(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
2021年7月1日(01.07.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/130998 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 5/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/051284

(22) 国際出願日： 2019年12月26日(26.12.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社 資生堂 (**SHISEIDO COMPANY, LTD.**) [JP/JP]; 〒1040061 東京都中央区銀座７丁目５番５号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 風間 泰規(**KAZAMA, Taiki**); 〒1040061 東京都中央区銀座７丁目５番５号 株式会社資生堂内 Tokyo (JP). 北村 尚美(**KITAMURA, Naomi**); 〒1040061 東京都中央区銀座７丁目５番５号 株式会社資生堂内 Tokyo (JP). 齋藤 直輝(**SAITO, Naoki**); 〒1040061 東京都中央区銀座７丁目５番５号 株式会社資生堂内 Tokyo (JP). 岡本 正吾(**OKAMOTO, Shogo**); 〒4648603 愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学内 Aichi (JP).

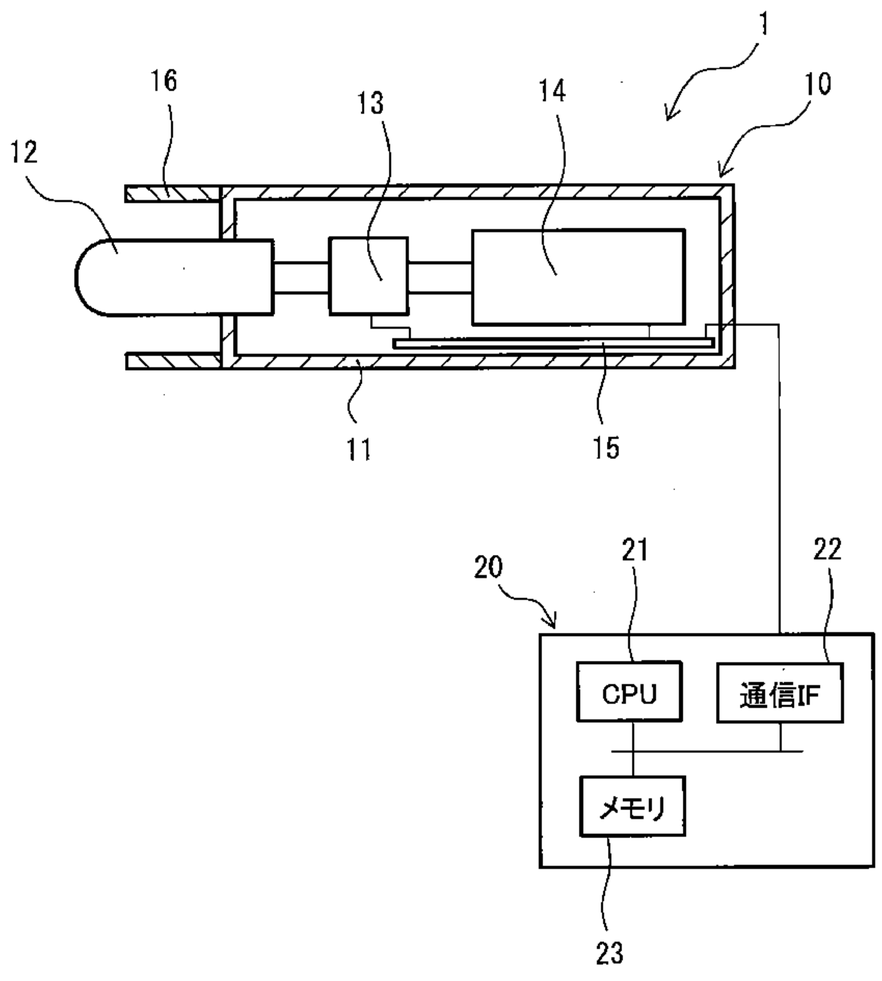
(74) 代理人: 青木 篤, 外 (**AOKI, Atsushi** et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目２３番１号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: SKIN CHARACTERISTIC DETECTION SYSTEM AND SKIN CHARACTERISTIC DETECTION METHOD

(54) 発明の名称： 皮膚特性検出システム及び皮膚特性検出方法

図1



22 Communication interface
23 Memory

(57) Abstract: This skin characteristic detection system 1, which detects a characteristic value indicating the characteristics of skin, is provided with: a pressing amount control device 14 which controls a pressing amount of a contactor 12 to skin; a reaction force measurement device 13 which measures the reaction force applied to the contactor from the skin; and a detection device 20 which detects the characteristic value on the basis of the measured reaction force. The pressing amount control device executes at least one between increasing the pressing amount of the contactor to the skin at a constant speed and maintaining the pressing amount constant after the contactor presses the skin. The characteristic value includes a parameter indicating nonlinearity of the reaction force to the pressing amount when the pressing amount of the contactor to the skin is increased at a constant speed, a parameter indicating a change in the reaction force when the pressing amount is maintained constant, or the like.

［続葉有］

WO 2021/130998 A1

(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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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)）

(57) 要約：皮膚の特性を表す特性値を検出する皮膚特性検出システム１は、接触子１２の皮膚への押し込み量を制御する押し込み量制御装置１４と、皮膚から接触子に加わる反力を測定する反力測定装置１３と、測定された反力に基づいて前記特性値を検出する検出装置２０と、を備える。押し込み量制御装置は、接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させること及び接触子によって皮膚を押し込んだ後に押し込み量を一定に維持することのうち少なくともいずれか一方を実行する。特性値は、接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの押し込み量に対する反力の非線形性を表すパラメータ、及び押し込み量を一定に維持したときの反力の変化を表すパラメータ等を含む。

明　細　書

発明の名称 ： 皮膚特性検出システム及び皮膚特性検出方法

技術分野

[0001] 本開示は、皮膚特性検出システム及び皮膚特性検出方法に関する。

背景技術

[0002] 皮膚（肌）を触ったときに感じる柔軟感（例えば、皮膚を押し込んだときに皮膚に押し返されたと感じる力の大きさ、皮膚を押し込んだときに皮膚が詰まっていると感じる度合い、等）を定量的に捉えるべく、様々なシステムが提案されている。斯かるシステムとして、例えば、プローブにより皮膚に陰圧を加えて皮膚表面を一定期間吸引し、その後、陰圧を除去し、その過程での皮膚表面における変位を測定するシステムが知られている。このシステムでは、陰圧を印加、除去する過程での皮膚表面における変化に関するパラメータを、皮膚の柔軟感を示す指標として検出している。

[0003] 他には、斯かるシステムとして、接触子で皮膚を押し込んだときに接触子に加わる圧力をロードセルにより測定するシステムが提案されている（例えば、特許文献１）。このシステムでは、接触子に加わる圧力の最大値を、皮膚の柔軟感を示す指標として検出している。

[0004] 一方で、柔軟感を知覚する際に機能する機械受容器は未だに特定されていない。このため、機械受容器を特定すべく、物理的な外的刺激と内的な感覚との対応関係を測定する様々な心理物理実験が行われている。この結果、例えば、対象物に触れたときの剛性の弁別閾（丁度可知差異）には機械的仕事（変位に対して積分された力）及び最終的な抵抗力が関係していることが報告されている（例えば、非特許文献１）。また、対象物を押し込む際の反力の増加率が剛性知覚の代替になり得ることが報告されている（例えば、非特許文献２）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１２－１３０５８０号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Hong Z. Tan、他３名、「Manual discrimination of compliance using active pinch grasp: The roles of force and work cues」、Perception & Psychophysics、Psychonomic Society、１９９５年６月、Volume ５７、Issue ４、ｐ．４９５－５１０

非特許文献2：Dale A. Lawrence、他３名、「Rate-hardness: a New performance metric for haptic interfaces」、IEEE Transactions on Robotics and Automation、IEEE、２０００年８月、Volume １６、Issue ４、ｐ．３５７－３７１

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献１で用いられている指標では、皮膚を触ったときに感じる実際の柔軟感を必ずしも精度良く評価することができていなかった。換言すると、上述したような指標は、実際の柔軟感との間に必ずしも十分な相関を得られていなかった。これは、非特許文献１や非特許文献２による報告を考慮すれば、柔軟感は、圧力の最大値といった単純なパラメータのみで決定できるものではないことによるものだと考えられる。このため、皮膚の柔軟感を表す新たな指標が必要とされている。

[0008] 上記課題に鑑みて、本開示の目的は、皮膚の柔軟感を表す新たな指標となるパラメータの値を検出することができる皮膚特性検出システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示の要旨は以下のとおりである。

[0010] ［１］皮膚の特性を表す特性値を検出する皮膚特性検出システムであって、接触子の皮膚への押し込み量を制御する押し込み量制御装置と、皮膚から接触子に加わる反力を測定する反力測定装置と、前記測定された反力に基づ

いて前記特性値を検出する検出装置と、を備え、前記押し込み量制御装置は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させること、前記接触子によって皮膚を押し込んだ後に押し込み量を一定に維持すること及び前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で減少させることのうち少なくともいずれか一つを実行し、前記特性値は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記押し込み量に対する前記反力の非線形性を表すパラメータ、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記反力の非線形性を考慮した皮膚の剛性を表すパラメータ、前記押し込み量を一定に維持したときの前記反力の変化を表すパラメータ、及び前記押し込み量を一定に維持したときに開放されなかったエネルギの割合を表すパラメータのうちの少なくともいずれか一つの値を含む、皮膚特性検出システム。

［２］前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記押し込み量に対する前記反力の非線形性を表すパラメータの値は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記反力の推移を下記式（１）によって近似したときのａであり、

$$\sigma = k0 \cdot d^{a} \quad \cdots (1)$$

前記式（１）においてσは反力、ｄは押し込み量、ｋ０は定数である、上記［１］に記載の皮膚特性検出システム。

［３］前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記押し込み量に対する前記反力の非線形性を表すパラメータの値は、前記押し込み量の増大を開始してから前記押し込み量が所定量に到達するまでの間に測定された反力の積分値と、前記押し込み量の増大を開始してから前記押し込み量が所定量に到達したときの反力まで前記押し込み量及び反力が一定速度で増大したと仮定したときに前記押し込み量の増大を開始してから前記押し込み量が所定量に到達するまでの間の反力の積分値との比率である、上記［１］又は［２］に記載の皮膚特性検出システム。

［４］前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの

前記反力の非線形性を考慮した皮膚の剛性を表すパラメータの値は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記反力の推移を下記式（２）によって近似したときのｋ０であり、

$$\sigma = k0 \cdot d^{a} \quad \cdots (2)$$

前記式（２）においてσは反力、ｄは押し込み量、ａは定数である、上記［１］～［３］のいずれか１つに記載の皮膚特性検出システム。

［５］前記押し込み量を一定に維持したときの前記反力の変化を表すパラメータの値は、前記皮膚の粘弾性特性を３要素固体モデルで近似したときに、ダッシュポットと直列に連結された線形バネのバネ定数に相当する、上記［１］～［４］のいずれか１つに記載の皮膚特性検出システム。

［６］前記押し込み量を一定に維持したときの前記反力の変化を表すパラメータの値は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定速度で増大させたときに反力が弾性的に変化したと近似したときの弾性係数から、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定速度で減少させたときに反力が弾性的に変化したと近似したときの弾性係数を減算した値である、上記［１］～［５］のいずれか１つに記載の皮膚特性検出システム。

［７］前記押し込み量を一定に維持したときに開放されなかったエネルギの割合を表すパラメータの値は、前記押し込み量の増大を開始してから前記押し込み量が所定量に到達するまでの間に測定された反力の積分値と、前記押し込み量を前記所定量から前記押し込み量の増大を開始したときの押し込み量まで減少させている間に測定された反力の積分値との比率である、上記［１］～［６］のいずれか１つに記載の皮膚特性検出システム。

［８］前記特性値は、前記押し込み量の増大を開始してから所定時間が経過するまでの間に測定された反力の積分値を含む、上記［１］～［７］のいずれか１つに記載の皮膚特性検出システム。

［９］前記押し込み量制御装置は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させ、次いで一定に維持し、その後、一定の速度で減少させるように構成される、上記［１］～［８］のいずれか１つに記載の皮膚特性

検出システム。

［１０］前記押し込み量制御装置は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させ、その後、前記押し込み量を一定に維持することなく、一定の速度で減少させるように構成される、上記［１］～［８］のいずれか１つに記載の皮膚特性検出システム。

［１１］皮膚の特性を表す特性値を検出する皮膚特性検出方法であって、接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたとき、前記接触子によって皮膚を押し込んだ後に押し込み量を一定に維持したとき、及び前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で減少させたときのうちの少なくともいずれか一つのときに皮膚から前記接触子に加わる反力を測定することと、前記測定された反力に基づいて前記特性値を検出することと、を含み、前記特性値は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記押し込み量に対する前記反力の非線形性を表すパラメータ、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記反力の非線形性を考慮した皮膚の剛性を表すパラメータ、前記押し込み量を一定に維持したときの前記反力の変化を表すパラメータ及び前記押し込み量を一定に維持したときに開放されなかったエネルギの割合を表すパラメータのうちの少なくともいずれか一つの値を含む、皮膚特性検出方法。

発明の効果

[0011] 本開示によれば、皮膚の柔軟感を表す新たな指標となるパラメータの値を検出することができる皮膚特性検出システムが提供される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図１は、一つの実施形態に係る皮膚特性検出システムを概略的に示す図である。

[図2]図２は、センサによって反力を検出する際の皮膚特性検出システムを概略的に示す図である。

[図3]図３は、センサによって反力を検出する際の検出態様を概略的に示す図である。

[図4]図４は、センサの接触子を移動させたときの接触子の変位及び皮膚の反力の時間推移を示す図である。

[図5]図５は、皮膚の反力を測定するときの各段階におけるセンサ及び皮膚の様子を示す図である。

[図6]図６は、３要素固体モデルを示す図である。

[図7]図７は、センサの接触子を移動させたときの接触子の変位の時間推移を示す、図４（Ｂ）と同様な図である。

[図8]図８は、センサの接触子を移動させたときの接触子の変位の時間推移を示す、図４（Ｂ）と同様な図である。

[図9]図９は、センサの接触子を移動させたときの接触子の変位の時間推移を示す、図４（Ｂ）と同様な図である。

[図10]図１０は、接触子を移動させている期間中の接触子の移動距離と反力との関係を示す図である。

[図11]図１１は、被験者の年代毎のパラメータｋ２の平均値を示す図である。

[図12]図１２は、被験者の年代毎のパラメータａの平均値を示す図である。

[図13]図１３は、被験者の年代毎のパラメータＲＣの平均値を示す図である。

[図14]図１４は、被験者の年代毎のパラメータｋ１の平均値を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照して実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明では、同様な構成要素には同一の参照番号を付す。

[0014] ＜皮膚特性検出システムの構成＞

図１は、一つの実施形態に係る皮膚特性検出システム１を概略的に示す図である。皮膚特性検出システム１は、人の皮膚や、人の皮膚に模して作成された人肌モデル等の特性、特に柔軟感を表す特性値を検出する（以下では、人の皮膚の特性値を検出する場合を例にとって説明する）。ここで、柔軟感

は、皮膚（肌）を触ったときに感じる肌の感触、特に皮膚の柔軟性（皮膚を押し込んだときに押し返す力、皮膚を押し込んだときに皮膚が詰まっていると感じる度合い、ハリ、柔らかさ、等）に関する特性を意味する。

[0015] 図１に示したように、皮膚特性検出システム１は、センサ１０と、センサ１０に電気的に接続された処理装置２０とを備える。センサ１０は、人の皮膚を押し込んだときの反力の大きさを検出するのに用いられる。処理装置２０は、センサ１０の測定結果に基づいて、皮膚の特性（特に、柔軟感）を表す特性値を検出するのに用いられる。

[0016] センサ１０は、ハウジング１１、接触子１２、ロードセル１３、アクチュエータ１４、基板１５及びカバー１６を備える。

[0017] 本実施形態では、ハウジング１１は、ポリスチレン等の樹脂により、円筒状に形成される。ハウジング１１は、ロードセル１３、アクチュエータ１４及び基板１５を収容する。また、ハウジング１１は開口部を有し、この開口部を通るように接触子１２が配置される。接触子１２は、その軸線方向において、ハウジング１１に対して摺動することができるように配置される。したがって、接触子１２はその先端部がハウジング１１から外部へ向かって及びハウジング１１内に向かって移動することができる。なお、ロードセル１３等を収容することができれば、ハウジング１１は如何なる外形を有していてもよい。

[0018] 接触子１２は、基本的に円筒状に形成されると共に、先端部が半球状に形成される。特に、本実施形態では、接触子１２の直径は２～２０ｍｍ、５～１５ｍｍ、又は７～１２ｍｍである。特に、接触子１２は、人の指先程度の大きさとなるように、１０ｍｍ程度であるのが好ましい。また、接触子１２の軸線方向の長さは、例えば、２５ｍｍである。接触子１２は、ポリスチレン等の樹脂により形成される。接触子１２の先端部は、ハウジング１１の外へ突出している。

[0019] ロードセル１３は、皮膚から接触子１２に加わる反力を測定する反力測定装置の一例である。ロードセル１３は、例えば、歪みゲージであり、接触子

１２が皮膚に押圧されたときに皮膚から接触子１２に加わる反力を測定する。ロードセル１３は、ハウジング１１内に収容され、また、接触子１２及びアクチュエータ１４に連結されてこれらの間に位置する。

[0020] アクチュエータ１４は、接触子１２の皮膚への押し込み量を制御する押し込み量制御装置の一部を構成する。アクチュエータ１４は、モータ等によって構成され、接触子１２を任意の速度でその軸線方向に駆動する。

[0021] 基板１５は、ロードセル１３及びアクチュエータ１４に電気的に接続される。また、基板１５の配線の一部はハウジング１１の外部に延びており、この配線は後述する処理装置２０に接続される。したがって、ロードセル１３からの出力信号は基板１５を介して処理装置２０に送信される。また、処理装置２０からのアクチュエータ１４の駆動信号は基板１５を介してアクチュエータ１４に送信される。

[0022] 円筒状のカバー１６は、接触子１２を囲うようにハウジング１１に固定される。カバー１６は、その軸線方向の長さが接触子１２の軸線方向の長さよりも短くなるように形成される。したがって、接触子１２は、カバー１６の先端を超えて伸びることができる。カバー１６は、主にセンサ１０のセッティングや運送中等にセンサ１０の接触子１２を横方向の外力から守るのに用いられる。

[0023] なお、センサ１０は、アクチュエータ１４を駆動するための電力を供給するバッテリを備えてもよい。また、ハウジング１１には接触子１２の周りにおいてＬＥＤライト等の照明が設けられてもよい。これにより、接触子１２と皮膚との接触を目視によって確認しやすくなる。

[0024] 処理装置２０は、測定された反力に基づいて皮膚の特性を表す特性値を検出する検出装置の一例である。また、処理装置２０は、接触子１２の皮膚への押し込み量を制御する押し込み量制御装置の一部を構成する。ＣＰＵ２１等のプロセッサ、通信インターフェース２２及びメモリ２３を備える。これらＣＰＵ２１、通信インターフェース２２及びメモリ２３は双方向バスによって互いに接続されている。

[0025] ＣＰＵ２１は、各種の演算処理を行う。ＣＰＵ２１は、例えば、アクチュエータ１４の制御信号を出力する。ロードセル１３によって測定された反力の推移に基づいて、皮膚の特性を表す特性値に関する各種パラメータの値を算出する。また、ＣＰＵ２１は、通信インターフェース２２を介して、アクチュエータ１４を駆動する駆動信号を送信する。したがって、ＣＰＵ２１は、接触子１２の皮膚への押し込み量を制御する。

[0026] 通信インターフェース２２は、処理装置２０をセンサ１０に接続するためのインターフェース回路を有する。したがって、通信インターフェース２２は、センサ１０に接続されて、ロードセル１３からの出力信号を受信し、アクチュエータ１４へ駆動信号を送信する。

[0027] メモリ２３は、例えば、揮発性の半導体メモリ及び不揮発性の半導体メモリを有する。メモリ２３は、ロードセル１３から受信した出力信号を記憶する。加えて、メモリ２３は、ＣＰＵ２１によって各種処理を実行するためのコンピュータプログラムを記憶する。

[0028] 処理装置２０は、処理装置２０を操作するユーザの操作性を高めるために、キーボードやマウス等の入力装置を備えてもよい。また、処理装置２０は、処理結果を表示するためのディスプレイを備えてもよい。

[0029] なお、本実施形態では、センサ１０と処理装置２０とは別体として設けられているが、センサ１０と処理装置２０とは一体的に形成されてもよい。この場合、例えば、処理装置２０がセンサ１０に組み込まれる。

[0030] 図２は、センサ１０によって反力を測定するときの皮膚特性検出システム１を概略的に示す図である。図２に示したように、皮膚特性検出システム１は、センサ固定具３０及び対象固定具４０を備える。センサ固定具３０は、センサ１０を固定するのに用いられ、対象固定具４０は、反力の測定対象の皮膚（すなわち、特性値の検出対象となる皮膚。図示した例では、対象者の頬の皮膚）を固定するのに用いられる。

[0031] 図２に示したように、センサ固定具３０は、鉛直に延びるように配置される第１シャフト３１と、第１シャフト３１に固定される第２シャフト３２と

、第１シャフト３１と第２シャフト３２との相対位置を調整する調整具３３とを備える。したがって、第２シャフト３２の先端は任意の３次元的な位置に配置されることができる。また、第２シャフト３２の先端にはセンサ１０が取り付けられる。

[0032] 対象固定具４０は、測定中に対象の皮膚が動かないように固定する。図２に示した例では、対象者の頭Ｈが動かないように頭を支えている。本実施形態では、対象固定具４０は、鉛直に伸びるように配置されるシャフト４１と、シャフト４１に固定される固定プレート４２とを備える。固定プレート４２は、対象者の頭が所定の角度で乗るように構成され、対象者の頭を動かないように固定する。

[0033] ここで、アクチュエータ１４により接触子１２を測定対象の皮膚に押し込む方向又は皮膚から離れる方向に駆動しているときに、センサ１０が測定対象の皮膚に対して動いてしまうと、この動きに伴ってロードセル１３によって測定される反力が変化してしまう。このため、正確な反力の推移を測定することができなくなる。したがって、接触子１２を駆動しているときには、センサ１０と測定対象の皮膚とは互いに動かず、距離が一定である必要がある。本実施形態では、測定対象の皮膚及びセンサ１０がそれぞれ対象固定具４０及びセンサ固定具３０によって固定されるため、ロードセル１３によって測定される反力が外的要因によって変化してしまうことが抑制される。

[0034] なお、図２は、センサ１０を用いて反力を測定する態様の一例を示している。したがって、測定対象の皮膚とセンサ１０とが互いに動かずにその間の距離が一定に保たれれば、どのような固定具が用いられてもよい。また、対象固定具４０は、センサ固定具３０に対しても固定されてもよい。これによって、対象固定具４０によって固定された対象者の頭（すなわち、対象の皮膚）に対して、センサ固定具３０によって固定されたセンサ１０が固定される。このため、センサ１０と測定対象の皮膚との距離をより確実に一定に維持することができる。

[0035] また、センサ１０から皮膚に加わる力はそれほど大きくないため、測定中

にセンサ１０に押されて頬等が動いてしまう可能性は低く、よって測定対象の皮膚は必ずしも固定具によって固定されていなくてもよい。したがって、例えば、図３に示したように、センサ固定具３０を用いずに、測定対象者又は測定を補助する補助者の手によってセンサ１０を保持するようにしてもよい。

[0036] この場合、センサ１０は、センサ１０によって測定を行うときには、接触子１２以外のセンサ１０の一部が皮膚に接触するように構成されてもよい。これにより、測定中に皮膚とセンサとの距離が変化することが抑制される。具体的には、例えば、センサ１０は、測定を行うときに、カバー１６の先端が皮膚に接触されるように構成される。この場合、カバー１６は、皮膚に対するセンサ１０の相対位置を固定する固定部材として機能する。

[0037] ＜センサの動作＞

次に、図４及び図５を参照して、センサ１０によって皮膚Ｓの反力を測定するときのセンサ１０の動作について説明する。図４は、センサ１０の接触子１２を移動させたときの接触子１２の変位（接触子１２の皮膚への押し込み量）及び皮膚Ｓの反力の時間推移を示す図である。図５は、皮膚Ｓの反力を測定するときの各段階におけるセンサ１０及び皮膚Ｓの様子を示す図である。

[0038] まず、図５（Ａ）に示したように、接触子１２が収縮した状態で、接触子１２の先端部が測定対象の皮膚Ｓに近接するように、センサ１０が設置される。具体的には、センサ固定具３０の調整具３３を調整することによってセンサ１０の設置が行われる。このとき、接触子１２は皮膚Ｓからの反力を受けていないため、図４（Ｂ）に時刻ｔ０で示したように、ロードセル１３によって測定される反力はゼロである。

[0039] その後、アクチュエータ１４により接触子１２がセンサ１０の外部へ向かう方向、すなわち皮膚Ｓを押し込む方向（図５（Ａ）に矢印で示した方向）に駆動される。図４（Ａ）に示したように、アクチュエータ１４は、接触子１２を一定の速度で移動させる。したがって、接触子１２の皮膚Ｓへの押し

込み量は一定の速度で増大する。このとき、皮膚Ｓから接触子１２への反力は、図４（Ｂ）に示したように、接触子１２の皮膚Ｓへの押し込み量の増大に伴って徐々に増大する。

[0040] 接触子１２の皮膚Ｓへの押し込み量が予め定められた一定の量（例えば、１～１０ｍｍ、２～８ｍｍ又は２～６ｍｍ）になると、接触子１２の移動が停止される（時刻ｔ１）。したがって、接触子１２は、図５（Ｂ）に示したように、皮膚Ｓへ押し込まれた状態で維持される。このとき、皮膚Ｓから接触子１２への反力は、図４（Ｂ）に示したように、皮膚Ｓにおける応力緩和により、徐々に減少する。接触子１２を停止させた状態で維持する時間は、応力緩和による反力の低下がほぼ収束するのにかかる時間であり、例えば、０．５～６秒、０．５～４秒、又は１～２秒である。

[0041] その後、アクチュエータ１４により接触子１２がセンサ１０内へ向かう方向、すなわち皮膚Ｓから離れる方向（図５（Ｃ）に矢印で示した方向）に駆動される。したがって、接触子１２の皮膚への押し込みが戻される。図４（Ａ）に示したように、アクチュエータ１４は、接触子１２を一定の速度で移動させる。特に、このときの移動速度は、時刻ｔ１以前の押し込みの際の速度と同一の速度である。したがって、接触子１２の皮膚Ｓへの押し込み量は一定の速度で減少する。このとき、皮膚Ｓから接触子１２への反力は、図４（Ｂ）に示したように、接触子１２の皮膚Ｓへの押し込み量の減少に伴って徐々に減少する。そして、時刻ｔ３において、接触子１２の皮膚Ｓへの押し込み量がゼロになり、このときロードセルによって測定される反力もゼロに戻る。

[0042] センサ１０の接触子１２をこのように移動させる間に、ロードセル１３によって図４（Ｂ）に示したような反力の推移が測定される。測定されたデータは、処理装置２０に送信され、処理装置２０のメモリ２３に記憶される。本実施形態では、このようにして測定された反力のデータに基づいて処理装置２０において皮膚の様々な特性を表す特性値が検出される。

[0043] なお、本実施形態では、アクチュエータ１４は、接触子１２の皮膚への押

し込み量を一定の速度で増大させ、次いで一定に維持し、その後、一定の速度で減少させている。しかしながら、アクチュエータ１４は、これとは異なる態様で駆動されてもよい。例えば、アクチュエータ１４は、接触子１２の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させ、その後、押し込み量を一定に維持することなく、一定の速度で減少させてもよい。

[0044] ＜皮膚の特性を表すパラメータ＞

次に、図６～図８を参照して、このようにして測定された反力のデータに基づいて算出することができる皮膚の様々な特性に関する特性値について説明する。

[0045] ≪３要素固体モデルでの近似に関するパラメータ≫

本実施形態では、皮膚の特性を表すパラメータとして、皮膚の粘弾性特性を３要素固体モデル（標準線形固体モデル）で近似したときにこのモデルを表す各パラメータの値が検出される。

[0046] ３要素固体モデルを図６に示す。図６に示したように、３要素固体モデルでは、バネ定数ｋ２を有する第２線形バネと粘性係数Ｃを有するダッシュポットが直列に並ぶ。加えて、これら直列に並んだ第２線形バネ及びダッシュポットと、バネ定数ｋ１を有する第１線形バネが並列に並ぶ。このような３要素固体モデルでは、応力緩和における時間と応力の関係が下記式（３）で表わされる。

$$\sigma = m \cdot \exp(-nt) + C \qquad \cdots (3)$$

式（３）において、σは反力、ｔは時間を表しており、ｍ、ｎは定数である。このように皮膚の粘弾性特性を３要素固体モデルで近似すると、図４（Ｂ）に示した反力の推移から、このモデルを表す各パラメータ（すなわち、測定対象の特徴を表す各パラメータ）の値を同定することができる。

[0047] 図７は、センサ１０の接触子１２を移動させたときの接触子の変位の時間推移を示す、図４（Ｂ）と同様な図である。接触子１２の皮膚への押し込みを開始してから押し込みを停止するまでの間、接触子１２への反力は、粘性の影響を受けにくく、よって主に二つの線形バネの影響を受けると考えられ

る。そこで、本実施形態では、接触子１２への皮膚への押し込みを停止した時刻ｔ１における反力（すなわち、反力の最大値。図７における「ｋ１＋ｋ２」）と接触子１２の変位量との関係から、二つの線形バネのバネ定数ｋ１、ｋ２を加算した値（ｋ１＋ｋ２）が近似的に算出される。二つの線形バネのバネ定数ｋ１、ｋ２を加算した値（ｋ１＋ｋ２）は、接触子１２の皮膚への押し込み量を一定速度で増大させたときに反力が弾性的に変化したと近似したときの弾性係数を表している。

[0048] また、接触子１２を移動させずに維持している時刻ｔ１から時刻ｔ２の間に、ダッシュポットと直列に連結された第２線形バネに加わっていた応力が緩和される。したがって、接触子１２の皮膚への押し込みを戻し始めてから終了するまでの間、接触子１２への反力は、第２線形バネの影響を受けにくく、よって第１線形バネの影響のみを受けると考えられる。そこで、本実施形態では、接触子１２の皮膚へ押し込みを戻す直前の時刻ｔ２における反力（図７における「ｋ１」）と接触子１２の皮膚への押し込み量との関係から、第１線形バネのバネ定数ｋ１が近似的に算出される。第１線形バネのバネ定数ｋ１は、接触子１２の皮膚への押し込み量を一定速度で減少させたときに反力が弾性的に変化したと近似したときの弾性係数を表している。

[0049] また、本実施形態では、上述したように求められたバネ定数の合計値（ｋ１＋ｋ２）から第１線形バネのバネ定数ｋ１を減算することにより、第２線形バネのバネ定数ｋ２が算出される。すなわち、本実施形態ではこのようにして皮膚の粘弾性特性を３要素固体モデルで近似したときに、ダッシュポットと直列に連結された線形バネのバネ定数ｋ２が算出される。この線形バネのバネ定数ｋ２は、接触子１２による押し込み量を一定に維持したときの反力の変化を表すパラメータの値の一例である。

[0050] さらに、時刻ｔ１から時刻ｔ２までの間には、接触子１２の変位量が一定に維持されることから、上述したように応力緩和が生じる。したがって、時刻ｔ１から時刻ｔ２までの反力の推移は、上記式（３）で近似することができる。そこで、本実施形態では、時刻ｔ１から時刻ｔ２までの間の反力のデ

ータから、例えば最小二乗法等の一般的な近似手法により、定数ｍ、ｎが同定される。このようにして算出された定数ｎの逆数は、時定数τを表している（τ＝１／ｎ）。また、上述した第２線形バネのバネ定数ｋ２を定数ｎで除算した値は、粘性係数Ｃを表している（Ｃ＝ｋ２／ｎ）。

[0051] 以上より、本実施形態では、図４（Ｂ）に示したような反力のデータから、皮膚の粘弾性特性を３要素固体モデルで近似したときの第１バネのバネ定数ｋ１、第２バネのバネ定数ｋ２、両バネ定数の合計値ｋ１＋ｋ２、応力緩和における時定数τ、粘性係数Ｃが算出される。

[0052] ≪押し込み時の反力の推移に関するパラメータ≫

また、本実施形態では、皮膚の特性を表すパラメータとして、接触子１２の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させている間の反力の推移（図８において破線で囲まれた領域における推移）に関するパラメータが用いられる。

[0053] 押し込み中の反力の推移は、下記式（４）によって近似することができる。

$$\sigma = k0 \cdot d^{a} \quad \cdots (4)$$

式（４）において、ｋ０は皮膚の剛性に関連するパラメータ、ｄは接触子１２の皮膚への押し込み量である。また、式（４）において、ａは、接触子１２により皮膚を押し込んでいる間の反力の波形が湾曲している度合いを表している。皮膚に粘性が無ければ押し込み中の反力の波形は直線的になることから、ａは皮膚の粘性に応じて変化するパラメータであると考えられる。また、ａは、接触子１２の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの押し込み量に対する反力の非線形性を表すパラメータの一例である。なお、パラメータａが反力の非線形性を表していることを考慮すると、ｋ０は接触子１２の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの反力の非線形性を考慮した皮膚の剛性を表すパラメータであるといえる。

[0054] そこで、本実施形態では、時刻ｔ０から時刻ｔ１までの間の反力のデータから、例えば、最小二乗法等の一般的な近似手法により、定数ｋ０、ａが同

定される。

[0055] ≪積分値に関するパラメータ≫

さらに、本実施形態では、皮膚の特性を表すパラメータとして、接触子１２を皮膚へ押し込んでいる間及び押し込みを戻している間の反力の積分値に関するパラメータが用いられる。

[0056] 図９は、センサ１０の接触子１２を移動させたときの接触子１２の変位の時間推移を示す、図４（Ｂ）と同様な図である。加えて、図１０は、接触子１２を移動させている期間中の接触子１２の移動距離と反力との関係を示す図である。特に、図１０（Ａ）は、接触子１２を皮膚へ押し込んでいるとき（図９の期間Ｍ）の接触子１２の移動距離と反力との関係を示しており、図１０（Ｂ）は、接触子１２の皮膚への押し込みを戻しているとき（図９の期間Ｎ）の接触子１２の移動距離と反力との関係を示す図である。

[0057] 図１０（Ａ）におけるＷＣは、接触子１２を皮膚へ押し込んでいる間の反力を接触子１２の移動距離で積分した積分値である。ＷＣは、接触子１２を皮膚へ押し込んでいる間に皮膚に蓄えられるエネルギを表している。本実施形態では、図１０（Ａ）に示したように、移動距離が０の状態にて押し込みが開始されてから移動距離がｄ１の状態にて押し込みが完了するまでに測定された反力を積分することによってＷＣが算出される。また、図１０（Ｂ）におけるＲＷＣは、接触子１２の皮膚への押し込みを戻している間の反力を接触子１２の移動距離で積分した積分値である。ＲＷＣは、接触子１２の皮膚への押し込みを戻しているときに皮膚から開放されるエネルギを表している。本実施形態では、図１０（Ｂ）に示したように、ＲＷＣは、移動距離が０の状態にて押し込みを戻すことが開始されてから移動距離がｄ１の状態にて戻すことが完了するまでに測定された反力を積分することによって算出される。

[0058] また、上述したようにして算出されたＲＷＣをＷＣで除算したＲＣ（＝ＲＷＣ／ＷＣ）は、図９の時刻ｔ１から時刻ｔ２の間に応力緩和によって開放されなかったエネルギの割合を表している。本実施形態では、上述したよう

にして算出されたＲＷＣをＷＣで除算することによってＲＣが算出される。なお、ＲＣは、ＷＣをＲＷＣで除算することによって算出されてもよい（＝ＷＣ／ＲＷＣ）。したがって、ＲＣは、押し込み量の増大を開始してから押し込み量が所定量に到達するまでの間に測定された反力の積分値と、押し込み量を所定量から押し込み量の増大を開始したときの押し込み量まで減少させている間に測定された反力の積分値との比率であるといえる。

[0059] 加えて、接触子１２の皮膚への押し込みを停止するまで反力が移動距離に比例して上昇したと仮定した場合に、接触子１２を皮膚へ押し込んでいる間に皮膚に蓄えられるエネルギは、図１０に破線で示した三角形の面積Ｘとして表される。そして、上述したようにして算出されたＷＣをこの三角形の面積Ｘで除算したＬＣ（＝ＷＣ／Ｘ）は、接触子１２の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの押し込み量に対する反力の非線形性を表している。ＬＣの値は、接触子１２により皮膚を押し込んでいる間の反力の波形が線形であれば１になり、この間の反力の波形が湾曲する程度が大きくなるほど１から離れた値になる。本実施形態では、接触子１２への皮膚への押し込みを停止した時刻ｔ１における反力（反力の最大値）に、押し込み時間（時刻ｔ０から時刻ｔ１までの時間）を乗算して算出された値を２で割ることによってＸが算出され、算出されたＸで上記ＷＣを除算することによってＬＣが算出される。

[0060] なお、上記実施形態では、ＬＣは、接触子１２の皮膚への押し込みを停止するまでの反力に基づいて算出される。しかしながら、ＬＣは、接触子１２への皮膚の押し込みを開始してから、接触子１２の皮膚への押し込みを停止する前の任意の時点までの反力に基づいて算出されてもよい。また、ＬＣは、面積ＸをＷＣで除算することによって算出されてもよい（＝Ｘ／ＷＣ）。したがって、ＬＣは、押し込み量の増大を開始してから押し込み量が所定量に到達するまでの間に測定された反力の積分値と、押し込み量の増大を開始してから押し込み量が所定量に到達したときの反力まで押し込み量及び反力が一定速度で増大したと仮定したときに押し込み量の増大を開始してから押

し込み量が所定量に到達するまでの間の反力の積分値との比率であるといえる。

[0061] ≪算出されるパラメータ≫

上述したように、本実施形態では、アクチュエータ１４は、接触子１２の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させ、次いで一定に維持し、その後、一定の速度で減少させている。この場合、皮膚の特性に関する特性値として、上述した全てのパラメータの値を算出することが可能である。

[0062] しかしながら、アクチュエータ１４がこれとは異なる態様で駆動された場合には、必ずしも全てのパラメータの値を算出することはできない。例えば、上述したように、アクチュエータ１４は、接触子１２の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させ、その後、押し込み量を一定に維持することなく、一定の速度で減少させてもよい。この場合、接触子１２の皮膚への押し込み量を一定に維持することによって算出され得るパラメータの値、例えば、ｋ２、τ、Ｃの値は算出されない。しかしながら、この場合でも、接触子１２の皮膚への押し込み量を一定に維持することとは無関係に算出される他のパラメータの値を算出することができる。

[0063] ＜検証及び効果＞

このようにして算出された各パラメータの値と柔軟感との間の相関性に関する検証を行った。検証にあたっては、まず、熟練した評価者により、被験者の皮膚の柔軟感として、皮膚が押し返したと感じる力の大きさと皮膚が詰まっていると感じる度合いを５段階で官能評価した。具体的には、評価者が指を対象の皮膚に任意の力で垂直に押し込んだときの触感で判定した。また、各被験者について、上述した皮膚特性検出システム１によって試験を行い、上述した各パラメータの値を算出した。

[0064] その後、このようにして算出された判定評価値と皮膚特性検出システムによって算出された各パラメータの値との間のスピアマンの順位相関係数を算出した。算出された相関係数を下記の表に示す。

[0065]

[表1]

パラメータ	相関係数（押し返す力）	相関係数（詰まり度合い）	相関係数（絶対値の平均）	評価
ｋ１＋ｋ２	-0.391	-0.509	0.450	△
ｋ１	0.299	0.299	0.299	×
ｋ２	-0.509	-0.620	0.565	◎
τ	0.275	0.280	0.278	×
Ｃ	-0.504	-0.379	0.441	△
ｋ０	0.588	0.561	0.574	◎
ａ	-0.532	-0.620	0.576	◎
ＷＣ	-0.456	-0.545	0.501	○
ＲＷＣ	0.150	0.093	0.122	×
ＲＣ	0.593	0.537	0.565	◎
ＬＣ	0.426	0.550	0.488	○

[0066] 上記の表から、パラメータｋ２、ｋ０、ａ、ＷＣ、ＲＣ、ＬＣについては、熟練した評価者による柔軟感に関する官能評価結果と高い相関性があることがわかった。加えて、パラメータｋ１＋ｋ２及びＣについても、熟練した評価者による柔軟感に関する官能評価結果と比較的高い相関性があることがわかった。したがって、これらパラメータは、皮膚の柔軟感を表す新たな指標として用いることができる。すなわち、上述した皮膚特性検出システム１によれば、皮膚の柔軟感を表す新たな指標となるパラメータの値を検出することができるといえる。これらパラメータｋ２、ｋ０、ａ、ＷＣ、ＲＣ、ＬＣ、ｋ１＋ｋ２、Ｃは、接触子１２の皮膚Ｓへの押し込み量を増大させ、一定に維持し、減少させる一連の過程において生じる物理現象を細分化し、細分化された物理現象に対応するように算出されるものである。したがって、本実施形態によれば、細分化された物理現象に対応するようにパラメータを算出することにより、柔軟感をより適切に表すパラメータを用いることができるようになるといえる。

[0067] また、異なる年代の被験者について、上述した皮膚特性検出システムによって試験を行い、被験者の年代と皮膚特性検出システムによる試験結果との相関性について評価した。

[0068] 図１１は、被験者の年代毎のパラメータｋ２の平均値を示す図である。図

中のＩ字状の表示は、標準誤差を示している（以下、図１２～図１４においても同じ）。図１１からわかるように、２１～２４歳ではパラメータｋ２の値が小さい（すなわち、接触子１２による押し込み量を一定に維持したときの反力の変化が小さい）のに対して、３９～４４歳、６１～６８歳へと年代が上がるにつれてｋ２の値が大きくなる。したがって、パラメータｋ２は、年代による皮膚の柔軟感の違いを表しているといえる。

[0069] 図１２は、被験者の年代毎のパラメータａの平均値を示す図である。図１２からわかるように、２１～２４歳ではパラメータａの値が小さい（すなわち、接触子１２により皮膚を押し込んでいる間の反力の波形が湾曲している度合いが小さい）のに対して、３９～４４歳及び６１～６８歳ではａの値が大きい。したがって、パラメータａは年代による皮膚の柔軟感の違いを表しているといえる。

[0070] 図１３は、被験者の年代毎のパラメータＲＣの平均値を示す図である。図１３からわかるように、２１～２４歳ではＲＣの値が大きい（すなわち、応力緩和によって開放されなかったエネルギの割合が小さい）のに対して、３９～４４歳、６１～６８歳と年代が上がるにつれてＲＣの値が小さくなる。したがって、パラメータＲＣも年代による皮膚の柔軟感の違いを表しているといえる。

[0071] 図１４は、被験者の年代毎のパラメータｋ１の平均値を示す図である。図１４からわかるように、ｋ１の値には年齢に応じた一定の傾向が見られない。したがって、パラメータｋ１は必ずしも年代による皮膚の柔軟感の違いを表しているとはいえない。

[0072] このように、パラメータｋ２、ｋ０、ａ、ＷＣ、ＲＣ及びＬＣ以外のパラメータについては、必ずしも皮膚の柔軟感と相関性が高いとは言えない。しかしながら、これらのパラメータも皮膚の特性を表すパラメータとして用いることができる。このように上述した皮膚特性検出システムによれば、１度の簡単な試験によって、皮膚の特性に関する多数のパラメータの値を検出することができ、よって皮膚の評価を簡単に行うことができる。

[0073] 以上、本発明に係る好適な実施形態を説明したが、本発明はこれら実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載内で様々な修正及び変更を施すことができる。

符号の説明

[0074] 1 皮膚特性検出システム

１０ センサ

１２ 接触子

１３ ロードセル

１４ アクチュエータ

２０ 処理装置

請求の範囲

[請求項1] 皮膚の特性を表す特性値を検出する皮膚特性検出システムであって

、

接触子の皮膚への押し込み量を制御する押し込み量制御装置と、

皮膚から接触子に加わる反力を測定する反力測定装置と、

前記測定された反力に基づいて前記特性値を検出する検出装置と、

を備え、

前記押し込み量制御装置は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させること、前記接触子によって皮膚を押し込んだ後に押し込み量を一定に維持すること及び前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で減少させることのうち少なくともいずれか一つを実行し、

前記特性値は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記押し込み量に対する前記反力の非線形性を表すパラメータ、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記反力の非線形性を考慮した皮膚の剛性を表すパラメータ、前記押し込み量を一定に維持したときの前記反力の変化を表すパラメータ、及び前記押し込み量を一定に維持したときに開放されなかったエネルギの割合を表すパラメータのうちの少なくともいずれか一つの値を含む、皮膚特性検出システム。

[請求項2] 前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記押し込み量に対する前記反力の非線形性を表すパラメータの値は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記反力の推移を下記式（１）によって近似したときのａであり、

$\sigma = k0 \cdot d^{a}$ …（１）

前記式（１）においてσは反力、ｄは押し込み量、ｋ０は定数である、請求項１に記載の皮膚特性検出システム。

[請求項3] 前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの

前記押し込み量に対する前記反力の非線形性を表すパラメータの値は、前記押し込み量の増大を開始してから前記押し込み量が所定量に到達するまでの間に測定された反力の積分値と、前記押し込み量の増大を開始してから前記押し込み量が所定量に到達したときの反力まで前記押し込み量及び反力が一定速度で増大したと仮定したときに前記押し込み量の増大を開始してから前記押し込み量が所定量に到達するまでの間の反力の積分値との比率である、請求項１又は２に記載の皮膚特性検出システム。

[請求項4] 前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記反力の非線形性を考慮した皮膚の剛性を表すパラメータの値は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記反力の推移を下記式（２）によって近似したときのｋ０であり、

$$\sigma = k_0 \cdot d^a \quad \cdots (2)$$

前記式（２）においてσは反力、ｄは押し込み量、ａは定数である、請求項１～３のいずれか１項に記載の皮膚特性検出システム。

[請求項5] 前記押し込み量を一定に維持したときの前記反力の変化を表すパラメータの値は、前記皮膚の粘弾性特性を３要素固体モデルで近似したときに、ダッシュポットと直列に連結された線形バネのバネ定数に相当する、請求項１～４のいずれか１項に記載の皮膚特性検出システム。

[請求項6] 前記押し込み量を一定に維持したときの前記反力の変化を表すパラメータの値は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定速度で増大させたときに反力が弾性的に変化したと近似したときの弾性係数から、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定速度で減少させたときに反力が弾性的に変化したと近似したときの弾性係数を減算した値である、請求項１～５のいずれか１項に記載の皮膚特性検出システム。

[請求項7] 前記押し込み量を一定に維持したときに開放されなかったエネルギの割合を表すパラメータの値は、前記押し込み量の増大を開始してか

ら前記押し込み量が所定量に到達するまでの間に測定された反力の積分値と、前記押し込み量を前記所定量から前記押し込み量の増大を開始したときの押し込み量まで減少させている間に測定された反力の積分値との比率である、請求項１～６のいずれか１項に記載の皮膚特性検出システム。

[請求項8] 前記特性値は、前記押し込み量の増大を開始してから所定時間が経過するまでの間に測定された反力の積分値を含む、請求項１～７のいずれか１項に記載の皮膚特性検出システム。

[請求項9] 前記押し込み量制御装置は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させ、次いで一定に維持し、その後、一定の速度で減少させるように構成される、請求項１～８のいずれか１項に記載の皮膚特性検出システム。

[請求項10] 前記押し込み量制御装置は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させ、その後、前記押し込み量を一定に維持することなく、一定の速度で減少させるように構成される、請求項１～８のいずれか１項に記載の皮膚特性検出システム。

[請求項11] 皮膚の特性を表す特性値を検出する皮膚特性検出方法であって、

接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたとき、前記接触子によって皮膚を押し込んだ後に押し込み量を一定に維持したとき、及び前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で減少させたときのうちの少なくともいずれか一つのときに皮膚から前記接触子に加わる反力を測定することと、

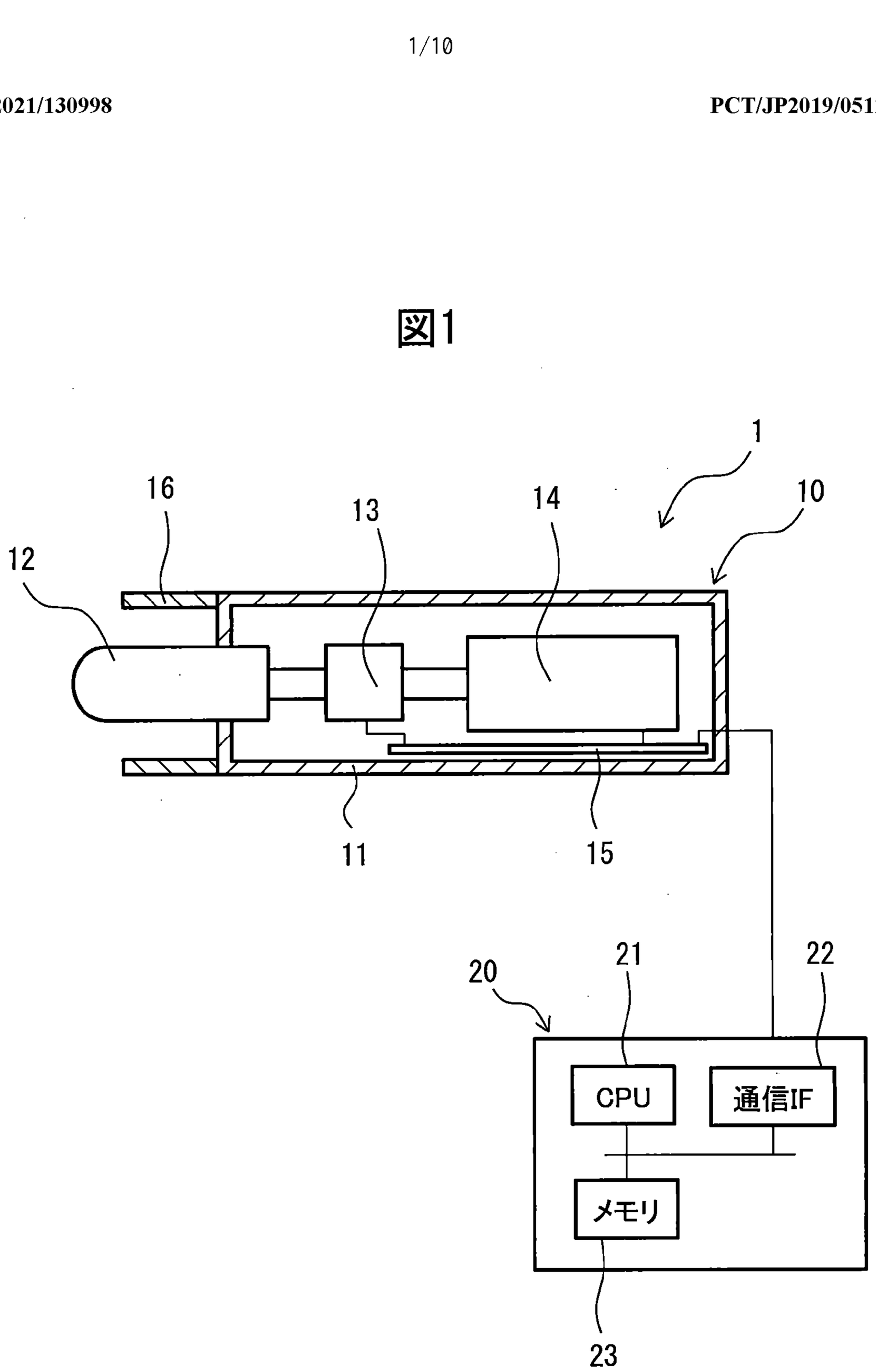
前記測定された反力に基づいて前記特性値を検出することと、を含み、

前記特性値は、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記押し込み量に対する前記反力の非線形性を表すパラメータ、前記接触子の皮膚への押し込み量を一定の速度で増大させたときの前記反力の非線形性を考慮した皮膚の剛性を表すパラメータ

、前記押し込み量を一定に維持したときの前記反力の変化を表すパラメータ及び前記押し込み量を一定に維持したときに開放されなかったエネルギの割合を表すパラメータのうちの少なくともいずれか一つの値を含む、皮膚特性検出方法。

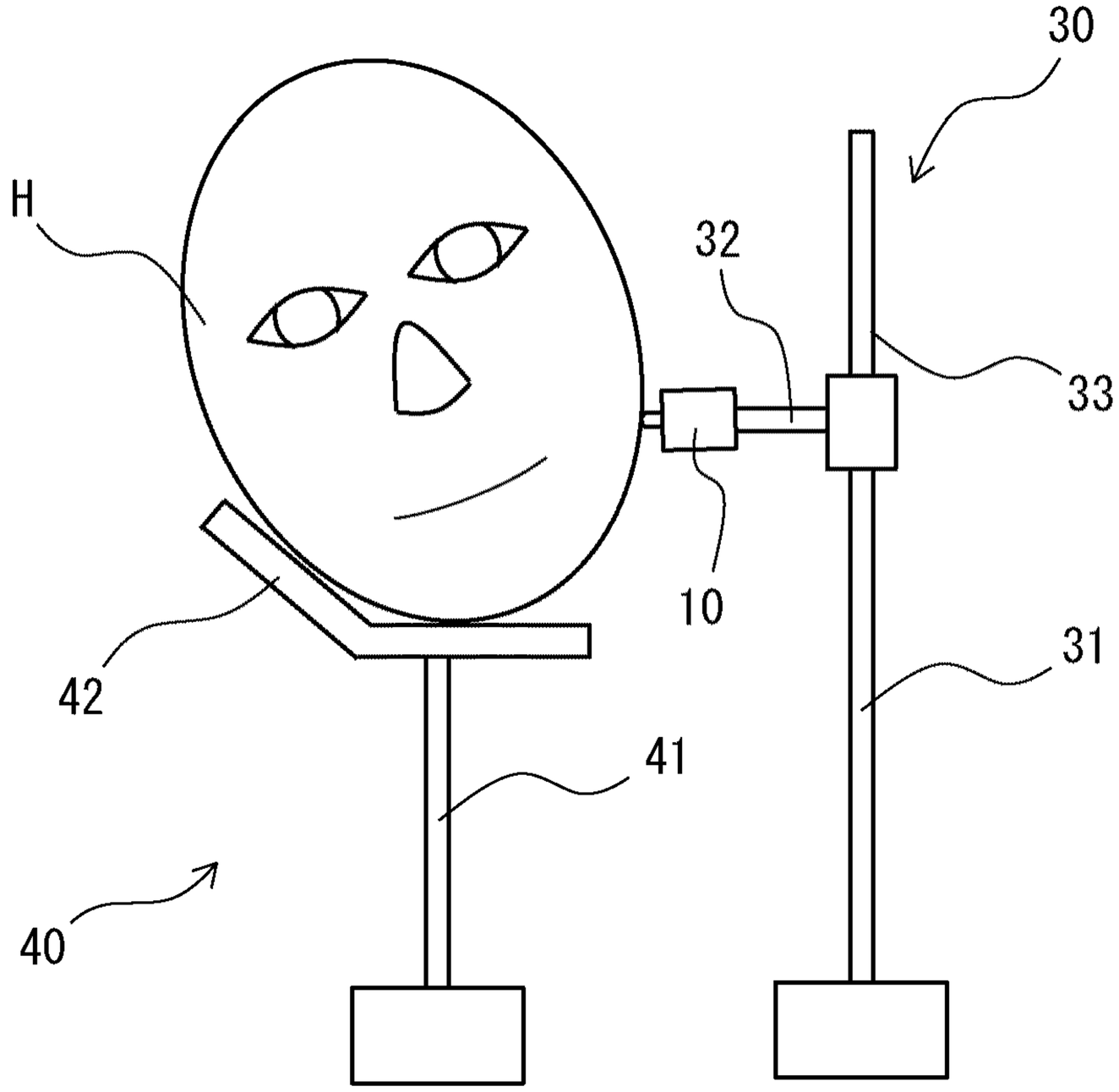
[図1]

図1



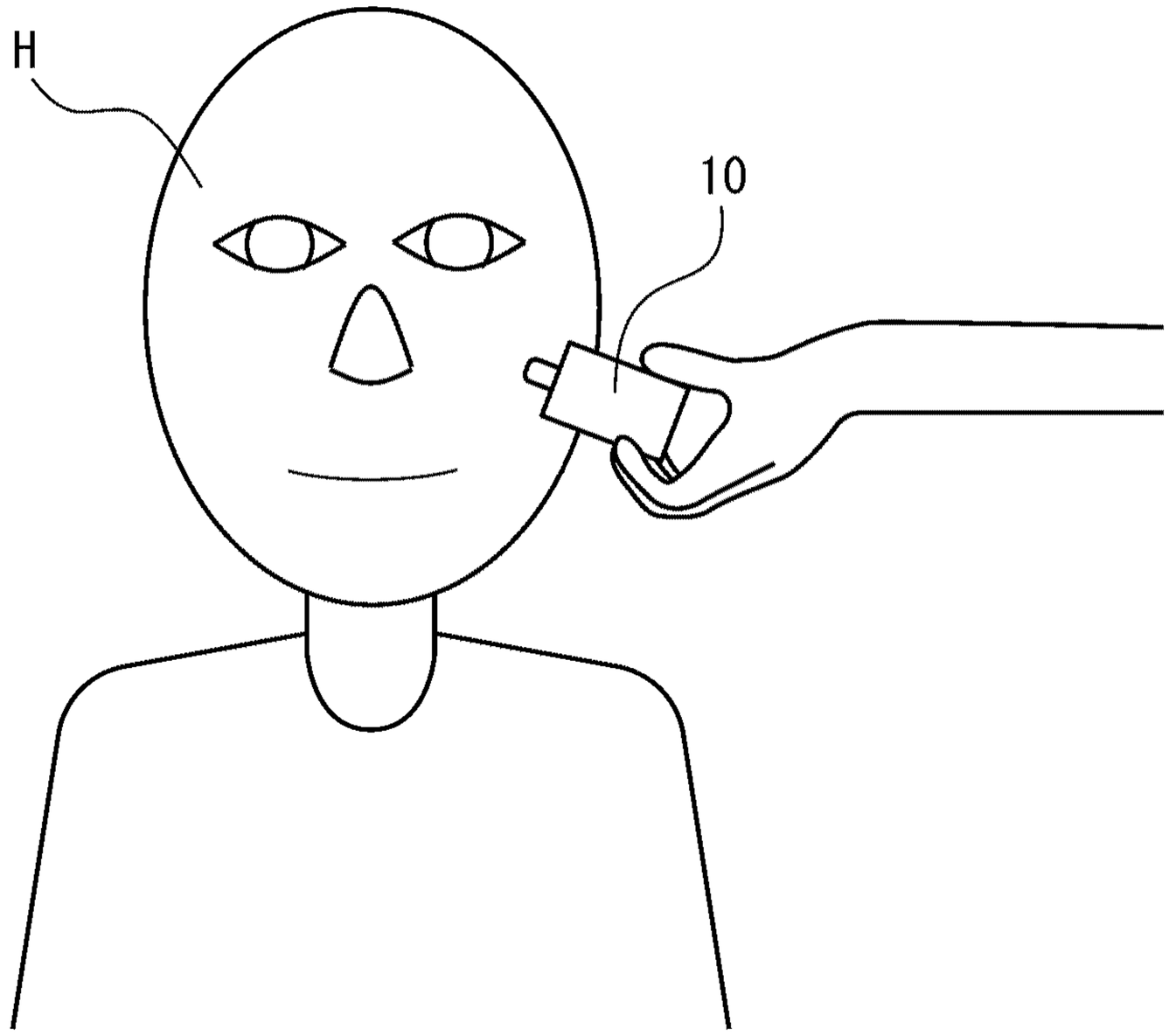
[図2]

図2



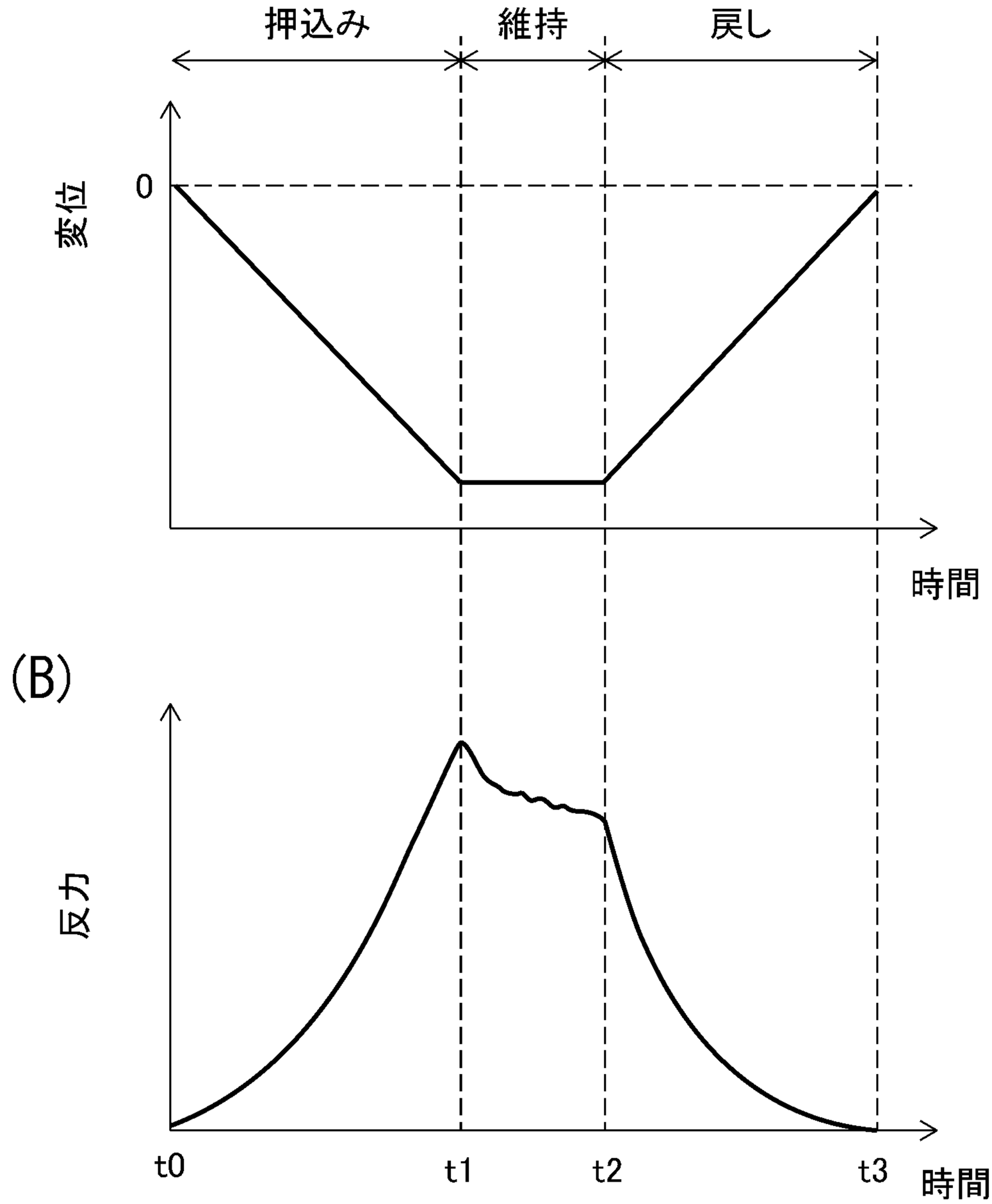
[図3]

図3



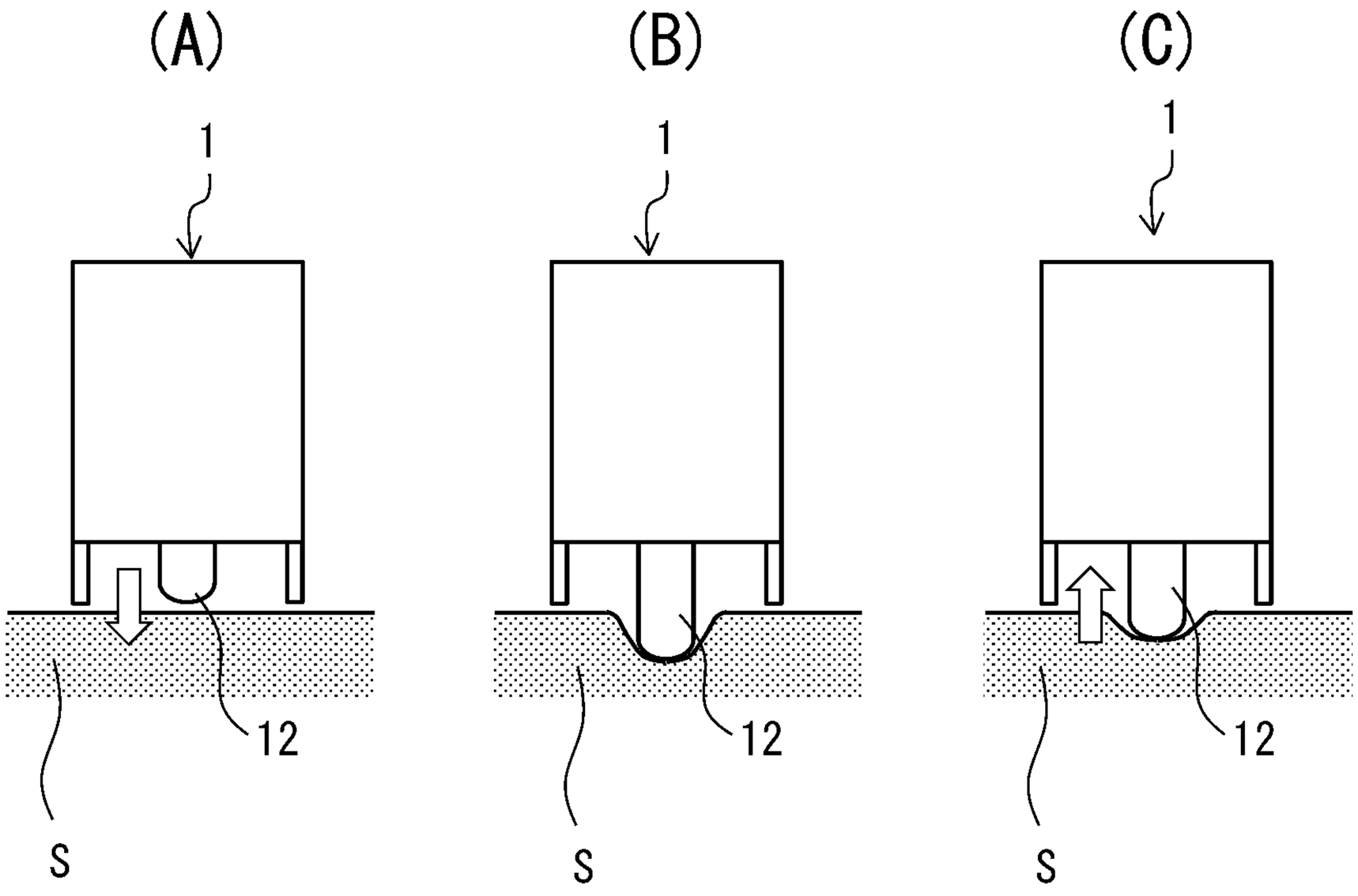
[図4]

図4



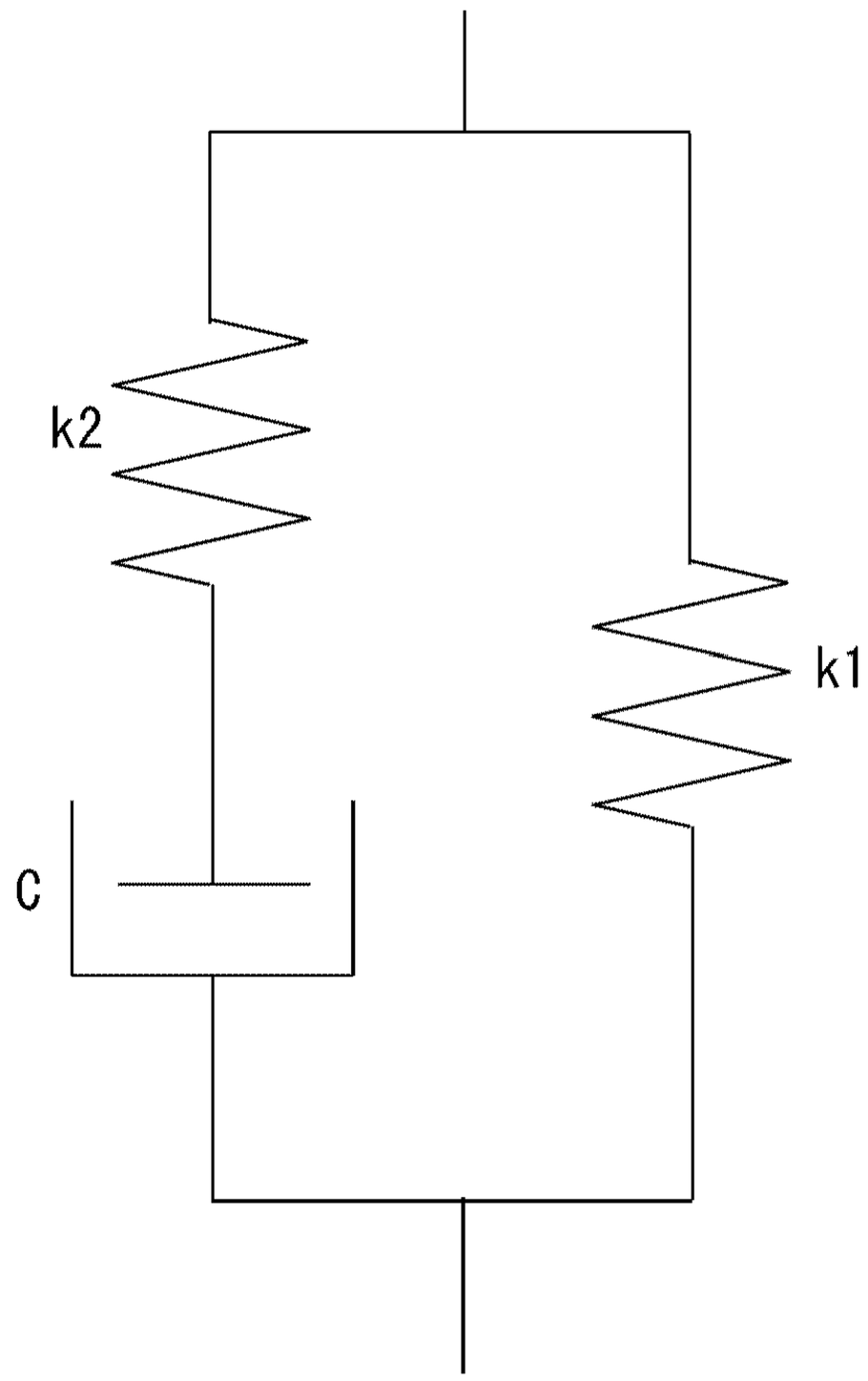
[図5]

図5



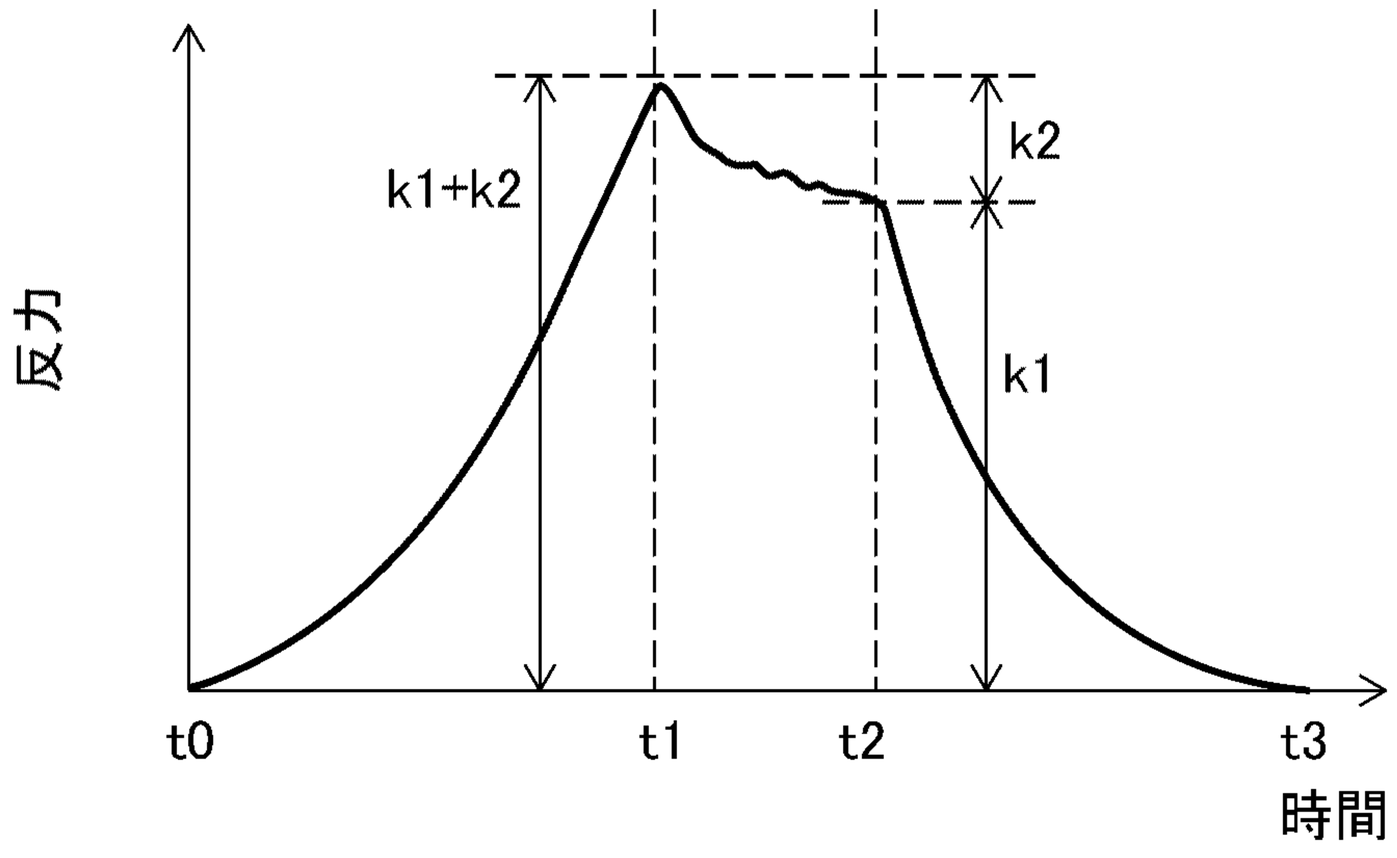
[図6]

図6



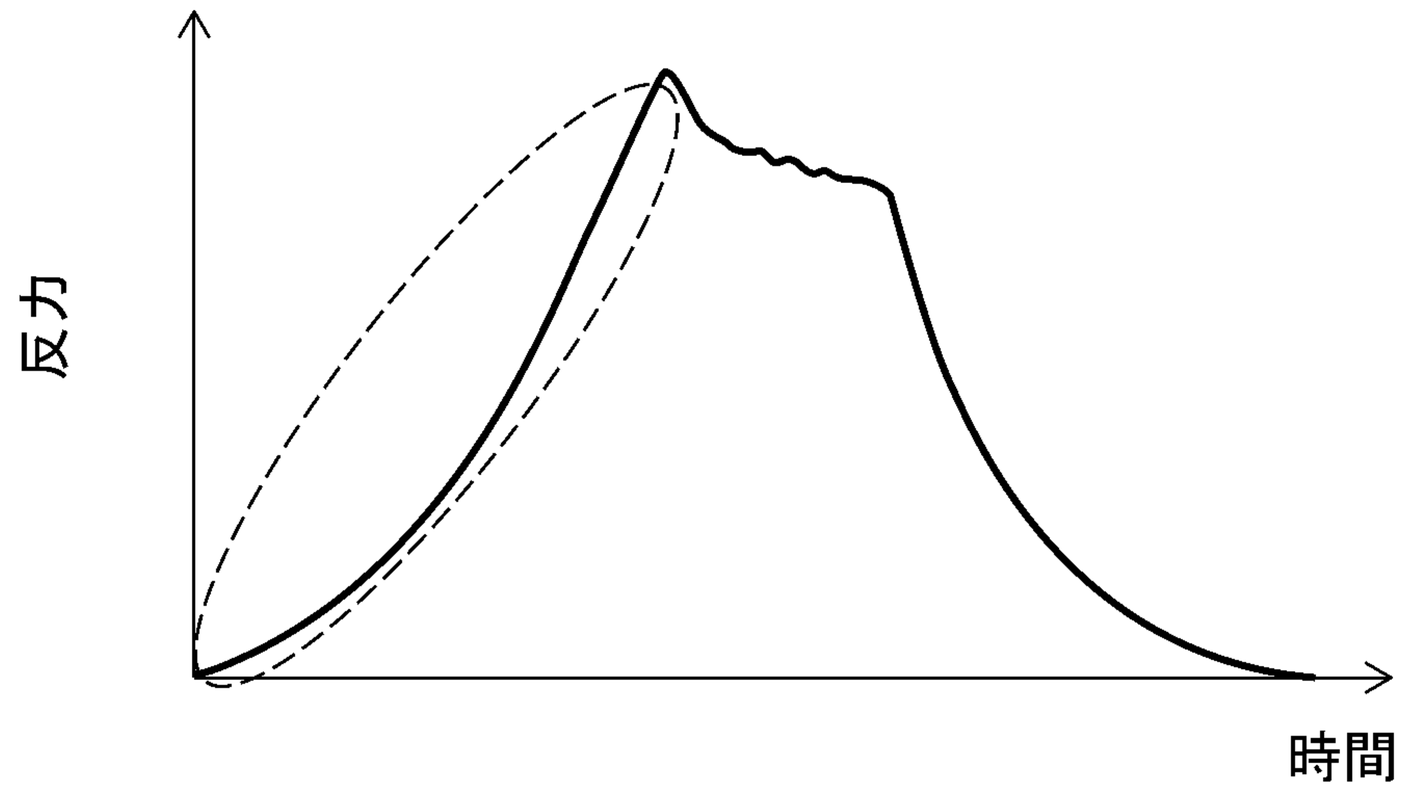
[図7]

図7



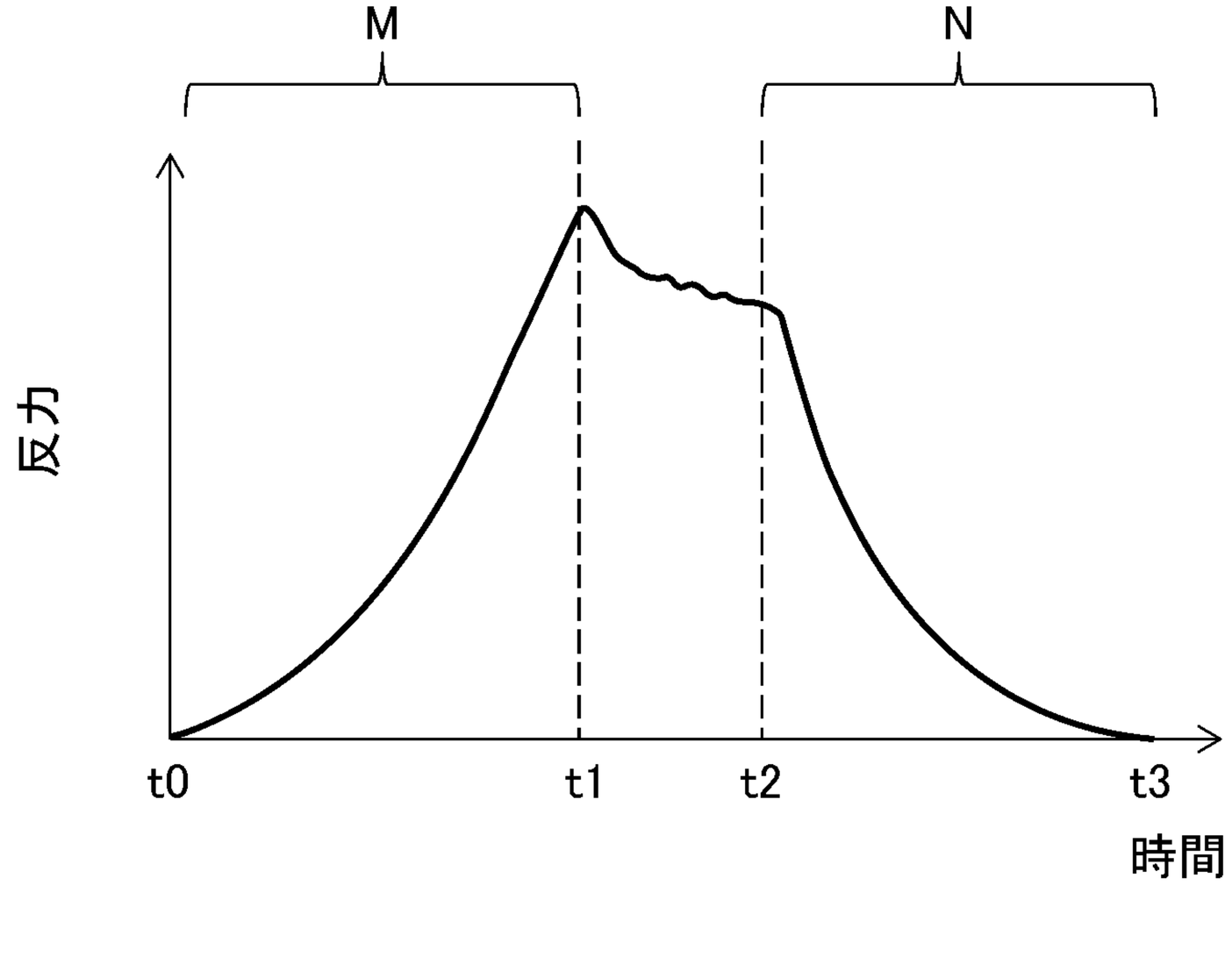
[図8]

図8



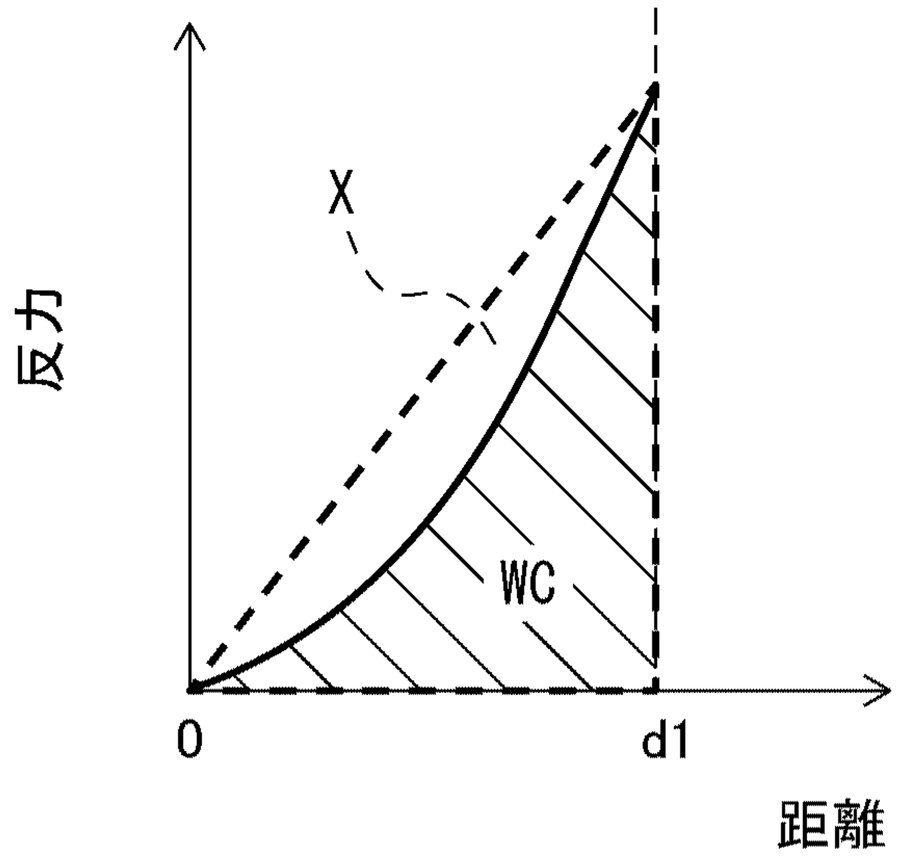
[図9]

図9



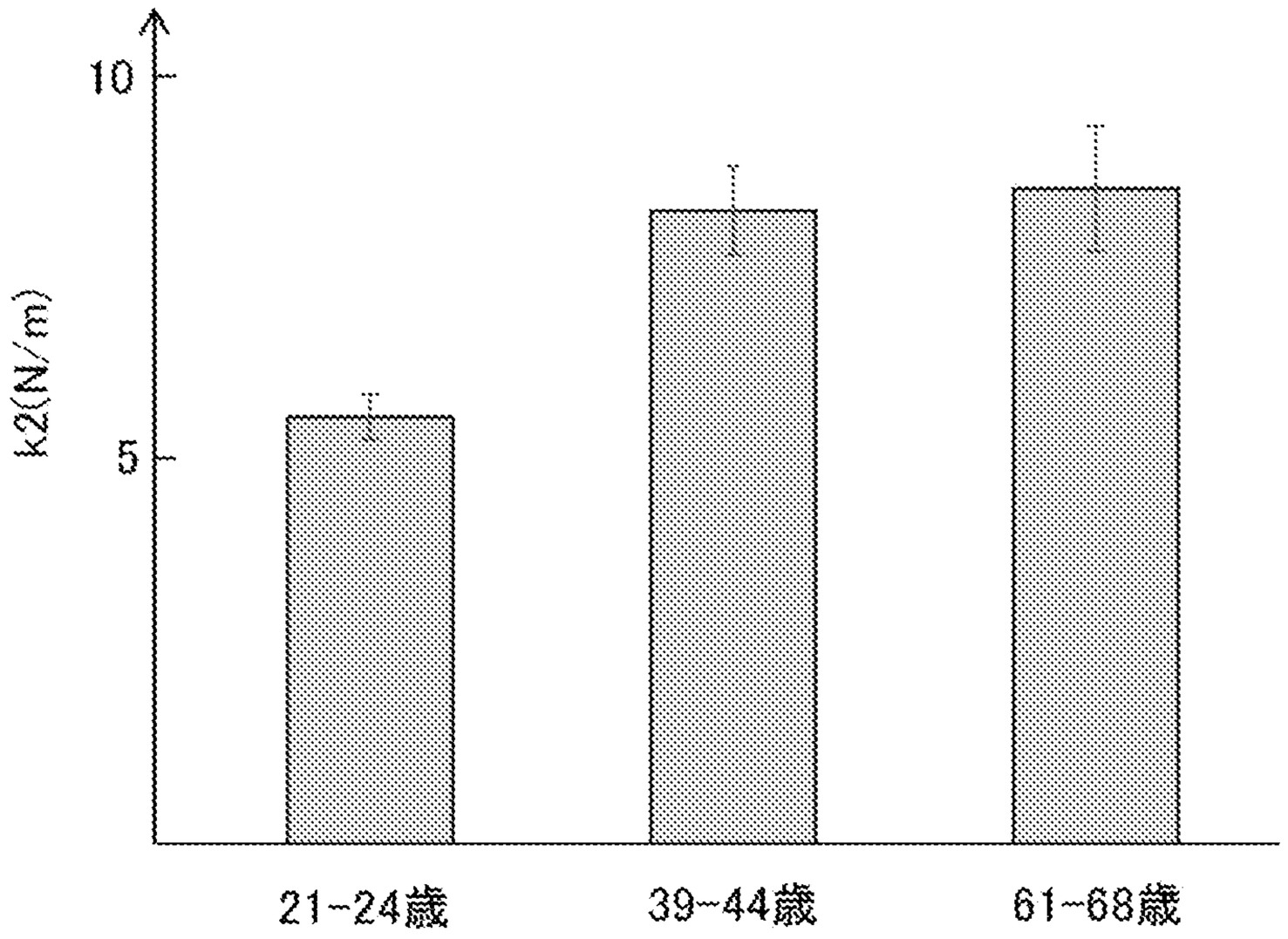
[図10]

図10



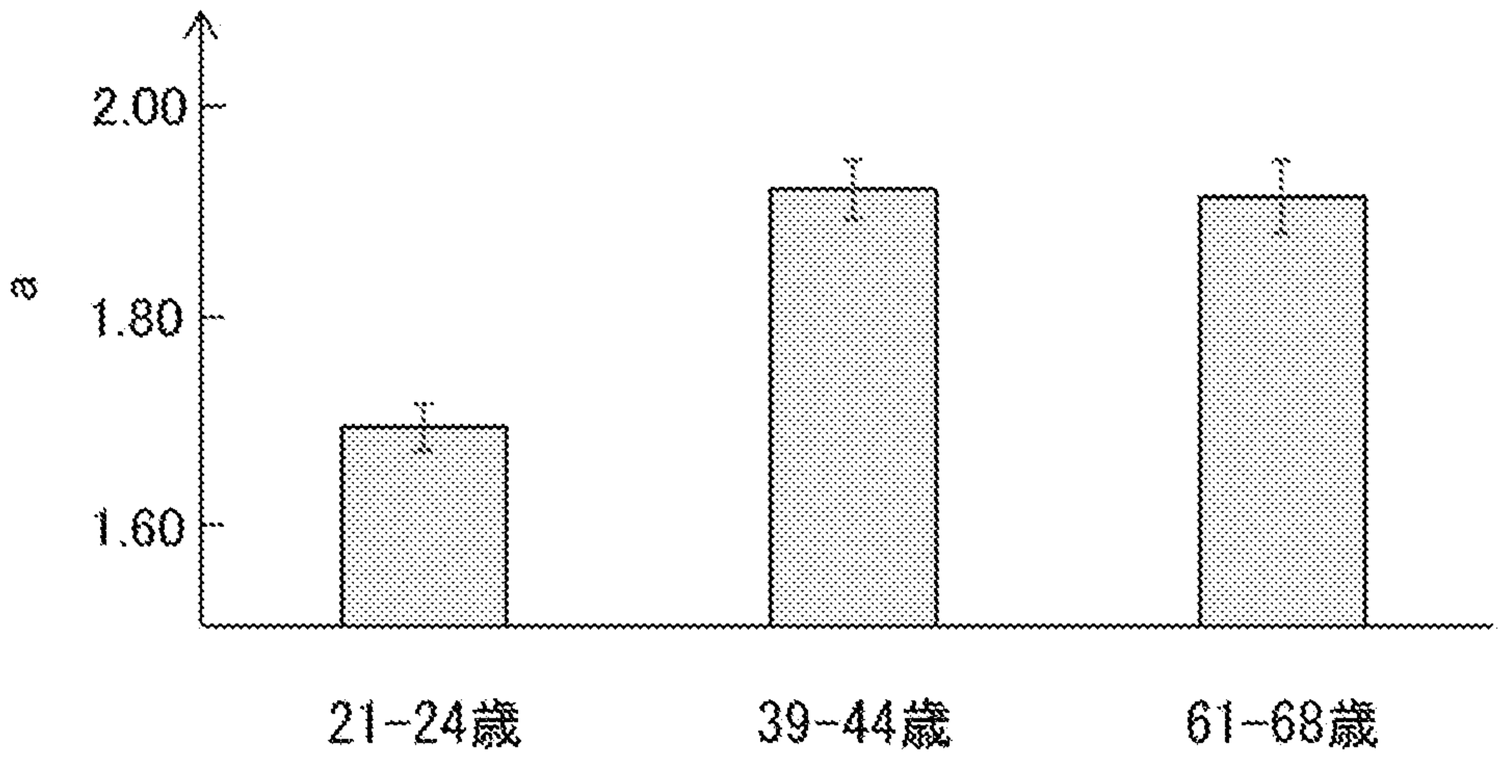
[図11]

図11



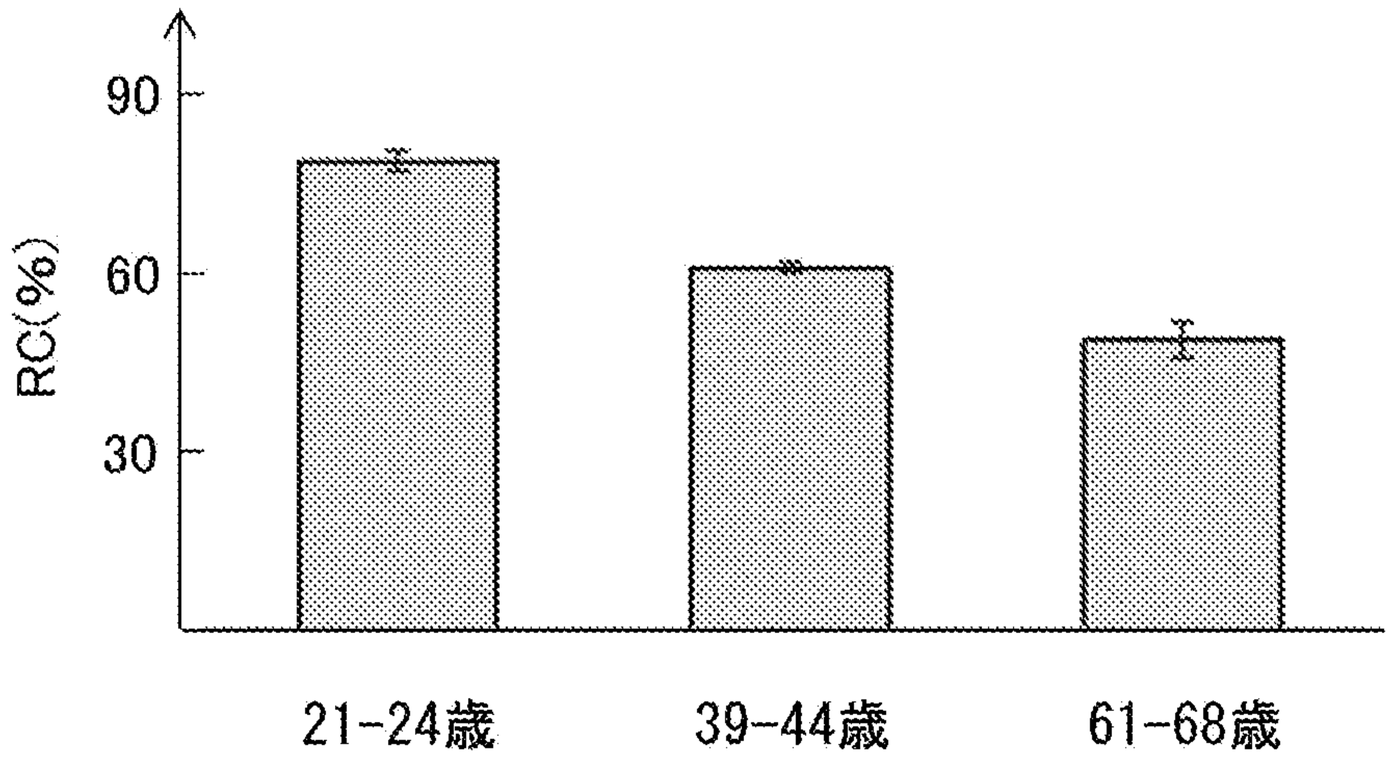
[図12]

図12



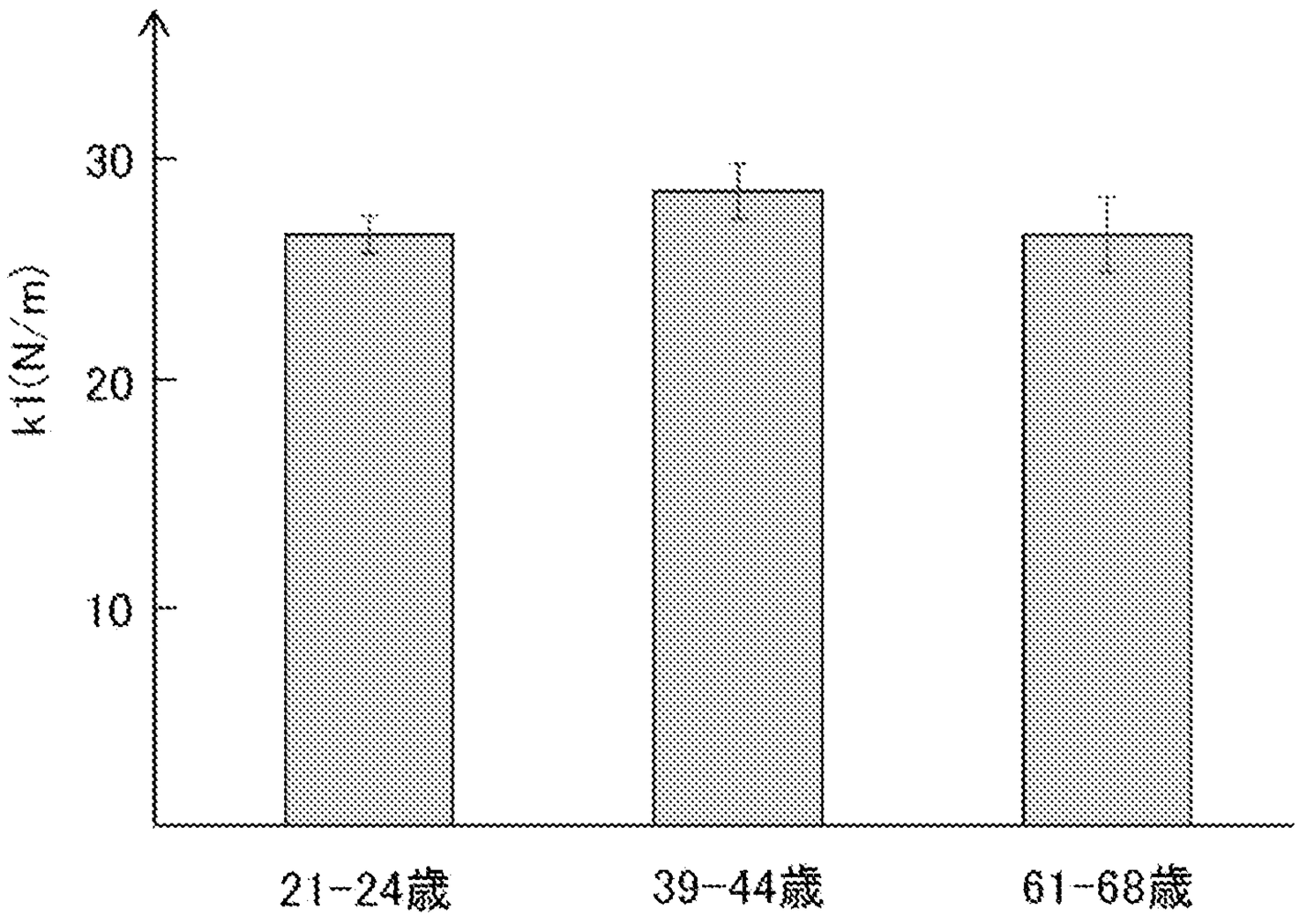
[図13]

図13



[図14]

図14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/051284

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. A61B5/00(2006.01)i
FI: A61B5/00 M

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)
Int. Cl. A61B5/00

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 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
A	JP 2009-240374 A (OSAKA UNIVERSITY) 22 October 2009, paragraphs [0027], [0028], fig. 2, 3	1-11
A	WO 2016/194468 A1 (HITACHI MAXELL, LTD.) 08 December 2016, paragraphs [0015]-[0019], fig. 1-3	1-11
A	US 2011/0054354 A1 (MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 03 March 2011, paragraphs [0102], [0109], fig. 5A	1-11

☐ 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	Date of mailing of the international search report
27.02.2020	17.03.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/051284

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2009-240374 A	22.10.2009	(Family: none)	
WO 2016/194468 A1	08.12.2016	US 2018/0177448 A1 paragraphs [0043]-[0046], fig. 1-3 CN 107847133 A	
US 2011/0054354 A1	03.03.2011	WO 2011/028719 A2	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2019/051284

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

A61B 5/00(2006.01)i
FI: A61B5/00 M

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））

A61B5/00

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　１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０２０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
A	JP 2009-240374 A (国立大学法人大阪大学) 22.10.2009 (2009-10-22) [0027]-[0028], 図2-3	1-11
A	WO 2016/194468 A1 (日立マクセル株式会社) 08.12.2016 (2016-12-08) [0015]-[0019], 図1-3	1-11
A	US 2011/0054354 A1 (MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 03.03.2011 (2011-03-03) [0102], [0109], 図5A	1-11

☐ 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、一般的技術水準を示すもの
“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	国際調査報告の発送日
27.02.2020	17.03.2020

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）
増渕　俊仁　2Q 4747
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/JP2019/051284

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2009-240374 A	22.10.2009	（ファミリーなし）	
WO 2016/194468 A1	08.12.2016	US 2018/0177448 A1 [0043]-[0046], 図1-3 CN 107847133 A	
US 2011/0054354 A1	03.03.2011	WO 2011/028719 A2	