧縮され、行電極と列電極との間のAC信号の容量性結合が増加する。これらのセンサの一つの欠点は、アレイから圧力を読み出すために、振動信号を列電極に供給し、行電極で拾い上げなければならないので、複雑で高価な電子機器を必要とすることである。第2に、これらのセンサは、環境内の漂遊容量により影響を受けることがあり得る。最後に、IMPADとは異なり、これらのセンサは、加えられる力を双直線的に補間する本質的能力がない。従って、IMPADで可能な位置精度の質を得るために、電極の極めて高い解像度か、又は厚みのある力拡散材料のどちらかが、使用されなければならない。

## 【0008】

光学系 - 表面にわたり加えられる力を計測するための別の部類の取組方法は、Perceptive PixelのFTIR表示[4]及びマイクロソフトサーフェス[7]により使用されるような、光学的な取組方法である。FTIRの取組方法では、特定の材料は、剛性透明表面の一面に置かれる。マイクロソフトの取組方法では、材料が、その材料を通過する光（通常、IR）を拡散させるのに対し、Perceptive Pixelの取組方法では、圧力が加えられる時に、材料が、透明表面の平面を通過する光を拡散させる。両方の取組方法では、この拡散光は、次に、表面の後に位置するカメラにより拾い上げられる。これらの取組方法は、大型の入力装置に極めてよく拡張できるが、剛性ガラス上への材料の備え付けを必要とし、カメラの視野を塞がないために大容積の空間を必要とするために、極めて限定されている。最後に、これらの取組方法は、漂遊光の影響を受けやすく、光が突然変わることのない、制御された環境でのみ使用できる。

## 【0009】

抵抗性表面 - 抵抗性表面センサは、POS（販売時点情報管理）で最も慣例的に使用されるセンサであり、接触画面装置は、EIOタッチシステムズ等の会社により製造されている。IMPADのように、これらの装置では、FRS材料の2つの連続するシートが互いに接触している。しかしながら、行電極と列電極とを有する代わりに、FSR材料シートは、縁でのみ接続されている。従って、これらのセンサは、加えられた圧力の重心と総量のみを感知し、単一点の圧力と複数点の圧力を区別することができない。

## 【0010】

抵抗性アレイ - 抵抗性アレイセンサは、基本的に、格子パターンに配置されたFS

10

20

30

40

50

Rセルの配列である。これらのうちの幾つかの例は、TekScanにより作製されるアレイセンサ、及びJazz Mutant Lemurにより使用される透明センサである[5]。IMPADと同様に、これらのセンサは、列電極と行電極の格子により読み出される。しかしながら、そのセンサは、隣接する行又は列の間に加えられる圧力の位置を判定するために正確に使用できないので、連続するFSR材料のシートの代わりに、個別のFSR要素を使用する。従って、IMPADで可能な位置精度の質を得るためには、電極の極めて高い解像度か、又は厚みのある力拡散材料のどちらかが、使用されなければならない。

【0011】

負荷セル - 産業用途では、歪み計を通常使用する負荷セルは、圧力を電気信号に変換するのに使用される。しかしながら、それらは比較的高価であるので、広い領域にわたって圧力分布を計測するために、負荷セルの大きなアレイを組み立てるのは実用的ではない。

10

【0012】

図9:

【0013】

1: 大きな寸法では、対費用効果はない。

【0014】

2: 小さな寸法では、対費用効果はない。

20

【0015】

3: 較正精度は、大きな寸法では低下する。

【0016】

4: 容量性装置は、力を計測できないが、接触領域を計測できる。

【0017】

5: 光学装置は、圧力を計測するために、特定の弾性表面被覆を必要とする。

【0018】

6: これらの装置のうちの幾つかの異なる形態は、全面にわたる圧力の和を計測できる。

【0019】

7: 特定のハードウェアが、漂遊容量を連続的に較正するために必要とされる。

30

【0020】

8: 接触は、漂遊容量により補入できる。

【0021】

9: 連続的な位置決めは、大きな物体か、又は弾性の力拡散パッドのどちらかを必要とする。

【課題を解決するための手段】

【0022】

本発明は、処理装置に入力を与える装置に関する。装置は、表面と、その表面での圧力を感知してその表面での圧力に相応する信号を生成するセンサアレイとを有するセンサパッドを含んでいる。センサアレイには、抵抗材料で覆われる列電極と行電極があり、前記抵抗材料は、電極間の空間を埋め、電極間で直線抵抗器の役割をし、電極間のパッド表面上の圧力を計測する。装置は、センサパッドと接触し、処理装置と連結されるセンサアレイと通信して処理装置に信号を伝達するインターフェースを含んでいる。

40

【0023】

本発明は、処理装置に入力を与える方法に関する。方法は、表面と、その表面で圧力を感知するセンサアレイとを有するセンサパッドを用いて、圧力を感知する工程を含んでいる。センサアレイを用いて、表面での圧力に相応する信号を生成する工程があり、前記センサアレイには、抵抗材料で覆われる列電極と行電極があり、前記抵抗材料は、電極間の空間を埋め、電極間で直線抵抗器の役割をし、電極間のパッド表面上の圧力を計測する。センサパッドと接触し、処理装置に連結されるセンサアレイと通信するインターフェース

50

を用いて、処理装置に信号を伝達する工程がある。

【0024】

本発明は、処理装置に入力を与える装置に関する。装置は、表面と、その表面での圧力を感知してその表面での圧力に相応する信号を生成するセンサアレイとを有するセンサパッドを含んでいる。センサアレイには、列電極と行電極があり、前記電極は、電極間の空間に配置される抵抗材料で覆われている。装置は、センサパッドと接触し、処理装置に連結されるセンサアレイと通信して処理装置に信号を伝達するインターフェースを含んでいる。

【0025】

本発明は、処理装置に入力を与える方法に関する。方法は、表面と、その表面で圧力を感知するセンサアレイとを有するセンサパッドを用いて、圧力を感知する工程を含んでいる。センサアレイを用いて、表面での圧力に相応する信号を生成する工程がある。前記センサアレイには、抵抗材料で覆われる列電極と行電極があり、前記抵抗材料は、電極間の空間に配置され、電極間のパッド表面上の圧力を計測する。センサパッドと接触し、処理装置に連結するセンサアレイと通信するインターフェースを用いて、処理装置に信号を伝達する工程がある。

10

【0026】

本発明は、センサパッドに関する。パッドは、表面を含んでいる。パッドは、表面の圧力を感知し、表面での圧力に相応する信号を生成するセンサアレイを含んでいる。センサアレイには、列電極と行電極があり、前記電極は、電極間の空間に配置される抵抗材料で覆われている。

20

【0027】

本発明は、処理装置に入力を与える装置に関する。装置は、表面と、その表面で圧力を感知してその表面での圧力に相応する信号を生成する手段とを有するセンサパッドを含んでいる。感知手段には、列電極と行電極があり、前記電極は、電極間の空間に配置される抵抗材料で覆われている。装置は、センサパッドと接触し、処理装置に連結されるセンサアレイと通信して処理装置に信号を伝達するインターフェースを含んでいる。

【0028】

付属の図面では、本発明の好ましい実施形態と、本発明を実施する好ましい方法が示されている。

30

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明のセンサパッドの組立図である。

【図2】本発明のセンサパッドの使用に関する図である。

【図3】本発明のセンサパッドの使用図である。

【図4】本発明のセンサパッドの回路図である。

【図5】全ての層を示している本発明のセンサパッドの俯瞰図である。

【図6】本発明のセンサパッドの底層の俯瞰図である。

【図7】本発明のセンサパッドのV H B 封止層のみを示す図である。

【図8】本発明のセンサパッドの表層のみを示す図である。

40

【図9】先行技術を示す。

【図10】本発明のセンサパッドに同時に押し付けられた5本の指の画面取込である。

【図11】本発明のセンサパッドに同時に押し付けられた5本の指の画面取込である。

【図12】本発明のセンサパッドの断面図である。

【図13】本発明のセンサパッド上での力に関して、電源配線とその2つの隣接配線との間の直線電圧降下を示す図である。

【図14】使用者が手をIMPAD上に押し付けているのを示す図である。

【図15】本発明の操作中のIMPAD原理を示す図である。

【図16A】IMPAD上の足を示す図である。

【図16B】その結果得られ、コンピュータ画面上に表示された圧力像である。

50

【図 17 A】 I M P A D 上にある重いブロックを示す図である。

【図 17 B】 図 16 a の、その結果得られた圧力像を示す図である。

【図 17 C】 使用者が図 17 a のブロックの上左側を押している時の圧力像を示す図である。

【図 18】 I M P A D の動作原理を示す図である。

【図 19 A】 個別のセンサのアレイが、ペンの接触について誤った位置を返しているのを示す図である。

【図 19 B】 I M P A D が、適切な接触位置を計算するために、2 つの連続したセンサの間の信号を補間していることを示す図である。

【図 20】 I M P A D の一実施形態の概略図である。

10

【図 21】 小型 I M P A D の概略図である。

【図 22】 大型 I M P A D の概略図である。

【図 23】 圧力が 2 つの列電極と 2 つの行電極との間の点で加えられる時の、4 つの異なるセンサの出力を示す線図である。

【図 24】

【図 24 A】 2 つの隣接する行電極と 2 つの隣接する列電極との間の単一点上の圧力を示す図である。

【図 24 B】 図 24 a に関する代表的な回路図である。

【図 25】  $R_c$ 、 $R_r$  及び  $R_{r'}$  よりも十分に大きな  $R_f$  値を代入した結果得られる、かなり直線の出力対位置曲線を示す図である。

20

【図 26】  $R_c$ 、 $R_r$  及び  $R_{r'}$  と同程度の大きさの  $R_f$  値を代入した結果得られる、あまり直線ではない出力対位置曲線を示す図である。

【図 27 A】 2 つの層の圧縮されていないスポンジ状導電性材料を示す図である。

【図 27 B】 2 つの層の圧縮されたスポンジ状材料を示す図であり、それらの層の間の接触領域は増加している。

【図 28】 本発明のセンサパッドの纖維状及び布状に織られた構造の実施形態を示す図である。

【図 29 A】 あらゆる行 / 列が作動状態であるセンサパッドの表示を示す図である。

【図 29 B】  $n$  行 / 列毎の行 / 列が作動状態であるセンサパッドの表示を示す図である。

【図 29 C】 第 1 及び最終の行 / 列のみが作動状態であるセンサパッドの表示を示す図である。

30

【図 30】  $2N$  回の工程に構成された、センサパッドの時間変化操作順序を示す図である。

【図 31】 行及び列に関して、単一点で接触されている表面の表示を示す図である。

【図 32】 接触の半分が接続子の左側にあり、接触の半分が接続子の右側にある表示を示す図である。

【図 33】 電極の 2 つの層 1 と 5 の間に位置する伝達弾性材料の表示を示す図である。

【図 34】 電極一面に印刷された F S R 材料の縞を示す図である。

【図 35】 あらゆる他の電極組の間で切断できる、層 2 及び層 4 により作製される面内抵抗の表示を示す図である。

40

【図 36】 無為電極を備えたセンサパッドの表示を示す図である。

【図 37】 本発明の透明メッシュの実施形態を示す図である。

【図 38】 対角導線を備えた  $N \times N$  センサを示す図である。

【図 39】 タイルのみが作動状態である、図 38 の実施形態を示す図である。

【図 40】 本発明の別の実施形態を示す図である。

【図 41】 抵抗性センシング及び容量性センシングを組み合わせるために、無為導線がコンデンサで作動線に結び付けできる方法を示す図である。

【図 42】 センサ裏面上のリターンワイヤを使用して、無為の電気的に誘導性の閉回路を形成できる方法を示す図である。

【図 43】 格子を曲げることにより作製された円状の U n M o u s e P a d 用の垂直電極

50

の配置を示す図である。

【図44】格子を曲げることにより作製された円状のUnMousePad用の水平電極の配置を示す図である。

【図45】格子を曲げることにより作製された円状のUnMousePad用の垂直電極と無為線の配置を示す図である。

【図46】格子を曲げることにより作製された円状のUnMousePad用の水平電極と無為線の配置を示す図である。

【図47】頂部及び底部センサ層上の半径方向及び同心円方向の両電極を示している円状のUnMousePadの配置を示す図である。

【図48】半径方向と同心円方向の両電極、ならびに頂部及び底部センサ層の上の無為線を示している、円状のUnMousePadの配置を示す図である。 10

【図49】互いの上に重ねられた列電極と行電極を備えた（無為電極を持たない）足センサ格子の像である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

ここで、同じ参照番号が幾つかの図を通して類似又は同一部品を指している図面に、更に具体的にはそれらのうちの図1～4、図11及び図12に関して、処理装置120に入力を与える装置100が示されている。装置100は、表面16と、表面16で圧力を感知して表面16での圧力に相応する信号を生成するセンサアレイ18を有する、センサパッド140を含んでいる。センサアレイ18には、列20及び行22電極24があり、前記電極は、好ましくは単一電極24の幅よりも大きな距離で離間され、抵抗材料で覆われ、前記抵抗材料は、電極24間の空間26を埋め、電極24間で直線抵抗器の役割をし、電極24間のパッド140表面16上の圧力を計測する。装置100は、センサパッド140と接触し、処理装置120に連結されるセンサアレイ18と通信して処理装置120に信号を伝達するインターフェース28を含んでいる。 20

【0031】

好ましくは、パッド140は、携帯することができる。インターフェース28は、好ましくは、USBケーブル30と連結するように構成される。好ましくは、アレイは、表面16上の複数の同時接触点を検出する。装置100は、好ましくは、画面上に信号を表示する、処理装置120と通信するディスプレイ32を含んでいる。好ましくは、電極24は、少なくとも1/8インチ離れている。抵抗材料は、好ましくは、導電率が圧力で変化する。 30

【0032】

センサパッド140は、好ましくは、列20電極24を備え第1センサ層34と、第2行22電極24を備えるセンサ層36を有する。好ましくは、パッド140は、空隙を備えた離間が、部品第1層と第2層との間に配置される。パッド140は、好ましくは、第1層と第2層が接触している領域の近くにある行22と列20の交点での電圧を検出することにより、表面16上の圧力を感知する。好ましくは、パッド140の走査が処理装置120により発生する毎に、表面16上の全ての点での圧力は、各行22に正電圧を個別に印加し、次に、各列20で電圧値を個別に読み出すことにより計測される。 40

【0033】

パッド140は、トラックパッドのように操作することができる。パッド140は、タブレットとして操作することができる。パッド140は、表面16に加えられる圧力に相応する形状を検出することができる。

【0034】

本発明は、処理装置120に入力を与える方法に関する。方法は、表面16と、表面16での圧力を感知するセンサアレイ18とを有するセンサパッド140を用いて、圧力を感知する工程を含んでいる。センサアレイ18を用いて、表面16での圧力に相応する信号生成する工程がある。センサアレイ18には、列20と及び行22電極24があり、前記電極は、好ましくは単一電極24の幅よりも大きな距離で離間し、抵抗材料で覆われ、 50

前記抵抗材料は、電極 24 間の空間 26 内を埋め、電極 24 間で直線抵抗器の役割をし、電極 24 間のパッド 140 表面 16 上の圧力を計測する。センサパッド 140 と接触し、処理装置 120 に連結されるセンサアレイ 18 と 通信する インターフェース 28 を用いて、処理装置 120 に 信号を伝達する 工程がある。

【0035】

好ましくは、生成工程は、パッド 140 の走査が処理装置 120 により発生する毎に、各行 22 に正電圧を個別に印加し、次に、各列 20 で電圧値を個別に読み出すことにより、表面 16 上の全ての点で圧力を計測する工程を含んでいる。

【0036】

本発明は、処理装置 120 に入力を与える装置 100 に関する。装置 100 は、表面 16 と、表面 16 での圧力を感知して表面 16 での圧力に相応する信号を生成するセンサアレイ 18 とを有するセンサパッド 140 を含んでいる。センサアレイ 18 には、列 20 及び行 22 電極 24 があり、前記電極は、好ましくは単一電極 24 の幅よりも大きな距離で離間し、電極 24 の間の空間 26 に配置される抵抗材料で覆われている。装置 100 は、センサパッド 140 と接触し、処理装置 120 に連結されるセンサアレイ 18 と通信して 処理装置 120 に信号を伝達する インターフェース 28 を含んでいる。

【0037】

好ましくは、センサパッド 140 は、接触点に隣接する 2 つの電極列 20 と接触点に隣接する 2 つの電極行 22 との間で、表面 16 上の任意の接触点の相対位置を計測する。センサパッド 140 は、少なくとも 2 つの電極行 22 と 2 つの電極列 20 との間に配置される、図 36 に示されるような、少なくとも 1 つの無為電極 38 を含むことができる。センサパッド 140 は、透明導線を含むことができる。表皮は、透明でありえる。

【0038】

本発明は、処理装置 120 に入力を与える方法に関する。方法は、表面 16 と、表面 16 での圧力を感知するセンサアレイ 18 とを有するセンサパッド 140 を用いて、圧力を感知する工程を含んでいる。センサアレイ 18 を用いて、表面 16 での圧力に相応する信号を生成する工程がある。センサアレイ 18 には、列 20 及び行 22 電極 24 があり、前記電極は、好ましくは単一電極 24 の幅よりも大きな距離で離間し、抵抗材料で覆われ、前記抵抗材料は、電極 24 間の空間 26 に配置され、電極 24 の間のパッド 140 表面 16 上の圧力を計測する。センサパッド 140 と接触し、処理装置 210 に連結されるセンサアレイ 18 と 通信する インターフェース 28 を用いて、処理装置 120 に信号を伝達する 工程がある。

【0039】

好ましくは、表面 16 上の任意の接触点の相対位置を、接触点に隣接する 2 つの電極列 20 と接触点に隣接する 2 つの電極行 22 との間で計測する工程がある。

【0040】

本発明は、センサパッド 140 に関する。パッドは、表面 16 を含んでいる。パッド 140 は、表面 16 での圧力を感知し、表面 16 での圧力に相応する信号を生成するセンサアレイ 18 を含んでいる。センサアレイ 18 には、列 20 及び行 22 電極 24 があり、前記電極は、好ましくは単一電極 24 の幅よりも大きな距離で離間され、電極 24 間の空間 26 に配置される抵抗材料で覆われている。

【0041】

本発明は、処理装置 120 に入力を与える装置 100 に関する。装置 100 は、表面 16 と、表面 16 での圧力を感知し、表面 16 での圧力に相応する信号を生成する手段とを有するセンサパッド 140 を含んでいる。感知手段には、列 20 及び行 22 電極 24 があり、前記電極は、好ましくは単一電極 24 の幅よりも大きな距離で離間され、電極 24 間の空間 26 に配置される抵抗材料で覆われている。装置 100 は、センサパッド 140 と接触して、処理装置 120 に連結されるセンサアレイ 18 と通信して 処理装置 120 に信号を伝達する インターフェース 28 を含んでいる。

【0042】

10

20

30

40

50

感知手段は、センサアレイ 18 でありえる。

#### 【0043】

本発明の操作において、UnMousePad は、薄くて柔軟であり低価格の複数接触入力装置である。組み立てられたUnMousePad（別の場合、本明細書内では「パッド」又は「センサ」と呼ばれる）は、寸法が約 3.5 インチ × 3.5 インチ、厚さが約 1/200,000 インチであり、9 行、9 列を有する。センサは、2 つの側面から構成される。各側面は、ポリエステルの裏板に印刷され、FSR（力感知抵抗器）インクで重ねて印刷された一連の銀配線で構成される。2 つの側面は、互いに垂直に配置され、感知行列を作り出す。値の読み出しあは、一方の行 22 電極 24 を +5 V の電圧で個別に駆動し、他方の行 22 電極 24 を接地することにより実行される。次に、マイクロコントローラ上のアナログピンを使用して、個別の列 20 上で電圧を、1 つの列毎にサンプリングし、同時に、他の全ての列 20 線を接地する。FSR パッドの設計は、駆動された行 22 と接地された行 22 との間のセンサの入力側での電圧勾配と、同様に、現在感知されている列 20 と接地された列 20 に流れる電流の勾配を自然に作り出す。連続した FSR は、出力電圧を生成する、アースに達する抵抗器の役割をするので、出力を読むための追加の抵抗器を与える必要がない。印刷されたセンサとマイクロコントローラ以外の、複数接触パッドから圧力を読み取るための回路を必要としない、複数接触入力を行うための他の取組方法は存在しない。マイクロコントローラを駆動する電圧制御装置と USB 接続を提供する回路という大規模でない、費用のかからない回路のみが必要とされる。サンプリング、アナログ - デジタル変換およびデータ処理の制御は、USB ケーブル 30 を使用してコンピュータと通信するマイクロプロセッサにより実行される。

#### 【0044】

指摘すべき重要なことは、先行技術の XY・FSR センサ（TekScan 等の会社により製作される）は、銀配線の上に FSR の縞を（センサがここで使用する流し塗り層の代わりに）使用していることである。このために、先行技術の XY センサは、増幅器、抵抗バンク等を読み出す回路を必要とし、センサ上にゴム層等の力分散器を用いなければ、縞の間に加えられる圧力位置を感知することができない。対照的に、ここでのセンサは、余分な回路を必要とせず、ペン先でセンサ上に直接押されることになる点のような、小さな点の圧力を正確に検出することができる。

#### 【0045】

センサ読み出しに使用できるマイクロコントローラは、マイクロチップ PIC24HJ256GP210 であり、前記チップは、256KB のフラッシュプログラムメモリ、16KB の RAM、32 のアナログ入力、53 のデジタル入力を有し、価格は、大量購入で約 4.56 ドルである。このマイクロコントローラを使用して、センサは、32 × 53 の解像度で作製することができる。行 22 及び列 20 間の離間が 1/4 インチでは、センサは、面積で 8 インチ × 13 インチという大きさで構成することができる。

#### 【0046】

1. 高速走査により、楽器等の興味深い用途が可能となる。記載された発明は、更に高速で走査することができるよう、1 つ置きの列 20 の信号を同時にサンプリングするように使用されてもよい（同時に、他の列 20 は接地される）。この方法では、センサパッド全体を 2 つの経路で走査することができる。この取組方法により、装置内の余分な電力の引き出し量は最小になる。

#### 【0047】

2. 同時走査は、次のようにも実行できる。複数の列 29 と複数の行 22 を駆動させて、大部分のセンサの信号を同時にサンプリングする。これは、多重スケールサンプリングを可能にし、粗い解像度で開始し、必要な場合には、接触が検出された領域内で、より細かに走査することができる。

#### 【0048】

3. センサ解像度と寸法が増加するにつれて、FSR 材料に、更に高い抵抗を用いる必要がある。そうでなければ、センサは、あまりにも大きな電流を引き出すことになる。こ

10

20

30

40

50

これは、問題であり、なぜならば、回路（例えば、本発明の一実施形態で使用されるマイクロコントローラ）には、回路が供給又は吸収する電流量に制限があるからである。例えば、P I C 2 4 H J 2 5 6 G P 2 1 0 では、各ピンが、4 mAの電流に制限されている。電流流量は、F S Rの抵抗を高くすることにより、限られた程度であるが、縮小できる。1つの解決策は、更なる電流を供給／吸収できる小さなマイクロコントローラを、例えば、2 5 mAを供給／吸収できるP I C 1 6 / 1 8 シリーズ、又は4 0 mAを供給／吸収できるA T m e g a 4 8 / A T m e g a 8 8 / A T m e g a 1 6 8 を使用することである。

【0049】

U n M o u s e P a d の用途及び関連する構想

【0050】

1 ) 大型の複数接触床パッドを模擬するために、U n M o u s e P a d を使用することができる。これにより、卓上で複数接触床パッドを試作することができ、床パッドは、物理的に存在する必要がない。

【0051】

2 ) 複数接触用途で開発し、実験するために、U n M o u s e P a d を使用することができる。U n M o u s e P a d は、使用者のコンピュータ画面、キーボード、又はマウスを入れ替える必要がないので、コンピュータ使用者が既に有するコンピュータシステムに補足できる。その上、U n M o u s e P a d は、画面に取り付けられていないので、卓上に快適に置かれ、使用できる。長期的に使用される状況では、これは、使用者が、腕を上げ、コンピュータ画面上に設置された複数接触センサを触ることを必要することよりも疲れない。

【0052】

3 ) U n M o u s e P a d は、極めて表現力の高い楽器又は動画入力装置として使用することができる。

【0053】

4 ) U n M o u s e P a d ・ ウィジェットキット／A P I。まさに、スイинг又はA W Tを用いてジャバ用ウィジェットを組み立てることができるように、ソフトウェア開発者が接触感受ウィジェットから構成される特別仕様のインターフェースを作成することを可能にし得るソフトウェア・ツールキットを、U n M o u s e P a d のハードウェアプラットフォーム上に構築することが可能である。開発者は、直線摺動部品要素、円形摺動部品要素、ノブ、押しボタン、力感受押しボタン、トグルボタン、及びX Y 入力パッド等の、既製のウィジェットが提供され得る。抽象プログラミングインターフェース2 8 ( A P I ) は、センサからの生データを、アプリケーションが読み取ることができる各ウィジェット用の単純な浮動小数点出力／事象に変換する全ての作業を処理し、開発者は、センサの動作について下位レベルの詳細を知る必要はない。加えて、そのキットにより、開発者は、家庭用プリンタから、特別仕様ユーザインターフェース2 8 重ねシートを印刷できるであろう。U n M o u s e P a d が、大きさで、標準レーザプリンタ出力と同じ寸法である8 . 5 インチ×1 1 インチであれば、開発者は、紙の重ねシートを切り取る必要はなく、むしろ、センサの上に丁度、その重ねシートを置くことができ、それにより、特注印刷のコントローラ視覚を作り出すことができる。A P I は、早打ちの一組のしぐさのみに、若しくは、ペンや手のひらではなく指のみに、若しくは、指やペンではなく手のひらのみに、若しくは、ボール跳ね返り又は長期事象のみに応答する、アクセス可能な特定の制御を作り出すこともできる。較正時に重量又は形状を計測できる制御を与えることができる。このようにして、そのA P I を用いるコントローラを使用して、楽器、人形操りインターフェース、及び広範囲のゲームと設計用途のためのインターフェースを作り出すことができる。

【0054】

5 ) U n M o u s e P a d は、画面上に仮想的に描くか、又は書く方法として使用することができる。使用者は、パッドの下に紙を置き、ハードコピーと仮想コピーの両方を得ることもできる。別の用途は、塗り絵本又は文法書をより良いものとすることであり、児

10

20

30

40

50

童は、ページに色を塗るか、又は文字を書く時に、その進行についてのフィードバックを得ることができる。

【0055】

6) パッドは、電子機器を損傷させることなく、より小さな寸法に切り取りできるよう 10 に、設計することができる。この特徴は、全ての種類の特別仕様インターフェースを作り出すのに、産業用製品のセンサを試作する道具として有用である。小さな製品製造ラインでは、既製の UnMousePad を使用する方が、特別仕様の被膜スイッチ又は FSR 入力装置を設計するよりも安価でありえる。

【0056】

7) 小さな物理的重ねシートは、個別の仮想ウィジェットの上に置くことができる。例 10 えば、ボタンの外観のために、UnMousePad の表面 16 上に、ボタンの触感があつて押された時に出入りする小さなシリコーンボタンパッドを重ねることができる。ボタンを適所に接着するために、薄い層の接着剤を使用することができる。

【0057】

8) UnMousePad センサの上に、柔軟性ディスプレイを配置することができる。例 20 えば、E Ink は、変色カプセルがポリエスチルの 2 つの層の間に挟まれるような、柔軟性ディスプレイ技術を開発している。UnMousePad は、ポリエスチルから作製されるので、その半部分は、ちょうど E Ink ディスプレイの下側に、印刷され得る。ディスプレイ 32 は、それを通じて力が感知されるのに十分に柔軟であり、圧力により損傷しない限り、UnMousePad 上に配置できる。代わりに、UnMousePad は、透明インクで作製できるので、従来のコンピュータディスプレイ 32 の上に配置できる。

【0058】

9) UnMousePad は、コンピュータ描画タブレットの代用として使用でき、一般的のタブレット（ワコムタブレット等）とは異なり、我々の装置は、薄く、柔軟で、安価であり、あらゆるペン又は鉛筆を使って使用できる（特定の、容易に紛失し得るデジタイザを必要としない）。

【0059】

図 1 に関して：

【0060】

34. 列電極と接続端子（10）を備えた上部センサ層

30

【0061】

2. 空気間隙（11）を備えた離間部品

【0062】

36. 行電極と接続端子（12）を備えた底部センサ層

【0063】

4. センサ接続子（13）とインターフェースケーブル接続子（14）を備えた読み出し回路基板

【0064】

30. インターフェースケーブル

40

【0065】

12. 複数接触が有効なソフトウェアを備えたコンピュータ

【0066】

7. カバー用のねじ（8, 9）

【0067】

8. 頂部回路基板カバーと尾部（10）保持体

【0068】

9. 底部回路基板カバーと尾部（12）保持体

【0069】

図 2 に関して：

50

【0070】	
書き込みモードで使用される UnMousePad	
【0071】	
18. UnMousePad センサ / 書き込み表面 16	
【0072】	
28. UnMousePad 電子部品部	
【0073】	
30. コンピュータへのインターフェースケーブル (USB 等)	
【0074】	
12. コンピュータ	10
【0075】	
32. ディスプレイ	
【0076】	
6. ペン / 鉛筆 / ボールペン等の書き込み用具	
【0077】	
7. 手	
【0078】	
8. 机	
【0079】	
図3 について :	20
【0080】	
複数接触モードで使用される UnMousePad :	
【0081】	
18. UnMousePad センサ / 書き込み表面 16	
【0082】	
28. UnMousePad 電子部品部	
【0083】	
30. コンピュータへのインターフェースケーブル (USB ケーブル等)	
【0084】	
12. コンピュータ	30
【0085】	
32. ディスプレイ	
【0086】	
6. 装置を使用している手	
【0087】	
図4 について :	
【0088】	
1. マイクロコントローラ	
【0089】	
2. 列電極用接続一式	40
【0090】	
3. 行電極用接続一式	
【0091】	
4. 電力を供給し、接地し、信号を送信及び受信するインターフェース接続子 (例えば USB 接続子)	
【0092】	
5. トランシーバ回路。	
【0093】	
6. 電圧制御回路	
【0094】	

## 7.ねじ穴

【0095】

## 8.回路基板

【0096】

図5に関して、第2又は底層と第1又は表層の両方が示されている。縁の近くのVHBは、FSR材料の開始点まで続かなければならないが、FSR材料を越えるべきではない。縁の周りの全ての配線は、VHBで覆われるべきである。尾部領域内の配線は、露出されたままであるべきである。センサ内部での真空形成を保つために、少なくとも1つの空気間隙が、センサの左側のVHB内にあるべきである。尾部上の配線は、ZIF又はゼブラコネクタが将来付け加えできるように、露出されるべきである。試験のために、配線は一枚の紙で隔離できる。0.1インチ離間接続子が、尾部の最右部分に留められる。

10

【0097】

図6に関して、底層のみが示されている。縁の近くのVHBは、FSR材料の開始点まで続かなければならないが、FSR材料を越えるべきではない。縁の周りの全ての配線は、VHBで覆われるべきである。尾部領域内の配線は、露出されたままであるべきである。センサ内部での真空形成を保つために、少なくとも1つの空気間隙が、センサの左側のVHB内にあるべきである。尾部上の配線は、ZIF又はゼブラコネクタが将来付け加えできるように、露出されるべきである。試験のために、配線は一枚の紙で隔離できる。0.1インチ離間接続子が、尾部の最右部分に留められる。

20

【0098】

図7に関して、VHB封止層のみが示されている。縁の近くのVHBは、FSR材料の開始点まで続かなければならないが、FSR材料を越えるべきではない。縁の周りの全ての配線は、VHBで覆われるべきである。尾部領域内の配線は、露出されたままであるべきである。センサ内部での真空形成を保つために、少なくとも1つの空気間隙が、センサの左側のVHB内にあるべきである。尾部上の配線は、ZIF又はゼブラコネクタが将来付け加えできるように、露出されるべきである。試験のために、配線は一枚の紙で隔離できる。0.1インチ離間コネクタが、尾部の最右部分に留められる。

【0099】

図8に関して、表層のみが示される。縁の近くのVHBは、FSR材料の開始点まで続かなければならないが、FSR材料を越えるべきではない。縁の周りの全ての配線は、VHBで覆われるべきである。尾部領域内の配線は、露出されたままであるべきである。センサ内部での真空形成を保つために、少なくとも1つの空気間隙が、センサの左側のVHB内にあるべきである。尾部上の配線は、ZIF又はゼebraコネクタが将来付け加えできるように、露出されるべきである。試験のために、配線は一枚の紙で隔離できる。0.1インチ離間コネクタが、尾部の最右部分に留められる。

30

【0100】

入力データを処理するアルゴリズム：

【0101】

1)定常状態値の較正：UnMousePad上の接触がある時と場所を、接触がない時を知るために重要なことは、センサパッドの定常状態値を計算できることである。このために、本発明は、SmartLinesセンサ用に独自に開発された技術を使用するが、それは、以前、どこにも記載されていない。以下は、アルゴリズムの記述である。各入力センサに対して、センサが作動していない時に生成する値を表示する変数を保持する。その変数に対する適切な値は、温度と他の外因で変動し得る。入力センサが、較正值よりも高い値を経時的に記録すれば、較正值は増し、逆もまた同様である。使用者が較正工程を呼び出す必要はなく、較正は、自動的に行われる。自動較正を実行するために、較正值は、入力が小さくなれば徐々に減少し、較正值は、入力が大きくなれば徐々に増加する。圧力がセンサに加えられる時に値が増し、それによりセンサのその領域で感受しなくなるのを回避するために、使用者が1点でセンサを押さえる時間よりも更に長い期間にわたってのみ較正值が著しく増加するように、圧力で較正值が増加する割合を非常に小さくする

40

50

。そのような十分に長い時間の例は、20分である。加えて、較正値が減少する割合を、増加する割合よりも、はるかに高くなる。このようにして、使用者がセンサを繰り返し作動させる時に、較正値は、作動時と別の作動時の間に比較的速く降下するので、徐々に増加することはない。

【0102】

UnMouse Padは、8.5インチ×11インチの寸法で組み立てられ、解像度が1/4インチであり、29の行と19の列を備えている。

【0103】

走査アルゴリズムの記載：（これは、マイクロプロセッサ上で入力を走査するために実行されるアルゴリズムである。）

【0104】

初期化：

【0105】

コンピュータへのUSBインターフェース（又は他のインターフェース）を初期化する。

【0106】

FOR R = 1 to 行数

【0107】

行Rに対するピンを出力に設定する

【0108】

行Rに対するピンの出力を0に（接地されるように）設定する

【0109】

END FOR

【0110】

FOR C = 1 to 列数

【0111】

列Cに対するピンを出力に設定する

【0112】

列Cに対するピンの出力を0に（接地されるように）設定する

【0113】

End FOR

【0114】

「走査データ」と呼ばれる、寸法が行数×列数の2次元配列を割り当てる

【0115】

無限ループを開始する：（これは、データを走査するためのものである）

【0116】

FOR R = 1 to 行数

【0117】

行Rに対するピンの出力を1（チップにより、+5V又は+3.3V）に設定する

【0118】

FOR C = 1 to 列数

【0119】

列Cに対するピンを入力に設定する

【0120】

僅かの時間、待機する（これは、必要とされないが、幾つかの場合に、電圧を安定させるために必要であることがある）

【0121】

A2D（アナログ・デジタル変換器）で列Cに対するピンの電圧を測定し、「走査データ」[C, R]内に値を格納する

【0122】

10

20

30

40

50

列 C に対するピンを出力に戻るように設定する

【0123】

END FOR

【0124】

行 R に対するピンの出力を 0 に戻るように ( 接地されるように ) 設定する

【0125】

END FOR

【0126】

IF 使用者が、生データを望む THEN

【0127】

USB インターフェース ( 又は他のインターフェース ) を通じてコンピュータに全「走査データ」配列を送信する。

【0128】

任意選択的に、伝送されるデータ量を最小限にするために、変化した「走査データ」項目のみを送信することができる。

【0129】

ELSE IF 使用者が処理済みデータを望む THEN

【0130】

( これは、マイクロプロセッサが、データを処理するのに十分に速いと仮定している。遅いマイクロプロセッサでは、この処理は、コンピュータ上で行われる。 )

【0131】

コンピュータに送信する前に処理済みデータを一時的に格納するために、使用されることになる「走査バッファ」を割り当てる。

【0132】

作動していると見なされるセンサ要素を計数する、「閾値」を計算する :

【0133】

「走査データ」項目のヒストグラムを計算する。

【0134】

ヒストグラムを使用して、大部分のセンサ要素の値を見つけ出し、「主要値」内に格納する。

【0135】

「閾値」を「主要値」 + 「相殺値」に設定する。「相殺値」は、センサ誤動作を取り除く実験的に定められた小さな値である。

【0136】

値が「閾値」よりも上の全ての「走査データ」項目 ( センサ位置 ) の一覧表である、「作動項目」を作成する。

【0137】

「作動項目」に流し込みアルゴリズムを使用することにより、作動センサ位置の接続集合の一覧表である、「接続項目」を作成する。

【0138】

FOR EACH [ 接続項目 ] 内の項目

【0139】

各場所で力により重みを付けられた接続項目の平均位置である「重み平均位置」を計算する。

【0140】

全ての接続項目の合計である「総合力」を計算する。

【0141】

加えられた力の形状を最良に記述する長円体の長さ、重量及び回転から構成される、「形状」を計算する。

【0142】

10

20

30

40

50

これらの3つの計算された項目を「走査バッファ」に付け加える

【0143】

END FOR

【0144】

USB(又は他のインターフェース)を通じてコンピュータに走査バッファを送信する。  
。

【0145】

END IF

【0146】

END 無限ループ

10

【0147】

操作中に、パッドは、その表面16に沿った全ての点で圧力を計測し、そのデータを解釈し、USB等のインターフェース28を通じてコンピュータにデータを送信する。そのようにして、パッドは、触れられていない時、単一の指、尖筆、又あらゆる他の物体で触れられている時、又は、指、尖筆、又は他の物体により複数の点で触れられている時を検出できる。パッドを使用し始めるために、使用者は、コンピュータ上のUSBポート(USBインターフェースを使用していると仮定する)にパッドを差し込むことにより開始する。コンピュータは、次にパッドに電力を与え、パッドを初期化する。初期化後、コンピュータは、パッドを検出し、パッド用のドライバを初期化し(又はそのドライバがまだ使用可能でなければ、ドライバをインストールするように使用者に求め)、パッドから入力データを読み出し始める。

20

【0148】

この時点で、使用者は、パッドを使用し始める。使用者が、パッドを押すために、単一の指、複数の指、尖筆、又あらゆる他の物体を使用していようとも、全く同じ操作が起こるので、簡略化のために、使用者は一本の指を使っていると仮定する。パッドは、駆動されるとすぐに、パッドの表面16を走査し始め、加えられているあらゆる圧力を検出する。パッドは、走査を実行する毎に、表面16上の全ての点で圧力を計測する。パッドは、各行22に正電圧を個別に印加することにより走査を行い、次に、各列20で電圧値を個別に読み出す。このようにして、パッドは、各々の行22と列20の組みに対する電圧を計測し、その電圧は、行22と列20の交点の近くに加えられる圧力に対応している。走査されているものを除く全ての行22と列20は、マイクロプロセッサにより接地されるべきである。これには、2重の効果がある。第1に、それは、遠く離れた列20と行22との間の信号の混合を制限する(圧力が单一点で加えられる場合、出力を局所に置く)。第2に、それは、行22の間と列20の間に電圧勾配を作り出す。これらの電圧勾配により、行22及び列20電極24の間に加えられる圧力を検出し、列20電極24で測定可能な電圧を生成することができる。パッドは、表面16上の早打ち(例えば、100Hz)を検出するのに十分に高くあるべき割合で、この走査アルゴリズムを通して循環する。各々の走査の後に、パッドは、USB接続(又は他のインターフェース)を通じて、コンピュータに印加圧力についての情報を送信する。情報の詳細な記載は、以下に見出すことができる。

30

【0149】

使用者が一本の指でパッドに圧力を加えると、表層のFSRインクと底層のFSRインクを、局所領域内で使用者の指先の形に互いに押し付ける。行22と列22の走査が進むにつれて、パッドは、FSRインクの頂層と底層が接触する領域の近くの行22と列20の交点で、増加した電圧を検出する。従って、電圧が増加したこれらの行22/列20の交点は、圧力のある場所の周りに収束することになる。これらの電圧の増加の原因是、電流が、駆動された行22から、行22電極24を覆うFSR層を通り、次に、接触されている部分を通り、次に、列20電極24を覆うFSR層へ、次に、そのFSRを通り、最終的に、そのFSR層の近くの列20電極24へ流れることである。所与の点に加えられる圧力が大きいほど、より多くの電流が流れ、出力電圧はより高くなる。同様に、圧力が

40

50

加えられる表面 16 領域が大きいほど、電圧はより高くなる。しかしながら、走査が特定の時点で起こっている行列を除く、全ての列 20 と行 22 を接地しているので、走査されている行 22 の間近の行 22 の間の領域と、走査されている列 22 の間近の列 22 の間の領域とを除く、いずれの場所でも正電圧ではありえない。このようにして、操作中は、増加した電圧は、圧力が加えられる領域の直下にあるか、又は圧力が加えられている F S R 材料の正方区画の間近にある、行 22 / 列 20 の交点上でのみ検出されることになる。更に、この特性は、尖筆の先端等の小さな点が、2 つの行 22 と 2 つの列 24 の間の正方区画の中に圧力を加えてもその圧力を検出することができ、正方区画の隅にある 4 つの行 22 / 列 20 の交点での信号の相対的強度から、その位置を計算することができることを意味している。

10

#### 【 0150 】

複数の指又は他の物体がパッドに接触する場合、電圧が増加した複数束の行 22 / 列 20 が、検出されることになる。全ての力が、パッドから取り除かれると、パッドは、電圧が増加したあらゆる行 22 / 列 20 交点を検出するのを止める。

#### 【 0151 】

パッドについての 5 つの使用上の筋書きがある。第 1 の筋書きでは、使用者は、トラックパッドのように（通常のマウスの代わりに）、パッドを使用する。この筋書きでは、機器上のパッドドライバ又はファームウェアは、多くのラップトップ上のトラックパッドと同じように、マウスの動作を模倣することになる。このように、この筋書きでは、パッドは、通常のトラックパッドのように操作することができる。動作の模倣は、次のように働く。マウスの位置は、パッドに加えられる全ての圧力の力加重平均位置に由来することになる。しかしながら、使用者は、パッド上にその手のひらを留めることができ。ドライバ / ファームウェアには、手のひらを（広領域の圧力として）検出し、それを排除するアルゴリズムがあるべきである。クリックは、表面 16 上で軽打（又は素早い圧力増加）がある時に検出され、2 本の指による軽打として、右クリックを検出することができ、2 つの指をともに引きずることによりスクロールを表現することができる。このモードでは、パッドは、2 つの指を使用して拡大縮小及び回転するような更に複雑なしぐさも解釈し、拡大縮小及び回転命令を補助するアプリケーションに拡大縮小 / 回転信号を送信する。第 2 の筋書きでは、使用者は、パッドをタブレットとして使用する。この筋書きでは、ソフトウェアが、小さな点の圧力を探し、コンピュータにその点の位置と圧力を与え、同時に全ての大きな点の圧力は、排除される（指と手のひらを効率的に取り除く）。圧力が小さな閾値を越える時に、マウス下げ事象を送信し、圧力が緩められる時に、マウス上げ事象を送信することができる。この簡単な規則で、ペンを軽い圧力を加えながら移動することにより、まさに、マウスは、クリック又はドラッグすることなく移動 / 浮遊し、クリックは、表面 16 を叩くことにより作動することができ、ドラッグは、圧力を加えてペンを移動させ、次に緩めることにより作動することができる。右クリックは、長い保持期間が後に続く軽打として表現できる。第 3 の筋書きでは、右手の尖筆入力と左手の複数接触入力を組み合わせる様式で実験をすることに关心がある。これは、芸術家が一方の手で一枚の紙を持ち、他方の手で描画する方法と類似している。これは、本質的に、第 1 の使用の筋書きと第 2 の使用の筋書きの組み合わせであり、ソフトウェアにより補助されなければならないであろう。第 4 の筋書きでは、パッドは、「生の」複数接触入力装置として、「生の」複数接触入力を理解するアプリケーションソフトウェアとともに使用されることになる。この筋書きでは、パッドは、その表面 16 上に隣接する接触点を見出し、各々の全体走査のためのアプリケーションに、各接触点についての幾つかの部分情報を搬送するデータ束を送信する。この情報には、中心接触点、総合力及び、楕円により（送信される楕円の幅、高さ及び方位角で）表示されることになる接触形状が含まれる。アプリケーションは、アプリケーションが受信するデータを解釈し、前記データを所望の形に処理する役割を担う。例えば、触り池を模擬しているアプリケーションは、パッド上のあらゆる点で触れを検出する時はいつでも、模擬内の対応する場所で波を立たせる。最後に、第 5 の操作の筋書きでは、パッドは、走査している時に読む生の値を、各ピクセルの明るさが

20

30

40

50

、対応する行 2 2 / 列 2 0 の交点で加えられた圧力に対応している 2 次元階調像の形態でコンピュータに送信することになる。この場合、アプリケーションは、受信するデータの全ての処理と解釈を行わなければならないことになる。この様式は、使用者が、指の代わりに物体の形又は圧力を検出し、加えられた圧力「像」を得ようと試みるアプリケーションに役立ち得る。例えば、この様式は、センサ上でのタイヤ回転の圧力パターン、センサを踏みつける際のアスリートの重量分布、又はサッカーボールがセンサ上を跳ねる時の衝突中のサッカーボールの形状を記録することを望む科学者又は学生に有用である。

#### 【 0 1 5 2 】

言うまでもなく、マウスマード以外の全てのモードでパッドを操作するために、使用者は、その種類の対話を補助するために書かれたソフトウェアを必要とし得る。例えば、児童が複数の指で描くことを可能にする指描画プログラムは、適切に動作するために、センサからの複数接触データを解釈できなければならない。そうではなく、マウス入力データのみを解釈できる場合は、一本の指でしか描画することができない。4 つの異なる使用の筋書きの切り替えは、装置上のハードウェアスイッチにより、又は、その装置のためのある環境設定ソフトウェアの制御により起こすことができる。装置を使用しているソフトウェアは、装置が必要としている入力データの種類を問い合わせることができる A P I を提供することができる。これにより、ユーザは、装置用の操作モードを手動で選択しなければならないことから解放される。最後に、装置は、入力データの幾つかの形態を同時に提供することができ、アプリケーションは、それが望む入力データの好ましい形態を選択することができる。

10

#### 【 0 1 5 3 】

T e k S c a n により又は J a z z M u t a n t により作製されるセンサのような、X Y 位置と力を計測するための他の複数接触 F S R センサでは、列 2 0 及び行 2 2 用の電極 2 4 は、極めて近くに配置され、F S R 材料で重ねて印刷されているが、F S R は、流し塗り層ではない。言い換えると、F S R は、電極 2 4 のみを覆っている。このために、先行技術のセンサは、解像度が粗い（それらのセンサは、行 2 2 と列 2 0 の交点で力を十分に拾い上げるが、指が 2 つの行 2 2 及び列 2 0 との間で移動する時に、指の位置を正確に推測することができない）。尖筆が使用される場合、画面上を滑らかに移動する代わりに、場所の間で飛び跳ねるように見えるので、問題は、更に悪い。それを補うために、それらのセンサは、極めて数多くの列 2 0 と行 2 2 を用いて作製され、良好な位置解像度を得ることができるが、これにより、列 2 0 と行 2 2 を読み出す電子機器は、低速になり、費用が嵩む。これらのセンサを補充できる別の方法は、センサ上に軟らかいゴムパッドを置くことであるが、これにより、センサの厚さが増し、尖筆でセンサ上に書き込むことができなくなる。

20

#### 【 0 1 5 4 】

先行技術と比較しての本発明の主な改善の 1 つは、薄い列 2 0 及び行 2 2 電極 2 4 が使用されることであり、前記電極は、かなり遠くに配置され、列 2 0 と行 2 2 との間の空間を埋める F S R 又は抵抗材料の流し塗り層で覆われている。その材料は、列 2 0 と行 2 2 との間で直線抵抗器の役割をするので、2 つの列 2 0 又は 2 つの行 2 2 の間に落とされる尖筆又は指の位置は、正確に計測され、多数の列 2 0 と行 2 2 は必要とされず、センサ上にゴムパッドを置く必要もない。

30

#### 【 0 1 5 5 】

8 . 5 " × 1 1 " センサでは、1 / 4 " 離間された 3 0 列と 4 0 行のみがある。列 2 0 と行 2 2 が少数であるにもかかわらず、指又は尖筆の位置は、正確に測定され、使用者がセンサ上で指を滑らかに動かすと、画面上を滑らかに移動することができる。

40

#### 【 0 1 5 6 】

副次的利便性として、列 2 0 と行 2 2 がそのように少ないので、装置全体から読み出しを得るために、単一の 7 ドルのマイクロチップを使用することができる。T e k S c a n と J a z z M u t a n t 等の会社により作製される類似の装置は、極めて数多くの列 2 0 と行 2 2 があり、多数の信号を得るために多量の電子機器を含んでいるので、価格が 1

50

, 000 ドル以上である。これにもかかわらず、それらの装置は、本明細書中の技術と同程度に正確に、指又は尖筆を追跡することができない。別の利便性は、他の装置の場合と同じように電流を電圧に変換するために、個別の列 20 上の抵抗器を使用する必要がないことであり、なぜならば、配線上に印刷された F S R / 抵抗材料が、それ自体でこの機能を果たすからである。

#### 【 0 1 5 7 】

本発明の別の利点は、本パッドが、必ずしも、画面上で機能する複数接触装置であるように作製されていないことである。パッドは、使用者の入力を表示する画面を見ながら、机の上で簡単に使用できる。

#### 【 0 1 5 8 】

Ｌ又は他の形状の描画が、ここで記載される。

#### 【 0 1 5 9 】

最初に記載されるのは、画面上で使用者が見ているものである。パッドがデスクトップ上で使用される場合、使用者に、手が画面上の物に対してどこに位置するかを示さなければならず、それは、マウス po in ta が、使用者に、マウスが画面上のものに対してどこに位置しているかを示す方法と類似している。これを行うために、指先が透き通った長円体として現れるように、重ね合わせが画面上で行われる。長円体の寸法と形は、使用者が触っている接触点の寸法と形に対応すべきである。使用者が更に圧力を加えると、接触点の寸法は、大きくなり、視覚的表示は、圧力が増していることを示す。同じことが、尖筆を用いる場合も発生する。使用者は、パッド上で尖筆を移動させると、尖筆が画面に対してどこに位置しているかがわかるように、点が画面上に表示される。圧力が加えられる時を示す方法も提供される。これは、接触点の寸法を大きくするか、色を（例えば、赤から青へ）変えることで行うことで行うことができる。これは全て、あらゆる用途に対して機能するように、オペレーティングシステムにより処理されるが、同様に、個別のアプリケーションにより処理され得る。

#### 【 0 1 6 0 】

パッドと W a c o m タブレットのようなものとの間の大きな違いは、尖筆がパッド上で浮遊している時に、パッドが尖筆点を追跡できないことである。使用者は、使用しているアプリケーションに対する位置を画面上で見ることができるように、紙上で尖筆を軽く走査しなければならない。しかしながら、パッドは圧力を正確に計測できるので、「クリック」又はドラッグを作動させるために、追加の圧力を使用することができる。

#### 【 0 1 6 1 】

クリックを表すために、軽打を使用することもでき、2重クリックを表すために、2重軽打を使用することができる。描画用途の場合では、ある程度の圧力に達すると描画し始めるように、尖筆を作製することができる。一筆の太さを変えるために、圧力の程度を変えることもできる。

#### 【 0 1 6 2 】

Ｌを描くことに戻る。使用者は、尖筆で描いている場合、画面上でカーソルを見るために、パッドを軽く触る。ここで起こることは、ドライバ／ハードウェアが、圧力点を検出し、後にその点を参照できるように、それに固有の識別子を作り出すことである。次に、その尖筆点のカーソルを作り出すべきであるという通知を、固有の I D 、カーソルの位置及び現在の圧力とともに、オペレーティングシステムに送信することになる。尖筆の I D を 0 とする。点が移動する時、ドライバ／ハードウェアは、その点を指す固有の I D を使用して、その点を追跡し、点が動いているという事象をオペレーティングシステムに送信するべきである。尖筆点の現在位置と圧力も送信するべきである。オペレーティングシステムは、次に、画面上のカーソルの位置とカーソルの外観を更新することになる。その外観は、上記のように圧力の程度が変わるにつれて変わってもよい。使用者は、次に、このフィードバックを使用し、描き始めたい場所の点に尖筆を移動することになる。これが起こっている時に、オペレーティングシステムは、アプリケーションがカーソルのある場所を知ることができるように、カーソルが移動しようとしているという「カーソル浮遊」メ

10

20

30

40

50

ツセージを、様々なアプリケーションに、カーソル位置及び力とともに送信してもよい。アプリケーションは、使用者が例えばボタン又はハイパーリンクにカーソルを移動させる時に、それらを際立たせるために、この情報を使用することができる。描画用途の場合、そのアプリケーションは、カーソル点がある場所に描画ブラシの形を表示することができ、そのため、使用者は、尖筆を引き下げる場合に描画する場所を知るすることになる。次に、使用者は、描画開始の準備できた時に、余剰の圧力を加えることになる。ハードウェア／ドライバは、この余剰圧力を記録し、余剰圧力がカーソル0に加えられたことを確認し、オペレーティングシステムに知らせる。ハードウェア／ドライバは、ある時点で、圧力が「カーソル下げ」事象として計数されるのに十分に高いと結論を下すことになる。オペレーティングシステム及び／又は駆動ソフトウェアは、使用者が、オペレーティングシステムの制御パネル内でマウス感度をここで調節できるのと同じように、その圧力で「カーソル下げ」事象を誘発することを望んでいる閾圧力を調節することを可能にする対話機能を有することができる。ハードウェア／ドライバは、「カーソル下げ」検出する時、カーソル下げ事象の圧力と位置をオペレーティングシステムに知らせることになる。オペレーティングシステムは、次に、可聴クリック及び／又はカーソルの外観の視覚的变化を使用して、「カーソル下げ」を生成したという、あるフィードバックを使用者に与えることになる。オペレーティングシステムは、カーソルが特定の点に着地したことをアプリケーションに知らせ、「カーソル下げ」座標、カーソルの固有ID、および電流圧力の両方を送信する。使用者が、Lを描くためにカーソルを移動させ続け、大きさが変化する圧力を加える時、ハードウェア／ドライバは、尖筆を指す固有IDを使用して、オペレーティングシステムに「カーソルが移動した」通知を送信し、新たな位置と力の値を下位に送信することにより、オペレーティングシステムに位置と圧力の変化を知らせることになる。オペレーティングシステムは、次に、使用者が描画しているアプリケーションにこれらの通知を送信する。オペレーティングシステムは、画面上に「カーソル点」も描き続ける。アプリケーションは、使用者が線を描いた領域内でピクセルを黒色で埋め、使用者が描画した場所（これは、アプリケーションの実装で変わることもある）の内部表記を格納し始める。使用者がLを描くのを終了した時、尖筆から圧力を解放することになる。圧力が「カーソル下げ」事象のために設定された閾値未満に降下するとすぐに、「カーソル上げ」事象が、ハードウェア／ドライバにより固有ID0に対して生成され、事象の位置と力とともに、オペレーティングシステムに送信されることになる。オペレーティングシステムは、次に、「カーソル上げ」事象を誘発したという通知を使用者に与えることになる。これは、可聴なアン・クリック音を奏ることにより、又はカーソルの外観を視覚的に変えることにより行うことができる。オペレーティングシステムは、次に、アプリケーションに「カーソル上げ」事象と全ての関連情報を送信する。アプリケーションは、次に、画面上の線描画を停止する。ハードウェア／ドライバは、次に、画面上のカーソルを更新できるように、カーソルID0の移動をオペレーティングシステムに知らせる状態に戻る。オペレーティングシステムは、次に、カーソルが移動するアプリケーションに「カーソル浮遊」メッセージを送信する状態に戻る。尖筆が上げられる時、ハードウェア／ドライバは、尖筆が上げられてことを検出し、固有ID0のカーソルが上げられたことを、位置と最後に記録された力とともにオペレーティングシステムに知らせる。オペレーティングシステムは、次に、画面上にカーソルを描くのを止める。

#### 【0163】

これが、尖筆ではなく指で行われる場合、画面上のカーソルの形が指に対応することがあることを除いて、全く同じことが起こる。同様に、単に位置と力だけではなく、ハードウェア／ドライバにより検出されている長円体の形状をアプリケーションに送信することを望み得る。これにより、アプリケーションは、より豊かなユーザ体験を与えることができる。例えば、使用者の指の形の線を描き、余剰圧力が加えられる時に太さを増すことができる。

#### 【0164】

複数の指が、描画するために同時に使用されている場合、ハードウェア／ドライバは、

10

20

30

40

50

全く同じ情報を送信する。しかしながら、第1の指以外の、接触を成す各々の追加の指に対して、新たな指は、第1の指に対して送られたメッセージと、追加の指に対して送られたメッセージを区別する異なる固有IDを受け入れる。指が解放された時はいつでも、その固有IDは、将来後の指接触のために再使用できるように、共通プールに戻される。

【0165】

様々なしぐさを検出するため複数の指先を解釈する方法と、アプリケーションが複数の指の入力に対して何を行うかについては、それは、大抵の場合、オペレーティングシステムと所与のアプリケーションに従う。

【0166】

電極24と流し塗り層の両方は、周知の画面印刷工程を通して作製される。画面は、周知の写真工程で作製される。インクは、周知の印刷プレスで印刷され、センサは、オープン内に置かれ、インクが乾燥される。 10

【0167】

電極24は、高導電性の銀インクから作製される。銀も、腐食しないので好ましい。

【0168】

FSR塗り層は、中央に大きな正方区画の開口部を有する画面パターンで印刷される。

【0169】

一貫性と滑らかな仕上がりを有するために、及び、銀がFSRを通り抜けて粘着しないことを確保するために、1つ以上のFSR層が、互いの上に印刷される。通常、1~4層が印刷される。FSRインクは、その抵抗率を調節して圧力に応答するために加えられる異なる添加剤も有する。例えば、FSRインクの抵抗を高めるために、カーボンインクを加えることもできる。本明細書内に参照により組み込まれている、PCT出願第2006/138618号も参照すること。 20

【0170】

FSRは、力感受抵抗器 (force sensitive resistor) の略である。FSRインクは、抵抗性で、弾性のインクであり、上部表面16が粗い。FSRインクは、導電性表面16に対して押し付けられると、導通し始めるが、その粗さは、それ自体と表面16との間に空気間隙を作り出す。更に圧力が加えられると、FSRインクは、表面16の形に従い、接触する表面16の面積が増し、更に導通する。実際には、伝導率は、圧力に対してほぼ直線関係を有する。抵抗率は、1/伝導率であるので、実際に圧力の逆数に比例して変化する。 30

【0171】

次は、センサからの信号が処理される方法である。

【0172】

1. センサを走査し、電圧値の2次元配列を生成する

【0173】

ハードウェアは、本明細書に記載される走査アルゴリズムを使用してセンサからアナログ値を走査する時、基本的に、大きさが行数×列数の2次元配列値を取り込もうとしている。各値は、所与の行/列の交点に対して読み出された電圧に対応する。値は、大抵は、A2D変換器から読み出される8ビット、10ビット、12ビット又は16ビット整数となる。そのように、これは、残りの処理を行うために使用する入力である。留意すべきこととしては、データを読み出すマイクロコントローラ上でこの処理を行うのは、そのデータの全てがUSB/他の接続を通してコンピュータに送信される必要はないので、有益である。処理を行った後、各フレームの少量の情報を渡される。この情報は、主に、接触点(又は接続セグメント)の一覧である。各接触点は、ID、圧力、中心、及び、接触点の形を記述するために使用できる長円体の寸法を有する。 40

【0174】

次は、表面16上の点を検出するアルゴリズムである。

【0175】

2. 電圧を圧力に変換する

10

20

30

40

50

## 【0176】

最初に、全てのアナログ電圧値を取り込み、それらを圧力に変換しなければならない。ここで記載される実施形態では、電圧が圧力に比例していると仮定し、圧力として、単に、電圧を直接使用した。その結果は、良好であった。

## 【0177】

どの点が接触されているかを判定する

## 【0178】

圧力があった後、どの点でセンサ上に接触があるかを判定する方法を必要とする。これを行うために、センサ上の各々の行 22 / 列 20 交点が接触していない時に与える値を常に較正している、アルゴリズムを有する。アルゴリズムは、極めて長い時間間隔にわたり起こるいすれの接触も無視することにより、動作する。これは、皮膚が圧力に適応する方法に似ており、誰かが不意に触った場合、即座にそのことに気付くが、肩で重いバッグを運んでいる時、これについて全く忘れている。このようにして、1ペニー硬貨の上にセンサを置く場合（例として）、センサは、数秒でペニー硬貨を検出し得るが、それについてはすぐに忘れるであろう。これを行う方法は、較正值について、大きさが行数 × 列数の追加の 2 次元配列を格納することである。全てのフレームに、較正ルーチンを実行する。較正ルーチンの動作は、電流値が較正值よりも大きければ、固定された僅かな量だけ較正值を増加させる。電流値が較正值よりも低ければ、固定された僅かな量だけ較正值を減少させる。「僅かな量」は、人が单一点を押すのに費やす時間よりも、センサが圧力に適応するために長い時間を時間をかけるように選択されるべきである。例えば、使用者が、1点を決して 10 秒以上にわたって押さない場合、2 分の間、一定である圧力に適合させるのが安全であろう。この案の別の改善点は、較正值を、増加する量よりも大きな量で減少させることである。これを行うことにより、較正ルーチンは、小さな値に戻ることを「好む」。これは、使用者がセンサを繰り返し叩く場合に有用である。指を下げている間では、較正值は、少量だけ増加するが、指を上げた場合、値は、適切な較正值に素早く戻る。

10

## 【0179】

較正データを得た後、較正值は、単に、工程 2 からの 2 次元配列内で得られた各圧力値から引かれる。これは、圧力値の新たな配列として今度は使用される。定常圧力について何の心配も無いからである。次に、配列内の圧力が、いすれかの圧力が小さな一定閾値よりも大きいか、調べられる。閾値は、0 よりも大きいが、人が軽くあるものに触った時に加える圧力よりも小さい、実験的に定められた圧力であるべきである。閾値圧力よりも大きな圧力を見出す所はどこでも、接触点と見なす。

20

## 【0180】

4. 接続セグメントに対する種子点を見つける

## 【0181】

指先又は尖筆で圧力が加えられる時はいつでも、圧力が最大である中心点があるはずである。この工程では、全ての接触点に対して、極大値である点を見つけることを試みる。言い換えると、上、下、左、右及び対角線方向の隣接する点よりも圧力が高い点を探す。これは、全ての圧力値について反復実行し、9つの隣接場所で、反復実行の各反復を比較するのと同じような簡単な工程である。これを行った後に、全ての種子点（指又は尖筆が触れている全ての点の中心）の一覧を有するはずである。

30

## 【0182】

5. 接続セグメントを見つける

## 【0183】

ここで、各種子点の周りの、全ての接続領域を見つけたい。言い換えると、各指 / 尖筆が触れている場所の中心を既に見つけたので、ここでは、指 / 尖筆が触れている領域全体を見つけたい。最初に、各セグメントが点の一覧である、セグメント（各種子点に対して 1 つ）の一覧を作成する。各種子点が、1 つのセグメントに加えられる。ここで、各セグメントに対して、セグメント内に既にある点に隣接する全ての点を調べる。接触点であり

40

50

、まだ別のセグメントの一員ではない点を見つけると、現在のセグメントの一員としてその点を加える。このアルゴリズムを完了した後に、各セグメントが、単一接触点に属する接続点の全てを含んでいる、セグメントの一覧を有することになる。

【0184】

6. 接続セグメントの中心と圧力を見つける

【0185】

ここで、各セグメントに対して中心を見つけることが望まれる。これを行うには、セグメントを成す点の位置の加重平均を取る。値は、各々の点での圧力により重み付けされる。セグメント上に加えられる全圧力も、全ての圧力を合計することにより見つけられる。

【0186】

7. 各接続セグメントの分散（長半径と短半径と歪み）を見つける

【0187】

ここで、長円体を見つけ、各接触点の形を記述したい。これを行うには、セグメントの中心の周りのセグメント圧力の分布のX及びY方向の分散を計算する。歪みを計算するには、対角方向の分散を計算する。これらは、次に、接続セグメントの形に密接に整合する長円体を記述するのに使用される。留意すべきは、尖筆点を記述する長円体は、直径が、行22と列20との間の離間とほぼ同じ寸法であることである。これは、正確ではないが、その離間が指の寸法よりも小さい限り、長円体の形を調べることにより、尖筆と指との間の差を見分けることは容易となる。更に、これは、尖筆の点及び圧力の、中心位置及び圧力読み出し値が極めて正確であるので、尖筆を追跡するのにあまり問題にならない。

【0188】

8. 接続セグメントを追跡する

【0189】

先に、接触点は、固有IDを受け入れ、そのため、指／尖筆が移動している時、同じ固有IDを保持していることを述べた。これは、以前のデータフレームからの、接続セグメントについての全ての情報を記憶することによって行うことができる。次に、現在のフレーム中の全ての接続セグメントを記述する位置、力及び、長円体を計算した後に、それらを、以前のフレームからのセグメントと照合することを試みる。これを行うには、現在のフレーム内の所与のセグメントに最も近い、以前のフレーム内のセグメントを見つける。次に、2つのセグメントの間の距離を調べ、指／尖筆が1フレーム内でその距離を移動しなければならなかった速度を計算し、それが同じ指／尖筆でありえるのかを判定する。次に、これらの圧力、寸法及び長円体形状を比較する。これらは、フレーム間でかなり同じであるはずである。これらの確認の全てが通れば、現在のフレーム内のセグメントに、以前のフレーム内のセグメントからのIDを割り当てる。以前のフレームとの整合が見られない現在のフレーム内のあらゆるセグメントは、新たな接触点と見なされ、新たな固有IDが割り当てられる。以前のフレーム内に存在したが現在のフレーム内に見出すことのできなかった、あらゆるセグメントは、使用者が指を上げたセグメントと見なされる。留意すべきこととしては、この追跡は、2次元配列内のいずれのデータも必要とせず、以前のフレーム内で見出された接触点一覧表のみを必要とするので、ドライバ又はオペレーティングシステム内で容易に実行できる。ドライバ又はOS内でこれを行う利点は、ドライバ/OSを改良又は更新するほうが、普通、外部装置上にあるファームウェアを更新するよりも容易であることである。

【0190】

9. フィルタ

【0191】

データのフィルタリングが望まれうる。例えば、人が手のひらで物の上を偶発的にクリックすることは望まれないので、手のひらを取り除くことを望まれうる。これは、表面16領域が極めて広いが、表面16領域に与えられる圧力が低い、接触点を無視するような、発見法により行うことができる。別のフィルタリング技術は、手のひらを指に照合することを試みることである。周知であるのは、手のひらは、通常、指の下に見られるので、

10

20

30

40

50

大きな接触点が小さな接触点の下に見られると、これを手のひらと見なすことができる。ちょうど接続セグメントの追跡のように、ドライバ内で又はオペレーティングシステム内で、このフィルタリング工程を実行することができ、ドライバ/OS内で追跡を実行するのが有利であるのと同じ理由で、ドライバ/OS内でこのフィルタリング工程を実行することは、有利である。

【0192】

パッド、より具体的に、そう呼ぶことを希望するならば、手パッドのための上記の同じ技術は、大きな寸法に拡大するのみで、足パッドに使用することができる。特に、足パッドは、大きな寸法に拡大すること以外は、手パッドと同一の技術である。感知要素の数と配置、格子配線パターン、電子機器及びアプリケーションソフトウェアは、全て同じである。本明細書内に記載される実施形態では、手パッドと足パッドとの間の寸法比は、人の指の長さとその人の足の長さとの間の差に類似しており、約12の割合である。しかし、実際には、縮尺決めは、任意の割合でありえる。

10

【0193】

本発明は、低価格の複数接触圧力取得装置（IMPAD）、又はここで呼ばれるパッドを可能にする、新たなセンサ様式に関する。IMPAD技術は、連続した双直線補間で複数の圧力点を検出することができ、高フレームレートと表面16上の空間的に変化する圧力の高質画像の両方を可能にする。

【0194】

力可変抵抗器を複数点の接触入力装置として使用することは、新しくはないが、この領域での以前の作業は、個別の独立したセンサの配列に集中していた。IMPADと以前の技術との間の主な違いとしては、IMPADは、人の皮膚の多重解像度特性をより厳密に模倣し、複数接触識別よりも細かな縮尺で、接触位置を検出することができる。

20

【0195】

IMPADセンサは、本質的に、目立たず、高価ではなく、極めて長持ちするので、多くの潜在的な用途がある。IMPADセンサは、水圧を連続的に追跡する船体、又は、地震活動の結果を追跡する断層帶内の耐負荷建築物構造体等の、非常に大きい物体上に配置できる。IMPADセンサは、靴底内に配置され、僅かな動きを検出するのに十分に微細な解像度で、足の位置と姿勢を調査することができる。

【0196】

30

IMPADセンサが開発され、それらの電気的特性の理解が向上したことにより、圧力の全体像を常に連続的に追跡する必要のある状況で取得され得る情報の種類と質が高められる。

【0197】

IMPADは、主に、低価格で、幅広い様々なフォームファクターで、複数接触圧力を画像化できるので、社会の多くの分野で、極めて広い範囲の潜在的な用途がある。本技術が、直接的な、潜在的に変容する影響を与える用途としては、床マットと入口センサ、生体圧力センサ、楽器、乳幼児監視、作図机、再設定可能な制御パネル、書写パッド、食品雑貨店及び倉庫の棚、病院のベッド、建設材料、車椅子及び他の補助装置、スポーツ用具、スポーツ用衣服、携帯式電子機器及びタイヤ圧力センシングが挙げられる。

40

【0198】

IMPAD（低価格複数接触式圧力取得装置）は、表面16上の圧力の実時間像を取得する新たな分類の装置である。IMPADセンサは、5つの層から構成されている。第1層と第5（外部）層は、平行配線から成り立っている。層1上の平行配線の方向は、層5上の平行配線の方向に実質的に直交している。第2層と第4層は、大幅な電気抵抗を有する材料から成り立っている。第3（中央）層は、外部力により圧縮されると電気抵抗が減少する材料である、力感受抵抗（FSR）材料から成り立っている。この中央層は、圧力に応答して抵抗が変化するあらゆる材料でありえる。圧力が加えられると抵抗が増加する材料を使用することもできる。圧力で抵抗が減少する材料として、FSRインク、FTR（力伝達ゴム）、及び静電気発泡樹脂（圧縮されると更に導通する）がある。

50

## 【0199】

操作の仕組みは、以下の通りである（図12）。層1に沿った配線のうちの1つは、電力が供給されて正電圧になり、一方、層1内の他の全ての配線は、接地される。正電荷は、表面16を通り、電源配線からその配線に隣接する2つの配線へ、層2内の抵抗材料を介して流れ、電源配線とその2つの隣接配線との間に、直線の電圧降下を作り出す（図13）。

## 【0200】

2つのクロックサイクル毎に、正電圧は、次の配線に移動する。層1上にN個の配線がある場合、パターンは、あらゆる2Nクロックサイクルで繰り返される。その間、層5内の偶数番号の配線は、全ての偶数クロックサイクルで、一面に、出力として計量されるのに対し、層5内の奇数番号の配線の全ては、接地される。全ての奇数クロックサイクルでは、偶数番号の配線は、接地されるのに対し、奇数番号の配線は、出力として計量される。

10

## 【0201】

代わりに、列20及び行22配線の組みの間の位置での電圧は、層1上の所望の電極24を駆動し、層5上の所望の電極24から電圧を読み出すことにより、直列に1つずつ走査でき、一方では、層1及び層5上の全ての他の電極24は、接地される。これは、一般に、走査レートを制限するが、単一電圧のみを個別に読むことができる簡単な電子機器が使用される用途等の、幾つかの用途に十分でありえる。

## 【0202】

20

層1上の電源配線に隣接する表面16上の点で、外部圧力が与えられる時に、電気は、層2から層3を通じて層4へ、横手方向に流れる。この接触が層1上の正に帯電した電源配線に相対的に接近することは、横手方向の流れる電圧に影響を与える。ある流れは、層4内の抵抗材料を介して、層5内の隣接配線のうちの1つに進むのに対し、残りの流れは、層5内の他方の隣接する配線へ進む。これらの配線のうちの1つは計量されるが、他方は、アースに設定される。その接触が計量される配線に相対的に接近することは、その配線で計測されることになる電圧にも影響を与える。

## 【0203】

電源供給と計量が時間によって変化するパターンを有するため、点接触は、4クロックサイクルの各々で、繰り返しパターンの2N工程の間、ゼロではない出力電圧を生成する。これらの4つの電圧は、共に使用され、その点での圧力振幅ばかりでなく、層1上の2配線と層5上の2配線の4つの隣接する配線により囲まれる正方区画内の点の相対位置も測定することができる。

30

## 【0204】

上記のことは、原理を示す理想的な記述である。実際には、IMPADの仕掛けは、多くの異なる方法で実装できる。例えば、配線層1及び配線層5は、抵抗層2及び抵抗層4内に埋め込みできる。又は、層2及び層4は、それ自体がFSR材料でありえ、層3が、空気間隙として実装される。この実装では、外部圧力は、層2と層4との間に更に大きな接触表面16領域を作り出し、それにより、それらの層の間の電気抵抗が低減する。層は、一貫した順序である必要はない。例えば、IMPADは、層1及び5の配線がそれぞれ布の縦糸と緯糸であり、各配線が抵抗材料の薄層で被覆され、外部圧力によりこれらの内部に織られた被覆配線の間の接触領域が大きくなる、織布材料として実装できる。

40

## 【0205】

また、層2及び層4を成す抵抗材料は、表面全体16に広がる必要はない。抵抗性材料は、例えば、表面16の縁に沿って、又は、表面16に沿う細い縞の中で、対応する導線の方向に垂直な方向に走ることができる。例えば、層2を構成する1つ以上の抵抗縞は、各々が、層1の導線に垂直に走ることができ、層4を構成する1つ以上の抵抗縞は、各々が、層5の導線に垂直に走ることができる。

## 【0206】

幾つかのIMPAD機器が、FSRセンサの作製の既存の技術を使用して組み立てられ

50

た。IMPADの実装は、縁に共に取り付けられた2枚の8.5インチ×11インチの紙薄型シートのPETプラスチックから成り立っている。各シートの内側にあるのは、1/4インチで離間した平行電極24から構成される回路パターンである。接続領域は、コンピュータにインターフェース28で接続する電子機器を取り付ける側に提供される。

#### 【0207】

力感受度を提供するために、両側面上の電極24は、FSR(力感受抵抗器)インクの中実層で、重ねて印刷される。作製されたIMPADは、半導性の、微視的縮尺で粗いFSRインクを使用するので、圧縮されると、頂層と底層との間の伝導率は、力が加えられるにつれて、ほぼ直線的に増加する。FSRインクにより、電流は、隣接する電極24間の各シートの表面16に沿って流れることもできる。この流れにより、IMPADは、2つの電極24間のいかなる場所にある点の位置と圧力をも同時に感知することができ、全ての圧力点を、電極24間の1/4インチ間隔よりも小さな圧力点でも検出し、連続的に追跡することができる。

#### 【0208】

図14: この画像は、使用者がIMPAD上に手を押し付けていることを示す。取り付けられたコンピュータは、IMPAD上に加えられた、空間的に変化する圧力の等高線表記を表示している。

#### 【0209】

センサの出力線は、幾つかのシフトレジスタとマイクロコントローラから構成される回路基板に接続され、前記マイクロコントローラは、読み出し値を取得し、コンピュータにその値を伝える。マイクロコントローラは、シフトレジスタを使用して、一回に一つずつの列20電極24を駆動し、次に、各偶数行22から、続いて各奇数行22からアナログ電圧値を読み出す。次に、次の列20に切り替え、残りの列20に対して繰り返す。マイクロコントローラは、基板上搭載A/D変換器で、それらのアナログ電圧値をデジタル電圧値に変換する。最後に、マイクロコントローラは、完結したデータフレームをコンピュータに送信する。幾つかのIMPADは、現在のところ、29×39の電極24の格子上で、毎秒約50サイクルで圧力像を捕獲し、毎秒500サイクルのフレームレートに達することができる。

#### 【0210】

図15: 操作中のIMPAD原理の表示。暗線は、表層上の、駆動された行22電極24を表す。明線は、マイクロプロセッサにより読み出されている底層の列20電極24を表す。全ての他の電極24は、接地されている。窪みは、力を加え、頂層と底層との間の接触面積が増加していることの影響を視覚化している。

#### 【0211】

図16a及び図16b: 図16aは、我々のIMPAD上に押し付けられている足を示す。図16bは、コンピュータ上に表示された、その結果得られた圧力像を示す。

#### 【0212】

図17a~17c: 図17aは、IMPAD上に乗せられている重いブロックを示す。図17bは、その結果得られた圧力像を示す。図17cは、使用者がブロックの上左側を押し付けている時の圧力像を示す。

#### 【0213】

センサの格子と特に力感受抵抗器の格子は、新しくはないが、一般に、特定の解像度で配置された個別のセンサから構成されていた。IMPADと以前の技術との間の主な違いは、IMPADが、人の皮膚の複数解像度特性をより厳密に模倣していることである。

#### 【0214】

大抵の接触センサは、単一の解像度特性が、単位距離当たりのセンサ数で表される。対照的に、IMPADは、単一接触の場所を検出するための細かな解像度と2つの隣接する接触を区別するための粗い解像度とを本質的に有する、人の皮膚のように振る舞う。この区別により、IMPAD装置の実装は、センサ離間にの観点から、そして必要とされる論理回路の費用及び複雑度の観点から、極めて低価格にすることができる。

10

20

30

40

50

## 【0215】

図18：上部 - 位置に関する個別センサの感度。底部 - 位置に関するIMPADの双直線センシング。図18は、IMPADの動作原理を示す。留意すべきことは、極めて小さな位置の変化でも、正確に追跡できることである。2つの隣接する接触は、表面16内の隣接する配線を隔てる距離の2倍だけ離間している場合に、異なるものとして着実に区別できる - 装置のナイキスト周波数。

## 【0216】

図19a：個別のセンサの配列は、ペンの接触に対して誤った位置を返す。

## 【0217】

図19b：IMPADは、適切な接触位置を計算するために、2つの連続するセンサ間の信号を補間する。

10

## 【0218】

空間的に変化する圧力が、独立した検出器の使用から生じるボックスフィルタを通してではなく、双直線フィルタを通して検出されるので、IMPADは、隣接するセンサで計測された値の直線結合を使用し、独立した個別の検出器の配列を使用して可能であるよりも更に信頼性を備えた帯域制限検出信号（図19a）から、圧力特性を再構築することができる。特に、点接触により、2つの隣接するセンサ要素で非ゼロ値が発生する（図19b）。これらの2つの連続したセンサ位置をa及びbとして、それらの各戻り値をp及びqとして表記すれば、ペン接触の適切な位置は、 $(a p + b q) / (p + q)$ として再構築できる。

20

## 【0219】

IMPADの別の利点は、列22電極と行24電極との間の抵抗層により、走査の空間分解能と、増加した読み出し速度又は削減された電力消費との間のトレードオフが可能になることである。これは、電源と接地の両方から、それらが存在しなかったように、列20又は行22電極24の集合の接続を切ることにより行われる（接続切りは、高インピーダンスモードを有することができる、いかなる電子論理回路を使用しても実行できる）。例えば、列20及び行22電極24が一つおきに切断される場合、空間的解像度は、1/2で下がるが、走査レートは、4倍で上がる。これを更に進めると、各側の第1電極と最終電極を除いた、あらゆる列20及び行22電極24が切断される場合、センサは、センサ表面全体16に加えられる圧力の重心と和のみを計測できる、単一の双直線セルの役割をする。これは、無用のように思われるが、極めて短時間の衝撃を検出するために、毎秒何千ものフレームでのセンサの走査を可能にすることができる。これにより、「スリープモード」が可能になり、それにより、電力を保存する必要のある、電池で駆動される装置は、待機状態にすることができる、それを目覚めさせる接触事象を待機している間に、大量の電力を引き出すことはない。最後に、接触されているか、又は詳細が必要とされる領域のみで、更に細部でセンサを適応的に走査することができる。これにより、接触がある領域で高解像度を与え、一方では、接触のない領域上では高速性と低電力使用を与える、二つの世界の最善なものを得ることが可能になる。

30

## 【0220】

IMPADは、以下に記載する幾つかの実験と調査を始めるために使用され、同様に、小さな54mm×42mmセンサと大型12インチ×16インチセンサが使用された。

40

## 【0221】

図20：これは、第1のIMPADセンサの概略図である。それは、感受領域が7.5インチ×10インチ（及び全領域で8.5インチ×11インチ）であり、39列及び29行の電極24を備えている。電極24間の離間は、1/4インチである。

## 【0222】

図21：これは、小さな形式のセンサの概略図である。それは、感受領域が、42mm×54mmであり、10列及び8行の電極24を備えている。電極24間の離間は、6mmである。小さなフォームファクターであるために、これらの多くを個別に印刷することができ、それにより、大きなフォームファクターのセンサで実行できるよりも更に速く、

50

無為導電性配線と異なるインクとの配置で実験することができる。

【0223】

図22：これは、大型センサの概略図である。このセンサは、感受領域が12インチ×16インチであり、64列及び48行の電極24間の無為配線を備えている。離間は、電極24間で6mmであり、無為配線間で1mmである。しかしながら、無為配線の離間と配置は、変更できる。

【0224】

タイル連結

【0225】

IMPAD装置は、隣接するタイル間で繋ぎ目を全く持たずに共に連結され、大型IMPAD表面を形成できるように作製できる。これを行うために、M+N本の制御配線が、(IMPAD作動感受領域の周りに、目に見える境界線がないように)装置の後に走り、装置の後にも配置される小さな専用のマイクロコントローラに、それらの配線を接続する。このマイクロコントローラは、2つの工程を加えて、この文書のどこかに記載されているように、総じて、IMPADの他の実装として機能する。

10

【0226】

(1) 感知されたデータは、非ゼロ値のみを保持することにより、任意選択的に圧縮される。一実施形態では、各走査に対するM×N圧力値の圧縮は、次のように実行される：データのM×N配列内の各隣接連続のn個の非ゼロ値は、データ記録内に集められる。このデータ記録の前には、(a)この隣接連続の非ゼロデータ値のM×N長配列内の開始指標と(b)記録内の隣接非ゼロ値の数の2つの値を示すヘッダーが置かれる。

20

【0227】

(2) 各走査の適切に圧縮されたデータは、1つのデータ記録内に集められ、前記データ記録の前に、(a)全ての他のIMPADタイルと区別するための、このタイルに固有の数値識別子と(b)圧縮された走査内の情報のバイト数の計数の、2つの値を含むヘッダーが置かれる。

【0228】

各タイルは、UDP等の標準的なネットワークプロトコルを使用して、コンピュータにそのデータを送信し、そのコンピュータは、各タイルのIDを、対応する行22及び列20偏差に変換し、それにより、タイルの集積全体から、感知された圧力の高解像度像を組み立てる。それにより、任意のソフトウェアアプリケーションによる使用に対して、この高解像度圧力像を使用することができる。

30

【0229】

実験は、FSRインクに層の数、FSRインクの抵抗、導線を覆う層を構成するのに使用されるFSRインクの粗さを変えながら行われた。加えられる力に対する出力電圧は、1層又は2層で一貫性はないが、更に層が印刷されるにつれて改善されることがわかった。これは、2つの理由により起こると考えられる。第1に、堆積されたFSRインクの厚さが増すにつれて、電流が表層上の電極24から底層上の電極24への短絡路を見つけ出す可能性が、減少する。第2に、層を更に印刷するにつれて、印刷間のインク厚さの変化が、平均化され始め、更に均一な被膜を作り出しやすくなる。1層から2層へ増える際に改善は最大であり、2層から3層へ増える際には小さくなり、4層に増える際には極めて小さいことがわかった。

40

【0230】

インクは、その上、様々な抵抗で印刷された。低抵抗のインクは、広い範囲の出力電圧を出力しやすく、マイクロコントローラ上のA2D変換器を飽和させることになることがわかった。その上、力が加えられた時、駆動していた隣接する列20電極24の間で流れ電流は、極めて高くなり(>40mA)、電池で駆動される装置には不都合であり、電子機器を潜在的に損傷させることもあることがわかった。

【0231】

表面16の粗さが増すインクも印刷された。これらの装置から、いかなる種類の読み出

50

し値を得るためにも、センサを極めて強く押さなければならないことがわかった。これらのセンサ内の F S R インクは、最も実用的な使用にはあまりにも粗すぎるが、粗さの少ないそのインクが、高圧が計測される用途に有用でありえると考えられる。

### 【 0 2 3 2 】

図 2 3 : 上記の線図は、圧力が、2つの列 2 0 及び 2 つの行 2 2 の電極 2 4 間の点で加えられる時の、4つの異なるセンサの出力を示す。A × 2 は、2層の低抵抗インク A で印刷されたセンサから出力である。A × 4 は、4層のインク A で印刷されている。B × 2 は、2層の高抵抗インク B ( 抵抗が、正方区画毎に 4 0 0 K オーム ) で印刷されたセンサからの出力である。B × 4 は、4層のインクで印刷されている。

### 【 0 2 3 3 】

図 2 4 : 上記のプロットは、圧力が、列 2 0 及び行 2 2 電極 2 4 が重なり合う点に加えられる時の、4つの異なるセンサの出力を示す。インクは、上記のプロットに記載されるものと同じである。ここで、極めて低い力で飽和する2層のインク A を備えたセンサからの出力を見る事ができる。4層のインクを備えたセンサは、出力が、2層のインクを備えたセンサよりも直線である事がわかる。最後に、この図を先の図と比較することにより、この応答は、上記のものよりも強く、曲線は、上記のものよりも直線ではないことに気付く。センサの表面 1 6 上の出力の一貫性の改善は、我々の研究の目標のうちの1つである。

### 【 0 2 3 4 】

センサの直線性を改善する

10

### 【 0 2 3 5 】

I M P A D センサでの目標のうちの1つは、列 2 0 及び行 2 2 電極 2 4 間に加えられた力の位置を正確に感知できることであった。しかしながら、最初に作製されたセンサの出力には、非直線性があった。圧力点がセンサ表面 1 6 上を移動する時、圧力が列 2 0 及び行 2 2 電極 2 4 の間の交点に接近すると、出力は飛び跳ねやすくなる。これらの飛び跳ねで、位置と圧力の両方を計算し難くなる。この問題に対処するために、2つの隣接する行 2 2 電極 2 4 と2つの隣接する列電極 2 4 との間の1点を押す時に、それらの間で何が発生するかを見通した(図 2 4 a)。代表的な回路図は、電流が2つの組の行 2 2 及び列 2 0 電極 2 4 を流れるのは、x と y の両方が 0 から 1 へ移動する所の電極間の点 ( x , y ) で、単一接触が発生した時であることを記載している(図 2 4 b)。ここでは、V 出力 は、作動状態の行 2 2 電極で計測された出力電圧であり、V 電源 は、作動状態の列 2 0 電極に印加された電圧であり、R c は、F S R 上面 1 6 上の点から列 2 0 電極への抵抗であり、R r は、F S R 下面 1 6 上の点から行 2 2 電極への抵抗であり、R c ' は、2つの隣接する列 2 0 電極 2 4 の間の抵抗であり、R r ' は、2つの隣接する行 2 2 電極 2 4 の間の抵抗であり、R f は、どのように、2つのF S R 層の間の垂直方向で、抵抗が力 F に反比例して変化するかである。図で留意すべきことは、電位差計として、R c をモデル設計できることであり、前記電位差計の位置は、接触の x 位置により制御され、前記位置は、V 電源 ( x \* R c ) と接地 ( 1 - x ) \* R c に対する抵抗量に影響を与える。同様に、R r は、電位差計としてモデル設計される。その位置が、y により制御され、上部分が、( y \* R r ) の抵抗を有する V 出力 になり、下部分が、( 1 - y ) \* R r の抵抗を有する接地になる。他の変数を与えて V 出力 を計算することで、単一圧力点と x 及び y 位置を与えて、単一列 2 0 - 行 2 2 の交点からの出力電圧の簡略化された数学モデルを開発した。( x = 0 , y = 0 ) は、その交点での位置であり、( x = 1 , y = 1 ) は、試験される交点から真向かいの位置である。

$$V_{\text{電源}} * R_r * R_r' * (1 - x) (1 - y)$$

$$V_{\text{出力}} = (1 - y) (R_r' + R_r^2) - ((1 - y)^2) (R_r^2) + (1 - x) (R_c * R_r + R_c * R_r') - ((1 - x)^2) (R_c * R_r + R_c * R_r') + (R_f / F) (R_r + R_r')$$

20

30

40

50

## 【0236】

この式から直ちにわかる1つの事は、 $R_c'$  が何も影響を与えないことである。この式の利便性の1つは、センサの直線性を改善する方法を示唆していることである。センサの全ての非直線性は、分母の最初の4項に由来することに気付いた。これらの項の影響は、 $R_f$  に対して  $R_c$ 、 $R_r$  及び  $R_{r'}$  を小さくすることにより軽減できる。これを行う我々の第1の試みは、列20及び行22電極24間に無為配線を印刷し、圧力点と隣接電極24との間のFSR表面に沿った抵抗を低減することにより、 $R_c$  と  $R_r$  を小さくすることである。これらの配線は、いずれの回路にも接続されなかった。それらの唯一の目的は、圧力点から隣接電極24への抵抗を低減することにあり、それにより、直線性が改善される。一方が他方の上にあるように異なるインクの層を印刷することにより、直線性を改善することもできる。例えば、最初に極めて低い抵抗のインクを印刷し、次に、高い抵抗のFSRインクを印刷することで、 $R_f$  を高く保ちつつ、 $R_a$  を低くすることができる。

10

## 【0237】

図25：これは、 $R_c$  よりも大幅に高い、 $R_f$  の値を代入することにより得られる、かなり直線の位置対出力曲線である。

## 【0238】

図26：これは、 $R_c$ 、 $R_r$  及び  $R_{r'}$  と大きさが同様の  $R_f$  の値を入れることで得られる、あまり直線性のない位置対出力曲線である。これは、最も初期に作製されたセンサで観測された非直線性と一致している。

20

## 【0239】

最初のIMPADは、既製のアナログ・デジタル変換基板を使用したが、千ドル以上費用がかかり、センサに配線するのが難しく、多くの場所を取った。それ以来、電子機器は、洗練され、センサを走査するのに使用された。例えば、Microchipにより作製されるマイクロコントローラは、アナログ入力ピンが32本もあり、多くのデジタルI/Oピンがあることがわかった。これらのマイクロコントローラの利点は、各ピンは、交互に電極24を駆動させ、接地するように設定できるか、又は、高インピーダンス状態に設定できることである。更に、マイクロコントローラは、アナログ・デジタル変換基板よりも更に高いレートでセンサを走査できる。我々の29×39センサ上では、毎秒500フレームの走査レートを得た。毎秒2000フレーム以上のレートが可能であると考えられる。

30

## 【0240】

解像度が $64 \times 80$ の大きなフォームファクターのセンサに対して、単一のマイクロコントローラでは十分ではない。このフォームファクターに対して、設計は、列20電極24を駆動するシフトレジスタを組み込み、入力チャンネル数を増やすアナログマルチプレクサを使用する。

## 【0241】

解像度が $8 \times 10$ のセンサのような、極めて小さなフォームファクターの装置は、広く使用可能なArduinoマイクロコントローラ基板を使用して、センサを読む。

## 【0242】

IMPAD装置の初期の懸念事項の1つは、大量の電流が、作動状態の列20電極24により、表層内の固定抵抗器を通じて引き出されることがあることであった。懸念事項は、この固定抵抗が、大量の電力を消費し、電子機器を損傷させることもあることであった。高電力の使用は、電池で駆動されるシステムにも不都合である。更に、圧力が加えられるにつれて、駆動された列20から隣接する列20への電流の流れが、名目値の10倍程度、増加することもあることがわかった。

40

## 【0243】

最初に試みたことは、FSRインクの抵抗を増すことで高電流を回避することであった。しかしながら、これは、圧力が加えられた時、抵抗が不安定レベルに降下しないことを保証しなかった。更に、この取組方法は、IMPADの寸法が増加するにつれて、FSRインクの抵抗を増加させ続けなければならないことを意味する。

50

## 【0244】

更なる試験の後に、センサが、操作中に平均で 1 mA 未満の電流を引き出すことを発見した。圧力がセンサに加えられても、この電流は、あまり増加しなかった。なぜならば、圧力がセンサ領域の小さな部分にしか加えられず、従って、電流がその小さな部分でのみ増加し得るからである。走査サイクル内の任意点での電流が、電子機器の定格電流限界を超えて、電流が所与の行 2 2 又は列 2 0 電極 2 4 を通り抜ける時間刻みは、極めて小さいこともわかった。例えば、解像度が  $29 \times 39$  で、50 f p s で走査するセンサ上では、所与の列 2 0 電極 2 4 は、0.7 ミリ秒（その時間の 0.1 % 未満）の間でのみ駆動される。従って、任意の所与の電極 2 4 に分散される電力は、電子機器を損傷させることがある量よりも低い量の程度である。実際には、所与の電極 2 4 がアースに直接短絡されても、駆動中の電子機器のゲート抵抗は、センサが 50 f p s で行 2 2 及び列 2 0 を走査し続ける限り、平均電力分散を安全レベル以下に保つのに十分であることがわかった。従って、結論としては、センサに何が起こっても、電子機器の損害を心配する必要はない。従って、センサが、水に浸けられ、穴を開けられ、又は切断されがあっても、電子機器は、何れの損傷もなく動作し続けるであろう。

## 【0245】

配線と抵抗材料を使用する大きなセンサは、時々、センサ上の配線 / 電極 2 4 の抵抗のために信号損失を被る。例えば、印刷した幾つかの I M P A D では、配線は、抵抗が、1 インチ当たり 6 オームにもなる。センサが、12 インチ × 16 インチ等の大きな寸法に近づくと、幾つかの配線は、長さで 36 インチになり、その長さに沿った抵抗は、216 オームにもなる。そのような寸法では、この抵抗は、層 2 と層 4 を通る抵抗（図 12）と、力感受層 3 を通る抵抗（図 12）の量の程度に近づく。この抵抗は、可能性として、センサ表面 16 にわたる圧力感度と精度を変えうる。I M P A D には、配線の抵抗に関して、力感受抵抗器を使用する他のアレイセンサを上回る、2つの利点がある。

## 【0246】

第 1 の利点は、電圧の読み出し値が層 5 上の電極 2 4 から得られる時、他の装置（T e k S c a n により作製された装置等）におけるように、電流が、その電極 2 4 を通じて、センサ抵抗器又は電流感知回路を通じて、流れ出る必要がないことである。それは、層 4 が、本質的に、センサ抵抗器の役割をするからである。結果として、電圧が計測される層 5 上の電極 2 4 は、定常状態では電流を搬送せず、アナログ・デジタル変換器に、その電極が帯びている同じ電圧を伝えるように動作するのみであり、従って、電極 2 4 を通る電流は、0 に近いので、その電極 2 4 に沿った電圧降下は、ほとんどない。

## 【0247】

I M P A D の第 2 の利点は、層 1 及び層 5 上の電極 2 4 は、電子機器により接地され、その抵抗が高い場合、それらの電極を通り抜けるある電流が、層 2 と層 4 を通り抜け、それらの電極に隣接する、接地された電極 2 4 に流れれるができるようにさせる。これは、接地された電極 2 4 を通り抜ける電流を削減する役割をし、それらの接地された電極 2 4 上の電圧降下を縮小する。電圧降下が問題でありえる唯一の領域は、層 1 上の、正電圧に駆動されるいずれかの電極 2 4 上である。上記の I M P A D の利点のいずれも、そのような電極 2 4 を十分に補助していない。従って、電極 2 4 の長さと抵抗は、いかなる I M P A D 設計においても、最小限に保たれるべきである。

## 【0248】

様々な物理的コントローラの動作を模倣する

## 【0249】

センサは、人が圧力像表面 16 上でその手を移動させ、様々な種類の物理的 3 次元コントローラの動作を模倣する方法として使用された。例えば、3 次元空間での仮想物体を可積分的に操作する問題を考慮する。これは、6 つの自由度、すなわち 3 つの並進自由度と共に 3 つの回転自由度を同時に制御することを必要とする。

## 【0250】

2 種類のコントローラの配置により、デスクトップ表面 16 上で手を動かし、3 次元剛

10

20

30

40

50

体の制御に 6 自由度を与えることができる。そのようなコントローラが組み立てられた。

【 0 2 5 1 】

第 1 の装置は、 トラックボールが埋め込まれたコントローラから成り立っている。この場合、コントローラを X Y に移動させることで、物体は、 X Y に移動し、コントローラを前後に揺することで、物体は、 Z 軸に沿って移動し、指で埋め込まれた トラックボールを回転することで、物体は、 X Y Z で回転する。

【 0 2 5 2 】

第 2 の装置では、コントローラを X Y に移動させ、さらに回転させることで、物体は、それぞれ、 X Y に移動し、 z 軸の周りに回転する。コントローラを前後に揺することで、物体は、 x 軸の周りで相対的に回転するのに対し、コントローラを左右に揺することで、物体は、 y 軸の周りに相対的に回転する。人差し指でスクロールバーを使用して、 z 軸に沿って相対的並進する。

【 0 2 5 3 】

I M P A D の初期の実装では、 5 0 分の 1 の有効ダイナミックレンジがあった。このダイナミックレンジは、多くの複数接触に基づくユーザインターフェース 2 8 で用いるのに十分であるが、全ての使用に対して十分であるわけではない。最小の測定可能レベル未満では、表面 1 6 上の導線間の信号混合、製造の不備、及び制御回路内の漂遊誘導信号を含む、いずれかの様々の起源に起因しうる雑音がある。ダイナミックレンジは、高いダイナミックレンジの光学画像に類似する方法で増加することができる。この取組方法では、圧力像測定は、時間多重方式である。論理回路の感度は、連続する時間刻み内で変化される。回路が高い感度に設定されると、装置は、極め僅かな接触に感受し、比較的低い圧力で、その到達可能な範囲の最大値に飽和する。回路が低い感度に設定されると、装置は、あまり感受しないが、飽和する前に、より高い圧力を検出することができる。これを達成するために、読み出し回路の抵抗を経時的に変えて、変化する電圧でその回路を駆動し、アナログ・デジタル変換器の感度を変える。

【 0 2 5 4 】

I M P A D の補間の特徴は、接触のある領域のみを高解像度で走査することにより、走査速度を増すことにも使用できる。これを行うには、解像度が粗雑から微細への移る取組方法を使用して行われ、その取組方法は、最初に、低解像度でセンサを走査し、どの領域を高解像度で再び走査すべきかを判定する。これは、高いダイナミックレンジのセンシングと組み合わせることができ、そのような方法では、センサは、低解像度走査で感知する圧力レベルに短時間で調節され、高解像度走査の精度を向上させることができる。これには、装置の高質の走査を得るために必要な計測数を削減する可能性があり、価格の削減、走査速度及び質の増加につながり、 I M P A D の消費電力を削減できる。

【 0 2 5 5 】

不透明の I M P A D 装置は、以下のように使用できる。 S a m s u n g 等の会社により開発された e I n k 技術又は O L E D ディスプレイを使用する、 P l a s t i c L o g i c 社の柔軟性ディスプレイ等の柔軟性ディスプレイ。

【 0 2 5 6 】

広範囲の用途が、 I M P A D 技術の透明実装から利益を得る。そのような実装のために、 2 つの異なる部品である、 F S R 材料自体の透明な変形と透明導線が使用される。従来では、透明導線は、有毒で、抵抗が極めて高い酸化インジウム亜鉛 ( I T O ) で印刷されていた。しかしながら、最近、カーボンナノチューブを使用した透明導線が、使用可能になっている。

【 0 2 5 7 】

力感受抵抗要素として、広範囲の材料を使用することができる。基本的な仕組みは、微視的又は巨視的縮尺のいずれかで見出すことができ、ある導電性材料が、絶縁性材料のスポンジ状の又は圧縮可能な基板の内部にある。混合物に加えられる圧力が増すと、隣接する導電性要素間の平均接触面積が増加し ( 図 2 7 ) 、それにより、その点での材料間の抵抗が削減される。

10

20

30

40

50

## 【0258】

力感受抵抗材料の例としては、FSRインク、静電気防止発砲体、及び力伝達ゴムが挙げられる。

## 【0259】

静電気防止発砲体は、一般に、銅等の導電体薄膜で被覆されたナイロン等のポリマー基板から構成される。電気は、銅で被覆された纖維の間を流れ、それにより、纖維全体にわたって静電電荷を均一にすることができる。纖維は、潰れやすく、潰された後に、元の形に戻るのに時間がかかるので、そのような発砲体からの出力は、FSRインクよりも正確でなく、再現性が少ないこともある。しかしながら、纖維は、軟らかく、延ばすことのできるセンサが必要とされる状況で使用できる。例えば、そのようなセンサは、病院のベッド又は車椅子内に使用でき、患者が床ずれを発症するのを防止し、保育器内で幼児の呼吸を監視することができる。

10

## 【0260】

力伝達ゴムは、互いにより近くに圧縮されると電気を更に通す、小粒径のカーボン粒子を注入されたゴム又はシリコーンから通常作製される。これらのゴムの使用は、空気間隙を必要とせず、苛酷な環境や伸縮力がセンサに加えられることがある状況で、よりよく機能し得るセンサの構成を可能にしうる。

## 【0261】

極めて大きな力を検出するために、コンクリート等の中実な材料に、大きな力が加えられる場合に伝導率が変化する、導電性粒子を注入することができる。そのようなセンサは、建材の中に組み込まれ、橋、建物、屋根及び壁の欠陥を先制的に検出するか、又は欠陥が発生した後の損傷を検出することができる。

20

## 【0262】

力を感知するために使用できる更に特殊な材料は、カーボンナノチューブ等である。材料内で特定の方向にナノチューブを向けることにより、導電特性が異方性の材料を作り出すことができ、それにより、補間直線性等のセンサの特性が改善される。導電性又は強磁性流体又はゲルも、FSR媒体として使用でき、流体の圧力分布又は磁界を感知することを可能にする。

## 【0263】

データ取得、物体認識及び分割化のためのソフトウェアサポート

30

## 【0264】

参考文献 [ブクストン, W.、ヒル, P. ローリー, P.、接触感知タブレット入力についての課題と技術。コンピュータグラフィクス及び対話技術についての第12回年次会議講演会。ACMプレス、ニューヨーク、ニューヨーク、215～224頁、1985年] [T. モスクボヴィッチ, J. F. ヒュース。1つ又は2つの手を使用した複数接触入力の間接的マッピング、2008年度CHI講演会、フローレンス、イタリア、2008年4月] [モスクボヴィッチ, T.、ヒュース, J.、複数手指カーソル技術、2006年度グラフィックインターフェース講演会、ケベック市、カナダ、2006年6月] 及び [ウェスター・マン, W.、ハンドトラッキング、複数接触面での手指識別及び座標回転デジタルコンピュータ操作、博士論文、デラウェア大学、1999年] が記載しているのは、複数接触入力装置を使用した分割化と物体認識のためのソフトウェアについての現在の周知技術であり、その技術は、IMPAD上での指又はペン等の圧力点の同時又は非同時追跡に関する知識を必要とするアプリケーションを実装するために、IMPADを用いて使用できる。上記の参考文献に基づいてこの分析を行うために、2つの主要な取組方法が取られる。一つは、モデルに基づいた分割化の構成を明らかにすることである。例えば、手を追跡する場合は、特定の配列内で5つの指先を探し、次に、指先を捕捉し、追跡することができるシステムを組み立てることができる。他方の取組方法は、使用統計全体の集積に関連して開発された、機械学習に基づく認識である。後者の取組方法は、新たな入力形式をよりよく認識することができ、ならびに、様々な圧力特性の間の僅かな差を学習するという利点がある。例えば、人とコンピュータの対話に使用される場合、そのようなアル

40

50

ゴリズムは、足の圧力像から人の姿勢を導出するか、又は手のひらの圧力像から人の手と腕の位置を検出できうる。

【0265】

次に、比較的粗い複数接触識別の実装においても、IMPADが、高い位置精度と高い位置平滑性を有することができる理由について説明する。

【0266】

3つの用語が定義される。

【0267】

位置精度：いずれかの単一接触に対して、その接触の平均位置を計測する能力の精度；

【0268】

位置平滑性：いずれかの単一接触に対して、その接触の感知された位置が、接触位置が変わるにつれて、1つの量子化された値から別の値へ不連続に飛び跳ねるのではなく、滑らかに変化する程度；

【0269】

複数接触識別：2つの接触がある場合、それらが、どこまで互いに近くに配置でき、更に2つの異なる接触として区別できるかを示す。

【0270】

個別のセンサから組み立てられるセンサアレイ18は、位置精度及び複数接触識別についての値が同じである必要があり、センサ間の離間の程度に比べて直径が小さい接触に対する位置平滑性も劣っている。

【0271】

IMPADにより、位置精度と複数接触識別を切り離すことができ、そのために、極めて細かな精度を、極めて粗い複数接触識別と組み合わせることができる。その上、IMPADは、直径が極めて小さな接触に対しても、平滑性が極めて良い。

【0272】

これが真である理由は、図28で上に示されたように、IMPADの離間の広い各センサ線は、接触が実際に2つのセンサ線のうちのどちらにも接触しなくとも、2つのセンサ線間のあらゆる接触の距離を計測できることである。2つの隣接するセンサ線の間に完全にある接触が、検出できるばかりでなく、実際には、2つの隣接するセンサ線間でのその接触の相対距離を、以前に上に記載された均衡式  $(a p + b q) / (p + q)$  を使用して、正確に計算できる。従って、複数接触識別は、隣接するセンサ線が比較的広く離間していることにより、比較的粗くても、位置精度と位置平滑性は、それにもかかわらず極めて高い。

【0273】

次に、スリープモードが保持される方法と、詳細が、接触がなされるか又は細かな詳細が必要とされる領域のみである、適応走査が行われる方法を更に説明する。

【0274】

IMPADに接続する配線は、作動状態である必要はない。これは、電子機器により、その配線に接続されたマイクロコントローラ上のピン又はシフトレジスタを、高インピーダンス状態に設定する（それにより、その配線は、残りの電子機器から電気的に切断される）ことにより達成される。この状態では、配線は、実質上、無為導線のように振る舞う。行22及び列20接続線に沿ったN番目毎の接続線のみが、それぞれ、作動状態で使用される場合（Nは、1よりも大きな整数である）、走査レートを同じに保てば、全電力使用は、 $N^2$ の割合で減少し、又は、電力使用を同じに保ち、走査レートは、 $N^2$ の割合で増加することができるが、いずれの場合も、複数接触識別の解像度は、Nの割合で減少する。基本的に、電力削減又は走査レート増加のために、複数接触解像度とトレードオフする。IMPADは、N番目毎の接続線のみを走査することで、待機モードに置くことができる。このモードでは、IMPADは、その表面16上への接触の圧力を極めて速く検出できる。そのような接触が検出されると、IMPADは、N番目毎の接続線ではなく、全ての接続線を走査する、高解像度作動モードに切り替えることができる。その制限内では、

10

20

30

40

50

第1及び最後の列20と行22を除いた、あらゆる配線を無効にすることができる、本質的に、センサ全体を單一双直線センサにすることができる。

【0275】

粗い解像度モードを使用することもでき、N番目毎の接続配線のみが、作動状態に切り替えられ、表面16にわたり、低解像度像を感知する(図29)。このモードにより返された情報を使用して、IMPADは、いずれの検出された接触も包含するそれらの行22及び列20に対してのみ、高解像度モードに切り替えることができる。この方式は、あらゆる行22及び列20接続線を切り替えるのに必要とされる高電力が、接触が検出されたそれらの行22及び列20に対してのみ用いられることが要求されるので、IMPADは、低い電力要求で、複数接触解像度を犠牲にせずに、高速で機能できるという利点を与える。

10

【0276】

一方の表面16は、「頂面」と任意に呼ぶことができ、他方の表面は、「底面」と呼ぶことができる。これは、開示を明らかにするための任意の表記である。なぜなら装置全体は、ひっくり返すことができ、それにより、装置の操作に影響を与えることなく、上面と底面を入れ替わりうるからである。

【0277】

頂面上の接続子は、行1～Nの平行な電気的に導性の制御線で構成され、それらの各々は、装置の論理回路に接続される。

20

【0278】

底面上の接続子は、列1～Mの電気的に導性の制御線で構成され、それらの各々は、装置の論理回路に接続される。

【0279】

上部及び下部双方の表面上では、連続的制御線は、ゼロ以上の平行な受動性の導電線により分離できる。装置内の全ての隣接する平行な導電線は、電気抵抗要素により相互に接続される。

【0280】

IMPAD装置を走査する1つの方法は、簡単なM×N走査によるものである。個々のN入力行は、正電圧に順番に設定され、他のN-1入力行は、全て接地される。その間、個々のM出力列20での電圧は、順番に読み出されるのに対し、他のM-1の出力列20は、全て接地される。そのような走査を実行する時間は、M×Nクロックサイクルである。我々のIMPADの最小解像度実装は、M×N方式を用いる。

30

【0281】

M×N走査は、簡略であることが利点であるが、NとMが大きくなると、走査時間は、対話レートでの実行で好ましいものよりも大きくなる。例えば、クロックサイクル時間が1マイクロ秒である場合、300×300走査は、0.09秒かかり、それは、ビデオ画面更新の30ミリ秒時間よりも3倍大きく、従って、コンピュータ/人インターフェース28としての許容可能な対話の実行のためには、あまりにも長い。この理由のために、本発明は、2N時間工程のみ必要とする、かなり速い別の走査方法も実施する。1マイクロ秒クロックサイクル時間と300×300IMPAD装置の同じ例を使用して、2N時間工程方法は、600クロックサイクルのみで装置全体を走査でき、走査時間は、0.0006秒になり、実時間実行のために必要とされる時間よりも遥かに速い。実際には、この最大レートを得るには、複数のアナログ・デジタル変換器の使用を必要とし、装置を高価なものとする。大抵の用途では、0.0006秒走査は、一般に必要とされず、従って、アナログ・デジタル変換器は、実時間実行のために必要とされる毎秒数千走査の走査レートを維持しながら、より少ない数で済ませることができる。

40

【0282】

2N走査方法では、装置の操作の時間変化工程は、次のように2N時間工程で構成される(図30)。

【0283】

50

任意の偶数時間工程  $2 j$  では、頂面上の行  $j$  での導線が、+5ボルトに設定され、頂面上の他の導線の全ては、接地される。

【0284】

その間、底面上の偶数番号の列 (0, 2, 4, ...) の制御線の全てが、計測され、奇数番号の列 (1, 3, 5, ...) の全てが、接地される。これらの偶数線の各々で計測された出力電圧は、デジタル信号に変換され、これらのデジタル信号は、コンピュータに送信される。

【0285】

任意の奇数の時間工程  $2 j + 1$  では、頂面への電気信号は、時間工程  $2 j$  と同じままである。その間、底面上の奇数番号の列 (1, 3, 5, ...) の制御線の全てが、計測され、偶数番号の列 (0, 2, 4, ...) の全ては、接地される。これらの奇数線の各々で計測された出力電圧は、デジタル信号に変換され、これらのデジタル信号は、コンピュータに送信される。

【0286】

全走査サイクルは、従って、 $2N$ 工程から成り立ち、各工程に対して、 $M/2$ 出力信号が、コンピュータに送信される。

【0287】

表面が、図31のように単一点で触られると、ある2つの連続する行  $j$  と  $j + 1$  ( $1 \leq j < N$ ) との間と、ある2つの連続する列  $i$  と  $i + 1$  ( $1 \leq i < M$ ) との間にゼロではない導電率がある。

【0288】

結果は、4つのゼロではない計測された電圧である。

【0289】

- A は、行  $i$  で、時間工程  $2 j$  で計測された電圧である。

【0290】

- B は、行  $i + 1$  で、時間工程  $2 j + 1$  で計測された電圧である。

【0291】

- C は、行  $i$  で、時間工程  $2 j + 2$  で計測された電圧である。

【0292】

- D は、行  $i + 1$  で、時間工程  $2 j + 3$  で計測された電圧である。

【0293】

これらの4つのゼロではない計測された電圧は、全体で、接触点での全圧力、ならびに行  $j$  と  $j + 1$  との間の接触の分数距離  $u$  についての情報を伝える。

【0294】

各行及び列での接触に対する感度は、接触場所が制御配線  $i, j$  から離れて隣接する制御配線に移動すると、双直線的にゼロに落ちる。従って、場所  $(i+u, j+v)$  での接触に対する行  $22$  / 列  $20$  の感度は、 $(1-u) * (1-v)$  になる。同様に、 $(i+1, j)$  での感度は、 $u * (1-v)$  になり、 $(i, j+1)$  での感度は、 $(1-u) * v$  になり、 $(i+1, j+1)$  での感度は、 $u * v$  になる。

【0295】

これから、接触の全圧力と部分的位置 ( $u, v$ ) を計算するために、A、B、C 及び D を使用できる。特に：

【0296】

圧力  $P = A + B + C + D$

【0297】

$u = (B + D) / P$

【0298】

$v = (C + D) / P$

【0299】

接触の寸法を計算する

10

20

30

40

50

## 【0300】

位置を連続的に感知するために、個別のセンサの配列に基づく既存技術を使用できるであろう。これは、センシング装置の上に、接触信号の低帯域通過フィルタの役割をすることになる軟性材料を置くことで行われ得、それにより、単一の点接触でも引き延ばされ、非ゼロ領域に及ぶ。軟性材料が、单一接触が適切に「ぼかされる」ように注意深く選択される場合、連続位置は、個別のセンサのアレイでも計測できるであろう。

## 【0301】

しかし、この取組方法には、記載された本発明と比較すると、2つの制限がある。

## 【0302】

- センサアレイ 18 上に、比較的厚い柔軟層を置く必要があるであろう。そのような層は、装置が物理的に厚いことを必要とし、それは、極めて薄いフォームファクターを必要とするあらゆる用途へのその使用性を縮小し、同様に、装置の費用と製造複雑度を増加させる。

10

## 【0303】

- そのような取組方法では、詳細情報が柔軟層の「ぼかし」効果により無効にされるので、極めて小さい程度の接触の存在を検出できない。

## 【0304】

本発明を使用して、接触が IMPAD 表面上で移動する際に、その接触により返される時間変化信号を観察することにより、接触が程度でどれ位小さいかを判定できる。これは、例えば、(幾分小さめの)丸くなった消しゴムの接触と、(極めて小さな)尖ったペン先の接触と、(大きな)人の指を区別するのに有用である。

20

## 【0305】

IMPADE は、接触中心が行 22 / 列 20 制御線の格子の縁を横切る時 (即ち、 $u = 0$  又は  $v = 0$  の時)、接触が極めて小さい程度であると認識できる。極めて小さな程度の接触が列 20 制御線  $i$  を横切る時に、列  $i - 1$  及び  $i + 1$  で計測される電圧は、実質的にゼロに降下する。同様に、極めて小さな程度の接触が行 22 制御線  $j$  を横切る時、行  $j - 1$  及び  $j + 1$  で計測される電圧は、実質的に 0 に降下する。

## 【0306】

幾分大きめの接触に対する縁の横断は、これらに隣接する行 22 と列 20 に対して小さいが非ゼロ値を生成する。小さな接触の寸法と、隣接する行 22 間で計測される値の変化との間の関連を分析するために、正方区画範囲が  $2r \times 2r$  であり、圧力がその範囲内のどこでも均一である小さな接触を考慮する。図中、 $r$  は、隣接する制御配線間の距離よりも更に小さい。図内のように、この接触が制御線  $j$  の中心にある場合を考慮する。

30

## 【0307】

図 32 では、灰色で示される小さな接触の半分は、接続子  $i$  の左側にあり、半分は、右側にある。接触からの全計測値は、和 :  $A + B + C + D + E + F$  により得られる。

## 【0308】

最右の正方区画 (B, C, D, F) の右側での全応答は、和  $C + F$  により与えられる。単一点接触に対して、位置が縁  $i$  から縁  $i + 1$  へ変わる時、接合点 C と F での応答が直線的に増加すると仮定すると、この正方区画を横切る部分位置  $u$  にわたって全接触を積分することにより、 $C + F$  の値を計算することができる。この積分は  $r^3$  に比例するのに対し、接触の全値は、 $r^2$  に比例する。

40

## 【0309】

対称性により、最左の正方区画の最左の縁  $i - 1$  で計測された応答  $A + D$  と、接触の全値との間の関連を同じように設定することができる。総じて、これらの結果は、接触半径が、比  $(A + C + D + F) / (A + B + C + D + E + F)$  に直線的に比例する (従って、その比により計測できる) ことを示している。

## 【0310】

代わりの実施形態

## 【0311】

50

上記の送致の全ての特性をなお有するが、異なる構成の I M P A D を組み立てる代わりの方法がある。

【 0 3 1 2 】

1. 空気間隙なし - 大抵の I M P A D は、力を感受する中央層 3 ( 図 1 から ) を作り出す F S R インクの粗さとともに、空気間隙を使用する。代わりに、圧力を加えられると更に導通する特定の圧縮可能な材料を、中央層 3 として使用できる。そのような材料の一例は、小さなカーボン粒子が埋め込まれて圧縮されると更に導通するゴムである、力伝達ゴムである。そのような材料は、上部層と底層との間の空気間隙の必要性を取り除くことができる。更に、層 2 と層 4 ( 図 1 ) のために F S R インクを使用する代わりに、通常の抵抗インクを使用できる。無為配線を、センサの直線性を改善するためにそのような構成内で使用できる。

10

【 0 3 1 3 】

2. 側面抵抗 - ( 図 1 上の ) 層 2 及び層 4 により作製される面内抵抗は、電極 2 4 が、間に力感受層 3 を挟み込む領域内で層 2 及び層 4 により覆われないように、センサの縁へ移転でき、外部回路内へも移転できる。そのような構成でも、なおも、中央力感受層 3 ( 図 1 ) の役割をする材料がなければならぬ。それは、特に、その層なしでは、層 1 及び 5 ( 図 1 ) 上の電極 2 4 間の短絡が起こりえるからである。この目的のために、F S R 材料の縞を、電極 2 4 ( 図 3 4 ) 上に印刷できる。別の実施形態では、力伝達ゴム材料等の、圧縮されると更に導電する材料を、2 つの層 1 及び 5 の電極 2 4 ( 図 3 3 ) 間に配置できる。センサの直線性を改善するために、そのような構成内で無為電極を使用することができる。

20

【 0 3 1 4 】

3. 分離領域 - 代わりの配置では、層 2 及び層 4 により作製された面内抵抗は、一つおきの電極 2 4 組 ( 図 3 5 ) の間で切断できる。感度は、層 2 及び層 4 が断ち切られている所の電極 2 4 組の間で失われることになるが、改善された双直線補間が、層 2 及び層 4 が、隣接する回路からの接続切りのために途切れていない領域内で達成されうる。無為配線は、センサの直線性を改善するような構成に使用できる。

【 0 3 1 5 】

無為電極

【 0 3 1 6 】

30

無為電極 2 4 は、列 2 0 及び行 2 2 電極 2 4 との間に配置されるが、電気機器に直接接続されない電極である ( 図 3 6 ) 。無為電極 2 4 を他の電極 2 4 の間に配置することにより、装置の直線性 ( その直線性は、2 つの電極配線間の接触点の位置を正確に計測する能力に影響を与える ) と、表面 1 6 にわたる装置の感度も向上することがわかった ( そのため、2 つの電極 2 4 の交点で加えられた圧力は、4 つの電極 2 4 間の中央で加えられる圧力と同じ作動レベルを作り出す ) 。一般的に無為配線 2 4 の数が増えると、精度は向上するが、それは電気ノイズとセンサ作製による不規則性が支配的になる点までのみであることがわかった。無為電極 2 4 は、前節で、更に技術的に詳細に記載されている。

【 0 3 1 7 】

一般的に、重要なこととして、無為電極 2 4 は、一方向に実際によく導通し、別の方では導通が劣る抵抗表面 1 6 を本質的に作り出すことに留意する。そのような表面 1 6 を作り出すのに使用できる他の技術があり、それは表面 1 6 上に、全て同じ方向に配列されるカーボンナノチューブの層を堆積させる等である。

40

【 0 3 1 8 】

規模の経済性を達成するために、細かく離間された導線の通常パターンを備えたセンサ材料の大型シートを作製することが望ましくあり得る。これらのシートは、所与の用途に適切な寸法に切断され、導線の離間と同じ接触離間を有する接続子を介して電子機器に接続することができる。しかしながら、費用節約が重要であり、高解像度を必要としない、幾つかの用途では、電極 2 4 は、飛ばされ、接続されないままでありえる。これらの飛ばされた電極 2 4 は、実質的に無為導線になり、行 2 2 及び列 2 0 電極等の、接続され、單

50

に物理的に存在する以上のことを行うことでセンシングに寄与する他の電極 2 4 とは異なり、物理的に存在する以外の点で寄与しないが、装置の精度に寄与する。無為電極 2 4 は、一つの観点からは、作動していないと見なすことができるのに対し、無為電極 2 4 ではない電極 2 4 は、作動電極 2 4 である。

【 0 3 1 9 】

I M P A D は、圧力画像化装置の費用と複雑度を著しく削減し、その構成により、他の取組方法では失敗するであろう場所に組み入れることができるので、革新的な技術である。従って、それにより、以前はあまりにも費用が高く、実現するのに実用的ではなかった多くの用途が可能になる。ここに挙げるのは、I M P A D で可能になりえる、潜在的用途の一覧である。

10

【 0 3 2 0 】

I M P A D は、極めて一般的な有効な技術であり、多様な用途に組み込むことができ、その用途としては、書写用具、外科器具、操作機械用の握りハンドル、靴又は他の衣服への、エンジン部品及び他の機械の内部への挿入部品、姿勢を計測するための椅子及び車シートへの据付部品が挙げられる。

【 0 3 2 1 】

書写パッド：

【 0 3 2 2 】

書写パッドのために高価でない裏面層として I M P A D を使用して、書き手は、自分自身のペンと所望のあらゆる紙とを使用できる。一筆情報は、時間変化全圧力と、パッドの介入紙層を通じてペンが作る押し付け跡の重心位置とを追跡する I M P A D により集められる。この情報は、後の取り出しのために格納できるか、又は即座に使用するためにコンピュータに相互的に送信できる。

20

【 0 3 2 3 】

フロアマット / 入力センサ：

【 0 3 2 4 】

任意の寸法の安価なフロアカバーは、足又は靴の高品質の実時間圧力像を提供することができる。足跡の圧力像が検出される度に、その情報は、現時間を示しているデータ記録と組み合わせることができる。このタイムスタンプを付与された足跡は、次に、情報を格納する、ネットに接続されたデジタルコンピュータに伝送できる。格納された足 / 時間情報にアクセスして、人が特定の場所を通過する割合を計数できる。I M P A D は、制限された領域内の通行を検出するセキュリティ用途にも使用されてもよい。I M P A D は、人が領域を歩いて通っている時に、その靴の圧力形状と他の歩み幅特性により、人を追跡するのに使用されてもよい。I M P A D は、ショッピングカート、フォークリフト又はロボット等の車付きの装置を追跡するのにも使用できる。これは、例えば、特定の人々が店舗を通り抜ける経路を再生し、空港での怪しい行動を検出し、又は病院内で倒れた人を検出するのに使用できる。

30

【 0 3 2 5 】

飛行機の胴体と翼、船の船体及び潜水艦の船体の被膜として：

【 0 3 2 6 】

I M P A D 装置は、移動車両の外面の製品の中に組み込むことができる。I M P A D 装置の材料は、塗料と薄い導電性材料の層のみから構成されているので、I M P A D 装置全体は、車両本体又は翼表面上の外部塗装層の下に、構造的一体性又は耐候性を損なうことなく組み込むことができる。

40

【 0 3 2 7 】

車両内のコンピュータに I M P A D を接続することにより、その結果得られる、操縦又は他の制御を向上させるための決定に使用できる圧力変化を検出するために、外部表面上の時間変化圧力を監視することができる。例えば、飛行機の翼の上面上の空気流が薄層状の流から乱流へ移行していく（すなわち失速条件の切迫した徵候を示す）のを検出するために、I M P A D 装置からのデータを使用する場合、その翼の迎え角は、コンピュータ

50

ソフトウェアの制御のもとで、人が介入する必要がなく、又は人的過誤のおそれもなく即座に減少させることができる。

【0328】

加えて、圧力感受 I M P A D 層により、車両の基板上搭載コンピュータは、接触及び損傷を検出できる。I M P A D センサの補間特性により、粗い解像度センサでも、あらゆる損傷の場所を指示示すことができ、それにより、素早い修理が可能になる。

【0329】

タイヤ圧力センシング：

【0330】

路面に対する自動車タイヤの圧力パターンの連続監視は、危険なタイヤ破裂条件を防止し、自動車上の基板上搭載コンピュータは、タイヤを交換又は確認する必要があることを運転者に警告することができる。路面に対する各タイヤの圧力についての更に正確な時間変化情報は、電子サスペンションにより使用され、よりよい粘着摩擦又は走行距離を提供するように電子サスペンションを調節することができる。I M P A D センサは、タイヤの引き裂き又はパンクを即座に検出することもできる。I M P A D センサ技術は、極めて薄く、従って表面 16 の物理的形状をあまり変えないので、I M P A D 機構は、タイヤ製品の一部として、ちょうど溝の中に、直接、目立たずに組み込むことができる。

10

【0331】

コンピュータアート：

【0332】

20

多くの対話式マルチメディア・アプリケーションは、圧力感知式複数接触入力装置から利益を得ることができ、それには、デジタル描画、動画及び形状設計、動画キャラクターの設計、コンピュータ補助設計アプリケーションでの仮想部品の 3 次元彫刻、コンピュータゲーム及びフィルム制作用の芸術的資産の素早い創出を含む。

【0333】

例えば、同じ I M P A D 装置は、小さなペン接触と手のしぐさの両方を独立して検出することができ、ペン接触からの圧力信号は、2 つの隣接する導線行 22 と 2 つの隣接する導線列 20 により囲まれた I M P A D 表面上の単一正方区画にのみ影響を与えるのに対し、指又は手のひらからの圧力は、多くの行 22 と列 20 を跨ぐので、小さなペン接触と手のしぐさとを区別することができる。この差のために、人操作者は、単一 I M P A D 装置を使用することができ、描画又は彫刻ソフトウェアを使用するために、一方の手でペン又は鉛筆を巧みに使い、ソフトウェアで作成される仮想描画キャンバス等の仮想作業空間又は、ソフトウェアで作成される、彫刻される仮想 3 次元物体を可積分的に並進、回転及び拡大縮小するために、他方の手でしぐさをすることができる。

30

【0334】

別の例では、芸術家が、ソフトウェアで作成された仮想地形の高さ特性を、コンピュータゲーム又はコンピュータ動画フィルムで使用されるように調節でき、それは、1 つの又は両方の手の異なる部分（指及び手のひら）で、異なる量の圧力を同時に加えるか、又は、I M P A D 表面上で、描画ブラシ等の、複雑な圧力特性を備えたツールを実行することによってなされる。

40

【0335】

別の例では、動く人物の複数の部分が、一方の又は両方の手の異なる指を使用することにより、異なる量で、異なる方向で同時に移動でき、各指は、多くの接続された部分又は関節から構成される動く人物の一部又は関節の目に見える位置を移動させるのに使用される。

【0336】

設計テーブル：

【0337】

設計テーブルの表面 16、若しくは、机又はテーブルの頂面に、I M P A D 装置を直接組み込むことにより、（「コンピュータアート」と題する前節で記述されたような）高精

50

度の作図、描画及び彫刻と圧力感受性複数接触操作を組み合わせ、その利点は、芸術家、動画作成者及び設計者により使用されるテーブル頂部表面に直接、組み込むことができる。そのようなインターフェース28により与えられる極めて大きい作業表面領域により、芸術家は、2つの手による入力での自由な手振り、及び正確に圧力を感知するペン又は尖筆の配置の利点を保ちながら、大きな形式で作業することができる。これは、特に、大型形式の作業空間と高精度入力の組み合わせから利益を得る建築等のそれらの分野で重要である。

【0338】

速いテキスト入力：

【0339】

10

IMPADは、その表面16にわたって多数の接触の圧力変化を同時に、正確に検出できるので、接触タイピングの標準のQWERTY又はDvorak方法よりも潜在的に速いテキスト入力方法が可能である。IMPADを使用して、タイピストは、単に、固定された場所に全ての10本の指を置き、指を曲げることにより、物理的に指を動かすことなく、簡単に「キー押し」を示すことができる。この曲げは、コンピュータにより、表面16上でのその指の場所での圧力の一瞬の増加として検出される。指を物理的に動かす必要はないので、そのような手振りは、キーボード上のキーの場所に指を移動させて次にそのキーを叩く動作よりも、大幅に速い。

【0340】

20

この方法で10本の指を使用することで、仮想キーボード上の10の仮想キーの等価な効果が作り出される。これは、T9システム[15]等のテキスト入力に対する、あらゆる幾つもの、<i>辞書に基づく曖昧さ回避方法（即ち、幾つもの文字が单一のキーにマップされる方法で、曖昧な結果が、辞書を引くことで解決される）の異なる形態を実装するのに十分な数のキーである。例えば、タイピストの8本の指と2本の親指は、それぞれ、次の8つのキー群と2つの特別キーにマップできる：

【0341】

a b c	d e f	g h i	j k l	m n o p	q r s	t u v	w x y z	S P A C E
—KEY	—KEY	—KEY	—KEY	—KEY	—KEY	—KEY	—KEY	—KEY

【0342】

30

そのような方法では、同じキーの組み合わせは、幾つかの可能な単語として解釈できる。例えば、単語「in」は、単語[go]と同じ指の曲げの組み合わせを使用する。そのような状況が発生する場合、コンピュータソフトウェアは、コンピュータメモリ内に格納された単語一覧表により判定されることで、使用者が最も使用頻度の高い単語を入力していると仮定し、この一覧表内の単語は、最も頻繁に使用されるものからあまり頻繁には使用されないものへと順序付けられている。1つ以上の単語が所与のキーストロークの組み合わせから可能であり、タイピストの意図が、そのキーストローク組み合わせに整合する最頻度使用単語ではない単語を入力することである時、タイピストは、特別のNEXT\_KEYを1回以上叩くことができ、それは、使用最頻度の一致した単語ではなく、単語一覧内で更に下の連続整合単語が使用されていることを示す。

【0343】

40

この技術部類の異なる形態も実装することができ、そこでは、より多くの文字が、各指に関連づけられる。これによって、特定の指を解放して、句読点、数字等にマップできるようになる。その上、複数の指を同時に押し下げるにより、タイピストは、大文字集合、数値文字集合、又は句読点集合へのシフトのような、様々なシフト状態を示すことができる。追加の情報は、使用者の手のひらにより加えられる圧力を分析することにより、得ることができる。例えば、一方の又は他方の手のひらに圧力を加えることは、大文字又は数値文字集合へ切り替えるのに使用できる。同様に、手のひらの左側、右側、上側又は下側に圧力を加えることは、異なる状態に切り替えるのに、又は様々なショートカット命令を有効にするのに使用できる。例えば、右に手のひらを傾けることで、ペンが追跡されるペンモードを作動させてもよい。手のひらをテーブルに平らに置くことは、複数接触装

50

置を無効又は有効にするためのしぐさとして使用できる。

【0344】

実際には、この類の入力方法は、Q W E R T Y又はD v o r a kのどちらよりも速い。なぜならば、タイピストがN E X T \_ K E Yを叩くのに時折必要とする余剰な時間が、指の曲げにより示される等尺のキーストロークが従来のタイプライターキーボード上のキーストロークよりも極めて速いことで、相殺以上の利益があるからである。

【0345】

車椅子：

【0346】

I M P A D センサは、車椅子の座部と背面の両方に組み込まれ、小型携帯式に作製できる基板上搭載コンピュータに接続され、車椅子表面に対する使用者の身体の様々な部分の、時間変化圧力を計測することができる。椅子表面に対する患者の身体のゼロではない圧力の、かなりの時間周期（例えば、1時間以上）にわたる圧力パターンの変化が不十分である場合、これは、患者が、潜在的に致命的になりえる圧力ずれを発症する危険な状態であることを示す。この状況が検出されると、介護従事者に通報できるか、若しくは、患者が、その身体位置を移動させて応答するのに十分に移動できるならば、患者に通報でき、若しくは、危険を取り除くように患者の身体を十分に移動させる駆動装置が、椅子内で作動することができる。

10

【0347】

病院ベッド：

20

【0348】

I M P A D センサは、病院ベッドのマットレス内に組み込まれ、基板上搭載コンピュータに接続され、ベッド表面に対する使用者の身体の様々な部分の、時間変化圧力を計測することができる。ベッド表面に対する患者の身体のゼロではない圧力の、かなりの時間周期（例えば、1時間以上）にわたる圧力パターンの変化が不十分である場合、これは、患者が、潜在的に致命的になりえる圧力ずれを発症する危険な状態であることを示す。この状況が検出されると、介護従事者に通報できるか、若しくは、患者が、その身体位置を移動させることで応答するのに十分に移動できるならば、患者に通報でき、若しくは、危険を取り除くように患者の身体を十分に移動させる駆動装置が、ベッド内で作動することができる。

30

【0349】

乳幼児監視：

【0350】

病院ベッドへのI M P A D の使用の異なる形態では、I M P A D センシング表面は、乳幼児保育器のマットレス内に埋め込みできる。I M P A D は、コンピュータに接続される。I M P A D からこのコンピュータへの情報は、幼児の動き及び呼吸パターンが正常であるか、又は異常であるかを判定するために分析される。異常なパターンが検出されると、コンピュータは、親、保護者又は介護従事者に通報する信号を即座に送信する。

【0351】

再設定可能な制御パネル：

40

【0352】

コンピュータ化された制御システムと対話する人的操作者を必要とする工場及び他の産業設備では、ソフトウェア又は他の操作上の変更がある度に、新たな制御パネルを設置するのに必要な費用は大きい。そのような制御パネルは、多くの場合、多重同時制御の操作（例えば、一方の手でモードボタンを下げ、他方の手で滑動部の値を調節する）を必要とする。そのような場合では、单一接触パネルでは、物理的制御パネルの代用物として不十分であることになる。I M P A D は、低価格で柔軟な代替手段を提供する。I M P A D 複数接触産業用制御パネルは、複数接触感受表面上に新たな印刷されたテンプレートを置くことにより簡単に再設定でき、下層アプリケーションでの更新されたソフトウェアに対応する。

50

## 【0353】

楽器：

## 【0354】

IMPADは、既存の楽器用の低価格のコンピュータインターフェースを作り出すために使用できるばかりでなく、全く新しい種類の楽器を迅速に構築するのに使用できる。

## 【0355】

前者の例として、単一縞のIMPADは、ピアノ内の打ち槌の上に（弦から離れる打ち槌の側に）、打ち槌が「上がり」状態の間、その打ち槌の全てに接触するように配置できる。IMPADは、その表面16のいずれの部分でも圧力の極端に速い変化を計測できるので、演奏者による鍵盤押しに応答して、打ち槌がIMPAD表面に接触するのを止める速度、ならびに、演奏者による鍵盤離しに応答して、打ち槌がIMPAD表面との接触を再び得る時間と速度を計測するために、IMPADを使用することができる。この情報は、ピアノ演奏のデジタル捕獲の既存の方法を使用して達成できるよりも極めて低い費用で、全ての微妙な演奏者の演奏を完全に捕らえるのに十分である。

10

## 【0356】

楽器の新たな方法の例として、IMPAD表面は、ギターのネックの頂面に組み込むことができる。そのような楽器では、コンピュータに接続する場合、弦は必要でない。演奏者は、フレット板でその指を動かして、楽器を演奏することができる。演奏者の指の動きが最小であっても、音楽効果を作り出すために十分であり、例えば、ピッチビブラート（演奏者が、フレット板の長手方向に指を振り動かすことにより行うピッチの小さな素早い変化）、又はボリュームビブラート（演奏者が、フレット板に対して、指により加えられる圧力を素早く変えるように、指を振り動かすことにより行う体積の小さな素早い変化）である。

20

## 【0357】

IMPAD表面は、電子ドラムにも組み込まれ、複数のドラムスティックにより叩かれる場合の強度を検出することができる。ドラムスティックが打つ位置を使用して、実際のドラムの音が、側部を叩く時の高く張りつめた鋭い音から、中央部を叩く時の深く濃厚な音へ変化するのと同じように音を調節することができる。

## 【0358】

建設材料：

30

## 【0359】

ビル又は橋等のあらゆる耐負荷構造は、過剰負荷がかかると崩壊し得る。そのような崩壊は、生命が失われ、犠牲が多大になり得る。そのような切迫した崩壊を、危急の段階に達する前に知らせるための低費用な方法は、支持構造体内にIMPAD装置を埋め込むことである。IMPADは、必要な電力が低く、低費用であり、粗い解像度IMPAD装置でも、歪み点の正確な中心を計測できるので、IMPADは、効果的にこの目的のために、以前の技術が適切ではないか、又はあまりに高価であるか、若しくはその両方である状況に組み入れることができる。埋め込まれたIMPAD装置は、小さな低価格の低電力マイクロプロセッサに接続でき、前記マイクロプロセッサは、同じく、構造部材内に埋め込まれる。IMPADを周期的に順次問い合わせるマイクロプロセッサが、IMPAD表面上の圧力パターンを検出し、そのパターンが、予想圧力パターンから外れる場合、有線又は無線ネットワークにわたる信号、又は特定の無線周波数上の信号等のある伝送方法を使用して、コンピュータに警告を送信することができ、それにより、危険な状態の構造部材を特定する。この技術は、ビル、橋、ポート／潜水艦船体、風力タービン、船の帆及び、所望のあらゆる他の構造体に使用できる。

40

## 【0360】

在庫品管理：

## 【0361】

倉庫、食品雑貨点及び、在庫品の程度を監視する必要がある他の場所内の棚を、IMPAD表面で覆うことができ、コンピュータ又はコンピュータネットワークに接続すること

50

ができる。設備内の特定の場所にあると知られている、既知の品目的一群（製品の箱又は瓶又は缶等）の重量を追跡することにより、IMPAD装置を監視しているコンピュータは、施設全体にわたる在庫品の変化量を追跡することができる。

【0362】

携帯電子装置：

【0363】

IMPADは、携帯可能な電子情報装置の前面又は背面又は側面全体、若しくは全表面上の真の圧力感受性複数接触を可能にする費用のかからない方法を与える。前面で使用される場合、IMPADは、本明細書のいずれかの場所で記載されるように、透き通った力感受抵抗材料と透明な導線とを使用することにより、透明に作製される。そのような装置内のコンピュータプロセッサ120に使用者情報を送信するIMPADの使用により、コンピュータに空間的に変化する圧力情報を与えないインターフェースを通じて達成されるよりも、使用者による更に微妙な表現上のしぐさ、従って使用者対話用の更に豊富なしぐさの表現形式が可能になる。例えば、表面上の一筆とその後の圧力（即ち、表面に対する指圧力の一瞬の増加）から成り立つしぐさは、簡単な一筆しぐさと区別できる。圧力の変化を含むしぐさを認識し、従ってそれに応答する能力は、圧力変化を計測する能力のない容量センシング等の入力方法に基づくインターフェースと、IMPADに基づくインターフェースの差をもたらす。

10

【0364】

ツールのための握り表面

20

【0365】

IMPADは、外科用メス、ハンマー、テニスラケット、ゴルフクラブ、等の、人の手の中に握られるあらゆる器具の取っ手の中に組み込むことができる。使用者の握りの空間及び時間変化圧力は、後の分析に係る分析用又は格納用ツール内の小さな基板上搭載マイクロプロセッサに送信できる。工具が、潜在的に危険な、電気のこぎり又は電気ドリル等である場合、工具が使用者の手から滑り落ちようとしていることを示す握りのあらゆる異常を素早く感知して、対応するために、IMPADを使用することができ、工具への電源を、それに応じて素早く切ることができる。外科用メス又は、テニス又はスクワッシュラケット若しくはゴルフクラブ等のスポーツ用具のような、適切な使用のために訓練と技術を必要とする工具の場合、握り内のIMPAD装置からの情報は、コンピュータにより処理でき、その握りの様子を改善し、能力を向上させる方法についての示唆を使用者に与えるために、この処理された情報を使用することができる。

30

【0366】

使用者の動作能力に関わる他の物体又は器具も、どのように他の物体やりとりするかを監視するように、IMPADで扱われ得る。例えば、ボールと床とスポーツ施設の壁は、記録と動作能力評価の両方を補助するためのフィードバックを提供できる。ボールがその外面上又はその下にIMPAD装置を備えている場合、マイクロプロセッサはボール内に配置され、このマイクロプロセッサによりIMPADから集められた情報は、用途の必要性により、無線でコンピュータに即座に伝送できるか、又は後の取り出しのためにマイクロプロセッサの基板上搭載メモリ内に格納できる。

40

【0367】

スポーツ服、靴及び用具：

【0368】

服にIMPADを組み込み（IMPAD装置は、本明細書中のいずれかの場所に記載されているように、服に似た構造に形成できる）、身体上に付けられた小さなマイクロプロセッサに、そのように集められた情報を送信することにより、運動実行中の身体の圧力及び曲げは、監視され、評価上のフィードバックにおいて、および過度の力又は不健康な姿勢又は他の練習の回避の両方を補助できる。IMPAD表面は、靴又は他の履物のあらゆる部分（足の下ばかりでなく、例えばつま先、踵及び足の側面）に配置され、足のあらゆる又は全ての部分に作用する力についての包括的な情報を集めることができる。IMPAD

50

D 装置は、低価格の軽量の手袋の中に組み込むことができ、この情報は、身体に付けられるコンピュータに送信される。このコンピュータは、この情報を即座に処理し、後の取り出しのためにその情報を格納し、又は遠隔コンピュータにその情報を伝えることができ、そのため、全ての接触及び握りについての情報は、連続的に監視することができる。

【 0 3 6 9 】

足の動き、足の上の力及び手 / 指の握り情報を監視する一用途は、動画及び人形制御、仮想現実環境内での操作及び誘導、ロボット装置の制御、並びに治療上の及び他の生理上の監視に使用できる。

【 0 3 7 0 】

I M P A D は、バット、ゴルフクラブ及びスポーツ用具にテニスラケットも組み込まれ、競技者に、その一振りについての瞬時のフィードバックを与えることができる。競技場の表面内にも組み込まれ得、ボールの衝撃を検出することができる。 10

【 0 3 7 1 】

流体 / 固体界面に沿って空間的に変化する圧力を計測する

【 0 3 7 2 】

I M P A D の一用途領域は、圧力が空間的に変化する、気体又は液体に接する内張り表面に使用するためにものであり、例えば、水道管内部に、I M P A D に基づく材料を張り、流量と圧力の上昇を監視する。その上、I M P A D 層は、船又は潜水艦の外部船体、及び飛行機の翼部と胴体に組み込むことができる。 20

【 0 3 7 3 】

流体がそれを通り抜けるのを可能とする、I M P A D の多孔質構造は、弁と管を通り抜ける流量を感知でき、従って、その流れの中の不純物又は物体を検出する。

【 0 3 7 4 】

繊維状及び布状に織られた構造を調査する

【 0 3 7 5 】

織布構造は、高い材料強度と柔軟性と延び性能を可能にする。I M P A D は、力感受抵抗覆いで細い配線を被覆することにより織布構造に形成される。これらの被覆配線は、織られて、縦糸及び緯糸構造を作る。2つの軸の各々に沿った作動状態に制御された配線の間の受動配線は、I M P A D の他の実行の場合と同様に、応答の双直線性を増す（図18）。 30

【 0 3 7 6 】

以下は、上記について更に説明し、上記に加えられる。

【 0 3 7 7 】

デジタルディスプレイ装置とともに使用できるメッシュ技術

【 0 3 7 8 】

I F S R の透明なメッシュの実施形態は、次のように実装できる。プラスチック又はガラスでありえる透明基板上に、導電性材料の薄い平行な線が置かれる。これらの線は、基板上に印刷又は食刻されてもよく、あらゆる他の既知の方法により、そこに置かれててもよい。

【 0 3 7 9 】

図37では、この層は、拡大図（1）と広視野図（2）に両方で示される。 40

【 0 3 8 0 】

連続する平行導線間の特定の偏差（即ち：線の「距離」）は、T F T 電子格子を含むLCDディスプレイ等の、デジタルディスプレイ装置のピクセルピッチに整合するように作製できる。そのような装置では、T F T 格子自体は、透明ではない。平行導線のパターンのピッチが、ディスプレイのピクセルピッチに整合する場合、最終I F S R センサ装置がデジタルディスプレイの頂上に置かれる時、センサは、ディスプレイのT F T 格子の2次元のうちの1つと整列する。重ね合わされた導線は、それにより、既に不透明なT F T 格子のみを塞ぎ、従って、ディスプレイ表面上のセンサの存在で、ディスプレイの明るさも、鮮明さも認められる程減少しない。 50

## 【0381】

平行導線の上に、FSR材料の正方区画格子が重ねられ、図中では、拡大図(3)と広視野図(4)で示されている。この格子のピッチは、平行導線のピッチに整合しているので、各連続導線は、FSR格子パターンの一連続行により覆われる。

## 【0382】

FSR材料は、インクジェット工程により、又はエッチング工程により、又は表面上に模様付けされたインクを重ねるあらゆる既知の方法により配置できる。

## 【0383】

インク格子が、平行導線を覆うように透明シートの頂上に固着した後、そのように形成された單一ユニットは、2面のIFSRセンサ(5)の一方の側になる。

10

## 【0384】

IFSRセンサを組み立てるために、2つのそのような側面(5)及び(6)は、それらのインク格子が相互に接触して幾何学的に整列され、それらの各々の平行導線が相互に垂直にあるように、互いに接触するように置かれる。

## 【0385】

IFSRセンサのこの「メッシュ実施形態」により、光線は、妨げられることなく、格子パターンの透明部分を通り抜ける。特に、格子パターンは、センサの格子パターンのピッチが、デジタルディスプレイのピクセルのピッチに整合し、デジタルディスプレイのピクセル間のTFTアレイが、センサの印刷された格子パターンと整列すると仮定すれば、センサが配置されたデジタルディスプレイの視野を妨げない。

20

## 【0386】

全ての他の方法では、センサは、IFSRセンサのあらゆる他の実施形態と同じように振る舞う。センサは、同じ領域補間力画像化能力と、同じ外部配線と電子機器と、時間変化力画像を読み出すための同じ操作アルゴリズムとを有する。

## 【0387】

ダイアモンドパターン

## 【0388】

本発明の一方の表面に水平導線を、他方の表面に垂直導線を用いて、センサ表面の様々な部分に対処する格子を形成するのに、2つの不利な点がある。1つの不利な点は、返り線を、表面のうちの1つから制御電子回路に戻って走らせることを必要とすることである。これらの返り線は、(1)作動センサ領域の外側の周りに走り、それにより、これらの返り線を含むための非作動縁部領域をセンサに与えなければならず、従って、大表面にセンサを貼り付けることが難しくなるか、又は、(2)第3堆積層を通って回路に戻って走らなければならず、それにより、費用とセンサを構築するための製造工程数が増加する。これらの代わりの実施形態の両方では、その結果得られるセンサは、戻り線の異なる追加された長さのために、導線の長さが異なり、異なる導線間の電気抵抗の差になる。この特徴により、センサの全部分で圧力を正確に判断するのが難しくなる。

30

## 【0389】

あらゆるこれらの欠陥を防止するために記載されるのは、導線が、対角線状にセンサ表面にわたって、センサの縁の方位から45度で走っている実施形態である。一方の表面に沿った導線は、底部右から頂部左へ走るのに対し、他方の表面に沿った導線は、底部左から頂部右へ走っている。この配置は、ダイアモンド型のタイルの集合を形成し、それにより、導線及び頂面と底面が、それぞれ適切な角度で交差するという特性を保っている。

40

## 【0390】

この配置では、制御電子回路への全ての電気的接続は、底部縁に沿って行われることができる。第1表面の左縁に沿った各導線は、第2表面の左縁に沿って対応して配置される導線に短絡される。加えて、第1表面の右縁に沿った各導線は、第2表面の右縁に沿って対応する導線に短絡される。この配置では、センサの全ての導線は、同じ長さの導線であり(それにより、全ての導線に対する等しい電気抵抗が保証されている)、返り線を付け加える必要はない。

50

## 【0391】

図38は、対角状の導線を備えた $N \times N$ センサを示す。(1)は、第1表面の導線のうちの1つを表す(灰色)。(2)は、第2表面の導線のうちの1つを表す(黒色)。(3)は、両方の導線がセンサの左縁を横切るところで第1表面の導線と一致する、第2表面の導線と、第1表面の導線の短絡を表す。(4)は、センサの底部縁を強調し、全ての2Nの導線端は、制御電子回路との接続に使用することできる。(5)は、センサの底部縁の縁視図を表す。この図の下半分では、導線のN端は、第1表面に沿ってあり、センサの底部縁で終わっている(灰色で図示される)。この図の上半分では、導線のN端は、第2表面に沿ってあり、センサの底部縁で終わっている(黒色で図示される)。

## 【0392】

10

図39では、1つのタイルのみが作動状態であり、このタイルは、大きな黒点で標識された。センサの底部縁に沿って、2つの連続する導線は、制御電子回路により作動し、第1表面に沿って標識されたタイルにわたり、タイルの2つの対角範囲のうちの一方に沿った電位差を作り出す。これらの導線のうちの一方iは、電源電圧を含み、他方i+1は、接地される。

## 【0393】

同時に、センサの底部縁に沿って、2つの他の連続した導線、制御電子回路により活性化され、第2表面に沿って標識されたタイルにわたり、タイルの2つの対角範囲のうちの他方に沿った電気的計測を作り出す。これらの導線のうちの一方jは、電圧計測回路に接続され、他方j+1は、接地される。

20

## 【0394】

センサの1つの完全な走査の行程にわたり、センサの $2N^2$ 固有ダイアモンド形タイルの各々は、そのような導電性配線の可能な順序付けられた組みを、 $i+1 < j$ である(i, i+1)と(j, j+1)の異なる値に連続的に設定することにより、順番に個別に計測される。

## 【0395】

等価的に、センサ全体は、各々のダイアモンド形タイルが一方向に引き延ばされるように、一方向に沿って延ばされる。

## 【0396】

30

いかなる戻り線も必要とされないので、導線のこの対角配置は、織布の実施形態に特に適している。前に記載されたように、FSR材料で覆われた織布導体の下/上構造を使用するが、それは制御電子回路への電気接続の全ては、布の縁に沿って局所に置かれ、衣服織り地の縫い目として機能できるからである。導体のこの配置は、図40に示されている。

## 【0397】

他の代わりの実施形態

## 【0398】

FSRは、ちょうどセンサの一方の側に配置できる。他方の側は、FSRではない抵抗材料で覆うことができる。一方の側にFSRがある限り、相互に押される2つの材料の組み合わせは、FSRの役割をする。代わりに、他方の側には、露出された配線及び/又は無為配線がありえ、抵抗縞が一方の縁に沿って走り、他方の側に補間特質を備えている。さらに、UnMousePadの2つの代わりの実施形態を示した。そこでは、FSRは、連続表面を形成せず、その中に裂け目を有する。これらの実施形態では、一方の側のFSRは、抵抗材料に入れ替えることができる。実施形態の全ては、一方の実施形態が頂面上にあり、別の実施形態が底面上にあるように、混合され、あわせることができる。

40

## 【0399】

センサには、一方の側のUnMousePadのような表面を、他方の側の電極(不連続FSR縞又は抵抗縞で任意選択的に覆われ得る)の簡単な配列と混合し、合せることにより、一方の次元で、例えば垂直方向に補間特性があり、他方の次元で、例えば水平方向に補間特性がないことも可能である。

50

## 【0400】

センサの1つ又は両方の側面は、剛性材料（例えば、P C B）上に印刷できる。剛性材料は、センサの基盤の役割をすることができる。剛性材料が十分に薄いか、又は十分に柔軟である場合、それを通して力を感知することもできる。

## 【0401】

非常に大型のU n M o u s e P a d表面（バスルーム又はダンスフロア用途）は、頂面上に材料の縞を共に置き、他の側面上に材料の垂直縞を共に置くことにより作製できる。材料の縞は、電極が、それに沿って走り、F S Rで覆われている。非常に長型のU n M o u s e P a d表面（廊下又は壁の被覆用）は、一方の側にそのような材料縞を備え付け、他方の側に、垂直方向の電極を有する材料縞を備え付けることにより、作製できる。第2側面は、その側面に沿って走る返り線を有する必要があり、前記返り線は、材料の反対側に印刷されて、層間導通穴で接続できるか、又は、同じ側で印刷されて、絶縁層で分離できる（この同じ原理は、小さな／短いセンサにも使用できる）。

10

## 【0402】

他のセンシング技術との組み合わせ

## 【0403】

幾つかの他の接触センシング／尖筆追跡技術は、電極格子を使用する。例えば、電極格子は、時折、アップル i フォン等の容量性装置に使用され、W a c o mのタブレット等の磁気装置にも使用される。我々のセンサは、低周波数アナログ電圧を使用するので、磁気又は容量センシングのために、電極格子を同時に使用することができる。これは、力センシングと同時に、又はそれから個別の時間刻みで行ない得る。

20

## 【0404】

電気的には、容量性センサを作製するために、容量性センサ電子機器が、U n M o u s e P a dセンサの電極に及び／又は無為線に電子的に接続される必要が単にであることになる。複数の電極又は無為線は、容量センシングの解像度を下げる（従って費用を削減する）ために共に束ねられる場合、抵抗力センシングの妨害を防止するために、互いの間に小さな容量性コンデンサを使用して、共に束ねることができる。これは、力センシングに使用される低周波数アナログ信号が、コンデンサを通り抜けず、一方で、容量センシングに使用される高周波数信号が、コンデンサがそこに無いように、コンデンサをすぐに通り抜けるからである。

30

## 【0405】

磁気センサを作製するために、センサ表面上に電気的に誘導性の閉回路を作製する必要がある。これは、戻り線を、両方のプラスチックシートの他方の側に存在させるか、又はセンサの周りに走らせることで行うことができる。戻り線は、電極、無為線、又はそれらの両方と共に閉回路を形成することができる。ループが抵抗力センシングを電気的に妨げないように、小さな容量性コンデンサを、各戻り線上のこれらのループ上の電流経路内に配置することができる。容量性コンデンサに関して、コンデンサは、低周波数アナログ信号の流れを妨げ、力センシングを可能にするのに対し、磁気センシングに使用される高周波数信号を通過させる。

40

## 【0406】

その上、U n M o u s e P a dの原理は、力以外の、他の自然現象を感知するのに適用できる。例えば、U n M o u s e P a dは、光波、音波、又はあらゆる他の電磁波を測定するのに使用されてもよい。例えば、光波を検出するためには、浜松センサに使用される材料等の、入ってくる光に応答してその抵抗を変える材料を、透明な又は部分的に透明なU n M o u s e P a dの2つの層の間に配置することができる。音響波を検出するためには、電圧を生成する（ピエゾ電気変換器等）か、又は振動に応答して、その電気抵抗（F S R）を変える材料を、U n M o u s e P a dの層の間で使用することができる。電磁波を検出するためには、マイクロ波又は赤外光等の可視範囲外にある電磁波を含む電磁波による誘発に応答して、その電気抵抗を変える材料を使用することができる。

## 【0407】

50

図41は、抵抗センシングと容量センシングを組み合わせるために、コンデンサを用いて、作動線と無為導線を連結させることができる方法を示している図である。留意すべきは、90度だけ回転された導線の類似のパターンが、標準的なUnMousePad技術に従ってセンサの第2層に使用されることである。

【0408】

図42は、センサの背面上の戻り線を使用して、無為の電気的に誘導性の閉回路を形成できる方法を示す図である。コンデンサは、抵抗センシング能力を保つために、返り線上で流れる電流の経路内に置かれる。留意すべきは、90度だけ回転された導線の類似のパターンが、標準的UnMousePad技術に従って、センサの第2層上で使用されることである。

10

【0409】

非導電性液体

【0410】

鉱油等の非伝導性液体は、FSR材料の2つの層の間に配置できる。透明な実施形態では、これは、透明インクの表面から光学的散乱を削減する。不透明な実施形態を含むあらゆる実施形態では、これは、水等の他の液体が、センサに入ってくるのを防止し、一方では、センサを、加えられた力にあまり素早く反応させず、それは、緩やかに変化する力を計測するセンサを使用する時に望ましい。これにより、同様に、センサは、曲げによる力と、大気圧、又はセンサの外面を押す流体の圧力による力を取り除く。そのようなセンサの1つの可能な用途は、衝突又は潜在的な危険状況を検出するために、船又は潜水艦の船体に被覆するための用途である。センサ内の液体は、外部からセンサに加えられる圧力があつても、センサの2つの側面が接触するのを保つ。液体は、その上、波による変動等の、圧力の素早く変わる変動を拾い上げるのを防止する。しかしながら、砂、岩、ドック又は別の船との衝突による圧力等の、センサに加えられる、あらゆる強力な又は長期の負荷の不均一な圧力が検出されることとなり、船長又は船員に潜在的に危険な状況を通報するのに使用され得る。

20

【0411】

製造技術

【0412】

(Peratechにより製造されるゴムのような)力感受ゴム又は、圧力が加えられるにつれて伝導率が増加する、類似の柔軟な材料(例えば、導電性粒子を含浸させたゴム、ゲル又はシリコーンゴム)は、抵抗又はFSRを被覆することなく、2つの層の間に配置できる。ゴムが十分に厚い場合、センサは、2つの側の表面に沿った適切な導電/補間特性、ならびにセンサ表面に垂直な方向の適切な力感受特性とを有する。別の実施形態では、センサの頂部及び底層上の電極は、抵抗材料で最初に被覆できる。次に、力感受ゴム材料を、2つの層の間に配置できる。そのようなセンサは、加えられた圧力による頂部層と底層との間の増加した接触領域により、圧力を感受するFSRセンサとは異なり、加えられた圧力による抵抗の容積変動に基づいて力を感受する。力感受ゴム材料は、様々な形状に成形でき、上部及び下部層の電極間に入ることもあるシートに作製できる。力感受ゴム材料は、様々な部品で厚さを変えることができ、それは、圧力を感受する靴の中敷き等の実施形態に有用である。材料は、2つのセンサ層の間に液状ででも注入され得、凝固され、従って、層間の任意の空気間隙を取り除くことができる。凝固は、液状の材料に硬化剤を混合することにより実行でき、硬化剤は、化学的に反応し、凝固できる。別の実施形態では、室温で固体であるが、高温で液体の材料を選択することができる。材料は、液体になるまで加熱でき、2つの層の間に注入され、硬化できる。

30

【0413】

多くの我々の試作品では、FSRの全被覆は、スクリーン印刷工程で印刷された。通常、スクリーン印刷装置は、一方向にスクリーンにわたりインクを強打する。これは、これにより、材料の縞が生じる。より一様な被覆を作り出す別の実施形態では、インクは、連続印刷層上の交互に起こる非平行又は抗平行方向に、センサを横切るように強打され、最

40

50

終的に印刷された F S R のむらを縮小する。

【 0 4 1 4 】

銀導体をスクリーン印刷すること以外の、電極を形成する別の方法は、ニッケル又は他の導電性材料等の金属薄膜を(スパッタを使用して)塗布し、次に、マスクと酸、レーザエッチ、又は機械的エッチ(材料を引っ掻き離す)でその薄膜をエッチし、所望の電極パターンを形成することによる。電極は、次に、電気鍍金を使用して厚くすることができる。通常は、電圧は、鍍金される電極に印加される必要がある。これは、配線を、一方の端部上の、電子機器が普通に接続される領域の近くの全ての電極を共に接続し、電気鍍金に使用される回路への接続ができる領域に走らせることにより、効率的に行うことができる。電極を接続する配線は、接続が電気鍍金行程にのみ必要とされるので、電気鍍金後に切断されるか、又は破壊され、電極を電気的に分離することができる。金属である電極には、電気抵抗が低く、従ってセンシングがより正確であるという利点がある。電極は、その上、良好な電気伝導度と弾性を尚も保ちつつ、印刷される銀電極よりも薄く作製できる。より薄い電極は、更にセンシングの精度を改善する。

【 0 4 1 5 】

電極を形成する別の方法は、ガラス、プラスチック又は他の基板に溝をエッチすることである。エッティングは、マスクを使用した、レーザを使用した化学エッティング、又は材料を引っ掻き離す等の機械的手段により与えることができる。代わりに、溝を有する材料は、成形により作製でき、成形型は、溝を有する材料シートを作製するように機械加工される。次に、その上に溝を有する基板は、銅又は他の金属等の薄膜コート等の導電性材料の層で被覆されうる。次に、表層は、溝内の材料のみを残して、取り除くことができる。この取組方法の利点は、上面を滑らかとなり、導体がある厚さを実際に有し、その抵抗が減少することである。

【 0 4 1 6 】

電極を形成する別の方法は、導電性材料薄膜と非導電性材料の薄膜を交互に挟み込むことであり、それにより「縞馬」パターンから構成される材料塊を形成する。材料は、固体に十分に硬化された後、現平面層の方位に対してゼロではない角度の方向に、薄膜に切り分けられる。この行程により、薄い固体シートは、導電性及び非導電性材料の交互の縞を含むことになる。

【 0 4 1 7 】

電極を形成する別の方法は、例えば、プラスチック等の基板上に、薄い銅薄膜の縞から成る薄い導体を積層することである。これは、ある種類の平らなフレックスケーブル( F F C )を作製する産業で使用される技術である。この技術には、無駄な材料を全く出さないという利点があり、従って、エッティングを必要とする方法よりも低費用でありえる。この技術は、床又は壁を覆うように使用されるセンサのような、大規模センサを作製するのに極めて良好な技術もあり、なぜならば、高精度の電極配列は重要ではないからである。この方法で作製されるセンサへの接続は、回路基板に対して押し付けられる圧着コネクタ、ゼブラコネクタ又は他の z 軸導線とともに、ゼロ挿入力( Z I F )ソケットを使用して、又は、外部の電子機器に電極を接続するために後続の印刷工程で配線パターンを印刷することにより行うことができる。

【 0 4 1 8 】

電極と F S R 層の両方を形成する更に別の方法は、インクジェット印刷である。インクジェット印刷は、あらゆる所望の構成で極めて細かなパターンを形成できる利点がある。インクジェット印刷は、F S R インクの極めて滑らかな層も形成できる。インクジェット印刷の更なる利点は、無駄な材料がなく、従って、エッティングを必要とする方法よりも費用がかからないことがあり、センサパターン又は設計を変更することで、追加の生産費用を実質的に被ることもない。

【 0 4 1 9 】

F S R インクの極めて滑らかな層を形成する別の方法は、インクジェット印刷又はスクリーン印刷等の方法により F S R インクを塗布した後に、インクが乾く前に、無作為の方

10

20

30

40

50

向に高周波数で基板を振動させることである。振動は、F S R インクを一様に分散させるように作用し、滑らかな上面を形成し、続いて、最終製品のセンシング精度を向上させる。

【 0 4 2 0 】

品質管理

【 0 4 2 1 】

U n M o u s e P a d は、各電極の各側に配線を接続し、電極間の抵抗、ならびに電極の伝導度を計測して、電気的に試験することができる。U n M o u s e P a d の圧力感度は、センサを完全に組み立て、次に、既知の点で既知の圧力を加える（電子機器からの正確な出力を計測する）か、又は、センサ全体にわたり一様な圧力を加え、信号が全センサにわたり同じであることを確認することによって試験することができる。これは、センサ上に、ゴム等の軟らかい力拡散材料の薄いシートで覆われた固体の板を押し付けるか、又は、U n M o u s e P a d 上に下面のない気密性の箱形容器を置き、次に、そのパッドに様々な圧力のガスを送り込むことによって行うことができる（ガス漏れを妨げるために、縁の上にゴムガスケットを与えることができる）。

【 0 4 2 2 】

センサ F S R 層の均一性を確認するために、又は F S R 層が穴を含んでいないことを確認するために、紙シートと写真スライドを走査するのに通常使用されるスキャナ等の光学スキャナを用いて、U n M o u s e P a d を走査することができる。紙走査モードでは、スキャナは、センサ表面の全ての細部を見るが、穴がある場所は見ない。スライド走査モードでは、スライドを走査している間に、センサに光りを当てる。それにより、全ての穴は、輝点として照らし出される。表面を走査し、穴を探すために、異なる色の光りを使用する場合、これらの走査モードの両方は、組み合わされ、同時に実行できる。

【 0 4 2 3 】

走査が実行された後、センサの広領域高解像度画像が得られる。この像は、欠陥を探す周知のソフトウェア手段で分析できる。画像は、記録保管場所に格納され、欠陥の影響を経時的に追跡でき、センサが操作寿命中にある点で故障した場合、センサが元来製造損傷を含んでいたのか調べることができる。

【 0 4 2 4 】

U n M o u s e P a d の備え付け、表面被覆

【 0 4 2 5 】

多くの状況では、望ましくあるのは、U n M o u s e P a d センサを、一方の面が堅い表面に取り付けられるように備え付けることである。これは、センサが、折れ曲がるのを防止する。第2の利点は、センサが一様でない表面上に置かれる場合、センサが、表面上のこぶを接触として誤って登録しうるので、堅い表面の上にセンサを置くことで、これを防止することである。

【 0 4 2 6 】

第2に、U n M o u s e P a d の格納箱を、縁を覆うように作製することができる。この構成では、格納箱は、V H B 等の両面接着テープを必要とせず、U n M o u s e P a d の頂部と底部を共に物理的に保持し、従って組み立て費用を削減する。しかしながら、この配置では、頂部層及び底層上の電子機器に走るU n M o u s e P a d の配線は、互いに絶縁される必要がある。更に、この構成では、U n M o u s e P a d の頂面と底面は、両層に切られた表裏両面整合穴を通り抜けるピン又はネジ等の、ある機械的手段により、互いに対し整列して保たれる必要がある。

【 0 4 2 7 】

タイピング用、又は楽器用途等の幾つかの用途では、U n M o u s e P a d は表面が軟らかいことが望ましくあり得る。この目的のために、U n M o u s e P a d は、ゴム又はシリコーン等の柔軟材料で被覆できる。材料は、容易に指を滑らせるための滑らかな上面を与えるために、合成繊維又はテフロン（登録商標）等の材料の滑らかく薄い被覆で任意選択的に被覆できる。センサは、紙又は、より快適な書写のために紙のきめを備えたプラ

10

20

30

40

50

スチックのような、粗い表面でも被覆できる。代わりに、弾性のある表面の上に *Un Mouse Pad* を置くことができる。センサが十分に薄い場合、*Un Mouse Pad* の下の、その表面は、使用者が *Un Mouse Pad* を叩く時に、使用者の指に対してクッションの働きをする。この構成では、表面を、滑らかな表面で、又は紙のきめの表面により被覆することもできる。

【0428】

幾つかの用途では、2つ以上の異なるきめ又は軟らかさを使用可能にすることが望ましいこともある。異なる材料で *Un Mouse Pad* の2つの側の外側を被覆することにより、2つのきめを与えることができる。例えば、一方の側は、接触対話に適した滑らかな布で被覆される弾性のある材料で被覆でき、他方の側は、書写に適した紙のきめを有する更に剛い材料で被覆できる。別の例では、材料が、ドラム楽器として使用される一方の側で弾性であり、ギターのような楽器として使用される他方の側で滑らかであり、演奏者は、音階の間で指を容易に滑らせることができる。代わりに、*Un Mouse Pad* の表面上で取り除かれ、入れ替えることができる材料を与えることができる。これらの表面は、粘着性、磁気性であるか、又は他の備え付け手段を有し、そのため、平面方向に *Un Mouse Pad* の表面にわたり、不快に滑ることはない。

10

【0429】

交互読み出し電子機器

【0430】

軽い接触を感知するために、センサ出力上で、極めて低い電圧を検出できることが望ましい。更に、更に正確な追跡とセンシングのために、電圧の小さな変動を検出することが望ましい。これは、個別に又は組み合わせて使用できる幾つかの取組方法により達成できる。一つの取組方法は、更なる出力ビットを備えた A2D 変換器を使用することである。更なるビットは、一般的に、電圧のより小さな変動を計測できることを意味している。第2の取組方法は、A2D 変換器のアナログ参照電圧を下げる事である。これは、読まれる電圧範囲の上限値を下げる（そのため、アナログ参照電圧を上回る電圧は、全く読むことができない）。しかしながら、同時に、これにより、アナログ参照電圧未満の電圧を更に正確に読むこともできる。センサの感度を向上させる別の方法は、小さな電圧を、これらの電圧が A2D 変換器に送信される前に増幅できる電圧利得増幅器を使用することである。これらの取組方法の全てによって、感度を実時間で変え、高いダイナミックレンジの走査を可能にする。取組方法1では、走査されるビット数を変えることができ、取組方法2では、アナログ参照電圧を動的に切り替えることができ、取組方法3では、必要な場合に、走査中に利得量を変えることができる。

20

【0431】

センサ抵抗（抵抗が既知で固定された抵抗器）バンクは、一方の側ではセンサの個別の入力線に、他方の側では接地することができる。この配置により、全ての出力を同時に、又は幾つかの出力を個別に感受することができ、ピンを接地するためにデジタル電子機器を使用する必要はない。感知抵抗器は、抵抗が極めて小さいことを必要とされ、出力は、アナログ利得増幅器を用いて増幅されることが一般に必要とされる。感受抵抗器内で低い抵抗を使用することにより、力画像のぼかしを防止する。このように記載される構成には、センサ装置の位置読み出しの直線性を向上させる利点がある。

30

【0432】

代わりに、個別のセンサ出力は、電流電圧増幅器に接続することができる。電流電圧増幅器は、センサの全ての出力を接地させ、一方で、ピン電圧を接地させるのに必要とされる各センサ出力ピンを通り抜ける電流の量に対応する電圧を同時に読み出すことができる。そのように記載される構成は、装置の位置読み出しの直線性を向上させるという利点がある。更に、電流・電圧増幅器は、信号を増幅する目的に役立ち、小さな力及び、センサに加えられる力の小さな変動のセンシングを向上できる。

40

【0433】

センサ入力のピンを +5 ボルト又は +3.3 ボルト等の小さな正電圧に、若しくはア-

50

スに移すために、シフトレジスタを使用することができる。任意の数のシフトレジスタを、感知される表面の寸法を拡大するために、互いに繋ぎ合わせできる。行内の幾つかの1値を前に進めるか又は後に進める、若しくは0値でその両方を行うシフトレジスタに、数ビット移動させることにより、複数の入力を同時に駆動できる。そのように記載される構成は、低解像度であるが、より速い走査レートでセンサを効率的に走査する。

#### 【0434】

出力上では、A 2 D変換ためのチャンネルを選択するアナログマルチプレクサを、接地又は高インピーダンス状態に配線を移すことができる論理回路と組み合わせて使用できる。この能力を有効にする論理回路としては、出力を入力可能にする（シフトレジスタの全ての出力を高インピータンス状態にさせることができる）シフトレジスタ、出力と入力間で入れ替えできるポート拡大器、オープンドレイン又はオープンコレクタ出力を有するシフトレジスタ、汎用マイクロコントローラ I / O ピン、幾つかの種類のプログラム可能ロジックアレイ（P L A）、又は、オープンドレイン又はオープンコレクタ出力を含む反転／非反転バッファと組み合わせて使用されるシフトレジスタが挙げられる。低解像度で、しかし速い走査レートでセンサの出力を走査するために、幾つかの隣接する駆動ピンが、高インピータンス状態に置かれる必要がある。加えて、様々な解像度でセンサを走査するために望ましいのは、センサからの幾つかの隣接する出力が、アナログマルチプレクサを介して、走査のための同じアナログ出力線に接続されることである。これは、センサ出力と共通アナログ線との間で接続された S P S T（单極单投）アナログスイッチを使用して達成できる。これは、8 : 1 アナログマルチプレクサ等のアナログマルチプレクサの入力を交互に処理することでも達成できる。例えば、2つのアナログマルチプレクサが使用される場合、マルチプレクサ1のピン1は、センサのピン1に接続でき、マルチプレクサ2のピン1は、センサのピン2に接続でき、マルチプレクサ1のピン2は、センサのピン3に接続でき、マルチプレクサ2のピン2は、センサのピン4に接続できる等である。マルチプレクサの共通出力は、電気的に共に接続され、次に、使用されるいずれかのA 2 D変換器に移ることができる。この構成で、センサのあらゆる2つの隣接するピンから、A 2 D変換器入力に両方のピンを同時に接続することで、同時に読み出しできる。当業者は、更なるマルチプレクサをこの方法で繋げることにより、A 2 D変換器の単一の入力に、任意の多数の隣接するピンを同時に接続することができると理解できる。

#### 【0435】

特別仕様チップを作製することができ、前記チップは、単一ピン又はピンの組み合わせ（例えば、8ピンを共に）を接地、又は電源に移行でき、ピンを高インピーダンス状態に設置でき、又は共通アナログバスにピンを接続でき、又は、プルアップ抵抗を備えたオープンドレイン又はオープンコレクタ出力を使用して、デジタル出力にピンを接続することにより、入力ピンのデジタル値を感知できる。この種類のチップは、本質的に、ポート拡張器のように働き、入力ピンのうちのいずれかのピン上で、又は複数の入力ピン上でアナログセンシングを可能にする追加の能力を備えている。様々なピンのモードを選択するために、シフトレジスタ又は複数のシフトレジスタを使用することができ、ピンに対するモードに移動し、次に結果を出力にラッチし、全てを一行程で行う。代わりに、チップと通信するのに、I 2 C バス又はシリアル U A R T バスを使用することができる。

#### 【0436】

センサから値読み出すために、マイクロコントローラの代わりに1つ以上のA 2 D変換器と連結された F P G A、P L A、C P L D 又は S P L D 等のプログラム可能ロジックを使用できる。センサから値を読み出すために、マイクロコントローラと組み合わせて、そのようなプログラム可能ロジックを使用することもできる。前例でのマイクロコントローラの使用は、説明のためのものであり、当業者は、この段落で述べたプログラム可能ロジック等の他の種類のロジックが、マイクロコントローラに代わり、センサからの読み出しと力の処理を実行してもよいことを理解であろう。

#### 【0437】

本明細書中に示される、センサの多くの実施形態と図では、電子機器への列電極と行電

10

20

30

40

50

極の接続は、一般に、センサの同じ領域内で行われ、行電極からの配線は、列電極の配線と同じ領域で巻き付くように、センサの周りに走っている。この構成は、単に、これらの接続配線のための 1 つの可能な構成である。代わりの構成では、列電極から、センサの上に又は下にある回路基板に垂直に配線を走らせ、一方で、行電極から、センサの左又は右にある個別の回路基板に水平に配線を走らせる。この構成は、電子機器に接続する配線が走る沿うべき経路を短くし、配線に必要とされる縁領域の量を削減する。その構成は、その上、行を読むのに使用される電子機器から列を駆動するのに使用される電子機器を分離し、2 つの回路基板にする。回路基板は、相互に対話できるように、1 つ以上の配線から構成される個別の電気的接続で、互いに電気的に接続されてもよい。

## 【0438】

10

幾つかの例では、列電極が駆動されるのに対し、行電極が読み出されることを記載するか、又は行電極が駆動されるのに対し、列電極が読み出されることを記載する。これは、説明を目的に行われる。我々のセンサの頂部と底部は、大抵の実施形態において構成が同じであるので、交換可能である。従って、行電極が読み出され、列電極が駆動される場所では、役割を反転することができ、行電極を駆動し、列電極から読み出し、その逆も同様である。更に、行と列は交換可能であるので、両方のモードで動作できる回路を作製するは容易である。例えば、一つのバスでは、回路は、行を駆動し、列から読み出すことができ、第 2 のバスでは、列を駆動し、行から読み出すことができる。2 つの走査から記録された圧力像の組み合わせは、より正確な最終圧力像を生成するために、平均又は他の手段により組み合わされてもよい。そのような回路を作り出すのに必要な全ての事は、個別に行と列を駆動し、それらを接地し、高インピーダンスモードにそれらを置き、又はアナログ・デジタル変換器を用いてそれらの電圧を読むことができる回路に、行と列の両方を接続することである。

20

## 【0439】

## 接触追跡

## 【0440】

圧力像の分析に使用される全てのアルゴリズムは、ホスト C P U 上に又は、センサを駆動するマイクロコントローラ上に、若しくは C P U とマイクロコントローラとのいかなる組み合わせでも実装できる。

## 【0441】

30

# 1。局所値を見つけ、流し込みアルゴリズムを使用して連結成分を見つける前に、直線補間を使用して画像の解像度を拡大することが有利である。好ましくは、画像は、元の解像度の少なくとも 4 倍に拡大される。この拡大には、連結成分が互いに近くにある場合、後続の流し込みアルゴリズムにそれらの連結成分をよりよく分離させる効果があり、連結成分の追跡の信頼性は、著しく向上する。

## 【0442】

# 2。# 1 の結果得られる拡大像は、ガウス曲線又は他のぼかしカーネルを用いて拡大像を畳み込むことにより、滑らかにすることができる。このぼかし操作により、ピーク検出段階でのピークの検出が向上し、互いに近くにある指を更なる信頼性で検出することができる。このぼかし操作により、実際には 1 つのピークのみがあるべきである場合に、複数のピークを検出する確率も削減される。この読み違えは、鞍点を含む圧力像を拡大する結果、起こりえる。主要な目標が人の指の接触を検出することにある場合、ぼかしカーネルは、半径が、普通の人の指の半径と同じになるように作成され、指の検出を最適化する。ぼかされた圧力像は、ピークと、それを取り巻く領域を検出するためにのみ使用されるべきである。このぼかされた圧力像は、力と圧力を計算するのに使用されるべきでない。なぜならばぼかしは、そのような計算に誤差をもたらすことがありえるからである。

40

## 【0443】

# 3。ピークの周りの領域の検出と流し込みは、幅優先反復方法で充填を行い、1 ピクセル毎に全領域を半径方向に拡張し、領域をもう拡張できなくなるまで、繰り返して 1 ピクセルだけ全領域を再び拡張することにより、向上できる。

50

## 【0444】

# 4。接触が極めて軽く、圧力が値で検出閾に近い場合、そのような接触は、検出状態（「1状態と呼ぶ」）と未検出状態（「0状態と呼ぶ」）との間で入れ替わることがある。これは、接触のダウンストリーム処理内で、大きな流れの接触上げ及び接触下げ事象を作り出すので、望ましくない。その上、使用者は、視覚的に表示されている接触と、視覚的に表示されていない接触との間のちらつきを見ることを不快と感じることがありえる。その上、そのような入れ替わりにより、アプリケーションソフトウェアが一貫した識別を設定することが、更に難しくなる。この種類の問題は、多くの場合、検出の閾値（即ち、0から1への遷移）を、検出終了の閾値（即ち、1から0への遷移）よりも高くすることにより対処される。類似の方法で、接触が検出された後、接触が更に効率的に追跡できるように、次のフレームでその接触の検出の閾値を低くすることが望ましい。これは、次のように、フィードバックループにより実装される。接触が検出される時はいつでも、その接触の偏倚像は、力像に加えられ、それは接触が次のフレーム内で見られると期待される場所で、検出閾値の強度の約1/2である。この期待される場所を推定は、接触の動きを直線的に補外することにより、例えば、接触が、最後の2つのフレーム又はデータにわたり移動した速度と同じ速度で移動し続けるであろうと仮定することにより、又は、接触が、対応する速度と加速度をともなうデータの最後の3つのフレームの間に移動した際に沿った同じ曲線に沿って移動するであろうと仮定することによって行われうる。追加の偏倚像は、検出閾値の強度が1/2であるので、接触が無視されるためには、接触により加えられた力は、検出閾値の半分に落ちる必要がある。このアルゴリズムは、前に記載された、望ましくない、0状態と1状態との間の瞬間遷移の問題を取り除く。偏倚像が加えられた像は、接触のピークを検出し、接触領域の見つけ出すためにのみに使用されるべきある。この像は、偏倚がこれらの操作内で誤差を作り出すことがあるので、力又は接触位置を計算するのに使用されるべきではない。代わりに、実際の生の圧力像が、接触の力及び/又は位置を計算するために使用されるべきである。

## 【0445】

# 5。以前の暫定特許出願で、異なるフレームにわたり連結セグメントを追跡し、追跡された指/尖筆位置に固有IDを割り当てる技術を記載した。しかしながら、我々の以前の記載は、2つの接触が、区別できないほど近くなると何が起こるか（接触混合事象と呼ぶ）、また同様に、互いに極めて近くにあり、センサにより単一の接触点と解釈される2つの接触が、2つの個別の接触点として検出されるのに十分に離れるように移動すると、何が起こるか（接触分離事象）を記載していなかった。これらの事象は、適切に処置しなければ、それぞれ、接触が離れたように、又は、接触が目にみえるようになったように見えるであろう。しかしながら、接触混合と接触分離を適切に検出することは、これらの事象を使用する下流ソフトウェアにとっては有用なことである。これらの事象の検出は、次のように実行できる。別の接触に隣接する接触が消え、その結果得られる接触が、次のフレーム内で検出され、以前のフレームからの2つの接触の力の和にほぼ等しい力を有する時に、接触混合を検出することができる。接触混合では、事象は、IDがAの接触とIDがBの接触が、新たなIDのCの接触に混合したことを示す下流ソフトウェアに送信されるべきである（A、B及びCは、異なる固有識別子である）。単一接触の近くの領域内で、2つの接触が、以前のフレームからの単一接触の力を合わせた力を有する次のフレームで検出される時に、接触分離を検出できる。接触分離では、事象は、IDがDの接触が、IDがEとIDがFの2つの接触に分離したことを示す下流ソフトウェアに送信されるべきである（D、E及びFは、異なる固有識別子である）。

## 【0446】

# 6。平滑化。時間領域内でセンサからの圧力像を滑らかにし、電気的ノイズによる僅かな変動を除去するのは望ましいことである。これは、以前のフレームからの値で、各々の継続する圧力像フレームを平均化することにより行うことができる。平均は、現フレームに又は以前のフレームに更なる重要度を与えるために、重みを付けられてもよい。移動平均は、すぐ前のフレームよりもフレームを更に滑らかにするように保たれてもよい（

以前のフレームから寄与が指数関数的に減衰することになる）。更に、平滑化は、接触及び／又は尖筆検出／追跡アルゴリズムの下流で実行できる。これは、先行技術で一般的に知られている平滑化技術を使用して、追跡された接触の座標、力及び形を時間領域内で平滑にすることにより実行できる。

【0447】

#7。無為電極を備えたセンサでは、ペンを検出することができ、なぜならば、ペンが連続する無為配線を横切って移動することで、小さな振幅の変動が生じ、それにより、センサ表面上を移動する時に、対応する、計測された力の振動を生成するからである。これは、ペン先が2つの導体間の交点に最も近いそれらの場所では、ペン先がそのような交点から最も離れている時よりも、伝導度が僅かに大きいことに起因する。この現象は、指接触に応答して発生しない。なぜならば、指は、接触領域が、無為配線間の離間と比べて、極めて大きいからである。指の接触は、指接触領域内の異なる場所からの寄与により、あらゆる潜在的変動を取り消す、領域一体性を効果的に作り出す。

【0448】

非平行格子

【0449】

UnMousePadセンサの原理は、直線で走っていない行と列が、厳密には平行でないか、及び／又は、互いに90度の角度で交わらない、用途に適用できる。例えば、UnMousePadセンサ格子は、円を充たすように、連続的に曲げられ得る（図43～49を参照）。代わりに、円状センサは、センサの一方の側に、中心から外側へ半径方向に出る配線を与えるのに対し、他方の側に、同心円状環を形成する線を与えることにより作製できる（図43を参照）。UnMousePadセンサは、曲げられた格子であってもよい。例えば、靴の中で使用される場合、格子は、（直接、足のアーチの下の）中心で潰され、つま先の勾配に整合するように、先端で曲げられ得る。無為導線は、通常の格子を有するUnMousePadセンサの場合とちょうど同じ方法で、電極の間に配置できる。

【0450】

センサへの接続は、センサを損傷させることなく、部品を整えることができるような方法で行われる。

【0451】

図43は、格子を曲げることで作製される円状のUnMousePad用の垂直電極の配置を示す。配線は、バスに電極を接続するために、円周の周りを走り（右下に見ることができる）、回路へ電気的に接続することができる。

【0452】

図44は、格子を曲げることにより作製される円状のUnMousePad用の水平電極の配置を示す。配線は、電極をバスに接続するために、円周の周りを走り（右下に見ることができる）、回路へ電気的に接続することができる。

【0453】

図45は、格子を曲げることにより作製される円状のUnMousePad用の垂直電極と無為線の配置を示す。配線は、電極をバスに接続するために、円周の周りに走り（右下に見ることができる）、回路へ電気的に接続することができる。

【0454】

図46は、格子を曲げることにより作製される円状のUnMousePad用の水平電極と無為線の配置を示す。配線は、電極をバスに接続するために、円周の周りに走り（右下に見ることができる）、回路へ電気的に接続することができる。

【0455】

図47は、頂部及び底部センサ層上の半径方向及び同心円方向の両電極を示している、円状のUnMousePadの配置を示す。

【0456】

図48は、半径方向及び同心円方向の両電極、ならびに頂部及び底部センサ層上の無為

10

20

30

40

50

線を示している、円状の U n M o u s e P a d の配置を示す。

【 0 4 5 7 】

図 4 9 は、互いの上に重ねられた列電極と行電極を備えた（無為電極を持たない）足センサ格子の像を示す。列電極は、実線で引かれ、行電極は、点線で引かれている。格子は、解像度が  $8 \times 10$  である。格子は、中底として使用できるように、足の自然な形に整合させるような方法で曲げられる。電子機器に接続する配線は、図示されていない。物理的実施形態では、行と列からの配線が、マイクロコントローラが埋め込まれることもあるアーチの下の領域に走ることもある。

【 0 4 5 8 】

U n M o u s e P a d の更なる使用

10

【 0 4 5 9 】

U n M o u s e P a d は、スケートボード上に、又はバランスボード内に配置され、人の位置と均衡を検出できる。これらの装置は、運動訓練等の定常目的に、又はビデオゲームに入力を与えるのに使用できる。これらの装置は、コンピュータ制御下で、使用者の足による圧力の僅かな変化に応答して移動する、駆動車両を移動させるのに使用でき、セグウェイのように、使用者のバランスを取るのにも積極的に役立つこともある。

【 0 4 6 0 】

U n M o u s e P a d は、ロボットスーツ（アイロンマンのスーツ等）の内張の一部として使用できる。これにより、スーツは、スーツの着用者によりスーツに加えられる力を感知でき、それにより、着用者により望まれる速度と力で、着用者の所望の位置に整合するように、スーツ内のアクチュエータ／サーボを移動させる。

20

【 0 4 6 1 】

ロボットの皮膚を作製するために、U n M o u s e P a d を使用することができる。ロボットは、様々な位置で様々な解像度の U n M o u s e P a d で被覆できる。例えば、指先は、解像度の極めて高い U n M o u s e P a d で被覆でき、腕は、解像度の低い U n M o u s e P a d で被覆でき、それにより、人体の異なる部分で、変化する人の皮膚の解像度特性を模倣する。

【 0 4 6 2 】

上に、U n M o u s e P a d が、ゴルフクラブとテニスラケットに使用できると記載される。更に一般的には、U n M o u s e P a d は、スポーツ用具の表面上に置かれてもよく、競技者、ボール又は他の物体は、スポーツ用具と接触を成す。例えば、U n M o u s e P a d センサは、ゴルフクラブの面上に、取っ手の周りに置かれてもよい。この構成のセンサは、競技者にフィードバックを与えることにより、競技者の動作能力を向上させるのに使用できる。このフィードバックは、クラブ面のどの部分がボールに当たっているか、どの速度でクラブ面がボールに当たっているか、競技者がボールをスライスさせているか、及びスライスの方向と量のような情報を含んでもよい。クラブの取っ手の周りのセンサは、どこに及びどのように競技者がクラブを握っているか、クラブが一振りのいずれかの部分の間に滑っているか又は逸れているか、及び、衝突の間に競技者の手に伝えられる力の量を競技者に知らせる。類似の情報は、U n M o u s e P a d センサで被覆された他のスポーツ用具について記録できる。この情報は、競技者の能力を向上させるだけに使用される以外に、統計と関心のある情報を記録し、スポーツイベントの観客又は特定の競技のファンに放送することにも使用できる。

30

【 0 4 6 3 】

キーワード：U n M o u s e P a d は、通常の Q W E R T 又は D V O R A K コーボードの役割をすることができます。ソフトウェアキーボードのホームポジションは、使用者の手のひらの位置に基づいて（使用者がその手のひらをセンサ上に載せていると仮定している）、コンピュータソフトウェアに表示できる。従って、仮想キーボードは、使用者の手の配置と共に移動するように作製でき、それによって、使用者は、快適なタイピングの場所を仮定することができ、手は、快適な距離に離して置かれる。使用者の 2 つの手は、独立しているので、キーボードは、2 つの半部分に分割でき、各々は、2 つの手に対して個別

40

50

に配置できる。仮想キーボードの2つの半部分は、画面上に、又は、UnMousePad内に組み込まれた表示装置がある場合、UnMousePadの表面上に直接、表示することができる。使用者には、視覚上のフィードバックが与えられ、使用者がタイプを打つには、2つの仮想キーボードの半部分の像を示す表示画面上に、使用者の手のひらの配置と指接触の位置を表示する。キーボードが仮想的であるので、その配置は、個人使用者の好み／要求に合うように変更できる。使用者は、叩き込む動作で（各指先を連続してUnMousePad上に落とす）、UnMousePadの上に手のひらと指を置く等の、しぐさにより、タイプ打ちモードを開始できる。キーボードタイプ打ちモードは、別のしぐさ、例えば、左又は右手全体で払い飛ばすしぐさであり、使用者がキーボードを払い飛ばしたいことを示すしぐさで無効にできる。

10

#### 【0464】

代わりに、触覚重ねシート（シリコーンゴム、食器ガラス、成形プラスチック又はある他の形の材料から作製される）が、物理的キーボード配置を与えるために、UnMousePad上に配置できる。

#### 【0465】

本発明が、説明のための上記の実施形態で、詳細に記載されたが、そのような詳細は、単にその目的のためであり、次の請求項により記載されることを除いて、本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、当業者によりその目的内で変更できる。

#### 【0466】

付録

20

#### 【0467】

参考文献、その全ては、参照により組み込まれる。

#### 【0468】

1. ジョブス, Sら、「発見法を適用することにより命令を確定するための接触画面装置、方法及びグラフィックユーザインターフェース」、米国特許出願第20080122796号、2008年5月29日。

2. ブクストン, W、ヒル, R及びローリー, P、「接触感受タブレット入力の課題及び技術」、コンピュータグラフィクス及び対話技術についての第12回年次会議講演会、ACMプレス、ニューヨーク、NY、215～224頁、1985年。

3. エヒトラー, F、フーバー, M、クリンカー, G、「複数接触タブレット上での影追跡」、AVT08：先端視覚インターフェースについての作業会議講演会、2008年5月。

30

4. ハン, J, Y、「全内部反射を無効にすることによる低価格複数接触センシング」、ユーザインターフェースソフトウェアについての第18回年次ACMシンポジウム講演会、ACMプレス、ニューヨーク、NY、115～118頁、2005年。

5. ジョゲ, P及びラルギアール, G、「複数接触触覚画面上の仮想物体を制御操作する装置及び方法」、米国特許出願発行番号US2007/0198926A1、2007年8月23日。

6. グリーン, R、「均一感度を備え、キーストン歪のないグラフィック入力装置」米国特許第5181108号、1993年1月19日。

40

7. デ・ロス・レイズ, Lら、「機能性指向ユーザインターフェース」、米国特許出願第20070124677号、2007年5月31日。

8. T. モスコヴィッチ, J. F. ヒューエス、「1つ及び2つの手を使用しての複数接続入力の間接マッピング」、CHI2008講演会、フローレンス、イタリア、2008年4月。

9. モスコヴィッチ, T. ヒューエス, J. 「複数指クラスタ技術」、グラフィクスインターフェース2006講演会、ケベック市、カナダ、2006年6月。

10. ペイン, W. プラスコ, R. ソン, J. S. 「アレイセンサ電子機器」、米国特許第7301349号、2007年。

50

11. ローゼンベルク, I. ベルリン, K. 「Un Mouse Pad: 低価格複数接触入力パッド」、UIST 2008会議、2008年10月19~21日、モントレイ。

12. プラシャント・スリニヴァーサン、デビット・バーチフィールド、ガン・キャン、アセギ・ドキダン、「多重モードセンシング用圧力感受フロアの設計」、iV、41~46頁、情報視覚化についての第9回国際会議(IV'05)、2005年

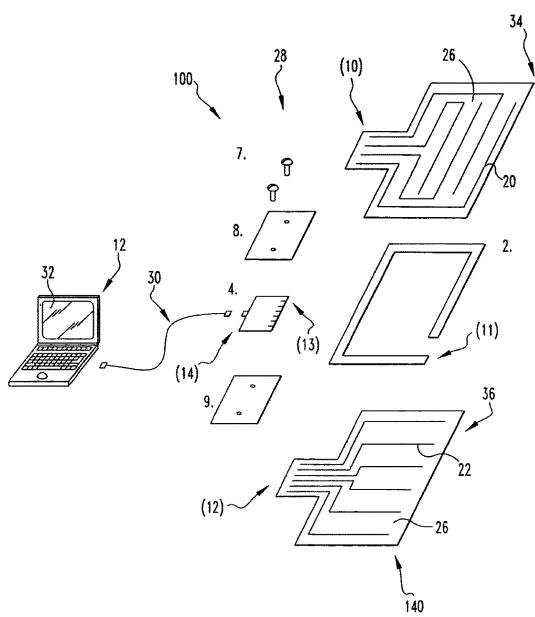
13. ヴェッセル, D. アヴィジニス, R. フリード, A. 及びライト, M. 「多重2D音楽制御構造を補助する力感受複数接触アレイ」、音楽表現のための新インターフェース、41~45頁、ニューヨーク、2007年7月6日。

14. ウエスターマン, W. 「複数接触表面上での手追跡、指識別及び弦操作」、博士論文、デラウェア大学、1999年。

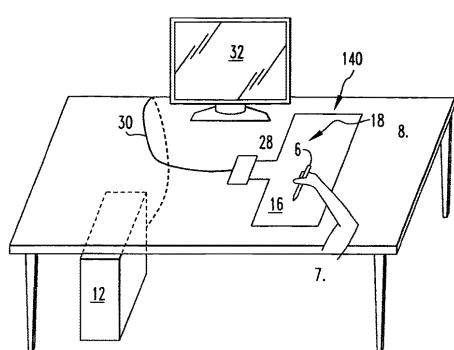
15. デービス, J. R. 「指で綴りましょう: 電話キーパッドで綴られた単語の曖昧さを回避する」、アメリカ音声入力/出力学会誌9(1991年)、57~66頁。

10

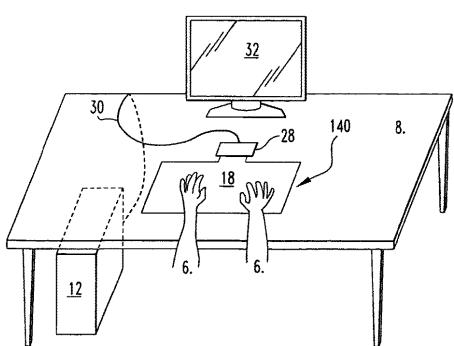
【図1】



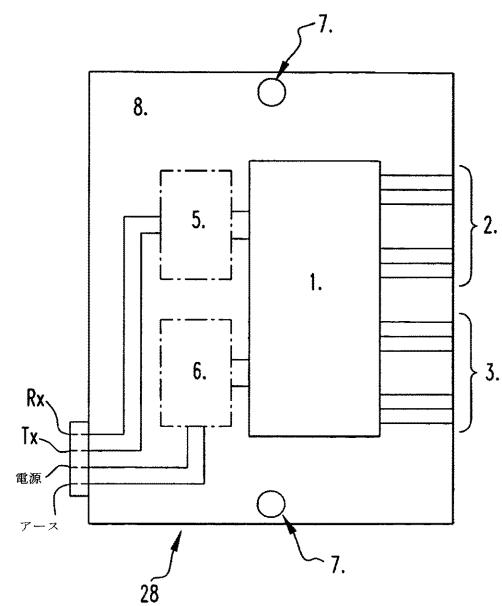
【図2】



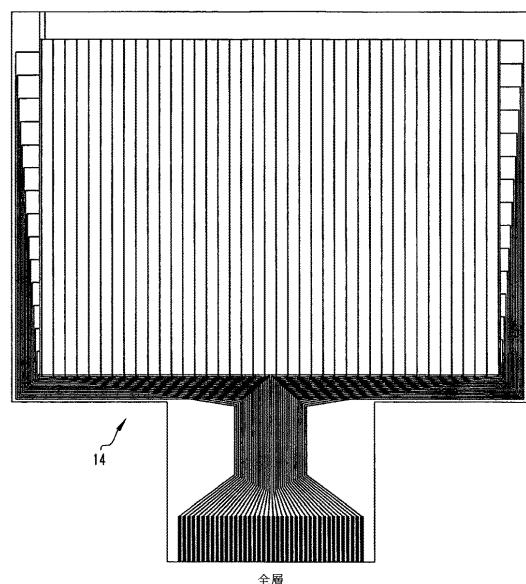
【図3】



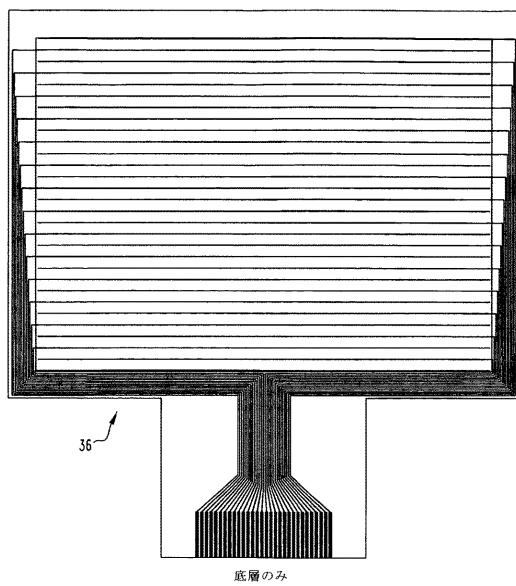
【図4】



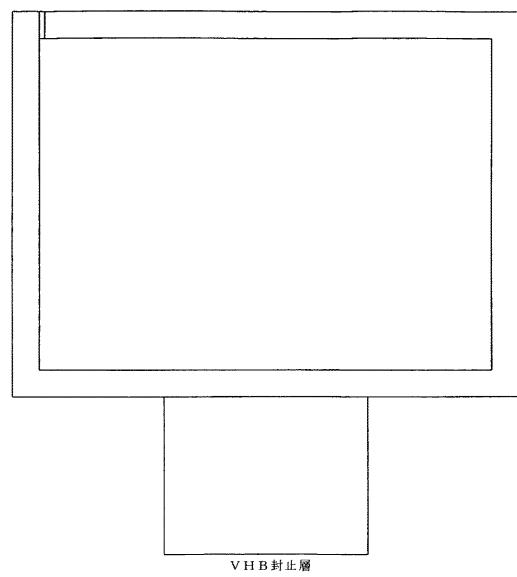
【図5】



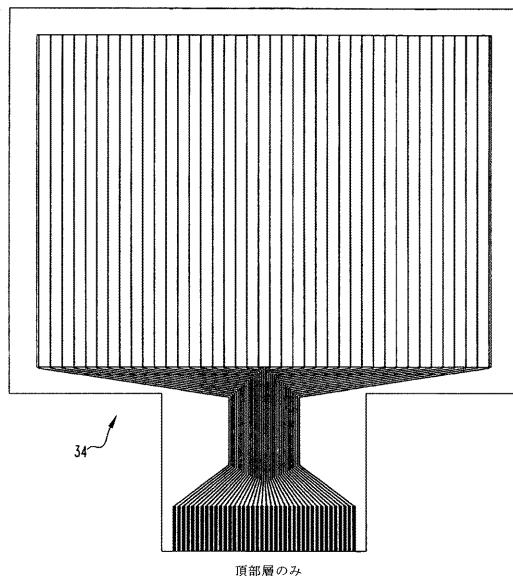
【図6】



【図7】



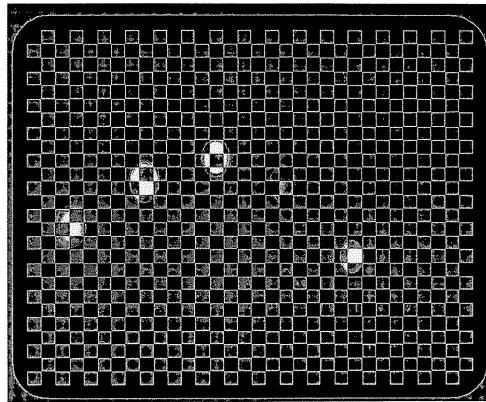
【図 8】



【図 9】

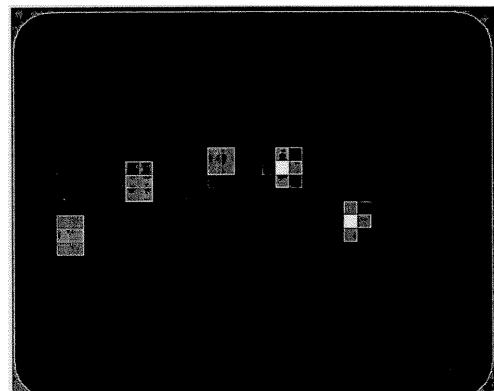
技術 (製造)	フォームファクター				能力				電力/費用				
	平面 可	平面 不可	透 通 可 能 性	透 通 不 可 能 性	一 次 オ ペ レ ー ト ア ク セ ス	二 次 オ ペ レ ー ト ア ク セ ス	接 触 接 近 度 30 イン チ 内 部 対 外 部	接 触 接 近 度 30 イン チ 内 部 対 外 部	接 触 接 近 度 30 イン チ 内 部 対 外 部	接 触 接 近 度 30 イン チ 内 部 対 外 部	接 触 接 近 度 30 イン チ 内 部 対 外 部	接 触 接 近 度 30 イン チ 内 部 対 外 部	
連続抵抗 IMPAD (NYU)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	低
容量性アレイ (アップル i フォン)	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	中
圧縮可能容量性アレイ (PPS タクトアレイ)	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	中
光学系 (マイクロソフトサーフェス)	N	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	高
抵抗性表面 (ELO タッチ (ELO タッチシステム)	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	N	Y	Y	Y	低
抵抗性アレイ (TekScan、 JazzMutant Lemur)	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	中

【図 10】



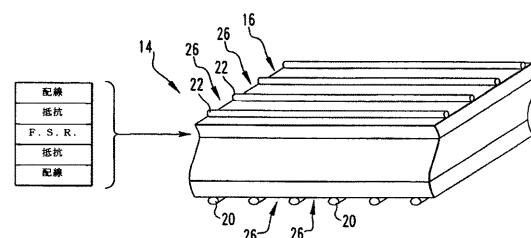
スクリーン・キャプチャ  
5 本の指で、パッドを同時に押している

【図 11】

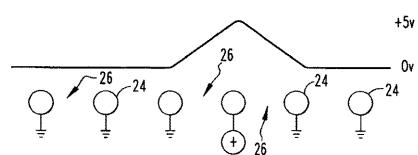


スクリーン・キャプチャ  
5 本の指が、パッドを同時に  
押している

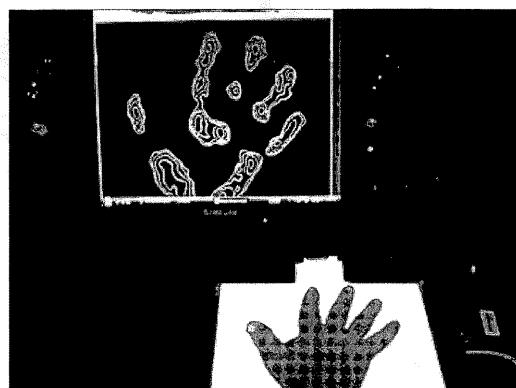
【図 12】



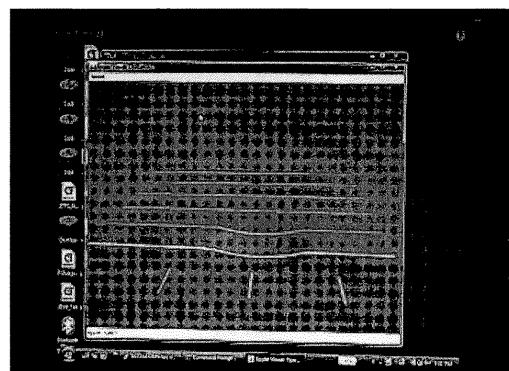
【図13】



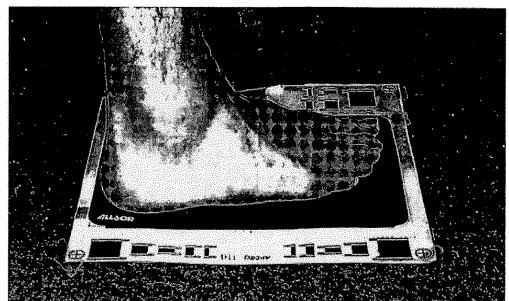
【図14】



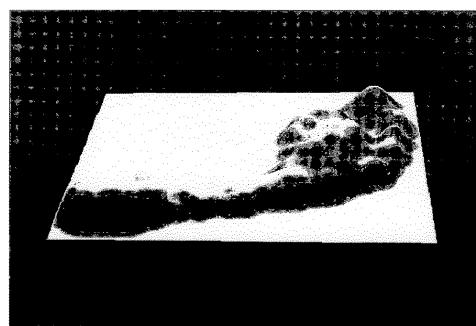
【図15】



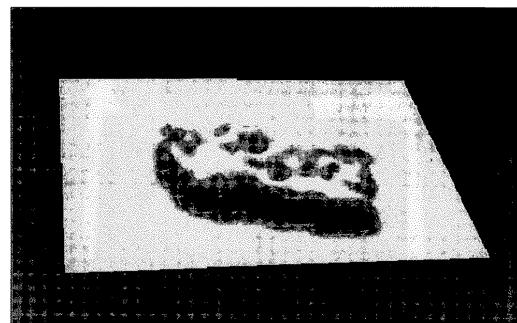
【図16A】



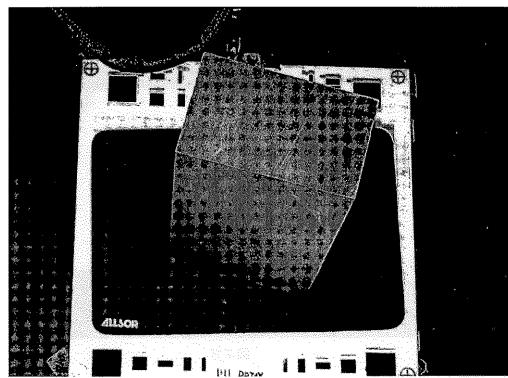
【図16B】



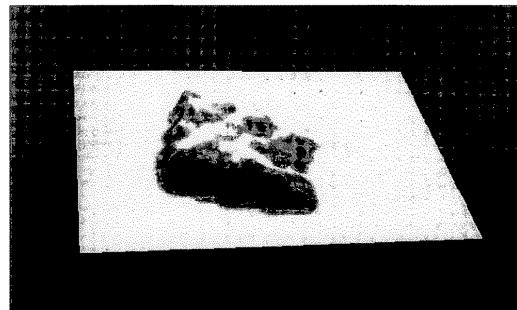
【図17B】



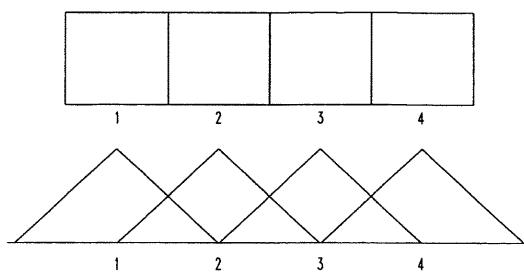
【図17A】



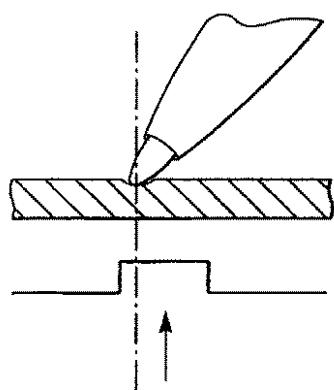
【図17C】



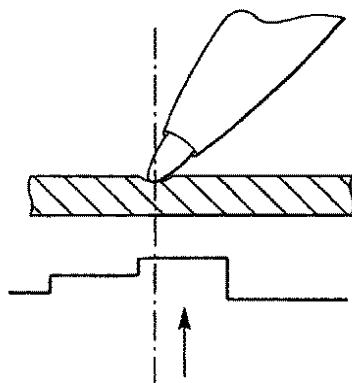
【図18】



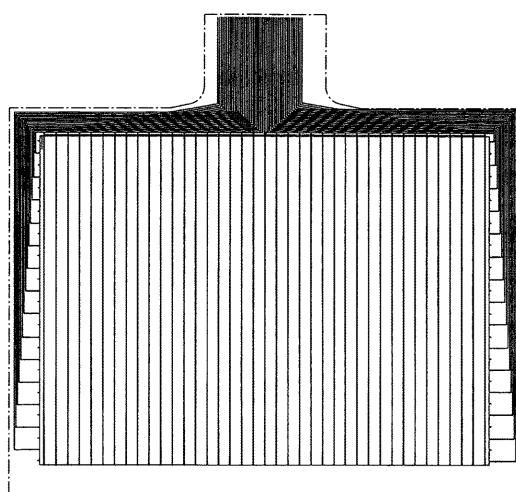
【図19A】



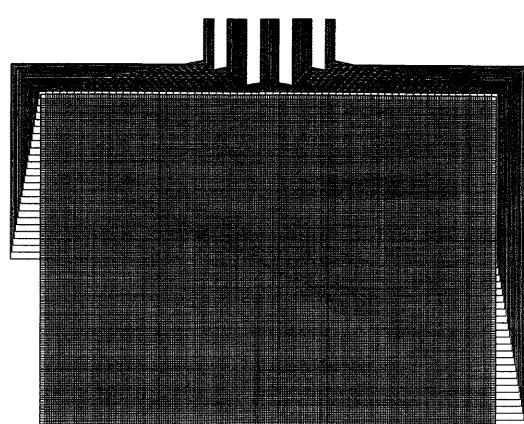
【図19B】



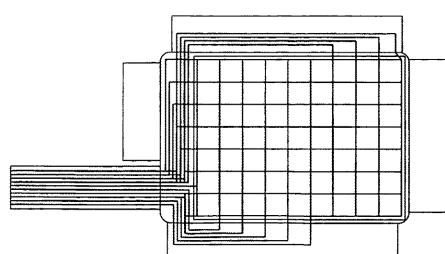
【図20】



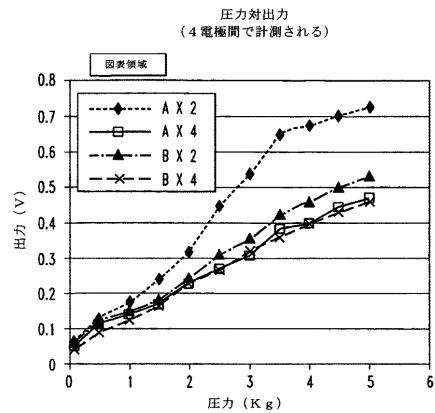
【図22】



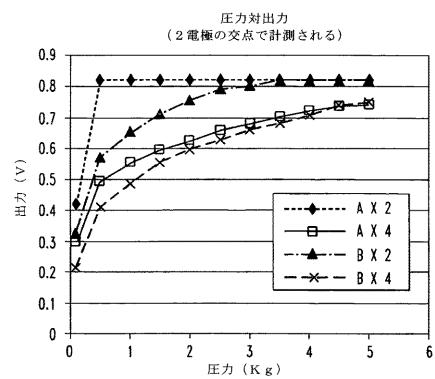
【図21】



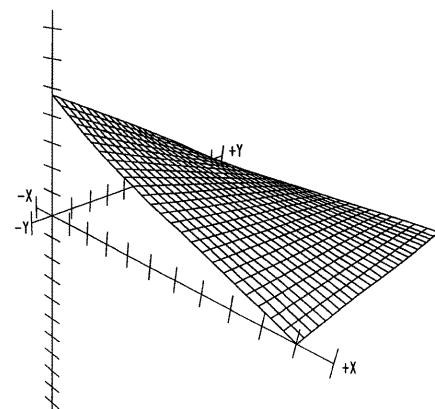
【図23】



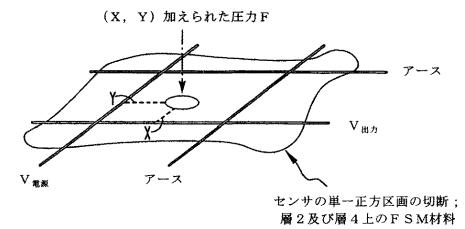
【図24】



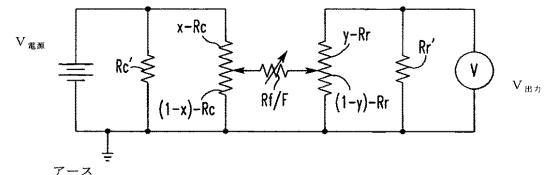
【図25】



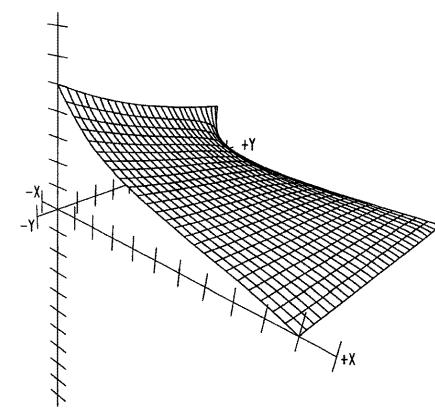
【図24 A】



【図24 B】



【図26】



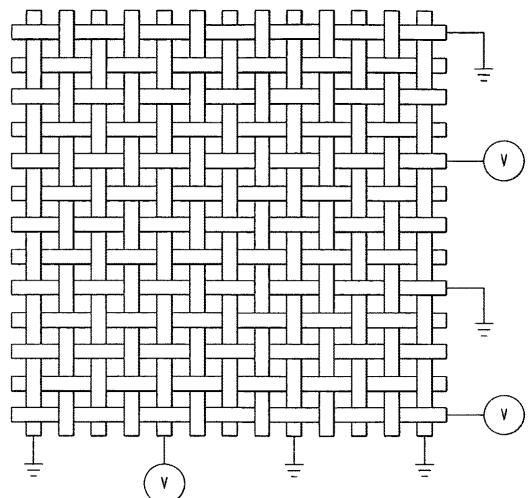
【図27 A】



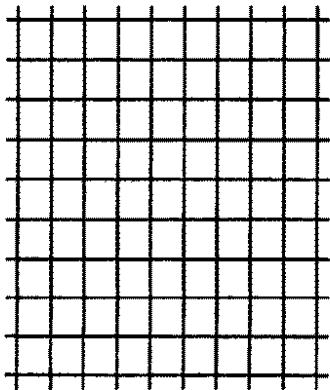
【図 27B】



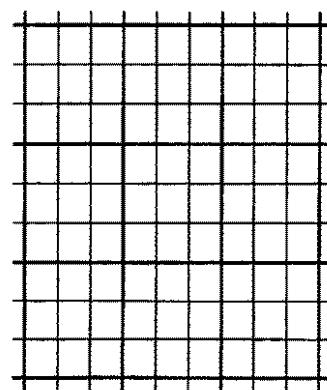
【図 28】



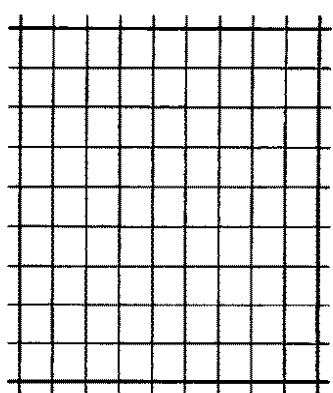
【図 29A】



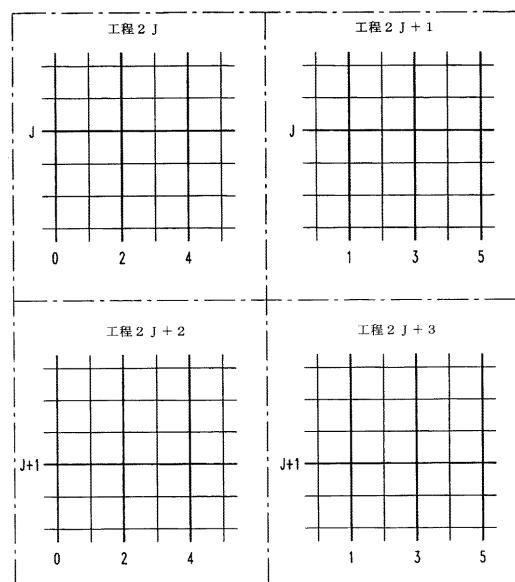
【図 29B】



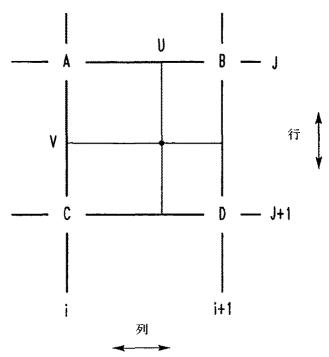
【図 29C】



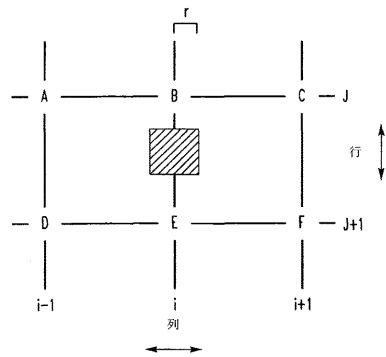
【図 30】



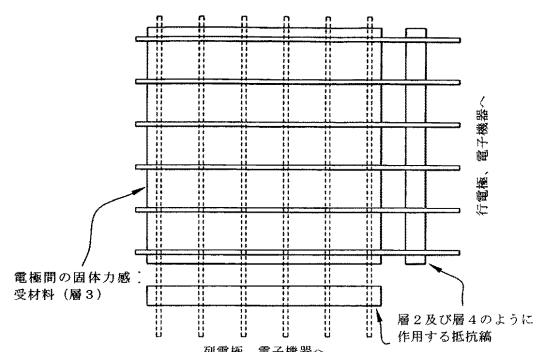
【図 31】



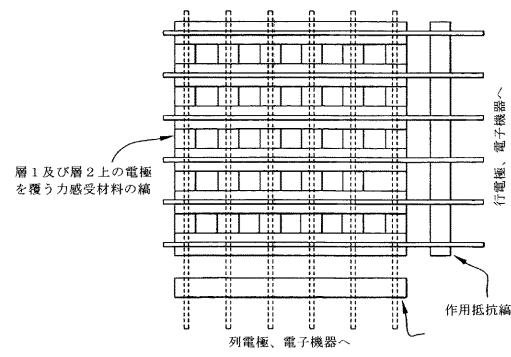
【図 32】



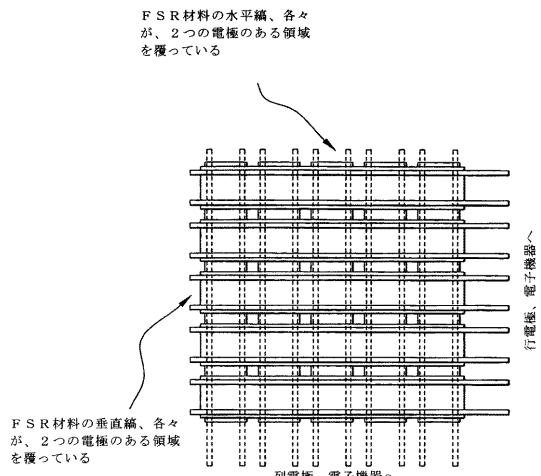
【図 33】



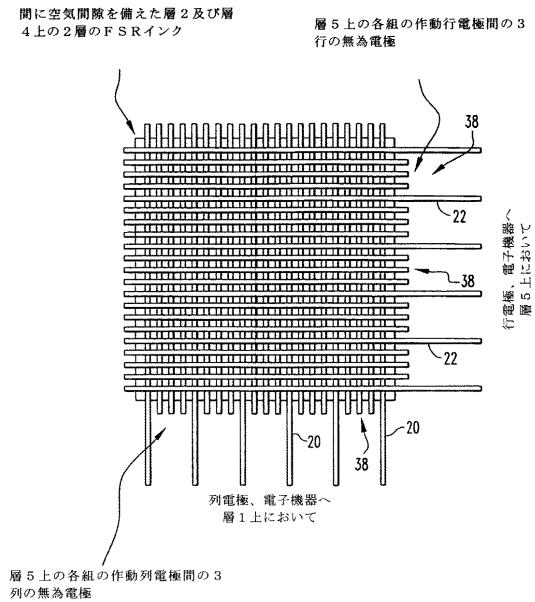
【図 34】



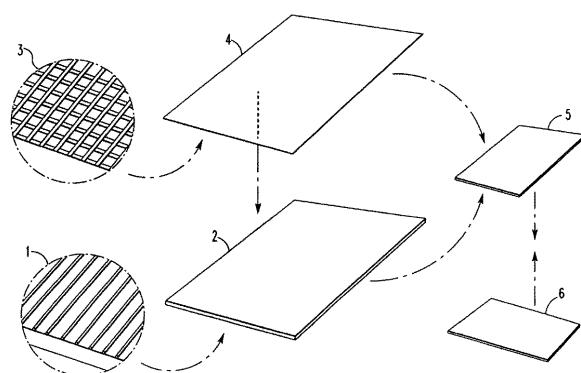
【図35】



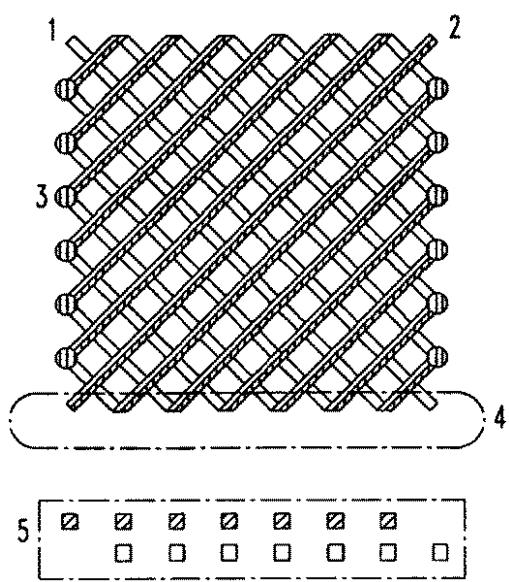
【図36】



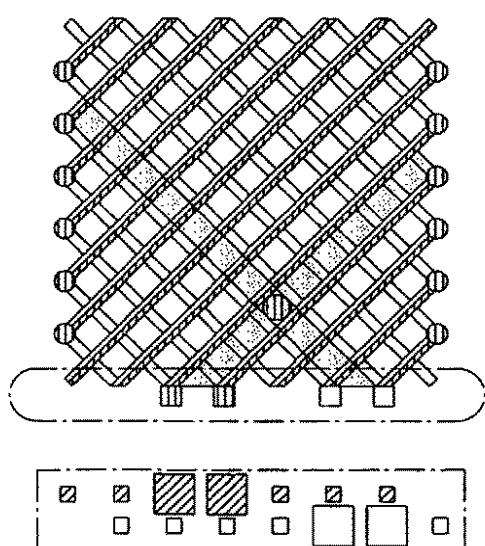
【図37】



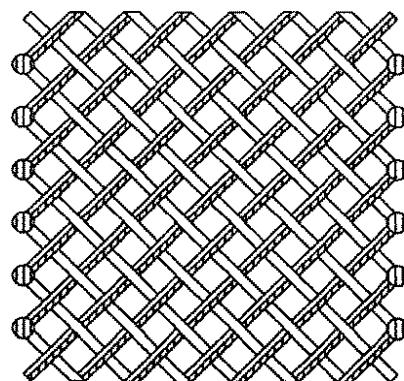
【図38】



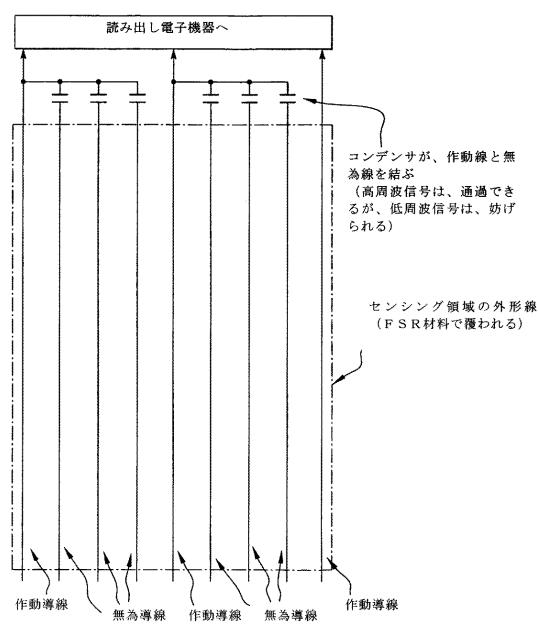
【図39】



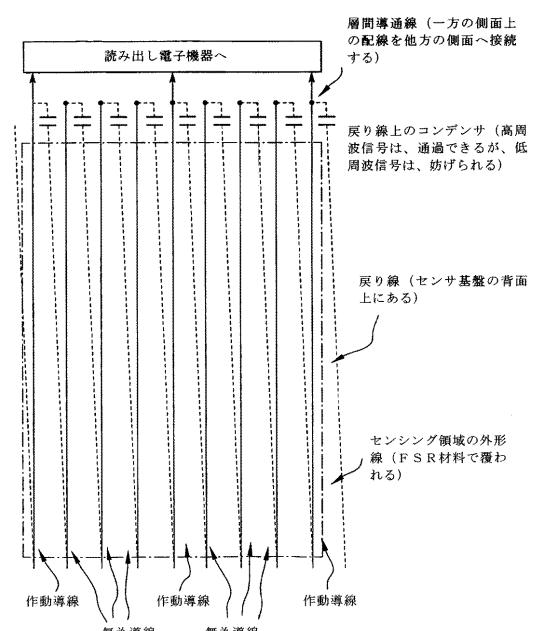
【図40】



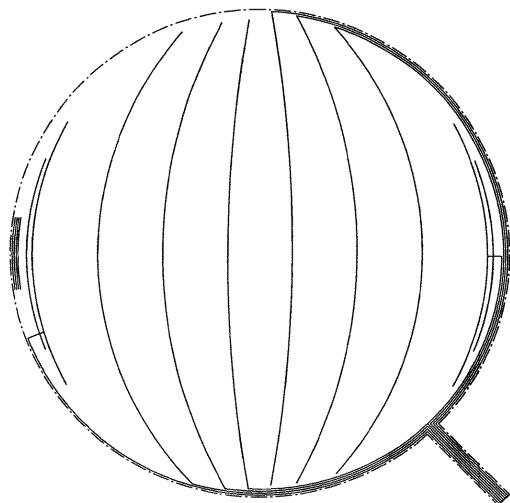
【図41】



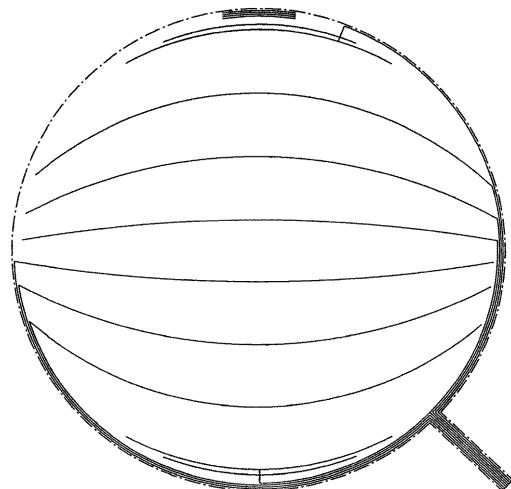
【図42】



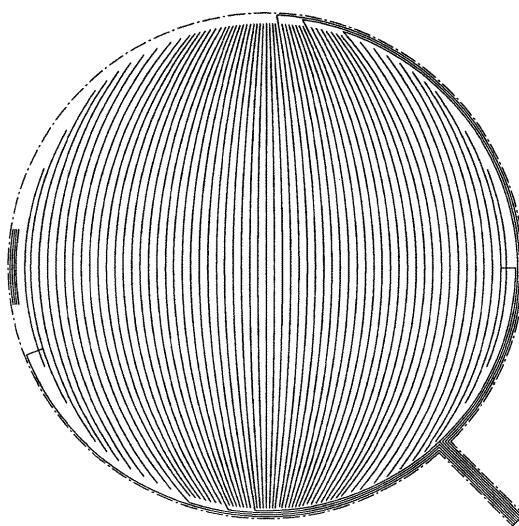
【図43】



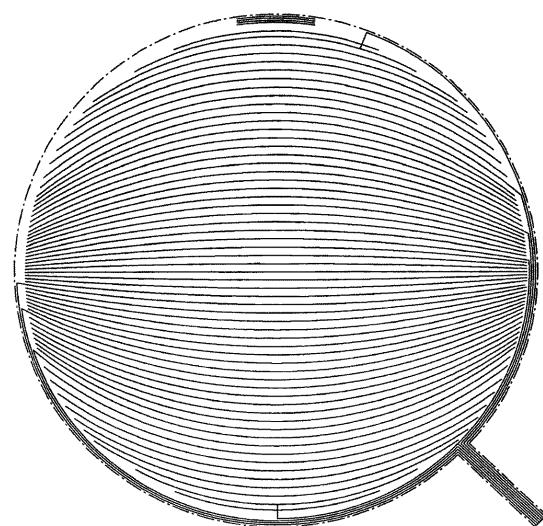
【図44】



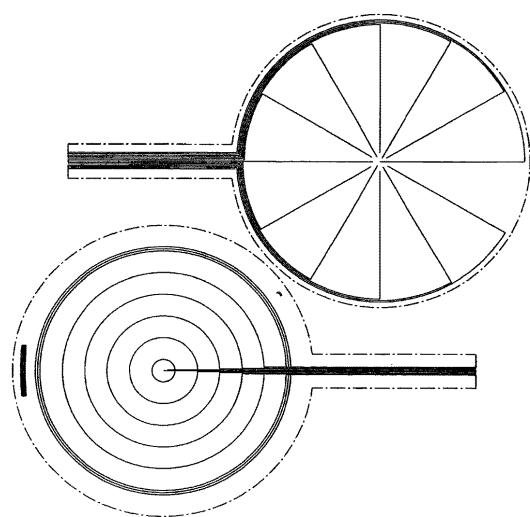
【図45】



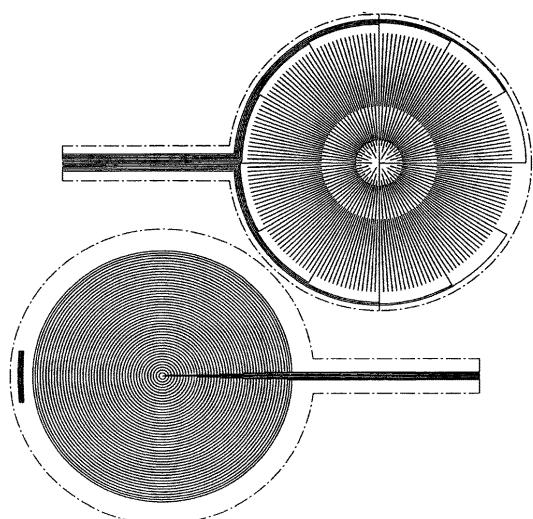
【図46】



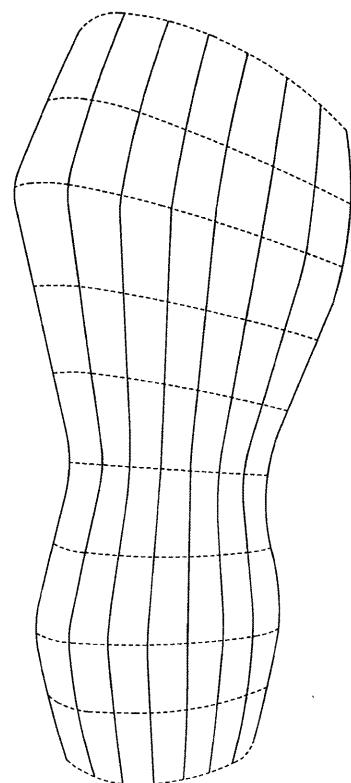
【図47】



【図48】



【図49】



---

フロントページの続き

(72)発明者 イルヤ ローゼンバーグ

アメリカ合衆国 07310 ニュージャージー州 ウェイン ハリアー コート 19

審査官 山口 大志

(56)参考文献 特開平05-257594 (JP, A)

特開平08-286830 (JP, A)

特開平05-224818 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/041

G01L 5/00