

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6639771号
(P6639771)

(45) 発行日 令和2年2月5日(2020.2.5)

(24) 登録日 令和2年1月7日(2020.1.7)

(51) Int. Cl. F I
G O 6 F 3 / 0 1 (2006.01) G O 6 F 3 / 0 1 5 6 0

請求項の数 9 外国語出願 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-141263 (P2014-141263) (22) 出願日 平成26年7月9日(2014.7.9) (65) 公開番号 特開2016-18419 (P2016-18419A) (43) 公開日 平成28年2月1日(2016.2.1) 審査請求日 平成29年6月15日(2017.6.15)</p>	<p>(73) 特許権者 511292286 ユニバーシティ・オブ・タンペレ University of Tampere フィンランド、エフイーエン-33014 タンペレ、カレヴァンティエ4番 (73) 特許権者 000136354 株式会社フコク 埼玉県上尾市菅谷三丁目105番地 (74) 代理人 110001416 特許業務法人 信栄特許事務所</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 触知イメージング・システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

触知イメージング・システムであって、
 受容野触知コントロール・ユニットと、
 当該触知イメージング・システムをホスト・システムと接続するべく構成され、プロセッサとホスト・インターフェースとを含む接続モジュールと、
 を含み、
 前記受容野触知コントロール・ユニットは、
 触覚情報信号および触覚信号を生成する触知アクチュエータと前記触知アクチュエータをコントロールするアクチュエータ・コントローラとを含み、前記触覚情報信号および前記触覚信号によって生成される触刺激を提供するべく構成された触刺激提供モジュールと、

電流、磁界、特定スペクトルを有する光の照射、のうちのいずれかに応答して人間の皮膚との接触状態を変更する物質および/または埋め込み構成要素を含み、前記人間の皮膚との接触状態に応じた触信号を生成するべく構成された触伝達媒体と、

当該触知イメージング・システムが前記人間の皮膚と接触しているか、または近接して面しているときに皮膚接触状態として温度、湿度および伝導度のうちの少なくとも1つをコントロールして、前記人間の皮膚との接触がなく、かつ前記触知アクチュエータによる前記触刺激の生成がないときの外部ノイズを監視すると共に、前記人間の皮膚の状態および前記触伝達媒体を通じた前記人間の皮膚への前記触刺激の伝播を監視して、前記人間

の皮膚の特性を監視するべく構成された監視モジュールと、
を含み、

前記監視モジュールは、

外部ノイズ成分と、前記触伝達媒体と前記人間の皮膚の間の接触にตอบสนองして前記触伝達媒体の表面に印加される皮膚接触反応信号とを受信して、前記触伝達媒体によって生成された触信号を検出して前記触伝達媒体と前記人間の皮膚との接触状態を検出する皮膚状態検出器と、

前記触伝達媒体と接触している前記人間の皮膚を通じた前記触知アクチュエータによって生成された触覚情報信号および触覚信号を検出すると共に前記外部ノイズ成分を受信する信号伝播検出器と、

を含み、

前記プロセッサは、

前記監視モジュールから受信した情報に基づいて外部ノイズによって生じた減衰および歪みが補償されるように前記触刺激のパラメータをコントロールすると共に、前記監視モジュールから受信した情報に基づいて接触事象を生成し、

当該プロセッサのメモリ内に記憶されている効果パラメータに基づいて、または、前記ホスト・インターフェースを介して前記ホスト・システムから受信した情報に基づいて、前記触刺激をコントロールし、

前記触知アクチュエータによって生成された触覚情報信号および触覚信号と、前記触伝達媒体から得られた触信号と、から減衰定数および位相定数を抽出し、

前記外部ノイズ成分が減少するか或いは補償されるように、前記人間の皮膚の受容野に印加される知覚可能な信号またはパターンの伝播条件を最適化し、

前記触伝達媒体と接触している前記人間の皮膚の感度の変化を補償するように前記監視モジュールから受信した情報に基づいて前記触刺激のパラメータをコントロールする、
触知イメージング・システム。

【請求項 2】

触知イメージング・システムであって、

受容野触知コントロール・ユニットと、

当該触知イメージング・システムをホスト・システムと接続するべく構成され、プロセッサとホスト・インターフェースとを含む接続モジュールと、

を含み、

前記受容野触知コントロール・ユニットは、

触覚情報信号および触覚信号を生成する触知アクチュエータと前記触知アクチュエータをコントロールするアクチュエータ・コントローラとを含み、前記触覚情報信号および前記触覚信号によって生成される触刺激を提供するべく構成された触刺激提供モジュールと、

当該触知イメージング・システムが人間の皮膚と接触しているか、または近接して面しているときに皮膚接触状態として温度、湿度および伝導度のうちの少なくとも1つをコントロールして、前記人間の皮膚との接触がなく、かつ前記触知アクチュエータによる前記触刺激の生成がないときの外部ノイズを監視すると共に、前記人間の皮膚の状態および
インテリジェント触伝達媒体を通じた前記人間の皮膚への前記触刺激の伝播を監視して、
前記人間の皮膚の特性を監視するべく構成された監視モジュールと、

を含み、

前記受容野触知コントロール・ユニットは、複数で提供され、電流、磁界、特定スペクトルを有する光の照射、のうちのいずれかにตอบสนองして人間の皮膚との接触状態を変更する物質および/または埋め込み構成要素を含み、前記人間の皮膚との接触状態に応じた触信号を生成するべく構成された前記インテリジェント触伝達媒体内に統合され、

前記監視モジュールは、

外部ノイズ成分と、前記インテリジェント触伝達媒体と前記人間の皮膚の間の接触にตอบสนองして前記インテリジェント触伝達媒体の表面に印加される皮膚接触反応信号とを受信

10

20

30

40

50

して、前記インテリジェント触伝達媒体によって生成された触信号を検出して前記インテリジェント触伝達媒体と前記人間の皮膚との接触状態を検出する皮膚状態検出器と、

前記インテリジェント触伝達媒体と接触している前記人間の皮膚を通じた前記触知アクチュエータによって生成された前記触覚情報信号および前記触覚信号を検出すると共に前記外部ノイズ成分を受信する信号伝播検出器と、

を含み、

前記プロセッサは、

前記監視モジュールから受信した情報に基づいて外部ノイズによって生じた減衰および歪みが補償されるように前記触刺激のパラメータをコントロールすると共に、前記監視モジュールから受信した情報に基づいて接触事象を生成し、

10

当該プロセッサのメモリ内に記憶されている効果パラメータに基づいて、または、前記ホスト・インターフェースを介して前記ホスト・システムから受信した情報に基づいて、前記触刺激をコントロールし、

前記触知アクチュエータによって生成された触覚情報信号および触覚信号と、前記インテリジェント触伝達媒体から得られた触信号と、から減衰定数および位相定数を抽出し、

前記外部ノイズ成分が減少するか或いは補償されるように、前記人間の皮膚の受容野に印加される知覚可能な信号またはパターンの伝播条件を最適化し、

前記インテリジェント触伝達媒体と接触している前記人間の皮膚の感度の変化を補償するように前記監視モジュールから受信した情報に基づいて前記触刺激のパラメータをコントロールする、

20

触知イメージング・システム。

【請求項3】

前記インテリジェント触伝達媒体は、変形可能に形成され、センサ、前記触知アクチュエータおよびデータ転送線が分散された多層構造を有する、

請求項2に記載の触知イメージング・システム。

【請求項4】

前記インテリジェント触伝達媒体は、

前記監視モジュールが複数埋め込まれる外層と、

前記触刺激提供モジュールが複数埋め込まれる内層と、

を含む、請求項3に記載の触知イメージング・システム。

30

【請求項5】

前記触刺激提供モジュールは、積層マクロファイバ複合体および/または電気活性ポリマとして実装され、

前記監視モジュールは、メッシュ状または神経類似のファイバベースの構造を有する分散型スマート・センサとして実装される、

請求項4に記載の触知イメージング・システム。

【請求項6】

人間の皮膚に関する皮膚接触状態を変更すると共に触信号を生成するべく構成され、

センサ、触知アクチュエータおよびデータ転送線が分散された多層構造を有し、

複数の受容野触知コントロール・ユニットを含み、

前記受容野触知コントロール・ユニットは、

触覚情報信号および触覚信号を生成する触知アクチュエータと前記触知アクチュエータをコントロールするアクチュエータ・コントローラとを含み、前記触覚情報信号および前記触覚信号によって生成される触刺激を提供するべく構成された触刺激提供モジュールと、

40

当該インテリジェント触伝達媒体が前記人間の皮膚と接触しているか、または近接して面しているときに皮膚接触状態として温度、湿度および伝導度のうちの少なくとも1つをコントロールして、前記人間の皮膚との接触がなく、かつ前記触知アクチュエータによる前記触刺激の生成がないときの外部ノイズを監視すると共に、前記人間の皮膚の状態お

50

よび前記インテリジェント触伝達媒体を通じた前記人間の皮膚への前記触刺激の伝播を監視して、前記人間の皮膚の特性を監視するべく構成された監視モジュールと、

を含み、

前記監視モジュールは、

外部ノイズ成分と、前記インテリジェント触伝達媒体と前記人間の皮膚の間の接触に
 応答して前記インテリジェント触伝達媒体の表面に印加される皮膚接触反応信号とを受信
 して、前記インテリジェント触伝達媒体によって生成された触信号を検出して前記インテ
 リジェント触伝達媒体と前記人間の皮膚との接触状態を検出する皮膚状態検出器と、

前記インテリジェント触伝達媒体と接触している前記人間の皮膚を通じた前記触知ア
 クチュエータによって生成された前記触覚情報信号および前記触覚信号を検出すると共に
 前記外部ノイズ成分を受信する信号伝播検出器と、

10

を含み、

電流、磁界、特定スペクトルを有する光の照射、のうちのいずれかに応答して人間の皮
 膚との接触状態を変更する物質および/または埋め込み構成要素を含み、前記人間の皮膚
 との接触状態に応じた触信号を生成するべく構成された、

インテリジェント触伝達媒体。

【請求項 7】

変形可能に形成され、かつ、

前記監視モジュールが複数埋め込まれる外層と、

前記触刺激提供モジュールが複数埋め込まれる内層と、

を含む、請求項 6 に記載のインテリジェント触伝達媒体。

20

【請求項 8】

変形可能に形成され、かつ、

前記監視モジュールおよび前記触刺激提供モジュールが複数埋め込まれる第 1 の層と、

前記監視モジュール及び前記触刺激提供モジュールのコントローラが埋め込まれる第 2
 の層と、

を含む、請求項 6 に記載のインテリジェント触伝達媒体。

【請求項 9】

前記触刺激提供モジュールは、積層マクロファイバ複合体および/または電気活性ポリ
 マとして実装され、

30

前記監視モジュールは、メッシュ状または神経類似のファイバ - ベースの構造を有する
 分散型スマート・センサとして実装される、

請求項 6 に記載のインテリジェント触伝達媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して触知イメージング・システムに関し、特に、触刺激に対する人間の皮
 膚の応答を増強するためのデバイスおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

40

人間への刺激作用は、ある種の断続的なエネルギー・フローの変化の形でソースからの
 エネルギーが人間の身体に、通常は皮膚または身体部分に影響を与えるプロセスである。
 機械的、熱的、電氣的、または電磁氣的エネルギーの変更および再分配（刺激と呼ばれる
 ）が、皮膚の感覚受容器によって、触知情報（断続的な熱、皮膚変位/伸張、圧覚/力覚
 、押しまたは脈動および振動、圧搾、擦感、刺痛）として解釈される感覚に変換される。
 物理プロセスに関連付けられる感覚は、接触野内の、表面の下またはその上において生じ
 るか、または生成される。

【0003】

触知情報チャンネルおよび触知感覚による刺激を使用するために、（熱/赤外線、空気
 作用、超音波、電磁氣、液圧利用、電氣的、および機械的）触知型アクチュエータが開発

50

された。しかし、ソース（アクチュエータ）と皮膚内の特定の受容器の間には中間構成要素があることから、各中間の構成要素のインピーダンスに起因してソースから特定の受容器へ伝播する信号の大きさが小さくなることがあり、位相が変化することがある。その種の歪められた信号は、外部ノイズによる影響を容易に受ける可能性がある。これらの要因は、触信号を弱め、期待されるより情報価値の低いものにすることによって刺激のエネルギーを変更／消散させ得る異なる構造および物理的な性質を有する種々の材料および物質を通じた触刺激の伝達／伝播に影響を及ぼす。

【0004】

ノイズおよびその他の擾乱を抑えるために、印加される触刺激のエネルギー変化が体毛の多い皮膚のための感度スレッシュホールドを24 dB上回る必要があるとされている（例えば、非特許文献3）。

10

【0005】

皮膚の受容器に対する触刺激の機械的エネルギーの伝播のための条件を変更することが試みられている（例えば、非特許文献1、非特許文献2、非特許文献5、特許文献1、特許文献2）。これは、人間の皮膚と直接接触させてアクチュエータを配置し（スマート・ファブリック/eテキスタイルおよびカバーリング）、行き先の接触野への触刺激の伝播の検出に起因して特定の場所内の刺激の正確な（容易に区別可能な）波形を作り出すことによる擾乱、外部ノイズおよび周囲の振動の補償／抑圧を通じて（例えば、特許文献3）、あるいは、接触野内の皮膚の変形（皮膚の歪みのバリエーション）の結果を観察し、印加される触刺激の大きさを適合させることによって（例えば、特許文献4）なされる。しかし、皮膚の変形が生じるとき、例えば指が剛体表面を握っているとき、または指先が剛体の表面に対して動作するとき、または凍えていたりグローブによって保護されていたりするときには、それによって提案の解決策が非効率になり、皮膚感度スレッシュホールドを上

20

【0006】

人間の皮膚の応答を改善するもう1つの方法は、皮膚の受容器の感度を変更することにある。触れる感覚パラメータの改善、特に皮膚の受容器のスレッシュホールドを下げることに関係する発明は、特許文献5および特許文献6の中で開示されている。この方法は、受容器の機能が增強されるべき受容エリアを特定すること、および情報価値のある信号（触信号）が現われて、知覚され、かつ識別される前にこの（皮膚）エリアにバイアス信号を印加することからなる。それについて言えば、バイアス信号は、情報価値のある触信号と同一または異なる性質、例えば非特異性の電気的または機械的（ガス/エア・フロー）刺激作用を有することができる。その種のアプローチは、前もって較正されなければならないバイアス信号の最適パラメータを伴って効率的となり得る。それにもかかわらず、皮膚のパラメータは、物理的、生理学的（体液性）、および心理的性質の多くの異なる要因によって有意に変化し、かつ影響を受ける。従って、所与の時間間隔内において感度の変化が生じるか否かを予測することは困難であり、その種のテクニックは、實際上、容易に実現することが可能でない。特許文献7もまた、触刺激の始まりに先行して振動検出のスレッシュホールドを一時的に変更して振動性変位の振幅を増加させることなく振動触知アラートまたは伝達信号の検出の改善を達成するステップを含む方法を開示している。しかし、その種のアプローチでは、触受容器への信号伝播に際して、所与の時間間隔内に下位感覚の振動性刺激のための皮膚の感度を変更しなければならないという問題は解決されない。皮膚の感度は、異なる物理的、生理学的（体液性）、および心理的性質の要因に依存する。このアプローチもまた、振動および触刺激の条件の特定のパラメータによって制約を受ける。

30

40

【0007】

特許文献8は、高い張力が掛けられたシリコン・ゴム、ポリブタジエン、ニトリル・ゴムといったゴムやエラストマ等のゴム弾性材料の周縁に配置された複数の個別にコントロール可能な圧電ドライバを含む触知インターフェースを開示している。ドライバ回路は、

50

複数の個別にコントロール可能なドライバのそれぞれにコントロール情報を適用して、張力が掛けられたゴム弾性材料内に波パターンを作り出すことができる。しかし、硬直した表面を覆い、かつ人間の皮膚より高い密度を有するゴム弾性材料を通じた相互作用は、皮膚を圧搾し、触刺激に対する皮膚の受容器の応答を弱めることによって、知覚スレッシュホールドを増加させる。損失弾性率に応じてゴム弾性材料は、印加された刺激のエネルギーを、それらの意義を変化させることによって吸収する。

【0008】

もう1つの技術的解決策は、これらは相互作用の表面の密度の調整を可能にするオーバーレイおよびカバーリングである。より詳細には、特許文献9および特許文献10の中に開示されているとおり、最初に、CRT表示器上において指先の圧力および位置を検出するべく変形可能なオーバーレイが設計され、その後、オンスクリーン・キーボードの仮想キーの押圧時の指先の異なる強度および力包絡線を改善するべく設計された(例えば、特許文献11および非特許文献4)。オーバーレイおよびカバーリングは、一般に約1100 kg/m³とされる人間の皮膚の皮下組織の密度(例えば、非特許文献6)に類似する密度を有する液体またはゲル類似物質を用いて満たすことが可能である。しかし、これらの解決策では、固定/静的パラメータが有るものの、それらを変更して触刺激の結果および効率をコントロールすることはできない。

【0009】

近年のロボット工学における進歩もまたソフト人工皮膚の研究開発を強化し、それらは多モードの検知能力を有し(例えば、非特許文献7、特許文献12、特許文献13、特許文献14)、顔の表情の皮膚の動きをシミュレーションする埋め込みゴム弾性作動ポイントさえ有する(例えば、特許文献15)。しかし、人工皮膚の機能は、接触事象の検知、およびインタラクション・シナリオという面で人間によって視覚的に認識可能な特定パターンのイメージングのための作動(例えば、顔の特徴)に限定されている。言い換えると、未だ人工的なロボット皮膚は、人間の触れる動作の処理および条件をサポートするべく意図されてなく、異なる環境(攻撃的、危険、または人工現実)における人間の触知ベースのインタラクションを媒介する効率的な触知イメージング・システムとしては使用可能でない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】米国特許第7375454号明細書

【特許文献2】米国特許第8362882号明細書

【特許文献3】米国特許第8378797号明細書

【特許文献4】米国特許第7077015号明細書

【特許文献5】米国特許第5782873号明細書

【特許文献6】米国特許第6032074号明細書

【特許文献7】米国特許第8040223号明細書

【特許文献8】米国特許第8253703号明細書

【特許文献9】米国特許第4542375号明細書

【特許文献10】米国特許第4816811号明細書

【特許文献11】米国特許出願公開第2012/0328349号明細書

【特許文献12】米国特許第8033189号明細書

【特許文献13】米国特許第7887729号明細書

【特許文献14】米国特許第7740953号明細書

【特許文献15】米国特許第8568642号明細書

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】De Rossi D. 他、「Wearable Mechanosensing and Emerging Technologies in Fabr

10

20

30

40

50

ic based Actuation」、Intelligent Textiles for Personal Protection and Safety、2006年、第3巻、p.55-64

【非特許文献2】Carpi F. 他、「Electroactive Polymer Based Devices for e Textiles in Biomedicine」、IEEE Trans. on Information Tech. in Biomedicine、2005年、第9巻、第3号、p.295-318

【非特許文献3】Mortimer B. J. P. 他、「Vibrotactile transduction and transducers」、J. Acoust. Soc. Am.、2007年、第121巻、第5号、p.2970-2977

【非特許文献4】Arai F. 他、「Transparent tactile feeling device for touch screen interface」、Proc. of the 2004 IEEE Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication、2004年、p.527-532

【非特許文献5】Kim U. 他、「A transparent and stretchable graphene based actuator for tactile display」、Nanotechnology、2013年、24 145501、doi:10.1088/0957-4484/24/14/145501

【非特許文献6】Gennisson, J. L. 他、「Assessment of Elastic Parameters of Human Skin Using Dynamic Elastography」、IEEE Trans. on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Freq. Control、2004年、第51巻、第8号、P.980-989

【非特許文献7】Park Y. 他、「Soft Artificial Skin with Multi Modal Sensing Capability Using Embedded Liquid Conductors」、IEEE Sensors、2012年、第12巻、第8号、P.2711-2718

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

前述したとおり、背景技術は問題を有する。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上で論じた問題点の観点から、本発明は、受容野触知コントロール・ユニットと、触知イメージング・システムをホスト・システムと接続するべく構成された接続モジュールと、を含む触知イメージング・システムを提供し、それにおいては受容野触知コントロール・ユニットが、人間の皮膚の特性を監視するべく構成された監視モジュールと、触刺激を提供するべく構成された触刺激提供モジュールと、を含む。

【発明の効果】

【0014】

上記の構成によれば、外部ノイズを適切に抑圧/補償することが可能な触知イメージング・システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施態様に従った触知イメージング・システムを図解している。

【図2】複数の個別にコントロール可能なRf触知コントロール・ユニットを組み込んだ代替実施態様に従った触知イメージング・システムを図解している。

【図3】(a)は触知イメージング・システムの積層構造を図解しており、(b)は3層構造を例示した断面図であり、(c)は2層構造を例示した断面図である。

【図4】外側の層内に配置されるセンサおよび第2の（内部）層内に配置されるアクチュエータの2層神経類似構造（ノード）の変形をコントローラとともに図解している。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、添付図面を参照して実施態様を説明する。図面および説明においては、同一もしくは類似の部分の参照に同一参照番号が用いられる。

【0017】

実施態様によるシステムは、何らかの理由に起因して皮膚の感度スレッシュホールドが変化するとき、例えば人間の指が剛体表面を握るとき、または指先が剛体表面に対する作用時に圧搾されるとき、または指が凍えているか、かつ/またはグローブによって保護されているとき、およびその他の理由に起因して皮膚の感度スレッシュホールドが変化するとき呈される問題を、触刺激のパラメータを動的に適合させて、回避できる。

【0018】

触知イメージング・システムは、受容野触知コントロール・ユニットおよびプロセッサを含む。システムは、皮膚の接触状態および触信号（刺激）の伝播のための条件についての情報を収集し、収集した情報に基づいて、ホストの必要性（好み、シナリオ/挙動、または使用の前後関係）に従った触情報の効率的な転送およびイメージングに適切なパラメータを有する触刺激を生成する。

【0019】

さらに触知イメージング・システムはホスト・インターフェースを含み、それを通じて触知イメージング・システムがホスト・システムと接続される。受容野触知コントロール・ユニットは、アクチュエータ、変形可能な伝達媒体、皮膚の状態およびアクチュエータから皮膚の受容野までの触信号の伝播の両方を監視するべく構成された監視モジュール、外部ノイズを補償するべく構成された補償モジュール、アクチュエータの機能、伝達媒体の特性、および皮膚接触状態をコントロールするべく構成された電子構成要素を含む。

【0020】

図1の例は、Rf触知コントロール・ユニット106、プロセッサ122、およびホスト・インターフェース124を含む。Rf触知コントロール・ユニット106は、触知アクチュエータ114、アクチュエータ・コントローラ118、非接触信号放出器113、放出器コントローラ119、触伝達媒体112、伝達媒体コントローラ120、皮膚状態検出器108、および信号伝播検出器110を含む。実際には、図1に示されているとおり、触伝達媒体112がその他の全ての構成要素に埋め込まれ、Rf触知コントロール・ユニット106が触伝達媒体112内において実現され得る。

触伝達媒体112には人間の皮膚102（その受容野104）との接触がもたらされることになり、人間の皮膚102との接触時には皮膚接触反応信号S_sを生成する。『接触している』状態は、直接接触している状態だけでなく、距離の短いギャップを介し、近接して対面している状態も含む。皮膚状態検出器108は、反応信号S_sを検出する。伝達媒体コントローラ120は、触伝達媒体112のパラメータをコントロールする。

この実施態様においては、触伝達媒体112が能動的複合物質であり、熱および湿分の放出、電気的インピーダンス測定のための無線（RF）およびIR発光、機械的インピーダンス測定のための音響波の生成が可能な人工筋繊維または織布といった埋め込み能動構成要素を含む。埋め込み能動構成要素は、非接触信号放出器113として機能する。非接触信号放出器113は、サブスレッシュホールドの非接触信号であるテスト信号S_{t2}を放出できる。放出器コントローラ119は、非接触信号放出器113をコントロールする。

触知アクチュエータ114は、触覚情報信号S_hおよび、サブスレッシュホールドの触覚信号であるテスト信号S_{t1}を生成できる。触覚情報信号S_hは、例えば、80から500ミリ秒の特定の包絡線（特定の発生、持続および減衰）を有する人間が知覚可能な振動である。触覚情報信号S_hは、異なるパルス・グループから構成できる。例えば、約100Hzの5つのパルスと約10Hzの8つのパルスから触覚情報信号S_hを構成できる。これに対してテスト信号S_{t1}は、例えば人間にとって知覚不能な振動とすることができる

10

20

30

40

50

。テスト信号 S_{t1} は持続時間が非常に短く（例えば 10 から 50 ミリ秒）、および/または非常に微弱にできる。アクチュエータ・コントローラ 118 は、触知アクチュエータ 114 をコントロールする。

信号伝播検出器 110 は、触伝達媒体 112 を通じてテスト信号 S_{t1} を検出する。信号伝播検出器 110 は、特に、そこへテスト信号 S_{t1} が伝播するとき接触信号 S_s が伝播されないように配置される。

【0021】

触知イメージング・システムが初期化信号をホスト・システム 126 から受信するとき、プロセッサ 122 は、触伝達媒体 112 が皮膚と接触している（直接接触しているかまたは近い位置で面している）か否かを、例えば、皮膚状態検出器 108 の検出結果に基づいて決定する。触伝達媒体 112 との接触が検出されず、触知アクチュエータ 114 に触覚情報信号 S_h の生成が求められないときに、プロセッサ 122 が背景情報の評価を開始する。

10

【0022】

背景情報の評価においては、触知アクチュエータ 114 がテスト信号 S_{t1} を生成し、信号伝播検出器 110 が触伝達媒体 112 に印加された外部ノイズ 116 によって影響されたテスト信号 S_{t1} を検出する。外部ノイズ 116 は、例えば、触知アクチュエータ 114 の本質的な機械的振動を含めることができる。その後、測定された外部ノイズ 116 が、プロセッサ 122 またはホスト・システム 126 内に前もって記憶されている基準値と比較される。その差がスレッシュホールドより小さいとき（例えば、30%未満）にはこの値が更新され、そうでなければシステムは、データベースから獲得した値をさらに参照する。

20

【0023】

同様に、圧力/力、温度、湿度、および赤外線（IR）エネルギー放射を、皮膚状態検出器 108 を通じて収集できる。それに代えて/それに加えて、皮膚インピーダンス、IR PPG（フォトプレチスモグラフィ）信号のテンプレート等の情報をデータベースから読み出すことができる。

【0024】

背景情報の評価が完了した後、システムは、接触している皮膚 102 の受容野 104 を通じた触知アクチュエータ 114 からのテスト信号 S_{t1} の伝播を示す信号伝播検出器 110 の検出結果および触伝達媒体 112 からのテスト信号 S_{t2} の伝播を示す皮膚状態検出器 108 の検出結果を連続的に追跡し、それによる皮膚の特性（例えば、電氣的インピーダンス、圧力/力、温度、湿度、赤外線（IR）エネルギー放射の画像分布、および皮膚の歪み）の評価を開始する。テスト信号 S_{t1} は、アクチュエータ・コントローラ 118 を使用して触知アクチュエータ 114 によって生成され、テスト信号 S_{t2} は、放出器コントローラ 119 を使用して非接触信号放出器 113 から放射/放出される。

30

【0025】

信号伝播検出器 110 によって受け取られることになる信号は、触知アクチュエータ 114 によって生成されるテスト信号 S_{t1} および外部ノイズ 116 の成分 E_n の両方を含むことになる。これに対して、皮膚状態検出器 108 によって受け取られることになる信号は、外部ノイズ 116 の成分 E_n および、触伝達媒体 112 と人間の皮膚 102 の間の接触に応答して触伝達媒体 112 の表面に印加される皮膚接触反応信号 S_s を含むことになる。プロセッサ 122 は、テスト信号 S_{t1} およびテスト信号 S_{t2} から減衰定数および位相定数を抽出し、触伝達媒体 112 のパラメータ（機械的、電氣的、熱的）を最適化するコントロールを、外部ノイズ 116 が減少するか、補償されるように人間の皮膚 102 の受容野 104 に印加される知覚可能な信号またはパターンである触知/触覚情報 S_h のための伝播条件を最適化することによって実行する。触知/触覚情報 S_h は、触伝達媒体 112 と人間の皮膚 102 の直接接触を通じて、短距離のギャップを通じて、またはグローブ等の物体を通して人間の皮膚 102 の受容野 104 に印加され得る。

40

まとめると、この実施態様における信号伝播検出器 110 の検出結果および皮膚状態検

50

出器 108 の検出結果は次のとおりとなる。

【表 1】

表 1

条件	信号伝播検出器 110 の検出結果	皮膚状態検出器 108 の検出結果
$S_{t1} \neq 0$	$k_M \times (S_{t1} + E_n)$	$k_C \times (S_{t1} + E_n + S_s)$
$S_{t1} = 0$	$k_M \times (E_n)$	$k_C \times (E_n + S_s)$

これにおいて k_M は、触伝達媒体 112 に依存する係数である。 k_M は、0 から N までの範囲である (N は、1 以上の数である)。 k_C は、触伝達媒体 112 と人間の皮膚 102 の受容野 104 の間における皮膚の接触状態に応じた係数である。 k_C は、0 から 1 までの範囲である。 $k_C = 1$ となる状態は、触伝達媒体 112 が人間の皮膚 102 の受容野 104 のエリア全体と接触している状態に対応する。

この実施態様において、テスト信号 S_{t1} および皮膚接触反応信号 S_s のテンプレート / 標本がデータベース内に記憶される。より詳細には、テスト信号 S_{t1} のテンプレート / 標本として、 $k_M = 1$ および $E_n = 0$ のときの信号伝播検出器 110 の検出結果が記憶される。さらに、皮膚接触反応信号 S_s のテンプレート / 標本として、 $k_C = 1$ (完全接触)、 $S_{t1} = 0$ および $E_n = 0$ のときの皮膚状態検出器 108 の検出結果が記憶される。

【0026】

特に、プロセッサ 122 がアクチュエータ・コントローラ 118、放出器コントローラ 119、および伝達媒体コントローラ 120 をコントロールして上記の調整を実行する。多様な方法を適用して触伝達媒体 112 のパラメータを変更できる。例えば、LED の埋め込みメッシュを用いた照射によって触伝達媒体 112 の密度または弾性が変更可能となるように、触伝達媒体 112 が特定スペクトルを有する光に感応してするポリマ構造を有することができる。それに代えて、特定の方向におけるノイズ信号伝播を減少させるか、または所定周波数範囲内の擾乱を完全に補償することができる。

【0027】

それに代えて、ゴム弾性マイクロ / ナノ アクチュエータの埋め込みメッシュまたは織布を電氣的にコントロールしてもよい。磁気レオロジ物質を満たしたナノ パイプを磁界によってコントロールできる。あるいは、人間の皮膚 102 と接触しなければならない触伝達媒体 112 の構造内への適用が安全であり、かつ可能な電気レオロジ流体等の当業者に適切技術手段 (複合ゲル類似物質) を任意に使用できる。

【0028】

その他の、加熱 / 冷却条件、湿度および電氣的インピーダンス等の人間の皮膚 102 との接触に関係するパラメータを測定し、相応じて調整することができる。例えば、温度 / 湿度条件は、接触エリアの多孔性表面を通じて循環するエア・フローによって調整可能である。

【0029】

図 2 は、触知イメージング・システムの代替実施態様を図解しており、それにおいては、複数の Rf 触知コントロール・ユニット 106 が、人間の皮膚 102 の受容野 104 との接触がもたらされるインテリジェント触伝達媒体 128 の本体内に統合される分散型構成要素のメッシュとして提供される。分散型構成要素は、有線および無線のデータ転送ならびに電力供給 / 充電のための任意の適切なテクニックを使用するデータ / コントロール・バスを通じてプロセッサ 122 と接続される機能的に完全なユニットに組み立てること、または積層化することができる。

【0030】

例えば、積層化された MFC (マクロファイバ複合材) または EAP (電気活性ポリマ) アクチュエータを、ファイバ・センサ (例えば、ポリマまたはシリカ・ファイバのブラッグ格子に基づく力および圧力、歪みおよび温度センサ) とともに触伝達媒体の本体内に埋め込むことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

図 3 (a)、図 3 (b)、図 3 (c) は、触知イメージング・システムの積層化された構造を例証する。触伝達媒体は、図 3 (b) に示されているとおり 3 層からなることと、または図 3 (c) に示されているとおり 2 層からなることができる。

【 0 0 3 2 】

図 3 (a) および図 3 (b) に示されているとおり、外層 1 3 0 は、R f 触知コントロール・ユニットの各表面にわたって一種の矩形 X Y グリッドまたはその他の方法で分布されたファイバ・センサの埋め込みマトリクスを有する可撓性の変形可能なコーティング材料 (例えば、シリコン、ポリウレタン・シート、織布、または構造形成賦形剤を伴う複合ゲル類似物質) を提供する。外層 1 3 0 は、複数の皮膚状態検出器 1 0 8 および複数の信号伝播検出器 1 1 0 を含み、従って、触伝達媒体 1 2 8 を通じた触信号の伝播を検出する機能を有する。

10

【 0 0 3 3 】

図 3 (b) に示されているとおり、内層 1 3 2 は、複数の触知アクチュエータ 1 1 4 および複数の非接触信号放出器 1 1 3 を含み、それらは、仕様に従って触信号およびパターンを効率的に生成するべく配置され、任意の適切な技術手段を用いて実装され得る。触知アクチュエータの他に、この (内) 層は、人間の皮膚への触信号の伝播およびタッチ接触の条件に影響を与える伝達媒体の機械的、熱的、および電氣的 (伝導度) 特性の変更が可能なその他のタイプの被作動構成要素、ファイバ、および賦形剤を含むことができる。3 番目の層 1 3 4 は、統合された無線電源システムおよびアクチュエータ・コントローラ 1 1 8、放出器コントローラ 1 1 9、および伝達媒体コントローラ 1 2 0 を伴う可撓性の変形可能な回路ボードを提供する。

20

【 0 0 3 4 】

外層 1 3 0 および内層 1 3 2 は、図 3 (c) に示されているとおり、単一の層に結合することが可能である。この場合においては、例えば、センサとしてだけでなく、アクチュエータとしても機能できるセルフセンシング・トランスデューサとして触知アクチュエータ 1 1 4 を提供し、皮膚状態検出器 1 0 8 および信号伝播検出器 1 1 0 を省略することができる。

【 0 0 3 5 】

図 4 に示されているとおり、触知イメージング・システムを、モジュラ機能ノードを提供する被作動ファイバに結合されたセンサが高度に集積化されたミニチュアの神経類似構造として構成でき、そこからの情報フローを検出器 1 0 8 および 1 1 0 によって収集し、触知イメージング・システムのプロセッサ 1 2 2 へ、例えば無線通信を通じて送信することができる。

30

【 0 0 3 6 】

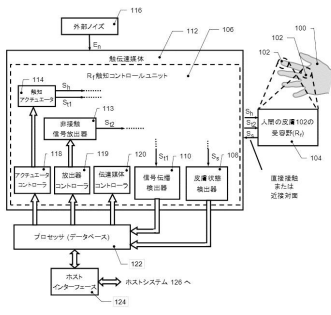
触知イメージング・システムの 2 番目の層 1 3 4 内に配置されたモダリティ固有のノードによって神経類似センサのグループから同じ R f コントロール・ユニットの、同じモダリティ (機械的、熱的、電氣的) のセンサからの求心性の情報、および / またはテスト信号を収集し、プロセッサ 1 2 2 への送信前に前処理することができる。

【 0 0 3 7 】

以上、いくつかの実施態様に関して方法を説明してきたが、これらの設計および方法は記述された実施態様に限定されることなく、むしろそれが付随する特許請求の範囲の精神ならびに範囲内における修正および変更を伴って実施可能であることは当業者に認識されるであろう。従って、この説明は、限定ではなく例証であると考えられるべきである。

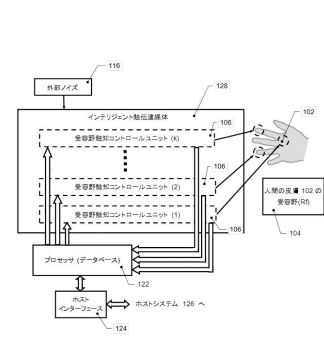
40

【図 1】

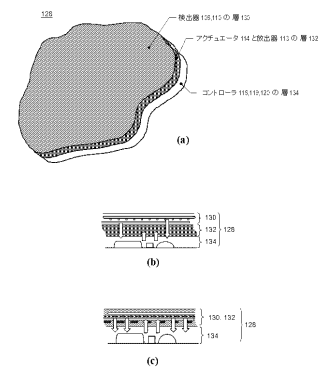


S1: 発射アクチュエータ 114 から生成されるサブスレシヨールド駆動信号
 S2: 検出器 113 から生成されるサブスレシヨールド検出信号
 S3: 発射アクチュエータ 114 から生成される駆動信号
 S4: 人間の皮膚 102 と伝送媒体 112 の間に於ける
 直接接触または該距離対置時に生成される反応信号

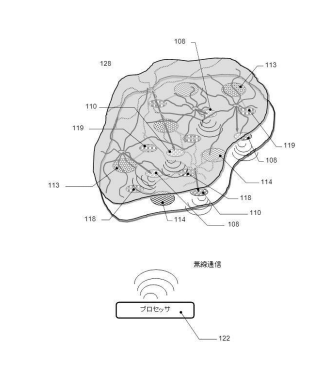
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 グレゴリ・エフレイノフ
フィンランド、エフイーエン - 33014 ユニバーシティ・オブ・タンペレ、カンスレリンリン
ネ1、デパートメント・オブ・コンピュータ・アンド・インフォメーション・サイエンス
- (72)発明者 アーメド・ファルーク
フィンランド、エフイーエン - 33014 ユニバーシティ・オブ・タンペレ、カンスレリンリン
ネ1、スクール・オブ・インフォメーション・サイエンス
- (72)発明者 ロオペ・ライサモ
フィンランド、エフイーエン - 33014 ユニバーシティ・オブ・タンペレ、カンスレリンリン
ネ1、スクール・オブ・インフォメーション・サイエンス
- (72)発明者 アート・ヒップア
フィンランド、エフイーエン - 33014 ユニバーシティ・オブ・タンペレ、カンスレリンリン
ネ1、スクール・オブ・インフォメーション・サイエンス
- (72)発明者 高島 大介
埼玉県上尾市菅谷三丁目105番地 株式会社フコク内

審査官 梅本 章子

- (56)参考文献 特開2003-029898(JP,A)
特開平09-066476(JP,A)
特表2004-510479(JP,A)
特開2010-182315(JP,A)
特表2014-512619(JP,A)
特開2004-071765(JP,A)
特開2013-168124(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 3/01