

(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2005-508533

(P2005-508533A)

(43) 公表日 平成17年3月31日(2005.3.31)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>

G06F 3/033

G06F 3/03

F 1

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 67 頁)

(21) 出願番号	特願2002-582448 (P2002-582448)
(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14日 (2003.10.14)
(86) 國際出願番号	PCT/US2002/011453
(87) 國際公開番号	W02002/084580
(87) 國際公開日	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)

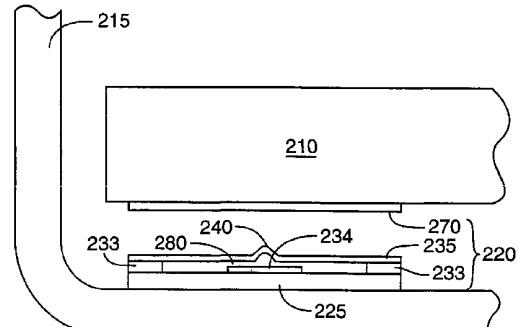
(71) 出願人	599056437 スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー アメリカ合衆国、ミネソタ 55144-1000, セント ポール, スリーエムセンター
(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(74) 代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
(74) 代理人	100102819 弁理士 島田 哲郎
(74) 代理人	100082898 弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】力センサおよびそれを用いたタッチパネル

## (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。力センサは正確に決定された感度方向を有するため、スクリーンに非垂直な力に対しては低下感度を有する。このセンサはアクティブ力感知素子の面積に対して薄いため、薄型力タッチスクリーンはこれまで達成されたものより良好な機械的・精度、感度および高信号対ノイズ比の組合せを有することが可能になる。このセンサはまた回転に関して柔軟であるため、オーバーレイあるいは支持表面のねじれが感知された力に影響を及ぼすことを防ぐのに有効である。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

タッチ部材と、  
基礎支持体と、

前記タッチ部材と前記基礎支持体との間に結合する結合ユニットであって、周辺部において各ビーム部材支持体に接続されたビーム部材を含み、前記ビーム部材の中心部は前記周辺部に対して実質的に支持されず、力経路が前記タッチ部材と前記基礎支持体との間に力を通し、前記力経路が前記ビーム部材の前記中心部と前記ビーム部材の前記周辺部との間に延在している結合ユニットと、

タッチスクリーンに印加された力に起因する前記ビーム部材の位置における力を表わす信号を測定するように配置された少なくとも1つのセンサ素子と、  
を含むタッチスクリーンに印加された力の位置を決定する装置。 10

**【請求項 2】**

前記結合ユニットが前記少なくとも1つのセンサ素子を含む請求項1に記載の装置。

**【請求項 3】**

前記ビーム部材が第1の方向に延び、延びた該ビーム部材がその周辺部に各第1および第2の端部を有する請求項1に記載の装置。 20

**【請求項 4】**

前記ビーム部材が実質的に円板外周を有する円板形状であり、前記周辺部が前記円板外周の部分を含む請求項1に記載の装置。

**【請求項 5】**

前記ビーム部材の第1の表面上に配置された回転軟化装置をさらに含む請求項1に記載の装置。 20

**【請求項 6】**

前記回転軟化装置が前記ビーム部材の前記第1の表面の突出部を含む請求項5に記載の装置。

**【請求項 7】**

前記回転軟化装置が前記ビーム部材の前記第1の表面上の弾性材料の部分を含む請求項5に記載の装置。 30

**【請求項 8】**

前記ビーム部材が前記タッチ部材と前記ビーム部材支持体との間に配置されている請求項1に記載の装置。

**【請求項 9】**

前記ビーム部材支持体が前記基礎支持体と一体形成されている請求項8に記載の装置。

**【請求項 10】**

前記ビーム部材支持体が前記タッチ部材と前記ビーム部材との間に配置されている請求項1に記載の装置。

**【請求項 11】**

前記ビーム部材支持体が前記タッチ部材と一体形成されている請求項10に記載の装置。

**【請求項 12】**

前記少なくとも1つのセンサ素子が、力感応材料で形成された少なくとも1つの前記ビーム部材支持体を含む請求項1に記載の装置。 40

**【請求項 13】**

前記少なくとも1つのセンサ素子が、前記ビーム部材と前記基礎支持体上の電極との間に形成されたコンデンサを含む請求項1に記載の装置。

**【請求項 14】**

前記ビーム部材が少なくとも金属表面を含み、前記基礎支持体上の前記電極に対して移動可能な前記コンデンサの第1のプレートを形成する請求項1に記載の装置。

**【請求項 15】**

前記ビーム部材が金属で形成されている請求項14に記載の装置。 50

**【請求項 16】**

前記ビーム部材が、前記金属表面が上に配置されている非導電材料で形成されている請求項14に記載の装置。

**【請求項 17】**

前記タッチ部材と前記基礎支持体との間に配置された横方向軟化装置をさらに含み、前記少なくとも1つのセンサに対するタッチパネルの横方向移動が可能である請求項1に記載の装置。

**【請求項 18】**

前記ビーム部材が前記タッチ部材から受けた力を、前記ビーム部材の厚さよりも大きい間隔で前記周辺部全体に分散する請求項1に記載の装置。 10

**【請求項 19】**

タッチ部材の第1の側に印加された力の少なくとも一部を、i) 前記タッチ部材の第2の側に配置された実質的に支持されていない力分散器の中心部と、ii) 前記力分散器の周辺部とのいずれか一方に伝えるステップと、

前記印加された力の前記一部を、i) 前記力分散器の前記中心部と ii) 前記力分散器の前記周辺部の一方から、iii) 前記力分散器の前記中心部と iv) 前記力分散器の前記周辺部の他方へ分散するステップと、

前記力分散器へ伝えられた前記印加された力の前記一部を表わす信号を測定するステップと、

を含むタッチ部材を有するタッチスクリーン上のタッチの位置を検出する方法。 20

**【請求項 20】**

前記測定ステップで測定された信号から前記タッチ部材上の前記タッチの位置を決定するステップをさらに含む請求項19に記載の方法。

**【請求項 21】**

前記印加された力の前記一部を表わす信号を測定するステップが、前記印加された力に起因する変位を感知するステップを含む請求項19に記載の方法。

**【請求項 22】**

前記測定ステップで測定された前記信号に基づいて前記タッチ部材へ印加された前記タッチの位置を決定するステップをさらに含む請求項19に記載の方法。

**【請求項 23】**

前記タッチ部材及び下層の支持表面の一方のねじれモーメントを、前記タッチ部材及び前記下層の支持表面の他方から分離するステップをさらに含む請求項19に記載の方法。 30

**【請求項 24】**

前記ねじれモーメントを分離するステップが、前記タッチ部材と前記下層の支持表面との間に配置された回転軸受けを回転させるステップを含む請求項23に記載の方法。

**【請求項 25】**

前記ねじれモーメントを分離するステップが、前記タッチ部材と前記下層の支持表面との間に配置された弾性軸受けを回転させるステップを含む請求項23に記載の方法。

**【請求項 26】**

前記印加された力の前記一部を分散するステップが、前記印加された力の前記一部を前記力分散器の厚さよりも大きい間隔で前記周辺部全体に分散させるステップを含む請求項19に記載の方法。 40

**【請求項 27】**

前記印加された力の前記一部を表わす信号を測定するステップが、力感応性材料を圧縮するステップと、その結果得られる前記力感応性材料の特性の変化を検出するステップとを含む請求項19に記載の方法。

**【請求項 28】**

前記印加された力の前記一部を表わす信号を測定するステップが、コンデンサの静電容量を変化させるステップと、その静電容量の変化を測定するステップとを含む請求項19に記載の方法。 50

**【請求項 29】**

前記力分散器が前記コンデンサの1つの導電性表面を形成し、前記コンデンサの静電容量を変化させるステップが、前記コンデンサの第2の導電性表面に対して前記力分散器を移動させるステップを含む請求項28に記載の方法。

**【請求項 30】**

前記力分散器を前記タッチ部材に印加された接線力から分離するステップをさらに含む請求項19に記載の方法。

**【請求項 31】**

前記力分散器を接線力から分離するステップが、前記タッチ部材と下層の支持表面との間に横方向軟化装置を配置するステップを含む請求項30に記載の方法。 10

**【請求項 32】**

前記タッチ部材を介してユーザに画像を表示するステップをさらに含む請求項19に記載の方法。

**【請求項 33】**

前記タッチスクリーン上のタッチの位置を決定するステップと、前記タッチの決定位置に応答して前記画像を変化させるステップとをさらに含む請求項32に記載の方法。

**【請求項 34】**

前記タッチスクリーンを介して前記画像を表示するステップをさらに含む請求項32に記載の方法。

**【請求項 35】**

前記タッチスクリーン上に画像表示装置からの前記画像を表示するステップをさらに含む請求項32に記載の方法。 20

**【請求項 36】**

タッチ部材の第1の側に印加された力の位置を検出するためのシステムであって、前記タッチ部材の第1の側に印加された力の少なくとも一部を、前記タッチ部材の第2の側に配置された前記印加された力の一部を伝える力分散手段の中心部に伝える手段であって、前記力分散手段の前記中心部は実質的に支持されず、前記力分散手段は前記印加された力の前記一部を前記力分散手段の前記中心部と前記周辺部との間に伝える、手段と、前記力分散手段へ伝えられた前記印加された力の前記一部を表わす信号を測定する手段と、

、  
を含むシステム。 30

**【請求項 37】**

基礎支持体と、

結合ユニットを介して前記基礎支持体に結合されたタッチ部材であって、少なくとも1つの前記結合ユニットが前記タッチ部材と前記基礎支持体との間に結合し、該結合ユニットが、周辺部において各ビーム部材支持体に接続されたビーム部材を含み、前記ビーム部材の中心部は前記周辺部に対して実質的に支持されず、力経路が前記タッチ部材と前記基礎支持体との間に力を伝え、前記力経路が前記ビーム部材の前記中心部と前記ビーム部材の前記周辺部との間を通る、タッチ部材と、

前記ビーム部材の位置における力を表わす信号を測定するように配置された少なくとも1つのセンサ素子と、 40

前記少なくとも1つのセンサ素子から信号を受け取るとともに前記タッチパネル上のタッチの位置を決定するように結合されたタッチパネル制御装置と、  
を含む、タッチパネル上のタッチの位置を決定するタッチパネルシステム。

**【請求項 38】**

ユーザに画像を表示するように配置された表示ユニットと、該表示ユニットに結合されて前記画像を制御する表示制御装置とをさらに含む請求項37に記載のシステム。

**【請求項 39】**

前記表示ユニットが前記タッチパネルの下方に配置されるとともに、前記タッチ部材を介して前記ユーザに前記画像を表示する請求項38に記載のシステム。 50

**【請求項 4 0】**

前記タッチパネルが前記表示ユニットを含む請求項 3 8 に記載のシステム。

**【請求項 4 1】**

前記タッチパネル制御装置と前記表示制御装置とに結合されて前記表示ユニット上に表示された情報と前記タッチパネル制御装置から受け取った情報を処理する処理ユニットをさらに含む請求項 3 8 に記載のシステム。

**【請求項 4 2】**

タッチスクリーン上のタッチの位置を特定する装置であって、

タッチ部材と、

受容構造体と、

力分散部材と、

前記力分散部材を通る力を表わす信号を検出するように配置された感知素子と、を含み、前記力分散部材は、前記タッチ部材から前記力分散部材内に伝わる力を受けるように結合された集中力受容領域と、前記力を前記力分散部材から前記受容構造体へ伝えるための力分布領域とを有し、前記力分布領域が前記力受容領域より大きい面積を有し、前記力が測定範囲内に留まる限り、前記力から生じる前記力分散部材の曲率の変化が前記力分散部材を介して分散する力の負荷を維持するように前記受容構造体および力分散部材が配置されて、それにより前記分散部材内の前記力が実質的に前記分布領域全体に分散する、装置。

**【請求項 4 3】**

前記力受容領域が前記力分散部材の第 1 の側にあるとともに、前記力分散領域が前記第 1 の側と反対側の前記力分散部材の第 2 の側にある請求項 4 2 に記載の装置。

**【請求項 4 4】**

前記力分散部材を通る前記力の少なくとも一部が前記第 1 および第 2 の表面に垂直な方向に伝わる請求項 4 3 に記載の装置。

**【請求項 4 5】**

前記力が前記力測定範囲内にある場合、前記受容構造体が前記力受容領域に隣接した前記力分散部材との接触を回避するように配置されている請求項 4 2 に記載の装置。

**【請求項 4 6】**

前記感知素子が前記力により生じる変位を感知する請求項 4 2 に記載の装置。

**【請求項 4 7】**

前記感知素子が前記力分散部材の撓曲に応答する請求項 4 2 に記載の装置。

**【請求項 4 8】**

前記受容構造体が前記力受容領域に隣接した前記力分散部材に接する低係数の緩衝材を含む請求項 4 2 に記載の装置。

**【請求項 4 9】**

前記受容構造体が前記力感知素子を含み、該力感知素子が前記力分散部材の前記分布領域から前記低係数材料の緩衝材に力を伝える請求項 4 8 に記載の装置。

**【請求項 5 0】**

前記感知素子から信号を受け取るとともに前記タッチパネル上のタッチの位置を決定するように結合されたタッチ制御装置をさらに含む請求項 4 2 に記載の装置。

**【請求項 5 1】**

前記タッチ制御装置から位置情報を受け取るように接続されたプロセッサと、該プロセッサから表示情報を受け取るように接続された表示装置とをさらに含む請求項 5 0 に記載の装置。

**【請求項 5 2】**

前記表示装置が前記タッチパネルの下方に配置され、前記タッチパネルを介して観察者に前記情報を表示する請求項 5 1 に記載の装置。

**【請求項 5 3】**

前記タッチパネルが前記表示装置を含む請求項 5 1 に記載の装置。

10

20

30

40

50

**【請求項 5 4】**

タッチスクリーン上のタッチの位置を特定するシステムであって、

タッチ部材と、

基礎支持体と、

前記タッチ部材の結合領域と前記基礎支持体との間に結合され、前記タッチ部材と前記基礎支持体の一方に対して回転に関して制約されず、主要面を有するビーム部材を含む結合アセンブリと、

前記主要面に垂直な力に応答するセンサ素子と、を含み、

前記ビーム部材は前記タッチ部材から力を受けるように結合された第1の領域を含み、さらに少なくとも1つの第2の領域を含み、前記主要面に垂直な方向の前記力を受けるとともに前記力を前記少なくとも1つの第2の領域に横方向に伝え、前記力が前記ビーム部材から前記少なくとも1つの第2の領域を介して前記結合アセンブリのビーム部材支持体に向かって伝わる、

システム。

**【請求項 5 5】**

前記センサ素子が前記ビーム部材支持体の一部を形成するとともに、前記ビーム部材と前記基礎支持体との間に配置されて前記少なくとも1つの第2の領域から力を受ける請求項5 4に記載のアセンブリ。

**【請求項 5 6】**

前記センサ素子が前記ビーム部材支持体の一部を形成するとともに、前記タッチ部材と前記ビーム部材との間に配置されて前記タッチ部材から力を受ける請求項5 4に記載のアセンブリ。

**【請求項 5 7】**

センサ素子が前記ビーム部材の撓曲に応答して検出信号を生成する請求項5 4に記載のアセンブリ。

**【請求項 5 8】**

前記タッチ部材と前記ビーム部材の前記第1の領域との間に配置されたピボットをさらに含む請求項5 4に記載のアセンブリ。

**【請求項 5 9】**

前記タッチ部材と前記ビーム部材の前記第1の領域との間に配置された比較的低いヤング係数材料の結合ブロックをさらに含む請求項5 4に記載のアセンブリ。

**【請求項 6 0】**

前記力感知素子から信号を受け取るとともに前記タッチパネル上のタッチの位置を決定するように結合されたタッチ制御装置をさらに含む請求項5 4に記載のアセンブリ。

**【請求項 6 1】**

前記タッチ制御装置から位置情報を受け取るように接続されたプロセッサと、該プロセッサから表示情報を受け取るように接続された表示装置とをさらに含む請求項6 0に記載のアセンブリ。

**【請求項 6 2】**

前記表示装置が前記タッチ部材の下方に配置されて、前記タッチ部材を介して観察者に前記情報を表示する請求項6 1に記載のアセンブリ。

**【請求項 6 3】**

前記タッチ部材が前記表示装置を含む請求項6 1に記載のアセンブリ。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は力センサに関し、特にタッチ感応表示装置のタッチパネルに印加された力を決定するのに有用な力センサに関する。

**【背景技術】****【0 0 0 2】**

10

20

30

40

50

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へ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。

#### 【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使用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（overlap）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单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り得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。

#### 【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である場合もある。電気的ノイズは例えば、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プレ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、本発明はより正確に決定された感度方向を有するため、タッチスクリーンに非垂直な力に対しては低下感度を有するタイプの力センサに関する。さらにこのセンサはアクティブ力感知素子の面積に対して薄いため、薄型力タッチスクリーンはこれまで達成されたものより良好な機械的一体性、精度、感度および高信号対ノイズ比の組合せを有することが可能になる。このセンサはまた回転に関して柔軟であるため、オーバーレイあるいは支持表面のねじれが感知された力に影響を及ぼすことを防ぐのに有効である。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

特定な一実施形態において、本発明はタッチスクリーンに印加された力の位置を決定する装置に関する。この装置はタッチ部材と、基礎支持体と、前記タッチ部材と前記基礎支持体との間に結合する結合ユニットとを含む。結合ユニットは周辺部において各ビーム部材支持体に接続されたビーム部材を含む。前記ビーム部材の中心部は前記周辺部に対して実質的に支持されていない。力経路が前記タッチ部材と前記基礎支持体との間に力を通す。前記力経路は前記ビーム部材の前記中心部と前記ビーム部材の前記周辺部との間を通る。タッチ力に起因する前記ビーム部材の位置における力を表わす信号を測定する少なくとも1つのセンサ素子がある。

10

20

30

40

50

**【 0 0 0 7 】**

本発明の他の実施形態は、タッチ部材を有するタッチスクリーン上のタッチの位置を検出する方法に関する。この方法はタッチ部材の第1の側に印加された力の少なくとも一部を、i) 前記タッチ部材の第2の側に配置された実質的に支持されていない力分散器の中心部とii) 前記力分散器の周辺部の一方に伝えるステップを含む。この方法はまた前記印加された力の前記一部を、i) 前記力分散器の前記中心部とii) 前記力分散器の前記周辺部の前記一方から、iii) 前記力分散器の前記中心部とiv) 前記力分散器の前記周辺部の他方へ分散するステップも含む。前記力分散器へ伝えられた前記印加された力の前記一部を表わす信号が感知される。

**【 0 0 0 8 】**

本発明の他の実施形態は、タッチ部材の第1の側に印加された力の位置を検出するシステムに関する。このシステムはタッチ部材の第1の側に印加された力の少なくとも一部を、前記タッチ部材の第2の側に配置された前記印加された力の一部を分散する力分散手段の中心部に伝える手段を含む。前記力分散手段の前記中心部は実質的に支持されていない。前記力分散手段は前記印加された力の前記一部を前記力分散手段の前記中心部と前記周辺部との間に通す。前記力分散手段へ伝えられた前記印加された力の前記一部を表わす信号を測定する手段もある。

**【 0 0 0 9 】**

本発明の他の実施形態は、タッチパネル上のタッチの位置を決定するタッチパネルシステムに関する。このシステムは基礎支持体と、結合ユニットを介して前記基礎支持体に結合されたタッチ部材とを含む。少なくとも1つの前記結合ユニットが周辺部において各ビーム部材支持体に接続されたビーム部材を含む。前記ビーム部材の中心部は前記周辺部に対して実質的に支持されていない。力経路が前記タッチ部材と前記基礎支持体との間に力を通す。前記力経路は前記ビーム部材の前記中心部と前記ビーム部材の前記周辺部との間を通る。タッチに起因する前記ビーム部材の位置を通る力を表わす信号を測定するように配置された少なくとも1つのセンサ素子がある。前記複数の力センサユニットから信号を受け取るとともに前記タッチパネル上のタッチの位置を決定するようにタッチパネル制御装置が結合されている。

**【 0 0 1 0 】**

本発明の他の実施形態は、タッチスクリーン上のタッチの位置を特定する装置に関する。この装置はタッチ部材と、受容構造体と、力分散部材とを含む。力分散部材は前記タッチ部材から前記力分散部材内に伝わる力を受けるように結合された集中力受容領域を有する。力分散部材はまた前記力を前記力分散部材から前記受容構造体へ伝えるための力分布領域も有する。前記力分布領域は前記力受容領域より大きい面積を有する。前記力が測定範囲内に留まる限り、前記力から生じる前記力分散部材の曲率の変化が前記力分散部材を介して分散する力の負荷を維持するように前記受容構造体および力分散部材が配置されて、前記分散部材内の前記力を実質的に前記分布領域全体に分散させる。前記力分散部材を通る前記力を検出するように感知素子が配置されている。

**【 0 0 1 1 】**

本発明の他の実施形態は、タッチスクリーン上のタッチの位置を特定するシステムに関する。このシステムはタッチ部材と、基礎支持体と、前記タッチ部材の結合領域と前記基礎支持体との間に結合された結合アセンブリとを含む。結合アセンブリは前記タッチ部材と前記基礎支持体の一方に対して回転に関して制約されない。結合アセンブリは主要面を有するビーム部材を含む。前記ビーム部材は前記タッチ部材から力を受けるように結合された第1の領域を含む。前記ビーム部材はまた少なくとも1つの第2の領域を含む。前記ビーム部材は前記主要面に垂直な方向の前記力を受けるとともに前記力を前記少なくとも1つの第2の領域に横方向に伝える。前記力が前記ビーム部材から前記少なくとも1つの第2の領域を介して前記結合アセンブリのビーム部材支持体に向かって伝わる。センサ素子は前記主要面に垂直な力に応答する。

**【 0 0 1 2 】**

10

20

30

40

50

上記の本発明の概要は本発明の各例示的実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。

#### 【0013】

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。

#### 【0014】

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/or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。10

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0015】

本発明はタッチ感知技術に適用可能であるとともに、タッチ位置の誤読につながる恐れのある接線力に対して感度の低い力センサを作製するのに特に有用であると思われる。さらに本発明は、正確で薄型のタッチ感知装置の構成に役立つ、力感知素子のアクティブ領域に対して薄い力センサをもたらすと思われる。

#### 【0016】

本発明の力センサを用いた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（point-of-sale）端末装置、携帯情報端末（PDA）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。タッチスクリーン上のタッチの位置を決定する際、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。タッチスクリーンが矩形状である場合、概して4つのセンサがタッチスクリーンの4つのコーナーに1つずつ配置されている。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異なる力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。20

#### 【0017】

タッチ表示装置のいくつかの基本構成要素を含む装置100が図1に示されている。表示ユニット102は例えば、液晶表示装置（LCD）または冷陰極管（CRT）であり、タッチ部材104の下方に配置されている。表示ユニット102は処理ユニット106に結合されて、表示制御装置108を介して処理ユニット106から受け取った情報を表示する。表示制御装置108は処理ユニット106の一部であってもよい。タッチ部材104上のタッチ位置は、処理ユニット106の一部であるタッチスクリーン制御装置110によって決定される。このタッチスクリーン制御装置110は異なる力センサにより感知されたコンポーネント力に関する信号を受け取る。その後これらの信号が分析されて異なる力センサの位置に対するタッチ位置を決定する。そのため処理ユニット106は表示ユニット102上に表示される画像に対するタッチ部材104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106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。30

#### 【0018】

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伸びるが、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微小でも、変40

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。

#### 【0019】

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つの特有な実施形態が、2001年4月13日に出願された、「力によるタッチ入力のための方法および装置（Method and Apparatus for Force-Based Touch Input）」と称される米国特許出願第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。  
10

#### 【0020】

タッチパネル210すなわちオーバーレイは、フレームすなわち筐体215内に配置されている。これは大きな中央開口（図示せず）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亘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。

#### 【0021】

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、接合あるいは他の周知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ディンプル240を有する第2の導電素子235は、例えは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、例えは約0.025mm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。  
20

#### 【0022】

タッチパネル210と第2の導電素子235との間に支圧面270を介在させてもよい。これにより特にオーバーレイ210がより軟質の材料で形成されている場合、ディンプル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はディンプル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。  
30

#### 【0023】

第2の導電素子235は、ばねとコンデンサプレートの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關している。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、例えは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。  
40

#### 【0024】

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はポリカーボネート等の比較的硬質ポリマの单層であり、これらを選択して最適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あるいは静電容量式タッチスクリーンな  
50

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気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あまり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、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。

## 【0025】

10

オーバーレイ210自体は表示装置を覆うのではなく、画像生成スクリーン、例えば、液晶表示装置を含んでもよい。このような表示装置は、ともにオーバーレイ210を形成する多層を備えている。このような場合、ユーザがスクリーンそのものを押圧すると、その結果異なる力センサに印加されるコンポーネント力が検出および分析されてタッチスクリーン上のタッチ位置を決定する。

## 【0026】

20

「回転軟化」という用語は、オーバーレイあるいは支持体のねじれ動作に対してセンサーが無感応であることに関連する。少なくともオーバーレイと下層の支持体の一方が可撓性を有する場合、回転軟化は力センサが有する特に重要な特性である。これに対して、オーバーレイおよび下層の支持体の両方が非常に硬質である場合は、回転軟化はあまり重要ではない。また一方剛性は大量の材料の使用に起因するため剛構造は大型且つ重い。他方、タッチ表示装置が軽量且つ小型であることが望ましいため、タッチスクリーン構造の可撓性が増加することにより生じる効果を明らかにできることは重要である。従って回転軟化を含む力センサの使用によりタッチ表示装置を薄型化および軽量化できる。「回転非制約」という用語を用いて、基礎支持体およびオーバーレイが少なくとも動作角度範囲にわたって互いに回転可能であることを示すことができる。

## 【0027】

30

ねじれ動作に起因するモーメントの力センサへの付加について示す図3Aおよび3Bを参考して、表示装置の撓曲およびタッチ位置の決定に及ぶ恐れのある悪影響を低減するための回転軟化の重要性をさらに説明する。

## 【0028】

40

図3Aの概略図にあるように、2つのセンサアセンブリ302および303の間にオーバーレイ304が支持されている。オーバーレイ304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302および303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302および303は力とモーメントとを支持体310に伝達する。作業者は力 $F_{total}$ でオーバーレイ304を押圧する。力 $F_1$ は第1のセンサアセンブリ302を介して支持体310へ伝わり、力 $F_2$ は第2のセンサアセンブリ303を介して支持体310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302を通り、モーメント $m_2$ は第2のセンサ303を通ることが可能である。

## 【0029】

平衡状態において、モーメントおよび力は、

$$F_1 \times_1 - m_1 = F_2 \times_2 - m_2 \quad (1)$$

の条件に適合し、ここで $\times_1$ は第1のセンサ302から点Pまでの距離であり、 $\times_2$ は第2のセンサ303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。

## 【0030】

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

50

が、これらのモーメントはセンサ 302 および 303 により生成された力信号に影響を及ぼす。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実施してもよい。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。

#### 【0031】

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 3B に図示されている。この方法では可撓性オーバーレイ 304 が 2 つのセンサ 312 および 313 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。オーバーレイ 304 と各センサ 312 および 313との間に回転自在軸受け 314 がある。横方向軟化装置 316 も例えば、支持体 310 とセンサ 312 および 313 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 316 を形成することにより、接線力がセンサ 312 および 313 を介して支持体 310 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 号明細書にさらに記載されており、本明細書に引用して援用する。

10

#### 【0032】

ユーザによりオーバーレイ 304 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 312 および 313 を介して支持体 310 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。回転軟化センサアセンブリ 312 および 313 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。

20

$$F_1 \times r_1 = F_2 \times r_2 \quad (2)$$

そのため測定力の組合せの適切な比を算出することによりタッチの位置を見つけることができる。しかしオーバーレイ、あるいは他の支持表示装置または構造体に高可撓性があるとすると、この単純な関係の適用可能性は回転軟化に利用如何にかかっている。回転軟化はピボット、回転軸受け等を用いることにより実施され、センサの軸を少なくともオーバーレイと支持体の一方に対して回転可能にする。回転軟化については J. ロバーツ (J. Roberts) による、本明細書と同日出願された米国特許出願第 ZZ/ZZZ, ZZ 号明細書、「回転分離された力センサを備えたタッチスクリーン (TOUCH SCREEN WITH ROTATIONALLY ISOLATED DISPLACEMENT SENSOR)」にさらに記載されており、同明細書はこの引用をもって本明細書への記載に変える。

30

#### 【0033】

回転軟化には支持点などの非常に狭い領域を介して力センサに力を通すことが必要となることがある。このような力を再度分散して力感知材料あるいは構造体の広い領域を通す必要性があることがある。この必要性は力感知アセンブリの他の所望の性能と両立させることは難しい場合がある。

40

a ) 力感知アセンブリは可能な限り薄いことが望ましい場合がある。小型のハンドヘルド型装置において、例えば、厚さ 20 mil (0.5 mm) を超える力感知アセンブリが製品全体に対して追加する厚さは許容できない場合がある。

b ) 力感知アセンブリは製造および管理が容易にできる十分な面積を有し、過剰な応力なく作用力を伝えることが望ましい場合がある。厚さ以外の好適な最小寸法は例えば、0.125" (3 mm) 程度である。

c ) 正確なタッチ位置を保持するために力感知アセンブリは通過する力の垂直成分のみに応答することが望ましい場合がある。

#### 【0034】

ポテンシャル力感知領域を通る垂直力は関連応力パターンを有する。このパターンは高均一である必要はないが、損傷、過負荷あるいは感度不足を回避するためにポテンシャル力感知領域内の十分広い領域に分布することが必要である。印加された垂直力成分に対して応力が直線的対応することが望ましいが、相関且つ再現可能な関係を有することが重要で

50

ある。これは全体のセンサ出力において感知領域の異なる部分からの寄与が不均等に片寄っていても達成可能である。また一方感知された応力のパターンが接線力成分と共に変動しないことが必要である。このような変動には感知領域の異なる部分からの対向作用が厳密に釣り合うこと、つまり極めて均等な加重以外は相容れない要件を必要とする。

#### 【0035】

センサアセンブリ400の1つのタイプが図4Aに概略的に図示されている。この場合、回転軟化はオーバーレイ404に接するピボット402によるものである。力分散器406は力をオーバーレイ404からセンサ素子408を介して支持表面410に伝える。センサ素子408は例えば、圧電センサであってもよい。作用線414に沿って垂直方向に印加される力412はセンサ素子408内に均一な圧縮応力分布416を生成する。ピボット402からセンサ素子408の縁部408aへの線は、支持表面410と角度をなす。力分散器406は対称であるものとするため、ピボット402からセンサ素子408の他の縁部408bへの線も支持表面410と角度をなす。さらに一般的にいうと、大部分の力が通るポテンシャル力感知領域のみを囲むように有効角度を描くことができる。この例ではそれは基本的には縁部408aあるいは408bから描かれた角度である。

#### 【0036】

図4Bに図示された力センサアセンブリ420の実施形態において、力分散器406は図4Aのものよりも薄い側面を有する。力分散器406が力感知素子408よりも大幅に高い係数を有する材料で形成されている場合であって且つ力感知素子408がその幅に比べて厚い場合には、この力分散器でも垂直印加力412に対して均等な力分布416を生じることができる。実際には力分散器406あるいはセンサ408のいずれかが厚くなくてはならないため、力分布416がほぼ均等になるような場合には角度はかなり大きい。この両方が共に薄くなると、力はますます中心に集中することになりセンサ領域の狭い部分のみを通る可能性がある。

#### 【0037】

図5Aは印加された力512が垂線から約30°であり、作用線514がセンサ素子408の縁部408aを通る場合を概略的に図示する。このような状況下では、センサ素子408が下層の支持表面410に固定されていない場合には、センサ素子408の他の縁部408bは支持表面410を持ち上げる恐れがある。これは位置408aでの衝撃による力分布を生じることになる。

#### 【0038】

図示のようにセンサ素子408が支持表面410に固定されている場合は、力分散器406の存在とその結果生じる一連の変形とが力分布516を形成する。力は支持表面410に対してすべてが垂直ではないため、力分布516は一定の横方向剪断成分を含む。この剪断成分は、図5Bに図示された力分布526から省略されているが、その他は図5Aと同様に示す。センサ素子が垂直力のみに応答することが前提であるため、力分布は剪断成分を除外して考えてもよい。力分布526によれば、縁部408aに関する力成分526aのモーメントは張力526bによって釣り合っている。その結果力分布526は非常に不均等である。

#### 【0039】

予想不能な接線力成分がこのような極端な分布を可変的に発生させる場合は正味の力に対して正確に応答することは困難である。実用的な応答均一性および/または実用的な電気的接続の結合均一性を有するセンサを用いる場合には、所定レベルの精度を達成するために変動レベルを低減する必要がある。高さを十分低くすることを目的として図4および5のセンサの全体の寸法を削減することができる。しかし結果物が小さすぎて製造および正確に載置できず、さらに破損しやすくて動作条件を克服できないため、これは実用的ではない。このような全体的な小型化によりとそのためポテンシャル接線力の感度とが変化することもない。

#### 【0040】

10

20

30

40

50

センサ負荷分布の変動が角度に大きく依存しているため、他の方法を用いてこの角度を減少させてもよい。

#### 【0041】

薄型力分散器および薄型センサ素子を用いることは満足する解決には至らない。この方法に伴う問題は薄型力分散器は集中的に印加された力を薄型感知層全体に横方向に伝えることができないことである。このようにするとこの薄型力分散器は伝達された力のモーメントに応答して撓曲することになるが、このような撓曲は下層材料の逃げ場所がないということから阻止される。この結果力分布は集中して、センサ素子の幅全体に広がることはない。印加力の角度を変えるとこの分布は絶対項で以前より移動しなくなるが、それでもなおその幅に比較して大幅に移動する。こうして応答均一性問題は解決されないままである。

10

#### 【0042】

この問題は図12Aおよび12bを参照するとさらによく理解できる。図12Aにおいて力センサ1200は力分散器1206およびセンサ素子1208を有する。力1212aの印加により圧縮応力分布1216aが生じる。応力分布1216aは分散器1206と素子1208の薄い側面のため中央に集中する。結局有効角度はまだかなり大きい。

#### 【0043】

接線力が素子1208の中心の上方にピボット点1222の高さに比例したモーメントを作成させるが、このモーメントは力分布が到達する限界に近くに離れて生じるような一対の対向垂直力により釣り合うことになる。このため接線力に対するこれらの不均等な力の比は、この横方向距離すなわちの接線に対するピボット点1222の高さの比に比例する。

20

#### 【0044】

ここでの高い値は変動分布に伴う問題の未解決を示していることが図12Bで確認される。印加された斜めの力1212bは力分布1216bを生じる。これは絶対項で僅かに移行しただけであるが、分布1216aと比較すると、各点毎に力の大きな相対変化が実際に起こったことが明らかである。

#### 【0045】

接線力に対してポテンシャル感度が高いままであることに加えて、集中分布1216aおよび1216bのためセンサ素子1208が効率的に利用できず、また局所的に過負荷を与える恐れがある。

30

#### 【0046】

一時的に図4Bに戻ると、力感知素子408はまた低係数と低アスペクト比とを有している。だがこれは機能的には、緩衝材として機能する低係数材料のさらに厚いブロックの上あるいは下に積み重ねられた薄型高係数感知素子と同等である。力分散器と感知素子との間に緩衝材を配置することはセンサ材料の選択肢を広げるようには見えない。一方、力分散器と緩衝材との間に感知素子を配置すると、の有効値を大幅に低減することができる。

#### 【0047】

図13において、力感知アセンブリ1300の実施形態は緩衝材1330を含む。印加されたタッチ力は、タッチ部材1304からピボット素子1331へ、例えば感圧アクリル接着剤を含む高柔軟性低係数層1332を介して伝わる。タッチ力はその後ピボット点1322から順に分散器1306、力感知素子1308、低係数緩衝材1330および支持体1310へと伝わる。素子1308と緩衝材1330には必要に応じて穴またはキャビティ1333が設けられて分散器1306内の中央凹部に間隙を提供している。この凹部によりピボット1332は感知素子1308の中立面1334内に位置することが可能になり、これによっての期待値はほぼゼロに近づく。柔軟層1332はピボット素子1331にセルフセンタリング機能を付与し、組立てに役立ち、支持体1310上方のタッチ部材1304の位置に影響する若干の熱的変化時に位置決めの維持を可能にする。層1332はまた、米国特許出願第09/835,049号明細書にさらに記載されているよう

40

50

に横方向軟化機能も与える。これは他の経路に沿って接線力の大部分を迂回させることにより接線タッチ力に対するセンサ反応の問題をさらに低減する。

#### 【0048】

力センサ1300の他の変形例において、分散器1306を分散器1206と類似した分散器と置き換えることが可能である。ピボット素子1331、層1332、キャビティ1333および感知素子1308内の任意の穴をすべて省略することが可能である。その結果得られた 値は通常ゼロではないものの、それでも小さいことは理解できよう。

#### 【0049】

センサ1300では、素子1308全体に対する力の有効な分布が緩衝材1330の存在に依存しており、そのためセンサアセンブリ全体はまだかなり厚いことが分かる。緩衝材が極端に薄いあるいは単にない場合には、力は結局感知素子1308内の穴にごく近い周囲の許容しがたいほど狭い領域に集中する。しかしこれに対して穴が可能な限り大きく形成されている場合には、適正な負荷感知領域を維持することができる。

#### 【0050】

こうして本発明による方法は、力を下方の任意の構造体に伝える前に力を薄いビーム部材内で横方向に伝達することにより、過剰な厚さ問題および応答均一性の欠如の問題の両方を解決する。このようなセンサユニット600の特定の一実施形態が図6に概略的に図示されている。センサユニット600はオーバーレイ604と支持表面610との間に配置されている。力612は作用線614に沿ってオーバーレイ604に印加される。

#### 【0051】

薄型力分散部材620はオーバーレイ604に接触して横方向軟化を提供する旋回部622を有しており、中央で受けた力を力分散部材620の周辺領域に配置された力感知材料624に伝える。力分散部材620がビーム状である場合には、力感知材料をビームの端部に配置することができる。力分散部材620が薄型円板状である場合には、力感知材料はその円板の外周を取り囲む環状であっても、あるいは円板の外周の部分にあってもよい。力分散部材620は以下ではビームと称するが、他の平坦な形状、例えば円板形状あるいは十文字などの一部が除去された円板のような形状や他の形状を取ることが可能であることは理解されよう。力感知材料624は圧電材料、圧電抵抗材料、あるいは測定可能力応答特性を有する他の材料または装置であってもよい。センサ材料624の幅はセンサ断面に見られるほど広くはないが、材料624は分散部材620の外周全体あるいは外周の大部分の周りに延在可能である。そのため全体で適正な領域の感知材料上に力を分配することができる。

#### 【0052】

力感知材料624はその電気的接続により一体化されて1つのセンサの役目を果たす。例えば図4および5に図示された構成に比べて非常に小さい有効値が角度 $\theta$ に対して達成されるため、センサ負荷は接線力ではなくほぼ全面的に法線力による。なおセンサ材料624の厚さおよび剛性ならびにその上下への取り付け方法によっては、ビームの固定支持体に向う傾向によりモーメントがあるため、センサ材料624内の力分布は均等である場合もない場合もある。力分布の実際の形状に關係ないが、力分布は形状および位置が基本的に一定で、印加された法線力と直線的に上昇および下降し、接線方向に印加された力に応答して形状や位置が変化することはない。

#### 【0053】

力分散ビーム自体を力感知機構の一部として用いることにより、角度 $\theta$ をさらに低減させることができる。感知機構の一部として力分散ビーム720を用いた力センサユニット700の実施形態が図7に概略的に図示されている。ビーム720はその端部において、支持表面710に通常に取り付けられた支持体724に支持されている。力712、Fでオーバーレイ704を押圧すると、ビーム720のひずみ、撓曲および/または歪曲を生じ、そのいずれかが感知されてセンサを通る垂直力成分を表わす信号を供給する。

#### 【0054】

印加された力712の角度に関係なく、ビーム720のひずみ、撓曲および歪曲が印加さ

10

20

30

40

50

れた力 712、F の垂直成分によりほぼ全体的に支配されることは理解されよう。ビーム 720 のとき中立面 730 をビーム 720 のために定義することができる。線 711 はピボット点 722 から、支持体 724 上方の中立面 730 内の点 720a を通る。線 711 は、上記で既定された の値に類似する小さい角度 を既定する。ピボット点 722 における接線力は、ビーム 720 の中心近くの表面を僅かに傾けるような中立面 730 に対する僅かなモーメントを生じる。ビームの歪曲が感知された場合には、例えば図 2 について静電容量的に上述したように、ビーム 720 と下層の電極との間のギャップが対称的に離間していない場合には、僅かなエラーが生じる恐れがある。しかし所定の力角度での所定の精度を維持するのに必要な相対的均一性は、他の方法で必要とされるよりも遙かに低い。

10

### 【0055】

ここで図 8A、8B、9A、9B、10 および 11A～11C を参照して、非垂直力に対する低下感度、増加感度およびより高い信号対ノイズ比、ならびに回転軟化の利点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。

### 【0056】

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 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 を下層支持表面 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。

20

### 【0057】

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。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 を成形することによってギャップ 810 を形成することができる。異なる方法では、ばね部材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。

30

### 【0058】

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 との間の電気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。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。

40

### 【0059】

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 μm (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 μm (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。PC ボード 802 は概して、アクリルテープ 822 などの横方向軟化材が支持部材 802 と表面 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 (bottom ing-out force) は通常約 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。

50

## 【0060】

この構造には、表面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。

## 【0061】

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。

## 【0062】

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は表面924に載置されている。

## 【0063】

センサ900の特定の一例において、ばね部材906が厚さ $150\mu m$ (6 mil)、長さほぼ $6mm$ (230 mil)、幅約 $3mm$ (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 $200\mu m$ (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 $25\mu m$ (1 mil)でもよい。ばね部材906を、例えば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 $3.75mm$ (150 mil)であり、その中心部の $2.15mm$ (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 $3pF$ であり、底入力は約 $3\sim 4$ ポンドの間である。

## 【0064】

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。従って、本発明の別の態様は、不均一ギャップの静電容量式力センサが、印加力に応答して1つ以上のコンデンサプレートが撓曲しつつある場合でも、信号の簡単な処理により測定の線形性を改善することができるということである。

## 【0065】

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のテープを、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。

## 【0066】

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

10

20

30

40

50

、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。

#### 【0067】

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。  
10。

#### 【0068】

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ため力センサを通らなくなる。支持体1126は表面1128に装着されている。  
20

#### 【0069】

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1122に過度に近接しない対象性を与えてよい。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。

#### 【0070】

弾性パッド1116は横方向軟化および回転軟化の両方を提供する。このようにパッド1116はディンプル914および横方向軟化装置920の機能を提供することができる。パッド1116はコンデンサプレート1118に、その上ではなく下に接着してもよい。オーバーレイ1126などのセンサ1100の上方の構造は、その後位置合わせしてブロードすることができる。他の方法では、パッド1116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。  
30

#### 【0071】

図15Cに概略的に図示された他の実施形態1150は、上部コンデンサプレート1118の長さに亘って通る代替力経路を示す。この上部プレート1118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1118を、下部主要素子1106すなわちばね部材と協働する追加ばね部材1106aとして見るのが適切である。ばね部材1106aからはんだ1130を介して下部ばね素子1106へ伝わる力は溝1124の周囲、中央領域1122内、そこから支持体1152へ進行する。  
40

#### 【0072】

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09/835,040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。

#### 【0073】

上述したように、本発明はタッチスクリーンに適用可能であるとともに、接線力における力によるタッチセンサの感度を減らすのに特に有用であると思われる。本発明は上述し  
50

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。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【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。

10

【図3A】フレーム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3B】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4A】タッチ表面に垂直な方向に力が印加される場合の従来の力分散器を用いることにより生じる力の分布を概略的に図示する。

【図4B】タッチ表面に垂直な方向に力が印加される場合の従来の力分散器を用いることにより生じる力の分布を概略的に図示する。

【図5A】タッチ表面に非垂直な方向に力が印加される場合の従来の力分散器を用いることにより生じる力の分布を概略的に図示する。

20

【図5B】タッチ表面に非垂直な方向に力が印加される場合の従来の力分散器を用いることにより生じる力の分布を概略的に図示する。

【図6】本発明の実施形態による周辺搭載力センサを概略的に図示する。

【図7】本発明の他の実施形態によるビーム搭載力センサを概略的に図示する。

【図8A】本発明による静電容量タイプのビーム搭載力センサの実施形態を概略的に図示する。

【図8B】本発明による静電容量タイプのビーム搭載力センサの実施形態を概略的に図示する。

【図9A】本発明による静電容量タイプのビーム搭載力センサの他の実施形態を概略的に図示する。

【図9B】本発明による静電容量タイプのビーム搭載力センサの他の実施形態を概略的に図示する。

【図10】本発明による静電容量タイプのビーム搭載力センサの他の実施形態を概略的に図示する。

【図11A】本発明による静電容量タイプのビーム搭載力センサの他の実施形態を概略的に図示する。

【図11B】本発明による静電容量タイプのビーム搭載力センサの他の実施形態を概略的に図示する。

【図11C】本発明による静電容量タイプのビーム搭載力センサの他の実施形態を概略的に図示する。

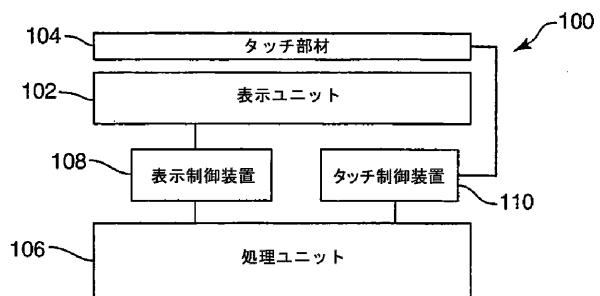
【図12A】異なる角度で力を印加した時の薄型力センサの負荷分布を概略的に図示する。

【図12B】異なる角度で力を印加した時の薄型力センサの負荷分布を概略的に図示する。

40

【図13】力センサの他の実施形態を概略的に図示する。

【図1】

**FIG. 1**

## 【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 02/084580 A1(51) International Patent Classification<sup>2</sup>: G06K 11/16. (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/US02/11453

(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  
09/835,040 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).

(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT (utility model), AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ (utility model), CZ, DE (utility model), DE, DK (utility model), DK, DM, DZ, TC, BE (utility model), EE, ES, FI (utility model), FI, GB, GD, GE, GI, GM, IIR, 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, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK (utility model), SK, SI, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

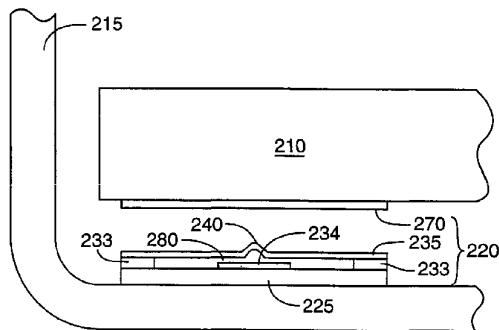
(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW); Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM); European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR); OAPI patent (BJ, BJ, CJ, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*[Continued on next page]*

(54) Title: FORCE SENSORS AND TOUCH PANELS USING SAME



WO 02/084580 A1



(57) Abstract: A touch screen uses one or more force sensors (220) to determine location of the touch on the screen. The force sensor (220) has an accurately determined direction of sensitivity and, therefore, has reduced sensitivity to forces that are non-perpendicular to the screen. The sensor (220) is thin in relation to the area of the active force-sensing element, allowing low profile force touch screens to have a better combination of mechanical integrity, accuracy, sensitivity and high signal to noise ratio than has heretofore been achieved. The sensor (220) may also be rotationally soft, so that it is effective at preventing twisting motions of the overlay (210) or the support surface from affecting the sensed force.

**WO 02/084580 A1****Declarations under Rule 4.17:**

- as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(iii)) for the following designations *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, MI, 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:**
- with international search 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.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

**FORCE SENSORS AND TOUCH PANELS USING SAME****Field of the Invention**

- 5       The present invention is directed to a force sensor and more particularly to a force sensor that is useful for determining the force applied to the touch panel of a touch sensitive display.

**Background**

- 10      A touch screen offers a simple, intuitive interface to 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.

15      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 on the touch screen using 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 20 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 25 operated by a finger touch, gloved hand, fingernail or other nonconductive touch

WO 02/084580

PCT/US02/11453

instrument. Unlike surface acoustic wave technology, force sensors are relatively immune to accumulations of dirt, dust, or liquids on the touch surface. Finally, a force sensor is less likely to detect a close encounter as an actual touch, which may be a problem with infrared and capacitive touch screens.

- 5 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, 10 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.

15

#### Summary of the Invention

Generally, the present invention relates to a type of force sensor that has a more accurately determined direction of sensitivity and, therefore, has reduced sensitivity to forces that are non-perpendicular to the touch screen. Furthermore, 20 the sensor is thin in relation to the area of the active force-sensing element, allowing low profile force touch screens to have a better combination of mechanical integrity, accuracy, sensitivity, and high signal to noise ratio than has heretofore been achieved. The sensor may also be rotationally soft, which means that it is effective at preventing twisting motions of the overlay or the support 25 surface from affecting the sensed force.

In one particular embodiment, the invention is directed to a device for determining the position of a force applied to a touch screen. The device includes a touch member, a base support and a coupling unit coupling between the touch member and the base support. The coupling unit includes a beam member 30 connected at peripheral portions to respective beam member supports. A center portion of the beam member is substantially unsupported relative to the peripheral

WO 02/084580

PCT/US02/11453

portions. A force path passes force between the touch member and the base support. The force path passes between the center portion of the beam member and the peripheral portions of the beam member. There is at least one sensor element that detects signal indicative of a force at the beam member location due to the touch force.

5 Another embodiment of the invention is directed to a method of detecting the location of a touch on a touch screen having a touch member. The method includes passing at least a portion of a force applied to a first side of the touch member to one of i) a center portion of a force spreader disposed on a second side of the touch member, the center portion of the force spreader being substantially unsupported, and ii) peripheral portions of the force spreader. The method also includes spreading the portion of the applied force from the one of the i) the center portion of the force spreader and ii) the peripheral portions of the force spreader to the other of i) the center portion of the force spreader and ii) the peripheral portions of the force spreader. A signal indicative of the portion of the applied force passed to the force spreader is sensed.

10 Another embodiment of the invention is directed to a system for detecting the location of a force applied to a first side of a touch member. The system includes means for passing at least a portion of a force applied to a first side of the touch member to a center portion of a force spreading means for spreading the portion of the applied force disposed on a second side of the touch member. The center portion of the force spreading means is substantially unsupported. The force spreading means passes the portion of the applied force between the center portion and the peripheral portions of the force spreading means. There is 15 also a means for measuring a signal indicative of the portion of the applied force passed to the force spreading means.

20 Another embodiment of the invention is directed to a touch panel system for determining the location of a touch on the touch panel. The system includes a base support and a touch member coupled to the base support via coupling units. The coupling units include a beam member connected at 25 peripheral portions to respective beam member supports. A center portion of the beam member is substantially unsupported relative to the peripheral portions. A

WO 02/084580

PCT/US02/11453

- force path passes force between the touch member and the base support. The force path passes between the center portion of the beam member and the peripheral portions of the beam member. There is at least one sensor element disposed to measure a signal indicative of a force passing through the beam
- 5 member location due to the touch. A touch panel controller is coupled to receive detection signals from the plurality of force sensor units and to determine a location of a touch on the touch panel.

Another embodiment of the invention is directed to a device for locating the position of a touch on a touch screen. The device includes a touch member, a receiving structure and a force spreading member. The force spreading member has a concentrated force receiving region coupled to receive a force passed into the force spreading member from the touch member. The force spreading member also has a force distributing region to pass the force out of the force spreading member to the receiving structure. The distributing region has a larger area than the force receiving region. The receiving structure and force spreading member are arranged so that changes in curvature of the force spreading member arising from the force maintain loading of the force spreading through the force spreader while the force remains within a measurement range, so as to spread the force within the spreading member to substantially all of the distributing region. A sensing element is disposed to detect the force passing through the force spreading member.

Another embodiment of the invention is directed to a system for locating a touch on a touch screen. The system includes a touch member, a base support, and a coupling assembly coupled between a coupling region of the touch member and the base support. The coupling assembly is rotationally unconstrained relative to one of the touch member and the base support. The coupling assembly includes a beam member having a predominant plane. The beam member has a first region coupled to receive force from the touch member. The beam member also includes at least one second region. The beam member receives the force in a direction perpendicular to the predominant plane and passes the force laterally to the at least one second region. The force passes out of the beam member through the at least one second region towards a beam

WO 02/084580

PCT/US02/11453

member support of the coupling assembly. A sensor element is responsive to the force perpendicular to the predominant plane.

The above summary of the present invention is not intended to describe each illustrated embodiment or every implementation of the present invention.

- 5 The figures and the detailed description which follow more particularly exemplify these embodiments.

#### **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:

FIG. 1 shows a block schematic of a display device according to an embodiment of the present invention;

15 FIG. 2 schematically illustrates a partial cross-section through a force-based touch sensor, according to an embodiment of the present invention;

FIG. 3A schematically illustrates the application of forces to force sensors when the sensors are rigidly attached to the overlay and the frame;

20 FIG. 3B schematically illustrates the effect of rotational softening when applying force to a flexible overlay, according to an embodiment of the present invention;

FIGs. 4A and 4B schematically illustrate the distribution of forces arising from the use of a conventional force spreader when a force is applied in a direction perpendicular to the touch surface;

25 FIGs. 5A and 5B schematically illustrate the distribution of forces arising from the use of a conventional force spreader when a force is applied in a direction non-perpendicular to the touch surface;

FIG. 6 schematically illustrates a peripheral loading force sensor according to an embodiment of the present invention;

30 FIG. 7 schematically illustrates a beam loading force sensor according to another embodiment of the present invention;

WO 02/084580

PCT/US02/11453

FIGs. 8A and 8B schematically illustrate an embodiment of a capacitive type of beam loading force sensor according to the present invention;

FIGs. 9A and 9B schematically illustrate another embodiment of a capacitive type of beam loading force sensor according to the present invention;

5 FIG. 10 schematically illustrates another embodiment of a capacitive type of beam loading force sensor according to the present invention;

FIGs. 11A-11C schematically illustrate another embodiment of a capacitive type of beam loading force sensor according to the present invention;

10 FIGs. 12A and 12B schematically illustrate the load distribution of a thin force sensor under a force applied at different angles; and

FIG. 13 schematically illustrates another embodiment of a force sensor.

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 falling within the spirit and scope of the invention as defined by the appended claims.

#### Detailed Description

20 The present invention is applicable to touch sensing techniques and is believed to be particularly useful for producing force sensors that are less sensitive to tangential forces that may lead to mis-reading the location of the touch. Furthermore, the present invention is believed to lead to force sensors that are thin in relation to the active area of the force sensing element, which assists in the construction of accurate, low-profile touch sensing devices.

25 A touch screen using a force sensor 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 present invention may be combined with any logic-based system, if desired.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

In determining the location of a touch on a touch screen, a touch signal representing the force of a touch acting on the touch screen is produced by one or more force sensors located proximate to a touch surface of the touch screen. Where a touch screen is rectangular in shape, force sensors are typically

- 5 disposed at each of the four corners of the touch screen. A touch signal may be derived from a single sensor, 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 different force sensors.

A device 100 that includes some basic components of a touch display is  
10 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 106 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  
15 member 104 is determined by the touch screen controller 110, which may be part of the processing unit 106. The touch screen controller 110 receives signals related to the component forces sensed by the different force sensors. These signals are then analyzed to determine the location of the touch relative to the positions of the different force sensors. Therefore, the processing unit 106 may  
20 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.

25 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  
30 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

WO 02/084580

PCT/US02/11453

estimate of the applied force that resulted in the measured displacement, even if the displacement itself is microscopic in magnitude.

One particular 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, entitled "Method and Apparatus for Force-Based Touch Input," 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.

10 A touch panel 210, or overlay, is located within a frame or housing 215. This may be provided with a large central aperture (not shown) through which the display may be viewed. Further, the overlay 210 may be transparent to allow such viewing. If desired, the undersurface of housing 215 may be seated directly against the surface of such a display, over the border 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. A capacitive sensor 220 may be positioned between the overlay 210 and the housing 215.

15 An interconnect 225 with attachment lands 233 may be coupled to the housing 215 by soldering, cementing, or by other known methods. A conductive area forms a first conductive element 234 on the interconnect 225. A second conductive element 235 with a central dimple 240 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 0.025 mm, for example. A capacitor is formed by the conductive elements 234, 235 separated by the gap 280.

20 A bearing surface 270 may be interposed between the touch panel 210 and the second conductive element 235. This may protect overlay 210 from indentation or damage by the dimple 240, especially in cases where the overlay 210 is made of softer material. The bearing surface 270 may also mount to

WO 02/084580

PCT/US02/11453

overlay 210 through a thin layer (not shown) of elastomer or of highly pliable adhesive, thereby providing a lateral softening function. In normal operation, the overlay 210 or bearing surface 270 is in contact with the dimple 240: these elements are shown separated only for clarity in the drawing.

- 5        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  
10      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.

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.

- 15      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 best optical qualities. This contrasts with other types of touch screen, such as resistive or capacitive touch screens that require several potentially lossy layers over the display unit. The electrically conductive thin films required in  
20      resistive or capacitive touch screens typically have a high index of refraction, leading to increased reflective losses at the interfaces. This is a particular problem in resistive screens where there are additional solid/air interfaces, and where antireflection coatings may be less useful, since the conductive layers must be able to make physical contact. A force screen overlay, however, has only its  
25      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, or may be provided with anti-reflection coatings to reduce reflective losses.

Rather than covering a display, the overlay 210 itself may include an image-producing screen, for example a liquid crystal display. Such a display comprises a number of layers that together form the overlay 210. In such a case, the user presses on the screen itself and the resulting component forces applied

WO 02/084580

PCT/US02/11453

at the different force sensors are detected and resolved to determine the location of the touch on the screen.

The term "rotational softening" relates sensor's insensitivity to a twisting motion of the overlay or the support. Rotational softening is a particularly important characteristic for a force sensor to have when at least one of the overlay and the underlying support is flexible. On the other hand, rotational softening is less important when both the overlay and the underlying support are very rigid. Rigidity, however, results from the use of large amounts of material, and so a rigid structure is both large and heavy. It is more desirable, however, that the touch display be light and compact, and so it is important to be able to account for the effects that arise due to the increased flexibility of the touch screen structure. Accordingly, the use of a force sensor that includes rotational softening permits the touch display to be thinner and lighter. The term "rotationally unconstrained" may be used to indicate that the base support and the overlay are able to rotate relative to one another over at least an operational range of angles.

The flexing of a display and the importance of rotational softening to reduce the possible adverse effects on the determination of the touch location are further described with reference to FIGs. 3A and 3B, which discuss the application of a moment, resulting from a twisting motion, to a force sensor.

In the schematic illustration of FIG. 3A, an overlay 304 is supported between two sensor assemblies 302 and 303. The overlay 304 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 302 and 303 are rigid; the sensor assemblies may be formed, for example, using a piezoelectric element. The sensor assemblies 302 and 303 transmit both force and moment to the supports 310. The operator presses on the overlay 304 with a force  $F_{total}$ . A force  $F_1$  passes to the support 310 through the first sensor assembly 302 and a force  $F_2$  passes through the second sensor assembly 303 to the support 310. In equilibrium,  $F_{total} = F_1 + F_2$ . Reaction forces  $F_1'$  ( $=-F_1$ ) and  $F_2'$  ( $=-F_2$ ) develop moments about point P where the force is applied. Due to the

WO 02/084580

PCT/US02/11453

rotational stiffness of the sensors, a moment  $m_1$  may pass through the first sensor 302 and a moment  $m_2$  may pass through the second sensor 303.

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

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

where  $x_1$  is the distance from the first sensor 302 to the point P, and the distance  $x_2$  is the distance from the second sensor 303 to the point P.

10 It should be noted that in the equations presented herein, the variables are represented by their positive magnitudes, although other sign conventions are possible.

15 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 signals produced by the sensors 302 and 303. Indirect methods of attempting to estimate or correct for these moments may be implemented. 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. 3B. In this approach, the flexible overlay 304 is supported between two sensors 312 and 313. The sensors may be any type of sensor that detects an applied force, for example, a piezoelectric sensor, capacitive displacement sensor, piezoresistive sensor, strain gauge sensor or the like. There is a rotationally free bearing 314 between the overlay 304 and each sensor 312 and 313. There may also be a lateral softener 316 between, for example, support 310 and the sensors 312 and 313. The lateral softener 316 may be formed of a material that permits easy lateral elastic motion, so that tangential forces are not transmitted through the sensors 312 and 313 to the support 310. The lateral softener is described further in U.S. Patent Application Serial No. 09/835,049, incorporated herein by reference.

30 Application of  $F_{\text{total}}$  by the user at the point P on the overlay 304 results in forces  $F_1$  and  $F_2$  being applied through the sensors 312 and 313 respectively to the support 310. Reaction forces  $F_1' = -F_1$  and  $F_2' = -F_2$  develop moments about

WO 02/084580

PCT/US02/11453

point P. Since the rotationally softened sensors assemblies 312 and 313 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:

5

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

Finding the position of the touch is, therefore, possible by calculating the appropriate ratios of combinations of measured forces. With significant flexibility present in the overlay, or other supported display or structure, however, the applicability of this simple relation depends upon use of the rotational softening. Rotational softening may be implemented by using a pivot, rotational bearing or the like to permit the axis of the sensor to rotate relative to at least one of the overlay and the support. Rotational softening is discussed further in TOUCH SCREEN WITH ROTATIONALLY ISOLATED DISPLACEMENT SENSOR, filed on even day herewith, by J. Roberts, U.S. Patent Application Serial No. ZZ/ZZZ,ZZZ, which is incorporated herein by reference.

Rotational softening may entail passing force to a force sensor through a very small area, such as a bearing point. Such force may need to be spread out again, to pass through a larger area of force-sensing material or structure. This need may be difficult to reconcile with other desirable properties of the force-sensing assembly.

- a) It may be desired that the force sensing assembly be as thin as possible. In a small hand-held device, for instance, a force sensing assembly more than 20 mils thick may add objectionable thickness to the overall product.
- b) It may be desired that the force sensing assembly have sufficient area to be easily manufactured and handled, and to pass working forces without excessive stress. A preferred minimum dimension, other than thickness, may, for instance, be on the order of 0.125" (3 mm); and

WO 02/084580

PCT/US02/11453

- c) It may be desired that the force sensing assembly respond only to the perpendicular component of force passing through, to maintain accurate touch location.

Perpendicular force passing through the potential force sensing region has an associated stress pattern. While it is not necessary that this pattern be highly uniform, it may need to be distributed over a sufficiently large area within the potential force sensing region to avoid damage, overload, or inadequate sensitivity. While it is preferable for the stress to scale linearly with the applied perpendicular force component, it is important that it have a relationship that is one to one and repeatable. This may be achieved even if contributions from different portions of the sensing region are weighted unevenly in the overall sensor output. It may be necessary, however, for the pattern of stresses sensed not to vary with the tangential force component. Such variation would require that opposing effects from different portions of the sensing region cancel exactly, a requirement incompatible with any but the most even weighting.

One type of sensor assembly 400 is schematically illustrated in FIG. 4A. In this case, rotational softening is due to a pivot 402 that contacts the overlay 404. A force spreader 406 conducts forces from the overlay 404, through the force sensor element 408, to the support surface 410. The sensor element 408 may be, for example, a piezoelectric sensor. A force 412 that is applied in a perpendicular direction along a line of action 414 produces an even compressive stress distribution 416 in the sensor element 408. A line from the pivot 402 to the edge 408a of the sensor element 408 forms an angle  $\theta$  with the support surface 410. The force spreader 406 is assumed to be symmetric, and so a line from the pivot 402 to the other edge 408b of the sensor element 408 also forms an angle  $\theta$  with the support surface 410. More generally, an effective angle  $\theta$  may be drawn to encompass only the potential force sensing region through which the bulk of the force passes. In this instance, that is essentially the angle drawn from edge 408a or 408b.

In the embodiment of a force sensor assembly 420 illustrated in FIG. 4B, the force spreader 406 has a thinner aspect than that in FIG. 4A. This force spreader may still yield an even force distribution 416 for a perpendicularly

WO 02/084580

PCT/US02/11453

5 applied force 412, where the force spreader 406 is formed of a material having a substantially higher modulus than the force sensing element 408 and if the force sensing element 408 is relatively thick compared to its width. In practice, either the force spreader 406 or the sensor 408 must be thick, and thus the angle,  $\theta$ , is quite large, if the force distribution 416 is to be approximately even. As both become thinner together, force becomes more and more centrally concentrated, and may pass through only a small fraction of the sensor area.

10 FIG. 5A schematically illustrates the case where the applied force 512 is about 30° from vertical, and the line of action 514 passes through the edge 408a of the force sensor element 408. Under such circumstances, the other edge 408b of the sensor element 408 may lift off the support surface 410 if the sensor element 408 is not affixed to the underlying support surface 410. This would lead to the force distribution becoming an impulse at location the position 408a.

15 Where the sensor element 408 is fixed to the support surface 410, as in the illustration, the presence of the force spreader 406 and the resulting continuity of deformation produce the force distribution 516. Since the forces are not all perpendicular to the support surface 410, the force distribution 516 includes a steady lateral component of shear. This shear component is omitted from the force distribution 526 illustrated in FIG. 5B, which otherwise shows the same as FIG. 5A. It may be presumed that the sensor element is only responsive to the perpendicular forces, and so the force distribution may be considered without the shear component. According to the force distribution 526, the moment about edge 408a of the force components 526a is balanced by the tensile forces 526b. Consequently, the force distribution 526 is very uneven.

20 25 It is difficult to provide an accurate response to the net force where unpredictable tangential force components variably produce such extreme distributions. The level of variation needs to be reduced to achieve a given level of accuracy, if sensors are to be used that have a practicable degree of uniformity of response and/or a practicable uniformity of integrating electrical connection.

30 The overall dimensions of the sensors in FIGs. 4 and 5 may be reduced in an attempt to achieve low enough height. This may not be practical, however, as the result may be too tiny to manufacture and mount properly, and too fragile to

WO 02/084580

PCT/US02/11453

survive operating conditions. Such overall reduction also leaves  $\theta$ , and thus potential tangential force sensitivity, unchanged.

Since the variation in the sensor load distribution is strongly dependent on the angle  $\theta$ , other approaches may be used to reduce the angle  $\theta$ .

5       The use of a thin force spreader and a thin sensor element does not provide a good solution. The problem with this approach is that a thin force spreader cannot transport the centrally applied force laterally over a thin sensing layer. To do so, the thin force spreader must flex in response to the moment of the force carried, but such flexure is resisted by the fact that the underlying  
10 material has nowhere to go. The result is that the force distribution is concentrated, and is not spread out over the entire width of the sensor element. Although, under changing angles of applied force, this distribution moves less in absolute terms than before, it still moves a great deal in relation to its own width. Thus the uniformity of response problem remains.

15       This problem may be better understood with reference to FIGs. 12A and 12b. In FIG. 12A, a force sensor 1200 has a force spreader 1206 and sensor element 1208. The application of a force 1212a produces a compressive stress distribution 1216a. The stress distribution 1216a is centrally concentrated due to the thin aspect of spreader 1206 and element 1208. As a result, the effective angle  $\theta$  is still quite large.

20       Tangential force exerts a moment proportional to the height of the pivot point 1222 above the center of the element 1208, which moment must be balanced by an opposing pair of perpendicular forces that tend to develop at a lateral distance near the limits reached by the force distribution. The ratio of these uneven forces to the tangential force is thus proportional to the ratio of the height of pivot point 1222 to this lateral distance, i.e. to the tangent of  $\theta$ .

25       That the high value of  $\theta$  here indicates a continuing problem with a variable distribution is confirmed in FIG 12B. An applied angled force 1212b generates a force distribution 1216b. Although this has shifted only modestly in absolute  
30 terms, comparison with the distribution 1216a reveals that, point by point, large relative changes in force have indeed taken place.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

In addition to the continuing high potential sensitivity to tangential force, it may also be seen that the concentrated distributions 1216a and 1216b make inefficient use of sensor element 1208, and may locally overload it.

Returning briefly to FIG. 4B, force sensing element 408 is again of low modulus and low aspect ratio. It is functionally equivalent, though, to a thin, high modulus sensing element stacked above or below a thicker block of low modulus material serving as a cushion. Placing the cushion between the force spreader and the sensing element seems to offer little benefit above the relaxed choice of sensor material. Placing the sensing element between the force spreader and the cushion, however, can significantly reduce the effective value of  $\theta$ .

In FIG. 13, an embodiment of a force sensing assembly 1300 includes a cushion 1330. An applied touch force passes from the touch member 1304 into a pivot element 1331, through a highly pliable, low modulus layer 1332, that may, for instance, comprise pressure sensitive acrylic adhesive. From the pivot point 1322, the touch force then passes in sequence into the spreader 1306, the force sensing element 1308, the low modulus cushion 1330, and the support 1310. The element 1308 and the cushion 1330 are provided with a hole or cavity 1333, as necessary to provide clearance for the central depression in the spreader 1306. This depression allows the pivot 1322 to fall in the neutral plane 1334 of the sensing element 1308, whereby the value expected for  $\theta$  approximates zero. Pliable layer 1332 equips pivot element 1331 with a self centering function, aiding assembly, and allowing alignment to be maintained during small thermal changes affecting the position of touch member 1304 over support 1310. Layer 1332 may also provide a lateral softening function as further described in U.S. Patent Application Serial No. 09/835,049. This further reduces problems from sensor response to tangential touch force by diverting most of the tangential force along other paths.

In another variation of force sensor 1300, the spreader 1306 may be replaced with a spreader that resembles spreader 1206. Pivot element 1331, layer 1332, cavity 1333, and any hole in sensing element 1308 may all then be omitted. It will be appreciated that the resulting value of  $\theta$ , although no longer nominally zero, is still small.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

In sensor 1300, it may be seen that the effective distribution of force to all of element 1308 relies on the presence of cushion 1330; thus the overall sensor assembly is still fairly thick. If the cushion is made too thin, or simply disposed of, the force may end up concentrated into an unacceptably small area just around the hole in sensing element 1308. If the hole is at the same time made as large as possible, however, adequate loaded sensing area may be maintained.

Thus, an approach according to the present invention resolves both the question of excess thickness and the problem of lack of uniformity of response by transmitting the force laterally in a thin beam member before transferring the force to any structure below. One particular embodiment of such a sensor unit 600 is schematically illustrated in Fig. 6. The sensor unit 600 is disposed between the overlay 604 and the support surface 610. The force 612 is applied to the overlay 604 along the line of action 614.

A thin force spreading member 620, having a pivoting portion 622 contacted to the overlay 604 to provide lateral softening, passes the centrally received force to a force sensing material 624 disposed in regions at the periphery of the force spreading member 620. If the force spreading member 620 is in the form of a beam, then the force sensing material may be positioned at the ends of the beam. If the force spreading member 620 is in the form of a thin disk, then the force sensing material may be in the form of an annulus around the periphery of the disk, or at portions of the periphery of the disk. The force spreading member 620 may be referred to below as a beam, but it should be understood that the force spreading member may also take on other planar geometries, for example may be a disk, or may form a shape like a disk with certain portions removed, such as a cross, or other shape. The force sensing material 624 may be a piezoelectric material, piezoresistive material, or other material or device that has a measurable force responsive characteristic. While the width of sensor material 624 is not very great as seen in a sensor cross-section, material 624 may be extended around the entire periphery, or large parts of the periphery, of spreading member 620. Thus the force may be distributed over an adequate area of sensing material in total.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

The force sensing material 624 may be integrated by its electrical connection to act as a single sensor. A very small effective value is achieved for angle  $\theta$ , for example in comparison with the designs illustrated in FIGS. 4 and 5, thus the sensor loading depends almost entirely upon normal, rather than 5 tangential force. Note that, depending upon the thickness and stiffness of the sensor material 624 and its mode of attachment above and below, the force distribution within the sensor material 624 may or may not be even, as there may be moments from any tendency toward clamped support of the beam. Irrespective of the actual shape of the force distribution, however, the force 10 distribution is essentially constant in shape and position, scaling up and down linearly with the applied normal force, and hardly changing in shape and position in response to a tangentially applied force.

The angle,  $\theta$ , may be further reduced by employing the force spreading beam itself as part of the force sensing mechanism. An embodiment of a force 15 sensor unit 700 that uses the force spreading beam 720 as part of the sensing mechanism is schematically illustrated in FIG. 7. The beam 720 is supported at its ends by supports 724 that are typically attached to the support surface 710. Pressing on the overlay 704 with a force 712,  $F$ , results in strain, flexure and/or 20 deflection of the beam 720, any of which may be sensed to provide a signal indicative of the perpendicular force component passing through the sensor.

It will be appreciated that the strain, flexure and deflections of the beam 720 are almost entirely dominated by the perpendicular component of the applied force 712,  $F$ , irrespective of the angle of the applied force 712. A neutral plane 25 730 may be defined for the beam 720 when the beam 720. The line 711 passes from the pivot point 722 through the point 720a, in the neutral plane 730, above the support 724. The line 711 defines a small angle,  $\theta$ , which is analogous to the values of  $\theta$  defined above. The tangential force at the pivot point 722 produces a slight moment with respect to the neutral plane 730, which tends to slightly tip the 30 surface of the beam 720 near its center. If beam deflection is sensed, for example capacitively as described above with respect to FIG. 2, slight errors may result if the gap between the beam 720 and the underlying electrode is not symmetrically spaced. The relative uniformity required to sustain a given level of

WO 02/084580

PCT/US02/11453

accuracy at a given force angle is much less, however, than required with other methods.

Other embodiments of capacitive force sensors that provide advantages of reduced sensitivity to non-perpendicular forces increased sensitivity and higher signal to noise ratios, and rotational softening are now described with reference to FIGs. 8A, 8B, 9A, 9B, 10 and 11A-11C.

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 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 surface 820 using any suitable method. For example, the support 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. The gap 810 may be formed by shaping the spring member 806 with a slight offset at each end, as shown. The spring member may, in a different approach, be formed without such offsets, and the gap 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 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 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. The spring member is provided with a pivoted force bearing 816 in the form

WO 02/084580

PCT/US02/11453

of a ridge. This structure advantageously provides good strength against extreme overloads.

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 PC board 802 is typically of sufficient stiffness that a lateral softener, such as the acrylic tape 822 may be positioned between the support member 802 and the surface 820. The unloaded capacitance of such a structure is around 3pF and the bottoming-out force is typically 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 characteristics of the particular touch device being constructed.

This structure provides an advantage in that, should the surface 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.

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.

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 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 surface 924.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

In one particular example of the sensor 900, the spring member 906 is formed from spring steel 150 µm (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  
5 member 906 may be formed from phosphor-bronze that is 200 µm (8 mils) thick. The capacitive gap 910 may be 25 µm (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, for example aluminum. The free span of the spring member may be about 3.75 mm (150 mils), the central 2.15  
10 mm (86 mils) of which opposes the second electrode 908. The unloaded 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  
15 is substantially linear for smaller forces, where the relative gap change is small. 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  
20 another approach, varied embodiments of the capacitive sensor may be provided which have an inherently greater range of linear reactance change. Thus another aspect of the invention is that the capacitive force sensor of 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.

25 One particular embodiment of a capacitive sensor with an extended linear response range is schematically illustrated in FIG 10. The dimensions in the 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 controlled shape having a slight bend. The bend permits the ends 1006a and  
30 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

WO 02/084580

PCT/US02/11453

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  
5 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  
10 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.  
15 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.  
20 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  
25 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. The force passes both out and around the ends of the slots 1124, eventually  
30 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

WO 02/084580

PCT/US02/11453

force-induced changes in the capacitive gap, and so is no longer passing through the force sensor. The supports 1126 are mounted to the surface 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.

As noted above, the present invention is applicable to touch screens and is believed to be particularly useful for reducing the sensitivity of force-based touch sensors on tangential forces. The present invention should not be considered

WO 02/084580

PCT/US02/11453

limited to the particular examples described above, but rather should 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 modifications and devices.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

**WE CLAIM:**

1. A device for determining the position of a force applied to a touch screen, comprising:

- 5        a touch member;
- a base support;
- a coupling unit coupling between the touch member and the base support, the coupling unit including a beam member connected at peripheral portions to respective beam member supports, a center portion of the beam member being substantially unsupported relative to the peripheral portions, a force path passing force between the touch member and the base support, the force path extending between the center portion of the beam member and the peripheral portions of the beam member; and
- 10      at least one sensor element disposed to measure a signal indicative of a force at the beam member location due to the force applied to the touch screen.
- 15

2. A device as recited in claim 1, wherein the coupling unit includes the at least one sensor element.

3. A device as recited in claim 1, wherein the beam member is elongated in a first direction and the elongated beam member has respective first and second ends at its peripheral portions.

4. A device as recited in claim 1, wherein the beam member is substantially disk-shaped having a disk periphery, and the peripheral portions include portions of the disk periphery.

5. A device as recited in claim 1, further comprising a rotational softener disposed on a first surface of the beam member.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

6. A device as recited in claim 5, wherein the rotational softener includes a protruding portion of the first surface of the beam member.

7. A device as recited in claim 5, wherein the rotational softener includes a portion of elastomeric material on the first surface of the beam member.

5

8. A device as recited in claim 1, wherein the beam member is disposed between the touch member and the beam member supports.

9. A device as recited in claim 8, wherein the beam member supports are integrally formed with the base support.

10

10. A device as recited in claim 1, wherein the beam member supports are disposed between the touch member and the beam member.

11. A device as recited in claim 10, wherein the beam member supports are integrally formed with the touch member.

15

12. A device as recited in claim 1, wherein the at least one sensor element comprises at least one of the beam member supports formed from a force sensitive material.

13. A device as recited in claim 1, wherein the at least one sensor element includes a capacitor formed between the beam member and an electrode on the base support.

20

14. A device as recited in claim 1, wherein the beam member includes at least a metal surface to form a first plate of the capacitor movable relative to the electrode on the base support.

15. A device as recited in claim 14, wherein the beam member is formed from a metal.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

16. A device as recited in claim 14, wherein the beam member is formed from a non-conducting material upon which is disposed the metal surface.

17. A device as recited in claim 1, further comprising a lateral softener disposed between the touch member and the base support to permit lateral movement of the touch panel relative to the at least one sensor element.

18. A device as recited in claim 1, wherein the beam member spreads force received from the touch member to the peripheral portions over a distance greater than the thickness of the beam member.

19. A method of detecting the location of a touch on a touch screen having a touch member, comprising:

10 passing at least a portion of a force applied to a first side of the touch member to one of i) a center portion of a force spreader disposed on a second side of the touch member, the center portion of the force spreader being substantially unsupported, and ii) peripheral portions of the force spreader;

15 spreading the portion of the applied force from the one of the i) the center portion of the force spreader and ii) the peripheral portions of the force spreader to the other of i) the center portion of the force spreader and ii) the peripheral portions of the force spreader; and

20 measuring a signal indicative of the portion of the applied force passed to the force spreader.

20. A method as recited in claim 19, further comprising determining the location of the touch on the touch member from the signal measured in the measuring step.

25 21. A method as recited in claim 19, wherein measuring a signal indicative of the portion of the applied force includes sensing a displacement resulting from the applied force.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

22. A method as recited in claim 19, further comprising determining a location of the touch applied to the touch member based on the signal measured in the measuring step.
23. A method as recited in claim 19, further comprising isolating a twisting moment of one of the touch member and an underlying support surface from the other of the touch member and an underlying support surface.
24. A method as recited in claim 23, wherein isolating the twisting moment includes rotating a rotational bearing disposed between the touch member and the underlying support surface.
- 10 25. A method as recited in claim 23, wherein isolating the twisting moment includes rotating an elastomeric bearing disposed between the touch member and the underlying support surface.
- 15 26. A method as recited in claim 19, wherein spreading the portion of the applied force includes spreading the portion of the applied force over a distance greater than a thickness of the force spreader.
27. A method as recited in claim 19, wherein measuring a signal indicative of the portion of the applied force includes compressing a force sensitive material and detecting a resulting change in a characteristic of the force sensitive material.
- 20 28. A method as recited in claim 19, wherein measuring a signal indicative of the portion of the applied force includes changing capacitance of a capacitor and measuring the change in capacitance.
- 25 29. A method as recited in claim 28, wherein the force spreader forms one conductive surface of the capacitor and changing capacitance of the capacitor includes moving the force spreader relative to a second conductive surface of the capacitor.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

30. A method as recited in claim 19, further comprising isolating the force spreader from tangential forces applied to the touch member.

31. A method as recited in claim 30, wherein isolating the force spreader from tangential forces includes disposing a lateral softener between the touch member and an underlying support surface.

32. A method as recited in claim 19, further comprising displaying an image to a user through the touch member.

33. A method as recited in claim 32, further comprising determining a location of a touch on the touch screen and changing the image in response to the determined location of the touch.

34. A method as recited in claim 32, further comprising displaying the image through the touch screen.

35. A method as recited in claim 32, further comprising displaying the image from an image display on the touch screen.

15

36. A system for detecting the location of a force applied to a first side of a touch member, comprising:

means for passing at least a portion of a force applied to a first side of the touch member to a center portion of a force spreading means for passing portion of the applied force disposed on a second side of the touch member, the center portion of the force spreading means being substantially unsupported, the force spreading means passing the portion of the applied force between the center portion and the peripheral portions of the force spreading means; and

means for measuring a signal indicative of the portion of the applied force passed to the force spreading means.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

37. A touch panel system for determining the location of a touch on the touch panel, comprising:
- a base support;
- a touch member coupled to the base support via coupling units, at least one of the coupling units coupling between the touch member and the base support, the coupling unit including
- a beam member connected at peripheral portions to respective beam member supports, a center portion of the beam member being substantially unsupported relative to the peripheral portions, a force path passing force between the touch member and the base support, the force path passing between the center portion of the beam member and the peripheral portions of the beam member; and
- at least one sensor element disposed to measure a signal indicative of a force at the beam member location; and
- a touch panel controller coupled to receive signals from the at least one sensor elements and to determine a location of a touch on the touch panel.
38. A system as recited in claim 37, further comprising a display unit disposed to display an image to a user, and a display controller coupled to the display unit to control the image.
39. A system as recited in claim 38, wherein the display unit is disposed below the touch panel and displays the image to the user through the touch member.
40. A system as recited in claim 38, wherein the touch panel comprises the display unit.
41. A system as recited in claim 38, further comprising a processor unit coupled to the touch panel controller and the display controller to process

WO 02/084580

PCT/US02/11453

information displayed on the display unit and information received from the touch panel controller.

42. A device for locating the position of a touch on a touch screen, comprising:

5           a touch member;  
              a receiving structure;  
              a force spreading member having a concentrated force receiving region coupled to receive a force passed into the force spreading member from the touch member, and having a force distributing region to pass the force out of the force spreading member to the receiving structure, the force distributing region having a larger area than the force receiving region, the receiving structure and force spreading member being arranged so that changes in curvature of the force spreading member arising from the force maintain loading of the force spreading through the force  
10           spreader while the force remains within a measurement range, so as to spread the force within the spreading member to substantially all of the distributing region; and  
              a sensing element disposed to detect a signal indicative of the force passing through the force spreading member.

20           43. A device as recited in claim 42, wherein the force receiving region is on a first side of the force spreading member and the force distributing region is on a second side of the force spreading member opposite the first side.

25           44. A device as recited in claim 43, wherein at least a portion of the force passing through the force spreading member passes in a direction perpendicular to the first and second surfaces.

45. A device as recited in claim 42, wherein the receiving structure is arranged to prevent contact with the force spreading member proximate the force receiving region, when the force is within the force measurement range.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

46. A device as recited in claim 42, wherein the sensing element senses a displacement arising from the force.

47. A device as recited in claim 42, wherein the sensing element is responsive to flexure of the force spreading member.

5 48. A device as recited in claim 42, wherein the receiving structure includes a cushion of low modulus material contacting the force spreading member proximate the force receiving region.

10 49. A device as recited in claim 48, wherein the receiving structure includes the force sensing element and the force sensing element passes force from the distributing region of the force spreading member to the cushion of low modulus material.

50. A device as recited in claim 42, further comprising a touch controller coupled to receive signals from the sensing element and to determine a location of a touch on the touch panel.

15 51. A device as recited in claim 50, further comprising a processor connected to receive position information from the touch controller and a display connected to receive display information from the processor.

20 52. A device as recited in claim 51, wherein the display is disposed below the touch panel to display the information through the touch panel to a viewer.

53. A device as recited in claim 51, wherein the touch panel comprises the display.

25 54. A system for locating a touch on a touch screen, comprising:  
a touch member;  
a base support;

WO 02/084580

PCT/US02/11453

5        a coupling assembly coupled between a coupling region of the touch member and the base support, the coupling assembly being rotationally unconstrained relative to one of the touch member and the base support, the coupling assembly including a beam member having a predominant plane, the beam member including a first region coupled to receive force from the touch member, the beam member further including at least one second region, the beam member receiving the force in a direction perpendicular to the predominant plane and passing the force laterally to the at least one second region, the force passing out of the beam member through the at least one second region towards a beam member support of the coupling assembly, and  
10      a sensor element responsive to the force perpendicular to the predominant plane.

55. An assembly as recited in claim 54, wherein the sensor element  
15 forms part of the beam member support and the sensor element is disposed between the beam member and the base support to receive force from the at least one second region.

56. An assembly as recited in claim 54, wherein the sensor element forms part of the beam member support and the sensor element is disposed  
20 between the touch member and the beam member to receive force from the touch member.

57. An assembly as recited in claim 54, wherein sensor element produces a detection signal in response to flexure of the beam member.

58. An assembly as recited in claim 54, further comprising a pivot  
25 disposed between the touch member and the first region of the beam member.

WO 02/084580

PCT/US02/11453

59. An assembly as recited in claim 54, further comprising a coupling block of relatively low Young's modulus material disposed between the touch member and the first region of the beam member.

60. An assembly as recited in claim 54, further comprising a touch controller coupled to receive signals from the force sensing element and to determine a location of a touch on the touch panel.

61. An assembly as recited in claim 60, further comprising a processor connected to receive position information from the touch controller and a display connected to receive display information from the processor.

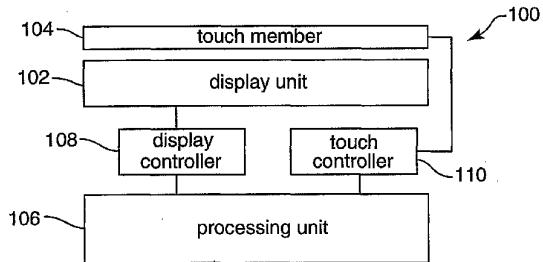
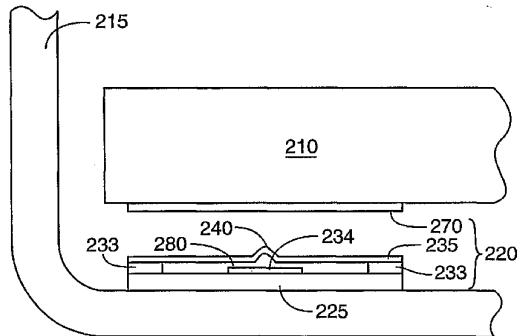
62. An assembly as recited in claim 61, wherein the display is disposed below the touch member to display the information through the touch member to a viewer.

63. An assembly as recited in claim 61, wherein the touch member comprises the display.

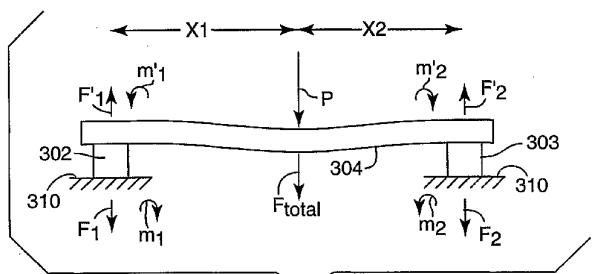
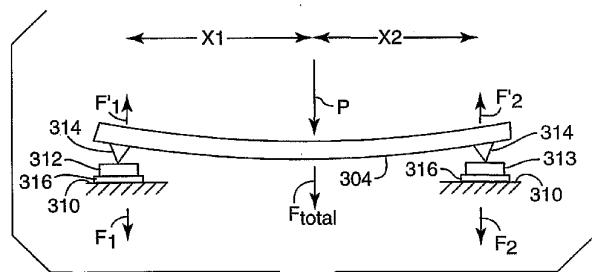
WO 02/084580

PCT/US02/11453

1/7

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

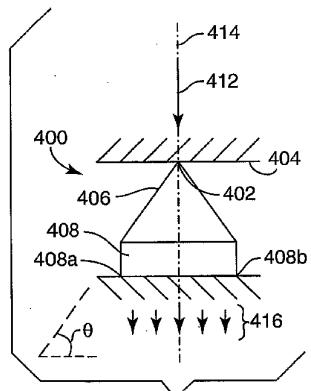
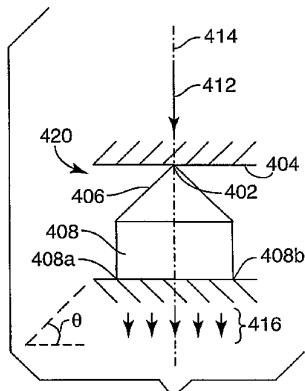
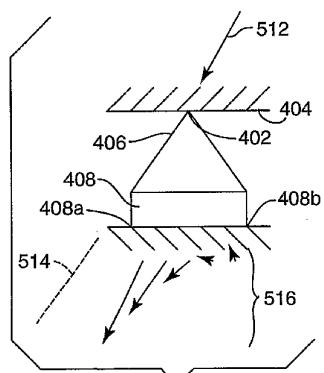
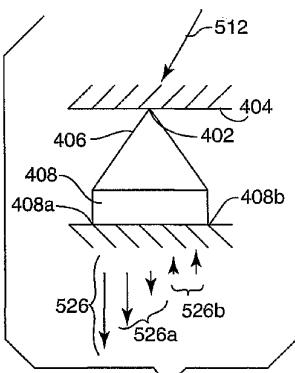
2/7

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

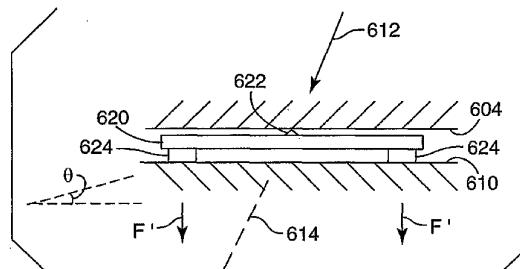
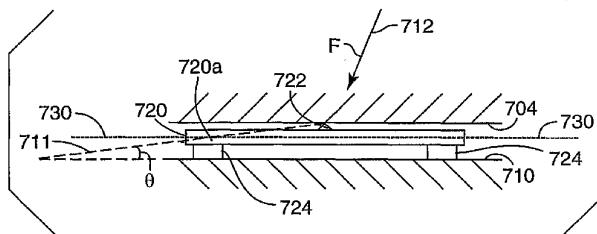
WO 02/084580

PCT/US02/11453

3/7

**FIG. 4A****FIG. 4B****FIG. 5A****FIG. 5B**

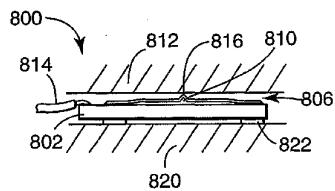
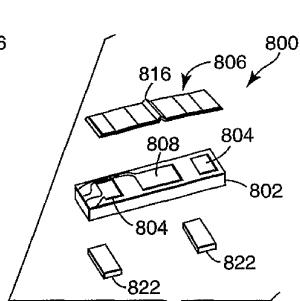
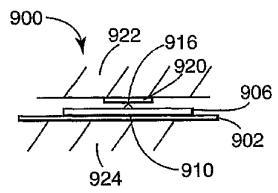
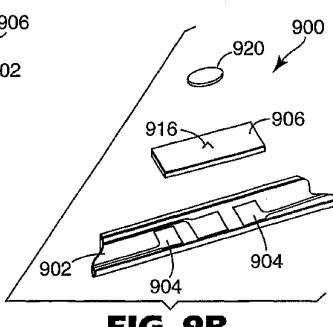
4/7

**FIG. 6****FIG. 7**

WO 02/084580

PCT/US02/11453

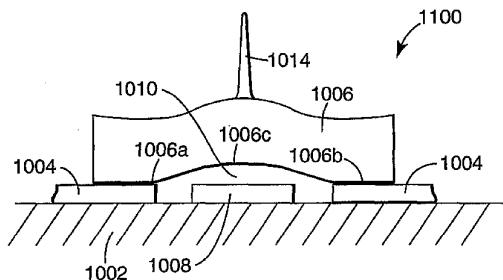
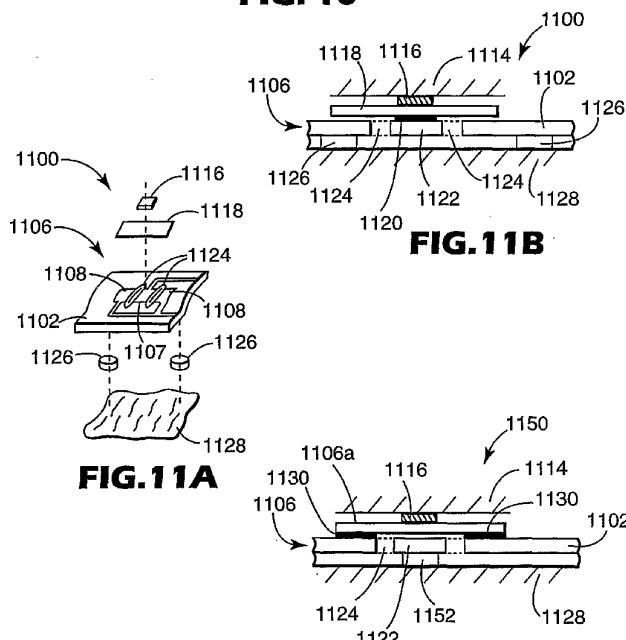
5/7

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

WO 02/084580

PCT/US02/11453

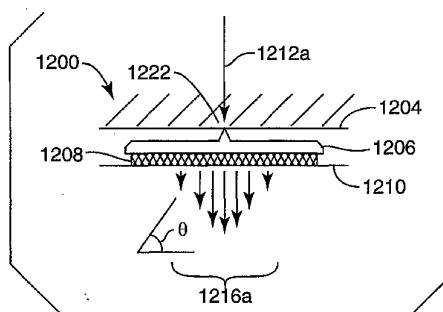
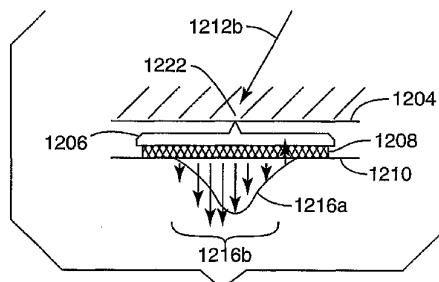
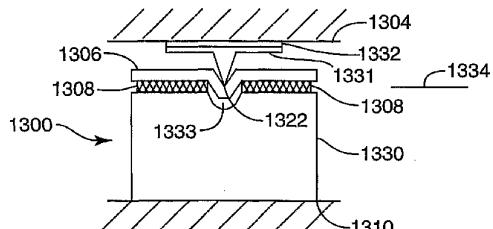
6/7

**FIG. 10****FIG. 11C**

WO 02/084580

PCT/US02/11453

7/7

**FIG 12A****FIG 12B****FIG 13**

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/US 02/11453
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G06K11/16 G01L1/14		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G06K G01L		
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 practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 348 (P-519), 22 November 1986 (1986-11-22) & JP 61 148522 A (NEC HOME ELECTRONICS LTD), 7 July 1986 (1986-07-07) abstract ---	1,19,36, 37,42,54
A	HARRIS ET AL.: "Force Concentrator for Touch Sensitive Panel Using Snap Action Switches" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 19, no. 1, 1 June 1976 (1976-06-01), page 238 XP002202295 New York, US the whole document ---	1,19,36, 37,42,54 ---/---
<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 *U* 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 concerning an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *F* document member of the same patent family		
Data of the actual completion of the international search  14 June 2002		Date of mailing of the international search report  04/07/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2290 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax. (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Durand, J

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/US 02/11453
C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 531 815 A (IBM) 17 March 1993 (1993-03-17) column 7, line 39 -column 8, line 11; figures 1,2,2A -----	1,19,36, 37,42,54

Form PCT/ISN/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

page 2 of 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT Information on patent family members			
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 61148522	A 07-07-1986	JP 1604438 C JP 2028168 B	22-04-1991 21-06-1990
EP 0531815	A 17-03-1993	CA 2072730 A1 DE 69228097 D1 DE 69228097 T2 EP 0531815 A1 JP 2096910 C JP 5215624 A JP 7117468 B	10-03-1993 18-02-1999 05-08-1999 17-03-1993 02-10-1996 24-08-1993 18-12-1995

Form PCT/ISA/210 (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 55133 - 3427 , セント ポール , ポスト オフィス ボック  
ス 33427

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