(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4589007号
(P4589007)
(45)発行日　平成22年12月1日(2010.12.1)　(24)登録日　平成22年9月17日(2010.9.17)

(51)Int.Cl.　F I
G06F 3/033 (2006.01)　G06F 3/033 330A

請求項の数 33 (全 71 頁)

(21)出願番号	特願2003-585063 (P2003-585063)
(86)(22)出願日	平成15年4月14日 (2003.4.14)
(65)公表番号	特表2005-522798 (P2005-522798A)
(43)公表日	平成17年7月28日 (2005.7.28)
(86)国際出願番号	PCT/US2003/011614
(87)国際公開番号	WO2003/088204
(87)国際公開日	平成15年10月23日 (2003.10.23)
審査請求日	平成18年4月7日 (2006.4.7)
(31)優先権主張番号	60/372,216
(32)優先日	平成14年4月12日 (2002.4.12)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　504381342
オバーマイヤー,　ヘンリー　ケイ.
アメリカ合衆国　コロラド　８０５４９,
ウェリントン,　ウエスト　カウンティ
ロード　７４　３０３
(73)特許権者　504381353
オバーマイヤー,　フリッツ　エイチ.
アメリカ合衆国　コロラド　８０５４９,
ウェリントン,　ウエスト　カウンティ
ロード　７４　３０３
(73)特許権者　504381364
オバーマイヤー,　レスリー　アール.
アメリカ合衆国　コロラド　８０５４９,
ウェリントン,　ウエスト　カウンティ
ロード　７４　３０３
最終頁に続く

(54)【発明の名称】多軸ジョイスティックおよびそのためのトランスデューサー手段

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
少なくとも６個の基準座標系に関する入力を受信することが可能な入力エレメントと、
前記入力の受信中に、放射を発することが可能な放射源からの放射を反射する複数の反射器であって、前記放射は、前記複数の反射器に入射される、複数の反射器と、
複数の反射放射検出器であって、前記複数の反射放射検出器のそれぞれは、前記複数の反射器のうちの１つに対応しており、前記複数の反射放射検出器のそれぞれは、前記複数の反射器のうちの前記対応する１つからの放射を検出する、複数の反射放射検出器と、
前記放射源からの放射が入射される複数の比較的非反射性のエレメントであって、前記少なくとも１つの比較的非反射性のエレメントのそれぞれは、前記複数の反射器のうちの少なくとも１つに隣接している、複数の比較的非反射性のエレメントと
を含み、
前記複数の比較的非反射性のエレメントのそれぞれは、前記少なくとも１つの隣接している反射器のそれぞれと共に少なくとも１つの境界を形成し、前記少なくとも１つの境界において、反射性から比較的非反射性への変化があり、
前記複数の比較的非反射性のエレメントのそれぞれと前記少なくとも１つの隣接している反射器との前記少なくとも１つの境界に直交する方向における前記放射の移動に前記入力が影響を与える場合に、前記複数の反射放射検出器のうちの少なくとも１つによって受信される反射された放射の明るさが変化する、多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項２】

前記少なくとも１つの境界は、少なくとも１つの急な境界を含む、請求項１に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項３】
前記放射源は、電磁放射源を含む、請求項１に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項４】
前記少なくとも６個の基準座標系は、少なくとも３個の並進運動基準座標系を含む、請求項１に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項５】
前記少なくとも６個の基準座標系は、少なくとも３個の回転座標系を含む、請求項１に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項６】
前記少なくとも６個の基準座標系は、３個の並進運動基準座標系と３個の回転基準座標系とを含む、請求項１に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項７】
少なくとも１つの境界は、少なくとも２つの境界を含む、請求項１に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項８】
前記少なくとも２つの境界は、少なくとも２つの実質的に直交する境界を含む、請求項７に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項９】
前記少なくとも２つの境界は、ジグザグ形になっている、請求項７に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項１０】
前記複数の反射器は、前記放射源に関して半径方向外に確立されている、請求項１に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項１１】
前記入力エレメントは、ジョイスティックを含む、請求項１に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項１２】
前記反射器は、反射性のファセットを含む、請求項１に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項１３】
複数の内部の反射器に入射される放射を発する放射源を含むジョイスティックであって、前記複数の内部の反射器のそれぞれが、オペレータからの変化する入力に応答して、少なくとも６自由度で変化する態様で、変化する反射光学信号を対応する反射放射センサーに反射し、前記対応する反射放射センサーは、前記変化する反射光学信号の少なくとも一部を感知し、前記放射源および前記複数の内部の反射器は、少なくとも６自由度で互いに対して移動することが可能である、ジョイスティック。
【請求項１４】
前記放射源は、可視光放射源を含む、請求項１３に記載のジョイスティック。
【請求項１５】
前記変化する反射光学信号は、イメージ感知エレメントのアレイに入射したイメージとして検出される、請求項１３に記載のジョイスティック。
【請求項１６】
前記対応する反射放射センサーのそれぞれは、光検出器を含み、前記放射源は、時間的に順序付けされた複数の発光体を含む、請求項１３に記載のジョイスティック。
【請求項１７】
少なくとも６個の基準座標系に関する入力を受信することが可能な入力エレメントと、
複数の内部の反射器であって、前記複数の内部の反射器のそれぞれは、
（ａ）前記入力が放射源に対する前記複数の内部の反射器の移動を引き起こし、

（ｂ）前記放射源から入力非依存の放射を受信するように
確立されている複数の内部の反射器と、
複数の反射放出検出器であって、前記複数の反射放射検出器のそれぞれは、前記複数の内部の反射器のうちの１つに対応している、複数の反射放射検出器と
を含み、
前記放射源は、前記複数の内部の反射器に入射される放射を発することが可能であり、
前記複数の反射放射検出器のそれぞれは、前記複数の内部の反射器のうちの対応する１つによって反射された放射を受信するように確立されている、多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項１８】
前記入力エレメントは、少なくとも６個の基準座標系に関する入力を受信することが可能な少なくとも６連の入力エレメントを含む、請求項１７に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項１９】
前記放射源は、電磁放射源を含む、請求項１７に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項２０】
前記少なくとも６個の基準座標系は、少なくとも３個の並進運動基準座標系を含む、請求項１７に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項２１】
前記少なくとも６個の基準座標系は、少なくとも３個の回転座標系を含む、請求項１７に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項２２】
前記少なくとも６個の基準座標系は、３個の並進運動基準座標系と３個の回転基準座標系とを含む、請求項１７に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項２３】
前記放射源からの放射が入射される複数の比較的非反射性のエレメントをさらに含む、請求項１７に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項２４】
前記複数の比較的非反射性のエレメントのそれぞれは、少なくとも１つの隣接している内部の反射器と共に少なくとも１つの急な境界を形成し、前記少なくとも１つの急な境界において、反射性から比較的非反射性への急な変化がある、請求項２３に記載の多軸トランスデューサ装置。
【請求項２５】
前記複数の比較的非反射性のエレメントのうちの少なくとも１つの前記少なくとも１つの急な境界は、少なくとも２つの急な境界を含む、請求項２４に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項２６】
前記少なくとも２つの急な境界は、少なくとも２つの実質的に直交する急な境界を含む、請求項２５に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項２７】
前記少なくとも２つの急な境界は、ジグザグ形になっている、請求項２５に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項２８】
前記複数の反射器は、前記放射源に関して半径方向外に確立されている、請求項１７に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項２９】
前記入力エレメントは、ジョイスティックを含む、請求項１７に記載の多軸入力トランスデューサ装置。
【請求項３０】

前記複数の内部の反射器のそれぞれは、環状の反射性のエレメントを形成している、請求項１７に記載の多軸入力トランスデューサ装置。

【請求項３１】

前記複数の内部の反射器のそれぞれは、前記入力が前記複数の反射放射検出器のうちの対応する１つに対する前記複数の内部の反射器のそれぞれの移動を引き起こすようにさらに確立されている、請求項１７に記載の多軸トランスデューサ装置。

【請求項３２】

前記内部の反射器は、内部のミラー・ファセットを含む、請求項１７に記載の多軸トランスデューサ装置。

【請求項３３】

少なくとも６個の基準座標系に関する入力を受信することが可能な入力エレメントと、

前記放射源からの入力非依存の放射を受信するように確立されている環状の反射性のエレメントと、

複数の反射放射検出器であって、前記環状の反射性のエレメントによって反射される放射を受信するように確立される複数の反射放射検出器と

を含み、

前記放射源は、前記環状の反射性のエレメントに入射される放射を発することが可能であり、

前記環状の反射性のエレメントは、前記放射源を囲むように確立されている、多軸入力トランスデューサ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本出願は、国際出願であって、２００２年４月１２に出願された米国仮出願第６０／３７２，２１６号の利益を主張するが、これは参照により本書に取り入れられる。

Ｉ．　技術分野

本発明は、コンピュータの制御、コンピュータ援用設計の分野におけるコンピュータ・グラフィックス・アプリケーションの制御、コンピュータ・ゲームの制御、及び建設機器、ロボット・マニピュレータ、車両等の機械の制御（これらに限定されない）に用いられるジョイスティック等の多軸入力装置に関する。ここに開示される多軸光学式位置トランスデューサは、特に小サイズ或いは低コストが重要である他の多くの分野に応用され得るものである。

【背景技術】

【０００２】

ＩＩ．　背景

商業的に成立し得る６軸ジョイスティックを開発するために多くの試みが為されてきた。従来技術のデザインは複雑であったので、コンピュータ援用設計や他の高価値の産業アプリケーション或いは商業アプリケーションに限って手ごろであるに過ぎないような高価な製品がもたらされた。“ＳｐａｃｅＯｒｂ（登録商標）”は、スペーステックＩＭＣ社（Ｓｐａｃｅｔｅｃ　ＩＭＣ　Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎ）により開発されて１９９０年代後半の数年間にわたってコンピュータゲーミング周辺装置として販売されたものであるが、おそらくは複雑であること、及びおよそ５０ドルから１００ドルの小売価格に比べての製造コストの故に、結局は中止されてしまった。刊行日付けでスペーステックＩＭＣ社に譲渡されたスペーステックのＳｐａｃｅＯｒｂ（登録商標）に関連する特許は、ヒルトン（Ｈｉｌｔｏｎ）の米国特許第５，５９１，９２４号、ヒルトンらの米国特許第５，７０６，０２７号、ヒルトンらの米国特許第５，７９８，７４８号を含む。ヒルトンには、刊行日付けでスペーシャルシステムズＰｔｙ社（Ｓｐａｔｉａｌ　Ｓｙｓｔｅｍｓ　Ｐｔｙ　Ｌｉｍｉｔｅｄ）に譲渡された同じ分野の前の特許、米国特許第４，８１１，６０８号、も与えられた。ロジテック（Ｌｏｇｉｔｅｃｈ）（これはスペーステックＩＭＣ社を買収したかも知れない）により現在提供されている６軸装置は、Ｓｐａｃｅｂａｌｌ（登録

商標）及びＳｐａｃｅｍｏｕｓｅ（登録商標）を含むが、これらの２００２年１月の小売価格はそれぞれ５００ドルであった。

【０００３】

６軸装置において光学式位置トランスデューサを使おうとする他の試みが為された。例えば、サルクディンら（Ｓａｌｃｕｄｅａｎ　ｅｔ　ａｌ）の米国特許出願第２００１０００３８３８０号は、ジョイスティックの静止エレメント及び可動エレメントの両方に取り付けられる光源及びセンサーの使用を開示している。この様な方式は、おそらく不必要な構造の複雑さを必要とすると共に、可撓性接続部を必要とする可動電気コンポーネントを必要とするために、おそらく信頼性が低くてあまり頑丈でない装置がもたらされるであろう。

【０００４】

６軸又は多軸の制御を達成するために他の多くの方法が利用されている。例えば、在来の金属箔歪みゲージに基づき、また抵抗線歪みゲージも用いる多軸入力装置も作られている。この様な装置は、本質的におそらく力入力装置であって、オペレータに有益な曲げ撓みフィードバックを全く提供し得ないであろう。この様な装置からの主要な信号は、おそらく、慎重なシールドを必要とすると共に、その後に、歪みゲージの本質的に低いゲージ率を補うために増幅を必要とするであろう。

【０００５】

ジェンキンス（Ｊｅｎｋｉｎｓ）の米国特許第４，７６，５２４号とセルカー（Ｓｅｌｋｅｒ）の米国特許第５，７６７，８４０号とは、歪みゲージの使用が開示されている従来技術の例である。この様な歪みゲージの使用は、温度誘起されるエラー及び低いゲージ率によって複雑となる可能性があり、これら両方が信号処理及び信号シールドの困難度をいっそう高めかねない。更に、おそらく、許容可能な歪みはオペレータにとっては殆ど知覚できないであろうし、有益で望ましい曲げ撓みフィードバックがオペレータに与えられることはないであろう。更に、歪みが小さいので、おそらく、歪みゲージの過負荷を防止するために機械的ストップを用いることはできないであろう。歪みゲージは、負荷に関して安全係数を包含するようなサイズにされ得るけれども、それは、おそらく、既に悪いゲージ率をいっそう悪くするであろう。歪みゲージを使用する装置は、たとえ安全係数を持っているとしても、子供が床に落とすことが良くあるコンピュータ・ゲームなどのアプリケーションには向いていないであろう。

【０００６】

従来技術の他の６軸ジョイスティック・デザインは、複数の線形可変差動変圧器、可変インダクター、或いはその他の線形離散機械的変位トランスデューサを利用する。これら６軸入力装置のうちの或るものはスチュワート・プラットフォーム構成のスプリング・センターＬＶＤＴ（線形可変差動変圧器）に基づいている。この様な装置は、おそらく、本発明によって作られた６軸入力装置の経済的で頑丈な構造と比べると高価で壊れやすいであろう。従来技術の多数の機械的接合箇所は、おそらく、精度とコストとの兼ね合いをもたらすであろう。

【０００７】

いろいろなスチュワート・プラットフォーム型の簡易化された装置の例がスンディン（Ｓｕｎｄｉｎ）の米国特許第６，３２９，８１２Ｂ１号に開示されており、この特許ではコストという重要な考慮事項が扱われている。しかし、無線周波数干渉から保護する必要があり、また隣り合う誘導性スプリング同士の干渉効果があるために、全体として複雑になることは避けられないであろう。スンディンのデザインの別の欠点は、多数のスプリングがあるために、建設機器或いは移動する車両と共同して使用される場合に許容し得ない共振振動を被るアセンブリーが得られるという結果になりかねないことである。その様な振動は、おそらく、そのスプリングにおけるアクティブ・グリップの共振を含み、或いはスプリング自体の中での横モード振動又は高次振動を含むであろう。

【０００８】

もう一つの公知６軸ジョイスティックは、複数の磁気感知コイル及び多数の可動磁石か

ら構成され得るものである。磁気位置検出を開示している特許の例は、エンド（Ｅｎｄｏ）の米国特許出願第２００１００５５００２号及びホイトら（Ｈｏｙｔ　ｅｔ　ａｌ）の米国特許第５，６８７，０８０号とを含む。これらのデザインは、おそらく、本発明より遥かに複雑で高価となりかねず、また周囲の磁束からの固有の保護を提供し得ないであろう。

【０００９】

もう一つの方法は、米国特許第５，７４９，５７７号及びカウチら（Ｃｏｕｃｈ　ｅｔ　ａｌ）の米国特許第６，０３３，３０９号に開示されているように６軸制御を達成するために２つの３軸コントローラを結合することである。この様な方法は、おそらく、本発明よりは高価で、また直感的な６軸インターフェースを欠くであろう。

【００１０】

従来技術によって作られた装置のうちの多くはサイズが大きいので、おそらく、水平回転軸と水平並進運動軸との偶発的で望ましくない結合をもたらすであろう。この様な結合があるために、おそらく、後に信号処理による対角化が必要とされ、この対角化には装置の精度及びダイナミック・レンジの対応する損失が伴う。この様な従来技術デザインを小型化するためには費用及び技術上の障害があるので、この様な望ましくない結合を回避することは従来技術においては困難だったであろう。

【００１１】

従来技術の６軸ジョイスティックのトランスデューサ・システムは、他の制御ハンドル又はグリップの延長部として配置するためにキーボード又は手持ち式コンピュータに組み込んだり、或いはサリナス（Ｓａｌｉｎａｓ）の米国特許第Ｄｅｓ．３８１，７０１号に開示されているジョイスティックなどの在来のジョイスティックの中にユーザーの手の中心付近で囲い込むなどの多くのアプリケーションのためには一般に物理的に大きすぎたり重過ぎたりするであろう。

【００１２】

飛行機を操縦しているとき、トラックボール使用中に手を安定させる必要があることが認められている。ダッソー・エビエーション（Ｄａｓｓａｕｌｔ　Ａｖｉａｔｉｏｎ）は、乱流飛行条件下で信頼できる（２軸）コックピット表示カーソル制御を促進するためにパーム・レストを含むように在来の２軸トラックボールを改造している（プロフェッショナルパイロット・マガジン（ＰＲＯＦＥＳＳＩＯＮＡＬ　ＰＩＬＯＴ　ｍａｇａｚｉｎｅ）／２００２年１月号）。従来技術の６軸装置は、おそらく、その様なパーム・レストの中に組み込むにはかさばりすぎるであろう。実際、従来技術の多くの６軸入力装置は、最早スティックには似ておらず、従って”ジョイスティック”とさえ呼べないほどかさばったであろう。

【００１３】

ホール効果感知などの何らかの形の磁場測定を利用する種々の多軸入力装置或いは“ジョイスティック”が知られている。ホール効果感知を開示している多軸入力装置或いはジョイスティックに関連する特許の例は、ホイトら（Ｈｏｙｔ　ｅｔ　ａｌ）の米国特許第５，９５９，８６３号及びホイトらの米国特許第５，６８７，０８０号を含む。エンド（Ｅｎｄｏ）の米国特許出願２００１／００５５００２も、多軸コンピュータ入力装置のためのホール効果感知の使用を開示している。

【００１４】

シュミン・ザイ博士（Ｓｈｕｍｉｎ　Ｚｈａｉ，Ｐｈ．Ｄ．）による６軸ユーザー・インターフェースという主題に関する幾つかの論文が刊行されている。それは、「６自由度入力制御における人の動作、３Ｄグラフィックスにおける相互作用（Ｈｕｍａｎ　Ｐｅｒｆｏｒｍａｎｃｅ　ｉｎ　Ｓｉｘ　Ｄｅｇｒｅｅ　ｏｆ　Ｆｒｅｅｄｏｍ　Ｉｎｐｕｔ　Ｃｏｎｔｒｏｌ，Ｉｎｔｅｒａｃｔｉｏｎ　ｉｎ　３Ｄ　Ｇｒａｐｈｉｃｓ）」及び「３Ｄ入力装置デザインに関連するユーザーの動作（Ｕｓｅｒ　Ｐｅｒｆｏｒｍａｎｃｅ　ｉｎ　Ｒｅｌａｔｉｏｎ　ｔｏ　３Ｄ　Ｉｎｐｕｔ　Ｄｅｖｉｃｅ　Ｄｅｓｉｇｎ）」を含む。

【００１５】
本発明の目的は、現在の多軸コンピュータ入力装置に代わる低コストで頑丈な代替物を提供することである。特に、本発明の目的は、コンピュータ・ゲームと関連させて使用するために魅力的であるほど充分に低コストであって、且つ、産業アプリケーション（これに限定はされない）に用いるために充分に単純で頑丈な装置を提供することであって良い。現在利用し得る装置は、コンピュータ・ゲーミング産業のためには法外に高価であって、典型的な建設機器アプリケーションのためにはあまりに壊れやすいであろう。対照的に、本発明は、可動部分を２つだけ必要とするに過ぎず、それらは、例えば、単純なコイルバネと反射性内面を有する単純なプラスチック・ノブとであって良い。本発明のプラスチック・ノブは、普通の懐中電灯反射器とほぼ同じ製造コストを有するであろう。本発明の総製造コストは、他の如何なる従来技術６軸ジョイスティックの製造コストより顕著に低コストであり得、また、実際、典型的２軸ジョイスティックの製造コストより低コストであろう。
【００１６】
本発明の他の目的は、なるべく少ないコンポーネントから成る単純で製造しやすい６軸コンピュータ入力装置を提供することであろう。好ましいデザインは全ての（例えば７個）トランスデューサを単一の印刷回路基板に又はモノリシック電気－光学パッケージに組み込むことができる。
【００１７】
本発明の他の目的は、良好な条件付き変換方程式をもたらすためにグリップ及びユーザーの手及び手首に対して高分解能のトランスデューサ・エレメントを最適に位置決めすることによって高品質で高精度の信号を提供することであろう。
【００１８】
本発明の他の目的は、機械類及び建設機器などの制御のようなアプリケーションに適する丈夫で頑丈な多軸入力装置を提供することであろう。
【００１９】
本発明の他の目的は、多軸制御が技術的に不充分で商業的に魅力が無かったような分野で産業用及び建設用機器アプリケーション一般における制御を高めることを可能にすることであろう。
【００２０】
本発明の他の目的は、従来技術デザインの場合にしばしばそうであるように手首回転の尺骨及びとう骨平行軸（ｐａｒａｌｌｅｌ－ｔｏ－ｔｈｅ－Ｕｌｎａ－ａｎｄ－Ｒａｄｉｕｓ－ｂｏｎｅｓ　ａｘｉｓ）の下に配置されるのではなくて該軸と一直線をなし、ゲーミング・ジョイスティックのハンドルの内部中央に配置され得るように充分にサイズの小さいトランスデューサ・エレメントを提供することであろう。
【００２１】
本発明の他の目的は、アクティブ・グリップの簡単な指先操作を可能にするために充分に小型であって、同時に、該多軸ジョイスティック機能を陸上、水中、空中又は宇宙で移動している乗り物の中で安全に使用し得るようにユーザーの手及び腕を安定させるために必要になる可能性のある動かないグリップ・エレメント又はパーム・レストのためにユーザーの手の中にスペースを残せるようになっているトランスデューサ・エレメントを提供することである。
【発明の開示】
【課題を解決するための手段】
【００２２】
ＩＩＩ．　発明の開示
上記目的を達成するように設計された種々の実施態様は次のように要約される。
【００２３】
即ち、一実施態様では、本発明は、６個ほどのミラー・ファセットが固定されていて例えばコイルバネに弾性的に取り付けることのできる可動“アクティブ・グリップ”から構

成され得る。１つ以上の発光体及び１つ以上の光検出器から構成される光トランスデューサ・アレイを、可動ミラー・ファセット・アセンブリーから短距離だけ離隔させて該アセンブリーと対向させて、固定的に装置することができる。ミラー・ファセット経由の該発光体及び該光センサーを結合させる６個のユニークな光路の長さは、光トランスデューサ・アレイに対するアクティブ・グリップ及びそのミラー・ファセットの自由度６の座標を定めることができる。各光路の端において光検出器により測定された輝度は一般に該光路長さの逆二乗関数であろう。アクティブ・グリップのいずれかの軸に関しての並進運動又は回転運動は、変更された輝度パターンをもたらすであろう。輝度パターンは、例えばディジタルコンピュータで使用される電子形に変換されても良く、或いは光ファイバー・ケーブルに沿ってアナログ輝度信号として伝送されても良い。

【００２４】

一般に、発光体及び光検出器の位置についての以下の記述は、単なる例示に過ぎなくて、本発明の開示又はいずれかのクレームの解釈に関して限定をすることを意図したものではない。特に、発光体と光検出器との相対的位置は、殆ど全ての場合に、交換可能である。或る場合には、個々の装置がそれぞれ発光体及び検出器の両方として機能することができる。電気回路構成の簡単な変更によって、発光体及び検出器としての地位を容易に交換することができる。例えば、単一の検出器を６個の発光体が囲む場合には、検出器によって生成された信号を唯一の光路及びそれに対応する発光体と関連付けることができるように発光体を一度に１つだけ生かすことができる。この様な構成を有利に用いて、プログラマブルなインターフェース・コントローラ又はその他の信号変換装置において必要とされるアナログ・ディジタル変換チャネルの数を１つだけに減らすことができる。この様な構成は、普通のコンポーネントと公知の電子工学原理を用いて達成することができるものである。

【００２５】

“発光体”及び“光検出器”という用語は、広く解されるべき用語であって、光が本発明により考慮される装置の中で光が発生し或いは消滅するか否かに関わらず、光又は光を伝えるインターフェースを向けたり変換したりする任意の手段又はエレメントを含むように意図された用語である。例えば、日光を用いてターゲットを照明することができ、それはこのポイントから複数の可動ミラーへ反射し、それはここから更に光受容器へ反射され、ここからそれは何らかの境界を越えて光ファイバー・ケーブルにより光として案内されて遠方の位置へ更に伝送されて良い。発光体の例は、可視光及び赤外光を含む任意の波長の発光ダイオード、レーザー・ダイオード、ガス放電管、白熱光電球、及びその他の今日知られているか或るいは知られていない同等のエレメントを含んで良いが、これらに限定はされない。検出器の例は、フォトダイオード、フォトトランジスター、硫化カドミウム光抵抗器、光起電力電池、光電管、及びその他の今日知られているか或いは知られていない同等の手段を含む。本明細書で使用される次の用語は、それらの在来の意味で使用されて良く、また、次の付加的な示唆的意味を持っても良い。“スチュワート・プラットフォーム”という用語は、フライト・シミュレータ用の運動プラットフォームとして一般的に使用されているタイプの“ヘキサポッド（ｈｅｘａｐｏｄ）又は八面体平行リンク機構を含んで良い。

【００２６】

“スレーブ・プラットフォーム”という用語は、複数の遠隔制御アクチュエータによって或いは、コンピュータ・モデルの操作の場合には、その仮想同等物によってその位置が制御されるプラットフォームを含んで良い。

【００２７】

“感知アセンブリー”という用語は、１つ以上の別々のセンサー又は単一の多軸感知エレメントのアセンブリーを含んで良い。

【００２８】

“センサー・ベース”という用語は、感知アセンブリーが取り付けられている相対的に動かない物体を含んで良い。

【００２９】
“センサー・プラットフォーム”という用語は、該装置の、“アクティブ・グリップ”を含むオペレータによって動かされる部分を含んで良い。
【００３０】
“アクティブ・グリップ”という用語は、該装置の、位置がオペレータによって動かされ、その運動が出力信号を変化させるようになっている可動部分を含んで良い。
【００３１】
“復元エレメント”という用語は、歪める力が除去された後に移動プラットフォームを最小エネルギー位置に復帰させることに寄与するバネ又は弾性構造などの装置を含んで良い。
【００３２】
“復元システム”という用語は、歪める力が除去された後に移動プラットフォームを最小エネルギー位置に復帰させる１つ以上の“復元エレメント”から構成されるシステムを含んで良い。
【００３３】
“構造光”という用語は、他に特徴の無い表面の空間内での位置を他の有利な位置から取られたイメージとして測定するために使用され得る固定された、好ましくは高コントラストのパターンで投射された光を含んで良い。
【００３４】
“ＭＥＭＳ”という用語は、電子集積回路チップに用いられているのと同様の方法で製造され包装された１つの部類の小型機械装置を指す。
【００３５】
“ＣＣＤアレイ”という用語は、ビデオカメラ及び電子スチールカメラに一般的に用いられている、電荷結合素子に基づく光学イメージ感知装置を指す。
【００３６】
発光体及び光検出器に対して使用される“サイド・ルッキング”という用語は、回路基板搭載可能なパッケージ内で回路基板の平面にほぼ平行な光の発射又はその様な光に対する感受性をもたらすように向けられた装置に関連する。
【００３７】
“ジョイスティック”という用語は、任意のハンドル、ノブ又はその他の装置の運動又は前記装置への力の作用についての電気的、光学的、電磁的、又はその他の信号表示を生じさせるように物理的に掴み、かみ合わせ、或いは物理的に動かすことのできる前記の任意のハンドル、ノブ又はその他の装置を広く包含することができる。
【００３８】
“空間的に変化する反射率”という用語は、反斜面の辺縁、表面の変化するミラー面性、表面の変化する反射率、表面の変化する色、透明な特徴物、不透明な特徴物、グレースケール特徴物、バーコード特徴物、印刷特徴物、プリズム・エレメント、屈折性エレメント、等を含んで良い。
【００３９】
本発明の一側面によれば、アクティブ・グリップはミラー又はプリズムなどの光学エレメントのシステムを取り入れることができ、これは１つ以上の光源と１つ以上の光検出器との間の光路を制御する。
【００４０】
本発明の別の側面によれば、アナログ・ディジタル変換要件を単一のチャネルに減少させるために、複数のスイッチングされる光源と関連させて単一の光検出器を用いることができる。
【００４１】
本発明の別の側面によれば、複数のスイッチングされる光源と関連させて複数の光検出器をより少数（例えば１個）のアナログ入力チャネルに並列に接続することができ、これによりアナログ・ディジタル変換チャネルの所要の数を減らすことができる。

【００４２】
本発明の他の側面によれば、７セグメントＬＥＤパッケージに類似する構成を持って良い単一のモノリシック光トランスデューサ・パッケージが発光体及び光検出エレメントのいずれか一方又は両方として機能することができる。
【００４３】
本発明の別の目的に従って、６個の赤外線発光ダイオードと１つ以上のフォトダイオードとを印刷回路基板に搭載することができ、この基板に、後に透明な導波路がモールドされると共に、この基板上に不透明な材料をモールドすることができ、この様にしてコンパクトで頑丈な電気光学パッケージを作ることができる。
【００４４】
本発明の別の目的に従って、該赤外発光ダイオード及びフォトダイオードを印刷回路基板に同一平面的に搭載することができ、導波路は、トランスデューサの対称軸からほぼ放射方向に光を投射する内部反射面を取り入れることができる。
【００４５】
本発明の別の側面によれば、アナログ装置のＰＩＣなどの単一の処理チップを光学トランスデューサと共にトランスデューサのパッケージの中に埋め込むことができる。この手段により、発光体の所要の順序制御、データのスケーリング及び正規化、及び出力信号の効率的ディジタル伝送を人間工学的に適応可能でコンパクトな装置の中で達成することができる。
【００４６】
本発明の別の側面によれば、ＣＣＤアレイなどのイメージ検出器を用いて、可動グリップの多軸位置により制御されるイメージの位置を測定することができる。
【００４７】
本発明の別の側面によれば、ドアを通して訪問者を前もって見るために使われるタイプなどの非常に広角のレンズを用いて、可動グリップの内面の位置感応イメージを在来のＣＣＤアレイなどのイメージ・トランスデューサ上に投射することができる。
【００４８】
本発明の別の側面によれば、可動グリップの内部は、反射領域及び非反射領域のほぼ三つ葉形をなすパターンを特徴とすることができる。
【００４９】
本発明の別の側面によれば、ジョイスティックの第１可動部分（例えばベース）に取り付けられたＣＣＤアレイを用いて、前記ジョイスティックの第２可動部分（例えばグリップの内部）で例えば３つの点までの球面角を測定することができる。３つの相対的に可動の点の各々についての２つの球面角は６つのデータ信号を構成し、該信号は、例えば本書に開示されている一般的方法によって割合に容易に処理され得る。本発明の別の側面によれば、第１可動部分の照明は、位置感応イメージをＣＣＤアレイ上に焦点合わせするために使われるレンズ手段と同軸に置かれる第２可動部分に固定された発光体によって行われて良い。
【００５０】
本発明の別の側面によれば、可動グリップの内部は、ほぼ多葉形をなす反射領域及び非反射領域のパターンを特徴とすることができる。
【００５１】
本発明の別の側面によれば、構造パターンの光を、第１エレメントから、該第１エレメントに対して多軸で可動の第２エレメント上に投射することができる。その結果としての照明パターンを用いて、例えば該第１エレメントに取り付けられている検出器又は撮像装置によって前記の第１及び第２のエレメントの相対的多軸位置を決定することができる。この様な構成を用いて、空間的に変化する反射率を有する第２エレメント表面を必要とせずに反射性の第２エレメントの相対位置を決定することができる。
【００５２】
本発明の別の側面によれば、本書に開示されているモノリシック光トランスデューサ・

パッケージは、１つ以上のバネを固定するためのエレメントを含むことができる。

【００５３】

本発明の別の側面によれば、発光体及び光検出器は、一体的コリメーティングレンズと共により安価に入手することができるものであるが、例えば印刷回路基板に固定されることによって定位置に保たれながら不透明な絶縁化合物に埋め込まれても良く、その場合には、後に、適切な光学面を作るために１つのアセンブリーとして機械加工又は研磨されて良い。

【００５４】

本発明の別の側面によれば、印刷回路基板の周辺にサイド・ルッキング発光体及びサイド・ルッキング・フォトダイオードを外に向けて交互に配置することができ、前記回路基板は、少なくとも２つの可動エレメントのうちの第１の可動エレメント（好ましくはベース）に取り付けられる。該第２エレメント（好ましくはグリップ）は、該第１エレメントに対して多軸で可動であり、必要な放射状運動を可能にするために適切な距離を置いて該第１エレメントをほぼ囲む反射手段を含む。該反射手段は、例えば円筒形、球形、又はトロイド形のパターン付き表面であって良い。

【００５５】

本発明の別の側面によれば、光検出器は並列に接続されて良い。

【００５６】

本発明の別の側面によれば、反射手段は、空間的に変化する反射率を有するほぼ円筒状のミラーであって良い。

【００５７】

本発明の別の側面によれば、反射手段は、空間的に変化する反射率を有するほぼトロイド形のミラーであって良い。

【００５８】

本発明の別の側面によれば、反射手段は、例えば逆反射型の、複数の円錐形反射面であって良い。

【００５９】

本発明の別の側面によれば、反射手段は多角形であって良い。

【００６０】

本発明の別の側面によれば、反射手段はほぼ球形であって良い。

【００６１】

本発明の別の側面によれば、可動グリップに復元力を提供するために単一のほぼ平らなバネを用いることができる。

【００６２】

本発明の別の側面によれば、前記のほぼ平らなバネは、組み立て時にグリップとベースとの整列を制御する穴などの明確な位置決め特徴物を備えて良い。

【００６３】

本発明の別の側面によれば、前記のほぼ平らなバネと関連してほぼ平らなベローズ手段を設けることができる。

【００６４】

本発明の別の側面によれば、ベースに対するグリップの移動の範囲を制限するために、グリップの非円形の穴が非円形のトランスデューサ支持ペデスタルに係合して良い。

【００６５】

本発明の別の側面によれば、前記の非円形穴はほぼ平行な側を有するスロットであり、ペデスタルは、類似するけれどもより小さな横断面を有する。

【００６６】

本発明の別の側面によれば、発光手段及び／又は光検出手段のために７セグメントＬＥＤ数字ディスプレイなどの標準的ＬＥＤディスプレイ・パッケージの使用を容易にするために適切な反射エレメントを設けることができる。

【００６７】

本発明の別の側面によれば、標準的マルチ・セグメントＬＥＤの実効幾何学的位置を６面等大アレイなどのより適切な運動トランスデューサ構成に変更するために光導波路を使用することができる。

【００６８】

本発明の別の側面によれば、斜面やフレネルレンズなどの屈折エレメント又はレンズ手段を該光トランスデューサ・アレイと一体化させ又はその上に配置することができる。

【００６９】

本発明の別の側面によれば、装置から所望の応答特性を得るために、例えばミラー凹面などの平らでない反射セグメントから可動反射エレメントを構成することができる。

【００７０】

本発明の別の側面によれば、可動反射手段を１つ以上の逆反射器から構成することができ、その移動は１つ以上の発光体と１つ以上の光検出器との結合の度合いを変化させることができる。

【００７１】

本発明の別の側面によれば、発光体／検出器の対の結合の度合いは、距離が増大するに連れて輝度及び感度のそれぞれのコーンの重なりの度合いが増すので、対応する逆反射器までの距離と共に増大するであろう。

【００７２】

本発明の別の側面によれば、隣接する発光体／検出器の対の結合の度合いは、逆二乗距離原理の結果として、対応する逆反射器までの距離が増大するに連れて減少して良い。

【００７３】

本発明の別の側面によれば、例えば７トランスデューサ六角形アレイと関連させて位置測定結果を作るために、１つの軸に沿って逆反射性であっても良いが普通は他の軸に沿って反射性である面を可動アクティブ・グリップに装置することができる。

【００７４】

本発明の別の側面によれば、フレネルレンズに類似する溝付きミラーセグメントをアクティブ・グリップに取り付けて、種々の光路を制御するためにアクティブ・グリップを使うことができる。

【００７５】

本発明の別の側面によれば、前記トランスデューサと反射エレメントとの間に較正マスク・エレメントを挿入することによって種々の発光体及び光検出器の利得較正を達成することができ、意図された変位の範囲にわたって信号同士の所望のバランスを取るとともに別々の装置の各々の特性の製造誘起された変動を補償するために該較正マスク・エレメントの透過率をマッピングし且つスケーリングすることができる。

【００７６】

本発明の別の側面によれば、レンズ・エレメントと較正マスク手段とは単一のコンポーネントの複合機能であって良い。

【００７７】

本発明の別の側面によれば、電圧変動や温度変化などのために変化する可能性のある輝度を較正するために特別の光路を設けることができる。

【００７８】

本発明の別の側面によれば、例えば印刷回路基板上で光学コンポーネントを精密に位置決めして方位を定めるのにも役立つ光バッフルを設けることができる。

【００７９】

本発明の別の側面によれば、単一の光源から複数の（例えば６個）投射ポイントへ光を伝えるために光ファイバー・ガイドを使用することができる。

【００８０】

本発明の別の側面によれば、光を複数の検出ポイントから単一の光検出器へ伝えるために光ファイバー・ガイドを用いることができる。

【００８１】

本発明の別の側面によれば、光を単一の発光体から複数の放射ポイントへ伝えるために光ファイバー・ガイドを用いることができる。

【００８２】

本発明の別の側面によれば、本発明の種々の発光体と検出器との間の変動する光学的距離を測定するために飛行時間基準を用いることができる。この様な飛行時間測定を公知の光学的距離測定回路及び光学的トランスデューサで行うことができる。

【００８３】

本発明の別の側面によれば、光学的飛行時間信号を時間多重化する目的で例えば６個の光（距離測定）路の各々と直列に独特の光学遅延線を設けることができる。この方式によれば、単一の光検出器チャネルの使用が容易となり、同時に、単一の発光体の使用が容易になるであろう。

【００８４】

本発明の別の側面によれば、同時精密多軸測定結果を得る目的で多軸干渉法位置測定装置を利用することができる。この様な装置は、共通の好ましくはコヒーレントな光源から例えば６個の光センサーの各々への直接（センサー・プラットフォームの偏向による影響を受けない）基準光路を付け加えることによって作成され得る。

【００８５】

本発明の別の側面によれば、発光体、基準光路、及び光検出器をすべてモノリシックな光学／電子パッケージ内に収めることができる。

【００８６】

本発明の別の側面によれば、光が発光体からミラー、光センサーへの光路内で液体又はゲルを通過するようになっている本発明の実施態様を作成することができる。例えば望ましくない反射を最小限にしたり、或いは水やごみを光路から締め出すために、この様な方式を使用することができる。

【００８７】

本発明の別の側面によれば、前記の液体又はゲルは、光路の長さの変化で信号を増強又は変化させるために、制御される不透明度を持つことができる。

【００８８】

本発明の別の側面は、装置が操作されているか否か感知するテア・スイッチ機能の追加であろう。この様なテア・スイッチ機能を用いて、装置が使用されていないときにゼロ出力とオプションの制御ロック信号とを提供することができる。この方式は、温度変化や重力に対する装置の方位の変化などの要因によるゼロ点ドリフトを補償するのに役立つであろう。この方式は、ユーザーの手の減衰効果が無いときにアクティブ・グリップ・アセンブリーが周囲の機械的励振に応じて振動する傾向を無害にするであろう。

【００８９】

本発明の別の側面によれば、テア・スイッチ機能は、容量性タッチ・センサー・エレメント、機械的スイッチ・エレメントにより、或いは手開始信号が存在しないことを検出するように設計されたソフトウェア・アルゴリズムによって達成され得る。テア・スイッチは、例えば、パーム・レスト、リスト・レスト、或いは装置のアクティブ・グリップに取り付けられるであろう。

【００９０】

本発明の別の側面によれば、テア・スイッチ・エレメントへの電気的接続は、例えばアクティブ・グリップを支持するバネを通すなど、１つ以上の弾性エレメントを通して行われて良い。

【００９１】

本発明の別の側面によれば、テア・スイッチ機能は、例えばジョイスティックにオペレータの手及び前腕からかかる重みによって加わる力を測定するのに役立つであろう。この実施態様では、初期信号は重みによる力を表わし、その後の信号は前記の重みプラス意図されたオペレータ入力を表わすことができよう。テア機能エレメントは、ハードウェア又はソフトウェアにより実現され得るものであって、重み成分を無視させ、即ち“テア・ア

ウト（ｔａｒｅ　ｏｕｔ）”させることができる。前記の方式は、前記ジョイスティックの出力信号が送信又は利用される前にオペレータが自分の手及び前腕の重みを前記ジョイスティックに快適に載せることを可能にするであろう。この様に、ジョイスティックは、始めはユーザーの手及び前腕の重み効果を測定し、その後は、オペレータの意図した入力を変換するように機能することができる。重みを測る機能から変換機能への移行は、適切な時間遅延を用いて純粋にソフトウェアにより達成され得るが、種々の形の物理的テア・スイッチにより起動されても良い。例えば、一般的なホールグリップ（ｗｈｏｌｅ－ｇｒｉｐ）式容量性タッチ・センサーをタイマー機能と関連させて使用してユーザーの手の重みを測るために例えば１秒間を与えることができ、その後、更なる信号の変化は意図されたオペレータ命令であると機械解釈されて良い。他の例として、何時でもテア機能をゼロにリセットするためにオペレータにより随意に指操作式スイッチが押されて良い。

【００９２】

本発明の装置により生成される信号の有用性を最大にするために種々の方式を用いることができる。コンピュータ・グラフィックスを制御する目的のために、単に変位生成された信号をソリッド・モデルや操作されるカメラ視点などの物体の速度に変換する代わりにソフトウェアを用いてオペレータの意図を解釈するのが非常に有利であろう。本発明の一実施態様によれば、制御される仮想物体に仮想質量、重心位置及び各軸の回りの慣性モーメントを割り当てることができる。本発明の装置からの出力信号は、前記仮想質量に作用する実効的力に変換されて良い。この様に、滑らかで予測可能な運動を容易に得ることができる。本発明の別の側面によれば、オペレータの意図を最も厳密に満たすために選択された係数と共に比例／積分／微分制御方式を使用することができる。

【００９３】

本発明の別の側面によれば、物理的装置がユーザーの手又は指により掴まれ得る位置に留まっていても、ｘ、ｙ及びｚ軸の原点をソフトウェアでオフセットさせてユーザーの手首の自然な旋回点に位置させることができる。

【００９４】

本発明の別の側面によれば、ユーザーに適合するようにｘ、ｙ及びｚ軸の向きを回転させることができる。

【００９５】

本発明の別の側面によれば、スレーブ・プラットフォーム又はこの様なプラットフォームに取り付けられた装置の座屈、衝突又はその他の望ましくない姿勢を防ぐために、ソフトウェアを使用してオペレータ生成された信号を無効にすることができる。

【００９６】

本発明の別の側面によれば、動的に変化する座標系又は代わりの座標系と一致するように装置の座標を変換することができる。例えば移動する機械を追うときのように座標変換をリアルタイムで変更することができる。

【００９７】

本発明の別の側面によれば、建設機械又は伐採搬出機械或いはブレード、ローダー・バケット、持ち上げフォーク、オーガー、舗装破砕機、マニピュレーターなどの付属装置を制御するために多軸ジョイスティックの座標を変換することができる。

【００９８】

本発明の別の側面によれば、リアルタイム座標変換を達成するために、制御される機械装置の種々の部分にＭＥＭＳ加速度計及び角速度センサーなどのセンサーを取り付けることができる。その様なアプリケーションでは、普通の絶対角度及び位置測定装置の高いかもしれない精度は不要であろうし、高価であろう。本発明によるこの様な制御方式は、本来は位置センサーを装備していない建設機器と、６個の絶対位置センサーの総コストが重要であるようなヘキサポッド（スチュワート・プラットフォーム）実施態様とのためには特に魅力があるであろう。

【００９９】

本発明の別の側面によれば、ヘキサポッドに、ベース・プラットフォーム及びスレーブ

・プラットフォームの各々と、各アクチュエータ、支柱、或いはリンクの近端の数箇所（例えば３箇所）で、加速度計又はレート・センサーを装置することができる。この様な構成では、即時に、且つ積分を要すること無く、位置、速度及び加速度を測定するために十分な情報を得ることができる。

【０１００】

本発明の別の側面によれば、普通の建設機器と関連させてヘキサポッドを操作段として使用することができる。

【０１０１】

本発明の別の側面によれば、それぞれのベース・プラットフォーム及びスレーブ・プラットフォームで雄アダプター及び雌アダプターを用いてヘキサポッドを標準的器具アダプターの延長部として構成することができる。

【０１０２】

本発明の別の側面によれば、多軸（例えばヘキサポッド）機器アダプターに、在来の単一回路油圧供給装置又はその他の動力源から動力の供給を受ける運動制御モジュールを取り付けることができる。該運動制御モジュールは、サーボ・バルブ、電気アクチュエータ、或いはその他の関連する電子装置のための油圧駆動発電機を取り入れることができる。制御信号は、場合によっては信号伝送路のいずれかの端部又は両端部に置かれるコンピュータを通して、本書に開示されているジョイスティック等のジョイスティックから該アダプターへ好ましくは無線で伝送される。本発明の別の側面によれば、ＭＥＭＳ加速度センサー又は角速度センサーであって良い所要のセンサーは、例えば無線ネットワークによって無線で接続される。

【０１０３】

本発明の別の側面によれば、ＭＥＭＳ加速度センサー及び角速度センサーなどの、別々の箇所にあるセンサーは、角度位置センサー、線形位置センサー等によって補われて良い。

【０１０４】

本発明の別の側面によれば、別々の箇所に位置する前述のセンサーとは無関係に又はこれらのセンサーと関連させて、機械視覚装置に基づく感知を用いることができる。この様な構成は、非常に精密な機械装置及び高価な絶対位置符号器を不要にする一方、高精度を可能にする。運動の機械視覚装置制御は、高い局所精度を必要とする運動エンベロープのいろいろな箇所の中で視野の狭い高分解能光学素子を利用し、これと組み合わせて座標変換のために低精度広角視覚装置を利用することができる。座標変換を目的とするジオメトリーは、前述した別々の箇所に位置するＭＥＭＳ加速度計及び角速度センサー或いは在来の角度センサー及び変位センサーにより提供され或いは補足され得る。

【０１０５】

本発明の別の側面によれば、ジョイスティックの座標系を、制御されている装置の座標系とリアルタイムで整列させる目的で、制御されている機械の姿勢を機械視覚装置を用いて決定することができる。

【０１０６】

本発明の別の側面によれば、機械視覚装置システムを用いて、リモートコントロールのためにイメージをオペレータに同時に提供する一方、ジョイスティックと制御される装置との間での座標変換をリアルタイムで適応させるために機械解釈された情報を提供することもできる。１つ以上の機械視覚装置システムを用いて、人間であるオペレータと座標変換コントローラとの両方に同時にビデオ情報を提供することができる。

【０１０７】

本発明の別の側面によれば、座標変換は、スレーブ移動プラットフォーム座標系又は例えば固定されたワークピース又は建設プロジェクトの要素の座標系等の他の座標形の中で任意の特定の所望ポイントに対して制御を相対的にすることができる。有益な一時的スレーブ・プラットフォーム座標原点となる具体的なポイントの例は、オーガー又はドリルの先端、フォーク先端間の中心点、鋼製梁の端部のボルト穴パターン、カメラにより追跡或

いは観察されている物体、ＣＡＴ走査データ・セット又はコンピュータ・モデルの中の興味ある領域などの興味ある物体、などを含むであろう。スレーブ・プラットフォームの運動は、例えば多軸マニピュレーター又はヘキサポッド・マニピュレーターを取り付けることのできるローダー又はフォークリフト等の機器部分、機器のオペレータ、或いは機器を支持する固定されたフレーム又は地面などの種々の“固定された”座標形のうちの任意の一つに対して相対的に制御されて良い。

【０１０８】

本発明の別の側面によれば、オペレータの目の機械視覚装置検出を用いて、オペレータが時々新しい座標原点、座標方位、或いは運動制約条件を選定することを可能にすることができる。この様な目選定方式は、例えば構造桁の一端が束縛されたままになっている一方で他方の端がジョイスティック制御下でボルト打設のために整列させられるべきことを多軸マニピュレーターのオペレータが指示することを可能にするであろう。このことは、オペレータが桁の他方の端で損害を与えることを懸念せずにボルト穴整列に集中することを可能にするであろう。

【０１０９】

本発明の別の側面によれば、選択された軸に沿ってのスレーブ・プラットフォームの運動を制約することができる。アプリケーション特有の制約条件を用いて一時的に運動を自由度６からより少ない自由度に制限することによって、より大きな精度及び効用を達成することができる。このことは、アラインメント（先端の位置及びドリル方位）を５軸又は６軸制御で選択し、その後に作孔中にドリル軸を固定しておく作孔や、フォークの位置及びアラインメントを６軸制御で最善に達成し得るけれども積み荷を持ち上げるために直進前向き運動及びその後の直進上向き運動が望ましいフォークリフト操作などの産業アプリケーションでは重要であろう。

【０１１０】

本発明の別の側面によれば、オペレータは座標系の原点及び／又は方位をグラフ的に選択するために、制御される機器又はペイロードのタッチスクリーン・グラフィック表示を用いることができる。

【０１１１】

本発明の別の側面によれば、ロボット・マニピュレーターのオペレータは、３つの異なる梁軸方位で前記梁の前記端部を同じ場所に３回置くことによって構造梁の前記端部を軸原点として選定することができよう。

【０１１２】

本発明の別の側面によれば、入力装置座標系、スレーブ・プラットフォーム座標系、又はコンピュータ・モデル座標系のいずれかにおけるｘ、ｙ、及びｚ軸の原点を、指定された距離だけずらして、即ち交差せず且つ指定された角度だけ傾けて、即ち垂直でないように、選択することができる。

【０１１３】

本発明の別の側面によれば、固定フレーム座標を正確に計算するために、スレーブ・プラットフォーム搭載傾斜センサーを用いて工具座標と重力座標との間の２軸の回転を直接測定することができる。或いは、スレーブ・プラットフォーム搭載レーザー距離計等のセンサーを用いて、例えばドリル・ビットを平らな面に対して垂直に向ける目的で該面の方位を決定することができる。

【０１１４】

本発明の別の側面によれば、コイルバネ型の復元エレメントでは同軸である並進軸及び回転軸の、コイルバネの非対称性に起因する偶発的結合を補償するためにソフトウェア・コードを用いることができる。

【０１１５】

本発明の有用性をいっそう高め、或いはその使用を容易にする上で貢献をすることのできる本発明の種々の付加的な実施態様を以下のように記述する。

【０１１６】

即ち、本発明の一実施態様は、多軸ジョイスティックのために配慮するものであって、このジョイスティックのベースはオペレータの手のひらの中に掴んで薬指及び小指で保持することができ、そのアクティブ・グリップはオペレータの親指、人差し指及び中指で操作することができる。この様な構成は、歩いたり、他の人達に情報を与えたり、或いは建設作業をしている間、手首及び腕の自由な運動を可能にするであろう。

【０１１７】

本発明の別の側面によれば、普通のコンピュータ・マウスが、本発明の６軸入力装置を取り付けることのできるベースとして役立つであろう。その様な構成では、ベース部分はユーザーの手又は手のひらにより制御されて例えば自由度２を提供する普通のコンピュータ・マウスとして役立つことができ、付加された多軸入力装置は追加の６自由度を提供して例えばユーザーの親指、人差し指及び中指によって独立に制御され得るであろう。この様な構成は、例えば、８自由度を提供することができる。

【０１１８】

本発明の別の側面によれば、コンピュータ・マウスは、普通のｘ及びｙ軸マウス移動トランスデューサの箇所からずれたポイントに配置される付加的な例えば光学式のトランスデューサを備えることができ、これにより、ずれているトランスデューサ間の差動運動に感応する、又はマウス全体の垂直軸回りの回転運動に感応する付加的なマウス軸を提供することができる。この様にして、捻り運動を用いて付加的な、例えば第３の、出力軸を作ることができる。この様な構成は、例えば、９自由度を提供することができる。垂直軸の回りの捻り運動は、“ピストル”又は“ゲーミング・ジョイスティック”グリップを有するマウスでより人間工学的に達成可能であり、これを用いればユーザーのとう骨及び尺骨の手首端部が垂直に整列する。この様な方位ではユーザーの手首は約９０度回転できるのに対して、ユーザーの手が普通のマウスを掴んでいるときには約３０度である。この実施態様では、“ピストル”或いは“ゲーミング・ジョイスティック”グリップは、ユーザーの親指、人差し指及び中指がボタン及び／又は追加されている（小型）ジョイスティックを自由に作動させ得る状態に留めておいて小指及び薬指で該グリップをユーザーの手のひらに圧迫し得るという更なる利点を有する。この様なグリップは、小指及び薬指だけを用いてユーザーの手のひらに快適に且つ確実に圧迫できるように最適化され得る。本発明の数個のトランスデューサ手段は、人差し指、中指及び親指だけを用いる操作のために充分に小型であって且つ第１ジョイスティック又はマウスに取り付けるために充分に小型であるジョイスティックを作るために従来技術のそれより適しているであろう。希望どおりに大きな運動範囲を与えそうな従来技術ジョイスティックのデザインのうちの幾つかは、頑丈な形に小型化するのが特に困難であろう。

【０１１９】

本発明の別の側面によれば、追加の自由度を提供するために、米国特許出願公開第ＵＳ２００２／０１０４９５７Ａ１号に記載されている親指操作トランスデューサを互いにずらされている数箇所に設けることができる。

【０１２０】

本発明の別の側面によれば、本書に記載されているもの及びスクロール・ホイールを有するものなどの３軸マウスと関連する３自由度を、コンピュータ援用設計ソリッド・モデルの中で要素を選び取るために３つの自由度を提供するために用いることができ、取り付けられている多軸装置は付加的な６つの自由度を提供することができ、この６自由度を、始めの３軸によって選択された要素を操作するために用いることができる。

【０１２１】

本発明の別の側面によれば、指及び親指操作６自由度装置を手のひら保持６自由度入力装置に取り付けて、片手だけでの同時１２軸制御を提供することができる。この様な組み合わせを、例えば、マニピュレーター・アームを制御しながら支持乗り物を制御するために使用することができる。この様な装置を両手で使用すれば、同時２４軸制御を提供することができよう。

【０１２２】

本発明の別の側面によれば、指操作式６自由度入力装置を、その他の面では普通の例えば飛行制御スティック、飛行制御ヨーク、ハンドル、操舵輪、ジョイスティック、制御レバー、制御ペンダント等の、任意の数の在来の制御手段に取り付けることができる。

【０１２３】

この様な方式は、同時多軸制御を必要とし或いは同時多軸制御から利益を得そうなベース又は乗り物に取り付けることのできる多軸マニピュレーター又はツールを制御するために役に立つであろう。

【０１２４】

本発明の更に他の実施態様は、従来技術のデザインではかさばり過ぎるようなアプリケーションである四肢麻痺患者のための、口、あご、又は頭で操作されるコントローラの形を取ることができる。

【０１２５】

本発明の別の側面によれば、装置全体が手保持され携行可能であり、アクティブ・グリップは、ユーザーのしっかり握った手又は指に対して不動のままであり得るベース部分に関して操作可能であり、従って一方の手だけで装置を保持し使用することができる。或いは、ベースの一部分をストラップ又は手袋などでユーザーの手首又は手のひらに確保することができる。その様な手保持構成のための信号伝送は、好ましくは、無線手段によっても良い。この様な手保持構成のための座標系は、ユーザーの手の中の装置の固定された部分に関連して良く、或いは無線信号、レーザー信号、ジャイロ信号、磁気方位及び重力の方位などの基準の何らかの組み合わせにより決まる外部座標に関連しても良い。この様な携行可能な実施態様は、方位センサー、加速度計、ジャイロスコープなどの他の装置を取り入れても良い。

【０１２６】

本発明の別の側面によれば、上記の“手保持”構成の手首又は前腕取り付けは、アクティブ・グリップを一時的にオペレータの手の邪魔にならないところに振り出して片づけておくためにヒンジを取り入れることを考慮に入れることができる。

【０１２７】

本発明の別の側面によれば、２つのハンドルの相対運動が対応する信号を生成し得るように６軸センサー・アセンブリーを２つのハンドルの間に置くことができる。該ハンドルは、例えば、ソニー・プレイステーション（Ｓｏｎｙ　Ｐｌａｙｓｔａｔｉｏｎ）（登録商標）やマイクロソフトのＸ－ｂｏｘ（登録商標）などと関連させて使用するような両手式ゲームコンソールの２つの半分であって良い。

【０１２８】

本発明の別の側面によれば、コンピュータ・キーボード、手保持コンピュータ、或いはその他の制御ハンドル又は装置等に組み込まれるように充分に小さなサイズであって良い。

【０１２９】

建設機器の操作のためのジョイスティックは、例えば冬用断熱手袋を付けているときに手の大きな思慮ある運動で操作され得るであろう。その様な場合には、圧倒的振動と機械類の運動とがあり、また微細な指先触覚フィードバックが無いために、指操作式の微細可動域ジョイスティックは実用的ではないであろう。従って、本発明の幾つかの側面及び実施態様は、大きな可動域を必要とすることに対して下記のように対処することができる。

【０１３０】

即ち、本発明の１つの側面によれば、センサーのベースを取り付けることのできる１つ以上の可撓性エレメントによってアクティブ・グリップに大きな運動域を与えることができる。

【０１３１】

本発明の別の側面によれば、軸同士の偶発的結合をなるべく小さくするように可撓性エレメントを構成することができる。このことは、例えば、可動域の狭い（本発明の、従来技術の、或いは未来技術の）ジョイスティックのベースを、３つ以上の可撓性でほぼ平行

なロッドの上端部が固定される第１取り付けブロックに固定することによって達成され得る。この可撓性ロッドの下端部は、第２取り付けブロックに固定されて良い。この第１及び第２の取り付けブロックは、水平面内で偏向があっても、平行なままであろうとする。換言すれば、偶発的で望ましくない水平回転軸との結合の無い水平並進運動可撓性がこの様にして得られる。第２取り付けブロックは、１対の、ずれているがほぼ平行な重ね板バネに取り付けられて良い。ほぼ平行な重ね板バネの他方の端部は、オペレータに対して固定されて良い。重ね板バネ・アセンブリーは、３軸の全てにおいて捻り剛性を提供する一方、ジョイスティック・グリップの顕著なｚ軸運動を許容する。

【０１３２】

本発明の別の側面によれば、トランスデューサ手段及び他の移動部分を可撓性ベローズによって損傷及び汚染から守ることができる。

【０１３３】

本発明の別の側面によれば、そのベローズは、ベローズの対称軸に関して顕著な捻りコンプライアンスを示すように設計され得るが、在来のベローズでは一般にそうではなかった。この様な捻りコンプライアンスは、例えば、交互直交方位のコンボリューションによって提供されて良い。

【０１３４】

本発明の別の側面によれば、ベローズ保護される空洞内の圧力を一様にする目的で、運動する機械装置に結合され或いは結合されない第２ベローズを設けることができる。このことは、そうでなければ必要とされる換気に起因して圧力差や汚染を引き起こすこと無くＺ軸運動を容易にするために重要である。

【０１３５】

本発明の別の側面によれば、アクティブ・グリップと共に移動可能であって且つアクティブ・グリップと関連しているけれどもアクティブ・グリップとは別にユーザーの腕の重力荷重及び加速度荷重を支えることのできるリスト・レストを設けることができる。この様にして、ユーザーの腕を望ましく支えて疲れを減少させる一方、ジョイスティックの広範囲の運動を可能にすることができるが、このことは建設機器の操作などの大振動環境では望ましいことであろう。例えばリスト・レストに付随する独立の荷重計によってユーザーの腕の瞬時重量を測定することができる。

【０１３６】

本発明の有用性を高め得る種々の付加的な変更及び改良が以下のように記述される。

【０１３７】

即ち、本発明の別の側面によれば、多軸トランスデューサがオペレータ発の力／変位信号を発生させることができ、下にあるスチュワート・プラットフォーム又は同等物が力及び位置フィードバックをオペレータに供給するように、本発明による多軸トランスデューサを、他の面では普通のスチュワート・プラットフォーム又は同等物に取り付けることができる。この様な構成を用いて、多軸トランスデューサ自体により提供される変位より大きな変位を提供することもできる。

【０１３８】

本発明の別の側面によれば、トランスデューサ・アセンブリー内で光を放射したり受け取ったりするために光ファイバー・ガイドを用いることができ、これは、高電圧電力線等を保守点検するために使われるバケットトラック・ブームやロボット・アームの制御などに使われる電力コンポーネントをトランスデューサ付近から無くすことができる。本発明の光ファイバー接続型のバージョンは、小型ロボット技術、小型電気装置及び機械装置の製造、及びミクロ生物学アプリケーション及び医療アプリケーション等にも応用し得る極めて小型の多軸位置トランスデューサの制作にも役立つであろう。

【０１３９】

本発明の別の側面によれば、本発明のトランスデューサ・エレメントは、基準質量を可動ミラー・アセンブリーに取り付けることによって６軸加速度計又は運動センサーとして使用され得るものである。

【０１４０】
本発明の別の側面によれば、本発明の変位トランスデューサ・エレメントを汎用多軸変位測定手段として用いることができる。
【０１４１】
本発明の別の側面によれば、周囲の振動からの雑音を減らすために雑音消去エレメントを設けることができる。例えば、装置のベースに取り付けられた加速度計を用いて、乗り物の振動により引き起こされた擬似信号などの擬似信号を相殺することができる。
【０１４２】
従来技術の実施態様のコストを減少させ、よりコンパクトにするために、本発明の種々の側面を利用することができる。例えば、本発明のミラー・エレメントをヒルトンらの光トランスデューサ回路及びシェーディング手段と関連させて用いれば、単一の回路基板又はモノリシック光トランスデューサの使用が容易になるであろう。この例では、ミラーが静止していてシェーディング手段が可動であっても良いし、或いはシェーディング手段が可動でミラーが静止していても良い。或いは、光路の方向を逆にし、或いは単一の光源からの光を適切な方位及びジオメトリーの複数の光路に分配するために、ミラーの代わりに光ファイバー又は光ガイド・エレメントを用いても良い。
【０１４３】
別の実施態様は、複数（例えば６個）のホール効果トランスデューサ又はジャイアント磁気効果（ＧＭＥ）トランスデューサ等の磁束センサーを、例えば単一の磁石により確立され得る磁束構造に対して複数（例えば６）の自由度で移動し得る単一の印刷回路基板に組み込むことができる。前記実施態様は、磁束センサーの回りに任意の所要方向に沿う磁束通路（外部から加わる磁場のために）を提供することのできる磁束伝導磁気グリップ又はその部分によって磁束センサーを周囲の磁場から保護することができる。磁束センサーにおいて容易に測定し得る磁束勾配を確立し、これにより検出器に対する磁束通路の変位を検出可能にするように磁束の向きを決めるために例えば強磁性磁極片を用いることができる。磁束は、例えば、３つの通路に沿って向けられ、その各磁束通路は２つの磁束検出器を遮る。運動感知軸、即ち磁束と変位に対する最大磁束検出器感度の軸との交差積の導関数が最大となる方向、磁束センサーを磁束通路に対して相対的に配置し向きを決めることができる。
【０１４４】
或いは、力トランスデューサ上の超小型磁石を組み込んだＭＥＭＳ装置等の磁束勾配検出器を同様に用いることができ、その場合、磁束密度の二次導関数はセンサー感知軸方位に対して相対的に向けられ最適化される。
【０１４５】
本発明の別の側面によれば、線周波数ノイズを出力信号から電子的にフィルタリングして除去することができる。
【０１４６】
本発明の別の側面によれば、バネ懸架アセンブリーの磁気制動を提供するために別々の抵抗器を伴い或いは伴わない付加的な閉回路パスを回路基板に設けることができる。この様な制動は、建設機器制御アプリケーションの場合のような振動しがちな環境では役に立つであろう。
【０１４７】
別の実施態様は、例えばアクティブ・グリップの偏向を測定するためにエラストマー構造又は弾力性のある構造を利用することができる。簡単な形では、この様な実施態様は、単一の伝導性エラストマー構造と、これに取り付けられた付随電気端子とから構成されて良い。伝導性エラストマーは好ましくはイオン伝導性であって良く、その特性は、あまり役に立たない歪み－抵抗特性を示す可能性のある伝導性粒子充填エラストマーとは対照的に、滑らかで有益な歪み－抵抗カーブをもたらす。
【０１４８】
本発明の別の側面によれば、単一の伝導性エラストマー片をスチュワート・プラットフ

ォーム又はこれと機能に関して同等のものの形状に構成することができる。
【０１４９】
本発明の別の側面によれば、伝導性エラストマーの複数のセグメントをスチュワート・プラットフォーム又はこれと機能に関して同等のものの一般的形状に構成することができる。
【０１５０】
或いは、普通の（おそらく不伝導性）エラストマーの変形可能な構造を、不伝導性流体又は電解質溶液などの伝導性流体を含むように用いることができる。前記の不伝導性流体又は伝導性流体は、前記流体が含まれている空洞の形状が前記の変形可能な構造の変形に伴って変化するとき、該流体に浸っている複数の電極同士の電気的関係を変化させることができる。前記のエラストマー構造のいずれの場合にも、金属又は半導体の歪み計材料よりもエラストマーの伸びが一般的に大きいので、ゲージ率は在来の歪み計の場合より遥かに高いであろう。
【０１５１】
本発明の別の側面によれば、伝導性又は不伝導性の流体を含むエラストマー構造内の単一の空洞をスチュワート・プラットフォーム又はこれと機能に関して同等のものの形状に構成することができる。その様な空洞の壁は、自由度６での変形と、種々の軸同士の間での割合に均一な剛性とを可能にするために、好ましくは数個の直交する方向に沿って回旋状にされる。
【０１５２】
本発明の別の側面によれば、伝導性又は不伝導性の流体を含む複数の空洞をスチュワート・プラットフォーム又はこれと機能に関して同等のものの形状に構成することができる。
【０１５３】
本発明の別の側面によれば、複数の単軸変位トランスデューサを取り付けるように構成し得る変形可能なエラストマー構造を設けることができる。その様な構造は、非常に安価であり、また安価な変位トランスデューサの単純なゼロ・バックラッシュ取り付けを容易にするであろう。
【０１５４】
本発明の別の側面によれば、スチュワート・プラットフォーム又はこれと機能に関して同等のものの構成で複数の空洞を設けることができ、この場合、前記の空洞を圧力トランスデューサ手段に接続することができる。
【０１５５】
本発明の別の側面によれば、エラストマー構造内に複数の補剛材が設けられ、前記補剛材はＭＥＭＳ装置又は歪み計などのトランスデューサ手段に歪みを伝える。前記補剛材は、スチュワート・プラットフォーム又はこれと機能に関して同等のものの一般的構成をなすように構成することができる。
【０１５６】
本発明の別の側面によれば、本書に開示されているセンサー手段によらずにビデオ又はその他の非接触型位置感知手段と関連させて本発明の種々の人間工学的構成を利用することができる。例えば、図３５ａから３５ｇまでの１２軸ジョイスティックを用いてオペレータのために首尾一貫したインターフェースを提供することができ、アクティブ・グリップ位置及び／又は手の位置の測定を例えば１つ以上のビデオ・カメラによって達成することができる。この様な構成は、一定のアプリケーションについては、ビデオ測定によって完全に自由な形の手のジェスチャーを解釈するための方式より優れているであろう。
【０１５７】
本発明の別の側面によれば、複数の膨張可能な空洞又はアクチュエータから成るセンサー段等の複数の動作させることのできるセンサー段を直列に装置して、多数の自由度を有するヘビのようなロボット装置を作ることができる。
【０１５８】

上記多軸ジョイスティックの多くは、例えば、ｘ、ｙ及びｚ軸に関して位置及び回転の偏向に非線形に変換される必要のある６つのアナログ信号を作る。多軸ジョイスティックのトランスデューサから望みどおりに役立つ信号を得るために多数の代替方法及びアルゴリズムを用いることができる。下記は有益な信号を得る一般的方法の一例に過ぎない。

【０１５９】

変換は、多段であって良く、主として線形対角化及び非線形のスケーリング及び補正から成っていて良い。信号から出力への非線形マッピングを模するために３次多項式変換を用いることができる。６入力変数を有する完全な３次多項式は６＊４＾６＝２４５７６個の係数を有するので、利用するには計算コストが大きすぎるであろう。もっと良好な変換は、近対角出力を達成するほぼ正確な線形変換と、その後の、３次までの全ての項（例えば、２変数については（１、ｘ、ｙ、ｘ＾２、ｘ＊ｙ、ｙ＾２、ｘ＾３、ｘ＾２＊ｙ、ｘ＊ｙ＾２、ｙ＾３）を有する多項式変換とから成るであろう。これは、線形対角化変換のために６＊６＝３６個の係数を必要とし、非線形３次部分について５０４個の係数を必要とするが、これは計算に関して実行可能であろう。個々のセンサーの製造変動について補償をするために各生産単位に関して６個の係数を用いる初期前変換を実行することができるであろう。変換を再スケーリングし、回転を再スケーリングし、出力の中心点を調整（テア）し、１＋１＋６＝８個の係数を必要とする最終後変換は、ユーザーの選択に応じて指定されて良い。

【０１６０】

任意の具体的原形デザインについて、３６個の前変換係数と５０４個の非線形変換係数とを次のように計算することができる。各軸は、６立方体格子において正、ゼロ、及び負の箇所でサンプリングされ、中心位置及び末端位置に３＾６＝７２９個のサンプル点（例えば、中心、前、前上、前左ツイスト、ノーズダウン・ツイスト、など）をもたらす。出力を最善に対角化するために３６個の線形変換係数を最小二乗解で調整することができる。これらの係数を使って、サンプル・データを線型変換して、ほぼ線形のデータ・セットを作ることができる。次に、再び例えば線形最小二乗解を使って、５０４個の非線形変換係数を調整することができる。

【０１６１】

デザイン原形が較正されたならば、各生産単位は同じ３６個の線形変換係数と同じ５０４個の非線形変換係数とを使用するであろうが、６個のセンサー・スケーリング係数のワンタイム較正は、最初に使用されるときに、或いは場合によっては販売前に、行われるであろう。各ユーザーは、例えば、好みに合うように単一の並進運動感度係数と単一の回転感度係数とを指定するであろう。装置を最初に使用するとき、及び場合によっては使用する毎に、温度、方位、又はユーザーの手の重さの小さい変動を補償するために６個の係数を用いて出力を中心調整（テア）することができるであろう。

Ｖ．　発明を実施する方法

多軸入力トランスデューサ装置は、少なくとも５個の基準座標系に関して入力可能な少なくとも５連入力エレメントと、結局は反射エレメントに入射する放射を発することのできる放射源からの放射に応答する反射エレメントと、前記反射エレメントからの放射に応答する少なくとも１つの反射放射検出器とを含むことができる。反射という用語は、前記放射の屈折を含むように広く使われる。図１ａ（平面図）、１ｂ（断面立面図）、１ｃ（切り欠き透視図）、１ｄ（立面図）、及び１ｅ（分解図）を参照すると、本発明に従う６軸ジョイスティックの好ましい実施態様が示されている。アクティブ・グリップ１は、反射ファセット２ａ、２ｂ、２ｃ、２ｄ、２ｅ及び２ｆを組み込むことができる。前記反射ファセット又は反射器は、それぞれ光源又は放射源４（これは発光ダイオードであって良い）からの光を１つの特定の箇所の光検出エレメント又は他の反射放射センサーへ反射するように整列させられて良い。前記光検出エレメントは、フォトダイオード、フォトトランジスター、光抵抗器又はその他の適切な光検出手段、又は例えばＡＳＩＣ（アプリケーション専用集積回路チップ）などの他の箇所にあるその様な検出手段に通じる光ファイバー・ポートであって良い。アクティブ・グリップ１は、コイルバネ１０などの復元エレメ

ントにより定位置に保持され得るものであり、これは凹所１１によりアクティブ・グリップ内に且つ凹所１２によりベース３に、角度的に位置決めされ得る。光バッフル６等の手段を用いて、光源４による検出器５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄ，５ｅ及び５ｆの直接照明を防止することができる。前記光バッフル６は、例えばはんだ付け中に前記光源４及びおそらく光検出器５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄ，５ｅ及び５ｆを位置決めし、向きを決める上で役立つように構成されても良い。前記バッフル６を用いてネジ７により印刷回路基板１３を定位置に保つことができる。おそらくアクティブ・グリップ１内の反射エレメント及び光源４と関連する光検出器５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄ，５ｅ及び５ｆ等の光学エレメントの測定範囲の中にアクティブ・グリップ１の最大行程がとどまるように、又おそらくバネ１０等の復元手段の弾性域内に且つ可動コンポーネント及び不動コンポーネントの間の種々の機械的クリアランスの中に前記最大行程がとどまるように、アクティブ・グリップの行程を制限するために、ネジ８又はピン等の何らかの保持手段を設けることができる。前記保持手段８と、関連するレセプタクル９との接触特性は、摩擦減少エレメント及び／又はコーティング或いはブッシュ等のエネルギー吸収エレメントにより最適化され得る。図１ａ及び１ｄを参照すると、光路１４は、放射平面内にあってはならなくて、種々のミラー・ファセットの位置及び方位により制御され得る経路をたどることができる。この構成により、６個の光検出器への光路の長さ及びアライメントは、ｘ、ｙ、ｚ、Θｘ、Θｙ、及びΘｚ自由度におけるアクティブ・グリップの位置を一義的に定めることができる。一般に、輝度も、実効光路距離の逆二乗として変化するであろう。ミラー・ファセット位置に関しての輝度の感度は、ミラー・ファセットの、前記ミラー・ファセットの表面に対して垂直な軸に沿う運動について最大であろう。前記ミラー・ファセットに対して垂直な前記軸は、仮想八面体ヘキサポッド或いは“スチュワート・プラットフォーム”を含むことができる。前記第１軸に対して垂直などの軸に沿う運動も光路長さ又は輝度に対して影響を全く与えないであろう。極端な運動は、もちろん、前記ミラー・ファセットを前記光路外へ移す可能性があるけれども、その様な極端な運動は不要であろうし、実際には機械的ストップによって防止されるであろう。前記ミラー・ファセットに対して垂直な軸の回りの角運動は、前記光路に対して影響を与えないであろう。前記ミラー・セグメントの平面内にある軸の回りの角運動は、単に前記光路の反射箇所を横に移動させるだけであって、光路距離に対しては無視し得る二次的影響を及ぼすに過ぎない。

【０１６２】

アクティブ・グリップの中立位置に対応する前記実効光路距離を、光源、光検出器に付随するレンズ・エレメントによって、及び／又は反射ファセットの曲率によって、設計変数として最適化することができる。例えば、ミラー・ファセット移動の与えられた変化についてより大きな輝度変化を得るために、物理的光路に対応する距離より近い位置に光源の仮想イメージを作ることができる。光源による照明の空間分布と光検出器の光感度の空間分布も、レンズ・エレメントを用いて調整することができる。ミラー・ファセット位置を表わす光検出器信号を作るために、発光体、ミラー、及び検出器のアライメントの変化を有利に利用することができる。発光体からの特定の光路がミラーの縁又は検出器アセンブリーの縁を跨ぐならば、前記光路及び前記縁の相対運動は、測定される光強度に顕著な変化を生じさせるであろう。

【０１６３】

機能及びジオメトリーについての上の検討は、前記実施態様では種々の図１においてアイテム４と称されて良い単一の光検出器が図１の複数の発光体５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄ，５ｅ及び５ｆからの光強度を順に測定するようになっている実施態様にも等しく当てはまるであろう。前記実施態様では、個々の光強度を測定し、それにより光路距離を測定できるように、例えば巡回パターンで前記発光体を循環させることができる。光検出器を一つだけ使用すれば、複数の発光体の照明と同期させて時間多重化することのできる単一チャネルアナログ・デジタル変換器の使用を容易にすることができよう。

【０１６４】

図３を参照すると、多くの可能な代替電気構成のうちの１つの構成図と関連して円筒投影法の構成図が示されている。図３に描かれている光学エレメントは、図１ａ，１ｂ，１ｃ，１ｄ及び１ｅに描かれているものと同じであって良い。光検出器５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄ及び５ｅは、発光体４の回りに六角形アレイとして物理的に分布させられて良く、これは、図３の右側に図式的に示されているけれども、図式の目的上、前記光検出器の直ぐ後ろに置かれても良い。ミラー・ファセット２ａは、発光体４からの光を光検出器５ｂへ反射することができる。ミラー・ファセット２ｂは、発光体４からの光を光検出器５ａへ反射することができる。このパターンは合計６個の光路について反復されて良く、該光路の長さは、６自由度におけるアクティブ・グリップ及びそのミラー・ファセットの正確な位置及び方位を定める。コイルバネ１０（これは図３の左側に図式的に示されているアクティブ・グリップ１を物理的に支える）はグリップ１及び接触検出回路１５に電気的に接続されて示されている。グリップ１は、必要ならば独立の容量性接触スイッチ・エレメントを取り入れることができ、或いは容量性接触スイッチ機能を達成するためにミラー・ファセット２ａ上のミラー・コーティングなどのミラー・コーティングを利用することができる。“アクティブ・グリップ”は、本書では、ユーザーの基準座標系に対して相対的にユーザーによって掴まれて動かされる多軸入力装置の部分を意味するものとして使われている。光検出器５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄ，５ｅ及び５ｆの出力は、増幅器１８ａ，１８ｂ，１８ｃ，１８ｄ，１８ｅ及び１８ｆと抵抗器１９ａ，１９ｂ，１９ｃ，１９ｄ，１９ｅ及び１９ｆに接続されて示されている。前記増幅器の出力はプログラマブルなインターフェース・コントローラ（ＰＩＣ（登録商標））１６に接続されて示されており、この装置から信号はコンピュータ又はロボットなどの受信装置１７に行くことができる。６自由度の軸は図３の上部に明示されている。

【０１６５】

図４を参照すると、図１ａ，１ｂ，１ｃ，１ｄ，１ｅ，２及び３では平らなミラー・ファセットが描かれているが、図４に図式的に示されている湾曲したファセットを有利に用いて特定のアプリケーションのためにより大きな感度及び分解能を得ることができる。図４では直接図示されてはいない発光体４からの光１４は、ミラー・ファセット２ａによって焦点を合わされて光検出器５ｂから距離Ｌを置いて前記発光体４のイメージを形成することができる。明瞭を期して、発光体４と検出器５ａとの間の光は図４には示されていない。

【０１６６】

図５を参照すると、ミラー・アセンブリー及びアクティブ・グリップ１は、切頭ミラー・ファセット２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄ，２ｅ及び２ｆを取り入れることができる。発光体４からの光は、ミラー・ファセット２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄ，２ｅ及び２ｆの縁に当たり得る経路１４をたどることができる。前記ミラー・ファセットに当たる光は光検出器５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄ，５ｅ及び５ｆに達することができる。光の、吸光性表面４１に当たる部分は、前記検出器に到達することができない。従って、この構成は、ミラー・ファセット２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄ，２ｅ及び２ｆの縁の相対運動に対して敏感である。

【０１６７】

図６を参照すると、ケーシング４４、光検出器４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄ，４２ｅ及び４２ｆ、発光体４３、及び電気接続部４５から構成されるモノリシック光トランスデューサ・パッケージが示されている。この様なモノリシックのトランスデューサは、印刷回路基板搭載のトランスデューサよりも頑丈であり、従って製造中の取り扱いや例えば床に落ちたときの大きなｇ力による光学的ミスアライメントを受けないであろう。モノリシックなパッケージは、ばりを磨き、これにより、多くの別々の光トランスデューサ・コンポーネントの標準的製造特徴物である普通のコリメーティングレンズを取り除くためにも、有利に使用できるものである。図６には描かれていないけれども、この様なモノリシック・パッケージは、アクティブ・グリップを支持するために使われるバネを保持するようにも構成され得るであろう。

【０１６８】

図７を参照すると、検出器４６ａ，４６ｂ，４６ｃ，４６ｄ，４６ｅ及び４６ｆを、光路１４が該検出器の縁を跨ぐように配置することができる。前記縁に対して垂直な光路１４の、アクティブ・グリップ１の運動に起因する動きは、輝度の変化を生じさせることができる。

【０１６９】

図８ａ（平面図）、８ｂ（断面立面図）、８ｃ（切り欠き透視図）、８ｄ（立面図）、及び８ｅ（分解図）を参照すると、本発明に従う６軸ジョイスティックの好ましい実施態様が示されている。アクティブ・グリップ部分１ａは、図９では単独で示されているが、反射ファセット２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄ，２ｅ及び２ｆを取り入れることができる。アクティブ・グリップ部分１ｃは、好ましくは低ジュロメーター（＜４０ショアＡ硬度）エラストマーを有するアクティブ・グリップ部分１ｂを保持することができる。この様な柔らかいグリップ部分１ａは、極めて小さな把持力でオペレータの指先が確実に係合し得る無スリップ表面を提供することができる。グリップの、硬度が低いことと、かなりの厚さがあることとに起因するしなやかさは、オペレータの指に加わる接触応力を減少させることができ、従って血液循環の減少を防止するのに役立つであろう。前記グリップ部分１ｂは、普通のＯリング形状であって良い。グリップ部分１ｃは、底部に穴を持つことができる。外側の穴は、所定量のクリアランスをスタンドオフ・スペーサー２１に与えることができる。穴２２（グロメットが使われるならば、グロメットを考慮に入れる）とスペーサー２１との相対的直径は、アクティブ・グリップの水平面内での運動の範囲を画定することができる。グリップ部分１ｃとベース３との間、及びグリップ部分１ｃと回路基板１３との間の垂直クリアランスは、所定量の垂直移動を提供することができる。従って、部分１ａ，１ｂ及び１ｃから構成されるアクティブ・グリップ・アセンブリーは、６自由度における許容可能な移動範囲に限定されるであろう。アクティブ・グリップ部分１ａは、アクティブ・グリップ部分１ａのバネ保持溝４７によってバネ１０に固定され得る。バネ１０は、溝４８によってモノリシック・トランスデューサ・パッケージ２１に固定され得る。前記モノリシック・トランスデューサ・パッケージ２１は、外へ向かって放射状に広がってスペーサー２１及びネジ２３に係合し得る回路基板１３を取り入れることができる。或いは、トランスデューサ・パッケージ２１を搭載してスペーサー２１及びネジ２３などの何らかの取り付け手段に係合する付加的な別の部材を用いても良い。

【０１７０】

図１０ａ及び１０ｂを参照すると、在来の“ジョイスティック”型アクティブ・グリップと、大きくされた運動範囲と、保護・圧力補償ベローズとを有する本発明の実施態様が断面で示されている。トランスデューサ２５は、図８ａ，８ｂ，８ｃ，８ｄ及び８ｅに記載されているものと類似して良い。前記トランスデューサは、特にアクティブ・グリップ２４の中に含まれるべきである場合には、必然的に限られた運動範囲を有するであろう。示されている構成は、次に述べるように３軸に沿う並進運動の付加的な範囲を提供することを意図している。即ち、重ね板バネ２９及び３０は取り付けブロック２８にしっかりと取り付けられている。結合ブロック３５は、名目上は取り付けブロック２８と同じ高さであって良いが、Θｘ軸の回りの運動を伴わずにＺ軸に沿って上下に偏向され得る。取り付けブロック３６は、結合ブロック３５に取り付けられ得る複数のビーム３１，３２，３３及び３４に取り付けられて良い。ビーム３１，３２，３３及び３４についてのＺ軸に関する慣性モーメントは、Ｚ軸に関する所定程度の捻り剛性を提供するように選択される。ビーム３１，３２，３３及び３４の間隔は、結合ブロック３５において、及び取り付けブロック３６において、名目上は同じであって良い。従って、取り付けブロック３６の水平偏向はアクティブ・グリップのΘｘ軸又はΘｙ軸の回りの捩じれを生じさせないであろう。種々の取り付け箇所における可撓性エレメントの名目上の等間隔は、所望ならば、種々の回転軸及び並進軸の結合の量を制御するために、調整されても良い。ベローズ２６は、Θｚ軸の回りのしなやかさを提供するために余分のプリーツを与えられても良いという点を除いて、普通のジョイスティックで使用されるものと同様であって良い。ベローズ２７は、ベローズ２６のＺ軸運動に起因するハウジング３７内のエアーボリューム変化を補償す

ることができる。ベローズ２７の運動が手で直接引き起こされ、従って、充分な気圧差がベローズ２７の突然の運動を引き起こし、それに起因してベローズ２６の従ってトランスデューサ・アセンブリー２５の偶発的な突然の運動が引き起こされ、従って擬似信号が発生することになるまで前記ベローズ２７が遅れることのないように、ベローズ２７は取り付けブロック３５に取り付けられるのが好ましいであろう。トランスデューサ・アセンブリー２５のサイズは小さいので、オペレータの親指及び人差し指が典型的ゲーム・スタイルのジョイスティック・ボタン又はトリガーを作動させるために使われている間にも確実な把握動作を可能にするのに充分に小さいグリップ２４の使用は容易であろう。

【０１７１】

図１１ａ，１１ｂ，１１ｃ及び１１ｄを参照すると、永久磁石５３を（非磁性）スタッド５５及びナット５４によって（磁性）バネ・グリップ５６と（磁性）極片５２との間に保持することができる。（非磁性）バネ１０の下端を（非磁性）バネ・プラットフォーム５１に固定することができ、これは前記バネ１０に係合するように形成されて良い。３つの（非磁性）スペーサー２１は、（非磁性）バネ・プラットフォーム５１を磁極片５２及び印刷回路基板１３の上に位置させる。ホール効果センサー５０ａ，５０ｂ，５０ｃ，５０ｄ，５０ｅ及び５０ｆ等の６個の磁束センサーを印刷回路１３に固定することができ、磁性グリップ１、バネ・グリップ５６、スタッド５５、ナット５４、及び極片５２から構成されるバネ懸架アセンブリーの、任意の並進軸に沿う或いは任意の回転軸の回りの変位が磁束センサー５０ａ，５０ｂ，５０ｃ，５０ｄ，５０ｅ及び５０ｆの組み合わせ集合から独特の出力信号を生じさせ得るように前記磁束センサーを配置することができる。極片５２は3つの極、５２ａ（磁束センサー５０ａ及び５０ｂの間に位置する）、５２ｂ（（磁束センサー５０ｅ及び５０ｆの間に位置する）及び５２ｃ（磁束センサー５０ｃ及び５０ｄの間に位置する）を有することができる。前記極は、中立位置では、Ｚ軸に関して角度的に正確にそれぞれの磁束センサーの間に位置する。立面図では、前記極はそれぞれ前記磁束センサーの中の磁気応答エレメントの位置により画定される平面の上に位置することができる。この様にして、局所磁束と前記磁束センサーの各々の最大感度軸とのベクトル点乗積は前記バネ懸架アセンブリーの位置を一義的に表わす信号のパターンを作り出すことができる。最大感度（それぞれの極の位置の変化に対する個々の磁束センサーの信号の最大変化）の６個のベクトルは、ヘキサポッド又はスチュワート・プラットフォームに類似する形状を空間内に画定することができる。スペーサー２１と極片５２とは、該水平面内又はＺ軸の回りでの前記バネ取り付けアセンブリーの移動を制限するように形成され得る。スタッド５５の端部が印刷回路基板１３に係合するので（Ｚ軸に沿っての）下方への移動は制限され得る。極片５２がバネ・プラットフォーム５１に係合するので、前記バネ取り付けアセンブリーの上方への移動は制限され得る。極片５２、スペーサー２１、回路基板１３及びバネ・プラットフォーム５１の各接触表面は、もちろん、無摩耗性衝撃吸収材料で適切に覆われて良い。これは、例えば、極片５２のゴム・コーティングと、回路基板１３の上部に取り付けられたナイロン・ウエアプレートと関連させて滑らかなエーコーンナットをナット５４として用いることとによって、達成されるであろう。軟質ゴム・スリーブ等の快適なグリップ材料をグリップ１の外側に付けることができる。各前記磁束センサーは、好ましくはアレグロマイクロシステムズ社（Ａｌｌｅｇｒｏ　Ｍｉｃｒｏｓｙｓｔｅｍｓ，Ｉｎｃ）によって製造されているタイプ３５０３比率計線形ホール効果センサー等の集積回路であって良く、このタイプは後の信号処理を容易にする増幅器を含んでいる。信号処理は、アナログ・ディジタル変換基板又はマイクロチップ社（Ｍｉｃｒｏｃｈｉｐ　Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎ）によって製造されているチップ等のプログラマブルなインターフェース・チップ（ＰＩＣ（登録商標））を用いるなどの多数の公知方法のうちの任意の方法で達成され得る。任意に、望ましくない前の磁化を減少させるためにデガウシング・コイル（ｄｅ－Ｇａｕｓｓｉｎｇ　ｃｏｉｌ）を該アセンブリーに付け加えることができる。

【０１７２】

図１２を参照すると、磁性グリップ無しで磁束通路の平面図が示されている。図１３を

参照すると、磁性グリップを有する磁束通路を示す平面図が示されている。図１３ａを参照すると、磁束通路５７が立面図で示されている。該グリップを通る復帰磁束通路を用いることにより、磁束が極片からより遠くに達することが可能となり、機械的クリアランスがより良好となり、運動の範囲がより大きくなり、エルゴノミクスがより良好となる。

【０１７３】

図１４を参照すると、磁束センサー５０ａ，５０ｂ，５０ｃ，５０ｄ，５０ｅ及び５０ｆを有する回路基板１３が示されている。回転電気機械における制動巻き線と類似する機能に役立つように減衰回路５８及び５９を設けることができる。５８及び５９等の減衰回路に別々の抵抗器を任意に設けても良い。

【０１７４】

図１５ａから１５ｅまでを参照すると、グリップ１をエラストマー感知エレメント６０の上端に結合させることができる。

【０１７５】

“上”及び“下”という用語は、単に種々の図面の記述を容易にするために使われていて、開示内容や請求項に関して限定を特に意図していないということに注意するべきである。本書に記述されている種々の多軸入力装置は、各々、重力に対して任意の方位で動作することができる。

【０１７６】

伝導性エラストマー・エレメントであって良く、イオン伝導性であって良いエラストマー感知エレメント６０の下端は、ベース部分６４に固定され得るペデスタル６３に固定され得る。感知エレメント６０の上端に電気端子６１ａ，６１ｂ及び６１ｃを取り付けることができる。エラストマー感知エレメント６０の下端に電気端子６２ａ，６２ｂ及び６２ｃを取り付けることができる。前記電気端子は、グリップ＃１及びペデスタル６３のエラストマー感知エレメント６３への機械的取り付けのためにも使用されて良い。下側印刷回路基板６７と上側印刷回路基板６６とを、エラストマー感知エレメント６０への電気的接続を容易にするために用いて良い。上側回路基板６６をファスナー６８によってエラストマー感知エレメント６０に固定することができ、又、ファスナー６９によってグリップ１に固定することもできる。回路基板６２をファスナー６５によってペデスタル６３とエラストマー感知エレメント６０の間にクランプすることができる。ファスナー６５は、ペデスタル６３をベース部分６４に取り付けるためにも役立つであろう。図１６を参照すると、上側回路基板６６はグリップ１への取り付けのための複数のファスナー６９の使用を容易にするように構成されて良い。再び図１５ａから１５ｄまでを参照すると、上側電気端子６１ａ，６１ｂ及び６１ｃは、好ましくは、等間隔に１２０度離されて配置される。電気端子６２ａ，６２ｂ及び６２ｃも、好ましくは等間隔に１２０度離されて、また好ましくは上側電気端子から角度的に６０度オフセットされる。この様にして、電気伝導性エラストマー感知エレメント６０は、前記電気端子と共同して、図１７に示されているように可変抵抗回路として機能することができる。図１７は、電気端子６１，６１ｂ，６１ｃ，６２ａ，６２ｂ及び６２ｃを切る円形又は六角形のパターンに沿って切られた図１５ａから１５ｅまでのエラストマー感知エレメント６０の横断面と見なし得る３次元電気回路の平坦表示であることに注意しなければならない。再び図１７を参照すると、例えば可変抵抗器７０ａは、エラストマー感知エレメント６０が変形されるときに変化し得る電気端子６１ａ及び６２ａ間の可変抵抗を表わすことができる。前記３次元電気回路は、スチュワート・プラットフォームのアクチュエータ・ジオメトリーの一般的形状であって良い。重要なことに、エラストマー感知エレメント６０の偏向の６個の自由度は電気端子６１ａ，６１ｂ，６１ｃ，６２ａ，６２ｂ及び６２ｃ間の抵抗電気特性によって一義的に表わされ得る。エラストマー感知エレメント６０は、数個の部類の多様な材料から作られて良い。本発明の一実施態様では、エラストマー材料は、チャンら（Ｃｈｉａｎｇ　ｅｔ　ａｌ．）の米国特許第５，８９８，０５７号、第６，０６３，４９９号、第６，１１１，０５１号又は６，１８４，３３１号に記載され、或いはミーサンプロダクツ社（Ｍｅａｒｔｈａｎｅ　Ｐｒｏｄｕｃｔｓ　Ｃｏｒｐ．）から市販されているような、ポリマーに溶解した

金属塩の固溶体であって良い。ポリマーに溶解した金属塩の前記固溶体の場合には、電気励起信号は好ましくは交番極性信号である。この様なエラストマーは、以降、イオン伝導性であると称されて良い。例えば、図４５に示されているように、３相交流電流源を使用することができる。或いは、エラストマー感知エレメント６０は、ジッパーリング・ケスラー社（Ｚｉｐｐｅｒｌｉｎｇ　Ｋｅｓｓｌｅｒ　＆　Ｃｏ．）により開発されたポリアニリン（ＰＡｎｉ）（Ｐｏｌｙａｎｉｌｉｎｅ　（ＰＡｎｉ））又はその様なポリマーのブレンド等の“本質的に伝導性のポリマー”（ＩＣＰ）であって良い。或いは、伝導性充填材を有するポリマーを使っても良いけれども、歪み－抵抗率関係が固定していなくて非線形であることが良くあるので、好ましくないであろう。

【０１７７】

図１８ａ，１８ｂ，１８ｃ及び１８ｄを参照すると、本発明のエラストマー感知エレメント６０の他の実施態様の種々の図が示されている。上側電気端子は６１ａ，６１ｂ及び６１ｃと称されている。下側電気端子は６２ａ，６２ｂ及び６２ｃと称されている。この実施態様は、図１７に描かれているものと同等の抵抗７１ａ，７１ｂ，７１ｃ，７１ｄ，７１ｅ及び７１ｆを通る電流が減少し或いは無くなっているので、図１５ａから１５ｅまでの実施態様より優れているであろう。更に、エラストマー“脚”７０ａ，７０ｂ，７０ｃ，７０ｄ，７０ｅ及び７０ｆの形状及び角度を制御することによって、種々の軸に沿う機械的剛性を容易に調整することができる。

【０１７８】

図１８ｅを参照すると、代表的な等価回路が示されており、この回路では可変抵抗７０ａから７０ｆまでは、図１８ａから１８ｄまでの場合と同じ名称の“脚”の抵抗を表わしている。

【０１７９】

図１９ａ，１９ｂ，１９ｃ及び１９ｄを参照すると、本発明の他の実施態様のいろいろな図が示されており、この実施態様では複数の別々のエラストマー感知エレメント７５ａ，７５ｂ，７５ｃ，７５ｄ，７５ｅ及び７５ｆが前の図の単一のエラストマー感知エレメント６０に取って代わって良い。電気端子７２ａから７２ｆまで、及び７３ａから７３ｆまでは、前記エラストマー感知エレメントを上側回路基板６６及び下側回路基板６７に固定することができる。上側回路基板６６と下側回路基板６７とは、他の図に描かれているようにグリップとペデスタル又はベース部分とに固定されて良い。別々の感知エレメントのサイズ及び形状は、各軸に沿っての剛性、強度及び人間工学的感じを最適にするように選択され得る。

【０１８０】

図１９ｅを参照すると、図１９ａから１９ｄまでの複数のエラストマー感知エレメントに対応する代表的等価回路が示されている。

【０１８１】

図２０ａ及び図２０ｂを参照すると、本発明の他の実施態様の平面図及び横断面図がそれぞれ示されており、この実施態様では、以降において単に“電解質”と称される電気伝導性の液体又はゲルを含む空洞７６を変形可能なエラストマー構造７７の中に設けることができる。イオン伝導性の液体を含む変形可能なエレメントは、以降は、変形可能な液体エレメントと称されて良い。イオン伝導性のゲルを含む変形可能なエレメントは、以降は、変形可能なゲル・エレメントと称されて良い。この様な変形可能なエレメントは、伸び、縮み、膨張、狭窄、電極シェーディングなどと関連して変形され得る。複数の電気端子８１ａ，８１ｂ，８１ｃ，８２ａ，８２ｂ及び８２ｃは、種々の軸に沿っての電気抵抗の測定のための適切な電気回路の接続に配慮することができる。上側電気端子８１ａ，８１ｂ及び８１ｃは、好ましくは等間隔に１２０度離され、また好ましくは下側電気端子８２ａ，２ｂ及び８２ｃから角度的にオフセットされ、これらも等間隔に１２０度離されている。エラストマー構造７７の外縁はインサート７８によって半径方向に硬化されて良い。電気端子８１ａ，８１ｂ及び８１ｃを保護するためにカバー８０を使用することができる

。リテーナー７９を用いてエラストマー構造７７をペデスタル６３に固定することができる。

【０１８２】

図２１ａから２１ｆまでを参照すると、本発明の他の実施態様の種々の図が示されており、この実施態様では電解質をそれぞれ含む或る長さのゴム・ホース８３等の複数の別々のエラストマー・エレメントが設けられている。ホース・クランプ８４は電極８１及び８２を固定することができる。取り付けプラットフォーム８５及び８６は、種々の電極８１及び８２を位置決めし、これらに加えられたいろいろな力を伝えることができる。プラットフォーム８５及び８６の互いに対する偏向は、種々の電気端子８１及び８２の間の独特の電気抵抗パターンを生じさせることができる。種々のエラストマー・エレメント８３のうちのいずれかの伸びは、電極間の距離を伸ばし且つ電解質の横断面を狭め、従って抵抗を増大させるという結果をもたらすことができる。前記抵抗の測定は、好ましくは標準的ａｍ検出回路と関連する極性が交番する励起信号で実行される。

【０１８３】

図２２を参照すると、本発明の他の実施態様の六角形経路に沿って切られた横断面が示されている。製造及び組み立ての種々の段階が次のように示される。即ち、エラストマー構造８７は、定位置にピン８８を伴ってモールドされ得る。ピン８８は、空洞８９を残して引き抜かれ得る。電極９０をエラストマー構造８７の底に挿入することができる。その後、空洞８９を電解質９２で満たすことができる。その後、上側電極９３を挿入し、空洞８９の中に電解質９２を封じ込めることができる。電気接続部９４は、本発明のこの実施態様の感知エレメント部分の組み立てを完成させることができる。

【０１８４】

図２３を参照すると、６個の感知エレメント・アセンブリーのうちの２つが、図２２の実施態様により提供される感度より大きい感度に配慮し得る形態で描かれている。上側電極９５と下側電極９６との間の公称距離はエラストマー構造８７の高さより小さく、エラストマー構造８７の与えられた偏向について電極間隔により大きな相対的変化をもたらす。

【０１８５】

図２４を参照すると、エラストマー構造８７内の各空洞に単一の電極アセンブリー９７を挿入するだけで良い実施態様が描かれている。この実施態様は、より簡単に製造し得ると共に、組み立て時に空洞内に流入した少量の空気による影響をあまり受けないであろう。

【０１８６】

図２５ａ，２５ｂ及び２５ｃを参照すると、本発明の他の実施態様が示されており、この実施態様では、変形可能なエラストマー構造１００は、選択された軸に沿うエラストマー構造１００の歪みを、印刷回路基板歪み計のアレイ又は１つ以上のＭＥＭＳ力センサーなどのコンパクトな装置９８によってより容易に測定される歪みに結び付けることのできる複数の内部補剛エレメント９９を含むことができる。

【０１８７】

図２６を参照すると、本発明の他の実施態様の部分図が示されており、この実施態様では補剛エレメント９９を流体充填チャネル１０２を通して圧力感知手段１０１に結合させることができる。

【０１８８】

図２７を参照すると、本発明の他の実施態様の横断面が示されており、この実施態様では変形可能なエラストマー構造７７を設けることができ、これに、共通空洞１０５内の箇所１０４において変位測定装置１０３を回転可能に取り付けることができる。補剛インサート７８は、エラストマー構造７７の外縁に半径方向の剛性を提供することができる。好ましくは、スチュワート・プラットフォームのジオメトリーで６個の測定装置１０３を設けることができる。

【０１８９】

図２８を参照すると、本発明の他の実施態様の部分横断面が示されており、この実施態様ではエラストマー構造１００内の別々の空洞１０６の中に変位測定装置１０３が取り付けられている。

【０１９０】

図２９を参照すると、本発明の他の実施態様を描いた部分横断面が示されており、この実施態様では可変インダクター又は差動変圧器などの変位測定装置が変形可能なエラストマー構造内の個々の空洞内に据え付けられている。示されている実施態様は、更に、個々のトランスデューサ１０３の各々について単一のモールドされた球形シート１０４の使用に配慮することができる。図２９の部分横断面図は、好ましくはスチュワート・プラットフォーム構成で方位を定められ得る好ましい量である６個のトランスデューサ１０３のうちの２つを描いている。トランスデューサ・アセンブリー１０３の球形部分１０６は、エラストマー・ボディー１００内のモールドされた球形シート１０４に据えられて良い。変圧器コア１０５は、コイル・アセンブリー１０６内で滑ることのできる球形の外側直径を有することができる。ロッド部分１０７は、球形部分１０６を変圧器コア１０５に結合させる。

【０１９１】

図３０を参照すると、エラストマー構造１００内のコイルバネ１０８のインダクタンスは、エラストマー構造１００の変形に伴って該バネの長さが変化するとき、変化することができる。エラストマー構造１００の変形した形状の電子表示を確立するために、インダクタンスの変化を測定することができる。

【０１９２】

図３１を参照すると、エラストマー構造１００は、コイル又はコイルバネ１０８内の膨張可能な空洞８９を有することができる。膨張可能な空洞８９は、部品１０９及びホース１１０によって圧縮された流体又はガスの外部ソースに結合されて良い。膨張可能な空洞８９は、好ましくは、エラストマー構造１００内でスチュワート・プラットフォーム構成で６個設けられて良い。この実施態様で、力フィードバック又は“触覚型の”ジョイスティックを作ることができる。示されている２エレメントの６個の組み合わせは、アクチュエータの“段”と称されて良い。複数の別々に操作し得る“段”を端と端が接するように装置することによって、大きな屈曲性及び制御可能性を有するロボット的な、ヘビに似た装置を作ることができる。その様な多段装置は、例えば、医療アプリケーションのためのカテーテル操作に有益であろう。その様な多段装置の制御は、好ましくは、単一のディジタル・データ・バスから好ましくアドレス指定されて作動させられるＭＥＭＳバルブ・アセンブリーなどの小型バルブ・マニフォールドと関連する単一の圧力マニフォールドによる制御であって良い。この様にして、単一のデータ・バスと関連する単一の圧縮空気線を、拡張された多段アクチュエータの中心に沿って、脊椎動物の脊柱に類似する構造をなすように配置することができる。

【０１９３】

図３２ａから３２ｄまでを参照すると、本発明の他の実施態様が示されており、この実施態様では電解質充填エラストマー感知エレメント７７（図２０ａ及び２０ｂに示されているものと類似する）がゲル充填リスト・レスト１１１及び数字キーパッド１１２と組み合わされて使用される。エラストマー感知エレメント７７の対称の軸は、ユーザーの手が快適でリラックスした姿勢になっていられるように垂直から傾いていて良い。ベース部分６４の底６４ａは、普通は、デスクなどの水平面に平らに位置することができる。

【０１９４】

図３３を参照すると、本発明の他の実施態様が示されており、この実施態様ではゲーム・コントローラ１１６の左半分１１３は多軸感知エレメント１１５によってゲーム・コントローラ１１６の右半分１１４に結合され得る。この実施態様によって、両手ゲーム・コントローラの在来の機能の全てを維持し得る一方、例えば６個の付加的な自由度を付け加えることができる。

【０１９５】

図３４を参照すると、本発明の手首取り付け実施態様が描かれており、この実施態様ではハンド・ストラップ１１７及びリスト・ストラップ１１８はベース部分１１９をユーザーの手１２０に固定することができる。アクティブ・グリップ１は、センサー部分１２１を通してベース部分１１９に結合されて良い。

【０１９６】

図３５ａから３５ｇまで、並びに３６ａ及び３６ｂを参照すると、本発明の他の実施態様のモデルの写真が示されており、これにより１２個の自由度を片手で容易に制御することができる。指先操作グリップ１２２は、センサー手段１２１（図示されていない）によって手保持グリップ１２３に結合されている。指先操作グリップ１２２は好ましくは直径が約１から１．５インチであり、これは、本発明により開示されたセンサー手段が容易にし得る新規なレベルのコンパクトさである。手保持グリップ入力の測定のための付加的なセンサー手段を、手保持グリップ１２３の中に、或いは結合リンク１２４のベースに、或いは結合リンク１２４の中に配置することができ、或いは外部の例えばビデオ測定手段によって達成することができよう。

【０１９７】

図３７ａ，３７ｂ，３８ａ，３８ｂ，３８ｃ及び３８ｄを参照すると、本発明の他の実施態様を描写する写真が示されており、この実施態様では手保持静止グリップ１２５を用いてユーザーの手を安定させることができ、アクティブ・グリップ１２２はユーザーの親指、人差し指及び中指によって複数の（例えば６）自由度で操作され得る。

【０１９８】

図３９を参照すると、本発明の１つの部類の実施態様についての多数の代替電気回路図のうちの一例が示されている。

【０１９９】

図４０ａを参照すると、本発明の１つの実施態様に従うエラストマー感知エレメントの透視図が示されている。

【０２００】

図４０ｂを参照すると、図４０ａの感知エレメントの横断面図が示されている。

【０２０１】

図４１を参照すると、複数の電気伝導性エラストマー張力部材を取り入れた本発明の実施態様の立面図が示されている。

【０２０２】

図４２を参照すると、本発明の一部類の実施態様の多数の可能な代表的電気回路図のうちの一つが示されている。

【０２０３】

図４３を参照すると、本発明の他の実施態様の多数の可能な代表的電気回路図のうちの１つが示されている。

【０２０４】

図４４を参照すると、本発明の一実施態様に従う変形可能なエラストマー感知エレメントの中のスチュワート・プラットフォーム・ジオメトリーの電解質充填空洞の構成図例が示されている。

【０２０５】

図４５を参照すると、図４４の実施態様に対応する代表的電気回路図が示されている。

【０２０６】

図４６を参照すると、図１５ａから１５ｅまでに示されている実施態様に類似する本発明の実施態様の横断面が示されている。

【０２０７】

図４７を参照すると、電気信号構成図例が示されており、この例では電圧Ａ，Ｂ及びＣにより表わされる３相励起電圧が図１５ａから１５ｅまでの実施態様の６１ａ，６１ｂ及び６１ｃなどの一組の端子に加えられる。図１５ａから１５ｅまでの実施態様において測定のために端子６２ａ，６２ｂ及び６２ｃで得られるような電圧Ｄ，Ｅ及びＦの電圧及び

位相角を測定することによって例えば６自由度位置情報を得ることができる。

【０２０８】

図４８を参照すると、図４６の実施態様と関連して使用され得る印刷回路基板が示されている。

【０２０９】

図４９ａ，４９ｂ，４９ｃ及び４９ｄを参照すると、ジョイスティックが示されており、このジョイスティックはベース６４を有し、これにゲル・パッド・リスト・レスト１１１が取り付けられ、これはユーザーがジョイスティック操作中に快適にベース６４をデスク等の支持表面１２６に確実に押さえることを可能にする。ペデスタル６３は、ベース６４に取り付けられ、下側グリップ部分１ｂの過度の回転や水平運動を防止するように形成されて良い。従って、下側グリップ部分１ｂはペデスタル６３の回りの望ましいけれども過度ではない運動を許すように形成される。下側グリップ部分１ｂの、下方への運動はベース６４により制限され、上方への運動はペデスタル６３によって制限される。ダイヤフラム２は、６自由度の可撓性を提供するように数個の方向に沿って巻き込まれており、光学コンポーネントをほこり及び昆虫から守る。バネ１０は、グリップ１ａ及び１ｂに復元力を提供すると共に、穴１０ａ及び１０ｂにより上側グリップを発光体４及び光検出器５に対して位置決めする。下側グリップ１ｂも、バネ１０によってペデスタル６３に対して位置決めされる。バネ１０は、三方対称で描かれている。バネ１０は、二方対称などの任意個数の構成を持つことができ、或いは単一の螺旋形エレメントで構成されて良い。上側グリップ１ａは、吸収性ゾーン１ｃと反射性ゾーン１ｄとの組み合わせを伴う内面を有する。発光体４は、ゾーン１ｃ及びゾーン１ｄの間の境界に直接向けられて良い。光検出器５は、広い視野を持つことができ、数個の発光体からの反射光にそれぞれ応答することができる。発光体が一度に１つ生かされるのであれば、全ての光検出器（例えばフォトダイオード）を電気的に並列に接続して、マイクロチップＰＣＩ（登録商標）デバイスなどの混合信号集積回路の単一のアナログ入力チャネルに接続することができる。この様なデバイスは、発光体４に電力を向け光検出器５から信号を得るために必要とされ得る他の電子コンポーネントと共に回路基板１３に直接取り付けられて良い。図４９ａ，４９ｂ，４９ｃ及び４９ｄに示されている上側グリップ１ａは、この例では、直径５３ｍｍで描かれている。

【０２１０】

図５０ａ及び５０ｂを参照すると、モノリシック光トランスデューサ４４を取り入れた本発明の実施態様が示されている。ペデスタル６３は、ベース６４に取り付けられ、下側グリップ部分１ｂの過度の回転又は水平運動を防止するように形成されて良い。下側グリップ部分１ｂは、ペデスタル６３の回りの望ましいけれども過度ではない運動を許すように適宜形成される。下側グリップ部分１ｂの、下方への運動はベース６４により制限され、上方への運動はペデスタル６３によって制限される。ダイヤフラム２は、６自由度の可撓性を提供するように数個の方向に沿って巻き込まれており、光学コンポーネントをほこり及び昆虫から守る。バネ１０は、グリップ１ａ及び１ｂに復元力を提供すると共に、穴１０ａ及び１０ｂにより上側グリップを発光体４及び光検出器５に対して位置決めする。下側グリップ１ｂも、バネ１０によってペデスタル６３に対して位置決めされる。バネ１０は、三方対称で描かれている。バネ１０は、二方対称などの任意個数の構成を持つことができ、或いは単一の螺旋形エレメントで構成されて良い。上側グリップ１ａは、吸収性ゾーン１ｃと反射性ゾーン１ｄとの組み合わせを伴う内面を有する。発光体４は、ゾーン１ｃ及びゾーン１ｄの間の境界に直接向けられて良い。光検出器４４ｂは、広い視野を持つことができ、数個の発光体からの反射光にそれぞれ応答することができる。図５０ａ，５０ｂ及び５０ｃは、上側グリップ１ａが直径約４０ｍｍであって、従ってこれをユーザーの親指先端、人差し指先端及び中指先端で操作可能にすると共にユーザーの残りの指によりベース６４を取り付け得るマウス又はジョイスティックなどの別の装置を掴めるようにするスケールで描かれている。

【０２１１】

図５０ｃを参照すると、図５０ａ及び５０ｂのモノリシック光トランスデューサ４４が示されている。モノリシック光トランスデューサ４４は、印刷回路基板であって良い基板４４ｅから構成され、６個の別々の発光体４４ｃ及び６個の別々の光検出器４４ｂは、それぞれ、エポキシ樹脂等の透明な媒体に入れられて良い。発光体と光検出器との間での光の直接的伝送を防止するために透明な媒体を不透明な媒体で囲むことができる。例えば不透明な媒体４４ｉでの上重ねモールドの前に、透明な媒体４４ｈの外面に反射性コーティング４４ｊを付けることができる。接続ピン４４ａは、例えばＵＳＢなどのインターフェースによって該装置に電力を提供し、また該装置からデータを伝える。必要とされそうな混合信号マイクロコントローラ４４ｄ及びその他の電子コンポーネントを基板４４ｅに取り付けて良く、樹脂システム４４ｈ及び／又は４４ｉが被包される。この様にして、低コストで頑丈なトランスデューサ・パッケージを作ることができる。

【０２１２】

図５１ａ，５１ｂ，５１ｃ，５１ｄ，５１ｅ，５１ｆ及び５１ｇを参照すると、本発明の実施態様が示されており、３軸マウス６４ａに取り付けられた６軸ジョイスティック１。該マウスは、ユーザーの手首が実質的に垂直であることを許容し、従ってマウス・ベースのｚ軸回転のより大きな範囲を許容するように形成されている。描かれている形状は、ユーザーの薬指及び小指でマウス部分をユーザーの手のひらにしっかりと掴む動作を容易にする。ユーザーの手のひらと曲がった指との間の隆起は掴む動作の確実性を更に高める。ジョイスティックは直径が約４０ｍｍであり、従ってユーザーの親指、人差し指及び中指での容易な操作を可能にする。マウスの底面は、２セットのオフセットした在来の光学式マウス・トランスデューサを有する。各トランスデューサ・セットはｘ及びｙ運動の両方を測定することができるけれども、２つの箇所のうちの一方のトランスデューサ・セットはｘ運動を測定するだけで良い。用語法の目的のために、該トランスデューサ・セットはｙ軸に平行な線に沿って位置する。第３マウス軸は、２つのｘトランスデューサの差動出力を生じさせるマウスのｚ軸捻りから得られる。描かれている装置は９個の自由度を提供する。６軸ジョイスティックのベースの外周の回りにボタンを設けても良い。装置の上部に小型のテン・キー・パッドを付け加えることができる。

【０２１３】

図５２を参照すると、本発明の他の実施態様が示されており、この実施態様では、ジョイスティック１は、建設機器１３１（この場合にはローダー）と取り外し可能な器具１３３（この場合にはバケット）との空間的関係を制御するヘキサポッド・アダプター１２６を制御する。フォーク、浚渫用バケット、ブーム、鋸、ハンマー、オーガー、ドリル、草刈り機などの、他の種々の器具を同様に制御することができる。ジョイスティック１に対するリンケージ１２７の姿勢を機械決定するために、ビデオカメラであって良い機械視覚センサー１３０が使用される。機械視覚センサー１３０を用いてヘキサポッド１２６の姿勢を感知することもできる。ヘキサポッド段１２６の姿勢は、ビデオカメラ又は走査レーザービームなどの機械視覚手段によって解釈されても良い。この様なレーザービームは、例えば、６個の支柱の各々の上の反射タグを走査することができる。ヘキサポッドの姿勢を決定するために反射信号のタイミングを使用することができる。他の種々の機械視覚方式を使用することもできる。代わりに、或いは共同的に、姿勢情報は、ヘキサポッド支柱に取り付けられたＭＥＭＳ（微小機械電気システム（Ｍｉｃｒｏ　Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ　Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌ　Ｓｙｓｔｅｍｓ））装置１２６ｃ及びプラットフォーム１２８及び１３２に取り付けられたＭＥＭＳ装置１２６ｂ及び１２６ｄなどの別々のセンサーから推測されても良い。機械のリンケージ１２７の種々の部分に別のＭＥＭＳ装置（これは例えば加速度計又は角速度センサーであって良い）１２７ａ及び１２９ａを取り付けても良い。その様な装置は、磁気により取り付けられ、好ましくは無線で情報を送ることができる。

【０２１４】

参照書類Ａは、ＭＥＭＳ加速度計データに基づいて機械エレメントの位置、角速度、及び角加速度を測定する一般的方策を示している。ロボット・アーム、ヘキサポッド、これ

らの組み合わせ等の複数の結合されたリンケージの位置、角速度、及び角加速度を測定するために同様の方策を用いることができる。

【０２１５】

図５３を参照すると、図５２に示されている実施態様と関連して使用され得る部分的一般制御構成が示されている。ジョイスティック１は、スレーブ・プラットフォーム１３２を制御するためにオペレータにより使用される。座標は、機械視覚センサー１３０及び／又は別々のセンサー１２７ａ，１２７ｂ，１２６ｃ，１２６ｄ等を用いてコンピュータ１３９によりユーザーの基準座標系を適合させるために連続的に調整される。在来の絶対角度及び位置符号器を利用することもできる。ヘキサポッド支柱１２６を油圧バルブ・マニフォールド１３７により油圧制御することができ、このマニフォールドは運動コントローラ１３４を通して油圧発電機１３６から電力を受け取ることができる。油圧発電機１３６は、トランシーバー１３５に電力を供給することもできる。トランシーバー１３５は、トランシーバー１３８から運動コマンド・データを受け取ることができる。この様な方式は多様な機械に適応可能である。この様な機器の据え付けは永続的でなくても良く、賃貸建設機器にも好都合であろう。一般に、姿勢決定システムの精度は、例えばヘキサポッド基準座標系をオペレータの基準座標系と程よく整列させるのに十分であれば良い。絶対位置フィードバックは、制御システムとは無関係に、オペレータに対して直視でき或いは直接聞こえるであろう。任意に、触覚力フィードバックを提供するために触覚ジョイスティックを利用することもできる。

【０２１６】

以上から容易に理解できるように、本発明の基本的コンセプトは多様に実施し得るものである。これは、多軸入力手法と、適切な方法を達成するための装置との両方を含む。この出願では、多軸入力手法は、記載されている種々の装置により達成されるということが示された結果の一部として、また、利用に付き物のステップとして、開示されている。それらは、単に、意図され記述されている装置を利用したことの自然な結果であるに過ぎない。更に、幾つかの装置が開示されているけれども、それは一定の方法を達成するだけではなくて、多様に変更され得るものでもあるということが理解されるべきである。重要なことに、上記の全てに関して、これらの面の全てがこの開示内容に含まれるということが理解されるべきである。

【０２１７】

この出願に含まれている検討は、基本的記述として役立つように意図されたものである。読者は、具体的検討が可能な全ての実施態様を明白に記述していないであろうことに気づくべきであり、多くの代替実施態様が暗に示されている。また発明の包括的特徴を充分に説明していないかも知れず、各々の特徴物又はエレメントがより広い機能又は多様な代替エレメント又は同等のエレメントを実際にどのように表わし得るのかを明白に示していないであろう。また、これらは暗示的に本開示に含まれている。本発明が装置指向の用語で説明されているときには、その装置の各エレメントは機能を暗示的に実行する。記載された装置について装置請求項が含まれているだけではなくて、本発明及び各エレメントが実行する機能を扱うために方法又はプロセスの請求項が含まれても良い。明細書も、用語も、特許出願全体に含まれる請求項の範囲を限定するように意図されてはいない。

【０２１８】

本発明の本質から逸脱せずに多様な変更を為し得ることも理解されるべきである。その様な変更も、明細書に暗示的に含まれている。それらも、本発明の範囲に含まれる。示されている明示的実施態様、多様な暗示的代替実施態様、及び広範な方法又はプロセス等の両方を包含する広範な開示がこの開示に含まれ、特許出願全体について請求項を支えるために依拠され得る。その様な用語変更及び広範な請求項は、本出願において仮の出願に基づいて達成される。この特許出願は、出願人の権利の範囲内にあると考えられる請求項の広範な基礎の審査を求めることができ、個別に、またシステム全体として本発明の多数の側面を網羅する特許をもたらすように企図されている。

【０２１９】

更に、本発明及び請求項のいろいろなエレメントの各々はいろいろな方法で達成されて良い。この開示は、装置実施態様に属する実施態様の変更であっても、方法又はプロセス実施態様であっても、或いはそれらのいずれかの要素の単なる変更であっても、その様な変更の各々を包含すると理解されるべきである。特に、開示が発明のエレメントに関連するときには、たとえ単に機能又は結果が同じであるとしても、各エレメントについての言葉は同等の装置用語或いは方法用語により言い表わされて良いことが理解されるべきである。その様な同等でより広範な又はより包括的な用語は、各エレメント又は動作についての記述に含まれると見なされるべきである。その様な用語は、本発明にとって当然の暗示的に広い範囲を明示するために、望ましい場合には差し替えられても良い。単なる一例として、全ての動作は、その動作を行うための手段として、或いはその動作を生じさせるエレメントとして表現されて良いことが理解されるべきである。同様に、開示された各物理的エレメントは、その物理的エレメントが容易にする動作の開示を含むと解されるべきである。この最後の側面に関して、単なる一例として、“検出するための手段”又は“検出器”の開示は明示的に論じられていてもいなくても“検出する”という動作の開示を含むと解されるべきであり、逆に、“検出する”という動作の開示が事実上あったならば、その様な開示は“検出器”と、また“検出するための手段”との開示をも含むと解されるべきである。その様な変更と代替用語とは明細書に明白に含まれると解されるべきである。

【０２２０】

この特許出願で言及された特許、刊行物、またはその他の参考文献は、参照により本書に取り入れられる。更に、使用されている各用語に関して、この出願におけるその用語の利用がその様な解釈と矛盾しなければ伝統的定義と一般的な辞書の定義との両方が各用語について取り入れられると解されるべきであり、ランダムハウスのウェブスターズ・アンアブリッジド・ディクショナリー第２版（Ｒａｎｄｏｍ　Ｈｏｕｓｅ　Ｗｅｂｓｔｅｒ’ｓ　Ｕｎａｂｒｉｄｇｅｄ　Ｄｉｃｔｉｏｎａｒｙ，　ｓｅｃｏｎｄ　ｅｄｉｔｉｏｎ）に含まれているような全ての定義、代替用語、及び同義語が参照により本書に取り入れられる。最後に、「特許出願に従って参照により取り入れられるべき参考文献のリスト」に列挙されている全ての参考文献又は本出願と共に提出された他の情報陳述又は参考文献のリストは本書に添付され、参照により本書に取り入れられるけれども、上記の各々について、参照により取り入れられるその様な情報又は陳述が本発明の特許と矛盾すると考えられ得る範囲においてその様な陳述は特に本出願人によってなされたと見なされるべきではない。

【０２２１】

従って、出願人は、少なくとも次のものを請求していると解されるべきである：ｉ）本書に開示され記述されている入力装置の各々、ｉｉ）開示され記述されている関連する方法、ｉｉｉ）これらの装置及び方法の各々の類似するバリエーション、同等のバリエーション及び暗示的バリエーション、ｉｖ）開示され記述されたものとして示されている機能の各々を達成する代替デザイン、ｖ）開示され記述されているものを達成するように暗示しているものとして示された機能の各々を達成する代替のデザイン及び方法、ｖｉ）別々な独立の発明として示された各特徴物、コンポーネント、及びステップ、ｖｉｉ）開示された種々のシステム又はコンポーネントにより強化されるアプリケーション、ｖｉｉｉ）そのようなシステム又はコンポーネントによってもたらされる結果としての産物、ｉｘ）前に添付の例のいずれかを参照して実質的に記述された方法及び装置、ｘ）開示されたエレメントの各々の種々の組み合わせ及び置換、ｘｉ）提示されている独立の請求項又はコンセプトの各々に対する依存としての各々の潜在的に依存する請求項又はコンセプト、ｘｉｉ）上記検討の全体にわたって記述されたコンピュータの助けで又はコンピュータで実行されるプロセス、ｘｉｉｉ）上記検討の全体にわたって記述されたプログラマブルな装置、ｘｉｖ）上記検討の全体にわたって記述されたように働く手段又はエレメントを含むコンピュータに命令するデータで符号化されたコンピュータ読み出し可能なメモリー、ｘｖ）本書に開示され記述されているように構成されたコンピュータ、ｘｖｉ）本書に開示され記述されている個々の、または組み合わされた、サブルーチン及びプログラム、ｘｖ

ｉｉ）開示され記述された関連する方法、ｘｖｉｉｉ）これらのシステム及び方法の各々の類似バリエーション、同等バリエーション、及び暗示的バリエーション、ｘｉｘ）開示され記述されたものとして示されている機能の各々を達成する代替デザイン、ｘｘ）開示され記述されているものを達成するように暗示されているものとして示された機能の各々を達成する代替デザイン及び方法、ｘｘｉ）別々の独立した発明として示された各々の特徴物、コンポーネント、及びステップ、及びｘｘｉｉ）上記の各々の種々の組み合わせ及び置換。

【０２２２】

実用的理由から、また数百個になる可能性のある請求項を付け加えるのを避けるために、出願人は、結局、最初の依存性を有する請求項だけを提示することができる。一独立請求項又はコンセプトのもとで提示された種々の依存性又は他のエレメントのいずれをも他の独立請求項又はコンセプトのもとの依存性又はエレメントとして付け加えることを可能にするためにニューマター法規（欧州特許条約第１２３条（２）及び米国特許法３５ＵＳＣ第１３２条又はその他の同様の法規を含むが、これらに限定はされない）のもとで必要な程度に支えが存在すると理解されるべきである。“含む（ｃｏｍｐｒｉｓｉｎｇ）”という過渡的言葉が使用されるならば、或るいは使用されるときには、伝統的請求項解釈に従って、この言葉の使用は本書で“開放端（ｏｐｅｎ－ｅｎｄ）”請求項を維持するために使用される。従って、文脈が別様に必要としない限りは、“含む（ｃｏｍｐｒｉｓｅ）”という用語及びその変化形は、述べられたエレメント若しくはステップ又はエレメント若しくはステップのグループを包含することを意味するが他のエレメント若しくはステップ又はエレメント若しくはステップのグループの除外を意味しないことが理解されるべきである。その様な用語は、法的に許される最も広い範囲を出願人に与えるために、該用語の最も広い形で解釈されるべきである。

【０２２３】

いつ発表されたどんな請求項も、参照により本発明のこの説明の一部として本書に取り入れられ、出願人は、その様な請求項のこの様に取り入れられた内容の全部又は一部を請求項又はそのエレメント若しくはコンポーネントのいずれか又は全部を支持する追加記述として使用する権利を明確に留保し、出願人は、更に、本出願又は本出願の後の継続出願、分割出願、若しくは一部継続出願が保護を求めている事柄を定義し、又はいずれの国の特許法、規則若しくは条例又は条約の利益若しくは手数料の減額を得るために、又はいずれかの国の特許法、規則若しくは条約に従うために必要とされている通りに、その様な請求項又はそのエレメント若しくはコンポーネントの取り入れられた内容のいずれかの部分又は全部を明細書から請求項に移し又はその逆に移す権利を明確に留保し、参照により取り入れられたその様な内容は、本出願の後の継続出願、分割出願又は一部継続出願又はこれに対する再発行又は延長を含む本出願の全継続中残存しなければならない。

ＶＩ．　参考文献のリスト

米国特許書類

【０２２４】

【表１】

書類番号	日付	名称	分類	サブクラス
2001/0055002	12/27/01	Endo	345	156
2001/0038380	11/08/01	Salcudean, et al.	345	161
Des. 358,143	05/09/95	Gombert, et al.	D14	114
Des. 381,701	07/29/97	Salinas	D21	48
D 440,971	04/24/01	Gombert	D14	402
4,090,092	05/16/78	Serrano	307	116
4,136,291	01/23/79	Waldron	307	308
4,145,748	03/20/79	Eichelberger, et al.	364	862
4,158,216	06/12/79	Bigelow	361	280
4,233,522	11/11/80	Grummer, et al.	307	116
4,264,903	04/28/81	Bigelow	340	365
4,293,987	10/13/81	Gottbreht, et al.	29	25.42
4,304,976	12/08/81	Gottbreht, et al.	219	10.55 B
4,394,643	07/19/83	Williams	340	365
4,444,205	04/24/84	Jackson	128	782
4,505,049	03/19/85	Kuno et al.	33	333
4,536,746	08/20/85	Gobeli	340	365
4,550,617	11/05/85	Fraignier et al.	73	862.04
4,561,002	12/24/85	Chin	340	365
4,589,810	05/20/86	Heindl et al.	414	5
4,615,101	10/07/86	Edwards et al.	29	568
4,655,673	04/07/87	Hawkes	414	730
4,685,678	08/11/87	Fredericksen	273	148
4,698,775	10/06/87	Koch et al.	364	478
4,748,433	05/31/88	Jackson, et al.	338	6
4,785,180	11/15/88	Dietrich et al.	250	231
4,811,608	03/14/89	Hilton	73	862.04
4,853,498	08/01/89	Meadows, et al.	178	19
4,855,550	08/08/89	Schultz, et al.	200	600
4,876,524	10/24/89	Jenkins	338	2
4,880,348	11/14/89	Baker et al.	414	783
4,894,493	01/16/90	Smith, et al.	200	5 A
4,922,061	05/01/90	Meadows, et al.	178	19
4,949,026	08/14/90	Mead	318	649

【０２２５】

5,220,261	06/15/93	Kempas	318	567
5,222,400	06/29/93	Hilton	73	862.043
5,260,629	11/09/93	Ioi et al.	318	568.19
5,274,423	12/21/93	Kim	315	560
5,276,294	01/04/94	Jalbert	187	121
5,280,265	01/18/94	Kramer, et al.	338	210
5,283,559	02/01/94	Kalendra, et al.	345	168
5,296,871	03/22/94	Paley	345	163
5,298,919	03/29/94	Chang	345	163
5,301,566	04/12/94	Tahmasebi, et al	74	479
5,329,276	07/12/94	Hirabayashi	340	870.31
5,392,658	02/28/95	Okada	73	862.043
5,421,213	06/06/95	Okada	73	862.043
5,439,919	08/08/95	Miyachi et al.	514	316
5,440,326	08/08/95	Quinn	345	156
5,446,481	08/29/95	Gillick, et al.	345	163
5,453,758	09/26/95	Sato	345	158
5,457,289	10/10/95	Huang, et al.	178	20
5,488,204	01/30/96	Mead, et al.	178	18
5,506,605	04/09/96	Paley	345	163
5,512,919	04/30/96	Araki	345	156
5,526,294	06/11/96	Ono, et al.	364	709.13
5,528,264	06/18/96	Kautzer, et al.	345	158
5,528,265	06/18/96	Harrison	345	158
5,537,311	07/16/96	Stevens	364	167.01
5,542,615	09/26/95	Hilton	73	862.043
5,548,306	08/20/96	Yates IV, et al.	345	174
5,589,828	12/31/96	Armstrong	341	20
5,591,924	01/07/97	Hilton	73	862.04
5,625,696	04/29/97	Fosgate	381	18
5,639,847	06/17/97	Chiang, et al.	528	71
5,650,597	07/22/97	Redmayne	178	19
5,687,080	11/11/97	Hoyt, et al.	364	190
5,706,027	01/06/98	Hilton, et al	345	156
5,729,249	03/17/98	Yasutake	345	173
5,749,577	05/12/88	Couch, et al.	273	148
5,767,839	06/16/98	Rosenberg	345	161
5,767,840	06/16/98	Selker	345	161

【０２２６】

5,786,997	07/28/98	Hoyt, et al.	364	190
5,790,107	08/04/98	Kasser, et al.	345	174
5,798,748	08/25/98	Hilton, et al	345	156
5,805,140	09/08/98	Rosenberg, et al.	345	161
5,821,920	10/13/98	Rosenberg, et al.	345	156
5,828,813	10/27/98	Ohm	395	95
5,835,077	11/10/98	Dao, et al.	345	157
5,838,308	11/17/98	Knapp et al.	345	173
5,847,528	12/08/98	Hui, et al.	318	568.1
5,858,291	01/12/99	Li, et al.	264	105
5,880,718	03/09/99	Frindle, et al.	345	174
5,889,505	03/30/99	Toyama, et al.	345	156
5,898,057	04/27/99	Chiang, et al.	528	71
5,912,736	06/15/99	Marcuse, et al.	356	355
5,920,309	07/06/99	Bisset, et al.	345	173
5,923,318	07/13/99	Zhai, et al.	345	157
5,959,863	09/28/99	Hoyt, et al.	364	190
6,033,309	03/07/00	Couch, et al.	463	38
6,063,499	05/16/00	Chiang, et al.	428	425.8
6,094,491	07/25/00	Frindle, et al.	381	119
6,111,051	08/29/00	Chiang, et al.	528	71
6,131,056	10/10/00	Bailey, et al.	701	13
6,184,331	02/06/01	Chiang, et al.	528	71
6,236,301	05/22/01	Langford, et al.	338	6
6,271,828	08/07/01	Rosenburg, et al.	345	156
6,329,812	12/11/01	Sundin	324	207.16
6,343,242	01/29/02	Nomura et al.	700	245
6,474,915 B1	11/05/02	Wildenberg	409	201

【0227】

II. 外国特許書類

書類番号	日付	国	分類	サブクラス	翻訳	
					はい	いいえ
EP 0 054 306	16.12.81	欧州	H03K 17	96		X
EP 0 125 895 A1	10.05.84	欧州	B 25 J 19	00	X	
EP 0 464 649 B1	26.06.91	欧州	B25J 9	04	X	
EP 0 466 800 B1	06.04.90	欧州	G01B 21	00	X	
EP 0 509 589 B1	29.01.97	欧州	G06F 3	033		
EP 0 516 862 A1	19.12.91	欧州	G06F 3	033	X	
EP 0 567 364 B1	06.04.93	欧州	G06K 11	16		X
EP 0 706 838 B1	11.10.95	欧州	B07C 5	342		X
EP 0 720 293 A1	19.12.95	欧州	H03K 17	96		X
EP 0 727 875 B1	15.01.96	欧州	H03K 17	96		
EP 0 744 0312	07.02.95	欧州	G01P 21	00		X
EP 0 745 928 A2	04.12.96	欧州	G06F 3	033		
EP 0 917 291 A2	15.01.96	欧州	H03K 17	96		
WO 00/02701	20.01.00	PCT	B23Q 1	25		
WO 00/24053	27.04.00	PCT	H01L 21	68	X	
WO 01/33540	10.05.01	PCT	G09G 5	08		
WO 02/37410 A1	10.05.02	PCT	G06K 11	08	X	
WO 02/37411 A1	06.11.00	PCT	G06K 11	08		

III. 他の書類（著者、題目、日付、直接関係のある頁など）

"3503: Ratiometric Linear hall-Effect Sensors", http://www.allegromicro.com/sf/3503/index.htm, printed February 8, 2002, 2 pages
"3503: RatioMetric, Linear, Hall-Effect Sensors", Allegro Microsystems, Inc., 1999, 12 pages
"3D Controller Shootout", http://www.joy-stick.net/articles/3dshootout.htm, printed February 22, 2002, 2 pages
"6-axis joystick", http://www.multimania.com/tigereye/unreal/6axisjoystick.jpg, printed February 22, 2002, 1 page
"Accurate Economical Optical Distance and Systems for Industry and Re", http://www.aculux.com, printed March 1, 2002, 1 page
"Birdman's Lair", http://www.planethardware.com/spaceorb/main.html, printed February 22, 2002, 3 pages
"Conventions Used in Presenting Technical Data", Vishay Telefunken, pages 1-45
"Curriculum Vitae", http://engine.chungbuk.ac.kr/~kwjeong/pube.html, printed February 22, 2002, 5 pages
"David Petchkins Custom Space Orb", http://www.planethardware.com/spaceorb/petchkins.html, printed February 22, 2002, 7 pages
"Design for Automated Construction:, Howe, A. Scott, University of Michigan Doctoral Program in Architecture
"Design of a six-axis input device for a robotic manipulation aid", http://guide.stanford.edu/People/vdl/publications/VIDOF/vidof.html, printed February 22, 2002, 6 pages
"Development of Next-Generation Underwater Construction Machinery, Adachi, Shigeaki; Jun`ichi Akizono; Kazuhiro Shirai; Taketsugu Hirabayashi, Toshinari Tanaka, Port and Harbour Research Institute, Ministry of Transport Kanagawa,

【０２２８】

Japan
"Device class Definition for Physical Interface Devices (PID) Version 1.0 9/8/99, 46 pages
"Dual Force: Play station Analog Controller", Mad Catz, Inc., 1999, 1 page
"Electric Plastics", http://www.memagazine.org/backissues/april98/features/plastics/plastics.html, printed December 14, 2001, 6 pages
"Examination of Core Shroud Welds", Larsen, Jens; Hans Kristensen and Leif Jeppesen, http://www.ndt.net/article/ecndt98/nuclear/219/219.htm, 5/21/2002, 4 pages
"F/T (force/torque) Sensor System", Multi-Axis Sensors, http://www.ati-ia.com/axis.htm, 4/7/2002
"Fluid Power Research Consortium" Ohio State University, http://www.missouri.edu/~manringn/consortium/research_walking.htm, printed February 22, 2002
"GU @ Comdex – Damn This is Cool", http://www.porazzo.com/old/About/Media/Media
"HS-CE Provides 3-Axis Measurements", http://www.corrsys-datron/hsce.htm, printed March 1, 2002, 2 pages
"Human-Machine Interface of the Utar System", alud, Ludek; Honzík, Bohumil; Šolc, František; 11th DAAAM International Symposium, "Intelligent Manufacturing & Automation: Man - Machine - Nature" October 2000
"International Seminar on the Technology of the Inherently = Conductive Polymers", http://209.51.194.07, printed December 14, 2001, 11 pages
"Les robots a mouvements spatiaux/Spatial robots", http://www-sop-inria.fr/copin/equipe/merlet/Archi/node2.html, printed February 22, 2002, 32 pages
"Mearthane Products Corporation – Business Machine Components", http://www.mearthane.com/machcomp..htm, printed December 14, 2001, 1 page
"Mearthane Products Corporation – Conductive and Antistatic Urethanes", http://www.mearthane.com/antistatic.htm, printed December 14, 2001, 2 page
"Mearthane Products Corporation – Conductivity – Durethane", http://www.mearthane.com/table.htm, printed December 14, 2001, 1 page
"Mearthane Products Corporation – Mearthane offers Conductive Urethane", http://www.mearthane.com/news5.htm, printed December 12, 2001, 2 pages
"Metallic Properties of PAni blends: Thermo power", http://www.zipperling.de/Research/abstract/thermop.html, printed December 14, 2001, 1 page
"MPLab: IDS v 5.50" disk, Microchip Technology, Inc., 2001, 3 pages
"Nanotechnology with Organic Metal", http://www.zipperling.de/Content-Start.en.html, printed December 14, 2001, 2 pages
"Optical Distance Sensor: Seiko Precision, Inc.", http://www.seiko-p.co.jp/opt/opt2e.html, printed March 1, 2002, 2 pages
"Ormecon – A Conductive Polymer - An Organic Metal", http://www.zipperling.de/Products/PAni/u-sichte.html, printed December 14, 2001, 3 pages
"Package Outlines: Plastic SIP", Allegro Microsystems, Inc., pages 29-30, 1999
"Power on the Prowl – These boots are made for walking and talking", Popular Science, January 2002, 1 page

【0229】

"Precise 3-D Navigation of Construction Machine Platforms", Kahmen & Günther Retscher, Department of Applied and Engineering Geodesy, Vienna University of Technology, Austria, 5 pages
"Press Release", http://www.3dconnxion.com/press/20011022.html, printed November 26, 2001, 2 pages
"Product Overview – Space Ball 4000", http://www.3dconnxion.com/products/4000/, printed November 26, 2001, 2 pages
"Product Overview – Space Mouse Classic", http://www.3dconnxion.com/products/Classic.htm, printed November 26, 2001, 2 pages
"Product Overview – SpaceMouse Plus", http://www.3dconnxion.com/products/plus.htm, printed November 26, 2001, 2 pages
"Publications", www.cse.psu.edu, 9/28/2002, 2 pp.
"Redundancy Resolutionof a Cartesian Space Operated Heavy IndustrialManipulator, Homegger, M.; A. Codourey, Institute of Robotics, Zürich, Switzerland, May 1998, 5 pages
"Search, Identify, and Destroy; A robotic Solution to Urban Warfare", Dupuis, Captain Ray and Tremblay, Captain Dean, Land Forces Technical Staff Programme V, Royal Military College, Kingston, 15 June 2000
"The ServoRam", 21 pp.
"The Stewart-Gough Platform on General Geometry Can have 40 Real Postures", P. Dietmailer; Institut für Mechanik, Technische Universität Graz, Austria, 1990 Kluwer Academic Publishers
"Tools Used in Excavation", Tools of the trade, http://www.ufpo.org/excavation_studd/tools_of_trade.htm, 5/21/2002, 6 pages
"Toward Next-Generation Construction Machines", Bostelman, Roger; James Albus, Bill Stone, American Nuclear Society 9th International Topical Meeting on Robotics and Remote Systems, Seattle, WA, March 4-8, 2001, 12 pages
"Treillis articules/Truss", http://www-sop.inria.fr/coprin/equipe/merlet/Archi/node3.html, printed February 22, 2002, 2 pages
"Turn on the Media Management Team", http://www.turnonmedia.com/turnon/about/who.cfm, printed February 22, 2002, 2 pages
"Varatouch Technology Center: R2 Technology", http://www.varatouch.com/peitech.html, printed February 22, 2002, 6 pages
"Vishay Brands – Vishay Telefunken – Photo Darlington Transistors, Photo Schmitt Trigger", http://www.vishay.com/brands/telefunken/IRDother.html, printed March 1, 2002
"Vishay Brands – Vishay Telefunken – Photo Detectors", http://www.vishay.com/brands/telefunken/detectors.html, printed March 1, 2002
"Ziba Design Wins Unprecedented Four Gold Design Excellence Awards", http://www.ziba.com/pr/21.htm, printed February 23, 2002, 2 pages
"Ziba Design, Inc. – Strategic Design Consultancy", http://www.ziba.com/home.htm, printed February 23, 2002, 1 page
2000 Japan – USA Flexible Automation Conference, "Kinematic Calibration of a Hexapod Machine Tool by Using Circular Test", July 23-26, 2000, 4 pp.
500,000 Bobcat Skid-Steer Loaders and Counting - Worksaver Spring 2001

【0230】

Brochure
Autolev Sample Problem: Stewart Platform (Hexapod), "Stewart Platform Analysis", 9/20/2002, www.autolev.com, 4 pp.
Bachrach, B., "Diagonalizing Controller for a Superconducting six-axis Accelerator", Proceedings of the 28th Conference on Decision and Control Dec 1990, pages 2785-2793
Bernstein, Jonathan, "An Overview of MEMS Inertial Sensing Technology", Sensors February 2003, pages 14-21
Bobcat, "Attachments for Loaders/Excavators", 8 pp.
Bobcat, "Auger Attachments", 4 pp.
Bobcat, "Brushcat Rotary Cutter Attachment", 2 pp.
Bobcat, "Soil Conditioner Attachment", 2 pp.
Bobcat, "Tiller Attachment", 2 pp.
Bobcat, "Trencher Attachments", 2 pp.
Bobcat, "V518 – V623 VersaHandler, Telescopic Tool Carrier", 6 pp.
Bobcat, "Worksaver catalog", 2002, 40 pp.
Bobcat, Melroe & Ingersoll-Rand, "Industrial Grapple Attachments", 2 pp.
Bookmarks on Parallel Manipulators, "Web Sites Related to Parallel Robots", 9/20/2002, wwwrobot.gmc.ulaval.ca, 3 pp.
Bruynunckx, Herman, et al., "Comments on 'Closed Form Forward Kinematics Solution to a Class of Hexapod Robots'", Copyright 1999, 3 pp.
Bush Hog Front End Loaders M346, M446, M546, M626 Operator's Manual 50030231
Bush Hog Mounting Instructions for 24H49871 Grapple Attachment, February 1998 1 page
Case, "Skid Steer Loaders", 5/20/2002, www.casece.com, 2 pp.
Description of Sourcefiles, "EMC Source Code Documentation", 9/20/2002, www.linuxcnc.org, 17 pp.
Enumerative Real Algebraic Geometry: The Stewart-Gough platform; http://www.maths.univ-renns1.fr/~raag01/surveys/ERAG/S3/3.html, 9/28/2002 3 pages
Erickson, B, "Mayo Graduate School", http://www.mayo.edu/faculty/erickson,htm, printed March 1, 2002, 1 page
Gloess, R., "Hexapod Parallel Kinematics with Sub-Micrometer Accuracy", Actuator 2000, pages 293-295
Harris, M., "The Space Orb Controller", http://alpha2.bmc.uu.se/markh/notes/joy/spaceorb.html, printed February 22, 2002, 2 pages
http://static.howstuffworks.com/gif/skid-steer-coupler.jpg 5/20/2002
Hydraulic Hammer, http://static.howstuffworks.com/gif/skid-steer-hydraulic-hammer.gif, 5/20/2002
Industrial Grapple Bucket, http://static.howstuffworks.com/gif/skid-steer-industrial-grapple-bucket.gif, 5/20/2002
Ingersoll Rand, "VR-530 Telescopic Material Handler", 2001, 4 pp.
Ingersoll Rand, "VR-623 Telescopic Tool Carrier", 2001, 4 pp.
Ingersoll-Rand, "VR-10044/VR-1056 Telescopic Material Handler", 2001, 4 pp.

【0231】

Ingersoll-Rand, "VR-843 Telescopic Material Handlers", 1999, 8 pp.
Innovation & Technology Transfer, Innovation Programme News, January 1997, A Boost for European Heavy Industry, http://www.cordis.lu/itt/itt-en-97-1/ip-news.htm, 05/21/2002, 5 pages
Jackson, A., "The Further Step Touch Control For Your Vibroplex EK-1", Say you saw it in CQ, January 1986, pages 13-19
Ji, Ping, et al., "A Closed-Form Forward Kinematics Solution for the 6-6^{p} Stewart Platform", IEEE Transactions On Robotics and Automation, Vol. 17, No. 4, August 2001, pp 522-526.
John Deere, "548G-111, 648G-111, 748G-111 Grapple Skidders", 2001 – 2006, 18 pp.
John Deere, "644 H – Log Loader", 2000 – 2004, 6 pp.
John Deere, "853 G – Feller-Bunchers", 2000 – 2010, 8 pp.
Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, "News Briefs", Vol. 102, No. 4, July – Aug. 1997, pp 499 – 522.
JRSJ, "Special issue – The Theory of Telerobotics", 9/20/2002, www.sanbi.co.jp/rsj/Conts/Vol_11/Vol11_6e.html, 3 pp.
Kennedy, Kevin & Associates, "Your Experts in Machining and Machine Tools and T…", 9/20/2002, www.kkai.com, 20 pp.
Kost, et al., "Effects of Axial Stretching on the Resistively of Carbon Black Filled Silicone Rubber", Polymer Engineering and Science, 1983, pages 567-571
Landscape Tiller, http://static.howstuffworks.com/gif/skid-steer-landscape-tiller.gif, 5/20/2002
Material Handling Arm, http://static.howstuffworks.com/gif/skid-steer- material-arm.gif, 5/20/2002
Mingus, L., "Space Orb 360 Review", http://www.makeitsimple.com/reviews/space_orb/, printed February 22, 2002, 2 pages
MMS Online http://www.geekfaction.net/pro/nph-pro.pl/010110A/http/www.mmsonline.com/columns/0… 9/28/2002
MTS Temposonics Position Sensors, MTS Sensors Group, 2000 Brochure
Neue Seite 1, "IWF Hexaglide", 9/20/2002, www.iwf.bepr.ethz.ch/web/en/forschung/wzm/hexa1.shtml, 9 pp.
New Holland Series LM Telehandlers http://www.newholland.com/nh/teleh.htm, 5/20/2002, 2 pages
New Holland, "Attachment Adapter Plates", 1996, 2 pp.
New Holland, "Skid Steers", 2000, 12 pp.
New Holland, "Skid-Steer Loader Attachments", 5/20/2002, 1 page.
New Holland, "Skid-Steer Loader Attachments", 5/20/2002, 2 pp.
New Holland, "Skid-Steer Loader", 5/20/2002, 3 pp.
NRL-Materials Science and Technology Division, "Six Dimensional Loader", 9/20/2002, http://mstd.nrl.navy.mil, 2 pp.
Pike, G., "Electrical properties of Conducting Elastomers", NASA: Center for Aerospace Information,
Predko, M., "PicMicro Microcontroller Pocket Reference", McGraw-Hill, 2000
Predko, M., "Programming and Customizing PicMicro Microcontrollers", McGraw Hill, 2001

【0232】

Retro Tech Search & Tech Track Summary; http://asp.nerac.com/cust_access_asp/SearchRequest/retro_tech_track_confirm.asp; 9/20/2002, 2 pages
Richfield, P., "Integrated avionics suites showcase new pilot interface concepts", Professional Pilot, January 2002, pages 56-60
Robinson, David, et al., NASA Goddard Space Flight Center, "DCATT Peer Review", August 17, 1998, 77 pp.
Sabin, Malcolm home page, www.damtp.cam.ac.uk, 9/28/2002, 2 pp.
Sau, K.P. "The Effect of Compressive Strain and Stress on Electrical Conductivity of Conductive Rubber Composites", Rubber Technology Centre, Indian Institute of Technology, pages 310-324
Spacetech, "This isn't your fathers Joystick", http://www.gamedemo.com/ezine/jan97/orb360.htm, printed February 22, 2002, 2 pages
Stevens, B., "Birth Place of the SpaceOrb 360: Engineering Technology Transfer Begets New Low-Cost Consumer "6D" Gaming Device", http://www.casystems.com/profiles/1997/9711a05.html, printed February 22, 2002, 2 pages
Storrs, John, "Distribution Notes for Hexapod-1.1", Copyright 1997, www.i-way.co.uk, 4 pp.
Storrs, John, "Hexapod Software Model", 9/28/2002, www.i-way.co.uk., 3 pp.
Storrs, John, "LME Hexapod Machine", 9/28/2002, www.i-way.co.uk, 2 pp.
Stump Grinder, http://static.howstuffworks.com/gif/skid-steer-stump-grinder.gif, 5/20/2002
Techno park, "Know how Navigator: Firmenansicht Sundin GmbH, http://www.navigator.technopark.ch/htdocs/firmen/Sundin=95GmbH.html, printed February 24, 2002
Trencher, http://static.howstuffworks.com/gif/skid-steer-trencher.gif, 5/20/2002
University of Washington – Control & Robotic Systems Laboratory, "A Look at the Pole/Zero Structure of a Stewart Platform Using Special Coordinate Basis", 6/24/1998, 16 pp.
US Patent Application Publication US2002/0117017 A1, "Control Lever" 10/15/01 5 pages
Utility Grapple Bucket, http://static.howstuffworks.com/gif/skid-steer-utility-grapple-bucket.gif, 5/20/2002
Viren, B., "How to Use the SpaceOrb under Linux or Unsupported Secrets of the SpaceOrb Protocol", printed February 22, 2002, 5 pages
VR News, "Notion Simulation", 9/20/2002, www.vrnews.com, 2 pp.
Worksaver, Inc., "Worksaver Grapple for Skid Steer and Front Loader", www.worksaver.com, 5/20/2002, 2 pp.
Yashin, V.V., et al. "A Model for Rubber Degradation Under Ultrasonic Treatment: Part II. Rupture of Rubber Network and Comparison with Experiments", Department of Polymer Engineering, The University of Akron, page 325
Yuzhen, Huang, et al., "Forward Displacement Analysis of a Special Stewart-Gough

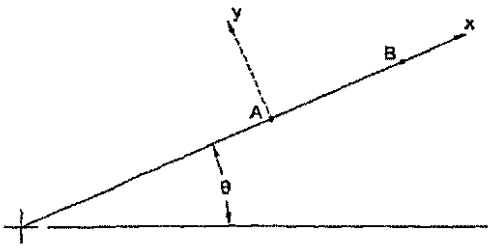
60

【0233】

Platform", 10 pp.
Zhai, S., PhD "Human Performance in Six Degree of Freedom Input Control", http://vered.rose.utoronto.ca/people/shumin_dir/papers/PhD_Thesis/Chapter1/Chapter11.html , March 25, 2002, 2 pages
Zhai, S., PhD, "Interaction in 3D Graphics", http://www.siggraph.org/publications/newletter/v32n4/contributions/zhai.html, March 25, 2002, 12 pages
Zhai, S., PhD, "User Performance in Relation to 3D Input Device Design", http://www.almaden.ibm.com/cs/people/zhai/papers/siggraph/final.html, March 25, 2002, 15 pages

【０２３４】
証拠物件Ａ

【０２３５】
【表２】



（１）各点、Ａ及びＢ、において１次元加速度計は、両方共に、半径に平行に中心から遠ざかるように向けられる。図示のようにｘ軸は運動するエレメントに沿って、ｙ軸はエレメントに垂直に、取られる。１次元加速度計はｙ軸に平行であってＡに固定される。

各点での加速度は以下の式：

$$\vec{a}_A=\left(g_x+\ddot{\theta}\cdot r_A, g_y+\frac{V_A^2}{r_A}\right) \qquad \vec{a}_B=\left(g_x+\ddot{\theta}\cdot r_B, g_y+\frac{V_B^2}{r_B}\right)$$

で表わされる。ここで、

$\frac{V_A^2}{r_A}$ 及び $\frac{V_B^2}{r_B}$ は接線速度である。

$|\vec{g}|=\sqrt{g_x^2+g_y^2}$ であるので、ｇｙを見出せば　：$g_x=\sqrt{g^2-g_y^2}$

従って　：$\theta=\arctan\left(\frac{g_y}{g_x}\right)=\arctan\left(\frac{g_y}{\sqrt{g^2-g_y^2}}\right)$

$V_A=r_A\cdot\dot{\theta}$ 及び $V_B=r_B\cdot\dot{\theta}$ であるので、次のように書くことができる：

$$a_{A,y}=\left(g_3+\frac{\left(r_A\cdot\dot{\theta}\right)^2}{r_A}\right)=g_y+r_A\cdot\dot{\theta}^2$$

$$a_{B,y}=\left(g_3+\frac{\left(r_B\cdot\dot{\theta}\right)^2}{r_B}\right)=g_y+r_B\cdot\dot{\theta}^2$$

$$\Rightarrow\left(g_y+r_1\cdot\dot{\theta}^2\right)-\frac{r_A}{r_B}\left(g_y+r_2\cdot\dot{\theta}^2\right)=\left(1-\frac{r_1}{r_2}\right)g_y$$

【０２３６】

$$\text{従って：}\ g_y = \frac{a_{A,y} - \frac{r_A}{r_B}a_{B,y}}{1-\frac{r_A}{r_B}} \Rightarrow \theta = \arctan\left(\frac{\frac{a_{A,y} - \frac{r_A}{r_B}a_{B,y}}{1-\frac{r_A}{r_B}}}{\sqrt{g^2 - \left(\frac{a_{A,y} - \frac{r_A}{r_B}a_{B,y}}{1-\frac{r_A}{r_B}}\right)^2}}\right)$$

$$\dot{\theta} = \sqrt{\frac{a_{A,y} - g_y}{r_A}} = \sqrt{\frac{a_{B,y} - g_y}{r_B}}$$

$$\ddot{\theta} = \frac{a_{A,x} - g_x}{r_A} = \frac{a_{A,x} - \sqrt{g^2 - \left[\frac{a_{A,y} - \frac{r_A}{r_B}a_{B,y}}{1-\frac{r_A}{r_B}}\right]^2}}{r_A}$$

或いは：

$$\ddot{\theta} = \frac{a_{A,x} - a_{B,x}}{(r_A - r_B)}$$

となる。

【図面の簡単な説明】

【０２３７】

【図１】図１ａから１ｅまでは、全て、本発明に従って作られた６軸ジョイスティックの好ましい実施態様の１つのＳｏｌｉｄＷｏｒｋｓ（登録商標）ソリッド・モデルから作成された種々の図を描いている。図１ａは、前記６軸ジョイスティックのＺ軸に沿って見下ろす平面図であり、光路の例が描かれている。図１ｂは、前記ジョイスティックの主なコンポーネントを示す断面切り欠き立面図である。図１ｃは、前記ジョイスティックの主なコンポーネントを示す切り欠き透視図である。図１ｄは、前記ジョイスティックの立面図である。図１ｅは、前記ジョイスティックの顕著なコンポーネントを描いた分解図である。

【図２】図２は、内部の反射ファセットを描いた前記ジョイスティックのアクティブ・グリップの透視図である。

【図３】図３は、一タイプの付随する電気回路図と関連する本発明の６軸ジョイスティックの円筒投影法の構成図である。

【図４】図４は、湾曲したミラー・ファセットの機能を描いた本発明の６軸ジョイスティックの円筒投影法の構成図である。

【図５】図５は、触覚手段及び切頭ミラー・ファセットの実施態様を示す対応する電気回路図と関連して示された本発明の実施態様の円筒投影法の構成図である。

【図６】図６は、本発明の一実施態様に従う統合発光体／光検出器パッケージの透視図である。

【図７】図７は、対応する電気回路構成図と関連する６軸ジョイスティックの他の実施態様の円筒投影法の構成図である。

【図８】図８ａから８ｅまでは、全て、本発明に従って作られた６軸ジョイスティックの他の好ましい実施態様のＳｏｌｉｄＷｏｒｋｓ（登録商標）ソリッド・モデルから作られた種々の図を描いている。図８ａは、前記６軸ジョイスティックのＺ軸に沿って見下ろす平面図であり、光路の例が描かれている。図８ｂは、前記ジョイスティックの主なコンポ

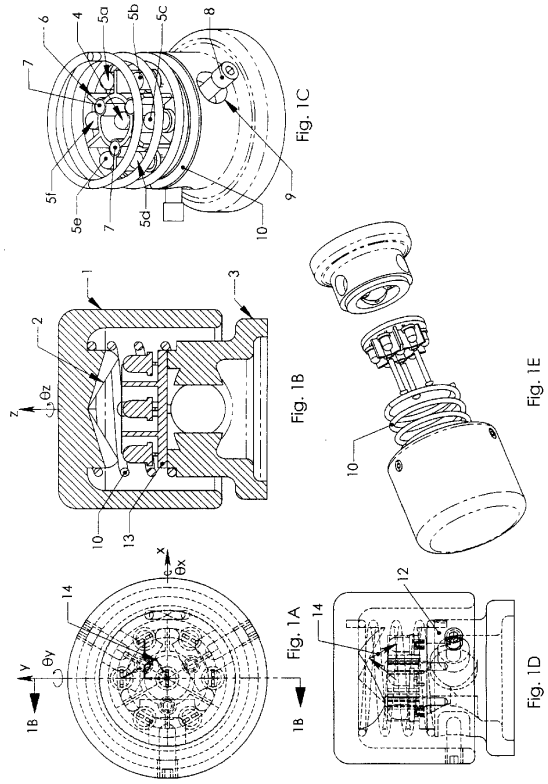
ーネントを示す断面立面図である。図８ｃは、前記ジョイスティックの切り欠き透視図である。図８ｄは、前記ジョイスティックの立面図である。図８ｅは、前記ジョイスティックの顕著なコンポーネントを幾つか描いた分解図である。
【図９】図９は、内部の反射ファセットを描いた前記ジョイスティックのアクティブ・グリップの透視図である。
【図１０】図１０ａは、在来の“ジョイスティック”型のアクティブ・グリップと、大きくされた運動範囲と、保護・圧力補償ベローズとを特徴とする本発明の実施態様の横断面図である。図１０ｂは、図１０ａの実施態様の付加的な横断面図である。
【図１１】図１１ａ、１１ｂ、１１ｃ及び１１ｄは、それぞれ、本発明の磁束センサーの実施例の平面図、横断面図、透視図及び分解図である。
【図１２】図１２は、本発明の実施態様の磁気エレメントの平面図である。
【図１３】図１３は、本発明の実施態様の組み立てられた磁気エレメントの平面図である。図１３ａは、本発明の磁気実施態様の横断面立面図である。
【図１４】図１４は、本発明の実施態様の印刷回路基板詳細である。
【図１５ａ】図１５ａは、本発明のエラストマー実施態様の断面図である。
【図１５ｂ】図１５ｂは、図１５ａの実施態様の分解図である。
【図１５ｃ】図１５ｃは、図１５ａの実施態様のもう一つの分解図である。
【図１５ｄ】図１５ｄは、図１５ａの実施態様の立面図である。
【図１５ｅ】図１５ｅは、図１５ａに似ている断面図である。
【図１６】図１６は、本発明の他のエラストマー実施態様の断面立面図である。
【図１７】図１７は、本発明のエラストマー実施態様の代表的等価回路である。
【図１８－１】図１８ａは、本発明の他のエラストマー実施態様のセンサー部分の立面図である。図１８ｂは、図１８ａに描かれているセンサー・エレメントの他の立面図である。図１８ｃは、図１８ａに描かれているセンサー・エレメントの平面図である。図１８ｄは、図１８ａに描かれているセンサー・エレメントの透視図である。
【図１８－２】図１８ｅは、図１８ａに描かれているセンサー・エレメントの代表的等価回路である。
【図１９－１】図１９ａは、それぞれ、本発明の更に他のエラストマー実施態様に従うセンサー・アセンブリーの透視図、立面図、もう一つの立面図、及び平面図である。図１９ｂは、それぞれ、本発明の更に他のエラストマー実施態様に従うセンサー・アセンブリーの透視図、立面図、もう一つの立面図、及び平面図である。図１９ｃは、それぞれ、本発明の更に他のエラストマー実施態様に従うセンサー・アセンブリーの透視図、立面図、もう一つの立面図、及び平面図である。図１９ｄは、それぞれ、本発明の更に他のエラストマー実施態様に従うセンサー・アセンブリーの透視図、立面図、もう一つの立面図、及び平面図である。
【図１９－２】図１９ｅは、図１９ａ、１９ｂ、１９ｃ、及び１９ｄに描かれている本発明のエラストマー実施態様のセンサー・アセンブリーの代表的等価回路である。
【図２０ａ】図２０ａは、本発明の数個の電解質充填エラストマー実施態様のうちの１つの平面図及び断面立面図である。
【図２０ｂ】図２０ｂは、本発明の数個の電解質充填エラストマー実施態様のうちの１つの平面図及び断面立面図である。
【図２１】図２１ａ、２１ｄ、２１ｅ及び２１ｆは、それぞれ、本発明の他の電解質充填エラストマー実施態様のアセンブリーの平面図、立面図、もう一つの立面図、及び透視図である。図２１ｂは、図２１ａ、２１ｄ、２１ｅ及び２１ｆに描かれているトランスデューサ・アセンブリーの単一のサブアセンブリーの図である。図２１ｃは、図２１ｂを通って描かれた断面Ａ－Ａである。
【図２２】図２２は、製造及び組み立ての代表的段階中に示された本発明の更に他の電解質充填エラストマー実施態様の六角形経路に沿って切られた断面構成図である。
【図２３】図２３は、本発明の更に他の電解質充填エラストマー実施態様の六角形経路に沿って切られた部分的断面構成図である。

【図２４】図２４は、本発明の更に他の電解質充填エラストマー実施態様の六角形経路に沿って切られた部分的断面構成図である。
【図２５】図２５ａは、補剛エレメント及び力センサーの組み合わせを利用する本発明のエラストマー実施態様の立面図である。図２５ｂは、補剛エレメント及び力センサーの組み合わせを利用する本発明の他のエラストマー実施態様の立面図である。図２５ｃは、多数の可能な補剛材構成のうちの１つを描いた平面図である。
【図２６】図２６は、補剛手段と圧力感知手段との組み合わせを利用する本発明のエラストマー実施態様の多軸センサー部分の１エレメントを示す部分断面図である。
【図２７】図２７は、変形可能なエラストマー構造と関連する別々の単軸変位センサーの使用を描いた本発明の実施態様の断面図である。
【図２８】図２８は、変形可能なエラストマー構造と関連する別々の単軸変位センサーの使用を描いた本発明の他の実施態様の代表的部分断面図である。
【図２９】図２９は、変形可能なエラストマー構造と関連する別々の単軸変位センサーの使用を描いた本発明の更に他の実施態様の代表的部分断面図である。
【図３０】図３０は、変形可能なエラストマー構造内に埋め込まれた拡張可能なコイル状可変インダクターの使用を描いた本発明の更に他の実施態様のセンサー部分の代表的部分断面図である。
【図３１】図３１は、力フィードバック又は位置フィードバックを目的とする内部圧力により変形され得る複数の空洞と関連する変形可能なエラストマー構造の中に埋め込まれた拡張可能なコイル状可変インダクターの使用を描いた本発明の更に他の実施態様のセンサー部分の代表的部分断面図である。
【図３２ａ】図３２ａは、それぞれ、電解質充填変形可能センサー、ゲル充填リスト・レスト及び統合データ入力キーパッドを特徴とする本発明の実施態様の断面立面図、部分平面図、部分断面立面図、及び透視図である。
【図３２ｂ】図３２ｂは、それぞれ、電解質充填変形可能センサー、ゲル充填リスト・レスト及び統合データ入力キーパッドを特徴とする本発明の実施態様の断面立面図、部分平面図、部分断面立面図、及び透視図である。
【図３２ｃ】図３２ｃは、それぞれ、電解質充填変形可能センサー、ゲル充填リスト・レスト及び統合データ入力キーパッドを特徴とする本発明の実施態様の断面立面図、部分平面図、部分断面立面図、及び透視図である。
【図３２ｄ】図３２ｄは、それぞれ、電解質充填変形可能センサー、ゲル充填リスト・レスト及び統合データ入力キーパッドを特徴とする本発明の実施態様の断面立面図、部分平面図、部分断面立面図、及び透視図である。
【図３３】図３３は、ゲーム・コントローラの左右の把持部分を結合させる多軸センサー手段を有する両手ゲーム・コントローラを含む本発明の実施態様の構成図である。
【図３４】図３４は、本発明の手保持実施態様の構成図である。
【図３５－１】図３５ａ、３５ｂ、３５ｃ、３５ｄ、３５ｅ、３５ｆ、３５ｇ及び３５ｈは、例えば付加的な６自由度を有する手保持アクティブ・グリップに取り付けられた例えば６自由度を有する直径約１．５インチの指先操作式アクティブ・グリップを含む本発明の実施態様のモデルの写真である。
【図３５－２】図３５－１の続き。
【図３６】図３６ａ及び３６ｂは、直径約１インチの指先操作式グリップを除いて図３５ａから３５ｈまでに示されている実施態様に類似する本発明の実施態様のモデルの写真である。
【図３７】図３７ａ及び３７ｂは、本発明の実施態様の写真であり、この実施態様では指先アクティブ・グリップは固定された手安定化グリップに取り付けられ、前記の指先操作式アクティブ・グリップは約１．５インチ直径の球である。
【図３８】図３８ａ、３８ｂ、３８ｃ及び３８ｄは、指先操作式グリップが直径約１インチの球であることを除いて、図３７ａ及び３７ｂに示されている実施態様に類似している本発明の実施態様のモデルの写真である。

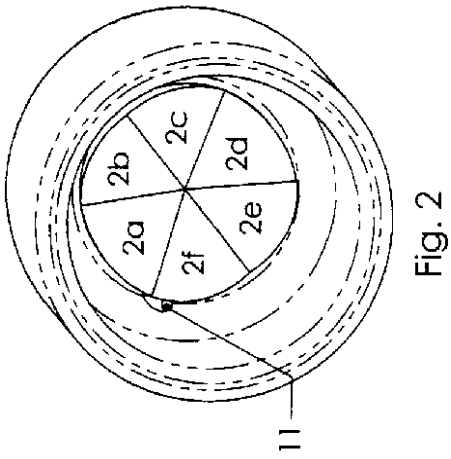
【図３９】図３９は、本発明のエラストマー実施態様に対応するブリッジ回路の電気回路構成図である。
【図４０】図４０ａは、本発明の一実施態様に従うエラストマー感知エレメントの透視図である。図４０ｂは、図４０ａの感知エレメントの横断面図である。
【図４１】図４１は、複数の電気伝導性エラストマー引っ張り部材を組み入れた本発明の実施態様の立面図である。
【図４２】図４２は、本発明の一実施態様の代表的電気回路図である。
【図４３】図４３は、本発明の他の実施態様の代表的電気回路図である。
【図４４】図４４は、本発明の一実施態様に従う変形可能なエラストマー感知エレメントの中のスチュワート・プラットフォーム・ジオメトリーの電解質充填空洞の構成図である。
【図４５】図４５は、図４５の実施態様に従う電気回路図である。
【図４６】図４６は、本発明の一実施態様の横断面図である。
【図４７】図４７は、３相励起信号と本発明の一実施態様からの出力信号との一つの代表的関係の図である。
【図４８】図４８は、図４６の実施態様と関連して使用され得る印刷回路基板構成の図である。
【図４９－１】図４９ａは、６軸ジョイスティックのベース部分がゲル・パッド・リスト・レストにより安定化されている本発明の一実施態様の平面図である。図４９ｂは、図４９ａに示されている実施態様の断面立面図である。
【図４９－２】図４９ｃは、図４９ａに示されている実施態様の分解図である。
【図４９－３】図４９ｄは、図４９ａの一部分の透視図である。
【図５０－１】図５０ａは、モノリシック光学位置トランスデューサを特徴とする本発明の一実施態様の切り欠き図である。図５０ｂは、図５０ａの実施態様の分解図である。図５０ｃは、図５０ｂからのモノリシック位置トランスデューサの透視図である。
【図５０－２】図５０－１の続き。
【図５０－３】図５０－１の続き。
【図５１－１】図５１ａは、３軸マウスに取り付けられた指操作可能なジョイスティックの透視図である。図５１ｂは、図５１ａの実施態様の底面図である。図５１ｃは、図５１ａの実施態様のエンドビューである。図５１ｄは、図５１ａの実施態様の側面図である。図５１ｅは、図５１ａの実施態様の上面図である。図５１ｆ及び図５１ｇは、図５１ａの実施態様の透視図である。
【図５１－２】図５１－１の続き。
【図５２】図５２は、ジョイスティックを使ってスチュワート・プラットフォーム・アダプターを制御するために座標変換を容易にするセンサーを装備したローダーを含む本発明の実施態様の透視図である。
【図５３】図５３は、図５２の実施態様のための制御方式の例の構成図である。
【図５４】図５４ａは、モノリシック・トランスデューサの横断面図である。図５４ｂは、図５４ａの実施態様の部分的端縁図である。
【図５５】図５５は、本発明の一側面に従うジョイスティックの断面立面図である。
【図５６】図５６ａは、変換エレメントに関して対称的に置かれる２つの同軸バネを含む本発明の一実施態様に従うジョイスティックの横断面図である。図５６ｂは、反射パターン例である。図５６ｃは、反射パターン例である。
【図５７】図５７は、トランスデューサ及び反射パターンのゼロ状態角度及び軸方向整列の例を描いた構成図である。
【図５８】図５８は、本発明の一側面において用いられるバネの応力分析例である。
【図５９】図５９は、本発明の一側面において用いられるバネの応力分析の他の例である。
【図６０】図６０は、本発明の一側面に従う単一の弾性エレメントとバネの例である。
【図６１】図６１ａ及び６１ｂは、本発明の一実施態様のトランスデューサに入射するシ

ミュレートされたイメージである。

【図１】



【図２】



【図３】

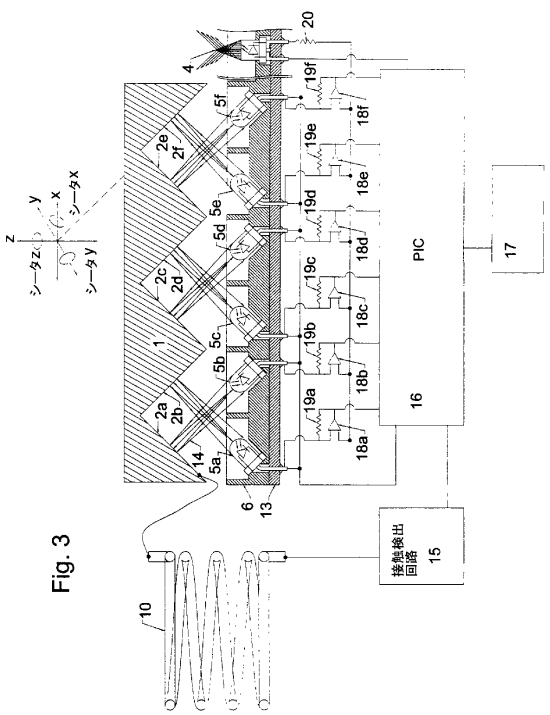


Fig. 3

【図４】

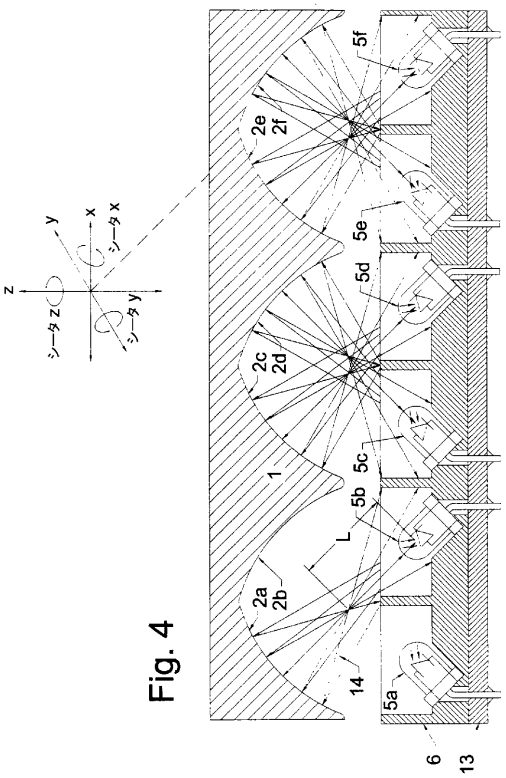


Fig. 4

【図５】

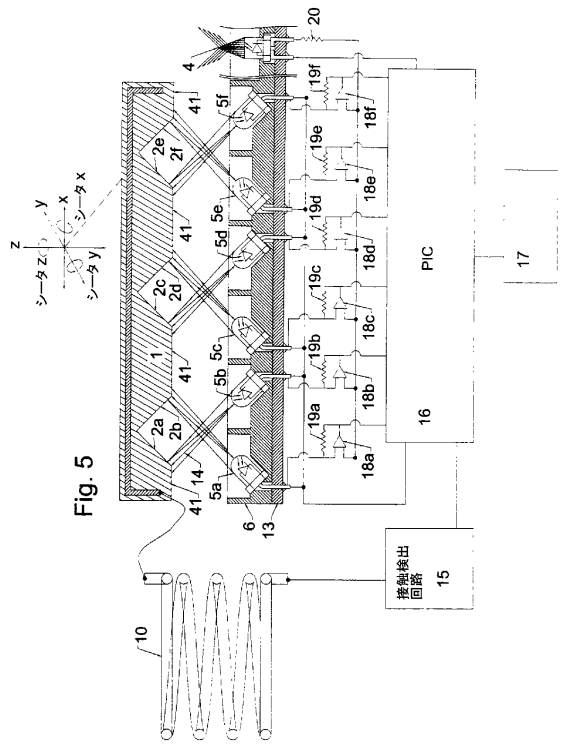


Fig. 5

【図６】

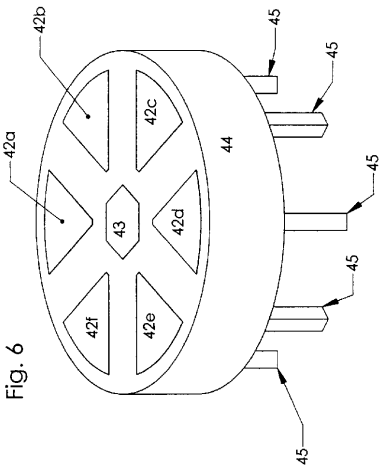


Fig. 6

【図７】

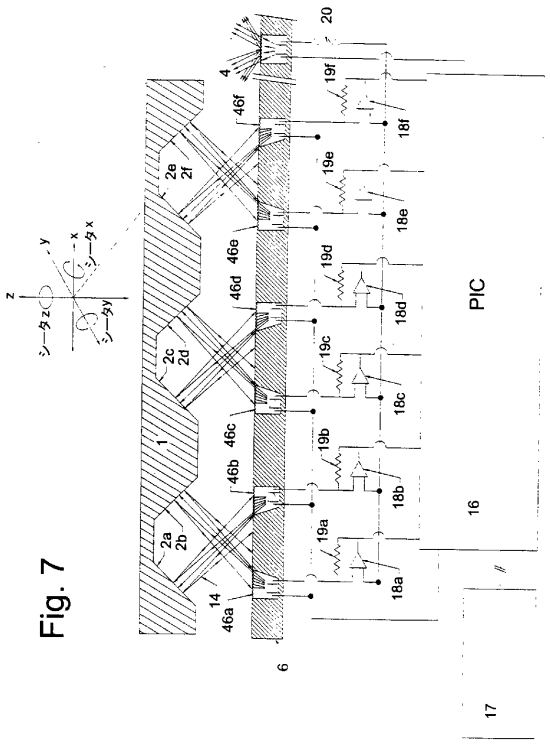


Fig. 7

【図８】

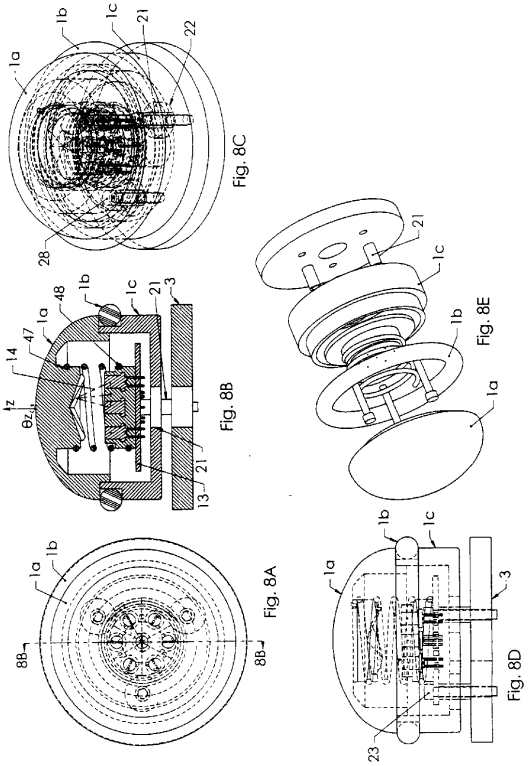


Fig. 8C
Fig. 8B
Fig. 8A
Fig. 8E
Fig. 8D

【図９】

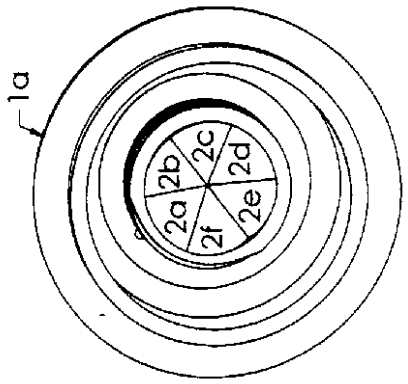


Fig. 9

【図１０】

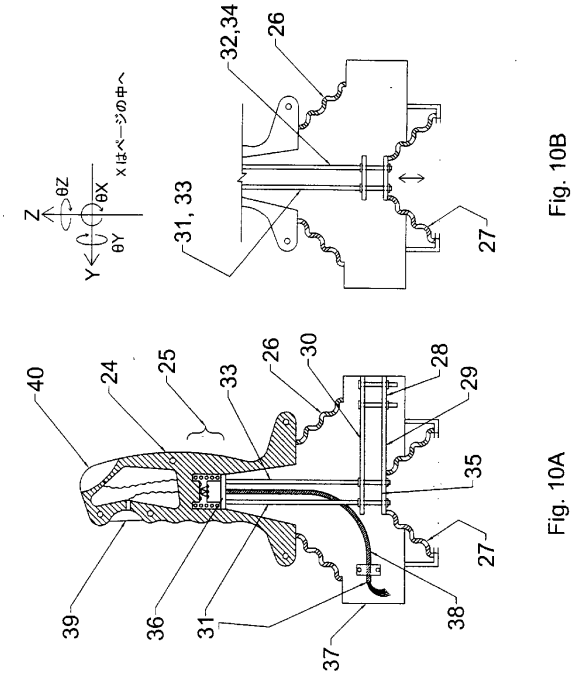
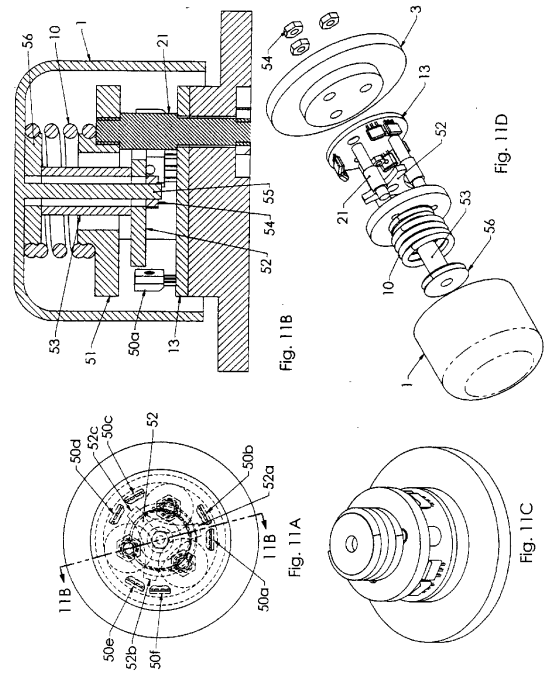


Fig. 10B
Fig. 10A

【図１１】



【図１２】

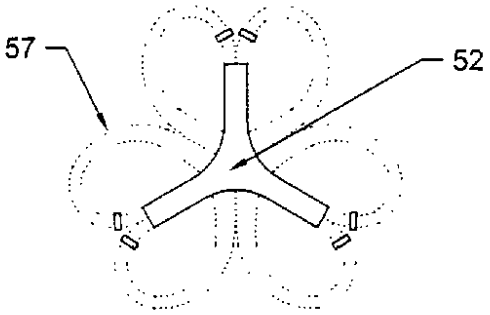


Fig. 12

【図１３】

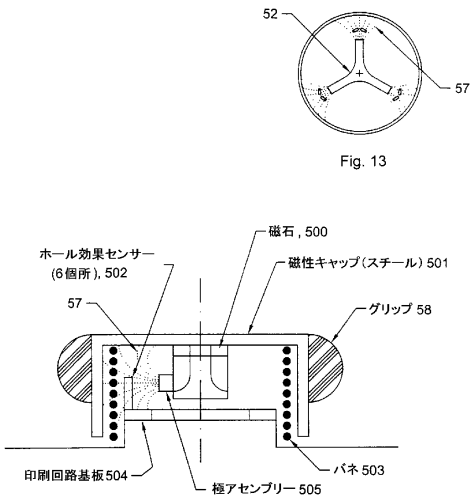


Fig. 13

Fig. 13

【図１４】

印刷回路基板詳細

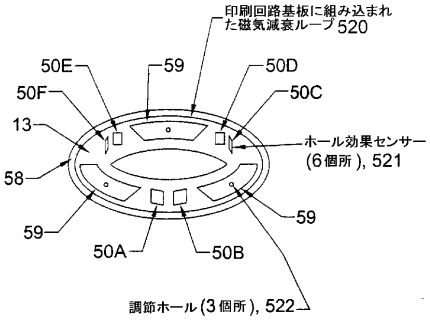


Fig. 14

【図１５ａ】

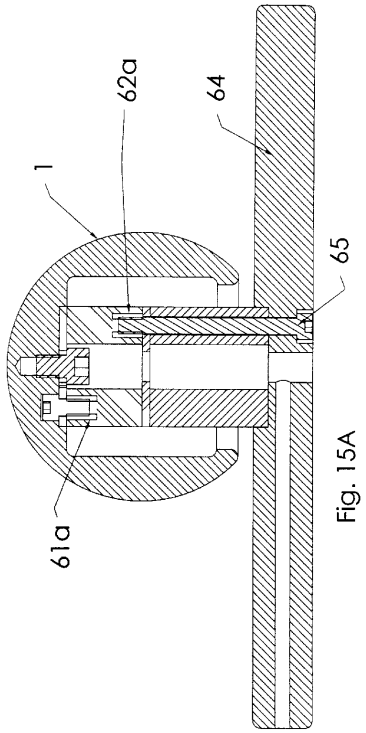


Fig. 15A

【図１５ｂ】

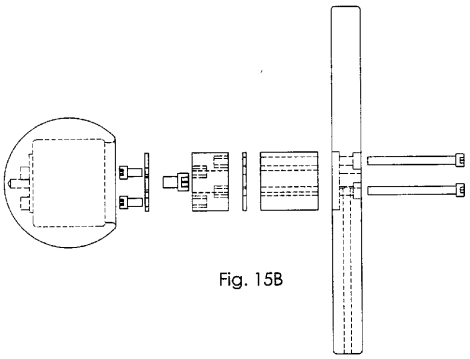


Fig. 15B

【図１５ｃ】

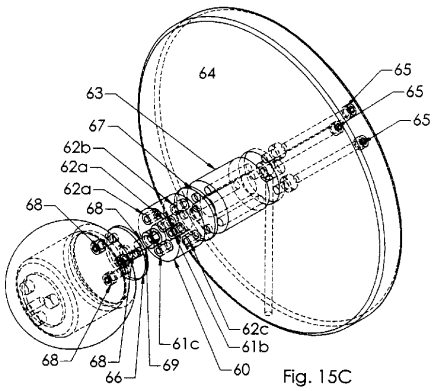


Fig. 15C

【図１５ｄ】

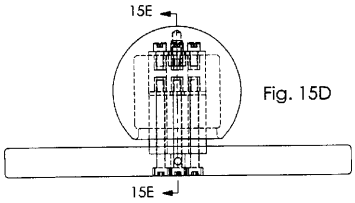


Fig. 15D

【図１５ｅ】

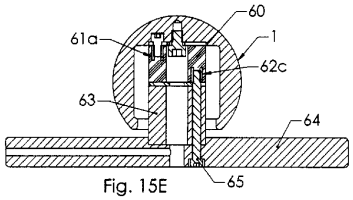


Fig. 15E

【図１６】

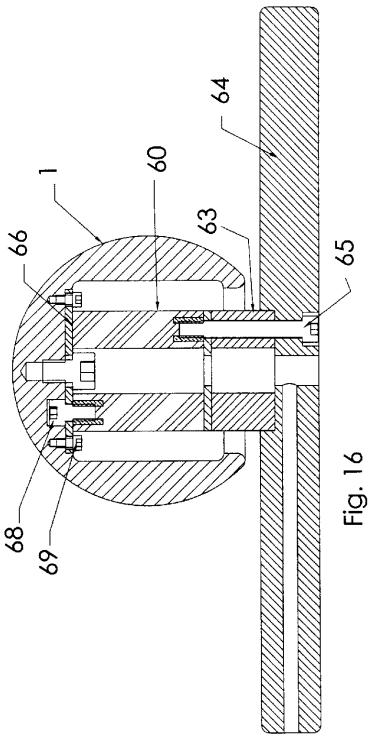


Fig. 16

【図１８－１】

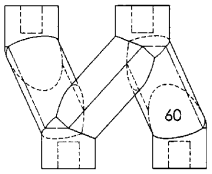


Fig. 18A

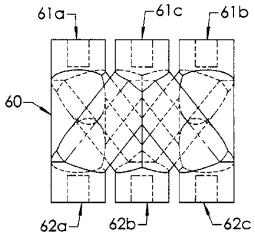


Fig. 18B

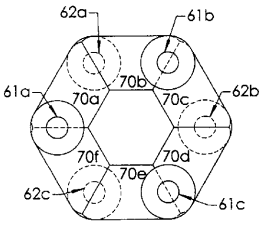


Fig. 18C

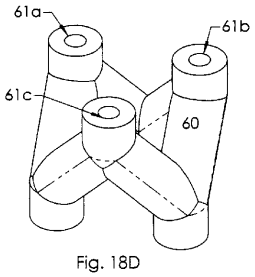


Fig. 18D

【図１９－１】

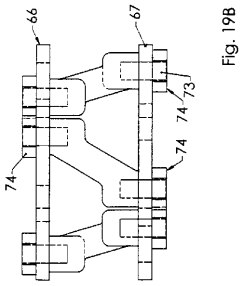


Fig. 19B

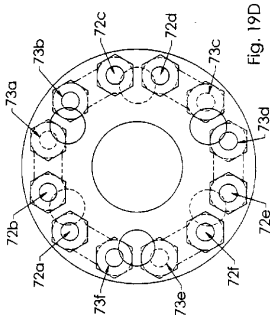


Fig. 19D

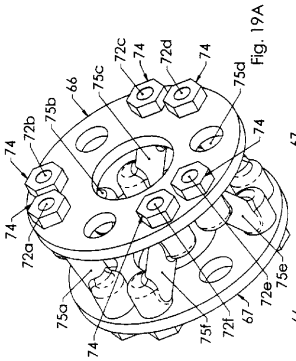


Fig. 19A

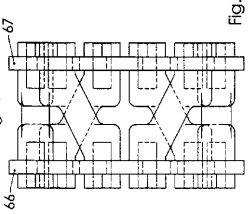


Fig. 19C

【図１９－２】

独立の回路要素についての回路図

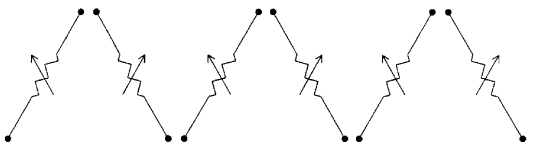


Fig. 19E

【図２０ａ】

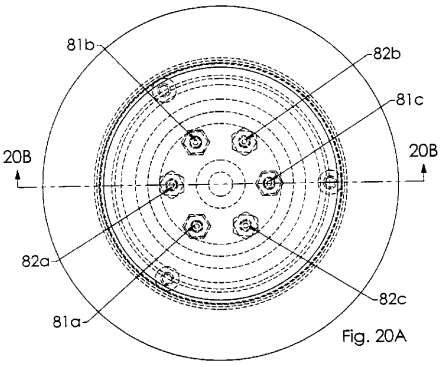


Fig. 20A

【図２０ｂ】

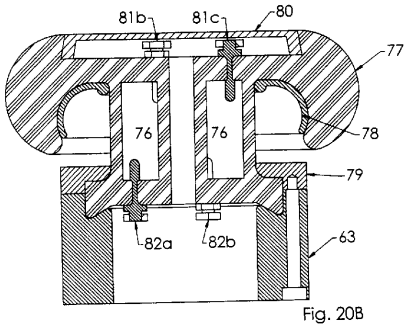
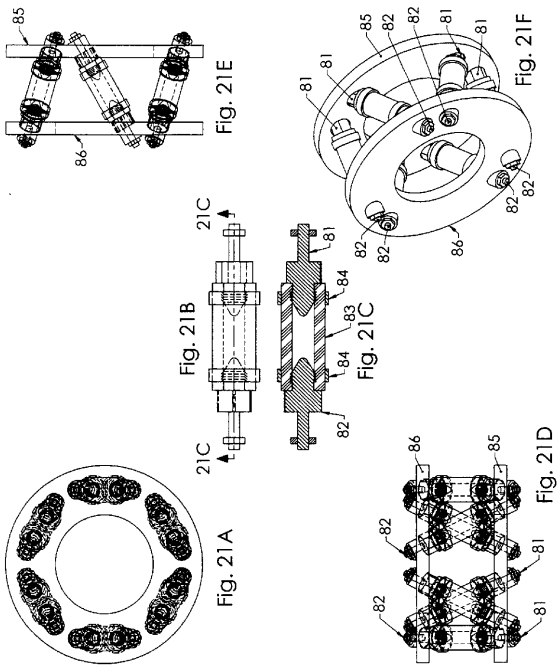
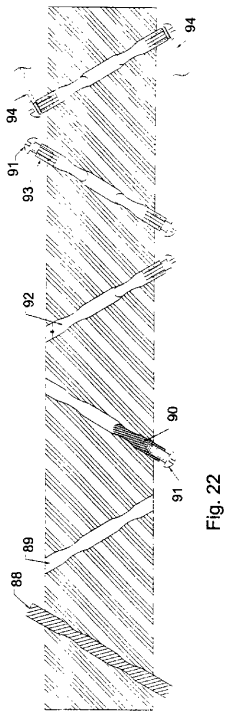


Fig. 20B

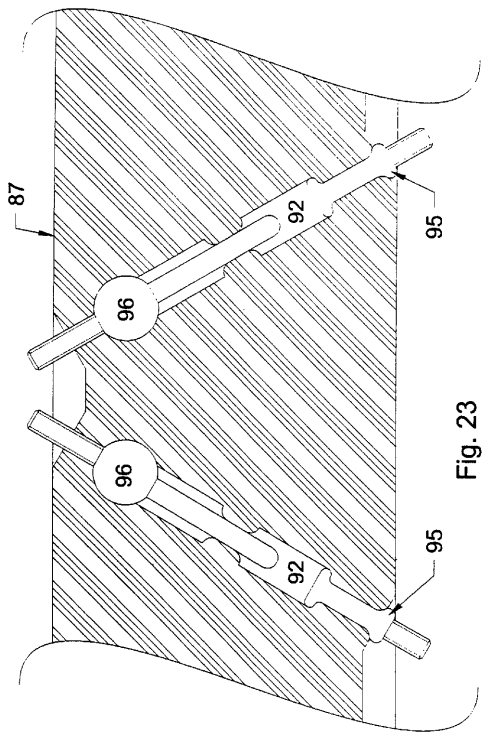
【図２１】



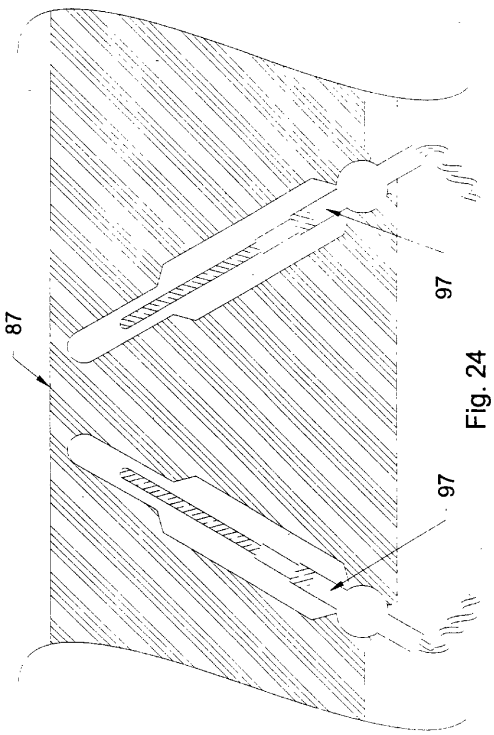
【図２２】



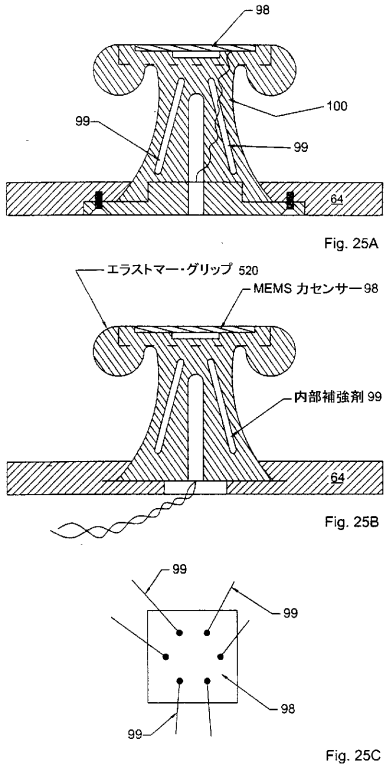
【図２３】



【図２４】



【図２５】



【図２６】

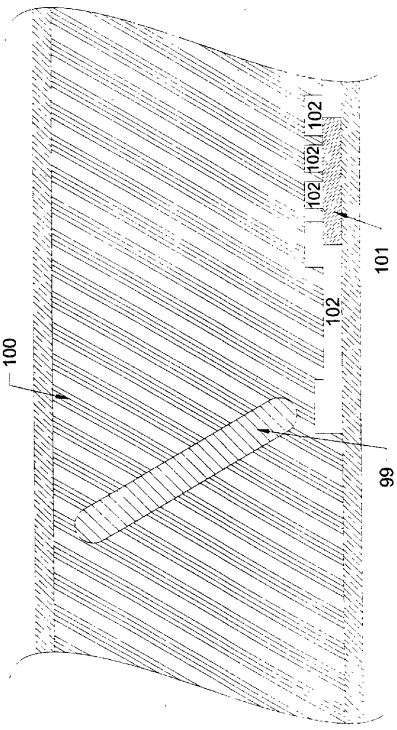


Fig. 26

【図２７】

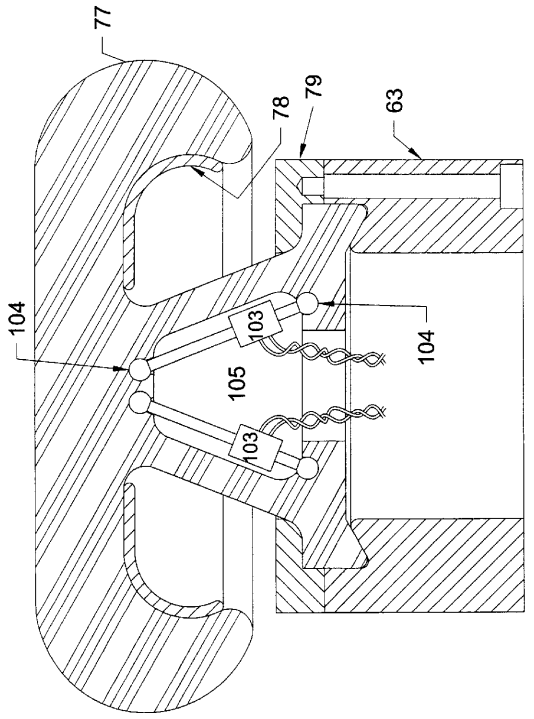


Fig. 27

【図２８】

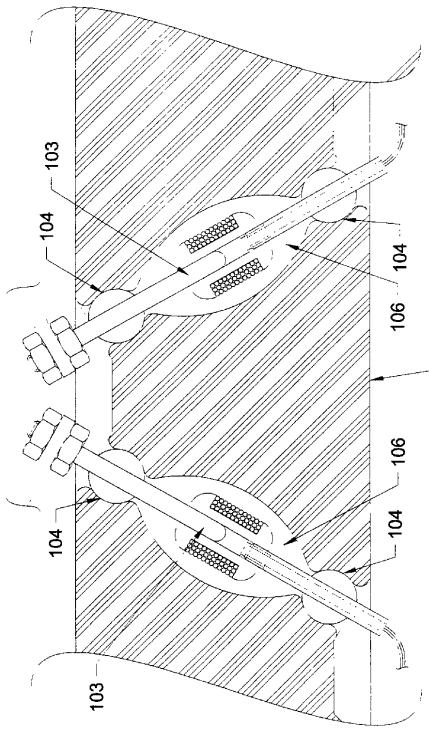


Fig. 28

【図２９】

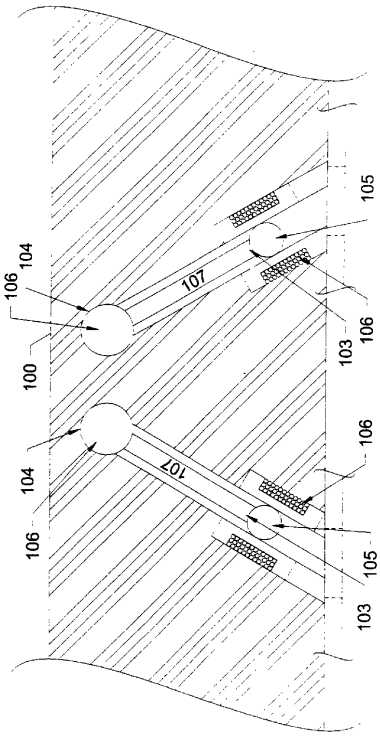


Fig. 29

【図３０】

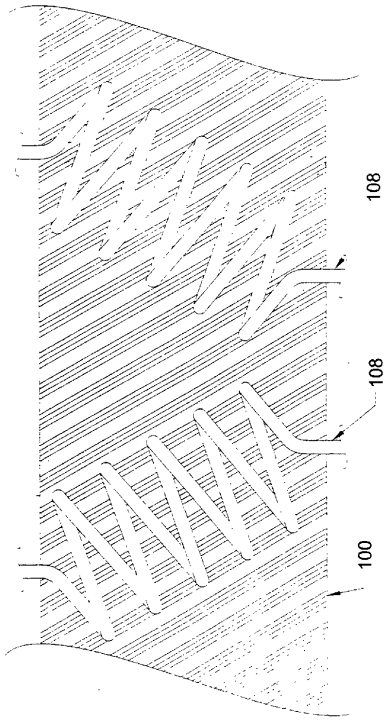


Fig. 30

【図３１】

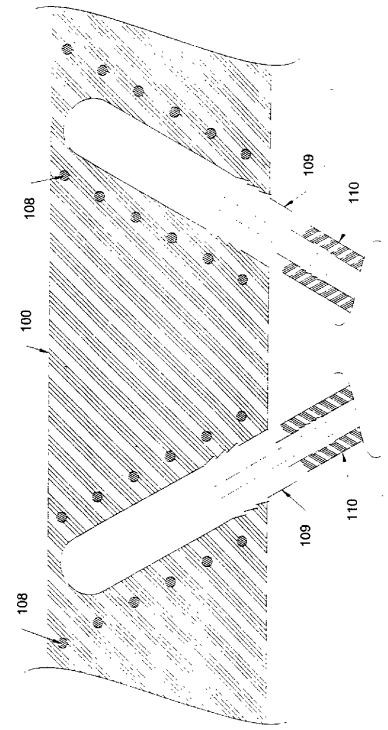


Fig. 31

【図３２ａ】

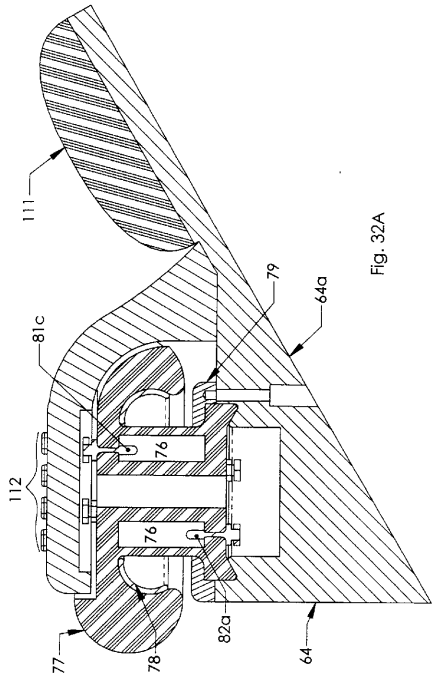


Fig. 32A

【図３２ｂ】

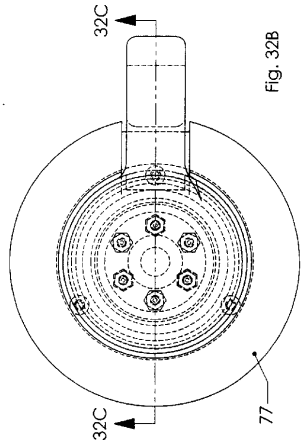


Fig. 32B

【図３２ｃ】

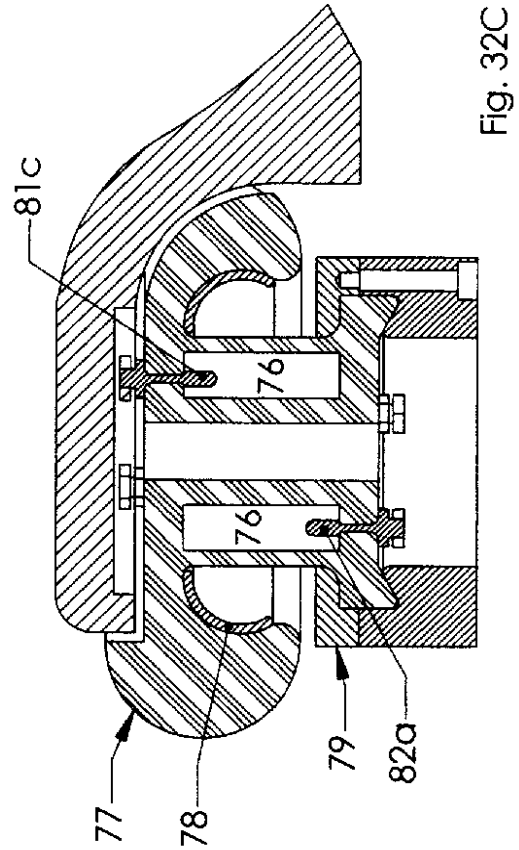


Fig. 32C

【図３２ｄ】

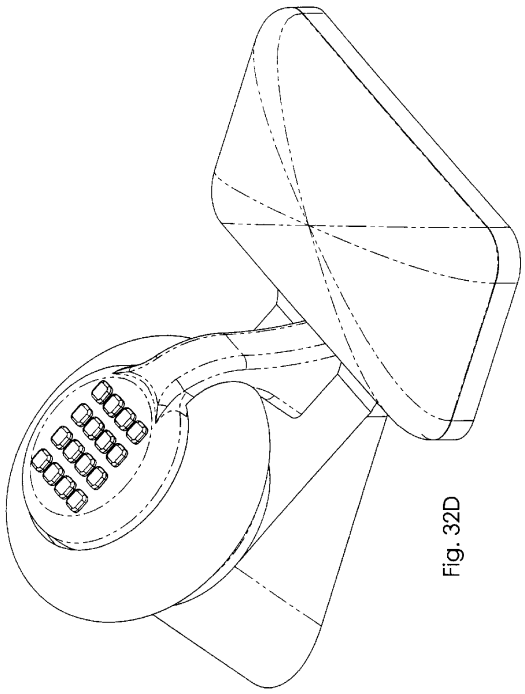


Fig. 32D

【図３３】

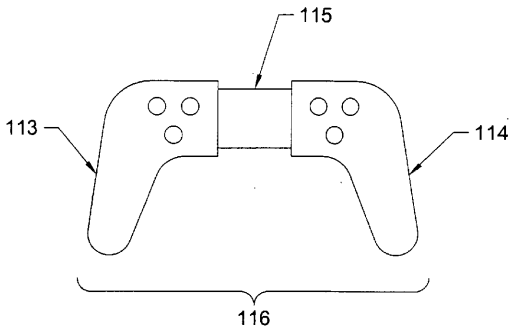


Fig. 33

【図３４】

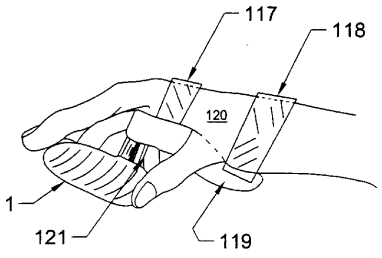
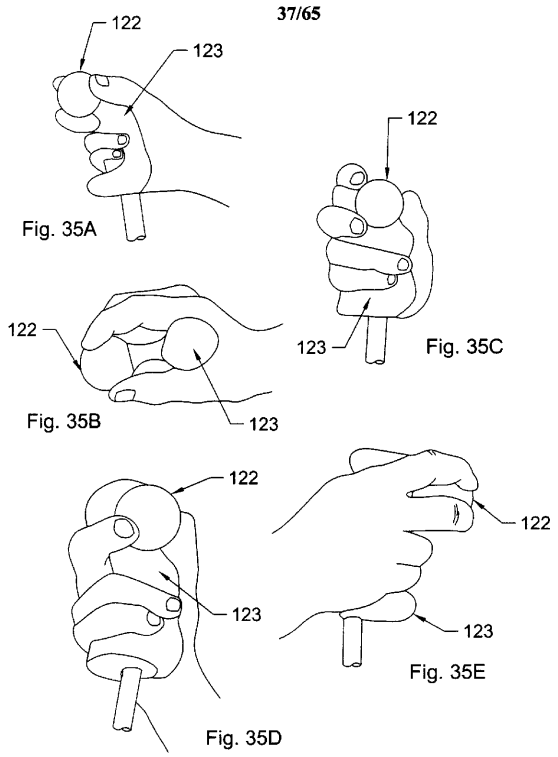
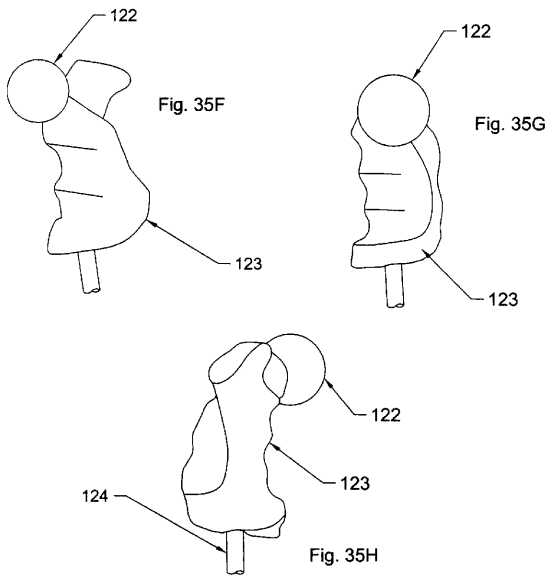


Fig. 34

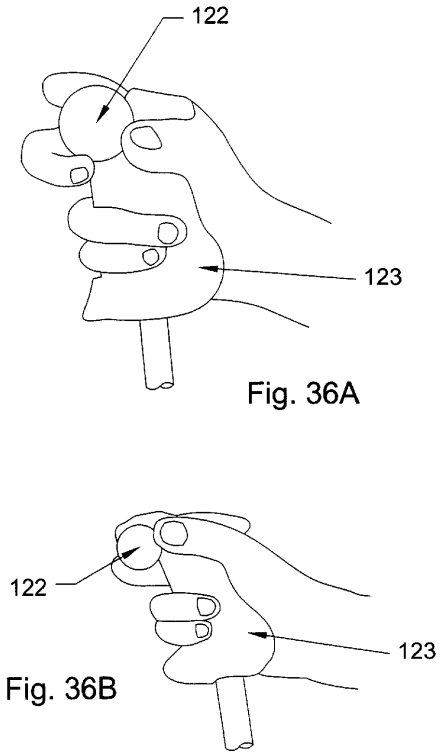
【図３５－１】



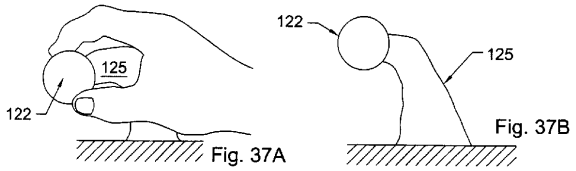
【図３５－２】



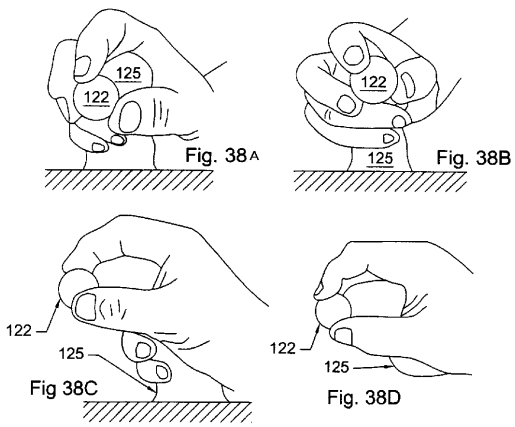
【図３６】



【図３７】



【図３８】



【図３９】

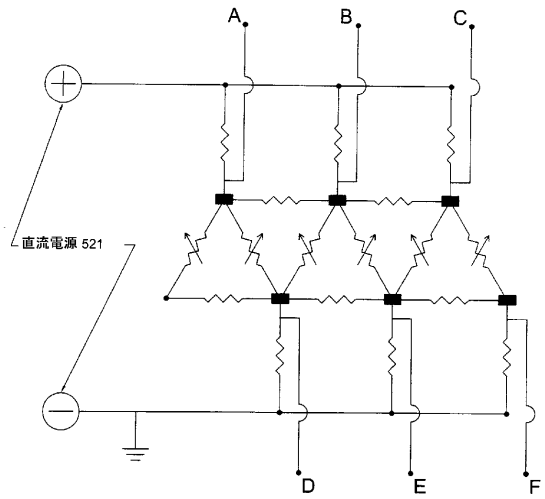


Fig. 39

【図４０】

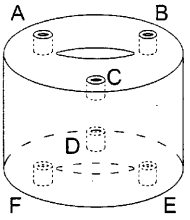


Fig. 40A

エラストマー感知エレメント

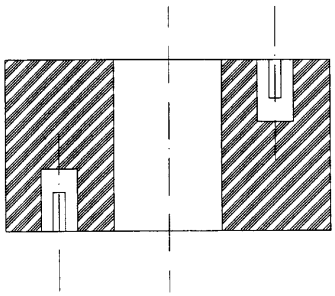


Fig. 40B

【図４１】

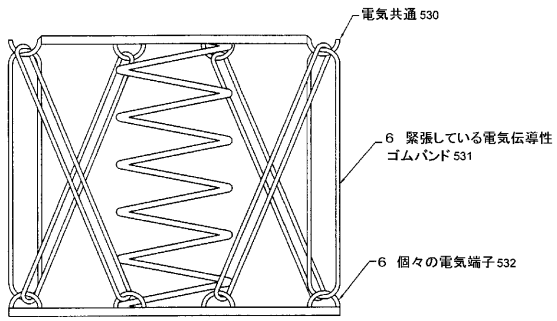


Fig. 41

【図４２】

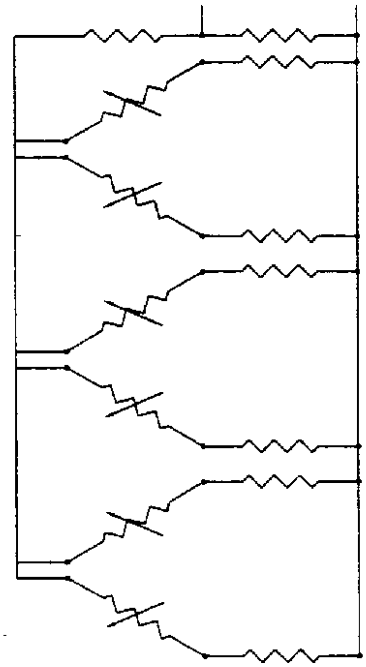


Fig. 42

【図４３】

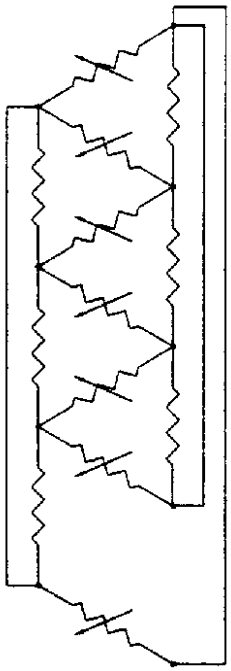


Fig. 43

【図４４】

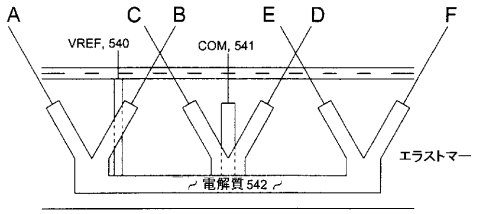


Fig. 44

【図４５】

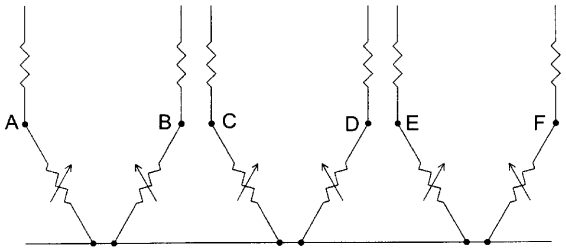
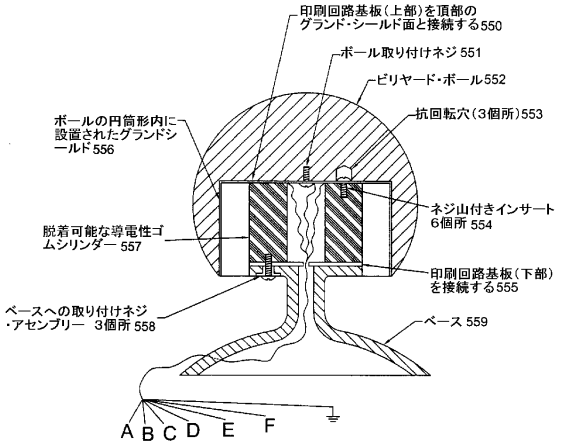


Fig. 45

【図４６】



6軸入力装置

Fig. 46

【図４７】

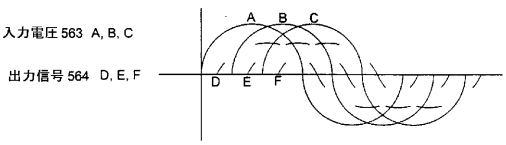
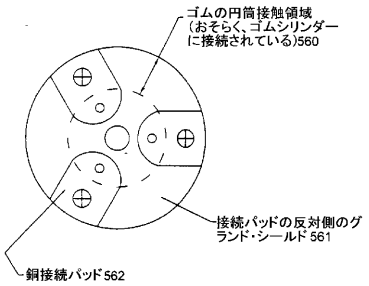


Fig. 47

D、EおよびFの電圧および位相
角はボールの位置および方位の
関数である。

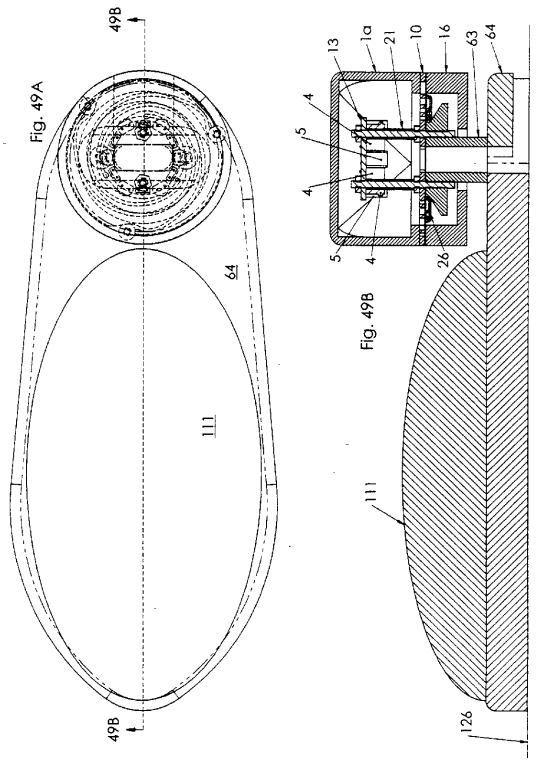
【図４８】



接続印刷回路基板(TYP)

Fig. 48

【図４９－１】



【図４９－２】

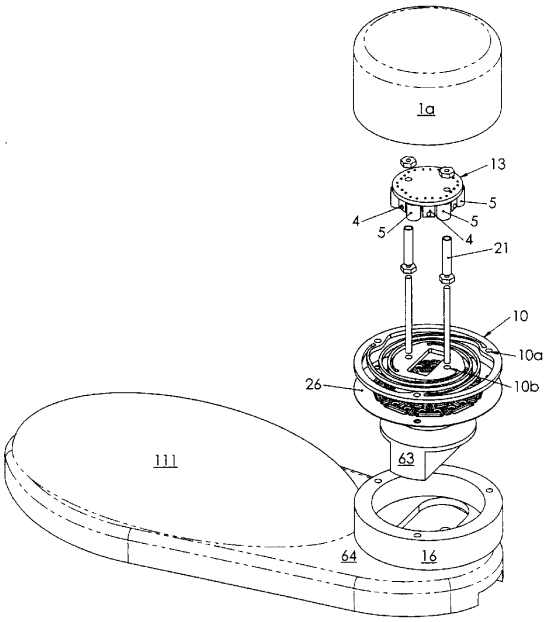


Fig. 49C

【図４９－３】

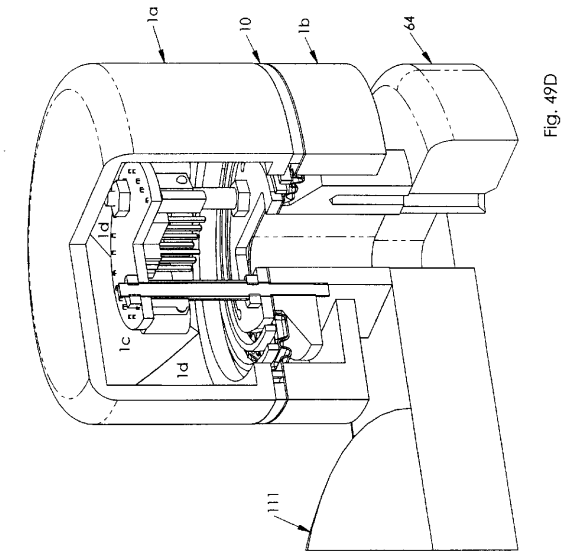


Fig. 49D

【図５０－１】

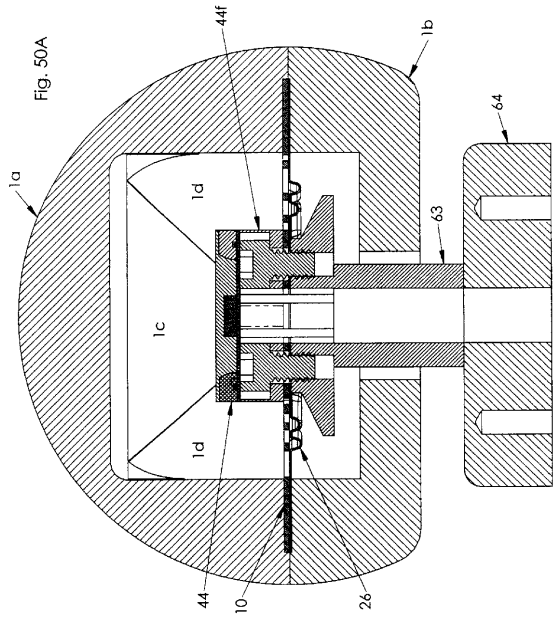
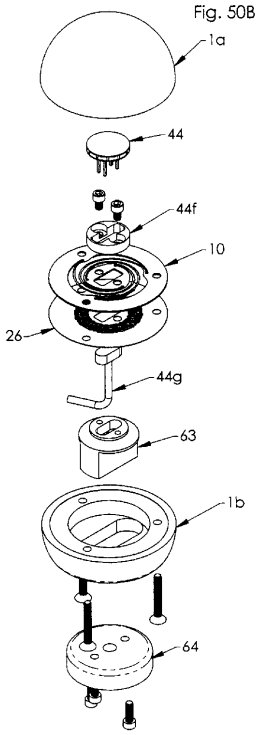
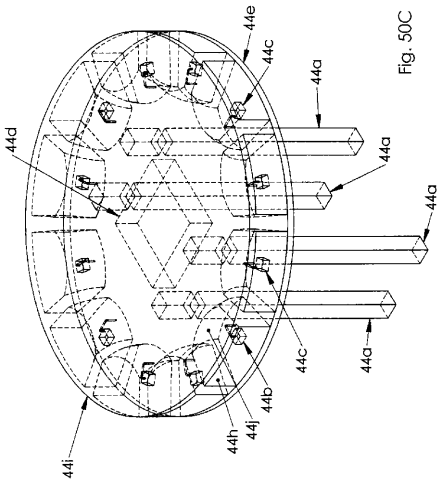


Fig. 50A

【図５０－２】



【図５０－３】



【図５１－１】

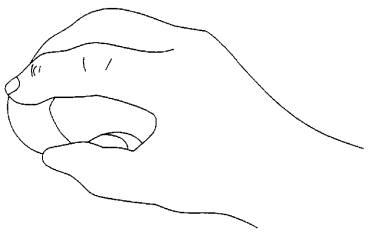


Fig. 51A

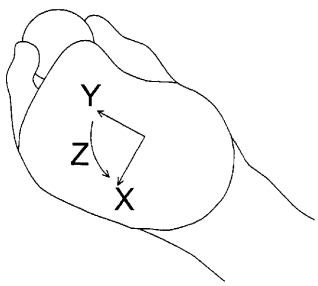


Fig. 51B

【図５１－２】

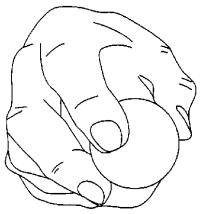


Fig. 51C



Fig. 51D

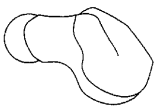


Fig. 51E

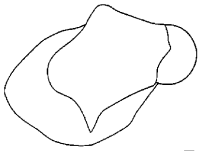


Fig. 51F

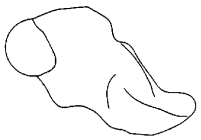


Fig. 51G

【図５２】

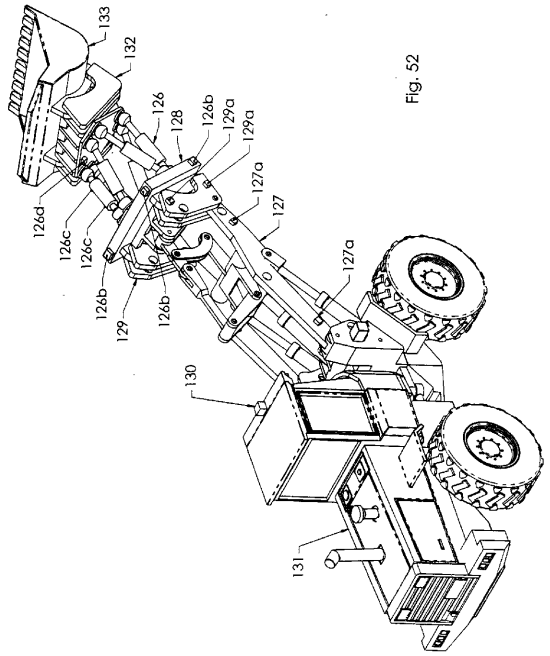


Fig. 52

【図５３】

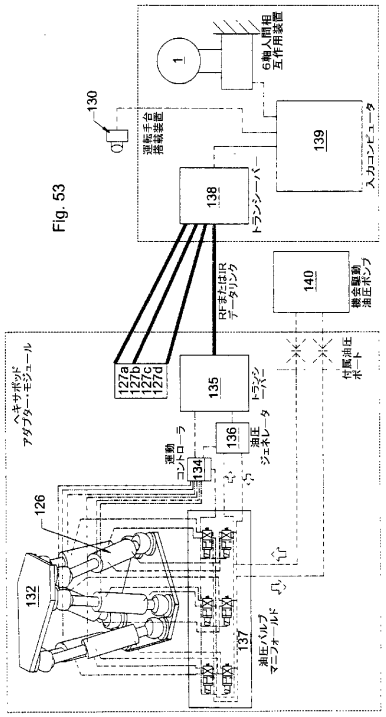


Fig. 53

【図５４】

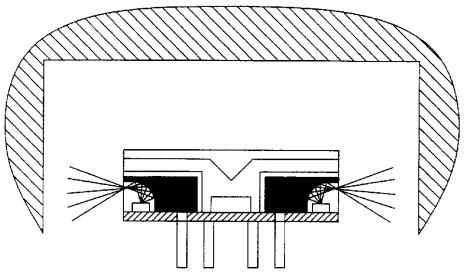


Fig. 54A

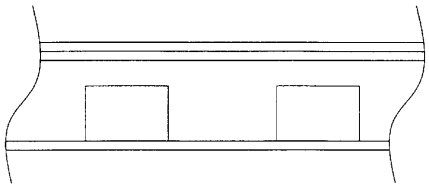


Fig. 54B

【図５５】

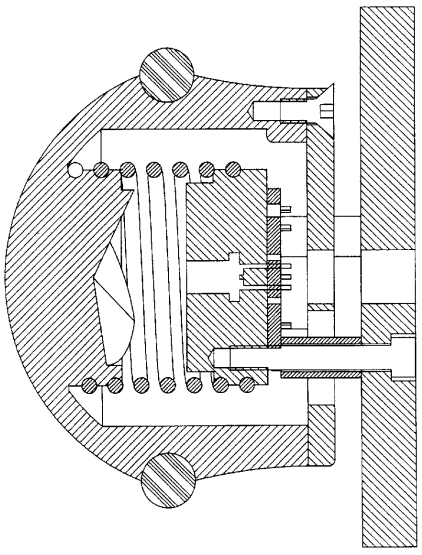


Fig. 55

【図５６】

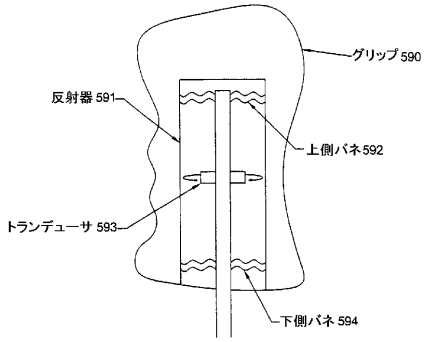


Fig. 56A

Fig. 56B

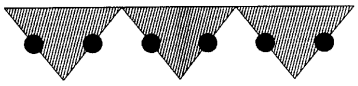
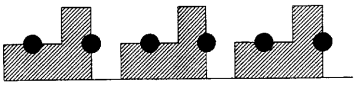


Fig. 56C



【図５７】

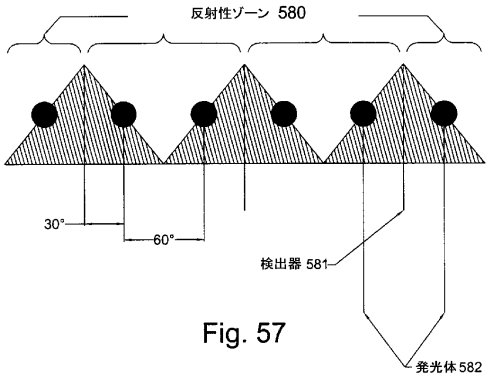


Fig. 57

【図５８】

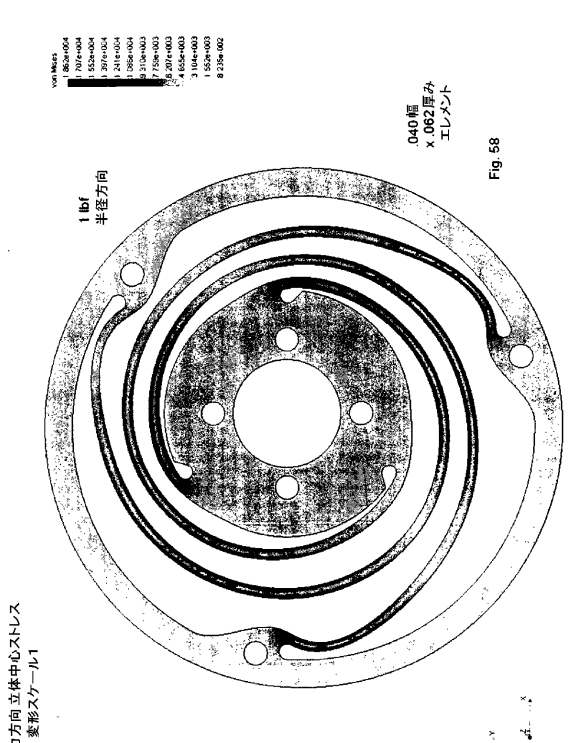


Fig. 58

【図５９】

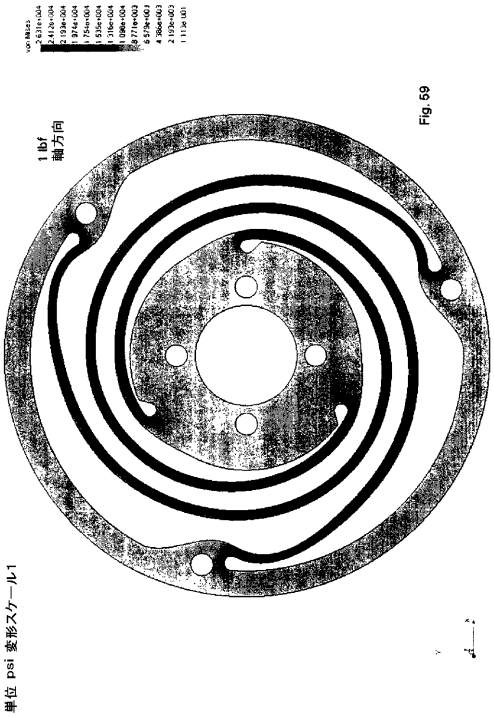


Fig. 59

【図６０】

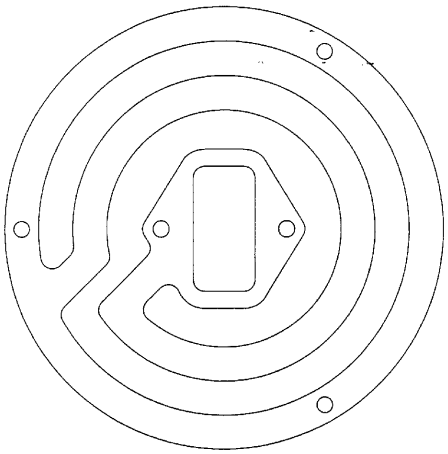
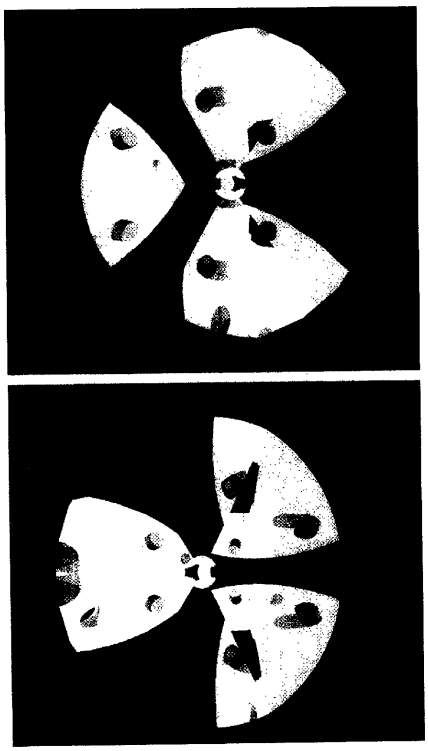


Fig. 60

【図６１】



【図１７】

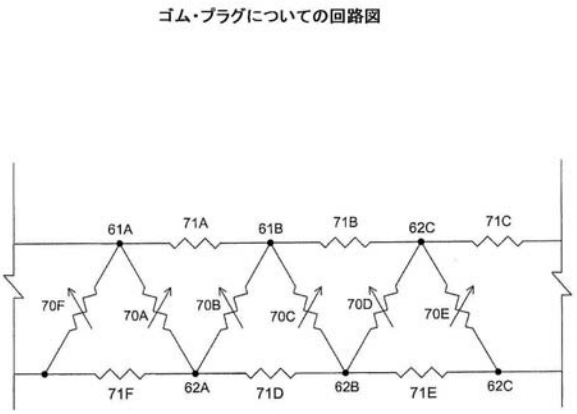


Fig. 17

【図１８ｅ】

「スパイダー」についての回路図

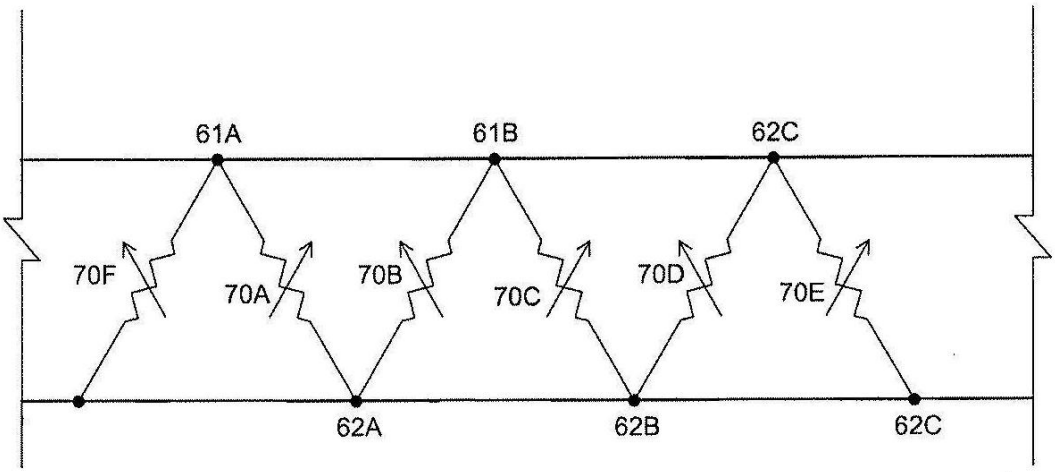


Fig. 18E

フロントページの続き

(74)代理人 100078282
弁理士 山本 秀策
(74)代理人 100062409
弁理士 安村 高明
(74)代理人 100113413
弁理士 森下 夏樹
(72)発明者 オバーマイヤー, ヘンリー ケイ.
アメリカ合衆国 コロラド ８０５４９, ウェリントン, ウエスト カウンティ ロード ７４ ３０３
(72)発明者 オバーマイヤー, フリッツ エイチ.
アメリカ合衆国 コロラド ８０５４９, ウェリントン, ウエスト カウンティ ロード ７４ ３０３
(72)発明者 オバーマイヤー, レスリー アール.
アメリカ合衆国 コロラド ８０５４９, ウェリントン, ウエスト カウンティ ロード ７４ ３０３

審査官 ▲吉▼田 耕一

(56)参考文献 特開昭６３－１７０７２６（ＪＰ，Ａ）
特表平１０－５０６３３１（ＪＰ，Ａ）
特表２００１－５００２５５（ＪＰ，Ａ）
特表２０００－５０１２０６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第０１／０４１０５３（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
G06F 3/033