

(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
2025年2月13日(13.02.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/033437 A1

- (51) 国際特許分類:
A63H 9/00 (2006.01) A63H 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/028120
- (22) 国際出願日: 2024年8月6日(06.08.2024)
- (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 2023-130253 2023年8月9日(09.08.2023) JP
- (71) 出願人: 日東電工株式会社 (NITTO DENKO CORPORATION) [JP/JP]; 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 鶴田 聖 (TSURUTA, Hijiri); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 山内 健吾

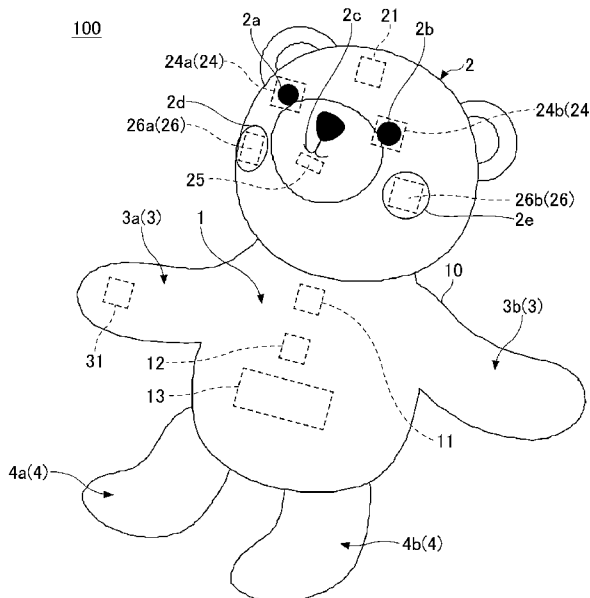
(YAMAUCHI, Kengo); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 加藤 智也 (KATO, Tomoya); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 大塚 哲弥 (OTSUKA, Tetsuya); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 小谷 泰暢 (KOTANI, Yasunobu); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 福島 理人 (FUKUSHIMA, Rihito); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 清水 裕介 (SHIMIZU, Yusuke); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人 I T O H (ITO H PATENT ATTORNEY CORPORATION); 〒1000005 東

(54) Title: ROBOT

(54) 発明の名称: ロボット

[図1]



(57) Abstract: Provided is a robot that reduces a temperature rise in a space surrounded by an exterior member and has a soft exterior. The robot has an exterior member and a heat source disposed in a space surrounded by the exterior member. The thermal conductivity of the exterior member is 0.3 W/(m · K) or more. The compressive stress when the exterior member is compressed by 30% is 2.0 N/mm² or less.

京都千代田区丸の内二丁目1番1号 明治
安田生命ビル 16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, 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))

(57) 要約: 外装部材で囲まれる空間の温度上昇を低減するとともに、外装が柔らかい口ボットを提供する。本口ボットは、外装部材と、前記外装部材により囲まれる空間に配置される熱源と、を有し、前記外装部材の熱伝導率は、 $0.3 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上であり、前記外装部材が30%圧縮したときの圧縮応力は、 $2.0 \text{ N} / \text{mm}^2$ 以下である。

明 細 書

発明の名称： ロボット

技術分野

[0001] 本発明は、ロボットに関する。

背景技術

[0002] 従来から、ユーザと触れ合うことにより、ユーザに癒しを与えるロボットが知られている（例えば、特許文献1 参照）。

[0003] また、外表面を構成する外装部材と、外装部材で囲まれた空間に配置された発熱体と、発熱体の熱を外装部材に伝える伝熱部と、伝熱部を動作させることで、発熱体と外装部材との間の伝熱量を調整する伝熱制御部と、を有するロボットが開示されている（例えば、特許文献2 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2017／169826号明細書

特許文献2：特許6890207号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ユーザと触れ合うことでユーザに癒しを与える観点では、外装部材は樹脂やゴム等の柔らかい材料で構成されることが好ましい。しかしながら、柔らかい材料は一般に熱伝導効率が低い。このため、柔らかい材料により構成された外装部材で囲まれる空間内にプロセッサやモータ等の熱源が配置されると、熱源の発熱が放熱されずに空間内の温度が上昇しやすい。この結果、外装部材で囲まれる空間内に配置される部材、機構又は電子部品等が破損したり故障したりする可能性がある。一方、特許文献2に記載のロボットでは、外装部材に熱伝導率が高い材料が使用されているため、外装部材で囲まれる空間の温度上昇を低減しやすい。しかしながら、熱伝導率が高い金属等の材料は一般に硬いため、ロボットとの触れ合いによりユーザに癒しを与える観

点においては改善の余地がある。

[0006] 本発明は、外装部材で囲まれる空間の温度上昇を低減するとともに、外装が柔らかいロボット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

[0007] 本発明の一態様に係るロボットは、外装部材と、前記外装部材により囲まれる空間に配置される熱源と、を有し、前記外装部材の熱伝導率は、 $0.3 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上であり、前記外装部材が30%圧縮したときの圧縮応力は、 $2.0 \text{ N} / \text{mm}^2$ 以下である。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、外装部材で囲まれる空間の温度上昇を低減するとともに、外装が柔らかいロボットを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態に係るロボットの模式的斜視図である。

[図2]実施形態に係るロボットの模式的側面図である。

[図3]図2におけるIII-III線の模式的断面図である。

[図4]実施形態に係るバイタルセンサの構成を模式的に示す図である。

[図5]実施形態に係る制御部のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図6]実施形態に係る制御部の機能構成を示すブロック図である。

[図7]実施形態に係る複合材料の一例の模式的断面図である。

[図8]実施形態に係る複合材料の別の一例の模式的断面図である。

[図9]実施形態に係る外装部材が有する複合材料において超高分解能電界放出型走査電子顕微鏡を用いたエネルギー分散型X線分光法による測定位置を説明する図である。

[図10]実施例1に係る外装部材における複合材料の断面を走査型電子顕微鏡で観察した結果を示す図である。

[図11]除荷時における外装部材の復元性と歪み速度との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0010] 以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。各図面において、同一構成要素には同一符号を付与し、重複した説明を適宜省略する。
- [0011] 以下に示す実施形態は、本発明の技術思想を具体化するためのロボットを例示するものであって、本発明を以下に示す実施形態に限定するものではない。以下に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、特定の記載がない限り、本発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、例示することを意図したものである。また図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため、誇張している場合がある。
- [0012] 本明細書では、説明を分かりやすくするために、実施形態に係るロボットにおいて、ユーザがロボットを抱きかかえたときの鉛直上方側を「上」といい、鉛直下方側を「下」という。上方向と下方向とを含めて上下方向という。上下方向と直交する方向を水平方向という。水平方向のうち、実施形態に係るロボットにおいて、ユーザがロボットを抱きかかえたときに、ユーザが位置する方向を「前」といい、ユーザが位置する方向とは反対方向を「後」という。前方向と後方向とを含めて前後方向という。水平方向のうち、前後方向に直交する方向を側方という。側方のうち、実施形態に係るロボットから視て左側を「左」といい、実施形態に係るロボットから視て右側を「右」という。但し、本明細書及び特許請求の範囲において、特定の方向又は位置を示す用語（例えば、「上」、「下」、「側方」、「右」、「左」及びそれらの用語を含む別の用語）は、相対的な位置関係が合っていればよく、実施形態に係るロボットの使用時における向きは、上記に限定されるものではない。また、実施形態において直交は、 90° に対して $\pm 10^\circ$ 以内の誤差を含んでもよい。
- [0013] 本実施形態に係るロボットは、ユーザとコミュニケーション可能なロボットである。ユーザは、ロボットの使用者を意味する。ユーザの代表的な一例には、一人暮らしの社会人、子供が独り立ちしたシニア、在宅医療の対象と

なるフレイル高齢者等が挙げられる。なお、ユーザには、ロボットの使用者の他、ロボットの管理者等の、単にロボットに接触する接触者が含まれてもよい。

[0014] 本実施形態に係るコミュニケーションには、言語のみの交流又は意思疎通と、接触又は触れ合いを伴う交流又は意思疎通と、が含まれる。例えば、ユーザが言葉を発することなくロボットを抱きかかえることで、ロボットに接触しつつロボットに触れ合っている状態も、ユーザとロボットとがコミュニケーションをしている状態に含まれる。なお、ユーザとの触れ合いとは、さする、タッピングする（触れる）及び抱擁する等のようにユーザとロボットが互いに触れ合う行為（接触する行為）を意味する。

[0015] <ロボット100の全体構成例>

図1～図3を参照して、実施形態に係るロボットの構成について説明する。図1は、実施形態に係るロボット100を例示する斜視図である。図2は、ロボット100の側面図である。図3は、図2におけるIII-III線の断面図である。

[0016] 図1～図3に示すように、ロボット100は、一例として、子熊を模した人形型のロボットである。ロボット100は、供給される電力により駆動可能である。ロボット100は、ユーザが抱きかかえることに適した大きさ及び重量により製作されている。但し、ロボット100は、子熊を模した人形型のロボットに限定されず、様々な形状又は構造を有してもよい。

[0017] ロボット100は、外装部材10と、外装部材10により囲まれる空間に配置される熱源と、を有する。外装部材10の熱伝導率は、 0.3 W/mK 以上であり、外装部材10が30%圧縮したときの圧縮応力は、 2.0 N/mm^2 以下である。外装部材10は、熱源を完全に覆ってもよいが、隙間や穴を有してもよく、厚みの異なる箇所を有してもよい。外装部材10は、一様な素材で構成してもよいが、異なる素材からなる部分を有してもよい。外装部材10が複数の素材から構成される場合、少なくとも熱源に近接する部分の外装部材10の熱伝導率は、 0.3 W/mK 以上であり、外装部材10が

30%圧縮したときの圧縮応力は、 2.0 N/mm^2 以下である。

[0018] 熱源は、ロボット100に含まれる構成のうち、駆動や電力供給等によって発熱するものを意味する。図1～図3に示す例では、カメラ11、制御部13、ディスプレイ24、ライト26、右腕部サーボモータ35a、左腕部サーボモータ35b、頭部サーボモータ35c、右脚部サーボモータ35d、左脚部サーボモータ35e等が熱源に対応する。電力を供給することで発熱するバッテリー15も熱源に対応する。

[0019] 30%圧縮とは、圧縮されていない元の状態での外装部材10の厚みに対して、30%の厚みになるまで外装部材10を圧縮させた状態をいう。圧縮されていない元の状態での外装部材10の厚みは、例えば10mm以上50mm以下にすることができる。

[0020] ロボット100では、外装部材10の熱伝導率が 0.3 W/mK 以上であることで、外装部材10により囲まれる空間に配置される熱源から発せられる熱を、外装部材10を通して外装部材10の外部に放熱することができる。また、外装部材10が30%圧縮したときの圧縮応力が 2.0 N/mm^2 以下であることで、ロボット100に触れたユーザに外装部材10の柔らかさを感じさせることができる。これらにより、本実施形態では、外装部材10で囲まれる空間の温度上昇を低減するとともに、外装が柔らかいロボット100を提供することができる。外装部材10が30%圧縮したときの圧縮応力は、好ましくは 1.5 N/mm^2 以下、より好ましくは1.0以下である。外装部材10は、熱源と離隔して配置されてもよいが、放熱性の観点では、熱源と当接していることが好ましい。熱源と外装部材10との間に、外装部材10と熱伝導率の異なる部材が介在してもよく、放熱性の観点では、外装部材10よりも熱伝導率の高い部材が介在することが好ましく、当該熱伝導率の高い部材は、外装部材10の表面に露出していることがより好ましく、当該熱伝導率の高い部材が熱源に当接していることがさらに好ましい。熱源と外装部材10の間に介在する部材は流体であってもよく、当該流体が空気である場合は、外装部材10の表面に流路となる穴が形成されていてもよい。

。外装部材10は、熱源と任意の点で当接してもよく、当接点は任意の一点でもよいし、複数の当接点であってもよいが、放熱性の観点では、熱源との接点が多いことが好ましい。また、外装部材10は、熱源と面で接触してもよく、放熱性の観点では、熱源と当接する接触面の接触面積が大きいことが好ましい。外装部材10は、外部が更に被覆材によって覆われていてもよい。被覆材は外装部材10よりも表面積が大きくてもよいし、外装部材10よりも表面積が小さくてもよい。被覆材は外装部材10と同じ材質の素材でもよく、例えば外装部材10より気孔の少ない膜状になるように、連続的に形成してもよい。被覆材としては、例えば起毛布やニット材等の布材が手触りを良好にする観点で好ましい。

[0021] また、外装部材10が重いことで、ロボット100が重いと、ユーザがロボット100を持ち上げにくくなる。この結果、ユーザとロボット100とのコミュニケーションを促進できず、ユーザに癒しを与えにくくなる場合がある。従って、ロボット100では、外装部材10の比重が1.5以下であることが好ましい。外装部材10の比重が1.5以下であることでロボット100が軽くなるため、ユーザはロボット100を持ち上げやすくなる。これにより、ユーザとロボット100とのコミュニケーションを促進し、ユーザに癒しを好適に与えることができる。

[0022] また、外装が柔らかいロボットは、ユーザがロボットに触れることにより、外装が変形しやすい。ロボット100が、触れ合いにより変形した後、元の状態に戻るまでの時間が長いと、変形した状態のロボット100をユーザが視認することで、ユーザに癒しを与えにくい場合がある。例えば、可愛い子熊のロボットはユーザに癒しを与えるが、顔部等が変形した子熊のロボットは、変形していない場合と比較して可愛らしさに欠けるため、ユーザに与える癒しが低減する。このため、ロボット100では、外装部材が30%圧縮した後、除荷したときの圧縮量が67%まで復元する速度である圧縮回復速度が 0.5 s^{-1} 以上であることが好ましい。この条件を満たすことにより、外装が柔らかく変形しやすくても、変形後に元の状態に戻るまでの

時間を短くすることができる。この結果、ロボット１００は、可愛らしさを維持し、ユーザに癒しを与えることができる。

[0023] 以下、ロボット１００の各部の詳細について説明する。なお、外装部材１０の詳細については、図７～図１１を参照して別途詳述する。

[0024] ロボット１００は、一例として、胴部１と、頭部２と、腕部３と、脚部４と、を有する。頭部２は、右眼部２ａと、左眼部２ｂと、口部２ｃと、右頬部２ｄと、左頬部２ｅと、を有する。腕部３は、右腕部３ａと、左腕部３ｂと、を含み、脚部４は、右脚部４ａと、左脚部４ｂと、を含む。ここで、胴部１はロボット本体に対応する。頭部２、腕部３及び脚部４のそれぞれは、ロボット本体に対して相対的に変位可能に連結される駆動体に対応する。

[0025] 腕部３は、胴部１に対して変位可能に構成されている。例えば、ロボット１００は、ユーザにより抱きかかえられた際に、右腕部３ａ及び左腕部３ｂを変位させ、ユーザを抱擁するようにユーザの首や胴等に接触させる。この動作により、ユーザはロボット１００に対して親近感を感じるため、ユーザとロボット１００との触れ合いが促進される。なお、ユーザとの触れ合いとは、さする、タッピングする（触れる）及びハグする（抱きつく）等のようにユーザとロボット１００が互いに触れ合う行為（接触する行為）を意味する。

[0026] 胴部１、頭部２、腕部３及び脚部４は、いずれも外装部材１０により覆われている。胴部１における外装部材と、腕部３における外装部材と、は一体化しており、頭部２及び脚部４における外装部材は、胴部１及び腕部３における外装部材に対して分離している。但し、これらの構成に限定されるものではなく、例えばユーザに接触されやすいロボット１００の部位のみが外装部材１０により覆われていてもよい。また胴部１、頭部２、腕部３及び脚部４それぞれにおける外装部材１０の少なくとも１つが他の外装部材と分離されていてもよい。また頭部２、腕部３及び脚部４のうちの変位しない部位が、その内側にセンサ等の構成部を含まず、外装部材１０のみにより構成されてもよい。

[0027] ロボット１００では、外装部材１０により囲まれる空間内に、カメラ１１と、触覚センサ１２と、制御部１３と、バイタルセンサ１４と、バッテリー１５と、第１静電容量センサ２１と、第２静電容量センサ３１と、が配置されている。また、胴部１における外装部材１０により囲まれる空間内に、カメラ１１、触覚センサ１２、制御部１３、バイタルセンサ１４及びバッテリー１５が配置されている。さらに、頭部２における外装部材１０により囲まれる空間内に、第１静電容量センサ２１が配置され、腕部３における外装部材１０により囲まれる空間内に、第２静電容量センサ３１が配置されている。

[0028] またロボット１００では、頭部２における外装部材１０により囲まれる空間内に、ディスプレイ２４と、スピーカ２５と、ライト２６と、が配置されている。さらに、右眼部２ａ及び左眼部２ｂにおける外装部材１０により囲まれる空間内に、ディスプレイ２４が配置されている。加えて、口部２ｃにおける外装部材１０により囲まれる空間内にスピーカ２５が配置され、右頬部２ｄ及び左頬部２ｅにおける外装部材１０により囲まれる空間内にライト２６が配置されている。ディスプレイ２４は、ロボット１００の眼部に配置された表示部に対応する。スピーカ２５は、ロボット１００の口部に配置された音発生部に対応する。ライト２６は、ロボット１００の頬部に配置された発光部に対応する。

[0029] より詳しく説明する。図３に示すように、ロボット１００では、胴部１における外装部材１０により囲まれる空間内に、胴部フレーム１６と、胴部載置台１７と、が配置されている。また、頭部２における外装部材１０により囲まれる空間内に、頭部フレーム２２と、頭部載置台２３と、が配置されている。さらに、右腕部３ａにおける外装部材１０により囲まれる空間内に、右腕部フレーム３２ａと、右腕部載置台３３と、が配置され、左腕部３ｂにおける外装部材１０により囲まれる空間内に、左腕部フレーム３２ｂが配置されている。加えて、右脚部４ａにおける外装部材１０により囲まれる空間内に、右脚部フレーム４２ａが配置され、左脚部４ｂにおける外装部材１０により囲まれる空間内に、左脚部フレーム４２ｂが配置されている。

- [0030] 胴部フレーム 1 6、頭部フレーム 2 2、右腕部フレーム 3 2 a、左腕部フレーム 3 2 b、右脚部フレーム 4 2 a 及び左脚部フレーム 4 2 b は、それぞれ複数の柱状部材を組合せて形成された構造体である。胴部載置台 1 7、頭部載置台 2 3、及び右腕部載置台 3 3 は、載置面を有する板状部材である。胴部載置台 1 7 は胴部フレーム 1 6 に固定され、頭部載置台 2 3 は頭部フレーム 2 2 に固定され、右腕部載置台 3 3 は右腕部フレーム 3 2 a に固定されている。なお、胴部フレーム 1 6、頭部フレーム 2 2、右腕部フレーム 3 2 a、左腕部フレーム 3 2 b、右脚部フレーム 4 2 a 及び左脚部フレーム 4 2 b は、複数の板状部材を含む箱状に形成されてもよい。
- [0031] 右腕部フレーム 3 2 a は、右腕部連結機構 3 4 a を介して胴部フレーム 1 6 に連結している。右腕部フレーム 3 2 a は、右腕部サーボモータ 3 5 a によって駆動されることにより、胴部フレーム 1 6 に対して相対的に変位可能である。右腕部フレーム 3 2 a が変位することで、右腕部 3 a は胴部 1 に対して相対的に変位する。右腕部連結機構 3 4 a は、例えば右腕部サーボモータ 3 5 a の出力トルクを増加させる減速機を有することが好ましい。
- [0032] 本実施形態では、右腕部フレーム 3 2 a は、複数のフレーム部材と、複数の連結機構と、を含む多関節ロボットアームにより構成される。例えば右腕部フレーム 3 2 a は、右肩部フレーム F 1 a と、右上腕部フレーム F 2 a と、右肘部フレーム F 3 a と、右前腕部フレーム F 4 a と、を有している。胴部フレーム 1 6、右肩部フレーム F 1 a、右上腕部フレーム F 2 a、右肘部フレーム F 3 a 及び右前腕部フレーム F 4 a は、それぞれ連結機構を介して互いに連結している。
- [0033] 右腕部サーボモータ 3 5 a は、複数のサーボモータの総称表記である。例えば右腕部サーボモータ 3 5 a は、右肩部サーボモータ M 1 a と、右上腕部サーボモータ M 2 a と、右肘部サーボモータ M 3 a と、右前腕部サーボモータ M 4 a と、を有している。右肩部サーボモータ M 1 a は、胴部フレーム 1 6 に対して垂直な回転軸回りに右肩部フレーム F 1 a を回転させる。右上腕部サーボモータ M 2 a は、右肩部フレーム F 1 a の回転軸に対して垂直な回

回転回りに右上腕部フレームF 2 aを回動させる。右肘部サーボモータM 3 aは、右上腕部フレームF 2 aの回転軸に対して垂直な回転軸回りに右肘部フレームF 3 aを回動させる。右前腕部サーボモータM 4 aは、右肘部フレームF 3 aの回転軸に対して垂直な回転軸回りに右前腕部フレームF 4 aを回動させる。

[0034] 左腕部フレーム3 2 bは、左腕部連結機構3 4 bを介して胴部フレーム1 6に連結している。左腕部フレーム3 2 bは、左腕部サーボモータ3 5 bによって駆動されることにより、胴部フレーム1 6に対して相対的に変位可能である。左腕部フレーム3 2 bが変位することにより、左腕部3 bは胴部1に対して相対的に変位する。左腕部連結機構3 4 bは、例えば左腕部サーボモータ3 5 bの出力トルクを増加させる減速機を有することが好ましい。

[0035] 左腕部フレーム3 2 bは、複数のフレーム部材と、複数の連結機構と、を含む多関節ロボットアームにより構成される。例えば左腕部フレーム3 2 bは、左肩部フレームF 1 bと、左上腕部フレームF 2 bと、左肘部フレームF 3 bと、左前腕部フレームF 4 bと、を有している。胴部フレーム1 6、左肩部フレームF 1 b、左上腕部フレームF 2 b、左肘部フレームF 3 b及び左前腕部フレームF 4 bは、それぞれ連結機構を介して互いに連結している。

[0036] 左腕部サーボモータ3 5 bは、複数のサーボモータの総称表記である。例えば左腕部サーボモータ3 5 bは、左肩部サーボモータM 1 bと、左上腕部サーボモータM 2 bと、左肘部サーボモータM 3 bと、左前腕部サーボモータM 4 bと、を有している。左肩部サーボモータM 1 bは、胴部フレーム1 6に対して垂直な回転軸回りに左肩部フレームF 1 bを回動させる。左上腕部サーボモータM 2 bは、左肩部フレームF 1 bの回転軸に対して垂直な回転軸回りに左上腕部フレームF 2 bを回動させる。左肘部サーボモータM 3 bは、左上腕部フレームF 2 bの回転軸に対して垂直な回転軸回りに左肘部フレームF 3 bを回動させる。左前腕部サーボモータM 4 bは、左肘部フレームF 3 bの回転軸に対して垂直な回転軸回りに左前腕部フレームF 4 bを

回動させる。

[0037] このように腕部3が4軸の関節部を有することにより、ロボット100は、よりリアリティが高い動作を実現できる。例えばロボット100は、ニュートラルな感情を抱いた何もしていないユーザに対して腕部3を動かして「手を広げる」ことにより、ユーザとの触れ合いを誘発する行動が可能になる。またロボット100は、怒りの感情を抱いて歩いているユーザに対して腕部3を震わせて「怯える」ことにより、ユーザとの触れ合いを誘発する行動が可能になる。

[0038] 頭部フレーム22は、頭部連結機構27を介して胴部フレーム16に連結している。頭部フレーム22は、頭部サーボモータ35cによって駆動されることにより、胴部フレーム16に対して相対的に変位可能である。頭部フレーム22が変位することにより、頭部2は胴部1に対して相対的に変位する。頭部連結機構27は、例えば頭部サーボモータ35cの出力トルクを増加させる減速機を有することが好ましい。

[0039] 頭部フレーム22は、頸部フレームF1cと、顔部フレームF2cと、を有している。胴部フレーム16、頸部フレームF1c及び顔部フレームF2cは、それぞれ連結機構を介して互いに連結している。

[0040] 頭部サーボモータ35cは、複数のサーボモータの総称表記である。例えば頭部サーボモータ35cは、頸部サーボモータM1cと、顔部サーボモータM2cと、を有している。頸部サーボモータM1cは、胴部フレーム16に対して垂直な回転軸回りに頸部フレームF1cを回動させる。顔部サーボモータM2cは、頸部フレームF1cの回転軸に対して垂直な回転軸回りに顔部フレームF2cを回動させる。

[0041] このように頭部2が2軸の関節部を有することにより、ロボット100は、よりリアリティが高い動作を実現できる。例えばロボット100は、嫌悪の感情を抱いて携帯電話を操作しているユーザに対して頭部2を動かして「顔を見上げる」（注目する）ことにより、ユーザを心配している感情を表してユーザとの触れ合いを誘発する行動が可能になる。

- [0042] 右脚部フレーム42aは、右脚部連結機構44aを介して胴部フレーム16に連結している。右脚部フレーム42aは、底面側に右脚部車輪41aを有している。ロボット100の姿勢を安定させるため、ロボット100は右脚部フレーム42aの前後方向に2個の右脚部車輪41aを有することが好ましい。右脚部車輪41aは、右脚部サーボモータ35dによって駆動されることにより、右脚部フレーム42aの前後方向に対して垂直な回転軸回りに回転可能である。右脚部車輪41aが回転することにより、ロボット100は走行が可能になる。右脚部連結機構44aは、例えば右脚部サーボモータ35dの出力トルクを増加させる減速機を有することが好ましい。
- [0043] 左脚部フレーム42bは、左脚部連結機構44bを介して胴部フレーム16に連結している。左脚部フレーム42bは、底面側に左脚部車輪41bを有している。ロボット100の姿勢を安定させるため、ロボット100は左脚部フレーム42bの前後方向に2個の左脚部車輪41bを有することが好ましい。左脚部車輪41bは、左脚部サーボモータ35eによって駆動されることにより、左脚部フレーム42bの前後方向に対して垂直な回転軸回りに回転可能である。左脚部車輪41bが回転することにより、ロボット100は走行が可能になる。左脚部連結機構44bは、例えば左脚部サーボモータ35eの出力トルクを増加させる減速機を有することが好ましい。
- [0044] 本実施形態では、右脚部車輪41a及び左脚部車輪41bを同時に前転又は後転させることにより、ロボット100は前進又は後進する。右脚部車輪41aと左脚部車輪41bのいずれか一方をブレーキにより制動させ、他方を前転又は後転させることにより、ロボット100は右旋回又は左旋回する。
- [0045] このように脚部4により、ロボット100は、よりリアリティが高い動作を実現できる。例えばロボット100は、悲しみ又は驚きの感情を抱いて立ち止まっているユーザに対して脚部4を動かして「近づく」ことにより、ユーザとの触れ合いを誘発する行動が可能になる。
- [0046] カメラ11は、胴部フレーム16に固定されている。触覚センサ12、制

御部 13、バイタルセンサ 14 及びバッテリー 15 は、胴部載置台 17 に固定されている。制御部 13 及びバッテリー 15 は、胴部載置台 17 における触覚センサ 12 及びバイタルセンサ 14 が固定された側とは反対側に固定されている。なお、ここでの制御部 13 及びバッテリー 15 の配置は、胴部載置台 17 上に配置可能なスペースの都合であって、必ずしも上記に限定されない。但し、胴部載置台 17 における触覚センサ 12 及びバイタルセンサ 14 が固定された側とは反対側にバッテリー 15 を固定すると、バッテリー 15 は他の構成部と比較して重いため、ロボット 100 の重心が低くなる。ロボット 100 の重心が低いと、ロボット 100 の位置及び姿勢の少なくとも 1 つが安定し、かつバッテリー 15 の充電及び交換の少なくとも 1 つが行いやすくなるため好ましい。

[0047] 第 1 静電容量センサ 21 は、頭部載置台 23 に固定され、第 2 静電容量センサ 31 は右腕部載置台 33 に固定されている。ディスプレイ 24 は、右眼ディスプレイ 24a と、左眼ディスプレイ 24b と、を有している。右眼ディスプレイ 24a、左眼ディスプレイ 24b 及びスピーカ 25 は、頭部フレーム 22 に固定されている。ライト 26 は、右頬ライト 26a と、左頬ライト 26b と、を有している。右頬ライト 26a 及び左頬ライト 26b は、頭部フレーム 22 に固定されている。

[0048] なお、カメラ 11、触覚センサ 12、制御部 13、バイタルセンサ 14、バッテリー 15、第 1 静電容量センサ 21、第 2 静電容量センサ 31 等の固定は、ネジ部材又は接着部材等により行うことができる。また右眼ディスプレイ 24a、左眼ディスプレイ 24b、スピーカ 25、右頬ライト 26a、左頬ライト 26b 等の固定も、ネジ部材又は接着部材等により行うことができる。

[0049] 胴部フレーム 16、胴部載置台 17、頭部フレーム 22、頭部載置台 23、右腕部フレーム 32a、右腕部載置台 33 及び左腕部フレーム 32b の各材質に特段の制限はなく、樹脂材料又は金属材料等を使用できる。但し、駆動時における強度を確保する観点では、胴部フレーム 16、右腕部フレーム

3 2 a 及び左腕部フレーム 3 2 b には、アルミニウム等の金属材料を用いることが好ましい。一方、強度を確保可能であれば、ロボット 1 0 0 を軽量化するために、これら各部の材料には樹脂材料を用いることが好ましい。胴部載置台 1 7、頭部フレーム 2 2、頭部載置台 2 3、右腕部載置台 3 3 及び左腕部フレーム 3 2 b の各材質にも特段の制限はなく、樹脂材料又は金属材料を使用できるが、ロボット 1 0 0 を軽量化する観点では、樹脂材料を用いることが好ましい。

[0050] 制御部 1 3 は、カメラ 1 1、触覚センサ 1 2、バイタルセンサ 1 4、第 1 静電容量センサ 2 1、第 2 静電容量センサ 3 1、右腕部サーボモータ 3 5 a 及び左腕部サーボモータ 3 5 b のそれぞれと、有線又は無線により通信可能に接続している。また制御部 1 3 は、頭部サーボモータ 3 5 c、右脚部サーボモータ 3 5 d 及び左脚部サーボモータ 3 5 e のそれぞれにも、有線又は無線により通信可能に接続している。さらに制御部 1 3 は、右眼ディスプレイ 2 4 a、左眼ディスプレイ 2 4 b、スピーカ 2 5、右頬ライト 2 6 a 及び左頬ライト 2 6 b のそれぞれにも、有線又は無線により通信可能に接続している。

[0051] カメラ 1 1 は、ロボット 1 0 0 周辺の撮影画像を制御部 1 3 に出力するイメージセンサである。本実施形態では、カメラ 1 1 は、ユーザを撮影する。カメラ 1 1 は、レンズと、該レンズによる像を撮像する撮像素子と、を含んでいる。撮像素子には CCD (Charge Coupled Device) 又は CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 等を使用できる。撮影画像は、静止画又は動画のいずれであってもよい。

[0052] またカメラ 1 1 は、ロボット 1 0 0 周辺の距離画像を制御部 1 3 に出力する TOF (Time Of Flight) カメラにより構成されることが好ましい。従って、カメラ 1 1 から出力される撮影画像は、二次元の撮影画像に加えて又は二次元の撮影画像の代わりに、三次元の撮影画像（距離画像）を含むこともある。撮影画像は、ユーザの存在又は接近の検出、ロボット

100からユーザまでの距離の検出、ユーザの認証、又はユーザの感情もしくは行動の推定等に用いられる。撮影画像は、ユーザを写した撮影画像に対応する。またロボット100は、カメラ11に加えて、超音波センサ、赤外線センサ、ミリ波レーダー又はLiDAR (Light Detection And Ranging)等を備えていてもよい。

[0053] また、カメラ11は、ユーザまでの距離情報としてユーザの撮影画像を取得し、制御部13に出力する。制御部13は、例えば、撮影画像に含まれる物体の画像大きさと該物体までの距離との対応関係を予め取得しておき、撮影画像に含まれるユーザの画像の大きさに基づき、上記対応関係を参照してユーザまでの距離を得ることができる。

[0054] 触覚センサ12は、人間の手等に備わっている触覚が感じとる情報を検出し、電気信号である触覚信号に変換して制御部13に出力するセンサ素子である。触覚センサ12は、ユーザとの接触を検出する接触検出部に対応する。例えば触覚センサ12は、ユーザがロボット100に接触することにより生じた圧力や振動の情報を圧電素子によって触覚信号に変換して制御部13に出力する。触覚センサ12から出力された触覚信号は、接触検出部による接触情報に対応する。該触覚信号は、ロボット100に対するユーザ200の接触又は存在の検出に用いられる。

[0055] バイタルセンサ14は、可動物の生体情報を取得することができる。バイタルセンサ14は、電磁波を利用してユーザの生体情報を取得する電磁波センサである。バイタルセンサ14については、図4を参照して別途詳述する。

[0056] 第1静電容量センサ21及び第2静電容量センサ31は、ユーザがロボット100に接触又は近接したことを静電容量の変化に基づき検出した静電容量信号を制御部13に出力するセンサ素子である。第1静電容量センサ21は、外装部材10の安定化の観点で可撓性を有さないリジッドセンサであることが好ましい。腕部3はユーザが触れやすい部位であるため、第2静電容量センサ31は、触り心地を良好にする観点において、導電糸等を含む可撓

性を有するセンサであることが好ましい。第1静電容量センサ21及び第2静電容量センサ31から出力された静電容量信号は、ロボット100に対するユーザの近接又は存在の検出に用いられる。

[0057] 右眼ディスプレイ24a及び左眼ディスプレイ24bは、制御部13からの指令に応じて、文字、数字及び記号等の文字列又は画像を表示するディスプレイモジュールである。右眼ディスプレイ24a及び左眼ディスプレイ24bは、例えば液晶ディスプレイモジュールにより構成される。右眼ディスプレイ24a及び左眼ディスプレイ24bに表示される文字列又は画像は、ロボット100の感情表現に用いられる。例えばロボット100は、幸福な感情を抱いて座っているユーザに対して右眼ディスプレイ24a及び左眼ディスプレイ24bに「笑う」画像を表示して幸福を共感することにより、ユーザとの触れ合いを暗示的に誘発することが可能になる。

[0058] スピーカ25は、制御部13からの音声信号を増幅して音声出力するスピーカユニットである。スピーカ25から出力される音声は、ロボット100の言葉又は鳴き声であり、ロボット100の感情表現に用いられる。例えばロボット100は、悲しみの感情を抱いて家事をしているユーザに対してスピーカ25から「（心配した）声を出す」音声出力することにより、ユーザとの触れ合いを誘発する行動が可能になる。

[0059] 右頬ライト26a及び左頬ライト26bは、制御部13からのオンオフ信号に応じて明滅又は色変更するライトモジュールである。右頬ライト26a及び左頬ライト26bは、例えばLED（Light Emitting Diode）ライトモジュールにより構成される。右頬ライト26a及び左頬ライト26bの明滅又は色変更は、ロボット100の感情表現に用いられる。例えばロボット100は、悲しみの感情を抱いて座っているユーザに対して右頬ライト26a及び左頬ライト26bを青色に明滅させて共感を表現することにより、ユーザとの触れ合いを誘発する行動が可能になる。

[0060] バッテリ15は、カメラ11、触覚センサ12、制御部13、バイタルセンサ14、第1静電容量センサ21、第2静電容量センサ31、右腕部サー

ボモータ 35 a 及び左腕部サーボモータ 35 b それぞれに電力を供給できる。またバッテリー 15 は、頭部サーボモータ 35 c、右脚部サーボモータ 35 d 及び左脚部サーボモータ 35 e のそれぞれにも電力を供給できる。さらにバッテリー 15 は、右眼ディスプレイ 24 a、左眼ディスプレイ 24 b、スピーカ 25、右頬ライト 26 a 及び左頬ライト 26 b のそれぞれにも電力を供給できる。バッテリー 15 には、リチウムイオン電池、リチウムポリマー電池等の各種二次電池を使用できる。

[0061] なお、ロボット 100 における第 1 静電容量センサ 21 及び第 2 静電容量センサ 31 等の各種センサは必須の構成部ではない。ロボット 100 は、少なくともカメラ 11、バイタルセンサ 14 及び触覚センサ 12 を有していればよい。これらの設置位置も適宜変更可能である。さらにカメラ 11、バイタルセンサ 14 及び触覚センサ 12 等の各種センサは、ロボット 100 の外側に配置して無線を介してロボット 100 又は外部装置に必要な情報を送信してもよい。

[0062] また、ロボット 100 は、制御部 13 を必ずしも外装部材 10 の内側に有さなくてもよく、制御部 13 は外装部材 10 の外側から無線を介して各機器と通信することもできる。バッテリー 15 は、外装部材 10 の外側から各構成部に電力供給することもできる。

[0063] 頭部 2、腕部 3 及び脚部 4 が変位可能である構成を例示しているが、これに限定されるものではなく、頭部 2、腕部 3 及び脚部 4 の少なくとも 1 つが変位可能であってもよい。また腕部 3 は、4 軸の多関節ロボットアームにより構成されているが、6 軸の多関節ロボットアームにより構成されてもよい。さらに腕部 3 は、ハンド等のエンドエフェクタを連結可能であることが好ましい。また脚部 4 は、車輪方式により構成されているが、クローラ方式又は脚方式等により構成可能である。

[0064] ロボット 100 の構成及び形状も、図 1～図 3 に例示するものに限定されず、ユーザの嗜好やロボット 100 の使用形態等に応じて適宜変更可能である。例えばロボット 100 は、子熊を模した形態ではなく、産業用ロボット

等のロボットアームの形態でもよいし、又はヒューマノイド等の人型の形態でもよい。またロボット100は、アーム、ディスプレイ、スピーカ及びライト等の少なくとも一つを有するドローン又は車両等の移動装置の形態でもよい。

[0065] <バイタルセンサ14の構成例>

図4は、バイタルセンサ14の構成を例示する図である。バイタルセンサ14は、マイクロ波発射部141と、マイクロ波受信部142と、有する。マイクロ波は電磁波の一例に対応する。

[0066] バイタルセンサ14は、ロボット100における外装部材10の内側から、マイクロ波発射部141によって、ユーザ200に向けてマイクロ波である発射波Msを発射する。またバイタルセンサ14は、発射波Msがユーザ200により反射された反射波Mrを、マイクロ波受信部142により受信する。

[0067] バイタルセンサ14は、発射波Msの周波数と反射波Mrの周波数との差から、ドップラー効果を利用して、ユーザ200の心臓の拍動等により体表面に生じる微小変位を非接触で検出する。バイタルセンサ14は、検出した微小変位からユーザ200の生体情報としての心拍、呼吸、脈波、血圧等の情報を取得し、取得した生体情報を制御部13に出力できる。

[0068] 但し、バイタルセンサ14は、マイクロ波ドップラーセンサに限定されるものではなく、人体とアンテナの結合の変化を利用して体表面に生じる微小な変位を検出するものであってもよいし、近赤外光等のマイクロ波以外の電磁波を利用するものであってもよい。またバイタルセンサ14は、ミリ波レーダー、マイクロ波レーダー等であってもよい。さらにバイタルセンサ14は、ドップラーセンサに加え、ユーザ200から発する赤外線等を検知する非接触体温計を兼ね備えていることが好ましい。この場合、バイタルセンサ14は、心拍（脈拍）、呼吸、血圧及び体温のうちの少なくとも一つに関する情報を含んだユーザ200の生体情報を検知する。

[0069] ロボット100では、外装部材10の内側にバイタルセンサ14が設けら

れているため、ユーザ200は、バイタルセンサ14を視認することはできない。これにより、生体情報を検出されることに対するユーザ200の抵抗感が抑制され、生体情報の円滑な取得が可能になる。また、バイタルセンサ14は非接触で生体情報を取得できるため、ユーザが同じ場所に一定期間接触することが求められる接触式のセンサとは異なり、ユーザがある程度動いたとしても生体情報を取得できる。

[0070] また、ロボット100の抱擁動作等によってユーザ200とロボット100との触れ合いを促進することで、バイタルセンサ14は、ロボット100がユーザ200に抱きかかえられ、ユーザ200に接触又は近接した状態で生体情報を取得できる。バイタルセンサ14は、ノイズが低減された信頼性が高い生体情報を取得できる。

[0071] <制御部13の構成例>

(ハードウェア構成例)

図5は、制御部13のハードウェア構成を示すブロック図である。制御部13は、コンピュータによって構築されており、CPU (Central Processing Unit) 131と、ROM (Read Only Memory) 132と、RAM (Random Access Memory) 133と、を有する。また制御部13は、HDD/SSD (Hard Disk Drive/Solid State Drive) 134と、機器接続I/F (Interface) 135と、通信I/F 136と、を有する。これらは、システムバスAを介して相互に通信可能に接続している。

[0072] CPU 131は、各種の演算処理を含む制御処理を実行する。ROM 132は、IPL (Initial Program Loader) 等のCPU 131の駆動に用いられるプログラムを記憶する。RAM 133は、CPU 131のワークエリアとして使用される。HDD/SSD 134は、プログラム等の各種情報、カメラ11により取得された撮影画像、バイタルセンサ14により取得された生体情報、触覚センサ12により取得された触覚信

号等の各種センサによる検出情報等を記憶する。

[0073] 機器接続 I / F 1 3 5 は、制御部 1 3 を各種の外部機器と接続するためのインターフェースである。ここでの外部機器は、カメラ 1 1、触覚センサ 1 2、バイタルセンサ 1 4、第 1 静電容量センサ 2 1、第 2 静電容量センサ 3 1、サーボモータ 3 5 及びバッテリー 1 5 等である。また外部機器には、ディスプレイ 2 4、スピーカ 2 5 及びライト 2 6 等も含まれる。

[0074] ここでサーボモータ 3 5 は、右腕部サーボモータ 3 5 a、左腕部サーボモータ 3 5 b、頭部サーボモータ 3 5 c、右脚部サーボモータ 3 5 d 及び左脚部サーボモータ 3 5 e の総称表記である。またディスプレイ 2 4 は、右眼ディスプレイ 2 4 a 及び左眼ディスプレイ 2 4 b の総称表記である。さらにライト 2 6 は、右頬ライト 2 6 a 及び左頬ライト 2 6 b の総称表記である。

[0075] 通信 I / F 1 3 6 は、通信ネットワーク等を介して、外部装置との間で通信するためのインターフェースである。例えば、制御部 1 3 は、通信 I / F 1 3 6 を介してインターネットに接続し、インターネットを介して外部装置との間で通信する。

[0076] なお、CPU 1 3 1 により実現される機能の少なくとも一部は、電気回路又は電子回路により実現されてもよい。

[0077] (機能構成例)

図 6 は、制御部 1 3 の機能構成を示すブロック図である。制御部 1 3 は、取得部 1 0 1 と、通信制御部 1 0 2 と、格納部 1 0 3 と、認証部 1 0 4 と、登録部 1 0 5 と、開始制御部 1 0 6 と、モータ制御部 1 0 7 と、出力部 1 0 8 と、検出部 1 0 9 と、を有する。

[0078] 取得部 1 0 1 及び出力部 1 0 8 の各機能は、機器接続 I / F 1 3 5 等により実現され、通信制御部 1 0 2 の機能は通信 I / F 1 3 6 等により実現される。また、格納部 1 0 3 及び登録部 1 0 5 の各機能は、HDD / SSD 1 3 4 等の不揮発性メモリにより実現される。さらに認証部 1 0 4、開始制御部 1 0 6、モータ制御部 1 0 7 及び検出部 1 0 9 の各機能は、CPU 1 3 1 等のプロセッサが ROM 1 3 2 等の不揮発性メモリに格納されたプログラムに

規定された処理を実行すること等により実現される。なお、上記機能の一部は、PC又はサーバ等の外部装置により実現されてもよいし、制御部13と外部装置との分散処理により実現されてもよい。

[0079] 取得部101は、制御部13とカメラ11との間での通信を制御することにより、カメラ11からユーザ200を写した撮影画像Imを取得できる。また取得部101は、制御部13と触覚センサ12との間での通信を制御することにより、触覚センサ12から触覚信号Sを取得できる。さらに取得部101は、制御部13とバイタルセンサ14との間での通信を制御することにより、バイタルセンサ14からユーザ200の生体情報Bを取得できる。

[0080] また取得部101は、制御部13と第1静電容量センサ21との間での通信を制御することにより、第1静電容量センサ21から第1静電容量信号C1を取得できる。また取得部101は、制御部13と第2静電容量センサ31との間での通信を制御することにより、第2静電容量センサ31から第2静電容量信号C2を取得できる。

[0081] 通信制御部102は、通信ネットワーク等を介して外部装置との間で通信を制御できる。例えば通信制御部102は、カメラ11により取得された撮影画像Im、バイタルセンサ14により取得された生体情報B、触覚センサ12により取得された触覚信号S等を、通信ネットワークを介して外部装置に送信できる。

[0082] 格納部103は、バイタルセンサ14により取得された生体情報Bを格納できる。格納部103は、取得部101がバイタルセンサ14から生体情報Bを取得している間、取得される生体情報Bを連続して格納する。また格納部103は、カメラ11による撮影画像Im、触覚センサ12からの触覚信号S、第1静電容量センサ21からの第1静電容量信号C1、第2静電容量センサ31からの第2静電容量信号C2から得られる情報も格納できる。

[0083] 認証部104は、カメラ11によるユーザ200の撮影画像Imに基づいてユーザ200を個人認証できる。例えば認証部104は、カメラ11により撮影されたユーザ200の顔を含む撮影画像Imに基づき、登録部105

に予め登録された顔画像の登録情報150を参照して顔認証する。これにより、現在、ロボット100に接触又は近接しているユーザ200と、予め登録された個人情報と、を対応付け、バイタルセンサ14により取得される生体情報Bと、該個人情報と、を対応付けることができる。また、制御部13は、撮影画像1mに含まれる顔画像が登録部105に登録されていない場合には、バイタルセンサ14による生体情報の取得開始を中止するように制御できる。

[0084] 開始制御部106は、バイタルセンサ14に生体情報Bの取得を開始させる。例えば、開始制御部106は、検出部109により、ロボット100に対するユーザ200の接触又は近接が検出された場合に、バッテリー15からバイタルセンサ14へ電力供給するスイッチ等をオンする。これにより開始制御部106は、バイタルセンサ14に生体情報Bの取得を開始させる。

[0085] 検出部109は、カメラ11による撮影画像1m等に基づき、ロボット100周辺のユーザ200の存在又は接近を検出できる。検出部109は、カメラ11による撮影画像1m（距離画像）に基づき、ロボット100からユーザ200までの距離を検出することが好ましい。また検出部109は、第1静電容量信号C1又は第2静電容量信号C2に基づき、ロボット100に対するユーザ200の近接又は存在を検出してもよい。さらに検出部109は、触覚センサ12からの触覚信号Sに基づき、ロボット100に対するユーザ200の接触又は存在を検出する。

[0086] モータ制御部107は、サーボモータ35の駆動を制御する。

[0087] 出力部108は、開始制御部106からの指令に応じて、制御部13とバッテリー15との間で通信を制御する。また、出力部108は、モータ制御部107からの指令に応じて、制御部13とサーボモータ35との間で通信を制御する。

[0088] <外装部材10の構成例>

ロボット100では、外装部材10は、複合材料300を含んで構成される。図7及び図8は、実施形態に係る複合材料300の模式的断面図である

。図7は複合材料300の一例を示し、図8は複合材料300の別の一例を示している。図7及び図8は、複合材料300を含んで構成される外装部材10を、外装部材10の厚み方向と略平行な平面により切断したときの複合材料300の断面を示している。

[0089] 図7に示すように、外装部材10は、第1樹脂を含む骨格部30と、複数の空隙40と、複数の無機粒子301と、を有する。複合材料300は、伝熱路325及び伝熱路326を有する。複数の無機粒子301は、複数の空隙40の周縁に沿って延びる伝熱路325及び伝熱路326をなしている。

[0090] 複合材料300において複数の空隙40の周縁に沿って伝熱路325及び伝熱路326が形成されているため、外装部材10により囲まれた空間内の熱が複合材料300を通して伝熱されやすい。これにより、外装部材10において、 $0.3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上の熱伝導率を実現し、外装部材10の放熱性を向上させることができる。また、複合材料300の骨格部30は第1樹脂を含み、且つ複合材料300は複数の空隙40を含んでいる。これらにより、骨格部30が第1樹脂を含まない場合、又は複合材料300が複数の空隙40を含まない場合と比較して、複合材料300を柔らかくすることができる。外装部材10は、複合材料300を含んで構成されることで、柔軟性を有し、変形しやすいため、30%圧縮したときの圧縮応力として $2.0\text{ N}/\text{mm}^2$ 以下を実現することができる。さらに、複合材料300に含まれる空隙40は、元の状態に戻る復元性に優れるため、複合材料300が変形した場合にも、素早くほぼ元の状態に復元することができる。

[0091] 図7に示すように、複合材料300は、例えば、第1層323及び第2層324を備える。第1層323及び第2層324は、複数の空隙40のそれぞれの周縁に沿って配置されている。第1層323は、複数の無機粒子301を含む。第2層324は、骨格部30と反対側から第1層323を覆うと共に空隙40に面している。第2層324は、第1樹脂及び第1樹脂とは異なる第2樹脂からなる群より選択される少なくとも1つの樹脂を含む。第2層324は、第2樹脂を含んでいてもよい。図7に示した形態によれば、複

数の無機粒子301を含む第1層323は、第2層324によって覆われているので、無機粒子301が複合材料300から剥がれにくい。その結果、複合材料300の熱伝導性能が低下しにくい。

[0092] 複合材料300からの無機粒子301の剥離は、例えば、以下の方法により確認できる。複合材料300を、振とう機等の装置を用いて振とうさせた後、複合材料300から無機粒子301が剥離したことを目視にて確認する。あるいは、複合材料300を振とうさせた後、複合材料300から剥離した固形物を元素分析することによって、複合材料300から無機粒子301の剥離を確認することもできる。元素分析には、例えば、誘導結合プラズマ（ICP）、発光分光分析法、エネルギー分散型X線分光法（EDX）、X線光電子分光法（ESCA）等の方法が用いられる。

[0093] 複合材料300からの無機粒子301の剥離は、例えば、複合材料300から無機粒子301の溶出の有無を調べることによっても確認できる。また、複合材料300から無機粒子301の溶出は、例えば、以下の方法により確認できる。複合材料300を、トルエン等の溶媒に浸漬させた後、複合材料300を溶媒から取り出し、溶媒の濁りを目視にて確認する。あるいは、複合材料300を浸漬させた後の溶媒を揮発させて残った固形分を元素分析することによって、複合材料300から無機粒子301の溶出の有無を確認することもできる。元素分析には、例えば、ICP、EDX、ESCA等の方法が用いられる。

[0094] 図7に示したように、複合材料300は、例えば、複数の空隙40を有する多孔質構造を備えている。上記した通り、複合材料300は、伝熱路325及び伝熱路326を有する。伝熱路325及び伝熱路326は、例えば、第1層323内を延びている。伝熱路325及び伝熱路326は、例えば、複数の空隙40にわたって延びている。伝熱路325及び伝熱路326は、連続して、言い換えると互いに接する又は近接するように配置された複数の無機粒子301により形成されている。伝熱路325及び伝熱路326は、例えば、骨格部30の内部を通過せずに、より具体的には骨格部30の端部

に沿って、延びている。例えば、一部の伝熱路 325 は、複合材料 300 の表面 300a からこの表面 300a と反対側の表面 300b にまで達している。

[0095] 複合材料 300 において、複数の空隙 40 の少なくとも一部は、互いに接するように配置されていてもよい。複合材料 300 において、複数の空隙 40 の少なくとも一部は、第 1 層 323 が互いに接続するように配置されていてもよい。例えば、図 7 に示す通り、複合材料 300 において、複数の空隙 40 の少なくとも一部は、接続部 311 において、各空隙 40 の周縁の第 1 層 323 が接続し、かつ第 2 層 324 は接続しないように配置されている。

[0096] 図 7 に示したような特定の断面に、すべての伝熱路が現れるとは限らないこと、さらに特定の伝熱路のすべての部分が現れるとは限らないこと、には注意する必要がある。例えば、伝熱路 326 は、図 7 を見る限りは表面 300b にまで延びていないように見える。しかし、伝熱路 326 は、この断面には現れない無機粒子を通過して表面 300b にまで達している。同様に、特定の断面のみではすべての空隙の接触は確認できない。例えば、空隙 50 は、図 7 を見る限りは孤立している。しかし、空隙 50 は、紙面の厚さ方向に隣接する別の空隙に接触している。

[0097] 但し、すべての伝熱路が表面 300a から表面 300b に到達している必要はない。また、多孔質構造に含まれるすべての空隙が別の空隙に直接又は無機粒子を介して接している必要もない。

[0098] 例えば、接続部 311 には、無機粒子 301 が存在しない。接続部 311 には、例えば、第 1 層 323 及び第 2 層 324 が形成されている。そのため、接続部 311 において直接接している空隙 40 は、連通していない。

[0099] 例えば、接続部 313 には、無機粒子 302 が存在する。接続部 313 にも第 1 層 323 及び第 2 層 324 が存在する。但し、図 7 では接続部 311, 313 を挟んで隣接しているように見える空隙 40 が、図 7 とは別の断面においては直接接して連通していてもよい。

[0100] 例えば、接続部 315 には、無機粒子 301、第 1 層 323、及び第 2 層

3 2 4 が存在しない部分が含まれている。接続部 3 1 5 において互いに接している空隙 4 0 は、接続部 3 1 5 を介して連通する 1 つの空間を形成している。

[0101] 図 8 に示すように、空隙 4 0 の内部には粒子 6 0 が存在していてもよい。粒子 6 0 は、典型的には樹脂粒子である。粒子 6 0 は、熱処理により収縮した樹脂粒子でありうる。収縮前の樹脂粒子は、空隙 4 0 に相当する形状を有していてもよい。空隙内を占めていた樹脂は、図 7 に示したように除去されていてもよいし、図 8 に示したように変形して残存していてもよい。後者の場合、粒子 6 0 は、第 2 層 3 2 4 に接していてもよい。特定の断面では粒子 6 0 の存在が確認できない空隙 5 0 の内部にも、別の断面を観察すると粒子 6 0 の存在が確認されることがある。図 8 に示した形態では、空隙 4 0 及び空隙 5 0 の少なくとも一部に、当該空隙よりも小さい粒子 6 0 が存在している。

[0102] 無機粒子 3 0 1 は、特定の材料に限定されない。無機粒子 3 0 1 は、例えば、骨格部 3 0 の熱伝導率より高い熱伝導率を有する。無機粒子 3 0 1 の材料の例は、六方晶窒化ホウ素（ $h-BN$ ）、アルミナ、結晶性シリカ、非晶性シリカ、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、炭素繊維、銀、銅、アルミニウム、炭化ケイ素、黒鉛、酸化亜鉛、窒化ケイ素、炭化ケイ素、立方晶窒化ホウ素（ $c-BN$ ）、ベリリア、ダイヤモンド、カーボンブラック、グラフェン、カーボンナノチューブ、カーボンファイバー、及び水酸化アルミニウムである。複合材料 3 0 0 における無機粒子 3 0 1 の種類は 1 種類のみであってもよいし、複合材料 3 0 0 において、2 種類以上の無機粒子 3 0 1 が組み合わせられて用いられてもよい。無機粒子 3 0 1 の形状は、特定の形状に限定されない。形状の例は、球形状、ロッド状（短繊維状を含む）、鱗片状、針状、及び顆粒状である。顆粒状とは、例えば、バインダーを用いて複数の無機粒子 3 0 1 を凝集させた形状又は複数の無機粒子 3 0 1 の焼結体を意味する。

[0103] 無機粒子 3 0 1 のアスペクト比は特定の値に限定されない。無機粒子 3 0

1のアスペクト比は、50未満、40以下、さらに30以下であってもよい。無機粒子301のアスペクト比は、1であってもよく、それを超える値、例えば2以上、さらに3以上であってもよい。特に断らない限り、アスペクト比は、粒子の最小径に対する粒子の最大径の比（最大径／最小径）により定める。なお、本明細書において、最小径は、最大径を定める線分の中点を通過する最短の線分により定める。

[0104] 無機粒子301の平均粒径は、特定の値に限定されない。無機粒子301の平均粒径は、例えば、 $0.05\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ であり、 $0.1\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 、 $0.1\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ 、 $0.5 \sim 10\mu\text{m}$ であってもよい。「平均粒径」は、例えば、レーザー回折散乱法によって求めることができる。平均粒径は、例えば、マイクロトラック・ベル社製の粒度分布計（マイクロトラックMT3300EX11）を用いて、頻度が体積基準の分率で示される粒度分布曲線より求められる、50%累積値（メディアン径） d_{50} である。

[0105] 無機粒子301の形状は、例えば、走査型電子顕微鏡（SEM：Scanning Electron Microscope）等を用いた観察によって決定できる。例えば、アスペクト比（最大径／最小径）が1.0以上1.7未満、特に1.0以上1.5以下、さらには1.0以上1.3以下であって、輪郭の少なくとも一部、特に実質的に全部、が曲線として観察される場合、無機粒子301は、球形状であると判断できる。

[0106] 鱗片状は一对の主面及び側面を有する板状の形状である。主面は、無機粒子301の最も面積の大きい面であり、通常は実質的に平坦な面である。無機粒子301が鱗片状である場合、アスペクト比は、上述の定義に代え、平均厚さに対する主面の平均寸法の比として定義される。鱗片状である無機粒子301の厚さは、一对の主面間の距離を意味する。平均厚さは、SEMを用いて任意の50個の無機粒子301の厚さを測定し、その平均値を算出することによって求めることができる。主面の平均寸法は、上述の粒度分布計を用いて測定した d_{50} の値を用いることができる。鱗片状である無機粒子301のアスペクト比は、1.5以上、1.7以上、さらに5以上であって

もよい。ロッド状は、棒状、柱状、樹状、針状、及び円錐形状などの棒状の形状である。ロッド状である無機粒子301のアスペクト比は、1.5以上、1.7以上、さらに5以上であってもよい。なお、無機粒子301の形状を問わず、アスペクト比の上限の例は、上述した通りである。

[0107] 無機粒子301が球形状である場合、平均粒径は、例えば、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $50.0\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $0.1\mu\text{m}$ 以上 $10.0\mu\text{m}$ 以下であり、より好ましくは $0.5\mu\text{m}$ 以上 $5.0\mu\text{m}$ 以下である。無機粒子301が鱗片状である場合、無機粒子301の主面の平均寸法は、例えば、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $20.0\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $0.5\mu\text{m}$ 以上 $15.0\mu\text{m}$ 以下である。また、無機粒子301の平均厚さは、例えば、 $0.05\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $0.08\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下である。無機粒子301がロッド状である場合、無機粒子301の最小径（通常は短軸長さ）は、例えば、 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $0.05\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下である。また、無機粒子301の最大径（通常は長軸長さ）は、例えば、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $20.0\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10.0\mu\text{m}$ 以下である。無機粒子301のサイズがこのような範囲であれば、空隙40に沿って無機粒子301が配置されやすいため、複数の空隙40にわたって延びる伝熱路325が確実に形成されうる。無機粒子301が顆粒状である場合、平均粒径は、例えば、 $10.0\mu\text{m}$ 以上 $100.0\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $20.0\mu\text{m}$ 以上 $60.0\mu\text{m}$ 以下である。

[0108] 複合材料300における無機粒子301の含有量は、特定の値に限定されない。複合材料300における無機粒子301の含有量は、例えば、10質量%～80質量%であり、好ましくは10質量%～70質量%、より好ましくは10質量%～55質量%である。また、複合材料300における無機粒子301の含有量は、例えば、1体積%～50体積%であり、好ましくは2体積%～45体積%、より好ましくは5体積%～40体積%、特に好ましくは5体積%～30体積%である。無機粒子301の含有量を適切に調節する

ことによって、複合材料300は、より高い熱伝導性能を発揮しうるとともに、適切な剛性を有しうる。

[0109] 複合材料300における無機粒子301の含有量〔質量％〕は、複合材料300から無機粒子301以外の材料を焼失等により除去して求めることができる。精度の高い測定とするために、無機粒子の含有量〔質量％〕は、元素分析を用いて算出してもよい。具体的には、複合材料300に酸を加え、マイクロ波を照射し、複合材料300を加圧酸分解する。酸は、例えば、フッ酸、濃硫酸、濃塩酸、及び王水等を使用できる。加圧酸分解して得られた溶液について、誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-AES）を用いて元素を分析する。その結果に基づいて無機粒子301の含有量〔質量％〕を求めることができる。

[0110] 複合材料300における無機粒子301の含有量〔体積％〕は、複合材料300に含まれている無機粒子301の質量及び密度と、複合材料300の体積及び空隙率とから求めることができる。具体的には、無機粒子301の質量と密度とから、複合材料300における無機粒子301の体積Aを算出する。これとは別に、複合材料300の空隙率に基づいて、空隙40の体積を含まない複合材料300の体積Bを算出する。無機粒子301の含有量〔体積％〕は、 $(A/B) \times 100$ により求めることができる。空隙率の算出方法は、後述する。

[0111] 無機粒子301の密度は、複合材料300を電気炉にて高温加熱により有機材料を焼失させ、残った無機粒子301について、日本産業規格（JIS）R 1628：1997又はJIS Z 2504：2012に準拠して求めることができる。

[0112] 無機粒子301の少なくとも一部は、第1層323において骨格部30と第2層324との間の部分に存在する。無機粒子301の別の一部である無機粒子302及び無機粒子303は、第1層323における空隙40の接続部313に存在していてもよい。これらの部分において、無機粒子301の一部である無機粒子304は、第1層323の厚さ方向に他の無機粒子と積

層されていてもよい。無機粒子301の少なくとも一部は、それぞれ、隣接する無機粒子と接触し、又はごく近接し、伝熱路325及び伝熱路326の一部を構成している。但し、無機粒子301の別の一部である無機粒子305は、骨格部30に囲まれて存在していてもよい。言い換えると、骨格部30は、その内部に空隙40に接していない無機粒子305を含みうる。

[0113] 無機粒子301の実質的にすべてが、第1層323内に存在していてもよい。本明細書において、「実質的にすべて」は、90質量%以上、さらには93質量%以上、特に95質量%以上であることを意味する。この形態によれば、熱伝導率の向上に寄与する無機粒子の比率が高くなる。骨格部30の内部における無機粒子301の分布は、例えば3次元X線顕微鏡観察（X線CT）を用いて測定できる。

[0114] 骨格部30に含まれる第1樹脂は、例えば、架橋ポリマーである。第1樹脂は、熱硬化性樹脂であってもよい。熱硬化性樹脂の例は、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、ジアリルフタレート樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、アニリン樹脂、シリコーン樹脂、フラン樹脂、ポリウレタン樹脂、アルキルベンゼン樹脂、グアナミン樹脂、キシレン樹脂、及びイミド樹脂である。樹脂の硬化温度は、例えば、25℃以上160℃以下である。

[0115] 第1樹脂は、熱可塑性樹脂であってもよい。熱可塑性樹脂の例は、（メタ）アクリル樹脂、スチレン樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン樹脂、及びアクリロニトリル・スチレン樹脂である。

[0116] 骨格部30は、例えば、無機粒子301を含まず、又は、第1層323よりも低い含有量で無機粒子301を含む。このような構成によれば、複合材料300において無機粒子301の含有量を低減できる。その結果、無機粒子301の使用量を低減させつつ、優れた熱伝導性能を有しうる複合材料300を得ることができる。骨格部30及び第1層323に含まれる無機粒子301の含有量の比較は、例えば、走査型電子顕微鏡／エネルギー分散型X

線分光法（SEM-EDX（Energy Dispersive X-ray Spectroscopy））によって、後述する方法を用いて判断できる。具体的には、骨格部30において、樹脂由来の原子の割合に対する無機粒子301由来の原子の割合の比 X を算出する。同様に、第1層323において、樹脂由来の原子の割合に対する無機粒子301由来の原子の割合の比 Y を算出する。 X と Y との関係が、 $X < Y$ を満たせば、骨格部30に含まれている無機粒子301の含有量は、第1層323に含まれている無機粒子301の含有量より低いと判断できる。

[0117] 第1層323は、無機粒子301と共に、第1樹脂及び第2樹脂の少なくとも一方を含んでいてもよい。第2層324は、第1樹脂及び第2樹脂の少なくとも一方を含んでいる。第2樹脂は、架橋ポリマーであってもよい。第2樹脂は、例えば、熱硬化性樹脂である。熱硬化性樹脂の例は、上述した通りである。第1樹脂の流動温度は、空隙の形成に使用される樹脂粒子より高い流動温度を有していてもよい。第2樹脂の流動温度も、樹脂粒子より高い流動温度を有していてもよい。空隙の形成に使用される樹脂粒子は、複合材料300に残存しないこともあるが、収縮した粒子60として空隙40に残存することもある。流動温度とは、例えば、樹脂の流出が開始する温度である。流動温度は、例えば、熱流動評価装置（フローテスタ）（株式会社島津製作所社製、CFT-500D（PC））を用いた等速昇温試験によって分析できる。

[0118] 複合材料300において、第1樹脂及び第2樹脂からなる群より選択される少なくとも1種の樹脂は架橋ポリマーを含むことが好ましい。

[0119] 第2層324は、例えば、第1層323よりも低い含有量で無機粒子301を含む。このような構成によれば、複合材料300において無機粒子301の含有量を低減できる。その結果、無機粒子301の使用量を低減させつつ、優れた熱伝導性能を有しうる複合材料300を得ることができる。第2層324及び第1層323に含まれる無機粒子301の含有量の比較は、例えば、SEM-EDXによって、後述する方法を用いて判断できる。具体的

には、SEM-EDXによって第2層324を分析して、無機粒子301由来の原子の割合P〔原子%〕を算出する。同様にして、第1層323を分析して、無機粒子301由来の原子の割合Q〔原子%〕を算出する。P及びQが、 $P < Q$ の関係を満たせば、第2層324に含まれている無機粒子301の含有量は、第1層323に含まれている無機粒子301の含有量より低いと判断できる。複合材料300において、P及びQが、 $P/Q \leq 0.3$ の関係を満たしていてもよい。

[0120] 第2層324は、例えば、 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $100.0\mu\text{m}$ 以下の平均厚さを有する。第2層324の平均厚さは、 $0.05\mu\text{m}$ 以上 $50.0\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $20.0\mu\text{m}$ 以下であってもよい。第2層324の平均厚さは、第1層の平均厚さよりも小さくてもよい。

[0121] 第2層324の平均厚さは、例えば、SEM等を用いて複合材料300の断面を観察することによって決定できる。具体的には、SEMを用いて、無作為に選択した10箇所、場合によっては30箇所における第2層324の厚さの算術平均を第2層324の平均厚さとすることができる。第1層323の平均厚さも同様に決定できる。第1層323と骨格部30及び第2層324との境界は、連続して、言い換えると互いに接して又は近接して、無機粒子が存在する層状領域を第1層323とみなして決定することができる。

[0122] 空隙40及び空隙50の外形は、球形状であってもよく、実質的に球形であってもよい。本明細書において、「実質的に球形」は、最小径に対する最大径の比（最大径／最小径）が1.0以上1.5以下、特に1.0以上1.3以下であることを意味する。但し、空隙40及び空隙50の外形は、特定の形状に限定されない。その外形は、ロッド状、多面体状であってもよく、球形状と呼ぶには上記比が大き過ぎる楕円状であってもよい。空隙40及び空隙50は、その50%以上、さらには80%以上が球形状であってもよい。発泡技術では、空隙の形状が不規則になるため、この程度に揃った形状の空隙を形成することは困難である。

[0123] 空隙40の平均径は、特定の値に限定されない。その値は、例えば、50

、 $0\mu\text{m}$ 以上 $5000\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $100\mu\text{m}$ 以上 $2000\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $300\mu\text{m}$ 以上 $1500\mu\text{m}$ 以下である。本明細書において、空隙40の「平均径」は、複合材料300の断面をSEMで観察することによって求めた径の平均値を意味する。具体的には、空隙の全体を観察できる任意の100個の空隙40について、その最大径及び最小径を測定してその平均値を各空隙の径とし、その値が大きいほうから15個の空隙の径の平均値を「平均径」と定義する。

[0124] 複合材料300において、複合材料300の体積に対する空隙40の体積の比、つまり空隙率は、特定の値に限定されない。その空隙率は、例えば、10体積%以上60体積%以下であり、好ましくは15体積%以上50体積%以下、より好ましくは20体積%以上45体積%以下である。

[0125] 空隙率は、SEMを用いて複合材料300の断面を観察し、観察した全面積に対する空隙40の総面積の比率を算出し、10枚の異なる断面の画像についての比率の平均をとることにより求めることができる。但し、製造過程が既知の場合に限っては、以下のようにして求めてもよい。後述する樹脂粒子の質量及び樹脂粒子の表面に無機粒子301が配置された複合粒子の質量から、複合粒子に含まれている無機粒子301の質量を算出する。これとは別に、無機元素分析によって、複合材料300における無機粒子301の含有量〔質量%〕を算出する。無機粒子301の含有量〔質量%〕と複合材料300の質量とから、複合材料300における無機粒子301の質量が算出される。複合材料300における無機粒子301の質量と複合粒子に含まれている無機粒子301の質量とから、複合材料300を製造するときに使用した複合粒子の数量が算出される。空隙40の平均径から空隙40の体積を算出する。空隙40の体積と複合粒子の数量の積によって、複合材料300における空隙40の総体積を求める。この値を複合材料300の体積で除することによって空隙率を算出する。

[0126] 複数の空隙40は、実質的に相似である外形を有していてもよい。本明細書において、「実質的に相似」とは、個数基準により、空隙40の80%以

上、特に90%以上が同種の幾何学的形状、例えば、球形状及び正多面体状を有することを意味する。実質的に相似である複数の空隙40の外形は、好ましくは球形状である。この外形は実質的に球形であってもよい。発泡により形成した複数の空隙も個々の膨張に伴って互いに接することがある。しかし、この場合は、通常、発泡により生じる内部圧力が空隙の接続部に作用し、接続部近傍を大きく変形させる。このため、発泡による技術では、事実上、互いに接するとともに実質的に外形が相似である複数の空隙を形成することができない。

[0127] 多孔質構造は、複合材料300の一方の主面から他方の主面に至る貫通孔を有していてもよい。複合材料300が板状である場合、複合材料300の一方の主面に設けられている空隙は、複合材料300の他方の主面に面した空間に連通していてもよい。また、複合材料300の一方の主面に設けられている空隙は、複合材料300の一方の主面と交差する側面に接した空間に連通していてもよい。このような構成によれば、複合材料300は、熱伝導性と通気性とを両立しうる。主面は、複合材料300の最も広い面積を有する面を意味する。

[0128] 複数の空隙40は、局部的に接していてもよい。これにより、空隙率を増加させた場合であっても、複合材料300の強度が低下しにくい。接続部315における空隙の連通部の径は、空隙40の平均径の25%以下、20%以下、さらには15%以下であってもよい。連通部の径は、平均径と同様、SEM又はX線CTにより測定できる。空隙40の接続部311及び313は第1層323で画されているために連通部が存在しない。

[0129] 図7に示すように、複合材料300は、例えば、複数の孔70を表面に有する。詳細には、複合材料300の表面300a及び表面300bには、複数の孔70が形成されている。加えて、孔70の平均径は、例えば、50.0 μ m以上5000.0 μ m以下である。これにより、複合材料300とユーザとが所望の接触面積を有することができる。その結果、外装部材10は、柔軟性を有し、外装部材10に接触するユーザに外装部材10の柔らかさ

を感じさせることができる。孔70の平均径は、好ましくは100.0 μ m以上2000.0 μ m以下、より好ましくは300.0 μ m以上1500.0 μ m以下である。

[0130] 本明細書において、孔70の「平均径」は、複合材料300の表面を光学顕微鏡で観察することによって求めた径の平均値を意味する。具体的には、孔の全体を観察できる任意の100個の孔70について、その最大径及び最小径を測定してその平均値を各孔の粒径とし、100個の孔の粒径の平均値を「平均径」と定義する。但し、孔70の大きさによっては、光学顕微鏡に代えて、SEMを用いて平均径を測定してもよい。また、孔70の平均径は、後述する樹脂粒子の平均径であってもよい。具体的に、光学顕微鏡により樹脂粒子の全体を観察できる任意の100個の樹脂粒子について、その最大径及び最小径を測定してその平均値を各樹脂粒子の粒径とし、100個の樹脂粒子の粒径の平均値を「平均径」と定義してもよい。

[0131] 以上の説明から明らかな通り、複合材料300は、非発泡体であってもよい。従来の発泡体は、図7及び図8に示したような特徴的な構造、すなわち微細かつ正確に無機粒子301の配置が制御された構造を有し得ない。加えて、従来の発泡体は、無機粒子を含む第1層を覆うように第2層が形成されている構造を有し得ない。

[0132] 図9を参照して、本明細書において、外装部材10が有する複合材料300における、第1層323、第2層324、及び骨格部30における各元素の組成を求めるための測定位置の決定方法を以下に例示する。まず、複合材料300について、SEMによって空隙40を観察する。SEMによって観察された空隙40の最長径を測定し、この最長径の長さLを有する線分Aを定める。次に、線分Aの中点を通過して線分Aに直交し、かつ空隙40の一方の端から他方の端まで長さL'を有する線分Bを定める。さらに、線分Aの中点を重心とし、かつ、隣り合う2辺が線分A及び線分Bにそれぞれ平行であって平行な線分A又はBの2倍の長さ（線分Aに平行な方向に2L、線分Bに平行な方向に2L'）を有する長方形Cを定める。この長方形Cから空隙

部分を除いた領域を測定領域と定義する。この測定領域内を、 $50\mu\text{m}$ 四方の正方形で定められた複数の領域Dに分割する。複数の領域Dのそれぞれにおいて、領域Dに含まれている原子の割合を分析する。分析には、例えば、超高分解能電界放出型走査電子顕微鏡におけるエネルギー分散型X線分光法が用いられる。

[0133] 複数の領域Dにおいて上記した分析の結果、無機粒子に含まれている原子（例えばB）の割合〔原子%〕が最大となる領域を第1層323の組成の測定位置と定義する。複数の領域Dにおいて上記した分析の結果、無機粒子に含まれている原子（例えばB）の割合〔原子%〕が最小となる領域を骨格部30の組成の測定位置と定義する。一方、線分A及び線分Bの交点を重心とし、かつ、 $50\mu\text{m}$ 四方の正方形で定められた領域を領域Eと定義する。この領域Eを、第2層324における測定位置と定義する。なお、分析対象とする原子は、無機粒子が化合物から構成される場合はその化合物の正イオンの元素とするとよく、無機粒子が単体から構成される場合はその単体を構成する元素とするとよい。例えば、無機粒子が窒化ホウ素（BN）の場合、分析対象の原子はホウ素（B）である。無機粒子がアルミナ（ Al_2O_3 ）の場合、分析対象の原子はアルミニウム（Al）である。無機粒子がグラファイトの場合、分析対象の原子は炭素（C）である。

[0134] 複合材料300は、例えば、 $0.3\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上の熱伝導率を有する。複合材料300の熱伝導率は、さらに好ましくは $0.5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上である。熱伝導率の上限値は、特定の値に限定されない。その値は、例えば、 $2.5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ であってもよく、 $2.2\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ であってもよく、 $2.0\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ であってもよい。複合材料300の熱伝導率は、例えば、米国材料試験協会規格（ASTM）D5470-01に準拠して、試験体1枚及び対称構成方式にて測定された値である。

[0135] 複合材料300において、複合材料300を30%圧縮したときの応力は、例えば、 $2.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以下である。これにより、外装部材10において、複合材料300は、優れた柔軟性を有する。複合材料300を30%圧縮

したときの応力は、好ましくは 1.0 N/mm^2 以下であり、より好ましくは 0.5 N/mm^2 以下であり、さらに好ましくは 0.2334 N/mm^2 未満であり、特に好ましくは 0.1 N/mm^2 以下である。複合材料300を30%圧縮したときの応力の下限值は、 0.05 N/mm^2 であってもよく、 0.08 N/mm^2 であってもよい。複合材料300を30%圧縮したときの応力は、例えば、JIS K 7181:2011に準拠して求めることができる。複合材料300を30%圧縮したときの応力の測定には、例えば、島津製作所社製E Z - t e s t 「E Z - S」を用いることができる。

[0136] <複合材料300の製造方法>

以下に、複合材料300の製造方法の一例について説明する。複合材料300は、第1樹脂を含む骨格部30と複数の空隙40とを含む。複合材料300の製造方法は、複数の樹脂粒子を含む粒子集合体の空隙に第1樹脂又は第1樹脂の前駆体を含む流動体を充填する工程と、複数の樹脂粒子を加熱して収縮又は除去することにより、複数の空隙40を形成する工程と、をこの順に具備する。ここで、複数の樹脂粒子の表面には第1層323及び第2層324が存在する。第1層323及び第2層324は、樹脂粒子の表面と第1層323との間に第2層324が介在し、かつ樹脂粒子の表面と第2層324とが接するように配置される。また、第1層323は、複数の無機粒子を含む。第2層324は、第1樹脂及び第1樹脂とは異なる第2樹脂からなる群より選択される少なくとも1種の樹脂を含む。第1樹脂及び第2樹脂からなる群より選択される少なくとも1種の樹脂は、架橋ポリマーを含んでもよい。第1樹脂の流動温度、及び第2層324が第2樹脂を含む場合は第2樹脂の流動温度は、樹脂粒子を構成する樹脂の流動温度より高くてもよい。

[0137] まず、複合粒子を得るために、樹脂粒子と添着剤との混合物を作製する。添着剤は、例えば、第1樹脂及び第2樹脂の少なくとも一方を含む。添着剤は、第1樹脂及び第2樹脂の少なくとも一方の前駆体を含んでもよい。

[0138] 次に、この混合物に無機粒子301を加え、混合することによって、複数

の樹脂粒子の表面に無機粒子 301 が配置された複合粒子を得る。樹脂粒子に添着剤を加えて混合物を得る工程と、この混合物に無機粒子 301 を加える工程とが、複数回繰り返されてもよい。あるいは、樹脂粒子と添着剤との混合物に、添着剤と無機粒子 301 とを同時に加え、混合することによって複合粒子を得てもよい。混合の方法は、特定の方法に限定されない。混合の方法の例は、ボールミル、ビーズミル、プラネタリミキサー、超音波ミキサー、ホモジナイザ、自転公転ミキサー、流動混合機、ヘンシェルミキサー、容器回転型ブレンダー、リボンブレンダー、及び円錐スクリーブレンダーを用いた混合である。

[0139] 次に、複合粒子が互いに接して粒子集合体を形成するように複合粒子を型の内部に收容する。この型へ別途調製した流動体をさらに加えて混合体を調製する。流動体は、第 1 樹脂を含む。流動体は、第 1 樹脂の前駆体を含んでもよい。流動体は、複数の樹脂粒子を含む粒子集合体の空隙に充填される。流動体は、少なくとも、複合粒子の表面及び複合粒子同士の接触部分に存在している。こうして、互いに接する無機粒子 301 により形成された伝熱路が複数の複合粒子の表面を経由して延びるように複数の複合粒子の少なくとも一部が互いに接している複合粒子の集合体が形成される。

[0140] 次に、混合体から気泡を取り除く。混合体から気泡を取り除く方法は、特定の方法に限定されない。その方法の例は、減圧脱気である。減圧脱気は、例えば、25℃以上200℃以下で1秒間から10秒間行われる。

[0141] その後、混合体を加熱することによって流動体の流動性を低下させる。流動体は加熱されることによって、例えば第 1 樹脂の前駆体から第 1 樹脂が生成する反応が進行し、或いは第 1 樹脂の硬化が進行し、その流動性が低下する。こうして、第 1 樹脂を含む骨格部 30 が生成される。これにより、複合材料の前駆体が得られる。

[0142] 次に、複合材料の前駆体から樹脂粒子を収縮又は除去することによって、複合材料 300 を作製する。複合材料の前駆体から樹脂粒子を収縮又は除去する方法は、特定の方法に限定されない。方法の例は、複合材料の前駆体を

加熱する方法と、複合材料の前駆体を特定の溶媒に浸漬させる方法である。これらの方法が併用されてもよい。これにより、空隙40が形成される。こうして、骨格部30、第1層323及び第2層324を備えた複合材料300を得ることができる。

[0143] あるいは、複合材料300は、以下のようにして作製されてもよい。まず、複数の樹脂粒子の表面に添着剤及び無機粒子301が配置された複合粒子を作製する。複合粒子の作製方法は、上記した通りである。次に、作製した複合粒子を加熱することによって、複合粒子の表面に配置された添着剤の流動性を低下させる。添着剤は加熱されることによって、例えば第1樹脂及び第2樹脂の少なくとも一方の前駆体から第1樹脂及び第2樹脂の少なくとも一方が生成する反応が進行し、或いは第1樹脂及び第2樹脂の少なくとも一方の硬化が進行し、その流動性が低下する。こうして、樹脂粒子の表面に第1層及び第2層を含み、かつ無機粒子301を含む複合粒子材料が生成される。

[0144] 複合粒子材料から樹脂粒子を収縮又は除去することによって、その材料の内部に空隙を形成する。樹脂粒子を収縮又は除去する方法は、上記した通りである。

[0145] 次に、空隙が形成された上記の複合粒子材料を型の内部に収容する。この型へ別途調製した流動体をさらに加えて混合体を調製する。混合体の作製方法は、上記した通りである。

[0146] その後、混合体を加熱することによって流動体の流動性を低下させる。流動体の流動性を低下させる方法は、上記した通りである。こうして、骨格部30、第1層323及び第2層324を備えた複合材料300を得ることもできる。

[0147] 上述した製造方法の例においては、樹脂粒子の表面と無機粒子301との間に介在する樹脂又はその前駆体から第2層324が形成されることになる。樹脂は、第1樹脂、すなわち骨格部30に含まれる樹脂であってもよく、第2樹脂、すなわちこの樹脂とは異なる樹脂であってもよい。樹脂又はその

前駆体としては、架橋が進行する架橋ポリマーが適している。この製造方法の例において、例えば非架橋性のポリマーであるポリエチレングリコールを用いると、第2層324が形成されないことが確認された。もっとも、複合材料300の製造方法によっては、材料の制限を緩和して第2層324を形成することは可能である。このような方法の例としては、樹脂粒子の表面の全面にまず、樹脂又はその前駆体を含む第2層324のみを形成し、その後第1層323を形成する方法を挙げることができる。

[0148] 複合材料の前駆体を加熱する温度は、樹脂粒子を軟化させることができる温度であれば、特定の温度に限定されない。その温度は、例えば、95℃以上130℃以下であってもよく、120℃以上160℃以下であってもよい。上記した通り、添着剤の流動温度は、例えば、樹脂粒子の流動温度より高い。そのため、複合材料の前駆体を加熱して樹脂粒子を軟化させても添着剤が流動しにくい。その結果、無機粒子301を含む第1層323を覆うように第2層324が形成されやすくなる。

[0149] 複合材料の前駆体を特定の溶媒に浸漬させる場合、溶媒は、第1樹脂又は第2樹脂を溶解させず、かつ樹脂粒子を溶解させることができれば、特定の溶媒に限定されない。溶媒の例は、トルエン、酢酸エチル、メチルエチルケトン、及びアセトンである。

[0150] 樹脂粒子は、中空構造を有していてもよい。中空構造における中空部は、単一の中空部であってもよく、発泡樹脂ビーズのように複数の中空部から構成されていてもよい。中空構造を有する樹脂粒子を用いた場合は、加熱処理により樹脂粒子を構成する樹脂が軟化して中空部が消失又は収縮し、それに応じて複数の空隙40が形成されることになる。但し、樹脂粒子の中空構造は必須ではない。複合材料の前駆体を特定の溶媒に浸漬させる場合、樹脂粒子は、例えば、第1樹脂又は第2樹脂より容易に溶媒に溶解することが好ましい。このような方法によれば、所望の形状を有する空隙40が形成されやすい。樹脂粒子は、例えば、ポリスチレン（PS）、ポリエチレン（PE）、ポリメタクリル酸メチル（PMMA）、エチレン酢酸ビニル共重合体（E

VA)、ポリエチレン(PE)、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリプロピレン(PP)、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン共重合体(ABS)、エチレン・プロピレン・ジエンゴム(EPDM)、熱可塑性エラストマー(TPE)、及びポリビニルアルコール(PVA)である。第1樹脂は、例えば、骨格部30に含まれる樹脂である。

[0151] 樹脂粒子は、特定のサイズに限定されない。樹脂粒子が球形である場合、その平均径は、例えば、50.0 μ m以上5000.0 μ m以下であり、好ましくは300.0 μ m以上2000.0 μ m以下、特に500.0 μ m以上1500.0 μ m以下である。樹脂粒子のサイズを適切に調節することによって、複合材料300は、適切な空隙率を有しうる。加えて、複合材料300は、適切な空隙のサイズを有しうる。樹脂粒子は、これらのサイズから選ばれる複数種のサイズの樹脂を使用してもよい。つまり、樹脂粒子は、互いに実質的に相似である外形を有していてもよい。これにより、複合材料300は、複数の空隙40が互いに実質的に相似である外形を有することができる。

[0152] 本実施形態に係る複合材料300の製造方法によれば、無機粒子301が含まれる第1層323及び骨格部30と反対側から第1層323を覆うと共に空隙40に面する第2層324が形成されうる。加えて、複数の空隙40にわたって延びる伝熱路が無機粒子301により形成されうる。

[0153] 本実施形態に係る複合材料300の製造方法によれば、発泡工程を経ることなく、第1樹脂の内部に空隙40が形成される。つまり、空隙40は、発泡により形成されたものではない。

[0154] <実施例>

実施例により、本発明をより詳細に説明する。なお、本発明は以下の実施例に何ら限定されない。

[0155] (ポリスチレンビーズの作製)

純水100重量部、リン酸三カルシウム0.2重量部、及びドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム0.01重量部を、攪拌機が付属されているオー

トクレーブに加えた。このオートクレーブに、開始剤としてベンゾイルパーオキサイド0.15重量部及び1,1-ビス(4-tert-ブチルパーオキシ)シクロヘキサン0.25重量部を加えて混合液を作製した。混合液を350回転/分で攪拌しながら、スチレンモノマー100重量部を加えた。その後、この溶液を98℃まで昇温させることによって重合反応を実施した。重合反応が約80%終了したとき、反応溶液を30分間かけて120℃まで昇温させた。その後、反応溶液を120℃で1時間保温して、スチレン樹脂粒子含有溶液を作製した。スチレン樹脂粒子含有溶液を95℃まで冷却した後、発泡剤としてシクロヘキサン2重量部及びブタン7重量部をオートクレーブに圧入した。その後、この溶液を再度120℃まで昇温させた。その後、溶液を120℃で1時間保温した後、室温まで冷却することによって、重合スラリーを得た。この重合スラリーを脱水、洗浄、及び乾燥させることによって、発泡性スチレン樹脂粒子を得た。この発泡性スチレン樹脂粒子をふるいにかけて、粒子径が0.2mm以上0.3mm以下の発泡性スチレン樹脂粒子を得た。この発泡性スチレン樹脂粒子を、大開工業社製の加圧式発泡機(BHP)を用いて、650.0μm以上1200.0μm以下の平均径を有する球形状の発泡ポリスチレンビーズを得た。この発泡ポリスチレンビーズを、公称目開き(JIS Z 8801-1:2019)が1.18mm及び1.0mmであるJIS試験用ふるいにかけた。このとき、公称目開きが1.18mmのふるいを通過し、かつ、公称目開きが1.0mmのふるいを通過しなかった発泡ポリスチレンビーズを以後の試験に使用した。なお、この発泡ポリスチレンビーズの嵩密度は、0.025g/cm³であった。

[0156] (実施例1)

添着剤として、ダウ社製のDOWSIL SE 1896 FR A/BのA剤及びB剤を1:1の重量比で混合して、シリコーン樹脂前駆体を調製した。このシリコーン樹脂前駆体を、発泡ポリスチレンビーズ1重量部に対して7.5重量部準備した。これとは別に、発泡ポリスチレンビーズ1重量部に対して、鱗片状の窒化ホウ素(アスペクト比20)13.3重量部とグ

ラファイト（アスペクト比12）1.3重量部とを混合してフィラー混合物を準備した。

[0157] カワタ社製の高速流動混合機（SMP-2）に、前述の球形状の発泡ポリスチレンビーズ1重量部を加えた。次に、上記したシリコーン樹脂前駆体を0.3重量部加えて混合物を1000回転/分で1分攪拌させた。この混合物に、残りのシリコーン樹脂前駆体と上記したフィラー混合物とを同時に、かつシリコーン樹脂前駆体とフィラー混合物とを均等な量で30分間かけて添加しながら、上記した混合機を用いて、1000回転/分で攪拌させた。上記操作により、シリコーン樹脂前駆体を介して窒化ホウ素とグラファイトとが被覆された発泡ポリスチレンビーズを得た。このポリスチレンビーズを80℃の恒温槽にて2時間加熱して、シリコーン樹脂を硬化させることで、窒化ホウ素とグラファイトとが被覆されたポリスチレンビーズ（複合粒子）を得た。

[0158] ダウ社製のDOWSIL SE 1817 CV MのA剤、B剤、及びシリコーンオイル（KF-96-300CS）を37.5：37.5：25の重量比で混合することで、熱硬化性樹脂を作製した。

[0159] 熱硬化性樹脂として、ダウ社製のDOWSIL SE 1817 CV MのA剤及びB剤と、シリコーンオイル（KF-96-300CS）とを使用した。A剤、B剤、及びシリコーンオイルを37.5：37.5：25の重量比で混合することで、熱硬化性樹脂を作製した。

[0160] 前述の窒化ホウ素及びグラファイトが被覆されたポリスチレンビーズを内径95mm×95mm×24mmのプラスチックケースに充填し、プラスチックケースに吉田隆ステンレス社製の平織金網（直径：0.18mm、50メッシュ）を敷き、さらにその上に、ステンレス製パンチングメタル（直径：5mm、厚さ：1mm、ピッチ：8mm）を敷き、クランプで固定させた。

[0161] このプラスチックケースに前述の熱硬化性樹脂を加え、減圧脱泡させた。このときの圧力は、ゲージ圧で、-0.08MPa~-0.09MPaであ

った。この操作を3回繰り返して、ポリスチレンビーズ間に、熱硬化性樹脂を含侵させた。次に80℃で2時間加熱することによってシリコン樹脂を硬化させて、ポリスチレンビーズが内包された樹脂成形品を得た。この樹脂成形品を所定の寸法に切断した。これを30分間、アセトンに浸漬させることで、ポリスチレンビーズを溶解させ、樹脂成形品から流出させた。その後、樹脂成形品を90℃で加熱してアセトンを揮発させることで、実施例1に係る外装部材を構成する複合材料を作製した。

[0162] (実施例2)

無機粒子として、鱗片状の窒化ホウ素（アスペクト比20）とグラファイト（アスペクト比12）の代わりに、昭和電工社製のアルミナ粒子（CB-PO5）（球状、アスペクト比1）無機粒子を使用し、発泡ポリスチレンビーズ1重量部に対して、50重量部となるように混合してフィラー混合物を準備したことを除き、実施例1と同様にして複合材料を得た。

[0163] (実施例3)

実施例3に係る外装部材として、3M社製ハイパーソフト（6550H）アクリルポリマーにより構成されるものを使用した。

[0164] (実施例4)

実施例4に係る外装部材として、十川ゴム社製シリコンゴム（K-125）により構成されるものを使用した。

[0165] (比較例1)

比較例1に係る外装部材として、アルミ合金 A5052により構成されるものを使用した。

[0166] (比較例2)

比較例2に係る外装部材として、軟質ウレタンフォームにより構成されるものを使用した。

[0167] (比較例3)

比較例3に係る外装部材として、日東電工社製エプトシーラー（No6800）により構成されるものを使用した。

[0168] (比較例4)

比較例4に係る外装部材として、クロロプロピレンゴムにより構成されるものを使用した。

[0169] 図10は、実施例1に係る外装部材10における複合材料300の断面を走査型電子顕微鏡で観察した結果を示す図である。図10に例示する通り、各実施例に係る複合材料では、骨格部30内に空隙40が形成され、空隙40の周縁に沿って、無機粒子を含む第1層323と、第1層323を空隙40側から覆う第2層324とが配置されていた。なお、実施例1及び実施例2では、単一の樹脂材料を用いたが、添着剤と骨格部に異なる樹脂を使用し、骨格部と第2層とが異なる樹脂を含むように構成することも可能である。

[0170] (熱伝導率の測定)

米国材料試験協会規格(ASTM) D5470-01(一方向熱流定常法)に準拠して、レスカ社製の熱伝導率測定装置TCM1001を用いて、試験体1枚及び対称構成方式にて熱流計法により実施例1及び実施例2に係る複合材料並びに比較例1～比較例4に係る複合材料の熱伝導率を測定した。具体的に、まず、厚さ $t = 4000\ \mu\text{m}$ の複合材料を $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ の大きさに切断し、試験片を得た。試験片の主面の両面に、サンハヤト社製のシリコングリース(SHC-20、熱伝導率： $0.84\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)を、シリコングリース層の厚さが $100\ \mu\text{m}$ になるように塗布した。標準ロッドとして、加熱ブロック(80°C)を有する上部ロッド及び冷却ブロック(20°C)を有する下部ロッドを使用した。試験ブロックとして、無酸素銅製のブロックを使用した。試験片を、シリコングリース層を介して無酸素銅製のブロックで挟んで測定試料を作製した。この測定試料を、上部ロッドと下部ロッドとの間に挟んだ。試験片の厚み方向に熱を流した。

[0171] 試験片の上面及び下面の間の温度差 ΔT_s を下記式(1)及び(2)に従って決定した。式(1)及び(2)において、 ΔT_c は、無酸素銅製のブロック(試験ブロック)の上層の上面及び下層の下面の間の温度差である。加えて、 q_1 は、上部ロッドの複数の測温点における温度差に基づいて算出される温

度勾配によって決定される熱流束 $[W/m^2]$ であり、 q_2 は、下部ロッドの複数の測温点における温度差に基づいて算出される温度勾配によって決定される熱流束 $[W/m^2]$ である。 t_b は、無酸素銅製のブロックの厚みの和である。 k_b は、無酸素銅製のブロックの熱伝導率である。

[0172] $\Delta T_s = \Delta T_c - (q_s \times t_b) / k_b \quad \dots \quad \text{式 (1)}$

$q_s = (q_1 + q_2) / 2 \quad \dots \quad \text{式 (2)}$

[0173] 試験片の厚み方向における熱伝導率 $\lambda_1 [W/(m \cdot K)]$ を、下記式 (3) に従って決定した。

[0174] $\lambda_1 = q_s \times t / \Delta T_s \quad \dots \quad \text{式 (3)}$

[0175] (30%圧縮させたときの応力測定)

島津製作所社製の小型卓上試験機 E Z - t e s t 「E Z - S」を用いて、実施例 1 ～実施例 4、並びに実施例 1 ～実施例 4 のそれぞれに係る外装部材に対して、圧子により圧力を加えて 30%圧縮させたときの応力を測定した。具体的には、実施例 1 及び実施例 2 では、厚さ 3 mm、主面の面積 10 mm × 10 mm の外装部材の主面を、押し込み速度 0.5 mm/min で厚み方向に 30%圧縮させたあとに測定される圧力 E (圧縮応力) $[N/mm^2]$ を測定した。なお、外装部材の主面は、圧子により圧力が加えられる外装部材の面を意味する。実施例 3、実施例 4、並びに比較例 1 ～比較例 4 では、厚さ 5 mm、面積 10 mm × 10 mm の複合材料の主面を、押し込み速度 0.5 mm/min で厚み方向に 30%圧縮させたあとに測定される圧力 E (圧縮応力) $[N/mm^2]$ を測定した。小型卓上試験機 E Z - t e s t における圧子には直径が 25 mm のものを用いた。

[0176] (除荷時の歪み速度の測定)

実施例 1 ～実施例 4、並びに比較例 1 ～比較例 4 のそれぞれに係る外装部材の復元性を評価するために、本明細書に示す例では、該外装部材における除荷時の歪み速度を測定した。

[0177] なお、対象の復元性について評価したい項目は、外装部材 10 が 30%圧縮した後、除荷したときの圧縮量が 67%まで復元する速度である圧縮回復

速度である。しかしながら、圧縮回復速度そのものを直接測定するのは困難である。そのため、ここでは、圧縮回復速度は歪み速度とほぼ等しいと推定し、歪み速度の測定によって各対象の除荷したときの復元性を評価した。歪み速度とは、圧縮状態から除荷したときに、対象の復元に伴って圧子が上昇する速度を、圧縮されていない状態の対象の厚みで除算した値をいう。なお、復元性では、圧子により対象に圧力を加えて圧縮した後、除荷してすぐに、圧縮されていない元の状態における対象の厚みの $1/2$ 以上の厚みに復元することが好ましく、元の状態における対象の厚みの $2/3$ （67%）以上の厚みに復元することがさらに好ましい。

[0178] 図11を参照して、歪み速度の測定方法について詳しく説明する。図11は、除荷時における外装部材10の復元性と歪み速度との関係の一例を示す図である。歪み速度の測定には、応力測定と同様に、島津製作所社製の小型卓上試験機E Z - t e s t 「E Z - S」を用いた。図11の横軸は、小型卓上試験機E Z - t e s t における圧子の位置を表し、縦軸は小型卓上試験機E Z - t e s t から得られる応力の測定値を表している。

[0179] 位置P0は、対象に接触し、圧力を加える前の圧子の位置、すなわち対象表面の元の位置を表している。位置P1は、30%圧縮時における圧子の位置を表している。位置P2は、30%圧縮状態から圧子を対象の表面から遠ざかる方向（横軸の正方向）に移動させることで除荷したときに、応力測定値がほぼゼロになったときの圧子の位置を表している。つまり、位置P2は、復元に伴う対象の表面の変位が圧子の移動に追いつかず、圧子を対象の表面から離隔して非接触状態になったときの圧子の位置を表している。

[0180] グラフG1及びグラフG2は、圧子の位置と応力との関係を示している。グラフG1とグラフG2とでは、圧縮状態の対象の表面から移動させる圧子の移動速度が異なっている。グラフG1は圧子の移動速度が遅い場合を示し、グラフG2はグラフG1の場合よりも圧子の移動速度が速い場合を示している。グラフG2では、グラフG1よりも早いタイミングで応力がほぼゼロになり、圧子の移動に対象の復元が追い付かなくなっている。本明細書に示

す例では、圧子の移動により応力がほぼゼロになったときの対象の厚みが、元の厚みの67%以上になるまで復元できたときの圧子の移動速度を、歪み速度の測定値とした。

[0181] 実施例1～実施例4、並びに比較例1～比較例4のそれぞれに係る外装部材に対して圧子により圧力を加えて30%圧縮させた後、除荷したときのそれぞれの歪み速度を測定した。測定では、実施例1～実施例4、並びに比較例1～比較例4のそれぞれに係る外装部材を載置台に両面テープで固定した。また、圧子が付着することを防ぐために、厚み12.5 μ mの樹脂フィルムを圧子と対象との間に配置して測定を行った。

[0182] (比重の測定)

実施例1～実施例4、並びに比較例1～比較例4のそれぞれに係る外装部材の比重は、ダイヤルゲージにて測定した寸法（外装部材の厚さ×主面の面積）と、電子天秤にて測定した質量とから外装部材の密度を算出し、水の密度（1.0g/cm³）に対する値として算出した。

[0183] (評価結果)

表1に、実施例1～4、並びに比較例1～4それぞれの、熱伝導率、圧縮応力、歪み速度及び比重の測定結果と、放熱性、柔らかさ及び復元性の評価結果と、を示す。なお、評価結果において、「○」は良好であること、「×」は良好でないこと、をそれぞれ表している。また、測定結果における「－」は測定できないことを表し、評価結果における「－」は、評価できないことを表している。

[0184]

[表1]

	測定結果				評価結果		
	熱伝導率 (W/(m・K))	圧縮応力 (N/mm ²)	除荷時の歪み速度 (s ⁻¹)	比重	放熱性	柔らかさ	復元性
実施例 1	1.01	0.08	1.33	0.9	○	○	○
実施例 2	0.37	0.03	1.33	0.9	○	○	○
実施例 3	1.99	0.32	<0.003	2.3	○	○	×
実施例 4	0.33	1.03	0.003	1.2	○	○	×
比較例 1	137	—	—	2.6	○	×	—
比較例 2	0.03	0.01	1.33	0.1	×	○	○
比較例 3	0.13	0.02	1.33	0.1	×	○	○
比較例 4	0.25	1.73	1.33	1.6	×	○	○

[0185] 表 1 に示すように、実施例 1 及び実施例 2 は、放熱性、柔らかさ及び復元性のそれぞれにおいて良好な結果が得られた。実施例 3 及び実施例 4 は、放熱性及び柔らかさでは良好であったが、復元性が良好でない結果となった。つまり、実施例 3 及び実施例 4 に係る外装部材は、柔らかいため変形しやすいが、変形した後に元の状態に戻るのに時間がかかることが分かった。比較例 1 は、金属であるため、熱伝導率が高く放熱性は良好であるが、柔らかさにおいて良好でない結果となった。また金属はそもそもほぼ変形しないため、比較例 1 の復元性は評価できなかった。比較例 2～比較例 4 は、放熱性に

において良好でない結果となった。

[0186] 表2は、実施例1～実施例4、並びに比較例1～比較例4それぞれの復元性をさらに詳しく評価した結果を示している。表2は、実施例1～実施例4、並びに比較例1～比較例4のそれぞれにおける歪み速度ごとの復元率の評価結果である。復元率とは、圧縮された状態から除荷したときに復元された対象の厚みの、元の厚みに対する割合をいう。表2に示した百分率の数値が大きいほど、元の厚みに近い厚みまで復元されたことを意味する。

[0187] [表2]

歪み速度 (s^{-1})	0.003	0.05	0.50	1.00	1.33
実施例 1	90%	75%	78%	80%	83%
実施例 2	92%	78%	79%	82%	81%
実施例 3	28%	10%	—	—	—
実施例 4	69%	30%	—	—	—
比較例 1	—	—	—	—	—
比較例 2	98%	100%	99%	103%	102%
比較例 3	83%	85%	80%	82%	87%
比較例 4	100%	102%	100%	105%	98%

[0188] 実施例1及び実施例2では、どの歪み速度においても67%以上まで厚みが復元した。従って、実施例1及び実施例2は、復元性が高いことが分かる。一方、実施例3では、どの歪み速度においても67%以上まで厚みが復元せず、実施例4では歪み速度が0.05 s^{-1} の場合、67%以上まで厚みが

復元しなかった。つまり、実施例3及び実施例4は、復元性が低く、変形した後に元の状態に戻るのに時間がかかること、或いは元の状態には戻らないことが分かる。比較例1は、金属であるため、上述したようにそもそも変形しない。比較例2～比較例4では、どの歪み速度においても67%以上まで厚みが復元した。従って、比較例2～比較例4は、復元性が高いことが分かる。

[0189] 以上、好ましい実施の形態について詳説したが、上述した実施の形態に制限されることはなく、特許請求の範囲に記載された範囲を逸脱することなく、上述した実施の形態に種々の変形及び置換を加えることができる。

[0190] また、上述した実施形態の説明で用いた序数、数量等の数字は、全て本発明の技術を具体的に説明するために例示するものであり、本発明は例示された数字に制限されない。また、構成要素間の接続関係は、本発明の技術を具体的に説明するために例示するものであり、本発明の機能を実現する接続関係はこれに限定されない。

[0191] 本実施形態に係るロボットは、外装が柔らかく、且つ外装部材で囲まれる空間の温度上昇を低減することで壊れにくいため、一人暮らしの社会人、子供が独り立ちしたシニア、在宅医療の対象となるフレイル高齢者等のオキシトシン分泌を促進して癒し（安心感又は自己肯定感）を提供する用途に特に好適である。但し、この用途に限定されるものではなく、様々なユーザに癒しを提供する用途に使用できる。

[0192] 本発明の態様は、例えば以下の通りである。

<1> 外装部材と、前記外装部材により囲まれる空間に配置される熱源と、を有し、前記外装部材の熱伝導率は、 $0.3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上であり、前記外装部材が30%圧縮したときの圧縮応力は、 $2.0\text{ N}/\text{mm}^2$ 以下である、ロボットである。

<2> 前記外装部材の比重は、1.5以下である、前記<1>に記載のロボットである。

<3> 前記外装部材が30%圧縮した後、除荷したときの圧縮量が67%

まで復元する速度である圧縮回復速度は、 0.5 s^{-1} 以上である 前記<1>又は前記<2>に記載のロボットである。

<4> 前記外装部材は、複合材料を含んで構成され、前記複合材料は、第1樹脂を含む骨格部と、複数の空隙と、複数の無機粒子と、を有し、前記複数の無機粒子は、前記複数の空隙の周縁に沿って延びる伝熱路をなしている、前記<1>から前記<3>のいずれか1つに記載のロボットである。

<5> 前記複合材料は、前記複数の空隙それぞれの周縁に沿って配置された第1層及び第2層を有し、前記第1層は、前記複数の無機粒子を含み、前記第2層は、前記第1樹脂及び前記第1樹脂とは異なる第2樹脂からなる群より選択される少なくとも1種の樹脂を含み、かつ、前記骨格部と反対側から前記第1層を覆うと共に前記空隙に面する、前記<4>に記載のロボットである。

<6> 前記複合材料は、複数の孔を表面に有し、前記孔の平均径は、 $50.0 \mu\text{m}$ 以上 $5000.0 \mu\text{m}$ 以下である、前記<4>又は前記<5>に記載のロボットである。

[0193] この出願は、2023年8月9日に日本国特許庁に出願された日本国特許出願第2023-130253号に基づいて、その優先権を主張するものであり、この日本国特許出願の全内容を含む。

符号の説明

- [0194] 1 胴部
2 頭部
2 a 右眼部
2 b 左眼部
2 c 口部
2 d 右頬部
2 e 左頬部
3 腕部
3 a 右腕部

- 3 b 左腕部
- 4 脚部
- 4 a 右脚部
- 4 b 左脚部
- 1 0 外装部材
- 1 1 カメラ
- 1 2 触覚センサ
- 1 3 制御部
- 1 4 バイタルセンサ
- 1 4 1 マイクロ波発射部
- 1 4 2 マイクロ波受信部
- 1 5 バッテリ
- 1 6 胴部フレーム
- 1 7 胴部載置台
- 2 1 第1 静電容量センサ
- 2 2 頭部フレーム
- 2 3 頭部載置台
- 2 4 ディスプレイ
- 2 4 1 白目部
- 2 4 2 瞳部
- 2 4 3 ハイライト部
- 2 4 a 右眼ディスプレイ
- 2 4 b 左眼ディスプレイ
- 2 5 スピーカ
- 2 6 ライト
- 2 6 a 右頬ライト
- 2 6 b 左頬ライト
- 2 7 頭部連結機構

- 3 1 第2 静電容量センサ
- 3 2 a 右腕部フレーム
- 3 2 b 左腕部フレーム
- 3 3 右腕部載置台
- 3 4 a 右腕部連結機構
- 3 4 b 左腕部連結機構
- 3 5 サーボモータ
- 3 5 a 右腕部サーボモータ
- 3 5 b 左腕部サーボモータ
- 3 5 c 頭部サーボモータ
- 3 5 d 右脚部サーボモータ
- 3 5 e 左脚部サーボモータ
- 4 1 a 右脚部車輪
- 4 1 b 左脚部車輪
- 4 2 a 右脚部フレーム
- 4 2 b 左脚部フレーム
- 4 4 a 右脚部連結機構
- 4 4 b 左脚部連結機構
- 1 0 0 ロボット
- 1 0 1 取得部
- 1 0 2 通信制御部
- 1 0 3 格納部
- 1 0 4 認証部
- 1 0 5 登録部
- 1 0 6 開始制御部
- 1 0 7 モータ制御部
- 1 0 8 出力部
- 1 0 9 検出部

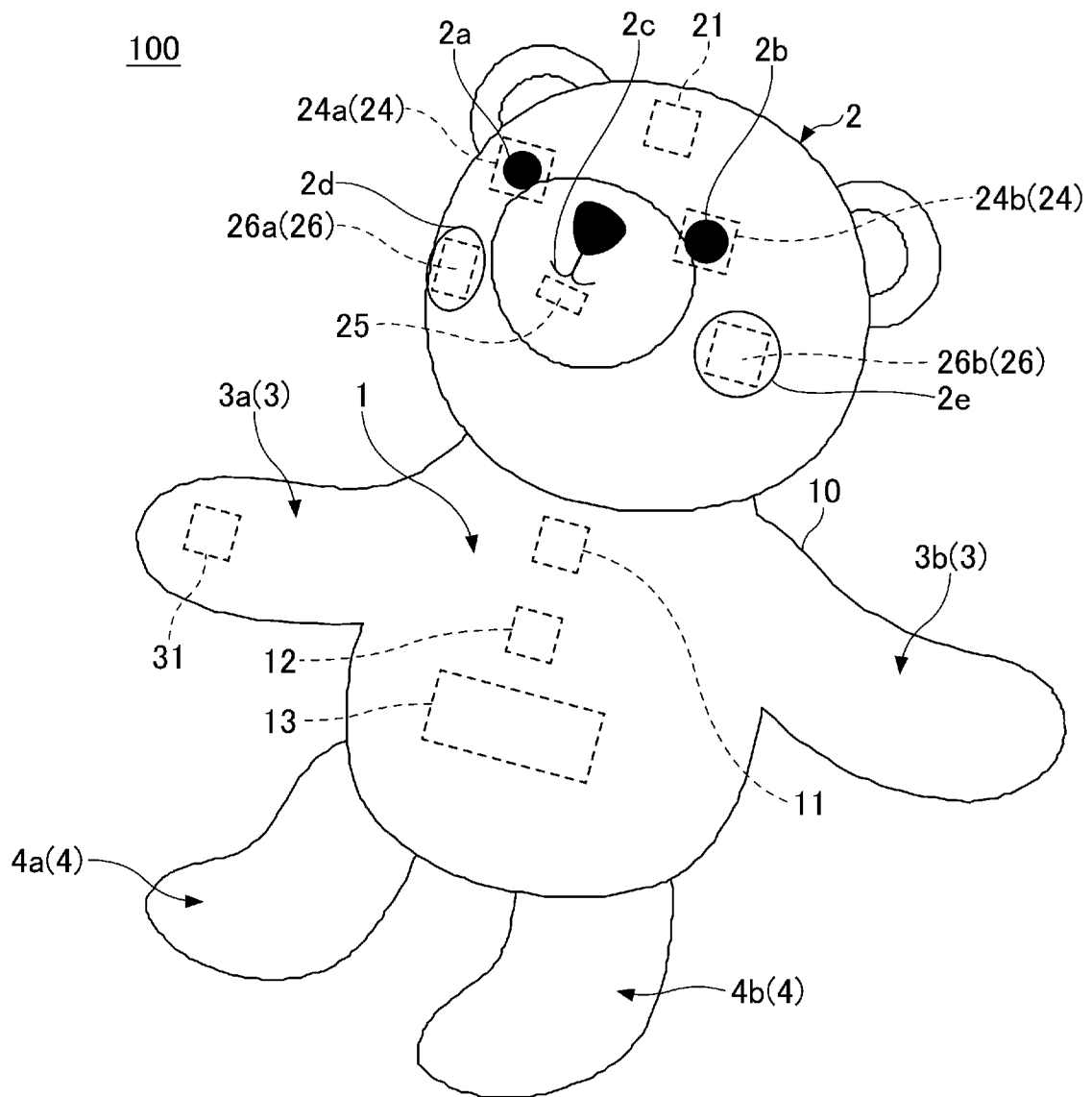
1 3 1 C P U
1 3 2 R O M
1 3 3 R A M
1 3 4 H D D / S S D
1 3 5 機器接続 I / F
1 3 6 通信 I / F
2 0 0 ユーザ
2 0 1 撮影用光源
3 0 骨格部
4 0、5 0 空隙
6 0 粒子
7 0 孔
3 0 0 複合材料
3 0 0 a、3 0 0 b 表面
3 0 1 ~ 3 0 5 無機粒子
3 1 1、3 1 3、3 1 5 接続部
3 2 3 第 1 層
3 2 4 第 2 層
3 2 5、3 2 6 伝熱路
A システムバス
B 生体情報
C 1 第 1 静電容量信号
C 2 第 2 静電容量信号
F 1 a 右肩部フレーム
F 2 a 右上腕部フレーム
F 3 a 右肘部フレーム
F 4 a 右前腕部フレーム
F 1 b 左肩部フレーム

F 2 b 左上腕部フレーム
F 3 b 左肘部フレーム
F 4 b 左前腕部フレーム
F 1 c 頸部フレーム
F 2 c 顔部フレーム
I m 撮影画像
L 照射光
M s 発射波
M r 反射波
M 1 a 右肩部サーボモータ
M 2 a 右上腕部サーボモータ
M 3 a 右肘部サーボモータ
M 4 a 右前腕部サーボモータ
M 1 b 左肩部サーボモータ
M 2 b 左上腕部サーボモータ
M 3 b 左肘部サーボモータ
M 4 b 左前腕部サーボモータ
M 1 c 頸部サーボモータ
M 2 c 顔部サーボモータ
I m 撮影画像
S 触覚信号

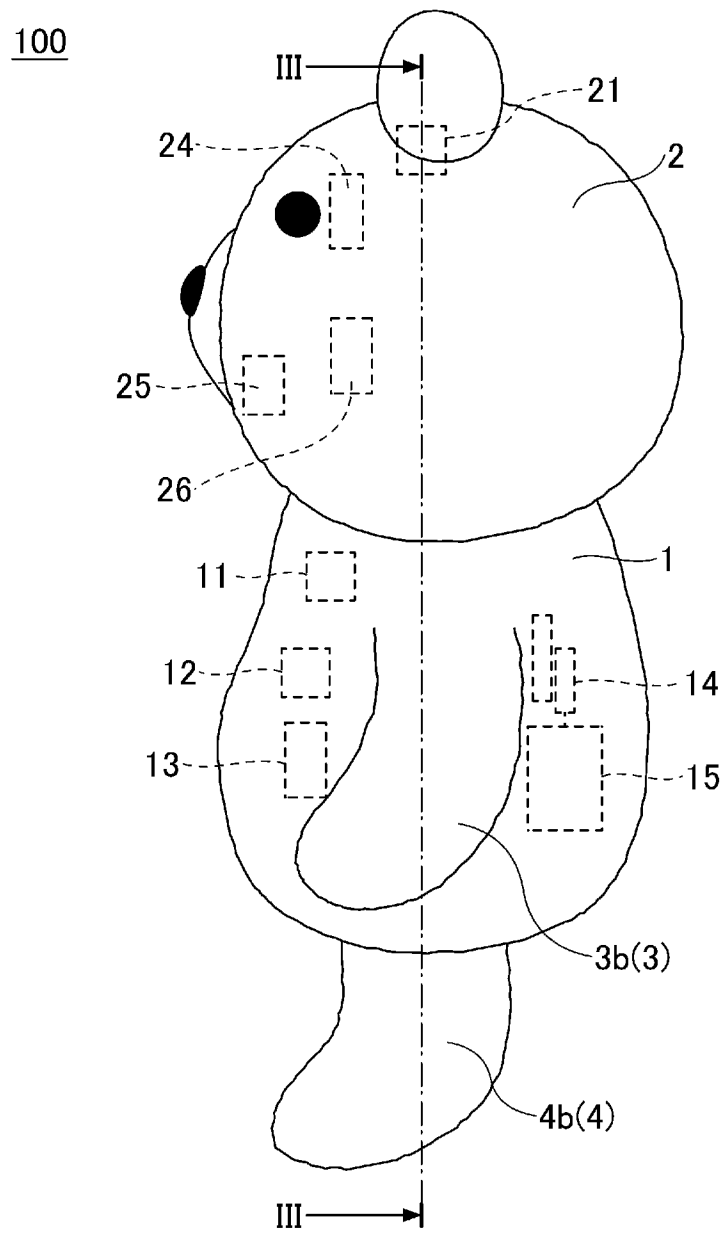
請求の範囲

- [請求項1] 外装部材と、
前記外装部材により囲まれる空間に配置される熱源と、を有し、
前記外装部材の熱伝導率は、 $0.3 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上であり、
前記外装部材が30%圧縮したときの圧縮応力は、 $2.0 \text{ N} / \text{mm}^2$ 以下である、ロボット。
- [請求項2] 前記外装部材の比重は、1.5 以下である、請求項1 に記載のロボット。
- [請求項3] 前記外装部材が30%圧縮した後、除荷したときの圧縮量が67% まで復元する速度である圧縮回復速度は、 0.5 s^{-1} 以上である
請求項1 又は請求項2 に記載のロボット。
- [請求項4] 前記外装部材は、複合材料を含んで構成され、
前記複合材料は、第1 樹脂を含む骨格部と、複数の空隙と、複数の無機粒子と、を有し、
前記複数の無機粒子は、前記複数の空隙の周縁に沿って延びる伝熱路をなしている、請求項1 又は請求項2 に記載のロボット。
- [請求項5] 前記複合材料は、前記複数の空隙それぞれの周縁に沿って配置された第1 層及び第2 層を有し、
前記第1 層は、前記複数の無機粒子を含み、
前記第2 層は、前記第1 樹脂及び前記第1 樹脂とは異なる第2 樹脂からなる群より選択される少なくとも1 種の樹脂を含み、かつ、前記骨格部と反対側から前記第1 層を覆うと共に前記空隙に面する、請求項4 に記載のロボット。
- [請求項6] 前記複合材料は、複数の孔を表面に有し、
前記孔の平均径は、 $50.0 \mu\text{m}$ 以上 $5000.0 \mu\text{m}$ 以下である、請求項4 に記載のロボット。

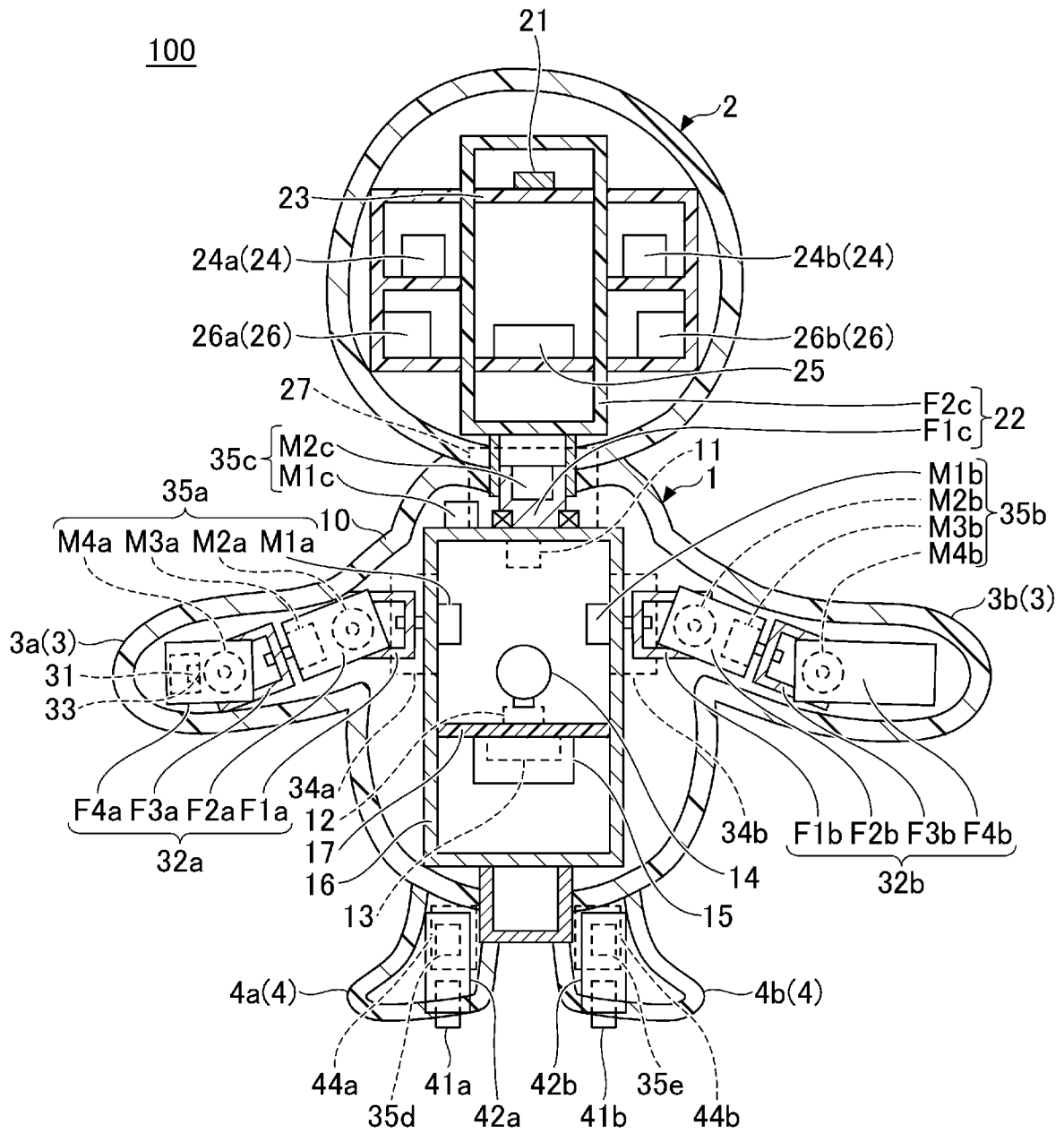
[図1]



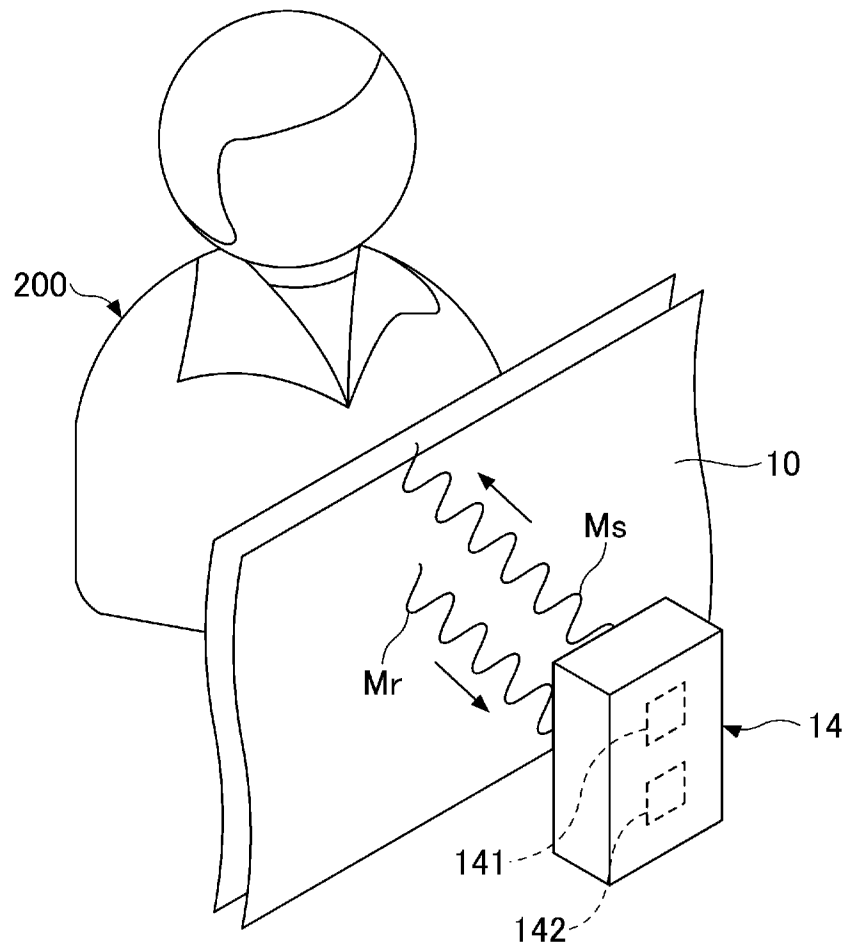
[図2]



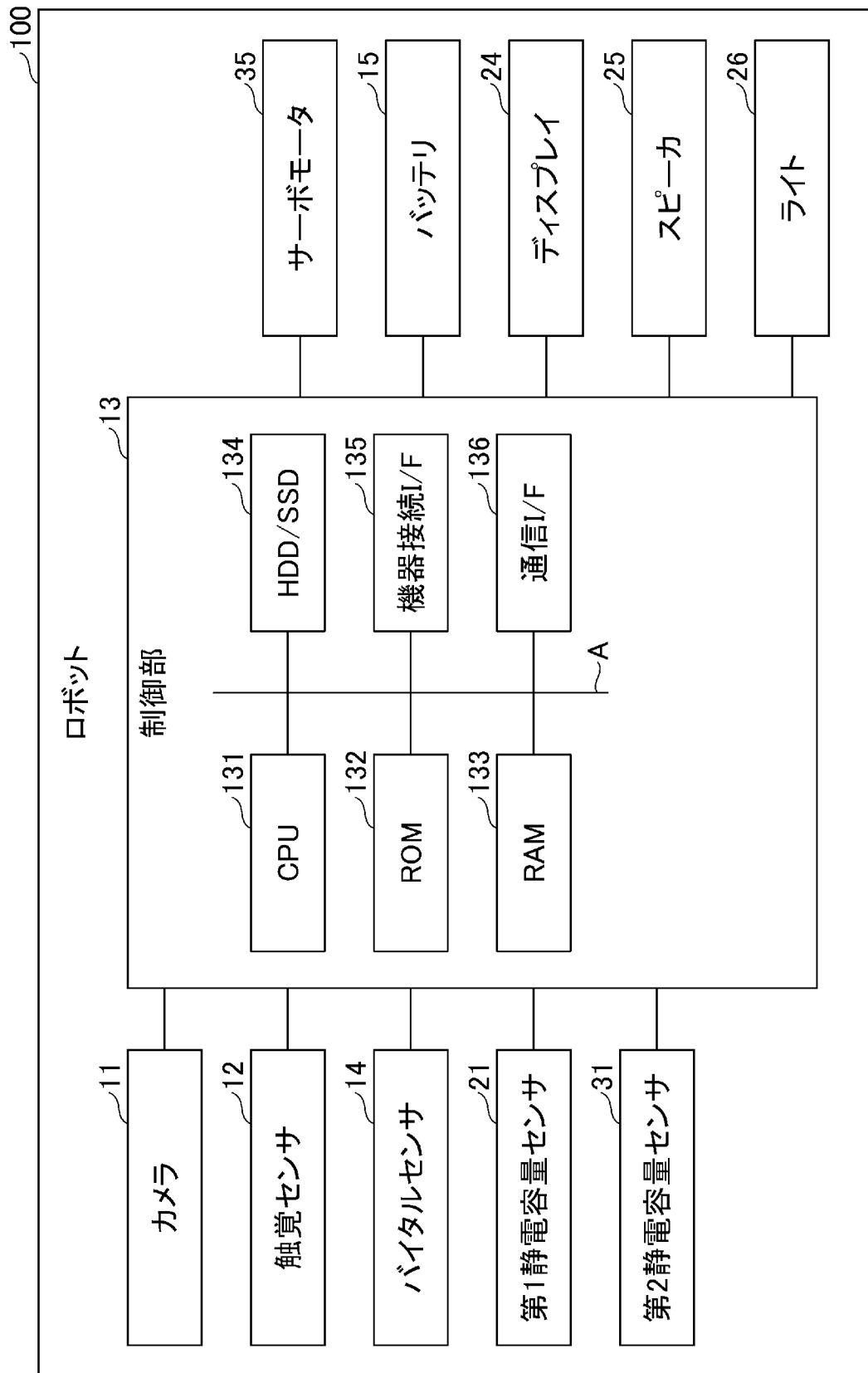
[図3]



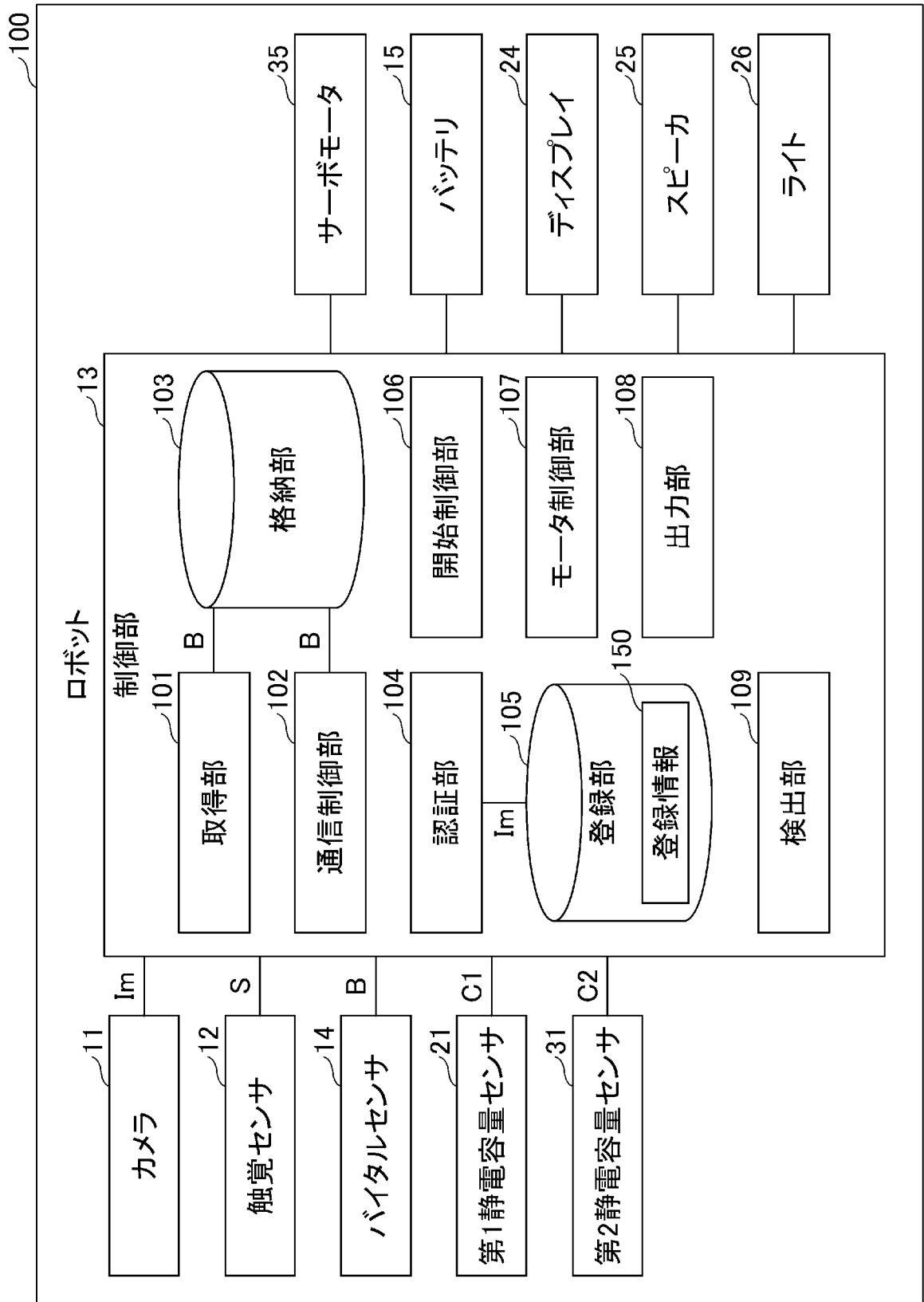
[図4]



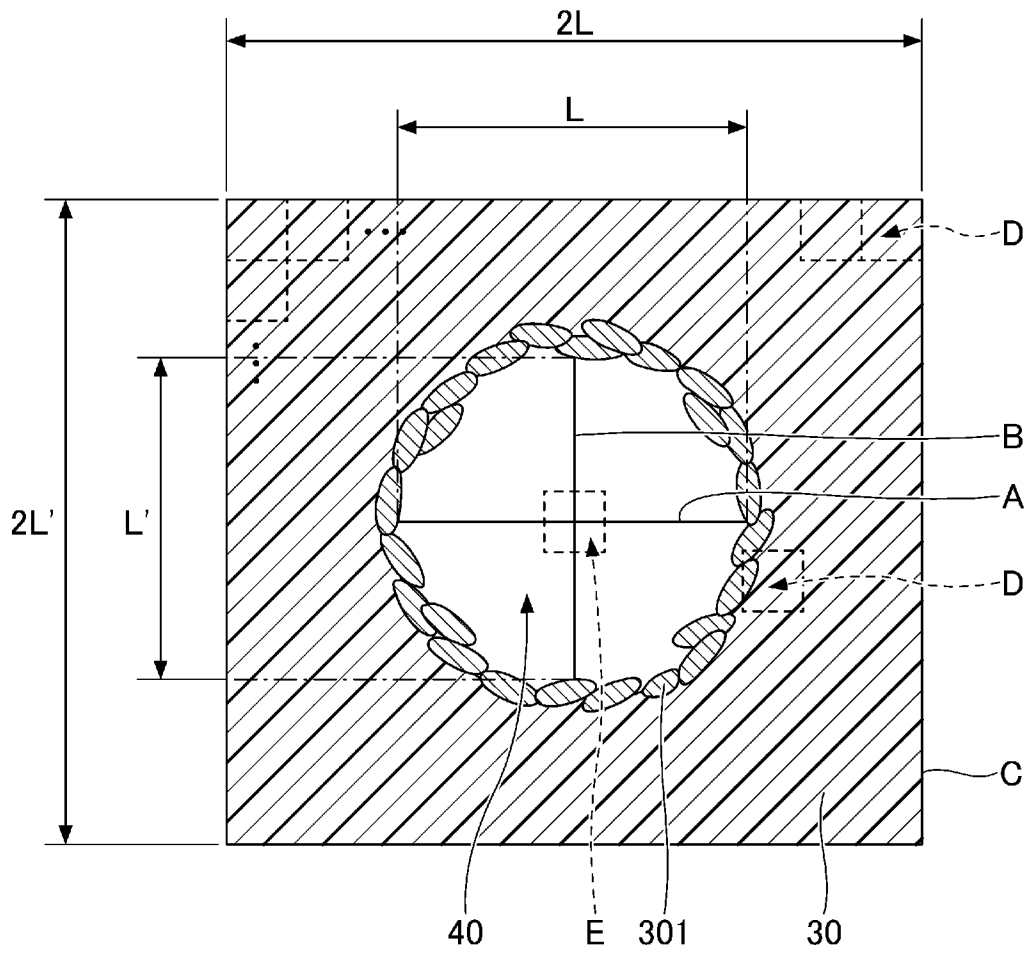
[図5]



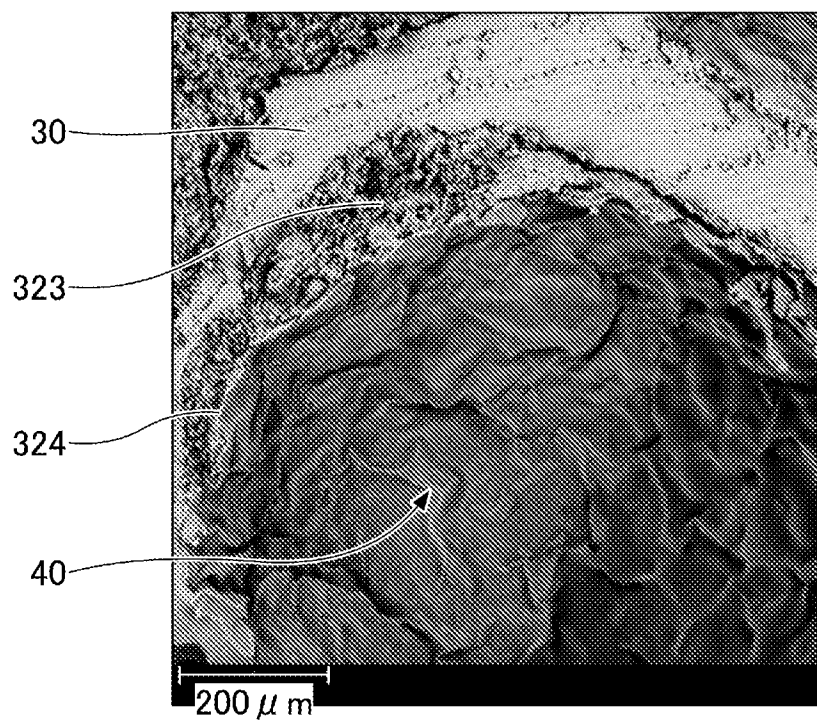
[図6]



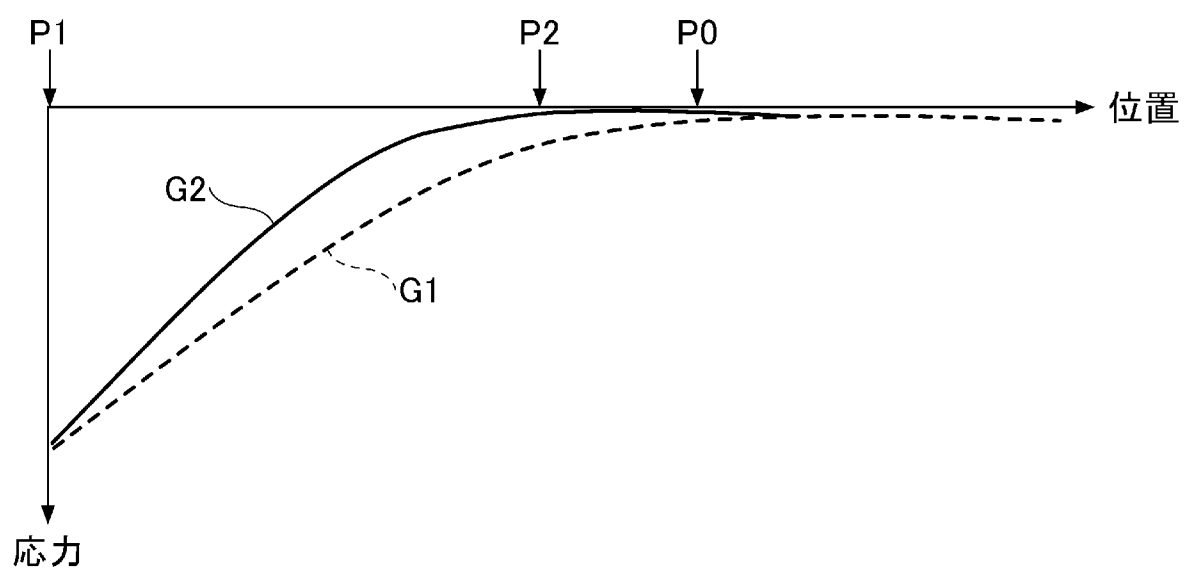
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/028120

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**A63H 9/00**(2006.01)i; **A63H 11/00**(2006.01)i

FI: A63H9/00 Z; A63H11/00 Z; A63H9/00 Q; A63H9/00 R

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)

A63H1/00-37/00

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 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
Y	OSAWA, Yukiko et al. Soft robotic shell with active thermal display. scientific reports. (2021) 11:20070. 08 October 2021	1-2
A	pp. 1-5	3-6
Y	ものづくりの通販カタログ NEW町工場 [online], vol. 30. 30 March 2023, p. 204, Internet<URL:http://web.archive.org/web/20230330091223/https://www.spring-net.com/pdf/catalog_new_machi_30.pdf>, [retrieved on: 06 September 2024], non-official translation (Monozukuri mail order catalog: NEWMachi Koba)	1-2
Y	マイクロセルポリウレタンフォームにおける動的粘弾性測定による動的圧縮弾性率の評価, 高分子論文集 [online], vol. 63, no. 4, 21 September 2007, pp. 273-276, Internet<URL: https://www.jstage.jst.go.jp/article/koron/63/4/63_4_273/_pdf/-char/ja>, [retrieved on: 06 September 2024], (Evaluation of Dynamic Compression Modulus of Micro-Cell Polyurethane Foams by Dynamic Viscoelastic Measurements, KOBUNSHI RONBUNSHU)	1-2



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

06 September 2024

Date of mailing of the international search report

01 October 2024

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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2021-161419 A (NITTO DENKO CORPORATION) 11 October 2021 (2021-10-11) paragraphs [0011]-[0064], fig. 1-4	1-6
A	WO 2008/072517 A1 (DOW CORNING TORAY CO., LTD.) 19 June 2008 (2008-06-19) paragraphs [0016]-[0047]	1-6
A	US 4714445 A (TEMPLETON, Charles B.) 22 December 1987 (1987-12-22) column 3, line 36 to column 9, line 34, fig. 1-17	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/028120

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-161419	A	11 October 2021	US	2023/0159811 A1
				paragraphs [0023]-[0078], fig. 1-4	
				WO	2021/201063 A1
				EP	4130120 A1
				TW	202144481 A
WO	2008/072517	A1	19 June 2008	CN	115210308 A

				US	2010/0056715 A1
				paragraphs [0017]-[0053]	
				EP	2090619 A1
US	4714445	A	22 December 1987	CN	101563424 A

				(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

A63H 9/00(2006.01)i; A63H 11/00(2006.01)i
FI: A63H9/00 Z; A63H11/00 Z; A63H9/00 Q; A63H9/00 R

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））
A63H1/00-37/00

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1971-2024年

日本国実用新案登録公報1996-2024年

日本国登録実用新案公報1994-2024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
Y	OSAWA, Yukiko et al., Soft robotic shell with active thermal display, scientific reports, (2021) 11:20070, 2021.10.08 p.1-5	1-2
A	p.1-5	3-6
Y	ものづくりの通販カタログ NEW町工場 [online], vol.30, 2023.03.30, p.204, インターネット<URL : http://web.archive.org/web/20230330091223/https://www.spring-net.com/pdf/catalog_new_machi_30.pdf>, [検索日 : 2024年9月6日] p.204	1-2
Y	マイクロセルポリウレタンフォームにおける動的粘弾性測定による動的圧縮弾性率の評価, 高分子論文集 [online], 63巻4号, 2007.09.21, p.273-276, インターネット<URL : https://www.jstage.jst.go.jp/article/koron/63/4/63_4_273/_pdf/-char/ja>, [検索日 : 2024年9月6日] p.273	1-2
A	JP 2021-161419 A（日東電工株式会社）11.10.2021（2021 - 10 - 11） 段落[0011]-[0064], 図1-4	1-6

☒ 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

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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

06.09.2024

国際調査報告の発送日

01.10.2024

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）

池田 剛志 2D 5551

電話番号 03-3581-1101 内線 3241

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	WO 2008/072517 A1 (東レ・ダウコーニング株式会社) 19.06.2008 (2008 - 06 - 19) 段落[0016]-[0047]	1-6
A	US 4714445 A (TEMPLETON; CHARLES B.) 22.12.1987 (1987 - 12 - 22) 第3欄第36行-第9欄第34行, 図1-17	1-6

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/JP2024/028120

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-161419	A	11.10.2021	US 2023/0159811 A1 段落[0023]-[0078], 図1-4 WO 2021/201063 A1 EP 4130120 A1 TW 202144481 A CN 115210308 A	
WO	2008/072517	A1	19.06.2008	US 2010/0056715 A1 段落[0017]-[0053] EP 2090619 A1 CN 101563424 A	
US	4714445	A	22.12.1987	(ファミリーなし)	