

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4481209号
(P4481209)

(45) 発行日 平成22年6月16日(2010.6.16)

(24) 登録日 平成22年3月26日(2010.3.26)

(51) Int.Cl.		F I	
A 6 1 M 21/02	(2006.01)	A 6 1 M 21/00	3 2 0
A 6 3 F 13/00	(2006.01)	A 6 3 F 13/00	P
G 0 6 F 3/00	(2006.01)	G 0 6 F 3/00	
A 6 1 N 1/36	(2006.01)	A 6 1 N 1/36	

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-112516 (P2005-112516)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成17年4月8日(2005.4.8)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2006-288621 (P2006-288621A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成18年10月26日(2006.10.26)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成19年8月15日(2007.8.15)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108453
			弁理士 村山 靖彦
		(72) 発明者	前田 太郎
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	安藤 英由樹
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気刺激装置及びバーチャルリアリティ体感装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

バーチャルリアリティ環境を体感するために、体感者の左耳後に取り付ける第1の電極と、前記体感者の右耳後に取り付ける第2の電極と、バーチャルリアリティ環境の状況に応じて出力される電流指令値に基づいて、前記第1の電極と前記第2の電極の間に電流を流すことにより前記体感者に対して脳内刺激を与える電流供給手段とを備えた電気刺激装置であって、

前記バーチャルリアリティ環境において、前記体感者に対して与えるべき左右方向の加速度感又は衝撃感の電流指令値を入力する指令値入力手段と、

前記指令値入力手段により入力した前記電流指令値に基づき、前記電流供給手段により前記第1の電極と前記第2の電極の間に電流を流す際に、単位時間あたりの電流変化量が皮膚痛覚刺激を生じさせないしきい値以下になるように電極間に電流を流す制御手段と

を備えたことを特徴とする電気刺激装置。

【請求項2】

バーチャルリアリティ環境を体感するために、体感者の左耳後に取り付ける第1の電極と、前記体感者の右耳後に取り付ける第2の電極と、前記体感者の額に取り付ける第3の電極と、バーチャルリアリティ環境の状況に応じて出力される電流指令値に基づいて、前記第1の電極と前記第2の電極の間、前記第1の電極と前記第3の電極の間、前記第2の電極と前記第3の電極の間のいずれかに電流を流すことにより前記体感者に対して脳内刺激を与える電流供給手段とを備えた電気刺激装置であって、

前記バーチャルリアリティ環境において、前記体感者に対して与えるべき前後左右方向の加速度感又は衝撃感の電流指令値を入力する指令値入力手段と、

前記指令値入力手段により入力した前記電流指令値に基づき、前記電流供給手段により前記第1の電極と前記第2の電極の間、前記第1の電極と前記第3の電極の間、前記第2の電極と前記第3の電極の間のいずれかに電流を流す際に、単位時間あたりの電流変化量が皮膚痛覚刺激を生じさせないしきい値以下になるように電極間に電流を流す制御手段とを備えたことを特徴とする電気刺激装置。

【請求項3】

前記体感者に対して、皮膚痛覚刺激を生じさせることがないように、前記しきい値を調整する調整手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の電気刺激装置

10

【請求項4】

予め計測する実際の移動車両の加速度変化情報を記録する記録手段を更に備え、

前記電流供給手段は、前記記録手段に記録されている加速度変化情報に基づき出力される電流指令値に基づいて前記電極間に電流を流すことにより、前記体感者に対して脳内刺激を与えることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の電気刺激装置。

【請求項5】

請求項1から4のいずれかに記載の電気刺激装置を備えたバーチャルリアリティ体感装置であって、

前記電気刺激装置は、バーチャルリアリティ環境を作り出すコンピュータまたは専用装置から出力される電流指令値を入力して、バーチャルリアリティ体感者に対して脳内刺激を与えることを特徴とするバーチャルリアリティ体感装置。

20

【請求項6】

前記バーチャルリアリティ環境に応じて、前記体感者を水平方向又は垂直方向に移動させることが可能な移動装置をさらに備えることを特徴とする請求項5に記載のバーチャルリアリティ体感装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バーチャルリアリティ環境に応じて、そのバーチャルリアリティの体感者が加速度感や衝撃感を体感することができる電気刺激装置及びバーチャルリアリティ体感装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献1に記載されているように、平衡感覚の受容器である前庭感覚への電気刺激を利用した身体誘導装置が知られている。このような電気刺激による歩行の誘導は次のようなものである。

図7に示すように、装着者1の左耳の後ろに皮膚表面電極44a、右耳の後ろに皮膚表面電極44bを設置し、電気刺激装置200の本体90からこれらの電極間に数mA程度の弱い直流を流すと、陽極側に向かって装着者1の前庭感覚に加速度感を生じさせることができる。すなわち、装着者1の主観的な重力の方向が傾き、電流の向きと強さに応じて装着者1の重心が揺らいで左又は右へ体が泳ぐ。皮膚への刺激が無いので装着者1は自分の体が動いた後で気が付く。

40

【0003】

このように左右方向への加速度感を生じさせることによって、立位動作の原点である鉛直方向感覚に傾きを生じさせることができ、これによって装着者1の立位姿勢は当人の意図的な応答によらずに陽極側に傾く。この傾きを歩行中に生じさせると、図8に示すように装着者1の歩行方向は陽極側に向かって曲がって行くことになる。すなわち、図8に示すように、装着者1の左耳の後ろに設置した皮膚表面電極44aを陽極、右耳の後ろに設置した皮膚表面電極44bを陰極として電流を流すと、装着者1は陽極側である左方向に

50

向かって曲がって歩いて行き、装着者 1 の左耳の後ろに設置した皮膚表面電極 4 4 a を陰極、右耳の後ろに設置した皮膚表面電極 4 4 b を陽極として電流を流すと、装着者 1 は陽極側である右方向に向かって曲がって歩いて行く。

【 0 0 0 4 】

上記のようにして歩行誘導装置 2 0 0 の装着者 1 の歩行を誘導した事例を図 9 に示す。図 9 のグラフは、図 8 の z 軸の方向に向けて直進しているつもりで歩いている人間の腰の位置を歩行軌跡として上方からプロットしたものである。グラフの横軸は図 8 の z 軸方向すなわち前方への移動量、縦軸は図 8 の x 軸方向すなわち左右方向への移動量を表す。電流量は装着者 1 の左耳の後ろに設置する皮膚表面電極 4 4 a を陽極、右耳の後ろに設置する皮膚表面電極 4 4 b を陰極とした場合をプラスの値、その逆の場合をマイナスの値で表し、電流量ごとに装着者 1 の歩行軌跡がプロットされている。各マークは 0 . 5 秒毎の位置を表し、電気刺激は横軸 0 の位置から開始した。

10

【 0 0 0 5 】

図 9 によると、電流量がプラス側に大きくなるほど左方向への曲がり方が大きく、電流量がマイナス側に大きくなるほど右方向への曲がり方が大きくなっており、電流量に応じて装着者 1 の左右の加速度感の強さを制御できることを表している。この現象を利用して、装着者 1 の歩行を強制的な外力無しに再現性高く誘導することができる。

【 0 0 0 6 】

上記のような電気刺激において、装着者 1 の皮膚痛覚が刺激され痛みを感じる場合がある。このような皮膚痛覚刺激を抑制するには高周波の交流成分を抑制すればよいとされ、一般的にはローパスフィルタによって高周波数成分を抑制した刺激信号が用いられていた。以下、図 1 0 を参照して、このような電気刺激を行う従来の電気刺激装置 2 0 0 の構成を説明する。

20

【 0 0 0 7 】

従来の電気刺激装置 2 0 0 は、電流指令値（アナログ電圧）を出力する電流指令値出力部 1 0、この電圧に前処理を行って出力する前処理フィルタ部 3 0、前処理フィルタ部 3 0 の出力電圧に従ってユーザ皮膚電極 4 4 へ電流を出力する定電流発生・制御部 4 0 から構成される。なお、図 7 の本体 9 0 は、これらから定電流発生・制御部 4 0 に含まれるユーザ皮膚電極 4 4 を除いた部分により構成されている。

【 0 0 0 8 】

電流指令値出力部 1 0 は、刺激目標の電流値を指示する電流指令値を前処理フィルタ部 3 0 へ出力する。

30

前処理フィルタ部 3 0 のローパスフィルタ 3 1 は、入力された電圧を徐々に増加させる。ゲイン調整器 3 2 は、増幅率を調整する可変抵抗器が設けられ、入力された電圧を増幅率に従って増減して出力する。

【 0 0 0 9 】

定電流発生・制御部 4 0 の電源 4 1 は、一定電流を出力する。電流検出器 4 2 は、電源 4 1 から電流調整器 4 3 へ流れる電流量を検出し、検出した電流量に比例した電圧を比較器 4 5 へ出力する。比較器 4 5 は、電流検出器 4 2 が出力する電圧と前処理フィルタ部 3 0 が出力する電圧とを比較し、ハイレベル又はローレベルの電圧を出力する。例えば、電流検出器 4 2 の出力する電圧が前処理フィルタ部 3 0 の出力する電圧より小さい場合は、ハイレベルの電圧を出力し、そうでない場合はローレベルの電圧を出力する。電流調整器 4 3 は、比較器 4 5 からハイレベルの電圧が入力されたときは電流量を増加させ、ローレベルの電圧が入力されたときは電流量を減少させる。ユーザ皮膚電極 4 4 は、左耳の後ろに設置される皮膚表面電極 4 4 a 及び右耳の後ろに設置される皮膚表面電極 4 4 b から構成され、電流調整器 4 3 から出力された電流を装着者 1 に入力する。定電流発生・制御部 4 0 は上記のような構成により、実際に流れる電流量を測定して、前処理フィルタ部 3 0 から入力される電圧に対応する電流量を達成するように電流供給を制御する。

40

【 0 0 1 0 】

電気刺激装置が図 1 0 に示すように構成される以前は、電流指令値出力部 1 0 が出力す

50

る電流指令値に合わせた定電流を定電流発生・制御部40において発生・制御し、ユーザ皮膚電極44を通じて装着者1に刺激を与える構成であった。これに対し、上記のように構成することにより、装着者1に入力される電流量は徐々に増加して電流指令値が示す電流量に到達するので、皮膚痛覚刺激が抑制される。

【特許文献1】特開2004-254790号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかし、上記の技術によれば、周波数制限フィルタの一般的な特性上、刺激提示の要請が生じてから実際に刺激が効果を奏する値まで電流量が増大するには、大きな時間の遅れが生じていた。図11の実線は、上述した従来の電気刺激装置200により装着者1に入力される電流値を示す。また、一点鎖線は、電流指令値出力部10(図10)が出力する電流指令値を直接、定電流発生・制御部40に入力した場合の電流波形である。電流指令値出力部10(図10)が刺激入力開始時刻 t_0 に刺激目標の電流値を I_0 とする電流指令値を出力すると、前処理フィルタ部30のローパスフィルタ31(図10)により電流刺激達成時刻 t_2 までの間に徐々に電圧が上昇して一定値に到達する。この電圧はゲイン調整器32の増幅率に従って増減して出力され、この電圧に対応する電流量が定電流発生・制御部40のユーザ皮膚電極44(図10)から装着者1に入力される。上記のような電流により装着者1の皮膚痛覚は刺激されないが、刺激が効果を奏するまでに t_0 から t_2 までの時間を要し、刺激提示のタイミングが大きく遅れることになる。

【0012】

本発明は、上記の事情を考慮してなされたものであり、その目的は、前庭刺激や筋刺激のような直流もしくは低周波数の交流による電気刺激に際して、想定する電気刺激の効果を損なうことなく、想定外の刺激を皮膚痛覚に対して生じさせないようにしつつ、刺激が効果を奏するまでの時間の遅れを最小にすることで、より臨場感に富んだバーチャルリアリティ環境を体感することが可能な電気刺激装置及びバーチャルリアリティ体感装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は上記の課題を解決するためになされたもので、コンピュータ又は専用装置を使ってバーチャルリアリティ環境を体感するための電気刺激装置であって、前記バーチャルリアリティ環境での加速度又は衝撃の情報を出力する第1の出力手段と、前記第1の出力手段が出力した情報に基づいて、前記バーチャルリアリティ環境の体感者に電流を流すことにより脳内刺激を与える電流供給手段とを有することを特徴とする。

【0014】

本発明は、前記バーチャルリアリティ環境における左右方向の加速度感の情報を出力する第2の出力手段を更に有し、前記電流供給手段は、前記第2の出力手段が出力した情報に基づいて、前記バーチャルリアリティ環境の体感者に電流を流すことにより、その体感者の前庭感覚に電流刺激を与えることを特徴とする。

【0015】

本発明は、前記バーチャルリアリティ環境における前後方向の加速度感又は衝撃感の情報を出力する第3の出力手段を更に有し、前記電流供給手段は、前記第3の出力手段が出力した情報に基づいて、前記バーチャルリアリティ環境の体感者に電流を流すことにより、その体感者に加速度感と視野内の閃光感を与えることを特徴とする。

【0016】

本発明は、予め計測する実際の移動車両の加速度変化情報を記録する記録手段を更に有し、前記電流供給手段は、前記記録手段に記録されている加速度変化情報に基づいて、前記バーチャルリアリティ環境の体感者に電流を流すことにより、その体感者に脳内刺激を与えることを特徴とする。

【0017】

10

20

30

40

50

本発明は、バーチャルリアリティ環境の体感者の左耳後に取り付け可能な第1の電極と、前記体感者の右耳後に取り付け可能な第2の電極と、バーチャルリアリティ環境の状況に応じて、前記第1の電極と前記第2の電極の間に電流を流す電流供給手段とを有することを特徴とする。

【0018】

本発明は、バーチャルリアリティ環境の体感者の左耳後に取り付け可能な第1の電極と、前記体感者の右耳後に取り付け可能な第2の電極と、前記体感者の額に取り付けることが可能な第3の電極と、バーチャルリアリティ環境の状況に応じて、前記第1の電極、前記第2の電極、前記第3の電極の間に電流を流す電流供給手段とを有することを特徴とする。

10

【0019】

本発明は、更に、前記バーチャルリアリティ環境に応じて、前記体感者を水平方向又は垂直方向に移動させることが可能な移動装置を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、定常目標電流量だけでなく、単位時間あたりの電流変化量も考慮して電流量を制御することにより、皮膚痛覚刺激を抑制しつつ、刺激が効果を奏するまでの時間の遅れを最小にすることができるため、より臨場感に富んだ電気刺激装置及びバーチャルリアリティを体感することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0021】

以下、図面を参照し、本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明の第1の実施形態における電気刺激装置100の構成を示すブロック図である。電気刺激装置100は、従来の電気刺激装置200における前処理フィルタ部30に代えて電流変化量制御部20を設けた点が異なる。この電流変化量制御部20は、従来のようなローパスフィルタ31(図10)による処理では刺激提示のタイミングが大きく遅れる問題を、周波数を基準とした処理ではなく、単位時間あたりの電流変化量を一定以下に抑える処理によって、皮膚痛覚刺激を生じさせることなく刺激が効果を奏するまでの時間の遅れを小さくするものである。なお、図1に示す電流変化量制御部20の構成は一例であり、この構成に限定されない。

30

【0022】

電流変化量制御部20の定数値出力部21は、一定電圧を出力する。ゲイン調整器22は、増幅率を調整する可変抵抗器が設けられ、入力された電圧を増幅率に従って増減して出力する。この電圧は積分器24において積分され電流量を指示する値として用いられるので、ゲイン調整器22から出力され積分器24に入力される電圧は単位時間あたりの電流変化量を指示する値となる。すなわち、ゲイン調整器22の増幅率を調整することにより電流変化量を制御することができる。図11のグラフにおいて刺激入力開始時刻 t_0 における立ち上がり波形の電流変化量が皮膚痛覚を刺激しない最も単位時間あたりの電流量の変化の大きい部分であるので、ゲイン調整器22が出力する電圧がこの電流変化量に対応する値となるように、ゲイン調整器22の増幅率を設定する。

40

【0023】

比較器26は、電流指令値出力部10が出力する電圧と積分器24が出力する電圧とを比較し、ハイレベル又はローレベルの電圧を出力する。例えば、積分器24の出力する電圧が電流指令値出力部10の出力する電圧より小さい場合は、比較器26はハイレベルの電圧を出力し、そうでない場合はローレベルの電圧を出力する。スイッチ23は、比較器26からハイレベルの電圧が入力されたときはスイッチ23を閉じてゲイン調整器22の出力電圧を積分器24へ入力させ、ローレベルの電圧が入力されたときはスイッチ23を開いてゲイン調整器22の出力電圧を積分器24へ入力させない。積分器24は、ゲイン調整器22が出力する電圧を積分して出力する。すなわち、積分器24の出力電圧は時間に比例して上昇し、電流指令値に等しい値まで上昇すると、以後、その値を維持する。

50

【 0 0 2 4 】

ゲイン調整器 2 5 は、増幅率を調整する可変抵抗器が設けられ、入力された電圧を増幅率に従って増減して出力する。電流指令値に等しい値に維持された積分器 2 4 の出力電圧がゲイン調整器 2 5 の増幅率に従って増減された電圧は定常目標電流量を指示する値として定電流発生・制御部 4 0 に入力される。すなわち、ゲイン調整器 2 5 の増幅率を調整することにより定常目標電流量を制御することができる。

【 0 0 2 5 】

電流変化量制御部 2 0 は上記のような構成により、定常目標電流量と単位時間あたりの電流変化量を制御する。また、定電流発生・制御部 4 0 は従来と同様に構成され、実際に流れる電流量を測定して、電流変化量制御部 2 0 から入力される定常目標電流量と電流変化量を達成するように電流供給を制御する。

10

【 0 0 2 6 】

上述した電気刺激装置 1 0 0 による電流波形を図 2 のグラフにおいて破線で示す。図 2 のグラフは、図 1 1 のグラフに破線が追加されたものであり、この破線は電気刺激装置 1 0 0 により装着者 1 に入力される電流値を示す。電流変化量制御部 2 0 は電流指令値出力部 1 0 が電流指令値として出力する電圧をランプ型時間応答追従特性の電圧に変換し、電流指令値に等しい電圧まで上昇させて、以後、その値を維持する。この電圧はゲイン調整器 2 5 の増幅率に従って増減して出力され、この電圧に対応する電流が定電流発生・制御部 4 0 のユーザ皮膚電極 4 4 から装着者 1 に入力される。

20

【 0 0 2 7 】

なお、電流指令値出力部 1 0 から I_0 より小さい刺激目標の電流値を指示する電流指令値が出力された場合は装着者 1 には上記より弱い刺激が与えられ、 I_0 により奏する効果より小さい効果を奏する。すなわち、電気刺激装置 1 0 0 によって前述のような歩行の誘導を行った場合は、小さく歩行を誘導することができる。

【 0 0 2 8 】

従来の電気刺激装置 2 0 0 のローパスフィルタ 3 1 による処理において、皮膚痛覚を刺激しない最も単位時間あたりの電流量の変化の大きい部分は、刺激入力開始時刻 t_0 における立ち上がり波形である。これよりも急激な電流量の変化、すなわち刺激電流の時間波形をグラフに表したときに図 2 の斜線部分に含まれる場合には、皮膚痛覚を刺激することとなる。したがって、電流値の時間変化量を一定以下にする必要がある。この実施形態においては、ゲイン調整器 2 2 を適切に設定することにより、常にこの皮膚痛覚を刺激しない限界値となる最大の変化量で電流を制御することが可能となり、皮膚痛覚を刺激せずに最短時間である t_0 から t_1 までの時間で刺激目標の電流値 I_0 に到達することができる。

30

【 0 0 2 9 】

次に、電気刺激装置のもう 1 つの構成例について説明する。

図 3 は、本発明の第 2 の実施形態における電気刺激装置 1 1 0 の構成を示すブロック図である。図 3 の電気刺激装置 1 1 0 は、電流指令値出力部 1 0 が出力する電流指令値を直接、定電流発生・制御部 4 0 に入力する構成とは異なり、破線内の構成が追加されている。これにより、装着者 1 ごとに適切な定常目標電流量及び単位時間あたりの電流変化量を電気刺激装置 1 1 0 の装着者 1 が設定し、与えたくない皮膚痛覚刺激を低減することができる。

40

【 0 0 3 0 】

電気刺激装置 1 1 0 は、前述の電流指令値出力部 1 0、電流変化量制御部 2 0、定電流発生・制御部 4 0 を含む。ユーザ刺激調整ツマミ 2 7 は、電流変化量制御部 2 0 においてゲイン調整器 2 2 (図 1) に設けられた電流変化量調整に用いられる可変抵抗器の抵抗値を変えるためのツマミと、ゲイン調整器 2 5 (図 1) に設けられた電流量調整に用いられる可変抵抗器の抵抗値を変えるためのツマミから構成される。また、図 1 において定電流発生・制御部 4 0 に含まれるユーザ皮膚電極 4 4 は、図 3 においては定電流発生・制御部 4 0 には含まずこの外部に設けられている。

50

【 0 0 3 1 】

電気刺激装置 1 1 0 は、さらに、破線内に調整信号発生器 5 0 と稼動・調整切り替えスイッチ 6 0 が追加されている。調整信号発生器 5 0 は、正又は負の最大の電流指令値を出力する。稼動・調整切り替えスイッチ 6 0 はトグルスイッチであり、その共通接点 c が接点 a に接続されると電流指令値出力部 1 0 の出力電圧が電流変化量制御部 2 0 に入力され、共通接点 c が接点 b に接続されると調整信号発生器 5 0 の出力電圧が電流変化量制御部 2 0 に入力される。

【 0 0 3 2 】

電気刺激装置 1 1 0 の動作は次の通りである。装着者 1 は、ユーザ皮膚電極 4 4 を構成する皮膚表面電極 4 4 a 及び 4 4 b をそれぞれ左耳及び右耳の後ろに設置し、稼動・調整切り替えスイッチ 6 0 の共通接点 c を接点 b に接続する。すると、電流指令値出力部 1 0 が出力する正と負の最大の電流指令値に等しい値が調整信号発生器 5 0 から電流変化量制御部 2 0 に出力される。そして電流変化量制御部 2 0 が出力する電圧に対応する電流量が定電流発生・制御部 4 0 からユーザ皮膚電極 4 4 を通じて装着者 1 に入力される。なお、調整信号発生器 5 0 が出力する最大の電流指令値の正と負の切り替えは、装着者 1 が手動で切り替える構成としてもよいし、装着者 1 に入力される電流値が図 2 のグラフに示す破線のように増加して一定値となるまでの時間間隔、すなわち、 t_0 から t_1 までの時間よりも長い時間間隔をもうけて、自動で正と負の間を繰り返し切り替える構成としてもよい。

【 0 0 3 3 】

このとき装着者 1 が皮膚痛覚刺激を感じた場合は、ユーザ刺激調整ツマミ 2 7 を操作して、許容できる適切な皮膚痛覚刺激となるように、ゲイン調整器 2 2 (図 1) に設けられた電流変化量調整に用いられる可変抵抗器の抵抗値、及び、ゲイン調整器 2 5 (図 1) に設けられた電流量調整に用いられる可変抵抗器の抵抗値を変化させる。これにより、電流変化量制御部 2 0 は、電流指令値出力部 1 0 から出力された電流指令値を、装着者 1 ごとに適切な定常目標電流量及び単位時間あたりの電流変化量に対応したランプ応答に変換し、定電流発生・制御部 4 0 に出力する。装着者 1 はこのように適切な値に定常目標電流量及び単位時間あたりの電流変化量を調整した後、稼動・調整切り替えスイッチ 6 0 の共通接点 c を接点 a に接続すると、電流指令値出力部 1 0 から出力された電流指令値が電流変化量制御部 2 0 に入力される。このようなりファレンス作業により前庭電気刺激等において最適に皮膚痛覚刺激を軽減し、電気刺激が効果を奏するまでの応答の遅れを防止することができる。

【 0 0 3 4 】

上記では、定常目標電流量及び単位時間あたりの電流変化量を装着者 1 が手動で設定したが、個人差、環境差にあわせて自動設定してもよい。これは、実際に刺激を与える前にユーザ皮膚電極 4 4 の通電抵抗を短時間で測定し、この測定結果に基づいて好ましい定常目標電流量及び単位時間あたりの電流変化量を推定して自動設定するものである。

【 0 0 3 5 】

上記のように自動設定を行うための構成及びその動作の一例は次の通りであるが、これに限定されない。ここでは、前述の電気刺激装置 1 0 0 の電流変化量制御部 2 0 (図 1) について次のように構成を追加する。電流変化量制御部 2 0 は、通電抵抗測定部、CPU (中央演算処理装置)、ROM (リードオンリメモリ)、RAM (ランダムアクセスメモリ) をさらに備える。また、ゲイン調整器 2 2 及びゲイン調整器 2 5 は CPU に接続され、増幅率を CPU から指示された値に設定する。通電抵抗測定部はユーザ皮膚電極 4 4 と接続し、CPU から通電抵抗の測定指示が入力されるとユーザ皮膚電極 4 4 の通電抵抗を測定し、その測定値を CPU に出力する。

【 0 0 3 6 】

CPU は ROM に記憶された制御プログラムに従い、上記のような通電抵抗測定部の制御、及び、ゲイン調整器 2 2、ゲイン調整器 2 5 の増幅率の制御を行う。RAM は CPU の処理におけるデータを記憶する。ROM は CPU の制御プログラム、及び、通電抵抗の

10

20

30

40

50

値に対して好ましい定常目標電流量及び単位時間あたりの電流変化量を設定するために用いられるテーブルを予め記憶しておく。

【 0 0 3 7 】

上記のテーブルの項目は、通電抵抗の値、ゲイン調整器 2 5 に設定する増幅率、ゲイン調整器 2 2 に設定する増幅率からなる。まず、基準となる通電抵抗の値及びこれに対応する好ましい単位時間あたりの電流変化量を定める。また、通電抵抗の値を複数用意する。そして、通電抵抗の値ごとに、基準となる通電抵抗の値に対する比率を算出し、 m 乗倍の値、及び、 n 乗分の 1 の値を算出し、それぞれの値をゲイン調整器 2 5 に設定する増幅率、ゲイン調整器 2 2 に設定する増幅率として、通電抵抗の値に対応づけてテーブルを作成する。ここで、 m 、 n は正の数で 1 より小さい値とする。また、定数値出力部 2 1 が出力する電圧は、上記の基準となる通電抵抗の値に対応する好ましい単位時間あたりの電流変化量に対応する電圧としておく。

10

【 0 0 3 8 】

上述した電流変化量制御部 2 0 の CPU は次のように動作する。まず、通電抵抗測定部に通電抵抗の測定指示を出力し、その測定値を取得して RAM に記憶する。次に、ROM に予め記憶されたテーブルにおいて RAM に記憶した測定値に等しい通電抵抗の値、等しいものが存在しない場合は最も近い通電抵抗の値を特定し、これに対応する m 乗倍の値、及び、 n 乗分の 1 の値を取得する。これらの値をそれぞれゲイン調整器 2 5 の増幅率、及び、ゲイン調整器 2 2 の増幅率として設定する。すると、電流指令値を m 乗倍した値に対応する電流量が定常目標電流量となり、定数値出力部 2 1 が出力する値を n 乗分の 1 倍した値に対応する電流量が単位時間あたりの電流変化量となる。

20

【 0 0 3 9 】

次に、本発明の第 3 の実施形態におけるゲーム装置 1 0 1 について説明する。

図 4 は、本実施形態のゲーム装置 1 0 1 の構成図である。このゲーム装置 1 0 1 は、電気刺激装置 1 0 0 (図 1 参照)、ゲーム機 7 0、表示装置を有する。ここでは、表示装置が、プロジェクタ 7 1 とスクリーン 7 2 により構成されている場合について説明する。また、ゲーム機 7 0 が車を運転するレースゲームを利用者 2 に提供する場合について説明する。ゲーム機 7 0 で提供されるゲームで遊ぶ利用者 2 は、左耳後、右耳後に皮膚電極を取り付ける。

30

【 0 0 4 0 】

ゲーム機 7 0 は、ゲーム画面をプロジェクタ 7 1 でスクリーン 7 2 に投影する。利用者 2 は、スクリーン 7 2 に映し出されるゲーム画面を見ながら、ゲーム機 7 0 のコントローラ等で操作を行って、ゲーム機 7 0 に対して指示を与えることにより、ゲームの車の操縦等を行う。ゲーム機 7 0 は、ゲーム内での状況に応じて、プロジェクタ 7 1 を介してスクリーン 7 2 に映し出すゲーム画面を変化させるとともに、電気刺激装置 1 0 0 に対して指示を送り、そのゲーム内での状況に応じて、利用者 2 が取り付けている左耳後及び右耳後の皮膚電極間に数 mA 程度の弱い直流電流を流す。

【 0 0 4 1 】

ゲーム内での状況に応じて、右耳後あるいは左耳後に取り付けた皮膚電極を陽極とし、他方の電極を陰極とすることにより、陽極とした皮膚電極側に向かって利用者 2 の前庭感覚に加速度感を生じさせることができる。このように利用者 2 の水平左右方向に加速度感を生じさせることにより、立位動作の原点となる鉛直方向感覚に傾きを生じさせることができる。

40

例えば、レースゲームにおいて、利用者 2 がゲーム内で運転している車が、左カーブを曲がる場面では、利用者 2 の右耳後に取り付けている皮膚電極を陽極とし、左耳後に取り付けている皮膚電極を陰極として電流を流すことにより、利用者 2 の右手方向に加速度感を体感させることができ、カーブの外側方向に働く遠心力を擬似体験することができる。

【 0 0 4 2 】

なお、本実施形態において、ゲーム機 7 0 が電気刺激装置 1 0 0 を制御することにより、利用者 2 の左耳後及び右耳後に取り付ける皮膚電極に流す電流の大きさを、ゲーム内の

50

状況に応じて、ゲーム機 70 のデータベース（図示省略）から読み出すことにより、制御するようにしてもよい。このような構成にすれば、ゲーム機 70 のデータベースに、現実世界で車を運転する際に感じる加速度感を予め計測して記録しておき、ゲーム内での状況がそのデータベースに記録されている現実世界での計測状況と一致した場合に、その状況に応じた加速度感を感じるように皮膚電極間に電流を流すことで、利用者 2 は現実世界での車の運転と同じ加速度変化を体験することができる。車を運転する際の映像や音声も同時に撮影、録音しておき、皮膚電極間に流す電流と同期させることにより、非常に臨場感に富んだレースゲームを楽しむことができる。

【0043】

次に、本発明の第 4 の実施形態におけるゲーム装置 102 について説明する。

10

図 5 (a) は、本実施形態のゲーム装置 102 の構成図である。前述した実施形態では、利用者 2 の左耳後及び右耳後の 2 箇所に皮膚電極 44a 及び 44b を取り付ける場合について説明したが、本実施形態では、それらの皮膚電極 44a、44b に加えて更に、利用者 2 の前額部にも皮膚電極 74 を取り付ける。このような構成にすることにより、皮膚電極 74 と、皮膚電極 44a 又は 44b との間に電流供給手段 73 により電流を流すことにより、利用者 2 は前後方向 d1 の加速度感を体験することができる。なお、この電流を大きくすると、電流が流れる方向とは並行方向に伸びている視神経にも刺激が与えられ、副次的に視界がフラッシュしたような閃光感を体験することができる。

【0044】

本実施形態によるゲーム装置 102 を、ボクシングゲームやレースゲーム等に適用すれば、皮膚電極 74 と、皮膚電極 44a 又は 44b との間に所定値以上の電流を流すことにより、利用者 2 は、怪我等をすることなく、ボクシングゲームで殴られたり（図 5 (b) 参照）、レーシングゲームで車が衝突するというような状況を疑似体験することができる。また、皮膚電極 74 と、皮膚電極 44a 又は 44b との間に電流を流すとともに、皮膚電極 44a と皮膚電極 44b との間に電流を流すことを組み合わせることで、利用者 2 の水平前後方向だけでなく水平左右方向についても加速度感を体験させることができる。よって、例えば、ボクシングゲームでは、ストレートを撃たれた場合だけではなく、フックを撃たれた場合などについても疑似体験することができる。

20

【0045】

次に、本発明の第 5 の実施形態におけるゲーム装置 103 について説明する。

30

図 6 (a) は、本実施形態のゲーム装置 103 の構成図である。このゲーム装置 103 は、電気刺激装置 100、ゲーム機 70、表示装置 76、移動装置 77 を有する。

本実施形態では、ゲーム装置 103 で遊ぶ利用者 2a、2b は、前述した各実施形態と同じように、それぞれ左耳後及び右耳後に皮膚電極を取り付けている。なお、利用者 2a、2b は、更に前額部に皮膚電極を取り付けるようにしてもよい。

このような構成にすることによって、利用者 2a、2b は、ゲーム装置 103 の制御により皮膚電極間に電流が流れることにより、水平方向（左右方向、前後方向）の加速度感を体験することができる。それに加えて、本実施形態では、利用者 2a、2b は、垂直方向に移動することが可能な移動装置 77 に乗っているため、ゲーム装置 103 の制御により移動装置 77 を垂直方向に移動させることにより、垂直方向の加速度感も体験することができる。よって、ゲーム装置 103 により水平方向の加速度感と、垂直方向の加速度感を制御することにより、利用者 2a、2b は、3 次元的な加速度感を体験することができる。

40

【0046】

従来、遊園地等に設置されていた 3 次元的な加速度感を体験できるゲーム装置 104 では、図 6 (b) に示すように、左右、前後、上下の 3 軸 78a、78b、78c を制御することにより複雑な動きを実現していた。しかし、このゲーム装置 104 のような構造を用いると、設置に非常に高いコストを要するとともに、機械的に複雑な動きをすることによる危険を伴っていた。

一方、本実施形態によるゲーム装置 103 では、水平方向、及び、垂直方向の加速度感

50

が体験できる装置を安いコストで実現することができるとともに、機械的な動きが垂直上下方向のみの単純な動作で済むため、安全性も向上させることができる。

なお、本実施形態では、移動装置 77 が垂直上下方向にのみ移動する場合について説明したが、このような構成に限定されるものではない。例えば、移動装置 77 を垂直上下方向と水平前後方向に移動できるようにするとともに、利用者 2 が左耳後及び右耳後に皮膚電極を取り付けることによって水平左右方向の加速度感を体験できるようにすることにより、3 次元的な加速度感を体験することができるようにしてもよい。この場合であっても、従来の 3 軸 78 a、78 b、78 c を利用していた場合と比べると、ゲーム装置 103 では、2 軸を機械的に動かすだけでよいので、コストを安くすることができ、安全性も向上させることができる。

10

【0047】

なお、上述した第 3～第 5 の実施形態によるゲーム装置 101～103 では、ゲーム内の状況に応じて、そのゲームの利用者に電気刺激装置 100 から電気刺激を与えることにより、ゲーム環境を疑似体験させるようにしたが、このような構成に限定されるものではない。例えば、ゲーム装置 101～103 の代わりに、バーチャルリアリティ体感装置を使用して、バーチャルリアリティ環境の状況に応じて、そのバーチャルリアリティの体感者に電気刺激装置 100 から電気刺激を与えて加速度感や衝撃感などを体験させることにより、バーチャルリアリティ内の状況を疑似体験させるようにしてもよい。

なお、バーチャルリアリティ (Virtual Reality: 仮想現実) とは、コンピュータ又は専用装置などによって擬似的に現実世界を体感することができる環境をいう。すなわち、ディスプレイ、スピーカなどの表示や音声出力と連動して、電気刺激装置により加速度感や衝撃感などの感覚を体感者が擬似的に体感できる環境をいう。

20

また、上述した第 3～第 5 の実施形態によるゲーム装置 101～103 では、電気刺激装置として図 1 に示した電気刺激装置 100 を使用する場合について説明したが、このような構成に限定されるものではなく、図 3 に示した電気刺激装置 110 を使用してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0048】

本発明は、微弱な電流を流すことによって前庭感覚及び筋肉を含む刺激に反応する器官を刺激する電気刺激装置及びそれを利用したゲーム装置などに用いられる。

30

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態による電気刺激装置 100 の構成を示すブロック図である。

【図 2】電気刺激装置 100 による電流波形を示すグラフである。

【図 3】本発明の第 2 の実施形態による電気刺激装置 110 の構成を示すブロック図である。

【図 4】本発明の第 3 の実施形態によるゲーム装置 101 を示す図である。

【図 5】本発明の第 4 の実施形態によるゲーム装置 102 等を示す図である。

【図 6】本発明の第 5 の実施形態によるゲーム装置 103 等を示す図である。

40

【図 7】従来の電気刺激装置 200 の装着例を示す図である。

【図 8】電気刺激装置 200 による電流の極性と歩行方向の関係を示す図である。

【図 9】電気刺激装置 200 を用いた歩行誘導における歩行軌跡を示すグラフである。

【図 10】電気刺激装置 200 の構成を示すブロック図である。

【図 11】電気刺激装置 200 による電流波形を示すグラフである。

【符号の説明】

【0050】

1 ... 装着者、

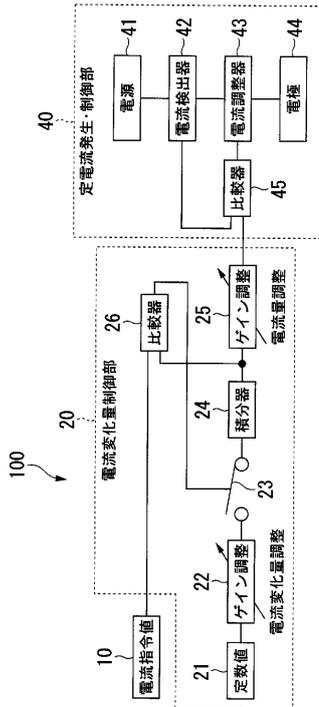
2 ... 利用者、

10 ... 電流指令値出力部、

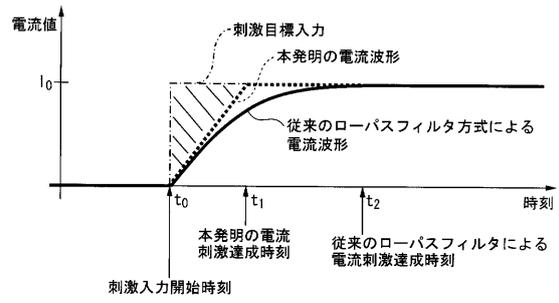
50

2 0 ... 電流変化量制御部、	
2 1 ... 定数値出力部、	
2 2、2 5 ... ゲイン調整器、	
2 3 ... スイッチ、	
2 4 ... 積分器、	
2 6 ... 比較器、	
2 7 ... ユーザ刺激調整ツマミ、	
3 0 ... 前処理フィルタ部、	
3 1 ... ローパスフィルタ、	
3 2 ... ゲイン調整器、	10
4 0 ... 定電流発生・制御部、	
4 1 ... 電源、	
4 2 ... 電流検出器、	
4 3 ... 電流調整器、	
4 4 ... ユーザ皮膚電極、	
4 4 a、4 4 b ... 皮膚表面電極、	
4 5 ... 比較器、	
5 0 ... 調整信号発生器、	
6 0 ... 稼動・調整切り替えスイッチ、	
7 0 ... ゲーム機、	20
7 1 ... プロジェクタ、	
7 2 ... スクリーン、	
7 3 ... 電流供給手段、	
7 4 ... 皮膚電極、	
7 6 ... 表示装置、	
7 7 ... 移動装置、	
9 0 ... 本体、	
1 0 0、1 1 0、2 0 0 ... 電気刺激装置、	
1 0 1、1 0 2、1 0 3、1 0 4 ... ゲーム装置、	
a、b ... 接点、	30
c ... 共通接点	

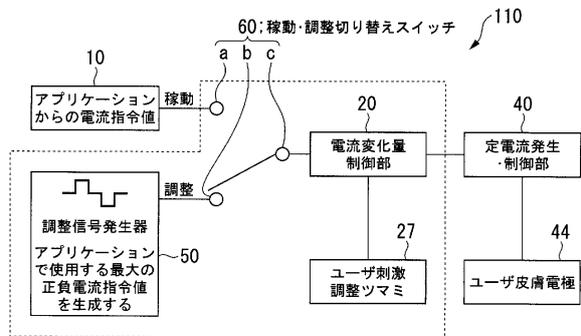
【図1】



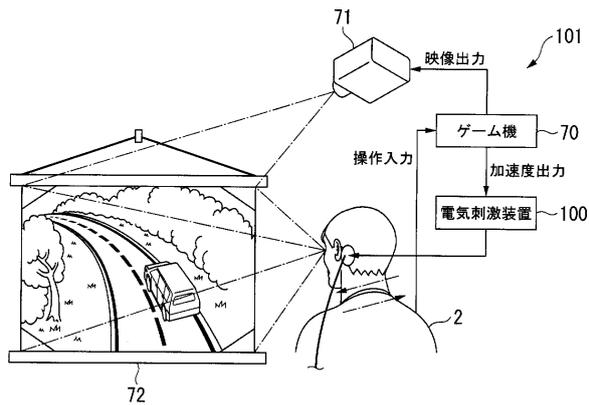
【図2】



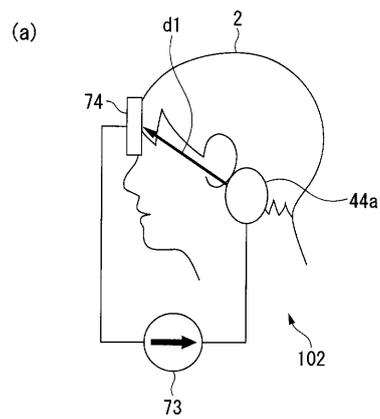
【図3】



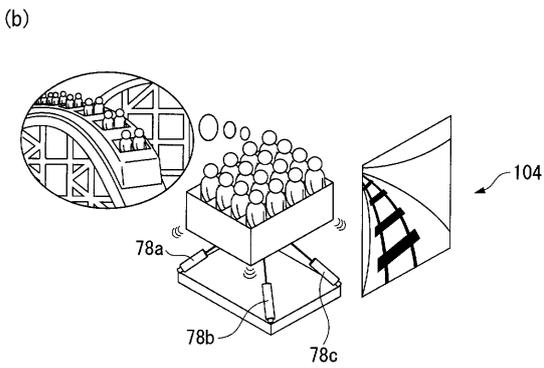
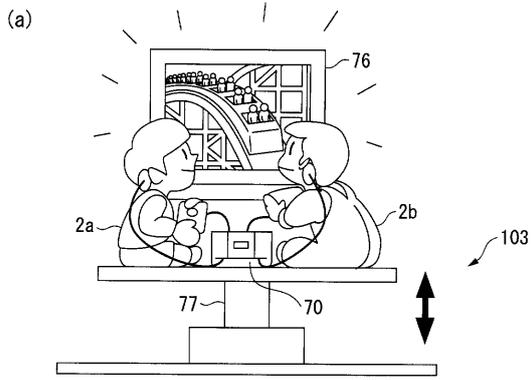
【図4】



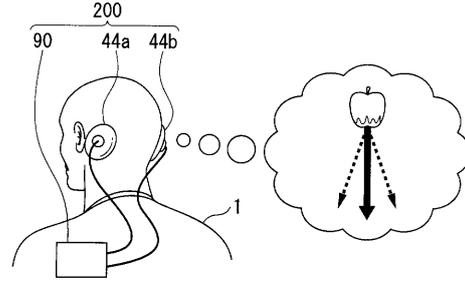
【図5】



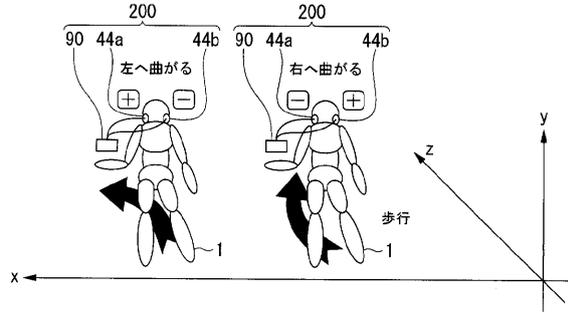
【図6】



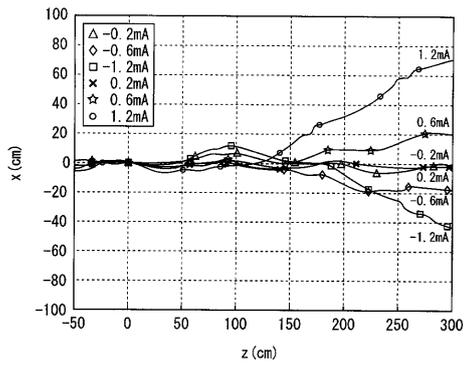
【図7】



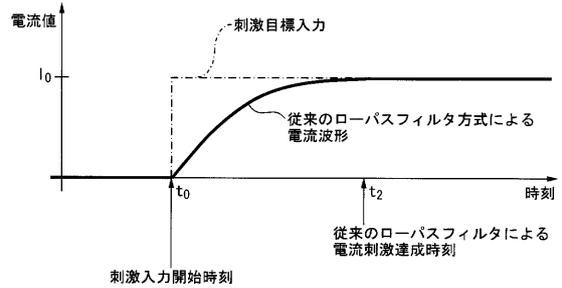
【図8】



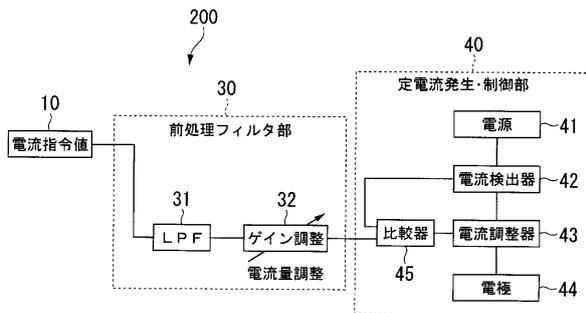
【図9】



【図11】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 守谷 健弘

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 毛利 大輔

(56)参考文献 特開2004-151365(JP,A)

特開2004-254790(JP,A)

特表2002-542904(JP,A)

特表2004-533837(JP,A)

特開2002-044564(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61M 21/02

A61N 1/36

A63F 13/00

G06F 3/00