

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-65866  
( P2002-65866A )

(43) 公開日 平成14年3月5日 (2002.3.5)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テーマコード* (参考) |
|---------------------------|------|---------------|--------------|
| A 6 1 N 1/04              |      | A 6 1 N 1/04  | 4 C 0 5 3    |
| A 6 1 M 37/00             |      | A 6 1 M 37/00 |              |
| A 6 1 N 1/36              |      | A 6 1 N 1/36  |              |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-264538 ( P2000-264538 )

(22) 出願日 平成12年8月31日 (2000.8.31)

(71) 出願人 593132135

館 ▲すすむ▼

茨城県つくば市梅園2丁目31番地の14

(71) 出願人 598072733

前田 太郎

東京都台東区谷中1丁目2番19号

(71) 出願人 593147184

川上 直樹

鳥取県鳥取市大工町頭9

(74) 代理人 100103137

弁理士 稲葉 滋

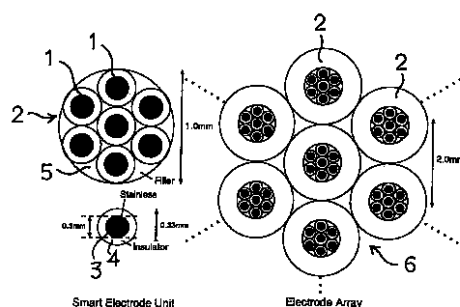
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気刺激に用いる複合電極

(57) 【要約】

【課題】皮膚インピーダンスの空間的分散に対する補償を行なうような電極を提供する。

【解決手段】皮膚表面から電気刺激を行なうための電極において、該電極は複数の微小電極から形成された複合電極であり、該それぞれの微小電極を電流制御するように構成したものであり、前記微小電極を定電流源としたことを特徴とする。前記微小電極の寸法は、汗腺の存在密度によって決定される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】皮膚表面から電気刺激を行なうための電極において、該電極は複数の微小電極から形成された複合電極であり、該それぞれの微小電極を電流制御するように構成したことを特徴とする電気刺激に用いる複合電極。

【請求項2】請求項1において、前記微小電極を定電流源としたことを特徴とする複合電極。

【請求項3】請求項1, 2いずれかにおいて、前記微小電極の寸法は、汗腺の存在密度によって決定されることを特徴とする電極。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気刺激に用いる電極に係り、詳しくは、皮膚表面からの電気刺激全般に用いることができる電極であり、例えば、電氣的に触覚を再現する場合、機能的電気刺激（リハビリ等に使用する）、経皮薬品投与（若干の電圧をかける場合がある）等に使用され得る。

## 【0002】

【従来の技術】ある目的をもって人間の皮膚を電氣的に刺激することは、長年の間、様々な分野で行なわれているが、皮膚表面から通電する場合には、以下のような不具合がある。皮膚表面の接触部分は角質（Stratum Corneum）中に汗腺（Sweat Duct）が分布しているため、汗腺中に汗が存在するか否かで電流の経路は大きく変化する。特に汗が存在する場合、汗腺は導通状態となり（図1（a））、そのため電流は汗腺に集中し、発生したジュール熱により痛覚を生じる。

【0003】これに対して導電性ゲル層（Gel）を間に挟むことによってこの状況を和らげる手法が知られている（図1（b））。この場合、ゲルは抵抗層として働くことにより、汗腺等による微細部分のコンダクタンス変化を和らげる働きをする。ゲル層は高抵抗かつ薄くなければならない。高抵抗であることにより、前記コンダクタンス変化に対応し、薄いことにより異方導電性が保証されるからである。

【0004】しかしながら、これには、（1）高抵抗層を挟むため、必要とされる電圧が上昇すること、（2）一様な薄膜作成の困難さ、（3）アレイ電極を用いた場合に電極間を「ゲルのみを通して」通電してしまうという不具合がある。したがって、理想的なゲル（Smart Gel）というべきものに要請される能力が演繹される（図1（c））。すなわち、皮膚の微細かつ局所的なインピーダンス変化を補償するように、能動的にゲルの局所的インピーダンスを変化させるものが必要である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、皮膚インピーダンスの空間的分散に対する補償を行なうような電極を提供することを課題とするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、かかる課題を解決するために創案されたものであって、皮膚表面から電気刺激を行なうための電極において、該電極は複数の微小電極を束ねることで形成されており、該それぞれの微小電極を電流制御するように構成したことを特徴とするものであり、好ましくは、前記微小電極を定電流源としたものである。

【0007】本発明は、微細部分のコンダクタンス変化を補償するような働きを備えた電極に係り、微細電極を用い、それぞれに対して電流制御を行なうことで等価的にインピーダンス制御を行なうシステムを提供するものである（図1（d））。すなわち、複数の微細電極を束ねて単一の複合電極として使用するものである。

【0008】微小電極に要求されるサイズは汗腺の存在密度から決定される。一つの望ましい態様（これには限定されないが）では、一つの微小電極下に高々一つの汗腺しか存在しない状態が良い。例えば、汗腺は指先皮膚において $1\text{mm}^2$ に3～5個存在する。よって径0.3mmの微細電極を用いれば、各電極上にはせいぜい1つの汗腺しか存在しない。機能的電気刺激のように電極全体が数cmに及ぶ場合には、これを3～20程度に分割することも考えられる。微小電極の形状については、一つの好ましい態様では、平面視円形状であるが、微小電極の形状はこれには限定されず、例えば、微細線状であってもよい。

## 【0009】

【発明の実施の形態】図4は電気触覚ディスプレイ装置であり、1チャンネル高速パルス信号（1MHz）と8チャンネル低速重み付け信号をアナログ乗算し、完全に同期させた8チャンネル刺激信号を得る。これをV-Iコンバータで電流に変換し、被験者に通電する。被験者は指を電極アレイに載せ、接地された指輪をはめる。電極アレイの重み付けを変化させることで皮膚下の感覚神経を選択的に刺激し、これにより各種感覚を生成することができる。これについては、特願平11-332177号に詳述されている。

【0010】このような電気触覚ディスプレイにおいては、皮膚インピーダンスの局所的な分散という問題点がある。特に、電極下に汗腺が存在する場合、汗腺に電流が集中することによりジュール熱が発生し、急激な痛みを生じることがある。本発明では、電極自体を微細な電極の集合で構成し、それぞれを電流制御することにより電流の局所的集中を防ぐようにしている。

【0011】図2は、本発明に係る複合電極の一つの実施例を示している。径0.3mmの微小電極1を7つ束ねて、径1mmの複合電極2を構成している。より詳しくは、一つの微小電極を中心として、6つの微小電極を放射状に配設することで複合電極を構成している。微小電極1は平面視円形状のステンレス3から形成されてお

り、その回りには絶縁体 4 が被覆されている。したがって、一つの電極 2 を構成する複数の微小電極 1 は、互いに絶縁体 4 を介して隣接しており、さらに各微小電極 1 の隙間には詰め物 5 が充填されている。それぞれの微小電極 1 を電流制御することで単一の電極 2 として用い、皮膚インピーダンスの空間的分散に対応するようになっている。複数の微小電極の配設は、図 2 のものに限定されるものではなく、例えば、微小電極を列状に配設することで一つの電極を構成してもよい。

【0012】実施例のものでは、複数の微小電極 1 からなる電極 2 をさらにアレイ状に配設することでアレイ電極 6 を構成している。これは、アレイ電極 6 の重み付けの変化によって、神経軸索の延びる方向に対応して選択的に神経軸索を刺激すると共に、刺激深度を変化させて皮膚表面に対して深度の異なる神経軸索を選択的に刺激するためであり、アレイ電極 6 の重み付けの選択は、アレイ電極 6 を構成する各電極 2 の陰陽の選択及び各電極 2 の配設の選択によって行なう。神経軸索を選択的に刺激する触覚ディスプレイについては、前述したように特願平 11 - 332177 号に開示されている。

【0013】前述したように、汗腺は指先皮膚において、 $1\text{mm}^2$  に 3 ~ 5 個存在する。よって径 0.3mm の微小電極を用いれば各電極上にはせいぜい 1 つの汗腺しか存在しない。したがって、各微小電極を電流制御することによって電流の局所集中を防ぐことができる。

【0014】微小電極を大量に作成することにより、膨大な制御回路が必要となる可能性が問題となる。しかしながら、一つの電極を構成する個々の微小電極は全て同\*

\* 一の電流を出力すれば良いので、簡単な回路を付加することで本発明に係る電極を実現することができる。

【0015】図 3 は、本発明に係る電極の回路の一例である。電流制御を同時に電極個数分なうため、カレントミラー回路を用いている。図 3 から明らかなように、従来の単一電極に比べてトランジスタ数が  $2 \times N$  (N は微細電極個数) 増えるだけであり、コスト的な問題は少ない。本発明に係る電極を構成する回路は図 3 のものに限定されるものではなく、また、電極基板上にトランジスタを作り込むものであってもよい。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、電極自体を微細な電極の集合で構成し、各微細電極を電流制御することによって電流の局所的集中を防ぐことができ、皮膚インピーダンスの空間的分散に対する補償を行なうことができ、もって、汗腺等による微細部分のコンダクタンス変化を補償することができる。

【図面の簡単な説明】

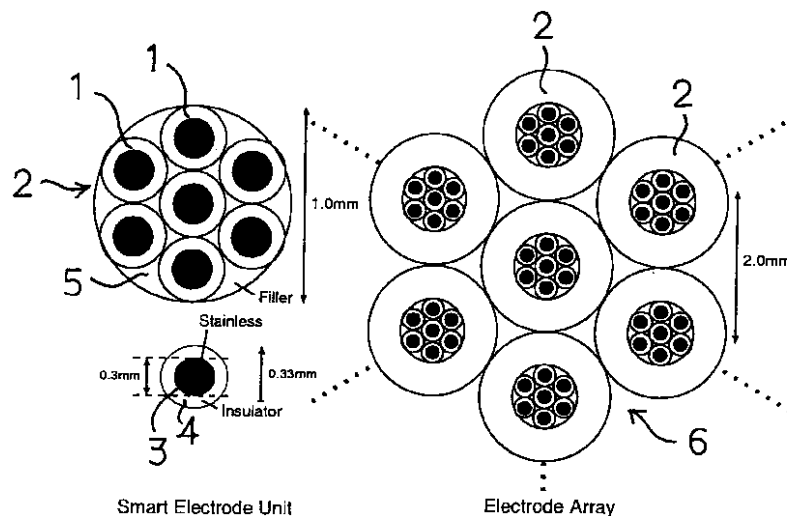
【図 1】経皮電気刺激における、(a) は電極、皮膚(角質、汗腺)のモデル化、(b) は導電性ゲルのインピーダンス安定化の働き、(c) は演繹されるより高性能なゲル、(d) は微小電流源アレイ(複合電極)による実装をそれぞれ示している。

【図 2】本発明に係る複合電極の一つの実施の形態を示す図である。

【図 3】本発明に係る複合電極の一つの回路構成を示す図である。

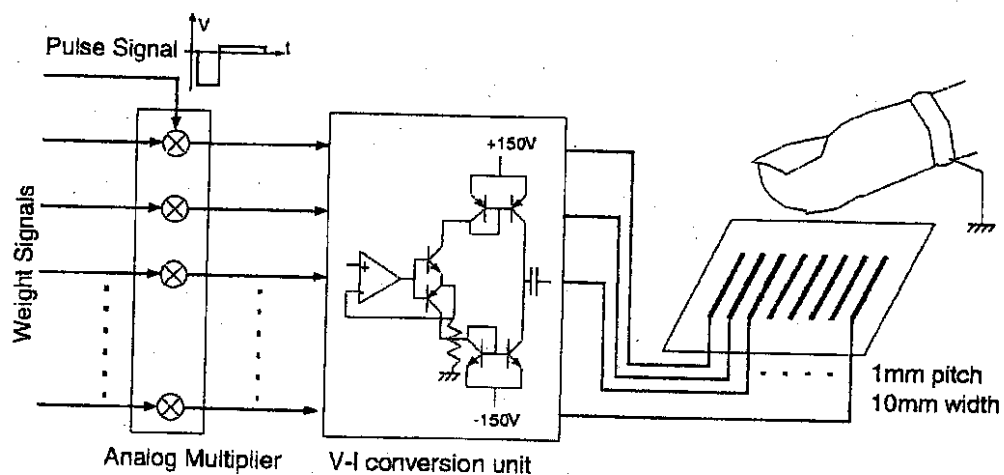
【図 4】電気刺激のシステム構成図である。

【図 2】





【図4】



フロントページの続き

(71)出願人 500409297  
梶本 裕之  
神奈川県横浜市戸塚区下倉田町828 - 362

(72)発明者 舘 すすむ  
茨城県つくば市梅園2丁目31番14号

(72)発明者 前田 太郎  
東京都台東区谷中 1丁目2番19号

(72)発明者 川上 直樹  
鳥取県鳥取市大工町頭九番地

(72)発明者 梶本 裕之  
横浜市戸塚区下倉田町828 - 362

Fターム(参考) 4C053 BB02 JJ13 JJ24 JJ32