

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7306571号
(P7306571)

(45)発行日 令和5年7月11日(2023.7.11)

(24)登録日 令和5年7月3日(2023.7.3)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 K 7/22 (2006.01) G 0 1 K 7/22 J
G 0 1 K 7/22 A

請求項の数 9 (全24頁)

(21)出願番号	特願2022-511587(P2022-511587)	(73)特許権者	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(86)(22)出願日	令和3年2月1日(2021.2.1)	(74)代理人	100145403 弁理士 山尾 憲人
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/003499	(74)代理人	100132252 弁理士 吉田 環
(87)国際公開番号	WO2021/199647	(72)発明者	舟橋 修一 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開日	令和3年10月7日(2021.10.7)	(72)発明者	井手 宏明 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
審査請求日	令和4年7月27日(2022.7.27)	(72)発明者	福谷 達矢 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(31)優先権主張番号	特願2020-64343(P2020-64343)		
(32)優先日	令和2年3月31日(2020.3.31)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 温度センサおよび温度センサアレイ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

フレキシブル基板にセンサ部が形成されている温度センサであって、
前記フレキシブル基板が、該フレキシブル基板の端部に位置し、かつ前記センサ部が形成されている第1部分と、該第1部分に対して前記端部から遠位方向に隣接し、かつ互いに対向する第1面および第2面の間において最大厚さを有する第2部分とを含み、
前記第1部分の前記センサ部と反対側の面と、前記第2部分の前記第1面とが、同一面上にあり、
少なくとも前記第2部分の前記第1面が、被温度検知物と接触する検知面を成し、
前記第1部分および前記センサ部の合計厚さが、前記第2部分の前記最大厚さより小さい、温度センサ。

10

【請求項2】

前記第2部分の前記最大厚さに対する、前記第1部分および前記センサ部の合計厚さの割合が、0.83以下であり、かつ前記第1部分の長さが、9.5mm以下である、請求項1に記載の温度センサ。

【請求項3】

前記フレキシブル基板が、前記第2部分に対して前記端部から遠位方向に隣接し、かつ、互いに対向する第3面および第4面の間において、前記最大厚さより小さい厚さを有する第3部分を更に含み、
前記第3部分の前記第4面と、前記第2部分の前記第2面とが、同一面上にある、請求

20

項 1 または 2 に記載の温度センサ。

【請求項 4】

前記第 3 部分の前記第 3 面が露出している、請求項 3 に記載の温度センサ。

【請求項 5】

前記第 3 部分の前記第 3 面が、前記被温度検知物と接触する断熱性材料または放熱性材料で被覆されている、請求項 3 に記載の温度センサ。

【請求項 6】

前記第 2 部分が、前記第 1 部分からの拡張部と、前記第 3 部分からの拡張部と、これら拡張部を接合する接合部とを含む、請求項 3 ~ 5 のいずれかに記載の温度センサ。

【請求項 7】

前記第 1 部分および前記第 1 部分からの拡張部が、第 1 基材と、該第 1 基材上に形成され、かつ前記センサ部から引き出された 2 つの電極部とを含み、

前記第 3 部分および前記第 3 部分からの拡張部が、第 2 基材と、該第 2 基材上に形成された 2 つの配線とを含み、

前記 2 つの電極部および前記 2 つの配線が、前記接合部を介して各々電気接続されている、請求項 6 に記載の温度センサ。

【請求項 8】

前記センサ部が、サーミスタ層と、該サーミスタ層に接触し、かつ互いに離間して配置された 2 つの電極と、存在する場合にはカバー層とを含む、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の温度センサ。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の温度センサを複数含み、該複数の温度センサが、前記フレキシブル基板の前記第 1 部分と反対側の端部またはその近傍において共通の接続部に接続されている、温度センサアレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、温度センサおよび温度センサを複数含む温度センサアレイに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、フレキシブル基板にセンサ部が形成されている温度センサが知られている。かかる温度センサは、全体としてフレキシブルかつ薄く構成することができ、被温度検知物の温度を検知するための様々な用途に利用されている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、フレキシブル基板に開口部を設け、この開口部にセンサ部としてフレキシブルサーミスタを埋設実装し、フレキシブル基板の開口部の周囲の表面の高さと、フレキシブルサーミスタの露出面の高さとを実質的に同じにした温度センサが開示されている。より詳細には、例えば特許文献 1 の図 5 を参照して、金属基材 11、サーミスタ層 15 および一対の分割電極 21、22 を有するフレキシブルサーミスタ 1A を、ベース層 51、配線導体層 52 およびカバー層 53 を有するフレキシブル基板 5A の開口部に埋設して、はんだ層 54 により配線導体層 52 上に実装し、カバー層 53 の表面の高さと、フレキシブルサーミスタ 1A の露出面の高さとを実質的に同じにしている。

【0004】

また例えば、特許文献 2 には、フレキシブル基板である絶縁性フィルムの表面に、センサ部として、薄膜サーミスタ部および一対の型電極を設け、絶縁性フィルムにおける薄膜サーミスタ部の直下の少なくとも一部を、絶縁性フィルムの他の部分よりも薄く形成した温度センサが開示されている。より詳細には、例えば特許文献 2 の図 1 を参照して、絶縁性フィルム 2 の表面に薄膜サーミスタ部 3 および一対の型電極 4 を設け、これらを保護膜 6 で被覆し、絶縁性フィルム 2 における薄膜サーミスタ部 3 の直下に凹部 2a を設けている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】国際公開第2012/093572号

特開2016-90262号公報

国際公開第2019/009320号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

フレキシブル基板にセンサ部が形成されている温度センサは、その厚さ方向に荷重が印加され得る。高い温度検知精度を実現するためには、温度センサを被温度検知物に対してある程度の力で十分に接触させることが好ましい。しかしながら、温度センサのセンサ部に荷重が印加されると、センサ部（より詳細にはサーミスタ層）に生じる応力によって、センサ部の変形による抵抗変化や、センサ部でのクラック発生による劣化が起こり得、かえって温度検知精度の低下を招き得る。かかる状況下、耐荷重性能に優れ、高い温度検知精度が得られる温度センサが求められている。

10

【0007】

特許文献1に開示される温度センサでは、フレキシブル基板の開口部の周囲の表面の高さと、フレキシブルサーミスタの露出面の高さとを実質的に同じにしているため、かかる温度センサに対して厚さ方向に荷重が印加された場合には、より詳細には、特許文献1の図7に示すように温度センサを被温度検知物に接触させて押し付けた場合には、上記荷重（押圧力）は、温度センサと被温度検知物との接触領域の全体（フレキシブルサーミスタの露出面の全領域と、その周囲のフレキシブル基板の表面の接触領域との合計）に亘って均等に印加されることとなり、フレキシブルサーミスタの露出面のみに印加されることを回避できる。しかしながら、上記荷重は、接触領域の全体の面積に対するフレキシブルサーミスタの露出面の面積の比に応じて、フレキシブルサーミスタ（特にサーミスタ層）に印加されることとなるため、サーミスタ層における応力の発生をなくすことはできず、必ずしも十分な耐荷重性能が得られず、サーミスタ層の変形による抵抗変化や、サーミスタ層でのクラック発生による劣化が起こり得、高い温度検知精度を得ることは困難である。耐荷重性能の向上だけに着目すれば、フレキシブルサーミスタの露出面の面積に対して、他の部分の接触領域の面積を相当大きくすることが考えられる。しかしながら、この場合には、他の部分の接触領域の面積が大きくなり過ぎて、被温度検知物（熱源）の熱が、他の部分を経由して、配線や接触面と反対側の面などに伝導して失われ、依然として、高い温度検知精度は得られない。

20

30

【0008】

また、特許文献2に開示される温度センサでは、絶縁性フィルムにおける薄膜サーミスタ部の直下の少なくとも一部を、絶縁性フィルムの他の部分よりも薄く形成している（凹部を設けている）ため、かかる温度センサに対して厚さ方向に荷重が印加された場合には、より詳細には、温度センサ（薄膜サーミスタ部側）を被温度検知物に接触させて押し付けた場合には、上記荷重（押圧力）が、薄膜サーミスタ部に対して厚さ方向に直接印加されることを防止できる。しかしながら、上記荷重は、薄膜サーミスタ部に対して絶縁性フィルムの面内方向に水平な方向に作用することとなる（とりわけ、薄膜サーミスタ部および一対の型電極の上面および全周を保護膜が被覆している場合に、水平な方向に顕著に作用することとなる）ため、薄膜サーミスタ部における応力の発生をなくすことはできず、必ずしも十分な耐荷重性能が得られず、薄膜サーミスタ部の変形による抵抗変化や、薄膜サーミスタ部でのクラック発生による劣化が起こり得、高い温度検知精度を得ることは困難である。加えて、被温度検知物（熱源）の熱が、温度センサ全体を通じて伝導して失われ得、高い温度検知精度が得られない。

40

【0009】

本発明の目的は、耐荷重性能に優れ、高い温度検知精度が得られる温度センサを提供す

50

ることにある。本発明の更なる目的は、かかる温度センサを複数含む温度センサアレイを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の1つの要旨によれば、フレキシブル基板にセンサ部が形成されている温度センサであって、

前記フレキシブル基板が、該フレキシブル基板の端部に位置し、かつ前記センサ部が形成されている第1部分と、該第1部分に対して前記端部から遠位方向に隣接し、かつ互いに対向する第1面および第2面の間において最大厚さを有する第2部分とを含み、

前記第1部分の前記センサ部と反対側の面と、前記第2部分の前記第1面とが、同一面上にあり、

少なくとも前記第2部分の前記第1面が、被温度検知物と接触する検知面を成し、

前記第1部分および前記センサ部の合計厚さが、前記第2部分の前記最大厚さより小さい、温度センサが提供される。

【0011】

本発明のもう1つの要旨によれば、本発明の上記温度センサを複数含み、該複数の温度センサが、前記フレキシブル基板の前記第1部分と反対側の端部またはその近傍において共通の接続部に接続されている、温度センサアレイが提供される。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、耐荷重性能に優れ、高い温度検知精度が得られる温度センサが提供される。更に、本発明によれば、かかる温度センサを複数含む温度センサアレイが提供され、上記と同様の効果を奏し得る。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の1つの実施形態における温度センサの概略断面模式図である。

【図2】図1の実施形態の温度センサの使用態様を説明する概略断面模式図である。

【図3】本発明のもう1つの実施形態における温度センサの概略断面模式図である。

【図4】図2の実施形態の温度センサの使用態様を説明する概略断面模式図である。

【図5】図2の実施形態の温度センサの改変例の使用態様を説明する概略断面模式図である。

【図6】(a)は、図1の実施形態の温度センサの改変例の使用態様を説明する概略断面模式図であり、(b)は、図2の実施形態の温度センサの改変例の使用態様を説明する概略断面模式図である。

【図7】本発明のもう1つの実施形態における温度センサの概略断面模式図である。

【図8】図7の実施形態における温度センサの1つの具体例を示す図であり、(a)は、(b)のZ-Z断面における概略断面模式図であり、(b)は、内部構造を透過して示す概略模式上面図である。

【図9】図7の実施形態における温度センサのもう1つの具体例を示す図であり、(a)は、(b)のZ-Z断面における概略断面模式図であり、(b)は、内部構造を透過して示す概略模式上面図である。

【図10】図7の実施形態における温度センサのもう1つの具体例を示す図であり、(a)は、(b)のZ-Z断面における概略断面模式図であり、(b)は、内部構造を透過して示す概略模式上面図であり、(c)は電極および引出電極部のみを示す概略模式上面図である。

【図11】図7の実施形態における温度センサのもう1つの具体例を示す図であり、(a)は、(b)のZ-Z断面における概略断面模式図であり、(b)は、内部構造を透過して示す概略模式上面図であり、(c)は電極および引出電極部のみを示す概略模式上面図である。

【図12】本発明の1つの実施形態における温度センサアレイを示す概略模式上面図であ

10

20

30

40

50

って、センサ部および第 1 部分を除く内部構造を透過して示す図である。

【図 1 3】図 1 2 の実施形態における温度センサレイの使用態様を説明する概略模式斜視図であって、一部の内部構造を透過して示す図である。

【図 1 4】(a) は、比較例 1 で作製した温度センサレイにおける型電極および引出電極部のパターンを示す概略模式上面図であり、(b) は、比較例 1 で作製した温度センサレイの概略模式上面図である。

【図 1 5】(a) は、比較例 1 の荷重試験の結果を示すグラフであり、(b) は、実施例 1 の荷重試験の結果を示すグラフである。

【図 1 6】(a) は、比較例 2 で作製した温度センサレイにおける型電極および引出電極部のパターンを示す概略模式上面図であり、(b) は、比較例 2 で作製した温度センサレイの概略模式上面図である。

10

【図 1 7】(a) は、実施例 1 で作製した温度センサレイにおける型電極および引出電極部のパターンを示す概略模式上面図であり、(b) は、実施例 1 で作製した温度センサレイの概略模式上面図である。

【図 1 8】実施例 2 の試験において、対向物体（金属板）の厚さ t 、第 1 部分およびセンサ部の合計厚さ d_1 、第 2 部分の最大厚さ d_2 、ならびに厚さ比 d_1 / d_2 を種々変更したときに、センサ部に 10 MPa 以上の荷重がかからない $L_{1 \text{ MAX}}$ を調べた結果を示すグラフであって、(a) は、 $d_1 = 0.06 \text{ mm}$ 、かつ $d_1 / d_2 = 0.5$ または 0.83 としたときの $L_{1 \text{ MAX}}$ と t の関係を示すグラフであり、(b) は、 $t = 2.0 \text{ mm}$ 、かつ $d_1 = 0.06 \text{ mm}$ としたときの $L_{1 \text{ MAX}}$ と d_1 / d_2 の関係を示すグラフであり、(c) は、 $t = 2.0 \text{ mm}$ 、かつ $d_1 / d_2 = 0.5$ または 0.83 としたときの $L_{1 \text{ MAX}}$ と d_1 の関係を示すグラフである。

20

【図 1 9】(a) は、実施例 3 で作製した温度センサレイにおける型電極および引出電極部のパターンを示す概略模式上面図であり、(b) は、実施例 3 で作製したサーミスタ素子の概略模式上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明を複数の実施形態を通じて図面を参照しながら詳細に説明するが、本発明はこれら実施形態に限定されない。

【0015】

30

(実施形態 1)

本実施形態は、フレキシブル基板にセンサ部が形成されている温度センサに関する。

【0016】

図 1 を参照して、本実施形態の温度センサ 30 において、フレキシブル基板 20 は、フレキシブル基板 20 の一方の端部 X に位置し、かつセンサ部 10 が形成されている第 1 部分 11 と、第 1 部分 11 に対して端部 X から遠位方向に隣接し、かつ互いに対向する第 1 面 A_2 および第 2 面 B_2 の間において最大厚さ d_2 を有する第 2 部分 12 とを含む。本発明において「最大厚さ」とは、温度センサ全体のうちで最大となる厚さを意味する。第 2 部分が、第 1 部分に対して端部 X から「遠位方向に隣接する」とは、第 2 部分が、第 1 部分が存在する一方の端部 X から他方の端部 Y に向かう方向に、第 1 部分に隣接していることを意味する。換言すれば、第 1 部分に対して遠位方向以外の方向には、最大厚さ d_2 を有する第 2 部分は存在しない。

40

【0017】

本実施形態の温度センサ 30 において、センサ部 10 は第 1 部分 11 の上に形成されており、第 1 部分 11 のセンサ部 10 と反対側の面 A_1 と、第 2 部分 12 の第 1 面 A_2 とが、同一面上にある。本発明において 2 つの面が「同一面上」にあるとは、温度センサに荷重（または外力）が加わっていない状態において共通の平面を形成することを意味し、荷重が加わった状態においてはこの限りでなく、例えば湾曲および/または屈曲していてもよい。

【0018】

50

本実施形態の温度センサ30において、第1部分11およびセンサ部10の合計厚さ d_1 は、第2部分12の最大厚さ d_2 より小さく、好ましくは、 d_2 に対する d_1 の割合(厚さ比 d_1/d_2)は、 $0.83(=約5/6)$ 以下であり得、下限は特に限定されないが、例えば $0.1(=1/10)$ 以上とされ得る。第1部分11およびセンサ部10の合計厚さ d_1 は、第1部分11の面 A_1 およびこれに対向するセンサ部10の露出面 B_1 の間の厚さ方向寸法である。

【0019】

センサ部10は、温度を検知する機能を有する限り特に限定されないが、例えばサーミスタ層と、サーミスタ層に接触し、かつ互いに離間して配置された2つの電極とを含み得、更に、カバー層(または保護膜)を含んでいてもいなくてもよい。かかるサーミスタ層および2つの電極は、任意の適切な材料から成り得、任意の適切な構造および配置等であり得る。サーミスタ層は、例えば、特許文献3に開示される材料などを利用できる。電極は、例えば、サーミスタ層に接触して形成された一対の型電極であってよく、または、サーミスタ層に接触して(かつ好ましくは非接続型内部電極と対向して)配置された一対の分割電極であってよく、またあるいは、サーミスタ層を挟持した一対の平面電極であってもよい。第1部分11および第2部分12は、適宜、センサ部10の2つの電極から引き出された2つの引出電極部およびこれらに各々電気接続された2つの配線等を含んでよい。電極および引出電極部は別個に形成されていてもよいが、好ましくは一体的に形成され得る。なお、サーミスタ層、電極、引出電極部および配線の数は、より多く存在してもよい。

【0020】

本実施形態の温度センサ30は、全体としてフレキシブルかつ薄く構成することができる。フレキシブル性を担うフレキシブル基板20の材料および厚さは適宜選択され得るが、最大厚さ d_2 は、好ましくは $200\mu\text{m}$ 以下とされ、より好ましくは $100\mu\text{m}$ 以下であり得、下限は特に限定されないが、例えば $60\mu\text{m}$ 以上であり得る。

【0021】

本実施形態の温度センサ30において、センサ部10は第2部分12に近接して配置される。よって、第1部分11の長さ L_1 (フレキシブル基板20の一方の端部X(図示する態様では端面)と、第1部分11および第2部分12の境界との間の寸法)は小さいほうが好ましく、例えば 30mm 以下、特に 20mm 以下、より好ましくは 10mm 以下、場合により 5mm 以下であり得、下限は特に限定されないが、例えば 1mm 以上であり得る。本実施形態を限定するものではないが、 d_1/d_2 が 0.83 以下である場合、 L_1 は 9.5mm 以下であり得る。他方、第2部分12の長さ L_2 (本実施形態では、第1部分11および第2部分12の境界と、フレキシブル基板20の他方の端部Y(図示する態様では端面)との間の寸法)は、特に限定されず、温度センサ30の用途に応じて様々であり得る。

【0022】

かかる本実施形態の温度センサ30は、図2に示すように、少なくとも第2部分12の第1面 A_2 が被温度検知物41と接触するようにして使用される。換言すれば、少なくとも第2部分12の第1面 A_2 が、被温度検知物41と接触する(より詳細には、被温度検知物41に押し付けられて密着する)検知面を成す。第1部分11のセンサ部10と反対側の面 A_1 も、被温度検知物41と接触し得る(検知面を成し得る)が、面 A_1 は被温度検知物41と必ずしも接触していなくてもよく、例えば被温度検知物41から「浮いて」いてもよい。特に、温度センサ30は、図2に示すように、被温度検知物41とこれに対向する物体43との間で押圧された状態で使用され得る。第2部分12の第2面 B_2 は、対向物体43と接触し得る。対向物体43は特に限定されないが、例えば金属板などであり得る。

【0023】

温度センサ30を使用するとき、温度センサ30には、その厚さ方向に荷重(押圧力)が印加される。本実施形態の温度センサ30によれば、センサ部10が形成されていな

10

20

30

40

50

い第 2 部分 1 2 が最大厚さ d_2 を有するので、温度センサ 3 0 の厚さ方向に荷重が印加された場合には、この第 2 部分 1 2 に荷重が印加されることとなり、第 1 部分 1 1 に形成されたセンサ部 1 0 には直接印加されない。更に、第 2 部分 1 2 に荷重が印加されることにより、第 2 部分 1 2 に隣接した第 1 部分 1 1 に応力が伝播し得るが、第 1 部分 1 1 はフレキシブル基板 2 0 の端部 X に位置し、フリーであるので、応力を効果的に緩和することができる。これらの結果、センサ部 1 0 における応力の発生を実質的になくすことができ、優れた耐荷重性能を得ることができる。加えて、本実施形態の温度センサ 3 0 によれば、センサ部 1 0 における応力の発生に起因する温度検知精度の低下を防止することができる。更に、本実施形態の温度センサ 3 0 によれば、第 2 部分 1 2 の第 1 面 A_2 が被温度検知物 4 1 と接触する検知面を成し、荷重（押圧力）により第 1 面 A_2 が被温度検知物 4 1 に押し付けられて密着し、そして、この第 2 部分 1 2 に隣接した第 1 部分 1 1 にセンサ部 1 0 が形成されているので、被温度検知物 4 1 の温度をセンサ部 1 0 により高精度に検知することができる。すなわち、本実施形態によれば、耐荷重性能に優れ、高い温度検知精度が得られる温度センサ 3 0 が提供される。

10

【 0 0 2 4 】

(実施形態 2)

本実施形態は、実施形態 1 の温度センサの改変例に関し、特に断りのない限り、実施形態 1 と同様の説明が当て嵌まり得る。

【 0 0 2 5 】

図 3 を参照して、本実施形態の温度センサ 3 0 ' において、フレキシブル基板 2 0 ' は、フレキシブル基板 2 0 ' の一方の端部 X に位置し、かつセンサ部 1 0 が形成されている第 1 部分 1 1 と、第 1 部分 1 1 に対して端部 X から遠位方向に隣接し、かつ互いに対向する第 1 面 A_2 ' および第 2 面 B_2 ' の間において最大厚さ d_2 を有する第 2 部分 1 2 ' と、第 2 部分 1 2 ' に対して端部 X から遠位方向に隣接し、かつ、互いに対向する第 3 面 A_3 および第 4 面 B_3 の間において、最大厚さ d_2 より小さい厚さ d_3 を有する第 3 部分 1 3 とを含む。第 1 部分 1 1、第 2 部分 1 2 ' および第 3 部分 1 3 は、適宜、センサ部 1 0 の 2 つの電極から引き出された 2 つの引出電極部およびこれらに各々電気接続された 2 つの配線等を含んでいてよい。

20

【 0 0 2 6 】

本実施形態の温度センサ 3 0 ' において、第 3 部分 1 3 の第 4 面 B_3 と、第 2 部分 1 2 ' の第 2 面 B_2 ' とが、同一面上にある。よって、第 3 部分 1 3 の厚さ d_3 は第 2 部分 1 2 ' の最大厚さ d_2 より小さいことから、第 3 部分 1 3 の第 3 面 A_3 は、第 2 部分 1 2 ' の第 1 面 A_2 ' に対して奥まった位置にある。かかるフレキシブル基板 2 0 ' は、第 1 部分 1 1、第 2 部分 1 2 ' および第 3 部分 1 3 から構成される全体として略 S 字状の断面形状を有するものとして理解され得る。

30

【 0 0 2 7 】

本実施形態の温度センサ 3 0 ' において、第 2 部分 1 2 ' の長さ $2L$ ' (本実施形態では、第 1 部分 1 1 および第 2 部分 1 2 ' の境界と、第 2 部分 1 2 ' および第 3 部分 1 3 の境界との間の寸法) は、後述する検知面に必要な最小面積を与える寸法以上、かつ、より一層高い温度検知精度を達成し得る寸法以内で適宜選択され得る。他方、第 3 部分 1 3 の長さ L_3 (第 2 部分 1 2 ' および第 3 部分 1 3 の境界と、フレキシブル基板 2 0 ' の他方の端部 Y との間の寸法) は、特に限定されず、温度センサ 3 0 ' の用途に応じて様々であり得る。

40

【 0 0 2 8 】

かかる本実施形態の温度センサ 3 0 ' は、図 4 に示すように、少なくとも第 2 部分 1 2 ' の第 1 面 A_2 ' が被温度検知物 4 1 と接触するようにして使用される。換言すれば、少なくとも第 2 部分 1 2 ' の第 1 面 A_2 ' が、被温度検知物 4 1 と接触する(より詳細には、被温度検知物 4 1 に押し付けられて密着する)検知面を成す。第 1 部分 1 1 のセンサ部 1 0 と反対側の面 A_1 も、被温度検知物 4 1 と接触し得る(検知面を成し得る)が、面 A_1 は被温度検知物 4 1 と必ずしも接触していなくてよく、例えば被温度検知物 4 1 から「浮いて」いてもよい。第 3 部分 1 3 の第 3 面 A_3 は、被温度検知物 4 1 から離間している(接触し

50

ていない)が、例えば第3部分13が湾曲した場合には、第3面A₃が被温度検知物41に部分的に接触することがあり得る。特に、温度センサ30'は、図4に示すように、被温度検知物41とこれに対向する物体43との間で押圧された状態で使用され得る。第2部分12'の第2面B₂'に加えて、第3部分13の第4面B₃も、対向物体43と接触し得る。

【0029】

温度センサ30'を使用するときには、温度センサ30'には、その厚さ方向に荷重(押圧力)が印加される。本実施形態の温度センサ30'によれば、荷重(押圧力)により被温度検知物41に押し付けられて密着する第1面A₂'が、実施形態1の温度センサ30における第1面A₂に比べて小さくなっているため、被温度検知物41(熱源)の熱が第2面B₂'および第4面B₃(更に対向物体43)などに伝導し難く、より効率的にセンサ10へ伝導させることができ、被温度検知物41の温度をセンサ部10により更に高精度に検知することができる。すなわち、本実施形態によれば、実施形態1と同様の効果に加えて、より一層高い温度検知精度が得られる温度センサ30'が提供される。

10

【0030】

より一層高い温度検知精度を達成し得るには、被温度検知物41の被測定対象面積に対して、第1面A₂'の面積が3%以下であることが好ましい。被温度検知物41(熱源)の熱が第2面B₂'および第4面B₃(更に対向物体43)などに伝導するのを防止することによって、被温度検知物41の実際の温度に対して±0.5以内の精度で温度検知できる。

20

【0031】

温度検知精度を更に向上させるには、被温度検知物41(熱源)に応じて、温度センサ30'の断熱性および放熱性を調節することが好ましい。被温度検知物41の熱源が小さい場合には、熱伝導を極力抑える(断熱性を確保する)ことにより、温度センサ30'を被温度検知物41と対向物体43との間に挿入することによる被温度検知物41の温度変化を低減することができ、温度検知精度を更に向上させることができる。被温度検知物41の熱源が大きい場合には、熱伝導を高める(放熱性を確保する)ことにより、温度センサ30'を被温度検知物41と対向物体43との間に挿入することによる被温度検知物41の温度変化を低減することができ、温度検知精度を更に向上させることができる。

【0032】

断熱性が要求される場合、図3~4に示す温度センサ30'のように、第3部分13の第3面A₃を露出させてよい。これにより、被温度検知物41と第3面A₃との隙間において空気(または場合により他のガス)断熱をもたらすことができる。

30

【0033】

あるいは、断熱性が要求される場合、図5に示すように、第3部分13の第3面A₃を、被温度検知物41と接触する断熱性材料15で被覆してよい。これにより、被温度検知物41と第3面A₃との隙間を断熱性材料15で埋めて断熱をもたらすことができる。センサ部10への影響が許容可能である場合には、センサ部10と対向物体43との隙間も断熱性材料15'で埋めて更なる断熱をもたらすようにしてもよい。なお、断熱性材料は、熱伝導率が低い材料であればよく、例えば、熱伝導率が1W/(m·K)以下の材料であり得る。

40

【0034】

放熱性(冷却性)が要求される場合、図5に示すように、第3部分13の第3面A₃を、被温度検知物41と接触する放熱性材料15で被覆してよい。これにより、被温度検知物41と第3面A₃との隙間を放熱性材料15で埋めて放熱をもたらすことができる。センサ部10への影響が許容可能である場合には、センサ部10と対向物体43との隙間も放熱性材料15'で埋めて更なる放熱をもたらすようにしてもよい。なお、放熱性材料は、熱伝導率が高い材料であればよく、例えば、熱伝導率が10W/(m·K)以上の材料であり得る。

【0035】

50

あるいは、放熱性（冷却性）が要求される場合、図6（a）～（b）に示すように、荷重（押圧力）を大きくして、対向物体43および/または被温度検知物41を変形させて、対向物体43（例えば金属板）を被温度検知物41に接触させてよい（図6（a）は、実施形態1の温度センサ30の場合を示し、図6（b）は、実施形態2の温度センサ30'の場合を示す）。対向物体43と被温度検知物41との接触面積は適宜調節してよい。これにより、被温度検知物41の熱を対向物体43に逃がして放熱（冷却）をもたらすことができる。この場合、対向物体43の厚さ t 、第2部分12または12'の最大厚さ t_2 、第1部分11の長さ L_1 を適切に選択することによって、センサ部10に負荷がかかる（例えば、対向物体43が変形して、センサ部10に荷重が直接印加される）ことを防止できる。

10

【0036】

いずれの場合にも、温度センサ30'を被温度検知物41と対向物体43との間に挿入することによる被温度検知物41の温度変化を ± 0.5 以下に抑えることができる。

【0037】

（実施形態3）

本実施形態は、実施形態2の温度センサの具体例に関し、特に断りのない限り、実施形態1～2と同様の説明が当て嵌まり得る。

【0038】

図7を参照して、本実施形態の温度センサ30'のフレキシブル基板20'において、第2部分12'は、第1部分11からの第1部分拡張部12aと、第3部分13からの第3部分拡張部12bと、これら拡張部12aおよび12bを接合する接合部12cを含む。

20

【0039】

より詳細には、図8～11を参照して、センサ部10は、サーミスタ層1と、サーミスタ層1に接触し、かつ互いに離間して配置された2つの電極3とを含み、更に、カバー層（または保護膜）7を含んでいてもいなくてもよい。図8および図9では、2つの電極3は、サーミスタ層1に接触して形成された一対の型電極であり、図10および図11では、2つの電極3は、サーミスタ層1に接触し、かつ非接続型内部電極3'と対向して配置された一対の分割電極である。（図10および図11中、電極3は引出電極部5と一体的に形成されており、電極3と引出電極部5との境界を明確に定めることは困難であるが、電極3は、非接続型内部電極3'と対向する領域を含めばよく、便宜的に、図10（c）および図11（d）に上記境界を点線にて示す。図8～11では、第1部分11、第2部分12'、第1部分拡張部12a、第3部分拡張部12b、第3部分13等の符号を省略しているが、図7と対照させることにより、これら省略した部材の符号が図8～11のどの部分を指すものであるかが把握される。なお、図9～10において、サーミスタ層1の一部が第2部分12'の第1部分拡張部12に及んで存在しているが、第1部分拡張部12に存在するサーミスタ層1の部分には、電極3が設けられていないため、センサとして機能せず、よって、センサ部10に含まれないことに留意されたい。

30

【0040】

そして、図7～11を参照して、第1部分11および第1部分拡張部12aは、第1基材21と、第1基材21上に形成され、かつセンサ部10の2つの電極3から引き出された2つの引出電極部5とを含む。第3部分13および第3部分拡張部12bは、第2基材23と、第2基材23上に形成された2つの配線25とを含む。そして2つの引出電極部5および2つの配線25が、接合部12cを介して各々電気接続される。第1部分11において、サーミスタ層1および/または電極3を被覆するカバー層7が設けられていてよい。また、第3部分13において、配線25を被覆するカバー層27が設けられていてよい。本実施形態に必須ではないが、第3部分13の端部Yおよびその近傍において、カバー層27を除去して配線25を露出させ、これと反対側の第2基材23の表面に補強板29を設けて、例えばコネクタ等の接続部（図示せず）に接続可能としてもよい。この場合、コネクタ等の接続部および接合部12cは、それぞれ二次接続部および一次接続部と理解され得る。

40

50

【 0 0 4 1 】

接合部 1 2 c には、2 つの引出電極部 5 および 2 つの配線 2 5 を各々電気接続できる限り（好ましくは薄く、かつ電気的および強度的に十分に接合できる限り）、任意の適切な材料および工法を利用できる。接合部 1 2 c は、例えば、異方導電性フィルム（A C F）、はんだ材料、導電性ペースト、接触部の硬化性樹脂による封止（引出電極部と配線とを接触させた状態でその周囲を硬化性樹脂で覆い、樹脂を硬化させて封止する）、超音波接合などが挙げられる。

【 0 0 4 2 】

本実施形態によれば、第 2 部分 1 2 ' ' が、引出電極部 5 および配線 2 5 ならびにこれらを接合する接合部 1 2 c を集中させて含むことにより、比較的高い剛性が得られ、耐荷重性能が更に向上する。

10

【 0 0 4 3 】

本実施形態の温度センサ 3 0 ' ' によれば、図 8 ~ 1 1 に示すように、実施形態 2 の温度センサ 3 0 ' を容易に具体化することが可能となる。本実施形態の温度センサ 3 0 ' ' は、第 1 部分 1 1 および第 1 部分拡張部 1 2 a にセンサ部 1 0 を形成し、別途、第 3 部分および第 3 部分拡張部 1 2 c を準備して、これらを接合部 1 2 c で接合することより製造可能である。よって、本実施形態によれば、耐荷重性能に優れ、高い温度検知精度が得られる温度センサであって、簡便な製造方法により低コストで量産するのに適した温度センサ 3 0 ' ' が提供される。

【 0 0 4 4 】

（実施形態 4）

本実施形態は、実施形態 3 の温度センサを複数含む温度センサアレイに関し、特に断りのない限り、実施形態 1 ~ 3 と同様の説明が当て嵌まり得る。

20

【 0 0 4 5 】

図 1 2 を参照して、本実施形態の温度センサアレイ 4 0 は、複数の温度センサ 3 0 A ~ 3 0 C を含み、かかる複数の温度センサ 3 0 A ~ 3 0 C が、フレキシブル基板の第 1 部分 1 1（端部 X に位置する）と反対側の端部 Y またはその近傍において共通の接続部 3 1 に接続されている。この場合、共通の接続部 3 1 および接合部 1 2 c は、それぞれ二次接続部および一次接続部と理解され得る。図示する例では、温度センサ 3 0 A ~ 3 0 C の端部 Y が、共通の接続部（例えばコネクタ）3 1 に挿入されているが、これに限定されない。複数の温度センサ 3 0 A ~ 3 0 C は、互いに分離されており、かかる複数の温度センサ 3 0 A ~ 3 0 C は、一体的に同時に作製した後に個々に切断することにより製造されており、この切断は、複数の温度センサ 3 0 A ~ C の共通の接続部 3 1 への接続の前および後のいずれで実施してもよい。

30

【 0 0 4 6 】

図示する態様では、温度センサアレイ 4 0 が、複数の温度センサとして、例示的に 3 つの温度センサ 3 0 A ~ 3 0 C を含むものを示しているが、複数の温度センサの数は 2 以上であれば特に限定されず、温度センサアレイ 4 0 の用途に応じて選択され得る。また、本実施形態では、温度センサアレイ 4 0 が、実施形態 3 の温度センサを複数含むものとして示しているが、実施形態 1 ~ 3 のいずれの温度センサを用いてもよい。

40

【 0 0 4 7 】

本実施形態の温度センサアレイ 4 0 によれば、複数の温度センサ 3 0 A ~ 3 0 C をそれぞれ別の被温度検知物に接触させて各温度を検知することができる。本実施形態の温度センサアレイ 4 0 によれば、複数の温度センサ 3 0 A ~ 3 0 C が共通の接続部 3 1 に接続されているので、共通の接続部 3 1 を測定回路等の外部装置（図示せず）に接続するだけで、複数の温度センサ 3 0 A ~ 3 0 C を一度に外部装置に接続できる。

【 0 0 4 8 】

本実施形態の温度センサアレイ 4 0 は、任意の適切な用途に利用され得るが、例えば、図 1 3 に示すように、リチウムイオン電池モジュールの複数のセル（電池）5 1 に対して、互いに隣接する 2 つのセル 5 1 間に温度センサ 3 0 A ~ 3 0 C を 1 つずつ挟み込んで利

50

用でき、これにより、各セル51の温度を検知することができる。図13では、複数のセル51のスタックに載置された電池モジュール回路基板53に温度センサレイ用回路基板55が組み込まれており、温度センサレイ用回路基板55に共通の接続部（例えばコネクタ）31を介して温度センサレイ40が接続されている。より詳細には、温度センサレイ40は、図12のように端部Yがコネクタ31に挿入されており、図13では温度センサレイ40がコネクタ31から、図13の斜視図に向かって手前に一旦引き出された後に折り曲げられて、電池モジュール回路基板51の裏面側に沿って引き廻されているが、図13に例示する態様に限定されない。リチウムイオン電池モジュール50において、隣接する2つのセル51間に挟まれた温度センサ30A～30Cのセンサ部10A～10Cは、セル51間で荷重が印加された（押圧された）状態になり得、かかる状態で想定される荷重（押圧力）に耐えつつ、高い温度検知精度を示すことが望まれる。本実施形態の温度センサレイ40の各温度センサ30A～30Cは、耐荷重性能に優れ、高い温度検知精度が得られるので、リチウムイオン電池モジュールにおいて各セルの温度を検知するのに好適に利用され得る。

10

【実施例】

【0049】

（比較例1）

比較例1は、センサ部を含めて、全体的に均一な厚さを有する温度センサに関する。

【0050】

Mn:Niを4:1（原子比）の割合で含む、平均粒径約0.2μmの金属酸化物粒子に、マンガンアセチルアセトネートを10質量%（金属酸化物粒子の全質量に対して）の割合で添加し、エタノールを溶媒として原料混合物を調製し、16時間混合した。これにより得られたスラリーの形態の原料混合物を、厚さ10μmの銅箔上にドクターブレード法により厚さ10μmのシートの形態で供給した。このシートを100℃で10時間乾燥させた後、加熱プレス機を用いて100MPaの加圧下にて250℃で30分間加熱して、前駆構造体を得た。この前駆構造体を250℃で10時間アニールして、残存し得る不要な有機物を除去して、構造体を得た。その後、得られた構造体のうち上記シートに由来する膜（サーミスタ層として機能し得る金属酸化物含有複合体層）の上にポリアミドイミドの前駆体液を10μmの厚さで塗布して、200℃で1時間加熱して、ポリアミドイミドを熱硬化させて樹脂基材とした。その後、樹脂基材と反対側の銅箔の表面にレジストを所定のパターンで塗布して、露光および現像し、銅箔の所定部分をエッチング除去し、残っているレジストを除去して、2つの型電極およびそれぞれから引き出された引出電極部をパターン形成した。銅箔のパターンは、図14（a）に模式的に示すように、型電極3の歯部分を上から見た外形寸法を幅1.5mmおよび長さ3.0mmとし、歯部分の幅方向両外側のそれぞれに型電極3の柄部分および引出電極部5を幅0.5mmおよび長さ150mmとした（センサ部の面積は幅3.0mmおよび長さ3.0mmであり、引出電極部は十分長いので配線としても理解され得る）。なお、図14（a）の型電極は模式的例示であり、型電極の詳細（型電極の各歯の寸法および数ならびにピッチ等）は図14（a）と異なり得る（以下の比較例および実施例においても同様である）。これにより得られた樹脂基材（厚さ約10μm）および金属酸化物含有複合体層（サーミスタ層：厚さ約10μm）の積層体であって、その上面にパターン形成された銅層（型電極および引出電極部：厚さ約10μm）を有する積層体の上に、銅層を被覆するように、カバー層としてポリイミドテープ（粘着層を有するポリイミドフィルム：厚さ約30μm）を貼った（図14（b）中、カバー層を斜線領域にて示す）。これにより得られた構造体をダイシングソーでカットして、図14（a）～（b）に示すように、幅約3mmおよび長さ約150mmであり、全体に亘って均一な60μmの厚さを有する温度センサを作製した。

20

30

40

【0051】

作製した温度センサを荷重試験に付した。より詳細には、温度センサを直径50mmおよび厚さ25mmの2つの鉄板の間に挟み、0.5トン（約5000N）での圧力印加を

50

5回繰り返して、同一温度での抵抗値変化（ $R(-)$ ）を測定した。なお、圧力印加時、感圧フィルム（富士フィルム株式会社製、「プレスケール」中圧用、検出感度10MPa、以下同様）を、温度センサの型電極（センサ部に対応する）と鉄板との間に挟んで圧力を測定したところ、センサ部に10MPa以上の荷重がかかっていることが確認された。結果を図15(a)に示す。図15(a)に示すように、荷重試験での抵抗変化率が5%以上で、温度検知の誤差が5より大きくなることがわかった。

【0052】

（比較例2）

比較例2は、センサ部を除く長手方向両外側部分が、全体的に均一な厚さを有する温度センサに関する。

10

【0053】

図16(a)～(b)に示すように、型電極3に隣接して、歯部分を有しない長さ3.0mmのダミー部Dを設け、型電極3に対応するセンサ部をカバー層で被覆しなかったこと以外は、比較例1と同様にして（カバー層の厚さ約30 μ m）温度センサを作製した（図16(b)中、カバー層を斜線領域にて示す）。この温度センサにおいては、型電極3に対応するセンサ部を除いて、ダミー部Dおよび引出電極部5をカバー層で被覆した。樹脂基材の裏面から型電極3の最も高い露出表面までの厚さは30 μ mであったのに対して、樹脂基材の裏面からカバー層の外表面までの厚さは60 μ mであった。

【0054】

作製した温度センサを比較例1と同様の荷重試験に付した。なお、圧力印加時、感圧フィルムを、温度センサの型電極（センサ部に対応する）と鉄板との間に挟んで圧力を測定したところ、比較例2でも、センサ部に10MPa以上の荷重がかかっていることが確認された。この結果、荷重試験での抵抗変化率が5%以上となり、満足できる温度検知精度が得られず、温度センサとして不適格であることがわかった。この温度センサでは、センサ部に荷重が直接的にかからない構造にしたものの、荷重によりカバー層が水平方向に変形し、水平方向の応力がサーミスタ層に伝播し、この結果、抵抗変化が起きたものと考えられる。上記の通りセンサ部に10MPa以上の荷重がかかっていることが確認されたのは、センサ部に水平方向に応力がかかり変形することで、結果的に、垂直方向に荷重が測定されたものと考えられる。

20

【0055】

（実施例1）

実施例1は、図1～2を参照して上述した実施形態1の温度センサに関する。

30

【0056】

型電極が存在する端部から長さ L_1 でカットしたカバー層を使用して、図17(a)～(b)に示すように上記端部から長さ L_1 の第1部分をカバー層（図17(b)中、斜線領域にて示す）で被覆しなかったこと以外は、比較例1と同様にして（カバー層の厚さ約30 μ m）温度センサを作製した。この温度センサにおいては、長さ L_1 を5.0mmとした。樹脂基材の裏面から型電極の最も高い露出表面までの厚さ（第1部分およびセンサ部の合計厚さ d_1 ）は30 μ mであったのに対して、樹脂基材の裏面からカバー層の外表面までの厚さ（第2部分の最大厚さ d_2 ）は60 μ mであった。

40

【0057】

作製した温度センサを比較例1と同様の荷重試験に付した。なお、圧力印加時、感圧フィルムを、温度センサの型電極（センサ部に対応する）と鉄板との間に挟んで圧力を測定し、センサ部に10MPa以上の荷重がかかっていないことを確認した。結果を図15(b)に示す。図15(b)に示すように、荷重試験での抵抗変化率が1%以下で、温度検知の誤差1以内を実現することができた。

【0058】

（実施例2）

実施例2は、図1～2を参照して上述した実施形態1の温度センサに関し、より詳細には、図6(a)の使用態様に関する。

50

【 0 0 5 9 】

樹脂基材の厚さ、カバー層を貼る位置、カバー層の厚さ（表面側に1枚または2枚以上積層し、場合により、樹脂基材の裏面全体に1枚または2枚以上を積層する等）を種々異ならせたこと以外は、実施例1と同様にして温度センサを作製した。これにより、第1部分およびセンサ部の合計厚さ d_1 、第2部分の最大厚さ d_2 および第1部分の長さ L_1 を変化させた。

【 0 0 6 0 】

作製した温度センサの上に、対向物体（図6（a）中、符号43にて示す）として厚さ t の金属板（60mm角のSUS板）を配置し、更にその外側上に厚さ1mmのフッ素ゴムを配置し、これらをプレス機の上下平板間に挟んで0.5トンの圧力を印加して、図6（a）に示すような金属板の変形に伴うセンサ部への荷重の印加を調べた。金属板の厚さ t 、第1部分およびセンサ部の合計厚さ d_1 、第2部分の最大厚さ d_2 、ならびに厚さ比 d_1/d_2 が異なる条件を設定した。そして、圧力印加時、感圧フィルムを、温度センサと金属板との間の全面を覆うように挟んで圧力を測定し、各条件で、センサ部に10MPa以上の荷重がかからない最も大きい L_1 （以下、「 L_{1MAX} 」と言う）を調べた。結果を表1および図18（a）～（c）に示す。

【 0 0 6 1 】

【表1】

No.	t (mm)	d_1 (mm)	d_2 (mm)	d_2-d_1 (mm)	d_1/d_2 (-)	L_{1MAX} (mm)
1	0.2	0.060	0.072	0.012	0.83	30.0
2	1.0	0.060	0.072	0.012	0.83	14.0
3	2.0	0.060	0.072	0.012	0.83	9.5
4	3.0	0.060	0.072	0.012	0.83	9.5
5	4.0	0.060	0.072	0.012	0.83	11.0
6	2.0	0.030	0.036	0.006	0.83	9.5
7	2.0	0.090	0.108	0.018	0.83	10.0
8	2.0	0.180	0.216	0.036	0.83	10.0
9	2.0	0.030	0.060	0.030	0.50	14.5
10	2.0	0.180	0.360	0.180	0.50	17.5
11	2.0	0.120	0.240	0.120	0.50	16.0
12	2.0	0.060	0.120	0.060	0.50	14.5
13	1.0	0.060	0.120	0.060	0.50	30.0
14	3.0	0.060	0.120	0.060	0.50	15.0
15	4.0	0.060	0.120	0.060	0.50	17.5
16	2.0	0.060	0.065	0.005	0.92	4.5
17	2.0	0.060	0.080	0.020	0.75	10.0
18	2.0	0.060	0.084	0.024	0.71	10.5
19	2.0	0.060	0.092	0.032	0.65	12.0
20	2.0	0.060	0.099	0.039	0.61	12.5
21	2.0	0.060	0.108	0.048	0.56	14.0

【 0 0 6 2 】

図18（a）は、 $d_1 = 0.06$ mm、かつ $d_1/d_2 = 0.5$ または 0.83 としたときの L_{1MAX} と t の関係を示すグラフである。図18（a）から理解されるように、 $d_1 = 0.06$ mmでは、 $d_1/d_2 = 0.5$ および 0.83 の双方の場合において（即ち、 d_1/d_2 によらずに）、 L_{1MAX} は、 $t = 2.0$ mmにおいて極小値を示した。これは次のように理解される。例えば図2に示すように、対向物体（図2中、符号43にて示す）

として、厚さ t が十分に大きい金属板を使用することを想定した場合、かかる金属板に圧力を印加しても金属板は実質的に変形せず、全ての圧力は第 2 部分（厚さ d_2 の部分）に印加され、 L_1 をいかに大きくしても、センサ部に 10 MPa 以上の荷重がかからず、理論的には、 $L_{1 \text{ MAX}}$ は無限大であると理解される。金属板の厚さ t が小さくなるにつれて、金属板が変形し易くなり、図 2 に模式的に示す状態から、図 6 (a) に模式的に示す状態へと移行する。なお、金属板の変形の程度は、金属板の厚さ t のほか、圧力（荷重）と金属の材料特性にも依存し得るが、実施例 2 の条件（および後述する、実施例 2 で想定している使用用途）では、これらによって大きく影響されないため、厚さ t による影響のみを考えればよい。金属板の厚さ t が小さくなるにつれて、金属板の変形量が次第に大きくなり、センサ部にかかる荷重が 10 MPa 以上となって $L_{1 \text{ MAX}}$ が現れ、センサ部にかかる荷重が増加するにつれて、 $L_{1 \text{ MAX}}$ の値が次第に減少することは容易に理解される。そして、金属板の厚さ t が更に小さくなり、金属板の変形量がより一層大きくなると、温度センサの上側の金属板と、温度センサの下側の物体（実施例 2 ではプレス機の下側平板であり、図 6 (a) 中、符号 41 にて示す被温度検知物に対応する）との接触面積が増えることにより、金属板からの荷重は、第 2 部分およびセンサ部だけでなく、かかる下側物体にもかかるようになり、第 2 部分およびセンサ部への荷重が相対的に小さくなる。よって、金属板の厚さ t が更に小さくなると、センサ部にかかる荷重が増加から減少に転じ、 $L_{1 \text{ MAX}}$ の値が減少から増加に転じることとなる。この結果、 $L_{1 \text{ MAX}}$ の値は、金属板の厚さ t との関係において極小値を示すこととなり、実施例 2 では、図 18 (a) に示すように、 $L_{1 \text{ MAX}}$ は、 $t = 2.0 \text{ mm}$ において極小値を示したものと理解される。

【0063】

図 18 (b) は、 $t = 2.0 \text{ mm}$ 、かつ $d_1 = 0.06 \text{ mm}$ としたときの $L_{1 \text{ MAX}}$ と d_1 / d_2 の関係を示すグラフである。図 18 (b) に示すように、 $d_1 = 0.06 \text{ mm}$ の場合、 $L_{1 \text{ MAX}}$ が極小値を示す $t = 2.0 \text{ mm}$ において、 $L_{1 \text{ MAX}}$ は、 d_1 / d_2 が増えるにつれて ($d_1 / d_2 = 0.50 \sim 0.83$ のデータにて) 直線的に減少するが、 d_1 / d_2 が 0.83 を超えると ($d_1 / d_2 = 0.92$ のデータにて) 急激に減少した。 $d_1 / d_2 = 0.83$ のとき、 $L_{1 \text{ MAX}}$ は 9.5 であった (表 1 の No. 3)。 $d_1 / d_2 = 0.50 \sim 0.83$ のデータから直線近似式を求めたところ、 $L_{1 \text{ MAX}} (\text{mm}) = -1.5 \times d_1 / d_2 + 2.2$ であった (図 18 (b) 中、近似直線を点線にて示し、 $d_1 / d_2 (-)$ および $L_{1 \text{ MAX}} (\text{mm})$ をそれぞれ x および y とした直線近似式を共に示す)。上述の通り、 $L_{1 \text{ MAX}} (\text{mm})$ は、センサ部に 10 MPa 以上の荷重がかからない最も大きい L_1 とし、図 18 (b) は、 $L_{1 \text{ MAX}}$ が極小値を示す $t = 2.0 \text{ mm}$ におけるデータである。よって、図 18 (b) の結果から、 $d_1 / d_2 \leq 0.83$ 、かつ、 $L_1 (\text{mm}) \leq -1.5 \times d_1 / d_2 + 2.2$ を満たす範囲であれば、センサ部に 10 MPa 以上の荷重がかからないことが確保されると理解される。更に確実に、 $d_1 / d_2 \leq 0.83$ 、かつ、 $L_1 \leq 9.5 \text{ mm}$ を満たす範囲で、センサ部に 10 MPa 以上の荷重がかからないことが理解される。なお、 $d_1 / d_2 > 0.83$ では、 $L_{1 \text{ MAX}}$ が急激に減少するため、印加される圧力（荷重）の大きさや測定環境等の影響を受け得ると考えられる。

【0064】

図 18 (c) は、 $t = 2.0 \text{ mm}$ 、かつ $d_1 / d_2 = 0.5$ または 0.83 としたときの $L_{1 \text{ MAX}}$ と d_1 の関係を示すグラフである。図 18 (c) では、 $L_{1 \text{ MAX}}$ が極小値を示す $t = 2.0 \text{ mm}$ において、 $L_{1 \text{ MAX}}$ は、 d_1 / d_2 が一定 (図示する例では 0.5 または 0.83) であれば、 d_1 によらずほぼ一定 (ほぼ横ばい) であった。よって、図 18 (a) および (b) から理解される事項は、 $d_1 = 0.06 \text{ mm}$ である場合のみならず、 d_1 が他の値である場合にも同様に当て嵌まると考えて差し支えないことが確認された。

【0065】

表 1 の結果は、温度センサの上に対向物体として配置した金属板を変形させたものであるが、温度センサの上下に同じ金属板を配置してこれらの間に温度センサを挟んだ場合も、これと同様の結果を示した。よって、例えば、 $L_1 = 9.5 \text{ mm}$ の第 1 部分にセンサ部が設けられた温度センサが、電池モジュールにおいて隣接するセル間などの金属板間に挟

まれて使用される場合、 d_1 / d_2 は0.83以下とすることが好ましいことが理解される。

【0066】

実施例2では、温度センサを、電池モジュールにおいて隣接するセル間に挟んで使用する場合を想定して、かかる使用用途において最小と考えられる60mm角のSUS板を使用し、かつ、かかる使用用途においては最大と考えられる0.5トンの圧力（面積あたりの圧力ではなく実荷重を想定するのが好ましい）を印加するものとし、代表的にセンサ部の幅を3.0mm（図17参照）として、センサ部にかかる荷重が10MPa以下となる条件で、上記の結果を得た。しかしながら、金属板（SUS板）が60mm角より小さく、印加される圧力が0.5トンより大きく、センサ部の幅が3mmよりも小さく、および / またはセンサ部にかかる荷重の上限が10MPaより小さい場合には、 $d_1 / d_2 = 0.83$ となる L_{1MAX} の値（換言すれば、 $d_1 / d_2 = 0.83$ の場合の L_1 の好ましい上限値）は、9.5mmより小さくなり得、実施例2と同様の試験により求めることができる。

10

【0067】

（実施例3）

実施例3は、図7を参照して上述した実施形態3の温度センサ、より詳細には図8に示した具体例の温度センサに関する。

【0068】

厚さ10 μ mのポリイミド基板に厚さ10 μ mの銅箔が所定のパターンで形成されたフレキシブルプリント基板（FPC）を準備した。銅箔のパターンは、図19（a）に模式的に示すように、型電極3の歯部分を上から見た外形寸法を幅1.5mmおよび長さ3.0mmとし、歯部分の幅方向両外側のそれぞれに型電極3の柄部分および引出電極部5を幅0.5mmおよび長さ4.5mmで形成した（センサ部の面積は幅3.0mmおよび長さ3.0mmであった）。このFPC上に、型電極3を埋設被覆するようにサーミスタ層を、比較例1にて上述した金属酸化物含有複合層の形成方法と同様にして、型電極3の上面からの高さが10 μ mとなる厚さで形成した。サーミスタ層を上面から見た外形寸法は幅約3.0mmおよび長さ約3.0mmとした。サーミスタ層の上面全体に、カバー層としてポリイミドテープ（粘着層を有するポリイミドフィルム：厚さ約30 μ m）を貼った。これにより、図19（a）～（b）に模式的に示すように、センサ部がカバー層（図19（b）中、斜線領域にて示す）で被覆され、引出電極部5が露出したサーミスタ素子を作製した。

20

30

【0069】

他方、厚さ100 μ mのポリイミド基材に、厚さ10 μ mの2つの銅配線が2mmピッチで形成され、その上を被覆するようにポリイミドフィルムのカバー層が形成された全体厚さ135 μ mのフレキシブルフラットケーブル（FFC）を準備した。このFFCの一方の端部において、カバー層が該端部から長さ3mmで設けられておらず、2つの配線が露出していた。

【0070】

そして、このFFCの配線露出領域と、上記で作製したサーミスタ素子のカバー層で被覆していない領域とを、これらの間に、幅3mmおよび長さ1mmの異方導電性フィルム（ACF）を（図19（b）に示される長さ L_2 の領域に）配置して重ね合わせて、2MPaの荷重を印加しながら180°で接合した。これにより、上記サーミスタ素子の2つの引出電極部5と、上記FFCの2つの配線とを各々電気接続して、温度センサを作製した。温度センサにおいて、ACFに由来する接合部のうち、引出電極部5と配線との間の部分の厚さは10 μ mであった。またこの温度センサにおいて、サーミスタ素子のポリイミド基板の裏面からサーミスタ素子のカバー層の外表面までの厚さ（第1部分およびセンサ部の合計厚さ d_1 ）は60 μ mであったのに対して、サーミスタ素子のポリイミド基板の裏面から接合部を含んでFFCのポリイミド基材の外表面までの厚さ（第2部分の最大厚さ d_2 ）は140 μ mであった。またこの温度センサにおいて、第1部分の長さ L_1 は

40

50

3.5 mm、第2部分の長さ L_2 は1.0 mm、接合部の面積（第2部分の被温度検知物と接触する第1面A'の面積）は3 mm²であった。

【0071】

作製した温度センサを比較例1と同様の荷重試験に付した。この実施例3の結果は、図15(b)に示す実施例1の結果と同様に、荷重試験での抵抗変化率が1%以下で、温度検知の誤差1%以内を実現することができた。

【0072】

また、この温度センサのうちサーミスタ素子のポリイミド基板の裏面を、50℃に設定した10 mm角のヒーター表面に貼り（ヒーターの実温度 T_h ）、温度センサのうちFFCのポリイミド基材の表面を、10 mm角で厚さ10 mmのアルミ板に接触させて、ヒーター表面の温度として温度センサの測定値を取得した（測定温度 T_{m1} ）。1時間経過時点における $T_{m1} - T_h$ の温度差は0.5%以内であった。被温度検知物であるヒーターの被測定対象面積（この例では加熱面積）が100 mm²であったのに対して、温度センサの第2部分の被温度検知物と接触する第1面A'の面積は3 mm²であった。よって、被温度検知物の被測定対象面積に対して、第1面A2'の面積を3%以下にすることにより、高い温度検知精度が得られることが示された。

【0073】

また、この温度センサのうちサーミスタ素子のポリイミド基板の裏面を、50℃に設定した60 mm角のヒーター表面に貼り、温度センサのうちFFCのポリイミド基材の表面を、60 mm角で厚さ1 mmのアルミ板に接触させ、更にアルミ板の外側に厚さ1 mmのフッ素ゴムを配置し、これらをプレス機に挟んで0.5トンの圧力を印加して（図6(b)に示すように、アルミ板を变形させてヒーター表面に接触させた）、ヒーター表面の温度として温度センサの測定値を取得するとともに（測定温度 T_{m1} ）、このアルミ板の表面の温度を別の温度測定器で測定した（測定温度 T_{m2} ）。また、温度センサを用いなかった場合として、50℃に設定した60 mm角のヒーター表面に、60 mm角で厚さ1 mmのアルミ板を接触させ、更にアルミ板の外側に厚さ1 mmのフッ素ゴムを配置し、これらをプレス機に挟んで0.5トンの圧力を印加して、アルミ板の表面の温度を別の温度測定器で測定した（測定温度 T_{m0} ）（なお、熱抵抗のロスを考慮すると一般に、 $T_{m0} = T_{m2} - T_{m1}$ と想定されることに留意されたい）。この結果、 $T_{m0} - T_{m2}$ 、 $T_{m0} - T_{m1}$ 、 $T_{m2} - T_{m1}$ の温度差がいずれも0.5%以内であった。よって、放熱性を必要とする場合にも、高い温度検知精度が得られることが示された。

【0074】

上述した温度センサの作製方法のうち、サーミスタ素子の作製において、サーミスタ層の上面全体にカバー層としてポリイミドテープを貼らずに、下記(a)~(d)の改変を行ったこと以外は同様にして、合計4つの温度センサを更に作製した。

(a) サーミスタ素子のポリイミド基板（厚さ10 μm）の裏面をそのままとした（よって、 $d_1 = 30 \mu\text{m}$ および $d_2 = 140 \mu\text{m}$ ）

(b) サーミスタ素子のポリイミド基板（厚さ10 μm）の裏面全体に、厚さ30 μmのポリイミドテープ（粘着層を有するポリイミドフィルム）を貼った（よって、 $d_1 = 60 \mu\text{m}$ および $d_2 = 170 \mu\text{m}$ ）

(c) サーミスタ素子のポリイミド基板（厚さ10 μm）の裏面全体に、厚さ60 μmのポリイミドテープ（粘着層を有するポリイミドフィルム）を貼った（よって、 $d_1 = 90 \mu\text{m}$ および $d_2 = 200 \mu\text{m}$ ）

(d) サーミスタ素子のポリイミド基板（厚さ10 μm）の裏面全体に、厚さ90 μmのポリイミドテープ（粘着層を有するポリイミドフィルム）を貼った（よって、 $d_1 = 120 \mu\text{m}$ および $d_2 = 230 \mu\text{m}$ ）

これら4つの温度センサの各々を上記と同様に評価した。すなわち、温度センサを、サーミスタ素子のポリイミド基板の裏面を、50℃に設定した60 mm角のヒーター表面に貼り、温度センサのうちFFCのポリイミド基材の表面を、60 mm角で厚さ1 mmのアルミ板に接触させ、更にアルミ板の外側に厚さ1 mmのフッ素ゴムを配置し、これらをプ

レス機に挟んで0.5トンの圧力を印加して(図6(b)に示すように、アルミ板を変形させてヒーター表面に接触させた)、ヒーター表面の温度として温度センサの測定値を取得するとともに(測定温度 T_{m1})、このアルミ板の表面の温度を別の温度測定器で測定した(測定温度 T_{m2})。この結果、これら4つの温度センサのいずれにおいても、 $T_{m0} - T_{m2}$ 、 $T_{m0} - T_{m1}$ 、 $T_{m2} - T_{m1}$ の温度差がいずれも0.5以内であった。よって、最大厚さ d_2 が $230\mu\text{m}$ 以下、特に $200\mu\text{m}$ 以下である場合、センサ部と被温度検知物との間に存在するポリイミド基板の厚さ(第1部分(および第1部分拡張部)の厚さ)は、温度検知精度に実質的に影響しないことがわかった。

【0075】

実施例3で示された効果は、センサ部の構造を、実施例1のようにサーミスタ層と電極との配置を変更した場合や、型電極の代わりに、分割電極や平面電極を適用した場合にも同様に得られるものと考えられる。

【0076】

(実施例4)

実施例4は、図12を参照して上述した実施形態4の温度センサアレイに関する。

【0077】

実施例3と同様にして、サーミスタ素子を3個作製した。他方、ポリイミド基材に、厚さ $10\mu\text{m}$ の6つの銅配線が 2mm および 1mm の交互ピッチで形成され、その上を被覆するようにポリイミドフィルムのカバー層が形成された全体厚さ $135\mu\text{m}$ のフレキシブルフラットケーブル(FFC)を準備した。このFFCの両方の端部において、カバー層が該端部から長さ 3mm で設けられておらず、6つの配線が露出していた。このFFCの他方の端部において、配線露出領域と反対側のポリイミド基材の表面に補強板が設けられていた。

【0078】

そして、このFFCの配線露出領域(補強板がないほうの一方の端部)と、上記で作製した3つのサーミスタ素子のカバー層で被覆していない領域とを、これらの中に、幅 9mm および長さ 1mm の異方導電性フィルム(ACF)を配置して重ね合わせて、 2MPa の荷重を印加しながら 180° で接合した。これにより、上記3つのサーミスタ素子のそれぞれ2つの引出電極部5と、上記FFCの6つの配線とを各々電気接続した。これにより得られた構造体を、FFCの6つの配線が2つずつとなるように、補強版が存在する他方の端部側部分を残して3分割した。その後、補強版が存在する他方の端部側部分を、市販の 1mm ピッチの9ピンのコネクタに挿入して接続した。これにより、図12に模式的に示すような温度センサアレイを作製した。

【0079】

作製した温度センサアレイは、コネクタを測定用回路基板に接続することが可能であり、3つのセンサ部の全部において、実施例3と同様に高い温度検知精度が得られた。

【0080】

その他、実施例3で上述した説明が、実施例4の温度センサアレイにも当て嵌まり得る。

【産業上の利用可能性】

【0081】

本発明の温度センサおよび温度センサアレイは、全体としてフレキシブルかつ薄く構成することができ、被温度検知物の温度を検知するための様々な用途に利用され得る。例えば、被温度検知物に接触させて押し付けた状態(特に、被温度検知物とこれに対向する物体との間で押圧された状態)で、被温度検知物の温度を検知する場合に好適に利用され得る。

【0082】

本願は、2020年3月31日付けで日本国にて出願された特願2020-64343に基づく優先権を主張し、その記載内容の全てが、参照することにより本明細書に援用される。

【符号の説明】

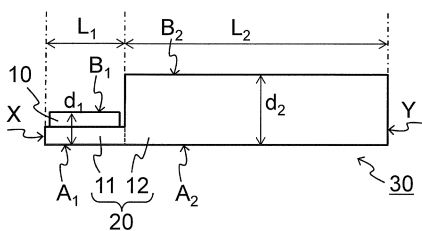
【 0 0 8 3 】

- 1 サーミスタ層
- 3、3' 電極
- 5 引出電極部
- 7 カバー層
- 10 センサ部
- 11 第1部分
- 12、12' 第2部分
- 12a 第1部分拡張部
- 12b 第3部分拡張部 10
- 12c 接合部
- 13 第3部分
- 15、15' 断熱性材料または放熱性材料
- 20、20'、20'' フレキシブル基板
- 21 第1基材
- 23 第2基材
- 25 配線
- 27 カバー層
- 29 補強板
- 30、30'、30''、30A、30B、30C 温度センサ 20
- 31 共通の接続部
- 40 温度センサアレイ
- 41 被温度検知物
- 43 対向物体
- 50 リチウムイオン電池モジュール
- 51 セル
- 53 電池モジュール回路基板
- 55 温度センサアレイ用回路基板
- A₁ センサ部と反対側の面
- B₁ センサ部の露出面 30
- A₂、A₂' 第1面
- B₂、B₂' 第2面
- A₃ 第3面
- B₃ 第4面
- d₁、d₂、d₃ 厚さ
- X、Y 端部

【 図面 】

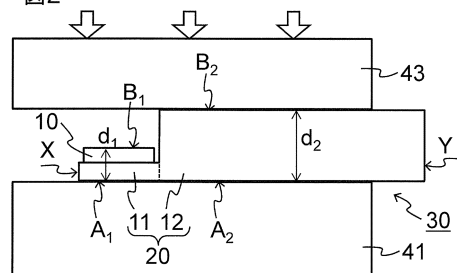
【 図 1 】

図1



【 図 2 】

図2



10

20

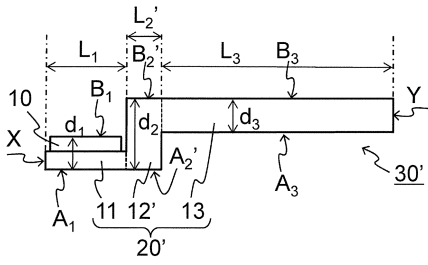
30

40

50

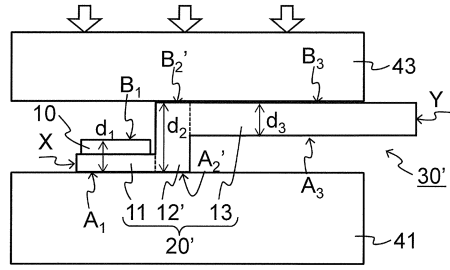
【 図 3 】

図3



【 図 4 】

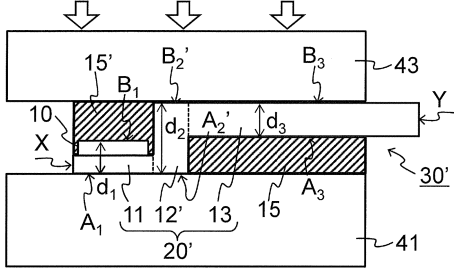
図4



10

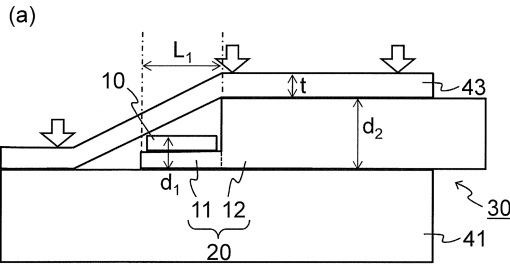
【 図 5 】

図5



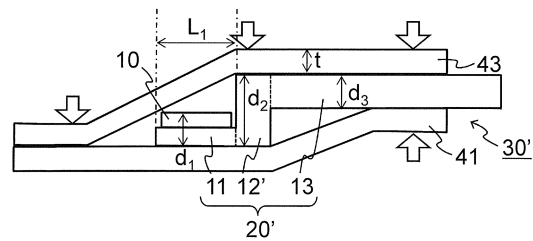
【 図 6 】

図6



20

(b)



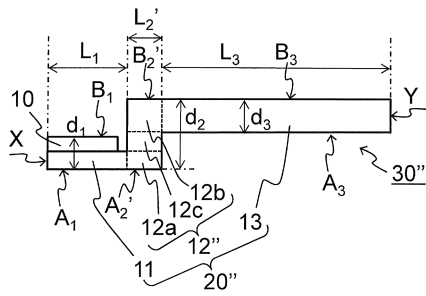
30

40

50

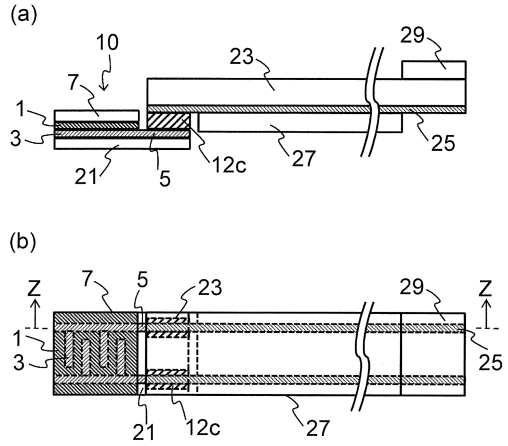
【 図 7 】

図7



【 図 8 】

図8

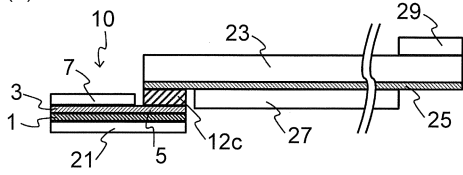


10

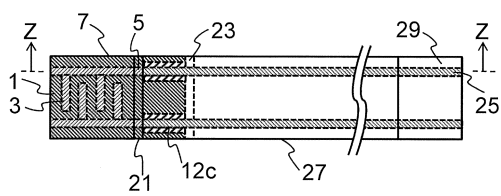
【 図 9 】

図9

(a)



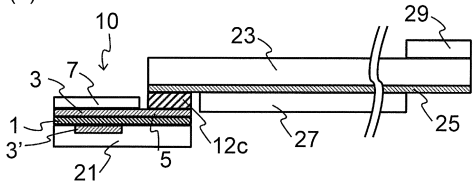
(b)



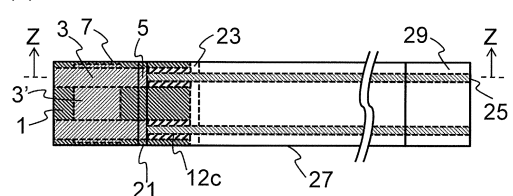
【 図 10 】

図10

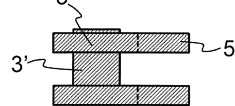
(a)



(b)



(c)



20

30

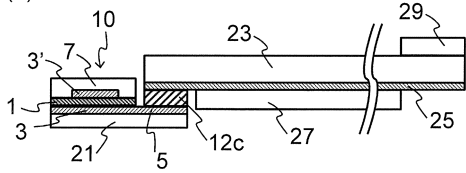
40

50

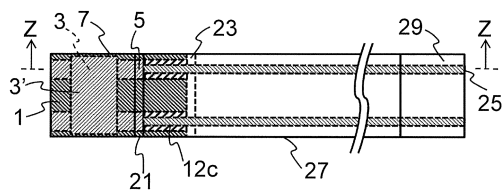
【図 1 1】

図 11

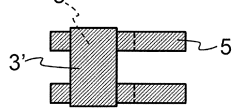
(a)



(b)

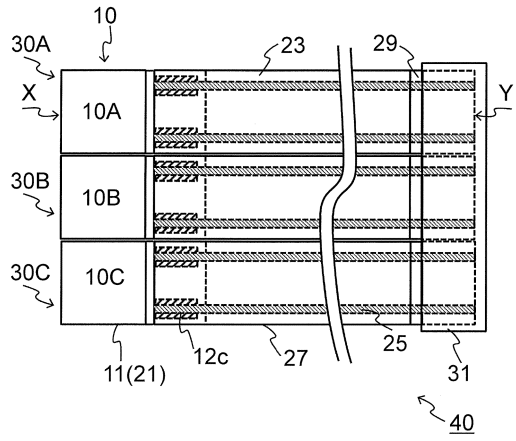


(c)



【図 1 2】

図 12

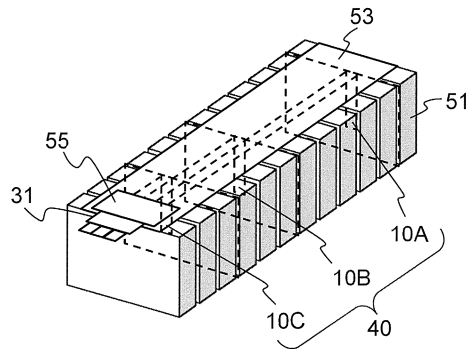


10

20

【図 1 3】

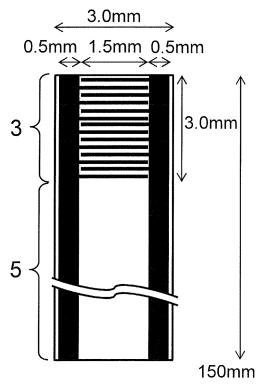
図 13



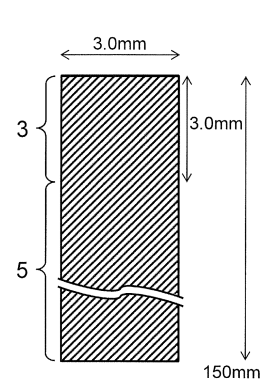
【図 1 4】

図 14

(a)



(b)



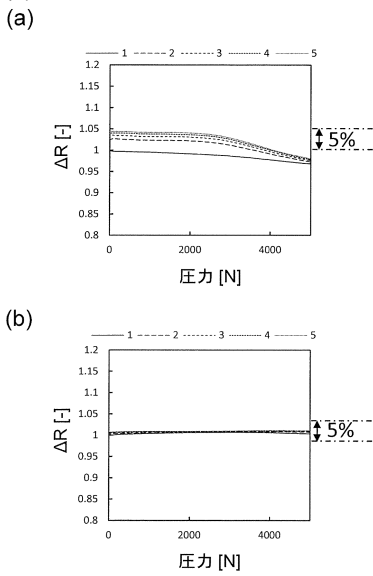
30

40

50

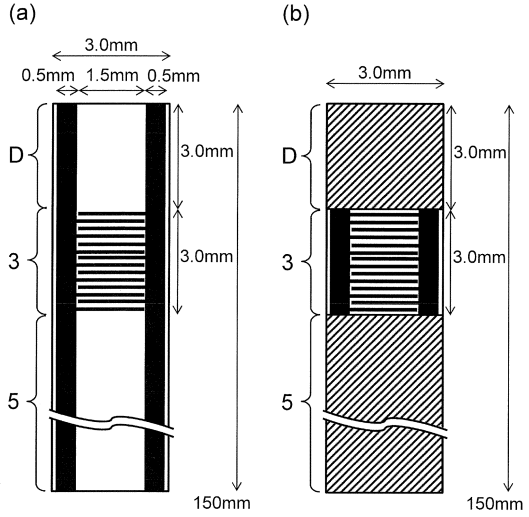
【 15 】

15



【 16 】

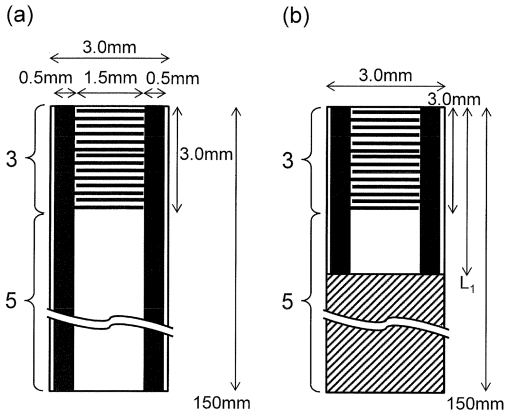
16



10

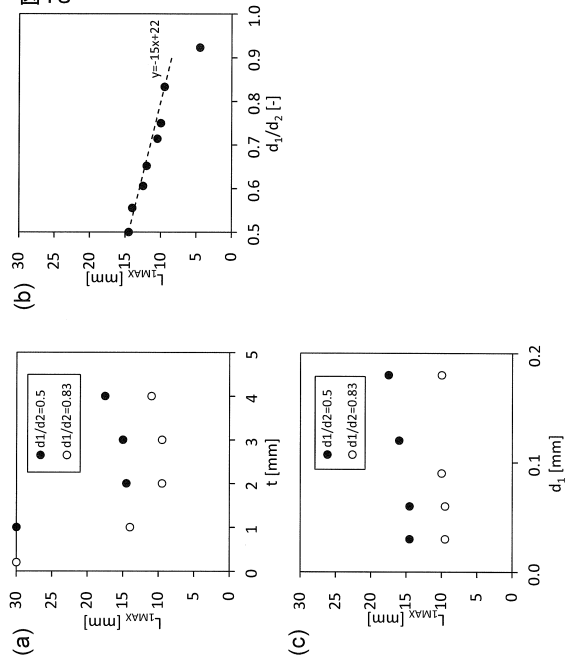
【 17 】

17



【 18 】

18



20

30

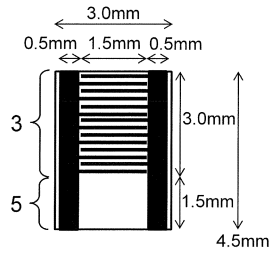
40

50

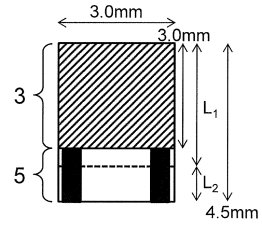
【 図 19 】

図 19

(a)



(b)



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 株式会社村田製作所内
(72)発明者 青木 法久
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
- (72)発明者 角田 正和
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
- 審査官 吉田 久
- (56)参考文献 特開2019-74326(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0182745(US,A1)
特開2015-129731(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01K 1/00-19/00