

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年1月18日(18.01.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/014154 A1

(51) 国際特許分類:

A61B 5/291 (2021.01) A61B 5/256 (2021.01)
A61B 5/263 (2021.01) A61B 5/262 (2021.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/020337

(22) 国際出願日: 2023年5月31日(31.05.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2022-111945 2022年7月12日(12.07.2022) JP

(71) 出願人: 住友ベークライト株式会社(SUMITOMO BAKELITE CO., LTD.) [JP/JP];

〒1400002 東京都品川区東品川2丁目5番8号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 澤田 将志 (SAWADA Masashi); 〒1400002 東京都品川区東品川2丁目5番8号 住友ベークライト株式会社内 Tokyo (JP).
北添 雄真 (KITAZOE Katsuma); 〒1400002 東京都品川区東品川2丁目5番8号 住友ベークライト株式会社内 Tokyo (JP).

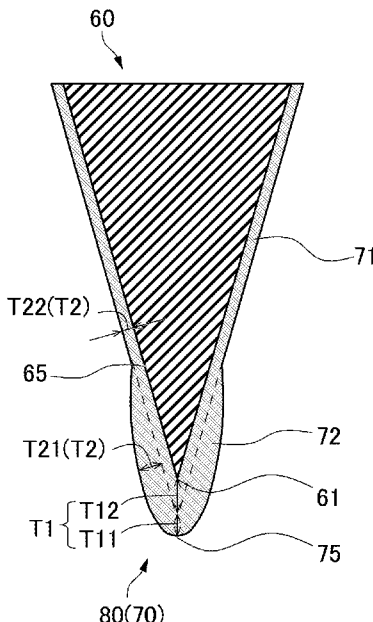
(74) 代理人: 速水 進治 (HAYAMI Shinji); 〒1410031 東京都品川区西五反田7丁目9番2号 KDX五反田ビル9階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,

(54) Title: ELECTRODE FOR ELECTROENCEPHALOGRAPH MEASUREMENT, ELECTROENCEPHALOGRAPH MEASUREMENT DEVICE, ELECTROENCEPHALOGRAPH MEASUREMENT METHOD, AND METHOD FOR MANUFACTURING ELECTRODE FOR ELECTROENCEPHALOGRAPH MEASUREMENT

(54) 発明の名称: 脳波測定用電極、脳波測定装置、脳波測定方法及び脳波測定用電極の製造方法

[図6]



(57) Abstract: This electrode for electroencephalogram measurement has a base part (51), a plurality of protrusions (60) that are made of an elastic body and extend from the base part (51), and an electrode part (80) that is provided on the surface of the protrusions (60) so as to cover an electroconductive member (70). The electroconductive member (70) is provided so as to cover at least the distal end portion (61) of the protrusions (60). The electroconductive member (70) has a thin-walled part that is provided on the base (51) side so as to be thin-walled, and a bulging part that bulges in the width direction of the protrusions (60) on the distal end portion (61) and the vicinity thereof, on the distal end portion (61) side relative to the base (51).

(57) 要約: 脳波測定用電極は、基部(51)と、前記基部(51)から延出する、弾性体の複数の突起部(60)と、前記突起部(60)の表面に導電性部材(70)を覆って設けられた電極部(80)と、を有し、前記導電性部材(70)は、少なくとも前記突起部(60)の先端部分(61)を覆って設けられており、前記基部(51)側に薄肉状に設けられた薄肉部と、前記基部(51)よりも前記先端部分(61)側において前記先端部分(61)およびその近傍において前記突起部(60)の幅方向に膨出する膨出部を有する。

[続葉有]



CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

脳波測定用電極、脳波測定装置、脳波測定方法及び脳
波測定用電極の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、脳波測定用電極、脳波測定装置及び脳波測定方法に関する。

背景技術

[0002] これまで脳波検出用電極に関して様々な開発がなされてきた。この種の技術として、例えば、特許文献1、2に記載の技術が知られている。

[0003] 特許文献1では、シリコーンゴムに導電性炭素粒子を配合してなる導電性シリコーンゴム電極上に、凝集状の銀粉又はフレーク状の銀粉のうちの少なくとも一種とシリコーンゴムからなる銀コーティング層を有し、前記銀コーティング層の膜厚が18～80 μ mである生体電極が記載されている。

[0004] 特許文献2では、板状支持部と、前記板状支持部の一面に設けられた、弾性柱状部と、前記弾性柱状部の先端を覆うように形成された導電性樹脂層と、を備え、37℃、JIS K 6253（1997）に準拠して測定される、前記弾性柱状部の表面におけるタイプAデュロメータ硬さが、35を超え65以下である生体用電極が記載されている。さらに、その生体用電極では、前記導電性樹脂層の膜厚が、5 μ m以上200 μ m以下である旨が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第6947646号

特許文献2：特許第6888747号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、突起部の表面に例えば銀ペーストなどの導電性材料を設けて電極部を構成する脳波電極を有する脳波測定装置では、突起部を頭皮に押し付けるようにして脳波測定を行う。突起部を頭皮に押しつける際に、電極先端

付近の変形量（ひずみ）が局所的に大きくなる。この結果、突起部先端付近の導電性材料の剥離が発生し、導通不良や耐久性低下に繋がるという課題があった。

特許文献 1 および 2 の技術では、上記課題を考慮しておらず、新たな技術が求められていた。

[0007] 本発明はこのような状況に鑑みなされたものであって、突起部の表面に導電性材料を設けて電極部を構成する脳波電極において、突起部を頭皮に押し付けるようにして脳波測定を行う場合であっても、導電性材料の剥離を抑制する技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明によれば、次の技術が提供される。

(1)

基部と、

前記基部から延出する、弾性体の複数の突起部と、

前記突起部の表面に導電性部材を覆って設けられた電極部と、

を有し、

前記導電性部材は、少なくとも前記突起部の先端部分を覆って設けられており、かつ、前記先端部分およびその近傍において前記突起部の幅方向に膨出する膨出部を有する脳波測定用電極。

(2)

前記突起部の先端部分における前記突起部の延出方向の前記導電性部材の厚みを T_1 、前記突起部の表面における法線方向の前記導電性部材の厚みを T_2 としたときに、 $T_1 > T_2$ である、(1) に記載の脳波測定用電極。

(3)

前記厚み T_1 が $100\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下である、(2) に記載の脳波測定用電極。

(4)

前記突起部は錐体である、(1) から (3) までのいずれか 1 に記載の脳

波測定用電極。

(5)

前記導電部材は良導電性金属を含むペーストからなる、(1)から(4)までのいずれか1に記載の脳波測定用電極。

(6)

前記良導電性金属は、銅、銀、金、ニッケル、錫、鉛、亜鉛、ビスマス、アンチモン、或いはこれらの合金からなる群から選択される一種以上を含む、(5)に記載の脳波測定用電極。

(7)

(1)から(6)までのいずれか1に記載の脳波測定用電極を備える脳波測定装置。

(8)

(7)に記載の脳波測定装置を被験者の頭部に装着して脳波を測定する脳波測定方法。

(9)

基部と、前記基部から延出する、弾性体の複数の突起部と、前記突起部の表面に導電性部材を覆って設けられた電極部と、を有する脳波測定用電極の製造方法であって、

前記突起部を先端部分から基部に向けて所定領域に第1の導電性部材を形成する第1の導電性部材形成工程と、

第1の導電性部材形成工程において前記第1の導電性部材が形成された前記突起部の先端部分に、第2の導電性部材を重ねて形成する第2の導電性部材形成工程と、を有する製造方法。

(10)

前記突起部の先端部分における前記突起部の延出方向の厚みを T_1 、前記突起部の表面における法線方向の前記導電性部材の厚みを T_2 としたときに、 $T_1 > T_2$ である、(9)に記載の製造方法。

(11)

前記第 1 の導電性部材と第 2 の導電性部材は良導電性金属を含むペーストからなり、

前記第 1 の導電性部材のペーストの粘度より第 2 の導電性部材のペーストの粘度が高い、(9) または (1 0) に記載の製造方法。

(1 2)

前記第 2 の導電性部材形成工程は、前記突起部の先端部分を下向きとして、前記第 2 の導電性部材のペーストに前記突起部の先端部分を浸けたのち引き上げる、(9) から (1 1) までのいずれか 1 に記載の製造方法。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、突起部の表面に導電性材料を設けて電極部を構成する脳波電極において、突起部を頭皮に押し付けるようにして脳波測定を行う場合であっても、導電性材料の剥離を抑制する技術を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施形態に係る、人の頭部に装着した状態の脳波測定装置を模式的に示す図である。

[図2]実施形態に係る、フレームの斜視図である。

[図3]実施形態に係る、脳波電極ユニットの正面図である。

[図4]実施形態に係る、脳波検出用電極の斜視図である。

[図5]実施形態に係る、脳波検出用電極の平面図である。

[図6]実施形態に係る、脳波検出用電極の断面図である。

[図7]実施形態の実施例に係る、導電性部材が設けられた突起部の断面図である。

[図8]実施形態の比較例に係る、導電性部材が設けられた突起部の断面図である。

[図9]実施形態の実施例に係る、実施例および比較例で示した断面図の一つの突起部を示す図である。

[図10]実施形態の実施例に係る、耐久性比較の試験方法の概要を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] <概要>

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

図1は人の頭部99に装着した状態の脳波測定装置1を模式的に示す図である。脳波測定装置1を被験者の頭部99に装着して脳波測定を行う脳波測定方法が実行される。脳波測定装置1は、頭部99に装着され、脳波を生体からの電位変動として検出し、検出した脳波を脳波表示装置（図示せず）に出力する。脳波表示装置は、脳波測定装置1が検出した脳波を取得して、モニタ表示したり、データ保存したり、周知の脳波解析処理を行う。

[0012] <脳波測定装置1の構造>

図1に示すように、脳波測定装置1は、複数の脳波電極ユニット10と、フレーム20と、を有する。本実施形態では、脳波電極ユニット10は、5ch分（5個）設けられている。

[0013] <フレーム20の構造>

図2にフレーム20の斜視図を示す。フレーム20は、例えばポリアミド樹脂のような硬質部材で帯状に、かつ人間の頭部99の形状に沿うように湾曲して形成されている。

[0014] フレーム20には、脳波電極ユニット10を取り付けるための開孔として電極ユニット取付部21が5カ所設けられている。電極ユニット取付部21の位置（すなわち脳波電極ユニット10の取付位置）は、国際10-20電極配置法におけるT3、C3、Cz、C4、T4の位置に対応する。

[0015] 電極ユニット取付部21の内周面は螺刻されており、脳波電極ユニット10がその胴部11の螺刻部13（図3参照）により螺着する。脳波電極ユニット10をネジ込む量を調整することで、頭部99側への突き出し量を調整し、頭部99（頭皮）との接触量・接触圧をコントロールする。また、脳波電極ユニット10をネジ込む動作により、毛髪を掻き分ける。

[0016] <脳波電極ユニット10の構造>

図3に脳波電極ユニット10の正面図を示す。脳波電極ユニット10は、

略円柱状の胴部 1 1 と、その一端側（図中下側）に設けられた脳波測定用電極 5 0 とを有する。

[0017] 胴部 1 1 は、信号取出部 1 2 と、螺刻部 1 3 と、電極固定部 1 4 とを一体に有する。

螺刻部 1 3 は、円柱形状の側面に螺刻した形状である。螺刻部 1 3 の一端（図中上側）に信号取出部 1 2 が設けられている。信号取出部 1 2 には信号出力端子が設けられるとともに、脳波電極ユニット 1 0 をフレーム 2 0 に螺着する際に作業者によって必要に応じて所定の治具を用いて操作される。螺刻部 1 3 の他端（図中下側）には、円柱状の電極固定部 1 4 が設けられている。電極固定部 1 4 に脳波測定用電極 5 0 が取り付けられる。

なお、本実施形態では脳波測定用電極 5 0 は、脳波電極ユニット 1 0 の一部の構成としてフレーム 2 0 に取り付けられているが、その他に脳波測定用電極 5 0 が直接フレーム 2 0 に取り付けられてもよい。

[0018] <脳波測定用電極 5 0 の構造>

図 4 は脳波測定用電極 5 0 の斜視図である。図 5 は脳波測定用電極 5 0 の平面図である。

脳波測定用電極 5 0 は、基部 5 1 と、突起部 6 0 と、電極部 8 0 とを有する。基部 5 1 と突起部 6 0 は、ゴム状の弾性体によって一体に設けられている。弾性体の具体的な材料については後述する。なお、基部 5 1 と突起部 6 0 とは一体に設けられる構成に限らず、別体に設けたものを接着剤や嵌合構造により組み付けた構成でもよい。脳波測定用電極 5 0 は、全体がゴム状の弾性体である必要はなく、突起部 6 0 がゴム状の弾性体で構成されていればよい。

[0019] 基部 5 1 は、略円柱形状であって、一端が円形状の突起部形成面 5 2、他端が円形状の取付面 5 3 となっている。取付面 5 3 が、胴部 1 1 の電極固定部 1 4 に接着剤等により取り付けられる。なお、取付面 5 3 と電極固定部 1 4 の固定構造として特に制限は無く、例えば凹凸形状による嵌合構造が用いられてもよい。

[0020] ＜突起部60＞

図6は突起部60の断面図であり、特に図5のX1-X1断面図を示す。突起部形成面52には、図5に示すように、複数の角錐（多角錐）の突起部60が整列して設けられている。より具体的には、突起部60は、底面が正方形であって先端部分61（すなわち頂点）から底面（すなわち突起部形成面52）への垂線が底面の重心を通る四角錐であって、いわゆる「ピラミッド型」となっている。突起部60が呈する角錐が四角錐の場合、複数の突起部60の配置設計が容易であり、また、頭部99に押しつけた際の変形状態を予測しやすく、安定した脳波測定ができる。

なお、突起部60の形状は、四角錐に限らず三角錐や六角錐などの他の多角錐形状や円錐であってもよい。

突起部60の配置は、隣接する突起部60の底辺同士が接しており、隙間無く整列配置されている。突起部60の配置は、図視の配置に限らず、例えば、円環状（周方向に所定間隔）に配置されてもよい。

[0021] ＜突起部60の幅＞

突起部60の幅（すなわち多角錐形状の底面の幅）は、例えば、2mm以上5mm以下である。下限は、好ましくは2.5mm以上であり、より好ましくは2.7mm以上である。上限は、好ましくは4.5mm以下であり、より好ましくは4.0mm以下である。突起部60の幅をこのような範囲とすることで、突起部形成面52に適正数の突起部60を配置することができる。

[0022] ＜突起部60の高さ＞

突起部60の高さは、0.5mm以上20mm以下である。下限は、好ましくは2mm以上、より好ましくは4mm以上である。上限は好ましくは15mm以下であり、より好ましくは10mm以下である。突起部60の高さをこの様な範囲とすることで、脳波測定用電極50を頭部99に押し当てた際に、押し当てる力が小さいのに突起部60が座屈等の変形をしてしまうことを防止でき、適切な接触状態を実現できる。

[0023] <脳波測定用電極 50 の荷重>

脳波測定用電極 50（数 N の突起部 60）を押しつける荷重 F は、安定した脳波測定が可能な程度の押しつけを実現することと痛み等の不快感を避ける観点から、例えば、0.5 N 以上 4.0 N 以下とすることができる。下限値は、好ましくは 0.7 N 以上であり、より好ましくは 0.9 N 以上である。上限値は、3.0 N 以下であり、より好ましくは 2.0 N 以下である。また、突起部 60 が頭皮に押しつけられたときの一つの突起部 60 による圧力 P は、荷重 F と同様の観点から、10 kPa 以上 1000 kPa である。下限値は、好ましくは 15 kPa 以上であり、より好ましくは 20 kPa 以上である。上限値は、好ましくは 100 kPa 以下であり、より好ましくは 50 kPa 以下である。

[0024] <突起部 60 の圧縮率>

突起部 60 は、頭部 99 に押し当てられたときに、所定の圧縮率で圧縮されてもよい。突起部 60 を適切な荷重で押し当てることと適切な強度を確保し座屈等を避ける観点から、圧縮率は、例えば、0.1 % 以上 50 % 以下とすることができる。下限値は、好ましくは 1.0 % 以上であり、より好ましくは 5.0 % 以上である。上限値は、好ましくは 40 % 以下であり、より好ましくは 30 % 以下である。

[0025] <導電性部材 70（電極部 80）の構造>

図 6 の突起部 60 の断面図に示すように、導電性部材 70 は、突起部 60 の突起部斜面 65 を覆って形成される。ここで、導電性部材 70 は、少なくとも突起部 60 の先端部分 61（錐体の頂点）を覆って設けられており、かつ、先端部分 61 およびその近傍において突起部 60 の幅方向に膨出する膨出部（すなわち厚塗り構造）を有している。本実施形態では、膨出部（膨出形状）は、縦長の長球（長楕円体）を呈している。より具体的には、四角錐の先端部分 61 に長球を挿したような形状となっている。

[0026] 突起部 60 の先端部分 61 における突起部 60 の延出方向（ここでは図視下方向）の導電性部材 70 の厚みを T1、突起部 60 の表面における法線方

向の導電性部材 70 の厚みを $T2$ としたときに、 $T1 > T2$ である。

[0027] 厚み $T1$ は、 $200\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下である。厚み $T1$ の下限は、好ましくは $225\ \mu\text{m}$ 以上であり、より好ましくは $250\ \mu\text{m}$ 以上である。厚み $T1$ の上限は、好ましくは $350\ \mu\text{m}$ 以下であり、より好ましくは $300\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0028] 厚み $T2$ は、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下である。厚み $T2$ の下限は、好ましくは $10\ \mu\text{m}$ 以上であり、より好ましくは $15\ \mu\text{m}$ 以上である。厚み $T2$ の上限は、好ましくは $175\ \mu\text{m}$ 以下であり、より好ましくは $150\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0029] 厚み $T1$ 、 $T2$ を上述のような範囲とすることで、頭部 99 に突起部 60 を押しつけたときにひずみの大きい先端部分 61 付近の導電性部材 70 の厚みを厚くし、且つ、突起部形成面 52 側の厚みを薄くする構造を実現できる。この結果、ひずみの大きい先端部分 61 付近における導電性部材 70 の剥離に起因する導通不良や耐久性低下を抑制できる。

[0030] なお、本実施形態では、後述するように、導電性部材 70 は、突起部斜面 65 に所定の厚み $T22$ で形成された第 1 の導電性部材 71 と、先端部分 61 側に第 1 の導電性部材 71 の上に設けられた長球状の第 2 の導電性部材 72 とを有する。

[0031] 第 2 の導電性部材 72 が設けられている領域の導電性部材 70 の厚みは、第 1 の導電性部材 71 と第 2 の導電性部材 72 の厚みの和とされる。

具体的には、先端部分 61 における図視下方向の導電性部材 70 の厚み $T1$ は、突起部 60 の先端部分 61 から導電性部材 70 の導電性部材頂点 75 までの距離である。すなわち、第 1 の導電性部材 71 の下側方向の厚み $T12$ と第 2 の導電性部材 72 の下側方向への厚み $T11$ との和（すなわち $T1 = T11 + T12$ ）である。

斜面法線方向の導電性部材 70 の厚み $T2$ は、第 1 の導電性部材 71 の厚み $T22$ と第 2 の導電性部材 72 の厚み $T21$ との和（すなわち $T2 = T21 + T22$ ）である。なお、第 2 の導電性部材 72 が設けられていない領域

では厚み $T_{21} = 0$ とされる。

[0032] 第2の導電性部材72が設けられた厚塗り領域、すなわち膨出形状が形成される領域は、例えば、先端部分61から高さ方向で50%以下の領域とすることができる。具体的な数値範囲としては、例えば $100\ \mu\text{m}$ 以上 $2000\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。

厚塗り領域となる第2の導電性部材72を突起部斜面65全体に設けると、突起部60の柔軟性が損なわれて硬くなってしまい、頭部99に脳波測定用電極50を押し当てたときに、被験者に痛みを感じさせる虞がある。しかし、本実施形態では、第2の導電性部材72が設けられる領域が先端部分61側の所定範囲であり、被験者が痛みを感じる程度まで柔軟性が損なわれることはない。

[0033] <信号線69の構造>

図6の突起部60の断面形状に示すように、突起部60の内部には、電極部80（導電性部材70）に接続する導電性の信号線69が設けられている。信号線69は、突起部60の内部を導通する態様であれば各種の配置構造を採用し得る。例えば、信号線69の先端は、突起部60の先端あるいは先端部の傾斜面に対して、突出した構造、略同一面上となる構造、埋没した構造のいずれでもよい。電極部80との接続安定性の観点から、突出した構造を用いてもよい。信号線69の先端の突出部分は、一部または全体が電極部80で覆われている。

[0034] 信号線69の先端の突出構造は、折り返し無し、折り返し有り、突起部60の先端部の表面に巻き付ける構造が採用し得る。また、信号線69は、突起部60の頂点（先端部分61）から延びる垂線と一致せず、垂線に対して傾斜してもよい。

[0035] <脳波測定用電極50（基部51、突起部60）の材料>

脳波測定用電極50（基部51、突起部60）の材料について説明する。脳波測定用電極50は、ゴム状の弾性体を有して構成されている。ゴム状の弾性体として、具体的にはゴムや熱可塑性エラストマー（単に「エラストマ

ー（TPE）」ともいう）である。ゴムとしては、例えばシリコンゴムがある。熱可塑性エラストマーとして、例えば、スチレン系TPE（TPS）、オレフィン系TPE（TPO）、塩化ビニル系TPE（TPVC）、ウレタン系TPE（TPU）、エステル系TPE（TPEE）、アミド系TPE（TPAE）などがある。

[0036] 脳波測定用電極50がシリコンゴムである場合、37℃、JIS K 6253（1997）に準拠して測定される、脳波測定用電極50の表面（突起部60や基部51）におけるタイプAデュロメータ硬さをゴム硬度Aとしたとき、ゴム硬度Aが、例えば、15以上55以下である。

[0037] ここで、上記シリコンゴム系硬化性組成物について説明する。

上記シリコンゴムは、シリコンゴム系硬化性組成物の硬化物で構成することができる。シリコンゴム系硬化性樹脂組成物の硬化工程は、例えば、100～250℃で1～30分間加熱（1次硬化）した後、100～200℃で1～4時間ポストバーク（2次硬化）することによって行われる。

[0038] 絶縁性シリコンゴムは、導電性フィラーを含まないシリコンゴムであり、導電性シリコンゴムは導電性フィラーを含むシリコンゴムである。

[0039] 本実施形態に係るシリコンゴム系硬化性組成物は、ビニル基含有オルガノポリシロキサン（A）を含むことができる。ビニル基含有オルガノポリシロキサン（A）は、本実施形態のシリコンゴム系硬化性組成物の主成分となる重合物である。

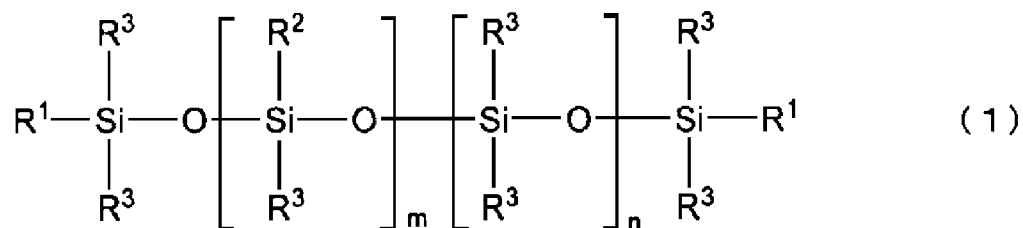
[0040] 絶縁性シリコンゴム系硬化性組成物および導電性シリコンゴム系硬化性組成物は、同種のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサンを含んでもよい。同種のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサンとは、少なくとも官能基が同じビニル基を含み、直鎖状を有していればよく、分子中のビニル基量や分子量分布、あるいはその添加量が異なってもよい。

なお、絶縁性シリコンゴム系硬化性組成物および導電性シリコンゴム系硬化性組成物は、互いに異なるビニル基含有オルガノポリシロキサンをさらに含んでもよい。

- [0041] 上記ビニル基含有オルガノポリシロキサン（A）は、直鎖構造を有するビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（A 1）を含むことができる。
- [0042] 上記ビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（A 1）は、直鎖構造を有し、かつ、ビニル基を含有しており、かかるビニル基が硬化時の架橋点となる。
- [0043] ビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（A 1）のビニル基の含有量は、特に限定されないが、例えば、分子内に2個以上のビニル基を有し、かつ15モル%以下であるのが好ましく、0.01～12モル%であるのがより好ましい。これにより、ビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（A 1）中におけるビニル基の量が最適化され、後述する各成分とのネットワークの形成を確実に行うことができる。本実施形態において、「～」は、その両端の数値を含むことを意味する。
- [0044] なお、本明細書中において、ビニル基含有量とは、ビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（A 1）を構成する全ユニットを100モル%としたときのビニル基含有シロキサンユニットのモル%である。ただし、ビニル基含有シロキサンユニット1つに対して、ビニル基1つであると考える。
- [0045] また、ビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（A 1）の重合度は、特に限定されないが、例えば、好ましくは1000～10000程度、より好ましくは2000～5000程度の範囲内である。なお、重合度は、例えばクロロホルムを展開溶媒としたGPC（ゲル透過クロマトグラフィー）におけるポリスチレン換算の数平均重合度（又は数平均分子量）等として求めることができる。
- [0046] さらに、ビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（A 1）の比重は、特に限定されないが、0.9～1.1程度の範囲であるのが好ましい。
- [0047] ビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（A 1）として、上記のような範囲内の重合度および比重を有するものを用いることにより、得られるシリコーンゴムの耐熱性、難燃性、化学的安定性等の向上を図ることができる。

[0048] ビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（A 1）としては、特に、下記式（1）で表される構造を有するものであるが好ましい。

[0049] [化1]



[0050] 式（1）中、R¹は炭素数1～10の置換または非置換のアルキル基、アルケニル基、アリール基、またはこれらを組み合わせた炭化水素基である。炭素数1～10のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基等が挙げられ、中でも、メチル基が好ましい。炭素数1～10のアルケニル基としては、例えば、ビニル基、アリル基、ブテニル基等が挙げられ、中でも、ビニル基が好ましい。炭素数1～10のアリール基としては、例えば、フェニル基等が挙げられる。

[0051] また、R²は炭素数1～10の置換または非置換のアルキル基、アルケニル基、アリール基、またはこれらを組み合わせた炭化水素基である。炭素数1～10のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基等が挙げられ、中でも、メチル基が好ましい。炭素数1～10のアルケニル基としては、例えば、ビニル基、アリル基、ブテニル基が挙げられる。炭素数1～10のアリール基としては、例えば、フェニル基が挙げられる。

[0052] また、R³は炭素数1～8の置換または非置換のアルキル基、アリール基、またはこれらを組み合わせた炭化水素基である。炭素数1～8のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基等が挙げられ、中でも、メチル基が好ましい。炭素数1～8のアリール基としては、例えば、フェニル基が挙げられる。

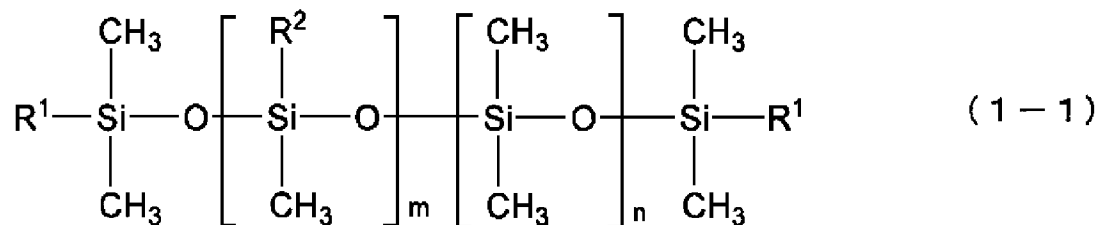
[0053] さらに、式（1）中のR¹およびR²の置換基としては、例えば、メチル基、ビニル基等が挙げられ、R³の置換基としては、例えば、メチル基等が挙げられる。

[0054] なお、式（１）中、複数の R^1 は互いに独立したものであり、互いに異なってもよいし、同じであってもよい。さらに、 R^2 、および R^3 についても同様である。

[0055] さらに、 m 、 n は、式（１）で表されるビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（Ａ１）を構成する繰り返し単位の数であり、 m は０～２０００の整数、 n は１０００～１００００の整数である。 m は、好ましくは０～１０００であり、 n は、好ましくは２０００～５０００である。

[0056] また、式（１）で表されるビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（Ａ１）の具体的構造としては、例えば下記式（１－１）で表されるものが挙げられる。

[0057] [化２]



[0058] 式（１－１）中、 R^1 および R^2 は、それぞれ独立して、メチル基またはビニル基であり、少なくとも一方がビニル基である。

[0059] さらに、ビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（Ａ１）としては、ビニル基含有量が分子内に２個以上のビニル基を有し、かつ０．４モル％以下である第１のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（Ａ１－１）と、ビニル基含有量が０．５～１５モル％である第２のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（Ａ１－２）とを含有するものであるのが好ましい。シリコーンゴムの原料である生ゴムとして、一般的なビニル基含有量を有する第１のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（Ａ１－１）と、ビニル基含有量が高い第２のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（Ａ１－２）とを組み合わせることで、ビニル基を偏在化させることができ、シリコーンゴムの架橋ネットワーク中に、より効果的に架橋密度の疎密を形成することができる。その結果、より効果的にシリコーンゴムの引裂強度を高め

ることができる。

[0060] 具体的には、ビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン (A 1) として、例えば、上記式 (1-1) において、R¹がビニル基である単位および／または R²がビニル基である単位を、分子内に 2 個以上有し、かつ 0.4 モル％以下を含む第 1 のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン (A 1-1) と、R¹がビニル基である単位および／または R²がビニル基である単位を、0.5～1.5 モル％含む第 2 のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン (A 1-2) とを用いるのが好ましい。

[0061] また、第 1 のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン (A 1-1) は、ビニル基含有量が 0.01～0.2 モル％であるのが好ましい。また、第 2 のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン (A 1-2) は、ビニル基含有量が、0.8～1.2 モル％であるのが好ましい。

[0062] さらに、第 1 のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン (A 1-1) と第 2 のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン (A 1-2) とを組み合わせ合わせて配合する場合、(A 1-1) と (A 1-2) の比率は特に限定されないが、例えば、重量比で (A 1-1) : (A 1-2) が 50 : 50～95 : 5 であるのが好ましく、80 : 20～90 : 10 であるのがより好ましい。

[0063] なお、第 1 および第 2 のビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン (A 1-1) および (A 1-2) は、それぞれ 1 種のみを用いてもよいし、2 種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0064] また、ビニル基含有オルガノポリシロキサン (A) は、分岐構造を有するビニル基含有分岐状オルガノポリシロキサン (A 2) を含んでもよい。

[0065] <<オルガノハイドロジェンポリシロキサン (B)>>

本実施形態のシリコーンゴム系硬化性組成物は、架橋剤を含んでもよい。架橋剤は、オルガノハイドロジェンポリシロキサン (B) を含むことができる。

オルガノハイドロジェンポリシロキサン (B) は、直鎖構造を有する直鎖

状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（B 1）と分岐構造を有する分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（B 2）とに分類され、これらのうちのいずれか一方または双方を含むことができる。

[0066] 絶縁性シリコーンゴム系硬化性組成物および導電性シリコーンゴム系硬化性組成物は、同種の架橋剤を含んでもよい。同種の架橋剤とは、少なくとも直鎖構造や分岐構造などの共通の構造を有していればよく、分子中の分子量分布や異なる官能基が含まれていてもよく、その添加量が異なってもよい。

なお、絶縁性シリコーンゴム系硬化性組成物および導電性シリコーンゴム系硬化性組成物は、互いに異なる架橋剤をさらに含んでもよい。

[0067] 直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（B 1）は、直鎖構造を有し、かつ、Siに水素が直接結合した構造（≡Si-H）を有し、ビニル基含有オルガノポリシロキサン（A）のビニル基の他、シリコーンゴム系硬化性組成物に配合される成分が有するビニル基とヒドロシリル化反応し、これらの成分を架橋する重合体である。

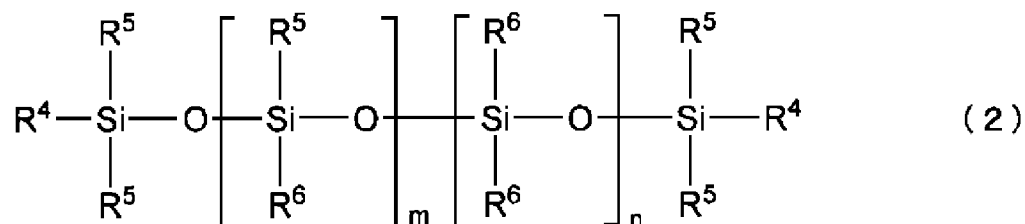
[0068] 直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（B 1）の分子量は特に限定されないが、例えば、重量平均分子量が20000以下であるのが好ましく、1000以上、10000以下であることがより好ましい。

[0069] なお、直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（B 1）の重量平均分子量は、例えばクロロホルムを展開溶媒としたGPC（ゲル透過クロマトグラフィー）におけるポリスチレン換算により測定することができる。

[0070] また、直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（B 1）は、通常、ビニル基を有しないものであるのが好ましい。これにより、直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（B 1）の分子内において架橋反応が進行するのを的確に防止することができる。

[0071] 以上のような直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（B 1）としては、例えば、下記式（2）で表される構造を有するものが好ましく用いられる。

[0072] [化3]



[0073] 式(2)中、 R^4 は炭素数1～10の置換または非置換のアルキル基、アルケニル基、アリール基、これらを組み合わせた炭化水素基、またはヒドリド基である。炭素数1～10のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基等が挙げられ、中でも、メチル基が好ましい。炭素数1～10のアルケニル基としては、例えば、ビニル基、アリル基、ブテニル基等が挙げられる。炭素数1～10のアリール基としては、例えば、フェニル基が挙げられる。

[0074] また、 R^5 は炭素数1～10の置換または非置換のアルキル基、アルケニル基、アリール基、これらを組み合わせた炭化水素基、またはヒドリド基である。炭素数1～10のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基が挙げられ、中でも、メチル基が好ましい。炭素数1～10のアルケニル基としては、例えば、ビニル基、アリル基、ブテニル基等が挙げられる。炭素数1～10のアリール基としては、例えば、フェニル基が挙げられる。

[0075] なお、式(2)中、複数の R^4 は互いに独立したものであり、互いに異なってもよいし、同じであってもよい。 R^5 についても同様である。ただし、複数の R^4 および R^5 のうち、少なくとも2つ以上がヒドリド基である。

[0076] また、 R^6 は炭素数1～8の置換または非置換のアルキル基、アリール基、またはこれらを組み合わせた炭化水素基である。炭素数1～8のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基等が挙げられ、中でも、メチル基が好ましい。炭素数1～8のアリール基としては、例えば、フェニル基が挙げられる。複数の R^6 は互いに独立したものであり、互いに異なってもよいし、同じであってもよい。

[0077] なお、式（２）中の R^4 、 R^5 、 R^6 の置換基としては、例えば、メチル基、ビニル基等が挙げられ、分子内の架橋反応を防止する観点から、メチル基が好ましい。

[0078] さらに、 m 、 n は、式（２）で表される直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（Ｂ１）を構成する繰り返し単位の数であり、 m は２～１５０整数、 n は２～１５０の整数である。好ましくは、 m は２～１００の整数、 n は２～１００の整数である。

[0079] なお、直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（Ｂ１）は、１種のみを単独で用いてもよいし、２種以上を組み合わせ用いてもよい。

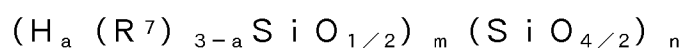
[0080] 分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（Ｂ２）は、分岐構造を有するため、架橋密度が高い領域を形成し、シリコーンゴムの系中の架橋密度の疎密構造形成に大きく寄与する成分である。また、上記直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（Ｂ１）同様、 Si に水素が直接結合した構造（ $\equiv Si-H$ ）を有し、ビニル基含有オルガノポリシロキサン（Ａ）のビニル基の他、シリコーンゴム系硬化性組成物に配合される成分のビニル基とヒドロシリル化反応し、これら成分を架橋する重合体である。

[0081] また、分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（Ｂ２）の比重は、０．９～０．９５の範囲である。

[0082] さらに、分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（Ｂ２）は、通常、ビニル基を有しないものであるのが好ましい。これにより、分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（Ｂ２）の分子内において架橋反応が進行するのを的確に防止することができる。

[0083] また、分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（Ｂ２）としては、下記平均組成式（ｃ）で示されるものが好ましい。

[0084] 平均組成式（ｃ）



（式（ｃ）において、 R^7 は一価の有機基、 a は１～３の範囲の整数、 m は $H_a(R^7)_{3-a}SiO_{1/2}$ 単位の数、 n は $SiO_{4/2}$ 単位の数である）

[0085] 式(c)において、 R^7 は一価の有機基であり、好ましくは、炭素数1～10の置換または非置換のアルキル基、アリール基、またはこれらを組み合わせた炭化水素基である。炭素数1～10のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基等が挙げられ、中でも、メチル基が好ましい。炭素数1～10のアリール基としては、例えば、フェニル基が挙げられる。

[0086] 式(c)において、 a は、ヒドリド基(S_i に直接結合する水素原子)の数であり、1～3の範囲の整数、好ましくは1である。

[0087] また、式(c)において、 m は $H_a(R^7)_{3-a}SiO_{1/2}$ 単位の数、 n は $SiO_{4/2}$ 単位の数である。

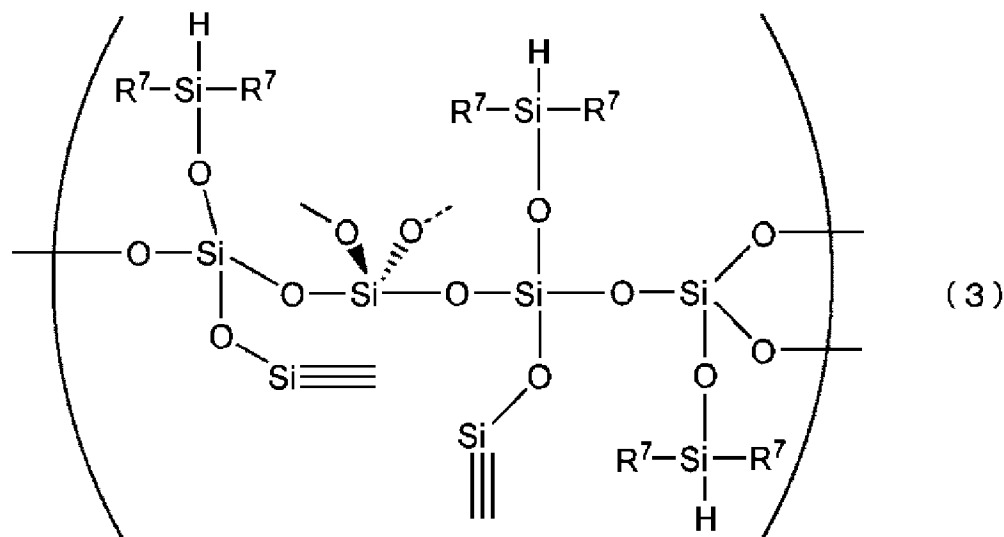
[0088] 分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン(B2)は分岐状構造を有する。直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン(B1)と分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン(B2)は、その構造が直鎖状か分岐状かという点で異なり、 S_i の数を1とした時の S_i に結合するアルキル基 R の数(R/S_i)が、直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン(B1)では1.8～2.1、分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン(B2)では0.8～1.7の範囲となる。

[0089] なお、分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン(B2)は、分岐構造を有しているため、例えば、窒素雰囲気下、1000℃まで昇温速度10℃/分で加熱した際の残渣量が5%以上となる。これに対して、直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン(B1)は、直鎖状であるため、上記条件で加熱した後の残渣量はほぼゼロとなる。

[0090] また、分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン(B2)の具体例としては、下記式(3)で表される構造を有するものが挙げられる。

[0091]

[化4]



[0092] 式(3)中、 R^7 は炭素数1～8の置換または非置換のアルキル基、アリール基、またはこれらを組み合わせた炭化水素基、もしくは水素原子である。炭素数1～8のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基等が挙げられ、中でも、メチル基が好ましい。炭素数1～8のアリール基としては、例えば、フェニル基が挙げられる。 R^7 の置換基としては、例えば、メチル基等が挙げられる。

[0093] なお、式(3)中、複数の R^7 は互いに独立したものであり、互いに異なってもよいし、同じであってもよい。

[0094] また、式(3)中、「 $-O-Si\equiv$ 」は、 Si が三次元に広がる分岐構造を有することを表している。

[0095] なお、分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン(B2)は、1種のみを単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0096] また、直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン(B1)と分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン(B2)において、 Si に直接結合する水素原子(ヒドリド基)の量は、それぞれ、特に限定されない。ただし、シリコーンゴム系硬化性組成物において、ビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン(A1)中のビニル基1モルに対し、直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン(B1)と分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサ

ン（B2）の合計のヒドロキシ量が、0.5～5モルとなる量が好ましく、1～3.5モルとなる量がより好ましい。これにより、直鎖状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（B1）および分岐状オルガノハイドロジェンポリシロキサン（B2）と、ビニル基含有直鎖状オルガノポリシロキサン（A1）との間で、架橋ネットワークを確実に形成させることができる。

[0097] <<シリカ粒子（C）>>

本実施形態に係るシリコーンゴム系硬化性組成物は、非導電性フィラーを含む。非導電性フィラーは、必要に応じ、シリカ粒子（C）を含んでもよい。これにより、エラストマーの硬さや機械的強度の向上を図ることができる。

[0098] 絶縁性シリコーンゴム系硬化性組成物および導電性シリコーンゴム系硬化性組成物は、同種の非導電性フィラーを含んでもよい。同種の非導電性フィラーとは、少なくとも共通の構成材料を有していればよく、粒子径、比表面積、表面処理剤、又はその添加量が異なってもよい。

なお、絶縁性シリコーンゴム系硬化性組成物および導電性シリコーンゴム系硬化性組成物は、互いに異なるシランカップリング剤をさらに含んでもよい。

[0099] シリカ粒子（C）としては、特に限定されないが、例えば、ヒュームドシリカ、焼成シリカ、沈降シリカ等が用いられる。これらを単独で用いても2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0100] シリカ粒子（C）は、例えば、BET法による比表面積が例えば50～400m²/gであるのが好ましく、100～400m²/gであるのがより好ましい。また、シリカ粒子（C）の平均一次粒径は、例えば1～100nmであるのが好ましく、5～20nm程度であるのがより好ましい。

[0101] シリカ粒子（C）として、かかる比表面積および平均粒径の範囲内であるものをを用いることにより、形成されるシリコーンゴムの硬さや機械的強度の向上、特に引張強度の向上をさせることができる。

[0102] <<シランカップリング剤（D）>>

本実施形態のシリコーンゴム系硬化性組成物は、シランカップリング剤（D）を含むことができる。

シランカップリング剤（D）は、加水分解性基を有することができる。加水分解基が水により加水分解されて水酸基になり、この水酸基がシリカ粒子（C）表面の水酸基と脱水縮合反応することで、シリカ粒子（C）の表面改質を行うことができる。

[0103] 絶縁性シリコーンゴム系硬化性組成物および導電性シリコーンゴム系硬化性組成物は、同種のシランカップリング剤を含んでもよい。同種のシランカップリング剤とは、少なくとも共通の官能基を有していればよく、分子中の他の官能基や添加量が異なってもよい。

なお、絶縁性シリコーンゴム系硬化性組成物および導電性シリコーンゴム系硬化性組成物は、互いに異なるシランカップリング剤をさらに含んでもよい。

[0104] また、このシランカップリング剤（D）は、疎水性基を有するシランカップリング剤を含むことができる。これにより、シリカ粒子（C）の表面にこの疎水性基が付与されるため、シリコーンゴム系硬化性組成物中ひいてはシリコーンゴム中において、シリカ粒子（C）の凝集力が低下（シラノール基による水素結合による凝集が少なくなる）し、その結果、シリコーンゴム系硬化性組成物中のシリカ粒子（C）の分散性が向上すると推測される。これにより、シリカ粒子（C）とゴムマトリックスとの界面が増加し、シリカ粒子（C）の補強効果が増大する。さらに、ゴムのマトリックス変形の際、マトリックス内でのシリカ粒子（C）の滑り性が向上すると推測される。そして、シリカ粒子（C）の分散性の向上及び滑り性の向上によって、シリカ粒子（C）によるシリコーンゴムの機械的強度（例えば、引張強度や引裂強度など）が向上する。

[0105] さらに、シランカップリング剤（D）は、ビニル基を有するシランカップリング剤を含むことができる。これにより、シリカ粒子（C）の表面にビニル基が導入される。そのため、シリコーンゴム系硬化性組成物の硬化の際、

すなわち、ビニル基含有オルガノポリシロキサン（A）が有するビニル基と、オルガノハイドロジェンポリシロキサン（B）が有するヒドリド基とがヒドロシリル化反応して、これらによるネットワーク（架橋構造）が形成される際に、シリカ粒子（C）が有するビニル基も、オルガノハイドロジェンポリシロキサン（B）が有するヒドリド基とのヒドロシリル化反応に関与するため、ネットワーク中にシリカ粒子（C）も取り込まれるようになる。これにより、形成されるシリコーンゴムの低硬度化および高モジュラス化を図ることができる。

[0106] シランカップリング剤（D）としては、疎水性基を有するシランカップリング剤およびビニル基を有するシランカップリング剤を併用することができる。

[0107] シランカップリング剤（D）としては、例えば、下記式（4）で表されるものが挙げられる。

[0108] $Y_n - Si - (X)_{4-n} \cdots (4)$

上記式（4）中、 n は1～3の整数を表す。 Y は、疎水性基、親水性基またはビニル基を有するもののうちのいずれかの官能基を表し、 n が1の時は疎水性基であり、 n が2または3の時はその少なくとも1つが疎水性基である。 X は、加水分解性基を表す。

[0109] 疎水性基は、炭素数1～6のアルキル基、アリール基、またはこれらを組み合わせた炭化水素基であり、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、フェニル基等が挙げられ、中でも、特に、メチル基が好ましい。

[0110] また、親水性基は、例えば、水酸基、スルホン酸基、カルボキシル基またはカルボニル基等が挙げられ、中でも、特に、水酸基が好ましい。なお、親水性基は、官能基として含まれていてもよいが、シランカップリング剤（D）に疎水性を付与するという観点からは含まれていないのが好ましい。

[0111] さらに、加水分解性基は、メトキシ基、エトキシ基のようなアルコキシ基、クロロ基またはシラザン基等が挙げられ、中でも、シリカ粒子（C）との反応性が高いことから、シラザン基が好ましい。なお、加水分解性基として

シラザン基を有するものは、その構造上の特性から、上記式（４）中の（ $Y_n - Si -$ ）の構造を２つ有するものとなる。

[0112] 上記式（４）で表されるシランカップリング剤（Ｄ）の具体例は、次の通りである。

上記官能基として疎水性基を有するものとして、例えば、メチルトリメトキシシラン、ジメチルジメトキシシラン、フェニルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、ジメチルジエトキシシラン、フェニルトリエトキシシラン、*n*-プロピルトリメトキシシラン、*n*-プロピルトリエトキシシラン、ヘキシルトリメトキシシラン、ヘキシルトリエトキシシラン、デシルトリメトキシシランのようなアルコキシシラン；メチルトリクロロシラン、ジメチルジクロロシラン、トリメチルクロロシラン、フェニルトリクロロシランのようなクロロシラン；ヘキサメチルジシラザンが挙げられる。この中でも、ヘキサメチルジシラザン、トリメチルクロロシラン、トリメチルメトキシシラン、及びトリメチルエトキシシランからなる群から選択される一種以上を含むトリメチルシリル基を有するシランカップリング剤が好ましい。

[0113] 上記官能基としてビニル基を有するものとして、例えば、メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン、メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン、ビニルメチルジメトキシシランのようなアルコキシシラン；ビニルトリクロロシラン、ビニルメチルジクロロシランのようなクロロシラン；ジビニルテトラメチルジシラザンが挙げられる。この中でも、メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン、メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、ジビニルテトラメチルジシラザン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン、及びビニルメチルジメトキシシランからなる群から選択される一種以上を含むビニル基含有オルガノシリル基を有するシランカップリング剤が好ましい。

[0114] またシランカップリング剤（D）がトリメチルシリル基を有するシランカップリング剤およびビニル基含有オルガノシリル基を有するシランカップリング剤の2種を含む場合、疎水性基を有するものとしてはヘキサメチルジシラザン、ビニル基を有するものとしてはジビニルテトラメチルジシラザンを含むことが好ましい。

[0115] トリメチルシリル基を有するシランカップリング剤（D 1）およびビニル基含有オルガノシリル基を有するシランカップリング剤（D 2）を併用する場合、（D 1）と（D 2）の比率は、特に限定されないが、例えば、重量比で（D 1）：（D 2）が、1：0.001～1：0.35、好ましくは1：0.01～1：0.20、より好ましくは1：0.03～1：0.15である。このような数値範囲とすることにより、所望のシリコーンゴムの物性を得ることができる。具体的には、ゴム中におけるシリカの分散性およびゴムの架橋性のバランスを図ることができる。

[0116] 本実施形態において、シランカップリング剤（D）の含有量の下限値は、ビニル基含有オルガノポリシロキサン（A）の合計量100重量部に対して、1質量%以上であることが好ましく、3質量%以上であることがより好ましく、5質量%以上であることがさらに好ましい。また、シランカップリング剤（D）の含有量上限値は、ビニル基含有オルガノポリシロキサン（A）の合計量100重量部に対して、100質量%以下であることが好ましく、80質量%以下であることがより好ましく、40質量%以下であることがさらに好ましい。

シランカップリング剤（D）の含有量を上記下限値以上とすることにより、エラストマーを含む柱状部と導電性樹脂層との密着性を高めることができる。また、シリコーンゴムの機械的強度の向上に資することができる。また、シランカップリング剤（D）の含有量を上記上限値以下とすることにより、シリコーンゴムが適度な機械特性を持つことができる。

[0117] <<白金または白金化合物（E）>>

本実施形態に係るシリコーンゴム系硬化性組成物は、触媒を含んでもよい

。触媒は、白金または白金化合物（E）を含むことができる。白金または白金化合物（E）は、硬化の際の触媒として作用する触媒成分である。白金または白金化合物（E）の添加量は触媒量である。

[0118] 絶縁性シリコンゴム系硬化性組成物および導電性シリコンゴム系硬化性組成物は、同種の触媒を含んでもよい。同種の触媒とは、少なくとも共通の構成材料を有していればよく、触媒中に異なる組成が含まれていてもよく、その添加量が異なってもよい。

なお、絶縁性シリコンゴム系硬化性組成物および導電性シリコンゴム系硬化性組成物は、互いに異なる触媒をさらに含んでもよい。

[0119] 白金または白金化合物（E）としては、公知のものを使用することができ、例えば、白金黒、白金をシリカやカーボンブラック等に担持させたもの、塩化白金酸または塩化白金酸のアルコール溶液、塩化白金酸とオレフィンの錯塩、塩化白金酸とビニルシロキサンとの錯塩等が挙げられる。

[0120] なお、白金または白金化合物（E）は、1種のみを単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0121] 本実施形態において、シリコンゴム系硬化性組成物中における白金または白金化合物（E）の含有量は、触媒量を意味し、適宜設定することができるが、具体的にはビニル基含有オルガノポリシロキサン（A）、シリカ粒子（C）、シランカップリング剤（D）の合計量100重量部に対して、白金族金属が重量単位で0.01～1000ppmとなる量であり、好ましくは、0.1～500ppmとなる量である。

白金または白金化合物（E）の含有量を上記下限値以上とすることにより、シリコンゴム系硬化性組成物が適切な速度で硬化することが可能となる。また、白金または白金化合物（E）の含有量を上記上限値以下とすることにより、製造コストの削減に資することができる。

[0122] <<水（F）>>

また、本実施形態に係るシリコンゴム系硬化性組成物には、上記成分（A）～（E）以外に、水（F）が含まれていてもよい。

[0123] 水（F）は、シリコーンゴム系硬化性組成物に含まれる各成分を分散させる分散媒として機能するとともに、シリカ粒子（C）とシランカップリング剤（D）との反応に寄与する成分である。そのため、シリコーンゴム中において、シリカ粒子（C）とシランカップリング剤（D）とを、より確実に互いに連結したものとすることができ、全体として均一な特性を発揮することができる。

[0124] （その他の成分）

さらに、本実施形態のシリコーンゴム系硬化性組成物は、上記（A）～（F）成分以外に、他の成分をさらに含むことができる。この他の成分としては、例えば、珪藻土、酸化鉄、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化バリウム、酸化マグネシウム、酸化セリウム、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、炭酸亜鉛、ガラスウール、マイカ等のシリカ粒子（C）以外の無機充填材、反応阻害剤、分散剤、顔料、染料、帯電防止剤、酸化防止剤、難燃剤、熱伝導性向上剤等の添加剤が挙げられる。

[0125] 本実施形態に係る導電性溶液（導電性シリコーンゴム組成物）は、導電性フィラーを含まない上記シリコーンゴム系硬化性組成物に加えて、上記導電性フィラーおよび溶剤を含むものである。

[0126] 上記溶剤としては、公知の各種溶剤を用いることができるが、例えば、高沸点溶剤を含むことができる。これらを単独で用いても2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0127] 上記溶剤の一例としては、例えば、ペンタン、ヘキサン、シクロヘキサン、ヘプタン、メチルシクロヘキサン、エチルシクロヘキサン、オクタン、デカン、ドデカン、テトラデカンなどの脂肪族炭化水素類；ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、トリフルオロメチルベンゼン、ベンゾトリフルオリドなどの芳香族炭化水素類；ジエチルエーテル、ジイソプロピルエーテル、ジブチルエーテル、シクロペンチルメチルエーテル、シクロペンチルエチルエーテル、エチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、1，4－

ジオキサン、1, 3-ジオキサン、テトラヒドロフランなどのエーテル類；ジクロロメタン、クロロホルム、1, 1-ジクロロエタン、1, 2-ジクロロエタン、1, 1, 1-トリクロロエタン、1, 1, 2-トリクロロエタンなどのハロアルカン類；N, N-ジメチルホルムアミド、N, N-ジメチルアセトアミドなどのカルボン酸アミド類；ジメチルスルホキシド、ジエチルスルホキシドなどのスルホキシド類などを例示することができる。これらを単独で用いても2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0128] 上記導電性溶液は、溶液中の固形分量などを調整することで、スプレー塗布やディップ塗布等の各種の塗布方法に適切な粘度を備えることができる。

[0129] また、上記導電性溶液が上記導電性フィラーおよび上記シリカ粒子（C）を含む場合、脳波測定用電極50が含むシリカ粒子（C）の含有量の下限値は、シリカ粒子（C）および導電性フィラーの合計量100質量%に対して、例えば、1質量%以上であり、好ましくは3質量%以上であり、より好ましくは5質量%以上とすることができる。これにより、脳波測定用電極50の機械的強度を向上させることができる。一方で、上記脳波測定用電極50が含むシリカ粒子（C）の含有量の上限値は、シリカ粒子（C）および導電性フィラーの合計量100質量%に対して、例えば、20質量%以下であり、好ましくは15質量%以下であり、より好ましくは10質量%以下である。これにより、脳波測定用電極50における導電性と機械的強度や柔軟性とのバランスを図ることができる。

[0130] 導電性溶液を必要に応じて加熱乾燥することで、導電性シリコーンゴムが得られる。

導電性シリコーンゴムは、シリコーンオイルを含まない構成であってもよい。これにより、脳波測定用電極50（突起部60）の表面にシリコーンオイルがブリードアウトすることで導通性が低下することを抑制できる。

[0131] <信号線69の材料>

信号線69は、公知のものを使用することができるが、例えば、導電繊維で構成され得る。導電繊維としては、金属繊維、金属被覆繊維、炭素繊維、

導電性ポリマー繊維、導電性ポリマー被覆繊維、および導電ペースト被覆繊維からなる群から選択される一種以上を用いることができる。これらを単独で用いても2種以上を組み合わせる用いてもよい。

[0132] 上記金属繊維、金属被覆繊維、の金属材料は、導電性を有するものであれば限定されないが、銅、銀、金、ニッケル、錫、鉛、亜鉛、ビスマス、アンチモン、ステンレス、アルミニウム、銀／塩化銀およびこれらの合金等が挙げられる。これらを単独で用いても2種以上を組み合わせる用いてもよい。これらの中でも、導通性の観点から、銀を用いることができる。また、金属材料は、クロム等の環境に負荷を与える金属を含まないことが好ましい。

[0133] 上記金属被覆繊維、導電性ポリマー被覆繊維、導電ペースト被覆繊維の繊維材料は、特に限定されないが、合成繊維、半合成繊維、天然繊維のいずれでもよい。これらの中でも、ポリエステル、ナイロン、ポリウレタン、絹および綿等を用いることが好ましい。これらを単独で用いても2種以上を組み合わせる用いてもよい。

[0134] 上記炭素繊維は、例えば、PAN系炭素繊維、ピッチ系炭素繊維等が挙げられる。

[0135] 上記導電性ポリマー繊維および導電性ポリマー被覆繊維の導電性ポリマー材料は、例えば、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリン、ポリアセチレン、ポリフェニレンビニレン、ポリナフタレン、及びこれらの誘導体等の導電性高分子およびバインダ樹脂の混合物、あるいは、PEDOT-PPS（（3，4-エチレンジオキシチオフェン）-ポリ（スチレンスルホン酸））等の導電性高分子の水溶液が用いられる。

[0136] 上記導電ペースト被覆繊維の導電ペーストに含まれる樹脂材料は特に限定されないが伸縮性を有することが好ましく、例えばシリコーンゴム、ウレタンゴム、フッ素ゴム、ニトリルゴム、アクリルゴム、スチレンゴム、クロロプレンゴム、およびエチレンプロピレンゴムからなる群から選択される一種以上を含むことができる。これらを単独で用いても2種以上を組み合わせる用いてもよい。

[0137] 上記導電ペースト被覆繊維の導電ペーストに含まれる導電性フィラーは特に限定されないが、公知の導電材料を用いてもよいが、金属粒子、金属繊維、金属被覆繊維、カーボンブラック、アセチレンブラック、グラファイト、炭素繊維、カーボンナノチューブ、導電性ポリマー、導電性ポリマー被覆繊維および金属ナノワイヤーからなる群から選択される一種以上を含むことができる。

[0138] 上記導電性フィラーを構成する金属は、特に限定はされないが、例えば、銅、銀、金、ニッケル、錫、鉛、亜鉛、ビスマス、アンチモン、銀／塩化銀、或いはこれらの合金のうち少なくとも一種類、あるいは、これらのうちの二種以上を含むことができる。この中でも、導電性の高さや入手容易性の高さから、銀または銅が好ましい。

[0139] 上記信号線 6 9 が、線状の導電繊維を複数本撚り合わせた撚糸で構成されてもよい。これにより、変形時における信号線 6 9 の断線を抑制できる。

[0140] 本実施形態において、導電繊維における被覆とは、単に繊維材料の外表面を覆うことのみならず、単繊維を撚り合わせた撚糸などの場合は、その撚糸の中の繊維間隙に金属、導電性ポリマー、または導電ペーストが含浸し、撚糸を構成する単繊維を 1 本毎に被覆するものを含む。

[0141] 信号線 6 9 の引張破断伸度は、例えば、1 % 以上～5 0 % 以下、好ましくは 1 . 5 % 以上～4 5 % である。このような数値範囲内とすることで、変形時の破断を抑制しつつも、突起部 6 0 の過度な変形を抑制できる。

[0142] <電極部 8 0（導電性部材 7 0）の材料>

電極部 8 0 の導電性部材 7 0 は、例えば、良導性金属を含むペーストである。良導性金属は、銅、銀、金、ニッケル、錫、鉛、亜鉛、ビスマス、アンチモン、或いはこれらの合金からなる群から選択される一種以上を含む。特に、入手性や導電性の観点から、銀や塩化銀、銅が好適である。

[0143] <導電性部材 7 0（電極部 8 0）の形成方法>

本実施形態では、上述のように、導電性部材 7 0（電極部 8 0）は、突起部 6 0 の先端部分 6 1 及びその近傍に膨出形状を有する。この形状を形成す

るために、突起部60の表面（突起部斜面65）全体に第1の導電性部材71を形成したのちに、突起部60の先端部分61に第2の導電性部材72を形成する。

具体的には、以下の手順（第1の導電性部材形成工程、第2の導電性部材形成工程）により導電性部材70を形成する。

[0144] 第1の導電性部材形成工程：

突起部60を先端部分61から基部51に向けて所定領域に第1の導電性部材71を形成する。例えば、突起部斜面65全体に亘って一定の厚み T_{22} で第1の導電性部材71が形成される。

より具体的には、突起部60の頂部を、良導性金属を含むペースト状の第1の導電性溶液にディップ（浸漬塗布）して引き上げ乾燥させる。これにより、突起部60の突起部斜面65に所定厚み T_{22} の第1の導電性部材71が形成される。なお、導電性フィラーおよび溶剤を含む第1の導電性溶液を、突起部60の表面に塗布することにより、第1の導電性部材71を形成してもよい。

[0145] 第2の導電性部材形成工程：

つづいて、第1の導電性部材形成工程において第1の導電性部材71が形成された領域であって、突起部60の先端部分61およびその近傍に、第2の導電性部材72を形成する。

より具体的には、第1の導電性部材71が形成された突起部60の先端部分61を下向きとして、予め設定された長さだけ、良導性金属を含むペースト状の第2の導電性溶液にディップ（浸漬塗布）し、先端部分61を下側に向けた状態で、引き上げ乾燥させる。これにより、第2の導電性溶液が重力により先端部分61に集まるように膨張形状（すなわち長球）が形成される。すなわち、第2の導電性部材72が、上述した膨張形状（すなわち長球）を有する構造として形成される。この工程は、複数回に分けられて実施されてもよい。

[0146] なお、第1の導電性部材71を一定の厚み T_{22} で形成し、第2の導電性

部材 7 2 を膨張形状（すなわち長球）とした構造を実現する観点から、第 1 の導電性部材 7 1 の材料である第 1 の導電性溶液の粘度を低くし、第 2 の導電性部材 7 2 の材料である第 2 の導電性溶液の粘度を高くすることが好ましい。第 1 の導電性溶液の粘度は、例えば、25℃、せん断速度 20 s^{-1} において粘度 $0.1 \sim 1.0 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ とすることができる。第 2 の導電性溶液の粘度は、例えば、25℃、せん断速度 20 s^{-1} において $10 \sim 1000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ とすることができる。

[0147] 第 1 の導電性部材 7 1 及び第 2 の導電性部材 7 2 を形成する際に、溶剤を突起部 6 0 と同じ系統の材質（シリコンゴム）とすることで、電極部 8 0（導電性部材 7 0）の密着性を高められる。

[0148] <脳波測定用電極 5 0 の製造方法>

本実施形態の脳波測定用電極 5 0 の製造方法の一例は次の工程を含むことができる。

まず、金型を用いて、上記シリコンゴム系硬化性組成物を加熱加圧成形し、基部 5 1 および突起部 6 0 からなる成形体を得る。続いて、得られた成形体の各突起部 6 0 の内部に、縫い針を用いて、信号線 6 9 を通す。その後得られた成形体の突起部 6 0（先端部分 6 1 を含む所定範囲）に、上述した第 1 の導電性部材形成工程及び第 2 の導電性部材形成工程により、突起部 6 0 の所定の領域に電極部 8 0（導電性部材 7 0）を形成する。

以上により、脳波測定用電極 5 0 を製造することができる。

[0149] 以上、本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

[0150] 以上、本実施形態の特徴を簡単に纏めると次の通りである。

（1）本実施形態の脳波測定用電極 5 0 は、

基部 5 1 と、

基部 5 1 から延出する、弾性体の複数の突起部 6 0 と、

突起部 6 0 の表面に導電性部材 7 0 を覆って設けられた電極部 8 0 と、

を有し、

導電性部材 70 は、少なくとも突起部 60 の先端部分 61 を覆って設けられており、かつ、前記先端部分およびその近傍において突起部 60 の幅方向に膨出する膨出部（膨出形状）を有する。

（２）突起部 60 の先端部分 61 における突起部 60 の延出方向の導電性部材 70 の厚みを $T1$ 、突起部 60 の表面における法線方向の導電性部材 70 の厚みを $T2$ としたときに、 $T1 > T2$ である。

（３）厚み $T1$ が $100\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下である。

（４）突起部 60 は錐体である。錐体として、円錐、三角錐、四角錐などを採用しうる。

（５）導電性部材 70 は良導電性金属を含むペーストからなる。

（６）良導電性金属は、銅、銀、金、ニッケル、錫、鉛、亜鉛、ビスマス、アンチモン、或いはこれらの合金からなる群から選択される一種以上を含む。

（７）本実施形態の脳波測定装置 1 は、上述の脳波測定用電極 50 を備える。

（８）本実施形態の脳波測定方法は、上述の脳波測定装置 1 を被験者の頭部 99 に装着して脳波を測定する。

（９）本実施形態は、基部 51 と、基部 51 から延出する、弾性体の複数の突起部 60 と、突起部 60 の表面に導電性部材 70 を覆って設けられた電極部 80 と、を有する脳波測定用電極 50 の製造方法であって、

突起部 60 を先端部分 61 から基部 51 に向けて所定領域に第 1 の導電性部材 71 を形成する第 1 の導電性部材形成工程と、

第 1 の導電性部材形成工程において第 1 の導電性部材 71 が形成された突起部 60 の先端部分 61 に、第 2 の導電性部材 72 を重ねて形成する第 2 の導電性部材形成工程と、を有する。

（１０）突起部 60 の先端部分 61 における突起部 60 の延出方向の厚みを $T1$ 、突起部 60 の表面における法線方向の導電性部材 70 の厚みを $T2$ としたときに、 $T1 > T2$ である。

(11) 第1の導電性部材71と第2の導電性部材72は良導電性金属を含むペーストからなり、

第1の導電性部材71のペーストの粘度より第2の導電性部材72のペーストの粘度が高い。

(12) 第2の導電性部材形成工程(S22)は、突起部60の先端部分61を下向きとして、第2の導電性部材72のペーストに突起部60の先端部分61を浸けたのち引き上げる。

実施例

[0151] 以下、本実施形態を、実施例を参照して詳細に説明する。なお、本実施形態は、これらの実施例の記載に何ら限定されるものではない。

[0152] <突起部のAgコーティング厚の比較>

図7は、実施例の突起部のAgコーティングの状態を示した断面図である。図8は、比較例の突起部のAgコーティングの状態を示した断面図である。図9は、実施例および比較例で示した断面図の一つの突起部を示す図である。図7および図8は図9のX-X断面に相当する。底面の形状が正六角形で、底面の幅4mm、高さ5mmの突起部が基部から突出する弾性体を用意し、突起部表面にAgペーストをコーティング（塗布）した。

[0153] 実施例では、上述した第1の導電性部材形成工程及び第2の導電性部材形成工程により突起部表面をAgペーストでコーティングし、突起部の先端部分およびその近傍に膨出形状を設けた構造とした。第2の導電性部材形成工程は2回に分けて実施した。Agペーストの仕様およびコーティング方法は以下の通りである。

第1の導電性部材形成工程：

Agペースト全量に対するAgの含有量 35重量%

粘度（25℃、せん断速度20s⁻¹） 0.15Pa・s

引き上げ速度 0.1mm/s

コーティング領域 突起部の先端～基部

乾燥方向 先端部分を上向き

第2の導電性部材形成工程：

1回目：

Agペースト全量に対するAgの含有量 70重量%

粘度（25℃、せん断速度 20 s^{-1} ） $20\text{ Pa}\cdot\text{s}$

引き上げ速度 10 mm/s

コーティング領域 突起部の先端のみ

乾燥方向 先端部分を下向き

2回目：

Agペースト全量に対するAgの含有量 70重量%

粘度（25℃、せん断速度 20 s^{-1} ） $20\text{ Pa}\cdot\text{s}$

引き上げ速度 10 mm/s

コーティング領域 突起部の先端のみ

乾燥方向 先端部分を下向き

[0154] 比較例では、上述した第1の導電性部材形成工程により突起部表面をAgペーストでコーティングした。Agペーストの仕様およびコーティング方法は、実施例の第1の導電性部材形成工程と同一である。

第1の導電性部材形成工程：

Agペースト全量に対するAgの含有量 35重量%

粘度（25℃、せん断速度 20 s^{-1} ） $0.15\text{ Pa}\cdot\text{s}$

引き上げ速度 0.1 mm/s

コーティング領域 突起部の先端～基部

乾燥方向 先端部分を上向き

[0155] 図7および図8から分かるように、実施例では、Agペーストのコーティング条件を比較例の条件から変えることで、突起部先端にAgペーストの厚みが厚くなることが確認できた。

[0156] <耐久性比較>

上述の突起部のAgコーティング厚の比較で説明した実施例及び比較例の電極について耐久性を比較検証した。

[0157] (試験方法)

図 10 に耐久性比較の試験方法の概要を示す。

実施例および比較例の電極を一定荷重 4 N で、繰り返し 50 回銅板に押しつけた後、4 N 押しつけ時の突起部 (Ag コーティング) 毎の抵抗値を、LCR メータで測定し評価した。

測定には、基部から複数の突起部が一体に延出しており、基部の上面に Ag ペーストを介してスナップボタンの接続端子を配置し、樹脂製キャップに収容し、シリコン接着剤で封止・固定した電極を用いた。

電極を、それぞれの突起部の先端が押しつけられる位置に配線パターンを形成した樹脂板に押しつけて、LCR メータで抵抗値を測定した。

[0158] (電極の仕様)

突起部の形状：底面の形状・・・正六角形

底面の幅・・・4 mm

高さ・・・5 mm

突起部の数：19

突起部の材質：シリコンゴム

硬度 (デュロメータ硬さ A) : 35

[0159] (評価基準)

A、B、C の 3 段階で評価した。

A : 全突起部数に対し、20 Ω 未満の突起部数が 70 % 以上

B : 全突起部数に対し、20 Ω 未満の突起部数が 70 % 未満、20 % 以上

C : 全突起部数に対し、20 Ω 未満の突起部数が 20 % 未満

評価 A の電極を用いた脳波測定では、ノイズが少なく、非常に良好な脳波測定が行える。

評価 B の電極を用いた脳波測定では、若干のノイズが生じることがあるものの、良好な脳波測定が行える。

評価 C の電極を用いた脳波測定では、ノイズが多くなったり、測定信号が

不安定になることがある。

[0160] 実施例では、抵抗値が20Ω未満の突起部数が70%以上であり、評価Aであった。

比較例では、抵抗値が20Ω未満の突起部数が20%以下であり、評価Cであった。

[0161] この出願は、2022年7月12日に出願された日本出願特願2022-111945号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0162] 1 脳波測定装置
- 10 脳波電極ユニット
 - 11 ボディ部
 - 12 信号取出部
 - 13 螺刻部
 - 14 電極固定部
 - 20 フレーム
 - 21 電極ユニット取付部
 - 50 脳波検出用電極
 - 51 基部
 - 52 突起部形成面
 - 60 突起部
 - 61 先端部分（頂点）
 - 65 突起部斜面
 - 69 信号線
 - 70 導電性部材
 - 71 第1の導電性部材
 - 72 第2の導電性部材
 - 75 導電性部材頂点

8 0 電極部

請求の範囲

- [請求項1] 基部と、
前記基部から延出する、弾性体の複数の突起部と、
前記突起部の表面に導電性部材を覆って設けられた電極部と、
を有し、
前記導電性部材は、少なくとも前記突起部の先端部分を覆って設けられており、前記基部側に薄肉状に設けられた薄肉部と、前記基部よりも前記先端部分側において前記先端部分およびその近傍において前記突起部の幅方向に膨出する膨出部と、を有している、脳波測定用電極。
- [請求項2] 前記膨出部において前記突起部の先端部分における前記突起部の延出方向の前記導電性部材の厚みを T_1 、前記突起部の表面における法線方向の前記導電性部材の厚みを T_2 としたときに、 $T_1 > T_2$ である、請求項 1 に記載の脳波測定用電極。
- [請求項3] 前記厚み T_1 が $100\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下である、請求項 1 または 2 に記載の脳波測定用電極。
- [請求項4] 前記突起部は錐体である、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の脳波測定用電極。
- [請求項5] 前記導電性部材は良導電性金属を含むペーストからなる、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の脳波測定用電極。
- [請求項6] 前記良導電性金属は、銅、銀、金、ニッケル、錫、鉛、亜鉛、ビスマス、アンチモン、或いはこれらの合金からなる群から選択される一種以上を含む、請求項 5 に記載の脳波測定用電極。
- [請求項7] 請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項に記載の脳波測定用電極を備える脳波測定装置。
- [請求項8] 請求項 7 に記載の脳波測定装置を被験者の頭部に装着して脳波を測定する脳波測定方法。
- [請求項9] 基部と、前記基部から延出する、弾性体の複数の突起部と、前記突

起部の表面に導電性部材を覆って設けられた電極部と、を有する脳波測定用電極の製造方法であって、

前記突起部を先端部分から基部に向けて所定領域に第 1 の導電性部材を形成する第 1 の導電性部材形成工程と、

第 1 の導電性部材形成工程において前記第 1 の導電性部材が形成された前記突起部の先端部分に、第 2 の導電性部材を重ねて形成する第 2 の導電性部材形成工程と、

を有する、製造方法。

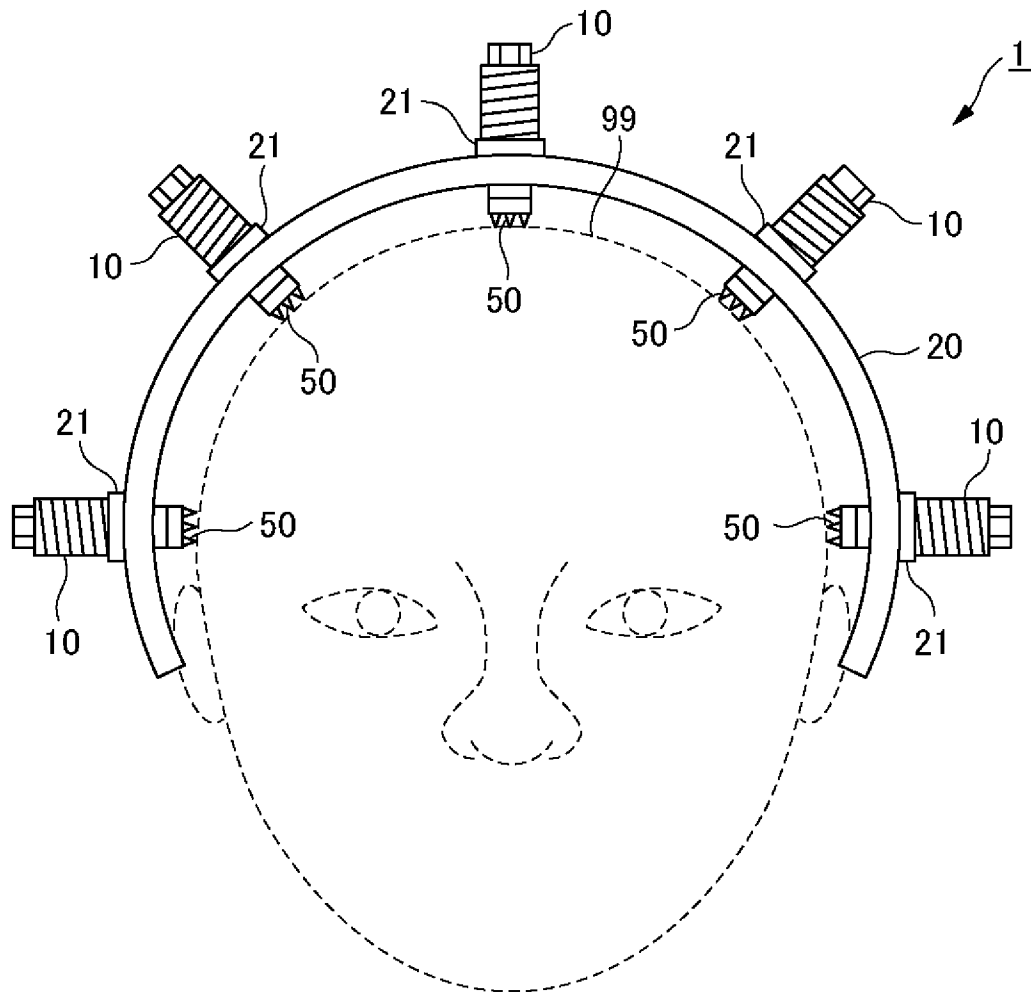
[請求項10] 前記突起部の先端部分における前記突起部の延出方向の厚みを T_1 、前記突起部の表面における法線方向の前記導電性部材の厚みを T_2 としたときに、 $T_1 > T_2$ である、請求項 9 に記載の製造方法。

[請求項11] 前記第 1 の導電性部材と第 2 の導電性部材は良導電性金属を含むペーストからなり、

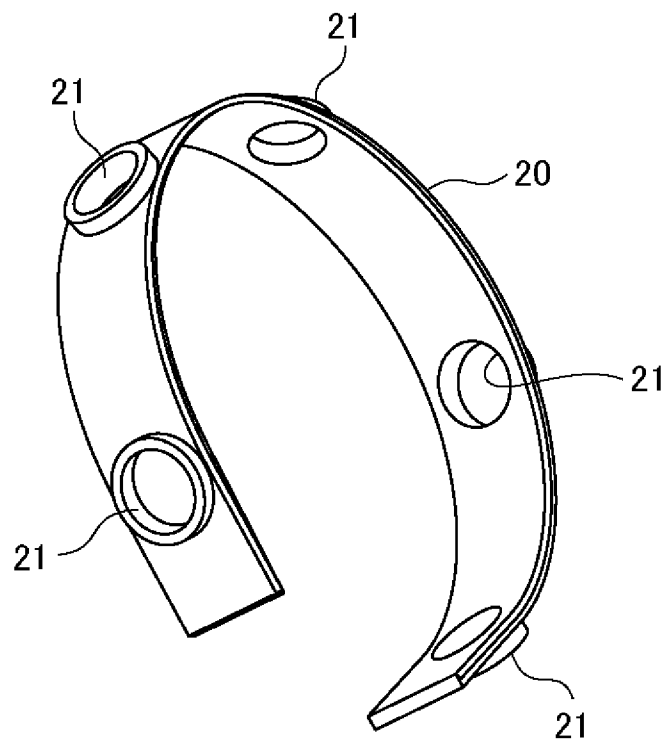
前記第 1 の導電性部材のペーストの粘度より第 2 の導電性部材のペーストの粘度が高い、請求項 9 または 10 に記載の製造方法。

[請求項12] 前記第 2 の導電性部材形成工程は、前記突起部の先端部分を下向きとして、前記第 2 の導電性部材のペーストに前記突起部の先端部分を浸けたのち引き上げる、請求項 11 に記載の製造方法。

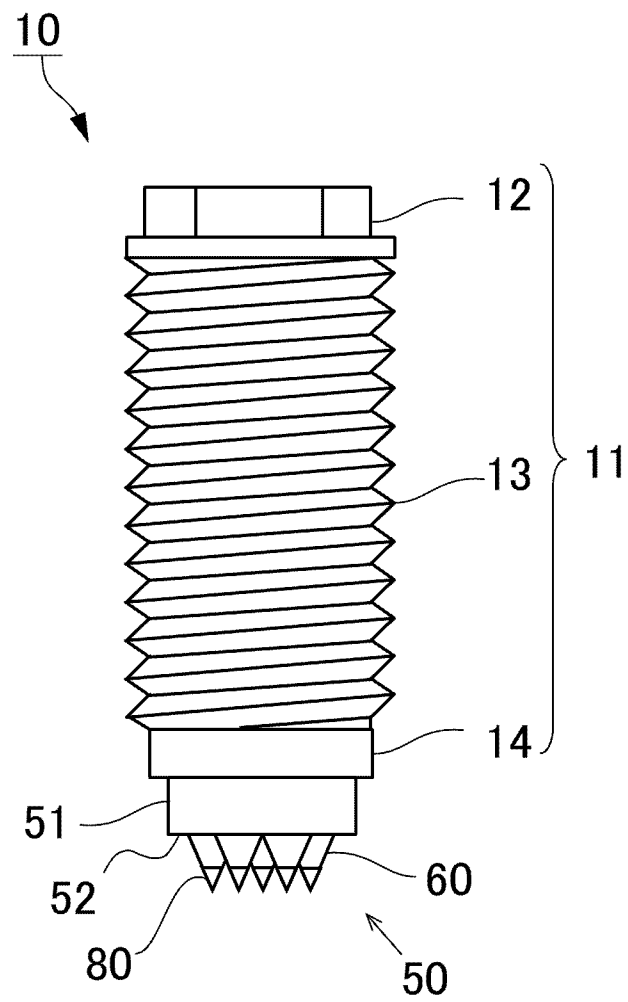
[図1]



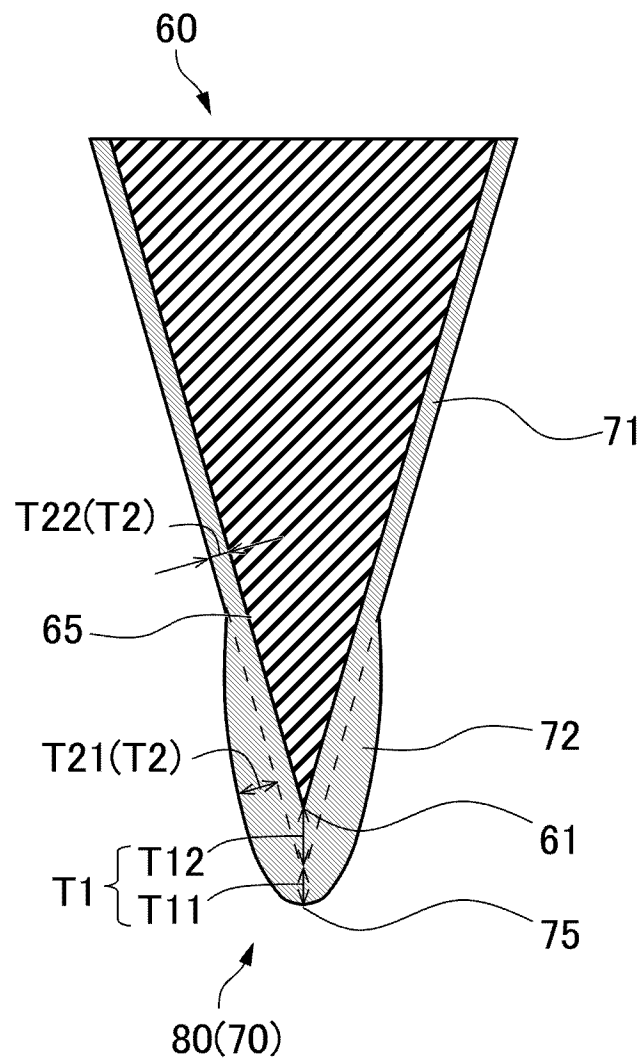
[図2]



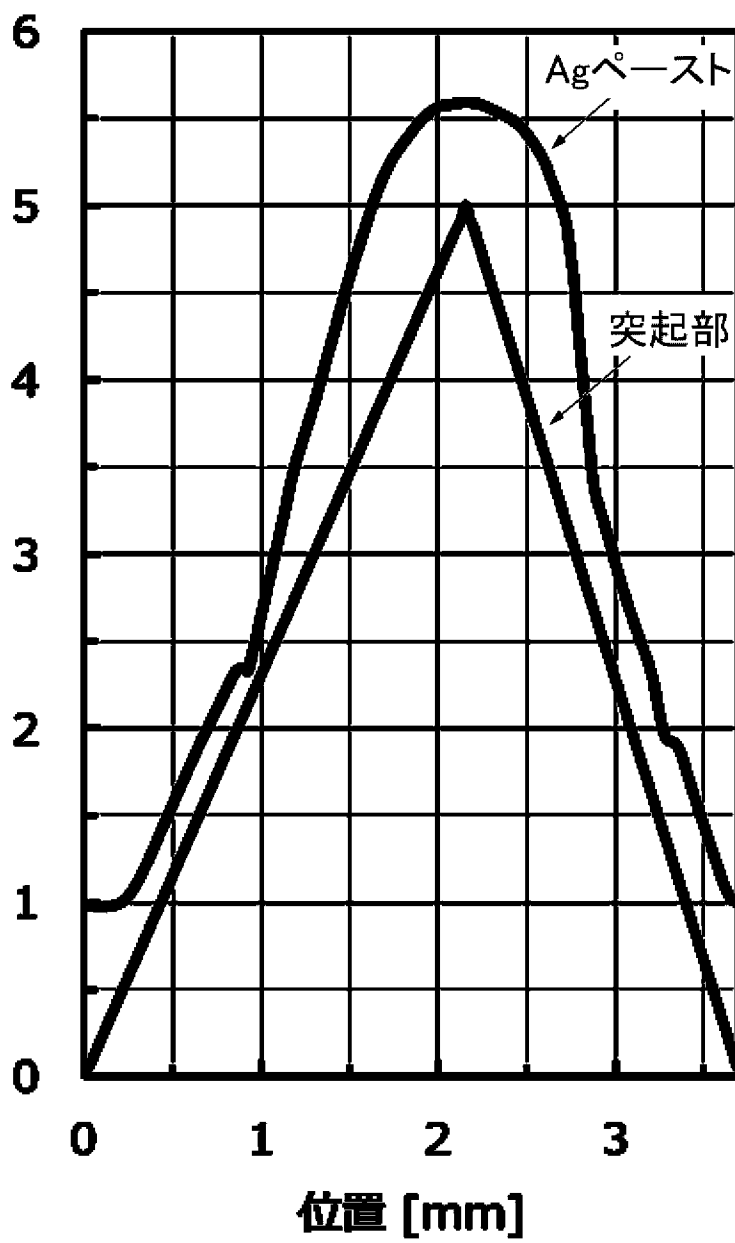
[図3]



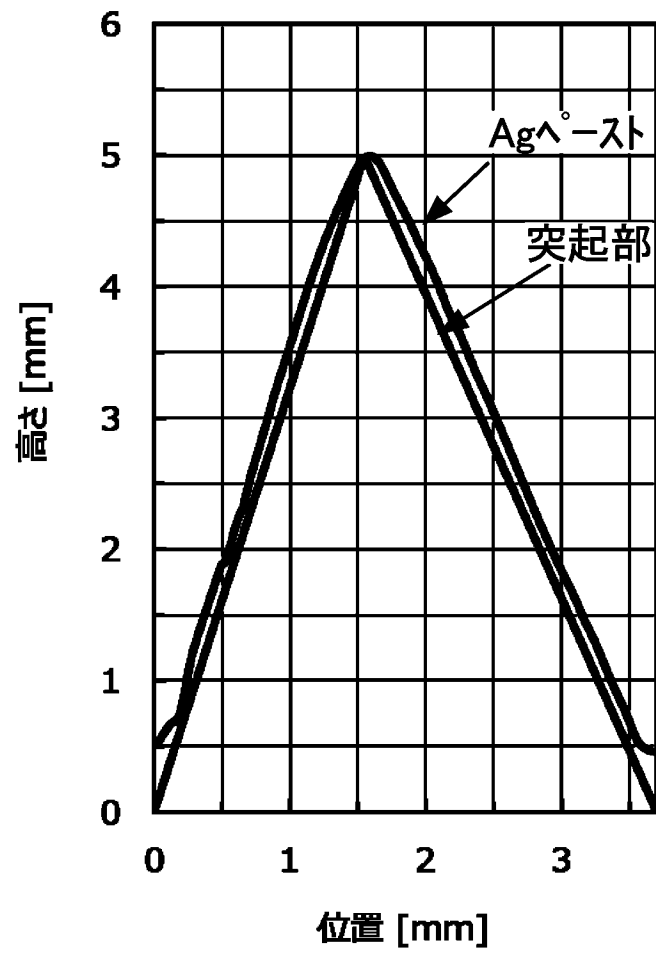
[図6]



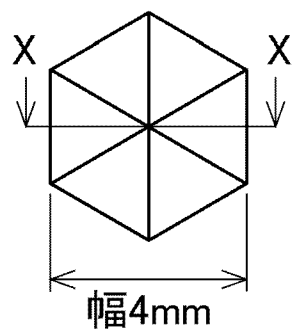
[図7]



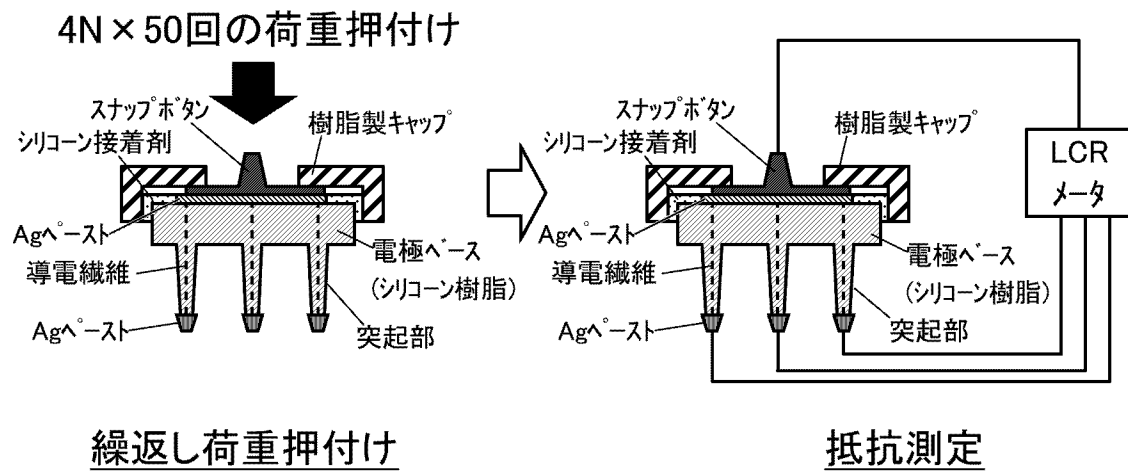
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/020337

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**A61B 5/291**(2021.01)i; **A61B 5/263**(2021.01)i; **A61B 5/256**(2021.01)i; **A61B 5/262**(2021.01)i

FI: A61B5/291; A61B5/263; A61B5/256 110; A61B5/262

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B5/25-5/297

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2020/095589 A1 (SUMITOMO BAKELITE CO) 14 May 2020 (2020-05-14) paragraphs [0024]-[0026], [0038]-[0039], [0041]-[0042], [0057], [0059], [0061], [0063]-[0064], [0156], [0159], [0162]-[0163], fig. 1-4	1-8
A	paragraphs [0024]-[0196], fig. 1-4	9-12
A	JP 2022-33419 A (SUMITOMO BAKELITE CO) 02 March 2022 (2022-03-02) paragraphs [0009]-[0152], fig. 1-11	1-12
P, X	JP 2022-137320 A (ALPSALPINE CO LTD) 22 September 2022 (2022-09-22) paragraphs [0014], [0020]-[0023], [0026]-[0054], [0067]-[0068], fig. 1-6, 9	1-3, 7-10
P, A	paragraphs [0014]-[0101], fig. 1-14	4-6, 11-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 July 2023

Date of mailing of the international search report

08 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/020337

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/095589	A1	14 May 2020	US 2021/0393185 A1 paragraphs [0039]-[0042], [0056]-[0058], [0061]-[0063], [0086], [0088], [0090], [0092]- [0093], [0200], [0205]-[0206], [0209], [0211], fig. 1-4 EP 3878359 A1 JP 2021-74591 A	
JP	2022-33419	A	02 March 2022	(Family: none)	
JP	2022-137320	A	22 September 2022	WO 2021/029100 A1 paragraphs [0014], [0020]- [0023], [0026]-[0054], [0067]- [0068], fig. 1-6, 9	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61B 5/291(2021.01)i; A61B 5/263(2021.01)i; A61B 5/256(2021.01)i; A61B 5/262(2021.01)i FI: A61B5/291; A61B5/263; A61B5/256 110; A61B5/262		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） A61B5/25-5/297		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2020/095589 A1（住友ベークライト株式会社）14.05.2020（2020-05-14） 段落[0024]-[0026]，段落[0038]-[0039]，段落[0041]-[0042]，段落[0057]， 段落[0059]，段落[0061]，段落[0063]-[0064]，段落[0156]，段落[0159]，段落 [0162]-[0163]，図1-4	1-8
A	段落[0024]-[0196]，図1-4	9-12
A	JP 2022-33419 A（住友ベークライト株式会社）02.03.2022（2022-03-02） 段落[0009]-[0152]，図1-11	1-12
P, X	JP 2022-137320 A（アルプスアルパイン株式会社）22.09.2022（2022-09-22） 段落[0014]，段落[0020]-[0023]，段落[0026]-[0054]，段落[0067]-[0068]，図 1-6，図9	1-3, 7-10
P, A	段落[0014]-[0101]，図1-14	4-6, 11-12
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 28.07.2023		国際調査報告の発送日 08.08.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 藤原 伸二 2Q 9013 電話番号 03-3581-1101 内線 3292

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/020337

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2020/095589	A1	14.05.2020	US 2021/0393185 A1 段落[0039]-[0042], 段落[0056]-[0058], 段落[0061]-[0063], 段落[0086], 段落[0088], 段落[0090], 段落[0092]-[0093], 段落[0200], 段落[0205]-[0206], 段落[0209], 段落[0211], 図1-4 EP 3878359 A1 JP 2021-74591 A	
JP	2022-33419	A	02.03.2022	(ファミリーなし)	
JP	2022-137320	A	22.09.2022	WO 2021/029100 A1 段落[0014], 段落[0020]-[0023], 段落[0026]-[0054], 段落[0067]-[0068], 図1-6, 図9	