

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002 - 48649

(P2002 - 48649A)

(43)公開日 平成14年2月15日 (2002.2.15)

(51) Int. Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
G 0 1 J 5/10		G 0 1 J 5/10	D 2 G 0 6 5
A 6 1 B 5/00	101	A 6 1 B 5/00	101 K 2 G 0 6 6
G 0 1 J 1/44		G 0 1 J 1/44	C
	5/02		B
	5/08		B

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 31数) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000 - 238744(P2000 - 238744)

(22)出願日 平成12年8月7日(2000.8.7)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 佐藤 茂美

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエ

プソン株式会社内

(72)発明者 塩原 康弘

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエ

プソン株式会社内

(74)代理人 100093964

弁理士 落合 稔

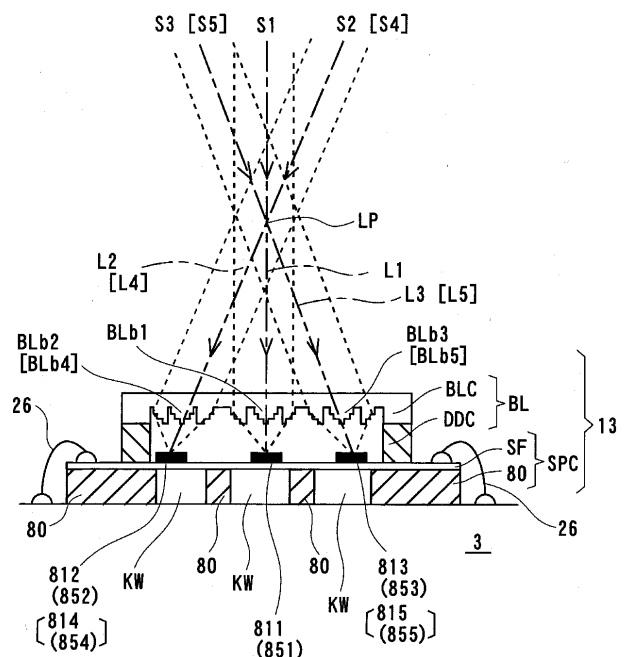
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 測温計

(57)【要約】

【課題】 サーモパイル型を適用して小型化・低廉化を図りつつ、最高温である熱源との相対位置関係が少しずれても、温度測定精度を維持できる測温計を提供する。

【解決手段】 熱源から放射される赤外線を受光することにより、前記熱源の温度についての測温値を得る測温計であって、前記赤外線を受光する熱吸収体の温度に基づいて電圧を発生する熱電堆を、同一の半導体基板の主面上に受光位置が互いに異なる所定の配置で複数形成した赤外線検出手段と、前記複数の各熱電堆からの各出力電圧に対応する複数の測温値候補のうちの最大値を、前記測温値として決定する測温値決定手段と、を備えたことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 熱源から放射される赤外線を受光することにより、前記熱源の温度についての測温値を得る測温計であって、

前記赤外線を受光する熱吸収体の温度に基づいて電圧を発生する熱電堆を、同一の半導体基板の主面上に受光位置が互いに異なる所定の配置で複数形成した赤外線検出手段と、

前記複数の各熱電堆からの各出力電圧に対応する複数の測温値候補のうちの最大値を、前記測温値として決定する測温値決定手段と、を備えたことを特徴とする測温計。

【請求項 2】 前記赤外線を集光する赤外線レンズをさらに備えたことを特徴とする、請求項 1 に記載の測温計。

【請求項 3】 前記赤外線レンズは、バイナリレンズであることを特徴とする、請求項 2 に記載の測温計。

【請求項 4】 前記赤外線レンズは、各熱電堆の熱吸収体に前記赤外線を集光する多段構成のバイナリエlementを、前記複数の熱電堆に対応して複数有することを特徴とする、請求項 3 に記載の測温計。

【請求項 5】 前記複数の各熱電堆に対応する各バイナリエlementは、その光学的中心と対応する各熱電堆の熱吸収体の中心とを結ぶ線が、各熱電堆の熱吸収体に集光する集光対象の赤外線の光軸と一致するように構成されたことを特徴とする、請求項 4 に記載の測温計。

【請求項 6】 前記複数の各熱電堆に対応する各バイナリエlementは、前記集光対象の赤外線の光軸が、前記半導体基板の主面からその法線方向に所定距離離れた同一点を通過するように構成されたことを特徴とする、請求項 5 に記載の測温計。

【請求項 7】 前記赤外線レンズは、半導体から成るレンズ基板をレンズとして加工形成したものであることを特徴とする、請求項 2 ないし 6 のいずれかに記載の測温計。

【請求項 8】 前記レンズ基板は、シリコン基板であることを特徴とする、請求項 7 に記載の測温計。

【請求項 9】 前記赤外線レンズが、前記半導体基板の主面上に接合されたことを特徴とする、請求項 2 ないし 8 のいずれかに記載の測温計。

【請求項 10】 前記赤外線レンズは、受光する赤外線の波長を絞る赤外線コーティングが施されていることを特徴とする、請求項 2 ないし 9 のいずれかに記載の測温計。

【請求項 11】 前記複数の熱電堆のうち、中心に立てた法線が前記赤外線レンズの光学的中心を通る熱吸収体に基づく熱電堆を主熱電堆とし、その他の熱電堆を副熱電堆として、前記副熱電堆が前記主熱電堆の周辺に配置されたことを特徴とする、請求項 2 ないし 10 のいずれかに記載の測温計。

*【請求項 12】 前記複数の各熱電堆の電圧出力の 2 極のうち的一方は、共通接続されていることを特徴とする、請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の測温計。

【請求項 13】 前記半導体基板は、シリコン基板であることを特徴とする、請求項 1 ないし 12 のいずれかに記載の測温計。

【請求項 14】 前記測温値決定手段は、前記複数の各熱電堆からの各出力電圧のうちの最大値を最大出力電圧として選択する最大出力電圧選択手段と、前記最大出力電圧に基づいて前記測温値を算出する測温値算出手段と、を有することを特徴とする、請求項 1 ないし 13 のいずれかに記載の測温計。

【請求項 15】 前記複数の各熱電堆からの各出力電圧に対応する測温値候補は、基準温度に前記各出力電圧に対応する温度の差分を加えた温度を示すことを特徴とする、請求項 1 ないし 14 のいずれかに記載の測温計。

【請求項 16】 前記基準温度を検出する基準温度検出手段をさらに備えたことを特徴とする、請求項 15 に記載の測温計。

【請求項 17】 前記基準温度は、前記複数の熱電堆の冷接点の温度であることを特徴とする、請求項 16 に記載の測温計。

【請求項 18】 前記基準温度検出手段の感温部が、前記複数の熱電堆を形成した半導体構造内に一体形成されたことを特徴とする、請求項 16 または 17 に記載の測温計。

【請求項 19】 前記基準温度検出手段は、その感温部として、入出力特性が前記基準温度の温度変化に応じて変化する半導体素子を複数有し、前記複数の半導体素子からの出力に基づいて、前記基準温度を検出することを特徴とする、請求項 16 ないし 18 のいずれかに記載の測温計。

【請求項 20】 前記基準温度検出手段の感温部は、前記半導体構造内においてダイオードとして機能するように構成されたことを特徴とする、請求項 16 ないし 19 のいずれかに記載の測温計。

【請求項 21】 前記熱源の温度が、人間の鼓膜温度であることを特徴とする、請求項 1 ないし 20 のいずれかに記載の測温計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、耳式体温計などの測温計に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、この種の測温計では、熱源から放射される赤外線を検知（感知）して電気信号に変換するいわゆる赤外線センサを備えている（検出または測定した温度（測温値）を決定するまでの全体を「赤外線センサ」と呼ぶこともあるが、以下では、主に、赤外線を電気信号に変換するまでを指す）。この種の赤外線セ

ンサとしては、一般に、熱電対（サーモカップル）またはそれを複数直列接続した熱電堆（サーモパイル）のゼーベック効果を利用して、赤外線放射吸収による温度変化を熱起電力として検出（測定）するサーモパイル型、セラミック等で構成された基材における赤外線の熱エネルギーに応じた分極による浮遊電荷の変化を検出する（焦電効果を利用する）焦電型、および、金属その他の薄膜や極細線で形成した感温抵抗体の熱による抵抗値の変化を検出する（抵抗変化を利用する）ポロメータなど、が知られている。これらのうち、サーモパイル型では、焦電型等のように過渡的な現象を利用するものではないので、安定した温度検出・測定が可能であるほか、ポロメータ等のような測定電流等が不要であり、また、半導体製造の工程（プロセス）を利用して小型化・低廉化が可能なので、体温計などの小型・低価格の測温計等に適している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、例えばサーモパイル型の赤外線センサを備えた耳式体温計では、耳孔の中で最も高い温度である鼓膜の温度を測定することを目的とする。このため、赤外線センサが熱源となる鼓膜に正確に向いていないと、精度の良い測定はできない。言い換えれば、最高温である熱源（鼓膜）との相対位置関係が少しずれても、正確に測定できず、温度（ここでは体温：鼓膜温度）の測定精度が低下する。すなわち、赤外線センサのセンタ（光軸）が、熱源（鼓膜）が放射する赤外線の少なくとも一部の光軸と一致しないと、精度の良い測定はできない。しかし、耳式体温計の赤外線受光検出部（いわゆるプローブの部分）を耳孔に挿入したときに、鼓膜と赤外線センサとが正確に対向しているか否かは、確認することができない（図27参照）。

【0004】本発明は、サーモパイル型を適用して小型化・低廉化を図りつつ、最高温である熱源との相対位置関係が少しずれても、温度測定の精度を維持できる測温計を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1の測温計は、熱源から放射される赤外線を受光することにより、前記熱源の温度についての測温値を得る測温計であって、前記赤外線を受光する熱吸収体の温度に基づいて電圧を発生する熱電堆を、同一の半導体基板の主面上に受光位置が互いに異なる所定の配置で複数形成した赤外線検出手段と、前記複数の各熱電堆からの各出力電圧に対応する複数の測温値候補のうちの最大値を、前記測温値として決定する測温値決定手段と、を備えたことを特徴とする。

【0006】この測温計は、熱源から放射される赤外線を受光することにより、熱源の温度についての測温値を得る測温計であり、赤外線検出手段では、赤外線を受光

する熱吸収体の温度に基づいて電圧を発生する熱電堆（サーモパイル）を複数有し、それらが同一の半導体基板の主面上に受光位置が互いに異なる所定の配置で形成されている。これにより、赤外線受光に応じた出力電圧をその数分だけ得ることができ、なお且つ、その配置に沿った複数の受光箇所を受光する赤外線に応じた出力電圧を得ることができる。また、各熱電堆からの各出力電圧に対応する複数の測温値候補のうちの最大値を測温値として決定する。これは、熱吸収体の温度は熱源の温度にほぼ一致するまで上昇することはあっても、それ以上とはならないので、最大値が熱源温度に最も近い正確な値となるためであり、この測温計では、最高温である熱源との相対位置関係が少しずれても、温度測定の精度を維持できる。なお、この場合の複数の熱電堆は、同一の半導体基板の主面上に形成するので、半導体製造の工程（プロセス）を利用して小型化・低廉化が図れる。

【0007】また、請求項1の測温計において、前記赤外線を集光する赤外線レンズをさらに備えたことが好ましい。

【0008】この測温計では、赤外線を集光する赤外線レンズをさらに備えているので、導波管（導光管）等を使用する場合に比べて、外部の熱（誤差熱）による放射赤外線の影響（干渉）を低減できるとともに、複数の各熱電堆の熱吸収体で受光する赤外線の入射角を制限でき、これにより、誤差要因を少なくして、測定精度を向上できる。

【0009】また、請求項2の測温計において、前記赤外線レンズは、バイナリレンズであることが好ましい。

【0010】この測温計では、赤外線レンズは、バイナリレンズであるため、多段構成のバイナリエlementを構成することにより形成できる。このため、通常の曲面から成るレンズ等に比べて、レンズとしての同一の集光精度を確保するための成形が容易であり、これにより、低廉化が図れる。

【0011】また、請求項3の測温計において、前記赤外線レンズは、各熱電堆の熱吸収体に前記赤外線を集光する多段構成のバイナリエlementを、前記複数の熱電堆に対応して複数有することが好ましい。

【0012】この測温計では、赤外線レンズは、各熱電堆の熱吸収体に赤外線を集光する多段構成のバイナリエlementを、複数の熱電堆に対応して複数有する。このため、各熱電堆（各熱電堆）に適したバイナリエlementとすることができる。すなわち、各バイナリエlementでは、各熱電堆に対応する熱源の方向を、相対位置関係のずれとして想定（予想）可能な方向に対応して各熱電堆毎に定めることができ、各熱電堆で受光可能な赤外線の方向（光軸の方向）や入射角などを、それぞれに適したように設計・製造等できる。したがって、最高温である熱源との相対位置関係がずれても、想定（予想）範囲内であれば、正確に測定でき、温度測定の精度

を維持できる。

【0013】また、請求項4の測温計において、前記複数の各熱電堆に対応する各バイナリエレメントは、その光学的中心と対応する各熱電堆の熱吸収体の中心とを結ぶ線が、各熱電堆の熱吸収体に集光する集光対象の赤外線

【0014】この測温計では、複数の各熱電堆に対応する各バイナリエレメントは、その光学的中心と対応する各熱電堆の熱吸収体の中心とを結ぶ線が、各熱電堆の熱吸収体に集光する集光対象の赤外線の光軸と一致するよ
10 うに構成されているので、集光対象の赤外線を適切に効率よく集光できる。なお、各熱電堆に対応する(測温対象とする)熱源の中心位置がその光軸上に存在するように、各バイナリエレメントを設計・製造等することにより、このような構成にすることができる。

【0015】また、請求項5の測温計において、前記複数の各熱電堆に対応する各バイナリエレメントは、前記集光対象の赤外線の光軸が、前記半導体基板の主面からその法線方向に所定距離離れた同一点を通過するように構成されたことが好ましい。

【0016】この測温計では、複数の各熱電堆に対応する各バイナリエレメントは、集光対象の赤外線の光軸が、半導体基板の主面からその法線方向に所定距離離れた同一点を通過するように構成されている。すなわち、各光軸がいわば焦点とも呼べる同一点を通過する。この場合、各熱電堆で測温(電圧で検出)する熱源として想定される熱源の中心位置は、各光軸上にあるので、上記の同一点(以下便宜的に「焦点」という)より遠方に遠ざかるほど、各熱源の間隔は広がり、焦点に近ければ各熱源の間隔は狭まる。逆に言えば、熱源との距離や相対位置関係として想定される「ずれ」の度合いを考慮して焦点を設定することにより、各バイナリエレメントを測定の実状に合わせた構成にすることができる。

【0017】また、請求項2ないし6のいずれかの測温計において、前記赤外線レンズは、半導体から成るレンズ基板をレンズとして加工形成したものであることが好ましい。

【0018】この測温計では、赤外線レンズは、半導体から成るレンズ基板をレンズとして加工形成されたものであり、このため、半導体製造の工程(プロセス)を利用して小型化・低廉化が図れ、また、組成を工夫することにより、可視光を遮断する赤外線フィルタとしての機能を兼備させることが可能である。

【0019】また、請求項7の測温計において、前記レンズ基板は、シリコン基板であることが好ましい。

【0020】この測温計では、レンズ基板は、シリコン基板なので、エッチング等によりレンズとして容易に加工形成できる。

【0021】また、請求項2ないし8のいずれかの測温計において、前記赤外線レンズが、前記半導体基板の主

面上に接合されたことが好ましい。

【0022】この測温計では、赤外線レンズが、複数の熱電堆が形成された半導体基板の主面上に接合されているので、熱電堆における基準温度とレンズ温度との温度差による測定誤差をも減少できる。

【0023】また、請求項2ないし9のいずれかの測温計において、前記赤外線レンズは、受光する赤外線の波長を絞る赤外線コーティングが施されていることが好ましい。

【0024】この測温計では、赤外線レンズは、受光する赤外線の波長を絞る赤外線コーティングが施されているので、受光する赤外線の波長を適切に絞る(限定(制限)する)ことができる。

【0025】また、請求項2ないし10のいずれかの測温計において、前記複数の熱電堆のうち、中心に立てた法線が前記赤外線レンズの光学的中心を通る熱吸収体に基づく熱電堆を主熱電堆とし、その他の熱電堆を副熱電堆として、前記副熱電堆が前記主熱電堆の周辺に配置されたことが好ましい。

20 【0026】この測温計では、複数の熱電堆のうち、中心に立てた法線が赤外線レンズの光学的中心を通る熱吸収体に基づく(その温度に基づいて電圧を発生する)熱電堆を主熱電堆とし、その他の熱電堆を副熱電堆として、副熱電堆が主熱電堆の周辺に配置されている。このため、熱源からの赤外線を主熱電堆で受光するように設計・製造しておくことにより、主熱電堆(の熱吸収体)で受光すべき赤外線が少しずれても、副熱電堆(の熱吸収体)で受光でき、各熱電堆からの各出力電圧に対応するうちの最大値を測温値とするので、最高温である熱源との相対位置関係が少しずれても、温度測定の精度を維持できる。

【0027】また、請求項1ないし11のいずれかの測温計において、前記複数の各熱電堆の電圧出力の2極のうち的一方は、共通接続されていることが好ましい。

【0028】この測温計では、複数の各熱電堆の電圧出力の2極のうち的一方は、共通接続されているので、共通接続側を同一電位として、他方の電位を検出するだけで各出力電圧が得られる。このため、出力のための配線パターンを少なくでき、小型化に適している。

40 【0029】また、請求項1ないし12のいずれかの測温計において、前記半導体基板は、シリコン基板であることが好ましい。

【0030】この測温計では、半導体基板は、シリコン基板なので、CVD(Chemical Vapor Deposition)法(化学蒸着法)等により薄膜形成も容易であり、また、熱電堆の冷接点のヒートシンクとしての機能を合わせ持つことができる。すなわち、半導体製造における一般的な製法により熱電堆などを形成しやすく、このため、小型化・低廉化に適している。

50 【0031】また、請求項1ないし13のいずれかの測

温計において、前記測温値決定手段は、前記複数の各熱電堆からの各出力電圧のうちの最大値を最大出力電圧として選択する最大出力電圧選択手段と、前記最大出力電圧に基づいて前記測温値を算出する測温値算出手段と、を有することが好ましい。

【0032】この測温計では、複数の各熱電堆からの各出力電圧のうちの最大値を最大出力電圧として選択し、最大出力電圧に基づいて測温値を算出することにより、複数の各熱電堆からの各出力電圧に対応する複数の測温値候補のうちの最大値を測温値として決定でき、これにより、最高温である熱源との相対位置関係が少しずれても、温度測定精度を維持できる。

【0033】また、請求項1ないし14のいずれかの測温計において、前記複数の各熱電堆からの各出力電圧に対応する測温値候補は、基準温度に前記各出力電圧に対応する温度の差分を加えた温度を示すことが好ましい。

【0034】この測温計では、複数の各熱電堆からの各出力電圧に対応する測温値候補は、基準温度に各出力電圧に対応する温度の差分を加えた温度を示すので、基準温度と各熱電堆の出力電圧に基づいて測温値を決定できる。なお、この場合の基準温度として環境温度等を用いることができ、測定時に環境温度を測定して入力したり、あるいは環境温度の検出手段を設けて検出して、それらを基準温度とすることもできるし、所定のデフォルトの環境温度等を基準温度とすることもできる。

【0035】また、請求項15の測温計において、前記基準温度を検出する基準温度検出手段をさらに備えたことが好ましい。

【0036】この測温計では、基準温度を検出するので、その基準温度と各熱電堆の出力電圧に基づいて測温値を容易に決定できる。

【0037】また、請求項16の測温計において、前記基準温度は、前記複数の熱電堆の冷接点の温度であることが好ましい。

【0038】サーモパイル型の測温計等における原理的な基準温度は、熱電堆(サーモパイル)の冷接点の温度である。この測温計では、基準温度は、複数の熱電堆の冷接点の温度であり、原理的基準点の冷接点の温度を基準温度として検出するので、高精度の温度測定が可能な測温計となる。

【0039】また、請求項16または17の測温計において、前記基準温度検出手段の感温部が、前記複数の熱電堆を形成した半導体構造内に一体形成されたことが好ましい。

【0040】この測温計では、基準温度検出手段の感温部が、複数の熱電堆を形成した半導体構造内に一体形成されているので、各熱電堆との距離を短縮でき、これにより、基準温度検出の測定誤差を小さくして測定精度を向上でき、また、全体としてさらに小型化が図れ、大量生産等に適しているため、さらに低廉化が図れる。

【0041】また、請求項16ないし18のいずれかの測温計において、前記基準温度検出手段は、その感温部として、入出力特性が前記基準温度の温度変化に応じて変化する半導体素子を複数有し、前記複数の半導体素子からの出力に基づいて、前記基準温度を検出することが好ましい。

【0042】この測温計では、基準温度検出手段は、その感温部として、入出力特性が前記基準温度の温度変化に応じて変化する半導体素子を複数有し、複数の半導体素子からの出力に基づいて、基準温度を検出する。この場合、複数の半導体素子の出力に基づいて、それらの平均値を求めたり、差分を求めたりすることができるので、半導体素子の配置位置の違い等による環境差、あるいはそれらの特性差、理論値(設計値)とのズレ、雑音その他の測定環境の変動など、測定誤差の誤差要因を相殺可能となり、これにより、さらに測定精度を向上できる。

【0043】また、請求項16ないし19のいずれかの測温計において、前記基準温度検出手段の感温部は、前記半導体構造内においてダイオードとして機能するように構成されたことが好ましい。

【0044】半導体素子は一般に、所定の温度特性を有し、ダイオードの場合も同様である。この測温計では、基準温度検出手段の感温部は、半導体構造内においてダイオードとして機能するように構成されているので、ダイオードとしての温度特性に基づいて基準温度を検出でき、また、ダイオードなので、半導体構造内に容易に一体形成でき、小型化・低廉化に適している。

【0045】また、請求項1ないし20のいずれかの測温計において、前記熱源の温度が、人間の鼓膜温度であることが好ましい。

【0046】この測温計では、熱源の温度が、人間の鼓膜温度なので、耳式体温計に適用できる。

【0047】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態に係る測温計を適用した耳式体温計について、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

【0048】図1および図2に示すように、この耳式体温計1は、本体ケース11と、検体(耳)を熱源Sとしてその熱源Sからの赤外線を受光して熱源Sの温度(体温:鼓膜温度)に応じた電気信号(電圧)を取り出す赤外線受光検出部2と、各種電子部品(回路)等を搭載して接続する回路基板3と、赤外線受光検出部2の出力電圧に基づいて回路基板3に搭載された各種の電子部品4Cにより熱源Sの温度(測温値:検温値:測定(検出)した体温の値)を決定する測温値決定部4と、測温(検温)値その他の表示を行うためのLCD部5と、各部に電力を供給する電源部6と、を備えている。

【0049】電源部6は、図1に示すように、電源スイッチSW6と、電源となるボタン電池61と、それを装

着して回路基板3の回路パターンに接続するための電池端子金具62と、電池交換時に開閉するための電池ボックスカバー63と、備えている。また、LCD部5は、各種表示を行うためのLCDパネル51と、それを装着して回路基板3(の回路パターン)に接続するためのコネクタ52と、LCDパネル51を支持するパネル枠53と、LCDパネル51の表面を視認可能に保護する例えばプラスチック製の透明カバー54と、を備えている。

【0050】また、測温値決定部4は、測温スイッチSW4と各種の電子部品4Cとを備えて構成される。温度(体温)検出に直接関係するものとしては、図2に示すように、赤外線受光検出部2から出力される体温(鼓膜温度)に応じた電圧信号を増幅するアンプ41と、その出力をA/D変換するA/Dコンバータ42と、その出力値を数値処理して測温値を決定し、LCD部5のLCDパネル51に表示させるCPU44と、CPU44における各種処理の作業エリアとなるRAM43と、を備えている。

【0051】また、耳式体温計1では、赤外線受光検出部2内に後述の基準点感温素子73を備えていて、測温値決定部4は、基準点感温素子73の出力を増幅するアンプ71と、その出力をA/D変換するA/Dコンバータ72と、をさらに備えている。論理的なブロックとしては、上記の基準点感温素子73と、アンプ71と、A/Dコンバータ72と、により、基準温度検出部7が構成される。CPU44は、基準温度検出部7によって検出された温度を基準温度として入力し、それに基づいて測温値を決定する。

【0052】具体的には、まず、電源スイッチSW6や測温スイッチSW4は、CPU44の入力ポートに接続され(図30参照)、電源オフの初期状態では、CPU44はスタンバイ状態、他の回路は非通電状態となっている。この状態で、ユーザにより電源スイッチSW6が押されると、CPU44は、そのレベル変化を割り込み信号として検出して活性化状態となり、他の回路は通電状態となる。CPU44は、活性化すると、まず、LCDパネル51に全点灯表示(初期表示)を行い、続いて、各種フラグ等の初期化処理など、測定の準備を行い、準備が終了すると、「測定準備OK」の旨を示す表示を行う。

【0053】次に、この測定(準備OK)の状態、ユーザにより測温スイッチSW4が押されると、CPU44は、A/Dコンバータ42およびA/Dコンバータ72を活性化させ、赤外線受光検出部2からの出力電圧をアンプ41およびA/Dコンバータ42を介してデジタル値として入力するとともに、基準点感温素子73からの出力をアンプ71およびA/Dコンバータ72を介して入力し、各アンプのオフセット電圧等により補正しつつ、A/Dコンバータ72の出力から基準温度を求

め、それに基づいて、A/Dコンバータ42の出力から測温値(体温:ここでは鼓膜温度)を算出する。

【0054】測温値算出(測温値決定)が終了すると、続いて、ピープ音等による報知とともに、その測温値を測定結果としてLCDパネル51に表示し、A/Dコンバータ42、72を不活性化させる。この状態で、電源スイッチSW6を押すことにより、あるいはその後の一定時間内に電源スイッチSW6や測温スイッチSW4の操作がなければオートパワーオフにより、電源オフの初期状態に戻す。

【0055】赤外線受光検出部2は、図1に示すように、熱源Sの温度(体温:鼓膜温度)に対応する赤外線を受光してそれに応じた電圧信号を出力する熱電堆(サーモパイル)チップSPCとその受光部に赤外線を集光させるバイナリレンズBLとを有する赤外線検出チップ21(図5(b)参照)と、サーモパイルチップSPCを回路基板3に接続するボンディングワイヤ26と、これらを保護する例えばプラスチック製のカバー22と、粉塵等の進入を防止する赤外線透過性のフィルム23と、それを支持するためのフィルム押さえオーリング24と、検温時に耳穴に挿入するために赤外線受光検出部2全体を覆うように取り付けられた赤外線透過性のプローブキャップ25と、を備えている。

【0056】上記の耳式体温計1を使用する場合、ユーザは、まず、電源スイッチSW6を押し、LCDパネル51が初期表示から「測定準備OK」の旨の表示に変わるのを確認する。続いて、プローブキャップ25の部分を耳穴に入れ、測温スイッチSW4を押すと、測定が開始され、その後、数秒後には、報知音とともに測温値がLCDパネル51に表示されるので、その値(体温)を確認できる。そして、その後は、電源スイッチSW6を押すことにより、あるいは放置してオートパワーオフにより、電源オフとすることができる。

【0057】ところで、上述のように、赤外線受光検出部2では、熱源Sの温度(体温:鼓膜温度)に対応する赤外線をバイナリレンズBLにより集光し、サーモパイルチップSPCにおいて受光する。すなわち、いわゆる赤外線センサを利用し、そのなかでも特にサーモパイル型を利用している。赤外線センサとしては、前述のように、焦電効果を利用する焦電型センサや抵抗変化を利用するボロメータなどがあるが、耳式体温計1では、小型化・低廉化を図るため、サーモパイル型を利用している。

【0058】これに対し、同じくサーモパイル型の赤外線センサを利用した耳式体温計であっても、導波管(導光路、導波路等)を利用して光を誘導するタイプがある。例えば図3に示すように、このタイプの耳式体温計100では、支持金具207により導波管206を支持し、プローブキャップ25からの赤外線を導波管206により赤外線検出チップ210に誘導する。なお、耳式

体温計100では、測温スイッチSW4が回路基板3にリード線201により接続されていて、耳式体温計1では、直付けであるなど、他の部分にも相違があるが、本質的な相違は、赤外線誘導方法とその赤外線から温度を検出する部分にあるので、以下では、それらについて説明する。

【0059】まず、上述の耳式体温計100では、図3、図4(a)および図5(a)に示すように、入光した赤外線を導波管206内に伝搬させ、赤外線検出チップ210に誘導する。赤外線検出チップ210では、サーモパイル型の赤外線センサ209と基準温度を検出するためのサーミスタ211とをパッケージ基材212上に搭載し、パッケージケース213により全体を一体化させ、赤外線を入光する窓には、可視光を遮断し赤外線を透過するためのシリコン(Si)等から成るフィルタ(赤外線フィルタ)208が設けられている。

【0060】一方、図1(本実施形態)の耳式体温計1では、まず、図5(b)に示すように、上記の赤外線センサ209に対応するサーモパイルチップSPCの表面に直接接触(接合)するようにバイナリレンズBLを設けて、赤外線検出チップ21として一体化している。バイナリレンズBLは、シリコン(またはゲルマニウム:SiまたはGe)基板BLaに対してエッチング等により多段構成のバイナリエレメントBLb(誇張して図示)を構成することにより、全体として赤外線を集光するバイナリレンズとして機能させたレンズ(用)基板であり、サーモパイルチップSPCの表面に直接接合している。また、その組成から、上記の赤外線フィルタ208と同様に、可視光を遮断し赤外線を透過する赤外線フィルタとしての機能も兼ね備えているが、さらに近赤外線等を遮断するなど波長領域を絞るために、硫化亜鉛(ZnS)やゲルマニウム(Ge)の多層膜による赤外線コーティングBLcを施している。

【0061】図4(a)に示すように(耳式体温計100のように)、導波管206を利用して赤外線を誘導する場合、赤外線フィルタ208の窓の面(検出面)から見た視野角はほぼ180°あり、導波管206外からの(赤外線等の)光も入射(入光)され、また、外部の熱(誤差熱)sdによって内部に放射される赤外線等の干渉を受け、さらにはこれらにより内部で乱反射した光も誘導されて検出面に入射されるので、測定誤差が大きくなる。これに対し、原理的に同図(b)に示すように(耳式体温計1のように)、バイナリレンズBLにより集光することにより、入射角を限定(制限)することができ、これにより誤差要因を少なくして、測定精度を向上できる。

【0062】また、サーモパイル型の赤外線センサを備えた測温計(または赤外線検出素子)では、原理的に、赤外線を受光する熱吸収体(いわゆる黒体)側の接点(温接点)と基準温度側の接点(冷接点)との間で、黒

体の温度変化に応じて生じる起電力(出力電圧)を検出し、その出力電圧に基づいて、温接点冷接点間の温度差(接点間温度差)を求めるとともに、それとは別に他の温度検出手段(感温素子等)により基準温度を測定して、その基準温度と上記の接点間温度差から熱源Sの温度(測温値:体温計等では体温)を決定する。このため、測定(検出)した基準温度と冷接点の温度との間に温度差があると、それも誤差要因となり、測定精度に影響する。

【0063】この点について、図5(a)で前述のように、耳式体温計100の赤外線検出チップ210では、基準温度を検出するためのサーミスタ211をパッケージ基材212上に搭載している。このため、パッケージ外(チップ外)にサーミスタ等を設けるのに比べれば精度が高くはなるものの、依然として、サーミスタ211により測定する基準温度の測定点と赤外線センサ209(の冷接点)との距離が大きく、本来測定すべき冷接点の温度を正確な基準温度として測定することは困難になっている。

【0064】また、図4(b)では原理を説明するために、バイナリレンズBLを、サーモパイルチップSPCと離して図示したので、同図(a)の導波管206をレンズに置き換えただけの関係に見えるが、導波管206をレンズに置き換えただけでは、そのレンズと赤外線センサ209(の冷接点)との距離が離れてしまい、レンズ自体の温度と赤外線センサ209(の冷接点)との間で温度差が生じ、基準点の温度環境と異なる温度環境のレンズを介した測定となるために、これも誤差要因となり、測定精度に影響する。

【0065】これらの点について、耳式体温計1では、まず、図5(b)で前述のように、サーモパイルチップSPCの表面に直接接触(接合)するようにバイナリレンズBLを設けて、赤外線検出チップ21として一体化している。また、同図に示すように、このバイナリレンズBLとサーモパイルチップSPCの接合部の近傍で、かつ、冷接点(原理上の基準点:原理的基準点)近傍に、図2で前述の基準点感温素子73としてPNダイオードPNDを形成している(図8参照)。

【0066】すなわち、基準温度の測定点を、冷接点(原理的基準点)近傍に配置することにより、基準温度と冷接点温度との間の温度差による測定誤差を減少させ、バイナリレンズBLを一体化してその接合点近傍に基準温度の測定点を配置することにより、基準温度の測定点とレンズ温度との温度差による測定誤差を減少させることができる。また、半導体製造工程にて一体形成しやすいPNダイオードPNDを基準点感温素子73とすることで、小型化を推進させ、それによりさらに冷接点やレンズ等との間の距離を短縮でき、一体形成により大量生産等が可能になって、低価格化(低廉化)し易くなる。

【0067】以下、上述の構成について、さらに詳述する。まず、図5(a)で上述の耳式体温計100の赤外線センサ209等では、図6に示すように、下面(裏面)中央をエッチング等により中空化(点線部分)した(薄膜のみの部分の:メンブレン構造の)シリコン基板80の上面(表面、主面)に、金(金黒:ゴールドブラック)をスパッタ蒸着等することにより熱吸収体(金の黒体)81を形成する。この場合、黒体81が吸収した熱の周囲への逃げを防いで温度上昇を高めるために、黒体81は、熱伝導の悪い酸化膜(SiO_2 :以下適宜「 SiO_2 」や「 SiO 」と説明および図示する。)94、96、窒化膜(Si_3N_4 :以下適宜「 SiN 」と略して説明および図示する。)97などで構成される数ミクロン厚の薄膜層上に形成する(図8参照)。

【0068】また、高感度の熱電対82の温接点83を黒体81の近隣に(上記の薄膜層等を介して近接するように)設け、冷接点84をメンブレン構造外のシリコン基材80の基材部分が残っている周辺部に設ける。この場合のシリコン基材80は、冷接点84のヒートシンクとしての機能を合わせ持つことになる。この状態で、熱電対82では、温接点83と冷接点84との間に黒体81の温度上昇に応じた起電力(起電圧)を生じる。ただし、単一の熱電対82では起電圧が十分とは言えないので、これを複数直列接続して(例えば図14参照)、両端を端子(例えば+端子)86および端子(例えば-端子)87とし、両端子86、87間の電圧を出力電圧とする熱電堆85を構成する。

【0069】図6で上述の構成までは、耳式体温計100の赤外線センサ209ばかりでなく、耳式体温計1のサーモパイルチップSPCでも、図7に示すように、同様の構成(黒体81や熱電堆85等)を備えている。なお、熱電対82を構成する導電体の組合せとしては、アルミ(Al)に対して、(リンドーブされた)ポリシリコン(図示および説明では後述のPN接合の「P-」と区別するため「Si-P」とする)、モリブデンシリサイト、窒化チタン、タンゲステンシリサイト等が考えられるが、以下では、主にポリシリコンとして説明する。

【0070】そして、上記の構成に加え、サーモパイルチップSPCでは、図7、図8および図9に示すように、冷接点(原理上の基準点:原理的基準点)の近傍(ほぼ直下)に、図2で前述の基準点感温素子73としてPNダイオードPNDを形成している。なお、図8に示すように、アクセプタ不純物のドーブ量が多い「P+」の領域(以下「P+領域」)DP1(またはDP2)や、ドナー不純物のドーブ量が多い「N+」の領域(以下「N+領域」)DN1(またはDN2)は、実際には熱電対82を構成するアルミ(Al)91やポリシリコン(Si-P)92より下層に形成されるが、図7や図9では見やすさを重視して表面に図示している。また、図8のN+領域DN1(またはDN2)に点線で図

示の部分93がダイオードとしてのPN接合領域となる。

【0071】また、サーモパイルチップSPCでは、図7および図9に示すように、基準点感温素子73のPNダイオードPNDとして、実際には2つのダイオード(図12で後述のダイオードD1およびD2)が形成されている。具体的には、共通のアノード端子DAに接続されて一方に延びるP+領域DP1および他方に延びるP+領域DP2のそれぞれに対応して、カソード端子DK1に接続されたN+領域DN1およびカソード端子DK2に接続されたN+領域DN2が形成されている。

【0072】従来、例えば図6で前述の赤外線センサ209等では、まず、シリコン基板80の表面(主面)に(例えばCVD(Chemical Vapor Deposition)法(化学蒸着法)等により)酸化膜(SiO_2)94等の薄膜層を形成することから半導体製造工程が開始されるが、サーモパイルチップSPCでは、その前に、まず、図8に示す酸化膜(SiO_2 :例えばフィールド酸化膜)95をパターニングして形成し、P+領域DP1(およびDP2)やN+領域DN1(およびDN2)をドーブにより形成し(これにより相対的にP-基板80となる)、その後、改めて酸化膜(SiO_2)94等の種々の金属・半導体の層をパターニングして形成する。

【0073】すなわち、その後は、従来と同様に、図8に示す各層を形成するように、薄膜形成、熱電対形成、電極形成、黒体(金黒)形成の各工程を行い、裏面からシリコン基板80をパターニングに従って酸化膜(SiO_2)94までエッチングしてメンブレン構造とし、ハンドリング上の必要性に応じてスクウェイブ・ブレード、単体検査(チップ検査)、アッセンブリ等(並行して製造したバイナリレンズBLの接合を含む)を行う。

【0074】なお、酸化膜(SiO_2)94等は、上記のメンブレン構造形成の際の裏面からのエッチング等に対するストッパーとなっているので、図15以降で後述のスリット98を形成する部分は、パターニングによりストッパーとなる薄膜層を削除しておくことにより、上記のエッチングの工程において形成できる。また、図7~図9で上述の例では、P+領域を内側、N+領域を外側に配置・形成したが、逆にすることもできる。また、上述の例では、2つのダイオードのP+領域やN+領域を相互に異なる方向に延ばして形成したが、例えば図10および図11に示すように、共通のP+領域DPを挟むように、N+領域DN1およびN+領域DN2を形成しても良い。これらは、ダイオードとしての温度特性やチップとしての歩留まり、あるいは扱いやすさ(ハンドリング:各端子を一カ所に集めた方が便利か否かなど)等を考慮して適宜選択すれば良い。

【0075】上述のダイオード素子は、図2で前述の基準点感温素子73を構成するので、次に、その出力を入力するアンプ71の構成例について説明する。

【0076】本例のアンプ71では、図12に示すように、まず、図9または図10等で上述のアノード端子DAとカソード端子DK1との間に形成したダイオードをダイオードD1、アノード端子DAとカソード端子DK2との間に形成したダイオードをダイオードD2とし、トランジスタJ1と抵抗R1（例えば50k）から成る順方向電流IF1を流すための電流源と、トランジスタJ2と抵抗R2（例えば100k）から成る順方向電流IF2を流すための電流源に、それぞれ接続することにより、ダイオードD1の内部抵抗に比例した順方向電圧（アノード端子DAとカソード端子DK1との間の電位差）VF1と、ダイオードD2の内部抵抗に比例した順方向電圧（アノード端子DAとカソード端子DK2との間の電位差）VF2を取り出す。

【0077】また、順方向電圧VF1はオペアンプ（以下単に「アンプ」）U6を介して（アンプU6により増幅して）、順方向電圧VF2はアンプU7を介して（アンプU7により増幅して）、差動アンプU8に入力することにより、それらの電圧差Vout（以下「VF」（デルタVF）という。ただし、 $V_F = V_{F1} - V_{F2}$ ）を求める。この電圧差VFが図2で前述のアンプ71の出力となり、前述のように、A/Dコンバータ72を介して、デジタル値としてCPU44の入力となる。

【0078】半導体素子は一般に、熱（温度）や光などに対して所定の特性を有し、ダイオードの場合も、所定の温度特性を有する。ダイオードの場合の順方向電流IFおよび順方向電圧VFの原理的な式（理論式）は、図13（a）の（1）式および（2）式のようになる。このため、原理的には、図12で上述の2組（ダイオードD1+トランジスタJ1+抵抗R1の1組、ダイオードD2+トランジスタJ2+抵抗R2の1組、の計2組）の一方の1組のみでも、基準温度を検出できる。すなわち、上述の式に従って、あるいは上述の式の温度と電圧との関係を測定値等から求めてテーブル化して記憶しておいてそれを参照することにより、CPU44では、検出した順方向電圧VF（のデジタル値）に基づいて、基準温度を求める（決定する）ことができる。

【0079】これに対し、耳式体温計1のサーモパイルチップSPCでは、上述のように、2つのダイオードD1、D2を使用（形成）している。また、この場合、順方向電流IF1と順方向電流IF2とを相異なる値にしている。すなわち、同一構成のトランジスタJ1、J2に対してそれぞれ接続する抵抗R1（例えば50k）、R2（例えば100k）を異なる抵抗値とすることにより、一方の電流源（トランジスタJ1+抵抗R1）による順方向電流IF1と、他方の電流源（トランジスタJ2+抵抗R2）による順方向電流IF2とを、互いに異なる値としている。

【0080】そして、この場合、順方向電流IF1によ

る順方向電圧VF1と、順方向電流IF2による順方向電圧VF2との電圧差 $V_F = V_{F1} - V_{F2}$ の理論式は、図13（b）の（3）式ようになる。ここで、同一チップ内（同一半導体基板：同一シリコン基板80）に同様に形成した2つのダイオードD1、D2では、ダイオードとしてほぼ同一の特性等を得られるので、例えばダイオードD1の逆方向飽和電流IS1とダイオードD2の逆方向飽和電流IS2とは同一となり、この場合、電圧差VFの温度特性（VF）の理論式は、同図の（4）式ようになる。すなわち、形成したダイオードの逆方向飽和電流等のダイオード特性がたとえ理論値（設計値）と異なる値を示すものであっても、理論値とのズレを相殺できる。

【0081】そして、これらの場合も、上述の式に従って、あるいは電圧差と温度との関係を示すテーブル等を参照することにより、CPU44では、検出した電圧差VF（のデジタル値）に基づいて、基準温度を求める（決定する）ことができる。なお、上述の例では、2つのダイオードD1、D2の順方向電流IF1、IF2を、意識的に異なる値として、それらの差分により基準温度を求めたが、抵抗R1、R2も含めて同一の回路構成としておき、検出された順方向電圧VF1と順方向電圧VF2の平均値等を検出値として、基準温度を求めるようにしても良い。この場合も、ダイオードの形成位置の違い等による特性差や環境差、あるいは理論値（設計値）とのズレなどを相殺し得る。

【0082】すなわち、耳式体温計1のサーモパイルチップSPCでは、基準点感温素子73として、2つのダイオードD1、D2を形成（使用）しているため、上述の逆方向飽和電流等のチップ毎に異なるダイオードの特性差（特性の違い）による測定誤差、あるいはそのほかにも、雑音や電位変動その他の測定環境の変動要素などによる測定誤差を相殺でき、測定精度を向上できる。なお、上述の例では、ダイオード（感温素子）を2つとしたが、さらに数を増やして精度を向上させることもできる。

【0083】上述のように、耳式体温計1のサーモパイルチップ（赤外線検出素子）SPCでは、シリコン基板（半導体基板）80と、その主面上に形成され、赤外線を受光する黒体（熱吸収体）81の温度に基づいて電圧を発生する熱電堆85と、熱電堆85の基準温度を検出する基準温度検出部（基準温度検出手段）7と、を備えているので、いわゆるサーモパイル型の赤外線センサの機能を有し、また、半導体製造の工程（プロセス）を利用して小型化・低廉化が図れる。

【0084】そして、この場合、基準温度感温素子（基準温度検出手段の感温部）73は、熱電堆85を形成した半導体構造内に一体形成されているので、熱電堆85との距離を短縮でき、これにより、熱電堆85の基準温度検出の測定誤差を小さくして測定精度を向上できると

ともに、全体としてさらに小型化が図れ、大量生産等に
適しているため、さらに低廉化が図れる。また、基準温
度感温素子（感温部）73は、ダイオードD1、D2と
して機能するように構成されているので、ダイオードと
しての温度特性に基づいて基準温度を検出でき、また、
ダイオードなので、半導体構造内に容易に一体形成で
き、小型化・低廉化に適している。

【0085】また、半導体基板はシリコン基板80な
ので、CVD法等の半導体製造における一般的な製法によ
り薄膜形成やエッチング等が容易なことから、熱電堆8
5や感温部となる半導体素子（感温素子：例えばダイオ
ード）を一体形成しやすく、小型化・低廉化に適し、基
準温度の測定点を熱電堆の冷接点近くに配置しやすく、
また、熱電堆85の冷接点84のヒートシンクとしての機
能を合わせ持つことができる。また、具体的に、基準温
度検出の原理的基準点である冷接点の直下（近傍）にダ
イオードD1、D2（基準温度感温素子（感温部）7
3）が配置されているので、測定点と基準点との距離や
環境差に基づく測定誤差が小さく、さらに高精度の測定
精度が可能な赤外線検出素子となっている。

【0086】また、基準温度感温素子（感温部）73と
して、複数（例では2つ）のダイオードD1、D2（半
導体素子）を形成し、それらの出力に基づいて、平均値
を求めたり、差分を求めたりすることができるので、形
成する配置位置の違い等による環境差、あるいはそれら
の特性差、理論値（設計値）とのズレ、雑音その他の測
定環境の変動など、測定誤差の誤差要因を相殺可能とな
り、これにより、測定精度を向上できる。

【0087】なお、感温部として複数の半導体素子を有
することのみによる利点は、例えば図5（a）で前述の
耳式体温計100の赤外線検出チップ210において、
基準温度を検出するためのサーミスタ211をパッケージ
基材212上に複数（例えば2個）搭載することによ
っても得られる。すなわち、同一温度における同一の
入力値に対する出力値が、設計値として互いに同一の複
数（2個）の半導体素子を設置した場合、同一の入力を
印加しておくことにより、原理的には、同一の測定環境
（温度環境等）であれば、同一の出力が得られる。逆に
言えば、同一の入力値に対して異なる出力値となった場
合、その相違は、設置位置等による測定環境（温度環境
等）の相違、あるいは実際の物としての特性差（設計値
とのズレ等）、あるいは同一にしているはずの入力値が
実際には異なっているなどの設計値とのズレ等に起因す
るものと考えられる。

【0088】そして、これらの場合、例えば測定点から
等距離に2つの半導体素子（サーミスタやダイオード
等）を設置しておいて同一の入力値に対する出力を検出
して平均すれば、上述の各種の誤差要因を相殺し得る。
ただし、同様の方法（複数の平均を利用する方法）を採
用するにしても、上述した耳式体温計1の赤外線検出チ
50

ップ21では、同一のシリコン基板80に（すなわち同
一特性を得やすい環境の下に）複数（2つ）のダイオ
ードD1、D2を形成しているため、一体化との相乗作用
により測定誤差の誤差要因を相殺し易い。

【0089】また、前述のように、同一の温度変化に対
する出力の変化値が互いに異なる値となる2つの半導体
素子（サーミスタやダイオード等）を用いて、それらの
出力の差分に基づいて、温度検出をすることもできる。
この場合、雑音や電位変動その他の測定環境の変動要素
は、2つの半導体素子の出力に同様に影響することが多
いので、一つではそれらが測定誤差として大きく影響し
ても、差分を求めることにより、それらの影響を相殺し
得る。したがって、これにより、測定精度を向上でき
る。

【0090】この場合、上述の耳式体温計1の赤外線検
出チップ21の複数（2つ）のダイオードD1、D2の
ように、同一の温度変化に対する出力の変化値がそのと
きの入力値に対応して変化する半導体素子を用いた場
合、これらに対して異なる値の入力（例えば前述の異
なる値の順方向電流の印加等）をすることにより、その
入力値の違いにより、同一の温度変化に対する出力の変
化値が互いに異なる値となる2つの半導体素子となる。
このため、これらの出力の差分（例えば前述の順方向電
圧の差VF等）に基づいて、温度検出ができ、また、雑
音や電位変動その他の測定環境の変動要素などによる測
定誤差を相殺でき、これにより、測定精度を向上でき
る。

【0091】そして、この場合、上述の複数（2つ）の
ダイオードD1、D2のように、2つの半導体素子を、
同一温度における同一の入力値に対する出力値が、設計
値として互いに同一の半導体素子とすることにより、上
述の各種の誤差要因の影響も同一に成りやすく、測定誤
差を相殺しやすく、また、同様の方法（複数の差分を利
用する方法）を採用するにしても、上述の赤外線検出チ
ップ21では、同一のシリコン基板80に（すなわち同
一特性を得やすい環境の下に）複数（2つ）のダイオ
ードD1、D2を形成しているため、一体化との相乗作用
により測定誤差の誤差要因を相殺し易い。また、複数
（2つ）でも同様に（例えば同一工程で）形成できるの
で、大量生産・低廉化に適している。なお、差分を求め
る測定方法と平均を求める測定方法とを切り換えて使用
することも可能になる。

【0092】また、上述の赤外線検出チップ21では、
バイナリレンズBLとサーモパイルチップSPCとを接
合して一体化しているため、導波管（導光管）等を使用
する場合に比べて、外部の熱（誤差熱）による放射赤外
線の影響（干渉）を低減でき、熱吸収体で受光する赤外
線の入射角を制限でき、これにより、誤差要因を少なく
して、測定精度を向上できる。また、一体化により基準
温度（測定点の温度）とレンズ温度との温度差による測
50

定誤差をも減少でき、また、この場合のダイオードD1、D2の形成(配置)位置は、図5(b)でも前述のように、冷接点(原理的基準点)84の近傍であるとともに、バイナリレンズBLとサーモパイルチップSPCの接合部の近傍でもあるため、基準温度を検出すると同時にレンズ温度をも把握でき、レンズ特性(集光特性)等の温度補正等も可能になるので、さらに測定精度を向上できる。

【0093】そして、耳式体温計1(測温計)では、熱源の温度が人間の鼓膜温度であり、赤外線検出部2に上述のサーモパイルチップSPCを含む赤外線検出チップ(赤外線検出素子)21を備え、ダイオードD1、D2(感温部)の順方向電圧VF1、VF2の電圧差VFから基準温度を求め、熱電堆85の出力電圧と基準温度に基づいて、熱源Sの温度(体温:人間の鼓膜温度)を決定する測温値決定部(測温値決定手段)4をさらに備えるので、体温を測定する体温計として機能する。また、小型化・低廉化を図りつつ、温度検出の精度を向上できる赤外線検出チップ(赤外線検出素子)21を利用するので、測温計としても、小型化・低廉化を図りつつ温度検出の精度を向上できる。

【0094】ところで、サーモパイル型の赤外線センサでは、一般に、例えば上記の基準温度に対して500度程度高い温度を検出・測定する場合でも、黒体の温度上昇が1度以下とわずかであり、このことから、氷点下から1000°C以上まで測っても、センサとしての劣化が少ないという利点があり、安定した測定が可能である。しかし、その反面、わずかな温度変化を迅速に検出するためには、応答性(感度)を高める必要がある。特に本実施形態のように、体温計等に使用する場合、実用上(例えば乳児や幼児の体温を身動きを我慢できる時間内に測定するなど)、迅速に測定する必要があり、それに対応できる感度が必要である。また、この感度を得るために、一つ一つの熱電対(サーモカップル)を長くしたり、熱電堆(サーモパイル)としての直列接続の数を増加させるのでは、全体が大きくかつ高価になってしまい、小型化・低廉化を図れるという利点が薄れてしまう。

【0095】そこで、耳式体温計1では、サーモパイル型を適用して小型化・低廉化を図りつつ、温度測定の感度を高める工夫を施している。以下、その点について説明する。

【0096】まず、原理的に、サーモパイル型の赤外線センサにおいて、感度を高めるためには、熱電堆(サーモパイル)を構成する温接点の部分の温度を少しでも高く、冷接点の部分の温度をできるだけ環境温度(室温等)に近づけて、両接点間の温度差を確保し、各熱電対の起電力(起電圧:両接点間電位差:出力電圧)を大きくすることである。そして、このためには、熱吸収体による赤外線の吸収を増加させ、それによる熱の冷接点側

への伝導を減らす必要がある。

【0097】耳式体温計1のサーモパイルチップSPC(赤外線検出素子)にも適用可能な熱電堆85としては、例えば図14に示す構成が考えられる。同図(および図8または図11参照)に示すように、この熱電堆85の各熱電対82は、2種の導電体としてアルミ(A1)91およびポリシリコン(Si-P)92を有して構成され、黒体81に近い側(薄膜層のみのメンブレン構造の部分の上面)に温接点83、遠い側(ヒートシンクとなるシリコン基板80の周辺部の上面)に冷接点84が設けられている。

【0098】ここで、上記の構成を特性上から分割し、温接点83の部分や黒体(熱吸収体)81を支持する温接点支持領域と、冷接点84の部分を支持する冷接点支持領域と、それらを連結する導電体91、92を支持する中間支持領域と、に分けて考える。この場合、前述のように、サーモパイルチップSPCの基板は、主面側が温接点支持領域および中間支持領域となる板厚が薄い薄板部と、主面側が冷接点支持領域となる板厚が厚い厚板部と、薄板部と厚板部との板厚の差によって形成される中空部(保温部:メンブレン構造の下部)KWと、を有する(図5、図7、図8等参照)。

【0099】この場合、中空部KWは、何らかの熱伝導媒体がある場合に比べて熱の伝導を低減するので、いわゆる保温作用があり、これにより、温接点支持領域にある黒体81や温接点83、および熱電対の導電体91、92からの熱伝導を低減させ、温接点冷接点間の温度差を確保して、各熱電対82の起電力(起電圧)を大きくし、温度測定の感度(測定感度)を高めることができる。前述のように、熱伝導率の高いシリコン(Si)層から成る第1基板層80の上に熱伝導率の低い酸化膜(SiO)94や窒化膜(SiN)97等から成る第2基板層を形成(元の半導体基板となる)した後、裏面側から一般的な半導体製造工程であるエッチング工程において、中空部KWを容易に形成できる。

【0100】すなわち、シリコン基板(第1基板層)80の上に各種薄膜層(第2基板層)を形成することで元の半導体基板を形成でき、その一つの(元の)半導体基板に対して、中空部KWに相当する部分をエッチングにより第2基板層に至るまで裏面側から削除することで、中空部KWを形成できるので、半導体製造工程にて容易に形成できるとともに、温接点支持領域および中間支持領域となる薄板部は、熱伝導率の低い各種薄膜層(第2基板層)のみとなるので、保温に適し、冷接点支持領域となる厚板部には熱伝導率の高いシリコン基板(第1基板層)80があるので、ヒートシンク機能を有して、冷接点84を環境温度(室温等)に近づけて、温接点冷接点間の温度差を確保し、各熱電対82の起電力を大きくするのに適している。

【0101】そして、上述までの作用は、図14に示す

構造にて得られるが、耳式体温計1のサーモパイルチップSPCでは、図15および図16に示すように(図16は図15の - において冷接点83側(図示右側)から見た断面の構成例を示す)、上述の各熱電対82を構成する導電体91、92を支持する中間支持領域において、導電体91、92のうちの一方の導電体(例えばアルミ(Al)91)と隣接する熱電対82の他方の導電体(例えばポリシリコン(Si-P)92)との間に、主面から裏面側の中空部KWに連通するスリット(中空連通路)98を設けている。このスリット98も、前述のように、上記の中空部KWを形成するエッチング工程にて形成できるので、改めて特殊な工程を経ることなく形成できる。なお、この例では、スリット(中空連通路)98以外の構成は、スリット98を形成しない場合と同様の構成となっている。

【0102】この場合のスリット(中空連通路)98は、上述の中空部KWと同様に、何らかの熱伝導媒体がある場合に比べて熱の伝導を低減する保温作用があり、これにより、温接点83側と冷接点84側の相互間の熱伝導を低減させ、両接点間の温度差を確保して、各熱電対82の起電力(起電圧)を大きくし、測定感度を高めることができる。また、この場合、スリット98は、図示のように、温接点83の部分と冷接点84の部分とを接続する方向を長手方向とするので、その長手方向における保温作用(すなわち温接点冷接点間の温度差)を十分に確保しつつ、それと直交する方向(図16の断面の図示左右方向)の密度は高くすることができるので、小型化に適している。

【0103】そして、耳式体温計1(測温計)では、熱源の温度が人間の鼓膜温度であり、赤外線検出部2に上述のサーモパイルチップSPCを含む赤外線検出チップ(赤外線検出素子)21を備え、さらにダイオードD1、D2(感温部)の順方向電圧VF1、VF2の電圧差VFから基準温度を求め、熱電堆85の出力電圧と基準温度に基づいて、熱源Sの温度(体温:人間の鼓膜温度)を決定する測温値決定部(測温値決定手段)4を備えるので、体温を測定する体温計として機能する。また、小型化・低廉化を図りつつ、温度検出の精度を向上でき、また感度を高くできる赤外線検出チップ(赤外線検出素子)21を利用するので、測温計としても、小型化・低廉化を図りつつ温度検出の精度を向上でき、感度を高めることができる。

【0104】なお、図15および図16で上述の例では、前述のように、スリット(中空連通路)98以外の構成は、スリット98を形成しない場合と同様の構成となっている。言い換えれば、他の利点はそのまま維持しつつ、さらにスリット98を形成することにより、温接点冷接点間の熱伝導を低減させて温度差を確保し、起電力を大きくして、測定感度を高めることができる。

【0105】また、例えば図17および図18に示すよ

うに(図18は図17の - において冷接点83側(図示右側)から見た断面の構成例を示す)、中間支持領域において、一方の導電体(例えばアルミ(Al))91と、他方の導電体(例えばポリシリコン(Si-P))92との間に、酸化膜(SiO)99等を設けて、導電体91、92を上下に重ね、密度を高くしてさらに小型化を図ったり、図示のように、全体の表面積を変えずにスリット98を大きくしてさらに測定感度を高めても良い。

【0106】また、スリット98を一方または双方の導電体の幅内に設けることもできる。例えば図19および図20に示すように(図20は図19の - において冷接点83側(図示右側)から見た断面の構成例を示す)、中間支持領域において、一方の導電体(例えばポリシリコン(Si-P))92の表面からスリット98につながる開口部が設けられている。すなわち、この開口部はスリット98に直接つながるので、中間支持領域における導電体の熱を中空連通路において保温し易くなり、温接点冷接点間の温度差を十分に確保でき、また、導電体間の密度は高くできるので、小型化に適している。また、この場合、導電体の上側の表面から貫通する開口部でなくても、その導電体の下側の表面につながる開口部(凹部)を設けるようにしても良い。

【0107】なお、一般に、良い熱電材料は、抵抗率が小さく、かつ、熱伝導率が小さいことが必要であり、この意味で、抵抗率が小さくても熱伝導率が大きく成りやすい金属より、抵抗率を小さく熱伝導率も小さい材料を得やすい半導体が多く用いられている。言い換えれば、単位温度差当たりの熱起電力を示す絶対熱起電能(いわゆるゼーベック係数)が普通の金属より桁違いに大きい半導体材料も得られる。このため、上述の熱電堆85における一方の導電体であるポリシリコン(Si-P)は、いわゆる5族元素のP(リン)をドナー不純物としてドーパしたものであり、いわゆるn形半導体であるが、より抵抗率や熱伝導率が小さい半導体材料にも変更できる。

【0108】また、例えばいわゆる3族元素等のアクセプタ不純物をドーパしたp形半導体を導電体として使用することもできる。また、上述の例では、他方の導電体は金属のアルミ(Al)としたが、熱電対の一对の導電体として、p形半導体とn形半導体の組合せを用いても良い。この場合、p形半導体とn形半導体のゼーベック係数は反対の極性なので、p形半導体とn形半導体とを交互に直列接続した熱電堆とすることもできるし、それらの接続部(温接点や冷接点を担当する部分)にのみ、さらに抵抗率の小さい金属を用いることもできる。

【0109】なお、一般に、いわゆるケルビンの関係式やカルノーサイクルの効率式等に基づいて、熱電堆(または熱電発電器)としての効率(あるいはそれらの使用する各種材質の性能係数、ペルチェ係数やトムソン係数

等)を考慮すれば、高い効率(あるいは感度)に到達できる。また、一方または双方の導電体として金属を使用する場合でも、温接点冷接点間(すなわち中間支持領域上)のみ熱伝導率の小さい金属や半導体により中継する(中間導体として使用する)ことにより測定感度を向上することもできる。

【0110】ところで、上述の実施形態の耳式体温計1では、図5(b)で前述のように、サーモパイルチップSPCの表面に直接接触(接合)するようにバイナリレンズBLを設けて、赤外線検出チップ21として一体化し、このバイナリレンズBLとサーモパイルチップSPCの接合部の近傍で、かつ、冷接点(原理的基準点)近傍にするため、具体的には、図2で前述の基準点感温素子73としてPNダイオードPND(ダイオードD1、D2)を冷接点84のほぼ直下に形成した(図8参照)。

【0111】しかし、バイナリレンズBLとサーモパイルチップSPCの接合部の近傍で、かつ、冷接点(原理的基準点)近傍の条件を満たす位置であれば、PNダイオードPND(ダイオードD1、D2)を別の位置に形成しても良いし、また、バイナリレンズBLやサーモパイルチップSPCとしても、別の構成が考えられる。以下、これらの変形例について、説明する。

【0112】まず、PNダイオードPND(ダイオードD1、D2)を、図5(b)で前述のバイナリレンズBL側に形成することもできる。また、そのバイナリレンズBLを、図21に示すように、例えばバイナリレンズチップBLCとダイオードチップDDCに分割形成しても良い。もちろん、PNダイオードPND(ダイオードD1、D2)を形成しなくても、バイナリレンズBLを複数に分割して形成できるが、以下では、効率的に説明するため、上記の双方を採用し、バイナリレンズBLを、バイナリレンズチップBLCとダイオードチップDDCに分割形成し、かつ、PNダイオードPND(ダイオードD1、D2)を、ダイオードチップDDCに形成する場合について説明する。

【0113】本例では、図21(a)および図22に示すように、赤外線チップ12は、バイナリレンズチップBLC(ただし、図21(a)では図5(b)と同様にバイナリエlementBLbを誇張して図示)と、ダイオードチップDDCと、サーモパイルチップSPC(ただし、PNダイオードPNDはダイオードチップDDC側に形成するため除く)と、を備え、それらを接合して一体化している。これらは全て、前述と同様に、所定のシリコン(またはゲルマニウム)基板に対して、エッチング等により形成した後接合する。また、接合後には、ボンディングワイヤ26を片側(図示左側)からのみ引き出して、回路基板3に接続する。

【0114】まず、バイナリレンズBL(バイナリレンズチップBLC+ダイオードチップDDC)は、図5

(b)で前述のバイナリレンズBLと同様に、エッチング(所定の半導体製造工程)により加工形成でき、組組を工夫することにより、可視光を遮断する赤外線フィルタとしての機能を兼備させることが可能であるが、さらに波長領域を絞るための赤外線コーティングを施している。これらの場合、バイナリレンズは、多段構成のバイナリエlementBLbを構成することにより形成できるので、通常の曲面から成るレンズ等に比べて、レンズとしての同一の集光精度を確保するための成形が容易であり、これにより、低廉化が図れる。

【0115】また、本例では、ダイオードチップDDCの下部(サーモパイルチップSPCとの接合部)には、図21(b)および図22(b)に示すように、図2で前述の基準点感温素子73のPNダイオードPNDとして、2つのダイオード(図12のダイオードD1およびD2)が形成されている。

【0116】具体的には、まず、カソード端子DKT1に接続されたダイオードカソードパターンDKP1、それに対応するN+領域DN1、カソード端子DKT2に接続されたダイオードカソードパターンDKP2、それに対応するN+領域DN2、共通のアノード端子DATに接続されて2方向のうち一方に延びるダイオードアノードパターンDAP1、それに対応するP+領域DP1、上記アノード端子DATに接続されて2方向のうち他方に延びるダイオードアノードパターンDAP2、それに対応するP+領域DP2が形成されている。

【0117】この場合、まず、ダイオードチップDDCのシリコン基板180の表面(図示の下面側)に酸化膜(SiO)105をパターニングして形成し、P+領域DP1(およびDP2)やN+領域DN1(およびDN2)をドーブにより形成し、その後、改めて酸化膜(SiO)106や窒化膜(SiN)107などの薄膜層(半導体層)、あるいはアルミ(Al)から成るダイオードアノードパターンDAP1(およびDAP2)やダイオードカソードパターンDKP1(およびDKP2)などの金属層、その他の端子(アノード端子DAT等)など、種々の金属・半導体の層をパターニングして形成する。

【0118】この場合、できる限り、図21(b)および(c)に示す関係に近いように(図22(b)(c)も参照)、すなわち、熱電堆85の冷接点84のほぼ直上部にダイオード領域103が形成されるように、上記のP+領域DP1(およびDP2)やN+領域DN1(およびDN2)を設ける。これにより、基準温度検出の原理的基準点である冷接点84の直上部に感温部(ダイオードD1、D2)が配置されることになるので、測定点と基準点との距離や環境差に基づく測定誤差をさらに小さくでき、測定精度をさらに向上できる。

【0119】また、本例では、赤外線チップ12としての端子となるDA、DK1、DK2(図7等で前述の例

と同じ)に、上述の感温部(ダイオードD1、D2)の出力を接続するため、図22(c)に示すように、サーモパイルチップSPC側に、接合用端子DAS、DKS1、DKS2が設けられ、それぞれ同図(b)で上記のダイオードチップDDCの各端子DAT、DKT1、DKT2に対応している。対応する端子は、図21(b)および(c)で前述の部分より周辺部に、すなわち図22(b)および(c)に示す位置に設けられ、図23(a)に示すように、相対する各端子を構成するアルミ(A1)層を半田110により接続している(同図(b)参照)。

【0120】また、前述のように、本例においては、上記の赤外線チップ12としての各端子DA、DK1、DK2から、図21(a)に示すように、ボンディングワイヤ26を引き出して、回路基板3に接続する。

【0121】そして、上述の例の場合も、耳式体温計1(測温計)では、熱源の温度が人間の鼓膜温度であり、赤外線検出部2に、上述のバイナリレンズチップBLC、ダイオードチップDDC、サーモパイルチップSPCなどを含む赤外線検出チップ(赤外線検出素子)12を備え、さらにダイオードD1、D2(感温部)を利用して電圧差VFから基準温度を求め、熱電堆85の出力電圧と基準温度に基づいて、熱源Sの温度(体温:人間の鼓膜温度)を決定する測温値決定部(測温値決定手段)4を備えるので、体温を測定する体温計として機能する。また、小型化・低廉化を図りつつ、温度検出の精度を向上でき、また感度を高くできる赤外線検出チップ(赤外線検出素子)12を利用するので、測温計としても、小型化・低廉化を図りつつ温度検出の精度を向上でき、感度を高めることができる。

【0122】なお、上述の例では、P+領域DP1(およびDP2)やN+領域DN1(およびDN2)の他に、それと接触するように、ダイオードアノードパターンDAP1(およびDAP2)やダイオードカソードパターンDKP1(およびDKP2)などを設けて、ダイオードとして同電位と成るべき箇所の電位差を無くすようにして、より確実な動作を確保しているが、性能や動作上の問題が無ければ、図7~9等で前述したのと同様に、P+領域DP1(およびDP2)やN+領域DN1(およびDN2)から各端子DAT、DKT1、DKT2に直接接続して、各パターンDAP1、DAP2、DKP1、DKP2等を省略することもできる。また、必要に応じて、周辺側に配置したP+領域DP1(およびDP2)と内側に配置したN+領域DN1(およびDN2)との関係を逆にしても良い。

【0123】また、上述の例では、バイナリレンズチップBLCとダイオードチップDDCとを水平面において分割したが、バイナリレンズチップBLCの下面(サーモパイルチップSPC側の面)の形状に合わせて接合しやすいように、ダイオードチップDDCの形状を形成し

ても良い。また、このため、バイナリレンズチップBLCの一部はそのまま(ダイオードチップDDCを介さずに)サーモパイルチップSPCに接合しても良い。

【0124】したがって、バイナリレンズBLCを分割形成する場合であっても、サーモパイルチップSPCに直接接合する部分(接合部の一部)にPNダイオードPND(ダイオードD1、D2)を形成することもできる(図5(b)で前述のバイナリレンズBLC側に形成するのと同様になる)。この場合、バイナリレンズチップBLCも、例えばシリコン等の半導体から成るので、薄膜形成やエッチング等が容易であり、感温部となる半導体素子(感温素子:例えばダイオード)を一体形成し易く、小型化・低廉化に適している。

【0125】すなわち、上述の例では、PNダイオードPND(ダイオードD1、D2)を形成するために、「ダイオードチップ」と呼んだが、本質的な意味は、バイナリレンズチップ(レンズ基板)BLCをサーモパイルチップ(半導体基板)SPCに接合する接合部として加工形成された半導体から成る接合基板であり、必要に応じた形状に加工することにより、レンズとして加工形成したバイナリレンズチップBLCをサーモパイルチップSPCにピッタリと接合できる。もちろん、ダイオードチップDDCも、例えばシリコン等の半導体から成るので、薄膜形成やエッチング等が容易であり、感温部となる半導体素子(感温素子:例えばダイオード)を一体形成し易く、小型化・低廉化に適している。

【0126】また、上述の例では、ボンディングワイヤ26を片側(図示左側)からのみ引き出す(回路基板3に接続する)が、左右両側からでも良いし、周辺部全域から取り出せるように、サーモパイルチップSPCをバイナリレンズBLC(バイナリレンズチップBLC+ダイオードチップDDC)より一回り大きく形成することもできる(この点、図5(b)で前述の例でも同様である)。

【0127】また、サーモパイルチップSPC側にPNダイオードPND(ダイオードD1)を形成する場合、図8や図11で前述の例では、冷接点84の近傍として冷接点84の直下にダイオードを構成したが、図21~23で上述のバイナリレンズチップBLC側に形成する場合と同様に、冷接点84の近傍としてその周囲に構成しても良い(前述したが、図7や図9では見やすさを重視して表面に図示しているため、ほぼ図7や図9で図示する位置にダイオードを設ければ、冷接点84の周囲に構成できる)。この場合、図21~23で上述の例と同様に(ただし上下逆の関係となるように)、例えば図24に示すように、ダイオードアノードパターンDAP1(およびDAP2)やダイオードカソードパターンDKP1(およびDKP2)などを設けて、ダイオードとして同電位と成るべき箇所の電位差を無くすようにして、より確実な動作を確保するようにしても良い。

【0128】ところで、上述の各例では、図25(a)に簡略化して示すように(図5(b)や図21(a)等も参照)、酸化膜(SiO₂)94等の薄膜層(以下、図示および説明を簡略化して、まとめて1つの薄膜層とする)SF上に、1組の黒体(熱吸収体)81(熱電堆85)を備えている。なお、正確には黒体81の周辺部の複数の熱電対82を直列接続したものが熱電堆85であるが、以下では、煩雑になるのを避けるため、適宜、例えば黒体81(熱電堆85)等のように省略して図示および説明する。

【0129】同図(a)の例の場合、熱源S1が放射する赤外線は受光しやすいが、それに比べて、図示の(相対的に位置がずれた)熱源S2や熱源S3からの赤外線は受光しにくい。すなわち、実際には赤外線は平行光線ではないので、熱源S2や熱源S3からも赤外線の斜めの成分(黒体81に向かう成分)の分は受光するが、黒体81の表面に立てた法線上にある熱源S1からの赤外線を受光する場合と比べて、その受光量は少なくなるので、黒体81の温度は、熱源S2や熱源S3の温度まで上昇しにくく、これにより、熱電堆85の出力電圧も低くなる。言い換えると、熱源との相対位置関係がずれると、十分な受光ができないので、測温値は小さくなり、正確な温度測定が困難になる。

【0130】そこで、上記のような場合、例えば同図(b)に示すように、熱源S1に対応する黒体81(熱電堆85)を黒体811(熱電堆851:主熱電堆)とし、少しずれた受光位置に、同様の構成の黒体812(熱電堆852)や黒体813(熱電堆853)を形成しておけば、熱源S1からの赤外線は黒体811により、熱源S2からの赤外線は黒体812により、熱源S3からの赤外線は黒体813により、十分に受光できる。また、この場合、それぞれ、熱源S1の温度は熱電堆851の出力電圧として、熱源S2の温度は熱電堆852の出力電圧として、熱源S3の温度は熱電堆853の出力電圧として、検出できる。

【0131】また、ここで、熱源Sが1つであって、上記の熱源S1の位置にあるのか、熱源S2の位置にあるのか、熱源S3の位置にあるのか、などが不明の場合、いずれの位置にあるにしても、熱電堆851、852、853の出力電圧のうちの最大値を選択すれば、他の出力電圧を選択するより、熱源Sの温度に対応する出力電圧に最も近い値となる。言い換えると、最大値となる出力電圧に基づいて求めた測温値は、他の出力電圧に基づいて求めた測温値より、熱源Sの温度に近い測温値となる。すなわち、原理的に、黒体(熱吸収体)の温度は熱源Sの温度にほぼ一致するまで上昇することはあっても、それ以上とはならないので、最大値が熱源温度に最も近い正確な値(誤差が最も少ない値)となる。

【0132】以上は、赤外線を集光する赤外線レンズを無視して説明したが、赤外線レンズがある場合も同様の

ことが言える。例えば図26に示すように、図4(b)で説明した原理に合わせて、赤外線レンズ(バイナリレンズ:図4(b)に合わせて一般的な凸レンズの形で図示および説明する)BLによって、赤外線を集光する場合を考える。

【0133】この例では、黒体811に立てた法線を光軸L1として、その光軸L1(の延長)上に熱源Sがあれば、すなわち例えば図示の熱源S1の位置に熱源Sがあれば、他の黒体812や黒体813における受光量より、黒体811における受光量が多くなり、最も熱源S(S1)の温度に近くなる。このため、その黒体811の温度に基づいて電圧を発生する熱電堆851の出力電圧は、黒体812の温度に基づく熱電堆852の出力電圧や、黒体813の温度に基づく熱電堆852の出力電圧より、大きくなる。すなわち、最大の出力電圧となる熱電堆851の出力電圧に基づいて求めた測温値が、測温値としても最大値となり、また、他から求められる測温値より熱源Sの温度に近い、正確な(誤差の少ない)測温値となる。

【0134】一方、例えば図示の熱源S2の位置(光軸L2上)に熱源Sがあれば、黒体812における受光量が最も多くなるので、黒体812の温度に基づく熱電堆852の出力電圧が最大となり、それから求められる測温値が、最大値、すなわち最も正確な測温値となる。同様に、図示の熱源S3の位置(光軸L3上)に熱源Sがあれば、黒体813における受光量が最も多くなり、熱電堆853の出力電圧が最大となり、それから求められる測温値が、最大値、すなわち最も正確な測温値となる。

【0135】ここで、耳式体温計1の場合、耳孔の中で最も高い温度である鼓膜の温度を測定することを目的とするが、例えば図27に示すように、黒体811(熱電堆851)で受光可能な赤外線の(例えば設計上の)光軸L1上に熱源(鼓膜)Sがないと、黒体811(熱電堆851)のみでは、精度の良い測定は困難となる。すなわち、例えば図示のように、耳孔に挿入したときに、外耳部分(外耳道)の一点である熱源S1の方向に向いている(光軸L1が熱源S1の方向に伸びている)と、測定対象の熱源(鼓膜)Sより温度の低い(熱源S1の)部分の温度を測定してしまうことになる。

【0136】言い換えれば、最高温である熱源(鼓膜)Sとその赤外線を受光すべき黒体811(熱電堆851)との相対位置関係がずれると、測定対象の熱源(鼓膜)Sの温度を正確に測定できず、温度の測定精度が低下する。しかし、耳式体温計1の赤外線受光検出部2(正確にはプローブキャップ25)を耳孔に挿入したときに、赤外線センサとしてのセンサ部(感温部)となる黒体811(熱電堆851)が測定対象の熱源(鼓膜)Sに正確に対向しているか否かは、確認することができない。

10

20

30

40

50

【0137】これに対して、図26で前述のように、黒体811(熱電堆851)とは受光位置が異なる黒体812(熱電堆852)や黒体813(熱電堆853)などを備えている場合、例えば図27に図示のように、測定対象の熱源(鼓膜)Sが前述の熱源S2の位置(光軸L2上)にあれば、黒体811の代わりに、黒体812によって、最高温である熱源(鼓膜)Sからの赤外線を十分に受光できる。すなわち、図示の例では、黒体812における受光量が最も多くなるので、黒体812の温度に基づく熱電堆852の出力電圧が最大となり、それ

から求められる測温値が最大値となり、最も正確な熱源(鼓膜)Sの測温値となる。

【0138】また、上述の例のように、耳孔に挿入したときに、黒体811(熱電堆851)、黒体812(熱電堆852)、黒体813(熱電堆853)のうちのどれが測定対象の熱源(鼓膜)Sに正確に対向しているか、を確認できなくても、熱電堆851、852、853の出力電圧のうちの最大値を選択すれば、他の出力電圧を選択するより、熱源(鼓膜)Sの温度に対応する出力電圧に最も近い値となる。言い換えると、最大値となる出力電圧に基づいて求めた測温値は、他の出力電圧に基づいて求めた測温値より、最高温である熱源Sの温度に近い測温値となる。

【0139】そこで、上述の原理を、前述の赤外線チップ21(図5(b)参照)あるいは前述の赤外線チップ12(図21(a))に応用した例について、以下に説明する。例えば図28に示すように、この例における赤外線チップ13も、基本的には、バイナリレンズBL(ここでは、図21(a)と同様にバイナリレンズチップBLC+ダイオードチップDDCとして図示するが、

図5(b)と同様に一体化も可)と、サーモパイルチップSPCとを備え、それらを接合して一体化している。これらは全て、所定のシリコン(またはゲルマニウム)基板に対して、エッチング等により形成した後に接合し、接合後には、ボンディングワイヤ26を引き出して、回路基板3に接続する。

【0140】まず、サーモパイルチップSPCは、例えば図29に示すように、複数(ここでは5つ)の黒体(熱吸収体)811~815のそれぞれの温度に基づいて電圧を発生する複数(5つ)の熱電堆851~855

を有し、また、それらを同一のシリコン基板(半導体基板)80の主面上(薄膜層SF上)に受光位置が互いに異なる所定の配置で形成している。ここで、図示のC1-C2における断面が図28のサーモパイルチップSPCの部分に相当する。また、図28の[]は、参考のため、C3-C4断面の場合を示したものである。

【0141】すなわち、図28および図29に示すように、このサーモパイルチップSPCを備えた赤外線チップ13では、5つの熱電堆851~855を有することにより、赤外線受光に応じた出力電圧をその数(5つ)

分だけ得ることができ、これらを受光位置が互いに異なる所定の配置で形成しているため、その配置に沿った複数(5つ)の受光箇所受光する赤外線に応じた複数(5つ)の出力電圧を得ることができる。

【0142】また、この例においても、前述の赤外線チップ21(図5(b)参照)や赤外線チップ12(図21(a))と同様に、サーモパイルチップSPCの半導体基板としてシリコン基板を使用しているため、CVD(Chemical Vapor Deposition)法(化学蒸着法)等により薄膜形成も容易であり、また、熱電堆の冷接点のヒートシンクとしての機能を合わせ持つことができる。すなわち、半導体製造における一般的な製法により熱電堆などを形成しやすく、このため、小型化・低廉化に適している。

【0143】また、この例の場合、図29に示すように、各熱電堆851~855の電圧出力の2極のうち的一方は、共通端子(例えば-端子あるいはグランド(GND)端子)87に共通接続されている。このため、例えば前述の図2に相当する図30に示すように、赤外線受光検出部2では、各熱電堆851~855の共通接続側(共通端子87側)を同一電位(ここではGND電位)として、他方の端子861~865側の電位を検出するだけで各出力電圧が得られる。このため、出力のための配線パターンを少なくでき、小型化に適している。

【0144】また、同図に示すように、この例の場合、測温値決定部4は、アンプ41の前段(入力側)に最大出力電圧選択部45を有している。この最大出力電圧選択部45は、アナログスイッチASW1~ASW5を有し、CPU44からの指示により熱電堆851~855の出力861~865のいずれかを択一的に選択する。このため、選択された出力をアンプ41およびA/Dコンバータ42を介してCPU44に入力でき、CPU44では、アナログスイッチASW1~ASW5を順次択一的に有効(オン)にして、各出力(電圧)値を得ることにより、最大値(最大出力電圧値)を求める。また、最終的には、その最大出力電圧値に基づいて測温値を決定する。

【0145】ここで、原理的に、黒体(熱吸収体)811~815の温度は熱源Sの温度にほぼ一致するまで上昇することはあっても、それ以上とはならないので、黒体811~815の温度の最大値が熱源Sの温度に最も近い正確な値となる。そして、この例の場合、最大出力電圧値に基づいて求められた測温値は、複数(5つ)の各熱電堆851~855からの各出力電圧に対応する複数(5つ)の測温値候補のうち最大値に相当するので、最も正確な測温値となる。

【0146】すなわち、この例では、複数(5つ)の各熱電堆851~855からの各出力電圧のうちの最大値を最大出力電圧として選択し、その最大出力電圧に基づいて測温値を算出することにより、複数の各熱電堆85

1～855からの各出力電圧に対応する複数の測温値候補のうちの最大値を測温値として決定できる。このため、最高温である熱源Sとの相対位置関係が少しずれても、温度測定の精度を維持できる。なお、各出力電圧のうちの最大値を求める代わりに、各出力電圧に基づく各測温値（候補）を求めてから、それらの測温値候補の最大値を求めても同様の結果となることは言うまでもない。

【0147】次に、この例においては、図28で前述のように、図26で前述の赤外線レンズに相当するバイナリレンズBLを備えている。このため、図3～図4等で前述の導波管（導光管）等を使用する場合に比べて、外部の熱（誤差熱）による放射赤外線の影響（干渉）を低減できるとともに、複数の各熱電堆の熱吸収体で受光する赤外線の入射角を制限でき、これにより、誤差要因を少なくして、測定精度を向上できる。また、バイナリレンズなので、多段構成のバイナリエlementを構成することにより形成できる。このため、通常の曲面から成るレンズ等に比べて、レンズとしての同一の集光精度を確保するための成形が容易であり、これにより、低廉化が図れる。

【0148】また、具体的には、図28に示すように、この例のバイナリレンズ（赤外線レンズ）BLは、複数の（5つ）の各熱電堆851～855に対応して、それらの黒体811～815に赤外線を集光するそれぞれ多段構成のバイナリエlementBLb1～BLb5を有する。このため、各黒体（各熱電堆）811～815（851～855）に適したバイナリエlementBLb1～BLb5とすることができる。

【0149】すなわち、各黒体811～815で受光可能な赤外線の方向（その光軸L1～L5の方向）や入射角などを、それぞれに適したように各バイナリエlementBLb1～BLb5を設計・製造等できるので、各熱電堆に対応する熱源の方向を各熱電堆毎に定めることができる。したがって、熱源との相対位置関係のずれとして想定（予想）可能な熱源Sの方向に対応して各熱電堆851～855の各バイナリエlementBLb1～BLb5を設計・製造等しておくことにより、最高温である熱源Sとの相対位置関係がずれても、想定（予想）範囲内であれば、正確に測定でき、温度測定の精度を維持できる。

【0150】また、同図に示すように、各バイナリエlementBLb1～BLb5は、その光学的中心と対応する各黒体（各熱電堆）811～815（851～855）の中心とを結ぶ線が、それぞれに集光する集光対象の赤外線の光軸L1～L5と一致するように構成されているので、集光対象の赤外線を適切に効率よく集光できる。なお、各熱電堆851～855に対応する（測温対象とする）熱源の中心位置がその光軸L1～L5上に存在するように、各バイナリエlementBLb1～BLb

5を設計・製造等することにより、このような構成にすることができる。

【0151】また、この例の赤外線チップ13では、複数の（5つ）の各熱電堆851～855に対応する各バイナリエlementBLb1～BLb5は、集光対象の赤外線の光軸L1～L5が、シリコン基板（半導体基板）80の（薄膜SF上の）主面からその法線方向に所定距離離れた同一点（交差点）LPを通過するように構成されている。すなわち、各光軸L1～L5がいわば焦点とも呼べる同一点（交差点）LPを通過する。

【0152】この場合、各熱電堆851～855で測温（電圧で検出）する熱源Sとして想定される熱源S1～S5の中心位置は、各光軸L1～L5上にあるので、上記の同一点（以下便宜的に「焦点」という）LPより遠方に遠ざかるほど、各熱源S1～S5の相互間の間隔は広がり、焦点LPに近ければ各熱源S1～S5の間隔は狭まる。逆に言えば、熱源Sとの距離や相対位置関係として想定される「ずれ」の度合いを考慮して焦点LPを設定すれば、測定の実状に適合した各バイナリエlementBLb1～BLb5となる。すなわち、実状に合わせた構成にすることができる。

【0153】なお、上記の焦点LPがなく、各熱電堆851～855からの各光軸L1～L5が平行な場合や各熱電堆851～855から光軸L1～L5が直接広がっている場合、受光する赤外線のための通路を確保するために、熱電堆の形成部（薄膜SF：半導体基板の主面）の近傍から開口しておく必要があり、また、そのために、各バイナリエlementBLb1～BLb5は、熱電堆851～855の形成部と同等の範囲またはそれより外周に形成せざるを得ないので、バイナリレンズ全体として大型化する。これに対し、上記の構成では、熱電堆851～855の形成部から焦点LPまでは光軸L1～L5が集約（収束）される方向なので、赤外線の通路も狭くて済み、各バイナリエlementBLb1～BLb5も光軸L1～L5に沿って集約して形成できるので、バイナリレンズ全体として小型化できる。

【0154】また、この例のバイナリレンズBLも、図5（b）等で前述の赤外線チップ21や図21等で前述の赤外線チップ12におけるバイナリレンズBLと同様に、半導体（ここではシリコン）から成るレンズ基板をレンズとして加工形成したものである。このため、エッチング等によりレンズとして容易に加工形成でき、半導体製造の工程（プロセス）を利用して小型化・低廉化が図れ、また、組成を工夫することにより、可視光を遮断する赤外線フィルタとしての機能を兼備させることが可能である。また、受光する赤外線の波長を絞る赤外線コーティングを施すことにより、受光する赤外線の波長をさらに適切に絞ることができる。

【0155】また、図28に示すように、この例の赤外線チップ13では、複数の（5つ）の熱電堆851～85

5のうち、中心に立てた法線がバイナリレンズ（赤外線チップ）BLの光学的中心を通る黒体811に基づく（その温度に基づいて電圧を発生する）熱電堆851を主熱電堆とし、その他の熱電堆852～855を副熱電堆として、副熱電堆852～855が主熱電堆851の周辺に配置されている。

【0156】このため、熱源S（ここでは熱源S1）からの赤外線を主熱電堆851で受光するように設計・製造しておくことにより、主熱電堆（の黒体）851（811）で受光すべき赤外線が少しずれても、副熱電堆（の黒体）852～855（812～815）で受光でき、各熱電堆851～855からの各出力電圧に対応するうちの最大値を測温値とするので、最高温である熱源Sとの相対位置関係が少しずれても、温度測定の精度を維持できる。

【0157】また、この例においても、バイナリレンズBLが、複数（5つ）の熱電堆851～855が形成されたシリコン基板（半導体基板）80の主面上に接合されているので、熱電堆における基準温度とレンズ温度との温度差による測定誤差をも減少できる。

【0158】さて、その基準温度であるが、前述の複数（5つ）の各熱電堆851～855からの各出力電圧に対応する測温値候補は、基準温度に各出力電圧に対応する温度の差分を加えた温度を示すので、基準温度と各熱電堆851～855の出力電圧に基づいて測温値を決定できる。

【0159】なお、この場合の基準温度として環境温度等を用いることができ、測定時に環境温度を測定して入力したり、あるいは環境温度の検出手段を設けて検出して、それらを基準温度とすることもできるし、所定のデフォルトの環境温度等を基準温度とすることもできる。ただし、本例においても、前述の各例と同様に、基準温度を検出する基準温度検出部7をさらに備えて、基準温度を検出し、その基準温度と各熱電堆の出力電圧851～855に基づいて測温値を容易に決定できるようにしている。

【0160】このため、この例の赤外線チップ13を利用した耳式体温計（測温計）1においても、図30に点線で示すように、図2で前述したのと同様の基準温度検出部7を備えている。すなわち、CPU44は、基準温度検出部7によって検出された温度を基準温度として入力し、それに基づいて測温値を決定する。なお、前述のように、サーモパイル型の測温計等における原理的な基準温度は、熱電堆（サーモパイル）の冷接点の温度である。このため、この例の耳式体温計（測温計）1においても、基準温度は、複数（5つ）の熱電堆851～855の冷接点の温度であり、原理的基準点の冷接点の温度を基準温度として検出するので、高精度の温度測定が可能な測温計となる。

【0161】また、基準温度検出の感温部としては、図

7～図11で前述と同様に、基準点感温素子73のPNダイオードPNDとして、実際には複数（ここでは前述の各例と同様に2つとする）のダイオードD1、D2が、シリコン基板80に一体形成されている。すなわち、共通のアノード端子DAに接続されたP+領域DP1、DP2、カソード端子DK1に接続されたN+領域DN1、カソード端子DK2に接続されたN+領域DK2等が形成されている（ただし、そのパターンとしては前述と同様に種々考えられるので、図29では、単にアノード端子DA、カソード端子DK1、DK2（の配置の一例）のみを図示している）。

【0162】上述のように、本例の耳式体温計1では、基準温度検出の感温部である基準点感温素子73のPNダイオードPNDは、複数（5つ）の熱電堆851～855を形成したシリコン基板（半導体構造）80内に一体形成されているので、各熱電堆851～855との距離を短縮でき、これにより、基準温度検出の測定誤差を小さくして測定精度を向上でき、また、全体としてさらに小型化が図れ、大量生産等に適しているため、さらに低廉化が図れる。

【0163】また、前述の各例と同様に、ダイオードなので、ダイオードとしての温度特性に基づいて基準温度を検出でき、半導体構造内に容易に一体形成でき、小型化・低廉化に適している。また、複数（例えば2つ）のダイオード（半導体素子）D1、D2等を有しているので、それらの出力に基づいて、それらの平均値を求めたり、差分を求めることができ、例えば図12で前述のように、電圧差VFの温度特性（Vf）を利用できる。すなわち、ダイオード（半導体素子）の配置位置の違い等による環境差、あるいはそれらの特性差、理論値（設計値）とのズレ、雑音その他の測定環境の変動など、測定誤差の誤差要因を相殺可能となり、これにより、さらに測定精度を向上できる。

【0164】なお、上述の例では、熱電堆の数を5つとしたが、複数であれば同様の構成が可能である。例えば図31に示すように、複数（ここでは4つ）の各熱電堆851～854からの各出力電圧のうちの最大値を最大出力電圧として選択し、その最大出力電圧に基づいて測温値を算出することにより、複数の各熱電堆851～854からの各出力電圧に対応する複数の測温値候補のうちの最大値を測温値として決定できる。また、上述の例と同様に5つとしても、その配置を、例えば図32に示す（受光位置となる）ように配置することもできる。これらの場合も、同様に、最高温である熱源Sとの相対位置関係が少しずれても、温度測定の精度を維持できる。

【0165】また、基準温度検出のためのPNダイオードPNDは、図8～図11で前述のように冷接点直下に配置（形成）しても良いし、図21で前述のようにバイナリレンズBLとサーモパイルチップSPCとの接合部に設けても良い。もちろん、バイナリレンズチップBL

CとダイオードチップDDCとの分割も水平面だけでなく、バイナリレンズチップBLCの下面(サーモパイルチップSPC側の面)の形状に合わせたり、バイナリレンズチップBLCの一部はそのまま(ダイオードチップDDCを介さずに)サーモパイルチップSPCに接合しても良い。また、バイナリレンズBLを分割形成する場合であっても、サーモパイルチップSPCに直接接合する部分(接合部の一部)にPNダイオードPND(ダイオードD1、D2)を形成することもできる。

【0166】また、上述の複数の熱電堆のそれぞれに、
図15～図20で前述と同様のスリット(中空連通路)98を適宜設けることもできる。主面から裏面側の中空部KWに連通するスリット98を形成することにより、温接点冷接点間の熱伝導を低減させて温度差を確保し、起電力を大きくして、測定感度を高められる。また、上述の例では、サーモパイルチップSPCをバイナリレンズBL(バイナリレンズチップBLC+ダイオードチップDDC)より一回り大きく形成して(図28参照)、ボンディングワイヤ26を周辺部全域から引き出せる(回路基板3に接続できる)ようにしているが、各端子861～865、DA、DK1、DK2等までのパターンを工夫して、図22等で前述の例のように、ボンディングワイヤ26を片側のみから引き出しても良いし、左右両側のみから引き出せるようにしても良い。

【0167】なお、上記のボンディングワイヤ26などは、回路基板3との接続を得るためのものであり、上述の各例では、赤外線チップのサーモパイルチップSPCとバイナリレンズBL(またはバイナリレンズチップBLC+ダイオードチップDDC)との大きさの差やそれらの接合関係に依存するが、回路基板3との接合関係を工夫することにより、さらに小型化することもできる。以下、その一例(応用例)を説明する。

【0168】例えば図33～図35に示す応用例では、図示のように、図22で前述のダイオードチップDDCの代わりに回路基板3を利用し、サーモパイルチップSPCには、図7で前述のサーモパイルチップSPCと同様の構成のものを利用している。すなわち、この例では、回路基板3の表裏2面の一方(図示では上面)にバイナリレンズチップ(赤外線レンズ)BLCを接合し、他方(図示では下面)にサーモパイルチップ(半導体基板)SPCを接合することにより、バイナリレンズチップBLCとサーモパイルチップSPCとを回路基板3を介して接合している。

【0169】ここで、例えば図5(b)で前述の例や図21(a)で前述の例と同様に、この例においても、熱源Sから放射された赤外線の熱を黒体(熱吸収体)81で吸収し、熱電堆85では、その温度に基づいて電圧を発生する。このため、黒体81に赤外線の熱を十分に吸収させる必要があり、そのためには、熱源Sから放射された赤外線を、バイナリレンズチップBLCのバイナリ

エレメントBLbにより、黒体81に対して十分に集光する必要があり、そのためには、バイナリエレメントBLbと黒体81との間に、赤外線の集光のための所定距離(いわゆる焦点距離またはそれに近い距離)が必要となる。

【0170】図5(b)や図21(a)で前述の例等では、回路基板3の一面にサーモパイルチップSPCのシリコン基板(半導体基板)80が接合され(図1参照)、それと同一面側に所定距離(焦点距離)分だけ離してバイナリレンズBLやバイナリレンズチップBLCのバイナリエレメント(赤外線レンズ)BLbがあるため、回路基板3からバイナリレンズBL等までの距離が大きくなり、その分だけ全体としての厚み(赤外線の光軸方向の厚み)が必要となる。

【0171】これに対して、図33～図35に示すように、この例では、回路基板3にバイナリレンズチップBLCのバイナリエレメント(ただし、前述同様に誇張して図示)BLbからサーモパイルチップSPCのシリコン基板(半導体基板)80(の薄膜層SF)への赤外線を通させるスルーホール190が設けられ、バイナリレンズチップBLCとサーモパイルチップSPCとを回路基板3を介して接合しているため、回路基板3の厚み(スルーホール190の長さ:例えば0.4mm～2.0mm程度:種々の条件により異なるがここでは例えば0.6mm程度とする)分だけバイナリレンズチップBLCとサーモパイルチップSPCとを離すことができる。

【0172】すなわち、この例では、十分な集光のために必要な所定距離(焦点距離)の一部または全部を回路基板3の厚み(スルーホール190の長さ)分で代用できるので、その分だけ全体としての厚み(赤外線の光軸方向の厚み)を小さくでき、小型化に適している(図1に対応して図35参照)。

【0173】また、この例では、回路基板3には、サーモパイルチップSPCの熱電堆85の出力電圧の各極の端子86、87に対応して接合用端子196、197が設けられ、基準温度測定のためのPNダイオードPNDの各極の端子DA、DK1、DK2に対応して、それぞれ点線で図示の回路パターンに接続された接合用端子19A、19K1、19K2が設けられ、図23で前述の方法と同様に、相対する各端子間がそれぞれ半田110により接続されている。

【0174】また、図示の回路パターンには、同じく回路基板3上に搭載された図2等で前述の測温値決定部4の各回路が接続され、これにより、熱電堆85の出力電圧やPNダイオードPNDによる基準温度の検出ができ、このため、ボンディングワイヤ26(あるいはこれの代用となるリード線等)などの接続が不要となるので、さらにその分だけ小型化・大量生産化に適し、接続のためのコスト分だけ、低廉化が可能な構成になっている

る。

【0175】もちろん、この例においても、バイナリレンズチップBLCのバイナリエlement BLbにより赤外線を集光するので、導波管(導光管)等を使用する場合に比べて、外部の熱(誤差熱)による放射赤外線の影響(干渉)を低減できるとともに、熱電堆85の黒体(熱吸収体)81で受光する赤外線の入射角を制限でき、これにより、誤差要因を少なくして、測定精度を向上できる。また、この例の場合、例えば図34に示すように、回路基板3のバイナリレンズチップBLCとの接合部に金や銅などの熱伝導率の高い金属メッキ31を施すことにより、バイナリレンズチップBLCの熱を回路基板3に放熱することができ、これにより、バイナリレンズチップBLCの温度を環境温度に近づけ、誤差熱による影響(干渉)を低減でき、誤差要因をさらに少なくして、測定精度を向上できる。

【0176】また、この例における赤外線レンズもバイナリレンズであるため、多段構成のバイナリエlement BLbを構成することにより形成でき、通常の曲面から成るレンズ等に比べて、レンズとしての同一の集光精度を確保するための成形が容易であり、これにより、低廉化が図れる。また、シリコン(半導体)から成るレンズ基板をレンズとして加工形成したものであるため、エッチング等によりレンズとして容易に加工形成でき、このため、半導体製造の工程(プロセス)を利用して小型化・低廉化が図れ、また、組成を工夫することにより、可視光を遮断する赤外線フィルタとしての機能を兼備させることが可能である。また、受光する赤外線の波長を絞る赤外線コーティングBLCが施されているので、受光する赤外線の波長をさらに適切に絞ることができる。

【0177】また、サーモパイルチップSPCは、例えば図36に示すように、(図示の上下を)逆向きに回路基板3に接合することもできる。この場合、バイナリレンズチップBLCからの赤外線は、中空部KWを通過し薄膜SFを介して、黒体81(熱電堆85)の裏面に集光されることになるが、薄膜SFのみなので、赤外線の熱を吸収することができる。また、ボンディングワイヤ26が必要とはなるが、回路基板3のサーモパイルチップSPC(のシリコン基板80)との接合部に金属メッキ31と同様の金属メッキ32を施すことにより、サーモパイルチップSPC(のシリコン基板80)の熱を回路基板3に放熱することができ、これにより、バイナリレンズチップBLCの温度を環境温度に近づけることができる。前述のように、シリコン基板(半導体基板)80は、熱電堆85の冷接点84のヒートシンクの機能を有するので、その熱をさらに回路基板3に放熱することにより、全体としての熱容量を大きくして、ヒートシンクとしての効率を高められ、これにより、ひいては、測定精度を向上させることができる。

【0178】なお、前述のように、図33~図34の例

では、サーモパイルチップSPCの熱電堆85の出力用端子86、87に対応して回路基板3の接合用端子196、197が設けられ、PNダイオードPNDの出力用端子DA、DK1、DK2に対応して接合用端子19A、19K1、19K2が設けられているが、これらの端子と絶縁性を保つ範囲で接合部に金属メッキ32を施すことにより、同様に、サーモパイルチップSPCの(シリコン基板80の:正確には熱電堆85の冷接点の)熱を回路基板3に放熱することができ、これにより、全体としての熱容量を大きくして、シリコン基板80の温度を環境温度に近づけ、ヒートシンクとしての効率を高め、ひいては、測定精度を向上させることができる。そして、この場合、ボンディングワイヤ26等の接続無しで、回路基板3上の測温値決定部4の各回路が接続され、熱電堆85の出力電圧やPNダイオードPNDによる基準温度の検出ができる利点をも維持できる。

【0179】また、図7~図13で前述のように、基準点感温素子73のPNダイオードPNDとして、2つのダイオードD1、D2が、シリコン基板80に一体形成されているので、ダイオードとしての温度特性に基づいて基準温度を検出でき、熱電堆85との距離を短縮でき、これにより、基準温度検出の測定誤差を小さくして測定精度を向上でき、小型化が図れ、大量生産等に適し、低廉化が図れる。また、複数(2つ)のダイオード(半導体素子)D1、D2等を有しているため、平均値を求めたり、差分を求めることができ、例えば図12で前述のように、電圧差VFの温度特性(Vf)を利用でき、環境差、特性差、理論値(設計値)とのズレ、雑音その他の測定環境の変動など、測定誤差の誤差要因を相殺可能となり、さらに測定精度を向上できる。

【0180】そして、上述の例の場合も、耳式体温計1(測温計)では、熱源の温度が人間の鼓膜温度であり、赤外線検出部2に、上述のバイナリレンズチップBLCやサーモパイルチップSPCを備え、さらにダイオードD1、D2(感温部)を利用して電圧差VFから基準温度を求め、熱電堆85の出力電圧と基準温度に基づいて、熱源Sの温度(体温:人間の鼓膜温度)を決定する測温値決定部(測温値決定手段)4を備えるので、体温を測定する体温計として機能する。また、小型化・低廉化を図りつつ、温度検出の精度を向上でき、また感度を高くできる赤外線検出の構成を採用するので、測温計としても、小型化・低廉化を図りつつ温度検出の精度を向上でき、感度を高めることができる。

【0181】なお、上述の実施形態や各応用例等では、導波管を用いず、赤外線レンズ(バイナリレンズ)を用いる点について、主に測定精度の向上(誤差熱による測定誤差を防止)の点から説明したが、赤外線レンズを備えることにより導波管による赤外線の誘導が不要となり導波管を省略できるため、例えば(図1に対応して)図37、(図35に対応して)図38に示すように、内部

実装等の工夫により、耳式体温計 1 全体として（例えばキーホルダーで携帯できる程度まで）の小型化が可能になる。なお、図 1、図 3 5、図 3 7 および図 3 8 の耳式体温計 1 において、赤外線透過性のフィルム 2 3 とフィルム押さえオーリング 2 4 も実状に合わせて省略でき、（例えばプローブキャップ 2 5 を図示左側にさらに寄るように構成して）さらに小型化を図ることもできる。

【0182】また、上述の実施形態またはその応用例では、耳式体温計の例を挙げたが、最高温である熱源からの赤外線の放射を利用してその熱源の温度を測定するものであれば、他のタイプの体温計はもちろんのこと、他のタイプの測温計にも利用でき、また、測温値を表示等するものでなくても、測定（検出）した温度を用いて各種の制御を行う装置など、他の応用も可能である。また、これらに利用する場合に、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更も可能である。

【0183】

【発明の効果】上述のように、本発明の測温計によれば、サーモパイル型を適用して小型化・低廉化を図りつつ、最高温である熱源との相対位置関係が少しずれても、温度測定の精度を維持できる、などの効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態に係る測温計を適用した耳式体温計の断面図である。

【図 2】図 1 の耳式体温計の測温系のブロック図である。

【図 3】図 1 の耳式体温計に対応する従来の一例の断面図である。

【図 4】図 3 および図 1 の耳式体温計における赤外線誘導の原理説明図である。

【図 5】図 3 および図 1 の耳式体温計における赤外線検出チップの概略断面を示す説明図である。

【図 6】図 3 の耳式体温計における赤外線センサの斜視図である。

【図 7】図 1 の耳式体温計におけるサーモパイルチップの斜視図である。

【図 8】図 7 のサーモパイルチップの半導体構造の一例を示す原理説明図である。

【図 9】図 7 に対応して上面から見たときの平面図である。

【図 10】別の一例を示す、図 9 と同様の平面図である。

【図 11】図 10 に対応する、図 8 と同様の説明図である。

【図 12】図 2 のアンプ 7 1 の一例を示す回路構成図である。

【図 13】図 12 の回路の作動を説明するための理論式の例を示す図である。

【図 14】熱電堆の構造の一例を示す説明図である。

【図 15】スリットを設ける場合の一例を示す、図 1 4 50

と同様の説明図である。

【図 16】図 15 に対応する断面の一例を示す説明図である。

【図 17】別の一例を示す、図 15 と同様の説明図である。

【図 18】図 17 に対応する、図 16 と同様の説明図である。

【図 19】さらに別の一例を示す、図 15 と同様の説明図である。

【図 20】図 19 に対応する、図 16 と同様の説明図である。

【図 21】図 1 の耳式体温計における赤外線検出チップの別の一例を示す、図 5 および図 8 と同様の説明図である。

【図 22】図 2 1 の赤外線チップの構造およびその接合方法の一例を示す説明図である。

【図 23】図 2 2 の接合部分の断面の説明図である。

【図 24】別の一例を示す、図 8 と同様の説明図である。

【図 25】複数の熱電堆を有する場合の赤外線受光の原理説明図である。

【図 26】赤外線レンズを考慮した場合の、図 2 5 と同様の原理説明図である。

【図 27】耳式体温計による体温（鼓膜温度）測定時の熱源（鼓膜）と黒体（熱吸収体）との相対位置関係の一例を示す原理説明図である。

【図 28】別の一例として、複数の熱電堆を有する場合の、図 2 1 (a) と同様の説明図である。

【図 29】図 2 8 のサーモパイルチップに対応する、図 9 と同様の平面図である。

【図 30】図 2 8 の赤外線チップを利用する場合の、図 2 と同様のブロック図である。

【図 31】別の一例を示す、図 2 9 と同様の説明図である。

【図 32】さらに別の一例を示す、図 2 9 と同様の説明図である。

【図 33】別の一例として、回路基板を介してバイナリレンズチップとサーモパイルチップを接合する場合の、図 2 2 と同様の説明図である。

【図 34】図 3 3 に対応する、図 2 8 と同様の説明図である。

【図 35】図 3 3 に対応する、図 1 と同様の断面図である。

【図 36】別の一例を示す、図 3 4 と同様の説明図である。

【図 37】別の一例を示す、図 1 と同様の断面図である。

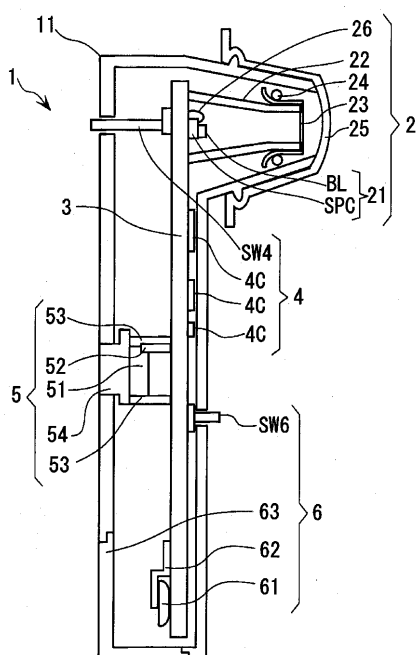
【図 38】別の一例を示す、図 3 5 と同様の断面図である。

【符号の説明】

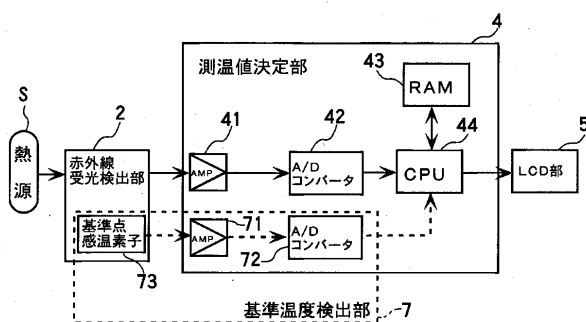
- 1 耳式体温計
- 2 赤外線受光検出部
- 3 回路基板
- 4 測温値決定部
- 5 LCD部
- 7 基準温度検出部
- 12、13、21 赤外線検出チップ
- 26 ボンディングワイヤ
- 31、32 金属メッキ
- 41 アンプ
- 42 A/Dコンバータ
- 43 RAM
- 44 CPU
- 45 最大出力電圧選択部
- 51 LCD
- 73 基準点感温素子
- 80 シリコン基板(半導体基板)
- 81、811、812、813、814、815
黒体(熱吸収体)
- 82 熱電対
- 83 温接点
- 84 冷接点
- 85、851、852、853、854、855
熱電堆
- 86、861、862、863、864、865
端子(+端子、接続用端子、出力用端子)

- *87 端子(-端子、GND側端子、接続用端子、出力用端子)
- 91、92 導電体
- 98 スリット
- 110 半田
- 190 スルーホール
- 196、197、19A、19K1、19K2
接合用端子
- BL バイナリレンズ(赤外線レンズ)
- 10 BL a レンズ基板(シリコン基板、半導体基板)
- BL b、BL b1、BL b2、BL b3 バイナリエlement
- BL c 赤外線コーティング
- BL C バイナリレンズチップ(赤外線レンズ)
- D1、D2 ダイオード(感温部)
- DA アノード端子
- DDC ダイオードチップ
- DK1、DK2 カソード端子
- DN1、DN2 N+領域
- 20 DP1、DP2 P+領域
- KW 中空部
- L1、L2、L3 光軸
- LP 交差点
- PND PNダイオード
- S、S1、S2、S3 熱源
- * SPC サーモパイルチップ

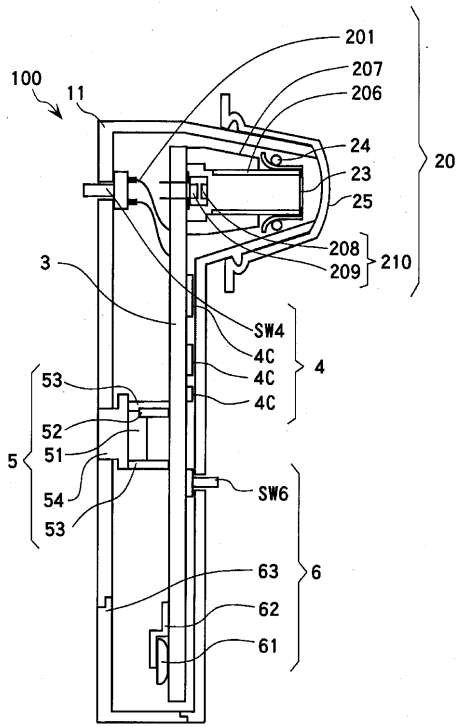
【図1】



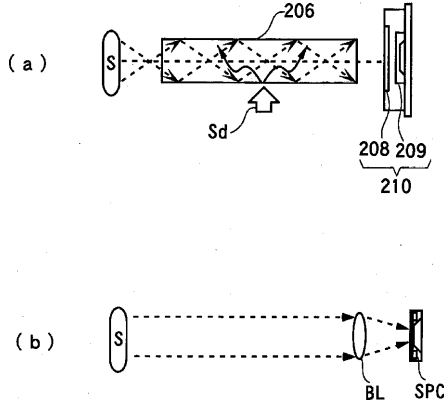
【図2】



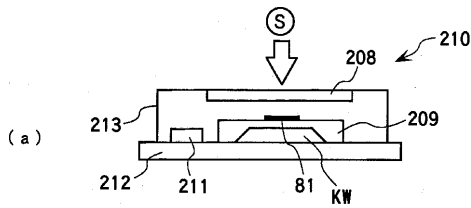
【図3】



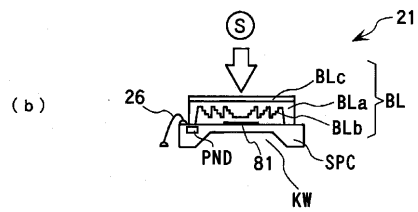
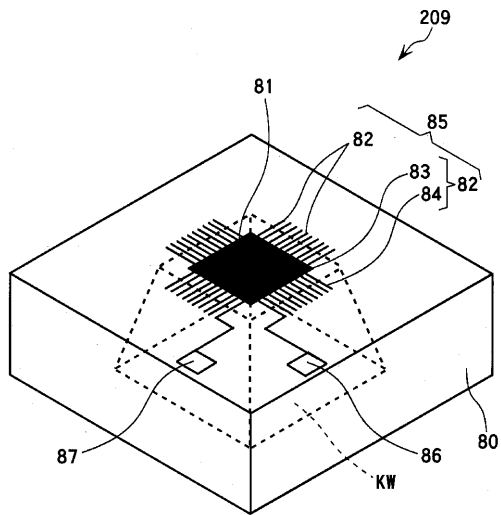
【図4】



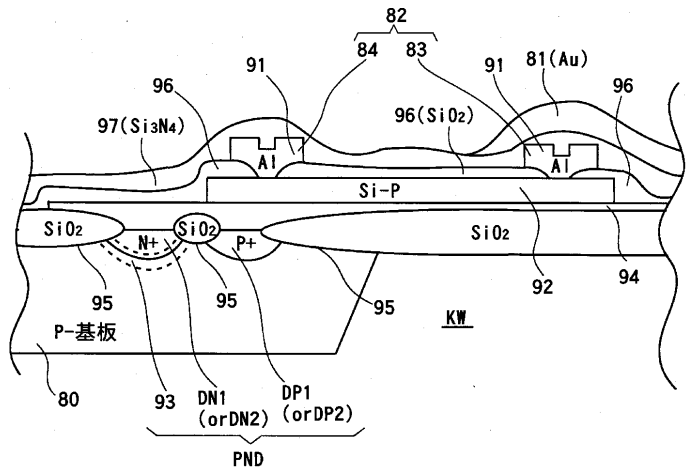
【図5】



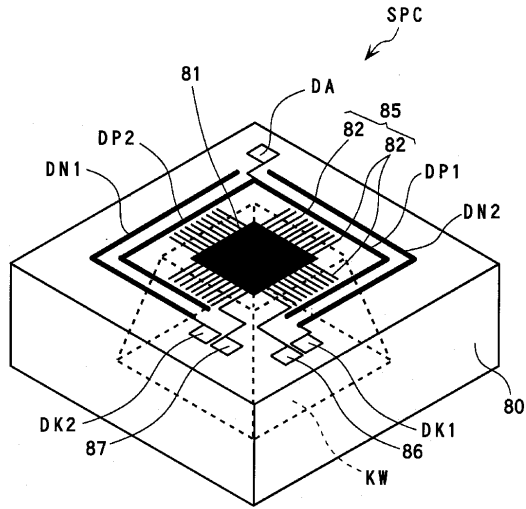
【図6】



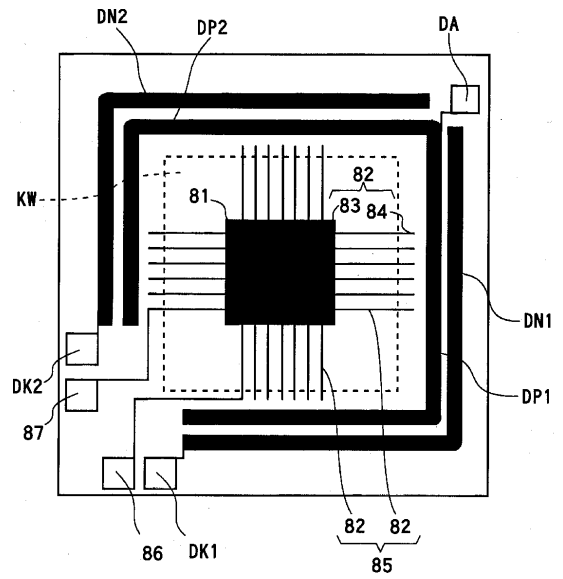
【図8】



【図7】

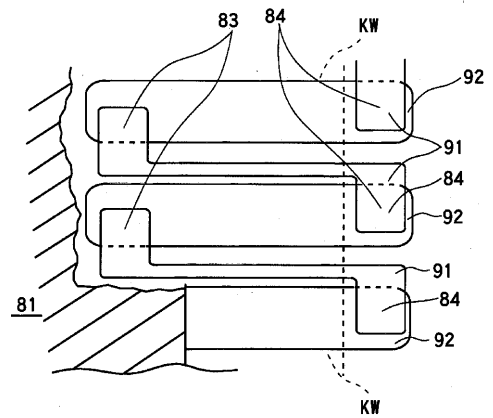
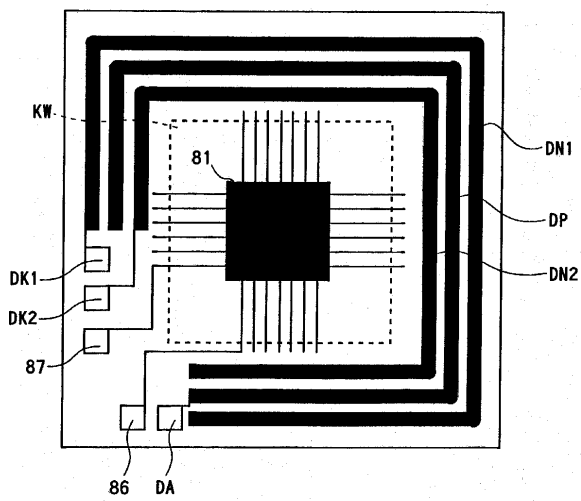


【図9】

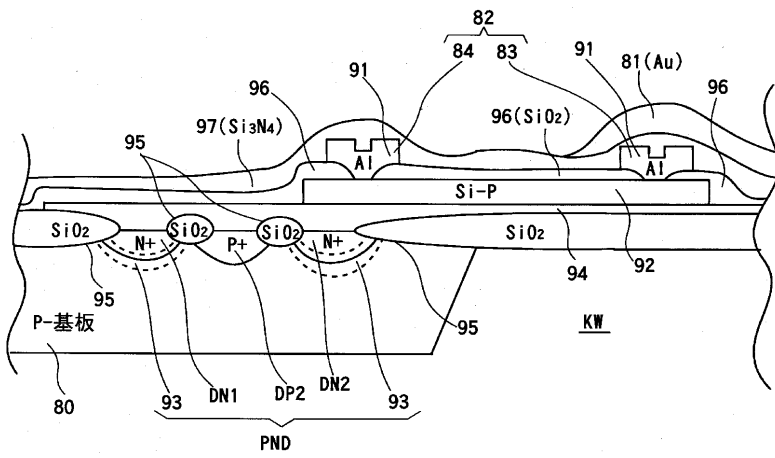


【図14】

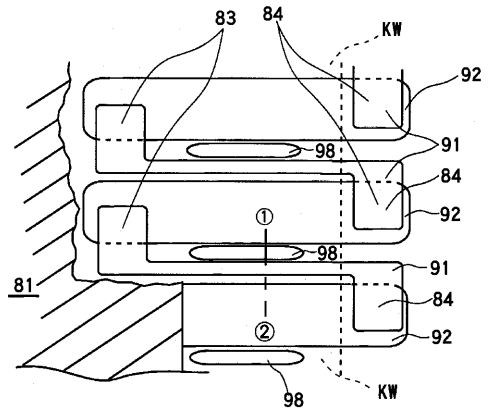
【図10】



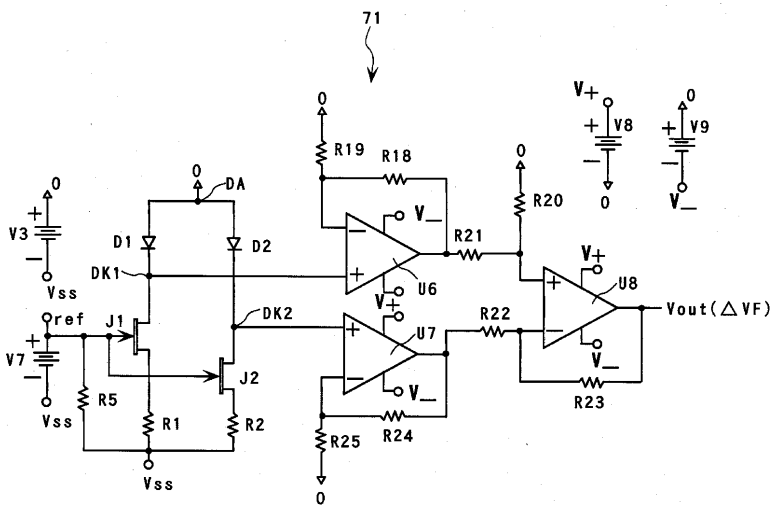
【図11】



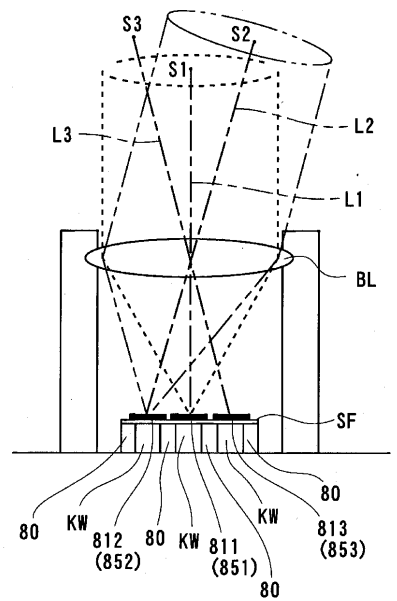
【図15】



【図12】



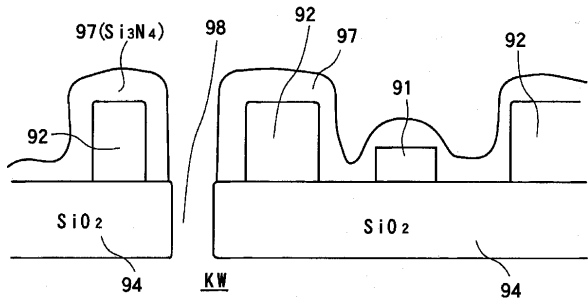
【図26】



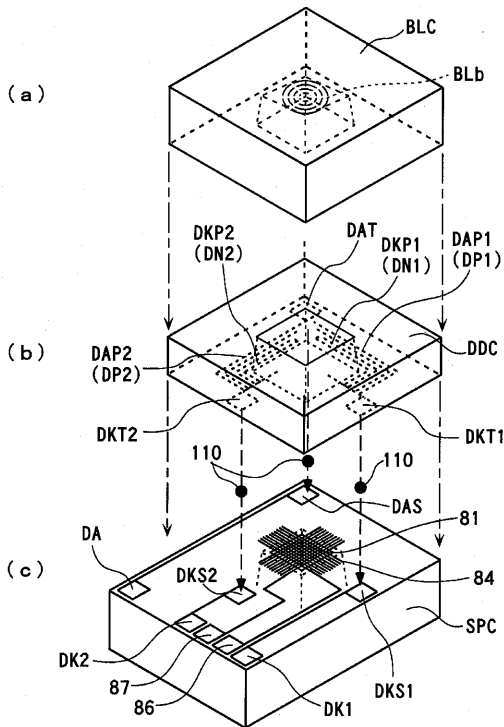
【図13】

(a)	ダイオードの順方向電流は	$I_F = I_S(\exp(qV_F/KT) - 1)[A]$	…(1)
	I_F : 順方向電流 I_S : 逆方向飽和電流 T : 絶対温度 V_F : 順方向電圧 K : ボルツマン定数 q : 電荷	$1.3804 \times 10^{-23} [JK^{-1}]$ $1.602 \times 10^{-19} [C]$	
	(1) 式を V_F について解くと	$V_F = (KT/q) \log(I_F/I_S)[V]$	…(2)
(b)	2つのダイオードのVF差は	$\Delta V_F = (KT/q) \log(I_{F1}/I_{S1}) - (KT/q) \log(I_{F2}/I_{S2})$ …(3) $= (KT/q) (\log(I_{F1}/I_{S1}) - \log(I_{F2}/I_{S2}))$ $= (KT/q) (\log(I_{F1}/I_{F2}) - \log(I_{S1}/I_{S2}))$	
		$\Delta V_F = (KT/q) \log(I_{F1}/I_{F2})[V]$	…(4)
	VF差の温度特性は(4)より	$\Delta V_f = (K/q) \log(I_{F1}/I_{F2})[V/K]$	…(5)

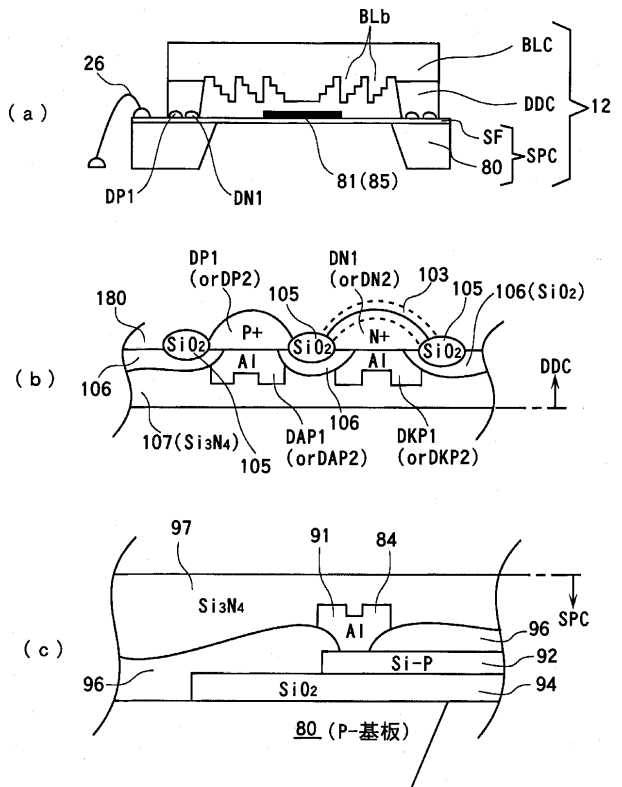
【図 20】



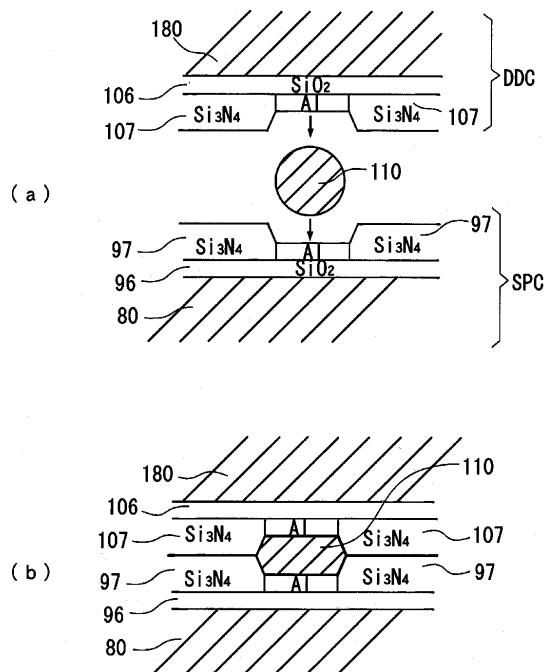
【図 22】



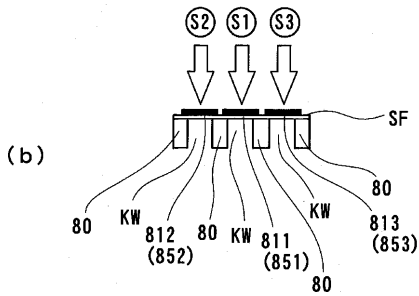
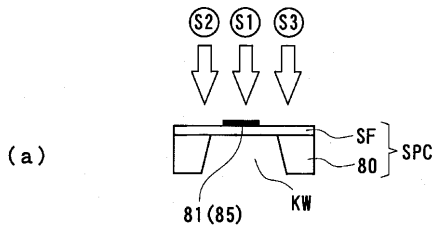
【図 21】



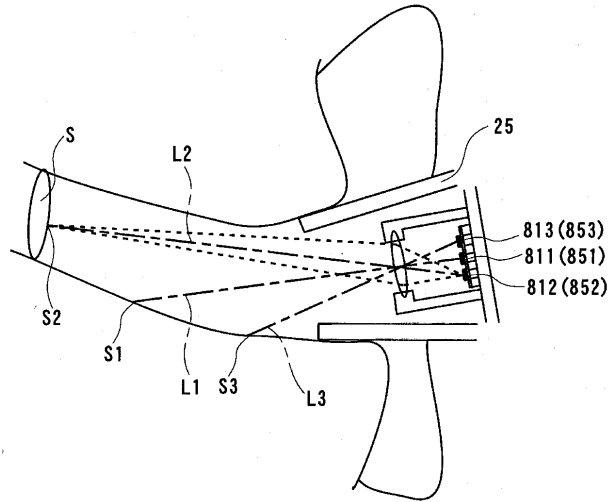
【図 23】



【図 25】

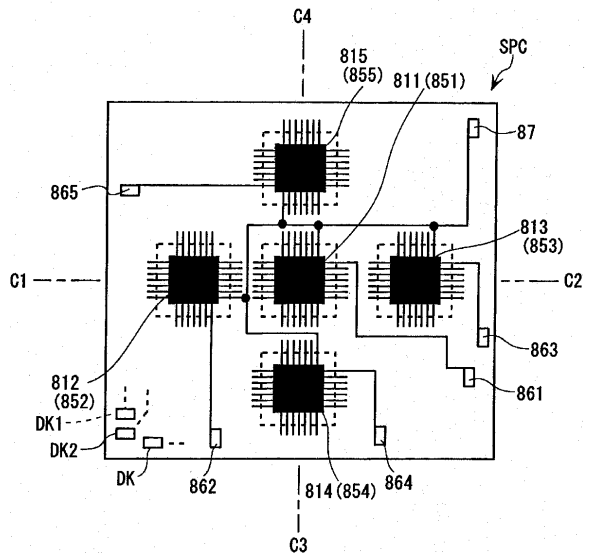
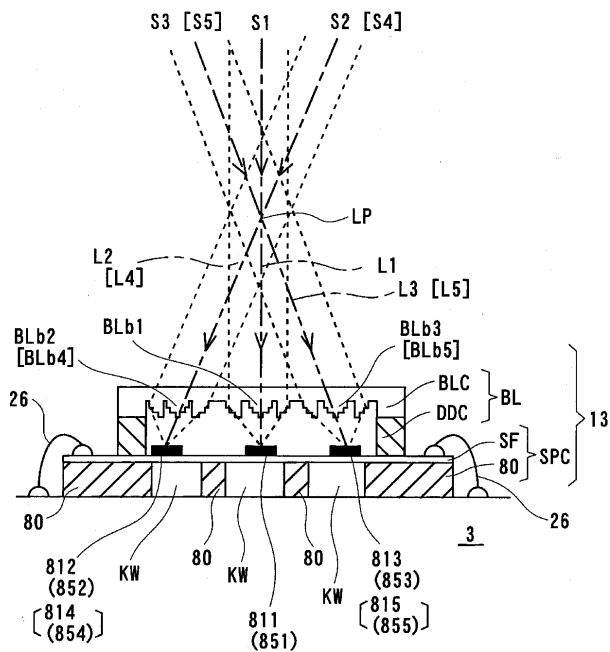


【図 27】

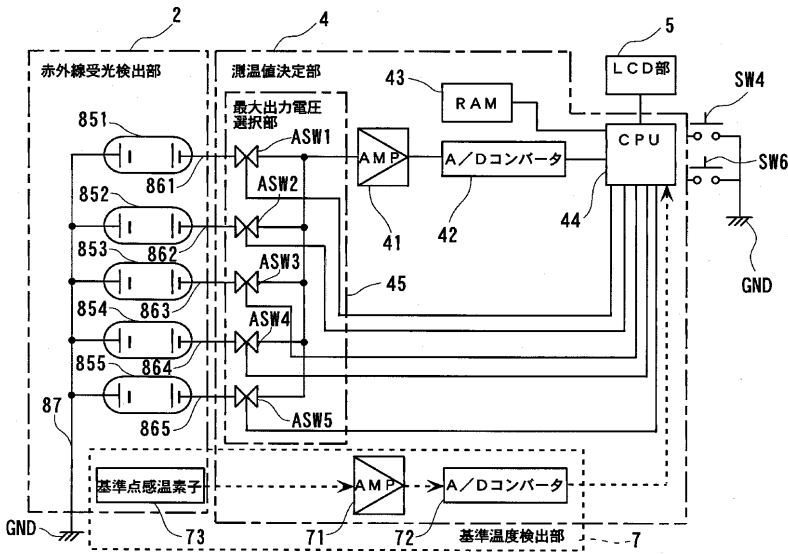


【図 29】

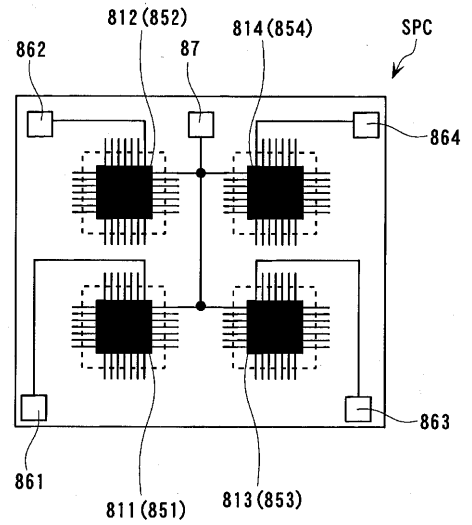
【図 28】



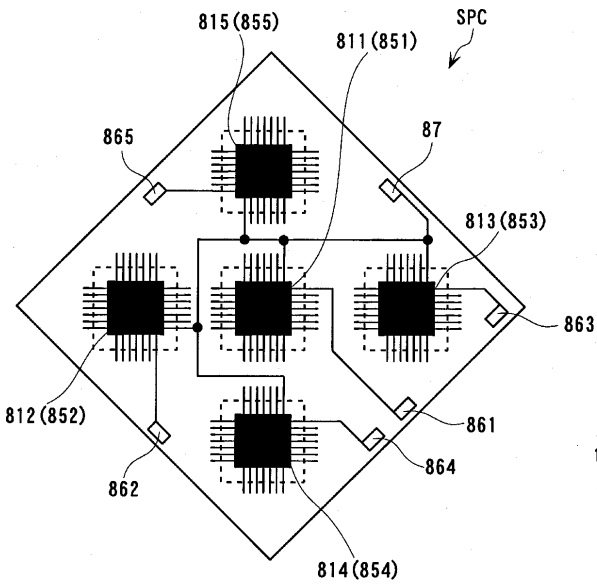
【図30】



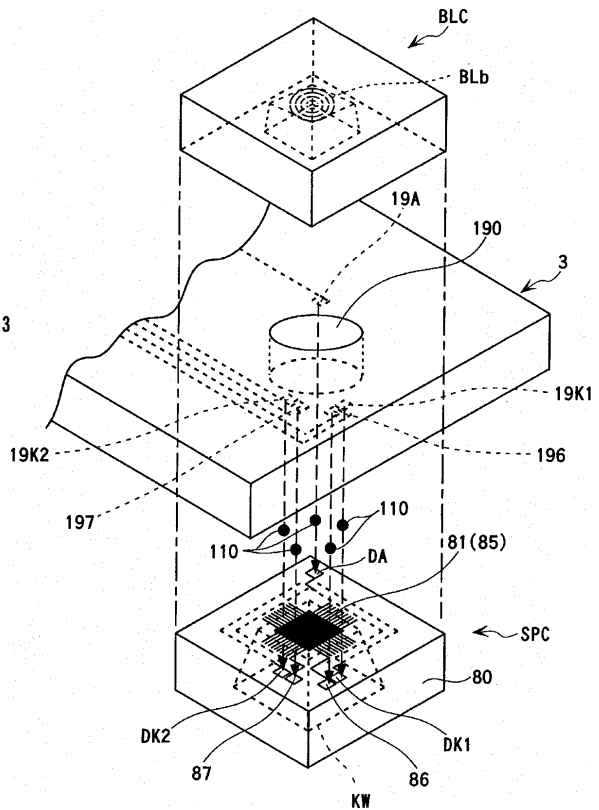
【図31】



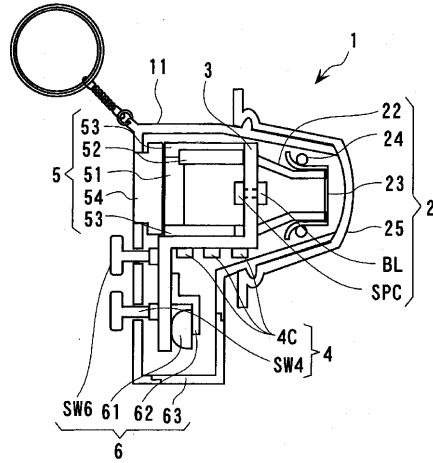
【図32】



【図33】



【図38】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

G 0 1 J 5/08
5/16

識別記号

F I

G 0 1 J 5/08
5/16

テ-マ-コ-ド(参考)

F

F タ-ム(参考) 2G065 AB02 BA11 BB08 BB27 BC03
 BC08 BC28 BC33 BC35 BD02
 CA21 DA10
 2G066 AC13 BA08 BA22 BA23 BB11
 BC04 BC07 BC15 BC30 CA15

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JP2002048649A5	公开(公告)日	2005-03-03
申请号	JP2000238744	申请日	2000-08-07
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	SATO SHIGEMI SHIOBARA YASUHIRO 佐藤茂美 塩原康弘		
发明人	佐藤 茂美 塩原 康弘		
IPC分类号	G01J5/14 G01J5/16 G01J5/02 A61B5/00 G01J5/08 A61B5/01 G01J5/10 G01J5/12 G01J5/00 G01J1/44		
FI分类号	G01J5/10.D A61B5/00.101.K G01J1/44.C G01J5/02.B G01J5/08.B G01J5/08.F G01J5/16		
F-TERM分类号	2G065/BC28 2G066/BA23 2G066/AC13 2G065/BB08 2G065/CA21 2G065/BC35 2G066/BC30 2G066/BC04 2G065/BB27 2G065/BC03 2G065/BA11 2G066/BA08 2G065/DA10 2G066/BC15 2G066/BA22 2G065/AB02 2G065/BC33 2G066/BB11 2G065/BD02 2G065/BC08 2G066/BC07 2G066/CA15 4C117/XA01 4C117/XB01 4C117/XC26 4C117/XC30 4C117/XD09 4C117/XE48 4C117/XG01 4C117/XJ05 4C117/XJ07 4C117/XJ24 4C117/XM05 4C117/XN07 4C117/XP01		
代理人(译)	落合稔		
其他公开文献	JP3733847B2 JP2002048649A		

摘要(译)

解决的问题：提供一种即使使用热电堆型来减小尺寸并降低成本，即使与具有最高温度的热源的相对位置关系略有偏离，也能够保持温度测量精度的温度计。一种温度计，用于通过接收从热源发出的红外线来接收热源的温度，其中，基于接收红外线的吸热器的温度来产生电压。在同一半导体衬底的主表面上以预定布置形成多个热电堆，其中光接收位置彼此不同，并且对应于来自多个热电堆的输出电压的多个温度测量值。温度测量值确定装置，用于将候选的最大值确定为温度测量值。