(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7245929号
(P7245929)

(45)発行日　令和5年3月24日(2023.3.24)

(24)登録日　令和5年3月15日(2023.3.15)

(51)国際特許分類

Ａ６１Ｎ	*1/36 (2006.01)*	Ａ６１Ｎ	1/36
Ａ６１Ｎ	*1/04 (2006.01)*	Ａ６１Ｎ	1/04
Ａ６１Ｆ	*9/00 (2006.01)*	Ａ６１Ｆ	9/00

ＦＩ

請求項の数　20　（全20頁）

(21)出願番号　特願2021-561646(P2021-561646)
(86)(22)出願日　令和2年1月10日(2020.1.10)
(65)公表番号　特表2022-539940(P2022-539940A)
(43)公表日　令和4年9月14日(2022.9.14)
(86)国際出願番号　PCT/KR2020/000469
(87)国際公開番号　WO2020/213819
(87)国際公開日　令和2年10月22日(2020.10.22)
審査請求日　令和3年10月14日(2021.10.14)
(31)優先権主張番号　10-2019-0044505
(32)優先日　平成31年4月16日(2019.4.16)
(33)優先権主張国・地域又は機関
韓国(KR)

(73)特許権者　519210583
ニューアイン カンパニー リミテッド
ＮＵ ＥＹＮＥ ＣＯ．，ＬＴＤ．
大韓民国 ０３１８７ ソウル ジョンノ－グ ジョンノ ６ ５フロア（ソリン－ドン クァンファムン ポストオフィス）
(74)代理人　100107766
弁理士　伊東 忠重
(74)代理人　100070150
弁理士　伊東 忠彦
(74)代理人　100135079
弁理士　宮崎 修
(72)発明者　キム ドヒョン
大韓民国 ０２４５５ ソウル トンデームン－グ フェギ－ロ １１７－３ イン
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

導電性物質から形成され、左目の上部と左眉毛との間に取り付けられて刺激信号を受け渡す第１のチャンネルと、前記導電性物質から形成され、右目上部と右眉毛との間に取り付けられて前記刺激信号を受け渡す第２のチャンネルと、を備えるマルチチャンネルユニットと、

前記第１のチャンネルと前記第２のチャンネルに前記刺激信号としての電流パルス信号を与える刺激信号モジュールと、

を備え、

前記マルチチャンネルユニットは、前記第１のチャンネルと前記第２のチャンネルとの間に一体に形成されて前記刺激信号モジュールに電気的に接触されるコンタクターを備え、

前記マルチチャンネルユニットのコンタクターと前記刺激信号モジュールは、それぞれ磁石が配置されて前記マルチチャンネルユニットのコンタクターと前記刺激信号モジュールが所定の範囲内に近づく場合に、前記それぞれ配置されている磁石の引力により前記マルチチャンネルユニットのコンタクターと前記刺激信号モジュールが自己整合され、

前記電流パルス信号は、第１の持続時間の間には正の電流パルス信号であり、前記第１の持続時間に続く第２の持続時間の間には０の電流信号であり、前記第２の持続時間に続く第３の持続時間の間には負の電流パルス信号であり、前記第３の持続時間に続く第４の持続時間の間には０の電流信号であり、前記第４の持続時間に続く第５の持続時間の間には負の電流パルス信号であり、前記第５の持続時間に続く第６の持続時間の間には０の電

流信号であり、前記第６の持続時間に続く第７の持続時間の間には正の電流パルス信号であり、前記第７の持続時間に続く第８の持続時間の間には０の電流信号から構成され、
前記電流パルス信号の第１の持続時間の長さは、前記電流パルス信号の第３の持続時間の長さの２倍～１５倍であり、前記電流パルス信号の第５の持続時間の長さは、前記電流パルス信号の第７の持続時間の長さの２倍～１５倍である、損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項２】
前記刺激信号モジュールのアップボタンに圧力が加えられる場合に、前記アップボタンに圧力が加えられる回数に比例して前記電流パルス信号の大きさが増加し、前記刺激信号モジュールのダウンボタンに圧力が加えられる場合に、前記ダウンボタンに圧力が加えられる回数に反比例して前記電流パルス信号の大きさが減少する、請求項１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項３】
前記刺激信号モジュールは、前記アップボタンに圧力が加えられる場合に、前記アップボタンに圧力が加えられる回数に比例してパルス幅変調信号のパルス数を調節することにより、前記電流パルス信号の大きさが増加するように制御し、前記ダウンボタンに圧力が加えられる場合に、前記ダウンボタンに圧力が加えられる回数に反比例して前記パルス幅変調信号のパルス数を調節することにより、前記電流パルス信号の大きさが減少するように制御する、請求項２に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項４】
前記電流パルス信号の第４の持続時間は、前記電流パルス信号の第２の持続時間の５倍～２０００倍である、請求項１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項５】
前記電流パルス信号の第８の持続時間は、前記電流パルス信号の第６の持続時間の５倍～２０００倍である、請求項１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項６】
前記電流パルス信号の第１の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさは、前記電流パルス信号の第３の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさと同じであり、前記電流パルス信号の第５の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさは、前記電流パルス信号の第７の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさと同じである、請求項１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項７】
前記電流パルス信号の第１の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさは、前記電流パルス信号の第３の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさの２倍～１５倍であり、前記電流パルス信号の第５の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさは、前記電流パルス信号の第７の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさの２倍～１５倍である、請求項１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項８】
前記電流パルス信号は、荷電平衡（ｃｈａｒｇｅ－ｂａｌａｎｃｅｄ）状態である、請求項７に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項９】
前記電流パルス信号は、荷電平衡（ｃｈａｒｇｅ－ｂａｌａｎｃｅｄ）状態である、請求項１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項１０】
前記刺激信号モジュールは、前記第１の持続時間の間の電流パルス信号と前記第７の持続時間の間の電流パルス信号を前記第１のチャンネルに与え、前記第３の持続時間の間の

電流パルス信号と前記第５の持続時間の間の電流パルス信号を前記第２のチャンネルに与える、請求項１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。

【請求項１１】

導電性物質から形成され、左眉毛の上部に取り付けられて刺激信号を受け渡す第１１のチャンネルと、前記導電性物質から形成され、左目の下部に取り付けられて前記刺激信号を受け渡す第１２のチャンネルと、前記導電性物質から形成され、右眉毛の上部に取り付けられて前記刺激信号を受け渡す第２１のチャンネルと、前記導電性物質から形成され、右目の下部に取り付けられて前記刺激信号を受け渡す第２２のチャンネルと、を備えるマルチチャンネルユニットと、

前記第１１のチャンネル、前記第１２のチャンネル、前記第２１のチャンネル及び前記第２２のチャンネルに前記刺激信号としての電流パルス信号を与える刺激信号モジュールと、

を備え、

前記マルチチャンネルユニットは、前記第１１のチャンネルと前記第２１のチャンネルとの間に一体に形成されて前記刺激信号モジュールに電気的に接触されるコンタクターを備え、

前記マルチチャンネルユニットのコンタクターと前記刺激信号モジュールは、それぞれ磁石が配置されて前記マルチチャンネルユニットのコンタクターと前記刺激信号モジュールが所定の範囲内に近づく場合に、前記それぞれ配置されている磁石の引力により前記マルチチャンネルユニットのコンタクターと前記刺激信号モジュールが自己整合され、

前記電流パルス信号は、第１の持続時間の間には正の電流パルス信号であり、前記第１の持続時間に続く第２の持続時間の間には０の電流信号であり、前記第２の持続時間に続く第３の持続時間の間には負の電流パルス信号であり、前記第３の持続時間に続く第４の持続時間の間には０の電流信号であり、前記第４の持続時間に続く第５の持続時間の間には負の電流パルス信号であり、前記第５の持続時間に続く第６の持続時間の間には０の電流信号であり、前記第６の持続時間に続く第７の持続時間の間には正の電流パルス信号であり、前記第７の持続時間に続く第８の持続時間の間には０の電流信号から構成され、

前記電流パルス信号の第１の持続時間の長さは、前記電流パルス信号の第３の持続時間の長さの２倍～１５倍であり、前記電流パルス信号の第５の持続時間の長さは、前記電流パルス信号の第７の持続時間の長さの２倍～１５倍である損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。

【請求項１２】

前記刺激信号モジュールのアップボタンに圧力が加えられる場合に、前記アップボタンに圧力が加えられる回数に比例して前記電流パルス信号の大きさが増加し、前記刺激信号モジュールのダウンボタンに圧力が加えられる場合に、前記ダウンボタンに圧力が加えられる回数に反比例して前記電流パルス信号の大きさが減少する、請求項１１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。

【請求項１３】

前記刺激信号モジュールは、前記アップボタンに圧力が加えられる場合に、前記アップボタンに圧力が加えられる回数に比例してパルス幅変調信号のパルス数を調節することにより、前記電流パルス信号の大きさが増加するように制御し、前記ダウンボタンに圧力が加えられる場合に、前記ダウンボタンに圧力が加えられる回数に反比例して前記パルス幅変調信号のパルス数を調節することにより、前記電流パルス信号の大きさが減少するように制御する、請求項１２に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。

【請求項１４】

前記電流パルス信号の第４の持続時間は、前記電流パルス信号の第２の持続時間の５倍～２０００倍である、請求項１１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。

【請求項１５】
前記電流パルス信号の第８の持続時間は、前記電流パルス信号の第６の持続時間の５倍～２０００倍である、請求項１１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項１６】
前記電流パルス信号の第１の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさは、前記電流パルス信号の第３の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさと同じであり、前記電流パルス信号の第５の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさは、前記電流パルス信号の第７の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさと同じである、請求項１１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項１７】
前記電流パルス信号の第１の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさは、前記電流パルス信号の第３の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさの２倍～１５倍であり、前記電流パルス信号の第５の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさは、前記電流パルス信号の第７の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさの２倍～１５倍である、請求項１１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項１８】
前記電流パルス信号は、荷電平衡（ｃｈａｒｇｅ－ｂａｌａｎｃｅｄ）状態である、請求項１７に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項１９】
前記電流パルス信号は、荷電平衡（ｃｈａｒｇｅ－ｂａｌａｎｃｅｄ）状態である、請求項１１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【請求項２０】
前記刺激信号モジュールは、前記第１の持続時間の間の電流パルス信号と前記第７の持続時間の間の電流パルス信号を前記第１１のチャンネルに与え、前記第３の持続時間の間の電流パルス信号と前記第５の持続時間の間の電流パルス信号を前記第１２のチャンネルに与え、前記第１の持続時間の間の電流パルス信号と前記第７の持続時間の間の電流パルス信号を前記第２１のチャンネルに与え、前記第３の持続時間の間の電流パルス信号と前記第５の持続時間の間の電流パルス信号を前記第２２のチャンネルに与える、請求項１１に記載の損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムに係り、さらに詳しくは、目に近い多数の領域に取り付けられるマルチチャンネルを介して刺激信号としての電流パルス信号を印加することにより、損傷された角膜神経を有効に再生することのできる損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
１９９０年の中半の頃、アメリカ食品医薬品局（ＦＤＡ：Ｆｏｏｄ ａｎｄ Ｄｒｕｇ Ａｄｍｉｎｉｓｔｒａｔｉｏｎ）の許可以降、世界中の約３，０００万名が近視治療を目指して視力校正述を施術され、韓国内においても、近頃、人口の高齢化とデジタル機器の使用の急増により人口の半分以上は視力校正述を必要としているのが現状である。
【０００３】
これにより、韓国内においては、毎年２０万名以上がレーザー視力校正述を施術されていると推定され、このようなレーザー視力校正述は、屈折異常を校正するために角膜の上皮に物理的な影響を与える過程で、角膜神経束に損傷を蒙らせてしまった。
【０００４】
上述したレーザー視力校正述を施術されてから６カ月が過ぎても、実際に角膜神経束の

密度と感覚機能が低下するという傾向を示しており、このようなレーザー視力校正述において頻繁に起こる副作用である眼球乾燥症と角膜痛症は、角膜神経束との相関関係が密接であることを判明させた。

【０００５】

近年、神経調節述（ｎｅｕｒｏｍｏｄｕｌａｔｉｏｎ）の飛躍的な発展と脳神経への取り組みに負うところが多く、これに伴い、神経細胞の成長と機能への理解が高まりつつある。なお、蓄積された技術によれば、神経の再生が内在的であるという特徴により活動の調節が可能であり、抹消神経の再生に際しては、微細な電気刺激を用いて神経と組織の再生を促すことができるということが示唆されている。

【０００６】

したがって、微細な電気刺激を用いて視覚疾患に苦しんでいる患者を治療する色々な方法が提案されているが、プローブを介して単に電気刺激を行っていることに留まっており、有効な治療を行うことが困難であった。

【０００７】

本発明の背景技術は、２０１８年１１月２６日付けで公開されている大韓民国公開特許第１０－２０１８－０１２５９９７号公報に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【文献】韓国公開特許第１０－２０１８－０１２５９９７号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

したがって、本発明は、従来の技術における諸問題を解決するために案出されたものであって、本発明の目的は、目に近い多数の領域に取り付けられるマルチチャンネルを介して刺激信号としての電流パルス信号を印加することにより、損傷された角膜神経を有効に再生することのできる損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムを提供することである。

【００１０】

本発明の目的は、上述した技術的課題に何ら制限されるものではなく、未言及の他の技術的課題は、次の記載から本発明が属する技術分野において通常の知識を有する者にとって明らかに理解できる筈である。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

上記のような目的を達成するために、本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、導電性物質から形成され、左目の上部と左眉毛との間に取り付けられて刺激信号を受け渡す第１のチャンネルと、前記導電性物質から形成され、右目上部と右眉毛との間に取り付けられて前記刺激信号を受け渡す第２のチャンネルと、を備えるマルチチャンネルユニットと、前記第１のチャンネルと前記第２のチャンネルに前記刺激信号としての電流パルス信号を与える刺激信号モジュールと、を備え、前記マルチチャンネルユニットは、前記第１のチャンネルと前記第２のチャンネルとの間に一体に形成されて前記刺激信号モジュールに電気的に接触されるコンタクターを備え、前記電流パルス信号は、第１の持続時間の間には正の電流パルス信号であり、前記第１の持続時間に続く第２の持続時間の間には０の電流信号であり、前記第２の持続時間に続く第３の持続時間の間には負の電流パルス信号であり、前記第３の持続時間に続く第４の持続時間の間には０の電流信号であり、前記第４の持続時間に続く第５の持続時間の間には負の電流パルス信号であり、前記第５の持続時間に続く第６の持続時間の間には０の電流信号であり、前記第６の持続時間に続く第７の持続時間の間には正の電流パルス信号であり、前記第７の持続時間に続く第８の持続時間の間には０の電流信号から構成され、前記電流パルス信号の第１の持続時間の長さは、前記電流パルス信号の第３の持続時間

の長さの２倍～１５倍であり、前記電流パルス信号の第５の持続時間の長さは、前記電流パルス信号の第７の持続時間の長さの２倍～１５倍であることを特徴とする。

【００１２】

本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記マルチチャンネルユニットのコンタクターと前記刺激信号モジュールは、それぞれ磁石が配置されて前記マルチチャンネルユニットのコンタクターと前記刺激信号モジュールが所定の範囲内に近づく場合に、前記それぞれ配置されている磁石の引力により前記マルチチャンネルユニットのコンタクターと前記刺激信号モジュールが自己整合されてもよい。

【００１３】

本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記刺激信号モジュールのアップボタンに圧力が加えられる場合に、前記アップボタンに圧力が加えられる回数に比例して前記電流パルス信号の大きさが増加し、前記刺激信号モジュールのダウンボタンに圧力が加えられる場合に、前記ダウンボタンに圧力が加えられる回数に反比例して前記電流パルス信号の大きさが減少してもよい。

【００１４】

本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記刺激信号モジュールは、前記アップボタンに圧力が加えられる場合に、前記アップボタンに圧力が加えられる回数に比例してパルス幅変調信号のパルス数を調節することにより、前記電流パルス信号の大きさが増加するように制御し、前記ダウンボタンに圧力が加えられる場合に、前記ダウンボタンに圧力が加えられる回数に反比例して前記パルス幅変調信号のパルス数を調節することにより、前記電流パルス信号の大きさが減少するように制御してもよい。

【００１５】

本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記電流パルス信号の第４の持続時間が前記電流パルス信号の第２の持続時間の５倍～２０００倍であってもよい。

【００１６】

本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記電流パルス信号の第８の持続時間が前記電流パルス信号の第６の持続時間の５倍～２０００倍であってもよい。

【００１７】

本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記電流パルス信号の第１の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさが前記電流パルス信号の第３の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさと同じであり、前記電流パルス信号の第５の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさが前記電流パルス信号の第７の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさと同じであってもよい。

【００１８】

本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記電流パルス信号の第１の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさが前記電流パルス信号の第３の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさの２倍～１５倍であり、前記電流パルス信号の第５の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさが前記電流パルス信号の第７の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさの２倍～１５倍であってもよい。

【００１９】

本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記電流パルス信号が荷電平衡（ｃｈａｒｇｅ－ｂａｌａｎｃｅｄ）状態であってもよい。

【００２０】

本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記刺激信号モジュールが前記第１の持続時間の間の電流パルス信号と前記第７の持続時間の間の電流パルス信号を前記第１のチャンネルに与え、前記第３の持続時間の間の電流パルス信号と前記第５の持続時間の間の電流パルス信号を前記第２のチャンネルに与えてもよい。

【００２１】

上記のような目的を達成するために、本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、導電性物質から形成され、左眉毛の上部に取り付けられて刺激信号を受け渡す第１１のチャンネルと、前記導電性物質から形成され、左目の下部に取り付けられて前記刺激信号を受け渡す第１２のチャンネルと、前記導電性物質から形成され、右眉毛の上部に取り付けられて前記刺激信号を受け渡す第２１のチャンネルと、前記導電性物質から形成され、右目の下部に取り付けられて前記刺激信号を受け渡す第２２のチャンネルと、を備えるマルチチャンネルユニットと、前記第１１のチャンネル、前記第１２のチャンネル、前記第２１のチャンネル及び前記第２２のチャンネルに前記刺激信号としての電流パルス信号を与える刺激信号モジュールと、を備え、前記マルチチャンネルユニットは、前記第１１のチャンネルと前記第２１のチャンネルとの間に一体に形成されて前記刺激信号モジュールに電気的に接触されるコンタクターを備え、前記電流パルス信号は、第１の持続時間の間には正の電流パルス信号であり、前記第１の持続時間に続く第２の持続時間の間には０の電流信号であり、前記第２の持続時間に続く第３の持続時間の間には負の電流パルス信号であり、前記第３の持続時間に続く第４の持続時間の間には０の電流信号であり、前記第４の持続時間に続く第５の持続時間の間には負の電流パルス信号であり、前記第５の持続時間に続く第６の持続時間の間には０の電流信号であり、前記第６の持続時間に続く第７の持続時間の間には正の電流パルス信号であり、前記第７の持続時間に続く第８の持続時間の間には０の電流信号から構成され、前記電流パルス信号の第１の持続時間の長さは、前記電流パルス信号の第３の持続時間の長さの２倍～１５倍であり、前記電流パルス信号の第５の持続時間の長さは、前記電流パルス信号の第７の持続時間の長さの２倍～１５倍であることを特徴とする。

【００２２】

本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記マルチチャンネルユニットのコンタクターと前記刺激信号モジュールは、それぞれ磁石が配置されて前記マルチチャンネルユニットのコンタクターと前記刺激信号モジュールが所定の範囲内に近づく場合に、前記それぞれ配置されている磁石の引力により前記マルチチャンネルユニットのコンタクターと前記刺激信号モジュールが自己整合されてもよい。

【００２３】

本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記刺激信号モジュールのアップボタンに圧力が加えられる場合に、前記アップボタンに圧力が加えられる回数に比例して前記電流パルス信号の大きさが増加し、前記刺激信号モジュールのダウンボタンに圧力が加えられる場合に、前記ダウンボタンに圧力が加えられる回数に反比例して前記電流パルス信号の大きさが減少してもよい。

【００２４】

本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記刺激信号モジュールが前記アップボタンに圧力が加えられる場合に、前記アップボタンに圧力が加えられる回数に比例してパルス幅変調信号のパルス数を調節することにより、前記電流パルス信号の大きさが増加するように制御し、前記ダウンボタンに圧力が加えられる場合に、前記ダウンボタンに圧力が加えられる回数に反比例して前記パルス幅変調信号のパルス数を調節することにより、前記電流パルス信号の大きさが減少するように制御してもよい。

【００２５】

本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激

システムは、前記電流パルス信号の第４の持続時間が前記電流パルス信号の第２の持続時間の５倍～２０００倍であってもよい。

【００２６】

本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記電流パルス信号の第８の持続時間が前記電流パルス信号の第６の持続時間の５倍～２０００倍であってもよい。

【００２７】

本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記電流パルス信号の第１の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさが前記電流パルス信号の第３の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさと同じであり、前記電流パルス信号の第５の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさが前記電流パルス信号の第７の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさと同じであってもよい。

【００２８】

本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記電流パルス信号の第１の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさが前記電流パルス信号の第３の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさの２倍～１５倍であり、前記電流パルス信号の第５の持続時間の負のパルス電流信号の絶対値の大きさが前記電流パルス信号の第７の持続時間の正のパルス電流信号の絶対値の大きさの２倍～１５倍であってもよい。

【００２９】

本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記電流パルス信号が荷電平衡（ｃｈａｒｇｅ－ｂａｌａｎｃｅｄ）状態であってもよい。

【００３０】

本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、前記刺激信号モジュールが前記第１の持続時間の間の電流パルス信号と前記第７の持続時間の間の電流パルス信号を前記第１１のチャンネルに与え、前記第３の持続時間の間の電流パルス信号と前記第５の持続時間の間の電流パルス信号を前記第１２のチャンネルに与え、前記第１の持続時間の間の電流パルス信号と前記第７の持続時間の間の電流パルス信号を前記第２１のチャンネルに与え、前記第３の持続時間の間の電流パルス信号と前記第５の持続時間の間の電流パルス信号を前記第２２のチャンネルに与えても良い。

【発明の効果】

【００３１】

本発明の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムは、目に近い多数の領域に取り付けられるマルチチャンネルを介して刺激信号としての電流パルス信号を印加することにより、損傷された角膜神経を有効に再生することができる。

【図面の簡単な説明】

【００３２】

【図１】本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニットを示す図。

【図２】本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニットが人間の目に近い領域に取り付けられている状態を示す図。

【図３】本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニット及び刺激信号モジュールが人間の目に近い領域に取り付けられている状態を示す図。

【図４】本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル

刺激システムの刺激信号モジュールのブロック図。
【図５】本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムの刺激信号モジュールに採用されるアップボタンまたはダウンボタンの圧力回数に係る電圧調節回路図。
【図６】本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムの刺激信号モジュールが提供する電流パルス信号を示す図。
【図７】本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニットを示す図。
【図８】本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニットが人間の目に近い領域に取り付けられている状態を示す図。
【図９】本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニット及び刺激信号モジュールが人間の目に近い領域に取り付けられている状態を示す図。
【図１０】本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムの刺激信号モジュールのブロック図。
【図１１】本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムの刺激信号モジュールに採用されるアップボタンまたはダウンボタンの圧力回数に係る電圧調節回路図。
【図１２】本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムの刺激信号モジュールが提供する電流パルス信号を示す図。
【図１３】本発明の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムを用いて治療しながら、０日、３日及び７日が経った後に損傷された角膜の上皮細胞の治療の度合いを測定した写真。
【図１４】本発明の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムを用いて治療しながら、１週間、２週間及び４週間が経った後に損傷された角膜の神経細胞の再生の度合いを共焦点（ｃｏｎｆｏｃａｌ）顕微鏡で測定した写真。
【発明を実施するための形態】
【００３３】
後述する本発明についての詳細な説明は、本発明が実施できる特定の実施形態を例示として示す添付図面に基づいて行われる。これらの実施形態は、当業者が本発明を十分に実施できるように詳しく説明される。本発明の様々な実施形態は、互いに異なるものの、互いに排他的である必要はないということが理解されるべきである。例えば、ここに記載されている特定の形状、構造及び特性は、一実施形態に関わって本発明の精神及び範囲を逸脱しないつつも、他の実施形態として実現可能である。なお、それぞれの開示された実施形態内の個別的な構成要素の位置または配置は、本発明の精神及び範囲を逸脱しないつつも変更可能であるということが理解されるべきである。
【００３４】
したがって、後述する詳細な説明は、限定的な意味として捉えようとするものではなく、本発明の範囲は、適切に説明されると、それらの請求項が主張することと均等なすべての範囲と併せて、添付された請求項によってのみ限定される。図中、類似の参照符号は、色々な側面に亘って同一もしくは類似の機能を指し示し、長さ及び面積、厚さなどとその形状は、説明のしやすさのために誇張されて表現されてもよい。
【００３５】
以下では、図１から図６に基づいて、本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムについて説明する。
【００３６】
図１は、本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニットを示す図であり、図２は、本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャ

ンネルユニットが人間の目に近い領域に取り付けられている状態を示す図であり、図３は、本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニット及び刺激信号モジュールが人間の目に近い領域に取り付けられている状態を示す図であり、図４は、本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムの刺激信号モジュールのブロック図であり、図５は、本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムの刺激信号モジュールに採用されるアップボタンまたはダウンボタンの圧力回数に係る電圧調節回路図であり、図６は、本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムの刺激信号モジュールが提供する電流パルス信号を示す図である。

【００３７】

本発明の一実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニット１１００は、図１及び図２に示すように、導電性物質から形成され、左目上部と左眉毛との間に取り付けられて刺激信号を受け渡す第１のチャンネル１１１０と、前記導電性物質から形成され、右目上部と右眉毛との間に取り付けられて前記刺激信号を受け渡す第２のチャンネル１１２０と、前記第１のチャンネル１１１０と前記第２のチャンネル１１２０との間に一体に形成されて前記刺激信号モジュール１２００に電気的に接触されるコンタクター１１３０と、を備える。ここで、前記第１のチャンネル１１１０、前記第２のチャンネル１１２０及び前記コンタクター１１３０は、Ａｇ、ＡｇＣｌ、Ａｕ、Ｐｔまたはステンレス鋼から形成されてもよい。

【００３８】

また、刺激信号モジュール１２００は、前記第１のチャンネル１１１０と前記第２のチャンネル１１２０に前記刺激信号としての電流パルス信号を与え、図３に示すように、まるでゴーグルを着用するように、人間の目と鼻との間に着用されてもよく、前記マルチチャンネルユニット１１００のコンタクター１１３０と前記刺激信号モジュール１２００は、それぞれ磁石が配置されて前記マルチチャンネルユニット１１００のコンタクター１１３０と前記刺激信号モジュール１２００が所定の範囲内に近づく場合に、前記それぞれ配置されている磁石の引力により前記マルチチャンネルユニット１１００のコンタクター１１３０と前記刺激信号モジュール１２００が自己整合される。

【００３９】

一方、上述した刺激信号モジュール１２００は、図４に示すように、電流パルス信号を生成する刺激信号提供部１２２１、１２２２と、前記刺激信号提供部１２２１、１２２２を制御する制御部１２１０と、アップボタン１２３１と、ダウンボタン１２３２と、外部と通信する通信部１２４０と、充電部１２５０と、を備える。

【００４０】

前記刺激信号モジュール１２００のアップボタン１２３１に圧力が加えられる場合に、前記アップボタン１２３１に圧力が加えられる回数に比例して前記電流パルス信号の大きさが増加し、前記刺激信号モジュール１２００のダウンボタン１２３２に圧力が加えられる場合に、前記ダウンボタン１２３２に圧力が加えられる回数に反比例して前記電流パルス信号の大きさが減少する。

【００４１】

具体的に、前記刺激信号モジュール１２００は、前記アップボタン１２３１に圧力が加えられる場合に、前記アップボタン１２３１に圧力が加えられる回数に比例してパルス幅変調信号（ＰＷＭ）のパルス数を調節することにより、前記電流パルス信号の大きさが増加するように制御し、前記ダウンボタン１２３２に圧力が加えられる場合に、前記ダウンボタン１２３２に圧力が加えられる回数に反比例して前記パルス幅変調信号（ＰＷＭ）のパルス数を調節することにより、前記電流パルス信号の大きさが減少するように制御する。

【００４２】

例えば、前記アップボタン１２３１に圧力が加えられる回数が３回である場合には、図５に示すように、３個のパルス幅変調信号（ＰＷＭ）がトランジスターＱ１に渡されて３

個のパルス幅変調信号（ＰＷＭ）の間にトランジスターＱ１がターンオンされるため、３個のパルス幅変調信号（ＰＷＭ）の間に流れる電流の変化量に比例してインダクターＬ１により昇圧された電圧がキャパシターＣ２、Ｃ３に充電される。したがって、パルス幅変調信号（ＰＷＭ）の数に比例して昇圧された電圧がキャパシターＣ２、Ｃ３に充電されるので、アップボタン１２３１に圧力が加えられる回数に比例して電流パルス信号の大きさが増加するように制御することができ、逆に、ダウンボタン１２３２に圧力が加えられる回数に反比例して電流パルス信号の大きさが減少するように制御することができる。

【００４３】

前記電流パルス信号は、図６に示すように、第１の持続時間１Ｄの間には正の電流パルス信号であり、前記第１の持続時間１Ｄに続く第２の持続時間２Ｄの間には０の電流信号であり、前記第２の持続時間２Ｄに続く第３の持続時間３Ｄの間には負の電流パルス信号であり、前記第３の持続時間３Ｄに続く第４の持続時間４Ｄの間には０の電流信号であり、前記第４の持続時間４Ｄに続く第５の持続時間５Ｄの間には負の電流パルス信号であり、前記第５の持続時間５Ｄに続く第６の持続時間６Ｄの間には０の電流信号であり、前記第６の持続時間６Ｄに続く第７の持続時間７Ｄの間には正の電流パルス信号であり、前記第７の持続時間７Ｄに続く第８の持続時間８Ｄの間には０の電流信号から構成される。

【００４４】

前記電流パルス信号の第４の持続時間４Ｄは、前記電流パルス信号の第２の持続時間２Ｄの５倍～２０００倍であり、前記電流パルス信号の第８の持続時間８Ｄは、前記電流パルス信号の第６の持続時間６Ｄの５倍～２０００倍である。

【００４５】

例えば、前記電流パルス信号の第２の持続時間２Ｄが５μｓである場合に、前記電流パルス信号の第４の持続時間４Ｄは２５μｓ～１０，０００μｓであり、前記電流パルス信号の第６の持続時間６Ｄが５μｓである場合に、前記電流パルス信号の第８の持続時間８Ｄは２５μｓ～１０，０００μｓである。

【００４６】

また、前記電流パルス信号の第１の持続時間１Ｄの正のパルス電流信号の絶対値の大きさ１Ａは、前記電流パルス信号の第３の持続時間３Ｄの負のパルス電流信号の絶対値の大きさ３Ａと同じであり、前記電流パルス信号の第５の持続時間５Ｄの負のパルス電流信号の絶対値の大きさ５Ａは、前記電流パルス信号の第７の持続時間７Ｄの正のパルス電流信号の絶対値の大きさ７Ａと同じである。

【００４７】

一方、前記電流パルス信号の第１の持続時間１Ｄの正のパルス電流信号の絶対値の大きさ１Ａは、前記電流パルス信号の第３の持続時間３Ｄの負のパルス電流信号の絶対値の大きさ３Ａの２倍～１５倍であり、前記電流パルス信号の第５の持続時間５Ｄの負のパルス電流信号の絶対値の大きさ５Ａは、前記電流パルス信号の第７の持続時間７Ｄの正のパルス電流信号の絶対値の大きさ７Ａの２倍～１５倍である。

【００４８】

例えば、同じである第１の持続時間１Ｄと第３の持続時間３Ｄの間に第３の持続時間３Ｄの負のパルス電流信号の絶対値が１ｍＡである場合に、第１の持続時間１Ｄの正のパルス電流信号の絶対値は２ｍＡ～１５ｍＡになるように構成し、同じである第５の持続時間５Ｄと第７の持続時間７Ｄの間に第７の持続時間７Ｄの正のパルス電流信号の絶対値が１ｍＡである場合に、第５の持続時間５Ｄの負のパルス電流信号の絶対値は２ｍＡ～１５ｍＡになるように構成して、前記電流パルス信号は、荷電平衡（ｃｈａｒｇｅ－ｂａｌａｎｃｅｄ）状態になるように構成する。

【００４９】

さらに、前記電流パルス信号の第１の持続時間１Ｄの長さは、前記電流パルス信号の第３の持続時間３Ｄの長さと同じであり、前記電流パルス信号の第５の持続時間５Ｄの長さは、前記電流パルス信号の第７の持続時間７Ｄの長さと同じである。

【００５０】

一方、前記電流パルス信号の第１の持続時間１Ｄの長さは、前記電流パルス信号の第３の持続時間３Ｄの長さの２倍～１５倍であり、前記電流パルス信号の第５の持続時間５Ｄの長さは、前記電流パルス信号の第７の持続時間７Ｄの長さの２倍～１５倍である。

【００５１】

例えば、第１の持続時間１Ｄの正のパルス電流信号の絶対値の大きさ１Ａと、第３の持続時間３Ｄの負のパルス電流信号の絶対値の大きさ３Ａとが同じであり、第３の持続時間３Ｄの長さが１０μｓである場合に、第１の持続時間１Ｄは２０μｓ～３００μｓになるように構成し、第５の持続時間５Ｄの負のパルス電流信号の絶対値の大きさ５Ａと、第７の持続時間７Ｄの正のパルス電流信号の絶対値の大きさ７Ａとが同じであり、第７の持続時間７Ｄの長さが１０μｓである場合に、第５の持続時間５Ｄは２０μｓ～３００μｓになるように構成して、前記電流パルス信号は、荷電平衡（ｃｈａｒｇｅ－ｂａｌａｎｃｅｄ）状態になるように構成する。

【００５２】

一方、前記刺激信号モジュール１２００は、前記第１の持続時間１Ｄの間の電流パルス信号と前記第７の持続時間７Ｄの間の電流パルス信号を前記第１のチャンネル１１１０に与え、前記第３の持続時間３Ｄの間の電流パルス信号と前記第５の持続時間５Ｄの間の電流パルス信号を前記第２のチャンネル１１２０に与える。

【００５３】

以下では、図７から図１２に基づいて、本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムについて説明する。

【００５４】

図７は、本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニットを示す図であり、図８は、本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニットが人間の目に近い領域に取り付けられている状態を示す図であり、図９は、本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニット及び刺激信号モジュールが人間の目に近い領域に取り付けられている状態を示す図であり、図１０は、本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムの刺激信号モジュールのブロック図であり、図１１は、本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムの刺激信号モジュールに採用されるアップボタンまたはダウンボタンの圧力回数に係る電圧調節回路図であり、図１２は、本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムの刺激信号モジュールが提供する電流パルス信号を示す図である。

【００５５】

本発明の他の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムのマルチチャンネルユニット２１００は、図７及び図８に示すように、導電性物質から形成され、左眉毛の上部に取り付けられて刺激信号を受け渡す第１１のチャンネル２１１１と、前記導電性物質から形成され、左目の下部に取り付けられて前記刺激信号を受け渡す第１２のチャンネル２１１２と、前記導電性物質から形成され、右眉毛の上部に取り付けられて前記刺激信号を受け渡す第２１のチャンネル２１２１と、前記導電性物質から形成され、右目の下部に取り付けられて前記刺激信号を受け渡す第２２のチャンネル２１２２と、前記第１１のチャンネル２１１１と前記第２１のチャンネル２１２１との間に一体に形成されて前記刺激信号モジュールに電気的に接触されるコンタクター２１３０と、を備える。ここで、前記第１１のチャンネル２１１１、前記第１２のチャンネル２１１２、前記第２１のチャンネル２１２１、前記第２２のチャンネル２１２２及び前記コンタクター２１３０は、Ａｇ、ＡｇＣｌ、Ａｕ、Ｐｔまたはステンレス鋼から形成されてもよい。

【００５６】

また、刺激信号モジュール２２００は、前記第１１のチャンネル２１１１、前記第１２

のチャンネル２１１２、前記第２１のチャンネル２１２１及び前記第２２のチャンネル２１２２に前記刺激信号としての電流パルス信号を与え、図９に示すように、まるでゴーグルを着用するように、人間の目と鼻との間に着用されてもよく、前記マルチチャンネルユニット２１００のコンタクター２１３０と前記刺激信号モジュール２２００は、それぞれ磁石が配置されて前記マルチチャンネルユニット２１００のコンタクター２１３０と前記刺激信号モジュール２２００が所定の範囲内に近づく場合に、前記それぞれ配置されている磁石の引力により前記マルチチャンネルユニット２１００のコンタクター２１３０と前記刺激信号モジュール２２００が自己整合される。

【００５７】

一方、上述した刺激信号モジュール２２００は、図１０に示すように、電流パルス信号を生成する刺激信号提供部２２２１、２２２２と、前記刺激信号提供部２２２１、２２２２を制御する制御部２２１０と、アップボタン２２３１と、ダウンボタン２２３２と、外部と通信する通信部２２４０と、充電部２２５０と、を備える。

【００５８】

前記刺激信号モジュール２２００のアップボタン２２３１に圧力が加えられる場合に、前記アップボタン２２３１に圧力が加えられる回数に比例して前記電流パルス信号の大きさが増加し、前記刺激信号モジュール２２００のダウンボタン２２３２に圧力が加えられる場合に、前記ダウンボタン２２３２に圧力が加えられる回数に反比例して前記電流パルス信号の大きさが減少する。

【００５９】

具体的に、前記刺激信号モジュール２２００は、前記アップボタン２２３１に圧力が加えられる場合に、前記アップボタン２２３１に圧力が加えられる回数に比例してパルス幅変調信号（ＰＷＭ）のパルス数を調節することにより、前記電流パルス信号の大きさが増加するように制御し、前記ダウンボタン２２３２に圧力が加えられる場合に、前記ダウンボタン２２３２に圧力が加えられる回数に反比例して前記パルス幅変調信号（ＰＷＭ）のパルス数を調節することにより、前記電流パルス信号の大きさが減少するように制御する。

【００６０】

例えば、前記アップボタン２２３１に圧力が加えられる回数が３回である場合には、図１１に示すように、３個のパルス幅変調信号（ＰＷＭ）がトランジスターＱ１に渡されて３個のパルス幅変調信号（ＰＷＭ）の間にトランジスターＱ１がターンオンされるため、３個のパルス幅変調信号（ＰＷＭ）の間に流れる電流の変化量に比例してインダクターＬ１により昇圧された電圧がキャパシターＣ２、Ｃ３に充電される。したがって、パルス幅変調信号（ＰＷＭ）の数に比例して昇圧された電圧がキャパシターＣ２、Ｃ３に充電されるので、アップボタン２２３１に圧力が加えられる回数に比例して電流パルス信号の大きさが増加するように制御することができ、逆に、ダウンボタン２２３２に圧力が加えられる回数に反比例して電流パルス信号の大きさが減少するように制御することができる。

【００６１】

前記電流パルス信号は、図１２に示すように、第１の持続時間１Ｄの間には正の電流パルス信号であり、前記第１の持続時間１Ｄに続く第２の持続時間２Ｄの間には０の電流信号であり、前記第２の持続時間２Ｄに続く第３の持続時間３Ｄの間には負の電流パルス信号であり、前記第３の持続時間３Ｄに続く第４の持続時間４Ｄの間には０の電流信号であり、前記第４の持続時間４Ｄに続く第５の持続時間５Ｄの間には負の電流パルス信号であり、前記第５の持続時間５Ｄに続く第６の持続時間６Ｄの間には０の電流信号であり、前記第６の持続時間６Ｄに続く第７の持続時間７Ｄの間には正の電流パルス信号であり、前記第７の持続時間７Ｄに続く第８の持続時間８Ｄの間には０の電流信号から構成される。

【００６２】

前記電流パルス信号の第４の持続時間４Ｄは、前記電流パルス信号の第２の持続時間２Ｄの５倍～２０００倍であり、前記電流パルス信号の第８の持続時間８Ｄは、前記電流パルス信号の第６の持続時間６Ｄの５倍～２０００倍である。

【００６３】

例えば、前記電流パルス信号の第２の持続時間２Ｄが５μｓである場合に、前記電流パルス信号の第４の持続時間４Ｄは２５μｓ～１０，０００μｓであり、前記電流パルス信号の第６の持続時間６Ｄが５μｓである場合に、前記電流パルス信号の第８の持続時間８Ｄは２５μｓ～１０，０００μｓである。

【００６４】

また、前記電流パルス信号の第１の持続時間１Ｄの正のパルス電流信号の絶対値の大きさ１Ａは、前記電流パルス信号の第３の持続時間３Ｄの負のパルス電流信号の絶対値の大きさ３Ａと同じであり、前記電流パルス信号の第５の持続時間５Ｄの負のパルス電流信号の絶対値の大きさ５Ａは、前記電流パルス信号の第７の持続時間７Ｄの正のパルス電流信号の絶対値の大きさ７Ａと同じである。

【００６５】

一方、前記電流パルス信号の第１の持続時間１Ｄの正のパルス電流信号の絶対値の大きさ１Ａは、前記電流パルス信号の第３の持続時間３Ｄの負のパルス電流信号の絶対値の大きさ３Ａの２倍～１５倍であり、前記電流パルス信号の第５の持続時間５Ｄの負のパルス電流信号の絶対値の大きさ５Ａは、前記電流パルス信号の第７の持続時間７Ｄの正のパルス電流信号の絶対値の大きさ７Ａの２倍～１５倍である。

【００６６】

例えば、同じである第１の持続時間１Ｄと第３の持続時間３Ｄの間に第３の持続時間３Ｄの負のパルス電流信号の絶対値が１ｍＡである場合に、第１の持続時間１Ｄの正のパルス電流信号の絶対値は２ｍＡ～１５ｍＡになるように構成し、同じである第５の持続時間５Ｄと第７の持続時間７Ｄの間に第７の持続時間７Ｄの正のパルス電流信号の絶対値が１ｍＡである場合に、第５の持続時間５Ｄの負のパルス電流信号の絶対値は２ｍＡ～１５ｍＡになるように構成して、前記電流パルス信号は、荷電平衡（ｃｈａｒｇｅ－ｂａｌａｎｃｅｄ）状態になるように構成する。

【００６７】

さらに、前記電流パルス信号の第１の持続時間１Ｄの長さは、前記電流パルス信号の第３の持続時間３Ｄの長さと同じであり、前記電流パルス信号の第５の持続時間５Ｄの長さは、前記電流パルス信号の第７の持続時間７Ｄの長さと同じである。

【００６８】

一方、前記電流パルス信号の第１の持続時間１Ｄの長さは、前記電流パルス信号の第３の持続時間３Ｄの長さの２倍～１５倍であり、前記電流パルス信号の第５の持続時間５Ｄの長さは、前記電流パルス信号の第７の持続時間７Ｄの長さの２倍～１５倍である。

【００６９】

例えば、第１の持続時間１Ｄの正のパルス電流信号の絶対値の大きさ１Ａと、第３の持続時間３Ｄの負のパルス電流信号の絶対値の大きさ３Ａとが同じであり、第３の持続時間３Ｄの長さが１０μｓである場合に、第１の持続時間１Ｄは２０μｓ～３００μｓになるように構成し、第５の持続時間５Ｄの負のパルス電流信号の絶対値の大きさ５Ａと、第７の持続時間７Ｄの正のパルス電流信号の絶対値の大きさ７Ａとが同じであり、第７の持続時間７Ｄの長さが１０μｓである場合に、第５の持続時間５Ｄは２０μｓ～３００μｓになるように構成して、前記電流パルス信号は、荷電平衡（ｃｈａｒｇｅ－ｂａｌａｎｃｅｄ）状態になるように構成する。

【００７０】

一方、前記刺激信号モジュール２２００は、前記第１の持続時間１Ｄの間の電流パルス信号と前記第７の持続時間７Ｄの間の電流パルス信号を前記第１１のチャンネル２１１１に与え、前記第３の持続時間３Ｄの間の電流パルス信号と前記第５の持続時間５Ｄの間の電流パルス信号を前記第１２のチャンネル２１１２に与え、前記第１の持続時間１Ｄの間の電流パルス信号と前記第７の持続時間７Ｄの間の電流パルス信号を前記第２１のチャンネル２１２１に与え、前記第３の持続時間３Ｄの間の電流パルス信号と前記第５の持続時間５Ｄの間の電流パルス信号を前記第２２のチャンネル２１２２に与える。すなわち、前記刺激信号モジュール２２００は、第１１のチャンネル２１１１と第２１のチャンネル２

１２１に同じである電流パルス信号を与え、第１２のチャンネル２１１２と第２２のチャンネル２１２２に同じである電流パルス信号を与える。

【００７１】

以下では、図１３及び図１４に基づいて、本発明の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムを用いて損傷された角膜神経を治療した実験結果について説明する。

【００７２】

図１３は、本発明の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムを用いて治療しながら、０日、３日及び７日が経った後に、損傷された角膜の上皮細胞の治療の度合いを測定した写真である。ここで、対照群は、角膜の一部を切削する視力校正述を施術された患者の角膜に通常の治療（例えば、抗生剤の投与）を受けてから損傷された角膜を測定し、第１のプロトコール実験群は、角膜の一部を切削する視力校正述を施術された患者の角膜に通常の治療（例えば、抗生剤の投与）の他に本発明の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムを用いて２０Ｈｚの電流パルス信号で損傷された角膜神経を治療しながら損傷された角膜を測定し、第２のプロトコール実験群は、角膜の一部を切削する視力校正述を施術された患者の角膜に通常の治療（例えば、抗生剤の投与）の他に本発明の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムを用いて２Ｈｚの電流パルス信号で損傷された角膜神経を治療しながら損傷された角膜を測定した。

【００７３】

図１３に示すように、０日目には対照群、第１のプロトコール実験群及び第２のプロトコール実験群は互いに違いが存在せず、３日が経った後には、対照群の相対傷面積は５４％が残存しており、第１のプロトコール実験群の相対傷面積は３２％が残存しており、第２のプロトコール実験群の相対傷面積は３９％が残存していた。

【００７４】

一方、７日が経った後には対照群の相対傷面積は３１％が残存しており、第１のプロトコール実験群の相対傷面積は４．７％が残存しており、第２のプロトコール実験群の相対傷面積は９．０％が残存していた。

【００７５】

図１４は、本発明の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムを用いて治療しながら、７日、１４日及び２８日が経った後に損傷された角膜の神経細胞の再生の度合いを共焦点（ｃｏｎｆｏｃａｌ）顕微鏡で測定した写真である。ここで、対照群は、角膜の一部を切削する視力校正述を施術された患者の角膜に通常の治療（例えば、抗生剤の投与）を受けた後に損傷された角膜の神経細胞の再生の度合いを測定し、実験群は、角膜の一部を切削する視力校正述を施術された患者の角膜に通常の治療（例えば、抗生剤の投与）の他に本発明の実施形態に係る損傷された角膜神経の再生のためのマルチチャンネル刺激システムを用いて損傷された角膜神経を治療しながら損傷された角膜の神経細胞の再生の度合いを測定した。

【００７６】

図１４に示すように、実験群は、対照群に比べて、時間がさらに経つにつれて、損傷された角膜の神経細胞がさらに盛んに再生されるということが分かる。

【００７７】

以上、本発明について、本発明の原理を例示するための好適な実施形態と結び付けて説明し且つ図示したが、本発明は、そのように図示され且つ説明されたそのままの構成及び作用に何ら限定されるものではない。

【００７８】

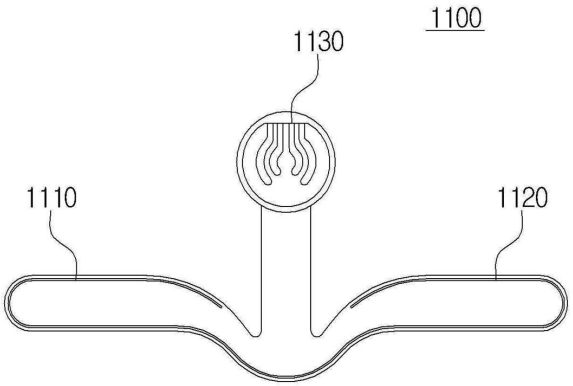
むしろ、添付の特許請求の範囲の思想及び範ちゅうを逸脱することなく、本発明に対する多数回の変更及び修正を加えることが可能であるということが当業者にとって明らかに理解できる筈である。

【００７９】

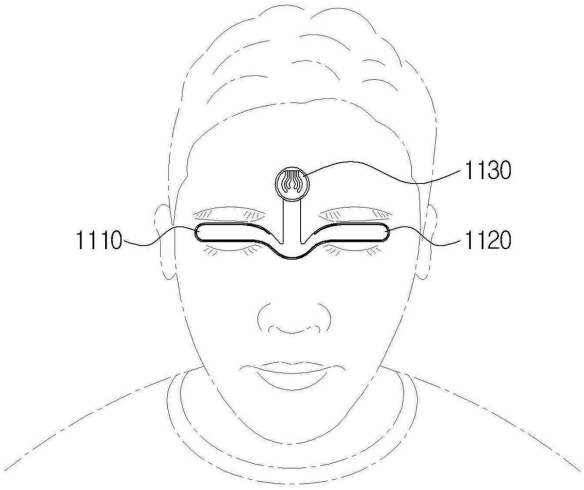
よって、そのようなあらゆる適宜な変更及び修正と均等物もまた、本発明の範囲に属するものとみなされるべきである。

【図面】

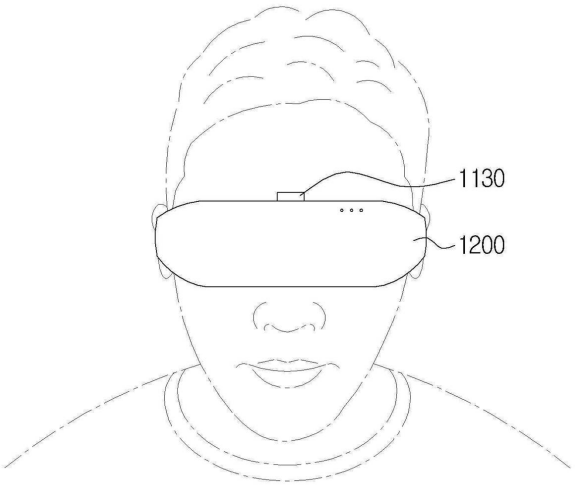
【図１】



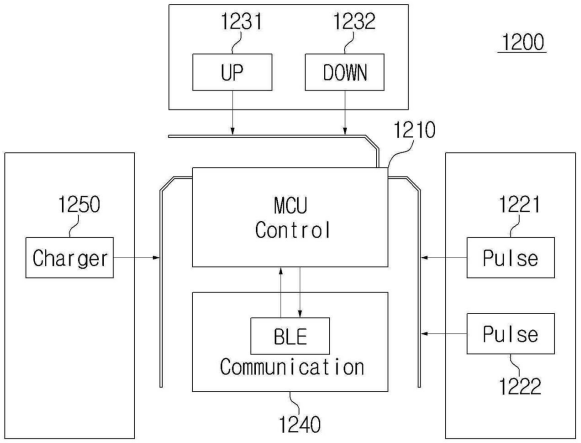
【図２】



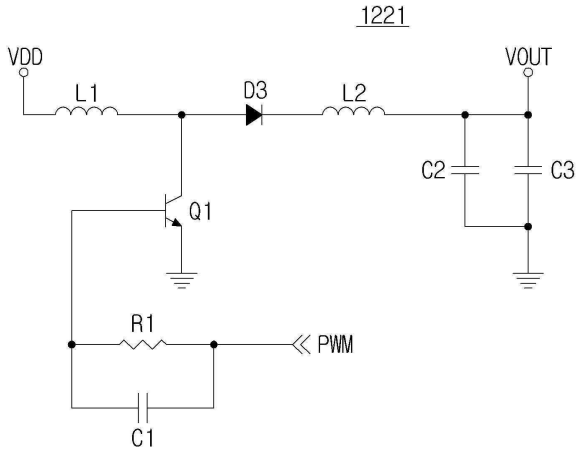
【図３】



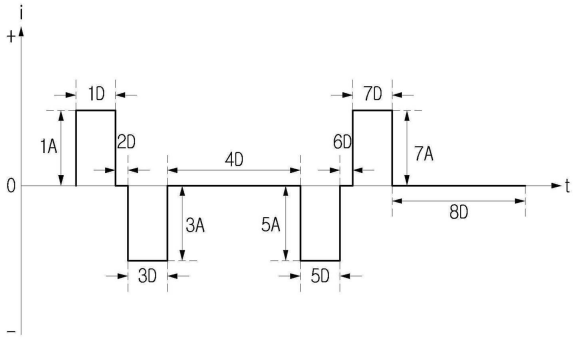
【図４】



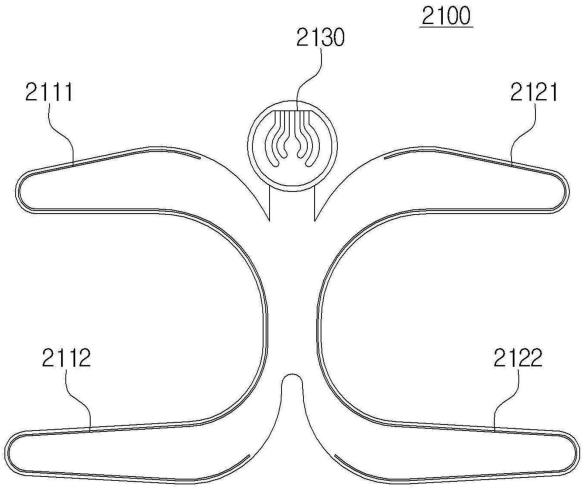
【図５】


1221
VDD
L1
D3
L2
VOUT
C2
C3
Q1
R1
PWM
C1

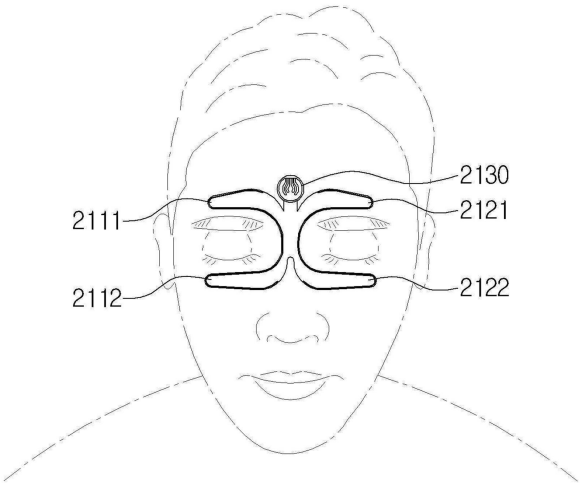
【図６】


i
+
0
−
t
1D
2D
3D
4D
5D
6D
7D
8D
1A
3A
5A
7A

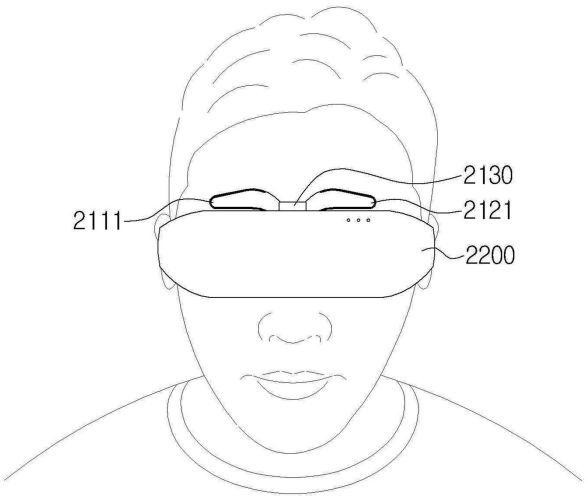
【図７】


2100
2130
2111
2121
2112
2122

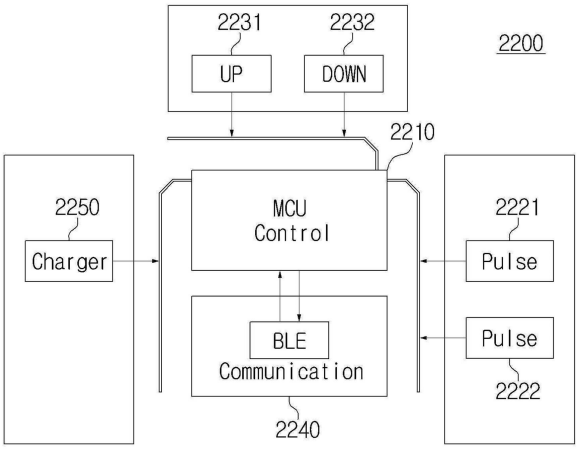
【図８】


2130
2111
2121
2112
2122

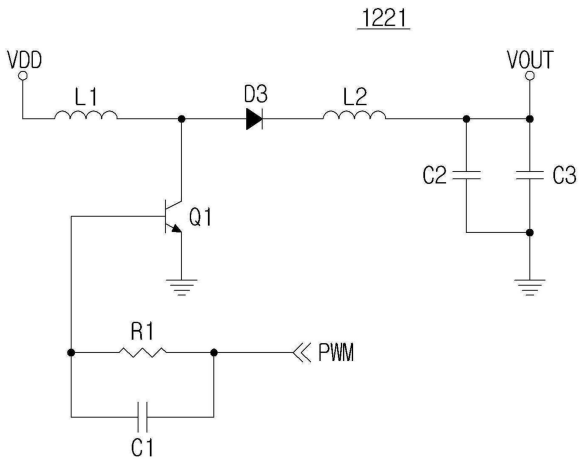
【図９】



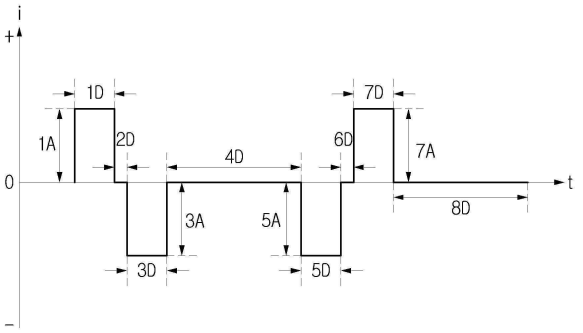
【図１０】



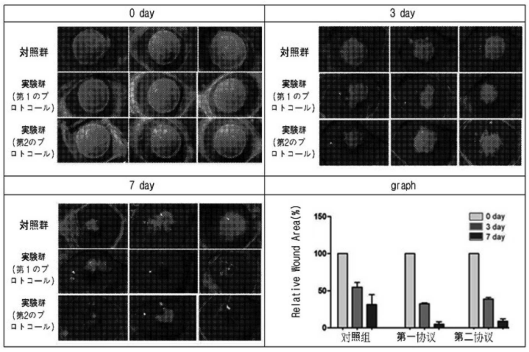
【図１１】



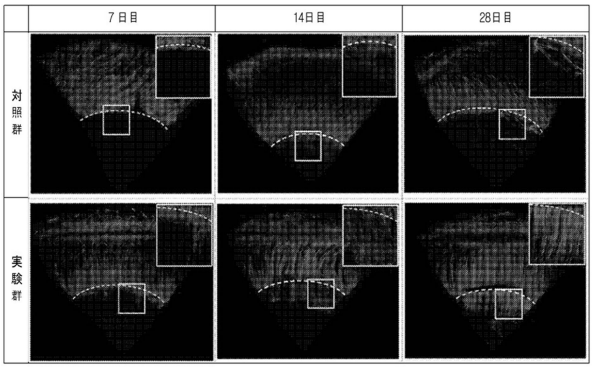
【図１２】



【図１３】


0 day
3 day
7 day
graph
対照群
実験群
(第1のプロトコール)
実験群
(第2のプロトコール)
Relative Wound Area(%)
150
100
50
0
0 day
3 day
7 day
対照组
第一协议
第二协议

【図１４】


7日目
14日目
28日目
対照群
実験群

フロントページの続き

ダストリアル サポート ビルディング ４フロア（フェギ－ドン ソウルバイオハブ）
(72)発明者 キム ピョンギュ
大韓民国 ０２４５５ ソウル トンデームン－グ フェギ－ロ １１７－３ インダストリアル サポート ビルディング ４フロア（フェギ－ドン ソウルバイオハブ）
(72)発明者 ソ ジュワン
大韓民国 ０２４５５ ソウル トンデームン－グ フェギ－ロ １１７－３ インダストリアル サポート ビルディング ４フロア（フェギ－ドン ソウルバイオハブ）
(72)発明者 イ ウォンジャン
大韓民国 ３５２１１ テジョン－シ ソ－グ ウォルピョン－ロ １３ボン－ギル ２５ ３０１（ウォルピョン－ドン ブクキョンビラ）

審査官 菊地 康彦
(56)参考文献 米国特許出願公開第２０１８／０３１８５８６（ＵＳ，Ａ１）
特表２０１３－５２４９４７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１７－０００４１４（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６１Ｎ １／３６
Ａ６１Ｎ １／０４
Ａ６１Ｆ ９／００