

(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
2013 年 11 月 14 日(14.11.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/168708 A1

- (51) 国際特許分類:
G01J 1/02 (2006.01) *G01J 5/12* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/062842
- (22) 国際出願日: 2013 年 5 月 7 日(07.05.2013)
- (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 2012-107686 2012 年 5 月 9 日(09.05.2012) JP
- (71) 出願人: アルプス電気株式会社(ALPS ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 尾崎 恭輔(OZAKI, Kyosuke); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 渡部 弘也(WATABE, Koya); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 和賀聡(WAGA, Satoshi); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 野▲崎▼ 照夫, 外(NOZAKI, Teruo et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋 1-2-1 1 オーク池袋ビルディング 3 F Tokyo (JP).

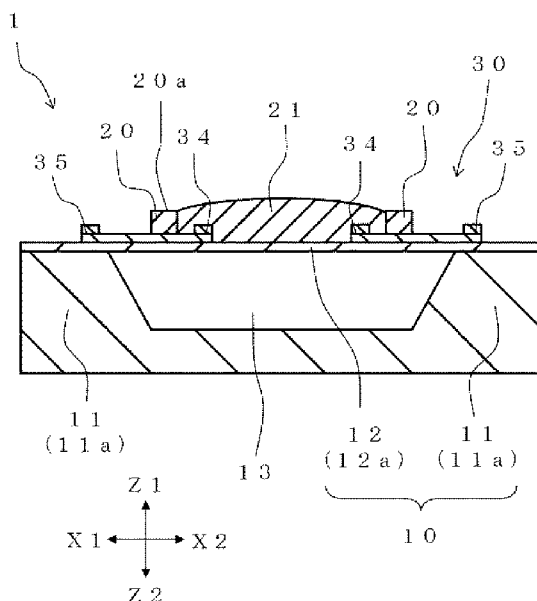
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: THERMOPILE INFRARED SENSOR AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: サーマパイル型赤外線センサ及びその製造方法



(57) Abstract: [Problem] The purpose of the present invention is to provide a thermopile infrared sensor and a method for manufacturing same, in which sensitivity can be improved and the formation of an infrared-absorbing film that covers the cold junction is prevented. [Solution] A thermopile infrared sensor (10) having a substrate (11), a thermopile element (30), and an infrared-absorbing film (21), having the thermopile element (30) and the infrared-absorbing film (21) formed on the substrate (11), and having a temperature difference that can be detected between the heat junction (34) and the cold junction (35) of the thermopile element (30), wherein a range-restricting member (20) for restricting the formation range of the infrared-absorbing film (21) is formed between the infrared-absorbing film (21) and the cold junction (35).

(57) 要約: 【課題】本発明は、赤外線吸収膜が冷接点を覆うように形成されることを防止して、感度を向上させることが可能なサーモパイル型赤外線センサ及びその製造方法を提供することを目的とする。【解決手段】基材 11 と、サーモパイル素子 30 と、赤外線吸収膜 21 とを有し、サーモパイル素子 30 と赤外線吸収膜 21 とは、基材 11 に形成されており、サーモパイル素子 30 の冷接点 35 と温接点 34 との温度差を検知可能となるサーモパイル型赤外線

センサ 10 であって、赤外線吸収膜 21 と冷接点 35 との間には、赤外線吸収膜 21 の形成範囲を規制する範囲規制部材 20 が形成されていることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：サーモパイル型赤外線センサ及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、サーモパイル型赤外線センサ及びその製造方法に関し、特に、赤外線吸収膜を有するサーモパイル型赤外線センサ及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 産業機器や体温計などに、対象物からの赤外線を非接触で検知して温度を測定するために赤外線センサが用いられている。このような赤外線センサとして、サーモパイル型赤外線センサが知られている。

[0003] 従来例のサーモパイル型赤外線センサは、基材と、2つの異種材料が交互に直列接続されたサーモパイル素子と、赤外線吸収膜とを有して構成される。基材は、薄肉部としてのメンブレンと、薄肉部の周囲に形成された厚肉部としての基部とを有して構成される。また、サーモパイル素子は温接点と冷接点とを有しており、冷接点は厚肉部としての基部に形成され、温接点は薄肉部としてのメンブレンに形成されている。サーモパイル型赤外線センサが赤外線を受光したときに、冷接点と温接点とで温度差が生じて、ゼーベック効果により起電力が発生する。この起電力に基づいて赤外線が検知される。

[0004] 近年、サーモパイル型赤外線センサのモバイル機器などへの搭載が検討されており、小型化が望まれている。この場合、サーモパイル素子の冷接点と温接点との距離が小さくなり、接点間の温度差を大きくすることが困難であるため、サーモパイル型赤外線センサの感度が低下する。サーモパイル型赤外線センサを小型化した場合であっても感度を向上させるために、温接点の上を覆うように赤外線吸収膜が設けられており、外部から入射した赤外線は赤外線吸収膜に吸収され、そして熱変換される。これによって、温接点の温度が上昇して、冷接点と温接点との温度差を効果的に大きくすることができ、サーモパイル型赤外線センサの感度を向上させることができる。

[0005] このような、赤外線吸収膜を有するサーモパイル型赤外線センサは、例えば下記特許文献１に記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特開２０００－０６５６３８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 図１３には、従来例のサーモパイル型赤外線センサ１０１の課題を説明するための平面図を示し、図１４には、図１３のＸⅠⅤ－ＸⅠⅤ線で切断したときの断面図を示す。図１３に示すように、基材１１０には、第１の熱電材料層１３１と第２の熱電材料層１３２とが交互に接続されたサーモパイル素子１３０が形成されている。図１４に示すように、第１の熱電材料層１３１と第２の熱電材料層１３２とが接続された温接点１３４は薄肉部１１２ａとしてのメンブレン１１２に形成され、冷接点１３５は厚肉部１１１ａとしての基部１１１に位置して形成されている。そして、メンブレン１１２の中央部には温接点１３４を覆うように赤外線吸収膜１２１が形成されている。

[0008] 赤外線吸収膜１２１は、赤外線吸収材料を含む溶液をスクリーン印刷法によって塗布した後に硬化して形成される。しかしながら、赤外線吸収材料を含む溶液は流動性を有しているため、塗布した際の初期の溶液の形成範囲１２１ａよりも外側に流動して、実際の形成範囲１２１ｂまで広がってしまう。そのため、図１３及び図１４に示すように、赤外線吸収膜１２１が冷接点１３５を覆うように形成される場合がある。

[0009] 特に、サーモパイル型赤外線センサ１０１の小型化を図る場合、冷接点１３５と温接点１３４との距離が小さくなるため、赤外線吸収材料を含む溶液が流動して広がり、冷接点１３５を覆いやすくなる。また、隣り合う第１の熱電材料層１３１と第２の熱電材料層１３２との間隔も小さくなる。その結果、この隣り合う熱電材料層の間に形成される細い凹状の溝を伝って赤外線

吸収材料を含む溶液が流動しやすくなる。そのため、実際の形成範囲 1 2 1 b が、初期の溶液の形成範囲 1 2 1 a よりも外側に広がってしまう。

[0010] さらにサーモパイル型赤外線センサ 1 0 1 の感度を向上させるためには、冷接点 1 3 5 と温接点 1 3 4 との温度差を大きくする必要がある。外部から赤外線が入射したときの温接点 1 3 4 の温度上昇を大きくするために、赤外線吸収膜 1 2 1 を厚く形成して赤外線の吸収量を高くすることが望ましい。しかし、温接点 1 3 4 近傍の赤外線吸収膜 1 2 1 を厚く形成しようとすると、赤外線吸収材料を含む溶液の実際の形成範囲 1 2 1 b が、初期の溶液の形成範囲 1 2 1 a よりも、より外側に広がり易くなり、赤外線吸収膜 1 2 1 が冷接点 1 3 5 を覆って形成されてしまう。

[0011] 図 1 3 及び図 1 4 に示すように、赤外線吸収材料を含む溶液が冷接点 1 3 5 を覆うところまで広がって流れ出た状態で硬化されて、赤外線吸収膜 1 2 1 が形成されると、サーモパイル型赤外線センサ 1 0 1 が赤外線を受光したときに、温接点 1 3 4 だけではなく冷接点 1 3 5 についても赤外線吸収膜 1 2 1 によって温度が上昇するため、温接点 1 3 4 と冷接点 1 3 5 との温度差が小さくなってしまう。このため、サーモパイル型赤外線センサ 1 0 1 の感度が低下するという課題が生じる。

[0012] 本発明は、上記課題を解決して、赤外線吸収膜が冷接点を覆うように形成されることを防止して、感度を向上させることが可能なサーモパイル型赤外線センサ及びその製造方法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

[0013] 本発明のサーモパイル型赤外線センサは、基材と、サーモパイル素子と、赤外線吸収膜とを有し、前記サーモパイル素子と前記赤外線吸収膜とは、前記基材に形成されており、前記サーモパイル素子の冷接点と温接点との温度差を検知可能としてなるサーモパイル型赤外線センサであって、前記赤外線吸収膜と前記冷接点との間には、前記赤外線吸収膜の形成範囲を規制する範囲規制部材が形成されていることを特徴とする。

[0014] これによれば、赤外線吸収膜を形成する際に赤外線吸収材料を含む溶液が

流動した場合であっても、範囲規制部材によって赤外線吸収材料を含む溶液の流動が規制される。すなわち、赤外線吸収材料を含む溶液が、初期の溶液の形成範囲よりも外側に流動して拡がってしまうことを防ぐことができる。これにより、赤外線吸収膜が冷接点を覆うように形成されることを防止することができる。また、外部からの赤外線を受光したときに、冷接点は赤外線吸収膜に覆われていないため温度上昇が抑制されて、温接点と冷接点との温度差を大きくすることができる。したがって、面積を小型化しても、サーモパイル素子からのセンサ出力を大きくすることができ、サーモパイル型赤外線センサの感度を向上させることが可能となる。

[0015] 本発明のサーモパイル型赤外線センサによれば、赤外線吸収膜が冷接点を覆うように形成されることを防止して、感度を向上させることが可能である。

[0016] 本発明のサーモパイル型赤外線センサにおいて、前記範囲規制部材は前記温接点と前記冷接点との間に形成されているとともに前記赤外線吸収膜は前記温接点を覆うように形成されていることが好適である。前記温接点と前記冷接点との間に前記範囲規制部材が形成されることにより、赤外線吸収材料を含む溶液が、初期の溶液の形成範囲よりも外側に流動して拡がってしまうことを防止できる。そのため、赤外線吸収膜が冷接点を覆うように形成されることを防止できる。また、赤外線吸収膜が前記温接点を覆うように形成されるため、冷接点の温度上昇を抑制するとともに、温接点の温度を効果的に上昇させることが可能である。したがって、冷接点と温接点との温度差を大きくすることができ、サーモパイル型赤外線センサの感度を効果的に向上させることが可能となる。

[0017] 本発明のサーモパイル型赤外線センサにおいて、前記範囲規制部材は前記温接点の上に形成されるとともに前記赤外線吸収膜は前記温接点に近接して形成されていることが好適である。これによれば、温接点の上に前記範囲規制部材が形成されることにより、赤外線吸収材料を含む溶液が初期の溶液の形成範囲よりも外側に流動して拡がってしまうことを防止できる。そのため

、赤外線吸収膜が冷接点を覆うように形成されることを防止できる。また、赤外線吸収膜が前記温接点に近接して形成されるため、冷接点の温度上昇を抑制するとともに、温接点の温度を効果的に上昇させることが可能である。したがって、冷接点と温接点との温度差を大きくすることができ、サーモパイル型赤外線センサの感度を効果的に向上させることが可能となる。

[0018] 本発明のサーモパイル型赤外線センサにおいて、前記サーモパイル素子は、平面パターンがミアンド状の熱電材料を有して構成されており、前記ミアンド状の前記サーモパイル素子の幅方向における断面視において、前記範囲規制部材は、前記熱電材料の間に有する間隙を充填して形成されていることが好適である。このように範囲規制部材を形成することにより、赤外線吸収膜を形成する際に、赤外線吸収材料を含む溶液が、幅方向に隣り合う熱電材料の間の間隙を伝って流動し難くなる。その結果、赤外線吸収膜が冷接点を覆うように形成されることを確実に防止することができる。

[0019] 本発明のサーモパイル型赤外線センサにおいて、前記基材は、薄肉部と、前記薄肉部の周囲に形成された厚肉部とを有し、前記温接点は前記薄肉部に形成されるとともに前記冷接点は前記厚肉部に形成されており、前記範囲規制部材は、前記薄肉部の中央部を囲うように形成されていることが好ましい。これによれば、温接点及び赤外線吸収膜は、熱容量の小さい薄肉部に形成されて、冷接点は熱容量の大きい厚肉部に形成されるため、温接点と冷接点との温度差をより大きくすることが可能である。また、薄肉部の中央部を囲うように範囲規制部材を形成することにより、赤外線吸収材料を含む溶液の流動が規制されて、赤外線吸収材料を含む溶液が、初期の溶液の形成範囲よりも外側に流動して拡がってしまうことを確実に防止できる。したがって、サーモパイル型赤外線センサの感度を効果的に向上させることができる。

[0020] 本発明のサーモパイル型赤外線センサにおいて、前記範囲規制部材は、凸形状の壁部であることが好ましい。これによれば、赤外線吸収膜を形成する際に、赤外線吸収材料を含む溶液が凸形状の壁部によりせき止められて、赤外線吸収膜の形成範囲よりも冷接点側に流動することを確実に防止すること

ができる。

[0021] 本発明のサーモパイル型赤外線センサにおいて、前記赤外線吸収膜は、前記範囲規制部材の高さよりも高く形成されていることが好適である。こうすれば、赤外線吸収膜の赤外線吸収量が上昇して、温接点と冷接点との温度差をより大きくすることができることから、サーモパイル型赤外線センサの感度をより向上させることができる。

[0022] 本発明のサーモパイル型赤外線センサの製造方法は、

(a) 前記サーモパイル素子が形成された前記基材を用意して、前記赤外線吸収膜の形成範囲を設定するとともに、前記赤外線吸収膜の前記形成範囲を規制する範囲規制部材を、前記形成範囲と前記冷接点との間に形成する工程と、

(b) 赤外線吸収材料を含む溶液を前記形成範囲に塗布して前記赤外線吸収膜を形成する工程と、を含むことを特徴とする。

[0023] これによれば、(b)の工程で赤外線吸収材料を含む溶液が流動した場合であっても、赤外線吸収材料を含む溶液が範囲規制部材によって規制される。すなわち、赤外線吸収材料を含む溶液が、初期の溶液の形成範囲よりも外側に流動して拡がってしまうことを防ぐことができる。これにより、赤外線吸収膜が冷接点を覆うように形成されることを防止することができる。また、外部からの赤外線を受光したときに、冷接点は赤外線吸収膜に覆われていないため温度上昇が抑制されて、温接点と冷接点との温度差を大きくすることができる。したがって、面積を小型化しても、サーモパイル素子からのセンサ出力を大きくすることができ、サーモパイル型赤外線センサの感度を向上させることが可能となる。

[0024] 本発明のサーモパイル型赤外線センサの製造方法によれば、赤外線吸収膜が冷接点を覆うように形成されることを防止して、感度を向上させることが可能である。

[0025] 本発明のサーモパイル型赤外線センサの製造方法において、前記(a)の工程の後に、前記温接点と重なる位置における前記基材をエッチングにより

除去して薄肉部を形成する工程を含むことが好ましい。これにより、温接点が形成された箇所の熱容量を小さくすることができ、温接点と冷接点との温度差を大きくすることができる。

[0026] 前記（a）の工程において、前記薄肉部の中央部を囲うように前記範囲規制部材を形成することが好ましい。これによれば、赤外線吸収材料を含む溶液の流動が規制されて、赤外線吸収材料を含む溶液が、初期の溶液の形成範囲よりも外側に流動して拡がってしまうことを確実に防止できる。したがって、赤外線吸収膜が冷接点を覆うように形成されることを防止して、サーモパイル型赤外線センサの感度を向上させることができる。

[0027] 本発明のサーモパイル型赤外線センサの製造方法は、前記（b）の工程において、前記範囲規制部材の高さよりも前記溶液が高くなるように前記溶液を塗布することが好適である。これによれば、溶液の表面張力を利用して赤外線吸収膜を厚く形成することができる。したがって、赤外線吸収膜の赤外線吸収量が上昇して、温接点と冷接点との温度差をより大きくすることができ、サーモパイル型赤外線センサの感度をより向上させることができる。

[0028] 前記（b）の工程において、前記溶液をインクジェット印刷法により塗布することが好適である。これによれば、赤外線吸収材料を含む溶液を塗布する際に、薄肉部に非接触で塗布形成することができ、製造工程において薄肉部が破壊されることを防止できる。

[0029] 前記（b）の工程において、前記溶液を熱硬化または紫外線硬化によって硬化することによって前記赤外線吸収膜を形成することが好ましい。これによれば、赤外線吸収材料を含む溶液を簡単な工程で短時間に硬化して、赤外線吸収膜を形成することができる。

発明の効果

[0030] 本発明のサーモパイル型赤外線センサ及びその製造方法によれば、赤外線吸収膜を形成する際に赤外線吸収材料を含む溶液が流動した場合であっても、範囲規制部材によって赤外線吸収材料を含む溶液の流動が規制される。すなわち、赤外線吸収材料を含む溶液が、初期の溶液の形成範囲よりも外側に

流動して広がってしまうことを防ぐことができる。これにより、赤外線吸収膜が冷接点を覆うように形成されることを防止することができる。また、外部からの赤外線を受光したときに、冷接点は赤外線吸収膜に覆われていないため温度上昇が抑制されて、温接点と冷接点との温度差を大きくすることができる。したがって、面積を小型化しても、サーモパイル素子からのセンサ出力を大きくすることができ、サーモパイル型赤外線センサの感度を向上させることが可能となる。

[0031] 本発明のサーモパイル型赤外線センサ及びその製造方法によれば、赤外線吸収膜が冷接点を覆うように形成されることを防止して、感度を向上させることが可能である。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明の実施形態におけるサーモパイル型赤外線センサの平面図である。

[図2]図1のI-I線で切断したときの断面図である。

[図3]図1の二点鎖線で囲む領域Aの部分拡大平面図（a）、及び部分拡大断面図（b）を示す。

[図4]第1の変形例におけるサーモパイル型赤外線センサを示す平面図である

[図5]図4のV-V線で切断したときの断面図を示す。

[図6]第2の変形例におけるサーモパイル型赤外線センサを示す平面図である。

[図7]図6のV'-V'線で切断したときの断面図を示す。

[図8]第3の変形例におけるサーモパイル型赤外線センサを示す平面図である。

[図9]図8のX-X線で切断したときの断面図を示す。

[図10]本実施形態のサーモパイル型赤外線センサについて、測定対象の温度とセンサ出力との関係を示すグラフである。

[図11]サーモパイル型赤外線センサの製造方法を示す工程図である。

[図12]サーモパイル型赤外線センサの製造方法を示す工程図である。

[図13]従来例におけるサーモパイル型赤外線センサの平面図である。

[図14]図13のXⅠV-XⅠV線で切断したときの断面図を示す。

発明を実施するための形態

[0033] 以下、図面を参照して本発明の実施形態のサーモパイル型赤外線センサについて説明する。図1に、本実施形態のサーモパイル型赤外線センサ1の平面図を示す。また、図2には、図1のⅠⅠ-ⅠⅠ線で切断したときのサーモパイル型赤外線センサ1の断面図を示す。なお、各図面の寸法比率は、見やすくするために適宜変更して示している。

[0034] 本実施形態のサーモパイル型赤外線センサ1は、図1及び図2に示すように、基材10と、基材10に形成されたサーモパイル素子30及び赤外線吸収膜21を有して構成される。図2に示すように、基材10は、基部11とメンブレン12とを有して構成される。基部11の中央部にはキャビティ13が形成されており、キャビティ13を覆うようにメンブレン12が形成されている。メンブレン12は、薄肉部12aとして形成されているとともに、基部11のキャビティ13が形成されていない部分が、厚肉部11aとしてメンブレン12の周囲に形成されている。本実施形態において、基部11としてシリコン基板を用いることができ、メンブレン12には、シリコン窒化膜やシリコン酸化膜などの絶縁薄膜が用いられる。

[0035] 図1に示すように、サーモパイル素子30は、平面パターンがミアンド状の熱電材料層を有して形成されており、第1の熱電材料層31と第2の熱電材料層32とが交互に直列接続されてミアンド状に構成されている。そして、第1の熱電材料層31と第2の熱電材料層32との接続部のうち、薄肉部12aとしてのメンブレン12に位置して接続された箇所を温接点34とし、厚肉部11aとしての基部11に位置して接続された箇所を冷接点35とする。

[0036] 第1の熱電材料層31と第2の熱電材料層32とは、互いに異なる材料を用いて形成されており、本実施形態において、第1の熱電材料層31としてポリシリコンが用いられ、第2の熱電材料層32としてアルミニウムが用い

られている。１対の第１の熱電材料層３１と第２の熱電材料層３２とで熱電対３３が構成され、温接点３４と冷接点３５との間に温度差が生じた場合、ゼーベック効果により各熱電対３３に熱起電力が発生する。サーモパイル素子３０は複数の熱電対３３が直列に接続された熱電対群であり、各熱電対３３の起電力の総和がサーモパイル素子３０の出力となる。サーモパイル素子３０の出力は、サーモパイル素子３０の両端に形成された接続端子３６から外部へと取り出される。また、図１及び図２に示すように、温接点３４は熱容量の小さい薄肉部１２ａに形成されており、冷接点３５は熱容量の大きい厚肉部１１ａに位置して形成されているため、温接点３４と冷接点３５との温度差を大きくして、より大きい出力を得ることができる。

[0037] 図１及び図２に示すように、薄肉部１２ａとしてのメンブレン１２には、範囲規制部材２０と赤外線吸収膜２１とが形成されている。

[0038] 赤外線吸収膜２１は、温接点３４を覆うように薄肉部１２ａとしてのメンブレン１２の中央部に形成されている。赤外線吸収膜２１は、入射した赤外線を吸収して効率的に熱変換可能であり、温接点３４の温度を上昇させて温接点３４と冷接点３５との温度差を大きくすることができる。赤外線吸収膜２１はカーボンプラックや金属酸化物の粉末を含む溶液を用いて、インクジェット印刷やスクリーン印刷などの印刷法によって塗布形成することができる。

[0039] 本実施形態のサーモパイル型赤外線センサ１において、範囲規制部材２０は赤外線吸収膜２１の形成範囲を規制するために形成されており、温接点３４と冷接点３５との間に位置するとともに、薄肉部１２ａとしてのメンブレン１２の中央部を囲むように形成されている。そして、範囲規制部材２０に囲まれた領域内に赤外線吸収膜２１は形成されている。すなわち、範囲規制部材２０は赤外線吸収膜２１と冷接点３５との間に形成されることになる。

[0040] 本実施形態において、範囲規制部材２０は、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜などにより形成することができ、あるいは、レジスト材料等の樹脂材料により形成しても良い。また、図２に示すように、範囲規制部材２０は断面

凸形状の壁部であり、範囲規制部材 20 の高さは $1\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$ 程度に、幅は $5\ \mu\text{m} \sim 20\ \mu\text{m}$ 程度に形成することが好ましい。

[0041] 範囲規制部材 20 を設けることにより、赤外線吸収膜 21 を塗布形成する際に、カーボンブラックや金属酸化物の粉末を含む溶液が流動した場合であっても、範囲規制部材 20 によってせき止められる。すなわち、溶液が、初期の形成範囲よりも外側に流動して拡がって冷接点 35 を覆うことを防止できる。したがって、図 1 及び図 2 に示すように、温接点 34 は赤外線吸収膜 21 に覆われて形成されるとともに、範囲規制部材 20 の外方に位置する冷接点 35 は赤外線吸収膜 21 に覆われることが防止される。サーモパイル型赤外線センサ 1 が赤外線を受光したときに、赤外線吸収膜 21 によって温接点 34 は効率よく温度が上昇して、赤外線吸収膜 21 に覆われていない冷接点 35 との温度差を大きくすることができる。これにより、サーモパイル素子 30 のセンサ出力を大きくすることができ、サーモパイル型赤外線センサ 1 の感度を向上させることが可能となる。

[0042] 特に、モバイル機器等へ搭載される小型のサーモパイル型赤外線センサ 1 において、温接点 34 と冷接点 35 との距離を $100\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$ 程度に小さく形成した場合であっても、範囲規制部材 20 を設けることにより、赤外線吸収膜 21 を塗布形成する際に、赤外線吸収材料を含む溶液が、初期の溶液の形成範囲よりも外側に流動して拡がってしまうことを確実に防止できる。したがって、温接点 34 と冷接点 35 との温度差を上げることができ、サーモパイル型赤外線センサ 1 の感度を向上させることができる。

[0043] また、範囲規制部材 20 は断面凸形状の壁部で構成されているが、こうすれば、赤外線吸収材料を含む溶液が凸形状の壁部によりせき止められて、赤外線吸収膜 21 の形成範囲よりも冷接点 35 側に流動することを確実に防止することができる。ただし範囲規制部材 20 はこのような形状に限定されず、断面形状が異なっても同様の効果を奏し、また、棒状、島状等に形成された複数の範囲規制部材を配置するような構成であっても良い。

[0044] 図 3 (a) は、図 1 の二点鎖線で囲む領域 A の部分拡大平面図を示し、図

3 (b) には、図 3 (a) の $||| - |||$ 線で切断したときの部分拡大断面図を示す。図 3 (a) に示すように、サーモパイル素子 30 は平面パターンがミアンド状に接続された第 1 熱電材料層 31 と第 2 熱電材料層 32 とを有して構成される。サーモパイル素子 30 の第 1 熱電材料層 31 及び第 2 熱電材料層 32 が温接点 34 と冷接点 35 とを結んで延在する方向をサーモパイル素子 30 の長さ方向 ($Y1 - Y2$ 方向) とする。また、サーモパイル素子 30 の長さ方向と直交する方向をサーモパイル素子 30 の幅方向 ($X1 - X2$ 方向) とする。サーモパイル素子 30 の長さ方向及び幅方向は、サーモパイル素子 30 のミアンド状の平面パターンの配置によって変化し、例えば、図 1 に示す、基材 10 の $X1$ 側に配置されているミアンド状の平面パターンにおいては、サーモパイル素子 30 の長さ方向は $X1 - X2$ 方向であり、幅方向は $Y1 - Y2$ 方向である。

[0045] 図 3 (a) に示すように、範囲規制部材 20 は、サーモパイル素子 30 の幅方向に延在して第 1 の熱電材料層 31、第 2 の熱電材料層 32 及びメンブレン 12 (薄肉部 12a) の上に形成されている。そして、図 3 (b) に示すように、範囲規制部材 20 は、第 1 の熱電材料層 31 と第 2 の熱電材料層 32 との間を充填して形成されている。

[0046] 特に、サーモパイル型赤外線センサ 1 の小型化を図る場合、ミアンド状に折り返されて接続されている第 1 の熱電材料層 31 と第 2 の熱電材料層 32 との間隔が小さくなり、細い凹状の溝部を形成する。赤外線吸収膜を形成する際、赤外線吸収材料を含む溶液はこの細い凹状の溝部を伝って流動しやすくなる。本実施形態においては、図 3 (a)、図 3 (b) に示すように、第 1 の熱電材料層 31 と第 2 の熱電材料層 32 との間を充填して範囲規制部材 20 を形成することにより、赤外線吸収膜 21 を形成する際に、赤外線吸収材料を含む溶液が、細い凹状の溝部を伝って流動し難くなる。その結果、赤外線吸収膜 21 が冷接点 35 を覆うように形成されることを確実に防止することができる。

[0047] 温接点 34 と冷接点 35 との間の温度差をより大きくするためには、赤外

線吸収膜 21 の赤外線吸収量を大きくすることが望ましい。赤外線吸収膜 21 の赤外線吸収量を大きくする方法として、赤外線吸収膜 21 の体積を増やすことが考えられる。本実施形態においては、図 2 に示すように、範囲規制部材 20 によって赤外線吸収材料を含む溶液が流動して拡がることを防止しつつ、範囲規制部材 20 の高さよりも、赤外線吸収膜 21 が厚くなるように形成することができる。本実施例においては、範囲規制部材 20 の天面 20a よりも高さ方向（Z1 方向）に突出する曲面を有して赤外線吸収膜 21 が形成されている。これにより、赤外線吸収膜 21 の体積を大きくすることができ、入射する赤外線の吸収量を大きくすることができ、温接点 34 の温度を効率的に上昇させることができる。

[0048] 図 10 に示すグラフは、赤外線吸収膜 21 の厚さを変えて作製した本実施形態のサーモパイル型赤外線センサ 1 について、測定対象の温度とサーモパイル型赤外線センサ 1 の出力との関係を示す。比較例として赤外線吸収膜 21 を形成していないサーモパイル型赤外線センサについても同様に示している。なお、図 10 に示すグラフでは、25℃を基準として測定しているため、25℃以下の温度では負の値が出力され、25℃以上で正の値が出力される。

[0049] 図 10 に示すように、いずれの赤外線センサにおいても測定対象の温度が上昇するにしたがって、センサ出力が大きくなる傾向を示す。また、赤外線吸収膜 21 を形成していない場合と比較して、赤外線吸収膜 21 を厚くするにしたがって、より大きな出力が得られることがわかる。例えば、対象の温度が150℃の場合、赤外線吸収膜 21 の膜厚を4 μm としたサーモパイル型赤外線センサ 1 は、赤外線吸収膜 21 を形成しない場合に比べて、約2倍のセンサ出力が得られている。また、赤外線吸収膜 21 の膜厚を2 μm で形成したサーモパイル型赤外線センサ 1 と比較しても約1.2倍のセンサ出力が得られることが示された。

[0050] したがって、本実施形態のサーモパイル型赤外線センサ 1 は、範囲規制部材 20 によって赤外線吸収材料を含む溶液が冷接点 35 を覆うことを確実に

防止するとともに赤外線吸収膜 21 を厚くすることが可能であり、これにより、温接点 34 と冷接点 35 との温度差を大きくして、センサ出力を向上させることが可能であると示された。なお、図 10 に示すグラフでは赤外線吸収膜 21 の膜厚を $2\text{ }\mu\text{m}$ 、 $4\text{ }\mu\text{m}$ の場合について示したが、これに限定されるものではない。赤外線吸収膜 21 をより厚く形成してさらに感度を向上させることも可能である。

[0051] <第 1 の変形例>

図 4 には、本実施形態の第 1 の変形例におけるサーモパイル型赤外線センサ 2 の平面図を示す。また、図 5 には、図 4 の V-V 線で切断したサーモパイル型赤外線センサ 2 の断面図を示す。

[0052] 第 1 の変形例のサーモパイル型赤外線センサ 2 において、基材 10（基部 11 及びメンブレン 12）、及びサーモパイル素子 30 の構成については、図 1 及び図 2 に示したものと同様である。本変形例においては、図 4 に示すように、範囲規制部材 20 が温接点 34 の上に形成されている。範囲規制部材 20 は各温接点 34 の上にメンブレン 12 の中央部を囲むように形成されており、赤外線吸収膜 21 は範囲規制部材 20 の内側に形成されている。図 5 に示すように、赤外線吸収膜 21 は温接点 34 よりもメンブレン 12 の中央部側に位置して、温接点 34 と近接して形成されている。

[0053] このような態様であっても、赤外線吸収膜 21 を形成する際に、赤外線吸収材料を含む溶液が初期の溶液の形成範囲よりも外側に流動して拡がって冷接点 35 を覆うことを防止できる。これにより、赤外線吸収膜 21 が冷接点 35 を覆うように形成されることがない。また、赤外線吸収膜 21 は温接点 34 と近接して形成されているため、外部から入射した赤外線を受光したときに、赤外線吸収膜 21 が赤外線を吸収して、温接点 34 の温度が上昇する。これにより、温接点 34 と冷接点 35 との間の温度差を大きくすることができ、サーモパイル型赤外線センサ 2 の感度を向上させることが可能となる。

[0054] 本変形例においては、図 1 から図 3 に示した、範囲規制部材 20 を温接点

34と冷接点35との間に形成する場合に比べて、範囲規制部材20と冷接点35との距離をより大きくすることができる。そのため、赤外線吸収膜21が赤外線を吸収して温度が上昇したときの、冷接点35への影響を小さくすることができ、冷接点35の温度上昇を抑制できる。したがって、温接点34と冷接点35との温度差をより効果的に大きくすることができる。

[0055] <第2の変形例>

図6には、本実施形態の第2の変形例におけるサーモパイル型赤外線センサ3の平面図を示す。また、図7には、図6のV11-V11線で切断したサーモパイル型赤外線センサ3の断面図を示す。

[0056] 第2の変形例におけるサーモパイル型赤外線センサ3は、範囲規制部材20を分割して配置している点で、図1から図5に示したものと異なる。なお、基材10（基部10、メンブレン12）、サーモパイル素子30の構成については同様である。

[0057] 図6に示すように、基材10のX1側において、Y1-Y2方向に隣り合って配置された複数の熱電対33を第1の熱電対群33aとして、同様に、基材10のX2側、Y1側、Y2側において隣り合って配置された複数の熱電対33をそれぞれ第2の熱電対群33b、第3の熱電対群33c、第4の熱電対群33dとする。本変形例においては、第1の熱電対群33aの各熱電対33に亘って、各熱電対33の延在する方向と交差する方向（Y1-Y2方向）に第1の範囲規制部材20aが形成されている。同様に、第2の熱電対群33b、第3の熱電対群33c、第4の熱電対群33dには、それぞれ第2の範囲規制部材20b、第3の範囲規制部材20c、第4の範囲規制部材20dが形成されている。

[0058] このように、熱電対群ごとに範囲規制部材20a、20b、20c、20dを形成した場合でも、赤外線吸収膜21を形成する際に、溶液の冷接点35側への拡がりを防止して、赤外線吸収膜21が冷接点35を覆うように形成されることを防止できる。

[0059] 本変形例に示すように範囲規制部材20を分割して形成することにより、

赤外線吸収膜 21 の形成範囲を様々に変えることが可能であり、設計の自由度を高くすることができる。したがって、サーモパイル素子 30 の配置や、基部 10、メンブレン 12 の形状が異なる場合であっても、赤外線吸収材料を含む溶液が初期の溶液の形成範囲よりも外側に流動して拡がって冷接点 35 を覆うことを効果的に防止することができる。これにより、赤外線吸収膜 21 が冷接点 35 を覆うように形成されることを防止できる。

[0060] <第 3 の変形例>

図 8 には、本実施形態の第 3 の変形例におけるサーモパイル型赤外線センサ 4 の平面図を示す。また、図 9 には、図 8 の I X - I X 線で切断したサーモパイル型赤外線センサ 4 の断面図を示す。

[0061] 図 8 及び図 9 に示すように、第 3 の変形例におけるサーモパイル型赤外線センサ 4 において、範囲規制部材 20 は、赤外線吸収膜 21 の形成範囲外方の基材 10 を覆うように形成されている。また、範囲規制部材 20 は、温接点 34 と冷接点 35 との間から基材 10 の外縁に亘って形成されており、赤外線吸収膜 21 は温接点 34 を覆うように形成されている。なお、本変形例において、基部 11 のキャビティ部 13 は、基部 11 の下方側に形成されている。

[0062] このような態様であっても、範囲規制部材 20 によって、赤外線吸収膜 21 を形成する際に赤外線吸収材料を含む溶液が初期の溶液の形成範囲よりも外側に流動して拡がって、冷接点 35 を覆うことを防止できる。これにより、赤外線吸収膜 21 が冷接点 35 を覆うように形成されることを防止できる。また、範囲規制部材 20 を凸形状の壁部に形成した場合、そのアスペクト比によって範囲規制部材 20 の高さが限定される場合があるが、本変形例においては、アスペクト比による制限が小さくなり、範囲規制部材 20 の高さを比較的自由に設定することができる。したがって、赤外線吸収膜 21 についても厚く形成することが可能であり、赤外線吸収量を向上させて、サーモパイル型赤外線センサ 4 の感度を向上させることが可能となる。

[0063] 本実施形態及び各変形例に示すサーモパイル型赤外線センサ 1、2、3 で

は、範囲規制部材 20 に赤外線吸収膜 21 が接した状態で形成されており、赤外線吸収膜 21 の形成範囲と範囲規制部材 20 に囲まれた領域とがほぼ等しい場合について示している。しかし、このような態様に限定されず、少なくとも赤外線吸収膜 21 が冷接点 35 を覆うように形成されることを防止して範囲規制部材 20 が形成されていけばよい。

[0064] また、本実施形態に示す基部 11、メンブレン 12 等の構成を変更した場合であっても、本発明を適用することができ、同等の効果を奏することが可能である。例えば、図 9 に示すように、キャビティ 13 を基材 10 の下面側から形成した構成であっても良い。また、第 1 の熱電材料層 31 と第 2 の熱電材料層 32 とを絶縁層を介して積層した熱電対 33 を多数直列接続してサーモパイル素子 30 を構成した場合であっても同様の効果を奏する。

[0065] <サーモパイル型赤外線センサの製造方法>

図 11、図 12 に本実施形態のサーモパイル型赤外線センサ 1 の製造方法の工程図を示す。図 11 (a)、図 11 (b)、図 12 (a)、図 12 (b) の各左図には平面図を示し、各右図には、図 11 (a) の B-B 線に対応する箇所で各左図を切断したときの断面図を示す。

[0066] 図 11 (a) の工程では、基部 11 としてシリコンウェハを用意して、基部 11 の表面にメンブレン 12 としてシリコン窒化膜やシリコン酸化膜などの絶縁膜を成膜する。そして、メンブレン 12 に第 1 の熱電材料膜 31 及び第 2 の熱電材料膜 32 としてポリシリコン膜及びアルミニウム膜を成膜する。第 1 の熱電材料膜 31 及び第 2 の熱電材料膜 32 は、それぞれフォトリソグラフィ法を用いてパターン形成されて、図 11 (a) 左図に示すような、第 1 の熱電材料膜 31 と第 2 の熱電材料膜 32 とがミアンダ状に直列接続されたサーモパイル素子 30 が形成される。

[0067] 図 11 (b) の工程では、後の工程で形成する赤外線吸収膜 21 の形成範囲 21 a を設定する。本実施形態では、第 1 の熱電材料膜 31 と第 2 の熱電材料膜 32 との接続部分のうち、基材 10 の内方を臨む位置に形成された接続部分を温接点 34 とし、基材 10 の外周を臨む位置に形成された接続部分

を冷接点 35 とする。本実施形態の形成範囲 21a は、メンブレン 12 の中央部を囲み、かつ、サーモパイル素子 30 の温接点 34 を含む領域とした。そして、形成範囲 21a と冷接点 35 との間に範囲規制部材 20 を形成する。範囲規制部材 20 は、図 11 (b) 右図に示すように断面凸形状の壁部であり、また、図 11 (b) 左図に示すように、メンブレン 12 の中央部を囲むように、かつ、温接点 34 を囲むように形成されている。

[0068] 範囲規制部材 20 は、酸化シリコンや窒化シリコン等の絶縁材料を用いて成膜して、フォトリソグラフィ法によりパターニングすることにより形成される。

[0069] 図 12 (a) の工程では、まず、メンブレン 12 のサーモパイル素子 30 と重ならない位置に、複数のエッチング孔 14 を形成する。そして、水酸化カリウム (KOH) や水酸化テトラメチルアンモニウム (TMAH) 等の強アルカリエッチング液を用いて、エッチング孔 14 から基部 11 を異方性エッチングにより除去する。これにより、基部 11 にキャビティ 13 を形成するとともに、薄肉部 12a としてのメンブレン 12 を形成することができる。

[0070] 図 12 (b) の工程では、図 11 (b) の工程で設定した形成範囲 21a に赤外線吸収膜 21 を形成する。赤外線吸収膜 21 は、カーボンブラックや金属酸化物の粉末等の赤外線吸収材料を含む溶液を用いて、インクジェット印刷法により塗布形成される。

[0071] 本製造方法において、赤外線吸収膜 21 はインクジェット印刷法により塗布形成されるため、薄肉部 12a としてのメンブレン 12 に非接触で印刷形成することができ、製造工程においてメンブレン 12 が破壊されることを防止できる。塗布方法は、インクジェット印刷法に限定されるものではない。例えば、スクリーン印刷法などの他の塗布方法で形成する場合には、メンブレン 12 に加えられる圧力を調整して、メンブレン 12 の破壊を防止する必要がある。

[0072] また、赤外線吸収材料を含む溶液は流動性を有するため、塗布した際の初

期の溶液の形成範囲よりも外側に流動しようとする。本実施形態のサーモパイル型赤外線センサ１の製造方法によれば、形成範囲２１aと冷接点３５との間に範囲規制部材２０を形成しているため、流動した赤外線吸収材料を含む溶液が範囲規制部材２０によってせき止められて、冷接点３５を覆うことを防止できる。

[0073] また、図１２（b）に示すように、赤外線吸収材料を含む溶液は、表面張力を利用して範囲規制部材２０の高さよりも高く形成することができる。こうすれば、範囲規制部材２０の天面２０aよりも高さ方向に突出する曲面を有して赤外線吸収膜２１が厚く形成されるため、赤外線の吸収量が向上して効率よく熱変換することが可能である。

[0074] 図１２（b）の工程では、赤外線吸収材料を含む溶液として熱硬化型樹脂または紫外線硬化型樹脂を含むものを用いることが好ましい。こうすれば、赤外線吸収材料を含む溶液を塗布形成した後に、加熱処理又は紫外線照射を行って樹脂を硬化させることができ、簡便な工程で短時間に赤外線吸収膜２１を形成することができる。以上のような工程により、サーモパイル型赤外線センサ１を製造することができる。

[0075] 本実施形態のサーモパイル型赤外線センサ１の製造方法によれば、赤外線吸収膜２１が冷接点３５を覆うように形成されることを防止するとともに、赤外線吸収膜２１が温接点３４を覆うように形成することができる。これにより、外部からの赤外線を受光した場合に、赤外線吸収膜２１が赤外線を吸収して、温接点３４の温度を効果的に上昇させる。したがって、温接点３４と冷接点３５との温度差が拡大して、サーモパイル型赤外線センサ１の感度を向上させることができる。

[0076] 本実施形態のサーモパイル型赤外線センサ１及びその製造方法は、図１１及び図１２に示す構成に限定されるものではない。図４から図７に示した、第１の変形例及び第２の変形例においても適用することができる。

符号の説明

[0077] １、２、３、４ サーモパイル型赤外線センサ

- 1 0 基材
- 1 1 基部
- 1 1 a 厚肉部
- 1 2 メンブレン
- 1 2 a 薄肉部
- 1 3 キャビティ
- 1 4 エッチング孔
- 2 0 範囲規制部材
- 2 0 a 天面
- 2 1 赤外線吸収膜
- 2 1 a 形成範囲
- 3 0 サーモパイル素子
- 3 1 第 1 の熱電材料層
- 3 2 第 2 の熱電材料層
- 3 3 熱電対
- 3 4 温接点
- 3 5 冷接点

請求の範囲

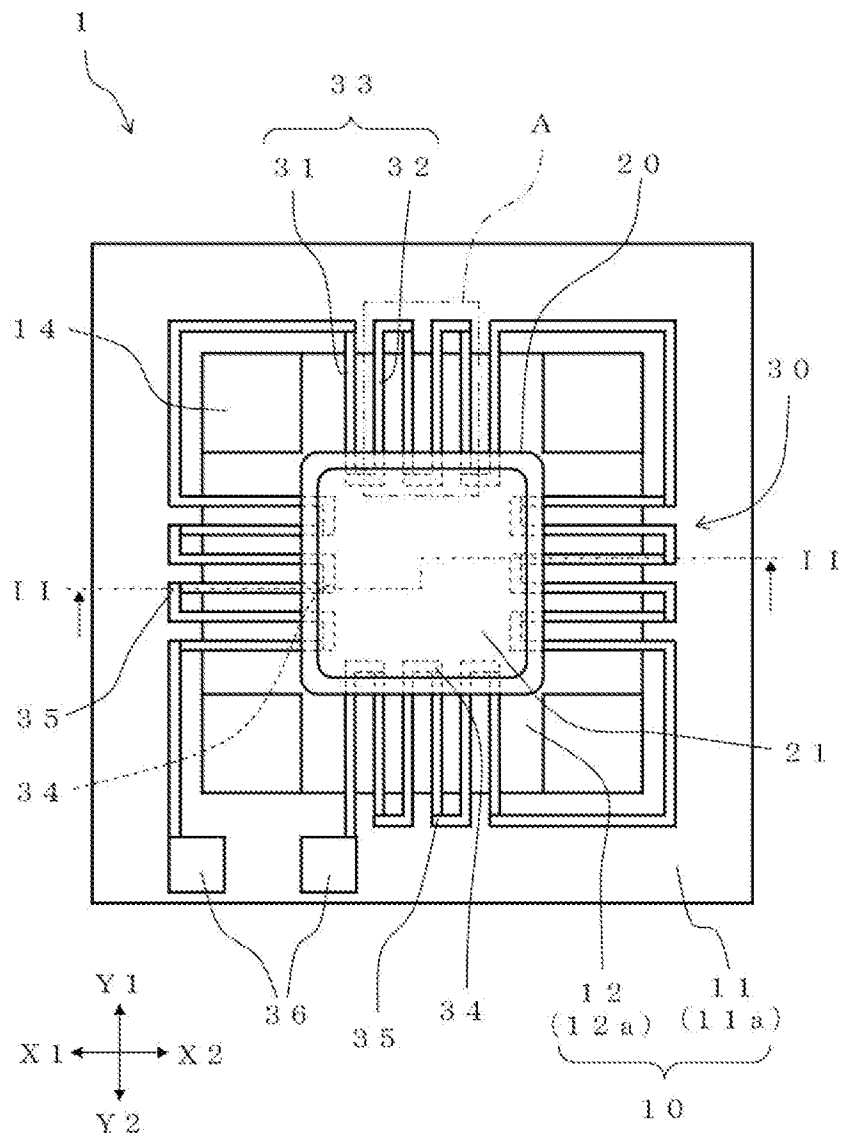
- [請求項1] 基材と、サーモパイル素子と、赤外線吸収膜とを有し、
前記サーモパイル素子と前記赤外線吸収膜とは、前記基材に形成されており、
前記サーモパイル素子の冷接点と温接点との温度差を検知可能となるサーモパイル型赤外線センサであって、
前記赤外線吸収膜と前記冷接点との間には、前記赤外線吸収膜の形成範囲を規制する範囲規制部材が形成されていることを特徴とするサーモパイル型赤外線センサ。
- [請求項2] 前記範囲規制部材は前記温接点と前記冷接点との間に形成されるとともに前記赤外線吸収膜は前記温接点を覆うように形成されていることを特徴とする請求項1に記載のサーモパイル型赤外線センサ。
- [請求項3] 前記範囲規制部材は前記温接点の上に形成されるとともに前記赤外線吸収膜は前記温接点に近接して形成されていることを特徴とする請求項1に記載のサーモパイル型赤外線センサ。
- [請求項4] 前記サーモパイル素子は、平面パターンがミアンダ状の熱電材料を有して構成されており、
前記ミアンダ状の前記サーモパイル素子の幅方向における断面視において、前記範囲規制部材は、前記熱電材料の間を充填して形成されていることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のサーモパイル型赤外線センサ。
- [請求項5] 前記基材は、薄肉部と、前記薄肉部の周囲に形成された厚肉部とを有し、
前記温接点は前記薄肉部に形成されるとともに前記冷接点は前記厚肉部に形成されており、
前記範囲規制部材は、前記薄肉部の中央部を囲うように形成されていることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のサーモパイル型赤外線センサ。

- [請求項6] 前記範囲規制部材は、凸形状の壁部であることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のサーモパイル型赤外線センサ。
- [請求項7] 前記赤外線吸収膜は、前記範囲規制部材の高さよりも高く形成されていることを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか1項に記載のサーモパイル型赤外線センサ。
- [請求項8] 基材と、サーモパイル素子と、赤外線吸収膜とを有し、
前記サーモパイル素子と前記赤外線吸収膜とは、前記基材に形成されており、
前記サーモパイル素子の冷接点と温接点との温度差を検知可能となるサーモパイル型赤外線センサの製造方法であって、
(a) 前記サーモパイル素子が形成された前記基材を用意して、前記赤外線吸収膜の形成範囲を設定するとともに、前記赤外線吸収膜の前記形成範囲を規制する範囲規制部材を、前記形成範囲と前記冷接点との間に形成する工程と、
(b) 赤外線吸収材料を含む溶液を前記形成範囲に塗布して前記赤外線吸収膜を形成する工程と、を含むことを特徴とするサーモパイル型赤外線センサの製造方法。
- [請求項9] 前記(a)の工程の後に、前記温接点と重なる位置における前記基材をエッチングにより除去して薄肉部を形成する工程を含むことを特徴とする請求項8に記載のサーモパイル型赤外線センサの製造方法。
- [請求項10] 前記(a)の工程において、前記薄肉部の中央部を囲うように前記範囲規制部材を形成することを特徴とする請求項9に記載のサーモパイル型赤外線センサの製造方法。
- [請求項11] 前記(b)の工程において、前記範囲規制部材の高さよりも前記溶液が高くなるように前記溶液を塗布することを特徴とする請求項8から請求項10のいずれか1項に記載のサーモパイル型赤外線センサの製造方法。

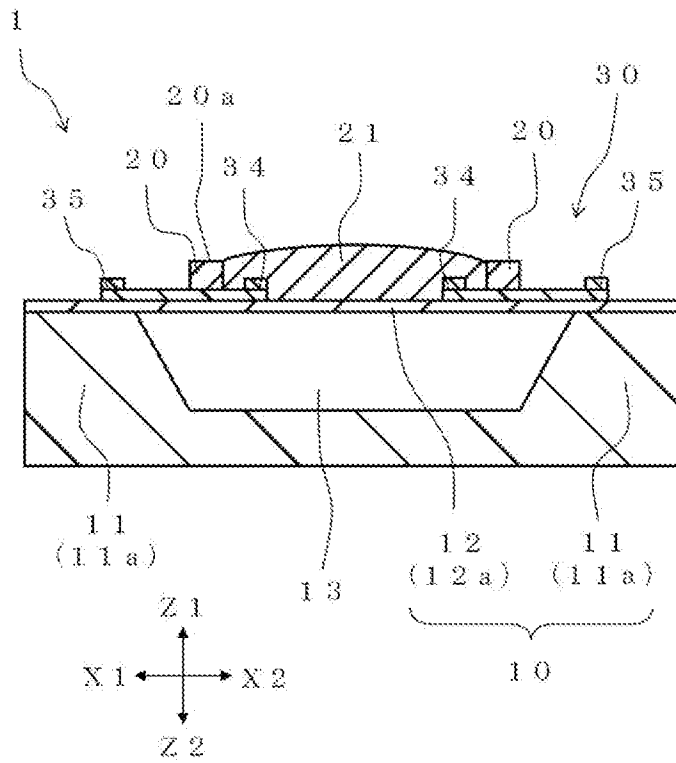
[請求項12] 前記（b）の工程において、前記溶液をインクジェット印刷法により塗布することを特徴とする請求項8から請求項11のいずれか1項に記載のサーモパイル型赤外線センサの製造方法。

[請求項13] 前記（b）の工程において、前記溶液を熱硬化または紫外線硬化によって硬化することによって前記赤外線吸収膜を形成することを特徴とする、請求項8から請求項12のいずれか1項に記載のサーモパイル型赤外線センサの製造方法。

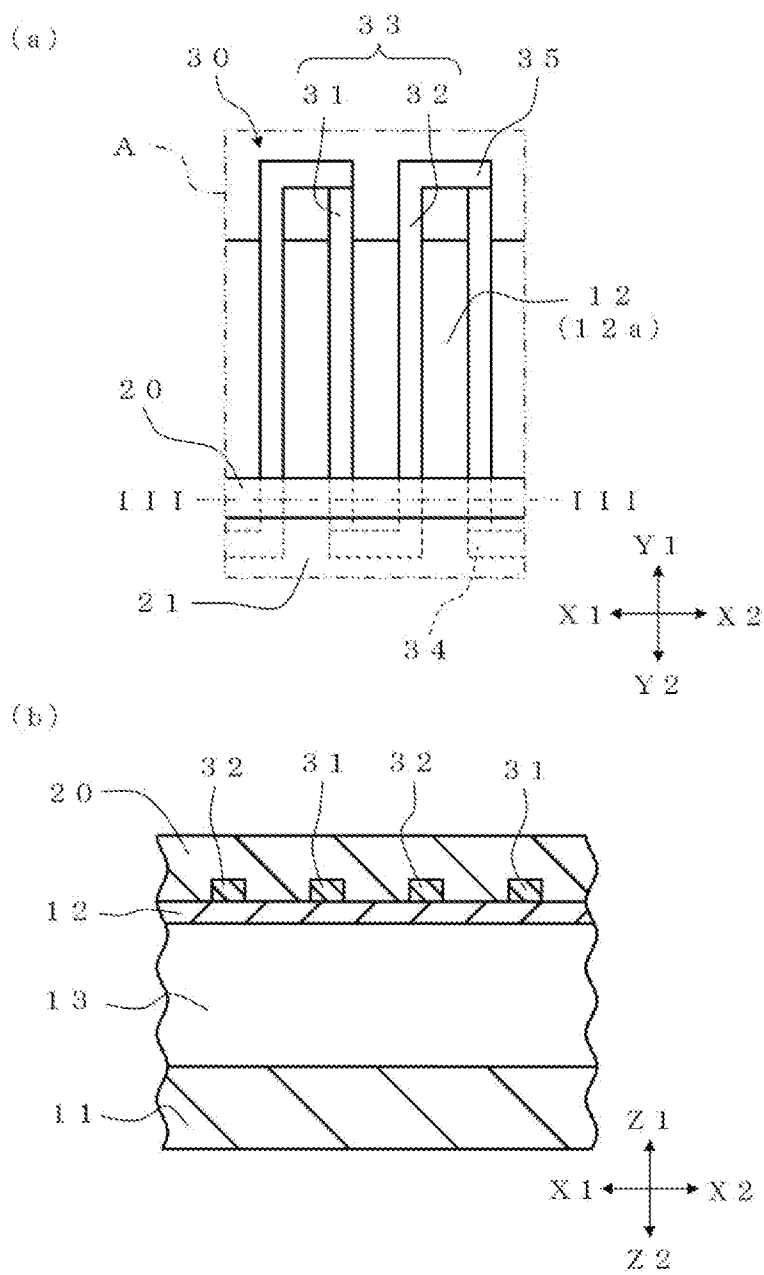
[図1]



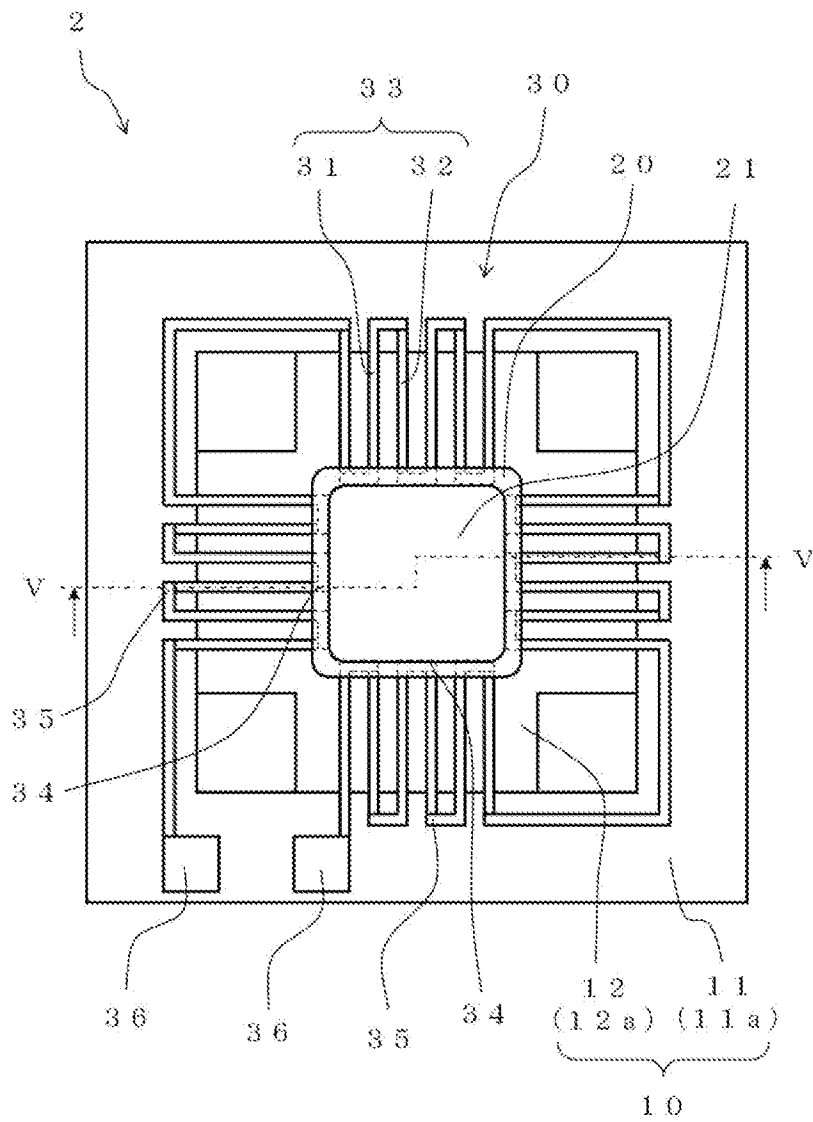
[図2]



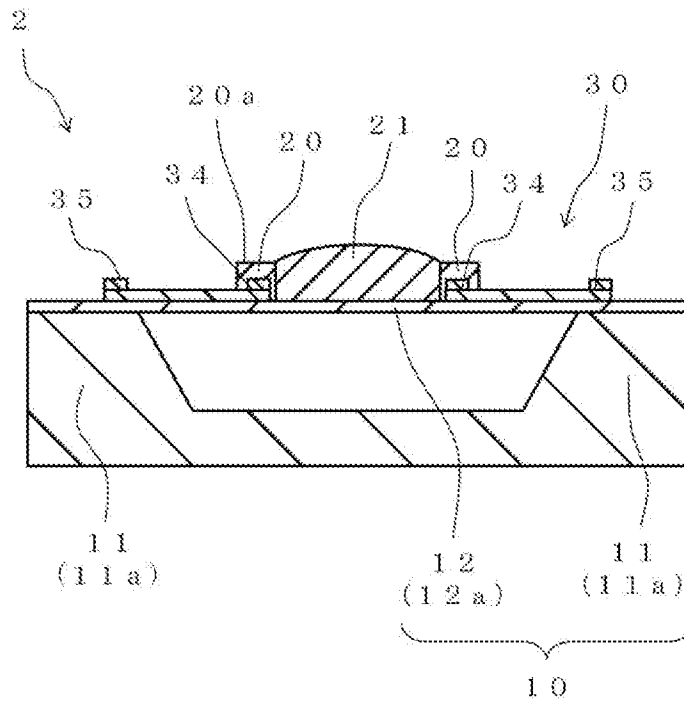
[図3]



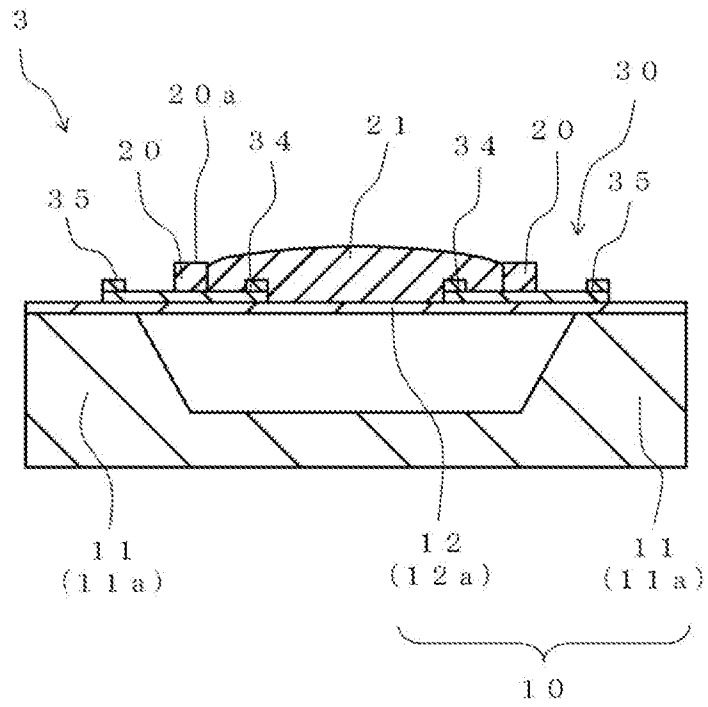
[図4]



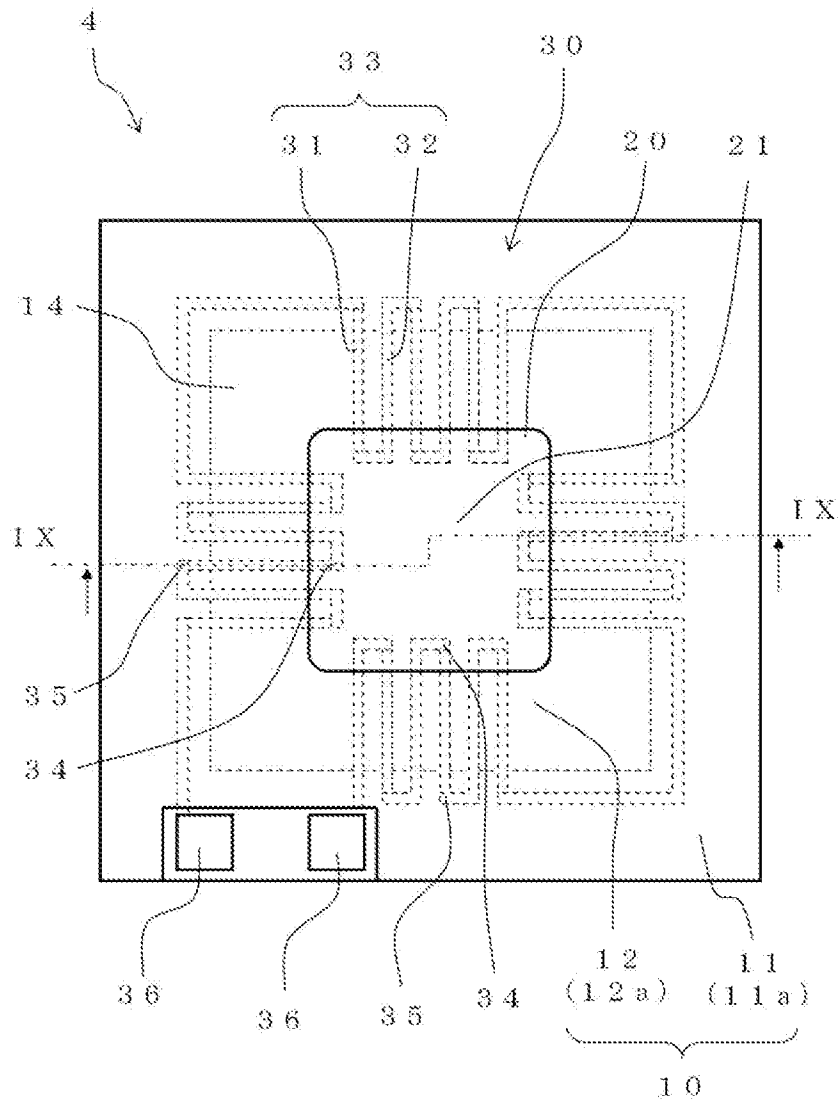
[図5]



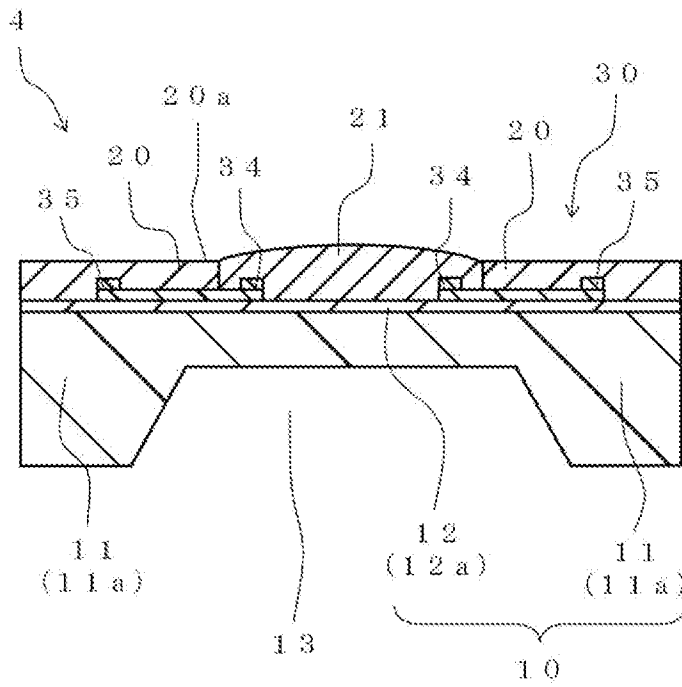
[図7]



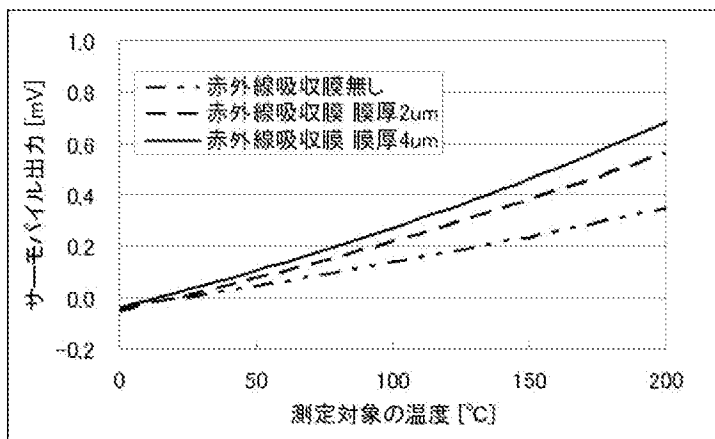
[図8]



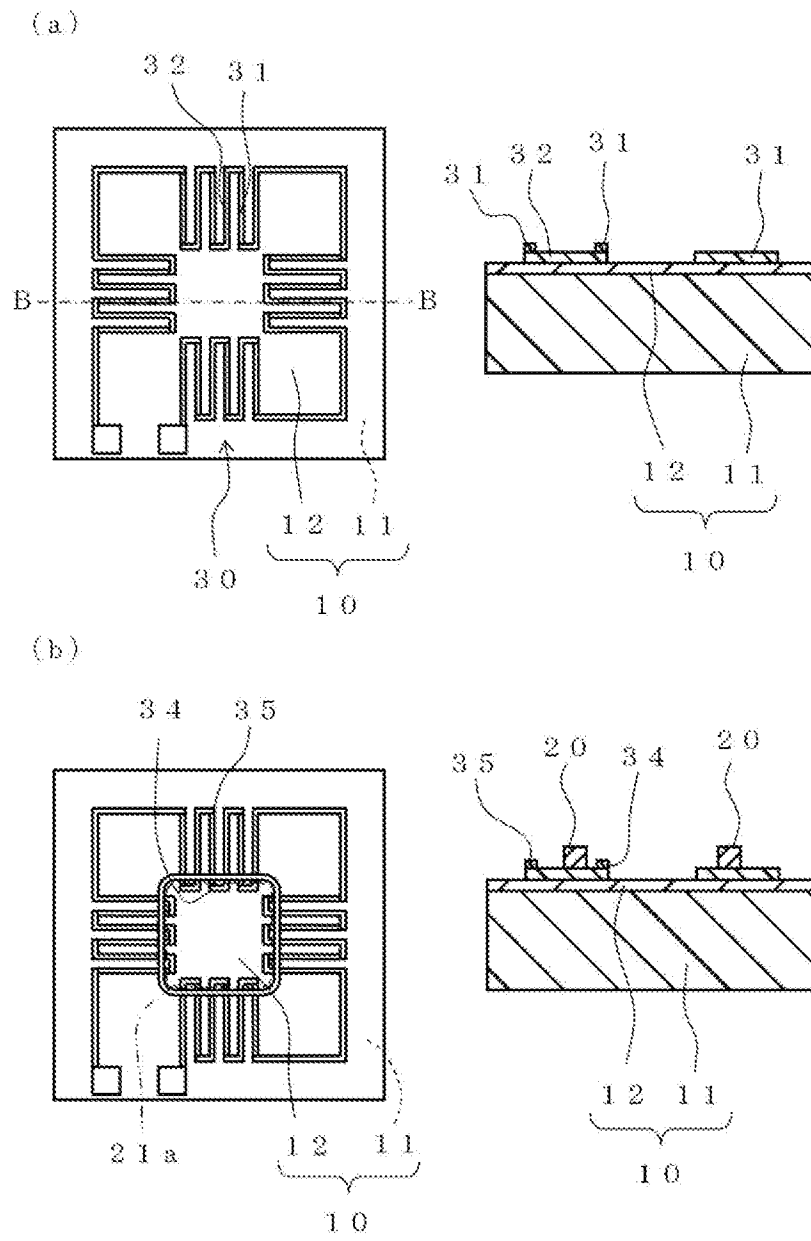
[図9]



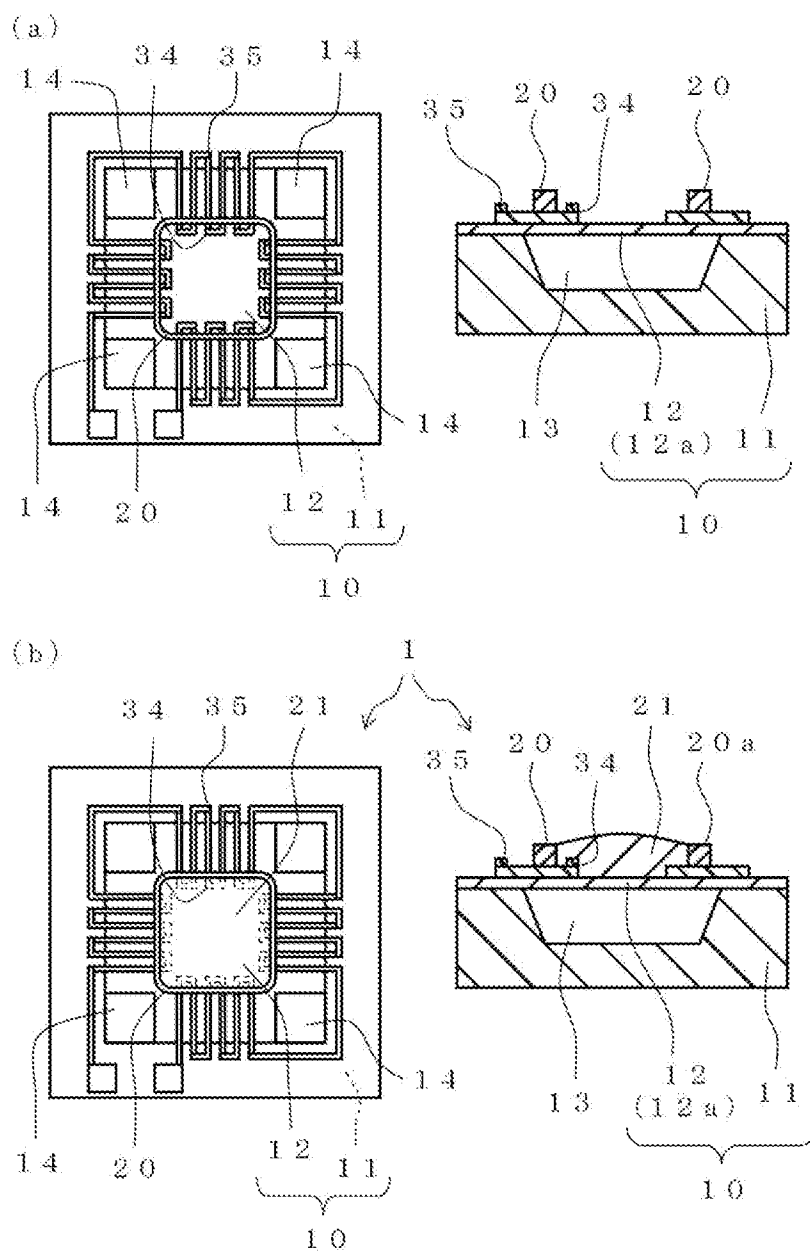
[図10]



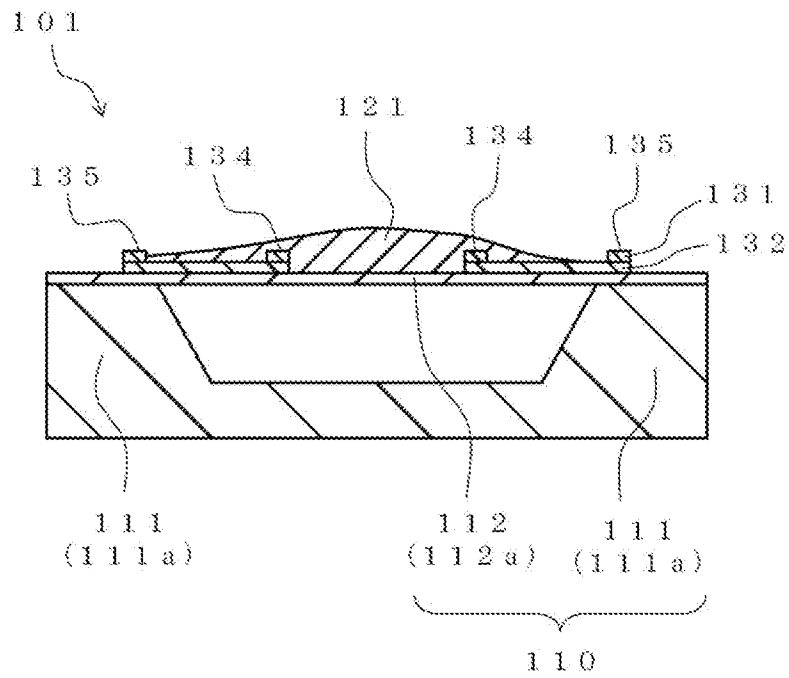
[図11]



[図12]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/062842

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01J1/02(2006.01) i, G01J5/12(2006.01) i

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)

G01J1/02, G01J5/12

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006-214758 A (Denso Corp.), 17 August 2006 (17.08.2006), paragraphs [0017] to [0026]; fig. 1 & US 2006/0169902 A1	1, 2, 4, 5, 7, 8, 11, 13 1-13
X A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 100700/1991 (Laid-open No. 043037/1993) (Murata Mfg. Co., Ltd.), 11 June 1993 (11.06.1993), paragraphs [0013] to [0015]; fig. 3, 4 (Family: none)	1, 3, 5-7 2, 4, 8-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 June, 2013 (10.06.13)

Date of mailing of the international search report
18 June, 2013 (18.06.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/062842

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-071601 A (Denso Corp.), 16 March 2006 (16.03.2006), paragraphs [0054] to [0055]; fig. 1 & US 2006/0060788 A1	9, 10, 12
Y	JP 2005-283482 A (TDK Corp.), 13 October 2005 (13.10.2005), paragraphs [0017], [0035], [0040]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-13
A	JP 2009-128306 A (Nitto Denko Corp.), 11 June 2009 (11.06.2009), claim 1; fig. 2, 3 (Family: none)	1-13
A	JP 2008-196955 A (Seiko Instruments Inc.), 28 August 2008 (28.08.2008), claim 1; fig. 1 (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01J1/02(2006.01)i, G01J5/12(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. G01J1/02, G01J5/12

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	J P 2 0 0 6 - 2 1 4 7 5 8 A (株式会社デンソー) 2 0 0 6 . 0 8 . 1 7 , 段落【0 0 1 7】 - 【0 0 2 6】, 図1 & U S 2 0 0 6 / 0 1 6 9 9 0 2 A 1	1, 2, 4, 5, 7, 8, 1 1, 1 3
Y		1 - 1 3

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、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

1 0 . 0 6 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 6 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

蔵田 真彦

2 W

3 6 0 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	日本国実用新案登録出願 3-100700 号(日本国実用新案登録 出願公開 5-043037 号)の願書に添付した明細書及び図面の 内容を記録した CD-ROM (株式会社村田製作所)	1, 3, 5- 7
A	1993. 06. 11, 段落【0013】-【0015】, 図 3, 4 (ファミリーなし)	2, 4, 8- 13
Y	J P 2006-071601 A (株式会社デンソー) 2006. 03. 16, 段落【0054】-【0055】, 図 1 & U S 2006/0060788 A1	9, 10, 1 2
Y	J P 2005-283482 A (TDK株式会社) 2005. 10. 13, 段落【0017】, 【0035】, 【0040】, 図 1, 2 (ファミリーなし)	1-13
A	J P 2009-128306 A (日東電工株式会社) 2009. 06. 11, 【請求項 1】, 図 2, 3 (ファミリーなし)	1-13
A	J P 2008-196955 A (セイコーインスツル株式会社) 2008. 08. 28, 【請求項 1】, 図 1 (ファミリーなし)	1-13