

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6499335号  
(P6499335)

(45) 発行日 平成31年4月10日 (2019. 4. 10)

(24) 登録日 平成31年3月22日 (2019. 3. 22)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G 0 6 F 3 / 0 1 (2006. 01)</b>	G 0 6 F 3 / 0 1 5 6 O
	G 0 6 F 3 / 0 1 5 1 O

請求項の数 16 外国語出願 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2018-9421 (P2018-9421)	(73) 特許権者	500390995
(22) 出願日	平成30年1月24日 (2018. 1. 24)		イマージョン コーポレーション
(65) 公開番号	特開2018-120593 (P2018-120593A)		I M M E R S I O N C O R P O R A T I O N
(43) 公開日	平成30年8月2日 (2018. 8. 2)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5
審査請求日	平成30年6月27日 (2018. 6. 27)		1 3 4 サンノゼ リオ ロブレス 5 0
(31) 優先権主張番号	15/415, 137	(74) 代理人	100094112
(32) 優先日	平成29年1月25日 (2017. 1. 25)		弁理士 岡部 譲
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100101498
早期審査対象出願			弁理士 越智 隆夫
		(74) 代理人	100107401
			弁理士 高橋 誠一郎
		(74) 代理人	100120064
			弁理士 松井 孝夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数の電極の静電摩擦効果の生成を制御する方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

静電摩擦 ( E S F ) 効果を提供するように構成されるインターフェースデバイスであって、

該インターフェースデバイスの表面に配置された複数の電極と、

信号生成回路の出力において第 1 の駆動信号を生成するように構成された該信号生成回路と、

前記信号生成回路と前記複数の電極とに電気的に接続された複数の周波数フィルターユニットであって、前記複数の電極の各電極は、それぞれの周波数フィルターユニットの出力に電気的に接続されるようになっており、該それぞれの周波数フィルターユニットの入力は、前記信号生成回路の前記出力に電気的に接続されている、複数の周波数フィルターユニットと、

前記複数の周波数フィルターユニットを用いて、前記複数の電極のうちの 1 つ以上の電極のサブセットのみに、前記第 1 の駆動信号を用いて 1 つ以上のそれぞれの E S F 効果を出させるように構成された制御ユニットと、  
を備える、インターフェースデバイス。

【請求項 2】

前記複数の周波数フィルターユニットの各々は、それぞれの通過周波数帯域又は通過周波数帯域のそれぞれのセットを有し、前記それぞれの通過周波数帯域又は前記通過周波数帯域のそれぞれのセットの外にある前記第 1 の駆動信号のあらゆる周波数成分をブロック

10

20

するように構成され、前記複数の周波数フィルタユニットの前記それぞれの通過周波数帯域又は前記通過周波数帯域のそれぞれのセットは、周波数が重複していないか、又は周波数が部分的にのみ重複している、請求項 1 に記載のインターフェースデバイス。

【請求項 3】

前記制御ユニットは、( i ) 前記複数の電極のうちの第 1 の電極のためのそれぞれの周波数フィルタユニットの前記それぞれの通過周波数帯域又は前記通過周波数帯域のそれぞれのセット内にあり、かつ、( i i ) 前記インターフェースデバイスの前記複数の電極の残余電極のための前記複数の周波数フィルタユニットの残余周波数フィルタユニットの前記それぞれの通過周波数帯域又は前記通過周波数帯域のそれぞれのセットの外にある、周波数成分のみを有する前記第 1 の駆動信号を前記信号生成回路に生成させるように構成され、前記複数の周波数フィルタユニットは、前記複数の電極のうちの前記第 1 の電極のみに、前記第 1 の駆動信号を用いて E S F 効果を出力させるようになっている、請求項 2 に記載のインターフェースデバイス。

10

【請求項 4】

前記複数の周波数フィルタユニットの各々は、単一のそれぞれの通過周波数帯域のみを有し、前記複数の周波数フィルタユニットの前記それぞれの通過周波数帯域は、周波数が重複していない、請求項 2 に記載のインターフェースデバイス。

【請求項 5】

前記複数の周波数フィルタユニットは、第 1 の減衰レベルを有する前記第 1 の駆動信号を前記複数の電極のうちの第 1 の電極に渡すように構成された第 1 の周波数フィルタユニットを含むとともに、前記第 1 の減衰レベルと異なる第 2 の減衰レベルを有する前記第 1 の駆動信号を前記複数の電極のうちの第 2 の電極に渡すように構成された第 2 の周波数フィルタユニットを含み、前記インターフェースデバイスは、前記第 1 の電極及び前記第 2 の電極に、異なるそれぞれの強度レベルを有する前記第 1 の駆動信号を用いてそれぞれの E S F 効果を出力させるように構成されている、請求項 2 に記載のインターフェースデバイス。

20

【請求項 6】

前記制御ユニットは、前記インターフェースデバイスと決められたロケーションとの間の空間関係を求めるか、又は現時刻と決められたイベントとの間の時間関係を求めるように構成されているとともに、前記 1 つ以上の電極のサブセットを選択して前記空間関係又は前記時間関係を伝達するように構成されている、請求項 2 に記載のインターフェースデバイス。

30

【請求項 7】

前記第 1 の駆動信号は、前記信号生成回路が、異なるそれぞれの時間帯において又は異なる信号生成コマンドに応答して生成するように構成されている複数の駆動信号のうちの 1 つであり、前記複数の駆動信号は異なるそれぞれの周波数成分を有し、

前記制御ユニットは、前記複数の周波数フィルタユニットに、前記複数の駆動信号を前記複数の電極の異なるそれぞれの電極に渡させるように構成されている、請求項 1 に記載のインターフェースデバイス。

【請求項 8】

40

前記複数の電極は、電極のアレイとして配列され、前記制御ユニットは、前記複数の周波数フィルタユニットを用いて、前記電極のアレイに、前記それぞれの駆動信号を用いてそれぞれの E S F 効果を順次出力させ、前記電極のアレイに沿った流れの感触を生成させるように構成されている、請求項 7 に記載のインターフェースデバイス。

【請求項 9】

前記複数の電極は、該複数の電極が隣接する電極間に一様な間隔を有するアレイに配列されている、請求項 1 に記載のインターフェースデバイス。

【請求項 10】

前記アレイは 2 次元アレイである、請求項 9 に記載のインターフェースデバイス。

【請求項 11】

50

前記インターフェースデバイスはウェアラブルデバイスである、請求項 1 に記載のインターフェースデバイス。

【請求項 1 2】

前記信号生成回路は、第 1 の信号を前記第 1 の駆動信号に増幅するように構成された増幅器回路を備え、該増幅器回路は、前記第 1 の信号を前記第 1 の駆動信号に増幅する前記インターフェースデバイスにおける唯一の増幅器回路である、請求項 1 に記載のインターフェースデバイス。

【請求項 1 3】

前記制御ユニットは、ユーザー接触を受けている幾つかの電極が、前記第 1 の駆動信号を用いてそれぞれの E S F 効果を生成するために選択されないように、ユーザー接触を受けている前記複数の電極のうちの電極のセットの中から前記 1 つ以上の電極のサブセットを選択するように構成されている、請求項 1 に記載のインターフェースデバイス。

10

【請求項 1 4】

静電摩擦 ( E S F ) 効果を提供するように構成されるインターフェースデバイスであって、

信号生成回路の出力において第 1 の駆動信号を生成するように構成された該信号生成回路と、

複数の遅延要素であって、それぞれの該遅延要素の入力からそれぞれの該遅延要素の出力までのそれぞれの遅延期間を前記第 1 の駆動信号に導入するように構成されている、複数の遅延要素と、

20

前記複数の遅延要素に対応する複数の電極であって、該複数の電極の各々は、前記それぞれの遅延要素の前記出力に接続され、前記第 1 の駆動信号を用いてそれぞれの E S F 効果を生成するように構成されている、複数の電極と、

を備え、

前記複数の遅延要素及びそれらのそれぞれの電極は、各々がそれぞれの遅延要素及びそれぞれの電極を備える複数のそれぞれのペアを形成し、

前記遅延要素及びそれらのそれぞれの電極の複数のペアは電氣的に直列に接続され、該直列接続における第 1 のペアの遅延要素の入力が、前記信号生成回路の前記出力に接続されるときに、該直列接続における他の全てのペアの遅延要素の入力が該直列接続における直前のペアの電極に電氣的に接続されるようになっている、インターフェースデバイス

30

【請求項 1 5】

前記複数の遅延要素によって導入される前記それぞれの遅延期間は同じである、請求項 1 4 に記載のインターフェースデバイス。

【請求項 1 6】

前記複数の遅延要素によって導入される前記それぞれの遅延期間は全て異なる、請求項 1 4 に記載のインターフェースデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、複数の電極の静電摩擦効果の生成を制御する方法及び装置を対象とし、ウェアラブル、ユーザーインターフェース、ゲーミング、自動車、仮想現実又は拡張現実、及び家庭用電子機器における用途を有する。

【背景技術】

【0002】

コンピューターベースのシステムが普及してくるに従い、人間がこれらのシステムとインタラクトするためのインターフェースの質は、ますます重要になってきている。ハプティックフィードバック、又はより一般的にはハプティック効果は、ユーザーにキューを提供し、特定の事象の通知を提供し、又は仮想環境内でより大きい知覚没入感 ( sensory immersion ) を生成するように現実的なフィードバックを提供することにより、インターフ

50

エースの質を向上させることができる。

【 0 0 0 3 】

ハプティック効果の例としては、運動感覚ハプティック効果（能動的及び抵抗フィードバック等）、振動触覚ハプティック効果、及び静電摩擦ハプティック効果が挙げられる。静電摩擦ハプティック効果では、電極に電流を与えることができる。そして、電極は、ユーザーの皮膚に吸引力をかけることができ、ユーザーは、この力を静電摩擦として知覚することができる。

【発明の概要】

【 0 0 0 4 】

本発明における実施形態の1つの態様は、静電摩擦（ESF）効果を提供するように構成されるインターフェースデバイスに関する。該インターフェースデバイスは、複数の電極と、信号生成回路と、複数の周波数フィルターユニット又は複数の遅延要素と、制御ユニットとを備える。前記複数の電極は、該インターフェースデバイスの表面に配置されている。前記信号生成回路は、該信号生成回路の出力において第1の駆動信号を生成するように構成されている。前記複数の周波数フィルターユニット又は前記複数の遅延要素は、前記複数の電極の各電極が、それぞれの周波数フィルターユニット又はそれぞれの遅延要素の出力に電氣的に接続されるように、前記信号生成回路と前記複数の電極とに電氣的に接続されている。前記それぞれの周波数フィルターユニット又は前記それぞれの遅延要素の入力は、前記信号生成回路の前記出力に電氣的に接続されている。前記制御ユニットは、前記複数の周波数フィルターユニット又は前記複数の遅延要素を用いて、（i）前記複数の電極のうちの1つ以上の電極のサブセットのみに、前記第1の駆動信号を用いて1つ以上のそれぞれのESF効果を出力させるか、又は（ii）前記複数の電極のうちの少なくとも2つの電極に、前記第1の駆動信号を用いて異なるそれぞれの方法でそれぞれのESF効果を出力させるように構成されている。

【 0 0 0 5 】

一実施形態では、前記インターフェースデバイスは、前記複数の周波数フィルターユニットを備える。該複数の周波数フィルターユニットの各々は、それぞれの通過周波数帯域又は通過周波数帯域のそれぞれのセットを有し、前記それぞれの通過周波数帯域又は前記通過周波数帯域のそれぞれのセットの外にある前記第1の駆動信号のあらゆる周波数成分をブロックするように構成される。前記複数の周波数フィルターユニットの前記それぞれの通過周波数帯域又は前記通過周波数帯域のそれぞれのセットは、周波数が重複していないか、又は周波数が部分的にのみ重複している。

【 0 0 0 6 】

一実施形態では、前記制御ユニットは、（i）第1の電極のそれぞれの周波数フィルターユニットの前記それぞれの通過周波数帯域又は前記通過周波数帯域のそれぞれのセット内にあり、かつ、（ii）前記インターフェースデバイスの前記複数の電極の残余の前記複数の周波数フィルターユニットの残余の前記それぞれの通過周波数帯域又は前記通過周波数帯域のそれぞれのセットの外にある、周波数成分のみを有する前記第1の駆動信号を前記信号生成回路に生成させるように構成され、前記複数の周波数フィルターユニットは、前記複数の電極のうちの前記第1の電極のみに、前記第1の駆動信号を用いてESF効果を出力させるようになっている。

【 0 0 0 7 】

一実施形態では、前記複数の周波数フィルターユニットの各々は、単一のそれぞれの通過周波数帯域のみを有し、前記複数の周波数フィルターユニットの前記それぞれの通過周波数帯域は、周波数が重複していない、又は、前記複数の周波数フィルターユニットの各々は、通過周波数帯域のそれぞれのセットを有し、前記複数の周波数フィルターユニットの該通過周波数帯域のそれぞれのセットは、周波数の部分的な重複を有する。

【 0 0 0 8 】

一実施形態では、前記複数の周波数フィルターユニットは、第1の減衰レベルを有する前記第1の駆動信号を前記複数の電極のうちの第1の電極に渡すように構成された第1の

10

20

30

40

50

周波数フィルタユニットを含むとともに、前記第 1 の減衰レベルと異なる第 2 の減衰レベルを有する前記第 1 の駆動信号を前記複数の電極のうちの第 2 の電極に渡すように構成された第 2 の周波数フィルタユニットを含む。前記インターフェースデバイスは、前記第 1 の電極及び前記第 2 の電極に、異なるそれぞれの強度レベルを有する前記第 1 の駆動信号を用いてそれぞれの E S F 効果を出力させるように構成されている。

【 0 0 0 9 】

一実施形態では、前記複数の周波数フィルタユニットは、第 1 の遅延期間を生成する第 1 の位相シフトを有する前記第 1 の駆動信号を前記複数の電極のうちの第 1 の電極に渡すように構成された第 1 の周波数フィルタユニットを含むとともに、前記第 1 の遅延期間と異なる第 2 の遅延期間を生成する第 2 の位相シフトを有する前記第 1 の駆動信号を前記複数の電極のうちの第 2 の電極に渡すように構成された第 2 の周波数フィルタユニットを含み、前記インターフェースデバイスは、前記第 1 の電極及び前記第 2 の電極に、異なるそれぞれの時刻において前記第 1 の駆動信号を用いてそれぞれの E S F 効果を出力させるように構成されている。

10

【 0 0 1 0 】

一実施形態では、前記制御ユニットは、前記インターフェースデバイスと決められたロケーションとの間の空間関係を求めるか、又は現時刻と決められたイベントとの間の時間関係を求めるように構成されているとともに、前記 1 つ以上の電極のサブセットを選択して前記空間関係又は前記時間関係を伝達するように構成されている。

【 0 0 1 1 】

20

一実施形態では、前記インターフェースデバイスは、前記複数の周波数フィルタユニットを備える。前記第 1 の駆動信号は、前記信号生成回路が、異なるそれぞれの時間帯に又は異なる信号生成コマンドにตอบสนองして生成するように構成されている複数の駆動信号のうちの 1 つである。前記制御ユニットは、前記複数の周波数フィルタユニットに、前記複数の駆動信号を前記複数の電極の異なるそれぞれの電極に渡させるように構成されている。

【 0 0 1 2 】

一実施形態では、前記複数の電極は、アレイとして配列される。前記制御ユニットは、前記複数の周波数フィルタユニットを用いて、前記アレイの電極に、前記それぞれの駆動信号を用いてそれぞれの E S F 効果を順次出力させ、前記アレイの電極に沿った流れの感触を生成させるように構成されている。

30

【 0 0 1 3 】

一実施形態では、前記インターフェースデバイスは、前記複数の遅延要素を備え、該複数の遅延要素は、前記それぞれの遅延要素の入力から該それぞれの遅延要素の出力までの前記第 1 の駆動信号の異なるそれぞれの遅延期間を導入することによって、前記複数の電極の各電極が E S F 効果を出力するタイミングを制御するように構成されている。

【 0 0 1 4 】

一実施形態では、前記複数の電極は、該複数の電極が隣接する電極間に一様な間隔を有するアレイに配列されている。

【 0 0 1 5 】

40

一実施形態では、前記アレイは 2 次元アレイである。

【 0 0 1 6 】

一実施形態では、前記インターフェースデバイスはウェアラブルデバイスである。

【 0 0 1 7 】

一実施形態では、前記信号生成回路は、第 1 の信号を前記第 1 の駆動信号に増幅するように構成された増幅器回路を備え、該増幅器回路は、前記第 1 の信号を前記第 1 の駆動信号に増幅する前記インターフェースデバイスにおける唯一の増幅器回路である。

【 0 0 1 8 】

一実施形態では、前記制御ユニットは、ユーザー接触を受けている幾つかの電極が、前記第 1 の駆動信号を用いてそれぞれの静的な E S F 効果を生成するために選択されないよ

50

うに、ユーザー接触を受けている前記複数の電極のうちの電極のセットの中から前記１つ以上の電極のサブセットを選択するように構成されている。

【００１９】

本発明における実施形態の１つの態様は、静電摩擦（ＥＳＦ）効果を提供するように構成されるインターフェースデバイスに関する。該インターフェースデバイスは、信号生成回路と、複数の遅延要素と、複数の電極とを備える。前記信号生成回路は、該信号生成回路の出力において第１の駆動信号を生成するように構成されている。前記複数の遅延要素は、それぞれの該遅延要素の入力からそれぞれの該遅延要素の出力までのそれぞれの遅延期間を前記第１の駆動信号に導入するように構成されている。前記複数の電極は、前記複数の遅延要素に対応し、該複数の電極の各々は、それぞれの遅延要素の出力に接続され、前記第１の駆動信号を用いてそれぞれのＥＳＦ効果を生成するように構成されている。前記複数の遅延要素及びそれらのそれぞれの電極は、各々がそれぞれの遅延要素及びそれぞれの電極を備える複数のそれぞれのペアを形成する。前記遅延要素及びそれらのそれぞれの電極の複数のペアは、電氣的に直列に接続され、該直列接続における第１のペアの遅延要素の入力が、前記信号生成回路の出力に接続されるとともに、該直列接続における他の全てのペアの遅延要素の入力が該直列接続における直前のペアの電極に電氣的に接続されるようになっている。

10

【００２０】

一実施形態では、前記複数の遅延要素によって導入される前記それぞれの遅延期間は同じである。

20

【００２１】

一実施形態では、前記複数の遅延要素によって導入される前記それぞれの遅延期間は全て異なる。本発明の実施形態の特徴、目的、及び利点は、添付図面が参照される以下の詳細な説明を読むことによって当業者に明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１Ａ】本発明における一実施形態による、静電摩擦効果を生成するウェアラブルデバイスの外表面に配置された複数の電極を有する当該ウェアラブルデバイスの図である。

【図１Ｂ】本発明における一実施形態による、静電摩擦効果を生成するウェアラブルデバイスの外表面に配置された複数の電極を有する当該ウェアラブルデバイスの図である。

30

【図２】本発明における一実施形態による、静電摩擦効果を生成するモバイルデバイスの外表面に配置された複数の電極を有する当該モバイルデバイスの図である。

【図３】本発明における一実施形態による、静電摩擦効果を生成するラップトップの外表面に配置された複数の電極を有する当該ラップトップの図である。

【図４Ａ】本発明における一実施形態による、駆動回路とそれぞれの電極との間に配置された複数のゲート要素（gating elements）の概略図である。

【図４Ｂ】本発明における一実施形態による、駆動回路とそれぞれの電極との間に配置された複数のゲート要素の概略図である。

【図５Ａ】本発明における一実施形態による、周波数フィルターユニットである複数のゲート要素の概略図である。

40

【図５Ｂ】本発明における一実施形態による、周波数フィルターユニットである複数のゲート要素の概略図である。

【図６Ａ】本発明における一実施形態による、並列形式で信号生成回路に接続された複数の遅延要素の概略図である。

【図６Ｂ】本発明における一実施形態による、直列形式で互いに接続された複数の遅延要素の概略図である。

【図７】本発明における一実施形態による、リレースイッチである複数のゲート要素の概略図である。

【図８Ａ】本発明における一実施形態による、それぞれの電極と接地電位との間に接続された複数のゲート要素を有するインターフェースデバイスの概略図である。

50

【図 8 B】本発明における一実施形態による、それぞれの電極と接地電位との間に接続された複数のゲート要素を有するインターフェースデバイスの概略図である。

【図 9】本発明における一実施形態による、インターフェースデバイスの表面からそれぞれの電極をシールドするように構成されたシールド層の複数のシールド要素の概略図である。

【図 10】本発明における一実施形態による、インターフェースデバイスの表面からそれぞれの電極をシールドするように構成された複数のシールド要素の概略図である。

【図 11 A】本発明における一実施形態による、複数の電極が空間関係又は時間関係を伝達するのに用いられることを示す図である。

【図 11 B】本発明における一実施形態による、複数の電極が空間関係又は時間関係を伝達するのに用いられることを示す図である。

【図 12】本発明における一実施形態による、それぞれの E S F 効果を生成する複数の電極の一例示のレイアウトを示す図である。

【図 13】本発明における一実施形態による、それぞれの E S F 効果を生成する複数の電極の一例示のレイアウトを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明の上述の特徴及び利点並びに他の特徴及び利点は、添付の図面に示されるような本発明の実施形態の以下の説明から明らかであろう。本明細書に組み込まれるとともに本明細書の一部をなす添付の図面は更に、本発明の原理を説明するとともに、当業者が本発明を実施及び使用することを可能にする役割を果たす。図面は一定縮尺ではない。

【0024】

以下の詳細な説明は本来例示的なものでしかなく、本発明又は本発明の用途及び使用を限定するように意図されていない。さらに、前述の技術分野、背景技術、発明の概要又は以下の詳細な説明に提示されている、明示又は暗示されるいかなる理論にも制限されることは意図されていない。

【0025】

本発明の実施形態は、静電摩擦 (E S F) 効果を生み出す (例えば、生成する) 複数の電極を備え、1つ以上の電極のいずれのサブセットが駆動信号を用いて1つ以上のそれぞれの E S F 効果を生成するのを制御するように構成され、及び / 又は異なる電極が駆動信号を用いてそれぞれの E S F 効果をどのように生成するのを変化させるように構成されているハプティック対応インターフェースデバイス (例えば、ハンドヘルドデバイス、又はモバイルデバイス若しくはゲームコンソールコントローラー、ウェアラブルデバイス、ラップトップ等のそれ以外に把持可能なデバイス) を実施することに関する。例えば、ハプティック対応インターフェースデバイスは、駆動信号が幾つかの特定の電極に到達することをブロックするように構成された周波数フィルターユニット又はリレースイッチを備えることもできるし、デバイスの表面からそれらの電極を電氣的にシールドするように構成されたシールド要素を備えることもでき、それによって、それらの電極が、表面において駆動信号を用いて E S F 効果を生成しないようにしている。別の例では、ハプティック対応インターフェースデバイスは、駆動信号を複数の電極に渡すように構成することができるが、異なる電極に対して異なる量 / 期間だけ駆動信号を減衰又は遅延させることができ、それによって、異なる電極が、駆動信号を用いて異なる方法でそれぞれの E S F 効果を生成するようにしている。これらの周波数フィルターユニット、遅延要素、及びリレースイッチは、異なるタイプのゲート要素とすることができる。

【0026】

一実施形態では、ハプティック対応インターフェースデバイスは、空間関係、時間関係、時空間関係 (例えば、空間関係及び時間関係の組み合わせ)、及び / 又は他の情報をユーザーに伝達するために、いずれの電極が駆動信号を用いてそれぞれの E S F 効果を出力するのか、及び / 又はそれらの電極が駆動信号を用いて E S F 効果をどのように出力するのかを制御するように構成することができる。一実施形態では、複数の電極は、それぞれ

の E S F 効果を順次出力して、電極に沿った流れの感触を生成することができる。例えば、電極が、1次元アレイ（例えば、ライン）又は2次元アレイに配列されている場合、アレイに沿ったそれぞれの E S F 効果の順次的な出力によって、このアレイに沿った流れの感触を生成することができる。この流れの感触は、ユーザー向けのナビゲーション命令を提供するのに用いることもできるし、動作の進行、時間の経過を示すのに用いることもできるし、それ以外の任意の目的で用いることもできる。

#### 【 0 0 2 7 】

一実施形態では、複数の電極は、静的な E S F 効果を生み出す（例えば、生成する）のに用いることができる。以下でより詳細に論述するように、動的な E S F 効果は、ユーザーの身体の一部（例えば、指先）を移動させて電極を横切らせるように当該ユーザーに要請することができる一方、静的な E S F 効果は、ユーザーの身体（例えば、指先）が静止したままであることを可能にする。幾つかの場合には、静的な E S F 効果は、動的な E S F 効果とともに用いられる電圧（例えば、10 V）よりもはるかに高い電圧（例えば、1.5 kV）を用いることができる。したがって、幾つかの場合には、ハプティック対応デバイスの信号生成回路は、高電圧電子機器を備える1つ以上の増幅器回路を用いて、静的な E S F の高電圧駆動信号を生成することができる。例えば、この駆動信号は、静的な E S F 効果に適した振幅（例えば、1 kV 超）を有する増幅信号とすることができる。一実施形態では、ハプティック対応インターフェースデバイスは、E S F 効果の出力を各個々の電極において個別に制御することができるように、各電極に1つの増幅器回路が割り当てられた複数の増幅器回路を備えることができる。別の実施形態では、ハプティック対応インターフェースデバイスは、任意の駆動信号を生成する1つの増幅器回路のみを備えることができる。この唯一の増幅器回路は、信号生成回路に含めることができる。この実施形態では、増幅器回路は、複数の電極間で共有することができる駆動信号を出力し、それらの複数の電極は、同じ駆動信号を用いてそれぞれの E S F 効果を生み出すことができる。例えば、複数の個別制御可能なゲート要素（例えば、スイッチ、周波数フィルタユニット、又は遅延要素）を単一の増幅器回路とそれぞれの電極との間に配置して、それらの電極における E S F 効果を制御することもできるし、複数のシールド要素をそれぞれの電極と接地電位との間に配置して、それらの電極における E S F 効果を制御することもできる。ゲート要素又はシールド要素は、例えば、複数の電極のうちの1つ以上の電極からなるサブセットにのみ、第1の駆動信号を用いて1つ以上のそれぞれの E S F 効果を出力させることもできるし、複数の電極のうちの少なくとも2つの電極に、第1の駆動信号を用いてそれぞれの E S F 効果を出力させることができるが、異なる方法でそれを行わせることもできる。別の例では、複数の遅延要素を直列構成に配列して、各遅延要素がそれぞれの電極をゲートする遅延要素のチェーンを形成することができる。この直列配列は、例えば、駆動信号をこのチェーンの遅延要素に順次伝播させ、それらのそれぞれの電極に流れの感触を生成させることができる。

#### 【 0 0 2 8 】

図 1 A 及び図 1 B は、静電摩擦（E S F）効果をユーザーに提供するように構成されたウェアラブルインターフェースデバイス（例えば、アクティビティトラッカー（activity tracker：活動量計）リストバンド又はスマートウォッチ）の図である。図 1 A は、第1の表面 101 a 及び第2の反対側表面 101 b を備えるバンド 101 を有するウェアラブルインターフェースデバイス 100 を示している。第1の表面 101 a は、例えば、装着されたときに可視的及び/又はアクセス可能であることを意図した上部外表面とすることができ、第2の表面 101 b は、例えば、装着されたときにユーザーの手首と接触することを意図した底部外表面とすることができる。第2の表面 101 b は、接触面と呼ばれる場合がある。図 1 A において、バンド 101 の第2の表面 101 b は、当該表面 101 b に配置された複数の電極 103 a ~ 103 h を有することができる。一実施形態では、第1の表面 101 a は、そこに取り付けられたディスプレイデバイス（例えば、タッチスクリーン）及び/又は物理ユーザー入力構成要素（例えば、ボタン）を有することもできるし、代替的に（例えば、よりシンプルなアクティビティトラッカーとして）それらのデバ

10

20

30

40

50



イスのいずれも有しなくてもよい。一実施形態では、ウェアラブルインターフェースデバイス100は、別のハプティックデバイスを備えることができる。例えば、ウェアラブルインターフェースデバイス100は、バンド101全体の振動触覚ハプティック効果を生み出すバンド101内に組み込まれた圧電アクチュエーター、又は、第1の表面101aにおいて変形ハプティック効果を生み出す第1の表面101a上に配置された形状記憶合金の層を備えることができる。

#### 【0029】

ESF効果を生み出すのに用いられる電極（ESF電極と呼ばれる場合がある）は、正方形、ドット、及びストリップ等の様々なサイズ及び形状を有することができる。例えば、図1Bは、バンド201上に複数の電極203a～203eを有する別のウェアラブルインターフェースデバイス200を示している。これらの電極は、サイズ及び形状が、図1Aにおける電極103a～103hと異なっている。より具体的に言えば、電極203a～203eはそれぞれ、バンド201の長さにはほぼ等しい長さを有する長いストリップの形態を有することができる。幾つかの場合には、長いストリップとして成形された電極は、幾つかの他の形状と比較して、より有利であり得る。なぜならば、ユーザーの中には、ユーザーの皮膚が電極を完全に覆っていないときがあるが、そのときでも、それらユーザーのESF効果をより最適なものにすることができるからである。長いストリップ形状を有する電極は、ユーザーの皮膚によって完全に覆われる可能性は低くなり得る。本発明における実施形態における電極は、様々な向き（orientations：方位）に配列することもできる。例えば、電極103a～103hは、バンド101の長手に沿って並べることができる一方、電極203a～203eは、図1Bに示すものから90度回転させて、バンド201の幅手に沿って並べられるようにすることができる。一実施形態では、これらの2つの向きを組み合わせることができ、幾つかの電極はバンドの長手に沿って並べられる一方（図1B）、幾つかの電極はバンドの幅手に沿って並べられる。

#### 【0030】

上記で論述したように、電極103a～103h又は電極203a～203eは、これらの電極に沿ってESF効果の流れの感触の生成又はユーザーが追従する空間方向の伝達等の空間フィードバック及び／又は時間フィードバックの生成に用いることができる。図1Aに関して、電極103a～103hに沿った順次的なESF効果、すなわちESF効果の流れは、左方向又は右方向にユーザーを誘導するのに用いることができる。図1Bに関して、電極203a～203eに沿った順次的なESF効果、すなわちESF効果の流れは、前方向又は後方向にユーザーを誘導するのに用いることができる。図1Aにおける電極の配列を図1Bにおける電極の配列と組み合わせて、ハプティック対応インターフェースデバイスが、前方向、後方向、左方向、又は右方向にユーザーを誘導することを可能にすることができる。

#### 【0031】

別の例では、電極103a～103h又は電極203a～203eは、対象となるロケーションに対して相対的な、対応するハプティック対応インターフェースデバイスの空間的な向き（及びデバイスを装着しているユーザーの空間的な向き）を示すのに用いることができる。例えば、電極103d又は103eを、デバイスの現在のロケーションを表す中央電極として指定することができる一方、電極103bは、ストラップ101が装着されたときに、この中央電極の左側に位置すると判断することができ、電極103gは、ストラップ101が装着されたときに、この中央電極の右側に位置すると判断することができる。所望の目的地又は物体が、デバイスの現在のロケーションの左にあるとき、駆動信号を電極103bに誘導して、ESF効果を出力することができる。所望の目的地又は物体が、デバイスの現在のロケーションの右にあるとき、駆動信号を電極103gに誘導して、ESF効果を出力することができる。

#### 【0032】

別の例では、電極103a～103hは、現時刻と対象となるイベントとの間の時間関係を伝達するのに用いることができる。例えば、電極103a～103hのそれぞれは、

10

20

30

40

50

会議前の異なる時間の量（例えば、１５分、３０分等）に対応することができ、会議前の現在の持続時間を示すように選択的にアクティブ化することができる。更に別の例では、電極１０３ａ～１０３ｈは、データ転送動作等の動作の進行を示すのに用いることができる。例えば、電極１０３ａ～１０３ｈは、異なるパーセンテージ（例えば、０％、１０％、２０％等）に対応することができ、データ転送動作の現在完了しているパーセンテージを示すように選択的にアクティブ化することができる。

#### 【００３３】

図２及び図３は、ＥＳＦ効果を生み出す（例えば、生成する）ＥＳＦ電極を有する他のインターフェースデバイスの例を示している。図２は、複数の電極３０３ａ～３０３ｇがその接触面３０１（例えば、背面）に配置されているモバイルインターフェースデバイス３００（例えば、スマートフォン又はタブレットコンピューター）の一例を示している。デバイス３００の接触面は、デバイス３００が手によって保持されたときに、その手からのユーザー接触を受けることが予想される表面とすることができる。電極３０３ａ～３０３ｇはそれぞれ、円（例えば、ドット）として成形することができ、２次元アレイ（例えば、４行×２列）に配列することができる。これらの電極は、例えば、ユーザーの指がモバイルインターフェースデバイス３００を保持しているときにタッチする可能性が最も高い接触面３０１上のロケーションに配置することができる。図３は、複数の電極４０３ａ～４０３ｆをその接触面（例えば、パームレスト、タッチパッド４０９、掌紋スキャナー）上に有するラップトップ４００の一例を示している。デバイス４００のこの接触面は、デバイス４００のタイプ入力中又は他の使用中にユーザー接触を受けると予想される表面とすることができる。電極４０３ａ～４０３ｆは、第１の１次元アレイ４１３及び第２の１次元アレイ４２３として配列することができる。第１の１次元アレイ４１３は、タッチパッド４０９の一方の側に配置され、第２の１次元アレイ４２３は、タッチパッド４０９の反対側に配置される。これらのロケーションは、ユーザーの手首が静止し、ラップトップ４００に接触する可能性が高いエリアに対応することができ、これによって、ＥＳＦ効果をユーザーの手首において生成することが可能になる。一実施形態では、本明細書において説明するＥＳＦ電極は、デバイス３００、デバイス４００、又は表示画面を有する他の任意のデバイスの表示画面の表面に配置されてもよい。複数の電極（例えば、１０３ａ～１０３ｈ）がアレイとして配列される一実施形態では、複数の電極は、隣接する電極間に一様な間隔を有してもよい。

#### 【００３４】

電極１０３ａ～１０３ｈ、２０３ａ～２０３ｅ、３０３ａ～３０３ｈ、４０３ａ～４０３ｆは、ＥＳＦ効果を生成するように構成することができ、ＥＳＦ電極と呼ばれる場合がある。一実施形態では、各電極は、導電性（例えば、金属）パッドとすることができる。一実施形態では、複数の電極１０３ａ～１０３ｈ、２０３ａ～２０３ｅ、３０３ａ～３０３ｈ、４０３ａ～４０３ｆは、露出電極及び／又は絶縁電極とすることができる。幾つかのハプティック対応インターフェースデバイスは、露出ＥＳＦ電極のみを備えることもできるし、絶縁ＥＳＦ電極のみを備えることもできるし、露出ＥＳＦ電極及び絶縁ＥＳＦ電極を混合したものを備えることもできる。露出電極は、インターフェースデバイスの表面（例えば、表面１０１ｂ）のそれぞれの部分に配置することができ、より具体的に言えば、表面のそれぞれの部分を形成することができる。露出電極は、例えば、ユーザーが表面のそれぞれの部分において露出電極と接触した際（又は両者間に非常に小さなエアギャップのみを空けて露出電極上に配置された際）に、ユーザーに電気的に直接結合するように構成することができる。この接触は、例えば、ユーザーの皮膚との接触を指すことができる。より一般的に言えば、この接触は、駆動信号が静電摩擦効果をユーザーの身体に対して生成することができる接触を指すことができる。１つの例では、露出電極は、インターフェースデバイスの本体の上部（例えば、バンド１０１の本体の上部）に接着された導電性パッドとすることができる。１つの例では、露出電極は、インターフェースデバイスの本体、ハウジング、又は他の構造要素の開口を通して（例えば、モバイルフォンのケースにおける開口を通して）露出された導電性パッドとすることができる。

## 【 0 0 3 5 】

一実施形態では、絶縁電極は、インターフェースデバイスの外表面（例えば、表面 1 0 1 b）のそれぞれの部分に配置することができ、より具体的に言えば、外表面のそれぞれの部分の裏側に配置することができる。絶縁電極は、例えば、誘電材料の層等の薄い絶縁層によって表面から分離することができる。この絶縁層は、ユーザーが表面の絶縁電極のそれぞれの部分と接触した際にユーザーに電氣的に容量結合されるように構成することができる。1つの例では、絶縁電極は、この電極とモバイルフォン、ゲームコンソールコントローラー、又はスマートウォッチの外表面との間に電気絶縁材料（例えば、誘電材料）が存在するようにして、モバイルフォン又はゲームコンソールコントローラーのプラスチック外部カバー内に組み込むこともできるし、スマートウォッチのバンド内に組み込むこともできる。別の例では、絶縁電極は、スマートフォン、スマートウォッチ、又はゲームコンソールコントローラーの本体上に配置された導電性材料とすることができ、その場合、絶縁材料（例えば、Kapton（登録商標）テープの層）で覆われている場合がある。

10

## 【 0 0 3 6 】

一実施形態では、複数の電極は、例えば、静的な E S F 効果又は動的な E S F 効果を生成するのに用いることができる。動的な E S F 効果は、指又はユーザーの身体の一部がインターフェースデバイスの表面上を移動している間、この指又はユーザーの身体の一部に静電力を作用させることを伴うことができる。これらの静電力は、時変信号を電極に印加することによって生成することができる。静電力は、指を引き付けることができ、指の移動中に摩擦として知覚させることができる。静的な E S F 効果は、ユーザーの指又は他の身体部分がインターフェースデバイスの表面に対して静止し、この表面に接触した状態にある間に生成することができる。静的な E S F 効果も、時変信号を電極に印加して静電力を生成することを伴うことができる。幾つかの場合には、静的な E S F は、動的な E S F の場合の時変信号の電圧レベルと比較して、より高い電圧レベルを伴うことができる。

20

## 【 0 0 3 7 】

一実施形態では、ハンドヘルドインターフェースデバイス 1 0 0 は、信号電極である電極又は信号電極となるように切り替え可能な電極を備えるとともに、接地電極である電極又は接地電極となるように切り替え可能な電極を備える。例えば、図 4 A は、電極 1 0 3 a 及び 1 0 3 h がともに接地電極であるとともに、電極 1 0 3 b ~ 1 0 3 g が信号電極であるか又は信号電極となるようにゲート要素 1 0 5 b ~ 1 0 5 g によって切り替え可能である一実施形態を示している。一実施形態では、信号電極は、信号生成回路から駆動信号を受信する電極とすることができ、駆動信号を用いて E S F 効果を生み出すように構成することができる。一実施形態では、接地電極は、接地電位（例えば、インターフェースデバイス 1 0 0 の電池又は他の電源の負端子の電位に等しいような接地電位）に電氣的に接続された電極とすることができる。電極 1 0 3 a 及び 1 0 3 h は、接地への永続的な電氣的接続を有するので、図 4 A において専用接地電極と呼ばれる場合がある。電極 1 0 3 a 及び 1 0 3 h は、専用接地電極であるので、図 4 A において、対応するゲート要素（すなわち、ゲート要素 1 0 5）を有しない。一般的に言えば、電極のゲート要素は、信号がこの電極に到達することができるか否か、又は信号がこの電極に到達する方法（例えば、減衰若しくは増幅のレベル、又は遅延期間）を制御する要素（例えば、回路）とすることができ、静的な E S F 効果が生成される幾つかの例では、絶縁電極（複数の場合もある）のみが信号電極として用いられるとともに、絶縁電極又は露出電極（存在する場合）が接地電極として用いられる場合がある。幾つかの場合には、絶縁電極は、信号電極と接地電極との間で切り替え可能である（例えば、或る時点（第 1 のインスタンス）においては信号電極として、別の時点（第 2 のインスタンス）においては接地電極として交換可能に用いられる）。

30

40

## 【 0 0 3 8 】

図 4 A に戻って、この図は、信号プロセッサ 1 0 6 と増幅器 1 0 8 とを備える信号生成

50

回路 104 を備えるウェアラブルインターフェースデバイス 100 の概略図である。信号プロセッサ 106 は、例えば、ESF 効果を生み出す正弦波信号又は他の時変信号を生成するように構成することができる。信号プロセッサ 106 によって生成される信号は、アナログ信号であってもよいし、デジタル信号であってもよい。一実施形態では、インターフェースデバイス 100 は、信号プロセッサ 106 によって生成された信号を制御するように構成された制御ユニット 110（例えば、マイクロプロセッサ又は FPG A 回路）を備えることができる。増幅器 108 は、信号プロセッサ 106 からの信号を増幅して、信号生成回路 104 の出力において駆動信号を生成するように構成することができる。例えば、信号プロセッサ 106 によって生成される信号は、5 V ~ 10 V の範囲にある振幅を有する矩形パルスとすることができ、増幅器 108 は、この信号を増幅して、静的な ESF 効果を生み出す約 1 k V の振幅を有する矩形パルスである駆動信号を生成することができる。一実施形態では、増幅器 108 は、信号プロセッサ 106 からのあらゆる信号を増幅するインターフェースデバイス 100 内の唯一の増幅器とすることができる。

10

#### 【0039】

一実施形態では、信号生成回路 104 は、別々の時間帯又は別々の信号生成コマンドに対応する第 1 の駆動信号及び第 2 の駆動信号を出力することができる。例えば、第 1 の時間帯（例えば、第 1 の 1 秒ウィンドウ）において信号生成回路 104 によって出力される電圧波形は、第 1 の駆動信号とみなすことができる一方、第 2 の時間帯（例えば、後続の 1 秒ウィンドウ）において信号生成回路 104 によって出力される電圧波形は、第 2 の駆動信号とみなすことができる。別の例では、制御ユニット 110 を制御するソフトウェアアプリケーション（例えば、デバイスドライバ）又はアプリケーションプログラミングインターフェース（API）からの第 1 の信号生成コマンドに応答して信号生成回路 104 によって出力される電圧波形は、第 1 の駆動信号とみなすことができる一方、第 2 の信号生成コマンドに応答して信号生成回路 104 によって出力される電圧波形は、第 2 の駆動信号とみなすことができる。一実施形態では、駆動信号を受信する第 1 の電極は、第 1 の ESF 効果を生み出すものとみなすことができる一方、同じ駆動信号を受信する第 2 の電極は、第 2 の ESF 効果を生み出すものとみなすことができる。これらの 2 つの電極は、駆動信号の同じバージョン（例えば、同じ強度、同じ位相、及び同じ周波数成分）を受信することもできるし、同じ駆動信号の異なるバージョン（例えば、異なる強度、異なる位相、及び異なる周波数成分）を受信することもできる。

20

30

#### 【0040】

一実施形態では、複数のゲート要素 105 b ~ 105 g は、それぞれの電極 103 b ~ 103 g と信号生成回路 104 の出力との間に配置されて、電極 103 b ~ 103 g のうちのいずれを信号電極とするのかを制御することができる。ゲート要素の例には、周波数フィルター、遅延要素、及びスイッチ（例えば、高電圧リレースイッチ又は高電圧トランジスタ）が含まれる。複数のゲート要素 105 b ~ 105 g は、電極 103 b ~ 103 g のうちのいずれの電極（複数の場合もある）が信号生成回路 104 の出力からの駆動信号を受信するのかを制御するように構成することができ、及び / 又は、電極に到達する際の駆動信号の減衰レベル若しくは遅延期間（例えば、位相シフトからのもの）等の、駆動信号が電極に到達する方法を制御するように構成することができる。一実施形態では、リレースイッチ又は高電圧トランジスタは、電極 103 b ~ 103 g のうちの正確に 1 つの電極に駆動信号を電氣的に接続する高電圧マルチプレクサーを形成することができる。この 1 つの電極は、ソフトウェア制御下で選択することができる。

40

#### 【0041】

図 4 A において、ゲート要素 105 b ~ 105 g の特性は固定することができる。例えば、ゲート要素が周波数フィルターである場合、これらの周波数フィルターのそれぞれは、固定された通過周波数帯域（複数の場合もある）を有することができる。ゲート要素が遅延要素である場合、これらの遅延要素のそれぞれは、信号生成回路 104 からの駆動信号を遅延させる固定された時間遅延を有することができる。図 4 B は、再構成可能なゲート要素を示している。より具体的に言えば、図 4 B は、信号生成回路 104 の出力とそれ

50

それぞれの電極 1 0 3 b ~ 1 0 3 g との間に配置された複数のゲート要素 1 0 5 b ' ~ 1 0 5 g ' を有するインターフェースデバイス 1 0 0 も示している。図 4 B において、ゲート要素 1 0 5 b ' ~ 1 0 5 g ' の特性は、それぞれの C T R L 入力線を通じて制御ユニット 1 1 0 によって再構成することができる。例えば、一実施形態において、ゲート要素が周波数フィルターである場合、制御ユニットは、周波数フィルターのうちの少なくとも 1 つの C T R L 入力線にコマンドを通信して、その周波数フィルターの通過周波数帯域（複数の場合もある）を再構成するように構成することができる。一実施形態において、ゲート要素が遅延要素である場合、制御ユニット 1 1 0 は、遅延要素のうちの少なくとも 1 つの C T R L 入力線にコマンドを通信して、その遅延要素が信号に導入する遅延期間を再構成するように構成することができる。一実施形態において、ゲート要素が複数のスイッチ（例えば、リレースイッチ）である場合、制御ユニット 1 1 0 は、それらのスイッチのそれぞれを、それぞれの C T R L 入力線を介して制御（例えば、開放又は閉鎖）するように構成することができる。

10

#### 【 0 0 4 2 】

一実施形態では、制御ユニット 1 1 0 は、駆動信号を用いて E S F 効果を出力するために、電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 h のセット又は信号電極となるように切り替え可能な電極 1 0 3 b ~ 1 0 3 g のセットから 1 つ以上の電極のサブセットを選択するように構成される。制御ユニットは、ユーザー接触を受けている電極が、駆動信号を用いてそれぞれの静的な E S F 効果を生み出すために選択されないように、ユーザー接触を受けている電極のセット（例えば、1 0 3 b、1 0 3 c、1 0 3 d）の中から 1 つ以上の電極のサブセット（例えば、1 0 3 b）を選択するように構成することができる。

20

#### 【 0 0 4 3 】

図 5 A は、それぞれ複数の周波数フィルターユニット（例えば、アナログ周波数フィルターユニット又はデジタル周波数フィルターユニット）1 1 0 5 b、1 1 0 5 c、1 1 0 5 d であるゲート要素を有する一実施形態の概略図である。一実施形態では、周波数フィルターユニット 1 1 0 5 b、1 1 0 5 c、1 1 0 5 d のそれぞれは、異なるそれぞれの通過周波数帯域を有するように構成することができる。図 5 A に示すように、周波数フィルターユニット 1 1 0 5 b は、5 0 H z を中心とする単一の通過周波数帯域のみを有することができる。周波数フィルターユニット 1 1 0 5 c は、1 0 0 H z を中心とする単一の通過周波数帯域のみを有することができる。周波数フィルターユニット 1 1 0 5 d は、2 0 0 H z を中心とする単一の通過周波数帯域のみを有することができる。周波数フィルターユニット 1 1 0 5 b、1 1 0 5 c、及び 1 1 0 5 d のそれぞれは、そのそれぞれの通過周波数帯域の外部にある駆動信号のあらゆる周波数成分をブロックするように構成することができる。例えば、5 0 H z 正弦波信号と 1 0 0 H z 正弦波信号との加重和である駆動信号は、周波数フィルターユニット 1 1 0 5 d によってブロックされる。なぜならば、周波数フィルターユニット 1 1 0 5 d は、2 0 0 H z を中心とする単一の通過帯域しか有しないからである。

30

#### 【 0 0 4 4 】

一実施形態では、周波数フィルターユニットは、当該周波数フィルターユニットの通過帯域内に入る信号の周波数成分を減衰させるように構成することができる。例えば、5 0 H z 正弦波信号と 1 0 0 H z 正弦波信号との加重和である駆動信号の場合、周波数フィルターユニット 1 1 0 5 b は、5 0 H z 正弦波信号を 5 0 % だけ減衰させる（一方、駆動信号の 1 0 0 H z 成分を完全にブロックする）ことができ、周波数フィルターユニット 1 1 0 5 c は、1 0 0 H z 正弦波信号を 2 5 % だけ減衰させる（一方、駆動信号の 5 0 H z 成分を完全にブロックする）ことができる。一実施形態では、周波数フィルターユニットのそれぞれは、その周波数フィルターユニットの通過帯域内に入る信号の周波数成分に位相シフトを導入するように構成することができる。この位相シフトは、駆動信号が、周波数フィルターユニットに接続されたそれぞれの電極に到達する際の遅延を導入することができる。

40

#### 【 0 0 4 5 】

50

一実施形態では、ハプティック対応インターフェースデバイスの周波数フィルターユニットは、同じ帯域幅を有する通過帯域を有することもできるし、異なるそれぞれの帯域幅を有する通過帯域を有することもできる。一実施形態では、各通過帯域の帯域幅は、非ゼロ（例えば、20 Hz）とすることができる。一実施形態では、通過帯域の帯域幅は、この通過帯域を通過周波数（例えば、50 Hz、100 Hz、又は200 Hzの通過周波数）として扱うことができるほど十分小さくすることができる。この通過周波数は、デジタル信号処理（例えば、フーリエ変換）を実行してフィルタリングを行うデジタル周波数フィルターユニットに関連付けることができる。

#### 【0046】

図5Aの実施形態では、周波数フィルターユニット1105bの通過周波数帯域（50 Hzを中心とする1つの帯域）と、周波数フィルターユニット1105cの通過周波数帯域（100 Hzを中心とする1つの帯域）と、周波数フィルターユニット1105dの通過周波数帯域（200 Hzを中心とする1つの帯域）とは重複しない。この実施形態によって、制御ユニット110は、1つのESF電極にのみ到達する第1の駆動信号を生成することが可能になる。例えば、周波数フィルターユニット1105bのみが、第1の駆動信号を電極103bに渡し、電極103bのみが第1の駆動信号に基づいてESF効果を生み出し又は生成するように、制御ユニットは、第1の駆動信号が50 Hzの周波数成分のみを有するようにすることができる。一方、制御ユニットは、この実施形態では、複数の周波数成分（例えば、50 Hz及び100 Hz）を第2の駆動信号に含めることによって、第2の駆動信号を複数の電極に到達させることもできる。別の実施形態では、複数の周波数フィルターユニットのそれぞれの通過周波数帯域は、多少の重複を有してもよい。

#### 【0047】

図5Bは、幾つかの周波数フィルターユニットが通過周波数帯域のそれぞれのセットを有することができる一実施形態を示している。より具体的に言えば、図5Bの実施形態は、50 Hzを中心とする帯域と、100 Hzを中心とする帯域と、200 Hzを中心とする帯域とを含む通過周波数帯域のそれぞれのセットを有する周波数フィルターユニット2105bを備える。周波数フィルターユニット2105dは、同様に100 Hzを中心とする帯域と、同様に200 Hzを中心とする別の帯域とを含む通過周波数帯域のそれぞれのセットを有する。周波数フィルターユニット2105cは、同様に100 Hzを中心とする単一のそれぞれの通過周波数帯域を有する。図5Bに示す実施形態では、それぞれの通過周波数帯域（フィルターユニット2105cの通過周波数帯域）又は通過周波数帯域のそれぞれのセット（フィルターユニット2105b及び2105dのセット）は、周波数の部分的な重複（例えば、100 Hz及び200 Hzにおける重複）を有する。別の実施形態では、複数の周波数フィルターユニットは、周波数が重複しないそれぞれの通過周波数帯域又は通過周波数帯域のそれぞれのセットを有することができる。

#### 【0048】

一実施形態では、制御ユニット110は、周波数フィルターユニット2105b、2105c、及び2105dを用いて、電極103b、103c、及び103dのセットの1つ以上の電極のサブセットのみに、第1の駆動信号を用いて1つ以上のそれぞれのESF効果を出力させるように構成することができる。例えば、制御ユニットは、200 Hzの周波数成分のみを有する第1の駆動信号を生成することができる。その場合、電極103b及び103dのみが、第1の駆動信号を用いてそれぞれのESF効果を出力する。一実施形態では、制御ユニットは、電極103b、103c、及び103dのうちの少なくとも2つの電極に、第1の駆動信号を用いてそれぞれのESF効果を出力させるが、異なる方法でそれを行わせるように構成することができる。例えば、200 Hz周波数成分を有する第1の駆動信号を、周波数フィルターユニット2105bによって70%だけ減衰させることができるとともに、周波数フィルターユニット2105dによって50%だけ減衰させることができる。したがって、2つのそれぞれの電極103b及び103dは、異なる減衰レベルを有する第1の駆動信号を受信することができ、したがって、この第1の駆動信号を用いて異なる方法でそれぞれのESF効果を出力することができる。別の例で

は、第1の駆動信号は、100Hz及び200Hzの周波数成分のみを含むことができる。図5Bに示すように、周波数フィルターユニット2105cは、第1の駆動信号の200Hz成分をフィルタリング除去する一方、周波数フィルターユニット2105b及び2105dはフィルタリング除去を行わない。したがって、電極103b及び103dは、第1の駆動信号の100Hz周波数成分及び200Hz周波数成分によって駆動される一方、電極103cは、第1の駆動信号の100Hz周波数成分のみによって駆動される。このため、3つの電極103b、103c及び103dは、第1の駆動信号を用いて異なる方法でそれぞれのESF効果を出力することができる。なぜならば、これらの3つの電極は、周波数成分の異なる組み合わせによって駆動され、異なる減衰レベルを提供されるからである。

10

#### 【0049】

図6Aは、そのゲート要素がそれぞれ複数の遅延要素3105b~3105dである一実施形態を示している。遅延要素3105b~3105dの各遅延要素は、電極103b~103dのそれぞれの電極がそれぞれのESF効果を出力するタイミングを制御するように構成することができる。遅延要素は、信号生成回路104の出力からの駆動信号の異なるそれぞれの遅延期間をそれぞれの電極に導入することによって、このタイミングを制御することができる。一実施形態では、遅延要素のそれぞれは、誘導性フィルター及び/又は容量性フィルター（例えば、LCフィルター）等のアナログ遅延要素とすることができる。別の実施形態では、遅延要素のそれぞれは、バッファ等のデジタル遅延要素とすることができる。図6Aにおいて、遅延要素3105bは、遅延「d1」（例えば、500ms）を駆動信号に導入するように構成することができ、遅延要素3105cは、遅延「d2」（例えば、700ms）を駆動信号に導入するように構成することができ、遅延要素3105dは、遅延「d3」（例えば、900ms）を駆動信号に導入するように構成することができる。図6Aの実施形態では、信号生成回路104から特定の電極までの物理的な距離を横断する際の遅延は、無視可能とみなすことができる。遅延要素3105b、3105c、及び3105dは、電極103b、103c、及び103dにそれぞれのESF効果をそれぞれ $t_0 + d1$ 、 $t_0 + d2$ 、及び $t_0 + d3$ において順に出力させるように構成することができる。一実施形態では、d1、d2、及びd3は、値が線形に増加する。例えば、 $d2 = 2 \times d1$ である一方、 $d3 = 3 \times d1$ である。遅延要素3105b、3105c、及び3105dは、その場合、電極103b、103c、及び103dにそれぞれのESF効果を $t_0 + d1$ 、 $t_0 + 2d1$ 、及び $t_0 + 3d1$ において順に出力させることができる。電極103b、103c、及び103dにわたるESF効果の順次的な出力は、上記で説明した流れの感覚を提供することができる。

20

30

#### 【0050】

図6Aは、複数の遅延要素3105b、3105c、及び3105dをそれぞれ信号生成回路104の出力に並列構成で接続することができる一実施形態を示しているが、図6Bは、複数の遅延要素4105b、4105c、及び4105dが互いに直列形式で接続されて遅延要素のチェーンを形成し、駆動信号がこの遅延要素のチェーンを通して伝播するようになっている一実施形態を示している。より具体的に言えば、図6Bは、遅延要素4105b、4105c、及び4105dと、これらの遅延要素に動作可能に対応するそれぞれのESF電極103b、103c、及び103dとを備えるインターフェースデバイスを示している。遅延要素4105b、4105c、及び4105dは、当該遅延要素の入力から当該遅延要素の出力へそれぞれd1、d2、及びd3の遅延を導入するように構成することができる。これらの遅延要素は、遅延要素のライン又は他のアレイとして空間的に配列することができ、上記電極は、電極のライン又は他のアレイとして空間的に配列することができる。電極103b、103c、103dのそれぞれは、それぞれの遅延要素の出力に電氣的に接続することができる。図6Bは、駆動信号を生成するように構成された信号生成回路104を更に備える。

40

#### 【0051】

図6Bに示すように、遅延要素4105b、4105c、及び4105dと、それらの

50

それぞれの電極 103b、103c、103d とは、それぞれの遅延要素とそれぞれの電極とをそれぞれ備えるそれぞれのペアを形成することもできるし、別の方法でそれぞれのペアにグループ化することもできる。例えば、遅延要素 4105b 及び電極 103b は、ペア 1 を形成することができ、遅延要素 4105c 及び電極 103c は、ペア 2 を形成することができ、遅延要素 4105d 及び電極 103d は、ペア 3 を形成することができる。遅延要素及び電極のこれらのペア（例えば、ペア 1、ペア 2、及びペア 3）は、電氣的に直列に接続することができる。一実施形態では、ペア 1 は、この直列接続における第 1 のペアとすることができ、ペア 2 は、この直列接続における第 2 のペアとすることができ、ペア 3 は、この直列接続における第 3 のペアとすることができ、直列に接続されることによって、この直列接続における第 1 のペアの遅延要素の入力（すなわち、遅延要素 4105b の入力）は、信号生成回路 104 の出力に接続することができるとともに、この直列接続における他の全てのペアの遅延要素の入力は、この直列接続における直前のペアの電極に電氣的に接続される。したがって、この直列接続における第 2 のペアの遅延要素の入力（遅延要素 4105c の入力）は、この直列接続における第 1 のペアの電極（電極 103b）に接続することができるとともに、この直列接続における第 3 のペアの遅延要素の入力（遅延要素 4105d の入力）は、この直列接続における第 2 のペアの電極（電極 103c）に接続することができる。この配列を用いると、駆動信号は、遅延要素及び電極の直列接続を通して伝播し、電極に沿って E S F 効果を順次出力することができる。各電極は、その遅延要素と、直列接続の直前のペアにおける遅延要素との累積した遅延を受けることができる。したがって、電極 103b は、 $d_1$  の遅延を受けることができ、電極 103c は、 $d_2 + d_1$  の遅延を受けることができ、電極 103d は、 $d_3 + d_2 + d_1$  の遅延を受けることができる。一実施形態では、 $d_1 = d_2 = d_3$  である。一実施形態では、 $d_1$ 、 $d_2$ 、及び  $d_3$  の少なくとも一部又は全ては異なる値を有する。

#### 【0052】

一実施形態では、図 6A 及び図 6B における遅延要素のそれぞれは、当該遅延要素の入力から当該遅延要素の出力までに、それぞれの遅延期間、或る時間遅延、又は或る遅延期間を駆動信号に導入するように構成される。これらの遅延要素は、同じ遅延期間を導入するように構成することもできるし、異なるそれぞれの遅延期間を導入するように構成することもできる。

#### 【0053】

一実施形態では、図 6A 及び図 6B における遅延要素のそれぞれは、固定された遅延を有することもできるし、再構成可能な遅延を有することもできる。例えば、各遅延要素は、固定されたキャパシタンスを有するキャパシタであってもよいし、再構成可能なキャパシタンスを有するキャパシタであってもよい。

#### 【0054】

図 7 は、複数のゲート要素がリレースイッチ 5105b ~ 5105d である一実施形態を示している。これらのリレースイッチは、例えば、図 4A における制御ユニット 110 によって制御することができる。一実施形態では、制御ユニット 110 は、ゲート要素として用いられている全てのリレースイッチのうちの 1 つのリレースイッチのみを閉じるとともに、他の全てのリレースイッチを開いた状態にしておくように構成することができる。一実施形態では、制御ユニット 110 は、複数のリレースイッチを同時に閉じるとともに、ゲート要素として用いられている他のリレースイッチを開いた状態にしておくように構成することができる。一実施形態では、リレースイッチ 5105b ~ 5105d のそれぞれは、静的な E S F 効果を生成するのに用いられる電圧（例えば、1 kV）に耐えるように構成された高電圧リレースイッチとすることができる。特定のスイッチが、図 7 に示すように開状態にあるとき、スイッチに接続された電極は、電氣的浮遊状態にあり得る。

#### 【0055】

上記で論述したように、E S F 効果を生成することは、信号電極及び接地電極を必要とし得る。絶縁電極が、或る時点においては、信号生成回路の出力に電氣的に接続されることによって信号電極として使用可能とすることができ、別の時点においては、接地電位に

10

20

30

40

50



電氣的に接続されることによって接地電極として使用可能とすることができる。図 8 A は、電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 g の各電極を、信号電極であることと接地電極であることとの間で切り替え可能な絶縁電極とすることができる一実施形態を概略的に表している。より具体的に言えば、図 8 A は、図 4 A と同様に、信号生成回路 1 0 4、制御ユニット 1 1 0、複数の電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 g (例えば、絶縁電極)、及びゲート要素 1 0 5 a ~ 1 0 5 h を示している。一方、図 8 A は、それぞれが接地電位に電氣的に接続されている複数のゲート要素 1 1 5 a ~ 1 1 5 h を更に示している。1 つの例では、ゲート要素 1 0 5 a ~ 1 0 5 h は、電極のいずれのサブセットが信号生成回路 1 0 4 から駆動信号を受信するかを制御することができるが、ゲート要素 1 1 5 a ~ 1 1 5 h は、駆動信号を受信していないか又は駆動信号を受信するように意図されていないそれらの電極を接地するように構成することができる。

10

#### 【 0 0 5 6 】

図 8 B に示す一実施形態では、或る電極のそれぞれのゲート要素が開状態にあるとき、その電極を、電氣的浮遊状態にしておくのではなく接地することができる。図 8 B の実施形態では、ゲート要素 5 1 1 5 a ~ 5 1 1 5 h は、リレースイッチであり、より詳細に言えば、第 1 の複数のリレースイッチ 5 1 0 5 b、5 1 0 5 c、5 1 0 5 d と、第 2 の複数のリレースイッチ 5 1 1 5 b、5 1 1 5 c、5 1 1 5 d とを含む。これらのゲート要素は、第 1 のスイッチのペア 5 1 0 5 b、5 1 1 5 b、第 2 のスイッチのペア 5 1 0 5 c、5 1 1 5 c、及び第 3 のスイッチのペア 5 1 0 5 d、5 1 1 5 d 等のペアを形成することができる。一実施形態では、リレースイッチのそれぞれは、制御ユニット 1 1 0 によって制御することができる。リレースイッチ 5 1 0 5 b、5 1 0 5 c、5 1 0 5 d のそれぞれは、対応する電極を信号生成回路 1 0 4 の出力に選択的に接続するように動作可能に制御することができる一方、リレースイッチ 5 1 1 5 b、5 1 1 5 c、及び 5 1 1 5 d のそれぞれは、対応する電極を接地に選択的に接続するように動作可能に制御することができる。リレースイッチのペアは、各ペアにおける正確に 1 つのリレースイッチがハプティックインターフェースデバイスの動作中に閉じられるように構成又は制御することができる。このように、電極が、信号生成回路の出力に電氣的に接続されていない場合、その電極は、電氣的浮遊状態のままにされるのではなく接地される。

20

#### 【 0 0 5 7 】

図 9 は、複数のシールド要素 1 1 3 a ~ 1 1 3 h が、いずれの電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 h が第 1 の駆動信号を用いて E S F 効果を出力するかを制御することができる一実施形態を提供する。シールド要素 1 1 3 a ~ 1 1 3 h を図 4 A におけるゲート要素 1 0 5 a ~ 1 0 5 h と組み合わせることができるが、電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 h のそれぞれが信号生成回路 1 0 4 から駆動信号 (複数の場合もある) を受信するように、そのようなゲート要素を省くことも可能である。一実施形態では、電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 h のそれぞれは、ハプティック対応インターフェースデバイスの外表面の裏側に配置された絶縁電極とすることができる。複数のシールド要素 1 1 3 a ~ 1 1 3 h は、当該シールド要素 1 1 3 a ~ 1 1 3 h が電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 h とインターフェースデバイスの外表面との間に位置するように、それぞれの電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 h の前方 (上部又は上方) に配置することができる。例えば、シールド要素 1 1 3 a ~ 1 1 3 h は、インターフェースデバイスの外表面の裏側 (下方) に僅かに埋設されているが、電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 h と比較してより浅い深さで埋設された導電性パッド (例えば、金属パッド) とすることができる。一実施形態では、シールド要素 1 1 3 a ~ 1 1 3 h の各シールド要素は、電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 h のそれぞれの電極と同じ寸法を有することができ、それぞれの電極の真正面 (例えば、真上) に配置することができる。

30

40

#### 【 0 0 5 8 】

一実施形態では、シールド要素 1 1 3 a ~ 1 1 3 h の各シールド要素は、制御ユニット 1 1 0 によって制御することができるゲート要素 1 1 5 a ~ 1 1 5 h のそれぞれのゲート要素 (例えば、スイッチ) を介して接地にスイッチングによって接続可能である。この実施形態では、電極 1 0 3 a ~ 1 0 3 h のそれぞれは、信号生成回路 1 0 4 の出力に電氣的

50

に接続することができる。電極 103a ~ 103h のそれぞれは、駆動信号に基づいて電場を生成することができる。シールド要素 113a ~ 113h のうちの或るシールド要素（例えば、113b）は、ゲート要素 115a ~ 115h のそれぞれのゲート要素（例えば、115b）等を介してスイッチングによって接地に接続されることによってそれぞれの電極（例えば、103b）から生じる電場を抑制することができる。シールド要素は、接地に電氣的に接続されているとき、それぞれの電極の電場がインターフェースデバイスの外表面に到達することをブロックすることができる。したがって、このシールド要素は、対応する電極（例えば、103b）が駆動信号を用いて E S F 効果を生成することを防止することができる。別の電極（例えば、103c）については、そのそれぞれのシールド要素（例えば、113c）を接地から電氣的に接続解除することによって、駆動信号を用いて E S F 効果を生成することを可能にすることができる。シールド要素は、2016 年 8 月 17 日に出願された米国特許出願第 15 / 239, 464 号（代理人整理番号第 I M M 6 2 7 号）により詳細に論述されている。この米国特許出願の内容は、引用することによって、その全体が本明細書の一部をなす。

#### 【0059】

図 10 は、シールド要素をスイッチングによって接地に接続するゲート要素がそれぞれリレースイッチ 5115b ~ 5115d である一実施形態を示している。これらのリレースイッチのうちの任意のものを閉じて、それぞれのシールド要素を接地に電氣的に接続することもできるし、開いて、それぞれのシールド要素を接地から電氣的に接続解除することもできる。

#### 【0060】

図 11A 及び図 11B は、上記に示した複数の電極（例えば、電極 103a ~ 103h 又は 203a ~ 203e）が、E S F 効果を用いて空間フィードバック及び / 又は時間フィードバック（時空間フィードバックと総称される場合がある）を提供するのに用いられる実施形態を示している。一実施形態では、空間フィードバックは、対象となるロケーションに対して相対的なハプティックインターフェースデバイスの空間的な向きを示すことができる。この対象となるロケーションは、特定の最終目的地（例えば、友人の自宅）であってもよいし、中間目的地（例えば、ハイウェイ流入ランプ）、イベント（例えば、コンサート）のロケーションであってもよいし、物体（例えば、自動車）のロケーション等の他の任意の対象となるロケーションであってもよい。空間フィードバックは、例えば、ハプティック対応インターフェースデバイス（又はデバイスを装着しているユーザー）に対する相対的な、対象となるロケーションの方向を示すことができる。例えば、図 11A は、少なくとも、図 1A からの電極 103b 及び 103g と、図 1B からの電極 203a とを備えることができるハプティック対応インターフェースデバイス 100' を示している。対象となるロケーションが、デバイス 100' の左（又は、例えば西）にある場合、電極 103b が、駆動信号を用いて E S F 効果を出力することができる。対象となるロケーションが、デバイス 100' の前方（又は、例えば北）にある場合、電極 203a が、駆動信号を用いて E S F 効果を出力することができる。対象となるロケーションが、デバイス 100' の右（又は、例えば東）にある場合、電極 103g が、駆動信号を用いて E S F 効果を出力することができる。一実施形態では、前方（又は左若しくは右）を構成する方向は、ユーザーが向いている方向に基づくことができる。ユーザーが向いている方向は、デバイス 100' が装着されているとき又は保持されているときに判断することができる。この判断は、例えば、任意の統合型モーションセンサー（例えば、加速度計又はジャイロスコープ）、任意の統合型コンパス、又は任意の統合型全地球測位システム（GPS）を用いることができる。一実施形態では、いずれの電極（複数の場合もある）が特定の方向又は向きを表すのかの選択は、事前に決定して固定しておくことができる。一実施形態では、そのような選択は、再構成可能であってもよく、デバイス（例えば、100'）がどのように装着又は保持されているのかに基づくことができる。

#### 【0061】

図 11B は、流れとして検知することができる空間フィードバックを生み出す一実施形

態を示している。より具体的に言えば、図 1 1 B は、ライン又は他のアレイに空間的に配列された少なくとも電極 1 0 3 b、1 0 3 c、1 0 3 d、及び 1 0 3 e を備える図 1 A のウェアラブルインターフェースデバイス 1 0 0 を示している。電極 1 0 3 b、1 0 3 c、1 0 3 d、及び 1 0 3 e は、ユーザーの手首の周囲に時計回り順又はユーザーの手首の周囲に反時計回り順にそれぞれの E S F 効果を順次出力して、対応する時計回り方向又は反時計回り方向でユーザーに流れの皮膚感覚を提供することができる。時計回り方向は、例えば、右方向を示すことができる（例えば、ユーザーは右に動く必要がある）一方、反時計回り方向は、例えば、左方向を示すことができる（例えば、ユーザーは左に動く必要がある）。

#### 【 0 0 6 2 】

一実施形態では、流れの感覚は、1つの駆動信号を用いて生成することもできるし、複数の駆動信号を用いて生成することもできる。例えば、流れの感覚は、1つの駆動信号と、図 6 A 又は図 6 B に示す複数の遅延要素とを用いて生成することができる。これらの遅延要素は、駆動信号が、第 1 の時刻（例えば、 $t_0 + d$ ）に電極 1 0 3 b に伝播して第 1 の E S F 効果を生成することを可能にすることができ、この駆動信号が、第 2 の時刻（例えば、 $t_0 + 2d$ ）に電極 1 0 3 c に伝播して第 2 の E S F 効果を生成することを可能にすることができ、この駆動信号が、第 3 の時刻（例えば、 $t_0 + 3d$ ）に電極 1 0 3 d に伝播して第 3 の E S F 効果を生成し、第 4 の時刻（例えば、 $t_0 + 4d$ ）に電極 1 0 3 e に伝播して第 4 のハプティック効果を生成することを可能にすることができる。

#### 【 0 0 6 3 】

別の例では、流れの感覚は、複数の駆動信号と、図 5 A、図 5 B、及び図 7 に示す周波数フィルターユニット又はリレースイッチとを用いて生成することができる。例えば、第 1 の駆動信号を第 1 の時刻（例えば、 $t_0 + d$ ）に生成し、周波数フィルターユニット又はリレースイッチを用いて他の全ての電極からの第 1 の駆動信号をブロックすることによって、第 1 の駆動信号を電極 1 0 3 b にのみ印加することができる。次に、第 2 の駆動信号を第 2 の時刻（例えば、 $t_0 + 2d$ ）に生成し、他の全ての電極からの第 2 の駆動信号をブロックすることによって、第 2 の駆動信号を電極 1 0 3 c にのみ印加することができる。このプロセスは、少なくとも第 3 の駆動信号（電極 1 0 3 d にのみ印加される）及び第 4 の駆動信号（電極 1 0 3 e にのみ印加される）について繰り返すことができる。

#### 【 0 0 6 4 】

一実施形態では、流れの感覚を生成すること又は生み出すことは、上記で論述したように、現時刻と対象となるイベントとの間の時間関係（例えば、現時刻と会議との間の時間関係）を伝達するのに用いることができる。一実施形態では、流れの感覚を生成すること又は生み出すことは、動作のステータス等の情報を伝達するのに用いることができる。

#### 【 0 0 6 5 】

一実施形態では、上記で論述したゲート要素は、少なくとも第 1 の電極、第 2 の電極、及び第 3 の電極のシーケンスであって、第 2 の電極が中央電極であり、第 1 の電極及び第 3 の電極がこの中央電極のすぐ隣に、中央電極を挟んで両側にあるシーケンスを実施することによって、特定の E S F 効果を生成するのに用いることができる。例えば、特定の E S F 効果を生成するために、ゲート要素は、駆動信号が第 1 の電極及び第 2 の電極に到達するが、第 3 の電極に到達しないことを可能にすることができる。

#### 【 0 0 6 6 】

図 1 2 及び図 1 3 は、ハプティックインターフェースデバイスの E S F 効果を生成するのに用いられる電極（例えば、静的な E S F 電極）の形状及び配列の他の実施形態を示している。図 1 2 は、アームバンドであるハプティック対応インターフェースデバイス 5 0 0 を示している。デバイス 5 0 0 は、デバイス 5 0 0 の表面に配置された楕円として成形された電極 5 0 3 a と、デバイス 5 0 0 の表面に配置されたライン又はバーとして成形された電極 5 0 3 b とを備えることができる。図 1 2 に示すように、電極 5 0 3 a は、電極 5 0 3 b を取り囲むことができる。図 1 3 は、同心円として配列されるとともにハプティック対応インターフェースデバイス 6 0 0 の表面に配置された複数の電極 6 0 3 a、6 0

10

20

30

40

50

3 b、6 0 3 c、6 0 3 dを有するハプティックインターフェースデバイス6 0 0を示している。この電極の配列は、これらの電極が、内方又は外方の流れの感触を生成するそれぞれのE S F効果を順次生成することを可能にすることができる。

【0 0 6 7】

上記で論述したように、静的なE S F電極のアレイは、長いストリップ（例えば、プレスレットの長手にわたって配置される）、小さなドット（例えば、電話機の表面の全面）、又は大きな正方形の2 Dアレイ（例えば、タブレットコンピュータの裏側）等の様々な形状及び配列を有することができる。一実施形態では、長いストリップ及びより大きなパッドは、より小さな電極よりも良好な静的なE S F効果を提供することができる。なぜならば、長いストリップ及びより大きなパッドは、ユーザーの皮膚によって完全に覆われる可能性がより小さいからである。

10

【0 0 6 8】

本発明における実施形態は、携帯電話、ゲーミング、自動車、拡張現実（A R）、仮想現実（V R）又は装着具の用途に対して使用することができる。例えば、ハンドヘルドインターフェースデバイスは、V R又はA Rアプリケーション用のコントローラーとすることができる。一実施形態では、電極は、様々な空間的效果及び/又は時間的效果を生み出すことによって静的なE S Fフィードバックの表現力を拡大するのに用いることができる。

【0 0 6 9】

本発明における実施形態は、動的なE S F効果又は静的なE S F効果に対して使用することができる。静的なE S F効果の場合、複数の電極のうちの選択されたサブセットに印加される駆動信号は、少なくとも1 k Vの振幅を有することができる。

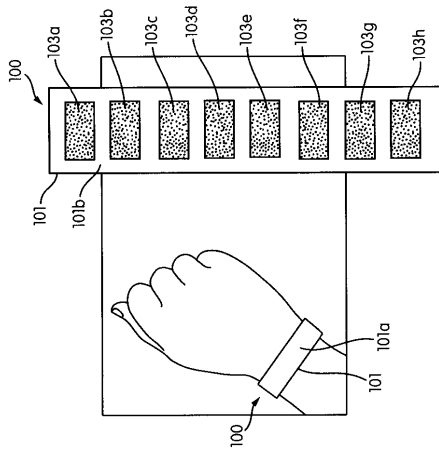
20

【0 0 7 0】

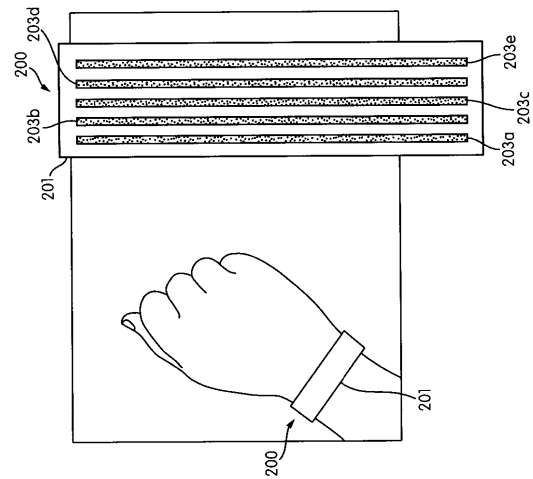
種々の実施形態を上述してきたが、これらの実施形態は、限定としてではなく本発明の単なる説明及び例として提示されていることを理解すべきである。形式及び細部における種々の変更は本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく本発明内で行うことができることは当業者には明らかであろう。したがって、本発明の範囲（breadth and scope）は、上述の例示的な実施形態のいずれかによって限定されるべきではなく、添付の特許請求の範囲及びそれらの均等物によってのみ規定されるべきである。本明細書において論考された各実施形態、及び本明細書において引用された各引用文献の各特徴は、他の任意の実施形態の特徴と組み合わせて用いることができることも理解されるであろう。本願は、2 0 1 7 年 1 月 2 5 日に出願された米国特許出願第 1 5 / 4 1 5 , 1 3 7 号の利益を主張し、この出願の開示は引用することによりその全体が本明細書の一部をなす。さらに、本明細書において論考された全ての特許及び刊行物は、引用することによりその全体が本明細書の一部をなす。

30

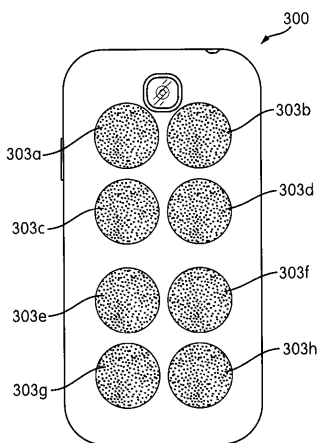
【図 1 A】



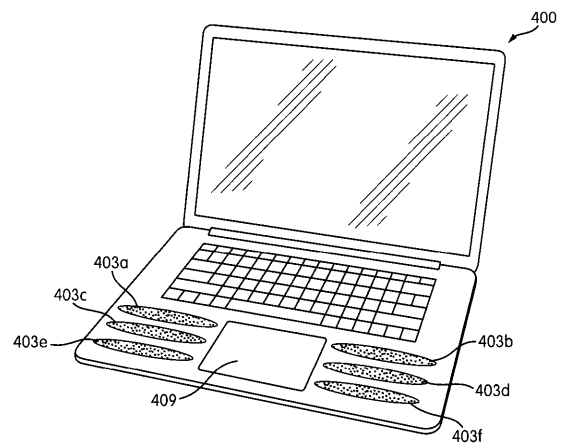
【図 1 B】



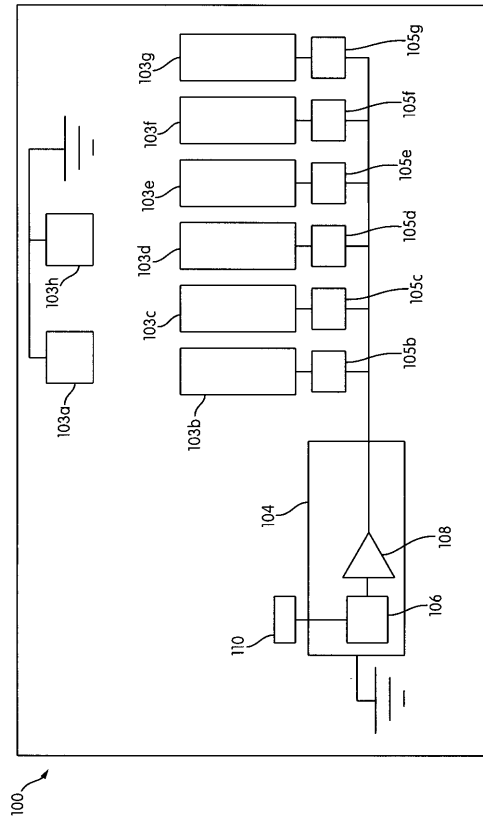
【図 2】



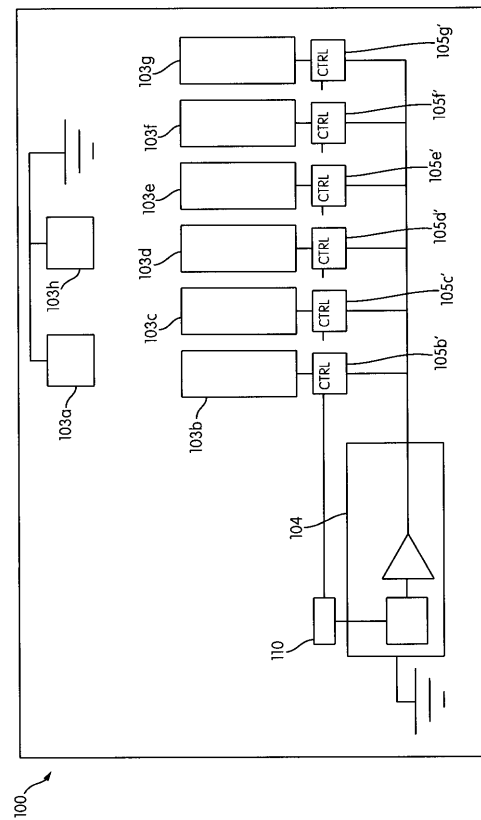
【図 3】



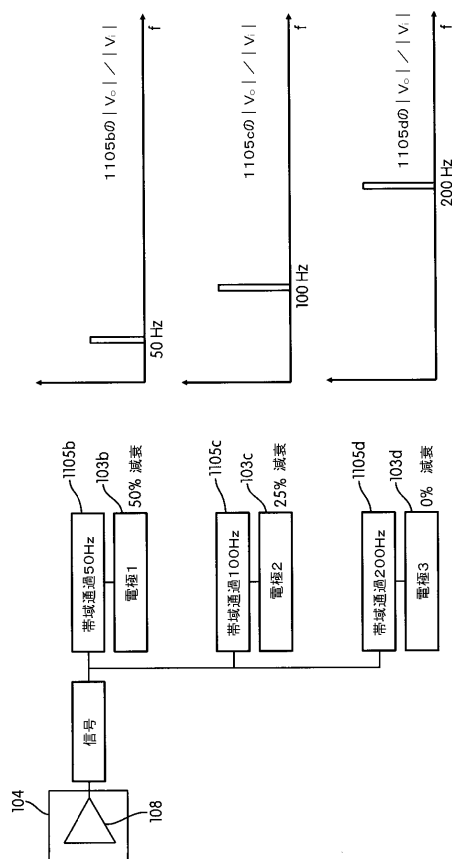
【図 4 A】



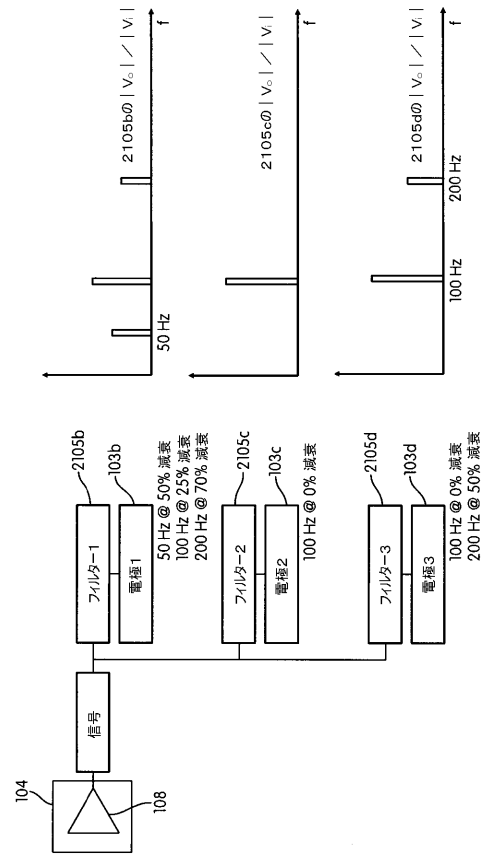
【図 4 B】



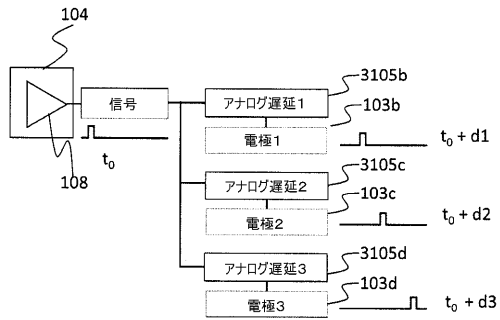
【図 5 A】



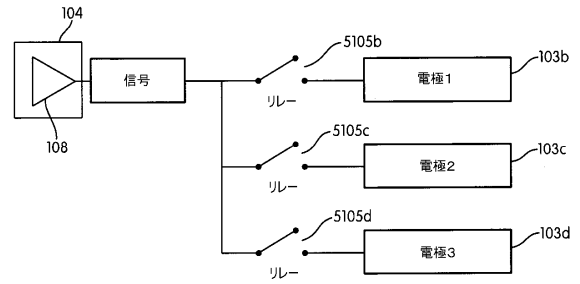
【図 5 B】



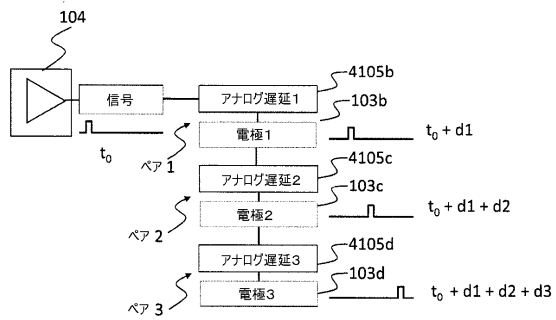
【図 6 A】



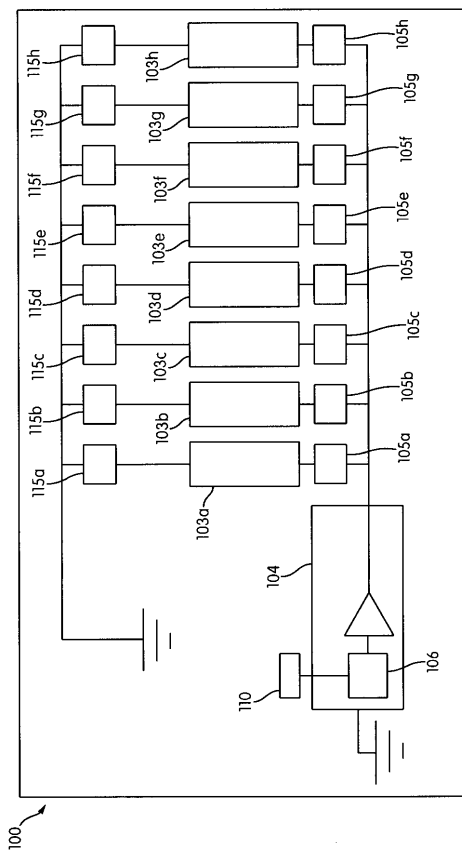
【図 7】



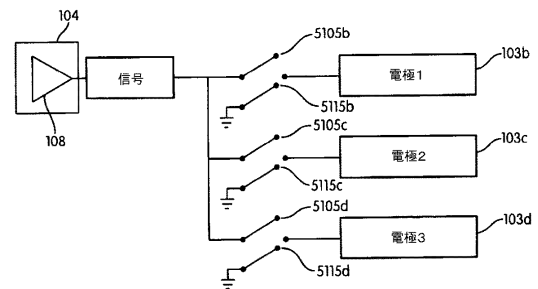
【図 6 B】



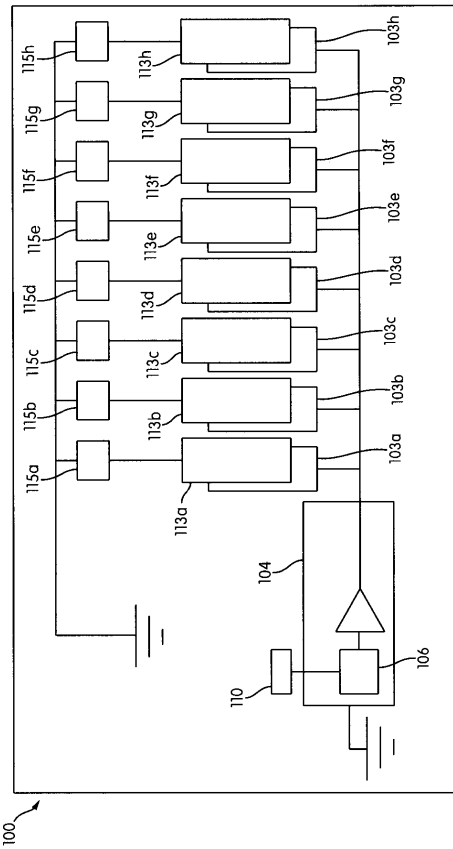
【図 8 A】



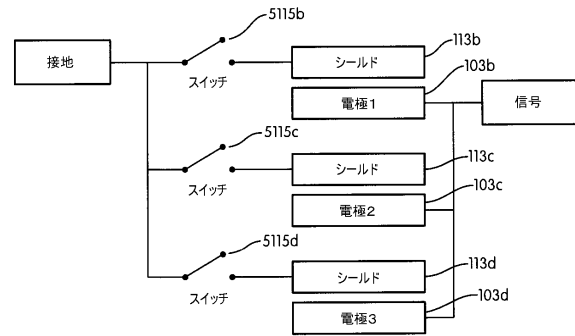
【図 8 B】



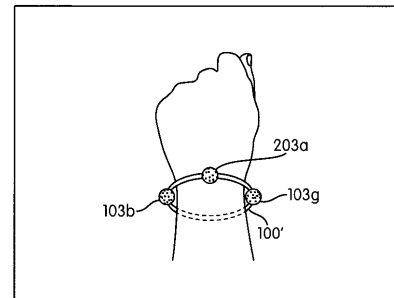
【図 9】



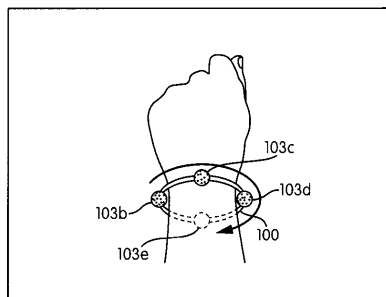
【図 10】



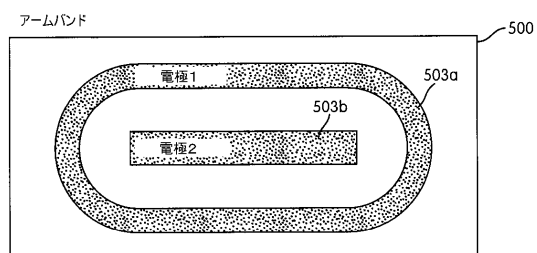
【図 11 A】



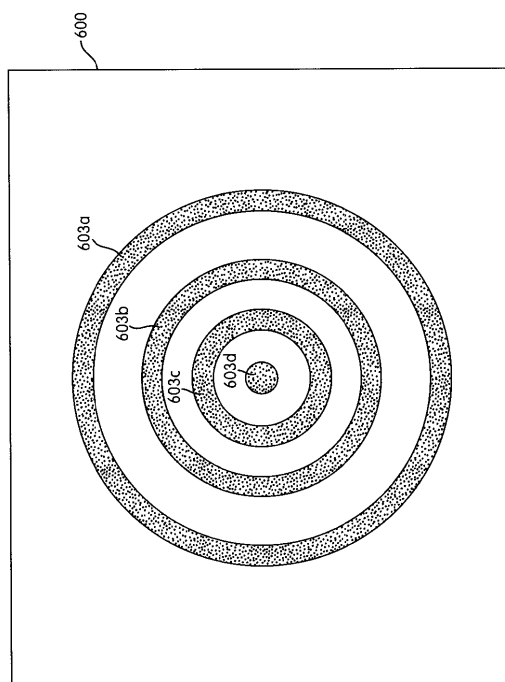
【図 11 B】



【図 12】



【図 13】





## フロントページの続き

- (74)代理人 100154162  
弁理士 内田 浩輔
- (74)代理人 100182257  
弁理士 川内 英主
- (74)代理人 100202119  
弁理士 岩附 秀幸
- (72)発明者 ヴィンセント レヴェスク  
カナダ エッチ2ジェイ 2アール1 ケベック, モントリオール, ペリ 4370
- (72)発明者 ジュアン マニユエル クルツ - ヘルナンデス  
カナダ エッチ3ゼット 1ティー1 ケベック, モントリオール, ステ - キャサリン ウエスト  
4840
- (72)発明者 モハマドレザ モタメディ  
カナダ エッチ4アール 1ゼット8 ケベック, モントリオール, ル モデュノ 2775, ア  
パートメント 304
- (72)発明者 カニヤラ シャー  
アメリカ合衆国 94536 カリフォルニア, フリーモント, ラスティカ サークル 4394
- (72)発明者 アリ モデレス  
アメリカ合衆国 95112 カリフォルニア, サンノゼ, サウス サード ストリート 144

審査官 塩屋 雅弘

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0049505 (US, A1)  
特開2016-015140 (JP, A)  
特開2011-248884 (JP, A)  
特表2013-511082 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F3/01  
3/03  
3/041 - 3/0489