

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-29693

(P2017-29693A)

(43) 公開日 平成29年2月9日(2017.2.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/0408 (2006.01)	A 6 1 B 5/04 3 0 0 M	4 C 1 1 7
A 6 1 B 5/0478 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 A	4 C 1 2 7
A 6 1 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/04 3 1 2 R	
A 6 1 B 5/0456 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-112536 (P2016-112536)	(71) 出願人	000003160 東洋紡株式会社 大阪府大阪市北区堂島浜二丁目2番8号
(22) 出願日	平成28年6月6日(2016.6.6)	(72) 発明者	権 義哲 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡株式会社内
(62) 分割の表示	特願2016-109213 (P2016-109213) の分割	(72) 発明者	雲林院 悠美子 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡株式会社内
原出願日	平成28年5月31日(2016.5.31)	Fターム(参考)	4C117 XA05 XB01 XB16 XC11 XE17 XE19 XE23 XE24 XE27 XR03 4C127 AA02 EE01 GG02 LL13 LL15
(31) 優先権主張番号	特願2015-114684 (P2015-114684)		
(32) 優先日	平成27年6月5日(2015.6.5)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2015-158265 (P2015-158265)		
(32) 優先日	平成27年8月10日(2015.8.10)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

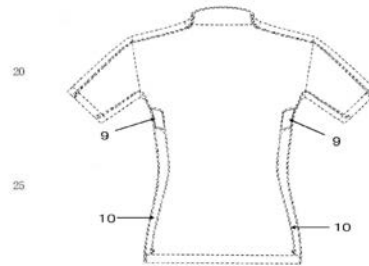
(54) 【発明の名称】 個别人体の体型にフィットした衣服型電子機器をカスタム的に提供する方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 歩行動作時やランニング等の運動動作時においても測定可能である生体情報計測用のセンシングウェアを提供する。

【解決手段】 少なくとも、(1)衣服素材のモデル化、(2)縫合及び着衣のモデル化、(3)人体データの解析、(4)着衣シミュレーションを行った結果、衣服圧が0.5 kPa以上となる個所の衣服の内側に身体接触用検出端となる電極9を配置してセンシングウェアを得る。センシングウェアは歩行動作時やランニング等の運動動作時においても安定して身体電気信号を測定可能となる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

衣服に、生体信号を検出するための、皮膚接触電極を設けてなる、衣服型電子機器において、少なくとも、

- (1) 衣服素材のモデル化、
- (2) 縫合及び着衣のモデル化、
- (3) 人体データの解析、
- (4) 着衣シミュレーション、

を行うことにより体表面での衣服圧を求め、衣服圧が 0.5 kPa 以上である個所を皮膚接触電極の配置位置として選択するプロセスを有する事を特徴とする衣服型電子機器の設計方法を用いた衣服型電子機器の提供方法において、人体データとして、別途測定した個別の人体形状データを用いることにより、個別人体の体型にフィットした衣服型電子機器をカスタム的に提供する方法。

10

【請求項 2】

着衣シミュレーションにより、運動開始 10 秒後から 200 秒までの衣服圧のバラツキが 60% 以内である個所に皮膚接触電極を配置することを特徴とする請求項 1 に記載の個別人体の体型にフィットした衣服型電子機器をカスタム的に提供する方法。

【請求項 3】

前記皮膚接触電極の面積がいずれも 1 cm^2 以上である、請求項 1 または請求項 2 に記載の個別人体の体型にフィットした衣服型電子機器をカスタム的に提供する方法。

20

【請求項 4】

測定対象となる生体情報が少なくとも R 波を含む心電図である、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の個別人体の体型にフィットした衣服型電子機器をカスタム的に提供する方法。

【請求項 5】

前記皮膚接触電極は配線を備え、該電極と該配線は同じ材料で構成されている請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の個別人体の体型にフィットした衣服型電子機器をカスタム的に提供する方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】**【0001】**

本発明は、センサーを用いた生体情報測定方法及び生体情報測定用衣類に関する。さらに、本発明はセンサーを用いた生体情報測定用衣類の設計方法に関し、さらにその設計方法を用いて顧客体型に適合したカスタムメイドの生体情報測定用衣類の提供方法に関し、さらには該設計方法を用いて得られるカスタムメイド生体情報測定用衣類に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、心電図等の人体の生体情報を測定する方法は、安静状態において人体表面の 10 箇所に電極を固定して人体が発する電気信号を検知する方法が一般的であり、この方法は電極を固定するために電極と皮膚表面との間にゲル又はペーストを使用すること、あるいは粘着テープを使用することが必須である。このため、長時間の連続測定においては発汗による不快感、搔痒感や違和感の発生を伴い、粘着テープ等の粘着性の高い貼り付け電極ではさらに皮膚炎を生じやすい問題も生じる。

40

また、前記従来の測定方法においては、歩行時やランニング等の運動動作中は発汗の増加による電極の外れや運動時の電極位置のずれ等により生体情報を測定することは困難である。さらに、運動動作中は電極と皮膚とのこすれも発生し、不快感、搔痒感や違和感の発生、皮膚炎発生の問題もより顕著となる。

近年、医療分野やヘルスマニタリング分野において、衣服やベルトやストラップとして着用することにより心電図などの生体情報を簡便に計測しうるウェアラブル生体情報計測装置が注目されている。例えば心電図の計測を行うウェアラブル計測装置では、衣服とし

50

て着用した状態で日常生活を過ごすことで、日常の様々な状況における心拍の変動等の生体情報を簡便に把握することが期待される。

【0003】

このようなウェアラブル生体情報計測装置は、一般に、織編物で作製された衣服の内側に、電極や各種計測に応じたセンサーと、それらの電気信号を演算・処理装置等に伝えるための配線を備えている。

ウェアラブル生体情報計測装置に配線を設ける技術としては、電極や配線を設けようとする領域以外の領域の布地をマスキングした上で、導電性高分子を含む塗料を塗布する方法（特許文献1）等がある。

【0004】

しかしながら、実際に任意の位置に電極及び/又はその他センサーを取り付けたウェアラブル生体情報計測装置を用いて生体情報を測定しようとする、特に被測定者が歩行動作やランニング（ジョギング）などの運動動作を行っている状態においては、電極及び/又はその他センサーが皮膚に十分に密着していない状態を発生し、生体情報の計測が不可能となる、あるいは計測した生体情報のノイズが増大して目的とする情報が得られないという問題が発生することを本願発明者らは新たに見出した。

【0005】

心電図の測定においては、特許文献2（図1）には人体前面の腹部3箇所と首部の付け根付近1箇所に電極を装着することが記載されており、特許文献3（図1）には人体前面の左右鎖骨の左右端下付近2箇所と左右腋窩線上の左右最下肋骨の高さ付近2箇所に電極を装着することが記載されているが、これらの電極装着位置をウェアラブル生体情報計測装置に適用しても、歩行動作時や運動動作時における前記の問題は解決されなかった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2014-151018号公報

【特許文献2】特表2012-519561号公報

【特許文献3】特開2006-61446号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は上記の様な問題に着目してなされたものであって、その目的は、電極と皮膚表面との間にゲル、ペースト、粘着テープ等を使用する必要がなく、かつ歩行動作時や運動動作時においても測定可能である生体情報の測定方法及び、生体情報測定用衣類を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意研究したところ、人体の特定の位置に電極を備えてなる生体情報の測定方法を新たに見出して本願発明を完成するに至った。

すなわち、本願発明は以下の構成を有するものである。

【0009】

[1] 衣服に、生体信号を検出するための、皮膚接触電極を設けてなる、衣服型電子機器において、少なくとも、

- (1) 衣服素材のモデル化、
- (2) 縫合及び着衣のモデル化、
- (3) 人体データの解析、
- (4) 着衣シミュレーション、

を行うことにより体表面での衣服圧を求め、衣服圧が0.5kPa以上である個所を電極の配置位置として選択するプロセスを有する事を特徴とする衣服型電子機器の設計方法を用いた衣服型電子機器の提供方法において、人体データとして、別途測定した個別の人

10

20

30

40

50

体形状データを用いることにより、個別人体の体型にフィットした衣服型電子機器をカスタム的に提供する方法。

[2] 着衣シミュレーションにより、運動開始 10 秒後から 200 秒までの衣服圧のパラッキが 60 % 以内である個所に皮膚接触電極を配置することを特徴とする [1] に記載の個別人体の体型にフィットした衣服型電子機器をカスタム的に提供する方法。

[3] 前記皮膚接触電極の面積がいずれも 1 cm² 以上である、[1] または [2] に記載の個別人体の体型にフィットした衣服型電子機器をカスタム的に提供する方法。

[4] 測定対象となる生体情報が少なくとも R 波を含む心電図である、[1] から [3] のいずれかに記載の個別人体の体型にフィットした衣服型電子機器をカスタム的に提供する方法。

[5] 前記皮膚接触電極は配線を備え、該電極と該配線は同じ材料で構成されている [1] から [4] のいずれかに記載の個別人体の体型にフィットした衣服型電子機器をカスタム的に提供する方法。

【発明の効果】

【 0010 】

本発明の生体情報測定方法及び生体情報測定用衣類によれば、電極と皮膚表面との間にゲル、ペースト、粘着テープ等を使用する必要がなく、かつ歩行動作時や運動動作時においても測定可能である生体情報の測定方法及び、生体情報測定用衣類を提供することができる。

また、本発明では、個人個人の個々の体型にフィットしたカスタム的な生体情報測定用衣類を提供することが可能となる。生体情報測定用衣類を用いたアプリケーションとしてはスポーツ医学、スポーツ生理学分野での応用が種々考えられている。これらの用途において生体情報測定用衣類を着用するのはスポーツ選手であるため筋肉質な体型が想定される。一方で医療分野、療育分野、リハビリテーション分野などでの応用を考えた場合には、着用者は一般人であり、高齢者、痩せた体型の持ち主、あるいは肥満体など、幅広い体型への対応が求められる。本発明のシステムでは、個別体型にフィットしたカスタム的な生体情報測定用衣類を提供可能であるため、生体情報測定と処置などのエクササイズを、より効率的に組み合わせた運用が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0011 】

【図 1】シミュレーションにより検討した衣服圧変動検討位置を示す図である。

【図 2】歩行時の衣服圧変動シミュレーション結果を示す図である。

【図 3】5 の位置において取得した安静時と歩行時の心電図を示す図である。

【図 4】本願の生体情報測定用衣類の一例を示す図である。人体背面側であり、電極及び配線は衣類内面側に備えられている。

【図 5】図 1 における衣服圧変動検討結果位置 (1) の個所の歩行時の衣服圧変動シミュレーション結果を示す図である。

【図 6】図 1 における衣服圧変動検討結果位置 (2) の個所の歩行時の衣服圧変動シミュレーション結果を示す図である。

【図 7】図 1 における衣服圧変動検討結果位置 (3) の個所の歩行時の衣服圧変動シミュレーション結果を示す図である。

【図 8】図 1 における衣服圧変動検討結果位置 (4) の個所の歩行時の衣服圧変動シミュレーション結果を示す図である。

【図 9】図 1 における衣服圧変動検討結果位置 (5) の個所の歩行時の衣服圧変動シミュレーション結果を示す図である。

【図 10】図 1 における衣服圧変動検討結果位置 (6) の個所の歩行時の衣服圧変動シミュレーション結果を示す図である。

【図 11】図 1 における衣服圧変動検討結果位置 (7) の個所の歩行時の衣服圧変動シミュレーション結果を示す図である。

【図 12】図 1 における衣服圧変動検討結果位置 (8) の個所の歩行時の衣服圧変動シミュレーション結果を示す図である。

10

20

30

40

50

ュレーション結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明は生体情報測定方法に関し、より詳しくは電極を使用した生体情報測定方法に関する。

本発明における生体情報とは、電極及び/又はその他センサーにより検知可能な心電図、筋電図、体温、呼吸数、発汗等の生体情報をさす。電極及び/又はその他センサーは、測定対象となる生体情報により決定される。このうち、心電図を測定可能な電極を備えることが好ましい様態である。心電図とは、心臓の動きによる電気的な変化を、生体表面の電極を介して検出して波形として記録可能な情報をさし、一般的には横軸に時間を、縦軸に電位差をプロットした波形として記録される。心拍1回ごとに心電図に現れる波形は、P波、Q波、R波、S波、T波の代表的な5つの波により主に構成され、この他にU波が存在し、また、Q波の始めからS波の終わりまでをQRS波と称する場合がある。これらの波のうちで、少なくともR波を検知可能な電極を備えることが好ましい。R波は左右両心室の興奮を示し、最も電位差の大きな波である。また、R波の頂点と次のR波の頂点までの時間を一般にR-R時間と称するが、 $(\text{心拍数}) = 60 / (\text{R-R時間(秒)})$ の式を用いて、1分間当りの心拍数を計算することができる。つまり、R波を検知可能な電極を備えてR波を検知することにより、心拍数を知ることができる。本発明においては特に注釈のない限り、QRS波もR波に含まれるものである。

10

【0013】

本発明における電極は、心電図等の生体の電気的情報を検知する機能を有するものである。本願発明の生体情報測定方法においては、電極は少なくとも2つ以上必要である。例えば心電図を例にとると、心臓を挟んで電極を少なくとも2つ使用することにより心電図を検知可能となる。生体情報の被測定者が、歩行やランニング等の運動動作中においては、電極の位置が生体情報の測定において極めて重要であることを本願発明者らは見出した。すなわち、電極を供えた衣類を用いて運動動作中における心電図等の生体情報を測定しようと試み、心臓を挟んで任意の2箇所の位置に電極を備えた衣類を用いたところ、運動動作により電極の体表面に対する接触が確保できず、心電図は測定不能であり、電極位置を変えて試行錯誤を重ねても心電図を適正に測定することは不可能であった。

20

【0014】

本願発明者らは鋭意検討の結果、生体表面上の特定の位置に電極を備えることにより、被測定者が運動動作中においても生体情報を測定可能であることを新たに見出した。すなわち、電極として下記の電極1と電極2を備えるものであり、該電極1は、人体左側側面表面における後腋窩線と該後腋窩線と距離10cmで人体背面側に離れた人体表面の場所に位置する後腋窩線と平行な線(線1)との間の左右位置、及び第七肋骨上端と第九肋骨下端の間の上下位置を満たす人体表面の領域(領域A)の少なくとも一部に接触する電極(電極1)であり、該電極2は、人体右側側面表面における後腋窩線と該後腋窩線と距離10cmで人体背面側に離れた人体表面の場所に位置する後腋窩線と平行な線(線2)との間の左右位置、及び第七肋骨上端と第九肋骨下端の間の上下位置を満たす人体表面の領域(領域B)の少なくとも一部に接触する電極(電極2)である。

30

40

好ましい領域Aの左右位置は、人体左側側面表面における後腋窩線と該後腋窩線と距離5cmで人体背面側に離れた人体表面の場所に位置する後腋窩線と平行な線(線1)との間であり、好ましい領域Aの上下位置は第八肋骨上端と第九肋骨下端の間である。同様に領域Bの好ましい位置は、左右位置が人体右側側面表面における後腋窩線と該後腋窩線と距離5cmで人体背面側に離れた人体表面の場所に位置する後腋窩線と平行な線(線2)との間であり、上下位置が第八肋骨上端と第九肋骨下端の間である。

【0015】

該電極1及び電極2の適正な位置を見出すに際し、本発明者らは以下の(1)~(4)のステップによる運動動作時における衣服圧の新たなシミュレーション技術を検討し、その結果を基に適正位置を推定して検証を行った。(1)衣服素材のモデル化、(2)縫合

50

及び着衣のモデル化、(3)人体データの解析、(4)着衣シミュレーション。

上記シミュレーション技術による検討の結果、脇の下の背中側において運動動作時に常に圧力が発生することが推定された。次いで、最適位置を検討するべくシミュレーション技術による更なる検討の結果、図1における1～8の位置のうち、特に4～6の位置において衣服圧による圧力が安定的に発生することが推定された(図2)。実際に人体の左右2箇所5の位置において心電図を取得したところ、安静時と歩行時において良好な心電図が得られた(図3)。

【0016】

本発明では、少なくとも

- (1)衣服素材のモデル化、
- (2)縫合及び着衣のモデル化、
- (3)人体データの解析、
- (4)着衣シミュレーション、

を行うことにより、静止時および運動動作時に衣服が人体に与える圧力、すなわち衣服圧を予測し、常に一定値以上の衣服圧が発生すると予測される個所をセンサーの検出端電極配置領域の候補とすることができる。

本発明では前記手順により予測される衣服圧が0.5kPa以上の個所を検出端電極配置領域の候補とすることが好ましく、さらに0.6kPa以上の個所を検出端電極配置領域の候補とすることが好ましく、さらに0.7kPa以上の個所を検出端電極配置領域の候補とすることが好ましく、さらに0.8kPa以上の個所を検出端電極配置領域の候補とすることが好ましい。衣服圧がこの範囲を下回ると、激しい運動時に検出端電極と人体との接触が不安定になり生態情報の取得ができない場合がある。

一方で衣服圧が3.0kPa以上、好ましくは2.5kPa以上、さらに好ましくは2.0kPa以上であると衣服がきつく感じられてしまうため好ましくない。

さらに本発明では検出端電極が配置される領域の圧力のばらつきは小さい方が好ましい。本発明では運動動作時を想定した運動時の同一個所に於ける圧力の時間的バラツキが60%以下である事が好ましく、50%以下である事がさらに好ましく、40%以下である事がなお好ましい。圧力ばらつきが、この範囲を越えると、激しい運動時に検出端電極と人体との接触が不安定になり生態情報の取得ができない場合がある。

なおここに圧力バラツキ(%)は、運動時に求められた衣服圧経時変化の

圧力バラツキ(%) = $100 \times (\text{衣服圧最大値} - \text{衣服圧最小値}) / \text{衣服圧算術平均値}$ である。

また、運動開始直後は、身体形状の変化に伴い、衣服が大きくずれることがあるため、衣服圧ならびにバラツキは、ある程度定常化した状態にて読み取ることが肝要である。具体的にはシミュレーションにより運動開始10秒後から200秒後の間の衣服圧、およびバラツキにて判断すればよい。

【0017】

本発明における(1)衣服素材のモデル化、には有限要素法と生地構成則として(超弾性異方性(超弾性+リバーモデル)を用いることができる。

衣服素材のモデル化には素材の異方性と非線形性を考慮する必要がある、衣服素材を超弾性母材(シェル)+リバーモデルを用いることができる。素材の異方性の測定方法および記述方法としては、川端法として知られる方法を適用できる。河端法とは日本繊維機械学会、風合い計量と規格化研究委員会発行による「風合い評価の標準化と解析(第2版)」に掲載された繊維素材の評価方法である。

【0018】

本発明における(2)縫合及び着衣のモデル化、には、まず人体モデルに仮想的に着付ける衣服の型紙の2次元形状を示す型紙モデル作成し、前記型紙モデルを複数の要素に分割し、各要素に前記布モデルにより示される力学特性を付与し、有限要素法を用いて各要素の運動方程式を解くことで前記型紙モデルを変形させて、前記衣服を前記人体モデルに仮想的に着付けることによりモデル化できる。

10

20

30

40

50

【0019】

(3) 人体データの解析は、人体形状のモデル化と、運動時における人体の変形への対応手法を意味する。人体データのモデル化としては、一例として、社団法人人間生活工学研究センター(略称HQL)が行った、全国3万4千人の178項目に及ぶ人体寸法計測の結果得られたデータを基に、人体各部位の平均値に解剖学的知識と美意識の3つの要素を加味して立像化された「平均的人体寸法ダミー」、さらに「平均的人体寸法ダミー」を基にファンデーションで補正しないナチュラルな体型と、自然な姿勢を考慮した「裁断用ナチュラルヌードボディ」を三次元計測し、剛体としてモデリングしたデータを用いることができる。人体データとして用いることができるデータはこの限りでは無く、国、民族、性別、年齢に応じた人体形状を準備して用いれば良い。また、顧客個人のカスタム仕様の生体情報測定用衣類が求められる場合には顧客の体型を三次元計測してモデリングしたデータを用いることができる。

本発明では、静止時のみならず運動時の衣服圧を求めて衣服圧を予測することが好ましい。運動時の人体モデルとしては、目的とする運動、たとえばジョギング、短距離走、競歩、走り幅跳び、走り高跳び、ハンマー投げ、砲丸投げ、やり投げなどの陸上競技、鉄棒、床体操、跳馬、平行棒などの体操競技、野球、サッカー、バスケットボール、バレーボールなどの球技、競輪などの自転車等走行器具を用いたスポーツ、ロッククライミング、ボルダリングなどの山岳競技、スピードスケート、フィギュアスケート、スキー、スノーボードなどのウィンタースポーツ、自動車競技、オートバイ競技などのモータースポーツ等を行っている際の人体の運動をAutodesk社Maya(R)MotionBuilder(R)等による実測、あるいはモーションキャプチャ技術などを用いて人体各部の移動量を求め、人体の三次元形状を修正し、時系列に配置する方法を例示できる。この場合、時間軸に沿って人体は変形するが、各瞬間では人体は剛体として振る舞うことになる。なお運動には日常生活に於ける一般動作や、就業中の作業動作なども含まれる。

(4) 着衣シミュレーション。

前記の方法でモデリングした人体形状を用いて着衣シミュレーションを行う。縫合及び着衣のモデル化において複数の要素に分割された型紙の各要素は、有限要素法を用いて各要素の運動方程式を解くことで前記型紙モデルを変形させて、前記衣服を前記人体モデルに仮想的に着付ける仮定で人体と仮想的に衝突するため、着付けられた衣服が前記人体モデルに仮想的に及ぼす衣服圧を算出することができる。

なお、複雑な人体表面形状に薄い衣服を着衣させることにより、着衣シミュレーション結果として「しわ」が発生する場合、あるいは人体と衣服間にルーズな隙間が生じる場合において、計算結果が不安定となる場合には、衣服の全ひずみエネルギーに対して散逸エネルギーが十分小さい、という条件が成立することを前提に、人工粘性法を適用することにより計算結果を安定させることができる。

また運動過程の姿勢変化する人体モデルを用いた計算の場合には、人工粘性法が適切に機能しない場合がある。この場合は、衣服の全ひずみエネルギーに対して運動エネルギーが十分小さい、という条件が成立することを前提に、準静的な動解析として計算することで着衣シミュレーションを行うことができる。

【0020】

本発明における衣服素材のモデル化、縫合及び着衣のモデル化、および静的な着衣シミュレーションについては、より具体的には、特開2009-230563にて開示されている方法を用いることができる。また、動的なシミュレーションについては、繊維機械学会誌 Vol.68, No.5 (2015) p.242-243.、繊維機械学会誌 Vol.68, No.5 (2015) p.244-245.

に記載された方法等を用いることができる。

【0021】

本発明においては、前記電極1及び電極2に加えて、電極3をグラウンド電極として使用することが好ましい。心電図を測定する際には、心電の信号は非常に微弱な信号であるため、基準となるグラウンド電極は安定していることが重要であり、該電極3を使用する人体表面位置としては、比較的筋肉量が少ない位置が電氣的ノイズの混入を防止するために

10

20

30

40

50

好ましく、具体的には該電極 3 は人体前面表面の少なくとも左右いずれかの第十一肋骨の上端部と下端部との間の領域（領域 C）の少なくとも一部に接触することが好ましい。また、本発明においては前記電極 1 ~ 3 以外の電極をさらに備えることができる。

【0022】

本発明において電極は、生体の電気的情報を検知可能な導電性層を含み、さらに絶縁層を含むことが好ましい。電極は、心電図等生体の電気的情報を検知するために必要な面積を有するものであり、各電極の面積はいずれも 1 cm^2 以上であることが好ましい。より好ましくは 5 cm^2 以上、さらに好ましくは 10 cm^2 以上、特に好ましくは 20 cm^2 以上である。上限値は特に限定されるものではないが、 100 cm^2 以下が好ましい。

また、電極の形状は、四角形、三角形、五角形以上の多角形、円形、楕円形等の任意の形状をとることができる。

【0023】

本発明における電極は、被測定者の運動動作に追従できるように伸縮性を有することが好ましい。例えば、基材繊維に導電性高分子が含浸等により被覆されてなる導電性高分子を含む繊維状電極や、金属粉等の導電性フィラーと伸縮性を含有する樹脂を含有する導電性組成物から形成されたシート状電極とすることにより、伸縮性を有する電極とすることができる。これらのうち、前記導電性組成物から形成されたシート状電極は、金属粉等の導電性が高い構成成分を用いることができるので、導電性高分子を使用する場合よりも低い電気抵抗値を得ることができ、微弱な電気信号を検知することができるので好ましい。電極表面の電気抵抗値は、 $1000\text{ }\Omega/\text{cm}$ 以下が好ましく、 $300\text{ }\Omega/\text{cm}$ 以下がより好ましく、 $200\text{ }\Omega/\text{cm}$ 以下がさらに好ましく、 $100\text{ }\Omega/\text{cm}$ 以下が特に好ましい。前記導電性組成物から形成されたシート状電極においては、電極表面の電気抵抗値を $300\text{ }\Omega/\text{cm}$ 以下の範囲に抑えることができる。

【0024】

また、前記導電性組成物から形成された電極は低い電気抵抗値を有するので、配線と電極を同一材料とすることが可能であり、これは本発明の好ましい一様態である。配線と電極を同一材料とする場合には、配線幅は 1 mm 以上あればよく、 5 mm 以上、 10 mm 以下とすることがより好ましい。

【0025】

本発明においては、前記領域 A の少なくとも一部に接触する前記電極 1 と前記領域 B の少なくとも一部に接触する前記電極 2 を備えた衣類により生体情報を測定することが好ましい。該衣類の形態は特に限定されるものではなく、スポーツウエア、Tシャツ、ポロシャツ、下着類、寝巻き、カットシャツ、白衣等の形態の衣類を用いることができる。該衣類の内側に、前記領域 A の少なくとも一部に接触する前記電極 1 と前記領域 B の少なくとも一部に接触する前記電極 2 を備え、それを着用することにより生体情報を測定する。

【0026】

本発明で使用する電極は、さらに絶縁層を有することが好ましい。例えば第一絶縁層と導電層とを含むシート状の形態のものを用いることができる。また、本発明で使用する配線は、例えば第一絶縁層と導電層と第二絶縁層とを含むシート状のものを用いることができる。

以下、本発明の好適な様態である、電極と配線を同一材料から作成して電極と配線が一体化したシートを作成する例について述べる。

【0027】

（第一絶縁層）

本発明において第一絶縁層は、電極および配線シートを基材に積層する際の接着面であり、着用の際に第一絶縁層が積層された基材の反対側からの水分が導電層に達することを防ぐ。また、本発明における後述の導電層は良好な伸長性を有するものであるが、基材が導電層の伸長性を越えた伸び性に富む素材である場合、基材の伸びに追従して導電層が伸ばされ、その結果クラックが発生することも考えられる。第一絶縁層は、衣類に積層される様態においては、衣類の伸びを抑制し、導電層が過度に伸長されるのを防ぐ、伸び止め

10

20

30

40

50

の役割も担っている。

【0028】

第一絶縁層を形成する樹脂は、絶縁性を有する樹脂であれば、特に制限されるものではなく、例えば、ポリウレタン系樹脂、シリコン系樹脂、塩化ビニル系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエステルエラストマー等を好ましく用いることができる。中でも、ポリウレタン系樹脂が、導電層との接着性の点から好ましい。なお、第一絶縁層を形成する樹脂は1種のみであってもよいし、2種以上であってもよい。

【0029】

本発明における第一絶縁層は、前記絶縁性樹脂を適当な溶剤（好ましくは、水）に溶解ないし分散させて、離型紙ないし離型フィルム上に塗布または印刷して塗膜を形成し、次いで塗膜に含まれる溶剤を揮散させ乾燥させることにより、形成することができる。また、後述する適度な物性を有する市販のシートないしフィルムを用いることもできる。

10

【0030】

第一絶縁層の膜厚は、200～20 μ mが好ましく、より好ましくは150～50 μ mである。第一絶縁層が薄すぎると、絶縁効果および伸び止め効果が不十分になり、一方、厚すぎると、衣類に積層される状態においては伸縮性の阻害と、電極および配線全体の厚みが分厚くなり着心地の阻害となる虞がある。

【0031】

（導電層）

本発明においては、前記第一絶縁層の上に、導電層が形成されていることが好ましい。この導電層により導通が確保される。

20

導電層は、導電性フィラーと樹脂とを含有することが好ましい。

【0032】

導電層を形成する導電性フィラーは、金属粉であることが好ましい。また、必要に応じて、金属粉以外の導電材料や金属ナノ粒子を導電性フィラーとすることもできる。

【0033】

金属粉としては、銀粉、金粉、白金粉、パラジウム粉等の貴金属粉、銅粉、ニッケル粉、アルミ粉、真鍮粉等の卑金属粉のほか、卑金属やシリカ等の無機物からなる異種粒子を銀等の貴金属でめっきしためっき粉、銀等の貴金属で合金化した卑金属粉等が挙げられる。これらの中でも、銀粉、銅粉が高い導電性を発現させ易い点および価格の点で好ましく、銀粉および/または銅粉を主成分（50質量%以上）とすることが望ましい。なお、導電性フィラーは1種のみであってもよいし、2種以上であってもよい。

30

【0034】

金属粉の好ましい形状としては、公知のフレーク状（リン片状）、球状、樹枝状（デンドライト状）、凝集状（球状の1次粒子が3次元状に凝集した形状）などを挙げることができる。これらの中で、フレーク状、球状、凝集状の金属粉が特に好ましい。

【0035】

金属粉の粒子径は、平均粒子径が0.5～10 μ mであることが好ましい。平均粒子径が大きすぎると、配線を微細なパターンで形成しようとする際に所望のパターン形状が形成し難くなる場合がある。一方、平均粒子径が小さすぎると、導電層形成時に金属粉が凝集し易くなり、また粒子径が小さくなるに伴い原料コストが上昇するため、好ましくない。

40

【0036】

導電性フィラー中に占める金属粉の割合は、80体積%以上が好ましく、より好ましくは85体積%以上、さらに好ましくは90体積%以上である。金属粉の含有割合が少なすぎると、十分に高い導電性を発現させにくくなる場合がある。

なお、本発明において各成分の体積%は、ペーストに含まれる各成分の各固形分の質量を計測し、（各固形分の質量÷各固形分の比重）を計算して各成分の固形分の体積を算出することにより求められる。

【0037】

50

他の導電材料としては、例えば、カーボンナノチューブが好ましく挙げられ、特に、メルカプト基、アミノ基、ニトリル基を表面に有するか、または、スルフィド結合および/またはニトリル基を含有するゴムで表面処理されていることが好ましい。一般に導電材料自体は凝集力が強く、アスペクト比が高い導電材料は、樹脂中への分散性が低くなるが、表面にメルカプト基、アミノ基またはニトリル基を有するか、スルフィド結合および/またはニトリル基を含有するゴムで表面処理されていることにより、金属粉に対する親和性が増して、金属粉とともに有効な導電性ネットワークを形成でき、高導電性を実現できる。

【0038】

導電性フィラー中に占める導電材料の割合は、20体積%以下が好ましく、より好ましくは15体積%以下、さらに好ましくは10体積%以下である。導電材料の含有割合が多すぎると、樹脂中に均一に分散させ難くなることもあり、また一般に上述のような導電材料は高価であることから、上記範囲に使用量を抑えることが望ましい。

10

【0039】

金属ナノ粒子としては、銀、ビスマス、白金、金、ニッケル、スズ、銅、亜鉛等が挙げられ、その平均粒子径は2~100nmが好ましい。特に、導電性の観点からは、銅、銀、白金、金が好ましく、銀及び/又は銅を主成分(50質量%以上)とするものがより好ましい。金属ナノ粒子を含有させると、導電性の向上が期待できるとともに、導電層の形成に用いる導電性ペーストのレオロジー調節に寄与し、印刷性を向上させることができる。

20

【0040】

導電性フィラー中に占める金属ナノ粒子の割合は、20体積%以下が好ましく、より好ましくは15体積%以下、さらに好ましくは10体積%以下である。導電材料の含有割合が多すぎると、樹脂中で凝集し易くなることもあり、また一般に上述のような粒子径の小さい金属ナノ粒子は高価であることから、上記範囲に使用量を抑えることが望ましい。

【0041】

導電層に占める上記導電性フィラーの量(換言すれば、導電層形成用の導電性ペーストの全固形分中に占める導電性フィラーの量)は、15~45体積%が好ましく、より好ましくは20~40体積%である。導電性フィラーの量が少なすぎると、導電性は不十分になる虞があり、一方、多すぎると、導電層の伸縮性が低下する傾向があり、得られた伸縮性電極および配線シートを伸長した際にクラック等が発生し、その結果、良好な導電性が保持できなくなる虞がある。

30

【0042】

導電層を形成する樹脂は、硫黄原子を含有するゴムおよび/またはニトリル基を含有するゴムを少なくとも含有することが好ましい。硫黄原子やニトリル基は金属類との親和性が高く、またゴムは伸縮性が高く伸長時にもクラック等の発生を回避しうるので、電極および配線シートが伸長されても導電性フィラーを均一な分散状態で保持し、優れた導電性を発現させることができる。伸長時の電気抵抗変化の観点からは、ニトリル基を含有するゴムがより好ましい。なお、導電層を形成する樹脂は1種のみであってもよいし、2種以上であってもよい。

40

【0043】

硫黄原子を含有するゴムは、硫黄を含有するゴムやエラストマーであれば特に限定されない。硫黄原子は、ポリマーの主鎖のスルフィド結合やジスルフィド結合、側鎖や末端のメルカプト基などの形で含有される。硫黄原子を含有するゴムとしては、具体的には、メルカプト基、スルフィド結合またはジスルフィド結合を含有する、ポリサルファイドゴム、ポリエーテルゴム、ポリアクリレートゴム、シリコンゴム等が挙げられる。特に、メルカプト基を含有する、ポリサルファイドゴム、ポリエーテルゴム、ポリアクリレートゴム、シリコンゴムが好ましい。また、硫黄原子を持たないゴム中に、ペンタエリスリトールテトラキス(S-メルカプトブチレート)、トリメチロールプロパントリス(S-メルカプトブチレート)、メルカプト基含有シリコンオイルなどの硫黄含有化合物を配合

50

した樹脂を用いることもできる。硫黄原子を含有するゴムとして用いることのできる市販品としては、液状多硫化ゴムである東レ・ファインケミカル社製の「チオコール（登録商標）LP」等が好ましく挙げられる。硫黄原子を含有するゴム中の硫黄原子の含有量は10～30質量%が好ましい。

【0044】

ニトリル基を含有するゴムとしては、ニトリル基を含有するゴムやエラストマーであれば特に限定されないが、ブタジエンとアクリロニトリルの共重合体であるアクリロニトリルブタジエン共重合体ゴムが好ましく挙げられる。ニトリル基を含有するゴムとして用いることのできる市販品としては、日本ゼオン社製の「Nipol（登録商標）1042」等が好ましく挙げられる。ニトリル基を含有するゴム中のニトリル基量（特に、アクリロニトリルブタジエン共重合体ゴム中のアクリロニトリル量）は、18～50質量%が好ましく、28～41質量%がより好ましい。アクリロニトリルブタジエン共重合体ゴム中の結合アクリロニトリル量が多いと、金属類との親和性は増大するが、伸縮性に寄与するゴム弾性は逆に減少する。

10

【0045】

導電層を形成する樹脂は、硫黄原子を含有するゴムおよびニトリル基を含有するゴムのみで構成されることが望ましいが、導電性、伸縮性、導電層形成時の塗布性などを損なわない範囲で、硫黄原子を含有するゴムおよびニトリル基を含有するゴム以外の樹脂を含んでいてもよい。他の樹脂をも含める場合、全樹脂中、硫黄原子を含有するゴムおよびニトリル基を含有するゴムの合計量が95質量%以上となるようにすることが好ましく、より好ましくは98質量%以上、さらに好ましくは99質量%以上となるようにするのがよい。

20

【0046】

導電層に占める上記樹脂の量（換言すれば、導電層形成用の導電性ペーストの全固形分中に占める樹脂固形分の量）は、55～85体積%が好ましく、より好ましくは60～80体積%である。樹脂の量が少なすぎると、導電性は高くなるが、伸縮性が悪くなる傾向がある。一方、樹脂の量が多すぎると、伸縮性は良くなるが、導電性は低下する傾向がある。

【0047】

本発明における導電層は、上記各成分を適当な有機溶剤に溶解ないし分散させた組成物（導電性ペースト）を第一絶縁層上に直接、所望のパターンに塗布または印刷して塗膜を形成し、次いで塗膜に含まれる有機溶剤を揮散させ乾燥させることにより、形成することができる。または、導電性ペーストを離型シート等の上に塗布または印刷して塗膜を形成し、次いで塗膜に含まれる有機溶剤を揮散させ乾燥させることにより、予めシート状の導電層を形成しておき、それを所望のパターンで第一絶縁層上に積層するようにしてもよい。

30

【0048】

導電性ペーストは、粉体を液体に分散させる従来公知の方法を適宜採用して樹脂中に導電性フィラーを均一に分散することにより調製できる。例えば、金属粉、導電材料の分散液、樹脂溶液を混合した後、超音波法、ミキサー法、3本ロールミル法、ボールミル法などで均一に分散すればよい。これらの手段は、複数を組み合わせて使用することも可能である。

40

【0049】

導電性ペーストの塗布または印刷する方法は、特に限定されないが、例えば、コーティング法、スクリーン印刷法、平版オフセット印刷法、インクジェット法、フレキソ印刷法、グラビア印刷法、グラビアオフセット印刷法、スタンピング法、ディスペンス法、スキージ印刷などの印刷法などを採用することができる。

【0050】

導電性ペーストにより塗膜を形成した後、有機溶剤を揮散させ乾燥させるには、例えば、大気下、真空雰囲気下、不活性ガス雰囲気下、還元性ガス雰囲気下などで加熱を行えば

50

よい。加熱温度は、例えば20～200 の範囲で、要求される導電性、基材や絶縁層の耐熱性を考慮して選択すればよい。

【0051】

導電層の乾燥膜厚は、150～300 μm が好ましく、より好ましくは100～500 μm である。導電層が薄すぎると、電極および配線シートの繰り返し伸縮により劣化しやすく導通が阻害ないし遮断される虞があり、一方、厚すぎると、基材の伸縮性の阻害と、電極および配線全体の厚みが分厚くなり着心地の阻害となる虞がある。

【0052】

(第二絶縁層)

本発明で用いる配線シートは、前記導電層の上に、第二絶縁層が形成されていることが好ましい。これにより、伸縮性配線シートを用いて作製した生体情報計測用インターフェースを着用した際に、雨や汗などの水分が導電層に触れるのを防ぐ。

10

【0053】

第二絶縁層を形成する樹脂としては、上述した第一の絶縁層を形成する樹脂と同様のものが挙げられ、好ましい樹脂も同様である。第二絶縁層を形成する樹脂も1種のみであってもよいし、2種以上であってもよい。第一の絶縁層を形成する樹脂と第二の絶縁層を形成する樹脂は、同一であってもよいし、異なってもよいが、同一であることが、導電層の被覆性および配線シート伸縮時の応力の偏りによる導電層の損傷の低減の点で好ましい。第二絶縁層は、上述したように第一絶縁層と同様に形成することができる。また、後述する適度な物性を有する市販のシートないしフィルムを用いることもできる。

20

【0054】

第二絶縁層の膜厚は、200～2000 μm が好ましく、より好ましくは150～2000 μm である。第二絶縁層が薄すぎると、基材の繰り返し伸縮により劣化しやすく絶縁効果が不十分になり、一方、厚すぎると、配線シートの伸縮性の阻害および配線全体の厚みが分厚くなり着心地の阻害となる虞がある。

【0055】

本発明で用いる伸縮性電極および配線シートの好ましい態様において、伸長率10%の伸長時にかかる単位幅当りの荷重は100N/cm以下であり、より好ましくは80N/cm以下、さらに好ましくは50N/cm以下である。従来の導電性布帛や配線は、伸長率10%の伸長時にかかる単位幅当りの荷重は100N以上であり、基材の伸長に追従し難く、着用したときの着心地を阻害する原因となった。それに対して、本発明の伸縮性電極および配線シートは、導電層を形成する樹脂として硫黄原子を含有するゴムおよび/またはニトリル基を含有するゴムを用いることにより、伸長率10%の伸長時にかかる単位幅当りの荷重を100N/cm以下に抑えることができるという特徴を奏する。なお、本発明における上記伸長荷重試験の詳細は実施例に記載する。

30

【0056】

本発明の伸縮性電極および配線シートの好ましい態様において、20%伸長による電気抵抗の変化は5倍以下であり、より好ましくは4倍以下、さらに好ましくは3倍以下である。従来の導電性布帛や配線は、通常、伸長率20%になるまでの段階で断線したり、伸長率20%まで伸長できたとしても、抵抗変化倍率が10倍を超えるほど著しい導電性の低下を生じる。それに対して、本発明の伸縮性電極および配線シートは、導電層を形成する樹脂として硫黄原子を含有するゴムおよび/またはニトリル基を含有するゴムを用いることにより、20%まで伸長しても抵抗変化率を5倍以下に抑えることができるという特徴を奏する。なお、本発明における上記伸長試験の詳細は実施例に記載する。

40

【0057】

本発明の伸縮性電極および配線シートの好ましい態様において、厚みは400 μm 以下であり、より好ましくは300 μm 以下、さらに好ましくは200 μm 以下である。従来の導電性布帛や配線の厚みは400 μm 以上であり、皮膚側に接したとき着用者に異物感を与える傾向がある。それに対して、本発明の伸縮性電極および配線シートは、金属粉を主とする導電性フィラーと、樹脂として硫黄原子を含有するゴムおよび/またはニトリル

50

基を含有するゴムで形成される導電層により、高い導電性を有しながらも厚みを400 μm以下に抑えることができるという特徴を奏する。

【0058】

本発明の電極および配線シートは、衣類等の基材に積層することが可能である。基材に対して絶縁第一層側を積層することが好ましく、積層する方法としては、接着剤による積層や熱プレスによる積層など、従来公知の積層方法であれば特に制限されるものではないが、生体情報の計測のために着用時の身体へのフィット性や運動時・動作時の追従性などの観点から、電極および配線シートの伸縮性を妨げない積層方法が好ましい。

【0059】

(生体情報計測用衣類)

本発明の生体情報計測用衣類は、上記電極が衣類に、着用時の位置が前記の所定位置となるように積層され、好ましくは配線シートが衣類等の基材に積層された構成を有するものである。本発明の衣類は、人体の躯幹部の少なくとも周長方向に装着するベルト、ブラジャーのような帯状の物、および/または、編織物、不織布からなる被服であれば特に制限されるものではなく、従来公知の各種樹脂からなる製品や、天然繊維、合成繊維、半合成繊維から構成された織編物または不織布を用いることができる。公知の衣類を用いる場合の形態は特に限定されるものではなく、スポーツウエア、Tシャツ、ポロシャツ、下着類、寝巻き、カッターシャツ、白衣等の形態の衣類を用いることができる。該衣類の内側に、前記領域Aの少なくとも一部に接触する前記電極1と前記領域Bの少なくとも一部に接触する前記電極2を備え、それを着用することにより生体情報を測定する。生体情報の測定のために着用時の身体へのフィット性や運動時・動作時の追従性などの観点から、伸縮性を有するものが好ましい。このような生体情報測定用衣類は、着用者の生体情報を計測する手段となり、通常の着用法と着用感を有し、着用するだけで簡便に各種生体情報を測定することができる。

【0060】

本発明の生体情報測定方法及び生体情報測定用衣類は、前記の電極による被測定者の生体情報を測定する手段を備えると共に、該計測した情報を解析する機構を備えたものであることが好ましい。前記電極と、計測した情報を解析する機構との間は前記配線で繋がれる。

【0061】

計測した情報を解析する機構としては、目的に応じた従来公知の分析装置(心拍計、心電計、筋電計等)を採用すればよく、外部の分析装置に情報を伝送する手段を含む。

【0062】

本発明の生体情報測定方法及び生体情報測定用衣類は、収集された生体情報をもとに、また本発明と異なる生体情報測定方法及び生体情報測定用衣類によって収集された生体情報と組合わせて、人の心理状態や生理状態を把握する技術への応用も可能である。例えばリラクスの度合いの測定によるメンタルトレーニング、眠気の検出による居眠り運転の防止、心電図の測定によるうつ病やストレス診断等が挙げられる。

【実施例】

【0063】

以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はもとより下記実施例によって制限を受けるものではなく、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも勿論可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

以下手順に従って、電極位置の候補を見出すためのシミュレーションを行った

【0064】

(1)衣服素材のモデル化、

本実施例では衣服素材としてニットを選択した。衣服素材のモデル化にはAbaqusのR-bar layerと呼ばれる機能を適用し、neo-Hookeanによる超弾性構成則を持った4節点シェル要素(タイプS4R)に、縦系(warp)と横系(weft)に相当するリバーを組み合わせた。

この結果、非線形かつ異方性をもった特性をシェル要素に発現させることができる。衣服から切り出した単軸の試験片（縦50mm×横25mm）を対象とした引張試験の結果、経(warp)と緯(weft)方向は試験と解析でよく一致し、また斜め(bias)方向は、伸度約30%まで試験と解析を一致させることができた。本実施例で取り扱う衣服の伸びは最大でも30%程度と予想されたため、本モデルにて衣服圧を適正に解析できるものと判断した。

【0065】

(2) 縫合及び着衣のモデル化、

解析には汎用FEM(Abaqus/Standard 6.14)を使用した。静止人体に対する着衣シミュレーションには準静的な収束解を得るため、まず静解析を実施した。このとき、しわなどの局所的な不安定現象を解析するため、人工粘性法を使用した。摩擦による影響を検討するため、人体と衣服の間の摩擦を考慮しない場合と、考慮する場合(摩擦係数として $\mu=0.8$)について解析を実施した。本実施例ではスポーツシャツをの身体前面と背面の二枚の型紙モデルを作成し、所定位置を縫合、実態への衝突計算を行い静止人体への着衣後の結果を得た。摩擦を考慮しないと常に滑りが生じ、裾がめくれ上がって腰部分に過大なしわが生じる結果となったが、摩擦係数を0.8として考慮すると、人体と衣服の間のずれを抑止し、しわの発生も無い事を確認できたため、こちらのモデルを採用した。なお人体と衣服との間の摩擦係数の実測値は平均して0.8程度であることを別途確認した。

10

【0066】

(3) 人体データの解析、

人体モデルとして、20代日本女性の平均的人体寸法マネキンWD-20(株式会社七彩製)を採用し、マネキンの形状を三次元計測し、剛体としてモデリングした。本実施例では、このマネキンモデルを利用して、運動する人体をできるだけ簡便な方法でモデル化する方法を採用した。本実施例では、モーションキャプチャによってジョギングする人体の運動を実測したデータを用意し、その身体各部の移動量を求め、前記のマネキンの3次元形状を修正する方法により運動状態の人体形状をモデル化した。使用したソフトウェアは、Autodesk社のMaya(R)、MotionBuilder(R)である。

20

【0067】

(4) 着衣シミュレーション、

前記、運動状態の人体形状をモデル化手法を用い、ジョギング時の人体の姿勢変化を考慮したモデルを用いて、衣服圧をAbaqus/Standard 6.14での陰的動解析により解析した。比較的ゆとりのあるTシャツ型紙Aを用いた場合には、着衣時のしわ発生はみられなかったものの、運動を開始すると、右腰部に衣服のしわが発生し、その後の姿勢変化に伴ってしわが左右への移動を繰り返す結果となった。静止時に人体表面に固定的に接触していた部位においても、運動開始後は姿勢変化に伴い、身体表面を滑って移動することが解り、安定した心電計測は難しいと判断した。

30

【0068】

前記の結果をうけ、比較的きつめのTシャツ型紙Bに変更して同様に検討を行った。本発明者らは、過去の衣服圧に関する官能試験の結果から、快適性を損なわない衣服圧の上限は約2kPaであることを把握している。さらに、締め付けに関する感度は人体の部位によって異なり、肩から胸にかけての体幹の上部ではゆとりがあることが望ましいが、腰を中心とする体幹の下部では締め付けに対する感度が比較的低いことを把握している。用いたTシャツ型紙Bは図4に例示されるようなウエスト部分をやや絞った型紙形状とした。本型紙データを用いて計算した結果、静止時の最大の衣服圧が約1kPa程度以下となることが解った。得られた結果を図1に示す。Tシャツ型紙Aを用いた場合には、背中に発生していたしわは、ほぼ解消され、Tシャツは概ね人体表面に接触状態にある結果が得られた。また、背中、左脇下の部分では、運動中を通して滑りのない人体表面に固着したと見なせる状態が続くことが確認できた。この部分は本マネキンモデルによる人体表面の曲率が大きいため接触面圧を維持しやすく、心電計測のための検出端電極の配置位置として好適であろうことがシミュレーションによって予測された。

40

50

【 0 0 6 9 】

比較的安定した衣服圧が得られた背中，左脇下の部分をさらに詳しく検討するため、図 1 に示した(1)～(8)の各位置における衣服圧の運動中の経時変化を求めた。結果を図 2 . に示す。さらに各位置を独立にグラフ化した結果を図 5 ～ 1 2 に示す。なお運動開始初期の不安定状態時の結果は省いた。

各位置における運動開始 1 0 秒後から 2 0 0 秒後の範囲に於ける、最大衣服圧、最小衣服圧、算術平均衣服圧、ばらつきを表 3 . に示す。(4)(5)(6)の位置が、算術平均衣服圧が 0 . 5 k Pa 以上であり、最小衣服圧が 0 . 6 k Pa 以上であり、かつ、ばらつきが 6 0 % 以下という条件を満足している。

この位置が、人体左側側面表面における後腋窩線と該後腋窩線と距離 1 0 c m で人体背面側に離れた人体表面の場所に位置する後腋窩線と平行な線（線 1 ）との間の左右位置、及び第七肋骨上端と第九肋骨下端の間の上下位置を満たす人体表面の領域（領域 A ）、および、人体右側側面表面における後腋窩線と該後腋窩線と距離 1 0 c m で人体背面側に離れた人体表面の場所に位置する後腋窩線と平行な線（線 2 ）との間の左右位置、及び第七肋骨上端と第九肋骨下端の間の上下位置を満たす人体表面の領域（領域 B ）に相当する。

【 0 0 7 0 】

【表 3】

位置	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
最大衣服圧	5.656E-05	7.065E-05	1.894E-04	2.150E-04	1.527E-04	8.929E-05	7.759E-05	6.773E-05
最小衣服圧	5.792E-06	1.720E-07	6.815E-05	1.299E-04	9.544E-05	6.897E-05	4.064E-05	4.495E-05
算術平均衣服圧	3.708E-05	3.805E-05	1.471E-04	1.746E-04	1.194E-04	7.934E-05	5.021E-05	5.595E-05
最大衣服圧	0.554	0.692	1.856	2.107	1.497	0.875	0.760	0.664
最小衣服圧	0.057	0.002	0.668	1.273	0.935	0.676	0.398	0.441
算術平均衣服圧	0.363	0.373	1.441	1.711	1.170	0.778	0.492	0.548
ばらつき	136.9	185.3	82.4	48.7	48.0	25.6	73.6	40.7

10

20

30

40

【0071】

以下の実施例、比較例で使用した絶縁層形成用樹脂、導電性ペーストは以下のようにして調製した。

(導電性ペースト)

表 1 に示す樹脂をジエチレングリコールモノメチルエーテルアセテートに溶解させて、この溶液に、銀粒子 (DOWA エレクトロニクス社製「凝集銀粉 G-35」、平均粒径 5.9 μm) と、必要に応じて後述の方法で作製した表面処理カーボンナノチューブ (CN

50

T)とを均一に分散した液を、各成分が表1に示す配合となるように加え、3本ロールミルにて混練して、導電ペーストとした。

【0072】

なお、表1に示す樹脂の詳細は、下記の通りである。

・ニトリル基含有ゴム：日本ゼオン社製「Nipol（登録商標）1042」（アクリロニトリル含量33.3質量%）

・硫黄含有ゴム：東レファインケミカル社製「チオコール（登録商標）LP-23」（硫黄含量21.5質量%）

・ポリエステル：東洋紡社製「パイロン（登録商標）RV630」

【0073】

また、表面処理カーボンナノチューブ（CNT）は、以下の方法で作製した。

（表面にアクリロニトリルブタジエンオリゴマーを有するCNTの作製）

50mgの多層カーボンナノチューブ（SWCNT MW100、South West Nano Technologies社製、直径6~9nm、長さ5μm、アスペクト比556~833）を0.006mol/Lのo-フェニルフェニルグリシジルエーテルのエタノール溶液100mLに添加し、超音波処理を30分間行った。PTFE膜を用いてろ過し、エタノールで数回洗浄した後、乾燥させて表面にグリシジル基を有するカーボンナノチューブを作製した。

【0074】

次に、このカーボンナノチューブを、末端アミノ基アクリロニトリルブタジエンオリゴマーであるHyproTM 1300×16ATBN（アクリロニトリル含量18質量%、アミン等量900、Emerald Performance Materials社製）のテトラヒドロフラン溶液中に添加し、超音波処理機により30分間分散処理を行った。さらに60℃に加熱し、1時間超音波処理を行った後、PTFE膜を用いてろ過し、テトラヒドロフランで数回洗浄した後、乾燥させて表面にアクリロニトリルブタジエンオリゴマーを有するカーボンナノチューブを得た。

【0075】

なお、表1に示すポリウレタンシートの詳細は、下記の通りである。

・ホットメルト付きポリウレタンシート：日清紡社製「モビロン（登録商標）MF-10F3」

・ポリウレタンホットメルトシート：日清紡社製「モビロン（登録商標）MOB100」

【0076】

（製造例1~4）

表1に示す配合で調製した導電性ペーストを離型シートの上に塗布し、120℃の熱風乾燥オーブンで30分以上乾燥することにより、シート状の離型シート付き導電層を作製した。また、下記ポリウレタンシートは、ホットプレス機を用いて、圧力0.5kg/cm²、温度130℃、プレス時間20秒の条件で、積層した。

【0077】

（製造例1、3）

次に、離型シート付き導電シートの上に表1に示すポリウレタンホットメルトシートを貼り合わせた後、離型フィルムを剥がし、ポリウレタンホットメルト付き導電シートを得た。その後、表1に示すホットメルト付きポリウレタンシートを長さ19cm、幅2cmの領域の上に、ポリウレタンホットメルト付き導電シートを長さ19cm、幅1cmのサイズで貼り合わせ、第一絶縁層と導電層を備えたパーツを形成した。次に、長さ19cm、幅5cmの2-Wayトリコット生地（グンセン（株）製「KNZ2740」、ナイロンヤーン：ウレタンヤーン=63%：37%（混率）、目付け194g/m²）の裏側に第一絶縁層と導電層を備えたパーツを積層して、伸縮性電極シートを得た。

【0078】

（製造例2、4）

次に、上記形成した第一絶縁層と導電層を備えたパーツを覆うような長さ17cm、幅

10

20

30

40

50

2 cmの領域に上記第一絶縁層を形成したものと同一ホットメル付きポリウレタンシートを積層することにより、導電層の上に第二絶縁層を形成し、第一絶縁層/導電層/第二絶縁層の構成を有する伸縮性配線シートを得た。

【0079】

各製造例で得られた伸縮性電極および配線シートを以下の試験に供し、評価した。

<伸長 荷重試験>

テンシロン(ORIENTEC CORPORATION社製「RTM-250」)を使用し、生地幅5 cm、電極および配線幅2 cm、チャック長さ6 cm、試験長さ5 cmの伸縮性電極および配線シートを伸長率100%で伸長し、10%伸長(変位量0.5 cm)したときにかかる電極および配線の単位幅当りの荷重(N/cm)を測定した。

10

<電気抵抗測定>

上記の伸長 荷重試験の際、伸縮性電極および配線シートの導電層の表面に対して、デジタルマルチメータ(横河メータ&インスツルメンツ社製「YOKOGAWA TY530」)を用い、初期測定距離17 cm間の抵抗値()および伸長による抵抗値()の変化を測定した。

<伸長試験>

幅2.5 cmのチャックを2個備えた伸長試験機(手回し延伸機)を用いて、チャック間距離5 cmで伸縮性電極および配線シートを挟み、長手方向に伸長率20%まで伸長(変位量1 cm)した。試験前後の電気抵抗はデジタルマルチメータ(横河メータ&インスツルメンツ社製「YOKOGAWA TY530」)を用い、対向する2個のチャックの外側にて抵抗値()を測定した(測定距離10 cm)。抵抗値の測定は伸長直後(3秒以内)に実施した。

20

【0080】

<抵抗変化倍率>

抵抗変化倍率は、伸長率0%のとき(試験前)の抵抗値(R_0)に対する、伸長率20%のときの抵抗値(R_{20})の割合(すなわち、抵抗変化倍率= R_{20}/R_0 (倍))である。

【0081】

<心電図測定方法とSN比算出方法>

実施例及び比較例の電極を備えたシャツを着用して、25~50%RHの部屋で20分間安静を取った後、更に12分間の安静時の心電図を測定した。次に、時速2.7 kmに設定したトレッドミルで12分間の歩行時の心電図を測定した。安静時と歩行時と共に最初の1分間と最後の1分間を除いた10分間の心電図の波形からR波の振幅の分散をシグナル(S)とし、R波とR波の間の波形の振幅の分散をノイズ(N)とし、 S/N の式でSN比を求めた。

30

なお身体の各部寸法が、シミュレーションに用いた20代日本女性の平均的人体寸法マネキンWD-20(株式会社七彩製)と±5%以内に入る女性を被験者として採用した。

【0082】

【表 1】

		製造例1	製造例2	製造例3	製造例4	
区 分		電極	配線	電極	配線	
導電層	導電性 ファイバー (体積%)	銀粒子	30	30	30	30
		CNT			5	5
	樹脂 (体積%)	ニトリル基含有ゴム	70	70	65	65
		厚み(μm)	60	60	60	60
第一/第二 絶縁層 (厚みμm)	ポリウレタンシート	150/-	150/90	150/-	150/90	
厚み(μm)		250	340	250	340	
抵抗値(Ω/cm)		83	84	65	67	
10%伸長時の単位幅当りの荷重(N/cm)		39	45	47	62	
伸長率20%時の抵抗変化倍率(倍)		3.3	2.5	2.1	1.8	

10

20

【0083】

(電極配線例1)

製造例1、2において離型層付き導電層を作成後に所定のサイズ及び形状にカットして試料サイズを変更した操作を行い、電極は5cm×5cmの正方形で配線幅1cmの、第一絶縁層/導電層の構成の伸縮性電極と第一絶縁層/導電層/第二絶縁層の構成を有する伸縮性電極が一体化した試料を作成した。

【0084】

(電極配線例2)

製造例3、4において離型層付き導電層を作成後に所定のサイズ及び形状にカットして試料サイズを変更した操作を行い、電極は5cm×5cmの正方形で配線幅1cmの、第一絶縁層/導電層の構成の伸縮性電極と第一絶縁層/導電層/第二絶縁層の構成を有する伸縮性電極が一体化した試料を作成した。

30

【0085】

(実施例1～3、比較例1)

電極配線例1、2をそれぞれ、シャツの裏面側の表2に記載の位置に貼り付けた衣類を作成し、電極表面粗さを測定すると共に、被験者が衣類を装着して心電図を測定した。なお、実施例1～3の電極配線を貼り付けた衣類の形状の概略は図4の通りである。

【0086】

【表 2】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	比較例 1
電極配線例	1	1	2	1
電極の中心位置	左右後腋窩線から背中方向 2 cm 離れた線上と第七肋骨との交差点の 2 箇所 (1 つの電極は領域 A に、もう 1 つは領域 B に接触する)	左右後腋窩線上と第七肋骨との交差点の 2 箇所 (1 つの電極は領域 A に、もう 1 つは領域 B に接触する)	左右後腋窩線から背中方向 2 cm 離れた線上と第七肋骨との交差点の 2 箇所 (1 つの電極は領域 A に、もう 1 つは領域 B に接触する)	左右肩甲骨内側縁部の 2 箇所 (いずれも領域 A、B に接触しない)
電極寸法	5 cm × 5 cm	5 cm × 5 cm	5 cm × 5 cm	5 cm × 5 cm
心電図の SN 比 (安静時)	5. 4	6. 9	5. 5	6. 5
心電図の SN 比 (歩行時)	3. 1	4. 3	3. 4	1. 3

10

【 0 0 8 7 】

心電図測定の結果、領域 A に接触する位置と領域 B に接触する位置の 2 箇所に電極を設けた実施例 1 ~ 3 は、安静時と歩行時と共に測定時ノイズが少なく SN 比が良好であり、容易に R 波が検出可能な心電図波形を得ることができた。領域 A に接触しない位置に電極を設けた比較例 1 は、安静時の SN 比は良好であったが、歩行時には肩甲骨の動きに伴い、電極と生体表面の接触が悪く、測定時ノイズが多く SN 比が不良であり、R 波の検出が難しく、正しい生体情報を得ることができなかった。

20

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 8 】

本発明は、歩行動作時やランニング等の運動動作時においても測定可能である生体情報の測定方法及び、生体情報測定用衣類を提供するものであり、ヘルスマonitoring 分野や医療分野等において好適に利用されるものである。

またここでは便宜上「人体」を主として扱い、特に心電データ取得のために好ましい電極位置について技術開示を行ったが、収集の対象が身体特定位置の筋電位等である場合には、本発明のシステムを用いて適切な衣服圧が得られる個所に目的とするデータ収集用の信号検出端、電極を配置すればよい。本発明を用いて、腕、足、手指、首、顔、体幹にフィットする生体信号測定用衣類を提供できる。

30

また、本発明のシステムを適用できる対象は必ずしも人間に限定されず、広く陸上生活する動物に適用が可能である。本発明は、ペット、家畜、盲導犬、介助犬、聴導犬などの補助動物の生体情報の収集に応用できる。また位置情報を与える GPS 等と組み合わせて野生動物の生体観察などにも応用できる。

【符号の説明】

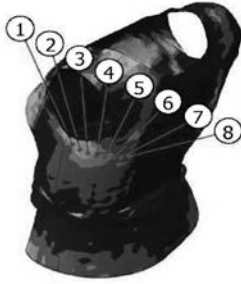
【 0 0 8 9 】

9 電極

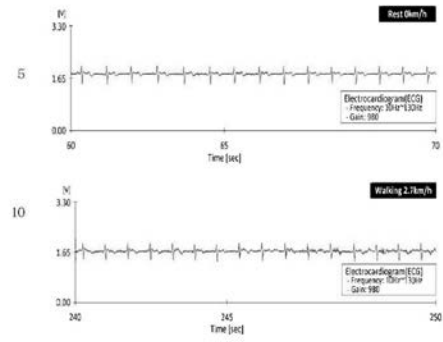
10 配線

40

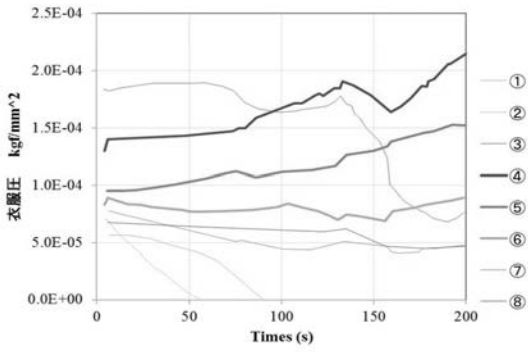
【 図 1 】



【 図 3 】



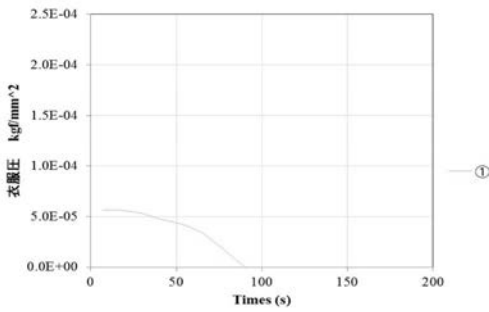
【 図 2 】



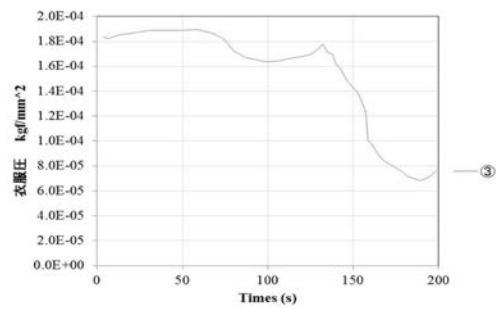
【 図 4 】



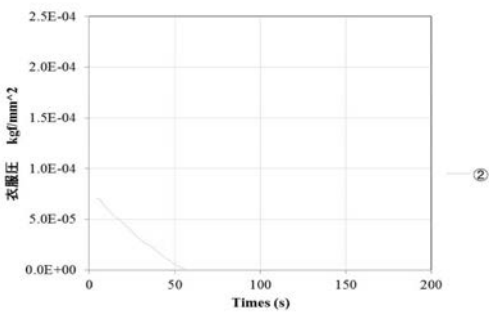
【 図 5 】



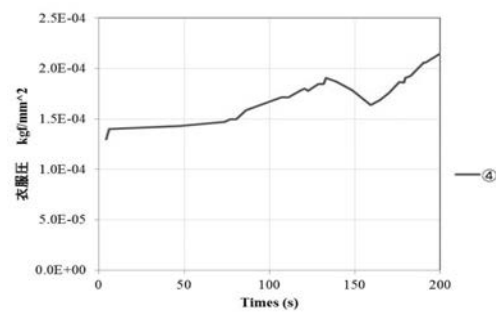
【 図 7 】



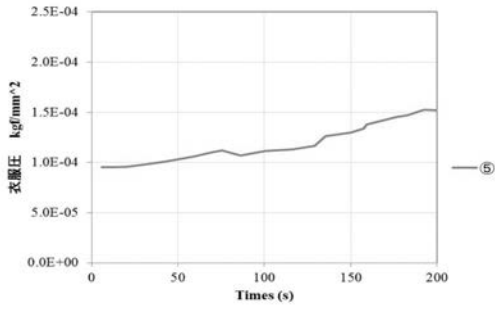
【 図 6 】



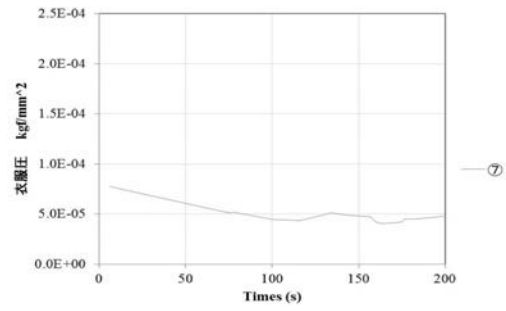
【 図 8 】



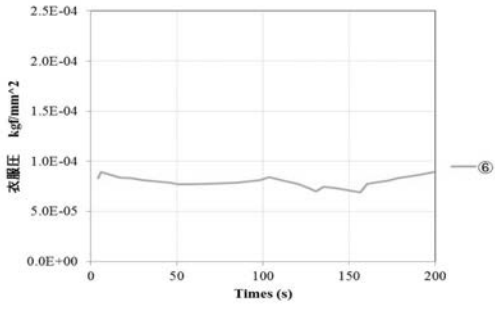
【 図 9 】



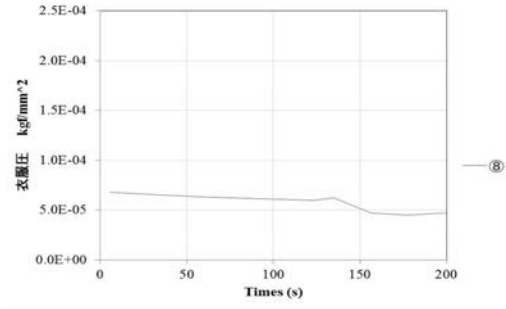
【 図 1 1 】



【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



专利名称(译)	在自定义状态下提供适合于人体类型的衣服类型的电子设备的方法		
公开(公告)号	JP2017029693A	公开(公告)日	2017-02-09
申请号	JP2016112536	申请日	2016-06-06
[标]申请(专利权)人(译)	东洋纺绩株式会社		
申请(专利权)人(译)	东洋纺株式会社		
[标]发明人	権義哲 雲林院悠美子		
发明人	権 義哲 雲林院 悠美子		
IPC分类号	A61B5/0408 A61B5/0478 A61B5/00 A61B5/0456		
FI分类号	A61B5/04.300.M A61B5/00.A A61B5/04.312.R		
F-TERM分类号	4C117/XA05 4C117/XB01 4C117/XB16 4C117/XC11 4C117/XE17 4C117/XE19 4C117/XE23 4C117/XE24 4C117/XE27 4C117/XR03 4C127/AA02 4C127/EE01 4C127/GG02 4C127/LL13 4C127/LL15		
优先权	2015114684 2015-06-05 JP 2015158265 2015-08-10 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供用于生物信息测量的传感磨损，即使在诸如步行操作或跑步的运动操作中也能够测量生物信息。解决方案：提供通过布置用作身体接触检测的电极9获得的传感磨损根据（1）服装材料的造型，（2）缝合和服装的造型，（3）分析的结果，在服装内部，服装压力等于或大于0.5kPa的终端。人体数据，以及（4）服装模拟。即使在诸如步行操作或跑步的运动操作中，传感磨损也可以稳定地测量身体电信号。

图4：图4

