

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-502103

(P2005-502103A)

(43) 公表日 平成17年1月20日(2005.1.20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G06F 3/033

G06F 3/03

F I

G06F 3/033

360G

G06F 3/03

345A

テーマコード (参考)

5B068

5B087

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 70 頁)

(21) 出願番号 特願2002-582447 (P2002-582447)  
 (86) (22) 出願日 平成14年4月12日 (2002.4.12)  
 (85) 翻訳文提出日 平成15年10月10日 (2003.10.10)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/011308  
 (87) 国際公開番号 W02002/084579  
 (87) 国際公開日 平成14年10月24日 (2002.10.24)  
 (31) 優先権主張番号 09/835,040  
 (32) 優先日 平成13年4月13日 (2001.4.13)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 09/835,049  
 (32) 優先日 平成13年4月13日 (2001.4.13)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

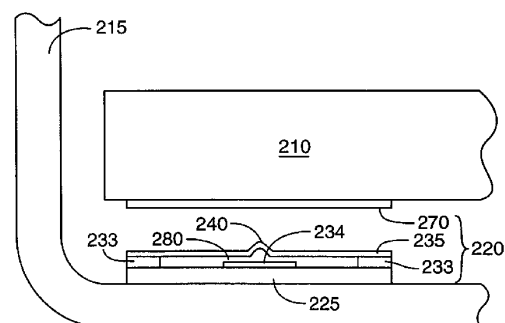
(71) 出願人 599056437  
 スリーエム イノベイティブ プロパティ  
 ズ カンパニー  
 アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-  
 1000, セント ポール, スリーエム  
 センター  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100092624  
 弁理士 鶴田 準一  
 (74) 代理人 100102819  
 弁理士 島田 哲郎  
 (74) 代理人 100082898  
 弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転分離された力センサを備えたタッチスクリーン

## (57) 【要約】

タッチセンサは1つ以上の力センサを用いてスクリーン上のタッチの位置を決定する。タッチスクリーン・オーバーレイあるいはタッチスクリーンが載置される支持構造体の屈曲あるいはねじれは、力センサによって検出される無用な力になることがある。これらの無用な力はスクリーン上のタッチ位置の測定を歪ませる恐れがある。タッチ位置の決定に対する撓曲の影響を低減するように力センサを配置する。例えば、回転軸受けあるいは柔軟材料などの回転軟化装置が力センサに含まれていてもよい。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

タッチに応答して移動可能な可撓性タッチ部材と、  
支持構造体と、  
前記タッチ部材の対応する各センサ領域において前記支持構造体と前記タッチ部材との間に結合され、かつ前記センサ領域を通る前記タッチによる力を表わす信号を測定する複数のセンサユニットとを含み、  
前記複数のセンサユニットのうちの少なくとも第 1 のセンサユニットが、前記タッチ部材及び前記支持構造体の一方のねじれによるモーメントを実質的に受けないように構成されている、  
タッチスクリーン上のタッチの位置を決定する装置。

10

## 【請求項 2】

前記第 1 のセンサユニットが前記支持構造体と前記タッチ部材のタッチ面との間の位置で前記タッチ部材に結合している請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 3】

前記タッチ部材が前記支持構造体に対して前記第 1 のセンサユニットに近接した回転軸を中心に回転可能である請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 4】

前記回転軸が前記タッチ部材の下方に位置する請求項 3 に記載の装置。

## 【請求項 5】

前記回転軸が前記タッチ部材のタッチ表面よりも前記第 1 のセンサユニットの中心に近接して位置する請求項 3 に記載の装置。

20

## 【請求項 6】

前記センサユニットが前記タッチ部材と前記支持構造体との間に結合された回転軸受けを含み、前記タッチ部材と前記支持構造体との間の相対的回転を可能にする請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 7】

前記センサユニットが少なくとも 1 つの受容器をさらに含み、前記回転軸受けの横方向位置を維持する請求項 6 に記載の装置。

## 【請求項 8】

前記回転軸受けと力感知素子との間に配置された力分散器をさらに含み、前記力感知素子上の回転軸受けを介して受けた力を分散させる請求項 6 に記載の装置。

30

## 【請求項 9】

前記センサユニットが狭容部を備えた結合器を有し、該狭容部により、該狭窄部の第 1 の側の結合器の一部分が、前記狭窄部の第 2 の側の前記結合器の第 2 の部分に対して回転可能になる請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 10】

前記センサユニットが低係数材料の結合器を含む請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 11】

前記低係数材料の結合器がエラストマーで形成されている請求項 10 に記載の装置。

40

## 【請求項 12】

前記低係数の結合器が発泡体である請求項 10 に記載の装置。

## 【請求項 13】

前記センサユニットが剪断に応答する感知素子を含み、前記タッチ部材と前記支持構造体との間の力線が前記タッチ部材のタッチ面に実質的に平行である請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 14】

少なくとも 1 つの前記複数のセンサユニットが静電容量式力感知素子を含む請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 15】

前記静電容量式力感知素子がギャップ分離により電極から離間されたばね部材を含み、前

50

記ギャップ分離の程度が前記センサユニットを介して印加された力の大きさに依存している請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】

前記静電容量式力感知素子が少なくとも一方向に回転自在である軸受けを含む請求項 14 に記載の装置。

【請求項 17】

前記軸受けが前記静電容量式力感知素子のばね部材の突出部である請求項 16 に記載の装置。

【請求項 18】

少なくとも 1 つの前記センサユニットを介して前記タッチ部材から前記支持構造体へ力を伝達する力経路に配置された横方向軟化装置をさらに含む請求項 1 に記載の装置。 10

【請求項 19】

前記タッチ部材の下方に配置され、該タッチ部材を介して画像を表示する表示ユニットをさらに含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 20】

前記表示ユニットを介して情報を表示するとともに前記複数のセンサユニットを介して情報を受け取るように結合された処理ユニットをさらに含む請求項 19 に記載の装置。

【請求項 21】

前記タッチ部材が表示ユニットを含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 22】

前記タッチ表面および支持構造体の一方のねじれモーメントを前記タッチ表面および前記支持構造体の他方から分離しつつ、タッチによりセンサユニットを通る力を表わす信号を測定するステップを含む、可撓性タッチ表面上のタッチの位置を特定する方法。 20

【請求項 23】

前記ねじれモーメントを分離するステップが、前記ねじれモーメントを回転軸受けで分離するステップを含む請求項 22 に記載の方法。

【請求項 24】

前記回転軸受けの横方向移動を抑制するステップをさらに含む請求項 23 に記載の方法。

【請求項 25】

前記回転軸受けを介して受けた力を横方向に分散するステップをさらに含む請求項 23 に記載の方法。 30

【請求項 26】

前記ねじれモーメントを分離するステップが、結合器の狭窄部において前記結合器を屈曲するステップを含む請求項 22 に記載の方法。

【請求項 27】

前記ねじれモーメントを分離するステップが、低係数材料で形成された軸受けを変形させるステップを含む請求項 22 に記載の方法。

【請求項 28】

前記低係数材料がエラストマーである請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】

前記低係数材料が発泡体である請求項 27 に記載の方法。 40

【請求項 30】

前記タッチスクリーンの動きを感知するステップが、前記センサユニット内の感知素子を切断するステップを含む請求項 22 に記載の方法。

【請求項 31】

前記タッチにより前記センサユニットを通る前記力を表わす信号を測定するステップが、前記ユニット内の感知素子を圧縮するステップを含む請求項 22 に記載の方法。

【請求項 32】

前記タッチにより前記センサユニットを通る前記力を表わす信号を測定するステップがコンデンサの第 1 の導電表面を前記コンデンサの第 2 の導電表面に対して移動させるステッ 50

ブと、静電容量の変化を測定するステップとを含む請求項 22 に記載の方法。

【請求項 33】

前記タッチ表面を前記センサユニットに対して横方向に移動可能にするステップをさらに含む請求項 22 に記載の方法。

【請求項 34】

前記測定信号が前記センサユニット内の変位から導出される請求項 22 に記載の方法。

【請求項 35】

前記可撓性タッチスクリーンを介して画像を表示するステップをさらに含む請求項 22 に記載の方法。

【請求項 36】

前記可撓性タッチスクリーンが画像表示装置を含み、該画像表示装置を用いて画像を表示するステップをさらに含む請求項 22 に記載の方法。

【請求項 37】

可撓性タッチ部材と、  
タッチ力による支持体に対する前記タッチ部材の変位の発生に起因するセンサ領域を通る力を表わす信号を測定する手段と、  
前記タッチ部材および前記支持体の一方のセンサ領域におけるねじれモーメントを前記タッチ部材および前記支持体の他方から分離する手段と、  
を含むタッチ力の位置を特定するタッチ感応装置。

【請求項 38】

印加された力に応答して移動可能である可撓性タッチ部材と、  
支持構造体と、  
前記タッチ部材の各センサ領域において前記支持構造体と前記タッチ部材との間に結合され、前記センサ領域を通るタッチによる力を表わす信号を測定する複数のセンサユニットとを含み、前記タッチ部材上の前記タッチの位置に関係なく、内部応力の実質的に同一な相対パターンが前記複数のセンサユニットの第 1 のセンサユニット内に生じる、タッチの位置を特定するタッチ感応装置。

【請求項 39】

前記第 1 のセンサユニットが前記支持構造体と前記タッチ部材のタッチ面との間の位置で前記タッチ部材に結合している請求項 38 に記載の装置。

【請求項 40】

前記タッチ部材が前記支持構造体に対して前記第 1 のセンサユニットに近接した回転軸を中心に回転可能である請求項 38 に記載の装置。

【請求項 41】

少なくとも 1 つの前記センサユニットが前記タッチ部材と前記支持構造体との間に結合された回転軸受けを含み、前記タッチ部材と前記支持構造体との間の相対的回転を可能にする請求項 38 に記載の装置。

【請求項 42】

前記少なくとも 1 つのセンサユニットが少なくとも 1 つの受容器をさらに含み、前記回転軸受けの横方向位置を維持する請求項 41 に記載の装置。

【請求項 43】

少なくとも 1 つの前記センサユニットが狭窄部を備えた結合器を有し、該狭窄部により、該狭窄部の第 1 の側の結合器の一部が、前記狭窄部の第 2 の側の前記結合器の第 2 の部分に対して回転可能になる請求項 38 に記載の装置。

【請求項 44】

少なくとも 1 つの前記センサユニットが低係数材料の結合器を含む請求項 38 に記載の装置。

【請求項 45】

少なくとも 1 つの前記センサユニットが、剪断に応答する感知素子を含み、前記タッチ部材と前記支持構造体との間の力線が前記タッチ部材のタッチ面に実質的に平行である請求

10

20

30

40

50

項 3 8 に記載の装置。

【請求項 4 6】

少なくとも 1 つの前記センサユニットが静電容量式力感知素子を含む請求項 3 8 に記載の装置。

【請求項 4 7】

前記静電容量式力感知素子がギャップ分離により電極から離間されたばね部材を含み、前記ギャップ分離の程度が前記センサユニットを介して印加された力の大きさに依存している請求項 4 6 に記載の装置。

【請求項 4 8】

前記ばね部材が突出部を含み回転軸受けを形成している請求項 4 7 に記載の装置。

10

【請求項 4 9】

前記タッチ部材の下方に配置され、該タッチ部材を介して画像を表示する表示ユニットをさらに含む請求項 3 8 に記載の装置。

【請求項 5 0】

前記表示ユニットを介して情報を表示するとともに前記複数の力センサユニットを介して情報を受け取るように結合された処理ユニットをさらに含む請求項 4 9 に記載の装置。

【請求項 5 1】

前記タッチ部材が表示ユニットを含む請求項 3 8 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は概してタッチスクリーンに関し、特にスクリーンに印加されたタッチ力の測定に基づいてタッチの位置を検出するタッチスクリーンに関する。

【背景技術】

【0002】

タッチスクリーンはコンピュータや他のデータ処理装置用の単純且つ直感的なインターフェースを提供する。ユーザはデータ入力用キーボードを使用するのではなく、スクリーン上でアイコンにタッチしたり文字や図を描いたりすることによりタッチスクリーンを介して情報を伝達することができる。タッチスクリーンは様々な情報処理用途に用いられている。透明なタッチスクリーンは液晶表示装置（LCD）や冷陰極管（CRT）などの情報表示装置上で用いられているが、携帯電話、携帯情報端末（PDA）およびハンドヘルドあるいはラップトップ型コンピュータなどの用途に特に有用である。

30

【0003】

タッチ位置を決定するために静電容量方式、抵抗膜方式、音響方式および赤外線方式手法を始めとして様々な方法が用いられてきた。タッチ位置はタッチ表面に結合された力センサを介してタッチ力を感知することによっても決定することができる。タッチ力を感知することにより動作するタッチスクリーンには上記の他の技術に勝る優位な点がいくつかある。抵抗膜方式および静電容量方式などの電気的方法には、スクリーンの良好な光学的透過性を維持しつつスクリーン全体の良好な電気的性能も確保するために特殊な材料と多層とを用いた複雑なタッチ表面オーバーレイ（overlay）が必要である。一方力によるタッチスクリーンのオーバーレイは単純な単層の材料で形成することができる。さらに力センサは静電容量式タッチスクリーンが必要とするような損失の多い電気的接地に依存せず、指によるタッチ、手袋をした手、指の爪、あるいは他の非導電タッチ具で動作させることができる。表面弾性波技術と異なり力センサはタッチ表面上のごみ、埃あるいは液体の堆積に比較的強い。つまり力センサは、赤外線方式および静電容量方式タッチスクリーンに共通の問題である現在のタッチのような近接遭遇を検出することはあまりない。

40

【0004】

タッチスクリーン力センサにより検出された力はタッチ力に加えて様々な静的および動的要因を反映する。これらの要因はタッチ信号に対するノイズ源であると考えられる。ノイズはタッチスクリーン電子回路により発生することもあり、あるいは事実上機械的なもの

50

である場合もある。電氣的ノイズは例えば、センサ、増幅器、データ変換あるいは信号処理段階で発生することがある。機械的ノイズは振動、撓曲、移動およびタッチスクリーンに対して非垂直方向の力の印加などの様々な機械的作用により発生することがある。加えて、タッチスクリーン力センサはタッチ表面の重量および製造中に力センサに印加される力をブロードすることにより影響を受けることがある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般には、本発明はタッチ位置の決定に対する撓曲の影響を低減する方法に関する。タッチスクリーン・オーバーレイあるいはタッチスクリーンが載置される支持構造体の屈曲あるいはねじれは、力センサに付加されるモーメントを生じ、その後力センサによって検出される無用な力になることがある。これらの無用な力はスクリーン上のタッチ位置の測定を歪ませることがあるため、屈曲あるいはねじれの影響は位置決定のエラーにつながる恐れがある。

10

【0006】

本発明によると、タッチスクリーン・オーバーレイあるいは載置支持体が完全に硬質でない場合、モーメントを力センサに付加されることがある。力センサはモーメントから分離されるためモーメントから生じる無用な力はセンサによって検出されない。この方法の利点は他の方法とは異なり、載置支持体とオーバーレイとが完全に硬質である必要はなく、可撓性であることである。このようにオーバーレイと支持体とが軽量且つ薄型であり、タッチ位置の測定のエラーを発生させることはない。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の特定な一実施形態は、印加された力に応答して移動可能である可撓性タッチ部材と、支持構造体とを有するタッチ感応装置に関する。複数の力センサユニットが前記支持構造体と前記タッチ部材との間に結合されて、前記装置のセンサ領域を通る力を表わすとともに前記印加力から発生する信号を測定する。少なくとも1つの前記センサユニットが、前記タッチ部材及び前記支持構造体の一方のねじれによるモーメントを実質的に受けないように構成されている。

【0008】

本発明の他の実施形態は、タッチスクリーン上のタッチから生じるタッチ力の位置を特定する方法に関する。この方法はタッチ表面および支持構造体の一方のねじれモーメントを前記タッチ表面および前記支持構造体の他方から分離しつつ、可撓性タッチ表面から力センサユニットを通る力を表わす信号を測定するステップを含む。

30

【0009】

本発明の他の実施形態は、可撓性タッチ部材と、該タッチ部材および支持構造体の一方のねじれモーメントを前記タッチ部材および前記支持構造体の他方から分離しつつ、前記タッチ部材へ印加されたタッチ力によるセンサ領域を通る力を表わす信号を測定する手段とを含むタッチ感応装置に関する。

【0010】

本発明の他の実施形態は、印加された力に応答して移動可能である可撓性タッチ部材と、支持構造体とを有するタッチ感応装置に関する。センサユニットが前記支持構造体と前記タッチ部材との間に結合されて、センサ領域を通る力を表わすとともに前記印加力から発生する信号を測定する。前記タッチ部材上のタッチ位置に関係なく、内部応力の同一相対パターンが前記センサユニットの第1のセンサユニット内に生じる。

40

【0011】

上記の本発明の概要は本発明の各例示的实施形態あるいは各実施の説明を意図するものではない。以下の図面と詳細な説明とはこれらの実施形態をさらに具体的に例証するものである。

【発明を実施するための最良の形態】

50

## 【 0 0 1 2 】

本発明は、添付の図とともに以下の本発明の様々な実施形態の詳細な説明を検討することによりさらに完全に理解されよう。

## 【 0 0 1 3 】

本発明はその様々な変更例および代替形状に適用可能であるが、その特定例を一例として図に示して、詳細に説明する。しかし本発明を説明した特定の実施形態に限定しようとするものでないことは理解されよう。逆に添付の請求項により既定される本発明の精神と範囲内にある変更例、同等物および代替物をすべて網羅することを意図するものである。

## 【 0 0 1 4 】

本発明は接触感知技術に適用可能であるとともに、タッチパネル・オーバーレイやタッチ  
10 パネルが搭載された構造が撓曲する際に生じる悪影響を低減するのに特に有用であると思  
われる。例えば、本発明のタッチスクリーンはデスクトップ、ハンドヘルドあるいはラッ  
プトップ型コンピュータシステム、販売時点管理 ( p o i n t - o f - s a l e ) 端末装  
置、携帯情報端末 ( P D A ) あるいは携帯電話に用いることができる。マイクロプロセッ  
サ型システムとの組合せで説明するが、本発明のタッチスクリーン装置は必要に応じて任  
意の論理型システムと組み合わせることが可能である。本発明はタッチスクリーン上のタ  
ッチ位置の決定に関する。タッチスクリーン上に作用するタッチの力を表わすタッチ信号  
は、タッチスクリーンのタッチ表面に近接して配置された1つ以上のタッチセンサによっ  
て生成される。タッチ信号は1つのセンサから、または2つ以上の力センサからのコンポ  
20 ーネントタッチ信号を組み合わせることにより得ることができる。タッチ位置の決定には  
タッチスクリーンセンサによって生成されるコンポーネント力信号の分析が必要である。

## 【 0 0 1 5 】

特に、本発明はスクリーンに印加された力の測定に基づいてタッチの位置を決定するタッ  
チスクリーンに関する。このようなタッチスクリーン内のスクリーンオーバーレイはユー  
ザにはかなり硬質に映ることもあるが、それらを支えているセンサの剛性に比べてそれ  
でもまだ可撓性がある場合がある。特にオーバーレイはセンサのねじり運動に対して可撓  
性がある場合がある。すなわちセンサは近接したオーバーレイの曲げを抑制する一方、この  
抑制に関するモーメントを支持体にまで伝達する。これとは逆にセンサをその通常の垂  
直配向から僅かにねじろうとする支持体の撓曲により、オーバーレイが局所的に撓曲およ  
び追従させられる場合がある。これにもセンサへの大きなモーメントの伝達を伴う場合  
30 がある。これらのモーメントは、均衡を維持するためにセンサ内にさらに垂直力がかか  
るといふ問題を生じることがある。これによりセンサにより検出される期待垂直タッチ  
力がひずみ、タッチの位置の誤報になる場合がある。

## 【 0 0 1 6 】

これらの問題を軽減する従来の方法は剛性オーバーレイおよび/または剛性センサを重用  
することが多かった。これとは対照的に、本発明はオーバーレイとセンサとの間に「回転  
的に柔軟な」と称される結合器を利用することに関し、そのため撓曲性オーバーレイに起  
因するモーメントはセンサに付加されない。これによりモーメントに対するセンサの直接  
的応答に起因するエラーを低減するとともに、上記の誤った垂直力を低減する。そのため  
タッチ位置の誤報の問題を軽減することができる。  
40

## 【 0 0 1 7 】

タッチ表示装置を有する装置 1 0 0 の基本構成要素が図 1 に示されている。表示ユニット  
1 0 2 は例えば、液晶表示装置 ( L C D ) または冷陰極管 ( C R T ) であり、タッチ部材  
1 0 4 の下方に配置されている。表示ユニット 1 0 2 は処理ユニット 1 0 6 に結合されて  
、表示制御装置 1 0 8 を介して処理ユニットから受け取った情報を表示する。表示制御装  
置 1 0 8 は処理ユニット 1 0 6 の一部であってもよい。タッチ部材 1 0 4 上のタッチ位置  
は、処理ユニット 1 0 6 の一部であるタッチスクリーン制御装置 1 1 0 によって決定され  
る。そのため処理ユニット 1 0 6 は表示ユニット 1 0 2 上に表示された画像に対するタッ  
チ部材 1 0 4 上のタッチ位置を決定、およびユーザの入力目的を決定可能に構成されてい  
る。処理ユニット 1 0 6 がユーザからの所望の情報を確実に受け取るために必要とされる  
50

程度にエラーが少ない状態でタッチ部材 104 上のタッチ位置を決定することが重要である。

#### 【0018】

1つの具体的なタイプのタッチ部材 104 はユーザが押圧するオーバーレイと、オーバーレイ上の様々な位置での得られた力を決定するための多数のセンサとを含んでいる。そして感知された力の分析によってタッチ位置を決定することができる。タッチスクリーンが矩形状である場合、印加された力を測定するために各コーナーに1つずつ4つのセンサあることが多い。実施形態の中には力センサが背後にあって、タッチ部材として作用する表示装置自体を支持する場合もある。このような場合には表示パネル自体がオーバーレイに取って代わり、表示パネルが印加された力を力センサに伝える。

10

#### 【0019】

一般に力センサは印加された力に応じて発生するある動きを検出する。例えば、歪みゲージの素子は力が印加されて延びるが、そのセンサ素子が圧縮あるいは伸長されたときに圧電または圧電抵抗センサの電気的特性が変化する。さらにまた静電容量式センサ素子において、力の印加時に1つのコンデンサプレートが他のコンデンサプレートに対して動く。そのためセンサを変位センサと称することができるが、変位自体の大きさが小さくても、変位測定を利用して測定変位の原因となった印加力を推定することができるため好適である。

#### 【0020】

タッチスクリーン用途に用いるのに適した力センサの一実施形態が、2001年4月13日に出願された米国特許出願第09/835,040号明細書に記載されており、これを本明細書に引用して援用する。この力センサは液晶表示装置(LCD)、冷陰極管(CRT)あるいは他の透明表示装置とともに用いるのに適しており、図2に概略的に図示されている。この実施形態においては、センサは容量素子の静電容量の変化に基づいて印加力を測定する。

20

#### 【0021】

タッチ部材 210 すなわちオーバーレイは、構造体すなわち筐体 215 内に配置されている。この構造体すなわち筐体 215 は大きな中央開口を備え、その開口を介して表示装置が見える。さらにオーバーレイ 210 は透明であるためそのような視認を可能にする。必要に応じて筐体 215 の下面をアクティブ領域を囲む境界全体に互ってこのような表示装置の表面に直接取り付けてもよい。上述したように他の実施形態ではLCDなどの表示ユニットを含む構造体がこのオーバーレイに取って替わることができる。

30

#### 【0022】

オーバーレイ 210 と筐体 215 との間に静電容量式センサ 220 を配置することができる。配線 225 は取り付け端子領域 233 とともに、はんだ付け、接合あるいは他の方法によって筐体 215 に結合可能である。導電領域は配線 225 上に第1の導電素子 234 を形成している。例えばディンプルなどの中央突起 240 を有する第2の導電素子 235 は、例えばはんだ付けによって配線 225 の端子領域 233 に結合可能である。第2の導電素子 235 の形状または第2の導電素子 235 を配線 225 に取り付けるプロセスのいずれかによって、第1の導電素子 234 と第2の導電素子 235 との間に狭いギャップ 280 を形成する。ギャップ 280 の幅は、例えば約 25  $\mu\text{m}$  である。ギャップ 280 により離間された導電素子 234、235 によりコンデンサが形成される。

40

#### 【0023】

タッチパネル 210 と第2の導電素子 235 との間に任意の支圧面 270 を介在させてもよい。これにより特にオーバーレイがより軟質材料で形成されている場合、突起 240 によるへこみあるいは損傷からオーバーレイ 210 を保護することができる。支圧面 270 はエラストマーあるいは高柔軟性接着剤の薄膜(図示せず)を介してオーバーレイ 210 に装着することにより、横方向軟化機能を発揮することができる。通常の動作ではオーバーレイ 210 または支圧面 270 は突起 240 に接しているが、図では単に明確にするためにこれらの素子は離間して示されている。

50

## 【0024】

第2の導電素子235は、ばねとコンデンサプレート機能を兼ね備えている。タッチパネル210の表面に垂直力が加わると、第2の導電素子235が撓曲してギャップ280の幅を減少させるとともにセンサ220の静電容量を増加させる。この静電容量の変化は測定可能であり、且つタッチパネル210に印加された力に相関している。静電容量式力センサを用いたタッチスクリーンについて説明したが、例えば圧電センサや歪みゲージセンサを始めとする他のタイプの力センサも同様に用いることができる。

## 【0025】

力によるタッチスクリーンの利点の1つは、表示ユニットとユーザとの間に位置する光学的に異質層の数が少ないことである。一般に表示ユニットの上方に位置するオーバーレイはガラスまたは例えばポリカーボネート等の比較的硬質ポリマの単層であり、これらを選択して適切な光学的品質を得ることができる。このことは表示ユニットの上方に光学的損失の多い層を数層必要とすることもある抵抗膜式あるいは静電容量式タッチスクリーンなどの他のタイプのタッチスクリーンとは対照的である。抵抗膜式あるいは静電容量式タッチスクリーンで必要な電氣的導電薄膜は一般には高屈折率を有しているため、インターフェースにおける反射損失を増加させることになる。これが、導電層同士が物理的に接触可能でなければならないために、さらに固体/気体インターフェースがあり且つ反射防止コーティングが有効でない抵抗膜式スクリーンに特有の課題である。ところが力によるタッチスクリーン用のスクリーンオーバーレイは上下面しかなく、これらは反射損失を低減し且つぎらつきを低減するように処理されている。例えば、このオーバーレイにつや消し表面を設けることにより鏡面反射を低減し、および/または反射防止コーティングを設けることにより反射損失を低減することができる。

## 【0026】

薄いオーバーレイがさらに好ましいが、厚いものよりも可撓性も高い。本発明はオーバーレイが完全に硬質あるいはそれに近いものであることを前提とした以前の方法とは対照的である。オーバーレイの可撓性は単なるサイズと重量以外の理由で好ましい。例えば、タッチスクリーンの下層にある装置が可撓性である場合、その下層にある装置のコーナーからコーナーへのねじりはいずれも表示装置のねじりになる。これにより一組のはず向かいのセンサをオーバーレイに対して押し上げる一方、他方の組を下方に引っ張ることになりやすい。可撓性オーバーレイは下層の装置のこのねじれひずみを、緩やかに追従することにより損傷なく悪影響を低減させつつ吸収する。

## 【0027】

極端に硬質のオーバーレイのためにこのように屈曲させることができないと、ある問題が生じる場合がある。多数の実用的なセンサ配置に伴う問題があるが、ここでは4端子型コーナーセンサの場合についてのみ考える。ねじれ力が増すと、最初はオーバーレイの剛性によって変位が回避されて、ねじれ力はすべてセンサが測定する垂直成分に重畳されたように見える。これらの力は通常のタッチ力よりも大きいことが多く変動する場合がある。これらの力は力センサをその有効範囲から逸脱させる場合がある。さらにねじれ力が増すと、センサの1つが完全にアンロードして、そのアンロードしたセンサとオーバーレイとの間の間隔が広がる。この間隔は支持構造体またはオーバーレイの縁に対して昇降するベゼルとの関連があるため、封止材、土台、あるいはオーバーレイの縁と周囲の構造体との間の他の任意の種類のアタッチメントを介して大きな寄生力の原因となる場合がある。これらの影響はタッチ位置の誤読になる恐れがある。ここでどのように撓曲がモーメントの伝達につながるのか、どのようにモーメント伝達が測定エラーにつながるのか、さらにいかにして回転軟化によりこの両方を未然に防止できるかの検討に戻ることにする。

## 【0028】

下層にある支持体が撓曲する場合、モーメントがセンサに付加される場合がある。これは、例えば実用的な軽量且つ安価な支持構造体上での僅かなタッチ力の印加に起因することがある。下層にある支持構造体は、オーバーレイ表面上での意識的なタッチとは無関係な外力の印加時に撓曲することもある。例えば、ユーザが自分の手をベゼルのコーナーに乗

10

20

30

40

50

せたり、あるいはタッチスクリーンを有するキオスク装置が撓曲する床に配置されていることがある。オーバーレイ撓曲部からセンサを通るモーメントと同様に、このような支持体撓曲部により生じたモーメントも均衡を維持するために擬似垂直力が必要である。

#### 【0029】

これらのエラーのほかに、いくつかのセンサはモーメントの付加に直接応答するためさらにエラーが生じる。これはセンサの異なる部分を通る垂直力に対する均一とは言い難い応答に起因する。

#### 【0030】

回転軟化、換言すればオーバーレイとセンサとの間の回転力の分断、を利用して上述の作用のいずれかに起因する力の誤読を低減することができる。回転軟化により、タッチ部材上でどこにタッチが位置するかにかかわらず、センサ内に内部応力の同一の相対パターンを発生させることが可能になる。

10

#### 【0031】

もう一度図2に戻ると、突起240が支圧面270上のセンサ220用の小さい接触領域を示している。さらにディンプル270が支圧面270に取り付けられず、支圧面270が単に突起240上に載っているだけの場合には、オーバーレイ210がねじれた時にセンサ220にモーメントは伝達されない。それでもなおセンサ220はオーバーレイがねじれた時には垂直力を感知する。このオーバーレイと力センサとの間の回転分断について以下にさらに説明する。

#### 【0032】

センサは剪断力の印加にも応答する場合がある。剪断応答性はセンサの感度軸がその搭載面に対して垂直でないということによって表わすことができる。分割力経路のないシステムにおいて、位置エラーは接線力と感度軸がタッチ面に対する垂線から外れたエラー角度の正弦との積に比例する。タッチ面はユーザが触れるオーバーレイあるいはタッチ部材の面である。分割力経路はタッチ面に平行な力および垂直な力を伝達する経路であり、本明細書に引用して援用する、「タッチ位置特定装置における接線力制御」(Tangentia l Force Control In A Touch Location Device)と題された米国特許出願第09/835,049号明細書を参照されたい。このエラー角度はセンサ自体を搭載する際の、例えば搭載面がタッチ面に平行でない場合や厚さが不均一の接着剤層を用いてセンサが搭載される場合、あらゆるエラーが複合される

20

30

#### 【0033】

回転軟化はオーバーレイあるいは搭載表面の撓曲に起因するモーメントから被るセンサの影響を低減するだけでなく、剪断に起因する偶発的なセンサモーメントも低減することができる。これは回転軟化の回転中心をセンサ自体の中心に可能な限り近接させることにより達成することができる。

#### 【0034】

分割力経路の利用は米国特許出願第09/835,049号明細書に記載されている。分割力経路はセンサへの接線力の印加を低減する。接線力はタッチ面に平行である。分割力経路が実施され且つセンサを通る接線力が無視できる場合には、センサの上下にある回転軟化中心の周りに作用する接線力からのねじれモーメントもない。このような状況では、回転軟化はタッチパネル・オーバーレイの撓曲のためセンサに直接付加されるモーメントを低減するのに有効である。回転軟化はセンサまたはタッチ面のいずれかに対して任意の好都合な高さで実施することが可能である。横方向軟化が無い場合は、タッチ面内の回転軟化を提供して横方向力の悪影響を低減することが有利である。

40

#### 【0035】

モーメントのセンサへのかかり方の一例を、特にセンサ302がオーバーレイ304よりも回転的に剛性の場合のセンサに生じる力分布を示す図3Aおよび図3Bに関して説明する。図3Aに見られるように、センサ上に直接印加された力Fは均等な応力分布306になることができる。図3Bでは、力F'はセンサの横の地点でオーバーレイ304に印加

50

されて不均等な応力分布 308 になる。対向センサ(図示せず)はオーバーレイ 304 の他方の縁を支持する。タッチはセンサ 302 からよりもこの対向センサからの方が遠いが、この対向センサをタッチ力  $F'$  の一部が通る場合がある。しかし図示した例では、オーバーレイ 304 の可撓性が対向センサをアンロードする作用を有していたため、センサ 302 を通るタッチ力  $F'$  のほぼすべてを片持ち支持することになる。これがセンサ 302 の近方側 302b 上の圧縮力、およびセンサ 302 の遠方側 302a 上の張力になり、これらの力が測定したい力値の平均値の何倍にもなることがある。

#### 【0036】

厳密に釣り合うべき力分布の部分が測定対象の信号よりも著しく大きいことがあるため、このような力分布 308 を正確に測定することは困難である。センサ表面がオーバーレイ 304 および支持体 310 に固定されていない場合には、張力はないがセンサ 302 の近方側 302b に近い応力分布 308 がより集中する。これによりセンサにおける応答の均一性およびダイナミックレンジに類似した問題が生じる。しかしセンサを通るモーメントを低減する回転軟化がセンサにあればこれらの問題は軽減される。

#### 【0037】

センサへのモーメントの付加について、2つのセンサアセンブリ 402 および 403 の間に支持されたオーバーレイ 404 を示す図 4A に関してさらに説明する。オーバーレイ 404 は完全に硬質ではなく印加力、特に支持体から遠い地点で印加された力に応答して撓曲可能である点で柔軟である。センサアセンブリ 402 および 403 は硬質であり、これらのセンサアセンブリは例えば圧電素子を用いて形成できる。センサアセンブリ 402 および 403 は力とモーメントとを支持体 410 に伝達する。作業者は力  $F_{total}$  でオーバーレイ 404 を押圧する。力  $F_1$  は第 1 のセンサアセンブリ 402 を介して支持体 410 へ伝わり、力  $F_2$  は第 2 のセンサアセンブリ 403 を介して支持体 410 へ伝わる。平衡状態では、 $F_{total} = F_1 + F_2$  である。反力  $F_1'$  ( $= -F_1$ ) および  $F_2'$  ( $= -F_2$ ) が力が印加された点 P を中心にモーメントを発生する。センサの回転剛性のため、モーメント  $m_1$  は第 1 のセンサ 402 を通り、モーメント  $m_2$  は第 2 のセンサ 403 を通ることが可能である。

#### 【0038】

平衡状態において、モーメントおよび力は、

$$F_1' \cdot x_1 - m_1 = F_2' \cdot x_2 - m_2 \quad (1)$$

の条件に適合し、ここで  $x_1$  は第 1 のセンサ 402 から点 P までの距離であり、 $x_2$  は第 2 のセンサ 403 から点 P までの距離である。なお、他の符号規約が可能ではあるものの、本明細書に示す式において変数はその絶対値により表わされるものである。

#### 【0039】

単純な力感知タッチ位置特定装置は  $m_1$  または  $m_2$  を直接表わす信号を生成することはないが、これらのモーメントはセンサ 402 および 403 により生成された力信号に影響を及ぼす。複雑で実施が困難ではあるが、これらのモーメントの推定あるいは補正を図る間接的な方法を用いてもよい。しかしこのような方法を実施しないと、位置算出は重大なエラーを被る恐れがある。

#### 【0040】

回転軟化を含むタッチ位置を測定する他の方法が概略的に図 4B に図示されている。この方法では可撓性オーバーレイ 404 が 2つのセンサ 412 および 413 の間に支持されている。これらのセンサは印加された力を検出する任意のタイプのセンサ、例えば、圧電センサ、静電容量式変位センサ、圧電抵抗センサあるいは歪みゲージセンサ等でもよい。

#### 【0041】

オーバーレイ 404 と各センサ 412 および 413 との間に回転自在軸受け 414 がある。横方向軟化装置 416 も例えば、支持体 410 とセンサ 412 および 413 との間にある。容易に横方向伸縮動作を可能にする材料で横方向軟化装置 416 を形成することにより、接線力がセンサ 412 および 413 を介して支持体 410 に伝達されないようにすることができる。横方向軟化装置については米国特許出願第 09/835,049 号明細書

10

20

30

40

50

にさらに記載されている。

#### 【0042】

ユーザによりオーバーレイ404上の点Pで $F_{total}$ が印加されると、力 $F_1$ および $F_2$ がそれぞれセンサ412および413を介して支持体410に印加されることになる。反力 $F_1' = -F_1$ および $F_2' = -F_2$ は点Pを中心にモーメントを発生させる。回転軟化センサセンブリ412および413がモーメントを直接通さないため、Pに関して $F_1'$ および $F_2'$ により発生したモーメントはPに関して総モーメントになるはずであり、平衡状態ではこれはゼロである。こうして式を立てることができる。

$$F_1 \times x_1 = F_2 \times x_2 \quad (2)$$

このようにオーバーレイに大きな可撓性があれば、この単純な関係の適用可能性は回転軟化の利用如何にかかる。

#### 【0043】

図5Aおよび5Bは式(2)を用いてタッチ位置を計算する様々なシステムの性能を示す。横座標「x」は力センサ間の実際の点Pの分数位置として定義される。

$$x = x_1 / (x_1 + x_2) \quad (3)$$

#### 【0044】

図5Aにおいて縦座標はシステムによる「x」出力の推定値である。図5Bにおいて縦座標は「x」の推定値の分数エラーである。百分率エラーは分数エラーに100を掛けることにより求められる。

#### 【0045】

各例において、モデル化されたシステムは簡素化されたものであり、オーバーレイ404は2つの支持センサセンブリの間に延在する部材である。この部材は単一ビームとして処理するのに十分細いものとするとともに、センサセンブリは単一あるいは固定支持体のいずれかであるものとする。実際のタッチ構造体は、たとえあったとしても動作中にその厚さの半分以上歪曲することは殆どなく、タッチによる歪曲はビーム組織内に留まるものとする。部材はさらにその長さに沿って均一の剛性を有するものとする。そしてこれらの得られたシステムを直ちに評価する。

#### 【0046】

両端が単に支持されただけの場合の出力にはエラーがなく、図5Aの細かい破線502により示される。算出されたエラーは曲線512として図5Bに示されている。これは図4Bの可撓性オーバーレイ構成に相当する。この応答曲線502はまた充分厚く且つ比較的硬質のオーバーレイを有する実際のシステムのものに近い。このようなオーバーレイはセンサ接合部および下層の支持体の回転剛性を抑える。極めて堅いオーバーレイの限界では応答曲線は完全な直線になる。硬質オーバーレイが回転剛性センサを介して若干可撓性のある支持体に接続している場合には、応答曲線がいくぶん傾いて移動することもある。しかし曲線は直線のままであるため、一般的に行われている校正あるいは補正手法によりそのような潜在的エラーを除去してもよい。

#### 【0047】

しかし僅かに可撓性のあるオーバーレイでは、通常の回転剛性センサおよび土台が大きな非線形性応答を生じる可能性がある。センサ剛性がオーバーレイに比べて高い場合、得られた応答は図5Aの実線曲線504に図示されたものであり、エラーは図5Bの実線曲線514として図示されている。1つのセンサに近いタッチはそのセンサを介して支持され、飛込力はほとんど飛込板上に支持されるとともに、他方のセンサにおいて予想される力の僅かな部分はさらにほぼゼロにまで低減される。

#### 【0048】

センサ近辺での近接したタッチの識別に利用できる感度がほとんどないことが分かる。そのため補正計算での試みはこれらの領域のノイズと精度の問題に直面することになる。

#### 【0049】

図5Aの粗い破線曲線506は左側のセンサが単純支持である一方、右側のセンサは固定支持を持続するシステムの応答を図示する。これから有用であるには、限定的な回転軟化

10

20

30

40

50

は適度に均衡を取って提供しなければならないことが分かる。図 5 B の対応曲線 5 1 6 に示されるように、2 つのセンサのうちの 1 つのみを軟化することは、エラーを改善するのではなく大幅に悪化させることになる。

#### 【0050】

数個のセンサ、例えば 4 つのセンサに支持された 2 次元オーバーレイを考えると、回転剛性センサ結合器および可撓性オーバーレイの作用に関して以下の相違点がある。位置エラーは X および Y 位置両方の複雑な関数になる。エラーパターンはタッチ接点の周囲のタッチ表面が若干下方に窪むことによりさらに複雑になる。力の大部分は最も近いセンサを介して伝達されるが、最大のエラーはより低い値で（各）センサにより近い地点に対して発生することがある。モーメントは半径が増加するにつれ面積が増加するオーバーレイ材料の断面を介してセンサから外側に進み、これがセンサから離れたタッチに対して少量の固有回転軟化をもたらす。

10

#### 【0051】

タッチ位置を決定する際の他に考えられるエラー原因は、センサ搭載構造体自体が 1 つ以上のセンサに向かってねじれるように撓曲される場合である。これが図 6 A に概略的に図示されている。タッチスクリーンを収容している装置が外力を受ける場合、例えば装置がユーザの手に強く握られて、非横方向配向で使用されている、あるいは装置の縁がユーザに押圧されている場合には、構造体 6 1 0 がセンサの下でねじれることがある。

#### 【0052】

図 6 A に図示した実施形態において、センサアセンブリ 6 0 2 はオーバーレイ 6 0 4 に比べて回転剛性があるものとする。構造体 6 1 0 は角度 1 ねじれており、オーバーレイはほぼ 1 と同じ角度 2 ねじれている。

20

#### 【0053】

構造体の 1 の回転は、センサ 6 0 2 内に関連する力分布 6 0 6 により生じるモーメントの原因となる。このモーメントはセンサ 6 0 2 および 6 0 3 により感知された力 + F と - F' とにより均衡が保たれている。これらの力 F および F' がタッチの位置特定のエラーを発生させる。センサ信号に土台の回転の変化を予測する情報がない可能性があるため、関連するエラーを補正することができない。

#### 【0054】

図 6 B に図示された実施形態において、センサアセンブリ 6 1 2 および 6 1 3 はオーバーレイ 6 0 4 に比べて回転的に柔軟である。センサアセンブリ 6 1 2 および 6 1 3 はそれぞれ回転軟化装置 6 1 2 a および 6 1 3 a を含んでいる。回転軟化装置のさらなる例を以下に挙げる。

30

#### 【0055】

構造体 6 1 0 が角度 1 撓曲する場合、その結果オーバーレイ 6 0 4 の角度 2 は 1 よりはるかに小さく、そのため比  $2/1$  は小さい。回転軟化装置 6 1 2 にいくらか残る剛性により 2 に対して小さい非ゼロ値を生じる。強制載置回転によるエラーはその後比  $2/1$  だけ低減することができる。望ましい構成を得るために、タッチ装置メーカーは使用時に発生する 1 の値を殆ど制御していない。これらの状況においては、自在回転の感知接続が最良である。この場合オーバーレイ 6 0 4 の剛性を増加することはエラーを低減せず、実際にはエラーを増加するということに留意することが重要である。

40

#### 【0056】

$2/1$  の比較的小さい比が図 3 に示した種類の様々な比較的小さいタッチ位置エラーに関連していることが理解できよう。このようなエラーが主である場合、 $2/1$  がある特定値未満である限り、可撓性オーバーレイは十分なタッチ位置特定精度を提供すると判断できる。

#### 【0057】

回転的に柔軟なセンサの特定の一例が図 2 に図示されている。静電容量式力センサ 2 2 0 のディンプル 2 4 0 はオーバーレイ 2 1 0 に取り付けられていないため、オーバーレイ 2 1 0 がセンサ 2 2 0 にモーメントを付与することなくセンサ 2 2 0 に対してねじれること

50

が可能である。

【0058】

図7A～7Gはタッチセンサに対して回転軟化を提供する異なる方法をいくつか図示している。図7A～7Cは、二重枢動の回転軟化センサユニット700、710、720を概略的に図示する。これらのセンサユニットは回転軟化はもちろん横方向軟化を提供することができるとともに、米国特許出願第09/835,049号明細書に記載の横方向防撓材とともに用いることができる。

【0059】

図7Aに図示した第1のセンサユニット700は、オーバーレイ704と力分散器706との間に枢動素子702すなわち回転軸受けを含み、その力分散器706はセンサ素子708への印加力を分散し、センサ素子708は分散器706と支持体709との間に配置することができる。分散器706はまた枢動素子702の受容器として作用可能である。

10

【0060】

センサユニット710はオーバーレイ714に取り付けられた第1の分散/受容器716aと、センサ素子718に取り付けられた第2の力分散/受容器716bとを含んでいる。枢動素子712はその2つの分散/受容器716aおよび716bの間に配置されている。センサ素子718は支持体719に取り付けられている。

【0061】

センサユニット720はセンサ素子728に取り付けられた第1の分散/受容器726aを含んでいる。この特定の実施形態において、センサ素子728は分散/受容器726aとオーバーレイ724との間に配置されている。第2の力分散/受容器726bは支持体729に装着されている。その2つの分散/受容器726aおよび726bの間に枢動素子722が配置されている。

20

【0062】

図は徐々に狭くなる枢動素子702、712、722と、徐々に小さくなる接触半径を利用したセンサユニット700、710、720を示しているが、これである必要はない。より狭い側面を有する枢動素子はアセンブリによっては小型化が可能であり、より小さい半径は汚染物質が滑らかな動作に影響を与える可能性を低減することができる。

【0063】

枢動素子702、712、722は、オーバーレイを構造体に保持する圧力下で大きく変形することのない、比較的硬い材料で形成することができる。枢動素子702、712、722は例えば、金属、ガラスあるいは硬質ポリマを用いて形成することができる。同じく、受容器706、716a、716b、726aおよび726bを圧力下で大きく変形することのない材料で形成し、金属、ガラスあるいはポリマで形成することができる。枢動素子あるいは受容器用の材料が圧力下で大きく変形する場合には、接触表面領域が増加することにより回転軟化作用を減少させることになる。

30

【0064】

図7D～7Gは、オーバーレイと載置構造体の両方に固定可能な異なるタイプの回転軟化センサユニットを概略的に図示している。これらのセンサユニットは概して十分な回転追従性を提供するように配置された材料の撓曲を伴う。

40

【0065】

図7Dに図示されたセンサユニット730は、オーバーレイ734とセンサ素子736との間に配置された材料の結合ブロック732を用いている。このセンサ素子736は支持体738に装着されている。結合ブロック732は狭窄側面733を有し、これによりオーバーレイ734に装着されたブロック732の端部がセンサ素子736に装着されたブロック732の端部に対して回転可能となる。結合ブロック732での狭窄の厚さと必要な回転軟化度によっては、比較的高いヤング係数を有する材料でブロック732を形成することができる。例えば、結合ブロック732は、金属あるいは硬質プラスチックなどの材料の部品でもよく、挟んでくびれ部733を形成するか、あるいはねじってくびれ部733を形成したものでもよい。

50

## 【0066】

図7Eに図示されたセンサユニット740は、構造体749に装着されたセンサ素子746と、オーバーレイ744に装着された低係数材料、例えば弾性材料の結合ブロック742を含む。結合ブロック742は図7Dに図示した結合ブロック732よりも小さいアスペクト比を有してもよい。結合ブロック742はセンサ素子746に直接装着可能、あるいは図示のように力分散器748を介してセンサ素子746に装着可能である。この特定の実施形態では、センサ素子747は支持体749に直接装着されている。

## 【0067】

図7Fに図示されたセンサユニット750は、圧縮ではなく剪断で伝わる力に応答するセンサ素子756を含む。センサ素子756はオーバーレイ754に直接取り付けることができる。低係数材料、例えばエラストマーの結合ブロック752は支持構造体の側壁759に接続可能である。結合ブロック752をセンサ素子756に直接、あるいは力分散器758を介してセンサ素子756に取り付けることができる。

## 【0068】

センサユニット内の要素の順番は図示のようである必要はないことは理解できよう。例えば、図7Eのセンサユニット746をオーバーレイ744に取り付け、一方結合ブロック742を構造体749に取り付けてもよい。通常、結合ブロックが小さいほど回転剛性が低く、より細い側面を有し、および/またはより低いヤング係数を有する材料で形成される。

## 【0069】

図7Gに図示されたセンサユニット760は、連続気泡または独立気泡フォームなどの高圧縮性材料の比較的薄い層を用いて、回転軟化結合ブロック762として機能を果たす。この結合ブロックはオーバーレイ764とセンサ素子766とに装着されている。センサ素子766は支持体769に装着されている。

## 【0070】

結合ブロック762のフォーム内の空気の圧縮性が、結合ブロック材料が2つの硬質表面間に挟まれた時に生じる1つの問題を回避する。一方の表面が他方に対して回転する時、ブロックの一端の材料が圧縮されて大きな剪断とともに流動しやすい。これは非多孔性、低ヤング係数材料が一般に等積且つボワソン比約0.5を有するためである。ブロックが離間した2つの表面間に引っ張られた緊張状態にある部分の材料にこれとは逆の問題が発生する。最終的な結果は、ブロックが細くなるにつれ剛性が劇的に増加して、ついに追従性が基本的に堆積弾性率のみにより提供されるものになる。

## 【0071】

オーバーレイおよび構造体により付加されるモーメントからセンサを分離する他の方法は、対向表面に取り付けられていない微小な接触点を有するセンサを用いることである。例えば、図2において、ディンプル240はオーバーレイ210に接触しているが取り付けられてはいない。微小な接触点をオーバーレイではなく構造体に接触させてもよいことは理解できよう。

## 【0072】

ここで回転軟化を提供する静電容量式力センサの他の実施形態について説明する。まず図8Aおよび8Bを参照すると、力センサ800の特定の一実施形態が、ほぼ平坦な支持部材802で形成されている。ばね部材806に接続する1つ以上の第1の電極804と、少なくとも1つの第2の電極808とを含む電極パターンが支持部材802上に形成されている。ばね部材806は機械的に弾性があり且つ電気的に導電性であることが好ましい。例えば、ばね部材は金属あるいは導電被覆されたプラスチックなどの絶縁体で形成することができる。任意の適当な方法を用いて支持部材802を下層支持構造体820に装着することができる。例えば、横方向軟化および撓曲分離を提供するために、アクリルテープ822を用いて支持部材802を装着してもよい。

## 【0073】

ばね部材806と第2の電極808との間に容量ギャップ810が形成されている。この

ギャップを形成する方法の１つは、図示したように各端部に若干のオフセットを有するばね部材 806 を形成することである。他の方法では、ばね部材 806 にこのようなオフセットを形成せず、シムで一時的にばね部材 806 を第 2 の電極 808 から離間させ、その後はんだを用いて第 1 の電極 804 とばね部材 806 との間の接続部をリフローすることによりギャップ 810 を達成することができる。他の方法では、ばね部材 806 を第 1 の電極 804 から離間させるような粒径の粒子を含むはんだを用いてギャップ 810 を形成することができる。

#### 【0074】

ばね部材 806 がオーバーレイ 812 への力で押し下げられると、ギャップ 810 の幅が狭くなり、第 1 および第 2 の電極 804 および 808 の間で測定される静電容量を変化させる。個別配線 814 はタッチ制御回路と電極 804 および 808 との間の電氣的接続を提供してセンサ 800 の静電容量の測定を可能にする。

10

#### 【0075】

ばね部材には尾根状の枢動力軸受け 816 が設けられている。この構造は極端な過負荷に対して良好な強度を提供するため有利である。

#### 【0076】

特定の一例では、ばね部材 806 をばね鋼で形成することが可能であり、厚さおよそ 250  $\mu\text{m}$  (10 mil)、幅約 6 mm (0.25 インチ) である。ばね部材は長さ約 17 mm (0.75 インチ) で金型でプレスされて形作られる。容量ギャップ 810 は約 125  $\mu\text{m}$  (5 mil) である。支持部材 802 は、エポキシガラス PC 基板などの任意の適当な材料で形成することができる。支持部材 802 は典型的に、アクリルテープ 822 などの横方向軟化材が支持部材 802 と構造体 820 との間に配置可能である十分な剛性を有している。このような構造体の無負荷の静電容量は約 3 pF であり、底入力 (bottoming-out force) は約 4 ~ 5 ポンドの間である。この寸法と特定の材料は例示に過ぎず、何ら限定するものではないことは理解できよう。センサ部品の寸法は構成された特定のタッチ装置の特性に基づいて選択されるものである。

20

#### 【0077】

この構造には、構造体 820 が撓曲してもその結果得られる湾曲は支持部材 802 に殆ど伝達されないため、閉じ込められた力の測定力に及ぼす影響を低減するという利点がある。

30

#### 【0078】

ここで図 9A および 9B を参照すると、静電容量式センサの他の実施形態 900 が、外側に突出したディンプル 916 が形成されたばね部材 906 を含んでいる。図 9A がセンサ 900 を原位置で概略的に図示する一方、図 9B はセンサ 900 の展開図を提供している。

#### 【0079】

ばね部材 906 は、1 つ以上の第 1 の電極 904 と 1 つの第 2 の電極 908 を含む電極パターンが設けられた支持体 902 に載置されている。ばね部材 906 は、例えばセンサ 800 に関して上述したうちの 1 つと同様の技術を用いて第 1 の電極に対して接続且つ離間されている。ばね部材 906 と第 2 の電極 908 との間に容量ギャップ 910 が形成されている。ディンプル 916 とオーバーレイ 922 との間に横方向軟化装置 920 が配置されて横方向軟化を提供する。支持部材 902 は構造体 924 に載置されている。

40

#### 【0080】

センサ 900 の特定の一例において、ばね部材 906 が厚さ 150  $\mu\text{m}$  (6 mil)、長さほぼ 6 mm (230 mil)、幅約 3 mm (120 mil) のばね鋼で形成されている。ばね部材 906 は、他の材料および異なる厚さで形成してもよい。例えば、ばね部材 906 を厚さ 200  $\mu\text{m}$  (8 mil) のリン青銅で形成してもよい。容量ギャップ 910 は高さ 25  $\mu\text{m}$  (1 mil) でもよい。ばね部材 906 をアルミニウムなどの比較的変形可能な裏層に押し付けつつ、ばね式センターパンチを用いて軸受けディンプル 916 を形成してもよい。ばね部材の自由全長は約 3.75 mm (150 mil) であり、その中心部

50

の 2.15 mm ( 86 mil ) は第 2 の電極 908 と対向している。センサ 900 の無負荷の静電容量は約 3 pF であり、底入力は約 3 ~ 4 ポンドの間である。

#### 【 0081 】

静電容量式力センサは印加力の変化の関数として容量性リアクタンスの変化を示す。センサ 800 および 900 に対して、この変化は比較的小さい力に対してはほぼ線形であり、ここで相対ギャップ変化は小さい。しかし比較的大きい力では、縁部はさらに幅広く離間した状態で容量領域の中心部が閉じ、これが線形より急激なリアクタンスの非線形降下につながる。この非線形応答性はセンサ信号の処理において補償可能である。他の方法では本来的により広い線形リアクタンス変化範囲を有する静電容量式センサの様々な実施形態を提供することができる。こうして不均一ギャップを有する静電容量式力センサは、印加力に

10

#### 【 0082 】

広い線形性応答範囲を有する静電容量式センサの特定の一実施形態が図 10 に概略的に図示されている。センサ 1000 を明瞭に図示するために図において垂直方向の寸法が誇張されている。センサ 1000 は僅かな屈曲を有する制御形状を備えたばね部材 1006 を有する。この屈曲により、中心部 1006c が第 2 の電極 1008 に対して最大の容量ギャップ 1010 を提供しつつ、ばね部材 1006 の端部 1006a および 1006b を最小限のはんだ膜で第 1 の電極 1004 に取り付けることができる。第 1 および第 2 の電極 1004 および 1008 は支持体 1002 上に形成されている。最初にばね部材 1006 を第 2 の電極 1008 と接触させるのに過不足ない結合器 1014 に印加可能な力のレベルがある。ばね部材 1006 と第 2 の電極 1008 との間の容量ギャップ 1010 のテーパーを、第 2 の電極 1008 に沿った多数の点において同時に接触が生じやすい形状にすることができる。これがセンサの応答の非線形性を低減する。このようなセンサは、米国特許出願第 09 / 835, 040 号明細書にさらに詳細に記載されている。

20

#### 【 0083 】

静電容量式センサのばね部材は図 8B および 9B に図示するような矩形である必要はなく、均一の厚さで形成する必要もない。例えば、コンデンサプレートとしての役目をしない特に所望の領域に撓曲が集中するようにばね部材を形成してもよい。これにより容量領域の撓曲が低減するため、リアクタンス変化の線形性が増す。このばね部材のさらなる形状および形態が米国特許出願第 09 / 835, 040 号明細書にさらに記載されている。

30

#### 【 0084 】

一定の領域が導電被覆された絶縁材料でできたばね部材を用いて静電容量式センサを形成することができる。このようなセンサ 1100 の特定の一例が図 11A ~ 11C に関して記載されている。材料領域 1102、例えばエポキシガラス PC 基板は主要素子 1106 を形成する。主要素子 1106 は端子領域 1107 および 1108、ならびに容量ギャップの変化に関連した大きな弾性エネルギーを蓄積するようなエポキシガラス基板部分を含む。

#### 【 0085 】

図 11B に示された概略断面図からさらに明確に分かるように、既定の経路がオーバーレイ 1114 から印加された力を力結合弾性パッド 1116、上部コンデンサプレート 1118、および離間 / 接続はんだ膜 1120 とを介して主要素子 1106 の中央領域 1122 へ伝達する。中央領域 1122 は PC 基板内の撓曲の増大化および相対的な局所化の両方に役立つ溝 1124 が両側に並んでいる。溝 1124 の端部を通り抜けるおよび端部を回る力は両方とも最終的には支持体 1126 に到達する。力が容量領域および溝 1124 の近辺から抜け出ると、いかなる追加撓曲も容量ギャップ内の力により誘発される変化に関係しなくなるため力センサを通らなくなる。支持体 1126 は構造体 1128 に装着されている。

40

#### 【 0086 】

あるとすれば、センサに近接して配置された支持体 1126 が応答の感度および対象性に

50

ある影響を有する。このような近接支持に、図示したような中央領域 1 1 2 2 に過度に近接しない対象性を与えてもよい。支持体同士をさらに離して任意の所望のパターンで配置してもよい。

【0087】

弾性パッド 1 1 1 6 は横方向および回転軟化の両方を提供する。このようにパッド 1 1 1 6 はディンプル 9 1 4 および横方向軟化装置 9 2 0 の機能を提供することができる。パッド 1 1 1 6 はコンデンサプレート 1 1 1 8 に、その上ではなく下に接着してもよい。オーバーレイ 1 1 2 6 などのセンサ 1 1 0 0 の上方の構造は、その後位置合わせしてプレロードすることができる。他の方法では、パッド 1 1 1 6 により位置合わせを維持するとともに、上方および下方の両方の接着による組立てを可能になる。

10

【0088】

図 1 5 C に概略的に図示された他の実施形態 1 1 5 0 は、上部コンデンサプレート 1 1 1 8 の長さ互って通る代替力経路を示す。この上部プレート 1 1 1 8 はここでは容量ギャップに関連した弾性エネルギーの蓄積に大いに寄与可能であるため、この場合上部プレート 1 1 1 8 を、下部主要素子 1 1 0 6 すなわちばね部材と協働する追加ばね部材 1 1 0 6 a として見るのが適切である。ばね部材 1 1 0 6 a からはんだ 1 1 3 0 を介して下部ばね素子 1 1 0 6 へ伝わる力は溝 1 1 2 4 の周囲、中央領域 1 1 2 2 内、そこから支持体 1 1 5 2 へ進行する。

【0089】

本発明の静電容量式力センサには多くの変形例が可能であることは理解できよう。これらは米国特許出願第 0 9 / 8 3 5 , 0 4 0 号明細書にさらに記載されている。本明細書で述べた実施形態の一変形例は枢動点が力センサのばね部材ではなく、オーバーレイの下側に取り付けられているものである。他の変形例ではピボットが支持表面に接した状態でセンサをオーバーレイの下側に装着可能である。

20

【0090】

上述したように、本発明はタッチセンサに適用可能であるとともに、タッチセンサへの印加力の測定に基づくタッチセンサに特に有用であると思われる。本発明は上述した特定の例に限定して考えることなく、むしろ添付の請求項に明確に述べるように本発明の態様をすべて網羅すると理解されるべきものである。本発明を適用可能な多数の構造に加えて様々な変更例、同等のプロセスは、本明細書を検討することにより本発明に関係する当業者には容易に明らかになるであろう。請求項はこのような変更例および考案物を網羅することを意図するものである。

30

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図 1】本発明の実施形態による表示装置の概略図を示す。

【図 2】本発明の実施形態による力によるタッチセンサを介した部分断面図を概略的に図示する。

【図 3 A】タッチセンサが異なる場所でタッチされた時の力センサ上の力分布を概略的に図示する。

【図 3 B】タッチセンサが異なる場所でタッチされた時の力センサ上の力分布を概略的に図示する。

40

【図 4 A】センサがオーバーレイおよび支持構造体に固着されている場合の力センサへの力の印加を概略的に図示する。

【図 4 B】本発明の実施形態による、可撓性オーバーレイへ力を印加する場合の回転軟化の作用を概略的に図示する。

【図 5 A】力測定システムからの推定出力および出力のエラーをスクリーン全体に互る位置の関数として示すグラフをそれぞれ、異なる回転軟化条件に対して表わす。

【図 5 B】力測定システムからの推定出力および出力のエラーをスクリーン全体に互る位置の関数として示すグラフをそれぞれ、異なる回転軟化条件に対して表わす。

【図 6 A】力センサがオーバーレイと構造体との間に固くクランプされている場合の載置

50

構造体のねじれを概略的に図示する。

【図 6 B】本発明の実施形態による、回転軟化が構造体とオーバーレイとの間にある場合の載置構造体のねじれを概略的に図示する。

【図 7 A】本発明による回転軟化を含む力センサユニットの異なる実施形態を概略的に図示する。

【図 7 B】本発明による回転軟化を含む力センサユニットの異なる実施形態を概略的に図示する。

【図 7 C】本発明による回転軟化を含む力センサユニットの異なる実施形態を概略的に図示する。

【図 7 D】本発明による回転軟化を含む力センサユニットの異なる実施形態を概略的に図示する。 10

【図 7 E】本発明による回転軟化を含む力センサユニットの異なる実施形態を概略的に図示する。

【図 7 F】本発明による回転軟化を含む力センサユニットの異なる実施形態を概略的に図示する。

【図 7 G】本発明による回転軟化を含む力センサユニットの異なる実施形態を概略的に図示する。

【図 8 A】本発明による回転軟化を含む静電容量式力センサの他の実施形態を概略的に図示する。

【図 8 B】本発明による回転軟化を含む静電容量式力センサの他の実施形態を概略的に図示する。 20

【図 9 A】本発明による回転軟化を含む静電容量式力センサの他の実施形態を概略的に図示する。

【図 9 B】本発明による回転軟化を含む静電容量式力センサの他の実施形態を概略的に図示する。

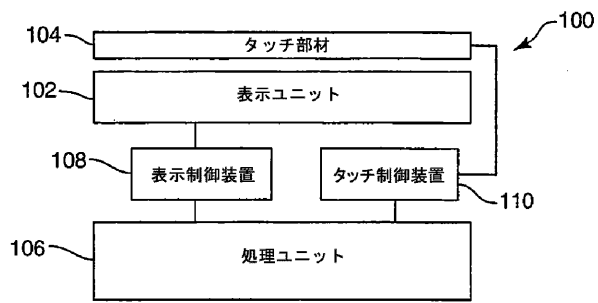
【図 10】本発明による回転軟化を含む静電容量式力センサの他の実施形態を図示する。

【図 11 A】本発明による回転軟化を含む静電容量式力センサの他の実施形態を概略的に図示する。

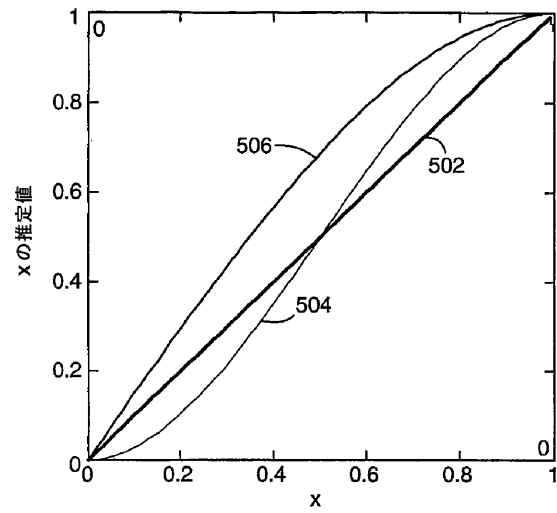
【図 11 B】本発明による回転軟化を含む静電容量式力センサの他の実施形態を概略的に図示する。 30

【図 11 C】本発明による回転軟化を含む静電容量式力センサの他の実施形態を概略的に図示する。

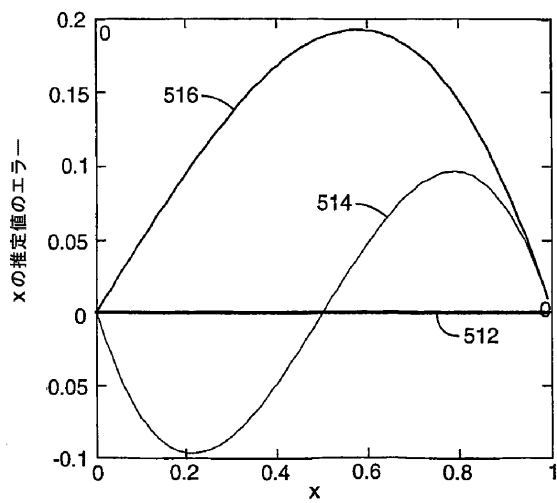
【 図 1 】

**FIG. 1**

【 図 5 A 】

**FIG. 5A**

【 図 5 B 】

**FIG. 5B**

## 【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau(43) International Publication Date  
24 October 2002 (24.10.2002)

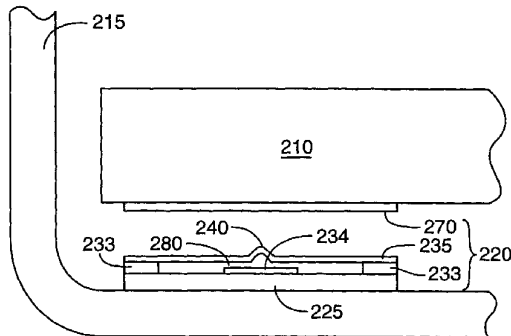
PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/084579 A2

- (51) International Patent Classification: G06K 11/16, G01L 1/14  
(74) Agents: PECHMAN, Robert, J. et al., Office of Intellectual Property Counsel, Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).
- (21) International Application Number: PCT/US02/11308  
(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT (utility model), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ (utility model), DE, EE, ES, FI (utility model), FR, GB, GD, GE, GH, GM, HN, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK (utility model), SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (22) International Filing Date: 12 April 2002 (12.04.2002)  
(25) Filing Language: English  
(26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:  
09/835,040 13 April 2001 (13.04.2001) US  
09/835,049 13 April 2001 (13.04.2001) US
- (71) Applicant: 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY [US/US]; 3M Center, Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).  
(72) Inventor: ROBERTS, Jerry, B.; Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).  
(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BH, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NI, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: TOUCH SCREEN WITH ROTATIONALLY ISOLATED FORCE SENSOR



(57) Abstract: A touch screen uses one or more force sensors to determine location of the touch on the screen. Bending or twisting of the touch screen overlay, or of the support structure upon which the touch screen is mounted, may result in the detection of undesirable forces by force sensors. These undesirable forces may distort the measurement of the location of the touch on the screen. The force sensor is arranged to reduce the effects of flexure on the determination of the location of the touch. For example, a rotational softener, such as a rotational bearing or a pliable material may be included with the force sensor.

WO 02/084579 A2

WO 02/084579 A2 **Declarations under Rule 4.17:**

— as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(ii)) for the following designations: AF, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(iii)) for all designations

as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(iii)) for all designations

**Published:**

— without international search report and to be republished upon receipt of that report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

**TOUCH SCREEN WITH ROTATIONALLY ISOLATED FORCE SENSOR**5                   **Field of the Invention**

The present invention is directed generally to touch screens and more particularly to touch screens that detect the position of a touch based on a measurement of the touch forces applied to the screen.

10                   **Background**

A touch screen offers a simple, intuitive interface for a computer or other data processing device. Rather than using a keyboard for data entry, a user can transfer information through a touch screen by touching an icon or by writing or drawing on a screen. Touch screens are used in a variety of information processing applications. Transparent touch screens, used over an information display such as a liquid crystal display (LCD) or cathode ray tube (CRT), are particularly useful for applications such as cellphones, personal data assistants (PDAs), and handheld or laptop computers.

Various methods have been used to determine touch location, including capacitive, resistive, acoustic and infrared techniques. Touch location may also be determined by sensing the force of the touch through force sensors coupled to a touch surface. Touch screens that operate by sensing touch force have several advantages over the other technologies mentioned above. Electrically based approaches, such as resistive and capacitive approaches, require a complex touch surface overlay that uses special materials and multiple layers to ensure good electrical properties across the screen while also maintaining good optical transmission through the screen. The overlay of a force-based touch screen, on the other hand, may be formed from a simple, single sheet of material. Further, force sensors do not rely on a lossy electrical connection to ground, as required by a capacitive touch screen, and can be operated by a finger touch, gloved hand, fingernail or other nonconductive touch instrument. Unlike surface acoustic wave technology, force sensors are relatively immune to accumulations of dirt,

WO 02/084579

PCT/US02/11308

dust, or liquids on the touch surface. Finally, a force sensor is less likely to detect a close encounter as an actual touch, which is a common problem with infrared and capacitive touch screens.

Forces detected by touch screen force sensors reflect a variety of static and dynamic factors in addition to the touch force. These factors may be considered noise sources with respect to the touch signal. Noise may be introduced through the touch screen electronics, or it may be mechanical in nature. Electrical noise may be introduced, for example, in the sensor, amplifier, data conversion or signal processing stages. Mechanical noise may arise from various mechanical effects, such as vibration, flexure, movement, and the application of forces that are non-perpendicular to the touch screen. In addition, the touch screen force sensors may be affected by the weight of the touch surface and preloading forces applied to the force sensors during manufacture.

#### **Summary of the Invention**

Generally, the present invention is directed to an approach to reduce the effects of flexure on the determination of the location of the touch. Bending or twisting of the touch screen overlay, or of the support structure upon which the touch screen is mounted, may produce a moment that is applied to the force sensors, which may then result in the detection of undesirable forces by force sensors. These undesirable forces may distort the measurement of the location of the touch on the screen, and so the effects of bending or twisting may lead to errors in the position determination.

According to the present invention, where the touch screen overlay or the mounting support is not perfectly rigid, a moment may be applied to the force sensor. The force sensor is decoupled from the moment so that the undesirable forces arising from the moment are not detected by the force sensor. An advantage of this approach is that, unlike other approaches, the mounting support and the overlay do not have to be perfectly rigid, but may be flexible. Thus, the overlay and support may be lighter and thinner, without leading to errors in the measurement of the touch location.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

One particular embodiment of the invention is directed to a touch sensitive device that has a flexible touch member movable in response to an applied force and a support structure. A plurality of force sensor units are coupled between the support structure and the touch member to measure a signal indicative of a force passing through sensor regions of the device and arising from the applied force. At least one of the sensor units is arranged so that twisting of one of the touch member and the support structure passes substantially no moment through the sensor unit.

Another embodiment of the invention is directed to a method of locating the position of a touch force arising from a touch on a touch screen. The method includes measuring a signal indicative of a force passing from a flexible touch surface through a force sensor unit while isolating a twisting moment of one of the touch surface and a support structure from the other of the touch surface and the support structure.

Another embodiment of the invention is directed to a touch sensitive device that has a flexible touch member and means for measuring a signal indicative of a force passing through a sensor region due to a touch force applied to the touch member while isolating a twisting moment of one of the touch member and a support structure from the other of the touch member and the support structure.

Another embodiment of the invention is directed to a touch sensitive device that has a flexible touch member movable in response to an applied force, and a support structure. Sensor units are coupled between the support structure and the touch member to measure a signal indicative of a force passing through sensor regions and arising from the applied force. The same relative pattern of internal stresses is developed in a first sensor unit of the sensor units, irrespective of touch location upon the touch member.

The above summary of the present invention is not intended to describe each illustrated embodiment or every implementation of the present invention. The figures and the detailed description which follow more particularly exemplify these embodiments.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

**Brief Description of the Drawings**

The invention may be more completely understood in consideration of the following detailed description of various embodiments of the invention in connection with the accompanying drawings, in which:

- 5       FIG. 1 shows a block schematic of a display device according to an embodiment of the present invention;
- FIG. 2 schematically illustrates a partial cross-section through a force-based touch sensor, according to an embodiment of the present invention;
- FIGs. 3A and 3B schematically illustrate the distribution of forces on a
- 10      force sensor when the touch screen is touched at different places;
- FIG. 4A schematically illustrates the application of forces to force sensors when the sensors are rigidly attached to the overlay and the support structure;
- FIG. 4B schematically illustrates the effect of rotational softening when applying force to a flexible overlay, according to an embodiment of the present
- 15      invention;
- FIGs. 5A and 5B respectively present graphs showing the estimate output from a force measurement system and the error in the output as a function of position across the screen, and for different conditions of rotational softening;
- FIG. 6A schematically illustrates twisting of the mounting structure when
- 20      the force sensor is rigidly clamped between the overlay and the structure;
- FIG. 6B schematically illustrates twisting of the mounting structure when there is rotational softening between the structure and the overlay, according to an embodiment of the present invention;
- FIGs. 7A-7G schematically illustrate different embodiments of force sensor
- 25      units that include rotational softening according to the present invention;
- FIGs. 8A and 8B schematically illustrate another embodiment of a capacitive force sensor that includes rotational softening according to the present invention;
- FIGs. 9A and 9B schematically illustrate another embodiment of a
- 30      capacitive force sensor that includes rotational softening according to the present invention;

WO 02/084579

PCT/US02/11308

FIG. 10 schematically illustrates another embodiment of a capacitive force sensor that includes rotational softening according to the present invention; and

FIGs. 11A-11C schematically illustrate another embodiment of a capacitive force sensor that includes rotational softening according to the present invention.

5 While the invention is amenable to various modifications and alternative forms, specifics thereof have been shown by way of example in the drawings and will be described in detail. It should be understood, however, that the intention is not to limit the invention to the particular embodiments described. On the contrary, the intention is to cover all modifications, equivalents, and alternatives  
10 falling within the spirit and scope of the invention as defined by the appended claims.

#### **Detailed Description**

The present invention is applicable to touch sensing techniques and is believed to be particularly useful for reducing the deleterious effects that arise  
15 when the touch panel overlay or the structure upon which the touch panel is mounted flex. For example, the touch screen of the present invention may be used in a desktop, handheld or laptop computer system, a point-of-sale terminal, personal data assistant (PDA), or a cell phone. Although described in combination with a microprocessor-based system, the touch screen device of the  
20 present invention may be combined with any logic-based system, if desired. The present invention is directed to determining a touch location on a touch screen. A touch signal representing the force of a touch acting on the touch screen is produced by one or more touch sensors located proximate to a touch surface of the touch screen. A touch signal may be derived from a single sensor,  
25 or by combining component touch signals from two or more force sensors. Determination of the touch location requires analysis of the component force signals produced by the touch screen sensors.

In particular, the present invention is directed to a touch screen that determines the position of the touch based on a measurement of the force  
30 applied to the screen. Screen overlays in such touch screens may appear to the user to be quite rigid, but yet may be flexible compared to the stiffness of the

WO 02/084579

PCT/US02/11308

sensors supporting them. In particular, the overlay may be flexible with respect to twisting motions of the sensors. In other words, a sensor may restrain the flexing of the overlay in its immediate vicinity, while transmitting the moment associated with this restraining action through to the support. Conversely, any flexure of the support tending to twist the sensor very slightly from its normal perpendicular alignment may force the overlay locally to flex and follow. This, too, may be accompanied by transmission of significant moment through the sensor. These moments may create a problem in that they lead to additional perpendicular forces in the sensors to maintain equilibrium. This distorts the expected perpendicular touch force detected by the sensor, and may result in a mis-reporting the position of the touch.

Prior approaches to reducing these problems have tended to emphasize a stiff overlay and/or stiff sensors. The present invention, in contrast, is directed to the use of couplings between the overlay and the sensor that are termed "rotationally soft", so that the moments resulting from the flexing overlay are not applied to the sensor. This reduces both the error resulting from a direct sensor response to the moment, and also reduces the spurious perpendicular forces just described. The problems of mis-reporting the position of the touch may, therefore, be reduced.

The basic components of a device 100 having a touch display are illustrated in FIG. 1. A display unit 102, for example a liquid crystal display (LCD) or cathode ray tube (CRT), is disposed below a touch member 104. The display unit 102 is coupled to a processing unit 106 and displays information received from the processing unit via a display controller 108. The display controller 108 may be part of the processing unit 106. The location of a touch on the touch member 104 is determined by the touch screen controller 110, which may be part of the processing unit 106. Therefore, the processing unit 106 may be enabled to determine the position of a touch on the touch member 104 relative to an image displayed on the display unit 102, and determine the meaning of the user's input. It is important that the location of the touch on the touch member 104 be determined with as little error as is needed to ensure that the processing unit 106 receives the desired information from the user.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

One particular type of touch member 104 includes an overlay that the user presses on, and a number of sensors to determine the resulting force at various positions on the overlay. The location of the touch may then be determined by an analysis of the sensed forces. Where the touch screen is rectangular in shape, there are often four sensors, one at each corner, to measure the applied forces. In some embodiments, the force sensors may be behind and supporting the display itself, which acts as the touch member. In such a case, the overlay is replaced by the display panel itself, and the display panel transmits the applied forces to the force sensors.

Force sensors typically detect some movement that occurs in response to the applied force. For example, the elements of a strain gauge stretch under application of a force, and the electrical characteristics of a piezoelectric or piezoresistive sensor change when the sensor element is compressed or stretched. Furthermore, in a capacitive sensor element, one capacitor plate is moved in relation to another capacitor plate upon application of a force. Therefore, while a sensor may be referred to as a displacement sensor, it will be appreciated that a measurement of displacement may be used to provide an estimate of the applied force that resulted in the measured displacement, even if the magnitude of the displacement itself is small.

One embodiment of a force sensor appropriate for use in touch screen applications is described in U.S. Patent Application 09/835,040, filed on April 13, 2001, which is hereby incorporated by reference. The force sensor is appropriate for use with a liquid crystal display (LCD), cathode ray tube (CRT) or other transparent display, and is schematically illustrated in FIG. 2. In this particular embodiment, the sensor measures the applied force based on the change of capacitance of a capacitive element.

A touch member 210, or overlay, is located within a structure or housing 215. This structure or housing 215 may be provided with a large central aperture through which the display may be viewed. Further, the overlay 210 may be transparent to allow such viewing. If desired, the undersurface of the housing 215 may be seated directly against the surface of such a display, over the border

WO 02/084579

PCT/US02/11308

surrounding its active area. In another embodiment, as mentioned above, the overlay may be replaced by a structure including a display unit, such as an LCD.

5 A capacitive sensor 220 may be positioned between the overlay 210 and the housing 215. An interconnect 225, with attachment lands 233, may be coupled to the housing 215 by soldering, cementing, or by other methods. A conductive area forms a first conductive element 234 on the interconnect 225. A second conductive element 235 with a central protrusion 240, for example a dimple, may be attached to the lands 233 of the interconnect 225 by soldering, for example. A small gap 280 is formed between the first conductive element 234 and the second conductive element 235, either by the shape of the second conductive element 235, or by the process of attaching the second conductive element 235 to the interconnect 225. The width of the gap 280 may be approximately 25  $\mu\text{m}$ , for example. A capacitor is formed by the conductive elements 234, 235 separated by the gap 280.

10 An optional bearing surface 270 may be interposed between the touch panel 210 and the second conductive element 235. This may protect the overlay 210 from indentation or from damage by the protrusion 240, especially in cases where the overlay is made of softer material. The bearing surface 270 may also mount to the overlay 210 through a thin layer (not shown) of elastomer or of highly pliable adhesive, thereby providing a lateral softening function. It will be appreciated that, in normal operation, the overlay 210 or bearing surface 270 is in contact with the protrusion 240: these elements are shown separated only for clarity in the illustration.

15 The second conductive element 235 combines the functions of a spring and a capacitor plate. As a perpendicular force is applied to the surface of the touch panel 210, the second conductive element 235 flexes, decreasing the width of the gap 280 and increasing the capacitance of the sensor 220. This change in capacitance may be measured and related to the force applied to the touch panel 210. Although a touch screen using capacitive force sensors is described, other types of force sensors may be used in a similar manner, including, for example, piezoelectric sensors and strain gauge sensors.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

One of the advantages of a force-based touch screen is that the number of optically distinct layers positioned between the display unit and the user is low. Typically, the overlay positioned over the display unit is a single layer of glass or relatively stiff polymer, for example polycarbonate or the like, which may be chosen for suitable optical qualities. This contrasts with other types of touch screen, such as resistive or capacitive touch screens, that require several, potentially optically lossy, layers over the display unit. The electrically conductive thin films required in resistive or capacitive touch screens typically have a high index of refraction, leading to increased reflective losses at the interface. This is a particular problem in resistive screens where there are additional solid/air interfaces and where antireflection coatings are not useful, since the conductive layers must be able to make physical contact. A screen overlay for a force-based touch screen, however, has only its upper and lower surfaces; these may be treated to reduce reflective losses and to reduce glare. For example, the overlay may be provided with matte surfaces to reduce specular reflection, and/or may be provided with anti-reflection coatings to reduce reflective losses.

Thin overlays, although more desirable, are also more flexible than thicker ones. The present invention contrasts with previous approaches, which have assumed that the overlay is perfectly rigid, or is nearly so. Overlay flexibility is desirable for reasons other than just size and weight. For example, where the device underlying the touch screen is flexible, any corner-to-corner twisting of the underlying device results in twisting of the display. This tends to force one diagonally opposed pair of sensors upward against the overlay, while drawing the other pair downward. A flexible overlay accommodates this torsional distortion of the underlying device by gently following it, without damage and with reduced adverse effects.

Failure to bend in this manner, due to an excessively rigid overlay, may lead to certain problems. There are problems with many possible sensor arrangements, but only the case of four contact-loaded corner sensors is considered here. With increasing torsional force, displacement will at first be prevented by the rigidity of the overlay, and all torsional force will appear superimposed upon the perpendicular components that the sensors measure.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

These forces may often be larger than typical touch forces, and may fluctuate. These forces may take the force sensors out of their useful range. With further increase in the torsional force, one of the sensors may unload completely, with space opening up between the unloaded sensor and the overlay. This space is associated with the support structure or bezel rising or falling with respect to the edge of the overlay, and thus may lead to large parasitic forces through a seal, mounting, or any other kind of attachment between the overlay edge and surrounding structures. These effects may result in false readings of touch position. We return now to considering how flexure may lead to moment transmission, how moment transmission may lead to measurement error, and how both may be forestalled with rotational softening.

A moment may be applied to a sensor where the underlying support flexes. This may result, for example, from the application of modest touch forces upon a practicably light and inexpensive support structure. The underlying support structure may also flex upon the application of external forces, unrelated to a deliberate touch on the overlay surface. For example, a user may rest his or her hand on the corner of the bezel, or a kiosk device having a touch screen may be located on a floor that flexes. As with moments passing through the sensors from overlay flexure, such moments occasioned by support flexure also require spurious perpendicular forces to maintain equilibrium.

Beyond these errors, some sensors respond directly to the application of a moment, leading to further error. This results from a less than uniform response to the perpendicular forces passing through different portions of the sensor.

Rotational softening, in other words the decoupling of rotational forces between the overlay and the sensor, may be used to reduce erroneous force readings caused by either of the above effects. Rotational softening permits the same relative pattern of internal stresses to be developed in the sensor, irrespective of where the touch is located on the touch member.

Returning once more to FIG. 2, the protrusion 240 presents a small contact area for the sensor 220 on the bearing surface 270. Furthermore, if the dimple 270 is not attached to the bearing surface 270, but the bearing surface 270 merely rests on the protrusion 240, then no moment is transferred to the sensor

WO 02/084579

PCT/US02/11308

220 when the overlay 210 twists. The sensor 220 may still sense a perpendicular force when the overlay twists, however. This rotational decoupling between the overlay and the force sensor is explained further below.

Sensors may also respond to the application of a shear. Shear  
5 responsiveness may be expressed as saying that the sensor's axis of sensitivity is not perpendicular to its mounting plane. In systems without divided force paths, location errors are proportional to the product of the tangential force times the sine of the error angle by which the axis of sensitivity deviates from the normal to the touch plane. The touch plane is the plane of the overlay, or touch member,  
10 that is touched by the user. Divided force paths are paths that transmit forces parallel and perpendicular to the touch plane, see U.S. Patent Application Serial No. 09/835,049, entitled "Tangential Force Control In A Touch Location Device" and incorporated herein by reference. This error angle may be compounded by any errors in mounting the sensor itself, for example where the mounting surface  
15 is not parallel to the touch plane or where the sensor is mounted using a layer of adhesive whose thickness is non-uniform.

Rotational softening may not only reduce the exposure of a sensor to a moment resulting from flexure of the overlay or the mounting surface, but may also reduce incidental sensor moments resulting from shear. This may be  
20 achieved by taking the center of rotation for the rotational softening as close as possible to the center of the sensor itself.

The use of divided force paths is discussed in U.S. Patent Application Serial No. 09/835,049. Divided force paths reduce the application of tangential forces to the sensor. Tangential forces are parallel to the touch plane. Where  
25 divided force paths are implemented, and the tangential force through the sensors may be ignored, there is also no twisting moment from the tangential forces acting about a rotational softening center which is above or below the sensor. In such a situation, rotational softening may be useful for reducing moments that are applied directly to the sensor due to flexure of the touch panel overlay. The  
30 rotational softening may be implemented at any convenient height with respect to either the sensor or touch plane. Where there is no lateral softening, then it may

WO 02/084579

PCT/US02/11308

be advantageous to provide the rotational softening in the plane of the touch plane to reduce the adverse effects of lateral forces.

One way in which a moment may be applied to a sensor is described with respect to FIGs. 3A and 3B, which show the force distributions that may develop in a sensor, particularly where the sensor 302 is rotationally stiffer than the overlay 304. As is seen in FIG. 3A, the force,  $F$ , applied directly over a sensor may lead to an even stress distribution 306. In FIG 3B, the force,  $F'$ , is applied to the overlay 304 at a point that is to the side of the sensor, resulting in a stress distribution 308 that is uneven. An opposing sensor (not shown) supports the other edge of the overlay 304. Although the touch is more distant from this opposing sensor than from sensor 302, a fraction of the touch force  $F'$  may pass through the opposing sensor. In the illustrated case, however, the flexibility of the overlay 304 has had the effect of unloading the opposing sensor, resulting in a cantilever support of nearly all of the touch force  $F'$  through sensor 302. This leads to compressive forces on the near side 302b of the sensor 302, and tensile forces on the far side 302a of the sensor 302, which may be many times the average value of the force value that is desired to be measured.

It is difficult to measure such force distributions 308 accurately, as the portions of the force distribution that are to precisely cancel out may be significantly larger than the signal being measured. If the sensor surfaces are not affixed to the overlay 304 and the support 310, the tensile forces are absent, but the stress distribution 308 close to the near side 302b of the sensor 302 becomes more concentrated. This leads to analogous problems with uniformity of response and dynamic range in the sensor. These problems are reduced, however, if there is rotational softening present at the sensor that reduces the moment passing through the sensor.

The application of a moment to a sensor is further described with respect to FIG. 4A, which shows an overlay 404 supported between two sensor assemblies 402 and 403. The overlay 404 is pliable in that it is not completely rigid and may flex in response to an applied force, particularly a force applied at a point distant from a support. The sensor assemblies 402 and 403 are rigid: the sensor assemblies may be formed, for example, using a piezoelectric element.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

The sensor assemblies 402 and 403 transmit both force and moment to the supports 410. The operator presses on the overlay 404 with a force  $F_{\text{total}}$ . A force  $F_1$  passes to the support 410 through the first sensor assembly 402 and a force  $F_2$  passes through the second sensor assembly 403 to the support 410. In equilibrium,  $F_{\text{total}} = F_1 + F_2$ . Reaction forces  $F_1'$  ( $=-F_1$ ) and  $F_2'$  ( $=-F_2$ ) develop moments about point P where the force is applied. Due to the rotational stiffness of the sensors, a moment  $m_1$  may pass through the first sensor 402 and a moment  $m_2$  may pass through the second sensor 403.

In equilibrium, the moments and forces conform to the condition:

10

$$F_1 * x_1 - m_1 = F_2 * x_2 - m_2 \quad (1)$$

where  $x_1$  is the distance from the first sensor 402 to the point P, and  $x_2$  is the distance from the second sensor 403 to the point P. It should be noted that in the equations presented herein, the variables are represented by their positive magnitudes, although other sign conventions are possible.

Although a straightforward force-sensing touch location device develops no signals directly representative of  $m_1$  or  $m_2$ , these moments do affect the force signal produced by the sensors 402 and 403. Indirect methods of attempting to estimate or correct for these moments may be used, although such methods are complex and difficult to implement. Without implementing such methods, however, location calculations may be subject to serious error.

Another approach to measuring touch location, that includes rotational softening, is schematically illustrated in FIG. 4B. In this approach, the flexible overlay 404 is supported between two sensors 412 and 413. The sensors may be any type of sensor that detects an applied force, for example, a piezoelectric sensor, capacitive displacement sensor, a piezoresistive sensor or a strain gauge sensor, or the like.

There is a rotationally free bearing 414 between the overlay 404 and each sensor 412 and 413. There may also be a lateral softener 416 between, for example, support 410 and the sensors 412 and 413. The lateral softener 416 may be formed of a material that permits easy lateral elastic motion, so that

WO 02/084579

PCT/US02/11308

tangential forces are not transmitted through the sensors 412 and 413 to the support 410. The lateral softener is described further in U.S. Patent Application Serial No. 09/835,049.

Application of  $F_{\text{total}}$  by the user at the point P on the overlay 404 results in forces  $F_1$  and  $F_2$  being applied through the sensors 412 and 413 respectively to the support 410. Reaction forces  $F_1' = -F_1$  and  $F_2' = -F_2$  develop moments about point P. Since the rotationally softened sensors assemblies 412 and 413 pass no moments directly, the moments developed by  $F_1'$  and  $F_2'$  about P must be the total moment about P and, when in equilibrium, this is zero. Thus, we may write the equation:

$$F_1 x_1 = F_2 x_2 \quad (2)$$

Thus, with significant flexibility present in the overlay, the applicability of this simple relation depends upon use of the rotational softening.

FIGs. 5A and 5B show the performance of various systems, using equation (2) to compute the touch position. The abscissa "x" is defined as the fractional position of the actual point P between the force sensors:

$$x = x_1 / (x_1 + x_2) \quad (3)$$

In FIG 5A, the ordinate is the estimate of "x" output by the system. In FIG 5B, the ordinate is the fractional error in the estimate of "x". The percentage error may be found by multiplying the fractional error by 100.

In each case, the system modeled is a simplification in which the overlay 404 is a member extending between two supporting sensor assemblies. This member is taken to be narrow enough for treatment as a simple beam, and the sensor assemblies are taken to provide either simple or clamped support. As actual touch structures rarely, if ever, deflect by more than half their thickness during operation, the touch deflection may be taken to stay within the beam regime. The member is further taken to be of uniform stiffness along its length. The resulting systems are then readily evaluated.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

The output of the case simply supported at both ends is free of error, and is given by the finely dashed line 502 in FIG 5A. The calculated error is shown in FIG. 5B as curve 512. This corresponds to the flexible overlay configuration of FIG. 4B. This response curve 502 also approximates that of a real system with a sufficiently thick and relatively rigid overlay. Such an overlay overwhelms the rotational stiffness of the sensor connections and underlying support. In the limit of an infinitely stiff overlay, the response curve becomes a fully straight line. Where a rigid overlay connects through rotationally stiff sensors to slightly flexible supports, it is possible for the response curve to be somewhat tipped and shifted. As the curve remains a straight line, however, such potential errors may be removed by commonly practiced calibration or registration techniques.

With a moderately flexible overlay, however, sensors and mountings of ordinary rotational stiffness can lead to large non-linearities of response. Where the sensor stiffness is high compared to that of the overlay, the response obtained is that depicted in the solid curve 504 in FIG. 5A, and the error is depicted as the solid curve 514 in FIG. 5B. Touches close to a sensor are supported through that sensor, much as a diver is supported on a diving board, and the small proportion of force that might be expected at the other sensor is further reduced to nearly zero.

It will be observed that there is very little sensitivity available to differentiate closely spaced touches near a sensor. Thus any attempt at a corrected calculation will face difficulties with noise and precision in these regions.

The broadly dashed curve 506 of FIG 5A depicts the response of a system in which the left sensor provides simple support, while the right-hand one continues to provide clamped support. From this it is seen that to be helpful, a provision of limited rotational softening must be reasonably well balanced. Softening only one of the two sensors makes error substantially worse, rather than better, as is shown by the corresponding curve 516 in FIG. 5B.

When considering a two-dimensional overlay surface supported on several sensors, for example four sensors, the following differences obtain with regard to the effect of rotationally stiff sensor couplings and a flexible overlay. The position error becomes a complicated function of both X and Y position. The error pattern

WO 02/084579

PCT/US02/11308

is further complicated by the existence of a slight downward dimpling of the touch surface around the point of touch contact. Although the majority of the force is transmitted through the nearest sensors, the maximum error may occur at a lower value and for points closer to the sensors. The moment passes outward from the sensor through a cross-section of overlay material that increases in area with increasing radius, and this provides a modest amount of built-in rotational softening for touches farther from the sensors.

Another possible source of error in determining the position of a touch is when the sensor mounting structure is itself subject to flexure, in a manner tending to twist one or more sensors. This is schematically illustrated in FIG. 6A. The structure 610 may twist under a sensor when the device housing the touch screen is subject to external forces, for example if the device is gripped firmly in the user's hand, is used in a non-horizontal orientation, or the edge of the device is being pressed on by the user.

In the embodiment illustrated in FIG. 6A, the sensor assembly 602 is assumed to be rotationally stiff relative to the overlay 604. The structure 610 is twisted through an angle  $\phi_1$ , and the overlay is twisted through an angle  $\phi_2$  which is approximately the same as  $\phi_1$ .

The rotation of the structure through  $\phi_1$  causes a moment generated by the associated force distribution 606 in the sensor 602. This moment is balanced by forces  $+F$  and  $-F'$  seen by the sensors 602 and 603. These forces,  $F$  and  $F'$  introduce error in the position location of a touch. Since there is likely to be no information in the sensor signals that is predictive of changing rotations of the mountings, the associated errors may be uncorrectable.

In the embodiment illustrated in FIG. 6B, the sensor assemblies 612 and 613 are rotationally soft relative to the overlay 604. The sensor assemblies 612 and 613 may include respective rotational softeners 612a and 613a. Additional examples of rotational softeners are provided below.

When the structure 610 is flexed through an angle  $\phi_1$ , the resulting angle of the overlay 604,  $\phi_2$ , is significantly less than  $\phi_1$ , and so the ratio  $\phi_2/\phi_1$  is small. Any residual stiffness in the rotational softener 612 may result a small non-zero value for  $\phi_2$ . Errors from enforced mounting rotations will then be reduced

WO 02/084579

PCT/US02/11308

by the ratio  $\phi_2/\phi_1$ . For some desirable configurations, the touch device manufacturer has little control over the values of  $\phi_1$  that may be encountered in applications. In these situations a freely rotating sensing connection may be best. It is important to note that, in this case, increasing the stiffness of the overlay 604 does not reduce error and, in fact may increase the error.

It will be appreciated that smaller ratios of  $\phi_2/\phi_1$  are associated with various smaller touch position errors of the sort depicted in FIG 3. Where such errors are dominant, it may be determined that a flexible overlay may provide sufficient touch location accuracy so long as  $\phi_2/\phi_1$  is below a particular value.

One particular example of a rotationally soft sensor is illustrated in FIG. 2. The dimple 240 of the capacitive force sensor 220 is not attached to the overlay 210, and so the overlay 210 may twist relative to the sensor 220 without imparting a moment to the sensor 220.

FIGs. 7A-7G illustrate some different approaches to providing rotational softening for a touch sensor. FIGs. 7A-7C schematically illustrate dual-pivoting, rotationally softened sensor units 700, 710, 720. These sensor units may provide lateral softening as well as rotational softening, and may be used in conjunction with lateral stiffeners, described in U.S. Patent Application Serial No. 09/835,049.

The first sensor unit 700, illustrated in FIG. 7A, includes a pivoting element 702, or rotational bearing, between the overlay 704 and a force spreader 706 that spreads the applied force to the sensor element 708 and that may be disposed between the spreader 706 and the support 709. The spreader 706 may also act as a receptacle for the pivoting element 702.

The sensor unit 710 includes a first spreader/receptacle 716a attached to the overlay 714 and a second force spreader/receptacle 716b attached to the sensor element 718. The pivoting element 712 is disposed between the two spreader/receptacles 716a and 716b. The sensor element 718 is attached to the support 719.

The sensor unit 720 includes a first spreader/receptacle 726a attached to the sensor element 728. In this particular embodiment, the sensor element 728 is disposed between the spreader/receptacle 726a and the overlay 724. The

WO 02/084579

PCT/US02/11308

second force spreader/receptacle 726b is mounted to the support 729. The pivoting element 722 is disposed between the two spreader/receptacles 726a and 726b.

5 The illustrations show the sensor units 700, 710 and 720 employing progressively narrower pivoting elements 702, 712 and 722, and progressively smaller contact radii, although this need not be the case. A pivoting element with a narrower aspect may be more compact in some assemblies, and a smaller contact radius may offer less opportunity for contaminant particles to affect smooth operation.

10 The pivoting elements 702, 712 and 722 may be formed from a relatively hard material that does not significantly deform under the pressure that maintains the overlay with the structure. The pivoting elements 702, 712 and 722 may be formed, for example, using metal, glass or a hard polymer. Likewise, the receptacles 706, 716a, 716b, 726a and 726b may be formed from a material that  
15 does not significantly deform under pressure, and may be formed from metal, glass or polymer. If the material for the pivoting element or receptacle deforms significantly under pressure, then the surface area of the contact increases, thereby reducing the rotational softening effect.

20 FIGs. 7D-7G schematically illustrate different types of rotationally softened sensor units that may be affixed to both the overlay and the mounting structure. These sensor units typically entail flexure of material arranged to offer substantial rotational compliance.

The sensor unit 730 illustrated in FIG. 7D uses a coupling block 732 of material disposed between overlay 734 and the sensor element 736. The sensor  
25 element 736 is mounted to the support 738. The coupling block 732 has a narrowed aspect 733, which permits rotation end of the block 732 mounted to the overlay 734 relative to the end of the block 732 mounted to the sensor element 736. Depending on the thickness of the narrowing in the coupling block 732 and the required degree of rotational softening, the block 732 may be formed from a  
30 material having a relatively high Young's modulus. For example, the coupling block 732 may be a piece of material, such as metal or hard plastic, that is pinched down to form a waist 733, or that has been twisted to form the waist 733.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

The sensor unit 740 illustrated in FIG. 7E includes a sensor element 746 mounted to the structure 749, and a coupling block 742 of low modulus material, for example an elastomeric material, mounted to the overlay 744. The coupling block 742 may have a more moderate aspect ratio than the coupling block 732 illustrated in FIG. 7D. The coupling block 742 may be mounted directly to the sensor element 746, or may be mounted to the sensor element 746 via a force spreader 748 as illustrated. In this particular embodiment, the sensor element 747 is mounted directly to the support 749.

The sensor unit 750 illustrated in FIG. 7F includes a sensor element 756 that responds to a force passed in shear, rather than compression. The sensor element 756 may be attached directly to the overlay 754. A coupling block 752 of low modulus material, for example an elastomer, may be is connected to the sidewall 759 of the support structure. The coupling block 752 may be attached directly to the sensor element 756, or to the sensor element 756 via a force spreader 758.

It will be appreciated that the order of the elements in the sensor unit need not be as illustrated. For example, the sensor unit 746 in FIG. 7E may be attached to the overlay 744, while the coupling block 742 is attached to the structure 749. Generally, coupling blocks have lower rotational stiffness when they are smaller, have a more slender aspect, and/or are formed of a material having a lower Young's modulus.

The sensor unit 760 illustrated in FIG. 7G uses a relatively thin layer of a highly compressible material, such as an open-cell or closed-cell foam, to serve as rotationally softening, coupling block 762. The coupling block is mounted to the overlay 764 and the sensor element 766. The sensor element 766 is mounted to the support 769.

The compressibility of the air in the foam of the coupling block 762 avoids one difficulty that may arise when the coupling block material is trapped between two rigid surfaces. When one of the surfaces rotates relative to the other, the material at one end of the block is compressed and tends to flow with severe shear. This is because non-porous, low Young's modulus materials are generally isovolumic and have a Poisson's ratio of about 0.5. The reverse problem occurs

WO 02/084579

PCT/US02/11308

for material at that portion where the block is in tension, pulled between the two surfaces that have separated. The net effect is for stiffness to increase dramatically as the block thins, until the compliance is essentially only that provided by the bulk modulus.

5 Another approach to decoupling the sensor from moments applied by the overlay and the structure is to use a sensor having a small point of contact that is not attached to the opposing surface. For example, in FIG. 2, the dimple 240 is in contact, but not attached to, the overlay 210. It will be appreciated that the small point of contact may also contact the structure, rather than the overlay.

10 Additional embodiments of capacitive force sensors that provide rotational softening are now described. Referring first to FIGs. 8A and 8B, one particular embodiment of a force sensor 800 is formed from a substantially planar support member 802. An electrode pattern is formed on the support member 802 that includes one or more first electrodes 804 that connect to the spring member 806, and at least a second electrode 808. The spring member 806 is preferably  
15 mechanically resilient and electrically conductive. For example, the spring member may be formed from a metal or from a conductively coated insulator, such as a plastic. The support member 802 may be mounted to the underlying support structure 820 using any suitable method. For example, the support  
20 member 802 may be mounted using an acrylic tape 822 so as to provide lateral softening and flexural isolation.

A capacitive gap 810 is formed between the spring member 806 and the second electrode 808. One approach to forming the gap is to shape the spring member 806 with a slight offset at each end, as shown. In another approach, the  
25 spring member 806 may be formed without such offsets, and the gap 810 may be established by spacing the spring member 806 from the second electrode 808 with a temporary shim, then reflowing the connections between the first electrodes 804 and the spring member 806 with solder. In another approach, the gap 810 may be formed using a solder that contains particles of a particular size  
30 so as to space the spring member 806 from the first electrodes 804.

When the spring member 806 is depressed under a force to the overlay 812, the width of the gap 810 is reduced, thus changing the capacitance

WO 02/084579

PCT/US02/11308

measured between the first and second electrodes 804 and 808. Discrete wiring 814 provides electrical connection between the touch controller circuit and the electrodes 804 and 808 to permit measurement of the capacitance of the sensor 800.

- 5       The spring member is provided with a pivoted force bearing 816 in the form of a ridge. This structure advantageously provides good strength against extreme overloads.

- 10       In one particular example, the spring member 806 may be formed from spring steel and may be approximately 250  $\mu\text{m}$  thick (10 mils) and about 6 mm wide (0.25"). The spring member may be about 17 mm long (0.75") and pressed into shape on a die. The capacitive gap 810 may be about 125  $\mu\text{m}$  (5 mils). The support member 802 may be formed from any suitable material, such as an epoxy glass PC board. The support member 802 is typically of sufficient stiffness that a lateral softener, such as the acrylic tape 822 may be positioned between the
- 15       support member 802 and the structure 820. The unloaded capacitance of such a structure is around 3pF and the bottoming-out force is between about four and five pounds. It will be appreciated that the dimensions and particular materials are provided for illustration only and should not be taken as being limiting in any way. The dimensions of the sensor components should be selected based on the
- 20       characteristics of the particular touch device being constructed.

This structure provides an advantage in that, should the structure 820 flex, the resulting curvature is poorly transmitted to the support member 802, thus reducing the effect that enclosure forces have on the measured forces.

- 25       Referring now to FIGs. 9A and 9B, another embodiment 900 of a capacitive sensor includes a spring member 906 formed with an outwardly protruding dimple 916. FIG. 9A schematically illustrates the sensor 900 in situ, while FIG. 9B provides an exploded view of the sensor 900.

- 30       The spring member 906 is mounted on a support 902 that is provided with an electrode pattern including one or more first electrodes 904 and a second electrode 908. The spring member 906 is connected to, and spaced from, the first electrodes 904, for example using a technique similar to one of those described above with respect to sensor 800. A capacitive gap 910 is formed

WO 02/084579

PCT/US02/11308

between the spring member 906 and the second electrode 908. A lateral softener 920 may be placed between the dimple 916 and the overlay 922 to provide lateral softening. The support member 902 is mounted on the structure 924.

- 5 In one particular example of the sensor 900, the spring member 906 is formed from spring steel 150  $\mu\text{m}$  (6 mils) thick and is almost 6 mm (230 mils) long and about 3 mm (120 mils) wide. The spring member 906 may also be made from other materials and with different thicknesses. For example, the spring member 906 may be formed from phosphor-bronze that is 200  $\mu\text{m}$  (8 mils) thick.
- 10 The capacitive gap 910 may be 25  $\mu\text{m}$  (1 mil) high. The bearing dimple 916 may be formed using a spring loaded center punch while the spring member 906 is pressed against a relatively deformable backing, such as aluminum. The free span of the spring member may be about 3.75 mm (150 mils), the central 2.15 mm (86 mils) of which opposes the second electrode 908. The unloaded
- 15 capacitance of the sensor 900 is about three pF, and the bottoming-out force is between about three and four pounds.

- Capacitive force sensors exhibit a change in capacitive reactance as a function of a change in applied force. For the sensors 800 and 900, this change is substantially linear for smaller forces, where the relative gap change is small.
- 20 With larger forces, however, the center of the capacitive region closes up while the edges remain more widely spaced; this leads to a nonlinear drop in reactance that becomes more rapid than linear. Compensation for this nonlinear response characteristic may be accomplished in the processing of the sensor signal. In another approach, varied embodiments of the capacitive sensor may be provided
- 25 which have an inherently greater range of linear reactance change. Thus, a capacitive force sensor having a nonuniform gap may provide improved linearity of measurement with simple processing of the signal, even where one or more capacitor plates are flexing in response to applied force.

- One particular embodiment of a capacitive sensor with an extended linear response range is schematically illustrated in FIG 10. The dimensions in the
- 30 vertical direction are exaggerated in the figure so as to more clearly illustrate the sensor 1000. The sensor 1000 has a spring member 1006 that is provided with a

WO 02/084579

PCT/US02/11308

controlled shape having a slight bend. The bend permits the ends 1006a and 1006b of the spring member 1006 to attach to the first electrodes 1004 with a minimal solder film while the center portion 1006c provides a maximum capacitive gap 1010 relative to the second electrode 1008. The first and second electrodes 1004 and 1008 are formed on the support 1002. There is a level of force that may be applied to the coupling 1014 which is just sufficient to first bring the spring member 1006 into contact with the second electrode 1008. The tapering of the capacitive gap 1010 between the spring member 1006 and the second electrode 1008 may be so shaped that contact tends to happen simultaneously at a number of points along the second electrode 1008. This reduces the nonlinearity of the sensor's response. Such a sensor is described in greater detail in U.S. Patent Application Serial No. 09/835,040.

The spring member of the capacitive force sensor need not be rectangular as illustrated in FIGs. 8B and 9B, and need not be formed with uniform thickness. For example, the spring member may be shaped so that flexure is concentrated in specifically desired areas not serving as capacitor plates. This reduces flexure in the capacitive areas, thus increasing the linearity of the reactance change. Additional shapes and forms for the spring member are discussed further in U.S. Patent Application Serial No. 09/835,040.

Capacitive sensors may be formed using a spring member made from an insulating material that is conductively coated in a certain area or areas. one particular example of such a sensor 1100 is described with reference to FIGs. 11A - 11C. A region of material 1102, for example, epoxy glass PC board, forms a principal element 1106. The principal element 1106 includes lands 1107 and 1108, and such portions of the epoxy glass substrate as store significant elastic energy associated with changes in the capacitive gap.

As may be seen more clearly from the schematic cross-sectional view provided in FIG. 11B, a predefined path carries applied force from an overlay 1114, through a force-coupling elastomeric pad 1116, upper capacitor plate 1118, and spacing/connecting solder film 1120, to the central region 1122 of the principal element 1106. The central region 1122 is flanked by slots 1124 which serve both to increase and to relatively localize the flexure in the PC substrate.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

The force passes both out and around the ends of the slots 1124, eventually reaching the supports 1126. As force passes away from the immediate vicinity of the capacitive area and the slots 1124, any additional flexure ceases to relate to force-induced changes in the capacitive gap, and so is no longer passing through the force sensor. The supports 1126 are mounted to the structure 1128.

If present, supports 1126 placed close to the sensor may have some effect upon sensitivity and symmetry of response. Such close supports may be given a symmetrical disposition, such as that shown, not excessively close to central region 1122. More remote supports may be placed in any pattern desired.

The elastomeric pad 1116 provides both lateral softening and rotational softening. As such, the pad 1116 may provide the function of the dimple 914 and the lateral softener 920. The 1116 may be fastened adhesively to the capacitor plate 1118 below, but not attached above. Structures above the sensor 1100, such as the overlay 1126, may then be aligned and preloaded. In another approach, the pad 1116 offers the possibility of maintaining alignment and assembly through adhesive attachments both above and below.

Another embodiment 1150, schematically illustrated in FIG. 15C, shows an altered force path that passes through the length of the upper capacitor plate 1118. This upper plate 1118 may now make a significant contribution to the elastic energy storage associated with the capacitive gap; in which case, it is appropriate to view the upper plate 1118 as an additional spring member 1106a, working in concert with the lower principal element 1106, or spring member. Force passes from the spring member 1106a through the solder 1130 into the lower spring element 1106, continues around slots 1124, into central region 1122, and thence to support 1152.

It will be appreciated that many variations on the capacitive force sensor of the invention are possible. These are discussed further in U.S. Patent Application Serial No. 09/835,040. One example of a variation of the embodiments discussed herein is that the pivot point may be attached to the under side of the overlay, rather than to the spring member of the force sensor. In another variation, the sensor may be mounted to the under side of the overlay, with the pivot contacted to the support surface.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

As noted above, the present invention is applicable to touch sensors and is believed to be particularly useful for touch sensors that rely on the measurement of the force applied to the touch sensor. The present invention should not be considered limited to the particular examples described above, but rather should

5 be understood to cover all aspects of the invention as fairly set out in the attached claims. Various modifications, equivalent processes, as well as numerous structures to which the present invention may be applicable will be readily apparent to those of skill in the art to which the present invention is directed upon review of the present specification. The claims are intended to cover such

10 modifications and devices.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

**I CLAIM:**

1. A device for determining the location of a touch on a touch screen, comprising:
  - a flexible touch member movable in response to the touch;
  - a support structure;
  - a plurality of sensor units coupled between the support structure and the touch member at respective sensor regions of the touch member, the sensor units measuring a signal indicative of a force due to the touch that is passed through the sensor regions, at least a first sensor unit of the plurality of force sensor units being arranged so that twisting of one of the touch member and the support structure passes substantially no moment through the first sensor unit.
2. A device as recited in claim 1, wherein the first sensor unit couples to the touch member at a position between the support structure and a touch plane of the touch member.
3. A device as recited in claim 1, wherein the touch member is rotatable relative to the support structure about a rotation axis proximate the first sensor unit.
4. A device as recited in claim 3, wherein the rotation axis is positioned below the touch member.
5. A device as recited in claim 3, wherein the rotation axis is positioned closer to a center of the first sensor unit than to a touch surface of the touch member.
6. A device as recited in claim 1, wherein the sensor unit includes a rotational bearing coupled between the touch member and the support structure to allow relative rotation between the touch member and the support structure.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

7. A device as recited in claim 6, wherein the sensor unit further includes at least one receptacle to maintain a lateral position of the rotational bearing.
8. A device as recited in claim 6, further comprising a force spreader disposed between the rotational bearing and a force sensing element to spread the force received through the rotational bearing on the force sensing element.
9. A device as recited in claim 1, wherein the sensor unit includes a coupling having a narrowed portion that permits rotation of one part of the coupling on a first side of the narrowed portion relative to a second part of the coupling on a second side of the narrowed portion.
10. A device as recited in claim 1, wherein the sensor unit includes a coupling of low modulus material.
11. A device as recited in claim 10, wherein the coupling of low modulus material is formed from an elastomer.
12. A device as recited in claim 10, wherein the coupling of low modulus is a foam.
13. A device as recited in claim 1, wherein the sensor unit includes a sensing element that is responsive to shear, a line of force between the touch member and the support structure being substantially parallel to a touch plane of the touch member.
14. A device as recited in claim 1, wherein at least one of the plurality of sensor units includes a capacitive force sensing element.
15. A device as recited in claim 14, wherein the capacitive force sensing element includes a spring member separated from an electrode by

WO 02/084579

PCT/US02/11308

a gap separation, the extent of the gap separation being dependent on a magnitude of a force applied through the sensor unit.

16. A device as recited in claim 14, wherein the capacitive force sensing element includes a bearing that is rotationally free in at least one direction.

17. A device as recited in claim 16, wherein the bearing is a protruding portion of a spring member of the capacitive force sensing element.

18. A device as recited in claim 1, further comprising a lateral softener disposed on a force path that transmits force through at least one of the sensor units from the touch member to the support structure.

19. A device as recited in claim 1, further comprising a display unit disposed below the touch member to display an image through the touch member.

20. A device as recited in claim 19, further comprising a processing unit coupled to display information via the display unit and receive information via the plurality of sensor units.

21. A device as recited in claim 1, wherein the touch member includes a display unit.

22. A method of locating a touch on a flexible touch surface, comprising:  
measuring a signal indicative of a force passing through a sensor unit due the touch while isolating a twisting moment of one of the touch surface and a support structure from the other of the touch surface and the support structure.

23. A method as recited in claim 22, wherein isolating the twisting moment includes isolating the twisting moment with a rotational bearing.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

24. A method as recited in claim 23, further comprising constraining lateral movement of the rotational bearing.
25. A method as recited in claim 23, further comprising laterally spreading a force received through the rotational bearing.
26. A method as recited in claim 22, wherein isolating the twisting moment includes bending a coupling at a narrowed portion of the coupling.
27. A method as recited in claim 22, wherein isolating the twisting moment includes deforming a bearing formed from a low modulus material.
28. A method as recited in claim 27, wherein the low modulus material is an elastomer.
29. A method as recited in claim 27, wherein the low modulus material is a foam.
30. A method as recited in claim 22, wherein sensing the movement of the touch screen includes shearing a sensing element in the sensor unit.
31. A method as recited in claim 22, wherein measuring a signal indicative of the force passing through the sensor unit due to the touch includes compressing a sensing element in the sensor unit.
32. A method as recited in claim 22, wherein measuring a signal indicative of the force passing through the sensor unit due to the touch includes moving a first conductive surface of a capacitor relative to a second conductive surface of the capacitor and measuring a change in capacitance.
33. A method as recited in claim 22, further comprising permitting the touch surface to move laterally relative to the sensor unit.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

34. A method as recited in claim 22, wherein the measured signal is derived from a displacement in the sensor unit.
35. A method as recited in claim 22, further comprising displaying an image through the flexible touch screen.
36. A method as recited in claim 22, wherein the flexible touch screen includes an image display device, and further comprising displaying an image using the image display device.
37. A touch sensitive device for locating the position of a touch force, comprising:
- a flexible touch member;
  - means for measuring signals indicative of forces passing through sensor regions due to arising from displacement of the touch member relative to a support due to the touch force; and
  - means for isolating a twisting moment at the sensor regions of one of the touch member and the support from the other of the touch member and the support.
38. A touch sensitive device for locating the position of a touch, comprising:
- a flexible touch member movable in response to an applied force;
  - a support structure;
  - a plurality of sensor units coupled between the support structure and the touch member at respective sensor regions of the touch member, the sensor units measuring a signal indicative of a force due to the touch that is passed through the sensor regions, wherein substantially the same relative pattern of internal stresses being developed in a first sensor unit of the plurality of sensor units irrespective of a location of the touch upon the touch member.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

39. A device as recited in claim 38, wherein the first sensor unit couples to the touch member at a position between the support structure and a touch plane of the touch member.

40. A device as recited in claim 38, wherein the touch member is rotatable relative to the support structure about a rotation axis proximate the first sensor unit.

41. A device as recited in claim 38, wherein at least one of the sensor units includes a rotational bearing coupled between the touch member and the support structure to allow relative rotation between the touch member and the support structure.

42. A device as recited in claim 41, wherein the at least one of the sensor units further includes at least one receptacle to maintain a lateral position of the rotational bearing.

43. A device as recited in claim 38, wherein at least one of the sensor units includes a coupling having a narrowed portion that permits rotation of one part of the coupling on a first side of the narrowed portion relative to a second part of the coupling on a second side of the narrowed portion.

44. A device as recited in claim 38, wherein at least one of the sensor units includes a coupling of low modulus material.

45. A device as recited in claim 38, wherein at least one of the sensor units includes a sensing element that is responsive to shear, a line of force between the touch member and the support structure being substantially parallel to a touch plane of the touch member.

46. A device as recited in claim 38, wherein at least one of the sensor units includes a capacitive force sensing element.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

47. A device as recited in claim 46, wherein the capacitive force sensing element includes a spring member separated from an electrode by a gap separation, the extent of the gap separation being dependent on a magnitude of a force applied through the sensor unit.

48. A device as recited in claim 47, wherein the spring member includes a protruding portion to form a rotational bearing.

49. A device as recited in claim 38, further comprising a display unit disposed below the touch member to display an image through the touch member.

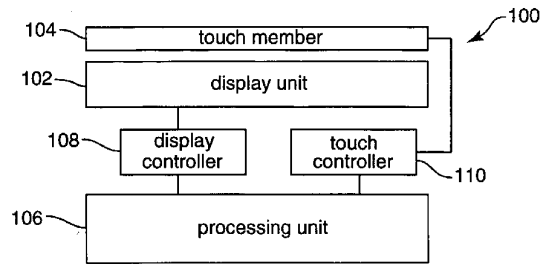
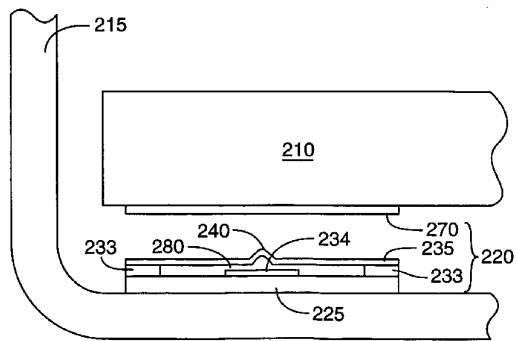
50. A device as recited in claim 49, further comprising a processing unit coupled to display information via the display unit and receive information via the plurality of force sensor units.

51. A device as recited in claim 38, wherein the touch member includes a display unit.

WO 02/084579

PCT/US02/11308

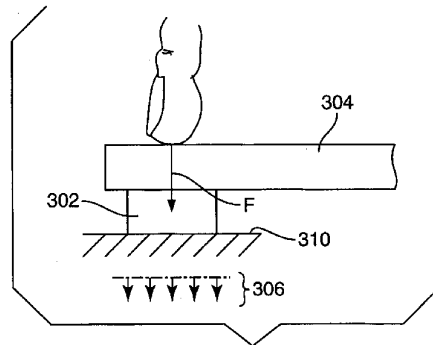
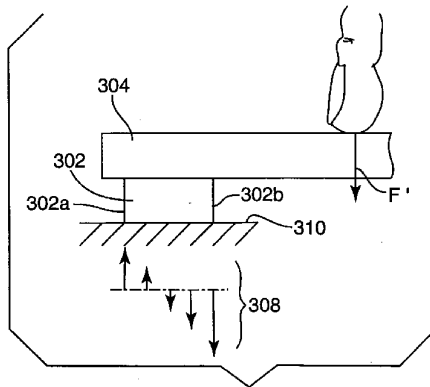
1/8

**FIG. 1****FIG. 2**

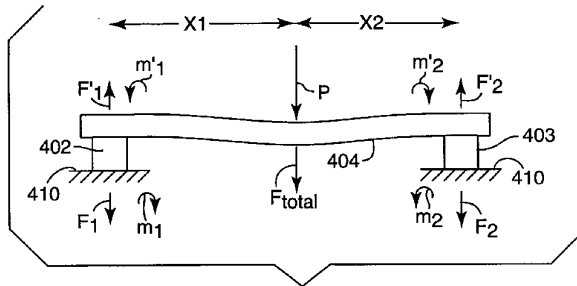
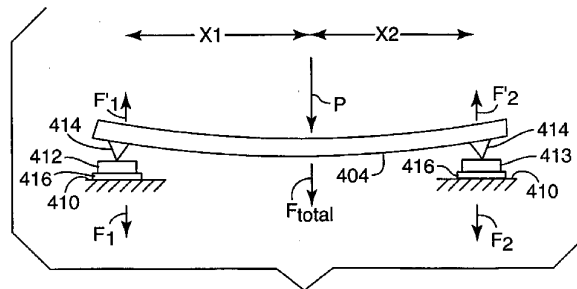
WO 02/084579

PCT/US02/11308

2/8

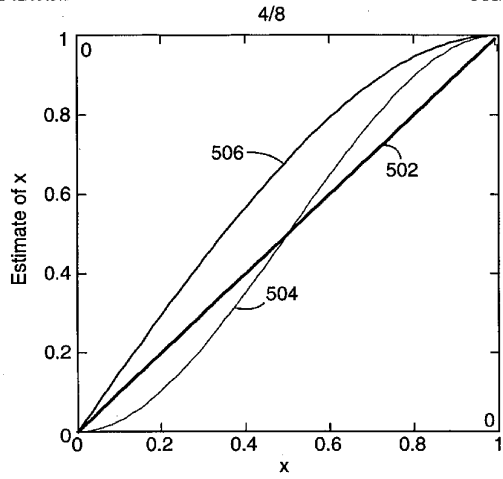
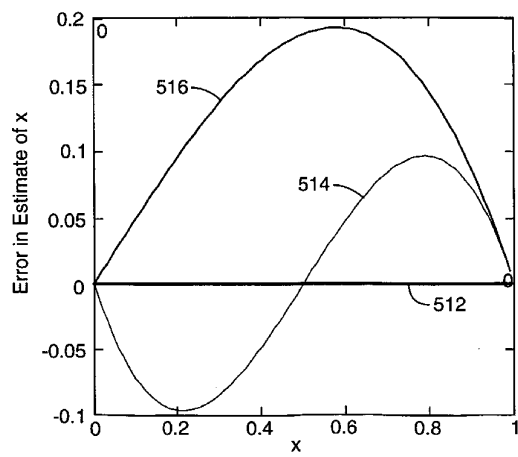
**FIG. 3A****FIG. 3B**

38

**FIG. 4A****FIG. 4B**

WO 02/084579

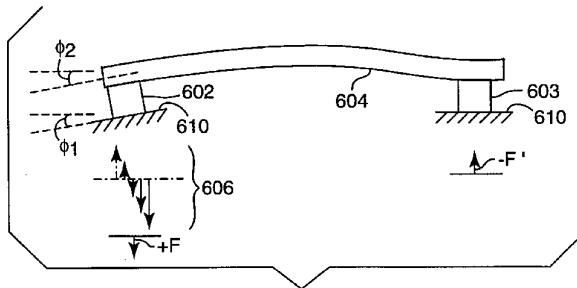
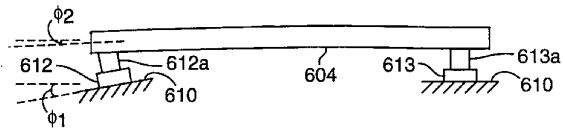
PCT/US02/11308

**FIG. 5A****FIG. 5B**

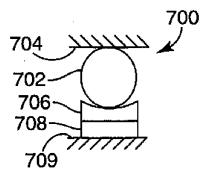
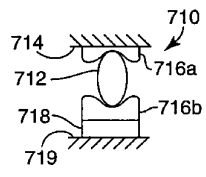
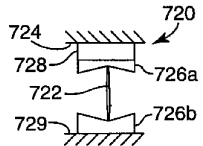
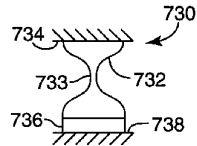
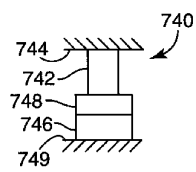
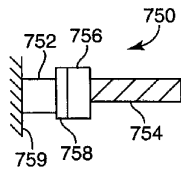
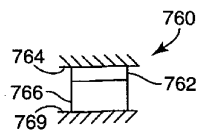
WO 02/084579

PCT/US02/11308

5/8

**FIG. 6A****FIG. 6B**

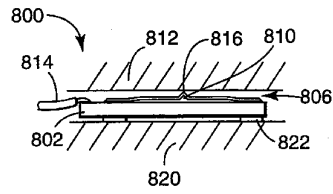
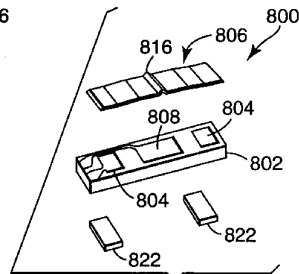
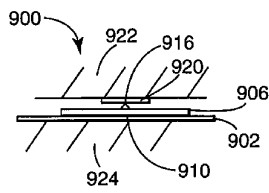
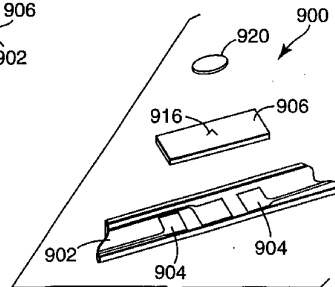
6/8

**FIG. 7A****FIG. 7B****FIG. 7C****FIG. 7D****FIG. 7E****FIG. 7F****FIG. 7G**

WO 02/084579

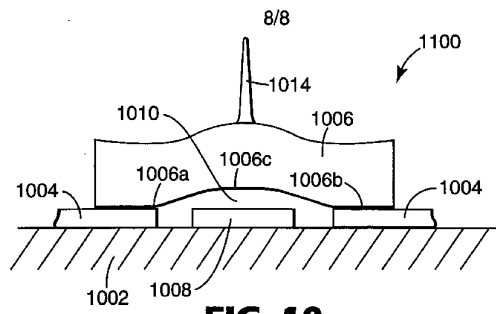
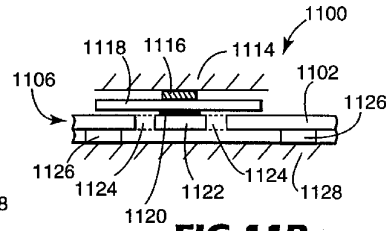
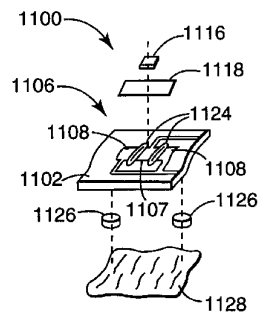
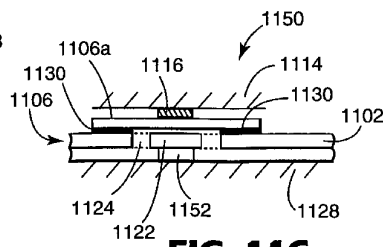
PCT/US02/11308

7/8

**FIG. 8A****FIG. 8B****FIG. 9A****FIG. 9B**

WO 02/084579

PCT/US02/11308

**FIG. 10****FIG. 11B****FIG. 11A****FIG. 11C**

## 【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau(43) International Publication Date  
24 October 2002 (24.10.2002)

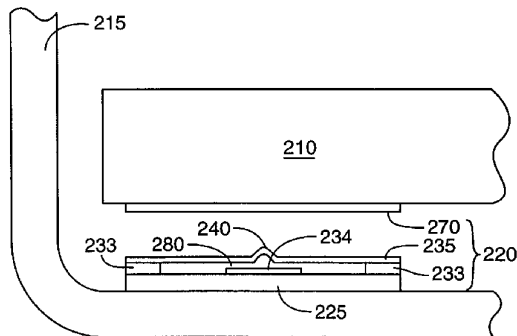
PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/084579 A3

- (51) International Patent Classification<sup>7</sup>: G06K 11/16, (81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT (utility model), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ (utility model), CZ, DE (utility model), DF, DK (utility model), DK, DM, DZ, EC, EF (utility model), EE, ES, FI (utility model), FI, GB, GD, GE, GI, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PT, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK (utility model), SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (21) International Application Number: PCT/US02/11308
- (22) International Filing Date: 12 April 2002 (12.04.2002)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:  
09/835,040 13 April 2001 (13.04.2001) US  
09/835,049 13 April 2001 (13.04.2001) US
- (71) Applicant: 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY [US/US]; 3M Center, Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).
- (72) Inventor: ROBERTS, Jerry, B.; Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).
- (74) Agents: PECHMAN, Robert, J. et al.; Office of Intellectual Property Counsel, Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).
- (84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GI, GM, KI, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NI, SN, TD, TG).
- Declarations under Rule 4.17:  
— as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(ii)) for the following designations AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR, OAPI patent: (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NI, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: TOUCH SCREEN WITH ROTATIONALLY ISOLATED FORCE SENSOR



(57) Abstract: A touch screen uses one or more force sensors (220) to determine location of the touch on the screen. Bending or twisting of the touch screen overlay (210), or of the support structure (215) upon which the touch screen is mounted, may result in the detection of undesirable forces by force sensors (220). These undesirable forces may distort the measurement of the location of the touch on the screen. The force sensor (220) is arranged to reduce the effects of flexure on the determination of the location of the touch. For example, a rotational softener, such as a rotational bearing or a pliable material may be included with the force sensor.

WO 02/084579 A3

WO 02/084579 A3



FI, GB, GD, GE, GH, GM, HU, IU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NZ, OM, P, PI, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

— as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(ii)) for all designations  
— as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(iii)) for all designations

**Published:**

— with international search report  
— before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments

**(88) Date of publication of the international search report:**

4 September 2003

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/US 02/11308
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 G06K11/16 G01L1/14		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G06F G06K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 180 342 A (ALCOM LIMITED) 25 March 1987 (1987-03-25)  page 2, left-hand column, line 49 - line 60 page 3, right-hand column, line 114 - page 4, left-hand column, line 34; figures 1,2,4-6 --- -/--	1-8,10, 19-25, 27,31, 33, 35-42, 44,49-51
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "S" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 7 April 2003		Date of mailing of the international search report 26.06.2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340 2040, Tx: 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340 3018		Authorized officer DURAND, J

Form PCT/ISA210 (second sheet) (July 1993)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/US 02/11308
C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No. .
X	US 4 355 202 A (ROE DAVID B ET AL) 19 October 1982 (1982-10-19)  column 3, line 28 - line 45 column 5, line 61 -column 7, line 11; figures 5-14 ---	1-9, 19-26, 31,33, 35-43, 49-51
X	DE 92 03 286 U (BALTUS RENÉ) 7 May 1992 (1992-05-07)  page 4, paragraph 1 - paragraph 3; figures ---	1-4,6, 19-23, 31,33, 35-41, 49-51
A	EP 0 531 815 A (IBM) 17 March 1993 (1993-03-17)  column 10, line 52 -column 11, line 3; figures -----	1-12, 18-29, 31, 35-44, 49-51

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US 02/11308**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
1-12, 18-29, 31, 33, 35-44, 49-51

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US 02/11308

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 1-12, 18-29, 31, 33, 35-44, 49-51

1.1. Claims: 1-9, 19-26, 31, 33, 35-43, 49-51  
twistable coupling between force sensors and a touch surface for moment free transmission of force exerted on a touchscreen

1.2. Claims: 10-12, 18, 27-29, 44  
force coupling member constituted of low modulus material

2. Claims: 13, 30, 45  
force sensing element responsive to shear

3. Claims: 14-17, 32, 46-48  
capacitive force sensor

4. Claim : 34  
force sensor whose output signal is derived from a displacement

Please note that all inventions mentioned under item 1, although not necessarily linked by a common inventive concept, could be searched without effort justifying an additional fee.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				International Application No. PCT/US 02/11308	
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date		
GB 2180342	A	25-03-1987	NONE		
US 4355202	A	19-10-1982	CA 1170352 A1	03-07-1984	
			DE 3171283 D1	08-08-1985	
			EP 0065568 A1	01-12-1982	
			GB 2089994 A ,B	30-06-1982	
			JP 57501898 T	21-10-1982	
			WO 8202107 A1	24-06-1982	
DE 9203286	U	07-05-1992	DE 9203286 U1	07-05-1992	
			AT 138750 T	15-06-1996	
			DE 59302716 D1	04-07-1996	
			DK 560356 T3	21-10-1996	
			EP 0560356 A2	15-09-1993	
			ES 2087595 T3	16-07-1996	
EP 0531815	A	17-03-1993	CA 2072730 A1	10-03-1993	
			DE 69228097 D1	18-02-1999	
			DE 69228097 T2	05-08-1999	
			EP 0531815 A1	17-03-1993	
			JP 2096910 C	02-10-1996	
			JP 5215624 A	24-08-1993	
			JP 7117468 B	18-12-1995	

Form PCT/ISA210 (patent family annex) (July 1992)

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,P L,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ロバーツ,ジェリー ピー.

アメリカ合衆国,ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7,セント ポール,ポスト オフィス ボック  
ス 3 3 4 2 7

Fターム(参考) 5B068 AA04 AA22 AA32 BB08 BC02 BC09 BC10 DD14  
5B087 AA02 CC02 CC05 CC14 CC18 CC32